

令和4年度

放射線利用技術等国際交流  
(専門家交流)

委託業務成果報告書

令和5年3月

公益財団法人 原子力安全研究協会

本報告書は、文部科学省のエネルギー対策特別会計委託事業による委託業務として、(公財)原子力安全研究協会が実施した令和4年度「放射線利用技術等国際交流(専門家交流)」の成果を取りまとめたものです。

## はじめに

本報告書は、文部科学省の令和 4 年度委託業務として、公益財団法人原子力安全研究協会が受託した「放射線利用技術等国際交流(専門家交流)」の成果をまとめたものである。

本業務では、我が国の原子力施設等の立地地域等が中心となって進めている放射線利用技術や原子力基盤技術等に関する研究開発を推進し理解の促進を図るとともに、当該立地地域等がアジア諸国における研究開発の国際交流の拠点となることを目指している。

また、アジア諸国と放射線利用技術や原子力基盤技術等の研究開発状況等に関する情報交換を行うための国際会合等の実施を取りまとめ、会合等を通して得られた情報を国内の原子力施設等の立地地域等に広く提供している。

近隣アジア諸国との原子力協力の枠組みであり、日本、オーストラリア、バングラデシュ、中国、インドネシア、カザフスタン、韓国、マレーシア、モンゴル、フィリピン、タイ、ベトナムが参加するアジア原子力協力フォーラム(FNCA:Forum for Nuclear Cooperation in Asia)の下、FNCA 参加国においてプロジェクト別の国際会合等を開催し、情報交換及び情報収集を行うとともに、会合等を通して得られた技術・情報を国内の原子力施設等の立地地域等へ提供した。さらに、ニュースレターの作成、ウェブサイトの運営により、FNCA 活動につき広く発信を行った。

## 目次

はじめに.....	i
目次.....	ii
第1章「国際的枠組み(FNCA活動)の概要」	
1.1 FNCA 及び事業内容.....	1
1.2 各プロジェクト概要	
1.2.1 放射線利用開発分野(産業利用・環境利用).....	3
1.2.2 放射線利用開発分野(健康利用).....	8
1.2.3 研究炉利用開発分野.....	10
1.2.4 原子力安全強化分野.....	13
1.2.5 原子力基盤強化分野.....	14
1.3 令和4年度におけるFNCA活動一覧.....	15
第2章「国際会合の開催、情報収集」	
2.1 放射線利用開発分野(産業利用・環境利用)	
2.1.1 放射線育種プロジェクト.....	17
2.1.2 放射線加工・高分子改質プロジェクト.....	22
2.1.3 食品産地偽装防止プロジェクト.....	28
2.2 放射線利用開発分野(健康利用)	
2.2.1 放射線治療プロジェクト.....	30
2.3 研究炉利用開発分野	
2.3.1 研究炉利用プロジェクト.....	35
2.4 原子力安全強化分野	
2.4.1 放射線安全・廃棄物管理プロジェクト.....	44
2.5 原子力基盤強化分野	
2.5.1 核セキュリティ・保障措置プロジェクト.....	51
第3章「情報の普及及び情報収集」	
3.1 ニュースレターの発行.....	61
3.2 ウェブサイトの運営.....	62
3.3 過去の招へい者のデータベースの整備.....	65
添付資料	
1. FNCA 現行7プロジェクト活動経緯.....	67
2. 国際会合関連資料	
2.1 放射線育種(MB)プロジェクト国際会合.....	68

2.2 放射線加工・高分子改質(RPPM)プロジェクト国際会合 .....	81
2.3 食品産地偽装防止(CFF)プロジェクト国際会合 .....	93
2.4 放射線治療(RO)プロジェクト国際会合 .....	97
2.5 研究炉利用(RRU)プロジェクト国際会合 .....	113
2.6 放射線安全・廃棄物管理(RS&RWM)プロジェクト国際会合 .....	129
2.7 核セキュリティ・保障措置(NSS)プロジェクト国際会合 .....	142
3. ニュースレター送付先一覧 .....	155
4. 公開セミナー発表資料.....	172

## 第 1 章

# 「国際的枠組み (FNCA 活動) の概要」

## 第1章 国際的枠組み(FNCA 活動)の概要

### 1.1 FNCA 及び事業内容

アジア原子力協力フォーラム(FNCA: Forum for Nuclear Cooperation in Asia)とは、内閣府及び文部科学省が進める近隣アジア諸国との原子力技術の平和利用における国際協力の枠組みであり、オーストラリア、バングラデシュ、中国、インドネシア、日本、カザフスタン、韓国、マレーシア、モンゴル、フィリピン、タイ、ベトナムの12カ国が参加し、イコールパートナーシップの下、原子力分野の共同研究を中心とした協力活動を進めている。

原子力各分野でのプロジェクト活動として、文部科学省の主導の下、放射線利用開発、研究炉利用開発、原子力安全強化、原子力基盤強化の計4分野7プロジェクトが、以下のとおり推進されている。

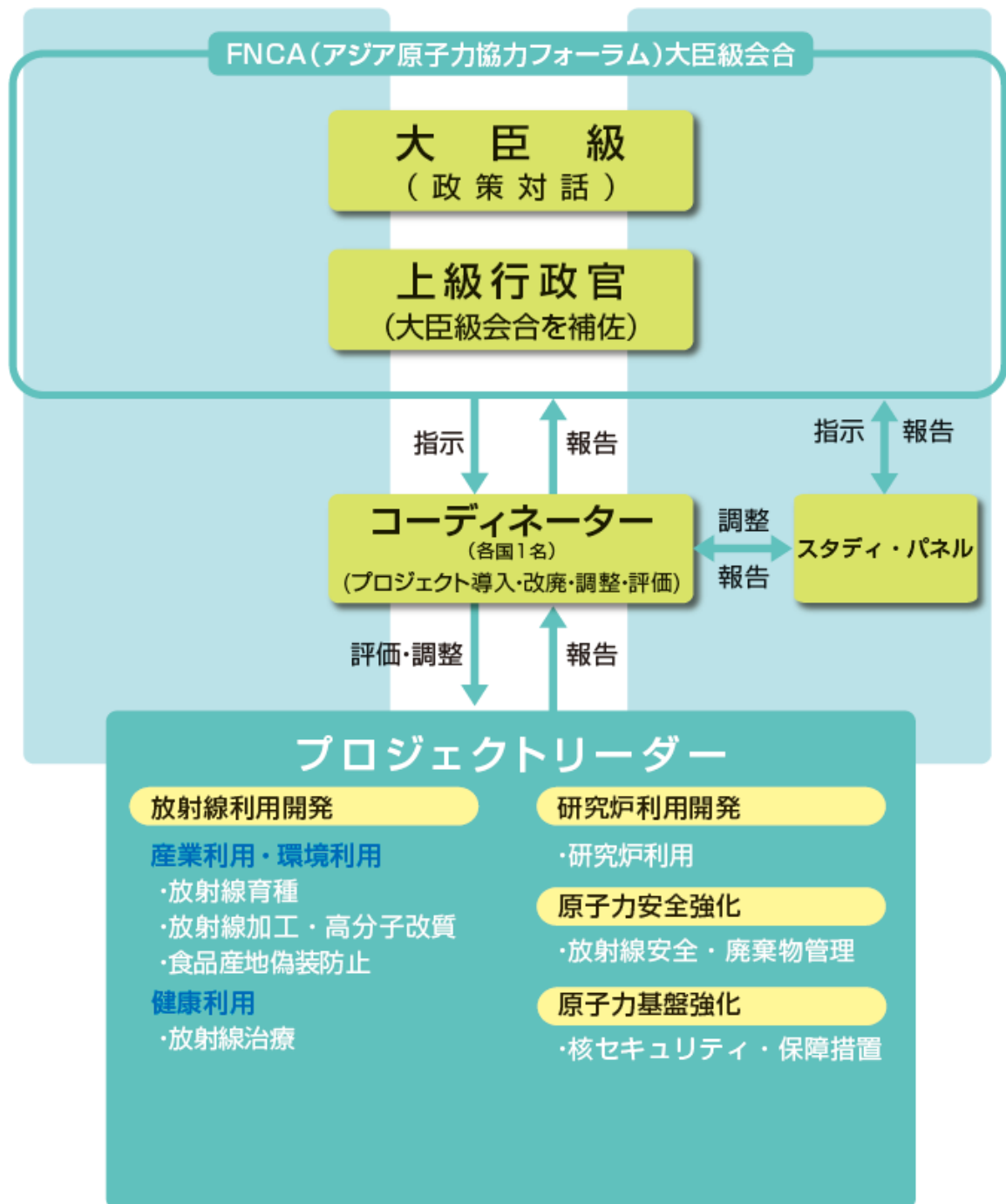
1. 放射線利用開発分野
  - 産業利用・環境利用
    - 放射線育種プロジェクト
    - 放射線加工・高分子改質プロジェクト
    - 食品産地偽装防止プロジェクト
  - 健康利用
    - 放射線治療プロジェクト
2. 研究炉利用開発分野
  - 研究炉利用プロジェクト
3. 原子力安全強化分野
  - 放射線安全・廃棄物管理プロジェクト
4. 原子力基盤強化分野
  - 核セキュリティ・保障措置プロジェクト

また、内閣府主催の会合として、原子力を所管する各国の大臣級代表者により、アジア各国との協力量策や原子力政策について討議を行う「大臣級会合」、上級行政官により、大臣級会合に向けたテーマ設定や予備的議論を行う「上級行政官会合」、原子力発電及び非発電に関する政策・技術課題を、各国の担当上級行政官と有識者で共有し、各国及び国際協力の取り組みに生かすための討議を行う「スタディ・パネル」、各国から1名ずつ選出されたコーディネーターにより、協力プロジェクトの成果と評価、推進方策、新提案並びにFNCAの運営全般について審議する「コーディネーター会合」が実施されている。FNCA全体の構成は、図1のとおりである。

各プロジェクトでは、各国から各プロジェクトの活動に最も相応しい行政官や専門家等が参加し、活動の性格、特徴に適した形態で「ワークショップ」を各国で開催しており、国内においては、国内の有識者を集めた「国内会合」を開催し、各プロジェクト活動の企画・立案、評価・検討を行っている。さらに、国内の各プロジェクトリーダーが集まり、各運営グループの活動をより効果的なものとするために情報及び意見交換を行う「プロジェクトリーダー会合」も開催している。

図 1. FNCA の構成

## アジア原子力協力フォーラム(FNCA)の構成





## 1.2 各プロジェクト概要

### 1.2.1 放射線利用開発分野(産業利用・環境利用)

#### (1) 放射線育種プロジェクト

##### 1) プロジェクトの目的

本プロジェクトは、ガンマ線やイオンビームによる放射線誘発突然変異を利用した品種改良技術により、イネ、バナナ、ダイズ、ソルガム、ラン等のアジア地域でニーズの高い作物において、優れた性質を付加した新品種を作出し、アジア地域の食糧増産及び農作物の高品質化に貢献することを目的として活動を行ってきた。近年では、世界的に関心の高まっている「持続可能型農業」及び「気候変動」に焦点を当て、化学肥料や農薬の投入が少ない低投入条件下での栽培に適した品種や、高/低温、干ばつ、洪水、病虫害、塩害といった気候変動による様々な環境ストレスへの耐性を有する作物品種の開発を目指している。

##### 2) プロジェクトの経緯と成果

プロジェクト活動の初期には、食用作物における環境ストレス耐性に優れた多収品種への改良を目指した研究を実施した。平成 18 年度(2006 年度)に終了したソルガム・ダイズの耐旱性育種研究においては、各国で耐旱性に優れた変異系統が育成された。中国では多収かつ耐旱性に優れたスイートソルガムが、インドネシア及びベトナムではそれぞれ多収かつ耐旱性に優れたダイズが開発され、新品種として登録・公開されており、現在も各国内で利用されている。

平成 16 年度(2004 年度)には、突然変異の原理等の基礎知識から細胞・分子生物学的手法等の応用技術まで幅広く突然変異育種に関する知識と技術を集約した突然変異育種マニュアルを作成し、参加各国の関係者、研究者に配布した。本マニュアルは、FNCA のウェブサイトで開催されており、突然変異育種を学び始めた人から育種事業の実務に携わる研究者まで、幅広く利用されている。

その後、アジア地域の経済成長に伴い、農家や消費者のニーズが多収のみならず食味や機能性成分の向上、輸出用作物の高品質化へと変化していることを受け、各国においてニーズの高い農業形質や子実成分等にターゲットを絞った育種活動を行った。

平成 22 年度(2010 年度)に終了したバナナの耐病性育種研究においては、ガンマ線照射と、その後の人工接種法によるスクリーニングによって、フザリウム萎凋病やバナナバンチトップ病への耐性を有する有望系統を開発し、マレーシア及びフィリピンでは、商業利用に向けた技術移転にも成功した。

平成 19 年度(2007 年度)に開始したイネの品質改良育種研究は、アミロースやタンパク質の含有量の改変を共通目標とし、各国のニーズに合わせて、各々異なる高品質、多収品種の開発を目指した活動を行い、平成 24 年度(2012 年度)で終了した。活動の初期には、標準となる共通の成分測定方法、標準品種、供試材料の交換等にかかわる諸規則を定めるとともに、平成 20 年度(2008 年度)からは、日本原子力研究開発機構(現・量子科学技術研究開発機構(QST))の施設を利用し、母材となる各国のイネ品種へのイオンビーム照射を実施した。各国においては、耐塩性、耐旱性、多収等、それぞれのニーズに合った突然変異系統の育成が順調に進められた。

平成 25 年度(2013 年度)～平成 29 年度(2017 年度)には、上記のイネの品質改良育種研究の活動成果を基に、「持続可能な農業のためのイネの突然変異育種」をテーマとして研究を実施した。自

然農法・有機農法等に代表される化学肥料・農薬の低投入条件下でも比較的高い収量が得られる品種の作出を共通課題とし、さらに環境ストレス耐性品種の作出について、各国が抱える課題に合わせて育種目標や研究計画を設定して活動を進めた。なお、モンゴルにおいてはイネの栽培が困難であるため、耐冷性イネの試験栽培並びにムギ類を対象とした活動が進められた。バングラデシュ、マレーシア、ベトナムにおいては、優良な特性を持った突然変異系統がそれぞれ新品种として正式に登録される等、大きな成果を得た。また、その他の国においても自国のニーズに合った多くの有望な系統が作出された。

平成 30 年度(2018 年度)からは、気候変動が顕在化する中、持続可能型農業の推進が最重要課題であるとの参加各国の共通認識の下、イネに限らず各国でニーズの高い主要作物を対象を拡大し、「気候変動下における低投入の持続可能型農業に向けた主要作物の突然変異育種」をテーマとして活動を開始した。低投入条件への適応性や環境ストレス耐性を主な目標とし、窒素利用効率の向上や根系等にも焦点を置いて研究を進めている。

令和 4 年度(2022 年度)のワークショップでは、新型コロナウイルス感染症(COVID-19)パンデミックの影響で開催できていかなかった対面会合を 3 年振りに開催し(オンライン併用のハイブリッド形式で開催)、各国からの進捗報告と令和 6 年度(2024 年度)からの新規フェーズに向けた議論を行った。

## (2) 放射線加工・高分子改質プロジェクト

### 1) プロジェクトの目的

本プロジェクトは、工業・農業分野等における放射線加工技術のより広範な利用を目指し、参加国間における情報交換や共同研究を通じて実験データを共有することにより、参加国に利益をもたらす製品の実用化促進に資することを目的としている。

### 2) プロジェクトの経緯と成果

第 1 フェーズ(平成 14 年度(2002 年度)～平成 17 年度(2005 年度))では、「低エネルギー電子線照射システム」をテーマに、電子線を用いた排煙処理、天然高分子由来のハイドロゲル作製、繊維染色廃水の処理等の研究開発について現状を共有し、実用的応用研究を進めた。

第 2 フェーズ(平成 18 年度(2006 年度)～平成 20 年度(2008 年度))では、健康、医学、環境応用と技術移転のため、電子線・ガンマ線を用いた天然高分子の放射線加工処理による植物生長促進剤(PGP)やハイドロゲル創傷被覆材等の研究開発を行った。国際原子力機関(IAEA)/原子力科学技術に関する研究、開発及び訓練のための地域協力協定(RCA)との情報交換により効率的に研究活動を進めた。韓国は海藻由来のカラギーナンを含有する創傷被覆材(商品名:Cligel)を商品化した。

第 3 フェーズ(平成 21 年度(2009 年度)～平成 23 年度(2011 年度))では、「放射線加工による天然高分子の農業応用」を主なテーマとし、天然高分子の放射線分解を活用したエリクター活性を有する PGP の研究開発と、農業部門との連携強化による実用化に向けたフィールド試験を進めた。また、各国特産の天然高分子に放射線架橋やグラフト重合等の放射線加工処理を施して作製した高吸水性ゲル(超吸水材(SWA))の土壌改良材への応用を進めた。マレーシアはサゴデンプン由来の美容フェースマスク(商品名:Esllon)を商品化した。

高品質なハイドロゲルとオリゴ糖類の作製方法とその使用法にかかわる技術資料として、「放射線

加工によるハイドロゲルとオリゴ糖類の開発に関するガイドライン」を発行し、各国の研究開発や産業利用の促進のために有効利用されるよう FNCA のウェブサイトに掲載した。また、第 3 フェーズの研究においても引き続き RCA との情報交換を行い、より効率的に研究活動を進めた。

第 4 フェーズ(平成 24 年度(2012 年度)～平成 26 年度(2014 年度))では、経済効果の高いイネやトウガラシ等への PGP の適合を促進するためのガイドラインを作成した。また、乾燥地帯での作物栽培用の土壌改良材として有用な SWA についてはフィールド試験に着手した。プロジェクトでの研究成果や我が国の専門家による技術的助言により、各国では天然高分子の放射線加工技術による製品開発が進展した(日本・ベトナム:キトサン由来の植物生長促進剤、中国:キトサン由来の飼料添加剤等)。また、参加国における電子線及びガンマ線の照射施設リストを FNCA のウェブサイトに掲載し、参加各国のユーザーに最新の情報を提供している。

第 5 フェーズ(平成 27 年度(2015 年度)～平成 29 年度(2017 年度))では、PGP の実用化完了及び生産価格の適正化の観点から SWA の作製条件の最適化を目指した。また、実用化の重要なステップとなる放射線加工による大量生産技術のためのプロセス開発を進めた。研究の進展に伴い「放射線加工によるハイドロゲルとオリゴ糖類の開発に関するガイドライン」(平成 21 年度(2009 年度)発行)の技術内容を更新し、最新版を FNCA のウェブサイトに掲載した。さらに、バイオ肥料プロジェクトと協力し、キトサン由来の PGP とバイオ肥料の相乗効果に関する研究を進めた結果、イネの生産性向上に相乗効果が見出された。

第 6 フェーズ(平成 30 年度(2018 年度)～令和 3 年度(2021 年度))では、農業、環境、医療応用のための放射線加工と高分子改質をテーマにプロジェクト活動を展開し、参加国のニーズに沿った農業、環境、医療分野等への多様な応用について研究開発を推進し、技術移転を目指した。新しい応用例として、放射線加工技術を用いたバイオ肥料製品の開発(マレーシア、モンゴル、フィリピン、ベトナム)、魚やエビ等の養殖における免疫増強剤及び成長剤としてのオリゴキトサンの利用(インドネシア、マレーシア、ベトナム)、有害金属を除去可能な捕集材の合成(中国、インドネシア、マレーシア)、細胞足場材料(マレーシア、ベトナム、日本)、経皮吸収薬(日本)、止血材(フィリピン)、創傷被覆材(バングラデシュ)へのハイドロゲルの利用等について取り組みを行った。

令和 4 年度(2022 年度)からは、以下の 8 つの研究開発テーマに沿った研究開発活動を実施し、各国の進捗状況に応じて年毎にいくつかのテーマを選択して研究開発報告を行うこととしている。

- ① 放射線分解したキトサンの動物飼料応用
- ② ハイドロゲルの医療応用
- ③ 環境修復
- ④ 植物生長促進剤、超吸収材およびバイオ肥料の相乗効果
- ⑤ 植物生長促進剤および超吸水材(プロセス開発含む)
- ⑥ 放射線による微生物育種
- ⑦ 放射線による滅菌および浄化
- ⑧ リサイクルプラスチック

令和 4 年度(2022 年度)のワークショップでは、量子科学技術研究開発機構(QST)高崎量子応用研究所の協力の下 3 年振りとなる対面会合を開催し(オンライン併用のハイブリッド形式で開催)、各

国からの進捗報告に加えて上記 8 つのテーマに関するグループ討議を行った。また、高崎研公開セミナーとの共催による公開セミナーを開催し、成果の発信を行った。

### (3) 気候変動科学プロジェクト

本プロジェクトは、令和 3 年度をもって 3 年間にわたる活動を終了した。なお令和 4 年 6 月に開催されたプロジェクトリーダー会合において、その活動結果等が報告されている。

#### 1) プロジェクトの目的

本プロジェクトの目的は、原子力・同位体を用いた分析手法により、過去の変動の仕組みと過程について理解し、新たな知見を解明するための専門知識を共有することである。複数の専門分野にまたがるこの研究では、天然放射性核種や安定同位体をプロキシ又は指標として活用し、気候に関する高精度の記録を復元できる一連のデータを取得する。放射性核種と同位体を用いれば、過去の気候変動を識別すること、時代を特定することが可能であり、ひいては地球の気候システムの原動力を理解することができる。これを実現するために、アジア太平洋地域の樹木の年輪、珊瑚及び湖沼に保存された記録(環境アーカイブ)を用いて、過去の気候について精度の高い復元を目指す。またこの復元モデルを用いて、オーストラレーシア(オーストラリアとその付近の南洋諸島の総称)モンスーン、エルニーニョ南方振動(ENSO)、インド洋ダイポール現象(IOD)及び太平洋十年規模振動(PDO)等の気候変動の原因及び過程を理解することに努める。

過去の気候について解明するために用いる試料及び分析手法は以下のとおりである。

##### i) 湖沼堆積物

湖沼堆積物に蓄積された花粉、木炭、珪藻類、安定同位体、地球化学試料(成分及び粒度の分析)等は、植生、水質、堆積作用の変化を示す。これらの指標を組み合わせることにより、過去の気候の地域的な図式化、またそれらをさらに組み合わせることにより地球規模の図式化が可能となる。堆積物コアの上層部分の鉛-210( $^{210}\text{Pb}$ )、セシウム-137( $^{137}\text{Cs}$ )又はプルトニウム(Pu)の同位体分析、またコア全体にわたり存在する大型化石、多量の有機物又は貝殻の炭素-14( $^{14}\text{C}$ )分析により、これらの変化の年表を作成することができる。

##### ii) 樹木の年輪

樹木の成長に従って、年毎の気候の特徴が樹木の組織及び構造に埋め込まれる。樹木に蓄積された酸素安定同位体の特徴、セルロース、年輪の幅等の指標を組み合わせることにより、気温及び降雨量に関する情報を復元することができる。四季の変化が少ない熱帯地方及び亜熱帯地方では、樹木の個々の成長輪を目視で確認することは困難であるが、蛍光エックス線分析(XRF)コアスキャナーによる成分組成分析、また $^{14}\text{C}$ の加速器質量分析による年代測定を用いれば検証可能である。

##### iii) 珊瑚

珊瑚の骨格は、成長期における付近の海水の化学的及び物理的状態の記録を示す。珊瑚の成長率が高いほど、過去における海洋循環の変化、海面温度及び海洋化学に関する高解像度な情報を入手できる。またこれらは、ENSO 及び IOD 等の過程の変化を示す。ウラン(U)/トリウム(Th)年代測定、 $^{14}\text{C}$ 年代測定、安定同位体分析(特に酸素安定同位体比( $\delta^{18}\text{O}$ ))、誘導結合プラズマ質量分析(ICP-MS)を用いたストロンチウム(Sr)/カルシウム(Ca)比等の微量元素組成分析、さらに続

成作用を分析する走査型電子顕微鏡/粉末エックス線回折法等の技術を、組み合わせて過去の気候の復元に使用する。

#### iv) 景観変化及び河川流域

石英に富む石灰質の岩相中に生成されるベリリウム-10 ( $^{10}\text{Be}$ )、 $^{14}\text{C}$ 、アルミニウム-26 ( $^{26}\text{Al}$ ) 及び塩素-36 ( $^{36}\text{Cl}$ ) 等の宇宙線生成核種は、過去に浸食や地滑りが発生した時代と進行の速度を理解するための強力なツールとなる。岩盤の浸食、地滑り、断崖の劣化といった過程は景観を変化させるため、人類による影響や気候変動をより深く理解するきっかけとなる。

#### v) 炭素貯蔵

様々な土壌や沿岸の湿地・藻場の炭素貯蔵を正確に推定し、理解することは、二酸化炭素排出量と収支に関連する気候モデリングを正確にすることにつながる。本プロジェクトでは、加速器質量分析を使用した  $^{14}\text{C}$ 、 $^{10}\text{Be}$ 、 $^{26}\text{Al}$  及び  $\text{Pu}$  同位体による年代測定や、同位体比質量分析を使用した炭素安定同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}$ )、窒素同位体比 ( $\delta^{14}\text{N}$ )、 $\delta^{18}\text{O}$  の安定同位体分析等を利用してこれに取り組む。

## 2) プロジェクトの経緯と成果

本プロジェクトはオーストラリアを主導国として、平成 29 年度 (2017 年度)、原子力技術及び同位体を用いた実験と分析を通じ過去の気候変動の仕組みと過程を理解し、新たな知見を解明するための専門知識を共有することを目的として開始された。

令和 3 年度 (2021 年度) は、COVID-19 の影響によりオンラインでワークショップが開催され、各国で実施されている気候変動関連の研究について進捗報告が行われたほか、研究を進めるにあたり、分析や機器・設備の面で他の参加国の支援を必要とする項目が確認された。気候変動科学プロジェクトは、令和 3 年度をもって最初のフェーズのプロジェクト活動が終了し、今後のプロジェクト活動については関係者と協議したうえで方針を決定することとした。

なお、令和 4 年 6 月に開催された第 1 回プロジェクトリーダー会合において、本プロジェクトが令和 3 年度をもって終了した旨やその理由、本プロジェクトに代わる新規プロジェクトが検討中であることなどが、日本のプロジェクトリーダー (PL) より報告された。

## (4) 食品産地偽装防止プロジェクト

### 1) プロジェクトの目的

本プロジェクトは、食品サプライチェーンにおける食品偽装事例を抑止するために、FNCA 参加国で利用可能な原子力技術を使用した食品産地調査技術プラットフォームを構築することを目的としており、FNCA 参加国が協力して、サプライチェーン、FNCA 参加国間の取引における偽装行為を減らすために、地域フィンガープリント・データベースを開発することを目指している。

### 2) プロジェクトの経緯と成果

令和 3 年度 (2021 年度) に本プロジェクトの主導国であるオーストラリアの ANSTO (オーストラリア原子力科学技術機構) より、気候変動科学プロジェクトを終了するとともに新しく食品産地偽装防止プロジェクトを立ち上げたいという提案があった。新プロジェクトの実施計画を策定するために、ANSTO は

2022年1月にFNCA参加国に対して分析能力、優先すべき食品、ステークホルダーの特定等に関するアンケート調査を実施した。

2022年6月に開催されたFNCAコーディネーター会合において、本プロジェクトが2022年度よりスタートすることで正式に合意され、本プロジェクトの最初となるワークショップが2022年12月19日にオンラインで開催された。本ワークショップにはFNCA参加国から6カ国が参加し、ANSTOは参加国に対して食品産地偽装防止プロジェクトの今後4年間のマイルストーンと作業計画を紹介した。ワークショップでの議論の結果、フィンガープリント・データベースの開発を開始するために、本プロジェクトでは共通の水産食品1点と農作物1点を選定すべきだという提案がなされた。今後、参加国から国内のプロジェクトリーダーを選出してもらうこととした。

## 1.2.2 放射線利用開発分野(健康利用)

### (1) 放射線治療プロジェクト

#### 1) プロジェクトの目的

本プロジェクトは、放射線を用いた標準治療手順(プロトコル)を確立することにより、アジア地域における放射線治療の成績向上と普及を目的としている。アジア地域で罹患率の高いがんに対し、放射線治療の共同臨床研究を行い、副作用や生存率等について追跡調査を実施し、その有効性の科学的立証を進めている。

#### 2) プロジェクトの経緯と成果

##### i) 子宮頸がん

平成8年度(1996年度)より、アジアの人々に適した放射線治療のプロトコルの確立を目指して活動を開始し、放射線標準療法(CERVIX-I)を確立し、5年生存率が53%と、欧米に勝るとも劣らない治療成績を示した。平成13年度(2001年度)のワークショップでは、このプロトコルをハンドブックとしてまとめ、各国の参加者等に配布し、成果の普及に努めた。

さらなる治療の改善を目指し、平成12年度(2000年度)に開始した加速多分割照射療法(AHF:CERVIX-II)の臨床研究では、5年生存率が66%と、さらに高い治療成績を示した。

がんは治療して5年後以降の再発が少ないと言われているため、臨床試験では5年の全生存率を算出する必要がある。化学放射線療法(CRT:CERVIX-III)の臨床研究については、平成23年度(2011年度)までフォローアップを行った結果、5年の全生存率が55.1%と、国際的に認知された臨床試験報告の成績に劣らない成績であり、CERVIX-IIIのプロトコルがアジアの局所進行子宮頸がん患者にとって安全かつ有効なものであることが示された。

平成20年度(2008年度)より、重篤な進行子宮頸がんを対象に、抗がん剤同時併用のもと、傍大動脈リンパ領域を含む拡大照射野で放射線治療を行う臨床試験(CERVIX-IV)を実施している。実施当初は吐き気や下痢等の急性反応が強かったため、平成21年度(2009年度)のワークショップにおいてプロトコルの改良が検討され、その結果、患者の負担が軽減され、抗がん剤投与による化学治療の完遂性が向上した。平成30年度(2018年度)のワークショップ時点でのCERVIX-IVの有効性は、5年局所制御率が91%、5年生存率が77%と良好であり、令和元年度(2019年度)にはその治療成績をまとめた論文が国際学術誌に受理され、掲載された。

さらに、平成 28 年度(2016 年度)には 3 次元画像誘導小線源治療(3D-IGBT)を扱った CERVIX-V のプロトコルが作成され、平成 30 年度(2018 年度)より症例登録が始まった。令和 4 年度(2022 年度)時点では、目標症例数 100 症例中、89 症例が登録され、治療成績も良好である。また、平成 30 年度(2018 年度)及び令和 4 年度(2022 年度)のワークショップでは、3D-IGBT の実地研修を現地の医師及び医学物理士向けに行った。

## ii) 上咽頭がん

平成 17 年度(2005 年度)より、子宮頸がんに加えて上咽頭がんも対象疾患とし、化学放射線療法の臨床試験を開始した。本試験においては、近傍リンパ節転移の進行が重篤ながんに対するプロトコル(NPC-I 及び NPC-III)と、頭蓋底へ腫瘍が直接浸潤する重篤ながんに対するプロトコル(NPC-II)の臨床研究データの解析等を行っている。

NPC-I の平成 23 年度(2011 年度)時点での 5 年生存率は 52%、局所制御率は 79%であり、平成 24 年度(2012 年度)にはその成果が論文化された。NPC-II の平成 25 年度(2013 年度)時点での有効性は、3 年局所制御率が 75%、3 年生存率が 80%である。本プロトコルに該当する上咽頭がんの頻度が低く、新規登録の症例が難しい点を考慮し、本臨床試験を終了することとした。しかしながら、疾患頻度が低いにもかかわらず、アジア地域の施設で 70 症例を治療した実績は珍しく、学術的にも貴重なデータであり、平成 27 年(2015 年)8 月には、国際学術誌にその成果について論文が投稿された。また、平成 22 年度(2010 年度)より、頸部リンパ節に転移のある上咽頭がん症例に対し、導入化学療法を行った後、放射線療法と化学療法を同時併用する(同時併用化学療法)プロトコル(NPC-III)の実施を開始した。本プロトコルは NPC-I と同じ病状を対象としているが、NPC-I は、同時併用化学療法の後に化学療法を行っており、両プロトコルを比較し、優越性を追求していく必要がある。令和元年度(2019 年度)に症例登録が完了し、現在は主要エンドポイントである 3 年全生存率の結果を確認するための追跡調査を行っている。

## iii) 乳がん

平成 24 年度(2012 年度)のワークショップにおいて、新たな臨床研究対象として、乳がんに対するプロトコル(BREAST-I)が討議され、平成 25 年度(2013 年度)より乳がん手術後の患者を対象とした寡分割照射の短期療法について臨床試験が開始された。

BREAST-I は、早期がんに対する乳房温存術後の乳房への照射、あるいは局所進行乳がんに対する乳房切除後の胸壁と鎖骨上窩への 1 回の照射線量を従来よりも増加させることで、総線量を低下させ、治療期間を短縮するプロトコルである。本治療法は多くの先進諸国で乳房照射に使われ、治療効果が同等で有害事象が同等若しくはやや少ないことが報告されている。

本プロトコルには乳房温存療法(HF-BCT)及び乳房切除後放射線療法(HF-PMRT)の 2 つの治療法があり、どちらも目標登録患者数が 200 人であるが、HF-BCT が 227 人、HF-PMRT が 222 人と、いずれも目標数を達成している。これまでの治療成績結果は概ね良好であるが、今後 HF-BCT 及び HF-PMRT はそれぞれ 2 年、3 年の追跡調査が必要である。現在、本臨床試験の初期効果についてまとめた論文を国際誌に投稿中である。

## iv) 緩和的放射線治療

令和元年度(2019 年度)のワークショップにおいて、新規臨床試験として、がんの骨転移、脳転移それぞれに対する放射線を用いた緩和治療が提案され、プロジェクト参加者の施設における緩和的

放射線治療の現状についてのヒアリングが行われた。令和4年度(2022年度)のワークショップにて、骨転移に対する緩和的放射線治療については、本プロジェクト参加施設及びFNCA参加国における施設を対象にした調査研究を行うこととした。本調査の目的は、有痛性骨転移に対する放射線治療の現在の治療法とその実施理由について理解深めることである。また、脳転移に対する緩和的放射線治療では、肺がんからの多発性脳転移に対して全脳照射を行って延命効果の確認をする臨床試験を開始することが同意された。

#### v) 放射線治療の品質保証/品質管理(QA/QC)

平成18年度(2006年度)から、ガラス線量計を用いた外部照射装置の品質保証/品質管理(QA/QC)に関する線量調査を行っており、バングラデシュ、中国、インドネシア、日本、カザフスタン、韓国、マレーシア、フィリピン、タイ、ベトナムの10カ国、また、平成22年度(2010年度)には、国際原子力機関(IAEA)/原子力科学技術に関する研究、開発及び訓練のための地域協力協定(RCA)からオブザーバーとして参加しているパキスタン(16施設、46ビーム)において、対象施設が申告した照射線量と、我が国のガラス線量計を用いて測定した線量の相違を解析した。その結果、ほとんどの施設において適切な照射が行われていることを確認した。これまでの本調査の結果概要と成果を記した論文が平成28年(2016年)に国際学術誌に投稿された。また、子宮頸がんに対する第5プロトコルCERVIX-Vで画像誘導小線源治療を扱うことを考慮し、各国施設に対し小線源治療における線量のQA/QCに重点を置いた調査及び技術指導を実施している。これまでに日本、韓国、中国、フィリピン及びインドネシアの5カ国で調査を実施し、今後も他国への調査が予定されている。令和3年度(2021年度)には、運営グループ委員がFNCAブレイクスルー賞で優秀研究者賞を受賞した。

本プロジェクトでは、子宮頸がん、上咽頭がん及び乳がんに対する前例がない規模での多国間共同臨床試験を実施し、欧米の人々との体格差や各国の経済事情等を考慮することで、安全で副作用が少なく、かつ経済的な治療法を確立している。治療による生存率は、欧米で発表されている他の国際的な臨床試験の成績と同等の値を示しており、学術的にも高い成果を得ている。さらに、近年の臨床試験データ等により、CERVIX-IIIやNPC-Iをはじめとする抗がん剤を併用する化学放射線療法でも良好な成績を得られることが明らかとなっており、今後も臨床研究を続けることで、より成熟したプロトコル確立につながると考えられる。

### 1.2.3 研究炉利用開発分野

#### (1) 研究炉利用プロジェクト

##### 1) プロジェクトの目的

本プロジェクトは、各国が保有する研究炉の特徴や利用状況等の情報を共有し、参加国の研究者及び技術者の研究基盤や技術スキルレベルを効果的に向上させることを目的としている。

本プロジェクトのサブテーマの1つである中性子放射化分析(NAA)<sup>1</sup>では、NAAを利用して試料の分析結果を評価し、それを社会経済の発展のために活用することを目指している。

<sup>1</sup> 中性子放射化分析法: 試料の多元素を非破壊で同時分析及び定量する手法である。分析対象試料が維持されるため、何度でも測定可能である点が他の高精度分析法にない長所となっている。このため、研究炉の中性子を利用する手法の中核として研究・開発され、技術の確立に伴い多方面で利用されるようになったが、特に環境モニタリングの分野で広く注目されている。



## 2) プロジェクトの経緯と成果

アジアの多くの国では、長年にわたり研究炉を運転・管理し、多種多様な利用を行っている(NAA、放射性同位体(RI)製造、半導体製造、原子炉用材料照射試験、核医学、医療用照射、中性子ラジオグラフィ、原子炉挙動研究等)。また、新規研究炉の建設や大型研究炉の運転開始を計画している国もある。このような状況を踏まえ、研究炉利用について複数のサブテーマ(以下 a.~h.)を設け、ワークショップではこの中からサブテーマを2つ~3つに絞って取り上げることとした。

- a. 中性子放射化分析
- b. 新しい放射性同位元素を含む放射性同位元素製造
- c. 中性子散乱
- d. 原子力科学
- e. ホウ素中性子捕捉療法、中性子ラジオグラフィ
- f. 材料研究
- g. 新しい研究炉
- h. 人材育成 等

### i) 研究炉利用

本プロジェクトの第1フェーズ(平成29年度(2017年度)~令和元年度(2019年度))では、最初のワークショップで2つのサブテーマ「新しい放射性同位元素を含む放射性同位元素製造」と「新しい研究炉」を取り上げ、2回目のワークショップで「ホウ素中性子捕捉療法(BNCT)、中性子ラジオグラフィ(NR)」と「材料研究」を取り上げた。3回目のワークショップでは、「人材育成を含む原子核科学」を取り上げ、参加国間の情報共有を図った。

第2フェーズの1年間の準備期間に当てられた令和2年度(2020年度)のワークショップにおいては、「新しい放射性同位元素を含む放射性同位元素製造」を取り上げた。第2フェーズの1年目となる令和3年度(2021年度)のワークショップにおいては、実用的な精製技術やQA/QCを含む「新しい放射性同位元素を含む放射性同位元素製造」と「新しい研究炉」を、2年目となる令和4年度(2022年度)のワークショップにおいては、「新しい放射性同位元素を含む放射性同位元素製造」、SMRを含む「新しい研究炉」、「中性子散乱」を取り上げた。

### ii) 中性子放射化分析

我が国では、研究炉を利用したNAAの長年にわたる知見や経験を有しており、これらの知見と経験に基づき各国の技術レベルの統一を図る一方、精度の向上等により分析データの質的充実化を図ってきた。また、分析技術の特殊性を簡便にするため、 $k_0$ 標準化法<sup>2</sup>等の普及を図り、利用者の増加とデータ活用分野の拡大を図ることとした。

第1フェーズ(平成13年度(2001年度)~平成16年度(2004年度))では、分析の効率化、測定データの精度向上と測定技術の均一化、 $k_0$ 標準化法の導入等を目的とした活動を行う一方、環境モ

<sup>2</sup>  $k_0$ (ケーゼロ)標準化法:試料の多元素を同時に定性・定量分析する簡便な分析方法。中性子放射化分析法は、微量成分の高感度の多元素同時分析法であるが、定量分析のためには標準試料を調整し、データを比較する必要がある。  $k_0$ 標準化法では、あらかじめ中性子照射場と測定装置等に係る必要条件を計測し、この数値を分析時に利用することにより、特別な技術を用いることなく定量の核種分析を行うことが可能となる。

ニタリングにおける NAA の有効性を実証し、各国の状況に応じた環境行政への寄与に尽力してきた。この結果、第 2 フェーズ(平成 17 年度(2005 年度)～平成 19 年度(2007 年度))において、ほとんどの参加国内で  $k_0$  標準化法を導入することができ、「環境行政への働きかけ」に重点を置いた活動を行った。第 3 フェーズ(平成 20 年度(2008 年度)～平成 22 年度(2010 年度))では、「中性子放射化分析の多様な利用」を活動全体の基本テーマとし、分析対象を「地球化学的試料」、「食品試料」、「環境試料」の 3 つに分け、各々を独立したサブプロジェクトとして活動を行った。参加各国は、国内の実情を考慮して参加するサブプロジェクトを選択し、NAA の有効性と簡便性をアピールすることを目的に活動を行い、3 つのサブプロジェクトのいずれにおいても各国でデータの蓄積が進められた。

なお、オーストラリアは平成 20 年度(2008 年度)より「地球化学的試料」のサブプロジェクトに参加し、本サブプロジェクトの主導的な役割を担っている。その主導による多国間での「3 種類の異なる堆積物による研究所間比較調査」では、本サブプロジェクトに参加する各機関の分析技術を比較するとともに、標準法( $k_0$  標準化法及び関連手法)以外の NAA 利用手法、 $k_0$  標準化法以外のソフト・プログラム、XRF 等の異なる技術の相互比較を行った。その結果、NAA は、広く利用されている XRF や ICP-MS 等による分析を補完するものであることが強く認識された。

第 4 フェーズ(平成 23 年度(2011 年度)～平成 26 年度(2014 年度))では、第 3 フェーズから継続して「地球化学的試料」、「食品試料」、「環境試料」の 3 つのサブプロジェクトにおいて、より充実したデータを蓄積し、NAA の確固たる有効性を示した。

これらの活動により、参加国は、簡便に微量な多元素の同時測定ができる NAA 技術の応用の可能性とその特徴について認識し、他の参加国の分析結果や分析技術を比較し、自国の技術を評価することが可能となった。

アジア諸国において、環境試料や食品試料等への NAA は生活における安全性確保を監視する目的でも利用され始めているとともに、鉱物資源調査等での多様な物質の分析にも活用され始めており、研究面や環境行政等の様々な面で社会に貢献し、国民の生活レベルの向上につながる事が期待されている。

第 5 フェーズ(平成 27 年度(2015 年度)～令和元年度(2019 年度))では、「大気汚染－大気浮遊粒子」と「鉱物資源－希土類元素」を分析対象として活動を行った。

令和 2 年度(2020 年度)は 1 年間の準備期間とし、第 6 フェーズ(令和 3 年度(2021 年度)～令和 5 年度(2023 年度))では、環境モニタリングに焦点を当て、NAA を含めた複数の測定技術を適用している。対象試料は、大気汚染物質、土壌・河川・湖沼及び海洋の汚染物質、食品及び栄養物、産業活動関連物質、浸食過程指標物質等とし、政府機関、規制機関、産業界及び研究者を含む広範な潜在的エンドユーザーを考慮する。

## 1.2.4 原子力安全強化分野

### (1) 放射線安全・廃棄物管理プロジェクト

#### 1) プロジェクトの目的

本プロジェクトは、参加国間において、放射線安全及び放射性廃棄物管理に関する情報や、経験により得られた知見を交換・共有することにより、アジア地域における放射線安全及び放射性廃棄物管理の安全性の向上に資することを目的としている。

#### 2) プロジェクトの経緯と成果

本プロジェクトは、前身の放射性廃棄物管理プロジェクトを引き継ぎ、平成 20 年度(2008 年度)に活動を開始した。放射性廃棄物管理プロジェクトでは、参加国間において放射性廃棄物管理に関する情報や知見を交換・共有するための活動を行い、放射性廃棄物管理が不十分だった国がその重要性を認識し、処分場を建設するに至った等の実績を挙げている。

平成 13 年度(2001 年度)～平成 19 年度(2007 年度)には、我が国の専門家が各国の現場を訪問し、現状を確認して助言をする活動を実施してきた。この活動を通して、参加国では改善策を構築し放射性廃棄物の安全管理に寄与した。また、放射性廃棄物分野における参加各国の状況をまとめた「放射性廃棄物に関する統合化報告書」を平成 13 年度(2001 年度)に発行し、平成 19 年度(2007 年度)に改訂した。本報告書は、主に原子力先進国における放射性廃棄物管理の現状をまとめた IAEA のデータベースを補完するデータとして評価されている。さらに、平成 22 年度(2010 年度)から、放射線安全分野における各国の状況を「放射線安全に関する統合化報告書」としてまとめており、最新版を平成 25 年度(2013 年度)に FNCA のウェブサイトで公開した。

平成 12 年(2000 年)にタイで発生した放射線被ばく事故や、平成 23 年(2011 年度)に我が国で発生した東京電力福島第一原子力発電所事故を受け、近年は安全意識の見直しや向上が強調されている。このため、平成 26 年度(2014 年度)から開始した第 5 フェーズ(平成 26 年度(2014 年度)～平成 28 年度(2016 年度))では、「原子力・放射線緊急時対応に関する統合化報告書」を作成した。本報告書では、過去に参加国で発生した事故の教訓を共有し、各国における緊急時計画の現状を把握するとともに、緊急時対応を想定した効果的な人材育成のあり方等についても検討を行っている。

第 6 フェーズ(平成 29 年度(2017 年度)～令和元年度(2019 年度))では、低レベル放射性廃棄物処分場をテーマとした活動を行い、令和 2 年(2020 年)に「低レベル放射性廃棄物処分場に関する統合化報告書」の中間報告を発行し、FNCA のウェブサイトで公開した。

令和 3 年度(2021 年度)から開始した第 7 フェーズでは、参加各国共通の課題である自然起源放射性物質(NORM)及び人為的に濃度が高められた自然起源放射性物質(TENORM)に焦点を当てて、「NORM/TENORM」に関する統合化報告書の作成を目指している。また、本プロジェクトではニュースレターを作成し、参加国間における放射線安全・廃棄物管理に関する最新の情報を共有している。

参加国の中には、原子力発電所建設の計画が具体化している国もあるため、原子力利用の基礎として重要かつ必須である放射線安全や放射線防護の知識と情報の充実化を図ることが喫緊の課題となっている。このためワークショップにおいて、緊急時対応に関する情報や実際の原子力・放射線関連の事故に関するデータ等を共有し、放射線安全の考え方や施設の放射性廃棄物管理の相互理解を進め、各国の安全文化の推進に貢献している。

## 1.2.5 原子力基盤強化分野

### (1) 核セキュリティ・保障措置プロジェクト

#### 1) プロジェクトの目的

アジア諸国における原子力平和利用の推進においては、原子力安全とともに核セキュリティ・保障措置の一層の確保が重要となる。本プロジェクトは、核セキュリティ・保障措置について参加各国の認識を高め、情報交換や人材育成、研究開発の推進等を通じて、アジア地域における核セキュリティ・保障措置の強化を図ることを目的としている。

#### 2) プロジェクトの経緯と成果

本プロジェクトは平成 23 年度(2011 年度)より活動を開始し、第 1 フェーズ(平成 23 年度(2011 年度)～平成 25 年度(2013 年度))及び第 2 フェーズ(平成 26 年度(2014 年度)～平成 28 年度(2016 年度))では、ワークショップを通して参加国及び IAEA の核セキュリティ・保障措置の取り組みや参加国における核セキュリティ・保障措置分野でのキャパシティ・ビルディングの取り組みについて情報を共有し、核セキュリティ・保障措置の重要性に対する意識や知識の一層の向上を図った。また、原子力の平和的利用において重要な原子力 3S(原子力安全(Safety)、保障措置(Safeguards)、核セキュリティ(Security))の確保・強化や核セキュリティ文化醸成の重要性について参加各国の理解促進を図った。平成 24 年度(2012 年度)のワークショップでは、核不拡散のための IAEA 追加議定書(AP)の実施に関して経験を共有する場として、アジア太平洋地域の保障措置関連機関のネットワークであるアジア・太平洋保障措置ネットワーク(APSIN)と合同で公開セミナーを開催した。また、FNCA のウェブサイトを通じて参加国における核セキュリティ・保障措置の取り組みや 3S の規制当局に関する情報を共有するとともに、平成 24 年度(2012 年度)からは、第 14 回 FNCA 大臣級会合(平成 23 年(2011 年))の決議を受け、アジア地域における核セキュリティ文化の醸成に向けて参加各国の核セキュリティ文化醸成に向けた具体的な取り組みを共有するとともに、参加国以外に対しても広く発信を行った。

第 3 フェーズ(平成 29 年度(2017 年度)～令和元年度(2019 年度))では、各分野のテーマとして核セキュリティ分野は核鑑識、サイバーセキュリティ、核セキュリティ文化醸成、放射線源のセキュリティ、保障措置分野は AP、また共通分野として中心的拠点(COE)等によるキャパシティ・ビルディング(人材育成等)をテーマに選択し、ワークショップ等での情報共有や討論等を通じて参加各国の取り組みに貢献した。

令和 2 年度(2020 年度)は 1 年間の準備期間とし、第 4 フェーズ(令和 3 年度(2021 年度)～令和 5 年度(2023 年度))では、核セキュリティ分野は核セキュリティに関する参加国間の協力・連携の強化、保障措置分野は令和 2 年度(2020 年度)に発行した参加各国における AP 実施の良好事例集の充実と的確な AP 実施への反映、また、両分野の共通事項として、人材育成、キャパシティ・ビルディングのための参加国間の連携協力の一層の促進や地域の他のイニシアティブとの連携・協力による効率的・効果的な核不拡散・核セキュリティの強化を目指している。

### 1.3 令和4年度におけるFNCA活動一覧

令和4年度(2022年度)におけるFNCA全体の活動は、以下のとおりである。なお、日本、モンゴル、タイの各国で実施された実会合においても、すべてハイブリッド形式(オンライン併用)で行われた。

活 動		日 程	場 所
第23回大臣級会合		令和4年10月31日	モンゴル
第23回上級行政官会合		令和4年6月29日	オンライン
第22回コーディネーター会合		令和4年6月28日	オンライン
放射線 利用開発	放射線育種ワークショップ	令和5年2月21日～2月23日	タイ
	放射線加工・高分子改質 ワークショップ	令和4年11月28日～ 12月2日	日本
	食品産地偽装防止 ワークショップ	令和4年12月19日	オンライン
	放射線治療ワークショップ	令和4年9月29日～ 10月2日	モンゴル
研究炉 利用開発	研究炉利用ワークショップ	令和4年11月22日～24日	日本
原子力 安全強化	放射線安全・廃棄物管理 ワークショップ	令和5年1月17日～18日	日本
原子力 基盤強化	核セキュリティ・保障措置 ワークショップ	令和5年1月10日～12日	タイ

## 第2章

### 「国際会合の開催、情報収集」

## 第2章 国際会合の開催、情報収集

### 2.1 放射線利用開発分野(産業利用・環境利用)

#### 2.1.1 放射線育種プロジェクト

##### 1) ワークショップ開催概要

i) 期 日:令和5年2月21日(火)～2月23日(木)

ii) 場 所:タイ・バンコクおよびオンライン

iii) 主 催:文部科学省、タイ米作局、タイ原子力研究所

iv) 参加者:バングラデシュ、中国、韓国、ベトナムより各1名、モンゴル、フィリピンより各2名、マレーシアより3名、インドネシアより5名、日本より9名、タイより35名、合計60名(添付資料2.1.2(p99)参照)

v) 日 程:添付資料2.1.3(p106)参照

本ワークショップは、2022年2月21日～2月23日の3日間、タイ・バンコク市およびオンラインで開催された。

初日には、タイ米作局農業調査官の Apichart Noenplab 氏とタイ原子力技術研究所長の Thawatchai Onjun 氏より歓迎挨拶、文部科学省研究開発局環境エネルギー課核融合開発室室長補佐である小島亨司氏より開会挨拶がそれぞれ述べられた。続いて、FNCA 日本アドバイザーである玉田正男氏より、2020年～2022年のFNCAの活動が概説された。次に、FNCA 放射線育種プロジェクト日本プロジェクトリーダーの長谷純宏氏より、FNCA 放射線育種プロジェクトの主な成果および本ワークショップにおける主な課題が説明された。その後、気候変動下における低投入の持続可能型農業に向けた主要作物の突然変異育種プロジェクトに関する各国発表が行われた。

2日目からは、気候変動下における低投入の持続可能型農業に向けた主要作物の突然変異育種プロジェクトに関する各国発表の続きが行われた。なお2日目の午後には、タイ原子力研究所(TINT)におけるテクニカルビジットが行われた。

3日目の午後には将来計画に関する円卓討議が行われ、長谷氏からの発表と討議を行った。議事録が確認された後、長谷氏から本ワークショップの主要な成果がまとめられ、玉田氏より閉会の挨拶が述べられた。また、2023年度のワークショップは、モンゴルを候補として調整することが紹介された。

##### 2) 公開セミナー

ワークショップ初日の午後、「持続可能な農業のための放射線技術と突然変異育種の応用」と題した公開セミナーを開催した。

はじめに、Noenplab 氏より「持続可能な農業のための電子線誘発突然変異によるタイ米の冠水耐性の向上」というタイトルで発表があった。タイ原子力技術研究所の Vichai Puripunyanich 氏からは、タイにおける突然変異育種の成功例と今後の課題が紹介された。東京農工大学農学研究院准教授の桂圭佑氏からは、開発途上国における効率的な突然変異育種のためのハイスループットなフェノタイプング技術の開発に関する話があった。マレーシア原子力庁調査官の Sobri Bin Hussein 氏からは、マレーシアにおける米の突然変異育種の成功例と今後の課題が報告された。モンゴル植物農業科学研究所所長の Bayarsukh Noov 氏からは、モンゴルにおける小麦と大麦の突然変異育種の成功例と今後の課題が紹介された。

### 3) 各国発表概要

2018 年度より開始した気候変動下における低投入の持続可能型農業に向けた主要作物の突然変異育種プロジェクトについて、各国より、以下のとおり 2021 年度の活動の進捗状況と活動計画が報告された。

#### a) バングラデシュ(バングラデシュ原子力委員会 A.N.K.マムン氏)

イネ新品種 BINA dhan-25 は、栽培のため 2022 年に登録及び公開された、プレミアム品質(超長粒・細長)の、高収量、短期栽培(138~148 日)、光周期非感受性のボロ米品種で、炭素イオンビームによって開発されている。穀粒のアミロース含有量は 25.1%、タンパク質含有量は 6.6%である。穀粒は白く、形が良く、味が良いため、市場価格は高く、輸出に適している。平均収量は 7.6 t/ha で、最高収量は 8.7 t/ha である。イネ在来種 B-11 の炭素イオンビーム照射を使用した“Lal Atom dhan 1”という名の品種として正式公開の申請中である。日本の高崎の量子科学技術研究開発機構(QST)において、FNCA プロジェクトのもとで 50 Gy の炭素イオンビーム照射によって開発された。早生、中日性、高収量(7.8~8.0 t/ha)で、アミロース含有量が高い(26.6%)ボロ米である。比較的少ない肥料と灌漑システムで栽培可能である。この品種は、国際原子力機関(IAEA)/原子力科学技術に関する研究、開発及び訓練のための地域協力協定(RCA)、FNCA 及び Lal Teer Seed Ltd.の協力により開発されている。

#### b) 中国(浙江大学 シュー・キンヤオ氏)

我々のイネ育種プロジェクトは、(i) 新品種となる潜在力を有する新たなイネ変異体の開発、(ii) 変異した形質の基となる変異遺伝子の同定、(iii) 変異体スクリーニングのためのプロトコルの確立、及び (iv) 商業生産のための新規のイネ突然変異品種の利用促進に焦点を当てている。過去 1 年間、例えば、突然変異誘発、薬培養、ゲノム編集、分子マーカーを利用した選抜等のさまざまな育種技術が、従来品種及びハイブリッドイネ品種開発と優良育種系統生成のために展開されてきた。

過去 1 年間の主要な成果には以下が含まれる。(1)ばか苗病(bakanae disease)感染の人工接種システムが開発され、耐性と推定される変異系統が同定された。(2)根のコルク化と耐塩性を制御する ABA-セロトニンモジュールが発見された。(3)キサント葉形質の抑制を支持する遺伝メカニズムがイネにおいて解明された。(4)jiMPS というシステムが、プールされた変異植物の NGS を介して誘発された突然変異を迅速に同定するために開発され、OsNramp5 のナンセンス突然変異が同定された。(5)母本系統として早生突然変異体を持つ、国に登録されたハイブリッドイネである Jiang-liang-you 7901 がいくつかの省において栽培されており、さらなる拡大が有望視され、別のハイブリッドイネ ZJU-QJY1610 も商業化された。(6)2 つのハイブリッドイネ ZJU-QJY167 及び ZJU-JXY610 が国レベルで登録された。

#### c) インドネシア(インドネシア国立研究革新庁 ウィンダ・プスピタサリ氏)

国内のダイズ生産を増大させるために実施可能な戦略の 1 つは、酸性土壌などの肥沃度の低い耕作限界地を含む作付面積を拡大すること、また、酸性土壌に耐性のあるダイズ遺伝子型を用いることである。この研究は酸性土壌に耐性のある遺伝子型をスクリーニングし、変異体系統選抜への適用に適した分子マーカーを同定するために実施された。この研究から、土壌ベースの試験におけるストレス耐性指数(stress tolerance index)の特徴を利用して、ストレス耐性遺伝子型を同



定できる可能性があることがわかった。加えて、Satt406 のマーカーは、ダイズにおいて酸性土壌に耐性及び感受性のある遺伝子型を同定することができた。さらに、ダイズの突然変異育種は、早生特性、干ばつストレス耐性及び高品質の種子について選抜するためにも行われる。

d) 日本(量子科学技術研究開発機構 長谷純宏氏)

電離放射線によって誘発される突然変異の分子的性質は、ハイスループット DNA シーケンシング技術が利用可能になったことにより、さらに明らかになりつつある。しかし、異なる放射線の線質間、また、異なる照射材料間で誘発された突然変異を同じ解析方法を用いて比較した研究はほとんどない。過去 5 年間、我々は、シロイヌナズナ (*Arabidopsis*) において、炭素イオンとガンマ線で照射した乾燥種子と苗で誘発された突然変異を比較した。我々はまた、ガンマ線の緩照射によって誘発された突然変異の特徴付けを行った。これらの結果は、シロイヌナズナにおける放射線誘発突然変異の全体像を提供しており、突然変異生成に適した放射線処理を選択する上で役立つであろう。

e) 韓国(国立公州大学 カン・シーヨン氏)

高い線エネルギー付与 (LET) 及び高い生物学的効果比 (RBE) を持つイオンビームが低 LET の放射線 (ガンマ線及びエックス線) よりも高い変異頻度とスペクトルを誘発することが示唆されている。KAERI に属する KOMAC (韓国多目的加速器複合施設) は、2013 年に慶州市に建設されて以来、45 MeV 及び 100 MeV の陽子ビーム照射サービスを提供している。KAERI の研究グループは、突然変異育種のために、KOMAC の 100 MeV 陽子ビームの照射条件を設定するための広範な研究を開始した。我々の研究チームが実施した陽子ビーム育種に関連する 2 つの研究論文が 2021 年に 2 つの国際ジャーナルに発表された。2022 年に、我々は、突然変異育種の応用のために、アブラナ科種 (*Brassica family species*) (すなわち、*Brassica rapa* 亜種 *Trilocularis*、高速サイクルのアブラナ) 及びその他の作物 (ケナフ、ホップ等) に対する陽子イオンビームとガンマ線照射の一連の比較研究を実施した。この研究の主たる目的は、表現型変異による両方の照射の変異誘発率と遺伝情報を比較すること、そして、改善された形質 (すなわち、高い品質と耐病性) を持つ有用な新しい品種と遺伝資源を開発することである。

f) マレーシア(マレーシア原子力庁 ソブリ・ビン・フセイン氏)

突然変異イネの潜在力をさらに拡大し、市場の需要を満たすために、マレーシア原子力庁は、認定種子会社4社との間の覚書 (MoU) 署名を主導した。これら4社は、Sykt HMN (M) Sdn Bhd.、Pertama Padi (M) Sdn Bhd.、Kilang Beras Jelapang Selatan (M) Sdn Bhd (KBJS)、及び MADACorp Sdn Bhd. である。総合農業開発地域 (IADA: Integrated Agriculture Development Area) 及びマレーシア北部の農家組合によれば、NMR152 の収量は、国平均収量が 3.7 t/ha に過ぎないのに比べ、穀倉地帯において引き続き一貫して高い (20%~40%)。産業パートナーである Sykt HMN (M) Sdn Bhd によって提供されたデータに基づけば、イネの突然変異体はマレーシア半島全体に分布し (ペラ州 22%、セランゴール州 20%、ケダ州 16%、パハン州 16%、プルリス州 5%、クランタン州 4%、トレンガヌ州 3%、マラッカ州 2%、ネグリ・スンビラン州 1%、ジョホール州 1%)、総作付面積は約 20,000 ha である。

g) モンゴル(植物農業科学研究所 バヤルスク・ノーヴ氏)

モンゴルは、コムギとオオムギの突然変異誘発のために、イオンビーム(ヘリウム 50 MeV、炭素 320 MeV)、エックス線及び化学薬品といったいくつかの異なる突然変異原を成功裏に応用した。プロジェクト実施期間中の我々の種子材料照射に対して日本の量子科学技術研究開発機構放射線生物応用研究部のメンバーからいただいた多大なご助力に感謝申し上げます。我々は日本に対し、このサービスを参加国のために継続していただくことを要請したいと思う。合計で、1783 畝の 86 の後代が M1～M4 系統でスクリーニングされた。収量試験において、早生系統 Darkhan-225、中生系統 Darkhan-234 を含む 2 つの突然変異体で、対照に比べて高い収量が得られた。

h) フィリピン(フィリピン稲研究所 クリストファー・C・カブソラ氏)

冠水に耐性のあるイネ栽培品種である FR13A の、組織培養とガンマ線照射の組み合わせによって誘発された突然変異は、農業形質が改善され、耐性を保持した優良変異系統を生成した。これらの優良変異系統の 1 つは 2022 年に NSIC 2022 Rc 686 として新規イネ品種として承認された。この品種は干ばつ及び塩に対しても耐性がある。

i) タイ(タイ米作局 プラコキット・ダンツァイソン氏)

ガンマ線照射を用いることによるタイのイネ品種の開発は、酸性土壌耐性のあるイネ品種を改良するという目的を有していた。この研究は 2020 年から 2021 年にかけて行われた。イネの突然変異育種は Khlong Luang イネ研究センターから始まり、2020 年の乾季に、タイ原子力技術研究所において、23 の優良イネ系統が 300 グレイでガンマ線処理された。M1～M2 の変異後代が 2020 年の雨季及び 2021 年の乾季に、ナコンナーヨック県の農場(土壌 pH 4.52)で植えられ、選抜された。M2(23 親品種)から 548 の変異系統が選抜され、2021 年の雨季に M3 変異後代を得るために 4 カ所に配布された。結果は、M3 の 237 の変異系統が Khlong Luang イネ研究センターによって選抜され、さらに、399、511 及び 630 の系統がそれぞれ Chachoengsao イネ研究センター、Pathum Thani イネ研究センター、及び Phatthalung イネ研究センターから選抜されたことを示した。

j) ベトナム(ベトナム農業遺伝学研究所 レ・ドゥック・タオ氏)

2022 年に我々は、ダイズ、ラッカセイ、イネ、オレンジといったいくつかの主要作物を改良するための新しい突然変異育種プロジェクトを開始した。ダイズとラッカセイに関する結果は M1 世代のものである。ベトナムにおいてオレンジに突然変異育種を応用するのはこれが最初である。オレンジの木の育種には長い時間が必要であるため、成長能力と、来年現れる変異の評価を継続していく。M6 世代のイネ育種に関しては、56 の変異系統が選抜された(31 系統が ST20 から、25 系統が VTNA6 から)。これには以下が含まれる。すなわち、10 系統は生育期間が短縮され、6 系統は草高が短くなり、2 系統は分げつのタイプがよりコンパクトになり、12 系統は耐倒伏性特性を示し、7 系統は止め葉が立ち、6 系統は 1 穂あたりの穀粒の数が増加し、6 系統は穀粒の配列が改善され、8 系統はより高い収量を示した。

#### 4) ワークショップのまとめ

研究の方向性および参加国間のさらなる協力の可能性についての円卓討議を行い、以下の事項を確認した。

1. 全ての参加国は、低投入の持続可能型農業が今も非常に重要な課題であることに合意した。

2. 鉄砲水、干ばつ耐性、病害抵抗性など、生物ストレスや非生物ストレスに対する耐性に優れた変異株の開発は、低投入の持続可能型農業を達成する効果的な方法の一つである。
3. ハイスループットなフェノタイピング技術、ジェノタイピング技術、またはその他の最新技術などの新しい技術を採用することは、伝統的な突然変異育種プロトコルを改良するために有益である。また、状況が許すのであれば、育種期間を短縮するために、参加国間で突然変異株／突然変異品種を交換することも期待される。参加国は、さらなるコラボレーションの機会を模索している。
4. 複数の参加国が、イオンビームの有効性を認識しており、他の突然変異源と一緒にイオンビームを使用することに関心を持っている。これらの参加国は、量子科学技術研究開発機構(QST)高崎量子応用研究所の照射施設でビームタイムを得るために必要な取り組みを協力して行う。

議事録が議論され、全ての参加者により採択された。玉田氏より閉会の挨拶があり、全ての参加者の尽力と貢献に対し謝辞が述べられた

## 2.1.2 放射線加工・高分子改質プロジェクト

### 1) ワークショップ開催概要

- i) 期 日:令和4年11月28日(月)～12月2日(金)
- ii) 場 所:量子科学技術研究開発機構(QST)高崎量子応用研究所およびオンライン
- iii) 主 催:文部科学省
- iv) 参加者:バングラデシュ、カザフスタンより各1名、中国、インドネシア、マレーシア、モンゴル、フィリピン、タイ、ベトナムより各2名、日本16名、合計32名(添付資料2.2.2(p112)参照)
- v) 日 程:添付資料2.2.3(p116)参照

本ワークショップは、2022年11月28日～12月2日の5日間、量子科学技術研究開発機構(QST)高崎量子応用研究所およびオンラインで開催された。

初日には、文部科学省研究開発局環境エネルギー課核融合開発室室長補佐である小島亨司氏、および TARRI 所長である前川康成氏より歓迎挨拶、FNCA 日本コーディネーターである和田智明氏より開会挨拶がそれぞれ述べられた。続いて、和田氏より、2021年～2022年のFNCAの活動が概説された。次に、FNCA 放射線加工・高分子改質プロジェクト日本プロジェクトリーダー(PL)である田口光正氏より、ワークショップの目的が説明され、高崎量子応用研究所について紹介された。

午後からは、高崎研公開セミナーと共催で「アジアにおける持続可能な開発のための放射線技術-成功例と今後の課題-」と題した公開セミナーを開催した。

2日目からは、バイオ肥料分野および放射線加工・高分子改質分野における研究の進捗と将来計画について報告があった。その後、8つのテーマにおける成果、課題、計画に関するグループ討議を行い、各グループリーダーが討議の結果を発表した。

4日目の午後には将来計画に関する円卓討議が行われ、田口氏からの発表と討議を行った。

5日目にはワークショップの議事録が確認された後、田口氏から本ワークショップの主要な成果がまとめられ、閉会の挨拶が述べられた。また、2023年度のワークショップはフィリピンで開催されることが紹介された。閉会后、参加者は TARRI の放射線施設を訪問した。午後には電子加速器の民間企業である NHV コーポレーションを訪問し、説明を受け、関連施設を視察した。

### 2) ワークショップのまとめ

8つの研究テーマに関する2023年～2024年の活動計画が以下のとおりまとめられた。

- i) 放射線分解したキトサンの動物飼料応用
  - ・鶏品種のバリエーション、最終製品の機能付与、標準化された敷地内家禽施設の開発
  - ・適切な試験実施機関との協力
  - ・民間企業または農家とともに試験の実施及び、家禽類の生育とパフォーマンスに関するデータ取得
  - ・動物実験、ならびに、ブロイラー、豚、牛等のその他の動物へのオリゴキトサンの免疫刺激剤および成長パフォーマンス効果に関する研究における専門知識・技術を有する他機関との協力
- ii) ハイドロゲルの医療応用
  - ・商業化可能な形態でのハイドロゲル止血材
  - ・物理化学特性を調べるためのキトサンベースのハイドロゲルの組み入れ

- ・技術移転プロセスの開始
  - ・毒性試験の継続
  - ・再生医療および創薬用ハイドロゲル
  - ・診断用ナノ粒子およびマイクロ流体
- iii) 環境修復
- ・産業コンサルティング、セメント-PET 比の最適化、結合剤、放射線量に基づいた、コンクリートブロック強度の最大化、脆性を最低限に抑えるための砂量の低減
  - ・重金属で汚染された農業用土壌のバイオレメディエーションのための、新しい現地植物成長促進根圏細菌の単離と評価
  - ・バイオ肥料を使用した鉱山尾鉱区域の再緑化
  - ・技術実施のために現地の政府および業界との協力関係を改善。バイオレメディエーション剤の大量生産に適した方法の探索。バイオレメディエーションの前後で、汚染された環境のモニタリングと継続的な評価
  - ・比較ゲノム解析による、有用微生物中のセシウム (Cs) 蓄積機序の解明に関する研究
  - ・電子ビーム法による、ダイオキシン、殺虫剤、および病院の排水からの有機汚染物質の処理に関する研究。水中の有機汚染物質の光崩壊のための、電子ビーム照射による銅 (Cu) ナノ粒子 / 酸化チタン (TiO<sub>2</sub>) および Cu-銀 (Ag) ナノ粒子 / TiO<sub>2</sub> の合成
- iv) 植物成長促進剤 (PGP)、超吸水材 (SWA) およびバイオ肥料の相乗効果
- ・同定された微生物のメタゲノミクス、メタ転写、およびメタボロミクス研究
  - ・さまざまなタイプのバイオ肥料 (細菌、菌類等共存系) に適したキャリアの探索
  - ・大規模生産の最適化
  - ・バイオ肥料生産のための機器 / 技術の改善
  - ・PGP、SWA およびバイオ肥料の推進と拡張
- v) PGP および SWA (プロセス開発含む)
- ・農家と業界へのアプローチ、フィールド試験および市場調査のための資金申請提案の提出
  - ・貯蔵試験の完了、防腐剤と濃縮のタイプに着目した安定性試験の実施
  - ・長期間の貯蔵のために品質を維持できるカラギーナン植物成長促進剤の最適化された特性でのアップスケール・プロセスの実施
  - ・PGP 応用のための手順の作成と確立
  - ・バイオ肥料のさらなる改質
  - ・細菌肥料が土壌の肥沃度に与える影響調査
  - ・プロジェクト継続の提案提出。送達システムとして肥料および殺虫剤と組み合わせた CMC 超吸収剤に関する新しい研究の実施
- vi) 放射線による微生物育種
- ・さらなる研究のための資金援助の探索
  - ・微生物菌株の改善
  - ・得られた突然変異体の大規模応用
  - ・突然変異生成のガイドライン作成

vii) 放射線による滅菌および浄化

- ・滅菌キャリアの大きさの最適化(滅菌のコスト削減)
- ・保存中の損失を低減するための、照射による基本的な野菜の収穫後処理
- ・農家および小規模事業の推進と教育、安全対策として公衆に原子力技術情報を提供
- ・滅菌のための低線量のガンマ線照射の使用

viii) リサイクルプラスチック

- ・高分子加工と機械試験装置のための出発物質および施設を得ることを目的とした、放射線加工によるリサイクルプラスチックに関する研究開発を実施するための民間企業および大学との協力
- ・プロジェクト資金のための提案提出
- ・フィリピン産業技術研究所(ITDI) および ENVIROTECH 社との研究開発協力

### 3) 公開セミナー

公開セミナー「アジアにおける持続可能な開発のための放射線技術 -成功例と今後の課題-」の発表要旨は以下のとおりである。

i) アジア諸国に対する原子力国際協力と日本の貢献(文部科学省 小島亨司氏)

文部科学省としてはアジア諸国を対象として国際的な原子力の平和利用に関する活動を進めている。その取り組みの一部として、研究者育成事業、講師育成事業、ならびに、FNCA として進めている各プロジェクトの活動としての専門家交流を紹介する。研究者育成事業は、1985年に設立され、アジア諸国から日本の国立研究所や大学研究機関等にアジア諸国の研究者を招へいして研究を進めるプログラムである。講師育成事業は、1996年に設立され、アジア12カ国から日本の研究機関にアジア諸国の講師を招へいして育成するプログラムであり、日本で学んだ講師はそれぞれ自国において原子力教育を展開している。次に、FNCAとして進めている専門家交流事業は、内閣府が主催するFNCAの大臣級会合やコーディネーター会合において決定される方針・計画に基づき、文部科学省が4事業領域において原子炉利用を含む合計7つのプロジェクトを進めるものである。これらの活動の成果はホームページやニュースレター等で一般に公開されており、原子力平和利用、原子力技術適用の促進、原子力技術に関する経験の共有等がアジア諸国で継続展開されていることが確認できる。

ii) アジア原子力協力フォーラム(FNCA)の現状(FNCA 日本アドバイザー 玉田正男氏)

FNCAは日本が主導する原子力平和利用協力であり、近隣アジア諸国との原子力分野の協力を効率的かつ効果的に推進する目的で、2000年に活動を開始した。参加国は、オーストリア、バングラデシュ、中国、インドネシア、日本、カザフスタン、韓国、マレーシア、モンゴル、フィリピン、タイ、ベトナムの12カ国である。大臣級会合、コーディネーター会合、4領域(放射線利用開発、研究炉利用開発、原子力安全強化、原子力基盤強化)の7プロジェクトの枠組みで構成される体制となっている。各プロジェクトは、毎年ワークショップを開催して、成果の共有と今後の方向性を明確にし、参加国のニーズに対応した活動を継続している。昨年度の主な成果として、放射線利用開発では突然変異を利用した気候変動に対応可能な稲の育種、アイソトープ技術による気候変動メカニズムの解明手法開発、増産を目指した家畜・養殖用サプリメント開発、アジア地域でのがん治療に最適なプロトコール作

成、研究炉利用開発ではラジオアイソトープなどの製造促進、原子力安全強化では低レベルの放射線廃棄物調査、原子力基盤強化では核物質の安全保障と保障措置の人材育成などが得られている。

iii) 日本の取り組みと成功例・課題(1) 天然高分子の放射線加工とその応用(量子科学技術研究開発機構 長澤尚胤氏)

地球温暖化や資源枯渇の問題を解決できる持続可能な資源循環型社会を構築するために、石油資源由来合成高分子の代替として地球上に数十億トンのバイオマスである天然高分子を有効に利用することが重要である。セルロース、キチン・キトサンなどの多糖類やゼラチンなどのタンパクといった天然高分子の利用が期待されている。これらの高分子はガンマ線や電子線といった放射線照射によって分解反応が起こってしまうことから、放射線誘起改質・加工技術が発展してこなかった。

我々は、天然高分子の放射線加工として、多糖類の放射線誘起分解反応を活用した植物生長促進剤を開発するとともに、水溶性多糖類誘導体やゼラチンを水と混合した濃厚状態での放射線誘起架橋技術により環境にやさしい吸水性ゲル創製に取り組んできた。

iv) 日本の取り組みと成功例・課題(2) CO<sub>2</sub> からオイルを高生産する微細藻類の開発(神戸大学 先端バイオ工学研究センター 蓮沼誠久氏)

バイオエコノミーという経済理念の社会への浸透を背景に、化石資源の代替としてのバイオマスの利活用と、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)を炭素資源として回収して燃料や化学品などに再利用する「カーボンリサイクル」が推進されている。微細藻類は、大気中の CO<sub>2</sub> からトリアシルグリセロール(脂質)などのバイオ燃料を光合成で生成するため、次世代のバイオ燃料生産者として世界的な注目を集めている。

一方、微細藻類によって産生される汎用化学品の生産性は事業化に見合う水準に届かないことが多く、社会的・経済的ニーズを満たせていない。そこで、多くの研究者により、ゲノム改変による藻株改良や培養技術の高度化が進められているが、生産性を向上するには、微細藻類における光合成代謝制御メカニズムに関する基礎的な知見集積が重要である。

我々は、細胞内に存在する多様な代謝物を網羅的に解析できるメタボロミクス技術を用いて、微細藻類のオイル生産メカニズムの解明に取り組んできた。また、重イオンビーム照射によりオイルを高生産する藻株の開発に取組み、増産のメカニズム解析を行ってきた。

v) 参加国の取り組みと成功例・課題(1) - タイにおける農業利用のための天然高分子の放射線加工 - (タイ原子力研究所 フィリヤトーン・スワンマラ)

タイは、FNCA とのパートナーシップにより恩恵を受けてきた。FNCA プロジェクトは、原子力技術の平和利用に関する知識と技術を共有したい国々に非常に有益であり、タイの原子力技術の平和利用の拡大を目的においても、製品開発や使用マニュアル、ガイドラインの作成に役立っている。

FNCA プロジェクトにおいて、タイでは、放射線照射により SWA を開発した。SWA は、水分を大量に吸収し、植物や土壌中にゆっくりと放出するため、乾燥地帯の農業に非常に有効であり、農作物の収穫量を増やし、農家が収入を増やすのに役立っている。SWA は、タイに豊富に存在する再生可能な資源であるキャッサバ澱粉とサトウキビバガスを出発原料としている。さらに、土壌中では 1 年半程度で分解するため、市販の石油系製品に比べ、環境破壊を起こさず、土壌汚染がないというメリットがある。ベビーコーン、ゴムの木、及びサトウキビを用いたフィールドテストでは、SWA を利用することでそれぞれ 43%、40%、及び 52%の収量増加が確認できている。この結果は、タイにおける経済的側面

と環境的側面に大きなインパクトを与えるものである。ゴム生産はタイの主要産業であり、その生産量を増やすことは、雇用を創出し、経済成長につながる。また、半乾燥地や季節的な乾燥地で作物を栽培することで、農業生産高を拡大することができる。さらに、SWA の加工プロセスを改良して乾燥に必要な電力量を節約したり、球状化技術により膨潤率を高めたりすることにも取り組んできた。今後は、原子力技術の普及を目指し、原子力技術の利用に関する知識を広めていきたい。

また、プラトゥムタニー県のタイ照射センターにおいて、PGP 用オリゴキトサンを 10 万 L/月で生産できるプラントを立ち上げた。この技術は、民間企業への技術移転が可能である。

様々な段階の研究、政府や民間企業との提携、国際誌やその他メディアでの成果発表を通じて、農業や文化、環境、産業分野の課題解決の重要な手段となりうる原子力技術を継続的に展開していきたい。

vi) 参加国の取り組みと成功例・課題(2) - 放射線技術がもたらすフィリピン産カッパカラギーナンを利用した農業ソリューション -(フィリピン原子力研究所 チャリトー・T・アラニラ氏)

フィリピンは、フィリピン原子力研究所(PNRI)において、カッパカラギーナン植物成長促進剤を製品化した。ガンマ線や電子ビーム照射により、カラギーナンを低分子量化することで、植物の成長を促進する生物活性と稲の病気に対する抵抗性を誘導することを確認した。カラギーナンの放射線改質に関する最初の研究は、1999 年に QST 高崎量子応用研究所で PNRI の研究員によって行われ、その後、2003 年から再び研究が行われている。固体状のカラギーナンへのガンマ線照射(100~1000 kGy)では、生物活性を示すオリゴマーが生成され、非循環型水耕栽培の稲苗の根の菌類繁殖を抑制した。一方、溶液状のカラギーナンへの低エネルギー電子ビーム(LEEB)照射では、分子量 10 kDa 程度のオリゴマーが生成され、ジャガイモの培養において成長促進効果を確認した。

これらの有望な結果に基づき、PNRI では、イネに着目してガンマ線改質カラギーナンの植物成長促進効果に関する研究に注力してきた。フィリピン大学の国立作物保護センターおよびフィリピン稲研究所と協力体制を構築し、カラギーナン植物成長促進剤(CPGP)の効果に関して、15,000 ha の水田でフィールド試験を実施した。その結果、CPGP の散布により、収量を約 20%~30%増加させることができた。また、稲の根系が大きく成長し、茎が丈夫になることが確認され、特に強風時の作物の倒伏を防ぐのに役立っている。さらに、CPGP は植物エリキター効果を発揮し、稲のタングロウィルスに対する抵抗性を増大させた。CPGP は、緑豆や落花生などの作物にも適用され、それぞれ 35%と 40%の収量増加が得られている。

多地域にわたる試験で直面した最も大きな問題の 1 つは、対象となる水田全体をカバーするために必要な 25 万 L の CPGP を継続的に供給することであった。PNRI にある唯一のコバルト 60(<sup>60</sup>Co)照射設備では月産 6,700 L が限界であった。そこで、代替処理方法として電子ビーム照射法を検討し、連続液体ハンドリングシステムを構築した。この方法では、16 時間の運転で約 1,700 L/時間、13,600 L/日の処理能力があった。しかし、液体ハンドリングシステムは、常時電子ビームにさらされることから故障が頻発した。そこで、ビーム直下の下層から上層へカラギーナン溶液を連続的に流入する新たなハンドリングシステムを作製した。この新しいシステムでも、処理量は 1,700 L/時間、13,600 L/日であるが、8 時間稼働により準商業規模ならば十分な CPGP を生産できる。

CPGP の利点を普及させ、技術適応の可能性を探るため、PNRI は多くのプロモーションやデモンストレーション、技術移転活動を実施した。その結果、2 社の民間企業でライセンスを取得し、PNRI は



肥料農薬局から植物成長促進剤の製造業者となった。2018年に商品化され「Vital Grow」「Aqua Oro」のブランド名で市場販売されている。市販の CPGP は、カカオ、バナナ、サトウキビ、コーヒー、パパイヤ、パイナップル、レタス、ゴーヤ、タバコ、観葉植物など、多くの作物で使用されており、国内外から高く評価されている。

### 2.1.3 食品産地偽装防止プロジェクト

#### 1) ワークショップ開催概要

- i) 期 日:令和4年12月19日(月)
- ii) 場 所:オンライン
- iii) 主 催:オーストラリア原子力科学技術機構(ANSTO)
- iv) 参加者:オーストラリアより6名、インドネシアより3名、フィリピンより1名、タイより2名、ベトナムより1名、日本5名、合計18名(添付資料2.3.2(p122)参照)
- vi) 日 程:添付資料2.3.3(p124)参照

ANSTO が主導する本ワークショップは、2022年12月19日にオンラインで開催された。

はじめに ANSTO の国際協力プログラムディレクターであるアラン・ブリンデル氏より開会の挨拶があり、続いて日本コーディネーターの和田智明氏より FNCA プロジェクトの活動、第22回コーディネーター会合の概要及び本プロジェクトの意義が紹介された。

オーストラリアのプロジェクトリーダーである ANSTO のデバシシュ・マズムデール氏が食品産地偽装防止プロジェクトを紹介し、今後4年間のマイルストーンと作業計画の概要を説明した。本プロジェクトは、FNCA 参加国と協力して食品サプライチェーンにおける食品偽造行為を減らすために、地域フィンガープリント・データベースを開発することを目的としており、オーストラリアの発表後、インドネシア、フィリピンより自国における本プロジェクトに関する取り組みが説明された。

発表の詳細は添付資料4.1(p200)のとおりである。

#### 2) 各国発表概要

- i) オーストラリア(オーストラリア原子力科学技術機構 デバシシュ・マズムデール氏)

オーストラリア原子力科学技術機構(ANSTO)が主導する本プロジェクトは、食品サプライチェーンにおける食品偽装事例を抑止するために、FNCA 参加国で利用可能な原子力技術を使用した食品産地調査技術プラットフォームを構築することを目的としており、FNCA 参加各国が協力して、サプライチェーンとその支援事業、FNCA 参加国間の取引における詐欺行為を減らすために、地域フィンガープリント・データベースを開発することを目指す。本プロジェクトは今後4年間のマイルストーンと作業計画に基づき活動していく。

- ii) インドネシア(国立研究革新庁 リンディ・パンカ・タンヒンダルト氏)

国家研究革新庁(BRIN)は、2021年の大統領令に基づき、国家原子力庁(BATAN)を含む4つの国家機関と共に設立された。この大統領令に基づく原子力技術の機能と実施は、以前のBATANのプログラムも同様、現在のBRINの責任下にある。私たちのチームは、原子力技術研究機関(ORTN-BATAN)放射線プロセス技術研究センター(PRTPR)に所属しており、直面している課題は品質の高い食品の原産地表示証明書(農業及び畜産)、食品安全トレーサビリティ(農業及び水産)、ハラール産業(肉、油脂、食品加工)に関するものである。私たちは、人材(トレーニング、フェローシップなど)のスケールアップ、研究学位(修士/博士課程)のための大学とのパートナーシップ、研究協力を拡大することを期待している。

- iii) フィリピン(フィリピン原子力研究所 エンジェル・T・バウティスタ VII 氏)

このプレゼンテーションでは、原子力科学と技術、特に安定同位体と多元素分析を使用して、食品の異物混入と産地偽装問題に対処する方法について説明する。私たちの現在の研究プログラムは、ハチミツ、カラバオ マンゴー、オーガニック、ハラール、コーヒー、カカオに焦点を当てている。これらの技術を使用した粗悪品または偽の蜂蜜を検出する方法と、これらの食品の同位体及び多元素のフィンガープリントを確立して、動物、植物、及び地理的起源を追跡・認証する方法を示す。これは、生産地によってプレミアムで販売される可能性がある、国際的に認められたフィリピンの食品にとって特に重要である。

### 3) ワークショップのまとめ

- i) 討論の結果、フィンガープリント・データベースの開発を開始するために、本プロジェクトで共通の水産食品 1 点と農作物 1 点を選定すべきだという提案がなされた。また、今後、参加国から国内のプロジェクトリーダーを選出してもらうこととした

## 2.2 放射線利用開発分野(健康利用)

### 2.2.1 放射線治療プロジェクト

#### 1) ワークショップ開催概要

- i) 期 日:令和4年9月29日(木)~10月2日(日)
- ii) 場 所:モンゴル・ウランバートル及びオンライン
- iii) 主 催:モンゴル国立がんセンター(NCCM)、モンゴル原子力委員会(NEC)文部科学省
- iv) 参加者:中国より1名、韓国、インドネシア、カザフスタン、ベトナムより各2名、バングラデシュ、マレーシア、フィリピンより3名、モンゴル、タイより4名、日本16名、合計42名(添付資料2.4.2(p132)参照)
- v) 日 程:添付資料2.4.3(p137)参照

本ワークショップは、2022年9月29日~10月2日の4日間、モンゴルのウランバートルにおいて開催された。なお、初日のセッションはオンライン参加者も交えたハイブリッド形式で開催された。

初日の開会セッションでは、まず始めにモンゴル国立がんセンター(NCCM)センター長エルデネフー・ナンサルマー氏が歓迎挨拶を行い、モンゴル原子力委員会(NEC)外務部長のムントウヤ・バーサンジャフとモンゴル保健省(MOH)のナフチャー・ゴンボドルジ氏もそれに続いた。次に、FNCA 日本アドバイザーの玉田正男氏が開会の辞を述べた。最後に、日本のプロジェクトリーダー(PL)である埼玉医科大学の加藤眞吾氏が挨拶を行った。

その後のセッションでは、現行の臨床試験である局所進行子宮頸がんに対する3D画像誘導小線源治療(3D-IGBT)の前向き観察研究(CERVIX-V)、上咽頭がんに対する化学放射線療法の第II相試験(NPC-III)及び乳がんに対する寡分割放射線療法の第II相試験(BREAST-I)について進捗状況の発表報告があり、質疑応答が行われた。また、続くセッションでは、がんの骨転移、脳転移に対するそれぞれの緩和的放射線治療が新たな臨床試験として議論された。

2日目には、ワークショップの一環として、NCCMにて公開レクチャーが開催された。また、放射線治療における品質保証/品質管理(QA/QC)の活動として、同院にて小線源治療の線量監査が行われた。

3日目には、参加者はNCCMの放射線腫瘍科を訪問した。また、現地の放射線治療関係者とワークショップ参加者を対象に、CERVIX-Vで用いられている3D-IGBTのハンズオントレーニングを実施した。

最終日には、ワークショップの総括として議事録案が作成された。

#### 2) 公開レクチャー

2日目に、公開レクチャーを開催した。医師、看護師、病院関係者、ワークショップ参加者を含む聴衆が参加した。

開催場所であるNCCM執行役員兼本プロジェクトリーダーであるウランチメグ・ツェグメド氏が開会の挨拶を述べた。最初の講演として、玉田氏がFNCAの概要とプロジェクトの紹介を行った。続いて、MOHのナフチャー・ゴンボドルジ氏が、MOHが実施する腫瘍学・放射線腫瘍学発展のための政策について、加藤氏が子宮頸がんに対する化学放射線療法について、東京女子医科大学の唐澤久美子氏が乳がんに対する放射線治療について、韓国原子力医学院(KIRAMS)のチャン・ウォニル

氏が肝細胞がんに対する放射線治療について発表した。後半では、NCCM のウランチメグ・ツェグメド氏およびエルデネツヤ・ヤダムスレン氏がモンゴルにおけるリニアックに基づく新技術開発、局所進行子宮頸がんに対する 3D-IGBT についてそれぞれ発表を行った。続いて、タイのクラトーン・セフアモンゴル氏が緩和的放射線治療について講演した。最後に、量子科学技術研究開発機構 (QST) の若月優氏が粒子線治療の講演を行った。

### 3) ワークショップのまとめ

#### i) 局所進行子宮頸がんに対する 3D 画像誘導小線源治療の前向き観察研究\*<sup>3</sup> (CERVIX-V)

三次元画像誘導小線源治療 (3D-IGBT) は、腫瘍がある腔内での照射をより正確かつ安全に行える新しい治療法であり、管 (アプリーケータ) を腔内に入れた状態で CT や MRI で撮影することにより、アプリーケータと腫瘍、周囲臓器との位置関係を把握することができる。その CT や MRI を専用の治療計画装置に取り込むことで、周囲臓器への照射線量を抑えつつ腫瘍に高線量を集中投与するため、患者の副作用を減らすメリットがある。2018 年度より、患者の登録が始まった。

日本より、CERVIX-V の臨床データのまとめとして、本ワークショップ時点での患者登録数が計 89 人であることが報告された。(バングラデシュ 2 人、中国 10 人、インドネシア 9 人、日本 12 人、カザフスタン 6 人、韓国 0 人、マレーシア 11 人、モンゴル 4 人、フィリピン 8 人、タイ 27 人、ベトナム 0 人、計 89 人)。

CERVIX-V の予備解析として、追跡期間が 6 ヶ月を超える 73 名の患者についての解析が行われた。他の 8 名は追跡期間が 6 ヶ月に満たなかった。すべての患者が 3D-IGBT の治療を受けた。うち 26 名は組織内照射が併用された。目標線量との比較では、93% の患者がその線量を満たした。毒性に関しては、グレード 4<sup>3</sup> の急性期血液毒性が 18 名 (25%)、グレード 3 の急性期非血液毒性が 2 名 (3%) の患者に見られた。グレード 4 又は重度の急性期毒性は見られなかった。これまでのところグレード 3 又は重度の晩期毒性は見られなかった。追跡期間中央値 27 ヶ月における局所領域制御 (LC) 率、無増悪生存 (PFS) 率、全生存 (OS) 率は、それぞれ 91%、75%、87% であった。局所領域再発が 12 名で生じ、うち 5 名は所属リンパ節での再発であり、7 名は局所再発であった。

CERVIX-V の目標症例数は 100 症例である。次年度 (2023 年度) のワークショップまでには目標が達成されていることが見込まれる。

#### ii) 上咽頭がんに対する同時併用化学放射線療法の第 II 相試験 (NPC-III)

NPC-III は、頸部リンパ節に転移のある上咽頭がん症例に対し導入化学療法を行った後、放射線療法と化学療法を同時併用するプロトコールである。化学療法を同時併用治療の前に行っている点 (ネオアジュバント化学療法) が NPC-I (同時併用化学放射線療法の後にアジュバント化学療法) との違いである。

<sup>3</sup> 前向き観察研究: 最初に健康な人の生活習慣等を調査し、この集団を「前向き」に＝未来に向かって追跡調査を行い、後から発生する疾病を確認する研究手法。最初に調査した要因とその後の疾病の発生との因果関係を分析する。

<sup>4</sup> グレード: 有害事象の重症度を意味する。有害事象共通用語規準では、グレードは 1～5 まであり、グレード 3 は重症または医学的に重大であるが、直ちに生命を脅かすものではないとされている。

2019年に目標登録数120症例を達成しており、追跡調査を行っている。(患者数は、バングラデシュ1人、中国9人、インドネシア12人、日本0人、カザフスタン0人、韓国0人、マレーシア31人、フィリピン7人、ベトナム60人、計120人)。

本臨床試験の主要エンドポイントは3年OS率と設定されており、登録されたすべての患者がすでに主要エンドポイント評価期間に達している。NPC-IIIをNPC-Iと比較すると、局所制御率は劣っていたが、OS率は同等であった。

NPC-I試験に比べて局所再発率が高くなっている点が指摘された。原因として、複数の理由が寄与している可能性があるが、すべてのデータが提出されて解析の準備ができた段階で、徹底的な調査を行う必要があるということで合意された。

本臨床試験は、主要エンドポイントの3年OS率に焦点を当てた論文化が予定されているが、最終解析するにあたって欠落しているデータおよび疑問が残るデータが存在している。

### iii) 乳がんに対する寡分割放射線療法の第II相試験/術後放射線療法(BREAST-I/PMRT)

BREAST-I/PMRTは、局所進行乳がんに対する乳房切除後の胸壁と鎖骨上窩への領域照射を行う治療法で、1回の照射線量を通常よりやや増加させ総線量を低下させて治療期間を短縮し、治療期間を約3分の2に短縮する。アジア諸国では、多くの患者を限られた放射線治療資源で治療する必要があり、寡分割療法が従来法と同様の効果が得られ有害事象にも差異がなければ、患者にとっても施設にとっても有意義な治療法となり得る。本臨床試験では、乳房切除後の胸壁と鎖骨上窩に対して1回2.7Gyにて16回で計43.2Gyを照射し、その有用性を検討する。

日本よりBREAST-I/PMRTの臨床データのまとめとして、本プロトコルへの登録患者数が222名(国別の登録患者数は、バングラデシュ84名、中国13名、インドネシア0名、日本15名、カザフスタン20名、韓国0名、マレーシア0名、モンゴル26名、フィリピン18名、タイ0名及びベトナム46名)であることが報告された。

日本より登録症例全体のまとめが以下のとおり報告された。

1名を除くすべての患者がプロトコルの治療を完了し、解析対象となった。急性期有害事象は、皮膚のグレード1が62%、グレード2が10%、グレード3が5%、皮下組織のグレード1が16%、グレード2が2%、肺のグレード1が6%、心臓のグレード1が9%の患者に発生した。追跡期間は1~114ヵ月で、その中央値は64ヵ月である。晩期有害事象は、皮膚のグレード1が42%、グレード2が1%、皮下組織のグレード1が16%、グレード2が2%、乳房のグレード1が5%、肺のグレード1が6%、心臓のグレード1が2%の患者に発生した。局所領域再発が6件、遠隔転移が30件、乳がんによる死亡が17件、併発性の死亡が9件あった。5年のLC率、PFS率、OS率はそれぞれ96.3%、78.0%、90.1%であった。

PMRTの患者登録は令和元年(2019年)に完了している。主要エンドポイントは5年局所無再発生存率(LRFS)であり、さらに2年間の患者の追跡が必要とされている。

### iv) 乳がんに対する寡分割放射線療法の第II相試験/温存術後乳房全照射(BREAST-I/WBI)

BREAST-I/BCTは、早期乳がんに対する乳房温存手術後の乳房照射である。BREAST-I/PMRT同様、1回の照射線量を通常よりやや増加させ治療期間を約3分の2に短縮することで総線量を低下させる治療法であり、温存術後の乳房に対して1回2.7Gyにて16回で43.2Gyを照射し、さらに高リスク因子を持つ患者では腫瘍床に追加で8.1Gyを照射しその有用性を検討する。

日本より BREAST-I/WBI のレビューと臨床データのまとめとして、本プロトコールへの登録患者数が 227 名/228 乳病巣(国別の登録患者数は、バングラデシュ 31 名、中国 6 名、インドネシア 16 名、日本 134 名、カザフスタン 14 名、韓国 9 名、マレーシア 0 名、モンゴル 3 名、フィリピン 0 名、タイ 14 名及びベトナム 0 名)であることが報告された。

日本より登録症例全体のまとめが以下のとおり報告された。

すべての患者がプロトコールの治療を完了し、解析の対象となった。急性期有害事象は、皮膚のグレード 1 が 80%、グレード 2 が 11%、グレード 3 が 2%、皮下組織のグレード 1 が 11%、肺のグレード 1 が 1%の患者に発生した。追跡期間は 6~113 ヶ月で、その中央値は 65 ヶ月である。晩期有害事象は、皮膚のグレード 1 が 21%、グレード 2 が 1%、皮下組織のグレード 1 が 10%、乳房のグレード 1 が 9%、肺のグレード 1 が 2%の患者に発生した。追跡期間が 3 年を超える患者の整容性は、優が 147 名、良が 75 名、可が 3 名、不可が 3 名であった。

局所領域再発が 1 件、遠隔転移が 6 件、乳がんによる死亡が 3 件、併発性の死亡が 9 件認められた。5 年の LC 率、PFS 率、OS 率はそれぞれ 99.6%、95.1%、96.0%である。

#### v) 新規臨床試験

「がんの骨転移に対する緩和的放射線治療」及び「がんの脳転移に対する緩和的放射線治療」が 2019 年度より検討されている。

2021 年度ワークショップにて、日本より、がんの骨転移に対する緩和的放射線治療のプロトコール案として「有痛性骨転移に対する単回照射の放射線治療の前向き観察研究」が提案されたが、緩和目的での放射線治療は強い痛みが起きない限り行っていない等の理由から、治療対象とする患者について複数の参加国が強い懸念を示し、同意を得られなかった。このことからアジア地域での放射線治療の使われ方の違いを考慮し、本臨床試験に関しては調査研究にシフトすることが提案された。調査では 2 段階のアンケートを通して FNCA 参加国における有痛性の骨転移に対する放射線治療の現行の治療法とその実施理由、放射線腫瘍医の基本的な考え方について理解することを目的としている。本提案は合意され、アンケート調査が実施されることとなった。

また、脳転移に対する緩和的放射線治療については、タイより、非小細胞肺癌からの多発性脳転移に対して全脳照射を行い延命効果の確認をする臨床試験が提案された。試験デザイン、適格基準、各種予測因子、エンドポイント、サンプルサイズ及び統計的解析について説明がなされた。続いて臨床データの入手可能性、必要なサンプルサイズ、ならびに本プロジェクトに参加している病院で使われている予測モデルについて議論がなされた。最終的にこの提案は Brain-I として開始することで合意を得られた。後ろ向き研究として、倫理審査委員会(IRB)の承認を得た上で 2023 年より開始が予定される。臨床試験のデータセンターは日本の量子科学技術研究開発機構(QST)である。

#### vi) 放射線治療における品質保証/品質管理(QA/QC)

本活動では、多国間での共同臨床研究と各国における放射線治療を適切に行うために、各国の各施設が信頼できる線量測定法を整備することを目指している。これまでは、子宮頸がんに対する外部照射治療時のリニアック線量測定や線源の放射能校正等の QA/QC を対象として、FNCA 参加国における放射線治療施設の調査を行ってきた。

3D-IGBT を取り扱う CERVIX-V の開始に伴い、本活動においても各国の治療施設における 3D-IGBT の QA/QC に焦点を当て、2019 年より線量監査が実施されており、本ワークショップ中にも、

NCCMにて監査を行う予定であった。しかしながら、病院内のCTシミュレータに関する技術的な問題のため、3D-IGBTにおける線量監査の実施は延期されることとなった。代替の線量監査として、小線源治療装置の品質保証に関する基本的な測定が実施された。線源強度、アプリケーションオフセット、線源間隔精度に関する測定が行なわれ、許容範囲内の良好な結果が得られたことが報告された。

また、外部照射治療(EBRT)における線量監査も実施された。本監査は、電離箱を用いた外部線量測定監査と蛍光ガラス線量計(RDG)を用いた基準線量の相互の比較を行うものである。線量測定の結果、既定線量と測定線量の差が許容範囲内の線量であることが報告された。ワークショップ後にRGDの積算線量測定地の読み取りが行われ、その結果が報告される予定である。

#### vii) 将来計画

NPC-IIIは、すべての臨床データが提出され、確認された段階で、最終報告が行われ、牧島弘和氏(筑波大学)の主導で国際学術誌に提出される。国際原子力機関(IAEA)/原子力科学技術に関する研究、開発及び訓練のための地域協力協定(RCA)において始動する「緩和的治療における放射線治療の標準化プロジェクト」との協力が奨励される。

2023年度のワークショップは、日本を開催候補国とした。



## 2.3 研究炉利用開発分野

### 2.3.1 研究炉利用プロジェクト

#### 1) ワークショップ開催概要

- i) 期 日:令和4年11月22日(火)~24日(木)
- ii) 場 所:日本、水戸市/東海村及びオンライン
- iii) 主 催:文部科学省
- iv) 参加者:バングラデシュ、中国、マレーシアより各1名、オーストラリア、カザフスタン、韓国、モンゴル、フィリピン、ベトナムより各2名、インドネシア、タイより各3名、日本17名、合計38名  
(添付資料2.5.2(p151)参照)
- v) 日 程:添付資料2.5.3(p154)参照

本ワークショップは、2022年11月22日~24日の3日間、ハイブリッドで開催された。

全体セッションでは、文部科学省の小島亨司氏及び日本コーディネーターの和田智明氏より開会の挨拶があり、続いて日本プロジェクトリーダーの大槻勤氏及び海老原充氏より、研究炉利用(RRU)グループ及び中性子放射化分析(NAA)グループの活動概要と本ワークショップの主要課題が説明された。

個別セッションでは、RRUグループでは、放射性同位元素(RI)製造の最新情報を含む国別報告のまとめが発表され、続いてSMRを含む新しい研究炉、中性子散乱について、各国から順次発表がなされた。NAAグループでは、大気汚染、鉱物資源に関連する活動について各国から発表がなされ、続いてエンドユーザーとの連携を含めたトピックスについて議論された。最後に、合同セッションで各グループの結果が発表された。

最終日には、テクニカルビジットとして日本原子力研究開発機構(JAEA)の研究炉JRR-3を視察した。

#### 2) 各国発表概要

##### i) 研究炉利用国別報告:新しい放射性同位元素(RI)を含むRI製造

###### a) オーストラリア(オーストラリア原子力科学技術機構 モシウル・アラム氏)

比較的新しいオーストラリアのOPAL多目的炉は、年300日超の実稼働という重要業績評価指標(KPI)を維持している。オーストラリア原子力科学技術機構(ANSTO)は、重要な放射性医薬品であるモリブデン-99( $^{99}\text{Mo}$ )バルク、 $^{99}\text{Mo}$ /テクネチウム-99m( $^{99\text{m}}\text{Tc}$ )ジェネレータ、無担体ルテチウム-177( $^{177}\text{Lu}$ )、ヨウ素-131( $^{131}\text{I}$ )バルク、 $^{131}\text{I}$ 製品、 $^{123}\text{I}$ 製品、クロム-51( $^{51}\text{Cr}$ )-エチレンジアミン四酢酸(EDTA)、レニウム-187( $^{187}\text{Re}$ ) Oncobeta及び多数の委託照射製品の製造を継続している。 $^{99}\text{Mo}$ 及び $^{177}\text{Lu}$ (高価な濃縮イッテルビウム-176( $^{176}\text{Yb}$ )から製造)の精製には一連のイオン交換分離が関わり、 $^{131}\text{I}$ 精製には天然二酸化テルル( $\text{TeO}_2$ )ターゲットの昇華を用いた。ANSTOは、週に最大60万GBqの $^{99}\text{Mo}$ 、20~370GBq規模の150の $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ ジェネレータ、6,000GBqの $^{131}\text{I}$ 、1,200GBq(来年には倍増予定)の $^{177}\text{Lu}$ を製造する能力を有している。ANSTOは英国薬局方に準拠した品質管理(QC)試験及び販売のための品質保証(QA)を行っている。ANSTOは、オーストラリア独自の生産能力を確保するために、オーストラリア政府と協力して世界有数の核医薬品製造施設の設計を行っている。

b) バングラデシュ(バングラデシュ原子力委員会 モハメド・ジャイルル・ハケ・ハン氏)

バングラデシュにおける現在の主要な RI 製品は、 $^{99m}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$ 、 $^{131}\text{I}$  ヨウ化ナトリウム( $\text{NaI}$ ) 経口液剤、 $^{131}\text{I}$  カプセルである。 $^{99m}\text{Tc}$  ジェネレータの現在の月間生産率は 41 GBq、 $^{131}\text{I}$  の放射能は 373 GBq である。 $^{99m}\text{Tc}$  は診断目的に使用され、 $^{131}\text{I}$  は診断と治療の両方の目的に使用される。バングラデシュ原子力委員会の RI 製造部門は、国内製品で輸入を完全に置き換えるだけの上記 RI の国内需要を満たす能力がある。これに加えて同部門は、 $^{99m}\text{Tc}$  ベースの放射性医薬品の需要を国内で満たすために、 $^{99m}\text{Tc}$  ジェネレータのキット製造施設を成功裏に設置した。

c) インドネシア(インドネシア国立研究革新庁 ユシ・エコ・ユリアント氏)

インドネシアの 30 MW の G.A. Siwabessy 多目的研究炉(RSG-GAS 炉)は、RI の製造、研究、教育などに使用されている。RI に関しては、中性子放射化法で製造した  $^{98}\text{Mo}$  に基づく  $^{99m}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$  ジェネレータの開発や濃縮  $^{176}\text{Lu}$  を用いた  $^{177}\text{Lu}$  ベースの放射性医薬品等の研究活動を行っている。放射性核種の製造ラインは 6 日ごとの稼働サイクルで、酸化サマリウム( $\text{Sm}_2\text{O}_3$ ) から  $^{153}\text{Sm}$ -エチレンジアミンテトラメチレンホスホン酸(EDTMP)、天然  $\text{TeO}_2$  から  $^{131}\text{I}$  標識メタヨードベンジルグアニジン( $^{131}\text{I}$ -MIBG)、ウラン( $^{235}\text{U}$ )核分裂から 740 GBq の  $^{99}\text{Mo}$  を供給してきた。高純度の製品を得るために、濃縮物質の多段階ろ過、カラム・クロマトグラフィー、 $^{99m}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$  には溶媒抽出法、そして  $^{131}\text{I}$  には乾留法といった精製方法が採用されている。商業製品の品質管理は、薬品・食品管理機関の適正製造基準(GMP)の標準許容基準を採用している。研究目的で、リン-32( $^{32}\text{P}$ )、硫黄-35( $^{35}\text{S}$ )、金-198( $^{198}\text{Au}$ )、イリジウム-192( $^{192}\text{Ir}$ )及び亜鉛-64( $^{64}\text{Zn}$ )の RI を製造することができる。現在、RSG-GAS 炉は組織変更の過程にある。

d) 日本(日本原子力研究開発機構 松江秀明氏)

京都大学研究用原子炉(KUR)は、2021 年 11 月から熱出力 1 MW 及び 5 MW で運転されており、材料研究、生命科学などの研究開発が行われ、RI 製造ではスカンジウム-47( $^{47}\text{Sc}$ )、ロジウム-105( $^{105}\text{Rh}$ )、 $^{177}\text{Lu}$  などの医療用 RI 製造の研究開発が行われている。JAEA の研究炉 JRR-3(熱出力 20MW)は、2021 年 2 月に運転再開を果たし、JRR-3 の多彩な実験装置を利用した材料、生命科学などの研究開発が行われている。RI 製造では、化学分離を伴う RI 製造は行っていないが、 $^{198}\text{Au}$  と  $^{192}\text{Ir}$  の製造を行っており、2021 年度中に 56 GBq の  $^{198}\text{Au}$  と 27 GBq の  $^{192}\text{Ir}$  を製造した。2022 年は、JRR-3 は 5 月 9 日から供用運転を開始し、12 月 24 日まで運転する計画である。

e) カザフスタン(核物理研究所 アセット・シャイメルデノフ氏)

2022 年において、WWR-K 炉では国内市場向け RI 製造を継続し、医療及び産業用に  $^{192}\text{Ir}$  は約  $1.85 \cdot 10^{14}$  Bq/年、 $^{99}\text{Mo}$  は 12,000~15,000 GBq/年、 $^{131}\text{I}$  は 3,000 GBq/年の RI を原子炉で製造した。 $^{99}\text{Mo}$  及び  $^{131}\text{I}$  の製造には、放射化法が使用された。 $^{131}\text{I}$  は照射した酸化テルルから乾留法で単離し、アルカリ溶液に吸収させ製造した。 $^{99m}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$  ジェネレータの製造には、 $^{99}\text{Mo}$  のアルカリ溶液からの  $^{99}\text{Mo}$ -ジルコニウム(Zr)ゲル合成法を使用した。 $^{99m}\text{Tc}$  及び  $^{131}\text{I}$  放射性医薬品の品質は、欧州薬局方の医薬品各条の要件を満たしており、放射性医薬品の製造は GMP に従って行われた。

f) モンゴル(モンゴル国立大学 ムンフバット・ビャンバジャブ氏)

モンゴルの研究炉プロジェクトはここ数年にわたり内部で議論され、研究炉利用や基本設計、使用する燃料等の比較分析が行われた。本プロジェクト開発は、ROSATOM(ロシアの国営原子力企業)と協働して進行中である。提案された研究炉は、RI 製造(中性子放射化法による  $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$ )、

人材育成、NAA、教育・トレーニング、核物理学、その他の商業サービスに利用される計画である。現在、医療用 RI はすべて、韓国、中国、ドイツなど他の国から輸入されており、500mCi の  $^{99m}\text{Tc}$  ジェネレータは 2 週間ごとに韓国から輸入されている。

g) フィリピン(フィリピン原子力研究所 アルヴィー・アスンシオン・アストロノモ氏)

フィリピン研究炉 (PRR-1) の訓練・教育・研究用未臨界集合体 (SATER) は、2022 年 6 月にフィリピン原子力研究所 (PNRI) によりつつがなく試運転が行われた。現在、PNRI の原子炉グループは PRR-1 SATER 運転の完全ライセンスの発行を待っており、2023 年までに開始される予定である。PNRI 核医学研究イノベーションセンター (NMRIC) 設立プログラムは 2020 年に始まった。このプログラムを通して、PNRI は 4 台の PET/CT システムを備えた 20 MeV サイクロロン施設を有することとなり、フッ素-8 ( $^{18}\text{F}$ )、炭素-11 ( $^{11}\text{C}$ )、窒素-13 ( $^{13}\text{N}$ )、銅-64 ( $^{64}\text{Cu}$ )、 $^{43}\text{Sc}$ 、ガリウム-68 ( $^{68}\text{Ga}$ ) を生産する予定である。本施設は 2026 年に完成予定である。

h) タイ(タイ原子力研究所 カノクラット・ティヤブン氏)

タイ研究炉 TRR-1/M1 は、最大出力 1.3 MW で定常運転を行っている。RI を用いた治療数は、がんの診断及び治療のための放射性医薬品の重点化に基づき増加しつつある。TRR-1/M1 は、 $^{153}\text{Sm}$ 、臭素-82 ( $^{82}\text{Br}$ )、 $^{32}\text{P}$  を製造することができる。近年においては、TRR-1/M1 の炉内及び炉外位置で濃縮  $^{176}\text{Lu}$  と天然  $\text{TeO}_2$  を使用して  $^{177}\text{Lu}$  の製造実験を行った。今後、 $^{131}\text{I}$  及び  $^{177}\text{Lu}$  製造戦略に基づいて、 $^{177}\text{Lu}$  製造では出力 1 MW で 26 時間照射したターゲット (約 11 GBq/g) からの分離・精製方法について調査が行われる予定である。将来的には、当該ターゲット材は希酸中で溶解され、精製、分注後、蒸気滅菌され製品化される予定である。年に約 7.4 GBq の  $^{153}\text{Sm}$  及び 1.5 GBq の  $^{32}\text{P}$  が製造されている。放射性核種と最終製品の純度を決定するために QC プロセスが実施されている。放射性核種濃度 (RNP) は RI の最終製品でほぼ 100% を達成している。QA スタッフが検査し、顧客への製品のリリースを承認する。TRR-1/M1 で製造される RI は、現在、国内需要向けにのみ供給されている。

i) ベトナム(ベトナム原子力研究所 ドウオン・ヴァン・ドン氏)

ダラト研究炉 (DNRR) は、医療用 RI ( $^{131}\text{I}$ 、 $^{99m}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$ 、 $^{32}\text{P}$ ) の製造を行っており、国内 40 カ所の核医学治療施設に RI と放射性医薬品を供給している。研究炉の運転時間は、100 時間/週の継続運転で、国内需要の 8 割を満たす RI と放射性医薬品を生産している。 $^{131}\text{I}$  と  $^{32}\text{P}$  は国内市場を賅っているが、 $^{99m}\text{Tc}$  など他の同位体は全量輸入している。 $^{177}\text{Lu}$ 、 $^{153}\text{Sm}$ 、 $^{90}\text{Y}$  については、研究用として少量を供給している。2022 年に医療用として製造された RI の総放射能は 1,138A Ci である。RI 製造に係る QA/QC は、GMP 施設のシステムに則って実施されている。2022 年には、RI 医薬品研究開発に関する研究課題 2 件を実施した。

ii) 研究炉利用: SMR 開発に関する取り組み

a) 日本(日立 GE ニュークリア・エナジー 吉川和宏氏)

日立 GE ニュークリア・エナジーは、カーボンニュートラルの実現に不可欠となる原子力発電所への初期投資の抑制、長期的な安定電源の確保といった社会的ニーズに対応するため、小型モジュール炉 BWRX-300 の開発を推進している。BWRX-300 は、米国 GE Hitachi Nuclear Energy 社と共同開発を進めている電気出力 300MW 級の小型軽水炉であり、静的安全システムの導入と原子炉システムの簡素化により、高度な安全性と高い経済性の両立を実現する。使用する燃料及び原子炉

系のほとんどの機器には、既存の原子力発電所にて採用実績のある技術を採用する。このように実績のある技術・製品を活用することで、開発リスク及び許認可リスクを最小化している。今後も世界のクリーンエネルギーの発展のために技術開発を実施していく予定である。

### iii) 研究炉利用:新しい研究炉

#### a) ベトナム(ベトナム原子力研究所 ドゥオン・ヴァン・ドン氏)

ベトナムは、ベトナムとロシア連邦との政府間協定に基づき、新しい研究炉の建設を計画している。原子力科学技術センター(CNST)建設に関する協定が署名された。CNSTの主な施設は、10 MWの高出力多目的研究炉で、15 MWまでアップグレード可能である。プレフィージビリティスタディによるプロジェクトの第一フェーズは完了している。フィージビリティスタディ(第2フェーズ)実施に向け、委託事項(TOR: Terms of Reference)を含む要請された入札は ROSATOM に移転し、本フェーズは承認を含め約2年を要する。フィージビリティフェーズが成功裏に達成されれば、EPC契約(第3フェーズ)は2025年末から開始される可能性がある。

#### b) タイ(タイ原子力研究所 サエンスク・ウェッチャガルン氏)

ニーズに関する十分な議論を経て新しい研究炉建設に向けた検討への着手が決定した。そのため、安全、安心、持続可能な運転と利用を確保し、準備、計画、適切な国内インフラを確保することが必要である。この新しい研究炉プロジェクトは、IAEA 原子力エネルギーシリーズ(Nuclear Energy Series) No. NG-T-3.18 をガイドラインとして使用したが、これは新規研究炉プロジェクトの準備の自己評価及び要求されるリソース要件の枠組みを提供するものである。

### iv) 研究炉利用:RI 製造

#### a) 日本(東京都市大学 高木直行氏)

国内の既存の原子炉を用いて医用RIを国内自給する技術の開発を行っている。対象核種は、医学診断に最も多く用いられている Mo/Tc、そして「標的 $\alpha$ 療法」と呼ばれる、効果的ながん治療法に用いられるアクチニウム-225( $^{225}\text{Ac}$ )である。商業炉である加圧水型軽水炉(PWR)は稼働率が高く、 $^{98}\text{Mo}$  (n,x)反応に適した熱中性子を有するため、半減期の短い  $^{99}\text{Mo}$  を連続的・安定的な生成に適している。高速実験炉常陽は、エネルギーと中性子束の高い中性子を発生するため、 $^{226}\text{Ra}$  (n,2n)反応により  $^{225}\text{Ac}$  の効率的生成が可能である。検討の結果、大型の商用 PWR は現在の Mo の国内需要(約 1000Ci/week)の半分以上を、また常陽は  $^{225}\text{Ac}$  の現時点の世界供給量(約 2Ci/year)の半分以上を生成できるポテンシャルがあることが示された。この研究プロジェクトは文部科学省原子力システム研究開発事業として、東京都市大学、金沢大学、日本医用アイソトープ株式会社(NucMed)、三菱重工業、日本原子力研究開発機構(JAEA)により、2020年～2022年に実施中である。

### v) 研究炉利用:中性子散乱

#### a) インドネシア(インドネシア国立研究革新庁 アバルル・イクラム氏)

インドネシアの中性子散乱研究室は、設立から30年を経て、現在も7台の中性子散乱装置で様々な活動を展開している。中性子残留応力回折装置、4軸型中性子回折測定装置(FCD/TD)及び高分解能粉末中性子回折装置(HRPD)、中性子ラジオグラフィ装置を用いて、大学や産業、他の

研究センター及びコミュニティといった様々なユーザーによって研究開発が行われている。中性子小角散乱装置(SANS)は、生物学的試料の測定においてより利用しやすいものになりつつある。三軸型中性子分光器(TAS)は、インドネシア国内及び外国の大学からの支援を得て全面改修を開始したところであり、近いうちに一部の試料に利用できることが期待される。また、高分解能小角中性子散乱(HRSANS)は、昨年指導してくれた IAEA の専門家から供給された一部の試料を測定しているところである。近い将来、有意義なデータが得られることを期待している。

b) 日本(日本原子力研究開発機構 熊田高之氏)

中性子散乱法は熱・冷中性子を用いて物質の原子レベルからナノオーダーの構造を決定する手法である。以前こそ、中性子散乱法は磁性体の磁気構造を決定する手法として主に用いられていたが、現在では、物理、化学、生物学の様々な物質研究から産業利用まで幅広い用途に用いられるようになってきている。それに従い、既存の施設の高度化に加え、多くの巨大中性子散乱施設の建設が現在進められている。中性子散乱施設には原子炉型と加速器型があり、我々は用途に応じて使い分けている。研究用原子炉 JRR-3 における中性子散乱の実験的研究として、最新の中性子散乱を用いた研究を紹介するとともに、加速器型に対する原子炉型中性子施設の今後の立ち位置についても述べた。

vi) 中性子放射化分析国別報告: 中性子放射化分析を含む複数の測定技術を用いた環境モニタリングに関する進捗

a) オーストラリア(オーストラリア原子力科学技術機構(ANSTO) アッティラ・ストピック氏)

2022 年における ANSTO での NAA 需要は、複数のシステム障害はあったものの、前 2 年間の出来事から回復を見せた。いくつかの新しいコンポーネントが届き、今後数週間のうちにさらにいくつかのコンポーネントが納入される予定であり、2023 年に向けて研究所は再びフル稼働になる見込みである。NAA グループは組織変更もあり、現在は ANSTO の新しい部署で他のガンマ線分光分析ユーザーとより密接に連携している。環境試料の測定は、2022 年もこれまでと同様、日常業務の一環であった。また、新たな環境上の懸念となりえる食品包装材料に含まれるフッ素を、NAA を使用して測定できるようにする実験も行った。

b) バングラデシュ(バングラデシュ原子力委員会 カムルン・ナヘル氏)

魚類、家禽類及びその飼料試料を、ヒ素(As)及びCrの評価のためにNAAを使用して分析した。原子炉ビームがない場合は、原子吸光分析装置(AAS)を用いてエビ体内の有害金属の蓄積量を調査した。原子炉が改修や保守のために一時的に停止している間、地質試料の環境放射能モニタリングが継続された。本プロジェクト活動に主に関連する 16 の論文が発表され、そのうちの 1 つが当組織の最優秀論文賞に選ばれた。

c) 中国(中国原子能科学研究院 シャオ・ツァイジン氏)

PM2.5 及び PM10 の試料が、およそ週に 2 回、北京で採取された。これらの試料は粒子線励起 X 線分析(PIXE)のために北京師範大学に送られた。中国改良型研究炉(CARR)の NAA プラットフォームは現在もアップグレード中である。今年、嫦娥 5 号による月の土壌試料、月の隕石、標準物質が、NAA を用いて分析された。NAA は中国において非常に重要な分析方法である。2023 年には、PM2.5 と PM10 の試料が採取され、NAA によって分析される予定である。

d) インドネシア(インドネシア国立研究革新庁 サエフル・ユスフ氏)

6 カ所の発育阻害発生地域における食品及び海洋水産物の微量栄養素組成を、機器中性子放射化分析(INAA)技術により測定した。これらの結果は、発育阻害発生を低減させるための政府の取り組みに貢献することが期待される。それに加えて、インドネシアの食品の成分表、特にマクロ及びマイクロミネラルの含有量について完成させることができる。

e) 日本(産業技術総合研究所 三浦勉氏)

分析機器の校正や化学分析の妥当性確認に用いる認証標準物質の開発には、正確な分析法が必要である。NAA 法は、認証標準物質の開発に適用可能な一次標準比率法として認知されている。ここでは、NAA の応用例として、プラスチック中の全臭素の精密定量、高純度臭化イリジウムの純度評価、高純度酸化イットリウム及び高純度金属チタンの不純物分析を紹介した。

f) カザフスタン(カザフスタン国立原子力センター イリーナ・プロゾロワ氏)

低濃縮燃料への移行に伴う IVG.1M 研究炉の一時停止により、NAA による調査予定量は大幅に減少した。2023 年の計画は、これまで同様、地質学や関連する科学のニーズに応えるための NAA 手法の開発に関連するものである。また、比較 NAA 半絶対法化した手法である  $k_0$  標準化機器中性子放射化分析法( $k_0$ -INAA)を習得することを計画している。

g) 韓国(慶尚大学校 キシヨレ・バブ・ダサリ氏)

長期停止していた HANARO 炉の運転が、2022 年 1 月より開始された。塵埃の認証標準物質(CRM)と粒子状物質試料中のコバルト(Co)、Cr 及び Zn を分析するためにシングルコンパレータ-INAA 法を標準化した。HyperGam ピークフィッティング・ソフトウェアは複雑なピークを解析するのに適したプログラムである。シーケンシャル型の波長分散型蛍光 X 線分析(WD-XRF)を導入し、Fluxana 社の技能試験に参加してその有効性が検証された。

h) マレーシア(マレーシア原子力庁 スハイミ・エリアス氏)

NAA 技術を用いて、工業地域から採取された土壌試料中の重金属、U、トリウム(Th)及び希土類元素(REE)の含有量を決定した。データを評価し、土壌の汚染度と汚染源を特定した。得られたデータは今後のベースラインデータとして利用することができる。他の工業地域の土壌試料の採取及び分析も継続される予定である。

i) モンゴル(モンゴル国立大学 ダムディンスレン・ボロルチューヤ氏)

過去数年間、ウランバートル市の環境試料中の重金属、有害元素、放射性同位元素を蛍光 X 線分析、ガンマ線放射化分析、NAA により調査した。また、モンゴルに未臨界集合体を設置するプロジェクトも実施中である。このプロジェクトが成功すれば、モンゴルで NAA ができるようになる。

j) フィリピン(フィリピン原子力研究所 ジョセフ・マイケル・ラチョ氏)

ダラト原子力研究所を通じてベトナムとの INAA 共同研究がごく最近実現し、土壌、堆積物、火山灰、標準比較物質(SRM)の As 及び元素組成の分析が可能となった。これらの試料の INAA の結果は、地下水中の As とその岩盤との相関を考察するために利用される予定である。有機/無機農業法の識別可能で、認証と産地証明に活用できる元素を探索するために、食品試料の分析も実施された。

k) タイ(タイ原子力技術研究所 ドッサデー・ラッタナプラ氏)

今年、NAA、PIXE 及び誘導結合プラズマ質量分析(ICP-MS)を用いて、様々な種類のバイオマス燃焼から放出された PM2.5 と土壌試料の元素分析が行われた。パトナムターニー県から採取された PM2.5、PM10、土壌及び作物試料もまた PIXE、ハンドヘルド蛍光 X 線分析(hXRF)及び誘導結合プラズマ発光分光分析(ICP-OES)を用いてその元素濃度が測定された。2022 年は、NAA、PIXE 及び ICP-MS を使用して、PM2.5、PM10、土壌及び作物等の環境試料の分析を継続する。

l) ベトナム(ベトナム原子力研究所 トラン・トゥアン・アン氏)

オケオ遺跡の考古学的試料及びディンアン沿岸部の浸食の特徴を研究するために、それぞれ、焼成粘土と堆積物中の元素分析に  $k_0$ -INAA 法が使用された。REE は、グループ分け/分類研究のための重要な指標元素である。2025~2030 年にかけて実施予定の「原子力利用及び関連技術によるカマウ沿岸部における堆積物輸送の評価」という新プロジェクトが提案された。

vii) 中性子放射化分析国別報告:NAA を用いた最近の成果

a) 韓国(慶尚大学校 キシヨレ・バブ・ダサリ氏)

内部単一標準(Internal Mono-standard)中性子放射化分析(IM-NAA)の標準化と応用と題し、NAA に関する簡略なレビュー、IM-NAA の標準化手順、及び、考古学的遺物、核物質及び環境試料分析を含む様々な試料への応用について発表した。その場(*in-situ*)相対検出効率を使用した  $k_0$ 法に基づく IM-NAA が、小型・大型及び非標準的形狀試料の分析のために最適化された。サブサンプル分析でなく、1 個の大きな代表試料分析で十分である。この方法では、当該試料中に存在するある一元素に対する元素濃度比が得られる。IM-NAA 法の主たる利点は、複数の元素の内部または外部標準試料を必要としないということである。加えて、この方法は不均一で未知の化学組成の試料分析に応用可能である。

b) 韓国(神奈川大学 白井直樹氏)

宇宙探査機はやぶさ 2 が持ち帰った小惑星リュウグウの粒子の化学的特性について発表した。探査機はやぶさ 2 は C 型小惑星リュウグウの表層と表層下部の試料の回収を行い、それらの試料は、2020 年 12 月 6 日に地球に持ち帰られた。8 個のリュウグウ試料が「Phase-2 キュレーション高知チーム」に配分された。約 8mg の 5 個のリュウグウ粒子の元素組成を求めるために INAA を行った。5 個のリュウグウ試料間でカルシウム(Ca)、マンガン(Mn)と希土類元素に大きなばらつきが見られ、これらのばらつきは、それぞれ、炭酸塩やリン酸塩鉱物の不均一な分布によるものと思われる。水銀を除いて、リュウグウ試料の元素濃度は、CIコンドライト隕石と一致していた。リュウグウ試料と CIコンドライト隕石間の水銀(Hg)の違いは、CIコンドライト隕石が汚染されていることに起因する。

3) ワークショップのまとめ

i) 全体

RRU プロジェクトのトピックは非常に広範であり、より良い成果と知見を得られるよう本フェーズ(2021 年~2023 年)では 1~2 の特定のトピックに焦点を当てることで合意された。

RRU プロジェクトには、以下のトピックが含まれる。

a) 中性子放射化分析

b) 新しい放射性同位元素を含む放射性同位元素製造

- c) 中性子散乱
- d) ホウ素中性子捕捉療法、中性子ラジオグラフィ
- e) 材料研究
- f) 新しい研究炉
- g) 人材育成 等

なお、2023 年度のワークショップはタイで開催することが合意された。

ii) 研究炉利用グループ

各参加国へのアンケート結果に従い、フェーズ 2(2021～2023 年)のワークショップでは原子核科学分野における特定のトピックが検討された。2022 年は、次のようなトピックを取り上げた。1) 診断と治療を組み合わせたセラグノスティック(イメージングを利用して診断し、治療の適格性や治療薬の投与量などを評価する手)に特に重点を置いた、新しい RI を含む RI 製造とその分離・精製、その実用的利用のためのさらなる品質保証と品質管理(QA/QC)、2) 新しい研究炉、SMR に関する将来計画、新しい原子炉のためのいくつかの計画、複数の国における中性子散乱の基礎研究のさらなる活動がワークショップで報告された。

iii) 中性子放射化分析グループ

NAA グループは次の 1 年間も引き続き環境試料に取り組むことに合意した。環境試料には、大気粒子状物質や土壌のような「通常の」環境試料ばかりでなく、鉱物あるいは食品試料までも含むその他の環境関連試料も含まれる。NAA に使用する原子炉が使えない国は XRF や PIXE、ICP-MS 等の代替的方法を使用することができる。可能なら、NAA をその他の手法と比較できれば、それは興味深いと思われる。以前示された結論への変更は提案されていない。

また、海老原氏より次回コーディネーター会合における報告のために FNCA 活動に関連する刊行物のリストを要請した。

各国の実施状況について、以下が提案されている。

国	試料のタイプ	方法	ターゲット元素
オーストラリア	鉱物試料	NAA(他の手法と比較)	測定可能なすべて
バングラデシュ	土壌・堆積物、食品	(原子炉が利用可能であれば)NAA、でなければ自然放射能	できる限り多く
中国	PM10、PM2.5、標準物質	NAA、できれば即発ガンマ線分析(PGAA)及び PIXE、ICP-MS	できる限り多く
インドネシア	食品試料	NAA、熱外中性子による放射化分析(ENAA)	できる限り多く



日本	地質学的・化学試料、場合によっては隕石	放射化学的中性子放射化分析(RNAA)、PGAA、INAA	できる限り多く
カザフスタン	地質学的試料／砂	$k_0$ -NAA	
韓国	粒子状物質、大気塵、隕石	INAA、WD-XRF	S(化学種ごとに)、Cr、Co、Zn(塵、標準試料分析)、できるだけ多く(隕石)
マレーシア	土壌(工業地域)	NAA	重金属、微量元素及びREE
モンゴル	土壌、大気粒子、バイオモニター	NAA、XRF、ガンマ線分析(GAA)	できる限り多く
フィリピン	海洋堆積物、土壌、食品、おそらくは大気粒子状物質	NAA(ベトナム)、おそらくはXRF	できる限り多く
タイ	PM2.5、PM10、土壌及び穀物試料	PIXE、ICP-MS、XRF、(NAAと比較)	できる限り多く
ベトナム	土壌(浸食研究用)、考古学的試料、バイオモニター	NAA/繰り返し照射、全反射蛍光X線分析(TXRF)、ICP-MS	REE、できる限り多く

## 2.4 原子力安全強化分野

### 2.4.1 放射線安全・廃棄物管理プロジェクト

#### 1) ワークショップ開催概要

- i) 期 日: 令和5年1月17日(火)～1月18日(水)
- ii) 場 所: 東京・日本及びオンライン会合
- iii) 主 催: 文部科学省
- iv) 参加者: オーストラリア、バングラデシュ、カザフスタン、モンゴル、マレーシア、フィリピン、タイより各1名、ベトナムより2名、インドネシアより4名、日本より15名、合計28名(添付資料2.6.2(p165)参照)
- v) 日 程: 添付資料2.6.3(p168)参照

本ワークショップは、2023年1月17日～18日の2日間、ハイブリッド形式(日本・東京及びオンライン)で開催された。

会合の初日には、文部科学省の小島亨司氏の歓迎挨拶に続き、日本コーディネーターの和田智明氏より開会挨拶が行われた。

本プロジェクトの第7フェーズ(2021年～2023年)では、自然起源放射性物質(NORM)及び人為的に濃度が高められた自然起源放射性物質(TENORM)に関する統合化報告書の作成を目指して活動しており、日本プロジェクトリーダーの小佐古敏荘氏が、NORM/TENORMに関する問題及びNORM/TENORMに関する統合化報告書の作成に向けたディスカッションのポイントや本報告書の目次等について説明を行った。その後、参加者より自国のNORM/TENORMに関する統合化報告書の素案が発表された。2日目には、国際機関におけるNORM及びTENORMに関する動きについて、日本原子力研究開発機構(JAEA)の橋本周氏がIAEA、ICRP、欧州委員会(EC)等における取り組みを紹介するとともに、近畿大学の山西弘城氏が本プロジェクトの次期フェーズにおけるテーマである環境放射線に関して、福島第一原子力発電所の多核種除去設備(ALPS)処理水の処分に関して日本政府の政策及び報告書、IAEAのレビュー、世界のトリチウム年間放出量について発表した。

また、公開セミナーとして、インドネシアのダドン・イスカンダル氏より、インドネシアにおけるTENORMの現況に関する発表動画が、FNCAウェブサイトの2022年度ワークショップ報告のページで公開された。発表の詳細は添付資料4.3(p203)のとおりである。

#### 2) 各国発表概要

##### i) NORM/TENORMに関するカントリーレポート

10カ国より、NORM/TENORMに関する現状、課題及び今後の計画が発表された。

##### a) オーストラリア(オーストラリア原子力科学技術機構 ダンカン・ケンプ氏)

オーストラリアにおけるNORM管理を改善する方法について検討する。オーストラリアには、「放射線防護シリーズ15 - 安全ガイド - 自然起源放射性物質(NORM)の管理」の国家ガイダンスによって提供される、NORMを管理するための強力な規制枠組みがある。オーストラリアには9つの管轄区域があり、それぞれの管轄区域がNORMを定義、規制するための独自の方法を有している。NORM規制の最近のレビューが放射線健康安全諮問会議(Radiation Health and Safety Advisory Council)(放射線安全関連事項に関するオーストラリアの最高科学諮問機関)によって実施された。

ここでは、このレビューとその勧告事項について論じる。勧告事項は、国際機関の関与、リーダーシップの役割の維持、グレーデッドアプローチの開発、国際貿易への影響及び公衆とのコミュニケーションである。

b) バングラデシュ(バングラデシュ原子力委員会 カンドカー・アサズザマン氏)

工業製品及び副生成物に含まれる自然起源放射性核種(NOR)は、様々な工業プロセスによって濃度が高められ、その後、生産施設内で NOR を多く含む沈殿物・廃棄物(例えば、スラッジ、スケール、生産水、ピグ洗浄屑、排出物、残渣など)を形成し、それにより TENORM を形成することがある。このプレゼンテーションでは、NORM/TENORM を含む放射性廃棄物の管理のための国家機関及び法規制枠組みについて概説する。NORM 放射性核種に関する既存の政策及び規制認可が強調されている。バングラデシュ国内の考えられる NORM/TENORM 産業・発生源について述べる。最後に、NORM の特性評価及び管理について紹介し、いくつかの課題についても簡略に論じる。

c) インドネシア(国立研究革新庁 ダドン・イスカンダル氏)

近年、インドネシアにおける NORM/TENORM 管理に関連する活動が増大している。本レポートでは、TENORM の管理についてのみ述べる。インドネシアにおける TENORM の発生源は、スズ採掘・加工、石油・ガス会社、石炭火力発電などと、鉱工業からのものである。インドネシアにおける TENORM 管理の手順としては、一般に、TENORM を生成する企業は、どういった放射線防護を適用すべきかを知るために放射線学的研究を行うべきだということである。汚染された敷地があれば、そのような敷地の浄化を行うことが求められる。TENORM 残渣・廃棄物は、自社の中間貯蔵場に貯蔵される。インドネシアには TENORM 廃棄物の最終処分場はない。本レポートでは、インドネシア国内の規制基盤についても説明し、それがどう導入されているかについても述べる。インドネシアの TENORM に関する課題は次のとおりである。1) インドネシア国内のいくつかの規則に矛盾する、一貫していない基準であり、したがって、インドネシアの TENORM 管理の全国システムを確立するために各当局間の調整が必要である。2) TENORM を生成している産業での労働者は依然として放射線防護の知識が乏しい。3) TENORM 残渣・廃棄物の中間貯蔵場は面積が非常に限られており、施設的环境も劣悪である。4) インドネシアには TENORM 廃棄物の最終処分場がない。

d) 日本

①(日本原子力研究開発機構(JAEA) 齋藤龍郎氏)

日本のカントリーレポートとして、次の2つのトピックを紹介する。

1. 自然の放射性物質の規制適用除外
2. ウラン(U)又はトリウム(Th)を含有する原材料及び製品の安全を確保するためのガイドライン

要約して、次のように報告する。

- ▶ 日本には、NORM に関する2つのガイドラインがある。1つ目は NORM のカテゴリ分類に関するもので、含有する鉱物又は一般的なストリームで8つのグループに分け、各ガイドライン線量(1 mSv/y 又は 10  $\mu$  Sv/y)で措置・適用除外を判断する。
- ▶ 2番目のガイドラインは NORM の安全確保を目的とするもので、被ばく低減のために、対象とする製造業及び一般消費財に対し、ガイドライン放射能(1 又は 10 Bq/g)のフローチャートを用いてスクリーニングすることによって対策を準備する。

②(広島大学 保田浩志氏)

天然ウラン及びその子孫核種で汚染された廃棄物、いわゆる「ウラン廃棄物」の放射能は何十万年にもわたって減少することは期待できない。むしろ、将来の世代の潜在的被ばくは我々の世代の被ばくよりも重大である可能性があり、はるか昔から自然環境に存在する核種であることによって特徴づけられる。人間の歴史という観点からは、これらの法的システム及びその根底にある考えはそう遠くない将来、不明確になり、将来の世代には理解されないだろうと考えるのが自然である。こういった特異な問題を考慮して解決策を考案するためには、自然科学・工学の観点からばかりでなく、歴史、考古学、哲学、言語学等の人文科学・社会科学の観点からもさらなる研究が必要である。このトピックに対するいくつかの洞察を紹介する。

e) カザフスタン(カザフスタン国立原子力センター ヴィチェスラフ・グニャリヤ氏)

国際社会が直面している主要な課題の一つは、人間が原子力エネルギーを使用することに起因する電離放射線源、放射性廃棄物及び使用済み燃料の取り扱いという問題であった。この問題はカザフスタンにとっても関連性が深い。なぜなら、第 1 に、以前の核実験場に大量の蓄積があり、また、ウラン産業の企業や医療機関から放射性廃棄物が生成され続けているからである。第 2 に、カザフスタン国内には 5 基の原子炉が存在し、これらが使用済み燃料の主要な発生源だからである。

カザフスタンには大量の NORM/TENORM 放射性廃棄物が蓄積されており、その量は増大する傾向にあるため、処分を含むその安全管理を確実にすることが要求される。NORM/TENORM 物質は、ダンプ、尾鉱、汚染された土、管類、機器などの形での、ウラン採掘、石油・ガス生産、冶金産業の廃棄物に代表される。

カザフスタンにおける放射性廃棄物の取り扱い、電離放射線源及び使用済み燃料管理を規制するために、法律、規則及びその他の規範的法令という形態での多数の文書の作成と改訂が進行中である。しかし、カザフスタンがこの分野で多くの経験を有するという事実にもかかわらず、近い将来に義務的解決策を必要とする法規制枠組みと原子力エネルギー施設のインフラにおける課題がある。

f) マレーシア(マレーシア原子力庁 モハマド・ザイディ・ビン・イブラヒム氏)

マレーシアでは、自然起源放射性物質(NORM)に関わる活動はすべて、1984 年原子力利用許可法(Atomic Energy Licensing Act 1984) [法令第 304 号]の規定のもとで規制されている。鉱物加工、石油・ガス、及びスズ採掘が、NORM に関連する活動に関わる主要な産業である。NORM に関わる活動のコントロールが法令第 304 号の対象になるかどうかを決定するためにはクリアランスレベルが使用され、労働者、公衆、及び環境の安全を確実にするために、利用許可、規制、及び安全のすべての側面が順守されなければならない。すべてのライセンスが要件を順守し、規則に定められた目標が達成されることを確実にするために、指針、規則、基準が規制当局から提供される。クリアランス限度に満たない NORM を含有する残渣は 1974 年環境質法(Environmental Quality Act 1974) (法令第 127 号)の下で規制される。

g) モンゴル(モンゴル原子力委員会 バットデルゲル・ウランチメグ氏)

モンゴルは原子力産業を持たない発展途上国である。放射性廃棄物は、医療、研究、農業、地質学、鉱業及び工業における放射性同位体の使用から発生する。これらの廃棄物は詳しく特性評価されておらず、十分とは言えない条件で貯蔵されている。使われなくなった放射性廃棄物は、主として 1987 年に建てられたアイソトープセンター(IC)に貯蔵されている。

非常に大量の自然起源放射性物質(NORM)廃棄物が毎年、モンゴルの NORM 関連産業によって生成されており、このことは、国の環境保護機関及び規制機関の注意を喚起するに値する。NORM 廃棄物は、概して、石炭、銅、亜鉛、鉛及びレアアース鉱山、油井・ガス井といった多様な産業活動からの不必要な副産物を構成する。これらの産業分野の多くでは、NORM の問題が存在する。

労働者及び公衆に対する主要なリスク源は、空気中に存在する短寿命のラドン娘核種である。このリスク源は、モンゴルの地質学的条件により、この国に存在する。国土のほとんどにはウラン濃度の高い花崗岩がある。これらの花崗岩は放射性鉱物鉱床中のウラン、及び、他のウラン以外の採掘場・採掘湖における NORM の主要な発生源である。現在、NORM 規則がモンゴル政府による承認の最終段階にある。ほとんどの概念(グレーデッドアプローチ、適用除外、通知、許可等)はすでにモンゴルの規制枠組みに含まれている。

2020年3月現在、69の炭鉱、23のその他の鉱物資源鉱山、4つのレアアース鉱山、2つの石油開発会社が有効な採掘ライセンスを有しており、13の火力発電所(TPP)、144の建築材料工場が、規制機関による NORM のコントロールのためのサンプリング・プログラムの下にある。NORM を生成する産業は国内で完全に特定されているわけではない。ラドンの問題は、いくつかの文書でのいくつかの条項以外には、モンゴルの規制枠組み内ではまだ明示的に言及されていない。モンゴルでは、ラドン・アクションプラン(Radon Action Plan)は承認されておらず、ラドン調査は行われていない。国内 BSS(基本安全基準)(2015)では、職場、採掘場の規限量度が、屋内(職場について 1,110 Bq/m<sup>3</sup>、既存建物及び新規建物についてそれぞれ 200 及び 100 Bq/m<sup>3</sup>)について規定されている。特別調査局(General agency for specialized inspection: MES)及びその下部組織であるメトロポリタン調査局(Metropolitan inspection agency: MIA)が、過去数年間、ウランバートルの学校、幼稚園などの公共の建物でのラドン測定キャンペーンを実施し始めた。試験所のキャパシティ不足、人的資源、及び国のラドン・アクションプランがないことが、モンゴルの NORM 規制の主要な課題である。しかし、様々なメーカーの限られた数の計器類が現在使用されているが、国内の要求されるラドン測定の品質管理を確実にすることはできない。モンゴルで全国的なラドン調査を実施するためには、長い距離を移動する必要があることも難しい課題である。したがって、NORM 残渣の規制管理の強化、及び、モンゴルでの全国的なラドン調査の確立のためには、国際協力(例えば、二国間協力又は地域的協力)が重要である。

さらに、1945年のウラン探鉱開始以来、12を超えるウラン鉱床、100箇所のウラン鉱徴地、約1,400の異常値が、Mongol-Priargun、Gobi-Tamsag、Khentei-Daur、Northern Mongolian の各鉱床区で発見されている。モンゴルは世界第11位のウラン資源国である。Badrakh Energy 社が、原位置技術によって行われる Dulaan-Uul プロジェクトを試行しており、2年間の試験的操業の後、およそ20トンのウランが操業中に生産され、年間260トンを超える放射性廃棄物が生成される。

#### h) フィリピン(フィリピン原子力研究所 クリスティン・マリー・D・ロマロサ氏)

フィリピンの NORM の潜在的発生源の概観を論じる。発生源は、石炭採鉱・産業、鉱物採鉱(特に銅、金、鉄)、石油・ガス探査及び肥料産業からのものである。

フィリピンにおける NORM レベルの特性評価に関するいくつかの研究開発活動がある。これには、土壌や一部の建築材料、石炭・鉱物加工等の NORM 産業における放射能濃度、及びラドン濃度が含まれる。これらの研究の目的は、放射線防護と NORM の管理に関する政策提言である。

NORM/TENORM に特定のものではないが、それを超えると規制管理が必要になる固形物のバルク量を含む適用除外濃度が規則に示されている。しかし、NORM のコントロールと管理に関する既存の政策と法令はフィリピンにまだ存在しない。NORM の処理から生じる廃棄物の管理に関する要件を扱った、放射性廃棄物管理に関するいくつかの規則はあるが、これらの産業は現在、規制されていない。

現在、廃棄物管理の選択肢には NORM/TENORM は含まれていない。2022 年に IAEA の職業放射線防護評価サービス (Occupational Radiation Protection Appraisal Service: ORPAS) ミッションが実施されたが、その主要な勧告事項の一つは、労働者の防護のための要件を国が制定し、施行するというものである。これにより、近い将来、NORM/TENORM の政策と規制という点で、さらなる進展が期待される。

i) タイ(タイ原子力技術研究所 クリッサディ・ユボンハット氏)

タイ国内で発生する NORM/TENORM 廃棄物に関する研究は 2002 年に導入されたが、NORM のタイプ、数量、及び発生源に関する情報は依然として乏しい。様々な汚染物質中の自然の放射性核種の含有量が調査され、その結果、一部の物質中に見られる NORM は濃度が高いことが示されている。特に、タンタル加工から生じる沈殿物・廃棄物、及び、未使用レアアース加工施設からの残渣などである。しかし、そのような廃棄物を生じる可能性のあるすべての部門から NORM 情報を得るために、さらなる NORM/TENORM 廃棄物研究が必要である。これは NORM/TENORM 廃棄物からの自然放射線による潜在的リスクからの公衆と環境の防護を改善できるばかりでなく、国の NORM 規制プログラムの策定にも役立つ。外国からの NORM/TENORM 汚染材料は意図せずにこの国にもたらされたものであるため、特に注意を払う必要がある。ここでは、輸入ゲートでの放射線監視システムの能力と利用可能性をチェックすべきである。NORM/TENORM 汚染物を貯蔵するための放射性廃棄物管理センター (RWMC) のスペースが不十分という問題がある。またこの問題は、省令案が正式に公布されれば、さらに悩まされる可能性がある。

j) ベトナム(ベトナム原子力研究所/レ・ティ・マイ・フォン氏)

自然起源放射性物質 (NORM) 及び人為的な過程を経て濃度が高められた自然起源放射性物質 (TENORM) は、ベトナムでは、ウラン、レアアース、鉱物砂鉱床の採鉱・加工、及びその他の資源部門によって生成されている。ベトナムは 6 億 5,000 万トンを超える砂鉱床埋蔵量を有する豊富な沿岸資源を持つ。砂鉱床は主にベトナム中央部に集中している。一部の鉱物は、イルメナイト、白チタン石、ルチル、ジルコン、レアアース鉱物、モナザイトなどの鉱物砂鉱床から分離することができる。NORM は通常、この鉱物選鉱中に生成される。この放射性廃棄物は採鉱場に埋められる。TENORM はジルコン及びモナザイト生産から生じる。これはライセンスを受けた処分場に輸送され、厳しい基準に従って地下に埋められる。

最初の原子力発電所のプロジェクト中止により(ニントゥアン省中部に位置)、ベトナムでのウラン採鉱及び加工も 2016 年に中止された。この中止決定前に、8,000 トンの八酸化三ウラン ( $U_3O_8$ ) の埋蔵量探索と評価に関する国家プロジェクト(2012 年)から生じた 100 トンのウラン尾鉱が処理され、浅

地中処分法によって処分された。ウランに関する最新の研究は研究施設において小規模で行われている。NORM/TENORM の生成量は現在、比較的少ない。

ベトナムは、大量のレアアース埋蔵量(2,000 万トン超)を有しており、その中には、モナザイトやゼノタイムのように放射能を有している鉱物がある。ベトナムには操業中のレアアース深部採掘プラントはない。レアアースに関連する NORM/TENORM は主に研究活動から生じる。これらの放射性廃棄物はレアアース会社及び研究機関の一時的倉庫において処理され、管理された。

一般に、ベトナムにおける NORM 及び TENORM は比較的良く管理されてきたが、これらの放射性廃棄物に関連して、次のようないくつかの課題がある。

- ▶ 既存の小規模放射性廃棄物管理施設をアップグレード又は拡張する。
- ▶ 高層建物にある住宅内及び地下の土木工事、及び鉱山におけるラドンガスに関連する管理文書を策定する。
- ▶ NORM/TENORM に関係する環境事象・事故を防ぐために、すべての NORM/TENORM 関係産業を管理できるように、国の管理機関のキャパシティを向上させる。
- ▶ NORM/TENORM 廃棄物の埋立場のための、適用除外、許認可、清算整理、並びに環境モニタリングに関連する査定及び評価に関して、技術支援機関のキャパシティを強化する。

## ii) トピックス

### a) NORM/TENORM に関する国際的動き(日本原子力研究開発機構(JAEA) 橋本周氏)

国際組織における NORM/TENORM に対する取り組みについて、重要なアクションは以下のとおりである。

ICRP は 2019 年に Publication 142「工業プロセスで自然に発生する放射性物質(NORM)からの放射線防護」(Radiological Protection from Naturally Occurring Radioactive Material (NORM) in Industrial Processes)を刊行した。この刊行物は、NORM は放射線緊急事態の実際の可能性を示しておらず、最適化された放射線防護によって、すでに実施されているハザード管理が補完されると勧告している。基準レベルが示された。

IAEA は 2020 年に国際会議「産業における自然起源放射性物質(NORM)の管理」(management of naturally occurring radioactive material (NORM) in industry)を開催した。議事録は 2022 年に発行された。多くの国が行った多くの措置が紹介され、論じられた。これは、2021 年における個別安全指針 No. SSG-60「ウラン生産及びその他の活動からの自然起源放射性物質を含有する残渣の管理」(Management of Residues containing naturally occurring radioactive material from uranium production and other activities)の策定に寄与したと思われる。

EC は TENORM からの放射線防護に関する文書を発行した。1999 年に EC は TENORM の影響を受ける職場の規制管理のための基準レベルを設定した。USEPA は米国における TENORM に関する情報を発表した。WNA は世界の NORM 情報を要約した。

これらのアクションは 1977 年以来数回発行された UNSCEAR の科学レポートに記載のデータに基づいている。

### b) 放射性廃棄物管理に関連した環境放射線(近畿大学 山西弘城氏)

経済産業省 (METI) 及び東京電力 (TEPCO) からの公開資料を使用することによる「多核種除去設備 (ALPS) 処理水放出」に関する紹介レポートとなっている。

- ・東京電力福島第一原子力発電所 (FDNPS) 1～4 号機の廃炉に向けた中長期ロードマップ

2011 年 12 月に初めて採択された廃炉中長期ロードマップは、日本政府が廃炉の取り組み全体を主導することを明確にした。それ以来、日本政府はロードマップを数回改訂して、適切なマイルストーンとタイムラインを設定した。

- ・水管理 (主要課題の一つ)

燃料デブリ冷却用の水がそのデブリに触れ、それにより、高濃度の放射性物質を含んだ高度に汚染された水になる。この高度に汚染された水が建物に流れ込む地下水や雨水と混ざることにより、新しい汚染水が生成される。例えば、遮水 (凍土) 壁を設置すると、汚染水が生成される量をうまく減らすことができ、停滞水を除去することができる。

- ・ALPS 処理水

「ALPS 処理水」とは汚染水を浄化した水であり、放射性物質は ALPS によって除去されて、トリチウムを除いて規制基準を満たしている。サイト内の貯蔵タンクの数 は 1,000 基を超えており、これは同発電所の計画的廃炉のためサイトの安全性を確実にすることへの障害である可能性がある。

- ・ALPS 処理水の海洋放出方法

放射性物質の濃度は、次の方法により、規制基準値よりはるかに低くなる。トリチウム以外の放射性核種を浄化・再浄化し、海水で希釈する。FDNPS での海洋放出は IAEA 等の第三者によって監視・レビューされる。

- ・処理水取り扱いの意思決定プロセス

処理され、浄化された汚染水は FDNPS にあるタンクに貯蔵される。現時点で、日本政府は、この水をどうするかを決定する過程にあるが、その決定は ALPS 処理水の取扱いに関する小委員会の報告書、福島住民等のステークホルダーの意見に基づき、また、風評被害を防ぐ対策を考慮してなされる。東京電力は、政府が定める政策に基づいて、この処理水を適切に取り扱うであろう。どのような処理方法を採用するかにかかわらず、法的要件を順守し、風評被害を避けるための対策をとるであろう。

### 3) ワークショップのまとめ

2023 年度ワークショップは、マレーシアで 2023 年 11 月に開催することとし、NORM/TENORM に関する統合化報告書の完成に向けて活動を続けていくこととした。同統合化報告書は、2024 年 3 月に発行する予定である。



## 2.5 原子力基盤強化分野

### 2.5.1 核セキュリティ・保障措置プロジェクト

#### 1) ワークショップ開催概要

- i) 期 日: 令和5年1月10(火)～12日(木)
- ii) 場 所: タイ、バンコク市及びオンライン
- iii) 主 催: タイ原子力庁(OAP)、文部科学省
- iv) 参加者: オーストラリア、バングラデシュ、インドネシア、韓国、マレーシア、モンゴル、ベトナムより各1名、中国、フィリピンより各2名、カザフスタンより3名、タイより10名、日本12名、国際原子力機関(IAEA)1名、欧州委員会共同研究センター(EC/JRC)1名、合計38名(添付資料2.7.2(p177)参照)
- v) 日 程: 添付資料2.7.3(p181)参照

本ワークショップは、2023年1月10日～12日までの3日間、タイのバンコク市においてハイブリッド形式で開催された。

初日には、タイ原子力庁(OAP)長官のペルムスク・スッチャフィワット氏及び日本コーディネーターの和田智明氏より開会の挨拶があった。続いて、各国より核セキュリティ・保障措置の実施、核セキュリティ文化の促進、核セキュリティ・保障措置分野における人材育成の取り組みについてカントリーレポートが発表された。次に、核鑑識に係る地域協力に関する発表と討議が行われた。ここでは特別講義として、国際原子力機関(IAEA)及び欧州委員会共同研究センター(EC/JRC)からそれぞれの地域協力に関する活動や経験が共有された。

2日目には、追加議定書(AP)に基づく輸出管理実施の良好事例やステークホルダーマトリックスに関する技術会合の成果について発表がなされ、それぞれ今後の活動について討議が行われた。続いて、タイのプロジェクトリーダー(PL)であるOAPのハリネット・ムンパヤバン氏が、カントリーレポートサマリーのまとめを行った。その後、対面参加者のみで核鑑識に係る机上演習(TTX)が実施された。

3日目には、テクニカルビジットとして、OAPの緊急時対応センターや生物学的線量評価ラボ、核鑑識ラボを視察した。

#### 2) 各国発表概要

##### i) カントリーレポートサマリー

2021年度ワークショップ以降の各国における核セキュリティ・保障措置の実施、核セキュリティ文化の促進、核セキュリティ・保障措置分野の人材育成の取り組みについて、以下のとおり発表された。

##### a) オーストラリア(オーストラリア原子力科学技術機構 ケイトリン・トゥール氏)

- ・ 原子力規制当局は、独立した機関としてオーストラリア保障措置・不拡散局(ASNO)、オーストラリア放射線防護・原子力安全庁(ARPANSA)がある。核鑑識については、ASNO、ARPANSAに関連してANSTOによって実施されている。
- ・ オーストラリアは引き続き、IAEA から全ての核物質が平和的活動にとどまっているとの評価(「拡大結論」)を得ている。オーストラリアの更新した「国レベルの保障措置アプローチ」は、2023年1月1日からの履行開始がIAEAより承認された。

- ・ ASNO は、オーストラリアからウラン精鉱(UOC)を輸出する場合、改正 CPPNM に基づくオーストラリアの国際出荷通知義務を果たすため、積み替えを関係者に通知した。核セキュリティガイダンス委員会(NSGC)の第4期が2021年に始まり、2022年6月にASNOの核セキュリティ部門長がオーストラリアのNSGC代表として指名された。
- b) バングラデシュ(バングラデシュ原子力委員会 アビド・イムティアズ氏)
- ・ IAEA がルプール原子力発電所(RNPP)ユニット1及び2において設計情報検認(DIV)および実在庫検認(PIV)を実施した。
  - ・ 2022年3月、バングラデシュがIAEA保障措置及び国内計量管理制度諮問サービス(ISSAS)を主催した。
  - ・ 2022年8月、国際核物質防護諮問サービス(IPPAS)国内ワークショップ及びIPPAS準備会合が開催された。
  - ・ 「国家核セキュリティ計画」は現在、承認過程にある。
  - ・ IAEA、米国エネルギー省(DOE)、ロシアと協力し、核セキュリティ文化に関する国内・国際トレーニングコース、ワークショップ、会合に参加している。ポスター展示を通じて原子力安全・核セキュリティ文化の意識向上に取り組んでいる。また、原子力安全・核セキュリティ文化に関するIAEAの共同研究プロジェクト(CRP)に参加している。
- c) 中国(国家核セキュリティ技術センター チェン・チェン氏)
- ・ 自発的にIAEA保障措置の適用を受けている山東省石島湾の高温ガス炉及び陝西省のウラン濃縮プラントの2つの民生用原子力施設について、毎年12月に保障措置報告書をIAEAに提出している。石島湾高温ガス炉及び陝西省のウラン濃縮プラントに対してIAEAによる通常査察が行われた。
  - ・ 2016年11月にサイバーセキュリティ法、2017年8月に原子力安全法が成立した。核セキュリティの上位法にあたる原子力法案が審査、承認手続き中であり、核セキュリティに関する規制の制定も進めている。2016年3月に、中国における核セキュリティの中心的拠点(COE)として国家核セキュリティ技術センター(SNSTC)が活動を開始した。原子力施設のためのサイバーセキュリティ・ガイダンスが2019年に発表された。2020年、IAEAとの核鑑識に関する協力に関する取決めが署名され、主要な公開イベントのための核セキュリティにおける協力に関する取決めもIAEAとの間で2021年に署名された。2022年には、原子力技術の平和的利用に関する第1回中国・東南アジア諸国連合(ASEAN)フォーラムの期間中に、公共セキュリティにおける原子力技術利用に関するセミナーが開催された。
  - ・ IAEA、米国DOEとの協力で核セキュリティに関するトレーニングコース及びワークショップを開催し、参加している。
- d) インドネシア(インドネシア国立研究革新庁 ハイレル氏)
- ・ インドネシア原子力規制庁(BAPETEN)により各原子力施設について核物質防護に関する通常査察が年1回実施されている(2022年8月～9月に実施)。保障措置に関する通常査察では、物質収支区域(MBA)毎に事前検認(Pre PIV)及び実在庫検認(PIV)が年2回実施されている。2022年6月にIAEAによるPIVが実施された。2022年6月に年1回の保障措置レビュー

一會合が開催された。2022年6月にPT Timah-Bangka(モナザイトのレアアース精製のためのパイロット・プラント)に対してIAEAによる補完的アクセス(CA)が行われた。

- ・ インドネシア国立研究改革庁(BRIN)原子力研究機関(ORTN)の核セキュリティ支援センター(NSSC)は、米国DOE 国家核安全保障局(NNSA)と共同で国家核セキュリティトレーニングコースを対面およびバーチャルで2023年に実施する予定である。
- ・ インターポール本部の招待により、2022年12月、BRINの専門家がトルコのイスタンブールで開催されたガイガー・グローバル会議においてインドネシアの内部脅威のスタディケースについて講演した。
- ・ 2022年5月、BAPETENとBRINは原子力施設セキュリティに関するフォーカス・グループ・ディスカッション(FGD)を実施し、これには国家情報機関(BIN)、国家警察など核セキュリティに関連する各機関が参加した。
- ・ ガーナ、ザンビア、マレーシアなどにおける核セキュリティ文化と自己評価に関するIAEAのワークショップを通して、研究炉に係る核セキュリティ文化の自己評価の経験をIAEA加盟国と共有した。2022年、インドネシアはIAEAの提案を受け入れ、上級管理者向け核セキュリティ文化セミナーの最初の開催国となった。

e) 日本(日本原子力研究開発機構 直井洋介氏)

- ・ 日本政府とIAEAが締結した保障措置協定に基づき、IAEAが前年に実施した保障措置活動について評価結果を取りまとめた「保障措置声明」の2021年版が公表され、はじめて導出された2003年以降連続して、我が国にある全ての核物質が平和的活動にとどまっているとの評価(「拡大結論」)を得た。東京電力福島第一原子力発電所については、核物質が持ち出されないことを検認するための遠隔監視カメラや放射線モニター設置等の追加的な保障措置方策を講じている。2022年、使用済燃料集合体(SFA)をより安全な場所に保管するため、6号機の使用済燃料プールのSFAを共通の使用済燃料貯蔵施設(CSFS)まで輸送し、そのCSFSのSFAを乾式キャスク貯蔵区域まで輸送する作業が開始された。
- ・ パフォーマンスベースの新しい検査制度が2020年4月に開始され、核セキュリティの査察はより高いセキュリティリスクのある活動に焦点を当てており、この新しい検査制度では事業者の核セキュリティ慣行の包括的な監督が可能となっている。この検査制度の下、柏崎刈羽原子力発電所のセキュリティ計画の違反が明らかになり、現在、これらの違反に対処するための補完的検査が進行中である。放射性同位元素等の規制に関する法律及び放射性同位元素等の規制に関する法律の規制に関する法律施行規則が2019年9月に施行され、放射線源のセキュリティ対策のための枠組みが確立された。核不拡散・核セキュリティ総合支援センター(ISCN)は、新型コロナウイルス感染症の影響を軽減するため、オンラインによる地域トレーニングコースを提供し、トレーニングの効果を高めるため対面とオンラインのハイブリッド形式のコースも作成した。
- ・ 原子力規制委員会は原子力事業者幹部と定期的な会合を開催し、核セキュリティ文化の醸成をリードするよう直接要請している。

f) カザフスタン(カザフスタン国立原子力センター アレクサンドル・オシンチェフ氏)

- ・ 原子力の平和的利用に関する第22回独立国家共同体(CIS)委員会会合が開催された。カザフスタンのエネルギー省とフランス共和国の連帯・エコロジー転換省の間での原子力エネルギー

一の平和的利用における協力に関する覚書が署名された。包括的核実験禁止条約機関 (CTBTO) 準備委員会ワーキンググループ B の技術会合が開催された。CTBTO の校正試験業務は継続しており核実験監視ネットワークは拡大している。

- ・ 研究用原子炉複合施設“バイカル”の低濃縮ウラン (LEU) 転換作業の一部として、IVG.1 M 炉の第 1 技術チャンネルに LEU 燃料を装荷し、5 月には成功裡に物理的に初起動した。IGR 炉の照射済燃料のダウブレンド及び固定化技術開発に向けて 2 つの大規模実験が実施された。グローバル核セキュリティ・プログラムの下、カザフスタン国家警備隊の専門家向けの「原子力施設における脅威検知と排除のシナリオ」コースが開催された。
- ・ カザフスタンは核軍縮検証を進めており、IAEA、日本原子力研究開発機構 (JAEA)、米国 DOE、米国国防総省 (DoD) 等と協力し、国内及び国際トレーニングコースに参加した。
- ・ カザフスタンのトレーニングセンターとして、核物理研究所核セキュリティ・トレーニングセンター及びカザフスタン国家警備隊危機管理トレーニングセンターがある。

g) 韓国 (韓国原子力統制技術院 パク・ソンユン氏)

- ・ 2022 年、IAEA は実在庫検認 (PIV)、設計情報検認 (DIV)、無通告査察などを含め合計 102 回の査察を実施した。さらに IAEA 査察官は、追加議定書 (AP) に従って補完的なアクセスを 9 回実施した。IAEA はすべての回において全ての核物質が平和的活動にとどまっているとの評価 (「拡大結論」) を得た。2021 年以降、韓国と IAEA は改良版「国レベルの保障措置アプローチ」(iSLA) の韓国への適用手段について話し合っている。これを進めるため双方は 2023 年に iSLA のワーキンググループを設立することに合意した。
- ・ 2021 年、韓国は輸送中の核物質に対する核物質防護を強化するため国内の核セキュリティ関連法を改正した。2021 年の改正を反映し、2022 年、輸送中の核物質の核物質防護に関するガイダンス文書が改訂された。原子力事業者のサイバーセキュリティプログラムの検査に向けた 7 つのマイルストーンは、導入段階から完全な実装段階に入った。この段階において、韓国原子力統制技術院 (KINAC) はサイバーセキュリティに対するリスクと安全情報の適用の増進に焦点を置いている。
- ・ KINAC は、原子力規制の質の改善宣言を発行した。これは客観的で公正な規制を実施するという原則を包含しており、核セキュリティ文化の強化に資するものである。

h) マレーシア (マレーシア原子力局 リディア・イライザ・ビンティ・サレー氏)

- ・ 2022 年、マレーシアは国内計量管理制度 (SSAC) 及び規制機関 (SRA) のための IAEA 包括的能力構築構想 (COMPASS) を作業計画に沿って実施し、ほぼ 100% を達成した。2022 年 10 月には、COMPASS 国内トレーニング・ワークショップ及び追加議定書アウトリーチイベントを主催した。また、IAEA による年に 1 回の通常査察が行われた。
- ・ 2022 年、ワールドカップ期間中、マレーシア原子力局 (アトム・マレーシア) と IAEA は放射線検出装置の共同貸出プール構築に関する取り決めに応じ、カタールに機器を提供し、核セキュリティ事案を防ぐ同国の取り組みを支援した。
- ・ 原子力事業者に対する核セキュリティ文化自己評価が実施された。原子力事業者はセキュリティ計画の遵守要件の一部として核セキュリティ文化の実施を求められている。アトム・マレーシアは、英国キングス・カレッジ・ロンドン (KCL) の協力を得て、原子力事業者に対して核セキュリテ

イ文化評価を実施しており、600名を超える回答が得られた。この評価に基づいてアトム・マレーシアは回答者数を増やし、対象となる原子力事業者へのアンケート調査以外の評価方法を用いて、アトム・マレーシア内で新たに国家レベルの核セキュリティ文化評価を実施する予定である。

i) モンゴル(モンゴル原子力委員会 ゲレルマー・ゴンボスレン氏)

- ・ AP 申告は適時に提出されている。核物質計量管理に関する規則が 2020 年 12 月に政府決議 No. 229 によって承認された。
- ・ モンゴルは 2021 年 12 月に核兵器禁止条約(TPNW)に加入した。また、国際連合安全保障理事会決議 1540 の実施に関する国家行動計画が策定された。2022 年 11 月、IAEA、原子力委員会(NEC)事務局主催の核セキュリティ総合支援計画(INSSP)を評価・更新する会合が、モンゴルのウランバートルで開催された。このセミナーで INSSP が見直され更新された。
- ・ NEC 事務局と米国 DOE、サンディア国立研究所が協力して、2021 年 9 月、輸送対応に関するバーチャル・トレーニングコースを共同開催した。22 の政府機関から計 34 名の職員がこのトレーニングに参加し、放射性物質の輸送中の防護・対応の知識とスキルが得られた。2022 年 10 月、NEC 事務局と IAEA が核セキュリティに関する国内セミナーを主催した。セミナーを通じ、意思決定レベルの担当官が改正 CPPNM を承認する重要性を伝えた、

j) フィリピン(フィリピン原子力研究所 マリア・テレサ・A・サラビト氏)

- ・ 2022 年 3 月、核によるテロリズムの行為の防止に関する国際条約(核テロリズム防止条約)を行政批准した。
- ・ 核物質計量管理報告書と AP 申告は毎年、セキュア通信を通して提出されている。
- ・ 2022 年 6 月、原子力エネルギーを含む INSSP を更新した。核物質密輸の阻止検知(NSDD)プログラムを含む、核物質・放射性物質の核セキュリティに関するセミナー、ワークショップ等に関して、IAEA、米国 DOE 及びその他の組織との協力を継続している。フィリピン原子力研究所(PNRI)は、Cat 1~5 の施設の核セキュリティ評価を実施しており、核鑑識に関する国際技術ワーキンググループ(ITWG)による加盟国の核鑑識技術の向上を目的としたエクササイズ CMX-7 へ参加し、核鑑識を確立している。原子力トレーニングセンターと協力して、セキュリティ担当官と規制当局職員を対象とした放射性物質のセキュリティに関する 3 日間のトレーニングコースを開催し、核セキュリティのトピックを取り入れることで職場における核セキュリティ文化の強化に努めた。放射線検出装置の事前保守、修理及び較正に関する IAEA の CRP に参加した。2022 年 9 月には規制外の核・放射性物質(MORC)が関わる対応枠組みに関する IAEA 国内ワークショップを主催した。
- ・ フィリピン NSSC が建設中である。国家沿岸監視センターとフィリピン空軍を対象とした意識向上・基礎的放射線検出ワークショップに関するモジュールを 2 つ作成した。

k) タイ(タイ原子力庁 ハリネート・ムンパヤバン氏)

- ・ CSA 及び AP に基づく年間活動要件は、PIV、DIV 及び核物質計量管理報告である。2020 年、スラナリー工科大学研究炉の事前設計情報質問票(DIQ)が IAEA に提出された。AP に基づき 15 件の申告と 4 件の四半期毎の申告を行った。また、タイ原子力庁(OAP)、外国貿易局及びタイ税関は、申告が必要な日用品に関して協力して情報共有している。

- ・ 核セキュリティ・ワーキンググループが核セキュリティ体制を起草し、核セキュリティ・ネットワークで回覧しているところである。脅威評価および設計基礎脅威は所轄官庁によって審査された。INSSPは5年前に更新され、現在IAEAに提出中である。タイは、核セキュリティ事象対応及び核鑑識における現場担当者のための年1回のトレーニング・ワークショップを開催した。
- ・ 核セキュリティ文化に関する継続的なトレーニング、核セキュリティ文化促進のためのステークホルダーとのコミュニケーション、並びに原子力平和利用法に基づく規則及び指針の改定を続けている。

l) ベトナム(ベトナム放射線原子力安全庁 ブイ・ティ・トウイ・アン氏)

- ・ 2022年に、CSAに基づき、研究炉に関する131件の報告、施設外の場所(LOF)に関する104件の報告を提出した。また、NNSAの国際保障措置専門家向けウェビナーを実施した。2022年にはIAEAの保障措置査察チーム及びCAを受け入れた。2021～2022年に、アジア太平洋保障措置ネットワーク(APSN)の議長を務め、2022年12月にはベトナムのハノイにおいて保障措置に関するIAEA-APSNワークショップを共催した。
- ・ 党大会定例会の核セキュリティを確保し、ベトナムへの国際核セキュリティ諮問サービス(INSServ)ミッションの準備会合を開催した。核セキュリティの人材育成活動に参加し、輸送セキュリティ・核物質防護に関する国内ワークショップを共催した。2022年3月、IAEA本部における改正CPPNM運用検討締結国会議に代表団を派遣した。2022年10月、ハノイでアジア太平洋における改正CPPNMの普遍化に関する地域ワークショップを共催した。
- ・ 核セキュリティに関わる規制文書(放射線源のセキュリティに関する文書、放射線業務及びサービス活動の実施に関する規則)を策定した。また、2021年にはNNSA国家安全保障会議(NSC)ワークショップを開催し、核セキュリティ文化醸成に向けた取り組みを続けている。

ii) 核鑑識

タイ、インドネシア、日本、IAEA及びEC/JRCより、核鑑識について、以下のとおり発表された。

a) タイ(タイ原子力庁 ハリネート・ムンパヤバン氏)

核鑑識に関する地域トレーニングの計画について発表した。このトレーニングは、新型コロナウイルス感染症による延期の末、2023年7月に開催が予定されている。本コースには、講義、机上演習及び参加者によるプレゼンが含まれ、放射線犯罪現場の特性評価と管理、核鑑識ラボの実務、及び解釈と報告について学ぶ。このトレーニングは、米国エネルギー省、EC/JRC、日本原子力研究開発機構核不拡散・核セキュリティ総合支援センター(ISCN/JAEA)が支援する。

b) インドネシア(インドネシア国立研究革新庁 ハイレル氏)

インドネシアにおける核鑑識のステークホルダーとして、規制組織のインドネシア原子力規制庁(BAPETEN)、警察のインドネシア国家警察(POLRI)、研究・イノベーション担当のインドネシア国立研究革新庁(BRIN)について、共有する様々な役割を含め、概説した。合同訓練及び演習における現在と過去の活動、研究、ステークホルダー間のアウトリーチと調整、及び核鑑識分析について概説した。これから行われるIAEA CRPへの参加を含む研究、国内核鑑識ライブラリーの質の向上、ジャワ島外の核鑑識ラボラトリーを準備する可能性も含む国内核鑑識評価の実施、ITWG参加等、将来の主な活動について述べた。

c) 日本(日本原子力研究開発機構 野呂尚子氏)

机上演習(TTX)のメリットを概説し、本ワークショップで実施する核鑑識に係る TTX の大まかな概要を述べた。

d) IAEA(国際原子力機関 エヴァ・コヴァーチ・セレス氏)

IAEA の機能の簡略な概観と、核セキュリティという観点での核鑑識の紹介をし、IAEA が核鑑識のキャパシティ・ビルディングを支援するメカニズム、具体的には、訓練、刊行物及び専門家派遣、技術会合といった諮問サービスについて述べた。

核鑑識に関する新規の共同研究プロジェクト(CRP)「放射線犯罪現場と核鑑識ラボを橋渡しする核鑑識科学(J02020)」の概要が紹介され、IAEA が実施している具体的なアジア地域での能力開発活動について述べた。過去の活動例としては、2022 年 10 月の韓国主催による「核鑑識に関する ASEAN 地域トレーニングコース」及び 2022 年 11 月の ANSTO 主催による「核鑑識への実践的入門地域トレーニングコース」がある。将来の活動も紹介された。これには、2023 年 7 月にタイ OAP と ISCN/JAEA の共催で予定される「核鑑識に関する地域トレーニングコース」、及び、2023 年第 3 四半期にインドネシアでの開催が提案されている「核鑑識の進展に関する地域ワークショップ」が含まれる。

e) EC/JRC(欧州委員会共同研究センター クラウス・マイヤー氏)

能力開発に関する背景を説明し、技術的能力(証拠管理及び物質分析・解釈)の開発は、国の枠組み及び人的資本の強化に支えられなければならない、能力開発のためのロードマップ作成への一般的アプローチについて概説した。国の核鑑識に係る能力開発と地域パートナーシップを確立し、それらが提供する能力と、要求される能力との間のギャップ(不足している点)に対処するためのロードマップを作成することの重要性を強調した。ロードマップには、国家的取り組み、地域イニシアティブ、そして国際的インセンティブが含まれ、既存のガイダンス(例えば、IAEA、グローバル・イニシアティブ(GICNT))によって支援される。キャパシティ・ビルディング・プロジェクトは、プロセスを促進し、機関間の協力を容易にし、国内/地域の能力を活用し、持続可能性を支援するものである。

地域協力プログラムの 2 つの具体例を紹介した。DOE と協力して欧州連合(EU)化学・生物・放射性物質・核(CBRN)中核的拠点(CoE)の支援を得た ASEAN 諸国でのプログラム、そして EU、NNSA による核物質密輸阻止検知プログラムと GUAM(ジョージア、ウクライナ、アゼルバイジャン及びモルドバ)の専門家間のパートナーシップである。初期パイロット・プロジェクトの成功し、その後の資金供給につながったこと、勢いを維持するためにテンポの良い活動を続けていることなど、各プロジェクト間には多くの共通点が見受けられた。既存の枠組みと信頼関係の醸成に基礎を置くこと、能力開発の促進、専門知識の積み重ねの強化、及び資源の効率的な利用を可能にすることを含め、地域協力がもたらす便益を強調した。

### iii) 追加議定書(AP)に基づく輸出管理実施の良好事例

タイ、日本及びインドネシアより、追加議定書(AP)に基づく輸出管理実施の良好事例について、以下のとおり発表された。

a) タイ(タイ原子力庁 サルン・ソーンサワン氏)

タイにおける AP 実施及び輸出管理の法規制枠組みについて詳しく述べ、保障措置実施の歴史

を説明した。また、OAPと保障措置対象施設の規制構造について概説し、大量破壊兵器(WMD)に関連する品目に関する輸出管理の規制枠組みについて報告した。最後に、輸出管理の良好事例の一つとして、タイの国内一括窓口サービス(National Single Window)を紹介した。

b) 日本(日本原子力研究開発機構 ヴィクター・シレガル氏)

AP及び輸出管理規定について詳述し、そのような規定の下で生じた義務を説明した。加えて、日本がその輸出管理システムをどのように確立し、強化しているかを概説し、IAEAに提出する前の、日本におけるAP申告の流れを説明した。IAEAは2022年に日本について拡大結論を導出しており、IAEAに提出された2021/2022年度についてのすべてのAP申告が正しく、完全であったことが確認されている。

c) インドネシア(インドネシア国立研究革新庁 ハイレル氏)

インドネシアにおける規制システムを含む、輸出管理の状況を説明した。インドネシアでは、デュアルユース品目を扱う安全保障貿易管理体制は完全には確立されていないが、2020年にオンラインでの一括窓口登録による許認可プロセスを採用することによって、今後デュアルユース品目を含めるように安全保障貿易管理を強化しているところである。また、完全性と正確性を保証するために強化されたインドネシアの年次AP申告プロセスについて説明がなされた。

#### iv) 核セキュリティ:ステークホルダーマトリックス

日本より、ステークホルダーマトリックスについて、以下のとおり発表された。

a) 日本(日本原子力研究開発機構 直井洋介氏)

2022年7月に実施した核セキュリティ・ステークホルダーマトリックスに関するバーチャル技術会合の成果について、マトリックス表の目的、FNCAにおける3年間の活動、技術ワークショップの成果という3つの内容に基づき発表した。

マトリックス表の目的は、国の核セキュリティ活動の全体像を把握し、核セキュリティ体制を強化すること、そのためのインフラ整備におけるギャップなどを特定し、改善すること、核セキュリティに関するキャパシティ・ビルディングにおけるギャップを特定し、関係機関間の調整と協力を促進することなどである。

FNCAにおける3年間の活動の概要として、最初に2020年度のワークショップでステークホルダーマトリックス開始の提案がなされ、2021年度のワークショップの後、インド、日本、カザフスタン、モンゴル、フィリピン、タイの6カ国がマトリックス表を完成させ、結果を共有した。

2022年7月、核セキュリティ・ステークホルダーマトリックスに関する技術会合が、インドネシア、日本、カザフスタン、モンゴル、フィリピン、タイの参加を得て、オンラインにて行われた。マトリックス表作成の結果として、国内の核セキュリティ確保に関わるすべての当事者を単独の組織がカバーすることは困難であること、責任と能力との間のギャップを特定するためには、責任と必要な能力をできる限り詳細に記載する必要があることが報告された。また、マトリックス表作成の一般的な指示事項・注意事項が紹介された。マトリックスは、理想を記載するのではなく現在の状況を記載すること、それによって改善を要する点を特定する必要があるためである。マトリックスのテンプレートはあくまでもテンプレートであり、各国はこれをそれぞれの国の体制を記載していく上で、最適になるように変更を加えていくことができる。また、このステークホルダーマトリックスではいかなるセンシティブな情報も共有



する意図はない。それぞれの国内ではステークホルダー間で共有し、可能であれば正確さのためにステークホルダーと面談することが強く推奨される。

b) 日本(日本原子力研究開発機構 野呂尚子氏)

核セキュリティ・ステークホルダーマトリックスの次なるステップについて発表した。マトリックスを通して FNCA 参加国が特定した具体的なトピックに関する地域ワークショップを提案し、そのワークショップは FNCA 参加国の NSSC が開発または支援することができるとした。また、FNCA 参加国の NSSC の開発を支援することを提案した。なお、ステークホルダーマトリックス作成の成果は、2023 年 2 月の IAEA NSSC 年次会合といった他のネットワークと共有することができる。

### 3) 核鑑識に係る机上演習

核鑑識に関する机上演習(TTX)がOAPにおいて実施され、ワークショップに対面で参加したFNCA参加国とともに、タイ王国陸軍化学部隊、タイ王国国家警察庁科学捜査局、及び中央科学捜査研究所が参加した。TTXの進行役はISCN/JAEAの野呂氏と山口知輝氏が務めた。まず、TTXに関する背景情報が紹介された。TTXでは、核鑑識に必要な能力について論じ、ギャップを特定するために、架空の核セキュリティ事象のシナリオを使用した。TTX実施中、OAPは、核・放射性物質の検出と同定に使用する機器が放射線犯罪現場の管理に使用できることを実演してみせた。活発な討論により、FNCA参加国内の指定関連組織または責任を有する関連組織が対処または強化するべき重要な問題が明らかにされた。

### 4) ワークショップのまとめ

#### i) 全体

本ワークショップでは、核鑑識への取り組み、核鑑識の地域連携に関する特別レクチャー、AP実施の良好事例、ステークホルダーマトリックスについて議論するとともに、本分野に関する参加国の最近の取組の情報を共有し、今後の取組や参加国間の協力活動について討議を深めた。また、対面参加者を対象に核鑑識に関するTTXを実施した。

#### ii) 核セキュリティ

タイ、インドネシア、日本から核鑑識の取り組みに関する発表がなされ、核鑑識の実施に関する地域協力の経験についてIAEA及びEC/JRCから特別レクチャーが行われた。2022年7月に実施したステークホルダーマトリックス作成に関する技術会合の結果が報告され、核セキュリティ体制の強化のために今後どのように活用していくか議論を行った。参加各国がステークホルダーマトリックスの作成を通じて国家の核セキュリティ体制の全体像を把握し、核セキュリティ強化に必要な人材と役割、必要な能力を明確にすることで、メンバー国の核セキュリティ強化に活かすことを目指した。

#### iii) 保障措置

タイ、日本、インドネシアからAPに基づく輸出管理実施の良好事例に関する発表がなされた。良好事例集作成のための次のステップに関する提案が大筋で合意され、2023年5月までにFNCA参加国から情報を収集、2023年8月までにサマリーレポート作成、2024年3月までにオンラインAP-大量破壊兵器資機材識別(CIT)トレーニングを開催することとした。なお、まとめる良好事例集をIAEAのINFCIRC文書として共有する手順と要件を確認することとした。

## 第3章

### 「情報の普及及び情報収集」

## 第3章 情報の普及及び情報収集

### 3.1 ニュースレターの発行

FNCA 活動における国際会合及び国内会合等の開催を通して得られた成果について、各プロジェクト活動を総括し、写真等を挿入して分かりやすくまとめ、ニュースレターとして発行した。

- 1) 和文「FNCA ニュースレター」32号(通算)を令和5年3月に発行
- 2) 英文「FNCA ニュースレター」26号(通算)を令和5年3月に発行

放射線利用技術や原子力基盤技術の普及を図るため、これらのニュースレターを立地地域等や国内外の関係者へ配布した。送付先一覧は別添3(p183)を参照。

主な掲載内容は以下のとおりである。

#### 1) FNCA ニュースレター32号(和文、2023年3月)

- i) 第23回FNCA大臣級会合
- ii) プロジェクト活動紹介
- iii) 第22回FNCAコーディネーター会合
- iv) 2022スタディ・パネル
- v) 2022年度活動実績・FNCAコーディネーター
- vi) 日本コーディネーターからのメッセージ
- vii) What's FNCA?

#### 2) FNCA Newsletter No. 26(英文、2023年3月)

- i) 23rd FNCA Ministerial Level Meeting
- ii) Introduction of Project Activities
- iii) 22nd FNCA Coordinators Meeting
- iv) 2022 Study Panel
- v) Activities in JFY2022 & FNCA Coordinators
- vi) Message from FNCA Coordinator of Japan
- vii) What's FNCA?

### 3.2 ウェブサイトの運営

FNCA ウェブサイト(URL: 和文版 <https://www.fnca.mext.go.jp/index.html>、英文版 <https://www.fnca.mext.go.jp/english/index.html>)において、各プロジェクトの活動報告等の情報を提供し、常時広く国内外に発信した。本ウェブサイトにおける情報の更新を、以下のとおり行った。

更新箇所	更新事項
コーディネーター紹介	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ コーディネーター               <ul style="list-style-type: none"> <li>- バングラデシュ</li> <li>- インドネシア</li> <li>- マレーシア</li> </ul> </li> </ul>
放射線育種プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2022年度ワークショップ報告</li> <li>・ プロジェクトリーダー               <ul style="list-style-type: none"> <li>- インドネシア</li> </ul> </li> </ul>
放射線加工・高分子改質プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2022年度ワークショップ報告</li> <li>・ プロジェクトリーダー               <ul style="list-style-type: none"> <li>- インドネシア</li> <li>- カザフスタン</li> <li>- 日本</li> <li>- モンゴル</li> <li>- タイ</li> </ul> </li> </ul>
気候変動科学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 終了したプロジェクトへの移動</li> </ul>
食品産地偽装防止プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ プロジェクト紹介</li> <li>・ 2022年度ワークショップ報告</li> </ul>
放射線治療プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2022年度ワークショップ報告</li> </ul>
研究炉利用プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2022年度ワークショップ報告</li> <li>・ プロジェクトリーダー               <ul style="list-style-type: none"> <li>- インドネシア</li> </ul> </li> </ul>
放射線安全・廃棄物管理プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2022年度ワークショップ報告</li> <li>・ RS&amp;RWMニュースレターNo.18</li> <li>・ プロジェクトリーダー               <ul style="list-style-type: none"> <li>- バングラデシュ</li> <li>- インドネシア</li> <li>- マレーシア</li> <li>- モンゴル</li> <li>- ベトナム</li> </ul> </li> </ul>
核セキュリティ・保障措置プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2022年度ワークショップ報告</li> <li>・ カントリーレポートサマリー</li> <li>・ プロジェクトリーダー</li> </ul>

更新箇所	更新事項
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 韓国</li> <li>- マレーシア</li> </ul>
FNCA ニュースレター	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ トップページ更新</li> <li>・ FNCAニュースレターNo.32(日本語版)掲載</li> <li>・ FNCA Newsletter No.26(英語版)掲載</li> </ul>
内閣府主催会合	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2022スタディ・パネル</li> <li>・ 第23回上級行政官会合報告</li> <li>・ 第22回コーディネーター会合</li> <li>・ 第23回大臣級会合報告</li> </ul>
関連文書	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 令和3年度アジア地域原子力協力に関する調査業務報告書</li> <li>・ 令和3年度放射線利用技術等国際交流(専門家交流)委託業務成果報告書</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ トップページ</li> <li>・ FNCA体制図</li> </ul>
リンク	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 各国関係機関リンク更新</li> </ul>

なお 2022 年 4 月から 2023 年 3 月までのトップページへのアクセス数は、和文サイト 9,042 件、英文サイト 2,245 件であった。英文サイトは昨年度並みであったが、和文サイトはほぼ倍増(昨年度 4,746 件)であった。

FNCA ウェブサイトによる情報発信の成果を測定するため、本年度(令和 4 年(2022 年)4 月～令和 5 年(2023 年)3 月)のアクセス解析を実施した。令和 2 年度(2020 年度)～令和 3 年度(2021 年度)は他の年度に比べて訪問数が全体的に減少したが、令和 4 年度は改善の傾向がみられた(特に、年度初めの 4～6 月にアクセスの増加傾向がみられた)。本来であれば、年間の訪問数の変動は FNCA 会合やプロジェクトワークショップが開催されて情報が更新される 11 月に向けて上昇する傾向であるが、本年度は昨年度同様に横ばいであった。なお年度初めのアクセス数向上は、リピーター訪問者よりも、主に新規訪問者に影響されたものであった。

訪問率が高かったのは、大臣級会合、スタディ・パネル、放射線育種プロジェクト、放射線安全・廃棄物管理プロジェクトのページであった。

国別では、最も訪問数が多いのは日本で、次に韓国が入っている。上位 10 カ国のほとんどは FNCA 参加国であったが、米国とインドも含まれていた。

サイト全体では、日本語ページ、英語ページとも、基本的にまずはトップページに流入してくる傾向にある。年間を通して閲覧数が上位にあるのは、日本語ウェブサイト、英語ウェブサイトともトップページ、FNCA プロジェクトページ、FNCA 紹介ページ、大臣級会合のページである。プロジェクト別の閲覧数は、日本語ページでは放射線育種、核セキュリティ・保障措置、放射線治療プロジェクトが上位で、英語ページでは放射線安全・廃棄物管理、放射線育種、核セキュリティ・保障措置プロジェクトが上位であるが、他のプロジェクトとの差はそれほど大きくはない。

FNCA ニュースレターやプロジェクト成果物(マニュアル、ガイドライン、報告書)等の PDF のダウンロードについては、日本が最も多く、次いでベトナム、韓国であるが、いずれも日本の 1/10 程度であり、他の FNCA 参加国と大きな差はない。また、新規訪問者よりも、リピーター訪問のダウンロード率が高い。ダウンロード数については、日本語ページでは、FNCA ニュースレター(過年度を含む)が多くを占めており、その他に核セキュリティ・保障措置プロジェクトの各国報告サマリー、放射線安全・廃棄物管理プロジェクトの「低レベル放射性廃棄物処分場に関する統合化報告書」(中間報告)が上位に入っている。

FNCA ウェブサイトがどのようなキーワードで検索されているかを見ると、類似語も含めて昨年度と同様に「バイオ肥料」関係が最も多く、上位 11 位までの検索キーワードのうち「biofertilizer」が含まれているパターンが 6 つも含まれていた。

## FNCA ウェブサイト トップページ (上:和文版、下:英文版)

The screenshot shows the Japanese version of the FNCA website. At the top, there is a navigation bar with links for 'English Top', 'お問い合わせ', 'リンク', and 'サイトマップ'. Below this is a secondary menu with categories like 'TOP', 'FNCAとは', '大臣級会合 / 上級行政官会合', 'コーディネーター会合', 'スタディパネル', 'プロジェクト', 'シンポジウム / 講演会', and 'パンフレット / ニュースレター'. The main header features the large 'FNCA' logo and the text 'Forum for Nuclear Cooperation in Asia' along with flags of member countries. The main content area is divided into several sections: 'アジア原子力協力フォーラム (FNCA) とは' (About FNCA), 'FNCAの枠組み' (FNCA Framework) which includes a flowchart of the organizational structure, 'FNCAの成果' (FNCA Achievements), 'ANTEP' (Asia Nuclear Energy Training and Education Programme), and 'what's new' (Recent News) listing events from March 2023. At the bottom, there is a footer with contact information and a note about the website being managed by the Institute for Nuclear Energy Research, Inc. on behalf of the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology.

**FNCA**  
Forum for Nuclear Cooperation in Asia

Japanese Top  
Contact Us | Link | Site Map

TOP | About FNCA | FNCA Meeting | Coordinators Meeting | Study Panel | Project | Brochure / Newsletter

**About FNCA**

FNCA is a Japan-led cooperation framework for peaceful use of nuclear technology in Asia. The cooperation consists of FNCA meetings and the project activities with the participation of Australia, Bangladesh, China, Indonesia, Kazakhstan, Korea, Malaysia, Mongolia, Philippines, Thailand and Vietnam.

**The FNCA Framework**

FNCA Meeting  
Final decision about important matters of the FNCA  
Review and adjustment for Ministerial Level Meeting

Direction - Reporting  
Coordinators | Panel  
Reporting  
Review and coordination  
Project

**what's new**

- Mar. 23 '23 Mutation Breeding Project Workshop (Feb. 21-23, 2023)
- Mar. 17, '23 FNCA Newsletter No. 26
- Mar. 13, '23 Radiation Safety and Radioactive Waste Management Project Workshop (Jan. 17 - 18, 2023)

TOP | About FNCA | FNCA Meeting | Coordinators | Panel | Project | Newsletter  
Link | Contact us | Privacy Policy | Site Map

Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)  
Operated by Nuclear Safety Research Association (NSRA)

### 3.3 過去の招へい者のデータベースの整備

本業務の推進・運営に活用するために、文部科学省から提供された本業務に係る過去の招へい者のデータに対して、年度毎の招へい者情報を追加し、データベースとして整備した。

令和3年度(2021度)に開催された7プロジェクトのワークショップ参加者について、事務局担当者より提供されたデータをデータベース(「文部科学省 原子力科学技術人材交流データベース」)に追加入力し、CD-ROM化した。

添付資料



# 1. FNCA 現行7プロジェクト活動経緯

分野	プロジェクト	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	現在活動期間
産業・環境利用 放射線利用 開発分野	放射線育種		放射線育種					2006年度からサブプロジェクト毎のフェーズに移行(～2012)										持続可能な農業のための イネの突然変異育種									2018-2023
	放射線加工・高 分子改質 (旧電子加速器 利用と旧バイオ 肥料が統合)				ソルガム・ダイズ耐旱性SPJ ラノの耐虫性SPJ ハナナの耐病性SPJ イネの品質改良SPJ																						2022-2024
	食品産地調査 ※オーストラリア 主導																										2022-2024
健康利用	放射線治療		アジア地域原子 力協国際会議 からの活動	第1フェーズ*	第2フェーズ	第3フェーズ	第4フェーズ	第5フェーズ	第6フェーズ	第7フェーズ	第1フェーズ	第2フェーズ	第3フェーズ	第4フェーズ	第5フェーズ	第6フェーズ	第7フェーズ	第1フェーズ	第2フェーズ	第3フェーズ	第4フェーズ	第5フェーズ	第6フェーズ	第7フェーズ	第1フェーズ	2021-2023	
	研究炉利用 (旧中性子放射 化分析が統合)		アジア地域原子 力協国際会議 からの活動																								2021-2023
原子力安全強化分野	放射線安全・廃 棄物管理 (旧放射性廃棄 物管理)																										2021-2023
	原子力安全強化分野																										2021-2023
	原子力基礎強化分野																										2021-2023

## 2. 国際会合関連資料

### 2.1 放射線育種(MB)プロジェクト国際会合

#### 2.1.1 MB 議事録

## Minutes of FNCA JFY2022 Workshop on Mutation Breeding Project

February 21<sup>st</sup> – 23<sup>rd</sup>, 2023  
Bangkok, Thailand and Online

### 1) Outline

<b>i) Date</b>	February 21 <sup>st</sup> – 23 <sup>rd</sup> , 2023
<b>ii) Venue</b>	Bangkok, Thailand and Online
<b>iii) Host</b>	Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology of Japan (MEXT) Rice Department of Thailand Thailand Institute of Nuclear Technology
<b>iv) Participants</b>	A total of 60 participants from 10 countries, i.e. Bangladesh, China, Indonesia, Japan, Korea, Malaysia, Mongolia, The Philippines, Thailand and Vietnam (Annex 2)
<b>v) Program</b>	Annex 1

The FNCA JFY2022 Workshop on Mutation Breeding Project, hosted by Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology of Japan (MEXT), Rice Department of Thailand, and Thailand Institute of Nuclear Technology was held at Rice Department in Thailand with Online on February 21<sup>st</sup> - February 23<sup>rd</sup> 2022.

### **Opening Session (online meeting)**

Mr. Apichart Noenplab, Agricultural Research Officer, Rice Department and Dr. Thawatchai Onjun, Executive Director, Thailand Institute of Nuclear Technology (TINT) delivered welcoming remarks. Then Mr. Obata Ryoji, Deputy Director, International Nuclear and Fusion Energy Affairs Division, Research and Development Bureau, Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology of Japan gave an opening speech.

### **Overview Lectures**

Dr. Tamada Masao reviewed FNCA activities in 2020-2022 and major success results achieved. Dr. Hase Yoshihiro, FNCA Mutation Breeding Project Leader of Japan briefly described major outcomes of the FNCA Mutation Breeding Project and the major issues to be discussed in the workshop.

### **Open Seminar**

Open seminar on “Application of Radiation Technology and Mutation Breeding for Sustainable Agriculture” was held in the afternoon of February 21st. Firstly, Mr. Noenplab presented the topic on improving submergence tolerance in Thai rice through electron beam induced mutation for sustainable agriculture. Dr. Vichai Puripunyanich, Thailand Institute of Nuclear Technology introduced success story and future challenge on mutation breeding in Thailand. Dr. Katsura Keisuke, Associate Professor, Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology, talked on the development of high-throughput phenotyping technology for efficient mutation breeding in developing countries. Dr. Sobri Bin Hussein, Research Officer, Malaysian Nuclear Agency reported success story and future challenge on mutation breeding in rice, in Malaysia. Dr. Bayarsukh Noov, Director General, Institute of Plant and Agricultural Science of Mongolia introduced success story and future challenge on mutation breeding in wheat and barley, in Mongolia.

### **Country Report on Mutation Breeding of Major Crops for Low-input Sustainable Agriculture under Climate Change**

Ten member countries presented progress and activity plan on the Mutation Breeding of Major Crops for Low-input Sustainable Agriculture under Climate Change.

### **Round Table Discussion for Mutation Breeding of Major Crops for Low-input Sustainable Agriculture under Climate Change**

A lead speech was delivered by Dr. Yoshihiro Hase, setting off a roundtable discussion on the direction of research and the possibilities of further cooperation among the member countries. The importance of information exchange as well as seeking a chance to start collaboration based on this platform was emphasized. The results on whole genome sequencing of promising mutant lines obtained in Bangladesh were introduced as one of the ways to deepen collaboration. It was announced that no beam time would be provided for this project in FY2023 at QST-Takasaki, Japan, due to the steep rise in electricity prices and so on. After discussion, the participants confirmed the followings.

1. All member countries agreed that the low input sustainable agriculture is still very important issue.
2. Development of mutant lines with good tolerance to biotic and abiotic stresses, such as flash flood, drought tolerance and disease resistance, are one of the effective ways to achieve low-input sustainable agriculture.

3. Adopting new technologies such as high-throughput phenotyping, genotyping or other modern technologies is beneficial to improve the classical mutation breeding protocol. Also, exchange of mutant lines/varieties among the member countries is expected to shorten the breeding period, if the situation allows. The member countries try to explore more collaboration opportunities.
4. Several member countries recognized the effectiveness of ion beams and have an interest to use ion beams together with other mutagen. Those member countries cooperatively make the necessary effort to obtain beam time at the irradiation facility of QST-Takasaki.

### **Minutes and Closing Session**

The minutes were discussed and agreed by all participants. It will be reported to the 23rd Coordinators Meeting to be held in June 2023 in Japan. Dr. Tamada delivered closing remarks and thanked all participants for their efforts and contribution.

### **Technical Visit**

Participants visited Thailand Institute of Nuclear Technology in Nakornnayok on February 22nd. They visited the facility of electron beam accelerator, gamma facilities, laboratories of plant in-vitro culture, and molecular biology, with detailed explanation by the experts of TINT.

## 2.1.2 MB 参加者リスト

### List of Participants FNCA JFY2022 Workshop on Mutation Breeding Project

February 21<sup>st</sup> – 23<sup>rd</sup>, 2023  
Bangkok, Thailand and Online

Country	Name	Position and Organization
Bangladesh (PL)	Dr. ANK Mamun	Chief Scientific Officer and Head Plant Biotechnology and Genetic Engineering Division IFRB, AERE, Bangladesh Atomic Energy Commission (BAEC)
China (PL)	Prof. Shu Qingyao	Professor Institute of Crop Science Zhejiang University
Indonesia (PL)	Dr. Sobrizal	Researcher Research Organization for Nuclear Energy National Research and Innovation Agency (BRIN)
Indonesia	Dr. Winda Puspitasari	Researcher Research Organization for Nuclear Energy National Research and Innovation Agency (BRIN)
Indonesia	Mr. Arwin	Researcher Research Organization for Nuclear Energy National Research and Innovation Agency (BRIN)
Indonesia	Ms. Yuliasti	Researcher Research Organization for Nuclear Energy National Research and Innovation Agency (BRIN)
Indonesia	Ikbal	Researcher Research Organization for Nuclear Energy National Research and Innovation Agency (BRIN)

<b>Country</b>	<b>Name</b>	<b>Position and Organization</b>
Japan (MEXT)	Mr. Obata Ryoji	Deputy Director International Nuclear and Fusion Energy Affairs Division Research and Development Bureau Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT), Japan
Japan (MEXT)	Ms. Nakahara Risa	Administrative Researcher International Nuclear and Fusion Energy Affairs Division Research and Development Bureau Ministry of Education Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)
Japan (Advisor)	Dr. Tamada Masao	FNCA Advisor of Japan, QST Associate National Institutes for Quantum Science and Technology (QST)
Japan (PL)	Dr. Hase Yoshihiro	Senior Principal Researcher Department of Radiation-Applied Biology Research Takasaki Advanced Radiation Research Institute Quantum Beam Science Research Directorate National Institutes for Quantum Science and Technology (QST)
Japan	Dr. Katsura Keisuke	Associate Professor Department of International Environmental and Agricultural Science Graduate School of Agriculture Tokyo University of Agriculture and Technology (TUAT)
Japan	Prof. Nakai Hirokazu	Professor Emeritus, Former Vice President Shizuoka University
Japan	Dr. Hatashita Masanori	Principal researcher Research & Developmet Department The Wakasa wan Energy Research Center (WERC)

<b>Country</b>	<b>Name</b>	<b>Position and Organization</b>
Japan (Secretariat)	Mr. Nomura Tomoyuki	International Affairs and Research Department Nuclear Safety Research Association (NSRA)
Japan (Secretariat)	Ms. Koike Aki	International Affairs and Research Department Nuclear Safety Research Association (NSRA)
Korea (PL)	Dr. Kang Si-Yong	Associate Professor Department of Horticulture College of Industrial Science Kongju National University
Malaysia	Dr. Abdul Rahim Bin Harun	Director General Malaysian Nuclear Agency
Malaysia (PL)	Dr. Sobri Bin Hussein	Senior Research Officer Agrotechnology and Biosciences Division Malaysian Nuclear Agency (Nuclear Malaysia)
Malaysia	Dr. Faiz Bin Ahmad	Research Officer Malaysian Nuclear Agency
Mongolia	Dr. Bayarsukh Noov	Director Institute of Plant and Agricultural Science (IPAS)
Mongolia	Ms. Uugantsetseg Battogtokh	Researcher Plant Breeding Division Institute of Plant and Agricultural Science (IPAS)
The Philippines (PL)	Mr. Fernando B. Aurigue	Senior Science Research Specialist Philippine Nuclear Research Institute (PNRI) Department of Science and Technology (DOST)
The Philippines	Mr. Christopher C. Cabusora	Science Research Specialist Department of Agriculture Philippine Rice Research Institute (PhilRice)

<b>Country</b>	<b>Name</b>	<b>Position and Organization</b>
Thailand (PL)	Mr. Apichart Noenplab	Rice Breeder Specialist Division of Rice Research and Development Rice Department
Thailand	Miss. Kulsiri Klunnuruksa	Director of Division of Rice Research and Development Rice Department
Thailand	Mr. Apichart Noenplab	Agricultural Research Officer, Senior Professional Level Acting for Rice breeding expert Rice Department
Thailand	Dr. Jirapong Jairin	Agricultural Research Officer, Senior Professional Level Acting for Biotechnology Expert Rice Department
Thailand	Dr. Payorm Cobelli	Agricultural Research Officer, Senior Professional Level Acting for Rice Protection Expert Rice Department
Thailand	Dr. Ronnachai Changsri	Agricultural Research Officer, Senior Professional Level Acting for Rice Genetic Germplasm Expert Rice Department
Thailand	Mrs. Grissana Sudtasarn	Agricultural Research Officer, Senior Professional Level Rice Department
Thailand	Ms. Orathai Jaituy	Director of Foreign Relations and Special Project Group Rice Department
Thailand	Ms. Kanthita Suangtho	Agricultural Research Officer, Senior Professional Level Rice Department
Thailand	Ms. Sirima Pansiri	Agricultural Research Officer, Senior Professional Level Rice Department



<b>Country</b>	<b>Name</b>	<b>Position and Organization</b>
Thailand	Dr. Wanporn Khemmuk	Agricultural Research Officer, Senior Professional Level Rice Department
Thailand	Dr. Pakobkit Dungthisong	Agricultural Research Officer, Senior Professional Level Rice Department
Thailand	Dr. Fuanglada Tanachote	Agricultural Research Officer, Senior Professional Level Rice Department
Thailand	Ms. Malinee Janwan	Agricultural Research Officer, Professional Level Rice Department
Thailand	Ms. Manika Noyaiem	Agricultural Research Officer, Professional Level Rice Department
Thailand	Ms. Supannikar Pakkethati	Agricultural Research Officer, Professional Level Rice Department
Thailand	Dr. Panchita Weschasan	Agricultural Research Officer, Professional Level Rice Department
Thailand	Mr. Bhorntep Seewanna	Agricultural Research Officer, Professional Level Rice Department
Thailand	Ms. Thidamas Kumyan	Agricultural Research Officer, Practitioner Level Rice Department
Thailand	Ms. Suphalaksana Sonkhongnok	Agricultural Research Officer, Practitioner Level Rice Department

<b>Country</b>	<b>Name</b>	<b>Position and Organization</b>
Thailand	Ms. Phattharamon Khongsomyut	Agricultural Research Officer, Practitioner Level Rice Department
Thailand	Mr. Kanoknop Klinla-or	Agricultural Research Officer, Practitioner Level Rice Department
Thailand	Miss Ploypilin Thanikkul	Agricultural Research Officer, Practitioner Level Rice Department
Thailand	Mr. Ithipong Assaranurak	Agricultural Research Officer, Practitioner Level Rice Department
Thailand	Ms. Nila Rasidee	Agricultural Research Officer, Practitioner Level Rice Department
Thailand	Mr. Pakkaphon Naksit	Agricultural Research Officer, Practitioner Level Rice Department
Thailand	Ms. Ilada Choomsang	Agricultural Research Officer, Practitioner Level Rice Department
Thailand	Ms. Wanlaya Rakkaew	Agricultural Research Officer, Practitioner Level Rice Department
Thailand	Dr. Thawatchai Onjun	Executive Director Thailand Institute of Nuclear Technology (TINT)
Thailand	Dr. Vichai Puripunyanich	Nuclear Scientist (Expert Level) Nuclear Technology Research and Development Center Thailand Institute of Nuclear Technology

<b>Country</b>	<b>Name</b>	<b>Position and Organization</b>
Thailand	Ms. Piyanuch Orpong	Nuclear Scientist Nuclear Technology Research and Development Center Thailand Institute of Nuclear Technology
Thailand	Ms. Mayuree Limtiyayotin	Nuclear Scientist Nuclear Technology Research and Development Center Thailand Institute of Nuclear Technology
Thailand	Ms. Lamai Maikaew	Nuclear Scientist Nuclear Technology Research and Development Center Thailand Institute of Nuclear Technology
Thailand	Ms. Chatchawan Mansaitong	International Cooperation Officer Thailand Institute of Nuclear Technology
Thailand	Ms. Natchaya Thipsorn	International Cooperation Officer Thailand Institute of Nuclear Technology
Thailand	Dr. Roppon Picha	Head of Agriculture and Food Technology Section Thailand Institute of Nuclear Technology
Vietnam (PL)	Dr. Le Duc Thao	Deputy Director General Agricultural Genetics Institute (AGI)

## 2.1.3 MB プログラム

### **Program of FNCA JFY2022 Workshop on Mutation Breeding Project**

February 21<sup>st</sup> – 23<sup>rd</sup>, 2023  
Bangkok, Thailand and Online

#### **February 21st, 2023 (Day 1<sup>st</sup>)**

##### **09:00 - 10:00 Opening Session**

Moderator: Dr. Phanchita VEJCHASARN, Rice Department, Thailand

##### **1. Welcoming Remarks**

- 1) Mr. Apichart NOENPLUB, Thailand
- 2) Dr. Thawachai ONJUN, Thailand

##### **2. Opening Remarks**

- 1) MEXT

##### **3. Overview Lectures**

- 1) Dr. TAMADA Masao, FNCA Advisor of Japan
- 2) Dr. Yoshihiro HASE, FNCA Mutation Breeding Project Leader (PL) of Japan
4. Introduction of Participants
5. Confirmation of Agenda

##### **10:00 - 10:15 Group Photo and Break**

##### **10:15 - 11:55 Session 1 Report for Mutation Breeding of Major Crops for Low-input Sustainable Agriculture under Climate Change**

Chair: Ms. Uugantsetseg BATTOGTOKH, Mongolia

1. Bangladesh
2. Indonesia
3. Japan

##### **11:55 - 13:30 Lunch Break**

##### **Open Seminar on Application of Radiation Technology and Mutation Breeding for Sustainable Agriculture**

Chair: Ms. Prakobkit DANGTHISONG, Rice Department, Thailand

##### **14:00 - 14:10 Opening Remarks**

##### **14:10 - 14:40 Improving Submergence Tolerance in Thai Rice through Electron Beam Induced Mutation for Sustainable Agriculture**

Mr. Apichart NOENPLUB, Thailand

##### **14:40 - 15:10 Success Story and Future Challenge on Mutation Breeding in Thailand**

Dr. Vichai PURIPUNYAVANICH, Thailand

**15:10 - 15:25 Break**

Chair: Dr. Vichai Puripunyanich, Thailand Institute of Nuclear Technology (Public Organization)

**15:25 - 15:55 Development of High-throughput Phenotyping Technology for Efficient Mutation Breeding in Developing countries**

Dr. KATSURA Keisuke, TUAT, Japan

**15:55 - 16:25 Success Story and Future Challenge on Mutation Breeding in Malaysia**

Dr. Sobri Bin HUSSEIN, Malaysia

**16:25 - 16:55 Success Story and Future Challenge on Mutation Breeding in Mongolia**

Dr. Bayarsukh NOOV, Mongolia

**16:55 - 17:00 Closing Remarks**

**Wednesday, February 22nd, 2023 (Day 2<sup>nd</sup>)**

**09:00 - 10:15 Cont. of Session 1**

Chair: Mr. Fernando B. AURIGUE, The Philippines

4. Korea

5. Malaysia

6. Mongolia

**10:15 - 10:30 Break**

**10:30 Move to TINT and Lunch Break**

**13:00 - 17:00 Technical visit to Thailand Institute of Nuclear Technology, Nakornnayok, Thailand**

**Thursday, February 23rd, 2023 (Day 3rd)**

**09:00 - 10:15 Cont. of Session 1**

Chair: Dr. Bayarsukh NOOV, Mongolia

7. The Philippines

8. Thailand

9. China

10. Vietnam

**10:15 - 10:30 Break**

**10:30 - 11:45 Session 2 Roundtable Discussion for Mutation Breeding of Major Crops for Low-input Sustainable Agriculture under Climate Change**

Chair: Dr. Abdul Rahim Bin HARUN, Malaysia

1. Lead speech

Dr HASE Yoshihiro, FNCA Mutation Breeding PL of Japan

2. Discussion

3. Summary

**11:45 - 13:30 Lunch Break**

**13:30 - 15:30 Session 3 Minutes**

Chair: Dr. HASE Yoshihiro, Japan

1. Wrap up of minutes
2. Adoption of minutes

**15:30 - 15:45 Closing Session**

Chair: Dr. Winda PUSPITASARI, Indonesia

1. Closing Remarks

Dr. TAMADA Masao, FNCA Advisor of Japan

## 2.2 放射線加工・高分子改質 (RPPM) プロジェクト国際会合

### 2.2.1 RPPM 議事録

## Minutes of FNCA 2022 Workshop on Radiation Processing and Polymer Modification Project

November 28<sup>th</sup> - December 2<sup>nd</sup> 2022

Takasaki, Japan and Online

#### 1) Outline of Workshop

<b>i) Date</b>	November 28 <sup>th</sup> - December 2 <sup>nd</sup> 2022
<b>ii) Venue</b>	Takasaki, Japan & Online (Zoom Web Meeting)
<b>iii) Host Organisation</b>	Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology of Japan (MEXT)
<b>iv) Cooperation</b>	Takasaki Advanced Radiation Research Institute (TARRI), National Institutes for Quantum Science and Technology (QST)
<b>iv) Participants</b>	Thirty-two (32) participants from 10 FNCA member countries: Bangladesh, China, Indonesia, Japan, Kazakhstan, Malaysia, Mongolia, The Philippines, Thailand and Vietnam ( <b>Annex 2</b> )
<b>v) Programme</b>	<b>Annex 1</b>

#### 2) Workshop Programme

The FNCA 2022 Workshop on Radiation Processing and Polymer Modification (RPPM) was held on November 28<sup>th</sup> – December 2<sup>nd</sup> 2022, in Takasaki Advanced Radiation Research Institute (TARRI), National Institutes for Quantum Science and Technology (QST), Japan and online. The workshop was hosted by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) of Japan, with the cooperation of TARRI, QST.

Thirty-two (32) representatives involved in radiation processing and polymer modification from 10 FNCA member countries attended the workshop, namely Bangladesh, China, Indonesia, Japan, Kazakhstan, Malaysia, Mongolia, The Philippines, Thailand and Vietnam. The programme of the workshop is attached in **Annex 1**. The list of participants is attached in **Annex 2**.

#### **Opening Session**

Mr. OBATA Ryoji, Deputy Director, International Nuclear and Fusion Energy Affairs Division, Research and Development Bureau, MEXT, and Dr. MAEKAWA Yasunari, Director General, TARRI, QST gave welcoming remarks, and Mr WADA Tomoaki, FNCA Coordinator of Japan expressed opening remarks.

Mr. WADA Tomoaki, FNCA Coordinator of Japan overviewed FNCA activities in 2021-2022. Then Dr. TAGUCHI Mitsumasa, FNCA RPPM Project Leader (PL) of Japan outlined FNCA RPPM Project and explained purpose of the workshop, as well as an introduction of TARRI.

### **Open Seminar**

Mr. OBATA Ryoji, introduced the international nuclear cooperation and contributions to Asian countries by MEXT. Dr. TAMADA Masao, FNCA Advisor of Japan overviewed activities on FNCA. Dr. NAGASAWA Naotsugu, QST introduced radiation processing of natural polymers and its applications in Japan. Prof. HASUNUMA Tomohisa, Kobe University discussed on the development of microalgae highly producing oil from CO<sub>2</sub>. Dr. Phiriyatorn SUWANMALA, Thailand Institute of Nuclear Technology (TINT) presented radiation processing of natural polymers for agricultural applications in Thailand and achievements of its activities. Lastly Dr. Charito T. ARANILLA, Philippine Nuclear Research Institute (PNRI) introduced radiation technology for agricultural solutions using kappa-carrageenan in the Philippines.

### **Session 1: Progress Report on Biofertilizer**

Eight (8) reports on the progress and future plan for biofertilizer research were presented.

The summary of each report is attached in **Annex 3**.

### **Session 2: Progress Report on Polymer Modification**

Ten (10) reports on the progress and future plan for radiation processing and polymer modification.

The summary of each report is attached in **Annex 3**.

### **Session 3 - 5: Discussion & Presentation on Achievements, Obstacles and Planning**

Following eight (8) groups conducted discussions according to subject, and group leaders presented on achievements, obstacles and planning as **Annex 4**.

#### **Group A:** 1. Degraded Chitosan for Animal Feed

(Dr. Sultana, Dr. Puspitasari, Dr. Kusaoke, Dr. Suwanmala and Prof. Nguyen)

#### **Group B:** 2. Hydrogel for Medical Application

(Dr. Aranilla and Dr. Taguchi)

#### **Group C:** 4. Synergistic Effect among Plant Growth Promoter (PGP), Super Water Absorbent (SWA) and Biofertilizer

(Dr. Fathoni, Prof. Tawaraya, Dr. Nagasawa, Ms. Mahmud, Ms. Otagonbayar, Ms. Anarna and Dr. Prongjunthuek)

#### **Group D:** 6. Mutation Breeding of Microbe Using Radiation

(Dr Sato, Dr. Phua, Dr. Radnaabazar and Dr. Tran)

#### **Group E:** 3. Environmental Remediation



(Dr. Sultana, Dr. Fathoni, Dr. Taguchi, Dr. Sato and Prof. Nguyen)

**Group F:** 5. PGP and SWA, inclusive Process development

(Dr. Nagasawa, Ms. Mahmud, Ms. Otagonbayar and Dr. Aranilla)

**Group G:** 7. Sterilization and Sanitization Using Radiation

(Dr. Phua, Dr. Radnaabazar, Ms. Anarna and Dr. Prongjunthuek)

**Group H:** 8. Recycle Plastic

(Dr. Puspitasari, Dr. Charito, Dr. Suwanmala and Dr. Tran)

### **Session 6: Future Plan and Discussion**

Participants conducted a discussion for the future plan on eight (8) subjects, followed by a presentation from Dr TAGUCHI. Discussion summary is in the **Annex 5**.

### **Session 7: Summary**

Minutes of the workshop were discussed and agreed by all in-person participants. It will be sent and reviewed by the online participants after workshop.

### **Session 8: Closing Session**

Dr TAGUCHI summarized the major activities and achievements of the workshop and gave closing remarks. He also introduced that next workshop will be held in the Philippines in 2023.

### **Technical Visit**

Participants visited radiation facilities of TARRI in the morning on December 2. They also visited NHVC, a private company of electron accelerators in the afternoon on December 2, and received explanation and observed related facilities.

## 2.2.2 RPPM 参加者リスト

### List of Participants

#### FNCA 2022 Workshop on Radiation Processing and Polymer Modification Project

November 28<sup>th</sup> - December 2<sup>nd</sup> 2022

Takasaki, Japan and Online

Country	Name	Position and Organization
Bangladesh	Dr. Salma Sultana (PL)	Chief Scientific Officer Bangladesh Atomic Energy Commission (BAEC)
China	Dr. Ma Hongjuan	Shanghai Applied Radiation Institute School of Environmental and Chemical Engineering Shanghai University
China	Prof. Zhang Ruifu	Professor, Institute of Agricultural Resources and Regional Planning Chinese Academy of Agricultural Sciences
Indonesia	Dr. Tita Puspitasari (PL)	Head of Research Center for Radioisotope, Radiopharmaceutical, and Biodosimetry Technology Research Organization for Nuclear Energy, National Research and Innovation Agency (BRIN)
Indonesia	Dr. Ahmad Fathoni	Head Research Center for Applied Microbiology Research Organization for Life Sciences and Environment National Research and Innovation Agency (BRIN)
Japan	Mr. Obata Ryoji	Deputy Director International Nuclear and Fusion Energy Affairs Division Research and Development Bureau Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)
Japan	Ms. Nakahara Risa	Administrative Researcher International Nuclear and Fusion Energy Affairs Division Research and Development Bureau Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)

Country	Name	Position and Organization
Japan	Dr. Wada Tomoaki	FNCA Coordinator of Japan, Chief Executive Director Kobe Science Museum
Japan	Dr. Tamada Masao	FNCA Advisor of Japan, QST Associate National Institutes for Quantum Science and Technology (QST)
Japan	Dr. Taguchi Mitsumasa	Leader Project "Biocompatible Materials Research" Department of Advanced Functional Materials Research Takasaki Advanced Radiation Research Institute (TARRI) National Institutes for Quantum Science and Technology (QST)
Japan	Prof. Okazaki Shin	Professor Department of International Environmental and Agricultural Science Graduate School of Agriculture Tokyo University of Agriculture and Technology
Japan	Dr. Kusaoke Hideo	Former Professor Fukui University of Technology
Japan	Dr. Sato Katsuya	Senior Principal Researcher Department of Radiation-Applied Biology Research Takasaki Advanced Radiation Research Institute National Institutes for Quantum Science and Technology (QST)
Japan	Prof. Tawaraya Keitaro	Professor Department of Food, Life, and Environmental Science Faculty of Agriculture Yamagata University
Japan	Dr. Nagasawa Naotsugu	Section Manager Irradiation Facilities Section Department of Administrative Services & Senior Principal Researcher

Country	Name	Position and Organization
		Department of Advanced Functional Materials Research Takasaki Advanced Radiation Research Institute National Institutes for Quantum Science and Technology (QST)
Japan	Prof. Hanawa Takehisa	Professor Department of Pharmacy Faculty of Pharmaceutical Sciences Tokyo University of Science
Japan	Dr. Hase Yoshihiro (PL of FNCA Mutation Breeding project)	Senior Principal Researcher National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology (QST)
Japan	Ms. Koike Aki (Secretariat)	Nuclear Safety Research Association (NSRA)
Japan	Ms. Che Jongah (Secretariat)	Nuclear Safety Research Association (NSRA)
Japan	Ms. Kaburaki Yuna (Secretariat)	Nuclear Safety Research Association (NSRA)
Kazakhstan	Mr. Nurkassimov Azat Kanatovich	Physicist-engineer JSC "Park of Nuclear Technologies"
Malaysia	Ms. Maznah Binti Mahmud	Research Officer Malaysian Nuclear Agency
Malaysia	Dr. Phua Choo Kwai Hoe	Research Officer Malaysian Nuclear Agency
Mongolia	Dr. Chinzorig Radnaabazar (PL)	Associate Professor National University of Mongolia

<b>Country</b>	<b>Name</b>	<b>Position and Organization</b>
Mongolia	Ms. Sunjidmaa Otgonbayar	Head of Soil Microbiology Laboratory Institute of Plant and Agricultural Sciences (IPAS)
The Philippines	Dr. Charito T. Aranilla	Senior Science Research Specialist/ Scientist 1 Philippine Nuclear Research Institute Department of Science and Technology
The Philippines	Ms. Julieta A. Anarna	University Researcher III National Institute of Molecular Biology and Biotechnology University of the Philippines Los Banos
Thailand	Dr. Phiriyatorn Suwanmala (PL)	Deputy Executive Director Thailand Institute of Nuclear Technology (Public Organization)
Thailand	Dr. Kunlayakorn Prongjunthuek	Agricultural Research Officer Senior Professional Level Department of Agriculture
Viet Nam	Dr. Nguyen Ngoc Duy (PL)	Head of the Research and Development Division Research and Development Center for Radiation Technology Vietnam Atomic Energy Institute
Viet Nam	Dr. Tran Minh Quynh	Senior researcher Hanoi Irradiation Center Vietnam Atomic Energy Institute

## 2.2.3 RPPM プログラム

### Programme for FNCA 2022 Workshop on Radiation Processing and Polymer Modification

November 28<sup>th</sup> - December 2<sup>nd</sup> 2022

Takasaki, Japan and Online

#### November 28<sup>th</sup> (Mon), 2022 (Day 1<sup>st</sup>)

##### 13:00 - 14:00 Opening Session

Chair: Dr. TAGUCHI Mitsumasa, QST, Japan

##### 1. Welcoming Remarks

1) Mr. OBATA Ryoji, Deputy Director, International Nuclear and Fusion Energy Affairs  
Division, Research and Development Bureau, MEXT

2) Dr. MAEKAWA Yasunari, Director General, TARRI, QST

##### 2. Opening Remarks

Mr. WADA Tomoaki, FNCA Coordinator of Japan

##### 3. Overview Lectures (15min. including Q&A)

1) Overview and progress of FNCA activities in 2021-2022

Mr. WADA Tomoaki, FNCA Coordinator of Japan

2) Outline of FNCA RPPM Project and purpose of the workshop, and introduction of  
TARRI

Dr. TAGUCHI Mitsumasa, FNCA RPPM Project Leader (PL) of Japan

##### 4. Introduction of Participants

##### 5. Confirmation of Agenda

##### 14:00 - 14:30 Group Photo and Break (Preparation for Open Seminar)

##### 14:00 - 16:55 Open Seminar on “Radiation Technology for Sustainable Development in Asia - Success Story and Future Challenge -” (ONLINE-WEBEX)

Moderator : Dr. TAGUCHI Mitsumasa, QST, Japan

Chair: Dr. SEKO Noriaki, QST, Japan

(Presentation 20 min + Q&A 5 min)

14:00 - 14:30 Registration

14:30 - 14:35 Opening

14:35 - 15:00 1. International Nuclear Cooperation and Contribution for Asian Countries

Mr. OBATA Ryoji, Deputy Director, International Nuclear and Fusion Energy Affairs  
Division, Research and Development Bureau, MEXT

15:00 - 15:10 2. Activities on Forum for Nuclear Cooperation in Asia (FNCA)

Dr. TAMADA Masao, FNCA Advisor of Japan, QST Associate

15:10 - 15:35 3. Efforts, success stories and challenges of Japan (1)

- Radiation Processing of Natural Polymers and Its Applications -  
Dr. NAGASAWA Naotsugu, QST, Japan
- 15:35 - 16:00 4. Efforts, success stories and challenges of Japan (2)  
- Development of Microalgae Highly Producing Oil from CO<sub>2</sub> -  
Prof. HASUNUMA Tomohisa, Kobe University, Japan
- 16:00 - 16:25 5. Efforts, success stories and challenges of FNCA member country (1)  
- Radiation Processing of Natural Polymers for Agricultural Applications in Thailand -  
Dr. Phiriyatorn SUWANMALA, Deputy Executive Director, Thailand Institute of  
Nuclear Technology (Public Organization)
- 16:25 - 16:50 6. Efforts, success stories and challenges of FNCA member country (2)  
- Radiation Technology Turns the Philippines' kappa-Carrageenan into an Agricultural  
Solution -  
Dr. Charito T. ARANILLA, Senior Science Research Specialist/ Scientist 1  
Philippine Nuclear Research Institute, the Philippines
- 16:50 - 16:55 Closing

**November 29<sup>th</sup> (Tue), 2022 (Day 2<sup>nd</sup>)**

**09:00 - 10:30 Session 1 Progress Report on Biofertilizer (ONLINE-ZOOM)**

(Presentation: 20min, Q&A: 10min)

Chair: Dr. Salma SULTANA, Bangladesh

1. Prof ZHANG Ruifu, China
2. Dr. Ahmad FATHONI, Indonesia
3. Prof. OKAZAKI Shin, Japan

**10:30 - 10:50 Coffee Break**

**10:50 - 11:50 Cont. of Session 1 (ONLINE-ZOOM)**

Chair: Dr. MA Hongjuan, China

4. Dr. PHUA CHOO Kwai Hoe, Malaysia
5. Ms. Sunjidmaa OTGONBAYAR, Mongolia

**11:50 - 13:20 Lunch Break**

**13:20 - 14:50 Cont. of Session 1 (ONLINE-ZOOM)**

Chair: Dr. Tita PUSPITASARI, Indonesia

6. Ms. Julieta A. ANARNA, The Philippines
7. Dr. Kunlayakorn PRONGJUNTHUEK, Thailand
8. Dr. TRAN Minh Quynh, Vietnam

**14:50 - 15:10 Coffee Break**

**15:10 - 16:40 Session 2 Progress Report on Polymer Modification (ONLINE-ZOOM)**

Chair: Prof. TAWARAYA Keitaro, Japan

1. Dr. Salma SULTANA, Bangladesh

2. Dr. MA Hongjuan, China
3. Dr. Tita PUSPITASARI, Indonesia

**November 30<sup>th</sup> (Wed), 2022 (Day 3<sup>rd</sup>)**

**09:00 - 10:30 Cont. of Session 2 (ONLINE-ZOOM)**

Chair: Dr. PHUA CHOO Kwai Hoe, Malaysia

4. Dr. TAGUCHI Mitsumasa, Japan
5. Mr. Nurkassimov Azat KANATOVICH, Kazakhstan
6. Ms. Maznah Binti MAHMUD, Malaysia

**10:30 - 10:50 Coffee Break**

**10:50 - 11:50 Cont. of Session 2 (ONLINE-ZOOM)**

Chair: Ms. Sunjidmaa OTGONBAYAR, Mongolia

7. Dr. Chinzorig RADNAABAZAR, Mongolia
8. Dr. Charito T. ARANILLA, The Philippines

**11:50 - 13:20 Lunch Break**

**13:20 - 14:20 Cont. of Session 2 (ONLINE-ZOOM)**

Chair: Ms. Julieta A. ANARNA, The Philippines

9. Dr. Phiriyatorn SUWANMALA, Thailand
10. Prof. NGUYEN Ngoc Duy, Vietnam

**14:20 - 14:40 Session 3 Discussion on Achievements, Obstacles and Planning (I)**

Chair: Dr. NAGASAWA Naotsugu, QST, Japan

1. Instruction for Group Discussion  
Dr. TAGUCHI Mitsumasa, QST, Japan

**14:40 - 15:00 Coffee Break**

**15:00 - 16:30 Cont. of Session 3**

Chair: Dr. NAGASAWA Naotsugu, QST, Japan

2. Group Discussion (Part I)
  - Group A: 1. Degraded Chitosan for Animal Feed  
(Dr. Sultana, Dr. Puspitasari, Dr. Kusaoke, Dr. Suwanmala and Prof. Nguyen)
  - Group B: 2. Hydrogel for Medical Application  
(Dr. Aranilla and Dr. Taguchi)
  - Group C: 4. Synergistic Effect among Plant Growth Promoter (PGP), Super Water Absorbent (SWA) and Biofertilizer  
(Dr. Fathoni, Prof. Tawaraya, Dr. Nagasawa, Ms. Mahmud, Ms. Otagonbayar, Ms. Anarna and Dr. Prongjunthuek)
  - Group D: 6. Mutation Breeding of Microbe Using Radiation  
(Dr Sato, Dr. Phua, Dr. Radnaabazar and Dr. Tran)

**December 1<sup>st</sup> (Thu), 2022 (Day 4<sup>th</sup>)**



**09:00 - 10:00 Cont. of Session 3**

Chair: Dr. NAGASAWA Naotsugu, QST, Japan

3. Summary of Group Discussion (Part I) (Preparation for Presentation)

**10:00 - 10:20 Coffee Break**

**10:20 - 11:50 Session 4 Discussion on Achievements, Obstacles and Planning (II)**

Chair: Dr. SATO Katsuya, QST, Japan

1. Group Discussion (Part II)

Group E: 3. Environmental Remediation

(Dr. Sultana, Dr. Fathoni, Dr. Taguchi, Dr. Sato and Prof. Nguyen)

Group F: 5. PGP and SWA, inclusive Process development

(Dr. Nagasawa, Ms. Mahmud, Ms. Otogonbayar and Dr. Aranilla)

Group G: 7. Sterilization and Sanitization Using Radiation

(Dr. Phua, Dr. Radnaabazar, Ms. Anarna and Dr. Prongjunthuek)

Group H: 8. Recycle Plastic

(Dr. Puspitasari, Dr. Aranilla, Dr. Suwanmala and Dr. Tran)

**11:50 - 13:20 Lunch Break**

**13:20 - 14:20 Cont. of Session 4**

Chair: Dr. SATO Katsuya, QST, Japan

2. Summary of Group Discussion (Part II) (Preparation for Presentation)

**14:20 - 15:20 Session 5 Presentation on Achievements, Obstacles and Planning**

Chair: Dr. SATO Katsuya, QST, Japan

(Presentations from Group Leaders : 10 min)

1. Group A: Dr. Sultana, Bangladesh
2. Group B: Dr. Aranilla, The Philippines
3. Group C: Ms. Anarna, The Philippines
4. Group D: Dr. Radnaabazar, Mongolia
5. Group E: Prof. Nguyen, Vietnam
6. Group F: Ms. Mahmud, Malaysia
7. Group G: Dr. Prongjunthuek, Thailand
8. Group H: Dr. Puspitasari, Indonesia

**15:20 - 15:50 Coffee Break**

**15:50 - 17:10 Session 6 Future Plan and Discussion**

Chair: Dr. Kunlayakorn PRONGJUNTHUEK, Thailand

1. Presentation from Dr. TAGUCHI Mitsumasa
2. Discussion
3. Summary

**December 2<sup>nd</sup> (Fri), 2022 (Day 5<sup>th</sup>)**

**09:00 - 10:20    Session 7    Summary**

Chair: Dr. TRAN Minh Quynh, Vietnam

1. Wrap-up of Meeting Summary
2. Adoption of Meeting Summary

**10:20 - 10:30    Session 8    Closing**

Chair: Dr. Ahmad FATHONI, Indonesia

**1. Closing Remarks**

Dr. TAGUCHI Mitsumasa, QST, Japan

**10:30 - 12:00    Technical Visit to TARRI**

**12:00 - 13:00    Lunch Break**

**13:00 - 15:30    Technical Visit to NHV Corporation**

## 2.3 食品産地偽装防止(CFF)プロジェクト国際会合

### 2.3.1 CFF 議事録

#### **Minutes of FNCA 2022 Workshop on Combating Food Fraud using Nuclear Technology Project**

December 19<sup>th</sup>, 2022

Online

FNCA Coordinators Meeting in June 2022, agreed to launch a new four-year project titled “Combating Food Fraud using Nuclear Technology” from JFY 2022. The first online project meeting was held on 19 December 2022.

This ANSTO led project aims to establish a food provenance technology platform using affordable nuclear technology among FNCA member countries to mitigate the incidents of fraud in the supply chain. A total of six FNCA member countries attended the meeting, facilitated by Dr. Debashish Mazumder. The meeting was chaired by Mr. Alan Brindell, Director, International Cooperative Program, ANSTO and Mrs. Patricia Gadd, Water Research Manager, ANSTO.

FNCA is a Japan-led cooperation framework for peaceful use of nuclear technology in Asia. Mr. Tomoaki Wada, FNCA coordinator of Japan presented the significance of this ANSTO led project which was approved by the 22<sup>nd</sup> FNCA coordinators meeting. This project in collaboration with FNCA member countries, aims to develop a regional fingerprint database for mitigating fraudulent activities in the supply chain and supporting business, trade among FNCA member countries.

Project Leader Dr. Debashish Mazumder introduced the “Combating food fraud using nuclear technology” project to FNCA participants, outlining the milestones and workplan for the next 4 years.



It was suggested that the project should have one common seafood and an agriculture crop to start for the development of fingerprint database. The following table includes potential food items that might be of interest by the FNCA member countries. Food items included in the table were based on previous survey and information provided by your countries.

Country	Survey Results	Desired Produce for Project	
		Agriculture	Aquaculture
Australia			Barramundi
Bangladesh	Shrimp Hilsha Fish (Hilsha ilisha) Mango, Spice powder Tea, Rice, Honey		
China	Not taking part in this project		
Indonesia	Rice, White Pepper Honey, Durian Fruit		
Japan	Participating as an observer		
Kazakhstan	Cereals, honey, vegetable oil alcohol-containing products		
Korea			
Malaysia	aquiculture products Shrimp/prawn Fish (sea bass + grouper)		
Mongolia			
The Philippines	Mangoes, Coffee Cacao, Honey, Halal Organic Food		
Thailand	Coconut juice, Coffee Bean Sea Bass		
Vietnam	Shrimp Pangasius hypophthalmus Pangasius bocourti, tuna Coffee, Rice Cashews, Mango Dragon Fruit, Watermelon Litchi longan (dragon eye fruit)		

### 2.3.2 CFF 参加者リスト

**List of Participants**  
**FNCA 2022 Workshop on Combating Food Fraud**  
**using Nuclear Technology Project**

December 19<sup>th</sup>, 2022

Online

Country	Name	Organisation
Australia	Debashish Mazumder	Australian Nuclear Science and Technology Organisation (ANSTO)
Australia	Alan Brindell	Australian Nuclear Science and Technology Organisation (ANSTO)
Australia	Patricia Gadd	Australian Nuclear Science and Technology Organisation (ANSTO)
Australia	Jennifer van Holst	Australian Nuclear Science and Technology Organisation (ANSTO)
Australia	Ashley Hill	Australian Nuclear Science and Technology Organisation (ANSTO)
Australia	Pippa Ainley	Australian Nuclear Science and Technology Organisation (ANSTO)
Japan	Tomoaki Wada	FNCA Coordinator of Japan
Japan	Masao Tamada	FNCA Advisor of Japan
Japan	Ryoji Obata	Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)
Japan	Risa Nakahara	Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)
Japan	CHE Jongah	Nuclear Safety Research Association (NSRA)
Indonesia	Totti Tjiptosumirat	National Research and Innovation Agency (BRIN)
Indonesia	Rindy Panca Tanhindarto	National Research and Innovation Agency (BRIN)
Indonesia	Henny Widyastuti	National Research and Innovation Agency (BRIN)
The Philippines	Angel T. Bautista VII	Philippine Nuclear Research Institute (PNRI)
Thailand	Chakrit Saengkorakot	Thailand Institute of Nuclear Technology, Thailand (TINT)
Thailand	Sasiphan Khaweerat	Thailand Institute of Nuclear Technology, Thailand (TINT)
Vietnam	Vo Thi Anh	Vietnam Atomic Energy Institute (VINATOM)

### 2.3.3 CFF プログラム

## Program of FNCA 2021 Workshop on Combating Food Fraud using Nuclear Technology Project

December 19<sup>th</sup>, 2022

Online

#### 13:00-13:30 **Session 1: Opening session**

Chair: Mr. Alan Brindell, Australia

1. Opening and welcome remarks: Mr. Alan Brindell, Australia
2. ANSTO's perspectives on food provenance research collaboration with FNCA countries:  
Ms. Patricia Gadd, Australia
3. Self-introduction of participants
4. Confirmation of Agenda: Mr. Alan Brindell, Australia

#### 13:30-14:10 **Session 2: FNCA project activities and introduction of food project**

Chair: Ms. Patricia Gadd, Australia

1. FNCA project activities and the 22nd Coordinators Meeting (10min):  
Mr. WADA Tomoaki, FNCA Coordinator of Japan
2. Introduction of Combating food fraud using nuclear technology project (30 min):  
Dr. Debashish Mazumder, Project Leader, NST-Environment, ANSTO, Australia

#### 14:10-15:30 **Session 3: Discussion on project implementation**

Dr. Debashish Mazumder and all participants

Chair: Mr. Alan Brindell, Australia

1. Workplan and milestones
2. Establishment of national team and selection of collaborators by participating countries  
(research organizations, academic institutes, Governments etc.)
3. Selection of food items for analysis and database development
4. Identify Knowledge gaps and establishment of analytical frameworks
5. Closing remarks: Mr. Alan Brindell, Australia

## 2.4 放射線治療(RO)プロジェクト国際会合

### 2.4.1 RO 議事録

#### **Minutes of FNCA FY2022 Workshop on Radiation Oncology Project**

**September 29 - October 2, 2022, Ulaanbaatar, Mongolia**

(1) Following the agreement at the 22nd Forum for Nuclear Cooperation in Asia (FNCA) Coordinators Meeting, the FNCA FY2022 Workshop on Radiation Oncology was held from 29th September to 2nd October 2022, in Ulaanbaatar, Mongolia. The meeting was co-organized by the National Cancer Center of Mongolia (NCCM), the Nuclear Energy Commission of Mongolia (NEC) and the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology of Japan (MEXT). Representatives from 11 FNCA member countries, namely Bangladesh, China, Indonesia, Japan, Kazakhstan, Korea, Malaysia, Mongolia, Philippines, Thailand and Vietnam participated in the workshop.

#### **Opening Ceremony**

(2) Dr. Uranchimeg Tsegmed, Chief Operating Officer/Radiation Oncologist of Department of Radiation Oncology, National Cancer Centre of Mongolia (NCCM) moderated the session.

Dr. Erdenekhuu Nansalma, General Director of NCCM welcomed the participants with his address.

Ms. Munkhtuya Baasanjav, Head of Foreign Affairs Division of Nuclear Energy Commission (NEC) gave participants a welcome address.

Dr. Navchaa Gombodorj, Director of Division of Referral and Primary Healthcare Services, Department of Medical Service Coordination, Ministry of Health deliver a welcome address.

Dr. TAMADA Masao, FNCA Advisor of Japan gave his opening remarks.

Prof. KATO Shingo, the Project Leader of Radiation Oncology Project gave his remarks.

(3) Introduction of individual participants followed.

(4) The agenda was adopted and chairpersons and rapporteurs were selected.

#### **Session 1: Prospective Observational Study of 3D-Image Guided Brachytherapy for Locally Advanced Cervical Cancer (CERVIX-V)**

(5) Dr. OKONOGI Noriyuki, a chief physician, Clinical Research Group of Pelvic tumor, Department of Charged Particle Therapy Research, Institute for Quantum Medical Science, Quantum Life and Medical Science Directorate, National Institutes for Quantum Science and Technology (QST), presented the summary of analyzed clinical data of Cervix-V.

The number of target cases enrolled is 100 cases. From May 2017 to September 2022, 89 patients were enrolled in Cervix-V. Out of these, 81 patients were eligible. Case enrollment from member countries is Bangladesh (2), China (10), Indonesia (9), Japan (12), Kazakhstan (6), Korea (0), Mongolia (4), Malaysia (11), the Philippines (8), Thailand (27) and Vietnam (0). The deadline for patient enrollment is November 2023.

As per the preliminary analysis of Cervix-V, 73 patients whose follow-up periods exceeded 6 months were analyzed. The remaining eight patients had a follow-up period of shorter than 6 months. All patients were treated with 3D-IGBT. Among them, 26 patients were treated with the interstitial technique. Compared to the reference doses, 93% of cases satisfied those doses.

Regarding toxicities, grade 3 acute hematological toxicity was observed in 18 (25%) patients, and grade 3 acute non-hematological toxicity was observed in 2 (3%) patients. No grade 4 or severe acute toxicity was observed. No grade 3 or severe late toxicity was observed to date.

With a median follow-up time of 27 months, the 2-year, locoregional control (LC), progression-free survival (PFS), and overall survival (OS) were 91%, 75%, and 87%, respectively. Locoregional recurrence occurred in 12 cases; 5 were in regional lymph node recurrence, and 7 cases were local recurrence.

An open discussion on CERVIX-V followed.

-Prof. KATO Shingo made comments on the progression of the Cervix-V study. He also made comments regarding the pattern of local failure.

- Dr. AFM Kamal Uddin (Department of Radiation Oncology, National Institute of Ear, Nose & Throat (ENT)) made comments and suggested adding a new cancer center (Labaid Cancer Hospital and Super Specialty Center) from Bangladesh. The protocol of Cervix-V has already been approved by the IRB of that mentioned hospital.

- A discussion was done about the follow-up of the Cervix-V patients regarding the frequency of clinical follow-up and imaging modalities during follow-up. Dr. OKONOGI answered that the follow-up frequency and modalities should be according to the institutional protocol, but more frequent follow-up would be ideal.

## **Session 2: Phase II Study of Neoadjuvant Chemotherapy with Concurrent Chemoradiotherapy (CCRT) for Nasopharyngeal Carcinoma (NPC-III)**

(6) Dr. MAKISHIMA Hirokazu, Professor (Assistant), Department of Radiation Oncology, Faculty of Medicine, University of Tsukuba presented the summary of analyzed clinical data of NPC-III.



120 patients have been registered in this protocol. The number of patients by county is Bangladesh (1), China (9), Indonesia (12), Japan (0), Kazakhstan (0), Korea (0), Malaysia (31), Mongolia (0), Philippines (7) Thailand (0) and Vietnam (60).

The primary endpoint of this clinical trial is set to 3-year OS.

Patient enrollment was completed in 2019. Total number of patients enrolled in NPC-III is 120. All enrolled cases have now reached primary endpoint evaluation period. Comparing NPC-III with NPC-I, it showed worse local control but comparable OS. Some data is missing for final analysis.

An open discussion on the clinical data of NPC-III followed.

- Prof. OHNO Tatsuya (Professor and Chairperson Department of Radiation Oncology, Gunma University Graduate School of Medicine) asked the reasons behind the higher local failure rate compared to NPC-I trial. While multiple reasons may contribute to this, it was agreed that in-depth investigation required be done when all of the data has been submitted and ready for analysis.
- Prof. OHNO also asked how to collect data that are yet to be submitted and how to confirm data that are still in question. Online video conferencing was suggested as an effective and efficient method for this.

#### **Session 3-4: Phase II Study of Hypofractionated Radiotherapy for Breast Cancer (Postmastectomy Radiation Therapy (PMRT) & (Whole Breast Irradiation (WBI) /BREAST-I)**

(7) Prof. KARASAWA Kumiko, Professor and Chair, Division of Radiation Oncology, Department of Radiology, School of Medicine, Tokyo Women's Medical University presented the summary of analyzed clinical data of PMRT / BREAST-I. The summary is as follows.

From February 2013 to October 2019, 222 cases were registered. The number of patients registered from Bangladesh ( 84 ), China ( 13 ), Indonesia ( 0 ), Japan ( 15 ), Kazakhstan ( 20 ), Korea ( 0 ), Malaysia ( 0 ), Mongolia ( 26 ), Philippines ( 18 ), Thailand ( 0 ) and Vietnam ( 46 ). All but one completed the protocol treatment and was analyzed. The acute adverse effects of skin G1 (62%), G2 (10%), G3 (5%); subcutaneous tissue G1 (16%), G2 (2%); lung G1 (6%); heart G1 (9%). The Follow up period is 1 to 114 months with a median of 64 months. The late adverse effects of skin G1 (42%), G2 (1%); subcutaneous tissue G1 (16%), G2 (2%); breast G1 (5%); lung G1 (6%); heart G1 (2%). There were 6 loco-regional recurrence, 30 distant metastases, 17 breast cancer deaths and 9 intercurrent deaths. The five-year loco-regional control, progression free survival and overall survival rates are 96.3%, 78.0% and 90.1%, respectively.

(8) Next, Prof. KARASAWA presented the summary of the analyzed clinical data of WBI / BREAST-I followed. The summary is as follows.

From February 2013 to October 2018, 227 cases were registered. The registered numbers were Bangladesh ( 31 ), China ( 6 ), Indonesia ( 16 ), Japan ( 134 ), Kazakhstan ( 14 ), Korea ( 9 ), Malaysia ( 0 ), Mongolia ( 3 ), Philippines ( 0 ), Thailand ( 14 ) and Vietnam ( 0 ). All patients with 228 tumors completed the protocol treatment and was analyzed. The acute adverse effects of skin G1 (80%), G2 (11%), G3 (2%); subcutaneous tissue G1 (11%); lung G1 (1%). The Follow up period is 6 to 113 months with a median of 65 months. The late adverse effects of skin G1 (21%), G2 (1%); subcutaneous tissue G1 (10%); breast G1 (9%); lung G1 (2%).The cosmetic outcome were excellent (147), good (75) , fair (3) and poor (3) in patients with more than 3 years follow-up.

One loco-regional recurrence, 6 distant metastases, 3 breast cancer death and 9 intercurrent death have been observed. The 5-year LC, PFS survival and OS are 99.6%, 95.1% and 96.0%, respectively.

### **Session 5: New Clinical Trials**

#### **-Palliative Radiotherapy for Bone Metastasis**

(9) Dr. MAKISHIMA Hirokazu proposed an outline of 2 survey studies regarding palliative radiotherapy for bone metastasis.

The aim of the 2 surveys is to understand the current practice of RT for painful bone metastasis and the reason behind it. First survey will be targeting FNCA member facilities, attempting to understand the actual current practice within these facilities, by asking criteria for each well-known dose/fractionation and confirming the percentage used based on actual treatment records. Second survey will be targeting radiotherapy facilities within FNCA member countries in attempt to understand the basic mindset of radiation oncologists within these countries, by asking preferred dose/fractionation and the reasoning behind it based on a model clinical case.

An open discussion on the concept followed.

- Prof. OHNO suggested the need of confirming the reasons why 8 Gy/1 Fr regimen will not be used with short life expectancy cases.

All the members agreed on the proposal and the detailed questionnaire will be sent to all members by Dr. MAKISHIMA.

#### **-Palliative Radiotherapy for Brain Metastasis**

(10) Dr. Kullathorn Thephamongkhol, Lecturer, Division of Radiation Oncology, Department of Radiology, Faculty of Medicine, Siriraj Hospital, Mahidol University proposed a clinical study on a prediction model for added value of whole brain radiotherapy in multiple brain metastasis from non-small cell lung cancer.

He explained the background of the study, study design, eligibility criteria, various predictors, endpoint, sample size, and statistical analysis. Data availability, especially availability of biomarker status,

required sample size, and other prediction models used in the FNCA institutions were discussed. Finally, this study was accepted as the next FNCA study (Brain-I). Based on the discussion, Dr. Kullathorn Thephamongkhol will write the full protocol. This retrospective study will be initiated next year after getting approval from the institutional review board (IRB). National Institutes for Quantum Science and Technology (QST) will work as the data center of the study.

#### **Session 6-1: QA/QC for Brachytherapy**

(11) A dose audit for 3D-IGBT was conducted at the NCCM by the following members; Mr. Bambang Haris Suhartono, Dr. KIM Kum Bae, Mr. Muzzamer Bin Mohammad Zahid, Mr. Pitchayut Nakkrasae, Dr. FUKUDA, Shigekazu, Mr. NAKAJI Taku, Dr. MIZUNO Hideyuki, Mrs. Enkhtsetseg Vanchinbazar and medical physicists from NCCM. Dose audit comprised of source strength, applicator offset and source position confirmation. While end-to-end test of 3D-IGBT was scheduled, due to technical issues regarding CT simulator, this was not possible and was postponed to the next available opportunity.

#### **Session 6-2: Open Lecture**

(12) The Open Lecture was held at the NCCM in parallel with the dose audit.

(13) Dr. Uranchimeg Tsegmed moderated the session and Dr. Minjmaa Minjee, Head of Department of Radiation Oncology of NCCM welcomed the audience with her opening remarks.

(14) Dr. TAMADA Masao gave a lecture about the FNCA. He introduced its overview and spoke about the on-going 7 projects' activities and achievements.

(15) Dr. Navchaa Gombodorj, Ministry of Health of Mongolia (MOH) delivered a speech on Policies implemented by the Ministry of Health aimed at the development of Oncology and Radiation Oncology.

(16) Prof. KATO Shingo delivered a lecture on Chemoradiotherapy for cervical cancer

(17) Prof. KARASAWA Kumiko delivered a lecture on Radiotherapy for breast cancer.

(18) Dr. JANG Wonil, Chief, Department of Radiation Oncology, Korea Institute of Radiological & Medical Sciences (KIRAMS) gave a lecture on Radiotherapy for hepatocellular carcinoma.

(19) Dr. Uranchimeg Tsegmed spoke on Development of LINAC-based new technologies in Mongolia.

(20) Dr. Erdenetuya Yadamsuren, Radiation Oncologist of Department of Radiation Oncology, NCCM introduced the 3D-IGBT for locally advanced cervical cancer in Mongolia.

(21) Dr. Kullathorn Thephamongkhol spoke on Palliative Radiotherapy.

(22) Dr. WAKATSUKI Masaru, Director of Department of Radiation Medicine, QST Hospital, Quantum Life and Medical Science Directorate, QST delivered a lecture on particle beam therapy.

(23) Lastly, Prof. KATO Shingo made comments on the lectures and gave the audience the closing remarks.

#### **Session 7: Technical Visit to Department of Radiation Oncology (DRO) of NCCM**

(24) Overview of NCCM was introduced to the WS participants by Dr. Uranchimeg Tsegmed.

Overview of the Department of Radiation Oncology (DRO) of NCCM was introduced by Dr Minjmaa Minjgee.

WS Participants visited the sites of radiation oncology of NCCM.

#### **Session 8: Report on Dose Audit (QA/QC for Brachytherapy)**

(25) Mr. NAKAJI Taku, Technical Staff of Radiation Quality Control Section, QST Hospital, Quantum Medical Science Directorate, QST reported on the dose audit for brachytherapy conducted in NCCM Hospital on the previous day. QC test for applicator offset and source strength have been checked meeting required tolerances. However, end to end test for 3D-IGBT was not possible for NCCM hospital in this time due to technical issues.

Discussion on QA/QC for brachytherapy followed.

Dr MIZUNO proposed to have on-site audits by the end of March 2023.

#### **Session 9-1: Hands on Training regarding 3D-IGBT**

(26) Hands on training regarding 3D-IGBT was conducted at NCCM. The training was led by Dr. MURATA Kazutoshi (Chief Physician, Radiation Oncology Section, Department of Diagnostic Radiology and Radiation Oncology, QST Hospital, Quantum Life and Medical Science Directorate, QST) with several radiation oncologists and medical physicists from Japan, Thailand and Mongolia.

Dr. MURATA gave a lecture to NCCM staffs and FNCA members regarding 3D-IGBT, and a hands-on training with 2 demonstrative cases was conducted followed by an applicator insertion training using a phantom.

#### **Session 9-2: QA/QC for External Beam Therapy**

(27) The dose audits for External Beam Therapy were conducted at the NCCM in parallel with the hands-on training. They were the external dosimetry audit using ionizing chamber and the intercomparison of the reference dose using radiophotoluminescent glass dosimeter (RGD).

These audits were by medical physicists from Japan, Mongolia, Korea and Indonesia.

### **Session 10: Report on Dose Audit (External Beam Therapy)**

(28) Dr. FUKUDA Shigekazu, Section Manager of Radiation Quality Control Section, QST Hospital, Quantum Medical Science Directorate, QST reported on the dose audits conducted on the previous day. The external dosimetry audit resulted in the difference between the described dose and measured dose were -1.2% and 0.29% for 6MV and 10MV beams, respectively, which were within the required tolerances. It was also mentioned that the RGD dosimetry audit results would be reported in one month after reading the integrated dose of RGD in Japan.

### **Session 11: Future plans**

(29) The participants reviewed the WS sessions for the last 4 days and discussed the future-plan of the project.

- Final report on NPC-III will be done when all data has been submitted to the data center and confirmed. Dr. MAKISHIMA Hirokazu will be leading the report which is to be submitted to a peer-reviewed international scientific journal.
- IAEA collaboration with IAEA/RCA RAS 6/098 was encouraged.
- It was agreed that the next workshop is to be held in Japan at Saitama Medical University and QST.

### **Session 12: Drafting Workshop Minutes**

(30) The WS participants reviewed workshop discussion.

The draft of the minutes was submitted by rapporteurs, discussed and amended. The draft of the minutes will be circulated after the workshop and finalized.

(31) Prof. KATO Shingo summarized the WS. He also expressed his appreciation to Mongolia and the WS participants.

The workshop was closed with his closing remarks.

## 2.4.2 RO 参加者リスト

### List of Participants FNCA 2022 Workshop on Radiation Oncology Project

September 29 - October 2, 2022, Ulaanbaatar, Mongolia

Country	Name	Affiliation
Bangladesh (PL)	Dr A.F.M. Kamal Uddin	Associate Professor, Radiation Oncology National Institute of ENT
Bangladesh	Dr Parvin Akhter Banu <b>**Online</b>	Senior Consultant Clinical Oncology Department Labeid Cancer Hospital and Super Specialty Center
Bangladesh	Dr Sharif Ahmed	Associate Consultant Clinical Oncology, Departmental Coordinator United Hospital Limited
China	Dr Xu Xiaoting <b>**Online</b>	Vice-Director of the Department of Radiation Oncology The First Affiliated Hospital of Soochow University
Indonesia (PL)	Dr Henry Kodrat <b>**Online</b>	Development Coordinator Department of Radiation Oncology, Faculty of Medicine, Universitas Indonesia- Cipto Mangunkusumo Hospital
Indonesia	Mr Bambang Haris Suhartono	Medical Physicist of Radiotherapy Department Dr. Soetomo General Academic Hospital
Japan (Coordinator)	Mr Wada Tomoaki <b>**Online</b>	FNCA Coordinator of Japan
Japan (Advisor)	Dr. Tamada Masao	FNCA Advisor of Japan
Japan (PL)	Prof Kato Shingo	Professor Department of Radiation Oncology International Medical Center Saitama Medical University
Japan	Dr Nakano Takashi <b>**Online</b>	Managing Director Quantum Medical Science Directorate National Institute of Radiological Sciences(NIRS) National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology(QST)

Country	Name	Affiliation
Japan	Prof Karasawa Kumiko	Professor and Chair Division of Radiation Oncology Department of Radiology School of Medicine Tokyo Women's Medical University
Japan	Prof Ohno Tatsuya <b>**Online</b>	Professor and Chairperson Department of Radiation Oncology, Gunma university Graduate School of Medicine
Japan	Dr Wakatsuki Masaru	Director of Department of Radiation Medicine QST Hospital, Quantum Life and Medical Science Directorate, National Institutes for Quantum Science and Technology (QST)
Japan	Dr Mizuno Mizuno	Senior Principal Researcher Quality Control Section, QST Hospital, Quantum Life and Medical Science Directorate, National Institutes for Quantum Science and Technology (QST)
Japan	Dr Noriyuki Okonogi <b>**Online</b>	Chief Physician Clinical Research Group of Pelvic tumor, Department of Charged Particle Therapy Research, Institute for Quantum Medical Science, Quantum Life and Medical Science Directorate, National Institutes for Quantum Science and Technology (QST)
Japan	Dr Makishima Hirokazu	Professor (Assistant) Department of Radiation Oncology, Faculty of Medicine, University of Tsukuba
Japan	Dr Murata Kazutoshi	Chief Physician, Radiation Oncology Section, Department of Diagnostic Radiology and Radiation Oncology, QST Hospital, Quantum Life and Medical Science Directorate, National Institutes for Quantum Science and Technology (QST)

Country	Name	Affiliation
Japan	Dr Fukuda Shigekazu	Section Manager Radiation Quality Control Section, QST Hospital Quantum Medical Science Directorate National Institutes for Quantum Science and Technology (QST)
Japan	Mr Nakaji Taku	Technical Staff Radiation Quality Control Section, QST Hospital Quantum Life and Medical Science Directorate, National Institutes for Quantum Science and Technology (QST)
Japan (MEXT)	Mr. Kumagae Koichi <b>**Online</b>	Researcher International Nuclear and Fusion Energy Affairs Division Research and Development Bureau Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)
Japan (MEXT)	Ms. Nakahara Risa <b>**Online</b>	Administrative Researcher International Nuclear and Fusion Energy Affairs Division Research and Development Bureau Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)
Japan (Secretariat)	Ms Yamada Ai	Nuclear Safety Research Association (NSRA)
Kazakhstan (PL)	Prof.Tasbolat Adylkhanov	Consulting Professor Head of the Department of Professional and Teaching Staff, National Research Oncology Center, Nur-Sultan City, Kazakhstan
Kazakhstan	Dr. Yevgeniya Kossymbayeva	Assistant of Clinical and Nuclear Medicine Department Semey Medical University
Korea (PL)	Dr. JANG Wonil	Chief, Department of Radiation Oncology Korea Institute of Radiological & Medical Sciences (KIRAMS)
Korea	Dr. Kim Kum Bae	Chief Medical Physicist Radiation Oncology Department Korea Institute of Radiological & Medical Sciences (KIRAMS)



Country	Name	Affiliation
Malaysia (PL)	Dr. Winnie Nyek Ping Ng	Clinical Oncologist National Cancer Institute (Institut Kanser Negara)
Malaysia	Mr. Muzzamer Bin Mohammad Zahid	Medical Physicist, National Cancer Institute (Institut Kanser Negara)
Malaysia	Dr. Rosdiana binti Abd Rahim	Clinical Oncologist National Cancer Institute (Institut Kanser Negara)
Mongolia (PL)	Dr Uranchimeg Tsegmed	Chief of Operation Officers Radiation Oncologist of Department of Radiation Oncology National Cancer Centre of Mongolia (NCCM)
Mongolia	Dr Erdenetuya Yadamsure	Radiation Oncologist of Department of Radiation Oncology National Cancer Center of Mongolia (NCCM)
Mongolia	Dr. Minjmaa Minjgee	Radiation Oncologist of Department of Radiation Oncology National Cancer Center of Mongolia (NCCM)
Mongolia	Mrs. Enkhtsetseg Vanchinbazar	Chief Medical Physicist of Department of Radiation Oncology National Cancer Center of Mongolia (NCCM)
The Philippines (PL)	Dr Miriam Joy Calaguas <b>**Online</b>	Senior Consultant Department of Radiation Oncology St.Luke's Medical Center, Quezon City/ Bonifacio Global City
The Philippines	Dr Rey H. De Los Reyes <b>**Online</b>	Dean & Professor, Institute of Medicine Far Eastern University – Nicanor Reyes Medical Foundation (FEU-NRMF)  Honorary Consultant, Department of Oterics and Gynecology Jose R. Reyes Memorial Medical Center (JRRMMC)

Country	Name	Affiliation
The Philippines	Dr Jaemelyn Marie O. Fernandez <b>**Online</b>	Research Coordinator / Medical Specialist (Radiotherapy) Department of Radiotherapy Jose R. Reyes Memorial Medical Center
Thailand	Dr Kullathorn Thephamongkhol	Lecturer Division of Radiation Oncology, Department of Radiology Faculty of Medicine, Siriraj Hospital, Mahidol University
Thailand	Mr Pitchayut Nakkrasae	Medical Physicist Division of Radiation Oncology, Department of Radiology Faculty of Medicine, Siriraj Hospital, Mahidol University
Thailand	Dr. Kyrhatii Trikhirhisthit <b>**Online</b>	Radiation Oncologist Sawanpracharak Hospital
Thailand	Dr. Jiraporn Setakornnukul <b>**Online</b>	Radiation Oncologist Division of Radiation Oncology, Department of Radiology Faculty of Medicine, Siriraj Hospital, Mahidol University
Vietnam (PL)	Dr Nguyen Cong Hoang	Head of Radiation Oncology Department / Vice Director of National Radiation Oncology Centre National Cancer Hospital (K Hospital)
Vietnam	Dr To Anh Dung	Head of Breast and Gynecology Radiotherapy Department, National Cancer Hospital (K Hospital)

## 2.4.3 RO プログラム

### Program of FNCA 2022 Workshop on Radiation Oncology Project

September 29 - October 2, 2022, Ulaanbaatar, Mongolia

**Day 1 Thu, 29th September 2022**

**Place: Kempinski Hotel Khan Palace in Ulaanbaatar Hotel & ZOOM**

- 9:30-10:00 Registration
- 10:00-11:00** Opening Ceremony / Opening Session  
Moderator: Dr Uranchimeg Tsegmed (Mongolia), PL of Mongolia
- 10:00-10:10 Welcome Address /Dr. Erdenekhuu Nansalmaa, General Director of NCCM (Mongolia)
- 10:10-10:20 Welcome Address / Ms. Munkhtuya Baasanjav (Mongolia), Head of Foreign Affairs  
Division of Nuclear Energy Commission (NEC)
- 10:20-10:30 Welcome Address / Dr. Navchaa Gombodorj (Mongolia), Director of Division of Referral  
and Primary Healthcare Services, Department of Medical Service Coordination, Ministry  
of Health (MOH)
- 10:30-10:35 Opening Address / Dr Tamada Masao (Japan), FNCA Advisor of Japan
- 10:35-10:40 Remarks / Prof. Kato Shingo (Japan), FNCA Project Leader of Japan
- 10:40-10:50 Introduction of Members
- 10:50-10:55 Adoption of Agenda
- 10:55-11:00 Group Photo

11:10-11:30 Coffee break

**11:30-11:50 Session 1: Prospective Observational Study of 3D-Image-guided brachytherapy for  
Locally Advanced Cervical Cancer (CERVIX-V)**

Co-chairs: Dr Sharif Ahmed (Bangladesh) & Dr. To Anh Dung (Vietnam)

- 1) Summary of the clinical data /Dr Okonogi Noriyuki (Japan) ONLINE
- 2) Q & A / Discussion

**11:50-12:10 Session 2: Phase II Study of Chemoradiotherapy for NPC (NPC-III)**

Co-chairs: Winnie Nyek Ping Ng (Malaysia) & Dr. Rosdiana Binti Abd Rahim (Malaysia)

- 1) Summary of the clinical data/ Dr. MAKISHIMA Hirokazu (Japan)
- 2) Q & A / Discussion

**12:10-12:30      Session 3-4: Phase II Study of Hypofractionated Radiotherapy for Breast Cancer (PMRT /BREAST-I) & Hypofractionated Radiotherapy for Breast Cancer (WBI /BREAST-I)**

Co-chairs: Dr. Yevgeniya Kossymbayeva (Kazakhstan) & Dr. Nguyen Cong Hoang (Vietnam)

- 1) Summary of the clinical data / Prof. KARASAWA Kumiko (Japan)
- 2) Q & A / Discussion

12:30-13:30      Lunch

**13:30-15:10      Session 5: New Clinical Trials**

Co-chairs: Prof. KATO Shingo (Japan) & Prof. Tasbolat Adylkhanov (Kazakhstan)

- 13:30-14:00      **1) Introduction of Palliative Radiotherapy for Bone Metastasis /**  
                            Dr. MAKISHIMA Hirokazu (Japan)
- 2) Discussion

- 14:00-15:10      3) Introduction of Palliative Radiotherapy for Brain Metastasis /**  
                            Dr. Kullathorn Thephamongkhol (Thailand)
- 4) Discussion

15:10-15:15      Closing Remarks/ Dr. Uranchimeg Tsegmed (Mongolia)

Night      Dinner

**Day 2      Fri, 30th September 2022**

**Place: National Cancer Center of Mongolia (NCCM)**

Leave from Hotel & Move to NCCM

08:45-09:00      Registration

**9:00-15:00      Session 6-1: Dose Audit (QA/QC for 3D-IGBT)/**

Dr. MIZUNO Hideyuki (Japan)  
Dr. FUKUDA Shigekazu (Japan)  
Mr. NAKAJI Taku (Japan)

**09:00-12:30      Session 6-2: Open Lecture**

Moderator: Dr. Minjmaa Minjee (Mongolia)

09:00-09:05      Opening Remarks / Dr. Uranchimeg Tsegmed, (Mongolia)

09:05-09:15      1) Introduction and Overview of FNCA / Dr. TAMADA Masao (Japan)

09:15-09:25      2) Policies implemented by the Ministry of Health aimed at the development of Oncology  
                            and Radiation Oncology /  
                            Dr. Navchaa Gombodorj (Mongolia)

- 09:25-09:50 3) Development of LINAC-based new technologies in Mongolia /  
Dr. Uranchimeg Tsegmed (Mongolia)
- 09:50-10:15 4) Chemoradiotherapy for Cervical Cancer/Prof. KATO Shingo (Japan)
- 10:15-10:45 5) Radiotherapy for Breast Cancers/ Prof. KARASAWA Kumiko (Japan)
- 10:45-11:10 6) Radiotherapy for HCC/ Dr. JANG Wonil (Korea)
- 11:10-11:30 Coffee Break
- 11:30-11:55 7) Introduction of 3D-IGBT for locally advanced cervical cancer in Mongolia  
/Dr. Erdenetuya Yadamsuren (Mongolia)
- 11:55-12:25 8) Palliative Radiotherapy / Dr. Kullathorn Thephamongkhon (Thailand)
- 12:25-12:50 9) Particle Beam Therapy / Dr. WAKATSUKI Masaru (Japan)
- 12:50-13:00 Closing Remarks / Prof. KATO Shingo (Japan)
- 13:00-14:00 Lunch

**Day 3 Sat, 1st October 2022**

**Place: National Cancer Center of Mongolia (NCCM)**

Leave from Hotel & Move to NCCM

**09:00-10:00 Session 7 : Introduction of Department of Radiation Oncology (DRO) of NCCM**

Moderator: Dr Uranchimeg Tsegmed (Mongolia)

- 1) Introduction of NCCM/ Dr. Uranchimeg Tsegmed, Chief Operating Officer of NCCM
- 2) Introduction of DRO / Dr. Minjmaa Minjee, Head of the DRO of NCCM
- 3) Hospital tour
- 4) Visit to DRO

**10:00-10:30 Session 8: Report on Dose Audit (30th Sep)**

Co-chairs: Mr. Bambang Haris Suhartono (Indonesia) & Mr. Muzzamer Bin Mohammad Zahid (Malaysia)

- 1) Report on the Dose Audit Mr. NAKAJI Taku (Japan)
- 2) Q& A /Discussion

10:30-10:50 Coffee Break

**10:50-12:30 Session 9-1: Hands on Training on 3D-IGBT**

Lecturers & Trainers: Dr. MURATA Kazutoshi (Japan)& Dr. WAKATSUKI Masaru (Japan)

Dr. MIZUNO Hideyuki (Japan) & Mr. Pitchayut Nakkrasae (Thailand) &Prof. KATO Shingo (Japan)

**10:50-12:30 Session 9-2: Dose Audit (QA/QC for External Beam Therapy)**

Performers: Dr. FUKUDA Shigekazu (Japan) &Mr. NAKAJI Taku (Japan)

12:30-14:00 Lunch

**14:00-16:00 Session 9-1: Hands on Training on 3D-IGBT (Continuation)**

Lecturers & Trainers: Dr. MURATA Kazutoshi (Japan)& Dr. WAKATSUKI Masaru (Japan)  
Dr. MIZUNO Hideyuki (Japan) & Mr. Pitchayut Nakkrasae (Thailand) & Prof. KATO Shingo (Japan)

**14:00-16:00 Session 9-2: Dose Audit (QA/QC for External Beam Therapy)  
(Continuation)**

Performers: Dr. FUKUDA Shigekazu (Japan)& Mr. NAKAJI Taku (Japan)

**Day 4 Sun, 2nd October 2022**

**Place: “TERELJ ”**

Leave from Hotel & Move to “Terelj National Park”

**9:30-10:30 Session 10 Report on Dose Audit (External Beam Therapy)**

Chair: Mr. Bambang Haris Suhartono (Indonesia)

- 1) Report on the Dose Audit / Dr. FUKUDA Shigekazu (Japan)
- 2) Q& A /Discussion

10:30-10:50 Coffee break

**10:50-11:50 Session 11: Drafting the Workshop**

Co-chairs: Dr. A.F. M Kamal Uddin (Bangladesh)& Dr. MAKISHIMA Hirokazu (Japan)

- 1) Discussion on Future Plans
- 2) Drafting WS Minutes
- 3) Closing Remarks / Prof. Kato Shingo (Japan), Project Leader

**Day 5 Mon, 3rd October 2022**

Leave from Ulaanbaatar

## 2.5 研究炉利用(RRU)プロジェクト国際会合

### 2.5.1 RRU 議事録

## Minutes of FNCA 2022 Workshop on Research Reactor Utilization Project

November 22<sup>nd</sup> -24<sup>th</sup>, 2022

The Research Reactor Utilization (RRU) hybrid workshop was held over three days in Mito-city and Tokai-mura, Ibaraki pref., Japan. The first half on the first day (Nov. 22) was allocated to a plenary session in which the individual project leaders of Japan provided an overview of the current projects of RRU group and Neutron Activation Analysis (NAA) group with referring to several major issues of the workshop. Parallel sessions were held from the second half of the first day to the second day (Nov. 23). In the RRU sessions, the compilation of the country report that included the updates on radioisotopes (RIs) production was firstly presented. Next, new research reactor including SMR system, neutron scattering were presented sequentially by individual participating countries. In the NAA sessions, each country presented progress on the activities related to air pollution and mineral resources and then discussed a number of topics, including linkages with end-users. The detailed content of the discussions was summarized for each of the two groups, RRU and NAA, and we shared each summary in the wrap up session. On the third day (Nov. 24), the technical visit to JRR-3 was held in the morning.

### Parallel session

#### **RRU-1: Country report summary on RIs production including new isotopes**

##### **Australia**

The relatively new Australia's multipurpose OPAL reactor maintaining its KPI of >300 actual operating days at power each year. ANSTO is continuing manufacturing of the critical radiopharmaceuticals  $^{99}\text{Mo}$  bulk,  $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$  generator,  $^{177}\text{Lu}$  n.c.a.,  $^{131}\text{I}$  bulk,  $^{131}\text{I}$  products,  $^{123}\text{I}$  product,  $^{51}\text{Cr}$  EDTA,  $^{187}\text{Re}$  Oncobeta and a number of contract irradiation products.  $^{99}\text{Mo}$  and  $^{177}\text{Lu}$  (produced by valuable enriched  $^{176}\text{Yb}$ ) purification involved with series of ion exchange separation;  $^{131}\text{I}$  purification based on sublimation of natural  $\text{TeO}_2$  target. ANSTO have capability to produce per week up to 600,000GBq  $^{99}\text{Mo}$ , 150  $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$  generators sizes between 20-370GBq, 6000GBq  $^{131}\text{I}$ , 1200GBq (planned to be doubled next year)  $^{177}\text{Lu}$ . ANSTO perform British Pharmacopoeia compliant QC testing and QA release for sale. ANSTO has been working with the Australian Government to design a world-leading nuclear medicine manufacturing facility to ensure Australia's sovereign production capabilities.

##### **Bangladesh**

The goal of this report is to describe the current status on RIs production in Bangladesh. The main current RIs products are  $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ ,  $^{131}\text{I}$  NaI oral solution, and  $^{131}\text{I}$  capsule. Current monthly production rate for  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  generator is 41 and  $^{131}\text{I}$  radioactivity is 373 GBq, respectively.  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  is used for diagnostic purposes and  $^{131}\text{I}$  is used for both diagnostic and therapeutic purposes. RIs production division of BAEC is able to

fulfill the local demand of the above isotopes to substitute the import completely by indigenous product. Besides, this division has established a kit production facility successfully for  $^{99m}\text{Tc}$  generator to fulfill the  $^{99m}\text{Tc}$  based radiopharmaceuticals demand domestically.

### **Indonesia**

Indonesian 30 MW “G.A. Siwabessy (GAS)” reactor is a multipurpose reactor, which is used for RIs production, research, education and so on. Some research activities on RIs are carried out to develop  $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$  generator by using neutron-activated  $^{98}\text{Mo}$  and development of  $^{177}\text{Lu}$  based Radiopharmaceuticals by using enriched  $^{176}\text{Lu}$ . The production line of radionuclides have delivered  $^{153}\text{Sm}$ -EDTMP from  $\text{Sm}_2\text{O}_3$   $^{131}\text{I}$ -MIBG from natural  $\text{TeO}_2$  and 740 GBq of  $^{99}\text{Mo}$  from  $^{235}\text{U}$  fission during its every 6 days operation cycle. To achieve high purity of the products, purification methods involving of multi stage filtration of the enriched material, column chromatography, solvent extraction method for  $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$  and dry distillation method for  $^{131}\text{I}$  is adopted. The quality control of the commercial product is implementing standard acceptance criteria of Good Manufacturing Practice (GMP) of the agency for drug and food control. We can produce the RIs of  $^{32}\text{P}$ ,  $^{35}\text{S}$ ,  $^{198}\text{Au}$ ,  $^{192}\text{Ir}$  and  $^{64}\text{Zn}$  for research purposes. Currently the GAS reactor is under the organizational transition.

### **Japan**

From November in 2021, the Research Reactor of Kyoto University (KUR) has been operated in the steady state mode for several researches (RIs production and materials research, life sciences etc.) with a maximum power of 1 and 5 MW. The studies (R&D) of RIs production such as  $^{47}\text{Sc}$ ,  $^{105}\text{Rh}$  and  $^{177}\text{Lu}$  (etc.) for medical use are continued for future plan. Further, Research Reactor of JAEA (JRR-3) has begun to operate from February 2021 with a maximum power of 20MW. The RIs production ( $^{198}\text{Au}$  and  $^{192}\text{Ir}$ ), research for materials and life sciences will be continued by JAEA staff, university and company researchers using all devices in JRR-3. JRR-3 produced 56 GBq of  $^{198}\text{Au}$  and 27 GBq of  $^{192}\text{Ir}$  during FY2021, but no RI production was carried out which requires chemical separation. This year, JRR-3 has been started a program for general users on May 9<sup>th</sup>, and is scheduled to be in operation until December 24<sup>th</sup>.

### **Kazakhstan**

The production of RIs for the local market continued using the WWR-K reactor during 2021. The following volumes of reactor RIs for medicine and industry were produced:  $^{192}\text{Ir}$  - appr.  $1.85 \cdot 10^{14}$  Bq/year,  $^{99}\text{Mo}$  – 12000-15000 GBq/year,  $^{131}\text{I}$  – 3000 GBq/year. Activation method was used to produce  $^{99}\text{Mo}$  and  $^{131}\text{I}$ . Iodine-131 is produced by traditional dry distillation from irradiated tellurium oxide, with iodine absorption in alkaline solution. For production of  $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$  generators, the synthesis of  $^{99}\text{Mo}$ -Zr gel from alkaline solution of  $^{99}\text{Mo}$  was used. The quality of  $^{99m}\text{Tc}$  and  $^{131}\text{I}$  radiopharmaceuticals are meeting the European pharmacopoeia monograph requirements. The production of radiopharmaceuticals was carried out in accordance with Good Manufacturing Practice (GMP).



## **Mongolia**

The Research Reactor (RR) project for Mongolia had been discussed internally for several years. Utilization of RR, the design study and fuel comparison analyzes were conducted. RR project development is in progress with ROSATOM. The proposed RR is to be utilized for RIs production ( $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$  by activation method), Human Resource Development, Neutron Activation Analysis (NAA), education and training, nuclear physics and other commercial services. Currently all medical RIs are imported from other countries such as Korea, China and Germany. 500 mCi of  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  generators are being imported from Korea for every two weeks.

## **Philippines**

The PRR-1 Sub-critical Assembly for Training, Education and Research (SATER) was successfully commissioned by the Philippine Nuclear Research Institute (PNRI) in June 2022. The PNRI Reactor Group is currently waiting for the issuance of the full license to operate the PRR-1 SATER, which is expected to commence by 2023. The implementation of the program to establish the PNRI Nuclear Medicine Research and Innovation Centre (NMRIC) commenced on 2020. Through this program, PNRI will have a cyclotron facility operating at 20 MeV with four operational PET/CT systems, producing  $^8\text{F}$ ,  $^{11}\text{C}$ ,  $^{13}\text{N}$ ,  $^{64}\text{Cu}$ ,  $^{43}\text{Sc}$  and  $^{68}\text{Ga}$ . The scheduled completion date of the facility is on 2026.

## **Thailand**

Thai Research Reactor-1/ Modification 1 (TRR-1/M1) has been operated in the steady state mode with a maximum power of 1.3 MW. The number of medical procedures involving the use of RIs is increasing with emphasis on radiopharmaceuticals for the diagnostic and treatment of cancer. TRR-1/M1 can produce  $^{153}\text{Sm}$ ,  $^{82}\text{Br}$  and  $^{32}\text{P}$ . Recently, the experimental production of  $^{177}\text{Lu}$  were conducted using enriched  $^{176}\text{Lu}$  and natural  $\text{TeO}_2$  at in-core and out-core position of TRR-1/M1. Further investigation for procedure of isolation and purification from irradiated target will be performed in the future for the full potential of  $^{131}\text{I}$  and  $^{177}\text{Lu}$  production strategies, approximately 11 GBq/g for 26 hr at power of 1 MW for the  $^{177}\text{Lu}$  production. In the future, the target material will be dissolved in dilute acid, purified, dispensed and steam sterilized. Approximately 7.4 GBq of  $^{153}\text{Sm}$  and 1.5 GBq of  $^{32}\text{P}$  are produced per year. The QC process is performed to determine the purity of radionuclide and the final product. %RNP is achieving almost 100 for the final RIs product. QA staff examine and authorize the release of the product to the customer. The RIs produced at TRR-1/M1 is currently supplied for domestic demand only.

## **Vietnam**

Dalat Nuclear Research Reactor (DNRR) is routinely utilized to produce radioisotopes for medical uses ( $^{131}\text{I}$ ,  $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ ,  $^{32}\text{P}$ ) and supplies of radioisotopes and radiopharmaceuticals to 40 nuclear medicine departments in the country. The reactor operates continuously for 100 hours/week to produce radioisotopes and radiopharmaceuticals to meet 80% of demand. In the domestic market for  $^{131}\text{I}$  and  $^{32}\text{P}$ , other isotopes such as  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  had to be imported 100%. Regarding  $^{177}\text{Lu}$ ,  $^{153}\text{Sm}$ ,  $^{90}\text{Y}$ , prepared a small amount for research. Total radioactivity of Ri produced in medicine in 2022 is 1,138 Ci. Quality assurance and quality control (QA/QC)

for their practical use are carried out according to the system of a GMP facility. In 2022, 2 research topics on the preparation of radioisotope and radiopharmaceuticals have been completed.

## **RRU-2: Activities on SMR Development**

### **Hitachi-GE's Activities for Development of Small Modular Reactor**

BWRX-300 is the SMR design which is developed by the cooperation of GE-Hitachi Nuclear Energy, Ltd in US and Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd. It aims to satisfy the social expectation to achieve the carbon neutral by reducing the initial investment for the building nuclear power plants and establishing the sustainable energy source. BWRX-300 is the small light water reactor design of 300MWe output with the features of passive safety system and simplified reactor system. The features enable to achieve both of safety and economical benefits. Our strategy is to minimize the technical and licensing risk by the application of proven technology in the past BWR fleets design. We will continue the technical development to contribute the Clean Energy development in the world.

## **RRU-3: New Research Reactor**

### **The project of new research reactor in Vietnam**

Vietnam plans to build a New Research Reactor under Inter-Governmental Agreement between Vietnam and Russian Federation. Agreement has been signed for building a Center for Nuclear Science and Technology (CNST). The main facility of the CNST is a high-power multi-purpose Research Reactor (RR) of 10 MW, upgradable to 15 MW. The first phase of the project with Pre-FS has finished

The requested tender including Terms of Reference (TOR) has been transferred to ROSATOM for the implementation of FS phase (second phase), which takes about two-year duration including approval.

EPC contract (third phase) could be started from the end of 2025 if FS phase will be accomplished successfully.

### **Thailand experiences in establishing a new research reactor**

The decision to embark on a new research reactor (RR) based on well justified needs. It requires preparation, planning and established appropriate national infrastructure to ensure its safe, secure and sustainable operation and utilization. The new RR project used IAEA Nuclear Energy Series No. NG-T-3.18, as a guideline to provide a framework for self-assessment of readiness of a new RR project and the resource requirements that it will impose.

## **RRU-4: RI production**

### **Medical RI Production in Existing Reactors for Improving Domestic Preparedness**

#### **- Production of Mo-99 and Ac-225 using PWR and Joyo –**

The production technology of medical RI using existing domestic nuclear reactors has been studied to achieve the self-sufficiency in Japan. The target nuclides considered are Mo/Tc, which is most commonly used in medical diagnosis, and <sup>225</sup>Ac which is recently known as effective alpha emitting nuclide for cancer treatment named as “targeted alpha therapy”.

Commercial reactor such as PWR is suitable for continuous and stable production of  $^{99}\text{Mo}$  because of its high capacity factor and proper thermal neutron spectrum for  $^{98}\text{Mo}(n,\gamma)$  reactions. Also, the experimental fast reactor Joyo owned by JAEA provides high energy neutrons which are preferable to produce  $^{225}\text{Ac}$  efficiently by  $^{226}\text{Ra}(n,2n)$  reactions. Our study showed that single large scale PWR has the potential to generate more than half of the current domestic demand of  $^{99}\text{Mo}$  ( $\sim 1000\text{Ci/week}$ ) and Joyo generates more than half of the current world supply of  $^{225}\text{Ac}$  ( $\sim 2\text{Ci/year}$ ).

This research project is underway from 2020 to 2022 as a MEXT nuclear system research and development project by a team of Tokyo City University, Kanazawa University, Nippon Medical Isotope Co., Ltd. (NucMed), Mitsubishi Heavy Industries, and Japan Atomic Energy Agency (JAEA).

### **RRU-5: Neutron scattering**

#### **Neutron scattering in Indonesia**

After 30 years in operation, Neutron Scattering Laboratory (NSLBATAN) Indonesia is still running for various activities with its 7 (seven) Neutron Scattering Instruments. The Residual Stress Neutron Diffractometer, FCD/TD and HRPD as well as the Neutron Radiography Facility are performing most of the measurements from various users (universities, industries and other research centres and communities). The SANS spectrometer runs some samples and becoming more available for users with biological samples. The Triple Axis Spectrometer (TAS) just started a whole refurbishment with the help from universities in Indonesia and abroad with the hope that will run some samples soon. Last but not least, HRSANS spectrometer just started to run some samples supplied by IAEA Expert who guided us last year. Hopefully some meaningful data will be produced in the near future.

#### **Neutron scattering studies at JRR-3**

Neutron scattering measurements use thermal and cold neutrons with wavelengths of a few angstroms to determine atomic arrangements and nano-scale structure of variety of materials. The neutron scatterings were mainly used to determine magnetic structure of magnetic materials, but nowadays are widely used for studies of physical, chemical, and biological materials and industrial application. Thus, in addition to the upgrading of present facilities, many big neutron scattering facilities are under constructing in the world. Neutron scattering facilities have atomic-reactor and accelerator types. We use two facilities properly for each purpose to get the best results. In this presentation, we will introduce these present status of the neutron scattering studies, and the position of the atomic-reactor type facilities against the accelerator facilities.

### **NAA-1: Progress report on environmental monitoring with multiple measurement techniques including NAA**

#### **Australia**

NAA demand at ANSTO in 2022 saw continued recovery from the events of the previous two years while clashing with multiple system failures. With the arrival of some new components and the expected delivery of more in the coming weeks, the laboratory is expected to be at full capacity again going into 2023. The

NAA group has also experienced organisational change, now in a new part of ANSTO better aligned with other gamma spectrometry users. Measurement of environmental samples has always been a part of routine work and 2022 was no exception. The group also experimented with developing a capability to measure fluorine using NAA in food packaging materials which is potentially an emerging environmental concern.

### **Bangladesh**

During this time fish, poultry and their feed samples were analyzed using NAA for assessment of As and Cr. In the absence of reactor beam, toxic metal accumulation was studied in shrimps by using Atomic Absorption Spectrometry (AAS). Environmental radioactivity monitoring of geological samples was continued while the reactor was temporarily shut down for renovation and maintenance purposes. Sixteen papers mostly related to the project activities were published, and one of these papers was selected for the best paper awards of our establishment.

### **China**

PM2.5 and PM10 samples were collected in Beijing about twice a week. These samples were sent to Beijing Normal University for PIXE analysis. The NAA platform at China Advanced Research Reactor (CARR) is still upgrading. Chang'e-5 lunar soil samples, lunar meteorites, reference materials were analyzed by using NAA in this year. NAA is a very important analytical method in China. In 2023, PM2.5 and PM10 samples will be collected and analyzed by NAA.

### **Indonesia**

Determination of the micronutrient composition of foodstuffs and marine product in six stunting prevalence areas has been carried out using the Instrumental Neutron Activation Analysis (INAA) technique. These results are expected to contribute to the government's efforts to reduce stunting prevalence. Besides that, it can also complete the composition table of Indonesian food, especially the content of macro and micro minerals.

### **Japan**

Accurate analytical methods are required for the development of certified reference materials used for calibration for analytical instruments and validation of chemical analysis. Neutron activation analysis is recognized as a potential primary ratio method that can be applied to the development of certified reference materials. In this presentation, I will introduce the precise determination of total bromine in plastics, the purity evaluation of high-purity iridium bromide, and the impurity analysis of high-purity yttrium oxide and high-purity titanium metal as examples of the application of neutron activation analysis.

### **Kazakhstan**

Due to the temporary shutdown of the IVG.1M research reactor in connection with its transfer to low-enriched fuel, the planned volume of investigations by NAA was substantially reduced. The plans for 2023

are traditionally connected with the development of NAA methodology for the needs of geological and adjacent sciences. We plan to master the comparative NAA semi-absolute method  $k_0$ -INAA.

### **Korea**

HANARO reactor operation was started from January 2022 after long shutdown. Single-comparator (SC)-INAA method has been standardized for Co, Cr and Zn for dust particle CRM analysis and particulate matter samples analysis. HyperGam peak fitting software is appropriate program for complex peaks analysis. The sequential type WD-XRF has been installed and validated through Fluxana proficiency test participation.

### **Malaysia**

The determination of heavy metals, U, Th and rare earth elements (REEs) concentration in soil samples collected from an industrial area was performed using the NAA technique. The data were evaluated to identify the degree of contamination of the soil and the sources of pollution. The data obtained can be used as baseline data for the future. The sampling and analysis of soil samples will continue for other industrial areas.

### **Mongolia**

Last years, we studied heavy and toxic elements and radioactivity isotopes in environmental samples of the Ulaanbaatar city by X-ray fluorescence, gamma activation analysis and neutron activation analysis. In addition, we are implementing a project for establishing a subcritical assembly in Mongolia. With the successful implementation of this project, we will be able to conduct neutron activation analysis in Mongolia.

### **Philippines**

INAA collaborative work with Vietnam through the Dalat Nuclear Research Institute was materialized just recently, being able to conduct analysis on soil, sediments, volcanic ash and SRMs for arsenic (As) and elemental profiles. INAA results of these samples will be used in the correlation of As in groundwater with its bedrock. Food samples were also analyzed to explore elements identifiable with organic/inorganic farming practices that can be utilized for authentication and provenance.

### **Thailand**

For this year, the elemental analysis of PM<sub>2.5</sub> emitted from different species of biomass burning and soil using NAA, PIXE and ICP-MS has been implemented. PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, soil and crop samples collected from Phatumtani Province were also measured for their element concentrations using PIXE, h-XRF and ICP-OES. In 2022, we will continue to analyze environmental samples such as PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, soil and crop using NAA, PIXE and ICP-MS.

### **Vietnam**

The  $k_0$ -INAA method was used to analyze elements in baked clays and sediments for studying characterizing archaeological materials in Oc Eo relic and erosion of Dinh An coastal, respectively. REEs are key marker

elements for grouping/classification study. A new project on “Assessment of sediment transport in Ca Mau coastal by nuclear and related techniques” was proposed in the 2025-2030 period.

## **NAA-2: Latest outcome using NAA**

### **Standardization and Applications of Internal Mono-standard Neutron Activation Analysis**

The  $k_0$ -based internal mono-standard NAA (IM-NAA) using *in-situ* relative detection efficiency has been optimized for analysis of small and large size as well as non-standard geometry samples. One large representative sample analysis is sufficient instead of sub-sample analysis. This method gives elemental concentration ratios with respect to one of the elements present in the sample. The main advantage of IM-NAA method is that it doesn't require any internal or external multi-elemental standard. In addition, it can be applied to inhomogeneous and unknown chemical composition sample analysis. This presentation describes a brief review on NAA, standardization procedure of IM-NAA and applications to various samples including archaeological artifacts, nuclear materials and environment samples analysis.

### **Chemical characteristics of Ryugu particles returned by the Hayabusa2 spacecraft**

The Hayabusa2 spacecraft collected surface and subsurface materials from the C-type asteroid Ryugu and successfully returned these materials to the Earth on December 6th, 2020. Eight Ryugu particles were allocated to the Phase-2 curation Kochi team. Five Ryugu particles weighing about 8 mg were analyzed by INAA for the determination of elemental abundances. Large variations of elemental abundances in Ryugu particles can be seen in Ca, Mn and rare earth elements due to the heterogeneously distributions of carbonate and phosphate, respectively. Elemental abundances for Ryugu particles have similar to those of CI-chondrites except for Hg. The differences of Hg between Ryugu particles and CI-chondrites reflect contamination of the latter.

## **Wrap up session**

### **Conclusions**

The RRU project has quite broad topics and therefore it was agreed to focus on one and/or two specific topics in the current phase (2021-2023) for better outcomes and improvements in knowledge.

The RRU project includes the following topics:

- a. Neutron Activation Analysis (NAA)
- b. Isotope Production including new isotopes
- c. Neutron Scattering
- d. BNCT, NR
- e. Material Research
- f. New Research Reactor
- g. Human Resource Development

The meeting agreed the FY2023's workshop would be held in Thailand.

**- RRU group**

The specific topics in the nuclear science field were considered in the workshop of phase 2 (2021-2023) according to a questionnaire to each member country. In this year, possible topics were picked up. 1) RIs production including new RIs with a special emphasis to theragnostic for combining diagnosis/therapy and their separation and/or purification, further the quality assurance and quality control (QA/QC) for their practical use. 2) New research reactor, a future plan in SMR and several plans for new reactors, further activities of fundamental researches for neutron scattering in plural countries, were reported in the workshop.

**- NAA group**

NAA group agreed to continuously work on environmental samples for the next year. Environmental samples cover not only "common" samples like air or soils but also others related to the environment including ore or even food samples. Countries which do not have access to a reactor for NAA can use an alternative method such as XRF/PIXE/ICP-MS. Where possible, comparison of NAA to other methods would be interesting. Conclusion which was previously shown is not proposed to change.

Ebihara - requests list of publications related to FNCA activities for next coordinators meeting report.

Member countries are proposing the following for the current work cycle:

Country	Type of Samples	Method	Target Elements
Australia	Mineral samples	NAA, compared to others	All measurable
Bangladesh	Soil & sediment, also foods	NAA if reactor available, else natural radioactivity	As many as possible
China	PM10, PM2.5, reference materials	NAA, possibly PGAA and PIXE, ICP-MS	As many as possible
Indonesia	Food sample	NAA, ENAA	As many as possible
Japan	Geological & chemical samples, possibly meteorite	RNAA, PGAA, INAA	As many as possible
Kazakhstan	Geological/sands	$k_0$ -NAA	
Korea	Particulate matter, air dust, Meteorites	INAA, WD-XRF	S (oxidation state), Cr, Co, Zn (Dust CRM analysis), possible elements (meteorites)
Malaysia	Soil (industrial areas)	NAA	Heavy metals, trace and REE

Mongolia	Soil, Air particle, Bio monitor	NAA, XRF, GAA	As many as possible
Philippines	Marine sediments, soil, Food, maybe air particulate	NAA (Vietnam), maybe XRF	As many as possible
Thailand	PM2.5, PM10, Soil and crop sample	PIXE, ICP-MS, XRF, compared to NAA	As many as possible
Vietnam	Soil (erosion studies), archaeological, bio monitor	NAA/cyclic, TXRF, ICP-MS	REE, As many as possible



## 2.5.2 RRU 参加者リスト

### List of Participants FNCA 2022 Workshop on Research Reactor Utilization Project

November 22<sup>nd</sup> -24<sup>th</sup>, 2022

Country	Name	Affiliation
Australia (RRU PL)	Mr Moshiul Alam	Senior Technical and Product Specialist, ANSTO
Australia (NAA PL)	Mr Attila Stopic	Neutron Activation Scientist, ANSTO
Bangladesh (NAA PL)	Dr Kamrun Naher	Chief Scientific Officer, INST, AERE, Bangladesh Atomic Energy Commission
China (NAA PL)	Dr Xiao Caijin	Professor, China Institute of Atomic Energy (CIAE)
Indonesia (RRU PL)	Mr Yusi Eko Yulianto	Senior Engineer, National Research and Innovation Agency (BRIN)
Indonesia (RRU)	Dr Abarrul Ikram	Senior Specialist in Nuclear Technology Development, National Research and Innovation Agency (BRIN)
Indonesia (NAA PL)	Mr Saeful Yusuf	Researcher, Research Organization for Nuclear Energy, National Research and Innovation Agency (BRIN)
Japan (Coordinator)	Mr Wada Tomoaki	FNCA Coordinator of Japan
Japan (Advisor)	Dr Tamada Masao	FNCA Advisor of Japan
Japan (MEXT)	Mr Obata Ryoji	Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)
Japan (MEXT)	Mr Kumagae Koichi	Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)
Japan (MEXT)	Ms Nakahara Risa	Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)

<b>Country</b>	<b>Name</b>	<b>Affiliation</b>
Japan (RRU PL)	Dr Ohtsuki Tsutomu	Professor, Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science, Kyoto University
Japan (RRU)	Dr Matsue Hideaki	Senior Principal Engineer, JAEA Innovation Hub, Japan Atomic Energy Agency (JAEA)
Japan (RRU)	Mr Yoshikawa Kazuhiro	Director, Nuclear Plant Engineering Department, Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd.
Japan (RRU)	Prof Takakai Naoyuki	Professor, Tokyo City University
Japan (RRU)	Dr Kumada Takayuki	Principal Researcher, Japan Atomic Energy Agency
Japan (NAA PL)	Dr Ebihara Mitsuru	Visiting Professor & Professor Emeritus, Tokyo Metropolitan University
Japan (NAA)	Dr Miura Tsutomu	National Metrology Institute of Japan, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)
Japan (NAA)	Prof Shirai Naoki	Associate Professor, Kanagawa University
Japan (Observer)	Mr Sasaki Yuto	Graduate School of Integrative Science and Engineering, Tokyo City University
Japan (Secretariat)	Ms Koike Aki	Nuclear Safety Research Association (NSRA)
Japan (Secretariat)	Ms Otsu Natsuko	Nuclear Safety Research Association (NSRA)
Japan (Secretariat)	Ms Inokoshi Chiaki	Nuclear Safety Research Association (NSRA)
Kazakhstan (RRU PL)	Mr Asset Shaimerdenov	Head of Laboratory of Atomic Energy Safety Issues, Institute of Nuclear Physics

<b>Country</b>	<b>Name</b>	<b>Affiliation</b>
Kazakhstan (NAA)	Ms Irina Prozorova	Head of Laboratory of Neutron Physics, Institute of Atomic Energy, National Nuclear Center (NNC)
Korea (NAA PL)	Dr Gwang Min SUN	Head, HANARO Utilization Division, Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI)
Korea (NAA)	Dr Kishore Babu Dasari	Senior Research Scientist, Gyeongsang National University
Malaysia (NAA PL)	Mr Md Suhaimi Elias	Research Officer, Malaysian Nuclear Agency
Mongolia (RRU PL)	Dr Munkhbat Byambajav	Research Scientist, Nuclear Research Centre, National University of Mongolia
Mongolia (NAA PL)	Dr Damdinsuren Bolortuya	Scientific Researcher/Acting Director, Nuclear Research Center, National University of Mongolia
Philippines (RRU PL)	Dr Alvie Asuncion- Astronomo	Associate Scientist, Philippine Nuclear Research Institute (PNRI)
Philippines (NAA PL)	Mr Joseph Michael D. Racho	Senior Science Research Specialist, Philippine Nuclear Research Institute (PNRI)
Thailand (RRU PL)	Dr Kanokrat Tiyaun	Reactor Manager, Thailand Institute of Nuclear Technology (TINT)
Thailand (RRU)	Dr Saensuk Wetchagarun	Nuclear Engineer, Senior Professional Level, Thailand Institute of Nuclear Technology (TINT)
Thailand (NAA PL)	Dr Dussadee Rattanaphra	Senior Nuclear Scientist, Thailand Institute of Nuclear Technology (TINT)
Vietnam (RRU PL)	Mr Duong Van Dong	Researcher, Nuclear Research Institute (NRI), Vietnam Atomic Energy Institute (VINATOM)
Vietnam (NAA PL)	Dr Tran Tuan Anh	Researcher, Nuclear Research Institute (NRI), Vietnam Atomic Energy Institute (VINATOM)

## 2.5.3 RRU プログラム

### Program of FNCA 2022 Workshop on Research Reactor Utilization Project

November 22<sup>nd</sup> -24<sup>th</sup>, 2022

Host Organization: Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology of Japan (MEXT)

Date: November 22-24, 2022

#### Day 1: November 22

##### Plenary session

- 11:00-11:10     **Opening Session**  
-Welcome address: Mr Obata Ryoji, MEXT, Japan  
-Opening remarks: Mr Wada Tomoaki, FNCA coordinator of Japan  
-Group photo
- 11:10-11:30     **Overview of the FNCA projects and Major Issues of the Workshop**  
- RRU group: Dr Ohtsuki Tsutomu, Japan  
- NAA group: Dr Ebihara Mitsuru, Japan

##### Parallel session (RRU)

- 11:40-13:00     **RRU-1: Country report summary on isotope production including new isotopes**  
Chair: Indonesia  
- Presentation: Mr Moshiul Alam, Australia  
- Presentation: Dr Matsue Hideaki, Japan  
- Discussion
- 13:00-14:00     Break
- 14:00-15:00     **RRU-2: Activities on SMR Development**  
Chair: Japan  
- Keynote speech: Mr Yoshikawa Kazuhiro, Japan
- 15:00-16:00     **RRU-3: New Research Reactor**  
Chair: Philippines  
- Keynote speech: Mr. Duong Van Dong, Vietnam  
- Keynote speech: Dr. Saensuk Wetchagarun, Thailand

##### Parallel session (NAA)

- 11:40-13:00     **NAA-1: Progress report on environmental monitoring with multiple measurement techniques including NAA**  
Note: Progress report should include following points:  
1) Progress for the last 12 months period, comparing the initial plan and the degree of achievement

- 2) Any difficulties and how were those difficulties overcome?
- 3) Outstanding outcomes for the project(s).
- 4) Linkages with end-users; projects developed with end-users?

Chair: Mongolia

1. Progress report and discussion

Australia, China, Indonesia, Japan

13:00-14:00 Break

14:00-15:00 Chair: Thailand

2. Progress report and discussion

Kazakhstan, Korea, Malaysia

- Keynote speech: Mr Yoshikawa Kazuhiro, Japan

15:00-16:00 Chair: Bangladesh

3. Progress report and discussion

Philippines, Thailand, Vietnam

## **Day 2: November 23**

### **Parallel session (RRU)**

11:00-11:50 **RRU-4: RI production**

Chair: Japan

- Keynote speech: Dr Takaki Naoyuki, Japan

11:50-13:00 **RRU-5: Neutron scattering**

Chair: Japan

- Keynote speech: Dr Abarrul Ikram, Indonesia

- Keynote speech: Dr Kumada Takayuki, Japan

13:00-14:00 Break

14:00-15:30 **RRU-6: General discussion**

Chair: Japan/Australia

- Discussion

- Drafting the meeting summary

### **Parallel session (NAA)**

11:00-12:00 **NAA-1: Progress report on environmental monitoring with multiple measurement techniques including NAA (continued)**

Chair: Japan

4. Progress report and discussion

Bangladesh, Mongolia

12:00-13:00 **NAA-2: Latest outcome using NAA**

Chair: Japan

- Keynote speech: Dr Babu Dasari, Korea

- Keynote speech: Dr SHIRAI Naoki, Japan

13:00-14:00 Break

14:00-15:30 **NAA-3: General discussion**

Chair: Japan/Australia

- Discussion
- Drafting the meeting summary

**Plenary session**

15:35-16:00 **Wrap up session**

- Report of RRU Minutes and Discussion
- Report of NAA Minutes and Discussion
- Closing Remarks by Dr Tamada Masao, FNCA advisor of Japan

**Day 3: November 24**

**Technical Visit**

09:45-12:45 JRR-3, Nuclear Science Research Institute, Japan Atomic Energy Agency (JAEA)

## 2.6 放射線安全・廃棄物管理 (RS&RWM) プロジェクト国際会合

### 2.6.1 RS&RWM 議事録

## Minutes of FNCA 2022 Workshop on Radiation Safety and Radioactive Waste Management Project

January 17 - 18, 2023

<b>i) Date</b>	January 17 - 18, 2023
<b>ii) Venue</b>	Tokyo, Japan & Online (Zoom Web Meeting)
<b>iii) Host</b>	Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology of Japan (MEXT)
<b>iv) Participants</b>	A total of 28 participants from 10 countries (Australia, Bangladesh, Indonesia, Japan, Kazakhstan, Malaysia, Mongolia, The Philippines, Thailand and Vietnam). Listed in the List of Participants.

FNCA 2022 Workshop on Radiation Safety and Radioactive Waste Management (RS&RWM) Project was held in Tokyo, Japan for two days from January 17 to 18, 2023 in a hybrid form. The workshop hosted by Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology of Japan (MEXT).

The program of the workshop is attached as Annex 1. The list of participants is attached as Annex 2.

#### **Session 1: Opening Session**

In the opening session the welcome remarks and opening remarks were delivered by Mr. Obata Ryoji, MEXT, and Mr. Wada Tomoaki, FNCA Coordinator of Japan, respectively.

#### **Session 2: Overview of Consolidated Report on NORM/TENORM**

Prof. Kosako Toshiso, Project Leader of Japan, explained the issues with Naturally Occurring Radioactive Materials (NORM) and Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Material (TENORM), as well as the table of contents and the point for discussion to compile a consolidated report on NORM and TENORM.

#### **Session 3: Consolidated Report on NORM/TENORM**

The participants from 10 countries gave a presentation of their draft version of the consolidated report, followed by a question-and-answer (Q&A) session. Additional questions were sent to the presenters via email to continue Q&A session in the session 6 of the next day. The summary of each report is attached as Annex 3.

### **Session 5: Topics**

As a movement of NORM and TENORM in the international organizations, the efforts of the IAEA, ICRP, European Commission (EC), and other international organizations, were introduced by Dr. Hashimoto Makoto, Japan Atomic Energy Agency (JAEA). As regards environmental radiation, which is the theme of the next phase of this project, Prof. Yamanishi Hirokuni, Kindai University, explained about policy and report of Japanese government related to the discharge of the ALPS treated water stored at TEPCO's Fukushima Daiichi nuclear power station, as well as IAEA's review mission and annual amount of discharge of tritium. The summary of each report is attached as Annex 3.

### **Session 6 and 7: Q&A and Discussion on Consolidated Report on NORM/TENORM and Summary**

The participants had Q&A session and discussion from Australia in alphabetical order. The participants from each country explained the progress of their consolidated report, and answered the questions that they have received via email after the session 3.

FNCA 2023 workshop was decided to be held in Malaysia in November 2023, where member countries will continue to work toward the completion of the consolidated report on NORM and TENORM.

### **Session 8: Closing Session**

The workshop was closed with the closing remarks from Dr. Tamada Masao, FNCA Advisor of Japan.

### **Annex 3. Session Summary**

#### **Session 3 : Consolidated Report on NORM/TENORM**

#### **2) Australia (Mr. Duncan Kemp, Australian Nuclear Science and Technology Organisation (ANSTO))**

This discussion looks at the ways to improve NORM management within Australia. There is a strong regulatory framework in Australia to manage NORM, provided by National Guidance in Radiation Protection Series 15 - Safety Guide - Management of Naturally Occurring Radioactive Material (NORM). There are nine jurisdictions within Australia and they each have their own way to defining and regulating NORM. A recent review of NORM regulation was undertaken by the Radiation Health and Safety Advisory Council (Australia's peak scientific advisory council on radiation safety matters). This discusses that review and the recommendations. The recommendations are to have international involvement, maintaining a leadership role, developing a graded approach, international trade implications and communication.

#### **3) Bangladesh (Dr. Khandoker Asaduzzaman, Bangladesh Atomic Energy Commission (BAEC))**

Concentration of naturally occurring radionuclides (NORs) in industrial products and by-products may become enhanced due to various industrial processes and subsequently form NOR enriched deposits/wastes (for example, sludge, scales, produced water, pigging debris, discharges, residues etc.) within production facilities thereby forming TENORM. National organization and legal & regulatory framework for radioactive waste management including NORM/TENORM will be outlined in the presentation. The existing policy and



regulatory clearance of NORM radionuclides has been highlighted. The probable NORM/TENORM industry/sources in the country are mentioned. Lastly, present NORM characterization and management and some challenges are also briefly discussed in the presentation.

#### **4) Indonesia (Dr. Dadong Iskandar, The National Research and Innovation Agency (BRIN))**

In the recent years the activity related to NORM/TENORM Management in Indonesia has increased. In this report we will just describe the TENORM Management. The sources of TENORM in Indonesia are from mining and industry as tin mining and processing, oil and gas company, coal power generation, etc. The procedures of TENORM Management in Indonesia, in general, the company generated TENORM should make radiological study to know what kind of radiation protection should be applied. If there are any contaminated sites, they will ask to make a clean up for these sites. The TENORM residues/wastes would be stored at their own interim storage. Indonesia has no final disposal for the TENORM Wastes. In the Report we also describe regulatory infrastructure in Indonesia and also how it's implementations. The issues related to TENORM in Indonesia are: 1) The conflicting and inconsistent norms in some regulations in Indonesia, therefore the coordination among authorities is necessary to establish the national system of TENORM management in Indonesia; 2) Workers in Industry generated TENORM still have low knowledge of radiation protection; 3) Interim storage of TENORM residue/waste has a very limited areas with poor quality; 4) Indonesia has no a final disposal for TENORM waste.

#### **5) Japan**

(ア)(Mr. Tatsuo Saito, Japan Atomic Energy Agency (JAEA))

As this country report of Japan, I'll introduce here 2 topics:

1. Exemption from regulation of natural radioactive substances
2. Guideline for Ensuring Safety of Raw Materials and Products Containing U or Th

In summary, I'll report as follows;

- Japan has two guidelines for NORM. The first is for NORM categorization with its containing minerals or generic streams, into 8 groups to lead to each guideline dose (1 mSv/y or 10  $\mu$ Sv/y) for action/exemption.
- The second guideline is for ensuring safety of NORM with preparing measures by screening with flow chart of guideline radioactivity (1 or 10 Bq/g) to the targeted manufactures and consumer goods for exposure reduction.

(イ)(Hiroshi Yasuda, Hiroshima Univ.)

The radioactivity of the waste contaminated with natural uranium and its progeny nuclides, so-called "uranium waste", cannot be expected to reduce over hundreds of thousands of years; rather, potential exposures of future generations could be more significant than that of our generation, while it is characterized by being a nuclide that exists in the natural environment from the immemorial time. From the perspective of human history, it is natural to think that these legal systems and the thoughts underlying them will become unclear in the not-too-distant future and will not be understood by future generations. To make a solution

with consideration of these peculiar problems, we need more investigations from the viewpoint of not only natural science/engineering but also humanities/social sciences including history, archeology, philosophy, linguistics, etc. Some insight on this topic is to be presented.

**6) Kazakhstan (Mr.Vycheslav Gnyrya, Institute of Atomic Energy of the National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan (IAE NNC RK))**

One of the main tasks facing the world community was the problem of handling of ionizing radiation sources, radioactive waste and spent nuclear fuel resulting from human use of nuclear energy. This issue is also relevant for Kazakhstan. Firstly because of the large amount of accumulated on the former grounds of nuclear tests and is continuously generated at the enterprises of the uranium industry and in medical institutions of radioactive waste. Secondly, due to the presence on the territory of Kazakhstan of five nuclear reactors, which are the main sources of spent nuclear fuel.

A large amount of NORM/TENORM radioactive waste has been accumulated in Kazakhstan and there is a tendency to an increase in its volume, which requires ensuring safe management of its, including disposal. NORM/TENORM materials are represented by wastes of uranium mining, oil and gas production, metallurgical industries in the form of dumps, tailings, contaminated soils, pipes, equipment, and so on.

To regulate the handling of radioactive waste, ionizing radiation sources and spent nuclear fuel management in Kazakhstan, a number of documents in the form of Laws, Regulations and other normative legal acts are being developed and revised on an ongoing basis. But despite the fact that Kazakhstan has a lot of experience in this area, nevertheless, there are tasks in the regulatory legal framework and infrastructure of nuclear energy facilities that require compulsory solutions in the near future.

**7) Malaysia (Dr. Mohd Zaidi bin Ibrahim, Malaysian Nuclear Agency)**

In Malaysia, any activities involving Naturally Occurring Radioactive Materials (NORM) are regulated under the provisions of the Atomic Energy Licensing Act 1984 [Act 304]. Mineral processing, oil and gas, and tin mining are the main industries involved with activities related to NORM. Clearance level are used to determine whether the control of activities involving NORM are subjected to Act 304 and must comply with all aspects of licensing, regulation, and safety to ensure the safety of workers, public, and environment. Guides, codes, and standards are provided by the regulator to ensure all licenses comply with requirements and the goals imposed in regulations are achieved. Residues containing NORM less than clearance limits are regulated under Environmental Quality Act 1974 (Act 127).

**8) Mongolia (Ms. Batdelger Uranchimeg, Nuclear energy commission of Mongolia )**

Mongolia is a developing country without nuclear industries. Radioactive waste is generated from radioisotope applications in medicine, research, agriculture, geology, mining, and industries. These wastes are not well characterized and stored in less than adequate conditions. The generation of disused radioactive waste is centrally stored at the Isotope Center (IC), which was constructed in 1987.

The huge volume of naturally occurring radioactive materials (NORM) wastes produced annually by NORM related industries in Mongolia and it deserves to come to the attention of national environmental protection

agencies and regulatory bodies. NORM wastes constitute, by and large, unwanted byproducts of industrial activities as diverse as coal, copper, zinc, lead and rare earth mines, oil and gas wells. In many of these branches of industry, the problem of naturally occurring radioactive materials is present.

The main source of risk for workers and public is the short-lived radon daughter products present in air. This source of risk is present in Mongolia, due to its geological condition. Most of the territory of the country is presented by granite with enhanced concentration of uranium.

These granites are the main source of the uranium in radioactive mineral deposits and NORM in other non-uranium mining sites and lakes. Currently, the NORM regulation is on final stage of approving by the Government of Mongolia. Most concepts (graded approach, exemption, notification, authorization etc.) are already included in the Mongolian regulatory framework.

As of March 2020, there are 69 coal mines, 23 mines of other mineral resources, 4 rare earth mining, 2 oil exploiting company has valid exploitation licenses and 13 TPPs, 144 building material factories under the sampling program for control of NORM by the regulatory body. NORM generating industries have not been identified in the country completely. Radon issue is not yet explicitly mentioned in the Mongolian regulatory framework apart from some articles in different documents. Radon Action Plan is not approved and Radon Survey was not carried out in Mongolia. Regulatory limits for workplaces, mining sites. Indoors (1110 Bq/m<sup>3</sup> for workplaces, 200 and 100 Bq/m<sup>3</sup> for existing and new buildings, respectively) specified in national BSS (2015). General agency for specialized inspection /MES/ and its branch Metropolitan inspection agency /MIA/ started to carry out some Radon measurement campaigns in public buildings such as schools, kindergartens in Ulaanbaatar during last several years. Lack of laboratory capacity, human resources and absence of National radon action plan are the main challenges for NORM regulation in Mongolia. However, a limited number of instruments from various manufacturers is currently in use, but unable to ensure the required Quality Control of radon measurements in the country. The large distances need to be travelled to carry out a nation-wide radon survey in Mongolia is also challenging task. Therefore, international cooperation (e.g. with the bilateral or the regional) is important for strengthening of regulatory control of NORM residues and also establishment of nationwide radon survey in Mongolia

Besides, since the beginning of uranium prospecting in 1945, more than 12 uranium deposits, 100 hundred uranium occurrences, around 1400 anomalies have been discovered within Mongol-Priargun, Gobi-Tamsag, Khentei-Daur, Northern Mongolian metallogenic provinces. Mongolia is the 11th ranking uranium resources in the world. The Badrakh Energy Co Ltd has been tested Dulaan- uul project which done by in-situ technology, and after two years of pilot operations, approximately 20 tons of uranium will be produced during operation, and over 260 tons of radioactive waste generated per year.

#### **9) The Philippines (Ms. Kristine Marie Romallosa, Philippine Nuclear Research Institute (PNRI))**

The overview of potential sources of naturally occurring radioactive materials in the country are discussed. The sources are from coal mining and industry, mineral mining of copper, gold, iron among others, oil and gas exploration and fertilizer industry.

There are several R&D activities on characterization of NORM Levels in PH. This includes the radioactivity concentrations in soil, some building materials, NORM industries such as coal and minerals

processing, and radon levels. The goals of these studies are for policy recommendations on radiation protection and management of NORM.

Not specific to NORM / TENORM, but exemption concentrations including bulk amount of solid materials, above which will need regulatory control is indicated in the regulations. But there is still no existing policy and legislation on the control and management of NORM in the Philippines. Although there are some regulations with regards to radioactive waste management which covers the requirements for the management of wastes arising from NORM processing, these industries are currently not regulated.

Current, waste management options do not include NORM / TENORM. There was an IAEA Occupational Radiation Protection Appraisal Service (ORPAS) Mission that was conducted in 2022 and among the main recommendations is for the country to establish and enforce requirements for the protection of workers. With this, it is hoped that more progress will be made in terms of policy and regulation of NORM/TENORM in the near future.

#### **10) Thailand (Dr. Klitsadee Yubonmhat, Thailand Institute of Nuclear Technology (TINT))**

Studies on NORM/TENORM waste generated in Thailand were introduced in 2002 and the information on NORM types, quantities, and sources remains scarce. Natural radionuclide contents in various contaminated materials were investigated and the results showed that NORM found in some materials were highly enhanced, especially the precipitate/waste from the tantalum processing and the residues from the disused rare earth processing facility. However, more NORM/TENORM waste studies are needed so as to acquire NORM information from all sectors that could generate such waste. This could not only improve the protection of the public and the environment from the potential risks due to the natural radiation from NORM/TENORM waste but also assist the development of national NORM regulatory programs. The NORM/TENORM contaminated materials from abroad require special attention, because they were brought unintentionally into the country. Here, the capability and availability of the radiation surveillance systems at the importation gates should be checked. There will be a problem with the inadequacy of the RWMC's storage space for NORM/TENORM contaminated materials. This problem might be also aggravated if the ministerial regulation being drafted is promulgated.

#### **11) Vietnam (Mr. Nguyen Thanh Thuy, Institute for Technology of Radioactive and Rare Elements (VINATOM))**

Naturally occurring radioactive material (NORM) and technologically enhanced naturally occurring radioactive material (TENORM) are generated in Vietnam by the uranium, rare earth, mineral placers mining and processing, and other resources sectors. Vietnam is in rich coastal resources with placer reserves of over 650 million tons. Placers are mainly concentrated in central Viet Nam. Some minerals can be separated from mineral placers such as Ilmenite, Leucoxene, Rutile, Zircon, Rare Earth minerals, and Monazite. NORM is usually generated during this mineral beneficiation. This rad-waste is buried at the mining site. TENORM comes from zircon and monazite production. It is transported to the licensed disposal location and buried underground with strict standards.

Because of the stopping of the first nuclear plant (located in central Ninh Thuan province) project, uranium mining, and processing in Vietnam have also stopped in 2016. 100 tons of uranium tailing from the state project (2012) on reserve searching and evaluating of 8000 tons of  $U_3O_8$  were treated and disposed of by shallow geological burial method before the stopping decision. Current research on uranium is being carried out on a small scale in research facilities. The amount of generated NORM/ TENORM is now relatively small.

Vietnam has a large rare earth reserve (over 20 million tons), in which some minerals have radioactive activity like monazite and xenotime. There isn't any deep rare earth mining plant in operation in Vietnam. NORM/TENORM related to rare earth was born primarily from research activities. These rad wastes were treated and managed in the temporary warehouse of rare earth companies and research institutes.

In general, the NORM and TENORM in Viet Nam were relatively well managed but there are some problems related to these rad-wastes:

- Upgrade or expand the small existing radioactive waste management facilities.
- Develop management documents related to radon gas in houses in high rise buildings and in underground public works, and mines.
- Improve the capacity of state management agencies to be able to control all NORM/TENORM related industries in order to prevent environmental incidents and accidents related to NORM/TENORM.
- Strengthen the capacity of technical assistance agencies in appraisal and assessment related to exemption, licensing, liquidation as well as environmental monitoring for NORM/TENORM waste landfill sites.

## **Session 5: Topics**

### **1) International Movement of NORM/TENORM**

#### **Dr. Hashimoto Makoto (Japan Atomic Energy Agency)**

International organizations have been worked on NORM/TENORM. Items in below looks important actions. ICRP published Publication 142, 'Radiological Protection from Naturally Occurring Radioactive Material (NORM) in Industrial Processes' in 2019. It recommends that NORM presents no real prospect of radiological emergency and optimized radiation protection complement already placed hazard management. Reference levels were indicated.

IAEA held international conference 'management of naturally occurring radioactive material (NORM) in industry' in 2020. Proceedings was issued in 2022. Many actions made by many countries were introduces and discussed. It looks it contributed to make the specific safety guide No. SSG-60 'Management of Residues containing naturally occurring radioactive material from uranium production and other activities' in 2021.

EC published documents for radiation protection from TENORM. In 1999. EC established reference levels for regulatory control of work places effected with TENORM. USEPA published information about TENORM in USA. WNA summarized NORM information in the world.

These actions are based on the data in the science report of UNSCEAR issued several times from 1977.

## 2) Environmental radiation related to Radiation Waste Management

**Prof. Yamanishi Hirokuni (Kindai Univ.)**

Introduction report about “Discharge of ALPS treated water” by using public materials from METI and TEPCO

Mid-and-Long-Term Roadmap towards the Decommissioning of TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Station (FDNPS) Units 1-4 1)

Firstly adopted in December 2011, the Mid-and-Long-Term Decommissioning Roadmap clarified that the Government of Japan (GOJ) lead the entire decommissioning effort. Since then, GOJ revised the roadmap several times to set appropriate milestones and timeline.

Water management 2) (One of the key issues); Water for cooling fuel debris touches that debris, and thereby becomes highly contaminated water containing highly concentrated radioactive materials. New contaminated water is generated due to mixing of this highly contaminated water with groundwater and rainwater that flow into buildings. For example, putting impermeable (frozen-soil) wall led successful reduction of the amount of generating contaminated water and removal of stagnant water.

ALPS treated water 3); “ALPS treated water” is the water which has been purified from contaminated water and in which the radioactive materials are removed by ALPS (multi-nuclide removal equipment) to meet the regulatory standards with an exception of tritium. The number of storage tanks on the site exceeds a thousand, which could be an obstacle to secure a site for the planned decommissioning of the plant.

How to discharge the ALPS treated water into the sea 3) ; Concentrations of the radioactive materials will be far below the regulatory standard values by 1) purifying/re-purifying the radionuclides other than tritium; and 2) diluting by sea water. Discharge into the sea at the FDNPS will be monitored/reviewed by third parties such as IAEA.

Decision-making process handling treated water 4) ; Contaminated water that has been treated and purified is being stored in tanks at the FDNPS. At current time, the Japanese government is deciding what to do with this water while basing its decision upon reports from the Subcommittee on Handling of the ALPS Treated Water, the opinions of stakeholders, such as the residents of Fukushima, and while also considering measures to prevent damage caused by harmful rumors. TEPCO will appropriately handle this treated water based upon the policy stipulated by the government. Regardless of the treatment method employed, they will comply with legal requirements and engage in measures to avoid damage caused by harmful rumors.

### Reference

1) [https://www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/decommissioning/pdf/1f\\_status\\_20220307.pdf](https://www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/decommissioning/pdf/1f_status_20220307.pdf)

2) <https://www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/decommissioning/index.html#sp>

3) <https://www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/decommissioning/atw.html>

4) [https://www.tepco.co.jp/en/hd/decommission/towards\\_decommissioning/Things\\_you\\_should\\_know\\_more\\_about\\_decommissioning/answer-12-e.html](https://www.tepco.co.jp/en/hd/decommission/towards_decommissioning/Things_you_should_know_more_about_decommissioning/answer-12-e.html)

## 2.6.2 RS&RWM 参加者リスト

### List of Participants FNCA 2022 Workshop on Radiation Safety and Radioactive Waste Management Project

January 17 - 18, 2023

Country	Name	Title
Australia	Mr. Duncan Kemp	Manager, Waste Management Services Nuclear Operations Australian Nuclear Science and Technology Organisation (ANSTO)
Bangladesh (PL)	Dr. Khandoker Asaduzzaman	Chief Scientific Officer, Bangladesh Atomic Energy Commission (BAEC)
Indonesia	Dr. Hendra Adhi Pratama	Leader of Research Group on Radioactive Waste Management Technology Research Center for Nuclear Fuel Cycle and Radioactive Waste Technology The National Research and Innovation Agency (BRIN)
Indonesia	Dr. Dadong Iskandar	Researcher Research Center for Nuclear Fuel Cycle and Radioactive Waste Technology The National Research and Innovation Agency (BRIN)
Indonesia	Mr. Sucipta	Researcher Research Center for Nuclear Fuel Cycle and Radioactive Waste Technology The National Research and Innovation Agency (BRIN)
Indonesia (Observer)	Mr. Totti Tjiptosumirat	National Liaison Officer for IAEA, RCA & FNCA National Research and Innovation Agency (BRIN) FNCA Coordinator of Indonesia
Japan (Coordinator)	Mr. Wada Tomoaki	FNCA Coordinator of Japan
Japan (Advisor)	Dr. Masao Tamada	FNCA Advisor of Japan
Japan (PL)	Prof. Kosako Toshiso	Professor Emeritus, The University of Tokyo

Country	Name	Title
Japan	Mr. Saito Tatsuo	Assistant Principal Engineer, Predisposal Management Office Planning Department Decommissioning and Radioactive Waste Management Head Office Japan Atomic Energy Agency (JAEA)
Japan	Dr. Hashimoto Makoto	Principal Engineer/General Manager, Radiation Protection Department, O-arai Research and Development Institute, Japan Atomic Energy Agency (JAEA)
Japan	Prof. Yasuda Hiroshi	Professor, Research Institute for Radiation Biology and Medicine (RIRBM), Hiroshima University
Japan	Mr. Yukio Sakamoto	Assistant General Manager ATOX CO., LTD.
Japan	Prof. Yamanishi Hirokuni	Director, Professor Atomic Energy Research Institute Kindai University
Japan	Mr. Obata Ryoji	Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)
Japan	Mr. Kumagae Koichi	Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)
Japan	Ms. Nakahara Risa	Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)
Japan	Ms. Takemura Kyoko	Nuclear Safety Research Association (NSRA)
Japan	Ms. Inokoshi Chiaki	Nuclear Safety Research Association (NSRA)
Japan	Ms. Koike Aki	Nuclear Safety Research Association (NSRA)
Japan (Secretariat)	Ms. Che Jongah	Nuclear Safety Research Association (NSRA)



<b>Country</b>	<b>Name</b>	<b>Title</b>
Kazakhstan (PL)	Mr. Vyacheslav Gnyrya	Deputy Director for Tests Institute of Atomic Energy of the National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan (IAE NNC RK)
Malaysia (PL)	Dr. Mohd Zaidi bin Ibrahim	Manager Waste Technology Development Centre Waste Technology and Environmental Division Malaysian Nuclear Agency
Mongolia (PL)	Ms. Batdelger Uranchimeg	Senior officer The Executive Office of Nuclear Energy Commission
Philippines (PL)	Ms. Kristine Marie Romallosa	Supervising Science Research Specialist, Philippine Nuclear Research Institute (PNRI)
Thailand (PL)	Dr. Klitsadee Yubonmhat	Nuclear Scientist Thailand Institute of Nuclear Technology (TINT)
Vietnam (PL)	Mr. Nguyen Thanh Thuy	Researcher Center for Technology of Radioactive Waste Treatment and Management Institute for Technology of Radioactive and Rare Elements (VINATOM)
Vietnam	Ms. Doan Thi Thu Hien	Researcher Center for Technology of Radioactive Waste Treatment and Management Institute for Technology of Radioactive and Rare Elements (VINATOM)

## 2.6.3 RS&RWM プログラム

### Program of FNCA 2022 Workshop on Radiation Safety and Radioactive Waste Management Project

※Meeting Time is Japan standard time.

14:00 – 14:15	<p>Session 1: Opening Session</p> <p>Chair : Prof. Kosako Toshiso (Japan)</p> <p>1) Welcoming Remarks: Mr. Obata Ryoji (MEXT)</p> <p>2) Opening Remarks : Mr. Wada Tomoaki (FNCA coordinator of Japan)</p> <p>3) Introduction of Participants</p>
14:15 – 14:25	<p>Session 2: Overview of Consolidated Report on NORM/TENORM</p> <p>1) Consolidated Report on NORM/TENORM : Prof. Kosako Toshiso (Japan)</p>
14:25 – 15:40	<p>Session 3: Consolidated Report on NORM/TENORM</p> <p>Chair : Dr. Mohd Zaidi bin Ibrahim (Malaysia)</p> <p>(Presentation 12min + Q&amp;A 3min)</p> <p>1) Australia</p> <p>2) Bangladesh</p> <p>3) Indonesia</p> <p>4) Japan</p>
15:40 – 15:50	Break
15:50 – 17:20	<p>Cont. of Session 3</p> <p>Chair : Dr. Hendra Adhi Pratama (Indonesia)</p> <p>5) Kazakhstan</p> <p>6) Malaysia</p> <p>7) Mongolia</p> <p>8) the Philippines</p> <p>9) Thailand</p> <p>10) Viet Nam</p>
17:20 – 17:25	Session 4: Wrap-up of Day 1

#### Day 2

14:00 – 14:40	<p>Session 5: Topics</p> <p>Chair : Dr. Klitsadee Yubonmhat (Thailand)</p> <p>(Presentation 15min + Q&amp;A 5min)</p> <p>1) International movement of NORM/TENORM : Dr. Hashimoto Makoto</p>
---------------	--

	<p>(Japan)</p> <p>2) Environmental radiation related to Radioactive Waste Management : Prof. Yamanishi Hirokuni (Japan)</p>
14:40 – 15:45	<p>Session 6: Q&amp;A and Discussion on Consolidated Report on NORM/TENORM</p> <p>Chair : Mr. Duncan Kemp (Australia)</p> <p><b>In accordance with Q/A of each country, proceed with the discussion from Australia in alphabetical order.</b></p>
15:45 – 16:00	Break
16:00 – 17:00	Cont. of Session 6
17:00 – 17:15	<p>Session 7: Summary</p> <p>Summary of the Discussion : Prof. Kosako Toshiso (Japan)</p>
17:15 – 17:20	<p>Session 8: Closing Session</p> <p>1) Wrap-up</p> <p>2) Closing Remarks : Dr. Tamada Masao (FNCA Advisor of Japan)</p>

## 2.7 核セキュリティ・保障措置(NSS)プロジェクト国際会合

### 2.7.1 NSS 議事録

## **Minutes of FNCA 2022 Workshop on Nuclear Security and Safeguards Project**

January 10<sup>th</sup> -12<sup>th</sup>, 2023

Mr. Permsuk Sutchaphiwat, Secretary General, Office of Atoms for Peace (OAP) and Mr. WADA Tomoaki, FNCA Coordinator of Japan, delivered the opening remarks. Thereafter, the Workshop officially commenced. After the Opening Remarks, the introduction by each Workshop participant followed. The 12th FNCA Workshop (Hybrid) had 38 participants from twelve countries: Australia, Bangladesh, China, Indonesia, Japan, Kazakhstan, Korea, Malaysia, Mongolia, Thailand, Philippines and Vietnam, and 2 organizations: International Atomic Energy Agency (IAEA) and European Commission-Joint Research Centre (EC/JRC). Following the participants' introduction, Mr. NAOI Yosuke, FNCA Nuclear Security and Safeguards Project Leader of Japan, moderated the adoption of the workshop agenda. The agenda was accepted by the participants and the workshop with eight sessions was opened.

### **Sessions 1&2: Country Report**

#### **Moderator:**

Ms. Lydia Ilaiza Binti Saleh, Department of Atomic Energy Malaysia (Atom Malaysia), Malaysia

Mr. Chen Chen, State Nuclear Security Technology Center (SNSTC), China

12 countries (Australia, Bangladesh, China, Indonesia, Japan, Kazakhstan, Korea, Malaysia, Mongolia, Philippines, Thailand, and Vietnam) presented their country reports that included the updates on the developments and improvements since the 2021 Workshop regarding the implementation of safeguards and nuclear security, the promotion of nuclear security culture and capacity building activities.

All countries reported close cooperation with international or regional organizations and other countries, to strengthen nuclear safeguards and security capacity building. Almost all countries have implemented activities to continuously improve their respective nuclear security and safeguards regime through bilateral and multilateral cooperation with the IAEA, other countries and organizations.

The consolidation of the country reports is covered in Session 6 of the Country Report Summary.

### **Session 3: Discussion on Nuclear Forensics**

#### **Moderator:**

Ms. Kaitlyn Toole, ANSTO, Australia

#### **Presentations were delivered by Thailand, Indonesia and Japan**

Ms. Harinate Mungpayaban, OAP, Thailand

Mr. Khairul, BRIN, Indonesia

Ms. NORO Naoko, ISCN/JAEA, Japan

### **Special Lectures on Regional Cooperation on Nuclear Forensics:**

Dr. Eva Kovacs-Szeles, IAEA

Dr. Klaus Mayer, EC/JRC

#### **I. The Plan or Results of the Hands-on Training Exercise on Nuclear Forensics**

Ms. MUNGPAYABAN presented plans for a regional hands-on training exercise on nuclear forensics, which is anticipated to be held in July 2023 after being delayed by Covid-19. This event will include lecture sessions, a table top exercise and country reports and will consider characterization and management of crime scenes, nuclear forensics laboratory practices, and interpretation and reporting. Delivery of the training exercise will be supported by the US DOE, EC/JRC and the Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security, Japan Atomic Energy Agency (ISCN/JAEA).

A question was raised by Australia how the effectiveness of the training would be evaluated. Ms. Noro of JAEA introduced some evaluation methods including course survey, observation by instructors and post-course discussion with lecturers.

#### **II. Indonesia's plan for Building Nuclear Forensics Capacity in BRIN**

Mr. KHAIRUL outlined the nuclear forensics stakeholders in Indonesia (BAPETEN (regulatory), POLRI (national police) and BRIN (research and innovation)), including their various shared roles. Current and past activities in joint training and exercises, research, outreach and coordination among stakeholders and nuclear forensic analysis were outlined.

Key future activities were then described by Mr. Khairul. These were research (including participation in the upcoming IAEA CRP), improving the quality of the national nuclear forensics library, undertaking a national nuclear forensics assessment (including potential preparation of nuclear forensic laboratories outside Java) and joining the ITWG.

A question was raised by Australia about the number of nuclear forensics laboratory anticipated to be needed outside Java. Mr. Khairul indicated that preliminary consultation suggested the need for a laboratory in each major city.

Bangladesh queried whether it was possible for States to join the upcoming CRP; response to this was deferred to Dr. Kovacs-Szeles' presentation.

#### **III. Outline of short TTX in this WS**

Ms. NORO provided an overview of the benefits of table top exercises and provided a high-level overview of table top exercise.

A question was raised by Australia if there was any intention to share the exercise for member states to utilize with their stakeholders. Ms. Noro indicated there was no such intent to date but that materials could be shared in the future FNCA workshop.

#### **IV. IAEA's Activities on Regional Cooperation on Nuclear Forensics**

Dr. KOVACS-SZELES commenced with a brief overview of the function of the IAEA and an introduction to nuclear forensics in the context of nuclear security. She then described in detail the mechanisms by which the IAEA support capacity building in nuclear forensics, namely training, publications and advisory services (e.g. expert missions, technical meetings).

An overview of the new Coordinated Research Project on Nuclear Forensics, Nuclear Forensics Science to Bridge the Radiological Crime Scene to the Nuclear Forensics Laboratory (J02020), was provided. This CRP is currently open for proposals.

Dr. Kovacs-Szeles concluded by speaking to specific regional capacity development activities undertaken by the IAEA. Examples of past activities included the October 2022 ASEAN Regional Training Course on Nuclear Forensics hosted by the Republic of Korea and the ANSTO-hosted Regional Training Course on Practical Introduction to Nuclear Forensics in November 2022. Future activities were also introduced, including the International Training Course on Nuclear Forensics to be hosted by Thailand in August 2023 and the proposal to host in Quarter 3 2023 in Indonesia a Regional Workshop on Advancing Nuclear Forensics.

#### **V. EC-JRC's Experiences on Regional Cooperation on Nuclear Forensics**

Dr. MAYER provided context to capability development, noting that development of technical capabilities (evidence management and material analysis and interpretation) must be underpinned by strengthening of national frameworks and human capital. A general approach to establishing a road map for capability development was outlined, which highlighted the importance of establishing existing national capabilities and regional partnerships, and then developing a road map to address gaps between what these provide and the required capability. Such a road map will include national effort, regional initiative and international incentive, and be supported by existing guidance (e.g. IAEA, GICNT). Dr. Meyer highlighted that capacity building projects should catalyze process, facilitate inter-agency cooperation, leverage national/regional capabilities and support sustainability.

Two specific examples of regional cooperation programs were provided; in ASEAN Countries, with support from the EU CBRN Centre of Excellence in collaboration with the US DOE, and the GUAM countries (Georgia, Ukraine, Azerbaijan and Moldova), which was a partnership between the EU, US DOE/NNSA-NSDD and GUAM SMEs. A number of common features between the projects were highlighted, such as success of an initial pilot project leading to further funding and the maintenance of a high tempo of activities to sustain momentum.

In the ASEAN countries, the project sought to address the needs of a wide range of stakeholders, with activities ranging from awareness raising workshops for decision makers to hands-on technical training. Key outcomes were capability development and the building of networks. This project catalyzed the greater regional involvement in international forums such as the IAEA, ITWG and GICNT.

The GUAM program has incorporated three key project areas; development and implementation of national nuclear forensic libraries, bolstering, sustaining and standardizing technical nuclear forensics capabilities and human capability development. A number of activities were undertaken in each project area, with a focus on drawing upon regional technical capabilities and sharing of learnings and experiences.

Dr. Mayer concluded by highlighting the benefits of regional cooperation, including building on existing framework and trust, catalyzing development of capabilities, enhancing build-up of expertise and enabling efficient use of resources.

A question was raised by Ms. Noro of Japan if there was any database of experts in nuclear forensics to support sustainment of networks. Both Dr. Kovacs-Szeles and Dr. Mayer identified some significant challenges, including the qualification of experts and data protection. The IAEA and EC-JRC both maintain informal registers of experts who may support training implementation.

Materials analysis and interpretation)

#### **Session 4: Discussion on Good Practice on Export Controls and AP Declaration**

##### **Moderator:**

Ms. Sung Yoon PARK, KINAC, Republic of Korea

Presentations were delivered by Thailand, Japan, and Indonesia

Mr. Sarun Soongsawang, OAP, Thailand

Mr. Victor Siregar, ISCN/JAEA, Japan

Mr. Khairul, BRIN, Indonesia

In this session, three member countries, Thailand, Japan, and Indonesia, shared their good practices on Export Control (EC) and Additional Protocol (AP) declaration. After the presentations, a round table discussion was held on the next step of sharing good practices on EC and AP declaration. Mr. Victor Siregar from ISCN/JAEA presented Japan's proposals for the next step. He suggested milestones of the next step: collecting information for challenges and good practices on EC and AP declaration from member countries by May 2023, drafting a summary report by August 2023, and holding an online AP-CIT training for FNCA member countries in March 2024. The FNCA Members agreed on the proposal in general by recognizing the explanation of the FNCA secretariat that the suggested timelines may vary after. The FNCA secretariat is communicating with the U.S. and ROK regarding support for the AP-CIT training. The FNCA secretariat

will seek the IAEA's procedure and requirements for publishing the final report as an IAEA information circular (INFCIRC).

### **I. Presentation by Mr. Sarun Soongsawang**

Mr. Sarun Soongsawang from the Office of Atoms for Peace (OAP) of Thailand presented on 'AP Implementation and Export Controls in Thailand.' He first elaborated on the legal and regulatory framework for AP implementation and EC in Thailand. He explained the history of safeguards implementation. He also outlined the regulatory structure of the OAP and safeguarding facilities. In addition, he reported the regulatory framework of EC on items related to weapons of mass destruction (WMD). Finally, he accentuated Thailand's National Single Window as a good practice of EC.

### **II. Presentation by Mr. Victor Siregar**

Mr. Victor Siregar from the Integrated Support Center for Nuclear Non-proliferation and Nuclear Security (ISCN) of Japan Atomic Energy Agency (JAEA) presented on 'Good Practices on EC in Japan and AP Declaration.' He first elaborated on the AP and EC provisions and explained the obligations that arose under such provisions. In addition, he outlined how Japan has established and is strengthening its EC system. Finally, he explained the flow of the AP declarations in Japan prior to submit them to the IAEA. As IAEA drew out Broader Conclusion (BC) for Japan in 2022, it is confirmed that all AP declarations for the year 2021/2022 submitted to the IAEA were correct and completed.

### **III. Presentation by Mr. Khairul**

Mr. Khairul from the National Research and Innovation Agency of Indonesia (BRIN) presented the topic of 'Discussion of Good Practice on EC and AP Declaration.' He explained the status of EC in Indonesia, including its regulatory systems. Although Strategic Trade Control (STC) dealing with dual-use items is not fully established in Indonesia, Indonesia is strengthening STC on the way forwards to include dual-use items by adopting the Online Single Submission (OSS) licensing process in 2020. Finally, Mr. Khairul explained Indonesia's annual AP declaration process, which has been enhanced to guarantee completeness and correctness.

## **Session 5: Nuclear Security Stakeholder Matrix**

### **Moderator:**

Ms. Gerelmaa Gombosuren, The Executive Office of the Nuclear Energy Commission (NEC), Mongolia

### **Presentations were delivered by Japan**

Mr. NAOI Yosuke, ISCN/JAEA, Japan

Ms. NORO Naoko, ISCN/JAEA, Japan

### **I. Presentation by Mr. NAOI Yosuke**

Mr. NAOI presented the outcome of the virtual Technical Workshop on Nuclear Security Stakeholder Matrix in July 2022. His outcome is based on 3 contents which include an objective matrix table, three years of



activities in FNCA, and the outcome of the technical workshop. He first introduced objectives of nuclear security stakeholder matrix project.

The objectives are to get a full picture of the nuclear security activities of a state, identify gaps in infrastructure development for a state's nuclear security regime, identify gaps in capacity building on nuclear security, and facilitate coordination and cooperation among the relevant agencies. He also presented the summary of 3 years of activities in FNCA.

The proposal to start the matrix table project was first discussed at the 10th Annual Workshop of NSSP online. After the 11th Annual Workshop of NSSP via online, six member countries Indonesia, Japan, Kazakhstan, Mongolia, Philippines, and Thailand completed the matrix table and share the results.

In July 2022, the Technical Workshop on the Nuclear Security Stakeholder Matrix was organized via online with the participation of Indonesia, Japan, Kazakhstan, Mongolia, Philippines, and Thailand. In this workshop, findings from the trial, and instructions for making the tables were presented. As a result of the findings from the trial the following issue was brought out: it is difficult for one organization to cover all the parties involved in ensuring nuclear security in a state, creating a matrix table enables each FNCA Member State to identify the roles of stakeholders, identify gaps, and understanding of the national nuclear security regime. In order to identify the gap between responsibilities and capabilities, it is necessary to describe the responsibilities and necessary capabilities in as much detail as possible.

General instructions for matrix development were introduced. Among them, the matrix should reflect the current status and identify gaps for improvement, describing responsibilities and capabilities. The matrix template is just a template, so that each country should modify it to be appropriate for its national regime, there is no intention to share any sensitive information in this Stakeholder Matrix Project; however, it is still strongly recommended to share among the stakeholders at the national level, and if possible, interview stakeholders for accuracy.

## **II. Presentation by Ms. NORO Naoko**

Ms. NORO presented the next step of nuclear security stakeholder matrix project.

Ms. Noro proposed a regional workshop on specific topics which FNCA Member States identified through matrix project, and such workshop can be developed or supported by NSSCs of FNCA Member States. She also suggested to support the development of an NSSC of FNCA members. Ms. Noro mentioned that the achievement of the Stakeholder Matrix Project outside of FNCA can be shared with other networks such as IAEA NSSC Annual Meeting Feb. 2023.

## **Session 6: Country Report Summary**

The compilation of the country report summary (from Sessions 1 and 2) was presented by Ms. Harinate Mungpayaban (OAP). Edits and comments were received and incorporated in the country report summary. The Summary is attached to this report as "Country Report Summary." The updated Country Report Summary will be posted on the FNCA website.

### **Session 7: Concluding Session**

Mr. NAOI Yosuke, Project Leader of Japan, concluded the workshop by providing a summary of what had been discussed and the proposals that were made. He encouraged FNCA members to provide ideas of possible projects that may be undertaken for the future. He also delivered the closing remarks, as the FNCA representative and expressed the appreciation to Thailand for hosting the workshop for 2022. He announced that the country hosting the 2023 workshop will be announced later.

Ms. Darunee Peekhunthod, Director of Regulatory Technical Support Division, OAP, affirmed the Thailand's commitment in the FNCA project of Nuclear Security and Safeguards. She encouraged collaboration among FNCA members to achieve the objectives of this project.

After the delivery of the closing remarks, the hybrid part of the Workshop was closed.

### **Session 8: Short TTX on Nuclear Forensics (ONLY in person)**

#### **Facilitator:**

Ms. NORO Naoko, ISCN/JAEA, Japan

Mr. YAMAGUCHI Tomoki, ISCN/JAEA, Japan

As a special event at the workshop, the Table Top Exercise (TTX) on Nuclear Forensics was provided at OAP with the participation of Royal Thai Army Chemical Department, Office of Police Forensic Science, and Central Institute of Forensic Science, together with the FNCA Member States who joined the workshop in person. The background information on the TTX was presented by the TTX facilitator, Ms. Noro of ISCN/JAEA. TTX used a scenario of fictitious nuclear security incident to discuss the necessary capability on nuclear forensics and identify the gaps. TTX was facilitated by Ms. Noro and Mr. Yamaguchi of ISCN. During the TTX, OAP demonstrated the equipment used for detecting and identifying nuclear and radiological materials can be used for radiological crime scene management. Active participation during the discussions has identified important issues that should be addressed or strengthened or reinforced by the designated or responsible relevant entities in the FNCA Member States.

## 2.7.2 NSS 参加者リスト

### List of Participants FNCA 2022 Workshop on Nuclear Security and Safeguards Project

January 10<sup>th</sup> -12<sup>th</sup>, 2023

Country	Name	Affiliation
Australia	Ms. Kaitlyn Toole	Nuclear Forensic Scientist Australian Nuclear Science & Technology Organisation (ANSTO)
Bangladesh (PL)	Dr. Abid Imtiaz	Chief Scientific Officer Nuclear Safety, Security and Safeguards Division Bangladesh Atomic Energy Commission (BAEC)
China (PL)	Mr. Chen Chen	Deputy Researcher Fellow State Nuclear Security Technology Center (SNSTC)
China	Ms. He Siqi	Engineer State Nuclear Security Technology Center (SNSTC)
Indonesia (PL)	Mr. Khairul	Senior Nuclear Security Officer Nuclear Energy Research Organization (ORTN) National Research and Innovation Agency (BRIN)
Kazakhstan (PL)	Mr. Alexandr Ossintsev	Head Department for Security Control and Non-proliferation National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan
Kazakhstan	Mr. Roman Nefedov	Head The laboratory of geoinformation support of projects National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan
Kazakhstan	Ms. Nurgul Kurmangaliyeva	Head International Projects Support Group National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan

<b>Country</b>	<b>Name</b>	<b>Affiliation</b>
Korea (PL)	Ms. Sung Yoon PARK	Director of the Department for International Cooperation Korea Institute of Nuclear Nonproliferation and Control (KINAC)
Malaysia (PL)	Ms. Lydia Ilaiza Binti Saleh	Principal Assistant Director Nuclear Installation Division Department of Atomic Energy Malaysia (Atom Malaysia)
Mongolia (PL)	Ms. Gerelmaa Gombosuren	Department of Nuclear Safety and Security The Executive Office of the Nuclear Energy Commission Government of Mongolia
Philippines (PL)	Ms. Maria Teresa A. Salabit	Supervising Science Research Specialist Philippine Nuclear Research Institute (PNRI)
Philippines	Mr. John Richard Fernandez	Senior Science Research Specialist Philippine Nuclear Research Institute (PNRI)
Thailand	Mr. Permsuk Sutchaphiwat	Secretary General Office of Atoms for Peace (OAP)
Thailand	Ms. Darunee Peekhunthod	Director of Regulatory Technical Support Division Technical Support Division Office of Atoms for Peace (OAP)
Thailand (PL)	Ms. Harinate Mungpayaban	Nuclear Chemist Security and Safeguards Technical Support Section Office of Atoms for Peace (OAP)
Thailand	Dr. Areerak Rueanngeon	Nuclear Chemist Security and Safeguards Technical Support Section Office of Atoms for Peace (OAP)
Thailand	Dr. Haruetai Kasiwattanawut	Radiation Physicist Security and Safeguards Technical Support Section Office of Atoms for Peace (OAP)

<b>Country</b>	<b>Name</b>	<b>Affiliation</b>
Thailand	Ms. Kalaya Changkrueng	Nuclear Chemist Security and Safeguards Technical Support Section Office of Atoms for Peace (OAP)
Thailand	Mr. Sarun Soongsawang	Nuclear Engineer Security and Safeguards Technical Support Section Office of Atoms for Peace (OAP)
Thailand	Police Lieutenant Colonel Omsin Permsakmesup	Central Plice Forensic Science Division Office of Police Forensic Science Royal Thai Police
Thailand	lieutenant Suphakit CHITCHAINGAM	1Lt Teacher RTA Chemical School Chemical Department Royal Thai Army
Thailand	Ms. Nisapha Khasrithong	Forensic Scientist (Professional Level) Central Institute of Forensic Science
Vietnam (PL)	Ms. Bui Thi Thuy Anh	Director, International Cooperation Division Vietnam Agency for Radiation and Nuclear Safety (VARANS)
IAEA	Dr. Eva Kovacs-Szeles	Unit Head of Crime Scene Management and Nuclear Forensics, Department of Nuclear Safety and Security, International Atomic Energy Agency
EC/JRC	Dr. Klaus Mayer	Deputy Head of Nuclear Safeguards and Forensics Unit European Commission-Joint Research Centre (EC/JRC)
Japan (Coordinator)	Mr. WADA Tomoaki	FNCA Coordinator of Japan
Japan (Advisor)	Dr. TAMADA Masao	FNCA Advisor of Japan
Japan (MEXT)	Mr. OBATA Ryoji	Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)

<b>Country</b>	<b>Name</b>	<b>Affiliation</b>
Japan (MEXT)	Ms. NAKAHARA Risa	Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)
Japan (MEXT)	Mr. KUMAGAE Koichi	Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)
Japan (PL)	Mr. NAOI Yosuke	Director Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security Japan Atomic Energy Agency (ISCN/JAEA)
Japan	Dr. UNESAKI Hironobu	Professor Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science, Kyoto University
Japan (ISCN/JAEA)	Mr. YAMAGUCHI Tomoki	General Manager, Technology Development Promotion Office, International Capacity-Building Support Office ISCN/JAEA
Japan (ISCN/JAEA)	Ms. NORO Naoko	Chief Training Instructor International Capacity-Building Support Office ISCN/JAEA
Japan (ISCN/JAEA)	Mr. Victor Hasoloan SIREGAR	Visiting Researcher International Capacity-Building Support Office ISCN/JAEA
Japan (Secretariat)	Ms. INOKOSHI Chiaki	Nuclear Safety Research Association (NSRA)
Japan (Secretariat)	Ms. OTSU Natsuko	Nuclear Safety Research Association (NSRA)

## 2.7.3 NSS プログラム

### Program of FNCA 2022 Workshop on Nuclear Security and Safeguards Project

January 10<sup>th</sup> -12<sup>th</sup>, 2023

#### Workshop Day 1: January 10, Tuesday

09:30-10:20	<p><b>Opening Session</b></p> <p><b>1. Opening remarks</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mr. Permsuk Sutchaphiwat, Secretary General, OAP</li> <li>- Mr. WADA Tomoaki, FNCA Coordinator of Japan</li> </ul> <p><b>2. Group Photo</b></p> <p><b>3. Introduction of Members</b></p> <p><b>4. Asoption of the Agenda</b></p>
10:20-10:40	Coffee Break
10:40-12:10	<p><b>Session 1: Country Reports I</b></p> <p><u>Moderator: Ms. Lydia Ilaiza Binti Saleh, Atom Malaysia</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Australia</li> <li>- Bangladesh</li> <li>- China</li> <li>- Indonesia</li> <li>- Japan</li> <li>- Kazakhstan</li> </ul>
12:10-13:40	Lunch Break
13:40-15:10	<p><b>Session 2: Country Reports II</b></p> <p><u>Moderator: Mr. Chen Chen, SNSTC</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Malaysia</li> <li>- Mongolia</li> <li>- Philippines</li> <li>- ROK</li> <li>- Thailand</li> <li>- Vietnam</li> </ul>
15:10-15:30	Coffee Break
15:30-17:15	<p><b>Session 3: Discussion on Nuclear Forensics</b></p> <p><u>Moderator: Ms. Kaitlyn Toole, ANSTO</u></p> <p>&lt; Presentation &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Thailand: Hands-on Training Exercise on Nuclear Forensics</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Indonesia: Nuclear Forensics Activities in Indonesia</li> <li>- Japan: Overview of Tabletop Exercise (TTX) on Nuclear Forensics</li> </ul> <p>&lt; Special Lecture &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- IAEA's Activities on Regional Cooperation of Nuclear Forensics</li> <li>- Regional Cooperation in Nuclear Forensics: EC-JRC's Experience</li> </ul> <p>&lt; Discussion &gt;</p>
--	---

### Workshop Day 2: January 11, Wednesday

09:00-10:30	<p><b>Session 4: Discussion on Good Practice on Export Controls and AP Declaration</b></p> <p><u>Moderator: Ms. Sung Yoon PARK, KINAC</u></p> <p>&lt; Presentation &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Thailand: AP Implementation and Export Controls in Thailand</li> <li>- Japan: Good Practices on Export Control in Japan and AP Declaration</li> <li>- Indonesia: Discussion on Good Practice on Export Control and AP Declaration</li> </ul> <p>&lt; Roundtable discussion &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan of the Survey of member countries on Export Control: ISCN/JAEA</li> <li>- Discussion: Next step: proposal from JAEA/Japan</li> </ul>
10:30-10:50	Coffee Break
10:50-12:20	<p><b>Session 5: Nuclear Security Stake Holder Matrix Table</b></p> <p><u>Moderator: Ms. Gerelmaa Gombosuren, NEC</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Outcome of Technical Seminar on Matrix Table: ISCN/JAEA</li> <li>- Proposal from ISCN/JAEA and Discussion on Next Step</li> </ul>
12:20-13:30	Lunch Break
13:30-13:50	<p><b>Session 6: Country Report Summary</b></p> <p>Presentation: Ms. Harinate Mungpayaban, OAP</p>
13:50-14:30	<p><b>Session 7: Concluding Session</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Summary and Conclusions by Mr. Naoi Yosuke, Project leader of Japan</li> <li>- Next workshop</li> </ul> <p>&lt; Closing Remarks &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mr. Naoi Yosuke, Project Leader of Japan</li> <li>- Ms. Daranee Peekhunthod, Director of Regulatory Technical Support Division, OAP</li> </ul>
14:30-17:30	<p><b>Session 8: Short TTX on Nuclear Forensics (ONLY in person)</b></p> <p><u>Facilitator: Ms. Noro Naoko and Mr. Yamaguchi Tomoki, ISCN/JAEA</u></p>



### 3. ニュースレター送付先一覧

#### 3.1 国内送付先

##### 3.1.1 FNCA 関係者

役職	氏名/所属組織名	
FNCA 日本コーディネーター	和田 智明 様	神戸市立青少年科学館
FNCA 日本アドバイザー	玉田 正男 様	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
FNCA 運営グループ委員	運営グループ名簿参照	

##### 3.1.2 講師育成事業講師

氏名	所属組織名
藤本 望 様	国立大学法人九州大学
飯本 武志 様	国立大学法人東京大学
木倉 宏成 様	国立大学法人東京工業大学
鳥羽 晃夫 様	一般財団法人原子力国際協力センター
佐野 博朗 様	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
竹野 正志 様	日本原子力発電株式会社
赤坂 尚昭 様	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
和田 智明 様	神戸市立青少年科学館

##### 3.1.3 原子力人材育成ネットワーク運営委員会

氏名	所属組織名
宇埜 正美 様	国立大学法人福井大学
河原林 順 様	東京都市大学
國枝 佳明 様	独立行政法人国立高等専門学校機構
小林 能直 様	国立大学法人東京工業大学

氏名	所属組織名
中島 健 様	国立大学法人京都大学
長谷川 秀一 様	国立大学法人東京大学
大屋 雅巳 様	東京電力ホールディングス株式会社
下川 浩一 様	関西電力株式会社
名倉 孝訓 様	中部電力株式会社
薄井 秀和 様	東芝エネルギーシステムズ株式会社
加藤 顕彦 様	三菱重工業株式会社
武原 秀俊 様	株式会社日立製作所
新井 史朗 様	一般社団法人日本原子力産業協会
石塚 博英 様	公益財団法人若狭湾エネルギー研究センター
大井川 宏之 様	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

### 3.1.4 原子力海外人材育成分科会

氏名	所属組織名
小原 徹 様	国立大学法人東京工業大学
五十嵐 久 様	電気事業連合会
谷川 明広 様	日本原子力発電(株)
小澤 隆 様	一般社団法人日本電機工業会
藤田 眞也 様	東芝エネルギーシステムズ株式会社
小山 正弘 様	三菱重工業株式会社
高瀬 和之 様	国立大学法人長岡技術科学大学
高橋 拓也 様	日立 GE ニュークリア・エナジー株式会社

氏名	所属組織名
鳥羽 晃夫 様	一般財団法人原子力国際協力センター
直井 洋介 様	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
中野 佳洋 様	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
中村 真紀子 様	一般社団法人日本原子力産業協会
奈良林 直 様	国立大学法人東京工業大学
板東 薫 様	公益財団法人若狭湾エネルギー研究センター
山口 敬介 様	国際原子力開発株式会社
吉岡 譲 様	一般社団法人海外電力調査会

### 3.1.5 研究者育成事業運営委員

氏名	所属組織名
石樽 顕吉 様	
浅沼 徳子 様	東海大学
伊藤 哲夫 様	近畿大学
海老原 充 様	早稲田大学
唐澤 久美子 様	東京女子医科大学
村上 博幸 様	公益財団法人放射線計測協会

### 3.1.6 駐日外国公館

氏名	所属組織名
Mr. Charles Adamson	オーストラリア連邦大使館
-	バングラデシュ人民共和国大使館
Mr. Wu Song	中華人民共和国大使館

氏名	所属組織名
Ms. Moestika Dewiani	インドネシア共和国大使館
Mr. Maxat Saliyev	カザフスタン共和国大使館
Mr. Kang Jeong Whan	大韓民国大使館
Mr. Mohd Ishrin bin Mohd Ishak	マレーシア大使館
Ms. Unurjargal Enkhbat	モンゴル国大使館
H.E. Ambassador Jose C. Laurel V	フィリピン共和国大使館
-	タイ王国大使館
Mr. Nguyen Xuan Duc	ベトナム社会主義共和国大使館

### 3.1.7 政府関係

省庁名	部局名
文部科学省	審議官(研究開発局担当)
文部科学省	科学技術・学術政策局 科学技術・学術戦略官(国際担当)
文部科学省	研究振興局 研究振興戦略官
文部科学省	研究振興局 基礎・基盤研究課量子研究推進室
文部科学省	研究開発局長
文部科学省	研究開発局 研究開発戦略官付(核融合・原子力国際協力担当)
文部科学省	研究開発局 開発企画課長
文部科学省	研究開発局 開発企画課 特別会計審査官
文部科学省	研究開発局 原子力課長
文部科学省	研究開発局 研究開発戦略官(核融合・原子力国際協力担当)
文部科学省	研究開発局 研究開発戦略官(新型炉・原子力人材育成担当)
文部科学省	研究開発局 原子力課 放射性廃棄物企画室長

省庁名	部局名
文部科学省	研究開発局 原子力課 立地地域対策室長
文部科学省	研究開発局 環境エネルギー課長
文部科学省	敦賀原子力事務所長
内閣府	原子力政策担当室
外務省	軍縮不拡散・科学部 審議官
外務省	軍縮不拡散・科学部 国際原子力協力室 課長補佐
厚生労働省	医政局 研究開発振興課 課長補佐
農林水産省	大臣官房政策課 技術政策室 技術調整班
経済産業省	資源エネルギー庁 ガス・電力事業部 部長
経済産業省	資源エネルギー庁 原子力政策課
経済産業省	資源エネルギー庁 原子力政策課 原子力国際協力推進室
経済産業省	資源エネルギー庁 原子力発電所事故収束対応室 係長
経済産業省	資源エネルギー庁 原子力立地・核燃料サイクル産業課
経済産業省	資源エネルギー庁 原子力立地・核燃料サイクル産業課 核燃料サイクル産業立地企画官
経済産業省	資源エネルギー庁 原子力立地・核燃料サイクル産業課 原子力発電立地企画官
経済産業省	資源エネルギー庁 原子力立地・核燃料サイクル産業課 原子力広報官
原子力規制庁	総務課 国際室
原子力規制庁	放射線防護企画課 保障措置室
原子力規制庁	放射線防護グループ 放射線規制部門 管理官補佐(総括担当)

### 3.1.8 地方自治体等

組織名	部署名
北海道	総務部 危機対策局 原子力安全対策課
北海道	経済部 環境・エネルギー局 環境・エネルギー課
青森県	危機管理局 青森県原子力センター
青森県	危機管理局 原子力安全対策課
青森県	エネルギー総合対策局 エネルギー開発振興課
青森県	エネルギー総合対策局 原子力立地対策課
宮城県	復興・危機管理部 原子力安全対策課
福島県	危機管理部 原子力安全対策課
福島県	企画調整部 エネルギー課
茨城県	防災・危機管理部 原子力安全対策課
茨城県	産業戦略部 科学技術振興課
新潟県	防災局 原子力安全対策課
新潟県	産業労働部 産業立地課
石川県	危機管理監室 危機対策課 原子力安全対策室
石川県	企画振興部 企画課
福井県	地域戦略部 電源地域振興課
福井県	原子力環境監視センター
福井県	原子力環境監視センター 福井分析管理室
福井県	安全環境部 原子力安全対策課
福井県	安全環境部 危機対策・防災課
静岡県	危機管理部 原子力安全対策課

組織名	部署名
静岡県	経済産業部 産業革新局 エネルギー政策課
愛知県	防災安全局 防災部 防災危機管理課
京都府	危機管理部 原子力防災課
京都府	総務部 自治振興課
大阪府	政策企画部 危機管理室 防災企画課
大阪府	環境農林水産部 エネルギー政策課 企画推進グループ
鳥取県	危機管理局 原子力安全対策課
鳥取県	生活環境部 環境立県推進課
島根県	防災部 原子力安全対策課
島根県	地域振興部 地域政策課
岡山県	危機管理課 防災対策班
岡山県	環境文化部 環境企画課
愛媛県	県民環境部 防災危機管理課
愛媛県	県民環境部 原子力安全対策課
佐賀県	県民環境部 原子力安全対策課
長崎県	危機管理監 危機管理課
鹿児島県	危機管理防災局 原子力安全対策課
鹿児島県	総合政策部 エネルギー政策課

### 3.1.9 組織・企業・大学等

組織名	部署名
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	理事長
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	副理事長
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	理事
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	原子力科学研究所長
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	大洗研究所長
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	大洗研究所 環境技術開発センター 材料試験炉部
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	原子力人材育成センター長
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	原子力人材育成センター 原子力人材育成推進課長
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	原子力基礎工学研究センター長
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	敦賀総合研究開発センター長
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	敦賀総合研究開発センター 拠点化推進室 国際連携協力グループ リーダー
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	敦賀廃止措置実証本部 本部長
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	新型転換炉原型炉ふげん 所長
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	高速増殖原型炉もんじゅ 所長
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	バックエンド統括本部長
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	広報部
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	むつ科学技術館



組織名	部署名
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	青森研究開発センター総務課
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	経営企画部長
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	戦略・国際企画室 国際業務課 技術副主幹
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構	核不拡散・核セキュリティ総合支援センター 能力構築国際支援室
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構	理事長
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構	理事
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構	経営企画部 国際課 主幹
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構	量子生命・医学部門 研究企画部長
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構	QST 病院 病院長
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構	QST 病院 室長
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構	QST 病院 放射線品質管理室 技術スタッフ
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構	放射線医学研究所 放射線影響研究部
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構	量子エネルギー部門長
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構	量子ビーム科学部門長 兼 高崎量子応用研究所長
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構	高崎量子応用研究所 先端機能材料研究部 高分子機能材料研究プロジェクト
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構	高崎量子応用研究所 先端機能材料研究部 先進触媒研究プロジェクト
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構	高崎量子応用研究所 先端機能材料研究部 環境資源材料研究プロジェクト
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構	高崎量子応用研究所 放射線生物応用研究部 RI 医療応用研究プロジェクト

組織名	部署名
国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構	関西光科学研究所 所長
公益財団法人若狭湾エネルギーセンター	福井県国際原子力人材育成センター 国際人材育成グループ
公益財団法人若狭湾エネルギーセンター	生物資源研究室 次長
公益財団法人若狭湾エネルギーセンター	加速器室
公益財団法人若狭湾エネルギーセンター	粒子線医療研究室
公益財団法人若狭湾エネルギーセンター	エネルギー材料グループ
国立研究開発法人物質・材料研究機構	グローバル中核部門 グローバル連携室
国立研究開発法人産業技術総合研究所	イノベーション推進本部 連携企画部 国際室
国立研究開発法人産業技術総合研究所	分析計測標準研究部門 放射線標準研究グループ
公益社団法人日本アイントープ協会	環境整備部 環境整備一課
北海道電力株式会社	原子力部
北海道電力株式会社	東京支社
東北電力株式会社	火力・原子力本部 原子力部
東北電力株式会社	広報・地域交流部
東北電力株式会社	東京支社 社長
東京電力東京電力ホールディングス株式会社	原子力・立地本部
東京電力東京電力ホールディングス株式会社	広報部
東京電力東京電力ホールディングス株式会社	青森事業本部 東通原子力発電所トントウビレッジ
中部電力株式会社	原子力本部
北陸電力株式会社	原子力部
北陸電力株式会社	東京支社

組織名	部署名
北陸電力株式会社	福井支店
関西電力株式会社	原子力事業本部 原子力企画部長
関西電力株式会社	原子力事業本部 原子力企画部 原子力企画グループマネージャー
関西電力株式会社	原子力事業本部 地域共生本部長
関西電力株式会社	嶺南新エネルギー研究センター長
関西電力株式会社	若狭たかはまエルどらんど
関西電力株式会社	美浜原子力発電所美浜原子力 PR センター
関西電力株式会社	東京支社 社長
中国電力株式会社	原子力協力プロジェクト
中国電力株式会社	東京支社 社長
四国電力株式会社	原子力本部
四国電力株式会社	東京支社 社長
九州電力株式会社	原子力管理部
九州電力株式会社	東京支社 社長
日本原子力発電株式会社	地域共生・広報室
日本原子力発電株式会社	東海テラパーク
日本原子力発電株式会社	敦賀原子力館
日本原子力発電株式会社	敦賀総合研修センター
独立行政法人日本貿易振興機構アジア経済研究所	本部 総務部
アジア生産性機構	事務局長
株式会社三菱総合研究所	セーフティ&インダストリー本部長

組織名	部署名
株式会社日立製作所	ヘルスケアビジネスユニット放射線治療システム事業部 粒子線治療マーケティング部
一般財団法人エネルギー総合工学研究所	原子力工学センター センター長
一般財団法人エネルギー総合工学研究所	プロジェクト試験研究部 原子力部長
公益財団法人原子力安全技術センター	総務部長
一般財団法人高度情報科学技術研究機構	総務部長
一般財団法人日本エネルギー経済研究所	理事長
一般財団法人日本エネルギー経済研究所	アジア太平洋エネルギー研究センター 所長
一般財団法人日本エネルギー経済研究所	戦略研究ユニット 原子力グループマネージャー 研究主幹
公益財団法人福井原子力センターあつとほうむ	広報課長
一般財団法人放射線利用振興協会	本部事務局
一般財団法人放射線利用振興協会	理事長
公益社団法人茨城原子力協議会	原子力科学館
一般社団法人海外電力調査会	国際協力部門 原子力協力部
公益社団法人日本医学放射線学会	事務局
一般社団法人日本機械学会	事務局
一般社団法人日本原子力学会	事務局
一般社団法人日本物理学会	事務局
公益社団法人日本放射線技術学会	事務局
双日株式会社	第一原子力産業グループ 事務局長
公益財団法人環境科学技術研究所	総務課
株式会社原子力発電訓練センター	総務部
福井県美浜原子力防災センター	所長

組織名	部署名
日本原燃株式会社	青森地域共生本社
日本原燃株式会社	企画部 国際業務統括グループ 主任
一般財団法人日本原子力文化財団	理事長
合同会社 mcm japan	代表
富士山環境研究センター	主任研究員
北海道大学	工学研究院 応用量子科学部門 量子エネルギー工学 教授
北海道大学	工学研究院 エネルギー環境システム専攻 教授
弘前大学	被ばく医療総合研究所 所長
弘前大学	被ばく医療総合研究所 リスク解析・生物線量評価部門 教授
弘前大学	被ばく医療総合研究所 国際連携・共同研究推進部門 准教授
八戸工業大学	学長
八戸工業大学	工学部 電気電子工学科 教授
八戸工業大学	工学部 機械工学科 教授
八戸工業大学	事務部
東北大学	大学院 工学研究科 量子エネルギー工学専攻 教授
福島大学	環境放射能研究所 教授
茨城大学	大学院理工学研究科 機械システム工学領域 教授
茨城大学	フロンティア応用原子科学研究センター長 教授
筑波大学	陽子線医学利用研究センター センター長
筑波大学	数理物質系 化学域 准教授
筑波大学	アイトープ環境動態研究センター 客員教授
総合研究大学院大学	高エネルギー加速器研究機構(つくばキャンパス)

組織名	部署名
総合研究大学院大学	高エネルギー加速器研究機構(東海キャンパス)
東京大学	大学院 工学系研究科 学務課専攻チーム システム創成学専攻事務室
東京大学	大学院 工学系研究科 原子力専攻 教授
名古屋大学	大学院工学研究科 総合エネルギー工学専攻 教授
名古屋大学	大学院工学研究科 エネルギー量子計測工学グループ 准教授
名古屋大学	大学院工学研究科 エネルギー理工学専攻 准教授
福井大学	学系部門 工学領域 重点研究推進講座 教授
福井大学附属国際原子力工学研究所	教授
福井大学附属国際原子力工学研究所	特命教授
福井工業大学	原子力技術応用工学科 教授
京都大学	複合原子力科学研究所 総務掛
京都大学	複合原子力科学研究所 原子力基礎工学研究部門 研究炉安全管理工学研究分野 助教
京都大学	安全原子力システム研究センター 熱エネルギーシステム分野 教授
近畿大学	原子力研究所 所長
広島大学	原爆放射線医科学研究所 教授
九州大学	大学院 工学研究院 エネルギー量子工学部門 応用物理学 教授
九州大学	大学院 工学研究院 エネルギー量子工学部門 教授
長崎大学	原子力災害対策戦略本部

### 3.1.10 報道機関

会社名	部署名
産経新聞社	科学担当
The Japan Times	科学技術担当
THE DAILY YOMIURI	科学技術担当
毎日新聞社	科学環境部
毎日 Daily News	科学技術担当
一般社団法人日本電気協会新聞部	電気新聞部編集局
時事通信社	科学担当
日本放送協会	科学文化部
共同通信社	原子力報道室
中国新聞社	報道局報道部 経済担当部長
読売新聞	東京本社 論説委員
読売新聞	科学部
日本経済新聞社	科学技術担当
東京新聞社	科学技術担当
福井新聞社	科学技術担当
茨城新聞社	科学技術担当
東奥日報社	科学技術担当
一般社団法人日本原子力産業協会 原子力産業新聞	担当者
科学新聞編集局	担当者
一般社団法人 日本電気協会新聞部	担当者

## 3.2 海外送付先

### 3.2.1 FNCA コーディネーター

国名	氏名	所属組織名
オーストラリア	-	オーストラリア原子力科学技術機構 (ANSTO)
バングラデシュ	Engr. Nasir Ahmed	バングラデシュ原子力委員会 (BAEC)
中国	Mr Huang Ping	中国国家原子能機構 (CAEA)
インドネシア	Mr Totti Tjiptosumirat	国立研究革新庁 (BRIN)
カザフスタン	Prof Erlan G. Batyrbekov	カザフスタン国立原子力センター (NNC)
韓国	Ms Ji Yun Park	韓国原子力国際協力財団 (KONICOF)
マレーシア	Dr. Muhammad Rawi Bin Mohamed Zin	マレーシア原子力庁 (Nuclear Malaysia)
モンゴル	Mr Chadraabal Mavag	モンゴル原子力委員会 (NEC)
フィリピン	Dr Lucille V. Abad	フィリピン原子力研究所 (PNRI)
タイ	Ms Kanchalika Dechates	タイ原子力技術研究所 (TINT)
ベトナム	Dr Tran Ngoc Toan	ベトナム原子力研究所 (VINATOM)

### 3.2.2 在外大使館

組織名
在オーストラリア連邦日本国大使館
在バングラデシュ人民共和国日本国大使館
在中華人民共和国日本国大使館
在インドネシア共和国日本国大使館
在カザフスタン共和国日本国大使館
在大韓民国日本国大使館
在マレーシア日本国大使館
在モンゴル国日本国大使館
在フィリピン共和国日本国大使館
在タイ王国日本国大使館
在ベトナム社会主義共和国日本国大使館



### 3.2.3 海外関連組織

氏名	組織名
Mr Park Pill Hwan	Director RCA Regional Office
Mr Tamai Toshiaki	First Secretary Permanent Delegation of Japan to the OECD

## 4. 公開セミナー発表資料

### 4.1 食品産地偽装防止プロジェクト



# FNCA project combating food fraud using nuclear technology



Dr Debashish Mazumder  
ANSTO

Science. Ingenuity. Sustainability.

## What is food fraud


When a food product is intentionally substituted with one of lower quality/value to increase profit margins. These fraudulent activities are commonly known as food fraud




## Some famous food adulteration cases

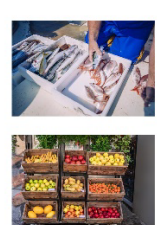

Year	Location	Food type	Description	References
1989	Spain	Wine	• 1.6M litres of synthetic 'New wine' labelled as vintage wine (containing 90% of real wine) • The synthetic wine was produced by mixing ethanol with water and sugar and then adding natural grape flavouring	Wine and Food Safety (1989)
1996	New York	Salmon	• The fish shown from the store was actually adulterated with water, other eggs, fish bones, scales and other additives with the fraudulent manufacturer's label as 'Wild Salmon' • The salmon was sold with a major retailer's label (Supermarket in New York)	Wiley (1992), News (1996)
1997	London, England	Bread	• The bread was adulterated with a major retailer's label (supermarket in London, causing 100,000 deaths)	News (1997)
2008	New Delhi, India	Milk powder	• 1.6M kg of adulterated milk powder (milk powder) was sold in India, causing 100,000 deaths	Wiley (2008), News (2008)
2013	USA	Seafood	• 200,000 lbs of fish and other items sold with other food materials and components being adulterated with real fish	Wiley (2013), News (2013)
2017	New Zealand	Milk powder	• 1.6M kg of adulterated milk powder (milk powder) was sold in New Zealand, causing 100,000 deaths	Wiley (2017), News (2017)

Source: Food Authentication and Traceability, Chris Sotgiu, ISBN: 978-0-12-821701-5

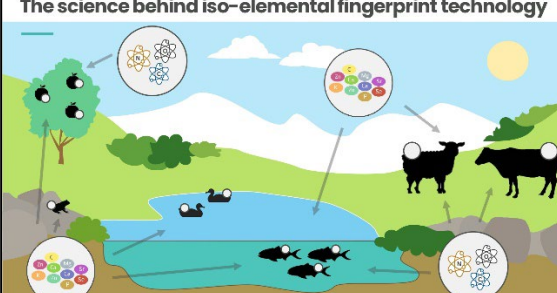


## How big is the problem

- Food is the most traded commodity after crude oil and gas, worth upwards of US\$8 trillion globally per year
- Food fraud costs the global food industry US\$52 billion per year [PRICE WATERHOUSE COOPERS]
- Nearly 40% of 9,000 products from restaurants, markets and fishmongers were mislabelled. [GUARDIAN 2018]
- One in five species of seafood tested in the USA were mislabelled [OCEANA] 40% snapper sold at supermarkets in six countries tested mislabelled [CONSERVATION LETTERS]
- Asia exports approximately 19% of food and agriculture products and import approximately 31%





## The science behind iso-elemental fingerprint technology




## Lab-based solutions: Nuclear Analysis Techniques at ANSTO


Stable isotopes




ITRAX core scanner



Ion beam analysis





## Portable scanning technology for provenance

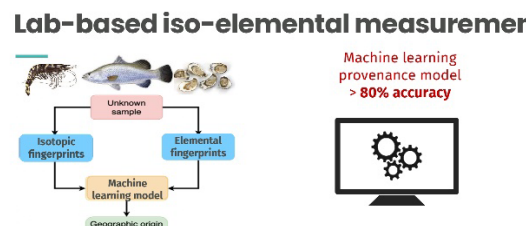




Scanning      Processing      Authentication




## Lab-based iso-elemental measurements

Machine learning provenance model > 80% accuracy

## Provenance testing

When unknown samples were tested against our database, the model predicted its source, including production method, with **over 80% accuracy**



ANSTO

## Provenance of Agricultural Products



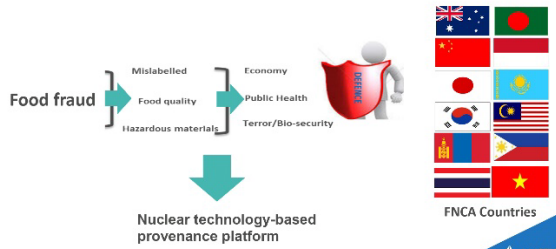
Raw fruit can be traced back to its geographical origin with around **90% accuracy**



Provenance  
Machine learning model

ANSTO

## Mitigating food fraud challenges



ANSTO

## Recognition for the development of provenance technology

ANSTO won Seafood Excellency Awards 2022 for Research Development and Extension Category



<https://www.ansto.gov.au/news/nuclear-science-recognised-at-nsw-seafood-industry-award>

ANSTO

# Thank you



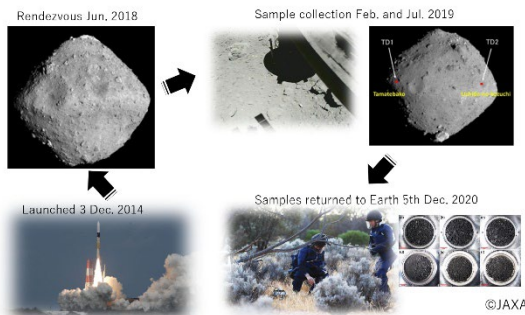
ANSTO

## 4.2 研究炉利用プロジェクト

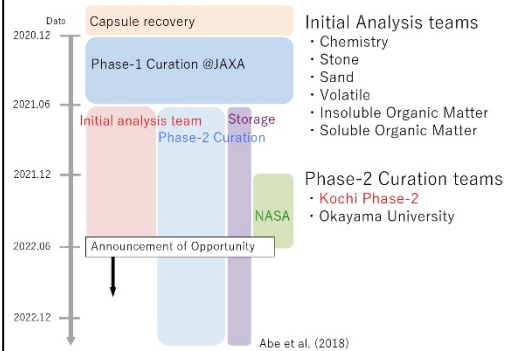
### Chemical characteristics of Ryugu particles returned by the Hayabusa2 spacecraft

Kanagawa University  
Naoki Shirai

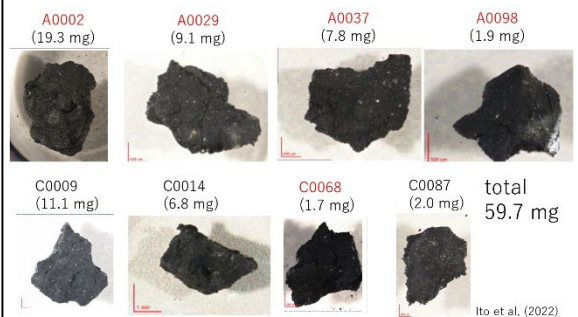
### JAXA Hayabusa2 asteroid sample return mission to Ryugu



### Schedule of curatorial work and sample distribution plan for Ryugu samples



### Ryugu particles allocated to Phase-2 Kochi



### Experimental

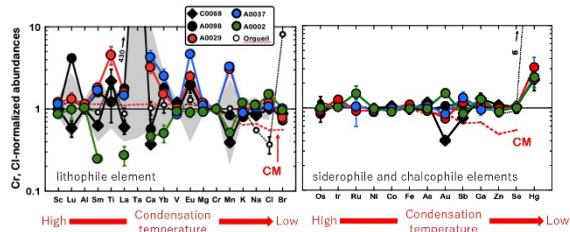
Irradiation (Institute for Integrated Radiation and Nuclear Science, Kyoto University)

Irradiation site	Irradiation time	Irradiation site	Irradiation time
Pn-3	30 sec	Pn-2	1 hour
Pn-2	4 hours		

#### Samples

- Ryugu particles (A0002, A0029, A0037, A0098, C0068)
- Orgueil (CI chondrite)
- Murchison (CM chondrite)
- Allende (CV chondrite)
- NIES CRM No. 13 (human hair)
- JSAC 0601-2 (plastic)
- JSAC 0602-2 (plastic)
- Standard solutions (Se, Ta)
- BHVO-2 (basalt) - control samples
- BCR-2 (basalt) - control samples
- JB-1 (basalt) - reference samples
- Standard solutions (Cl, Ga, As, Se, Br, Ru, Sb, Os, Ir, Au)

### Chemical characteristics of Ryugu particles




- Variations of REE, and Ca and Mn are due to the heterogeneous distributions of phosphate and carbonate, respectively.
- Ryugu particles are chemically similar to CI chondrite rather than CM chondrite whose depletions of volatile elements with factor of 0.5 to 0.6.
- Relative abundances except for Hg are scattered around unity, while values for Hg of all four Ryugu particles are consistently higher than the compiled value for CI chondrites with enrichment factors of 2.2 to 3.1.

## Summary

- Five Ryugu particles weighing about 8.0 mg were analyzed by INAA and 31 elements could be determined.
- Large variations of Ca, Mn and REEs were observed among the five Ryugu samples analyzed in this study. These variations could be explained by the heterogeneous distribution of carbonates and phosphate.
- Enrichment of Ta abundance in A0098 is affected by contamination with projectile materials during sample collections.
- Elemental abundances of the five Ryugu particles are consistent with those of CI chondrite, implying that Ryugu particles have a genetic relationship with CI chondrites rather than CM chondrites.

### 4.3 放射線安全・廃棄物管理プロジェクト





**PRESENT STATUS OF TENORM MANAGEMENT IN INDONESIA**

- Dadong Iskandar
- Sucipta
- Hendra Adhi Pratama


Research Center for Nuclear Fuel Cycle and Radioactive Waste Technology  
National Research and Innovation Agency

2022 FNCA Online Workshop on Radiation Safety and Radioactive Waste Management  
17-18 January 2023


**OUTLINE**

1. Introduction
2. Sources of TENORM
3. Management of TENORM
4. Regulatory Base or Framework
5. Issues related to TENORM




**INTRODUCTION**

- All minerals and raw materials contain radionuclides of natural origin (decay series of U-238 and Th-232, and K-40). Material giving rise to significantly enhanced exposures has become known as naturally occurring radioactive material (NORM).
- Indonesia has 2 terms of NORM i.e. NORM and TENORM.  
NORM comes from nature itself without the involvement of technology and TENORM (Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials) comes from industrial activities.
- In the consolidated report, we will only report the current status of TENORM in Indonesia.



**SOURCES OF TENORM**


- Metal Extraction and Processing : Tin (#2), Nickel (#2), Copper (#4)
- Oil and Gas Industry
- Coal Electricity Generation
- The phosphate industry;
- Water Treatment
- Geothermal Energy Generation
- Iron and Steel Production
- Scrap Metal Recycling
- Alumina Production
- The zircon and zirconia industries;



**SOURCES OF TENORM**


TENORM inventory of tin industry in Bangka Island.

No.	Material Name	Estimated Production (tons/year)	Radionuclide concentration (Bq/kg)		
			Ra-226	Th-232	K-40
1.	Refined tin	64,000	< LLD	< LLD	< LLD
2.	Slag	31,500	3,364 – 6,123	1,585 – 16,431	3,602 – 8,714
3.	Zircon	17,000	4,675 – 12,641	1,280 – 12,958	101 – 942
4.	Ilmenite	67,000	4,450 – 5,629	3,313 – 15,513	220 – 570
5.	Monazite	17,000	14,568 – 31,027	23,214 – 152,639	1,705 – 9,687
6.	Waste of tin tailing industry	33,000	3,390 – 6,004	5,451 – 10,144	390 – 663



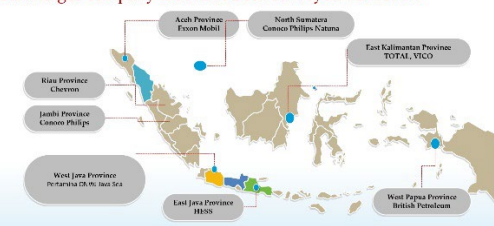
**2. MANAGEMENT OF TENORM**

- 2.1. Radiological Assessment
- 2.2. Clean Up / Remediation
- 2.3. Management of TENORM Residue
- 2.4. Management of TENORM Waste




**2.1. RADIOLOGICAL ASSESSMENT**

Oil and gas company that have been surveyed TENORM



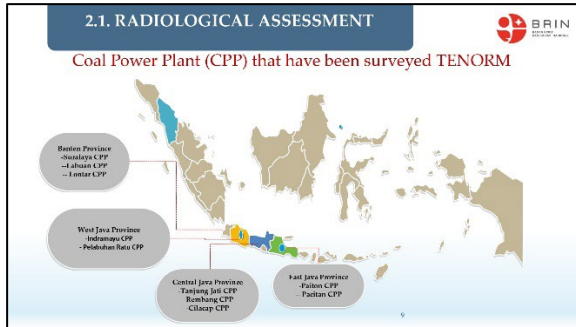
Map locations: Riau Province (Chevron), Aceh Province ( Exxon Mobil), North Sumatra (Cenaco Philgas, Pertamina), East Kalimantan Province (TOTAL, VICO), West Java Province (Pertamina CR, PT. Iau Sea), East Java Province (HSS), West Papua Province (Indah Kencana).



**2.1. RADIOLOGICAL ASSESSMENT**

Estimated total dose from external and internal radiation at one of oil and gas company.

No.	Site	Area	Location	Total Effective dose (µSv/a)
1.	CPU	PWT	Tank T-5310, T-5320, T-5330	371 - 1901
2.	CPU	Bunker	Bunker I	883
3.	CPA	PWT	Tank T-760	59 - 235
4.	Handil	HTS	External cleaning box	943 - 1887
5.	Handil	PWT	Front Musshola Tank T-2, T-3, T-5	255 - 1050
6.	BSP	TPA	Decassing boot Around V-2700	197 - 1181
7.	BSP	TLA	Tank T-960, T-970, T-980, T-990, T-2070	498 - 4609



### 2.1. RADIOLOGICAL ASSESSMENT

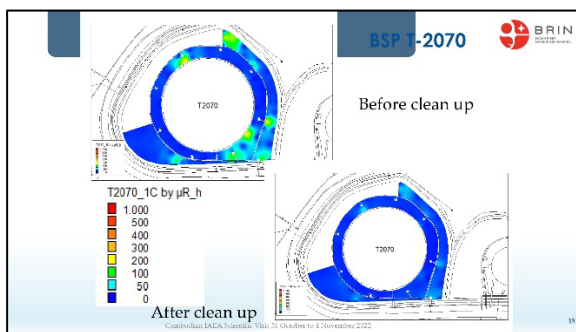
TENORM concentration in fly ash

Sources	Concentration (Bq/kg)		
	Ra-226	Th-232	U-238
PLN, Paiton, East Java	42.62 ± 4.32	38.62 ± 3.92	17.14 ± 1.80
PLN, South Sulawesi	75.61 ± 7.86	44.28 ± 4.99	<1.00
PLN, North Sumatera	88.25 ± 8.95	88.39 ± 8.95	30.56 ± 3.55
PLN, Tj. Jati, Central Java	51.31 ± 5.12	56.83 ± 5.61	30.22 ± 3.24
KPC, East Kalimantan	50.11 ± 5.33	46.02 ± 4.90	21.72 ± 2.18

- ### 2.1. RADIOLOGICAL ASSESSMENT
- RADIOLOGICAL ASSESSMENT AT TIN INDUSTRY:
- Radiological assessment at TIMAH Inc. and KOBATIN Inc;
  - Radiological assessment at some tin smelters;
  - Radiological assessment at Inconventional Mining and industries;
  - TENORM characterization at tin sand, tin residue, monazite, zircon, ilmenite, tin slag, and waste.

- ### 2.1. RADIOLOGICAL ASSESSMENT
- RADIOLOGICAL ASSESSMENT IN OTHER INDUSTRIES
- TENORM characterization and radiological assessment at phosphate industry in Gresik, East Java;
  - TENORM characterization and radiological assessment at incandescent gas mantle (Welsbach mantle) industry in Tangerang .
  - TENORM Characterization in Drinking Water Industry
  - TENORM Characterization in Geothermal Energy Generation

- ### 2.2. CLEAN UP / REMEDIATION
- Clean Up of TENORM contaminated area at incandescent gas mantle (Welsbach mantle) factory at Tangerang, Java Island.
  - Clean Up of TENORM contaminated area at Chevron oil and gas company at Jambi Area, Sumatera Island
  - Clean Up of TENORM contaminated area at Total Indonesia oil and gas company at Senipah Area, East Kalimantan.
  - Clean Up of TENORM contaminated area at Phosphate Industry at Gresik, East Java
  - Clean Up of TENORM at Pertamina ONWJ, Java Sea

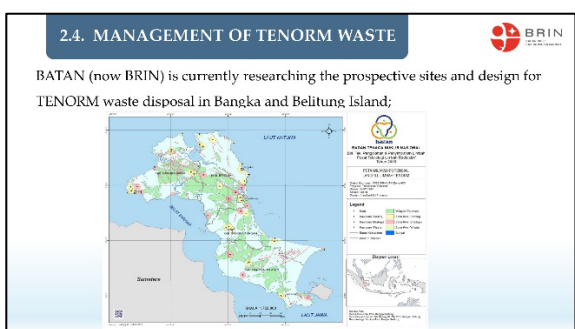


- ### 2.3. MANAGEMENT OF TENORM RESIDUE
- 1) TENORM Residue from incandescent gas mantle (Welsbach mantle) has been put at Interim Storage in Center for Radioactive Waste Technology – BATAN
  - 2) TENORM Residue from remediation at Total Indonesia oil and gas company has been put in Interim Storage in the location;
  - 3) TENORM Residue from remediation at Chevron Jambi has been put in BATAN area as TENORM laboratory.
  - 4) TENORM contaminated pipes have been put in field storage with Radiation Sign.
  - 5) TENORM Residue from Phosphate Industry has been put at Interim Storage in Center for Radioactive Waste Technology – BATAN.

### 2.3. MANAGEMENT OF TENORM RESIDUE

6) Tin Industry has residues with high radionuclides concentration. The residues have been separated by some technologies to get Monazite, Zircon, Ilmenite, etc. Zircon and Ilmenite could be sold in the market, and Monazite with high concentration of thorium, uranium, and rare earth elements (REE) becomes the strategies materials.

BATAN (now BRIN) has facility to separate thorium, uranium, and Bulk REE. After that the Bulk REE would be separated into special element such Gadolinium, holmium, lanthanum, etc. in different institutes.



3. REGULATORY BASE OR FRAMEWORK

Hierarchy of legislation in Indonesia [Zahrawati]

3. REGULATORY BASE OR FRAMEWORK

Hierarchy of TENORM legislation in Indonesia

3. REGULATORY BASE OR FRAMEWORK

Interventional Level in Indonesia could be expressed in terms of:

- the amount or quantity of TENORM is at least 2 (two) tons; and
- contamination level equal to or more than 1 Bq / cm<sup>2</sup>; and /or activity concentration of:
  - 1 Bq/gr for each radionuclide in the uranium and thorium series; and
  - 10 Bq/gr for potassium.

3. REGULATORY BASE OR FRAMEWORK

- The TENORM producer should perform a radiation safety analysis of TENORM.
- The radiation safety analysis for TENORM includes at least:
  - types and processes of activities carried out;
  - TENORM quantity;
  - types and concentration levels of radionuclides; and
  - Highest radiation exposure and/or contamination on the TENORM surface.
- Radiation safety analysis would be assessed by Regulatory Body (BAPETEN). If the assessment shows the Intervention Level is being exceeded, the TENORM Producer should implement the interventional measures.

4. ISSUES RELATED TO TENORM

1) **Regulation**

Regulation of TENORM has not been implemented effectively. One of the reasons is the conflict between regulations and authorities such as BAPETEN, the Ministry of Environment and Forestry, the Ministry of Energy and Mineral Resources and the local governments, cause difficulties for a company to use or to store NORM residue. Moreover, the huge amount of TENORM that comes from activities in the past and the national geographical location of Indonesia as an archipelagic country also give more challenges to control the TENORM. Besides that, new regulations on TENORM should be based on a graded approach.

4. ISSUES RELATED TO TENORM

2) **Radiation Protection**

Workers in Industry produced TENORM still have low knowledge of radiation protection

3) **Interim Storage**

Interim storage of TENORM residue/waste has a very limited area with poor quality.

4) **Final Disposal**

Indonesia has no final disposal for TENORM waste.

**THANK YOU**

Badan Riset dan Inovasi Nasional  
National Research and Innovation Agency

Gedung B.J. Habibie  
Jl. M.H. Thamrin 8, Jakarta 10340, Indonesia

BRIN Indonesia

#### 4.4 核セキュリティ・保障措置プロジェクト


สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ  
Office of Atoms for Peace

## Status of Nuclear Security and Safeguards in Thailand

Harinate Mungpayaban  
OFFICE OF ATOMS FOR PEACE  
Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation  
THAILAND

12th Workshop on Nuclear Security and Safeguards Project of Forum for Nuclear Cooperation in Asia (FNCA)  
January 10-12, 2023, Thailand & online (Hybrid)

## Nuclear Activities in Thailand

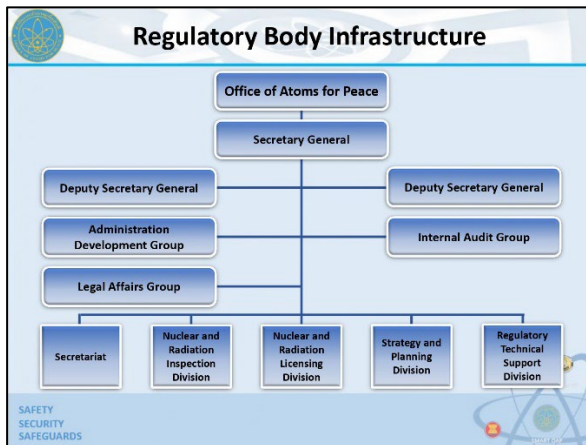



**Nuclear materials and radioactive materials under license**

- Medical
- Industrial
- Research and development
- Isotope production

**Facilities**

- TRIGA MARK III Nuclear Research Reactor 2 MW
- One planned 45 kW research reactor – BNCT application



## Office of Atoms for Peace




**Missions:**

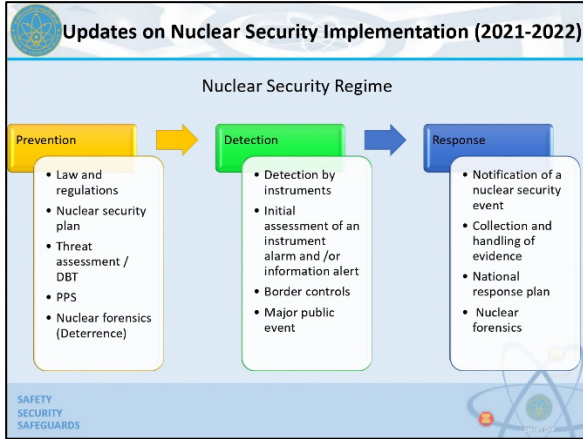
- Regulate nuclear energy and radiation utilizations to comply with regulations, laws, guidelines, and standards of safety, security and safeguards
- Effectively monitor, prepare and respond for nuclear and radiological emergency events
- Develop infrastructure for nuclear and radiological research to support safety regulation.
- Strengthen international cooperation, obligation and agreements on the nuclear energy and radiation
- Disseminate knowledge and promote public participation in safety utilizations of nuclear energy and radiation

## Legislative and Regulatory Framework

International Instruments	Status
Non Proliferation Treaty	In force 1972
Comprehensive Safeguards Agreement	In force 1974
Convention on Assistance in the Case of a Nuclear Accident or Radiological Emergency	In force 1989
Southeast Asia Nuclear-Weapon-Free Zone (SEANWFZ) Treaty	In force 1995
Convention on Assistance in the Case of a Nuclear Accident or Radiological Emergency	In force
Convention for the Suppression of Terrorist Bombings	In force
United Nations Security Council Resolutions (UNSCR) 1540 and 1373	In force
Additional Protocol	In force 2017
The Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty	In force 2018
Convention on Physical Protection of Nuclear Materials (CPPNM) and its Amendments	In force 2018
Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management	In force 2018
Convention on Nuclear Safety	In force 2018
International Convention for the Suppression of Acts of Nuclear Terrorism	In force 2019

## NUCLEAR SECURITY





- ### Nuclear Security Regime: Relevant Authorities
- Ministry of Interior**
    - ☐ Disaster Prevention and Mitigation Department
  - Ministry of Defense**
    - ☐ Royal Thai Army Chemical Department
    - ☐ Directorate of Armament
    - ☐ Naval Ordnance Department
    - ☐ Ordnance Department
    - ☐ Counter Terrorism Operations Center
    - ☐ U-Tapao Rayong-Pattaya International Airport
  - Ministry of Foreign Affairs**
    - ☐ Department of Foreign Trade
    - ☐ Department of ASEAN Affairs
    - ☐ Department of International Organizations
    - ☐ Department of Treaties and Legal Affairs
  - Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation**
    - ☐ Chulalongkorn University
    - ☐ Thailand Institute of Nuclear Technology
    - ☐ Office of Atoms for Peace
  - The Prime Minister's office**
    - ☐ Office of the National Security Council
    - ☐ National Intelligence
  - Royal Thai Police**
    - ☐ Border Patrol Police
    - ☐ Immigration Bureau
    - ☐ Office of Police Forensic Science
  - Ministry of Finance**
    - ☐ Thai Customs Department
    - ☐ Lame Chabang Port Customs Bureau
  - Ministry of Transport**
    - ☐ Port Authority of Thailand
    - ☐ Airports Department
    - ☐ Airport of Thailand, P.L.C.
    - ☐ Marine Department
    - ☐ Thailand post
  - Ministry of Justice**
    - ☐ Central Institute of Forensic Science Thailand
- Information by: Dr. Areerak Ruengngoen
- SAFETY SECURITY SAFEGUARDS

### Updates on Nuclear Security Implementation (2021-2022)

**Workshop on Nuclear and Radiation Security Response Plan**  
25 – 29 April 2022, OAP, Bangkok

**Regional Workshop on Nuclear Security Detection Operation Design (IAEA)**  
23-27 May 2022, Mövenpick Hotel Pattaya, Chonburi

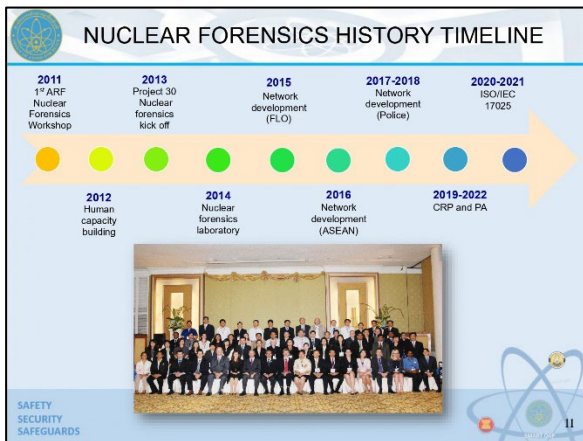
SAFETY SECURITY SAFEGUARDS

### Updates on Nuclear Security Implementation (2021-2022)

**Workshop on Integrated Nuclear Security Support Plan (INSSP)**  
23 – 24 August 2022, OAP, Bangkok

**Workshop on Threat Assessment and Design Basis Threat**  
26 – 27 July 2022, OAP, Bangkok

SAFETY SECURITY SAFEGUARDS



### Updates on Nuclear Security Implementation (2021-2022)

**Panel discussion speaker and Session Chair in the IAEA Technical Meeting on Nuclear Forensics: From National Foundations to Global Impact**  
11-14 April 2022, Vienna, Austria

SAFETY SECURITY SAFEGUARDS

## Updates on Nuclear Security Implementation (2021-2022)

### OAP Workshop on Nuclear Forensics for Supporting Response Plan 20 – 21 June 2022, OAP, Bangkok

SAFETY  
SECURITY  
SAFEGUARDS

## Upcoming Activities

- National Training Course on Nuclear Forensics for Prevention and Response to Nuclear Terrorism (14-17 March 2023)
- IAEA International Training Course on Nuclear Forensics (planned in 2023, Bangkok, Thailand)
- ISCN/ IAEA Regional Training Course on Nuclear Forensics (planned in 2023, Bangkok, Thailand)
- IAEA Radiological Crime Scene Management Train the Trainer (planned in 2023, Bangkok, Thailand)

SAFETY  
SECURITY  
SAFEGUARDS

## Upcoming Activities

### Nuclear Security Culture

- National Workshop on Conducting Nuclear Security Culture Self-Assessment
- Expert Mission to Enhance the Nuclear Security Culture

SAFETY  
SECURITY  
SAFEGUARDS

## NUCLEAR SAFEGUARDS

SAFETY  
SECURITY  
SAFEGUARDS

## International safeguards important Dates

- NPT in force since 7 December 1972
- CSA in force since 16 May 1974
- AP in force since 17 November 2017

Mr. Raffin Maneechayangkoon

SAFETY  
SECURITY  
SAFEGUARDS

## National contexts : Facilities

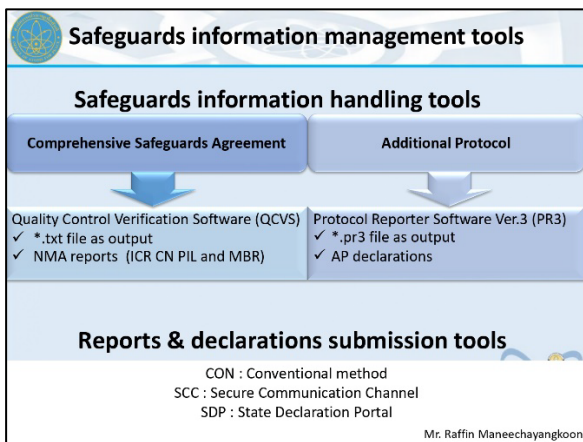
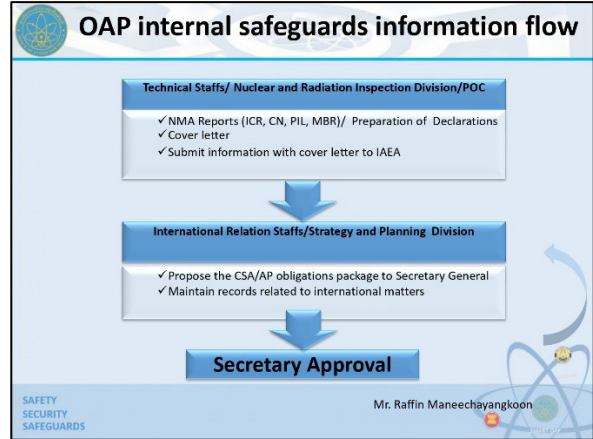
- 3 Declared Facilities
  - One 2 MW (Licensed for 1.3 MW) research reactor (TRR-1/M1) - Isotope productions, Irradiation of materials, Research applications - In operation since 1977\*
  - Ong-Kha-Rak Nuclear Research Center – Unfinished construction and no fuel loaded
  - One planned 45 kW research reactor – BNCT application
- 4 Declared Sites
- More than 800 NM users (among these 79 are declared LOFs)

Mr. Raffin Maneechayangkoon

SAFETY  
SECURITY  
SAFEGUARDS

# Safeguards information flow

SAFETY  
SECURITY  
SAFEGUARDS



- ## Summary CSA/AP obligations
- Physical Inventory Verification (PIV) and Design Information Verification (DIV)**
    - Thailand Institute of Technology (TINT) - December 2022
    - Chulalongkorn University and TINT - May 2022
  - Nuclear Materials Accountancy Reports**
    - PIL/CN – 3 reports
    - MBR/CN – 4 reports
    - ICR/CN – 1 report
  - Exemption/De-exemption Requests**
    - Exemption - NA
    - De-Exemption - NA
  - International Transfer Notification**
    - NA
  - Complementary Access (CA)**  
 8 CAs ( as of November 17, 2017)
  - AP declarations (19 declarations)**  
 Annual updates declaration for 2021 (Due May 15, 2022): 15 declarations  
 Quarterly declarations: 4 declarations
- Mr. Raffin Maneechayangkoon

## THANK YOU FOR YOUR ATTENTION

Security and Safeguards Technical Support Section  
 OFFICE OF ATOMS FOR PEACE

SAFETY  
SECURITY  
SAFEGUARDS

令和4年度「放射線利用技術等国際交流（専門家交流）」委託業務成果報告書

---

令和5年3月 発行

公益財団法人 原子力安全研究協会

〒105-0004 東京都港区新橋5-18-7

電話：03-5470-1983

---