

# アジア原子力協力フォーラム（FNCA） 2023年 スタディ・パネル（SP2023）の結果概要について

令和5年8月22日  
内閣府原子力政策担当室

1. 開催日時： 令和5年6月20日（火）11時—17時
2. 主 催： 内閣府 原子力委員会
3. 開催形式： ハイブリッド形式
4. 開催場所： 三田共用会議所 国際会議室
5. 参 加 国： 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（全12加盟国）
6. 講演参加： 日本原子力研究開発機構、国際原子力機関（講演順）

## 7. 全体概要：

スタディ・パネルは、加盟国の地球温暖化対策及びエネルギー安定供給に対する意識の高まりを受け、2004年以降、原子力発電の役割や課題等を討議し、情報交換・経験共有を行ってきた。

今回のスタディ・パネルでは、「SMR（小型モジュラー炉）を含む次世代炉の展望」をテーマに、基調講演として次世代炉の研究開発、実用化に向けた世界の活動状況の把握、ケース・スタディとして加盟国からの発表による情報交換と議論を行った。

冒頭、会議議長の佐野利男原子力委員会委員による開会挨拶の後、上坂充原子力委員会委員長より歓迎の挨拶があった。その中で、最近、日本の原子力政策が見直され、次世代革新炉の開発が進められることが紹介された。

基調講演では、日本原子力研究開発機構（JAEA）の上出英樹氏より国際協力により研究開発を進めている第4世代原子力システムについて、国際原子力機関（IAEA）のドヒー・ハーン氏よりSMRの開発・実用化に向けた世界の状況及びIAEAで進めている支援活動について紹介があった。

ケース・スタディでは、6か国から、自国での経験を踏まえて、次世代炉に対する社会的な期待と課題、次世代炉に求められる技術的な要件等について報告があり、各発表とも活発な質疑応答が行われた（発表順に、マレーシア、オーストラリア、タイ、ベトナム、インドネシア、韓国）。発表の後、全体を通して、SMRを含む次世代炉について、各国が期待・重視する分野等について議論をした。各国のプライオリティには大きな隔たりがあり、国情に合わせた検討が必要であることが明らかになった。一方で、いくつかの共通の課題も存在していることが分かった。

最後に、佐野委員より、「SMRを含む革新炉は、原子力技術の歴史の中でゲーム・チェンジャーともなり得る。今こそ、革新のための尽力が必要な時である」とのまとめがあり、閉会した。

## 8. 基調講演

### 8.1 「新型炉の開発と第4世代原子力システム国際フォーラムの活動」

日本原子力研究開発機構（JAEA）上出 英樹 氏（Dr. Hideki KAMIDE）

今世紀初めから国際協力で、次世代革新炉の開発を進めている「第4世代原子力システム国際フォーラム（Generation IV International Forum、略称 GIF）<sup>\*</sup>」について紹介があった。

GIFは、開発目標として、持続可能性、安全性・信頼性、経済性、核拡散抵抗性・核物質防護を掲げ、2002年に6つの次世代革新炉を選定し、技術ロードマップを策定した。これらの炉は、高速炉と熱中性子炉があり、冷却材として液体金属／水／ガス／熔融塩を使用する。いずれも炉心出口温度を500℃以上とし、現行水冷却炉の出口温度（約300℃）より大幅に高くして発電効率を向上させている。更に、水素製造、熱供給、放射性廃棄物の消滅処理等、多目的利用を念頭に置くシステムもある。

GIFでは、これらの技術開発と並行して共通技術（例えば、経済性モデル、リスク安全評価手法等）の開発も進めている。また、IAEAやOECD/NEA等の国際機関、加盟国の産業界とも協力している。研究開発の成果を基に、ウェビナーの開催や刊行物の発行により、若い世代の教育や情報発信にも努めている。

最近では、GIFで開発した技術とSMR技術とのシナジー効果を狙う開発も進めている。

※上出氏は、最近までGIFの政策グループ議長を勤められていた

### 8.2 「SMR：世界の開発状況とIAEAの活動」

国際原子力機関（IAEA）ドヒー・ハーン 氏（Dr. Dohee HAHN）

IAEAのデータによれば、現在、32か国が原子力発電を行っており、約30か国が導入に興味を持っている。原子力は、気候変動対策とエネルギー安全保障の観点から注目されているが、全発電力に占める割合は9.8%であり、他の低炭素発電技術である水力は16%、太陽光・風力は9%である（2021年のデータ）。原子力発電の利用をさらに拡大するためには、イノベーションが鍵となり、SMRはその候補の一つである。SMRには、入手の容易性（初期投資が少ない）、短い建設工期、サイトの柔軟性等の利点がある。

こうした背景のもと、世界中で様々なSMRの技術開発が進んでいる。既に運用中・建設中のものもいくつかあるが、その後何十もの開発プロジェクトが続いている。用途についても、発電だけでなく、非発電分野についても検討されている。IAEA加盟国においても、いくつかのプロジェクトが進められている。

IAEAでは、SMR開発とその応用について、既に様々な活動を開始していたが、加盟国の支援活動を統合して行うため、SMRプラットフォームを立ち上げた<sup>\*</sup>。加盟国からの個別の要望に対応すると同時に、SMRに関する国際会議・シンポジウムの開催等を通して、加盟国間の情報交換を促進している。

※ハーン氏は、IAEAのSMRプラットフォームのコーディネータを勤めている

## 9. ケース・スタディ

### 9.1 次世代炉に寄せられている社会的な期待について

セッション議長： フィリピン原子力研究所(PNRI) ルシル・アバッド氏 (Dr. Lucille Abad)

マレーシア、オーストラリア、タイより、主に次世代炉に対する社会的な期待の観点から発表があった。

マレーシア原子力庁のムハンマド・ラウィ・ビン・モハメド・ジン氏 (Dr. Muhammad Rawi Bin Mohamed Zin)よりは、国内での原子力技術の利用状況について発表があった。マレーシアは、現在、原子力発電は政策に入っていないが、国民との対話は進めている。ユニークな点は、原子力関係者が直接、国民と対話することはせず、第三者である情報庁の専門家を介して行うようにしている。パブリック・アクセプタンス (Public Acceptance)、リスク認知 (Risk Perception) とステークホルダー・エンゲージメント (Stakeholder Engagement) の重要性が強調された。

オーストラリア原子力科学技術機構(ANSTO)のマーク・ハウ氏 (Dr. Mark Ho)は、SMRを導入した場合の電力料金への影響を評価した結果について発表があった。オーストラリアは、現在、原子力発電を行っておらず、その計画もないが、将来、温室効果ガスの大幅な削減が必要になると、太陽光・風力発電は安価になっているものの電力の安定性に欠けるため、バックアップ設備が必要になる。モデル計算の結果では、電力料金が大幅に上昇する可能性があり、SMRを導入すれば、上昇は小幅に抑えられることが分かった。

タイ原子力技術研究所(TINT)のカノクラット・ティヤプン氏 (Dr. Kanokrat Tiyaapun) は、タイで現在の電源開発計画に原子力発電が含まれていないが、改訂中の同計画では、SMRをスマートグリッドに繋ぐことを検討しているとの紹介があった。IAEAのマイルストーン文書に従い導入の準備を進めていることやタイでSMRを導入する場合の基準・要求について説明があった。課題として、パブリック・アクセプタンスやステークホルダー・エンゲージメントが指摘された。また、国の方針・政策の確立、法律・規制の整備が必要である。

### 9.2 次世代炉に求められる技術的な要件について

セッション議長： オーストラリア原子力科学技術機構(ANSTO) マーク・ハウ氏 (Dr. Mark Ho)

ベトナム、インドネシア、韓国より、主に次世代炉の技術的要件に関する観点からの発表があった。

ベトナム原子力研究所(VINATOM)のファム・ヌー・ベト・ハー氏 (Dr. Pham Nhu Viet Ha) は、ベトナムの改良炉導入の見通しについて発表があった。ベトナムは、一旦、原子力発電の導入を決めてフィージビリティ・スタディまで行ったが、2016年に導入延期を決定した。その後、COP26で2050年までに炭素排出のネット・ゼロを実現することをコミットし、2040年代までに石炭火力を止める必要がある。現在、再生エネルギーを補完する形で、2030年代の大型改良炉の導入、2040年代のSMR導入に向けた計画を次期電源開発計画に組み入れる動きがある。

インドネシア国立研究革新庁(BRIN)のトーリス・ジョジョ・スルヨノ氏 (Dr. Tulis Jojok Suryono) は、インドネシアにおいてSMRの潜在的なニーズがあることが説明された。用途は、発電だけでなく、非発電分野(海水淡水化、水素製造)にもあり、特に離島では浮体式原子力発電の需要等

も考えられる。SMRは、需要の分散しているインドネシアに適した原子力技術であるが、課題は、技術的には多数あるSMRから最適の技術を選ぶこと、社会的にはパブリック・アクセプタンスと政府の決断を得ることがある。

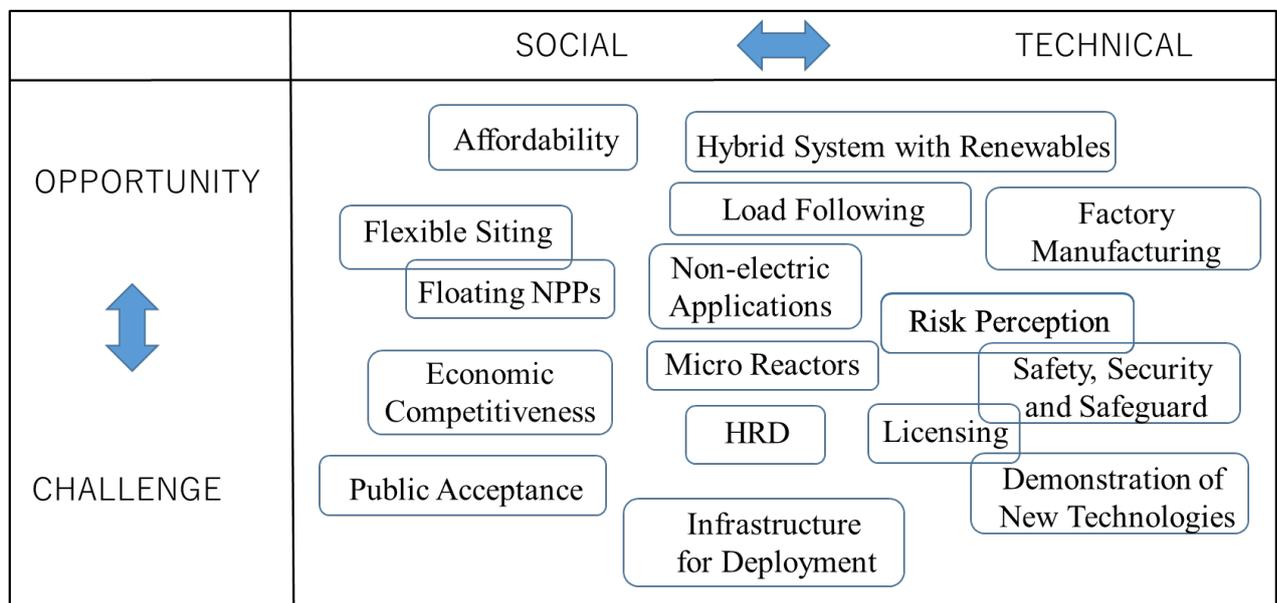
韓国原子力研究院（KAERI）のソンウォン・イム氏（Mr. Sung Won LIM）は、韓国で開発したSMRの一つである、SMART100の技術要件について発表があった。一体型PWRで、電気出力は100～110 MWeを想定している。設計においては、安全性と経済性に特に重点を置いた。主として、苛酷事故まで想定した、詳細な安全上の要件が説明された。開発者の立場から、ユーザーとしては配備目標（いつ、どこで、何に使うのか）・経済性目標・安全性目標を明確にすることが推奨された。

### 9.3 議論： ユーザーから見た次世代炉の社会的期待及び技術的要件

セッション共同議長： ルシル・アバッド氏及びマーク・ハウ氏

冒頭、スタディ・パネル以前に実施された事前調査、当日の基調講演及びケース・スタディでの発表を基に、SMRを含む次世代炉を導入する場合に議論すべきトピックスの案を事務局で整理した図（下図参照）を示した。横軸に社会的・技術的観点、縦軸に利点・課題の観点でマッピングした（例えば、“Affordability”は、社会的利点と考えられる）。

#### Possible Discussion Topics at Case Study Session of SP2023



次に、ユーザーとして自国に次世代炉を導入するとしたら何を重視するかを議論した。セッション議長の指名により、各国の参加者から、以下のような考えが示された。

韓国は、「安全性」と「経済的競争力」を重視すること、さらに導入国の「用途（何に使うのか）」が重要であるとの発言があった。インドネシアは、「経済的競争力」、特に現在主力となっている石炭火力との比較が重要であること、多島国として、「立地の柔軟性」が重要であることが述べられた。ベトナムは、経済の急成長を背景に、安定した大電力源として大型軽水炉以上の提案

があるのが鍵になる。SMRも検討されているが、2040年代以降になるであろう。モンゴルは、国は大きいが人口密度が小さいため、SMRが有利になると考えている。2022年、政府がワーキング・グループを作り、IAEAとロードマップ作成作業を開始した。フィリピンは、エネルギー省がリーダーシップをとって原子力発電の導入を検討しているが、まだ規制もできておらず、実際に導入するのは先になるだろう。マレーシアは、国民を説得できるかどうかがかぎで、廃棄物の管理方法や使用する燃料に関して原子力防災対策区域（EPZ）等の情報が必要である。

以上のように、どの加盟国も原子力発電の有用性は認識しており、特にSMRを含む次世代炉に対する期待は大きい。しかし、その国の置かれた地理的（国土面積、人口、島嶼国か内陸国か）・政治的（原子力政策、パブリック・アクセプタンス等）・経済的（経済規模、経済成長率等）状況等により、各国のプライオリティには大きな隔たりがある。国情に合わせた検討が必要であることは明らかである。一方で、パブリック・アクセプタンスやステークホルダー・エンゲージメント等、いくつかの共通の課題も存在していることが分かった。

最後に、セッション議長より「もし最初からSMRを導入するとした場合のメリット／デメリットは何か？」との質問があった。JAEAの上出氏より、「サプライ・チェーンと燃料の違いによるだろう。現行炉（大型軽水炉）では、サプライ・チェーンが構築されているが、革新的なSMRになると新たに構築しなければならない。一方で、SMRは工場パッケージとして製造できる可能性がある。燃料も現行の燃料棒集合体方式であれば課題は少ないが、例えば、ペブルベッド型（球状燃料）になると製造・検査方法を確立する必要がある」との回答があった。

## 10. まとめ

会議議長の佐野利男原子力委員会委員より、会議をまとめて、「SMRを含む次世代革新炉には多くのメリットがある。しかし、同時に課題もある。SMRを含む革新炉は、原子力技術の歴史の中でゲーム・チェンジャーともなり得る。その『機会の窓』は今、大きく開いている。しかし、それは長くは開いていないかも知れない。今こそ、革新をもたらすための尽力が必要な時である」との所感が述べられた。

最後に、発表者・参加者に感謝の言葉があり、閉会が宣言された。

添付資料1： アジェンダ

添付資料2： 出席者一覧

**アジア原子力協力フォーラム(FNCA)  
2023年 スタディ・パネル(SP2023) アジェンダ(最終版)**

開催日時 : 2023年6月20日(火)11:00~16:30  
 会場 : 三田共用会議所国際会議室(ハイブリット形式)  
 主催 : 内閣府 原子力委員会  
 議長 : 原子力委員会 佐野委員  
 使用言語 : 英語  
 テーマ : 「SMRを含む次世代炉の展望」

11:00-11:20	<p>セッション1: 開会セッション(20分)            セッション議長 佐野委員            1-1 開会宣言: 佐野委員            1-2 歓迎挨拶: 上坂委員長            1-3 参加者の自己紹介            1-4 アジェンダ採択            ・記念撮影</p>	<b>11:00-12:40 プレス公開</b>
11:20-12:40	<p>セッション2: 基調講演(80分)            セッション議長 佐野委員            2-1 「新型炉の開発と第4世代炉国際フォーラムの活動」上出 英樹氏(JAEA)            2-2 「SMR: 世界の開発状況とIAEAの活動」[オンライン]            ドヒー・ハーン氏(IAEA)</p>	
12:40-13:40	<p>昼食(60分)</p>	
13:40-16:20	<p>セッション3: ケース・スタディ(160分)            3-1: 次世代炉に寄せられている社会的な期待について(55分)            セッション議長: (フィリピン)ルシル・アバッド氏            1) マレーシアよりプレゼンテーション            2) オーストラリアよりプレゼンテーション            3) タイよりプレゼンテーション[オンライン]            3-2: 次世代炉に求められる術的な要件について(55分)            セッション議長: (オーストラリア)マーク・ホウ氏            4) ベトナムよりプレゼンテーション            5) インドネシアよりプレゼンテーション            6) 韓国よりプレゼンテーション[オンライン]            休憩(20分)            3-3 ディスカッション(30分)            セッション共同議長: (フィリピン)ルシル・アバッド氏            (オーストラリア)マーク・ホウ氏</p>	
16:20-16:30	<p>セッション4: 閉会セッション(10分)            会議のまとめ・所感: 佐野委員            閉会宣言: 佐野委員</p>	

**Forum for Nuclear Cooperation in Asia (FNCA)  
2023 Study Panel (SP2023)  
List of the Participants**

※ online participant

No	Country	Name	Affiliation
1	Australia	※ Ms. Pippa Ainley	Senior Advisor, International Affairs Australian Nuclear Science & Technology Organisation (ANSTO) *FNCA Coordinator of Australia
2	Australia	Dr. Mark Ho	Thermohydraulic Specialist Australian Nuclear Science & Technology Organisation (ANSTO)
3	Bangladesh	※ Engr. Ashraful Haque	Chief Engineer & Project Director Bangladesh Atomic Energy Commission
4	China	※ Mr. LONG Maoxiong	Deputy Secretary General China Nuclear Energy Association (CNEA)
5	Indonesia	Dr. Rohadi Awaludin	Chairman of Research Organization for Nuclear Energy, National Research and Innovation Agency (BRIN)
6	Indonesia	Dr. Tulis Jojok Suryono	Researcher Research Center for Nuclear Reactor Technology, Research Organization for Nuclear Energy, National Research and Innovation Agency (BRIN)
7	Kazakhstan	※ Dr. Vladimir Vityuk	Deputy Director General for Science National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan
8	Kazakhstan	※ Mr. Arman Miniyazov	Head Laboratory for Fusion Material Testing Institute of Atomic Energy of RSE National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan
9	Korea	※ Mr. Sung Won LIM	Senior Researcher Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI)
10	Korea	Mr. Jun Ho SHIN	President Korea Nuclear International Cooperation Foundation (KONICOF)
11	Korea	Mr. Cheonkyeong PARK	Director Department of Global Cooperation Korea Nuclear International Cooperation Foundation (KONICOF)
12	Korea	Mr. Byoungwoo KANG	Researcher Department of Global Cooperation Korea Nuclear International Cooperation Foundation (KONICOF)

No	Country	Name	Affiliation
13	Korea	* Ms. Ji Yun PARK	Head of Korea Liaison Office for GIF Korea Nuclear International Cooperation Foundation (KONICOF)
14	Malaysia	Dr. Muhammad Rawi Bin Mohamed Zin	Deputy Director General (Technical Program) Malaysian Nuclear Agency (Nuclear Malaysia) *FNCA Coordinator of Malaysia
15	Mongolia	Dr. Davaa Suren	Senior Officer of Nuclear Technology Department The Executive Office of the Nuclear Energy Commission (NEC) of Mongolia
16	Mongolia	Mr. Boldsaikhan Purevsuren	Officer of Nuclear and Clean energy The Executive Office of the Nuclear Energy Commission (NEC) of Mongolia
17	Philippines	Dr. Lucille V. Abad	Chief Atomic Research Division Philippine Nuclear Research Institute (PNRI) *FNCA Coordinator of the Philippines
18	Philippines	Mr. Neil Raymund Diaz Guillermo	Supervising Science Research Specialist Philippine Nuclear Research Institute (PNRI)
19	Philippines	* Dr. Alvie Asuncion-Astronomo	Associate Scientist Philippine Nuclear Research Institute (PNRI)
20	Philippines	* Mr. Ryan Uy Olivares	Supervising Science Research Specialist Philippine Nuclear Research Institute (PNRI)
21	Philippines	* Mr. Jeffrey D. Tare	Senior Science Research Specialist Philippine Nuclear Research Institute (PNRI)
22	Philippines	* Mr. Dan Benneth C. Mangulabnan	Science Research Specialist II Philippine Nuclear Research Institute (PNRI)
23	Philippines	* Ms. Marinell B. Palangao	Science Research Specialist II Nuclear Reactor Operations Section Philippine Nuclear Research Institute (PNRI)
24	Thailand	* Assoc.Prof. Thawatchai Onjun	Executive Director Thailand Institute of Nuclear Technology
25	Thailand	* Dr. Kanokrat Tiyaapun	Manager of Research Reactor Center Thailand Institute of Nuclear Technology

No	Country	Name	Affiliation
26	Thailand	* Dr. Saensuk Wetchagarun	Nuclear Engineer Research Reactor Center Thailand Institute of Nuclear Technology
27	Thailand	* Ms. Kanchalika Dechates	Director of Management Division Thailand Institute of Nuclear Technology *FNCA Coordinator of Thailand
28	Thailand	* Ms. Napatsorn Varatornsinchai	Director of General Affair Division Thailand Institute of Nuclear Technology
29	Thailand	* Ms. Chatchawan Mansaithong	International Cooperation Officer Thailand Institute of Nuclear Technology
30	Vietnam	Dr. Tran Ngoc Toan	Vice President, Vietnam Atomic Energy Institute (VINATOM) *FNCA Coordinator of Vietnam
31	Vietnam	Dr. Pham Nhu Viet Ha	Head of Nuclear Energy Center of the Institute of Nuclear Science and Technology (INST) under the VINATOM
32	IAEA	* Dr. Dohee HAHN	SMR Platform Coordinator Department of Nuclear Energy International Atomic Energy Agency (IAEA)
33	Japan	Dr. KAMIDE Hideki	Fellow Japan Atomic Energy Agency (JAEA)
34	Japan	Dr. TAMADA Masao	FNCA Coordinator of Japan
35	Japan	Mr. WADA Tomoaki	FNCA Advisor of Japan
36	Japan	* Ms. HAYASHIDA Akiko	Deputy Director International Nuclear Energy Cooperation Division Ministry of Foreign Affairs (MOFA)
37	Japan	Mr. SATO Masafumi	Director International Nuclear and Fusion Energy Affairs Division Research and Development Bureau Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)
38	Japan	Mr. KUMAGAE Kouichi	Researcher International Nuclear and Fusion Energy Affairs Division Research and Development Bureau Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT)

No	Country	Name	Affiliation
39	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)
40	Japan	* Ms. SAKURAI Azusa	Safety Examiner Nuclear Regulation Authority (NRA)
41	Japan	Dr. FUJITA Tatsuya	Regulatory Officer Regulatory Standard and Research Division, Nuclear Regulation Authority
42	Japan	Dr. MINAKAWA Takefumi	Nuclear Regulation Authority
43	Japan	* Mr. SUENAGA Kengo	Nuclear Material Protection Officer Nuclear Security Section Nuclear Regulation Authority
44	Japan	Dr. UESAKA Mitsuru	Chairperson Japan Atomic Energy Commission (JAEC)
45	Japan	Mr. SANO Toshio	Commissioner Japan Atomic Energy Commission (JAEC)
46	Japan	Dr. OKADA Yukiko	Commissioner Japan Atomic Energy Commission (JAEC)
47	Japan	* Mr. KAKUDO Takafumi	Deputy Director General for Science, Technology and Innovation Policy Cabinet Office of Japan (CAO)
48	Japan	Mr. SHINDO Kazumi	Director for Atomic Energy, Secretariat of Science, Technology and Innovation Policy, Cabinet Office of Japan (CAO)
49	Japan	Mr. YAMADA Tetsuya	Director for Atomic Energy, Secretariat of Science, Technology and Innovation Policy, Cabinet Office of Japan (CAO)
50	Japan	Ms. SASAGAWA Ayaka	Deputy-Director Office for Atomic Energy Policy Secretariat of the Atomic Energy Commission Cabinet Office of Japan (CAO)
51	Japan	Mr. SAKUMA Akira	Deputy-Director Office for Atomic Energy Policy Secretariat of the Atomic Energy Commission Cabinet Office of Japan (CAO)

No	Country	Name	Affiliation
52	Japan	Ms. TANADA Mizue	Technical Counsellor Office of Atomic Energy Policy Secretariat of the Atomic Energy Commission Cabinet Office of Japan (CAO)
53	Japan	Ms. FUKANO Keiko	Senior Researcher Office of Atomic Energy Policy Secretariat of the Atomic Energy Commission Cabinet Office of Japan (CAO)
54	Japan	Mr. YAMADA Katsumi	Technical Counsellor Office for Atomic Energy Policy Secretariat of the Atomic Energy Commission Cabinet Office of Japan (CAO)
55	Japan	Mr. EGAWA Hirokazu	Technical Counsellor Office for Atomic Energy Policy Secretariat of the Atomic Energy Commission Cabinet Office of Japan (CAO)