

原子力発電プラントの水化学に関する
国際会議 2014 札幌 (NPC 2014 SAPPORO)
実施報告

日本原子力学会 水化学部会

2015 年 1 月

－ 目次 －

[第1章](#) 諸言

[第2章](#) 全体概要

[第3章](#) セッション報告

[Opening remarks](#)

[Keynote Lecture](#)

[Session 1](#) – BWR Operating Experience

[Session 2](#) – PWR, VVER & CANDU / PHWR Operating Experience

[Session 3](#) – Water Chemistry Scientific Studies

[Session 4](#) – Secondary Water Chemistry (Steam Cycle)

[Session 5](#) – Life Time Management and Plant Aging

[Session 6](#) – Chemistry and Fuel Performance

[Session 7](#) – Chemistry Optimization Programs and Compliance Management

[Session 8](#) – Maintenance

[Session 9](#) – Auxiliary Systems, Water and Waste Treatment System

[Session 10](#) – Future Trend and New Development / Scientific Basis

[Special Session \(Invited\)](#) – Fukushima Daiichi NPP Accident

[Special Session](#) – Fukushima Daiichi NPP Accident

[Poster Session](#)

[第4章](#) 総括

[付録](#)

[レセプション・バンケット](#)

[オプション・ツアー](#)

[会議の様子](#) (写真)

[組織委員会](#)

[実行委員会](#)

第1章 諸言

2010年にケベックで日本開催が決定して以来4年に亘って準備を進めてきた水化学国際会議（略称 NPC2014）を盛会のうちに無事終えることができた。本会議は1977年ボーンマスでの第1回から通算すると第19回である。この間日本は、1988年（東京）、1991年（福井）、1998年（柏崎）に主催しており、今回は4度目となる。

この会議は原子力発電プラントの水化学管理に焦点を当て、各国の運転経験、燃料・材料の健全性と従事者の被ばく低減などのための最近の技術革新や改良、さらには技術を支える基盤的研究の成果に関する情報を、世界の関連技術者、研究者の間で交換・共有し、原子力発電の安全性と信頼性の一層の向上に資することを目指すものである。当然我々もこの従来路線を継承することとしていた。しかし、日本開催決定の半年後に発生した東日本大震災と、それに続いた福島第一原子力発電所（1F）の事故により状況は一変した。やがて我が国の全ての原子力発電所が運転を停止し、当初1Fの修復見込みが立たない中、停止中発電所の再稼働ばかりでなく、わが国における原子力発電全体の将来像が全く見通せない状況に直面し、3年半先とはいえ、「日本での会議の開催が可能であろうか」、「開催をしても財務的に成立せず、過大な負担が残るのではないか」との大きな危惧に襲われた。準備委員会は主催国の返上も含めて、深刻な議論を活発に行った後、最終的に、困難を伴うことは覚悟の上で、この機会に、未曾有の震災に伴う1F過酷事故とその修復に向けた最新の情報を世界に向けて発信することこそ我々の責務であるとの結論に達した。

この方針に沿ってプログラムを編成することとし、従来の水化学関連セッションに加えて、1F事故に関する特別セッションを設定した。この特別セッションは、招待講演によるものと投稿論文からなるものに分けられた。招待講演特別セッションは、国が策定した1F廃止措置に向けたロードマップ、事故の進展や解析などの事故全般にかかわる講演と水化学の視点からの技術トピックスから構成された。また、米国とウクライナから各々TMIとチェルノブイリの状況を紹介する講演も組入れるよう準備を進めたが、最終段階でウクライナの講演者が来日できなくなり、キャンセルとなったのは誠に残念であった。上記はいずれもサイト内での活動に関するものであるが、避難を余儀なくされている地域住民の1日も早い帰還を実現するために、極めて重要なサイト外でのクリーンアップ活動状況に関する講演も加えることとした。

従来、この会議は併行セッションが無い口頭発表セッションとポスターセッションで構成するのが伝統である。今回も、当初1セッション方式を順守する方針であったが、1F事故関連も含めて、投稿論文が想定を超えて多く集まり、会場設営の都合上、投稿口頭発表による1F特別セッションを一部併列して設定せざるを得なくなった。それでもなお、早朝から始まる極めてタイトなスケジュールとなってしまった。にもかかわらず、口頭およびポスターセッション共に活発な討論がおこなわれ、充実した会議になったと自負している。本報告書は会議の概要を容易に把握することができるエクゼクティブサマリーとして、ま

たアブストラクト集やプロシーディングと合わせて会議の記録として残すことにより，技術の継承に資するとの期待を込めて，作成したものである。

最後に，本会議を成功裏に終えることができたのは，ひとえに我が国の政府機関，国際機関，更には内外の学協会，民間企業の支援と協力の賜物であり，組織委員会および実行委員会の委員，一部の作業を委託した企業担当者の並々ならぬ尽力によるところが極めて大である。特に実行委員には，準備段階から会議の成功を目指して手弁当で懸命の作業を進めて頂いたことを申し添えたい。改めて，この場を借りこれらの関係者に深甚の謝意を表するものである。

石樽顕吉（NPC2014 組織委員長）（[目次へ](#)）

第2章 全体概要

1. 名 称： 原子力発電プラントの水化学に関する国際会議 2014 札幌
Nuclear Plant Chemistry Conference 2014 SAPPORO (NPC 2014 SAPPORO)
2. 会 期： 2014 年 10 月 26 日（日）～31 日（金） 6 日間
3. 場 所： 北海道札幌市（会場 ロイトン札幌）
4. 主 催： 日本原子力学会
5. WEB ページ： <http://npc2014.net/index.html>
6. 参加者： 372 名（26 ヶ国 日 190, 米 27, 仏 23, 韓 21, 英 19, 加 9, スウェーデン 9, スイス 9, 中 9, 台 8, フィンランド 6, アルゼンチン 4, チェコ 4, 独 4, 露 4, スロバキア 2, その他 10, 同伴者 14 名）
7. 発表： 招待講演 11 件, 口頭発表 77 件, ポスター発表 146 件
うち特別セッション 招待講演 8 件, 口頭発表 15 件, ポスター発表 22 件
8. 概要： 緒言でも触れられているが, 日本での開催は東京, 福井, 柏崎に続いて 4 回目となる。今回, この時期での日本開催という意義を考慮し, 1F 事故関連のセッションを設けている。また, これまでの NPC では基本的に 1 セッション方式で行われてきたが, 投稿論文が想定を超えて多く集まり, 会場設営の都合上, 投稿口頭発表による 1F 特別セッションを一部併列した。

[\(目次へ\)](#)

第3章 セッション報告

Opening remarks

- ・開会宣言（東京大学名誉教授 石博頭吉 殿）

震災以降，日本での開催も危ぶまれる厳しい状況のなか，世界に前例のない福島での事故に関する貴重な情報を配信することが日本の責務であるとの考えから，新たに福島に関する特別セッションを設け，本国際会議の開催を実施するに至った。それに伴い，これまでのワンセッションスタイルを改め一部パラレルセッションの実施を余儀なくされたが，依然としてスケジュールがタイトである点お詫びする。大会では活発な討論が実施され有意義なものとなることを期待する。また，日本有数の美しい街である札幌の景観と日本の食を楽しんでいただきたい。最後に，本国際会議に協力いただいた皆様に感謝の意を表する。

- ・挨拶（資源エネルギー庁大臣官房審議官 土井良治 殿）

福島での事故において多くの国々から頂いた援助や支援に対し，感謝の意を表する。事故から3年7か月が経過し，現状では安定状態にあるが，汚染水のコントロール，使用済み燃料の除去，PCV/RPV 内の調査，水漏れ対策と浄化など前例のない重要な課題に対し，国内外の知見を活用し解決していく。福島復興再生のために最大限の努力を行うことを前提として，中長期エネルギー戦略において原子力は重要なベースロード電源と位置付けられている。新規制基準への適合性が確認されれば日本の原発は再稼働されるであろう。国際会議での科学的な討論が関連する知識の拡充に貢献することを期待する。また，事故の経験と教訓を共有することにより，世界の原子力安全の改善に貢献することが我が国の責務である。

- ・地元挨拶（北海道電力副社長 酒井修 殿）

北海道電力は，水力，火力，原子力，新エネルギーによる 750 万 KW の発電所を有し，原子力発電は，泊発電所 1，2 号機各 57.9MW，3 号機 91.2MW の合計出力 207 万 kW である。現在，3 基の原子力発電所は停止しており，安全対策向上対策工事と並行して新規制基準への適合性について審査を受けている。再稼動にはもう少し時間がかかりそのような状況にある。福島での事象を共有し，教訓とすることで，今後の水化学管理が一層発展することを期待する。

藤原和俊（電力中央研究所）([目次へ](#))

Keynote Lecture

原子力発電と関連する水化学を先導してきた米国，フランス及び日本の代表者から，それぞれの国の水化学の現状と今後の活動について基調講演がなされた。原子力発電を先導してきた米，仏，日本の報告は，現在の原子力水化学全体の活動状況を総括しており，これからの安全・安定運転のため重要な役割，責任を担っている。

・米国 (EPRI Dr. Fruzzetti)

米国はこれまで世界初となる技術（例：1983 年～HWC，1986 年～Zn 注入，1996 年～NMCA，HWC-M を経て 2006 年～OLMC）を導入してきた。今後も長期的安定運転を目指し水化学の改善（例：BWR：イオン Co を除去する CoSeq™ 樹脂の適用 2014 年予定，PWR 一次系：PWSCC を抑制するため H_2 25~50cc/kgH₂O の高水素運転，PWR 二次系：pH の適正化による FAC 対策，停止時 Layup の改善による SG への不純物持込み抑制等）を図っていく。

・フランス (EdF Dr. Bretelle)

今後の電力供給力は現状の 63GWe を維持，原子力比率は 2025 年に 53%になる。このため高経年化に備えたプラント管理と，それに沿った水化学管理を推進していくことになる。一次系は PWSCC 及び AOA 対策，二次系は SG の SCC 及び配管の FAC 抑制が主な課題である。新しい課題として，鉛が ALLOY690 に与える影響が懸念されてきた。

・日本 (勝村東大教授，水化学部会長)

1982 年に水化学専門委員会を発足，2007 年に水化学部会に発展させ，水化学国際会議（今回の札幌で 4 回目），ラジオリシス会議及びアジア水化学シンポジウムを隔年開催，同時に国内では運営委員会，研究会を年数回開催し，その成果をプラントの運営，研究開発に反映してきた。現在は標準化，ガイドライン及びロードマップの作成，ラジオリシスの研究等更なる高度化に取り組んでいる。

目黒芳紀（日本原電）([目次へ](#))

Session 1 – BWR Operating Experience

本セッションでは 5 件の口頭発表があった。

米国 Exelon Generation 社より、炉型等プラント仕様の異なる代表 4 プラントの運転実績として、水素注入、貴金属注入及び亜鉛注入適用後の再循環系配管の線量率低減について紹介された。そのほか、AREVA GmbH より除染後の放射能再蓄積抑制を目的とした炭素鋼への Pt 及び SAM 表面処理の適用効果について、米国の ANT international より On-Line NMCA(OLNC)が初めて採用された Kernkraft Muhleberg (KKM) プラントでの運転実績として、これまで特に報告されていない通常の監視パラメータ以外の水質等挙動について、日本の Hitachi-GE より同 KKM プラントでの亜鉛注入及び貴金属注入適用後の再循環系配管線量率挙動の貴重な実績データを基に行った、配管表面における酸化物組成変化の面からの定性・定量的な観察・評価について紹介がなされた。最後に、中部電力より浜岡 5 号機での系統内海水流入後の内部機器について、分解・開放点検の結果等、プラントへの影響状況が紹介された。

注記すべき点は以下の通りである。

米国代表プラントでの運転実績から、線量率低減効果はプラント仕様の他、水素注入、貴金属注入及び亜鉛注入の適用のタイミングにより異なり、ONLC 適用後も米国内平均レベルまで低減しているプラント以外に、一部のプラントでは線量率上昇傾向が見られ、引き続きその効果の確認が望まれる。

また、KKM での線量率挙動データから、配管表面における酸化物と Pt や Zn との相互作用が明確になったことは、各種対策の適用検討に貴重である。さらに、KKM での運転経験から、炉水電導度、炉水中イオン種濃度及び主蒸気管線量率のような通常の監視パラメータ以外に ^{199}Au や α 核種、放射性よう素などの挙動の変化が確認された。これまでに報告されていないこれらの水化学の変化は、通常の監視パラメータが利用できなくなった場合などにおいて、補助的な監視項目として活用していく観点で注記すべきものであると考える。

星野美佐男（電源開発）([目次へ](#))

Session 2 – PWR, VVER & CANDU / PHWR Operating Experience

本セッションでは 8 件の口頭発表があった。

Zn 注入に関係する発表がフランス、日本、アメリカから合計 4 件あり、被ばく低減を狙いとした Zn 注入が PWR の大きなテーマになっている。各国の Zn 注入の進捗状況、考え方の違いも見られ、興味深いセッションとなった。アメリカからの発表は燃料影響関連で、Zn と合わせて高 Li 時の燃料表面酸化層厚さの詳細データの発表があり、多くの影響因子があるため、質疑応答が長く続いた。一次系関連では他にもアンチモン(Sb)に関連した線量率に関する課題が紹介され、各国で個別の課題があることが関心を惹いた。二次系中心の発表は 1 件であったが、分散剤による SG 二次側洗浄では、飛躍的なプラント適用成果が発表され、今後の分散剤適用方法に大きな影響を与えそうである。

注記すべき点は以下の通りである。

Zn 注入についての EdF からの報告では、燃料健全性に関する評価についてデータ拡充が必要というスタンスが述べられた。ネガティブな報告ではないものの、保管中の被覆管表面からフレークが発生した事例が紹介され、現在 58 基中 15 基に採用されている Zn 注入を、当面は水平展開しないという説明が行われた。九州電力からの報告は、亜鉛注入効果への長期保管の影響を評価したもので、再稼動後も通常の亜鉛注入により被ばく低減効果が期待できることが紹介された。

また、Loviisa 発電所の運転経験に関する報告では、シール材であるグラファイトから溶出する Sb が問題となっていることが紹介された。

兼ねてから注目を集めていた泊 3 号の HFT からの Zn 注入では、2 サイクル終了までのプラント実績が発表され、Zn 注入なしと比較し、2 サイクル目で Co-58 の絶対量、および、プラント停止時の Co 線量が大幅に低減された。今後の Zn 注入方法に少なからず影響を与えるものである。

ベルギーの Doel 3 で実施された分散剤による SG2 次側洗浄は、様々な方法が試みられたが、特に、プラント停止直前に分散剤を注入することで、既に普及している SG 洗浄と同等のスケール除去効果が得られる成果となった。分散剤による洗浄では、脱離したスケールは系統中のフィルタに捕集されるため、新たな洗浄のための操作が不要であり、廃液も出ない。現在、試運用的要素が強い分散剤の普及に弾みがつく発表であった。

寺地巧（関西電力）、石原伸夫（三菱重工業）（[目次へ](#)）

Session 3 – Water Chemistry Scientific Studies

本セッションでは 12 件の口頭発表があった。

米国の BWR と PWR の冷却材の浄化に関するレビューが EPRI よりあった。

BWR 関連は 1 件で、線量率低減に加え、ストレーナ、ジェットポンプやバルブのファエーリング低減、および合金製 X750 燃料スぺーサーの腐食低減等を目的としたコロイド状 TiO₂ コーティング技術の開発動向について、GE より紹介があった。

PWR の一次冷却系関連は 7 件で、その内訳は、亜鉛注入関連が 2 件、クラッド付着モデルが 3 件、クラッドの特性が 1 件、実機サンプルの分析結果が 1 件であった。亜鉛注入に関しては、中国の Chinese Academy of Sciences より、50 ppb の亜鉛注入は Ni 基合金の SCC 抑制に効果があるとのラボ試験結果を、スウェーデンの Studsvik より、690 合金と SUS304L ステンレス鋼の表面皮膜への ⁶⁰Co 取込み量は、690 合金の方が少なく酸性側で抑制傾向にあるとのラボ試験結果が示された。クラッド付着モデルについては、フランス CEA よりクラッド付着・移行モデル” OSCAR” の改良、及び OSCAR コードを用いた沸騰条件下でのクラッドの挙動評価が示された。英国 National Nuclear Laboratory からは燃料被覆管クラッドの付着モデルが示され、亜鉛注入時の SiO₂ の影響や水の放射線分解により生成する H₂O₂ が燃料付着クラッド厚さに及ぼすとのことであった。英国 Manchester 大からはクラッドの電気化学的性質と解析結果が、スウェーデンの Studsvik からは Ringhals 4 号機の燃料クラッドの化学組成と化学形態分析結果の詳細が示された。

PWR の二次冷却系関連は 1 件で、韓国の Soonchunhyang 大からは炭素鋼の腐食抑制に及ぼすアンモニア、ETA、MPA の影響評価に関するラボ試験結果が示された。

CANDU 炉関連は 2 件で、カナダの Kinectrics からは一次冷却系の ¹²²Sb や ¹²⁴Sb の移動について、カナダの New Brunswick 大からは一次系熱交換器(PHTS)近傍における ⁵⁵Fe と ⁵⁹Fe の挙動に関するモデルが紹介された。

いずれの発表も 2～5 件の質疑応答があり、活発な議論がなされた。

注記すべき点は以下の通りである。

国内の PWR プラントにおいては、線量低減を目的とした亜鉛注入が実施されているが、Ni 基合金の PWSCC 抑制効果をねらった最適な注入濃度を検討する向きがあり、海外の試験結果は注記すべきものであった。

欧米では、CIPS (Crud Induced Power Shift, 別名 Axial Offset Anomaly, AOA)が深刻で、今回、発表はなかったが EPRI の BOA モデルと併せ、クラッド移行・付着モデルに関する検討が積極的に行われている。また、国内でも線量低減を目的としたクラッド移行・付着モデルの開発に着手しており、将来的には海外モデルとの比較による高度化が期待される。

河村浩孝（電力中央研究所）、中野佑介（日本原電）、武田耕太郎（北海道電力）（[目次へ](#)）

Session 4 – Secondary Water Chemistry (Steam Cycle)

本セッションでは 5 件の口頭発表があった。

フランス CEA からは polyacrylic acid による SG 伝熱管の汚染抑制のラボ試験の報告があった。スペイン CIEMAT からは PWR SG のスラッジとデエンディングのプラント実績が紹介された。カナダ UNB からは、CANDU 炉 Point Lepreau 再起動の水化学経験の紹介があった。また、米国 EPRI からは、PWR SG 管板上のデエンディング経験が紹介され、日本では過去のものとして扱われていた問題に対し、質問・意見が交わされた。チェコ IAM からは VVER 横型 SG に対するプラント出力増大についての報告がなされた。

注記すべき点は以下の通りである。

Point Lepreau 発電所(カナダ, CANDU)は、プラントの計画的な中間改装(25・30 年ごと)のため、2008 年に 1.5 年の予定で停止。タービン交換時の事故などさまざまなトラブルを経て、2012 年出力を 4%強増強して、再立ち上げに成功。復水脱塩器の全量通水化、pH 制御のアンモニア AVT 化などに伴い、腐食生成物の蓄積抑制に細心の注意が払われた。国内でもプラント停止の長期化が進む中、注目する発表と考える。プラント停止が長期化した場合、停止中の保管と合わせて再立ち上げ時の戦略策定が重要である。

内田俊介（エネ総研）([目次へ](#))

Session 5 – Life Time Management and Plant Aging

本セッションでは 5 件の口頭発表があった。

プラントの余寿命管理と寿命延伸に関連する 5 件の発表がなされた。各国の状況や関連規格・基準の状況など IAEA の活動を中心に、プラントの寿命延伸が重要な課題であることが紹介された。引き続き PWR 二次側における運転期間延長に関する AREVA での取組、690 合金の IGSCC 進展メカニズム解明に向けた INSS での最近の研究成果や、BWR の貴金属注入に関するスイスでの NORA プロジェクトの成果、FAC 予測モデルを活用した配管破断時の影響度評価に関する提案など、関連する個別の課題・事象について報告がなされた。

注記すべき点は以下の通りである。

IAEA より、世界各国でのプラントの稼働・建設状況を踏まえると、高経年化プラントの寿命延伸が重要な課題であることが紹介され、規格・基準の整備や国際会議の主催など関連する活動について報告があった。

Borssele 原発では、運転期間延長に関する取組の一環として、蒸気発生器二次側管板状のハードスラッジの堆積防止など化学管理の高度化を目的とした検討されている。この中で AREVA と SWAN システム社で検討を行ったサンプリングラインの仕様や、サンプリングノズル形状の最適化、カチオン導電率測定での脱炭酸ガス処理、オンライン pH モニタリング、酸化還元電位による環境モニタリングなどの化学管理の高度化に関するコンセプトが紹介された。一次系での状況について質問が出たが、まだ検討されていないとの回答であった。

20%の冷間加工を行った TT690 材では、IGSCC 亀裂の進展速度には溶存水素の影響が小さいが、亀裂先端にはキャビティーが観察され、これが亀裂進展に影響していると推測されるとの発表であった。亀裂先端とキャビティーとの識別方法について質問があり、皮膜分析の実施が推薦された。

BWR の貴金属注入については、Pt の吸着量は水化学条件や注入条件の影響を受けないものの、粒子径はこれらの影響を受け、還元環境で遅い速度で長時間実施するのが最適であるとの報告であった。

FAC 予測モデルを活用した配管破断時の影響度評価に関しては、水化学条件やプラント運転時間に応じて破断時の影響を定量的に評価することができ、安全評価の新しい考え方として今後の発展が期待される。二相流域への適用性について質問があり、検討中であるとの回答であった。

藤原和俊（電力中央研究所）([目次へ](#))

Session 6 – Chemistry and Fuel Performance

本セッションでは予定 6 件のうち 1 件がキャンセルとなり、5 件の口頭発表があった。

その内容は、ジルコニウム合金の腐食挙動や腐食生成物の付着形態に及ぼす OLNC, 炉水の不純物, Ni/Fe 比, PWR での高 Li の影響など、燃料被覆管の健全性向上などである。

注記すべき点は以下の通りである。

スウェーデンからは OLNC を 4 サイクル経験した結果について報告があり、HWC+貴金属注入の適用により、燃料付着クラッドの再配分が発生し、4 サイクル程度で平衡となった。燃料被覆管のスポーリングの発生が確認されたが、燃焼度との関係については明確な相関は認められなかった。また、亜鉛の析出が燃料表面の腐食生成物の状態に影響を及ぼす可能性が示唆されるとの内容であった。

フランス AREVA より、M5 燃料被覆管について、F, Cl, SO₄, CrO₄, NO₃ イオン不純物による耐食性への影響を調査し、通常のレベルでは腐食への影響は小さく、従来の Zr-4 と比較して優れているとの報告であった。

ノルウェーからは、1987 年よりハルデン炉で実施された燃焼度 50MWd/kg での Zr-4 の腐食試験結果、および、半経験的に構築された腐食モデルとの比較結果について報告があり、温度による酸化被膜厚さの予測は出来たが、高リチウムによる酸化膜厚さへの影響は認められなかった。また、Li を 3.8~4.5 ppm と高めても腐食速度を高める作用は観察されないとの内容であった。

三菱重工より PWR 一次冷却材の溶存水素濃度(DH)の最適化について報告があり、日本では DH を低減することにより Ni が NiO に変化して溶解度が高くなり、一次冷却材中に Co-58 が溶出しやすくなるため、CVCS 浄化系で除去され、プラント線源強度低減に寄与するとの内容であった。EPRI は米国では DH を 25~50cc/kg-H₂O と高めに維持することを提案しており、最適 DH 管理を如何にするのが今後の課題となる。

韓国からは、燃料被覆管へのクラッド付着メカニズムを解明するため、オートクレーブで Zirlo 被覆管での付着テストを実施し、腐食生成物の形態や量は Ni/Fe 比の影響を受け、高 Ni 比では針状結晶は、高 Fe 比では多面構造の酸化物であった。また、鉄イオンの比率が高い場合は、鉄酸化物表面に Ni イオンが析出するため、酸化物付着量が増加するとの内容であった。

久宗 健志（日本原電）、藤原 和俊（電力中央研究所）（[目次へ](#)）

Session 7 – Chemistry Optimization Programs and Compliance Management

本セッションでは予定 5 件のうち 1 件がキャンセルとなり，4 件の口頭発表があった。

米国の BWR における最近の水化学の進捗状況 1 件，日本の水化学管理指針制定に関する発表 2 件，フランスの原子力発電所に於ける化学管理を中心とした検査に関する発表が 1 件あった。米国では，SCC 対策としてオンライン貴金属注入の適用，被ばく低減対策として Depleted-重鉛注入，水の浄化として Deep Bed + Filter 復水脱塩装置の適用が進み，材料健全性及び被ばく低減に大きな効果を挙げている。日本からは BWR および PWR の水化学管理指針の概要，すなわち，指針制定の背景及び制定のシステム，管理項目，診断項目，アクションレベル設定，水質逸脱の措置等について報告があった。また，フランス EdF では，4 年毎に各原子力発電所の検査が実施されており，水質管理状況の評価，組織としての水化学管理への取り組みが評価され，水化学の運用管理の向上に役立っている。

注記すべき点は以下の通りである。

日本原子力学会の標準として現在作成が進められている BWR 及び PWR の水化学管理指針について報告があり，各国から多くのコメントがあった。学会の標準として策定すること，パブリックコメントを受けること，水質データの評価方法，PWR の水質管理に制御項目を設定することなどについて活発な議論がなされ，本件に係わる関心の高さが伺われた。

平野秀朗（電力中央研究所）([目次へ](#))

Session 8 – Maintenance

本セッションでは 10 件の口頭発表があった。

福島第一発電所向け汚染水処理システムの検討に関する発表 1 件，BWR 運転水質による化学除染効果への影響，除染廃液中の放射性 Sb 除去・電解除染の効果など化学除染関連 3 件，SG 二次側のスラッジ堆積抑制・クレビス部腐食・腐食生成物除去など 4 件，OH ラジカルを積極的に活用した有機物分解と，使用済イオン交換樹脂からのコバルト 60 の溶離と電析技術の組合せの基礎検討など廃棄物低減関連の 2 件の発表があった。最新型 SG はこれまで良好な運転実績を重ねてきたが，近年，新たな問題としてデンティングが経験されるようになったことが Session 4 で報告され，本 Session 前半では，その原因推定と対策方針について活発な議論が集中した。また，HWC と Zn 注入の併用に伴い，化学除染プロセスを変更する必要が生じた BWR プラントの経験が注目された。後半では，日本の PWR の長期保管に関する検討や使用済イオン交換樹脂の二次廃棄物量の低減に関する発表があり，福島事故の影響を受けたもので，特別セッション以外にもその影響を受けたテーマが議論された。

注記すべき点は以下の通りである。

最近，最新型 SG を採用した 13 プラントにおいて，管板部デンティングが発生し，その一部で伝熱管の内外面に SCC による割れが認められている。これらの SG には，取替用および新設用の両方が含まれ、小型化と蒸気発生量の増加を両立させるため、伝熱管を従来と比べて稠密な配列（三角配列など）としていることが共通の特長である。このように熱負荷を大きくした SG では，給水から持ち込まれた鉄を主成分とする腐食生成物が管板直上部にスラッジとして堆積やすく，また，堆積したスラッジが除去しにくくなるため，運転時間と共にスラッジが固着化（ハード化）する。このハードスラッジの直下で，管板/伝熱管隙間部に腐食性の不純物が濃縮した結果，管板が腐食・膨張し，伝熱管がデンティングに至ったものと推定される。

デンティングが認められたプラントの給水鉄濃度を見ると，現在の水化学管理基準に照らして明らかに高いものだけでなく十分低いものもあることから，給水からの腐食生成物持ち込み抑制だけでは，長期的な対策として不十分である可能性が示唆される。従って，最新型 SG の場合，従来型 SG 以上に入念なスラッジのモニタリングと，適切な堆積防止（二次系高 pH 処理+被膜形成アミンの適用）と除去（スラッジランシング頻度・方法の改善+超音波洗浄/化学洗浄の適用）が重要であり，今後，総合的な対策のガイドラインの構築に向けた具体的な検討が進むと予想される。

また，長期にわたり HWC と Zn 注入の併用した BWR では，CORD のようなマルチステップ・マルチサイクルの酸化還元型化学除染において，目標 DF を達成するためサイクル数を増やす必要があることが明らかになった。HWC 単独，NWC 単独，NWC と Zn 注入を

併用したプラントではそのような問題は生じていない。HWC と Zn 注入を併用した運転環境下では、構造材料表面に形成される被膜中で亜鉛クロマイトが安定化し、その溶解を促す酸化ステップが除染効果を律速する。検討の結果、酸化ステップの薬剤濃度の増加や時間延長は亜鉛クロマイトの溶解にあまり効果なく、除染サイクル数を増加が必要なことが判明した。今後、HWC と Zn 注入を併用する BWR の増加が予想されることから、この知見は参考になる。

さらに、PWR の蒸気発生器の洗浄技術は既にかんがりの実績を持つ確立されていると考えられるが、新しい改良技術が開発・適用されていることが発表されると共に、ポスターセッションでも複数の関連発表が見られたことから、依然として蒸気発生器の健全性確保のための関連技術が重要な分野となっていると感じられた。

瀧口英樹（元 東芝）、長瀬 誠（日立 GE ニュークリア・エナジー）([目次へ](#))

Session 9 – Auxiliary Systems, Water and Waste Treatment System

本セッションでは4件の口頭発表があった。

台湾 INER からは、使用済みイオン交換樹脂の湿式酸化分解による減容化に関する実証機試験の報告があった。フランス EdF からは2件の発表があり、1件は PWR1 次系フィルタの寿命延長に関する実機の取り組み、もう1件はオフガス系の機能材（触媒、シリカゲル、活性炭）の実機設計根拠に関するものであった。JAEA からは使用済み Sr 吸着剤の保管時ベータ線照射の影響評価の発表があった。

注記すべき点は以下の通りである。

福島第一で使用されている吸着剤の挙動については、その吸着・溶離の挙動や保管時の影響などに未解明な部分がある。無機系の吸着剤や廃スラッジの中間貯蔵・最終処分の方法は早い段階で目途を着ける必要があり、JAEA の発表に関連した研究は今後増えていくと推察する。また、今後増加する放射性廃棄物、特に水処理設備等の使用済み機能材（フィルタ・吸着剤）に関しては、その発生量低減および最終処分まで考慮した処理方法の確立が急がれる。

大橋伸一（オルガノ）([目次へ](#))

Session 10 – Future Trend and New Development / Scientific Basis

本セッションでは4件の口頭発表があった。

海外から2件の発表があり、台湾の National Tsing-Hua 大学より、次世代原子炉IVの超臨界水冷却炉のための超臨界水条件下での腐食電位測定用 Ag/AgCl 及び Zr/ZrO₂ 参照電極の開発について、米国 EPRI より、PWR の HFT（ホット機能試験）段階における放射能蓄積抑制のための水化学管理について紹介があった。また、国内から2件は発表があり、東芝より、BWR 運転条件下における燃料体表面での TiO₂ 付着挙動について、東北大学より、計算機コード（UA-QCMD）を使用したシミュレートによる、BWR 構造材の腐食メカニズム解明への応用について紹介があった。

いずれの発表も2～4の質疑応答があり、活発な議論がなされた。

注記すべき点は以下の通りである。

腐食電位測定のための参照電極の開発は現在の原子炉でも共通の課題であり、また、運転開始以降の放射能蓄積の抑制の観点から、HFT 段階での不動態被膜形成に有効な水質パラメータを明らかにすることは貴重であり、さらなる研究開発が望まれる。また、BWR 一次系における燃料体表面での TiO₂ 付着挙動に基づくマスバランス評価モデルの開発は、TiO₂ 注入適用にあたっての注入条件設定などの活用に有効であると考ええる。

星野美佐男（電源開発）([目次へ](#))

Special Session (Invited) – Fukushima Daiichi NPP Accident

本セッションでは予定 9 件のうち 1 件がキャンセルとなり、8 件の発表があり、概要が電気新聞 2 面（平成 26 年 10 月 28 日付）に掲載された。

本セッションは 2011 年の東京電力㈱福島第一原子力発電所事故に関する特別セッションとなり、水化学面に止まらず、事故の状況とその後の復旧活動について、国内省庁、電力事業者、研究機関、海外からの発表となった。

日本側の発表では、経産省より、廃止措置等に向けた中長期ロードマップの進捗状況や汚染水対策の考え方、環境省よりオフサイトにおける除染活動の状況について報告があった。東京電力からは、事故の発生状況や事故で得られた教訓、汚染水処理対策の実施状況、使用済燃料プールでの腐食抑制対策の実施状況について、3 件の報告がなされた。また、エネルギー総合工学研究所からは、日本原子力学会事故調査委員会への水化学部会からの参加メンバーの立場として、事故調査の状況と事故収束に係わる水化学の役割について報告があり、日本原子力研究開発機構からは事故解析におけるソースターム評価について報告があった。

これに対し、海外の知見、教訓を反映すべく、米国の TMI-2 事故対応の経験者から復旧・除染の取り組み状況について報告があった。ウクライナ講演者キャンセルに伴い、チェルノブイルの最新の状況も交えての講演となった。

本会議において、福島第一原子力発電所の廃止措置に関連した日本国内での取り組みを網羅的に報告し、国外の関係者へ発信することは、重要課題の一つとなっており、3 日目のパラレルセッションも含め、今回の特別セッションの開催は大きな意義があった。

注記すべき点は以下の通りである。

TMI-2 における復旧と除染・浄化に関し、米国経験者の招待講演があった。除染・浄化は、イオン交換樹脂、ゼオライト、フィルタ等で行ったが、汚染水の量は福島に比し非常に少ない。トリチウムは河川に流せず蒸発させたが、福島の場合は両方有り得る。燃料・デブリはアイダホ国立研究所、樹脂・ゼオライトはハンフォードサイト、低レベル廃棄物はバーンウェル処分場に移送された。燃料取出しは 1979 年の事故から 6 年後の 1985 年から開始された。炉頂部にプラットフォームを設け、コアボーリングの手法を採用している。系統内には、現在も 1000kg 程度の未回収の燃料微粒子が留まっていると想定されている。教訓として、数々の事前の評価は事実と合致しておらず、先ず内部の状況をよく見ることが重要であるとの指摘が印象的であった。

福島第一原子力発電所の使用済燃料プールでの腐食抑制対策の実施状況については、以下の通りである。2～4 号機使用済燃料プールでは、海水注入を行った影響により、プール水の塩化物イオン濃度が大きく上昇し、腐食を加速させるリスクが急激に高まった。更に、3 号機では、原子炉建屋の水素爆発によってプール内にコンクリートが使用済燃料プール

に落下し、プール水の pH がやや強いアルカリ性を示した。これらに対して、逆浸透膜装置やイオン交換装置による塩分物イオン濃度の低減、補給水の脱気やヒドラジン注入による溶存酸素濃度の低減、また、ホウ酸の注入による pH の低減により、プール構成材料の腐食を抑制することができた。通常プラントにおいて類似の水質異常が発生した場合の対処方法として活用できるものである。

高木純一（東芝）、長谷川英規（東京電力）([目次へ](#))

Special Session – Fukushima Daiichi NPP Accident

本セッションでは 15 件の口頭発表があった。本セッションは 3 つのサブセッションに分けて実施された。

最初のサブセッションは 5 件の発表があり、2 件は福島汚染水処理で、ゼオライトによる Sr 除去と、イオン交換樹脂による Cs 除去に関する発表であった。また、その他について、1 件は汚染ごみ焼却後の飛灰の処理 (Cs 除去)、1 件は PWR イオン交換樹脂の評価で、1 件は汚染水処理を含む TMI-2 事故後の全般的な対応に関する話題であった。

中間のサブセッションでは 6 件の発表があった。初めの 3 件は、水の放射線分解に係る実験的・解析的検討について、吸水ゼオライトの水素発生に与える酸素の影響、海水成分を含む水の放射線分解に与える温度の影響と材料腐食の関係、水素発生に与える海水成分と濃度の影響について発表された。次の 1 件は NOG(Nordic Owner's Group)による BWR 事故時の酸素/水素発生シナリオと対策に関する検討、最後の 2 件は事故時に放出されるヨウ素の挙動に関する発表であった。これらについて、放射線分解モデルへの入力データとその精度、ヨウ素挙動と pH の関係等に関する質疑があった。

最後のサブセッションでは 4 件の発表があり、1 件は海水からのストロンチウムの分離に関する発表であった。他の 3 件は福島事故と直接の関連性は薄いものの、廃棄物処理技術の観点から、PWR 二次系のような蒸気発生器を持つ発電所のカチオン交換後の電導度測定に関する基礎試験、PWR 二次系の保管の最適化、及び、ほう酸水廃液の濃縮再利用に関する基礎検討についての発表であり、何れも活発な質疑応答が行われた。

注記すべき点は以下の通りである。

最初のサブセッションの Chuck Negin 氏の TMI-2 に関する発表は、汚染水処理だけでなく、デブリの取り出しや輸送、トリチウム処理、廃棄物の処理など、多岐にわたる内容であった。

中間のサブセッションは、水素及びヨウ素の挙動に関する話題に集中した。事故進展に重大な影響を与える水素の挙動については、基礎実験から材料腐食まで照射試験による検討が行われ、モデル解析と合わせて検討されている状況が示された。事故時の公衆への影響が大きいヨウ素の挙動については、その酸化プロセスを解明することの重要性が示された。

最後のサブセッションでは、ナノフィルタで行うことによりストロンチウムの選択分離を実現し、二次廃棄物の発生抑制を目指すという狙いは非常に良かったが、現時点の試験結果は実用化のレベルには到達していない。限られた時間の中での技術開発の難しさの一面が現れていたと感じられた。

山本誠二 (東芝)、塚田隆 (JAEA)、長瀬誠 (日立 GE ニュークリア・エナジー) ([目次へ](#))

Poster Session

ポスターセッションは11月27日、28日の二日に分けて各1時間半にわたり開催された。

BWR Operating Experience	14 件
PWR, VVER & CANDU / PHWR Operating Experience	14 件
Water Chemistry Scientific Studies	33 件
Secondary Water Chemistry (Steam Cycle)	4 件
Life Time Management and Plant Aging	9 件
Chemistry and Fuel Performance	10 件
Chemistry Optimization Programs and Compliance Management	2 件
Maintenance	6 件
Auxiliary Systems, Water and Waste Treatment System	16 件
Future Trend and New Development / Scientific Basis	16 件
Fukushima Daiichi NPP Accident	22 件

ポスターセッションでは5つの賞が設けられ、審査の結果、以下の8名の発表に対し賞が与えられた。

NPC2014 Sapporo Poster Award

Award	Name & Affiliation	Title
Best Poster	Jiaxin Chen Studsvik Nuclear AB (Sweden)	On The Interaction of Injected Zinc with Oxide Films Formed on Stainless Steel under Cyclic Oxidising and Reducing Conditions
Young Researcher/Engineer	Seung Hyun Kim Ulsan National Institute of Science and Technology (Korea)	Application of Nano-Structured Coatings to Mitigate Flow-Accelerated Corrosion in Secondary Piping Systems of Nuclear Power Plants
	John McGrady University of Manchester (UK)	Characterisation of Particulate Material in PWR Primary Coolant
Technical Content	Tatsuya Deguchi Ebara Corporation (Japan)	Development of Decomposition Method of Hydrogen Peroxide in Spent Fuel Pool
	Andrew Dykhuis Massachusetts Institute of Technology (USA)	Three Dimensional Multiphysics Modeling and Validation of CRUD-Induced Localized Corrosion (CILC) in PWRs
Presentation	Takumi Terachi Kansai Electric Power Co., Inc. (Japan)	Dose Rate Determining Factors of PWR primary water
	Mei-Ya Wang National Tsing Hua University (Taiwan)	The Effectiveness of Early Hydrogen Water Chemistry on Corrosion Mitigation for Boiling Water Reactors
Poster Design	Martin Bachet EdF R&D (France)	Complexation of Nickel Ions by Boric Acid and (Poly)borates

(広報記) ([目次へ](#))

第4章 総括

今回の NPC 2014 SAPPORO は 1977 年ボーンマスで最初の水化学国際会議が開催され、5, 7 回目にあたる 1988 年、1991 年にそれぞれ日本の東京、福井、1998 年には柏崎で開催された。以来、NPC 2014 は通算で 19 回目の会議となり、実に 16 年ぶりの 4 度目の国内開催となった。

今回の NPC 2014 Sapporo の特徴をあげ、総括としたい。

- ・ 350 名にも及ぶ総参加者数であった。前回の 2012 年の NPC 2012 Paris に匹敵する空前の参加者で、28 カ国からの参加者も前回同様で、アジアでの開催を考慮すると予想外の数であった。さらに、驚くべきは事前登録もなく、オンサイトでの参加希望者が 10 名を越え、しかもその中に海外からの参加者もいたことである。参加登録費を考慮すると信じられない結果である。
- ・ 何と言っても、目玉は福島特別セッションであった。事故から現在、今後の対応まで、を包括するもので、外国人参加者にとっては非常に有意義なものとなったように思われる。当然、福島事故は海外でも興味を持たれてきたであろうが、断片的なもので全体像を捉えにくく思っていたものと想像され、今回のセッションが総括的なものあり有意義に感じたのであろう。その意味でこのセッションを設定したことが大きな成功につながったと思われる。
- ・ 特別セッションを設けたこと、福島関連の課題の発表の申し込みが多いことから、ポスターでの発表のみならず、一部パラレルセッションとして口頭発表を設けたことは、結果的に、これまでの NPC 会議では BWR, PWR など炉系の異なる課題であっても、参加者全員が聴講できるとした一会場制の慣例を破るものとなった。パラレルセッションで聴講者が極端に偏在することを危惧したが、結果的にはバランス良く両セッションに分散した。
- ・ 福島事故が新たな課題をもたらしたことも挙げられる。海水による腐食、特に放射線照射下での腐食、その燃料プールや格納容器の健全性維持のための対策、海水の放射線分解、汚染水除去、除染、除染技術、ゼオライト放射線対策、ヨウ素などの FP 化学に関わるもの、プラントの長期保管と再稼働対策などが挙げられよう。関連発表が国内からのみでなく、海外からもあったことも留意すべきであろう。
- ・ 新しい側面ばかりを取り上げてきたが、従来からのセッションの発表もこれまで以上にしっかりとプログラムに組み込まれていた。この点は忘れてはならない。

NPC 2014 が多数の参加者を得て、成功裡に終了できたことは、快く講演いただいた招待講演者の方々、組織委員会のご支援、実行委員会メンバーの献身的協力、さらにメーカーのブース開設、コーヒープレーク、パンケットのサポートなどを通じてのご支援の賜物で

ある。さらに、地元の北海道電力、商工会議所にも多大なご支援をいただいた。また、株式会社アイ・エス・エスには準備から開催まで、長期間にわたり協力頂いた。

この場を借りて、各位に感謝を申し上げます。

勝村庸介（東京大学）([目次へ](#))

付録

レセプション・バンケット

10月27日（月）からの会議に先立ち、10月26日（日）の夕刻より Welcome Reception が開催された。Reception は、立食形式で、勝村実行委員長の開会宣言の後、200名ほどの参加者が歓談を楽しんだ（写真）。



10月29日（水）にはダウケミカルをスポンサーとして Official Banquet が開催された。Banquet



の開始前には、優秀なポスター発表に対する表彰式が行われ、最優秀賞に選ばれた Jiaxin Chen 氏（Studsvik Nuclear AB）を始め、8名に対し、表彰と記念品が贈呈された（写真）。

Banquet の冒頭には、スポンサーであるダウケミカル、北海道経済連合会会長 大内 全氏より挨拶があり、北海道の魅力等について語られた。アトラクションとして地元の和太鼓（橋本流地獄太鼓）の演奏が披露され、多くの参加者の関心を引いた。また、参加者数名を対象とした太鼓叩き体験が催され、普段触れることのない和太鼓の演奏を楽しんだ（写真）。Banquet の

締めとして、ダウケミカルからの挨拶、石樽組織委員長の挨拶、Andy Rudge 氏（EdF）より次回 NPC 開催の案内があった。Banquet には総勢約300名が参加し、終了後も多くの参加者が会場に残り歓談するなど、大いに盛り上がりを見せた。



中野 佑介（日本原電）([目次へ](#))

オプションツアー 泊発電所／JSW 日本製鋼所 室蘭製作所見学会実施報告

1. 北海道電力(株)泊発電所見学について

(1) 見学先

(株)北海道電力 泊発電所

〒045-0201 北海道古宇郡泊村大字堀株村字山ノ上 219 番地

電話：0135-75-3331（代表）

(2) 参加者

18 名(国内 5 名，海外 13 名)

(3) 全体行程

7:00	7:30	8:20	9:30	12:20
ロイトン札幌===札幌西 IC===札幌自動車道経由===小樽 IC===とまりん館・泊発電所===				
12:50	13:50	15:05	16:00	16:30
いわない高原ホテル(昼食)===ニッカウキスキー余市蒸留所===小樽駅===小樽 IC===札幌				
17:30 頃				

(4) 見学状況

とまりん館にて，入構手続き，概要説明の後，社内バスにて発電所構内へ御案内。車中より緊急時対策所，貯水設備等を見学のあと展望台にて，その他安全性向上対策の御視察いただき，その後 3 号機見学者ルートにて，中央制御室，タービン発電機ほかを御視察いただきました。

泊発電所見学ルート	所要時間
・とまりん館（概要説明，入構諸手続き）	50 分
バス移動（PR センター→防潮堤）	(15 分)
・防潮堤	5 分
バス移動（防潮堤→貯水設備，造成地ほか）	(15 分)
・展望台（安全対策設備の一部）	20 分
バス移動(展望台→3 号機)	(15 分)
・見学者ルート（3 号機中央制御室）	40 分
バス移動(3 号機→PR センター)	(10 分)



泊発電所 舟根発電所長挨拶



とまりん館での発電所概要説明



安全性向上対策(防潮堤工事状況)



昼 食

武田耕太郎（北海道電力）([目次へ](#))

2. JSW 日本製鋼所 室蘭製作所見学について

(1) 見学先

(株)日本製鋼所室蘭製作所

〒051-8505 北海道室蘭市茶津町4番地

渉外・広報TEL (0143) 22-0143 Fax (0143) 24-3440

(2) 参加者

11名(国内6名, 海外5名)

(3) 全体行程

平成26年10月31日(金)			
7:30	10:30	13:00	15:30
〆ﾄﾝ札幌==道央自動車道経由==日鋼室蘭==登別グランドホテル(昼食・自由観光)			
	10:00	12:40	
=登別東IC==千歳IC==新千歳空港==千歳IC==札幌北IC==札幌			
	16:30		18:00頃

(4) 見学状況

日本製鋼所室蘭製作所にて，同製作所の概要説明および原子力用部材 PR の DVD による説明を受けた後，社内バスにて製作所構内へ御案内。鍛錬工場，第 4 機械工場（大型製品の機械加工作業），第 5 機械工場（大型製品の機械加工作業）を見学の後，瑞泉鍛刀所にて日本刀の製作工程および製作作業を御視察いただきました。

項目	所要時間
挨拶～原子力用部材 PR-DVD（13 分）	20 分
（工場見学準備：イヤホン，ヘルメット～バス移動）	（10 分）
鍛錬工場（1 万 4 千トンプレス）	15 分
（バス移動）	（5 分）
第 4 機械工場（大型製品の機械加工作業）	15 分
（バス移動）	（5 分）
第 5 機械工場（大型製品の機械加工作業）	15 分
（バス移動）	（5 分）
鍛刀所（日本刀の製作作業，資料館）	20 分
（事務所へ戻り）	（5 分）



鍛刀所入口にて



資料館内での説明の様子

長瀬誠（日立 GE ニュークリア・エネルギー）

以上（[目次へ](#)）

会場の様子



受付の様子



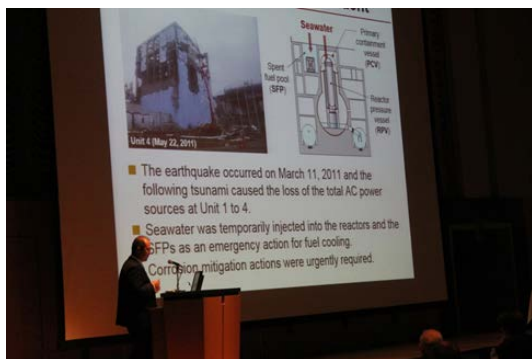
レセプション



レセプション



開会のあいさつ



特別セッション



一般発表



メイン会場



パラレルセッション



ポスターセッション



ポスターセッション受賞者



ポスター賞



Dow, Lance Johnson 会議スポンサー挨拶



北海道経済連合会大内会長挨拶



バンケットのアトラクション



組織委員会
石博委員長挨拶



NPC2016 開催案内と閉幕

以上 ([目次へ](#))

組織委員会 (Organizing Committee)

Chairman

Kenkichi Ishigure The University of Tokyo

Vice-chairmen

Ei Kadokami The Japan Electrical Manufacturers' Association

Yosuke Katsumura The University of Tokyo

Osamu Sakai Hokkaido Electric Power Co., Inc.

Advisor

Yoshinori Meguro The Japan Atomic Power Company

Members

Masayuki Arai Ebara Corporation

Masamichi Chino Japan Atomic Energy Agency

Haruo Fujimori Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd.

Shinji Igarashi Tokyo Electric Power Company

Takahiko Iikura Toshiba Corporation

Hiroyuki Ito Nuclear Technology Institute

Mamoru Iwasaki Kurita Water Industries Ltd.

Akimasa Iwasaki The Chugoku Electric Power Co., Inc.

Isao Kato Tohoku Electric Power Co., Inc.

Yoshiaki Katsuyama The Kansai Electric Power Co., Inc.

Takayuki Magari Japan Nuclear Fuel Limited

Toshiki Manabe Organo Corporation

Hiromu Masuda Chubu Electric Power Co., Inc.

Masami Mayuzumi Central Research Institute of Electric Power Industry

Yoshikazu Murabe The Japan Atomic Power Company

Tamotsu Murata Nuclear Fuel Industries, Ltd.

Junji Nagashima Electric Power Development Co., Ltd.

Junjiro Nakajima Global Nuclear Fuel - Japan Co., Ltd.

Akira Omoto Tokyo Institute of Technology

Masayuki Ono The Federation of Electric Power Companies

Toshihiko Takahashi Hokuriku Electric Power Company

Takanori Tanaka The Institute of Applied Energy

Naoyuki Toyoshima Kyushu Electric Power Co., Inc.

Hisanori Tsuru Japan Atomic Industrial Forum, Inc.

Kenji Umeda Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.

Akihiro Wakamatsu Mitsubishi Nuclear Fuel Co., Ltd.

Kenji Yamada Shikoku Electric Power Co., Inc.

Observers

Ryoji Doi Agency for Natural Resources and Energy, Ministry of Economy,
Trade and Industry

Masatoshi Sato Nuclear Regulation Authority

[\(目次へ\)](#)

実行委員会 (Steering Committee)

Chairman

Yousuke Katsumura The University of Tokyo

Vice-chairman

Yoshinori Meguro The Japan Atomic Power Company

Advisors

Kenkichi Ishigure The University of Tokyo

Hiroyuki Nagao ex Toshiba Corporation

Hiroshi Takamatsu ex Chiba Institute of Science

Members

Motohiro Aizawa Hitachi-GE Nuclear Energy Ltd.

Kazutoshi Fujiwara Central Research Institute of Electric Power Industry

Hideki Hasegawa Tokyo Electric Power Company

Taizo Hirai Mitsubishi Heavy Industries Ltd.

Hideo Hirano Central Research Institute of Electric Power Industry

Kenji Hisamune The Japan Atomic Power Company

Misao Hoshino Electric Power Development Co., Ltd.

Hiromitsu Inagaki Chubu Electric Power Co., Inc.

Hiroataka Kawamura Central Research Institute of Electric Power Industry

Shigeki Kuroda The Kansai Electric Power Co., Inc.

Makoto Nagase Hitachi-GE Nuclear Energy Ltd.

Yusuke Nakano The Japan Atomic Power Company

Shinichi Ohashi Organo Corporation

Tomonori Sato Japan Atomic Energy Agency

Yasuhiko Shoda Mitsubishi Heavy Industries Ltd.

Junichi Takagi Toshiba Corporation

Kotaro Takeda Hokkaido Electric Power Co., Inc.

Hideki Takiguchi ex Toshiba Corporation

Takumi Terachi The Kansai Electric Power Co., Inc.

Takashi Tsukada Japan Atomic Energy Agency

Shunsuke Uchida Japan Atomic Energy Agency

Yoichi Wada Hitachi Ltd.

Yutaka Watanabe Tohoku University

Seiji Yamamoto Toshiba Corporation

Kenji Yamazaki ex Toshiba Corporation

[\(目次へ\)](#)