

21世紀の共生型原子力システムに関する国際会議 ISSNP2013

特定非営利活動法人シンビオ社会研究会 吉川 榮和 Hidekazu YOSHIKAWA

1. はじめに

ISSNP2013は、2013年11月22-24日中国北京市海淀区の西郊賓館で開催された。本会議シリーズは、2007年にシンビオ社会研究会が主催団体となって敦賀の若狭湾エネルギー研究センターにて開催したISSNP2007を初回とし、2008年および2010年には中国ハルピンで開催され、2011年には韓国大田で開催された。

その翌年2012年10月にはISSNP2012として、中国シンセンで開催予定のところ、折あしく直前の9月に尖閣諸島問題発生のため延期されて、今年場所を北京に変更して開催の運びになったものである。主催校は北京の清華大学、ハルピンのハルピン工程大学(HEU)およびシンセンの中国広州核能集団(CGNPC)である。今回のISSNP2013は、ポスト福島第一原発事故時代の“和諧”型原子力発電システムを基調として、それに関わる(1)原子力システムの運転とシミュレーション技術、(2)原子力安全技術、(3)マンマシンインタフェース技術および(4)人間、機械、環境の共生を発展させる技術に関する展望と研究発表が行われた。なお、“和諧”とは中国の胡錦濤・前政権が新たに掲げたキーワードで、奇しくも“共生”とニュアンスは一致している。

2. ISSNP2013の概要

2.1 全体概要

まず、ISSNP2013の日程、論文数、参加者等を項目別に整理して簡単に示す。

(1) 会議日程

第1日目 11月22日(金曜日)

Opening ceremony + Keynote speeches (7件)
+ CGNPCの紹介ビデオ + 中国原子力技術有限公司(CTEC)での原子力用ソフトウェア設計製作工程の見学会 + 歓迎晩さん会

第2日目 11月23日(土曜日)

Parallel technical session (3会場)

第3日目 11月24日(日曜日)

HEU 企画の原子力安全とシミュレーション技術に関

するワークショップ(10件発表) + 送別晩餐会
その他に11月25日午前に清華大学所属の高温ガス試験炉HTR-10への見学会があった

(2) 参加者、論文数等の統計

参加者数約80名。参加国8か国(中国、日本、韓国、フランス、米国、スイス、デンマーク、ドイツ)
技術論文数 72件、口頭発表件数 42件。

図1に参加者全体の集合写真を示す。



図1 ISSNP2013参加者集合写真

2.2 Opening Ceremony 概要

清華大学副学長のJiang Shengyan 教授の歓迎の辞ののち、HEU/CNST院長のZhang Zhijian教授、清華大学INET副院長のDong Yujie教授および中国原子力技術開発会社(CNPEC)のGao Feng博士から3主催者のそれぞれを代表して挨拶があった。その後、ISSNPシリーズ国際会議創始者の吉川から共生型原子力システムを志向する本会議シリーズの沿革を紹介し、主催者への謝辞を述べた。最後に学生秋期スクールの進め方について清華大学物理工学科Liu Jingqua副教授から紹介があった。

2.3 Keynote speeches 概要

Keynote speechの第1番目の中国科学技術協会事務局長Zhang Qin教授は自身の関与する安全性と稼働率の向上に資する知的故障診断システムを紹介した。2番目の講演者の杉山憲一郎北大名誉教授は、福島第一

原発事故の概況と今後の廃炉計画の概要と現在の福島第一原発 4 号炉の使用済燃料プールから使用済み燃料取り出しが開始された状況を報告した。3 番目の韓国 KAIST の Seong Poong Hyun 教授は韓国の原子力開発の歴史的展望とともにプルトニウム抽出を避けつつ使用済み燃料を活用する次世代炉計画が紹介され、その中で、とくに TWR 開発計画へのビル・ゲーツの支援が興味を引いた。

keynote speech の 4,5,6 番目は、いずれも中国原子力開発状況の一端を紹介するものであった。keynote speech 第 4 番目では、清華大学 INET 副院長の Dong Yujie 教授が清華大学 INET の中心プロジェクトである高温ガス炉の状況を紹介し、第 5 番目では中国原子力技術開発会社 (CNPEC) の Qing Mao 氏が福島第 1 原発事故後の CNPEC における安全性強化、第 6 番目では中国原子力技術有限公司 (CTEC) の Tao Bai 氏が安全系のデジタル型制御システム (DCS) の設計・開発・製作・検証工程全体にわたるプラットフォームを紹介した。

その後 China General Nuclear 社から CPR1000 プラントとその中国版 CPR1000+ および DCS 開発と V&V に関するビデオ紹介があり、最後の第 7 番目では、Korea Nuclear Technology 社社長 Koh ByunRyung 氏が事故時の高濃度水素発生時の水素濃度計の紹介をおこなった。

2.4 Parallel technical session 概要

大会 2 日目は 3 会場に分かれて研究論文の発表があった。会議プログラムに掲載されている論文のカテゴリ、セッション数と論文件数は以下の通りであった。

- (1) 原子炉実験とシミュレーション 2 セッション 11 件
 - (2) 原子力安全技術 4 セッション 11 件
 - (3) 建設、運転、保守技術 3 セッション 13 件
 - (4) 計測制御、マンマシン技術 2 セッション 14 件
 - (5) 先進原子炉技術 1 セッション 8 件
- 全体に中国人発表の当日キャンセルが目立った。

2.5 HEU 企画ワークショップ 概要

大会 3 日目は HEU による原子力安全とシミュレーション技術に関する第 16 回国際ワークショップとして構成したことの趣旨説明が HEU の Yang Ming 教授からあり、その後全日にわたり 10 名の招待講演者による講演が行なわれた。以下、それぞれの講演を簡単に紹介する。

2.5.1 安全な原子力プラントのビジョン：持続的な人的エラーの減少に向けて

Seong Poong Hyun 教授 (韓国 KAIST) によると、韓国原発では人的エラー基因の事象は依然として減少していない。そこで人的エラー改善策として、自動化、マンマシンインタフェース、手順、教育訓練、安全文化の観点で考察し、運転保守の両面で自動化が容易に促進できるとしてデジタル化による安全向上の将来像を提起した。

2.5.2 福島第一原発事故の教訓

奈良林直教授 (日本・北大) は、シビアアクシデントを起こした福島第一原発事故のプラント状況の把握活動をもとに、今後の原子力安全向上の教訓として、外電喪失時にフェイルセーフ設計になっていなかった隔離弁、IC, RCIC の問題点を指摘し、さらに日本の原発では従来設置していなかった設備として、とくにフィルターベントや緊急熱除去システム、予備電源、防水対策の導入について解説した。

2.5.3 軽水炉のシビアアクシデントの現象とシミュレーションの概観

1979 年発生の TMI 事故、1986 年発生のチェルノビル事故の後、欧米および日本では広範にシビアアクシデント研究が進められた。杉本純教授 (日本・京大) は、これらの研究成果をもとにシビアアクシデント時の重要現象を、燃料損傷、炉容器内現象、炉容器外現象、FP 放出と拡散現象に分けて解説し、各国で開発が進められたシビアアクシデント解析のためのシミュレーションコードを展望した。そして福島第一原発事故後、日本を含めて世界各国で取り組まれているシビアアクシデント研究の方向性を発表者自身による最近の研究取り組みを含めて紹介した。

2.5.4 先進的原子力安全プログラムと数値原子炉の開発

Long Pengcheng 博士 (中国科学アカデミー原子力安全研究所) の所属する研究所では核融合炉や ADS を含め、fission, fusion, hybrid reactor を対象に先進原子力ソフトウェアと IT を統合する先進核安全プログラムを進めている。Long 博士は、その具体的事例としてトリチウム安全解析、高速炉などを対象にしたリスク解析、核データライブラリシステム、ソフト V&V 用実験プラットフォーム、数値原子炉などを紹介した。

2.5.5 アジアの原子力開発と独仏事情

Areva 社の中国 EPR プロジェクトに参画しているステファン・ゴッセン博士 (ドイツ・AREVA 社) は、福島第一原発事故の東電汚染水処理への Areva の協力

など東アジア原子力への協力の紹介の一方で、ドイツの脱原発は国内情勢からの政治的決定であると説明した。

2.5.6 原子力プラントにおける近代計測制御システムの重要性

デジタルI&Cはアナログより複雑でソフトに機能が依存することから特に共通要因故障 (CCF) の面で信頼性の保証が困難であると規制者には考えられてきた。そのため CCF 対策として人的、機能面、設計面で多様化、多重化されている。オズワルド・グロックラー博士 (スイス・サンポート SA 社) は、従来のマイクロプロセッサを用いるデジタルシステムに比較して、OS のようなソフトウェアがなく、ハードウェア記述言語(HDL)でハードウェア構成を記述できる FPGA の優位性を述べ、自身による IAEA の場での普及活動を紹介した。

2.5.7 出力停止期間の運転を改善するための R&D 提案：方法、実際およびツール

フランソワ・デイオニス氏 (フランス電力庁) は、原子炉を停止して燃料交換やメンテナンスを行う Plant outage の期間を短縮し、作業効率を上げるために ICT 活用法として、Tagout と alignment procedure の管理のための 2d,3d グラフィックと知識データ処理やシミュレータとの統合、フィールドワーカーへのスマートモバイル端末やパドロックなどの取り組みを紹介した。

2.5.8 原子力プラントのハイブリッド型診断システム

五福明夫教授 (日本・岡山大学) は、多種多様な診断エージェントとそれらの診断結果を統合する統合エージェントで構成するハイブリッド型診断システムには早期異常検知から正確な診断への改善だけでなく、システムに新たな機能追加ができる長所があると述べて、とくにサブシステムによる診断結果の統合法と診断に用いる信号の選択法を中心にその方法論を説明し、高速炉もんじゅの実信号を用いた検証結果を紹介した。

2.5.9 軽水炉の長期的持続性を支援する人的要素のロープ化

40年を超える軽水炉の運転延長は低コストと低炭素放出の発電を今後 20 年維持できる点で米国の国益に適っているとして、米国では、材料劣化損傷機構解明、リスク情報による安全余裕確認、高度計測情報制御システム技術 (II&C) により軽水炉の性能・経済性・安全性を強化しようとしている。Bruce Hallbert 博士 (米国 INL) は、とくに 3 番目の II&C について、2025 年までの重点テーマとして、原発労働者の能力改善、停止時安全性と効率の改善、オンラインモニタリング、統

合型運転、自動化プラント、ハイブリッド型制御室を挙げて、とくに Human System Simulation Lab.、計算機化手順、停止時安全・効率改善法、オンラインモニタリング法について紹介した。

2.5.10 CPR1000 型原発の安全情報と制御システムのデジタル化研究

Tan Ke 氏 (中国 CNPEC) は、”中広核”と略称される CGNPC とその傘下の技術開発会社である CNPEC の沿革と事業を紹介した。CGNPC は中国第一の原子力発電会社として国産炉 CPR1000, ACPR1000, ACPR1000+ の開発建設を進める一方で、Areva による EPR を技術導入し Taishan1,2 の建設により ACPR1700 の国産化を進めようとしている。同氏は次いで CNPEC での I&C 部門の構成を紹介し、I&C のデジタル化の研究開発と実機への展開状況を述べた。

3. おわりに

大会 3 日目夕刻の送別晩餐会では、技術プログラム委員長の Prof. Zhou Zhiwei (清華大学) により、学生秋学期学校参加者への認定証授与とともに、優秀発表の表彰があり、韓国 KAIST の TWR 研究、中国 HEU の risk monitor 研究、日本 JAEA のシビアアクシデント解析研究などが表彰された。

また、次回以降の ISSNPN 計画について、会期中に韓国 KAIST のソン先生から 2014 年 8 月 24~28 日に韓国済州島にて ISOFC2014/ISSNP2014 として開催することの案内があり、また、送別晩餐会では 2015 年度には岡山大・五福教授および神戸大・小島教授より、ISSNP2015 を日本で企画したいと発言があった。両先生による ISSNPN2015 が、本保全学会の方々の積極的参画を得て久方ぶりに日本で盛大に開催されることを期待している。

(平成 26 年 1 月 5 日)

著者紹介



著者：吉川 榮和
所属・役職：シンビオ社会研究会 会長
専門分野：原子炉計測制御