

## 国際会議 ICI2011 (ISOVIC+CSEPC+ISSNP) 報告

2011 年 10 月 7 日

シンビオ社会研究会

吉川 榮和

### 1. 会議の概要

2011 年 8 月 21-25 日、韓国・Daejeong 市 Daejeong Convention Center において国際会議 ICI2011 が開催された。21 日は登録開始、会議そのものは 22-24 日で 24 日午後は全州の民族村へのエクスカーション、25 日は全日テクニカルビジットがあった。実質 2.5 日強のプログラムである。大会長は韓国 KAIST の Poong Hyun Seong 教授である。会議参加者数は約 120 名程度で、参加国は地元韓国が過半数を筆頭に、参加数の順で中国、日本、米国、欧州（フィンランド、フランス、デンマーク、スロバキア、スイス、ウクライナ）、台湾、カナダ、イランであった。大会初日の参加者集合写真とプレナリ講演の会場風景をそれぞれ写真 1 と写真 2 に示す。またバンケットで出演の韓国民族芸能のパンソリと全州民族村の手漉きの紙つくりを写真 3, 4 に示す。



写真 1 ICI2011 のプレナリーセッション後の参加者集合写真



写真2 ICI2011のプレナリーセッション会場風景



写真3 韓国民族芸能のパンソリ

男女2人の歌の掛け合いは、日本の夫婦漫才や中国東北部の二人転のようなコミカルなものでなく悲恋物語とのこと



写真4 全州民族文化村での手漉き紙づくり  
伊万里焼同様日本の和紙づくりも韓国から  
伝来したものではないだろうか？

4室に会場が分かれて行われた平行技術セッションでの発表論文の傾向、招待講演については別途紹介するがプレナリ講演、キーノート講演において3月11日の福島第一原発事故に言及する講演が多かった。韓国の世界での影響力を高める将来を見据えた確固とした原子力開発計画の紹介、中国における急速な原子力開発への取り組みを紹介する講演が印象的であった。福島事故については自国の原子力開発進展にブレーキを掛ける出来事と認めつつも米国、韓国、中国、フランスともに自国の原子力開発政策は不変で規定通り堅持するとのことであった。とくに韓国のプレナリ講演の講師は、①日本の原子力研究は核融合炉や高速炉、高温ガス炉など将来トピックスに注力しすぎ、軽水炉安全研究が低調化していたのではないかと、②日本政府当局の東電事故の情報開示が不足、と耳の痛い指摘をしていたが、IAEAや国連のような公式会議の場より、ICI2011のような非公式な国際会議で専門家同士が率直に情報と意見を交換しあうことが相互に有益な機会だと述べていた。以下、2にICI2011国際会議開催の由来と今後の関連国際会議開催の計画と将来展望を述べたのち、3に技術セッション全体および筆者が参加したテクニカルツアーでの韓国APR1400シミュレータ見学の印象をまとめ、4にプレナリ講演2件、キーノート講演4件の概要を4に紹介する。

## 2. ICI2011 国際会議開催の由来と今後の展望

今回の会議名称の ICI には特別な意味は無く、要するに ISOFIC、CSEPC、ISSNP という 3 つの国際会議の合同という意味でそれぞれの頭文字を並べただけである。それぞれの国際会議に意味があるのでそれぞれについてフルネームと由来を表 1 に示す。それぞれの会議の由来に応じて参加する研究者のバックグラウンドに違いはあるが、日本、韓国、中国の東アジア諸国での原子力分野の計装制御、マンマシンインタフェースの分野の研究開発が中心課題になってきたところに共通性がある。

表 1 ISOFIC、CSEPC、ISSNP の主旨と由来

略称	フルネーム	由来
ISOFIC	<u>I</u> nternational <u>S</u> ymposium <u>o</u> n <u>F</u> uture <u>I</u> & <u>C</u> for Nuclear Power	韓国の原子力プラントデジタル制御システム自主開発の国家プロジェクトの進展にタイミングを合わせ、同プロジェクト主導で 2002 年から 3 年ごとに韓国で開催
CSEPC	International Conference on <u>C</u> ognitive <u>S</u> ystems <u>E</u> ngineering for <u>P</u> rocess <u>C</u> ontrol	プロセス制御分野への認知工学の応用を主題に 1996 年に京都開催を端緒に各プロセス分野横断型のシンポとして日本、韓国、中国にて開催。
ISSNP	<u>I</u> nternational <u>S</u> ymposium <u>o</u> n <u>S</u> ymbiotic <u>N</u> uclear <u>P</u> ower System for 21 <sup>st</sup> Century	本来は原子力の主要分野を総合し社会と調和する原子力システム開発を構想する研究発表の場としてシンビオ社会研究会が 2007 年敦賀にて開催。その後同会議を継承し、和偕社会を標榜する中国においてハルピン工程大学が主導する形で主に中国で継続発展。

以上のそれぞれの会議の履歴と今後の開催計画を図 1 に示す。図中最下部の NPIC&HMIT は米国原子力学会 (ANS) が米国内で不定期に開催しているトピカルミーティングである。同会議には世界各国の原子力計装制御・マンマシンインタフェース分野の研究者が多数参加するので重要な国際会議である。

ICI2011 大会長の Poong Hyun Seong 教授は、東アジア諸国だけで原子力計装制御・マンマシンインタフェースの国際会議を頻繁に多数開催するのは不経済なので 2014 年に ISOFIC と米国原子力学会の NPIC&HMIT と合同してハワイにて開催することを提起した。日本からは五福教授が従来の CSEP を解消し、各産業分野を横断し新たに STSS (International Symposium on Socially and Technically Symbiotic System) という名称

に衣替えして来年の 2012 年 8 月末に岡山にて開催と発表した。一方、中国のハルビン工程大学張志儉 教授が STSS2012 とは開催時期はずらし 2012 年 10 月末、中国深セン市で ISSNP2012 を開催する計画を発表した。

以上に鑑み長期的観点に立つと、これまで日中韓で連動して多数回開催されてきた 3 つの国際会議は、2012 年以降はそれぞれの志向する方向の違いから徐々に独立した動きになっていくものと思われる。

## Background and Future of ICI2011

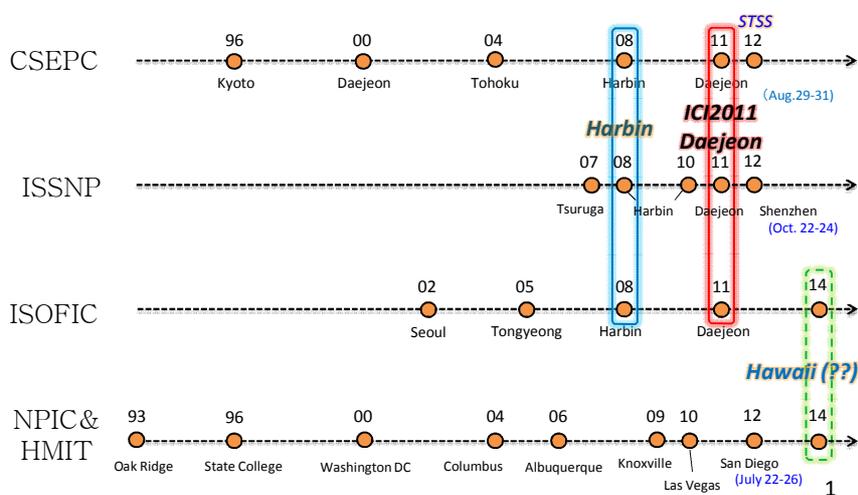


図 1 ICI 2011 国際会議の背景と将来展望

### 3. 技術セッションとのテクニカルビジットのまとめ

#### 3.1 国別の一般論文発表数

大会長の Poong Hyun Seong 教授がプレナリセッションで紹介した、国別の一般論文発表数を表 2 に示す。論文総数は 98 件でそのうち地元の韓国は 45 件と半分以下であり、国際会議らしい体面が立ったとソン先生は言っていた。日本からの発表論文数が中国、米国の後塵を拝したことには福島事故が影を落としていたのだろうか？しかし元々昨年米国での NPIC&HMIT2010 でも日本からの発表論文は少なかった。最近の傾向として日本原子力界のこの分野の研究開発の退潮を反映するものといえるだろう。

表 2 ICI2011 での国別論文数

国	件数	備考
韓国	45	
中国	23	
米国	8	
日本	7	
台湾	6	
欧州	6	フィンランド、フランス、スロバキア、スウェーデン、スイス、ウクライナ
イ ラ ン	2	
カ ナ ダ	1	
合計	98	

### 3.2 分野別の論文発表

ICI2011 の論文募集は、表 3 に示すような 4 つの分野に分けて行われた。表 3 における A,B,C,D の分野分類を、ICI の 3 つの国際会議 ISOFIC,CSEPC,ISSNP の分野と対比させると、大略 図 2 のようになるであろう。韓国開催を背景にして図 2 から論文の集まり具合は、B が最も多く、次いで A、そして C、D の順と予測したが、結果として表 4 に ICI2011 での技術セッション構成と論文数を示すように予測どおりになった。

さてこの表 4 における論文総数 96 は、表 2 の国別総数 98 と異なっているのはどうしてか？恐らく最近の国際化で 1 論文の共著者が複数の国にまたがるのが表 2 でダブルカウントを招いたに違いない。例えば筆者の論文は、中国、日本、デンマークに共著者の国籍が渡っていてどこの国の論文かとは決めにくく 1 論文が 3 カ国にトリプルカウントされる可能性がある。

技術セッション終了後のクロージングセッションでは、各分野別に学生および非学生別にそれぞれ 1 件ずつ最優秀論文賞の授与が行われた。当選率から見れば発表論文数が最も少ない D が最も楽勝で、次いで C といえる。筆者はその C で意外にも受賞した。副賞のワインは、晩餐会のワインがチリ産だったのでこれもそうかと思っていたが中国に持ち帰ってもらって後日飲み会で開けてみたところ、ボルドー産赤ワインだった。

表 3 ICI2011 の論文募集の分野分類

分野記号	分野の範囲
A	センサー、計装制御、各種支援システム、試験・監視、設計更新、ソフトウェア V&V、など
B	ヒューマンマシンインタフェースシステム、人的要因、制御室設計、運転員訓練、運転員支援システム、など
C	信頼性、リスク等安全性評価方法およびそれに関する社会・環境・経済的観点からの人文学的研究
D	その他の一般的な原子力工学およびエネルギーシステムに関する統合的観点の研究

### Category Classification versus Different Conference series

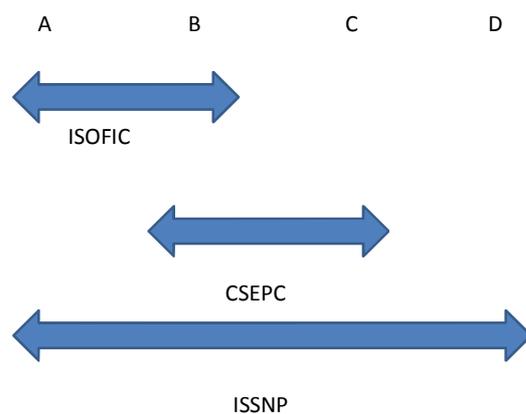


図 2 ICI の 4 つの分野分類と 3 つの国際会議の分野との対比

表 4 ICI2011 での技術セッション構成と論文数

分野	番号	セッションタイトル	件数	分野件数	総数
A	A.1	先進技術	7	27	96
	A.2	診断・故障検知	4		
	A.3	ソフトウェア、FPGA ベースの I&C	6		
	A.4	デジタル更新、計算機化システム	3		
	A.5	試験とデータ収集	4		
	A.6	プラント制御	3		
B	B.1	制御室近代化	4	33	
	B.2	マルチレベルフローモデル応用	3		
	B.3	監視と診断の先進化	5		
	B.4	運転と訓練の人的要因	6		
	B.5	パフォーマンス測定の新傾向	6		
	B.6/B.7	制御室と制御パネル設計高度化	7		
C	C.1	デジタル I&C のソフト信頼性	8	22	
	C.2	動的リスク解析の方法と応用	5		
	C.3	安全と持続性のための原子力の管理概念	6		
	C.4	実プラントとコンポーネントのリスク評価	3		
D	D.1	大型安全実験設備と関連解析	6	16	
	D.2	原子炉物理理論と応用	4		
	D.3	原子炉コンポーネントに影響する各種現象のモデリングとシミュレーション	3		
	D.4	原子炉事故のシミュレーション方法	3		

### 3.3 テクニカルツアー

8月25日のテクニカルツアーは、2コースに分かれてそれぞれ午前、午後に1箇所ずつ施設見学するものであったが、筆者は当日夕方帰国のため Daejon 市郊外にある KHNP 社所有の APR1400 用デジタル型中央制御室シミュレータの見学だけに参加し、昼食後の韓国原子力研究所の熱流動試験ループはスキップした。写真 5 はシミュレータのある技術棟の前での見学者と説明者の集合写真である。



写真 5 シミュレータのある技術棟前の見学者と説明者の集合写真

シミュレータ室では設備の写真撮影ができなかったので、室内の機器等の配置を説明したパネルのデジカメ写真（写真 6）でその概要を説明する。基本的にはコンパクトなワークステーション群に運転支援システムを統合したフルデジタル制御室で、前面の大型ディスプレイは 4面分割で 中央2面はプラントシステム全体を把握できる固定画面に時間変動する各計装データを表示するもの、右側1画面は送受電関係の系統情報を表示、左側1画面は可変表示画面である。大型ディスプレイ上部にはアラーム関係の表示タイルがある。表示画面には韓国文字は使用せず、すべて英数字を使用している。写真の左側の制御盤は、いわゆる共通要因故障対策用バックアップ制御盤である。前面の 2 列あるデスク上にはワークステーションの液晶画面群がずらりと並んでいる。大型ディスプレイに近いデスクには 5 台の（液晶画面＋キーボード）が 3 セットある。これらは、左から右に 原子炉オペレータ、BOP オペレータ、電気系統オペレータの 3 名が担当する。後部のデスクには 3 台の（液晶画面＋キーボード）＋4 台の（液晶画面＋キーボード）が 2 セットある。これらは左側が当直長、右側が安全技術者 の 2 名が担当する。電気系統オペレータと安全技術者が中央制御室に配置されているのが日本とは異なっている。



写真 6 中央制御室の配置

写真 6 の左側のバックアップ制御盤とデスク上のワークステーションの液晶画面とキーボードの配置については、写真 7 の制御室内スナップ写真で少しは実際が分かるだろう。バックアップ盤は、昔の制御盤のようなスイッチとダイヤルを配置したものである。デスク上にはキーボードとマウスだけでなく、セレクターボタンのついた小型のゲージ型ディスプレイも組み込まれている。椅子の背もたれに架かっている青い服は何か？写真 8 に示すように運転員はそれぞれの役割を背中に韓国語で記した青いうわっぱりを着用する(写真 8 では前後さかさまに着ている)。なおこのスナップ写真は、同行した ICI2011 会議スタッフが KHNP 社の同意を得て撮影したもので、筆者がシミュレータ室でこっそり撮影したわけではない。

APR1400 とは韓国が米国 C&E 社の System80+ という PWR 設計を発展させた電気出力 140 万 KW の新型 PWR で日本の ABWR と同様フルデジタル計装制御系を採用している。その初号機が現在新古里原子力発電所で建設中である。日本はこのクラスの新型 PWR は APWR と命名し、すでに 90 年代に設計は終了しているが、建設自体は種々の事情で大幅に遅れ、現在、日本原電敦賀 3, 4 号炉が基礎工事中、九州電力川内発電所で建設計画が進んでいたが、福島事故の余波で建設が予定どおり進むかは不透明になった。

その他、KHNP 社の見学では放射性廃棄物のガラス固化技術のデモビデオを見せてもらった。日本では低レベル廃棄物はコンクリート固化しドラム缶詰にしているが、坩堝内に廃棄物とガラス材を投入し外壁から電気誘導加熱して滞留混合後ドラム缶詰めすることによりコンクリート固化方式より約 1/5 に減容している。



写真7 シミュレータ室の見学風景



写真8 運転員が着用する上っ張り  
(ハングルを読むところこれは原子炉運転員用)

#### 4. 招待講演の概要

ICI2011 での招待講演は、大会初日のプレナリセッションでの講演 2 件と、4 室に別れて行われたパラレルセッションに先立って全体メンバーが集合して行われたキーノート講演 4 件の合計 6 講演である。それぞれの講演の PPT は当面は ICI2011 国際会議 HP よりダウンロードできる ([www.ici2011.org](http://www.ici2011.org) 参照)。それぞれの概要を講演順に以下に記す。

##### 4.1 福島原発事故：原子力安全の強化と展望

講師：Soon Heung Chang 教授（韓国、KAIST）

講師は現・韓国原子力学会会長で韓国原子力安全委員である。福島事故後に韓国国営テレビに安全委員会を代表して出演したときの内容に沿って講演するとの前置きののち、(1)福島第一原発事故のあらまし、(2)福島事故の教訓、(3)原子炉安全性の強化、(4)今後の展望の順に講演が進められた。

講師は韓国から見た福島事故の教訓として技術的側面で（①崩壊熱除去システムの強化、②使用済み燃料貯蔵プールの安全性強化、③水素制御システムの検査点検、④より広範な PSA 解析による安全性の検査、⑤新型原子炉へ受動安全システムの構築）の 5 つの教訓を挙げた。

一方、制度面で（①シビアアクシデントに対処する手順の確立と高レベルの人材の訓練、②司令塔機能の強化、③シビアアクシデントを含めた安全研究の奨励と手順書への応用、④国際協力による情報と知識の交換と産業—大学—研究所間の協力、⑤安全文化の確立による公衆の受容性の推進）の 5 つの教訓を挙げた。

原子力安全強化の重要な要点として①炉心溶融を防止する崩壊熱除去、②シビアアクシデントに耐える格納容器設計、③事故対応（ヒューマンエラー防止）、を指摘した。韓国においても、福島事故は公衆に大きなインパクトを与え、福島の教訓を現在の原発や新型原発の安全設計強化に反映しなければならないことから当面の原子力開発は遅滞するが、エネルギー需要の増加と炭酸ガス減少の要請、再生可能エネルギーでは大きな需要を賄えないこと、福島の教訓を踏まえた受動安全型の安全性を強化した新型原発の登場などで長期的には原子力に回帰するだろう、と述べた。

##### 4.2 原子力発電所のリスクモニタリングの設計概念

講師：Zhijian Zhang 教授（中国、ハルビン工程大学）

講師はハルビン工程学院核科学工程学院院長で、中国核学会元副会長、現在常任幹事で中国政府の原子力政策に関与する有力者である。講演は、中国の原子力開発と将来計画、先進 NPIC+HMIT システムのイメージ、高度安全運転のためのリスクモニターシステムの順に進められた。

中国最初の原子力発電所は 1991 年建設の秦山原発である。以来 20 年、今では原子力発電は、東部沿海地域 6 サイト、14 基、11910MW が運転中、28810MW、26 基が建設中である。中

国は、現在世界全体の新規原発建設の 40%を占めている。なお 2010 年末までにさらに 13 プロジェクト、全部で 37020MW の建設計画が承認されている。中国政府は原発安全性に格別の注意を払っており、積極的に外国の優れた知識経験に学ぶ姿勢をとっている。現在平均稼働率は 91.5%と高く、WANO による各種運転指標でも高い評価を得ている。中国政府は福島事故を受け、3 月 16 日すべての原発建設申請を凍結し、現在運転中の原子炉の安全点検を命じたが、安全基準の強化、安全技術高度化を行い、8 月 11 日には安全点検を終えたとのことである。福島事故により中国の原発開発のスピードは落ちたが、今後の原発開発路線に変更はない。

現在世界の近代的原発の NPIC+HMIT システムの技術的傾向は、非安全系および安全系双方でデジタル形 I&C になり、全デジタル中央制御室になっている。しかし保守方法の伝統的な時間保全方式から状態監視保全への移行によるオンラインメンテナンスによる運転期間長期化と停止メンテナンス期間短縮は、停止時のみならず運転中に頻繁にプラント構成を変更することになる。このようなプラント構成変化、機器システムの状態変化を常に監視し、プラント運転時のリスクを監視するための新たなリスクモニタが必要である。次世代の NPIC+HMIT システムの設計概念として吉川は分散型 HMI システムを提起し、その論文は韓国原子力学会誌にも掲載されている。

(YOSHIKAWA,H.: Distributed HMI System for Managing all Span of Plant Control and Maintenance, Nuclear Engineering and Technology, Vol.41, No.3, April 2009, pp.237-246)

ハルピン工程大学ではこの概念を具体化し、中国政府の財政支援を得てオンラインリスクモニタとリビング PSA のよるリスク管理を中心とする 5 年のリスクモニタリングシステム開発プロジェクトに着手した。

第 1 期は 3 年でハルピン工程大学にてプロトタイプシステムを開発し、フルスコープシミュレータに搭載し、試験検証を行い、第 2 期の 2 年は China Nuclear Power Engineering Company により当該システムを実際のプラントに導入して改良し、試験検証を完了する。

#### 4.3 グリーンユートピアへの原子力—韓国の挑戦

講師：Chang Sun KANG 教授（韓国、ソウル国立大学）

講師は、ソウル国立大学名誉教授で、現・韓国原子力安全委員会会長である。専門は PSA とのことであった。講演は、講演標題が示すように韓国の原子力開発の歴史と今後の方向を紹介する第 1 部に、原子力安全における現在課題を展望する第 2 部で構成されていた。思うに本来は第 1 部だけで招待講演を行うはずのところ、福島事故を受けての韓国原子力安全に責任を持つ立場から第 2 部が付加されたものであろう。用意された PPT は枚数と内容に富んでおり、将来にわたって世界に一層発言力を高めようとする最近の韓国の躍進を髣髴されるものであった。

第 1 部では、講演標題に対応するグリーンユートピアへの挑戦に相当する部分だけを紹介

する。講師は、次の6段階の韓国原子力の挑戦を紹介した。①総発電設備容量での原子力比率を拡大する（現状34%をできるだけ早く80%に増し、ハイブリッドカー、電気自動車導入で、石油による輸送体系を電気利用に換える）、②建設工程を短縮して経済性を向上させる（工場で統合モジュールを生産しサイトでそれを組み立てる、鉄筋コンクリートの代わりにSC構造を採用）、③発電以外の多目的利用を図る（SMART炉による発電・海水脱塩）、④化学および製鉄産業への高温プロセス熱利用（出口温度850度程度の新型HTGR）、⑤石油を代替する水素経済への超高温ガス炉の開発（出口温度950度のVTGR）、⑥持続的発展への高速炉技術の開発（使用済み燃料の熱化学処理、ウラン・マイナーアクチノイド・Zr入り核燃料を用いるナトリウム冷却高速炉。高レベル放射性廃棄物減容）

第2部では、原子力安全における課題を、A. 運転安全性上の6つの課題、B. 新規対応上の5つの課題に分けて紹介されたがここではそれぞれの標題を挙げるに留める。

- A. 運転安全性上の6つの課題（①運転経験の反映、②自己過信の克服、③契約者との契約と管理、④安全文化の向上、⑤寿命延長と出力アップ、⑥安全とセキュリティの向上）
- B. 新規対応上の5つの課題（①PSAの向上、②統合的なリスク情報に基づく意思決定、③多国間設計評価プログラム、④新規に原子力に参入する国への基盤構築、⑤外部事象への設計）

なお、とくに福島事故を反映し、韓国原発の安全性をレビューしたテーマとして、C. 全停電（SBO）防止設計とD. シビアアクシデント後の影響低減設計として、それぞれ以下の事項を挙げた。

- C. 全停電（SBO）防止設計（①外部電源、②非常ジーゼル発電機、③蓄電器、④代替交流ジーゼル発電機）
- D. シビアアクシデント後の影響低減設計（①格納容器、②安全用減圧とベント系、③原子炉キャビテイとキャビテイ溢水系、④水素軽減系、⑤格納容器スプレイ系と緊急バックアップ系）

#### 4.4 診断、予測、保全の改善を可能にするオンラインモニタリング

講師：Leonard Bond 博士

（米国、パシフィックノースウエスト国立研究所）

講師は、PNNL応用物理部フェローとしてプラント高経年化に伴う構造材劣化診断について米国原子力界やIAEAを通じて世界的に活躍する専門家である。豊富な実例を満載したPPTを用いての講演は、この分野を俯瞰する上で非常に有益なものであった。

講演は、まず劣化原因の分類から始まり、40-60年運転から80年運転を目指す米国原発では大体7年の間隔で新たな劣化機構が発見されている、材料老化は少しの微細な故障から始まってだんだんと大きく破滅的な故障に発展していくと紹介の後、まず、米国での配管故障の原因と比率は統計的にどのようなものかを紹介した。それによると、5164例中大きい順に大略次のような結果であった。①Flow Accelerated Corrosion (32.5%)、②Stress

Corrosion Cracking (21.4%)、③Vibration Fatigue (incl. Fretting) (18.7%)、④Corrosion (Crevice, MIC, Pitting) (14.8%)、⑤Design & Construction (6.5%)、⑥Thermal Fatigue (1.5%)、⑦Erosion-Cavitation (1.4%) .

そこでコンポーネントの健康診断法の向上が求められてきたとして、従来の非破壊検査から主として米国で発展してきたオンラインモニタリング(OLM)、そして診断と予測、リスク低減へシステム化し、コンポーネントパフォーマンスモニタリングシステムへ技術的に発展している状況を展望し、①acoustic emission testing, ②ultra emission method, ③electro-magnetic method, ④guided ultrasonic wave, ⑤diffuse field, ⑥prognostic に用いる各種方法、などを紹介した。

最後に、現行の軽水炉運転長寿命化に伴うOLMの発展が、原子力他分野でも適用が期待される方向として、高温運転条件の第4世代ガス原子炉、小型モジュール炉、地下設置原子炉、海底設置原子炉を挙げた。

#### 4.5 JANTI の活動と福島教訓

講師：藤江孝夫 氏（日本、JANTI）

講師は、JANTI(日本原子力技術協会)の理事長である。講師は JANTI 理事長になる前は、日本で商用原子力発電の開始時期に、電力会社が共同出資して設立された日本原子力発電株式会社で最初に日本に導入された東海1号炉はじめいくつかの原発の建設運転に従事し、さらには副社長として初号の東海1号炉のデコミッションプロジェクトに取り組んだことを紹介。さらに講演を依頼されたときには、JANTI の活動の紹介を中心にする予定だったが、日本で福島事故が発生したのでこれに触れずに講演を済ますわけにも行かない。とくにこの国際会議が I&C+HMIT 関係の方の参加が多いと聞いていたのでその方面の福島教訓についても述べたいと前置きして講演された。

JANTI は、米国の INPO（原子力発電運転研究所）を参考に 2005 年 3 月に日本の原子力事業者の高度安全、高度なプラント運転成績の達成を目的として設立された専門的技術支援を目的とするスタッフ 100 名の特殊会社で現在 123 社が会員になっている。技術的職掌としては、①運転経験分析、②安全文化、③規格・基準、④プラント技術支援、⑤技能開発の 5 部門で会員企業向けに業務を行っている。海外とは INPO および WANO（世界原子力発電協会）と運転経験分析とプラントピアレビューで協力している。運転経験分析では特に日本の原発、民間核燃施設のトラブルデータを収集分析してインターネットで公開する NUCIA という情報システムを運営している。この NUCIA には PSA に利用するコンポーネント故障率データライブラリも掲載している。

福島事故については地震と津波で大きな損傷を受けた福島第一発電所現地のさまざまな被害状況を写真スライドで紹介し、全停電と損壊を受け余震も続く現場で、暗闇の中の高放射線場での作業の困難さを示し、とくに I&C+HMIT 分野への教訓として、①シビアアクシデントに耐える I&C, ②シビアアクシデントに耐える記録計 を挙げた。

#### 4.6 中国の大型受動安全原子力発電所開発を支える総合熱流動試験施設

講師：Huajiang Chang 教授（中国、清華大学）

本講演は SNPTC という国有企業集団と清華大学とが共同出資の研究センター（中国北京にある SNPTRD と略称する）で開始された原子力安全性試験施設の計画を紹介するものである。講師は本来そのリーダーである Chang 教授（日本の北九州工科大学で学位を取得とのこと）のところ突然米国出張が入り、急遽 Chang 教授の同僚の女性研究員により発表された。

SNPTC とは State Nuclear Power Technology Corporation の略で中国の 4 大原子力発電企業グループと国からの出資により設立されたもので、中国の大型受動安全原発シリーズである AP1000、CAP1400 および CAP1700 の技術開発を使命とする企業集団である。SNPTC には 14 の企業体があり、SNPTRD もその 1 つで正式名称は State Nuclear Power Technology R&D Center といい、実際は清華大学との協力により北京に設立された研究所である。現在は研究員 107 名だが将来 200 名規模になり、清華大学近所に研究施設を建設中である。実験自身は施設建設完了後 2013 年から開始される。

講演では CAP1400 を中心にその受動安全システムの根幹となる①Passive Decay Heat Removal, ②Passive core cooling system, ③Passive containment cooling system, ④In-vessel retention of core debris などの概念の説明があり、SNPTRD は、これらを実証するためのスケール実験設備を建設し、試験し、設計解析手法を確立することにあるとして、そのための実験設備計画、実験解析手法の開発綱目などの紹介があった。なお、CAP1400 とは、LOCA などの事故後 72 時間運転員の操作も電源も必要がない受動安全性を具備させることを目標にした電気出力 1400MW の新型 PWR で、ウエスチングハウス社の AP1000 を発展させて中国が独自に開発するものである。

おわりに

個人的には、京大在職時から退職後にかけて日中韓のメンバーたちで展開してきた 3 つの国際会議 ISOFIC+CSEPC+ISSNP を、韓国 KAIST の Poong Hyun Seong 教授のおかげで大々的に締め括っていただき、また韓国の多くの旧友に再会する機会になったことに大いに感謝している。今年 3 月 11 日の福島事故により、日本の原子力の存在感が薄れ、これからは韓国と中国が益々発展していく転換期のようにも思えてさびしい気もしたが、これからの日本の若手研究者は、『新しい皮袋には新しい葡萄酒を』の精神で、STSS のような新しい場で新しい領域を創造して大いに国際的に活動を広げて行ってほしい。

なお、本稿で紹介している ICI2011 の招待講演の PPT や個々のセッションで発表された論文の情報提供を希望される方は、シンビオ事務局までメールで連絡ください。

([symbio-office@nike.eonet.ne.jp](mailto:symbio-office@nike.eonet.ne.jp))