

日中科学技術

No. 143

2012. 12.20

発行所

特定非営利活動法人 日中科学技術交流協会

〒103-0003 東京都中央区日本橋横山町 3-1 横山町ダイカンプラザ 302 号

E-mail : jcstea@alpha.ocn.ne.jpURL : <http://jcst.in.coocan.jp/>

電話 : 03 (6661) 7929

Fax : 03 (6661) 7929

第 11 回先進エネルギー材料と核分裂・核融合技術に関する

日中シンポジウム (CJS-11 成都)

日中科学技術交流協会副理事長 山脇 道夫

核融合科学研究所教授 室賀 健夫



本シンポジウムは、2012年(平成24年)9月10日(月)~9月15日(土)に、四川省成都市 八十歩島ホテルで開催された。ほぼ2年に一度の頻度で、日中交互に開催され、今回で11回目となる。第1回は1992年

に北京で開催された原子力材料の会議と、1993年に合肥で開催された原子力技術の会議がその後一体化されて現在の形になってシリーズ開催されてきた。今回のシンポジウムは、CAEP(中国科学院工業物理研究院)が主

催し、後援団体としては、中国側は SWIP (西南物理研究院)、ASIPP (中国科学院等離子体物理研究所)、NPIQ (中国原子動力研究所) が、また日本側は JCSTEA (日中科学技術交流協会) のほか、NIFS (核融合科学研究所) と ACPAES (学振・先進エネルギーアジアコアプログラム) が、名前を連ねている。

日中科学技術交流協会は、2 代目会長の橋口先生が、上記の 1992 年北京で開催された会議で日本側代表を務められて以来、このシンポジウムに深くコミットしてきており、近年は常に後援団体または共催団体に名前を連ねてきた。今回協会からは、副理事長の山脇が参加した。たまたまこのシンポジウムと時を同じくして、中国全土で尖閣諸島国有化に反対する反日デモが吹き荒れ、成都でももっとも激しいデモの一つが繰り広げられた。日本人参加者はホテルに缶詰めにされて、一切外出を禁じられたが、シンポジウムそのものは、平穩無事に進行した。レセプションで山脇は日本側を代表してスピーチをするよう指名されたので、協会の日中国交回復以前にさかのぼる交流の歴史を語り、このシンポジウムのように両国間の良好な協力関係が続いてきたのも、日中友好に向けた先人の並々ならない努力と情熱の賜物であること、そして我々後に続くものとしてはその火を決して消してはならないことをうたえ、若い人の多い中国側参加者に向けて特に理解と協力を求めた。

本シンポジウムは、核融合と核分裂の技術者が集まり共通テーマを中心に議論が行えるという特徴があるが、最近では主として核融合炉工学分野での情報交換と共同研究の立案や成果のまとめ、若手研究者の交流などに大きな役割を果たしてきた。特に、日中拠点大学交流プログラムが進んでいるときは大量の共同研究成果の発表と検討、立案の場としての役割を果たした。今回は、拠点大学交流プログラムが終了した後の、協力の進め方を具体的に議論するのが一つのトピックスであった。また、本シンポジウムは、核融合のみならず、材料、燃料、システムなどについての重要な

情報交換の場ともなった。

今回は、日本側から、学振 Post-CUP (日中拠点大学交流プログラムの後続) プログラム、アジアコアプログラムなどの支援を受けた大学関係者を含む計 18 人が参加した。一方中国側からは 43 人が参加し、そのうち 15 人が学生であった。中国は、ホストの CAEP (中国科学院工業物理研究院) 以外に、SWIP (西南物理研究院)、CIAE (中国原子能研究院)、NPIC (中国原子動力研究所)、ASIPP (中国科学院等離子体物理研究所)、固体物理研究所、INEST (核エネルギー安全技術研究所)、Fudan 大学、北京科学技術大学、など多くの研究所・大学からの参加があった。

中国の核融合及び原子力研究開発の動向：

中国の核融合研究は、EAST (ASIPP にある先進型超電導核融合設備)、HL-2A/2M (SWIP にあるトカマク型核融合装置) などによる研究、ITER (国際熱核融合実験炉) による研究、その後、CFETR (China Fusion Engineering Test Reactor) を経て DEMO (実証炉) に進むのを基本方針とし、CFETR の基本概念の検討が始まっている。しかしそれだけではなく、Fission-Fusion Hybrid 路線も進めている。加えて未臨界炉の中性子源として核融合を利用する概念も追求し、先進原子力概念まで範囲を広げると、ビーム駆動未臨界炉、液体金属炉、ガス炉、溶融塩炉、とあらゆるオプションを追求し、それらがそれぞれに早急に実現に向かう計画を立てているのがきわめて印象的であった。今後それらがそれぞれどこまで進むのか想像がつかないが、各々に相当な予算措置がなされていること、国内で強い競争原理が働いていることが見て取れた。組織の改編も激しく、ASIPP の材料・ブランケットを担当していたグループ (FDS チーム) が、Institute of Nuclear Energy Safety Technology (INEST)、CAS (中国科学院) という独立した研究所を作り、ASIPP から離れ、ITER-TBM、Hybrid 炉、未臨界炉などの設計と R&D を強力に進めている。一方で ASIPP 内に DEMO に向けた工学研究を行う部署が新たに

作られ、新しいサイト建設が始まったとのことであった。

発表の概要：

中国側からの基調講演は上記の動向をよく反映したもので、ITER-TBM、CFETR、および hybrid/未臨界炉の重金属冷却システム の3件であった。口頭発表のセッションとしては、核分裂炉材料・燃料、核融合炉材料、ブランケット技術、第一壁技術、材料中の水素、シミュレーション/モデル、システムデザイン、ガトピックスとしてあげられた。以下に印象深かった講演を紹介する。

ASIIPP の液体金属研究グループは、Pb-Li の試験ループの段階的な製作試験を進めていたが、さらに加速器駆動未臨界炉用の Pb-Bi の試験ループの段階的な製作に取り掛かっている。Pb-Bi 用に酸素濃度制御などの技術開発に取り組んでいる。これらを合わせると20体にも及び試験装置を製作、試験中あるいは計画中で、これだけの研究開発、製作、試験が本当に計画通りに進められるか疑問に感じられる面もあった (INEST)。

ODS 鋼 (酸化物分散強化鋼) の製法開発は各国で進められているが、通常のボールミリング・熱間押し出しは、コストと時間がかかりミリング中の容器からの汚染が避けられないが、これに対して、ゾルゲル法による混合粉体の製作とスパークプラズマ焼結法を組み合わせた方法が報告された。まだ密度は十分高くないが、Al 添加による耐酸化性の向上を確認している。この方法は、熱間押し出しを経ないので、高 Cr-ODS 鋼の課題である強度の異方性の問題が解消できる可能性がある (Inst. Solid State Physics, CAS)。

高靱性タンゲステンを実現する一つの可能性として、粉末冶金法による、ナノ粒子分散と結晶微小化があげられる。通常の HIP (熱間等方圧加圧法) 焼結ではなく、より迅速なマイクロ波焼結による製作が試みられ、ニッケルを添加することにより高密度化に成功している。しかし、高密度化は結晶粗大化につながり、最適化にはさらに研究開発が必要と

の印象であった (Inst. Solid State Physics, CAS)。

バナジウム合金についてのいくつかの研究が報告されたが、これまで聞いたことのない研究として、超高压電子顕微鏡での重水素イオン予注入材の電子線追加照射を行うと、純鉄では生成した転位ループが縮小するが、バナジウムでは変化が無いとの研究が報告された。修士課程の学生の発表でこれからの研究であるが、従来超高压電子顕微鏡内のバナジウムの照射は表面変質の効果が避けられなかったが、新式の機器ではほとんど起きないとのこと。バナジウムの基礎研究が新たに展開する可能性が期待される (北京科学技術大学) また、V-4Cr-4Ti 合金の製作過程の雰囲気汚染の効果の検討のため、900~1300 °C での酸化挙動を XPS 等で検討した報告では、多くの酸化状態を取りうるバナジウムの結合状態と深さ分布の詳細な計測は、大変興味深かった。ただし、窒化物の同定が十分でなかった (表面物理化学研究所)。この著者らは、最近高純度 V-4Cr-4Ti 合金の製作に取り組んでいるそうである。

核分裂炉材料・燃料のセッションでは、中国の若手の発表を聞いた。低濃縮ウラン金属燃料としての (U-Mo) -Al 分散燃料の製作と評価、PWR 使用済み燃料プールの B₄C-Al 板の腐食、水溶ウランイオン吸着材の吸着速度の解析、酸性雰囲気機能するセシウムイオン交換器の開発など、将来炉の研究と福島原発事故で日本でも注目されている研究など様々であったが、最近の中国の若手の発表の質の向上は目覚ましいものがある。本稿の著者の一人の山脇は、放射性廃棄物の高効率な核変換処理を目指す研究について講演した。

本稿の著者の一人であり、日本側のまとめ役を務めた NIFS の室賀は、

” Characterization of Fusion Structural Materials in NIFS under the Japan-China Collaboration Programs ”

という講演を初日のプレナリ セッションで行った。これまでの NIFS の共同研究プログラムによる成果、特に中国の若手の研究者が

NIFS 等に滞在して行った研究を紹介し、今後のさらなる交流の発展を期待する旨を述べた。

研究所見学：

シンポジウム期間内に、西南物理研究院 (SWIP) の見学が行われた。ダイバーター配位を有する HL-2A トカマクの HL-2M への改造計画について聞き、HL-2A の見学を行った。ASIPP が超伝導コイルを用いた長時間運転という工学的な課題に重点を置いているのに対して、HL-2A/2M は、プラズマ物理の基礎に重点を置くということで差別化を図っているようであった。

まとめ：

本シンポジウムは、日本と中国で 2-3 年ごと交代で開催され、前回は 2 年前に京都大学宇治キャンパスで、また前々回は 5 年前に中国の桂林で開催された。中国で開催されると多くの若手研究者と学生の参加が中国側からあるのが特徴で、今回も多くの若手の発表を

見聞きすることができ、また多くの質問を受け、大変有意義であった。反日デモの影響は感じられなかった。最近の中国の若手研究者の特徴として、はっきり目的意識を持っていること、アピールするポイントを押さえていること、があげられ、英語力と合わせて若手の実力向上は明白である。一方、中国のエネルギー戦略は、豊富な財力、人的資源を背景に、ありとあらゆるオプションを強力に推進し、加速した研究計画を提示している。今後これらがどう集約されるか、集約が可能か、ということが衆目の最大の関心事である。なお、次回は 2014 年 9 月に静岡で行われる旨の発表があった。

会議の集合写真を冒頭に掲載する。前列向かって右から 5 人目が山脇、6 人目が室賀、7 人目が主催者 Peng 氏 (CAEP)、9 人目が Feng 氏 (SWIP)。

広東省環境保護庁 原子力安全と防災 訪日交流団 報告

2012 年 9 月 29 日 日中科学技術交流協会 事務局長 永崎隆雄



本年 4 月 26 日、原子力防災の日中交流会のため広東省の環境保護庁 (原子力安全科) から下記の方々が来日し、原子力発電

所事故防災の状況を知りたいとの申し出がありました。

王子葵 広東省環境保護庁 党組織副書記 巡視員

劉 璋 広東省環境保護庁 環境評価処 処長

潘 長洪 広東省環境保護庁 主任科員

黄 乃明 広東省環境保護庁 環境放射線 射監測中心副主任

黄 水祥 恵州市環境保護局 局長

謝 錦波 江門市環境保護局 局長

中国広東省は運転建設中の原子力発電設備 11 基をもつ中国の大原子力立地省で、原子力事故は地元住民に多大の影響を与えます。そのため、当協会は中国の安全防災体制とその運営力を高め、東アジア地域の原子力安全を高めることが両国民にとって有益であり、また、中国の原子力安全改革の情報を得ることがわが国に寄与すると考え、広東省の交流申し出を受け入れ、下記の関連機関に交流斡旋を行ないました。

東北電力女川発電所

東電福島発電所を上回る地震と津波に襲われたにもかかわらず、事故を未然に防いだ発電所

原子力安全基盤機構 JNES

原子力事故防災の支援中央機関

日本原子力研究開発機構 JAEA 福島本部

福島原子力発電所の事故修復と環境回復を行っている研究開発期間

交流日程は、以下の通りとなりました。

9月26日 東北電力女川発電所 見学交流

9月27日 日中原子力安全と防災交流会

1. 東北電力女川発電所 見学

時間：9月26日 13:30～16:10

対応者：津幡俊 所長、松村亮 広報課長、小林和浩原子炉主任技術者 他

仙台から女川発電所への向う途中、女川

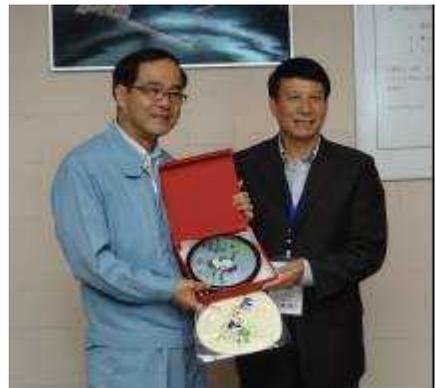
町役場で津波被害の修復状況を見た（写真参照）。町は建物が流され、何もなく、空地になったままであり、ひっくり返ったビルが放置されており、港には漁船が疎らにのみで、復興建設が進行している様子はありませんでした。（下写真）



女川発電所には13時30分頃につき、所長以下の暖かい出迎えと、説明を受け、16時過ぎまで下記の説明、見学、交流を行ないました。



左写真は左より松村課長 津幡所長 小林和浩主任。



中国側 王子葵団長（右）より津幡所長（左）へ両面刺繍贈呈。

女川発電所からの説明

小林和浩原子炉主任技術者より、「日本大震災による女川原子力発電所の被害状況の概要及び更なる安全性向上に向けた取組」として、以下の事項が説明され、中国側から質疑に対して以下が回答されました。

- 1) 東日本大震災概要及びプラント状況
- 2) プラントの被害状況
- 3) 女川原子力発電所の安全機能確保の要因
- 4) 更なる安全性向上に向けた取組
- 5) 発電所への避難者受け入れ

質疑

Q 1 : 女川原子力発電所と周辺住民の関係は福島事故以来どのようになったか？

A 1 : 従来から、住民とお祭りや運動会を一緒に行なって来た。今回の大地震津波の災害時、全ての物が壊れ流され、住民は行き場がなくなり、当発電所に避難してきた。発電所ではこの避難民を受け入れた。受け入れ人数は最多時 364 名で 3 ヶ月間である。この事も有って住民の信頼は崩れておらず、今もお祭りや運動会などを一緒にやっている。

Q 2 : 運転再開は？

A 2 : 現在 1 号、2 号、3 号の全配管等の影響調査中であり、再開判断は新しい原子力規制庁ができて、新しい基準ができるのを待たねばならない。

バス中 藩さんからの質問

Q 3 : 福島事故非難時交通渋滞などの対策はどうしたか？非難時に死亡者がでたと聞いたが？

A 3 : 自家用車で避難するよう勧告が出たそうで、自動車がない人は集団でバス移動した。だいぶ渋滞が発生したらしい。病人の避難時に途中で亡くなったり、避難先で亡くなったりした。これが反省である。放射線被害より、移動による害の方が大きかった。放射線の害は瞬間的に 100m S v 浴びれば、癌の発生確率が 0.5%ほど増える

ことが分かっている。これは喫煙の害と同じ程度だ。1 年間 2 0 0 m S v をゆっくり浴びてもガンは発生しないというデータがある。だから、慌てて移動させるようなことをせず、受け入れ先が整うのを待って移動させることが大切である。よく放射線のレベルを見て、慌てないこと。

2. 日中原子力安全と防災交流会

場所 : 東京大学山上会館

時間 : 9 月 27 日 9:00 ~ 11:10

参加 : 総計 27 名

協会 : 山脇副理事長、藤崎副理事長、永崎事務局長、岡田理事、中河理事、坂田会員
講師 : JNES 系矢清廣氏、

JAEA 福島技術本部 飯島隆氏

通訳 東大研究生 王ー川

講演テーマと内容**1) 日本における原子力防災**

系矢清廣 緊急事態対策部 独立行政法人原子力安全基盤機構

1. 原子力緊急事態の対策・対応の考え方
2. 原子力災害対応の組織
3. 原子力災害防護対策の決定プロセス
4. 原子力防災訓練
5. 原子力緊急時対策支援システム

2) 広東省原子力発電所の場外緊急事態対応状況

潘 長洪 広東省環境保護庁 主任科員

1. 広東省原子力発電状況
2. 事故予警システム
3. 事故予防システム

3) 福島環境修復に向けて ~ 原子力機構の取組 ~

飯島隆 (独) 日本原子力研究開発機構
福島技術本部 企画調整部長

1. 事故収束・廃止措置に向けた取組
2. 環境修復に向けた取組

質疑

Q 1 : (JNES 系矢氏へ) 今回の福島事故で明らかになった問題は、どのように対処したか？

A 1 : 大量放出 + 複数機同時事故発生を想定した対応を取っていなかった。そのため、

今回、兎に角 5 km 範囲は直ちに避難という事にした。そして放射線汚染の拡大と併に順次避難範囲を拡大することにした。

Q 2 : (藩氏へ) 中国の新原子力安全計画ではモニタリングを強化するとなっているが、広東省ではどのような強化を考えているか？

A 2 : 新安全計画はまだ公聴中で、決まっておらず、省には降りてきていない。

Q 3 : 日本の場合、原子力事故は国の責任で、地方政府は安全協定で関係している。中国は地方政府はどのような責任になるのか？

A 3 : 我々広東省環境保護庁は国の機関で、国が一元的に責任がある。

Q 4 : (JAEA 飯島氏へ) 国の住民帰還規準は決まったか？

A 4 : まだ決まっていないが、20 mSv が立ち入り制限が解除されたので、それではないだろうか？

(永崎注 : 放射線リスクとその他の経済的社会的心理的便益を天秤にかけて判断すべきで、日本と中国では当然違ってくるのではないだろうか？)



協会 藤崎副理事長の協会紹介



中国 王団長より芭蕉扇と両面刺繍贈答



全員集合写真

第 30 回理事会

第 30 回理事会は 2012 年 10 月 11 日に、協会事務所にて開催され、以下が審議され、了承された。

広東省環境保護部との原子力安全と防災交流会報告

第 3 回日中電子材料シンポジウム計画の 11 月開催の延期。

上半期会計報告と下期の予定

藤崎副理事長より、従来からの預かり金 100 万円を改めて協会に寄付する旨のお申し出があり、50 万円を奨励賞基金に繰り入れ、50 万円を「諸言語の音調的側面に関する 2012 年国際シンポジウム (TAL2012)」に参加した 3 名の学生への援助 (合計 5 万円) 及びその他に充当することとした。

紺野常務理事より今年度中に奨励賞基金として 100 万円を寄付する旨のお申し出があり、お受けすることとした。

中国人留学生研究奨励賞

藤崎副理事長より応募状況が報告され、同副理事長を選考委員長とし、選考委員の人選と選考委員会の開催日程は委員長に一任することが了承された。なお、授賞式と研究発表会は 12 月 21 日東大山上会館で実施することに決定した。

その他報告

1) 「日中ブリッジ、日中シンポジウム「日中間ブリッジ事業推進状況御報告」

2) 第 11 回先進エネルギー材料と核分裂・核融合技術に関する日中シンポジウム (CJS-11) 出席報告 (山脇副理事長)

3) 2012 年 T A L 国際会議報告、信号学会報告の会報・HP での積極発信 (藤崎副理事長)

4) 日経ビジネス 9 月 24 日号紺野理事と編集長対談記事の紹介

第 31 回理事会

第 31 回理事会は 2012 年 11 月 30 日に、協会事務所にて開催され、以下が審議され、了承された。

研究奨励賞受賞者の決定

藤崎副理事長より 9 名の研究奨励賞応募者の中から選考委員会で下記 3 名の候補者が選ばれたことが報告され、授賞が決定した。

1. 李 陽 (LI, Yang) 氏

研究テーマ:

故障利用物理攻撃とその対策

2. 元 金石 (YUAN, Jinshi) 氏

研究テーマ:

ハフニウム炭化物単結晶ナノワイヤの作成と電子源への応用

3. 張 治宇 (ZHANG, Zhiyu) 氏

研究テーマ:

強磁場発生用超伝導磁気レンズの開発

藤崎副理事長より、当協会が共催した第 3 回諸言語の音調的側面に関する 2012 年国際シンポジウム (TAL2012) の報告がなされた。

第 31 回理事会時に以下の講演会を開催することが提案され、了承された。

1) 曾根氏、2) 寺岡氏、3) 李纓公使参事官

目 次

1. 第 11 回先進エネルギー材料と核分裂・核融合技術に関する日中シンポジウム (CJS-11 成都)	1
2. 広東省環境保護庁 原子力安全と防災 訪日交流団 報告	4
3. 第 30 回理事会	8
4. 第 31 回理事会	8