



第2巻 第1号

東京工業大学 COE-INES

MIT-Tokyo Tech Symposium on Innovative Nuclear Energy Systems

(革新的原子力エネルギーシステムに関するMIT-東京工業大学共催シンポジウム)

開催報告

東京工業大学原子炉工学研究所 原子核工学専攻
COE-INES拠点サブリーダー 加藤之貴
シンポジウムオーガナイザー

東京工業大学 (Tokyo Tech) 21世紀COE「世界の持続的発展を支える革新的原子力」(COE-INES) とマサチューセッツ工科大学 (Massachusetts Institute of Technology, MIT) の先進原子力研究センター (Center for Advanced Nuclear Energy Systems, CANES) との共同開催により表記シンポジウムを開催した。革新的原子力エネルギーシステム分野において、MITとの国際的研究協力の一層の進展に向けて良い結果を得ることができた。下記に本会議の報告を示す。

1. 会議構成概要

平成17年11月2日～4日を会期とし、シンポジウム本体を11月2日、4日に、ボストン・ケンブリッジのRoyal Sonesta Hotel, Bostonにて開催した。11月3日はMITキャンパス内のStataセンターにおいて、ポスターセッションおよび、2005年度ノーベル平和賞を受賞したエルバラダイ国際原子力エネルギー機関事務局長(Dr. Mohamed ElBaradei, General Director, IAEA) の特別講演 (Rose Lecture) が行われた。

日本より関本COE-INES拠点リーダーはじめ東工大教員9名、博士課程学生5名、企業研究者2名の16名が参加した。会議参加者総数は87名で、Prof. Kazimi、CANESセンター長はじめMITスタッフ、米国エネルギー省 (DOE)、アイダホ国立研究所 (INL)、アルゴンヌ国立研究所 (ANL) など米国内各地からの参加があった。プログラム詳細はシンポジウムWebサイト (MIT内) を参照頂きたい。<http://web.mit.edu/canes/symposia/tokyotech/overview.html> また、講演スライド等の資料はCDとしてまとめられている。

2. シンポジウムおよびイベント経過

口頭発表はCOE側より9名、MIT側が10件、計19件、ポスター発表は、COEより8件、MIT側17件、計25件。シンポジウム研究発表とイベントの経過を以下に記す。



共同シンポジウム参加者 (会場ホテル前のCharles川沿いにて)

(1) 研究発表

Session1. 超臨界二酸化炭素冷却炉 (Supercritical CO₂ Power Conversion Cycle)

Hejzlar (MIT)からGen-IV炉に向けて開発している超臨界CO₂ガスタービンサイクルに関し、MITの研究成果として報告された。Yasuyoshi Kato (Tokyo Tech) は超臨界CO₂ガスタービンサイクルに関する東工大の研究成果として、高速炉の発電技術開発のための、超臨界CO₂サイクル模擬試験、材料腐食試験、CO₂-Na反応試験およびプラント設計の活動が報告された。また、重要な要素技術である熱交換器に関しては、Dewson (Heatric) より、PCHE (Printed Circuit Heat Exchanger) の超臨界CO₂ガスタービンサイクル炉や高温ガス炉への適用検討事例が報告された。さらに、ガスタービン発電装置について、MITが開発している超臨界CO₂ガスタービンサイクル炉用のターボ機器として、遠心式と軸流式タービンと圧縮機の予備的な比較評価結果が報告された。

Session 2. 革新的高速炉技術 (Innovative Fast Reactor Technologies)

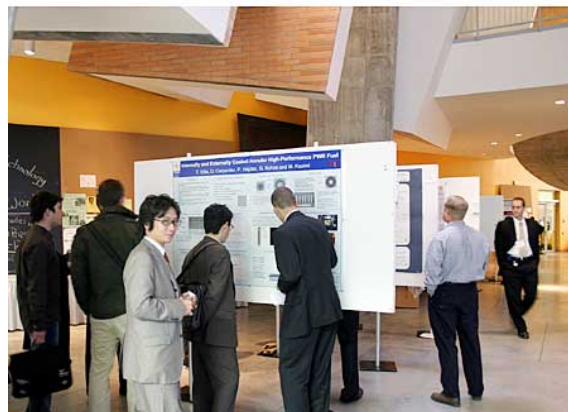
Sekimoto (Tokyo Tech)より中性子経済の良好な鉛ビスマス冷却長寿命小型炉LSPR(LBE-Cooled Long-Life Safe Simple Small Portable Proliferation-Resistant Reactor) と、ウランの採掘・濃縮・再処理をしなくても現在ある減損ウランだけでおよそ1000年のエネルギー供給ができるCANDLE (Constant Axial Shape of Neutron Flux, Neutron Density and Power Shape during Life of Energy Production) 燃焼方式について紹介された。Takahashi (Tokyo Tech) からは蒸気リフトポンプ型高効率鉛ビスマス冷却高速炉が提案され、高温用SiC材料を用いた炉心核特性、蒸気リフトポンプによるチムニー内二相流の流動伝熱特性、Si, Al添加鋼材、表面改質鋼材、耐熱金属およびセラミックス(SiC, Si₃N₄)の鉛ビスマス中耐腐食性、PbO固体粒子槽による酸素制御法と固体電解質酸素センサーの性能、および鉛ビスマスの液滴発生と電気集塵法による液滴除去特性について最近の研究結果が報告された。Ballinger (MIT)より材料開発事例として、Fe-Cr-Si系の鋼材が600℃以上の鉛ビスマス中の耐腐食性に優れており、特にSi添加にCrが加わるとその改善効果が促進されることが報告された。Obara (Tokyo Tech)からはポロニウム対策に関して、Po²¹⁰を生成させた鉛ビスマスを蒸発させ、その吸着汚染物質からポロニウム汚染を除去する試験を行い、500℃以上のベーキングによりポロニウム汚染が除去でき、ポロニウムの形態はPbPoであることが示された。Driscoll (MIT)はGas Fast Reactor (GFR)の初期概念からGen-IVの目標とするGCFRに至る違いを示し。超臨界CO₂冷却方式について高効率な増殖—燃焼(Breed and Burn) 炉心設計、崩壊熱除去法、tube-in-duct燃料集合体の必要性を述べた。



シンポジウム共同代表者Prof. M. Kazimi (CANES, MIT)と
関本COE-INESリーダー

Session 3. ポスター発表 (Poster Presentations)

2005年11月3日にMIT構内Stataセンターにてポスターセッションが行われた。発表件数は、MIT側から16件、東工大側より8件、アルゴンヌ国立研究所より1件であった。MIT側からは、炉心燃料計算や安全解析に関する研究発表をはじめ、超臨界二酸化炭素冷却炉に関する研究発表などが行われた。東工大側からは、同位体分離などの放射化学に関する研究や鉛ビスマス冷却炉に関連した研究発表が複数なされ、他にもレーザーを用いた分離転換技術の研究など多岐に渡った発表が行われた。会場はStataセンター内の通路に設置され、シンポジウム参加者以外にも多くのMIT学生らが設置されたポスターの前で足を止めていた。



ポスターセッション (Stata Center, MIT)

Session 4. 原子力水素製造技術 (Nuclear Hydrogen)

Schultz (General Atomics)よりGIFプログラムにおける原子力水素製造の計画が報告された。アイダホ国立研究所を中心に、研究対象としてISサイクルを軸とした熱化学水素製造法と高温ガス炉とを連結したシステムを設定し、技術的・経済的成立性を論じ、さらに国際協力プランについて報告された。Yukitaka Kato (Tokyo Tech)より革新的な原子力水素システム実現に向けて、非平衡反応技術を利用した燃料改質水素製造および水素キャリアシステムの研究が報告された。その実験研究と、成立可能性が述べられた。Matsunaga (Toshiba)より高温水電気分解水素製造法における先進的な電極材料開発と水素製造事例が報告された。燃料電池技術をもとにした発展性の高い事例であった。ついで熱化学プロセスに関する、反応装置群に関する技術報告があった。Minatsuki (MHI)はSI法による水素熱化学水素製造で重要となる高温硫酸分解反応をはじめ、高温、強酸化での作動を可能とする先進的な反応器の実装置開発事例、および解析検討事例を報告した。一方Kessil (Brayton Energy)はガス冷却炉用の高温熱交換器の開発に関して、Ballinger (MIT)から高温熱交換器材料開発向けの材料化学的アプローチについて、いくつかの合金の可能性が報告された。

Session 5. アクチニド処理技術 (Actinide Management and Safety Technologies)

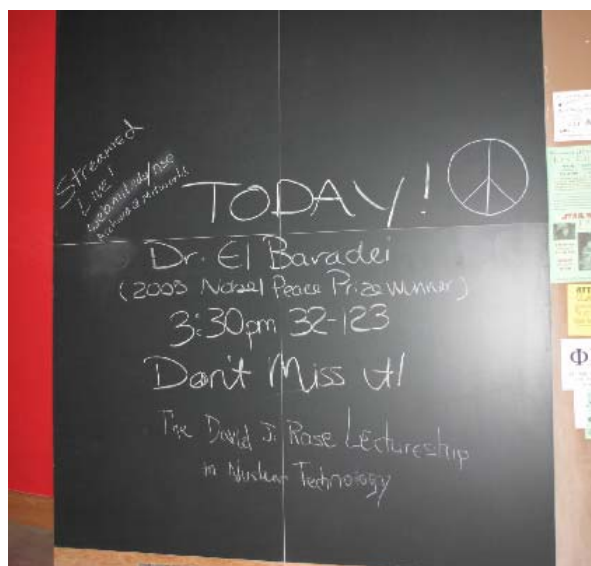
先ず、Kazimi (MIT)が21世紀100年間のアクチニド核変換処理についてのトレンドを示し、軽水炉を使用した場合と高速炉を使用した場合の比較を行った。次に、Suzuki (Tokyo Tech)はマイクロ化学チップを用いた溶媒抽出とイオン交換樹脂を用いた核種分離技術についてそれぞれの実験事例、結果解析事例を報告し、これらの技術の可能性を述べた。続いて、Igashira (Tokyo Tech)は東工大におけるNp-237の高速中性子捕獲断面積測定、日本の核データプロジェクトにおけるAm-241,243の中性子核断面積の測定状況、及びJ-PARCでのCm同位体の測定計画を報告した。最後に、Golay (MIT)はどのような原子力システムが核拡散抵抗性に優れているかを、種々のケース、指標から数値的に比較して報告した。

(2) イベント

エルバラダイ氏講演 (Rose Lecture by 2005 Nobel Laureate Dr. M. ElBaradei, IAEA Director General)

2005年度ノーベル平和賞受賞者、Dr. ElBaradei IAEA事務局長のRose記念講演会が“Nuclear Technology in a Changing World: Have We Reached a Turning Point?”の表題で行われた。この講演会は、MITの原子科学工学科 (Department of Nuclear Science and Engineering) の故・Prof. Rose (1922-85)に因み、当学科により主催された。MIT内の最新ホールである

Stataセンターで400人を越える聴衆を得て講演が行われた。講演では、エネルギー需要の急激な増加および、エネルギー消費の先進国が優先的に利用している現状の不平等さを指摘し、原子力エネルギーこそが、今後も人口増加が見込まれる地球上で、拡大する貧富の差を縮め人類全体の福祉向上に役立つことが強調された。そのために解決すべき課題が論じられた。なかでも、原子力利用の安全確保や核不拡散対策の重要性、およびそれに対するIAEAの役割について言及された。また、革新的な原子力技術の開発努力の必要性を指摘しIAEAによるINPROや米国らによるGeneration IVなどの取り組みが例示された。講演後は主にMITの学生の間から活発な質問が寄せられ、学生らの意識の高さに感心した。そして最後のMrs. Roseからの「どうして米国は核査察を受けずに済むのか?」との米国の核軍縮への取り組みに対する鋭い問いかけが印象深かった。なお、夕方のDr. ElBaradei 歓迎Banquetには関本拠点リーダーらが招待を受け、氏との懇談の機会を得た。



Dr. ElBaradei, IAEA事務局長特別講演案内 (Stata Center, MIT)

MIT研究炉見学ツアー

MIT側の好意でCOE-INES関係者向けのMIT研究炉見学ツアーが開催された。MIT研究炉はボストン市中のMITキャンパス内に位置している。冷却材には軽水、反射体に重水を用いており、1958年に出力1MWで運転を開始し、その後改造され現在は出力5MWで運転されている。近く出力を6MWにするための改造を予定しているとのことである。本研究炉は熱外中性子による脳腫瘍治療などの医療照射やシリコン中性子ドーピングによる大型半導体製造のほか材料照射実験、燃料照射実験等に幅広く利用されている。初めにMIT研究炉スタッフによる概要説明の後、炉室、医療照射

設備、シリコン中性子ドーピング施設、運転制御室等の見学が行われた。参加者と引率のMITのスタッフの間で闊達な質疑応答があり、非常に有意義な見学ツアーであった。ボストンの市中という人口密集地帯にありながら地元市民の理解を得つつ、原子炉の運転を続けている点が印象に残った。

シンポジウムバンケット

MIT Faculty clubにてシンポジウムバンケットが開催された。Dr. James Lake (アイダホ国立研究所、Idaho National Laboratory、INL) による特別講演があり、米国の革新炉研究の中心であるINLの研究活動紹介を通して、革新的原子力システムの重要性が述べられた。学術的ながら、暖かな雰囲気を共有しての晩餐であった。



シンポジウムバンケットにて
Dr. James Lake (Idaho National Laboratory)
(Faculty Club, MIT)

3. まとめ

シンポジウム最後に関本とKazimiより総括があり、本シンポジウムが研究交流の点で有意義であることを理由に今後継続することとし、2007年度に東京での次回開催が提案され、会議は無事終了した。本シンポジウムは革新的原子力エネルギーシステムにテーマを絞り、討論に重きをおいたことが功を奏し、相互の研究理解を深め、相互の良い刺激となり、研究交流を進められた点が評価できる。これらは訪問団各位が研究交流に良くとめ、会議によく参加・協力した結果によっている。

この会議実現にあたり、お世話になった各位にこの場を借りて御礼を述べたい。特にMIT側シンポジウムオーガナイザーのJacopo Buongiorno教授の献身的な対応によりこのシンポジウムが実現したことを、特に記し、氏への深甚なる謝意を示したい。

(なお、本文作成にあたりCOE参加者の高橋、加藤(恭)、井頭、小原、澤田、鈴木、三浦の協力を得た)



COE-INES 訪問団、MIT本館前にて



〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1 東京工業大学 N1-12
原子炉工学研究所内 COE-INES事務局
TEL: 03-5734-2966 FAX: 03-5734-2962
Email: coe-ines@nr.titech.ac.jp
URL: <http://www.nr.titech.ac.jp/coe21/>