

【エネルギー・環境問題の国際動向】講演会

実施報告

共 催： シンビオ社会研究会、関西原子力懇談会、原子力学会関西支部、京大エネルギー科学 GCOE

日 時： 平成20年3月6日(金) 午後2時 5時15分

場 所： 大阪科学技術センター 401号室

参加者： 96名

講演1 司会 西川 佳秀 氏(関原懇)

地球温暖化問題の裏表

講師 経団連・21世紀政策研究所 研究主幹 澤 昭裕 氏

講演概要

地球温暖化防止対策では国内的に環境省が有名だが、経産省にも環境政策課があり講演者は1997年に京都議定書を担当した。当時ゴア副大統領のパフォーマンスで地球温暖化問題が世界的な関心を引き、それ以来報道で華々しく取り上げられている。しかし報道どおりの話ではなく京都議定書は日本外交の失敗といってよい。そもそも気温上昇は100年間でも4度程度の変動であり、毎年発生する緊急性を要する様々な問題への対処と同じあるいはそれ以上の緊急性をもって対応を迫られる問題と位置づけるべきかも疑問である。しかしそのような疑問はさておき、地球温暖化問題に対処のためポスト京都議定書の国際的駆け引きが始まっている現在、本講演では我が国がその裏面も理解して不利にならないよう注意喚起を込めて排出権取引制度の問題点を解説する。

地球温暖化防止に向けての国内対策として、排出権取引制度導入が広く議論がされている。特に我が国では、その本質が理解されないまま、地球温暖化対策の決め手として同制度への期待が表明されてきた。排出権取引制度は本来金融が発達している米英が言い出した。そのバックには両国で強い銀行業界がある。しかし我が国は鉄鋼とか電力のような古臭い産業が強く、英米の背景が理解されていない。そこで排出権取引制度について我が国の議論の中で置き忘れられている論点を以下指摘したい。

第一の誤解は『排出権取引制度を導入すれば、温室効果ガス削減目標を確実に達成することができる』である。しかし枠を超えた排出をしても排出権を購入したら『目標を達成』したことになる制度であり、実際の排出削減が行われるとはいえない。

第二の誤解は『排出権取引制度を導入すれば、技術革新が加速される』である。しかし

炭素の価格付けが投機によって実力以上に高止まりすれば開発すべき技術の選択に間違ったシグナルを与え、逆に価格が低いところで安定すれば排出権を購入するだけで目標達成されるので技術開発が不要となる。いずれにせよ省エネ法のような直接規制に比較すると効果は間接的である。

第三の誤解は『欧米が国内排出権取引制度を導入し、国際的な排出権取引市場が形成されていく中、日本も導入しなければ乗り遅れてしまう』である。しかし現状ではEUと米国とはリンクしていない。またリンクしても省エネの進んでいるEUより、省エネが進んでいない米国のほうが排出権購入の効果が大きく投機資本はEUから米国に流れるのでEUが損をする。だからEUより省エネの進んでいる日本を入れてEUから投機資本が流出するのを防ごうとしているのだ。つまり導入すれば日本が損をする。

国内的観点での排出権取引と環境税の差：政治の立場からは増税のイメージを与えないので排出権取引のほうを言いやすい。しかし経済学上両者は同じ効果がある。結局は増税であり物価上昇を招き低所得者層の負担増になる。また我が国では北海道・日本海沿岸地域に負担が増える。要するに「格差拡大」につながる。企業からみれば売り上げ、利益の計画が立たず不確実性が増すだけである。

Q&A

Q:講演では触れられなかった『セクター別アプローチ』について説明してください。

A: 排出権取引では我が国は国際的に不利であるので、『セクター別アプローチ』を日本が言い出している。要するに産業セクター別の国際トップランナー方式である。詳しくは配布資料中に説明している。国内的には産業界に受け入れやすい提案である。EU産業界は賛同しているが、伝統的に政府の干渉を嫌う米国産業界は規制強化策と見ているようだ。

講演2 司会 手塚 哲央 氏(京大)

京都大学グローバルCOEプログラム地球温暖化時代のエネルギー科学拠点

(1)概要説明 京都大学大学院エネルギー科学研究科長 八尾 健 氏

講演概要

近年地球温暖化による気候変動の原因として、温室効果ガス(以下CO₂と記す)排出を如何に抑えるかが、世界にとって喫緊の問題になっている。

平成20年度から、京都大学エネルギー科学研究科、エネルギー理工学研究所、工学研究科原子核工学専攻、原子炉実験所の4部局が中核となり、グローバルCOEプログラム「地球温暖化時代のエネルギー科学拠点 - CO₂ゼロエミッションをめざして」を開始した。本プログラムでは、2100年までに、化石燃料に依存しないCO₂ゼロエミッションエネルギーシステムに到達するシナリオの実現に向けた技術の創出・政策提言を行いうる教育者・研究者・政策立案者を育成する国際的教育研究拠点形成を目的とし、学生自らがシナリオ策定への参加を通して、他分野研究者との相互交流を体験し、「エネルギーシステム」全体を俯瞰する能力を獲得し、更に各専門研究へ反映する。これが人材育成の大きな特徴である。

CO₂を排出しないエネルギーとして、まず元栓を締めなければならないとの観点から1

次エネルギーに注目し、再生可能エネルギー（太陽光・バイオマスエネルギー）並びに核分裂や核融合による先進原子力エネルギーを対象とした。さらに、エネルギー問題は単に技術だけの問題でなく、社会や経済の要素も関係するため、エネルギー社会・経済の研究も含めた。

本プログラムの実施に当たっては、中心に教育を行う GCOE 教育ユニットを据え、シナリオ策定から、エネルギー科学研究、評価と互いに関連させながら、推進する。シナリオ策定研究グループでは、CO₂ ゼロエミッション技術ロードマップの作成並びに CO₂ ゼロエミッションシナリオの策定を行う。社会の価値観や人間行動学の面からも分析を行う。研究を通じた教育の場として、最先端重点研究クラスターを設け、エネルギー社会・経済研究、並びに、太陽光エネルギー研究、バイオマスエネルギー研究、及び先進原子力エネルギー研究をシナリオ策定研究グループのロードマップに連携させて推進する。評価においては、学内、学外、国外のアドバイザーとの意見交換を通じて、シナリオのチェック、教育、研究の見直しを行い、拠点運営を進める。

グローバル COE の中心課題である教育においては、エネルギー科学 GCOE 教育ユニットを設置して博士後期課程学生を選抜し、人材育成を行う。人類の生存にかかわる様々なエネルギー・環境問題に対して、幅広い国際性と深い専門性をもって社会の要請に応えるとともに、自然環境と人間社会との調和を図りながら、創造性と活力にあふれる 21 世紀社会をリードする若手研究者の育成に努める。

Q&A

Q:プログラム終了後『エネルギー科学教育研究ユニット』の全学組織化、恒常化とあるが学内的にそのような実例はあるのか？

A:部局間にまたがって組織化するものである。実例として生存基盤科学研究ユニットがあり、次の講演者の小西先生がユニット長をしている。

(2)ゼロエミッション社会に向けた先進エネルギーシステム

京都大学エネルギー理工学研究所 教授 小西 哲之 氏

講演概要

21 世紀の人類は、エネルギー供給と地球環境、人口増加と経済開発、資源問題、の制約にあって、生存し繁栄する道 "sustainability" を探さなければならない。その中で、革新的なエネルギー技術は問題解決に資するのか、それはどのような方法や形態によるのか？本 GCOE はこの問題を技術と社会の両面から研究し、実践する人材を育成する事業である。エネルギー技術は、"sustainability" の全体像の中で、主要なインパクトをもちつつも一つの要素に過ぎない。地球環境問題も先進エネルギー技術開発も 100 年単位の時間スケールを共有し相互に大きく影響し合っているが、同時に分析されることは実は少ない。しかし社会や環境への影響と適合性の評価抜きのエネルギー開発と、未来でなく現在のエネルギー技術に基づく温暖化論では人類の未来は描けない。実際原子力研究などこれまでの研究開発は、研究者の視点だけで、社会の要求する開発計画であるかどうかという投資家の視点を欠くものであった。

京大 GCOE のエネルギーシナリオの策定研究は、先進エネルギー技術開発の工学的裏づけ

と、エネルギー技術の社会・環境適合性分析の双方から、人類の持続可能性、すなわちゼロエミッション社会に向けたエネルギーシステムの戦略を探る。

一例として、先進原子力によるバイオマスからの燃料製造技術を紹介する。講演者らは、廃棄物系バイオマスの代表物質であるセルロースおよびリグニンが 900 の高温水蒸気との吸熱反応で、セルロースで 90%以上、リグニンでも 70%以上が水素と一酸化炭素の混合ガスに転換できることを示した。吸熱反応利用のため熱サイクル効率の制約を受けず、原子力熱エネルギーは高い効率で化学エネルギーに転換される。水素燃料としての利用も可能であり、またフィッシャートロプッシュ合成により人造石油としてディーゼルや灯油として利用することもできる。バイオマス起源でカーボンニュートラルであるため、石油を代替することで発電よりはるかに大きな二酸化炭素削減効果を持つ。900 の高温熱は、高温ガス炉で発生でき、また触媒開発により反応温度を下げられれば、液体金属炉も熱源となりうる。核融合炉も高温熱源となりうるし、核分裂でみられるような燃料サイクルや核拡散など、技術と社会の関係した複雑な制約を受けない利点がある。

しかし、新しいエネルギー源も、利用技術が社会にうまく適合し、受け入れられなければゼロエミッション社会を構築できない。市場メカニズム以外の社会、環境への利益・損害、いわゆる外部性が重要なファクターである。またエネルギーは、食料や水などと同じく、単価が安く、量が大きく、したがって輸送、貯蔵、分配の重要性が高いという特徴を持つ。資源・環境制約は量ではなく、動的ロジスティクスが制約する。システム全体のサプライチェーンマネジメントがエネルギー技術の成長力とシェアを規定することになる。先進原子力によるバイオマスの燃料化は、廃棄物を熱源に運ぶプロセスが重要であるが、既存の可燃ごみ回収システムの延長上に、資源量でもコストでも、リサイクル社会で燃料自給が可能であることが示せる。その結果モデル解析ではグローバル市場で有意なシェアが期待できる。このように、ゼロエミッション社会に至るシナリオは、物質リサイクルと革新エネルギーにより描き、分析することができる。

Q&A

Q:社会適合性はどのような観点で評価するのか？

A:講演では触れなかったが、配布資料の 16 ページに示した社会・環境の両面で正負の影響を比較秤量する外部性評価を行う。

(3)京都大学臨界集合体実験装置 (KUCA)における加速器駆動未臨界システム (ADS) の現状について

京都大学原子炉実験所 助教 卞 哲浩 (ピョン・チョルホ) 氏

講演概要

1 昨日(3月4日)陽子ビーム入射による世界初の ADS 実験を成功し、報道された。加速器と原子炉を組み合わせた加速器駆動未臨界炉 (Accelerator-Driven System: ADS) は、燃料増殖と核変換処理を同時に達成し、安全性と環境調和性に優れたエネルギー発生装置となる可能性を持っている。本研究は、京都大学原子炉実験所のエネルギー可変型固定磁場

強収束型 (Fixed Field Alternating Gradient: FFAG) 加速器と京都大学臨界集合体実験装置 (Kyoto University Critical Assembly: KUCA) を組み合わせ ADS の中性子特性に関する技術開発、KUCA での実験とモンテカルロ計算による数値シミュレーション解析で FFAG 加速器を用いた ADS の成立性評価と技術基盤整備を目的としている。FFAG 加速器で発生した 100 MeV 以上のプロトンを KUCA の固体減速架台 (A 架台) に入射させ ADS 炉心を構成する計画であり、新たな FFAG 加速器による KUCA 炉心へのプロトンビーム入射前に、KUCA 併設のコッククロフト型加速器を用いた ADS の中性子特性に関する基礎実験を行った (KUCA では併設加速器を用いて KUCA の A 架台 (ポリエチレン減速架台) に 14 MeV の高エネルギー中性子を打ち込むことが可能)。

世界初の ADS 炉心として FFAG 加速器による ADS の本格的運転の動向に多くの研究者の注目が集まっている。それに先立つ上記基礎実験は、ADS の実験的基礎研究の観点から、IAEA (国際原子力機関) の国際ベンチマーク問題となり、各国の研究者が大きな関心を寄せている。今後、FFAG 加速器による ADS の運転が開始されれば、プロトンビームによる ADS の中性子特性を加速器のビーム特性を変化させる系統的な実験が可能となり、それによって ADS についての原子炉物理学分野における様々な中性子特性を実験的かつ従来よりもより詳細に検討することが可能になる。

Q&A

Q: 未臨界炉心に加速器でパルス中性子源を連続的に打ち込む方式はルビア炉といわれて核暴走しない究極的に安全な原子炉といわれているが、熊取の ADS ではその方向を目指していない。新たな中性子源の開拓と利用の目標は何か？

A: 90-150MeV の中性子源を得るもので核破碎反応の特性解明により高レベル放射性廃棄物の消滅処理法の開拓を目指している。

(4)フルオロハイドロジェネートイオン液体を用いた中温無加湿燃料電池について

京都大学大学院エネルギー科学研究科 准教授 野平 俊之 氏

講演概要

現在の固体高分子形燃料電池 (PEFC) は Nafion® などのフッ素系高分子を骨格としたプロトン導電性膜を電解質として用いる。プロトン伝導には水が不可欠なため加湿が必要であることや膜自身の劣化の問題から、現在の PEFC の運転温度の上限は 80 程度で燃料電池は運転すると発熱するため、80 以上に温度が上昇しないように大型の冷却システムも必要になる。

中温 (100 ~ 150) で無加湿運転できる新しい燃料電池が開発されれば、電極反応速度の増加および触媒被毒の低減などによる白金系触媒量の低減、ラジエーターなどからなる燃料電池冷却システムの小型化や発熱の有効利用も可能となり、自動車用や定置用としてメリットが大きい。このような背景から、中温無加湿燃料電池の研究開発が国内外で盛んに行われている。

我々は中温無加湿燃料電池のための新規電解質としてフルオロハイドロジェネートイオ

ン液体に注目し、フルオロハイドロジェネート形燃料電池(FHFC; fluorohydrogenate fuel cell)を提案した。この燃料電池においては、一般の PEFC のようにプロトン伝導により水素と電荷が輸送されるのではなく、 FHF^- と $(\text{FH})_2\text{F}^-$ という 2 種類のフルオロハイドロジェネートアニオンにより水素と電荷が輸送されるという独特の機構により作動する。これまでに、EMIm(FH)_{1.3}F 液体を用いた 100 での無加湿作動[、EMIm(FH)_{1.3}F 液体とポリマーをコンポジット化した電解質膜を用いた 130 における単セルの無加湿運転に成功している。

本講演では、FHFC に関する学術的検討結果として、白金電極上における酸素還元反応 (ORR) および水素酸化反応 (HOR) について、また、実用化検討結果として、ポリマーとコンポジット化した電解質膜を用いた単セルの性能向上を述べた。

Q&A

Q: 白金は少なくなるのか？

A: まだ検討していないが温度を上げると反応性が減らせるので白金量も少なくて済む。

Q: CO 毒性とは？

A: 都市ガスの改質で水素を生成する場合に ppm オーダーで CO が発生する。これが白金触媒と反応し性能が低下するが、温度を上げると CO 毒性が落ちる。