

## 新炭素資源学フォーラム

—中間報告—

九州大学先端物質化学研究所

林 潤一郎

Jun-ichiro Hayashi

「環境負荷なき炭素資源利用のための新学理確立と国際的人材の育成」を目標とする本グローバルCOEプログラムには、「炭素循環から見た炭素資源学のあり方とは何かを示す」、換言すれば、温暖化、CO<sub>2</sub>排出などのキーワードに代表される地球規模の環境制約と、その裏返しである化石資源制約の両問題解決に向けて、新炭素資源学としての提言を行う課題がある。「新炭素資源学フォーラム」は、その提言を目標として2009年に発足した<sup>1)</sup>。炭素資源に直接、間接に関わる幅広い分野(科学技術、経済、政策等)から学内外の専門家を講師として招聘、話題提供(講演)をいただき、質疑応答や事前に設定した論点からスタートする討論を通じて、炭素資源利用に係る世界規模の現状(問題)を認識し、将来の究極的省炭素資源への課題を探ってきた。フォーラムに連動して、博士課程学生を対象とする海外短期実習、国内短期実習も企画したが、詳細は他の報告に譲りたい。

フォーラムは、「エネルギー利用」、「省エネルギー」、「アジア環境」のそれぞれを主題とするフォーラムI、IIおよびIIIから構成される。それぞれのフォーラムは、事業担当教員、協

力教員(以上、アドバイザー)、若手研究者(助教、博士研究員)、そして討論会の主役としての博士後期課程学生がメンバーとなり、2009年8月以来、これまで全12回の講演会・討論会を開催してきた。各回の概要については表1を参照されたい。

フォーラムIでは、炭素資源だけでなく原子力、再生可能エネルギーを含めたエネルギー・資源の高効率利用、エネルギーの安定供給、CO<sub>2</sub>排出などをトピックとする講演・討論会を開催してきた。石炭ガス化複合発電(IGCC)をはじめとする次世代高効率石炭火力発電、CO<sub>2</sub>回収貯留(CCS)、再生可能エネルギー利用による発電(風力、太陽光、地熱、マイクロ水力)、次世代原子力としての高温ガス炉など、相当の規模で導入されるならば著しいCO<sub>2</sub>排出削減が達成されると期待される新技術について学んだ。その一方で、それらの技術を実現するには非技術的な問題、つまり経済的、地政学的あるいは双方の困難さが、形は変われどもアジア諸国のすべてにあることも認識できた。

エネルギー、とりわけ高品位電力を安定供給するという観点からは、出力変動の大き

な再生可能エネルギー利用発電の大規模導入は(可能だとしても)、火力発電の大きな負荷変動と効率低下をもたらし、その結果、スマートグリッドのような次世代電力運用システムを適用したとしても正味の化石資源消費削減すら難しい場合が起こりえることも理解した。これは再生可能エネルギーを比較的安易に期待していた者にとっては少なからずショッキングであった。今後は、蓄電技術(本テーマは、フォーラムIIにおいてすでに話題として取り上げた)や二次化学エネルギーとしての水素などの可能性、有効性についての議論を踏まえ、エネルギー安定供給と炭素資源高効率変換を結びつけた提案を試みたい。

フォーラムI・IIIの合同討論会では、産業・民生分野の影に隠れた「莫大なCO<sub>2</sub>排出」をもたらしているインドネシアのピートランド大規模火災についても取り上げ、その多くが無理な土地開発に由来する人災であることを学んだ。「ピートは資源か、開発すべきでない炭素質か」を論点に置いた討論は白熱したが、環境保全と資源開発の両立には我々の知識が未だ不足した状況であることは共通の認識となった。

表1 開催フォーラム一覧

フォーラム	年月日	テーマ	題目と講師名(所属)	参加者数
I&II	2009年8月22日	Development of IGCC Technology/ Explanation of CCS	"Development of IGCC (Integrated Coal Gasification Combined Cycle) Technology" 原 三部(電力中央研究所 エネルギー技術研究所) "Explanation of CCS (Carbon dioxide Capture & Sequestration) Technology" 原田 達朗(九州電力 総合研究所)	57名
III	2009年11月30日	低炭素社会におけるアジアのエネルギー消費の課題と取り組み〜アジアのエネルギー問題と対応〜	"中国のエネルギー問題と温暖化への対応" 明日香 寿川(東北大学 教授) "九州電力の海外での省エネ・環境への取り組みについて" 舟越 節彦(九州電力海外事業部) "温暖化対策としてのエネルギー節約の評価" 馬奈木 俊介(横浜国立大学 准教授)	41名
I&III	2009年12月5日	Peat: CO <sub>2</sub> Emission Source or Carbon Resource?	"Annual Peat Fires in Humid Tropics of West Kalimantan, Indonesia and the Consequences on Peat Carbon Storage, and CO <sub>2</sub> -e Emission" Gusli Z. Anshari (Centre for Wetlands People and Biodiversity, Tanjungpura University, Indonesia) "Recent Progress in Indonesian Peat Utilization Research" Anggoro Tri Mursito (LIPI: The Indonesian Institute of Sciences, Indonesia)	51名
II&III	2009年12月19日	システムベースの省エネルギー: エネルギー有効利用技術	"Ultimately Efficient Use of Energy over the Edison's Paradigm and the Ford's" 浜松 照秀(LUXSEP 研究館代表、電力中央研究所名誉特別顧問) "Chemical Heat Pump for Waste Heat Utilization in Industrial Field" 加藤 之貴(東京工業大学 准教授) "The Effect and Potential of Heat Pump Technology for Business and Residential Sector" 矢田部 隆志(東京電力)	55名
II	2010年1月23日	材料ベースの省エネルギー: 化学産業の成長戦略	"The Role of Chemical Industry for a Sustainable World" 浦田 尚男(三菱ケミカルホールディングス) "自動車用プラスチック・ゴムのリサイクル技術開発" 佐藤 紀夫(豊田中央研究所) "生産効率のケーススタディ: 受託合成業界の視点から" 栗田 社太(ランクス株式会社サルトテック営業担当)	42名
I	2010年1月30日	Power from Renewable Energy	"What are Solar Cells? How it Works for Clean and Green Society?" 柿本 浩一(九州大学 教授) "Development of a Highly Efficient Wind Turbine with Wind-Lens Technology" 大塚 裕二(九州大学 教授)	32名
III	2010年2月8日	アジアのメガシティの生活環境	"City Ventilation for Better Urban Air Quality and Energy Efficiency" Yuguo Li (香港大学 教授)(発表者:Lina Yang 研究員) "Compact City Planning for Low-Carbon Society" 出口 敦(九州大学 教授)	28名
平成21年度フォーラム討論会(年度最終とりまとめ)	2010年6月19日		(1) エネルギーベストミックス 石炭火力発電の効率化、太陽光発電、風力発電 (2) CO <sub>2</sub> を考える CCS、泥炭火災 (3) 省エネルギー ヒートポンプ、化学産業の成長戦略 (4) アジア環境 中国の環境・エネルギー事情、都市設計	49名
I&III	2010年7月10日	地熱発電とMicro水力	"Small Hydropower: its potentials and possibilities" 小林 久(茨城大学 教授) "Volcano and Utilization of Geothermal Energy" 江原 幸雄(九州大学 教授)	36名
I&II&III	2010年8月28日	リチウムイオン電池を取り巻く課題	"Material Risk and the Strategy in Japan" 原田 幸明(物質・材料研究機構 元素戦略センター長) "Global Trends of R&D Projects of Li-ion Battery" 辰巳 国昭(産業技術総合研究所 蓄電池デバイス研究グループ長) "General View of Lithium-Ion Cell Safety" 齋島 真一(群馬大学 教授)	42名
I&II	2010年9月4日	Future Technologies of Electric Power Generation and Grid Management	"情報と電力の融合する未来の電力系統" 阿部 力也(東京大学 特任教授) "高温ガス炉による低炭素社会への貢献" 大橋 弘史(日本原子力研究開発機構 原子力水素・熱利用研究センター)	27名
II&III	2010年9月18日	電子ディスプレイとエコロジー (Electronic Information Displays and Ecology)	"Green Technology in LCD" Jae-Jin Lyu(サムスン電子) "有機EL: グリーンテクノロジーとしての有機エレクトロニクス" 筒井 哲夫(九州大学 名誉教授) "電子ペーパー技術の紹介" 服部 勝治(九州大学 教授)	34名

フォーラムI(効率的エネルギー利用) フォーラムII(省エネルギー) フォーラムIII(アジア環境)

フォーラムIIは、(化石資源由来の)電力と熱の有効利用率をいかに高めるか(省エネシステム、デバイス、材料)、化学原料としての炭素資源をいかに有効利用できるか(省資源)の観点からの話題提供と討論が行われてきた。エクセルギー的によれば質は

低い巨大な熱溜としての環境の熱をくみ上げるヒートポンプは、発電分野における省炭素資源と組み合わせた大規模導入によって著しいCO<sub>2</sub>削減ポテンシャルがあること、また、産業分野における化学ヒートポンプの大きなポテンシャルを学ぶことができ

た。専門とする分野が種々異なる参加学生、教員のなかには、基礎中の基礎とも言える熱力学とその原理に基づく新発想の重要性にあらためて気付かされた者が少なからずいたのではないと思われる。筆者もその一人である。



化学産業は、省エネ・省資源を論ずるにはあまりにもシステムが複雑化しているが、それでも革新的な要素技術、システム導入の試みと実践がなされていること知り、それらが新概念形成のヒントであることを認識した。「省炭素資源」は、フォーラムIIにおいて後に話題提供された「元素戦略」と併せれば、より深い議論・討論が可能であり(例えば、炭素は金属資源等の欠かせない還元



剤)、それを踏まえた持続的な炭素資源利用(利用サイクルはあり得るか、等)に関する提言が期待される。

上述したのに加えて、フォーラムIIでは、次世代電力運用・利用システムの鍵技術とも言える蓄電技術、省エネデバイスを取り上げており、これまでにリチウムイオン電池、液晶ディスプレイ、有機EL等に関する話題提供とそれらの高性能化と普及に向けた課題が議論された。発電、電力供給システムとこれらの蓄電、省エネデバイス技術を包

括した今後の議論(合同フォーラム)は、我々が提言を行うにあたって必須であるように思われる。

フォーラムIIIは、「アジア環境」という、文理の広範な知識を持たぬ非専門家にとっては議論が容易でない難しい主題に取り組んできた。化石資源消費の規模とその増大が著しい中国の事例を対象とした問題解決のための政策(CDM等)、技術システム導入(ESCO等)についての話題提供がなされた。中国における省資源、CO<sub>2</sub>削減の困難さが浮き彫りになるとともに、アジアを包括した炭素資源利用の新しいあり方があるとすればそれは何か、という、極めて重く、新炭素資源学が避けて通れない概念の形成に向けた動きが必要だと痛感した。

以上に述べたフォーラムI~IIIはいくつかの合同フォーラムを経て、2010年6月に一堂が会し、あらためて合同討論を展開した(フォーラムの中間纏め)。四つのトピックス、すなわち、1. エネルギーベストミックス(キーワード例:石炭火

力発電の効率化、再生可能エネルギー)、2. CO<sub>2</sub>を考える(CCS、泥炭火災)、3. 省エネルギー(ヒートポンプ、化学産業の成長戦略)、4. アジア環境(中国の環境、エネルギー事情、都市設計)を企画側が用意した。まず参加者が四つにグループに分かれ、それぞれのトピックについて意見交換、討論を行い、ついで、纏められた意見を全体で紹介、改めて討論するというスタイルをとった。

約50名が参加したこの討論会は、時間の経過とともに徐々に白熱したものとなり、博士課程学生、とくに留学生諸君の活躍に助けられ、その結果、多くの異なる考え方、見方があるのを知るとともに、いくつかのコンセンサスも得ることができたように思われる。

この討論会では、以下が論点となった。  
(1) 世界の経済成長と炭素循環システム維持を両立できる炭素資源の利用法  
(2) 世界の経済成長と環境保全を両立する炭素資源の利用法(とくにアジアを対象として)  
(3) (1)、(2)を実現するための、先進国と

開発国の役割。  
筆者は一つのグループの討論においてモデレータを務めたが、アジア各国からの留学生が参加者の大半を占めたこのグループでは、大変興味深いコンセンサスや共通の興味を抽出できた。概要は以下の通り。

- ・我々が直面するのが温暖化、炭素資源供給の逼迫(将来的には枯渇?)、あるいはそれら双方であっても、炭素資源利用の効率化はアジア諸国にとって必須である。ただし、それには経済成長が伴うことが前提。
- ・経済成長と低炭素化の両立に向けては、CO<sub>2</sub>排出/GDPは一つの指標であり、現在の日本はそのモデルの一つ。ただし、それをアジアの他国へそのまま適用するのは合理的でない。GDP増大・炭素資源消費増大のリンクを断ち切る方法を「地域・国」を踏まえて見出すことができるか?
- ・アジア諸国の少なくとも一部は、炭素資源に恵まれ資源輸出力もある。炭素資源、とりわけ(現在のところそう呼ばれている)低品位炭やバイオマス資源の高付加価値化や超省エネ型の新化学産業を産

資源国において創出できないだろうか? 実現のための日本の役割は何か?  
・アジア共同体を指向すべき。資源・エネルギー・素材・化成品とこれらに係る産業についてアジアの国々が役割を分担する共同体形成の可能性があるのではないか? どの国が何を分担すべきか、できるか?

全体討論では非常に多くのコメントが披露され、それらを短稿に集約するのは難しいが、環境、化学産業に関するコメントを通じて垣間見えたのは、やはりアジア共同体の指向であった。上に述べた論点(3)の答えを示すには至らなかったが、アジア共同体があるとすれば、その中で各国が持続的に果たす役割(機能と言い換えても良い)を、地域や社会・経済システム、文化などを踏まえたうえで見出すことができるのではないか。さらに、それを基盤として、革新的な炭素資源利用、省エネルギー、環境保全のための基礎科学と技術への展開を提言できるのではないだろうか? 「科学と技術の融合」は言われて久しいが、これに対して、(個人的見解で、言い過ぎではあるが)国を越えた社会

学・科学・工学の融合品としての新炭素資源学があるかもしれない。

新炭素資源学フォーラムのこれまでを振り返った。これから考えるべきことばかりが現れた1年目であったが、これまでフォーラムに継続的に参加した博士学生諸君には、包括的(言い方を換えると守備範囲が広すぎてぼんやりとしか見えない)新炭素資源学を、「耳学問」であったとしても経験することによって、自身が行う特定専門分野の先端的研究を冷静に眺めたり、全体システムの中に位置づけて思考したり、ということが起こっているかもしれない。また、学生諸君のなかには、自信のある特定専門分野の知識とは異なり、研究者として持つべき教養(基礎も含めて)の不足を実感した者もいるかもしれない。もしそうであれば、フォーラムは、すでに一つの役割を担っていると言えるだろう。

引用文献

- 1) 永島英夫、新炭素資源学フォーラムの発足について、九州大学グローバルCOEプログラム 新炭素資源学 ニュースレター、vol. 2(2010)