第9回エコバランス国際会議 (EcoBalance2010) 報告(詳細)

南 齊 規介・工藤 祐揮・本藤 祐樹・林 清忠・松八重 一代・中島 謙一・村上 進亮・
本下 晶晴・橋本 征二・原 美永子・中島 道靖・稲葉 陸太・松野 泰也・篠原 嘉一

Conference Report on the 9th International Conference on EcoBalance (EcoBalance2010) (Detail report)

Keisuke NANSAI, Yuki KUDOH, Hiroki HONDO, Kiyotada HAYASHI, Kazuyo MATSUBAE, Kenichi NAKAJIMA, Shinsuke MURAKAMI, Masaharu MOTOSHITA, Seiji HASHIMOTO, Minako HARA, Michiyasu NAKAJIMA, Rokuta INABA, Yasunari MATSUNO and Yoshikazu SHINOHARA

1. はじめに

日本LCA学会の主催により、第9回エコバランス国際会議(以下、EcoBalance2010)が、2010年11月9日から12日にかけて東京の日本科学未来館で開催された。共催はLCA日本フォーラムおよびエコマテリアル・フォーラム、後援は農林水産省、経済産業省、文部科学省、国土交通省、環境省、協賛は学協会の82団体であった。協賛団体のうち(独)物質・材料研究機構からは協賛金の支援を受け、エコバランス国際会議としては初めてスポンサーを募り、以下の14の企業や団体から金銭的支援を頂戴した。

味の素株式会社、株式会社古河テクノマテリアル、株式会社日立製作所、塩化ビニル環境対策協議会、塩ビ工業・環境協会、KPMGあずさサステナビリティ株式会社、みずほ情報総研株式会社、NPO法人南信州おひさま進歩、パシフィックコンサルタンツ株式会社、PE INTERNATIONAL、株式会社リサイクルワン、TCO2株式会社、東洋紡エンジニアリング株式会社、日本ガス協会(順序は講演要旨集の掲載順と同じ)。

エコバランス国際会議は、1994年以来ライフサイクルアセスメント(LCA)について議論する会議として2年ごとに開催され、ライフサイクル思考に基づく持続可能性に

関する評価手法の開発や適用に関する議論をする場として発展してきた。9回目となる本会議は、日本国政府が国連で2020年に1990年比25%の温室効果ガス削減を明言したことを背景に、10年後にあたる2020年を一つの区切りと考え、会議のメインテーマを“Towards & Beyond 2020”と設定した。2020年へ向け、さらにその後に向けて、ライフサイクル思考を基盤とする研究手法がどのような貢献ができるか、またすべきかを多面的に議論することを目的とした。具体的には、エネルギーや鉱物資源、食糧や水資源の消費、交通、ライフスタイルといった多様な研究分野で生じている問題を共有し、その解決に向けた議論を通じて、持続可能な未来を着実に形成するために成すべきことについて、本会議が参加者間の相互理解を深める場となることを狙った。

EcoBalance2010にはこれまで同様、大学や学術研究機関の研究者を初め、政策担当者、企業の専門家やコンサルタントなど国内外から380名が参加した。このうち、147名が以下に示す28の国や地域からの海外からの参加者であり、非OECD加盟国からは57名の参加があった。

ドイツ(19名)、台湾(16名)、タイ(16名)、韓国(14名)、アメリカ(14名)、中国(11名)、オーストラリア(6名)、フィ

南 齊 規介(副実行委員長)・中島 謙一・稲葉 陸太/国立環境研究所/〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2

工藤 祐揮(副実行委員長)・本下 晶晴/産業技術総合研究所/〒305-8569 茨城県つくば市小野川16-1

本藤 祐樹(実行委員長)/横浜国立大学/〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-7

林 清忠/農業・食品産業技術総合研究機構/〒305-8666 茨城県つくば市観音台3-1-1

松八重 一代/東北大学/〒980-8579 仙台市青葉区荒巻青葉6-6

村上 進亮・松野 泰也/東京大学/〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1

橋本 征二/立命館大学/〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1

原 美永子/NTT エネルギー環境システム研究所/〒243-0198 神奈川県厚木市森の里若宮3-1

中島 道靖/関西大学/〒564-8680 大阪府吹田市山手町3-3-35

篠原 嘉一/物質材料研究機構/〒305-0047 茨城県つくば市千現1-2-1

Keisuke NANSAI(Vice chair), Kenichi NAKAJIMA, Rokuta INABA / National Institute for Environmental Studies / 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8506

Yuki KUDOH(Vice chair), Masaharu MOTOSHITA / National Institute of Advanced Industrial Science and Technology / 16-1 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8569

Hiroki HONDO(Chair) / Yokohama National University / 79-7 Tokiwadai, Hodogaya-ku, Yokohama 240-8501

Kiyotada HAYASHI / National Agriculture and Food Research Organization / 3-1-1, Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8666

Kazuyo MATSUBAE / Tohoku University / 6-6, Aoba, Aramaki, Aobaku, Sendai 980-8579

Shinsuke MURAKAMI, Yasunari MATSUNO / University of Tokyo / 7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656

Seiji HASHIMOTO / Ritsumeikan University / 1-1-1, Norohigashi, Kusatsu, Shiga 525-8577

Minako HARA / NTT Energy and Environment Systems Laboratories / 3-1 Wakamiya, Morinosato, Atsugi, Kanagawa 243-0198

Michiyasu NAKAJIMA / Kansai University / 3-3-35, Yamatemachi, Suita, Osaka 564-8680

Yoshikazu SHINOHARA / National Institute for Materials Science / 1-2-1, Sengen, Tsukuba, Ibaraki 305-0047

ンランド (5名)、イタリア (5名)、スイス (5名)、フランス (4名)、サウジアラビア (4名)、アラブ首長国連邦 (4名)、スペイン (3名)、スウェーデン (3名)、カナダ (2名)、マレーシア (2名)、ニュージーランド (2名)、ノルウェー (2名)、オランダ (2名)、オーストリア (1名)、ベルギー (1名)、チェコ (1名)、香港 (1名)、インド (1名)、インドネシア (1名)、シンガポール (1名)、イギリス (1名)。

日本国内からの参加者は233名であったが、このうち、51名は日本の大学や研究機関に所属する海外からの留学生や研究者などであり、非OECD加盟国からの参加者は24名を占めた。非OECD加盟国市民の会議への参加費をOECD加盟国市民と比べて大きく割引したこともあったが、81名 (57名+24名) もの参加があったことは、これまでのエコバランス国際会議では見られなかった特徴である。これは、今後もエコバランス国際会議がアジアを中心としながらも、ライフサイクル思考を基盤とする世界中の専門家が参集する会議としてより一層の役割を果たしていくことを示唆するものと考えられる。

本会議では、2件の基調講演、137件の口頭発表および112件のポスター発表が行われた。口頭発表は表1に示すように、8個の特別セッションと10個の一般セッションで構成され、それぞれ82件と55件の研究発表があった。特

別セッションは、農業・バイオマス資源、都市鉱山、水資源消費、アジアにおける経済と環境のデカップリング、持続可能性指標、新技術評価、マテリアルフローコスト会計、エコマテリアルに焦点を当て、最新の研究成果報告とともに、今度の課題や研究展望について活発な議論を行った。本報告では、オープニング、基調講演、特別セッション、クロージングの概要について紹介する。

2. オープニング

オープニングではまず、本会議の実行委員長である本藤祐樹氏 (横浜国大) より開会の挨拶が行われた。本藤氏は、本会議のメインテーマが「Towards and Beyond 2020」であることを紹介し、持続可能な未来のために、今後10年間つまり2020年までに私たちは何をすべきかを、いま決定する必要があることを指摘した。その上で、ひとつの意思決定は環境や社会経済に負の影響をもたらす可能性があるが故に、私たちは目の前の利益のみに目を奪われず、空間的そして時間的に離れたところで生じる間接的な影響も考慮して、つまり様々なトレードオフを考えたライフサイクル思考に基づき、意思決定することが重要であると述べた。

次に、国際アドバイザーボードの議長であるMatius

表1 セッション別発表件数

セッション分類	セッションタイトル	発表件数
基調講演	How should we shape our future? Beyond a low-carbon society (樽床伸二氏)	2
	Chemical risk management considering greenhouse effect (中西準子氏)	
特別セッション	Sustainable management of agricultural and biomass resources using the life cycle approach	24
	Sustainable mining from natural and urban reserves	13
	Advances of knowledge for assessing water resource use and consumption in LCA	4
	Decoupling environmental impact and resource use from economic growth in Asia	8
	Index and methods to assess socio-economic impacts and sustainability	5
	International standardization of environmental management accounting	5
	Applications of LCA to new-technology innovation	13
	Materials for raising environmental consciousness of consumers and promoting environmental practices of consumers	10
一般セッション	Theory and practice on supply chain analysis	4
	Design for sustainable transport	3
	Life cycle thinking on building	4
	Resource and environment in Asia	7
	Lifestyle & consumption	4
	International trade & waste management issue	4
	Carbon resource management in energy system	4
	New topics in LCA database	15
	Environmental education for life cycle thinking	5
	Risk assessment and management	5
ポスターセッション		112
合計		251

Finkbeiner氏から挨拶があり、エコバランスに参加する我々のコミュニティは、持続可能な未来とは何であるかを事実に基づき理解するための方法論やツールの提供をしていく必要があり、そのためにもLife-cycle-based suitability assessment methodの発展が重要であると述べた。

続いて、日本LCA学会の稲葉敦会長が、現在、商品や企業のカーボンフットプリントが注目を集めているが、学術的にはこれらは古典的な温室効果ガスのLCAである。しかし、LCAのコミュニティは、今こそ、“Real tool for business”としての新しい考え方を提示する時であると述べ、学術的に深化してきたLCAの実社会、とりわけビジネスにおける有用性を高めることの重要性に言及した。

3. 基調講演

3.1 樽床伸二氏による講演：How should we shape our future? Beyond a low-carbon society

衆議院議員である樽床伸二氏が「How should we shape our future? Beyond a low-carbon society」と題して最初の基調講演を行った。樽床氏は2009年より衆議院環境委員会の委員長を務めており、2010年6月まで委員長として日本の環境政策を先導してきた。樽床氏は講演の中で次のように述べた。

気候変動問題は国際社会における最大テーマであり、この世界の最大テーマに対応できない国は、遅かれ早かれ衰退していく。日本が世界の中で名誉ある地位を確立していくためにも、このテーマにしっかりと取り組む必要がある。一般に、人が発想を転換するには長い年月を要し、気候変動が世界最大のテーマになるにも約20年を必要とした。こうした発想の転換のタイムラグは、日本の気候変動に関する政策決定においても影響を与えてきた。2009年9月の鳩山前首相による国連での25%削減の提言は、発想の転換を推し進めるにあたり貢献したと理解している。

気候変動問題は20年から50年という長い期間に渡って取り組む必要がある課題であるからこそ、気候変動への対応は経済活動と両立させることが不可欠である。歴史的に見ても経済の進歩は技術の革新と表裏一体であり、これまでは、とりわけ日本では、便利さの追求で技術革新をしてきたが、これからは資源の有限性を踏まえたエネルギー分野の技術革新が重要であり、その社会に与える影響は大きい。そして、日本は世界の排出削減に貢献していくべきであり、現在、それを推進するための枠組み作りに取り組んでいる。ただし、世界のトップランナー技術でなければ、海外の排出削減には貢献できない。削減の限界コストが高い日本で技術を磨くためにも、国内の排出削減努力が必要である。

また樽床氏は、従来の製造現場にキャップをかける排出

権取引の仕組みではなく、商品のライフサイクルを通じた排出にキャップをかけるなど、技術革新を妨げない新しい排出権取引の仕組みの必要性に言及し、枠組み設計や計算方法などLCAの研究分野に期待するところが大きいと述べた。最後に、経済と環境を両立させるためには、技術革新と国内および世界の仕組みを整え、発想の転換をする必要がある。ライフサイクル思考が世の中に浸透すれば、多くの人の発想の転換に繋がるのではないかと締めくくった。

3.2 中西準子氏による講演：Chemical risk management considering greenhouse effect

2つ目の基調講演は（独）産業技術総合研究所安全科学研究部門長（当時）の中西準子氏から「Chemical risk management considering greenhouse effect」と題して行われた。中西氏は、従来より環境政策を適切に立案するには多種多様な環境リスクを定量し比較することの重要性を説いており、その研究功績に対して数々の表彰を受けている。紫綬褒章、日経BP BizTech Book賞、そして2010年10月4日には、文化勲章を日本政府より授与されている。中西氏は、講演の中で次のように述べた。

まず、2009年は日本の化学物質リスク管理の元年と言える。2009年4月に化学物質審査法（化審法）が抜本的に改定され、法律がハザードベースからリスクベースの規制へと変わり、リスクに基づく化学物質の評価と管理が日本でも広く実施されることになる。リスクベースの化学物質リスク規制に切り替えた今、化学物質の管理において重要なことは、リスクトレードオフを考えることである。リスクトレードオフを考慮しなかった典型的な失敗例として、DDT（Dichloro-diphenyl-trichloroethane）の使用禁止を挙げた。しかし、リスクトレードオフを取り扱うためには、複数のリスクを全て考慮し、異種のリスクを比較することが必要となる。中西氏は複数のリスクを扱うための原則的な枠組みとして、コスト、人の健康リスク、生態リスクを考慮する手法論を約20年前より提案してきた。

次に、中西氏は温暖化対策におけるリスクトレードオフの重要性を冷媒の事例研究を通じて指摘した。例えば、自動車エアコン用の冷媒をGWPの低さだけをみれば、CO₂を使用することが良いと判断できるが、その場合、自動車のライフサイクルCO₂を増加させる。総じて評価すれば、GWPはCO₂より高いがR-1234yf（CF₃CF=CH₂）の使用が望ましいと考えられる。もう1つの例として、ルームエアコン用の冷媒の事例を紹介し、リスク管理においては、常にリスク削減量が最大になる代替物を選択するだけでは不十分であることを説明した。そして、個別のリスクをde minimis risk程度に抑え、かつ、条約等によって求められる削減量の約束を履行できる範囲で、代替策の費用対効果

が高いものを選ぶべきと主張した。最後に結論として、以下の5項目を再確認し、de minimis riskという概念の有効性を提示して基調講演を終えた。

- [1] リスクの総和を推算する。
- [2] 総リスク削減量が最大になる代替物を選ぶ。
- [3] しかし、総リスク削減量のみを考えるだけでは不十分であり、他のいくつかの条件を考慮する。
- [4] 代替に伴うリスク削減の費用対効果と外的要請を考慮する。
- [5] ある地域やある個人にふりかかる個別のリスクについても十分な注意をする。

4. 特別セッション

先にも紹介したように、口頭発表は8個の特別セッションと10個の一般セッションで構成された。以下に特別セッションの内容について概要を記す。

4.1 特別セッション1: Sustainable management of agricultural and biomass resources using the life cycle approach (ライフサイクルアプローチによる持続可能な農業・バイオマス資源管理)

持続可能な農業・バイオマス資源の生産と利用は、将来の人間の食料消費とエネルギー・素材用の化石燃料使用量の削減に向けて重要な問題であると認識されており、食料・エネルギー・素材用としての資源の生産と利用に加え、土地利用、土地利用変化および林業（LULUCF）による環境影響や、肥料用としての天然資源の枯渇についても分析を加える必要がある。この特別セッションでは、持続可能な農業と食料、バイオエネルギーの生産と利用、バイオリファイナー、農工コンプレックス、農業残渣・廃棄物の利活用、LULUCFによる炭素放出と蓄積、生態系サービスと生物多様性、無機養分のMFA/SFA、省資源技術の開発など、ライフサイクル思考に基づく持続可能な農業・バイオマス資源管理に向けた様々な評価手法・結果および問題点を議論した。セッションオーガナイザーは工藤祐揮（産業技術総合研究所）、林清忠（農業・食品産業技術総合研究機構）、松八重一代（東北大学）が務め、6つのセッションで世界9カ国から、8件の招待講演を含む24件の発表が行われた。

8件の招待講演の概要は、以下の通りである。

Roland W. SCHOLZ氏（ETH Zurich）は、attributinal LCAとconsequential LCAの違いについて統一的な見方を説明し、どちらのアプローチが選択されるかによって、環境影響評価の結果には大きな違いがもたらされることを示した。その上で、スウェーデンでのバイオエタノール増産の事例、すなわち2020年までに脱石油社会を構築

するという国家戦略に基づいて決定されたバイオエタノールの増産に関する事例を分析した。

Bastian WITTSTOCK氏（University of Stuttgart）は、土地利用の影響評価を行うために開発されたツールであるLANCA（Land Use Indicator Calculation Tool）の概要を説明した後、日本におけるバイオマス利用システムへの適用事例（6事例）を報告した。その中で、このアプローチの有用性、データ収集に関するガイドラインの重要性を示した。

Lise LAURIN氏（EarthShift, LLC）は、トータルコストアセスメント（TCA）によって、バイオ燃料生産への投資に関するコストとベネフィットを分析した。とりわけ、投資プロジェクトの持続可能性を評価するとともに、投資の不確実性を将来獲得されるであろう収益のレンジ（best, probable, worst）によって示した。

Rolf FRISCHKNECHT氏（ESU-services Ltd.）は、日本版エコロジカル・スケアシティ手法の開発に関する報告を行った。この手法は、スイスのエコファクター手法の最新版（2006年版）に基づいている。同手法を日本におけるエネルギー作物栽培の評価に適用し、栽培法の技術改善により、環境負荷をどの程度低減できるかを示すことができた。

Evan M. GRIFFING氏（Environmental Clarity, LLC）は、デザインベースの方法論を用いて作成した主要な化学肥料のライフサイクルインベントリに関する報告を行った。対象とした肥料は、塩化アンモニウム、硫酸アンモニウム、リン酸アンモニウム、過リン酸石灰、塩化カリウムである。また、ecoinventとの比較により、方法論の妥当性、インベントリデータの特徴を検討した。

David A. VACCARI氏（Stevens Institute of Technology）は、世界におけるリンの需給状況について報告を行い、統計モデルを用いた解析によりリン鉱石供給のピーク予測を行った。

大竹久夫氏（大阪大学）は廃棄物からのリンの回収技術について報告を行った。排水汚泥ならびに焼却灰はリンの回収において大きなポテンシャルを持っており、我が国における持続的なリン資源管理において重要な地位を占めていることを指摘した。また我が国において産官学連携でリンリサイクルを推進するリン資源リサイクル推進協議会の活動についての紹介もあわせて行われた。

Shabbir H. Gheewala氏（King Mongkut's Univ. of Technology Thonburi）は、ライフサイクルアプローチを用いたバイオマスのエネルギーと環境分析の研究成果（サトウキビ、パーム油、ジャトロファ）を紹介し、持続的なバイオマス資源管理のためには副産物の有効利用が重要であることを指摘した。また様々なライフサイクルステージ

のトレードオフを捉えるためには、燃料、電力の生産に加え、バイオマスから生産される付加価値のある化学製品を生物変換プロセスに統合する、いわゆる「バイオリファイナー」のライフサイクルアセスメントが必須であると結んだ。

4.2 特別セッション2: Sustainable mining from natural and urban reserves (持続可能な資源利用 ～鉱山と都市鉱山～)

本特別セッションでは、「持続可能な資源管理」のあり方を考える事を目的として、3つのセッションにまたがって、3件の招待講演を含めた12件の発表が行われた。3つのセッションを通じて、会場は盛況であり、資源経済学、材料科学、環境科学、物質フロー分析 (MFA/SFA)、LCAといった幅広い知見に基づいた議論が行われた。

第1セッションでは、馬鴻文氏 (国立台湾大学) による招待講演を含めて、アジア地域における亜鉛とカドミウムを対象としたMFA/SFAに関する研究発表が4件行われた。馬氏は、台湾における製鋼業および電気炉ダストの発生状況について紹介した。また、MFA/SFA手法により鉄資源循環に伴う亜鉛フローを明らかにすると共に、亜鉛原料の供給源としての電気炉ダストの可能性とWaelzプロセス等の中間処理プロセスの重要性を示した。

第2セッションでは、中村崇氏 (東北大学) による招待講演を含めて、3件の発表・報告が行われた。中村氏は、環境管理の視点から鉛製錬におけるブラウン管 (CRT) ガラスのリサイクルについて紹介した。CRTガラスのリサイクルにおいては、再度CRTガラスとして水平リサイクルする事が容易であるが、近年は、日本国内におけるCRTテレビが製造中止になると共に、他アジア地域におけるCRTガラスの需要も減少しつつある。この問題を受けて、1つの解決策として、鉛製錬におけるCRTガラスの利用の可能性が示された。討論において、会場から欧州におけるCRTリサイクルの現状についてのコメントがあった。また、霜島洋氏 ((独) 石油天然ガス・金属鉱物機構、JOGMEC) から、JOGMECによる鉱山における鉱害防止の取り組みについての紹介が行われた。現在、世界中の鉱山業界で酸性坑排水 (AMD: Acid Mine Drainage) の処理が問題になっているが、我が国においても例外ではない。むしろ、我が国においてはほぼ全ての鉱山が休止、ないしは閉山されており、その処理を担当すべき企業が既に倒産している場合なども多く、政府が対応を余儀なくされている。

第3セッションでは、Sangwon Suh氏 (University of California in Santa Barbara) による招待講演を含めて、5件の研究発表が行われた。Suh氏は、産業間の金属の物質フローを把握・解析するための手法として、ハイブリッド

型産業連関表に基づくGoshianモデルの有用性と韓国経済への応用についての報告が行われた。鉛、亜鉛、マンガン、アルミニウム、モリブデンの5つの金属についての解析結果が紹介された。この他、竹田修氏 (東北大学) から、冶金学的な観点から、熱力学解析モデルを用いた金属の回収可能性・不純物の除去可能性についての報告などがあり、資源利用・資源管理に関する広い議論が行われた。

4.3 特別セッション3: Advances of knowledge for assessing water resource use and consumption in LCA (LCAにおける水資源と消費に関わる評価)

人間生活にとって水資源はその他の資源と同様に必要不可欠な資源である。水は基本的に再生可能資源として捉えられ、これまでのLCAでは水資源の利用・消費に関する評価について十分な議論がなされていない。しかしながら、世界における人口増加や経済発展に伴う水需要の増加が予測されていることから、LCAにおいてもウォーターフットプリントのように水資源の利用・消費に関わる評価に注目が集まってきている。そこで、LCAにおいて水資源の利用・消費に関わる先進的な知見を共有し、今後の望ましい研究課題や方向性について議論することを目的として本特別セッションが企画された。非常に関心が高まっているトピックであり、全7件の口頭発表 (4件のポスター発表のショートプレゼンテーション含む) が行われ、会場にも多くの聴衆が集まっていた。

本特別セッションの招待講演者であるAnnette KOEHLER氏 (ETH Zurich) から水利用・消費に関わるインベントリ分析およびインパクト評価に関する手法開発の動向、ならびに開発された手法間のギャップに関する指摘や適用可能性について紹介された。同氏によると、インベントリ分析やインパクト評価のための指標や手法が既にいくつか開発されているが、これまでのインベントリ分析で得られる情報とインパクト評価に必要な情報にはギャップがある。水資源の利用・消費に関わる影響を評価するためには投入水量だけでは情報として不十分であり、使用の状況 (利用/消費/枯渇)、水源の種類、水源や排出先の地理的情報が影響評価のためには必要となる。こうした必要な情報のギャップとインベントリデータを収集する際の負担とのバランスをうまく均衡させたインベントリ分析・インパクト評価のための指標や手法の開発が必要であると指摘された。

インベントリ分析におけるツール開発の動向としては、産業連関分析法に基づいたウォーターフットプリントのためのデータベース開発について、Jing LIU氏 (早稲田大学) からは中国を対象とした事例、小野雄也氏 (東京都市大学) からは日本を対象とした事例の紹介があった。インパクト

評価手法の開発事例として、本下晶晴氏（（独）産業技術総合研究所）からは農業用水の不足に伴う健康被害評価手法について、Francesca Verones氏（ETH Zurich）からはペルーにおける牛乳生産に起因する陸生生態系への影響評価について報告された。適用事例の紹介としては、Ramon FARRENY氏（Univ. Autònoma of Barcelona）から地中海地域における雨水利用システムの評価事例について、Young Deuk KIM氏（Rural Research Institute of KRC）からは灌漑施設の評価事例についての発表があった。

LCAにおける水資源の利用・消費に関わる影響評価のための様々な手法が開発されつつあるが、水利用形態、水源や利用地域によってその影響が異なることを認識する必要がある。本セッションを通じて、インベントリ分析の指標・手法とインパクト評価手法に必要な情報のギャップなど、異なる手法間での整合性を確保する必要があることが今後の課題として認識された。

4.4 特別セッション4: Decoupling environmental impact and resource use from economic growth in Asia (アジアの経済成長と環境影響および資源消費とのデカップリング)

アジアでは経済の急速な経済成長に伴い、資源消費と温室効果ガス排出量の増加が顕著になっている。また、大気汚染、水質汚染、土壌汚染、廃棄物といった従来の環境問題も深刻化している地域も存在する。国立環境研究所の南斉規介氏と橋本征二氏が企画した本特別セッションは、今後もアジア経済を成長させながら、上記の環境問題や資源の大量消費を抑制する、すなわちデカップリングに向けた方法論や実際の取り組みについて議論することを目的とし、次の研究報告が行われた。

まず、国立環境研究所の赤木純子氏から「アジアにおけるGHGインベントリ整備に関するワークショップ」に参加する12のアジアの国々のGHG排出および吸収量について、現状の推計結果と精度に関する問題点について報告があり、農業部門とLULUCF (Land-Use and Land-Use Change and Forestry) 部門の推計方法の改良が重要と示唆された。

本セッションでは、中国のエネルギー研究所からJiang Kejun氏を招待講演者として招いた。Jiang氏は、IPACモデル群による中国の中長期的な経済成長とエネルギー消費量およびGHG排出量のシナリオに基づく予測結果を報告した。2030年を中国のGHG排出量のピークとするにはエネルギー転換技術、再生可能エネルギー、原子力エネルギーの導入など技術的政策に加え、炭素税、排出権取引等の制度的政策の必要性を示唆した。また、中国の低炭素化にとって重要となる新エネルギー技術の中には、中国以外での技術開発の進展に委ねるものもあるが、IGCC (Inte-

grated coal Gasification Combined Cycle) などのクリーン石炭技術の開発については、中国国内の潜在的需要も多く見込まれる。そのため、こうした分野に対する研究開発の重要性を訴え、中国が環境技術で世界の主導的立場になれば、経済と環境の両面で中国に大きな利益となると結論付けた。

次に、国立台湾大学のChia-Wei CHAO氏は、ハイブリッド多地域間ライフサイクルアセスメント法 (HMR-LCA) を用いて、台湾の産業活動とエネルギー構造の変化を考慮し、2020年における潜在的な環境負荷量を推計した。その結果、台湾の「低炭素成長政策」に関連する政策目標に基づいて、経済、産業活動および技術的なシナリオを設定し、輸出入による影響も考慮した結果、2020年にはGHGだけでなく健康影響や水資源消費などの他の影響も増大する可能性を示唆した。

アジアリニューアブルズのWilliam II Young BYUN氏からバイオマスなどの再生可能エネルギー資源は、従来の石炭火力のような大規模に中心的拠点に設置するトップダウン型の導入ではなく、地域経済を活性化し、環境面でも負荷が低い導入方法がアジアの経済と環境のデカップリングには必要だとの報告が具体的事例を交えてあった。

豪国CSIROのHeinz SCHANDL氏は、アジア太平洋地域の物質利用量と資源生産性について報告した。各地域の1970年から2005年までの資源消費の変化を解析し、IPAT法に基づき2030年および2050年における資源消費と資源生産性に関してシナリオ分析を行った。 $I = P \times A \times T$ 、 $I = DMC$, $P = \text{Population}$, $A = \text{GDP/Capita}$, $T = DMC/\text{GDP}$ と定義し、これまでのIにはAの寄与が大きいことを明らかにし、貧困の克服と物質消費の削減の同時達成の難しさに言及した。また、将来シナリオでは完全雇用を確保する場合、物質利用の効率性を高めるだけでは、アジア太平洋地域の物質消費の低減の見込みは限定的であることを示した。

国立台北大学のGuan-Lin LU氏は、台湾経済のEconomy-wide MFAの結果と資源生産性に関連する指標を計測した。DMI (Direct Material Input) は2006年まで増加したが、2007年以降、世界的な経済不況の影響により減少に転じたことを示し、GDP/DMI、DPO (Domestic Processed Output) /GDP、per capita DMI、per capita DPO、per capita GDPを1987年から2008年までの経年変化を考察し、輸出を中心とする台湾経済の特徴に言及した。

Chulalongkorn大学のSuthira Puangsiri氏は、タイの自治体が導入する「都市ごみ預金システム」の効果をリサイクル量と環境負荷量の変化に着目して分析した。都市ごみ預金システムでは、地域の人々は銀行に廃棄物口座を開設し、リサイクル可能な廃棄物を地域の廃棄物収集セン

ターに売却することによる収益を預金する。このシステムの導入により、最終処分量と環境負荷の低減のみならず、市民のごみ処理の行動を変え、更には廃棄に関してより強い関心と責任感を生むという新しい文化の形成にも貢献したと報告した。

最後に、南斉規介氏がGLIO (Global link input-output model) により日本が国内外に誘発するGHG排出量の定量結果を報告した。加工度の異なる日本の商品について、グローバルなGHG誘発構造を解析し、国際貿易のネットワークに着目した排出構造の視覚化を行った。商品毎に大きく異なるGHG誘発構造が存在することを同定し、今後の商品需要変化の適切な見通しが、国内外の効率的なGHG削減において重要であると指摘した。

4.5 特別セッション5: Index and methods to assess socio-economic impacts and sustainability (社会・経済影響およびサステナビリティ評価のための指標と手法)

LCAは製品およびサービスの環境影響を定量化するための共通手法としてすでに標準化され、実用化されている。しかしながら、実際にサステナブルな生産および消費を行うためには、環境だけでなく、経済や社会といった側面を含めた多くの視点を考慮する必要がある。今後10年間に、ライフサイクルアプローチを利用した社会影響評価、社会経済分析、サステナビリティ評価はますます重要な役割を担うことが期待されている。本特別セッションオーガナイザーは本藤祐樹氏(横浜国立大学)、原美永子氏(NTT環境エネルギー研究所)が務め、技術、製品およびサービスの社会・経済評価手法および指標開発、適用について議論するためのプラットフォームを提供することを目指した。

本セッションでは6件の発表が行われた。招待講演者であるMatthias FINKBEINER氏(T U Berlin)は「ライフサイクルサステナビリティ評価～LCAの社会的・経済的側面の統合」と題した基調講演を行い、サステナビリティ指標開発の国際的な背景について振り返り、環境および社会経済影響を考慮した新たなサステナビリティ指標であるライフサイクルサステナビリティダッシュボード(LCSD)の概要を説明した。Guido SONNEMANN氏(UNEP DTIE)はUNEPのソーシャルLCAについて、ライフサイクルイニシアティブにおける資源マネジメントのための評価ツールの開発活動について紹介した。高橋和枝氏(NTT)は、社会影響の貨幣価値指標であるGross Social Feel-good Index (GSF) について紹介し、日本とフランスでのテレビ会議の評価結果を比較分析した。Johanna Elisa LAAKSONEN氏(Aalto University)は、フィンランドのデパートにおけるサプライチェーン管理の

意思決定ツール開発に関する概要を説明した。江口里佳氏(慶應大学)は、建物への断熱材の利用による居住者の健康と社会的な福利厚生への経済的な利点について、アンケートに基づく定量的な評価結果を報告した。

社会・経済影響評価に関して関心が高まりつつあり、環境と社会・経済とを適切につなげるためには、実用的な評価ツールと手法論の双方が求められている。社会影響評価では、評価方法に関する合意を形成するための標準化などの「トップダウン型」アプローチとともに、今回発表されたケーススタディのような「ボトムアップ型」アプローチが必須であると総括された。

4.6 特別セッション6: International standardization of environmental management accounting (環境管理会計の国際標準化)

マテリアルフローコスト会計(MFCA)は、世界的に認められた有用性の高い環境管理会計手法である。2007年から、MFCAの一般的な枠組みを国際的に標準化しようとする作業が進められており、2011年度にはISO14000ファミリーのISO14051として発行される予定である。このような国際標準化の動向を踏まえて、サステナビリティを達成するためのMFCAの可能性を議論することが本特別セッションの目的であった。このセッションでは、MFCAのISO化によってサステナブルマネジメントが実現される実務的かつ理論的な可能性に関する発表と、MFCAの企業事例やMFCAの高度化研究に関する発表が行われた。なお、このセッションは、ISO14051発行作業における日本代表エキスパートである中畠道靖氏(関西大学)によって企画された。

本セッションでの招聘講演者であるBernd WAGNER氏(University of Augsburg, Germany)はMFCAの考案者で、ISO14051発行作業におけるドイツエキスパートの1人でもあり、今回、「2020年に向けての挑戦におけるMFCAの役割」(The Role of MFCA in Coping with the Challenges of 2020)という論題で講演した。この講演の中で同氏は、トリプルボトムライン(経済・社会・環境)での業績を達成するMFCAの可能性と役割を強調した。また、特に「世界的なレベルで人工的なマテリアルフローを支配することは、地球上に人類が存在する上で不可欠である。MFCAは、マテリアルフローをコントロールし、国際的なレベルでの持続可能性に対する人類の経済・環境・社会での影響を支配して、コントロールするためのツールである。今日、我々はまだ経済成長を基礎としたマテリアルと対峙するようなマテリアルの環境と社会の影響を世界的に制限するには至っていない。しかしながら、我々は待つことは出来ない。我々は、ミクロ経済における企業レベルから、トリプルボ

トムラインという観点でのマテリアルフローのコントロールに着手することができる。このことによって、個々の企業の長期的な生き残りやサステナビリティが、グローバルなマテリアルの統治に向けた発展に寄与することができる。我々は我々の未来を予測することができない、しかし、未来にそれが可能であるかないかの条件を我々が今、確認することはできる。」ということが、この特別セッションで重要な点だと語った。

この特別セッションの他の4つの発表は、古川芳邦氏（日東電工）・立川博巳氏（プロファームジャパン）による「ISO14051の国際標準化の経過とその内容（The international standardization process and contents of ISO14051）」、沼田雅史氏（積水化学工業）による「積水化学工業グループにおける資源生産性向上のためのMFCA企業マネジメント（Case study of corporate management by MFCA to promote material efficiency on the whole of group companies in SEKISUI Chemical）」、原田聖明氏（オムロン）による「オムロンにおけるMFCAによる生産マネジメントとサプライチェーンマネジメント（Case study of manufacturing management by MFCA, including supply chain management in OMRON）」、最後に、中畠道靖氏・木村麻子氏（関西大学）による「企業の内部情報と外部情報の両側面に活用できるMFCAによるサステナブルマネジメント情報（Modeling of sustainable management information by MFCA to use as internal and external corporate information）」であった。

MFCAは日本ではプロセス、特に工場での生産プロセスでの資源生産性向上に活用されてきた。しかしながら、MFCAはビジネスプロセスにおいてMFCAマネジメントの範囲と規模を自立的に拡張しようとする傾向がある。積水化学工業での事例では、ビジネスプロセスでの廃棄物とロスを削減し、企業のサステナブルマネジメントのひとつの業績評価としてMFCAによる削減成果を評価し、企業グループ全体のPDCA（plan-do-check-act）サイクルによるマネジメントを構築している。企業マネジメント手法としてMFCAが活用されている事例である。続く、オムロンの事例では、まず製造プロセスでの資源生産性に見える化手法としてMFCAを導入し、さらにマテリアルロスの発生原因を明らかにするためにMFCA分析をサプライチェーンに拡張している。オムロンとサプライヤーとのサプライチェーンでの親密なコミュニケーションによってマテリアルロスの削減活動を共同で実施している。

これらの事例は典型的なエコイノベーション（eco-innovation）と呼ぶことができるであろう。ISO14051が発行されれば、このようなエコイノベーションがビジネスプロセスでより促進されると考えられる。MFCAの新し

い機能や有用性を開発・発展させることで、MFCAによるエコバランスやサステナビリティ（EcoBalance and Sustainability）が達成されるようにすることが重要であろう。そして、MFCAの成果はグローバル社会におけるサステナビリティのひとつの指標になるであろう。資源生産性という観点から、MFCAはグローバル市場の製品とサービスに関するビジネスプロセスの優先順位を明示することが出来るようになるであろう。

今回の特別セッションでの討論において、資源生産性情報をどのようにして社会に提示し、その情報をどのように活用すればいいのか、また企業の外部情報として利用する場合にはどのような内容が必要となるのかを検討することが、将来の課題として挙げられた。また具体的には、ISO14051が発行され世界でMFCA的な思考が普及した場合に、MFCA情報を効果的に活用してサステナブルマネジメントを構築するための戦略が必要であると話し合われた。最後に、次回のエコバランス国際会議において、改めてこの議題に関して討論する機会を持つことを約束して終了した。

4.7 特別セッション7：Applications of LCA to new-technology innovation（環境関連技術革新へのLCAの適用）

本特別セッションの大きなテーマは「環境関連技術革新へのLCAの適用」である。13件の研究発表が選ばれ、大きく分けて3部構成となった。本特別セッションの担当は、稲葉陸太氏（国立環境研究所）と松野泰也氏（東京大学）である。

第1部では、バイオマス利用に関する研究が3件報告された。具体的には、日本の自治体におけるバイオマスタウン構想の傾向分析、ノルウェーの森林産業シナリオの比較評価、そしてドイツの森林産業の複合システムのモデル分析である。質疑応答では、技術システムに関連する社会経済的な要素が重要課題の1つとして抽出・議論された。

第2部では、新素材や新技術に関する研究が6件報告された。それらの題目は、情報通信技術（ICT）の事例研究による生産システム評価、インターネット会議手法における環境性能の比較、カーボン・ナノチューブ（CNT）複合素材の影響評価、炭素固定・貯蔵技術（CCS）の環境影響の比較、廃電気電子機器（WEEE）のマテリアルフローと価値の分析、および水素を基盤とする交通を事例とした技術革新に向けた複合LCAの提案である。このまとまりでの重要課題は、システムを比較するときの機能単位の設定、データの不確実性によって結果に幅が出た場合の解釈、複数の影響項目に対する包括的な評価手法、およびマテリアルフローの変動要因である。

第3部では、主に電気自動車（EV）と関連技術システムにLCAを適用した研究が4件報告された。EVは、日本においても2010年に商業生産が始まるなど、関心と話題を集めている。本セッションでは、海外の事例としてルノー社から、日本の事例として日産自動車と産業技術総合研究所から、EVのLCAについて報告がなされた。加えて、EVの導入がアルミのマテリアルフローに及ぼす影響の分析が東京大学から報告された。EVのLCAでは、環境負荷が高いリチウムイオン電池の再使用もしくは共有によって環境負荷が削減できることが報告された。加えて、EVの1回充電による最長走行距離は、電池容量によって異なる。一般に、電池容量が小さければ、最長走行距離は短くなるが、車体軽量化で環境負荷は小さくなる。内燃機関自動車に対する従来のLCAでは、機能単位を「10・15モードでの10年間10万km走行」と定義してきた。しかし、EVに関して、1回充電による最高走行距離を考慮せず、走行年数と生涯走行距離で単純に機能単位を決めて良いか、議論が分かれるところである。この点に関しては引き続き議論が必要である。

4.8 特別セッション8: Materials for raising environmental consciousness of consumers and promoting environmental practices of consumers (消費者の環境意識を高めて環境行動に繋がる素材)

エコマテリアルとは、製品性能をライフサイクル環境負荷で割ることによって定義される製品の環境効率を高める材料である。すなわち、製品性能を向上させるか、ライフサイクル環境負荷を減少させる材料をエコマテリアルと呼ぶ。エコマテリアルの開発は、これまで製品の環境効率を向上させることに貢献してきた。しかし、環境効率の高い製品（エコプロダクツ）が普及してきたにも関わらず、日本の民生部門からのGHG排出量は増加してきている。この状況が意味するのは、GHG排出量のコントロールはエコプロダクツの普及だけでなく、それを利用する側が大事であるということである。この特別セッションでは、エコマテリアルの新しい側面、すなわち製品を造る側からだけでなく利用する側から観たエコマテリアルについても議論がおこなわれた。口頭発表は全部で10件で、篠原氏による開会講演に続いて、Zhang氏（中国）および梅澤氏（日本）、さらにはBenedetti氏（イタリア）の招待講演があった。一般講演として、日本からは阿部氏、橋本氏、古屋氏および醍醐氏がエコマテリアルの新しい観点について、タイからはMungkalsiri氏が買い物袋に関する興味深い調査結果、イギリスからはDimitrakali氏が建築産業をエコに導くための方法が発表された。本セッションを通して、材料を作る側、製品を作る側およびそれらを利用する側

（市民）の間の情報伝達が、エコマテリアルの新しい側面において鍵を握ることが確認された。

5. クロージング

クロージングでは、112件のポスター発表の中から選ばれたエコバランス国際会議ポスター賞の受賞者が発表された。ポスター賞は1次審査による候補者の選定と2次審査による投票結果に基づき、Gold poster award（金賞）、Silver poster award（銀賞）、Bronze poster award（銅賞）の3つの賞を選考した。

ポスター賞の選考は、まず第1次審査として実行委員会委員による講演要旨の査読を行い、第2次審査へ進むポスター賞候補（8件）を選定した。講演要旨の査読は講演要旨から著者名、所属、連絡先、参考文献を全て削除するダブルブラインド方式により行われた。第2次審査は、11月12日に行われたポスターセッション中に実施され、24名のポスター賞審査員が総合的見地から各候補者を評価した。審査員1名につき6つのポスターを割り当てたため、18名の審査員が1つのポスター賞候補を審査した。

第2次審査には、国際アドバイザーボードから9名、海外の招待講演者やセッション座長等から11名、日本LCA学会理事から4名の方々にご協力をいただいた。以下の審査員に心より感謝申し上げる。

Prof. Bruno De BENEDETTI, Dr. Marc-Andree WOLF, Mr. Mark J. GOEDKOOOP, Dr. Martin BAITZ, Dr. Rolf FRISCHKNECHT, Prof. Yuh-Ming LEE, Dr. Annette KOEHLER, Prof. Sangwon SUH, Prof. Shabbir H. GHEEWALA, Dr. Lise LAURIN, Mr. Bastian WITTSTOCK, Dr. Evan GRIFFING, Prof. David A. VACCARI, Prof. Hwong-wen MA, Prof. Kejun JIANG, Prof. Di ZHANG, Dr. Andreas CIROTH, Dr. Witold-Roger POGANIETZ, Dr. Heinz SCHANDL, Dr. Jan Minx, Prof. Hirokazu KATO, Dr. Atsushi TERAZONO, Prof. Yasushi KONDO and Prof. Yasushi UMEDA

Gold Poster Awardの受賞者には、賞状と賞金、そして記念の盾が日本LCA学会副会長の森口祐一氏から贈呈された。また、Silver Poster AwardとBronze Poster Awardの受賞者には、賞状と賞金が授与された。受賞者は以下の通りである。

Gold Poster Award

Miyata, N., Kikuchi, Y., Hirao, M. (2010): Scenario Analysis on Pulp and Paper Flow for the Design of Paper Recycling System, *Proceedings of The 9th International Conference on EcoBalance*, P-106 (in CD-ROM), Tokyo, Japan.

Sliver Poster Award

Yamanari, M., Adachi, K., Dowaki, K., Sadamichi, Y. (2010): A System Analysis of Bio-ethanol Produced from Cassava and Sugarcane in Northern Thailand, *Proceedings of The 9th International Conference on EcoBalance*, P-073 (in CD-ROM), Tokyo, Japan.

Bronze Poster Award

Goto, Y., Kagawa, S., Kudoh, Y., Nansai, K. (2010): Structural Decomposition Analysis of the Automobile Gasoline Consumption and the Sensitivity Analysis, *Proceedings of The 9th International Conference on EcoBalance*, P-114 (in CD-ROM), Tokyo, Japan.

クロージングの最後に、本会議の実行委員長である本藤氏より閉会の挨拶が行われた。本藤氏は、本会議における議論、そして本会議で形成された新しいネットワークが、参加者の今後の研究活動やビジネスに生きることを確信していると述べた。そして開会の挨拶でも述べたように、持続可能な未来のためには、広く様々なトレードオフを考慮して意思決定がなされること、すなわちライフサイクル思考に基づく意思決定が不可欠であることを強調して会議を締めくくった。