第7回エコバランス国際会議開催報告： 私たちの将来社会をシステム思考で設計する

本藤 祐樹

Conference Report on the Seventh International Conference on EcoBalance: Designing Our Future Society Using Systems Thinking

Hiroki HONDO

1. はじめに

第7回エコバランス国際会議が、2006年11月14日から16日にかけて、つくばの国際会議場「エポカル」で開催された。本会議は、日本LCA学会を始めとして、未踏科学技術協会、農業環境技術研究所、産業環境管理協会、建築環境・省エネルギー機構、環境情報科学センターによって主催された。3日間の開催期間中、大学、企業、研究所、コンサルタントなど幅広い分野から総勢366名が本会議に参加した。海外からの参加者は79名であり、韓国の14名を筆頭に、ドイツ、イタリア、スイス、台湾、アメリカ、オーストラリア、スウェーデン、中国、フランス、ベルギー、ブラジル、カナダ、デンマーク、インド、オランダ、ノルウェー、ルーマニア、タイの20カ国からの参加を得た。

エコバランス国際会議はライフサイクルアセスメント(LCA)を原点として1994年に始まった。その後、隔年開催され、システム思考に基づく持続可能性評価に関する手法開発そしてその実践に関する情報交換そして議論の場として発展してきた。本会議における過去の議論を踏まえて、第7回エコバランス国際会議では、その副題を「私たちの将来社会をシステム思考で設計する」とした。

第7回エコバランス国際会議では146件の口頭発表と94件のポスター発表が行われた(Table 1)。LCA、環境効率、産業連関分析 (IOA)、環境会計など手法に関する報告から、建築物、自動車、電気電子製品、農業などの各分野における実践的な報告まで幅広い発表で構成されていた。240件の報告は、プレナリーセッション、5つの特別セッション、15の一般セッション、そしてポスターセッションにて行われた。

第7回エコバランス国際会議では、12年前に本会議が初めて開催されて以来、初めての試みとして、特定の話題に焦点をあてた5つの特別セッションが設けられた。これらのセッションでは、その主題に関する論点そして今後の研究課題を抽出することを目的とし、セッションの最後に20分間の総合討論が設定された。各セッションのトピッ

Table 1. Sessions and the number of presentations in the 7th ICEB

Sessions		Number of Presentations
Opening Plenary Session		2
Special Platform Sessions	Energy and Sustainability	12
	Eco-Industrial Development	7
	Eco-Efficiency for Information and Communication Technology	7
	Flow Management for Process Innovation and Sustainability	5
	Waste Management and Recycling	7
	Sub Total	38
Regular Platform Sessions	Inventory Analysis	5
	Impact Assessment	7
	Eco-efficiency and Indices	7
	Ecodesign / Environmental Accounting	5
	Input-Output Analysis	8
	Buildings	6
	Electronic Equipment	6
	Cars & Materials	8
	Infrastructure and Public Services	8
	Agriculture	5
	Material Flow Analysis	8
	Life Cycle Management	6
	Database and Software	8
	Sustainable Consumption	8
	EcoMaterial	11
	Sub Total	106
Poster Session		94
Total		240

クに興味のある参加者が1つの会場に集まり議論するというこの試みは、参加者には好評であったようである。特別セッションの発表および議論に関するまとめはクロージングセッションにおいて報告された。この報告のエッセンスは第3章にて述べる。

なお、第7回エコバランス国際会議の関連行事として以下の3つのワークショップが開催された。

- 5th AIST Workshop on LCA for APEC Member Economies “LCA of Global Supply Chains from production through to end of life management” (11月14-15日)
- The 2nd International Workshop of NEDO Grant Project “International Development and Standardization of Environmental Information Indices of Materials” (11月15日)

● NIES Workshop on Resource Consumption (11月17日)

以下では、2人の招待講演者による基調講演を中心としたオープニングプレナリーと、5つの特別セッションのまとめを中心としたクロージングプレナリーについて紹介する。

2. オープニングプレナリーセッション

国際アドバイザーボードの委員長である東京大学の山本氏が、社会全体にエコイノベーションを行き渡らせるためにはLCAを始めとしたエコバランス手法が益々重要になることを指摘し、開会の挨拶とした。開会挨拶に引き続き、森口氏が司会を務めるオープニングプレナリーセッションでは、2人の招待講演者による基調講演が行われた。

2.1 基調講演 1

持続可能性に焦点をあてた小規模ながら世界的なコンサルティング会社であるAtKissonグループの代表者（CEO）であるAtKisson氏が最初の基調講演を行った。AtKisson氏は、持続可能性に向けて研究者が創り出す情報と意思決定に求められる情報との間に存在する大きなギャップについて講演を行った。

通常、持続可能性に向けた研究と意思決定プロセスの間には大きな隔たりがある。それゆえに、その距離を縮めること、すなわち、意思決定者に送られる「シグナル」のスピードと透明性が極めて重要となる。持続可能性に関する知識の伝達を改善するためには、研究によって創り出された知識が意思決定や行動に届くまでのプロセスを記述した社会モデルである「シグナル・パス・アプローチ」が有効である。そのプロセスは、Figure 1に示されるように10段階からなっている。ある現象が生じた後(Stage 1)、データが収集され(Stage 3)、LCAやシステム・ダイナミクスのような分析手法を用いて重要なパターンやダイナミクスが明らかにされる(Stage 4)。分析結果は、非専門家が理解できる「シグナル」へ翻訳され(Stage 5)、様々な媒体を通して伝達される(Stage 6)。その後、シグナルはフィルターにかけられ、既存の価値観や考え方にしたがって価値が与えられる(Stage 7, 8)。最終的に、そのシグナルは意思決定者に到達する。

創生された知識がその旅を生き残り、最終的に行動へ影響を与える可能性を高めることにおいて、FilteringとEvaluatingが重要な段階となる。私たちは、翻訳されたシグナルを受け入れることは私たちの根本的な信念や価値観の変更を迫るかもしれないことをわかっているが故に、そのシグナルをふるいにかけて取り除いたり、意思決定にとって重要でないと評価したりする。このことは、持続可能性に関する知識を行動につなげるというプロセスを阻害する障壁となる。それゆえに、そのプロセスを推進する最

Figure 1. 10 Stages in The Signal Path Approach

も有効である実施可能な戦略は、持続可能性に関する根本的な、そして指針となる倫理を確立することである。

AtKisson氏は、持続可能なコミュニティ、組織、技術、そして社会を創り出すことへの倫理的な関与を増加させることに、本会議の参加者が如何に貢献できるかを考えることを希望すると述べて、講演を締めくくった。

2.2 基調講演 2

慶応大学の石谷氏は、持続可能な社会に向けた総合的なシステムアプローチの必要性和LCAの役割に関して講演した。

将来における気候変動政策を立案するためには、様々なエネルギー技術が社会や環境に及ぼす影響を評価し、最適な技術システムを明らかにしなければならない。そのような評価では、様々な要因の複雑な関係を考慮する必要がある、包括的なシステムアプローチが求められる。しかし、包括的なシステムアプローチは、現実社会における多岐にわたる現象を取り込んだ複雑かつ大規模なモデルを必要とする。その複雑性のために、システムの構造を正確に記述し、信頼できる情報を得ることは非常に困難である。他方で、LCAは単純なシステムアプローチであり、意思決定に求められる情報を得るために有効である。LCAは、十分に確立された手法と手順に基づいて実際の情報を提供することが出来る。

水素・燃料電池実証プロジェクト（JHFC）において、ライフサイクルの観点からエネルギー効率の高い自動車を探索するために、Well-to-Wheel(WtW) 分析が実施された。そのJHFCのWtW分析は、様々な種類の自動車（例：燃料電池車、ディーゼル車、ガソリン車など）のライフサイクルエネルギー効率およびCO₂排出量を比較し、WellからWheelへの最適な燃料パスを明らかにしている。その分析結果は、自動車に関連する技術の開発や選択に貢献しうる。しかし、自動車燃料へ転換される1次エネルギーは他の目的（例えば、発電や熱供給）にも利用可能であることに注意する必要がある。例えば、バイオマスは、発電にも自動車燃料にも利用できる。社会全体のエネルギー効率

を考えると、発電にバイオマスを利用するほうが、自動車に利用するよりも良いかもしれない。この例が示唆するのは、真に最適なエネルギーシステムを明らかにするためには、代替関係もしくは競争関係にある全てのエネルギー技術を考慮した包括的なシステムアプローチが求められるということである。

石谷氏は、システム境界の適切な設定が重要である、つまり、実際に利用するためにあまりに複雑でなく、整合的な結果を得るためにあまりに単純でないシステムの設定が重要であると指摘して、講演を締めくくった。

3. クロージングプレナリーセッション

本会議のプログラム委員長である本藤氏が座長を務めたクロージングプレナリーセッションは、ポスター賞の表彰、5つの特別セッションのサマリー、そして閉会挨拶で構成された。

3.1 ポスター賞

ポスターセッションは2日目に2時間にわたり開かれ、94件のポスターが報告された。それらのポスターの中から、研究内容と表現力の観点から、ポスター賞選考委員の投票によって3つの優れたポスターが選ばれた。ポスター賞は以下の3件に授与された。

- Timothy Grant, Lisa Opray, Ashok Sharma, Andrew Grant and Francis Pamminer, "Life Cycle Costing and Life Cycle Assessment of water and waste water alternative approaches"
- Naohiro Tanaka and Masahiko Hirao, "Comparative Study on Life Cycle Assessment of Plant-derived and Petrochemical Plastics"
- Hirotake Osuga, Kazuyo Yokoyama, Kenichi Nakajima and Tetsuya Nagasaka, "Material Flow Analysis of Aluminum Dross and Environmental Assessment for Its Treatment"

3.2 特別セッションのサマリー

Energy and Sustainability

本セッションにおける全12件の報告は、統合評価 (Integrated Assessment: IA) と技術評価 (Technology Assessment: TA) という2種の研究に大きく分類された。以下に示す4件の報告は、IA研究として特徴づけられた。Friedrich氏はExternEと呼ばれる外部性評価について報告した。Dones氏は、持続可能性の3つの構成要素である経済性、環境性、社会性に着目したMulti-Criteria Decision Analysisについて、ドイツと中国の事例研究と

ともに説明した。八木田氏は、隠れた資源フロー、つまり総資源要求量やエコロジカルリユクサックを考慮した、グローバルエネルギー・物質・経済モデルを紹介した。下田氏は、都市レベルでの住宅の最終エネルギー消費のシミュレーションモデルを開発し、住宅用エネルギー機器の効率化などの影響を明らかにした。

以下に示す8つの報告は、TA研究として分類された。時松氏は、日本におけるエネルギー分析とエネルギー関連のLCAに関するレビューを提供した。馬場氏は、基調講演で石谷氏が言及した水素・燃料電池実証プロジェクト (JHFC) における燃料電池車のWell-to-Wheel分析の結果を説明した。Chan氏は、カナダにおけるオイルサンドの開発に関するシステムモデリングアプローチを用いた持続可能性評価について報告した。バイオに関連する3つの報告がなされた。Baitz氏は、従来の化石燃料と比較したバイオ燃料の競争力について述べた。堂脇氏は、トリジェネレーションの新型バイオマスプロセスのLCA結果を示した。國光氏は産業連関分析 (IOA) により、タイにおける穀類発電の経済評価を報告した。環境面もしくは経済面に目を向けた上記6件の報告に加えて、社会側面に注目した2件の報告があった。本藤氏は、太陽光発電システムの住宅への設置に伴う人々の環境に関わる態度、規範、そして行動の変化について着目した。Schenck氏は、再生可能エネルギーの導入における意思決定メカニズムを明らかにした。

総合討論では、エネルギーシステムの持続性評価に向けた3つの将来の研究課題が提案された。1) LCAを基礎においた外部性を取り込んだマクロ経済モデルのような統合評価モデルの開発、2) 統合指標の開発、および生態多様性の損失など特定指標の開発、3) 社会的な側面に注目した持続可能性評価の拡張、および関係者や意思決定者とのコミュニケーション。

Eco-Industrial Development

本セッションでは、異なる発展段階、そして異なる文化からの様々な研究と実践に関する報告がなされた。最初に、地域循環と再生可能資源による代替を強化するという、ブラジルの鉄鋼業における共生的な実践が報告され、官民の協力について議論された。エコタウンを評価するための環境会計システムとシナリオ評価に関する北九州の研究が報告され、従来の産業へのその手法の適用について議論された。招待講演では、オーストラリアのBerkel氏によってオーストラリアの産業共生実践のためのシナジー・コンビネーション・モデルが示され、共生実践に向けた駆動力 (ドライバー) について議論された。もう1名の招待講演者である中国の耿 (Geng) 氏は中国の循環経済に関して、現在の取り組みと将来計画を含めて報告した。続いて、川崎

エコタウンを取り上げ、エコインダストリアル開発の発展段階、および産業と都市セクター間の相乗効果に関する統合評価のための意思決定支援システムに関する報告がなされた。最後に、持続可能産業地域であるイタリアのマクロロットにおける官主導の中小企業間の産業共生活動が報告された。

会場全体での総合討論が、下記の点に焦点があてられ、活発に行われた。

1) エコインダストリアル開発の駆動力

EUでは、環境への関心に関する洗練された社会的な成熟に基づく政府のリーダーシップが重要である。他方で、ビジネス面からの駆動力もまたエコインダストリアル開発には不可欠である。それは、欧州の産業共生プロジェクトにおける重要な鍵でもあったが、特に、中国のエコインダストリアル地域のような発展途上の経済において機能する。

2) 実践を拡張するための科学的なツールとシステムアプローチ

統合評価、マルチスケール評価、多部門評価のためには、水やエネルギーの循環が考慮されるべきである。地域によって異なる文化、産業化の段階、そして環境資源の特性に基づいた、GIS、LCA、会計システムのような分析システムや評価方法の幅広い役割が議論された。

3) 広報と市民参加

広報そして市民グループとのコンセンサスは持続可能なエコインダストリアル開発にとって不可欠のものである。エコインダストリアル開発にとって不可欠のものとして、情報の共有、理解可能な指標、そしてコミュニケーションシステムが提案された。

最後に、エコインダストリアル開発において、エコバランスに関連する専門家グループによる貢献が期待される3つの点が示された：1) 客観的なデータと情報に基づき共生政策とビジネスオプションを提供するための科学的な分析と評価システム、2) 地域の社会経済そして環境特性を考慮して、エコ技術や政策プログラムによる経済的かつ環境的な改善を評価するための分析ツール、3) パブリックアクセプタンスや持続可能な方向へ向かう社会的な駆動力を増加させるために、ビジネス、地方自治体、市民グループなどの意思決定者に、情報、データ、評価を提供する理解容易なツール。

Eco-Efficiency for Information and Communication Technology

本セッションでは7件の報告が行われた。Horvath氏は米国における約14年間にわたる情報通信技術（ICT）に関する研究の潮流とテーマを概観した上で、今後の研究の方向性を示唆した。松野氏は、我が国におけるICTの環境効率

評価ガイドラインの作成に関する最近の活動について説明し、サービスの価値を定量化することの必要性を示した。それらの報告に引き続き、NTTグループ、富士通グループ、日立グループより、我が国の情報通信産業における事例研究の報告がなされた。端谷氏は、旅客／貨物輸送、事務所、倉庫、ICT機器、そしてネットワークデータ通信に伴う資源・エネルギー消費を考慮して、67のICTソリューションに関する比較研究を紹介した。津田氏は、持続可能な社会へのICTの貢献を評価するための新しい社会的な持続可能指標として、Gross Social Feel-good Indexを紹介した。これらの報告は、我が国の情報通信産業が、ICTの環境に対する影響や便益の評価において注力していることを示すものであった。

将来の検討課題として以下の3点が議論された：

- 1) ICT製品・サービスの評価結果をどのように解釈し利用すべきか？ どのような政策に向けて行動すべきか？
- 2) 市場価格が、サービスの価値を示しているとの見解もあるが、果たして経済価値のみを指標としてしまっても良いのか？
- 3) 将来私たち自身が変化することを考慮して、将来まで視野にいれてICTがもたらす便益、すなわちある種の幸福感を評価する必要がある。

その他、ネットワーク基盤のようなICTの環境負荷を評価するためには、システム境界の設定の基準化と共通データが必要であろうことが指摘された。加えて、エネルギーや温室効果ガスだけでなく人間毒性や水圏毒性など他の環境負荷も評価すべきであるということが提案された。

Flow Management for Process Innovation and Sustainability

本セッションでは「プロセスイノベーションと持続可能性のためのフローマネジメント」というトピックのもと、マテリアルフローコスト会計（MFCA）に焦点を当てた。MFCAはこれまで多くの日本企業において導入されている。MFCA手法は資源生産性を改善するためのマネジメント情報を企業に提供している。

本セッションではMFCAの概念を提案したワグナー氏（アウグスブルグ大学、ドイツ）が、「ドイツのフローマネジメント－MFCAを中心に」と題して招待講演を行った。加えて、4つテーマ、1) 日東電工における事例研究を交えたMFCAのコンセプトと手法の紹介、2) LCAとの統合を試みた先進的なMFCA研究、3) サプライチェーンにMFCAを導入したというキヤノンによる先進的なMFCAの事例研究、4) 日本能率協会コンサルティングによるMFCAプロジェクト（経済産業省委託事業）に関する概略、に関する報告がなされた。

総合討論では主に3つのトピックに関して議論がなされた。ひとつは、MFCAの概念と用語についてであった。

ふたつめは企業や国における資源生産性を改善するMFCAの可能性についてであった。例えば、社会におけるリサイクルシステムを評価したり、より資源生産性を向上させるようなシステムを構築したりするためにMFCAを推進するという政府の政策は有効であろう。最後のトピックはMFCAの高度化で、環境側面を強調することであった（例えば、LCAとの統合化）。

本セッションは今後に向けて主に2つの課題を明らかにした。実際的に成功裏になされたMFCAの事例研究を紹介し、MFCAの適用範囲を企業における研究開発、設計、資材調達、営業などの活動へと広げ、さらにはMFCAをサプライチェーンへ組み込んでいくべきである。また、MFCAの高度化にとって、コストだけでなく、LCAなどを利用して環境情報をふくむことが重要である。また、MFCAに関する意見や体験を交換するためのネットワーク（個人、組織、地域、国際間）を確立することが求められる。

Waste Management and Recycling

本セッションでは7件の報告があった。そのうち、4件はアジアの各都市における廃棄物管理とリサイクルの環境評価についてであり、3件は産業におけるリサイクルの環境評価に関するものであった。Yang氏は、中国の3つの巨大都市（北京、上海、西安）における一般廃棄物のフローを示した。関根氏は、プラスチックリサイクルによるCO₂削減ポテンシャルは、プラスチックごみの質や組成に依存することを明らかにした。稲葉氏は、リサイクルシステムを適切に評価するためには、再生品の供給とバランスを考慮することが重要であることを明らかにした。五十嵐氏は、鉄スクラップ輸出による国内鋼材（電炉鋼材）生産の質の変化を評価し、鉄スクラップ輸出が、国内鋼材中の銅濃度に大きな影響を与える事を示した。

総合討論では、廃棄物管理システムやリサイクルシステムを設計するためには、廃棄物の発生を動的に考慮すべきであることが提案され、以下に示すような将来の研究課題が掲げられた：1) 廃棄物管理とリサイクルシステムのDfE、2) 再生品の質と需給バランスを考慮した評価、3) 廃棄物管理とリサイクルにおけるMFAとLCAの結合、4) 廃棄物管理とリサイクルのライフサイクルコストリング、5) リサイクルだけでなくリユースや寿命延伸をも取り入れた評価。

3.3 閉会の挨拶

本セッションの最後に、森口氏より閉会の挨拶が述べられた。森口氏は、エコバランス手法の研究者は、製造業に加えてその手法の潜在的な利用者の注意を引くよう、そして社会からの本当のニーズに応えられるよう努めるべきで

あることを強調した。加えて、持続可能性に係わる科学や技術に関係する異分野の専門家が継続して協力していくことが重要であることを述べ、本会議を締めくくった。

4. おわりに

本会議報告は、International Journal of Life Cycle Assessmentに掲載予定のConference Report¹⁾を基に作成された。3.2節における特別セッションの要約は、Conference Report¹⁾において各特別セッションの担当者が執筆した英文を著者が和訳したものである。本会議報告の作成にご協力いただいた、各特別セッション担当者である時松宏治氏、藤田壮氏、松野泰成氏、中寫道靖氏、中島謙一氏、そして本会議の実行委員長である森口祐一氏に感謝申し上げる次第である。なお、和訳に際して、その解釈に間違いがあるとすればそれは著者の責任である。

最後に、本会議へご参加戴いた皆様、そして本会議の運営に携わってくださった実行委員の皆様、および本会議を献身的に支えてくださった事務局と学生アルバイトの方々に、深く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) Hondo H, Tokimatsu K, Fujita T, Matsuno Y, Nakajima M, Nakajima K, Moriguchi Y: International Journal of Life Cycle Assessment, 12(1), (in press)
- 2) Proceedings of the 7th International Conference on EcoBalance (本講演論文集の入手については、第7回エコバランス国際会議のWEBページに記載されているので参照されたい: <http://www.sntt.or.jp/ecobalance7/2nd/index.html>)