

「環境低負荷型の社会システム」  
平成8年度採択研究代表者

盛岡 通

(大阪大学大学院工学研究科 教授)

## 「社会実験地での循環複合体のシステム構築と環境調和技術の開発」

### 1. 研究実施の概要

平成12年度は循環形成の社会実験地として産業工場、農工連携、都市集積更新において、物質代謝 (Metabolism Balance) と製品連鎖 (Product Chain) の計測、分析、評価の研究を更に推進し、特定の対象製品を一般化する方向へ、あるいは特定の地域を広げる方向に拡大していき、循環形成に必要な要素を技術中心であるが、組織、社会的次元でも明らかにした。

また、評価技法グループにおいては、環境効率を各実験地で計測し、循環複合体を形成することで環境効率が高まっていることを確認すると共に、生態系への影響に対する数値化も試みた。

最後に統括研究として、国内のエコタウンおよび海外のEIPの比較研究も行い、循環複合体の社会システムを形成する政策要素として計画と評価を活用する「研究の汎用化」を進めた。

### 2. 研究実施内容

4つのグループの平成12年度の実施内容は以下の通りである。

#### (1) 産業工場循環研究

産業工場循環研究では、環境共生型の工場を拠点として形成される製品連鎖と地区代謝、すなわち工業製品の廃製品後の回収を含む広域の製品連鎖での環境効率を高める製品流に即した循環形成と、工場と住宅をはじめとする生活関連施設との副産物融通などによる連携にもとづいた地区代謝に即した循環形成との2つのアプローチによる環境効率改善のための代替案を構築し、それらの評価をおこなった。

製品連鎖研究では、平成11年度までにおこなった、ポンプを指標製品とする素材から出力の柔軟制御、逆工場までの環境配慮型技術革新による環境効率改善の評価をうけて、①産業機械の社会ストックが及ぼす環境インパクトを計量した結果から、資源消費を削減し、環境効率を向上させるために、再使用、維持管理を中心として製品を主体間連携により循環させる製品連鎖管理が重要であることを示し、②逆工場を核とした製品リユースを促進するために重要な製品設計の投資

効果を評価し、さらに③産業機械の製品群が集積する都市施設を製造事業者が一体的に管理することによる効果をライフサイクルの環境負荷とコストにより明らかにした上で、④環境を内包した市場経済モデルを構築し、維持管理のサービス経済の促進が経済循環を介して国民経済により高い付加価値をもたらすことを示した。

地区代謝研究では、藤沢エコ・インダストリアルパークの環境保全性に関するライフサイクル評価をうけて、①工場団地立地の動向が着実な漸増傾向を示す中で、立地件数や面積の卓越する地域に産業エコロジー化を支援する地区指定が進む施策状況に鑑みて、工場地区レベルでの循環形成進化に向けた診断と評価のガイドライン構築が重要であることを示し、②地域の資源・エネルギーの投入産出を環境勘定の枠組みにもとづいて評価してコンプレックス形成の基本的な道筋を明らかにし、さらに 中核的な転換装置の組み合わせを、地区を拡大して適用することにより、環境効率拡大の効果を示した。

## (2) 農工連携循環研究

農工連携循環研究では、農産物の流通を介してライフサイクルのステイクホルダーである農業、流通業、消費者が連携する製品フローに即した循環形成を試みる製品連鎖研究と食品工場が集積した複合的生産主体である港湾地域の食品コンビナートにおける代謝をマネジメントする物質代謝研究の2つのアプローチにおいて、有機残渣の回収による資源循環推進のための戦略と環境効率向上のための代替案設計と評価を行った。

製品連鎖研究では、環境配慮型商品である有機農産物を指標製品として、食品流通業から排出される有機残渣の回収による資源循環の推進するために、現状の食品流通業が取り組む資源回収事業の基礎調査分析を行うことにより、資源循環を推進するための重点研究領域を明らかにした上で、再資源化(堆肥化)施設の効率的な運営における戦略を提案した。次に、消費者に対する環境配慮型商品に関するアンケート調査と流通店舗における環境配慮型商品と市場流通商品の販売実験を行うことによって、消費者の意識と行動を分析によって比較することにより、ステイクホルダーのコスト削減要因を抽出し、資源循環推進のための方策を経済的な側面から提案した。さらに、生産農家と流通業との産業主体の連携における組織的、経済的、社会制度的な課題を検証したことにより、農産物流通を介した資源循環における戦略と今後の方向性を提案した。

物質代謝研究では、食品工場が集積した複合的生産主体である神戸東部第四工区をモデル地域として、食品製造業から発生する有機加工副産物のインベントリー分析を行った。その上で有機加工副産物の組成、空間的・機能的な物理条件、経済的要因から再資源化の方向性を選択する基準を示した上で、エネルギー化、

飼料化、工業原料化の3つの基本的な代替案を提案した。エネルギー化では、コンビナート内での排水処理及びエネルギー供給の共同施設におけるメタン発酵の導入を物理的側面から検証した。飼料化では、地域内の飼料製造業者との異業種連携の可能性を示した。工業原料化では、生分解性プラスチック製造における制約条件を示した。さらにメタン発酵、生分解性プラスチックにおける残渣物の再利用方法として、堆肥化を検討し、地域内バランスを検証し、地域外輸送の可能性を検討した。これらの分析によって、食品工場群が集積する地域における今後の資源循環の方向性を検討するための診断モデルのあり方を示した。

### (3) 都市集積更新研究

都市集積更新研究では、国土全体における建設資材の製品連鎖の流れに即した循環形成と、都市における都市構造物の物質・エネルギー代謝に即した循環形成の2つのアプローチに基づいて、環境効率の高い都市集積更新の実現に向けた計画とその評価を行った。

製品連鎖研究では、建設資材のマテリアルフロー分析、及びカスケードリサイクルの概念整理及びその効果の試算を行った。本年度はそれを受けて、①建設資材の各リサイクルルートに関する物理的・経済的諸元の詳細な調査分析を行うとともに、②カスケードリサイクルを推進する計画インベントリを整理し、③計画を評価するフレームを構築してその評価を行った。

代謝研究では、平成11年度までに、都心地区を対象として都市構造物の建設・維持管理・解体や都市活動に起因する環境負荷の発生量をライフサイクル分析を行うとともに、複数の環境改善施策を組み合わせたシナリオを設定し、その効果を評価した。本年度はそれを受けて、分析対象を都市全体に拡大した。そして、①土地利用を変化させるシナリオを複数設定し、GISソフトを用いて大阪市における土地利用変化のシミュレーションを行うとともに、その結果を元にして②自立型エネルギー供給システムの導入可能性の検討、③建設副産物循環システムの導入可能性の検討、④低環境負荷型交通システムの導入可能性の検討を行い、⑤それらを集約して環境効率の改善効果を算定を行った。

### (4) 評価、統括研究

評価統括研究では、環境効率の算定評価や研究プロジェクトの進捗状況を管理するとともに、循環複合体の形成過程を診断するため診断・評価システムを構築する。システムはCCP研究の進行管理のためのツールとしての役割と、新たな循環複合体の形成を支援するシステムを検討した。

3つの対象実験地において、製品・サービスを環境負荷で除した環境効率を定義し、その算定評価を行った。環境負荷としてLC-CO<sub>2</sub>、廃棄物最終処分量、Eco-Footprintを用い、多様な環境側面を取り扱えるように配慮している。さらに製

品・サービス項目として、物理量で表される指標から生産額やサービス価格といった多様な指標にもとづく評価を行った。

生態系への影響評価を行うため、産業および都市活動のための資源採掘や廃棄物処分により引き起こされる自然地改変を対象として、植生や生物種を配慮し、生態系ネットワークへの影響も加えたエコロジカル・インパクト評価を行った。大阪市中心部の都市更新に必要となる最終処分場と採石場を近畿圏を対象として空間的分布と時系列的広がりを明らかにし、自然度7以上の植生面積の減少とそこで生活する大型ほ乳類の絶滅率の評価を行った。

また、対象実験地において、Goal-Project-Action-Workに階層化した要素関連図を作成し、プロジェクト進捗度評価と循環複合体形成目的との整合性評価(目的達成度評価)を行う。前者は純然たる進行管理のための経営学的手法を援用し、後者については研究がフェイズをもって進行することを前提として、複数の研究担当者を対象とした目標達成度評価指標の抽出過程を含めた支援ツールとしての役割についても検討した。

合わせて、廃棄物ゼロ化事業を対象として、企業内部の事業実施の意思決定プロセスに関するヒアリング調査の結果、意思決定要因間の相対的重要度と促進要因の重要度や効果の評価を行った。

### 3. 主な研究成果の発表(論文発表)

今堀洋子、盛岡通：循環社会のためのインターネット上のリサイクル情報マッチングシステム、環境システム研究論文集、Vol.28、pp.383-389、Oct-2000

盛岡通：地球環境に責任をもつ持続可能な都市は構築しうるか、都市政策、神戸都市問題研究所、第100号、pp.43-63、July-2000

盛岡通：集積した都市構造物を環境を配慮しながら更新するにあたっての社会的戦略と技術開発、生産と技術、第52巻第1号、pp.10-14、July-2000

金子一彦、竹林征雄、吉田登、盛岡通：ポンプを指標製品とした環境ラベルの提案、エコデザイン2000ジャパンシンポジウム、pp.262-264、Dec-2000

吉田登、白川達也、山本祐吾、金子一彦、盛岡通：ポンプの製品ライフサイクル管理とその効果、エコデザイン2000ジャパンシンポジウム、pp.214-217、Dec-2000

盛岡通、金子一彦、吉田登：住工連携型エコインダストリアルパークにおける物質代謝マネジメントの評価、第4回エコバランス国際会議、pp.399-400、Oct-2000

盛岡通、金子一彦、山本祐吾、吉田登：産業機械における製品連鎖マネジメントがもたらす環境及び社会への効果の評価、第4回エコバランス国際会議、pp.43-46、Oct-2000

喜田昌(大阪市建設局)、吉田登、盛岡通：産業機械逆工場推進施策の評価のための応用一般均衡モデルの構築、環境システム研究論文集、Vol.28、pp.207-213、

Oct-2000

内藤正明、楠部孝誠：わが国における有機物循環の現状とシステム形成の課題、  
廃棄物学会誌別冊、Vol.11、No. 5、pp.324-331、2000

恒見清孝、楠部孝誠、盛岡通：食品工場集積地区における有機物の代謝マネジメ  
ントの評価、第4回エコバランス国際会議、pp.395-398、Oct-2000

楠部孝誠、恒見清孝、盛岡通：製品連鎖マネジメントによる都市と農村における  
有機物循環に関する研究、環境システム研究論文発表会講演集、Vol.28、pp.151-  
156、Oct-2000

恒見清孝、楠部孝誠、盛岡通：有機廃棄物の循環利用における物質代謝アプロ  
ーチの展開、環境システム研究論文発表会講演集、Vol.28、pp.157-162、Oct-2000

田口誠、盛岡通、楠部孝誠：表面選好法および販売実験を通じた有機野菜に対す  
る消費者選好の推定と循環型社会の構築に寄与する農工連携システムの方向性に  
ついて、環境・経済政策学会2000年大会・報告要旨集、pp.222-223、Sep-2000

近藤辰一（和歌山大学）、楠部孝誠、盛岡通、恒見清孝：食品工場集積地区におけ  
る有機副産物の再資源化に関する調査分析、土木学会第55回年次学術講演会、VII-  
288、Sep-2000

山内聖子（大阪大学）、下田吉之、水野稔：都市におけるサーマルリサイクルのポ  
テンシャル推計と将来予測に関する研究、第30回空気調和・衛生工学会近畿支部  
学術研究発表会論文集、pp.69-72、Mar-2001

下田吉之、水野稔（大阪大学）：都市におけるサーマルリサイクルポテンシャルの  
推計と活用システムの検討、第17回エネルギーシステム・経済・環境コンファレ  
ンス講演論文集、pp.135-140、Jan-2001

藤田壮、村野昭人、盛岡通：建設構造物の都市空間における製品連鎖マネジメン  
トシステムの計画と評価、第4回エコバランス国際会議講演集、pp.387-390、Oct-  
2000

酒井寛二、漆崎昇、下川泰三：建設活動における物質循環から見た材料選択、第  
4回エコバランス国際会議講演集、pp.95-97、Nov-2000

藤田壮、盛岡通、大石晃子：循環型の産業集積開発事業の計画と評価についての  
調査研究、環境システム研究論文集、Vol.28、pp.285-293、Oct-2000

藤田壮、盛岡通、徳永拓：建設物の製品連鎖マネジメントによる環境負荷削減効  
果の検討、環境システム研究論文集、Vol.28、pp.47-53、Oct-2000

Tsuyoshi Fujita, Tohru Morioka, Akito Murano : Life Cycle Estimation of CO2  
Emission From Urban Districts and its Application for Urban Environmental  
Management, Journal of Grobal Environment Engineering, Vol.6, pp.103-116, Sep-  
2000

Tsuyoshi Fujita, Taku Tokunaga, Tohru Morioka : Life Cycle Estimation of Emissions from Urban Districts and its Application for Urban environmental Management, Proceedings of International Symposium on City Planning 2000 Kobe, pp.205-213, Sep-2000

下川泰三、漆崎昇、酒井寛二：建築資材循環利用の現状と今後の課題(その1)-建設資材の循環使用量の実態 -、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.965-966、Sep-2000

漆崎昇、下川泰三、酒井寛二：建築資材循環利用の現状と今後の課題(その2)-建設物の解体廃棄物とリサイクル -、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.967-968、Sep-2000

藤田壮、盛岡通、小岩真之：建設物の木材に関する製品連鎖マネジメントによる都市の代謝効率改善評価、第8回地球環境シンポジウム講演論文集、pp.69-74、July-2000