

「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

循環形成の社会実験地として産業工場、都市農村連携のフードシステム、都市集積更新の各循環複合体を選定して、物質代謝(Metabolism Balance)と製品連鎖(Product Chain)の計測、分析、評価の研究を推進し、循環形成に必要なシステムを見いだすことをめざす。平成11年度は「産業工場研究」、「農工連携研究」、「都市集積研究」では実験地についての具体の分析と評価を進める一方で、「循環評価・企画研究」では、3つの社会実験地で同定された戦略的な社会システムを設計して、その効果を評価する研究を進めるとともに、大都市圏の湾岸部を対象として複合的な実験地研究を企画研究を推進した。

2. 研究実施内容

平成11年度は、第一に、産業工場循環(荏原製作所藤沢工場エコ・インダストリアルパーク)、農工連携循環(コープこうべフードシステム及び有機農場)、都市集積更新(大阪市中之島西部地区)の3つの社会実験地モデルでの循環複合体(ReCycle-oriented Industrial Complex Systems)の形成による環境負荷低減効果について計測、分析、評価をすすめた。第二に、3つの実験地研究の間の総合化をめざして、物質代謝アプローチと製品連鎖アプローチ、さらに、技術的次元と組織的次元、社会的次元の共通する視軸で比較と整理をおこなって、各実験地のモデルにおける固有のアプローチと共通するアプローチを見だし、共通の評価と企画の体系を見いだした。

社会実験地の研究では、循環複合体での物質代謝(Metabolism Balance)と製品連鎖(Product Chain)の計測、分析、評価をマクロ分析とミクロ分析のアプローチからの研究を推進することにより、循環形成に必要なシステムのパターンを見いだした。「産業工場研究」では転換装置と逆工場を核とする住工地区の代謝の分析を進めるとともに、広域製品を回収して再資源化する循環型の製品連鎖マネジメント・システムについての研究を進めた。「農工連携研究」では農産物の生産と加工、流通から発生する環境負荷を最小化する都市と農村の連携する代謝システムを分析するとともに、エコロジカルな食品流通を実現する消費行動モデルについての製品連鎖の

分析をおこなった。さらに、「都市集積研究」では都市空間における建設構造物について世紀にわたる長期的な更新プロセスを設定した上で、建築物や都市インフラの集積する都市、特に都心地区での物質・エネルギー代謝の環境効率を高める基盤と空間制御のシステムを明らかにする研究を進めるとともに、都市構造物についての主要資材についての製品連鎖のフローの効率を高める社会システムについての研究をおこなった。

「循環評価・企画研究」では、3つの社会実験地で同定された戦略的な社会システム要素から構成される、総合的な技術と組織、政策の社会システムを設計して、その導入の効果を多様な社会シナリオのもとで評価するガイドラインの研究を進めるとともにとともに、国内外の事例の調査分析をもとに、大都市圏での循環複合体の実験地形成のプロセスを示した。

(1) 産業工場循環

産業工場循環研究では、工業製品の広域の製品連鎖での環境効率を高める循環型の産業システムとともに、産業工場が住宅をはじめとする施設と連携して地域の代謝効率を高める住工連携の代謝改善の研究を進めた。製品連鎖アプローチでは、指標製品（Indicative Product）としての産業用ポンプの製品連鎖分析を進めて、逆工場（Reverse Manufacturing）とメンテナンスやリユースによる効果の定量化をおこなった。他方、代謝収支アプローチでは、エコ・インダストリアルパーク（Eco-Industrial Park；以下EIP）のコンパクトな代謝空間の形成のための転換技術の計画と評価をおこなった。

製品連鎖研究では、素材から出力制御に至るポンプの一連の技術革新の過程をLCAを用いて検証したことを受けて、平成11年度は①易分解性設計を中心とする逆工場実験プラントでの調査計測をもとに、②逆工場プロセスの費用や効果を、エコデザインを操作変数としてモデル化することにより、逆工場導入による製品連鎖での費用効果を評価した。さらに、③産業機械全体に拡大して、このような製品循環を国民経済レベルで展開する際に起こるバージン財と再資源化財との競合、メンテナンスによるサービス需要増などに対応して、逆工場導入を推進する施策効果をマクロに評価するモデル分析をおこなった。

代謝研究では、①EIP及びその周辺での物質代謝の調査をもとに、ガス化炉や燃料電池などのなどの転換装置を含む住工連携の勘定表作成と関数を用いたモデル化をおこなった。さらに、②活動や転換装置の活動変数の変化に伴うエコ効率の変化を分析することにより、住工連携における転換装置選択プロセスの一般化をおこなった。

(2) 農工連携研究

製品連鎖研究では、循環を基調にする農業生産、食品加工、食品流通と消費の

システムの構築を目指し、有機物循環に関わる社会の多主体間の連携の解析を進めている。平成11年度は、①RDFやメタン醗酵、コンポスト化、飼料化など食品工場での有機物の転換技術の環境効率について、LCAを用いて評価したうえで、②農地での農作物生産から流通加工、廃棄物分別と食品残さの衛生的な逆流通、コンポスト化プラントからなる循環型の製品連鎖システムについてその環境効率を評価し、技術的、組織的、社会的要素については操作的にあつかい、その効果を比較した。さらに流通店舗における消費者行動と意識、支払い意思額の調査分析によって、循環型の製品連鎖形成の社会システムとその責任分担の構造を解析した。

代謝研究では、①国土レベルでの有機物フローを輸出入を含めて窒素、リン等のバランスとともに推計したうえで、都市圏域での農工系産業の代謝量を調査、計量して、都市と農村における入出力の均衡するバランス解の存在や、サバイバルを含む社会シナリオを設計して「エコスペース」を評価した。②都市と農村という循環型の社会システム構築にむけて、都市内の食品流通ネットワークと有機系産業が連携する循環型の転換技術のプロセスを設計した。食品残さの堆肥化、飼料化の転換技術とともにフードシステムにおける食品工場や流通店舗、消費家計での代謝効率の改善などの代替的なサブシステムを描いた。③食品工場が密集する神戸港湾地区で、有機副産物をバイオマスとして再資源化する共同運営(パートナーシップ)方式についての代謝分析をおこなった。

(3) 都市集積研究

製品連鎖分析では、構造物の主要資材についての再生・資源化の社会システムを検討し、必要な技術開発のあり方を提案する。平成11年度は、①建設構造物の主要資材であるコンクリート、鉄鋼、石膏ボードについて国土での製品フローを明らかにした上で、②循環型社会への転換技術要素についての調査から、社会的導入を地区、都市、圏域、国土の空間スケールで評価した。③さらに、代表的な資材について解体設計や長寿命化、カスケード型のリサイクルシステムの導入などの代替的な製品連鎖マネジメント策を描き、その効果を評価した。

都心空間における代謝研究では、建築物や都市インフラの集積する都市、特に都心地区での物質・エネルギー代謝の環境効率を高めることをねらっている。平成11年度は、①実験地である大阪市都心地区での算定を都市環境政策に展開するために、都市集積から発生する環境負荷を地区内部、地区外部、さらに都市ストック起因と都市活動起因に分類したうえで、②都市環境政策へ展開する論理の構築を検討するとともに、複数の地区の成長シナリオについての環境改善策の効果についての比較分析をおこなった。

(4) 循環複合体評価・企画システムの研究

各実験地での研究を通じて、産業工場循環では逆工場とリバースロジスティクス、都市集積更新では高効率エネルギー基盤や建設廃棄物リサイクルシステム、農工連携では有機物のバイオガス化などの転換技術がそれぞれ有効であることが明らかにされた。同時に産業工場と住宅との結合、都市と農村の結合とともに、都市中心部の活動と地域エネルギー供給の結合などの実験地間の結合による循環形成の効果が示されている。大都市圏でこれらの転換技術を集約的に立地させてエネルギーと交通ロジスティクス、廃棄物処理再利用などの都市基盤を共通に整備することにより、転換プロセスを環境効率の高いものにして、都市や圏域全体の循環効率を効果的に改善する拠点として整備する、社会システムの調査と分析を行った。

3 . 主な研究成果の発表 (論文発表)

Tohru Morioka (editor) : Proceedings of CCP International Workshop "Construction of Recycle- Oriented Industrial Complex Systems with Environmentally Sound Technology at Social Experimental Sites" Project, pp.1-218 page,1999

盛岡通、循環複合体の形成と環境調和型技術の開発、生産と技術、第51巻 第1号、 pp.138-142、 1999

Tohru Morioka: Industrial By-product Utilization System to Minimize Environmental Pollutants with Collaborated Partnership, Proceedings of EcoDesign'99, First International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing, pp.469-474, 1999

盛岡通、循環複合体研究で得られた社会システム変革の方向性、環境システム研究、Vol.27、 pp.147-152、 1999

盛岡通、環境負荷の小さい循環複合体の構築をめざす試み、1999年土木学会地域シンポジウム - 共生と循環 - 講演論文集、 pp.74-82、 1999

楠美順理、盛岡通他：企業によるゼロエミッション型事業の効果とその社会的普及のための推進力の検討、環境システム研究、Vol.27、 pp.673-680、 1999

盛岡通、循環複合体の研究、土木学会誌12月号、 pp.44-46、 1999

吉田登、盛岡通他：廃棄物処理における資源転換の環境保全性に関する研究、環境システム研究、 Vol.27、 pp.555-560、 1999

吉田登、盛岡通他:アップグレード可能な製品に対する消費選択行動の調査分析、環境システム研究、Vol.27、 pp.457-462、 1999

Masaaki Naito et.al.: An Environmentally Harmonious Organic Wastes Recycling System, Journal of Global Environment Engineering, 1999

Masaaki Naito, Takasei Kusube, et.al.: Reconstruction of a Regional Recycle System of Organic Materials with Forming Urban-Rural Complex, International Symposium of bio-recycling/composting, S-3-1-16, 1999

内藤正明他：下水汚泥の高温好気法処理における連続計測と解析、第7回環境システム制御研究発表会Vol.3、No.1、pp.103-108、1999

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、2000

藤田壮、盛岡通他：都市地区から発生・派生するライフサイクル炭酸ガスの削減シナリオの評価、第7回地球環境シンポジウム講演論文集、pp113-118、1999

中原智哉、藤田壮、酒井寛二、盛岡通：都市更新代替案の環境負荷算定システムの構築、第7回地球環境シンポジウム講演論文集、pp.131-136、1999

藤田壮、盛岡通他：都市集積地区から派生するライフサイクル二酸化炭素の評価の都市マネジメントへの展開、環境システム研究、Vol.27、pp.355-364、1999

Tohru Morioka, Noboru Yoshida: Evaluation of Environmental Impact in Civil Infrastructure Systems with Respect to Sustainable Industrial Transformation, Journal of Global Environment Engineering, Vol.5, pp.87-95, 1999

Tsuyoshi Fujita, Tohru Morioka: Planning Environmentally Sound Urban Renovation Strategies and Estimation of their Performance, Working Paper Book, 35th International Planning Congress, pp.147-152, 1999