

圏域の環境容量に応じた持続可能な 産業共生都市の計画と評価システムの提案

藤田 壮¹, 大西 悟²・

¹正会員 東洋大学教授 工学部環境建設学科 (〒350-8585 埼玉県川越市鯨井2100)
E-mail: fujita@eng.toyo.ac.jp

²学生会員 東洋大学大学院 工学研究科博士後期課程 環境・デザイン専攻 (同上)
E-mail: ohnishi@kanbun.org

持続可能な社会の構築のためには、都市と産業が連携を通じて社会の経済活動の水準を保ちつつ、環境への負荷を削減する「産業共生」を実現することが不可欠であり、本稿では、国内と海外産業集積地域における循環システムの計画と評価のシステムを提案する。筆者らが川崎市で展開している産官学連携研究をもとに、首都圏における循環型産業拠点である川崎エコタウンに集積している循環技術の調査システムをもとに、循環拠点施設の整備事業を中核とする代替的な技術導入と都市環境政策オプションを構築して、地域内循環を促進することによる環境改善効果を評価するシステムを提案する。

Key Words : Material circulation, industrial symbiosis, Conversion technology, Kawasaki Ecotown

1. 研究の目的

循環型社会の構築にもついで、わが国では90年代以降、廃棄物処理やリサイクルに関する法整備が行われてきた。同時に1997年以降2005年までに、23ヶ所のエコタウン事業が推進されており、産業エコロジーを推進する具体的な施策として、また3R政策を地域に展開する実証的事業として国際社会からの関心も高まっている。生産、流通、消費、廃棄などの個々の過程を対象とした環境負荷軽減に対する取り組みは増えており、これらの日本における実践はアジア諸国をはじめとする国際社会でもその関心が高まりつつある。しかし、複数の製品や物質のフローを統合的なマネジメント政策を構築して、その実際の事業への展開を試みる事業の実践は少なく、持続可能な社会構築に向けて統合的な政策構築を支援する研究の取組みも限られている。

また、資源循環などの環境活動による効果を定量的に評価する手法として、環境会計やライフサイクルアセスメント(LCA)の応用が検討されてきた¹⁾。すでに、これらを用いて、循環施策の環境改善効果を評価方法論が開発されている。

本稿では、都市と産業地区のマテリアルフローと環境負荷の発生特性を定量的に算定する地域データベースをもとに、地域での物質循環と産業地域と地域を対象とした水循環、物質循環とエネルギー代謝を制御する都市環境施策の代替的な技術・政策システムを構築して、その代替的な政策オプションについてその環境・経済効果を定量的に算定する評価システムを提案する。

2. 持続可能な都市産業共生をめざす統合的な計画評価システムの基本フレーム

都市活動と産業施設の立地情報について統計データ等をもとに地理情報システムとして体系的に構築することによって、包括的な都市環境政策の客観的評価が可能になる。産業、商業、家計などの都市活動と下水処理場などの都市の代謝基盤施設の情報に加えて、農業活動や林業活動についての情報を体系化することで、都市圏域としてのマテリアルフローと水代謝特性、エネルギーの分布特性を定量的に明らかにすることができる。

これらの地理情報データベースは圏域スケールでの中長期的な達成目標としての圏域の「環境容量」を合理的に決定する基本情報を得ることができる。ここでの「環境容量」は、地域のキャパシティを科学的に一意的に決定するのではなく、多様な将来選択肢に対応する「計画容量」を定量的に明らかにすることを目指している。

すなわち、人間社会の活動のスケールと密度を複数の将来シナリオとして設定しつつ、その制御のための技術導入と行政施策などの社会システムを代替的な選択肢として操作可能な変数と関数の組み合わせで定義することによって、幅広いステイクホルダー間での合意形成の合理的な根拠を提供することを重視する立場をとる。

また、人口や産業構造、市民や企業の環境への配慮などの要素については都市環境政策の中で完全に制御するのではなく、異なる水準を将来に予測する外生的な要素

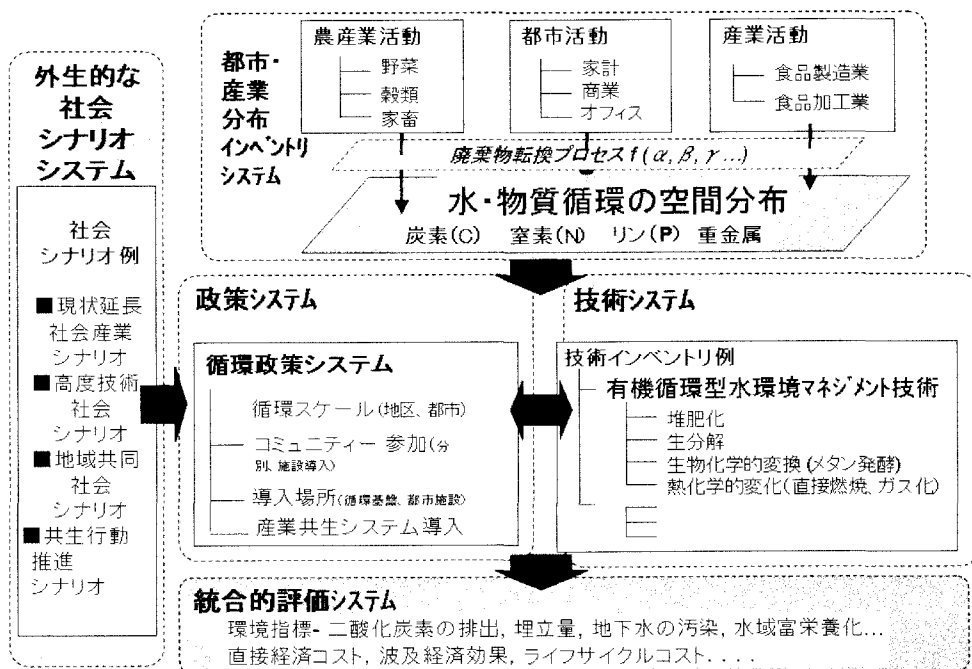


図-1 持続可能な都市の環境技術・政策の計画と評価システムの基本フレーム

として取り扱うものとしている²⁾。

「都市・産業分布インベントリシステム」の構築にあたっては、通常の県・市町村などの行政区スケール単位でのマクロ的な水・物質フローの情報ではなく、メッシュ統計情報などを活用する分布型の情報をGIS上で構築する。それにより、圏域で展開する実際の都市環境政策の空間特性を考慮した計画・設計を、計算プロセスへの内包化することが可能になるとともに、環境・経済への影響を具体的に算定するシステムの構築を目指す。

GISのデータベースはWebを通じてインターネット・ネットワークで共有することによって、都市環境マネジメントの多主体間の合意形成を支援する、企業や行政、市民などの異なるステイクホルダー間での連携を支援するシステム構築が可能になる³⁾。

都市と産業の共生を実現するためには、中核となる循環技術システムを代替的に想定したことが重要となる。

たとえば、有機循環の推進にあたってはガス化溶融炉のような大規模高効率の技術システムと、メタン発酵や堆肥化などの小規模で分散整備が可能な技術を現行の処理システムと比較することが必要となる。その上で、代替的な中核技術ごとにその効果を最大限に活用するための社会政策システムとして、循環の空間的規模や企業や市民などの支援の水準、施設整備の用地設定や、制度や補助金などの支援の仕組みを定量的に操作できる仕組みを構築することが必要となる。

有機循環についての代替的な政策構築とその評価の試行研究については、Wong・藤田(2005)⁴⁾を参照されたい。本稿では、より包括的な政策・技術の代替的オプションとしての、循環型の産業共生システムの構築にむけての代替的な技術政策オプションの検討例を示している。

3. 都市再生拠点における産業共生システムの代替的な技術・政策システム

現状のエコタウン事業は「地域の産業集積等を活かした環境産業の振興を通じた地域振興、及び地域の独自性を踏まえた廃棄物の発生抑制・リサイクルの推進を通じた資源循環型経済社会の構築」を目的としつつ、実際には、その具体的な支援は資源循環型のリサイクル施設整備事業や計画策定が対象となっている⁵⁾。そのため、循環型の産業施設を中核として、都市全体の環境の効率を高めて持続可能な「環境と調和するまちづくり」に展開することは、地方公共団体の自主的な努力と企業グループ及び市民団体等との間での協働に委ねられている傾向が現状ともいえる。

その中で、川崎エコタウンでは1997年の事業認証以降、多くの循環拠点技術が建設されたほか、既存の工場群においても循環拠点技術の整備が進むなど、高度な集積が進められている。その首都圏を含む都心地域との近接性を持つ立地特性や動脈の製造業機能の集積等から、新たな循環複合へ展開する先導的な役割を担うことが期待されている。現状の資源循環型の施設を中核として、複数の施設間で連携して地域全体の資源循環拠点としての効果を高めるため技術・政策システム例を示す。

a) 動脈・静脈産業施設併設政策システム

資源循環のリサイクル施設の整備とともに、地域における動脈産業施設の連携を高めることによって、資源循環の事業効率を高めるとともに、輸送等にもなう環境負荷の発生を削減することが可能になる。地域の産業施設で発生する

廃棄物を地域内で再生資源として利用することはその直接的な事業効果とともに、より広い視点での環境負荷削減につながることから、地域内循環を促進する具体的な政策立案によりこの技術効果を高めることができる⁶⁾。また、各種リサイクル法と連動する地域循環拠点の構築も高い環境・経済効果をもたらすことが期待される(図-2)。

b) 廃棄統合総合受け入れ政策システム

資源循環施設が集積することによって、異なる製品や物質の循環再生利用を同一地区の中で行うことが可能になる。家電製品や自動車製品など多様な物質・資材から構成される製品の再資源化利用にあたって、多数の異なる循環技術が近接して立地することにより、分別後の仕分け輸送プロセスを効率化して、一括して循環利用する事業が可能になる。たとえば、家電リサイクルについても廃製品を分離、解体するとプラスチック、金属類、塩などを循環資源として地区内で一括して再生利用することによって、受け入れと分別、仕分け輸送の効率を改善することが期待できる(図-3)。

c) 廃棄物の高価値再生カスケード利用政策システム

川崎エコタウンでは廃プラスチックについても燃料代替としてエネルギー利用するサーマルリサイクルに加えて、製鉄過程の還元剤として利用するマテリアルリサイクルのほかに、建設ボードとしてのプラスチックの再製品化などが進められている。加えて、分別と洗浄の工程を経てアンモニア加工の原料として利用するケミカルリサイクルや廃ペットボトルをペットボトルとしての再生産原料とする施設が稼働している。廃プラスチックの特性に応じた選別後に、再生製品としての付加価値の高い工程に仕分けを行うことで、地域総体として価値生産を最大化するカスケード利用を促す(図-4)。

4. 地域内循環型の技術・政策の評価システムの検討
地域内循環施策を評価手法として、物質フローに着目したマテリアルフロー分析(MFA)や環境負荷・影響をライフサイクルで評価するライフサイクルアセスメント(LCA)およびそれらを連携させた評価指標が一般に用いられている。MFAとしては、物質の域外と域内との移動量の把握に基づき、物質フローについての地域の自立度、外部への依存度を分析する研究などが進んでいる。循環型社会形成推進基本計画⁷⁾では定量的な目標値として、「リサイクル率」、「最終処分量」に加えて、脱物質化ないし省資源化を表す「GDP/DMI」(DMI:Direct Material Input天然資源等投入量)、が国土スケールでの評価指標として開発されている。また、マクロの観点からは、地域間産業連関表や国際産業連関表などが扱ってきた地域間フローの物量面での評価が進められる一方で、ミクロの観点からは、環境パフォーマンス評価やマテリアルフロー会計などの手法を用いて事業者単位のマテリアルフローを把握する研究がある。

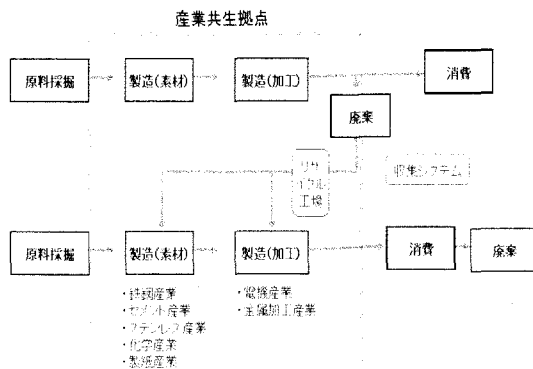


図-2 動脈・静脈産業施設併設政策システム

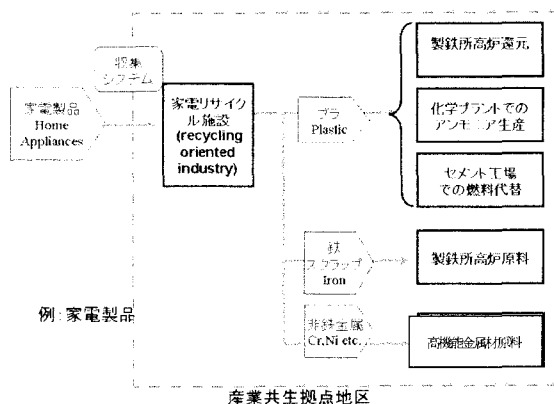


図-3 廃棄統合総合受け入れ政策システム

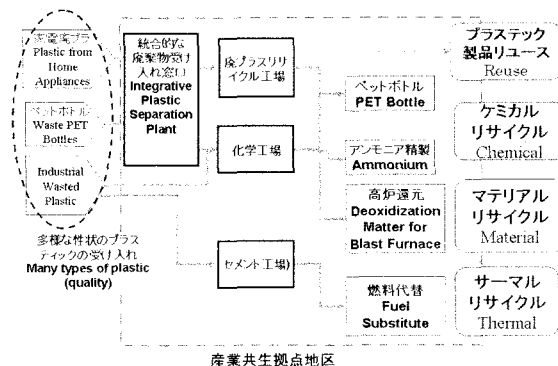


図-4 廃棄物の高価値再生カスケード利用政策システム

図-5では、資源循環事業を中核とする持続可能な技術導入と都市再生政策の評価の指標体系を示す。産業共生にかかわる複数の代替的な技術・政策について評価を行う指標群として、地域スケールのMFAを基本として、LCCO₂および事業コストについてその責任主体への貴族を考慮して、評価の境界を設定することを基本としている。環境資源指標、環境負荷指標、物質循環指標に経

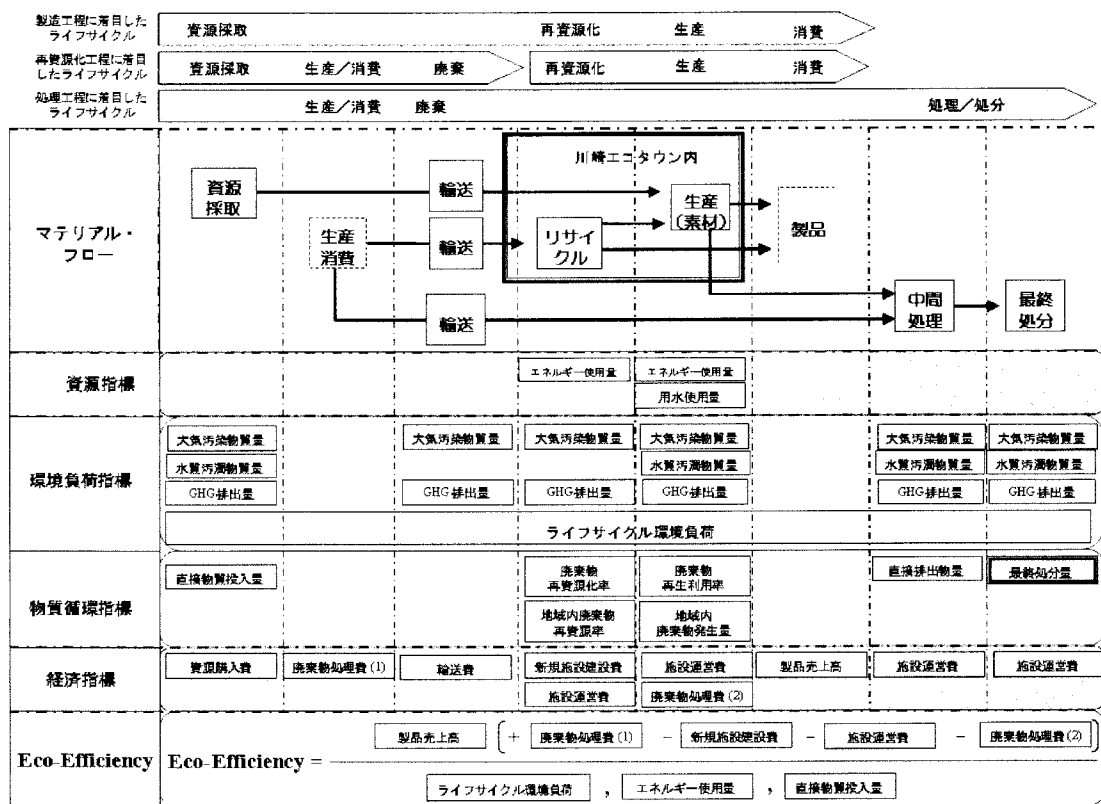


図-5 持続可能な技術導入と都市再生政策の評価の指標体系

済指標、環境効率指標を新規資源の採取、廃棄物原料の廃棄、収集・輸送、分解、前処理・原料化、製品化および廃棄物の中間処理について整理している。

謝辞：本研究は文部科学省私立大学研究高度化資金産学連携研究および同科学研究補助金基盤（B）の一部として行われた。

参考文献

- 1) 鶴田直, 松本亨, 柴田学, 垣迫裕俊, 篠原弘志: 環境会計とLCAの連携による地域資源循環施策の評価手法の開発. 環境システム研究Vol.32, 2004
- 2) 丹治三則, 盛岡通, 藤田壮: 流域圏でのシナリオ誘導型の施策立案と評価を支援する地理情報システムに関する研究. 環境システム研究論文集, Vol.31, pp.367-378, 2003

- 3) 栗原圭充・藤田壮・村野昭人・大西悟: 川崎臨海部における物質循環評価データベースシステムの構築. 環境システム研究講演論文集, Vol.33, 2005. (印刷中)

- 4) L.F.Wong, T.Fujita, Y.Suzuki, T.Okadera: Evaluation system of CO2 emission reduction by implementing integrated methane fermentation system as a municipal organic waste recycling scheme in Tokyo Bay Region. 環境システム研究 論文集, Vol.33, 2005 (印刷中)
- 5) 経済産業省産業構造審議会環境部会専門委員会中間報告: 循環ビジネス戦略, pp.214-235, ケイブン出版, 2004.
- 6) 大西悟, 藤田壮, 長澤恵美里, 村野昭人: 循環型産業システムの計画とその環境改善効果の算定 - 川崎エコタウンにおける循環型セメント事業のケーススタディ - 環境システム研究, vol. 33, 2005. (印刷中)
- 7) 環境省編: 循環型社会白書<平成15年版>-循環型社会への道筋「循環型社会形成推進基本計画」について, 2003.

Evaluation System for Sustainable Urban Renewal Policies through Industrial Symbiosis Tsuyoshi FUJITA and Satoshi ONISHI

Planning and evaluation system for disaggregated GIS data base for sustainable urban renewal policies driven by industrial symbiotic projects such as eco-towns are investigated. General scheme incorporating GIS data base system for statistical grid data and locational material flow, external future scenario designs, alternative urban renewal policy designs which are to reorganize urban structure with environmental efficiency maximization, as well as evaluation system. Alternative policy options to increase the recycle efficiency in recycle oriented urban policies are identified, while evaluation system as a series of environmental indicators .