

課題名	E-0701 水・物質・エネルギー統合解析によるアジア拠点都市の 自然共生型技術・政策シナリオの設計・評価システムに関する研究
課題代表者名	藤田 壮 (独立行政法人国立環境研究所 アジア自然共生研究グループ 環境技術評価システム研究室)
研究実施期間	平成19～22年度
累計予算額	165,861千円 (うち22年度 38,361千円) 予算額は、間接経費を含む。
研究体制	<p>研究体制</p> <p>(1) 水・物質・エネルギー解析モデルによる都市・産業活動の技術政策の設計・評価に関する研究 (独立行政法人国立環境研究所、東洋大学)</p> <p>(2) 東アジア・国土・都市圏のマルチスケール環境フラックス解析システムに関する研究 (独立行政法人国立環境研究所、慶応義塾大学)</p> <p>(3) 東アジアの持続可能な都市・政策・技術シナリオのプラットフォームに関する研究 (財団法人地球環境戦略研究機関)</p> <p>(4) 自然共生の政策形成システム構築に関する研究 (独立行政法人国立環境研究所)</p>
研究概要	<p>1. はじめに</p> <p>20世紀末から、中国は飛躍的な経済成長を実現し、世界の工場として人々の豊かな暮らしを支える役割を地球上の隅々にまで提供してきた。一方で、その環境汚染は産業都市の人々の暮らしを脅かす水質汚濁や大気汚染をもたらす水準を超え、都市にとどまらずより広域に、さらに国境を超えた地球規模の環境問題を引き起こしつつある。鉄鋼やセメントなどのエネルギー多消費型産業を中核とする産業構造は、温室効果ガスの排出や資源の集中的消費などの、世界経済への深刻な影響を与える懸念も顕在化してきている。したがって循環型経済社会への転換は中国にとってもアジア、地球にとっても避けられない課題となりつつある。近年になって、中国国内の大気汚染と水質汚濁、さらに東シナ海の富栄養化や、黄砂、エアロゾルの越境移動が顕在化して、中国の行政、産業界においても、こうした環境費用を政策立案と企業経営に内部化する動きが現実になりつつある。</p> <p>産業化と都市化が急速に進むアジア諸国でも行政担当者を始め各界から、日本の環境技術へは大きな期待が寄せられてきた。しかし環境汚染や環境負荷の排出に対して社会的な関心とそれにとまなう「負担意思」が存在しない状況では、循環型の技術を移出しても伝統型の大量消費大量廃棄型の工業生産に対して、市場での競争力を持つことができない。2010年に中国の制定された循環経済促進法はその転換点となると期待されており、日中の環境技術の連携が、理念的な一方向の連携のステージから、実務的な双方向の連携に移行する機運が見られ始めている。日本の技術政策を活かす、産業化の拠点となる都市とその周辺圏域で自然共生的なマネジメントを計画評価するプロセスを構築することが緊急の研究課題となっている。</p> <p>とくに、中国の都市・産業機能は日本と世界への製品やサービス供給基地としての重要性を増しており、わが国の持続可能な発展に向けても、国内拠点と中国の大都市が連携するエネルギー、物質および水資源の共生的な利用の枠組みを提案し都市・産業ガバナンスを設計するシステム構築が緊急課題となっている。</p> <p>2. 研究目的</p> <p>東アジアの拠点都市において、都市・産業システムの代替的な技術・政策シナリオを計画するために定量的なインベントリを構築するとともに、それを評価する統合的な環境フラックス解析システムを構築することで、地域の環境保全力を高める都市・産業の設計を可能にする。集計的に環境負荷を評価するアプローチではなく、「環境フラックス」の空間分布と時間変化を定量的に算定するシステムによって、産業拠点を軸とする都市活動と水・物質・エネルギーの共生的利用システムの構築と、水系循環と熱需給の都市環境インフラの形成を中核的な技術・政策とする自然共生型の都市戦略の構築システムを形成する。</p> <p>中国科学院瀋陽応用生態研究所、中国瀋陽市環境保護部および中国遼寧省環境科学院との連携で包括的な実施計画の設定プロセスの検討研究を進め、地理情報システム(GIS)、情報技術、コンピュータシミュレーション技術などとの情報技術を活用するデータベースを構築する。水汚染、水資源・利用、および地域の経</p>

済構造等を包括的に調査して、その空間情報と連関するデータベースの構築を進めた。国立環境研究所で開発した水大気統合型の三次元物理連成の流域解析モデル（NIES Integrated Catchment-based Eco-hydrology (NICE) model ; NICEモデル）を都市域に適用できるように開発を進めた。並行して、遼寧省内の都市型流域圏について、中国研究機関との共同でデータ収集の上でモデル適用を進めて、流域の環境特性と社会経済活動との関連を明らかにする。具体的には大連市の水源機能を提供する中国遼寧省南部のBiliu河流域の分析に適用することにより、Biliuダムの建設および経済発展による環境への影響を評価し流域での解析を進める。その知見を踏まえてより広範な中国遼河流域の分析を進めとくに鉄林サブ集水圏に関する調査を実施する。それによって、遼河流域圏の典型的な都市周辺地域における水質変数とその潜在的な汚染源を分析し、人口増加と経済成長が環境条件へ及ぼす影響を調査する。さらに、拠点都市および周辺圏域での適合性の高い循環型の水系浄化・廃棄物処理技術のインベントリデータベースおよび水処理技術の導入シナリオを構築し、各技術導入によるCO₂排出量と汚濁負荷除去量を比較し環境効率を分析することを進める。

次に、都市・圏域のマルチスケール間での物質、財、サービスの移動・流通に伴う水・熱・物質の連関、都市・地域内での水・熱・物質のマスバランスおよび分布構造を把握するシステムを開発する。具体的には、陸域-地下水統合管理モデルに入力が可能な都市スケールと圏域・国土スケール水需要、汚濁負荷、エネルギー、CO₂排出の統合的なインベントリを遼寧省を対象に開発する。

さらに、アジアの持続可能な都市のための既存都市間ネットワークから得られる教訓を示すことを目的として、アジア途上国と日本の地方政府がさまざまなチャンスを育み、効率的に既存ネットワークを発展させ活用するかプロセスを構築する。国際機関や中央政府がいかに都市間ネットワークを支援できるかについての知見を得る。

最後に、日本の環境技術システムとしてエコタウンの技術政策要素を対象に、現状の資源循環の特性を把握し、その循環効率や低炭素化への寄与、さらに経済性などを実証的に算定する技術政策シミュレーションを開発する日本における環境配慮型経営にも注目してその推進条件を解析するこれらの日本発信の環境技術政策システムを活用する技術政策シミュレーション・システムを瀋陽市を対象に構築する。地方行政にとっての、代替的な政策オプションを提供してその直接的、間接的な環境便益を算定するシステム構築を図る。公害対策や資源循環について日本の環境技術についての期待は大きいものの、循環型の社会制度や基盤の整備を含めた地域システムの設計が存在しない状況では、国内の技術をそのまま適用する短期的な事業のみの視点では技術展開が円滑に進捗しない例も多くみられる。中国では2009年に循環経済促進法が施行され、2011年からの第12次国家5カ年計画が制定、運用されていく中で、低炭素を実現する資源循環システムへの志向が顕在化している。日本発信の高水準の循環技術と環境社会の知見を活かす統合的なシステム設計とその実践的な展開に向けての社会投資を受け入れることのできる水準に経済発展と社会的な実行能力が達しつつあるといえる。中国科学院応用生態研究所と連携して、中国の拠点的な産業都市である瀋陽市とその広域都市圏を対象にして、循環資源ごとに地区スケールから都市、圏域、国土、国際スケールの異なる循環圏を科学的な算定をもとに同定し、その形成支援の技術・政策システムの設計と評価のシステムを構築してきた。この研究では日中環境都市連携を支援する日本発の技術・施策システムの計画評価システムの開発を進めている。さらに、持続可能な都市形成にむけて、動脈側と静脈側の産業システムと都市の循環政策と連携する循環圏システムを設計するガイドラインシステムの提供とともに、中国のほか都市およびアジアの都市への一般化を進める科学的手法の提供をめざす。

3. 研究の方法

(1) 水・物質・エネルギー解析モデルによる都市・産業活動の技術政策の設計・評価に関する研究

遼寧省の中心都市のひとつである大連市の水供給源であるBiliu流域に対してNICEモデルを適用して都市化、産業化による流域環境への影響を解析し、アメリカ海洋大気圏極(NOAA)/AVHRR 衛星情報を解析することによって、下流域における環境劣化シミュレーション結果の検証を行った。影響要因分析については大連市の社会経済情報を用いたデカップリング分析によって、流域の水資源賦存量のシミュレーションを行い、流域の環境管理政策への知見を検討した。

流域の水収支は集計的に算定し、大連市水資源局の河川流量と取水量データと降水量から河川の水フローを算定し(2005-2006)、大連市への水供給量は家庭と産業の水利用データ(大連市水資源局、2007)から算定した。貯水量については水位観測地と基礎標高値から算定している(大連市水資源局、2005-2006)。貯水池からの供給量は貯水ダムのトータルの水収支から算定される。Biliu流域の分析をもとにして、遼寧省環境科学院との研究連携を進めて、遼寧省及び中国東北地区最大の河川である遼河の中で、省の首都瀋陽市の北部に位置する鉄林サブ集水圏を対象として、評価研究を展開した。

アジアでの展開を想定して開発した水処理技術計画・評価の全体フレームを構築し、排水や有機性汚濁負荷の発生源となるセクターごとに、社会統計情報、衛星情報、環境観測情報の複層的なデータをGIS上で統合化して、環境資源のデータベースを構築する。データの精度については、一律の基準は設けず、あくまで本システムを用いる意思決定主体の特性に応じて構築することが重要である。政策や規制などの社会技術群として、経済変数の設定、循環施設の規模や立地の設定、土地利用・産業構造の転換、有機廃棄物の分別資源化を取り上げ、社会技術の操作変数を明らかにする。各設定値については、国内における代表値をデフォルト値と設定した上で、システム利用者が地域特性に応じた値を入力できるものとする。さらに、水処理技術群として、標準活性汚泥法、オゾン処理方式などの下水道技術や、合併処理浄化槽、高度処理浄化槽などの浄化槽技術について、初期・運用時それぞれにおけるコスト・投入エネルギーなどを調査し、水処理技術の生産関数を定式化する。最後に、社会技術の操作関数と水処理技術の生産関数を組み合わせた技術政策シナリオを設計し、環境資源のGISデータベースに基づいてマクロ・ミクロの環境負荷削減効果や事業効率を評価する。汚濁負荷除去量、事業コストと、長期コストとしてのライフサイクル(LC)CO₂、それぞれの環境効率を基本指標とした上で、各ステイクホルダーとの協議で具体的な指標を算出し、合意形成に向けた支援ツールとする。

(2) 東アジア・国土・都市圏のマルチスケール環境フラックス解析システムに関する研究

汚濁負荷インベントリーモデル(COD、全窒素、全燐)を用いて、中国の圏域・国土スケールで汚濁負荷量を分析すると、農畜産業由来の汚濁負荷発生量はCODで約70%、全窒素で約60%、全燐で約90%があることが明らかになった。そこで、農業、畜産業の面源負荷量について、家畜糞尿の処理と循環農業を促進する有機物循環マネジメント施策を設計するための技術調査を実施し、小規模の畜産農家に適合する戸用の三結合のメタンガス発酵槽(トイレ、豚舎及びメタンガス発酵槽三者一体モデル)を、農村家庭、小規模畜舎に導入した場合の長江流域全体の汚濁負荷削減効果(COD、全窒素、全燐)について、分布型インベントリーモデルを用いて評価した。

(3) 東アジアの持続可能な都市・政策・技術シナリオのプラットフォームに関する研究

東アジア地域及び域外における既存の都市間ネットワークの比較分析を実施した。将来プラットフォームの設計に向けて、日本を含む国内外関係者からの情報収集と意見交換を行った。都市ネットワークの活動が効果をもたらす要因、及びネットワークによる効果が政策変化につながる要因について分析した。また、支援側でネットワークに関わる都市のニーズ、及びネットワーク事務局・運営体制についての分析を行った。効果的な政策強化を支援する国際プラットフォームの政策報告書案を策定し、同案についての関係実務家・専門家の討議集会を開催した。マルチステイクホルダー・ダイアログの成果および研究連携都市における国際プラットフォームへの関与に基づいて国際プラットフォームの政策報告書を策定した。

(4) 自然共生の政策形成システム構築に関する研究

2008年6月にエコタウン承認自治体への事前調査を行ったうえで、2009年2月にエコタウン施設へのアンケート調査を行った。さらに、記入方法に関する改善等のより効率的な調査を可能とするために、4地域9施設(千葉エコタウン、東京スーパーエコタウン、川崎エコタウン、愛知エコタウン)に対して予備調査を行った。郵送による調査では事業特性について、詳細な数字を企業から得ることは困難となることから事前調査によって明らかになったので、選択肢を提示の調査をおこなった。

日本及び中国の企業を対象とした調査は2010年1月に、国内の製造企業の中から、企業規模別に無作為に1003社を抽出し、郵送法によって実施した。有効回答は全体で、241票であったが、欠損値のため、分析における有効サンプル数は、236となる。

中国の拠点都市とその周辺都市圏域を対象にして、分布型の都市活動、産業活動、環境負荷発生、環境資源分布、環境基盤施設など都市・産業インベントリを含む地域GISデータベースにもとづいて環境負荷の発生・移動を算定するシステムを構築する。環境資源量が社会・経済構造へ与える影響を含む、水・物質・エネルギーの「環境フラックス」の解析・評価が可能になる。さらに、都市とその周辺圏域における環境資源ストックの機能ポテンシャルを定量的に評価することで、持続可能な都市・産業システムの制約となる環境フラックスを異なる空間断面と時系列で同定し、拠点都市の代替的な都市・産業の将来シナリオとそこへの達成の道筋を設計するシステムを構築する。

4. 結果及び考察

(1) 水・物質・エネルギー解析モデルによる都市・産業活動の技術政策の設計・評価に関する研究

水処理技術システムの導入に伴うCO₂排出量を推計するために、人口密度を500(人/km²)と仮定した上、下水道システム導入に伴うCO₂排出量について、処理区域面積の規模を変化させた感度分析を行った結果、下水道においては管渠建設に伴うCO₂排出量が多いことが明らかとなった。管渠建設のCO₂排出量に占める割合は、処理区域面積が10km²の時は約74%、500km²の時は約91%と、処理区域面積が広がるほど割合が大きくなる結果となった。これは、管渠建設段階のCO₂排出量が処理区域面積に比例すると仮定しているのに対し、処理場運用時のCO₂排出量には、スケールメリットが働いているためである。人口密度および処理区域面積を変化させた場合の、水処理技術システム導入による単位汚濁負荷除去量当たりのCO₂排出量を算出した結果、処理区域面積が大きくなるほど、下水道システムの単位汚濁負荷除去量当たりのCO₂排出量は小さくなることが分かった。また、浄化槽と比較した場合、人口密度が100人/km²の場合には処理区域面積にかかわらず浄化槽のCO₂排出量が大幅に小さくなった。一方で、500人/km²の場合には、処理区域面積にかかわらず浄化槽のCO₂排出量が大きくなった。この結果から、人口密度によって、水処理技術システムの環境効率が大きく左右されることが明らかとなった。

自治体別の下水道システム導入に伴う1人当たりの年間CO₂排出量と人口密度の関係および面積との関係を分析した結果、人口密度と1人当たりのCO₂排出量の間には、ほぼ反比例の関係があることが明らかになった。熊本県を対象として、人口密度1000人/km²以上の自治体のエリアに下水道システム、それ以外の自治体に浄化槽を導入した場合をシナリオ1、システム導入の分岐点を500人/km²以上とした場合をシナリオ2、分岐点を100人/km²以上とした場合をシナリオ3とする。そして、全てのエリアに浄化槽を導入した場合をシナリオ4とする。それぞれのシナリオについて1人当たりの年間CO₂排出量を算出した結果、シナリオ1では年間522kt-CO₂、シナリオ2では年間480kt-CO₂、シナリオ3では年間617kt-CO₂の排出、シナリオ4では年間798 kt-CO₂の排出となった。さらに、汚濁負荷除去量当たりのCO₂排出量を算出した結果、シナリオ1で19.8t-CO₂/t、シナリオ2で18.2t-CO₂/t、シナリオ3で23.5t-CO₂/t、シナリオ4で30.1t-CO₂/tとなり、500人を分岐点としたシナリオが最小となることが分かった。次に、年間のCO₂排出量が最小となるシナリオを探るために、分岐点となる人口密度を100人/km²から500人/km²の間で変化させて分析した。その結果、350人/km²を分岐点とする場合(シナリオ5)のCO₂排出量が最も少なく、年間472kt-CO₂、汚濁負荷除去量あたりでは17.9t-CO₂/tという結果となった。

(2) 東アジア・国土・都市圏のマルチスケール環境フラックス解析システムに関する研究

長江流域では、三峡ダム上流の重慶市周辺、長江中流域の武漢市、漢口周辺に多くの畜舎が立地しており汚濁負荷発生源となっている。この地域からの汚濁負荷発生量を抑制するために、環境配慮型技術を当該地域の畜舎の全てに適応したと仮定してその効果を推計すると、全産業のCOD負荷量の20~30%を削減する可能性が示された。その結果、中国の農村では、戸用の三結合のメタンガス発酵槽(トイレ、豚舎及びメタンガス発酵槽三者一体モデル)で、人間・家畜の糞便が自動的にメタンガス発酵池に排出され、発酵後直接メタンガスとして利用されるシステムが有効であることが明らかになった。

(3) 東アジアの持続可能な都市・政策・技術シナリオのプラットフォームに関する研究

持続可能な都市のための国際プラットフォームに関する政策報告書を取りまとめた。同報告書では、持続可能な都市のための国際プラットフォームに関する紹介と報告書策定の背景を説明し、国際プラットフォームの目的、関係者、活動及び組織制度について示すとともに、アジア地域における二都市間及び多都市間の国際プラットフォームの経験から得られる教訓を提示した。同時に平成22年度の知見である国際プラットフォームのデザインと運営者の役割に関する知見を示した。最後に、持続的な都市のための国際プラットフォームを形成、運営、および利用するための戦略についていくつかの側面から提案を行った。

具体的には、ビジネス実行可能性分析、及び知的財産問題を含めた民間企業間連携を日本企業単独で実施

することは難しく、日中双方の行政機関、研究機関も加わって、さらなる相互理解と対話を進める必要がある。中国国内での循環経済技術・制度・まちづくりの展開、普及にあたっては、国レベルの知見共有制度を拡充するとともに、研究者と協働しての実施状況のモニタリング・評価、指標づくり、知見抽出といった個別都市の取組が望まれる。今後、中国国内、及びアジアにおいて、自然条件や産業特性から見て類似した歴史と課題を有する都市・地域が、国境を越えて持続可能な発展について相互学習することが有用であり、情報通信技術（ICT）を活用することでそのための経験共有、学習のためのプラットフォームを構築することが望まれる（例えば世界銀行東京開発教育センターとプラットフォーム参加都市・地域との連携）。ICTを活用し、国境を越えたつながりを容易にすることで、ロングテールと呼ばれるような出現頻度が小さい条件を持った地域のニーズや経験に対しても共有と相互学習が実現する可能性がある。いったんプラットフォームが出来れば、プラットフォーム上にはさまざまなニーズ（課題）とシーズ（解決策のアイデア）が載せられ、自由にニーズとシーズとを持つ者どうしが連携を模索し、その成果を再びプラットフォームに還元することで、プラットフォームがより魅力的になることが可能である。

これらの知見に基づいて川崎・瀋陽間の二都市間連携を概観すると、行政官連携のみならず研究連携、ビジネス連携を行なっている点に特徴があり、かつ研究及びビジネス上の明確な目標を設定して連携を行なっている点で国際プラットフォームの有効性を高めていると考えられる。今後の日本の廃棄物管理、水管理、低炭素都市づくりなどの関連諸分野における官民連携での国際プラットフォーム活用への示唆を与える先行事例として今後も知見の蓄積が望まれる。

（４）自然共生の政策形成システム構築に関する研究

エコタウン別の環境・経済評価の結果を運営の観点から考察すると、地域内から発生する循環資源を有効活用することで、安定的な事業となる可能性が高いが、より低炭素型のエコタウンを目指す場合、自動車、廃油、廃プラスチックなどのCO₂削減効果の高い循環資源の処理を優先する必要がある。広域的な循環が一般的な資源である自動車や家電・機器類については、リサイクル施設の稼働率は、地域調達率とともに高くなる傾向がみられることから、より人口密度の高い地域に立地する方が有利に働く可能性が高いともいえる。一方、廃プラスチックでは、調達面では地域調達率と稼働率にははっきりとした相関は見られなかったが、供給面の分析から、受け手と地理的に近接した方が有利になる可能性が示された。、廃プラスチックに関しては、複数の技術が存在し、その事業特性が異なる。本稿で行ったマクロ分析での結果を生み出すメカニズムを明らかにするには、技術特性に応じたミクロな分析が重要になってくるとも考えられる。循環資源の特性に応じて循環圏に違いが生じることが明らかになった。その理由として、リサイクル法によるサポートおよび規制による制約、分別の進み具合、市場性の有無などが影響している。広域化が進む循環資源では、個別のリサイクル法などにより調達ルートが確保され、離れた発生源との取引コストなどが削減されているうえ、分別の必要がない、あるいは分別がある程度進んでいることもあり、市場性が高いものが多く、広範に取引がなされていると考えられる。一方で、地域内での循環がほとんどの循環資源は、一般廃棄物など域内循環が制度化されているものや分別が進まず市場性に乏しいものなどが多く、地域内での循環が有利な状況になっていることがあきらかになった。

日中企業におけるGreen Supply Chain Management(GSCM;環境配慮型生産チェーンマネジメント)の促進要因の違いから、中国政府による国内の法規制が十分に整備されていないという現状を示唆することができた。そこで、「循環経済促進法」や「クリーナープロダクション促進法」などといった法規制における具体的な措置の提示はもちろんのこと、その執行を中心的に担う個々の企業及び地方政府部門の意識改革を進め、国内の法規制に基づく着実なGSCMを推進する必要がある。その際に、日本企業のGSCMを推進させてきた廃棄物と資源の有効利用に関する法規制等が参考になるであろう。さらに、市場原理に基づく循環型社会の形成を上手く法規制に組み込んでいくことが重要となるであろう。また、現時点で不十分な国内外のステイクホルダーとの連携を実現するためには、日本をはじめ先進国企業の多くが既に導入している自主的な環境マネジメントシステムの採用だけでなく、企業の社会的責任(CSR)の推進といったGSCMの実施手法は、有用となる。さらに、グリーンサプライチェーンを通じたGSCMのグローバルな展開趨勢を考えると、GSCMに向けた対策の対象が組織内部に留まることなく、ステイクホルダーを巻き込んだ資源回収や環境配慮型設計といった民間企業主体の能動的な対策を進めることが、国や行政による推進を超えた循環型社会の形成における今後の鍵となることがあきらかになった。

日中両国環境省間での「環境にやさしい都市」連携への研究情報発信を進めて、川崎市と瀋陽市での評価システムの検証と実用的な技術政策シミュレーションの構築を進めて政策情報の出力を行った。具体的には、シミュレーション・システムのケーススタディとして、プラスチック・リサイクルによるコンクリート型枠の製造や、有機性廃棄物の嫌気性消化による電気の生産など循環技術について、導入シナリオ分析をおこなった。現在の瀋陽市では、埋め立てが唯一のごみ処理法であるが、日本では3、800万トン以上の都市固

形廃棄物が焼却処分されており、直接埋め立てされているのは120万トンだけである。川崎市の場合、すべての可燃性廃棄物が焼却処分され、その灰が埋め立て処理されている。一般的に、プラスチックと有機性廃棄物の両方で、焼却処理は埋め立てよりもライフサイクル・インパクトが小さいことが明らかになった。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

下水道システムや浄化槽などの個別の技術を対象として、環境負荷排出量を算出した研究事例は数多く存在しており、インベントリーデータを活用して、地域に対して水処理技術を導入することの効果を推計するために、地域を対象として具体的な技術導入シナリオを設定し、定量的な分析を行ったことは先駆的な取り組みと言える。また、大都市を含む長江流域において、①農畜産業から発生する汚濁負荷量の推計方法を改良し作物別、家畜別に詳細に推計できるようにした。②全産業を対象にした汚濁負荷インベントリー開発を開発した。③水質観測データに基づいて汚濁負荷の推計結果を検証した開発したインベントリーの精度を向上させた。

さらに、これまで十分に文書化されてこなかった持続可能な発展に関する国際都市・地域間連携の実績について一定の分析枠組みのもとに情報を収集、整理し、その促進・阻害要因を予備的に分析して政策報告書（日本語・英語）にまとめて広く関係者に配布するとともに、社会環境や技術の変化に応じた今後の国際都市・地域間連携の可能性を論じた。

最後に、都市の発展段階などの実情に応じた適正な技術スペックを再構築する実用的な選択肢を用意している。水質汚濁削減とエネルギー効率改善との都市・地域の環境制約のもとで、適正な「環境技術」とその効率的な活用を可能にする、制度や規制、参加システムなどの「社会技術」についても定量的な選択肢として用意している。日本の都市環境工学と政策シミュレーションのモデルを瀋陽に適用することで、日本から瀋陽へのいくつかの廃棄物循環技術移転の環境的利点の可能性について定量的な結果を提示している。さらに、日本の中小企業における環境配慮型経営に関するアンケート調査を行った結果、中小企業における環境配慮型経営の推進条件の提示に、定量的なデータを提供している。

(2) 環境政策への貢献

本研究の成果は、各自治体における水処理技術システムの導入および更新の意思決定の際に、基礎的な知見を与えるものである。今後、自治体との意見交換を通じて、成果の広報・普及に努める。研究者としては、整備が進みつつある建設施工段階のインベントリーデータの取り込みや、新たに開発された技術に関するインベントリーデータを更新することが求められる。

三峡ダム上流域、太湖流域等における水質汚濁物質の排出総量規制等の政策的な応用が期待される。また、近年発展途上国を中心に人畜一体型のメタン発酵装置の活用したCDM事業において、環境負荷削減の科学的根拠となる方法論を開発した。

また、持続可能な発展のためのアジア都市間連携に関するIGES政策報告書（和文・英文）をきっかけとして、2011年1月より開始された横浜市のY-port (Yokohama partnership of resources and technologies) 事業等に対するIGESとの組織的連携を通じて、広く地方政府及び営利・非営利民間組織を主体とした、持続可能な発展パターン実現に向けた地域主導の国際連携の場が推進されようとしている。またJICA研究所の気候変動緩和策に関する国際協力についての英語書籍に1章を貢献した。本書籍は2011年11月のCOP17のサイドイベントにおいて配布される予定である。

アジアにおける循環経済都市のシミュレーション・システムを都市環境政策として計画して、日中における具体的な事業の設計と実現につながることのできる科学的な政策支援ツールの開発に貢献している。また、中国・瀋陽市、さらにアジアの循環経済都市における環境政策システムの構築に先駆的な政策的選択肢を提供している。さらに、中小企業に関する環境政策や法規制の制定の際に、中小企業の環境配慮型経営に関する推進条件となるものを提供している。

6. 研究者略歴

課題代表者：藤田壮

1961年生まれ、東京大学工学部卒業、工学博士、現在、独立行政法人国立環境研究所
アジア自然共生研究グループ環境技術評価システム研究室長

研究参画者

(1) : 藤田壮 (同上)

: 村野昭人

1974年生まれ、東京大学工学部卒業、工学博士、国土交通省 国土技術政策総合研究所研究官、
現在、東洋大学理工学部都市環境デザイン学科 准教授

(2) : 渡邊正孝

1945年生まれ、京都大学工学部卒業、マサチューセッツ工科大学卒業、工学博士、
現在、慶應義塾大学大学院・政策メディア研究科 教授

: 岡寺智大

1976年生まれ、大阪大学工学部卒業、工学博士、現在、独立行政法人国立環境研究所アジア自然共生
研究グループ研究員

: 丹治三則

1979年生大阪まれ、大学工学部卒業、工学博士、現在、慶應義塾大学環境情報学部専任講師

(3) : 森秀行

1952年生まれ、京都大学大学院修了（工学修士）、環境庁（当時）等を経て、現在（財）地球環境戦
略研究機関所長。

(4) : 藤田壮 (同上)

7. 成果発表状況（本研究課題に係る論文発表状況）

(1) 査読付き論文

- 1) 濱野裕之、中山忠暢、堀紘子、藤田壮、田上浩孝；都市スケールの三次元水熱フラックス解析モデルによる都市の緑化施策の評価、環境システム研究論文集、Vol. 37、pp. 93-104、2009
- 2) 橋本禪、若林諒、孫穎、陳旭東、藤田壮、耿涌；中国大連市の一般廃棄物管理施策を対象とした循環経済社会シナリオの設計と評価、環境システム研究論文集、Vol. 37、pp. 301-310、2009
- 3) 村野昭人、滝川清、園田吉弘；熊本県沿岸域を対象とした水処理技術システムの評価、海洋開発論文集、Vol. 25、pp. 503-507、2009
- 4) Kazunori Tanji, Tomohiro Okadera, Masataka Watanabe ; An analysis of dependency and eco-efficiency about water consumption and environmental loads by interregional trade in China, United States Society for Ecological Economics, 2009
- 5) 平野勇二郎、藤田壮、高橋俊樹；全国主要都市の家庭におけるCO₂排出量の構造分析とエネルギー用途の推定手法、環境システム研究論文集、Vol. 38、pp. 309-316、2010
- 6) 孫穎、渡邊雅士、藤田壮；中小企業の環境配慮型経営の促進要因に関する実証分析、環境情報科学論文集22号、pp. 183-188、2010
- 7) 孫穎、渡邊雅士、藤田壮；中国企業の環境配慮型経営の影響要因に関する実証分析—瀋陽市におけるケーススタディ」、第38回環境システム研究論文発表会講演集、pp. 1-8、2010
- 8) 村野昭人、滝川清；熊本県を対象とした水処理技術導入シナリオの環境効率の評価、海洋開発論文集、Vol. 26、pp. 651-656、2010

- 9) Tadanobu Nakayama, Ying Sun, Nguyen Cao Don, Tsuyoshi Fujita, Yong Geng ; Simulation of water resource and its relation to urban activity in Dalian City, Northern China, Global and Planetary Change Vol. 73(3/4)、 pp. 172-185、 2010
- 10) Yong Geng, Tsuyoshi Fujita, Xudong Chen; Evaluation of Innovative Municipal Solid Waste Management through Urban Symbiosis: A Case Study of Kawasaki, Journal of Cleaner Production, Vol.18、 pp. 993-1000、 2010
- 11) Shizuka Hashimoto, Tsuyoshi Fujita, Yong Geng, Emiri Nagasawa ; Realizing CO₂ emission reduction through industrial symbiosis: A cement production case study for Kawasaki , Journal of Conservation and Recycling, Vol.54(10)、 pp. 704-710、 2010
- 12) Tadanobu Nakayama, Tsuyoshi Fujita ; Cooling effect of water-holding pavements made of new materials on water and heat budgets in urban areas, Landscape Urban Planning, Vol. 96(2)、 pp. 57-67、 2010
- 13) Xudong Chen, Yong Geng, Tsuyoshi Fujita ; An Overview of Municipal Solid Waste Management in China, Journal of Waste Management, Vol.30、 pp. 716-724、 04、 2010
- 14) Zhu Qinghua, Yong Geng, Tsuyoshi Fujita , Shizuka Hashimoto ; Green supply chain management in leading manufacturers: Case studies in Japanese large companies, Management Research Review, Vol.33(4)、 04、 2010
- 15) Yong Geng, Bruce Mitchell, Tsuyoshi Fujita, Tadanobu Nakayama ; Perspectives on small watershed management in China: the case of Biliu, International Journal of Sustainable Development & World Ecology, Vol. 17(2)、 pp. 172-179、 2010
- 16) Xudong Chen, Murray E. Haight , Yong Geng, Tsuyoshi Fujita ; Managing municipal solid waste from a system perspective: a comparative study of Dalian, China and Waterloo, Canada Sustainable Development, Vol. 18 (5)、 282-294 、 2010
- 17) 孫穎、渡邊雅士、森晶寿、藤田壯、宮寺哲彦 ; 環境配慮型経営の展開と推進要因 : 日中企業の国際比較、環境科学誌 掲載決定 2011
- 18) Xudong Chen, Fengming Xi, Yong Geng, Tsuyoshi Fujita ; The potential environmental gains from recycling waste plastics: Simulation of transferring recycling and recovery technologies to Shenyang, China. Waste Management, Vol.31 (1)、 pp. 168-179 、 2011
- 19) Nakamura Hidenori, Elder Mark, Mori Hideyuki; The surprising role of local governments in international environmental cooperation: the case of Japanese collaboration with developing countries, Journal of Environment and Development、 (in printing)

(2) 査読付論文に準ずる成果発表
該当なし