

- ・補助事業名 循環型社会形成推進科学研究費補助金研究事業  
(平成20年度～平成22年度)
- ・所 轄 環境省
- ・国庫補助金 71,322,000 円
- ・研究課題名 有機再生廃棄物を対象とする多層複合型資源循環圏の設計と評価  
システムの構築に関する研究
- ・研究期間 平成20年4月1日～平成23年3月31日
  
- ・代表研究者名 藤田 壮 (国立環境研究所)
- ・共同研究者名 大迫 政浩 (国立環境研究所)  
徐 開欽 (国立環境研究所)  
藤井 実 (国立環境研究所)  
稲葉 陸太 (国立環境研究所)  
橋本 禅 (京都大学)  
玄地 裕 (産業技術総合研究所)  
栗島 英明 (産業技術総合研究所)  
井原 智彦 (産業技術総合研究所)

<目次>

研究の概要		i
第1章	地域循環圏研究の状況 (執筆者：○藤田 壮、徐 開欽)	1
第2章	スマート資源循環の提案 (執筆者：○藤井 実、稲葉 陸太、大迫 政浩)	17
第3章	有機系廃棄物の循環技術調査 (執筆者：○山口 直久 <sup>*1</sup> )	34
第4章	食品廃棄物の飼料化を介した循環利用の温室効果ガス排出量および生産物の消費者受容性の評価 (執筆者：○玄地 裕、菱沼 竜男 <sup>*2</sup> 、栗島 英明、井原 智彦)	84
第5章	資源循環圏シミュレーションモデルの構築と評価 (執筆者：○山口 直久、藤井 実、長谷川 誠 <sup>*3</sup> )	120

○執筆責任者

\*研究協力者または調査請負先担当者の所属

\*1：エックス都市研究所、\*2：宇都宮大学、\*3：イーツーエンジニアリング

## 研究の概要

### 0.1 研究目的

都心部などの人口過密地域から比較的低密度な郊外都市、あるいは農村までも含む多様な首都及びその周辺地域を対象として、循環資源を最大限に有効活用し、低炭素化にも資するためのシステムのあり方を検討する。一方、循環資源は国際市況や季節変化により短・中期的な需給バランスが変化するばかりでなく、将来想定される人口減少や、より優先されるべきリデュース、リユースが進展すれば、循環資源供給量は長期的には減少に向かう可能性も高い。廃棄物の資源としての潜在能力は最大限活かしながら、社会の変化にも対応できるシステム（スマート資源循環）について検討し、効果を俯瞰的に評価できるモデルを作成することを目的とする。スマートグリッドが既存インフラを活用しながら太陽光や風力などの、低環境負荷だが変動の大きな電源を接続可能とするように、スマート資源循環では、質の高いマテリアルリサイクルと並行して、既存インフラ（動脈産業）を活用し、需給バランスや排出形態の変動する循環資源を安定的に受け入れ、高効率・低コストで利用できるシステムとすることを目指す。これらの検討により、循環圏形成における環境技術の開発と政策、循環ビジネスの展開軸を明らかにする。具体的には、廃棄物の排出量分布や資源循環技術のデータベースを構築し、スマート資源循環システムの導入効果の検討を行うこと。資源循環圏の評価手法及び評価システムの検討及び試行的評価を行うこと。飼料化を介した食品廃棄物の循環システムを評価対象として、ライフサイクルで排出される温室効果ガス量の傾向およびリサイクル飼料を利用して生産した豚肉に対する消費者の受容性を定量的に把握することを目的とする。

### 0.2 研究方法と結果の概要

#### 0.2.1 地域循環圏の状況

循環型経済社会を形成することは、廃棄物の適正な処理にとどまらず、希少化する資源の効率的な利用や低炭素社会の実現に向けて重要な方策となる。2008年の第二次循環型社会形成推進計画では、「経済社会の物質循環では、地域の特性や循環資源の性質に応じて、最適な規模での循環を形成して」いくための地域循環圏の構築を謳っており、国と地方を中心に各主体が構想段階から協働して地域計画を策定し、循環型社会の形成のための基盤の整備を推進して」いくこととされている。廃棄物や資源はその種別、量によって適正な処理の技術があるとともに、循環の適正な規模が存在することは明らかであり、地域での主体間の連携によって、循環可能な資源を地域内で循環させることで環境保全と経済活力を両立する仕組みを構築することが期待される。とくに近年の化石燃料を含む各種の天然資源価格の上昇により、廃棄物の循環利用に対する市場での需要が拡大している。その状況下で、廃棄物処理の公的サービスの機能や、新規資源との価格競争力を持つための基盤整備に対する公的セクターの関与を視野に入れた、適正な資源循環の方策とその圏域形成に向けての制度や施策、さらに技術開発と基盤整備の基本方針を構築することが社会的な

急務となっている。

環境省の地域循環圏検討会等の情報共有を進めて、地域循環圏の構築に向けて、関係府省、関係都道府県・市町村、産業界、NGO/NPO等の関係主体の連携協働により、循環資源の性質に応じた複層的な望ましい循環の姿とそのために必要な取組・事業を整理した。循環型社会を低炭素社会、自然共生社会と一体的に構築していくために地域循環圏を総合的・計画的に実現するための知見を整理した。更に、国際的な地域循環圏形成の議論の背景について整理を行った。

## 0.2.2 スマート資源循環の提案

将来の人口変動や生産、消費構造の変化などが想定される。一方、鉄鋼、セメント、製紙、化学等の素材産業は大量の化石資源を使用している。高温・高圧条件を安定して維持する必要があるため、太陽光や風力の利用は難しく、更なる低炭素化には、循環資源やバイオマスの活用が有効であると考えられる。そこで本研究では、以下を実現可能なシステムを描出するものとした。

- 一般廃棄物中のプラスチック及び紙を対象に、最大限のCO<sub>2</sub>削減量及び化石資源消費削減量が見込め、変動に対して頑強で長期的にも費用対効果の高いリサイクルシステムを検討すること。
- 既に省エネルギー化が進んでいる国内の動脈産業の、更なる低炭素化を促すリサイクルシステムを検討すること。

各地域において「供給」、「中継・変換」、「需要」の各潜在能力（未利用要素）を効果的に組み合わせることで、資源循環が高い費用対効果で、現在だけでなく将来に渡っても安定的に実施されるシステム（スマート資源循環）を描出することができると考えられる。

一般廃棄物中の有機系固形廃棄物の現在のリサイクル・処理のフローを検討するとともに、鉄鋼、セメント、製紙などの動脈産業における既存施設を活用したリサイクルの有効性を検討することにより、現在だけでなく将来に渡っても安定して費用対効果に優れるリサイクルシステムについて検討した。スマート資源循環システムは、以下の特徴を満たすものと整理することができる。

- 循環資源の利用効率が高いリサイクルシステムであること。
- 可能な限り既存施設を利用することで、リサイクル費用が低減できること。
- 十分な受け入れキャパシティが有り、循環資源供給量の変動にも対応できること。
- 動脈産業の低炭素化に繋がること。
- 将来の分別の高度化や製品、容器包装の易リサイクル設計の進展など、循環資源の質的向上に合わせてより利用効率の高いマテリアルリサイクルが行えること。
- 特性の似た循環資源をまとめてリサイクルすることで、リサイクル量を拡大し、リサイクル単価を削減すること。

スマート資源循環は、既存インフラを活用しながら、太陽光発電等の変動の大きな自然エネルギーの利用も可能にするスマートグリッドと、目指す方向性は類似している。

また本章においては、より俯瞰的に資源循環システムをとらえ、社会全体での資源の有効利用に繋げるための評価手法について検討を行った結果を示す。

### 0.2.3 有機系廃棄物の循環技術調査

有機系廃棄物の再資源化状況及び循環資源の受け皿としての石炭代替を想定した産業側での潜在的需要を整理し、首都地域の循環圏形成の考え方を整理するとともに循環資源の種類に応じて首都地域に適した循環技術の抽出を行った。これら抽出した循環技術について、既存文献・研究成果等の調査及びメーカーや廃棄物処理業者等へのヒアリングによって当該技術を工程ごとに整理し、技術インベントリデータとして取りまとめを行った。

特に、一般廃棄物中の主としてプラスチックと古紙を、再生樹脂と固形原・燃料に転換するスマート資源循環拠点について、メーカー等へのヒアリング調査を通して単位プロセス別にプロセス設計を実施し、プロセスの入出力に関するインベントリやコストを算定した。加えて、費用対効果に優れたリサイクルシステムを構築するため、ある程度簡易でなおかつ高い資源循環効果の得られるプロセスフローを検討した。

また、スマート資源循環地域拠点を具体的な地域への導入を検討する前段階として、グリッドシティモデルをベースに、地域拠点を導入する地域（地域クラスター）の可住地面積当たりの人口密度と人口を変化させたグリッドモデルシミュレーションを行い、既存の焼却施設や選別保管施設の規模を一定とした適性評価モデルによって、人口と人口密度を変化させた場合のCO<sub>2</sub>排出量とごみ処理コストを算出し、クラスターの最適規模を検討した。

グリッドシティモデルを用いたシミュレーションの結果、スマート循環施設の導入により、主に動脈産業での石炭の焼却回避によるCO<sub>2</sub>削減効果が得られ、また、施設整備費のスケールメリットと収集運搬効率から、高人口密度地域ほど低コストとなり、かつ最適な規模が存在することが明らかとなった。

また、現状ではスマート資源循環地域拠点を低人口密度地域に導入することはコスト的に難しいものと考えられるが、仮に全国で、分別回収率7割程度でスマート施設が導入されたとすると、最大で日本のGHG排出量の1%程度に相当する追加的削減効果が得られ、費用は可住地当たりの人口密度やクラスター面積の違いによる地域特性に依存するものの、スマート資源循環地域拠点の導入前後でおおむね同程度であることが示された。

スマート資源循環地域拠点の導入による費用構造の変化からは、リサイクルのための費用増と焼却処理費の削減はおおむね同等であり、輸入資源である石炭の削減分だけ国内に経済的メリットが生ずることが示された。また、固形原・燃料の買い取り制度等による利益の適切な配分によって地域経済を活性化することが可能となることが示唆された。

### 0.2.4 食品廃棄物の飼料化を介した循環利用の温室効果ガス排出量および生産物の消費者受容性の評価

食品廃棄物の飼料化処理の中でも比較的エネルギー・資材消費量が多い乾燥処理について、

事業所ごとのエネルギー資材消費量の違いを反映したデータを用いて LCA を行い、システムの環境側面の評価を行うとともに、また、食品廃棄物由来の飼料を利用して生産した豚肉に対する環境情報提示の効果について、店舗調査および web アンケート調査を行った。乾燥飼料化に伴う平均的な GHG 排出量を用いて推計した豚肉あたりの GHG 排出量は、配合飼料を利用したときの GHG 排出量と同程度であった。乾燥処理のエネルギー資材消費量がシステム全体にもたらす影響は±10%程度と考えられた。また、消費者に簡易な環境情報の提供を行うことで、食品廃棄物由来の飼料を利用して生産した豚肉に対する消費者の購買意図や追加支払意図の上昇の可能性が確認された。

### 0.2.5 資源循環圏シミュレーションモデルの構築と評価

グリッドモデルシミュレーションを用いた適性評価モデルを一都三県に適用し、一都三県の市町村・一部事務組合の可住地面積及び可住地面積当たり人口密度をもとに、スマート資源循環地域拠点の導入によって費用対効果が得られる範囲の市町村・一部事務組合を示す費用削減効果判定曲線を作成した。その結果、一都三県ではさいたま市、千葉市、川崎市等の政令指定都市は費用削減効果が高いと判定された。また、スマート施設を郊外に設置する場合は、再生ペレットの製造（マテリアルリサイクル）を行わないスマート施設（システム（B））を採用することにより費用削減効果を得ることも可能と考えられた。

そして、スマート資源循環地域拠点の適地として適地として判定された八王子市、町田市、多摩市を対象として、廃棄物発生量の空間分布と廃棄物処理施設等の循環施設の空間分布の GIS データを活用した地域シミュレーションを行い、複数市町村による広域処理を想定したスマート資源循環地域拠点導入の効果について効果の算定を行った。その結果、年間費用の算定結果からは、現状継続に比べ、スマート資源循環地域拠点を導入した方が、分別収集による収集運搬費及びスマート循環施設処理費は増加するものの、焼却処理量の減少に伴う焼却処理費用の減少、RPF 等の製品売却収入により全体費用は減少した。CO<sub>2</sub> 排出量からは、現状継続に比べスマート資源循環地域拠点を導入した方が、焼却処理量の減少及び RPF 等の製品利用により CO<sub>2</sub> 排出量は削減された。また、スマート資源循環地域拠点の構成として、プラスチックのマテリアルリサイクルを行わない構成の方が、CO<sub>2</sub> 削減効果においても費用削減効果においてもやや有利となった。

現状継続に比べスマート資源循環を導入する場合の費用対効果（追加的削減費用）は、

スマート（A）2020 年で、-7.65（千円/t-CO<sub>2</sub>） 2030 年で-7.67（千円/t-CO<sub>2</sub>）

スマート（B）2020 年で、-9.78（千円/t-CO<sub>2</sub>） 2030 年で-9.75（千円/t-CO<sub>2</sub>）

となり、現状継続に比べ費用が安価になるとともに CO<sub>2</sub> 排出量も削減できる。

よって、その他容器包装プラスチックを分別収集し再商品化を行う現状継続に対し、その他容器包装プラスチック以外のプラスチック及び雑紙も分別収集し、スマート資源循環拠点施設にこれらの分別物を搬入し、RPF 等も併せて製造し利用する費用対効果は、十分に大きい可能性が示された。

また、廃棄物分野における温暖化対策（廃棄物発電の導入促進や余熱利用（事業所外へ

の熱供給))の費用対効果と比較すると、スマート資源循環地域拠点の導入は費用対効果が優れたものとなる可能性が示唆された。

### 0.3 結論

- 各地域において「供空間・時間的な廃棄物発生量及びリサイクル製品需要の変動に対して頑強で、循環資源の利用効率が高く、またリサイクルのための費用増加も限定的で、長期的にも高い費用対効果を期待し得る、スマート資源循環と呼ぶシステムを、より詳細に描出した。
- 有機系廃棄物の循環技術について、工程ごとに整理し、技術インベントリーデータとしてとりまとめた。
- スマート資源循環地域拠点の機能を設計し、費用対効果を勘案した2つのシステムについてプロセス評価を行うとともに、施設規模に対する費用及びCO<sub>2</sub>排出量を関数化した。
- グリッドシティモデルを用いた適性評価モデルにより、スマート資源循環地域拠点の立地に適した条件をクラスター面積と人口密度が明らかになった。
- スマート資源循環地域拠点の導入により、最大で我が国のGHG排出量の1%に相当する追加的削減効果が得られることが示唆された。
- 飼料化を介した食品廃棄物の循環システムで生産した豚肉1kgのGHG排出量は乾燥飼料シナリオで6.43 kgCO<sub>2</sub>e、リキッド飼料シナリオで5.17 kgCO<sub>2</sub>eと推計され、慣行的な生産システムから排出されるGHGを低減する可能性があった。
- 有機性再生資源を利用した農畜産物については、消費者の多くが受容し、かつ付加価値を感じていることが確認された。また、環境や安全、味に関する情報提供を行うことで、消費者の受容性や付加価値が高まることが示唆された。
- 一都三県において、スマート資源循環地域拠点の導入による資源循環システムの費用対効果の高い市町村等を具体的に示した。
- GISによる地理的分布と、経時変化を考慮したシミュレーションモデルの構築により、地域特性を考慮した技術の組み合わせにより、スマート資源循環地域拠点の導入によって費用が安価になるとともにCO<sub>2</sub>排出量も削減できることが示唆された。
- 廃棄物分野の他の温暖化対策と比較して、スマート資源循環は費用対効果に優れたものとなり得る。

### 0.4 研究成果一覧（平成20年度～平成22年度）

#### 0.4.1 紙上発表

<査読あり>

- ・ 村野 昭人, 藤田 壮, 星野 陽介, 建設廃木材を対象とした統合的再資源化シナリオの評価システムの構築と評価, 土木学会論文集G, 2009
- ・ 村野 昭人, 藤田 壮, 小瀬 博之, 木造住宅を対象とした環境負荷削減施策の評価システムの構築, 環境システム研究論文集, Vol. 36, pp.117-124, 2008

- 橋本 禪, 杉野 章太, 藤田 壮, Qinghua Zhu, 長澤恵美里, 環境配慮型企業の生産システムにおける資源循環行動の要因分析, 環境システム研究論文集, Vol. 36, pp.173-180, 2008
- 藤井 実, 長澤 恵美里, 橋本 禪, 藤田 壮, 代替的なりサイクル技術の資源循環効果の評価—木材資源の水平循環とカスケード循環の比較—, 環境システム研究論文集, 2008, 36, pp.275-280
- 橋本 禪, 杉野 章太, 藤田 壮, Qinghua Zhu, 長澤 恵美里, 環境配慮型企業の生産システムにおける資源循環行動の要因分析, 環境システム論文集, 2008, pp.173-180
- Shizuka Hashimoto, Tsuyoshi Fujita, Yong Geng, Emiri Nagasawa, Achieving CO2 Emission Reduction through Industrial Symbiosis: A Case of Kawasaki, *Journal of Environmental Management*, 2008 (submitted)
- Yong Geng, Tsuyoshi Fujita, the Application of Biomimicry, *J. of Philippine Industrial Engineering*, Vol.5, No.1, pp.1-8, 2008
- Looi-Fang Wong, Tsuyoshi Fujita, Kaiqin Xu, Evaluation of regional bio-energy recovery by local methane fermentation thermal recycling systems, *Journal of Waste Management*, vol.28, 2008, pp.2259-2270
- Rene Van Berkel, Tsuyoshi Fujita, Shizuka Hashimoto and Yong Geng, Industrial and Urban Symbiosis in Japan: results of the Eco-Town Program 1997-2006, *Journal of Environmental Management* (2009)
- Rene Van Berkel, Tsuyoshi Fujita, Shizuka Hashimoto and Minoru Fujii, Quantitative Assessment of Urban and Industrial Symbiosis in Kawasaki, Japan, *Environmental Science and Technology*, 43, (5), 1271-1281, (2009)
- Qinghua Zhu, Yong Geng, Tsuyoshi Fujita and Shizuka Hashimoto, Green supply chain management in leading manufacturers: Case studies in Japanese large companies, *Management Review News*, 33(4), (in press)
- Lee, D., Ebie Y., Xu K.Q., Li Y.Y. and Inamori Y., Continuous H<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> production from high-solid food waste in the two-stage thermophilic fermentation process with the recirculation of digester sludge, *Bioresource Technology*, in press, 2009
- Chunfeng Chu, Yu-You Li, Kai-Qin Xu, Yoshitaka Ebie, Yuhei Inamori and Hai-Nan Kong, A two-stage process for high-rate hydrogen and methane production from food waste, *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol.33, Issue 18, September, pp.4739-4746
- Zhu Qinghua, Yong Geng, Tsuyoshi Fujita, Shizuka Hashimoto; Green supply chain management in leading manufacturers: Case studies in Japanese large companies *Management Research News*, 33(4), April 2010
- Shizuka Hashimoto, Tsuyoshi Fujita, Yong Geng, Emiri Nagasawa; Realizing CO<sub>2</sub> emission reduction through industrial symbiosis: A cement production case study for Kawasaki, *Journal*

of Conservation and Recycling, Available online 6 January 2010

- 橋本禪, 若林諒, 孫穎, 陳極東, 藤田壯, 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, 10.2009
- Rene Van Berkel, Tsuyoshi Fujita, Shizuka Hashimoto, Yong Geng; Industrial and Urban Symbiosis in Japan : Analysis of the Eco-Town Program 1997-2006; Journal of Environmental Management, vol.90,pp.1544-1556,03.2009
- Rene Van Berkel, Tsuyoshi Fujita, Shizuka Hashimoto, Minoru Fujii; Quantitative Assessment of Urban and Industrial Symbiosis in Kawasaki, Japan, Environmental Science & Technology, Vol.43, No.5, 2009, pp.1271-1281,0129.2009
- 村野昭人, 藤田壯, 星野陽介; 建設廃木材を対象とした統合的再資源化シナリオの評価システムの構築と評価, 土木学会論文集G, vol.65 No.1, pp.69-76,2009
- Chu Chunfeng, Ebie Yoshitaka, Xu Kai-Qin, Li Yu-You, Inamori Yuhei: Characterization of microbial community in two-stage process for hydrogen and methane production from food waste, International Journal of Hydrogen Energy, accepted, 2010
- Dong-Yeol Lee, Yoshitaka Ebie, Kai-Qin Xu, Yu-You Li, Yuhei Inamori: Continuous H<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> production from high-solid food waste in the two-stage thermophilic fermentation process with the recirculation of digester sludge, Bioresource Technology, Vol.101, Issue 1, S42-S47, 2010
- Chaoxiang LIU, Kaiqin XU, Ryuhei INAMORI, Yoshitaka EBIE, Jie LIAO, Yuhei INAMORI: Pilot-scale studies of domestic wastewater treatment by typical constructed wetlands and their greenhouse gas emissions, Front. Environ. Sci. Engin. China, Vol.3, No.4, 477-482, 2009
- Rokuta Inaba, Tohru Furuichi, Toshihiro Komatsu, Noboru Tanikawa and Kazuei Ishii, Centralization of Dairy Farming Facilities for Improved Economics and Environmental Quality, Waste Management, 2009, Vol.29, No.1, pp.214-223
- 大西悟, 陳旭東, 藤田壯; エコタウン事業の地域循環特性に関する実証研究, 環境システム研究論文集, Vol.38, pp.429-436, 2010
- 孫穎, 渡邊雅士, 藤田壯; 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 Vol.24, pp.183-188, 2010
- 孫穎, 渡邊雅士, 藤田壯; 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, 環境システム研究論文発表会講演集 Vol.38, pp.1-8, 2010

<査読なし>

- 藤田 壯, 日本と中国を結ぶ「循環経済都市シミュレータ」研究, 科学, 岩波書店, P765-767, 2008年7月号(Vol.78 No.7)
- 稲森 悠平, 徐 開欽, 蛭江美孝, 稲森隆平, 食品工場排水の環境低負荷資源循環型高



度処理技術, ジャパンフードサイエンス, 46(6), pp.24-36, 2008

- 蛭江 美孝, 近藤 貴志, 徐 開欽, 常田 聡, 杉浦 則夫, 丸山 治, 稲森 悠平, 水処理プロセスにおけるリン資源の除去・廃棄から回収・資源化へのパラダイムシフト, 月刊 ケミカルエンジニアリング, 53(7), pp.42-47, 2008

#### 0.4.2 口頭・ポスター発表、解説等

- Shizuka Hashimoto, Hiroyuki Hamano, Tsuyoshi Fujita, Hiroko Hori, Building Low Carbon Cities: Framework to Design and Evaluate Alternative Technologies and Policies for Land Use Planning, Eos Trans. AGU, 89(52), Fall Meet. Suppl., Abstract U41D-0029, December ,15th -19th 2008
- Shizuka Hashimoto, Tsuyoshi Fujita, Kaiquin Xu , Tadanobu Nakayama, Bridging Scales: Developing a Framework to Build a City-Scale Environmental Scenario for Japanese Municipalities, Eos Trans. AGU, 88(52), Fall Meet. Suppl., Abstract GC33A-0943, December ,15th -19th 2008
- Rene Van Berkel, Tsuyoshi Fujita, Comparative Analysis of Eco town Programs in Japan, 8th International Conference on EcoBalance , Proceedings,19-04 ,Dec.10th 2008 (CD-ROM)
- Shizuka Hashimoto, Yong Geng, Tsuyoshi Fujita, Ryo Wakabayashi, Innovation of Circular Cities in Chinese and Japanese Eco-towns: Circular Economy Scenarios for MSW management in Dalian, China, EcoBalance, Proceedings,19-03, Dec.10th 2008 (CD-ROM)
- Xudong Chen, Tsuyoshi Fujita, Yong Geng, Integrating MSW Management with Manufacturing—A System Supporting Industrial Symbiosis of the Kawasaki Eco-Town—, 第4回日本LCA学会研究発表会, pp.174-175, 0306.2009
- 藤田 壮, 陳 旭東, 孫 穎, エコタウンを中核とする資源循環の社会効果の評価システムの設計, 第4回日本LCA学会研究発表会, pp.176-177, 0306.2009
- 藤井 実, 藤田 壮, 橋本 禅, 資源循環圏の規模と技術の選択に関する研究, 第4回日本LCA学会研究発表会, pp.182-183, 0306.2009
- 稲葉 陸太, 藤井 実, 南斉 規介, 大迫 政浩, 羽田 謙一郎, 高木 重定, 古島 康, 松井 重和, 資源循環における動脈静脈連携, 第4回日本LCA学会研究発表会, pp. 113-114, 2009年3月
- 孫穎, 藤田壮, 高橋秀行, 川崎市の産業レベルにおける環境効率指標の算出—エコタウンの評価に関する基礎研究—, 第4回日本LCA学会研究発表会要旨集, pp.190-191 0306.2009
- 高橋 秀行, 藤田 壮, 孫 穎, 産業構造の転換と環境負荷の関係—川崎市での影響分析, 環境情報科学vol.37-4, 第5回ポスターセッション要旨集, pp.94-95, 1125.2008
- 藤田 壮, 藤井 実, 橋本 禅, 孫 穎, 地域循環圏形成に向けた技術・政策評価システム, 第6回成果発表会「無駄のない社会をつくる—資源循環の『見える』化—」, 環境研究機関連絡会, 1120.2008

- ・ 村野 昭人, 松野 浩一, 藤田 壮, 桜井 俊介, 木材循環を志向した木質住宅システムの環境負荷削減効果の評価ー埼玉県を対象としたケーススタディー, 第24回建築生産シンポジウム論文集, pp311-316, 0725.2008
- ・ 藤田 壮, 低炭素都市の実現に向けた産官学連携, 東洋大学・川越市連携シンポジウム, 低炭素都市・地域づくりシンポジウム-低炭素社会に向けての川越からの発信-, 東洋大学現代GP, 東洋大学地域産業共生研究センター, 0320, 2009
- ・ 藤田 壮, 低炭素社会での資源循環, 平成20年度地域からの循環型社会づくりに関するシンポジウム-埼玉からの発信! できることからはじめよう-環境省関東地方環境事務所, 0317, 2009
- ・ 藤田 壮, 進行する地球温暖化と低炭素社会への転換シナリオ, 第14回地下空間シンポジウム「低炭素社会と地下空間利用」, 土木学会, 0123, 2009
- ・ 藤田 壮, 都市づくりにおける低炭素社会からの視軸ーURへの期待ー, 都市環境セミナー, UR都市機構, 0109, 2009
- ・ 藤田 壮, 低炭素都市の形成にむけた自治体政策のあり方, 品川区議会議員研修会, 1212, 2008
- ・ 藤田 壮, 低炭素社会の循環型産業システムへの展望と期待, 財団法人化学技術戦略推進機構(JCII) 交流連携推進委員会低炭素社会研究会, 1203, 2008
- ・ 藤田 壮, 産業拠点地区での地域循環ビジネスを中核とする都市再生施策の設計とその環境・経済評価システムの構築, 平成20年度循環型社会形成推進研究発表会(東京会場), 1201, 2008
- ・ 藤田 壮, 低炭素社会での資源循環ビジネスの展望, 資源リサイクルフォーラム2008, 北海道循環資源利用促進協議会, 1114, 2008
- ・ 藤田 壮, エコタウン発展形〜リサイクル施設から環境都市に〜, 全国エコタウン大会・ゼロエミッションフォーラム2008 in あいち, 1112, 2008
- ・ 藤田 壮, 低炭素都市の形成にむけた都市・地域づくり, 川越市職員研修「トップセミナー」, 1104, 2008
- ・ 藤田 壮, 低炭素都市の形成にむけた戦略と課題, 日本都市計画学会, 第113回まちづくり懇話会「低炭素社会実現に向けてー都市計画からのアプローチ」, 1002, 2008
- ・ 藤田 壮, 低炭素社会づくりに向けた都市政策のあり方, 第10回 イクレイ日本セミナー「低炭素社会づくりに向けての自治体の課題」, 0908, 2008
- ・ 藤田 壮, 地域循環の拠点としてのエコタウンへの期待-資源循環・低炭素を実現する基盤-, 環境省, エコタウン・地域循環圏の構築に向け行政連絡会議, 0701, 2008
- ・ 藤田 壮, 持続可能な好循環都市に向けて-環境技術と社会技術の融合-, 温暖化に立ち向かう〜低炭素・循環型社会をめざして〜独立行政法人国立環境研究所公開シンポジウム2008, 0621, 28, 2008
- ・ 橋本 禅, 藤田 壮, 孫 穎, 若林 諒, エコタウン技術の展開による中国産業拠点都市における循環経済の促進, 第4回日本LCA学会研究発表会, 北九州国際会議場(福岡),

2009年3月

- Kondo T., Tsuneda S., Ebie Y., Inamori Y., Xu K-Q., Nutrient removal and phosphorus recovery in the anaerobic/oxic/anoxic process combined with sludge ozonation and phosphorus adsorption, 8th China-Jpn. Symp., Water Environ.(Suzhou,2008/11), Abstracts, pp.32-39, 2008
- 稲森 悠平, 李 東烈, 徐 開欽, 蛭江 美孝, Chu Chun Feng, 水素・メタン二段発酵による食品廃棄物からのエネルギー回収技術の開発, 第19回廃棄物学会研究発表会, 京都, 同講演論文集, B8-3, 2008
- 蛭江 美孝, 近藤 貴志, 徐 開欽, 稲森 悠平, 液状廃棄物からのリン除去・回収資源化技術の開発, 第6回環境研究機関連絡会成果発表会(2008.11, 東京), 同予稿集, P-7, 2008
- 柳沼 圭吾, 稲森 悠平, 稲森 隆平, 李 東烈, 蛭江 美孝, 徐 開欽, 食品廃棄物からの高効率バイオガス回収のための連続水素・メタン二段発酵における内部汚泥循環効果解析, 第43回日本水環境学会年会(2009.3月16-18, 山口), 同講演集, pp.625, 2009
- Yutaka GENCHI, Tatsuo HISHINUMA, Kiyotaka TAHARA : LCA on Feed Production from Food Waste, The Eighth International Conference on EcoBalance Proceedings (CDrom), Tokyo (2008.12)
- 菱沼 竜男, 栗島 英明, 楊 翠芬, 田畑 智博, 玄地 裕, 豚用飼料を対象とした食品残さの飼料化に関するライフサイクルインベントリ分析, 第4回日本LCA学会研究発表会, 北九州国際会議場(福岡), 2009年3月
- 藤田 壮; 低炭素の地域づくりに向けての「環境経済圏」拠点形成の提案、建設研修センター誌、2010
- 菱沼竜男, 栗島英明, 玄地裕, 食品廃棄物由来の飼料を用いた肥育豚生産方式の温室効果ガス排出量の推計, 農業環境工学関連学会2009年合同大会(農業施設学会), 東京大学(東京), 2009年9月
- 菱沼竜男, 栗島英明, 玄地裕, 食品廃棄物由来の飼料を用いた養豚のN投入量と温室効果ガス排出量の推計, 日本畜産学会, 琉球大学(沖縄), 2009年9月
- 栗島英明, 菱沼竜男, 玄地裕, 食品廃棄物を利用した飼料によって生産された精肉に対する消費者の評価, 第20回廃棄物資源循環学会研究発表会, 名古屋大(愛知), 2009年9月
- 菱沼竜男, 栗島英明, 玄地裕, 食品循環資源由来の飼料を利用して生産した豚肉の温室効果ガス排出量の推計例, 第5回日本LCA研究発表会, 東京都市大学(神奈川), 2010年3月
- Minoru Fujii, Tsuyoshi Fujita, Sizuka Hashimoto, A study on the spatial scale of recyclable organic resource circulation, 5th International Conference on Industrial Ecology, Lisbon, Portugal, June 21-24, (2009)
- Rokuta Inaba, Minoru Fujii, Keisuke Nansai, Masahiro Osako, Artery-Vein Cooperation in Material Cycles, 5th International Conference on Industrial Ecology, Lisbon, Portugal, June 21-24, (2009)

- ・ 藤井 実, 中谷 隼, 大迫政浩, 森口祐一, プラスチックの水平リサイクルとカスケードリサイクルの評価, 第20回廃棄物資源循環学会研究発表会, 名古屋大学(愛知), 2009年9月
- ・ Xuding Chen, Tsuyoshi Fujita, Minoru Fujii, Ryo Wakabayashi Ying Sun and Satoshi Onishi, Establishing database and assessing the logistic system for resource circulation based on the GIS tool, WCTRS-SIG11 International Symposium Nagoya 2009, Transport and Climate Change (TraCC), Nagoya, Japan, November 13-14, (2009)
- ・ 瀧本真理, 曾根真理, 岸田弘之, 藤田 壮, 加藤博和, 藤井 実, 社会資本LCAに用いるインベントリ・データ・ベースの対象品目に関する検討, 第5回日本LCA学会研究発表会, 東京都市大学(神奈川), 2010年3月
- ・ 藤井 実, 陳 旭東, 藤田 壮, 山口直久, 長谷川誠, 資源循環圏の規模と技術の選択に関する研究その2, 第5回日本LCA学会研究発表会, 東京都市大学(神奈川), 2010年3月
- ・ 若林 諒, 藤田 壮, 陳 旭東, 藤井 実, 山口直久, 長谷川誠, 首都圏における有機系廃棄物を対象とする地域循環圏形成効果の算定, 第5回日本LCA学会研究発表会, 東京都市大学(神奈川), 2010年3月
- ・ Sun Y., Fujita T., Mori A., Zhu Q.H., A comparative study of the green supply chain management between Japan and China, ISIE Asia-Pac.Meet./ISIE MFA-ConAccount Meet. 日本科学未来館(東京) Nov. 2010
- ・ 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, 第24回環境研究発表会, 日本大学会館(東京), 2010年11月
- ・ 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, 広島修道大学(広島), 2010年10月
- ・ 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研究—川崎市の事例, 環境科学会2010年会, 東洋大学(東京), 2010年9月
- ・ 孫穎, 森晶寿, 渡邊雅士, 藤田壮, 日中製造業における環境配慮型経営の影響要因に関する比較研究, 環境経済・政策学会2010年大会, 名古屋大学(愛知), 2010年9月
- ・ Fujii M., Planning and evaluation of efficient use of resources in a sound material-cycle society, 1st Korea, Japan, China Yong Res. Workshop, Jeju Museum of Art (Korea), 2010年5月
- ・ Fujii M., Designing of the smart recycling center and its optimum spatial scale, Ulsan Eco-industrial Park Initiative 2011 Workshop, Ulsan Univ. (Korea), 2011年1月
- ・ 藤井実, 藤田壮, 陳旭東, 大西悟, 有機系廃棄物の資源循環の効率化と地域循環圏の形成, 第59回高分子討論会, 北海道大学(札幌), 2010年9月
- ・ Fujii M., Fujita T., Chin K., Ohnishi S., Yamaguchi N., Efficient use of organic municipal solid

waste in a sound material-cycle society, ISIE Asia-Pac.Meet./ISIE MFA-ConAccount Meet., 日本科学未来館(東京), 2010年11月

- 栗島英明, 菱沼竜男, 玄地 裕, 食品廃棄物由来飼料を利用した精肉の消費者受容性と情報提供の効果, 第21回廃棄物資源循環学会研究発表会, 金沢, 2010年11月
- 菱沼竜男, 栗島英明, 玄地裕, 食品循環資源由来の乾燥飼料を給与した豚肉の温室効果ガス排出量, 第6回日本LCA研究発表会, 東北大学(宮城), 2011年3月
- T.Hishinuma, H.Kurishima, Y. Genchi, Life cycle assessment of greenhouse gas emissions from Japanese pork production using feed from food residuals, Greenhouse Gases and Animal Agriculture Conference 2010, Banff(CANADA), 2010.10
- H. Kurishima, T.Hishinuma, Y. Genchi, Utilizing food waste in animal feed; evaluation of consumer acceptability, International Solid Waste Association World Congress 2010 Hamburg (Germany), 2010.11.

#### 0.4.3 その他

- 千葉県との協議委員会の開催  
開催日: 2008年6月4日, 9月3日, 12月17日, 2009年3月11日  
参加者: 千葉県: 環境生活部, 農林水産部農林水産政策課, 農林水産部畜産課, 環境生活部資源循環推進課バイオマスプロジェクトチーム  
芝浦工業大学: 栗島講師、(独) 産業技術総合研究所: 玄地 裕、菱沼 竜男
- 千葉県との協議委員会の開催 (4回)  
開催日: 2009年5月20日, 7月29日, 11月11日, 2010年3月17日  
参加者: 千葉県環境生活部, 農林水産部農林水産政策課, 農林水産部畜産課, 環境生活部資源循環推進課バイオマスプロジェクトチーム  
芝浦工業大学: 栗島講師  
(独) 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 菱沼竜男, 玄地
- 千葉県との協議委員会の開催 (2回)  
開催日: 2010年5月19日, 10月20日  
参加者: 千葉県環境生活部, 農林水産部農林水産政策課, 農林水産部畜産課, 環境生活部資源循環推進課バイオマスプロジェクトチーム  
芝浦工業大学: 栗島英明  
(独) 産業技術総合研究所 安全科学研究部門 : 玄地裕  
宇都宮大学: 菱沼竜男
- 「エコフィールド全国シンポジウムーエコフィールドと六次産業化ー」での講演  
宇都宮大学: 菱沼竜男  
開催日: 2010年12月6日  
テーマ: エコフィールドのLCA  
場所: つくば国際会議場

## 0.5 英語概要

- 研究課題名

Planning and Evaluation System of Multilayer Integrative Circulation Region for Organic Wastes

- 研究代表者名及び所属

Tsuyoshi FUJITA (National Institute for Environmental Studies (NIES))

- 共同研究者名及び所属

Masahiro OSAKO, Kaiqin XU, Minoru FUJII, Rokuta INABA (NIES)

Shizuka HASHIMOTO (Kyoto University)

Yutaka GENCHI, Hideaki KURISHIMA, Tomohiko IHARA (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)

- 要旨

This study aims to provide basic information for supporting the policy planning on the formation of resource circulation region. The information about technologies, projects, perspective on systems and problems related to the creation of resource circulation region was collected and summarized through literature survey and hearings.

Plastics and mixed paper in municipal solid waste are valuable resources with high calorific value. However, the recycling cost to utilize them tends to be expensive. In addition, recycling system has to be consistent with the reduce of wastes on which should be put higher-priority to lower carbon emission and save resources in the long term.

In this research, we proposed a recycling system (smart recycling system) which consists of a local center and existing facilities in arterial industries. It was suggested that, by utilizing existing facilities in arterial industries which have enough and flexible capacity to accept those wastes, the system can be a robust system even if the amount of wastes generation fluctuates widely.

The resource circulation technology of organic waste was summarized as technological inventory data. Especially, for Smart Resources Center (SRC), processes of two systems were designed from the viewpoint of cost-effectiveness, and cost curve and CO<sub>2</sub> emission curve which related to the facilities scale were calculated. Conditions suited for the location of the SRC was shown from cluster areas and population density by using the aptitude evaluation model which consists of Grid City Model. It was evaluated that the GHG emission in Japan will be reduced by up to 1% by the introduction of SRC.

We assessed the GHG emissions from the pork production systems feeding the feed from food residues (FRs) to confirm environmental availability of feed from food residuals, using LCA methods. GHG emissions from the systems using the feed from dehydration process were varied

±10% compared to GHG emissions at conventional pork production system.

We estimated the acceptability of the consumer to the pork produced with feed made from food residuals using a web marketing survey and an in-store survey. Many consumers accepted and assigned added value such pork. It is suggested that the high acceptance is also due to the information provided about food residual-recycling and GHG reduction.

Local authorities' areas where the recycling system is cost-effective by the introduction of Smart Resources Center (SRC) were selected from Tokyo metropolitan and around prefectures by using the aptitude evaluation model which consists of Grid City Model. As a result of regional simulations using the GIS database for the local authorities' area which selected as cost-effective, it was shown that cost will be decreased and that the GHG emissions will be reduced by the introduction of SRC. It has been understood that the SRC is excellent in cost-effectiveness compared with Global warming countermeasures in the waste sector.

・ キーワード

Organic renewable waste, Circulation Region, Arterial Industry, Vein Industry, Food residues