

H-2 環境負荷低減のための産業転換促進手法に関する研究
(3) リサイクルに係わる法制度的措置に伴う産業転換に関する研究

独立行政法人国立環境研究所

循環型社会形成推進・廃棄物研究センター 最終処分技術研究開発室 山田正人・石垣智基
有害廃棄物管理研究室 大迫政浩・川畑隆常

厚生労働省国立公衆衛生院

地域環境衛生学部 環境評価室 渡辺征夫

平成 12～14 年度合計予算額 12,087 千円
(うち、平成 14 年度予算額 2,964 千円)

〔要旨〕法制度によって推進されているリサイクル事業を軸とした地域の産業構造の変化や、産業構造の転換が地域産業に及ぼす影響について、マテリアルフローや環境影響、経済効果等の角度から分析した。全国の既存の地域リサイクル事業を、地場産業との関係から類型化し、地域産業転換のための条件をまとめた。「地場産業の転換型」に類型化された秋田県の非鉄精錬業を軸とした家電リサイクル事業では、地域において循環型産業を成立ならびに持続させる要件として、広域収集ルートと需要先・販路の確保が重要であることがわかった。また、家電リサイクル由来の素材のスクラップ等市場での量的なシェアは数～十数%程度であり、産業側には未だリサイクル材を受け入れる余力があることがわかった。廃家電の収集範囲と再資源化の内容が異なる4地域での比較を行い、資源供給量、コスト、環境負荷に地域差をもたらすものは輸送であると考えられた。また家電リサイクル法において地域に需要先がない資源の輸送システムとコスト負担の明確化が必要と考えられた。

〔キーワード〕産業転換、エコタウン事業、家電リサイクル、地域特性、収集・運搬

1. はじめに

わが国の産業構造は高度成長期の重厚長大産業から組立て加工型産業、さらには第3次産業に代表されるサービス産業化への変化を遂げてきた。しかし、この過程で大量生産・大量消費型のライフスタイルが定着し、近年、廃棄物処理が大きな社会問題となっている。このため、循環型社会形成推進基本法を中心とした各種リサイクル法等の整備を軸として、循環型社会(環の国)の形成が国レベルまたは地域レベルで進められている。その過程においては、わが国が、従来の製造業中心の社会より、リサイクル産業や廃棄物処理産業を合わせた、動脈・静脈のバランスの取れた産業構造を持つ社会へと転換して行くことが重要となる。

2. 研究目的

本研究では、法制度によって推進されているリサイクル事業を軸とした地域の産業構造の変化や、産業構造の転換が地域産業に及ぼす影響について、マテリアルフローや環境影響、経済効果等の角度から分析を行うことを目的とした。特に地域のリサイクル事業への取組としてエコタウン事業と家電リサイクル事業を分析対象とし、事業特性と産業転換の関連について分析した。

3. 研究方法

まず、地域単位でのリサイクル事業として主にエコタウン事業を取り上げ、各地域の目指す産

業転換の方向性と成立条件、また事業の構造について整理し、事業特性と産業転換の関連性について分析した。つぎに、事例として、鉱業に伴い蓄積された金属精錬技術と遊休地を活用して、家電リサイクル法等を背景として、電気機器からの資源回収をエコタウン事業として行っている秋田県の各種リサイクル関連事業について、事業に関わる当事者へのヒアリング調査および文献・データの収集を行い、家電等電気機器リサイクルに関わる地域リサイクルシステムの構造とマテリアルフローならびに既存材料に対するリサイクル材の代替効果を解析した。

さらに、廃家電の収集・輸送と資源化ならびに回収された資源の輸送に係わるマテリアルフロー、コスト、エネルギーならびに環境負荷を、秋田県エコタウン（家電リサイクルでは北東北Bグループ）と他の家電リサイクルシステム（北東北Aグループ、北海道Bグループ、神奈川および多摩Aグループ）と比較し、リサイクル事業に与える廃家電の発生場所また資源の利用先の位置（すなわち地場産業との関連性）等の地域特性の影響を解析した。

4. 結果と考察

4.1 地域リサイクル事業の類型化

(1) 地域リサイクル事業の概要¹⁻³⁾

自治体の独自プランに対して経済産業省および環境省が助成するエコタウン事業は、これまで（平成15年4月）に18地域が承認されている。この他にも、既存の企業間の関係を発展させる取組みや、一定のコンセプトのもとで新規に産業の結合を試みる取組み等が存在する（図1）。なお、エコタウン事業の補助対象はごみ処理再生施設が中心であり、地域リサイクル事業の構築において地域特有の既存産業（地場産業）の連携だけでは上記補助の対象外となることがあり、認定外事業として地域リサイクル事業（ゼロエミッション事業）を進めるか、事業の優先度を低くするケースもみられる。

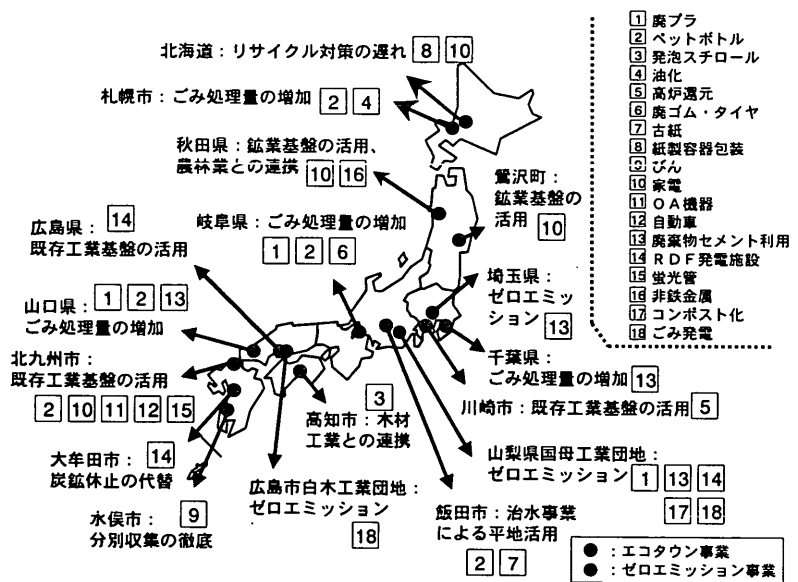


図1 地域リサイクル事業（平成13年時点）

(2) 地域リサイクル事業の類型と特徴⁹⁻³⁴⁾

全国における各エコタウン事業ならびにゼロエミッション事業に関する資料ならびにヒアリング調査により、地域特性や歴史的経緯、主体の役割分担等を分析し、各地域における事業の目的によって「地場産業の転換型」、「地場産業との連携型」ならびに「基盤施設設置型」の3つに類型化した（図2）。以下に、各類型の特徴を示す。

①地場産業の転換型

秋田県の花岡鉱山（銅等）、宮城県鶯沢町の細倉鉱山（亜鉛・鉛等）、大牟田市の三池炭鉱等、近代の重工業を支えてきた鉱山は、産業構造の転換やエネルギー転換の影響により近年次々に閉山し、労働人口の流出や遊休地の拡大等が問題となっており、新たな産業を興す必要に迫られている。これらの地域と近隣で産出物の精錬を担う地域（例えば北九州市）には過去から蓄積された金属精錬技術がある。この技術と遊休地を活用して、家電リサイクル法等を背景として、家電やOA機器等からの資源回収を新たな事業として興し、地域産業の再構築を促すとともに、リサ

イクル事業（産業）をコアとすることを狙いとしており、もっともドラスティックな循環型への地域産業の転換の事例である。

②地場産業の連携型

各地域の地場産業は産業廃棄物の主要な排出者であり、まずそのリサイクルが地域レベルで大きな課題となっている。1次産業である農林水産業から排出される廃棄物では、北海道、秋田県、高知市

ならびに大牟田市において、農業から排出される廃ビニール（PE）の再資源化を、林業も盛んな秋田県や高知市では、廃木材とPEを配合した建材を製造するなどの取り組みが行われている。農林水産業は全国に偏在するため、畜産糞尿、廃木材または魚のアラワタを利用するなど地域によって多様な形態のリサイクルが考えられている。また、2次産業では地場産業として存在する製紙業やセメント製造業等をリサイクル事業にコアとして組み入れ、活用する例が多く見られる。特に、ゼロエミッション工業団地等（札幌市、川崎市、山梨県国母、北九州市等）は、産業が集積する団地内における排出者と受け手を有機的に組み合わせようとする試みであり、受け手として鉄鋼業、セメント製造業、製紙業ならびに電力供給業等を中心においたシステムが構想されている。

③基盤施設設置型

一般廃棄物、産業廃棄物ともに最終処分場の残余年数が少なくなかつ新たな確保が困難となっている地域では、域外の最終処分場に依存しなければならず、廃棄物の発生抑制やリサイクルによって最終処分量を最小化することが第一の課題となっている。先に述べたようにエコタウン事業は主にごみ処理再生施設へ助成であり、それによって新設される施設をコアとした地域リサイクル事業が多数みられる。特に、主要な埋立廃棄物のひとつである可燃物や汚泥等の焼却灰を、さらに減量ならびに再利用するため、直接溶融（千葉県、川崎市、飯田市）や灰溶融（岐阜県、広島県、高知市）施設を設置してスラグ化し、骨材等に利用したり、既存または新設のセメントキルンに投入してセメント原料として利用する（北海道、埼玉県、千葉県、川崎市、山梨県国母、高知市）ケースが多い。また同時に、各種リサイクル関連法に沿った品目（PET ボトル、生ごみ等）について施設が設置されることが多い。

（3）まとめ

以上、エコタウン事業ならびにゼロエミッション事業等の類型化により、既存産業からの循環型への構造転換が円滑に進められるための条件として、表1に示すような条件がまとめられた。

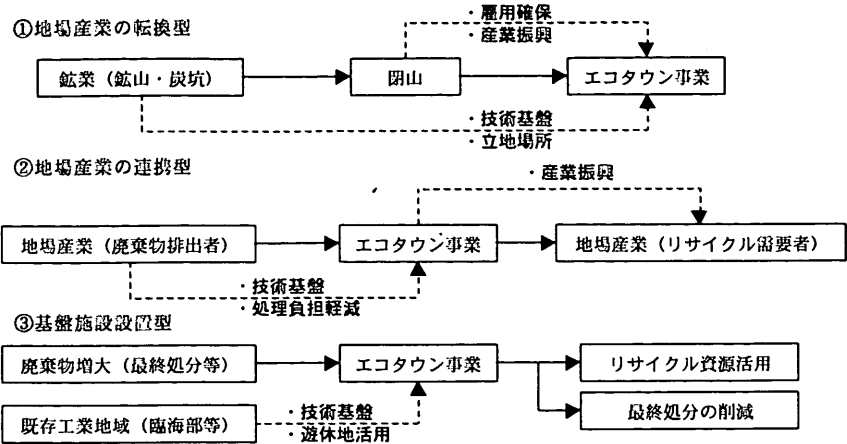


図2 地域リサイクル事業の類型化

表1 地域産業転換の条件

条件	これまでの例
1) 地場産業とのリンケージ	第一次産業、重工業等
2) 立地特性	港湾の存在、低未利用地や遊休地の顕在化等
3) 産業集積度	臨海工業地帯等
4) 保有技術	鉱業精錬技術等
5) 事業規模	行政域内、近隣県

次節では、リサイクル事業を地場産業の転換の中核とする「地場産業の転換型」の事例として、秋田県におけるエコタウン事業を取り上げ、その構造を解析した。

4. 2 秋田県における家電リサイクルの構造

(1) 秋田県エコタウン事業

平成8～10年に、リサイクルメインパーク構想（エネルギー使用合理化鉱山等利用技術開発事業、旧通産省）に基づく実証試験が、秋田県内の非鉄精錬所で行われた。これは、家電製品や電気機器を従来の非鉄（金、銀、銅、鉛等）精錬事業プロセスにおいて処理・資源化するものである。リサイクルを組み入れた非鉄金属製錬工程を図3³⁵⁾に示す。基本となる工程は複雑硫化鉱（黒鉱：主に銅・鉛・亜鉛を含有）を処理するための選鉱・精錬システムであり、鉄およびアルミニウムの資源化工程と比較して、(1)銅とアルミニウムを分離する必要がない、(2)ブラウン管ガラスを銅製錬の原料として利用かつ鉛を回収できる、(3)鉄を銅回収の還元剤として利用する、また、(4)電子基板等より付加価値の高い金を回収できることが特徴である。

平成9年にはエコタウン事業が創設され、秋田県は、非鉄精錬を用いた金属リサイクル、風力発電等の新エネルギー、林業、農業、畜産業廃棄物を用いた資源循環産業の創出をコアに、平成11年11月にエコタウン事業に認定された(図4)。この枠組みで、平成11年度に廃家電製品の解体・分別施設(家電製品リサイクル施設)が、平成12年度に非鉄金属回収施設が施設整備補助事業に指定された。また、平成11年に家電リサイクル法が公布されたが、上記の家電製品リサイクル施設は東北北部3県(青森県、岩手県および秋田県)のBグループの指定引取場所ならびに再商品化工場に指定されている。この施設には受入保管設備、手分解設備ならびに破碎選別設備が設けられており、選別された金属類は、非鉄精錬所へ送られる。

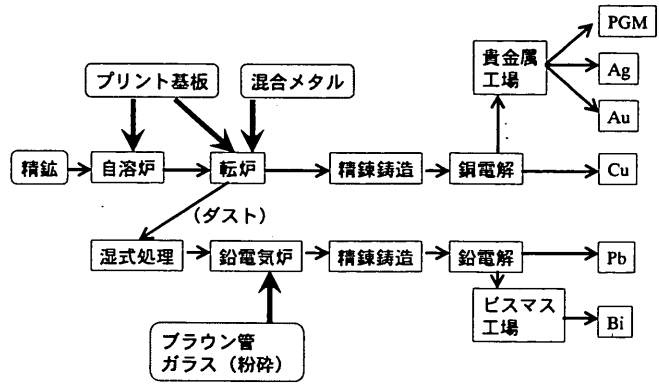


図3 リサイクルを組み入れた非鉄金属製錬工程 (文献2より改変)

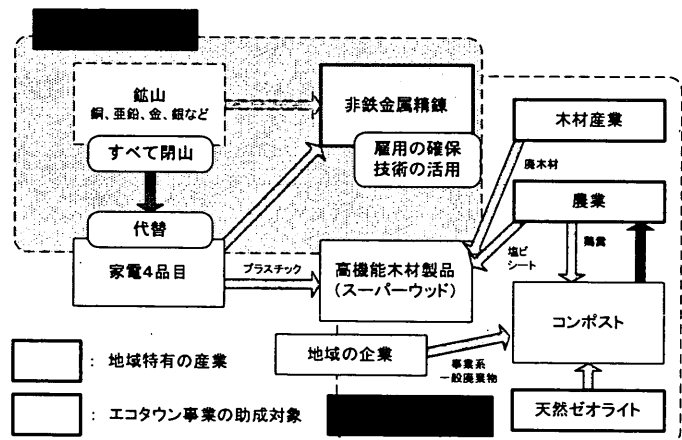


図4 秋田県における地域リサイクル事業

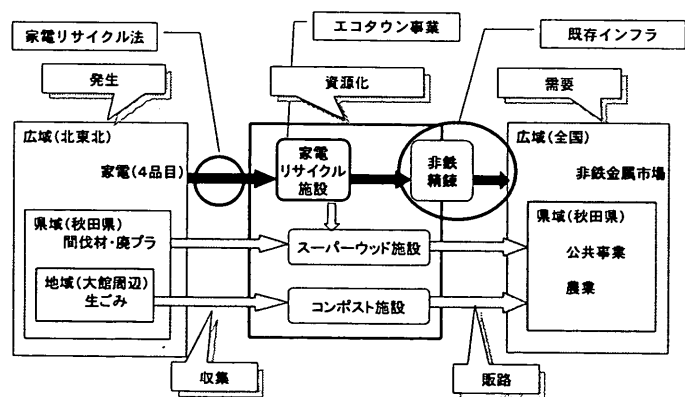


図5 秋田エコタウンにおけるリサイクルシステムの構造

(2) 地域リサイクルシステムにおける制度の役割

以上の秋田県ならびに北東北における電気機器（家電）リサイクル事業の成因として、当事者からのヒアリング等により、次の3点が挙げられた（図5）。

- ① 供給量の確保として、家電リサイクル法の施行により、廃家電の広域収集ルートが整備されたこと。
- ② システム構築の初期投資として、家電リサイクル法の手数料ならびにエコタウン事業の補助金により、拠点設置コストならびに事業運営コストが助成されたこと。
- ③ 需要先・販路として、既存の非鉄精錬業インフラと非鉄金属市場が利用可能であったこと。

すなわちリサイクルシステム構築で、循環資源の再生ならびに販路に既存の地場産業と市場を活用できる場合、法制度は循環資源供給量の確保において重要であり、補助金等の行政措置がこれを補完するものと考えられた。

(3) リサイクル材の市場代替効果

リサイクル事業が実質的な産業となり、循環型社会への構造の転換を導くためには、リサイクル材の流通と利用にある程度の規模が必要と考えられる。図6に北東北3県における廃家電4品目のマテリアルフローを示す。ここで、発生台数は2001年度の予想量³⁶⁾を用い、文献値^{36,37)}より全体ならびに素材毎の重量に変換した。Bグループ処理プラントでの処理量にはヒアリングで得られた施設の受入処理能力（すなわち施設が想定している処理量）を用いたので、発生台数との比較には注意が必要である。また、表2では各素材のスクラップ等の市場における流通量とリサイクル材の供給量を比較した。ここで、市場規模は文献³⁸⁻⁴⁰⁾を用いて、メーカー購入市中スクラップ量、工業出荷額、生産量等を用いて全国値を秋田県内の需要量または生産量に按分した。家電リサイクルにより再商品化されたいずれの素材も現在のところスクラップ等市場の数～十数%程度のシェアである。これは、非鉄精錬業等の産業側には未だリサイクル材を受け入れる余力があることを示すと共に、リサイクル事業が一定規模の産業となるためには、法制度の整備等によって再生可能な金属を含む循環資源の供給量をさらに増やす必要があることを示している。

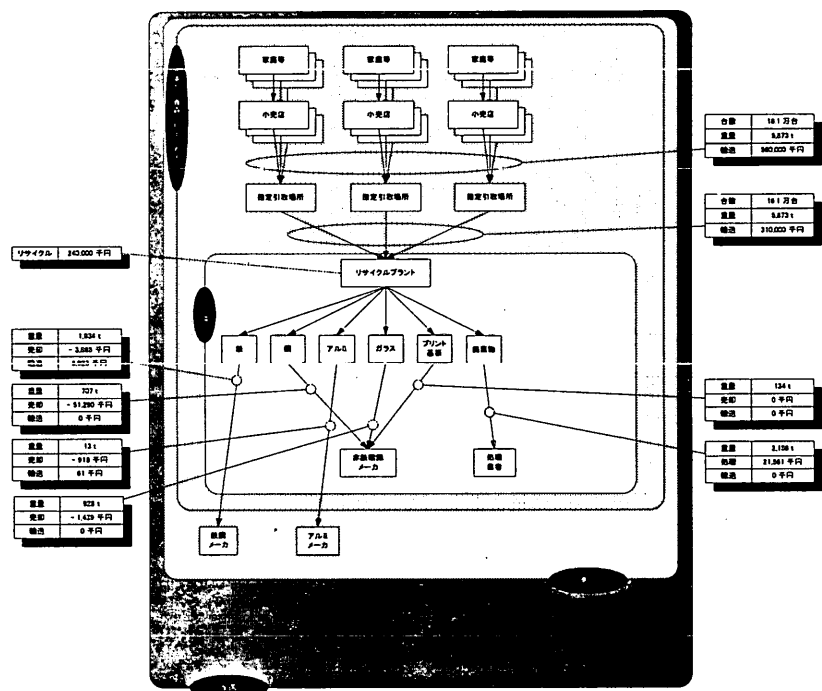


図6 北東北3県における廃家電のマテリアル/コストフロー

量とリサイクル材の供給量を比較した。ここで、市場規模は文献³⁸⁻⁴⁰⁾を用いて、メーカー購入市中スクラップ量、工業出荷額、生産量等を用いて全国値を秋田県内の需要量または生産量に按分した。家電リサイクルにより再商品化されたいずれの素材も現在のところスクラップ等市場の数～十数%程度のシェアである。これは、非鉄精錬業等の産業側には未だリサイクル材を受け入れる余力があることを示すと共に、リサイクル事業が一定規模の産業となるためには、法制度の整備等によって再生可能な金属を含む循環資源の供給量をさらに増やす必要があることを示している。

(4) まとめ

以上、地域において循環型産業を成立ならびに持続させる要件として、先に表1でまとめた地場産業や技術等の整備の他に、広域収集ルートと需要先・販路の確保が必要であることがわかった。これらは循環資源の収集と輸送の仕組み作りであり、廃棄物発生位置と循環資源への変換・利用拠点の位置等に左右される地域差が大きい事項である。次節では、これら循環型産業転換へ

の地理的要因、ならびにその経済効果・環境影響を、複数地域の家電リサイクルシステムを比較することにより解析した。

表2 家電リサイクルによる素材の市場代替効果

事業	代替財	被代替財	代替量	被代替材総量	代替効果
家電リサイクル ・非鉄精錬	鉄	鉄スクラップ (県内市中スクラップ量)	1,934 トン	18,000 トン	流通量の10.7%
	アルミニウム	アルミスクラップ (県内スクラップ需要量)	13 トン	16,000 トン	流通量の0.1%
	銅	銅スクラップ (県内のスクラップ出生産量)	707 トン	5,500 トン	流通量の12.9%
	ガラス	珪石 (県内生産量)	928 トン	83,000 トン	流通量の1.1%

4. 3 循環型産業転換への地理的要因

(1) 家電リサイクルのマテリアルフロー

家電リサイクル法（特定家庭用機器再商品化法）は、家庭や事業所から排出される特定家庭用機器（現在はユニット型エアコンディショナー、テレビジョン受信機、電気冷蔵庫、電機洗濯機の4品目）廃棄物のリサイクルシステムを確立するため、2001年4月1日に施行された法律である。この法律では、①排出者（消費者および事業者）が収集・運搬及び再商品化等の料金を負担し、②小売業者はこれら料金と共に廃棄物を排出者から引き取って再商品化等の料金と共に指定引取場所に運搬し、製造業者等へ引き渡す義務を負い、③製造業者等は指定引取場所から再商品化（リサイクル）等施設までの輸送と再商品化・熱回収を行う義務を果たすことを定めている。

現在、製造業者等は再商品化等を効率良く行うため、2つのグループ（A〔東芝、松下等〕およびB〔三洋、ソニー、シャープ、日立、三菱等〕グループ）を結成している。したがって、小売店に引き取られた廃家電製品はその製造元に依じて各グループが指定した引取場所に振り分けられる。指定引取場所に収集された廃家電は、さらに大型の輸送車で同グループの再商品化施設に輸送され、再資源化物の抜き取りが行われる。その後再資源化物はそれぞれ需要地へ輸送され、また廃棄物は処理業者に受け渡されることとなる。

すなわち、この法律は再商品化というリサイクルのために施設整備だけではなく、廃家電を再商品化施設まで収集・輸送する物流システムと、その運営に必要なコスト負担を規定するところに特徴がある。また、先に示したように、地域に存在する金属製錬産業は、このシステムを利用することで効率的に原料を得ることができる。

したがって、本研究の分析の対象地域として、①廃家電のフローが明確であること、②収集範囲の広い地域と狭い地域を含めること、③再資源化の内容が異なる地域を含めること、を考慮して、表3に示す4地域を選定し、比較検討を行った。うち、北東北3県のBグループの廃家電のマテリアルとコストのフローは既に図6で示している。同様のフローを他の3地域について作成し、比較検討の基礎データとした。

表3 分析対象地域

地域	都道府県	グループ	再商品化施設
① 北海道	北海道	B	北海道エコリサイクルシステムズ
② 北東北 (A)	青森、岩手、秋田、宮城	A	東北東京鉄鋼
③ 北東北 (B)	青森、岩手、秋田	B	エコリサイクル
④ 神奈川および多摩	神奈川、東京（多摩地域）	A	エヌケーケートリニケンス

(2) 広域収集システム

まず、法によって形成された廃家電の広域収集ルートにおける収集範囲（輸送距離）と収集量、

またそれに伴うコストを各地域で推計した。図7に指定引き取り場所における収集範囲と、再商品化施設の位置の一例を示す。なお、図中で小売店、指定引取場所及び再商品化施設の位置は各市区町村の役所・役場の位置で代表した。輸送距離の解析において、輸送はトラックで行われるとし、GISを用いて拠点間を結ぶ幹線道路経由の最短距離解析を行い、各地域における小売店から指定引取場所までの輸送（1次輸送）、続く再商品化施設までの輸送（2次輸送）の距離を求めた。

また、全国集計され公開されている指定引取場所での廃家電引取台数⁴¹⁾を、品目毎の地域別普及率⁴²⁾、グループ毎のシェア、各市区町村の規模別世帯数などを考慮して按分し、市区町村別の年間排出台数を求めた。

図8は各地域における1次輸送の片道距離の分布であり、表4はそれらの平均及び運ばれた廃家電の総重量である。廃家電の排出密度（すなわち人口密度）に従って、1次輸送の距離は、北海道地域では大きく、逆に神奈川・多摩地域では小さい。表5には1次ならびに2次輸送のトンキロを示した。指定引取場所は人口密度を考慮して設定されているので、1次輸送におけるトンキロの各地域の差は平均距離ほど大きくないが、指定引取場所の密度の違いと地場産業等に立地が制約される再商品化施設の位置が原因で、2次輸送において地域差が大きく現れているものと考えられる。

(3) 再資源化物ならびに廃棄物の利用先

再商品化施設から排出される再資源化物及び廃棄物についての輸送（3次輸送）において、全国レベルの移動が発生する場合は、都道府県間の代表距離⁴³⁾を使用した。再商品化施設で回収される再資源化物としては鉄、銅、アルミ、ガラス、プリント基板（鉛）、プラスチック、ウレタンを考えた。各地域における3次輸送先、輸送手段ならびに重量を表6に示す。表中で再商品化施設が精錬所等、資源の利用先をかねている場合は「近隣」に分類し、輸送距離は0とした。これら輸送先は各地域で行われている地場産業を活用した再商品化の特徴を表している。全体として、鉄、銅、アルミ等は地域のスクラップ市場に売却されることが多く、ガラスが広域（岐阜）に移動している。個別には、北海道Bグループがプラスチックおよびウレタンが道内の製紙工場で利用されていること、北東北Aグループでは鉄が敷地内の電気炉に投入されること、北東北Bグループでは、銅、ガラスおよびプリント基板が敷地内の非鉄製錬の原料として用いられ、廃棄物の処理・処分も近隣で行われていること、神奈川多摩Aグループでは、鉄とプラスチックを近隣する電気炉に投入していることが特徴であり、リサイクルと地場産業のリンクを表している。



図7 北海道(Aグループ)と北東北(Aグループ)における収集範囲と指定引取場所(△)、再商品化工場位置(☆)

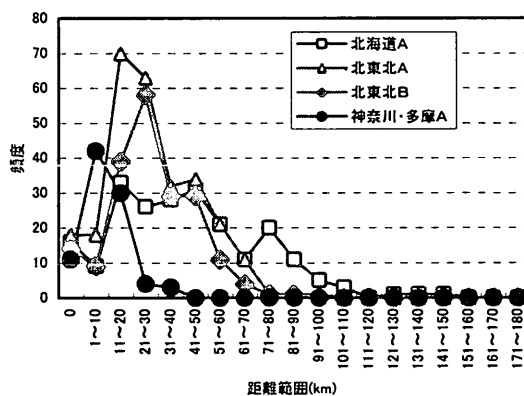


図8 各地域における1次輸送片道距離分布

表4 各地域における収集廃家電総重量と1次輸送の片道平均距離

	廃家電重量(t)	平均距離(km)	n
北海道B	9,528	41.6	217
北東北A	6,344	27.8	270
北東北B	5,873	28.0	195
神奈川・多摩A	15,527	9.6	90

表5 各地域における1次輸送、2次輸送のトンキロ (t・km)

	北海道B	北東北A	北東北B	神奈川多摩A
1次輸送	152,119	104,723	95,157	106,477
2次輸送	1,313,931	1,199,209	707,095	425,299
計	1,466,049	1,303,932	802,252	531,776

表6 各地域における3次輸送先、輸送手段及び輸送重量

重量	出発地	輸送手段	到着地 (トン)										
			鉄			銅			アルミ				
			北海道	東北	近隣	北海道	東北	関東	近隣	北海道	東北	関東	
①北海道(B)	北海道	自動車 鉄道 船舶	2,790			202					87		
②北東北(A)	青森	自動車 鉄道 船舶			2,158		92					15	
③北東北(B)	秋田	自動車 鉄道 船舶		1,934						707		13	
④神奈川および多摩(A)	神奈川	自動車 鉄道 船舶			5,377		254						48

重量	出発地	輸送手段	到着地 (トン)												
			ガラス					プリント基板	プラスチック			ウレタン			廃棄物
			千葉	岐阜	千葉経 由岐阜	兵庫	近隣	福島	北海道	関東	近隣	北海道	関東	近隣	近隣
①北海道(B)	北海道	自動車 鉄道 船舶						215	2,309			488			1,934
②北東北(A)	青森	自動車 鉄道 船舶	382	764		382									3,193
③北東北(B)	秋田	自動車 鉄道 船舶					928								2,290
④神奈川および多摩(A)	神奈川	自動車 鉄道 船舶			1,899						3,657		675	7,949	

(4) 資源循環の経済規模と環境影響の評価

各地域の廃家電リサイクルにおける1次及び2次輸送に関して、輸送距離及び輸送重量に対し原単位⁴⁴⁻⁴⁶⁾を設定して乗じることで環境負荷(エネルギー消費量、CO₂排出量)及びコストを算出した。また3次輸送に関しては、受入れ先、品目毎の輸送手段・引取価格⁴⁷⁾を設定することで環境負荷、輸送コスト、処理費及び売却費を算出した。また再商品化のモデル施設及び既存施設について、イニシャルとランニングの環境負荷及びコストを文献^{48,49)}に従って試算した。結果を表7及び図9に示す。

エネルギー使用量ならびにCO₂排出量に占める割合が大きい過程は、再商品化施設の建設ならびに運営であるが、再商品化施設にある工程の主に家電の解体・選別施設であるので、各地域の差は小さい。次に寄与が大きいのは2次輸送ならびに3次輸送であり、人口密度また再資源化物の利用先等の地域特性を表している。コストでは1次輸送が全体のコストに占める割合が大きい、表5と同様の理由で地域差が少ないものと考えられる。

表7 家電収集から処理・資源化に至るまでの、エネルギー消費量、CO₂排出量及びコストの各地域間比較

エネルギー		(Mcal/台)			
		北海道B	北東北A	北東北B	神奈川多摩A
1次輸送		0.7	0.7	0.7	0.3
2次輸送		6.0	8.1	5.2	1.2
プラント過程	イニシャル	3.5	3.9	2.8	3.0
	ランニング	11.4	10.5	10.7	10.3
3次輸送		8.4	7.0	2.5	2.3
合計		30.0	30.2	21.9	17.1

CO ₂		(kg/台)			
		北海道B	北東北A	北東北B	神奈川多摩A
1次輸送		0.2	0.2	0.2	0.1
2次輸送		1.8	2.4	1.5	0.4
プラント過程	イニシャル	1.6	1.0	1.1	0.8
	ランニング	3.2	2.9	3.0	2.9
3次輸送		2.5	2.0	0.7	0.7
合計		9.2	8.5	6.5	4.8

コスト		(円/台)			
		北海道B	北東北A	北東北B	神奈川多摩A
1次輸送		3,465	3,463	3,464	3,426
2次輸送		1,942	1,909	1,940	1,927
プラント過程	イニシャル	745	453	510	367
	ランニング	1,062	1,098	1,120	1,100
3次輸送		451	309	68	105
処理・資源化		-49	129	-272	1
合計		7,616	7,362	6,830	6,927

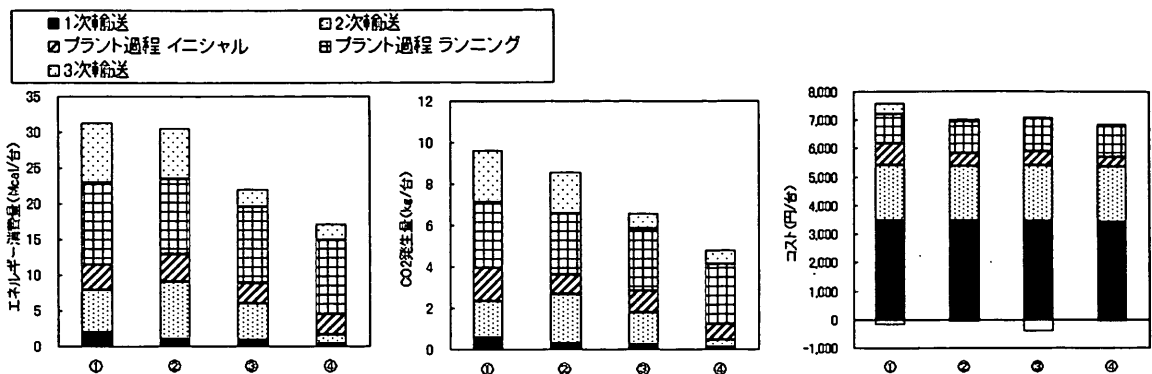


図9 家電収集から処理・資源化に至るまでの、エネルギー消費量、CO₂排出量及びコストの各地域間比較：①北海道B、②北東北A、③北東北B、④神奈川・多摩A

(5) まとめ

廃家電の収集範囲と再資源化の内容が異なる4地域における循環型産業転換への地理的要因、ならびにその経済効果・環境影響を比較した。人口密度に従って、1次輸送の距離は北海道地域では大きく、逆に神奈川・多摩地域では小さいが、指定引取場所の配置によりトンキロの差は大きくない。また、指定引取場所の密度と再商品化施設の位置により、2次輸送において地域差が大きく現れると考えられた。3次輸送は各地域で行われている地場産業を活用した再商品化に左右されていた。エネルギー使用量ならびにCO₂排出量に占める割合が大きい過程は、再商品化施設の建設ならびに運営であるが、各地域の差は小さい。次に寄与が大きいのは2次輸送ならびに3次輸送であり、地域差が大きい。コストでは1次輸送が地域差は少ないが全体のコストに占める割合が大きい。

以上より、循環資源の規模（資源供給量）、コスト、環境負荷に地域差をもたらすものは輸送であると考えられた。輸送は地域の人口密度と再商品化施設、ならびに資源物の利用先に規定される。家電リサイクル法において収集のシステムとコスト負担を明確化したのは正しいが、システムの効率化のためには、地域に需要先がない資源（例えばガラス）について、3次輸送のシステムとコスト負担の明確化が必要と考えられる。

5. 本研究で得られた成果

法制度によって推進されているリサイクル事業を軸とした地域の産業構造の変化や、産業構造の転換が地域産業に及ぼす影響について、マテリアルフローや環境影響、経済効果等の観点から分析した。まずエコタウン事業ならびにゼロエミッション事業等の既存地域リサイクル事業を、地場産業との関係から「地場産業の転換型」、「地場産業との連携型」並びに「基盤施設設置型」へ類型化した。それにより、既存産業からの循環型への構造転換が円滑に進められるための条件として、地場産業とのリンケージ、立地特性、産業集積度、保有技術、事業規模等が挙げられた。

「地場産業の転換型」に類型化された秋田県の非鉄精錬業を軸とした家電リサイクル事業を事例として、地域リサイクルシステムの構造とマテリアルフローならびに既存材料に対するリサイクル材の代替効果を解析したところ、地域において循環型産業を成立ならびに持続させる要件として、先の地場産業や技術の整備に加えて、広域収集ルートと需要先・販路の確保が重要であることがわかった。これらは循環資源の収集と輸送の仕組み作りであり、廃棄物発生位置と循環資源への変換・利用拠点の位置等に左右される地域差が大きい事項である。また、家電リサイクル由来の素材のスクラップ等市場での量的なシェアは数～十数%程度であり、産業側には未だリサイクル材を受け入れる余力があることがわかった。

廃家電の収集範囲と再資源化の内容が異なる4地域における循環型産業転換への地理的要因、ならびにその経済効果・環境影響を比較したところ、循環資源の規模（資源供給量）、コスト、環境負荷に地域差をもたらすものは輸送であると考えられた。輸送は地域の人口密度と再商品化施設、ならびに資源物の利用先に規定される。家電リサイクル法において収集のシステムとコスト負担を明確化したのは正しいが、システムの効率化のためには、地域に需要先がない資源（例え

ばガラス)について、3次輸送のシステムとコスト負担の明確化が必要と考えられた。

6. 参考文献

1. 経済産業省「ゼロ・エミッション構想推進のための『エコタウン事業』について」
(<http://www.meti.go.jp/topic/data/e10209aj.html>, 2001)
2. 通産省環境立地局「地域における循環型経済システムの構築に向けたエコタウン事業」(環境管理、Vol.36, No.7, 2000)
3. 富士総合研究所「産業リサイクルのしくみ」(東洋経済, 2001)
4. 鈴木基之「ゼロ・エミッションからの発想」(環境管理、Vol.36, No.7, 2000)
5. 遠藤真弘「リサイクル工業団地に期待するもの」(エムコ・環境ビジネス情報センター、
<http://www.emco.co.jp/ebic/center/sanwa/recycle.html>, 1998)
6. 水野孝之「産業廃棄物のゼロ・エミッション推進のための調査研究」
(<http://www.pref.mie.jp/KIKAKU/plan/h10kkh/rep08/index.htm>, 1998)
7. 九州通商産業局「九州地域における環境ビジネス振興に関わる調査報告書」(1999)
8. 藤井勲「廃棄物対策 Q&A」(環境機器、2000年6月号)
9. 北海道「エコランド北海道 21プラン」(2000)
10. 札幌市「エコタウン札幌計画」(1998)
11. 小林光昭「札幌市エコタウン事業について」(環境管理、Vol.36, No.7, 2000)
12. 秋田県「秋田県北部エコタウン計画」(1999)
13. 中村精「秋田県北部エコタウン計画について」(環境管理、Vol.36, No.7, 2000)
14. 門傳昇「自治体のエコタウン事業/宮城県鶯沢町」(環境管理、Vol.36, No.7, 2000)
15. 千葉県「千葉県エコタウンプラン」(1999)
16. 吉田実「千葉県エコタウンプランの概要」(環境管理、Vol.36, No.7, 2000)
17. 川崎市「川崎臨海部エコタウンの実現に向けて」(1999)
18. 深谷光男「川崎市エコタウン構想」(環境管理、Vol.36, No.7, 2000)
19. 飯田市「天竜峡エコバレープロジェクト(飯田市エコタウンプラン)について」
20. 和泉忠志「天竜峡エコバレープロジェクト(飯田市エコタウンプラン)について」(環境管理、Vol.36, No.7, 2000)
21. 地球環境村ぎふ『『地球環境村』の実現に向けて』
22. 細江俊男「岐阜県『地球環境村』構想について」(環境管理、Vol.36, No.7, 2000)
23. 広島県「循環型経済拠点構想」(2000)
24. 高知市「エコタウン高知市・事業計画」(2000)
25. 嶋田興太「北九州エコタウン事業」(環境管理、Vol.36, No.7, 2000)
26. 高杉晋吾「北九州エコタウンを見に行く。」(ダイヤモンド社, 1999)
27. 大牟田市「大牟田市中核的拠点整備実施計画報告書(概要版)」(1998)
28. 田代慎一「大牟田エコタウンプラン「有明エコタウンO(オメガ)サイト計画」」(環境管理、Vol.36, No.7, 2000)
29. 彩の国工業団地ゼロエミッション推進会議資料(2001)
30. 横河電機「1999年横河電機環境報告書」(http://www.yokogawa.co.jp/Environment/report_j.htm, 1999)
31. 石井迪男「国母工業団地の“ゼロ・エミッション”への取組み」(日本財団、
<http://lib1.nippon-foundation.or.jp/1997/0129/contents/035.htm>, 1997)
32. 太平洋セメント「環境報告書 2000年版」(<http://www.taiheiyo-cement.co.jp/env/envrpt2000/index.html>, 2000)
33. 環境庁「環境白書」(1998)
34. エコロジーシンフォニー「行政の取組/広島市の白木資源リサイクル工業団地」(<http://www.ecology.or.jp/9803/admin.html>, 1998)
35. 小坂精錬(株)パンフレット
36. 秋田県資源エネルギー課: 秋田県北部エコタウン事業の進捗状況(2001)
37. 三菱総合研究所: 食品リサイクル緊急調査・普及委託事業報告書第1部(2002)
38. 経済産業省: 資源統計年報(2000)
39. 秋田県: 秋田県勢要覧 平成12年度版(2000)
40. 日本鉄源協会: <http://www.tetsugen.gol.com/>
41. 環境省: 家電リサイクル法施行状況 (<http://www.env.go.jp/recycle/kaden/shiko/daisu.html>)
42. 経済企画庁(現内閣府): 会計消費の動向(1998.3現在)
43. 全国通運連盟: CO₂排出量算出システム (<http://www.t-renmei.or.jp>)
44. 中央環境審議会地球環境部会目標達成シナリオ小委員会・第3回会合(2001年)エネルギー源単位
45. 森口祐一、西岡秀三: 我国におけるCO₂排出の構造・推移と先進国の比較(1990年)
46. 国土交通省: リサイクル輸送システムの開発・構築に関する調査(2001年)
47. 環境省: 循環型社会構築のための静脈産業のあり方の基礎調査(2002年)
48. 富士総合研究所: みずほレポート 家電リサイクル法の現状と今後の課題(2002年)
49. 日本建築学会: 建物のLCA指針(案)に基づく簡易計算法(1999年)

7. 国際共同研究等の状況

なし

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表 (学術雑誌)

なし

(2) 口頭発表

- ①山田正人、渡部征夫、和田実花、大森佐與子、小澤段、斉藤聡、藤井崇：第11回廃棄物学会研究発表会(2000)「容器材のリサイクル戦略による温室効果ガス排出量の評価」
- ②山田正人、大迫政浩、渡辺征夫、斉藤聡、藤井崇：第11回廃棄物学会研究発表会(2001)「地域の産業転換とエコタウン事業」
- ③大迫政浩、山田正人、渡辺征夫、齊藤 聡、藤井 崇：第13回廃棄物学会研究発表会(2002)「秋田県エコタウン事業の構造分析」
- ④川畑隆常、大迫政浩、山田正人、石垣智基、齊藤 聡、藤井 崇：第14回廃棄物学会研究発表会(2003)「循環型産業転換への地理的要因について」(予定)

(3) 特許出願

なし

(4) 受賞等

なし

(5) 一般への公表・報道等

なし

9. 成果の政策的な寄与・貢献について

今後、学術雑誌ならびに業界誌への投稿を通じ、成果の広報・普及に努める。