

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 16 日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010 ～ 2011

課題番号：22760381

研究課題名（和文）循環型社会の構築に伴う企業集積に関する研究

研究課題名（英文）A study on recycling firm in a sound material-cycle society

研究代表者

大窪 和明（OKUBO KAZUAKI）

東北大学・東北アジア研究センター・助教

研究者番号：50546744

研究成果の概要（和文）：本研究により，(1)使用済み製品の排出量の変動が大きいくほど，リサイクル技術の向上によるリサイクルの促進や施設の立地が遅れる傾向にある，(2)排出量の変動が大きく，リサイクル技術が未発達な場合に環境規制をかけると，国内地方圏において生産の萎縮が発生する，(3)リサイクル促進のためには，回収量の規制を行うよりも排出量の変動を減少させる対策の方がリサイクル促進にとって効果的であることがわかった．また排出量の変動による悪影響を減少させるための方法として使用済み製品の回収システムに着目し，市場回収システムにおいて回収業者が回収を専門的に行い，低コストで回収することができれば，安定し，かつ多くの回収量が達成できることが示された．

研究成果の概要（英文）：

This paper analyzes the effect of the fluctuations of the amount of used products, recycling technology improvement and the environmental regulation to the facility location. We found that when the variation of used products is large, they become reluctant to locate a recycling facility. We also found that too strict environmental regulation lead to decrease production in domestic regions. We show that the reduction of the variation of used product is effective for the promotion of recycling. Furthermore we examine the response of collection systems to fluctuations in demand and exogenous collection amount. We reveal that the market collection system can achieve greater and more stable amount of collection, when the collection of used product become more lower because of effort of collector.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	500,000	150,000	650,000
2011 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,000,000	300,000	1,300,000

研究分野：土木計画学

科研費の分科・細目：土木工学・土木計画学・交通工学

キーワード：静脈物流，企業立地，リサイクル

1. 研究開始当初の背景

将来的に枯渇が予想されているレアメタ

ルなど希少資源の安定的な確保が課題となる．希少資源を確保する手段の一つに使用済み製品のリサイクルが挙げられる．我が国の

「都市鉱山」に蓄積された金属は、世界の埋蔵量の数%から数十%を占めるといわれ、一次資源のほとんどを海外に頼る我が国において、これらの資源をリサイクルによって有効活用していく必要がある。

リサイクルの促進は、平成21年度の環境・循環型社会・生物多様性白書においても指摘されているように、経済効果、雇用効果をもたらす、リサイクル企業の立地地域の地域振興にも貢献すると考えられる。例えば北九州市のエコタウンにおいてはリサイクル企業が集積し、九州地方における重要な産業の一つとなっている。リサイクル企業の立地は、当該地域に雇用効果をもたらすだけでなく、再生資源を利用する動脈企業、リサイクル企業の立地を促進させる効果があると考えられる。そのためリサイクル産業を含めた企業立地を考慮に入れた地域振興策の立案が望まれる。

地方自治体が企業誘致計画を作成する際には、企業立地要因を把握することが重要である。しかし企業立地要因に関して公表されているデータは集計されたものがほとんどであり、動脈企業とリサイクル企業との立地決定要因の違いが示されていない。リサイクル企業の立地決定要因として重要なものの一つに使用済み製品の回収しやすさが挙げられる。使用済み製品の排出量は製品の寿命や消費者の消費行動に依存するため、リサイクルする側が使用済み製品の質や量について予測するのは難しく、リサイクル企業が立地を決める上で、使用済み製品の十分な回収量が得られるかは重要な課題である。この使用済み製品の量や質に関する情報の不完全性が使用済み製品の供給量が少ない地方部へのリサイクル企業の立地を妨げている一つの要因になっていると考えられる。

循環型社会の構築に伴う地域再生の可能性を明らかにするためには、近年のリサイクル関連制度の整備や情報技術の発展による使用済み製品に関する情報管理の高度化がリサイクル企業や動脈企業の施設配置に与える影響を把握する必要がある。また、使用済み製品に関する情報の不完全性によって生じる悪影響を緩和するための方法も考えていく必要がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、第一に、使用済み製品の質や量に関する情報の不完全性が動脈企業、リサイクル企業の立地にもたらす影響を解明することである。特に、これらの情報の不完全性が大都市圏、地方圏などの異なる地域への立地選択にもたらす影響を明らかにする。また、循環型社会の構築に伴う、環境規

制の強化やリサイクル技術の向上などの外的環境が異なる状況において、これらの影響がどのように異なるのかを明らかにする。

次に複数の企業を考えたときの企業の立地パターンを明らかにする。また、家電リサイクルや自動車リサイクルに見られるような企業間でのリサイクル施設の共有を考える場合とそうでない場合とで、企業の立地に生じる違いを明らかにする。

排出量に関する情報の不完全性による悪影響を減少させる上で、使用済み製品の在庫の管理や回収システムの設計は重要である。そこで代表的な回収システムについて、使用済み製品の排出量変動に対する回収量や在庫量などの反応を明らかにする。このとき、使用済み製品の回収システムにとってリサイクル製品市場の需要変動の影響は無視できないため、需要変動に対する回収システムの安定性も明らかにする。

3. 研究の方法

はじめに1企業が製品を生産するための生産施設、使用済み製品をリサイクルするためのリサイクル施設を複数の地域に配置する状況を考える。これにより、企業が生産のみを行う動脈企業、リサイクルのみを行うリサイクル企業、製品の生産からリサイクルまでを行う企業の3種類の生産形態を企業の最適化行動に基づいて内生的に決定可能な枠組みを提案する。このモデルを用いて、大都市圏、地方圏、海外といった地域の異質性を考えたモデルの設定のもとでの企業の施設配置パターンを分析する。このとき使用済み製品の質に関する変動を、リサイクル企業が利用可能な使用済み製品の量の変動として捉え、使用済み製品の排出量の変動に着目する。さらに、リサイクル企業が排出量の変動を事前には確率的にしか予測できないとする。

次に企業が1社のモデルから、企業が2社存在する場合を考える。また、企業間でリサイクル施設を共有することが可能な場合とそうでない場合とにおいて施設立地パターン、回収量や費用構造の比較分析を行う。

さらに、使用済み製品の排出量に関する情報の不完全性によって生じる悪影響を緩和するための方法として、使用済み製品の在庫管理と回収システムに着目する。具体的には、代表的な回収システムを2つ取り上げ、排出量や需要量の変動に対して、それぞれの回収システムにおける回収量や在庫の反応を比較し、変動に対して安定的な回収量を維持できるような回収システムを明らかにする。このとき、使用済み製品の在庫や回収量の動学的性質を明らかにするため、動的最適化手法を用いる。

4. 研究成果

論文4においては使用済み製品の排出量，リサイクル技術の向上や環境規制が生産施設，リサイクル施設の立地にもたらす影響を分析した．その結果，図1のような空間を設定した場合，表1に示すように，数値実験からは全部で5種類の施設立地パターンが確認され，リサイクル技術の水準が高いときに施設の立地パターン“1-1”，“2-2b”，“2-2a”において，生産施設とリサイクル施設が同じ地域に立地する傾向にあることが明らかにされた．ただし，また，主な成果として次の4点が挙げられる．

- 1) 使用済み製品の排出量の変動が大きい程，リサイクル技術の向上による施設配置の変化タイミングが遅れる傾向にある．
- 2) 排出量の変動が大きく，リサイクル技術が未発達な場合に環境規制をかけると，国内地方圏において生産の萎縮が発生する．
- 3) 排出量の変動はリサイクル技術の向上によるリサイクル促進を阻害する要因となり得ることが示された．
- 4) リサイクル促進のためには，回収量の規制を行うよりも排出量の変動を減少させる対策を行った方がリサイクル促進にとって効果的であることがわかった．

論文3においては，論文4で考えた製品の生産，使用済み製品のリサイクルを行うことができる企業が2社存在する場合を考え，それぞれが独立に立地した場合と，2社がリサイクル施設を共有した場合について企業の立地行動の比較分析を行った．表2が論文2の成果の1つであり，立地空間を図1と同様に設定したときの，2社が独立に立地した場合(表2-(a))，リサイクル施設を共有できる場合(表2-(b))の施設立地パターンを示している．この表から企業間でリサイクル施設を共有することによって，リサイクル施設の配置が中心地域から周辺へ移動することがわかる．また分析結果からは，企業間でのリサイクル施設の共有が固定費用を節約するだけでなく，施設立地に変化を及ぼし物流費用を減少させることや，法規制による使用済み製品の最低回収量が大きい場合には企業は市場を縮小しようとするが，共有化を行った場合には市場縮小が生じにくいことが分かった．しかし，リサイクル施設の共有が使用済み製品の回収量を必ずしも増加させないことも示された．

論文4において使用済み製品の排出量変動が大きいことが回収量の低下やリサイクル施設の立地を妨げる原因になることが示された．そのため，論文2においては，排出量変動による影響を緩和するための方法とし

表1 生産，リサイクル施設の立地パターン

生産施設		地域名				
		1	2	3	4	5
施設配置パターン	2-0	0	1	0	1	0
	2-1	0	1	0	1	0
	1-1	0	0	1	0	0
	2-2b	1	0	0	0	1
	2-2a	0	1	0	1	0

リサイクル施設		地域名				
		1	2	3	4	5
施設配置パターン	2-0	0	0	0	0	0
	2-1	0	0	1	0	0
	1-1	0	0	1	0	0
	2-2b	1	0	0	0	1
	2-2a	0	1	0	1	0

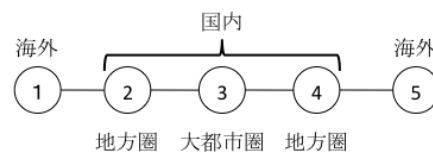


図1 論文4における数値実験の設定

表2 論文3における企業の立地パターン
(a)企業が独立に立地した場合

		Independent model			
		regions	4-0	4-2	4-4
Manufacturing	1	0	0	0	0
	2	2	2	2	0
	3	0	0	0	2
	4	2	2	2	0
	5	0	0	0	0
Recycling	1	0	0	0	0
	2	0	0	2	0
	3	0	2	0	2
	4	0	0	2	0
	5	0	0	0	0

(b)企業がリサイクル施設を共有可能な場合

		Sharing model						
		regions	4-0	4-1	4-2	4-3	4-4	3-1
Manufacturing	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	2	2	2	2	2	1	0
	3	0	0	0	0	0	1	2
	4	2	2	2	2	2	1	0
	5	0	0	0	0	0	0	0
Recycling	1	0	0	0	0	1	0	0
	2	0	0	1	1	1	0	0
	3	0	1	0	1	0	1	1
	4	0	0	1	1	1	0	0
	5	0	0	0	0	1	0	0

て，回収システムに着目し，異なる回収システムでの排出量変動に対する反応を明らかにした．具体的には，リサイクル企業の回収システムとして，市場回収システムを採用したときと直接回収システムを採用したとき

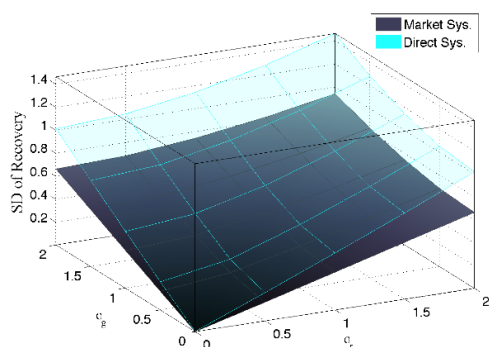


図2 排出量変動，需要変動に対する市場回収システムと直接回収システムの反応

について，排出量の外生的な変動や需要変動がもたらす影響の違いを明らかにした．ここで，論文2における市場回収システムとはリサイクル企業が回収業者と市場を通じて取引することによって，使用済み製品を回収するシステムのことを指す．また直接回収システムとして，リサイクル企業が回収業者を介さず，直接回収するシステムを考えた．

論文2における主な成果として，市場回収システムと直接回収システムにおける排出量変動に対する反応として，次の共通の性質が見られることが明らかになった．

- 1) 外生的回収量の変動に対しては，販売量よりも総回収量の方が大きく変動する．
- 2) 需要変動に対しては総回収量よりも販売量の方が大きく変動する．

図2は，水平軸に排出量変動と，リサイクル企業への需要変動の分散をそれぞれとり，縦軸に回収量の標準偏差をとったものである．図2から直接回収システム(Direct Sys.)よりも市場回収システム(Market Sys.)の方が排出量の外生的な変動に対して回収量が安定していることが確認できる．しかし，直接回収システムよりも市場回収システムの方が，安定的な回収量が得られる分，回収量の平均値は少ない．この問題を解決するためには，市場回収システムにおいて回収業者が回収を専門的に行う必要があり，もし回収業者が低コストで回収することができれば，市場回収システムによって，より多く，かつ安定した回収量が達成できることが示された．

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[論文] (計4件)

1. 大窪和明，奥村誠，平聖也，災害発生物の頑健な在庫管理方策に関する研究，土木計画学研究・講演集，査読無，Vol.44,CD-ROM,2011.

2. 大窪和明，奥村誠：使用済み製品回収システムの変動リスクに対する反応，土木計画学研究・講演集，査読無，Vol.43,CD-ROM, 2011.
3. Kazuaki OKUBO，Makoto OKUMURA，Seiya TAIRA，“Effect of the Inter-firm Sharing on Resource Circulation，” Proceedings of The 15th International Conference of Hong Kong Society Studies for Transportation，査読有，No.15, pp.605-611, 2010.
4. 大窪和明，奥村誠，“排出量変動を考慮した施設配置モデルによる生産・リサイクル施設配置の分析，”土木計画学研究・論文集，査読有，No.27, pp.417-424, 2010.

[学会発表] (計4件)

1. 大窪和明，奥村誠，平聖也，“災害発生物の頑健な在庫管理方策に関する研究，”第44回土木計画学研究発表会，2011年11月27日，岐阜大学.
2. 大窪和明，奥村誠：使用済み製品回収システムの変動リスクに対する反応，第43回土木計画学研究発表会，2011年5月28日，筑波大学.
3. Kazuaki OKUBO，Makoto OKUMURA，“Effect of The Inter-firm Sharing on Resource Circulation，” The 15th International Conference of Hong Kong Society for Transportation Studies, 2010年12月11日，The Hong Kong University of Science and Technology, China.
4. 大窪和明，奥村誠，“財の異質性とリサイクル企業の立地分析，”応用地域学会・愛知大会，2010年12月4日，名古屋大学.

[その他]

ホームページ等

http://strep.main.jp/modules/pico/index.php?content_id=7

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大窪 和明 (OKUBO KAZUAKI)

東北大学・東北アジア研究センター・助教
研究者番号：50546744

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし