

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成26年 6月12日現在

機関番号：14501  
 研究種目：若手（B）  
 研究期間：2011～2012  
 課題番号：23760504  
 研究課題名（和文） 環境・経済的持続可能性と人材移転に関する混合相補性条件の分析手法の提案  
 研究課題名（英文） Development of a methodology for mixed complementarity problem taking into account environmental and economic sustainability and human resource transfer  
 研究代表者  
 田畑 智博（TABATA TOMOHIRO）  
 神戸大学・大学院人間発達環境学研究科・講師  
 研究者番号：40402482

研究成果の概要（和文）：本研究では、バイオマスのエネルギー利用を促進するための手段として、衰退産業からバイオマスエネルギー産業への人材移転を提唱するとともに、その方法論を提案した。これを実施するため、廃棄物系・木質系バイオマスのエネルギーポテンシャルとCO<sub>2</sub>削減ポテンシャルの推計、人材移転を円滑に実施するための産業間スキルマッチングシステムの枠組みの開発、切捨間伐材を対象とした人材移転のケーススタディを行った。

研究成果の概要（英文）：This study aims to propose a methodology enhancing human resource transfer from declining industries to biomass energy generation industries for manufacturing energy from biomass. For achieving of a purpose, following three tasks were executed; estimation of CO<sub>2</sub> reduction potential taking into account manufacturing energy from waste and woody biomass, development of a business skills matching system for human resource transfer, case study of the human resource transfer.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学

 キーワード：バイオマス、人材移転、ライフサイクルアセスメント、CO<sub>2</sub>排出量、コスト、混合相補性問題、Waste to Energy、排出抑制

## 1. 研究開始当初の背景

我が国に賦存するバイオマスは、化石燃料換算で、我が国の現状の温室効果ガス(GHG)排出量を約2.7%削減するポテンシャルを有している。我が国では、2020年における我が国のGHG排出量を1990年比25%削減させる目標が提言されている。その対策として例えば、バイオマスをエネルギーとして積極利用することで、その目標の約1割が達成できる。バイオマスは資源・エネルギー面から持続可能な社会の実現を目指すために有望であるのに対し、我が国では現状においてこれらを利用するための基盤が未熟である。そのため、バイオマスのエネルギー化事業を環

境産業として急速に展開する必要がある。

その一方、これまでの既往研究では、雇用の観点が抜け落ちている。例えば、木質バイオマスのエネルギー化には、間伐材伐採、燃料化、輸送等の各プロセスが必要であり、これに係る人材確保が必要である。すなわち、雇用が確保できなければGHGの削減が難しくなることから、雇用を考慮しないGHG削減ポテンシャルの推計は、現実性を全く伴っておらず、社会的実用性に乏しい。環境産業として雇用をどのように創出するだけでなく、人口縮小等により今後発生するであろう衰退産業から環境産業への人材移転を促進するための方法論を検討することが、我が国

の環境的・経済的な持続可能性を高めていくために必要である。

## 2. 研究の目的

環境・経済的持続可能性と雇用の維持に着目し、将来発生しうる衰退産業から環境産業への人材移転の方法論を提案することを研究の目的とする。主要な研究課題は、(1)エネルギーシステムの構築による GHG 削減可能ポテンシャルと現状の労働需給構造とのギャップの評価、(2)衰退産業と環境産業とのスキル類似性を踏まえたスキルマッチングシステムの構築、(3)炭素クレジット売却益等による所得補償を制約条件とした労働需給、GHG 削減効果、経済性の分析とこれを踏まえた人材移転方法の提案である。

## 3. 研究の方法

### (1) 課題 1

廃棄物系、木質系バイオマスを対象とし、統計資料等を用いてわが国や個別都市におけるエネルギーポテンシャルを推計する。また、その結果を、地理情報システム(GIS)を用いてマッピングする。次に、ライフサイクルアセスメント(LCA)手法を利用して、これらバイオマスのエネルギー利用に伴う GHG 削減可能ポテンシャルを推計する。これに対し、わが国や個別都市におけるエネルギー(電気、給湯)需要量とバイオマスによるエネルギー供給量とのギャップを算出する。

### (2) 課題 2

スキルマッチングシステムの枠組みを作成する。また、切捨間伐材の集材・運搬を事例として、建設業から林業への人材移転方法を検討するため、統計資料の整理、アンケート調査の実施等の方法により、建設業における余剰労働人員数と林業への人材移転可能人数を推計する。

### (3) 課題 3

課題 2 で得られた成果を元に、人材移転が実現することによる切捨間伐材の集材・運搬可能量を推計するとともに、これらをエネルギー利用することに伴うCO<sub>2</sub>削減量を推計する。また、固定価格買取制度(FIT)、炭素クレジット売却益を考慮することによる、建設業から林業への人材移転に伴う所得補償額を算出するとともに、これを踏まえた人材移転の経済評価を行う。

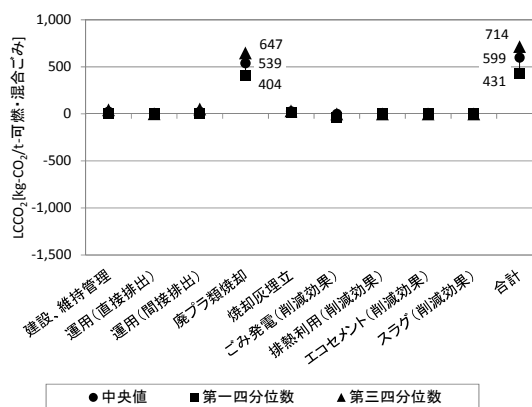
## 4. 研究成果

### (1) 成果

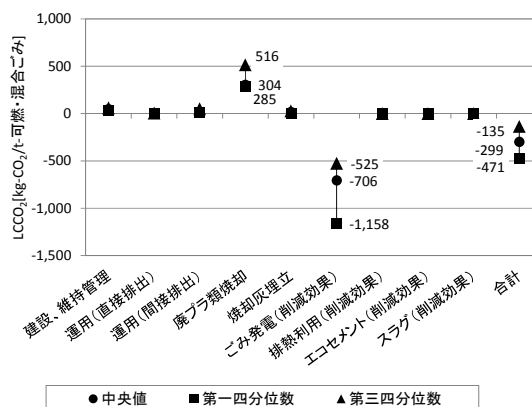
#### <課題 1>

まず廃棄物系バイオマスについて、サーマルリサイクルの積極的な実行により実質的なライフサイクル GHG 排出量がマイナスにな

る net GHG reducer という概念を用いて、焼却施設の GHG 排出構造をライフサイクルステージ別で示した結果を図 1 に示す。前者は廃プラスチック類焼却に伴う排出分が排出側の大部分を占めており、総排出量をプラスにする主要因となっている。これに対し、後者は前者と同じく廃プラスチック類焼却に伴う排出分は大きいものの、ごみ発電による削減効果がこれを上回っており、これが総排出量をマイナスにする主要因となっている。廃プラスチック類焼却とごみ発電以外の各ライフサイクルステージの排出分もしくは削減効果は、上記 2 ステージに比べて非常に小さい。このことから、net GHG reducer の成立に大きく関わってくるのは、廃プラスチック類焼却による排出分とごみ発電による削減効果であることがわかった。



(a) 通常の焼却施設の場合



(b) net GHG reducer となる焼却施設の場合

図 1 CO<sub>2</sub>排出の構造

次にこれを踏まえ、GHG削減ポテンシャルの観点からみたnet GHG reducerの成立条件を、札幌市、東京 23 区、名古屋市、大阪市、神戸市、高松市、福岡市の都市別に考察した。結果の一部として、神戸市では、電力を約 11 万世帯に、温水を約 17 万世帯に供給すれば net GHG reducerが成立可能と試算された。

但し、これを実現するためには熱供給にかかるインフラの構築と焼却施設の再配置が必要不可欠である。また、ごみの排出抑制の実施度合いとサーマルリサイクル量との関係性についても検討した。アンケート調査を行った結果、PSPトレイは消費者の76%がトレイ売りからバラ売りに変更しても構わないと回答し、これが実現することで、サーマルリサイクルによるCO<sub>2</sub>削減量が約3%減少することがわかった。

木質系バイオマスのエネルギーポテンシャルとして、兵庫県を一例としてGISでマッピングした結果を図2に示す。例えば、淡路島では、バイオマスのエネルギーポテンシャルは約63,000GJ/年(有効利用熱量換算)であり、これらをエネルギー利用することで、島内の電力需要の約4%を賄うことが可能である計算となった。

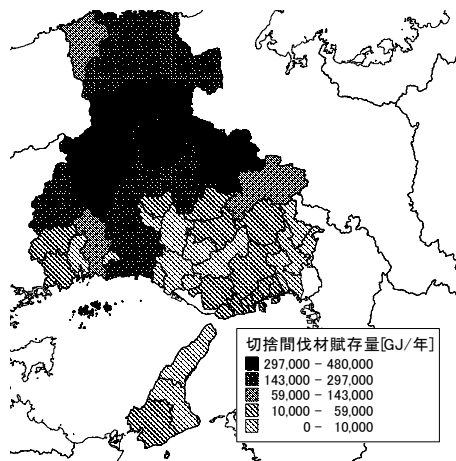


図2 エネルギーポテンシャルマップ  
(切捨間伐材、兵庫県)

また、和歌山県を対象としてCO<sub>2</sub>削減効果と雇用創出効果を試算した。その結果、間伐材を石炭火力発電所の石炭代替とした場合、県全体で約11万6千tのCO<sub>2</sub>削減、約180人の雇用創出が可能となった。

#### <課題2>

図1に、スキルマッチングシステムの概要を示す。ここでは木質バイオマスのエネルギー関連産業と他産業を例としている。産業別のスキルをもとにクラスター分析等の手法を用いたマッチングを実施し、マッチングした場合は人材移転が可能とする。

次に、切捨間伐材の集材・運搬を対象として、建設業から林業への人材移転可能人数を推計した結果、全国で約1万5千人の人材が必要であり、そのうちの約80%を建設業の余剰人員でまかなえることが明らかとなった。また、森林組合に対してアンケート調査を実施

し、切捨間伐材の集材・搬出に必要なスキルを割り出した。抽出したスキルと建設業が持つスキルとをマッチングさせることで、建設業から林業への人材移転可能性を分析した。建設業から林業への人材移転が可能になることに伴う切捨間伐材の集材・運搬量を算出するとともに、これらを石炭火力発電所で混焼させた場合のGHG削減可能量を算出した結果、年間約240万tのGHGが削減可能であることがわかった。

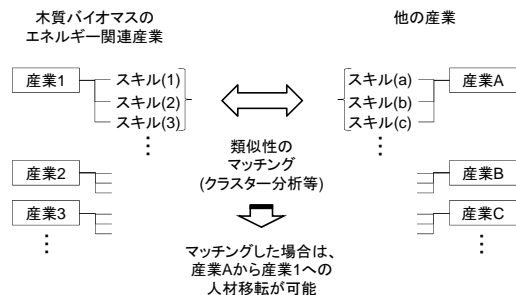


図1 スキルマッチングシステムの概要

#### <課題3>

建設業、林業における年収差を踏まえ、人材移転に伴う所得補償を加味して経済効果を算出した。またこの際、人件費、作業費、所得補償額を支出、FITに伴う売電、炭素クレジット売却益を収入とした。その結果、年間約200億円の赤字になることが明らかとなった。ただし、現状では、FITと炭素クレジット売却は仮想的に導入していることについて留意が必要である。

#### (2) 成果の位置づけとインパクト

本研究成果は、LCA手法という工学的手法と人材移転という社会科学的手法を組み合わせで行ったものである。雇用の観点に焦点を当てて定量的な評価を行った事例は、国内外をみても殆どなく、非常にインパクトが強い研究成果が得られている。本研究成果はあくまで仮想的に得られた結果であるが、再生可能エネルギーの創出において雇用の観点を外すことはできないため、どのように雇を創出しながらエネルギー生産量を増やしていくかを検討することが、今後は重要になってくるものと考えられる。本研究成果は、このような政策の検討を工学的・社会的観点から支援することが可能であると考えられる。

#### (3) 今後の展望

今後は、切捨間伐材以外の他のバイオマスや処理技術についても本手法を展開していくとともに、手法論の改善を行なっていく予定である。また、具体的な地域を設定し、人材移転の方法論を展開するとともに、その実

行可能性を、地域におけるステークホルダーを交えた議論を通じながら検討していく予定である。

#### 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)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① Tabata, T., Okuda, T., Life cycle assessment of woody biomass energy utilization: case study in Gifu Prefecture, Japan, Energy, 査読有、Vol. 45, 2012, pp. 944-951  
DOI:10.1016/j.energy.2012.06.064

[学会発表] (計 6 件)

- ① 田畑智博、鳥飼 仁、霧巻峰夫、玄地 裕、請川孝治、和歌山県中部地域を事例とした間伐材のエネルギー利用による新たな資源循環の構築、環境科学会 2011 年会講演要旨集、2011、pp.126-127、発表日：2011 年 9 月 8 日、発表場所：兵庫県西宮市
- ② Tabata, T.、Life cycle analysis of formation conditions of an MSW incineration process as a net GHG reducer、Proceedings of the ISWA World Congress 2011、2011、Thumb drive、発表日：2012 年 10 月 17~20 日、発表場所：大韓民国
- ③ 田畑智博、LCAの観点からみた一般廃棄物焼却施設の低炭素化に関する考察、第 7 回日本LCA学会研究発表会論文集、2012、pp. 290-291、発表日：2013 年 3 月 9 日、発表場所：千葉県野田市
- ④ 田畑智博、辻 祐機、坂口卓司、他産業から木質バイオマスエネルギー関連産業への人材移転方法論の提案、環境科学会 2012 年会講演要旨集、2012、p. 96、発表日：2013 年 9 月 13 日、発表場所：横浜市
- ⑤ Tabata, T.、Waste prevention or waste recycling? Survey of consumers' 3R acceptability、Proceedings of the ISWA World Congress 2012、2012、Thumb drive、発表日：2013 年 9 月 18 日、発表場所：イタリア
- ⑥ Tabata, T.、Development of a Business Skills Matching System for Human Resource Transfer from Declining Industries to Renewable Energy Industries、Proceedings of the 10th International Conference on EcoBalance、2012、CD-ROM、発表日：2013 年 11 月 22 日、発表場所：横浜市

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

田畑 智博 (TABATA TOMOHIRO)

神戸大学・大学院人間発達環境学研究科・講師

研究者番号：40402482