

令和元年6月11日現在

機関番号：82625

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K18755

研究課題名(和文)新たな地域資源循環システムを創生する主体間の協働パフォーマンスに関する研究

研究課題名(英文) Study on collaborative performance by local actors for further development of biomass utilization systems

研究代表者

浅井 真康 (Asai, Masayasu)

農林水産省農林水産政策研究所・その他部局等・研究員

研究者番号：60747575

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：天然資源の枯渇が深刻化し、温室効果ガス排出や水質汚染の緩和が重要視される中、地域資源の効率的な利用・循環は世界共通課題である。そのためには、バイオマスを所有する主体と、それを再利用する主体との協働パフォーマンスの向上を取引コストの節約により実現する必要がある。そこで本研究は、日欧米のバイオガス生産および耕畜連携の取組を事例として、バイオマスを介した主体間の取引コスト節約に貢献する環境的、社会的、制度的因子の特定ならびにその影響力や相互作用を明らかにした。また、得られた知見から、新たな資源循環システムの創生へ向けた政策提言を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

バイオガス生産については、先進国であるデンマークの事例を分析し、消化液利用等も含めた持続可能なバイオガス生産システムの構築に寄与する取組を紹介できた。これらの取組は日本国内にも適用可能であると考えられる。また、耕畜連携に関しては、新しい分析枠組を提案し、日仏蘭米の6事例に適用した。このように北半球の各地域における事例を広く集めた研究はこれまで存在しておらず、国際誌に掲載された論文は、貴重な知見を世界に提供できた。また本分析枠組の適用性の高さを示すこともでき、今後は、諸外国の研究者が自分達の地域で本分析枠組を用いた分析を行うことで、より深化した議論へと発展することが期待される。

研究成果の概要(英文)：Under threat of resource scarcity and social pressure towards reduction of GHG emission and water pollution, it is crucial to build circular system which utilizes local biomass efficiently. For this purpose, making a partnership between/among different actors is essential, but current understanding of its mechanisms was missing. Therefore this study aimed to identify critical factors for making and sustaining the partnerships, in particular for biogas production systems and crop-livestock integration systems, from the view point of transaction cost minimization. Based on our interpretation of various case studies from the Northern hemisphere, we identified attributes crucial for biogas and crop-livestock integration development. By so doing, we tried to understand actors' collective strategies to reducing transaction costs. Finally, we concluded with policy implications and recommendations for the further development of circular systems.

研究分野：農業環境政策

キーワード：耕畜連携 バイオガス 取引費用 合意形成 EU デンマーク フランス 農業環境政策

## 1. 研究開始当初の背景

天然資源の枯渇が深刻化し、温室効果ガス排出や水質汚染の緩和が重要視される中、地域資源の効率的な利用・循環は世界共通課題である。そのためには、再生可能資源を所有する主体と、それを再利用する主体との協働パフォーマンス (= 複数の主体間における効率的な資源循環の構築とその成果) の向上を取引コストの節約により実現する必要がある。

例えば EU では現行 CAP (共通農業政策) 農村振興政策 (2015 ~ 2020 年実施) において、「農林業部門での高い資源効率の達成」や「フードチェーンの促進」を助成の優先事項とし、先進的な取組に対してこれまで以上に重点的な支援が行われている。具体例として、デンマーク政府は温室効果ガス排出削減等を目的に 2020 年までに全農地の 15% (現在 7%) を有機栽培に転換することを目標にしている。しかし、これに伴って有機農業における作物養分不足の深刻化が予想させるため、バイオガス施設からの処理済み廃液 (消化液) の法的利用認可と施設助成の推進が進められている (Oelofse et al., 2013)。つまり、より持続的可能な農林業生産の実現には、地域に内在するバイオマス所有主体の発見や再評価と、利用主体とのネットワーク構築による主体間のマッチングが不可欠である。

他方、GIS (地理情報システム) を用いて農村地域における効率的なバイオマスの収集・運搬・集荷を評価した先行研究の多くが、主体の意思決定は、輸送距離等の物理的費用に基づくものと仮定している。しかし、筆者らは、デンマーク畜産農家が余剰分の家畜排せつ物を耕種農家へ譲渡する際に結ぶパートナーシップに関する過去の研究 (Asai et al., 2014a, b; Asai & Langer, 2014) を通じて、多くの農家が、物理的費用に関する要因だけではなく、地縁や適切な情報交換等によって取引に関する不確実性を低減可能なパートナーを選択することを解明した。これにより、協働パフォーマンスの向上には、取引コストの節約という観点から取り組む必要があることを確認した。

## 2. 研究の目的

そこで本研究は、バイオマスを介した主体間のマッチングに関して、欧米および国内の先進事例を通じて、農村地域における主体の発見からネットワーク構築に至るまでの諸課題を制度的側面、社会的側面、環境側面等から解明することを目的とした。具体的には、バイオマスを介したやりとりの決定および維持に関する主体間の行動においては、常に取引コストを節約するための戦略がとられていると仮定し、この取引コスト節約に貢献しうる環境的、社会的、制度的要因の特定ならびにその影響力や相互作用を明らかにする。また、得られた知見から、新たな資源循環システムの創生へ向けた政策提言を行う。

## 3. 研究の方法

地域資源利用に関する具体的な取組として、以下に示すように「デンマークおよび北海道のバイオガスに関する取組」と「日仏蘭米の耕畜連携に関する取組」の二つに着目し、日欧米の先進的事例を用いて、調査分析を行った。

### (1) デンマークのバイオガスに関する研究

世界有数の畜産品輸出国であるデンマークでは、大量排出される家畜排せつ物の有効利用を目的に 1970 年代からバイオガス利用の技術開発が進められ、畜産農家を中心にバイオガスプラントが広く普及してきた。しかし、2007 年の経済危機以降、畜産農家の投資能力が低下し、バイオガス生産を巡る状況に大きな変化が生じている。そこで本研究では、新たなモデルとなる「エネルギー会社参入型」のホルステル・バイオガスプラントおよび「自治体主導型」のソルロー・バイオガスプラントという二つのバイオガスプラントを事例とし、バイオガス増産政策下における、持続可能なバイオガス生産システムの構築に向けた「農家」、「自治体」、「エネルギー会社」という三主体の役割や連携を明らかにすることを目的とした。

まず現地聞き取り調査を行い、得られた情報を Institutions of Sustainability (IoS) 枠組を用いて整理し、取引コスト節約戦略という観点から主体の関係性や調整について分析した。当国での調査にあたっては、オーフス大学の高井久光博士、ロスキレ大学の Rikke Lybaek 准教授らより情報提供等の協力を得た。

### (2) 日仏蘭米の耕畜連携に関する研究成果

耕畜連携では、地域内の畜産農家と耕種農家が土地や資源、労働力等を介して連携する。家畜排せつ物の効率的な循環利用や地域内の飼料生産に寄与することから、持続可能な農業の一つとして捉えられている (Regan et al., 2017)。しかしながら、土地や資源、労働を介して地域内の畜産農家と耕種農家がつながる耕畜連携は、その構築、実施、そして継続にあたって常に取引先である個人あるいはグループ内外の相手との調整や管理が必要になる。ここでの調整や管理に費やす時間やお金は、耕畜連携の実施運用にかかる追加費用とも捉えることができ、これらを含めた総合的な取引コストをいかに節約できるかが持続可能な耕畜連携の鍵になると考えられる。

そこで、新しい分析枠組を提案し、実際に耕畜連携が行われている日仏蘭米の4カ国6事例に適用することで、畜産農家と耕種農家が資源を介した取引を行う際に生じるコストの節約に貢献しうる環境的、社会的、制度的要因の解明を試みた。

事例の選出ならびに情報提供に関しては、各国の共同研究者から協力を得た。具体的には、日本の2事例については農研機構の恒川磯雄博士、フランスの2事例についてはフランス国立農業研究所 (INRA) の Guillaume Martin 博士、オランダの1事例については Louis Bolk Institute の Jan de Wit 博士、米国の1事例についてはメイン大学の Aaron K. Hoshide 博士より、彼らが行ってきた自国での耕畜連携プロジェクトの取組に関して、情報を提供してもらった。

#### 4. 研究成果

##### (1) デンマークのバイオガスに関する研究成果

本研究では、持続可能なバイオガス生産システムにおける関係主体間の連携を理解するための分析枠組として Institutions of Sustainability (IoS) 枠組を用いた。IoS 枠組 (Hagedorn et al., 2002) とは、ドイツ・フンボルト大学の Konrad Hagedorn が社会・生態システムにおける資源利用の主体間連携を分析する新しい枠組として提案したもので、主体間のバイオマスを介したやりとりが 資源量やその収集・運搬・集荷等に影響を与える「自然条件」、主体の属性や利用意識、主体間の信頼関係等の「人的要因」、インフォーマルな慣習等を含めたバイオマス利用に関する「制度」、利用調整を担う土着組織や市場等の「ガバナンス構造」の四つの要素から成り立つと捉える分析枠組である (図1)。

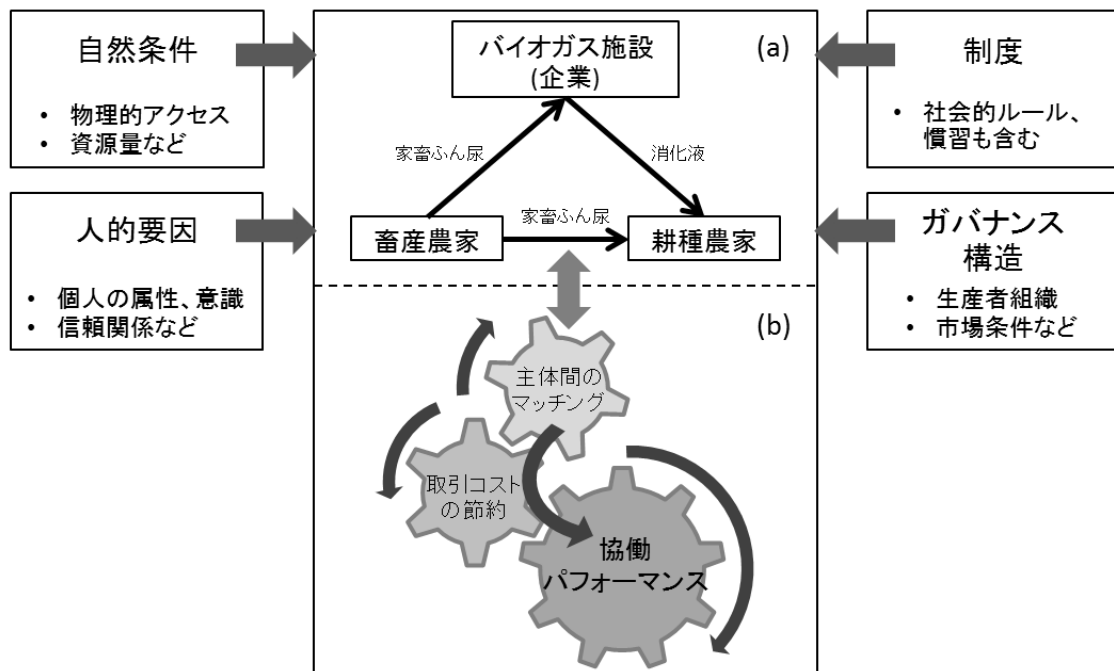


図1 Institutions of Sustainability (IoS) 枠組の4要素とバイオガスシステムの理解

本研究では、デンマークのバイオガスプラント2事例への調査から得られた情報を IoS 枠組の四要素に分けて整理することで、取組に関わる農家、自治体、エネルギー会社等の主体が地域内のバイオマスを介してどのように関係し、調整を行っているのかを把握した。その際、取引コストを抑える戦略等についても考察を行った。本研究ではバイオガス生産にかかる取引コストを四つのタイプ(探索コスト、交渉コスト、実施コスト、モニタリングコスト)に分類し、IoSの各要素と各種取引コストとの関連を検証した。得られた結果は次の通りである。

まず、プラント設立には環境影響評価の実施や周辺住民との協議等が必要であり、稼働前の探索コストや交渉コストは高くなるのがわかった。しかし、これらは長期稼働には不可欠であり、結果的にモニタリングコストの削減に貢献する。またプロジェクト実施には、公害や気候変動緩和といった地域全体の問題意識の共有や利害関係者を調整する人材確保の重要性も示された。他方、長期契約や排せつ物管理へのボーナス支払い等の畜産農家への経済的インセンティブといった工夫も見られた。先進事例を扱った本研究によって持続可能なバイオガス生産システムの構築へ向けた成功因子が示唆された。

上記のような理解は取引コストの節約をもたらす政策へのヒントを導き出し、ひいては取引コストの節約が協働パフォーマンスの向上(例えば、温室効果ガスの排出緩和や地域内エネルギー自給の達成)につながるものと考えられる。

## (2) 日仏蘭米の耕畜連携に関する研究成果

耕畜連携の成功には取引コストの節約が重要であるという仮定を導き出し、実際に行われた耕畜連携プロジェクトの概要を整理することで、参加農家の節約戦略ならびに節約に貢献する因子の考察を行った。

具体的には、まず上記の仮定を検証するため、Williamson の取引コストと Ostrom の制度分析・開発枠組 (Institutional Analysis and Development Framework, 以下 IAD 枠組) を援用した新しい分析枠組を提案した。本枠組では、図 2 に示した通り、複数の畜産農家と畑作農家間の組織的な調整に着目し、これが外部環境(経済的/政治的/社会的要因)と内部特性(リソースの属性、参加アクター、パートナー間またはグループ間の取り決め)の影響を受けながら、耕畜連携にかかる取引コストの節約戦略がアウトカムとして生じるものと想定する。IAD 枠組からの拡張点は、調整過程を「情報探索」、「集团的意志決定」、そして「実施・モニタリング」の三段階(あるいは三つのタイプの取引コスト)に分けて検証している点である。

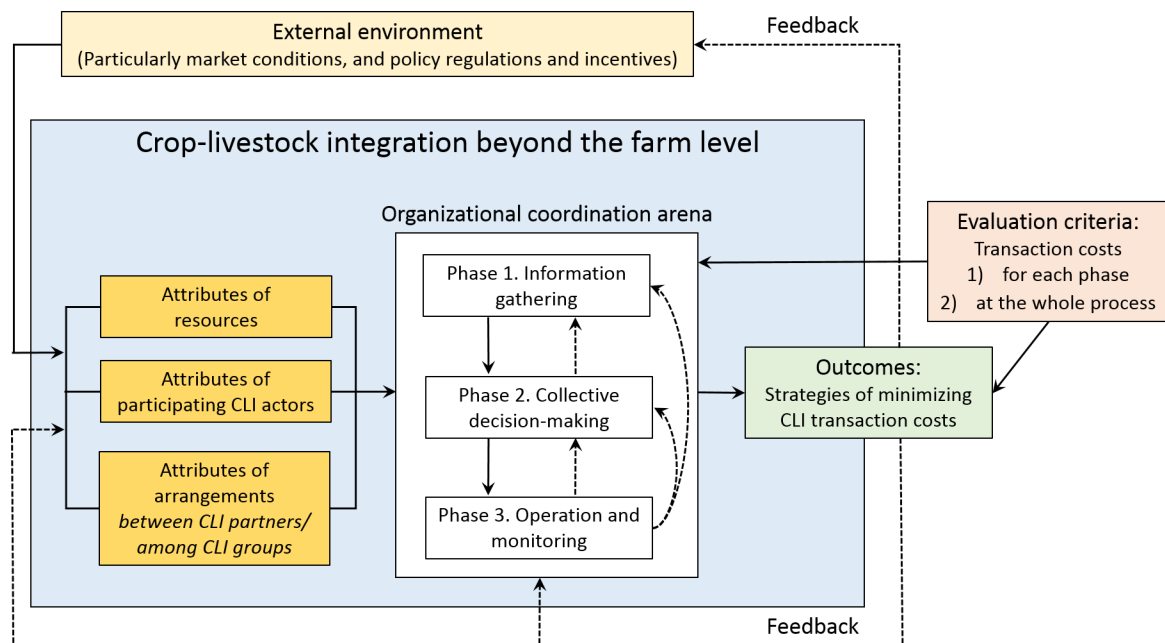


図 2 筆者らが提案した耕畜連携を理解するための分析枠組

出典: Asai et al. (2018) Critical factors for crop-livestock integration beyond the farm level: A cross-analysis of worldwide case studies, *Land Use Policy* 73, pp.184-194

次に日仏蘭米の4カ国から現行の耕畜連携プロジェクト6事例を選出し、新しい分析枠組に当てはめた。この結果、異なる農業システム(慣行農業と有機農業)や組織タイプ(農場間、地域内グループ、広域レベル)で行われる耕畜連携のやりとりの理解において、本枠組はいずれも有効に用いることができることが証明された。また、情報探索コストの節約における社会ネットワークの重要性や、物理的な実施コストを相殺するには大規模な実施が必要であり、その際にはコントラクター会社のような調整機能を持った第三者の仲介が必要である等の結論を導き出した。

本研究のように北半球の各地域における事例を広く集めた研究は筆者の知る限り、これまで存在しておらず、*Land Use Policy*に掲載された本論文は貴重な知見を世界に提供したものと考える。

### <引用文献>

- Asai et al. (2014a) Livestock farmer perceptions of successful collaborative arrangements for manure exchange: A study in Denmark, *Agricultural Systems* 128: 55-65
- Asai et al. (2014b) Responding to environmental regulations through collaborative arrangements: The case of Danish manure partnerships, *Livestock Science* 167: 370-380
- Asai & Langer (2014) Collaborative partnerships by organic farmers: A study from livestock-intensive areas of Denmark, *Organic Agriculture* 4(1): 63-77
- Hagedorn, K. (2008) Particular requirements for institutional analysis in nature-related sectors. *European Review of Agricultural Economics*, 35: 357-384.
- Oelofse et al. (2013) The implications of phasing out conventional nutrient supply in organic agriculture: Denmark as a case. *Organic Agriculture* 3: 41-55.

Regan et al. (2017) Does the recoupling of dairy and crop production via cooperation between farms generate environmental benefits? A case-study approach in Europe. *European Journal of Agronomy* 82: 342–356.

## 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 5 件)

Asai M, Hayashi T & Yamamoto M (2019) Mental Model Analysis of Biogas Energy Perceptions and Policy Reveals Potential Constraints in a Japanese Farm Community, *Sustainability* 11(1), 225; <https://doi.org/10.3390/su11010225>

Asai M, Moraine M, Ryschawy J, de Wit J, Hoshide AK & Martin G (2018) Critical factors for crop-livestock integration beyond the farm level: A cross-analysis of worldwide case studies, *Land Use Policy* 73, pp.184-194; <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.12.010>

Lybaek R & Asai M (2017) Future pathways for deploying agricultural based biogas plants in Denmark and Japan: A comparative analysis, *GMSARN International Journal* 11, pp.129-138

浅井真康・高井久光 (2017)「デンマークのバイオガス増産政策と関係主体間の連携：新しい取組を事例に」『農林水産政策研究』第 27 号, pp.25-47;

[http://www.maff.go.jp/primaff/kanko/seisaku/attach/pdf/171106\\_sk27\\_02.pdf](http://www.maff.go.jp/primaff/kanko/seisaku/attach/pdf/171106_sk27_02.pdf)

Martin G, Moraine M, Ryschawy J, Magne M-A, Asai M, Sarthou J-P, Duru M & Therond O (2016) Crop-livestock integration beyond the farm level: a review, *Agronomy for Sustainable Development* 36(53);

<https://doi.org/10.1007/s13593-016-0390-x>

〔学会発表〕(計 3 件)

浅井真康・林岳・山本充 (2017)「メンタル・モデルを用いたバイオガス利用普及の促進・阻害要因の抽出」環境科学会 2017 年会

Lybaek R, Asai M & Hayashi T (2016) How to speed up the deployment of agricultural based biogas technology: Case study of Denmark and Japan. *GMSARN Int. Conf. on Innovative Energy, Environment, and Development*, Nov 16-18, 2016, Yunnan, China.

Asai M, Martin G, Moraine M & Ryschawy J (2016) An analytical framework for assessing crop-livestock systems beyond the farm level, *EcoSummit 2016*, Aug 29-Sep 1, 2016, Montpellier, France.

## 6 . 研究組織

### (1) 研究協力者

研究協力者氏名：Guillaume MARTIN

研究協力者氏名：Julie RYSCHAWY

研究協力者氏名：Marc MORAINE

研究協力者氏名：Jan DE WIT

研究協力者氏名：Aaron K. HOSHIDE

研究協力者氏名：Rikke LYBAEK

研究協力者氏名：高井 久光

ローマ字氏名：Hisamitsu TAKAI

研究協力者氏名：恒川 磯雄

ローマ字氏名：Isoo TSUNEKAWA

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。