

E-0804 都市・農村の地域連携を基礎とした低炭素社会のエコデザイン

(1) 低炭素化に向けた持続可能地域連携社会の枠組み、指標及びシナリオ

大阪大学

大学院工学研究科 機械工学専攻 教授 梅田靖
サステナビリティ・デザイン・オンサイト研究センター 招へい教授 盛岡通

〈研究協力者〉

大阪大学

大学院工学研究科 特任研究員 津田和俊
環境イノベーションデザインセンター 特任講師 原圭史郎
サステナビリティ・サイエンス研究機構 特任助教 熊澤輝一（平成20～21年度）
サステナビリティ・サイエンス研究機構 特任助教 木村道徳（平成20～21年度）

平成20～22年度累計予算額：45,923千円（うち、平成22年度予算額：13,116千円）

予算額は、間接経費を含む。

[要旨] サブテーマ1では、各サブテーマで得られた知見を集約して、都市・農村の地域連携によるエネルギー・物質の地域内循環システムの規範モデル（これを「都市・農村連携クラスター・モデル」と呼ぶ）を複数作成し、持続可能性評価指標を設定した上で、各モデルの国内およびアジアへの展開可能性とそれによる低炭素社会への潜在的効果を推定する。この過程を通じて、低炭素社会における中長期的な都市・農村連携の在り方を提言することを最終目的とする。平成20年度は、各パイロットモデル地域のデータを共通の枠組みに集約し、その特性を明らかにするための地域の分析モデリング方法論を構築した。具体的には、地域におけるエネルギー・物質のフロー・ストックの収支に基づいて都市・農村連携による自然資源の地域循環システムを記述できる、フロー・ストック勘定分析およびライフサイクルシミュレーションを用いた因果関係モデルの2種類の分析ツールを開発した。平成21年度は、平成20年度に構築した分析モデリング方法論を基礎に、都市・農村連携施策の中で重要な役割を担うバイオマス資源の利活用施策の立案・評価を支援するための手法を開発した。また、都市・農村連携クラスター・モデルの因果関係の定式化および一般化を行うことにより、都市・農村連携クラスターの適用条件と広域展開可能性を分析した。日中において各クラスターの適用可能地域をスクリーニングした上で、広域展開することによる二酸化炭素削減ポテンシャルを推計した。平成22年度は、前年度までの成果に基づき、都市・農村連携クラスターによる低炭素化長期シナリオを作成し、2030年における低炭素化効果・各種自給率の向上・地域経済の活性化などのポテンシャル評価を行った。最後に、低炭素社会の構築に向けた都市・農村連携の在り方に関する提言のとりまとめを行った。

[キーワード] 長期シナリオ、フロー・ストック勘定分析、マテリアルフロー分析、因果関係モデル、都市・農村連携

1. はじめに

我が国は2050年までに世界全体の温室効果ガス排出量を1990年比で半減する長期目標を提言しており、国を挙げた低炭素社会構築への取り組みが求められている。一方で、国内における農林水産業の衰退、地方農村の過疎化や高齢化の進行が重大な懸案事項となっている。低炭素社会の構築に貢献し、同時に農村・農林水産業を活性化する方策として、自然資源の維持管理および地域循環利用システムの構築が期待されている。例えば、2008年に閣議決定された「第二次循環型社会形成推進基本計画」においても、地域の特性を踏まえた最適な循環システムを構築することにより、結果的に地域の再生にも寄与する「地域循環圏」の考え方が提起されている。

一方、隣国の中国は、急速な経済成長に伴って世界の温室効果ガス排出国となっており、世界全体で排出削減に取り組む際にその果たす役割は非常に大きい。しかし、国内では都市・農村間の所得格差の問題や公害、環境汚染など諸課題が山積しており、これらの国内問題への対応も含めて低炭素化と格差、公害、環境汚染の緩和の相乗便益を提示しながら低炭素社会へ誘導することが国際社会に課せられた喫緊の課題となっている。

2. 研究目的

このような背景の中、本研究課題では「都市・農村の地域連携」を基本コンセプトとして、低炭素社会の下でのアジア（特に日本および中国）における都市・農村の在り方を具体的な事例を通じて追求し、あるべきエネルギー・物質の地域循環利用システムを基盤とした将来シナリオを描くことを目的とする。そのためには、都市・農村の地域連携の萌芽ともいえるパイロットモデル事業／地域を実証的に分析・評価（本研究課題では、サブテーマ2～4に相当）すると同時に、これらを共通の枠組みで集約して比較検討することにより、都市・農村の地域連携を基礎とした複数の実現可能な低炭素社会モデルを提案することが有効なアプローチであると考えられる。

そこで、サブテーマ1では、各サブテーマのパイロットモデル事業／地域の現地調査および分析・評価から得られた基礎データを共通の分析ツールで数理モデル化することにより、都市・農村の地域連携によるエネルギー・物質の地域循環利用システムの規範モデル（これを「都市・農村連携クラスター・モデル」と呼ぶ）を複数作成し、各モデルの国内およびアジアへの展開可能性とそれによる低炭素社会への潜在的効果を推定する。この過程を通じて、低炭素社会における中長期的な都市・農村連携の在り方を提言することを最終目的とする。

3. 研究方法

まず、都市・農村連携のフロー・ストック勘定分析およびライフサイクルシミュレーションを用いた因果関係モデルの2種類の分析ツールを構築する。それに基づき、エネルギー・物質の地域循環利用システムに関する複数の都市・農村連携クラスター・モデルを作成し、日中における適用可能地域への展開による二酸化炭素(CO₂)排出削減効果のポテンシャルを算定する。さらに、将来予測に基づくシナリオ分析を用いて、2030年における低炭素化効果・各種自給率の向上・地域経済の活性化などのポテンシャル評価を行う。最後に、それらの分析ツールによる試算結果およびサブテーマ2～4の研究成果をとりまとめた上で、低炭素社会の構築に向けた都市・農村連携の在り方に関する提言を行う。

(1) 都市・農村連携のフロー・ストック勘定分析

1) フロー・ストック勘定表

各パイロットモデル事業／地域から都市・農村連携クラスターのモデリングを行うためには、まず、地域の物質フロー・ストックの収支を記述し、分析可能にする必要がある。本研究では、都市・農村連携施策において重要な役割を担うバイオマスの循環利用に着目した施策立案支援・評価を可能とするフロー・ストック勘定表を開発した。

物質フロー・ストックを共通の枠組みで体系化するため、物質フローを勘定する分析対象地域の境界を構成する要素および表体系で整理する勘定項目を示す。物質フローを勘定する分析対象地域の境界を構成する要素として、以下の6つを設定した。

- ・ 空間：分析対象地域の域内・域外の境界
- ・ 部門：物質フローの形成単位となる活動主体の分類
- ・ 資源：フローを勘定する産物の起源となる自然資本ストック
(バイオマス資源、化石燃料、金属鉱物、非金属鉱物)
- ・ 産物：設定した部門から産出される産物（主産物、廃棄物）
- ・ 用途：設定した部門に投入される物質を需要する目的とその需要量
(中間消費：原材料、電力・ガス転換用燃焼／最終消費：食料、最終エネルギーなど)
- ・ 負荷：設定した部門から環境に排出される環境負荷物質

以上の要素を踏まえたフロー・ストック勘定表の雛形を表1-1に示す。灰色セルは数値を計上するセル、バー(-)のセルは数値を計上しないセルを示す。フローとして部門ごとに産出・投入・排出を勘定するとともに、ストックとして人工資本ならびに土地利用を勘定する体系を提案する。便宜上、それぞれを産出勘定、需要・投入勘定、排出勘定、ストック勘定と呼ぶ（表1-1の中で、白文字がそれぞれの勘定を表す）。

表1-1 フロー・ストック勘定表の雛形

			部門	産業構造	人口構造	人工資本蓄積	土地利用	低炭素化指標	その他環境指標
			i			i [物量]	i [面積]	[総量]	[総量]
産出	経済活動量	生産額			-	-	-	-	-
		従業員数							
	産物	主産物	i	[物量]		-	-	-	-
		廃棄物	i	[物量]		-	-	-	-
需要	用途①	産物	i	[物量]		-	-	-	-
	用途②	...	i	[]		-	-	-	-
投入	物質	産物(域内調達)	i	[物量]		-	-	-	-
		産物(域外調達)				-	-	-	-
	水	水(域内調達)	i	[物量]		-	-	-	-
		水(域外調達)				-	-	-	-
	土地	土地資源	i	[面積]		-	-	-	-
	人工資本	組立品・設備	i	[導入数]		-	-	-	-
排出	低炭素化指標			[物量]		-	-	-	-
	その他環境指標			[物量]		-	-	-	-

- a) 産出勘定：部門ごとに経済活動量（生産額、従業員数）と産物の産出量を記述する。生産額や従業員数の総和を右に表し、産業構造（第一次産業、第二次産業、第三次産業ごとの生産額など）や人口構造（都市・農村別の人口構成比など）を算定する構造となっている。
- b) 需要・投入勘定：各部門の活動量（生産額や人口）に対して消費される産物・土地資源・水量の需要量を用途別に計算する。次に、需要量の総計を、域内で調達された分と、域外で調達された分に分け、投入量を推算する。投入される産物を域外・域内で分割することで、資源の外部依存度や域内産業間の連関度の評価が可能となる。
- c) 排出勘定：分析対象の評価に対応した環境指標を定式化し、部門ごとの環境負荷物質の排出量を算定する。排出表の右側で、部門ごとの総計を整理する。
- d) ストック勘定：バイオマス資源ストックの代替として、土地利用を勘定項目に組み込む。土地資源投入量は、右枠のストック勘定表で域内の土地利用ごとの面積の値に変化を与えるとともに、土地利用が土地資源投入量の制約条件となる。また、分析対象とする物質フローの特性に応じて、人工資本（機械・機器や設備など）を選定し、部門ごとにその導入数を算定する。人工資本ストックの更新に伴い産出される廃棄物は産出表の枠で部門ごとに扱う。

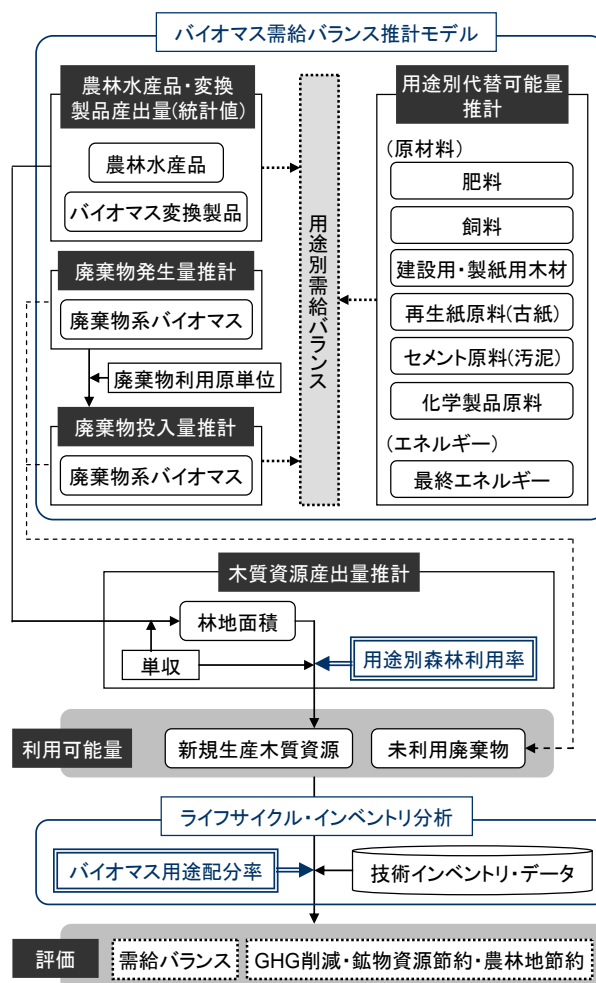


図1-1 バイオマス利活用施策評価モデルの構造

2) バイオマス利活用施策評価モデル

続いて、上述のフロー・ストック勘定表を用いて、都市・農村連携施策において重要な役割を担うバイオマスの循環利用に着目した施策立案支援・評価モデルの作成をおこなう。本研究で構築したバイオマス利活用施策評価モデルの構造を図1-1に示す。

モデルは3つのモジュールから構成される。1つ目は「バイオマス需給バランス推計モデル」であり、供給側については農林水産品・バイオマス変換製品の産出量と、廃棄物系バイオマスの投入量を推計した。需要側については、バイオマス資源の用途別代替可能量を推計した。これにより、各用途におけるバイオマスおよびバイオマス変換製品の受入可能量を把握することができる。2つ目の「木質資源産出量推計」では、未利用林地の活用による新規の木材資源産出量を推計できるようにした。3つ目として「ライフサイクル・インベントリ分析」を組み込み、バイオマス需給バランスの変化量と、温室効果ガス排出削減量、鉱物資源節約量、農林地節約面積を評価できるようにした。

政策変数として、用途別森林利用率およびバイオマス用途配分率の設定を行う。用途別森林利用率は、人工林を活用する際に、建設用・製紙用木材の生産、エネルギー・化学製品原料用の早生樹木の生産の導入割合を決定する政策判断である。また、バイオマス利用用途配分を操作することで、各種バイオマス利用可能量をどのバイオマス変換技術に配分するかといった政策決定ができる。今回、利用可能なバイオマスをすべてエネルギー変換するオプション（施策A）と、原材料回収を優先するオプション（施策B）を設定し、比較検討を行う。ケーススタディとして、サブテーマ4のパイロットモデル地域である中国浙江省におけるバイオマス利活用施策評価を行う。中国浙江省のバイオマス利用可能量および各施策における利用用途配分の設定を表1-2に示す。

表1-2 バイオマス利用可能量および利用用途配分の設定（中国浙江省 2006年度）

		未利用 廃棄物[万t]	新規生産木質資源[万t]		利用用途配分	
			施策A	施策B	施策A	施策B
木質資源	木材	-	0	559.7	-	建設用・製紙用木材
	木材(早生樹木)/竹	-	3692.3	1228.6	バイオエタノール	バイオプロピレン
	木屑/建設廃木材	179.5	-	-		
	果樹剪定枝	263.0	-	-	バイオマス発電	バイオプロピレン
	都市緑地剪定枝	11.9	-	-		バイオマス発電
	林地残材	153.7	1637.8	791.6		
農業残渣	ワラ茎/もみ殻	257.2	-	-	バイオエタノール	調整剤で80.1%を堆肥,残りを飼料利用
食品 廃棄物	動植物性残渣	12.5	-	-	メタン発酵	食品残さ飼料
	厨芥	944.9	-	-		
排泄物	畜産排泄物	1045.8	-	-		堆肥
	し尿	1716.0	-	-		
汚泥	工業由来有機汚泥	315.6	-	-	炭化	セメント原料
	下水汚泥	1236.3	-	-		73%をセメント原料,残りを炭化に利用
可燃ごみ	古紙	230.1	-	-	バイオマス発電	発生量に対し60%までを製紙原料, 残りをバイオマス発電に利用
	木材ごみ	66.2	-	-		バイオマス発電

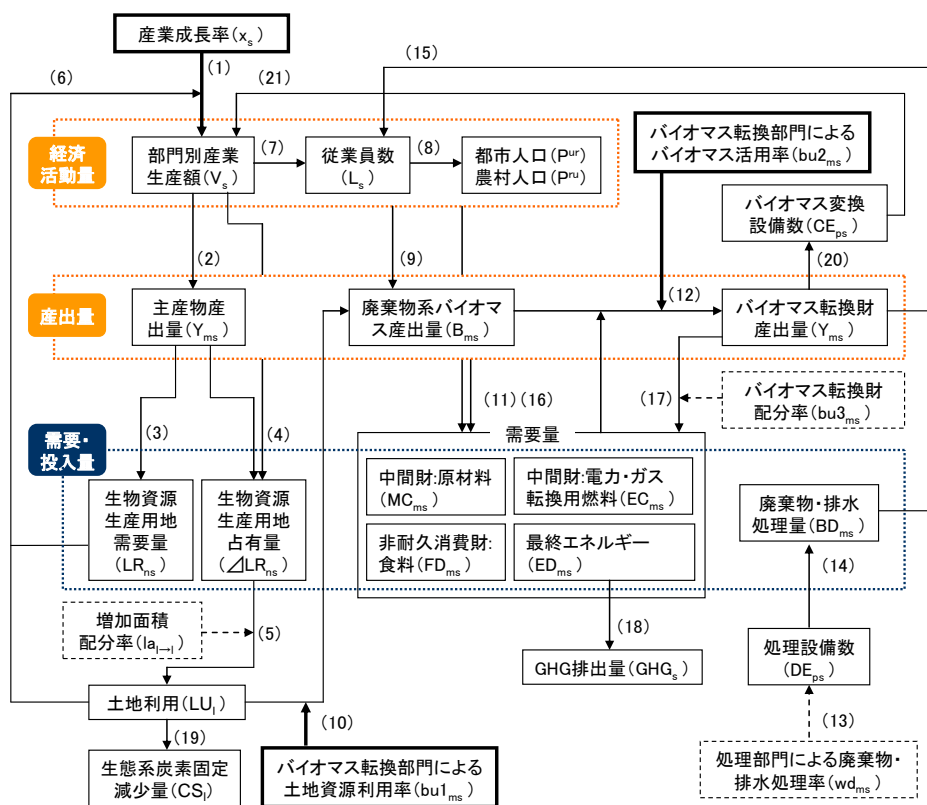


図1-2 フロー・ストック勘定表を基礎としたシナリオ算定システム

3) シナリオ算定システム

さらに、表1-1のフロー・ストック勘定表をベースに、将来予測値を変化させて中長期的な施策立案支援・評価をおこなうことができるシナリオ算定システムを作成する。シナリオ算定システムの概要を図1-2に示す。

ここでは、3つのシナリオ操作変数（「産業成長率」、「バイオマス転換部門による土地資源利用率」、「バイオマス転換部門によるバイオマス活用率」）を設定しており、シナリオ操作変数に数値を入力することで、需給バランスとエネルギー消費に伴うCO₂排出量を算定する。

シナリオ算定システムにおける算定手順の第一段階では、「産業成長率」を駆動力とし、経済活動量（生産額、人口）と土地利用変化量を定量化する。農林水産部門の成長率は、農林水産部門による土地資源需要量が利用可能な最大耕地面積を超えないという制約条件を設けた。経済活動量（生産額、人口）にもとづき、主産物・廃棄物の産出量と食料・エネルギー・素材の需要量が算出される。第二段階では、最初に「バイオマス転換部門による土地資源利用率」を設定することでプランテーションバイオマス（間伐材(木材)、間伐材(竹)、水草）の産出量を算定する。次に、廃棄物系バイオマスの産出量から各部門による利用量を差し引いた量と、プランテーションバイオマスの産出量に、「バイオマス転換部門によるバイオマス活用率」を乗じることで、バイオマス由来製品の産出量を算定した。廃棄物系バイオマスのうち、産出量から各部門の需要量を差し引いた量は、「処理部門による廃棄物・排水処理率」の設定値を踏まえて処理量が計算される。本研究では、バイオマス転換部門として有機性資源の飼料化、メタン発酵、バイオエタノール化、ガス化発電の4部門（技術オプション）を選定した。「バイオマス転換財配分率」を設定

することで、バイオマス由来製品によるエネルギーや飼料の代替量を算定し、需給バランス（域内の物質フロー）が再計算されることとなる。

最後に、バイオマス転換部門を発展させるための促進施策として、農業系・森林系・水系バイオマスの費用とバイオマス変換設備の建設投資を工業部門・サービス部門・建設部門が負担するとし、モデル上においても、生産額の再勘定（工業部門・サービス部門・建設部門の生産額からバイオマス部門への補助金を差し引き、農林水産部門にはバイオマス販売の利益を生産額に加算）を行った。

パイロットモデル地域である中国河南省靈宝市、中国浙江省を対象に、各サブテーマと連携して基礎データの収集・整理を行い、フロー・ストック勘定分析を適用し、バイオマス変換技術の導入に伴う地域のエネルギー・物質の需給バランスの定量化を行った。

ここでは、一例として、中国浙江省における事例を示す。中国浙江省における2030年の産業構造を想定し、その下で域内において調達可能なバイオマスを最大限活用した場合のシナリオを記述し、化石燃料代替効果、食料・飼料・木材原料自給率に関する評価を行った。具体的には、工業開発優先シナリオと都市・農村連携シナリオの2つのシナリオを作成した。前者は傾向延長型の発展プロセスを具体化したシナリオであり、化石燃料依存型で工業部門が高成長を遂げる。後者は農林水産部門とバイオマス転換部門の成長率を高めたシナリオであり、域内で調達できる廃棄物系バイオマスを最大限活用するシナリオである。シナリオ間で経済活動量に大きな差が生じると、バイオエネルギーによる化石燃料消費量の削減効果だけでなく、経済活動量自体が減少することによる削減効果が生じるため、人口変化が同じになるという制約を設けた。そこで、都市・農村連携シナリオではバイオマス資源の生産・加工を担う農林水産部門とバイオマス転換部門の「産業成長率」をより高く設定するため、一部の工業部門の「産業成長率」を低下させた。基準年を2006年、目標年を2030年として算定を行った。

バイオマスの循環利用施策としては、「バイオマス転換部門による土地資源利用率」に関して、都市・農村連携シナリオでは未利用林地利用率（間伐材生産）と淡水養殖水域利用率（水草）を2030年に100%と設定した。工業開発優先シナリオにおいては、プランテーションバイオマスの生産は行われなかったとした。「バイオマス転換部門によるバイオマス活用率」については、廃棄野菜・果物、食品加工副産物、食品流通廃棄物は有機飼料の生産に、畜産排泄物、し尿、厨芥はメタンガスの生産に、ワラ茎、もみ殻、下水汚泥、し尿浄化槽汚泥、可燃ゴミ（古紙、布類、廃木材）はガス化発電に、間伐材、林地残材、製材廃材、剪定枝、水草はバイオエタノールの生産に利用すると設定した。工業開発優先シナリオでは利用率が縮小していき、豚排泄物とし尿の利用率が2030年に10%と0%となるよう減少させたのに対し、都市・農村連携シナリオにおいては、利用できる全ての廃棄物系バイオマスとプランテーションバイオマスの利用率を2030年に100%となるよう段階的に増加させた。

生産したバイオマス由来製品は、有機飼料を畜産部門に配分することで都市由来の食品系廃棄物を農村に循環させるフローを形成するとともに、バイオエタノールは家計部門と運輸・倉庫・郵送部門にガソリン需要代替として配分し、農村から都市へのエネルギー供給フローを形成させた。メタンガスは家計部門の液化石油ガス(LPG)・液化天然ガス(LNG)需要代替として、ガス化発電による電力は家計部門に一般電力需要代替として配分し、オンサイトで利用するよう設定した。

(2) 都市・農村連携クラスターの因果関係モデル

1) 広域展開可能性評価

フロー・ストック勘定分析は、投入・排出間の線形的な関係を記述するものであるため、広域展開の可能性を評価するにあたり、これに加えて離散事象シミュレーションを行う「ライフサイクルシミュレーション」¹⁾を用いて都市・農村連携クラスターの因果関係モデルの構築を行った。このシミュレータでは、プロセスをノード、プロセス間の関係をリンクとして表現し、入出力関係を記述することにより、エネルギー・物質、情報、資本などの動的な循環バランスをモデリング、シミュレーションすることが可能である。本研究では、都市・農村間のエネルギー・物質バランスに着目し、各パイロットモデル事業を5つの要素に分類した。

- ・ 外的要因：事業に影響を与える環境要因（気候条件、地理特性、施策群等）
- ・ 土地利用：事業に関連のある産業の土地利用形態（農業、林業、畜産業、民生利用等）
- ・ 転換技術：土地利用プロセスから得られる生産物をエネルギー・製品に転換する技術・施設（メタン発酵、直接燃焼等）
- ・ 産出物：土地利用、転換技術により産出されて、消費者・生産者のもとに供給されるエネルギー・製品（食料、飼料、肥料等）
- ・ 効果・負荷：施策導入により得られる効果や環境負荷（CO₂排出削減効果、エネルギー・食料自給率、雇用創出、窒素流出等）

この要素分類を基に、各パイロットモデル事業における物質・エネルギーの投入・排出を、ライフサイクルシミュレーションを用いて記述し、都市・農村連携クラスター・モデルとして定式化を行う。続いて、他地域への展開、適用可能性を評価するために、クラスター・モデルのプロセスの一般化および原単位の平均化、および、一般化したクラスター・モデルが成立するために満たすべき適用条件の設定を行う。得られたパイロットモデル事業のクラスター・モデルの要素および適用条件を表1-3に示す。広域展開の対象地域は日本および中国全域とし、日本では47都道府県、中国では31省の行政区域毎に適用条件による適用可能地域のスクリーニングを行う。適用可能地域における効果としてCO₂排出削減ポテンシャルを推計する。

表1-3 パイロットモデル事業の特徴、モデルの要素、適用条件

		トチュウ植林事業	食料・エネルギー自給事業	地域分散型電源事業
要素	外的要因	気温, 降水量, 土壌	気温, 降水量	気温, 降水量, 日射量
	土地利用（生産・発生物）	林業（トチュウ雄花茶, 副次物）	農業（食料, 残渣）, 畜産業（食料, 家畜糞尿）, 林業（木材, 林地残材, エネルギー作物）, 民生利用（食品廃棄物）	農業（食料, 残渣）, 畜産業（食料, 家畜糞尿）, 林業（木材, 林地残材）, 民生利用（食品廃棄物, 下水汚泥, 屋上ソーラーパネル）
	転換技術	バイオディーゼル燃料生産, 肥料生産, トランスゴム生産	メタン発酵（食品廃棄物, 家畜糞尿）, 直接燃焼（農業残渣, 林業残渣）	メタン発酵（食品廃棄物, 家畜糞尿, 下水汚泥）, 直接燃焼（農業残渣, 林業残渣）, 屋上太陽光発電, 天然ガスコジェネレーション

	産出物	雄花茶, 飼料, トランス ゴム, 肥料, バイオディ ーゼル燃料, 薪	食料, 固体肥料, 液肥, エネルギー	食料, 固体肥料, 液肥, エネルギー
	効果・負 荷	温室効果ガス削減効果, 雇用創出	温室効果ガス削減効 果, エネルギー自給率, 食料自給率, 肥料自給 率, 農村所得	温室効果ガス削減効 果, エネルギー自給率
適用 条件	自然条 件	年間最高気温: 40℃以下 年間最低気温: -33℃以 上 年間平均気温: 9~20℃ 以内 年間降水量: 88~1500mm 以内	—	—
	実施要 件	退耕還林政策対象地域	食料自給率(カロリー ベース)100%以上 肥料窒素自給率100% 以下	食料自給率100%以下 (食料・エネルギー事 業の適用が困難な地域 を対象)

2) シナリオ分析を用いたポテンシャル評価

続いて、上述の因果関係モデルに基づき、さらに将来予測を考慮したシナリオ分析を用いることにより、都市・農村連携による自然資源の地域循環利用および資金メカニズムの中長期にわたる有効性の検討を行う。

ここでは、都市・農村連携シナリオとして、サブテーマ3の都市・農村空間結合による低炭素化クラスター・モデル(表1-3参照)を例に説明する。原油価格高騰および人口推移予測に基づいてBAU(Business as Usual)シナリオを設定し、そのシナリオ下における複数の施策オプションの比較分析を行う。このとき、評価指標として、持続可能性評価指標を環境・社会・経済の側面から設定した。今回は持続可能性評価指標として、CO₂排出削減効果、食料・エネルギー自給率、および、農村所得を設定した。以下に、本研究で比較検討する施策オプションを示す。

- A) 「BAU」：農業従事者人口の減少によって担い手不足となり、農地面積は縮小する。都市・農村間の自然資源の地域循環利用を実施せず、農業残渣は堆肥としてのみ利用する(利用割合は2007年実績値である農業残渣利用率15%を設定)。また、従来の農業補助金制度を継続して実施する。
- B) 「農地面積を現状のまま維持」：2010年の農地面積を2030年まで維持するように設定する。この際、BAUとの比較のため、農業補助金制度は廃止するが、新たな資金メカニズムについても想定しない。
- C) 「耕作放棄地を食料生産に利用(2030年に最大面積)」：2010年の農地面積を維持しながら、既存の耕作放棄地も食料生産に転用する。農業残渣等のバイオマス資源の地域循環利用に加えて、炭素オフセットクレジット(農村における低炭素化事業によるCO₂排出削減分を、都市が直接削減できない排出分と相殺する炭素オフセットに用いる地域内クレジット制度。スターンレビュー²⁾において、今日のCO₂の社会的費用は\$85/t-CO₂程度になると推定されているため、本研究では取引価格を10千円/t-CO₂と設定して試算を行った。)を導入することによって、農林畜産業およびバイオマス転換部門による地域循環利用をより一層促進し、農村の経済活性化を図る。

- D) 「耕作放棄地をエネルギー作物に利用（2030年に最大面積）」：Cの施策と基本的には同じであるが、BAUシナリオ条件で今後耕作放棄地となることが想定される土地既存の耕作放棄地はエネルギー作物であるヤナギ栽培に転用する。ヤナギは直接燃焼することによってエネルギー生産に利用する。

4. 結果・考察

(1) 都市・農村連携のフロー・ストック勘定分析

1) バイオマス利活用施策立案支援・評価

中国浙江省を対象とした各施策のライフサイクルにおけるCO₂排出量(LC-CO₂)の削減効果を比較すると、利用可能なバイオマスをすべてエネルギー変換するオプション(施策A)が原材料回収を優先するオプション(施策B)より1.8倍の削減効果があるという結果となった(図1-3)。また、CO₂とCH₄/N₂O排出削減の構成でみると、施策Aがそれぞれ2,389.2万 t-CO₂、755.0万 t-CO₂であったのに対し、施策Bでは1,062.9万 t-CO₂、705.7万 t-CO₂の削減であり、施策間での温室効果ガス削減効果の差はCO₂排出削減の差に起因している。この結果から、化石燃料の消費をバイオマス変換製品で直接代替する方が、移輸入されるバイオマス(木材、飼料作物、古紙)や鉱物資源(セメント原料、リン肥料、カリ肥料)を代替して間接的に化石燃料の消費を減らすよりも温室効果ガス(GHG)排出削減につながるといえる。ライフサイクル・インベントリ分析による鉱物資源消費の節約効果を図1-4に示す。施策Bはエネルギー変換のみ(化石燃料代替のみ)を行う施策Aと異なり、鉱物資源由来製品の代替を優先する資源配分を選択しており、当然の結果として、施策Aと比べ大きな節約効果が生じ、とりわけリン鉱石の節約量が大きいことが明らかとなった。食品残さ飼料、建設用・製紙用木材の生産を通して、域外からの農林水産品(飼料作物、木材)の調達分を低減することによる農林地節約効果を図1-5に示す。農林水産品の代替を行う施策Bでのみ節約効果が生じる。農地節約面積58.5万 haは浙江省の農地面積159.4万 haの36.7%を占める。

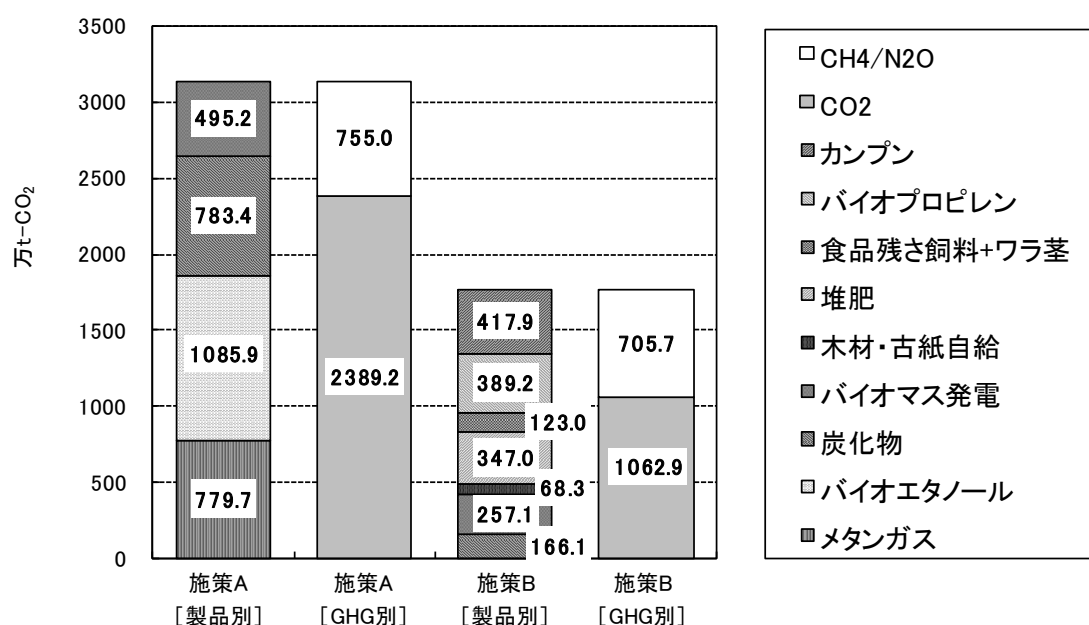


図1-3 LC-CO₂削減効果

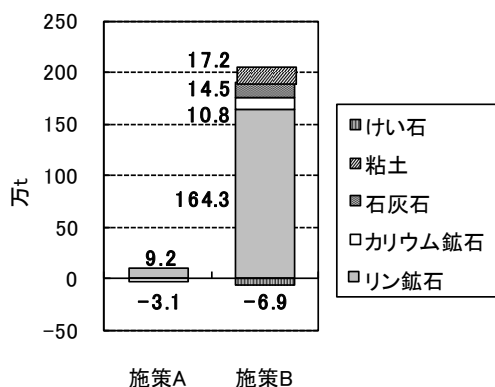


図1-4 鉱物資源節約量

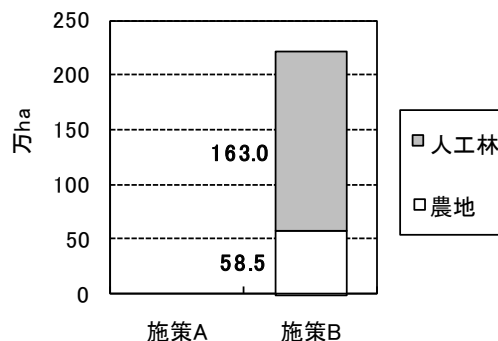


図1-5 農林地節約面積

2) シナリオ算定システム

中国浙江省におけるバイオマス資源・化石燃料のエネルギー需給バランスの算定結果を図1-6に示す。ここで電力は火力・水力・原子力発電による電力であり、太陽光・風力・地熱発電による電力は含まない。なお、バイオマス発電はガス化発電電力に含まれる。最終エネルギー需要量は、石油換算トン(TOE)で2006年の6,450万 TOEから2030年には10,900万 TOEまで増加した。都市・農村連携シナリオでは、バイオマス1,710万 TOE（域内産出量の83.6%）をエネルギー変換して、メタンガスを254万 TOE、バイオエタノールを318万 TOE、ガス化発電電力を241万 TOE産出し、最終エネルギー総消費量の7.5%を賄える結果となった。化石燃料一次加工品の代替率に関しては、メタンガスによるLPG・LNG需要代替率が17.1%、バイオエタノールによるガソリン需要代替率が45.5%、ガス化発電電力による電力需要代替率が7.9%となった。バイオエネルギー導入によるCO₂排出削減効果は2,530万 t-CO₂であり、これは最終エネルギー総消費に伴うCO₂排出量の5.7%にあたる。都市・農村連携シナリオでは、古紙の製紙原料利用など既存のバイオマス利用を差し引き、石油換算値で、域内で産出するバイオマスの83.6%をエネルギー変換に、9.9%を飼料生産に利用した。

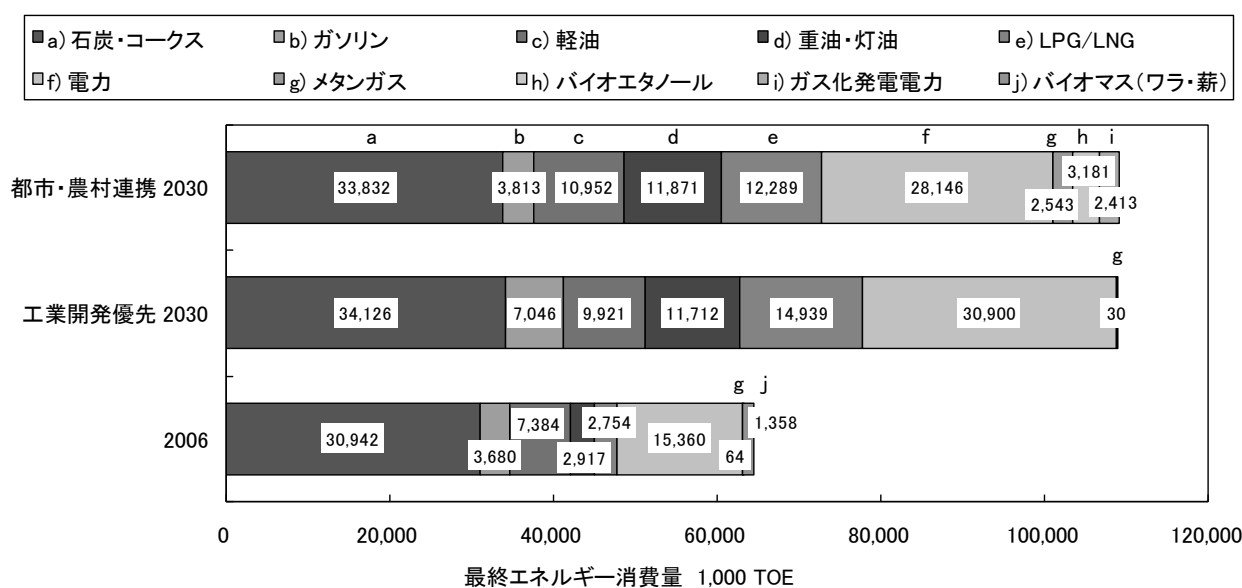


図1-6 最終エネルギー消費構造の変化

表1-4 経済活動量ならびに各種自給率の変化

		2006年	工業開発優先 2030年	都市・農村連携 2030年
経済活動量	生産額	15,743 億元	72,866 億元	70,648 億元
	産業比率	5.9%, 54.1%, 40.1%	2.3%, 56.1%, 41.6%	4.1%, 51.9%, 41.0%
	人口	4,629 万人	5,133 万人	5,133 万人
自給率	エネルギー	0.1%	0.0%	7.5%
	食料	118.4%	103.7%	134.1%
	飼料	9.5%	8.3%	10.2%
	木材原料	30.3%	8.3%	47.2%

産業比率は、左から第一次産業、第二次産業、第三次産業の生産額の比

中国浙江省はバイオマス資源生産用地が広く、都市・農村連携シナリオにおいても工業開発優先シナリオとほぼ同水準で工業化・サービス化が進むため、開発地が30万ha増加するが、2030年の耕地面積は220万 ha（全面積の21.6%）、森林面積が528万 ha（同51.8%）と広く、多くのバイオマス資源を生産することが可能であった。2030年に都市・農村連携シナリオ下において産出される廃棄物系およびプランテーションバイオマスは2,050万 TOEであり、工業開発優先シナリオの1,360万 TOEと比較して1.5倍大きい。この差の主な要因は、間伐材を158万 TOE、水草を331万 TOE産出していることにある。最終エネルギー総消費量に対して廃棄物系バイオマスが化石燃料を代替できる量は少なく、プランテーションバイオマスの積極的な生産が求められる。

経済活動量および各種自給率の算定結果を表1-4に示す。都市・農村連携シナリオでは、労働生産性（従業員数あたりの生産額）が低い農林水産部門がより成長するとともに、バイオマス転換技術の建設費や農業系・森林系バイオマスの費用を社会全体で負担することとなる。よって、2030年における総生産額は、工業開発優先シナリオと比べ都市・農村連携シナリオは3.0%低い結果となった。一方で、農業系・森林系バイオマスの販売による収益が農林水産部門に加算されることや、農林水産部門の中でも比較的労働生産性の高い畜産や漁業が成長することにより、都市・農村連携シナリオにおける第一次産業の従業員あたり生産額は2030年に60,200元/人まで増加し、工業開発優先シナリオの42,200元/人と比べ約1.4倍高い値となった。また、食料自給率、木材原料自給率も、工業開発優先シナリオと比べ大幅に増加した。飼料自給率に関しては、工業開発優先シナリオで飼料需要量が1.4倍となるのに対し、都市・農村連携シナリオでは畜産部門がより発展するために飼料需要量が3.2倍となり、農業系・食品系バイオマスの一部を利用して有機飼料を309万 t産出するが、自給率は10.2%にとどまった。

（2）都市・農村連携クラスターの因果関係モデル

1) 広域展開可能性評価

今回設定した適用条件でスクリーニングを行った場合の適用可能地域を図1-7に、また、その適用可能地域におけるCO₂排出削減量の算定結果を表1-5に示す。斜線2色で表している地域は、2つの事業の適用可能地域である。

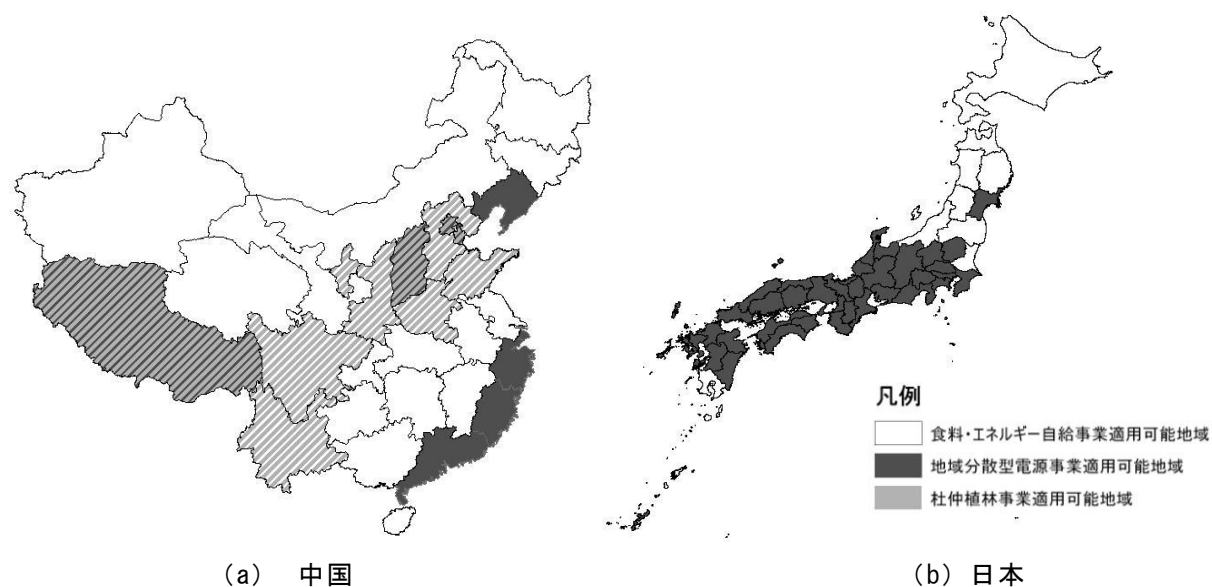


図1-7 都市・農村連携クラスター・モデルの適用可能地域

表1-5 適用可能地域におけるCO₂排出削減量

		トチュウ植林クラスター・モデル	食料・エネルギー自給クラスター・モデル	地域分散型電源クラスター・モデル
日本	適用可能地域(都道府県)	—	9	38
	CO ₂ 排出削減量(万 t-CO ₂)	—	255	5,290
	適用可能地域における削減割合(%)	—	1.3	5.1
中国	適用可能地域(省)	11	22	9
	CO ₂ 排出削減量(万 t-CO ₂)	14,900	23,700	10,500
	適用可能地域における削減割合(%)	7.2	5.5	8.1

日本にはトチュウ植林クラスター・モデルの適用可能地域の該当なしとなっているが、これは中国の黄土高原のように砂漠化が広範囲にわたって進行している地域が存在しないためである。サブテーマ2のトチュウ植林クラスター・モデルの適用可能地域は、中国内陸部の省を中心に11地域となり、潜在的なCO₂排出削減量は、14,900万 t-CO₂と算定された。サブテーマ3の食料・エネルギー自給クラスター・モデルの適用可能地域は、日本では北海道・東北地方などの農業県を中心とする9道県、中国では内陸農村部を中心に22省で、CO₂排出削減量はそれぞれ225万 t-CO₂、23,700万 t-CO₂となった。この内訳としては、日本・中国ともにエネルギー作物のエネルギー転換利用による化石燃料代替効果が高い(削減量全体に占める割合は62~63%)が、加えて廃棄物系バイオマスのエネルギー転換利用、土地の再分配に伴う効果についても期待できることが分かった。サブテーマ4の地域分散型電源クラスター・モデルでは、適用可能地域は日本では38都府県、中国では9省、CO₂削減量は、それぞれ5,290万 t-CO₂、10,500万 t-CO₂となった。内訳としては、太陽光発電による削減量が91~92%を占め、残り数%は有機廃棄物と下水汚泥のエネルギー転換利用および石炭火力発電から天然ガスコジェネレーション(CGS)に転換した場合の削減量によるものとなった。合計すると、都市・農村連携によるCO₂排出削減ポテンシャルは、日本で約55.5 Mt-CO₂、中国で約491 Mt-CO₂(各都市・農村連携クラスター・モデルのそれぞれの適用可能地域における削

減割合は数%のオーダー) という試算結果が得られた。

2) シナリオ分析を用いたポテンシャル評価

サブテーマ3の食料・エネルギー自給クラスター・モデルを日本全国に広域展開した場合の、2030年における地域別CO₂排出削減量の試算結果を図1-8に示す。ここでのCO₂排出削減量はバイオマスエネルギー利用(メタン発酵および直接燃焼)によるエネルギー代替および肥料代替であるため、(A)BAUおよび(B)のオプションでは削減効果はない。そのため、オプション(C)および(D)についてのみ結果を示す。九州地方で高いCO₂排出削減ポテンシャルを示すが、これは畜産業が盛んで家畜頭数が他の地域に比べて多いためである。また東北地方では、耕作放棄地が多いため、その有効活用によるCO₂排出削減ポテンシャルが高くなることがわかる。逆に近畿(関西圏)では都市化および工業化に伴って現状の農林畜産業の規模や農地面積が小さいため、今回のクラスター・モデル適用による効果はあまり見込めないことが確認された。これらの地域で自然資源循環による低炭素化を検討する場合は、都市農業/園芸や植物工場等を考えていく必要がある。さらに、試算結果を踏まえて、地域内の循環だけでなく地域間の連携施策を検討することも重要である。日本全体でみると2030年の段階でエネルギー代替および肥料代替によるCO₂排出削減量35.8 Mt-CO₂/年を達成できるポテンシャルがあることが明らかとなった。

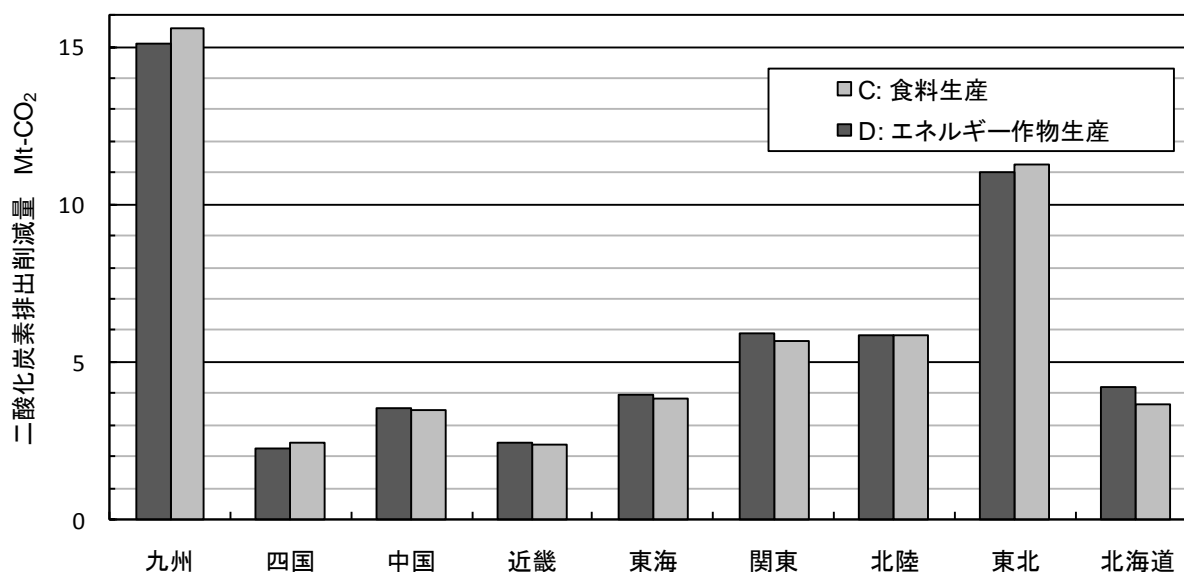


図1-8 2030年における食料・エネルギー自給クラスター・モデルのCO₂排出削減量

続いて、北海道の分析における農村所得の試算結果について、稲作を例に挙げて2030年までの経年推移を示す。図1-9に農家販売価格の推移、図1-10に労働1時間あたりの所得推移を示す。(A)BAUおよび(B)のオプションでは、原油価格高騰によって生産コストが上がり、それに伴って販売価格が高く上昇する。それに対して、地域循環利用により肥料の地域内調達を行う(C)および(D)のオプションでは、2020年頃まではバイオマス転換施設数が少なく生産コストの上昇は避けられないものの、それ以降は化石燃料への依存度を低減して生産コストを抑えることができるため、販売価格を下げていくことができる。次に、農村の労働1時間あたりの所得推移に着目する。(A)BAU

と(B)のオプションの所得差は農業補助金の有無を示す。(C)および(D)のオプションでは、炭素オフセットクレジットの導入によって、所得を向上させることができる。さらに、炭素オフセットクレジットの導入に加えて、オプション(D)で生産コストを低減した上で、コメの販売価格についてはBAU価格に揃えて販売した場合(D')には、農業補助金に依存することなく従来の農業所得水準を確保できる可能性があることを明らかにした。野菜、豚等の品目についても同様の試算結果を得ることができた。

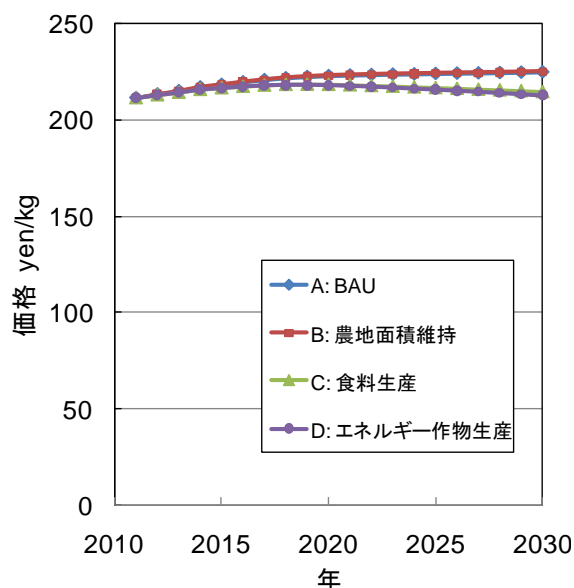


図1-9 北海道の稲作における販売価格推移

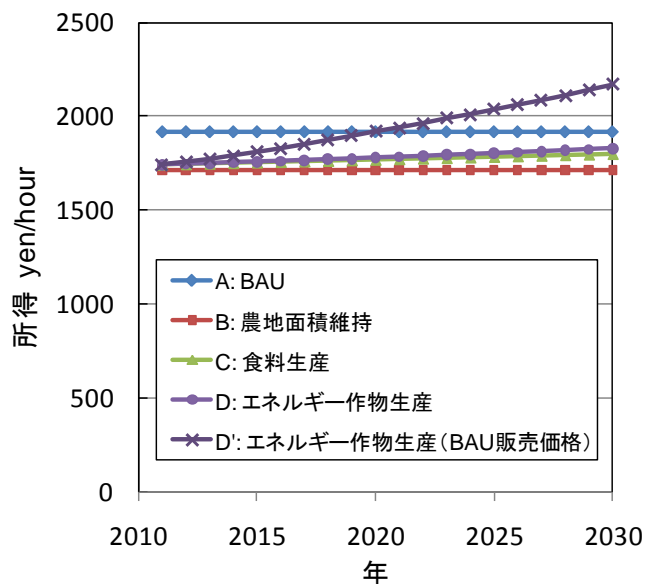


図1-10 北海道の労働1時間あたりの所得（稲作）

(3) 提言

本研究課題では、都市・農村連携の目指すべき姿は、農村の多面的機能を再評価することにより、都市と農村が対等な関係性を構築し、農村の生態系サービスの維持・発展を都市と農村が連携して担うことであると結論づけた（図1-11参照）。都市・農村連携を促進するためには、基本的には、都市・農村間の価値観の共鳴と、農村部における内発的発展・自立が前提となると考えられる。そのためには、農村のストックの価値を明確化し、農村から都市への多様なフローを提供すると同時に、都市自体の需要のスマート化を実現し、都市から農村のフロー、特に、労働力・人材、資金、知識・技術の流れを拡充し、農村と都市間で安定的な循環システムを成立させることが求められる。低炭素社会の構築に向けた都市・農村連携の在り方に関する提言およびその根拠となる研究成果の概要を表1-6に整理した。

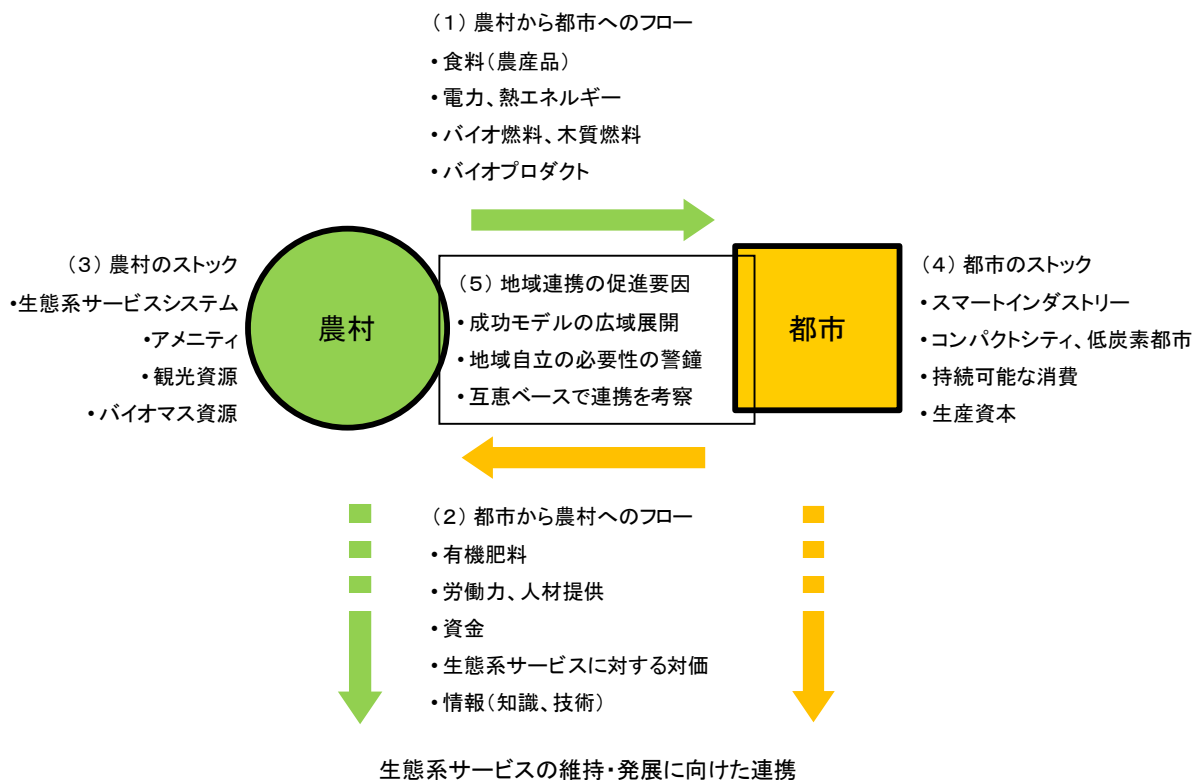


図1-11 低炭素社会における都市・農村連携の在り方

表1-6 都市・農村連携の在り方に関する提言および根拠となる研究成果概要

提言	根拠となる研究成果概要
(1) 農村から都市へのフロー	
耕畜林業連携、エネルギー作物栽培促進	(サブテーマ3) 北海道を対象に、食料・エネルギーの供給力・地域自給ポテンシャルを試算した。成立条件として、森林業の再生、燃料作物(ヤナギなど)栽培流通システムの確立、バイオマス循環による耕畜林業連携システムの確立が必要であることが示唆された。
自然資本を生かした新規地域産業の創出	(サブテーマ2) 農民主体による農工連携型の現地生産プロセスとして、トチュウ 120 万本植林事業の設計をおこなった。また、地域に適合する最適植物種の探索と選定をおこなった。
長期視点に立った複数指標による政策決定	(サブテーマ1) フロー・ストック勘定分析によって、バイオマスの利用用途として、エネルギー優先と原材料優先の2つのオプション実施下における各種影響評価を算定し、トレードオフ関係を明確化した。温室効果ガス排出削減の面ではエネルギー優先利用の方が有利であるが、鉱物資源や土地の節約の面からは原材料優先利用の方が有利であることが示された。 (サブテーマ2) マテリアルフローに基づく資源植物の多様なバイオマス製品の持続的な供給とその相乗便益評価をおこなった。 (サブテーマ4) 経済性および環境性を両立することができる地域分散型エネルギー転換技術の導入可能性を検討した。
(2) 都市から農村へのフロー	
人材投入・資金メカニズム導入による農林業およびバイオマス転換産業の安定化	(サブテーマ1) 提案する自然資源の地域循環システムを支える資金メカニズムとして、炭素オフセットクレジット等の各種税制導入の可能性について、ライフサイクルシミュレーションを用いて試算をおこなった。

	(サブテーマ2)トチュウ植林事業の低炭素化効果の炭素クレジット化、水土保全の環境便益評価をおこなった。
	(サブテーマ3)2030年における炭素クレジットの地域収入源としての可能性を試算した。
	(サブテーマ4)アジアにおける広域低炭素共同体の費用便益の分担システムの構築をおこなった。共同体の実現に向けた方法論として、ESCO事業*とクリーン開発メカニズム(CDM)を組み合わせた方法の提唱と評価をおこなった。(* 省エネルギーのための設備などにかかる費用を光熱水費の削減分で賄う事業)
(3)農村のストック	
低炭素社会の構築に向けた生態系評価指標の策定	(サブテーマ2)トチュウ120万本植林事業において、現地調査とモデルによる生態系炭素固定効果の算定、土壌侵食量の現地調査と水土保全効果予測、植林地域とその周辺市街地における大気環境測定を実施した。
(4)都市のストック	
食料・エネルギー需要量の適正化	(サブテーマ2)工業生産機能を農村部へ一部委譲することに伴う雇用創出により、都市部への流入人口を抑制できる可能性を示唆した。
	(サブテーマ3)林業再生に寄与する都市住民などの木質生活への移行の必要性を提示した。(木材製品の需要増 ⇒ 林業再生 ⇒ 木質バイオマスの適正利用)
	(サブテーマ4)エネルギー需要量の変動と地域特性に合わせた地域分散型エネルギーミックス評価ツールを開発し、都市部、農村部と都市・農村部における電源システムのスマート化に寄与する研究をおこなった。
(5)都市・農村連携の促進要因	
地域適合性を考慮したパイロットモデルの広域展開	(サブテーマ1)都市・農村の地域連携形態の整理および地域連携施策の広域適用可能性評価をおこなった。
外部条件の変化に対する柔軟な対応の必要性の警鐘	(サブテーマ1)原油価格高騰、少子高齢化などの推移予測、食料生産国・資源産出国の輸出制限など将来危惧される状況を考慮した長期シナリオ分析をおこなった。
	(サブテーマ3)原油価格高騰下におけるバイオマス徹底利用時の食料・エネルギー自給率、農業所得変化、温室効果ガス排出削減量を北海道の都市・農村別と市町村別に試算した。
互恵関係を念頭においた地域間連携、国家間連携	(サブテーマ4)農村主導型、都市主導型と都市農村協働型に分けて、エネルギーシステムの最適化とCO2排出の最小化から地域間連携の可能性を提示した。さらに国家間連携によるグローバル低炭素化社会を実現するための統合評価モデルの開発を行い、広域低炭素社会(東アジア低炭素共同体)の具現化を試みた。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

フロー・ストック勘定分析とライフサイクルシミュレーションを用いた因果関係モデルを組み合わせた、都市・農村連携クラスター・モデルのポテンシャル評価分析手法を開発した点に新規性がある。フロー・ストック勘定分析は、パイロットモデル地域における物質フロー・ストックの物量データ整理や配分設定など線形性を仮定した分析、および、複数の施策オプション間のトレードオフ分析に有効である。一方のライフサイクルシミュレーションは、非線形動的な変化およびフィードバックを含む時系列を考慮したシミュレーションなど、より詳細に分析を行うために有効である。

上記の分析手法を用いて、各パイロットモデル事業を共通の枠組みで数理モデル化し、都市・農村連携クラスター・モデルを作成するという方法を採用することによって、各モデル間、複数の施策オプション間および対象地域間の比較分析が可能となった。さらに、原油価格や人口推移などの将来予測に基づくシナリオ分析モデリング手法を上記の分析手法に組み込むことで、中長期にわたる施策オプションの展開効果を試算することが可能となった。

(2) 環境政策への貢献

開発した分析ツールは、日本の地方自治体や中国の地方政府が自然資源の循環利用を促進する都市・農村連携施策の立案と評価を行う際に有用である。中国において同様の施策立案・評価の研究事例が少ない中、中国省レベルの統計データを用いて、パイロットモデル地域のモデリングを行ない、分析を実施することが可能となった。各パイロットモデル地域の基礎データを集約化して分析を行ない、その国内およびアジアへの展開可能性を明らかにし、持続可能な社会構築に向けた潜在的効果を推定することができた。

また、都市・農村連携クラスター・モデルの適用可能性評価に基づいて、持続可能な社会の構築に向けた都市・農村連携のシナリオ作成および提言を行った。これにより、具体的には「21世紀環境立国戦略」（平成19年6月1日閣議決定）に定められた8つの戦略（特に、戦略3、5、8）の具体化を図り、社会システムの変革を促す環境政策の根拠資料として貢献することができると考えられる。また、「2050日本低炭素社会シナリオ」（平成19年2月15日発表）のシナリオBを実現するために、あり得る農村の姿をパイロットモデル事業／地域として具体的に示し、そのポテンシャル評価をおこなった。

6. 引用文献

- 1) Y. Umeda, A. Nonomura, T. Tomiyama: AIEDAM, Vol.14, No. 2, pp.149-161 (2000)
"Study on life-cycle design for the post mass production paradigm"
- 2) N. Stern: The Stern Review on the Economics of Climate Change, HM Treasury, UK (2006)

7. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

8. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文（査読あり）>

- 1) 盛岡通：環境技術，環境技術学会，Vol. 37, No. 9, pp. 23-28 (2008)
「低炭素型環境都市による持続可能なまちづくり」
- 2) 梅田靖：環境技術，環境技術学会，Vol. 37, No. 9, pp. 29-33 (2008)
「低炭素社会へ向けたシナリオの構造的記述」
- 3) 木村道徳，松井孝典，津田和俊，熊澤輝一，梅田靖，盛岡通：環境システム論文集，Vol. 37, pp. 377-383 (2009)
「低炭素型都市圏の構築を目指した農林水産業主体に着目した業結合モデルの提案－環境

モデル都市提案施策を対象としてー」

- 4) 中久保豊彦, 山本祐吾, 盛岡通, 東海明宏: 土木学会論文集G, Vol. 66, No. 3, pp. 120-130 (2010)

「中国省レベルにおけるバイオマス利用施策の立案を支援する評価モデルの構築」

<査読付論文に準ずる成果発表>

- 1) 梅田靖: 外務省平成20年度日中研究交流支援事業 「調和(和諧)社会総合モデル」構築に関する日中共同研究報告書, pp. 112-117 (2009)
「都市農村連携のエコデザイン」
- 2) K. Tsuda, T. Nakakubo, H. Takahashi, B. H. Low and Y. Umeda: International Association of Societies of Design Research 2009 (IASDR 2009), Proc. pp. 124 (upper half page) and CD-ROM (9 pages) (2009)
“Framework for Regional Partnership between Urban and Rural Areas towards a Low Carbon Society”

<その他誌上発表(査読なし)>

- 1) 津田和俊, 梅田靖: 環境技術, Vol. 39, No. 9, pp. 2-6 (2010)
「低炭素社会における都市・農村連携の概念整理」
- 2) Low Bi Hong, 高橋勇人, 津田和俊, 梅田靖: 環境技術, Vol. 39, No. 9, pp. 7-11 (2010)
「都市・農村連携モデルの広域展開の枠組み」
- 3) 梅田靖ら編著: 都市・農村連携と低炭素社会のエコデザイン, 技報堂出版, pp. 1-16 (2011)
「総論(執筆担当: 盛岡通)」
- 4) 梅田靖ら編著: 都市・農村連携と低炭素社会のエコデザイン, 技報堂出版, pp. 19-50 (2011)
「第I部 農村と都市の連携のあるべき姿(執筆担当: 津田和俊, 木村道徳, 原圭史郎, 中久保豊彦, Low Bi Hong)」
- 5) 梅田靖ら編著: 都市・農村連携と低炭素社会のエコデザイン, 技報堂出版, pp. 149-205 (2011)
「第III部 都市・農村連携と低炭素社会のエコデザイン(執筆担当: 梅田靖, 盛岡通)」
- 6) K. Tsuda, T. Nakakubo, Y. Umeda, T. Morioka: Establishing a resource-circulating society in Asia: Challenges and opportunities, UNU Press, pp. 184-200 (2011)
“Potential Accounting of Regional Urban-Rural Partnership for Constructing Resource-Circulating Systems - A Case Study of Zhejiang Province in China”

(2) 口頭発表(学会等)

- 1) 梅田靖: 第1回調和社会構築に関する日中シンポジウム, 中国湖州, 2008年12月22日
「都市農村連携のエコデザイン」
- 2) K. Tsuda, H. Takahashi, T. Nakakubo, K. Hara and Y. Umeda: International Conference on Sustainability Science 2009 (ICSS2009), Tokyo, Japan, 6 February 2009
“Framework of Regional Partnership between Rural and Urban Area toward the Low Carbon

Society”

- 3) Y. Kishita, Y. Yamasaki, Y. Mizuno, S. Fukushige and Y. Umeda: International Conference on Sustainability Science 2009 (ICSS2009), Tokyo, Japan, 6 February 2009
“Structural Scenario Description for Sustainable Society Scenario Simulation”
- 4) 津田和俊, 梅田靖: 第2回調和社会構築に関する日中シンポジウム, 京都, 2009年2月23日
「低炭素社会に向けた都市・農村地域連携の枠組み」
- 5) T. Nakakubo, Y. Yamamoto, A. Tokai and T. Morioka: East Asian Conference on Risk Assessment and Management 2009, Beijing, China, 17-19 March 2009
“Development of the Material Flow Accounting Model for Planning and Evaluation of Biomass Use System on a Province Level in China”
- 6) K. Tsuda, T. Nakakubo, H. Takahashi, B. H. Low and Y. Umeda: International Association of Societies of Design Research 2009 (IASDR 2009), Seoul, Korea, 18-22 October 2009
“Framework for Regional Partnership between Urban and Rural Areas towards a Low Carbon Society”
- 7) M. Kimura, T. Matsui, K. Tsuda and T. Kumazawa: EcoDesign2009, Sapporo, Japan, 7-9 December 2009
“Proposing a Comprehensive Database Design for Sustainable Society: A Pilot Model Applying the “Environmental Model City Project” in Japan”
- 8) K. Tsuda, H. Takahashi, T. Nakakubo and Y. Umeda: EcoDesign2009, Sapporo, Japan, 7-9 December 2009
“Modeling of Regional Partnership between Urban and Rural Areas toward Low Carbon Society”
- 9) 中久保豊彦, 山本祐吾, 東海明宏: 日本エネルギー学会第5回バイオマス科学会議, 東京, 2010年1月20-21日 (発表論文集 pp.176-177, アブストラクト審査)
「中国省レベルにおけるバイオマス需給バランスの推計手法の開発」
- 10) 高橋勇人, 津田和俊, 梅田靖: 第5回日本LCA学会研究発表会, 東京, 2010年3月5-7日
「低炭素社会に向けた都市・農村連携モデルの展開～適用可能性評価手法の提案～」
- 11) B. H. Low, K. Tsuda, T. Sato, S. Fukushige and Y. Umeda: CARE INNOVATION 2010, Vienna, Austria, 8-11 November 2010 (Poster Presentation)
“Modeling Natural Resource Circulation under Urban-rural Partnership Network for Sustainable Society”
- 12) K. Tsuda, B. H. Low, T. Nakakubo, Y. Kishita, K. Hara and Y. Umeda: EcoBalance 2010, Tokyo, Japan, 9-12 November 2010
“Scenario Analysis of Sustainable Society based on Urban-Rural Partnerships in Japan”
- 13) Low Bi Hong, 津田和俊, 福重真一, 梅田靖: 第6回日本LCA学会研究発表会, 宮城, 2011年3月2-4日
「シナリオ分析を用いた都市・農村連携のポテンシャル評価」

(3) 出願特許

なし

(4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

- 1) 国際シンポジウム「低炭素社会を目指す環境まちづくり」－社会システム編「低炭素型の都市農村連携」（2009年1月16日、大阪大学中之島センター、観客100名）
- 2) 国際シンポジウム「都市・農村連携の展開可能性」（2010年1月27-28日、立命館大学朱雀キャンパス、観客100名）
- 3) 公開シンポジウム「都市・農村の地域連携を基礎とした低炭素社会のエコデザイン」（2010年11月1日、北海道大学学術交流会館、観客50名）
- 4) 公開シンポジウム「都市農村連携と低炭素社会」（2011年1月14日、関西大学100周年記念会館、観客60名）

(5) マスコミ等への公表・報道等

なし

(6) その他

なし