

時空間の広がりを踏まえた
環境バランス改善策の方法論
—エコロジカル・フットプリントを活用して—

2017年 3月

陳 鶴

時空間の広がりを踏まえた
環境バランス改善策の方法論
—エコロジカル・フットプリントを活用して—

陳 鶴

システム情報工学研究科
筑波大学

2017年 3月

目次

1	研究概要と構成.....	1
1-1	序論.....	1
1-2	研究構成.....	3
2	研究の位置付け.....	5
2-1	地球環境問題と日本における取組.....	5
2-2	環境バランスを評価する指標.....	7
2-2-1	人間活動を評価する指標.....	7
2-2-2	環境受容量を評価する指標.....	8
2-2-3	環境バランスを評価する指標.....	8
2-2-4	EF 指標に関する研究.....	9
2-3	環境意識に関する研究.....	13
2-4	本研究の特徴.....	14
3	環境バランス評価の方法.....	16
3-1	研究内容.....	16
3-2	指標の概要.....	16
3-2-1	EF 指標.....	16
3-2-2	研究における EF 指標値の除外対象とその理由.....	18
3-2-3	BC 指標.....	18
3-2-4	環境負荷超過率.....	19
3-3	各スケールにおける EF 指標の算出.....	19
3-3-1	自治体スケールにおける EF 指標.....	20
3-3-2	集落スケールでの EF 指標.....	23
3-3-3	都道府県スケールでの長期的 EF 指標.....	25
4	環境バランスの長期的動向とその可視化.....	27
4-1	本章の研究内容.....	27
4-2	日本における環境バランスの長期的変化.....	28
4-3	都道府県における環境バランスの長期的変化.....	31
4-4	本章のまとめ.....	32
5	環境バランスエリア制度の提案.....	40
5-1	本章の内容.....	40
5-2	環境バランスエリア提案制度の方法論.....	40

5-2-1	制度の考え方	40
5-2-2	制度の概要	42
5-2-3	分析手順	43
5-2-4	報酬額の算出方法	45
5-3	環境バランスエリア提案制度の適用可能性	46
5-3-1	茨城県の自治体別環境負荷超過率	46
5-3-2	つくば市を例とした検討	48
5-3-3	茨城県全体を例とした検討	49
5-4	本章のまとめ	55
6	集落スケールでの環境バランス評価	57
6-1	本章の内容	57
6-2	分析対象都市	57
6-3	集落スケールの環境バランスの評価	58
6-3-1	環境負荷量	58
6-3-2	環境受容量	63
6-3-3	環境バランス	68
6-4	本章のまとめ	68
7	個人意識を考慮した集落の環境バランス改善可能性	71
7-1	研究内容	71
7-2	アンケート調査概要と居住者グループ設定	71
7-3	アンケート調査の結果	73
7-3-1	食料自給率の潜在上昇可能性	74
7-3-2	交通エネルギー消費の潜在削減可能性	74
7-3-3	家庭エネルギー消費潜在削減可能性	75
7-4	日常生活の見直しから見る環境改善の潜在可能性	75
7-5	集落における環境バランスの改善可能性	82
7-5-1	対象集落の環境バランス	83
7-5-2	集落における環境バランスの改善可能性	83
7-6	本章のまとめ	84
8	個人意識を考慮した自治体の環境バランス改善可能性	86
8-1	本章の内容	86
8-2	アンケート調査の概要	87
8-3	地方中心都市の環境バランス改善可能性	89
8-3-1	シナリオの設定と算出方法	89
8-3-2	地方中心都市の環境バランス改善可能性	94

8-4	茨城県における環境バランスエリアの改善可能性	96
8-4-1	シナリオの設定と算出方法.....	97
8-4-2	茨城県における環境バランスエリアの改善可能性.....	100
8-5	本章のまとめ.....	102
9	将来の環境バランス予測	104
9-1	本章の内容.....	104
9-2	アンケート調査の概要と結果.....	104
9-3	BAU シナリオ	105
9-4	可能性予測シナリオ	111
9-4-1	シナリオの設定.....	112
9-4-2	結果.....	114
9-5	本章のまとめ.....	116
10	結論.....	123
10-1	本研究の成果.....	123
10-2	本研究の課題.....	125
	参考文献.....	127
	付録.....	133
付録 1	EF の計算に関する用データ一覧表.....	133
付録 2	つくばにおける集落と大字の対応	135
付録 3	食料の対象品目.....	137
付録 4	1 人 1 日栄養の消費量 (g)	137
付録 5	輸入先別木材の輸入量割合	137
付録 6	繊維の年間使用量	138
付録 7	世帯・1 ヶ月あたりの電力消費量	138
付録 8	PT 調査により集落のゾーン区分	139
付録 9	輸入対象とする品目 (運輸部門)	140
付録 10	アンケート調査票 (つくば市) —依頼状.....	141
付録 11	アンケート調査票 (つくば市) —本調査.....	142
付録 12	アンケート調査票 (茨城県、全国) —本調査.....	152
付録 13	EF の算出方法 (UT Model)	159
付録 14	土地生産性の算出に関する	173
付録 15	茨城県の流域範囲	176
付録 16	外部投稿一覧	178
	謝辞.....	179

1 研究概要と構成

1-1 序論

20 世紀前半の環境汚染などが広く認知されてきた以降、環境問題に対する関心度が高まり、環境に関する議論・研究も進んできた。環境と持続可能性の関係を明確にした研究として、1972 年にローマクラブによる報告書(The Limits to Growth)が最も知られている。この報告書により、当時の成長率のまま環境汚染や資源消費などが続いた場合、100 年以内に地球上の成長は限界点に達すると警鐘が鳴らされた (Donella et. al., 1972)。「持続可能性」を検討する上で、環境負荷側の視点と合わせて、“地球(地域)の有限性”を念頭に置き、地域が持つ環境的な容量の視点も踏まえることが求められている。つまり、環境面からの持続可能性を検討する上では、“環境負荷・容量の両視点”が必要不可欠であり、これらの「環境バランス」がとれた環境改善策が必要となる。

持続可能な社会の実現が喫緊の課題とされ久しいが、環境問題は悪化しつつ、それが地球規模の社会問題を招いている。こうした状況に対して、近年、国連持続可能な開発会議(Rio+20, 2012)がリオ・サミットのフォローアップを行う目的で開催されており、将来の持続可能性への関心が高いことが伺える。また、地球環境問題の中でも“地球温暖化”は早急に具体的な対応が必要な課題として、国際間での議論が活発に行われてきている。気候変動枠組条約締約国会議が 1995 年から毎年開催され、締約国に温室効果ガス削減のための政策の実施などの義務が課せられている。2015 年の第 21 回締約国会議 (COP21, 2015) では、各国は新たな約束草案について合意した。温室効果ガス排出量の削減について、2005 年を基準とした場合、アメリカは 2025 年までに 26~28%、中国は 2030 年までに GDP 当たりの排出量を 60~65%、日本は 2050 年まで 80%削減する約束草案を提出した。以上のような環境政策動向や人口減少・超高齢化の社会現状などを踏まえて、日本は 2015 年に長期 (2050 年頃)・中期 (2025~2030 年頃) の目指すべき社会像を想定した (中央環境審議会, 2015)。その目標を達成するため、長期的な視点に基づいた取組が求められており、80%削減の対策とその実行効果を事前に把握する必要がある。しかし、目指すべき将来像を実現するのは、排出量の削減だけではなく、限られた資源の中で消費を抑え、供給生産力を強化する措置を講じることが必要と考えられる。なお、温室効果ガスだけではなく、住居・食事など人間活動から発生するすべての環境負荷を網羅的に見る必要もある。

以上を踏まえて、持続可能社会を実現するため、環境の負荷と受容とのバランスを考慮した環境改善策が必要と考えられる。最終的には、日本全体の環境バランス改善が求められているが、COP21 で議論したように、個別の国や組織だけではなく、すべての人間がその責任を持つべきである。そのため、都道府県など大きな行政単位で見る政策側から、日常のライフスタイルなどのような個人側までの視点が不可欠である。なお、長期的目標を達成するため、過去から現在の環境バランスの状況をまず簡便な形で把握する必要がある。

環境バランスを評価できる指標については、エコロジカル・フットプリント指標(EF 指標)

が一般的に広く知られている。この指標は、人間活動に伴う食糧消費や CO₂ 排出、都市活動に必要な土地利用等々、様々な環境負荷を土地資源の消費面積 (Footprint) に換算することで、同一基準によって包括的に評価できる指標である (Wackernagel and Rees, 1996)。さらに、それら環境負荷量に対して対象とする都市・地域内の環境受容量(農用地や CO₂ 吸収のための森林地等々)がどの程度存在するのか、持続可能性の観点から、それら環境バランスを比較できる。換言すると、“地球(地域)の有限性”の視点がある側面から明確に規定し、それに対する包括的な環境負荷量を相対的に評価できる指標である。なお、世界自然保護基金(WWF, 2014)によれば、世界中の人々が、もし日本人と同じ暮らし方をするならば、2.4 個の地球が必要になると指摘している。このような EF 指標の視点から見れば、日本は持続不可能な暮らし方を続けていることになり、早急な対応が求められることは一目瞭然である。

政策側に関しては、日本では地域主権改革 (地域主権戦略会議, 2012) などの地方分権に向けた法整備が進んでおり、各市区町村 (以降、自治体) の裁量が今後更に大きくなると予期できる。持続可能性の達成という視点から、将来には自治体内で発生する環境面での負荷についても、責任をもって自治体内で受容する、いわゆる環境負荷の地産地消 (環境バランス) がより求められるようになることが否めない。しかし、そのような時代が到来したとしても、各自治体がそれぞれ単独で環境バランスを達成するのは極めて困難であり、市町村合併や広域行政が必要である (地域主権戦略会議, 2012)。そのような社会変化の方向性に鑑み、政策側では圏域・広域などの仕組みの提示が重要である。

個人側に関しては、近年、アントロポセン (人新世) という言葉が議論されている。200 年前の産業革命からは、人類の活動によって地学上の一時代が明確に区別できるようになっていることを指摘され (Waters et al., 2016)、人間活動が自然環境・気象・気候に影響を与えている状態になっている。例えば、WWF が算出した日本のエコロジカル・フットプリント (WWF ジャパン, 2012) の詳細を見ると、66%が家庭部門から発生した消費となっている。そのため、環境問題に対応していくのは国や自治体、産業界における巨視的な取組を試みるだけでなく、その構成の原単位である居住者の日常生活から行動を見直す必要があると言える。

以上を踏まえて、本研究では、都道府県スケールから居住者スケールまで、多様な主体において EF 指標の導入方法を検討し、長期的な視点から環境バランス改善の方法論を構築することを目的にする。まず、EF 指標を用いて長期的な視点から、様々な圏域スケールにおける環境バランスを簡便に評価する仕組みを構築する。そして、その方法論に基づき、居住者の意識を考慮した上、各スケールに応じた環境改善策の効果を定量的に把握する。具体的には、1) 都道府県スケールで過去における環境バランスを長期的に評価する、2) 集落スケールでの評価手法を構築する、3) 居住者意識を踏まえた集落・自治体における環境改善策の効果を明確にする、4) 長期的な視点から将来の持続可能性を予測する。

1-2 研究構成

本研究の全体構成をフロー図として図 1-1 に示す。各章の外部投稿を付録 16 に示す。

2 章では、まず地球環境問題に対するこれまでの動向を把握するため、環境評価指標と環境改善制度に関連する既存研究のレビューを行って、EF 指標を用いる適切性を明確にする。また、ライフスタイルの見直しによる環境改善効果に着目した研究を整理し、個人の環境改善行動と意識に関する課題を明示する。その上、現在の環境政策と既存の研究が抱えている課題を論じ、本研究の位置付を明らかにする。

3 章では、環境改善政策を検討するため、環境の状況と政策の効果を定量的に把握できる環境バランス評価ツールの方法論を明確にする。本研究では節 1-1 で述べたように、長期的な視点から環境バランス改善の方法論が必要となる。そのため、個人から国、過去から将来まで、様々な主体の組み合わせを検討する必要がある。そこで、3 章では、EF 指標を時間軸と空間軸で整理し、日本に適用することでの課題と問題点を明らかにする。また、データ整備によって広域から狭域まで計算の精度を検討し、空間軸と時間軸をどう組み合わせることが可能であるのかを明らかにする。データの最大の許容範囲で、居住者消費に伴う EF 指標値を用いて様々なスケール(都道府県・自治体・集落)を対象とした環境バランスの評価方法を独自に改善・改良する。

4 章以降の構成は時間軸をベースにし、各時間での空間展開を行う。4 章は過去における状況の把握である。5 章～8 章は現在から近い将来での環境バランス改善策の検討及び自治体と集落スケールでの空間展開を行う。また、9 章で将来シナリオを設定し、持続可能社会の実現可能性について分析を行う。

具体的には、4 章では過去における環境や消費に関する情報を網羅的に把握するため、都道府県スケールで過去の環境バランスの変化を明らかにする。なお、環境や消費に関連する統計データは多岐に渡っており、それらを単に羅列するだけでは一般市民の行動を促すような情報にはなりえない。そのため、データを統合的に「統合」し、かつわかりやすく可視化図「メテオグラム」を提案する。

5 章では、圏域・広域などの仕組みを検討するため、自治体間の環境依存関係を明らかにし、市町村の再編をあわせて検討する「環境バランスエリア」概念を提案する。この概念は、自治体が自らの努力で環境バランスを達成すべく住民と行動する上で参考となる新たな試論であると考えられる。具体的には、茨城県の自治体を対象にケーススタディを行う。なお、自治体内の環境依存関係については、6 章で生活・生産活動の基礎単位である集落を基礎単位として環境バランス評価ツールを構築する。具体的には、大都市圏郊外部で特性の異なる多様な地域(集落)から構成される茨城県つくば市を対象にしてケーススタディを行う。

5 章 6 章では自治体間の広域行政と自治体内の地域自給に着眼した仕組みを提案する。しかし、実際にどのように環境改善行動によって、どこまで環境を改善できるのかを把握する必要がある。そのため、行動の主体である居住者が環境バランスに与える影響を身近

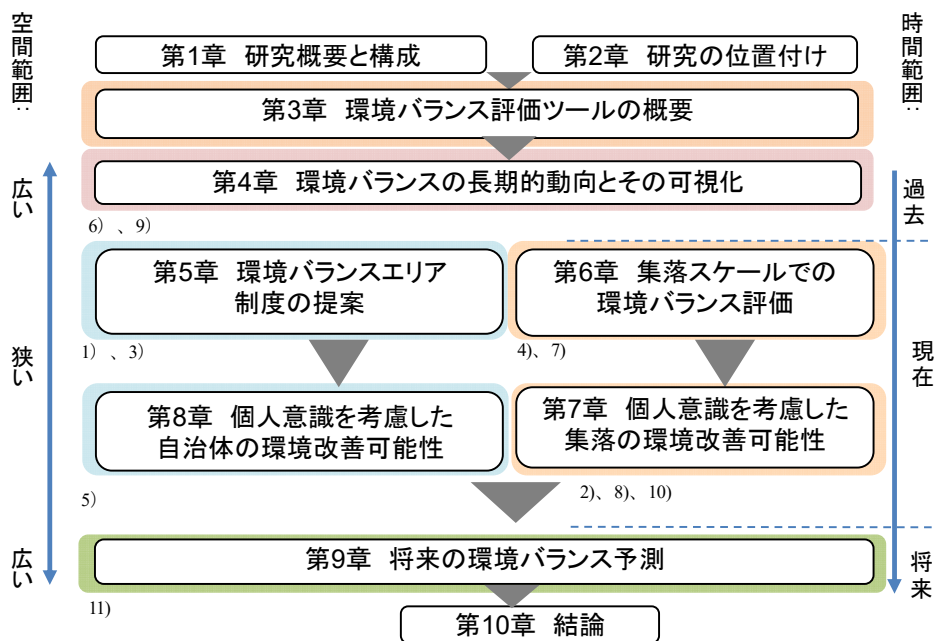
な生活圏で把握することが求められる。

そこで、7章では日常生活の見直しを通じ、どれだけの集落の環境バランス改善が生じ得るかについて、シナリオ分析手法を用いて明らかにする。どこまで日常生活を変革できる可能性を有するかについては、つくば市を対象にしたアンケート調査の結果から把握する。アンケート内容に関しては、個人属性の他、公共交通をより利用する潜在可能性、再生可能エネルギー普及の潜在可能性、価格政策によるエネルギー消費の潜在削減可能性などに関する質問を行う。

8章では、個人のライフスタイルの見直しがどれだけ自治体間の環境バランスに影響を与えるのか明らかにすることを目的にする。自治体レベルでの議論が求められるため、茨城県を対象にした拡大アンケート調査を行う。アンケート調査からグループ別に環境改善行動の実施程度を算出し、対象自治体の統計データより居住者グループごとの人口を整理することで、自治体の環境バランスの改善を算出する。自治体間の影響については、環境バランスエリア概念を用いてその変化を吟味する。

4章は過去の環境バランスの推移、5章～6章は現在の環境バランスの評価、7章～8章は近い将来の環境改善可能性の検討を行う。そこで、9章では、より遠い将来の持続可能性について分析を行う。具体的には、日本全体の状況を把握するため、全ての都道府県を対象にし、将来に不確実性が高いかつ環境に影響が深い要素を抽出して、いくつかの将来シナリオを設定する。さらに、人口予測や、全国アンケート調査から個人意識などを踏まえて、将来の可能性予測を行う。

最後に、第10章では本研究が得られた成果と今後の課題について述べる。



*1)～11)：外部投稿リスト（付録16に参照）

図1-1 本研究の構成

2 研究の位置付け

本章では、節 2-1～2-3 で既往研究のレビューを行った上で、節 2-4 で本研究の位置付けについて述べる。既往研究に関して、節 2-1 では地球環境問題と日本における取組、節 2-2 では環境バランスを評価する指標に関して、節 2-3 では環境意識に関する研究を整理し、これまでの動向と現状を整理する。また、節 2-2 の環境バランスの評価指標については、環境負荷側と環境受容側両観点から、指標の種類や政策での応用などをまとめた上、エコロジカル・フットプリント指標を使う適切性を説明する。

2-1 地球環境問題と日本における取組

20 世紀前半に、産業革命・工業化が広まったとともに、「環境汚染」「環境問題」、つまり人間やその生活を取り巻く「環境」に生じている汚染や問題が広く認知されてきた（環境白書，1973）。それ以降、環境問題が世間に認知され始め、学問的に環境問題を調査研究する動きが本格化することになった。

このような背景のもと、1972 年にストックホルムで国連人間環境会議（UNEP，1972）が開催され、人間環境宣言を決議されたこと、及び人間居住環境の計画と管理・天然資源管理など 6 つの項目について決定されたことがある。その後、1992 年の環境と開発に関する国際連合会議（UNCED，1992）が国際連合の史上最大規模の会議となり、地球規模での環境問題について具体的な議論がなされ、「環境と開発に関するリオデジャネイロ宣言」（環境白書，1993）とその宣言を実施するための行動計画である「持続可能な開発に向けた行動計画（アジェンダ 21）」（UNEP，1992）等が採択されるに至っている。また、地球サミットから 10 年に当たる 2002 年には、持続可能な開発に関する世界首脳会議（ヨハネスブルグサミット）（Earth Summit，2002）が、2012 年には、国連持続可能な開発会議（Rio+20，2012）（以下「リオ+20」という。）がそれぞれ開催され、過去に国連が策定した行動計画を再確認した上で、2015 年に達成期限を迎えるミレニアム開発目標（MDGs）とも整合を取りながら、持続可能な開発目標に向けた議論を開始することが決定された。

また、地球環境問題の中でも“地球温暖化”は早急に具体的な対応が必要な課題として、国際間での議論が活発に行われてきている。1992 年に気候変動に関する国際連合枠組条約（UNFCCC，1992）が地球サミットで採択され、155 か国が署名した。この条約の交渉会議には、最高意思決定機関である気候変動枠組条約締約国会議（COP）がそれから毎年開催され、1997 年の COP3 では温室効果ガスの削減目標を定める「京都議定書」（KP，1997）を採択した。さらに、2015 年の COP21（COP21，2015）でパリ協定が締結され、2020 年以降の地球温暖化対策として、世界の気温上昇を産業革命前から 2 度未満に抑えることを目標にした。

そのような流れの中、日本の環境行政では 1967 年に制定された公害対策基本法（環境白書，1972）が推進され、公害防止、自然環境保全のため一定の役割を果たしてきた。それ

まで、日本の環境問題は、地域的な問題、特定の活動の結果による一過性の現象として理解されることが多かった。しかし、20世紀の後期においては、温室効果ガスの排出など、環境の様々な変化が相互に関係し、環境が、ストックとして、また、全体として悪化するような問題も重要になってきた。そのため、日本では1992年の地球サミット(UNCED, 1992)の成果を踏まえ、1993年に「環境基本法」(環境白書, 1972)が提出された。この法案において、公害対策基本法では意識されていなかった将来世代への恵み豊かな環境の継承、地球全体の環境保全のための取組などを新たに基本的な理念を位置づけ、この理念に即した政策の新たな進め方が示された。

さらに、環境基本法に対する実現化の手段として、1994年には第一次環境基本計画(環境基本計画, 1994)が策定され、「循環」、「共生」、「参加」及び「国際的取組」という4つの長期的な目標を定めた。また、2000年には「第二次環境基本計画—環境の世紀への道しるべ—」(環境基本計画, 2000)が発表され、大量生産、大量消費、大量廃棄を前提とした社会のあり方そのものを変えない限り解決のできない第二の環境の危機に直面していることを示唆された。そのような大量生産・消費のパターンから脱却するため、生活様式や事業活動の態様など社会全体にわたる変革が重要であることを挙げられた。その後、2006年には、「第三次環境基本計画—環境から拓く新たなゆたかさへの道—」¹⁴⁾が発表された。この中では、「環境・経済・社会の統合的向上」(環境基本計画, 2006)をさらに強調するとともに、「2050年を見据えた超長期的なビジョンの策定の提示」や「定量的な目標・指標による進行管理」などが掲げられた。また、環境の状況等を端的に表した指標としては、環境効率性を示す指標(CO₂排出量/GDP)や資源生産性を示す指標(GDP/天然資源等投入量)、EF指標が挙げられている。また、2012年には、東日本大震災の影響やリオ+20の成果を踏まえて、「第四次環境基本計画」(環境基本計画, 2012)が発表された。この計画では、「安全」が確保されることを前提として、「低炭素」・「循環」・「自然共生」の各分野が、各主体の参加の下で、統合的に達成され、健全で恵み豊かな環境が地球規模から身近な地域にわたって保全される社会を実現することを目指すべき社会像とした。

また、地球温暖化対策に関しては、COP21(2015)に向けて提出した「日本の約束草案」の中で、日本の温室効果ガス排出量の中期削減目標については、国内の排出削減・吸収量の確保により、温室効果ガス排出量を2030年度に2013年度比マイナス26.0%(2005年度比マイナス25.4%)の水準とすることとした。また、2012年に閣議決定した第四次環境基本計画(2012)では、「長期的な目標として2050年(平成62年)までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指す」こととした。このような大幅な排出削減は、従来の取組の延長では実現が困難であるため、抜本的排出削減を可能とする革新的技術の開発・普及等、イノベーションによる解決を求められる。また、環境省は地球温暖化対策の推進に当たっては、国・事業者だけではなく、国民が温室効果ガスの排出を自分のこととして捉え、長期的な取組を積極的に行っていく必要があると示唆した(環境基本計画, 2012)。

具体的な温暖化政策については、排出量取引制度の試行、また特定の商品を対象とした施策、例えばエコカー減税（環境性能に優れた自動車に対する自動車重量税・自動車取得税の特例措置）などが挙げられ、現在では住宅における太陽光発電の導入支援なども進められている。排出量取引制度については、国際排出量取引から退出したが、東京都（東京都排出量取引、2015）が2010年、埼玉県（埼玉県温暖化対策、2014）が2011年から国内排出量取引を開始した。また、2011年から開発途上国との二国間クレジット制度（JCM、2016）を構築した。また、事業者・自治体レベルでの取組としては、「カーボン・オフセット」（新宿地球温暖化対策、2010）制度がある。しかし、現在の排出量取引制度のほとんどが、産業部門のCO₂排出量のみを対象としたものであり、居住者活動が起因する環境負荷については対象とされていない。

以上を踏まえて、環境バランスの改善に向けた政策について、以下の課題を有する。

- 1) 環境や消費に関連する統計データは多岐に渡っており、それらを単に羅列するだけでは一般市民の行動をも促すような情報にはなりえない。データを統合的に「統合」し、かつわかりやすく「可視化」することが求められる。
- 2) 持続可能な開発の目標を設定したが、それを達成するためのアプローチはまだ不明瞭である。その目標の達成には実現が困難であり、根本的な技術革新や国土構造の変更等が必要である；
- 3) 地球温暖化対策の切り札として導入されている背景から、対象とされる環境負荷はGHGのみに限定されているが、網羅的な環境負荷に関する政策が不十分である；
- 4) 各主体が責任を持って目標の達成に向かう仕組みは不十分である。事業者や自治体レベルなどで独自に取組む例はいくつか見られるが、特定の自治体を対象にするものしかなく、地域間の連携を踏まえた環境負荷削減のための体系的な制度は確立されていない。

2-2 環境バランスを評価する指標

2-2-1 人間活動を評価する指標

人間活動に伴う環境負荷を定量的に示す指標は、これまでに数多く提案されてきている。「環境負荷の見える化」のための指標を計算するためのツールとしても用いられている指標としては、「カーボンフットプリント」（CFP、2012）がよく使われる。この指標の広義には特定対象のCO₂の排出量（他の温室効果ガスを含めたCO₂換算量）を表し、狭義には製品のライフサイクルを通じたCO₂の排出量を表す。また、温室効果ガスだけではなく、水利用に関する潜在的な環境影響を、原材料の栽培・生産、製造・加工、輸送・流通、消費、廃棄・リサイクルまでのライフサイクル全体で定量的に評価する手法（生産地ベース）である「ウォーターフットプリント」（Chapagain, 2004）や、これらを消費地ベースで計算した「バーチャルウォーター」（Hoekstra, 2003）も提案されている。この他、食糧の輸送に伴い排出される二酸化炭素が、地球環境に与える負荷を表す「フード・マイレージ」（中

田哲也, 2007) (木材の場合は, ウッド・マイレージ (ウッドマイルズ研究会, 2015) など, ライフサイクルの概念をベースにして, 様々な対象物における環境負荷を定量的に把握する指標が数多く開発されている。

2-2-2 環境受容量を評価する指標

環境が持つ容量に着目した研究は数多いが, 最も基本的なものとして, 地球上における土地利用の環境制約に着目して, 「地球はどれだけの人間を養うことができるのか?」といった「環境許容量」がある (Penck, 1925). この考え方にに基づき, 主に人間の食糧消費 (栄養) の観点から環境許容量の算定が古くから多くの研究が実施されてきており, Cohen ら (Cohen et al., 1995) によってそれら既存研究に関する文献整理がなされている。また, 再生可能エネルギー資源の賦存量について, 森林バイオマスをエネルギーとして利用する際の自給ポテンシャルについて検討した研究がある (竹内, 2013). なお, 「森林生態系サービス」という形で捉え, 民生業務部門活動における依存度を評価した (竹端ら, 2012) 研究もある。

例えば, 農業が可能な土地をすべて考慮して, 地球全体での扶養可能人口の最高値として 1,570 億人という結果がある (Clark, 1977). 一方, 全世界の人がアメリカ人のライフスタイルで活動するなら, 扶養可能人口は 10 億人という研究がある (Harris et al., 2001). これらの研究により, 計算の前提の設定方法によって結果は大きく異なっており, 環境容量を一つの真値として算出しようとする自体は, そもそも困難な試みである。地域における環境容量を実際に地域に発生する環境負荷と合わせて議論しない限り, 具体的な政策論に発展する余地がないと考えられる。

2-2-3 環境バランスを評価する指標

地域の扶養可能人口に着目した研究としては, 持続可能人口と現在人口の比率を環境負荷率にして, 地域における環境負荷率とその要因について分析している (谷口ら, 2002) 研究がある。また, 環境に関する外部不経済を着眼点にした考え方がる。例えば, 「グリーン GDP (環境調整済国内純生産)」という指標が開発されている (SNA, 2008). この指標の基本的な概念は「自然界の様々な要素を, 何らかの基準で数値化し, 価値ある資源として計上する」というものであり, 各国の GDP (国内総生産) から固定資本減耗額を差し引いた NDP (国内純生産) を対象に, 環境の経済的影響を表すものである。換言すれば, “環境バランス”を同一の経済指標で定量的に把握できる。内閣府の経済社会総合研究所では, 地域における国民勘定と経済活動と環境負荷のハイブリッド型統合勘定 (国民勘定推計, 2010) を開発している。しかし, グリーン GDP は複数の分野に対応しうる総合性の高い指標であるが, 貨幣評価手法に世界的に統一された基準がない, データの整備が不十分などの問題点があることが指摘されている。

また, 「自然生態系の持つ自然資源供給量と廃棄物浄化量の再生産速度の限界量」として,

「環境収容力 (Carrying Capacity)」という概念がある。Wackernagel と Rees (Wackernagel and Rees, 1996) は、「Appropriated Carrying Capacity (収奪された環境収容力)」という概念を提起しており、この用語は、一般市民に受け入れられやすい用語として「エコロジカル・フットプリント (以降 EF 指標)」という名称に変更している。EF 指標を用いて、「今までのような生活をすれば、地球 (国・地域) 何個分が必要であるか」という観点から、環境バランスを評価できる。この指標については、セクション 2-2-4 で詳しく整理する。

しかし、「地球何個分」という概念は、実際には利用されていない土地 (荒地、耕作放棄地など環境負荷を収容できない土地) をすべて環境受容量に計上しているため、「環境バランス」を正確に表現するとは言い難い。自然環境の容量を増やすための政策検討には、環境負荷を受け入れるために実際に機能しうる土地面積だけを検討する必要がある。

そこで本研究では、環境負荷の評価指標と、地球規模やある特定範囲の生産可能な土地・水域面積 (環境受容量: バイオキャパシティ) とのバランスを比較し、人間活動のオーバーシュート (ある地域の環境収容力を越える成長で、破綻にいきつくこと (Wackernagel and Rees, 1996)) を「環境バランス」として定義する。環境バランスのイメージ図を図 2-1 に示す。

2-2-4 EF 指標に関する研究

EF 指標は、1990 年代初頭に Wackernagel と Rees によって考案された (Wackernagel and Rees, 1996)。EF 指標は環境負荷量に相当し、「ある一定の人口あるいは経済活動を維持するための資源消費量等を生産可能な土地面積に置き換えて表現した指標」(Wackernagel and Rees, 1996)と定義される。それに対応している環境受容量を表す指標として、バイオキャパシティ (BC 指標) についても同じ土地面積尺度で表現すれば、環境バランスはこの両者の比を取ることで簡便に提示できることになる。EF 指標の構成要素としては、以下のカテゴリーが挙げられる。

- 1) 生産能力阻害地 (Built-up Land) : 都市的な活動のために構造物などでふさがれた土地、及び劣化した土地。
- 2) エネルギー地 (Carbon uptake Land) : 化石エネルギー使用量がどれだけの土地面積に相当しているのかを表す。例えば、CO₂ 排出量に対して固定・吸収に必要な森林面積などが該当する。
- 3) 農耕地 (Cropland) : 野菜・果物生産のための利用された農耕地。
- 4) 牧草地 (Grazing Land) : 酪農、食肉、羊毛生産などのために利用される土地。
- 5) 森林地 (Forest) : 森林製品の供給に関わる土地。
- 6) 海洋淡水域 (Fishing Ground) : 漁業資源の消費のために必要となる海洋淡水域。

これら要素から構成される EF 指標値と、地球規模やある特定範囲の生産可能な土地・水域面積 (環境受容量: バイオキャパシティ) とのバランスを比較することで、人間活動のオーバーシュート (超過量) を定量的に示すことができる。

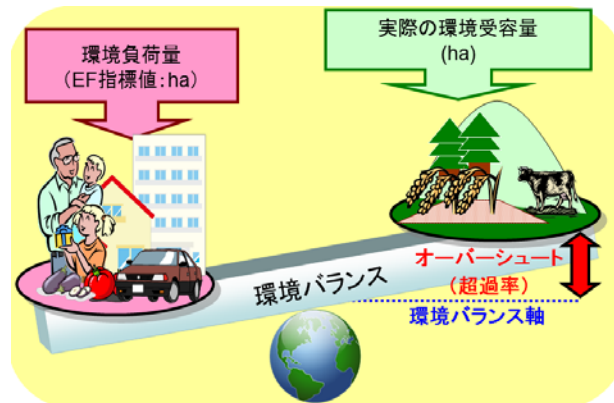


図 2-1 環境バランスのイメージ図

a) 指標の算出と改良

世界各国の EF については、WWF, Zoological Society of London (ZSL), Global Footprint Network (GFN) による「生きる地球レポート」(WWF, 2014) は隔年ごとに示されているが、近年の政策提案の観点から、より小さい地域レベルにおける EF の算出に議論の中心が移ってきている。さらに、地理条件だけではなく、年齢・性別・職業などによって消費行動が近接するグループについての分析が行えば、政策に有用であるから、こうした関心が高まっていると指摘されている(中野ら, 2007)。

EF の算出方法はコンポーネント法とコンパウンド法の 2 つがある (WSP Environmental and Natural Strategies, 2003)。

コンポーネント法では、個別の財・サービスの消費量について、それらの生産から消費・廃棄までのライフサイクル・アセスメント (Life Cycle Assessment) により必要となる EF を求め、それをすべての財・サービスについて集計し、全体の EF を算出する。しかし、この方法では財・サービスごとに正確に LAC を把握する必要があり、計算が難しい。なお、二重計算の可能性もあことも指摘されている(中野ら, 2007)。

一方、コンパウンド法は、地域全体の資源需要量を基に計算する方法である。資源需要を直接見るので、個別の経済活動を把握する必要がなく、コンポーネント法に比べてデータを入手しやすいという利点がある。コンパウンド法の基本的な算出式としては、Wackernagel らが考案した式(2.1)がある (Wackernagel et al., 2006)。耕作地や牧草地、森林地などのカテゴリーに基づいて、国や地域全体での統計データから資源消費量を算出し、それを各カテゴリーの資源消費ごとに必要な土地面積に換算して算出する方法である。

$$EF = \sum_{i=1}^n \frac{P_i + I_i - E_i}{PRO_i} \cdot \frac{1}{POP} = \sum_{i=1}^n \frac{CON_i}{PRO_i} \cdot \frac{1}{POP} \quad (2.1)$$

EF : エコロジカル・フットプリント (ha)

i : 各主要消費財

CON_i : 生産物の地域内消費量 (ton)

PRO_i : 単位面積当たりの生産量 (ton/ha)

POP : 地域内人口 (人)

P_i : 生産量 (ton)

I_i : 輸入量 (ton)

E_i : 輸出量 (ton)

なお、EF 指標を用いた分析の一貫性の確保を目的として、2006 年には EF 指標に関わる研究者・実務者らから構成される GFN において「ECOLOGICAL FOOTPRINT STANDARDS 2006」(EFS, 2006) が公表され、2009 年 9 月にはその改訂 (EFS, 2009) も行われている。

また、Kitzes ら (Kitzes et al., 2009) によって、国家レベルにおける EF 指標の算出方法の改良点についてまとめられるとともに、さらなる展開に向けたアプローチも提示されている。WWF などの「Living Planet Report」(WWF, 2014) では、コンパウンド手法を用いて、世界約 150 カ国の EF 指標値を算出している。さらに、特定の地域におけるアンケート調査に基づいて、居住者に身近な集落スケールでの算出例もある (Poom et al., 2014)。

日本においては、2004 年に初めて都道府県の値を算出してから (谷口ら, 2004)、自治体レベルでの EF 指標値の算出 (清岡ら, 2005) が実施されており、計算パッケージ (氏原ら, 2010) も公表されていた。

一方、産業連関表を利用して EF 指標値を算出する手法も提案されている。一つは、Bicknell らが初めて提案している金額ベースの産業連関表を使った算出手法である、(Bicknell et al., 1998)。その方法は消費金額に産業連関表と各部門別土地利用面積からもとめた土地投入係数 (ha/金額) を掛け合わせて求めることになる。その後、Feng によって、Bicknell らの算出方法における誤りが指摘され、修正が加えられている (Feng, 2001)。

日本においても、その「正しい」算出方法を用いて、国際産業連関表あるいは、地域間産業連関表から EF 指標値の算出が行われている (伊藤ら, 2006, 余川ら, 2006 ; 余川ら, 2008)。もう一つは、コンポーネント法の精緻化の過程で、物量ベースの産業連関表を利用する算出方法である。その方法を用いて EU15 国の EF を分析した研究がある (Hubacek and Giljum, 2003)。また、特定の生産品などを対象とした研究も見られる。例えば、露地栽培と温室水耕栽培におけるトマトの生産方法の違いによる EF 指標値の比較する研究 (和田, 2003) や、イスラエルにおける穀物に対する LCA を、EF 指標を用いて分析した研究 (Kissinger et al., 2010) なども行われている。

また、Bicknell らと Feng (Bicknell et al., 1998; Feng, 2001) の算出方法は、Wackernagel ら (Wackernagel et al., 2006) の方法とは、生産性評価の方法が異なっている。Wackernagel らの EF では生産阻害地として分類されるような土地について、穀物生産などを行った場合の生産性でその土地を評価している。それに対して、Bicknell らの方法では実際に生産される財の土地生産性で評価している。

なお、地域の EF を算出する場合、データの入手が可能であれば、国レベルの EF 算出と大きく変わらない。例えば、Bicknell ら (Bicknell et al., 1998) の方法を踏まえて、国レベルの産業連関表を 16 地域産業連関表に割り振り、相互の関係性を維持したまま、直接地域 EF の算出を行っている (McDonald and Patterson, 2004) 研究がある。しかし、データの性質などにより、このように国レベルの算出は常に分析できるとは限らない。

以上を踏まえて、EF 指標の算出について、算出の精度やデータの入手しやすさの観点では、一般的に公表された実際の消費量のデータを使用することが望ましい。政策スケールが小さいほど、公表データが少なくなることは現状である。なお、産業連関表を作成するにあたり、物価の変動などによって結果が大きく変化するため、環境をお金に換算すること自体は問題になる。また、地域間比較や時系列分析の点で、整合的なデータが必ずあるわけではないといった課題がある。

b) 国・政府における活用事例

EF 指標の活用事例は世界各地で見られるが、特に英国において積極的に実施されている。例えば、ロンドン (GLA, 2003; BFF, 2002) では、市長を中心として積極的に展開されている「City Limits」のプロジェクトの中で、地域の有限性を定量的に示す指標として EF 指標が活用されている。また、ロンドン近郊のベディントンでは、持続可能な生活を実証するため、「BedZED (ベディントン・ゼロ (化石) エネルギー開発)」プロジェクト (Desai, 2004) が進められているが、このプロジェクトにおいても、環境評価のために EF 指標値が用いられている。その他、英国以外でもアメリカのカリフォルニア州ソノマ郡においても、持続可能な地域づくり (Sustainable Sonoma County) (SCWC, 2015) を推進する上での評価指標として EF 指標が導入されている。近年、ウェールズ (SEI, 2008)、ニュージーランド (Lawton et al., 2013) などでは持続可能性に対する人々の認識を向上させるために、EF を用いて地域レベルでシナリオ作成を行っている。以上のように、EF 指標を持続可能性の一指標として用いるケースが多い。

日本においては、国土交通省の「国土のモニタリング」(MNLC, 2006) の HP の中で EF 指標が紹介された。また環境省による「第三次環境基本計画」(環境省, 2006) において、その進捗状況を把握するための環境指標としても挙げられている。さらに、省庁のみならず岡山県津山市がはじめに地方自治体レベルのマスタープランで EF 指標の算出・紹介がされている (津山市都市マスタープラン, 2008)。その後、環境基本計画での紹介 (佐野市環境基本計画, 2009) や、WWF・GFN と共同で取組んだ試行的な算定を行った自治体 (WWF ジャパン, 2016) もある。

以上を踏まえて、国際的には EF 指標を持続可能性評価指標として活用され、実際のプロジェクト評価と居住者コミュニケーションなどに広く使われている。しかし、日本では国・自治体の動きが始まっていたが、指標の算出と紹介することが多い、本質的な適用にはまだ至っていない。

c) 環境改善可能性に関する研究

EF 指標の開発当時は、人間活動によるオーバーシュートや資源の不均衡配分などの問題を定量的に把握できるため、その算出自体に大きな意義があった (Duro, 2013). 近年では、それら問題を実際にどのように解決していくべきなのかという問題意識に立ち、EF 指標を用いた環境改善可能性に関する研究が多くされてきている。

例えば、都市基盤整備の差異や自家用車利用の増加が EF 指標値に及ぼす影響を明らかにしている (Barrett, 2001). ロンドン東側に位置するチームズ・ゲートウェイにおいて、環境共生型の住宅地域を建設する際には、住宅タイプや現状のライフスタイルを見直すことによる環境負荷削減量を、EF 指標を用いて算出している (Jamesraet al., 2003). バルセロナを対象にして、大都市圏を構成する各自治体の通勤者の EF 指標値を算出し、その決定要因を人口密度やアクセシビリティなどに着目して明らかにしている (Muñiz, 2005). イングランドの南西部を対象として、家庭での消費エネルギーや、現状の交通手段から環境負荷の低い交通手段へとモーダルシフトさせた場合のシナリオを設定して、それぞれのシナリオにおける EF 指標値を算出している Chambers et al., 2005). ノッティンガムシャーを対象として、車利用抑制のためのソフト施策の実施における環境負荷削減効果を、EF 指標を用いて算出している (Birchet al., 2005). また近年では、社会状況の変化にあわせて、技術革新による燃費効率の改善及び、バイオ燃料が普及した場合の EF 指標値の算出も行われている (Muniz et al., 2013; Brown et al., 2008). 以上のように、特定地区における新規開発、都市構造と交通手段選択との関連性、ライフスタイル改善や技術革新がもたらす環境負荷の削減効果を、EF 指標値を用いて明らかにする研究が見られる。

日本においては、岡山県南都市圏を対象として、持続可能な土地利用政策を、EF 指標を用いて検討した (清岡ら, 2005). さらに、近年着目されている環境負荷のキャップ&トレード制度の提案を行い、その制度の実現による環境負荷削減効果を検討した (氏原ら, 2008).

しかし、既往の研究では技術革新や制度実施などの分析を行ったが、それらの行動の主体である居住者の意識については考慮していない。そのため、持続可能社会の実現へ向け、各取組の実際の実行効果を評価することは困難である。

2-3 環境意識に関する研究

居住者の意識を考慮した環境改善可能性を検討するため、その意識に影響する要因に関する研究のレビューを行う。

居住者の環境に対する意識に関して、まず、資源リサイクル行動を対象とし、環境活動に参加する際に、実践すれば環境によい影響があると認識していても自発的な行動に結びつけることが困難であることを指摘された (野波ら, 1997). また、節水・リサイクルなどの行動を規定する心理的要因について分析を行い、費用便益などが環境配慮行動の主要因であると結論づけられている (広瀬ら, 2008). つまり、個人は環境配慮が必要だと認識し

でも実際的な行動が伴わない、ということである。

居住者の環境配慮行動の規定要因を探る研究は、関心や態度と環境配慮行動に関する研究から始まり、認知心理学における行動決定の理論や社会的行動研究などを発展させながら多様な心理的要因を因子として取り入れる研究も見られてきた。人間関係などの社会資本と環境配慮行動との関係を分析し、高齢者の環境配慮度が高いこと、施策などが環境配慮度に影響を与えていることが指摘されている（白井ら，2011）。また、自治体規模での環境配慮行動の社会・個人・心理的要因について分析を行った結果、社会的要因より、個人属性・世帯属性などの方が環境配慮行動に大きな影響を及ぼすことが示された（青木ら，2012）。

また、家庭住宅エネルギー消費に関する研究も行われている。岩手県と鹿児島県で実施されたアンケートから、気候は冬期のガスや電力使用の地域差の決定要因ではなく、世帯人数や高齢者・乳幼児の有無といった世帯属性が決定要因となっていることが指摘された（中口ら，2003）。いずれの研究においても、個人・世帯属性が環境に関連する行動の主要因であることが指摘されている。

2-4 本研究の特長

以上のような関連研究やその動向をふまえて、本研究では以下のような位置づけを有する。

- 1) 過去から将来、個人から広域まで、様々な時間・空間スケールで環境バランスを網羅的に評価できる仕組みを構築し、各主体の連携を考慮した環境改善政策を検討する。これら異なる圏域スケールにあわせてEF指標の構築と、空間軸・時間軸の組み合わせを検討することによって、国土全体での環境バランス改善に資する方法論を始めて明確にする、新規性と有用性を備える。
- 2) 数値による可視化から一歩進め、EFとBCを統合した環境バランス関係に基づき、EF・BC・環境バランスの三者の変化状況を簡便に表す表現手法「メテオグラム」を提案する。検討対象とした地域の動向が流星(meteor)のように流れる図となり、長期的な環境バランスの変化と傾向性を把握することができる。そのような簡便な表現により、住民が自分の活動を見直すうえで最も直観的で、かつ活用可能な有用性の高い仕組みの提案が可能となる。
- 3) 自治体圏域のあり方を環境バランスという視点から問い直す新規性に富んだ試みである。このような価値観に基づく検討は現時点ではまだその重要性も社会的に十分認識されていない。しかし、今後発生しうる資源の枯渇やエネルギー価格の高騰を想定すれば、事前に検討しておくことが必要な取組であるといえる。
- 4) 環境改善政策の効果について、アンケート調査に基づき、その潜在的な改善可能性を分析する。これによって各取組の実行効果をより正確に把握することができ、環境政策に参考できる有用性を有する。なお、その分析は基礎的な統計データからその構成

員の属性を把握しており，個人属性に基づきグループを分類し，グループ間の行動の差について検討を行っている．これにより，全国各地においては同様の議論が可能となり，高い汎用性を有する．

- 5) EF指標とBC指標の算出については，国や地域で整備された一般的な統計情報を最大限活用することで，詳細な検討を可能としながら，様々な地域への適用も可能なツールを目指す．精度と適用性の両面を配慮した開発を行う．

3 環境バランス評価の方法

1章の背景で記述したように、持続可能性を向上するため、各地域における環境バランスの現状を定量的に把握する必要がある。その定量化について、2章で環境バランスを評価する指標を整理した。環境負荷量の評価指標と、環境受容量の評価指標とのバランスを比較し、人間活動のオーバーシュートを「環境バランス」として定義した。また、エコロジカル・フットプリント指標（EF 指標）とバイオキャパシティ指標（BC 指標）は網羅的に環境負荷を土地面積に換算することができ、本研究における「環境バランス」の評価ツールとして適切であることを論じた。そこで、本章では、空間・時間軸におけるデータの整備を合わせて検討する上、EF 指標と BC 指標を用いて環境バランス評価ツールを構築することを目的にする。

3-1 研究内容

節 3-2 では EF 指標、BC 指標とその両指標を比較する環境負荷超過率の定義を行う。セクション 2-2-4 で記述したコンパウンド法（Wackernagel et al., 2006）の基本的な算出式をベースにして、本研究における EF 指標を算出するための方法論と特長を論じる。

また、セクション 2-2-4 から、EF の算出方法は算出する側の意図によって異なる場合が多く、また算出対象となる消費財も様々であることが分かる。空間軸から見ると、膨大かつ詳細なデータ整備が必要であり、地域レベルでの算出を行う場合においては、その地域における既存のデータ整備の状況などに大きく依存する。時間軸から見ると、先行研究では、「単一時点」の検討に留まっており、EF 指標値の長期的な変化に言及した研究は国レベルの極めて粗い検討しかなされていないのが実情である。

そこで、節 3-2 では、時間軸と空間軸における EF 指標算出の課題を整理し、各章の EF 指標の評価対象を明らかにする。なお、日本における国土全体のようなマクロスケールから、各都道府県内・間、また集落のようなミクロスケールまで、EF 指標の改善・改良を行う。また、長期的な視点で、都道府県の範囲内で環境バランスの変遷と達成状況を評価する仕組みを構築する。セクション 3-3-1 とセクション 3-2-2 では自治体と集落スケール、セクション 3-3-3 では長期的な EF 指標の算出方法を説明する。

さらに、本研究では、EF 指標を算出する際に、除外した項目があるため、その理由と除外対象を節 3-4 で記述する。

3-2 指標の概要

3-2-1 EF 指標

前述したように、EF 指標の算出方法は算出する側の意図によって異なる場合が多く、また、算出対象となる消費財も様々である。その一方で、これら算出方法に共通する考え方

としては、Wackernagelら(Wackernagel and Rees, 1996)が提案した式(2.1)で説明できる。これは人間活動における各種消費財に対して、その消費財の生産性を土地面積ベースにて除することにより、EF指標値を算出する方法である。つまり、EF指標を考える上での最も基本的な概念を説明していることになる。本章でも、この概念をベースとしてEF指標値の算出を試みている。本研究におけるEF指標及び環境バランス評価のための方法論の概要を以下に示す。

- 1) EF指標値の構成要素はセクション2-2-4で記述した6つカテゴリー(Wackernagel and Rees, 1996)がある。「海洋淡水域(Fishing Ground)」要素については、地上の土地を対象とした都市・地域計画の範囲を越える要素であるため、本研究では対象外としている。
- 2) 谷口ら(谷口, 2003)は、各消費財の輸出・入を区分した概念を提示しているが、本研究では、これらについて特に区分しない。つまり、環境負荷の帰着先(どこでCO₂が吸収され、食糧が生産されるのか等)については特定せず、地域内で発生する環境負荷量(EF指標)と比較して、それらを受け入れることのできる地域内の環境受容量(BC指標)がどの程度存在するのかという視点から環境バランスを評価する。
- 3) 各構成要素の土地生産性の差異を考慮した世界共通の「等価係数(Equivalence Factor)」をEF指標の算出の際に用いて、「グローバル・ヘクタール(gha)」(Wackernagel and Rees, 1996)として表現する手法がある。これは、地球上に存在する生産性を有する土地と水域の平均的生産性を有する仮想的な土地1ヘクタールであるため、EF指標値の国際間比較のようなマクロスケールでの分析には有用な手法である。しかし、本研究では、対象とする地域のEF指標とその場所が持つ実際のBC指標を比較することに意義があると考えており、今回のようなローカルスケールでの分析に対して、「等価係数」及び「グローバル・ヘクタール」の考えは採用していない。

以上なことを踏まえて、本研究におけるEF指標の構成要素は以下に示す。各要素の詳細な説明は節3-3で記述する。

- 1) 耕作地フットプリント：食料、動物飼料、衣料の為の作物生産に必要な耕作地
- 2) 牧草地フットプリント：食肉、牛乳、毛糸の為の動物に必要な牧草地
- 3) 紙フットプリント：製紙材料を採取するための森林地
- 4) 都市フットプリント：都市的な活動を提供するために必要な土地
- 5) エネルギーフットプリント：居住者の活動から排出された二酸化炭素を吸収するために必要な森林地(民生家庭、民生交通、輸送)
 - ① 民生家庭：家計が住宅内で消費したエネルギー
 - ② 民生交通：家計が住宅・工場・事業所の外部で自家用車に消費したエネルギー
 - ③ 輸送：食料、衣料などを海外から輸送するために消費したエネルギー

3-2-2 研究におけるEF指標値の除外対象とその理由

本研究では、各スケールにおける居住者活動に伴った、直接的に消費されるEF指標を対象としている。そのため、産業・業務系活動などの他地域の都市活動が関連する部分について対象としない。

その他、居住者消費に関する環境負荷に対しても除外対象となっている項目がいくつか存在する。それら除外対象を以下に示す。

- 1) 廃棄物を吸収するための土地面積
- 2) 家具製品や衣服、タバコなどの消費財（製紙は除く）に関わる消費
- 3) 居住者の住居建設に関わる木材消費
- 4) 魚介類に関わる消費
- 5) 水に関わる消費

理由は：1)については、土壌や水、大気汚染などこれらの項目は計上すべきだが、本研究では最も影響が大きい二酸化炭素だけを考慮する。2), 3)については、(産業・業務部門を除いた)居住者消費からのEF指標値の算出が容易ではなく、計算の信頼性を確保するために、本研究では除外対象として扱っている。これらの項目は、地域計画の視点からみた場合、直接的に関連する項目ではないが、EF指標値に換算した場合に無視できない数値であると考えられる。このため、これら各項目におけるEF分析の研究や関連データの蓄積を経て、考慮していくことが望ましい。4), 5)の項目については、水域としてEF指標値に計上する方法もあるが、地表上を対象とした地域計画への応用という観点から、除外対象としている。

3-2-3 BC指標

既往研究(Wackernagel and Rees, 1996)では、地球(地域)全体の土地面積を環境の持つ容量として、「地球何個分」という概念を提起した。しかし、セクション2-2-4で記述したように、この概念では荒地、耕作放棄地など環境負荷を収容できない土地が含まれていた。その課題を解決するため、本分析におけるBCは、EF指標の各構成要素を受け入れるための土地利用面積(例えば、対象地域の食料消費に伴って必要となる農用地を、その対象地域内でどれだけ準備できているか等)と定義する。つまり、セクション3-1-1の各構成要素に対応する形で、それぞれのスケール内に存在する環境受容量を定量的に示すこととする。BC指標の基本式は式(3.1)のように定義される。

この部分に用いるデータは、農林業センサスと林業統計各土地利用面積を採用した。また、EFの構成要素4)(都市フットプリント)に対しても、都市活動を受容される土地として環境受容量にも含めて算出した。

$$BC = bc_{fm} + bc_f + bc_g + bc_b \quad (3.1)$$

BC : 環境受容量 (ha)

bc_{fm} : 耕作地 (farmland) の面積 (ha)

bc_f : 森林地 (forestland) の面積 (ha)

bc_g : 牧草地 (grassland) の面積 (ha)

bc_b : 都市利用の土地の面積 (ha)

3-2-4 環境負荷超過率

本研究では環境負荷超過率を、「対象とする地域の環境受容量に対して、その地域に住んでいる居住者から発生する環境負荷量が、どの程度超過 (オーバーシュート) しているのか、それら環境受容量と環境負荷量とのバランスを示す定量的な指標」(氏原ら, 2008) と定義した。つまり、その指標値が1.0以下の地区は、他地域における環境負荷を自集落内での土地利用において負担 (吸収) しているとも言える。また、地域の環境負荷超過率は、その地域に住んでいる居住者が自分の地域の何個分を使っていることを表しているため、地域のコミュニケーションツールや、居住者の自己診断として、高い利便性を有する。

環境負荷超過率 (r) の算出式を式(3.2)に示す。

$$r = \frac{EF}{BC} \quad (3.2)$$

3-3 各スケールにおける EF 指標の算出

既往研究では、国家から個人スケールまで、多様な主体において、EF 指標の導入が検討されている。また、国レベルにおいては、長期的な算出もある。本章では日本における統計データの整備によって、様々な空間と時間の組み合わせについて検討を行う。

一方、自治体、都道府県スケールでの算出方法は既に存在している(谷口ら, 2004; 氏原ら, 2010)。目的に応じて自由に集計単位を設定したら、様々なスケールで計算できる。しかし、なお、同じ自治体に住んでいても、都心部と郊外部の居住者のライフスタイルが同じではない。そのようなライフスタイルの差を把握するため、自治体より小さいスケール(集落スケール)での検討が必要である。そのため、空間軸では、一番小さい政策スケールである集落から、自治体、都道府県までの EF 指標の改善・改良などをセクション 3-3-1 ~ 3-3-4 に記述する。

時間軸に関しては、長期的な変化に言及した研究は国レベルの極めて粗い検討しかなされていない(Wackernagel et al., 2004)。それは、地域レベルでの算出を行う場合に、その地域における既存のデータ整備の状況などに大きく依存するからである。日本でも、そのような課題が存在しているため、データの許す限度内で過去にまで遡って、都道府県スケールの検討を行う。都道府県スケールにおける長期的 EF 指標の算出方法をセクション 3-3-4 に説明する。

表 3-1 各章における環境バランスの評価対象と目的

章	空間スケール	時間スケール	目的
4章	都道府県、国全体	過去	環境バランスの長期的動向
5章	自治体、自治体間	現在	自治体にインセンティブを与える環境制度の提案
6章	集落（町丁目）	現在	集落スケールの環境評価ツールの構築
7章	集落（町丁目）	近い将来	個人意識を考慮した集落の環境改善可能性
8章	自治体、自治体間	近い将来	個人意識を考慮した自治体の環境改善可能性
9章	都道府県、国全体	将来	将来の環境バランスの予測

各章の目的に応じて環境バランスの評価対象を表 3-1 に示している。なお、本章で使用したデータは付録 1 を参照している。

3-3-1 自治体スケールにおける EF 指標

自治体スケールの算出は氏原らによって開発されたUjihara taniguchi Model 2010.3 (以下UTモデル) (氏原ら, 2010) に基づいて実施する。EF指標は土地利用計画などを策定する際に重要な関連性のある下記の各要素より構成されている。以下のように示す。このツールに関する算出根拠などの詳細部分に関しては、本論文の付録13部分を参照する。

1) 耕作地フットプリント (farmland)

食料、動物飼料について、「国民栄養の現状」をもとに得た年齢階層別、品目別の消費量に、年齢階層別の人口を乗ずることにより、自治体内での食料消費量を算出している。そして、食料消費量をそれぞれの品目の土地生産性で除することにより、食料、動物飼料の生産に必要な耕作地の面積を算出している。

衣料は式 (3.3.3) に示すように、綿花と毛糸から生産されるもののみを指しており、化学繊維は含んでいない。

$$EF_f^k = EF_c^k + EF_{cl}^k \quad (3.3.1)$$

$$EF_c^k = \sum_{j=1}^{14} \frac{\sum_{n=1}^{10} p_n^k \cdot f_{pj}}{Y_j} \quad (3.3.2)$$

$$EF_{cl}^k = \frac{(p^k \cdot C_c)}{P \cdot \sum_{l=1}^4 (W_m/Y_m)} + \frac{(p^k \cdot C_u)}{P \cdot A \cdot / (K \cdot Y_b)} \quad (3.3.3)$$

EF_f^k : 食料、動物飼料、衣料のための作物生産に必要な耕作地面積 (ha)

EF_c^k : 食料、動物飼料のための作物生産に必要な耕作地面積 (ha)

EF_{cl}^k : 衣料のための作物生産に必要な耕作地面積 (ha)
 F_j^k : 地区kにおける品目jの総消費量 (ton)
 P : 日本の人口 (人)
 p_n^k : 地区kにおける年齢階層nの人口 (人)
 p^k : 自治体kにおける人口 (人)
 f_{pj} : 年齢階層nにおける品目jの1人あたりの消費量 (ton/人)
 Y_j : 品目jにおける土地生産性 (ton/ha)
 C_c : 綿糸の家庭内消費量 (ton)
 W_m : 輸入先別 m 綿花輸入量割合 (%)
 Y_m : 輸入先別 m 綿花土地生産性 (ton/ha)
 C_u : 毛糸の家庭内消費量 (ton)
 A : 羊 1 頭を育てるために必要な大麦の量 (ton)
 K : 羊 1 頭から採取できる羊毛の量 (ton)
 Y_b : 大麦の土地生産性 (ton/ha)

2) 牧草地フットプリント (Grazing land)

食肉、牛乳料の生産に必要な耕作地と同様に算出するが、土地生産性は牧草の土地生産性を用いる。毛糸を生産するための羊に関しては、中央畜産会の資料より成羊 10 頭当たり 0.5ha の牧草地面積が必要であるとして計算している。

$$EF_g^k = EF_m^k + EF_{uu}^k \quad (3.3.4)$$

EF_g^k : 食肉、牛乳、毛糸のための動物に必要なとなる牧草地 (ha)
 EF_m^k : 食肉、牛乳のための動物に必要なとなる牧草地 (ha)
 EF_{uu}^k : 毛糸のための動物に必要なとなる牧草地 (ha)

3) 紙フットプリント (Forest land for paper)

製紙材料の家庭内消費量は、パルプ材の供給量に家計消費の割合を乗じることにより算出している

$$EF_p^k = \frac{p_n^k}{p} \cdot r \cdot \sum_{m=1}^3 \frac{w_m}{\beta_m} \quad (3.3.5)$$

EF_p^k : 製紙材料を採取するための森林地 (ha)
 w_m : 輸入先別 m パルプ・チップ需要量(日本) (m^3)
 β_m : 輸入先別 m 森林蓄積成長量 (m^3/ha)
 r_f : 家計消費割合(%)

4) 都市フットプリント (Urban land)

都市的な活動を提供するために必要な土地とは、建物建設や道路整備のために使用され、その他の土地利用（耕作地や森林地など）が行えなくなった面積を指している。

$$EF_u^k = \sum_s^{13} b_s^k \quad (3.3.6)$$

EF_u^k ：都市的な活動を提供するために必要な土地 (ha)

bs^k ：地区 k の土地利用 i の都市面積 (ha)

s：都市計画基礎調査による 13 区分（住宅用地・商業用地・工業用地・運輸施設用地・公共用地・文教厚生用地・公共空地・公園・防衛用地・道路用地・鉄道用地・駐車場用地とその他の空地）

5) エネルギーフットプリント (Forest land for energy)

エネルギーフットプリントは UT モデルを参考して、民生家庭部門と民生交通部門がある。その二つの消費は家計調査をベースにして算出している。一方、構成要素の 1)～3) における消費品を輸送するために、二酸化炭素も排出されている。本研究はその輸送部門も含めて算出を行う。

a) 民生家庭：家計が住宅内で消費したエネルギー

$$EF_h^k = \frac{C_r^k}{\gamma_s} \quad (3.3.7)$$

$$C_r^k = r_c \cdot \sum_{l=1}^2 \sum_{m=1}^4 (H_{lm}^k \cdot E_{lm}) \quad (3.3.8)$$

r_c ：二酸化炭素係数 (t-CO₂/MJ)

H_{lm}^k ：自治体 k の住宅の建て方 l (戸建・集合住宅)、世帯人員 m の世帯数 (世帯)

E_{lm} ：自治体 k が属する地域における建て方 l、世帯人員 m の 1 世帯当たりの電力・灯油・都市ガス (または LPG) エネルギー消費量 (MJ)

γ ：森林の二酸化炭素吸収効率 (t-CO₂/ha)

b) 民生交通：家計が住宅・工場・事業所の外部で自家用車に消費したエネルギー

$$EF_t^k = \frac{C_t^k}{\gamma} \quad (3.3.9)$$

$$C_t^k = \left\{ (B_o^k \cdot K_o^k) + (B_n^k \cdot K_n^k) \right\} \cdot r_g \cdot B_d \quad (3.3.10)$$

B_o^k ：自治体 k における単身世帯のガソリン購入量 (ℓ)

B_n^k ：自治体 k における複数世帯のガソリン購入量 (ℓ)

K_o^k : 自治体 k の単身世帯数 (戸)

K_n^k : 自治体 k の複数人世帯数 (戸)

r_g : ガソリン燃焼に伴う二酸化炭素排出原単位 (t-CO₂/ℓ)

B_d : ディーゼル車を考慮した際の上乗せ分

c) 輸送：食料，衣料などを海外から輸送するために消費したエネルギー

運輸部門については，国内での貨物輸送における発生した CO₂ 排出量の算出が容易ではなく，信頼性の高い正確な数値を把握できないため，本研究では海外と国内の間における発生した CO₂ 排出量のみを計算の対象とする．海外における貨物輸送の CO₂ 排出量は従来のトンキロ法に基づき，輸送距離と輸送量を CO₂ 排出原単位で乗じることによって算出する．輸入国に関しては，貿易統計により輸入量 1～5 位及び全体輸入量 5%以上を占めている国を輸入先と仮定する．貨物の輸送量については，財務省貿易統計 (H23) に基づいている．輸入対象とする品目に関しては，食品は農林水産省の「H23 年食料需給表」により，総消費量の 50%以上を占めた品目を対象にする．飼料に関しては，農林水産省の「H25 年飼料をめぐる情勢」に基づいている．そのほかの対象品目としては，木材と紡織用繊維がある．輸送距離については，航空マイレージと海運距離に基づいていて，輸出国の代表的な一つの港・空港から輸入国における一番貿易が頻繁な港・空港まで，最短の経路と仮定する．

$$EF_T^k = \sum WU_{CO_2(k)} Lk_c \quad (3.3.11)$$

$U_{CO_2(k)}$: 交通手段 k の CO₂ 排出原単位 (g-CO₂/(ton・km))

L : 輸送距離 (km)

3-3-2 集落スケールでの EF 指標

先述のように，本研究では集落スケールに適用できるため，EF指標の改良を行う．構成要素の1)～4)は主にUTモデルを参考にして算出しているが，集落スケールに応じた改良点を以下に示す．

1) 耕作地フットプリント

居住する集落に関係なく，野菜や米などにおける 1 人当たりの消費量を同じと仮定した上で，各都道府県の各作物消費量を作物ごとの土地生産性で除したものである．本研究では「国勢調査・小地域統計」を用いて，集落毎の年齢階層の違いによる食糧消費の特徴を明らかにした．

2) 牧草地フットプリント

1) と同様に居住者の年齢階層別の牛肉及び牛乳消費量に基づいて，それに必要となる牧

草地を算出している。

3) 紙フットプリント

全国の製紙材料を採取するための森林面積を算出し、さらにその数値に家計消費割合を乗じることによって、居住者消費に伴う EF 指標値を求めた。輸入先 m は温帯(国内含む)、熱帯、寒帯となる。

4) 都市フットプリント

「つくば市都市計画基礎調査」を用いて、都市的の土地利用面積を都市フットプリントとして計上した。都市的の土地利用は住宅用地・商業用地・工業用地・運輸施設用地・公共用地・文教厚生用地・公共空地・公園・防衛用地・道路用地・鉄道用地・駐車場用地とその他の空地を含まれている

5) エネルギーフットプリント

EF 指標値の中でも一般的に構成割合の最も多くなる構成要素5)については、より精度の高い検討を可能とするため、民生家庭部門、民生交通部門と運輸部門に分類している。これらの算出に関しては、既存のUTモデルでは、対象課題の有する特性を十分に反映した検討が不可能である。そこで5)に関しては、下記のような改良を加えている。

a) 民生家庭部門

家庭部門のエネルギーフットプリントの算出方法は式(3.3.12)に示す。まず、住宅によって排出されたCO₂の特徴を明らかにするため、環境省・経済産業省が「京都議定書の削減約束達成に向けた「国民行動の目安」」の中で発表した関東地方の世帯あたりのエネルギー消費量(住宅の種類、世帯人員別)の数値、また、H23国勢調査・小地域調査の住宅別人口と世帯別人口を用いて、住宅建て方別・世帯人員別1世帯当たりCO₂排出量を算出した。そして、二酸化炭素吸収効率でその値を除して、住宅建て方別世帯数と掛け合わせることで、家庭エネルギーEFを算出した。二酸化炭素吸収効率は、EF指標の開発者であるWackernagelやWWF、国土交通省が用いた数値(世界の26の主な森林生物群を加重平均した求めた値)を採用する。

$$EF_h^s = \sum_{x=1}^2 \sum_{y=1}^4 \frac{P_x^s C_x^s + P_y^s C_y^s}{\gamma} \quad (3.3.12)$$

C_x^s : 集落sの住宅の建て方xの二酸化炭素排出量(ton)

C_y^s : 集落sの世帯人員 yの二酸化炭素排出量 (ton)

P_x^s : 集落sにおける住宅建て方x別人数 (人)

P_y^s : 集落sにおける世帯人員yの世帯数 (世帯数)

b) 民生交通部門

民生交通に関してはH22家計調査による世帯人員別1世帯当たりの年間ガソリン購入量とH21東京都市圏パーソントリップ調査によるゾーン別の平均自動車利用時間を用いて算出している。算出方法を式(3.3.13)に示す。

まず、集落が所属しているゾーンを確認して、単身世帯と二人以上世帯の違いを踏まえ、ゾーン別の自動車利用率を考慮した年間ガソリン購入量を算出する。次に、ガソリン購入量に世帯人員別世帯数と二酸化炭素排出係数を掛けて、集落年間自動車利用によるCO₂排出量を算出した。さらに二酸化炭素吸収率でCO₂排出量を除することで、世帯人員による消費電力量の違いまでを考慮した交通エネルギーEFを算出した。

$$EF_t^s = \sum \frac{P_y^s C^s r_c (t/T)}{\gamma} \quad (3.3.13)$$

C^s : 集落 s におけるガソリン消費量(CC/人)

t : ゾーン別の平均自動車利用時間

T : 全集落平均自動車利用時間

c) 運輸部門

運輸部門のエネルギーフットプリントの算出方法は式(3.3.11)と同様である

3-3-3 都道府県スケールでの長期的 EF 指標

先述のように、時間軸に関して、本研究はデータの許す限度内で過去にまで遡って、都道府県スケールにおける長期的な環境バランスを算出する。

本節は1970年から10年毎のEF指標値の算出方法を構築する。EFの計算の手順としては、まず、構成要素1)~4)については、UTモデル(氏原ら, 2010)に基づき算出する。要素4)の都市的な活動のための土地面積は「日本の統計」から算出する。

要素5)の民生部門と家庭部門については、「総合エネルギー統計」のデータを使用し、家庭で消費した年間の電力・ガス・灯油・ガソリンの量を把握して、それを吸収するための森林面積を算出する。輸送部門は海外と国内の間の貨物輸送によって発生したCO₂排出量を計算の対象にし、具体的な輸送量を貿易調査¹¹⁾から把握する。要素5)の算出式は式(3.3.14)~(3.3.16)に示す。

$$EF_h^k = p_n^k \frac{E_e^k \times r_e}{r_s} \quad (3.3.14)$$

E_e^k : 都道府県 k のエネルギー e の年間消費量(kWh/人)

r_e : エネルギー e の調整後排出係数(ton-CO₂/kWh)

r_s : 森林の二酸化炭素効率(ton-CO₂/ha)

s : 3 区分(電気・ガス・灯油)

$$EF_t^k = p_n^k \frac{E_e^k \times r_g}{r_s} \quad (3.3.15)$$

r_g : ガソリンの調整後排出係数(ton-CO₂/CC)

$$EF_T^k = \frac{p_n^k \times r_g}{p \times r_s} \sum W \times U_{CO_2(k)} \times L \quad (3.3.16)$$

W : 輸送量 (ton)

$U_{CO_2(k)}$: 交通手段 k の CO₂ 排出原単位 (g-CO₂/ton・km)

L : 輸送距離 (km)

また、データ収集が困難な項目がある。構成要素 1)と 2)の衣料・毛系については、2010年の値を算出して、その以前のは家計調査の被服費により推計する。構成要素 4)は2010年のデータを使用する。構成要素 5)について、「総合エネルギー統計」は1990年からしか存在していない。1990年以前は「エネルギーバランス表」の全国消費量と、1990年における「総合エネルギー統計」の地方別一人当たり消費量に基づいて推計する。

なお、輸送部門に関しては、3-3-1 節の自治体スケールでの算出と同じに、国外輸送を対象にしている。国内における都道府県間の輸送に関しては、卸売業の流通データに基づいた研究がある(白木ら, 2006; 吉川ら, 2006)。しかし、それらの算出については、地方スケール(全国に9地方)の出荷量を人口で按分する、輸送手段と輸送距離を仮説で推計することによって、信頼性の高い正確な数値を把握できない。一方、それらの研究により、地域内自給率が高ければ輸送CO₂排出量が低くなる傾向があることを示された。

4 環境バランスの長期的動向とその可視化

3章では、環境バランスの改善に向けて、各主体（対象レベル）に対応できる様々な環境負荷を網羅的に捉える評価ツールを構築した。そこで、本章では、3章で構築した長期的EF指標の算出方法を用いて、日本における環境バランスの変化を定量的に評価することを目的にする。

4-1 本章の研究内容

地域での政策検討につなげるために、日本におけるすべての都道府県の環境や消費に関する情報を網羅的に把握する必要がある。そのため、本章では、データの許す限度内で過去にまで遡って検討を行い、日本全体及び都道府県の範囲内で環境バランスの変遷と達成状況を評価する。

過去の変遷については、1970年から10年毎の5時点における環境バランスを評価する。日本では、高度経済成長期における経済問題に伴う環境問題が深刻して以降、1972年には国連人間環境会議⁵⁾において地球規模での環境問題への取組みに主眼が置かれるようになった。その後、1992年には環境と開発に関する環境サミット¹⁾が開催され、「アジェンダ 21」等が採択されるに至っている²⁾。1970年代から、ライフスタイルの変化と共に、環境問題への対策も積極的に実施されている。

また、長期的検討が可能なデータは限られている。戦前には主要な統計データが存在せず、1960年代には集計方法・項目を改訂されたデータが沢山ある。以上より、1970年以降のデータを用いた環境バランスの可視化は、環境問題を理解する上で適切であると判断できる。

また、環境や消費に関連する統計データは多岐に渡っており、それらを単に羅列するだけでは一般市民の行動をも促すような情報にはなりえない。このような問題を解決するために、データを「統合」し、かつわかりやすく「可視化」することが求められる。本章では、EFとBC両者を統合した環境バランスの観点に基づき、メテオグラムと言う可視化手法を提案する。この可視化図は、数値による可視化から一歩進め、EFとBCを統合した環境バランス関係に基づき、EF・BC・環境バランスの三者の変化状況を簡便に表す表現手法である。なお、検討対象とした地域の動向が流星(meteor)のように流れる図となるため、便宜上「メテオグラム」と命名する。

本研究では、3章の分析ツールを用いて日本各都道府県の環境バランスの長期的変化を明らかにする。全体の状況から各要素の詳細な変化まで、包括的に把握するため、まずは日本全体の環境負荷と環境受容量を算出し、各構成要素の詳細な変化について分析を行う。また、すべての都道府県における環境バランスの変化を明らかにし、メテオグラムを用いて、各都道府県の環境バランスの変遷と達成状況を評価する。

4-2 日本における環境バランスの長期的変化

日本における一人当たりの環境負荷量と環境受容量の長期的変化を図4-1～図4-7に示す。これらの図から以下のことを明らかにした。

- 1) 図4-1から一人あたりの耕作地フットプリントは徐々に高くなっていることを明らかにした。それは全体の国民消費量が増える一方で、フットプリントが相対的に少ない蔬菜類より、フットプリントが高い肉類の割合は増加しているためと考えられる。食スタイル転換がフットプリントにも反映されている。
- 2) 図4-2と図4-3に牧草地フットプリントと紙フットプリントの長期的変化を示している。一人あたりの衣料フットプリントと紙フットプリントは1970年から高くなって、1990年と2000年にピークに達し、そのあと徐々に低くなっている。バブル経済の崩壊により衣料・紙の使用が抑えていたためと考えられる。しかし、2010年時点のフットプリントはまだ1970年より高い状態である。
- 3) 図4-4から2010年の民生家庭フットプリントは1970年より約1.8倍になっていることから、民生家庭でのエネルギー消費量が急増していることを明らかにした。また、図4-5から民生交通フットプリントの変化を示した。1970年から2010年の間に民生交通フットプリントは自家用車の普及により6倍まで増加したことが分かった。
- 4) 図4-6に輸送フットプリントの長期的変化を示しており、一人あたりの輸送部門フットプリントが急激に高くなっていることを明らかにした。食糧自給率が低くなるとともに、環境に対する負荷が海外に移転していることを明らかにした。
- 5) 一人あたりのEF値とBC値は図4-7に示しており、EF値が年々増加している傾向を示した。一方、近年の人口減少にもかかわらず、BC値が1970年から徐々に低くなっており、環境負荷を吸収できる環境の需要量が大幅に減少していることを明らかにした。

なお、WWFにより算出した結果（WWFジャパン，2012）と比べて、EF値が年々増加しているとともに、生物生産力（本研究における環境受容量の概念）が減少している傾向を双方の資料より読み取れる同様である。また、本研究では国内輸送を対象外にするが、既存の研究（吉川ら，2006）により、輸入による輸送CO₂排出量は国内輸送の約1.2倍であることが示されている。

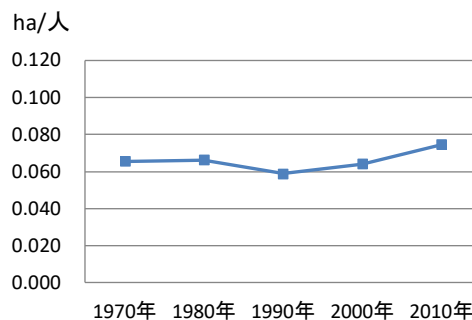


図4-1 一人当たりの耕作地フットプリントの長期的変化

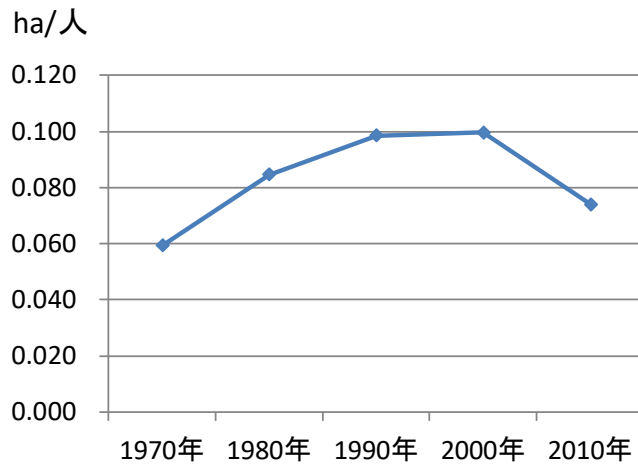


図4-2 一人当たりの牧草地フットプリントの長期的変化

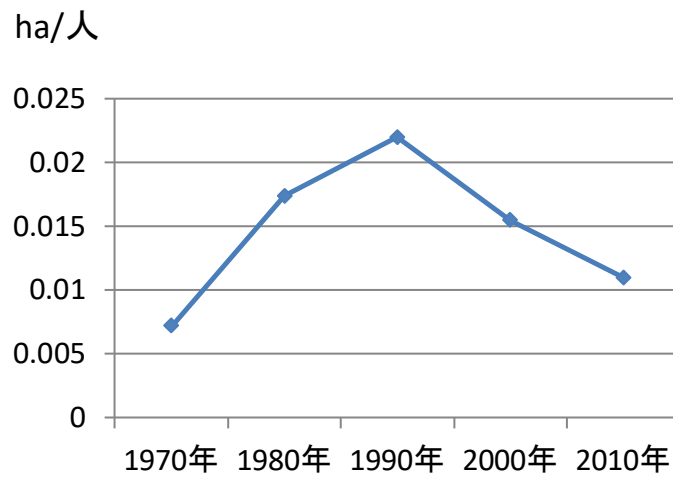


図4-3 一人当たりの紙フットプリントの長期的変化

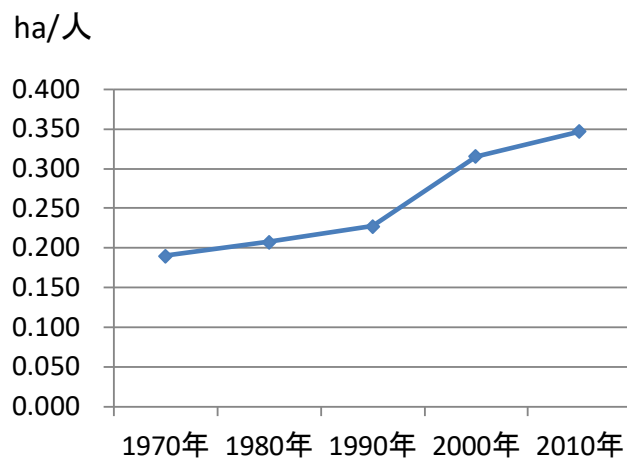


図4-4 一人当たりの民生家庭フットプリントの長期的変化

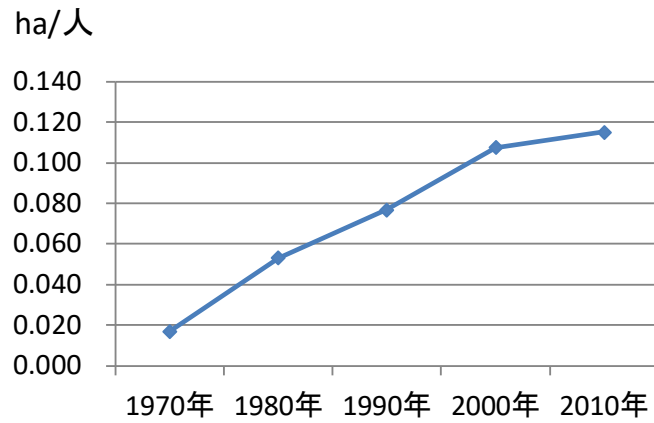


図4-5 一人当たりの民生交通フットプリントの長期的変化

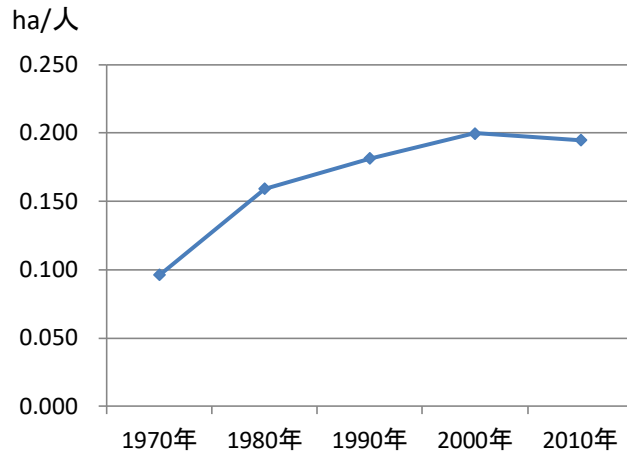


図4-6 一人当たりの輸送フットプリントの長期的変化

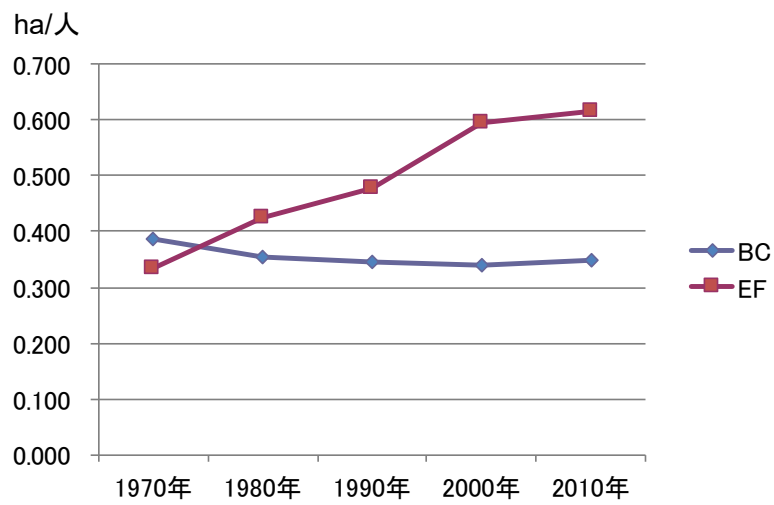


図4-7 一人当たりの環境バランスの長期的変化

4-3 都道府県における環境バランスの長期的変化

日本全国47都道府県の環境バランスを表すメテオグラムを図4-8に、一人当たりの結果を図4-9に示す。都道府県における各要素の変化を表4-1～4-7に示す。Y軸に各都市におけるEF/人、X軸にBC/人をプロットしており、各都道府県のポイントより伸びる矢印が、長期的な変化を示している。また、各都道府県における一人当たりのBC値のばらつきが小さい。見やすいために、X軸を長くしており、BC値がEF値より大きいというわけではない。矢印の方向は1970年から2010まで10年おきである。傾き $r=1$ よりも下部にプロットされる都道府県が地区内のBCに見合った生活を達成しており、本研究で設定した前提のもとでの環境バランスを達成したといえる。

図4-8から、以下のことを明らかにした。

環境バランスの達成状況が都道府県によって大きな違いがある。東京などの大都市圏は、環境負荷が環境受容より何十倍も高くなる一方、北海道のような自然資源の豊かな都道府県は、環境バランスを達成している。大都市圏周辺の都道府県は人口増加のスピードが速いので、環境負荷の変化も激しい。

図4-9から、以下のような考察ができる。

- 1) 1970年から2010年までに、一人当たりのEF値は急激に増加してきた。それに対して、BC値の変化は顕著ではない。結果としては、日本におけるすべての都道府県の環境バランスが悪化していることを明らかにした。
- 2) 1970年においては、都道府県で環境バランスを達成できているのは半数程度であることが分かった。2010年になると、バランスを達成したのは北海道、岩手県、秋田県、山形県、長野県、愛媛県と和歌山県の7県に留まっている。現在はほとんどの都道府県において十分に環境バランスが達成できていないことが示された。
- 3) 一人当たりのEF値に関しては、番号1-7の都道府県では2000年から増加の程度が弱くなり、一部の県には減少する傾向が現れた。北海道と東北におけるエネルギーの消費量が減少しているためである。
- 4) EF値に関しては、1970年から徐々に減少したが、その後人口減少によって一人当たりの値が増えたケースが見られる。各年度の都道府県毎の差は、EF値では少ないが、BCでは差が顕著である。
- 5) 図の中で傾き $r=1$ よりも下部にプロットされる都市ほど環境負荷超過率が小さいことになる。北海道と東北の県は1970年に環境バランスを達成したが、青森県・山形県・福島県は1990年からEF値の急増により、2000年で環境超過率が1以上になった。山形県は一人当たりのBCが増えたことにより、2010年から環境バランスを達成した。三大都市圏における都道府県はBCの値がより小さい一方、EF値は高い。その結果、1970年からバランスが達成できていない。
- 6) 各都道府県の環境負荷超過率は大きな差があり(2010年：北海道では $r=0.62$ 、東京都では $r=93$ ；1970年：北海道では $r=0.35$ 、東京都では $r=42$)、とばらつきが大きいことが確

認められた。また同じ環境負荷超過率を取っていても（同じ r の傾き上にあっても）そのベースとなるEFやBCの値が大きく異なることがメテオグラムを用いることにより一目で判別できるようになった。

表4-1～4-7から、以下のようなことが言える。

耕作地フットプリントに関しては、三大都市圏と沖縄県の増加率がより高いことがわかった。牧草地フットプリントと紙フットプリントは一人当たりの変化が大きくないため、人口の変化と同じ傾向を示している。東北の県における民生家庭フットプリントは年々減っている。民生交通フットプリントに関しては、すべての県において1970年から1980年まで急増しているが、近年減少する県もある。すべての県においては、BCが年々減っていることがわかった。

4-4 本章のまとめ

本章はメテオグラム図を用いて粗いながらも環境バランスの視覚化を実現することで、長期的なEF及びBC及び両者のバランスを把握し、分権化の進んだ地方自治体の持続可能性の吟味を行った。日本全体に関しては、50年間の環境バランスの変化を明らかにし、環境バランスの達成状況が年々悪化していることを明らかにできた。CO₂を吸収するために必要な民生家庭・民生交通フットプリントが急増している一方、輸送部門フットプリントが減少する傾向が見られ、国外の生産への依存が低下していることが分かった。しかし、日本国内の減り続けるBCを考えると、食料輸入の減少による輸送部門フットプリントの大幅削減は容易ではない。従って、日本のEFの削減は、国内の民生家庭・民生交通フットプリントを化石燃料からの多種多様な代替エネルギーを活用することによって減らすことも重要であると考えられる。また、都道府県別の結果を見ると、北海道・東北・宮崎など農業が盛んでおり、食料自給率も高い道県の環境バランスが回復している傾向が見られた。

日本全体の環境バランス改善には、環境面な持続可能性が経済と社会に与える影響の認識が重要である。その認識に基づき、国外生産への依存の低減や、革新的な政策と土地利用計画の導入などの政策を実施する必要がある。

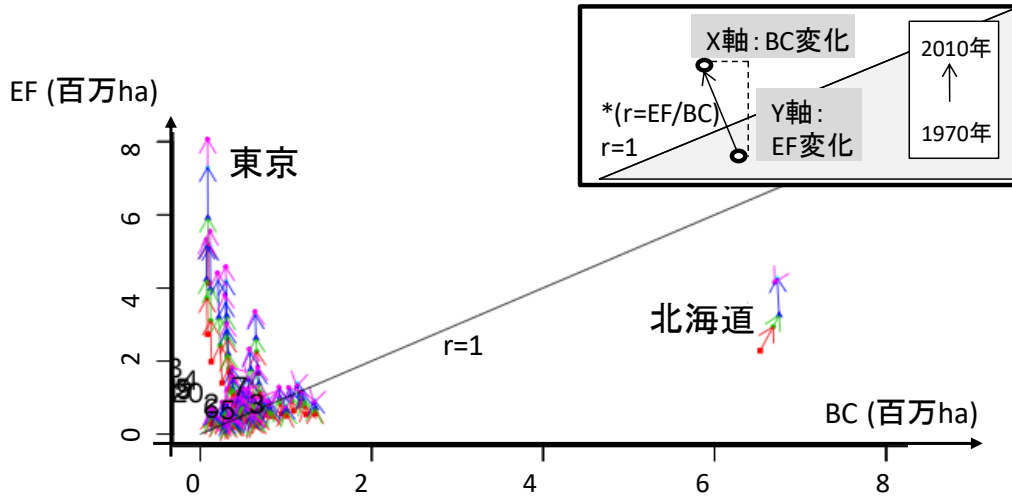


図4-8 都道府県別環境バランスの長期的変化

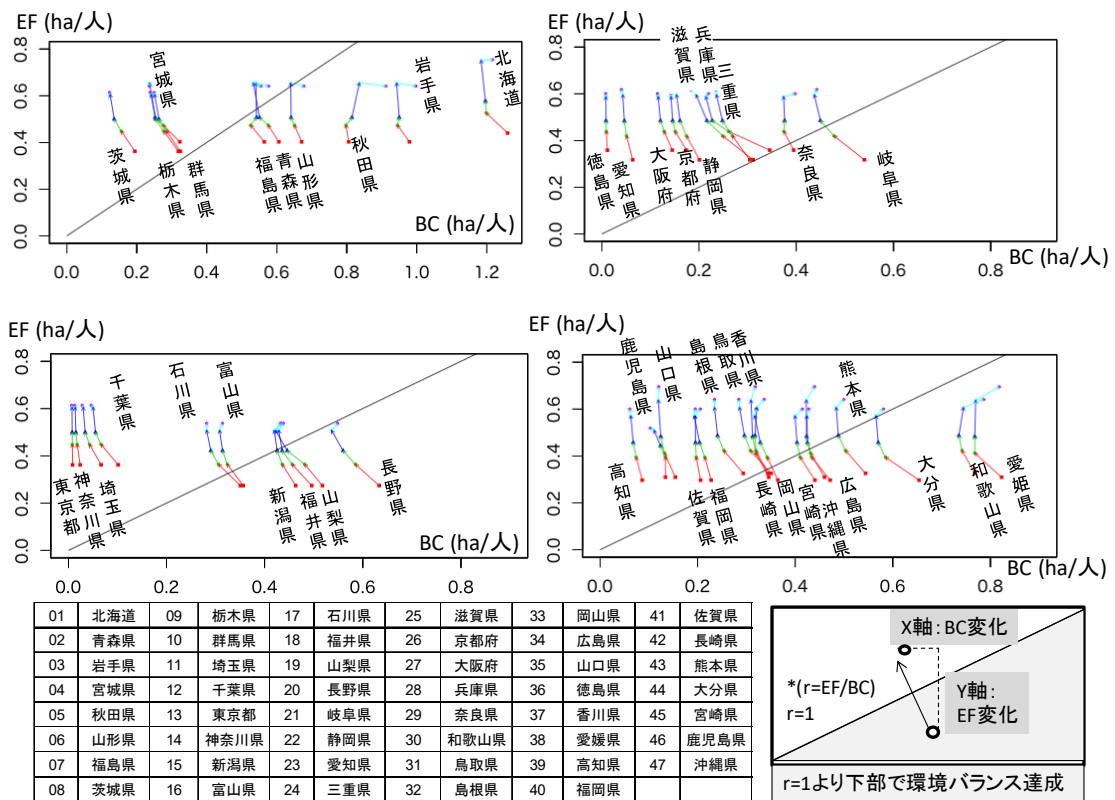


図 4-9 環境バランスの変化のメテオグラム図

表 4-1 都道府県別耕作地フットプリントの変化率

番号	都道府県	1970年→1980年	1980年→1990年	1990年→2000年	2000年→2010年
1	北海道	0.085	-0.099	0.095	0.127
2	青森県	0.077	-0.134	0.083	0.083
3	岩手県	0.046	-0.113	0.087	0.093
4	宮城県	0.155	-0.039	0.144	0.155
5	秋田県	0.022	-0.131	0.054	0.062
6	山形県	0.031	-0.105	0.076	0.093
7	福島県	0.055	-0.080	0.100	0.110
8	茨城県	0.204	-0.010	0.142	0.157
9	栃木県	0.145	-0.039	0.127	0.165
10	群馬県	0.125	-0.053	0.120	0.154
11	埼玉県	0.415	0.052	0.178	0.206
12	千葉県	0.420	0.044	0.161	0.220
13	東京都	0.028	-0.092	0.107	0.269
14	神奈川県	0.277	0.026	0.157	0.240
15	新潟県	0.048	-0.101	0.088	0.116
16	富山県	0.082	-0.096	0.089	0.135
17	石川県	0.127	-0.074	0.103	0.152
18	福井県	0.077	-0.077	0.095	0.131
19	山梨県	0.065	-0.056	0.133	0.130
20	長野県	0.075	-0.079	0.117	0.130
21	岐阜県	0.125	-0.062	0.110	0.148
22	静岡県	0.126	-0.052	0.116	0.162
23	愛知県	0.166	-0.043	0.145	0.224
24	三重県	0.103	-0.054	0.127	0.162
25	滋賀県	0.225	0.008	0.195	0.222
26	京都府	0.134	-0.083	0.105	0.160
27	大阪府	0.122	-0.082	0.097	0.171
28	兵庫県	0.112	-0.065	0.117	0.171
29	奈良県	0.312	0.012	0.141	0.129
30	和歌山県	0.052	-0.120	0.083	0.090
31	鳥取県	0.072	-0.093	0.084	0.117
32	島根県	0.024	-0.114	0.061	0.096
33	岡山県	0.106	-0.084	0.102	0.160
34	広島県	0.135	-0.074	0.099	0.156
35	山口県	0.060	-0.118	0.057	0.105
36	徳島県	0.053	-0.103	0.078	0.109
37	香川県	0.111	-0.089	0.087	0.132
38	愛媛県	0.072	-0.105	0.072	0.115
39	高知県	0.066	-0.117	0.073	0.093
40	福岡県	0.141	-0.060	0.134	0.176
41	佐賀県	0.042	-0.097	0.086	0.128
42	長崎県	0.022	-0.125	0.056	0.094
43	熊本県	0.063	-0.085	0.099	0.137
44	大分県	0.073	-0.104	0.074	0.140
45	宮崎県	0.106	-0.097	0.089	0.129
46	鹿児島県	0.042	-0.103	0.081	0.111
47	沖縄県	0.182	-0.017	0.173	0.229

表 4-2 都道府県別牧草地フットプリントの変化率

番号	都道府県	1970年→1980年	1980年→1990年	1990年→2000年	2000年→2010年
1	北海道	1.597	0.280	-0.290	-0.312
2	青森県	1.577	0.230	-0.299	-0.339
3	岩手県	1.503	0.260	-0.296	-0.333
4	宮城県	1.763	0.365	-0.259	-0.295
5	秋田県	1.444	0.235	-0.317	-0.351
6	山形県	1.466	0.271	-0.303	-0.333
7	福島県	1.525	0.307	-0.287	-0.322
8	茨城県	1.881	0.407	-0.260	-0.293
9	栃木県	1.739	0.365	-0.270	-0.289
10	群馬県	1.690	0.345	-0.274	-0.296
11	埼玉県	2.385	0.494	-0.237	-0.263
12	千葉県	2.396	0.483	-0.248	-0.255
13	東京都	1.459	0.290	-0.283	-0.225
14	神奈川県	2.055	0.457	-0.250	-0.243
15	新潟県	1.507	0.276	-0.295	-0.319
16	富山県	1.587	0.284	-0.295	-0.307
17	石川県	1.696	0.316	-0.285	-0.296
18	福井県	1.577	0.311	-0.291	-0.309
19	山梨県	1.548	0.341	-0.266	-0.310
20	長野県	1.571	0.309	-0.276	-0.310
21	岐阜県	1.690	0.333	-0.281	-0.299
22	静岡県	1.693	0.347	-0.277	-0.290
23	愛知県	1.789	0.360	-0.258	-0.253
24	三重県	1.639	0.344	-0.270	-0.291
25	滋賀県	1.930	0.431	-0.226	-0.254
26	京都府	1.712	0.302	-0.284	-0.292
27	大阪府	1.685	0.303	-0.289	-0.285
28	兵庫県	1.661	0.328	-0.276	-0.285
29	奈良県	2.139	0.438	-0.261	-0.310
30	和歌山県	1.517	0.250	-0.298	-0.335
31	鳥取県	1.565	0.289	-0.298	-0.318
32	島根県	1.449	0.258	-0.313	-0.331
33	岡山県	1.646	0.302	-0.286	-0.292
34	広島県	1.715	0.316	-0.288	-0.294
35	山口県	1.535	0.253	-0.315	-0.325
36	徳島県	1.519	0.274	-0.302	-0.323
37	香川県	1.659	0.294	-0.296	-0.308
38	愛媛県	1.565	0.272	-0.305	-0.319
39	高知県	1.551	0.255	-0.305	-0.333
40	福岡県	1.730	0.336	-0.265	-0.282
41	佐賀県	1.492	0.282	-0.296	-0.311
42	長崎県	1.446	0.243	-0.316	-0.332
43	熊本県	1.542	0.300	-0.288	-0.306
44	大分県	1.568	0.273	-0.304	-0.304
45	宮崎県	1.645	0.284	-0.294	-0.311
46	鹿児島県	1.492	0.274	-0.300	-0.321
47	沖縄県	1.827	0.397	-0.240	-0.249

表 4-3 都道府県別紙フットプリントの変化率

番号	都道府県	1970年→1980年	1980年→1990年	1990年→2000年	2000年→2010年
1	北海道	0.537	0.177	0.018	-0.280
2	青森県	0.525	0.132	0.006	-0.309
3	岩手県	0.481	0.159	0.011	-0.302
4	宮城県	0.635	0.256	0.064	-0.263
5	秋田県	0.446	0.136	-0.020	-0.322
6	山形県	0.459	0.169	-0.000	-0.302
7	福島県	0.494	0.202	0.022	-0.292
8	茨城県	0.705	0.294	0.061	-0.261
9	栃木県	0.620	0.256	0.048	-0.256
10	群馬県	0.592	0.237	0.041	-0.264
11	埼玉県	1.003	0.375	0.095	-0.230
12	千葉県	1.009	0.365	0.079	-0.221
13	東京都	0.455	0.187	0.029	-0.190
14	神奈川県	0.808	0.341	0.076	-0.209
15	新潟県	0.483	0.174	0.012	-0.288
16	富山県	0.531	0.181	0.012	-0.276
17	石川県	0.595	0.210	0.025	-0.264
18	福井県	0.525	0.206	0.018	-0.278
19	山梨県	0.508	0.234	0.053	-0.278
20	長野県	0.521	0.204	0.039	-0.278
21	岐阜県	0.592	0.226	0.031	-0.267
22	静岡県	0.594	0.239	0.038	-0.258
23	愛知県	0.650	0.251	0.064	-0.219
24	三重県	0.562	0.236	0.048	-0.258
25	滋賀県	0.734	0.317	0.111	-0.220
26	京都府	0.605	0.198	0.027	-0.260
27	大阪府	0.589	0.199	0.019	-0.252
28	兵庫県	0.575	0.222	0.038	-0.252
29	奈良県	0.857	0.323	0.061	-0.279
30	和歌山県	0.489	0.150	0.007	-0.304
31	鳥取県	0.518	0.185	0.007	-0.287
32	島根県	0.449	0.158	-0.014	-0.300
33	岡山県	0.566	0.197	0.024	-0.259
34	広島県	0.606	0.210	0.021	-0.262
35	山口県	0.500	0.153	-0.018	-0.295
36	徳島県	0.490	0.172	0.002	-0.292
37	香川県	0.573	0.191	0.011	-0.277
38	愛媛県	0.518	0.170	-0.004	-0.288
39	高知県	0.509	0.154	-0.002	-0.303
40	福岡県	0.615	0.229	0.054	-0.249
41	佐賀県	0.475	0.180	0.010	-0.280
42	長崎県	0.447	0.143	-0.019	-0.301
43	熊本県	0.504	0.196	0.022	-0.274
44	大分県	0.519	0.171	-0.002	-0.272
45	宮崎県	0.565	0.181	0.012	-0.279
46	鹿児島県	0.474	0.172	0.005	-0.291
47	沖縄県	0.673	0.285	0.090	-0.215

表 4-4 都道府県別民生家庭フットプリントの変化率

番号	都道府県	1970年→1980年	1980年→1990年	1990年→2000年	2000年→2010年
1	北海道	0.130	0.063	0.395	0.018
2	青森県	0.062	-0.032	0.440	-0.074
3	岩手県	0.031	-0.009	0.447	-0.066
4	宮城県	0.138	0.074	0.523	-0.013
5	秋田県	0.007	-0.029	0.402	-0.092
6	山形県	0.016	-0.000	0.431	-0.066
7	福島県	0.040	0.028	0.463	-0.051
8	茨城県	0.286	0.199	0.417	0.072
9	栃木県	0.222	0.163	0.399	0.079
10	群馬県	0.201	0.146	0.390	0.069
11	埼玉県	0.511	0.273	0.462	0.117
12	千葉県	0.516	0.264	0.440	0.130
13	東京都	0.097	0.100	0.374	0.175
14	神奈川県	0.363	0.242	0.436	0.148
15	新潟県	0.218	0.184	0.414	0.125
16	富山県	0.257	0.191	0.415	0.144
17	石川県	0.310	0.221	0.434	0.162
18	福井県	0.252	0.216	0.423	0.141
19	山梨県	0.199	0.204	0.445	0.104
20	長野県	0.209	0.175	0.425	0.103
21	岐阜県	0.266	0.197	0.415	0.121
22	静岡県	0.267	0.209	0.424	0.135
23	愛知県	0.238	0.153	0.450	0.128
24	三重県	0.172	0.139	0.427	0.070
25	滋賀県	0.301	0.213	0.513	0.126
26	京都府	0.204	0.104	0.399	0.068
27	大阪府	0.192	0.105	0.388	0.079
28	兵庫県	0.181	0.126	0.414	0.079
29	奈良県	0.394	0.219	0.445	0.041
30	和歌山県	0.117	0.059	0.372	0.004
31	鳥取県	0.211	0.162	0.341	0.094
32	島根県	0.157	0.135	0.313	0.074
33	岡山県	0.250	0.174	0.364	0.137
34	広島県	0.282	0.186	0.360	0.133
35	山口県	0.197	0.130	0.308	0.083
36	徳島県	0.233	0.191	0.465	0.126
37	香川県	0.301	0.209	0.478	0.150
38	愛媛県	0.255	0.188	0.457	0.133
39	高知県	0.248	0.173	0.458	0.110
40	福岡県	0.304	0.218	0.476	0.166
41	佐賀県	0.190	0.170	0.414	0.118
42	長崎県	0.168	0.133	0.374	0.085
43	熊本県	0.214	0.185	0.431	0.127
44	大分県	0.226	0.161	0.398	0.130
45	宮崎県	0.263	0.171	0.417	0.119
46	鹿児島県	0.190	0.162	0.407	0.102
47	沖縄県	0.249	0.178	0.329	0.127

表 4-5 都道府県別民生交通フットプリントの変化率

番号	都道府県	1970年→1980年	1980年→1990年	1990年→2000年	2000年→2010年
1	北海道	2.366	0.465	0.684	-0.030
2	青森県	2.340	0.409	0.459	0.001
3	岩手県	2.245	0.443	0.465	0.010
4	宮城県	2.582	0.563	0.542	0.068
5	秋田県	2.168	0.414	0.420	-0.018
6	山形県	2.196	0.455	0.449	0.011
7	福島県	2.273	0.497	0.482	0.026
8	茨城県	2.734	0.610	0.332	0.018
9	栃木県	2.549	0.563	0.315	0.025
10	群馬県	2.487	0.540	0.308	0.015
11	埼玉県	3.387	0.711	0.375	0.061
12	千葉県	3.401	0.698	0.354	0.073
13	東京都	2.187	0.477	0.292	0.116
14	神奈川県	2.960	0.669	0.351	0.090
15	新潟県	2.249	0.461	0.209	0.036
16	富山県	2.353	0.470	0.209	0.053
17	石川県	2.494	0.506	0.225	0.070
18	福井県	2.340	0.501	0.216	0.050
19	山梨県	2.303	0.535	0.365	-0.009
20	長野県	2.332	0.498	0.346	-0.009
21	岐阜県	2.487	0.526	0.337	0.007
22	静岡県	2.491	0.542	0.345	0.019
23	愛知県	2.615	0.557	0.231	0.176
24	三重県	2.421	0.538	0.211	0.116
25	滋賀県	2.798	0.639	0.284	0.174
26	京都府	2.515	0.491	0.188	0.114
27	大阪府	2.479	0.492	0.179	0.125
28	兵庫県	2.449	0.521	0.201	0.125
29	奈良県	3.068	0.647	0.226	0.085
30	和歌山県	2.262	0.431	0.164	0.047
31	鳥取県	2.324	0.475	0.165	0.073
32	島根県	2.175	0.441	0.140	0.053
33	岡山県	2.430	0.490	0.184	0.114
34	広島県	2.518	0.506	0.181	0.111
35	山口県	2.286	0.435	0.136	0.062
36	徳島県	2.264	0.459	0.592	0.079
37	香川県	2.446	0.482	0.606	0.102
38	愛媛県	2.325	0.456	0.583	0.085
39	高知県	2.306	0.437	0.585	0.063
40	福岡県	2.538	0.530	0.466	0.063
41	佐賀県	2.230	0.468	0.405	0.019
42	長崎県	2.170	0.423	0.365	-0.011
43	熊本県	2.295	0.488	0.421	0.027
44	大分県	2.328	0.457	0.389	0.030
45	宮崎県	2.428	0.470	0.408	0.020
46	鹿児島県	2.230	0.458	0.397	0.004
47	沖縄県	2.664	0.599	0.398	0.192

表 4-6 都道府県別 BC の変化率

番号	都道府県	1970年→1980年	1980年→1990年	1990年→2000年	2000年→2010年
1	北海道	0.023	0.010	-0.004	-0.004
2	青森県	-0.006	0.003	-0.007	-0.007
3	岩手県	0.001	0.002	-0.008	-0.006
4	宮城県	-0.023	-0.011	-0.014	-0.009
5	秋田県	0.002	-0.002	-0.006	-0.004
6	山形県	-0.010	-0.010	-0.013	-0.005
7	福島県	-0.007	-0.011	-0.021	-0.007
8	茨城県	-0.045	-0.032	-0.041	-0.018
9	栃木県	-0.015	-0.009	-0.018	-0.010
10	群馬県	-0.021	-0.017	-0.020	-0.015
11	埼玉県	-0.092	-0.061	-0.050	-0.033
12	千葉県	-0.075	-0.027	-0.031	-0.029
13	東京都	-0.054	-0.020	-0.028	-0.014
14	神奈川県	-0.052	-0.016	-0.043	-0.009
15	新潟県	-0.023	-0.015	-0.013	-0.006
16	富山県	-0.026	-0.015	-0.019	-0.006
17	石川県	-0.025	-0.013	-0.016	-0.009
18	福井県	-0.018	-0.010	-0.010	-0.006
19	山梨県	-0.018	-0.018	-0.015	-0.006
20	長野県	-0.017	-0.009	-0.016	-0.006
21	岐阜県	-0.014	-0.008	-0.008	-0.002
22	静岡県	-0.032	-0.017	-0.018	-0.012
23	愛知県	-0.074	-0.022	-0.020	-0.020
24	三重県	-0.035	-0.018	-0.015	-0.010
25	滋賀県	-0.030	-0.016	-0.015	-0.011
26	京都府	-0.026	-0.007	-0.006	-0.005
27	大阪府	-0.091	-0.048	-0.037	-0.017
28	兵庫県	-0.024	-0.011	-0.013	-0.006
29	奈良県	-0.018	-0.009	-0.011	-0.005
30	和歌山県	-0.011	-0.008	-0.009	-0.004
31	鳥取県	-0.018	-0.011	-0.013	-0.009
32	島根県	-0.020	-0.013	-0.012	-0.005
33	岡山県	-0.036	-0.012	-0.021	-0.008
34	広島県	-0.028	-0.012	-0.016	-0.007
35	山口県	-0.025	-0.015	-0.017	-0.006
36	徳島県	-0.021	-0.012	-0.010	-0.009
37	香川県	-0.058	-0.035	-0.041	-0.020
38	愛媛県	-0.018	-0.017	-0.024	-0.014
39	高知県	-0.014	-0.007	-0.011	-0.002
40	福岡県	-0.032	-0.030	-0.034	-0.023
41	佐賀県	-0.026	-0.036	-0.055	-0.021
42	長崎県	-0.031	-0.025	-0.032	-0.009
43	熊本県	-0.010	-0.015	-0.025	-0.013
44	大分県	-0.022	-0.014	-0.016	-0.011
45	宮崎県	-0.020	-0.011	-0.007	-0.004
46	鹿児島県	-0.039	-0.009	-0.016	-0.009
47	沖縄県	0.000	0.022	-0.037	-0.016

5 環境バランスエリア制度の提案

4章では日本及び各都道府県の環境バランスの変化を算出し、2010年まで環境バランスが達成しているのは7つの道県しかないことを明らかにした。そのような現状を改善するため、根本的な制度やライフスタイルの変革が不可欠である。そこで、1章で述べたように、本研究は政策と個人の両側から環境改善策を検討し、本章はまず政策に関する提案を行う。具体的には「環境面の独立採算」という新たな視点から地域を見ることを試み、環境バランスエリア制度を提案することを目的にする。

5-1 本章の内容

1章で述べたように、日本の地域主権改革などの地方分権に向けた法整備が進んでおり（地域主権戦略会議、2012）、各市区町村（以降、自治体）の裁量が今後更に大きくなると予期できる。しかし、各自治体がそれぞれ単独で環境バランスを達成することが困難であることから、圏域・広域的なマネジメントなどの仕組の提示が重要と考えられる。したがって、本章で提案する環境バランスエリア提案制度の主体は、将来的には今以上に裁量が高まることが予想される市区町村レベル（以下、自治体と表記）とする。まず、節5-2では「環境バランスエリア制度」という概念を提案し、その概念の考え方と方法論を構築する。

提案制度の適用可能性を明らかにするために、節5-3でこの制度を環境バランスが達成できていない茨城県（4章の算出により）に適用した場合のケーススタディを行う。ケーススタディの対象を茨城県内の全44自治体とする。茨城県は関東地方の北東に位置しており、東部は太平洋に面している。北部は山間部が多い、一方で南部は東京通勤圏ということもあり開発が進んでいる。環境バランスエリア提案制度は、環境負荷量と環境受容量のバランス改善を目的としており、このような多様な地形的特色を持つ茨城県をケーススタディの対象地とすることで、他地域へ制度を適用させる際の有用な知見が得られると考えられる。本制度が茨城県で適用可能であれば、分析対象を拡大するまでもなく全国の自治体への適用可能性も示唆されたと判断できる。

また、各自治体の環境の現状を把握するため、セクション3-3-1に記述した自治体スケールの環境バランス評価ツールを用いる。このツールは住民の暮らしから発生する環境負荷を明らかにできるため、住民に明確な責任を問うことができる。

5-2 環境バランスエリア提案制度の方法論

5-2-1 制度の考え方

先述したように、地方分権化が進んでいる。今後、各自治体の裁量が高まり、自治体間の連携や広域行政の重要性が指摘された（地域主権戦略会議、2012）。そのような広域概念に基づいた構想としては、環境問題に対する圏域に関する検討事例がある。例えば、河川

の流域を一つの環境を考慮した圏域としてみならず流域環境圏や、地理的に異なった特徴的な生態系の集合を含む圏域として WWF によって提唱されている Ecoregion などが提案されている。しかし、それらの概念は自治体スケールでの環境問題への取組に対するインセンティブを含んだ仕組みではない。また、そのスケールでの多様な環境負荷が起因する問題を包括的に捉えたものではない。

以上を踏まえて、環境バランスの達成を促すため、本章では「環境面の独立採算」という視点から地域を見ることを試みる。具体的には、日常的な生活圏として身近な自治体が、環境バランスという観点からどれだけその要件を満たしているのかを明らかにする「仕組み」を提示することを目的とする。住民の直観にも訴えるわかりやすい仕組みにするために、3章で構築した環境バランス評価ツールを用いて、環境の圏域として成立させる環境バランスエリア概念をまず提案する。その仕組みとしては、環境負荷が相対的に高い都市域（環境依存自治体）が、どこまで環境受容量の高い周辺地域（環境非依存自治体）まで取り込めば環境バランスを達成できるようになるかを判断するものであり、自治体間の環境面の依存関係を明らかにする。

また、その依存関係が明確になるため、環境負荷依存自治体から環境負荷負担自治体へと依存分に応じた報酬の支払いを義務づけることで、そのエリア内での環境バランス改善に繋がると考えられる。一方で、競争に負けたことで環境バランスエリアをデザインできなかった自治体には罰則を設ける必要もある。支払金額の大きさから制度への参加に難色を示す自治体も存在すると考えられる。そのため、支払金額の比重を維持したまま、社会の状況に応じてそのスケールを柔軟に変動させることで、そうした自治体の制度への参加を促していくべきだと考えられる。このように、持続可能な地域に向けた取組に参加する契機になることも期待できる。

このような検討プロセスを通じ、環境面での持続可能性に関する地域住民の理解を高めるとともに、改善行動につながる将来的な制度のあり方を模索する。

一方、当たり前の事であるが、「環境面」だけに着目した自治体というのは現実的には存在し得ない。ただ、このような単一機能に着目した地域区分というのは有史以来特定の局面で検討の対象とされてきた事は事実である。その中でも特に有名なものは図 5-1 に示すゲリマンダー（加藤，2006）であろう。これは、1812 年、マサチューセッツ州知事であったエルブリッジ・ゲリー氏が、自分の所属する政党に有利なように選挙区を区割りした結果、その形が怪獣のサラマンダーに似たことを揶揄して命名されたものである。

利己的な政治的理由からこのような地域区分がなされるのは、もちろん社会的に望ましいことではない。また、他要素を混在して議論すると、主眼とする環境バランスの検討が不明確となる。そのため、他を固定して、環境という単一機能のみの影響を切りだして検討する事を目的としている。これによって、周辺地域の取り込みを通じて提示される圏域像はゲリマンダー化することが予想される。ただ、その目的は過去のゲリマンダーと異なり、環境面の依存関係を把握するという公益性の高い動機に基づくものである。



図 5-1 グリマンダー

5-2-2 制度の概要

以上を踏まえ、環境バランスエリア制度は、各自治体に対して環境バランスを達成する圏域の提案を促すことで、現状における環境バランス改善と、環境バランス達成に向けた行政圏の設定を同時に実施することができるものとする。また、環境バランスエリア制度の肝となるそのエリアの組み立ては、域内に存在する非依存自治体と、複数の依存自治体のいずれかが合併することを通じ、広くなった依存自治体の環境負荷超過率を下げていくというプロセスから構成される。環境バランスエリア提案制度の概念図を図 5-2 に示す。ここで、非依存自治体がいずれの依存自治体と合併するかは数多くの考え方が存在し、従ってそれらの組み合わせの場合の数も膨大である。

まずその考え方の基本として、人口などの都市規模が大きい一般的に発言力が相対的に高いと考えられる自治体が合併を通じて得られる環境改善の利得を独占するのではなく、対象圏域全体の構成自治体がいずれも納得できる共通ルールに基づくことが必要であると考えた。そもそも構成自治体が本制度の導入に合意できないからである。そしてなおかつ最も効果的に各依存自治体の環境負荷超過率を下げに行く必要がある。

以上のことから、本章では依存自治体とその周囲の非依存自治体と合併するにあたり、他の競合する依存自治体とその非依存自治体と合併するよりもより自らの環境負荷超過率をより下げる事が出来るかどうかを判断基準とした。わかりやすく言えば、環境バランスを達成できていない依存自治体 A 市と B 市があり、既に環境バランスを達成している非依存自治体 C 市の取り合いになった場合、合併を通じて環境負荷超過率の削減割合が A 市の方が B 市より大きいのであれば、A 市と C 市の合併を優先すべきであるという考え方である。このプロセスを繰り返し、それ以上構成自治体の環境バランスを改善できないところ

で解が得られる。

また、域内の環境負荷超過率が絶対的に全体に高い場合は、そこに属する依存自治体が $r^k \leq 1$ となる環境バランスエリアを達成できるとは限らない。環境バランスの判断基準とする環境負荷超過率を 1.0 に固定する限り、この問題の解決は難しい。そのような地域に対しても適用可能な制度とするため、環境負荷削減目標として本章では α 値というものを設定する。この α 値は、その地域の実態に応じ、努力次第で達成可能な環境負荷超過率に相当する。そして、依存自治体はその値を達成することを目標に隣接する非依存自治体を吸収していくものとした。このとき、以降はこの α 値を環境バランス達成の基準とし、 α 値を超過する自治体が依存自治体、そうでない自治体が非依存自治体と呼び直すこととする。

5-2-3 分析手順

本章で構築する環境バランスエリア提案制度の手順を図 5-3 に示す。まず図 5-3 の①において、各自治体の EF 指標値と BC 指標値を算出する。これにより、自治体毎の環境負荷超過率を把握でき、各自治体個々の環境バランス達成状況が明らかになる。すなわち、環境バランスを達成できていない依存自治体の存在をまずクリアにする。

次に②において、依存自治体は環境バランスエリアに周辺の非依存自治体を取り込むこ

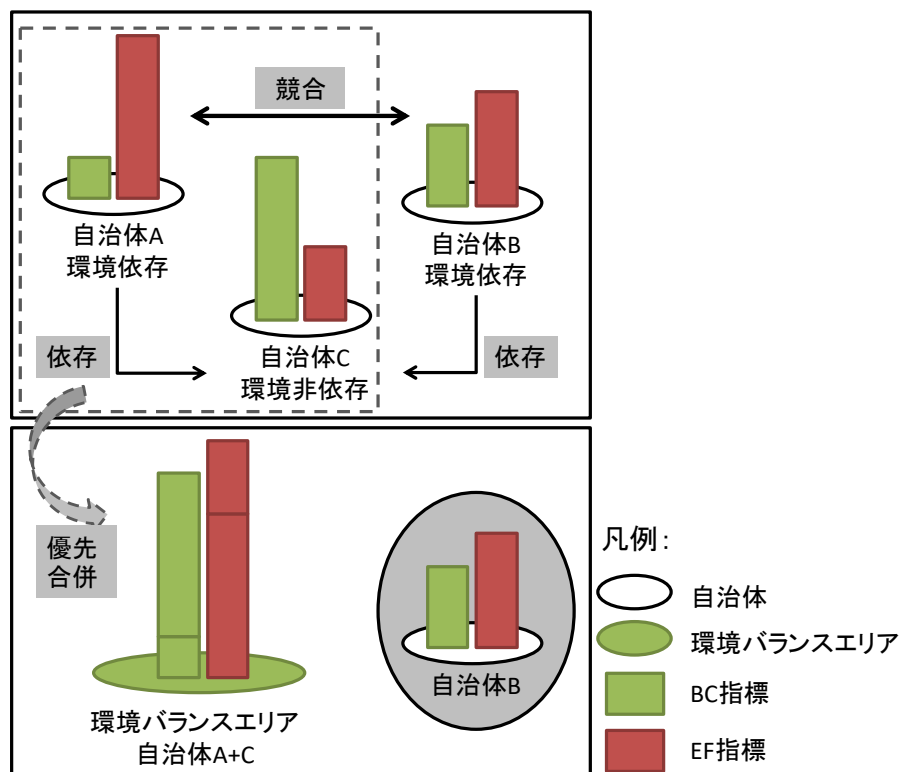


図 5-2 環境バランスエリア提案制度の概念図

とを提案する。この際、取り込み方にも様々なメニューが考えられ、例を挙げれば、自らの環境負荷超過率をより下げる非依存自治体を取り込む、地理的なメニューとして鉄道沿線の自治体を通過順に取り込む、更には隣接していない非依存自治体を取り込むといった考え方もあり得る。これらのメニューに従うことで、依存自治体が他の依存自治体を取り込むことも考えられる。このように、各依存自治体は多様な環境バランスエリアを提案することが可能である。

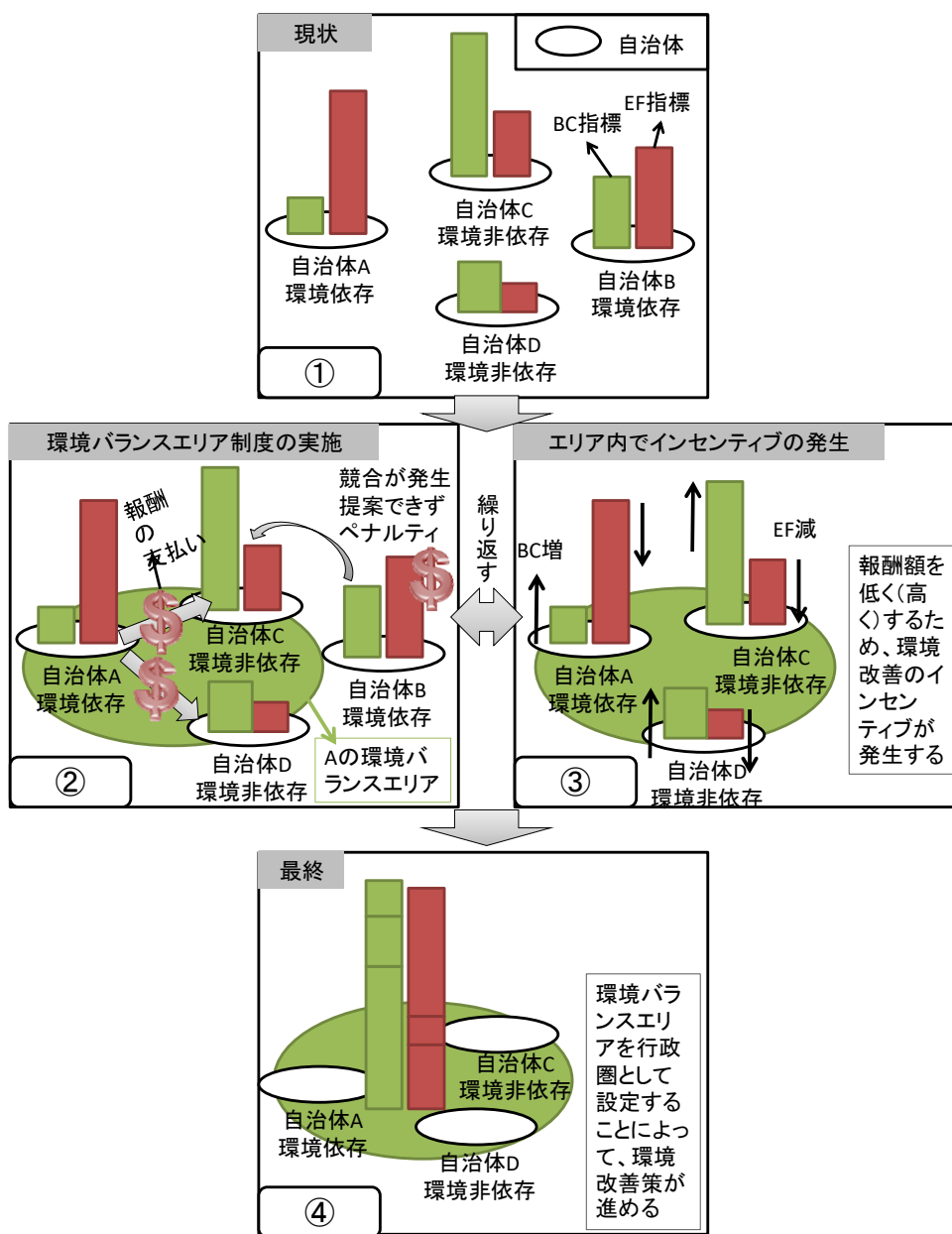


図 5-3 環境バランスエリア提案制度のフレームワーク

一方で、前述したように、議論の前提としていずれの自治体も納得できる共通ルールに基づくことも必要であると考え。したがって本章では、その取り込みにより、どれだけ大きく自らの環境負荷超過率をより下げることが出来るかどうかを吸収の判断基準とする。このプロセスを通じて依存自治体は吸収する非依存自治体に対して環境負荷超過率の下げ幅に応じた報酬を支払うこととする。また、最終的に環境バランスエリアの達成に至らなかった依存自治体には、一定のペナルティを課すことをあわせて想定する。

このような仕組みを取ることで③において、結果的に、依存自治体には報酬及びペナルティの支払い額を小さくするために、また非依存自治体には報酬の受け取り額を大きくするために、それぞれの自治体内で環境バランス改善のインセンティブが発生する。本制度では、各自自治体が環境バランスの達成を目標に、上述した②、③を繰り返すことを想定する。

なお、仕組みとしては報酬やペナルティのやり取りのみでとどめ、環境バランス圏域として新たな行政区の設定まで行わないという考え方ももちろん存在する。セクション 5-2-1 ではあえてそれを冒頭で述べたゲリマンダーのように空間範囲として提示することで、自治体関係者及び住民が環境の観点から維持管理責任を持つ空間範囲として認識されることに意義があると考え。

5-2-4 報酬額の算出方法

本制度が実施された場合、依存自治体はそのエリア内の非依存自治体に報酬を支払う。その報酬額の算出については、環境負荷を吸収する土地の「地代」を根拠に設定する。その算出式を式(5.1)と式(5.2)に示す。

$$P_n^m = \left(EF_n - EF_n \cdot \sum_{m=1}^p \frac{EF^m}{BC^m} \right) \cdot LR \quad (5.1)$$

$$\text{ただし, } r_n > r^m \Leftrightarrow \frac{EF_n}{BC_n} > \frac{EF^m}{BC^m} \quad (5.2)$$

P_n^m : 依存自治体nの自治体 $m \in \{1, \dots, p\}$ への(総)支払金額(円/年)

LR : 1haあたりの地代(円/年)

地代の算出には地価に対して社会的割引率を乗じることで算出した。社会的割引率について、公共事業の評価に際しては「社会資本整備に係る費用対効果分析に関する統一的運用指針」(建設省, 1998)等により広く使われている4%を用いる。また、1haあたりの地価に関しては山林素地平均価格(日本不動産研究所研究部, 2011)を用いた。本来ならば対象となる自治体の地価を用いるべきであるが、地価の評価地点が網羅的でないため全国平均の価格を用いている。なお、この地価にはその土地に植生する材木の価値は含まれていない。

また、本制度の運営にあたって、依存自治体の中には環境バランスエリアを達成できない自治体も存在すると考えられる。そのような依存自治体に対してはペナルティを課すことで、各依存自治体には制度への参加及び、環境バランス改善のインセンティブが発生する。

本制度の本来の目的は、行政圏での環境バランス達成である。したがって、依存自治体の提案するエリア内の環境負荷超過率が α 値を達成できなかった場合には、ペナルティとしてその自治体が他自治体に依存している全ての環境負荷量 (ha) を金額に換算して支払うことを義務付ける。このような、ある種のバンキング・システム (SCRADFG, 2005) を採用し、上位自治体である県がその管理・運営を請負い、広域的観点から環境バランス改善に資する基盤整備等の予算に充当する。算出式を式(5.3)に示す。

$$F_n = (EF_n - BC_n) \cdot LR \quad (5.3)$$

F_n : 依存自治体 n のペナルティ金額 (円/年)

5-3 環境バランスエリア提案制度の適用可能性

本節では、前述した環境バランスエリア提案制度の適用可能性を明らかにするために、この制度を茨城県に適用した場合のケーススタディを行う。また、節 5-1 で述べたように、茨城県における 44 の自治体を対象にする

5-3-1 茨城県の自治体別環境負荷超過率

茨城県で環境バランスエリア提案制度を実施するために、県内の全 44 自治体の環境バランスの現状として、それぞれの環境負荷超過率 r を算出した。各自治体の環境バランスの結果は表 5-1 に、環境負荷超過率を地図上で表現する図は図 5-4 に示す。これらの図と表から以下のことが明らかとなった。

- 1) まず、茨城県南部の自治体は環境負荷超過率が高く、県北部の自治体は低いことが明らかとなった。これは、対象地選定の理由にもあるように、北部は山間部が多く環境受容量の要素でもある森林地の面積が大きいためと考えられる。また、南部はつくばエクスプレスの沿線開発によって環境受容量が減少したこと、そしてその開発によって人口が集中したことで環境負荷量が増加したことが原因であると考えられる。この結果は、茨城県を対象地として選定した妥当性を裏付けるものであると言える。
- 2) 環境バランスを実現している ($r \leq 1$) 自治体は、全 44 自治体中 5 自治体のみであることが明らかとなった。そのため、環境バランスエリア提案制度を適用させる際には α 値を設定した上で、環境負荷依存自治体にエリアを提案させる必要があると考えられる。

表 5-1 茨城県内全自治体における環境バランス

番号	市町村	EF(ha)	BC(ha)	環境負荷超過率
1	水戸市	119343	13435	8.88
2	日立市	85330	13881	6.15
3	土浦市	63149	6529	9.67
4	古河市	60939	9358	6.51
5	石岡市	34160	18053	1.89
6	結城市	22375	5587	4.00
7	龍ヶ崎市	34921	3826	9.13
8	下妻市	19313	6131	3.15
9	常総市	27754	8164	3.40
10	常陸太田市	24743	31857	0.78
11	高萩市	13654	16603	0.82
12	北茨城市	20594	14544	1.42
13	笠間市	34917	18355	1.90
14	取手市	48345	2738	17.66
15	牛久市	35926	7429	4.84
16	つくば市	93998	22090	4.26
17	ひたちなか市	68504	4999	13.70
18	鹿嶋市	29181	4865	6.00
19	潮来市	13162	3321	3.96
20	守谷市	26902	1311	20.52
21	常陸大宮市	19809	28563	0.69
22	那珂市	23725	8108	2.93
23	筑西市	46430	15615	2.97
24	坂東市	23597	10094	2.34
25	稲敷市	20009	11757	1.70
26	かすみがうら市	18835	9573	1.97
27	桜川市	19560	14968	1.31
28	神栖市	41883	4100	10.22
29	行方市	15590	14306	1.09
30	鉾田市	21590	21114	1.02
31	つくばみらい市	19391	5032	3.85
32	小美玉市	22566	11353	1.99
33	東茨城郡茨城町	15087	10247	1.47
34	東茨城郡大洗町	7979	1212	6.58
35	東茨城郡城里町	9237	13888	0.67
36	那珂郡東海村	16544	2199	7.52
37	久慈郡大子町	9073	29497	0.31
38	稲敷郡美浦村	7531	1981	3.80
39	稲敷郡阿見町	21107	4642	4.55
40	稲敷郡河内町	4311	2916	1.48
41	結城郡八千代町	9478	5680	1.67
42	猿島郡五霞町	4030	1144	3.52
43	猿島郡境町	10729	3896	2.75
44	北相馬郡利根町	7669	1323	5.80
茨城県全体平均値				2.90
茨城県全体中央値				3.27

- 3) 茨城県の自治体別環境負荷超過率の中央値が 3.27，平均値は 2.90 であることが明らかとなった。α 値を設定する際には，身の丈にあった目標として中央値または平均値が参考情報になると考えられる。茨城県においては，環境負荷超過率の値が守谷市と取手市に関して極端に高いため，今回は中央値を参考情報として示している。

5-3-2 つくば市を例とした検討

まず，全自治体のケーススタディを行う前段階として，各自治体がどのような環境バランスエリアを提案する可能性があるかを把握しておく必要がある。そこで，近年開発が進んだ県南部で最も人口が多いつくば市（環境負荷超過率は 4.26）を例として，その吟味を行う。

この試案ではつくば市が単独で環境バランスエリアを構築しようと想定するため，他自治体との競合は発生しない。ただ単に周囲の非依存自治体を順番に取りこんでいくということになる。実際に順番に周囲の非依存自治体を取りこんでいった結果，環境バランスがまだ達成されていないにもかかわらず，図 5-5 に示す状況で吸収できる自治体が無くなってしまう。

この状況での新たなつくばエリアの環境負荷超過率は 1.28 である。なお，この試行の結果生まれた新たなつくばエリアの形状は一つの自治体として見るには非常に広く，このような形で無理に絶対的な環境バランスを達成しようとするのは必ずしも望ましいことではない。ここでは方法論において記述したとおり，当面の環境バランス目標値として 1.0 よりも緩和した環境負荷超過率を導入し，更に検討を進めることとする。α 値の設定には多様

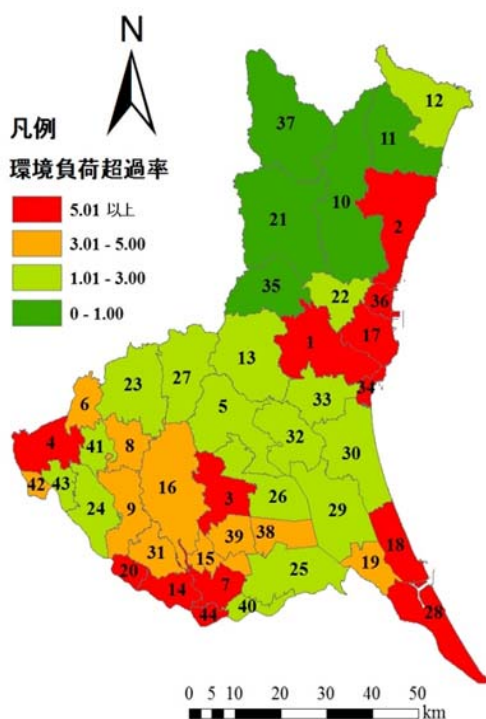


図 5-4 茨城県内全自治体における環境負荷超過率の現状

な考え方があるが、ここでは 3.27（県内全自治体の中央値）に設定する。この α 値の下では、環境負荷依存自治体であるつくば市は図 5-6 のようなエリアになる。

一方、非依存自治体の取り込み方にも様々なメニューが考えられる。そこで、本節では引き続きつくば市を例に、いくつかのメニューを設定することで出来る環境バランスエリア案を検討していく。そのエリア案が図 5-7～図 5-9 である。これらの図に関して、以下の成果が得られた

- 1) まず、図 5-7 はつくば市を通る常盤自動車道沿線上の自治体を、その通過順に取り込むことで環境バランス達成を目指したものである。ただし、通過順に取り込むために、依存自治体である土浦市も取り込むことで、環境負荷超過率が上がってしまっている。しかし、通過順に自治体を取り込むことで、 α 値を達成した環境バランスエリア案が提案できた。
- 2) 次に、図 5-8 は、10%通勤圏に含まれるつくば市及び土浦市を起点とする鉄道沿線上の自治体を通過順に取り込むことで環境バランス達成を目指したものである。これは、既存の圏域を環境バランスの観点から評価したとも言い換えることができ、環境バランスエリア概念の更なる活用可能性が示唆できた。また、つくば土浦通勤圏を環境バランスの観点から評価すると、環境負荷を吸着しきれず、不十分であることが示された。
- 3) さらに、図 5-9 は茨城県内で環境負荷超過率を最も下げる自治体を取り込むことで環境バランス達成を目指したものである。これは特殊な例ではあるが、メニュー次第では環境バランスエリアが飛び地になることも想定できる。
- 4) 隣接し、環境負荷超過率を最も下げるという基準だけでなく、上述したような日常生活に密接に関わるだけでなく、上述したような日常生活にメニューを設定することで、より地域住民の生活スケールに関わりがあると考えられる環境バランスエリア案を提案できる可能性が示唆された。このようにして提案されたエリア案を検討することで、住民の生活圏などに配慮したものとして、自治体圏域への適用が可能となると考えている。

5-3-3 茨城県全体を例とした検討

以下では自治体間の競合も考慮した形で、茨城県全自治体を対象としたケーススタディを行う。まず、 α 値を中央値 3.27 に設定した場合、茨城県において α 値を超過している依存自治体は、図 5-10 に示す 22 自治体である。これらの自治体がエリア提案自治体となる。これらの自治体が前章で構築した手順に従って制度に参加した場合の結果として、茨城県における環境バランスエリア案を図 5-11 に示す、各エリア提案自治体が支払う報酬額を表 5-2 にそれぞれ示す。地域の取り込み方の手順としても先述しているが、再掲すると、環境バランスを達成できていない依存自治体 A 市と B 市があり、既に環境バランスを達成している非依存自治体 C 市の取り合いになった場合、合併を通じて環境負荷超過率の削減割合

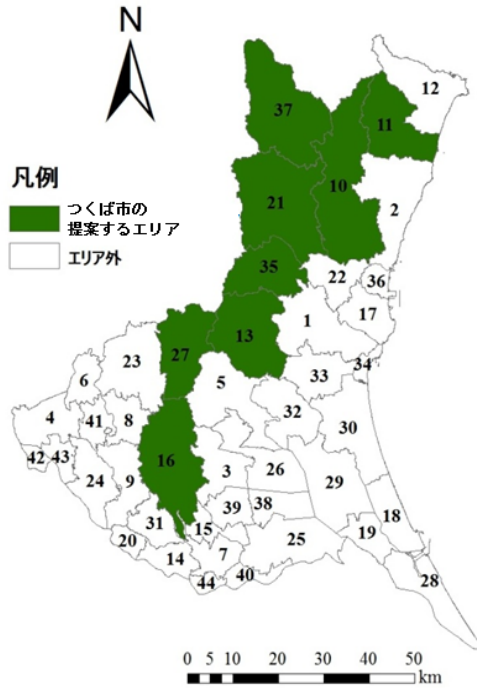


図 5-5 つくば市が環境バランス達成を目指したエリア案 ($\alpha=1$, メニュー：隣接)

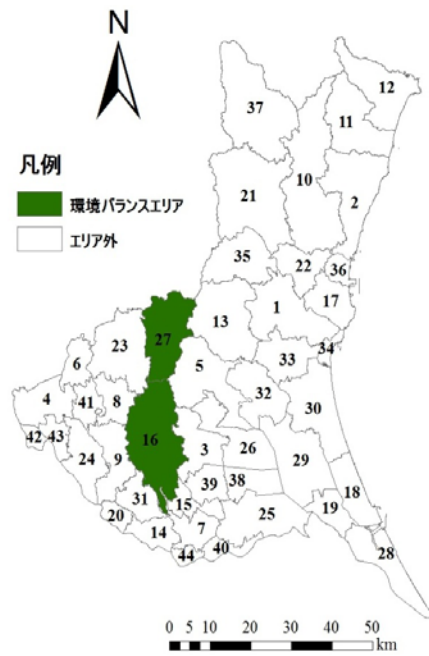


図 5-6 つくば市の環境バランスエリア案 ($\alpha=3.27$, メニュー：隣接)

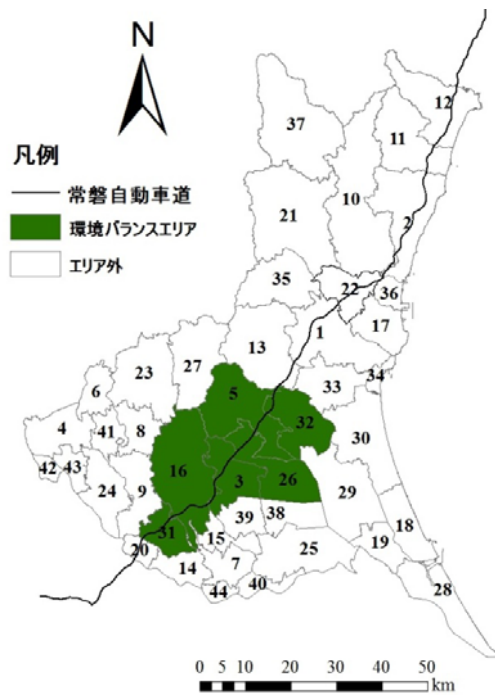


図 5-7 つくば市の環境バランスエリア案 ($\alpha=3.27$, メニュー：常磐自動車道)

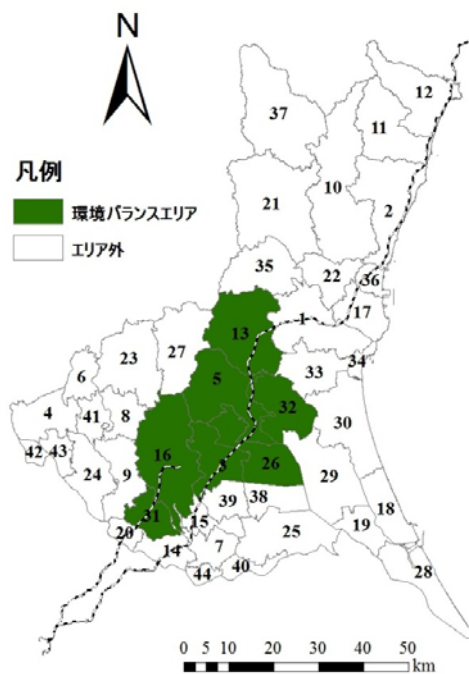


図 5-8 つくば市の環境バランスエリア案 ($\alpha=3.27$, メニュー：鉄道沿線)

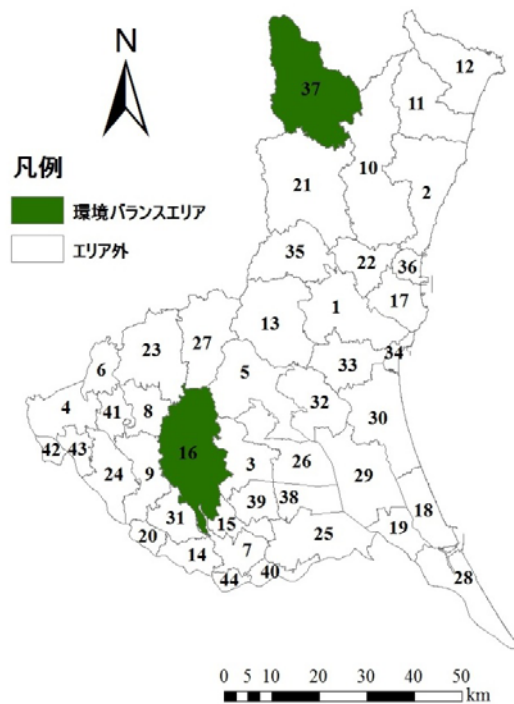


図 5-9 つくば市の環境バランスエリア
 $(\alpha=3.27, \text{メニュー：環境負荷超過率最小})$

がA市の方がB市より大きいのであれば、A市とC市の合併を優先すべきであるという考え方に基づいている。これらの図から以下のことが明らかとなった。

- 1) 図 5-11 から、本ケーススタディによって茨城県の全 44 自治体は、16 の環境バランスエリアと、10 の環境バランス未達成のエリアとに再編された。前者には 31、後者には 13 の自治体がそれぞれ取り込まれたことになる。茨城県南部の東京に近いところで未達成エリアが多くなっている。広域行政の観点から市町村合併が行われてきたが、環境バランスの観点からみると、目標値を中央値に緩和した水準から見ても、現状の行政域では不十分であることが示された。一方、この環境バランスエリア案をそのまま自治体圏域として考慮するにはまだ課題がある。実際に適用を行っていくうえで住民の生活圈や歴史的経緯などにも配慮を行っていく必要は当然存在する。
- 2) 表 5-2 に示したとおり報酬額に関しては、総額 2000 億円以上が自治体間及びペナルティとして県内を循環することが明らかとなった。この金額は、茨城県の全自治体における一般会計予算総額の約 20%に相当する。各自治体にとっても十分な環境バランス改善のインセンティブになると考えられる。

この報酬は、環境負荷超過率の下げ幅に応じて、エリア内の依存自治体から非依存自治体へと支払われる。この報酬の用途に関して、本制度の目的を考慮すると、環境バランス改善に資する基盤整備等に用いられることが望ましい。

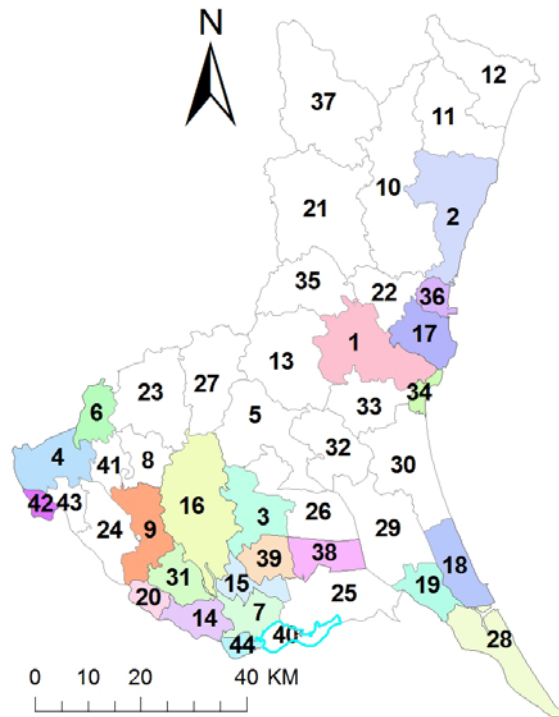


図 5-10 茨城県内の環境バランスエリア依存自治体
(着色した 22 自治体)

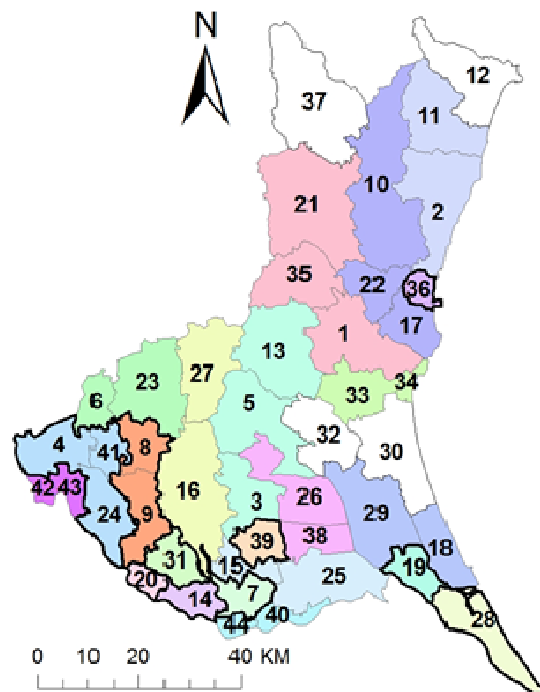


図 5-11 茨城県内全自治体の環境バランスエリア案
(黒太枠内は環境バランス未達成のエリア)

一方、既存の流域圏概念に基づくと、茨城県は大きく 4 つの流域圏がある（茨城県の流域図を付録 15 に示す）。流域圏と比べて、環境バランスエリアに含まれた自治体数が少ないことで、各自治体の責任関係がより明確化し、環境改善のインセンティブが高いと考えられる。図-11 で同一の環境バランスエリアになった範囲ないの自治体は、ほとんど同じ流域圏に位置しているが、異なる流域圏に属する自治体を有するものもある（例えば土浦市・石岡市と笠間市）。そのような環境バランスエリアに対して、環境計画の実施には、水質保全、治山・治水対策、森林、農用地の管理などを特に考慮する必要がある。

5-4 本章のまとめ

5 章では、環境バランス評価ツールを用いた都市・地域計画への活用方法として、環境バランスエリア提案制度の提案を行った。そして、茨城県を対象としたケーススタディを行うことで、この制度の適用可能性を明らかにした。

- 1) 本章では、環境バランスエリアという概念を初めて提案した。この概念は、環境負荷依存自治体と、環境負荷負担自治体を一つのエリア内に含めることで環境面の依存関係を明確にすることができる。これは自治体スケールのみならず、他の空間スケールでの活用可能性も示唆された。
- 2) 環境バランスエリアの概念を活用して、自治体内での環境バランス改善を促すフレームワークとして、環境バランスエリア提案制度を設計した。この制度は、環境負荷削減目標値の設定次第で国内のあらゆる地域に活用できると考えられる。また、制度適用による自治体間での資金循環の総額の大きさからも、各自治体内での環境バランス改善を促すインセンティブになると言える。したがって、この制度は適用可能性を十分に満たしている。
- 3) 環境バランスエリア提案制度の制度設計を行ったが、この制度の本来の目的は各自治体内での環境バランスの実現である。したがって、エリア提案自治体に対してそれぞれが提案するエリアの規模に対する制約も検討すべきである。

表 5-2 茨城県内全エリア提案自治体が非依存自治体に支払う報酬額一覧

環境依存自治体	最初にエリア内に含まれた自治体への報酬額(億円)	2番目にエリア内に含まれた自治体への報酬額(億円)	ペナルティ額(億円)
阿見町	-	-	28.0
潮来市	-	-	17.2
牛久市	106.5	-	-
大洗町	-	-	20.7
鹿嶋市	62.2	-	-
神栖市	141.2	-	-
古河市	75.8	21.2	95.9
五霞町	-	-	2.5
常総市	3.3	-	70.0
つくば市	90.5	-	-
つくばみらい市	13.1	-	-
土浦市	139.4	21.5	-
東海村	23.2	-	15.4
利根町	-	-	14.7
取手市	-	-	170.5
ひたちなか市	124.6	-	82.9
日立市	150.5	-	-
美浦村	-	-	6.4
水戸市	209.8	103.0	-
守谷市	-	-	95.7
結城市	15.9	-	-
龍ヶ崎市	80.1	-	36.1
資金循環総額(億円)		2037.5	

6 集落スケールでの環境バランス評価

4章では都道府県スケール,5章は自治体スケールでの環境バランス評価ツールを用いて,それぞれのスケールでツールの適用を行った.最終的にはこのような広域スケールで環境バランスの達成を目指していく.しかし,地理環境や交通利便性などによって,ライフスタイルが異なり,居住者消費から発生する環境負荷も異なる.環境政策の取組は地域・個人まで連携するため,居住者の生活に直接影響を与えているスケールでの検討が必要であり,地域住民が自分の日常生活に関わる環境バランスを最終的に地域データと積み上げる仕組みが求められている.そこで本章では,日本における旧来の住民の生活や活動の基礎単位である「集落」を研究の対象スケールにして,「集落」スケールの環境バランス評価ツールの提案と適用を行う.集落の特徴と立地などから,日常生活から発生する環境負荷と集落を持つ環境受容が異なることを示すことが本章の目的にする.

6-1 本章の内容

まず節6-2では,対象都市の概要を記述する.対象都市の選定については,都市域では非常に高い環境負荷量,過疎地域非常に高い環境受容量と,バランスの欠如した極端な結果しか得られず,指標の適用可能性が十分に判断できない.小地域で環境バランスを確認する手法を開発するため,本章では大都市圏郊外の集落を対象とする事が最も適していると考えられる.本章では空間的に独立した集落分布が伝統的に見られる北関東地域の中で,都市開発の影響を間接的に受けた典型的な地域である茨城県つくば市を対象とする.

次に,節6-3では,3章で開発した集落スケールの環境バランス評価ツールを用いて,つくば市をケーススタディとして,ツールの有用性を検証する.セクション6-3-1では,集落の環境負荷の評価によって,集落居住者の日常生活がどれくらい環境に影響を及ぼすのかを数値で示した.セクション6-3-2では,環境受容の評価により,実際に供給できる環境資源がどれくらいあるのかを明らかにした.セクション6-3-3では,環境超過率を用いることで,集落の環境バランス達成の程度を定量的に評価した.

6-2 分析対象都市

つくば市は筑波地区,大穂地区,豊里地区,谷田部地区,荃崎地区と桜地区の6つの地区から構成され,首都東京から北東に約50km,成田国際空港から北西に約40kmの距離に位置する人口約22万人の特例市である.現在,日本の約分3の1の国等の研究機関や,多くの民間研究機関・企業が立地する国際研究開発拠点として成長している.第4期科学技術基本計画には,筑波研究学園都市は,産学官協働を推進し中核的な研究開発拠点として強化を図ることが位置づけられた.また,2005年のつくばエクスプレスの開通に伴い,交通の利便性が向上,沿線の都市開発も急速に発展している.つくば市における6つの地区と研究学園

地区の位置関係は図6-1に示す。

また、都市の発展と共に集落数が増減しているため、過去における集落の変化を把握する必要がある。本章では、「地図で見るつくばの変遷」(日本地図センター、1996)を用いて、対象地域の地図から集落の位置情報を確認する。この地図は、つくば市を対象に明治から平成に至る4代5時期の旧版地図及び現行図である2万分1、2万5千分1地形図を使用し、国土地理院の承認を得たものであるため、信頼性がある。旧版地図と現在の都市利用地図を比較することで、伝統的な集落と現在統計上で使われている大字と対応づけることができる。対象集落の選定基準は以下となる。

対象集落は当該地図の凡例において(1)地名が地図上に載っており、(2)1971年時点で居住の集積がみられる地域を集落として分析を行った。つくば市における集落のイメージ図は図6-2で示す。集落は樹木林・畑などに囲まれている。また、研究学園など計画的な都市整備を通じ、集落としての形態が既に消失した地域(研究学園地区)は対象外とする。

集落の範囲に関しては、その集落が位置している大字とする。大字に存在している森林地や耕作地などは全部その集落が所有していると仮定する。複数の集落が一つの大字に位置している場合では、それらの集落の環境バランス達成状況は同じと考えられる。具体的には、「都市計画基礎調査」(つくば市都市計画課、2012)と「地図で見るつくば市変遷」(日本地図センター、1996)により、集落と町丁目の対応関係を確認し、集計を行う。「都市計画基礎調査」における調査区の設定は大中小細の4つのゾーン区分があり、中ゾーンの区域界、線引き界は大字とほぼ一致している。また、集落は1971年の地図を用いて、つくば市都市計画地図と比べながら対応関係を確認する。つくば市における各地区の集落と大字の対応は図6-3に示す。なお、具体的な大字名と集落名の対応関係は付録2に示す。

6-3 集落スケールの環境バランスの評価

6-3-1 環境負荷量

3章で構築した集落スケールの環境バランス評価ツールを用いて、つくば市を対象として環境バランスの評価を行った。まずは、集落の環境負荷の評価によって、集落居住者の日常生活がどれくらい環境に影響を及ぼすのかを数値で示した。また、環境資源の評価により、実際に供給できる環境受容量がどれくらいあるにかを明らかにした。最後は、環境超過率を用いることで、集落の環境バランス達成の程度を定量的に評価した。

その結果、つくば市における集落の一人当たりの平均環境負荷量は0.63ヘクタールであった。具体的な環境バランスの評価を表6-1に示す。この表によって、EFに占めるエネルギー・フットプリントの割合が60%以上を超えていて、CO₂を吸収するための土地が一番必要であることを明らかにした。また、輸送エネルギーEFがEF値の1/4以上を占めており、海外から日本国内への輸入により発生した環境負荷は大きかった。国内・地域内での食料などの地産地消の重要性がEF指標の観点から明らかになった。

EF値に占めた割合が高い耕作地フットプリントとエネルギー・フットプリントに関して

は、図 6-5 の(a)~(c)に集落ごとの一人当たりの量を示している。輸送部門フットプリント

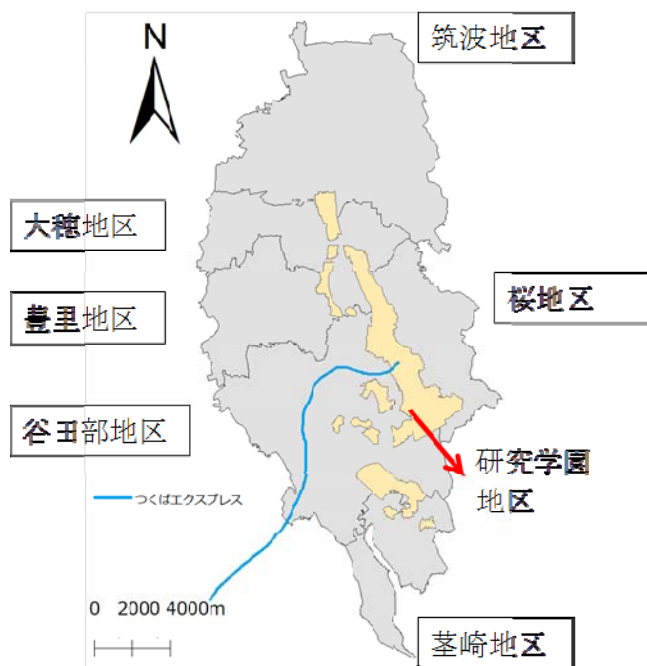


図 6-1 つくば市の構成



図 6-2 つくば市における集落のイメージ図

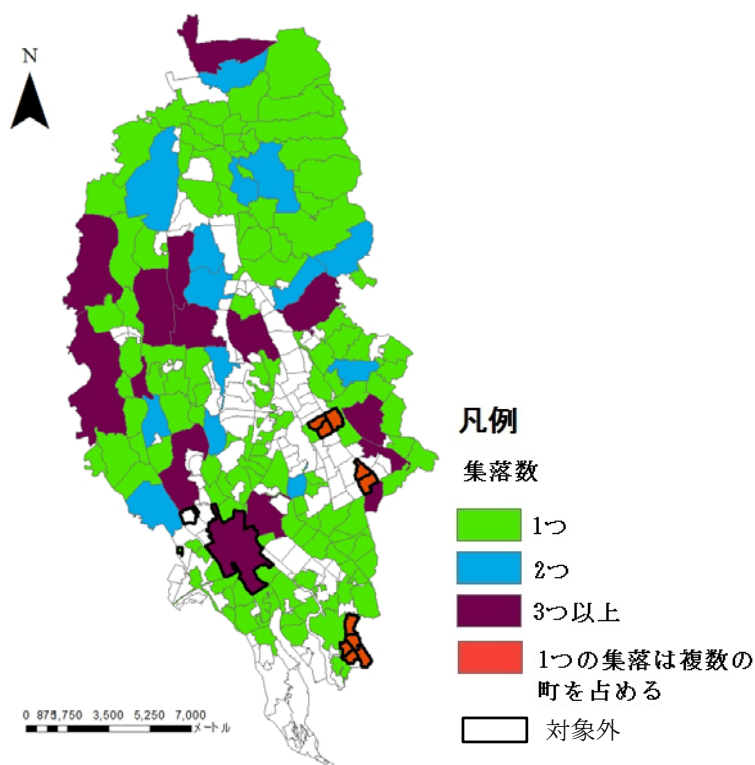


図 6-3 集落数と大字の対応図

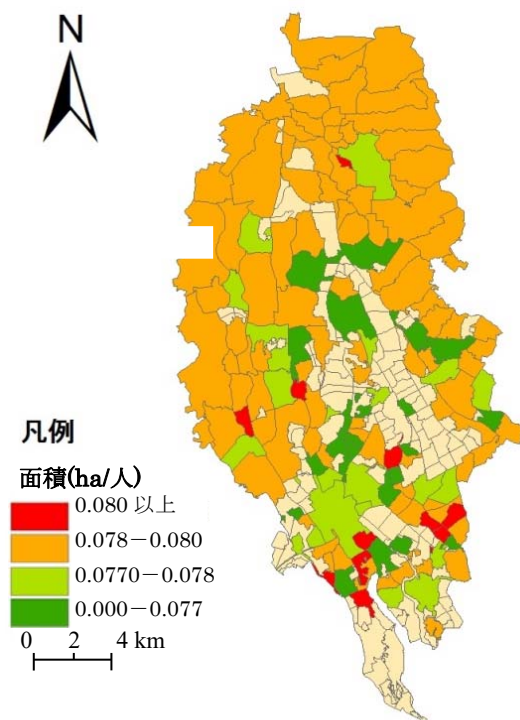
に関しては、全国平均で算出しているため、1人当たりの図を提示していない。また、一人当たりの環境負荷量の合計は図6-5のその4)で示す。なお、図6-1で提示した研究学園地区は本分析の対象外であり、いずれの図にも淡黄色で提示している。図6-5から、以下のことが明らかとなった。

- 1) 環境負荷に関する具体的な消費品目のフットプリントを図6-5の(a)~(c)に示す。耕作地EFは大きな差が見られないが、研究学園地区周辺の集落のEF値がやや低くなっている。それは都心部周辺での集落において、一人当たり食糧消費が少ない子供の割合が多いからと考えられる。
- 2) 家庭エネルギーEFについては、つくば市西における集落の一人当たりエネルギー消費量がより少ない。それに対して、戸建てで世帯当たり人員数の少ない南部の集落で相対的に消費が高くなっている。

表 6-1 つくば市の環境バランス評価

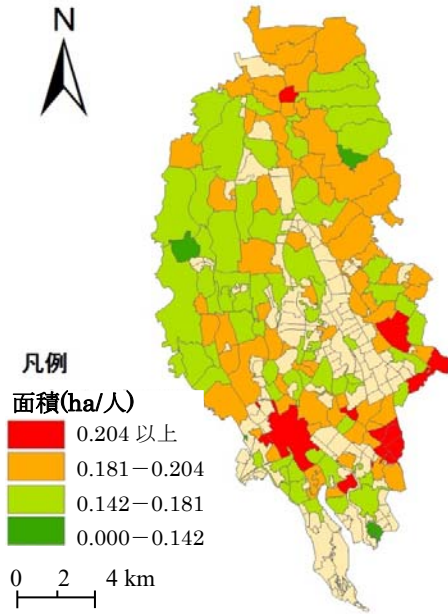
	耕作地フットプリント(ha/人)	牧草地フットプリント(ha/人)	紙フットプリント(ha/人)	エネルギーフットプリント(ha/人)			EF(ha/人)	耕作地(ha/人)	牧草地(ha/人)	森林地(ha/人)	BC(ha/人)
				民生家庭	民生交通	輸送					
フットプリント値	0.085	0.012	0.082	0.195	0.081	0.176	0.632	0.063	0.026	0.008	0.097
割合	13.5%	1.9%	13.0%	30.9%	12.8%	27.9%		65.0%	27.0%	8.0%	

- 3) 研究学園地区周辺，またつくばエクスプレス沿線に位置している集落の一人あたり交通エネルギーEFが低い傾向を示している．鉄道などが無く研究学園地区までの移動距離が長い北部の集落で相対的に値が高くなっている．また，山間部において都市施設が少ない集落に関しては，生活・公共交通利便性が低いなどの原因によって，自動車利用による発生した環境負荷が一番高いことを明らかにした．
- 4) 全体のEF を見ると，筑波地区の環境負荷が高いことが明らかとなった．それに対して，研究学園地区周辺の集落の環境負荷が相対的に低くなっている．

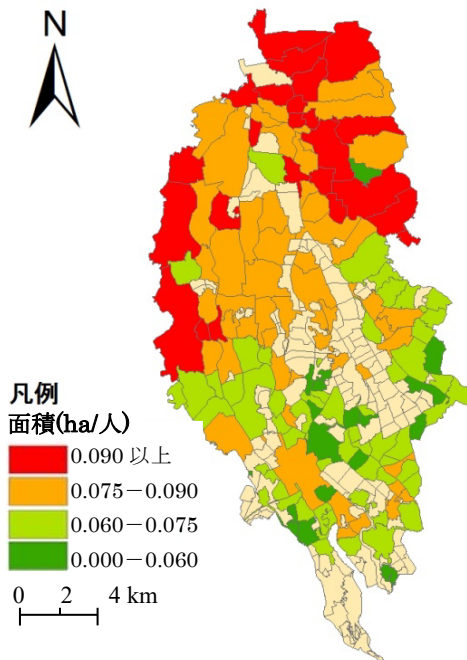


その 1) 耕作地フットプリント

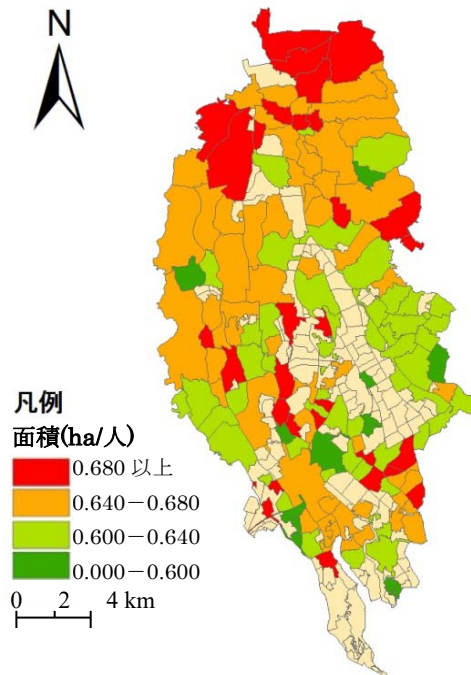
図 6-5 集落における一人あたりの環境負荷



その 2) エネルギーフットプリント・民生家庭
図 6-5 集落における一人あたりの環境負荷



その 3) エネルギーフットプリント・民生交通
図 6-5 集落における一人あたりの環境負荷



その4) EF

図 6-5 集落における一人あたりの環境負荷

6-3-2 環境受容量

3章で述べたように、環境受容量（BC）とは、EF指標値の各構成要素を受け入れるための土地利用面積（例えば、対象地域の食料消費に伴って必要となる農用地を、その対象地域内でどれだけ準備できているか等）のことを指す。集落のBCを算出するには、自治体・都道府県スケールで使用したデータ（農林業センサスと林業統計）が利用できない。そのため、本章では詳細な土地利用が把握できる「都市計画基礎調査」（都市計画基礎調査，2010）を用いる。

都市計画基礎調査によるつくば市の土地利用を図6-6～6-8に示す。図6-6は森林地と牧草地、図6-7は荒地と都市的土地、図6-8は水域とその他の土地利用を示している。つくば市は北に筑波山を擁し、東には日本国第2位の面積を有する霞ヶ浦を控え、豊かな自然資源を有する。筑波山地域を除く市域の大部分は、筑波・稲敷台地と呼ばれる平坦な地形であり南北に流れる小貝川、桜川、谷田川、西谷田川などの河川は、周辺の平地林、畑地あるいは水田等と一体となって落ち着いた田園風景を醸し出している。一方、節6-2で述べたように、研究学園の開発とつくばエクスプレスの開通に伴い、都市的土地は研究学園地区に集中している。

図6-6～6-8に沿って、つくば市の環境受容量を算出し、その結果を図6-9の1)-4)に示す。図6-9により以下の結果が言える。

- 1) 研究学園地区周辺の環境受容量は相対的に小さい。環境受容量の算出結果により、研究学園地区周辺では、都市開発によって環境受容量が相対的に小さくなっている。

- 2) 西に位置している集落では広大な農地と平地林が存在し、北の筑波地区（筑波山周辺）は豊かな森林資源を保有している。また、牧草地に関しては、豊里と筑波北になどの地区で散見されるが、全体的に畜産のための土地は少ない。
- 3) 郊外部における集落の一人当たり環境受容量が高い傾向を示している。それは単に自然資源が豊かなだけではなく、郊外部の人口密度が低いことも原因だと考えられる。

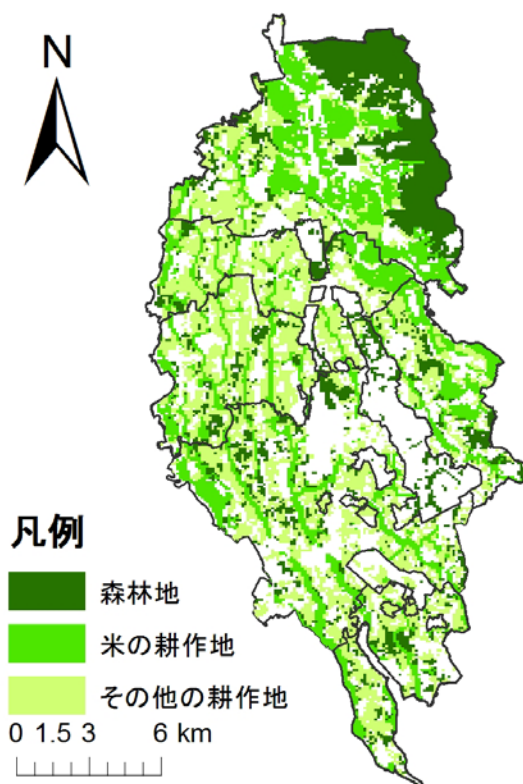


図 6-6 つくば市の土地利用（森林地と耕作地）

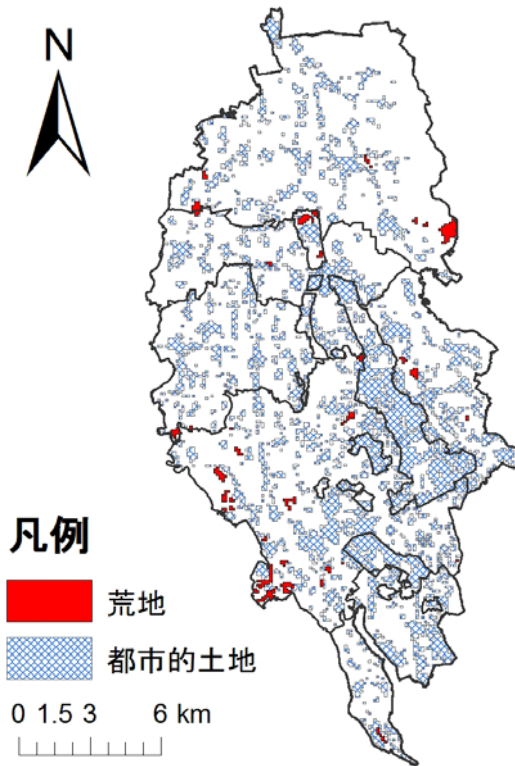


図 6-7 つくばの土地利用（荒地と都市的土地）

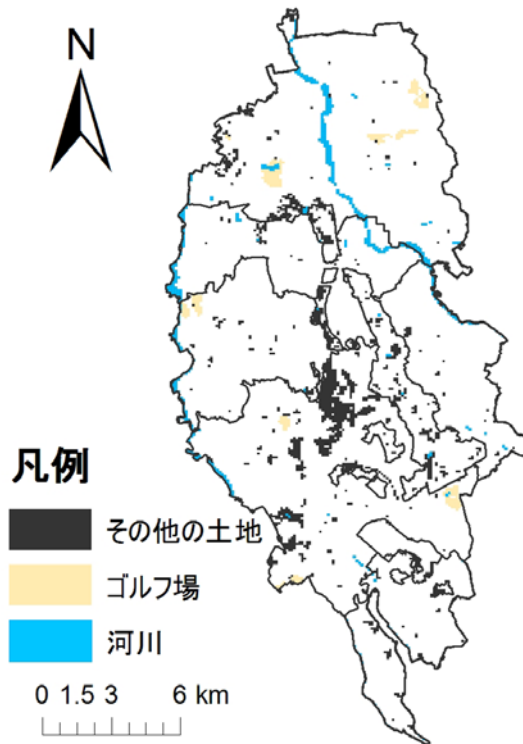
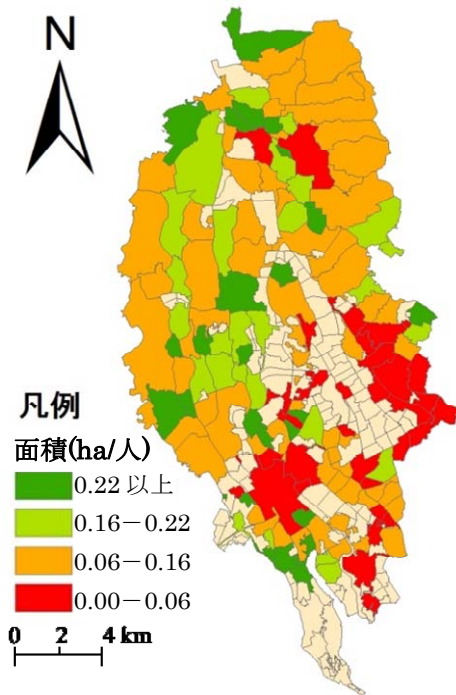
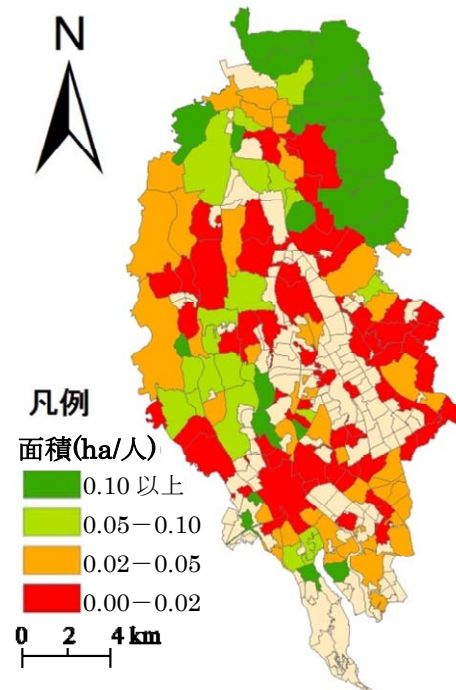


図 6-8 つくば市の土地利用（水域とその他）



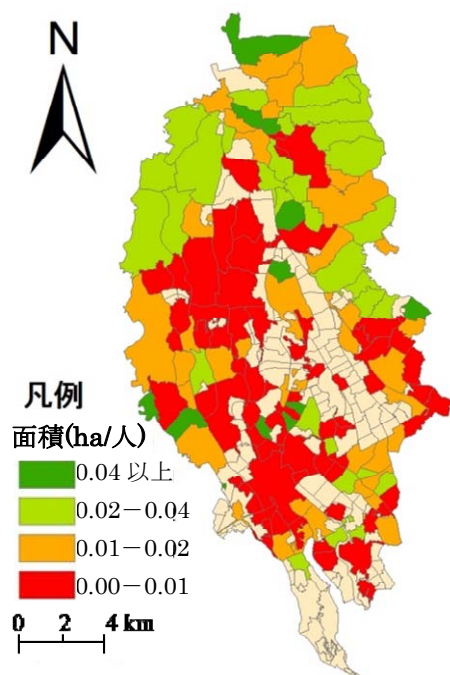
その1) 耕作地

図 6-9 集落における一人当たりの環境受容量



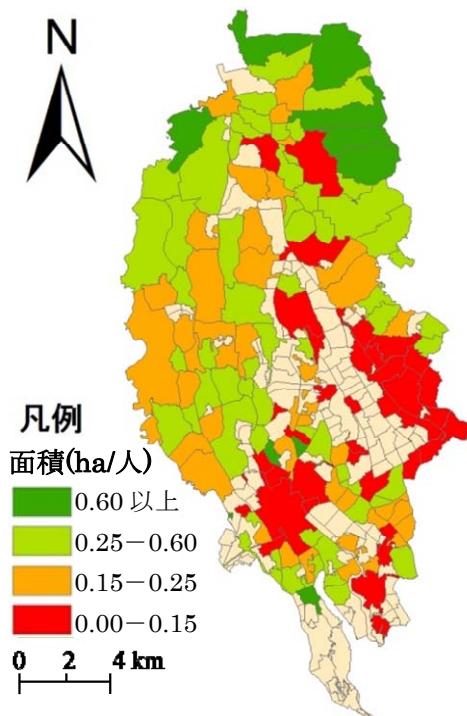
その2) 森林地

図 6-9 集落における一人当たりの環境受容量



その 3) 牧草地

図 6-9 集落における一人当たりの環境受容量



その 4) BC

図 6-9 集落における一人当たりの環境受容量

6-3-3 環境バランス

図 6-10 では、環境負荷超過率を用いて、集落の環境負荷がどれくらいオーバーしているのかを示している。また、そのバランスの達成状況はより厳格に評価するために、集落ごとに消費品目内容等と受容能力の対応関係を図 6-11 と図 6-12 で示した。食料消費と耕作地との関係を「耕作地超過率」、エネルギー資源と森林の対応を「森林地超過率」として定義した。これらの図から、以下のことが言える。

氏原・谷ロモデルによって、つくば市の平均環境超過率は 4.29、茨城県の平均値は 2.97 である。図 6-10 によって、谷田部・桜地区ではつくば市の平均値を超過している集落があることを明らかにした。それらの地域は都市活動が集積している研究学園地区に隣接しており、都市活動の滲み出しが存在するためと考えられる。また、筑波・荃崎地区では、茨城県の平均値を超過している集落が見られ、都市機能が郊外部へ拡散している状況が EF 指標の観点から明らかにできたと言える。

図 6-10 によって、筑波・豊里地区では環境超過率が 1 以下、すなわち、人間活動により発生した環境負荷が環境受容量を本分析で考慮した範囲で超過しておらず、環境負荷に見合うだけの環境受容量を有している集落も少なからず存在していることが明らかとなった。しかし、一人当たりの EF と BC の指標値に対する考察を通じ、環境超過率が 1 以下であるからといって、その集落の居住者のライフスタイルの環境負荷が必ずしも低いというわけではない事も明らかになった。単に人口が少ない事で集落での環境バランスが達成されているというケースも散見される。

図 6-11 には耕作地の環境超過率を示している。研究学園地区周辺では環境バランスが達成できない集落があるが、筑波地区・大穂地区・豊里地区ではバランスが達成した集落が多く存在している。耕作地超過率が 1 以下になっている集落に関しては、地域内での食糧の持続可能な生活が成立し、都心部はそれらの集落に依存していることを明らかにした。

森林地超過率は図 6-12 に示している。筑波地区では森林バランスが達成している集落が存在している。そのほかの地区では、基本的な集落の森林超過率は 5 以上であって、大きく環境の受容力を超過している。車依存などにより地球温暖化問題が深刻化していることが EF 指標の観点から明らかとなった。そのため、今後の環境改善のための施策を検討する際に、森林超過率の削減は重点的に取り組むべきである。

6-4 本章のまとめ

本章では独自に改良した集落スケールでの環境バランス評価ツールを用いて、つくば市における集落を対象とした環境バランス評価を実施することで、その適用可能性を検討した。

- 1) EF 指標を見ると、つくば市における集落の平均一人当たりの環境負荷量は 0.61 ヘクタールであり、その中では、エネルギー・フットプリントの割合が 60%以上を超えていて、

CO2 を吸収するための土地が一番必要であることを明らかにした。

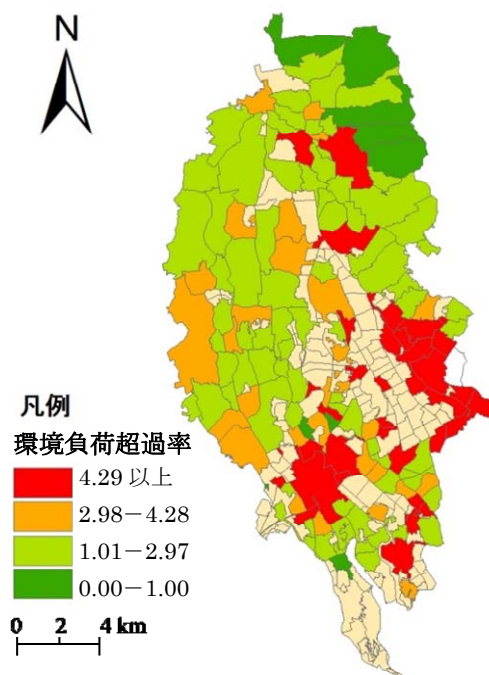


図 6-10 集落における環境負荷超過率

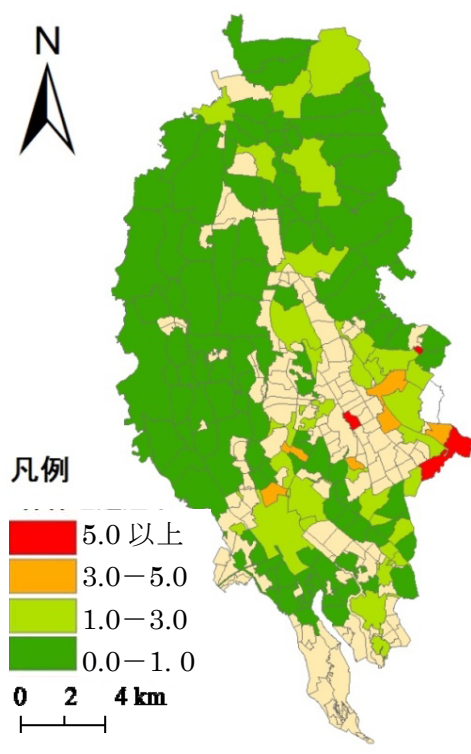


図 6-11 集落における耕作地超過率

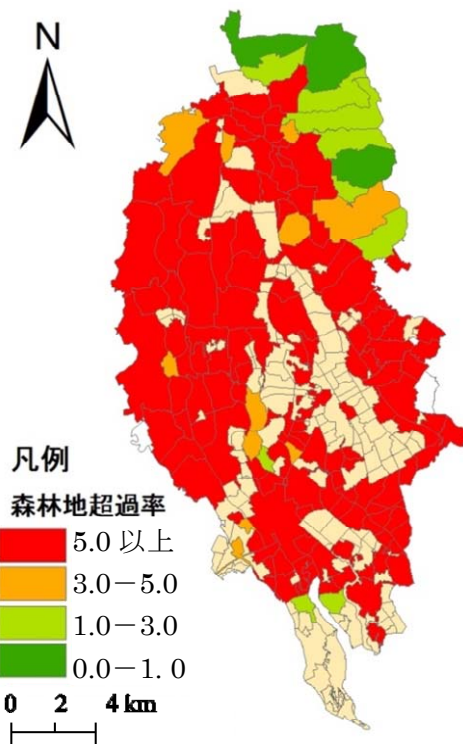


図 6-12 集落における森林地超過率

- 2) 輸送部門フットプリントが EF 値の 1/4 ぐらいを占めており、海外から日本国内への輸入により発生した環境負荷は極めて大きかった。国内・地域内での食料などの地産地消の重要性が EF 指標の観点から明らかとなった。
- 3) 戸建てで世帯人員数の少ない集落で相対的に民生家庭フットプリントが高いことによって、住宅地の有効利用が環境負荷の削減に効果的であると考えられる。具体的には、都市のコンパクト化による撤退にあわせた集合住宅の開発や、これから増えつつある単身高齢者向け住宅の推進などにより、一人当たりの EF 値を削減する可能性が高い。
- 4) 公共交通利便性が低くなると、民生交通フットプリントが増える傾向が見られた。そのため、交通利便性の高い都心地域への移住促進と、郊外部の地域公共交通の活性化・再生などが重要である。
- 5) 都心部における一人当たりの EF 値が相対的に低い、BC 値も低い。また、環境負荷超過率から見ると、都心部では人口が集中しているため、都心部の環境受容量が消費を全部吸収することが困難である。そのため、都心部は周辺の地域に依存しているという認識が重要である。

7 個人意識を考慮した集落の環境バランス改善可能性

第6章では、3章で提示した環境バランス評価ツールを用いて、つくば市における集落の環境バランスの実態を明らかにした。結果として、環境資源が多く残っている都市圏縁辺部の集落においても、緑地開発や田畑の荒廃、自動車依存化などによる環境問題が悪化していることを明らかにした。環境バランス改善に向けた地域計画や環境マネジメント手法について検討するためには、それらの対策の実施による改善効果を定量化することが重要となる。一方、1章で述べたように、環境問題に対応していくのは国や自治体、産業界における巨視的な取組だけではなく、その構成の原単位である居住者の日常生活から行動を見直す必要があると言える。その見直しの効果を把握するため、居住者の意識を考慮しなければならない。そこで本章では、居住者のライフスタイルの見直しの可能性について、アンケート調査を実施し、その結果に基づいて集落における環境バランスの改善可能性を明らかにすることを目的にする。

7-1 研究内容

本章は集落の環境バランス改善可能性を明らかにすることを目的にする。そのため、6章節6-1で記述した理由と同様に、大都市圏郊外部に位置するつくば市を対象にする。なお、集落の地域特性や個人特性などとの関連付けを目的とするため、集落内でのまとまったサンプルを複数個所で取ることが望ましい。よって、本章ではつくば市内10集落を対象として選定し、居住者の全数調査を実施する。

節7-2では調査概要について記載する。日常生活の見直しによる環境改善の可能性を検討するためのアンケート項目を設定する。また、個人属性により環境改善行動を実践する程度が異なるため、個人の年齢・職業により居住者グループを分類し、分析単位として設定する。節7-3では、アンケート調査の結果により、居住者グループ別に、ライフスタイルの見直しの実施程度を明らかにする。

節7-4では、日常生活の見直しを通じ、どれだけの環境改善が生じ得るかについて、シナリオ分析を行なう。また、3章で構築した環境バランス評価ツールを用いて各グループの環境負荷改善の潜在可能性を明らかにする。

節7-5では、節7-4の結果を踏まえて、対象10集落における環境負荷側と環境受容側両方の改善策を考慮し、集落における環境バランスの改善可能性を定量化する。

7-2 アンケート調査概要と居住者グループ設定

アンケートの調査概要を表7-1に示す。

つくば市は地方都市であり、持続可能性の改善可能性が都心・中山間地域に比して多く潜在すると推測される。従って、対象集落の選定については、つくば市内でも、開発計画

区域に当たらない、集落的な住環境が残る地域を選定した。各集落の立地と特徴を図 7-1 に示す。対象集落の概要を表 7-2 に示す。世帯の特性を調査する世帯票を世帯につき 1 部、個人の行動実態を調査する個人票を 1 世帯につき 2 部配布した。

また、本章では、アンケート調査の結果から個人の日常生活において実現可能な行動による環境負荷改善の潜在可能性を分析する。将来的には少子高齢化や都市機能の拡散が進み、耕作放棄地、自動車依存やエネルギー消費の拡大などによる環境負荷の高まりが懸念されている。本章では実際に政策で検討する際に、ライフスタイルの見直しによる実現可能性があると考えられる3つの方面から検討を行う。具体的には1)食料自給率の潜在上昇可能性、2)交通エネルギー消費の潜在削減可能性、3)家庭エネルギー消費の潜在削減可能性の3つである。そのため、アンケートの内容に関しては、個人属性の他、以上の3つの方面から考え、日常の食生活、公共交通をより利用する潜在可能性、再生可能エネルギー普及の潜在可能性、価格政策によるエネルギー消費の潜在削減可能性などに関する質問を行った。さらに、日常生活での環境に対する配慮の程度や、冷暖房の温度設定を控えめにするなど、実際の環境配慮の意識と行動に関する設問を設けた。

一方、2章で述べたように地域属性と個人属性・世帯属性により特定のライフスタイルの

表 7-1 アンケート概要 (つくば市)

調査名	つくば市日常生活に関する調査
調査対象	茨城県つくば市内10集落(高良田、山口、松野木、天宝喜、上里、松野木、高良田、飯田、上萱丸、中別府)の世帯、全数調査
調査期間	2014年5月19日～23日
配布・回収方法	ポスティングによる直接配布 郵送による回収
配布部数	1180世帯
回収部数(回収率)	世帯数:208(18%)、個人数:329
主な質問項目	・日常の食生活 ・日常の交通行動 ・日常の電力使用 ・周辺環境に対する考えや行動について

表 7-2 対象集落概要

	人口	平均世帯 人数	平均値 自動車	平均ガ ソリン代	食料自給10%以 上世帯の比率
山口	471	3.00	2.30	1.70	0.13
下原	188	3.50	3.00	2.80	0.69
上里	451	3.70	2.50	2.80	0.27
高良田	451	3.30	1.90	2.30	0.28
中別府	549	3.90	2.60	2.30	0.47
天宝喜	411	3.60	2.70	2.50	0.35
飯田	363	3.00	2.20	2.40	0.26
東平塚	525	3.30	3.00	2.70	0.61
上萱丸	194	3.10	2.30	1.90	0.36
松野木	572	3.60	2.50	2.20	0.44

見直しを実践する程度が異なると指摘されている。そこで、本章ではそれぞれに分散分析を行ったところ、地域属性（集落別）による有意差は確認されなかった。また、世帯属性と年齢層が重複しているため、年齢・職業を用いて分類を行う。具体的には、調査対象を年階層・職業により6つの居住者グループに分類し、分析単位として設定する。各グループの定義を表7-3で示す。このような基礎的な個人属性による分類を用いることで、他の都市・地域との基礎的な統計データに基づく比較検討が可能となった。

7-3 アンケート調査の結果

アンケート調査の結果について、以下の3つのシナリオから分析する、1)食料自給率の潜在上昇可能性、2)交通エネルギー消費の潜在削減可能性、3)家庭エネルギー消費の潜在削減可能性の3つである。また、環境を配慮しているかどうかについて、その意識と実際の行動

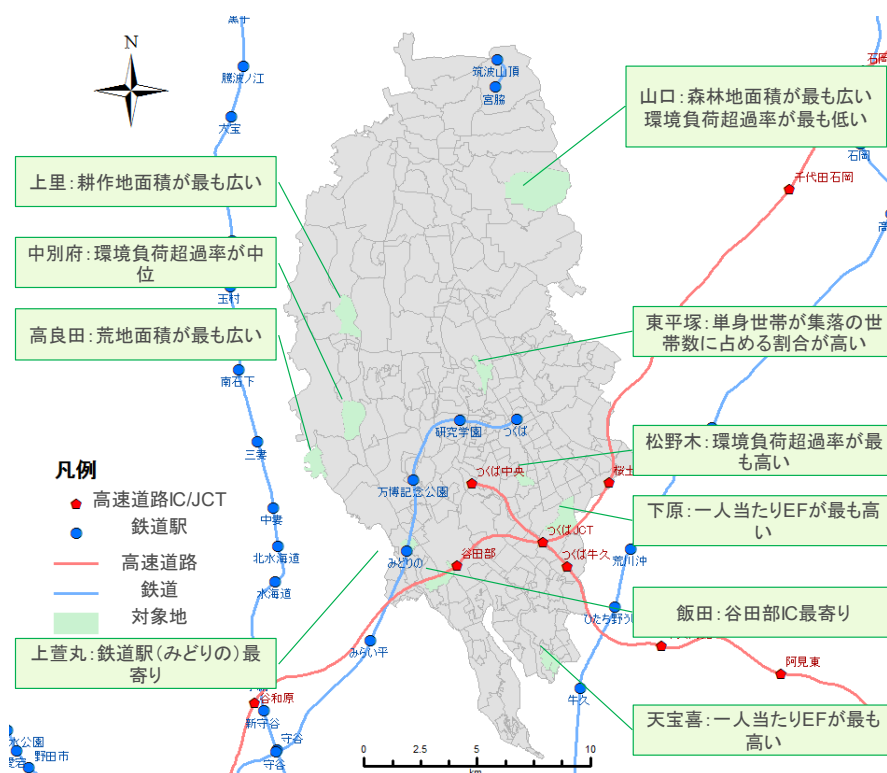


図 7-1 アンケートの対象地（つくば市）

表7-3 居住者グループの分類（つくば市）

番号	グループ名	グループの分け方	サンプル数
G①	若年者	10歳～29歳、及び学生	26
G②	壮年有職者	30歳～49歳、職業あり	69
G③	中年有職者	50歳～65歳、職業あり	72
G④	主婦(無職者)	30歳～65歳、主婦等、職業なし	52
G⑤	高齢者	66歳以上、農林業従業者を除く	78
G⑥	農林業従事者	全ての年齢層を含む、農林業従事者	19

との関係について把握する。

7-3-1 食料自給率の潜在上昇可能性

耕作地荒廃や海外輸入依存などの問題に対して、国産食料に対する関心度と、地元産食料の購入に対する意識について質問を行った。図7-2は、食料品を購入する際に「国産品である」ことが選好の決め手と回答した54.4%の回答者について、飼料も国産である肉の購入意向を示している。図7-3はつくば市内の地場産のものを販売している朝市や直売所の利用の頻度を居住者グループ別に示しており、図7-4はどのような変化があれば朝市や直売所をより利用しようと感じるのかを示している。これらの図から以下のことが考察できる。

- 1) 図7-2について、90%以上の人々が「値段が少し高くても国産飼料使用の肉を購入したい」という意向を示した。特に値段が「30%程度まで」高くても購入したいとした回答者も18%存在しており、食料自給率の低下を抑制している一要因である肉の飼料を国産品に代替しようとした際に、ある程度の価格転嫁が受け入れられる可能性があることを示された。
- 2) 図7-3について、G①若年者の利用頻度は一番低く、60%以上の若年者が「ほとんど利用しない」と回答した。また、G⑤高齢者やG④主婦のような自由な時間を持つ層は利用する頻度が高くなる傾向がある。また、各グループ間において朝市や直売所の利用の頻度に明確な差があることが χ^2 検定によって確認することができた。
- 3) 図7-4について、「安くなる」、「家の近くにある」と「品揃えが多い」と回答した人が多い。

7-3-2 交通エネルギー消費の潜在削減可能性

交通手段に対する意識について把握した、まず、公共交通分担率向上による自動車交通量の減少を想定し、路線バスの利用意識について把握した。その結果を図7-5に示す。また、図7-6はガソリン価格政策による自家用車使用の削減や交通手段の転換の議論の材料として、値上げに対する意識を居住者グループ別に示している。

- 1) 図7-5において「以下の条件が仮に実現した場合、バスをより利用するようになると感じるもの」という質問に対して、「運賃が低くなる」、「家の近くにある」、「運行頻度が高くなる」という回答が多数を占めている。人口減少社会において、これら全ての条件を満たす路線バスの運営、維持は困難であり、今後デマンド型交通の導入、促進が適当であると考えられる。また、「利用するつもりはない」との回答は10%と少なく、公共交通サービスの向上による利用率の増加が期待できる結果となった。
- 2) 図7-6において、ガソリン価格の調整への対策を示した。10%の値上げの際、グループ間に差はなく、ほとんどが「特に何もしない」と「以前より節約する」と回答した。しかし、30%まで値上がりした場合、グループ間で差が見られた。G①・G③の壮・中年有職者において、「公共交通で移動する」と「電気自動車や低燃費車への乗り換え」を検討する人が多い。また、「電気自動車や低燃費車への乗り換え」に関しては、特に

G①若年者において検討する人が多い。G⑥農林業従事者に関しては、ガソリン価格の値上げの程度による対策の変化がほとんどない。

7-3-3 家庭エネルギー消費潜在削減可能性

電力の利用へ対する意識について把握した。結果を図7-7～図7-9に示す。まず、太陽光発電施設の設置有無と設置しない理由について図7-7～図7-8に示した。また、電力価格政策による電力使用の削減やそれに伴う省エネルギー商品利用の増加を想定し、その意識について図7-9に示した。以下に結果と考察を示す。

- 1) 図7-7について、約60%が、「設置したいができない」「設置したいと思わない」「分からない」と、設置に消極的な回答している。
- 2) 図7-8について、設置しない理由において χ^2 検定を行った結果、グループ間で明確な差が示された。G①若年者においては、自分の持ち家がなく、「賃貸住宅であるから」という回答が多い。G⑤高齢者において、「その他」の回答が多く「高齢であるため、長く使用できない」などの理由を述べている。また、全体として、「初期費用」「維持管理」「公的な補助」は重要な理由とされている。今後技術の発展による設置費用の削減や政府の支持などによって、再生可能エネルギー施設の更なる普及が期待される。
- 3) 図7-9について、800円の値上げする際、ほとんどは「前より節約する」のみの回答となっているが、2500円の値上げの際、半分程度の方は太陽光発電設備、省エネ家電とリフォームを検討すると回答した。つまり、ガソリン価格調整への対策と異なり、農林業従事者は電気料金の変化に対し感度が高いと言える。

7-4 日常生活の見直しから見る環境改善の潜在可能性

本節では、居住者グループを分析単位として、シナリオに対する意識が異なることを踏まえ、より適性の高い環境改善方法の検討を模索する。具体的なシナリオは節7-2のアンケート調査設定を参考にし、1) 食料自給率の潜在上昇可能性」、2) 交通エネルギー消費の潜在削減可能性」と3) 家庭エネルギー消費の潜在削減可能性」を設定する。

まず、改善の潜在可能性を検討するためには、各グループにおける個人の環境負荷の評価が必要となる。本章では3章で提示したEF指標を用いて、グループ別の環境負荷を明らかにした。その結果を図7-12に示す。耕作地フットプリントと牧草地フットプリントに関しては、グループ毎に大きな差が見られないが、G①若年者が海外輸入に依存度の高い畜産品などの摂取量が多いため、EF値が相対的に高くなる。また、戸建に住んでいる単身世帯の割合が高いG⑤高齢者グループの民生家庭フットプリントが相対的に高い。民生交通フットプリントについては、ライフスタイルが異なることによって差が顕著である。民生交通フットプリントが全体のEF値に高い割合を占めており、G①若年者以外のグループは自動車に依存していることを明らかになった。

それぞれのシナリオにおける環境負荷の改善効果の算出方法の概略を表7-4に示している。

潜在的な削減量を算出するために、各シナリオで設定した見直し項目を「実践したい」と回答した者の割合と、その見直しによる改善可能な環境負荷の二つを把握する必要がある。

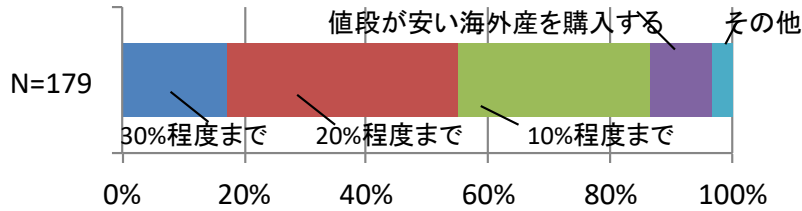


図7-2 国産飼料使用の肉の購入意向 (つくば市)

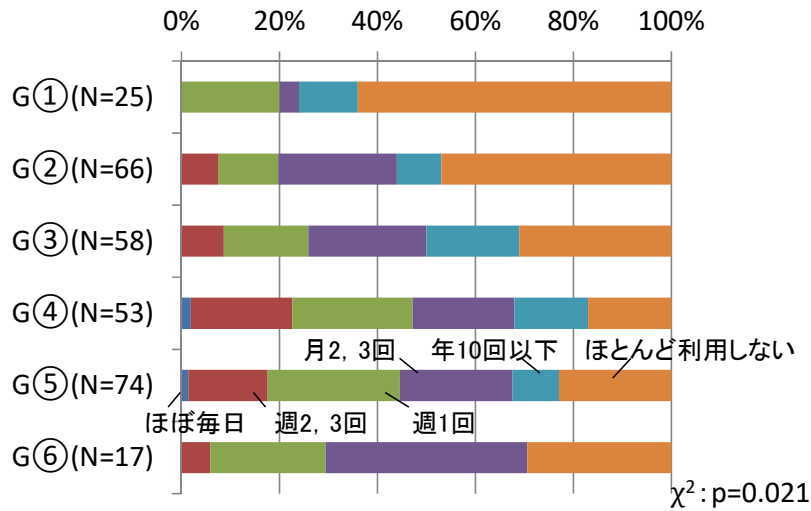


図7-3 朝市や直売所の利用の頻度 (つくば市)

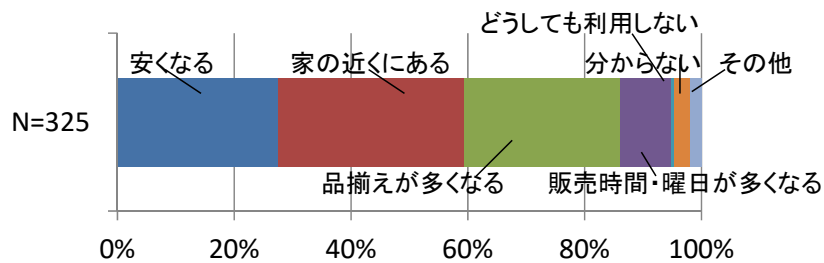


図7-4 利用増加の要因になりうる朝市や直売所の利用環境の変化 (つくば市)

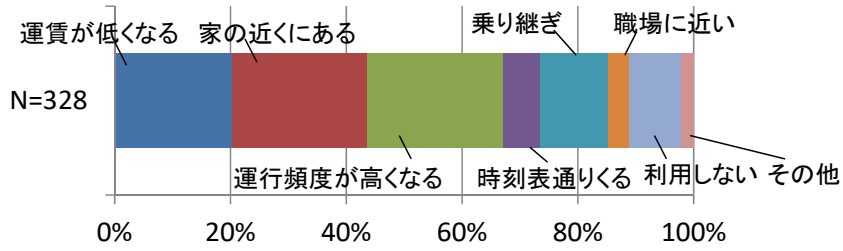


図 7-5 利用増加の要因になりうるバス利用環境の変化 (つくば市)

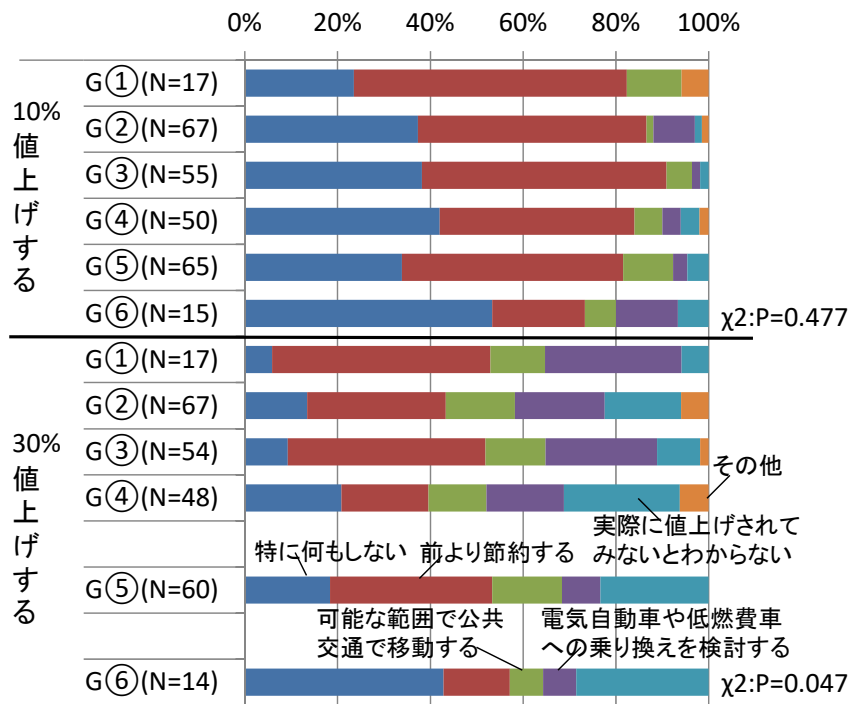


図 7-6 ガソリン価格調整による交通手段の変化 (つくば市)

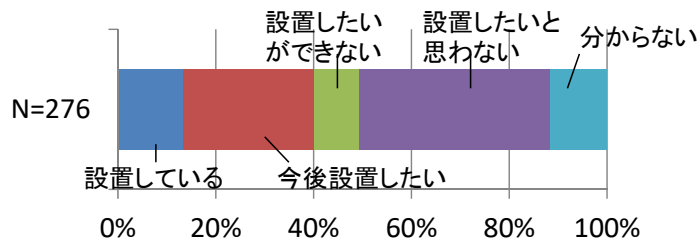


図 7-7 太陽光発電施設の設置の有無 (つくば市)

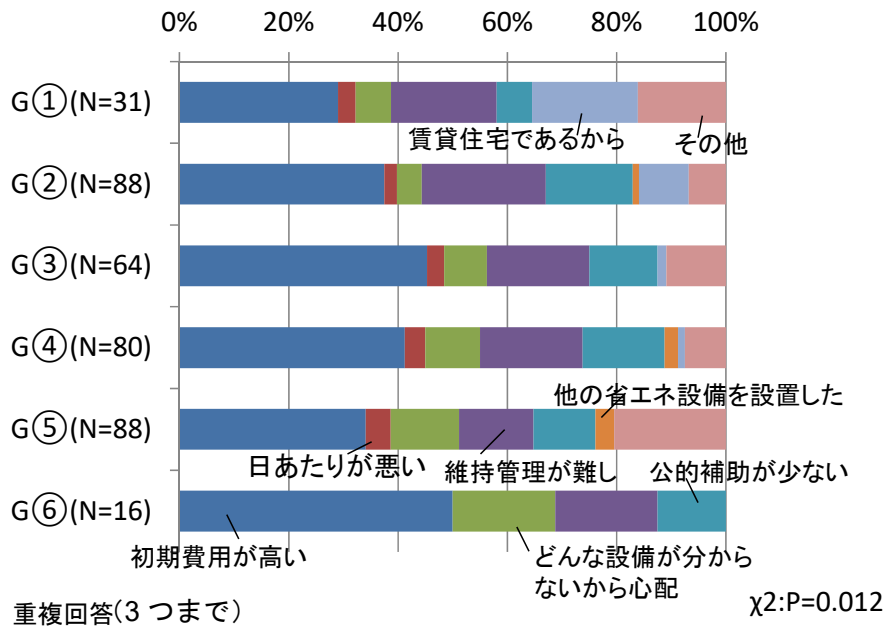


図 7-8 太陽光発電施設を設置しない理由 (つくば市)

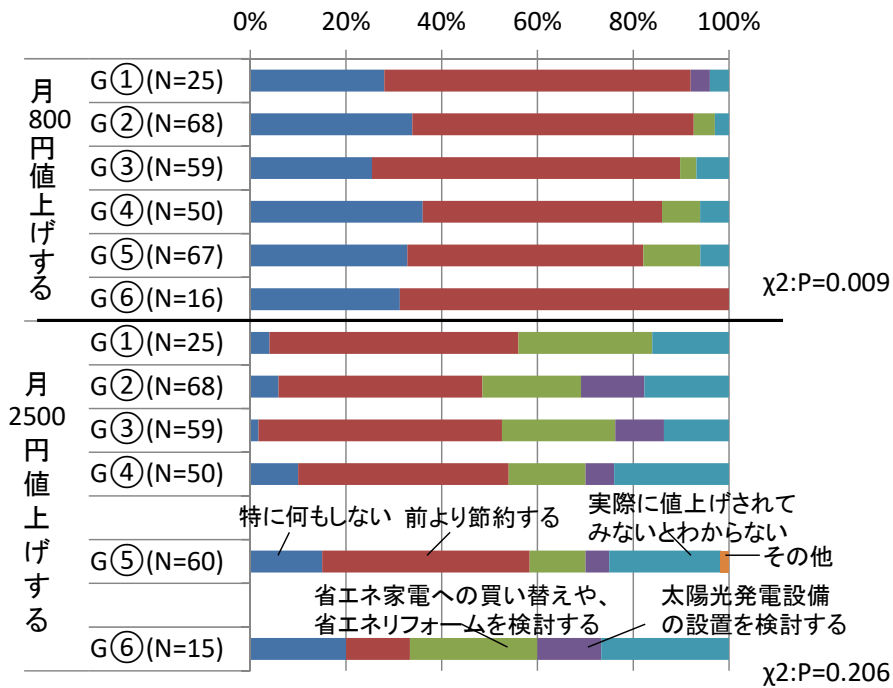


図 7-9 電気料金調整による家電使用の変化 (つくば市)

「実践したい」人の割合を強度として定義し、具体的な割合を節7-3-3から参考にする。見直しによる改善可能な環境負荷について、各シナリオにおいていくつかのサブシナリオを設定する。なお、強度は個人の意識に強い影響を受けるものだと考えられ、各シナリオにおいて2つのパターンを設定し、異なるパターンの状況での意識について定量的に分析する。設定の詳細を以下に整理する。

シナリオ1)：

食料自給率の潜在上昇可能性については、「自給率10%上昇」と「自給率20%上昇」の2パターンを設定した。食料品を購入する際に「国産品である」ことが選好の決め手と回答した者について、穀物・果物など肉以外の食料の自給率を向上にさせる。「飼料も国産である肉」の購入意向がある回答者については、肉を含むすべての食料自給率を向上にさせる。サブシナリオに関しては、改善された自給率が100%を超えた場合は、100%と設定する。以上の設定によって、耕作地フットプリントと輸送部門フットプリントの削減が期待されている。

シナリオ2)：

交通エネルギー消費の潜在削減可能性については、価格調整政策を設定し、「ガソリン価格10%値上げ」と「ガソリン価格30%値上げ」の2パターンを検討する。サブシナリオに関しては、アンケートで「特に何もしない」、「実際に値上げされないと分からない」と「その他」と回答した人の改善可能性を0にする。「前より節約する」と回答した者が10%ガソリン消費を削減可能と設定する。「公共交通で移動する」と「電気自動車や低燃費車への乗り換え」を選択した回答者については、それぞれ15%と50%の削減と想定する。

シナリオ3)：

家庭エネルギー消費の潜在削減可能性については、価格調整政策を設定し、「電気料金800円値上げ」と「電気料金2500円値上げ」の2パターンの潜在的改善可能性を分析する。サブシナリオに関しては、アンケートで「特に何もしない」、「実際に値上げされないと分からない」と「その他」と回答した者の改善を0にする。「前より節約する」と回答した人が10%の電力、ガスなどの削減が可能であると設定する。また、「省エネ家電とリフォームを検討する」と回答した者は、電気5%、ガス30%の削減を仮定する。「太陽光発電設備を検討する」の回答者は家庭エネルギーの60%の改善効果が得られると仮定する。

各シナリオの環境負荷削減率を図7-13に示す。2パターンとも顕著なグループ差が見られている。全体的に見ると、パターン1ではG⑤高齢者とG⑥農林業従事者の改善の潜在可能性が相対的に高いことを明らかにした。しかし、より強度が強いパターン2では、G②壮年有職とG③中年有職の環境負荷削減率が大幅に上昇し、特に交通エネルギー削減の効果が高いことを示した。それは有職者が元より自動車に依存しており、また、電気自動車の買い替えのようなお金がかかる行動の許容度が高いからだと考えられる。また、G④主婦とG⑤高齢者は国産食品への関心度が高いため、自給率の促進による環境負荷の改善効果が相対的

に高くなる。G⑥農林業従事者に関しては、2パターン交通エネルギーの変化が読み取れない反面、家庭エネルギーの変化が激しい。

なお、輸送部門に関しては、国外を対象にしているため、食料自給率の改善により削減できる環境負荷量も国外輸送部門に限られている。国内輸送は対象外であるが、国外輸送から発生するCO₂は国内輸送の約1.2倍であること（吉川ら、2006）が指摘された。また、自治体を対象にして、商業立地と購買者居住地・交通行動によるCO₂排出量を算出した研究がある（横山ら、2007）。その研究はシナリオ分析によって、都心部に立地する地産地消マーケットは、郊外部に立地する大型マーケットよりCO₂排出量が低いことを示唆された。本研究では国産食料品購入というシナリオを設定したが、国内輸送を考慮した地域内地産地消の促進は、より多くの削減可能性があると考えられる。

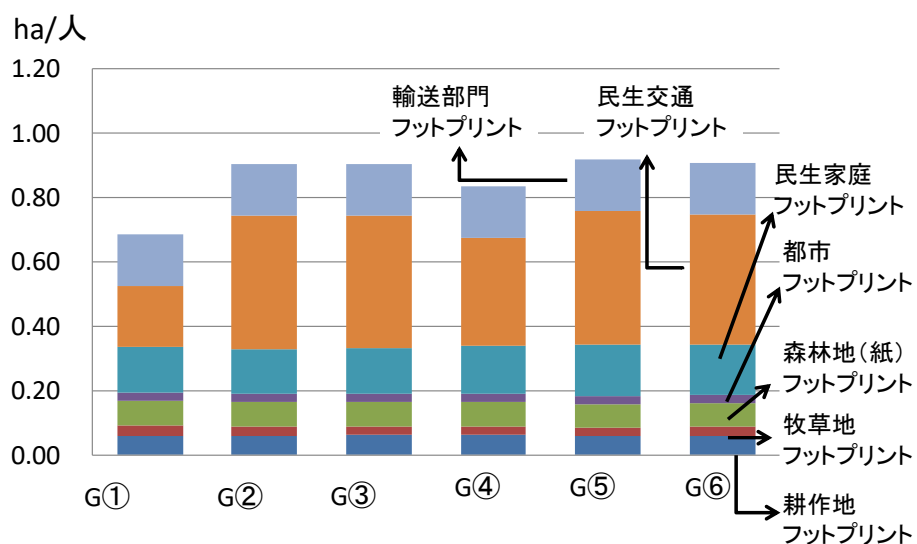


図7-12 グループ別の個人環境負荷 (つくば市)

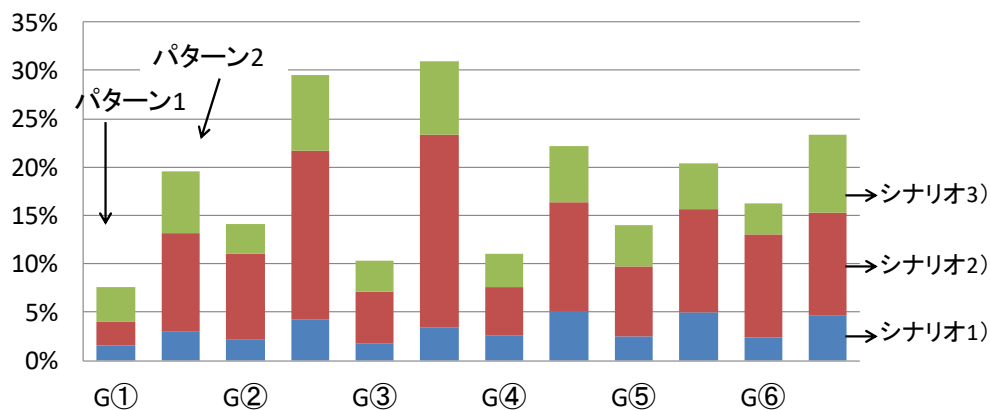


図7-13 グループ別環境負荷潜在削減可能性 (つくば市)

表 7-4 環境負荷潜在削減可能量の算出方法（つくば市グループ）

シナリオ	環境負荷潜在削減可能量	変数説明
1) 食料自給率の上昇可能性	\widehat{EF}^1 $= \widehat{EF}_{fg}^1 + \widehat{EF}_t^1$ $= \sum_j^{10} \left(\frac{f_{nj}}{\alpha_j^c} - \frac{f_{nj}^i \times (1 - \delta_i^f)}{\alpha_j^{JPN}} + EF_{Tj}(1 - \delta_i^f) \right)$	\widehat{EF}_{fg}^1 :シナリオ1)による耕作地と牧草地の環境負荷削減可能量(ha) \widehat{EF}_t^1 :シナリオ1)による運輸部門の環境負荷削減可能量(ha) EF_{Tj} :品目jの運輸部門フットプリント(ha) f_{nj} :年齢階層nにおける品目jの一人あたり消費量(ton/人) α_j^c :輸入国cにおける品目jの土地生産性(ton/ha) α_j^{JPN} :日本における品目jの土地生産性(ton/ha) n :国勢調査による10区分 j :国民栄養調査による14区分 δ_i^f :選択肢iの食料自給率向上率
2) 交通エネルギー消費削減の可能性	$\widehat{EF}^2 = \widehat{EF}_t^2$ $= \frac{k_c \times C_m \times 12 \times \delta_i^E}{\gamma}$	\widehat{EF}_t^2 :シナリオ2)による民生交通部門の環境負荷削減可能量 δ_i^E :選択肢iの食料自給率向上率 γ :二酸化炭素吸収効率(ton-CO ₂ /ha) C_m :月ガソリン消費量(CC/人) k_c :二酸化炭素係数
3) 家庭エネルギー消費削減の可能性	$\widehat{EF}^3 = \widehat{EF}_h^3$ $= \frac{1}{\gamma} (C_{xy}^E \times \delta_i^E + C_{xy}^G \times \delta_i^G + C_{xy}^O)$	\widehat{EF}_h^3 :シナリオ3)による民生家庭部門の環境負荷削減可能量 C_{xy}^E :電力の二酸化炭素排出量(ton) C_{xy}^G :ガスの二酸化炭素排出量(ton) C_{xy}^O :他の二酸化炭素排出量(ton) δ_i^E :選択肢iの電力消費改善率 δ_i^G :選択肢iのガス消費改善率 x :家計調査による2区分(戸建て・集合) y :国勢調査による4区分(単身・二人世帯・三人世帯・四人以上世帯)

7-5 集落における環境バランスの改善可能性

まずは6章の集落スケールの環境バランス評価ツールを用いて、対象となる10集落の環境負荷と環境受容とのバランスを明らかにする。また、節7-4で構築した環境改善の潜在可能性の算出方法に基づき、各集落における環境バランスの改善可能性を定量化にする。

7-5-1 対象集落の環境バランス

表 7-5 は対象集落を環境負荷超過率の昇順で示す。この表から研究学園地区周辺（松野木）の環境受容量が相対的に小さい一方、北部と西部（中別府，高良田，上里，山口）に位置する集落の環境受容量が高いことを分かった。市北における集落（山口）の環境負荷量が高い。それは、山口集落周辺には鉄道が存在せず、公共交通が不便であるためと考えられる。なお、環境バランスが達成できた（環境負荷超過率が 1 以下）のは山口集落しかないため、ほぼすべての集落ではライフスタイルを見直す必要がある。

7-5-2 集落における環境バランスの改善可能性

集落におけるシナリオは環境負荷側と環境受容側両方を踏まえて設定する。環境負荷側のシナリオは、節7-4に基づき、「食料自給率の潜在上昇可能性」、「交通エネルギー消費の潜在削減可能性」と「家庭エネルギー消費の潜在削減可能性」の3つを設定する。本節はパターン2について検討を行う。

環境受容側のシナリオについては、荒地をすべて活用する設定を行う。荒地活用については、つくば市の集落のみならず、他の都市においても荒地・耕作放棄地の増加という問題が顕在化してきている。中長期的な視点に立ち、今後の人口減少社会を考えると農村部や都市郊外部における荒地を、自然的土地利用に再生(リサイクル)するなどの施策が重要になると考える。対象集落における荒地の状況をつくば市都市計画基礎調査（都市計画基礎調査，2010）により把握する。そして、これらの土地資源を対象として、森林に再生する。対象集落の荒地面積は表7-6に示す。

このような分析を踏まえて、対象集落における環境負荷と環境受容の改善可能性を図 7-14 に示す。この図から以下のことを明らかにした。

- 1) 天宝喜における食料自給率改善による環境負荷改善値が最も高いことが分かった。これは G④主婦と G⑤高齢者の割合が相対的に高いため、自給率の促進による環境負荷の改善効果も顕著である。
- 2) 家庭部門に関しては、飯田・中別府・上里における改善値が相対的に高いことが示された。これらの集落は戸建て住宅の割合が高いため、太陽光発電設備を設置する可能性が高い。
- 3) 交通部門に関しては、飯田・下原のような交通が便利な集落の改善可能性が相対的に低い一方、山口・天宝喜のような鉄道・高速道路から離れている集落の改善可能性が高いことを示した。また、研究学園地区に近い集落（東平塚と松野木）の改善可能性も相対的に低い。
- 4) 環境受容の改善については、荒地面積が約 20 ヘクタールである高良田集落の改善効果が一番高い。下原集落に関しては、超過率の削減が見られないが、これはその集落ではもともと荒地など利用していない土地がないことや、環境受容をすでに最大限まで

發揮しており，改善の余地がないためとはいえる。

7-6 本章のまとめ

本章では，日常生活の見直しに基づく環境改善の潜在可能性を検討するため，個人の日常生活において実行可能な行動や価格政策への対応，さらに，環境への意識と実際の行動について，アンケート調査を行った。また，個人属性によってグループを分け，集落特性・個人・世帯属性と関連を付けて，個人のライフスタイルの見直しによって，集落の環境バランスをどこまで改善できるのかについて分析を行った。

- 1) 高齢者と主婦は地場産のものを買う頻度が相対的に高く，食生活への関心度も高いことから，食生活を通じた政策による環境改善効果が高いものと考えられる。一方で，若年者と壮年者は電気自動車や太陽光発電施設のような新しい技術に対する許容度が

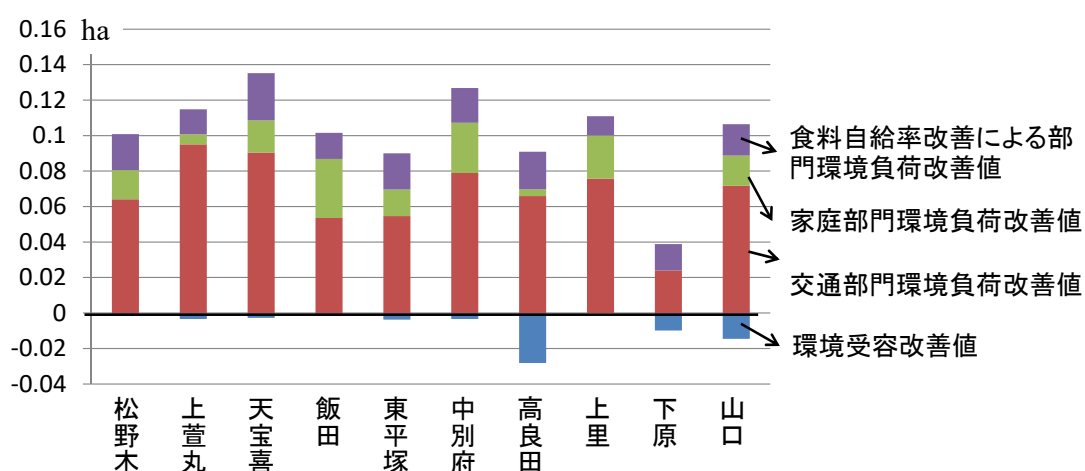


図 7-14 集落別環境負荷潜在削減可能性 (つくば市)

表 7-5 対象集落の環境バランス (つくば市)

	松野木	上萱丸	天寶喜	飯田	東平塚	中別府	高良田	上里	下原	山口
人口(人)	572	194	411	363	525	549	451	451	188	471
BC (ha/人)	0.062	0.125	0.136	0.135	0.139	0.229	0.245	0.272	0.395	0.919
EF (ha/人)	0.749	1.237	0.900	0.786	0.742	0.877	0.894	0.822	0.963	0.789
r	12.04	9.92	6.64	5.82	5.34	3.83	3.64	3.02	2.44	0.86

表 7-6 対象集落の荒地面積 (つくば市)

	松野木	上萱丸	天寶喜	飯田	東平塚	中別府	高良田	上里	下原	山口
荒地面積 (ha)	2.2	1.3	1.1	0.9	5.2	5.5	21.2	0	3.7	12

高く、ガソリン価格、電気料金の値上がりの際に様々な暮らしの道具を取り換える潜在可能性が相対的に高い。

- 2) ガソリン価格調整に関連し、値上げするほど、若年者と壮・中年有職者に移動手段の転換を検討する人が多くなる。それに対して、電気料金の値上げの程度が高まると、これらグループ間での差がなくなる傾向にある。また、農林業従事者に関しては、ガソリン価格の変化による行動の変化が読み取れない反面、電気料金の変化に対し感度が高い。
- 3) 集落の特性によって環境バランス改善可能程度が異なっている。高齢者と主婦が多い集落、戸建て住宅の割合が高い集落、鉄道・高速道路から離れている集落、荒地面積が広い集落においては、環境改善の余地が大いにある。

8 個人意識を考慮した自治体の環境バランス改善可能性

1章の背景では各自治体がそれぞれ単独で環境バランスを達成する仕組みは極めて困難であると述べた。それに対して、5章では環境バランスを圏域として成立させる「環境バランスエリア制度」を提案した。また、7章では個人の行動と意識に着目し、どのような日常生活の見直しを行えば、どの程度環境改善の潜在可能性が見込めるのかを把握した。以上を踏まえて、本章では、個人のライフスタイルの見直しが自治体の環境バランス、及び自治体の環境バランスエリアに与える影響を明らかにすることを目的とする。

8-1 本章の内容

本章は自治体内及び自治体間における環境バランスの改善可能性を定量的に分析することを目的とする。そのバランスの改善を吟味する上で改善施策による環境の変化を把握しやすい対象地を選ぶことが求められる。このため、環境受容力が極めて乏しい大都市部や、環境負荷がほとんどない中山間地などは適切な対象地とは言い難い。以上の理由から、自治体内の検討について、「21世紀の国土のグランドデザイン」（全国総合開発計画、1998）の中で、地方中心・中小都市圏の中心都市であり、多自然居住地域の拠点として位置づけられる38の地方中心都市を対象とする。自治体間の検討について、都市的要素と農村的要素が混在する大都市圏郊外部を取り上げ、比較検討の観点から特徴の異なる地域によって構成される茨城県を分析の対象とした。

まず、節8-2と節8-3ではアンケート調査の概要と結果を記述する。自治体内については、居住者の意識は地方中心都市（つくば市）で実施したアンケート調査を用いる。その調査の概要と結果はすでに7章の節7-2と節7-3に記述した。自治体間については、茨城県を対象にしたアンケート調査を実施する。

次に、節8-4では地方中心都市を対象にし、個人意識を考慮した自治体の環境バランス改善可能性をシナリオ分析で明らかにする上、4章で提案した「メテオグラム図」を用いて、分かりやすい形で表現する。

また、節8-5では茨城県を対象にし、自治体が自らの努力で環境バランスを達成すべく圏域概念—環境バランスエリアを用いて、個人の改善がどれだけ自治体の環境バランスに影響を与えるのかを明らかにする。

なお、節8-4と節8-5におけるシナリオの基本的な考え方としては、それぞれの削減項目の削減ポテンシャルのうち、その実践可能性を加味し、潜在的な削減量を算出する。シナリオは複数のライフスタイルの見直し項目を含んでいる。各見直し項目における居住者グループ別の実践可能性は、アンケート調査から把握する。対象自治体の統計データより居住者グループごとの人口を整理することで、自治体内の環境バランス及び自治体間の環境バランスエリアの変化について吟味する。

8-2 アンケート調査の概要

本章では、節 8-2 で説明したように、二つのアンケート調査を実施する必要がある。地方中心都市を対象にしたアンケート調査は典型的な地方中心都市であるつくば市で実施する。つくば市における調査の概要と結果は 7 章節 7-2 と 7-3 を参考する。茨城県を対象にしたアンケートについては、多様な個人属性と多様な都市のサンプルをもらえるために、インターネット・アンケート調査を実施する。調査は年齢を 5 階層に、都市規模は 3 階層に設定する。また、ライフスタイルの見直しが環境バランスに与える影響を分析するにあたって、地域特性や個人特性などと関連付けるため、各層から一定のサンプル数を確保する必要がある。具体的には年齢階層別での単純集計の許容誤差を 10%に留めるため、各年齢階層から 97 サンプル以上を収集する。

調査概要を表 8-1 に示す。具体的な質問項目を表 8-2 に示す。各年齢層においては 99～102 サンプル、各都市規模においては 166～167 サンプルを回収し、各階層で分析に十分なサンプル数を確保した。都市規模は、家計調査の設計（家計調査，2014）を参考にし、中都市は「政令指定都市を除く人口 10 万以上の市」、小都市は「人口 10 万未満の市」、町村は「町・村」と定義した。また、大都市「都道府県庁所在市以外の政令指定都市」は茨城県に存在せず、本調査の対象外となっている。

調査項目については、個人・世帯属性の他、日常生活に関連し、かつ環境に対する影響が大きい行動について、その実行可能な程度を質問した。少子高齢化や都市機能の拡散が進み、エネルギー消費の拡大や、耕作放棄地、自動車依存などの問題が深刻化し、環境負荷の高まりが懸念されている。そのため、アンケートでは国産食料を購入する意向、エネルギー価格が上昇する際の対策などに関する質問を行う。

個人・世帯属性の他、国内産と国外産の食料に差額がある際の購入可能性、ガソリン価格が上昇する際の対策、電気料金が上昇する際の対策を取り上げた。補足の情報として実際の国産食品の摂取率・燃料代・HV・PHEV・EV・省エネルギーフォーム・太陽光発電施設の所有状況を把握した。また、記述の便宜上、質問・回答の略称の定義も表 8-2 に示す。

表 8-1 アンケート調査の概要（茨城県）

調査方法	インターネットによるアンケート調査				
調査対象	茨城県における住民(各年齢階層別、都市規模別)				
調査期間	2015年12月18日～21日				
配布部数	500人				
年齢階層別、都市規模別回収数					
	15-34歳	35-44歳	45-54歳	55-64歳	65歳以上
中都市	33	34	34	33	33
小都市	33	34	34	33	33
町村	33	34	33	33	33

表 8-2 アンケート調査の内容（茨城県）

項目	質問	選択肢	略称
「飼料も国産」の国産肉類の購入	「飼料も国産」の肉類について、「飼料は海外産」の肉類よりも何%程度高くなっても購入したいと思うか	値段設定に関わらず、国産飼料の肉を購入する	「飼料も国産」の国産肉購入
		50%程度	
		30%程度	
		20%程度	
		10%程度	
		値段が安い肉を購入する	
		その他()	
「国産小麦」パン・麺の購入	「国産小麦」パン・麺について、「輸入小麦」パン・麺よりも何%程度高くても購入したいと思うか	値段設定に関わらず、国産飼料の肉を購入する	「国産小麦」パン・麺購入
		50%程度	
		30%程度	
		20%程度	
		10%程度	
		値段が安い肉を購入する	
		その他()	
ガソリン価格の値上げ（10%値上げ、30%値上げ）	それぞれのガソリン価格の値上げの程度について、考えられる最も近い対策をお選びください	特に何もしない・今まで通り自家用車を使用する	何もしない
		前より（さらに）外出の回数を減らす 自家用車で移動する距離を短くする	ガソリン節約
		今まで自家用車で行っていた移動を、公共交通、自転車、徒歩などへ代替する	移動代替
		ハイブリット車（HV）への乗り換える	HV乗換
		プラグインハイブリッド（PHEV）車への乗り換える	PHEV乗換
		短距離の移動については電気自動車（EV）への乗り換える	EV乗換
		その他	
電気代の値上げ（10%値上げ、30%値上げ）	それぞれの電気代の値上げの程度について、考えられる最も近い対策をお選びください	特に何もしない・今まで通り生活する	何もしない
		以前より(さらに)節約する	電気節約
		省エネ家電への買い替えや、省エネリフォームをする	省エネ購入
		太陽光発電設備の設置をする	太陽光発電設備購入
		その他	
その他	食事の状況について、「材料を買って、家庭で調理したものを食べる」回数（食事の回数）を教えてください。		家庭調理頻度
		国産肉を購入する量の割合	国産肉購入率
	現在のご自宅で以下の3種類の車を持っているのかを教えてください	家族での自家用車の使用にともなう1か月の燃料代の合計	ガソリン代
		ハイブリット車（HV）	HV所有
		プラグインハイブリッド車（PHEV）	PHEV所有
	現在のご自宅で以上の設備設置しているのか、を教えてください	電気自動車（EV）	EV所有
省エネリフォーム		省エネ所有	
	太陽光発電設備設置	太陽光発電設備所有	
属性	職業、年齢、都市、都市規模区分、世代人員数		

なお、居住者グループの分類は7章節7-2を参考する。しかし、茨城県におけるネットアンケート調査では、15歳以下の人が存在せず、農林業従事者のサンプル数も不足である。そのため、本章は個人属性（年齢・職業）と世帯人員数によってグループを分類する。各グループの定義を表8-3に示す。

8-3 地方中心都市の環境バランス改善可能性

1章の背景で述べたように、今後さらに進展が予見される地方分権といった視点から、自治体単位での検討がまず必要になると考えられる。本節は3章で説明したEFとBC指標を用いて環境バランスを示すことにより、個人のライフスタイルの見直しによる地方中心都市の環境バランス改善可能性の評価を行う。

8-3-1 シナリオの設定と算出方法

環境バランス改善可能性については、シナリオ分析を通じた検討を行う。環境バランス改善の方策には大きく分けて、環境負荷側（EF）の削減と、環境受容側（BC）の増加が考えられる。EF削減のシナリオにおける強度の設定においては地方中心都市（つくば市）で行ったアンケート調査結果に基づく。BCの増加については、政策目標や既存事例を参考に、耕作放棄地の一部を再び耕作地へ、荒地の一部を緑地化とすることを想定し、分析を進める。

具体的には、EF削減においては、個人の生活の範囲で改善行動の及ぶ項目として「電力使用」、「食生活」、「自家用車利用」についてそれぞれ、1)住宅用太陽光発電の導入、2)交通の自家用自動車から公共交通への転換、3)国産品選好による海外輸入食料品輸送の減少におけるCO₂排出の減少を想定しシナリオ分析を行う。また、BC増加においては、耕作放棄地を再び耕作地へ、荒地を緑地とするシナリオを設定する。

節8-1で記述したように、シナリオの基本的な考え方としては、それぞれの改善項目の母数である物理的な改善ポテンシャルのうち、どの程度の改善が実現されるのかを加味し、潜在的な改善量とする。物理的な改善ポテンシャルについては、公開統計を用いて算出した環境負荷の要素とする。どの程度EFの削減が実現されるのかについては、地方中心都市（つくば市）を対象にしたアンケート調査に基づき、アンケート調査に基づき、ライフスタイルの見直しを実践したい人の割合により把握する。その割合をシナリオの「強度」と

表 8-3 居住者グループの定義（茨城県）

番号	グループ	グループの分け方	サンプル
G1	高齢者	同居家族がいる65歳以上の人(主婦以外)	71
G2	主婦	15歳以上家事を主にする人	56
G3	単身者	15歳以上同居家族がいない人	71
G4	無職	15歳から64歳、同居家族がいる、職業がない人	48
G5	青年有職者	15歳から44歳、同居家族がいる、職業がある人	132
G6	壮年有職者	45歳から66歳、同居家族がいる、職業がある人	122

定義する．式 (8.1) ～ (8.5) はシナリオの計算式を示す．また，BC 増加については，アンケートに依らず，実例を根拠とした．

1) 住宅用太陽光発電の導入

既存の CO₂ 排出をとまなう電力使用を，太陽光発電に代替した場合，増加した太陽光発電量に応じて CO₂ 排出が削減される．そして，CO₂ 排出量が削減された分だけ，吸収するために必要な森林地として計上されていた EF が減少する．これを以下，太陽光シナリオと呼ぶ．都市 k における住宅用太陽光発電設備導入による EF 削減量(以下「太陽光シナリオ削減量」)， $EF_{cut.solar}^k$ は式(8.1)で表される．

太陽光シナリオ強度は後述の図 8-6 の「潜在設置率」を用いる．住宅用太陽光発電の導入には，設置に必要な面積，設置に必要な耐震基準を満たしているかどうか，という物理的な制限を考慮しなくてはならない．その物理的な制限 $EF_{cut.solar.pot}^k$ は式(8.2)に示す．標準的な住宅用太陽光発電設備の設置に必要な面積を有しているかどうかについては，「平成 22 年国勢調査—建て方，延べ床面積階層別戸数」(国勢調査，2010)，「平成 20 年住宅・土地統計調査—建て方，建築面積階層別戸数」(住宅・土地統計調査，2008) によって判断する．また，耐震基準を満たしているかどうかについては，「平成 20 年住宅・土地統計調査—建て方，建築時期階層別戸数」(住宅・土地統計調査，2008) から建築時期が昭和 56 年以降 (国土交通白書，2013) である戸建数の割合を算出することにより判断する．以上の条件を満たす住宅を導入可能戸数とする．この日射量等の条件については，太陽光発電協会のまとめる都道府県別年間予想発電量 (太陽光発電協会，2010) を用いる．そして，住民の太陽光発電施設の導入意向についてのアンケート調査結果を強度設定として用いる．

$$EF_{cut.solar}^k = \sum_{j=1}^6 \left(\frac{p_j^k}{p_s^k} \cdot r_j^{solar} \cdot EF_{cut.solar.max}^k \right) \quad (8.1)$$

$EF_{cut.solar}^k$: 都市 k における住宅用太陽光発電設備導入による EF 削減量 (ha)

p_j^k : 都市 k における生活グループ j の人口 (人)

p_s^k : 都市 k におけるシナリオ人口 (人)

r_j^{solar} : 生活グループ j の潜在設置率

$EF_{cut.solar.max}^k$: 都市 k における住宅用太陽光発電設備導入による EF 削減量の物理的上限 (ha)

$$EF_{cut.solar.max}^k = \frac{H_{area}^k \cdot r_q^k \cdot S \cdot E_{year}^k \cdot r_e^k}{r_s} \quad (8.1)$$

$EF_{cut.solar.max}^k$: 都市 k における住宅用太陽光発電設備導入による EF 削減量の物理的上限

(ha)

H_{area}^k : 都市 k の導入可能戸数 (戸)

r_q^k : 都市 k の一戸建て住宅における建築時期が昭和 56 年以降である割合

E_{house}^k : 都市 k における一戸当たりの年間予想発電量 (kWh/戸・year)

S : 住宅一戸あたりの住宅用太陽光発電設備における標準的な導入システム容量 (kW/戸)

E_{year}^k : 都市 k のシステム容量 1kW 当たり年間予想発電量 (kWh/kW・year)

r_e^k : 都市 k における電力事業者の調整後排出係数 (t-CO₂/kWh)

r_s : 森林の CO₂ 吸収効率 (t-CO₂/ha)

2) 交通の自家用自動車から公共交通への転換

輸送量当たりの CO₂ 排出量は自家用自動車よりもバスや鉄道のほうが少ない。自家用自動車による移動を徒歩や自転車、公共交通で代替した分だけ、CO₂ 排出量は削減可能といえる。したがって、自家用自動車による移動のバスへの転換を仮定し、その CO₂ 排出量削減による EF 削減量を分析する。これを以下、交通転換シナリオと呼ぶ。公共交通への転換による CO₂ 減による EF 削減量(以下「交通シナリオ削減量」), $EF_{cut.car}^k$ は式(8.3), その物理的な制限 $EF_{cut.solar.pot}^k$ は式(8.4)に示す。

対象都市の自家用自動車の利用量を把握したうえで、公共交通への転換による CO₂ 減の EF 削減について、どの程度強度が見込めるかを検討する。具体的には平成 22 年全国都市交通特性調査 (交通特性調査, 2010), 平成 22 年度道路交通センサス (道路交通センサス調査, 2010), 及び平成 21~25 年家計調査 (家計調査, 2014) の都市階級別ガソリン消費量を用いて、自家用自動車による利用量を定量的に把握する。そして、交通シナリオ強度は、地方中心都市のアンケート調査結果から算出する。自家用自動車の利用を減らす際に、「公共交通への転換」が選択肢になるかどうかという意識について、交通シナリオ強度として用いる。

$$EF_{cut.car}^k = \sum_{j=1}^6 \left(\frac{p_j^k}{p_s^k} \cdot r_j^{car} \cdot EF_{cut.car.max}^k \cdot r_g^k \right) \quad (8.4)$$

$EF_{cut.car}^k$: 都市 k における自家用自動車から公共交通への転換による EF 削減量 (ha)

p_j^k : 都市 k における生活グループ j の人口 (人)

p_s^k : 都市 k におけるシナリオ人口 (人)

r_j^{car} : 生活グループ j の目的別潜在交通転換率

$EF_{cut.car.max}^k$: 都市 k における自家用自動車から公共交通への転換による EF 削減量の物理的上限 (ha)

r_g^k : 全国を 1 とした時の都市 k の規模別ガソリン購入量比

$$EF_{cut.car.max}^k = \frac{(r_a - r_b) \{ \sum_{m=1}^2 (a_m^w \cdot r_c \cdot t_c \cdot v \cdot day^w) + \sum_{m=1}^2 (a_m^h \cdot r_c \cdot t_c \cdot v \cdot day^h) \}}{r_s} \quad (8.3)$$

$EF_{cut.car.max}^k$: 都市 k における自家用自動車から公共交通への転換による EF 削減量の物理的上限 (ha)

d : 一日当たり・一人当たりの平均旅行距離 (km/人・day)

a_m^w : 平日における目的 m のトリップ生成原単位 (トリップ/人・day)

a_m^h : 休日における目的 m のトリップ生成原単位 (トリップ/人・day)

r_c : 自動車分担率

t_c : 自動車 1 トリップ当たりの所要時間 (min)

v : 自動車の平均旅行速度 (km/min)

day^w : 平日日数 (day)

day^h : 休日日数 (day)

r_a : 自家用自動車の輸送量当たりの CO₂ 排出量 (g-CO₂/人・km)

r_b : バスの輸送量当たりの CO₂ 排出量 (g-CO₂/人・km)

r_s : 森林の CO₂ 吸収効率 (t-CO₂/ha)

3) 国産品選好による海外輸入食料品輸送の減少

海外輸入食料品は同じ国産食料品と比べた際に、輸送にかかる CO₂ 排出が大きい。したがって、海外輸入食料品の消費を国産食料品に代替した際には、その量と生産国との距離に応じた CO₂ 排出量が削減される。本研究ではこれに応じた EF 削減量を算出する。その海外輸入食料品輸送の減少による EF 削減量(以下「国産品選好シナリオ削減量」)、 $EF_{cut.food}^k$ の算出方法は式(8.5)に表す。

具体的には、品目別の消費量と自給率から海外輸入食料品消費について削減余地を推定し、海外輸入食料品輸送にかかる CO₂ 減による EF 削減について、どの程度の強度が見込めるかを検討する。品目別の平均年間消費量は、平成 24 年国民健康・栄養調査(国民健康・栄養調査, 2012) から、海外輸入食料品の輸送にかかる CO₂ については平成 25 年貿易統計(貿易統計, 2013)、及び CFP 算定用二次データ(CFP プログラム, 2014) より品目ごとに重量ベースの排出原単位を推計する。国産品選好度は、後述のアンケート調査結果による。

$$EF_{cut.food}^k = \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^{12} \{ f_i^k \cdot p_j^k (r_j^{food} - r_{suff.i}) \cdot r_{imp.i} \} / r_s \quad (8.5)$$

$EF_{cut.food}^k$: 都市 k における国産品選好による海外輸入食料品の減少量

f_i^k : 都市 k における品目 i の平均年間消費量 (kg/人・year)

p_j^k : 都市 k における生活グループ j の人口 (人)

r_j^{food} : 生活グループ j の国産品選好度

$r_{suff,i}$: 品目 i の自給率

$r_{imp,i}$: 品目 i の CO₂ 排出原単位 (t-CO₂/t)

r_s : 森林の CO₂ 吸収効率 (t-CO₂/ha)

4) BC増加シナリオ

BC の増加では、一部の耕作放棄地を再び耕作地として利用し、一部の荒地を緑地とするシナリオを設定する。物理的ポテンシャルとして、耕作放棄地の面積は「平成 22 年農林業センサス」(農林業センサス, 2014) より、荒地の面積は国土数値情報土地利用細分メッシュデータ (国土地理院, 2014) より把握する。これらのうち、どの程度の面積が BC 増加を見込むかという強度について、耕作放棄地においては、耕作放棄地対策事例集 (事例集, 2009) より、耕作放棄地面積に対してその解消率の高い南越前町の例から、70%を設定した。荒地においては、森林総合研究所の調査より、荒地の緑化工事による再生森林地は、発達が通常の森林の約 75%にとどまるとする見解を参考に 75%とした。計算式は(8.6)の通りである。

$$BC_{up}^k = F^k \cdot r_r + W^k \cdot r_g \quad (8.6)$$

BC_{up}^k : 都市 k の増加する BC (ha)

F^k : 都市 k の耕作放棄地面積 (ha)

r_r : 耕作放棄地の再農地化率

W^k : 都市 k の荒地面積 (ha)

r_g : 荒地の緑化率

e) グループごとの潜在的シナリオの強度設定

個人の生活の見直しについてはシナリオ分析を行うが、その強度の設定においては地方中心都市を対象にしたアンケート調査結果に基づき、7 章節 7-2 のグループ設定を参考に、グループごとの各シナリオにおける実現の強度設定を行う。各強度の意味は以下となる。グループ別の強度を図 8-6 に示す。

- 1) 潜在設置率 : アンケート調査による「今後住宅用太陽光発電を導入したい」と回答した人の割合 ;
- 2) 交通転換率 (通勤・通学) : アンケート調査による「自家用自動車の利用を減らす際に、移動目的が通勤・通学の移動手段を公共交通へ転換したい」とする人の割合 ;
- 3) 交通転換率 (私事) : アンケート調査による「自家用自動車の利用を減らす際に、移動目的が通勤・通学の移動手段を公共交通へ転換したい」とする人の割合 ;

- 4) 国産品選好度：アンケート調査による「高くても海外輸入品よりも国産品を購入したい」と回答した人の割合。

8-3-2 地方中心都市の環境バランス改善可能性

まずは、地方中心都市の環境バランスを3章で記述したUTモデルを用いて算出する。また、EFの削減については、セクション8-4-1のa)~c)で記述したような三つのシナリオを設定し、e)で明らかにしたシナリオ強度を用いて生活グループ別の潜在的環境負荷削減量を算出する。BC増加については、アンケートに依らず、実際に各地方中心都市の統計データを用いて算出する。シナリオを実施する前後の結果を表8-4に示す。さらに、グループは職業と年齢によるものであり、国勢調査から広く得ることのできるごく基礎的な個人属性によって分類されている。したがって、対象都市の統計データより生活グループごとの人口を整理することで、その人口構成ごとに強度を適用した計算が可能となっている。

対象38都市の現在の環境負荷超過率と、潜在的な改善可能性の計算結果のメテオグラム図を図8-7に示す。Y軸に各都市のEF、X軸にBCをプロットしており、各都市のポイントより伸びる矢印が、環境負荷超過率の潜在的な改善可能性を示している。傾き $r=1$ よりも下部にプロットされる都市が、地区内のBCに見合った生活を達成しており、本研究で設定した前提のもとでの環境バランスを達成した都市といえる。図8-7から、以下のような考察ができる。

- 1) 図中で r の小さい右下にある都市ほど環境負荷超過率が小さいことになる。38都市中で環境バランスを達成できているのは、釧路、鶴岡、岩国、延岡、飯田の5都市に留まっている。ほとんどの都市で十分に環境バランスが達成できていないことが示された。

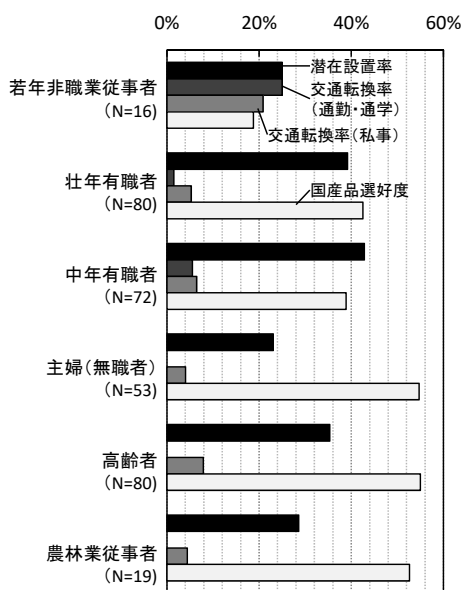


図 8-6 グループごと、シナリオごとの強度設定（地方中心都市）

- 2) 各都市の環境負荷超過率は0.59(鶴岡)から18.4(大牟田)までと大きな差があり、そのばらつきが大きいことが確認された。また同じ環境負荷超過率を取っていても(同じ r の傾き上にあっても)そのベースとなるEFやBCの値が大きく異なることが一目で判別できるようになった。
- 3) 環境負荷の削減(EF:縦軸)と環境受容量(BC:横軸)の増加の組み合わせで方策の効果を確認することができ、各流星の流れの向きで都市ごとに政策の適性を判断できる。たとえば福山はEF削減策の方が効果的であるのに対し、釧路ではBC増加策の方が効果的であることが読み取れる。
- 4) 松本、八代のように、シナリオの実現を通じて環境バランスの達成を目指せる都市がどこであるかも容易に判別が可能となった。

表 8-4 ライフスタイルの見直しによる環境バランスの変化(地方中心都市)

都市名	シナリオ前			シナリオ後		
	BC/人 (ha/人)	EF/人 (ha/人)	環境負荷 超過率	BC/人 (ha/人)	EF/人 (ha/人)	環境負荷 超過率
室蘭	0.042	0.479	11.3	0.048	0.443	9.2
飯田	0.534	0.461	0.9	0.541	0.437	0.8
酒田	0.432	0.498	1.2	0.440	0.467	1.1
彦根	0.049	0.429	8.8	0.050	0.402	8.1
新居浜	0.149	0.499	3.4	0.152	0.459	3.0
大牟田	0.023	0.443	19.3	0.024	0.414	17.1
会津若松	0.218	0.494	2.3	0.220	0.464	2.1
延岡	0.581	0.498	0.9	0.596	0.466	0.8
小樽	0.126	0.463	3.7	0.140	0.427	3.0
八代	0.437	0.449	1.0	0.441	0.420	1.0
鶴岡	0.799	0.486	0.6	0.815	0.456	0.6
土浦	0.033	0.437	13.1	0.036	0.412	11.4
岩国	0.518	0.487	0.9	0.525	0.449	0.9
米子	0.039	0.467	11.9	0.047	0.436	9.3
上田	0.284	0.458	1.6	0.290	0.435	1.5
石巻	0.249	0.472	1.9	0.257	0.447	1.7
小山	0.052	0.437	8.4	0.058	0.411	7.1
今治	0.166	0.471	2.8	0.170	0.435	2.6
帯広	0.278	0.451	1.6	0.288	0.410	1.4
都城	0.288	0.501	1.7	0.298	0.462	1.6
苫小牧	0.217	0.453	2.1	0.276	0.417	1.5
宇部	0.098	0.466	4.8	0.103	0.428	4.2
釧路	0.641	0.453	0.7	0.709	0.416	0.6
弘前	0.205	0.480	2.3	0.213	0.451	2.1
日立	0.070	0.499	7.2	0.072	0.477	6.6
沼津	0.058	0.443	7.7	0.059	0.422	7.2
上越	0.355	0.489	1.4	0.364	0.461	1.3
つくば	0.071	0.443	6.2	0.077	0.422	5.5
八戸	0.065	0.487	7.5	0.071	0.458	6.4
松本	0.317	0.323	1.0	0.330	0.302	0.9
富士	0.058	0.436	7.5	0.065	0.413	6.4
佐世保	0.089	0.435	4.9	0.093	0.408	4.4
函館	0.204	0.441	2.2	0.208	0.406	2.0
長岡	0.213	0.483	2.3	0.219	0.455	2.1
久留米	0.041	0.429	10.6	0.043	0.404	9.4
郡山	0.155	0.476	3.1	0.157	0.449	2.9
旭川	0.155	0.447	2.9	0.161	0.409	2.5
福山	0.066	0.459	7.0	0.067	0.427	6.4

5) 本節で提示した方策以外にも実際に各都市で想定される方策は存在する。また、本節で提示したシナリオの強度もさらに各都市の詳細な調査を加える事で改良していくことは可能である。各都市に政策担当者の意思決定や住民のコミュニケーションツールとして、どうすれば各流星が右下に長く流れるようにできるか、その智恵を絞る場として活用できるものと判断できる。

8-4 茨城県における環境バランスエリアの改善可能性

節 8-3 では自治体における環境バランス改善の可能性をメテオグラム図で表した。その結果から、各自治体がそれぞれ単独で環境バランスを達成する仕組みは極めて困難であることを明らかにした。なお、総務省（内閣府総務省，2013）では、広域化する行政課題への取組を進める方法として、市町村合併や広域行政の必要性を述べている。そこで、節 8-4 では、環境バランスエリア概念を用いて、個人のライフスタイルの見直しがどれだけ広い範囲での環境バランスに影響を与えるのか明らかにすることを目的にする。

まず、個人の日常生活の範囲で改善可能なシナリオを設定する。居住者グループごとにシナリオに対する意識が異なるという結果を踏まえ、各自の適性により合った環境改善方

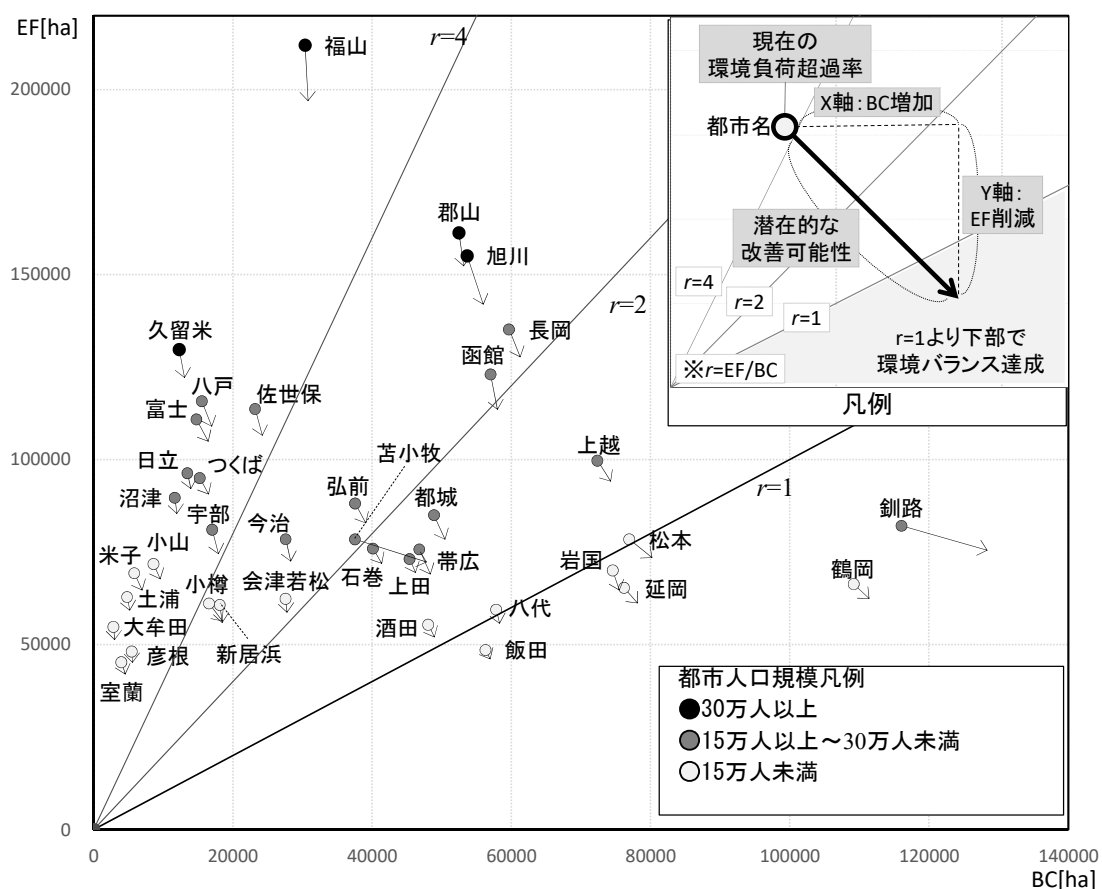


図 8-7 環境バランス改善可能性のメテオグラム図（地方中心都市）

法の検討を模索する。シナリオの基本的な考え方としては、セクション8-3-1を参考にし、それぞれの削減項目の削減ポテンシャルのうち、その実践可能性を加味し、潜在的な削減量を算出する。さらに、対象自治体の人口データをもとに、居住者グループごとの人数をウェイト付けすることで、広域的な自治体連携についてもあわせて分析を行う

8-4-1 シナリオの設定と算出方法

セクション8-3-2で記述したように、節8-3で提示した方策以外にも実際に各都市で想定される方策は存在する。また、シナリオの強度もさらに都市ごとの詳細な調査を加える事で改良していくことは可能である。そこで本節では、シナリオの設定を以下のように再考する。

将来的には少子高齢化や都市機能の拡散が進み、耕作放棄地の拡大、自動車への依存やエネルギー消費量の増大などにより、環境負荷がより一層高まることが懸念されている。本節では実際に環境負荷を改善する政策を検討するにあたり、個人の行動変容という観点から、実現可能性が高いと考えられる3つの側面からシナリオを検討する。具体的には、(1)国内産と国外産の食料に差額がある場合における「食料自給率の潜在的上昇可能性」、(2)ガソリン価格が上昇する場合における「交通エネルギー消費の潜在的削減可能性」、(3)電気料金が上昇する場合における「家庭エネルギー消費の潜在的削減可能性」、の3つのシナリオである。各シナリオに対応するライフスタイルの見直し項目は表8-4に示す。

生活の様態は、そのライフステージによって異なる。本検討では、アンケート調査の結果に基づき、節8-2で設定した居住者グループごとに、各シナリオの強度を設定した。また、どの程度の改善効果が得られるのかというシナリオの強度を設定するが、それは個人の意識と実際の状況変化に強い影響を受けるものだと考えられる。以上の考え方に基づき、各シナリオに2つのパターンを設定し、異なる強度の状況での意識について定量的に分析する。

「食料自給率の潜在的上昇可能性」については、国内産と国外産の食料の差額がある場合において、「飼料も国産」の国産肉類の購入意欲と、「国産小麦」パン・麺の購入意欲をそれぞれ把握している。差額が異なる場合において、購入の意欲が変化すると考えられるため、パターンA「50%差額」とパターンB「30%差額」の2つを設定している。また、居住者の家庭エネルギー消費と交通エネルギー消費は、エネルギーの価格による影響が大きいことが考えられる。そのため、価格政策によるエネルギー使用の削減や省エネルギー商品への転換の議論の材料として、パターンA「ガソリン価格・電力料金が10%上昇する」と、パターンB「ガソリン価格・電力料金が30%上昇する」の2つを設定している。

本研究では、潜在的な削減量を算出するために、各シナリオで設定した見直し項目を実践したいと回答した者の割合を把握する必要がある。その割合を「実践程度」として定義し、各行動の実践程度を表8-5に示す。その表から以下のことが言える

- 1) G2 主婦グループはより頻度が高い一方、G3 単身者グループは少ない傾向を示した。
G2 主婦グループは「値段設定に関わらず国産飼料肉」を購入する人の割合が一番高い

ことが分かった。G3 単身者グループと G4 無職グループは、「値段が安いパン・麺」を購入する人の割合がより高い傾向を示した。「飼料も国産」の国産肉購入については、「国産小麦」パン・麺購入と同じ傾向を示した。G2 主婦グループは購入する人が多いが、G3 単身者グループと G4 無職グループは購入する人がより少ないことを明らかにした。食料自給率を下げる要因である国外飼料と麦の使用を国産品に代替した際に、ある程度の価格転嫁の可能性を潜在していることが示された。

- 2) 電気代が値上げについて、10%値上げする際に、約半分の人が「特に何もしない」を選択した。「電気節約」以外の対策を取りたい者はほとんどいない。30%まで値上げの際、10%以上の人が「省エネ購入」「太陽光発電設備購入」を検討すると回答した。また、G6 壮年有職者グループは節約以外の対策を検討する人の割合が相対的に高い傾向を示された。
- 3) ガソリン価格の上昇に対して、ガソリンが10%の値上げの際に、「節約」を回答した人の割合が高い傾向を分かった。また、G4 無職グループでは、「実際に値上げされてみないとわからない」を回答した人が多い。30%まで値上げした場合、「移動代替」「HV 乗換」「PHEV 乗換」「EV 乗換」を選択する人が多くなる。G4 無職グループの人に関しては、ガソリン価格が値上げしても「ガソリン節約」以外の対策を選択する人の割合が少ないことを示された。これは、金銭的な余裕の有無によって、実施可能な対策が限られていることが理由として考えられる。
- 4) 電気代とガソリン価格の調整への策については、7 章節 7-3 のつくば市におけるアンケートの結果と比べると、節約以外の対策を選択する人の割合が少なくなった。それは、つくば市での調査は郵送回収であるため、もともと環境に関心を持つ回答者の割合が高いからと考えられる。

以上の結果を踏まえて、自治体における環境負荷削減率を算出する。具体的な計算方法は式 (8.7) に示す。

$$R_{reduction}^m = \frac{1}{EF^m} \sum_s \sum_g (EF_s^{potential} \times r_{gi}^{practice} \times \eta_{ij} \times P_g^m) \quad (8.7)$$

$R_{reduction}^m$: 自治体 m における潜在的環境負荷削減可能性

$EF_s^{potential}$: シナリオ s の削減ポテンシャル(ha)

$r_{gi}^{practice}$: グループ g 行動 i の実践程度

η_{ij} : 行動 i の補足条件 j

「食料自給率の潜在的上昇可能性」について、削減ポテンシャルを麦ととうもろこしのエネルギーEF(輸送部門)と設定する。「飼料も国産」の国産肉類の購入の補足条件はアンケート調査から各グループの平均「国産肉購入率」と平均「家庭調理頻度」により把握する。「国産小麦」パン・麺購入の補足条件も同アンケート調査から各グループの平均「家庭調

理頻度」とする。

「交通エネルギー消費の潜在的削減可能性」の削減ポテンシャルはエネルギーEF(民生交通部門)である。一方、茨城県は自動車の交通機関分担率が9割を超える自動車依存度の高い地域となっている。通常の生活を維持するため、「ガソリン節約」・「移動代替」を実践しても大きな変化があると言い難い。よって、その二つの行動の補足条件となる「ガソリン使用量削減率」は15%と設定する。「HV乗換」「PHEV乗換」「EV乗換」の補足条件は「ガソリン使用量削減率」と設定し、その削減率はアンケートからそれらの車種を所有する人と所有していない人のエネルギー消費量の差で推計される。

「家庭エネルギー消費の潜在的削減可能性」の削減ポテンシャルはエネルギー民生家庭部門の電気のEFである。「家庭エネルギー消費の潜在的削減可能性」の削減ポテンシャルはエネルギー民生家庭部門の電気のEFである。「電気節約」については「家庭の省エネ徹底ガイド」(家庭の省エネ徹底ガイド, 2016)を参考にし、すべての対策(機器の買替を除く)を同時に実施する最も電気が節約される「電気使用量削減率」を15%に設定する。「省エネ購入」については、環境省省エネ製品買換ナビゲーション(省エネ製品買換ナビゲーション)

表8-5 グループ別ライフスタイルの見直しの実践程度(茨城県)

シナリオ	見直し項目	G1高齢者		G2主婦		G3単身者	
		A	B	A	B	A	B
食料自給率の潜在的上昇可能性	「飼料も国産」の国産肉購入	26.09%	40.58%	32.08%	49.06%	23.73%	42.37%
	「国産小麦」パン・麺購入	25.35%	39.44%	26.79%	35.71%	18.31%	29.58%
交通エネルギー消費の潜在的上昇可能性	ガソリン節約	12.73%	13.21%	10.00%	32.43%	17.78%	25.58%
	移動代替	3.64%	13.21%	2.50%	13.51%	4.44%	18.60%
	HV乗換	9.09%	15.09%	0.00%	5.41%	6.67%	4.65%
	PHEV乗換	3.64%	7.55%	2.50%	2.70%	2.22%	6.98%
	EV乗換	0.00%	1.89%	0.00%	0.00%	0.00%	2.33%
家庭エネルギー消費の潜在的上昇可能性	電気節約	32.39%	48.15%	28.57%	56.76%	32.39%	57.41%
	省エネ購入	4.23%	14.81%	1.79%	10.81%	4.23%	9.26%
	太陽光発電設備購入	0.00%	7.41%	0.00%	2.70%	1.41%	1.85%

シナリオ	見直し項目	G4無職		G5青年有職者		G6壮年有職者	
		A	B	A	B	A	B
食料自給率の潜在的上昇可能性	「飼料も国産」の国産肉購入	13.16%	23.68%	24.37%	36.13%	23.58%	35.85%
	「国産小麦」パン・麺購入	18.75%	20.83%	22.73%	33.33%	22.13%	25.41%
交通エネルギー消費の潜在的上昇可能性	ガソリン節約	19.23%	39.13%	14.00%	28.42%	12.37%	17.98%
	移動代替	0.00%	0.00%	4.00%	13.68%	5.15%	10.11%
	HV乗換	3.85%	8.70%	5.00%	7.37%	11.34%	16.85%
	PHEV乗換	7.69%	4.35%	2.00%	4.21%	0.00%	6.74%
	EV乗換	0.00%	0.00%	3.00%	4.21%	1.03%	6.74%
家庭エネルギー消費の潜在的上昇可能性	電気節約	27.08%	51.52%	34.85%	60.82%	28.69%	42.05%
	省エネ購入	0.00%	9.09%	3.79%	9.28%	4.10%	15.91%
	太陽光発電設備購入	2.08%	3.03%	0.00%	3.09%	0.82%	11.36%

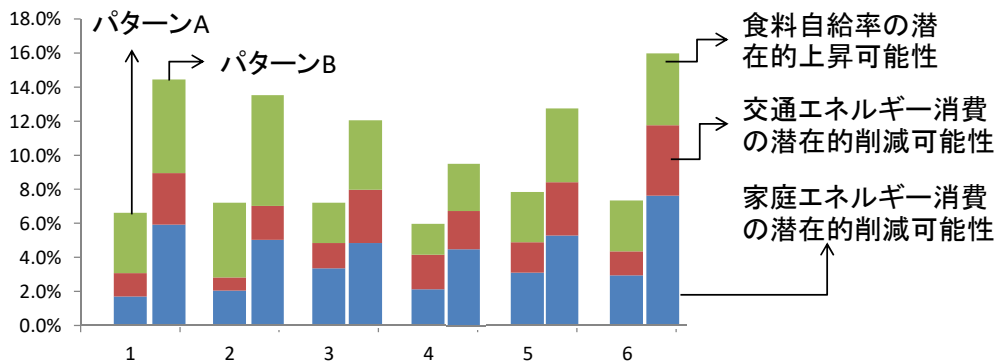


図 8-8 居住者グループ別潜在的環境負荷削減可能性 (茨城県)

ション, 2016) と低炭素社会に向けた住まいと住まい方推進会議第一回の資料 (低炭素社会推進会議, 2016) を参考にし, 補足条件の「電気使用量削減率」を 50% に設定する。「太陽光発電設備購入」の補足条件については, 太陽光発電学会から算出された年間予想発電量 (太陽光発電協会, 2010) を参考にし, 80% に設定する。

各シナリオの潜在的環境負荷削減可能性を図 8-8 に示す。2 パターンともグループ間で顕著な差が見られている。全体的な傾向として, パターン B では G1 高齢者と G5 青年有職者の潜在的な改善可能性が相対的に高いことが明らかとなった。また, パターン B より強度が強いパターン A においては, G1 高齢者, G2 主婦, G6 壮年有職者の環境負荷削減率が大幅に上昇した。G1 高齢者と G2 主婦は国産食品への関心度が高いため, 食料自給率の促進することにより, 環境負荷の改善効果が相対的に高くなる。G6 壮年有職者は自動車の買い替えのような金銭が関連する行動に対する許容度が高いと考えられ, 交通エネルギーと家庭エネルギーの潜在削減可能性が高い。G3 単身者, G4 無職, G5 青年有職者の削減可能性が相対的に低いという結果も得られた。その理由として, G3 単身者, G4 無職, G5 青年有職者は賃貸住宅に住んでいる, あるいは自動車などの固定資産を私有する割合が低いことが考えられる。

8-4-2 茨城県における環境バランスエリアの改善可能性

茨城県におけるすべての自治体の環境バランス評価は章5に参考する。対象自治体の居住者グループ別人口データを整理する上で, セクション8-5-1で算出した居住者グループ別の潜在的環境負荷削減可能性を用いて, ライフスタイルの見直しによる環境バランスの改善可能性を明らかにし, その結果を表8-6に示す。

まず, 全自治体のケーススタディを行う前段階として, 各自治体がどのような環境バランスエリアを提案する可能性があるか, 把握しておく必要がある。そこで, 近年開発が進んだ茨城県南部の中でも, 最も人口が多いつくば市 (環境負荷超過率は6.71) を例として, その吟味を行う。つくば市が都市的要素と農村的要素が混在する大都市圏郊外部に位置し, 比較検討に値する特徴の異なる地域から構成されており, ケーススタディの対象としては

適切であると考えられる。

環境バランスエリア案では、つくば市が単独で環境バランスエリアを構築しようとするため、他自治体との競合は発生しないことを想定している。ただ単に周囲の非依存自治体を順番に取りこんでいくということになる。県平均値4.76を環境負荷削減目標値と設定した場合おける作成エリアを、図8-9の左に示している。また、セクション8-5-1で設定したシナリオを実施したあとのエリアを図8-9の右に示している。なお、ここでは、改善可能性が高いパターンBにおけるすべてのシナリオを同時に実施することを想定し、環境バランスエリアを作成している。

次に、自治体間の競合も考慮した形で、茨城県全自治体を対象としたケーススタディを行う。中央値5.46を環境負荷削減目標値と設定し、シナリオを実施する前後のエリアを図8-10に示す。図8-9・図8-10から以下のことが明らかとなった。

- 1) 環境バランスエリア制度を通じて、自治体間における環境面の依存関係が明らかとなった。
- 2) シナリオ実施後、つくば市の環境バランスエリアを3自治体から2自治体に縮小した。つくば市は石岡市の環境マネジメントを行う義務がなくなり、桜川市だけで目標値に達成した。
- 3) シナリオ実施前に、茨城県の全44自治体は、16の環境バランスエリアと、10の環境バランス未達成のエリアに編成された。前者には31、後者には13の自治体がそれぞれ取

表 8-6 ライフスタイルの見直しによる環境バランス（茨城県）

番号	市町村	EF/人 (ha/人)	環境負荷 超過率	番号	市町村	EF/人 (ha/人)	環境負荷 超過率
1	水戸市	0.560	11.2	23	筑西市	0.537	3.7
2	日立市	0.562	7.8	24	坂東市	0.562	3.1
3	土浦市	0.555	12.2	25	稲敷市	0.551	2.2
4	古河市	0.549	8.4	26	かすみがうら市	0.558	2.5
5	石岡市	0.567	2.5	27	桜川市	0.566	1.7
6	結城市	0.583	5.5	28	神栖市	0.606	14.0
7	龍ヶ崎市	0.596	12.5	29	行方市	0.519	1.4
8	下妻市	0.575	4.2	30	鉾田市	0.529	1.3
9	常総市	0.578	4.6	31	つくばみらい市	0.595	5.3
10	常陸太田市	0.642	1.1	32	小美玉市	0.560	2.6
11	高萩市	0.603	1.1	33	茨城町	0.589	2.0
12	北茨城市	0.604	2.0	34	大洗町	0.639	9.7
13	笠間市	0.593	2.6	35	城里町	0.608	0.9
14	取手市	0.555	22.2	36	東海村	0.649	11.1
15	牛久市	0.603	6.6	37	大子町	0.620	0.4
16	つくば市	0.552	5.4	38	美浦村	0.641	5.6
17	ひたちなか市	0.557	17.5	39	阿見町	0.647	6.7
18	鹿嶋市	0.606	8.2	40	河内町	0.571	2.0
19	潮来市	0.593	5.5	41	八千代町	0.570	2.3
20	守谷市	0.561	26.8	42	五霞町	0.627	5.2
21	常陸大宮市	0.630	1.0	43	境町	0.605	4.0
22	那珂市	0.593	4.0	44	利根町	0.653	8.6
	環境負荷超過率中央値		4.220		環境負荷超過率平均値		3.822

り込まれたことになる。茨城県南部の東京都に近い市町村で未達成エリアが多くなっている。

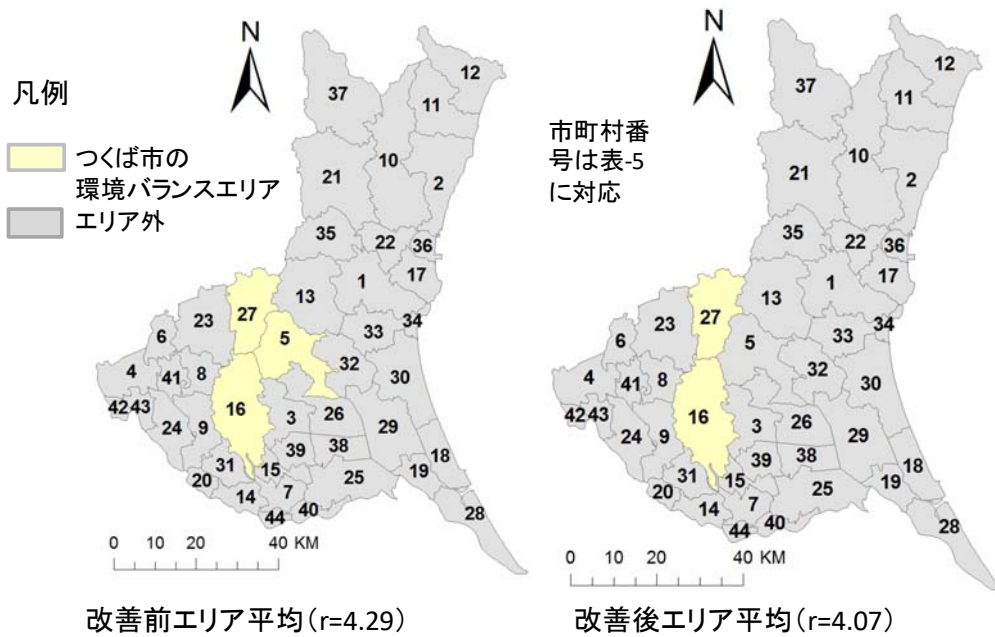
- 4) シナリオ実施後、22の環境バランスエリアと7の環境バランス未達成のエリアに再編された。エリアの範囲を縮小することと共に、環境負荷削減目標値に達成できるエリアの数も増加した。

シナリオをの実施により、茨城県平均値は $r=4.76$ から $r=3.82$ まで削減し、全体の環境負荷超過率が小さくなることを示された。個人のライフスタイルの見直しにより、周囲の環境バランスの改善に強い影響を与えていることを明らかにした。

8-5 本章のまとめ

本章では、個人のライフスタイルの見直しに着目し、どのような行動を行えば、どの程度環境改善の潜在可能性が見込めるのかについて、自治体スケールで検討を行った。さらに、環境バランスエリア概念を用いて、自治体間の環境バランスにどれだけ影響を与えるのかを明らかにした。このような分析により、自治体が自らの努力で環境バランスを達成する潜在的な可能性を吟味し、今後の広域範囲での環境バランス改善のための住民にも行政にも及ぶ参考情報を提示することができた。

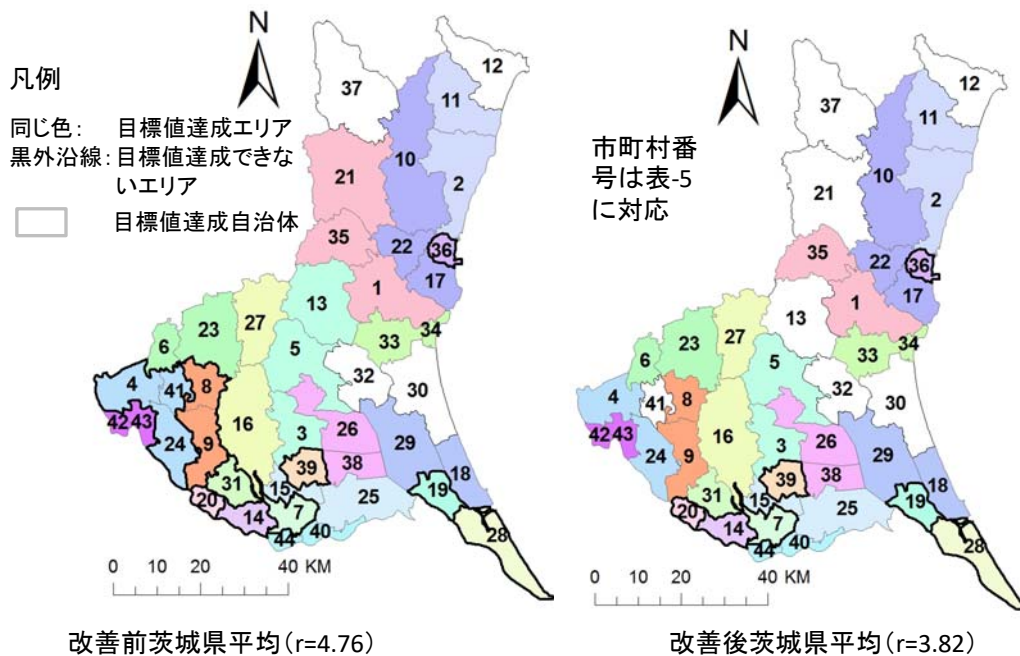
- 1) 地方中心都市で環境バランスを達成できているのは、釧路、鶴岡、岩国、延岡、飯田の5都市に留まっている。ほとんどの都市で十分に環境バランスが達成できていない。
- 2) ライフスタイルの見直しによる環境負荷の削減(EF：縦軸)と環境受容量(BC：横軸)の増加の組み合わせで方策の効果を確認した。それぞれの環境上の立ち位置を把握できるとともに、各自治体の特性に応じて効果的な戦略が異なることも示された。
- 3) ライフスタイルの見直しによって環境バランスエリアの範囲を縮小することと共に、環境負荷削減目標値に達成できるエリアの数も増加した。



* 改善目標値: 4.76 (茨城県平均値)

- エリア設定手順:
- エリア外縁部に隣接していること
 - 隣接している自治体の中で最も調査率が低い順にエリアに含んでいく

図 8-9 改善前後つくば市の環境バランスエリア案



* 改善目標値: 5.46 (中央値)

図 8-10 改善前後茨城県の環境バランスエリア案

9 将来の環境バランス予測

3章では集落から都道府県スケールでの環境バランス評価ツールを構築し、4章～8章では各スケールにおける環境バランスの評価を行い、さらに各スケールでの環境バランスの改善可能性について検討を行った。なお、1章の背景で述べたように、環境政策動向や人口減少・超高齢化の社会現状などを踏まえて、日本は2015年に長期（2050年頃）・中期（2025～2030年頃）の目指すべき社会像を想定し、ライフスタイルの変革・新技術の発掘及び活用・農山漁村の保全と再生などの実現が重点課題としてまとめられた。しかし、持続可能な社会のイメージがあるとしても、目標を達成するための具体的なアプローチは不明瞭である。そこで本研究では、具体的な将来社会像を描いた上、その社会像に向けてどのようなライフスタイルの見直しが必要かを定量化にすることを目的にする。

9-1 本章の内容

本章では、環境バランス評価ツールを用いて将来における環境バランスを予測する。1章で述べたように、最終的には日本全体の環境負荷超過率を1以下に下げることが目的とする。しかし設定のシナリオによって、異なる地域がそれに対する感度も異なると考えられる。そのため、本章の研究対象は日本における全ての都道府県とする。ライフスタイルの見直しは居住者の意識に強く関わっているため、本研究は全国を対象にしたアンケート調査の結果に基づいて検討を行う。なお、2035年まで高齢化率は7%増加する可能性があり（NIPSSR, 2013）、埋蔵量の少ない産油国はあと20年で原油資源の枯渇が見込まれているため、日本はこれから大きな転換期を迎えている。そのため、本章の予測期間は、現在から20年後2035年の間と設定する。

将来像に関しては、シナリオ分析を用いて推測する。シナリオ分析は、最も起こりうる単一の将来を想定するだけでは、幅を持った起こりうる将来に対応することができないと考えられる。将来には不確実性があり、将来の様々な状況に対して適切な対応政策や計画を検討することには、予測の意味がある。

以上なことによって、本研究は、節9-2では全国を対象にしたアンケート調査の概要と結果について記載する。

節9-4では、将来予測のシナリオ分析を行う。セクション9-4-1で対照評価という意味で、BAUシナリオを設定し、現在と同様な生活をするを想定する。また、セクション節9-4-2では、可能性予測というシナリオを設定する。具体的には、社会環境などが変化する際に、居住者の意識もそれに伴って変わると予想され、人口・国都構造・ライフスタイルなどの検討を行う。

9-2 アンケート調査の概要と結果

本章で実施したアンケート調査概要を表-1に示す。居住者の意識を網羅的に把握するた

め、広い範囲でより多いサンプルを取ることが望ましい。よって、全国 3000 人を対象に、2016年2月4日から2月8日までの期間で、インターネット・アンケート調査を実施した。様々な属性のサンプルをとるため、地方・都市規模・年齢層別にセルを設定し、各セルに おいては均等割り付けを行う。都市規模は、家計調査の設計（家計調査、2014）を参考に し、具体的な定義を表 9-2 に示す。

アンケート調査の項目については、個人属性の他、ライフスタイルの見直しの実施意向 について尋ねた。ライフスタイルの見直しに関する質問は 8 章を参考にし、(1)食料自給 率に関するもの（「国産飼料使用の肉を購入」・「国産麦使用のパン・麺を購入」）、(2)交通エ ネルギー消費に関するもの（ガソリン価格の調整への対策）、(3)家庭エネルギー消費に関す るもの（電気代の調整への対策）の 3 つを設定した。具体的な質問内容とライフスタイル の見直し行動を表 9-3 に示す。

なお、それらの質問については、様々な値上げする程度を設定し、回答者の選択を調査 した。しかし、本章では 20 年後を予測するため、近い将来に 30%値上げする可能性が高い と考えられる。そこで本章は「国産飼料」・「国産麦」・「ガソリン価格」・「電気代」が全部 「30%値上げする際」の結果を用いてシナリオ分析を行う。地方別に集計する結果を表 9-4 に示す。

9-3 BAU シナリオ

本節では、人口減少を前提条件として、BAU シナリオを設定する。日本における人口の 予測は国立社会保障・人口問題研究所の「日本の地域別将来推計人口（平成 25（2013）年 3 月推計）」（NIPSSR, 2013）を参照する。この人口データを用いて、将来の環境負荷量（EF）を算出することができる。BAU シナリオでは、人口変化以外には、全ての条件を現状維持 と設定したため、環境受容量の変化がない。以上のことによつて、BAU シナリオの環境パ ランス評価は表 9-5 に、そのメテオグラム図を図 9-1 に、2035 年までの環境負荷量変化を 図 9-2 に示す。図 9-1 における都道府県の番号は表 9-4 を参考する。

表 9-5 から、全ての都道府県においては人口減少により環境負荷量が減少したことを明

表 9-1 アンケートの概要（全国）

調査方法	インターネットによるアンケート調査				
調査対象	日本における住民（各年齢層別、都市規模別）				
調査期間	2015年12月18～21日				
	年齢層別、都市規模別回収数(総数3000)				
	15～34歳	35～44歳	45～54歳	55～64歳	65歳以上
大都市	108	109	106	105	111
中都市1	121	122	123	125	125
中都市2	120	123	123	127	123
小都市	118	123	125	123	127
町村	114	123	124	126	126

表 9-2 都市規模の定義

分類	要件	総務省の各種統計上の区分
大都市	東京都区部、政令指定都市	特別区、大都市
中都市①	人口30万人以上の都市	中核市
中都市②	人口30万人未満10万人以上の都市	特例市、中都市
小都市	人口10万人未満の市	小都市
町村	町、村	町村

表 9-3 アンケート調査の内容（全国）

項目	質問	選択肢	行動(略称)	対応EF要素
「飼料も国産」の国産肉類の購入	「飼料も国産」の肉類について、「飼料は海外産」の肉類よりも何%程度高くなっても購入したいと思うか (50%、30%、20%、10%)		「飼料も国産」の国産肉購入	耕作地フットプリント エネルギーフットプリント・ 輸送
「国産小麦」パン・麺の購入	「国産小麦」パン・麺について、「輸入小麦」パン・麺よりも何%程度高くても購入したいと思うか (50%、30%、20%、10%)		「国産小麦」パン・麺購入	
ガソリン価格の値上げ (10%、30%、50%値上げ)	それぞれのガソリン価格の値上げの程度について、考えられる最も近い対策をお選びください	特に何もしない・今まで通り自家用車を使用する	何もしない	エネルギーフットプリント・ 民生交通
		前より(さらに)外出の回数を減らす	ガソリン節約	
		自家用車で移動する距離を短くする		
		今まで自家用車で行ってた移動を、公共交通、自転車、徒歩などへ代替する	移動代替	
		ハイブリット車(HV)への乗り換える	HV乗換	
		プラグインハイブリッド(PHEV)車への乗り換える	PHEV乗換	
		短距離の移動については電気自動車(EV)への乗り換える	EV乗換	
電気代の値上げ (10%、30%、50%値上げ)	それぞれの電気代の値上げの程度について、考えられる最も近い対策をお選びください	特に何もしない・今まで通り生活する	何もしない	エネルギーフットプリント・ 民生家庭
		以前より(さらに)節約する	電気節約	
		省エネ家電への買い替えや、省エネリフォームをする	省エネ購入	
		太陽光発電設備の設置をする	太陽光発電設備購入	
その他	個人属性(職業、年齢、都市、都市規模区分、世代人員数) 家庭調理頻度、国産肉購入率、ガソリン代、HV所有、PHEV所有、EV所有、省エネ所有、太陽光発電設備所有			

表9-4 アンケートの結果（全国・地方別）

項目	選択肢	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州・沖縄
「飼料も国産」の国産肉購入	30%程度高くなっても購入したい	172	156	166	178	173	175	148	167
	30%程度高くなっても購入しない	155	132	148	150	139	138	125	145
「国産小麦」パン・麺購入	何もしない	127	140	96	143	109	142	90	119
	ガソリン節約	127	134	121	125	107	134	119	127
ガソリン価格の値上げ (30%)	移動代替	22	23	23	27	33	24	20	30
	HV乗換	20	20	19	17	11	11	16	22
	PHEV乗換	4	8	4	8	8	7	9	5
	EV乗換	2	1	3	2	2	3	1	4
	その他	83	59	119	63	115	63	52	77
	何もしない	73	81	74	98	74	96	57	72
	電気節約	238	258	232	227	240	236	195	239
	省エネ購入	33	21	42	39	40	25	25	43
	太陽光発電設備購入	8	8	8	7	5	6	9	7
	その他	33	17	29	14	26	21	21	23
地方別サンプル数		385	385	385	385	385	384	307	384

らかにした。2035年まで、人口減少により環境バランスが達成するケース（青森県、福島県、新潟県、福井県）が見られた。一方、東京都、大阪府などのような大都市圏内の都道府県に関しては、2035年まででも何十倍の環境負荷超過率であり、環境面では完全に周囲の都道府県を依存していることがわかった。

表 9-5 環境バランスの将来予測（BAU）

番号	都道府県	環境負荷量(ha)					環境受容量 (ha)	環境負荷超過率				
		平成27年 (2015)	平成32年 (2020)	平成37年 (2025)	平成42年 (2030)	平成47年 (2035)		平成27年 (2015)	平成32年 (2020)	平成37年 (2025)	平成42年 (2030)	平成47年 (2035)
01	北海道	4042819	3896551	3724320	3533458	3328604	6696010	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5
02	青森県	852751	811595	767086	721040	673822	786058	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9
03	岩手県	828354	791186	750852	709151	666727	1319321	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5
04	宮城県	1468838	1430604	1383275	1329527	1270954	548539	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3
05	秋田県	665305	625554	584284	542941	501971	981239	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5
06	山形県	727086	695258	661747	627640	593078	786287	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8
07	福島県	1266941	1219483	1167872	1113823	1057070	1117549	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9
08	茨城県	1763191	1712116	1650986	1581426	1504010	352221	5.0	4.9	4.7	4.5	4.3
09	栃木県	1213655	1186818	1153155	1114269	1069996	474614	2.6	2.5	2.4	2.3	2.3
10	群馬県	1203690	1170654	1132283	1089866	1042915	496483	2.4	2.4	2.3	2.2	2.1
11	埼玉県	4315375	4246997	4141850	4003758	3838747	196565	22.0	21.6	21.1	20.4	19.5
12	千葉県	3733940	3685929	3606492	3500649	3372779	283269	13.2	13.0	12.7	12.4	11.9
13	東京都	8009062	8036965	8001846	7914867	7786562	86846	92.2	92.5	92.1	91.1	89.7
14	神奈川県	5531067	5515903	5456295	5358765	5228920	115169	48.0	47.9	47.4	46.5	45.4
15	新潟県	1228649	1178695	1124339	1067062	1007351	1019644	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
16	富山県	568617	547520	523987	499176	472738	338915	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4
17	石川県	605944	587338	565708	541906	515761	326086	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6
18	福井県	423246	410130	395550	380042	363330	350679	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0
19	山梨県	458319	445621	431115	414992	397130	371498	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1
20	長野県	1125826	1086008	1043073	998533	951428	1170732	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8
21	岐阜県	1261295	1226146	1184475	1138303	1088123	915454	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2
22	静岡県	2293810	2238453	2169660	2091154	2003183	568978	4.0	3.9	3.8	3.7	3.5
23	愛知県	4567219	4546477	4495201	4418762	4319209	297989	15.3	15.3	15.1	14.8	14.5
24	三重県	1126851	1099425	1066329	1029410	988711	431067	2.6	2.6	2.5	2.4	2.3
25	滋賀県	869054	866053	857829	845441	828789	257309	3.4	3.4	3.3	3.3	3.2
26	京都府	1554629	1520845	1476354	1423816	1365065	372870	4.2	4.1	4.0	3.8	3.7
27	大阪府	5151076	5016844	4845496	4646499	4428359	69314	74.3	72.4	69.9	67.0	63.9
28	兵庫県	3291344	3215109	3117860	3005951	2880883	633636	5.2	5.1	4.9	4.7	4.5
29	奈良県	809663	779520	744332	705272	663071	304146	2.7	2.6	2.4	2.3	2.2
30	和歌山県	569534	539389	507929	475901	443082	393246	1.4	1.4	1.3	1.2	1.1
31	鳥取県	371918	359845	346329	332055	316994	292686	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1
32	島根県	441140	420556	398801	376976	354919	559039	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6
33	岡山県	1223816	1194601	1158807	1118889	1074588	548812	2.2	2.2	2.1	2.0	2.0
34	広島県	1783718	1733726	1674086	1607366	1533186	665222	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3
35	山口県	888909	846742	801292	754649	706847	482162	1.8	1.8	1.7	1.6	1.5
36	徳島県	529286	507368	483326	458289	432302	341938	1.5	1.5	1.4	1.3	1.3
37	香川県	668953	644043	616460	587769	557543	115287	5.8	5.6	5.3	5.1	4.8
38	愛媛県	959039	919189	875710	830337	782940	449867	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7
39	高知県	515397	491687	466424	440707	414282	623072	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7
40	福岡県	2984631	2928983	2853920	2764117	2662452	304670	9.8	9.6	9.4	9.1	8.7
41	佐賀県	497451	482096	464826	446428	426878	163067	3.1	3.0	2.9	2.7	2.6
42	長崎県	827003	791118	752425	712016	670089	289363	2.9	2.7	2.6	2.5	2.3
43	熊本県	1059372	1026847	989279	948625	905568	575585	1.8	1.8	1.7	1.6	1.6
44	大分県	692408	668604	641656	612945	582678	506661	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2
45	宮崎県	656748	632956	606055	577301	546915	654254	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8
46	鹿児島県	993358	957105	917288	875848	833172	701253	1.4	1.4	1.3	1.2	1.2
47	沖縄県	733795	740438	742752	741341	736931	144710	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
	全国	77354092	75675092	73521015	71009059	68190653	29479378	2.6	2.6	2.5	2.4	2.3

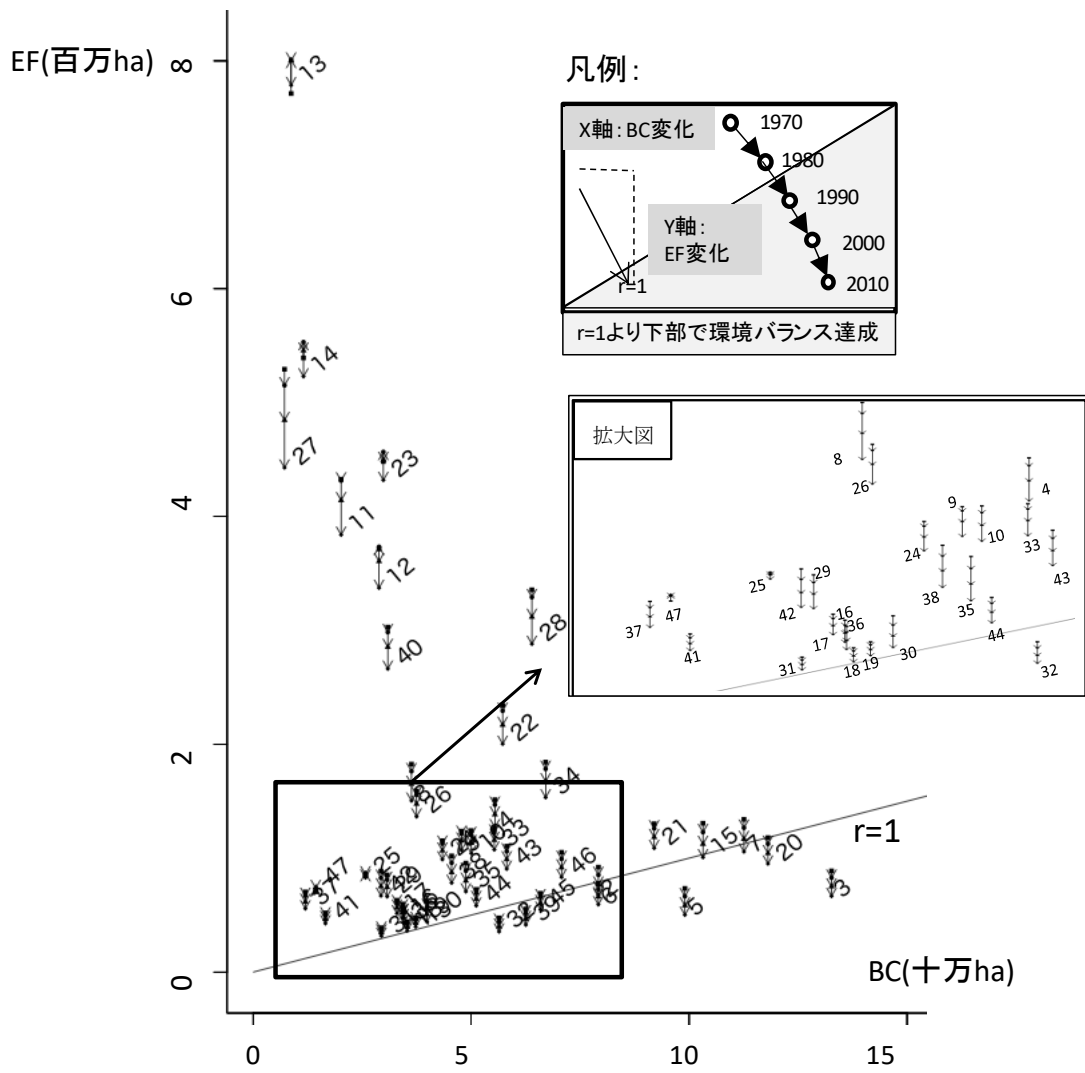


図 9-1 BAU の環境バランスのメテオグラム図 (都道府県)



図 9-2 2035 年まで BAU による環境負荷削減量

9-4 可能性予測シナリオ

節 9-2 で記述したように、将来には不確実性があり、様々なシナリオを設定し、将来の様々な状況に対して適切な対応政策や計画を検討することには、予測の意味がある。そこで本節はまず、将来の社会の変動に対して不確実性と重要度がともに高いキードライバーを抽出し、その変化に従って将来像を描く。

地球環境問題に関するシナリオが描かれるようになったのは、「成長の限界」(Donella et. al., 1972) 以降である。その将来シナリオの着目点は、世界人口・経済と自然資源の制約との関係であり、当時の消費スタイルを変えないと、地球は持続不可能な将来になることを予測した。なお、40年後では、同じ研究グループにより2052までの将来予測を行い、PVと分散型エネルギーの増大、バイオ燃料の利用、食料価格高騰などを描かれた。

日本では、人口減少という歴史的な転換点を迎えた一方、新興国における経済発展は目覚ましいため、地球温暖化、化石エネルギー資源不足などの影響が顕在化している。それに対して、環境教育、再生エネルギーの利用、スマートグリッドの構築、コンパクトな都市構造への変換、など、社会・技術・国土構造など様々な側面での取組が進んでいる。日本においても、2050日本低炭素社会シナリオがあり、技術志向と自然志向社会で温室効果ガスの削減目標の達成可能性を検証した。

そこで、将来における不確実性が高い、かつ環境バランスへの影響が高いと考えられる二つの要因がある。

一つ目は国土の構造であると考えられる。環境負荷への考慮、都市整備財源の減少、インフラの老朽化、ガソリンの価格高騰などが予測され、集中な都市構造が求められていることが数多くの研究者により指摘されている。一方、個人の考え方によって、必ずしも大量消費生産のライフスタイルを持続したいわけではなく、Uターン・Iターン・Jターンなど郊外・集落（農山漁村）へ移住するケースが数多く見られている。そのため、将来的には分散型の国土構造になる可能性もあると考えられる。国土構造が集中する際に、人口は大都市へ集中し、農村部は過疎化が進むと想定できる。国土構造の集中によって、土地利用が高度化し、退化した施設・住宅を自然資源に回帰することができる。分散型は農村へ人口流出する傾向があると考えられる。

二つ目は資源・エネルギー利用のスタイルの観点から、技術発展と自然回帰の将来である。それは「科学技術の発展により化石燃料に依存しなくても持続可能になる」と「技術に頼らず昔ながらの自然と共存した生活を暮らす」という二つの考え方に基づいて設定した。技術発展の場合には、太陽光など再生可能エネルギー利用の増加と、農林業の大規模化が可能となる。自然回帰の場合には、農林業の魅力が高まり、農林業労働者数も増える傾向があると想定する。また、技術発展と自然回帰を同時に発生する場合もある。

以上を踏まえて、本章では表 9-6 のように 6 つのシナリオを設定する。国土構造の集中と分散だけのシナリオは A 集中と B 分散に略称する。自然回帰、技術発展と両方同時発生

のシナリオは①自然、②技術と③自然+技術に略称する。集中と分散の場合に、それぞれ技術、自然と技術+自然のシナリオはA①、B①などに略称する。

9-4-1 シナリオの設定

本章では、環境バランス評価ツールを用いて将来の環境バランスを予測する。そのため、EF 指標・BC 指標を算出するための人口、資源消費量、環境受容面積などを予測する必要がある。そこで、前述したシナリオに関連性があり、かつEF 指標とBC 指標の値に影響が高い項目について、予測を行う。具体的には、将来の人口、ライフスタイル、耕作地面積の3つの項目を対象にし、将来の値を一定の仮説に基づいて算出する。シナリオ設定の詳細を表9-7に示す。

a) 人口

人口は「国立社会保障・人口問題研究所」を参考にして、コーホート法で算出する。そのコーホート法は、将来の生残率、将来の純移動率などの要素について、仮定値によって推計した。本研究では、将来の集約、及び分散の国土構造を考えるため、将来の純移動率を「国立社会保障・人口問題研究所」(NIPSSR, 2013)と異なる数値で算出する。集中のシ

表9-6 可能性予測シナリオの設定

シナリオの設定	① 自然回帰 (①自然)	② 技術発展 (②技術)	③ 技術発展+自然回帰 (③技術+自然)
A国土構造集中 (A集中)	A①集中・自然	A②集中・技術	A③集中・自然+技術
B国土構造分散 (B分散)	B①分散・自然	B②分散・技術	B③分散・自然+技術

表9-7 可能性予測シナリオの設定 (詳細)

項目	予測対象		BAU	A①	A②	A③	B①	B②	B③
	ライフスタイル	行動							
人口	移動人口		変化	大都市圏への純移動率過去最大値			地方への純移動率過去最大値		
環境受容面積	都市活動用地		なし	一人当たりの都市活動用地面積減 (現状2010年より5年毎5%減)			一人当たりの都市活動用地面積増 (現状2010年より5年毎5%増)		
ライフスタイル	日常改善型	「飼料も国産」の国産肉購入・「国産小麦」のパンと麺購入・ガソリン節約・移動代替・電気節約	なし	割合が増加 (5年毎に5%)	なし	割合が増加 (5年毎に5%)	割合が増加 (5年毎に5%)	なし	割合が増加 (5年毎に5%)
	新技術投資型	HV乗換・PHEV乗換・EV乗換・省エネ購入・太陽光発電設備購入	なし	なし	割合が増加 (5年毎に5%)	割合が増加 (5年毎に5%)	なし	割合が増加 (5年毎に5%)	割合が増加 (5年毎に5%)
	無作為型	何もしない	なし						

ナリオでは、大都市圏へ純移動率高く、分散のシナリオでは、大都市圏以外への純移動率が高いと設定する。都道府県別の将来の純移動率は、過去（1970年～2010年）の実績値の最大値を使用する。また、本節では、都道府県レベルを対象にしているため、計算の便宜上、「大都市圏」の算出は県庁が三大都市圏（総務省，2016）に含まれた都道府県を対象にする。具体的には、東京都・埼玉県・千葉県・神奈川県・愛知県・大阪府・京都府と兵庫県である。

b) 環境受容面積

「国立社会保障・人口問題研究所」の算出結果により、将来に日本の人口が減少しつつ傾向になる。仮に都市活動を行う上で一人当たりに必要な土地スペースが定義できるとすれば、人口減少することによって、地域内に必要な都市的土地利用は減少し、自然的土地利用に再生できる余地が発生する。人口が撤退したにもかかわらず地域内の土地が放置された状態であると、EF的観点から見て非効率な土地利用と言える。そこでの効率とは、人間の都市空間における活動が土地の有効利用という観点からどれだけ効果的に活用されているかを相対的な観点から判断するものである。なお、現状としては、そのような放置された土地がすでに存在しており、改善の対象になる必要がある。しかし本研究では、将来の国土構造の変化により環境バランスの状況を予測する目的にするため、現状に既に存在している放置された土地を対象外にする。

そこで本研究では、現時点における各都道府県の環境受容量になれない土地面積を算出し、それを人口で割ることによって、一人当たりの都市活動用地を算出する。将来的には、一人当たり都市活動用地を増えないことを設定する。なお、集中の場合に、人口減少することによって、必要な都市活動用地を削減し、総人口を非効率な土地からほかの土地へ移住することを意味する。削減した都市活動用地を農地や森林地に再生する設定をする。再生できる土地面積の算出式を式(9.1)，(9.2)に示している。集中のシナリオでは、都市活動用地面積は5年毎に5%増、分散の場合に、5年毎に5%減と設定する。

$$Area_{recycle} = Area^k - BC^k \cdot p^k \times Area_{person} \quad (9.1)$$

$$Area_{person} = (Area^k - BC^k) / p_{now}^k \quad (9.2)$$

$Area_{recycle}$ ：国土構造の変化による環境受容量 (ha)

p^k ：都道府県 k における人口 (人)

$Area_{person}$ ：現時点（2010年）における一人あたりの都市活動用地面積 (ha/人)

$Area^k$ ：都道府県 k の面積 (ha)

p_{now}^k ：現時点（2010年）における人口 (人)

c) ライフスタイル

ライフスタイルの見直しによって、環境負荷の削減が期待されている。一方、ライフス

スタイルは、個人意識、社会的環境の変化や、国の教育の方針による大きく変わると思われる。本研究ではある仮定値を設定して推計し、各ライフスタイルのシナリオに対する特性（感度）が異なることについて、検討を行う。本研究のライフスタイルをエネルギーの利用スタイルによって、日常改善型、新技術投資型と無作為型の3つに分類する。各ライフスタイルの行動は表9-7に示しており、各行動の実践程度を表9-4のアンケート調査結果から把握する。自然回帰のシナリオでは日常改善型の人口を5年ごとに5%増加、技術発展のシナリオでは新技術投資型の人口を5年ごとに5%増加と設定する。なお、各都道府県の総人口が一定という前提により、何もしない無作為型の割合が定率で減少する。

ライフスタイルの見直しによる環境負荷削減量の算出については、それぞれ削減できるEF要素のうち、その実践可能性を加味し、潜在的な削減量を算出する。また、ライフスタイルは複数の行動を含んでいる、各ライフスタイルに対応した行動を表9-7に示している。各行動の実践可能性（各行動を実践したいと回答した人の割合）は、アンケート調査から把握する。各行動が削減できるEF要素は、表9-3に示したアンケート調査の項目に対応している。ライフスタイルの見直しによる環境負荷削減量は式(9.3)で算出する。

$$EF_s = \sum EF_j \times r_i \times \eta_{ij} \quad (9.3)$$

EF_s :シナリオsの環境負荷削減量

EF_j : EFの構成要素j

r_i : 行動iの実践程度

η_{ij} : 行動iの補足条件j

「飼料も国産」の国産肉類と「国産小麦」パン・麺の購入の補足条件はアンケート調査からの「国産肉購入率」と平均「家庭調理頻度」により把握する。「国産小麦」パン・麺購入の補足条件も同アンケート調査からの平均「家庭調理頻度」とする。「ガソリン節約」・「移動代替」「HV乗換」「PHEV乗換」「EV乗換」の補足条件は「ガソリン使用量削減率」である。「ガソリン節約」・「移動代替」の削減率は15%と設定する。「HV乗換」「PHEV乗換」「EV乗換」の削減率はアンケートからそれらの車種を所有する人と所有していない人のエネルギー消費量の差で推計する。「電気節約」「省エネ購入」「太陽光発電設備購入」については、8章節8-4-1を参考にする。それぞれの補足条件「電気使用量削減率」を15%、50%、80%に設定する。

9-4-2 結果

セクション9-4-1のシナリオ設定によって推計した日本全体将来の環境バランスを図9-3に表す。この図から以下のことが言える。

- 1) 図9-3から技術は自然より、環境受容量がより高くなることを示した。集中・技術+自然のシナリオでは環境バランスが一番良いこと（環境負荷超過率が最も低い）をわかった。技術と自然を同時推進ではない場合、集中・技術のシナリオは最も環境受容量

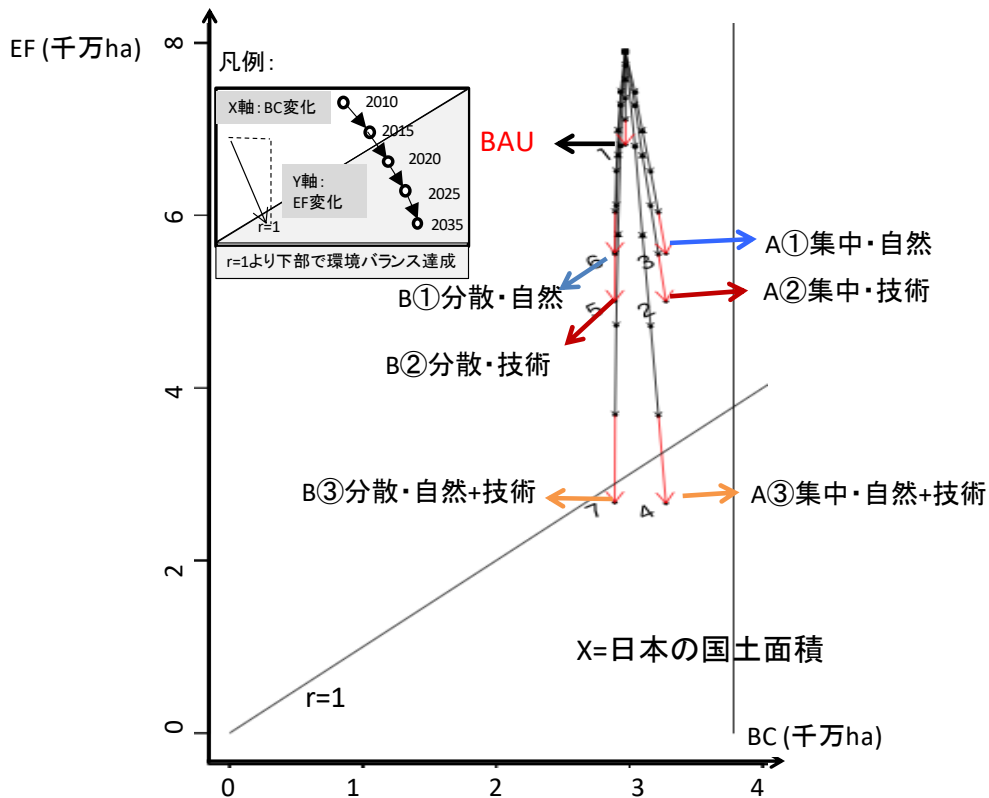


図 9-3 可能性予測による環境バランスのメテオグラム図（日本全体）

が高く、分散・自然のシナリオは最も環境受容量が低いことを明らかにした。

- 2) A③と B③の技術と自然を同時推進のシナリオでは、2035年まで環境バランス（ $r=1$ ）を達成することができることが示された。環境負荷量について、両方とも約 60%の削減が達成でき、環境受容量については、A③が 15%、B③が 7.6%の削減が達成できたことを分かった。
- 3) 線 x は日本国土面積を示す線である。日本国土面積の約 80%が環境受容量になっており、将来的に環境受容量がさらに増えるポテンシャルは高くない。一方、ライフスタイルの見直しによる環境負荷量の削減は顕著に見える。日本全体の環境バランスの達成には、環境負荷量の削減が有効であると考えられる。

次に、都道府県別の結果について、詳しく分析を行う。まず図 9-4～図 9-6 には、2010年と比べて、2035年まで、人口・環境受容面積・ライフスタイルの変化による環境負荷と環境受容量の増減を示す。それらの結果を踏まえて、表 9-8 にはシナリオ A②集中・技術と B①分散・自然における各都道府県の環境負荷超過率の経年変化を示す。また、図 9-7 と図 9-8 には、EF・BCの結果を分かりやすいメテオグラム図に示す。図 9-7 には国土構造の違いによる変化、図 9-8 にはすべてのシナリオを実施した結果を示す。

それらの図表から以下のことを明らかとなった。

- 1) 図 9-4 から人口の集中と分散による環境負荷の変化を分かった。どの状況においても、人口減少により EF 値が削減した。集中より、分散の際には、三大都市圏の都道府県の削減が高い。
- 2) 図 9-5 には集中と分散による BC 値の変化を示している。集中の際に、低未利用地の再利用によって環境受容量が増加したことが分かった。分散の際に、全ての都道府県での環境受容量が減少したが、地方は三大都市圏より削減量が多いことを示した。
- 3) 図 9-6 にはライフスタイルの見直しによる EF 値の変化を示している。ライフスタイルの見直しは人口が EF に与える影響より大きいことが分かった。なお、分散・自然のシナリオより、集中・技術の方は EF 削減量が多いことが分かった。
- 4) 図 9-7 には集中と分散による環境バランスの変化を明らかにした。大都市圏における都道府県（東京都、大阪府など）に対して、分散の国土構造の方は環境受容量の改善が少ないが、環境負荷量が大きく下げる。地方の道県に対して、集中の方は環境負荷量と環境受容量両方がより改善できることをわかった。
- 5) 表 9-8 と図 9-8 から各都道府県における将来環境バランスの達成状況を明らかにした。東京都・神奈川県・愛知県など三大都市圏における都道府県に関しては、環境負荷量が大幅に減少していくに対して、環境受容量の変化がほとんどない。これらの都道府県は 2035 年まで環境バランス ($r=1$) を達成することができない。
- 6) 岩手県・長野県・岐阜県・奈良県など多くの道県は、将来的に環境バランスを達成する可能性がある。熊本県・広島県では、集中・技術のシナリオでは環境バランスが達成できるが、分散・自然のシナリオでは達成できない。
- 7) 都道府県の特徴によって、環境負荷量と環境受容量の変化の程度が異なっているが、全体的には集中・技術のシナリオの環境バランスがより良いことが言える。

9-5 本章のまとめ

本研究では、人間活動から発生した環境負荷と地域を持つ環境的な容量とのバランスに着目し、国土構造・技術発展などを考慮したシナリオ分析を通じて、将来の環境バランスを検討した。また、個人意識を考慮して、ライフスタイルの見直しが将来の環境バランスに与える影響を明らかにした。結果としては、人口減少・高齢化という大きな社会背景において、持続可能社会を実現するためには、国土構造の集中と技術の発展が重要であることを明らかにした。また、ライフスタイルの見直しによって、2035 年まで日本全体で環境バランスを達成することができる。

一方、国土構造の考え方として、人口の移住を考慮したが、移住による土地の変化や、低未利用地の自然再生などの検討が必要である。ライフスタイルの見直しについては、太陽光発電施設や電気自動車の利用を分析したが、バイオマスや水素といった新エネルギーの利用可能性も今後のアンケート調査で補足する価値があると考えられる。

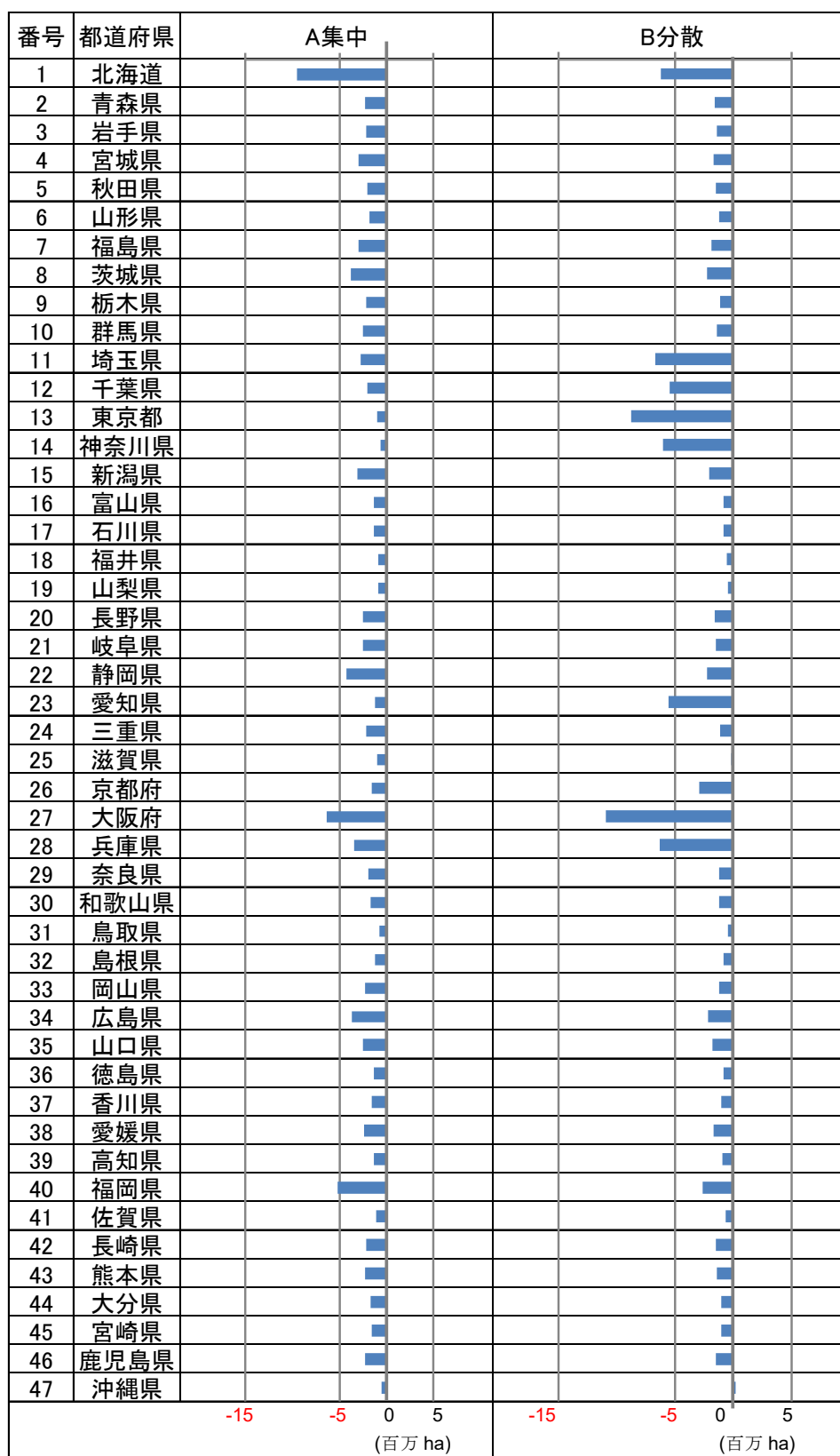


図 9-4 2035 年まで人口の変化による EF の増減 (都道府県)

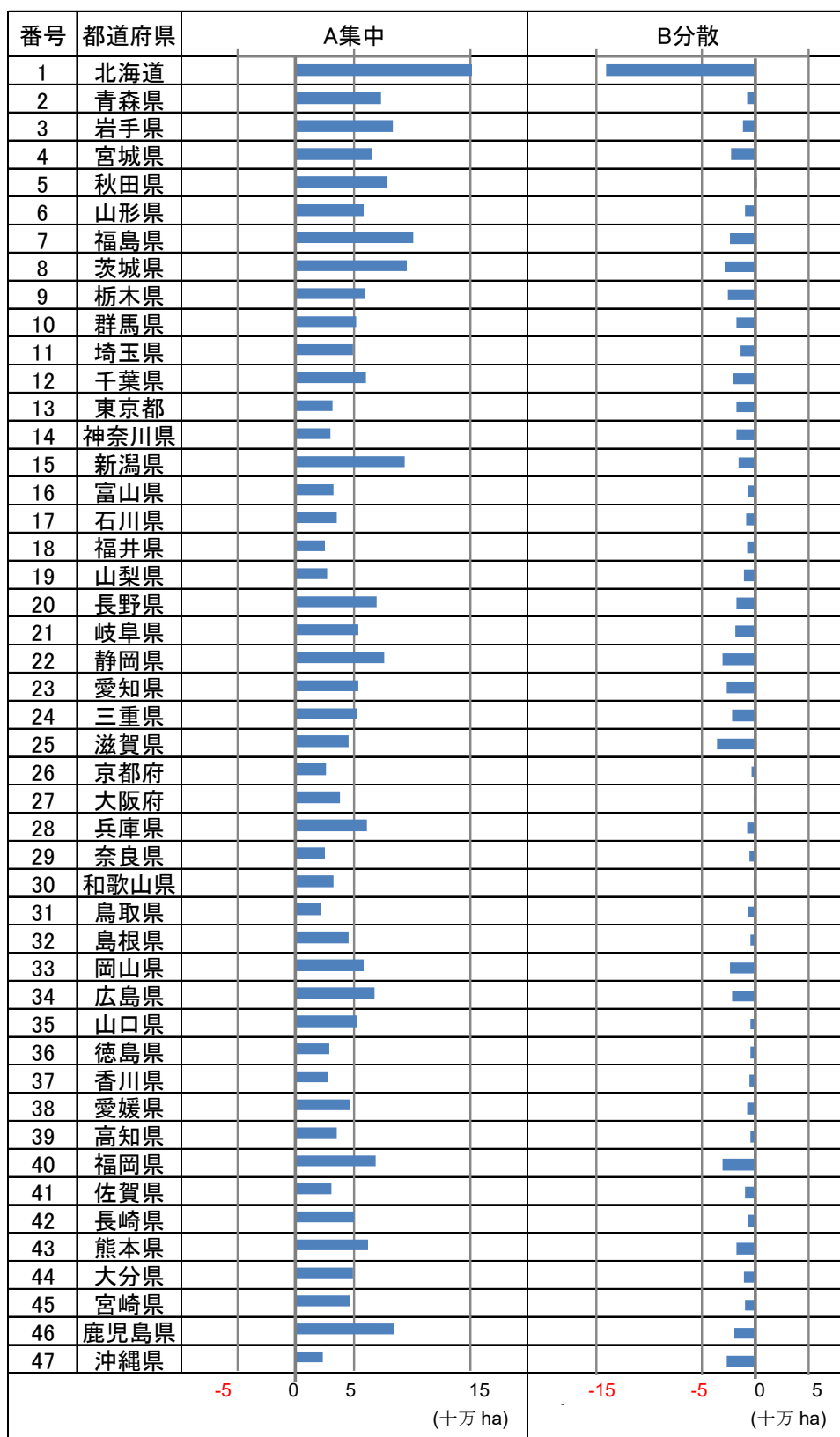


図 9-5 2035 年まで環境受容面積の変化による BC の増減 (都道府県)

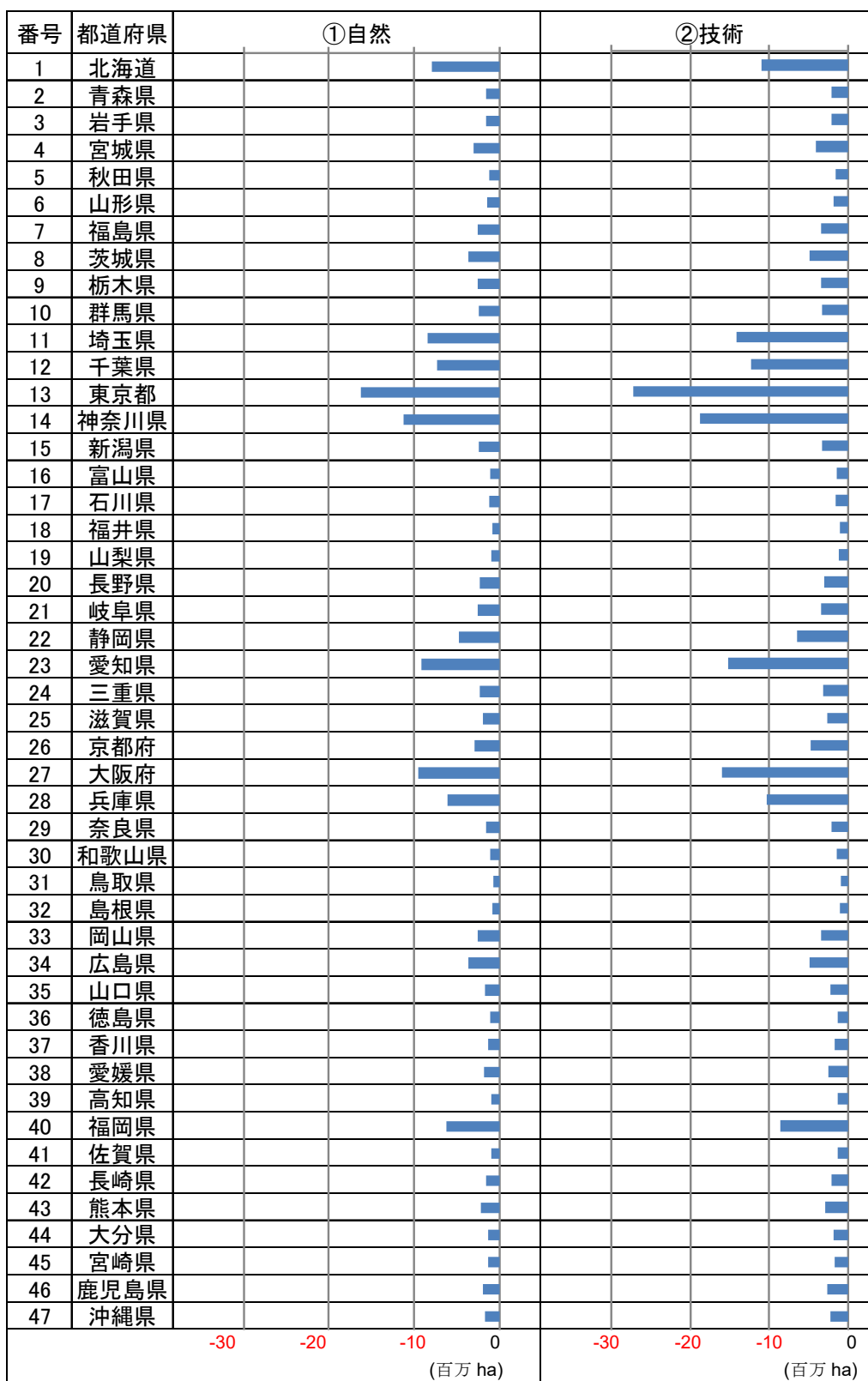


図 9-6 2035 年までライフスタイルの変化による EF の増減（都道府県）

表 9-8 可能性予測の環境負荷超過率(都道府県)

番号	都道府県	A②集中・技術					B①分散・自然				
		平成27年 (2015)	平成32年 (2020)	平成37年 (2025)	平成42年 (2030)	平成47年 (2035)	平成27年 (2015)	平成32年 (2020)	平成37年 (2025)	平成42年 (2030)	平成47年 (2035)
1	北海道	0.54	0.48	0.42	0.37	0.32	0.60	0.57	0.53	0.48	0.44
2	青森県	0.97	0.86	0.75	0.64	0.55	1.08	1.01	0.92	0.83	0.75
3	岩手県	0.56	0.51	0.44	0.39	0.33	0.62	0.58	0.53	0.49	0.44
4	宮城県	2.35	2.11	1.86	1.64	1.43	2.66	2.51	2.37	2.21	2.05
5	秋田県	0.61	0.54	0.46	0.40	0.34	0.68	0.62	0.56	0.50	0.45
6	山形県	0.83	0.74	0.65	0.56	0.49	0.92	0.86	0.79	0.72	0.65
7	福島県	1.00	0.90	0.79	0.69	0.60	1.12	1.05	0.98	0.90	0.82
8	茨城県	4.23	3.67	3.15	2.71	2.32	5.07	4.76	4.51	4.22	3.89
9	栃木県	2.23	2.02	1.79	1.58	1.39	2.53	2.43	2.30	2.16	2.02
10	群馬県	2.13	1.92	1.70	1.50	1.31	2.40	2.27	2.13	1.99	1.84
11	埼玉県	20.97	18.17	16.03	14.01	12.14	20.80	19.94	18.91	17.70	16.30
12	千葉県	12.64	11.05	9.84	8.68	7.60	12.48	11.97	11.39	10.72	9.94
13	東京都	82.22	71.16	63.60	56.25	49.44	83.17	84.09	85.27	85.70	84.99
14	神奈川県	44.86	39.84	35.62	31.53	27.72	44.79	45.01	44.22	42.98	41.17
15	新潟県	1.08	0.96	0.83	0.73	0.63	1.20	1.11	1.03	0.94	0.86
16	富山県	1.49	1.33	1.16	1.01	0.88	1.66	1.55	1.44	1.32	1.21
17	石川県	1.65	1.46	1.29	1.13	0.99	1.86	1.72	1.61	1.50	1.38
18	福井県	1.07	0.97	0.86	0.76	0.67	1.19	1.12	1.05	0.97	0.90
19	山梨県	1.09	1.00	0.89	0.79	0.69	1.21	1.16	1.09	1.01	0.94
20	長野県	0.86	0.78	0.69	0.60	0.53	0.95	0.89	0.83	0.76	0.70
21	岐阜県	1.23	1.12	0.99	0.88	0.78	1.35	1.28	1.20	1.12	1.03
22	静岡県	3.50	3.17	2.80	2.46	2.15	3.99	3.83	3.62	3.40	3.16
23	愛知県	14.10	12.77	11.56	10.38	9.27	13.89	13.72	13.24	12.69	12.05
24	三重県	2.28	2.06	1.82	1.61	1.41	2.59	2.47	2.34	2.19	2.04
25	滋賀県	2.88	2.63	2.36	2.11	1.87	3.39	3.34	3.30	3.23	3.14
26	京都府	3.93	3.58	3.24	2.92	2.61	3.80	3.60	3.34	3.09	2.82
27	大阪府	65.38	53.20	44.66	37.38	31.28	66.44	63.11	58.97	54.22	48.95
28	兵庫県	4.88	4.41	3.97	3.55	3.16	4.73	4.49	4.17	3.84	3.51
29	奈良県	2.43	2.16	1.90	1.66	1.44	2.71	2.51	2.33	2.13	1.94
30	和歌山県	1.32	1.15	0.99	0.86	0.73	1.47	1.33	1.21	1.09	0.98
31	鳥取県	1.12	1.02	0.90	0.80	0.70	1.25	1.19	1.11	1.02	0.94
32	島根県	0.71	0.63	0.55	0.47	0.41	0.79	0.73	0.67	0.61	0.55
33	岡山県	1.95	1.77	1.57	1.39	1.22	2.20	2.10	1.98	1.86	1.73
34	広島県	2.38	2.13	1.88	1.66	1.45	2.67	2.51	2.36	2.19	2.03
35	山口県	1.65	1.45	1.25	1.08	0.93	1.85	1.70	1.55	1.41	1.27
36	徳島県	1.38	1.24	1.08	0.94	0.82	1.54	1.43	1.32	1.21	1.10
37	香川県	4.87	4.24	3.63	3.11	2.66	5.72	5.36	4.99	4.60	4.21
38	愛媛県	1.89	1.68	1.46	1.27	1.10	2.12	1.97	1.82	1.66	1.51
39	高知県	0.74	0.67	0.59	0.51	0.44	0.82	0.77	0.70	0.64	0.58
40	福岡県	8.30	7.37	6.45	5.64	4.90	9.84	9.46	9.11	8.67	8.17
41	佐賀県	2.61	2.32	2.01	1.75	1.52	3.02	2.87	2.69	2.51	2.33
42	長崎県	2.48	2.18	1.87	1.61	1.37	2.85	2.66	2.45	2.23	2.02
43	熊本県	1.62	1.45	1.28	1.12	0.98	1.83	1.71	1.60	1.49	1.37
44	大分県	1.22	1.08	0.95	0.83	0.73	1.36	1.27	1.18	1.09	1.00
45	宮崎県	0.90	0.81	0.71	0.62	0.55	1.00	0.93	0.86	0.79	0.73
46	鹿児島県	1.25	1.11	0.97	0.85	0.74	1.41	1.32	1.23	1.13	1.04
47	沖縄県	4.24	3.97	3.62	3.28	2.96	5.00	5.10	5.16	5.19	5.19

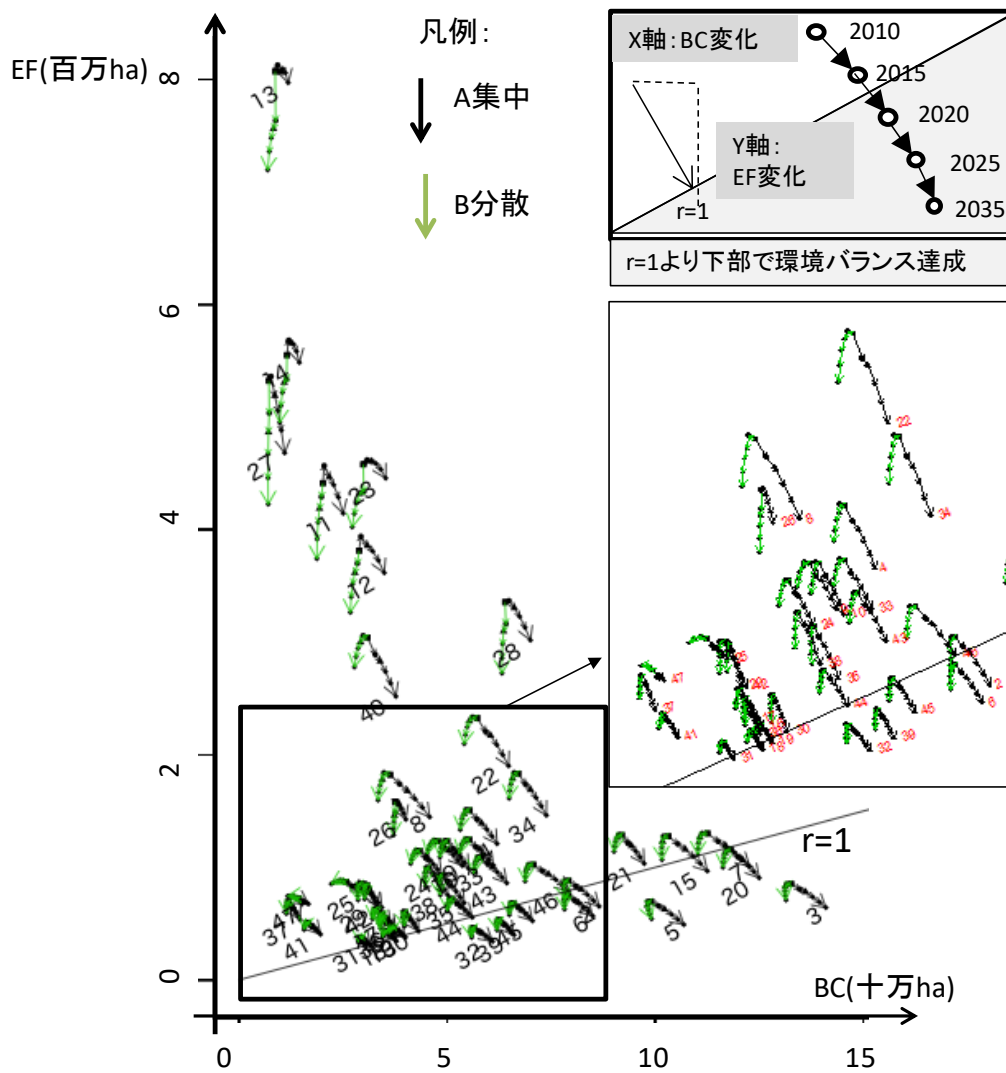


図 9-7 国土構造変化による環境バランスのメテオグラム図

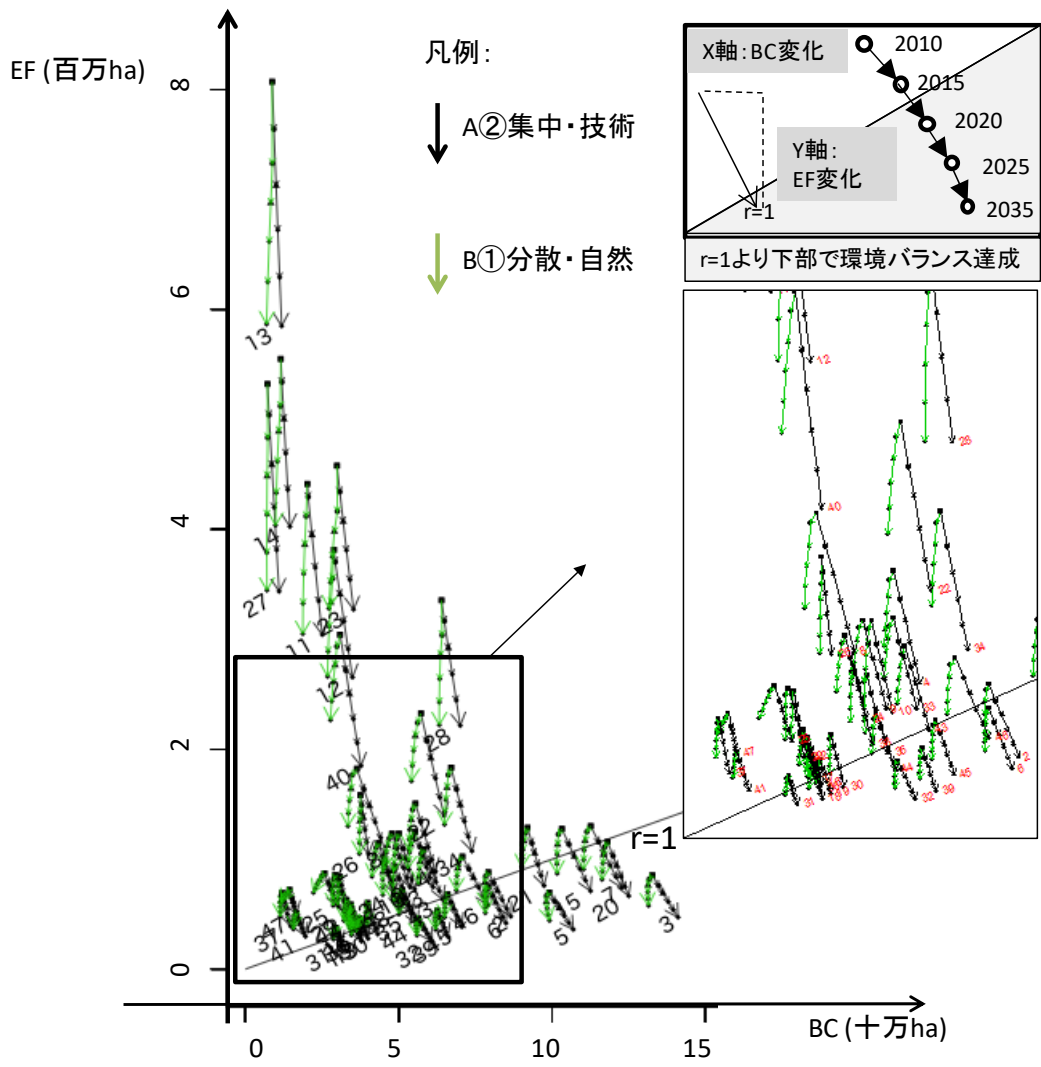


図 9-8 可能性予測の環境バランスのメテオグラム図 (都道府県)

10 結論

10-1 本研究の成果

本研究では、まず 1 章で研究の背景と博士論文の章構成を述べた。背景としては持続可能社会の考え方に対して、「環境という土台があってこそ社会が成り立ち、その上に経済が成り立つ」という認識を改めるべきと提言されていた。環境問題に対する関心が高まり、Rio サミット・気候変動枠組条約締約国会議など国際間で議論が活発に行われ、温室効果ガス排出量削減の合意にも至った。しかし、環境の持続的な発展には、温室効果ガスの削減だけでなく、限られた地球資源の中で消費を抑え、生産力を強化する措置を講じ、その生産と消費のバランスを守る必要がある。

以上を踏まえて、本研究では個人から都道府県まで、長期的視点を踏まえた環境バランス改善策の方法論を構築した。そのツールを用いて、地域における環境負荷量と環境受容量を算出し、環境面的の依存関係を明らかにした。その依存関係を踏まえて、個人のライフスタイルの見直し、地方分権化制度の展望、将来の国土構造の変化などについて検討を行い、各地域スケールでの改善策とその連携可能性について分析を行った。

2 章で研究の位置付け、3 章で環境バランス評価ツールの構築、4-9 章ではツールの適用と環境改善策を論じた。

2 章では、地球環境問題、環境評価指標と環境改善制度に関連する既存研究のレビューを行って、本研究を用いる環境バランス評価ツールの適切性を明確にした。なお、既存の環境評価手段と環境制度は、特定な排出物しか対象にしない、データの整備が不十分、コミュニケーションツールとして理解しにくいなどの課題を抱えている。その議論を踏まえて、本研究では網羅的に評価できる仕組みを構築すること、簡易な表現を使用すること、一般的な統計情報を最大限活用すること、環境面の圏域制度を提案することにより、新規性・有用性・汎用性・適用性を備えた。

3 章では空間・時間軸におけるデータの整備を合わせて検討する上、EF 指標と BC 指標を用いて環境バランス評価ツールを構築した。具体的には、公表されている統計データのみを用いて、都道府県から集落スケールまで、EF 指標の改善・改良を行い、長期的な環境バランスの変遷と達成状況を評価する仕組みを構築した。環境受容量は負荷量を受け入れるために実際に機能しうる土地面積を算出し、荒地の自然回帰や土地生産性の向上などの政策の検討を可能にした。なお、研究対象を絞るため、海洋域などを計算上から排除したが、実際の政策目標に応じて柔軟に項目を追加・削除することが重要である。

4 章ではメテオグラム図を用いて粗いながらも環境バランスの視覚化を実現することで、長期的な環境バランスの変化を把握した。環境負荷量が増加、環境受容量が減少している傾向を示した。1980 年以降、日本の環境負荷量が受容量を超過し、海外の生産力に依存するようになった。海外からの供給不安や価格不安定などのリスクに対応する政策が困難になっている。1990 年代のバブル経済崩壊以降、衣料フットプリント・紙フットプリントと

海外輸送フットプリントが減少したが、民生交通と家庭部門のフットプリントが増えしつ
つあった。そのため、エネルギー消費の抑制が重要な課題になっていたが、都道府県別
の状況が大きく異なっているため、都道府県別の特徴に応じた環境策の検討が重要である。

5章では、政策側の改善策として、環境負荷量が環境受容量を越えないように圏域を設定
する環境バランスエリアというコンセプトをはじめて提示した。また、依存自治体が非依
存自治体を取り込んでいくにあたり、緩和される環境負荷に応じた報酬を支払う仕組みを
設定し、広く環境バランス改善のインセンティブが住民にも行政にも及ぶ仕組みを考案し
た。また、環境面の依存関係を明確にすることにより、自治体スケールのみならず、他の
空間スケールでの活用可能性も示唆できた。実際の適用を行ったところ、本研究で提案す
る環境バランスの達成とはほど遠い状況であることがまず確認された。その上で、たと
えば県全体の環境負荷超過率の中央値を用いることにより、より住民の生活スケールや行政
の財政スケールに呼応した形での「疑似」環境バランスエリアの設定がありうることを具
体的に提示した。また、エリアの設定方法については、隣接・自動車道沿線・鉄道沿線な
どのメニューについて考案し、既存の圏域を環境バランスの観点から評価したとも言い換
えることができ、環境バランスエリア概念の更なる活用可能性が示唆できた。

6章では、集落スケールでの環境バランス改善評価ツールを用いることにより、実際につ
くば市における集落を対象とした環境バランス評価を実施し、その挙動を確認した。都市
機能が郊外部へ拡散している状況をEF指標の観点から明らかにした一方、今後の環境改善
のための施策を検討する際に、森林超過率の削減は重要な取組であることを示した。

7章では、個人側の改善として、ライフスタイルの見直しシナリオを設定し、日常生活の
見直しに基づく環境改善の潜在可能性を検討した。具体的には、個人の日常生活において
実行可能な行動や価格政策への対応、さらに、環境への意識と実際の行動について、アン
ケート調査を行った。まず、個人属性によってグループを分け、EF指標を用いて、どのよ
うな個人にどのような環境負荷改善可能性が潜在しているのかについて分析を行った。分
析結果より、集落特性・個人・世帯属性により環境負荷削減・環境受容量増加する可能性
が異なっている。高齢者と主婦が多い集落、戸建て住宅の割合が高い集落、鉄道・高速道
路から離れている集落、荒地面積が広い集落においては、環境改善の余地が高い。

8章では、政策と個人両方の改善策を同時に実施する際の可能性を検討した。個人のライ
フスタイルの見直しに着目し、環境バランスエリア概念を用いて、自治体間の環境バラン
スにどれだけ影響を与えるのかを明らかにした。このような分析により、自治体が自らの
努力で環境バランスを達成する潜在的な可能性を吟味し、今後の広域範囲での環境バラン
ス改善のための住民にも行政にも及ぶ参考情報を提示することができた。ライフスタイル
の見直しにより、環境バランスエリアの範囲の縮小と共に、環境負荷削減目標値に達成で
きるエリアの数も増加した。

9章では、より遠い将来の持続可能性について分析を行った。具体的には、人間活動から
発生した環境負荷と地域を持つ環境的な容量とのバランスに着目し、国土構造・技術発展

などを考慮したシナリオ分析を通じて、将来の環境バランスを検討した。その結果、人口減少・高齢化という大きな社会背景において、持続可能社会を実現するためには、集約型国土構造と科学技術の発展が重要であることを明らかにした。国土構造の変化については、大都市圏と地方では環境バランスに対する影響に大きな違いがある。そのため、土地利用・地方の転居政策などを策定する際には、地方と大都市両方に与える影響の違いを考慮する必要がある。また、ライフスタイルの見直しによって、2035年までに日本全体で環境バランスを達成する可能性があることを示した。しかし、そのような大きな国土・社会の転換をしても、「CO₂排出量 80%減」の目標が達成できなかった。その目標を達成するために、本気な制度の転換や画期的な技術革新が不可欠である。なお、日本全体でバランスが達成したが、三大都市圏では環境バランスの達成には遥かな距離が存在している。そのため、現実上の実施可能性を踏まえて、都道府県レベル、あるいは地方範囲での環境バランスエリアを設置する意味がある。

以上な分析によって、本研究では過去から将来、個人から広域まで、様々な時間・空間スケールで環境バランスを網羅的に評価できる仕組みを構築し、各主体の連携を考慮した環境改善政策を検討した。これら異なる圏域スケールにあわせて EF 指標の構築と、空間軸・時間軸の組み合わせを検討することによって、国土全体での環境バランス改善に資する方法論を始めて明確した。

10-2 本研究の課題

本研究で構築した環境バランス評価ツールに関しては、本来日常生活に必要な項目が十分に算出されていない課題がまだ残っている。本章における居住者消費に関わる EF 指標値には、家具製品や衣服、タバコなどの消費財、住居建設に関わる木材消費などの本来考慮すべき環境負荷が含まれていない。また、EF 指標値自体の課題になるが、CO₂以外の汚染物質の影響や、それら環境汚染物質が生態系に及ぼす影響などについても考慮されていない。これらについては、これら環境負荷もふまえた指標へ改良すべきであると考えられる。

耕作地や森林地などの環境受容量に対して、全て同質であると仮定している。つまり、土地利用の“質”について考慮できておらず、“量”の議論を行ってきている。しかしながら、それらの土地は、地域により生産性が異なることが考えられる。今後の土地管理・利用を検討していく上で生産性の考慮が非常に重要である。

土地の生産性は都道府県単位まで考慮したが、実際には集落単位でも大きい違いがある。今後詳細なデータの整備が必要である。

時間軸の環境バランス評価については、2010年までの環境バランスを算出したが、将来の継続的な記録と評価が望まれている。また、近年では各自治体がデータ整備をより重視し、小地域・メッシュスケールまでの情報が公開しつつある。現在ではデータの制約により都道府県での評価しかできないが、将来的には集落など小地域における時間軸の環境バランスを把握できる可能性がある。

環境バランスエリア制度に関しては、ペナルティを地代の全額を充てるという考え方も改良の余地があると考ええる。なお、今回のケーススタディでつくば市遠郊部までを含んでも環境バランスを達成できなかった。このことから明らかなように、本制度の適用は県スケールよりも道州スケールなど、今後の行政単位にも対応したさらに広いスケールでの適用がより望ましいものと考えられる。また、エリアには複数の自治体が含まれているため、自治体間協力や地域間連携など動きやすい行政の仕組みをさらに強める必要がある。

ライフスタイルの考え方に関しては、太陽光発電施設や電気自動車の利用を分析したが、バイオマスや水素といった新エネルギーの利用可能性も今後のアンケート調査で補足する価値がある。なお、環境改善を広くとらえるためには、本研究で行った調査の対象範囲外である廃棄物やリサイクルなどに関する検討も必要となる。

居住者グループの分類に関しては、アンケート結果が地理属性別に有意な差がないため、個人・世帯属性で分類を行った。しかし、本研究では客観的属性に基づいて分類したが、心理的要因を考慮していない。また、本研究における地理属性は、都市と都市規模しか考慮していない。今後、具体的な政策に対する効果が簡便な総合指標等で容易に判読できるよう、居住環境・公共交通利便性・周辺施設・環境関心度などの要因にも考慮しながら検討を進めていく必要がある。

潜在的な改善性については、集落ではEFとBC両方の改善を検討した。一方、自治体ではEFの改善しか検討できておらず、各都市の土地利用特性に応じて、BCと両方の改善によりさらに多くの都市の環境バランスの達成が期待されている。それに伴って都市ごとの対応する政策談義も幅広い展開が可能になると考えられる。

将来の予測に関しては、都道府県スケールでの粗い検討しか行っていない。住民の本来の日常生活圏等を考えると、より細かい範囲（たとえば自治体、集落）で、人口構造・商業産業・インフラ整備など地域特徴を配慮した具体的な政策提示が必要である。

参考文献

AXSMARINE, (2014). “HP : <http://www.axsmarine.com/distance/>” , (accessed on 08/2016)

Barrett J.H., Vallack A.J., and Haq G. (2001). "A Material Flow Analysis and Ecological Footprint of York", Stockholm Environment Institute

BFF (Best Foot Forward). (2002). “A resource flow and ecological footprint analysis of Greater London , www.citylimitslondon.com/downloads/Complete%20report.pdf” , (accessed on 08/2016)

Bicknell K.B., Ball R.J., Cullen R., Bigsby H.R. (1998). “New methodology for the ecological footprint with an application to the New Zealand economy”, *Ecological Economics*, 27: 149–160

Birch R., Wiedmann T., and Barrett J. (2005). “The Ecological Footprint of Greater Nottingham and Nottinghamshire, Results and Scenarios”

Browne D., O’ Regan B., Moles R. (2008). “Use of ecological footprinting to explore alternative domestic energy and electricity policy scenarios in an Irish city-region”, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol.13, pp.315-322

CFP (carbon footprint program) (2012). 産業環境管理協会 : 「製品の CO2 の「見える化」カーボンフットプリント」 <<http://www.cfp-japan.jp/about/index.html>>, 2016年07月最終閲覧

Chambers.N., Child R., Jenkin N., Lewis K., Vergoulas G., Whiteley M. (2005). “Stepping Forward A resource flow and ecological footprint analysis of the South West of England”, Oxford, UK:BFF

Chapagain A.K., Hoekstra A.Y. (2004). “Water footprints of nations, Volume1 Main Report: www.waterfootprint.org/Reports/Report16Vol1.pdf”, (accessed on 08/2016)

Chen,H., Ise, S. and Taniguchi, M. (2013). “Concepts of an ecologically balanced area based on Ecological Footprint” , *Sustainable development and planning VI*, pp.79-86, WIT PRESS

Clark C. (1977). “Population Growth and Land Use, 2nd. ed”, Macmillan

Cohen,J. (1998) 「How Many People Can the Earth Support?, W.W.Norton.

COP21 (The 2015 United Nations Climate Change Conference). (2015) 環境省・地球温暖化対策推進本部 : 「パリ協定を踏まえた地球温暖化対策の取組方針について」 <http://www.env.go.jp/earth/ondanka/cop21_paris/paris_conv-b.pdf> 2016年07月最終閲覧

Desai, P. and Riddlestone, S. (2004). “Bioregional Solutions: For living on one planet”, *Schumacher Briefings 8*, Devon: Green Books (邦訳 : バイオリージョナリズムの挑戦 この星に生き続けるために, 群青社, 2004.)

Donella H.M., Dennis L. M., Rander J., Behrens W.W.III. (1972). “The Limits to Growth A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind” , Universe Books. (邦訳: 大来佐武郎監訳, ローマ・クラブ「人類の危機」レポート 成長の限界, ダイヤモンド社, 1972)

Duro J.A. and Figueras J.T. (2013). "Ecological footprint inequality across countries: The role of environment intensity, income and interaction effects", *Ecological Economics* 93, 34–41

Earth Summit (2002). "<http://www.earthsummit2002.org/>" (accessed on 08/2016)

EFS (Ecological Footprint Standards). (2006). "The Global Footprint Network Standards Committees: Ecological Footprint Standards 2006, <http://www.footprintnetwork.org/download.php?id=14>", (accessed on 08/2016)

EFS (Ecological Footprint Standards). (2009). "The Global Footprint Network Standards Committees: Ecological Footprint Standards 2009, http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Ecological_Footprint_Standards_2009.pdf" (accessed on 08/2016)

FAO (2014). "Food and Agriculture Organization of United Nation: FAO statistical yearbook 2014, <http://www.fao.org/economic/ess/ess-publications/ess-yearbook/en/#.V61yWZh96Uk>", (accessed on 08/2016)

Ferng J.-J., (2001). "Using composition of land multiplier to estimate ecological footprints associated with production activity", *Ecological Economics* 37, 159-172

GFN (Global Footprint Network). (2015). "Glossary, <http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/glossary/>, (2016.06 最終閲覧).

GLA (Greater London Authority). (2003). "London's Ecological Footprint, https://www.london.gov.uk/sites/default/files/ecological_footprint.pdf", (accessed on 08/2016)

Griggs D., Mark S., Owen G., Johan R., Marcus C., Öhman, Priya S., Will S., Gisbert G., Norichika K., and Ian N. (2013). "Sustainable development goals for people and planet", *Nature*, no.495, pp.305-307

Harris G. et al. (2001). "A Survey of Sustainable Development: Agriculture and Renewable Resources", Island Press, pp.155-188

Hoekstra A.Y. (2003). "Virtual Water Trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade" Delft, The Netherlands, 12-13 December 2002, Value of Water Research Report Series No.12

James N. and Desai P. (2003). One Planet Living in the Thames Gateway-A WWF-UK One Million Sustainable Homes Campaign Report, WWF-UK, Surrey, UK

JCM, (Joint Crediting Mechanism) (2016) 環境省「二国間クレジット制度 (JCM) の最新動向(平成 28 年 2 月版)」, http://www.env.go.jp/earth/ondanka/mechanism/jcm_dev1602_1.pdf, 2016 年 07 月最終閲覧

Kissinger M., Gottlieb, D. (2010). "Place oriented ecological footprint analysis - The case of Israel's grain supply", *Ecological Economics*, 69, 1639–1645

Kitzes J.G.A. and Bagliani M., et al. (2009). "A research agenda for improving national Ecological Footprint accounts", *Ecological Economics*, Vol.68, pp.1991-2007

KP (Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change) (1997) 外務省:「気候変動に関する国際連合枠組条約の京都議定書」 < http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/treaty/treaty_020413.html > 2016 年 07 月最終閲覧

Lawton E.S., Vale R., Vale B, Lawton M. (2013). "The New Zealand footprint project", *International Journal of Sustainable Development*, Volume 16, Issue 3-4, pp. 221–234

- MNLC (Monitoring of national land conditions Analysis). (2006). 国土交通省 : 「国土のモニタリング」 < <http://www.mlit.go.jp/kokudokeikaku/monitoring/system/list06.html> > 2016年07月最終閲覧
- Muñiz I., and Galindo A. (2005). "Urban form and the ecological footprint of commuting. The case of Barcelona", *Ecological Economics*, Vol.55, pp.499-514
- Muniz I., Calatayud D., Dobano R. (2013). "The compensation hypothesis in Barcelona measured through the ecological footprint of mobility and housing", *Landscape and Urban Planning* 113, 113–119
- Ozorio de A.M. (1972). *Environment and Development: The Founex Report on Development and Environment*, New York, Carnegie Endowment for International Peace
- Penck A. (1925). "Das Hauptproblem der physischen Anthropogeographie", *Zeitschrift Fur Geopolitik*, No.2, pp.330-348
- Poom A., Ahas R., Orru K. (2014). "The Impact of Residential Location and Settlement Hierarchy on Ecological Footprint", *Environ Plan A*, vol.46 no.10, 2369-2384
- Rio+20 (2012) 外務省: 「国連持続可能な開発会議 (リオ+20)」 < http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/kankyo/rio_p20/gaiyo.html > 2016年07月最終閲覧
- SCRADFG (State of California Resources Agency Department of Fish and Game) (2005). "CALIFORNIA WETLAND MITIGATION BANKING, <http://www.dfg.ca.gov/hadon/conplan/mitban-k/Wetlands%20Bank%20Leg%20Report%202005.pdf>"
- SCWC (Sonoma County Winegrape Commission). (2015). "Sonoma County Winegrape Commission, 2nd Annual Sonoma County Sustainability Report (2015)": <http://www.sonomawinegrape.org/sustainability/report/>, (accessed on 08/2016)
- SEI (Stockholm Environmental Institute). (2008). "Wales' Ecological Footprint - Scenarios to 2020, https://www.sei-international.org/mediamanager/documents/Publications/Future/wales_ecological_footprint_report_270508_final.pdf", (accessed on 08/2016)
- SI (Strategic Imperatives). (1987). "Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future, 2014, <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>", (accessed on 08/2016)
- SNA (Systems of National Accounts) (2008). "System of National Accounts 2008", < <http://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/sna2008.asp>>, (Accessed on 09/2016)
- UNCED (United Nations Conference on Environment and Development) (1992). 外務省 : 「国連環境開発会議」 (「地球サミット」 < <http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/kankyo/unced1992.html> > 最終閲覧 2016.07
- UNEP (United Nations Environment Programme). (1972) "Report of the United Nations Conference on the Human Environment: <http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=97>", (accessed on 08/2016)
- UNEP (United Nations Environment Programme). (1992) "Agenda 21: <http://www.unep.org/documents.multilingual/default.asp?documentid=52>", (accessed on 08/2016)
- UNFCCC (United Nations. Framework Convention on Climate Change). (2015) "http://unfccc.int/meetings/paris_nov_2015/meeting/8926.php", (accessed on 08/2016)

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) (1992) 環境省 : 「気候変動に関する国際連合枠組条約」 < <http://www.env.go.jp/earth/cop3/kaigi/jouyaku.html> > 2016年07月最終閲覧

United Nations Department of Economic and Social Affairs (1992). "Report of the United Nations Conference on Environment and Development, <http://www.un.org/documents/ga/onf151/aconf15126-1annex1.htm>" (accessed on 08/2016)

Wackernagel M. and Rees W.E. (1996). "Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth", New Society Publishers, Canada. (邦訳: エコロジカル・フットプリント - 地球環境持続のための実践プランニング・ツール -, 合同出版, 2004)

Wackernagel M., Kitzen J., Moran D., Goldfinger S., and Thomas M. (2006). "The Ecological Footprint of cities and regions, Comparing resource availability with resource demand", Environment and Urbanization 18, 103

Wackernagel M., Monfreda C., Erb K.H., Haberl H. and Schulz NB. (2004) "Ecological footprint time series of Austria, the Philippines, and South Korea for 1961-1999: comparing the conventional approach to an 'actual land area' approach", Land Use Policy, Volume 21, Issue 3, P261-269

Waters CN et al. (2016). "The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene". Science. 351 (6269). doi:10.1126/science.aad2622. PMID 26744408

WSP Environmental and Natural Strategies (2003). "Towards a Sustainable London: Reducing the Capital's Ecological Footprint, Phase 1 Report: Determining London's Ecological Footprint and Priority Impact Areas for Action." WSP Environmental Ltd, London and Natural Strategies LLC (Oakland, CA)

WWF (World Wide Fund for Nature). (2014). "http://awsassets.panda.org/downloads/lpr_living_planet_report_2014.pdf", (accessed on 08/2016)

WWF ジャパン (2016)「エコロジカル・フットプリント地域版レポート vol.1」< <http://www.wwf.or.jp/activities/2016/03/1311529.html> >, 2016年09月最終閲覧

WWF ジャパン (2012) 「エコロジカル・フットプリント・レポート日本 2012」 < <http://www.wwf.or.jp/activities/lib/> >, 2016年07月最終閲覧

ウッドマイルズ研究会 (2015) 「平成 26 年度森林及び林業分野における温暖化緩和技術の開発 伐採木材製品の炭素貯蔵シミュレーションモデルの開発 -木材製品輸送に係る炭素排出量解析-」 < <http://woodmiles.net/pdf/ss1-2014-01.pdf> >, 2016年09月最終閲覧

つくば市都市計画課 (2012) 「つくば市都市計画基礎調査」

伊藤昭男・高橋義文 (2006) 「エコロジカル・フットプリントと産業連関分析—方法論と地域への適用—」, 産業連関, 14, 1, pp.27-34

横山大輔・谷口守・松中亮治 (2007) 「持続可能な商業施設立地・都市構造検討のためのマーケット CO2 排出量の提案—商品搬入・購買行動に着目して—」 環境システム研究論文集, Vol.35, pp.247-254

加藤周一 (2006) 「世界大百科事典, 第2版」 平凡社

環境省 (1994) 「環境基本計画 (平成 6 年)」 < https://www.env.go.jp/policy/kihon_keikaku/plan/kakugi061206.html > 2016年07月最終閲覧

環境省 (2000) 「環境基本計画—環境の世紀への道しるべ— (平成 12 年)」 < <https://www.>

env.go.jp/policy/kihon_keikaku/plan/kakugi121222.html, 2016年07月最終閲覧

環境省 (2006)「環境基本計画－環境から拓く新たなゆたかさへの道－ (平成18年)」
<https://www.env.go.jp/policy/kihon_keikaku/plan/plan_3.html> 2016年07月最終閲覧

環境省 (2012)「第四次環境基本計画」, https://www.env.go.jp/policy/kihon_keikaku/plan/plan_4.html, 2016年07月最終閲覧

環境省地球環境局 (2005)「第1回地球温暖化対策に係る国民運動の運営会議の開催～京都議定書の削減約束達成に向けた「国民行動の目安」を公表～」<<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=6176>> 2013.7 最終閲覧.

環境白書 (1972) 環境庁:「昭和47年版環境白書」<<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/hakusyo.php3?kid=147>> 2016年07月最終閲覧

環境白書 (1973) 環境庁:「昭和48年版環境白書」<<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/hakusyo.php3?kid=148>> 2016年07月最終閲覧

環境白書 (1993) 環境庁「平成5年年版環境白書」<<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/hakusyo.php3?kid=205>> 2016年07月最終閲覧

吉川直樹・天野耕二・島田幸司 (2006)「野菜の生産・輸送過程における環境負荷に関する定量的評価」環境システム研究論文集, Vol34, pp245-251

経済産業省・資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」<http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/> 2016年07月最終閲覧

建設省 (1998)「社会資本整備に係る費用対効果分析に関する統一的運用指針 (案)」

厚生労働省「国民栄養調査」<http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/kenkou_eiyouchousa.html> 2016年07月最終閲覧

広瀬幸雄 (2008)「環境行動の社会心理学－環境に向き合う人間のこころと行動」北大路書房

航空会社マイレージ比較 HP<<http://www.hikaku.com/mile/>> 2013.7 最終閲覧

国土交通省・国土計画局 (2004)「自然界の物質循環への負荷の少ない社会を目指した資源消費水準のあり方検討調査, 報告書」

国民勘定推計 (2010) 内閣府経済社会総合研究所:「地域における環境経済統合勘定について (地域版ハイブリッド型統合勘定(プロトタイプ)の作成マニュアル概要)」<<http://www.esri.go.jp/jp/archive/snaq/snaq140/snaq140.html>>2016年07月最終閲覧

財務省「貿易統計」<<http://www.customs.go.jp/toukei/latest/>> 2013.7 最終閲覧.

埼玉県温暖化対策 (2014) 埼玉県:「埼玉県地球温暖化対策に係る事業活動対策指針」<<https://www.pref.saitama.lg.jp/a0502/documents/kokuji-hpup260718.pdf>> 2016年07月最終閲覧

氏原岳人・古市佐絵子・白戸智・谷口守 (2010) エコロジカル・フットプリント指標に基づく自治体レベルの環境バランス評価、－実践計算パッケージ「EF-Calc」を用いて－、第38回環境システム研究論文発表会講演集、pp.245-251.

氏原岳人・谷口守・松中亮治 (2008)「エコロジカル・フットプリント指標を用いた環境負荷の地域間キャップ&トレード制度の提案-“身の丈にあった国土利用”に向けた新たなフレームワークの構築-」都市計画論文集, No.43-3, pp.877-882, 2008

新宿地球温暖化対策 (2010) 新宿区: 低炭素な暮らしとまちづくりに向けて 新宿区地球

温暖化対策指針(素案) <<https://www.city.shinjuku.lg.jp/content/000079009.pdf>> 2016年07月最終閲覧

森田紘圭, 金岡芳美, 加藤博和, 柴原尚希, 林良嗣 (2014) 「家族構成と住宅性能を考慮した街区群単位の世帯起源 CO2 排出量の将来推計」土木学会論文集 G(環境), Vol.70, No.5, p.I_415-I_422, 2014

清岡拓未・谷口守・松中亮治 (2005) 「エコロジカル・フットプリント指標を用いたローカルスケールでの持続可能型土地利用政策の検討」都市計画論文集、No.40-3、pp.55-60

青木えり・栗栖聖・花木啓祐 (2013) 「各地方自治体における市民の環境配慮行動を規定する要因分析」土木学会論文集 G(環境), Vol.68, No.6, p. II_165-II_176

総務省「家計調査」 <<http://www.stat.go.jp/data/kakei/>> 2013.7 最終閲覧

総務省「広域行政・市町村合併」 <<http://www.soumu.go.jp/kouiki/kouiki.html>> 2013.2 最終閲覧

総務省・統計局「国勢調査」 <<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL02100104.do?tocd=00200521>> 2016年07月最終閲覧

総務省・統計局「国勢調査小地域集計」 <<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/NewList.do?tid=000001039448>> 2013.7 最終閲覧.

総務省・統計局「日本の統計2016」 <<http://www.stat.go.jp/data/nihon/index1.htm>> 2016年07月最終閲覧

谷口守・阿部宏史・重兼薫 (2003) 「エコロジカル・フットプリントに基づく都道府県別超過環境負荷の算出」日本地域学会学術論文集, No.40, pp.41-48

谷口守・阿部宏史・足立佳子 (2002) 「地域レベルでの環境容量の試算と環境負荷の要素分解、-石高データを活用した「成長」と「環境」のアンチノミー分析-」土木計画学研究・論文集, Vol.19, No.2, pp.255-263

地域主権戦略会議, (2012) 内閣府: 「地域主権改革」 <<http://www.cao.go.jp/bunken-suishin/ayumi/chiiki-shuken/index.html>>, 最終閲覧 2016.7

竹端哲郎, 松井孝典, 町村尚, Robert N.S. (2012) 「地域スケールでの民生業務部門活動の森林生態系サービス依存度評価」土木学会論文集 G(環境), vol.68, no.6, pp.II_15-II_23

竹内菜穂, 斎藤修 (2013) 「森林バイオマス利用によるエネルギー自給ポテンシャルの推定-北海道下川町を事例として-」土木学会論文集 G(環境), vol.69, no.6, pp.II_321-II_327

中央環境審議会, (2015) 環境省: 「環境研究・環境技術開発の推進戦略について」 <<http://www.env.go.jp/press/101295.html>> 最終閲覧 2016.07

中口毅博 (2003) 「家庭エネルギー消費量の規定要因に関する研究」環境情報科学論文集 vol.17, p.253-258

中田哲也 (2007) 「フード・マイレージ—あなたの食が地球を変える」, 日本評論社

中野桂・和田喜彦 (2007) 「エコロジカル・フットプリント指標分析の方法論的進歩と最近の論点」滋賀大学環境総合研究センター研究年報, Vol.4 No. 1, pp.11-22, 2007.

津山市 MP (2008) 津山市都市計画課: 「都市計画マスタープラン」 <<https://www.city.tsuyama.lg.jp/city/index2.php?id=2589>>, (最終閲覧 2016.09)

東京都市圏交通計画協議会 (2010) 「東京都市圏パーソントリップ調査」

東京都排出量取引（2015）東京都環境局：「排出量取引運用ガイドライン」＜http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/climate/large_scale/attachement/torihiki_guideline_201510.pdf＞ 2016年07月最終閲覧

日本地図センター（1996）「地図で見るつくば市の変遷」

日本不動産研究所研究部（2011）「田畑価格及び賃借料調・山林素地及び山元立木価格調」＜www.reinet.or.jp/pdf/report/rei00happyou_2011.pdf＞ 2016年07月最終閲覧

農林水産省（2009）「平成 21 森林・年林業白書」＜<http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/21hakusho/index.html>＞ 最終閲覧 2016.6

農林水産省「作物統計」＜<http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/>＞ 最終閲覧 2016.6

白井信雄・樋口一清・東海明宏（2011）「飯田市民の環境配慮意識・行動の形成要因～環境施策等と社会関係資本に注目して」土木学会論文集 G(環境), Vol.67, No.6, p.II_19-II_28

白木達朗・中村龍・姥浦道生・立花潤三・後藤尚弘・藤江幸一（2006）「生産・流通を考慮した地産地消・旬産旬消による CO2 排出量削減に関する研究」環境システム研究論文集, Vol34, pp.135-142

平凡社（2006）「世界大百科事典，第2版」＜<http://redistricting.ils.edu/why.php>＞ 2014.2.22.最終閲覧

野波寛・杉浦淳吉・大沼進・山川肇・広瀬幸雄（1997）「資源リサイクル行動の意志決定における多様なメディアの役割ーパス解析モデルを用いた検討」, 心理学研究 第68巻第4号, p.264-267

余川雅彦・加賀屋誠一・内田賢悦（2006）「エコロジカル・フットプリント算出のための産業連関分析に関する研究」日本都市計画学会，都市計画論文集，No.41-3, pp.199-204

余川雅彦・加賀屋誠一・萩原亨・内田賢悦（2008）「地域間産業連関表を用いたエコロジカル・フットプリント算出に関する研究」地域学研究，Vol.38, No.4, pp.939-952

和田喜彦（2003）「エコロジカル・フットプリント指標によるトマト生産の持続可能性評価ーハイテク農業は食糧問題解決の切り札かー」日本エネルギー学会誌，Vol.82, pp.36-41

付録

付録 1 EF の計算に関する用データ一覧表

耕作地 EF 関連		
1-1	年齢別人口	総務省統計局：国勢調査小地域統計 H22 人口等基本集計
1-2	国内 1 ha 当たり農作物収穫量	農林水産省：作物統計
1-3	農作物輸出量	農林水産省：食糧需給表
1-4	輸入国別輸入量	財務省：貿易統計
1-5	輸入先各国の土地生産性	FAO：H21Agricultural Production
1-6	食料摂取状況	厚生労働省：国民健康・栄養調査報告 (年齢階層別・品目別消費量)
1-7	肉類消費割合	総務省：家計調査
1-8	歩留り率	
1-9	繊維家庭用内需	経済産業省民間委託三菱総合研究所： 繊維産業活性化対策調査のデータ
1-10	綿糸と毛糸の内需割合	総務省統計局：日本統計年鑑，繊維需給
1-11	綿花輸入先割合	帝国書院： 綿花の生産トップテンと日本の輸入先
1-12	綿花土地生産性	FAS Online：United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service
1-13	羊 1 頭から採取できる羊毛の量	kakara woolworks： ニュージーランドの羊とスピグ事情
1-14	成羊 1 頭当たりの餌の量	中央畜産会：zoo 鑑
牧草地 EF 関連		
2-1	食料摂取状況（肉類）	厚生労働省：国民健康・栄養調査報告
2-2	肉類消費割合	総務省：家計調査
2-3	年齢別人口	総務省統計局：国勢調査小地域統計 H22 人口 等基本集計
2-4	国内 1 ha 当たり牧草収穫量	農林水産省：作物統計
2-5	輸入国別牧草輸入量	財務省：貿易統計
2-6	輸入先各国の牧草土地生産性	FAO：H21Agricultural Production
2-7	成羊 1 頭当たりの牧草地面積	中央畜産会：zoo 鑑

森林地（紙）EF 関連		
3-1	パルプ材の供給量	農林水産省：森林・年業白書
3-2	紙資源の家計消費割合	総務省：産業連関表
3-3	輸入先の森林成長率	国土交通省，国土計画局：自然界の物質循環への負荷の少ない社会を目指した資源消費水準のあり方県と鶴調査，報告書 2004
都市 EF 関連		
4-1	都市活動のための土地面積	H22 つくば市都市計画基礎調査
エネルギーEF 関連		
家庭部門		
5-1	建て方別世帯数	総務省統計局： 国勢調査小地域統計人口等基本集計
5-2	世帯別人員数	
5-3	森林の二酸化炭素吸収率	国土交通省，国土計画局：自然界の物質循環への負荷の少ない社会を目指した資源消費水準のあり方県と鶴調査，報告書 2004
5-4	1世帯当たりの建て方別、世帯人員別1か月エネルギー消費量	経済産業省，環境省；第1回地球温暖化対策に係る国民運動の運営会議の開催-京都議定書の削減約束達成に向けた「国民行動目安」
交通部門		
5-5	ガソリン購入量	総務省：家計調査
5-6	ガソリンの燃焼に伴う二酸化炭素の排出原単位	経済産業省，環境省：特定排出者の事業活動に伴う温室効果ガス量算定に関する省令
5-7	ゾーン別自動車利用に関するデータ	東京都市圏交通計画協議会： 東京都市圏パーソントリップ調査 H21
運輸部門		
5-8	航空国別品目別輸入量	財務省：貿易統計 国籍別航空機入港表
5-9	船舶国別品目別輸入量	財務省：貿易統計 国籍別船舶入港表
5-10	航空国別輸送距離	航空会社のマイレージ
5-11	船舶国別海運輸送距離	海運距離 AXSMARINE
5-12	交通手段別の CO ₂ 排出原単位	国土交通省：H18 運輸部門における温室効果ガス排出量等の推移

付録2 つくばにおける集落と大字の対応

大字名	対応集落名			大字名	対応集落名		
01 つくば地区							
明石	明石			国松	国松	国松新田	
安食	安食			小泉	小泉		
池田	池田			小和田	小和田		
泉	泉	下手		下大島	下大島		
磯部	磯部			杉木	杉木		
漆所	漆所			田中	田中		
大形	大形	宮前		筑波	筑波		
小田	小田			作谷	作谷	下作谷	
大貫	大貫			寺具	寺具		
小沢	小沢			中菅間	中菅間		
上大島	井戸川	上大島	上菅間	沼田	沼田		
神郡	館			平沢	平沢		
北太田	北太田			北条	北条	北条新田	
君島	君島			洞下	洞下		
山口	山口			水守	水守		
臼井	臼井			山木	山木		
02 大穂地区							
大砂	大砂			西高野	西高野		
大曾根	大曾根			蓮沼	蓮沼		
長高野	上長高野	長高野	岩崎	前野	上内	前野	
要	南口の堀	中根	弥平太	吉沼	吉沼	明戸	戸山
佐	佐				前原		
篠崎	篠崎	堀内		若森	若森		
玉取	一の矢	玉取					
03 豊里地区							
今鹿島	池端	五斗蒔	桜下	酒丸	西谷ヶ代		
	皆田	上宿	稲荷前	田倉	田倉		
上郷	上郷	台宿	道角	土田	土田		
	向金村	野手	仕出	手子生	手子生		
	大山	角内		遠東	遠東	遠東新田	
上里	上里			沼崎	北谷城	前木	東原
高野	高野				本北谷ヶ代	辻坪	
木俣	木俣			野畑	野畑		
				百家	百家		
04 谷田部地区							
新井	新井			島名	北原	東坪	原新田
赤塚	赤塚			下河原崎	下河原崎		
新牧田	新牧田			下別府	下別府		
飯田	飯田			下平塚	下平塚		
稲岡	稲岡			島	島		
今泉	今泉			下原	下原		
市之台	市之台			下横場	下横場		
榎戸	榎戸			高須賀	高須賀		
面野井	面野井	台面野井		高良田	高良田		
鬼ヶ窪	鬼ヶ窪			高田	高田		
大白裕	大白裕			平	平		
上萱丸	上萱丸			館野	館野		
上河原崎	中北	上河原崎		手代木	手代木		

大字名	対応集落名			大字名	対応集落名		
04 谷田部地区							
苧間	苧間			中野	中野		
上原	上原			鍋沼新田	鍋沼新田		
梶内	梶内			中別府	中別府		
上横場	西横場	田端	美谷	中内	中内		
	通横場			西大橋	西大橋		
葛城根崎	葛城根崎			西岡	西岡		
北中島	北中島			西大沼	西大沼	千上	
北中妻	北中妻			西栗山	西栗山		
小白碓	小白碓			西平塚	西平塚		
境田	境田			根崎	根崎		
境松	境松			羽成	羽成本郷		
下萱丸	下萱丸			花島新田	花島新田		
南中妻	布袋			東新井	新井		
谷田部	新町	内町	不動町	東平塚	東平塚		
	台町	福田町	福田坪	東丸山	東丸山		
	通横場			古館	古館		
山中	山中			真瀬	真瀬新田	真瀬本田	
柳橋	柳橋			松野木	松野木		
水堀	水堀						
05 桜地区							
上ノ室	館	上ノ室本郷	上ノ室南部	大角豆	上大角豆	下大角豆	下広岡南部
	上ノ室重郷				大角豆南部		
上野	上野			妻木	妻木		
梅園1丁目	梅園			下広岡	下広岡		
梅園2丁目				柴崎	柴崎		
大	大村			竹園1丁目	竹園		
上境	上境			竹園2丁目			
上広岡	上広岡			竹園3丁目			
吉瀬	吉瀬			中根	中根		
栗原	乾島	栗原中坪	下坪	花室	花室		
	台坪			東岡	東岡		
倉掛	倉掛			古来	古来		
金田	金田	金田西坪		松塚	松塚		
横町	横町						
06 荃崎地区							
天宝喜	天宝喜			中山	中山		
稻荷原	稻荷原			西大井	西大井		
大井	大井			樋の沢	樋の沢		
九万坪	九万坪			房内	房内		
高見原1丁目	高見原			六斗	六斗		
高見原2丁目				若栗	若栗		
高見原3丁目				駒込	駒込		
高見原4丁目				菅間	菅間		
高見原5丁目				高崎	高崎		

付録3 食料の対象品目

	国内	輸入品
米・米加工品	米(もみ)	米(もみ)
小麦・小麦加工品	小麦	小麦
豆類	大豆, 小豆, いんげん, らっかせい	大豆
いも類	ばれいしょ, かんしょ, やまいも, さといも	ばれいしょ
野菜	大根, カブ, 人参, レンコン, 白菜, 小松菜, キャベツ, 青梗菜, ほうれん草, ふき, 三つ葉, 春菊, セルリー, アスパラガス, カリフラワー, ブロッコリー, レタス, ねぎ, にら, たまねぎ, ニンニク, きゅうり, かぼちゃ, なす, トマト, ピーマン, スイートコーン, そら豆, 枝豆, さやいんげん, さやえんどう	生鮮野菜, 冷凍野菜
果実	ミカン, リンゴ, なし, かき, びわ, もも, すもも, おうとう, 梅, ブドウ, くり, パインアップル, キウイフルーツ, メロン, スイカ, イチゴ	ンゴ, ネーブルオレンジ, ブドウ, くり, パーナ, パインアップル, スイートアーモンド, キウイ, イチゴ, アボガド, パパイア, マンゴー

付録4 1人1日栄養の消費量 (g)

	1-2歳	3-5歳	6-8歳	9-11歳	12-14歳	15-17歳	18-29歳	30-49歳	50-69歳	70歳以上
米・加工品	152.9	200.2	228.9	306.7	364.4	420.1	347.1	350	347.2	343.8
小麦・加工品	61.1	70	95.9	96.5	121.6	104.1	106.5	111.6	99.1	80.2
いも類	30.2	37.8	49.8	63	64.7	52.3	55.7	51.4	59.5	62.8
豆類	21.3	31.4	34.1	40.9	45	42.1	48.8	49.4	68	67.1
緑黄色野菜	40.8	54.1	58.6	74.6	81.2	82.2	74.2	83.2	106.8	113.6
その他の野菜	62.6	82.5	124	152.6	174.1	172.1	151.6	152.6	184	163.5
果実類	107.6	110.3	95.4	91.2	101.5	90.7	76.3	68.7	144.8	148.7
卵類	17.9	29.3	34.8	33.6	36.5	52.4	39	36	36	32.2
乳類	179.8	188.5	293.4	322.3	293.3	183.1	92.4	89.2	96.6	111.1
肉類	37.4	64.8	89.3	93.4	118.3	140.9	110.9	99.6	70.1	51

付録5 輸入先別木材の輸入量割合

	パルプ用木材総供給量:3782万m3			
	温帯	熱帯	寒帯	
蓄積成長率(m3/ha)		3.08	10.5	2.26
米材		50%	0%	50%
南洋材		0%	100%	0%
その他		33%	33%	33%
国産		100%	0%	0%

付録6 繊維の年間使用量

分類	家庭用内需 (ton)
衣料品	1,089,716
家庭用品(布団, 毛布など)	375,795
インテリア用品(カーペット, カーテンなど)	127,724
不織布, フェルトの家庭用内需	64,761
合計	1,657,996

付録7 世帯・1ヶ月あたりの電力消費量

	戸建住宅				集合住宅			
	1人 世帯	2人 世帯	3人 世帯	4人以上 世帯	1人 世帯	2人 世帯	3人 世帯	4人以上 世帯
電力(kwh)	230	330	390	480	180	260	310	390
都市ガス(MJ)	300	400	600	600	400	500	700	800
灯油(MJ)	2500	3800	5300	5900	600	900	1200	1300
電力(kwh)	230	330	390	480	180	260	310	390
LPG(MJ)	200	400	800	500	300	400	500	600
灯油(MJ)	2500	3900	5400	5900	700	1000	1400	1500

付録8 PT調査により集落のゾーン区分

ゾーン番号	集落数	対応集落					
822052100	27	明石	安食	池田	杉木	田中	中菅間
		大形	宮前	下手	作谷	下作谷	水守
		小田	大貫	小沢	北条	北条新田	山木
		北太田	君島	漆所	洞下	泉	磯部
		小泉	下大島	寺具			
822052101	12	井戸川	上大島	上菅間	国松	国松新田	臼井
		館	筑波	山口	小和田	沼田	平沢
822052110	13	大曾根	佐	弥平太	一の矢	玉取	明戸
		南口の堀	中根	蓮沼	上内	前野	若森
		篠崎	堀内	吉沼	戸山		
822052111	9	大砂	上長高野	長高野	西高野	岩崎	前原
822052120	19	池端	五斗蒔	桜下	向金村	野手	仕出
		皆田	上宿	稲荷前	手子生	木俣	高野
		上郷	台宿	道角	野畑	百家	田倉
		上里					
822052121	10	西谷ヶ代	土田	東原	北谷城	前木	本北谷ヶ代
		遠東	遠東新田	辻坪			
822052130	19	飯田	上萱丸	小白碓	下萱丸	中野	西栗山
		境田	境松	根崎	東丸山	古館	
		新町	内町	不動町	台町	福田町	福田坪
		通横場	花島新田				
8220521311	24	面野井	台面野井	鬼ヶ窪	東坪	平	高田
		大白碓	葛城根崎	原新田	高須賀	高良田	中別府
		中北	上河原崎	北原	鍋沼新田	西平塚	東平塚
		下河原崎	下別府	下平塚	真瀬新田	真瀬本田	水堀
822052140	9	苧間	上原	中内	松野木	新井	西岡
		西大沼	千上	西大橋			
822052141	23	新井	赤塚	新牧田	田端	美谷	下横場
		榎戸	梶内	西横場	島	下原	羽成本郷
		北中島	北中妻	市之台	館野	手代木	柳橋
		稲岡	今泉	通横場	布袋	山中	
822052150	0						
822052151	1	竹園					
822052160	17	大村	金田	金田西坪	中根	松塚	横町
		上境	妻木	柴崎	古来	東岡	下坪
		上野	乾島	栗原中坪	花室	台坪	
822052161	12	館	上ノ室本郷	上ノ室南部	上大角豆	下大角豆	下広岡
		上ノ室重郷	上広岡	下広岡南部	大角豆南部	倉掛	吉瀬
822052170	12	天宝喜	稲荷原	西大井	菅間	高崎	若栗
		大井	九万坪	中山	樋の沢	六斗	
		高見原					
822052171	2	駒込	房内				

*背景が灰色の集落については、都計画的な都市整備を通じて、集落としての形態が既に消失している。それらの集落は研究の対象外とする。

付録9 輸入対象とする品目（運輸部門）

1. 食糧		
米	りんご	ばれいしょ
小麦	みかん	鶏肉
牛乳（飲用）	卵	牛肉
牛乳（乳製品）	精糖	豚肉
大豆	植物油脂	
緑黄色野菜	塩干	
*：農林水産省の「H23年食料需給表」により、総消費量の0.5%以上を占めた品目を対象にする。		
2. 動物を育つための飼料		
とうもろこし	こうりゃん	大麦
小麦		
*：農林水産省の「H25年飼料をめぐる情勢」による。		
3. 木材		
4. 紡織用繊維		

付録 10 アンケート調査票（つくば市）—依頼状

つくば市にお住いの皆様

筑波大学大学院 システム情報系 社会工学域
教授 谷口 守
筑波大学大学院 システム情報工学研究科
院生 陳、小田

つくば市日常生活に関する調査・ご協力をお願い

時下ますますご清栄のこととお慶び申し上げます。

私ども筑波大学大学院 つくば研究調査チームでは、つくば地域の環境特性と日常生活の関連について研究しております。今回、その一環として「つくば市日常生活に関する調査」へのご協力をお願いしたく、突然で不躰ながら本状を配布いたしました。

この調査の目的は、つくば市にお住いの方々の日常生活の実態や意識を調査することで、よりよい地域社会と、環境面でも国際競争力のあるつくば市の実現に向けた施策を検討することにあります。

本調査票は、つくば市から対象地区をランダムに抽出し、配布しております。また、大学院生が直接配布しているもので、個人情報の提供は受けておりません。お答えいただいた内容は、全て集計された統計的数値としてのみ示し、個人にかかわる情報が公表されることは決してないことをお約束致します。

ご多忙の中大変恐縮ですが、上記調査の主旨をどうかご理解いただき、以下に記します内容をご確認の上、ご協力いただけますようお願い申し上げます。

記

- 同封の書類とその扱いについて
 - ・ 依頼状 1通 ...本状
 - ・ 世帯票 1部 ...ご家族のうち、世帯の状況が把握できる方1名が回答
 - ・ 個人票 2部 ...ご家族のうち、どなたでも2名が回答
※1人暮らしの方は1部のみ回答してください
 - ・ 返信用封筒 1通
- 返送方法
 - ・ 世帯票1部、個人票2部(1人暮らしの方は1部)を、同封の返信用封筒に入れ投函
※返信用封筒への切手の貼り付けは不要
- 回答期限
 - ・ 2014年6月9日(月曜日)までに投函
- 調査に関するお問い合わせ先
 - ・ 筑波大学 つくば市日常生活調査室(電話番号:070-1255-4671)
※月曜～金曜日9:00～17:00

以上

つくば市日常生活に関する調査

A 世帯票

ご家族のうち、世帯の状況が把握できる方1名が回答

お答えいただいた内容は、統計数値を得る目的にのみ使用し、個人名やプライバシーにかかわる情報が公表されることは決してないことをお約束致します。つくば市をよりよいまちとするために、調査へのご協力を何卒お願い申し上げます。

筑波大学 システム情報系 社会工学域
教授 谷口 守
筑波大学大学院 システム情報工学研究科
大学院生 陳、小田

【ご記入いただくにあたってのお願い】

- ・それぞれの質問をよくお読みになったうえでお答えください。
- ・解答欄に番号がある場合は、該当する番号を○で囲んでください。
- ・未回答の質問がございましたら、ご返送ください。
- ・ご記入が終わりましたら、同封の返信用封筒に、世帯票1部、個人票2部を入れ、**切手は貼らず、平成26年6月9日（月曜日）**までに投函していただきますようお願い致します。
- ・調査に関してご不明な点は、下記にお問い合わせください。
筑波大学日常生活調査室(電話番号：070-1255-4671) ※月曜～金曜日 9：00～17：00

あなたの世帯についてお答えください

1. あなたを含めた世帯人数を教えてください。(括弧内に数字を記入)

() 人

2. 世帯構成を教えてください。

- 1) 単身 2) 夫婦のみ 3) 夫婦と未婚の子のみ
4) 夫婦と親からなる世帯 5) 三世代世帯 6) ひとり親と未婚の子のみ
7) その他 ()

3. 居住形態を教えてください。

- 1) 一戸建 2) 長屋建
3) 共同住宅(アパート、マンション等)

4. 住宅の構造を教えてください。

1) 防火木造	2) 木造(防火木造以外)	3) ブロック造
4) 鉄骨・鉄筋コンクリート	5) わからない	6) その他()

5. 建築時期を教えてください。

1) 昭和 54 年以前	2) 昭和 55 年～平成 11 年	3) 平成 12 年以降
4) わからない		

6. 住宅の延べ床面積を教えてください。共同住宅の場合は、建物全体ではなくお住いの専有面積をもとにお答えください。

1) 0~29m ²	2) 30~49m ²	3) 50~59m ²
4) 70~99m ²	5) 100~149m ²	6) 150~250m ²
7) 250m ² より広い	8) わからない	

7. 自家用車(業務用を除く)の保有台数と、その使用にともなう 1 か月の燃料費の合計を教えてください。(括弧内に数字を記入)

	台		万		千円
--	---	--	---	--	----

8. ご家庭で作物を栽培していますか。

1) はい	2) いいえ
-------	--------

1)に○をつけた方は、設問9にもお答えください

9. 作物の栽培について、以下から最も近い状態を選択してください。

- | |
|--|
| 1) 販売農家
2) 販売はほとんどあるいは全くしない、自給農家
3) 庭あるいは小規模の借用地などでの、趣味の家庭菜園
4) 室内やベランダなどでの、プランター栽培
5) その他 () |
|--|

10. 以下にあげる電化製品や設備について、現在使用している台数を記入してください。

設備	台数(数字記入) *ない場合は0と記入
a. IHクッキングヒーター	()台
b. 食器洗い機・乾燥機	()台

c. 温水洗浄便座	()台
d. 洗髪洗面化粧台	()台
e. 電気マッサージチェア	()台
f. システムキッチン	()台
g. パソコン(タブレットは含まず)	()台
h. ルームエアコン	()台
i. テレビ	()台
j. 電気給湯器	()台

B 個人票
ご家族のうち、どなたでも2名までが回答

あなたの日常の食事についてお聞きします

1. 直近3日間の食事の主食とその回数を教えてください。

ご飯食	()回	パン・麺等 小麦製品	()回	その他	()回
-----	------	---------------	------	-----	------

2. 直近3日間の食事の状況について、「家庭(材料を買って家庭で調理したものを食べる)」、「中食(出来合いの弁当や惣菜等を買って食べる)」、「外食」のそれぞれの回数を教えてください。(括弧内にそれぞれ数字を記入)

家庭	()回	中食	()回	外食	()回
----	------	----	------	----	------

「家庭」に1以上を記入した方は、設問3~4にもお答えください

3. 家庭での食事を使用する材料について、あなたが行う買物頻度を教えてください。

- | | | |
|----------|---------------------|--------|
| 1) ほぼ毎日 | 2) 週2,3回 | 3) 週1回 |
| 4) 月2,3回 | 5) ほとんどしない 6) わからない | |

4. 食料の「自給(近所からのおすそわけを含む)」している量と店で買っている量の割合を、教えてください。だいたいの感覚で結構です。(括弧内にそれぞれ数字を記入)

自給	()%	店で購入	()%
----	------	------	------

5. 食料、加工食品を購入するとき、どういったことを意識して商品を選びますか。(商品を選ぶ決め手となることが多いと感じる項目について、3つまで自由に○)

- | | |
|------------------|----------------------|
| 1) 安全・安心 | 2) 価格が安い |
| 3) 国産品である | 4) 品質がよい |
| 5) 環境に優しい | 6) ブランド |
| 7) 購入による地域応援 | 8) 特に考慮せず、そこにあるものを買う |
| 9) その他 () | |

3)に○をつけた方は、設問6にもお答えください

特に、肉類(牛肉、豚肉、鶏肉)についてお聞きします。現在、国産品の肉であっても、飼料のほとんどが輸入品です。あなたが肉を購入する際、「飼料も国産」の肉類と、「飼料は海外産」の肉類が並んでいる場合を想定してください。

6. 「飼料も国産」の肉類について、「飼料は海外産」の肉類よりも何%程度高くても購入したいと思うか、その限度を教えてください。(最も近いものに、1つ○)

- | | | |
|------------------|------------|------------|
| 1) 30%程度まで | 2) 20%程度まで | 3) 10%程度まで |
| 4) 値段が安い海外産を購入する | 5) その他 () | |

7. 現在ご自宅で食べている米の産地を教えてください。(一番狭い範囲に 1つ○)

- | | | | |
|--------|------------|------------|--------|
| 1) 自家産 | 2) お住いの地区内 | 3) つくば市 | 4) 茨城県 |
| 5) 日本産 | 6) わからない | 7) その他 () | |

8. つくば市内の地場産のものを販売している朝市や直売所を利用する頻度を教えてください。

- | | | | |
|-------------|--------------|----------|------------|
| 1) ほぼ毎日 | 2) 週 2,3 回 | 3) 週 1 回 | 4) 月 2,3 回 |
| 5) 年 10 回以下 | 6) ほとんど利用しない | | |

9. その朝市や直売所の状況にどのような変化があれば、より利用しようと思いますか。(当てはまるもの上位 3つまで自由に○)

1) 値段が安くなる	2) 家の近くにある
3) 品ぞろえが多くなる	4) 販売日や販売時間が多くなる
5) どうしても利用したくない	6) わからない
7) その他 ()	

あなたの日常生活における移動についてお聞きします

10. ご自宅の一番近くの**バス停**の名前を調べずに記入してください。

1) バス停名 : ()
2) わからない

11. そこまでの移動時間を教えてください。

手段	1) 徒歩	時間	()分程度
	2) 自家用車(業務用を除く)		
	3) わからない		

12. ご自宅の一番近くの**鉄道駅**の名前を調べずに記入してください。

1) 鉄道駅 : ()
2) わからない

13. そこまでの移動時間を教えてください。

手段	1) 徒歩	時間	()分程度
	2) 自家用車(業務用を除く)		
	3) わからない		

14. 以下の条件が仮に実現した場合、バスをより利用するようになると感じるものを教えてください。(当てはまるもの上位 3つまで自由に○)

1) 運賃が安くなる	2) バス停が家の近くに立地
3) 運行頻度が高くなる	
4) 時刻表通りくる	5) 乗り継ぎが便利になる
6) バス停が職場の近くに立地する	7) 利用するつもりはない
8) その他 ()	

15. 自家用車（業務用を除く）の使用状況について教えてください。

- | | |
|--------------------------|---------------|
| 1) 自由に使用できる | 2) 家族に運転してもらう |
| 3) 家族が所有しているものを借りて使用している | |
| 4) まったく使用しない → 設問 18 へ | |

1)~3)に○をつけた方は、設問16~17にも回答してください

16. 自家用車（業務用を除く）がないと実行が困難な目的があれば教えてください。（当てはまるものすべて○）

- | | | |
|---------------|-------------|-------------|
| 1) 買い物 | 2) 通学もしくは通勤 | 3) 食事、社交、娯楽 |
| 4) 観光、レジャー | 5) 通院 | 6) 送迎 |
| 7) その他の私用 | 8) 農林業作業 | 9) その他の業務 |
| 10) なくても生活は可能 | 11) わからない | |

以下の内容をお読みになったうえで、設問 17 にお答えください。

今年4月1日の消費税率の上昇や「地球温暖化対策税」の導入により、ガソリン小売価格は1リットルあたり5円程度値上がりし、家計の負担が増えました。

17. あくまで仮定の上での話ですが、ガソリン価格が、今夏からさらに値上げされるとします。その場合の、家計の対策を教えてください。記入例に沿って、それぞれ値上げの程度について、最も近い対策をお選びください。

【記入例】ガソリン代が5%値上げされても、特に何もしないと思っている。また、10%値上げされたら、出来るだけ公共交通を利用するとお考えの場合は、以下のように入ります。

値上げの程度	実施対策
5%値上げ	1
10%値上げ	3

回答群より数字を1つ選択して記入

値上げの程度	実施対策
5%値上げ	
10%値上げ	
30%値上げ	

- 回答群
- 1) 特に何もしない・今まで通り自家用車を使用する
 - 2) 前より(さらに)節約する
 - 3) 今まで自家用車で行ってた移動を、可能な範囲で、公共交通で移動する
 - 4) 電気自動車や低燃費車への乗り換えを検討する
 - 5) 実際に値上げされてみないとわからない
 - 6) その他

電力の使用についてお聞きします

以下の内容をお読みになり、設問 20 にお答えください。

太陽光を利用した太陽光発電設備を住宅の屋上に設置する家庭が増えています。設置に要する費用は一般に 100～140 万円程度ですが、そこで生じた電気の販売を通じ、その費用は 8～10 年程度で回収できるといわれています。

20. 現在のご自宅の太陽光発電設備設置の有無と、その理由について教えてください。

1) 設置している 3) 設置していないが今後設置しようと思う	2) 設置したいが、できない 4) 設置したいと思わない 5) わからない
↓	↓
A) 理由(最も強い動機に <u>1つ</u> ○)	B) 理由(当てはまるもの上位 <u>3つ</u> まで自由に○)
1) 省エネに貢献したいから 2) 長期的には経済的だから 3) 近所や知り合いが設置したから 4) 公的な補助があるから 5) その他	1) 設備の初期費用が高いから 2) 家の日当たりが悪いから 3) どんな設備か分からず心配だから 4) 維持管理が難しいと思うから 5) 他の省エネ設備を設置したから 6) 公的な補助が少ないから 7) 住居が賃貸契約であるから 8) その他

以下の内容をお読みになったうえで、設問 21 にお答えください。

エネルギーを取り巻く状況の変化により、電気料金は価格が変動します。今年の 2 月にも全国的な電気料金の値上げが発表され、家計の負担が高まっています。

21. あくまで仮定の上での話ですが、電気料金が今夏からさらに値上げされるとします。家計の負担が増える中で、どのような対策を考えますか。記入例に沿い、それぞれ値上げの程度について、最も近い対策を 1つ お選びください。

【記入例】1 か月の電気料金が今より 300 円値上げされたら、前よりも節約すると思う。また、今より 2500 円値上げされたら、省エネの家電製品の買い替えを検討する、とお考えの場合は、以下のように記入します。

1 か月の電気料金の増加	実施対策
300 円	2
2500 円	3

回答群より数字を 1つ 選択して記入

1か月の電気料金の増加	実施対策
300円	
800円	
2500円	
4000円	

回答群	1) 特に何もしない・今まで通り生活する 2) 以前より(さらに)節約する 3) 省エネ家電への買い替えや、省エネリフォームを検討する 4) 太陽光発電設備の設置を検討する 5) 実際に値上げされてみないとわからない 6) その他
-----	--

あなたの日常生活と周辺環境についてお聞きします

22. 以下にあげる、周りの自然や生活環境に対する感覚・考えについて、あなたがどのように感じているか教えてください。(それぞれの設問について1つ)

項目	当てはまる	やや当てはまる	どちらとも言えない	あまり当てはまらない	当てはまらない	わからない
a. 温暖化等の地球環境問題に関する情報を積極的に得ている	1	2	3	4	5	0
b. 日常生活の中で、環境に配慮する必要があると思う	1	2	3	4	5	0
c. 居住地の空気がきれいである	1	2	3	4	5	0
d. 身近な自然が豊かである	1	2	3	4	5	0
e. 自然に親しみを感じている	1	2	3	4	5	0
f. 市内や近隣の地場産の食料だけで生活できると思う	1	2	3	4	5	0
g. 現在お住いの地区に愛着を感じる	1	2	3	4	5	0

23. あなたは普段以下の行動について、どの程度実践していますか。(それぞれの設問について1つ)

項目	よくする	時々する	どちらとも言えない	あまりしない	全くしない	わからない
a. ごみを分別してリサイクルに協力する	1	2	3	4	5	0
b.	1	2	3	4	5	0

電気製品未使用時は、元電源から切る(待機状						
c. 冷暖房を使用する時には、温度設定を控えめにする	1	2	3	4	5	0
d. 必要以上の自家用車の利用を抑える	1	2	3	4	5	0
e. お風呂は家族全員が時間をあけずに入る	1	2	3	4	5	0
f. 詰め替え商品・リサイクル商品などを買う	1	2	3	4	5	0
g. 環境保全に関する活動（講演会、植樹等）に参加する	1	2	3	4	5	0

24. 地球環境問題への考え方（地方の環境政策、ライフスタイルの見直しなど）に関して、ご意見やご提言があれば、ご自由にご記入してください。

あなたについてお聞きします

25. 性別

1) 男性	2) 女性
-------	-------

26. 年齢

1) 10－19 歳	2) 20－29 歳	3) 30－39 歳	4) 40－49 歳	5) 50－59 歳
6) 60－65 歳	7) 66－69 歳	8) 70－74 歳	9) 75－79 歳	9) 80 歳以上

27. 職業

職業をお持ちの方(パート・アルバイトを含む。学生は除く)	職業をお持ちでない方
1) 農林漁業従事者 2) 保安業従事者 3) 技能工・生産工程従事者 4) 販売従事者 5) サービス業従事者 6) 運輸・通信従事者 7) 事務的職従事者 8) 技術・専門的職従事者 9) 管理的職従事者 10) その他()	11) 学生 12) 主婦・主夫 (職業従事者を除く) 13) 無職 14) その他()

付録 12 アンケート調査票（茨城県、全国）—本調査

暮らし方に関するアンケート

お答えいただいた内容は、全て集計された統計的数値としてのみ示し、個人にかかわる情報が公表されることはありません。

A あなたの食事についてお伺いします。

18. ご家庭で作物を栽培していますか？
1) はい 2) いいえ
19. 食事の状況について、「材料を買って、家庭で調理したものを食べる」回数（食事の回数）を教えてください。
1) 大体 10 回のうち 1～2 回 2) 大体 10 回のうち 3～5 回 3) 大体 10 回のうち 6～8 回
4) 大体 10 回のうち 9～10 回 5) 全然しません 6) わからない

*1) ～4) を回答する人は3～6番：

その材料を購入する量（値段を考慮しない）について、**国産、海外産**が占める割合を教えてください。大まかな数値で結構です。（括弧内にそれぞれ数字を記入してください）

20. 野菜類（根菜を含め）：
国産（ ）% 国外産（ ）%
21. 肉類(牛肉、豚肉、鶏肉)：
国産（ ）% 国外産（ ）%

日本の食糧自給率が年々低下していて、現在ではカロリーベース、生産額ベースのいずれも先進国最低水準です。これから、食糧自給率向上のため、あなたの意識について聞きます。

22. 野菜類（根菜を含め）についてお聞きします。現在、味に問題がないのにも関わらず、大きさや形が規格に合わないため、多くの野菜が廃棄されています。そのような「規格に合わない」野菜を売ることができれば、取引量が増えるため、「規格に合う」国産野菜より安くなります。あなたが野菜類を購入する際に、同じ棚に「規格に合わない」けれども、値段が安い国産野菜と「規格に合う」けれども、値段が高い国産野菜の2つが並んでいる場合を想定してください。

「規格に合わない」国産野菜について、「規格に合う」国産野菜よりも何%程度安くなると購入したいと思うか、その限度を教えてください。（最も近いものに、1つ○）

- 1) 50%程度 2) 30%程度 3) 20%程度 4) 10%程度
5) 値段設定に関わらず、「規格に合う」国産野菜を購入する

6) その他 ()

23. 肉類(牛肉、豚肉、鶏肉)についてお聞きします。現在、国産の肉であっても、飼料のほとんどが輸入されたものです。あなたが肉類を購入する際、同じ棚に「飼料も国産」の肉類と、「飼料は海外産」の肉類が並んでいる場合を想定してください。

「飼料も国産」の肉類について、「飼料は海外産」の肉類よりも何%程度高くなっても購入したいと思うか、その限度を教えてください。(最も近いものに、1つ○)

- 1) 値段設定に関わらず、国産飼料の肉を購入する 2) 50%程度 3) 30%程度
4) 20%程度 5) 10%程度 6) 値段が安い肉を購入する
7) その他 ()

24. パンや麺についてお聞きします。「国産小麦」と「輸入小麦」で作ったパンや麺が並んでいる場合を想定してください。

「国産小麦」パン・麺について、「輸入小麦」パン・麺よりも何%程度高くても購入したいと思うか、その限度を教えてください。(最も近いものに、1つ○)

- 1) 値段設定に関わらず、「国産小麦」パン・麺を購入する 2) 50%程度まで
3) 30%程度まで 4) 20%程度まで 5) 10%程度まで
6) 値段が安いパン・麺を購入する 7) その他 ()
)

B あなたの普段の交通手段についてお伺いします。

25. ご家族での自家用車(業務用を除く)の保有台数と、その使用にともなう1か月の燃料代の合計を教えてください。(括弧内に数字を記入)

() 台 約 () 万 () 千円

○ 分からない

26. 以下の行動をとるにあたって、現在主に**公共交通**(鉄道・バスなど、タクシーを除外する)を利用している項目を教えてください。(回答項目すべてに○)

- 1) 買い物 2) 通学もしくは通勤 3) 食事、社交、娯楽
4) 観光、レジャー 5) 通院 6) 送迎 7) その他の私用
8) 農林業作業 9) その他の業務 10) なくても生活は可能
11) わからない

以下の内容を読んでお答えください。

ハイブリット車(HV)はエンジンと電気モーター2つの動力源を持ち、エンジン走行中や、ブレーキ時の運動エネルギーを電気エネルギーに変換して発電、バッテリーに充電できる車です。

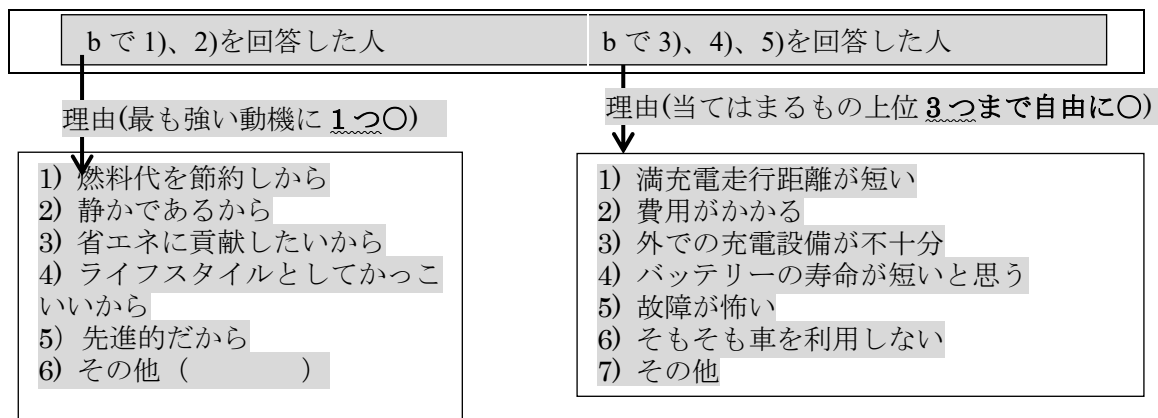
プラグインハイブリッド車(PHEV)はエンジンと電気モーター2つの動力源を持ち、さらに家庭用電源からコンセントプラグで直接充電できる車です。

電気自動車 (EV) はエンジンが搭載されておらず、代わりに電気モーターを搭載しており、バッテリーに蓄えた電池で走行します。石油燃料は必要としませんが、充電が必要です。

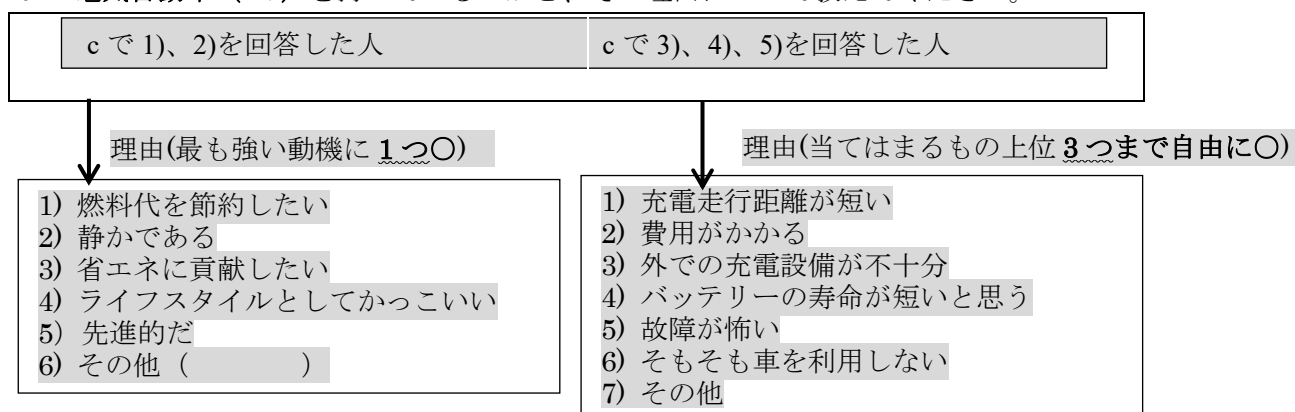
27. 現在のご自宅での3種類の車を持っているのかを教えてください。(当てはまる項目すべてに○)

	1) 持っている	2) 持っていないが今後買いたいと思う	3) 買ったが、できない	4) 買ったと思わない	5) わからない
a. ハイブリット車 (HV)					
b. プラグインハイブリッド車 (PHEV)					
c. 電気自動車 (EV)					

28. プラグインハイブリッド車 (PHEV) を持っているのかと、その理由について教えてください。



29. 電気自動車 (EV) を持っているのかと、その理由について教えてください。



30. あくまで仮定の上での話ですが、ガソリン価額が今後さらに上昇する。家計におけるガソリンの負担が増える中で、どのような対策を考えますか。記入例に沿い、それぞれのガソリン価格が値上げの程度について、最も近い対策をお選びください。

値上げの程度	実施対策
10%値上げ	
30%値上げ	
50%値上げ	

回答群	1) 特に何もしない・今まで通り自家用車を使用する 2) 前より(さらに) 自家用車を使用した外出を減らす 3) 今まで自家用車で行っていた移動を、可能な範囲で、公共交通、自転車、徒歩などへ代替する 4) ハイブリット車 (HEV) への乗り換えを検討する 5) プラグインハイブリッド (PEHV) 車への乗り換えを検討する 6) 短距離の移動については電気自動車 (EV) への乗り換えを検討する 7) その他
-----	---

(参考)

過去3年間のガソリン価格最高値は約164円/ℓでした。現在、一時的に安くなっているが、長期的に価格が上昇していく可能性が極めて高い。

- ・ガソリン価格を120円/ℓとしたときの仮想値上げの想定額
 10%...120円/ℓ→132円/ℓ
 30%...120円/ℓ→156円/ℓ
 50%...120円/ℓ→180円/ℓ
- ・ハイブリット車の新車は150万円前後から購入可能

記入例】ガソリン代が10%値上げされても、特に何もしないと思っている。また、ガソリン価格が30%値上げされたら、出来るだけ公共交通を利用するとお考えの場合は、以下のように記入します。

値上げの程度	実施対策
10%値上げ	1
30%値上げ	3

回答群より数字を1つ
選択して記入

C あなたの家庭の設備についてお伺いします。

以下の内容を読んでお答えください。

近年、省エネルギーが注目されています。住宅の本体(壁、窓など)で断熱対策が施されていれば、冷暖房などで制御する必要が少なくなり、これが制御に要する電気代などを少なくすることができます。

また、太陽光を利用した**太陽光発電設備**を住宅の屋上に設置する家庭も増えています。設置に要する費用は一般に100～140万円程度ですが、そこで生じた**電気の販売**を通じ、その費用は8～10年程度で回収できるといわれています。

31. 現在のご自宅以上設備設置しているのか、を教えてください。

	1) 設置している	2) 設置していないが今後設置しようと思う	3) 設置したいが、できない	4) 設置したいと思わない	5) わからない
a. 省エネリフォーム					
b. 太陽光発電設備設置					

32. 現在のご自宅の**省エネリフォーム**の有無と、その理由について教えてください。

aで1),2)を選択した人

- 1) 電気代を節約したいから
- 2) 住宅、設備が古くなっているから
- 3) 省エネに貢献したいから
- 4) 中古住宅の購入に合わせて
- 5) その他 ()

aで3)、4)、5)を選択した人

- 1) 見積りの相場や適正価格がわからない
- 2) 費用がかかる
- 3) 減税措置や補助制度などどのような支援制度があるのかわからない
- 4) 維持管理が難しいと思うから
- 5) 他の省エネ設備を設置したから
- 6) 住居が賃貸契約であるから

33. 現在のご自宅の**太陽光発電設備設置**の有無と、その理由について教えてください。

bで1),2)を選択した人

- 1) 電気代を節約したいから
- 2) 省エネに貢献したいから
- 3) 近所の人や知り合いが設置したから
- 4) 新築したから
- 5) 公的な補助があるから
- 6) 非常時の電源になるから
- 6) その他 ()

bで3)、4)、5)を選択した人

- 1) 設備の初期費用が高いから
- 2) 家の日当たりが悪いから
- 3) どんな設備か分からず心配だから
- 4) 維持管理が難しいと思うから
- 5) 他の省エネ設備を設置したから
- 6) 公的な補助が少ないから
- 7) 住居が賃貸契約であるから
- 8) 構造の問題でできないから
- 8) その他 ()

34. あくまで**仮定**の上での話ですが、電気代が今後さらに値上げされるとします。家計における電気代の負担が増える中で、どのような対策を考えますか。記入例に沿い、それぞれの電気代が値上げの程度について、**最も近い対策を1つ**お選びください。

(参考)

東日本大震災以降、燃料価格の高騰等を背景に、家庭等向けの電気料金(電灯料金)は約2割上昇した。電気料金を8,000円/月としたときの仮想値上げの想定額

- ・ 10%...8,000円/月→8,800円/月；4,000円/月→4,400円/月

41. あなたの職業を教えてください。

職業をお持ちの方(パート・アルバイトを含む。学生は除く)	職業をお持ちでない方
1) 農林漁業従事者 2) 保安業従事者 3) 技能工・生産工程従事者 4) 販売従事者 5) サービス業従事者 6) 運輸・通信従事者 7) 事務的職従事者 8) 技術・専門的職従事者 9) 管理的職従事者 10) その他()	11) 学生 12) 主婦・主夫 (職業従事者を除く) 13) 無職 14) その他 ()

42. あなたの郵便番号を教えてください。

()—()

Ujihara Taniguchi Model 2010.3 (EF-Calc)

“Ujihara Taniguchi Model 2010.3”の計算方法

- EF 指標値
 - ① 食料, 動物飼料, 衣料のための作物生産に必要となる耕作地(EF_{d1}^k)
 - 食料, 動物飼料(EF_c^k)
 - 衣料(EF_{cl}^k)
 - ② 食肉, 牛乳, 毛糸のための動物に必要となる牧草地(EF_{d2}^k)
 - 食肉, 牛乳(EF_m^k)
 - 毛糸(EF_{uu}^k)
 - ③ 製紙材料を採取するための森林地(EF_{d3}^k)
 - ④ 都市的な活動を提供するために必要な土地(EF_{d4}^k)
 - ⑤ 排出された二酸化炭素を吸収するために必要な森林地(EF_{d5}^k)
 - 民生家庭(EF_h^k)
 - 交通(EF_t^k)
- 環境受容量
- 環境負荷超過率
- 生態的な赤字
- ha から gha への変換方法

参考文献

付録

・ EF 指標値

本ツールは、対象とする自治体内に居住している人々の個人消費に着目して EF を算出している。そのため、産業活動や業務などに伴う環境負荷（資源消費や二酸化炭素排出など）は対象外としている。また、データ制約の問題から、個人消費の中でも、住宅を建設するために必要となる建築材料などは考慮されていない。なお、本研究における EF 指標値とは 1 年間の個人消費によって必要となる土地消費面積のことを指す。

以下に、カテゴリー別の EF の計算方法について述べる。

① 食料、動物飼料、衣料のための作物生産に必要な耕作地(EF_{d1}^k)

$$EF_{d1}^k = EF_c^k + EF_{cl}^k \quad (1)$$

EF_{d1}^k :自治体 k の食料、飼料、衣料を生産するために必要となる耕作地(ha)

EF_c^k :自治体 k の食料、飼料を生産するために必要となる耕作地(ha)

EF_{cl}^k :自治体 k の衣料を生産するために必要となる耕作地(ha)

i. 食料、動物飼料(EF_c^k)

2007 年国民栄養の現状³⁾をもとに得た年齢階層別、品目別の消費量に、年齢階層別の人口を乗ずることにより、自治体内での食料消費量を算出している。ただし、牛肉、豚肉、鶏肉の消費量は、家計調査⁴⁾より得た地域別牛肉、豚肉、鶏肉の購入割合を肉類の消費量に乗ずることにより算出している。そして、食料消費量をそれぞれの品目の土地生産性で除することにより、食料、動物飼料の生産に必要な耕作地の面積を算出している。

さらに、土地生産性には、可食部の考慮と輸入先の土地生産性の考慮している。式 (2)、(3)では、減耗量⁵⁾（保管や輸送の過程で減少する生産量の大きさ）や歩留り率⁵⁾（リンゴの芯など通常の家庭では消費しない部分を除いた割合）を考慮した。

$$D = P_i + I_i - E_i \quad (2)$$

$$R_i = (D - S_i - D_i) \cdot PU_i / D \quad (3)$$

D :国内仕向量(t)

P_i :品目 i の国内生産量(t)

I_i :品目 i の輸入量(t)

E_i :品目 i の輸出量(t)

R_i :品目 i の可食部の割合(%)

S_i :品目 i の種子用量(t)

D_i :品目 i の減耗量(t)

PU_i :品目 i の歩留り率(%)

米、小麦、いも類、豆類、野菜、果実の土地生産性は収穫量を作付け面積で除している。また、式(4)、(5)より国内の土地生産性のみではなく輸入先の土地生産性の考慮も行っている。これに対して、卵類、乳類、牛肉、豚肉、鶏肉は1kgの生産に必要な穀物飼料の量から計算している。なお、これらに必要な牧草飼料については、国外の生産性を把握することが困難であったため、国内と同じ条件で生産されると仮定している。

$$IY_i = \sum_{n=1}^a (VI_{ia} \cdot IY_{ia}) / VI_{sia} \quad (4)$$

$$Y_i = \{[(DO_i / (DO_i + VI_i)) \cdot DY_i + \{VI_i / (DO_i + VI_i)\} \cdot IY_i] \cdot R_i \quad (5)$$

IY_i : 食品 i の輸入先国の土地生産性(t/ha)

VI_{ia} : 食品 i の輸入量第 a 位の輸入量(t)

VI_{sia} : 食品 i の輸入量第 a 位までの輸入量の合計(t)

IY_{ia} : 食品 i の輸入量第 a 位の土地生産性(t/ha)

a : 輸入総量に占める割合が80%をこえる国の順位

Y_i : 食品 i における土地生産性(t/ha)

DO_i : 食品 i の国内生産量(t/ha)

VI_i : 食品 i の輸入量(t)

DY_i : 食品 i の国内土地生産性(t/ha)

ここで述べている輸入先とは、貿易統計⁶⁾より得た輸入量が多い国から足していき、輸入合計の80%を超えるまでの国々を指している。例えば、米では輸入国第1位のアメリカが全体の55.7%を占め、第2位のタイが32.7%を占めている。2つの国の輸入量を合計すると全体の88.4%を占めるので、ここで述べている米の輸入国とはアメリカとタイのみとなる。以上のことを踏まえて、国内の土地生産性は作物統計⁷⁾より、輸入先の土地生産性はFood and Agriculture Organization of United Nation : Agricultural Production⁸⁾より得て、可食部と輸入先を考慮した土地生産性の計算を行っている。なお、食料の一人当たりの年齢階層、食品目別消費量は全国9地域区分により分れており、地域性や年齢構成を考慮できるようになっている。その地域区分と対象となる都道府県は表1の通りである。

$$F_i^k = \sum_{p=1}^{10} P_p^k \cdot f_{pi} \quad (6)$$

$$EF_c^k = \sum_{i=1}^{11} F_i^k / Y_i \quad (7)$$

F_i^k : 自治体 k における食品 i の総消費量(t)

P_p^k : 自治体 k における年齢階層 p の人口(人)

f_{pi} : 自治体 k が属する地域(北海道、東北、関東、北陸、東海、近畿、中国、四国、九州・沖縄)の年齢階層 p における食品 i (米・米加工品、小麦・小麦加工品、豆類、いも類、野菜、果実、卵類、乳類、牛肉、豚肉、鶏肉)の一人当たりの消費量($t/人$)

表 1 地域区分とその対象地

地域区分	対象となる都道府県
北海道	北海道
東北	青森県, 岩手県, 宮城県, 秋田県, 山形県, 福島県
関東	埼玉県, 千葉県, 東京都, 神奈川県, 茨城県, 栃木県, 群馬県, 山梨県, 長野県
北陸	新潟県, 富山県, 石川県, 福井県
東海	岐阜県, 愛知県, 三重県, 静岡県
近畿	和歌山県, 奈良県, 兵庫県, 大阪府, 京都府, 滋賀県
中国	鳥取県, 岡山県, 広島県, 山口県, 島根県
四国	徳島県, 香川県, 愛媛県, 高知県
九州	福岡県, 佐賀県, 長崎県, 熊本県, 大分県, 宮崎県, 鹿児島県, 沖縄県

本研究で述べる衣料とは式 (8) に示すように、綿花と毛糸から生産されるもののみを指しており、化学繊維は含んでいない。

$$EF_{cl}^k = EF_{co}^k + EF_u^k \quad (8)$$

EF_{co}^k :自治体 k の綿糸を生産するために必要となる耕作地(ha)

EF_u^k :自治体 k の毛糸を生産するために必要となる耕作地(ha)

ii. 綿糸(EF_{co}^k)

綿糸の家庭内消費量は、繊維産業活性化対策調査の家庭用内需のデータ⁹⁾に綿糸と毛糸の内需割合¹⁰⁾を乗じて算出している。なお、わが国の輸入先の土地生産性は、帝国書院の2009年綿花輸入先割合のデータ¹¹⁾とUnited States Department of Agriculture Foreign Agricultural Serviceの国別の綿花土地生産性のデータ¹²⁾を用いて計算している。綿糸の家庭内消費量を輸入先の土地生産性で除することにより、家庭内で消費される綿糸の生産に必要な耕作地を計算している。ただし、食料と同様に輸入を考慮しているのは全体の80%の国(アメリカ、オーストラリア、シリア、インド)までである。

$$EF_{co}^k = (p^k \cdot C_c) / P \cdot \sum_{i=1}^4 (W_m / Y_m) \quad (9)$$

p^k :自治体 k における人口(人)

C_c :綿糸の家庭内消費量(t)

p :日本の人口(人)

W_m :輸入先別(アメリカ、オーストラリア、シリア、インド) m 綿花輸入割合(%)

Y_m :輸入先別 m 綿花土地生産性(t/ha)

iii. 毛糸(EF_u^k)

毛糸も綿糸と同様に家庭内消費量を算出し、kakara works¹³⁾より得た羊1頭から採取できる羊毛の量で除することにより、必要となる羊の数が算出できる。次に中央畜産会¹⁴⁾の資料を基にした、成羊1頭当たりの餌の量

を、土地生産性で除することにより、1頭のあたりの餌の生産に必要な耕作地の面積が算出できる。最後に必要となる頭数の数を乗じることにより、毛糸を生産するために必要となる耕作地の面積が算出できる。なお本研究では、毛糸は全て最も一般的である羊毛であるとした。また、羊の餌は中央畜産会¹⁴⁾の資料を参考に大麦と仮定した。

$$EF_u^k = (p^k \cdot C_u) / P \cdot A / (K \cdot Y_b) \quad (10)$$

C_u : 毛糸の家庭内消費量 (t)

A : 羊1頭を育てるために必要となる大麦の量(t)

K : 羊1頭から採取できる羊毛の量(t)

Y_b : 大麦の土地生産性 (t/ha)

② 食肉、牛乳、毛糸のための動物に必要なとなる牧草地(EF_{d2}^k)

$$EF_{d2}^k = EF_m^k + EF_{uu}^k \quad (11)$$

EF_{d2}^k : 食肉、牛乳、毛糸のための動物に必要なとなる牧草地(ha)

EF_m^k : 食肉、牛乳のための動物に必要なとなる牧草地(ha)

EF_{uu}^k : 毛糸のための動物に必要なとなる牧草地(ha)

i. 食肉、牛乳(EF_m^k)

食料、動物飼料の生産に必要な耕作地と同様に、年齢階層別の人口に品目別の消費量を乗じることにより、対象とする自治体の消費量を算出する。次に、その消費量を生産するために必要となる牧草の量を、牧草の土地生産性で除することにより必要となる面積を算出している。

ii. 毛糸(EF_{uu}^k)

毛糸を生産するための羊に関しては、中央畜産会¹⁴⁾の資料より成羊10頭当たり0.5haの牧草地面積が必要であるとして計算している。

③ 製紙材料を採取するための森林地(EF_{d3}^k)

製紙材料の家庭内消費量は、パルプ材の供給量¹⁵⁾に家計消費の割合¹⁶⁾を乗じることにより算出している。その消費量を満たすために必要となるパルプ材を、輸入先別(国内も含む)の輸入量によって重み付けした輸入先の森林成長の成長率¹⁷⁾で除することにより、日本全体の家庭内消費による紙の材料生産に必要な面積を算出している。その面積を国内総人口で除し、対象地域の人口を乗ずることにより、製紙材料を採取するための森林地を算出している。このため、居住者一人あたりの消費量は年齢階層・地域問わず一定と仮定されている。

$$EF_{d3}^k = (p^k \cdot r_f) / P \cdot \sum_{i=1}^3 (w_i / \beta_i) \quad (12)$$

EF_{d3}^k :自治体 k で消費される製紙材料を採取するための森林地 (ha)

r_f :家計消費割合 (%)

w_l :輸入先別(温帯、熱帯、寒帯) l パルプ・チップ需要量(m^3)

β_l :輸入先別 l 森林蓄積成長量(m^3/ha)

④ 都市的な活動を提供するために必要な土地(EF_{d4}^k)

ここで述べている都市的な活動を提供するために必要な土地とは、建物建設や道路整備のために使用され、その他の土地利用（耕作地や林野地など）が行えなくなった面積を指している。そのため、その土地は環境負荷を与えているとされ、EFに加えられる。

⑤ 排出された二酸化炭素を吸収するために必要な森林地(EF_{d5}^k)

$$EF_{d5}^k = EF_u^k + EF_t^k \quad (13)$$

EF_{d5}^k :自治体 k から排出された二酸化炭素を吸収するために必要な森林地(ha)

EF_u^k :自治体 k の家庭部門より排出された二酸化炭素を吸収するために必要な森林地(ha)

EF_t^k :自治体 k の交通部門より排出された二酸化炭素を吸収するために必要な森林地(ha)

i. 家庭 (EF_u^k)

第1回地球温暖化対策に係る国民運動の運営会議関連資料¹⁸⁾より得た、1世帯当たりの建て方別、世帯人員別1カ月のエネルギー消費量（電気、ガス、灯油）に、各エネルギー生産における二酸化炭素の排出係数¹⁹⁾²⁰⁾を乗じることにより、家庭から排出される二酸化炭素量を算出している。次に、二酸化炭素量を森林の二酸化炭素吸収効率¹⁷⁾で除することにより、二酸化炭素吸収に必要な面積を算出している。なお、建て方別（戸建・集合）、世帯人員別の1世帯当たりのエネルギー消費量は全国9地域で分類しており、地域性を考慮できるようになっている。地域区分は食料のEFを計算する際に用いた区分と同じものである。また、戸建・集合住宅の比率は、平成20年度住宅土地統計調査²¹⁾に基づき、都道府県別のデータを使用した。

$$C_r^k = r_c \cdot \sum_{l=1}^2 \sum_{m=1}^4 (H_{lm}^k \cdot E_{lm}) \quad (14)$$

$$EF_h^k = C_r^k / r_s \quad (15)$$

r_c :二酸化炭素換算係数

H_{lm}^k :自治体 k の住宅の建て方（戸建・集合住宅） l 、世帯人員 m の世帯数（世帯）

E_{lm} :自治体 k が属する地域（北海道、東北、関東、北陸、東海、近畿、中国、四国、九州・沖縄）における建て方 l 、世帯人員 m の1世帯当たりの電力・灯油・都市ガス（またはLPG）エネルギー消費量(kWh、MJ)

r_s :森林の二酸化炭素吸収効率($t\text{-CO}_2/ha$)

ii. 交通(EF_t^k)

家計調査⁴⁾より得たガソリンの購入量に、経済産業省・環境省の特定排出者の事業活動に伴う温室効果ガス

の排出量の算定に関する省令¹⁹⁾を基に得たガソリンの燃焼に伴う二酸化炭素の排出原単位を乗じることにより、自家乗用車から排出される二酸化炭素量を算出している。なお、ガソリンの購入量は、対象年次に左右されることがあるため、2005年～2009年の5年間の消費量をサンプル数による加重平均を行っている。また、乗用車はガソリン車だけではなくディーゼル車も付録2に示すような方法により考慮している。

$$C_t^k = \{(B_o^k \cdot K_o^k) + (B_n^k \cdot K_n^k)\} \cdot r_g \cdot B_d \quad (16)$$

$$EF_t^k = C_t^k / r_s \quad (17)$$

C_t^k : 自治体 k における交通部門における二酸化炭素排出量($t\text{-CO}_2$)

B_o^k : 自治体 k における単身世帯のガソリンの購入量(ℓ)

B_n^k : 自治体 k における複数世帯のガソリンの購入量(ℓ)

K_o^k : 自治体 k の単身世帯数(戸)

K_n^k : 自治体 k の2人以上世帯数(戸)

r_g : ガソリンの燃焼に伴う二酸化炭素の排出原単位($t\text{-CO}_2/\ell$)

B_d : ディーゼル車を考慮した際の上乗せ分

家計調査におけるガソリン購入量の都市区分は表2、図3の通りである。

表2 家計調査における都市区分

分類	都市区分
都道府県庁所在市もしくは政令指定都市	北九州市
	堺市
	浜松市
	...
大都市圏	関東大都市圏
	中京大都市圏
	京阪神大都市圏
	北九州・福岡大都市圏
都市階級	人口15万人以上の市
	人口15万人未満5万人以上の市
	人口5万人未満の市
	町村

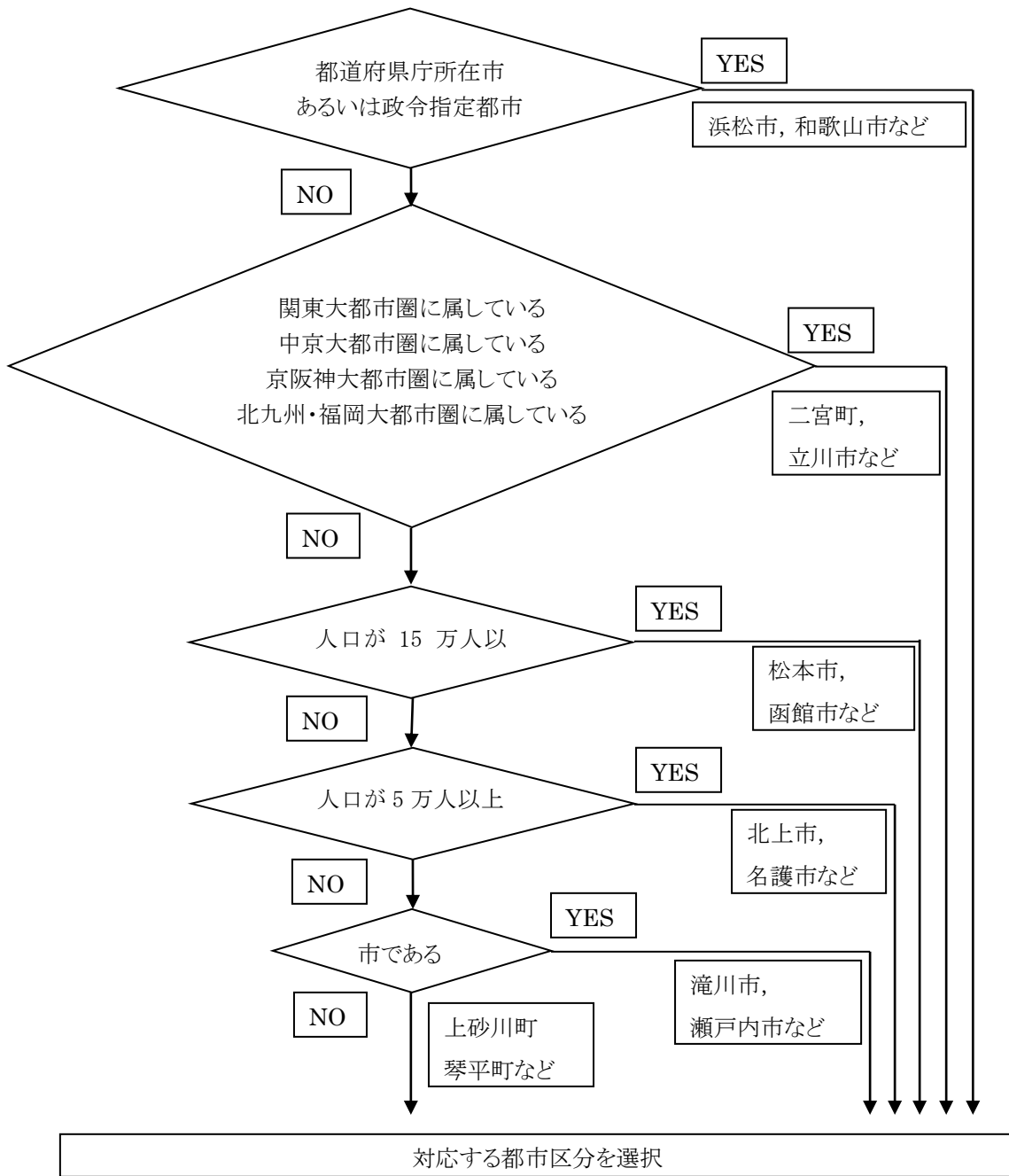


図3 家計調査の都市区分

以上の①～⑤にもとづき、本研究における各市町村の居住者消費に伴う EF 指標値(EF^k)は次のように定義される。

$$EF^k = \sum_{x=1}^5 EF_{dx}^k \quad (18)$$

EF^k :自治体 k における EF (ha)

・環境受容量

環境受容量とは、EF指標の各構成要素の環境負荷を受け容れるための土地面積(農地や森林地、牧草地など)となる。

・環境負荷超過率

環境負荷超過率とは、各自治体の環境受容量に対して、その自治体から発生する環境負荷量がどの程度であるのか、それら環境受容量と環境負荷量との(環境)バランスを示す定量的指標である。

・生態的な赤字

生態的な赤字²²⁾とは人間が過剰に消費している土地面積のことを指している。つまり、森林地や耕作地など環境負荷を受け入れることができる面積である環境受容量に比べてEF指標値がいくら大きいのかを示している。この値の特長は環境負荷超過率と異なり、対象とする市区町村の環境受容量に影響を受けずに、地域間の環境バランスの比較が行える点である。

$$EL^k = ER^k/P - EF^k/P^k \quad (19)$$

EL^k : 市区町村 k における一人当たりの生態的な赤字(ha)

ER^k : 日本における一人当たりの環境受容量(ha)

2.3 ha から gha への変換方法

Ujihara Taniguchi Model 2010 は ha と gha、2つの単位で結果を算出することが可能なツールである。ha から gha への単位の変換は表3の収量ファクターと等価ファクターの値²³⁾をそれぞれの土地区分に合わせて乗ずることにより行っている。なお収量ファクターとは国固有の生産力を世界平均の値に変換するための係数であり、等価ファクターとは土地のカテゴリー別の生産力を世界平均の値に変換するための係数である。それぞれの係数はいずれも ha を gha に変換するために考案されたものである。

$$EF_{gha} = EF_{ha} \cdot YF \cdot EQF \quad (20)$$

EF_{gha} : gha 単位での EF 指標値 (gha)

EF_{ha} : ha 単位での EF 指標値 (ha)

YF: 各土地カテゴリーの収量ファクター(無次元)

EQF: 各土地カテゴリーの等価ファクター(gha/ha)

表3 日本の収量ファクターと等価ファクター

	日本の収量ファクター	等価ファクター
耕作地	1.3	2.51
森林地	1.4	1.28
牧草地	2.2	0.48
海洋淡水域	0.7	0.37
生産能力阻害地	—	2.51

参考文献

- (1) 総務省、統計局：平成17年国勢調査，<http://www.e-stat.go.jp/estat/html/NewList/000001007251/NewList-000001007251.html>，2011.1，最終閲覧。
- (2) 農林水産省：わがマチ・わがムラ，<http://www.machimura.maff.go.jp/machi/>，2011.1 最終閲覧。
- (3) 国立健康・栄養研究所：平成19年国民栄養の現状，http://www.nih.go.jp/eiken/chosa/kokumin_eiyou/、2010.12 最終閲覧。
- (4) 総務省：家計調査，<http://www.stat.go.jp/data/kakei/index.htm>，2010，1 最終閲覧。
- (5) 農林水産省：食料需給表，<http://www.maff.go.jp/j/zyukyu/fbs/>，2010.12 最終閲覧。
- (6) 財務省：貿易統計，<http://www.customs.go.jp/toukei/info/index.htm>，2010.12 最終閲覧。
- (7) 農林水産省：平成20年作物統計，<http://www.maff.go.jp/j/tokei/index.html>，2010.9 最終閲覧。
- (8) Food and Agriculture Organization of United Nation：Agricultural Production，<http://faostat.fao.org/>，2010.12 最終閲覧。
- (9) 経済産業省民間委託，三菱総合研究所：H13年度繊維産業活性化対策調査，アジア繊維産業戦略推進事業，<http://www.meti.go.jp/report/data/g20523aj.html>，2010.11 最終閲覧。
- (10) 総務省統計局：平成二十一年日本統計年鑑，繊維需給，2009。
- (11) 帝国書院：綿花の生産トップテンと日本の輸入先，<http://www.teikokushoin.co.jp/statistics/map/index11.html>，2010.11 最終閲覧。
- (12) FAS Online：United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service，<http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdgetreport.aspx?hidReportRetrievalName=BVS&hidReportRetrievalID=851&hidReportRetrievalTemplateID=1>，2010.11 最終閲覧。
- (13) kakara woolworks：ニュージーランドの羊とスピニング事情，<http://kakara-woolworks.com/?mode=f5>，2010.11 最終閲覧。
- (14) 中央畜産会：畜産 zoo 鑑，<http://zookan.lin.gr.jp/kototen/menyou/index.htm>，2010.11 最終閲覧。
- (15) 農林水産省：平成21年森林・年林業白書，<http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/21hakusho/index.html>，2010.11 最終閲覧。
- (16) 総務省：平成17年産業連関表，<http://www.stat.go.jp/data/io/ichiran.htm>，2010.11 最終閲覧。
- (17) 国土交通省，国土計画局：自然界の物質循環への負荷の少ない社会を目指した資源消費水準のあり方検討調査，報告書，2004。
- (18) 経済産業省，環境省：第1回地球温暖化対策に係る国民運動の運営会議の開催-京都議定書の削減約束達成

に向けた「国民行動の目安」を公表-, <http://www.meti.go.jp/press/20050712005/050712ondanka.pdf>, 2010.11 最終閲覧.

(19)経済産業省, 環境省: 特定排出者の事業活動に伴う温室効果ガス排出量の算定に関する省令, <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H18/H18F15002002003.html>, 2010.11 最終閲覧.

(20)環境省: 電気事業者別の CO₂ 排出係数 (2008 年度実績), http://www.env.go.jp/earth/ghg-santeikohyo/material/denkihaishutu/list_ef_eps.pdf, 2010.11 最終閲覧.

(21)平成 20 年度住宅・土地統計調査, <http://www.stat.go.jp/data/jyutaku/2008/index.htm>, 2011.3 最終閲覧.

(22)Global Footprint Network, Footprint for nation, http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/footprint_for_nations/2011.1 最終閲覧.

(23)Global Footprint Network, <http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/>, 2011.12 最終閲覧.

付録目次

付録 13-1 土地生産性を算出するために使用した食品の種類

付録 13-2 ディーゼル乗用車の考慮の方法

付録 13-1 土地生産性を算出するために使用した食品の種類

今回対象としている食品目は、米・米加工品、小麦・小麦加工品、いも類、豆類、野菜、果実、卵類、乳類、牛肉、豚肉、鶏肉の 11 種類である。

米・米加工品と小麦・小麦加工品について、輸入に関しては米と小麦のみ考慮し、加工品は今回省くこととした。豆類に関しては、国内生産は大豆、小豆、いんげん、らっかせいの 4 種類より土地生産を算出しているが、輸入については大豆の生産性のみを考慮している。これは、大豆の輸入量のみで豆類輸入量の 80%を超えており、問題がないと判断したためである。いも類に関しても同様で、国内生産はばれいしょ、かんしょ、やまいも、さといもの 4 種類より土地生産を考慮しているが、輸入の方はいも類の輸入量の 80%をばれいしょのみで超えているため、ばれいしょのみでいも類を考えている。また、野菜に関しては、国内の土地生産性は 32 種類の野菜の生産量の合計を作付け面積の合計で除することにより算出している。輸入野菜は、本研究では生鮮野菜と冷凍野菜のみを考慮することとして算出している。果実に関しては、国内の土地生産性は 16 種類の生産量の合計を収穫面積の合計で除している。輸入品の土地生産は、12 種類の輸入量合計の内 80%を超える輸入量になるまで、国別、品目別に輸入量を合計している。今回対象となったのは、フィリピンのバナナとパインアップル、アメリカのグレープフルーツとオレンジ、エコアドルのバナナの 5 品目である。なお、詳細は表 1 の通りである。

表 1 土地生産性を算出するために使用した食品の種類

	国内	輸入品
米・米加工品	米（もみ）	米（もみ）
小麦・小麦加工品	小麦	小麦
豆類	大豆，小豆，いんげん，らっかせい	大豆
いも類	ばれいしょ，かんしょ，やまいも，さといも	ばれいしょ
野菜	大根，カブ，人参，レンコン，白菜，小松菜，キャベツ，青梗菜，ほうれん草，ふき，三つ葉，春菊，セルリー，アスパラガス，カリフラワー，ブロッコリー，レタス，ねぎ，にら，たまねぎ，ニンニク，きゅうり，かぼちゃ，なす，トマト，ピーマン，スイートコーン，そら豆，枝豆，さやいんげん，さやえんどう	生鮮野菜，冷凍野菜
果実	ミカン，リンゴ，なし，かき，びわ，もも，すもも，おうとう，梅，ブドウ，くり，パインアップル，キウイフルーツ，メロン，スイカ，イチゴ	リンゴ，ネーブルオレンジ，ブドウ，くり，バナナ，パインアップル，スイートアーモンド，キウイ，イチゴ，アボガド，パパイヤ，マンゴー

付録 13-2 ディーゼル乗用車の考慮の方法

ディーゼル乗用車の考慮の方法は、わが国におけるガソリン車の二酸化炭素排出量を 1 としたときのディーゼル車の二酸化炭素排出割合から求めている。表 2 より、ガソリン乗用車から排出される二酸化炭素量を 1 としたとき、ディーゼル乗用車から排出される二酸化炭素量は 0.0298 となる。よって、この分を上乗せすることにより、ディーゼル乗用車から排出される二酸化炭素量を考慮している。

表 2 ディーゼル車の考慮に必要なデータ

	ガソリン	軽油
自家乗用車の保有者率 ¹⁾	96.80%	3.20%
単位距離を走行するために必要な燃料量の比率 ²⁾	5	4
単位量当たり燃焼させたときに発生する二酸化炭素量 ³⁾	2.322t-CO ₂ /ℓ	2.619t-CO ₂ /ℓ
ガソリン車からの二酸化炭素排出量とディーゼル車からの二酸化炭素排出量の比	1,405	42

参考文献

- (1) 経済産業省、国土交通省、環境省、北海道、日本自動車工業会、石油連盟：クリーンディーゼル普及推進方策、<http://www.meti.go.jp/press/20080731004/20080721004-3.pdf>、2010.12、最終閲覧。
- (2) 国土交通省自動車交通局：自動車燃費一覧、http://www.mlit.go.jp/jidosha/jidosha_mn10_000001.html、2010.12 最終閲覧。
- (3) 経済産業省、環境省：特定排出者の事業活動に伴う温室効果ガスの排出量の算定に関する省令、<http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H18/H18F15002002003.html>、2010.12 最終閲覧。

付録 14 土地生産性の算出に関する

1. 農作物の生産性

各都道府県、各農産物の生産性が算出可能

—「農林業センサス」

2. 森林の CO2 吸収率

—林野庁→「森林資源の現況」

日本国温室効果ガスインベントリ報告書（2010年4月）に示されている算定式：

CO2 吸収量＝活動面積×蓄積増加分×容積密度×拡大係数 ×(1+地上部・地下部比)×炭素含有率（0.5）×二酸化炭素換算係数

バイオマス拡大係数：

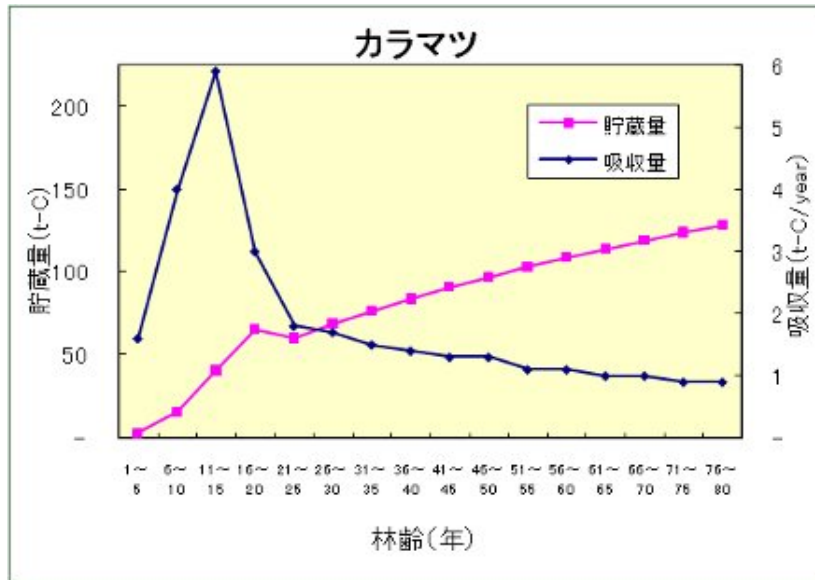
表 7-4 森林簿樹種のバイオマス拡大係数、地上部に対する地下部の比率、容積密度

	BEF		R	D	炭素含有率	備考
	≤20	>20				
針葉樹	スギ	1.57	1.23	0.25	0.314	
	ヒノキ	1.55	1.24	0.26	0.407	
	サウラ	1.55	1.24	0.26	0.287	
	アカマツ	1.63	1.23	0.26	0.451	
	クロマツ	1.39	1.36	0.34	0.464	
	ヒバ	2.38	1.41	0.20	0.412	
	カラマツ	1.50	1.15	0.29	0.404	
	モミ	1.40	1.40	0.40	0.423	
	トドマツ	1.88	1.38	0.21	0.318	
	ツガ	1.40	1.40	0.40	0.464	
	エゾマツ	2.18	1.48	0.23	0.357	
	アカエゾマツ	2.17	1.67	0.21	0.362	
	マキ	1.39	1.23	0.20	0.455	
	イチイ	1.39	1.23	0.20	0.454	
	イチヨウ	1.50	1.15	0.20	0.450	
	外来針葉樹	1.41	1.41	0.17	0.320	
その他針葉樹	2.55	1.32	0.34	0.352	北海道、東北6県、栃木、群馬、埼玉、新潟、富山、山梨、長野、岐阜、静岡に適用	
〃	1.39	1.36	0.34	0.464	沖縄県に適用	
〃	1.40	1.40	0.40	0.423	上記以外の県に適用	
広葉樹	フナ	1.58	1.32	0.26	0.573	0.5
	カシ	1.52	1.33	0.26	0.646	
	クリ	1.33	1.18	0.26	0.419	
	クヌギ	1.36	1.32	0.26	0.668	
	ナラ	1.40	1.26	0.26	0.624	
	ドノロキ	1.33	1.18	0.26	0.291	
	ハンノキ	1.33	1.25	0.26	0.454	
	ニレ	1.33	1.18	0.26	0.494	
	ケヤキ	1.58	1.28	0.26	0.611	
	カツラ	1.33	1.18	0.26	0.454	
	ホオノキ	1.33	1.18	0.26	0.386	
	カエデ	1.33	1.18	0.26	0.519	
	キハダ	1.33	1.18	0.26	0.344	
	シナノキ	1.33	1.18	0.26	0.369	
	センノキ	1.33	1.18	0.26	0.398	
	キリ	1.33	1.18	0.26	0.234	
外来広葉樹	1.41	1.41	0.16	0.660		
カンバ	1.31	1.20	0.26	0.468		
その他広葉樹	1.37	1.37	0.26	0.469	千葉、東京、高知、福岡、長崎、鹿児島、沖縄	
〃	1.52	1.33	0.26	0.646	三重、和歌山、大分、熊本、宮崎、佐賀	
〃	(20=林齢)	1.26	0.26	0.624	上記2区分以外の府県	

BEF: バイオマス拡大係数(20=林齢)

R: 地上部に対する地下部の比率

D: 容積密度



(詳細データ) from : 北海道森林計画課

樹種・林齢・都道府県別面積：

From:林野庁：森林資源の現況

人工林カラマツ 齢級別面積
【計画対象森林】

人工林カラマツ (面積)	齢級																			計	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19+		
1 北海道	15,322	14,557	9,629	8,834	10,812	11,202	16,378	39,475	84,560	77,497	68,383	42,023	11,380	2,873	1,654	359	450	442	227	416,056	
2 青森県	74	34	19	20	69	95	720	1,403	4,088	5,613	6,463	2,051	431	221	106	91	17	2	8	21,524	
3 岩手県	1,218	1,381	1,759	3,375	6,182	9,965	11,015	9,524	13,272	17,224	27,223	14,148	3,243	941	688	904	609	209	437	123,317	
4 宮城県	24	1	5	46	93	390	943	775	1,064	1,385	2,369	2,126	340	120	77	49	50	81	30	9,988	
5 秋田県	9	4	42	11	23	54	50	147	644	3,697	6,197	2,660	348	49	27	25	28	154	234	14,405	
6 山形県	0	7	2	4	4	14	14	70	566	2,036	3,467	3,248	1,234	189	110	83	57	62	80	11,246	
7 福島県	29	9	32	64	238	729	1,172	1,776	3,612	5,795	7,444	4,023	611	215	124	137	64	41	564	26,678	
8 茨城県						5	3	2	4	12	9	1			4	1			0	11	52
9 栃木県	2	18	51	8	106	375	769	1,150	2,161	2,194	1,992	1,110	1,779	90	152	80	115	162	476	11,192	
10 群馬県	1	22	61	123	775	2,149	3,613	4,156	6,407	8,278	8,284	5,880	1,577	575	385	433	411	604	555	44,391	

付録 16 外部投稿一覧

査読あり

1. H.Chen, S.Ise & M.Taniguchi : Concept of ecologically balanced area based on Ecological Footprint, Sustainable Development and Planning 6, pp.79-86, 2013
2. 陳鶴・小田佳代子・谷口守: 地域スケールでの環境バランス評価ツールの開発とその感度分析, 環境システム研究論文集, Vol.42, pp.87-95, 2014.
3. 谷口守・伊勢晋太郎・陳鶴・村上暁信: 環境バランスエリアの創世に関する試論ー茨城県を対象としたケーススタディー, 土木学会論文集 D3, Vol.70, No.5(土木計画学研究・論文集, Vol.31), pp.93-102, 2014
4. H.Chen, M.Taniguchi : Measuring sustainability for rural settlement development: Environmental balance assessment based on the ecological footprint, Journal of Urban planning and Development, 10.1061(ASCE)UP1943.5444.00000337, 2016
5. 陳鶴・谷口守: 環境バランスエリアの達成にライフスタイルの見直しが及ぼす可能性, 環境システム研究論文集, Vol.44, pp.80-91, 2016
6. 陳鶴・小田佳代子・谷口守: 「メテオグラム」の活用を通じた地域での長期的環境バランス変化の可視化ーその改善可能性に関する試論ー, 土木学会論文集 D3, Vol.72, pp.41-51, 2016.

査読なし

7. 陳鶴・伊勢晋太郎・谷口守: エコロジカル・フットプリントを用いた集落の環境バランス改善ツールの開発ー集落スケールでの検討ー, 土木計画学研究・講演集 Vol48, 第48回 土木計画学研究発表会(秋大会), 2013.11, 大阪市立大学
8. 陳鶴・小田佳代子・谷口守: 日常生活の見直しに基づく環境改善の可能性, 土木計画学研究・講演集, Vol.50, P2, 2014.
9. 陳鶴・谷口守: 長期的動向を踏まえた環境バランスの可視化ー「メテオグラム」の活用を通じてー, 土木計画学研究・講演集, Vol.52, 2015
10. 小田佳代子・陳鶴・谷口守: さいごに生き残る都市を考えるーローカルスケールにおける環境バランスの視点からー, 都市計画学報告集, NO.13, p174-179, 2015
11. 陳鶴・谷口守: エコロジカル・フットプリントを用いた環境バランスの将来推計, 土木計画学研究・講演集, Vol.54, P12, pp.2218-2225, 2016.

謝辞

本論文を作成するにあたり、終始適切な御指導を賜った谷口守教授、アドバイザーグループとしてご助言、ご協力を頂いた松橋啓介先生、奥島真一郎准教授、雨宮護准教授、村上暁信教授、岡本直久教授、堤盛人教授、藤井さやか准教授に深く謝意を表す次第である。

更に、資料の整理、日本語の構成、作成に当たっては近未来計画学研究室の諸氏にご助言を頂いた。この場を借りて、伊勢晋太郎、根本拓哉、小田佳代子、森英高、土居千紘、星野奈月、西村洋紀、佐藤、正堯、見城紳、崔文竹、山根優生、香月秀仁深く感謝する。

最後に、いつも私を支えてくれた家族に心から感謝いたします。

2017/02/15 陳鶴