

令和2年度 環境経済の政策研究

（今後の高齢社会に対応した産業廃棄物処理業に関する調査・研究）

研究報告書

令和3年3月

富山大学、広島大学、立教大学、インテック、資源循環ネットワーク、国立環境研究所

目次

I 研究計画・成果の概要等	1
1. 研究の背景と目的	1
2. 三年間の研究計画及び実施方法	1
2.1 産業廃棄物の将来フレームに関する研究	1
2.2 産業廃棄物処理業の省人化・生産性向上に関する研究	2
2.3 政策提言に向けた取りまとめ	3
3. 三年間の研究実施体制	4
4. 本研究で目指す成果	6
5. 研究成果による環境政策への貢献	6
II. 令和2年度の研究計画及び研究状況と成果	7
1. 令和2年度の研究計画	7
2-(1). 令和2年度の研究状況及び成果（概要）	9
2-(2). 3年間の研究を通じて得られた成果（概要）	10
3. 対外発表等の実施状況	16
3.1 環境省との打ち合わせ	16
3.2 研究者同士のミーティング	16
3.3 対外報告	17
4. 令和2年度の研究状況と成果（詳細）	18
4.1 産業廃棄物の将来フレームに関する研究	18
4.2 新たな情報技術を活用した望ましい制度設計に関する産業組織論的研究	80
4.3 AI、IoTを活用した生産性向上の技術的課題の検討	101
4.4 政策提言	128
III. 添付資料	134
1. 電子マニフェストの効果に関する実証分析	134
2. プラットフォームに関する理論文献レビューと廃棄物産業への適用の示唆	136

図表目次

図 1-3-1 研究計画のイメージ.....	4
図 2-1-1 2019 年度の成果.....	7
図 2-1-2 都道府県別最終需要の廃棄物処理業に対する生産誘発額.....	8
図 2-2-1 主な産業の労働投入指数の推移.....	11
図 2-2-2 主な産業の資本投入指数の推移.....	11
表 2-2-1 都道府県間産業連関表の枠組み.....	12
図 2-2-3 産業廃棄物の生産額、構成比、最終需要による都道府県の類型化.....	13
図 2-2-4 電子マニフェスト普及に向けた課題.....	14
図 2-2-5 市場プラットフォームのイメージ.....	15
表 2-4-1 都道府県間産業連関表の枠組み（再掲）.....	19
図 2-4-1 廃棄物処理業の地域連関.....	22
表 2-4-2 最終需要と廃棄物処理業の地域間連関から見た都道府県の類型.....	23
図 2-4-2 労働の需給ギャップの試算（全国）.....	25
図 2-4-3 廃棄物処理業と全産業の生産額（全国）.....	26
図 2-4-4 労働の需給ギャップと廃棄物処理業の相対的規模（全国：2045 年の試算値）.....	27
図 2-4-5 産業廃棄物の排出量に関する試算（全国）.....	28
図 2-4-6 産業廃棄物排出量の構成比でみた都道府県の類型.....	29
表 2-4-3 処理事業者ヒアリング調査概要.....	80
表 2-4-4 電子マニフェストの割合.....	81
表 2-4-5 処理事業者からみた電子マニフェストの効果と課題.....	82
表 2-4-6 排出事業者ヒアリング調査概要.....	83
表 2-4-7 電子マニフェストの割合.....	83
表 2-4-8 排出事業者からみた電子マニフェストの効果と課題.....	84
図 2-4-7 電子マニフェスト普及に向けた課題.....	85
図 2-4-8 電子マニフェスト普及率の推移（左）と電子マニフェスト普及のロードマップ（右）..	88
図 2-4-9 電子マニフェストを核として拡張できるサービスの例.....	89
図 2-4-10 第 1 種価格差別の厚生.....	92
表 2-4-9 価格戦略の例.....	95
図 2-4-11 差別対価規制の分類.....	96
表 2-4-10 先行研究における家庭ごみの価格弾力性.....	98
表 2-4-11 平成 30 年度勉強会.....	101
図 2-4-12 情報連携のシステムアイディア.....	103
表 2-4-12 廃棄物処理業者へのヒアリング.....	104

図 2-4-13 ヒアリング結果での ICT 導入ニーズ.....	105
図 2-4-14 現状における検討システム	105
表 2-4-13 導入により期待される効果と実現性及び課題	107
図 2-4-15 EPCIS の処理ステップ例.....	109
表 2-4-14 EPCIS イベントの情報内容例	110
図 2-4-16 EPCIS のインタフェース.....	111
図 2-4-17 FIWARE のモジュール構成.....	112
図 2-4-18 情報連携システムの構成要素	113
図 2-4-19 情報連携システムのイメージ.....	114
表 2-4-15 情報連携システムに仮定する利用条件.....	114
図 2-4-20 構成要素	115
表 2-4-16 ビジネスステップの例	117
表 2-4-17 電子マニフェストの廃棄物大分類	118
表 2-4-18 廃棄物処理業者のヒアリング結果	119
図 2-4-21 システム概要	120
表 2-4-19 廃棄物情報のデータ形式.....	121
表 2-4-20 ビジネスステップの例(表 2-4-16 再掲)	122
図 2-4-22 想定ユースケース.....	123
表 2-4-21 収集運搬高度化システムの事例.....	124
表 2-4-22 選別処理高度化システムの事例.....	125
図 2-4-23 導入に向けた方策.....	126
表 2-4-23 廃棄物処理分野の ICT 化アイディア.....	127
図 2-4-24 日本の人口構成の変化	128
図 2-4-25 市場プラットフォームのイメージ	129
図 2-4-26 東京都によるデジタルツインのイメージ	131
図 2-4-27 インフラの所有・運営・利用.....	132

サマリー

産業廃棄物処理業は我々の生活に欠かせない重要なインフラの一つであるが、少子高齢化で働き手の確保や事業継承の難しさ等の課題を抱えている。そこで本研究プロジェクトでは、重要インフラである産業廃棄物処理業の生産性向上に向けた課題を主として経済学の観点から分析を進めてきた。

本年度は、都道府県間産業連関表の推計結果をさらにブラッシュアップし、(汚染の物理量を扱う)環境分析用産業連関表と組み合わせて、47都道府県の産業廃棄物処理業に関する将来推計を行なった。その結果、廃棄物処理業の生産額は全産業よりも下落幅が大きいが、将来における高齢化の進展を考慮すると、就業人口の下落の方が大きく、都道府県の中には必要な就業者を維持することが困難となるところも出てくることが明らかになった。

この需給ギャップを解決するためには業の生産性を向上させることが不可欠である。そこで最終年度の政策提言として取りまとめたのが、産業廃棄物のデジタル市場プラットフォームの創設である。電子マニフェストを核としたこの市場プラットフォームの導入により、個社の生産性向上だけでなく、デジタル市場を利用した広域化による地域間の強み・弱みを補い合うさまざまな施策の導入が可能になる。本研究が示した施策は潜在的な機能の一例であり、基本機能が情報の流通であることから、アイデアによって様々な実装が可能になる。全員が同じサービスを受ける必要もなく、必要に応じて周辺機能を自由に拡張していくことも可能な設計が望ましい。

提案している市場プラットフォームには電子マニフェストを利用することが必須である。電子マニフェストは我が国の産業廃棄物を管理する最大のデータベースであるから、電子マニフェストのデータベースを核とした進化を進めることが最も効率的であると考ええる。一方で、現行の電子マニフェストの入力項目については、これまでのアナログ世界の常識をベースとした、適正処理の担保といういわば「守り」の姿勢から、データ活用の可能性を最大限に発揮できるような「攻め」の視点から再考が求められる。最終的には、この市場プラットフォームに参加していることが優良事業者であることの証明となるような設計が、参加企業を増やすという観点からも適正処理の確保という観点からも重要である。

サマリー（英語）

This year, we further refined the estimation results of the inter-prefectural input-output table and combined it with the environmental input-output table (which deals with the physical amount of pollution) to estimate the future of the industrial waste treatment industry in 47 prefectures. As a result, the production value of the waste treatment industry has fallen more than average of all industries, but considering the progress of aging in the future, the decline in the workers is so large that some prefectures would face the shortage of enough workers to maintain its need.

In order to solve this output gap, it is indispensable to improve the productivity of the industry. Therefore, this final year's policy proposal is the creation of a digital market platform for industrial waste. The introduction of this market platform centered on the electronic manifest will not only improve the productivity of individual companies, but will also enable the introduction of various measures that complement the strengths and weaknesses among regions by providing larger business market through the digital market. The policy options shown in this study are examples of potential functions, and since the basic function is the distribution of information, various implementations are possible depending on each participant's idea. It is desirable that the design does not require everyone to receive the same service, and that key functions can be freely expanded as needed.

It is essential to use an electronic manifest for the proposed market platform. Since the electronic manifest is the largest database for managing industrial waste in Japan, we believe that it is most efficient to advance the evolution centered on the electronic manifest database. On the other hand, regarding the input items of the current electronic manifest, it is possible to maximize the possibility of data utilization from the so-called "defense" stance of guaranteeing proper treatment based on the conventional wisdom in the analog world. Ultimately, a design that proves that a participant in this market platform is a reliable firm is important from the perspective of increasing the number of participating firms and ensuring proper treatment processing.

I 研究計画・成果の概要等

1. 研究の背景と目的

廃棄物処理、とりわけ産業廃棄物の処理は欠くことのできない社会インフラである。環境省が2017年に公表した「産業廃棄物処理の振興方策に関する提言」(以下、「振興方策」と略)によれば、高齢化による生産人口の減少に加えて、産業構造の変化による産業廃棄物の発生量の減少により、産業廃棄物処理業界は大きな変革の時期にさしかかっている。経営環境の大きな変化は企業に対応を求める。リスクを取りながらも積極的に先端技術(e.g. ロボット選別等)を導入して生産性を高めようとする企業もあれば、2016年の食品廃棄物不正の事例のように不適正処理の道を選んでしまう場合もある。産業廃棄物には潜在汚染性の高いものも含まれており、業界全体が生産性を高め、社会構造の変化への迅速な対応していくことが求められている。

2. 三年間の研究計画及び実施方法

2.1 産業廃棄物の将来フレームに関する研究

国立社会保障・人口問題研究所の推計(平成29年)によれば、2030年の日本の総人口は約1億1,900万人で2015年の1億2,700万人の93%程となる。高齢化の影響は労働力の変化により如実に表れており、生産年齢人口は、2030年の中位推計値は6,800万人であり、2015年の7,700万人から10%以上減少することになる。現在も労働力不足の影響が懸念されていることを考慮すれば、第五次循環基本計画では更なる対応が求められる。そこで、産業廃棄物処理業の将来フレームについて需要、供給の両面から推計を行うことで、政策立案における基礎的情報を提供する。

2.1.1 需要側からのアプローチ(主として産業廃棄物の発生量の推移を検討)

国立社会保障・人口問題研究所の人口予測をベースとして、産業廃棄物発生量の将来推計を地域別に行う。使用する産業連関表は経済産業省が発表している地域間産業連関表(全国を9地域に分割)を想定している。廃棄物発生源単位は、環境省による環境分野分析用産業連関表を用いる。将来予測は一定の仮定に基づいて行う必要があり、複数のケース別の推計結果を試算する。平成30年度は、過去の実績値を最もよく説明するケースはどのようなものであるかを代表的な都道府県の産業連関表と環境省による「産業廃棄物排出・処理状況調査」及び「環境分野分析用産業連関表」を合わせて分析することで検討する。平成31年度以降はこの知見をもとに全国9地域の地域間産業連関表に基づいて、将来予測を行う(ただし、データ制約等で一部都道府県の産業連関表を対象とする可能性もある)。

2.1.2 供給側からのアプローチ（主として労働供給の側面を検討）

「振興方策」によれば、産業廃棄物の許可事業者は、アクティブな企業に限っても約 11 万者、全産連加入者で 1.5 万者、優良認定されている事業者だけでも 1 千者あると言われている。生産年齢人口の減少傾向を考慮すれば、すべての都道府県でこの規模を維持していくことは現実的ではない。そこで、国立社会保障・人口問題研究所の人口予測をベースに、労働政策・研修機構が推計している都道府県別の就業者数の将来予測を用いて、地域別にどの程度の労働力の変化が想定されるかを整理する。平成 30 年度は推計方法の検討を中心に行う。

2.2 産業廃棄物処理業の省人化・生産性向上に関する研究

他の先進諸国と異なり、我が国の産業廃棄物処理業は小規模事業者が多数存在しており、分権的な市場原理の有効活用が不可欠である。しかしながら、バズスの取引は、1)排出後にどのように処理されたかを正確に知ることは困難、2)処理事業者は廃棄物の組成を正確に把握できないことが多い、という二つの情報の非対称性が避けられない。市場の失敗を避けるためにも市場を外から支えるレジームが必要であるが、AI、IoT といった先端技術を活用して、情報の非対称による問題を回避しつつ、省人化・生産性向上につながる方策を検討する。

2.2.1 AI、IoT を活用した生産性向上の技術的課題の検討

日進月歩の AI、IoT といった先端技術の本質をきちんと理解することは専門家以外には簡単なことではない。そこで、平成 30 年度は、AI、IoT の先端技術を用いて廃棄物・経済学の専門家により深く理解してもらうことを目的とした勉強会を 3 回程度（1 回約 3 時間）実施する。第 1 回は、IoT、特にセンサー技術について、現状の到達点と今後の課題について、学習する。第 2 回は仮想通貨だけでなく、スマートコントラクトなど多くの分野に応用されているブロックチェーン技術(BC)の理論的背景について、学術的背景も含めて学ぶものとする。第 3 回は、産業廃棄物のサプライチェーン管理に向けてこうした先端技術をカスタマイズすると、どのようなメリットとデメリットがあるか議論し、その課題を整理する。

2.2.2 新たな情報技術を活用した望ましい制度設計に関する産業組織論的研究

2a において検討される BC に代表される先端技術は省人化・生産性向上に大きく貢献する可能性を秘めているが、このことは必ずしも社会全体の経済厚生を高めることになることを保証しない。そこで、バズスの情報の非対称性の問題が BC の導入によって、一部克服された場合、市場均衡においてどのような結論が得られるかを検討する。また、産業廃棄物のサプライチェーンがもつ機能に着目して、産業組織論の観点から望ましい制度のあり方について検討し、具体的な政策提言を行う。

2.3 政策提言に向けた取りまとめ

2.1 の将来にフレームについては、平成 30 年度は方法論の検討を中心に行うが、平成 31 年度には 1a と 1b の結果を比較して、都道府県別の需給ギャップをとりまとめる。その上で、2.2 の結果から、最終年度までに高齢社会に対応出来る新たな制度設計を提案する。この過程において、海外研究者を招いて情報収集するとともに、別途設置する廃棄物政策の専門家から成るアドバイザリボードから助言を得るものとする。また、廃棄物処理・リサイクル IoT 導入促進協議会や廃棄物資源循環学会の情報技術活用研究部会との情報交換・交流を積極的に行い、研究成果の政策への還元を進める。

3. 三年間の研究実施体制

本研究の実施体制は以下の通りである。

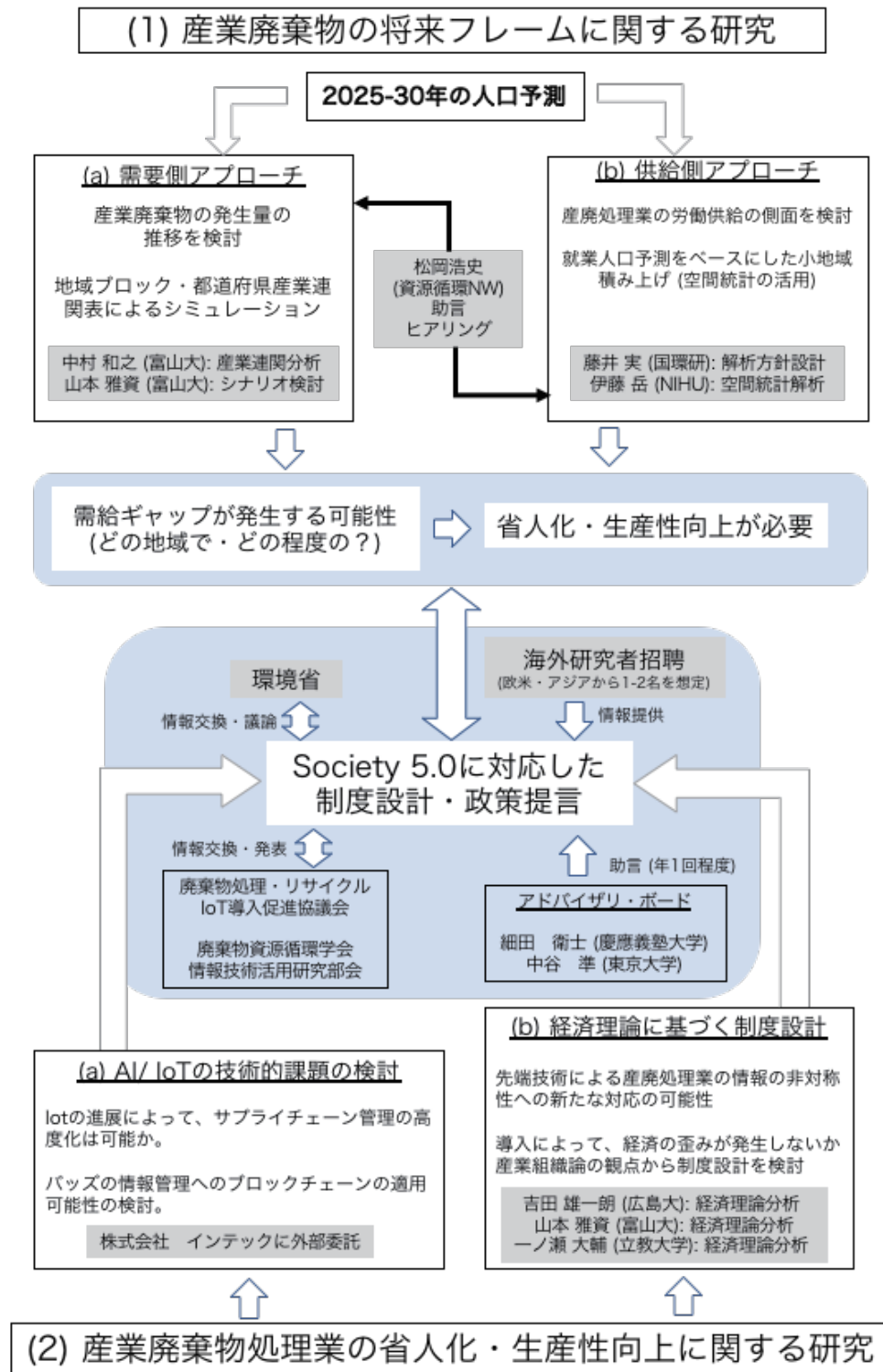


図 1-3-1 研究計画のイメージ

本研究の代表者および分担者の所属・主要な担当は以下の通りである。

氏名	所属 (所属機関名・部局・役職名など)	主な担当する分担項目
研究代表者 山本 雅資	富山大学・極東地域研究センター・教授	
研究分担者 中村 和之	富山大学・経済学部・教授	(1a) 産業廃棄物の将来フレームに関する研究
吉田 雄一郎	広島大学・国際協力研究科・教授	(2b) 新たな情報技術を活用した望ましい制度設計に関する産業組織論的研究
一ノ瀬 大輔	立教大学・経済学部・准教授	(2b) 新たな情報技術を活用した望ましい制度設計に関する産業組織論的研究
伊藤 岳	富山大学・極東地域研究センター・研究員 (2019 年 3 月まで)	(1b) 産業廃棄物の将来フレームに関する研究
藤井 実	国立環境研究所・環境社会イノベーション研究室 室長	(1b) 産業廃棄物の将来フレームに関する研究
古瀬 正浩	株式会社インテック	(2a) AI/IoT を活用した生産性向上の技術課題の検討
松岡 浩史	資源循環ネットワーク	(2a) AI/IoT を活用した生産性向上の技術課題の検討
福田 勝文	富山大学・極東地域研究センター・研究員 (2020 年 3 月まで)	(1a) 産業廃棄物の将来フレームに関する研究
Saifun Naher Eva	富山大学・極東地域研究センター・研究員 (2021 年 3 月まで)	(2b) 新たな情報技術を活用した望ましい制度設計に関する産業組織論的研究

4. 本研究で目指す成果

本研究では大きく二つの成果を目指している。一つは、今後の少子高齢化を反映した産業廃棄物の地域別発生量の将来フレーム(主として、2030-40 年周辺をターゲットとする)を推計することである。日本社会全体としてさらなる高齢化は避けられないが、その進捗には大きな地域差があるのも事実である。高齢化の進展により、介護を中心に確実に労働需要の増加が見込まれる産業があることから、産業廃棄物発生量の推計結果について、産業廃棄物を処理する側の労働力確保の問題についても地域別に検討を行う。また、予測に際しては従来型の計量経済学に基づく方法論に加えて、機械学習やその近隣分野の知見の活用についても可能性を検討する。

二つ目は、AI や IoT、BC といった情報技術の導入により、産業廃棄物処理業にどのような変化が生じるか、その結果として社会厚生にどのような影響が発生するかを経済モデルの考え方を応用して分析することである。

5. 研究成果による環境政策への貢献

「産業廃棄物の将来フレームに関する研究(1a 及び 1b)」はあらゆる産業廃棄物の関係する政策形成において、基礎的情報として活用できるものである。また、平成 30 年度に策定予定の第 4 次循環型社会基本計画において、「ICT・AI 技術の活用による資源循環・適正処理の高度化」が推進されている。

「産業廃棄物処理業の省人化・生産性向上に関する研究 (2a 及び 2b)」の成果はこの方針に沿ったものであると言え、直接的に政策形成に貢献できる可能性が高い。さらに、来年度以降の循環計画フォローアップや今後策定される第 5 次循環型社会基本計画の策定に向けた議論においても政策形成時のベンチマークとして活用が期待出来る。

II. 令和2年度の研究計画及び研究状況と成果

1. 令和2年度の研究計画

昨年度までの研究により、経済理論の観点から及び事業者ヒアリングによる業務効率化の観点から、電子マニフェストの有効活用が産業廃棄物のサプライチェーン管理の高度化に最も効果があることが明らかになった。また、今後の高齢化の進展により労働力が不足する中で、現状の産業廃棄物処理のレベルを維持していくことが困難となる都道府県があるかどうかを分析するツールのプロトタイプを作成した。

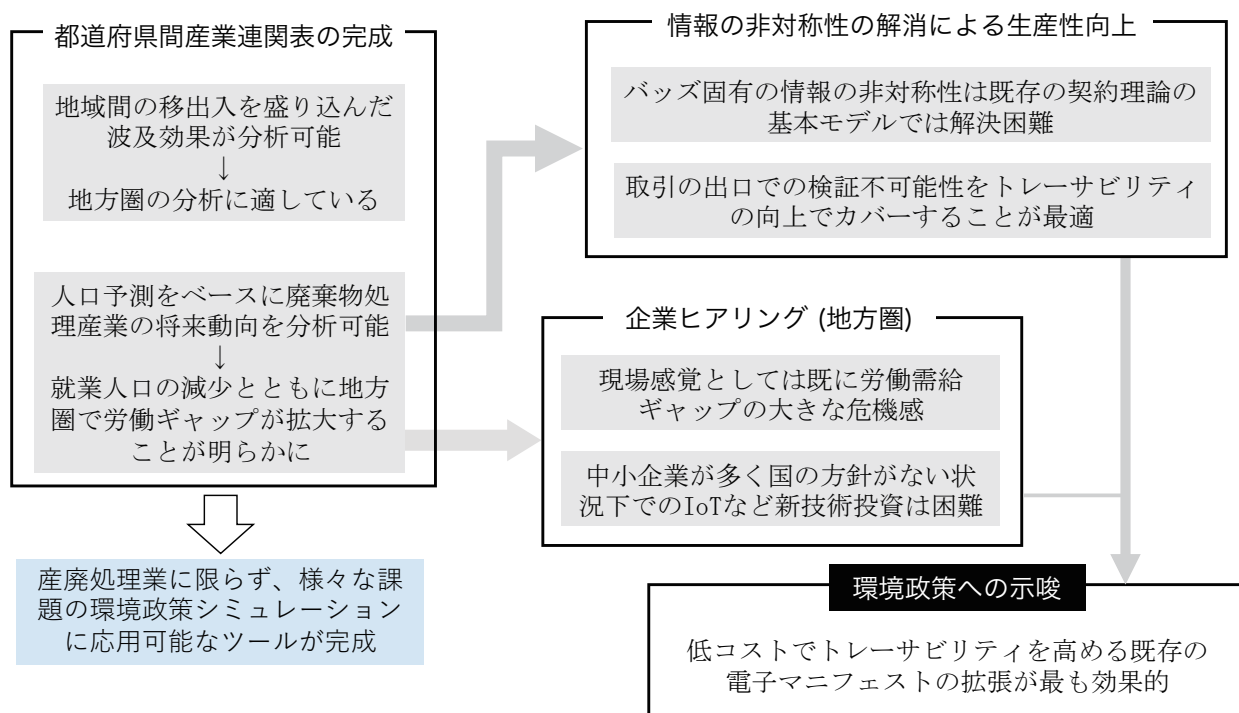


図 2-1-1 2019 年度の成果

「産業廃棄物の将来フレームに関する検討」では、昨年度までに開発した都道府県間産業連関表を用いた分析により、廃棄物処理業の生産誘発額に大きな地域的偏りがあることが明らかになっている（下図参照）。今年度は、昨年度までのモデルをさらに精査し、推計精度を高めると共に、環境産業連関表の物量データを組み合わせることによって、都道府県別の産業廃棄物処理業の将来フレームを推計する。

小

11

図 2-1-2 都道府県別最終需要の廃棄物処理業に対する生産誘発額

「AI/IoT を活用した生産性向上の技術課題の検討」については、今年度は、2019 年度の事業者ヒアリングの結果、システム化の需要が高かった排出情報連携(動脈連携も含めたプラットフォーム等)や AI 選別ロボット(既にメーカーによる事例が多いプラント向け IoT センサーは除く)等について、システム化する場合の必要要件や課題を検討する。産業廃棄物の電子マニフェストそのものは年間に 5000 万件以上の取引があるものであるため、慎重な制度設計が求められることから、検討したシステムについて、次年度以降に実証実験をする場合に必要となるコード等についても整理していく。

また、電子マニフェストが本当に産業廃棄物の適正処理及び生産性向上に資するかどうかについてのエビデンスはこれまでにほとんど提供されていない。トレーサビリティを高めることが、バツズの取引で重要であることは2019年度の研究からも明らかになっているが実証的な研究は進んでいない現状がある。そこで、近年、方法論が大きく進歩している因果推論の枠組みと応用ミクロ計量経済学の方法論を用いて、その効果について検証する。

2-(1). 令和2年度の研究状況及び成果（概要）

産業廃棄物の将来フレームに関する研究

令和2年度は、これまで取り組んできた都道府県間産業連関表を精緻化するとともに、生産額だけでなく物量の点からも産業廃棄物の動きを捉えられるように、環境省が公表している環境産業連関表と組み合わせた分析を行った。地域間産業連関表を用いることで、地域間の取引を明示的に反映することができる。今年度の研究では、この地域連関を反映する形で、各年度の産業廃棄物の排出量を試算した結果を基準時点と比較した。その結果をみると、全国ベースでみて産業廃棄物の排出量は2011年比でみて92%まで減少することが明らかになった(図2-4-5参照)。特に、動物系固形不要物や動物の死体は大きく減少する。一方で廃油は2025年度まで、廃アルカリは2030年度まで2011年度の水準を上回って排出されることが示された。また、がれき類の排出量は2045年度においても2011年度比で98%となり、微減にとどまる。

このように人口減少を通じた総需要の減少に伴い総量でみた産業廃棄物の排出量は減少するものの種類別に見た排出量の変化にはばらつきがある。試算の前提から推計期間中に需要が増加する項目は医療と介護のみであり、排出量が増加する産業廃棄物はこれらの需要増加によって誘発された需要を反映していると考えられる。同様の結果は都道府県単位でも共通のフォーマットで整理しており、今後の地域における産業廃棄物処理業の振興政策を検討する上での基本的な資料として活用が期待できる。

新たな技術を活用した望ましい産業廃棄物処理業のあり方に関する研究

昨年度までの研究で整理したように、広く協力体制を進めることになった電子manifestのデータベースを活用することが新たな技術を活用した生産性向上のためには最も望ましいという結論になった。電子manifestの普及は着実に進んでいるものの、いまだ60%台である。そこで電子manifestの更なる普及を図るための課題は何かを排出事業者及び処理事業者の双方にヒアリング調査を行った。詳細は本論に譲るが、重要なポイントの一つが排出事業者側の意識の更なる向上である。ヒアリング調査からは、排出事業者のなかには特に中・小規模事業者を中心にmanifestについての意識が高くなく、そのため現行の紙manifestのままにしておくという事例が少なからず存在することが明らかになった。この点については、処理事業側からの働きかけだけでは解決できない部分もあり、国が主導して排出事業者の意識を更に向上させる施策を採ることも必要であると考えられる。また、ICTに慣れていないことや、そもそも排出事業者側に電子化のためのノウハウが不足していることが電子化を阻害している状況も存在したが、この課題の解決のためには、ヒアリング調査でも挙げられていたコンサル企業による支援だけでなく、既に行われている電子manifestシステム(JWNET)によるサポートをより強化することが有用であると考えられる。

もう一つの機能強化の方向性として、電子manifestのシステムに蓄積されている処理に関する

情報の利用可能性の拡大が挙げられる。たとえば、電子マニフェストに記載されている処理などの情報が広く公開されることで、廃棄物処理の需給ギャップを地域別にみることが出来るようになる可能性がある。このような情報を得ることが出来れば、処理能力に余裕のない地域から、比較的余裕のある地域へ廃棄物を移動させ、安定的な処理を行うことが可能となる。また、排出事業者にとっても処理能力に余力がある地域を視覚化できることには適正処理を担保するうえで意味があることだと考えられる。さらに、調査からは排出事業者にとってはどのような処理事業者がどのような処理をできるのかという情報が一括で検索できるシステムにもニーズがあることがうかがえ、このような機能を付与することも電子マニフェストの価値を高めることにつながるだろう。

その場合も JWNET と類似のシステムを新たに構築することは現実的ではないため、電子マニフェストシステムと連携しながら、廃棄物処理過程を見える化して処理効率化に貢献するような情報連携の仕組みが検討されるべきである。そこで本年度の研究では、流通分野のサプライチェーンに利用されている EPCIS とスマートシティの情報連携基盤に利用されている FIWARE を参考に実証実験を今後行う際に必要となる仕様の検討を行った。

上記の検討を総合的に検討した結果、3 年間の成果のまとめとして、次節で説明する「産業廃棄物の市場取引に関する電子プラットフォーム」の創設を提言した。

2-(2). 3 年間の研究を通じて得られた成果（概要）

産業廃棄物処理業は我々の生活に欠かせない重要なインフラの一つであるが、少子高齢化で働き手の確保や事業継承の難しさ等の課題を抱えている。これは産業廃棄物処理業だけの問題ではなく、全ての産業において差し迫った「危機」であり、省人化等による生産性向上が求められている。政府としても第四次産業革命による「Society5.0」の実現に向け IoT 等の導入を進めているところだが、産業廃棄物分野における省人化や生産性向上に関する研究はほとんど存在しない。そこで本研究プロジェクトでは、重要インフラである産業廃棄物処理業の生産性向上に向けた課題を主として経済学の観点から分析を進めてきた。

図 2-2-1 は主要産業の 1970 年以降の労働投入指数を 2000 年を 1 として比較したものである。この指標は労働生産性の分母の部分の変化をみるものであるから、生産量が一定であればこの指標が増加する場合は労働生産性が低下することになる。

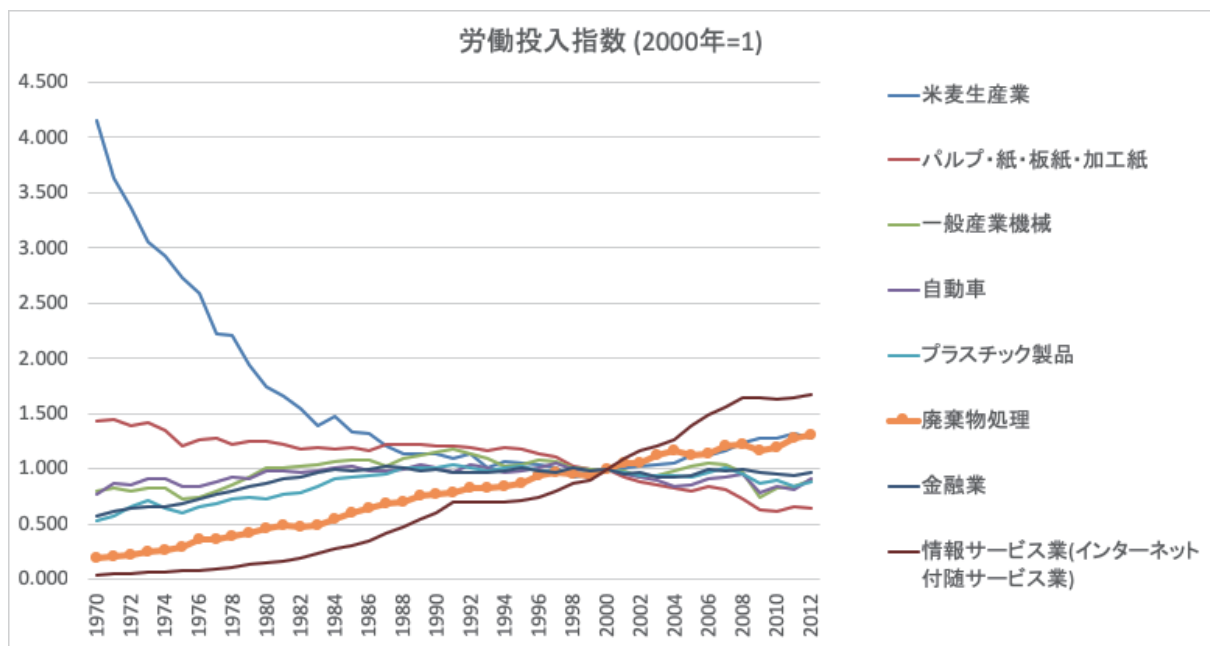


図 2-2-1 主な産業の労働投入指数の推移

出所：独立行政法人経済産業研究所「日本産業生産性(JIP)データベース 2015」

図 2-2 1 をみると、農業において 1970 年には 2000 年の 4 倍近い労働力を投入していたが、その後急速に労働投入を減らしていることがわかる。情報サービス(インターネット付随サービス業)は 1970 年代には存在しないか、生産水準が非常に小さかったと考えられるため、1990 年代から急速に労働投入が増加しているが、これに合わせて生産水準が飛躍的に上昇している。

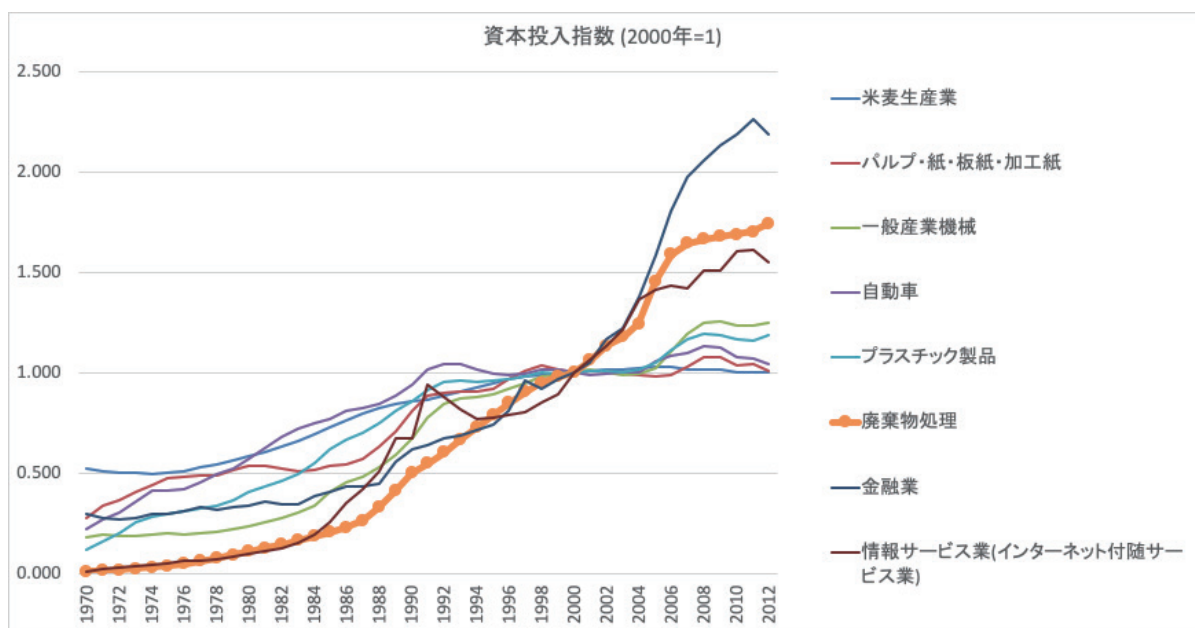


図 2-2-2 主な産業の資本投入指数の推移

一方、廃棄物処理業をみると、他の製造業やサービス業よりも情報サービス業に近い動きを示している。1970 年から一貫して上昇傾向にあり、2000 年代以降では、情報サービス業を除くともっとも労働指数が大きくなっている。産業廃棄物の排出量自体は横ばいであるから、リサイクル率アップの目標やより高度な処理を行うために、労働集約的な形で産業廃棄物処理に取り組む企業が増加したことが背景にあると考えられる。丁寧でより環境にやさしい処理を行うことは重要であるが、少子高齢社会が進む我が国において、今後もこのようなトレンドを維持することは不可能であり、省人化による労働生産性の向上が重要な産業の一つであることがわかる。

図 2-2-2 は主要産業における資本投入指数の推移を示したものである。これをみると、ほぼ全ての産業において、1970 年以降資本投入が一貫して増加していることがわかる。特に、金融業、情報サービス業および廃棄物処理業において、2000 年以降、急速に資本投入が増えている。金融業と情報サービス業については、経済のグローバル化および足元で急速な Fintech の普及で大規模な投資が求められていることが関係していると考えられる。また、廃棄物処理については、循環型社会形成推進基本法や各種個別リサイクル法があいついで 2000 年前後に導入された結果であろう。

ここで注目すべきことは、歴史が浅く規模の拡大が続いている情報サービス業は別として、金融業は資本投入を増加させる中で労働投入を減少させているのに対し、廃棄物処理業はその両方を増やしている点である。この解釈としては、需要拡大に対して労働集約的な産業構造を拡大することで補ってきた結果であり、裏返せば設備投資による省人化や生産性向上への取り組みが遅れたと考えることができる。

そうだとすると、今後さらに進展する高齢化社会において、産業廃棄物処理の担い手が不足する需給ギャップが生じる可能性がある。そこで本研究では、都道府県間産業連関表を独自に作成し、地域間の交易も考慮した上でどの地域でどのようなギャップが生じるかについての将来フレームを推計した。

表 2-2-1 都道府県間産業連関表の枠組み

		中間需要				最終需要					輸入 (控除)	生産額
		A 地域	B 地域	...	N 地域	A 地域	B 地域	...	N 地域	輸出		
中間 投入	A 地域	X^{AA}	X^{AB}	...	X^{AN}	F^{AA}	F^{BA}	...	F^{BN}	e^A	m^A	x^A
	B 地域	X^{BA}	X^{BB}	...	X^{BN}	F^{BA}	F^{BB}	...	F^{BN}	e^B	m^B	x^B
	:	:	:	...	:	:	:	...	:	:	:	:
	N 地域	X^{NA}	X^{NB}	...	X^{NN}	F^{NA}	F^{NB}	...	F^{NN}	e^N	m^N	x^N
粗付加価値		V^A	V^B	...	V^N							
生産額		$(x^A)^T$	$(x^B)^T$	...	$(x^N)^T$							

推計結果から 2011 年から 2045 年にかけて労働需要は 7.5%の減少に留まるのに対して労働供給は 26%減少することが明らかになった。その結果、2045 年時点での国全体でみた需給ギャップ率 $(=(\sum_{j=1}^N G_{(t)}^j)/(\sum_{j=1}^N l_{(t)}^{jD}))$ は約 20%になる。近年、上昇の趨勢にある就業率を 2015 年時点の値に固定

していることや投資（固定資本形成）や輸出などを一定としているなど留意すべき点はあるものの、将来的に見て人口減少や高齢化に伴う労働資源の制約が強まることは間違いない。

さらに、労働の需給ギャップの変化と廃棄物処理業の需要規模の変化の間には緩やかな負の相関が観察された。これは、労働の需給ギャップが相対的に小さい都道府県は廃棄物処理業の相対的な規模が拡大する傾向にあることを意味する。一般に労働の需給ギャップが大きく拡大する地域は地方圏に多いので、地方圏では廃棄物処理業を含んだ産業全体の生産性を向上させることが求められる。逆に労働の需給ギャップの拡大が小さい地域は大都市圏に多い。これらの地域では廃棄物処理業の相対的な規模が高まることが試算されており、廃棄物処理業における人材確保や生産性の向上が求められる。

最終年度は、廃棄物の物量に関する情報も加えた分析を行った。具体的には、各年度の各都道府県の各産業の域内生産額に、環境省『平成 23 年版環境分野分析用産業連関表（環境 IO 表）』より推計した産業廃棄物発生 の原単位を乗じて、将来にわたる都道府県別・種類別の産業廃棄物排出量を試算した。その上で各都道府県の特徴を踏まえて類型化した結果が図 2-2-3 である。これをみると、需要サイドからみても廃棄物の物理的な量からみた構成比の比較においても、一定のエリアで似たような傾向があることがわかる。さらに細かい都道府県別の特徴についても本論で都道府県ごとの共通シートでまとめて整理しており、地域別の産業廃棄物業の振興政策の基礎資料として貴重な情報源となる。

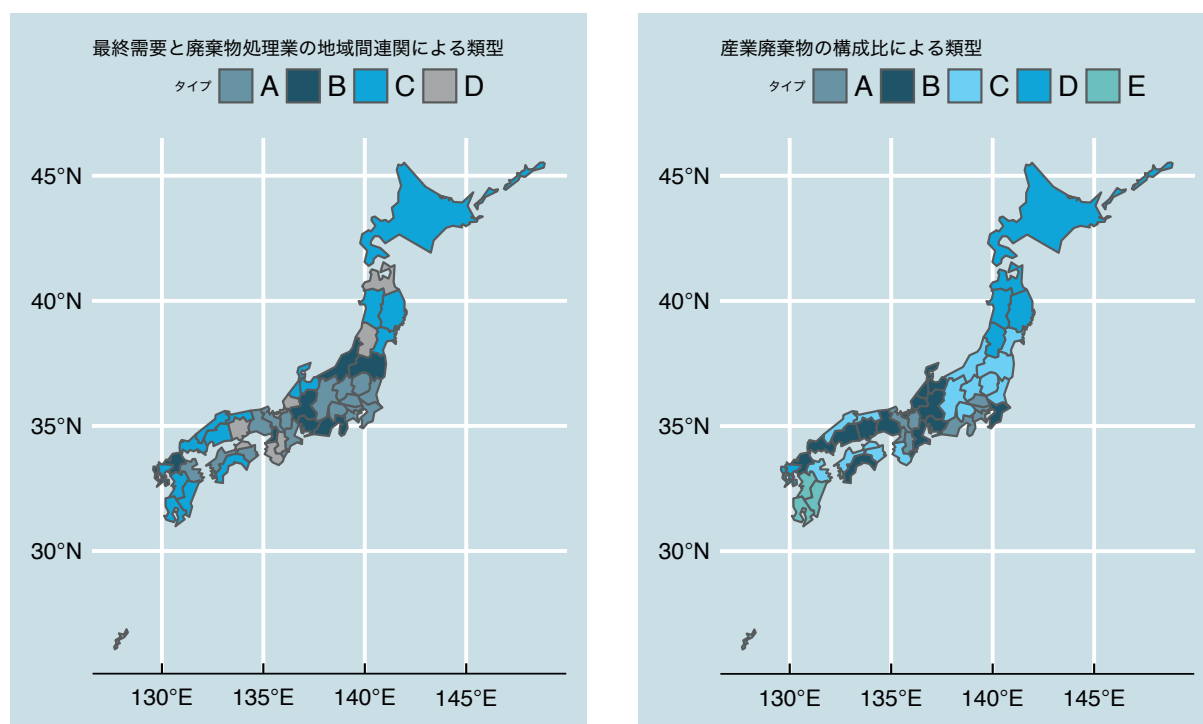


図 2-2-3 産業廃棄物の生産額、構成比、最終需要による都道府県の類型化

以上の都道府県別産業連関表を用いた分析から、地域ごとに色は異なるものの需給ギャップが生じることが明らかになった。これを生産性向上の観点から埋めるために IoT などのデジタル技術の活用可能性を検討した。当初は、ブロックチェーンを利用した新しいデータ流通の仕組みを想定していた

普及に向けた主な課題

処理事業者側の要因 ← 処理事業者の電マニ導入を阻害

電子化のノウハウ

JWNETによるサポート

排出事業者側の要因

少量排出事業者 電子化のノウハウ 排出事業者の意識

国によるサポート

利用増による費用逓減

電子化の主なメリット

処理事業者側

事務負担減 取引先の拡大
管理の簡便化

排出事業者側

コンプライアンス強化
管理の簡便化

さらなる発展に向けて

他のシステムとの連動

電子契約
許可情報
行政報告など

情報活用機会の拡大

処理についての需給ギャップ情報の利用など

その他課題への対応

受渡確認票の運用効率化
操作性向上
多様なASPとの連動など

メリットの強化

そこで最終年度の政策提言として取りまとめたのが、産業廃棄物のデジタル市場プラットフォームの創設である。図 2-2-5 はそのイメージを表しているが、あくまでも機能の一例であり、基本機能が情報の流通であることから、アイデアによって様々な実装が可能になる。全員が同じサービスを受ける必要もなく、必要に応じて周辺機能を自由に拡張していくことも可能な設計が望ましい。

14

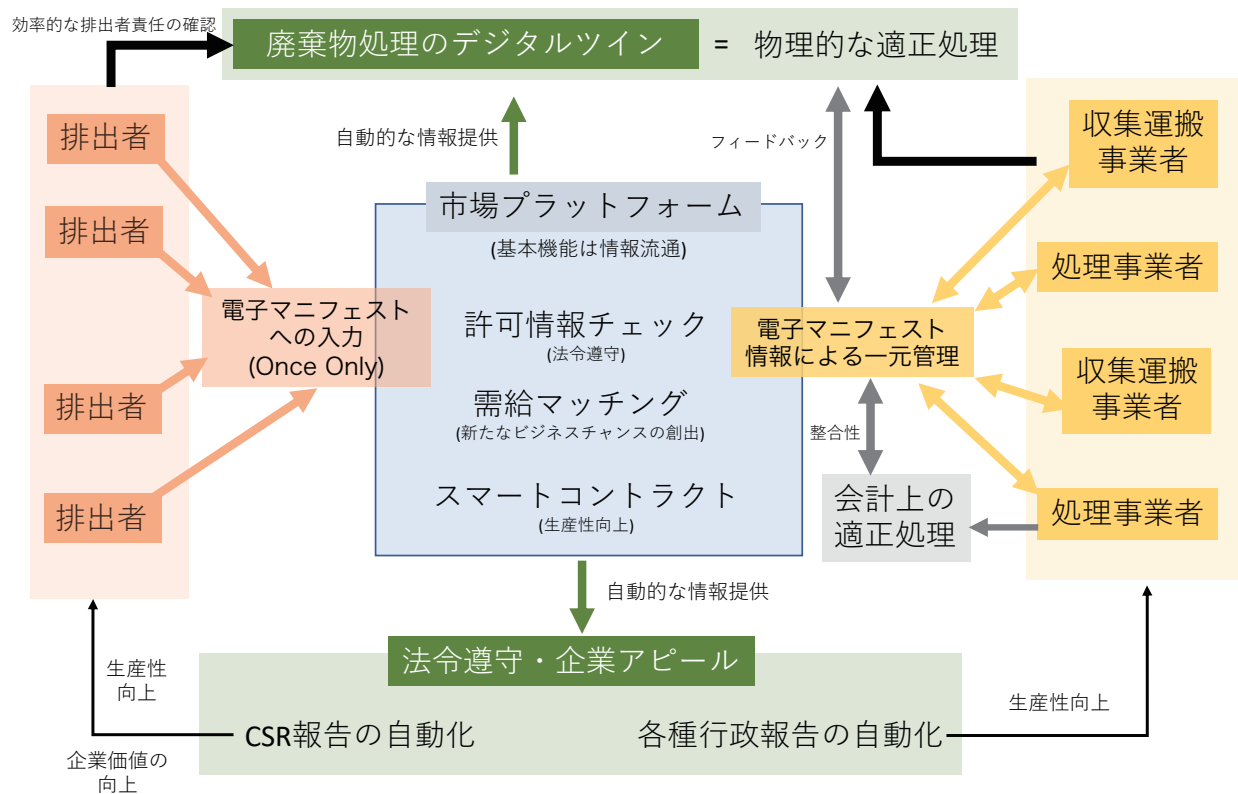


図 2-2-5 市場プラットフォームのイメージ

排出事業者の参加インセンティブを高めるためにも、市場プラットフォームで一旦電子マニフェストを記録した排出企業は同じ情報を再度入力する必要はない構造とすることが肝要である（Once only の原則）。データは何回コピーしても減ることのない非競合財であるから、排出企業が望む限りにおいて再利用がなるべく簡単にできるようにすべきである。

本研究では、もう一つの特徴として「産廃処理のデジタルツイン」の創設を提案したい。都市のデジタル化の一環としても産業廃棄物処理のデジタルツインの整備は効果的である。電子マニフェスト（必要に応じて収集するデータを拡充）のデータを用いて、どの地域でどのような産業廃棄物がいつどのくらい処理された（埋め立てられた）かを把握できれば、そのクローンをデジタル社会に描くことで、短期的には現場確認時にデジタルツインと比較することによる矛盾点の確認、中長期的にはどのようなエリアにどの程度の規模の処理施設を作る必要があるかのシミュレーションも可能になる。廃棄物の種別・処理方法別の特性や長期にわたる埋め立てによる変化をどのように現実を再現できるまでにシミュレートできるかという意味で、今後の技術開発に依る部分が大きいが実装できた際の適正処理へのインパクトは極めて大きいと考える¹。

¹ 本プラットフォームをデザインする上で産業組織論の視点から注意すべき点については、本論を参照されたい。

3. 対外発表等の実施状況

3.1 環境省との打ち合わせ

2020 年 7 月 9 日 キックオフミーティング @ オンライン

2020 年 12 月 17 日 中間報告会 @ オンライン

3.2 研究者同士のミーティング

2020 年 6 月 14 日 「産業廃棄物の将来フレームに関する研究#1」 @富山大学

2020 年 7 月 10 日 「産業廃棄物の将来フレームに関する研究#2」 @富山大学

2020 年 7 月 16 日 「全体打ち合わせ#1」 @オンライン

2020 年 7 月 22 日 「産業廃棄物の将来フレームに関する研究#3」 @富山大学

2020 年 8 月 5 日 「産業廃棄物処理業の省人化・生産性向上に関する研究#1」 @オンライン

2020 年 8 月 6 日 「IoT の技術的課題検討#1」 @オンライン

2020 年 8 月 28 日 「IoT の技術的課題検討#2」 @オンライン

2020 年 9 月 3 日 「産業廃棄物の将来フレームに関する研究#4」 @富山大学

2020 年 9 月 28 日 「産業廃棄物処理業の省人化・生産性向上に関する研究#2」 @オンライン

2020 年 10 月 5 日 「企業ヒアリングに関する打ち合わせ#1」 @オンライン

2020 年 10 月 26 日 「企業ヒアリングに関する打ち合わせ#2」 @エコスタッフジャパン

2021 年 1 月 7 日 「全体打ち合わせ#2」 @オンライン

3.3 対外報告

3.3.1 研究論文

Ichinose, D. and M. Yamamoto (2020) “Does Unit-Based Pricing Really Reduce Waste? A Causal Inference Approach with Panel Data,” *University of Toyama Discussion Paper*, no-326 (under review).

Eva, S. N. and M. Yamamoto (2020) “What effect reduces plastic waste most? --The case of Japanese manufacturing--,” *University of Toyama Discussion Paper*, no-332. (under review)

中村和之 (2020) 「平成 17－23－27 年接続産業連関表からみた産業構造の変化」『とやま経済月報』2020 年 12 月号 <http://www.pref.toyama.jp/sections/1015/ecm/>

中村和之(2020)「北陸地域における経済循環の持続可能性－地域産業連関表に基づく試算－」Working Paper 329, University of Toyama.

3.3.2 学会報告

なし

3.3.3 その他

Yamamoto, M. “Partnership as the basis for moving towards CE and resource re-recirculation society,” presented at 10th Regional 3R & Circular Economy Forum in Asia and the Pacific (hosted by United Nations Centre for Regional Development (UNCRD) and Japanese Ministry of Environment), December 14, 2020.

4. 令和2年度の研究状況と成果（詳細）

4.1 産業廃棄物の将来フレームに関する研究

4.1.1 はじめに

本パートは、産業連関モデルに基づく分析の枠組みを構築することによって、国内の総人口の減少や人口構成の高齢化といった社会・経済環境の需要側を中心とした変化に伴って産業廃棄物処理業が直面するであろう諸課題を明らかにすることを目指す。特に、総人口が減少する中であっても地域間の人口動態には大きな差異があることや、それぞれの地域特性を反映して地域間の産業構造には地域間分業的なバリエーションが存在することを踏まえ、地域間の有機的な産業連関を分析する都道府県間産業連関表を新たに推計して、2045年までの人口動態を投影した廃棄物処理業の姿を試算した。産業連関表を用いて廃棄物処理の実態や政策の効果を分析した研究は数多くあるが、本研究は人口減少や高齢化に伴う財・サービスの需要構造の変化と、廃棄物処理業が活動する上で直面する労働の資源制約の双方を考慮して分析した点に特徴がある。

本年度の研究では、過去2年間の分析で得られた結果を踏まえつつ、各都道府県の産業廃棄物処理業の現状の分析や変化の予測を掘り下げることを試みた。このために、前年度は俯瞰的な推計に留まっていた労働の需給ギャップや廃棄物処理業の均衡生産量に関する諸係数を都道府県別に示した。加えて、都道府県別、種類別に見た産業廃棄物の物量タームで捉えた排出量に関する試算をあわせて行い、廃棄物処理業の産業としての規模だけでなく産業廃棄物の構成も考慮した分析を試みた。さらに、地域別、産業別にみた最終需要の発生と各都道府県の廃棄物処理業における生産活動の関係を可視化することを試みた。

次節では産業連関表を用いた均衡産出高モデルの概要を都道府県間産業連関表に即して概説する。第3節では分析に用いる諸係数・指標の意味と導出過程、それらの全国的な試算結果をまとめる。第4節では前節で述べた諸係数、指標の都道府県別の試算結果を提示する。最後に本年度の研究と3年間を通じた研究の概要と成果をまとめる。

4.1.2 分析の枠組み

4.1.2.1 都道府県間産業連関表について

本節では分析に用いる都道府県間産業連関モデルのあらましを述べる²。本研究では、基準年度(2011年度)の諸係数をベースとして、将来の人口減少や高齢化を反映した最終需要を与えてその下での各都道府県における労働需要や廃棄物処理業の活動量などを検討する。都道府県間産業連関表は47都道府県の産業を37部門に区分し、都道府県間取引を非競争移入型、国外取引を競争輸入型で定式化した産業連関表である³。都道府県間取引が非競争移入型なので、同じ産業で生産される財であっても生

² 産業連関表の詳細については前年度の報告書を参照されたい。

³ 都道府県間産業連関表の基本的な構造や推計作業については一昨年度ならびに前年度報告書を参照されたい。

産される地域が異なれば異なった財として扱う。その結果、財部門は 1739(=37×47)部門から構成される。

都道府県間産業連関表の基本的な枠組みは表 2-4-1 の通りである。前述のように、都道府県間の移出入は非競争型で定式化されている。また海外からの輸入は競争輸入型として最終需要の控除項目として計上されている。

表 2-4-1 都道府県間産業連関表の枠組み（再掲）

		中間需要				最終需要					輸入 (控除)	生産額
		A 地域	B 地域	...	N 地域	A 地域	B 地域	...	N 地域	輸出		
中間 投入	A 地域	$\mathbf{x}^{AA}$	$\mathbf{x}^{AB}$	...	$\mathbf{x}^{AN}$	$\mathbf{F}^{AA}$	$\mathbf{F}^{AB}$	...	$\mathbf{F}^{AN}$	$\mathbf{e}^A$	$\mathbf{m}^A$	$\mathbf{x}^A$
	B 地域	$\mathbf{x}^{BA}$	$\mathbf{x}^{BB}$	...	$\mathbf{x}^{BN}$	$\mathbf{F}^{BA}$	$\mathbf{F}^{BB}$	...	$\mathbf{F}^{BN}$	$\mathbf{e}^B$	$\mathbf{m}^B$	$\mathbf{x}^B$
	:	:	:	...	:	:	:	...	:	:	:	:
	N 地域	$\mathbf{x}^{NA}$	$\mathbf{x}^{NB}$	...	$\mathbf{x}^{NN}$	$\mathbf{F}^{NA}$	$\mathbf{F}^{NB}$	...	$\mathbf{F}^{NN}$	$\mathbf{e}^N$	$\mathbf{m}^N$	$\mathbf{x}^N$
粗付加価値		$\mathbf{v}^A$	$\mathbf{v}^B$	...	$\mathbf{v}^N$							
生産額		$(\mathbf{x}^A)^T$	$(\mathbf{x}^B)^T$	...	$(\mathbf{x}^N)^T$							

本研究で用いる都道府県間産業連関表は各都道府県が推計・公表している各地域の産業連関表に部門の統合や分割、域外取引に関する調整など一定の変更を加えて接続させる形で作成している。このため、マクロでみた諸係数は一国全体を対象とした産業連関表とは一致しない。その代わりに、基準時点の均衡産出量は各都道府県の推計値をおおむね再現するような形で作成しており、各都道府県が自地域の産業連関表を用いて分析した結果との整合性を持つ。

本年度の研究で用いる都道府県間産業連関表は昨年度に推計されたものと基本的に同じであるが、製造業に関する都道府県間取引を経済産業省『平成 23 年商品流通調査』を用いて実態に近い形で再推計した。前述のように推計のベースは各都道府県が推計した産業連関表であり、他都道府県や国外との移出入や輸出入の都道府県ごとの総額は基本的に各地域の都道府県産業連関表に依拠している。その上で製造業における都道府県間の取引を、商品流通調査に基づく初期値を与えて RAS 法を適用することで推計した⁴。これによって、各都道府県の産業連関表で示されている域外取引と可能な限り整合性を取った形でより実態に近い都道府県間取引の推計が可能になったと考える。

4.1.2.2 均衡産出高モデル

産業連関表分析の基本モデルでは、最終需要が与えられればこれを満たすように財、サービスの生産が行われると考える。これを均衡産出高モデルと言う。均衡産出高モデルにおける各産業の生産量は以下の需給均衡条件を満たす各産業の生産 $\mathbf{x}$ として表される。

⁴ 農林水産業やサービス業については昨年度と同じく人口規模をベースとした Gravity RAS 法を用いて推計している。

$$\mathbf{x} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{f}_D + \mathbf{e} - \mathbf{m} \quad (1)$$

ここで $\mathbf{x}$ は都道府県 J の域内生産額を表す列ベクトル($\mathbf{x}^J$)を積み上げたものである。 $\mathbf{A}$ は投入係数行列である。 $\mathbf{f}_D$ は国内最終需要を表すベクトルであり、各都道府県で発生する最終需要ベクトルを合計したものである。すなわち、

$$\mathbf{f}_D = \sum_{l=1}^{47} \mathbf{f}_D^l$$

である⁵。また、 $\mathbf{e}$ は海外への輸出を表すベクトル、 $\mathbf{m}$ は海外からの輸入を表すベクトルである。

標準的な均衡産出高モデルに従って、輸入は域内需要に比例するとする⁶。すると、最終需要が与えられれば、各地域の域内生産額が以下のように求められる。

$$\mathbf{x} = \mathbf{B}(\mathbf{f}_D - \hat{\mathbf{M}}\hat{\mathbf{f}}_D + \mathbf{e}) \quad (2)$$

ここで、 $\hat{\mathbf{M}}$ は域内需要に対する輸入性向を対角要素とする対角行列である。また $\hat{\mathbf{f}}_D$ は各都道府県の最終需要ベクトルのうち自地域産業への最終需要だけを積み上げたベクトルである⁷。上式で $\mathbf{B}$ はレオンチェフ逆行列であり、 $\mathbf{B} = (\mathbf{I} - \mathbf{A} + \hat{\mathbf{M}}\hat{\mathbf{A}})^{-1}$ 、のように定義される。ここで $\hat{\mathbf{A}}$ はその対角ブロックに投入係数行列の対角ブロック(すなわち、自地域内産業における自地域内産業の投入係数を表す部分)だけを配置してその他の要素はすべて0とおいた行列である。

本研究では、将来の人口減少や年齢構成の高齢化を考慮した最終需要を外生的に与え、そのときの均衡産出量を求めることによって、将来の産業構造や労働需要を試算する。将来の最終需要については、各都道府県内での教育、介護、医療、一般行政サービス、民間消費を地域経済、社会を維持するための基盤的需要だと考え、これらは地域の人口動態を反映して将来的に変化すると考えた⁸。一方で、基盤サービス以外の最終需要、すなわち、民間、政府の固定資本形成や海外への輸出は推計期間中にわたって不変だと考えている。

⁵ 今回作成した都道府県間産業連関表では、各都道府県の実最終需要を、「家計外消費支出」「民間消費支出」「一般政府消費支出(社会資本等減耗分含む)」「域内総固定資本形成(公的)」「域内総固定資本形成(民間)」「在庫純増」「調整項」「残差」に区分している。 J 地域の域内最終需要行列を $\mathbf{F}^J$ とすれば、各都道府県の実最終需要ベクトル($\mathbf{f}_D^J$)は、 $\mathbf{f}_D^J = \mathbf{F}_D^J \mathbf{1}$ 、のようになる。ここで $\mathbf{1}$ はその要素がすべて1であるようなベクトルである。

⁶ ただし、いったんある地域に輸入された財がそのまま海外や国内他地域に移輸出されることはないとは仮定する。

⁷ 都道府県 J の域内最終需要ベクトルを、 $\mathbf{f}_D^J = \begin{bmatrix} \mathbf{f}_D^{1J} \\ \vdots \\ \mathbf{f}_D^{NJ} \end{bmatrix}$ 、のように表した時、 $\hat{\mathbf{f}}_D = \begin{bmatrix} \mathbf{f}_D^{11} \\ \vdots \\ \mathbf{f}_D^{NN} \end{bmatrix}$ 、である。

⁸ 具体的には、年少人口の減少に伴い教育サービスに対する需要は減少すると考えられる。一方、高齢化に伴い介護や医療サービスに対する需要は増加すると考えられる。また、各地域の行政サービスについても人口動態を反映して変化する。ただし、行政サービスの非競争性を反映して人口の減少率よりも行政サービスの減少率は小さい。民間消費支出は各地域の財・サービス別の消費構成に基づきつつ、総人口に依存して決定されると考えた。推計に用いたデータや推計手法については令和元年度の報告書を参照されたい。

4.1.3 人口減少、高齢化と廃棄物処理業

(2)式をもとに最終需要の変化に伴って生ずる各地域の廃棄物処理業への影響を考えることができる。本節では都道府県間産業連関表や関連統計を用いた分析の視点を示す。

4.1.3.1 都道府県間の波及効果

最初に最終需要と各都道府県の廃棄物処理業の地域連関を考える。このことを端的に言えば、各都道府県の廃棄物処理業はどの都道府県で生ずる最終需要を満たすように需要が発生するのか、また、自地域内で生ずる最終需要はどの地域の廃棄物処理業の活動に波及するのかを考えるものである。これは均衡産出高モデルにおける影響度係数や感応度係数、或いは前方連関効果や後方連関効果を用いた分析に相当する⁹。

まず、都道府県 I の最終需要によって誘発される都道府県 J の廃棄物処理業の生産額が以下のよう
に表される¹⁰。

$$x_{W'}^I = \mathbf{b}_W^I (\mathbf{A} - \hat{\mathbf{M}}\hat{\mathbf{A}}) (\mathbf{f}_D^I - \hat{\mathbf{M}}\hat{\mathbf{f}}_D^I + \hat{\mathbf{e}}^I) - x_{WG}^I \quad (3)$$

ここで、 $x_{W'}^I$ は都道府県 I の最終需要によって誘発される都道府県 J の廃棄物処理業の域内生産額を表す。また、 $\mathbf{b}_W^I$ は(3)式のレオンチェフ逆行列の都道府県 J の廃棄物処理業に該当する行ベクトルであり、 $\hat{\mathbf{e}}^I$ は都道府県 I 以外の輸出需要をゼロとおいた都道府県 I の輸出需要ベクトルである。左辺第 2 項の x_{WG}^I は都道府県 I の「公務」部門で投入される都道府県 J の廃棄物処理活動である。これらは主として一般廃棄物の処理活動だと考えられるので、産業廃棄物処理業に焦点をあてる本稿の分析ではこれを控除する。

誘発需要の直観的な意味を述べておく。まず、都道府県 I において $\mathbf{f}_D^I$ だけの最終需要が発生したとする。このうち一部は海外からの輸入によって賄われるので、これを控除した $\mathbf{f}_D^I - \hat{\mathbf{M}}\hat{\mathbf{f}}_D^I$ だけの国内需要が発生する。これに都道府県 I で生産される財に対する輸出需要を加えたものが、都道府県 I で生ずる国内産業への需要となる。本研究で焦点をあてる産業廃棄物処理は生産過程の中間投入として生ずるので最終需要として生じている廃棄物処理業への需要を控除する。このために、 $(\mathbf{f}_D^I - \hat{\mathbf{M}}\hat{\mathbf{f}}_D^I + \hat{\mathbf{e}}^I)$ に $(\mathbf{A} - \hat{\mathbf{M}}\hat{\mathbf{A}})$ を乗じた値が都道府県 I で創出された最終需要による第 1 次的な中間需要となる。この中間需要額に都道府県 J の廃棄物処理業に該当するレオンチェフ逆行列のベクトルを乗ずることによって、最終的な廃棄物処理業への誘発効果が求まる。

このような形で地域間の連関を捉えることで、廃棄物の移出入を通じた直接的な地域間の連関だけでなく、各地域の人口構成や産業構造を反映した廃棄物処理業の地域連関が把握できる。すなわち、 $x_{W'}^I$ の値が大きいほど都道府県 J の廃棄物処理業は都道府県 I から相対的に大きな影響を受ける。また、 $x_{W'}^I$ の値と x_{WG}^I の値を比較することで両地域の関係性(片務的、あるいは双方向的)を知ることができる。

⁹ 都道府県間産業連関表でみた後方連関効果や前方連関効果の推計については前年度の報告書を参照されたい。

¹⁰ 海外への輸出については、輸入される財・サービスがそのまま輸出されることはないと考えため、その波及効果は $x_{W'}^I = \mathbf{b}_W^I \mathbf{A} \mathbf{e}$ となる。

(3)式で求められる値を都道府県 I について合計した $x_W^{J*} = \sum_{I=1}^N x_W^{IJ}$ は、各都道府県の最終需要によって誘発される都道府県 J の廃棄物処理業の（公務関係を除いた）生産額である。また、 x_W^{IJ} を都道府県 J について合計した $x_W^{*I} = \sum_{J=1}^N x_W^{JI}$ は、都道府県 I の最終需要が各都道府県の廃棄物処理業の生産に与える（公務関係を除いた）波及効果の合計を表す。

これらの効果をもとに最終需要と廃棄物処理業の地域連関を考えるために二つの指標を考える。ひとつは、自地域における廃棄物処理業の活動が他地域の最終需要によって誘発された割合を捉えようとするものであり、

$$r_W^{J*} = 1 - \frac{x_W^{JJ}}{x_W^{J*}} \quad (4)$$

と定義する。以下ではこれを都道府県 J における他地域からの誘発効果指標と呼ぶ。もう一つは、自地域の最終需要が誘発する廃棄物処理業の活動のどの程度が他地域の廃棄物処理業で担われているかを測るものであり、

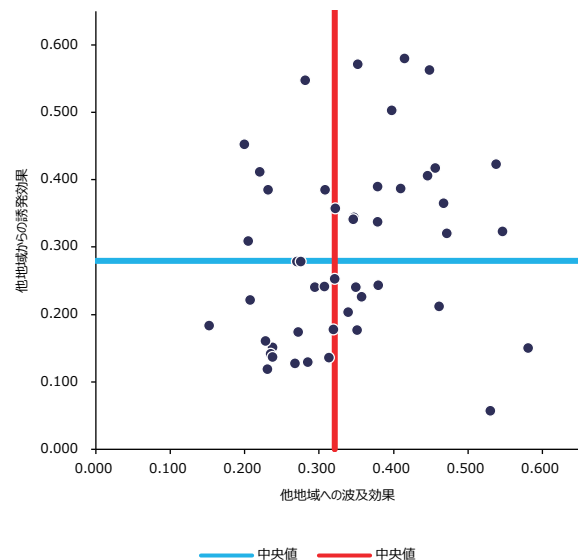
$$r_W^{*I} = 1 - \frac{x_W^{II}}{x_W^{*I}} \quad (5)$$

のように定義する。以下ではこれを都道府県 I における他地域への波及効果指標と呼ぶ。

これらの効果を基準年の都道府県ごとに求めて、その大きさをプロットしたものが図 2-4-1 である¹¹。図は縦軸に他地域からの誘発効果指標、横軸に他地域への波及効果指標をとっており、それぞれの中央値を併せて描いている。

図を見れば各都道府県の最終需要と廃棄物処理業の生産活動との関係には比較的大きな違いがあることがわかる。このような違いは各地域の産業構造や需要構造の違いを反映したものである。このような都道府県間の違いを敷衍すれば、人口減少や高齢化と言った社会環境要因の変化が地域間の産業連関を通じて各地域の廃棄物処理業に与える影響も一様ではないことが予想され、地域ごとにその特性を明らかにすることが求めら

図 2-4-1 廃棄物処理業の地域連関



都道府県間産業連関表に基づき作成

¹¹ 既に前年度の報告書においてこれらの効果を俯瞰している。ただし、そこでは公務で生ずる廃棄物処理活動を控除していない。また、定量的な分析は行っていない。

れる。

そこで、図 2-4-1 の中央値を座標軸として、その第 1 象限に位置する都道府県を A、第 2 象限に位置する都道府県を B、第 3 象限を C、第 4 象限を D として都道府県をグループ分けした結果が表 2-4-2 である。

表にある A グループは他地域からの誘発効果、他地域への波及効果がともに大きい都道府県である。このグループには関東や大阪府を除く近畿地方のいくつかの府県が含まれる。これらの地域では財・サービスの生産にあたって他地域との移出入の双方が活発であることが考えられる。これらの地域における人口減少や高齢化といった要因により最終需要が変化すれば、それは他地域の廃棄物処理業にも相対的に大きな影響を与える。同時に、これらの都道府県の廃棄物処理業は他地域の社会経済環境の変化からも相対的に大きな影響を受ける。

B グループは他地域の最終需要から受ける影響は大きい、自地域の最終需要が他地域の廃棄物処理業に与える影響は相対的に小さい地域である。このグループには、愛知県や大阪府、福岡県や静岡県などが含まれる。これらの地域は、他地域で生じた最終需要を満たすための中間財の生産が盛んだと考えられ、他地域の人口動態や高齢化といった要因の影響を比較的強く受ける地域である。

表 2-4-2 最終需要と廃棄物処理業の地域間連関から見た都道府県の類型

グループ	該当都道府県
A	茨城県, 栃木県, 群馬県, 埼玉県, 千葉県, 東京都, 神奈川県, 山梨県, 長野県, 三重県, 滋賀県, 京都府, 兵庫県, 徳島県, 愛媛県, 大分県
B	福島県, 新潟県, 岐阜県, 静岡県, 愛知県, 大阪府, 福岡県, 長崎県
C	北海道, 岩手県, 宮城県, 秋田県, 富山県, 石川県, 鳥取県, 島根県, 広島県, 山口県, 高知県, 佐賀県, 熊本県, 宮崎県, 鹿児島県
D	青森県, 山形県, 福井県, 奈良県, 和歌山県, 岡山県, 香川県, 沖縄県

2011 年都道府県間産業連関表に基づく

グループ C は他地域からの誘発効果と他地域への波及効果の双方が共に小さい地域である。これらの地域は財・サービスの需要と供給の面からみた地域経済の自律性が相対的に高いと考えられ、自地域における人口減少や高齢化に起因する需要の変化から自地域の廃棄物処理業が相対的に大きな影響を受ける地域だと言える。

グループ D は他地域からの誘発効果と比べて他地域への波及効果が大きい地域であり、域内の需要を満たすための財・サービスの生産活動を域外に負っている割合が高い地域だと考えられる。これらの地域では他地域の人口減少や高齢化による影響は相対的に小さく、逆に自地域におけるそれらの動向は他地域に相対的に大きな影響を与える。

ここでの類型化をさらに詳細に考えようとすれば、個々の都道府県間の連関を明らかにする必要がある。この点については、次節において都道府県ごとに他地域からの誘発効果指標と他地域への波及効果指標を提示するとともに、二つの都道府県間での相互連関の関係を示したい。また、これらの指標は基準年度をベースに作成されているので、将来時点における各都道府県の廃棄物処理業の活動動向は、人口減少や高齢化が産業構造に与える影響を考慮せねばならない。この点については、労働の需給ギャップや各地域での廃棄物処理業の相対的な規模と言った点について詳しく検討を加えたい。

4.2.3.2 地域内の労働需給ギャップと廃棄物処理業の相対的な規模

地域経済における労働の需要と供給は廃棄物処理業の将来を考える上で重要な意味を持つ。本研究では2011年度を基準年度として2045年度までの労働需要と労働供給を試算してその差異を労働の需給ギャップと考えた。また、各年度における均衡の生産量を産業ごとに試算して、廃棄物処理業が各地域の経済活動に占める相対的な規模を同じく2045年度まで試算した。

最初に労働の需給ギャップを考える。都道府県 J の各産業における雇用係数（行）ベクトルを $\mathbf{a}_L^J$ とする。また、 t 期の均衡産出量 $\mathbf{x}_{(t)}^J$ が与えられた時の都道府県 J における労働需要 $l_{(t)}^{JD}$ が以下のように表される。

$$l_{(t)}^{JD} = \mathbf{a}_L^J \mathbf{x}_{(t)}^J \quad (6)$$

ここから各都道府県における各年度の最終需要が与えられれば、(2)式から均衡の産出高が定まり、その生産を可能にするような労働需要が求まる。各年度の最終需要を試算するにあたっては、教育、介護、医療、行政サービスといった地域の経済社会を維持するために必要な基盤サービスへの需要を人口や人口構成の変化を反映させて試算するとともに、人口規模の推移に応じた民間消費支出の変化も最終需要に反映させている¹²。の変化である。他方で、その他の最終需要については試算期間を通じて基準時点の値に固定している。

一方、労働供給量は各地域の年齢階級別の将来推計人口と平成27年国勢調査における就業率をベースとして常住地と就業地の移動を調整して試算した¹³。年齢階級別の人口の将来推計や就業率などから試算された都道府県 J における労働供給量の試算値を $l_{(t)}^{JS}$ とすると、 t 年度の J 地域における労働の需給ギャップは以下のように表される。

$$G_{(t)}^J = l_{(t)}^{JD} - l_{(t)}^{JS} \quad (7)$$

¹² たとえば、教育サービスは年少人口の減少に伴い需要量は減少すると考えられる。介護や医療への需要は後期高齢者の数が増加するにつれて増加する傾向にある。これらのサービスは非貿易財であり、当該地域での需要の変化が地域内の労働需要の変化に第1次的なインパクトを与える。都道府県や市町村の行政サービスは非競争性を持つので人口が減少すると1人あたり需要額が増加する傾向にある。このような傾向を反映した試算に関する詳細は前年度の報告書を参照されたい。

¹³ 推計方法の詳細については令和元年度の研究報告書を参照されたい。

また、労働の需給ギャップを労働需要に対する労働需給ギャップの大きさとして表せば、

$$g_{(t)}^J = \frac{G_{(t)}^J}{l_{(t)}^D} \quad (8)$$

のように表すことができる。以下ではこれを都道府県 J の t 年度における労働需要の需給ギャップ率と言う。

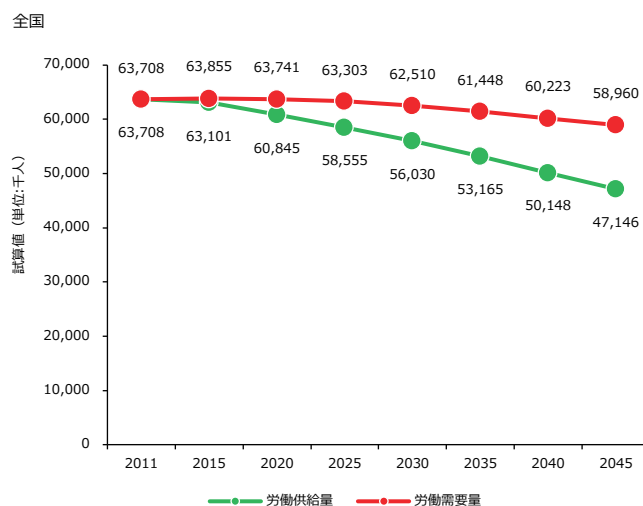
本研究で推計している労働の需給ギャップとは、基準時点での住民の生活を一定に維持するとともに、外生的に固定されたそれ以外の需要を満たすために各地域が生産活動を行うとしたときに必要とされる労働投入量と、各地域の人口構成や就業率を反映した時の労働供給量の差異を考えている。また、基準時点ではすべての都道府県において労働の需給ギャップは存在しないものとして、その後の労働需要量と労働供給量の変化率を対照する形で労働の需給ギャップを試算している。現実の経済においては、これらの需給ギャップは市場において価格メカニズムを通じて調整される。したがって、本研究で推計した需給ギャップはこのような調整を引き起こす第1次的なインパクトを考えていることになる¹⁴。

図2-4-2はこのような労働の需給ギャップを全国ベースで試算した値を示している。これによると、2011年から2045年にかけて労働需要は7.5%の減少に留まるのに対して労働供給は26%減少する。その結果、2045年時点での国全体でみた需給ギャップ率（ $(\sum_{j=1}^N G_{(t)}^J) / (\sum_{j=1}^N l_{(t)}^D)$ ）は約

20%になる。近年、上昇の趨勢にある就業率を2015年時点の値に固定していることや、投資（固定資本形成）や輸出などを一定としているなど留意すべき点はあるものの、将来的に見て人口減少や高齢化に伴う労働資源の制約が強まることは間違いない。加えて、全国的に見たこのような傾向は、都道府県間で差異を伴って進行することにも注意せねばならない。したがって、個々の都道府県別に状況を精査する必要がある。この点については次節で考える。

労働の需給ギャップの経年的な拡大は各都道府県の廃棄物処理業がより強い労働の資源制約に直面すると言う意味でその持続可能性が懸念される。他方、たとえある地域の労働の需給ギャップが相対的に小さかったとしても、当該地域で廃棄物処理業に対する需要が相対的に大きくなるならば、そこでの廃棄物処理業もまた深刻な労働資源の制約に直面せざるを得ない。

図 2-4-2 労働の需給ギャップの試算（全国）



都道府県間産業連関表に基づき作成

¹⁴ 労働市場の需給均衡を考慮した分析は昨年度の研究を参照されたい。

このような理解に基づき、都道府県 J の廃棄物処理業に対する相対的な需要規模を以下のように定義する。

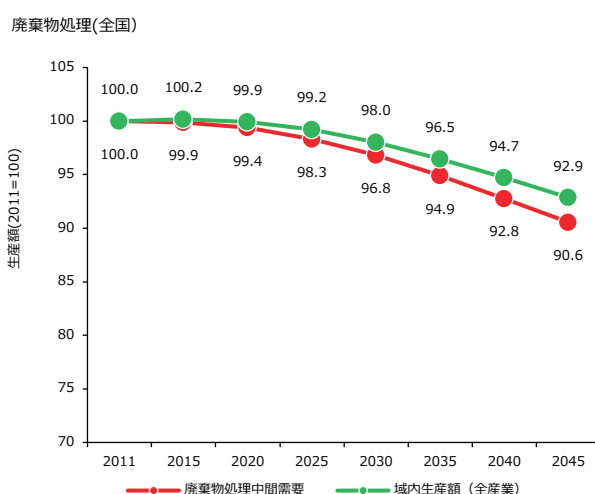
$$s_{W(t)}^J = \frac{x_{W(t)}^J / x_{W(0)}^J}{x_{(t)}^J / x_{(0)}^J} \quad (9)$$

ここで $x_{W(t)}^J$ と $x_{W(0)}^J$ はそれぞれ t 年度と基準年度の廃棄物処理業の均衡産出量（間接効果分）を表し、 $x_{(t)}^J$ と $x_{(0)}^J$ は都道府県 J の t 年度と基準年度の均衡生産量の合計である。したがって、 $s_{W(t)}^J > 1$ 、であれば当該地域の t 年度における廃棄物処理業に対する相対的な需要規模は基準年よりも上昇する。

図 2-4-3 は、全国ベースでみたこの値を試算して、分母（産業計）と分子（廃棄物処理業）に分けて示している。同図を見れば明らかのように、2045 年の産業全体の生産額は 2011 年比でみて 92.9% であるのに対して廃棄物処理業の生産額は 2011 年比で 90.6% であり、将来的には産業廃棄物業の相対的な需要規模は低下する。

ただし、ここでの試算は廃棄物処理業の生産額に公務に拠る投入分も含んでおり、一般廃棄物との総計で廃棄物処理業を捉えている

図 2-4-3 廃棄物処理業と全産業の生産額（全国）



都道府県間産業連関表に基づき作成

る点に注意が必要である。また、全国ベースでみたシェアは低下するが都道府県間で見たその推移は異なり得る。この観点からは都道府県別に見た精査が必要である。

図 2-4-4 は労働の需給ギャップと廃棄物処理業の相対的規模を、2045 年の試算値に基づき都道府県ごとに表している。図では比較の便宜のためにそれぞれの値を以下のように調整して表している。すなわち、労働の需給ギャップについては、

$$\tilde{g}_{(t)}^J = \frac{g_{(t)}^J - \min_{I \in N} g_{(t)}^I}{\max_{I \in N} g_{(t)}^I - \min_{I \in N} g_{(t)}^I} \quad (10)$$

廃棄物処理業の相対的規模については、

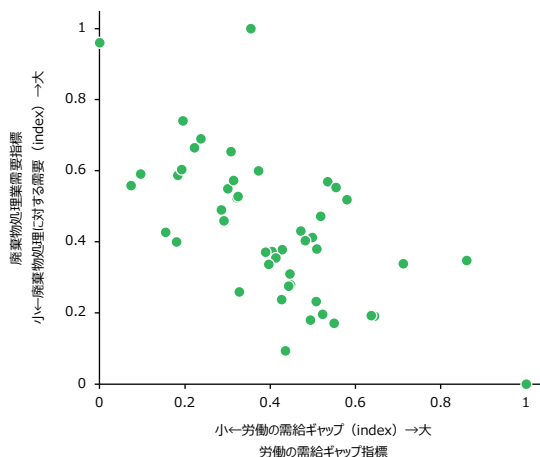
$$\tilde{s}_{W(t)}^J = \frac{s_{W(t)}^J - \min_{I \in N} s_{W(t)}^I}{\max_{I \in N} s_{W(t)}^I - \min_{I \in N} s_{W(t)}^I} \quad (11)$$

としている。以下ではこれらをそれぞれ労働需給指標、廃棄物処理業需要指標と言う。

図 2-4-4 をみれば労働の需給ギャップの変化と廃棄物処理業の需要規模の変化には緩やかな負の相関が観察される。すなわち、労働の需給ギャップが相対的に小さい都道府県は廃棄物処理業の相対的な規模が拡大する傾向にある。一般に労働の需給ギャップが大きく拡大する地域は地方圏に多い。これらの地域では廃棄物処理業を含んだ産業全体の生産性を向上させることが求められる。一方で、労働の需給ギャップの拡大が軽微に留まる地域は大都市圏に多い。これらの地域では廃棄物処理業の相対的な規模が高まることが試算されており、廃棄物処理業における人材確保や生産性の向上が求められる。

また、サブセクション 3.1 で捉えた最終需要と廃棄物処理業の地域連関の観点から、これらの指標の意味を考えることも重要である。たとえば、他地域からの誘発効果が大きな都道府県において労働の需給ギャップが拡大すると、当該地域の廃棄物処理業の活動が制約されるだけでなく、その供給制約が他地域における生産活動の隘路となりかねない。この点からも個々の都道府県ごとに地域特性や将来フレームを精査することが必要である。これらの点は次節で検討したい。

図 2-4-4 労働の需給ギャップと廃棄物処理業の相対的規模（全国：2045 年の試算値）



都道府県間産業連関表に基づき作成

4.1.3.3 都道府県別にみた産業廃棄物排出量の推計

これまで本研究では都道府県間産業連関表における廃棄物処理業の域内生産額をベースとしてその活動規模や地域間の連関を捉えようとしてきた。一方、その処理技術や収運の在り方を考えたとき、物量タームでみた廃棄物処理業の地域特性を捉えることも重要である。人口減少や高齢化に伴って廃棄物処理業への需要は絶対的な規模としては減少することが予想される。しかしながら、人口構成の高齢化は医療や介護等への需要増加をもたらす。それに伴う後方連関効果として関連部門での廃棄物の発生量は増加するかもしれない。さらには、それらの部門で特徴的に発生する廃棄物があるとすれば、廃棄物の総量としては減少するものの、個別にみればその変化は一様ではないかもしれない。

そこで、(3)式を用いて試算された各年度の各都道府県の各産業の域内生産額に、環境省『平成 23 年版環境分野分析用産業連関表（環境 IO 表）』より推計した産業廃棄物発生原単位を乗じて、将来にわたる都道府県別・種類別の産業廃棄物排出量を試算する。

具体的には環境 IO 表を 37 部門に統合の上、そこで推計されている産業廃棄物の排出量を各産業の生産額で除することで当該産業の 1 円あたり産業廃棄物排出量（単位：トン）を求めて、こ

れを各産業の均衡産出量に乗ずることで、都道府県別に見た産業廃棄物の排出量とした。すなわち、都道府県 J の t 年度における種類別の産業廃棄物排出量を以下の式で試算した。

$$\mathbf{w}_{(t)}^J = \mathbf{W} \mathbf{x}_{(t)}^J \quad (12)$$

ここで $\mathbf{w}_{(t)}^J$ は都道府県 J における t 年度の類型別の産業廃棄物排出量を表すベクトルである。また、 $\mathbf{W}$ はその i 行 j 列要素が第 j 産業における第 i 産業廃棄物の排出原単位であるような行列であり、 $\mathbf{x}_{(t)}^J$ は都道府県 J における t 年度の均衡生産量ベクトルである。産業廃棄物は、燃え殻、汚泥、廃油、廃酸、廃アルカリ、廃プラスチック類、紙くず、木くず、繊維くず、動物性残さ、ゴムくず、金属くず、ガラス及び陶磁器くず、鉱さい、がれき類、動物のふん尿、動物の死体、ばいじん類、に類別した。

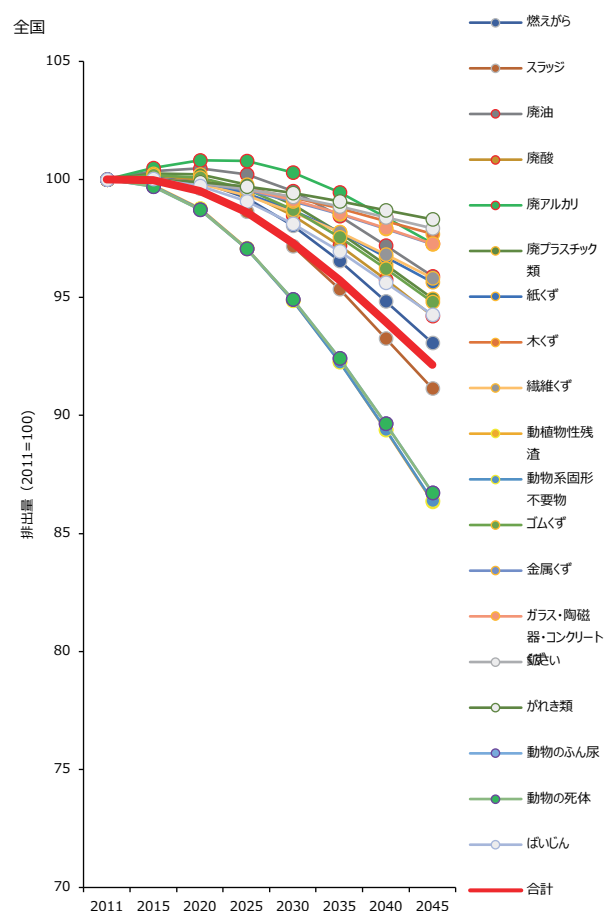
このように、(12)式の試算では都道府県に共通した原単位を用いている。実際にはそれぞれの地域における地域特性や生産技術の違いによっても原単位は都道府県間でことなるはずである。しかしながら、本研究では第 1 次接近として廃棄物の排出量を各地域の産業構造や需要の構成との関係で捉えるために、すべての都道府県に同じ原単位を適用して試算した。

図 2-4-5 は全国ベースでみた各年度の産業廃棄物の排出量を試算した結果を、基準時点との比較で示したものである。全国ベースでみた産業廃棄物の排出量は 2011 年比でみて 92%まで減少する。特に、動物系固形不要物や動物の死体は大きく減少する。一方で廃油は 2025 年度まで、廃アルカリは 2030 年度まで 2011 年度の水準を上回って排出される。また、がれき類の排出量は 2045 年度においても 2011 年度比で 98%となり、微減にとどまる。

このように人口減少を通じた総需要の減少に

伴い総量でみた産業廃棄物の排出量は減少するものの、種類別に見た排出量の変化にはばらつきがある。試算の前提から推計期間中に需要が増加する項目は医療と介護のみであり、排出量が増加する産業廃棄物はこれらの需要増加によって誘発された需要を反映していると考えられる。

図 2-4-5 産業廃棄物の排出量に関する試算(全国)



都道府県間産業連関表に基づき作成

図 2-4-6 産業廃棄物排出量の構成比でみた都道府県の類型



都道府県間産業連関表、環境 IO 表に基づく試算

図 2-4-6 は前述の 2011 年の産業廃棄物排出量に基づき、クラスター分析の手法を用いてその構成比でみて各都道府県を類型化したものである。また類型別にみた産業廃棄物排出量の構成比を図示している。排出量の原単位は都道府県間で共通なので、構成比の違いは産業構造の違いを反映している。このように産業廃棄物の排出量が全体的に減少すると予想される中であっても各地域の産業構造に依存して排出量や処理量は地域間で異なる様相を呈することが予想される。

4.1.4 都道府県別に見た人口減少や高齢化が廃棄物処理業に与える影響

前節でみたように、今後の人口減少や高齢化は、需要面においては産業構造の変化をもたらし廃棄物処理業への需要を変化させるとともに、労働供給の側面では就業者数の減少により廃棄物処理業が直面する労働の資源制約を深刻なものにさせることがわかった。加えて、このような廃棄物処理業が直面する課題は都道府県間で差異があると同時に地域間の連関の中で検討されねばならないことも明らかとなった。

そこで、本節では、前節で述べた試算結果や指標を各都道府県について示すことで、個々の都道府県の廃棄物処理業が直面する課題を考える手がかりとしたい。具体的には、地域特性を表す指標として、他地域で生ずる最終需要から誘発される当該都道府県の廃棄物処理業の相対的な大きさを示す「他地域からの誘発効果指標」と、自地域の最終需要が他地域の廃棄物処理業の需要をもたらすという波及効果を示す「他地域への波及効果指標」を示す。さらに、各地域での労働の需給ギャップ率を

表す「労働需給指標」と、各地域での産業全体の需要変化率に対する産業廃棄物業における需要の変化率を表す「廃棄物処理業需要指標」を人口減少や高齢化に伴って各都道府県の廃棄物処理業が直面する労働の資源制約を表す指標として示す。これらは、以下のサブセクションの第1表でまとめられる。また同表には各都道府県の地域連関で見た類型（表 2-4-2 で提示）と、各都道府県における基準時点の産業廃棄物排出量の試算値で見た類型（図 2-4-6 で提示）もあわせて示す。

また、地域間の連関効果については、都道府県単位でみた誘発効果と波及効果を求めて各サブセクションの第1図として図示している。この他に、「労働の需給ギャップの推移」として、2011年から2045年にかけての各都道府県の労働供給と労働需要の試算値を各サブセクションの第2図として図示している。また、均衡産出高モデルによって試算した各年の各都道府県の域内生産額と廃棄物処理業の生産額を、2011年水準を基準として、その推移をサブセクションの第3図（廃棄物処理業の生産水準の推移）として図示している。ただし、ここで言う生産水準とは、実際に生産可能な生産量ではなく、最終需要を与えたときに労働供給の制約がない場合に実現する均衡生産額である。さらに、各年度の種類別に見た産業廃棄物排出量の試算値を都道府県ごとにサブセクションの図4として図示している。

4.1 北海道

表 4.1.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
北海道	0.184	0.151	C	0.579	0.520	D

図 4.1.2 最終需要発生地域と廃棄物処理業の連関

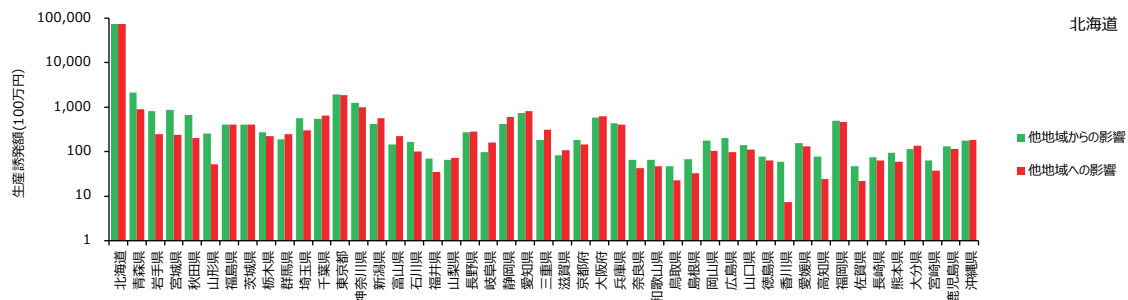


図 4.1.3 労働の需給ギャップの試算

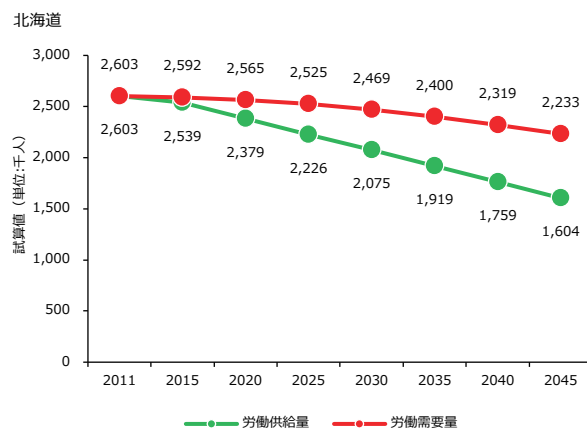


図 4.1.3 廃棄物処理業の生産水準の試算

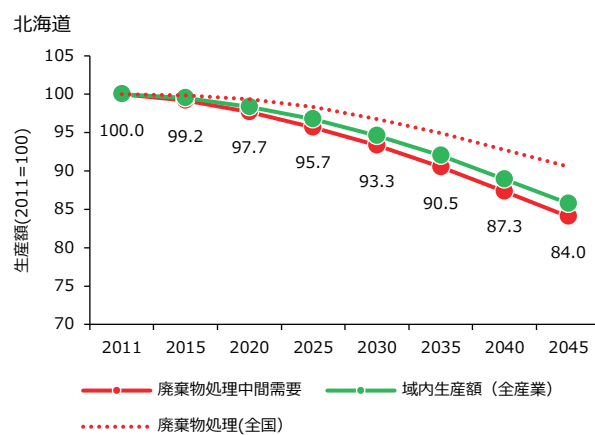
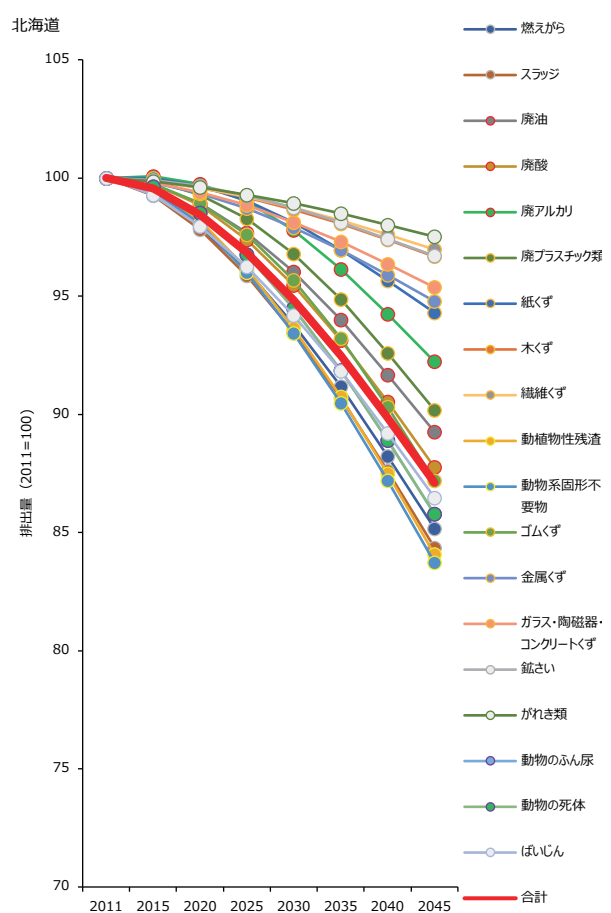


図 4.1.5 産業廃棄物排出量の試算



労働需給ギャップは相対的に大きい。他地域への波及効果は非常に小さく、域内の最終需要が域内の廃棄物処理業への需要を誘発する構造にある。産業廃棄物排出量は単調に減少する。

4.2 青森県

表 4.2.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
青森県	0.204	0.338	D	0.860	0.349	D

図 4.2.2 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

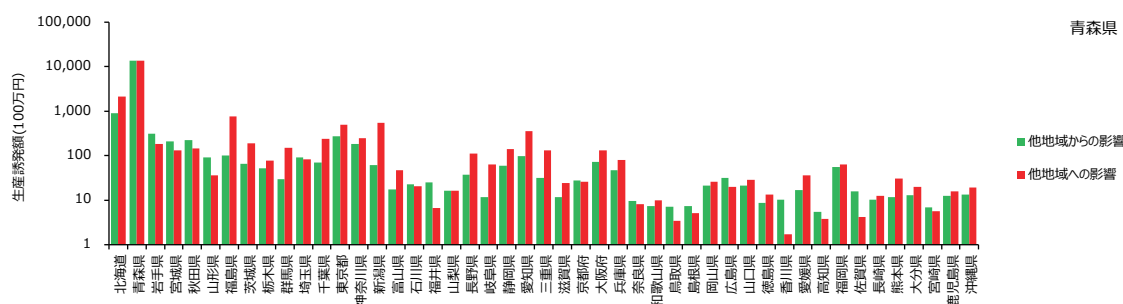


図 4.2.3 労働の需給ギャップの試算

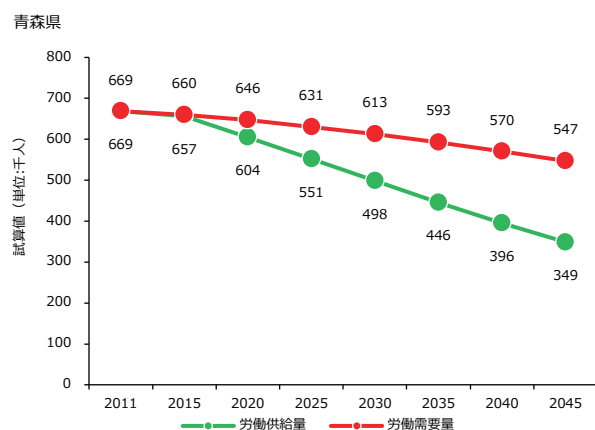


図 4.2.4 産業廃棄物排出量の試算

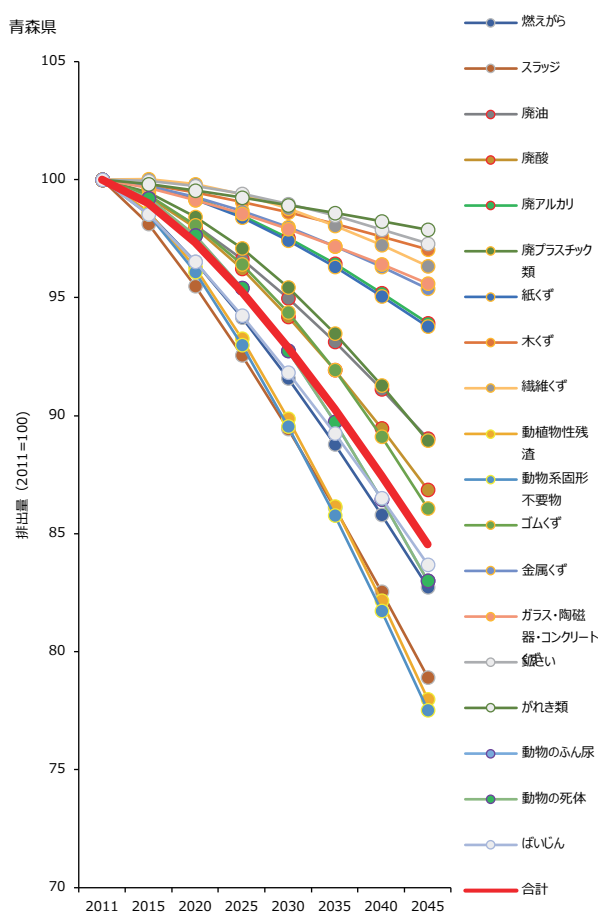
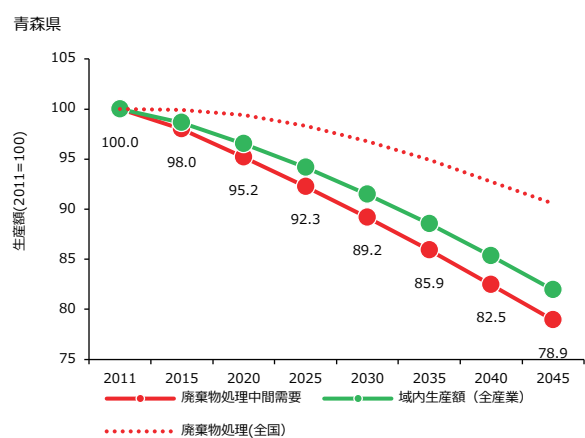


図 4.1.3 廃棄物処理業の生産水準の試算



労働の需給ギャップが大きく、一方で廃棄物処理業への将来需要の減少もやや大きい。他地域からの誘発効果は小さい。

4.3 岩手県

表 4.3.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
岩手県	0.137	0.313	C	0.550	0.172	D

図 4.3.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

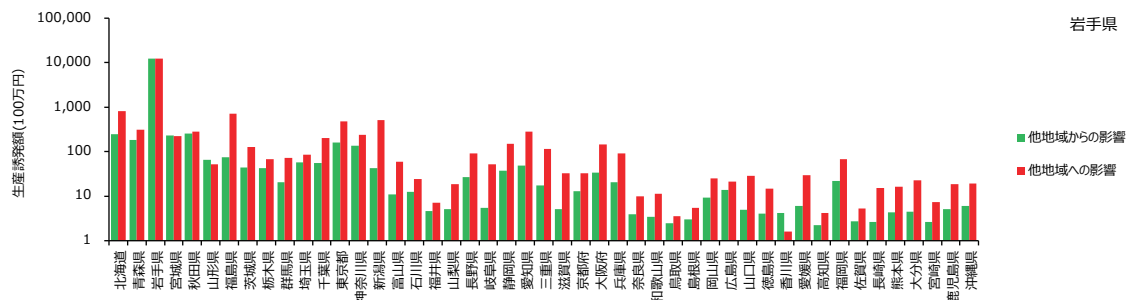


図 4.3.2 労働の需給ギャップの推移

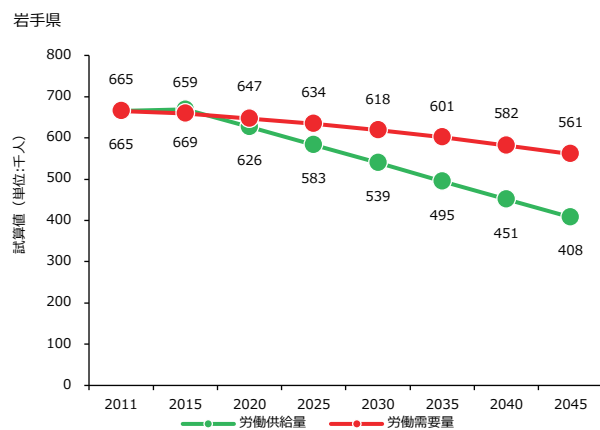


図 4.3.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

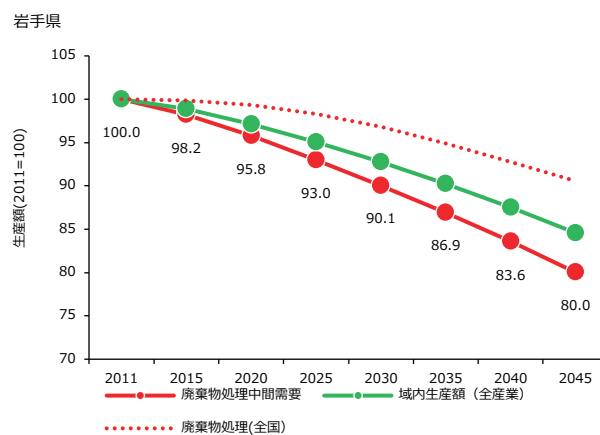
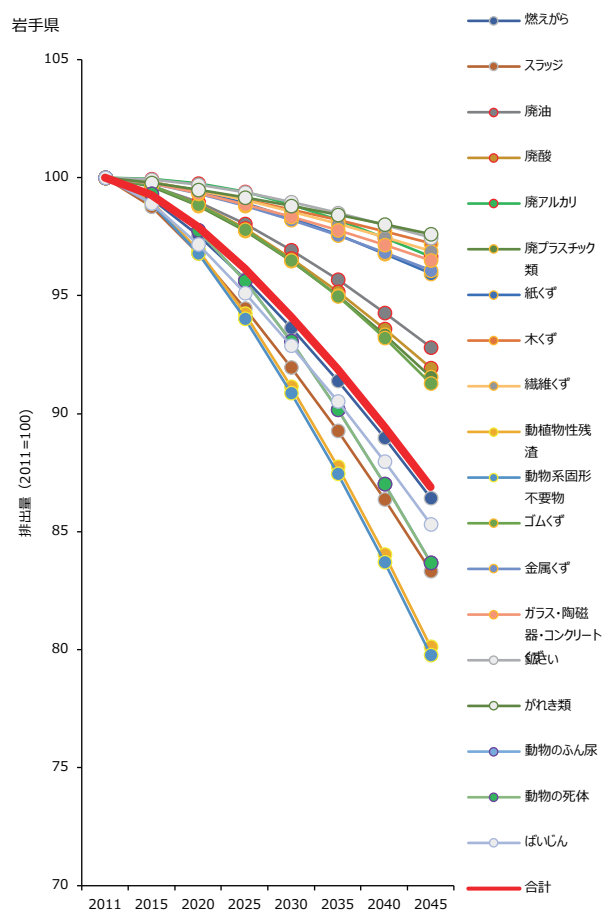


図 4.3.4 産業廃棄物排出量の推移



他地域からの誘発効果は小さい。同時に廃棄物処理業への将来的な需要も相対的に小さい。

4.4 宮城県

表 4.4.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
宮城県	0.130	0.284	C	0.471	0.432	C

図 4.4.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

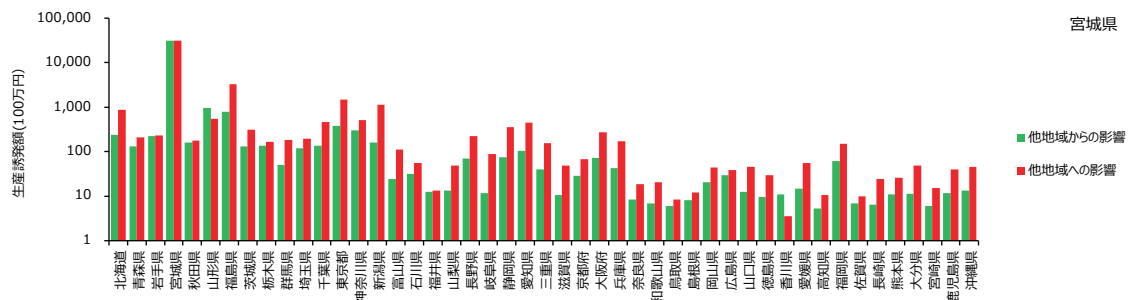


図 4.4.2 労働の需給ギャップの推移

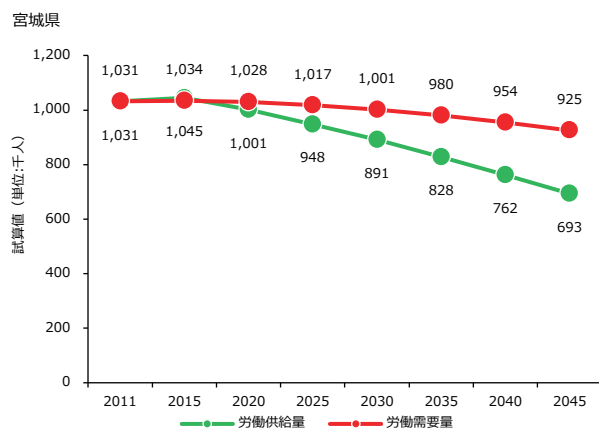


図 4.4.4 産業廃棄物排出量の推移

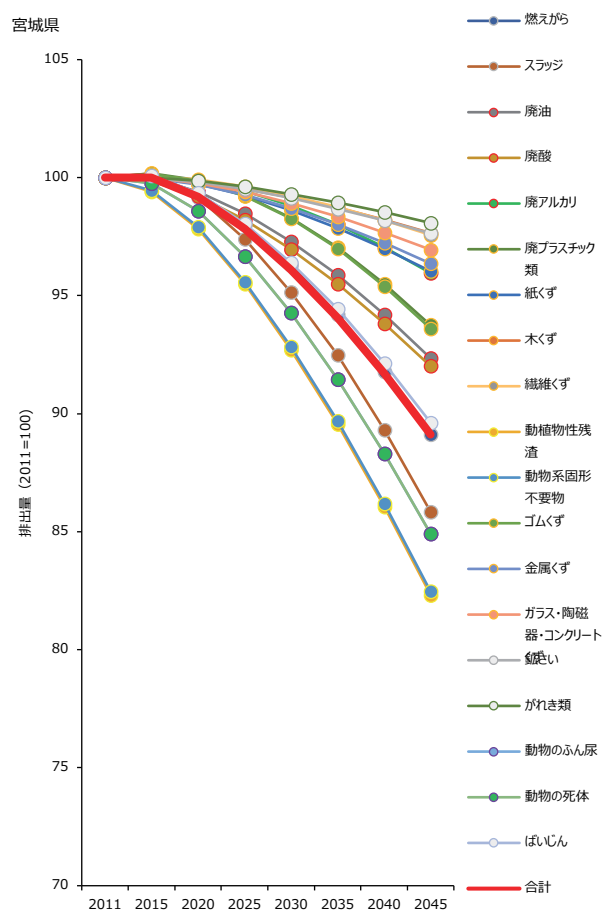
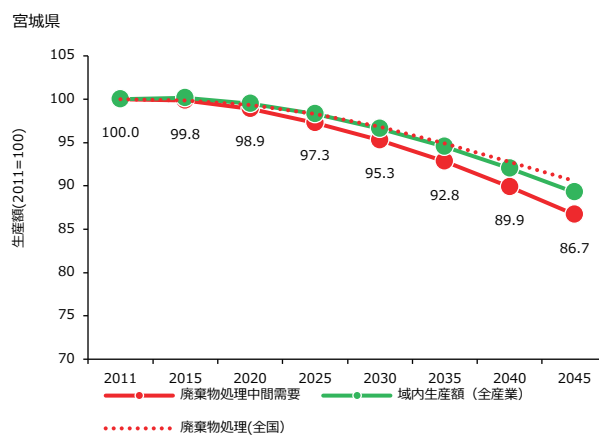


図 4.4.3 廃棄物処理業の生産水準の推移



他地域からの誘発効果は相対的に低い。労働の需ギャツ東北地方の中では最も小さいが全国的に見れば下位に位置する。

4.5 秋田県

表 4.5.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
秋田県	0.128	0.267	C	1.000	0.000	D

図 4.5.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

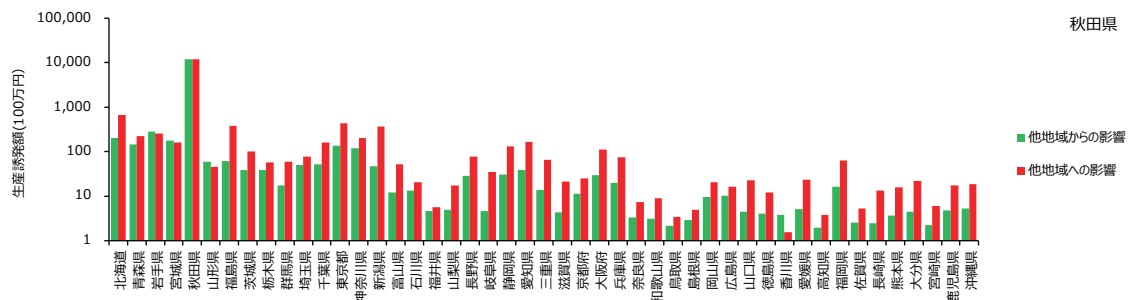


図 4.5.2 労働の需給ギャップの推移

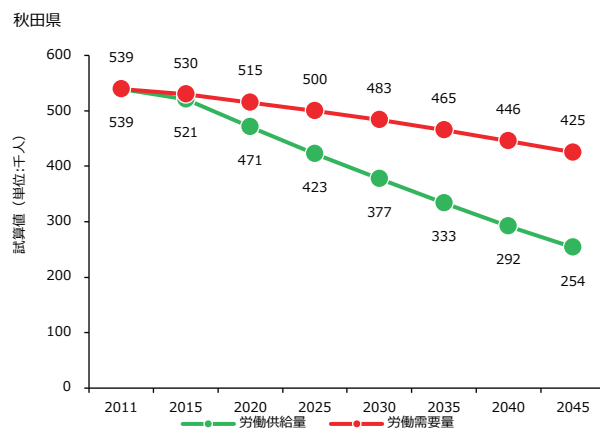


図 4.5.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

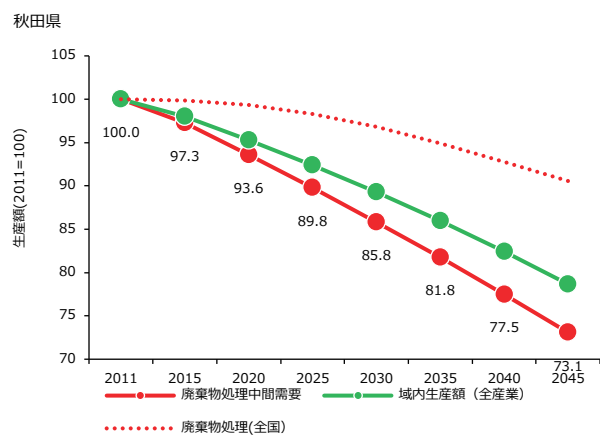
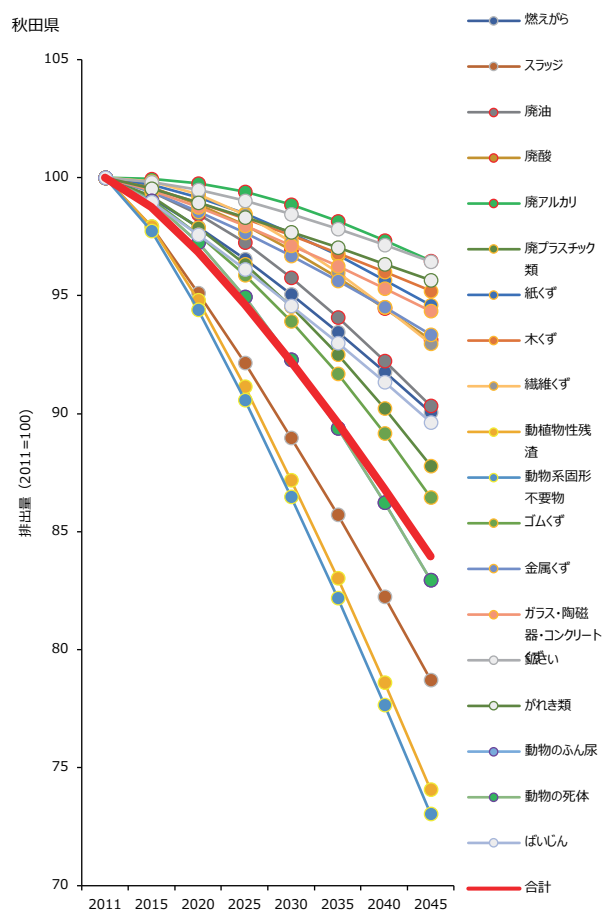


図 4.5.4 産業廃棄物排出量の推移



労働の需給ギャップは全国で最も大きい。同時に廃棄物処理業の相対的な需要減少率も最も大きい。他地域からの誘発効果も低い。

4.6 山形県

表 4.6.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
山形県	0.213	0.461	D	0.636	0.194	D

図 4.6.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

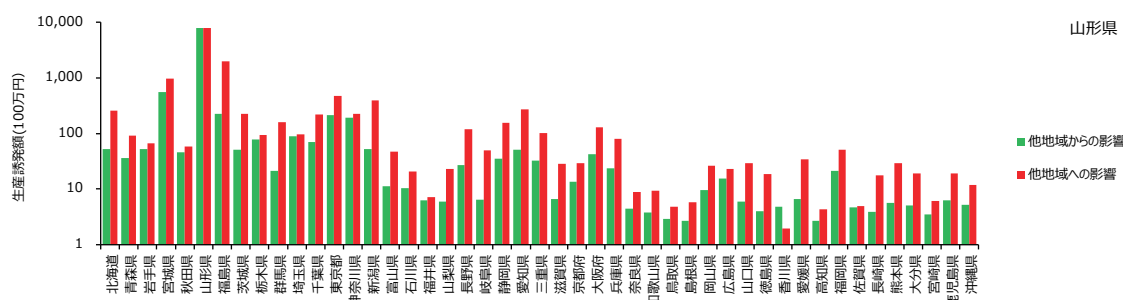


図 4.6.2 労働の需給ギャップの推移

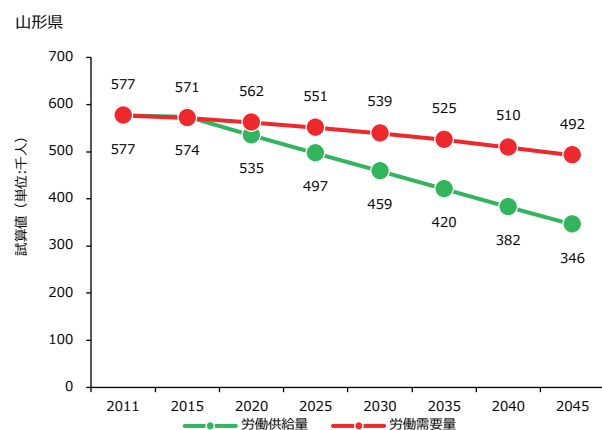


図 4.6.4 産業廃棄物排出量の推移

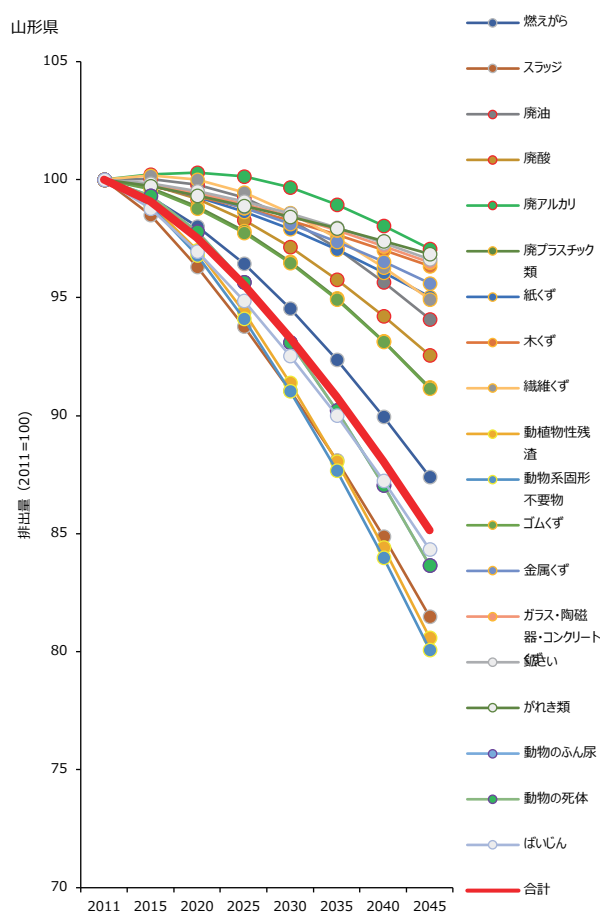
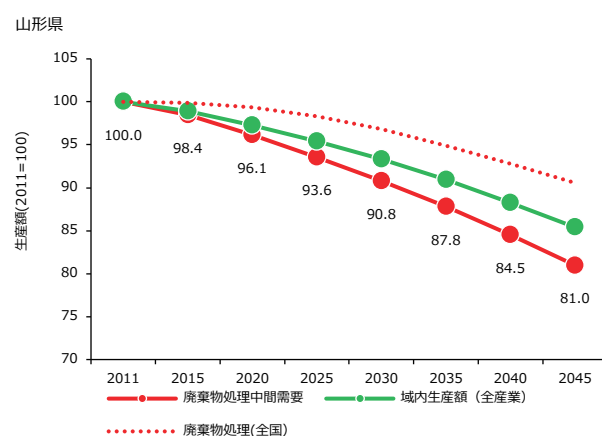


図 4.6.3 廃棄物処理業の生産水準の推移



他地域への波及効果は相対的に大きい。特に宮城県や福島県への波及効果が大きい。廃棄物処理業への相対的需要は比較的大きく減少する。

4.7 福島県

表 4.7.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
福島県	0.548	0.281	B	0.711	0.340	C

図 4.7.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

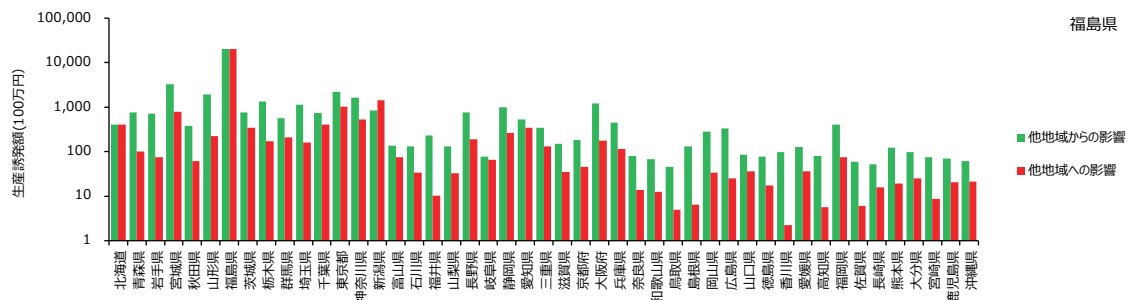


図 4.7.2 労働の需給ギャップの推移

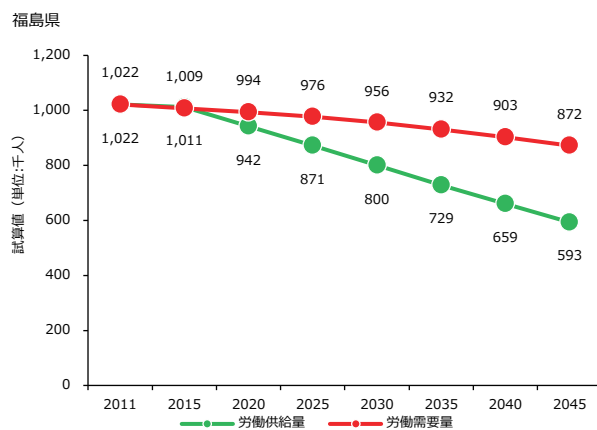


図 4.7.4 産業廃棄物排出量の推移

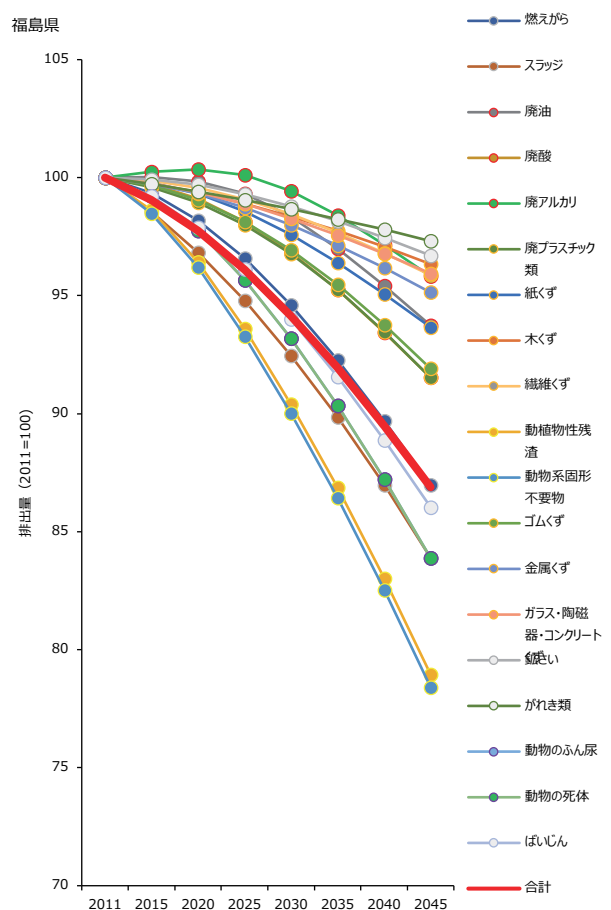
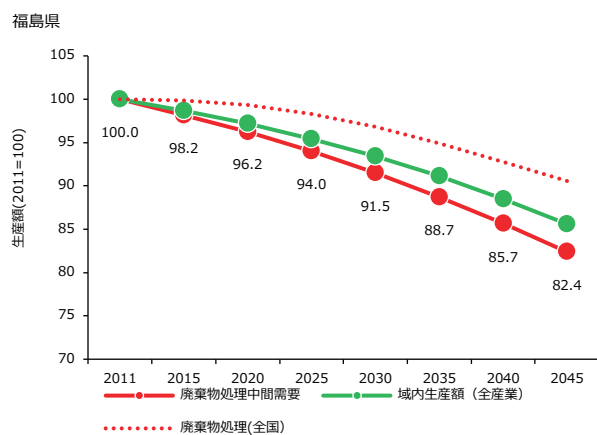


図 4.7.3 廃棄物処理業の生産水準の推移



労働の需給ギャップの大きさは秋田県、青森県について3番目である。他地域からの誘発効果が大きく、前方連関効果を考えれば廃棄物処理業での労働制約が強まると他地域へも影響する。

4.8 茨城県

表 4.8.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
茨城県	0.504	0.397	A	0.518	0.472	C

図 4.8.1 最終需要発地域と廃棄物処理業の関係

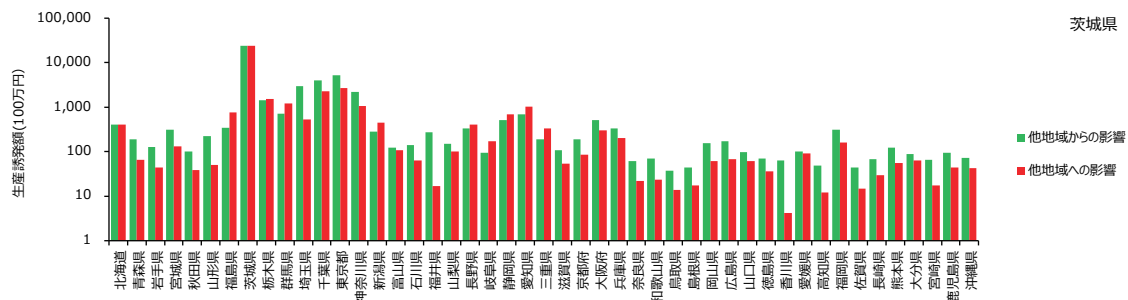


図 4.8.2 労働の需給ギャップの推移

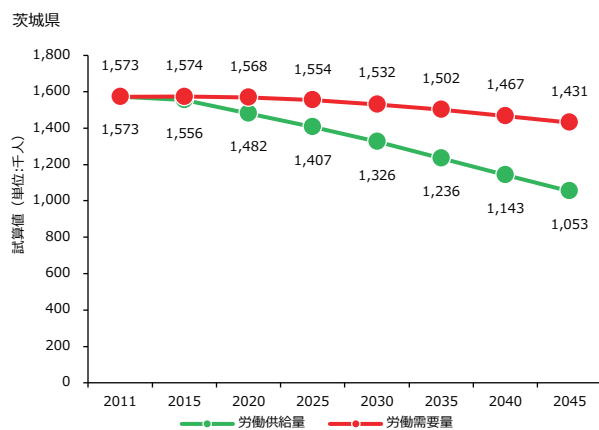


図 4.8.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

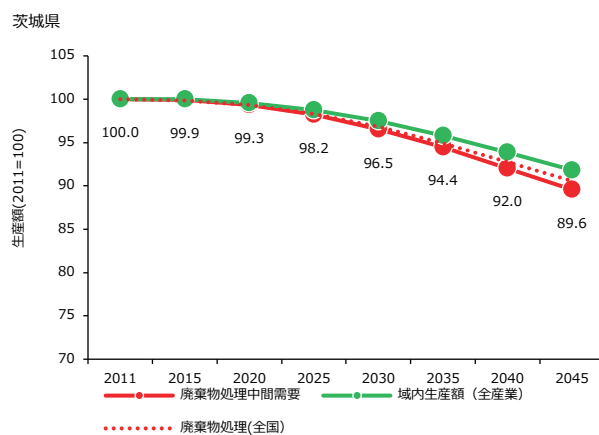
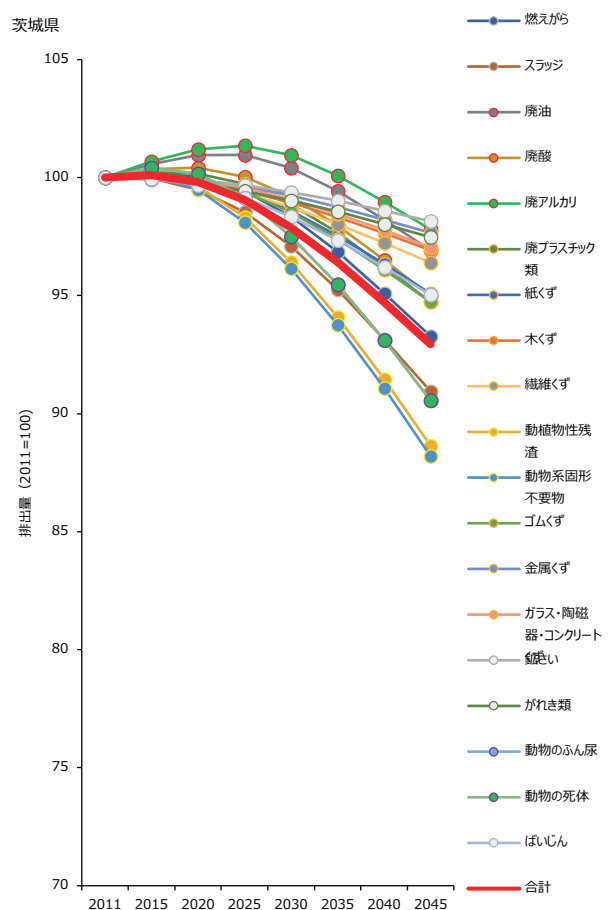


図 4.8.4 産業廃棄物排出量の推移



他地域からの誘発効果が大きく、特に関東圏との連関が強い。労働需給ギャップ率、廃棄物処理需要の変化も中位よりも高い。廃アルカリや廃油の排出量は2030年まで基準年度を超える。

4.9 栃木県

表 4.9.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
栃木県	0.419	0.455	A	0.412	0.356	C

図 4.9.1 最終需要発地域と廃棄物処理業の関係

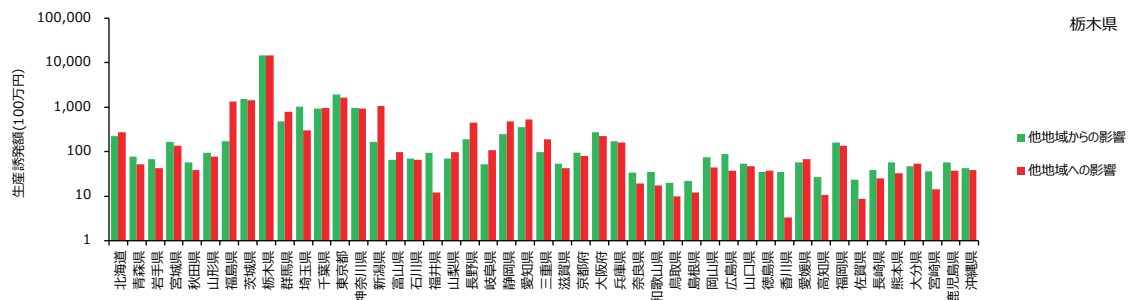


図 4.9.2 労働の需給ギャップの推移

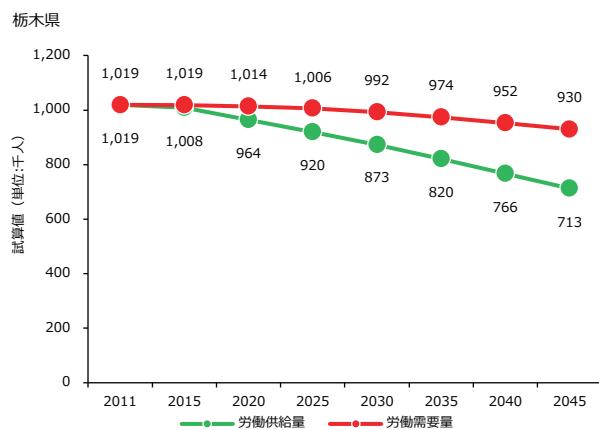


図 4.9.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

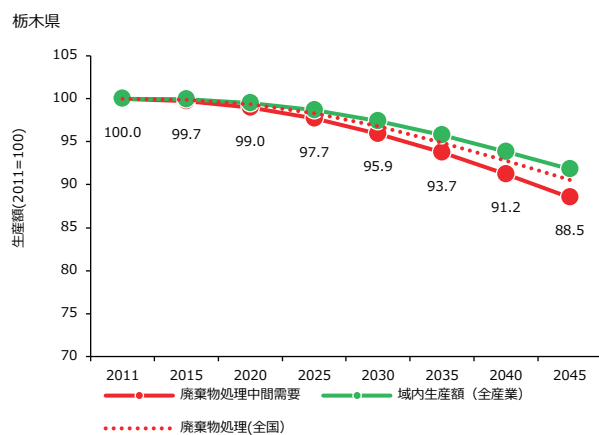
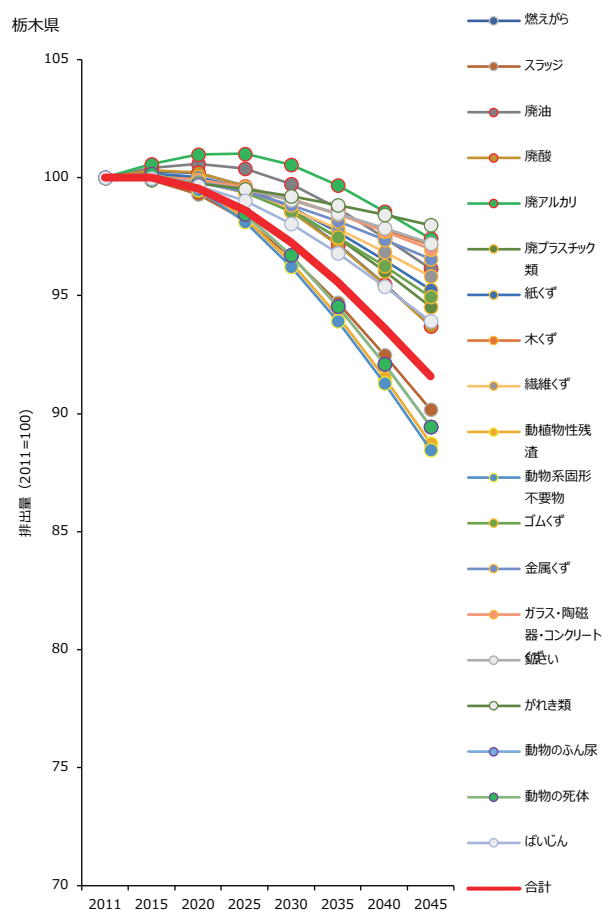


図 4.9.4 産業廃棄物排出量の推移



他地域からの誘発効果と他地域への波及効果の双方が相対的に大きい。労働の需給ギャップ率の大きさは中程度である。

4.10 群馬県

表 4.10.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
群馬県	0.581	0.414	A	0.371	0.601	C

図 4.1.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

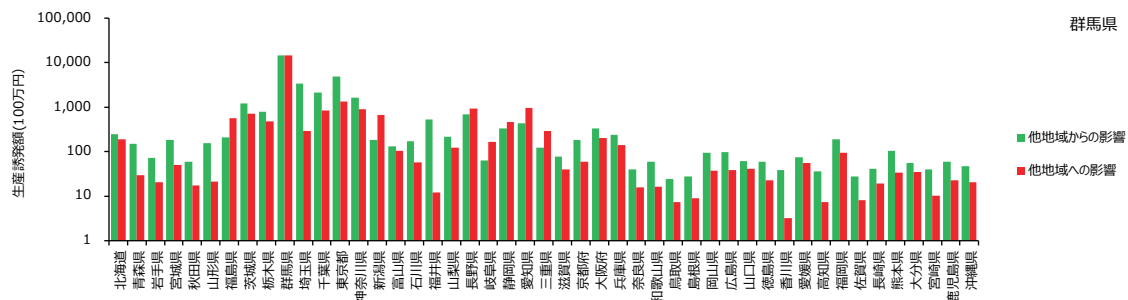


図 4.10.2 労働の需給ギャップの推移

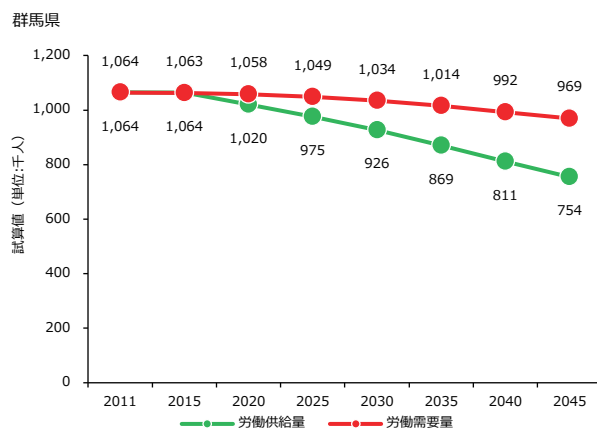


図 4.10.4 産業廃棄物排出量の推移

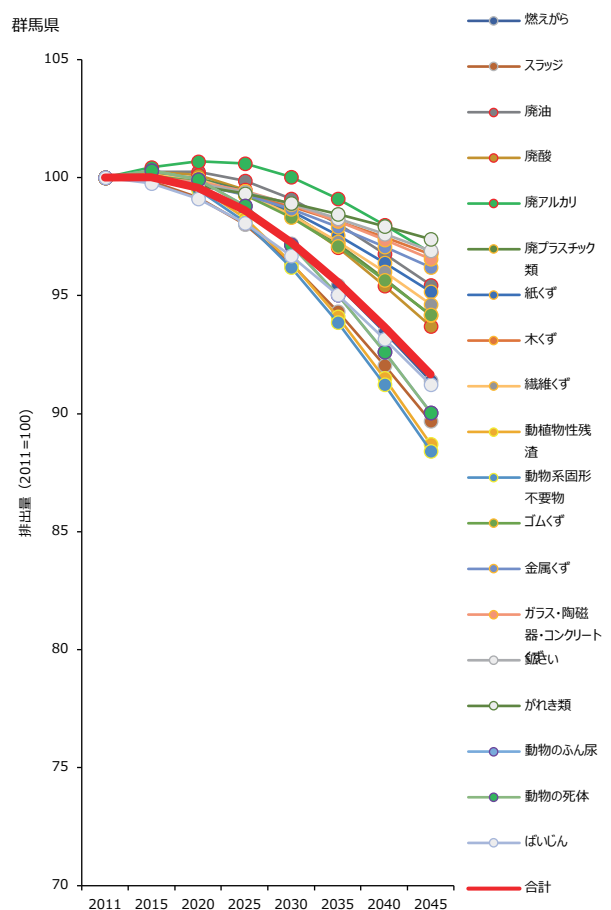
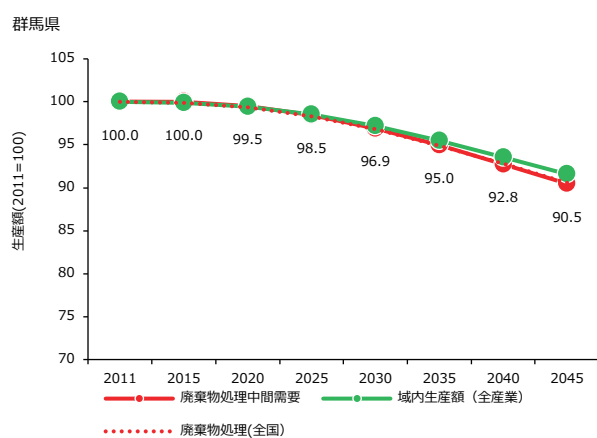


図 4.10.3 廃棄物処理業の生産水準の推移



他地域からの誘発効果は全国の中で最も高く関東圏からの最終需要が大きな影響を持つ。その結果、廃棄物処理需要もあまり大きくは減少しない。労働の需給ギャップ率は中位である。

4.11 埼玉県

表 4.11.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
埼玉県	0.325	0.546	A	0.222	0.666	A

図 4.11.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

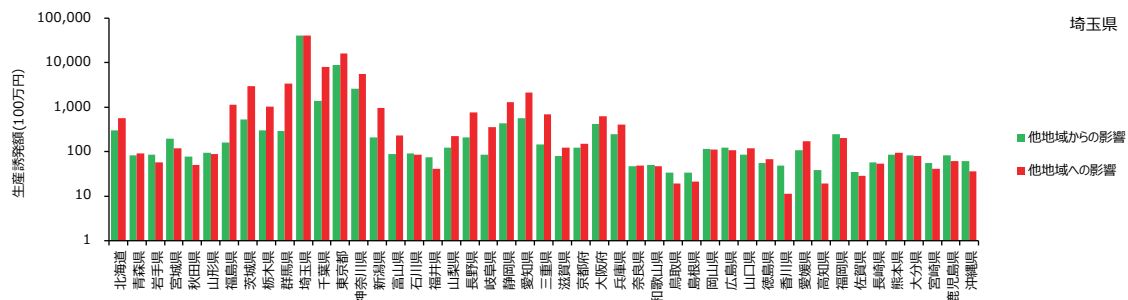


図 4.11.2 労働の需給ギャップの推移

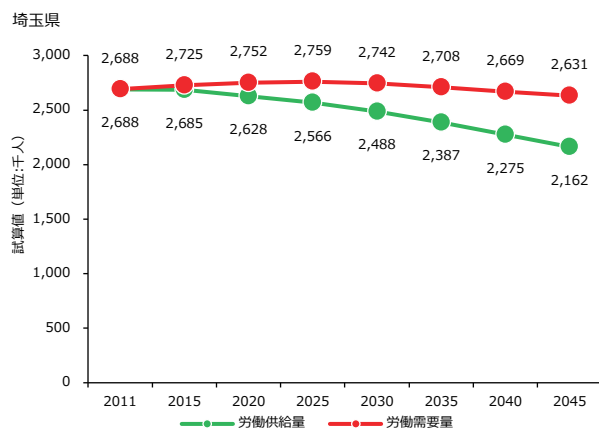


図 4.11.4 産業廃棄物排出量の推移

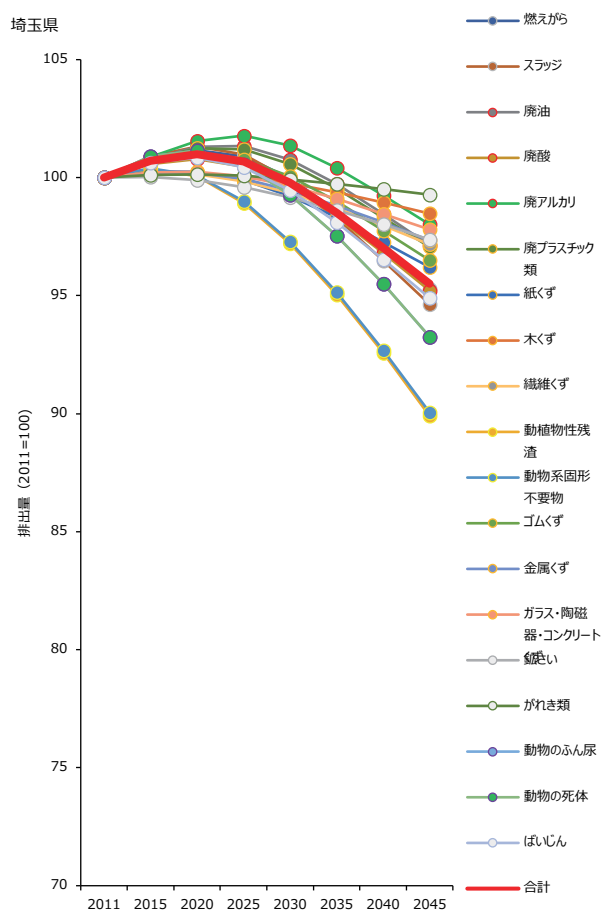
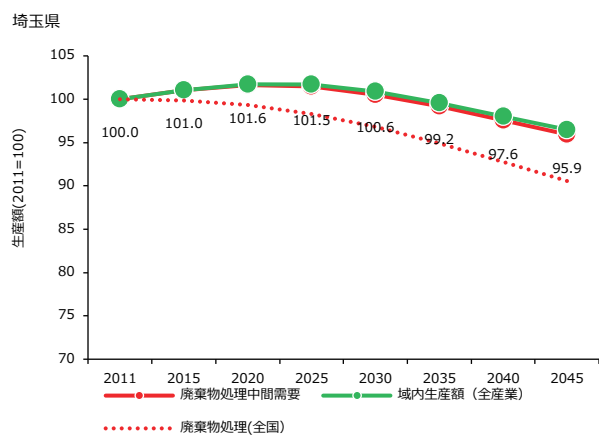


図 4.11.3 廃棄物処理業の生産水準の推移



他地域への波及効果が全国で二番目に大きい。労働の需給ギャップ率は比較的低い。廃棄物処理需要は 2030 年まで、廃アルカリの排出量は 2035 年まで基準時点を超過する。

4.12 千葉県

表 4.12.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
千葉県	0.564	0.448	A	0.236	0.690	B

図 4.12.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

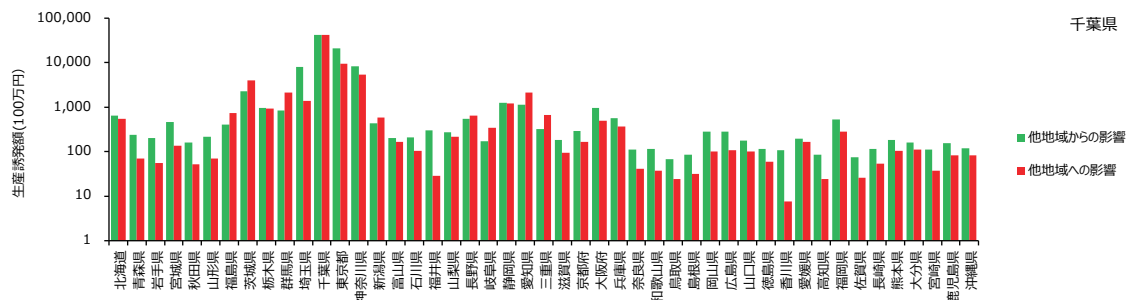


図 4.12.2 労働の需給ギャップの推移

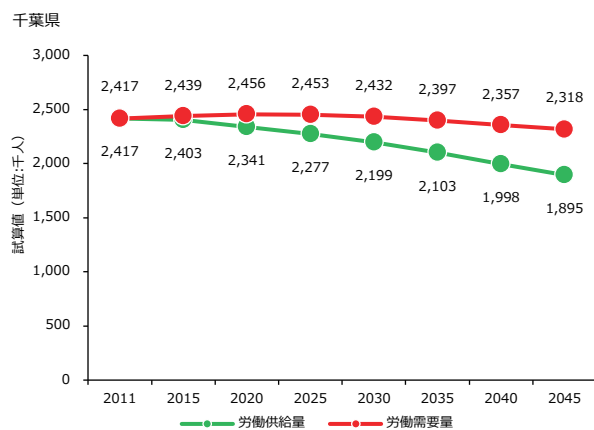


図 4.12.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

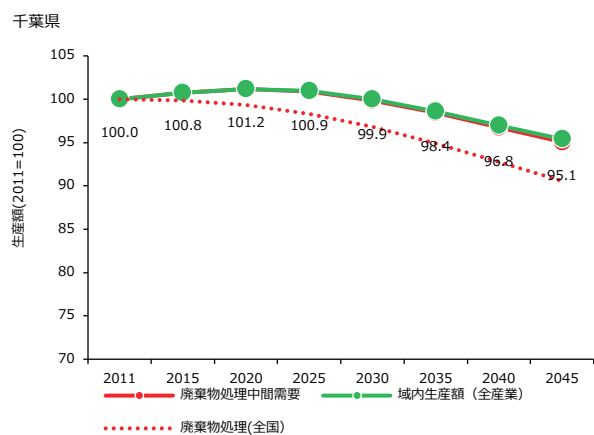
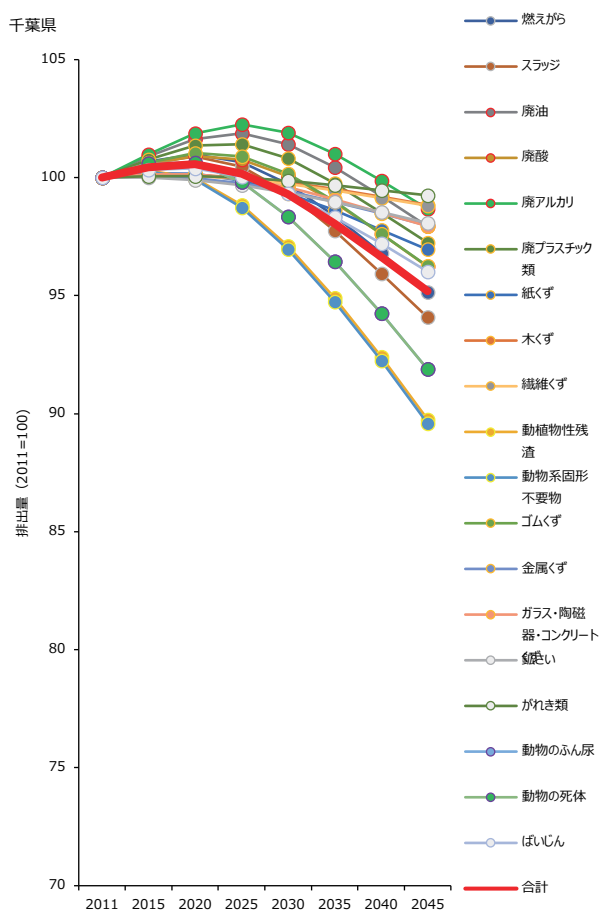


図 4.12.4 産業廃棄物排出量の推移



他地域からの誘発効果は全国で3番目に大きく、東京都や神奈川県の影響が大きい。廃棄物処理業への需要は全産業の需要とほぼ同じで、2025年までは基準時点を超える。

4.13 東京都

表 4.13.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
東京都	0.388	0.409	A	0.000	0.961	A

図 4.13.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

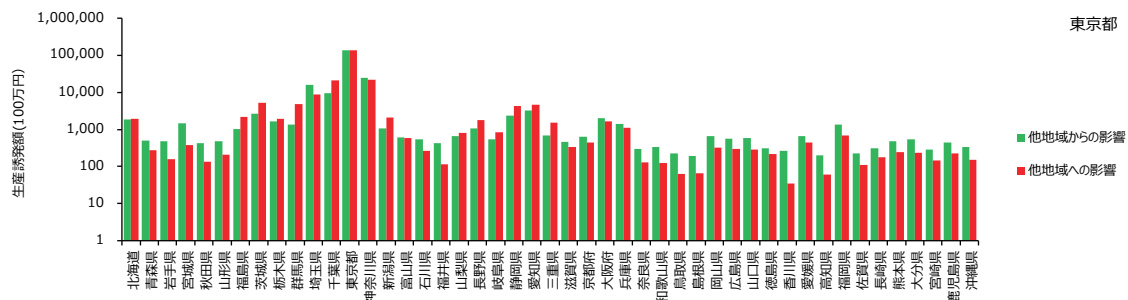


図 4.13.2 労働の需給ギャップの推移

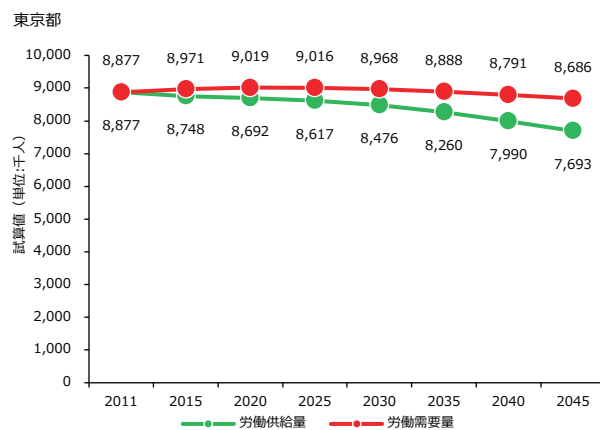


図 4.13.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

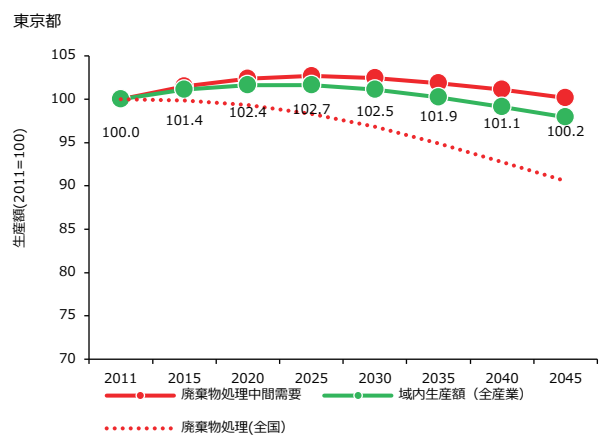
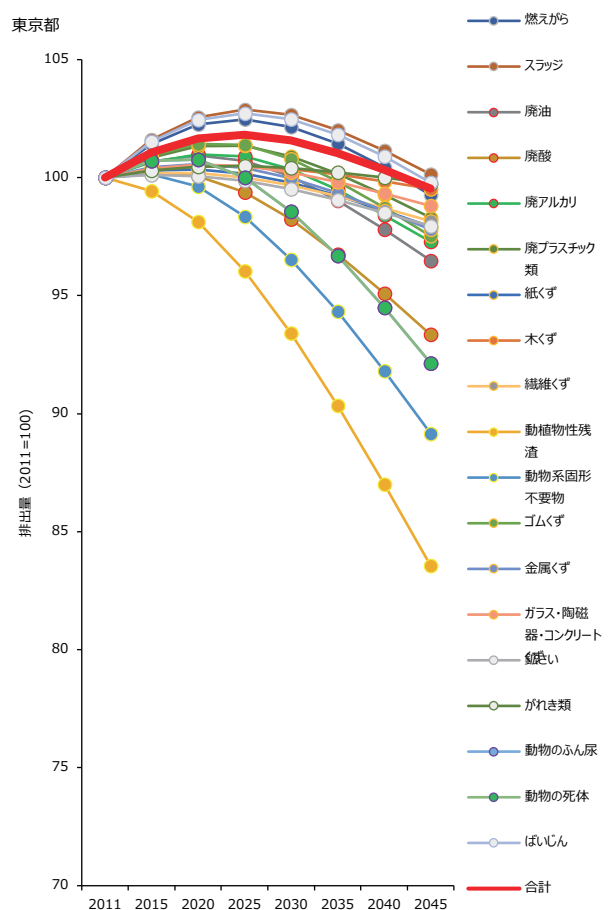


図 4.13.4 産業廃棄物排出量の推移



他地域との連関は双方向的である。労働需給ギャップ率は最小である。需要指標は全国で2番目に大きく、期間を通じて基準時点を超過する。ばいじんやスラッジ、燃え殻の排出量が多い。

4.14 神奈川県

表 4.14.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
神奈川県	0.407	0.445	A	0.195	0.742	A

図 4.14.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

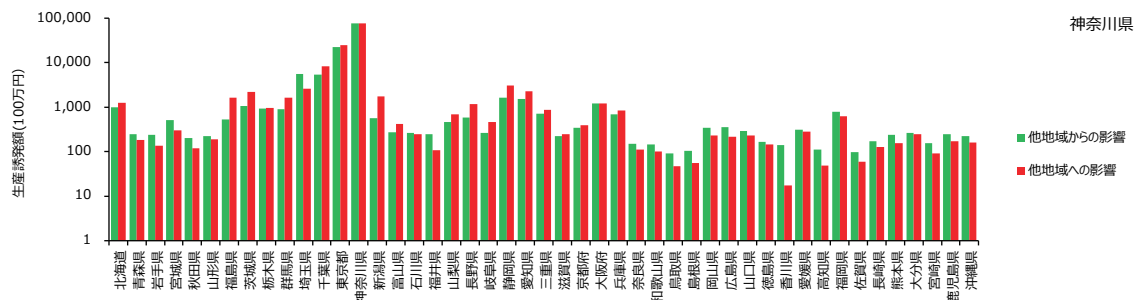


図 4.14.2 労働の需給ギャップの推移

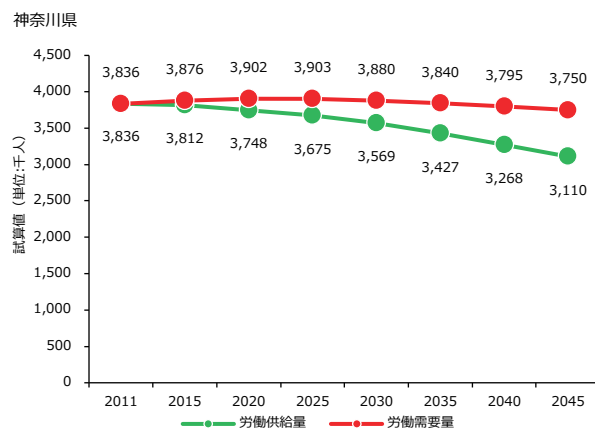


図 4.14.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

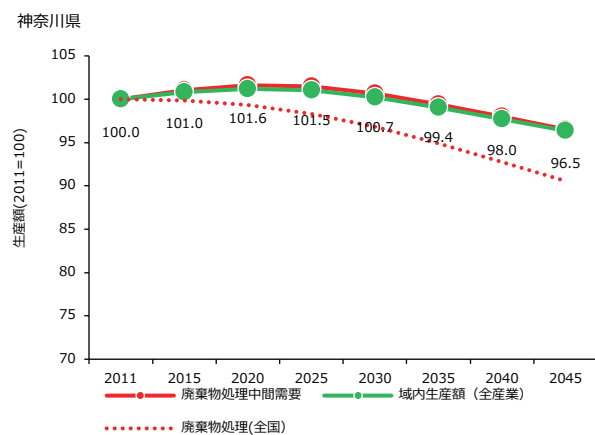
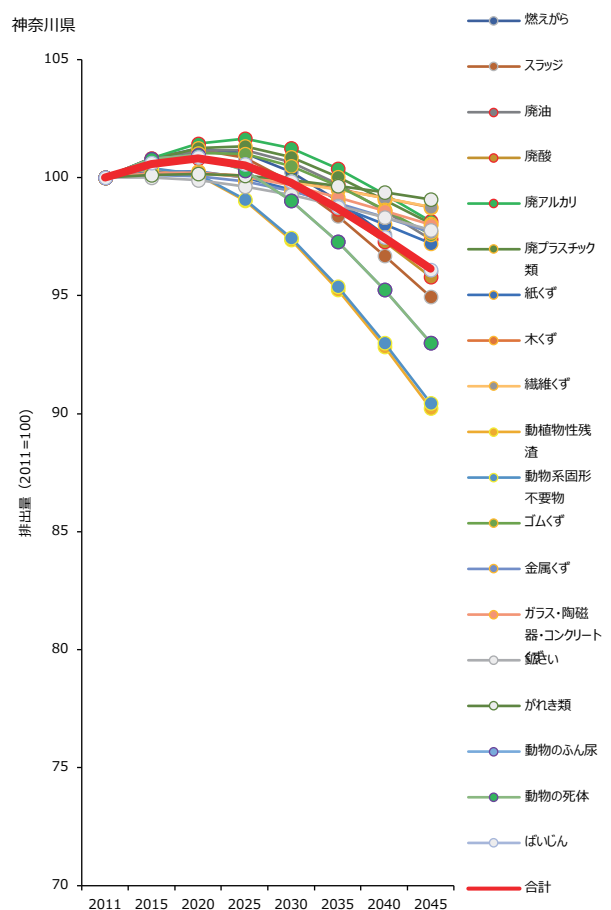


図 4.14.4 産業廃棄物排出量の推移



地域連関は双方向的である。労働需給ギャップ率は低く、廃棄物処理業需要比率は高い。廃棄物処理業の需要減少率は全産業平均よりもわずかに小さい。

4.15 新潟県

表 4.15.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
新潟県	0.454	0.199	B	0.498	0.413	C

図 4.15.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

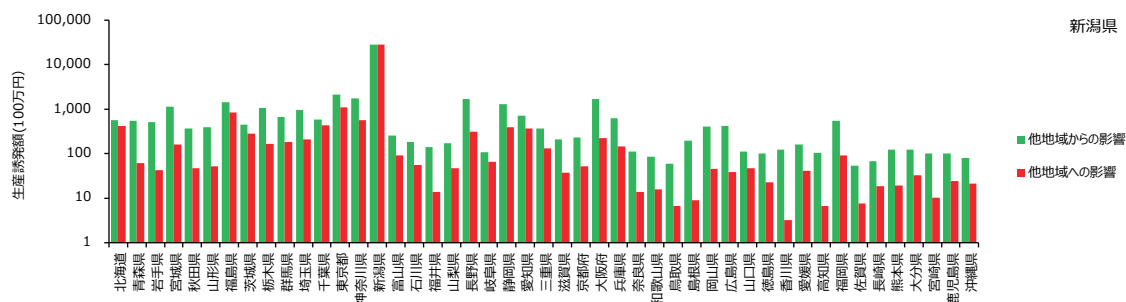


図 4.15.2 労働の需給ギャップの推移

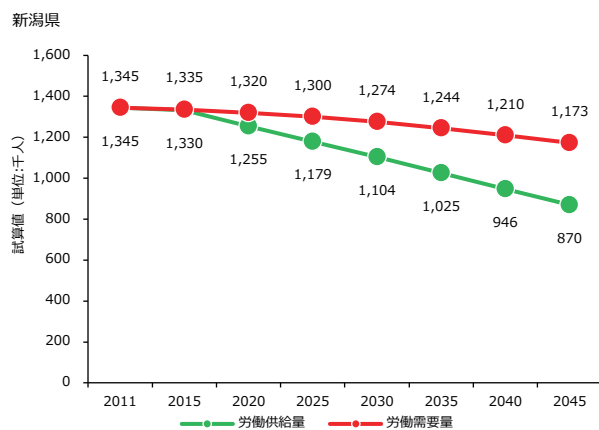


図 4.15.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

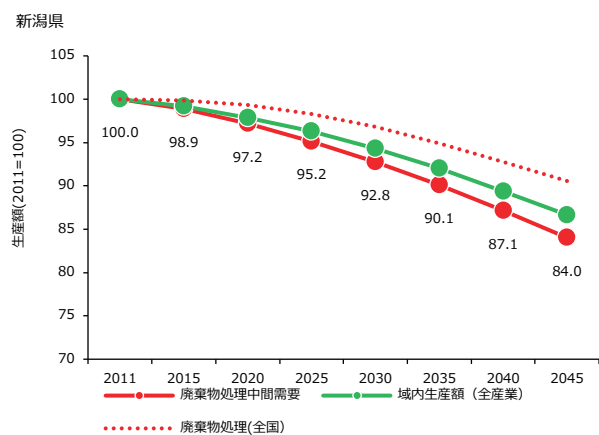
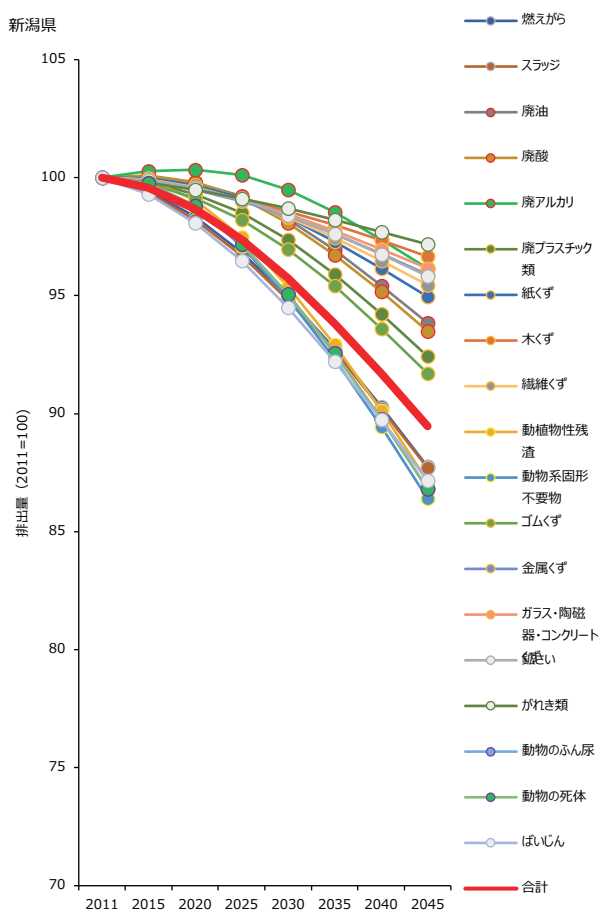


図 4.15.4 産業廃棄物排出量の推移



他地域からの誘発効果が大きく、波及効果は小さい。特に関東圏の最終需要によって誘発される需要が大きい。労働の需給ギャップ率は相対的に大きい。

4.16 富山県

表 4.16.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
富山県	0.223	0.207	C	0.447	0.281	B

図 4.16.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

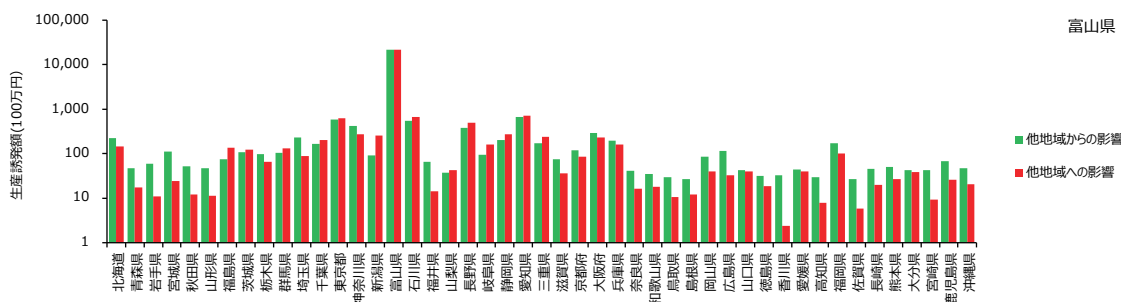


図 4.16.2 労働の需給ギャップの推移

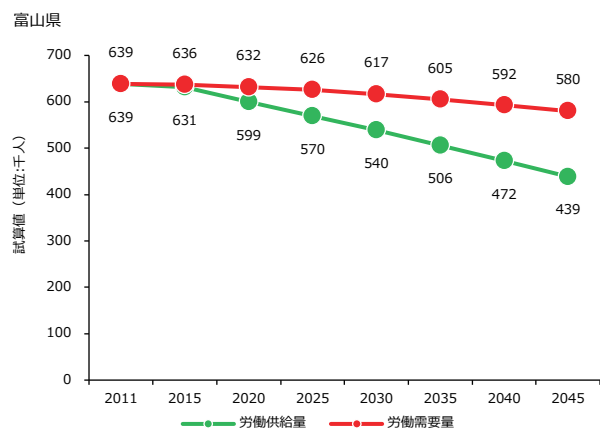


図 4.16.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

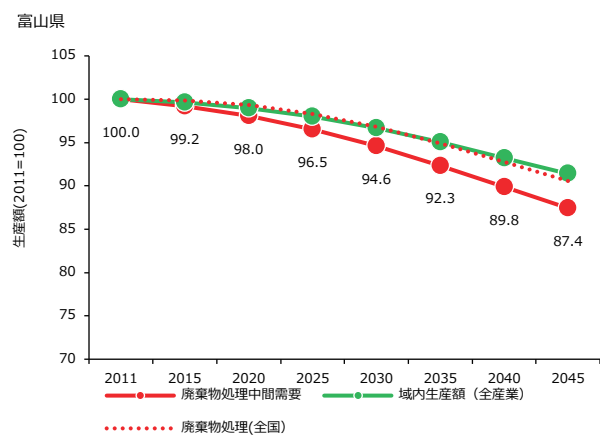
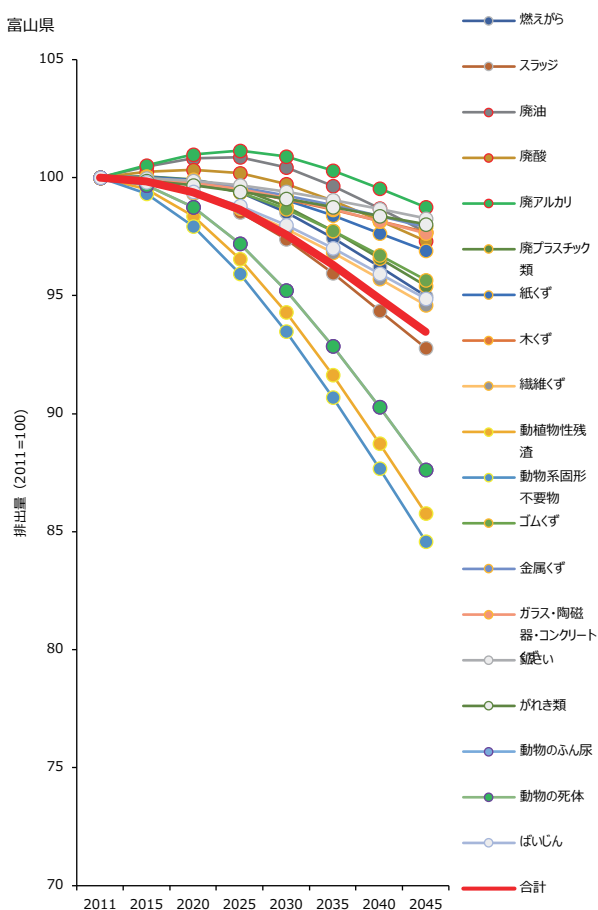


図 4.16.4 産業廃棄物排出量の推移



他地域への波及効果は小さい（全国で 44 番目）。労働需給指標はやや高く、廃棄物処理業需要指標はやや小さい。産業構造を反映して廃アルカリの排出量は 2030 年度まで基準時点を超える。

4.17 石川県

表 4.17.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
石川県	0.175	0.271	C	0.323	0.529	B

図 4.17.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

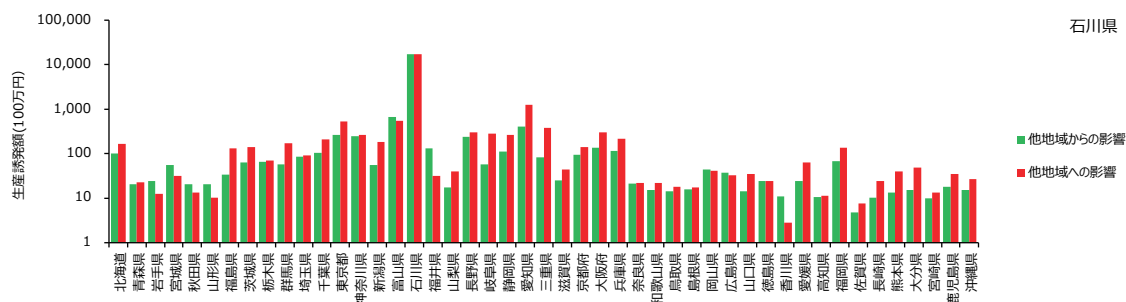


図 4.17.2 労働の需給ギャップの推移

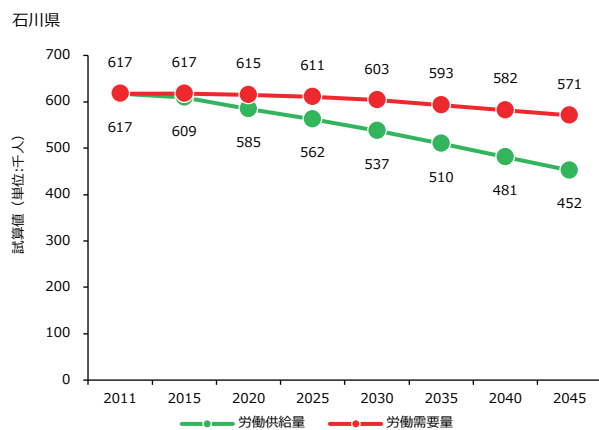


図 4.17.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

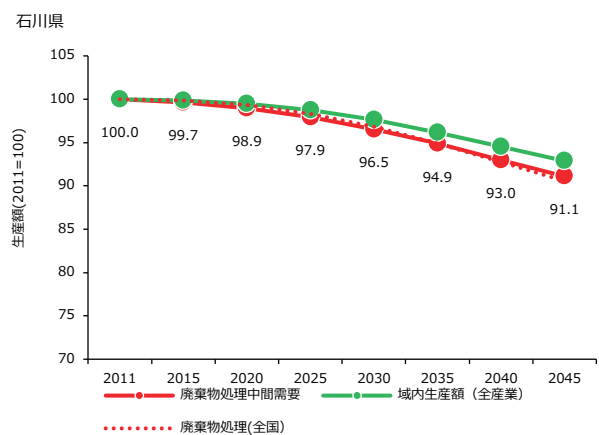
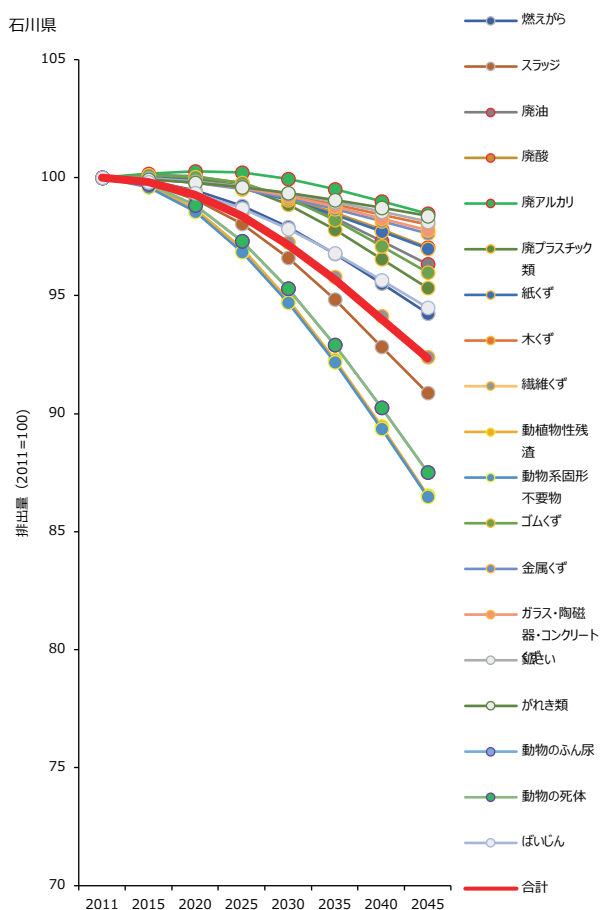


図 4.17.4 産業廃棄物排出量の推移



地域連関お程度はどちらもやや小さい。労働の需給ギャップ率もやや小さいが廃棄物処理業需要比率はやや大きい。

4.18 福井県

表 4.18.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
福井県	0.058	0.529	D	0.354	1.000	B

図 4.18.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

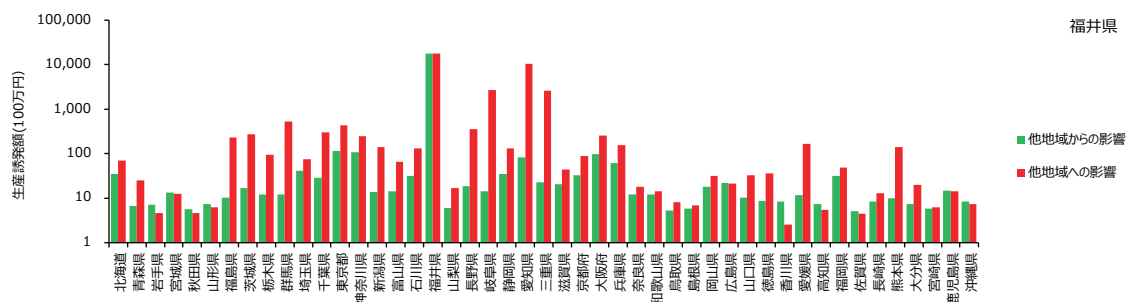


図 4.18.2 労働の需給ギャップの推移

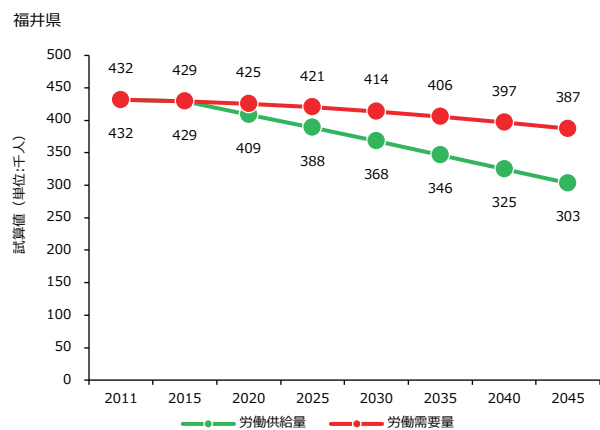


図 4.18.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

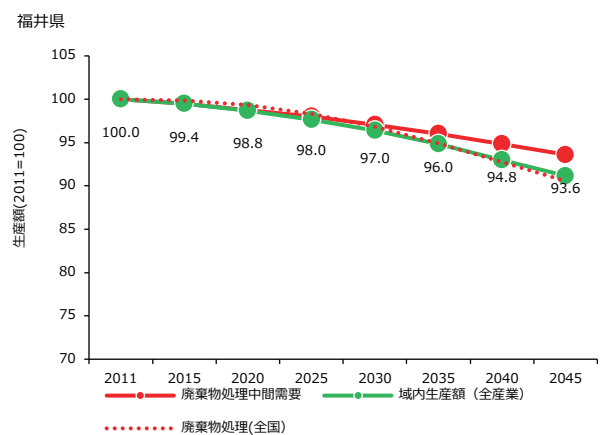
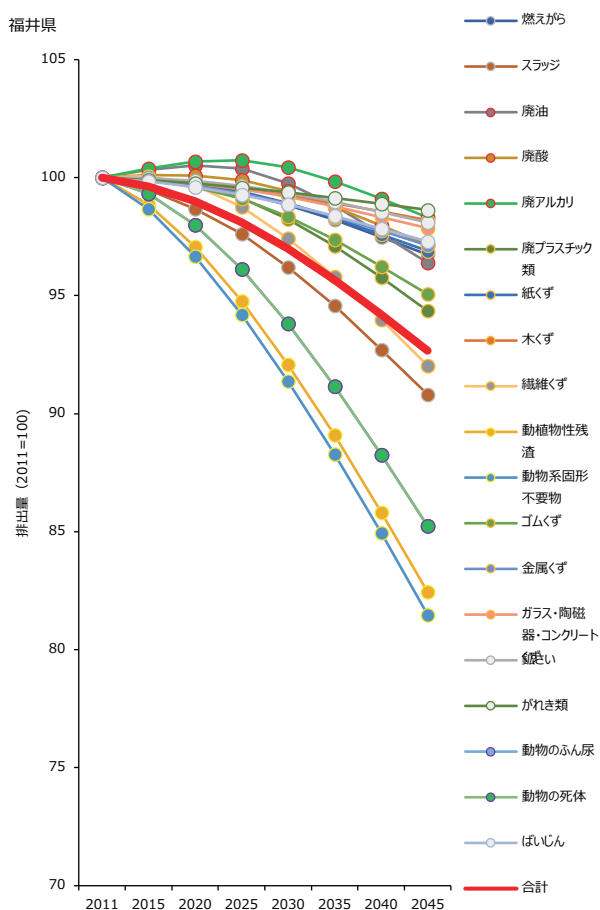


図 4.18.4 産業廃棄物排出量の推移



他地域からの誘発効果は全国最小である一方、中京圏を中心とした波及効果は大きい。廃棄物処理業需要指標は全国で最も高く、期間を通じて廃棄物処理業の構成比が高まる。

4.19 山梨県

表 4.19.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
山梨県	0.345	0.346	A	0.643	0.191	C

図 4.19.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

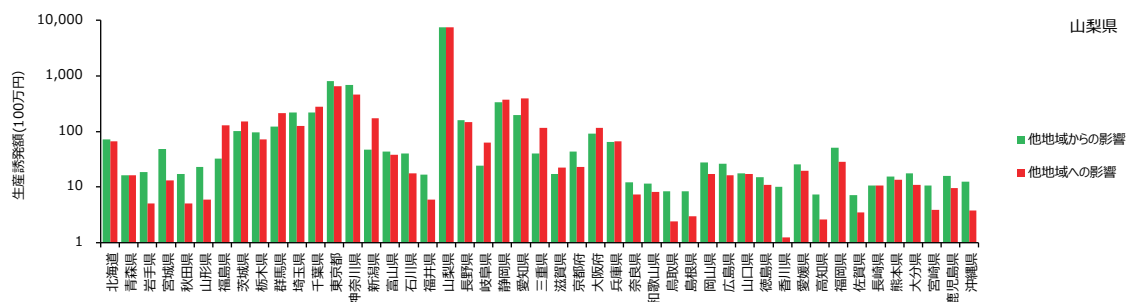


図 4.19.2 労働の需給ギャップの推移

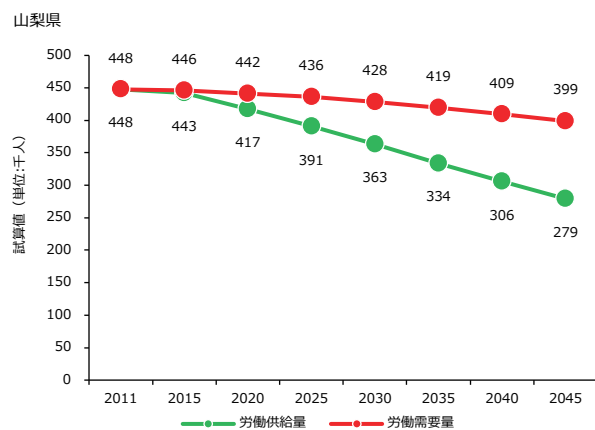


図 4.19.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

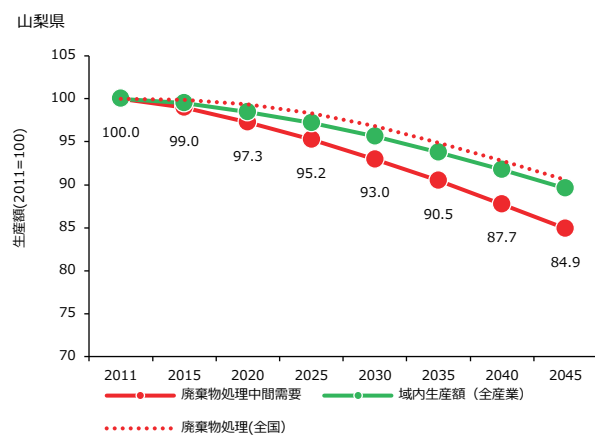
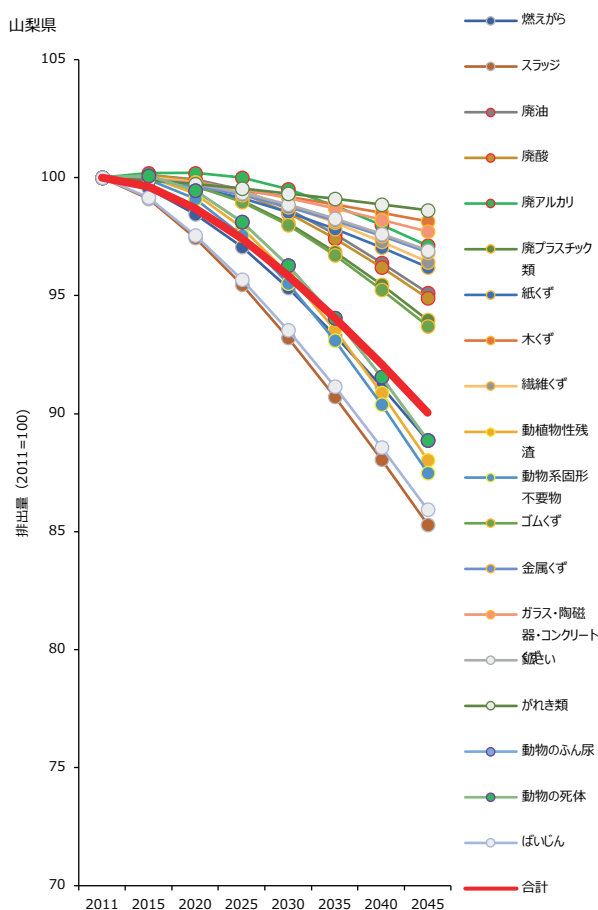


図 4.19.4 産業廃棄物排出量の推移



地域連関の大きさはどちらもやや大きく、関東圏や中部圏と双方向的な関係が観察される。労働需給指標は高く全国4番目の水準である。需要指標は低く全国で43番目の水準である。

4.20 長野県

表 4.20.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
長野県	0.358	0.321	A	0.396	0.337	C

図 4.20.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

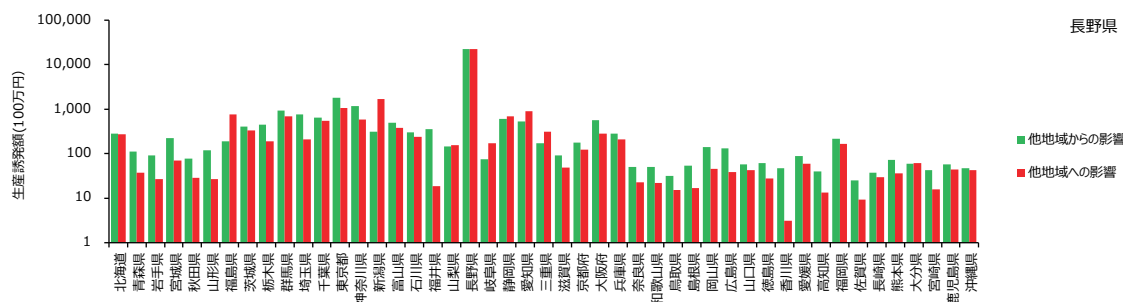


図 4.20.2 労働の需給ギャップの推移

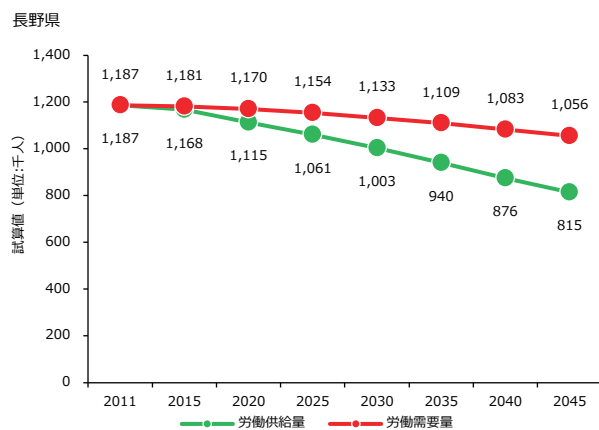


図 4.20.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

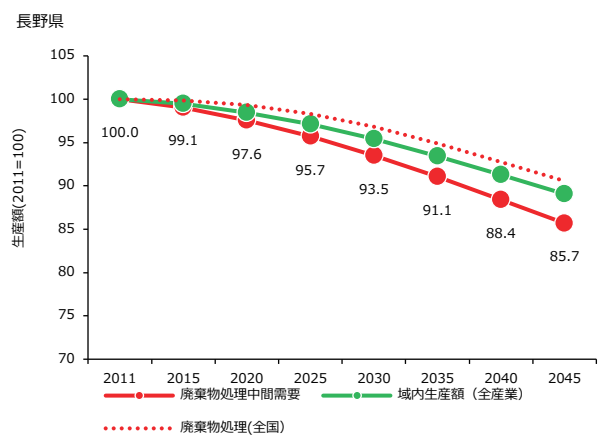
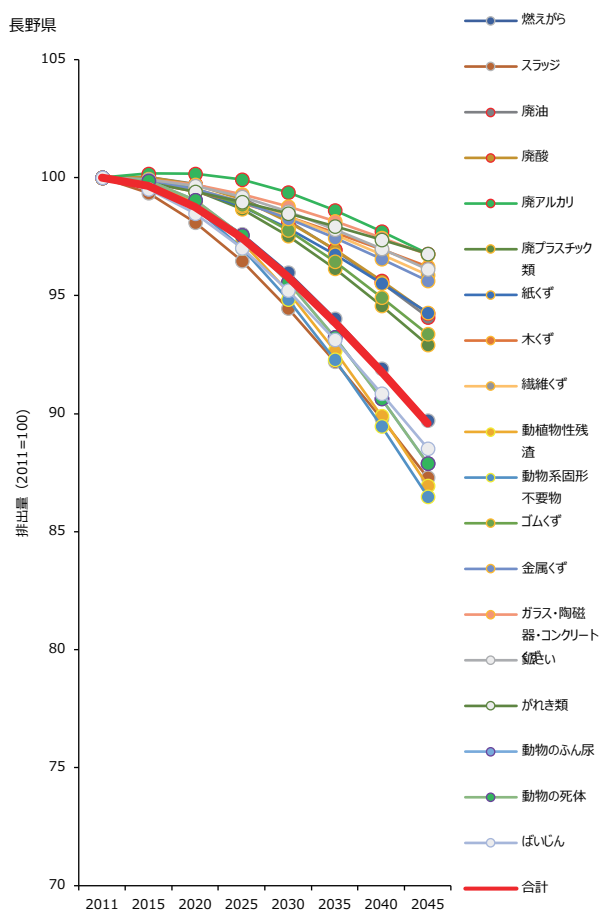


図 4.20.4 産業廃棄物排出量の推移



誘発効果、波及効果の双方とも中央値よりも大きく双方向的な連関を持つ。労働需給指標は中位であり廃棄物処理業需要指標はやや低い水準にある。

4.21 岐阜県

表 4.21.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
岐阜県	0.413	0.219	B	0.403	0.374	B

図 4.21.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

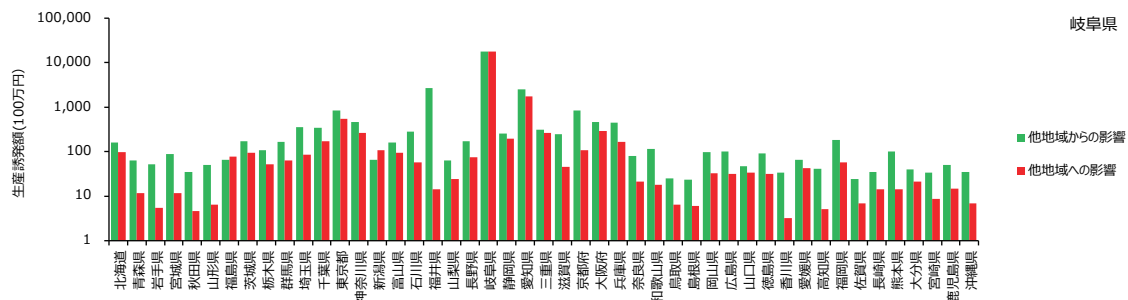


図 4.21.2 労働の需給ギャップの推移

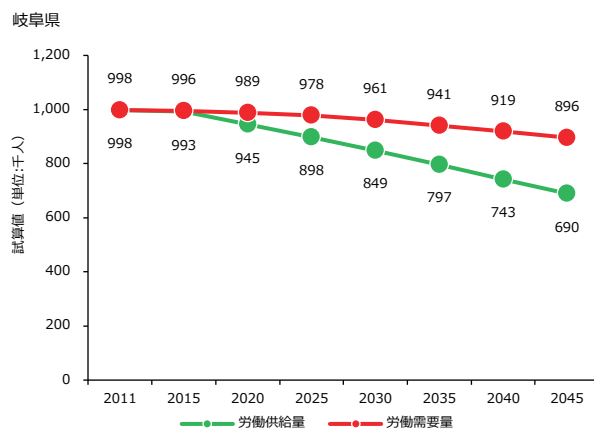


図 4.21.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

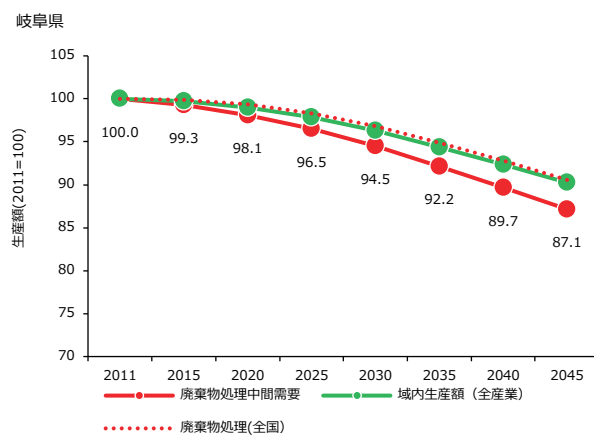
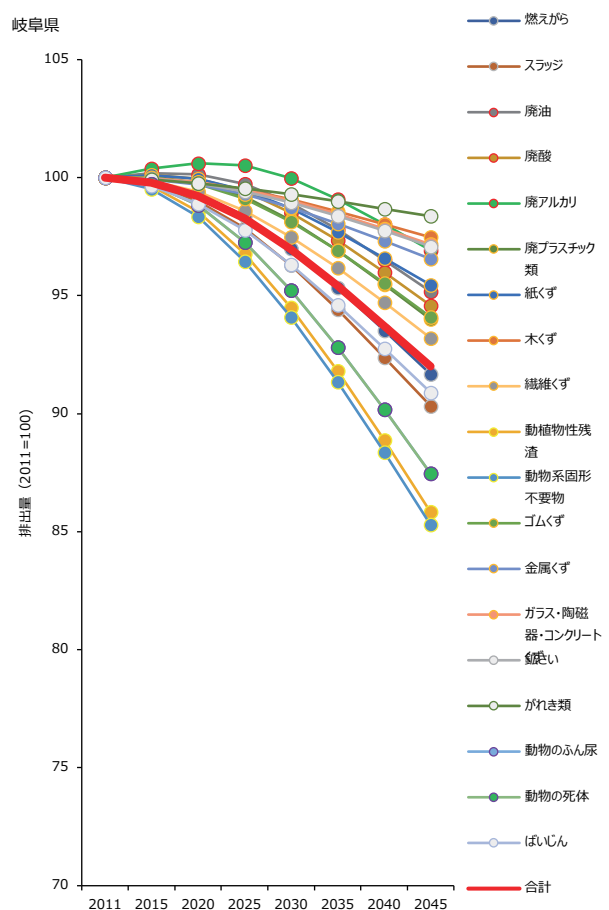


図 4.21.4 産業廃棄物排出量の推移



他地域からの誘発効果が大きく、他地域への波及効果は小さい。特に福井県や愛知県の最終需要からの影響が大きい。労働需給指標、廃棄物処理業需要指標共に中位である。

4.22 静岡県

表 4.22.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
静岡県	0.386	0.307	B	0.428	0.379	A

図 4.22.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

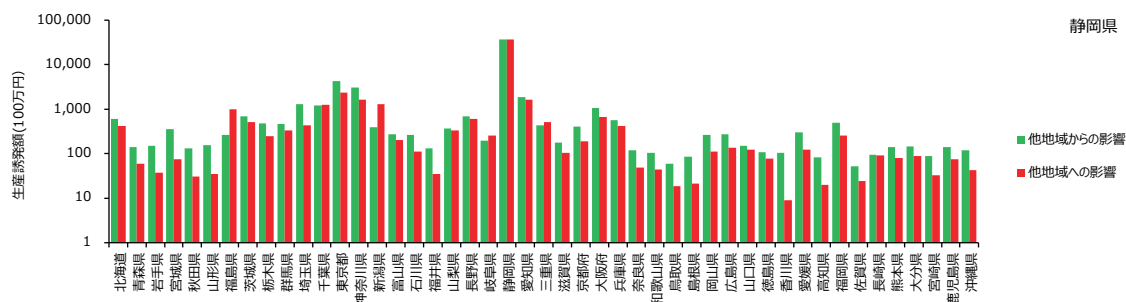


図 4.22.2 労働の需給ギャップの推移

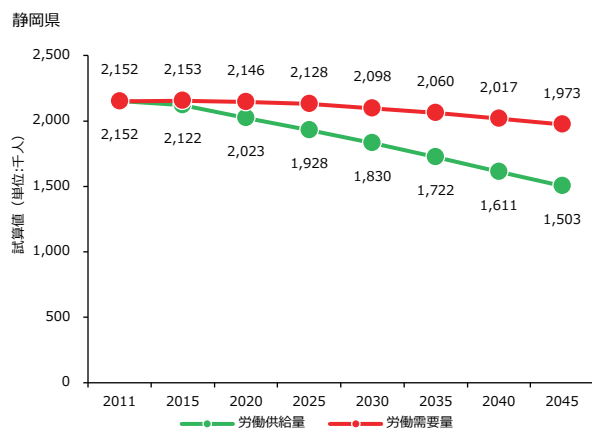


図 4.22.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

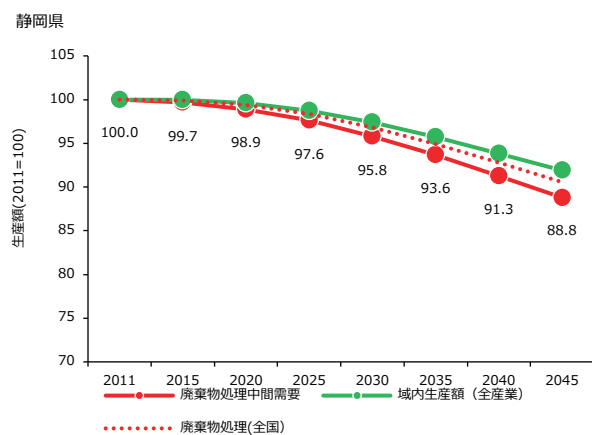
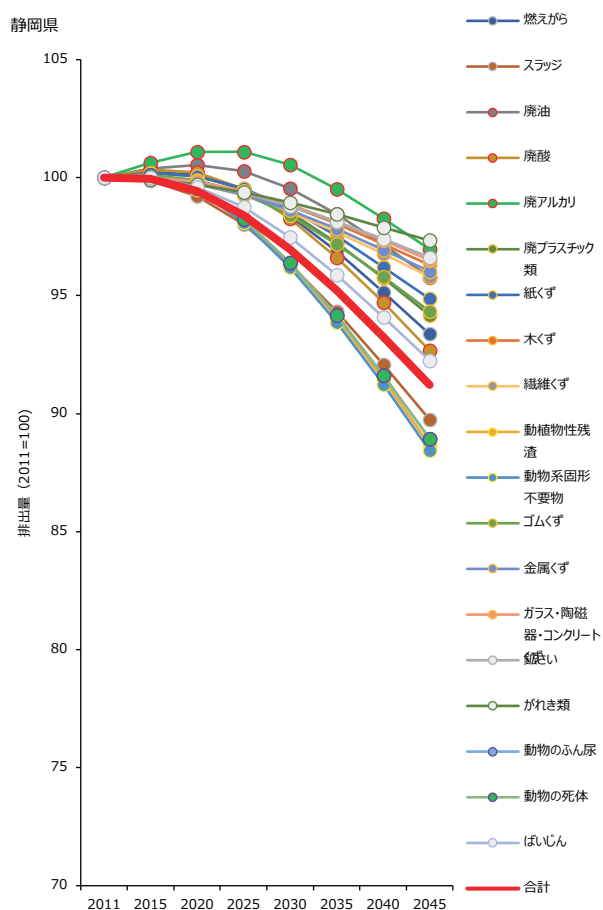


図 4.22.4 産業廃棄物排出量の推移



東京都や神奈川県といった他地域からの誘発効果が相対的に大きい。労働の需給指標と廃棄物処理業需要指標は共に中位である。廃アルカリの排出量は 2030 年度まで基準年度を超過する。

4.23 愛知県

表 4.23.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
愛知県	0.386	0.231	B	0.096	0.591	B

図 4.23.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

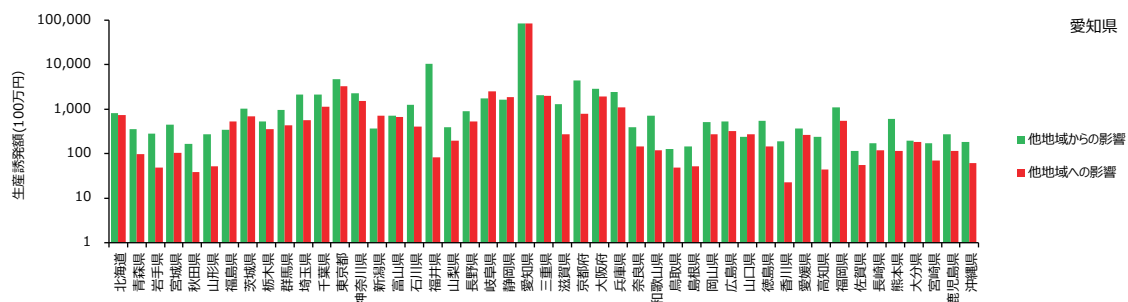


図 4.23.2 労働の需給ギャップの推移

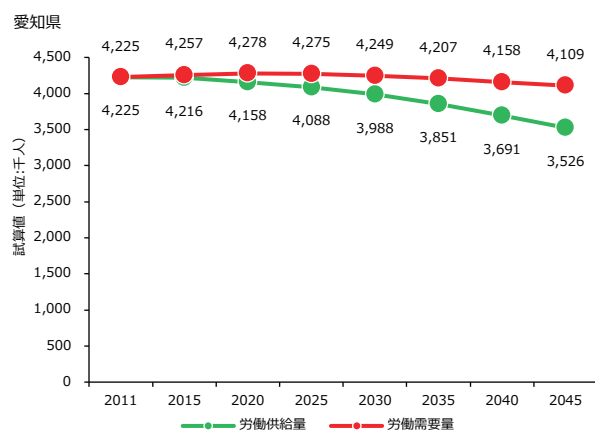


図 4.23.4 産業廃棄物排出量の推移

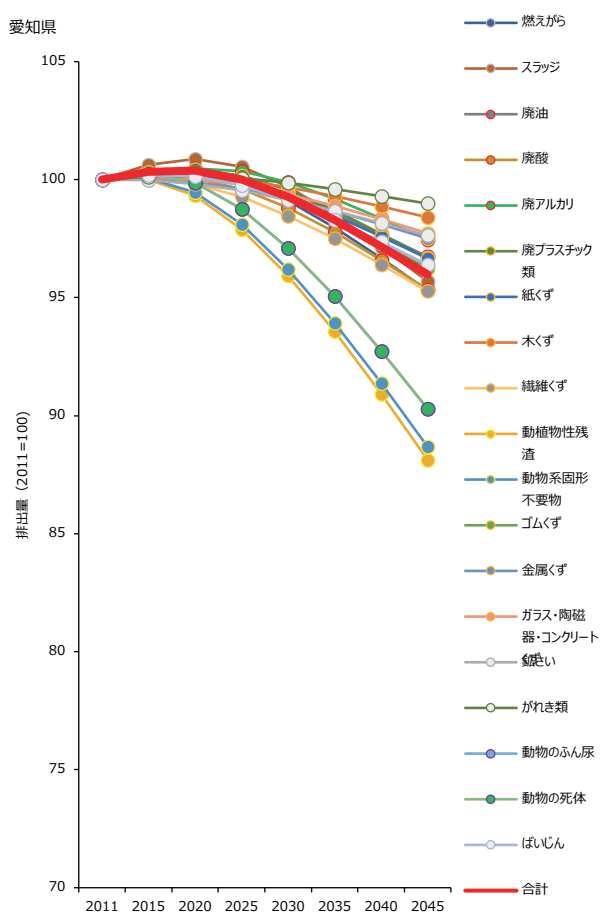
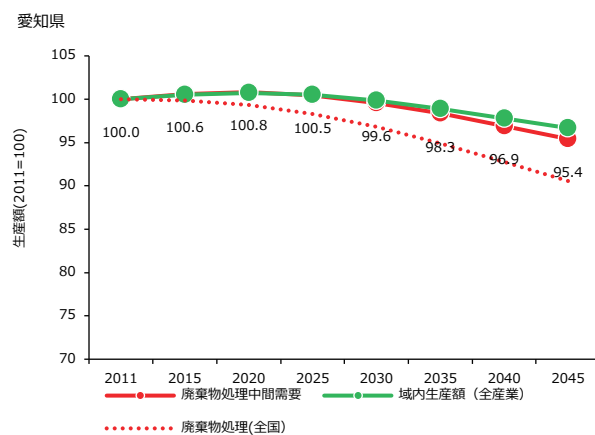


図 4.23.3 廃棄物処理業の生産水準の推移



他地域からの誘発効果が相対的に大きい。労働需給指標は低く全国で見て 45 番目である。一方、廃棄物処理業需要指標は相対的に高い（全国 9 番目）。

4.24 三重県

表 4.23.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
三重県	0.572	0.352	A	0.445	0.310	B

図 4.24.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

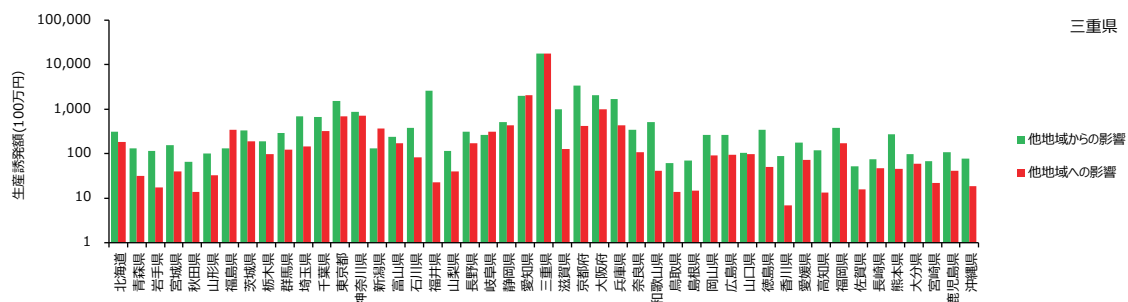


図 4.24.2 労働の需給ギャップの推移

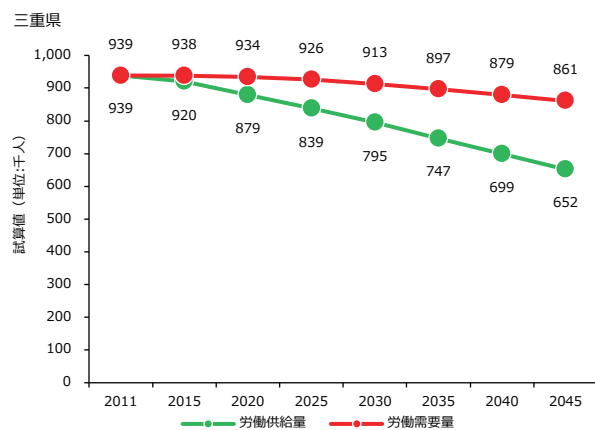


図 4.24.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

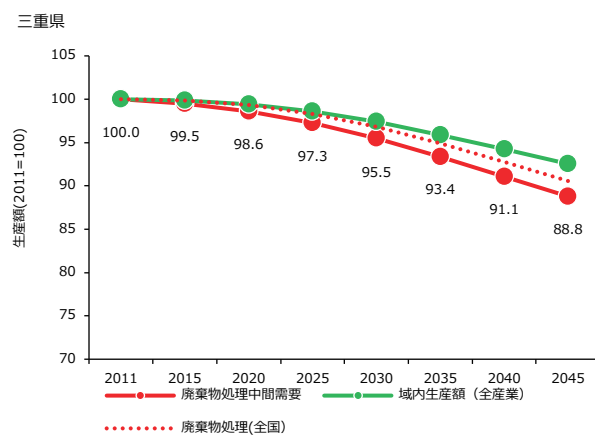
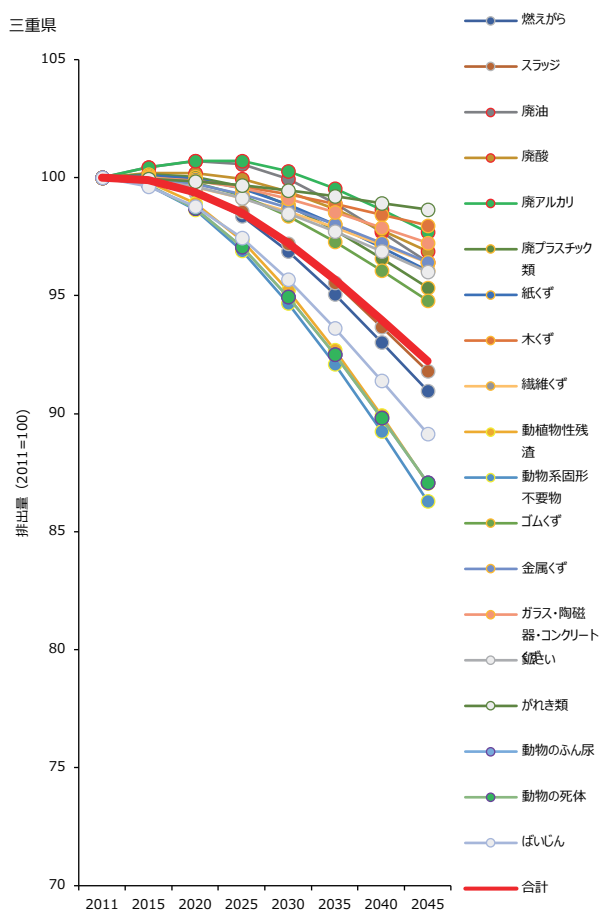


図 4.24.4 産業廃棄物排出量の推移



他地域からの誘発効果の水準は全国で2番目に高い。また、他地域への波及効果の水準もやや高い。廃棄物処理業需要比率が全国的に見て低い。

4.25 滋賀県

表 4.25.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
滋賀県	0.321	0.471	A	0.183	0.589	A

図 4.25.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

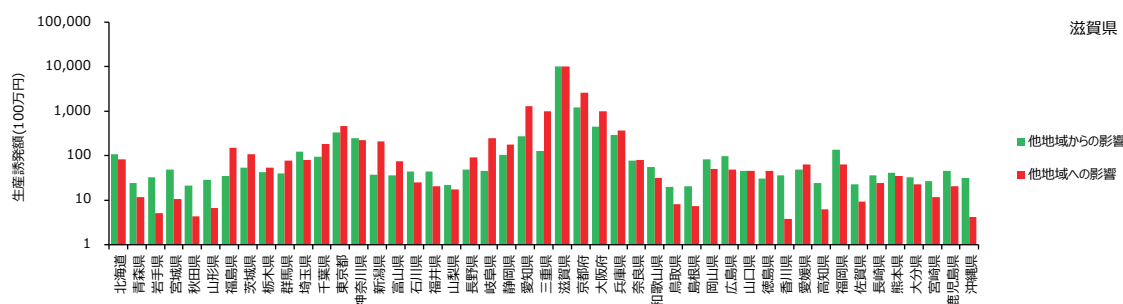


図 4.25.2 労働の需給ギャップの推移

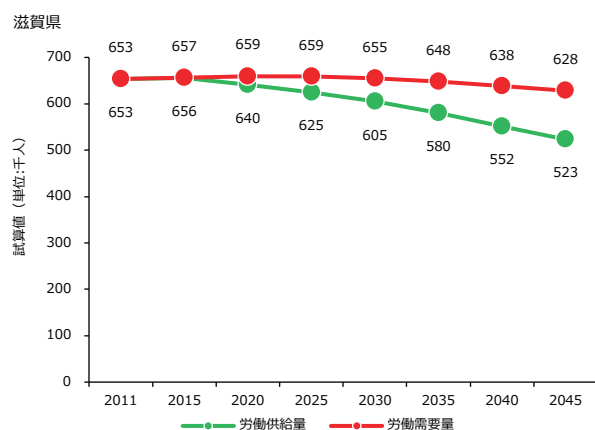


図 4.25.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

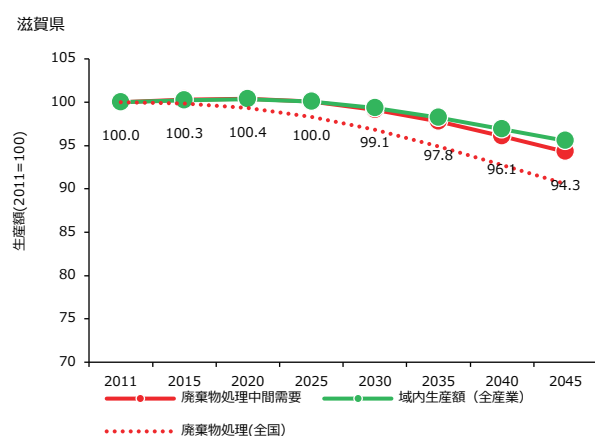
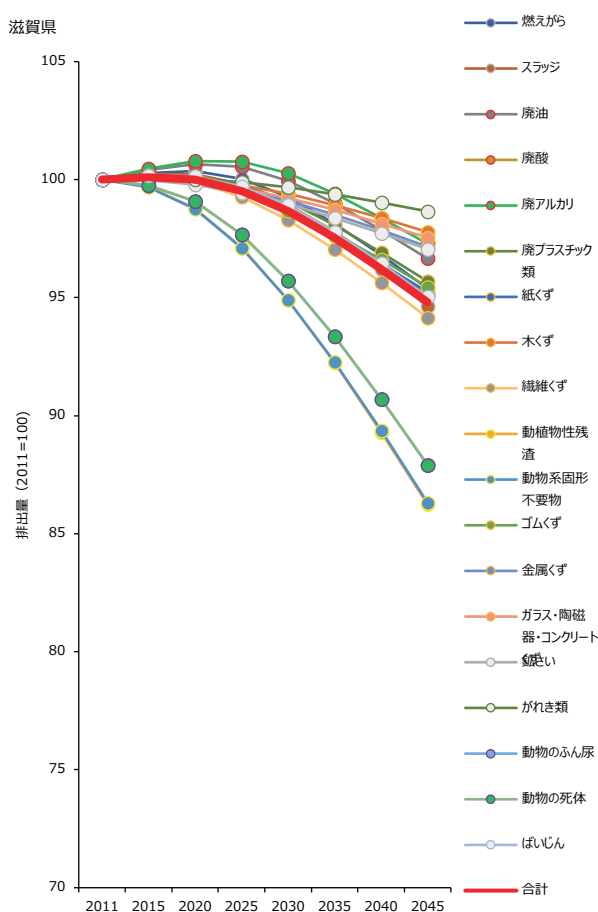


図 4.25.4 産業廃棄物排出量の推移



他地域への波及効果は高く（全国 5 番目）、他地域からの誘発効果は中位に位置する。労働需給指標は低位であり、需給ギャップ率は相対的に軽微である。

4.26 京都府

表 4.26.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
京都府	0.424	0.537	A	0.299	0.550	A

図 4.26.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

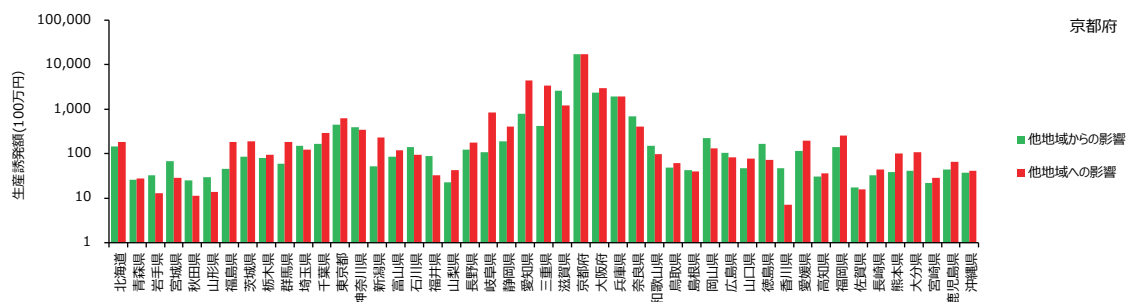


図 4.26.2 労働の需給ギャップの推移

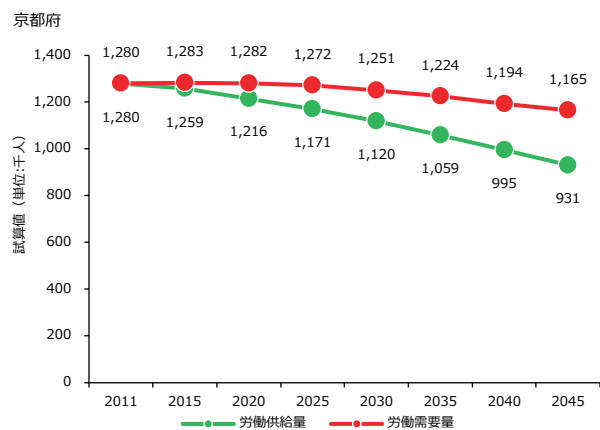


図 4.26.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

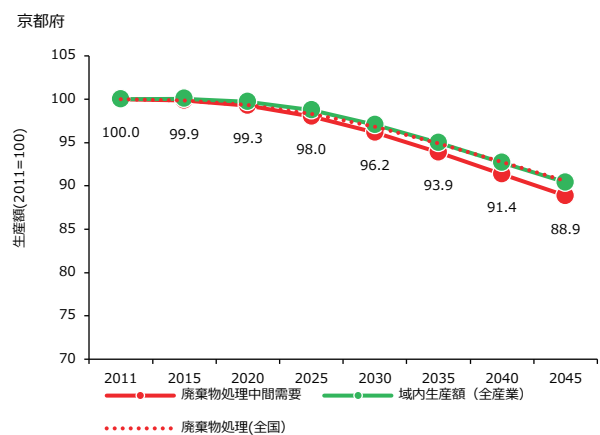
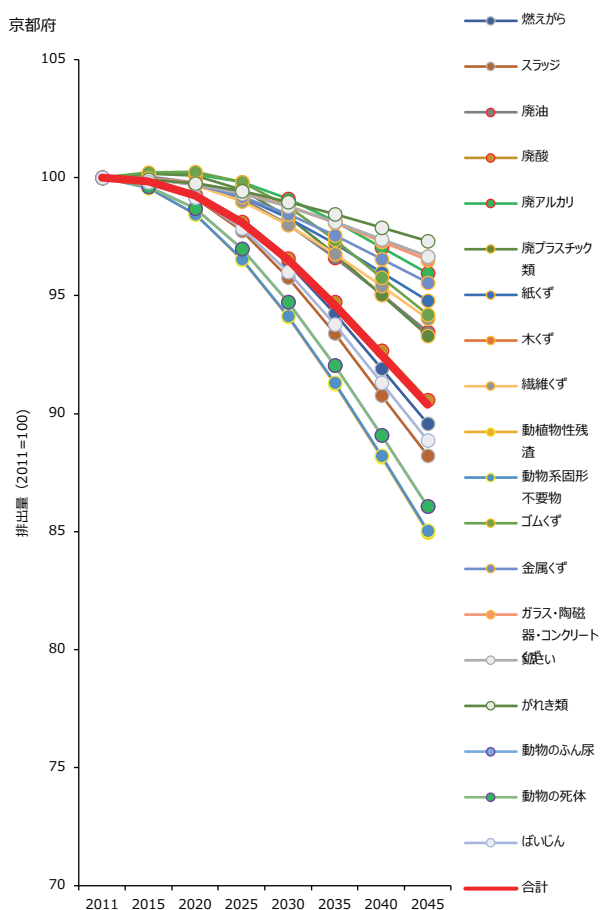


図 4.26.4 産業廃棄物排出量の推移



他地域からの誘発効果、他地域への波及効果の双方とも大きく、誘発効果では中京圏と近畿圏、波及効果では近畿圏との連関が強い。労働需給指標は相対的に低位である。

4.27 大阪府

表 4.27.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
大阪府	0.280	0.270	B	0.321	0.525	A

図 4.27.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

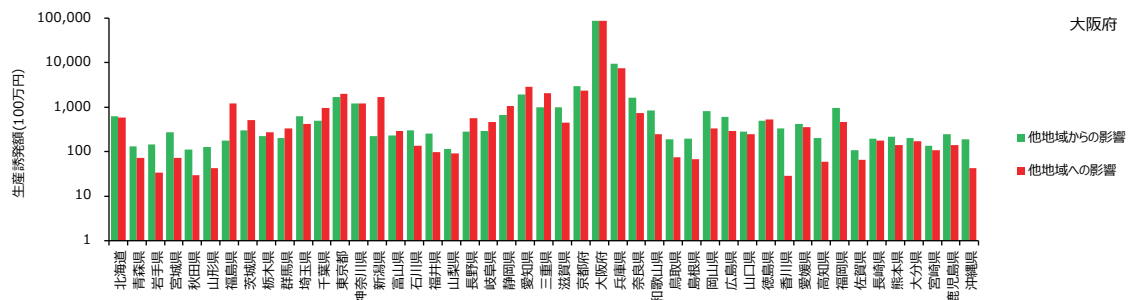


図 4.27.2 労働の需給ギャップの推移

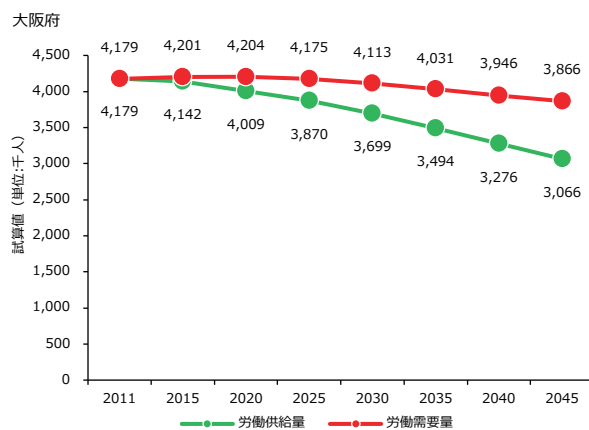


図 4.27.4 産業廃棄物排出量の推移

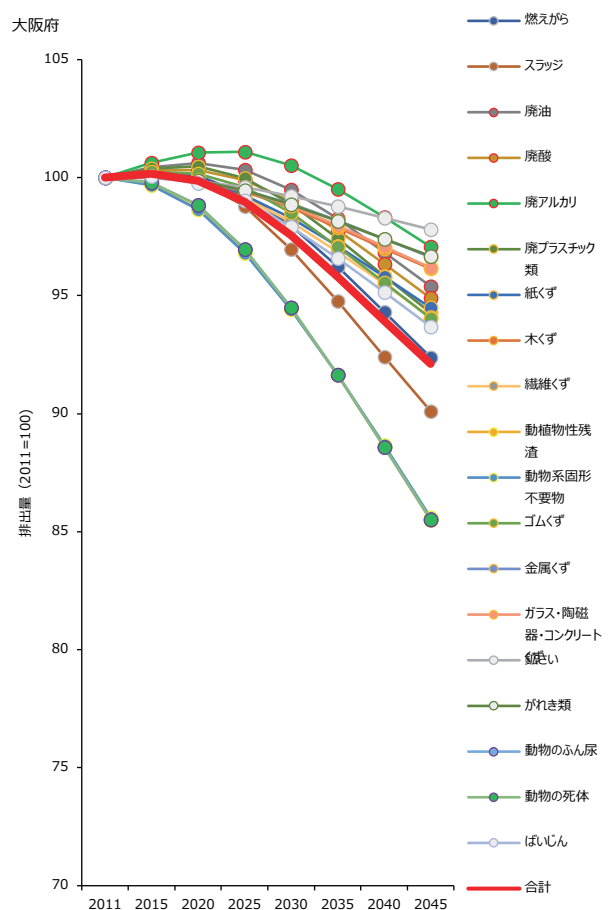
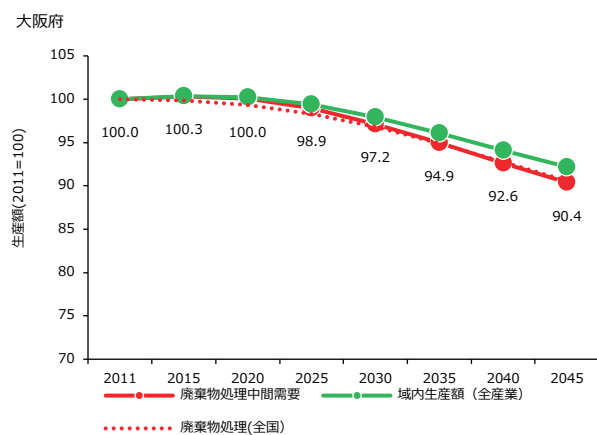


図 4.27.3 廃棄物処理業の生産水準の推移



他地域からの誘発効果は中位、他地域への波及効果は相対的に低位である。労働需給ギャップはやや低く、廃棄物処理業需給指標はやや高い。

4.28 兵庫県

表 4.28.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
兵庫県	0.338	0.378	A	0.388	0.371	B

図 4.28.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

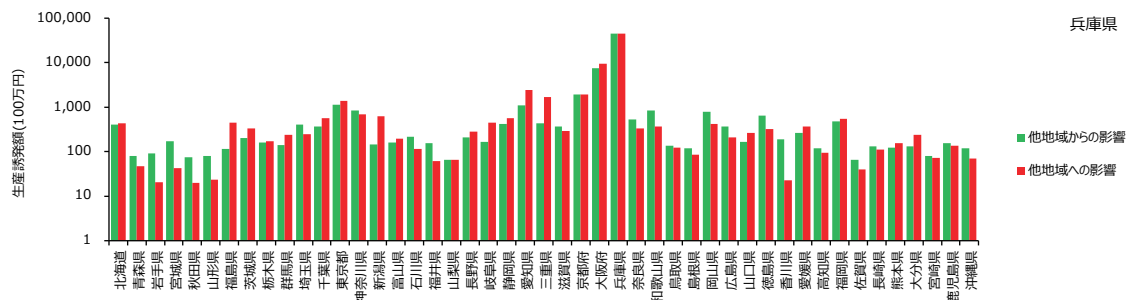


図 4.28.2 労働の需給ギャップの推移

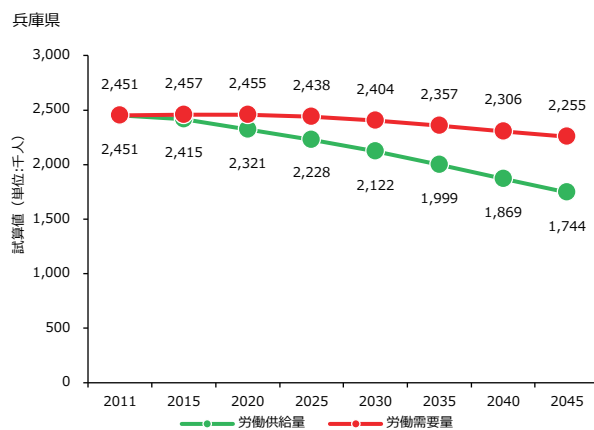


図 4.28.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

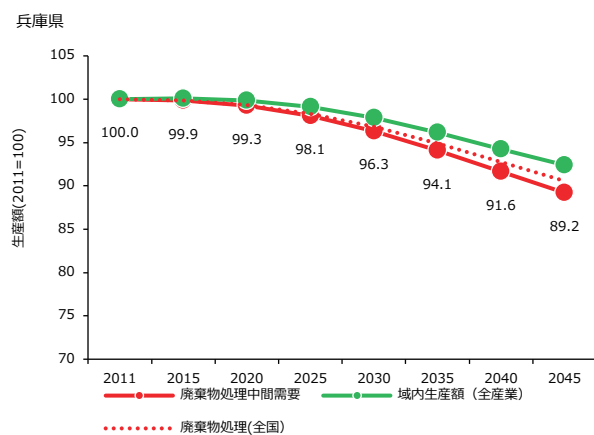
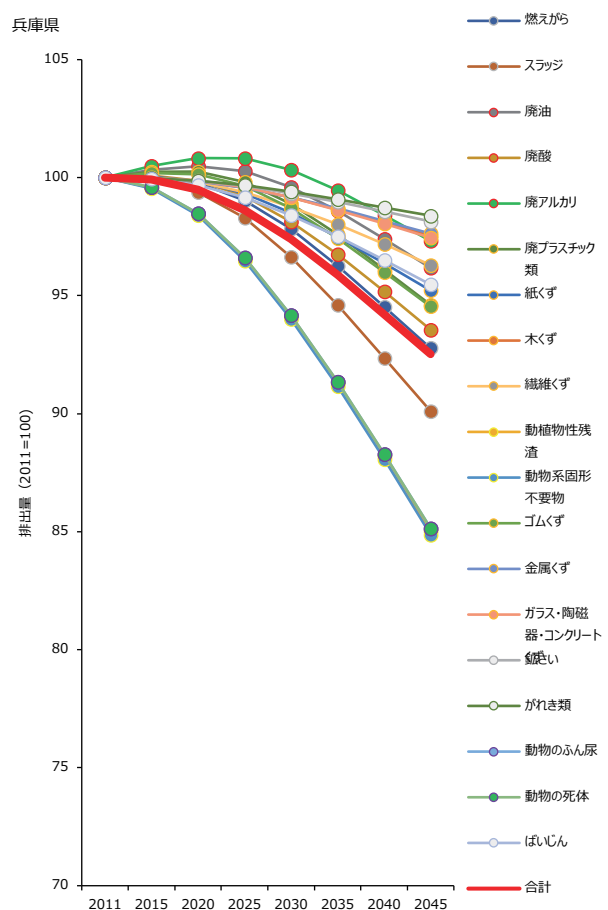


図 4.28.4 産業廃棄物排出量の推移



地域連関を表す指標は双方ともやや大きく、大阪府を中心とした双方向的な関係がある。労働の需給ギャップは中位付近に位置する。

4.29 奈良県

表 4.29.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域関連の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
奈良県	0.244	0.379	D	0.507	0.233	A

図 4.29.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

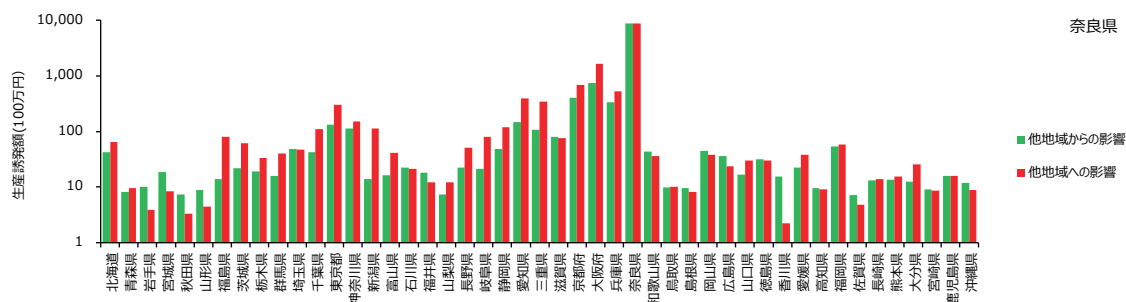


図 4.29.2 労働の需給ギャップの推移

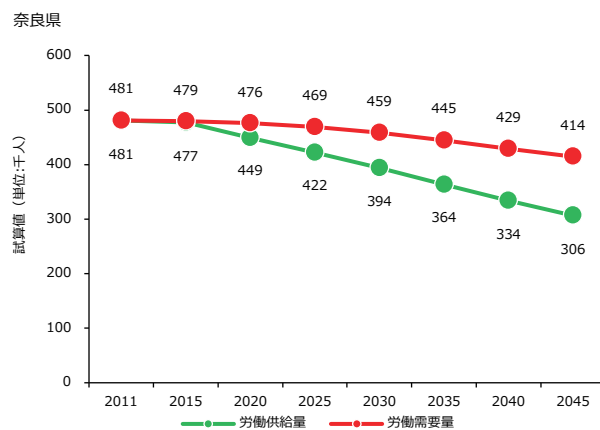


図 4.29.4 産業廃棄物排出量の推移

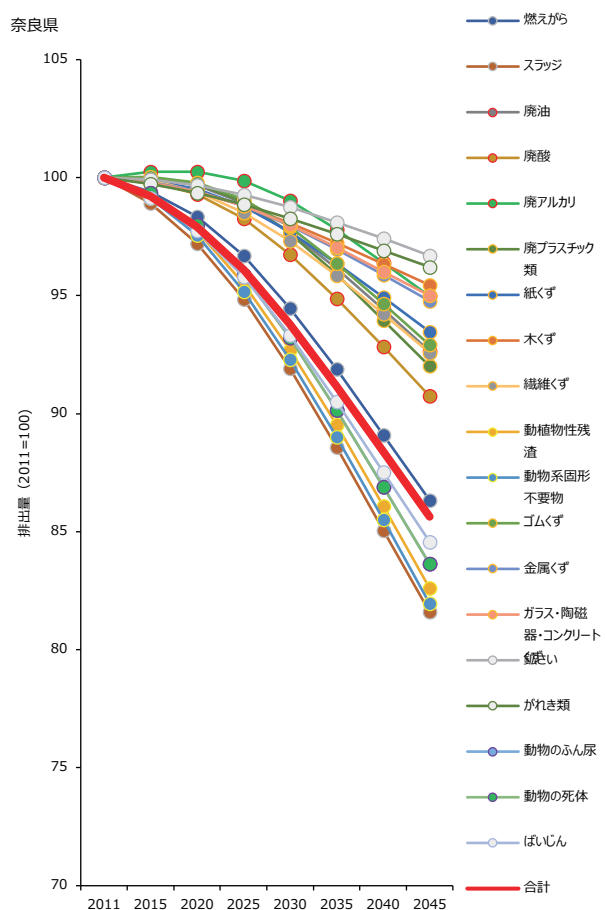
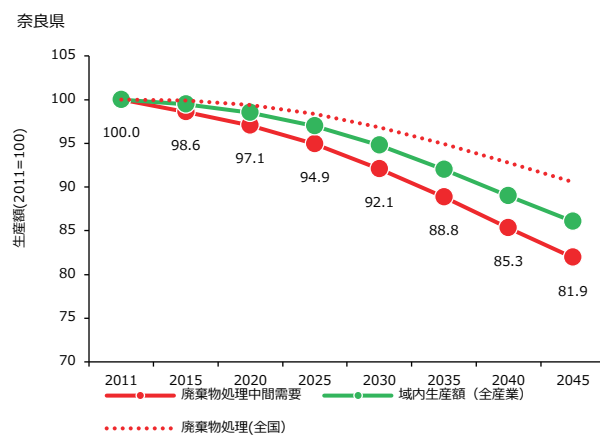


図 4.29.3 廃棄物処理業の生産水準の推移



他地域からの誘発効果よりも他地域への波及効果が大きい。労働需給ギャップはやや高く、廃棄物処理需要指標は低い。

4.30 和歌山県

表 4.30.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
和歌山県	0.178	0.350	D	0.434	0.094	C

図 4.30.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

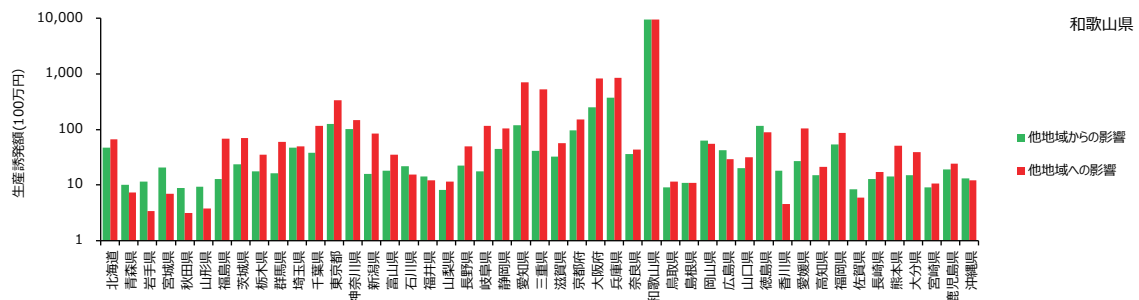


図 4.30.2 労働の需給ギャップの推移

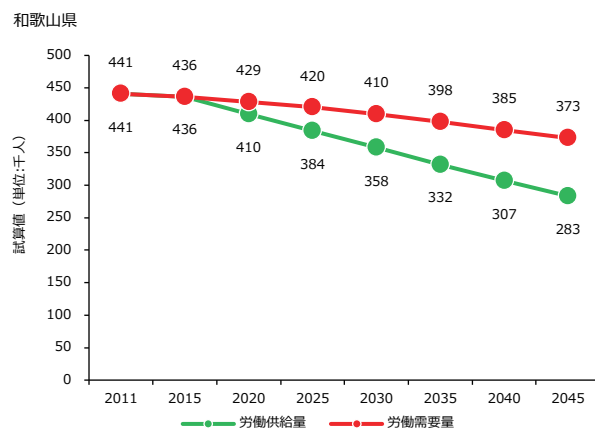


図 4.30.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

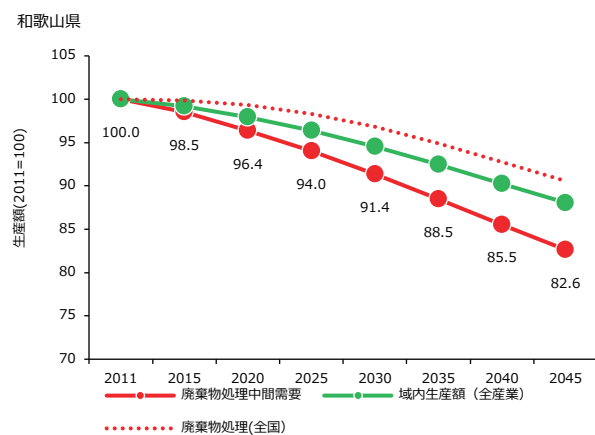
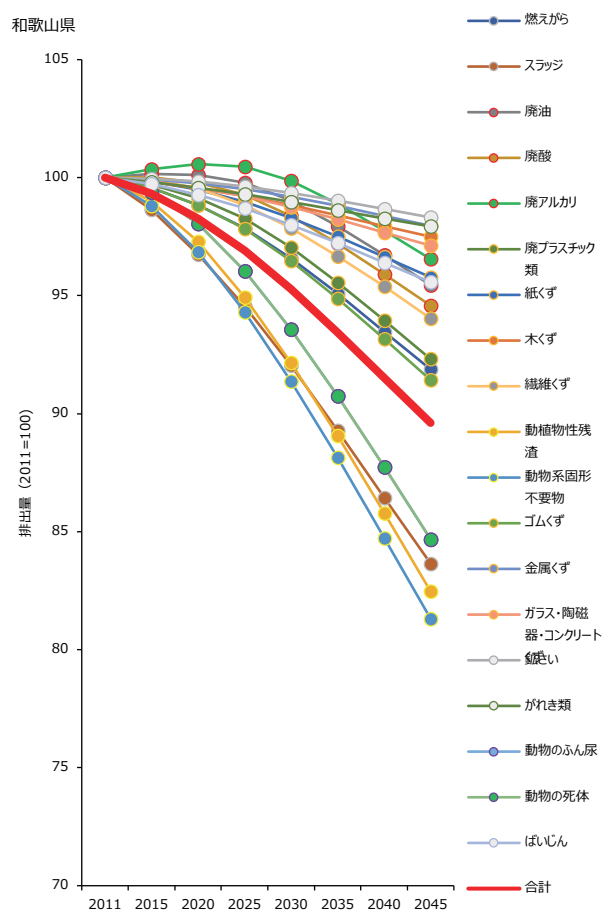


図 4.30.4 産業廃棄物排出量の推移



地域連関は誘発効果が波及効果よりも大きい。廃棄物処理需要指標は全国で 46 番目と相対的に低く、廃棄物処理業への需要は 2045 年度には 2011 年水準の 83%まで減少する。

4.31 鳥取県

表 4.31.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
鳥取県	0.152	0.236	C	0.326	0.259	C

図 4.31.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

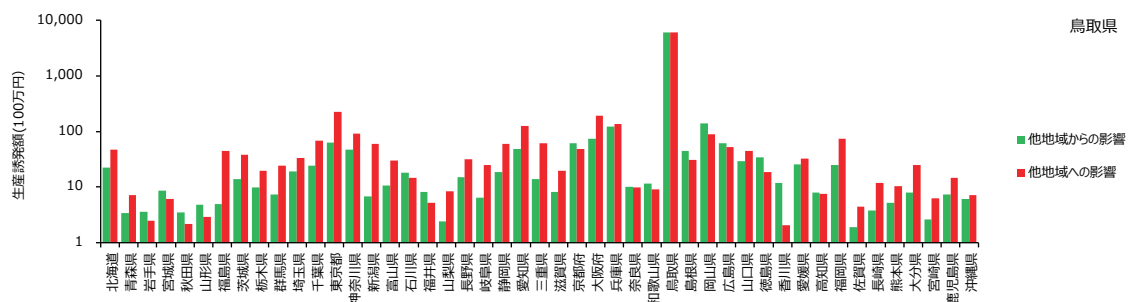


図 4.31.2 労働の需給ギャップの推移

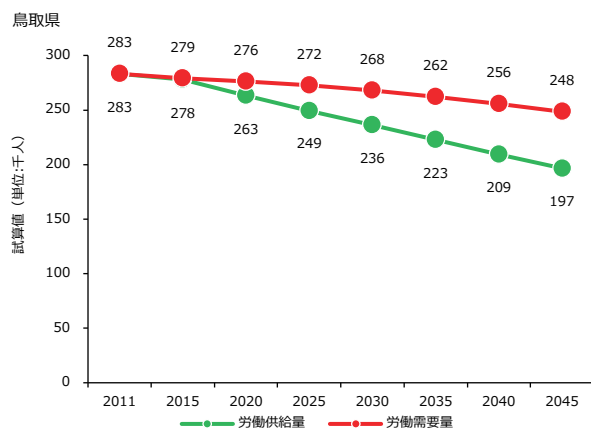


図 4.31.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

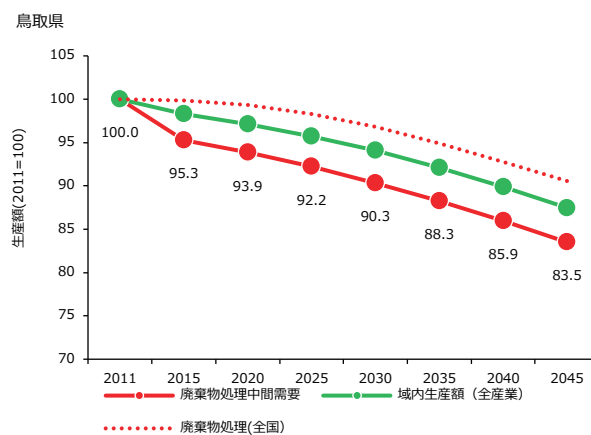
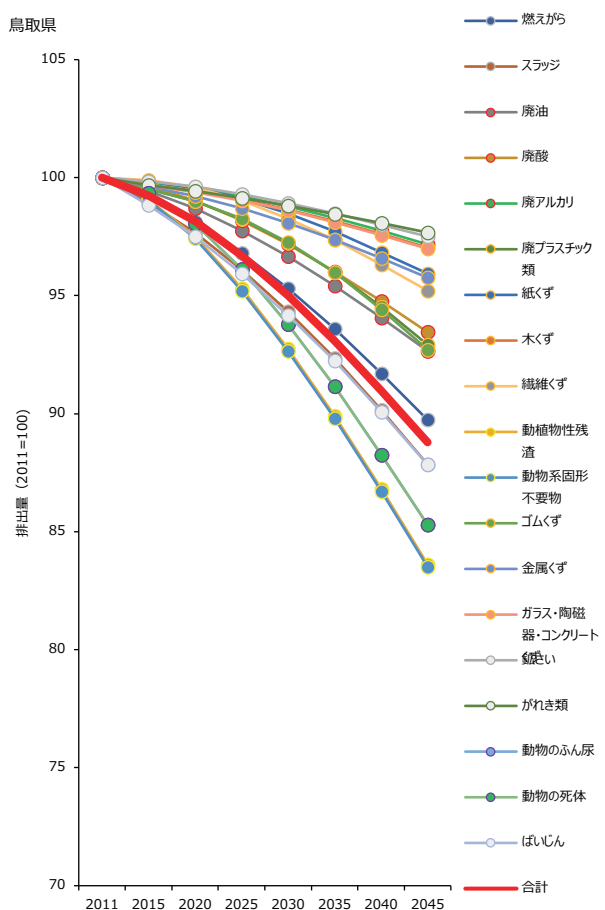


図 4.31.4 産業廃棄物排出量の推移



他地域からの誘発効果、他地域への波及効果とも低位である。また労働需給ギャップ率、廃棄物処理業需要比率ともに相対的に小さい。全ての産業廃棄物排出量が試算期間中を通じて減少する。

4.32 島根県

表 4.32.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
島根県	0.120	0.230	C	0.313	0.573	C

図 4.32.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

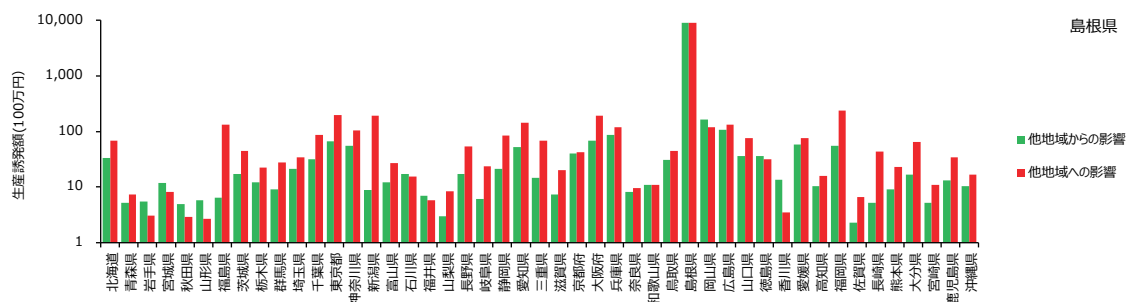


図 4.32.2 労働の需給ギャップの推移

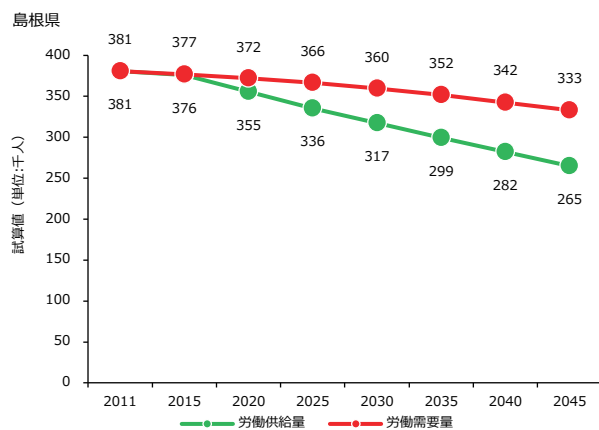


図 4.32.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

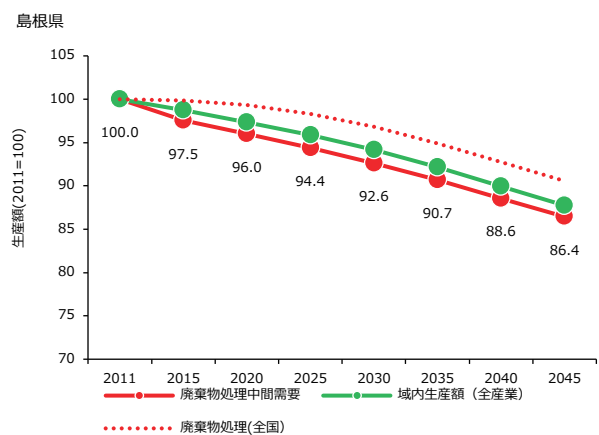
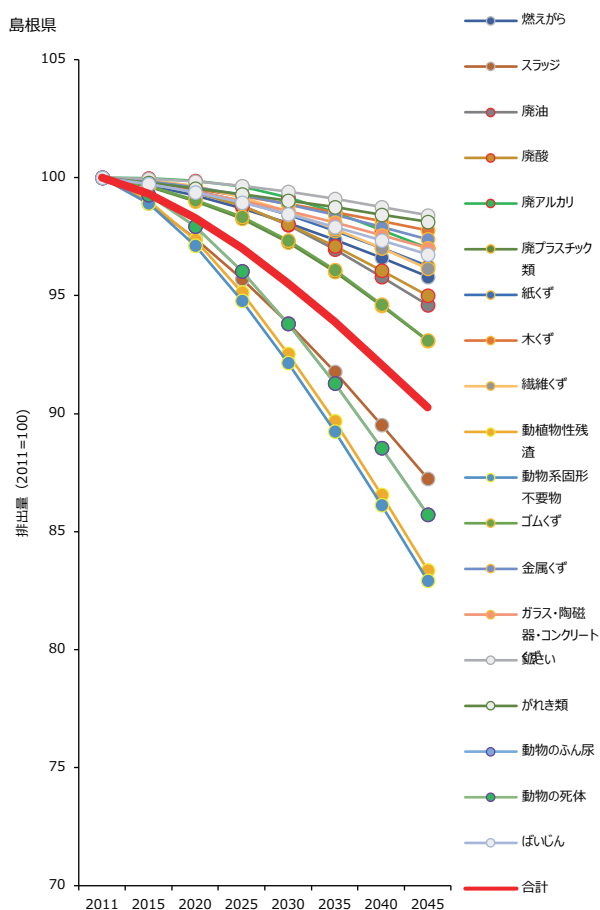


図 4.32.4 産業廃棄物排出量の推移



鳥取県と類似した地域特性が観察される。地域連関の程度は低い（誘発効果 46 番目、波及効果は 41 番目）。労働の需給ギャップは相対的に小さいものの廃棄物処理業需要指標は相対的に高い。

4.33 岡山県

表 4.33.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
岡山県	0.228	0.356	D	0.154	0.428	B

図 4.33.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

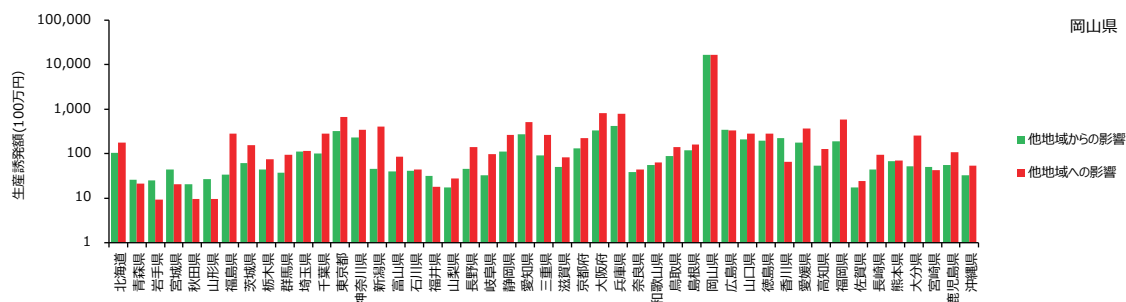


図 4.33.2 労働の需給ギャップの推移

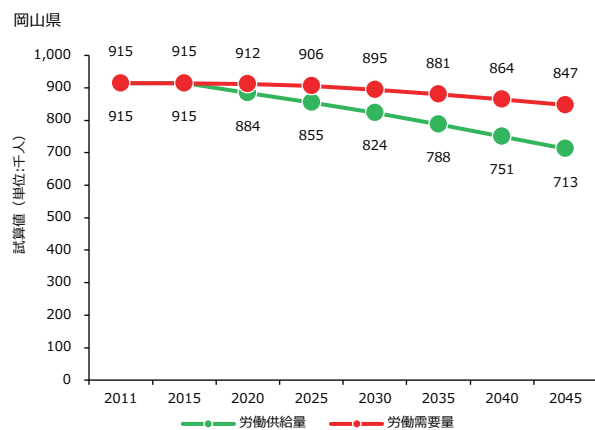


図 4.33.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

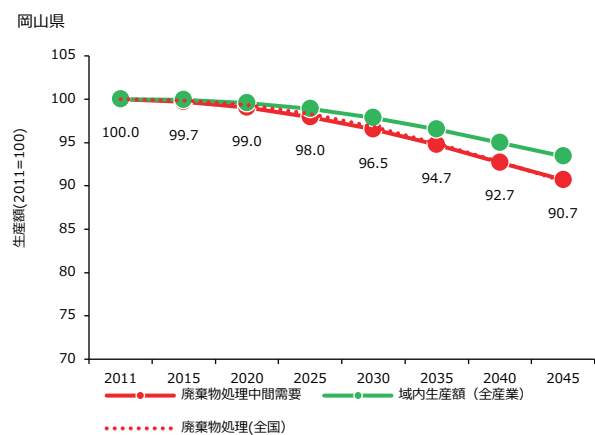
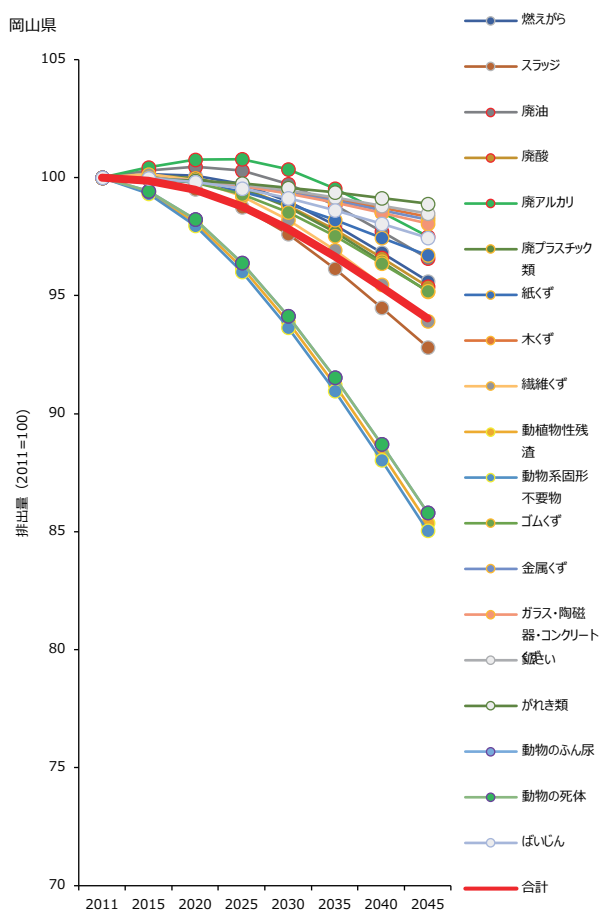


図 4.33.4 産業廃棄物排出量の推移



他地域からの誘発効果は相対的に小さいが他地域への波効果は相対的に大きい。労働の需給指標(ギャップ率)は低い。

4.34 広島県

表 4.34.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
広島県	0.142	0.234	C	0.180	0.401	B

図 4.34.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

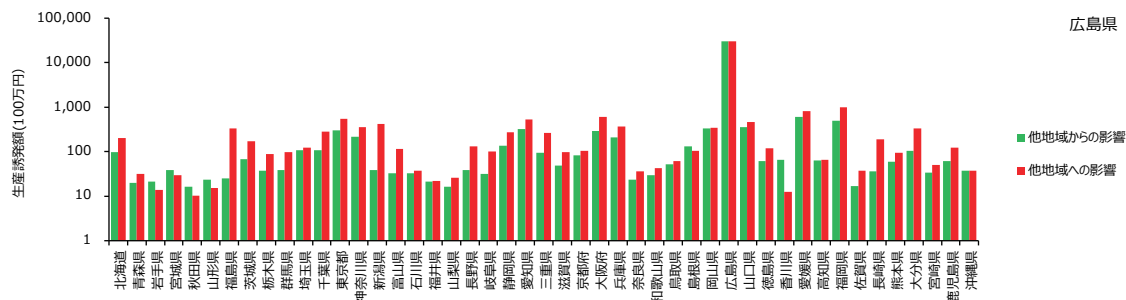


図 4.34.2 労働の需給ギャップの推移

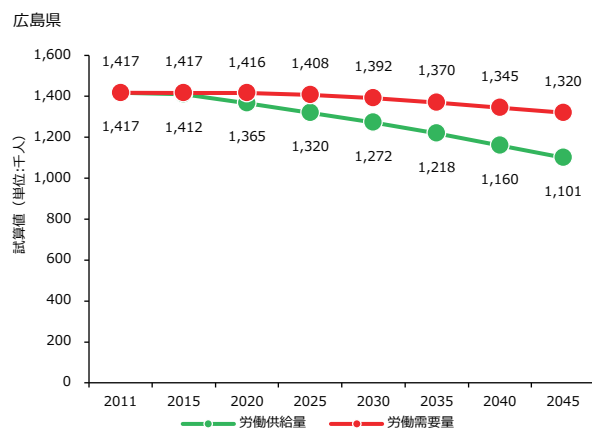


図 4.34.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

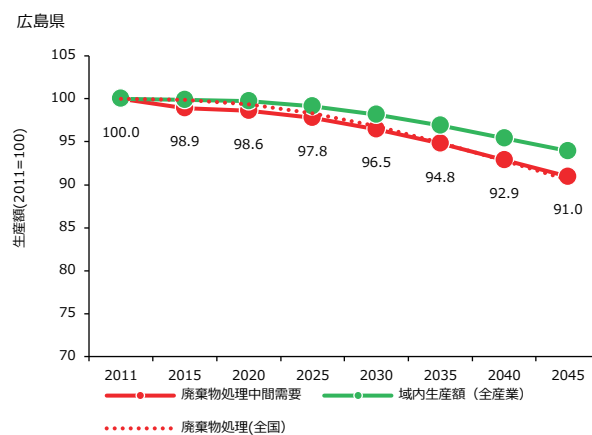
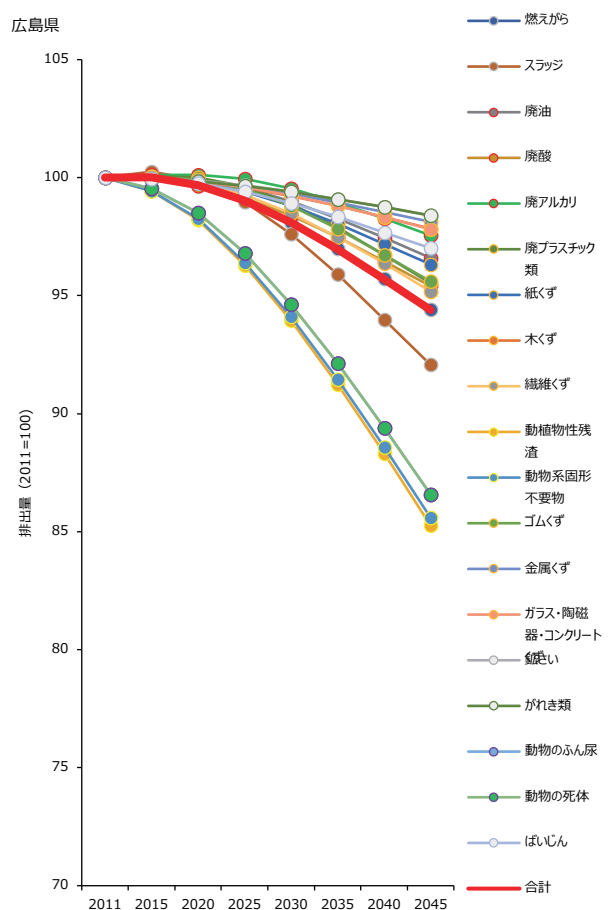


図 4.34.4 産業廃棄物排出量の推移



他地域との連関の程度は誘発効果、波及効果とも相対的に低い。労働需給のギャップ率も小さく岡山県と類似した傾向が観察される。

4.35 山口県

表 4.35.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
山口県	0.242	0.294	C	0.443	0.277	B

図 4.35.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

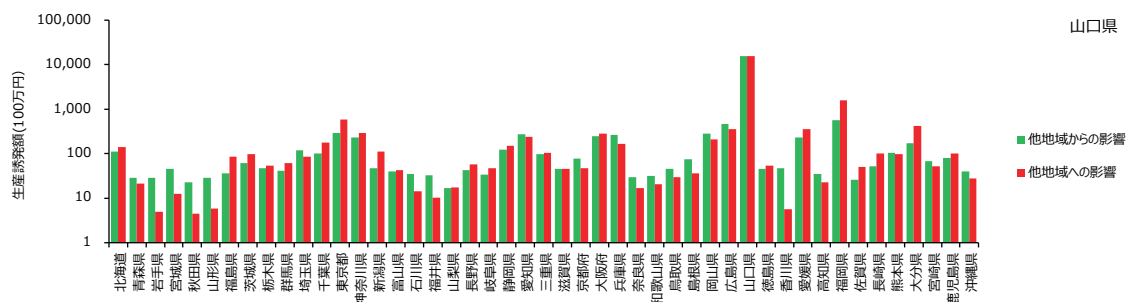


図 4.35.2 労働の需給ギャップの推移

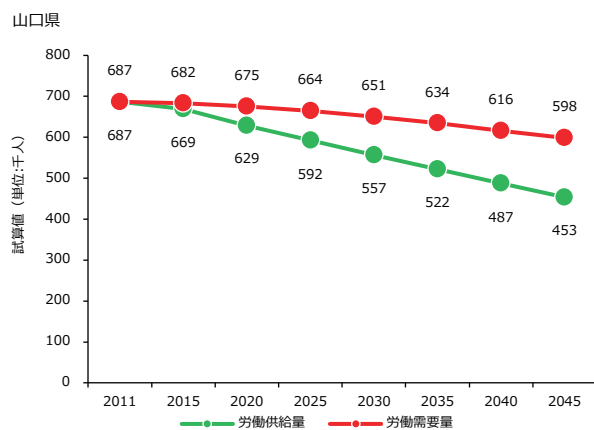


図 4.35.4 産業廃棄物排出量の推移

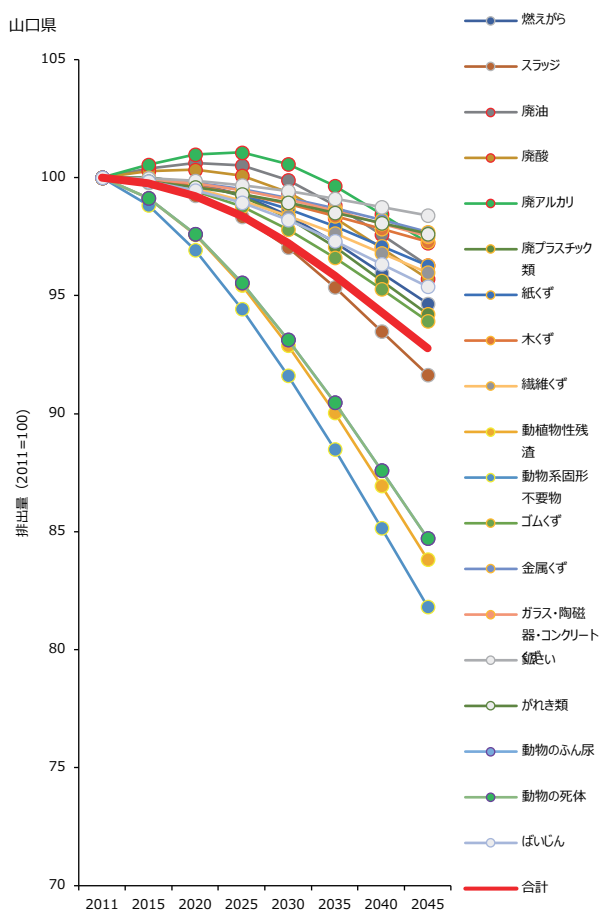
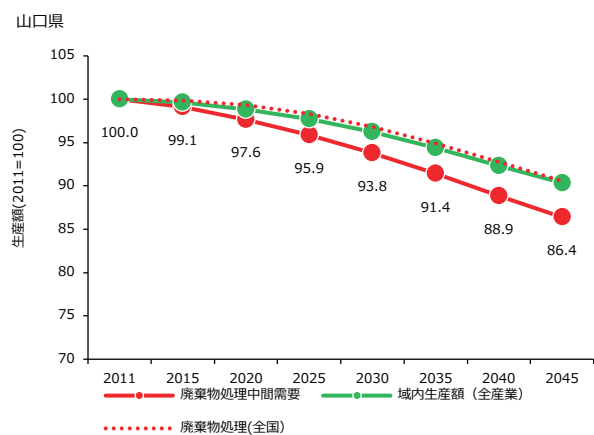


図 4.35.3 廃棄物処理業の生産水準の推移



地域連関の程度は中位よりもやや低い。労働需給ギャップ率はやや大きく、廃棄物処理業需要指標はやや低い。廃アルカリの排出量は2030年度まで2011年度水準を超える。

4.36 徳島県

表 4.36.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
徳島県	0.366	0.467	A	0.522	0.197	C

図 4.36.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

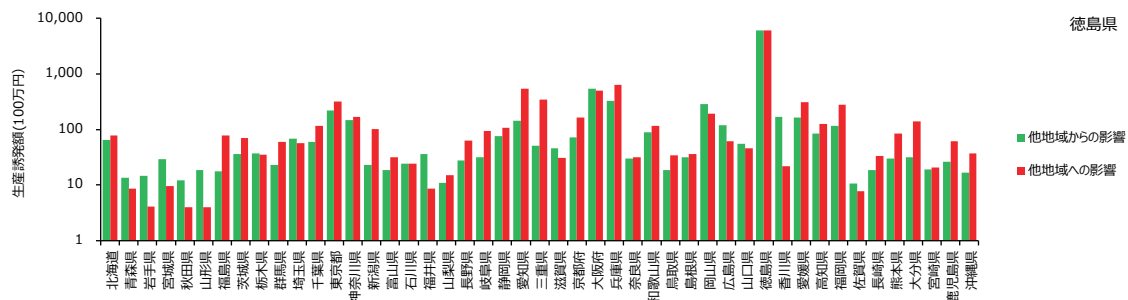


図 4.36.2 労働の需給ギャップの推移

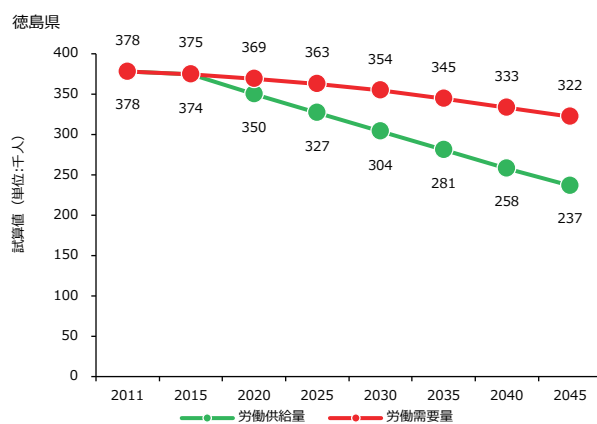


図 4.36.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

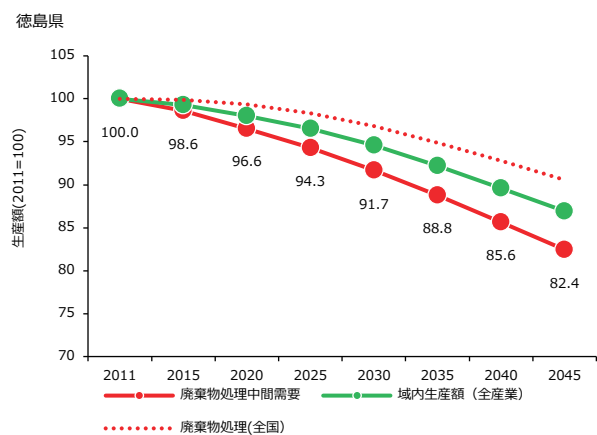
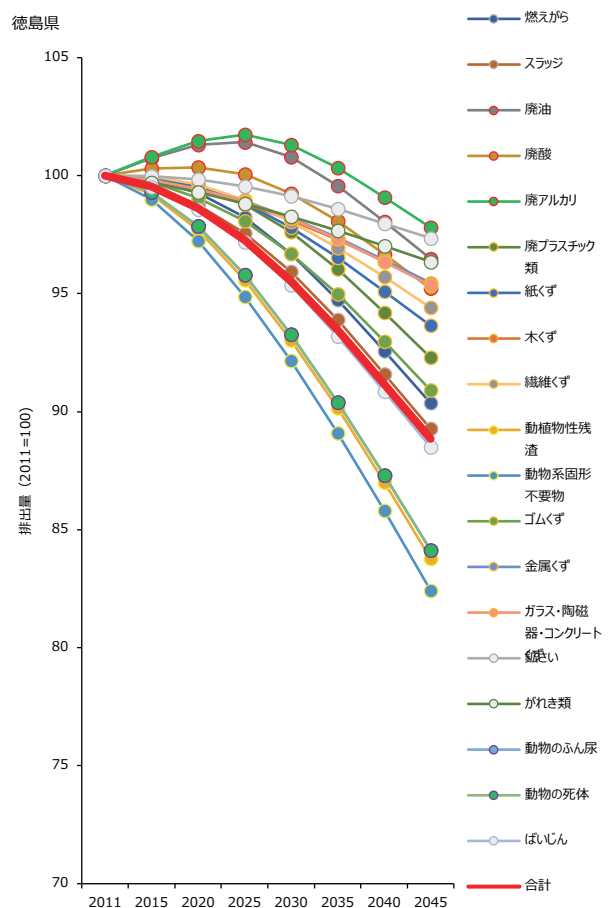


図 4.36.4 産業廃棄物排出量の推移



他地域への波及効果は全国で6番目に高く、兵庫、大阪、静岡への影響が相対的に大きい。労働需給ギャップ率は10番目に高い。廃アルカリの排出量が2035年度まで基準時点を超過する。

4.37 香川県

表 4.37.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
香川県	0.151	0.581	D	0.291	0.460	C

図 4.37.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

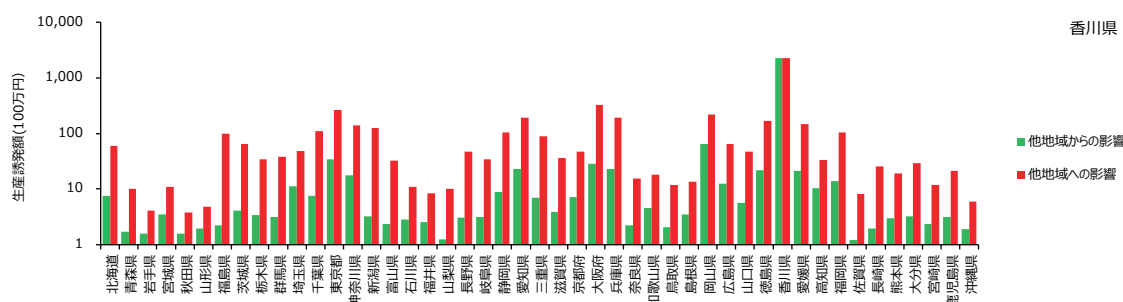


図 4.37.2 労働の需給ギャップの推移

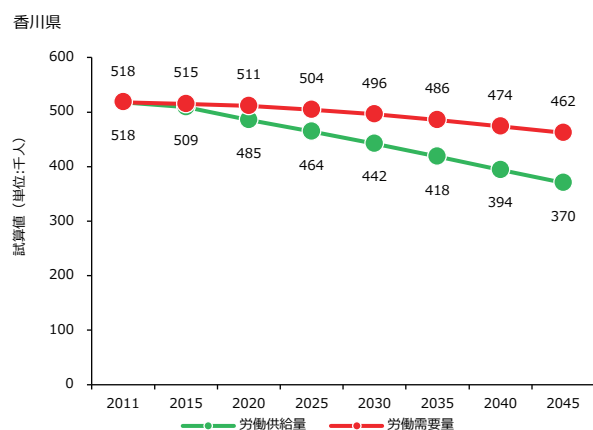


図 4.37.4 産業廃棄物排出量の推移

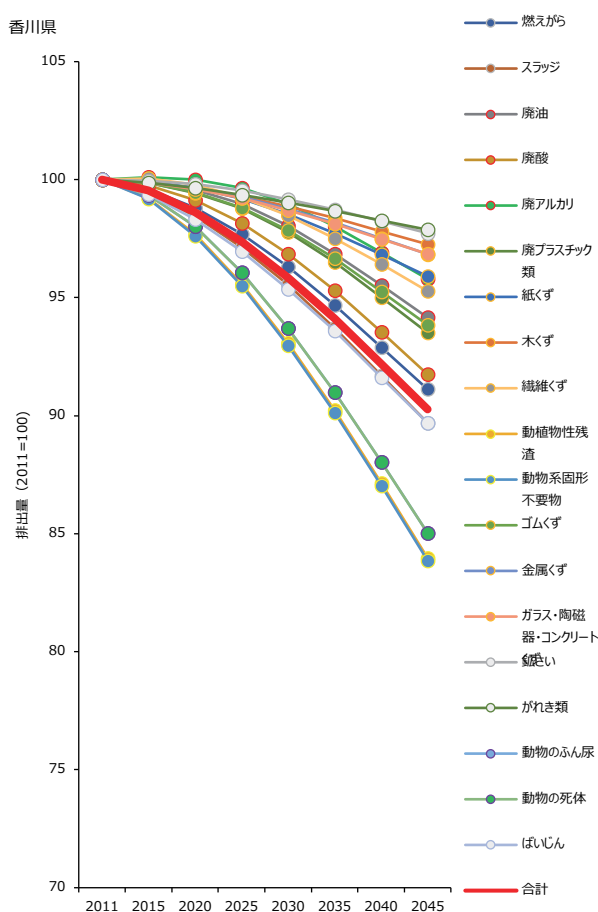
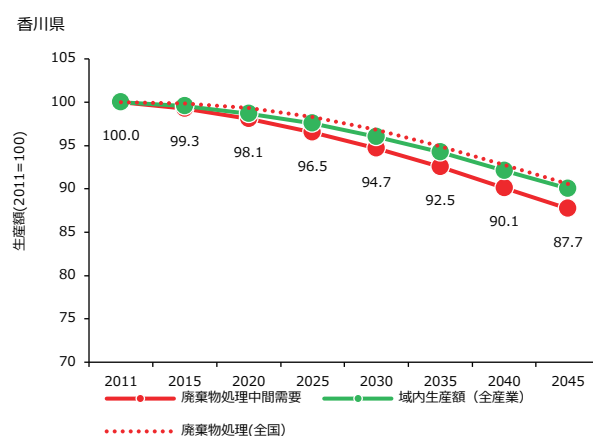


図 4.37.3 廃棄物処理業の生産水準の推移



他地域からの誘発効果は低位である一方、他地域への波及効果の大きさは全国で最も高くすべての地域に対して、当該地域からの誘発効果<当該地域への波及効果、となっている。

4.38 愛媛県

表 4.38.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
愛媛県	0.391	0.378	A	0.493	0.181	C

図 4.38.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

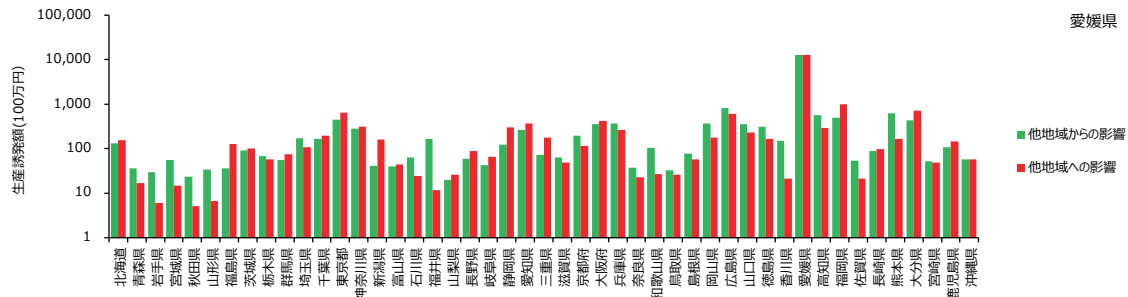


図 4.38.2 労働の需給ギャップの推移

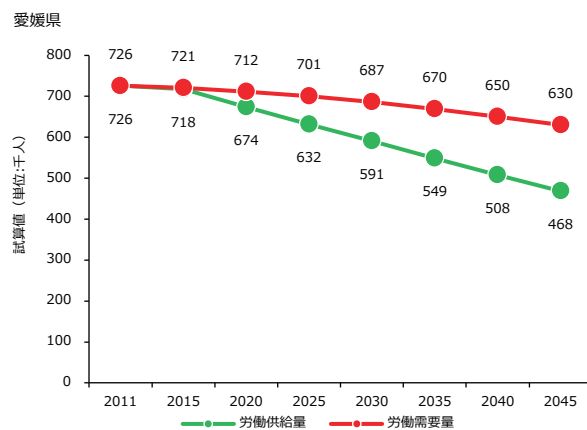


図 4.38.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

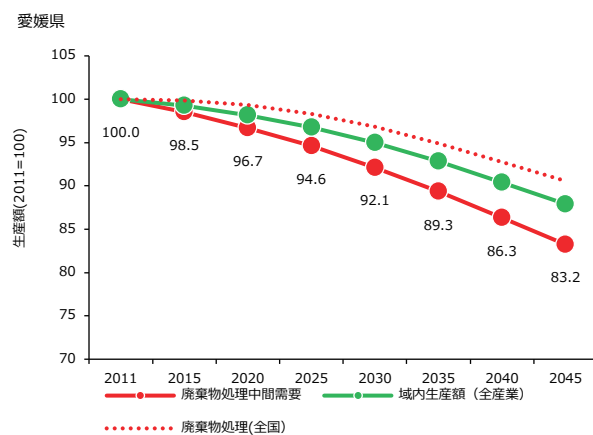
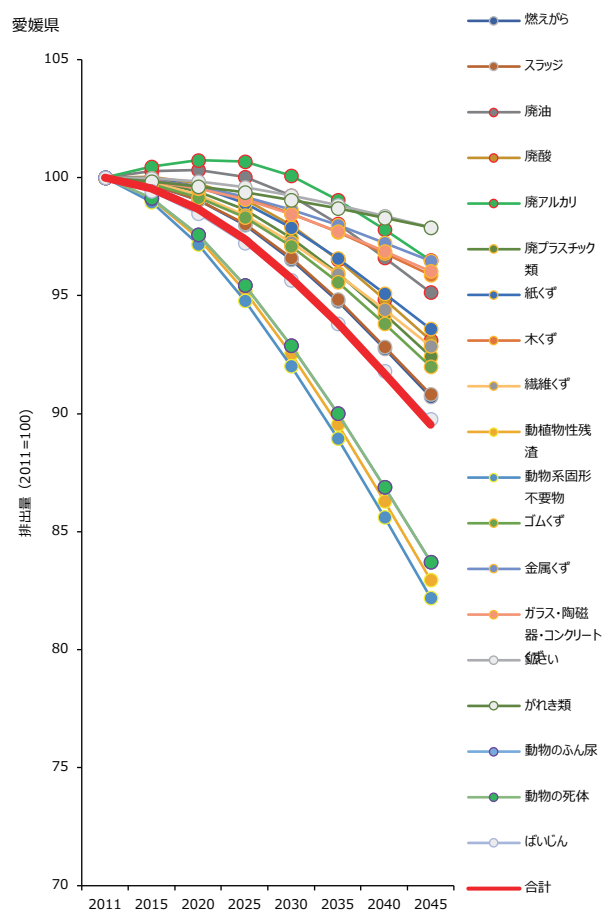


図 4.38.4 産業廃棄物排出量の推移



他地域からの誘発効果、他地域への波及効果の双方が相対的に高い。地域間の連関の程度に肩よりが少ないのが特徴である。労働需給のギャップ率はやや高く、廃棄物処理業需要指標は低い。

4.39 高知県

表 4.39.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
高知県	0.179	0.319	C	0.482	0.405	D

図 4.39.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

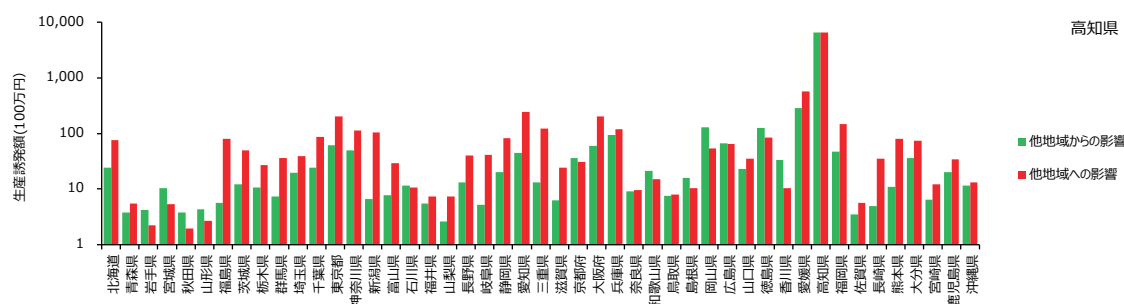


図 4.39.2 労働の需給ギャップの推移

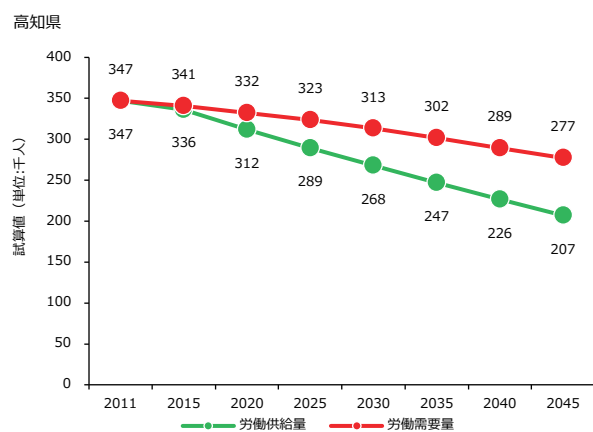


図 4.39.4 産業廃棄物排出量の推移

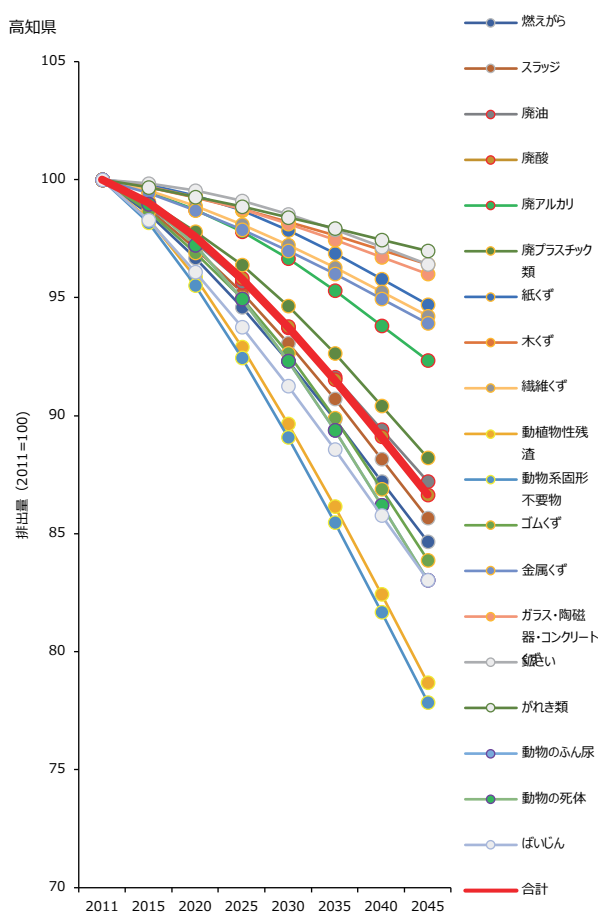
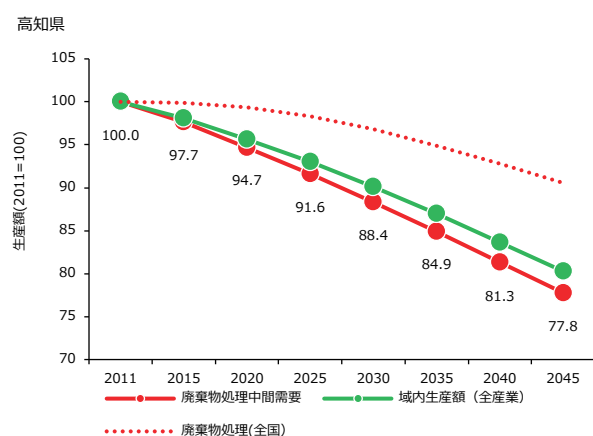


図 4.39.3 廃棄物処理業の生産水準の推移



他地域からの誘発効果は相対的に小さく、他地域への波及効果は中位である。廃棄物処理業需要指標は中位である。すべての産業廃棄物の排出量が試算期間を通じて単調に減少する。

4.40 福岡県

表 4.40.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
福岡県	0.280	0.274	B	0.192	0.604	B

図 4.40.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

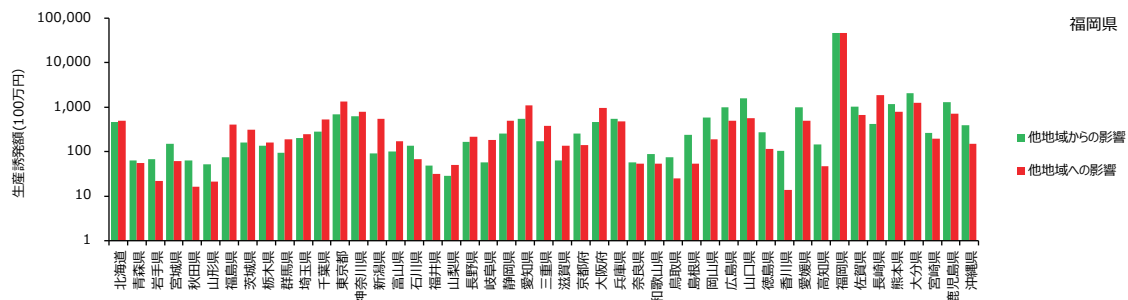


図 4.40.2 労働の需給ギャップの推移

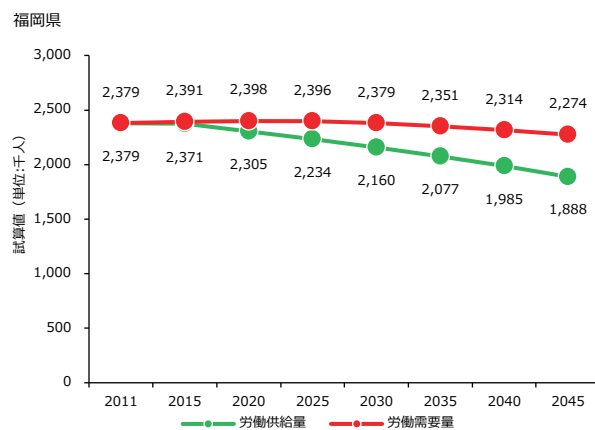


図 4.40.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

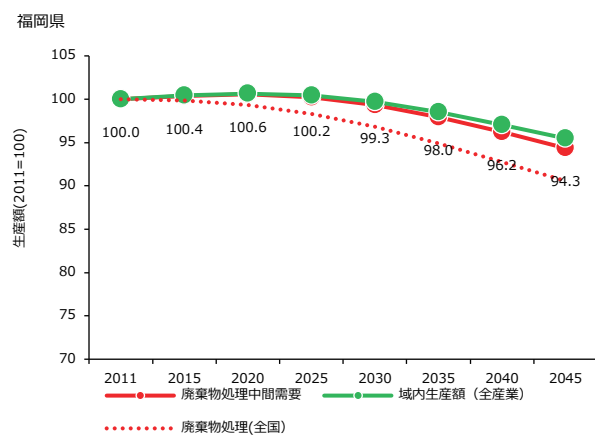
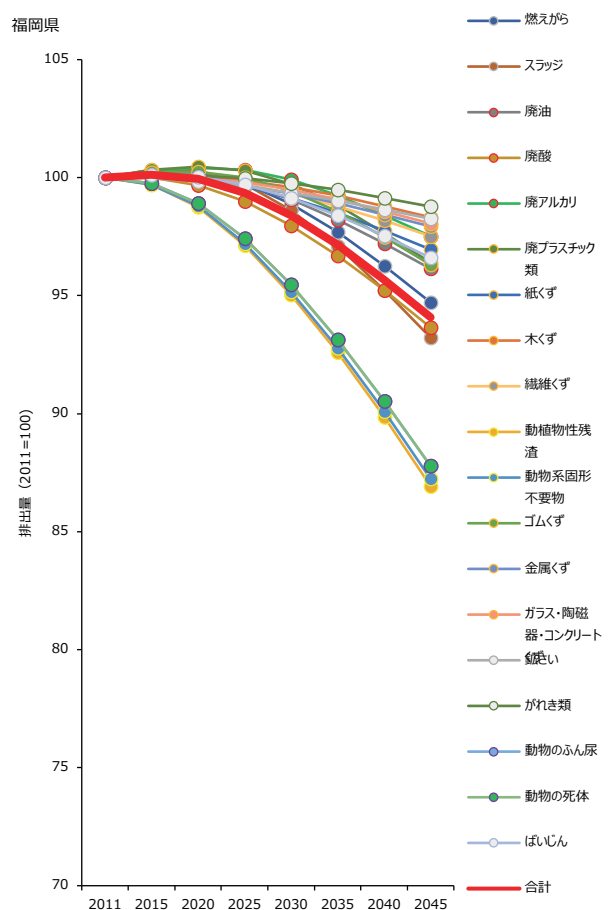


図 4.40.4 産業廃棄物排出量の推移



他地域からの誘発効果は中位であり、他地域への波及効果はやや小さいが、九州圏の各県との連関が観察される。廃棄物処理業需要指標の値は相対的に大きく、需要圧力は高いと考えられる。

4.41 佐賀県

表 4.41.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
佐賀県	0.138	0.237	C	0.307	0.656	D

図 4.41.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

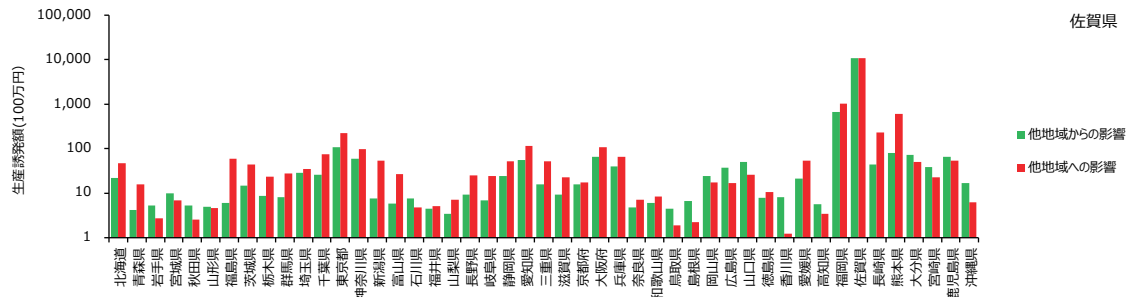


図 4.41.2 労働の需給ギャップの推移

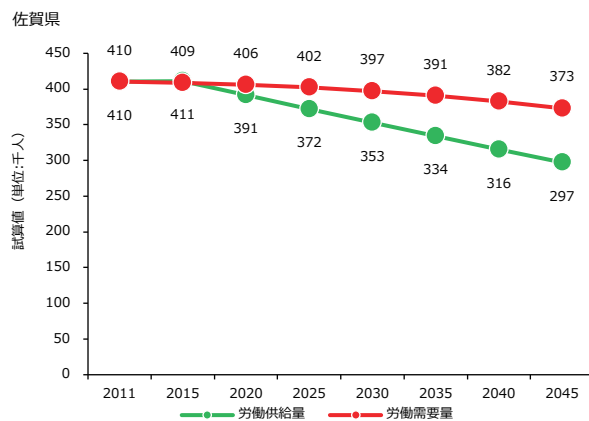


図 4.1.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

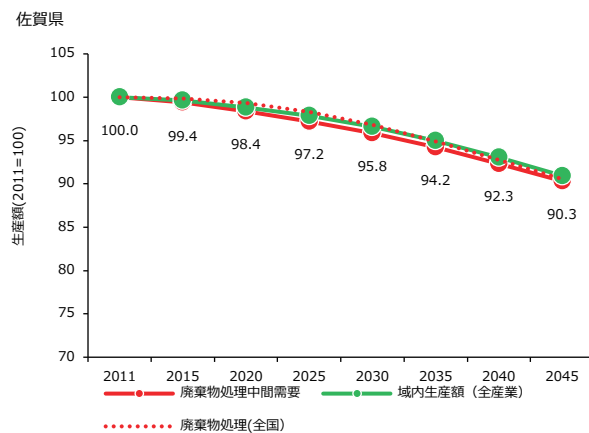
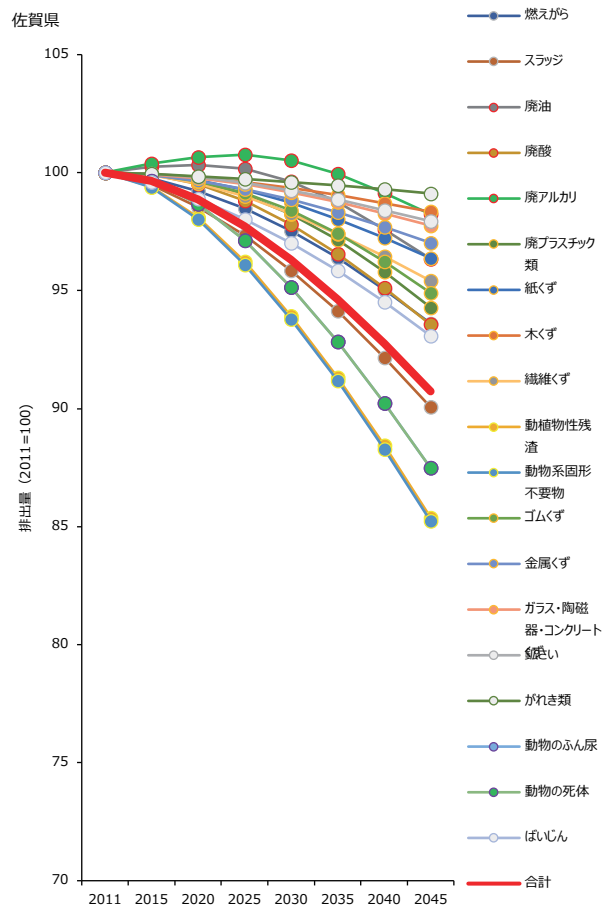


図 4.41.4 産業廃棄物排出量の推移



他地域からの誘発効果は全国で 42 番目と小さい。福岡県、熊本県の廃棄物処理業への波及効果がやや大きい。需要比率は相対的に高く、廃アルカリの排出量は 2030 年度がピークである。

4.42 長崎県

表 4.42.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
長崎県	0.310	0.204	B	0.535	0.570	D

図 4.42.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

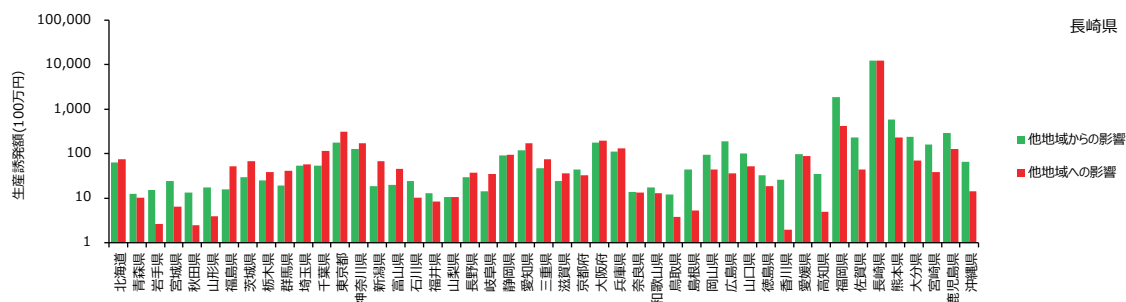


図 4.42.2 労働の需給ギャップの推移

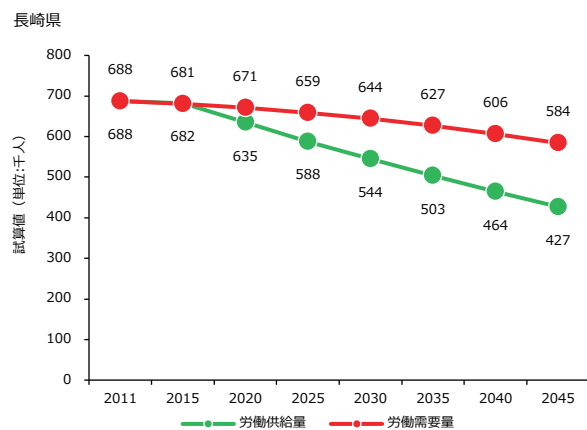


図 4.42.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

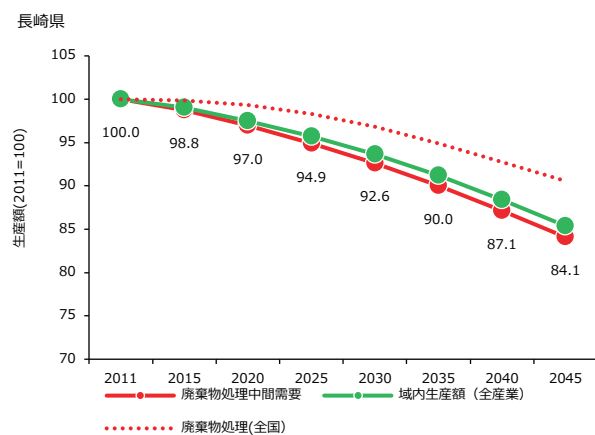
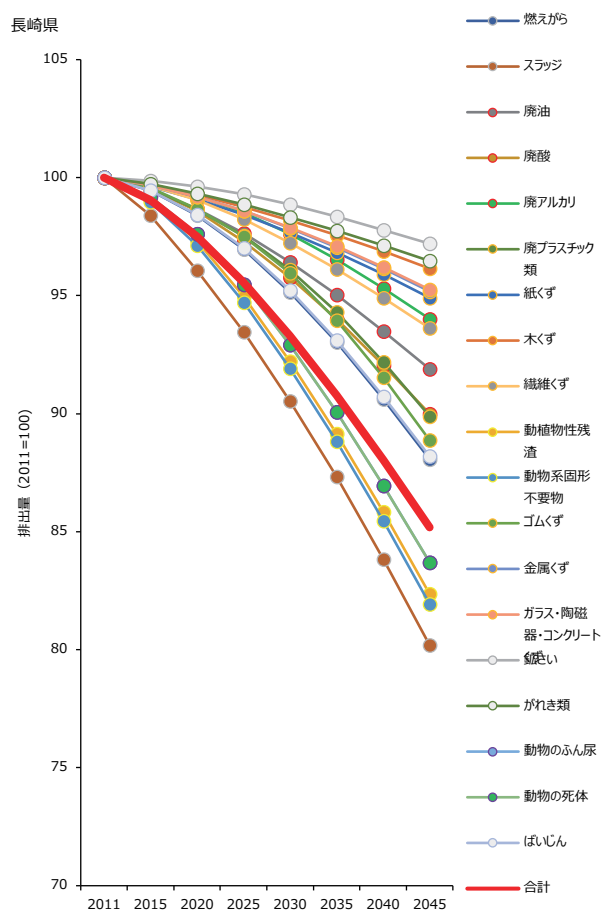


図 4.42.4 産業廃棄物排出量の推移



他地域からの誘発効果と比較して他地域への波及効果が小さい。労働需給指標（ギャップ率）は全国で 7 番目に大きいが廃棄物処理業需要指標も全国で 12 番目に大きい。

4.43 熊本県

表 4.43.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
熊本県	0.254	0.320	C	0.284	0.491	E

図 4.43.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

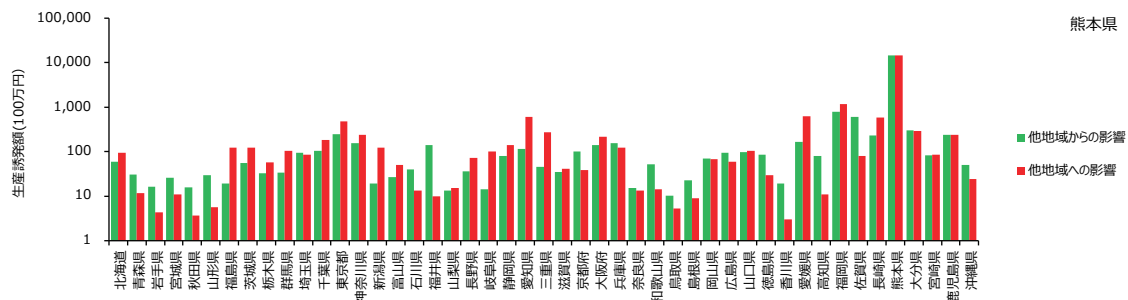


図 4.43.2 労働の需給ギャップの推移

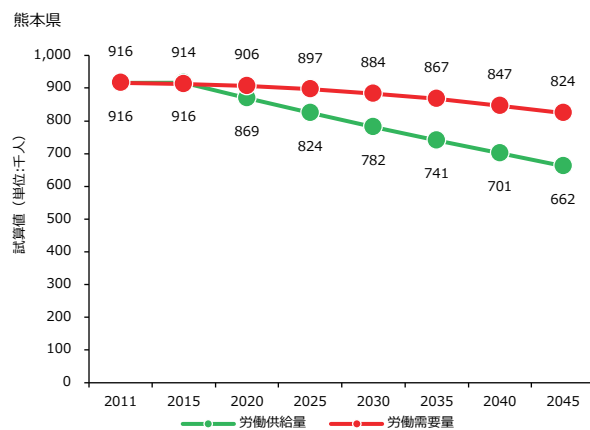


図 4.43.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

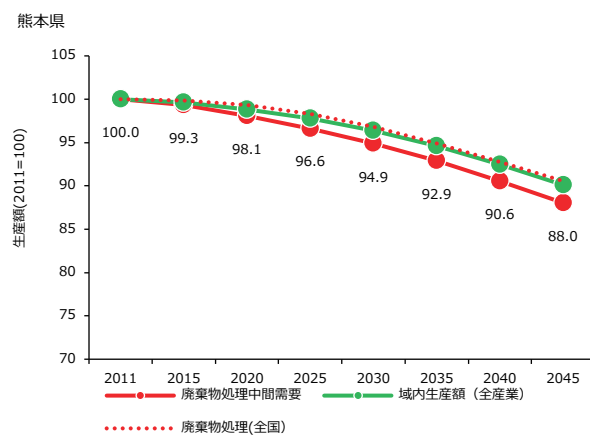
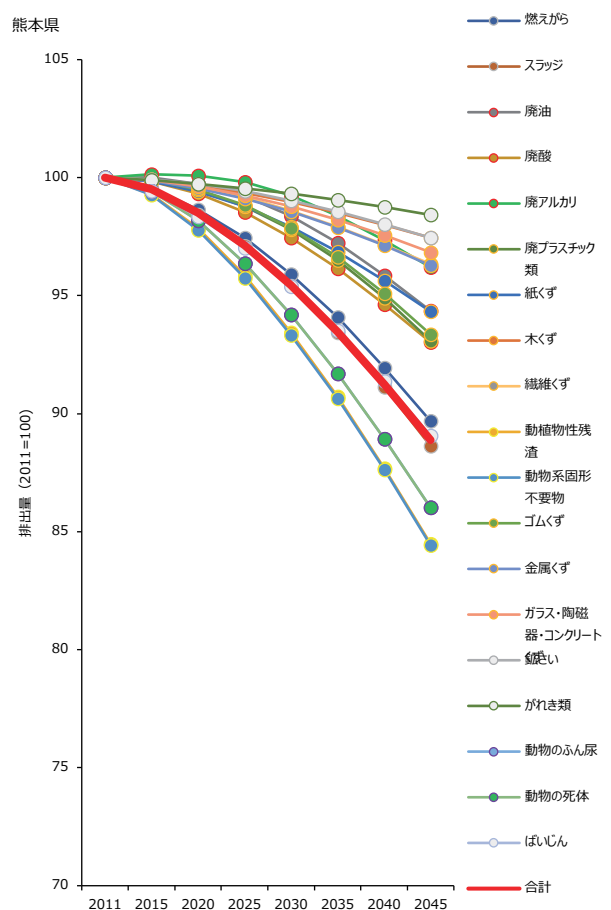


図 4.43.4 産業廃棄物排出量の推移



他地域からの誘発効果と他地域への波及効果の双方が全国中位である。労働の需給ギャップ率は相対的に低い（全国で 37 番目）。

4.44 大分県

表 4.43.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
大分県	0.343	0.345	A	0.426	0.238	C

図 4.1.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

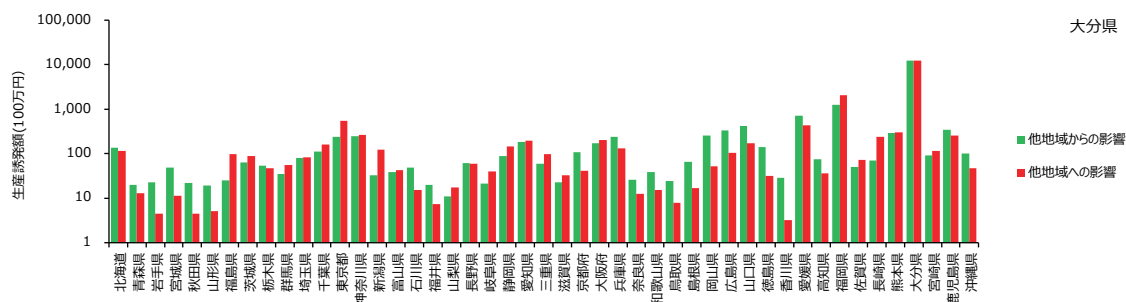


図 4.1.2 労働の需給ギャップの推移

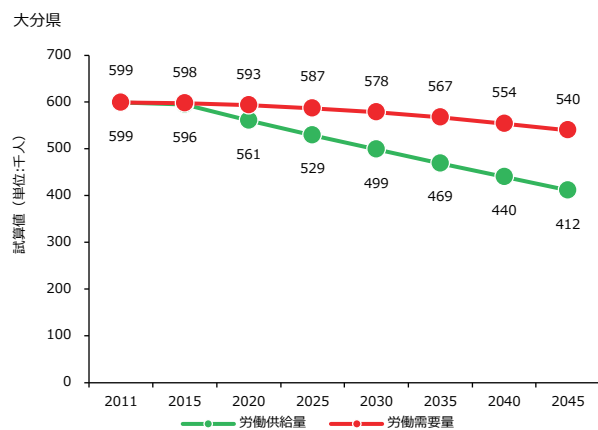


図 4.1.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

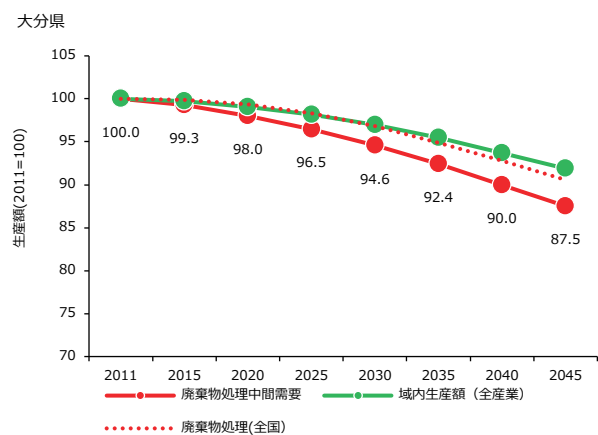
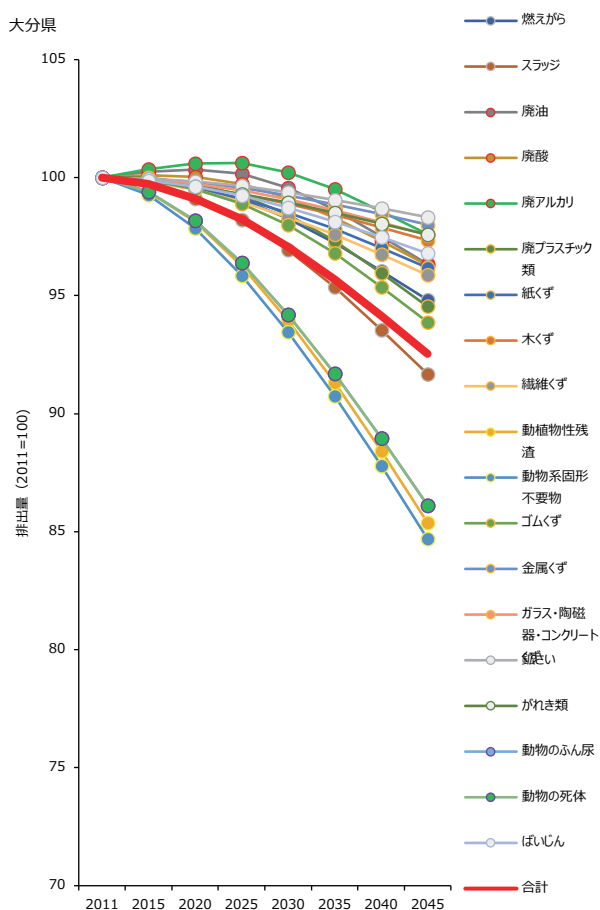


図 4.1.4 産業廃棄物排出量の推移



地域連関程度は双方向的でどちらもやや大きい。廃棄物処理業需要指標は相対的に低く、試算期間を通じて動物の死体、動植物性残渣、動物系固形不の排出量が大きく減少する。

4.45 宮崎県

表 4.45.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
宮崎県	0.162	0.227	C	0.509	0.381	E

図 4.45.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

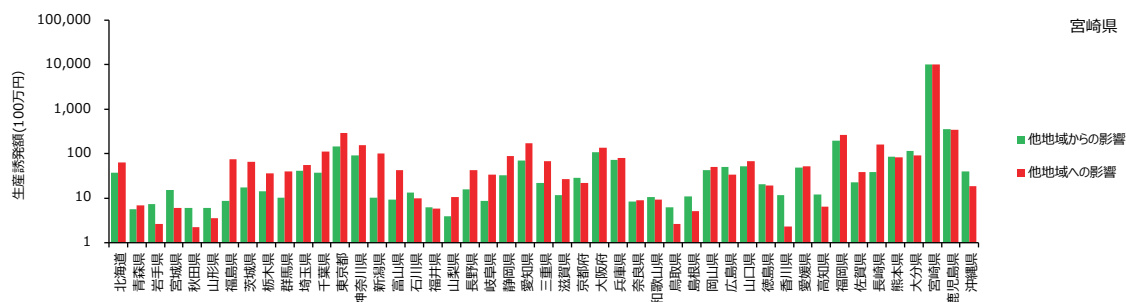


図 4.45.2 労働の需給ギャップの推移

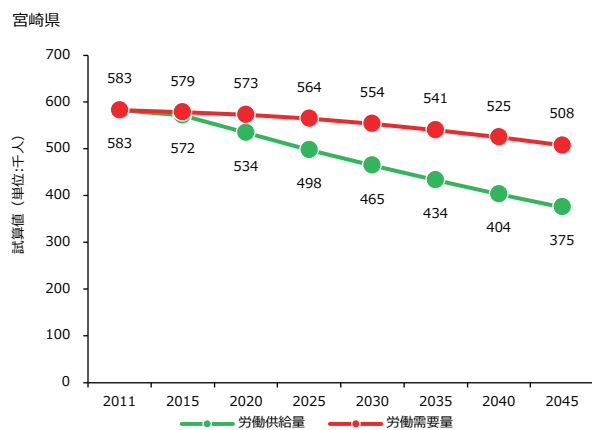


図 4.45.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

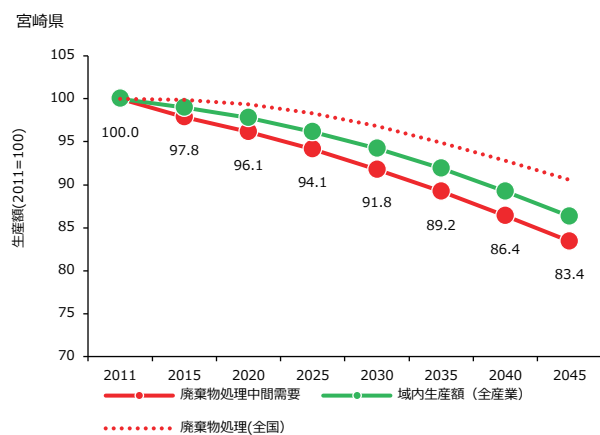
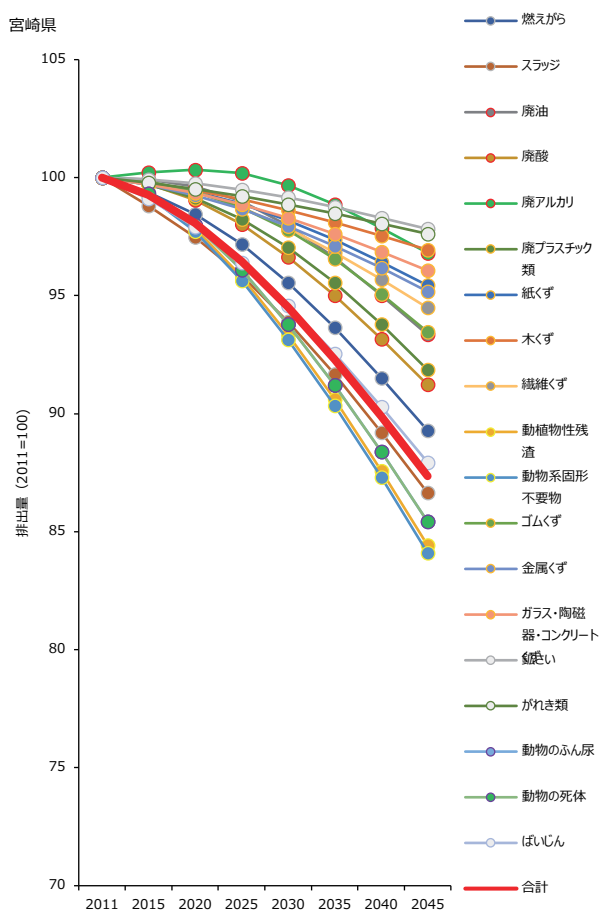


図 4.45.4 産業廃棄物排出量の推移



地域連関の程度はどちらの方向においても低位である。労働の需給ギャップはやや高い。産業廃棄物の排出量は資産期間を通じて減少すると試算される。

4.46 鹿児島県

表 4.46.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
鹿児島県	0.243	0.307	C	0.553	0.555	E

図 4.46.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

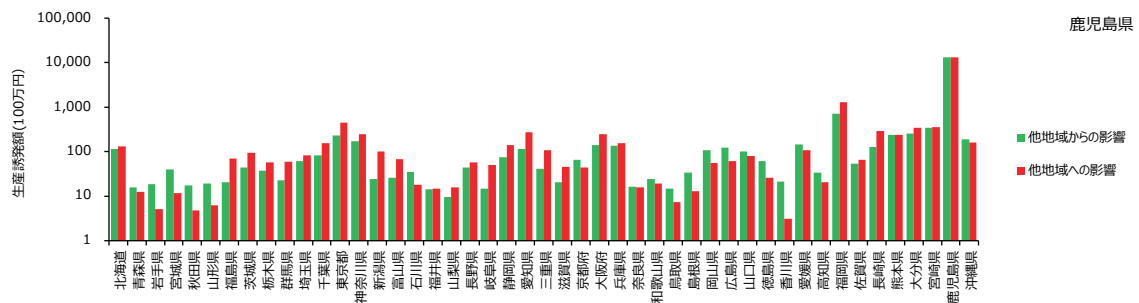


図 4.46.2 労働の需給ギャップの推移

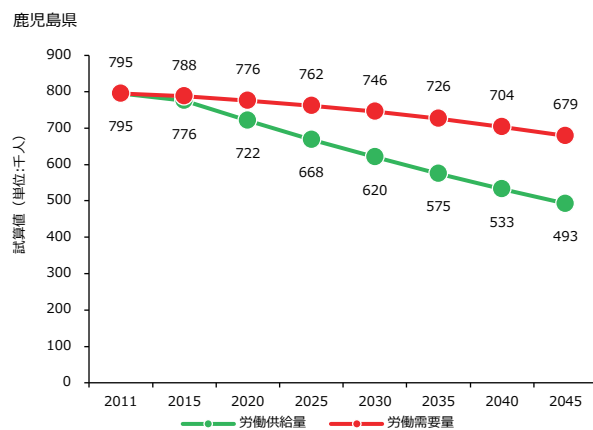


図 4.46.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

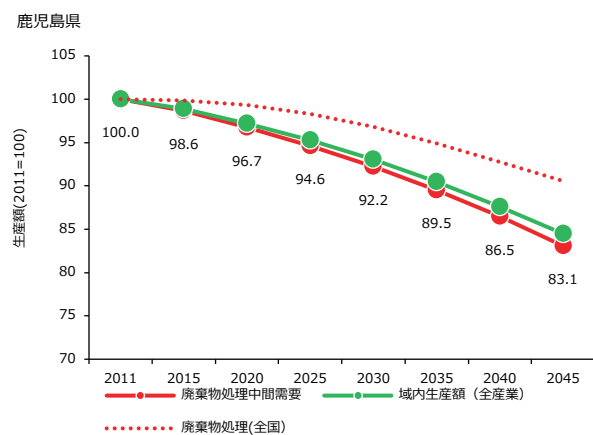
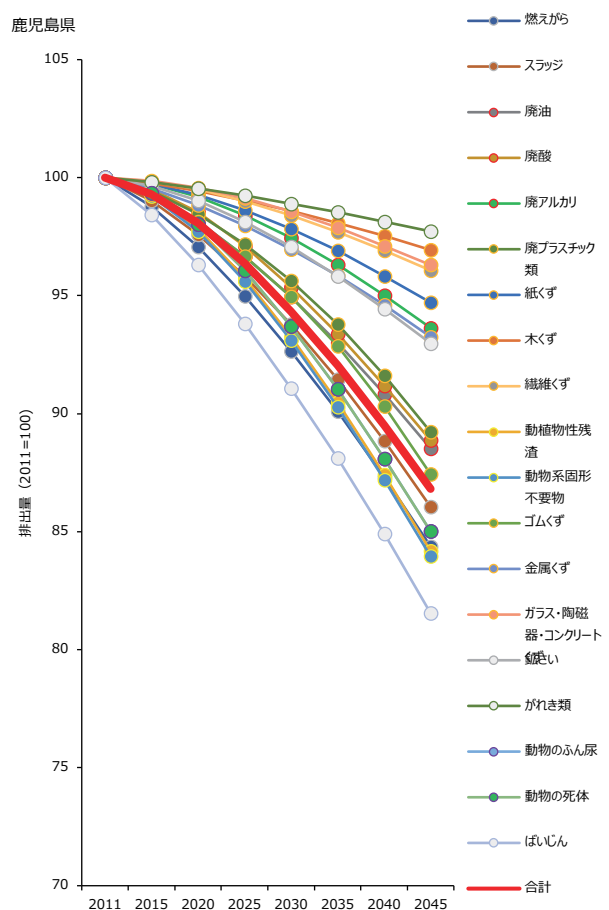


図 4.46.4 産業廃棄物排出量の推移



他地域との連関はどちらの方向についてもやや定位である。労働需給ギャップ率は全国で7番目に大きく、廃棄物処理業需要指標も相対的にやや高い水準（全国で14番目）にある。

4.47 沖縄県

表 4.47.1 地域特性に関する要約

	他地域からの 誘発効果指標	他地域への 波及効果指標	地域連関の 類型	労働需給指標	廃棄物処理業 需要指標	産業廃棄物排 出の類型
沖縄県	0.242	0.348	D	0.073	0.560	C

図 4.47.1 最終需要発生地域と廃棄物処理業の関係

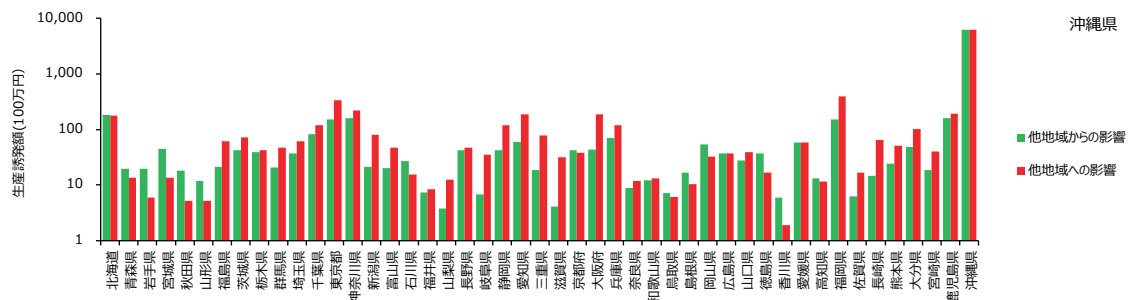


図 4.47.2 労働の需給ギャップの推移

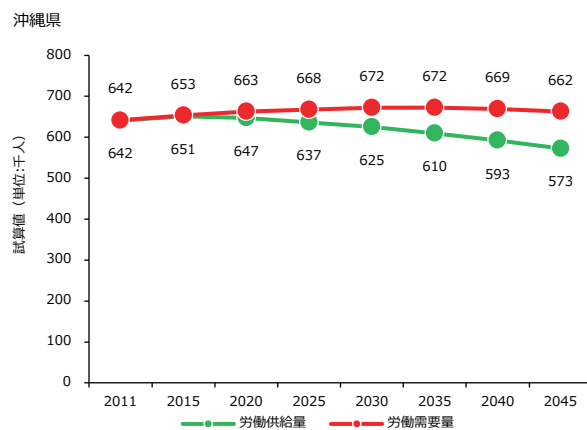


図 4.47.3 廃棄物処理業の生産水準の推移

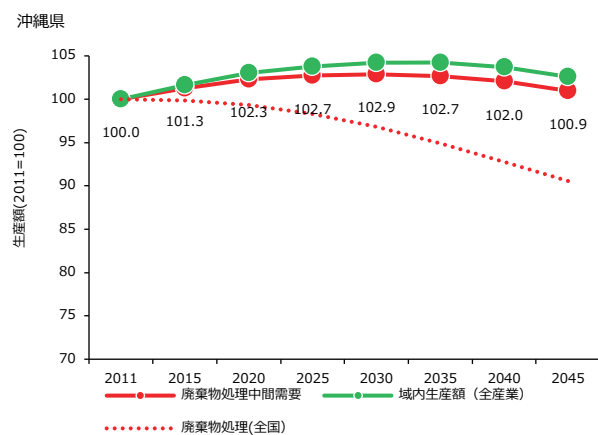
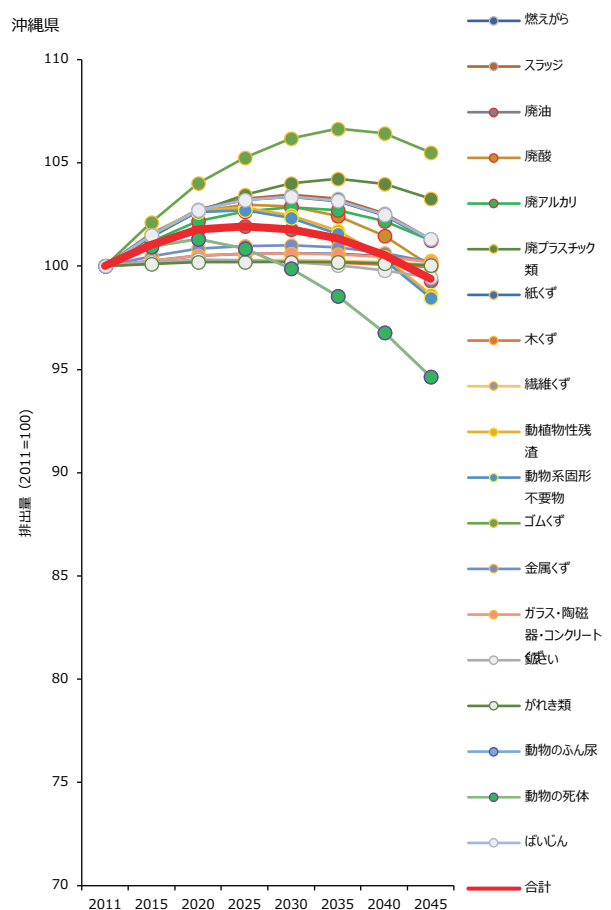


図 4.47.4 産業廃棄物排出量の推移



他地域への波及効果がやや大きい。労働需給のギャップ率は東京都に次いで低く、廃棄物処理業への需要も試算期間を通じて基準年度を上回る。産業廃棄物の排出量の総量も基準年を上回る。

4.1.5 本パートのまとめ

以上、本パートでは都道府県間産業連関表を用いて、将来に渡る人口減少や高齢化に起因する最終需要の変化が廃棄物処理業に与える影響を分析した。特に、本年度の研究ではすべての都道府県について、いくつかの鍵となる指標を試算して推計することで各都道府県の廃棄物処理業の課題を抽出することを試みた。

前節の各都道府県についての分析からは、廃棄物処理業の将来的課題についていくつかの示唆が得られる。まず、国全体でみた人口減少や高齢化は労働の需給ギャップが生ずることによって、廃棄物処理業の労働の資源制約をよりタイトなものにする。このことはすべての都道府県について当てはまり、廃棄物処理業における個々の企業はもとより業界全体でみた新しい技術の開発・導入やシステムの改革が求められる。

しかしながら、前節の分析を踏まえれば、各都道府県の廃棄物処理業が今後直面する社会経済環境の変化にはいくつかの類型が存在する。

第1は、域内の人口減少や高齢化が著しく、労働の需給ギャップがとりわけ深刻になることが予想される地域である。その中でも、域内の廃棄物処理業において他地域からの誘発効果が相対的に小さい地域では、自地域の人口減少が最終需要の減少につながり、これが廃棄物処理業への需要の縮小につながる。これは第1次産業が主体であり域内経済の自律性が相対的に高い地方圏に位置する地域が当てはまるだろう。このような地域において廃棄物処理業の持続可能性を高めるためには、コスト削減を旨とした処理活動での省力化や集約化を模索し、経営状況の改善に結びつけることが求められよう。

また、同じように相対的に高いレベルでの人口減少や高齢化に直面する地域であっても、他地域から自地域の廃棄物処理業に誘発される需要が相対的に大きい地域では、労働の資源制約からより強く影響を受ける。たとえば、地方圏に位置する第2次産業が集積しているような地域がこれに該当する。このような地域では、将来にわたって一定程度の活動量を担保できるような生産活動の効率化が求められよう。このような地域での廃棄物処理業が衰退すれば、前方連関効果を通じて他地域の財・サービス生産部門の生産活動を制約することになり、広範な地域での成長の隘路となりかねない。したがって、効率性の改善を目的として若干の投資を伴う新技術の導入も検討されるべきである。

第2に、人口減少や高齢化がそれほど顕著でなく、労働の資源制約が相対的に緩やかな地域である。これには首都圏をはじめ第都市圏に属する地域が該当するだろう。これらの地域は概ね高いレベルでの双方向の地域連関構造を有しており、労働の資源制約が緩やかであると同時に、最終需要も大きく減少するわけではなく、結果的に廃棄物処理業への需要圧力が高まることが予想される。これらの地域では廃棄物処理の全ての過程で、先導的な技術やシステムの導入が検討されるべきであろう。

最後に3年間の研究を通じて得られた成果をまとめておきたい。

まず、初年度の研究においては、産業廃棄物処理業の実態を経済センサス他の統計を用いてまとめるとともに、産業連関モデルを用いて人口減少や高齢化が廃棄物処理部門の活動に与える影響を考察した。考察の結果、わが国では地方圏の廃棄物処理業が果たす役割が相対的に高く、財サービスの消費や投資と言った動脈部門の活動との関連を分析するために産業連関モデルの必要性が確認された。

これを踏まえて、人口減少や高齢化といった社会動態の変化を最終需要の変化に反映させた産業連関モデルを構築し、いくつかの都道府県の産業連関表をもとにモデルの振る舞いを確認した。

中間年度の研究では、前年度の成果を踏まえて都道府県間産業連関表の構築に取り組んだ。具体的には、各都道府県の平成 23 年都道府県産業連関表を接合させる形で都道府県間産業連関表を推計した。この都道府県間作業連関表を用いて、2045 年までの人口減少と人口構成の高齢化が産業の生産活動に与える影響を試算した。分析では、人口減少をはじめとする社会環境の変化を踏まえた最終需要を与えて、その下での労働需要とあらかじめ推計された労働供給を比較して労働の需給ギャップを明らかにした。さらに、人口減少や高齢化がもたらす供給側と需要側の双方の制約を考慮した産業連関モデルを構築してそこでの波及効果を分析した。

分析の結果、人口減少と高齢化によって労働が希少となり、医療や介護など需要制約が課されている部門以外での生産が押しのけられると言うクラウディング・アウト効果の存在が定量的に確認された。同時に、分析結果は、各地域の資源制約の存在によって、都道府県間の産業廃棄物処理部門の将来における活動規模の差異を際立たせることになった。このことは、廃棄物処理部門における生産性の改善や技術革新が、人口減少や高齢化の中にあって地域内の産業の持続可能性を高めることにつながることを示唆するものとなった。

本年度の研究では、前年度までの分析を踏まえて各都道府県の産業廃棄物処理業の現状の分析や変化の予測を掘り下げることを試みた。このために、前年度は俯瞰的な推計に留まっていた労働の需給ギャップや廃棄物処理業の均衡生産量に関する諸係数を都道府県別に試算した。加えて、都道府県別、種類別に見た産業廃棄物の物量タームで捉えた排出量に関する試算をあわせて行い、廃棄物処理業の産業としての規模だけでなく産業廃棄物の構成も考慮した分析を試みた。さらに、地域別、産業別にみた最終需要の発生と各都道府県の廃棄物処理業における生産活動の関係を可視化することを試みた。

本年度の分析で得られた結果は前述の通りであり、分析結果を踏まえた政策的な提言については別のパートに譲りたい。

4.2 新たな情報技術を活用した望ましい制度設計に関する産業組織論的研究

4.2.1 電子マニフェストの現状と課題

4.2.1.1 はじめに

ICT を用いた廃棄物処理事業の効率化を実現するための施策として既に実施されているものに電子マニフェスト制度がある。本制度は、処理フローの更なる透明化を主な目的として導入されたもので、令和元年度の時点で電子化率は 60%を超えている¹⁵。しかし、その一方で電子マニフェスト制度に関しては、更なる普及やその有効活用の方法などについて様々な課題も指摘されている¹⁶。

本研究では既に導入されている電子マニフェスト制度を廃棄物処理事業の効率化を実現する有力なツールであると捉え、その効果の確認と課題の整理を行い、更なる有効活用を実現するための方策を検討する。電子マニフェストについては、上述の電子化率などのデータは存在するものの、その効果や課題をうかがうことのできる資料は非常に限られている。そこで、電子マニフェストを利用している廃棄物処理事業者 6 社、排出事業者 5 社にヒアリングを行い、その効果の検証と課題の整理を行った。

4.2.1.2 処理事業者へのヒアリング

処理事業者を対象に実施したヒアリング調査の概要については表 2-4-3 の通りである。

表 2-4-3 処理事業者ヒアリング調査概要

事業者	業の区分	実施日	ヒアリング人数
A 社	収集運搬・中間処理・最終処分	2020 年 10 月 15 日	1 名
B 社	収集運搬・中間処理	2020 年 10 月 15 日	2 名
C 社	収集運搬・中間処理	2020 年 10 月 19 日	3 名
D 社	収集運搬・中間処理	2020 年 10 月 19 日	4 名
E 社	収集運搬・中間処理	2020 年 10 月 22 日	2 名
F 社	収集運搬・中間処理・最終処分	2021 年 1 月 12 日	1 名

ヒアリングは全て ZOOM を用いたウェブミーティング形式で実施

¹⁵ JWNET website, <https://www.jwnet.or.jp/jwnet/about/regist/index.html>, (アクセス日 2020 年 11 月 19 日)

¹⁶ 岡島 (2010)

ヒアリングを行った各社の電子化率については表 2-4-4 の通りであった。事業者ごとにばらつきはあるものの、20%から 40%のケースが比較的多くみられた。なお、E 社については電子化率が 70%以上と極めて高い値を示しているが、これは E 社の企業努力に加え、同社の顧客のなかで大規模な排出事業者が占める割合が高いことも影響していると考えられる。後述するように、電子マニフェストの導入を阻害する要因の一つに、排出量が少ない事業者の場合、費用面で紙マニフェストの方が電子マニフェストに比べ有利になり、電子化のインセンティブが低くなるという状況がある。

表 2-4-4 電子マニフェストの割合

事業者	電子化率（全マニフェストに占める電子マニフェストの割合）
A 社	約 40%
B 社	約 40%
C 社	20.6%
D 社	約 20%～30%
E 社	約 70～80%
F 社	約 60% ¹⁷

4.2.1.3 電子マニフェスト導入の効果

ヒアリングの結果から、処理事業者にとっての電子マニフェスト導入の効果は、省力化と情報管理の簡便化の 2 点であることが確認された。まず、省力化に関して、ヒアリングを行ったほとんどの事業者が、紙マニフェストの返送作業が不要になることを電子マニフェスト導入の効果として挙げていた。マニフェストの返送には郵送代がかかるだけでなく、返送作業を行う労力も必要となるが、電子マニフェストの場合、これらのコストが不要となる。また、情報管理の簡便化も電子化のメリットとして挙げられていた。紙マニフェストの場合、紛失の恐れが少なからずあるが、電子化することで、このような問題をクリアすることが出来る。実際、ヒアリングのなかで明らかになった事例として、排出事業者に返送したはずのものが届いていないという問い合わせが処理事業者にくるといったものがあったが、このような事例も電子マニフェストを導入することで解決することが出来る。

以上の 2 点が電子化の主な効果であると考えられるが、今回ヒアリングを行った事業者が特に指摘していたのは一点目の省力化という点であった。また、後述する排出事業者へのヒアリングで明らかになった点であるが、排出事業者が紙マニフェストから電子マニフェストに切り替えを行う場合、処理委託先を従来の事業者から電子化に対応可能な処理事業者に変更するケースも存在した。これは、処理事業者が電子マニフェストに対応することで、排出事業者から委託先として選択される可能性を向上させることができることを意味しており、これも電子マニフェスト導入の効果として捉えることができる。

¹⁷ F 社は解体事業者であり、この値には排出事業者としての数値と処理事業者としての数値の両方が含まれている。

4.2.1.4 電子化の阻害要因

このように、廃棄物処理事業の効率化に有用である電子マニフェストであるが、表 2-4-4 に示したように、多くの処理事業者においてそこまで利用が進んでいない現状がある。この背景として、まず考えられるのが排出事業者側の要因である。今回ヒアリングを行った処理事業者のほとんどが挙げている電子化の阻害要因は、排出事業者のマニフェスト制度に対する関心の低さであった。産業廃棄物の場合、処理責任は排出事業者にあるが、マニフェスト制度の重要性を認識していないケースが少なからず存在する。この傾向は、特に規模が小さい排出事業者ほど顕著であるようである。制度自体への関心が低いため、従来、紙で対応してきたものを電子化するということの意義を見出しにくく、電子化の促進を阻害する要因となっている側面がある。

また、排出量が少ない小規模排出事業者のなかには ICT の知識を含め、電子化のためのノウハウが不十分な事業者も少なく無く、これが電子マニフェストの導入を躊躇させている点や、排出量が少ない場合、そもそも紙マニフェストの方が、費用が安くなるという点も電子化を阻害する要因として挙げられていた。更に、比較的規模が大きい排出事業者の場合であっても、一部の処理委託先が電子マニフェストに対応していない場合、紙と電子の 2 種類のマニフェストに対応しなければならず、その煩雑さを回避するため、従来通りの紙マニフェストを使用するケースもあることが指摘された。この他、処理事業者に関わるものとしては、受渡確認票の煩雑さもヒアリングを行った事業者から挙げられた。受渡確認票については、記載すべき事項自体は定められているものの書式は統一されておらず、必要な情報の読み取りが容易ではなく、効率的に電子マニフェストを運用するうえで改善が必要だと考えられる。

表 2-4-5 処理事業者からみた電子マニフェストの効果と課題

導入の効果	課題
・ マニフェスト入力・返送業務の削減	・ 排出事業者の意識
・ マニフェスト管理の簡便化	・ 排出事業者の ICT スキル
・ 取引先の拡大	・ 小規模排出事業者の費用負担
	・ 受渡確認票の煩雑さ

4.2.1.5 排出事業者へのヒアリング

排出事業者に対して実施したヒアリングの概要は表 2-4-6 の通りである。

表 2-4-6 排出事業者ヒアリング調査概要

事業者	事業内容	実施日	ヒアリング人数
F 社	製造業	2020 年 12 月 10 日	1 名
G 社	製造業	2020 年 12 月 17 日	2 名
H 社	製造業	2020 年 12 月 22 日	1 名
I 社	建設業	2021 年 1 月 12 日	2 名
J 社	建設業	2021 年 1 月 14 日	1 名

ヒアリングは全てウェブミーティング形式で実施

ヒアリングを実施した排出事業者の電子化率については表 2-4-7 の通りである。製造業 3 社についてはいずれも電子マニフェストの割合が 100%であり、全ての事業者が紙マニフェストから電子マニフェストへの移行の際、紙と電子を併用することなく、100%の電子化を実施していた。その際、電子化に対応できる処理事業者に委託先を変更するというケースも存在した。この背景として、今回ヒアリングを実施した F、G、H 社はいずれも規模の大きい事業者であることが挙げられる。

一方、建設事業者である I 社、J 社については、電子化率が約 90%以上と高いものの、紙マニフェストと電子マニフェストを併用している状況であった。この理由としては、特定の種類の廃棄物処理を委託している事業者（特に収集運搬事業者）が電子化に対応していないということが挙げられていた。電子化未対応の原因としては、個人事業者の場合、ICT についての知識を含め電子化のためのノウハウが不十分であり、電子化に躊躇しているというケースが指摘された。

表 2-4-7 電子マニフェストの割合

事業者	電子化率（全マニフェストに占める電子マニフェストの割合）
F 社	100%
G 社	100%
H 社	100%
I 社	約 90%
J 社	約 95%

4.2.1.6 電子マニフェスト導入の効果

ヒアリングの結果、排出事業者にとっての電子マニフェスト導入の主な効果として、コンプライアンスの強化と情報管理の簡便化の2点が挙げられた。今回ヒアリングを実施した排出事業者の多くは、委託先の処理事業者を選択する際に、処理価格もさることながら適正処理を行うことを何よりも重視しており、それを担保する手段として電子マニフェストを利用しているケースがほとんどであった。また、紙の伝票を管理する煩雑さを解消することや、伝票の紛失リスクをなくすということもマニフェスト導入の大きな目的であることが指摘されていた。

4.2.1.7 電子化の阻害要因

上述の通り、今回ヒアリングを実施した排出事業者はすべて電子マニフェストを導入している事業者であったが、これらの事業者へのヒアリングを通じて、排出事業者から見た電子化の阻害要因も明らかになった。その主なものが、電子化のためのノウハウの不足である。例を挙げると、ヒアリングを実施したH社は、国内有数の規模を誇る製造業企業の一部門であったが、電子化した際の最大の阻害要因として、排出企業の担当者に廃棄物処理の知識不足を挙げていた。担当者が廃棄物処理に際して、何をすればよいかという知識を持ち合わせていなかったということである。

最終的H社の場合、専門のコンサル企業による電子マニフェスト導入の支援を受けることで電子化を実現していたが、同社の他部門については現在も紙マニフェストを使用しているケースが存在するということがあった。このように、排出事業者の担当者に廃棄物処理の知識が十分に無いケースは、他の事業者の場合であっても少なくないと考えられ、これが電子化の促進を阻害する要因になっている。また、排出規模が少ない事業者の場合、電子マニフェストが紙マニフェストに比べ割高になるということも電子化阻害の大きな要因になっていると指摘できる。

表 2-4-8 排出事業者からみた電子マニフェストの効果と課題

導入の効果	課題
・ マニフェスト管理の簡便化	・ 電子化に必要なノウハウの不足
・ コンプライアンスの強化	・ 小規模排出事業者の費用負担

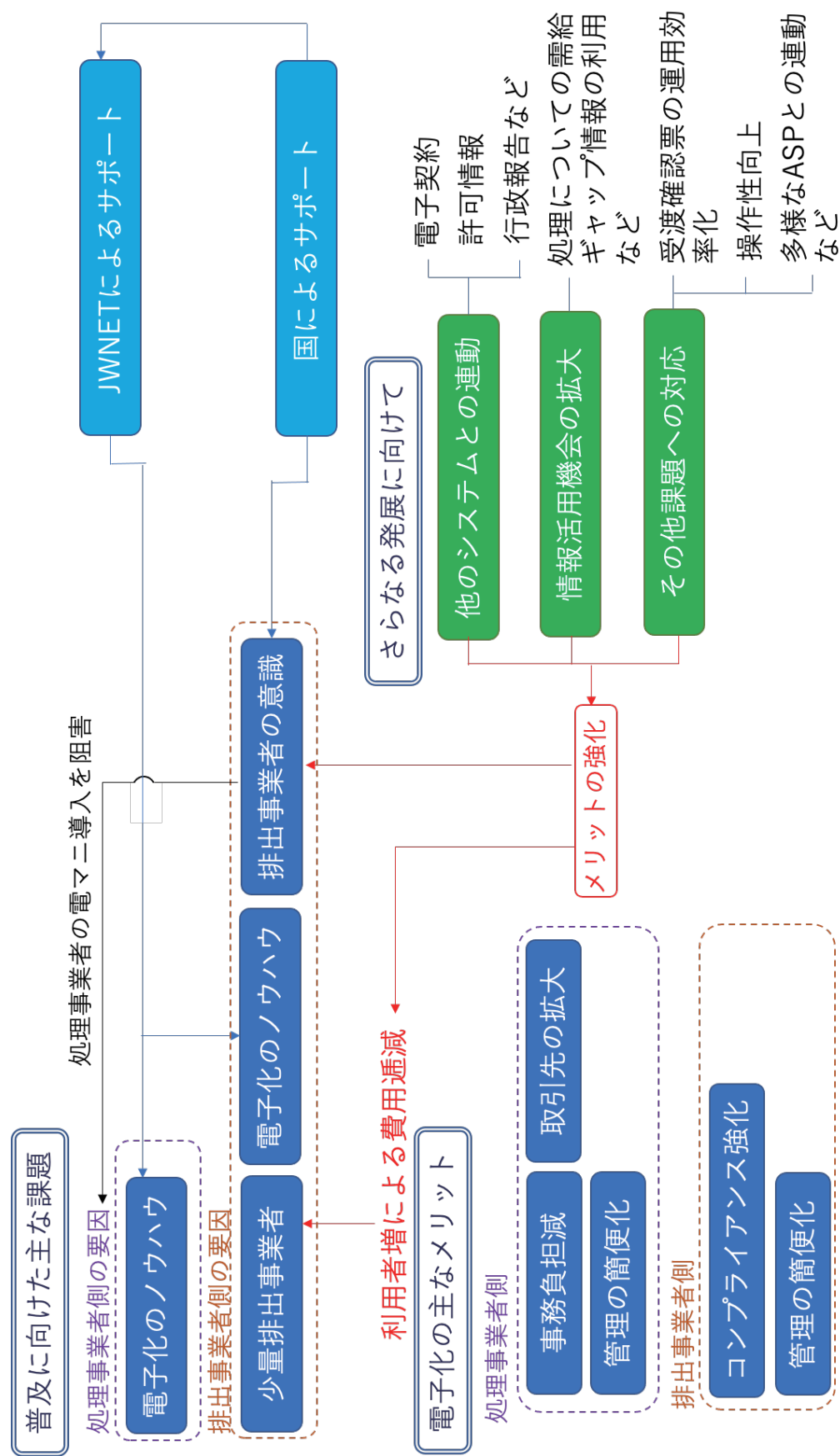


図 2-4-7 電子マニフェスト普及に向けた課題

4.2.1.8 更なる普及に向けた方策と今後の展開について

以上で整理したように、電子マニフェストの更なる普及を図るためにはいくつかの課題が存在している。なかでも最も重要なものが排出事業者側の意識の更なる向上である。ヒアリング調査からは、排出事業者のなかには特に中・小規模事業者を中心にマニフェストについての意識が高くなく、そのため現行の紙マニフェストのままにしておくという事例が少なからず存在することが明らかになった。この点については、処理事業者側からの働きかけだけでは解決できない部分もあり、国が主導して排出事業者の意識を更に向上させる施策を採ることも必要であると考えられる。また、ICT に慣れていないことや、そもそも排出事業者側に電子化のためのノウハウが不足していることが電子化を阻害している状況も存在したが、この課題の解決のためには、ヒアリング調査でも挙げられていたコンサル企業による支援だけでなく、既に行われている JWNET によるサポートをより強化することが有用であると考えられる。加えて、現在の JWNET の操作性の悪さを指摘する声も聞かれた。PC 作業に慣れていない場合、JWNET への入力が困難であり、その問題を回避するために高額な ASP を利用しているケースもあった。現状の JWNET の操作性をさらに向上させることで、電子化がより一層促進されることが期待できる。さらに、排出量が少ない事業者にとってはコスト面で紙マニフェストの方が有利であるという点については、上記の施策を実行し、電子マニフェストの加入率を上昇させることで電子マニフェスト制度の運用コストを低下させ、本制度の利用料金を引き下げるということも期待できる。

現状の課題を解決することに加え、既存の電子マニフェストの機能を強化することでその有用性を高めることも電子化の促進、そして廃棄物処理業の更なる効率化に資すると考えられる。機能強化の方向性の1つとして、廃棄物処理に関連する他のシステムとの連動性の強化が挙げられる。たとえば、今回ヒアリングを行った事業者（処理事業者と排出事業者双方）のなかには電子契約を導入しているケースが少なく無かったが、そのような事業者からは電子契約と電子マニフェストの情報を紐づけることで、処理が更に円滑になるという指摘があった。電子契約を結んだ時点で、その情報をマニフェストに流すことが可能になれば、事務処理負担を軽減できるだけでなく、処理フローの一層の透明化につながることも期待される。また、処理事業者、排出事業者ともに各種の情報を自治体に提出することが必要となるケースがあるが、この内容とマニフェストに記載されている情報が一致している部分があるにも関わらず、両者が連動していないため、業務が煩雑化しているという指摘もヒアリングのなかで寄せられた。この点に関しても、各種報告のシステムと電子マニフェストのシステムが連携し、情報を共有することが可能になれば、事業者の負担が軽減し、コストの削減やより質の高い処理への資源の投入を可能にすることが出来る。これらに加え、許可情報のデータとリンクさせることで、許可の取消についての情報などが即座に電子マニフェストに反映されるようになれば、より品質の高い処理を実現する一助となるだろう。現状、許可情報は産廃情報ネットや事業者のウェブサイト、自治体のウェブサイトなど様々な媒体に掲載されているが、どの情報を見ればよいのかが不明であるという指摘もヒアリングのなかで挙げられた。情報を一元化して発信するという機能を付与することも電子マニフェスト制度の価値を高めることに資すると考えられる。

さらに、排出事業者は電子マニフェストを利用する場合、JWNET のサイトを直接利用するのではなく、各事業者の目的に応じて ASP を介しているケースが少なくない。例えば、F 社の場合、コンプラ

イアンスを重視する目的で、コンプライアンス強化の機能に特化した ASP サービスを利用していた。これらの ASP と電子マニフェストのシステムとの連携をより柔軟にすることで全体としての電子マニフェストシステムの利便性を向上させることができる可能性がある。

もう一つの機能強化の方向性として、電子マニフェストのシステムに蓄積されている処理に関する情報の利用可能性の拡大が挙げられる。たとえば、電子マニフェストに記載されている処理などの情報が広く公開されることで、廃棄物処理の需給ギャップを地域別にみることが出来るようになる可能性がある。このような情報を得ることが出来れば、処理能力に余裕のない地域から、比較的余裕のある地域へ廃棄物を移動させ、安定的な処理を行うことが可能となる。また、排出事業者にとっても処理能力に余力がある地域を視覚化できることには適正処理を担保するうえで意味があることだと考えられる。さらに、調査からは排出事業者にとってはどのような処理事業者がどのような処理をできるのかという情報が一括で検索できるシステムにもニーズがあることがうかがえ、このような機能を付与することも電子マニフェストの価値を高めることにつながるだろう。

現在、導入されている電子マニフェストは廃棄物処理の効率化・適正化に大きく貢献している反面、改善の余地も少なくない。現状の課題を解決し、その機能を拡張していくことでさらなる廃棄物処理の効率化・適正化に資することが期待される。

参考文献

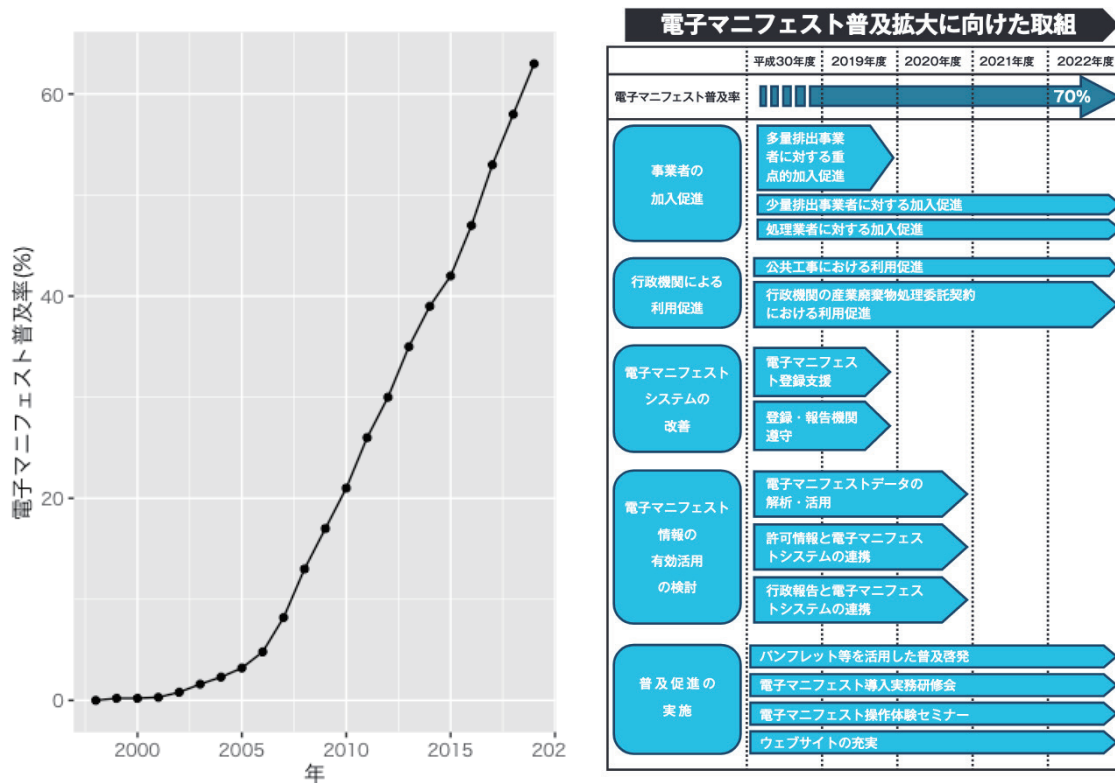
岡島(2010), 電子マニフェスト導入の効果と課題, 廃棄物資源循環学会誌, Vol.21, No.4, pp.224-227, 2010

4.2.2 ダイナミックプライシングの産業廃棄物処理への適応可能性

4.2.2.1 背景

産業廃棄物処理で最も重要なことは適正処理であり、不法投棄や不適正処理は絶対に避けなければならない。同時に廃棄物処理企業の行動を、新たなイノベーションが生み出される余地を奪ってしまうような水準で過度に規制することは適正処理に対して逆効果となることもある。過度の規制は、規制遵守にリソースを費やしすぎた結果、適正処理の実態に対する内部監視が不十分となる可能性があるだけでなく、企業に生産性向上へのインセンティブをもたらさないで業の振興を妨げる可能性もある。

適正処理の観点からはトレーサビリティが重要であるが、現行のマニフェスト制度が適切に運用されれば、理論的には高い追尾可能性、透明性が維持できる。しかしながら、年間 5000 万枚程度の発行があるマニフェストを紙で管理して、トレーサビリティの実効性を担保することは現実的ではない。実際、フローとしてのマニフェストは管理の各時点で一旦は把握されるものの、紙マニフェストでは情報管理に膨大な作業時間がかかるのでストックとしての情報は管理されていないに等しい。この点は電子マニフェストを利用すれば（少なくとも技術的には）解決されるので、マニフェスト情報の高度利用を進めて行く上で電子マニフェストの利用率の向上は重要な課題である。



出所：公益財団法人日本廃棄物処理振興センターウェブサイト

図 2-4-8 電子マニフェスト普及率の推移(左)と電子マニフェスト普及のロードマップ(右)

図 2-4-8 は、公益財団法人日本廃棄物処理振興センターによる電子manifestの普及率の推移を示したものである。これは、年間総manifest数を 5,000 万として電子化率を算出しているもので、2018 年 12 月から 2019 年 11 月の電子manifest数は約 3,200 万件であり、普及率は概ね 64%となっている。環境省が 2018 年 1 月に策定した「電子manifestの普及拡大に向けたロードマップ」での目標は 2022 年度に 70%となっていることを考えると順調に推移しているということもできるが、まだ 3 分の 1 近くのmanifestが紙ベースであるとみることできる。

現状の仕組みでは電子化のメリットは年間に一定以上のmanifestを取り扱う事業者ではわかりやすいが、そうでない場合は単純なコスト計算でメリットを享受しにくい。そうした事業者にも加入を促すためにはコスト以外の魅力を提供する必要がある。前述の「電子manifestの普及拡大に向けたロードマップ」では「電子manifest情報の有効活用の検討」も進めている。この一環として、電子manifestデータベースを核としたプラットフォームを組織して、様々な付帯サービスを提供することが考えられる。このプラットフォームに参加していることで、manifest制度の規制遵守に加えて、商取引上のメリットを得られるということになれば、これまでのトレーサビリティの電子化という意味合いを越えたインセンティブを事業者を提供することができる。

イノベーションを
通じた業の振興

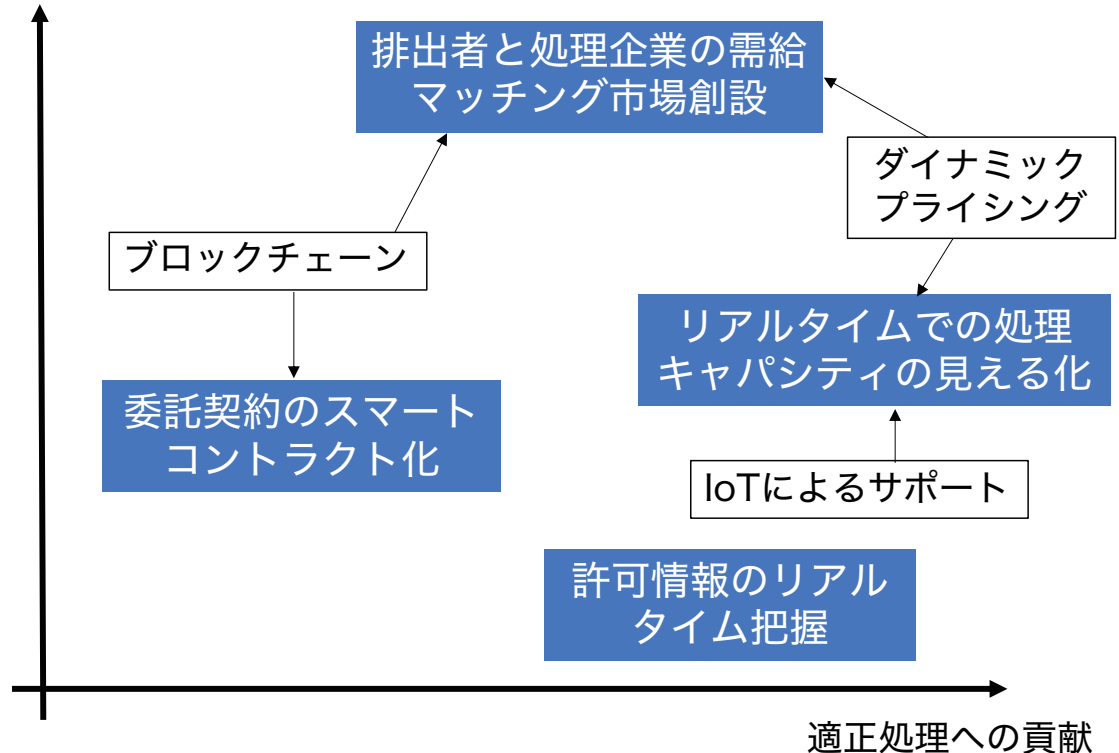


図 2-4-9 電子manifestを核として拡張できるサービスの例

図2-4-9は電子マニフェストデータベースを核としたプラットフォームに付帯させるサービスの候補の例として、

- (1) 許可情報のリアルタイム把握
- (2) 委託契約のスマートコントラクト化
- (3) リアルタイムでの処理キャパシティの見える化
- (4) 排出者と処理企業の需給マッチング市場の創設

の4つを「適正処理への貢献」と「イノベーションを通じた業の振興」に二つの軸で評価してプロットしたものである。

現状では、(1)の産業廃棄物処理事業者の許可情報については、現状でも都道府県のウェブなどを把握することができる場合もあるが必ずしも提供の方法は一樣ではなく、リアルタイムに更新がなされているわけではない。優良事業者の認定制度などいくつかの付加価値を提供するサービスは存在するものの、マニフェスト制度という全ての産業廃棄物処理が必ず通過する手続きを通じて情報が一元的に管理されていることは効率性の観点からは最も望ましい。不適正処理による業の許可の取り消しなどが一定程度あることを鑑みれば、リアルタイムで許可の有無が産業廃棄物の種類別に確認できることのメリットは小さくない。

次に、(2)の委託契約のスマートコントラクト化は、産業廃棄物処理業のコスト削減、業務効率化に大きく貢献するものと考ええる。コロナ禍での経験から今後は確実に押印を省略したデジタルな取引への抵抗感は確実に減少しており、電子契約は着実に推進されていくだろう。実際、産業廃棄物に特化した電子契約のソフトウェアも登場しており、電子マニフェストを導入している排出事業者及び処理事業者へのヒアリングでは想像以上に電子契約日導入が進んでいた。業の振興という観点からは電子契約からさらに一步進んで、電子マニフェストを核としたプラットフォーム上でのブロックチェーンを利用したスマートコントラクトの導入が考えられる。定期的な委託処理契約がある場合には安定的な取引があり、十分な準備の下で適正処理が進められているケースが多い。

一方で突発的な処理の需要が発生し、十分な処理事業者の情報がない場合に結果として不適正処理につながる場合が少なくない。そこで優良事業者を対象として、事前にスマートコントラクトの枠組みをプラットフォーム上に用意し、一定の手続きを踏めば自動的に契約が成立するような準備を済ませておけば、適正処理が担保できる形でスピード感を持って新規の委託契約を進めることができる。これは日頃の適正処理の積み重ねが評価されて、新規案件をファストトラックで受注できる仕組みと言い換えることもでき、産業廃棄物の処理事業者に対して、適正処理の情報公開を進めるインセンティブとしても機能することが期待できる。

(3)のリアルタイムでの処理キャパシティの見える化は、電子マニフェストの普及が進めば、ストックデータが活用できるのではないかとことを示唆している。これまでの電子マニフェストは、排出者から収集運搬事業者へ、そして収集運搬事業者から処理事業者へ、と廃棄物が移っていく断面でその記録がチェックされてきた。その一方、実際にどのくらいの量が処理事業者に現在滞留しているかについての情報については確認のしようがない状況であった。産業廃棄物の発生にはサイクルもあ

り、ピークとオフピークでの発生量の差は決して小さくない。どんなに優良な処理事業者であっても処理のキャパシティをオーバーしてしまえば不適正処理の可能性が高まってしまう。電子マニフェストを用いているのであれば、フローの情報を一定期間積み上げることによってストックのデータ、つまりある産業廃棄物処理事業者に現在どの程度の廃棄物が滞留しているかを知ることができるはずである。こうした情報をそのままではなくとも「青信号・黄信号・赤信号」の3段階などの形で工夫して排出事業者に提供することで排出事業者は適正に処理してくれる事業者を選びやすくなる。また、適正処理の情報公開に熱心で信頼の厚い処理事業者であれば、キャパシティが逼迫している状況では処理事業者に対して価格の値上げを行うことでwin-winの取引とすることができる可能性がある。

こうした仕組みが成功するための条件としては、1)キャパシティの空き状況について第三者が検証できる形で公開されていること、2)価格を柔軟に変化させることのコストが小さいこと、が少なくとも必要である。1)については、IoT 技術を駆使して、処理のラインに入る廃棄物についてはセンサーを通じて確実に検証可能な形で数量を把握でき、電子マニフェストが記録している量と一致していることを常にモニタリングできる必要がある。2)については、電子マニフェストを核としたプラットフォーム上でいわゆるダイナミックプライシングの枠組みを機能させる必要がある。

最後に電子マニフェストという必ず通らなければならないチェックポイントがあることを利用した(4)の排出事業者と処理事業者のマッチング市場の創設について提案したい。これは、既に述べた許可のリアルタイムの確認は済んでおり、スマートコントラクトのような形で委託契約を瞬時に結ぶことができることができていることを前提としている。その上で処理事業者はこのマッチング市場に自らの処理設備や許可、対応できる価格などについて統一されたフォーマットで情報提供を行い、処理サービスを需要したいと思っている排出事業者と一定のルールに基づいて取引契約を結ぶものである。電子マニフェストデータベースという高いカバレージを備えたデータベースを基礎としたプラットフォームがこのようなマッチング市場を創設すれば、排出事業者は優良な処理事業者を探す手間を大きく短縮することができる。

このようなマッチング市場が効率的な商取引を生むためには、価格メカニズムを最大限活用していくことが必要である。そのためには、ダイナミックプライシングの枠組みが必要不可欠であることから、以下では、ダイナミックプライシングの概要と公益性の高い産業廃棄物に導入することの効果について検討する。

4.2.2.2 ダイナミックプライシングとは

ダイナミックプライシングは、同一の製品を異なるグループの人々に異なる価格で販売するという概念である。これは技術的な側面から考えると、ミクロ経済学での「価格差別」と同じ定義である。伝統的な区分では、価格差別は以下の3つに分類される。

第1種価格差別は完全価格差別とも言われるもので、企業が消費者一人ひとりについて完全な情報を持っており、実際に市場で取引をする前から全ての消費者の需要について完全な情報を持っていることを仮定している。その場合、価格差別が実行可能である前提条件を満たしていれば、企業にとって最適なのは、消費者一人ひとりの最大限界支払い意思額に等しい価格をオファーすることである。図2-4-10はこの第1種価格差別が実行された場合の厚生を示したものである。これをみると、第1種価格差別は独占の場合よりも厚生が改善し、社会的最適に一致していることがわかる。

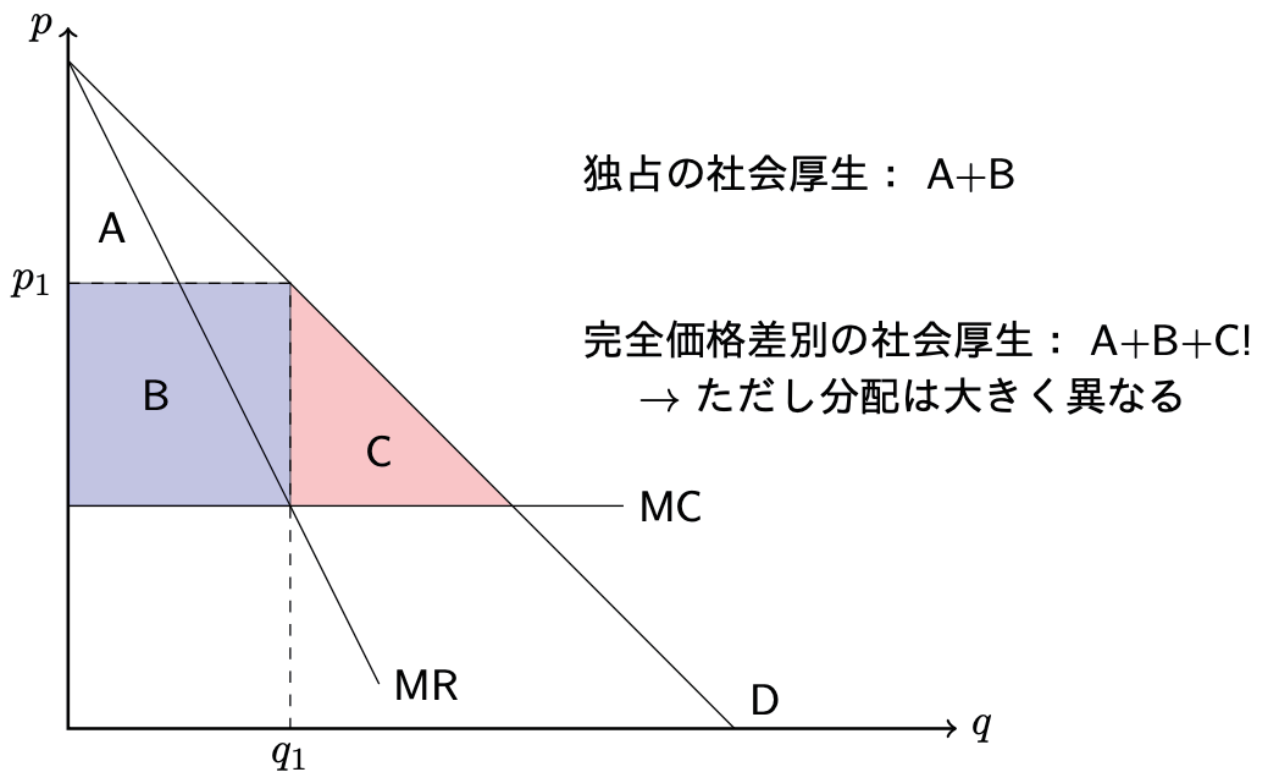


図 2-4-10 第1種価格差別の厚生

なお、上述の価格差別が成立する前提条件としては以下の2点がある。

前提条件

- 1 企業は市場支配力を持っていないなければならない。
 - 市場支配力のない企業はそもそも価格を選択できない。
- 2 企業は転売や裁定取引を防止しなければならない。
 - 転売が可能であれば、安く買った第三者が自分よりも安く販売する可能性がある。

実際の経済活動では、第1種価格差別が成立するような機会はほとんどないが、消費者一人ひとりではなく、学生や高齢者など特定のグループとしては、区別することが可能である場合は少なくない。学割やシニア割のように（個人の選好ではなく）特定のグループの平均的な特徴に従って実施する価格戦略を第3種価格差別と呼んでいる。第3種価格差別も一定価格戦略の場合よりも通常は利益を高

めることができる。

ここまでは企業が市場取引以前に何らかのサインを掴むことができる場合の価格差別を検討した。実際には個人がどのような選好を持っているかは把握できないことの方が多い。このような場合に、消費者に自ら選択を行ってもらう戦略を第2種価格差別（あるいは間接価格差別）と呼んでいる。例えば、多くの数量を購入すると割引になるクーポンを発行したり、飛行機の座席ランクに差をつけるなど、顧客に様々な価格の選択肢を示して、その中から選んでもらうのが典型的な例である。第2種価格差別が成立するためには、顧客に示したメニューが企業の意図したような消費者にそれぞれ選択してもらえるような構造になっていることが重要である（誘引両立性という）。

4.2.2.3. 狭義のダイナミックプライシング

広義では、いわゆる価格差別全般がダイナミックプライシングであると考えられることができるが、近年の IT 技術の進展によりメニューコストが大幅に低下したことから、日々の需要の変化と競合商品の価格変動に合わせて価格を変化させるようなものをダイナミックプライシングと呼ぶことが多くなっている（佐藤・澤木, 2020）。狭義のダイナミックプライシングのもっとも単純なモデルとして、離散時間のもとで確定的な需要(= D)の1製品の価格決定モデルを考えると、以下のような制約つき問題として考えることができる。

$$\max \sum_{t=1}^T R(D(p(t))) \quad (1)$$

$$s. t. \sum_{t=1}^T D(p(t)) \leq C \quad (2)$$

ここで、 $R(\cdot)$ は収入、 $t \in (1, \dots, T)$ は時間、 C はキャパシティ（あるいは初期在庫）をそれぞれ表す。このとき、ラグランジュ関数は、

$$L(D(p(t)), \lambda) = \sum_{t=1}^T R(D(p(t))) + \lambda \left(C - \sum_{t=1}^T D(p(t)) \right) \quad (3)$$

一階の条件は、

$$\frac{\partial R(D)}{\partial D} = \lambda^* \quad (4)$$

$$\lambda^* \left(C - \sum_{t=1}^T D(p(t)) \right) = 0 \quad (5)$$

となる。これを整理すると以下を得る。

$$p^*(t) = \frac{\lambda^*}{1 - \frac{1}{\varepsilon(t)}} \quad (6)$$

これは需要が弾力的であるほど利潤を最大化させる価格は低くなることを意味している。上述のモデルでは、離散時間で確定的な需要関数を想定していたが、連続時間のもとで消費者が財・サービスについて支払っても良いと考えている最大の価格が確率的に変化するモデルに拡張することもできる。その場合に（時間を通じての）一定価格戦略とダイナミックプライシングの最大収益の比は十分に大きなキャパシティと需要のもとでは漸近的に 1 に収束する（佐藤・澤木, 2020, p132）。よって、ダイナミックプライシングはどんな企業でもコストをかけて導入した方が良いというものではない。業界全体に有効な場合もあるが、場合によっては個社固有の価格戦略としては有効であるというケースも考えられる。そのようなケースでは、自社が直面している顧客の需要や価格弾力性について、機械学習、強化学習等を活用して、予測精度を高める取り組みを含めてダイナミックプライシングによる価格戦略と認識されている場合もある。

モデルの結果と合わせると、例えば、販売期間の終盤にかけて需要の価格弾力性の高い消費者が多い傾向にあるとすれば、終盤にかけて価格を低下させる戦略をとることが望ましい。逆に出張直前で飛行機に駆け込むように、販売期間の終了直前に価格弾力性の小さい消費者が購入する傾向にあるとすれば、終盤に価格をあげることが望ましい戦略となる。本稿では個社の価格戦略に関わるようなトピックは扱わないので、予測に関する部分はこれ以上踏みこまない¹⁸。

時間が経過するにつれて価格を変化させる戦略には「浸透価格戦略（penetrating pricing）」と「上澄み価格戦略（skimming pricing）」がある。浸透価格とは、新製品の販売時には低価格を設定し消費者の間に浸透することを狙い、ある一定の期間が過ぎた段階で価格を引き上げていく戦略である。これはソフトウェアや食品、化粧品などの試供品が代表的な例である。化粧品や食品などは使ってみなければわからない「経験財」であり、ソフトウェアなどはネットワーク外部性が働くため、浸透することが商品の利用価値そのものを高めていくことが影響している。

上澄み価格とは、新製品の発売時には価格を高く設定するものの、時間の経過と共にディスカウントしていくような価格戦略である。代表的な例としては以下のようなものがある。

¹⁸ 例えば、den Boer and Zwart (2015)や Kumar and Wang(2018)などを参照されたい。

表 2-4-9 価格戦略の例

	概要
情報通信機器	技術革新のスピードがはやく、購入後も一定の期間使用するような PC やスマートフォンなどは、innovators と呼ばれる価格をそれほど気にせず飛びつく消費者を狙って上澄み価格戦略が取られる傾向がある。
洋服	シーズンが始まった直後は商品の価格は高いが豊富な品揃えの中から選ぶことができるのでよりこだわりのある消費者は高くても購入する。安ければ買うという消費者はバーゲンで購入するので、第2種価格差別のような自己選択による価格戦略になっている。
スーパーマーケット	アメリカのあるスーパーでは、automatic mark down system が採用され、価格と売り出し日が張り出されており、1週間ごとに25%の値引きを行い、4週間売れなかったら慈善事業に寄付すると宣言している。これも自己選択を利用した価格戦略である。
TV ショッピング	近年は日本でも TV ショッピング専門のチャンネルがある。こうした番組は24時間商品情報を提供しており、場合によっては在庫状況をみながら、たびたび商品価格を変更している。
マイレージシステム	利用実績に基づくポイントを累積することでリピート顧客に対して将来の価格引き下げを提供することが航空会社を中心に幅広くみられる。累積されるマイレージがスイッチングコストを高めることになり、純粋な価格競争を避ける効果も背景にはある。

出所：丸山(2017)を参考に作成

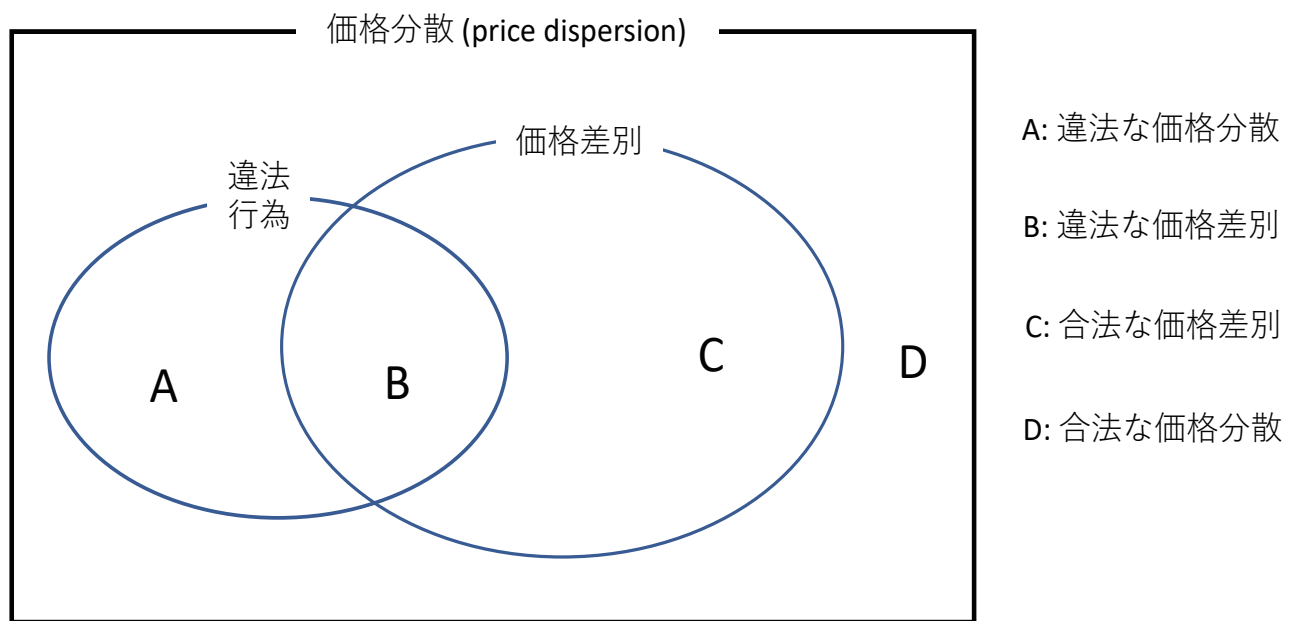
4.2.2.4. ダイナミックプライシングの課題

岡田(2007)によると、ノーベル経済学賞を受賞したロナルド・コースは反トラスト法について次のようなことを述べたという。

Ronald [Coase] said he had gotten tired of antitrust because when the prices went up the judges said it was monopoly, when the prices went down they said it was predatory pricing, and when they stayed the same they said it was tacit collusion.”¹⁹

価格差別は、差別対価や不当廉売と紙一重である。不当廉売は、公正取引委員会の一般指定 6 項において、差別対価は一般指定 3 項において、それぞれ不公正な取引方法に指定されている。価格は高すぎても安すぎても反競争的な行動とみられてしまう可能性がある。不当廉売は、競争相手を市場から退出させる目的で限界費用を下回るような低い価格を提示して、ライバルの退出後に市場を独占してより大きな利益を得ようとする行動であり、健全な市場競争を損なう可能性が高く、社会的に望ましい結果とはならない。

一方で、ピークロードプライシングのように単なる価格分散として捉えることができる場合には、反競争的な行動とはならない。図 2-4-11 に示したように、価格差別は価格分散の一部として捉えることができ、価格差の背景にある要因によっては、違法となる可能性があるものの、価格差だけをもって、一元的に違法とみなされるものではない。実際にダイナミックプライシングを行う際には、どのようなロジックで価格差別を行うのかについて、競争法の視点からも配慮が必要である。



出所：岡田 (2007)

図 2-4-11 差別対価規制の分類

二つ目の課題としては消費者の信頼をいかに得るかという点が挙げられる。ダイナミックプライシングの導入においては、基本的に値上げも伴うことから、導入することによって消費者に不信感をもたれないようにすることが必要である。

¹⁹ William Landes (1983) “The Fire of Truth: A Remembrance of Law and Econ at Chicago,” *Journal of Law and Economics*, vol. 26, pp. 163-34.

本質的な価値の変わらないものに対して、高い価格を提示するためには消費者が納得する根拠が必要となる。1999年にアメリカのコカコーラ社は、気温に応じて自動的に価格が変動する自社製品の自動販売機を試験的に導入した²⁰が普及はしなかった。一方で、先行している航空業界はもちろんのこと、アメリカの4大スポーツはもちろんのこと、日本国内のスポーツの試合においても需給バランスに応じた価格の変動が広く受け入れられている。

この二つの大きな違いは、販売している商品が繰り越せる在庫であるかどうかという点にみることができる。前者のコカコーラは仮にその日に販売できないとしても何ヶ月か後まで在庫として品質が劣化することなく保存できる。暑い日に値上げをして売れなかったとしても企業側にはリスクはほとんどないのに対して、飲み物を求めていた消費者だけが翌日には安くなっているかもしれない商品が高く買うことを納得してもらうことは難しい。一方で、出発当日の飛行機の座席は離陸前に売れなければ、在庫として持ち越すことは出来ず、売り上げ機会の損失が確定する。余っているシートを表示させるなどして現状を示しながら、価格決定の要因に丁寧に顧客に説明していることが受け入れられている要因と考えられる。

Priester, Robbert, and Roth (2020)は、ダイナミックプライシングで価格差別を受ける消費者がどのような点について、公平でないと考えているかについて分析を行った。その結果によると、年齢や学籍といった属性での価格差別よりも一人ひとりにパーソナライズされた価格差別の方が人々はより公平性に欠ける(less fair)と考える傾向があるという。また、パーソナライズされた価格差別が行われる際に、居住地による価格差別の方が過去の購入履歴に基づく価格差別よりも公平性に欠けると考えていることも明らかになっている。

産業廃棄物処理のキャパシティも1日の中で限りがあるもので、今日の施設の遊休時間は翌日に取り戻せるというものではない。収集運搬における帰り荷の確保についても同じことが言える。こうしたサービスの提供については既存のダイナミックプライシングのノウハウを活かす余地が十分にあると考えられる。

4.2.2.5. 社会的厚生を最大化するダイナミックプライシングの条件

ダイナミックプライシングはその定義から明らかなように企業の利潤最大化を目的として行われるものである。産業廃棄物処理業のように公益性のある産業においては、ダイナミックプライシングが企業の利潤最大化だけではなく、社会的厚生に対してどのような影響があるかを確認する必要がある。社会的厚生を消費者余剰と生産者余剰の和と考えて、以下のように定式化する。

$$\bar{W} = \max_{p_t, 0 \leq t \leq T} \int_0^T (S(p_t) + p_t D(p_t)) dt \quad (7)$$

$$s. t. \int_0^T D(p_t) \leq C \quad (8)$$

²⁰ ニューヨークタイムズ (1999年10月28日)より。 <https://www.nytimes.com/1999/10/28/business/variable-price-coke-machine-being-tested.html> (最終アクセス:2020年12月13日)

ここで、 $S(P_t)$ 及び $D(P_t)$ は、(infinitesimal な)消費者余剰及び需要である。Chen and Gallego (2018)はこの問題について、以下のことを示した。

- i. 確定的な需要を想定すると、総供給量が総需要量よりも小さい場合、社会的厚生を最大化する価格は、需給均衡価格と等しく、一定価格戦略がダイナミックプライシングよりも望ましい。
- ii. 十分に大きな需要とキャパシティのある産業において、企業の利潤最大化を追求するダイナミックプライシングによる価格戦略は、社会的厚生を減少させない。
- iii. 想定される需要関数において、需要の価格弾力性の上限と下限のレンジが小さければ小さいほど（例えば、価格弾力性が一定の需要関数は最小のレンジを持つ）、ダイナミックプライシングによる私企業の利潤最大化をもたらす価格戦略が、社会的厚生の最大化を同時に達成する win-win の状況になりやすい。

つまり、個社の価格戦略としてだけでなく、社会的厚生の最大化の観点からも需要の価格弾力性に関する情報を得ることが非常に重要である。

4.2.2.6. 産業廃棄物処理へのダイナミックプライシングの導入に向けて

これまでみてきたように、ダイナミックプライシングを用いた価格戦略には需要の価格弾力性に関する情報が欠かせない。経済学の既存研究において需要の価格弾力性を推定しようとする試みは多数見受けられる。廃棄物に関するものに限っても、表 2-4-10 に整理したように多くの先行研究がある。これをみると、全てが絶対値で 1 を下回っており、比較的非弾力的な傾向がある。

しかしながら、表 2-4-10 も含めて廃棄物関係の既存研究はほぼ全てが家庭ゴミが有料化された際の需要の価格弾力性を推定したもので、本稿が想定しているような産業廃棄物の収集運搬や処理サービスの需要に関する価格弾力性に関する既存研究は見つけられなかった。

表 2-4-10 先行研究における家庭ごみの価格弾力性

	国	対象	価格弾力性
Allers and Hoebe (2010)	Netherlands	Weight (unsorted waste)	-0.65
	Netherlands	Bag (unsorted waste)	-0.39
Callan and Thomas (2006)	USA	-	-0.58
Dijkgraaf and Gradus (2004)	Netherlands	Bag (unsorted waste)	-0.62
Houtven and Morris (1999)	USA	Bag (total waste)	-0.15
Huang et al. (2011)	NW, USA	Bag (total waste)	-0.62

Jenkins (1993)	USA	Volume	-0.12
Fullerton and Kinnaman (1996)	USA	Bag	-0.23
Podolsky and Spiegel (1998)	USA	Volume (total waste)	-0.39
Sawa and Usui (2007)	Japan	Bag	<0
Strathman et al. (1995)	USA	Volume	-0.45
Wertz (1976)	USA	Volume	-0.15
Yamakawa and Ueta (2002)	Japan	Bag	<0

出所：Usui and Takeuchi (2014, Table 1 の一部を抜粋)

唯一近い分野の参考文献として、Levinson(1999)によるアメリカの危険廃棄物の越境移動についての研究がある。これによると、処理施設の入り口で徴収される費用である“gate price”に対する弾力性は、-0.7 から-2.9 の範囲である。米国の一例から結論を導くことはできないが、家庭系廃棄物に比べるとより弾力的な需要構造である可能性がある。実際にダイナミックプライシングを導入する際には、制度設計でも個社の価格戦略でも弾力性は重要な情報となることを考えると、我が国の産業廃棄物処理における価格弾力性を実証的に分析し、蓄積していくことが望ましい。現状では産業廃棄物の処理は、民間排出者と処理事業者における契約であるため、ほとんど情報は開示されない。税金を投入していることへの説明責任を意識した一般廃棄物のようなコストをかけた処理量や費用に関する詳細な統計データは産業廃棄物には全く存在しない。価格など経営に関わる情報以外でも、例えば産業廃棄物の排出量の統計についてもマクロの経済変数などを駆使して推計に頼っている部分があるのが現状である。今後、電子マニフェストの普及が進む中で制度設計の機会があれば、匿名性を確保しつつ取引に関する価格情報を収集するような仕組みを検討すべきであろう。

参考文献

- Chen, N. and Gallego, G. (2018) “Welfare Analysis of Dynamic Pricing,” *Management Science*, vol. 65 (1), pp. 139-151.
- den Boer, A.V. and Zwart, B. (2015) “Dynamic pricing and learning with finite inventories,” *Operations Research*, vol. 63 (4), pp. 965-978.
- Gerlick, J. A., and Liozu, S. M. (2020) “Ethical and legal considerations of artificial intelligence and algorithmic decision-making in personalized pricing,” *Journal of Revenue and Pricing Management*, 19(2), 85–98.
- Kumar, R. and Wang, W. (2018) “Learning and optimization through dynamic pricing,” *Journal of Revenue and Pricing Management*, 17, pp. 63–77.
- Levinson, A. (1999) “State Taxes and Interstate Hazardous Waste Shipments,” *American Economic*

- Review*, vol. 89 (3), pp. 666-677.
- Priester, A., Robbert, T., and Roth, S. (2020) “A special price just for you: effects of personalized dynamic pricing on consumer fairness perceptions,” *Journal of Revenue and Pricing Management*, 19(2), pp. 99-112.
- Shy, Oz (2008) *How to Price: A guide to pricing techniques and yield management*, Cambridge University Press.
- Stamatopoulos, I., Chehrazai, N. and Bassamboo, A. (2019) “Welfare Implications of Inventory-Driven Dynamic Pricing,” *Management Science*, vol. 65 (12), pp. 5741-5765.
- Usui, T. and Takeuchi, K. (2014) “Evaluating Unit-Based Pricing of Residential Solid Waste: A Panel Data Analysis,” *Environmental and Resource Economics*, vol. 58, pp. 245-271.
- アンドリュー・マカフィ、エリック・ブリニョルフソン (村井章子訳) (2018) 『プラットフォームの経済学：機械は人と企業の未来をどう変える？』，日経 BP 社.
- ピーター・レイシー、ジェシカ・ロング、ウェズレイ・スピンドラー (海老原城一訳) (2020) 『サーキュラー・エコノミー・ハンドブック』，日本経済新聞社出版.
- 岡田淳・中野玲也・古市啓・羽深宏樹 (2020) 『プラットフォームビジネスの法務』，商事法務.
- 岡田洋佑 (2007) 「不当廉売・差別対価規制の経済的根拠について」公正取引委員会・競争政策研究センター・第 8 回公開セミナー (<https://www.jftc.go.jp/cprc/koukai/seminar/h18/> :最終アクセス日 2020 年 12 月 14 日).
- 佐藤公俊・澤木勝茂 (2020) 『レベニューマネジメント：収益管理の基礎からダイナミックプライシングまで』 共立出版.
- 丸山雅祥 (2017) 『経営の経済学：第 3 版』，有斐閣.

4.3 AI、IoT を活用した生産性向上の技術的課題の検討

4.3.1 背景と目的

産業廃棄物処理業は生活を支える重要なインフラの一つであるが、他の産業と同様に従業員の高齢化や人手不足、事業承継等の課題を抱えている。今後人口減少に伴う廃棄物発生量の減少が予想される一方で、廃棄物は一定量が発生するものであり、確実に処理が継続されるよう産業の安定性が求められる。さらには、循環型社会の形成に向けて資源循環業としての役割が期待される。これらに対して、第四次産業革命による「Society5.0」の実現に向け、ICT による省人化や生産性向上が期待されている。

研究パート1の「産業廃棄物の将来フレームに関する研究」の試算によると、2045年の労働力需給のギャップ(需要÷供給)はおおよそ125%となることから、産業廃棄物処理分野においても125%の生産性向上が必要と考えている。

研究パート2では、今後必要な政策・技術的進展についての課題を整理し、政策立案に資する情報を得ることを目的としている。AI、IoTを活用して、情報の非対称による問題(排出事業者と処理業者間で情報が非共有である事の弊害)を回避しつつ、省人化・生産性向上につながる方策を検討する。

4.3.2 平成30年度の活動

平成30年度は、省人化・生産性向上につながる方策を検討する準備段階として、AI、IoTといった先端技術の勉強会を行った。

AI、IoTの先端技術を研究の参画者である廃棄物・経済学の専門家がより深く理解することを目的として、勉強会を3回実施した。第1回は、AI、IoT技術について、現状の到達点と今後の可能性を学習した。第2回は、仮想通貨だけでなく、スマートコントラクトなど多くの分野に应用されているブロックチェーン技術(以下、BC)の理論的背景について、学術的背景も含めて学習した。第3回は、産業廃棄物のサプライチェーン管理に向けてこうした先端技術をカスタマイズすると、どのようなメリットとデメリット、可能性があるかを議論した。

表 2-4-11 平成30年度勉強会

第1回	AI、IoTの現状と可能性、今後の課題
第2回	ブロックチェーンの仕組みと可能性、今後の課題
第3回	各種ICT技術の適用可能性とメリット、デメリット、課題整理

3回の勉強会および「廃棄物処理・リサイクルIoT導入促進協議会」での意見から、廃棄物分野でのICTシステムの活用アイデアとして以下が挙げた。

ICT システムの活用アイデア

- ・ 高機能分別 BOX
- ・ 集積量の検出（センサー、画像）
- ・ 廃棄物センシング
- ・ 品目別回収量推定
- ・ 回収量測定、積卸し量測定（センサー、画像）
- ・ 家庭ごみの有料シールの画像認識
- ・ 電子マニフェスト入力端末
- ・ 電子マニフェストの IoT 化（自動入力）
- ・ 回収スケジュールの AI 予測
- ・ 回収ルート of AI 最適化
- ・ 回収車の自動運転
- ・ 回収ルート共同運行（業者間情報共有）
- ・ IoT によるトレーサビリティ
- ・ 収集運搬のエスクロー取引（スマートコントラクト）
- ・ 施設稼働率予測
- ・ 設備稼働状況の監視
- ・ 品目別在庫管理（空きの確認）
- ・ 廉価版分別ロボットの開発
- ・ 積み替え保管の量推定（センサー、画像）
- ・ 処理ラインの IoT センシング
- ・ ドローンによる最終処分場モニタリング
- ・ BC による処理過程記録（業者間情報共有）
- ・ BC による適切処理記録
- ・ 優良業者の BC 記録
- ・ BC と連携した CO2 排出権の管理
- ・ 電子マニフェストの部分利用
- ・ 電子マニフェストの登録代行
- ・ マニフェスト報告フォーマットの統一
- ・ 契約の電子化

4.3.3 平成 31 年度の活動

4.3.3.1 調査の概要

平成 31 年度は ICT システムの導入に向けた課題整理を目的とした。仮説として設定したシステムに対して廃棄物処理業者にヒアリングし、実現性、改善可能性、必要要件を確認する。その結果から仮説を再検討し、導入に向けた課題を整理した。

1 つの ICT システムで生産性が大幅に向上するとは考えられないため、複数の小さなシステムを積み上げることで生産性向上を果たすことを考え、そのためのシステムアイデアを列挙した。その際、無条件にシステム化するのではなく、次のビジョンを設定して廃棄物処理分野に関わるシステムアイデアを挙げた。

ビジョンの設定

廃棄物処理産業の連携高度化と製造分野へのバリュー提供
：生産性向上、適切処理実現、リサイクル品質向上

列挙したシステムアイデアを資料 4-1 に示す。

情報連携プラットフォームのシステムアイデアを下図に示す。廃棄物処理産業における高度な情報連携と製造分野に向けたバリューの提供を狙うプラットフォームである。情報連携を実現する上で、電子マニフェストを核としている。廃棄物処理の電子情報は JWNET に集約されており、この情報をうまく利用し、不足する情報を補完する利用を考えている。廃棄物の加工処理が適切であることの裏付けおよびトレーサビリティ、適切に処理している優良処理業者であることの根拠、適切に処理されていることによるリサイクル原料の品質根拠に利用できる。効率的に処理を行い、リサイクル品質を高めるためには、製造側からの素材情報の提供や、排出者からの排出計画や排出物の情報と連携することが必要である。

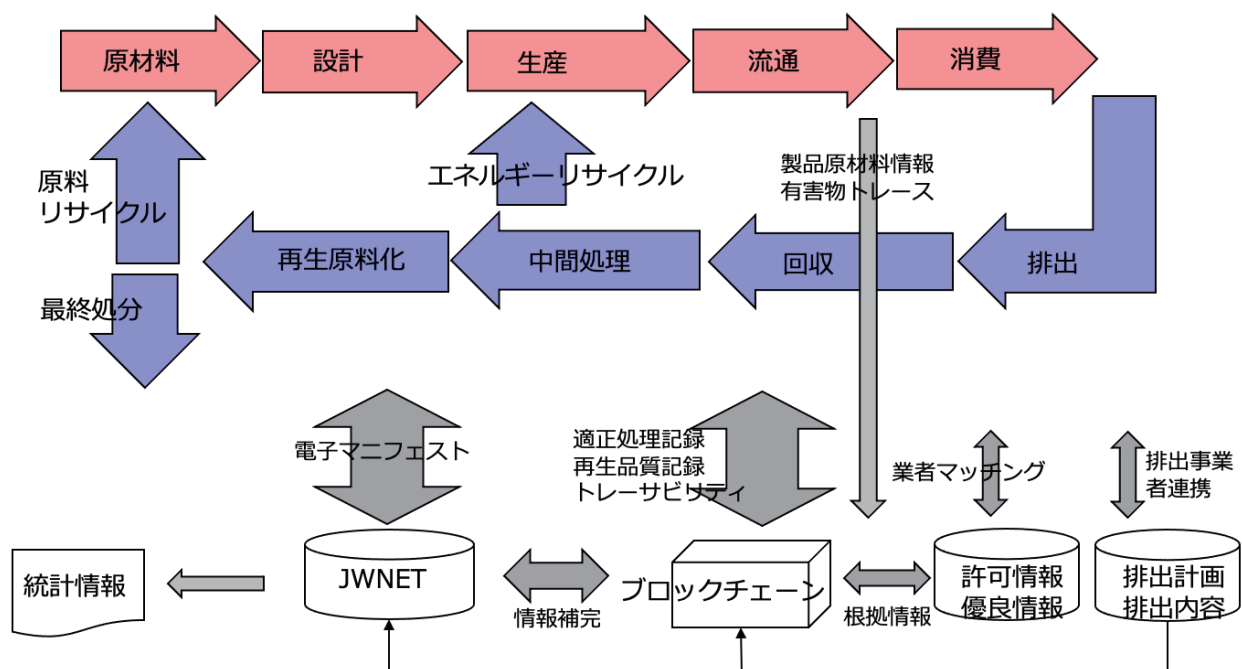


図 2-4-12 情報連携のシステムアイデア

4.3.3.2 ヒアリング結果

廃棄物処理業者 6 社へヒアリングを実施した。

表 2-4-12 廃棄物処理業者へのヒアリング

	会社	事業内容
1	A 社	収集運搬、汚泥処理、リサイクル加工
2	B 社	破碎機、AI 選別機、RPF(リサイクル固形燃料)製造機等の設計、製造、販売、設置
3	C 社	収集運搬、中間処理、最終処分、リサイクル
4	D 社	収集運搬、中間処理、古紙リサイクル
5	E 社	収集運搬、中間処理、最終処分
6	F 社	収集運搬、中間処理、リサイクル

ヒアリングの結果、廃棄物処理業者には以下の ICT 導入ニーズがあることが分かった。

- ・収集運搬の効率化
 - －AI 配車
 - －ルート短縮
 - －再委託
- ・AI 選別ロボット
 - －人手不足対策に必須
 - －精度向上、低価格化、小型化が必要
- ・電子マニフェストの活用と情報連携
 - －電子マニフェストの強制使用と無料化
 - －電子マニフェストと廃棄物、許可情報、契約書の結び付き確保
 - －電子マニフェストの簡単操作（タブレット利用、アルバイトでも可能にする）
 - －電子マニフェストと結びついた処理記録（トレーサビリティ）
- ・IoT による処理設備の見える化、自動化
- ・排出側との情報連携
 - －発生源の情報
 - －排出内容の情報

一方、排出情報を共有して収集運搬を業者間で融通し合ったり、運搬を効率化するために他社と施設稼働情報を連携するニーズは無かった。また、運搬、選別の人手不足には関心が高いことが分かった。

このことから、現場改善のシステムのニーズは、AI による回収ルート効率化や選別ロボットの導入、情報連携のシステムのニーズは、電子マニフェストとの情報連携や排出側との情報連携にまとめられた。

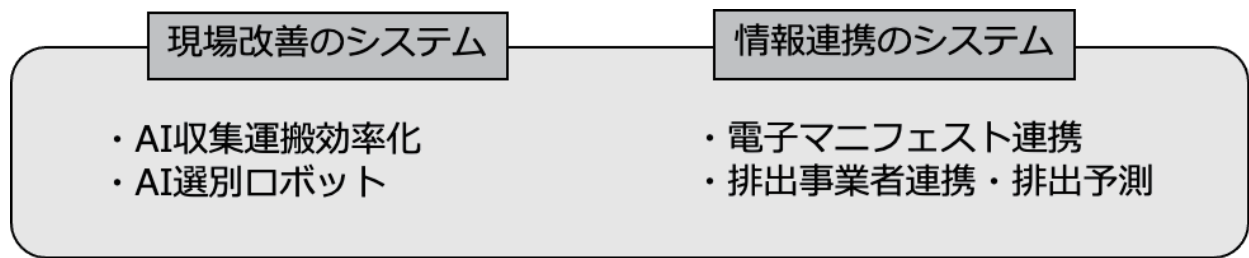


図 2-4-13 ヒアリング結果での ICT 導入ニーズ

4.3.3.3 仮説検討のシステム

現状における ICT 化ニーズのうち、収集運搬の効率化、電子マニフェストとの情報連携、排出側との情報連携について下図に示す。AI 選別ロボットおよび IoT による処理設備の見える化・自動化は、それぞれのメーカー企業が注力している分野である。従って、企業間競争によって自ずと進展が期待できる分野である。一方、組織間の情報連携が進展するためには、関係者が共通の仕組みに立つための合意が必要となる。

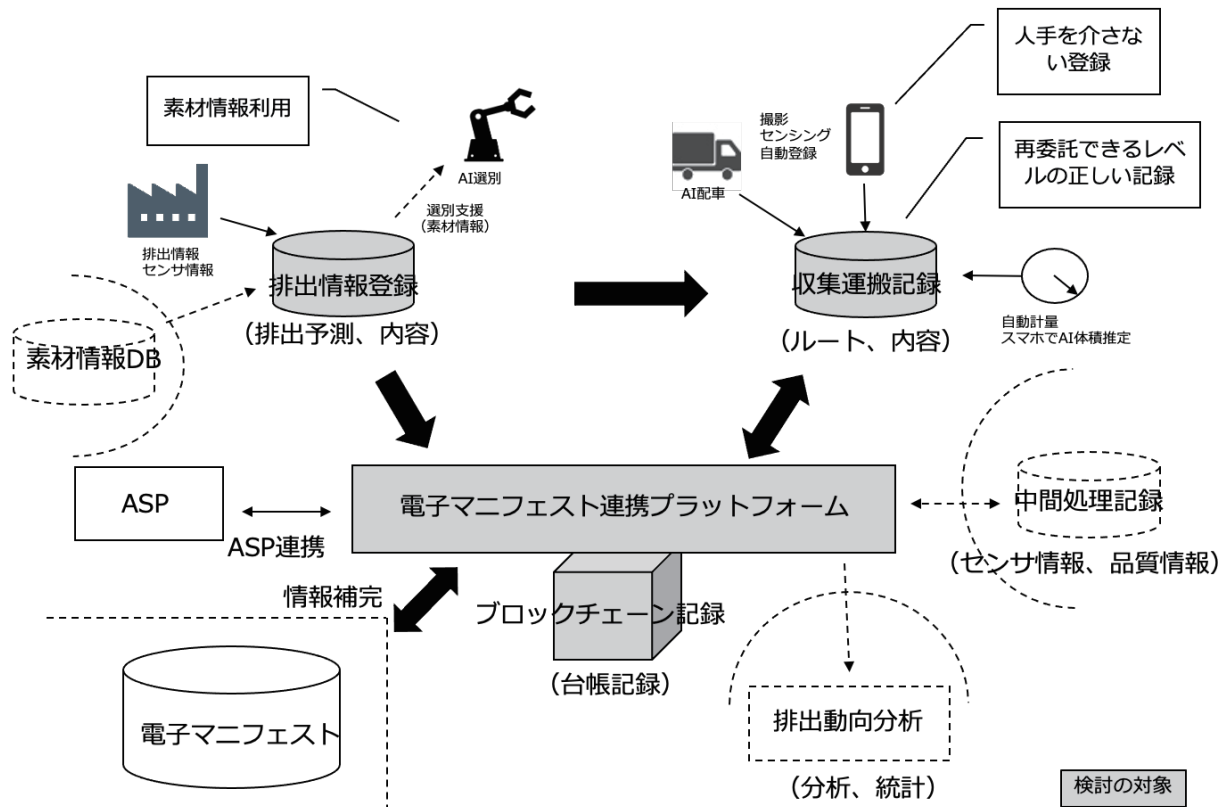


図 2-4-14 現状における検討システム

図は収集運搬と情報連携のプラットフォームのイメージ図である。排出事業者と収集運搬業者が情報連携することで、排出計画の作成を容易にするとともに、どのような排出物かをデータベースに記録する。排出事業者と処理業者で情報を共有することになり、情報の非対称性を回避できる。人手を介して登録するのではなく、排出事業者の業務システムとの連携登録が望ましい。この情報は、AI 配

車への入力となる。将来的には中間処理業者の処理自動化にも利用可能とする。AI 配車システムは、排出時期、内容、量といった排出情報を元に回収ルートの効率化を実現する。単純な排出物であれば、スマホによる画像認識や体積推定によりマニフェスト情報の登録を自動化できることを期待する。収集運搬を効率化できれば、ドライバーの負担を減らすとともに、CO₂削減にも効果を期待できる。収集運搬の記録は電子マニフェスト連携プラットフォームのブロックチェーン(BC)に記録して、適切に処理されたことを記録する。将来、中間処理施設のセンサー情報と連携できるようになれば、中間処理が適切に処理されたことも記録する。それぞれの処理が完了したタイミングで JWNET の電子マニフェストと連携するとともに、補完情報はプラットフォーム側で管理する。構築の初期段階では廃棄物処理記録の正しさを担保するだけであるが、将来的には他システムと連携して廃棄物処理の効率化と高度化に活用される情報を記録する。例えば、排出動向分析の統計や、中間処理におけるリサイクル品質の担保に使用する。

この情報連携プラットフォームは、廃棄物の発生から中間処理にわたるサプライチェーンシステムと言える。各業務ではそれぞれのシステムが動作し、各業務をつなぐための情報連携を実現するシステムである。一つの巨大なシステムを構築するのではなく、情報を共有したい関係者が共通のデータを格納する分散型の仕組みを想定している。企業グループ、業界団体が共通リポジトリを持つ形である。将来的に仮説アイデアで示した動静脈連携システムまで到達できれば、廃棄物産業全体の生産性向上のみならず、製造分野も巻き込んだ循環型経済の実現に資すると考えている。

情報の共有範囲は収集運搬から中間処理、最終処分に渡るが、それぞれ考え方が違うため、全体を俯瞰した上で管理内容を定める必要がある。また様々な企業が利用するため、誰でも使えるインタフェースにすべきであり、困った時のフォロー体制も充実することが望まれる。

4.3.3.4 導入により期待される効果と実現性及び課題

現状における検討システム(図 2-4-14)について検討した。正しい排出情報が登録されれば、危険物による事故防止に役立つ。また、AI による回収計画に利用できる。排出情報登録はサプライチェーンの起点であり、以後の情報連携の大本の情報であるため、簡便に登録できる必要があるし、正しい情報が登録されることが課題である。登録された情報は電子マニフェストへの入力に使えたり、以後の処理過程を正しく実施するための精度向上に役立つ。

回収運搬記録は AI 配車システムのデータベースの一部である。排出情報を利用して回収ルートを効率化できれば、ルート短縮、頻度減少を実現できる。車両 15 台を 14 台に減らすことができれば、-6%の効率化を実現できる。さらに、適切な運搬記録を担保できれば、再委託による作業分担が可能となるかもしれない。まずは正しい記録を残す必要があるため、IoT による自動登録が必要であり、仮に手入力した場合でもその情報が正しいことを検証できる機能が必要である。

情報連携プラットフォームは電子マニフェストの補完情報を管理するとともに、トレーサビリティ機能を提供する。電子マニフェストの内容と実際の廃棄物の内容、許可情報、契約情報との整合性を確かめることで、業務の無駄を減らす。トレーサビリティ機能を提供することで進捗確認と法律の要求を満たすことを検証できる。もし紙マニフェストを電子マニフェストに移行できれば、それだけで返送作業が-32 人日/月、返送料が-67.2 万円/月の削減効果がある。そのためには JWNET とのインタフェースが最も重要である。また、電子マニフェスト利用料の無料化は重要な要素である。当然ながら、個々の情報は企業間のビジネス情報であるため、関係者だけがアクセスできるよう制限をかけ

る必要がある。また、ASP(アプリケーションサービスプロバイダ)会社が乱立しても処理業者に負担をかけないよう統一的な操作が可能になるようシステム側でサポートしなくてはならない。

AI 選別ロボットは過酷な労働環境から作業員を解放し、24 時間稼働して生産性向上に役立つ。少なくとも、人より精度良く選別できれば導入効果があると言える。現在はまだ高価であるため、低価格化と小型化が必要である。また塵埃環境でも動作し続ける耐久性も求められる。

IoT を活用して処理設備を見える化・自動化できれば生産性は大きく向上する。また、職人技の技術伝承の負担を軽減する。自動化は理想であるがハードルは高い。過酷な環境でも動作するようセンサーの耐久性が求められる。

表 2-4-13 導入により期待される効果と実現性及び課題

システム	機能	効果	課題
排出情報登録	排出時期の把握 排出内容の把握 マニフェスト入力 の 簡単化・自動化	電マニ促進 回収計画への反映 選別AIへの入力 事故防止	簡単な登録方法 業務システム連携 登録内容の信頼性の確保
回収運搬記録	回収ルート の把握 荷姿映像紐づけ 重量体積記録 AI配車	適切ルートの確認 (再委託による) ルート短 距離化 ドライバー削減の期待効果 -6%*	回収内容のセンシング方法 重量体積AIセンシング 手入力データの検証 再委託解禁
情報連携プラットフォーム	マニフェスト情報の 補完(内容、許可情 報、契約書) 簡単入力(タブレッ ト、アルバイト) マニフェストトレ ース ASPサポート	適切な契約履行 電マニ促進 進捗確認が容易 紙マニ返送作業の期待効果 -32人日/月* 紙マニ返送料の期待効果 -67.2万円/月*	JWNETとのインタフェース JWNET利用料金 アクセス制御 ASP乱立への対応
AI選別ロボット	AI選別	生産性向上 労働環境改善 3Kイメージ払拭	低価格化、小型化 精度向上、速度向上
IoTプラント	自動運転	生産性向上 属人化回避	センサの耐久性(5年~7年) 低価格化

※ドライバー削減：15 台から 1 台減らせる場合（ヒアリングより）
※紙マニ返送作業：週 1 日 8 人掛りがなくなる（ヒアリングより）
※紙マニ返送料：月 8000 件 84 円がなくなる（ヒアリングより）

情報連携システムは情報の共有と流通が主要機能であるため、データ標準化や API 標準化により流通しやすい仕組みを作る必要がある。また、情報が簡便に正しく登録される必要があることから、データ取得や自動入力など、IoT の活用が必要になる。AI 選別ロボットと処理設備の見える化・自動化は、AI、IoT の性能が直接影響する部分である。AI の精度向上が必要であるし、IoT センサーの耐久性や低価格化が必要である。ネットワークに関しては、セキュリティの確保は当然として、5G の様な多接続・低遅延なネットワークが広域かつ移動が発生するビジネスには有効と考えられる。ビジネスレイヤにおいては、安全と効率のために、排出側からの正しい情報提供が必要である。静脈系が安定して機能することによって、初めて堅牢なインフラが構築できると言える。

4.3.4 令和2年度の活動

4.3.4.1 活動概要

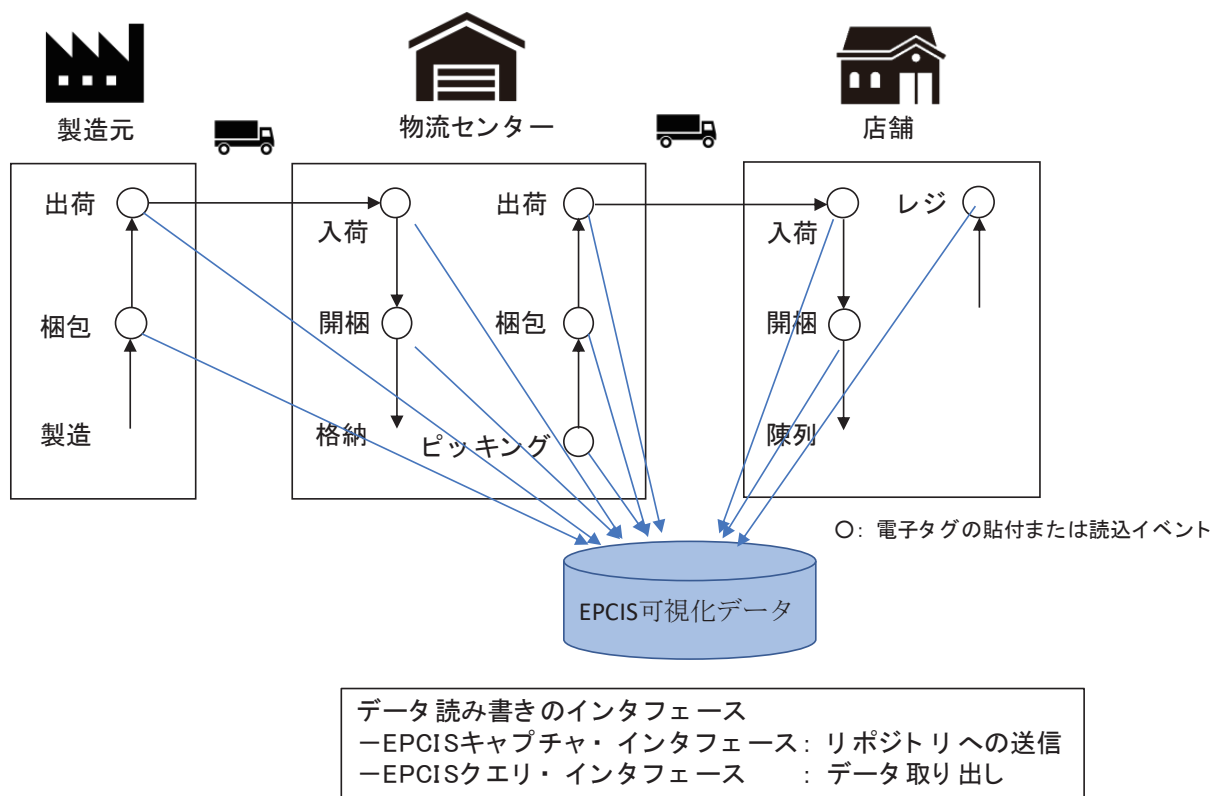
平成31年度のヒアリングの結果、電子マニフェストをデータベース基盤として活かしつつ、排出事業者と処理業者間の情報連携を実現することが有効であると結論付けた。

廃棄物処理を効率化するためには、排出事業者と処理業者間で処理内容を共有し、見える化することである。これは、マニフェストの処理過程を両方で共有することに通じる。電子マニフェストシステム(JWNET)と類似のシステムを新たに構築することは現実的ではないため、電子マニフェストシステムと連携しながら、廃棄物処理過程を見える化して処理効率化に貢献するような情報連携の仕組みを検討することとした。参考とするのは、流通分野のサプライチェーンに利用されている EPCIS とスマートシティの情報連携基盤に利用されている FIWARE である。

4.3.4.2 参考とするシステム

(1) EPCIS

EPCIS(EPC Information Service)とは、情報の脱サイロ化を進めて企業間でサプライチェーンの可視化を行うため、商品の移動情報をサーバに蓄積・共有するための仕様である。入荷・出荷時に電子タグ(RFID)を読み込むタイミングで商品の移動情報を記録して、「いつ」「どこで」「何が」「どんな作業」をしたかを記録して商品の流れを見える化する。EPCIS では企業間で情報を共有するために、データ交換フォーマットを定めた。また、企業間で解釈の違いが生じないよう語彙を共通化した(CVB, Core Business Vocabulary)。



参考 EPCIS及びCBV導入ガイドライン 日本語参考訳 リリース1.2

図 2-4-15 EPCIS の処理ステップ例

EPCIS の処理ステップ例を図 2-4-15 に示す。流通分野の処理例であり、梱包、出荷、入荷、開梱といった共通するステップの他に、ピッキングや陳列、レジ通しのステップが定義されている。各ステップで電子タグを読み込み、どの商品がどの作業を通過したかが記録される。サプライチェーン途中の組立、加工といった変化を伴う処理ステップも定義されており、様々な産業分野へ適用できる可能性がある。

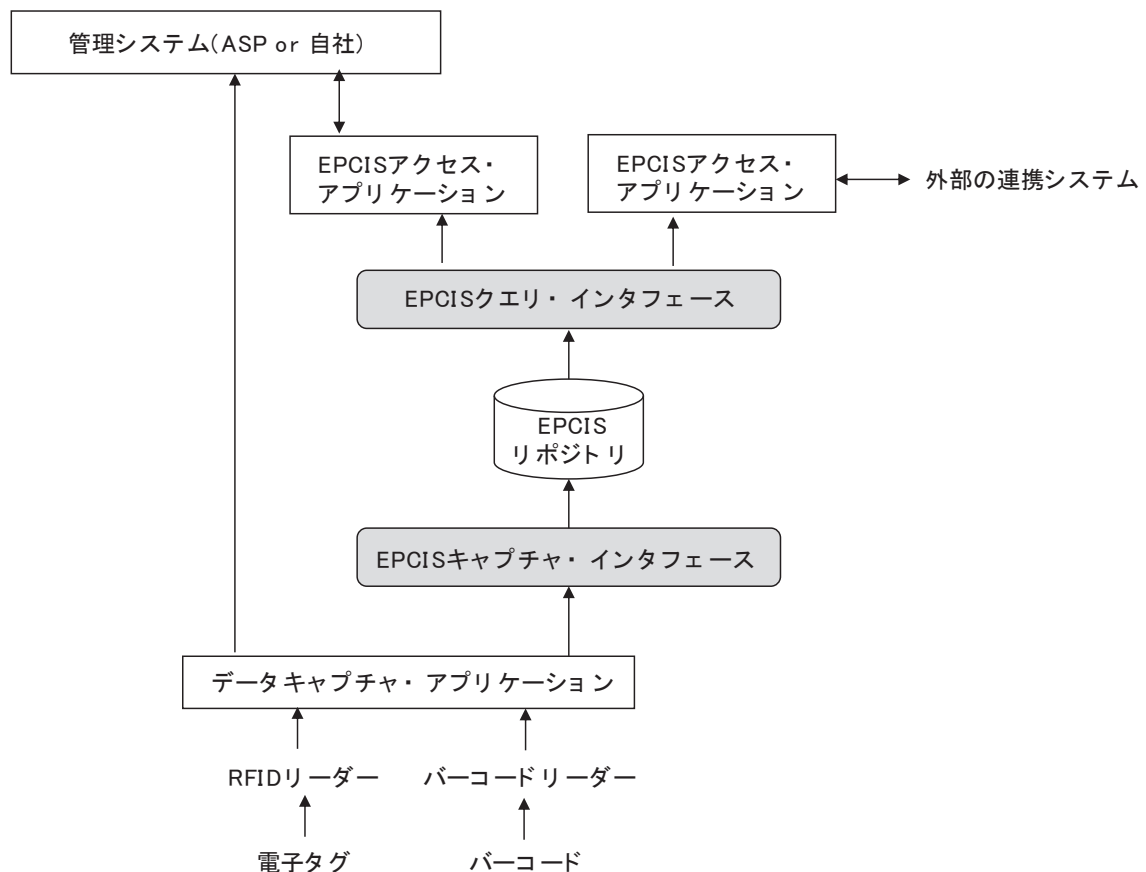
EPCIS のデータ形式は、「いつ」「どこで」「何が」「どんな作業」といった項目を XML 形式で記録する。例えば入荷イベントの情報内容は以下である。商品が入荷した段階で電子タグを読み込み、商品番号+シリアル番号が得られる。時刻や場所、またビジネスステップなど読み込み時点の関連情報を付加して EPCIS リポジトリに送信される。

	データ要素	例	備考
	Event Type	Object Event	データタイプ:品物
	Action	OBSERVE	
What	EPC List	GTN nnnnnnnnnnnnnnn シリアル番号 nnnnn	JANコード+シリアル番号
When	Event Time		
	Event Time Zone Offset	+09:00	UTCとの差
Where	Read Point	GLN nnnnnnnnnnnnnnn	施設コードや経度緯度
	Business Location	GLN nnnnnnnnnnnnnnn	格納先の施設コードや経度緯度
Why	Business Step	Receiving	ビジネスステップ:入荷
	Disposition	In Progress	
	Business Transaction List	Purchase Order: GLN nnnnnnnnnnnnnnn PO# ABC123 Invoice: GLN nnnnnnnnnnnnnnn Inv# XYZ987	取引書類タイプと番号
	Source List	Owning Party: GLN nnnnnnnnnnnnnnn	出荷元:施設コードや場所
	Destination List	Owning Party: GLN nnnnnnnnnnnnnnn	受入先:施設コードや場所

出典 EPCIS及びCBV導入ガイドライン 日本語参考訳 リリース1.2

表 2-4-14 EPCIS イベントの情報内容例

EPCIS リポジトリとのデータ交換は2つのインタフェースが定義されている(図 2-4-16)。データキャプチャ・アプリケーションは、EPCIS キャプチャ・インタフェースを使用してRFIDリーダが読み取った電子タグデータを元にイベントデータをリポジトリへ送信する。EPCIS アクセス・アプリケーションは、EPCIS クエリ・インタフェースを使用してリポジトリからデータを取り出し、バックエンドアプリケーションや社外の取引相手とデータ交換を行う。



出典 EPCIS及びCBV導入ガイドライン 日本語参考訳 リリース1.2

図 2-4-16 EPCIS のインターフェース

EPCIS では、企業間で解釈の違いが生じないように語彙を共通化した。例えば、ビジネスステップでは、出発、輸送、到着、開梱、検査、ピッキング、陳列、小売販売といった語句が列挙され、それぞれ意味付けされている。

EPCIS リポジトリを含む EPCIS 利用ソフトウェアは、商用システムだけでなく、オープンソフトウェアでも提供されている。廃棄物処理分野向け修正を一から開発するのではなく、オープンソフトウェアを利用することで実証実験などをスモールスタートできる可能性がある。

(2)FIWARE

FIWARE とは、分野横断的なデータ流通を目的としたデータ連携基盤である。各種モジュール群がライセンスフリーで提供されており、用途に合わせて自由に組み合わせて利用できる。モジュール間のデータ転送は「NGSI」(Next Generation Service Interface) 規格によって行われる。スマートシティにおけるデータ連携基盤として利用されており、センサーデータを収集・分析するプラットフォームとして利用できる。

提供されるモジュールは、センサーデータ収集、ロボット制御、データ蓄積、可視化、分析、データ公開のコンポーネント群など様々である。コンテキストマネジメント(Context Broker)が中核とな

り、各種モジュールとのデータ連携を実現する。

センサーネットワークと FIWARE を利用することで、自社のセンサーデータを取り込むだけでなく、スマートシティを謳う既存のセンサーデータの活用が期待できる。

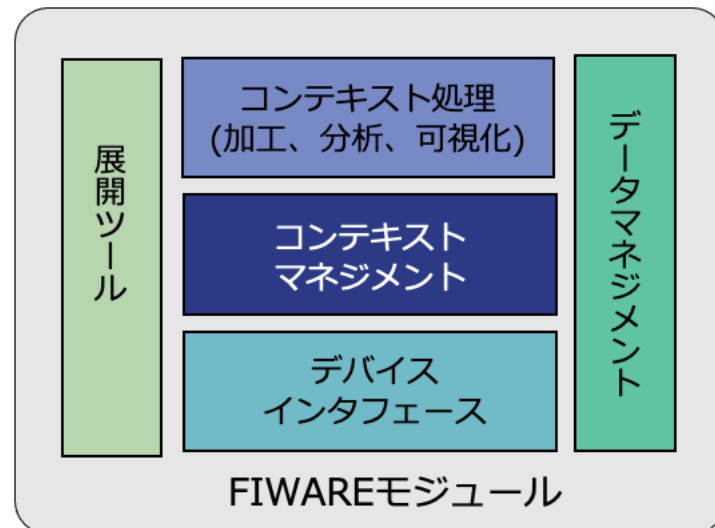


図 2-4-17 FIWARE のモジュール構成

(3) 情報連携システムの構成要素と検討課題

図 2-4-18 に検討対象とする構成要素を示す。センサー情報の収集・活用には FIWARE モジュールの利用を想定する。FIWARE モジュールを起動することで、センサーネットワークから自社管理システムへデータ収集可能なシステムを構築できる。廃棄物処理のデータベースである廃棄物リポジトリは、複数組織がアクセスして処理過程を共有し、見える化する。リポジトリへのアクセスは、EPCIS を参考にしたアプリケーションインタフェース (API) によりアクセスする。複数組織が情報共有することから、EPCIS を参考にデータ形式と語彙の共通化を検討する。

ビジネスステップは様々な産業分野でも適用できるよう汎用性を持つが、動脈系のサプライチェーンを念頭に定義されており、廃棄物処理産業に適用できるか検討が必要である。

EPCIS の企業コードは「45」または「49」で始まる 9 桁または 7 桁である。管理団体に登録された企業だけが使用できる。企業コードの下に各社で商品コードを設定し、いわゆる JAN コードとなる。さらに商品毎のシリアル番号を付加したデータが電子タグに書き込まれ、EPC データとなる。また、電子マニフェストシステム (JWNET) の加入者番号は 7 桁である。一方、日本においては 13 桁の法人ナンバーが割り振られており、これを使用するのが自然である。そのため、EPCIS の企業コード部分を拡張する改修が必要である。

EPCIS はサプライチェーンの見える化を実現するためのものであり、電子タグを読み込んだという結果しか入らない。廃棄物処理業者が求めているのは排出事業者からの排出計画と排出物情報である。計画情報を EPCIS に取り込む方法を検討する必要がある。例えば、電子マニフェストの予約登録機能を拡張して、排出計画を盛り込んだ形の計画マニフェストを定義し、処理ステップを追加定義することが考えられる。

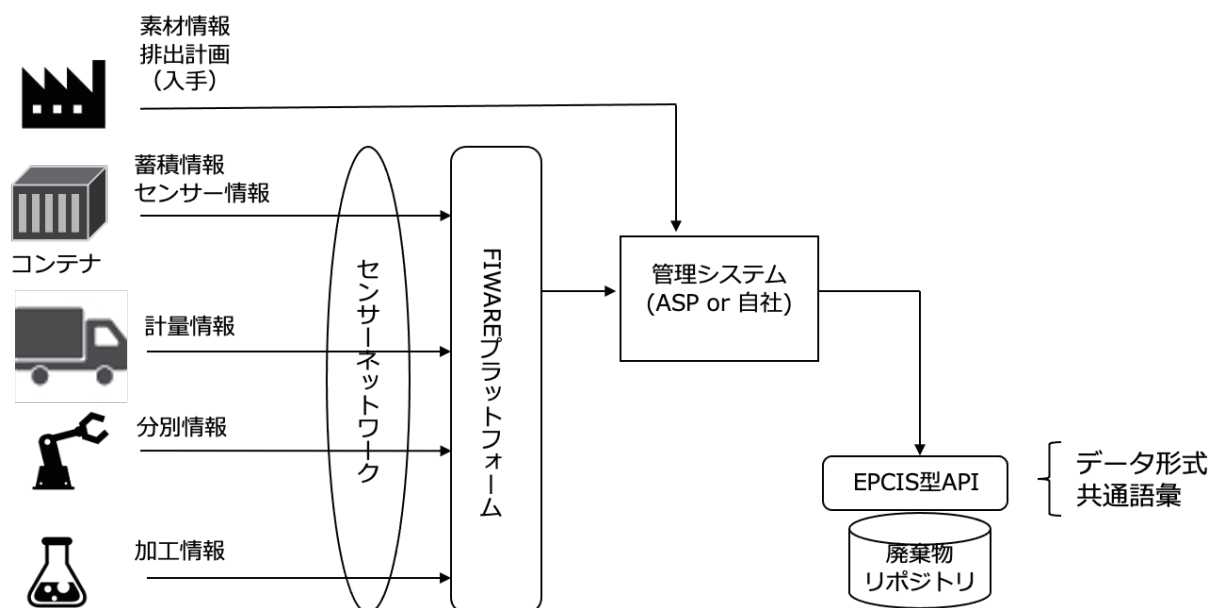


図 2-4-18 情報連携システムの構成要素

4.3.4.3 システムイメージ

(1) 全体イメージ

システムの全体イメージを図 2-4-19 に示す。既存の管理システム（ASP サービスや自社システム）からデータを読み書きすることを想定し、そのためのコード体系（共通語彙）とデータ形式を定義することとする。新たなアプリを開発するのではなく、将来 ASP サービスや自社システムに組み込んでもらうことを想定して内容を検討する。

廃棄物処理のデータベースである廃棄物リポジトリは、参加企業または協業組織が立ち上げ、取引に関与する者がアクセス可能とする。参加企業が立ち上げる場合が通常の形であるが、複数社が共同で立ち上げる場合もありえる。廃棄物リポジトリには廃棄物の処理ステップを記録し、関係者で共有して見える化する。また、処理過程に関わる廃棄物情報を記録しておき、処理の効率化に利用する。

廃棄物処理過程を記録することは本来電子マニフェストシステム（JWNET）の機能である。そのため、管理システムから電子マニフェストへ記録すると同時に廃棄物リポジトリにも書き込み、リポジトリには補完情報を記録することで役割分担する。リポジトリからは必要に応じて電子マニフェスト情報を参照する。廃棄物処理について分析・可視化する機能は管理システム側に持つこととし、リポジトリ側の情報を適宜参照して利用する。廃棄物リポジトリは分散型でそれぞれ情報を記録することから、リポジトリ間でデータ連携する機能を持たせる。

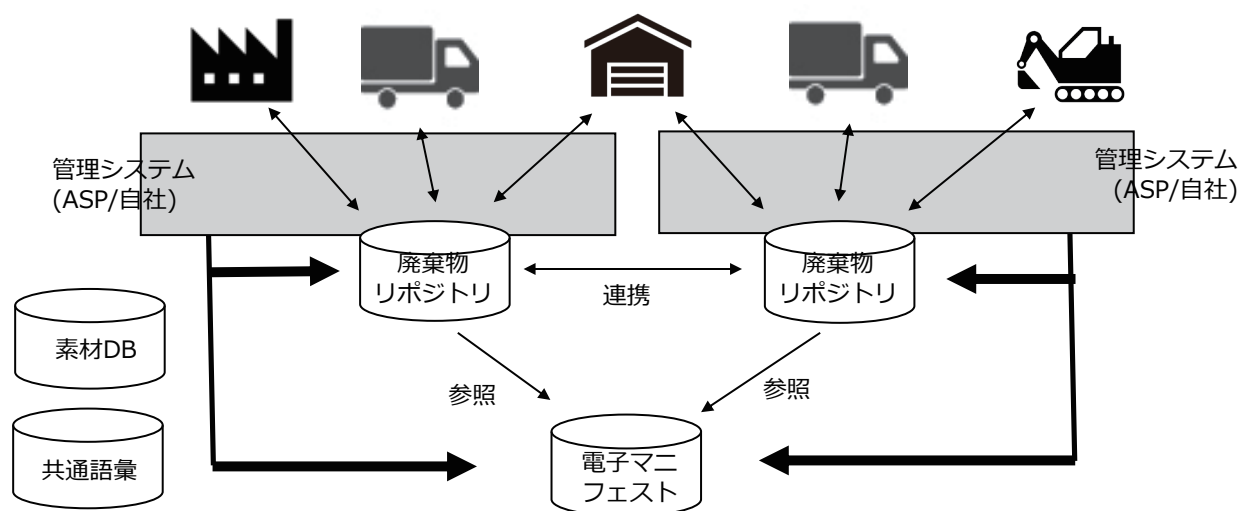


図 2-4-19 情報連携システムのイメージ

(2) 想定条件

情報連携システムの利用条件は以下を仮定する。システムの利用者は、廃棄物処理に関わる関係者が処理ステップに応じて情報を登録・参照する。実際には管理システム（ASP サービスまたは自社システム）経由でアクセスすることになる。一連の廃棄物処理においては、その契約に参加する関係者のみにアクセス権限が設定される。廃棄物リポジトリには電子マニフェストの補完情報を記録するが、直接電子マニフェスト（JWNET）に書き込むことはなく、必要な情報を参照して情報提供するため、参照権限のみ付与する。廃棄物情報の活用シーンは、廃棄物処理プロセスの各段階において情報共有を行うことである。電子マニフェストの各ステップに対応した補完情報がリポジトリに存在し、業者間の情報共有によって処理の効率化が実現する。さらには、危険物の情報が使えれば安全性が向上するし、正しい加工処理が行われたことを記録すれば品質向上や法令順守の証拠となる。そのような効果が得られる補完情報として、事業者の排出計画、排出物の素材情報、収集運搬を効率化するための集積状態などを記録する。蓄積する情報は、廃棄物処理プロセスをトレースするための情報と、それに関わる属性情報を記録する。廃棄物処理プロセス自体は大本の電子マニフェストに記録されているため、情報連携システムでは補完情報を記録する。EPCIS に倣って、「いつ」「どこで」「何が」「どんな作業」を受けたかを記録する。センサー情報は、収集段階の集積センサー、中間処理加工のプラントセンサーが、イベントに付随して記録される。

表 2-4-15 情報連携システムに仮定する利用条件

システムの利用者	
	廃棄物の排出から最終処分までに関わる関係者がアクセスするものとする。 －排出事業者、収集運搬業者、中間処理業者（リサイクル業者含む）、最終処分業者 －ASP サービス、自社システム －電子マニフェスト（JWNET）（参照される側）

情報活用シーン	
	廃棄物処理ステップの各段階において、分散台帳記録を行い、取引に関与する業者間で情報を共有する。 業者間で情報を共有して、処理効率化、安全性向上、品質向上、法令遵守に貢献する。 －排出計画、廃棄物データシート(WDS)、集積状態の共有 －収集運搬記録、中間処理記録、リサイクル加工品質記録
蓄積する情報	
	共有する情報は廃棄物処理プロセスをトレースするための情報とそれに関わる属性情報を扱う。 －電子マニフェスト情報 －電子マニフェスト補完情報 ・「いつ」「どこで」「何が」「どんな作業」か ・その他必要な情報、センサー情報 ・排出計画、廃棄物データシート(WDS)も付加する

(3)データの流れ

廃棄物リポジトリには、関係各社の廃棄物処理情報（電子マニフェスト情報）と廃棄物を収集運搬・処理するための補完情報を格納する。廃棄物処理情報は管理システム（ASP または自社システム）が電子マニフェストに登録するのと並行してリポジトリに入力する。収集運搬・処理のための補完情報は、センサーネットワーク、工場センサーを使用して入力する。情報共有を容易にするためのデータ形式を共通化することが本提案の課題である。

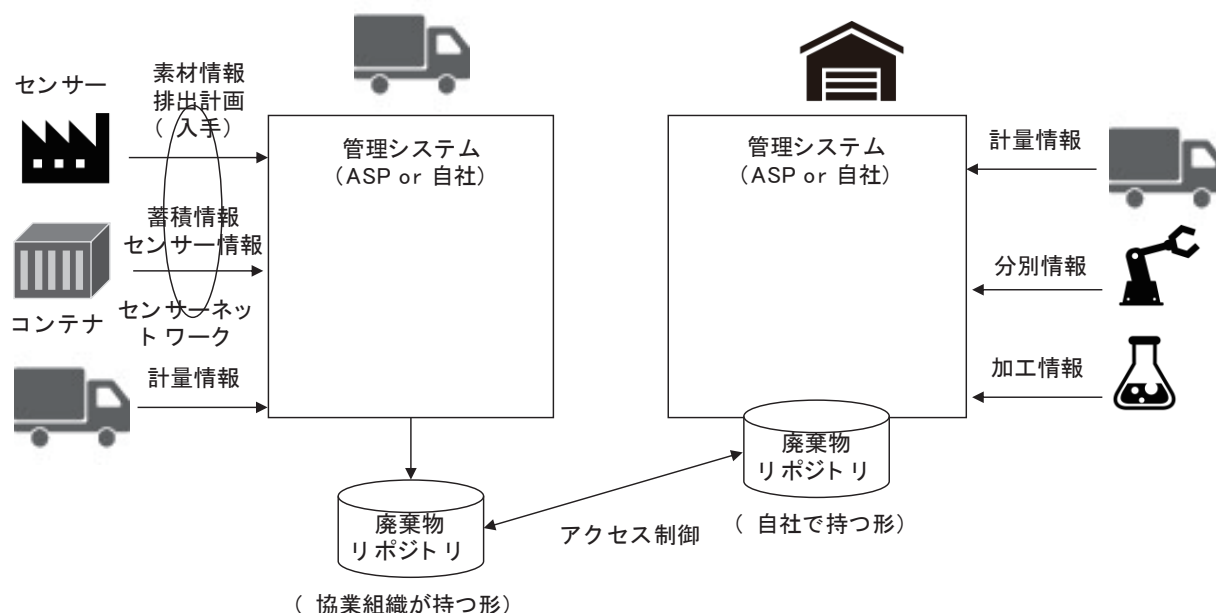


図 2-4-20 構成要素

(4)データ形式と語彙

廃棄物リポジトリを介して企業間で情報連携するために、データ形式と語彙を共通化する。廃棄物の処理プロセスとトレーサビリティを記録するために、電子マニフェストを基本データと位置付け、補完するための付属情報を廃棄物リポジトリで記録する。管理システムから電子マニフェストへ登録することと並行して、廃棄物リポジトリにも記録する形態を想定する。

処理プロセスを記述するデータ形式は EPCIS の処理イベントの記述を参考に設定する（後述）。JSON 形式を想定する。処理プロセスを記述するための語彙は電子マニフェストの処理過程を基に、不足する部分を追加することを想定する（後述）。

センサー情報は FIWARE を利用したセンサーネットワークを構築して収集するものとする。蓄積された情報を EPCIS の処理イベントに紐付ける方式とする。

(5)検討課題

データ形式と語彙を共通化するにあたり、実際の業務との整合性は重要である。廃棄物処理ステップが処理業者の内部処理ステップと乖離していたり、処理業者間で違っていれば、システム導入は難しいであろう。処理業者へのヒアリングによって、業務の実態を把握する必要がある。システム化に向けた課題として以下が考えられる。

- ・ 処理業者の内部処理ステップが（電子）マニフェストの処理ステップと乖離していないか確認する。
- ・ 処理業者の処理ステップと EPCIS の処理ステップがどの程度一致しないかを確認する。
- ・ 処理業者の廃棄物分類が電子マニフェストの廃棄物分類と一致しているかを確認する。
- ・ 排出事業者と処理業者の情報連携の課題を確認する。
- ・ EPCIS のデータ形式を拡張して廃棄物分野に合わせる対応策を検討する。

4.3.4.4 データ連携の検討と実態調査

(1) 処理ステップの仮説

廃棄物処理業者は自社管理システムまたは ASP サービスを使用して廃棄物処理ステップを管理している。各社では管理システムの処理ステップをベースに自社の業務に合わせて一部をカスタマイズしていると考えられる。

一方、流通業界で使用される EPCIS は、入荷イベントや出荷イベントで電子タグ(RFID)を読み込み、リポジトリに記録して商品の流れを見える化する。より詳細なレベルの処理ステップ（組立、加工、梱包、ピッキング等）も定義されており、商品の現在状態を関係者で共有することが可能となっている。

廃棄物の乾燥や焼却など特有な処理を「加工」というイベントで一括りにすれば、EPCIS のイベントのかなりの部分を流用できる。

EPCIS で定義されているビジネスステップ(主なもの)を示す。また、電子マニフェストシステムの処分機能一覧(主なもの)を示す。EPCIS のビジネスステップは処分機能に比べて詳細なステップの記述が可能である。また、処分終了報告、最終処分終了報告等廃棄物処理に特有なステップを拡張すれば記述可能である。排出計画の登録は、排出予約ステップとして追加する。

表 2-4-16 ビジネスステップの例

EPCISのビジネスステップ(主なもの)

departing	出発
transporting	輸送
arriving	到着
accepting	受け入れ(受領)
unloading	荷下ろし
unpacking	開梱
receiving	受領
holding	保管
inspecting	検査
disassembling	分解
dispensing	分配
removing	取り出し
assembling	組み立て
installing	取り付け
picking	ピッキング
repackaging	梱包変更
packing	詰め込み
loading	積み込み
consigning	引き渡し
shipping	輸送
staging_outbound	輸送待機
repairing	修理
replacing	交換
collecting	回収
destroying	廃棄
retail_selling	小売販売
stocking	陳列
storing	保管

出典 コア・ビジネス・ボキャブラリ標準 リリース1.2.2

電子マニフェストシステムの機能番号(主なもの)

排出事業者	
0101	予約情報の登録
0501	マニフェスト情報の登録
収集運搬業者	
0202	予約情報の修正
1000	運搬終了報告
中間処理業者	
0203	予約情報の修正
1500	処分終了報告(中間・最終)
2次排出	
0102	2次予約情報の登録
0502	2次マニフェスト情報の登録
2次収集運搬業者	
0205	2次予約情報の修正
1000	運搬終了報告
最終処分業者	
0206	2次予約情報の修正
2000	最終処分終了報告

(2)分類コード

EPCIS では商品コードは各社で設定することで一意性を保っている。しかしながら、廃棄物処理においては法により廃棄物の種類が指定されており、それに沿って各処理業者は管理している。

電子マニフェストで定義されている廃棄物分類一覧(大分類 20 種類)を示す。中分類、小分類まで数え上げると全 69 種類ある。他に一体不可分の産業廃棄物 54 種類、特別管理産業廃棄物 27 種類、特定産業廃棄物（放射性物質汚染対策特措法に定めるもの）131 種類がある。さらに、細分類として自社利用のための 3 桁のエリアが用意されている。

分類コードは電子マニフェストのコードを使用するのが妥当である。ただし、実際の情報共有においては個体管理が必要なことから、38 ビットのシリアル番号を付加したコードとする。

表 2-4-17 電子マニフェストの廃棄物大分類

燃え殻
汚泥
廃油
廃酸
廃アルカリ
廃プラスチック類
紙くず
木くず
繊維くず
動・植物性残渣
動物系固形不要物
ゴムくず
金属くず
ガラスくず、コンクリートくず及び陶磁器くず
鋳さい
がれき類
動物のふん尿
動物の死体
ばいじん
処分するために処理したもの

出典 電子マニフェストシステム各種コード表 Ver.1.7

(3)建設廃材処理業者の現状

処理ステップや分類コードの仮定が実際の廃棄物処理業務に適用できるかを確認するため、廃棄物処理業者に実態調査を行い、マニフェストの処理ステップとの差異を調査した。

廃棄物処理業者 A 社に建廃に関するシステム管理状況をヒアリングした。結果は、処理ステップ、分類コードとも電子マニフェスト以上の要望は無かった。電子マニフェストは法律の定めによるため、それと異なる管理は考えられないとのことである。さらに、処理現場での実際の廃棄物は雑多なものが混入しており、電子マニフェストよりも詳細な分類をすることは負担が大きいだけであるとのことであった。

なお、廃棄物の安全処理のために、排出事業者からの廃棄物内容の情報連携のニーズがあった。さらに、排出計画を取得できれば収集運搬の効率化を期待できるというニーズがあった。

表 2-4-18 廃棄物処理業者のヒアリング結果

質問項目	状況
電マニより細かな処理ステップ管理の有無	電マニに基づく大きなステップで管理。法の定めがあるため。
自社の分類体系の有無	基本は電マニと同じ。細分類は使用していない。今以上の細分化は望まない。 電マニで定義されていない分類は独自に設定。（「選別破碎」は許可証記載の項目）
排出情報連携の要望	WDSを取得して危険物の取扱に間違いが無いよう注意している。
	排出計画を入手できれば、収集運搬計画の効率化が実現できる。

4.3.4.5 システム構想

廃棄物情報連携システムは、EPCIS リポジトリを参考に、廃棄物情報リポジトリを構築して関係者間で情報共有するシステムである。これまでの検討やヒアリング結果を踏まえて修正した概要を以下に説明する(図参照)。

(1) システム概要

イベント情報入力の入出荷のタイミングで既存システムから API 経由で入力してもらう。

センサーネットワークの情報は FIWARE のストレージに保管しておき、イベント情報入力のタイミングでセンサーデータを取得して付加する。センサー情報は運搬時の画像や重量情報など多様なデータをセンサー情報として含めるものとする。イベント情報のデータ形式・語彙は EPCIS のデータ形式を参考に拡張する。

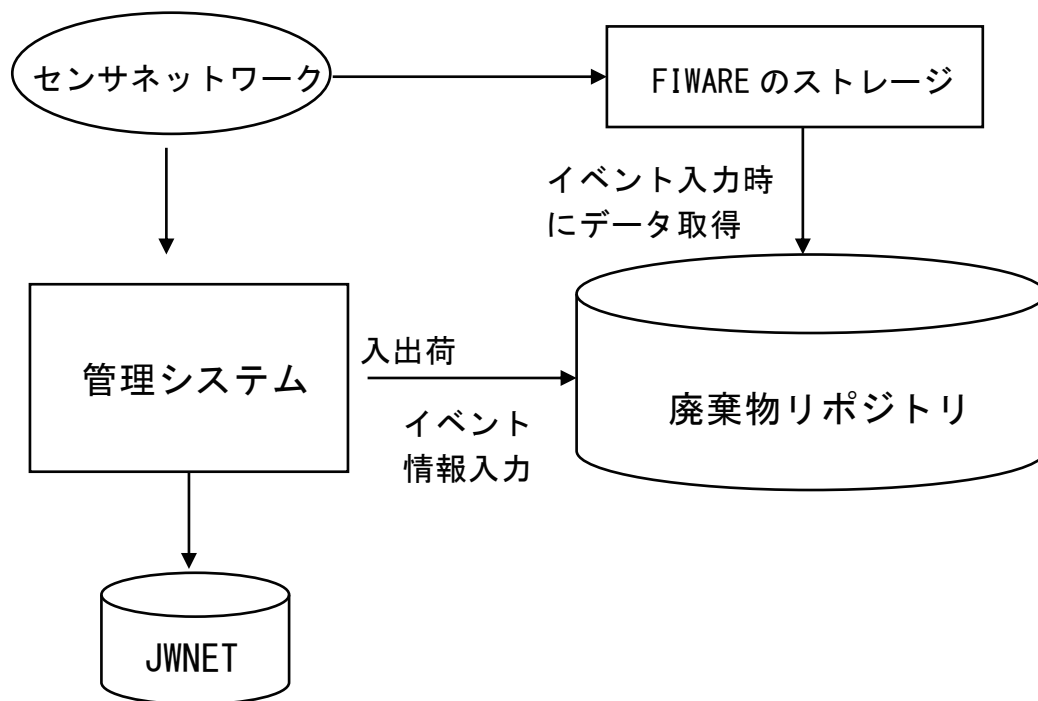


図 2-4-21 システム概要

(2) 廃棄物情報のデータ形式

廃棄物情報のデータ形式は EPCIS の形式を参考に定め、「何を」「いつ」「どこで」「どうした」かを記録する。

EPCIS で扱う取引書類は発注書や請求書等であるが、廃棄物処理においては廃棄物データシート (WDS) も対象とする。将来的には、WDS は機械可読な形式とする。

EPSIS の商品コードは JAN コード+シリアル番号であるが、廃棄物の場合は企業ナンバー+分類コード+シリアル番号とする。桁数が不足するので拡張する。

EPCIS は電子タグを読み込んだという結果の記録が主目的である。そのため、未来の計画である排出計画を記録するために「Schedule List」項目を拡張する。EPC List に対応した廃棄物がいつ排出されるかを記述する。

センサーデータやその他の補完情報は「Link Data List」に列挙する。URI (Uniform Resource Identifier) とメディアタイプでデータを扱う。

表 2-4-19 廃棄物情報のデータ形式

	データ要素	説明	拡張への補足
	Event Type	データタイプ	対象物/集約/加工/取引書類
	Action	開始/終端/その他	対象物/集約/加工の時指定可能
What	EPC List	JANコード+シリアル番号	企業ナンバー+分類コード+シリアル番号
When	Event Time		
	Event Time Zone Offset	UTCとの差	
Where	Read Point	施設コードや経度緯度	
	Business Location	格納先の施設コードや経度緯度	
Why	Business Step	ビジネスステップ(CBV)	(後述)
	Disposition	次の状態	Active/封印/破損/破壊/返却/除去 等
	Business Transaction List	取引書類タイプと番号	発送通知書/インボイス/発注書/発注確認書/指図書/受領通知書/返品承認書 等
	Source List	出荷元	施設コードや場所
	Destination List	受入先	施設コードや場所
Ext	Schedule List		排出計画の場合、EPC Listに対応した時間
	Link Data List	補完情報	メディアタイプとURIのリスト

参考 EPCIS及びCBV導入ガイドライン 日本語参考訳 リリース1.2

(3) 廃棄物情報のビジネスステップの語彙

処理ステップは、EPCIS のステップを拡張し、廃棄物特有のステップを追加する。廃棄物処理特有のステップは電子マニフェストを参考に拡張する。

表 2-4-20 ビジネスステップの例(表 2-4-16 再掲)

EPCISのビジネスステップ(主なもの)

departing	出発
transporting	輸送
arriving	到着
accepting	受け入れ(受領)
unloading	荷下ろし
unpacking	開梱
receiving	受領
holding	保管
inspecting	検査
disassembling	分解
dispensing	分配
removing	取り出し
assembling	組み立て
installing	取り付け
picking	ピッキング
repackaging	梱包変更
packing	詰め込み
loading	積み込み
consigning	引き渡し
shipping	輸送
staging_outbound	輸送待機
repairing	修理
replacing	交換
collecting	回収
destroying	廃棄
retail_selling	小売販売
stocking	陳列
storing	保管

出典 コア・ビジネス・ボキャブラリ標準 リリース1.2.2

電子マニフェストシステムの機能一覧(主なもの)

排出事業者	
	予約情報の登録
	マニフェスト情報の登録
収集運搬業者	
	予約情報の修正
	運搬終了報告
中間処理業者	
	予約情報の修正
	処分終了報告(中間・最終)
2次排出	
	2次予約情報の登録
	2次マニフェスト情報の登録
2次収集運搬業者	
	2次予約情報の修正
	運搬終了報告
最終処分業者	
	2次予約情報の修正
	最終処分終了報告

出典 EDI方式接続仕様書Ver.1.47

(4)廃棄物分類の語彙

廃棄物分類は電子マニフェストに合わせる。処理業者ヒアリングの結果、法に沿った管理が望ましいとの意見であった。ただし、許可証に記載の「選別破碎」が電子マニフェストの分類に記載されていないため、これを追加する。将来的には循環資源の分類を追加すべきと考える。

(5)想定ユースケース例

情報連携システムがどのように動作するかを解体現場の廃棄物を例に説明する。解体現場カメラの映像はFIWAREを經由して画像分析され、重量推定と内容物推定をし、その情報がFIWAREストレージに格納される。管理システムは排出イベント発生時に電子マニフェストを登録するとともに、廃棄物リポジトリに補完情報を書き込む。補完情報は排出事業者から得られた廃棄物データシート(WDS)や工事画像分析に基づく推定情報を付加して記録する。処理ステップが進む毎に、管理システムは補完情報を付加しながらイベント情報を書き込んでいく。結果として廃棄物処理のトレーサビリティが見える化され、関連する補完情報が蓄積される。廃棄物処理で処理記録を残すべきものがある場合、ブロックチェーンに記録して証拠とする。

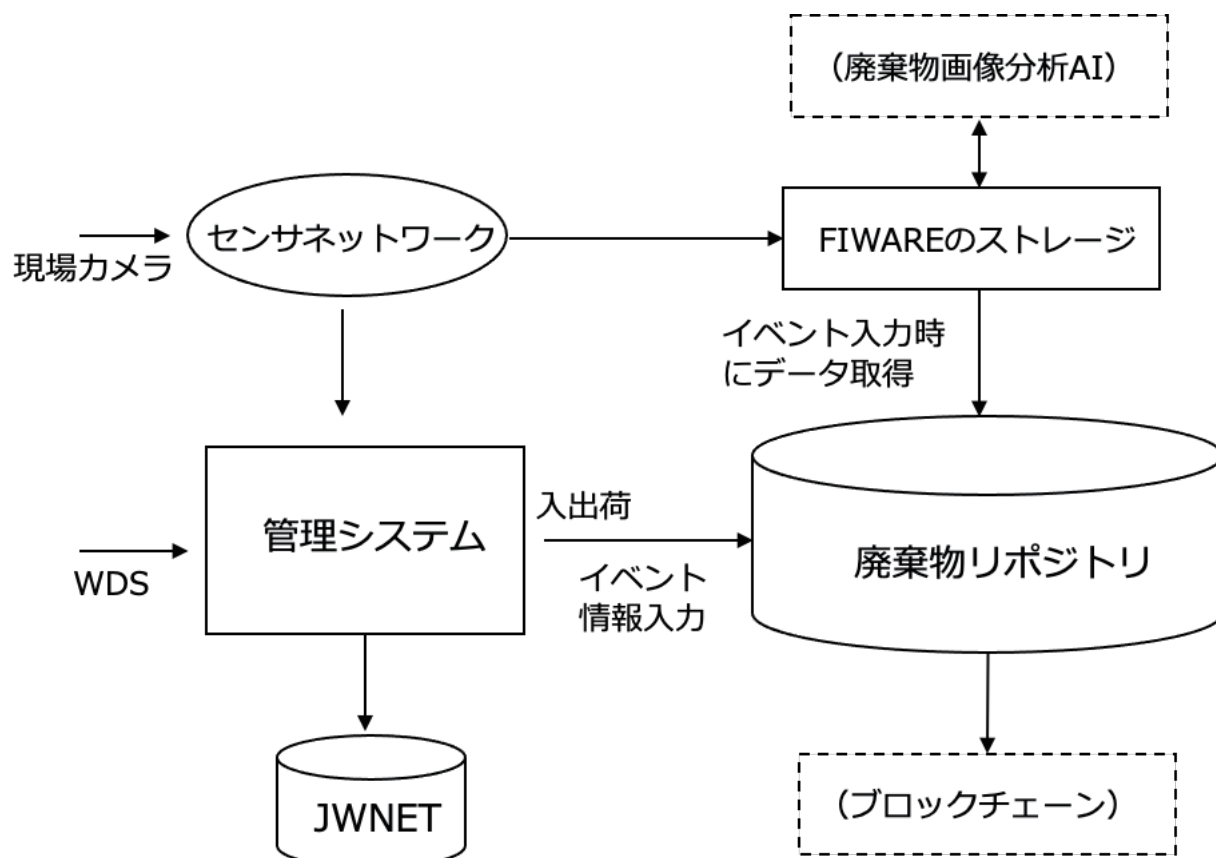


図 2-4-22 想定ユースケース

(6) 廃棄物処理情報連携における課題

廃棄物情報のデータ形式はEPCISのデータ形式を参考に項目を拡張する。そのため、EPCISのオープンソフトウェアをベースに項目を拡張することになる。特に、EPSISは結果しか入らないが、電子マニフェストの予約機能に相当する予約ステップを拡張して排出計画を盛り込むための拡張が必要である。

処理イベントを記録する際、企業コード+分類コード+シリアル番号を使用して廃棄物を特定する。EPCISの企業コードは「45」または「49」で始まる9桁または7桁であるため、企業コードに法人ナンバーを使う場合は13桁に拡張が必要である。

(7) 実証実験に向けた検討

令和2年度では検討したシステムについて、機能、課題、ユースケースを検討した。また、処理業者のヒアリングに基づいて要件設定を行った。しかしながら、情報共有システムはASPサービスや各社管理システムから廃棄物リポジトリに書き込むことを想定しているため、ASPサービスや自社管理システムの改修が必要である。処理ステップや共通語彙についてASPサービスや各社システムを踏まえて見直しするために、共通議論の場が必要である。

情報連携システムの構築には電子マニフェストシステム(JWNET)との連携が必須であるが、電子マニフェスト側がビジネスステップの機能拡張をすることは考えにくく、オープンソフトウェアのEPCISリポジトリを廃棄物用に改修することが現実的である。実証実験に向けての改修費用は、予想レベルでおよそ6,000万円～7,000万円と予想する。

オープンソフトウェアの評価・選定	300 万円
改修設計	1500 万円
改修・テスト	1500 万円
システムテスト	1500 万円
アクセス制御のための付加開発	600 万円
実証実験用管理システム開発	1500 万円

実験フィールドは、有志企業参加によるシミュレーション実験を想定する。データ入力のための実験用管理システムの改修を疑似的に行い、情報連携による効果を測定する。登録した情報は契約当事者間でアクセスするようアクセス制御をするべきであるが、まずは集中型リポジトリでアクセス制御を実現する。

4.3.4.6 効率化・省人化システムの調査

平成 31 年度の処理業者ヒアリング調査で、収集運搬の効率化と AI ロボット選別のニーズが高かった。現在メーカー各社が開発にしのぎを削っており、成果が期待できる分野である。業界外から高度化のための働き掛けをする必要はないと思われるが、公開情報を元に現状の課題を調査した。

(1) 収集運搬高度化システム

収集運搬を高度化する取り組みを表に示す。

表 2-4-21 収集運搬高度化システムの事例

	取り組み	概要
a	AI 配車+電子契約利用	AI 配車システムを導入。 複数の排出事業者と収集運搬業者で最適化。
b	量子コンピュータ+AI 配車	量子コンピュータを使用して収集ルートを最適化するシミュレーション。
c	自動配車システム	現実的な近似解アルゴリズムにより自動配車。
d	スマートセンサー利用	集積情報を検知して収集ルート効率化。
e	AI 配車	産廃業界に特化した自動配車システム。

(a)は住所、廃棄物量、作業時間、車両積載量などを基に最適な組み合わせを計算する AI 配車システムである。自社の収集運搬車両台数を 10%削減する効果があった。複数の排出事業者と収集運搬業者が契約を取り交わすことで最適なルート設定が可能となる。

(b)は量子コンピュータを使用してエリア内の最適収集ルートを計算するシミュレーションである。廃棄物量、車両積載量、収集頻度、作業時間、及び地区イベントの実施、土日のオフィス開館状況、気温や日照時間、降水量などを入力して計算した。走行距離が 57%削減可能との結果が得られた。

(c)は収集ルート計算の最適解を求めるのではなく、現実的な近似解を求めることで運用にマッチした自動配車システムを構築しようとする検証実験である。

(d)は廃棄物回収ボックスにスマートセンサーを取り付け、発生状況をリアルタイムに把握して効率的

な収集ルート进行計算する実験である。走行距離を約 20%削減する効果が得られた。

収集ルートの最適化を求める場合、複数の収集運搬事業者で収集ルートを計算する方が効果が高いことは明らかである。車両の走行距離の短縮、CO₂削減が期待でき、収集運搬作業の省力化に繋がる。しかしながら、ライバルである複数の収集運搬事業者が複数の排出事業者と横断的に契約を取交すことは現実には難しく、課題である。

また、センサーでの廃棄物発生状況を監視する仕組みにおいては、設備費用が課題である。導入するメリットが排出事業者側に無い点がハードルとなっている。CO₂削減活動が社会的評価を高めるなど導入するメリットを感じられるよう社会が変わらなければならない。

(2) 選別処理高度化システム

選別処理を高度化する取り組みを表に示す。

表 2-4-22 選別処理高度化システムの事例

	取り組み	概要
a	赤外線センサー+AI 選別ロボット	近赤外線センサーで情報収集し、AI が材質や形状を判断し自動選別するロボット。
b	AI 選別ロボット	5 種類のセンサーで識別する AI 選別ロボット。
c	カメラ+AI 選別ロボット	画像解析を用いて AI が材料の組成形状を選別する。
d	カメラ+AI 選別ロボット	画像をディープラーニングで学習し、非鉄（銅、真鍮、アルミ）を中心として選別する。

(a)はカメラ及び近赤外線センサーを利用して汚れた廃棄物でも選別可能とした。ペットボトルの選別ラインの場合、4～5 人での選別作業が 1～2 人で可能となった。

(b)は RGB カメラ、近赤外線カメラ、ハイパースペクトルメーター、金属探知器、3D レーザースキャナーを使用して廃棄物を識別する。18 人必要だった人手を 2 人に減らす効果が得られた。

(c)はカメラで読み取った廃棄物画像を解析して、AI が材料の組成形状を選別する。

AI 選別ロボットを使用して選別作業を無人化したいというニーズは高いが、現状は無人化までは至っていない。今後選別精度の向上が求められる。精度向上の方法として、選別を担うセンサー群の高度化、AI アルゴリズムの向上の他に、複数台のロボットによる精度向上も考えられる。その場合、複数台を設置するための小型化や低価格化が求められる。

4.3.5 導入に向けた方策

現場改善のシステムとして、AI 配車、AI 選別ロボット、IoT 処理設備自動化、情報連携のシステムとして、排出情報連携、回収運搬記録連携、情報連携プラットフォームが有効であると考えている。技術的にまだ開発すべき点があるため、技術開発のステップが必要である。ある程度技術が使えるようになれば、実証実験を実施して課題を抽出し、社会実装につなげるというステップが妥当と考える。行政の対応は、技術開発の支援と実証実験のサンドボックス試行の支援が必要である。将来的にはルール変更を実施すべきである。

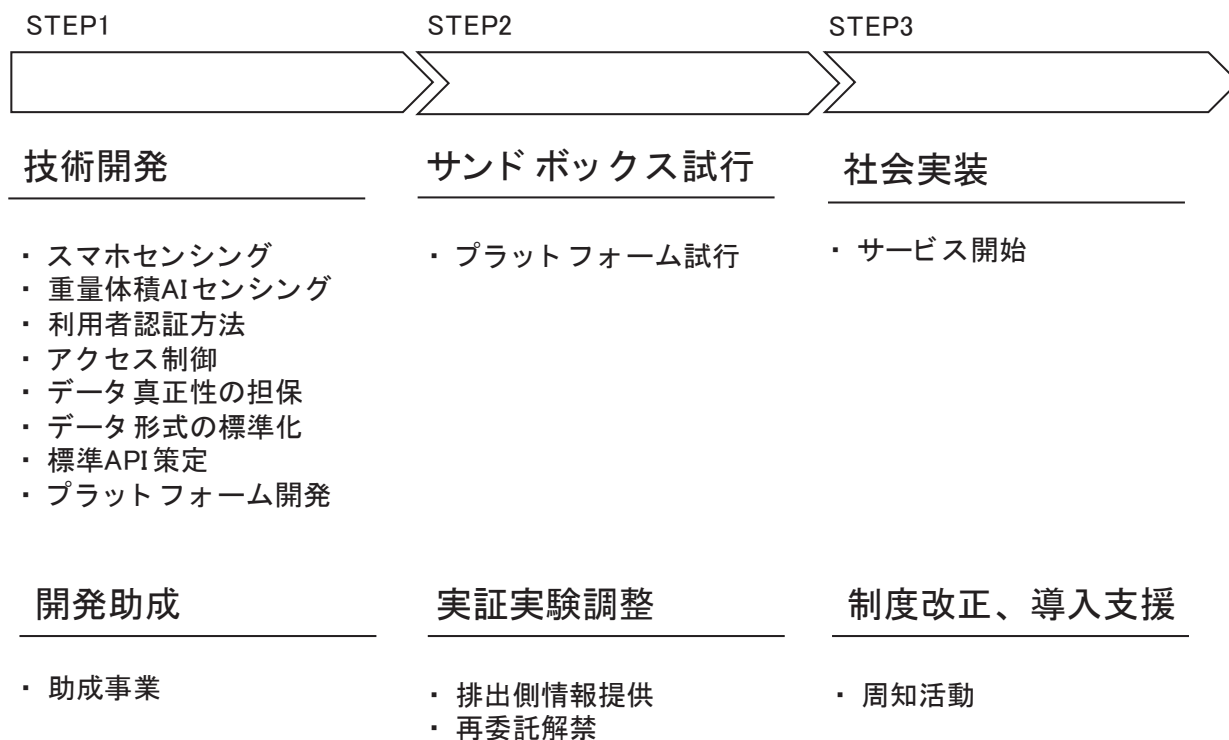


図 2-4-23 導入に向けた方策

STEP1 の技術開発の対象を列挙する。

- ・ スマホによる廃棄物センシング
内容認識、重量推定、体積測定
- ・ 利用者認証
生体認証、行動による認証
- ・ ブロックチェーン運用
- ・ 情報連携のためのデータ標準化
- ・ 標準 API 開発
- ・ AI 配車アルゴリズム開発
- ・ AI 選別アルゴリズム開発

表 2-4-23 廃棄物処理分野の ICT 化アイデア

- ・人手不足解消に役立ちそうな ICT 化アイデアを列挙した。
- －廃棄物 DX(Digital Transformation)を実現するシステム＝可視化、自動化、高生産性、3K イメージ払拭の効果
- －CE(Circular Economy)への展開システム＝高品質リサイクル、動静脈連携の効果

	発生・依頼	収集・運搬	中間処理	最終処分	リサイクル	契約・決済
現場作業	現地分別装置 内容認識クラウド 蓄積量自動発報 スケール付コンテナボックス クス 歩留り改善（発生削減） 遠隔立会い代行	集積検知（センサ、画像） 収集のAI最適化（予測、時期、ルート、過積載判定） トレーサビリティ 自動運転 自走運搬 回収品画像認識（種類、量、質）、音声認識 高機能分別コンテナの標準化 回収状況監視 ドローン輸送 積替保管施設 共同運行	廉価版分別AIロボット 加工自動化 保管効率化 入出荷効率化 加工処理センサ 稼動可視化・最適化・予測 プラント自動運転 搬送ロボット パワードスーツ 分別AI共同センター 設備故障予知 無人計量・検品	ドローン測量 ドローンモニタリング 3D処分記録 周辺環境調査（監視） 設備故障予知 無人計量・検品	高粉砕装置 高選別装置、SBS 解体ロボット リサイクル効率化 在庫量検知・最適化 稼動可視化・最適化 処理記録 品質監視	
オフィス業務	許可業者検索 優良業者検索 取引マッチング 共同収集プラットフォーム（受付一元化）	積替保管透明化 車両／人材シェア（融通） 県またぎマッチング	受入状況共有 処理依頼マッチング	処分場マッチング	価値販売のAI予測 売価推移のAI予測 価値販売のポイント支払い	取引の透明性 監査性 許可申請簡単化 契約自動更新
他システム連携	排出事業者の管理システムとの連携 排出計画 排出予測	運搬のエスクロー取引	マーケットプレイス 製品組成DB		マーケットプレイス 製品組成DB 資源取引マッチング エネルギー需給マッチング	電子契約 電子申請 QRコード決済（個人向け、小企業向け）
電子マニフェスト連携	自動連携登録 報告形式統一	紙マニフェスト連携 OCR登録 入力端末、自動入力	情報連携 BCに付加情報追記（重量など）			
全体	BCによる処理過程記録（サブライチェーン）、動静脈一体バリュチェーン、廃棄物処理統計の向上、再生素材・品質情報共有 マニフェスト連携、BCと連携したCO2排出権の管理					
その他	導入支援事業、イノベーション支援事業、優良業者優遇 環境負荷軽減に対するポイント制度 外国人雇用促進（多言語化、自動翻訳、技能認定） ユニバーサルデザイン 承継マッチング					再生原料品質規格

※SBS(Sensor Based Sorting)、BC(Blockchain)、OCR(Optical Character Recognition/Reader)

4.4 政策提言

4.4.1 はじめに

少子高齢化のトレンドが長く続いている我が国においては、労働力人口は今後も確実に減少していく（図 2-4-24）。地方部ではそのようなトレンドは都市部に先駆けてみられており、減少幅も大きくなっていくことが予想される。地方部は、労働集約型の産業である産業廃棄物処理業のシェアが大きい場合が多く、深刻な人手不足が生じることが懸念されている。

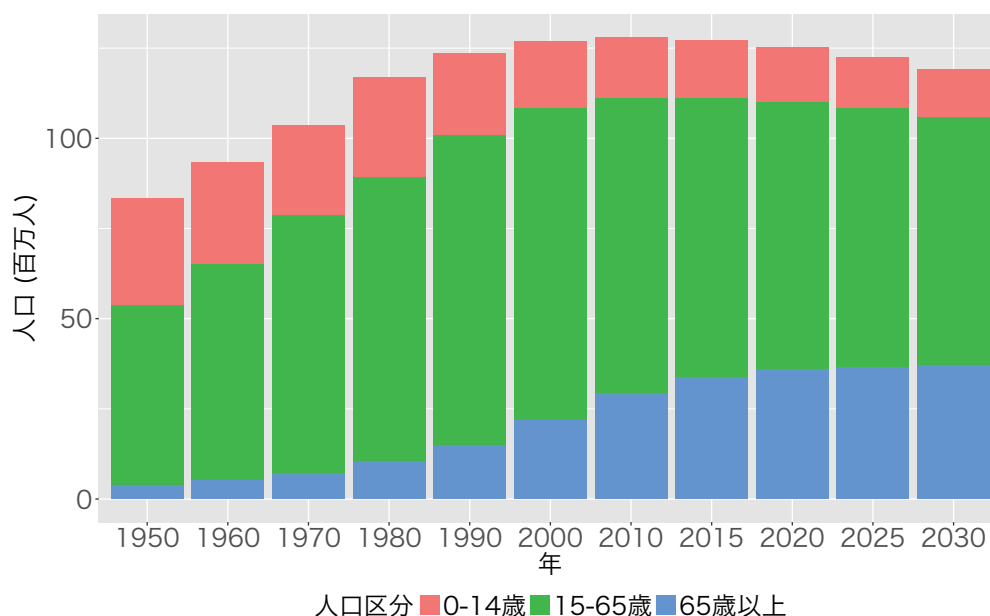


図 2-4-24 日本の人口構成の変化

そこで本研究において新たに構築した都道府県間産業連関表を用いて、人口の将来フレームをベースに産業廃棄物処理業の労働需給ギャップについて分析したところ、大きなギャップが生じる可能性が高いことが明らかになった。

4.4.2. 業の振興への政策提言

労働需給ギャップを短期間で解消することは不可能であるから、省人化、生産性向上を進めていく必要がある。工場の省人化、無人化への取り組みは不慮の事故に対する安全性の面からも期待が高まっている。実際、分別等の機械化、AI の導入が少しずつ始まっており今後も着実に進展していくものと考えられる。

本稿では、こうした現場の省人化・無人化とは異なる視点からの生産性向上について提言したい。廃棄物ビジネスは許可ビジネスであり、適正処理の観点から様々な規制が設けられている。これらの果たして

いる役割は重要であるが、業務効率化という観点からは生産性向上の壁となっていることも少なくない。そこで、本研究では、産業廃棄物処理業の将来的な労働需給ギャップへの対応策として、産業廃棄物を対象とした市場プラットフォームの創造を提言する。

4.4.3. 産廃市場プラットフォームのイメージ

本研究が提案する産業廃棄物を対象とした市場プラットフォームは、市場取引に関する総合的な情報のやり取りを可能にするデジタルプラットフォームである。図 2-4-25 はその機能をイメージ化したものであるが、あくまでも機能の一例であり、基本機能が情報の流通であることから、アイデアによって様々な実装が可能になる。全員が同じサービスを受ける必要もなく、必要に応じて周辺機能を自由に拡張していくことも可能な設計が望ましい。

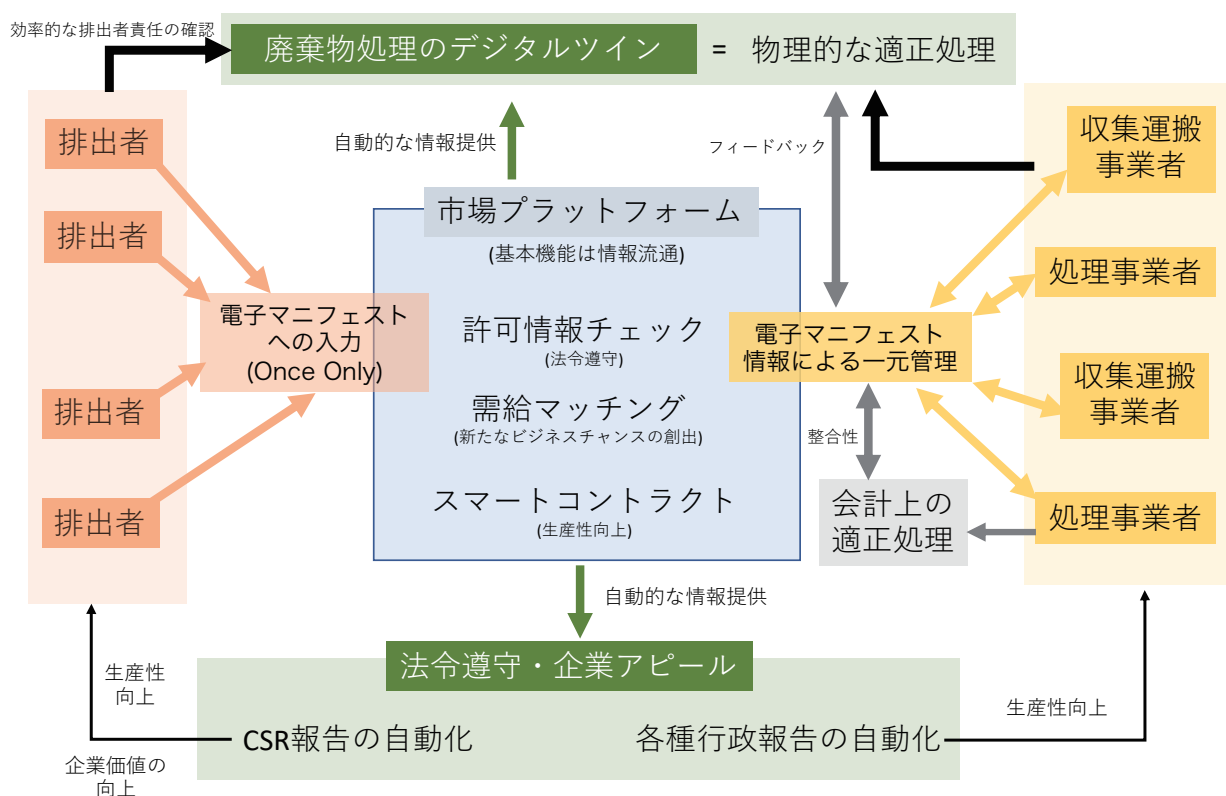


図 2-4-25 市場プラットフォームのイメージ

本市場プラットフォームを利用するためには電子マニフェストを利用することが必須である。電子マニフェストは我が国の産業廃棄物を管理する最大のデータベースである。現状の形式では市場プラットフォームを支える上で完全ではないかもしれないが、電子マニフェストのデータベースを核とした進化を進めることが最も効率的であると考えられる。そのため、市場プラットフォームを実際に導入する際には、現行の電子マニフェストの入力項目については、これまでのアナログ世界の常識をベースとした、

適正処理の担保といういわば「守り」の姿勢から、データ活用の可能性を最大限に発揮できるような「攻め」の視点から再考が求められる。

排出事業者の参加インセンティブを高めるためにも、市場プラットフォームで一旦電子マニフェストを記録した排出企業は同じ情報を再度入力する必要はない構造とすることが肝要である（Once only の原則）。データは何回コピーしても減ることのない非競合財であるから、排出企業が望む限りにおいて再利用がなるべく簡単にできるようにすべきである。

市場プラットフォームで流通する情報は、定型化、共通化が重要である。経済産業省のデジタル市場に関する報告書²¹によれば、市場での取引に関するデータは大きく分けて次のように分類できる。

- 1) 商品に関するもの:いつ何を誰が(誰に)どういう形式で販売できるかというデータ
- 2) 価格決定に関するもの:需要と供給+ α のデータ
- 3) 契約(取引内容)に関するもの:誰が誰からいくらで何をいつ買ったかというデータ
- 4) 契約の履行に関するもの:契約はどうやって履行されたか(ヒト・モノ・情報の移動)のデータ
- 5) 監査に関するもの:取引に対する監査対象データと結果
- 6) 決済に関するもの:金が支払われたか(カネの移動)のデータ

こうした情報が統一的なフォーマットで管理される必要がある。

上記の情報を産業廃棄物の例で考えると、1)については、「産業廃棄物の形状、いつ発生するか」という通常の委託契約の契約書にも掲載されうる情報である。次に価格決定に関する情報については、現状の契約書での記載が処理単価（買い手と売り手の双方が合意した価格）がメインであることを考えると、市場プラットフォームでは需要側(排出者)の情報と処理サービス供給側の双方の情報提供を想定しているので、より高度な次元の情報の活用が可能になる。例えば、処理サービス供給側が信頼性のある形で処理施設のリアルタイムでの逼迫具合などの情報を提供することで価格決定に生かしていくような仕組みが可能になる。

次に、「契約（取引内容）に関するデータ」があるが、これは現状の委託契約の中に記載されているものと同等の内容である。今後、電子契約が進んでいけば、提供するかどうかの判断は別として、新たな準備は不要であろう。「契約の履行に関するデータ」については、産業廃棄物の場合は収集運搬が相当すると考えられるが、3)と4)の差別化はあまり意味を持たないであろう。

5) の監査については、経済産業省の報告書では会計監査のようなイメージで設定されていると思われるが、産業廃棄物については適正処理担保の観点からマニフェスト情報もここに含まれると考えて良いであろう。最後に6)については、バズが多く含まれる産業廃棄物の特性を考慮すれば、監査データと連動して、適正処理が担保されてはじめて支払いが行われるようなスマートコントラクトを導入していくことのメリットが大きいと考える。

²¹ デジタル市場に関するディスカッションペーパー～産業構造の転換による社会的問題の解決と経済成長に向けて～
<https://www.meti.go.jp/press/2020/01/20210108002/20210108002.html>（最終アクセス日：2021年1月18日）

デジタルプラットフォームの活用は、確実な適正処理の遂行にも貢献するものと考えられる。そのため仕掛けがデジタルツインである。デジタルツインとは、「リアル（物理）空間にある情報をIoTなどで集め、送信されたデータを元にサイバー（仮想）空間でリアル空間を再現する技術」である²²。MaaS (Mobility as a Service)やCASE (Connected, Autonomous, Shared, and Electric)と呼ばれるデジタル化が進んでいる交通産業、とりわけ自動車産業では、デジタルツインを使って、車の故障や消耗品の交換時期等のシミュレートを行うことによって、販売後の管理に役立てる取り組みがある。

また、図3は東京都が発表したデジタルツインの概念図である。スーパーシティ構想などデジタルトランスフォーメーションに対応した都市OSの整備の重要性が唱えられており、今後も地方自治体等によるデジタル化はますます進展していくと考えられる。

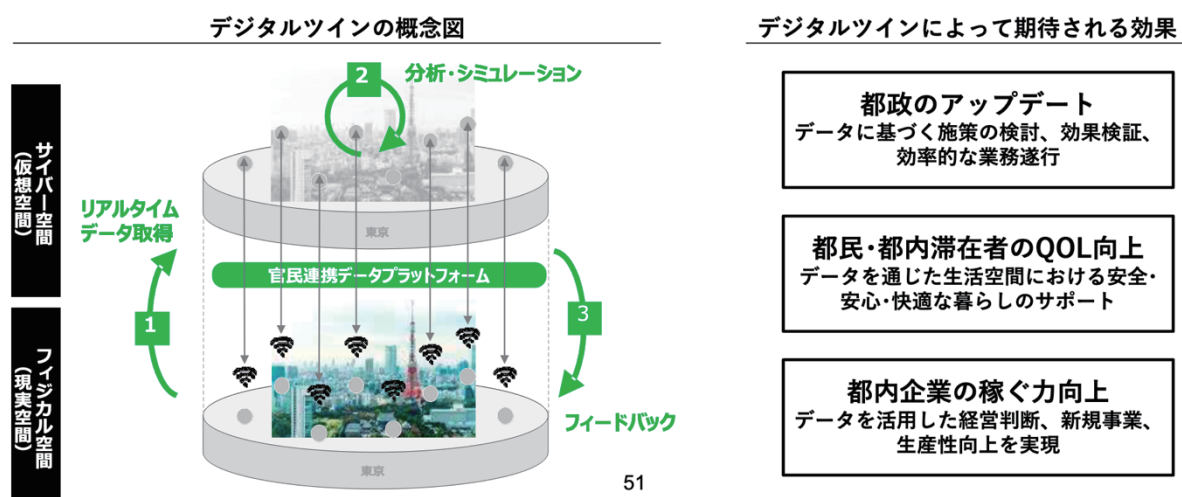


図 2-4-26 東京都によるデジタルツインのイメージ

出所：東京都（2020）「スマート東京実施戦略～東京版 Society 5.0 の実現に向けて～」（令和2年7月）²³

そうした都市のデジタル化の一環としても産業廃棄物処理のデジタルツインの整備は効果的である。電子マニフェスト(必要に応じて収集するデータを拡充)のデータを用いて、どの地域でどのような産業廃棄物がいつどのくらい処理された(埋め立てられた)かを把握できれば、そのクローンをデジタル社会に描くことで、短期的には現場確認時にデジタルツインと比較することによる矛盾点の確認、中長期的にはどのようなエリアにどの程度の規模の処理施設を作る必要があるかのシミュレーションも可能になる。廃棄物の種類別・処理方法別の特性や長期にわたる埋め立てによる変化をどのように現実を再現できるまでにシミュレートできるかという意味で、今後の技術開発に依る部分が大きいが実装できた際の適正処理へのインパクトは極めて大きいと考える。

²² ソフトバンク社のウェブサイトより (https://www.softbank.jp/biz/future_stride/entry/technology/20200919/, 最終アクセス日: 2020年1月18日)

²³ https://www.metro.tokyo.lg.jp/tosei/hodohappyo/press/2020/02/07/documents/12_01a.pdf (最終アクセス日: 2021年1月10日)

4.4.4. 市場プラットフォーム創造にあたっての課題

産廃市場プラットフォームが効率性を高める存在となるためには、(1)地域に捉われず取引が可能、(2)小口・大口に関わらずスムーズな取引が可能、(3)高頻度で取引が可能、である必要がある。そのためには本報告書の II-4.2.3 で示したような処理 ID 等のコード類の統一が不可欠である(表 2-4-19 など参照)。現状の電子マニフェストにおいても処理コード等は存在するが、備考欄を用いて補足情報を追加するなどの運用もみられるため、市場プラットフォームの効率性を高めるためにも広く意見を収集し、議論を深める必要がある。

プラットフォームというインフラを整備する上でも物理的なインフラと同様にインフラの所有とインフラの運営、そしてインフラの利用について、誰がどのように担うのかを設計段階で明確にする必要がある。プラットフォームの経済分析における既存研究では、独占的な供給者であるインフラにおいて、所有者も運営者も利潤最大化行動を原則とする民間企業とした場合、通常の独占による死荷重を上回る厚生損失(double marginalization)が発生する可能性がある。産廃市場プラットフォームは独占的な主体となる可能性が高いため、少なくともその所有者は公的な主体が担う必要があるだろう²⁴。また、データの所有者を誰とするかについても設計段階で入念な検討が必要である。データが非競合性を持つことを鑑みると、自ら開示を進めるインセンティブを持つような主体に所有させることが望ましい。



ゴミ収集車イラスト出所：https://www.irasutoya.com/2013/05/blog-post_1200.html

図 2-4-27 インフラの所有・運営・利用

需給マッチングなどでダイナミックプライシングのようなツールを実装する事は、既存研究によれば、社会厚生を損ねることはないとされているので生産性向上のためにも推進されるべきであろう。ただし、社会厚生を損ねることがないのは、十分に大きな数の参加者が市場プラットフォームに参加していることが前提となっている。そのため、いかにプラットフォームへの参加者を増やすかがプラットフ

²⁴ 現状の電子マニフェストを管理している公益財団法人 日本産業廃棄物処理振興センターのような組織が候補となるだろう。

ホームの成否を決める鍵である。優良事業者にとって、安い価格で不適正処理を行うような事業者と区別される事は大きなメリットになる。デジタルツイン構想などを通して、この市場プラットフォームに参加していることが優良事業者であることの証明となるような設計が、参加企業を増やすという観点からも適正処理の確保という観点からも重要である。

III. 添付資料

1. 電子manifestの効果に関する実証分析

今年度は、電子manifestの導入によって、トレーサビリティの向上がどの程度あったかについての計量経済学による分析を行った。表 3-1 は公害苦情件数（産業廃棄物に限る）を非説明変数として、電子manifest加入数を含む説明変数を用いて、パネルデータ分析を行った結果をまとめたものである。

この結果をみると、固定効果モデル及びランダム効果モデルの双方において、電子manifest加入数の計数がマイナスで有意水準 1 % で有意であるから、電子manifestの加入増加が公害苦情件数を引き下げる傾向にあることがわかる。しかし、他の変数は有意でない上に、産業廃棄物の排出量については、固定効果モデルでマイナスに有意となっており、産業廃棄物が多いほど郊外苦情件数が少ないという直感に合致しない結果も出ている。このほかにも不法投棄件数を非説明変数にした回帰や他の説明変数を追加するなど、様々な回帰モデルを実行したが、表 3-1 よりも良い結果は得られなかった。結論として、電子manifest導入がトレーサビリティの向上に貢献しているという明快な結果を得ることができなかったことになる。

表 3-1 電子manifest導入の実証分析結果

	被説明変数:	
	公害苦情件数（産業廃棄物）	
	(1) 固定効果モデル	(2) ランダム効果モデル
1 人当り製造品出荷額	7.74 (18.64)	22.40 (13.66)
一人当たり住宅着工面積	5.63 (7.63)	7.46 (7.34)
電子manifest加入数 (/産廃 1000t)	-0.01** (0.00)	-0.01** (0.00)
産廃排出量	-12.39** (5.85)	0.70 (2.88)
定数項		7.05 (6.78)
Observations	323	323
F Statistic	2.41**	7.56
Note:		*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

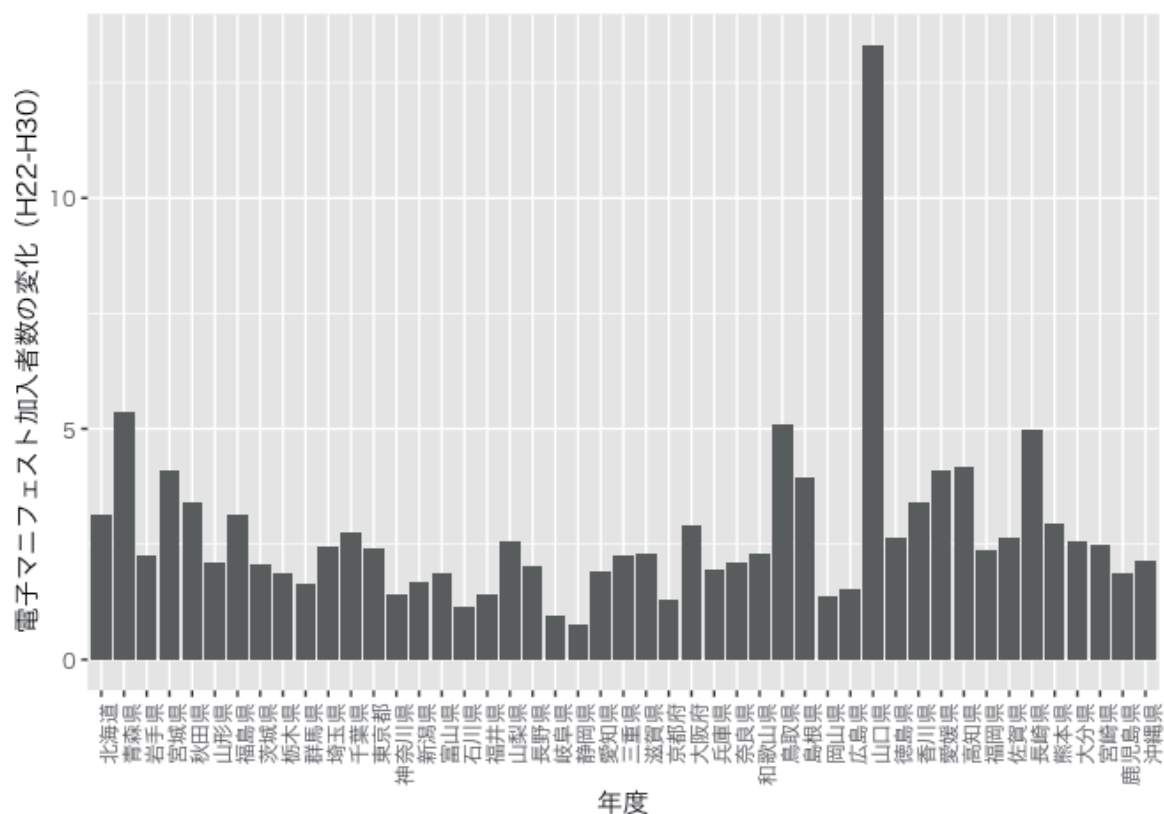


図3－1：都道府県別の電子マニフェスト加入者数の変化

その理由としては、第一に電子マニフェストのデータが都道府県レベルでしか入手できないことが挙げられる。個票としての電子マニフェスト情報は電子マニフェストを運用する日本産業廃棄物処理振興センターではなく、自治体とその管理を担っている。自治体ごとに管理レベルが異なるが、場合によっては個人情報と同程度のセキュリティ水準になっており、現状では全国のデータを包括的に入手する事はほぼ不可能である。

図3－1は日本産業廃棄物処理振興センターが公開している都道府県レベルの電子マニフェスト加入の伸び率を示したものである。マニフェスト全体の発行数が正確な数値として把握できないため、普及率に相当する数値を都道府県別に把握することはできない。都道府県によって産業廃棄物処理業の規模が大きく異なることを考えると表3－1のような産業廃棄物の排出量あたりで計算することが妥当と考える。

2. プラットフォームに関する理論文献レビューと廃棄物産業への適用の示唆

今後廃棄物処理は高齢化による人手不足、空間的な需給ギャップなどにより、生産性の向上が求められる。これに対応するため、電子マニフェストなどの ICT を用いた排出事業者と処理事業者の効率的なマッチング、不法投棄の防止などを目指したプラットフォームの構築が有効であると考えられる。

本稿では、空港が航空会社と旅客とをマッチングさせつつ混雑という外部性を生じさせるプラットフォームであることに着目し、これが公営である場合、民営である場合それぞれについての帰結を理論的に明らかにした Zhang and Zhang 論文 (JUE, 2006) を中心に、プラットフォームに関する他の文献についてもレビューしていく。Zhang and Zhang 論文では、プラットフォームの民営化は、混雑の内部化が一部行われる一方で、独占的マークアップにより価格に歪みを生じさせてしまうこと、処理事業者が寡占的である場合には処理事業者によるマークアップも行われるため二重マージンの問題が生じてしまうこと、これに対し公営プラットフォームであればこれらの問題は解消され社会的最適が達成されること、などが明らかになった。

レビュー論文タイトル

Anming Zhang, Yimin Zhang, "Airport capacity and congestion when carriers have market power" *Journal of Urban Economics* Volume 60, Issue 2 (2006):229-247.

概要

本論文では、N 社の航空会社が空港を使用しており、空港と航空会社の行動モデルを 2 段階ゲームとして論じている。まず、第 1 段階では空港が着陸料とキャパシティを決定し、第 2 段階では N 社の航空会社が第 1 段階より所与された着陸料とキャパシティの下で自己の利益を最大化するためのフライト数を決定する（第 2 段階では航空会社のクールノー行動が前提である）。これらゲームの結果として、旅客が支払う航空券代が決定する。この 2 段階ゲームを空港の種類（社会厚生最大化を目的とした公営と利潤最大化を目的とした民営）と航空市場の構造（独占、寡占や完全競争など）に応じて分析している。

2 段階ゲーム

第 1 段階

参加者（プレイヤー）	空港（公営・民営）
戦略	着陸料とキャパシティを決定する
利得（ペイオフ）	公営の場合：社会厚生最大化 民営の場合：利潤最大化

第 2 段階

参加者（プレイヤー）	N 社の航空会社
戦略	フライト数を決定する（クールノー競争）
利得（ペイオフ）	利潤最大化

結果として、航空会社のクールノーではマークアップが起こり、混雑外部性の内部化（混雑遅延コストの内部化）は一部しか起こらない。公営空港はこの歪みを補正するような着陸料を設定するのに対して、民営空港では自己の利潤最大化するような着陸料を設定する。本モデルは、2 段階ゲームであり第 1 段階で民営空港は航空会社が自分の設定した着陸料に反応して行動すると予測して自己の利潤を最大化するための着陸料を設定する。民営空港はシュタッケルベルグ競争のリーダーとして行動する。その結果として、ダブルマージナライゼーションがおこる。航空会社が独占的（ $N=1$ ）ならば乗客が支払う航空券代が 3 倍になる。

キャパシティについては、公営空港の場合、航空会社が（ $N=無限$ ）のとき社会的最適なキャパシティレベルを達成し且つコストも回収できる。しかし航空会社がマーケットパワーを持つときに社会的最適なキャパシティレベルを達成しようとするコストを回収することができず赤字となる。民営空港の場合、航空会社が競争的（ $N=無限$ ）なら社会的最適なキャパシティレベルとなる。航空会社がマーケットパワーを持つときは、社会的最適なキャパシティレベルは達成されない。しかし航空会社が独占的や寡占的ならば、キャパシティの社会的価値がキャパシティコストより小さくなる。これはキャパシティの過剰投資であり混雑外部性が競争的な時に比べて小さくなるため、準社会的最適と言ってよいだろう。

この空港と航空会社の行動モデルを一般産業廃棄物処理のケースに当てはめると、「空港＝プラットフォーム」、「航空会社＝ゴミ処理事業者」、「旅客＝ゴミを処理してほしい事業者」として考えることができる。

モデル

本論文では、総需要 $Q(\rho)$ の空港について、混雑遅延コストを D 、総交通量（総フライト数）を $Q (= \sum_i q_i)$ 、空港のキャパシティ（離着陸施設の許容量）を K 、航空券代を P 、旅客が直面するフルプライスを ρ とすると

$$\rho = P + D(Q, K) \quad (1)$$

となる。フライトあたりの乗客数を f とすると (1) は、 $f\rho = fP + fD(Q, K)$ となる。この fP は、フライトあたりの総航空券代である。本モデルではフライトあたりと乗客あたりを同等とみなしている。よって以下 $\rho = f\rho$, $P = fP$, $D = fD$ とする。また混雑遅延コスト関数 $D(Q, K)$ は以下の前提条件を満たすものとする。

$$\frac{\partial D}{\partial Q} > 0, \quad \frac{\partial D}{\partial K} < 0, \quad \frac{\partial^2 D}{\partial Q^2} > 0, \quad \frac{\partial^2 D}{\partial Q \partial K} < 0. \quad (2)$$

また着陸料を μ 、フライト数を q_i 、各航空会社 i のフライトあたりに掛かるコストを c_i ($1, 2, \dots, N$)、固定費を 0 とすると、各航空会社 i の利潤関数 π_i は

$$\pi_i = q_i \times (\rho - D) - c_i q_i - \mu q_i \quad (3)$$

となる。クールノー均衡を求めるための一階の条件は

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial q_i} = \rho - D + q_i \left(\rho' - \frac{\partial D}{\partial Q} \right) - c_i - \mu = 0, \quad \forall i, \quad (4)$$

二階の条件は

$$\frac{\partial^2 \pi_i}{\partial q_i^2} = 2 \left(\rho' - \frac{\partial D}{\partial Q} \right) + q_i \left(\rho'' - \frac{\partial^2 D}{\partial Q^2} \right) < 0. \quad (5)$$

となる。 $\rho'' < \partial^2 D / \partial Q^2$ の場合 ($\rho'' \neq 0$ のとき成立) であれば、条件 (2) と $\rho' < 0$ (下降需要) により、二階の条件は成立する。

フルプライスに対する需要弾力 ε を $\varepsilon \equiv -(dQ/d\rho)(\rho/Q) = -\rho/\rho'Q$ とする。 $\rho - D = P$ より一階の条件 (4) は

$$P = \mu + c_i + s_i \left(Q \frac{\partial D}{\partial Q} + \frac{\rho}{\varepsilon} \right) \quad (6)$$

と変形することが出来る。 s_i は航空会社 i のマーケットシェアであり、 $s_i = q_i/Q$ である。独占の時 $s_i = 1$ となり完全競争的だと $s_i = 0$ となる。 $Q(\partial D / \partial Q)$ はマージナル遅延コスト、 ρ/ε はマークアップである。各航空会社は同質であるため $c_i = c$ であり $s_i = 1/N$ となる。(6) は、航空会社が航空券代にマーケットシェアに応じて混雑遅延コストとマークアップを組み込んでいることを示している。また 2 段階ゲームの第 1 段階において、空港が着陸料とキャパシティを決定し、第 2 段階では N 社の航空会社が第 1 段階より所与された着陸料とキャパシティの下でフライト数を決定する。ここで着陸料 μ とキャパシティ K のクール

ノ一均衡への影響を考える。まず一階の条件(4)を μ について全微分すると、

$$\frac{\partial^2 \pi_i}{\partial q_i^2} \frac{\partial q_i}{\partial \mu} + \sum_{j \neq i} \frac{\partial^2 \pi_i}{\partial q_i \partial q_j} \frac{\partial q_j}{\partial \mu} + \frac{\partial^2 \pi_i}{\partial q_i \partial \mu} = 0, \quad \forall i, \quad (7)$$

を得る。ここで $\partial^2 \pi_i / \partial q_i^2$ は二階の条件(5)で求めており、一階の条件(4)の左辺を μ について微分すると $\partial^2 \pi_i / \partial q_i \partial \mu = -1$ となる。また $\partial^2 \pi_i / \partial q_i \partial q_j$ を解くと

$$\frac{\partial^2 \pi_i}{\partial q_i \partial q_j} = \rho' - \frac{\partial D}{\partial Q} + q_i \left(\rho'' - \frac{\partial^2 D}{\partial Q^2} \right)$$

となる。そして利潤関数 π_i (3) を q_j について微分し、不等式を条件(2)より求めると

$$\frac{\partial \pi_i}{\partial q_j} = q_i \left(\rho' - \frac{\partial D}{\partial Q} \right) < 0, \quad j \neq i,$$

となる。結果として各航空会社の戦略（フライト数を決定すること）が戦略的代替関係にあることがわかる。これよりモデル内での航空会社のマージナル利潤は他の航空会社のフライト数が増加すると減少するという以下の前提条件を置く。

$$\frac{\partial^2 \pi_i}{\partial q_i \partial q_j} < 0, \quad (8)$$

上述した偏微分の解を(7)に代入すると

$$\left(\rho' - \frac{\partial D}{\partial Q} \right) \frac{\partial q_i}{\partial \mu} = 1 - \left[\rho' - \frac{\partial D}{\partial Q} + q_i \left(\rho'' - \frac{\partial^2 D}{\partial Q^2} \right) \right] \sum_j \frac{\partial q_j}{\partial \mu}, \quad \forall i.$$

となる。上記の式を i についてまとめると

$$\frac{\partial Q}{\partial \mu} = \frac{N}{(N+1) \left(\rho' - \frac{\partial D}{\partial Q} \right) + Q \left(\rho'' - \frac{\partial^2 D}{\partial Q^2} \right)} \quad (9)$$

となる。次に(4)を K について完全微分すると、

$$\left(\rho' - \frac{\partial D}{\partial Q} \right) \frac{\partial q_i}{\partial K} = \frac{\partial D}{\partial K} + q_i \frac{\partial^2 D}{\partial Q \partial K} - \left[\rho' - \frac{\partial D}{\partial Q} + q_i \left(\rho'' - \frac{\partial^2 D}{\partial Q^2} \right) \right] \sum_j \frac{\partial q_j}{\partial K}, \quad \forall i.$$

となり

$$\frac{\partial Q}{\partial K} = \frac{N \frac{\partial D}{\partial K} + Q \frac{\partial^2 D}{\partial Q \partial K}}{(N+1) \left(\rho' - \frac{\partial D}{\partial Q} \right) + Q \left(\rho'' - \frac{\partial^2 D}{\partial Q^2} \right)} \quad (10)$$

を得る。また (9)、(10)の分母は条件(2)、(8)と $\rho' < 0$ より負の数である。よって

$$\frac{\partial Q}{\partial \mu} < 0, \quad \frac{\partial Q}{\partial K} > 0, \quad (11)$$

となる。着陸料 μ が増加すると総交通量（総フライト数） Q は減少し、キャパシティ K が増加すると総交通量（総フライト数） Q は増加する。

公営空港の着陸料について

公営空港は社会厚生最大化を利得（ペイオフ）として、着陸料 μ とキャパシティ K を決定する。モデルは旅客、航空会社と空港から構成されており、社会厚生を SW とすると SW は旅客余剰と航空会社の利潤と空港の利潤の総和となる。以上より公営空港の利得（ペイオフ）を最大化する式は

$$\max_{\mu, K} SW$$

となる。(3)より

$$\begin{aligned} SW &= \left[\int_0^Q \rho(\xi) d\xi - \rho Q \right] + [\sum_i (Pq_i - c_i q_i - \mu q_i)] + [\mu Q - c_0 Q - rK] \\ &= \int_0^Q \rho(\xi) d\xi - DQ - \sum_i c_i q_i - c_0 Q - rK. \end{aligned} \quad (12)$$

c_0 は空港のユニットあたりのオペレーティングコスト、 r はキャピタルコストである。

このとき、一階の条件は

$$\frac{\partial SW}{\partial \mu} = \left(\rho - D - Q \frac{\partial D}{\partial Q} - c_0 \right) \frac{\partial Q}{\partial \mu} - \sum_i c_i \frac{\partial q_i}{\partial \mu} = 0, \quad (13)$$

$$\frac{\partial SW}{\partial K} = \left(\rho - D - Q \frac{\partial D}{\partial Q} - c_0 \right) \frac{\partial Q}{\partial K} - Q \frac{\partial D}{\partial K} - \sum_i c_i \frac{\partial q_i}{\partial K} - r = 0. \quad (14)$$

$c_i = c$ より(13)は

$$\rho - D - Q \frac{\partial D}{\partial Q} - c_0 - c = 0, \quad (15)$$

となり、航空券代 P は

$$P = c_0 + c + Q \frac{\partial D}{\partial Q}. \quad (16)$$

となる。これは社会的に最適な航空券代が社会的限界費用（SMC）つまり空港と航空会社のオペレーティングコストと混雑遅延コストの総和であることを意味している。(6)と(16)より

$$\mu = c_0 + (1 - s_i)Q \frac{\partial D}{\partial Q} - s_i \frac{\rho}{\varepsilon}, \quad (17)$$

となる。 $s_i = 1/N$ であり航空会社が独占的（ $s_i = 1$ ）なら混雑外部性はすべて航空会社によって内部化（混雑遅延コストの内部化）される。航空会社が競争的（ $s_i = 0$ ）なら $c_0 + Q(\partial D / \partial Q)$ が着陸料に含まれる。また(17)は

$$\mu - c_0 = \left[c + Q \frac{\partial D}{\partial Q} \right] - \left[c + s_i Q \frac{\partial D}{\partial Q} + s_i \frac{\rho}{\varepsilon} \right]$$

と変形できる。(16)と(17)は

$$\mu - c_0 = (SMC - c_0) - (P - \mu) \equiv SMC_c - P_c \quad (18)$$

のように変形できる。公営空港は旅客が支払う航空券代が社会的限界費用（SMC）となるように着陸料を設定する。

民営空港の着陸料について

民営空港では自己の利潤最大化するような着陸料を設定する。

$$\max_{\mu, K} \mu Q - c_0 Q - rK.$$

このとき一階の条件は

$$(\mu - c_0) \frac{\partial Q}{\partial \mu} + Q = 0, \quad (19)$$

$$(\mu - c_0) \frac{\partial Q}{\partial K} - r = 0. \quad (20)$$

(9)と(19)より

$$\mu = c_0 + \left(1 + \frac{1}{N}\right) \left(Q \frac{\partial D}{\partial Q} + \frac{\rho}{\varepsilon}\right) + \frac{Q^2}{N} \left(\frac{\partial^2 D}{\partial Q^2} - \rho''\right). \quad (21)$$

となり、条件(8)より着陸料は社会的限界費用(SMC)より大きくなる。特に $N \rightarrow \infty$ なら

$$\mu \rightarrow c_0 + Q \frac{\partial D}{\partial Q} + \frac{\rho}{\varepsilon}$$

となる。空港は独占の力を利用し着陸料にフルで混雑遅延コストとマークアップを含める。また $N=1$ のとき $\rho'' = \partial^2 D / \partial Q^2$ とすると

$$\mu = c_0 + 2 \left(Q \frac{\partial D}{\partial Q} + \frac{\rho}{\varepsilon}\right)$$

となる。これは航空会社が独占的なとき（ $N=1$ ）は、 $\mu - c_0$ が競争的なとき（ $N=\infty$ ）に比べて 2 倍となることを示している。(19)と(9)より

$$\left(1 + \frac{1}{N}\right) \left(Q \frac{\partial D}{\partial Q} + \frac{\rho}{\varepsilon}\right) + \frac{Q^2}{N} \left(\frac{\partial^2 D}{\partial Q^2} - \rho''\right) = -\frac{Q}{\partial Q / \partial \mu} = \frac{\mu}{\varepsilon_0} \quad (22)$$

また(21)は

$$\mu = c_0 + \frac{\mu}{\varepsilon_0}, \quad (23)$$

と同様になる。 $\varepsilon_0 \equiv -(dQ/d\mu)(\mu/Q)$ で、着陸料に対する航空会社のアウトプット弾力である。 $s_i = 1/N$ より乗客が支払う航空券代 P は

$$P = c_0 + c + \left(1 + \frac{2}{N}\right) \left(Q \frac{\partial D}{\partial Q} + \frac{\rho}{\varepsilon}\right) + \frac{Q^2}{N} \left(\frac{\partial^2 D}{\partial Q^2} - \rho''\right) \quad (24)$$

となり、は航空会社が独占的（ $N=1$ ）なとき混雑遅延コスト $Q \frac{\partial D}{\partial Q}$ とマークアップ $\frac{\rho}{\varepsilon}$ は 3 倍になる。

公営空港のキャパシティについて

ここでは空港のキャパシティに関する意思決定を分析する。(14)と(15)より

$$-Q \frac{\partial D}{\partial K} = r. \quad (25)$$

社会的最適なキャパシティレベルは、混雑遅延コストを下げる時の限界キャパシティ利益が限界キャパシティコストと等しくなるキャパシティレベルである。公営空港でのキャパシティ投資は、混雑遅延コストを下げる時の限界キャパシティ効果が限界キャパシティコストと等しくなる時に効率的である。 $D(Q, K)$ がゼロ次同次のとき

$$Q \frac{\partial D}{\partial Q} + K \frac{\partial D}{\partial K} = 0, \quad (26)$$

であり、(17)は

$$\mu = c_0 + Q \frac{\partial D}{\partial Q} - s_i \left(Q \frac{\partial D}{\partial Q} + \frac{p}{\varepsilon} \right)$$

となり、航空会社が競争的 ($s_i = 0$) のとき、

$$\mu = c_0 - K \frac{\partial D}{\partial K}$$

となる。上式と(25)より

$$(\mu - c_0)Q = -K \frac{\partial D}{\partial K} Q = Kr, \quad (27)$$

となる。これは混雑遅延コストとキャパシティコストが等しいことを示している。よって航空会社が競争的 ($s_i = 0$) なら社会的最適なキャパシティレベルを達成し且つコストも回収できる。しかし航空会社がマーケットパワーを持つとき航空券代にマーケットシェアに応じて混雑遅延コストとマークアップを組み込むため、社会的最適なキャパシティレベルを達成しようとするコストを回収することができず赤字となる。 $D(Q, K)$ がゼロ次同次のとき

$$Q^2 \frac{\partial D}{\partial Q} = rK$$

(17)より

$$Q(\mu - c_0) - rK = -s_i \left(Q \frac{\partial D}{\partial Q} + \frac{p}{\varepsilon} \right) \leq 0 \quad (28)$$

となる。これは航空会社が競争的以外の時 ($s_i > 0$) のときオペレーティングコストを回収できなくなることを示している。さらに

$$(1 - s_i)Q \frac{\partial D}{\partial Q} < s_i \frac{\rho}{\varepsilon}$$

の場合、 $\mu - c_0$ は負の数となり着陸料の設定は効率的でない。

民営空港のキャパシティについて

空港にとって最適なキャパシティを求めるため、(10)と(20)より

$$(\mu - c_0) \frac{N \frac{\partial D}{\partial K} + Q \frac{\partial^2 D}{\partial Q \partial K}}{(N+1) \left(\rho' - \frac{\partial D}{\partial Q} \right) + Q \left(\rho'' - \frac{\partial^2 D}{\partial Q^2} \right)} = r.$$

(19)より

$$\mu - c_0 = -\frac{Q}{\partial Q / \partial \mu} = \left(1 + \frac{1}{N}\right) \left(Q \frac{\partial D}{\partial Q} + \frac{\rho}{\varepsilon} \right) + \frac{Q^2}{N} \left(\frac{\partial^2 D}{\partial Q^2} - \rho'' \right)$$

上記の2つの式より

$$-Q \frac{\partial D}{\partial K} - \frac{Q^2}{N} \frac{\partial^2 D}{\partial Q \partial K} = r. \quad (29)$$

条件(2)より(29)の左辺は正の数となる。これは

$$-Q \frac{\partial D}{\partial K} \leq r \quad (30)$$

を示している。航空会社が競争的なら(25)と同様となり、社会的最適なキャパシティレベルとなる。しかし航空会社がマーケットパワーを持つときは、社会的最適なキャパシティレベルは達成されない。航空会社が独占的や寡占的ならば、キャパシティの社会的価値がキャパシティコストより小さくなり過剰投資となり混雑外部性が競争的な時に比べて小さくなる。この状況は、空港による過剰投資により引き起こされている準社会的最適と言ってよいだろう。

レビュー論文タイトル

『国境なきプラットフォーム？デジタルプラットフォーム企業の国際戦略』

Stallkamp, M., & Schotter, A. P. (2019). "Platforms without borders? The international strategies of digital platform firms". *Global Strategy Journal*, 1-23.

概要

本研究は、戦略と経済学におけるプラットフォーム研究からの洞察を、特にネットワークの外部性を通じて内部化理論によって統合したものである。本研究は理論主導型の論文であり、現実世界で活動するプラットフォーム・ファームの詳細な理解を得ることを目的としている。インタビューは、複数の国の9社の企業の経営者と、プラットフォーム・ファームに従事する業界の専門家を対象に実施した。

著者らは、国際戦略を成功させるためには、参入形態、姿勢、海外市場、プラットフォーム競争に対処しなければならないと主張している。著者らは、外国に進出する際には、国を跨ぐネットワークの外部性を持つ産業のプラットフォームビジネスは、独立して進出する可能性が高いことを主張している。ここで言うネットワーク外部とは、プラットフォームの利用者が増えれば増えるほどそのサービスの質や利便性が上がることである。一方、国内ネットワークを特徴とするプラットフォームビジネスは、アライアンスや買収を通じて参入する可能性が高い。国際的なネットワーク外部性を持つ産業のプラットフォームビジネスは、グローバル戦略を採用する可能性が高いとしている。

対照的に、国内ネットワーク外部性を特徴とする産業では、複数の国内戦略が採用される可能性が高い。海外市場の選択については、国際ネットワーク外部性を持つ産業のプラットフォームビジネスは、他の産業のプラットフォームビジネス進出よりも自国と似た文化を持つホスト国への進出を優先すると提案している。

同様に、国際的なネットワーク外部性を持つ産業のプラットフォームビジネスは、国際的なネットワーク外部性を持たない産業のプラットフォームビジネスよりも、社会的・経済的に強いつながりを持ち、母国とつながっているホスト国への進出を優先するだろう。競争については、国内ネットワークの外部性を特徴とする産業のプラットフォームビジネスは、国際的なネットワーク外部性を持つ産業のプラットフォームビジネスよりも、海外市場から撤退する可能性が高いと著者らは提案している。プラットフォームビジネスモデルのマネジメントは、ネットワーク外部性の地理的範囲を考慮することが重要である。

レビュー論文タイトル

「デジタルプラットフォームによる食品廃棄物の削減: クロスサイドネットワーク効果の定量化」
Mullick, S., Raassens, N., Haans, H., & Nijssen, E. J. (2020). “Reducing food waste through digital platforms: a quantification of cross-side network effects”. *Industrial Marketing Management*, 1-12.

概要

本論文では、デジタルプラットフォーム上での小売店の活動が消費者の廃棄物に対する活動にどのようにお互いに影響（クロスサイドネットワーク効果と呼ばれるもの）を与えるか検討している。ケーススタディの方法論が用いられている。ケーススタディ企業はヨーロッパに拠点を置き、2016年に食品廃棄物を削減するために事業を開始している。収集したデータは、小売店の行動と消費者の行動に関連している。データは、プラットフォーム上の初年度に 159,040 の商品をアップロードし、9,985 人の消費者に閲覧された 48 の食料品店から収集された。

個別商品の直前割引額の算出を含む小売活動と消費活動は、その個別商品を閲覧した消費者の数で測定した。データの分析は、ベクトル自己回帰（VAR）モデルを用いて行われた。パネルデータのため、パネルベクトル自己回帰（PVAR）モデルを用いた。その結果、消費者活動のオンライン小売店活動の対する影響は、オンライン小売店活動の消費者活動への影響よりも、強く長続きすることが示された。

理論的な観点からは、オンライン小売プラットフォームは、消費者から小売店への効果と小売店から消費者への効果が、優勢であるだけでなく、非対称的であるという点で、小売店と消費者の間に効果的に結びつきを生み出すことができることが示唆された。経営的な観点から見ると、これらの知見は、プラットフォームリーダーの介入は市場の消費者側にあるべきであることを意味している。本論文は、電子商取引プラットフォームの場合、パフォーマンスに影響を与える取り組みは消費者側に向けて行われるべきであるという事実を指摘することで、オンライン・プラットフォームのパフォーマンスを理解するのに役立つものである。

レビュー論文タイトル

「プラットフォームビジネスモデルの進化。プラットフォームの世界での競争戦を探る」Zhao, Y., Von Delft, S., Morgan-Thomas, A., & Buck, T. (2020). “The evolution of platform business models: Exploring competitive battles in the world of platforms”. *Long Range Planning*, 53(4), 101892.

概要

本研究では、著者らはマルチサイドプラットフォームのビジネスモデルの理論化が不十分であることを指摘し、競争の激しい環境下でのビジネスモデルの進化について、経験に基づいた新しい洞察を提示しようとしている。本研究では2つの研究課題がある。「マルチサイドプラットフォームの開発における相互に関連し、相互に依存する決定をどのように記述し、分析することができるのか？」と「マルチサイドプラットフォームの中には、どのようにしてリーダーシップを求めて競争環境の中で成功するものがあり、他のものは滅びてしまうのか？」である。本研究では、帰納的マルチケース研究のデザインが採用されている。

本研究では、2010年から2013年の間に中国のオンライングループ購入（OGB）業界における12のマルチサイドプラットフォームのビジネスモデルの進化を探っている。12のビジネスケース（コード化されたA～L）は、成功を売上高と市場シェアに基づいて判断し選択されている。データは、創業者、トップマネージャー、業界専門家への半構造化インタビューによって収集された。データは、新たなパターンを確立するための物語的分析によって分析された。その結果、OGB企業はビジネスモデルの開発のためにイノベーションに取り組み、ライバルのイノベーションには模倣を通じて対応していることが明らかになった。イノベーションには単純なものと複雑なものがあり、模倣には単純なものと複雑なものがある。図2に示すように、複合的なイノベーションと複合的な模倣を行っている企業がマーケットリーダーとなっている。

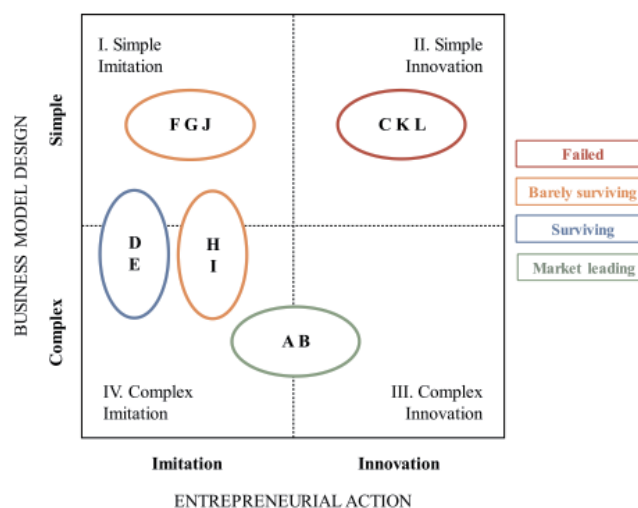


図2. 中国の OGB 市場におけるプラットフォーム進化のアプローチとプラットフォームバトルに

おける競争戦略を示すマトリックス (Zhao et al., 2020, p.10 からの引用)。

この知見に基づき、多面的なプラットフォームの成功は、プラットフォームのビジネスモデル展開のパターンと、そのパターンを適用し、組み合わせるためのさまざまな戦略に依存していると結論づけられている。市場を破壊するプラットフォームはすべて多面的であるが、すべての多面的プラットフォームのビジネスモデルが成功するわけではない。重要な検討事項は、ビジネスモデルを体系的かつ全体的に考えることであり、ビジネスモデルを設計する際には、競争を考慮に入れるべきである。

レビュー論文タイトル

「電子商取引プラットフォームの品質管理とそのパフォーマンスへの影響：多群構造モデルの比較」

Xiao, Q. (2016). "Managing e-commerce platform quality and its performance implication: A multiple-group structural model comparison". *Journal of Internet Commerce*, 15(2), 142-162.

概要

本研究では、電子商取引ウェブサイトの機能と独立した販売者のパフォーマンス評価を考慮した仲介者としての電子商取引プラットフォームの包括的な電子サービス品質尺度を開発しようとしている。考慮された仮説は以下の通りである。「H1：システムの利用可能性はオンライン取引の知覚価値に正の影響を与える。」、「H2：効率性はオンライン取引の知覚価値に正の効果がある。」、「H3：プライバシーはオンライン取引の知覚価値に正の影響を持っている。」、「H4：ウェブサイトのサービスはオンライン取引の知覚価値に正の影響を持っている。」、「H5：公正さはオンライン取引の知覚価値に正の影響を与える。」

また、「H6：フルフィルメントは満足度に正の影響を持つ。」、「H7：販売者によるサービスは満足度に正の影響を持つ。」、「H8：知覚された取引価値は満足度に正の影響を持つ。」、「H9：提案された質的な要素、知覚されたオンライン取引の価値、満足度（H1～H8）の関係は、オンライン・プラットフォームである eBay と Amazon の間で異なる可能性がある。」本研究では、定量的な研究デザインを用いオンライン調査でデータを収集している。サンプルは、オンラインショッピング経験のある個人を対象としたコンビニエンス・サンプリングにより 196 名を抽出している。その結果、プライバシー、ウェブサイトのサービス、フルフィルメントが eBay におけるオンライン取引の知覚価値に影響を与えていることが示されている。また、知覚された取引価値は、eBay の満足度と正の関係にあった。

一方、ウェブサイトのサービスやフルフィルメントは、知覚されたオンライン取引の価値と有意な関連があり、オンライン取引の知覚された価値はアマゾンの満足度と関連していた。このように、オンライン・プラットフォームが高い評価を得るためには、以下3つのことが推奨される。(1.1)常に売り手と買い手が連絡をとれ、取引を完了することができること。(1.2)取引を容易にする信頼性の高い正確な注文システムを提供すること。(1.3)買い手と売り手の要求を正しく効率的に提供すること。また、オンライン e コマースプラットフォームは、以下4つの条件を満たす必要がある。(2.1)信頼できる物流会社を利用しバイヤーの住所に製品を配送する。(2.2)納期を守る。(2.3)正しく注文された製品を配達する。(2.4)すべての製品の条件がベンダーによって投稿された説明と一致している。

レビュー論文タイトル

「ビジネスモデルの事業継続性 不測の事態に備えたビジネスモデルの復元力の評価」

Niemimaa, M., Järveläinen, J., Heikkilä, M., & Heikkilä, J. (2019). "Business continuity of business models: Evaluating the resilience of business models for contingencies". *International Journal of Information Management*, 49, 208-216.

概要

本論文で著者らは、ビジネスモデルが企業の事業戦略において中心的な役割を持ち、企業の収益源の継続性を確保することから、ビジネスモデルの事業継続性（BC）に着目している。著者らは、ビジネスモデルが BC 概念の重要な部分であると提案している。それは支持されたビジネスモデルとみなされるべきではないが、組織が利用できるさまざまな資源を通して実行する実際のビジネスモデルとして、次の図1のように説明されている。

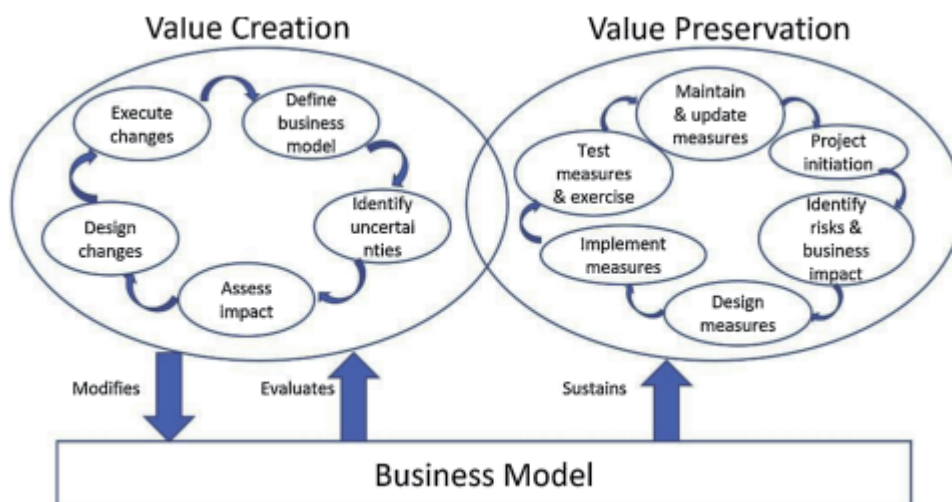


図1：戦略的BCマネジメントフレームワーク（Niemimaa et al., 2019年、p.211からの引用）

アプローチの価値創造の部分は、分析に基づく既存のビジネスモデルの脅威である偶発性の評価と既存のモデルの修正に焦点を当てている。モデルの価値保存の部分はBCの従来のアプローチにかかわっている。これらのアプローチは、価値に従って重複創造できる。したがって、価値の保全は、戦略的なものとして見ることができる。さまざまな技術的変化による社会的なプラットフォームが会社のBCへの深刻な脅威である。

脅威は、モノのインターネット、クラウドソーシング、シェアリングエコノミー、ビッグデータによって特徴づけられる業務環境の変化によるものである。オンライン指向のビジネスモデルがこの環境で繁栄する一方で、伝統的なビジネスモデルは脅威にさらされている。このような脅威にさらされているビジネスを守るために、著者らは、①価値の保全を通じたビジネスモデルの維持と②価値の創造を通じたビジネスモデルの評価と修正からなる「戦略的事業継続マネジメント」を提案している。オンラインビジネス

は、オンライン環境、特にビッグデータの恩恵を受けており、従来のビジネスにとっては、これらの恩恵に適応するとともに、その一部を採用すること（価値保全）が重要であり、オンラインビジネスモデルが提供する戦略の活用方法（価値創造）を模索している。

References

- Mullick, S., Raassens, N., Haans, H., & Nijssen, E. J. (2020). "Reducing food waste through digital platforms: a quantification of cross-side network effects". *Industrial Marketing Management*, 1-12.
- Niemimaa, M., Järveläinen, J., Heikkilä, M., & Heikkilä, J. (2019). "Business continuity of business models: Evaluating the resilience of business models for contingencies". *International Journal of Information Management*, 49, 208-216.
- Stallkamp, M., & Schotter, A. P. (2019). "Platforms without borders? The international strategies of digital platform firms". *Global Strategy Journal*, 1-23.
- Xiao, Q. (2016). "Managing e-commerce platform quality and its performance implication: A multiple-group structural model comparison". *Journal of Internet Commerce*, 15(2), 142-162.
- Zhao, Y., Von Delft, S., Morgan-Thomas, A., & Buck, T. (2020). "The evolution of platform business models: Exploring competitive battles in the world of platforms". *Long Range Planning*, 53(4), 101892.
- Zhang, Anming, Yimin Zhang. (2006). "Airport capacity and congestion when carriers have market power". *Journal of Urban Economics* Volume 60, Issue 2:229-247.

