

Environment Research and Technology Development Fund

## 環境研究総合推進費 終了研究成果報告書

3-1903 我が国の食品ロス削減による環境・経済・社会への  
影響評価に関する研究  
(JPMERF20193003)  
令和元年度～令和3年度

Environmental, Economic and Social Impact Assessment of Reducing Japanese Food Loss and Waste

〈研究代表機関〉

国立大学法人東京工業大学

〈研究分担機関〉

国立研究開発法人国立環境研究所

○図表番号の付番方法について

「Ⅰ. 成果の概要」の図表番号は「0. 通し番号」としております。なお、「Ⅱ. 成果の詳細」にて使用した図表を転用する場合には、転用元と同じ番号を付番しております。

「Ⅱ. 成果の詳細」の図表番号は「サブテーマ番号. 通し番号」としております。なお、異なるサブテーマから図表を転用する場合は、転用元と同じ図表番号としております。

令和4年5月



## 目次

I. 成果の概要	・・・・・・・・・・	1
1. はじめに（研究背景等）		
2. 研究開発目的		
3. 研究目標		
4. 研究開発内容		
5. 研究成果		
5-1. 成果の概要		
5-2. 環境政策等への貢献		
5-3. 研究目標の達成状況		
6. 研究成果の発表状況		
6-1. 査読付き論文		
6-2. 知的財産権		
6-3. その他発表件数		
7. 国際共同研究等の状況		
8. 研究者略歴		
II. 成果の詳細		
II-1 我が国の食品ロス削減による環境・経済・社会への影響評価に関する研究	・・・・・・・・	16
（国立大学法人東京工業大学、国立研究開発法人国立環境研究所）		
要旨		
1. 研究開発目的		
2. 研究目標		
3. 研究開発内容		
4. 結果及び考察		
5. 研究目標の達成状況		
6. 引用文献		
III. 研究成果の発表状況の詳細	・・・・・・・・・・	35
IV. 英文Abstract	・・・・・・・・・・	36

## I. 成果の概要

課題名 3-1903 我が国の食品ロス削減による環境・経済・社会への影響評価に関する研究

課題代表者名 棟居 洋介 (国立大学法人東京工業大学 工学院経営工学系 助教)

重点課題 主：【重点課題⑨】 3Rを推進する技術・社会システムの構築

副：【重点課題①】 持続可能な社会の実現に向けたビジョン・理念の提示

行政要請研究テーマ (行政ニーズ) (3-4) 社会情勢の変化を踏まえた食品ロスの発生量の将来予測の実施及び最新技術を駆使した効果的な食品ロス削減手法の検討

研究実施期間 令和元年度～令和3年度

研究経費

4,688千円 (合計額)

(各年度の内訳：令和元年度：2,122千円、令和2年度：1,323千円、令和3年度：1,242千円)

研究体制

他のサブテーマはない。

研究協力機関

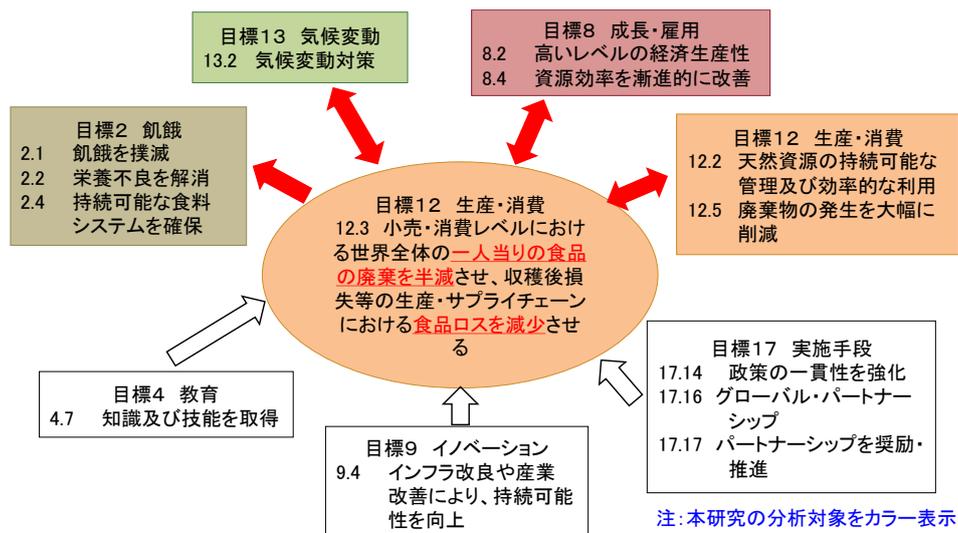
研究協力機関はない。

本研究のキーワード 食品ロス、SDGs、影響評価、3R、温室効果ガス、水資源、土地資源、応用一般均衡モデル、食料貿易モデル

## 1. はじめに（研究背景等）

近年、国連食糧農業機関（FAO）により世界全体で人の食用に生産されている食料の3分の1が食べられずに廃棄されている実態が明らかになり、食品ロスの削減に関心が高まっている。これを受けて持続可能な開発目標（SDGs）では、ターゲット12.3において、「2030年までに小売・消費レベルにおける世界全体の一人当たりの食品の廃棄を半減させ、収穫後損失等の生産・サプライチェーンにおける食品ロスを減少させる」ことが目標に掲げられた。また、我が国においても2019年5月に食品ロス削減推進法が成立し、7月には食品リサイクル法の新たな基本方針が公表され、家庭からの食品ロスの発生に加えて、事業系食品ロスの発生についても2030年度までに2000年度レベルから半減させることが目標となった。

しかしながら、食品ロスの削減目標が達成された場合に、環境・経済・社会の各側面にどのような影響が生じる可能性があるかについて、十分な検討は行われていない。図0.1に示すように、食品ロスの削減は、SDGsのゴール・ターゲットに掲げられている他の環境・経済・社会に関わる課題（例えば、気候変動対策、飢餓の撲滅、持続可能な食料生産システムの確保、高いレベルの経済生産性、資源効率の漸進的改善、天然資源の持続可能な管理と効率的な利用、廃棄物の発生率の大幅削減など）と密接に関係しているため、その影響は多方面に及ぶことが予想される。また、我が国においては、2030年にかけて高齢化や人口減少、情報通信技術（ICT）の進展などにより、食品ロスの質と量に変化していくことが予想されることに加えて、コロナ禍により従来の食料消費パターンに変化が生じている。これらの不確実性を考慮して、食品ロスの削減策を検討していく必要がある。



出典：平成29年版 環境・循環型社会・生物多様性白書

図0.1 SDGsにおける食品ロス削減と環境・経済・社会に関わる他のゴールとの関係

## 2. 研究開発目的

以上のような背景のもとで、本研究では我が国における食品ロスの発生が環境・経済・社会に及ぼす影響を定量的に明らかにすることによって、2030年度までに我が国の食品ロス発生量を半減する目標の達成に資する情報を提供することを目的とした。具体的には、本研究には以下の3つの主要な目的がある。第1の目的は、我が国の食品ロス発生により現在生じている環境、天然資源へのマイナスの影響、および食品の経済的価値の損失について評価し、影響が大きい食品とそのサプライチェーンチェーンの段階を明らかにすることにある。第2の目的は、将来の社会情勢の変化を踏まえて、2030年までに我が国の食品ロス発生量の半減目標が達成された場合に、国内の経済活動および環境に与える影響を評価することにある。第3の目的は、我が国における食品ロスの削減が、食料貿易を通して世界の栄養不足人口や、

環境、天然資源の利用に与える影響を評価することにある。なお、本研究の目的と次節の研究目標との関係については、第1の目的は分析①、第2の目的は分析②と分析③B、第3の目的は分析③Aにそれぞれ対応している。

### 3. 研究目標

全体目標	<p>本研究では、我が国の食品製造業、食品卸売業、食品小売業、外食産業、および一般家庭から発生する食品ロスを、2030年までに2000年レベルから半減させた場合の環境・経済・社会への影響を定量的に評価し、削減対策の内容とこれらの影響との関係を明らかにすることを目的とする。本研究は3つの分析から構成され、各分析の目的は以下のとおりである。</p> <p>まず分析①では、ライフサイクルアセスメント（LCA）の手法を用いて、食品ロスの発生による環境、天然資源への影響、および経済的価値の損失が大きい食品とそのフードチェーンにおける発生段階を明らかにする。環境影響の指標としては温室効果ガスの排出量を、天然資源への影響の指標としては水資源と土地資源の利用を取り上げる。</p> <p>次に分析②では、経済成長、高齢化、人口減少、情報通信技術（ICT）の進展などの将来の社会情勢の変化を踏まえて、削減対策を実施しない成り行き（BAU）の場合における2030年までの食品ロス発生量を予測する。さらに、分析①の結果を踏まえて、事業系と家庭系の食品ロスの各々について、環境・天然資源への影響を極力減らす削減対策や、各主体の実行可能性が高い削減対策など、2030年までの食品ロス半減目標の達成に向けた複数の削減シナリオを提示する。</p> <p>最後に分析③では、分析②の削減シナリオを用いて食品ロスの削減による環境・経済・社会への影響の評価を行う。具体的には、部分均衡型の食料貿易モデルを用いて、我が国の食品ロス削減が途上国の栄養不足人口、世界の温室効果ガス排出量、天然資源利用に及ぼす影響を推定する。さらに、応用一般均衡モデルを用いた分析により、食品ロスの削減が我が国の経済、消費者の効用に及ぼす影響、および温室効果ガスの排出、土地、水資源などの天然資源の利用に及ぼす影響を明らかにする。</p>
------	---

サブテーマ1	我が国の食品ロス削減による環境・経済・社会への影響評価に関する研究
サブテーマリーダー /所属機関	棟居洋介／東京工業大学
目標	全体目標に同じ

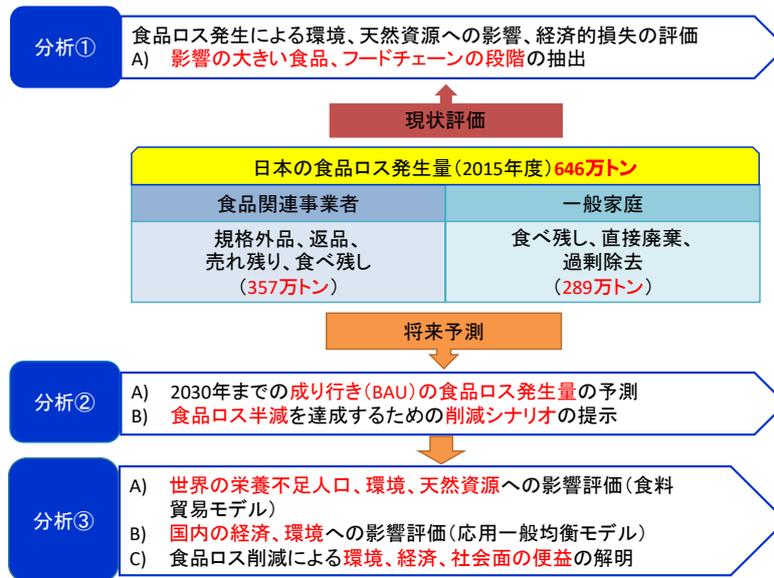


図0.2 分析の枠組み

#### 4. 研究開発内容

##### 4-1. 食品ロス発生による環境、天然資源への影響、経済的価値損失の評価（分析①）

分析①では、2015年を対象に我が国の食品ロスの発生に起因する温室効果ガスの排出、土地資源、水資源の損失、食品の経済的価値の損失について、ライフサイクルアセスメントの手法を用いて推定した。食品ロスは農林水産物の生産から収穫・貯蔵、食品製造業、食品卸売業、食品小売業、外食産業、一般家庭までのサプライチェーンの全体を通して発生するが、分析①では農林水産省により公表されている事業系食品ロス発生量の推計範囲に合わせて、食品製造業、食品卸売業、食品小売業、外食産業に一般家庭を加えた5つの段階から発生する食品ロスを分析の対象とした（図0.3）。また、食品の品目については、平成27年（2015年）産業連関表の部門分類に合わせて、食用農林水産物19品目、加工食品29品目の合計48品目に分類した（表0.1）。

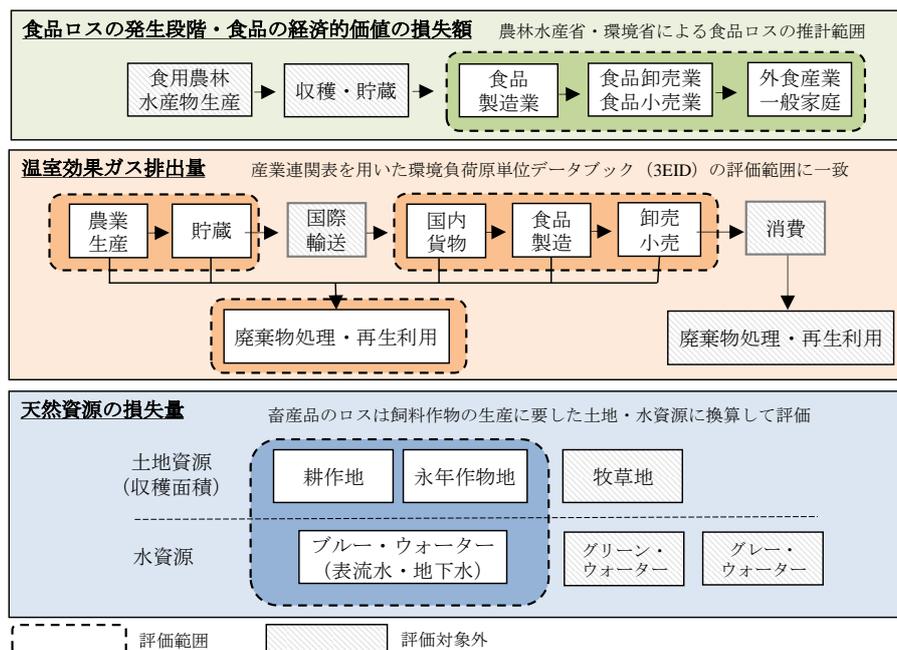


図0.3 分析①における評価項目とシステム境界

表0.1 分析①の食品分類（平成27年産業連関表の部門分類に準拠）

食用農林水産物（19品目）	加工食品（29品目）	
1 米	20 食肉	39 冷凍調理食品
2 麦類	21 酪農品	40 レトルト食品
3 いも類	22 その他の畜産食料品	41 そう菜・すし・弁当
4 豆類	23 冷凍魚介類	42 その他の食料品
5 野菜	24 塩・干・くん製品	43 清酒
6 果実	25 水産びん・かん詰	44 ビール類
7 砂糖原料作物	26 ねり製品	45 ウイスキー類
8 飲料用作物	27 その他の水産食料品	46 その他の酒類
9 その他の食用耕種作物	28 精穀（米・麦）	47 茶・コーヒー
10 酪農	29 製粉	48 清涼飲料
11 肉用牛	30 めん類	
12 豚	31 パン類	
13 鶏卵	32 菓子類	
14 肉鶏	33 農産保存食料品	
15 その他の畜産	34 砂糖	
16 特用林産物	35 でん粉	
17 海面漁業	36 ぶどう糖・水あめ・異性化糖	
18 海面養殖業	37 動植物油脂	
19 内水面漁業・養殖業	38 調味料	

分析①では、食品ロスによる影響の評価範囲（システム境界）については図0.3のように設定しており、結果を参照する際には以下の点に留意する必要がある。まず、温室効果ガスの排出量については、輸入品は国産品と同じ生産技術、環境負荷量を持つと仮定して算出された環境負荷原単位を用いているため、食料の国際輸送時に発生する温室効果ガスは含まれていない。加えて、フードチェーンにおいて食品が消費者および外食産業に購入されるまでの段階で発生する温室効果ガスを対象としているため、家庭や外食産業において、食品の調理、冷蔵・冷蔵保存により発生するエネルギー起源の温室効果ガスや、一般廃棄物の処理時に発生する温室効果ガスについても含まれていない。土地資源については、家畜飼料を含む農作物の生産に利用された耕作地と永年作物地のみを評価対象としており、データの制約から牧草地については評価対象から除外している。また、水資源については、農作物の生産に利用されたブルーウォーター（表流水および地下水）のみを評価対象としている。さらに、食品の経済的価値の損失については、前述のようにサプライチェーンの5つ段階から発生する食品ロスを対象としているため、農産物の生産、収穫・貯蔵において失われる食品の価値については含まれていない。

#### 4-2. 食品ロスの削減による国内の環境、経済への影響評価（分析②・分析③B）

分析②と分析③Bでは、2030年までを対象として、食品ロスの削減対策を実施しないときの成り行きの家計系および事業系の食品ロス発生量を推定するとともに、2030年までに食品ロス発生量を2000年比で半減する目標を達成するように削減対策を実施した場合に、国内の食品関連の財・サービスの生産、国内総生産（GDP）、および温室効果ガス排出量に与える影響について評価した。

具体的な推計手順としては、図0.4に示すように、まず食料消費シナリオによる分析を行い、次いで応用一般均衡モデルによる分析を行った。食料消費シナリオによる分析については、はじめに人口、世帯数、経済成長率などの将来予測データを入力として、食料消費予測モデルを用いて表0.2に示す品目別に2030年までの家計の食料消費支出を予測した（旧常態シナリオ）。次に、表0.3に示すように、コロナ禍による食料消費パターンの変化を考慮して、家計の外食消費が2030年までに旧常態シナリオの90%、および80%までしか回復せず、不足分が内食・中食で代替される2つのシナリオを作成した（新常態シナリオ1、新常態シナリオ2）。続いて、これらの3つのシナリオについて、2019年における食品ロスの発生率が2030年まで継続することを想定して、食品ロスの削減対策を実施しない成り行きの家計系食品ロスの発生量を予測した。最後に、2030年までに食品ロスの半減目標が達成される場合に、家計が無駄な食

品関連の消費をなくすことを想定して食料消費支出が減少するシナリオを作成した。

次に、作成した食料消費シナリオを入力として、応用一般均衡モデルによる分析を行った。はじめに、家庭系食品ロスの削減を実施しない成り行きシナリオを入力として、事業系食品ロスの発生率が2019年のレベルで2030年まで継続する場合について計算し、成り行きの事業系食品ロスの発生量を予測した。次に、事業系食品ロスの発生部門である食品製造業、食品卸売業、食品小売業、外食産業を対象として、2015年の食品ロス発生率を基準として、2030年に半減目標を達成するために必要な発生率の改善（削減率）を感度分析により探索した。最後に、食品ロスの削減対策を行わない場合と半減目標を達成する場合の分析結果を比較することにより、食品ロスの半減目標の達成が国内の食品関連の財・サービスの生産、国内総生産（GDP）、および温室効果ガス排出量に与える影響について算定した。なお、電源構成については、2030年まで2015年の構成比が変わらないことを仮定して分析を行った。

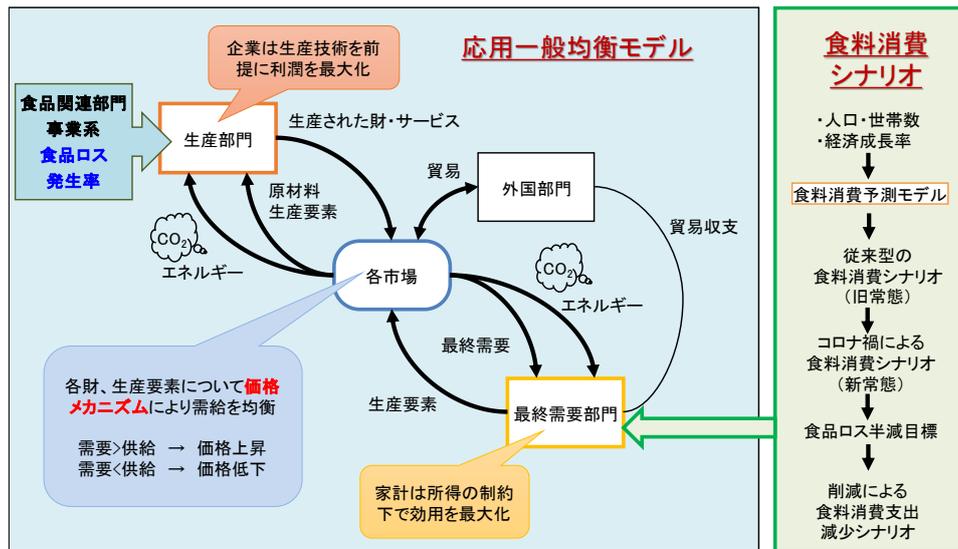


図0.4 食料消費シナリオを用いた応用一般均衡（CGE）モデルによる分析（分析②・分析③B）

表0.2 応用一般均衡（CGE）モデルの財・サービスの分類

No.	財・サービス	No.	財・サービス	No.	財・サービス
1	穀類	14	精穀・製粉	28	都市ガス
2	いも・豆類	15	めん・パン・菓子類	29	熱供給業
3	野菜	16	農産保存食料品	30	廃棄物処理
4	果実	17	砂糖・油脂・調味料類	31	食品卸売
5	その他の食用作物	18	その他の食料品	32	食品小売
6	畜産	19	飲料	33	その他の商業
7	特用林産物	20	その他の飲食物品	34	金融・保険・不動産
8	漁業	21	繊維製品・パルプ・紙・木製品・その他の製造工業製品・化学製品・プラスチック・ゴム製品・その他の製造工業製品	35	運輸・郵便・情報通信
9	その他の農林漁業	22m	輸送用石油製品	36	公務・教育・研究（学校給食を除く）・医療・福祉・他に分類されない会員制団体
10c	石炭	22o	その他石油製品	37	学校給食
10o	原油	23	石炭製品	38	宿泊業
10g	天然ガス	24	窯業・土石製品・鉄鋼・非鉄金属・金属製品	39	飲食店
11	その他の鉱業	25	はん用機械・生産用機械・業務用機械・電子部品・電気機械・情報通信機器・輸送機械・その他の製造工業製品・事務用品	40	持ち帰り・配達飲食サービス
12	畜産食料品	26	建設・水道	41	冠婚葬祭業
13	水産食料品	27	電力	42	対事業所サービス・対個人サービス（宿泊業、飲食店、持ち帰り・配達飲食サービス、冠婚葬祭業を除く）・分類不明

注：食料消費支出シナリオの対象品目をカラー表示。

産業部門は1～8. 食用農林水産業、12～19. 食品製造業、31～32. 食品流通業、37～41. 外食産業に相当

表0.3 2030年までの家計の食料消費パターンおよび食品ロス削減シナリオ

2030年までの家計の食料消費パターン	
旧常態	2021年までは実績。2022年以降はコロナ禍前の食料消費パターンに漸近し、2025年以降はコロナ禍前のデータに基づいた食料消費予測モデルの推計値と完全に一致する。ただし、外食支出に占める持ち帰り・配達飲食サービスのシェアは <b>2030年に20%まで増加</b>
新常態1	2021年までは実績。コロナ禍により落ち込んだ外食支出は、2025年までに旧常態の <b>9割</b> までしか回復せず、その後の比率も不変。ただし、外食支出の落ち込みは内食・中食の支出増加で補われ、食料支出の総額は旧常態と変わらない。外食支出に占める持ち帰り・配達飲食サービスのシェアは <b>2030年に25%まで増加</b>
新常態2	2021年までは実績。コロナ禍により落ち込んだ外食支出は、2025年までに旧常態の <b>8割</b> までしか回復せず、その後の比率も不変。ただし、外食支出の落ち込みは内食・中食の支出増加で補われ、食料支出の総額は旧常態と変わらない。外食支出に占める持ち帰り・配達飲食サービスのシェアは <b>2030年に30%まで増加</b>
2030年までの家庭系食品ロスの削減シナリオ	
成り行き	家庭系食品ロスの発生量は、2019年までは実績。2020年以降は、各食品について <b>2019年の食品ロス発生率が2030年まで継続することを想定</b>
半減目標達成	家庭系食品ロスの発生量は、2021年までは実績および推定値。2022年以降は、 <b>2030年に半減目標（2015年比で23.5%減）を達成</b> するように発生量が線形で減少

#### 4-3. 食品ロスの削減による世界の栄養不足人口、環境、天然資源への影響評価（分析③A）

分析③Aでは、2015年の経済状況を前提として、我が国が食品ロスを半減させたときに、食料の国際市場を通して世界の栄養不足人口、農業生産における温室効果ガス排出量、天然資源の利用に与える影響について食料貿易モデルを用いて推定した。具体的には図0.5に示すように、我が国が食品ロスを削減すると、食料輸入量の減少により食料の国際価格が低下し、世界の各国・地域における国内価格も低下することが予想される。食料の国内価格の低下は、食料消費の増加につながり栄養不足人口を減少させる可能性がある。他方で、食料価格の低下は、農家の生産意欲を低下させるため食料生産量が減少し、農業生産に必要な土地・水資源、および農業生産に伴う温室効果ガスの排出量を減少させることが予想される。分析③Aでは、米国農務省の部分均衡型農業貿易モデル（PEATSim）をベースとして、途上国への影響をより詳細に分析するために121か国・地域に拡張したモデルを用いてこれらの効果について推計を行った。なお、食料貿易モデルにおいては表0.4に示すように主要な30品目（穀物4，糖料作物1，砂糖1，油糧作物7，植物油7，油粕5，畜産物5）のみを扱っており、我が国において食品ロスの発生量が多い野菜、果物などの品目は含まれていない。分析結果を参照する際には、これらの貿易モデルで扱われていない品目の食品ロス削減効果は含まれていない点に留意する必要がある。

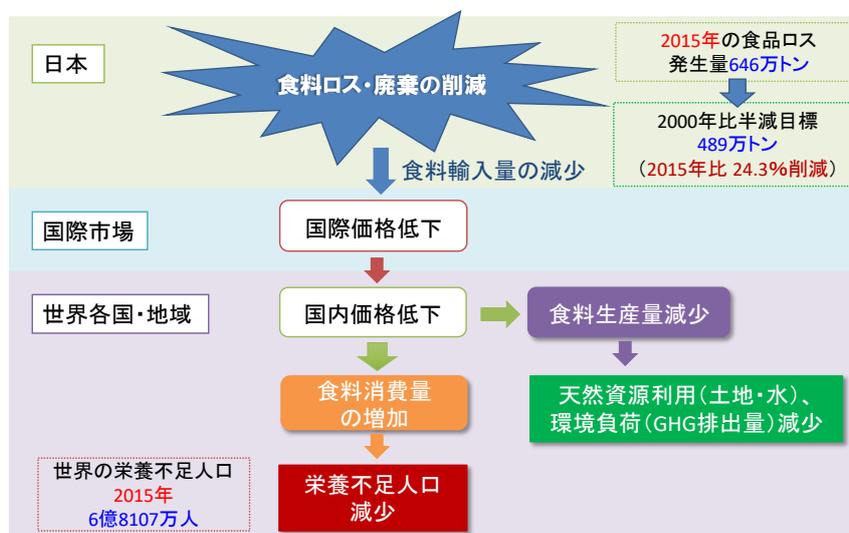


図0.5 我が国の食品ロス半減による世界の栄養不足人口、環境、天然資源への影響（分析③A）

表0.4 食料貿易モデルの品目分類

No.	品目	No.	品目	No.	品目
1	小麦	11	綿の実	21	牛肉
2	トウモロコシ	12	熱帯性油糧作物の種子	22	豚肉
3	その他穀物	13	ごま	23	鶏肉
4	米	14	大豆油	24	牛乳（バターを除く）
5	糖料作物	15	落花生油	25	バター
6	砂糖	16	ひまわり油	26	大豆油粕
7	大豆	17	菜種油	27	落花生油粕
8	落花生	18	綿実油	28	ひまわり油粕
9	ひまわりの種	19	熱帯性油糧作物の油	29	菜種油粕
10	菜種	20	ごま油	30	綿実油粕

## 5. 研究成果

### 5-1. 成果の概要

#### 5-1-1. 食品ロス発生による環境、天然資源への影響、経済的価値損失の評価（分析①）

表0.5に食品ロス発生による負の影響が大きいサプライチェーンの段階・品目のペアを示す。我が国の2015年における食品ロスの総発生量は646万トン（家庭系食品ロス289万トン、事業系食品ロス357万トン）であったが、上位10までの段階・品目ペアの発生量の合計が総発生量の55.3%を占めており、我が国の食品ロスが特定の段階・品目に偏って発生していることが示された。発生量の多い段階・品目のペアは、一般家庭の野菜が総発生量の18.3%を占めて最も多く、次いで一般家庭の果実7.5%、食品製造業のその他の食料品6.8%、外食産業の野菜4.2%、一般家庭のそう菜・寿司・弁当4.2%となった。

食品ロスの発生による影響についてみると、温室効果ガス排出量は国内外において1566万トンCO<sub>2</sub>eqと推定され、2015年のわが国の温室効果ガス総排出量の1.2%に相当することがわかった。一般家庭の野菜からの排出量が全体の9.8%を占めて最も多く、上位10までの段階・品目の排出量の合計が排出量全体の49.0%を占めた。土地資源の損失面積は国内外において111万haと推定され、ほぼ秋田県の面積に相当することが示された。食品製造業のパン類による損失が全体の10.6%を占めて最も多く、上位10段階・品目の合計は損失面積全体の51.4%を占めた。水資源の損失量は国内外で4億3870万m<sup>3</sup>と推定され、富山県の黒部ダムの総貯水容量の2.2倍に相当することが示された。生産に大量の水を必要とする米を含む外食産業の精穀（米、麦）による損失量が全体の12.8%を占めて最も多く、上位10段階・品目の合計は、損失量全体の64.6%を占めた。食品の経済的価値の損失は4兆5870億円と推定され、国民一人当たり年間3万6000円の損失と推定された。一般家庭の野菜による損失額が全体の10.2%を占めて最も多く、上位10段階・品目の合計は損失額全体の49.8%を占めた。すべての影響について総合してみると、一般家庭の果実、そう菜・すし・弁当、野菜、食品製造業のパン類、外食産業の精穀（米、麦）において、食品ロス発生による環境負荷や天然資源、経済的価値の損失が大きい傾向があることがわかった。

また、得られた結果から家庭系食品ロスの削減対策について考察すると、図0.6aに示すように、家計が単価の高い食品から順に食品ロスを削減する場合には、半減目標（2015年比25.3%削減）を達成したときに、家計がより大きな経済的メリットを得られることに加えて、すべての影響項目について食品ロスの削減率を上回って負の影響を効率的に緩和できることがわかった。特に食品の経済的価値の損失と温室効果ガスの排出の間には強い正の相関があり（表0.6）、単価の高い食品から食品ロスを削減することは温暖化対策の点から特に効果的であることが示された。他方で、図0.6bに示すように、家計が発生量の多い品目から食品ロスを削減する場合には、発生量が最も多い野菜の環境負荷原単位がすべての食

品の原単位の平均値を下回るため、半減目標を達成しても食品ロスの削減率の半分以下にしか負の影響を緩和できないことが示された。したがって、家庭系食品ロスによる負の影響を効率的に緩和するためには、単価の高い食品を中心に削減することが推奨される。

表0.5 食品ロス発生による負の影響が大きいサプライチェーンの段階・品目のペア

サプライチェーンの段階・品目	食品ロス	GHG排出	土地資源	水資源	経済的価値
1. 一般家庭・野菜	1 18.3%	1 9.8%	4 4.9%	2.2%	1 10.2%
2. 一般家庭・果実	2 7.5%	8 3.4%	5 4.8%	2 10.2%	6 4.0%
3. 食品製造業・その他の食料品	3 6.8%	1.8%	3.0%	2.3%	1.8%
4. 外食産業・野菜	4 4.2%	1.8%	1.1%	0.5%	2.1%
5. 一般家庭・そう菜・すし・弁当	5 4.2%	2 8.9%	9 3.8%	7 4.8%	2 10.1%
6. 一般家庭・いも類	6 3.3%	0.7%	0.8%	0.5%	0.0%
7. 食品製造業・パン類	7 3.3%	3 5.8%	1 10.6%	4 7.1%	3 5.1%
8. 外食産業・冷凍調理食品	8 2.9%	2.0%	1.0%	1.1%	2.5%
9. 外食産業・調味料	9 2.5%	2.1%	2.8%	1.2%	9 3.1%
10. 外食産業・精穀	10 2.4%	9 3.2%	7 4.0%	1 12.8%	1.3%
11. 食品製造業・そう菜・すし・弁当	2.3%	7 3.4%	2.2%	3.1%	8 3.1%
12. 一般家庭・調味料	2.1%	2.6%	2.4%	1.0%	7 3.2%
13. 食品製造業・菓子類	2.0%	4 4.0%	8 3.8%	10 3.4%	4 4.4%
14. 食品小売業・清涼飲料	1.7%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%
15. 食品小売業・野菜	1.5%	0.6%	0.4%	0.2%	0.0%
16. 一般家庭・精穀	1.4%	2.1%	2.3%	3 7.5%	0.0%
17. 一般家庭・冷凍魚介類	1.3%	5 4.0%	0.0%	0.0%	5 4.1%
18. 食品製造業・酪農品	1.2%	0.8%	0.4%	0.4%	0.0%
19. 外食産業・食肉	1.2%	10 3.1%	2 6.5%	6 5.4%	1.9%
20. 食品製造業・めん類	1.1%	1.4%	10 3.8%	2.0%	0.0%
21. 食品小売業・精穀	1.0%	1.4%	1.7%	5 5.6%	0.0%
22. 一般家庭・特用林産物	1.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%
23. 一般家庭・食肉	0.9%	2.8%	3 5.0%	8 4.2%	1.7%
24. 食品製造業・その他の畜産食料品	0.9%	6 3.5%	6 4.2%	9 3.5%	10 2.6%
上位10シェア合計	55.3%	49.0%	51.4%	64.6%	49.8%
全体量推定値	646	1,566	111	43,870	45,870
単位	万トン	万トンCO2	万ha	万m <sup>3</sup>	億円

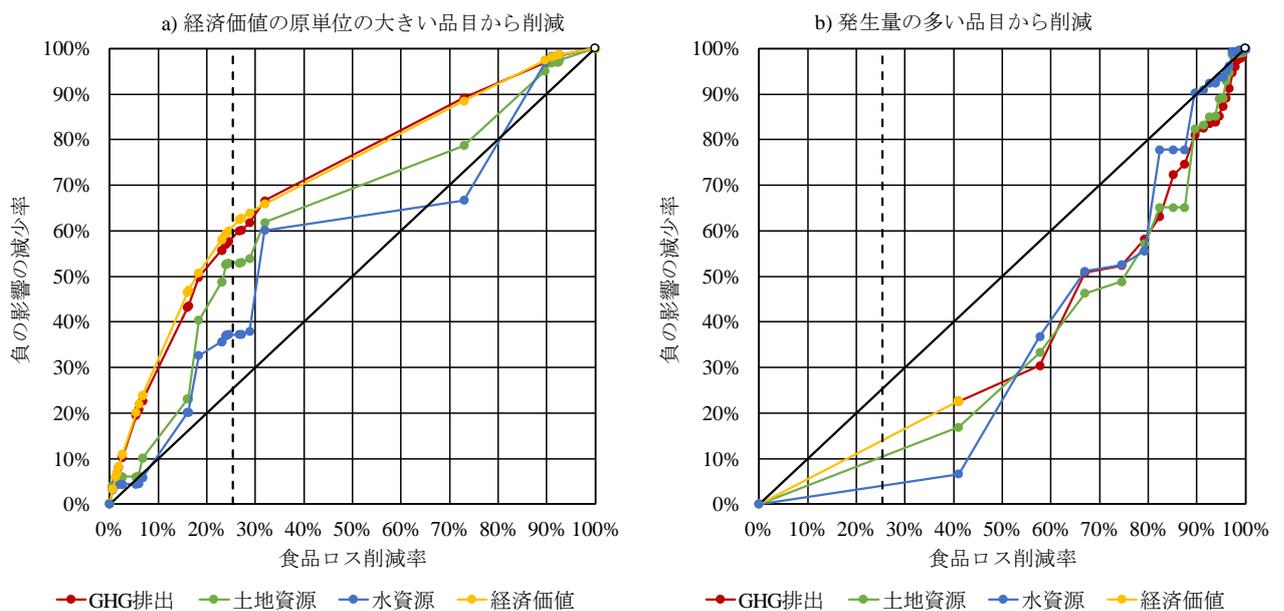


図0.6 家庭系食品ロス削減による負の影響の緩和ポテンシャル

表0.6 家庭系食品ロスの発生量とその影響との間の相関分析

	食品ロス発生量	GHG排出量	土地資源損失	水資源損失	経済的価値損失
食品ロス発生量	1.00	—	—	—	—
GHG排出量	0.82	1.00	—	—	—
土地資源損失	0.72	0.80	1.00	—	—
水資源損失	0.46	0.54	0.81	1.00	—
経済的価値損失	0.81	0.99	0.75	0.50	1.00

## 5-1-2. 食品ロスの削減による国内の環境、経済への影響評価（分析②・分析③B）

表0.7に2030年における家計の食料関連支出および家庭系食品ロス発生量の推計結果を示す。家計の食料関連支出は、2015年の66兆9000億円から2030年には67兆9600億円へ増加するが、外食支出は2030年に旧常態シナリオで21兆900億円に増加するのに対して、新常態2シナリオでは16兆9400億円に減少する。成り行きの家庭系食品ロスの発生量は、2015年の289万トンから、2030年には旧常態シナリオで276.1万トンに減少するが、新常態2シナリオでは内食・中食の消費の増加により318.7万トンまで増加する。したがって、2030年における家庭系食品ロスの半減目標（216万トン）を達成するためには、新常態のシナリオほど多くの削減が必要となり、成り行きケースと比較して年間60.1万トンから102.7万トンの削減が求められる。食品ロスの削減により家計の無駄な食品の購入が減少することを想定すると、2030年には5,729億円から8,216億円の食料関連支出が減少する。これは同年の家計の食料関連支出の0.84%から1.21%に相当する。家計はこの節約額を他の財・サービスの購入に充てることができる。

表0.7 家計の食料関連支出および家庭系食品ロス発生量の推計結果（2030年）

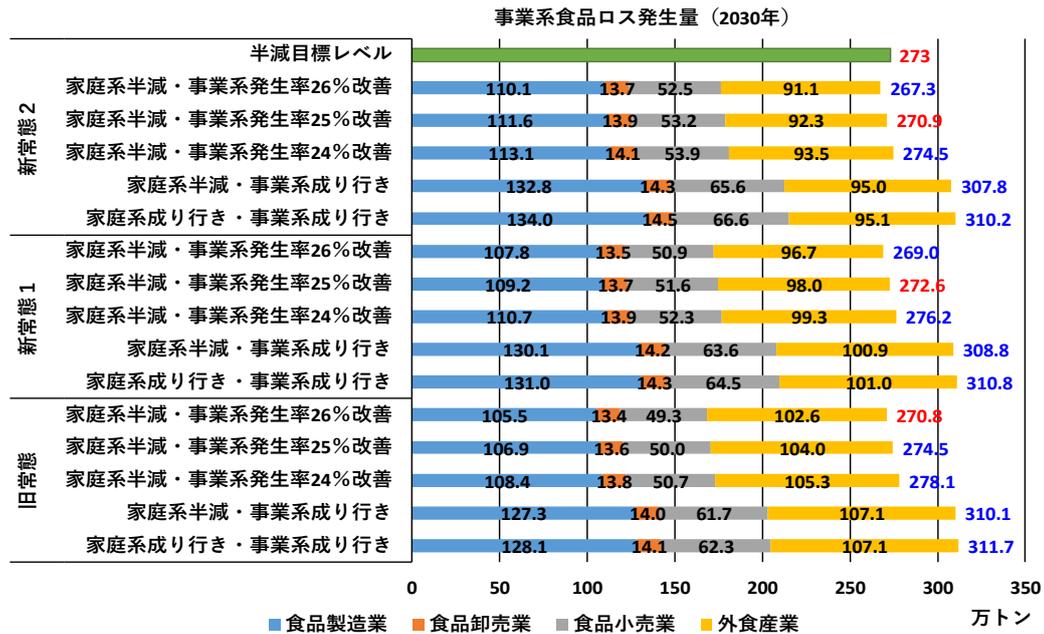
評価項目	2015年		2030年		
	実績	旧常態	新常態1	新常態2	
◎ 家計の食料関連支出					
支出総額	兆円/年	66.90	67.96	67.96	67.96
食品（商業マージン含む）	兆円/年	46.98	46.86	48.94	51.01
外食	兆円/年	19.92	21.09	19.02	16.94
◎ 家庭系食品ロス					
<b>発生量（成り行き）</b>	万トン/年	289	<b>276.1</b>	<b>297.6</b>	<b>318.7</b>
半減目標レベル	万トン/年	—	216	216	216
削減必要量	万トン/年	—	60.1	81.6	102.7
国民一人当たり削減必要量	kg/年	—	5.1	6.9	8.6
◎ 食品ロス削減による食料関連支出減少額					
<b>減少額</b>	億円/年	—	<b>5,729</b>	<b>7,004</b>	<b>8,216</b>
<b>支出総額に対する減少率</b>	%	—	<b>0.84</b>	<b>1.03</b>	<b>1.21</b>
国民一人当たり減少額	円/年	—	4,810	5,880	6,900

注1：食料関連支出については、2015年の財・サービス価格を用いて算出した実質値を示す。

注2：成り行きの食品ロス発生量は、2019年の食品ロス発生率が2030年まで継続することを想定して算出

次に、事業系食品ロスの発生量の推計結果について図0.7に示す。事業系食品ロスの発生量は、食品ロスの発生率が2019年レベル（2015年比で平均15.1%改善）から変わらない成り行きの場合、2015年の357万トンから2030年には310万トンから312万トンに減少する。新常態シナリオでは、旧常態シナリオと比べて家計の外食支出が減少するために外食産業からの食品ロス発生量は減少するが、他方で内食、中食の消費の増加により食品製造業、食品小売業からの発生量が増加して、結果的にシナリオによる発生量の差はほとんどなくなる。いずれのシナリオにおいても、成り行きケースでは2030年に事業系食品ロスの半減目標（273万トン）を達成することはできないため、食品関連部門において食品ロスの発生率をさらに改善することが求められる。感度分析の結果、半減目標達成のためには2030年に2015年比で25%か

ら26%の発生率の改善（減少）が必要であることがわかった。



注1: 事業系食品ロス発生率の改善は、2015年の各食品関連事業部門の単位生産額当たりの食品ロス発生量(発生率)を基準として削減率を設定

図0.7 事業系食品ロスの発生量および半減目標達成に必要な事業系食品ロス発生率の改善（2030年）

表0.8 食品ロス半減目標達成による経済活動および温室効果ガス排出量の変化（2030年）

評価項目	単位	2030年			
		2015年実績	旧常態	新常態1	新常態2
(参考) 家計の食料関連支出の変化	億円/年	-	▲ 5,729	▲ 7,004	▲ 8,216
◎ 財・サービスの国内生産額の変化	億円/年	-	▲ 724	▲ 802	▲ 874
食品関連	億円/年	-	▲ 6,765	▲ 8,158	▲ 9,478
(変化率)	%	-	▲ 0.61	▲ 0.74	▲ 0.86
食品関連以外	億円/年	-	6,041	7,357	8,604
◎ 財・サービスの最終需要の変化	億円/年	-	839	838	837
食品関連	億円/年	-	▲ 4,698	▲ 5,839	▲ 6,924
食品関連以外	億円/年	-	5,537	6,677	7,761
◎ 実質国内総生産 (GDP) (成り行き)	兆円/年	549.4	621.360	621.361	621.365
<b>実質国内総生産 (GDP) の変化 (支出面)</b>	億円/年	-	<b>839</b>	<b>838</b>	<b>837</b>
◎ 温室効果ガスの総排出量 (成り行き)	百万トンCO2eq/年	1311.18	1,628	1,627	1,626
<b>温室効果ガス排出量の変化</b>	万トンCO2eq/年	-	<b>49</b>	<b>61</b>	<b>71</b>
食品関連産業	万トンCO2eq/年	-	▲ 41	▲ 48	▲ 55
食品関連以外の産業	万トンCO2eq/年	-	67	81	95
一般家庭	万トンCO2eq/年	-	23	27	31

注1: 変化量は食品ロスの削減対策について、成り行きケースと半減目標達成ケースの差から算出

注2: 金額については、2015年の財・サービス価格を用いて算出した実質値を示す。

続いて、2030年に我が国が家庭系および事業系の食品ロスの半減目標を達成したときに、経済活動および温室効果ガス排出量に与える影響について、食品ロスの削減対策を実施しない成り行きの場合と比較した結果を表0.8に示す。前述のように家計が食品ロス削減対策を実施することにより、年間5729億円から8216億円の食料関連需要が減少するが、さらに波及効果により食品関連部門の中間需要も減少する

ため、食品関連の財・サービスの国内生産額の減少は家計の需要減少を上回り、年間6765億円から9478億円減少する。これは成り行きケースの国内生産額と比べると0.61%から0.86%の減少率になる。他方で、我が国全体の経済への影響について実質国内総生産（GDP）の変化を支出面からみると、食品関連の最終需要は4698億円から6924億円減少するが、食品関連以外の財・サービスの最終需要が増加するため、結果として837億円から839億円の増加となる。また、温室効果ガスの排出量については、食品関連産業からの温室効果ガス排出量は生産の減少により年間41万トンCO<sub>2</sub>eqから55万トンCO<sub>2</sub>eq減少するが、他方で食品関連以外の産業と一般家庭からの排出量が増加するため、総排出量では年間49万トンCO<sub>2</sub>eqから71万トンCO<sub>2</sub>eqの増加となった。

以上のように、食品ロスの削減対策による我が国の経済全体への影響は若干のプラス効果が期待されるが、食品関連産業の生産には家計の食品ロス削減による食料消費の減少を上回る負の影響が予想される。食品ロスを削減しながら、同時に食品関連産業の生産への負の影響を軽減するための施策が求められる。例えば、家計が安価な食品を必要以上に購入して廃棄するのではなく、通常品より価格が高くて、有機野菜を使用した製品や、環境や人権に配慮したエシカル調達により生産された製品を必要量だけ購入することにより、これらの課題を同時に解決できる可能性がある。

### 5-1-3. 食品ロスの削減による世界の栄養不足人口、環境、天然資源への影響評価（分析③A）

表0.9に示すように、2015年の我が国の食品ロス発生量は可食部に換算して646万トンであり、2000年比で半減する目標を達成するためには157万トン（2015年比24.3%相当）を削減する必要がある。他方で、食料貿易モデルでは、農作物については不可食部を含む一次産品として扱うため、不可食部を含む量に換算した食品ロスの発生量は742.6万トンに増える。また、食料貿易モデルで扱われる30品目の食品ロス発生量は発生量全体の42.2%を占めるため、半減目標が達成された場合には、貿易モデルによるシミュレーションでは74.9万トンの食品ロスが削減されることになり、食品ロスの発生量全体の10.1%に相当する。すなわち、分析③では、主要な貿易品目を中心に我が国の食品ロスを10.1%削減したときの国際市場を通じた影響を推計したといえる。

このような条件の下で、我が国が食品ロスを半減したときの国際市場を通じた影響の推計結果を表0.10に示す。我が国の食品ロス削減量（74.9万トン）は食事エネルギーに換算すると $1.96 \times 10^{12}$  kcalとなり、2015年の世界の184.8万人の食事エネルギー供給量に相当する。我が国の食品ロス削減は食料輸入の減少をもたらし、食料の国際価格が低下につながるため、国外における食事エネルギー供給量は、我が国が削減した食事エネルギーの43.9%に相当する $8.62 \times 10^{11}$  kcal増加する。この食事エネルギーの増加により、世界全体で栄養不足人口が59.1万人減少する。国別にみると最も栄養不足人口の減少が多い国はインドの22万7千人で、次いで中国12万2千人、パキスタン2万8千人、バングラデシュ2万6千人、インドネシア1万6千人の順となった（図0.8）。

また、我が国の食品ロス削減による農業生産時の土地資源利用については、食料の国際価格の低下による各国の農作物の生産減少により、世界全体で3万7800 ha減少した。地域別の内訳は先進国37.7%、途上国62.3%であり、分析①で推計された2015年の我が国の食品ロスによる世界全体の土地資源の損失面積（111万ha）の3.4%に相当した。同様に、水資源利用についても農作物の生産減少により世界全体で7871万m<sup>3</sup>が減少した。地域別の内訳は先進国8.7%、途上国91.3%であり、分析①で推計された我が国の食品ロスによる世界の水資源の損失（4億3,870万m<sup>3</sup>）の17.9%に相当した。農業起源の温室効果ガスの排出量についても、農産物の生産減少により世界全体で94.0万トンCO<sub>2</sub>eq減少した。地域別の内訳は先進国25.6%、途上国74.4%であり、分析①で推計された我が国の食品ロスによる温室効果ガスの排出（1566万トンCO<sub>2</sub> eq）の6.0%に相当した。

以上の結果から、我が国の食品ロスの削減は、経済面では食料生産の減少という負の影響が生じるが、社会面（栄養不足人口）と環境面（温室効果ガス、天然資源）における課題の同時解決に貢献する可能性があることが示された。

表0.9 食料貿易モデルにおける食品ロス削減量

	可食部のみ	不可食部を含む換算量
日本の食品ロス発生量（2015年）	646万トン	742.6万トン
食料貿易モデルの対象品目のみ	－	313.5万トン（42.2%相当）
2000年比半減目標レベル	489万トン	－
半減目標達成時の削減量（率）	157万トン（24.3%削減）	－
食料貿易モデルの対象品目のみ	－	74.9万トン（10.1%削減）

注1：半減目標達成時の削減量は、2015年比で事業系食品ロス23.5%削減、家庭系食品ロス25.3%削減を想定して算出

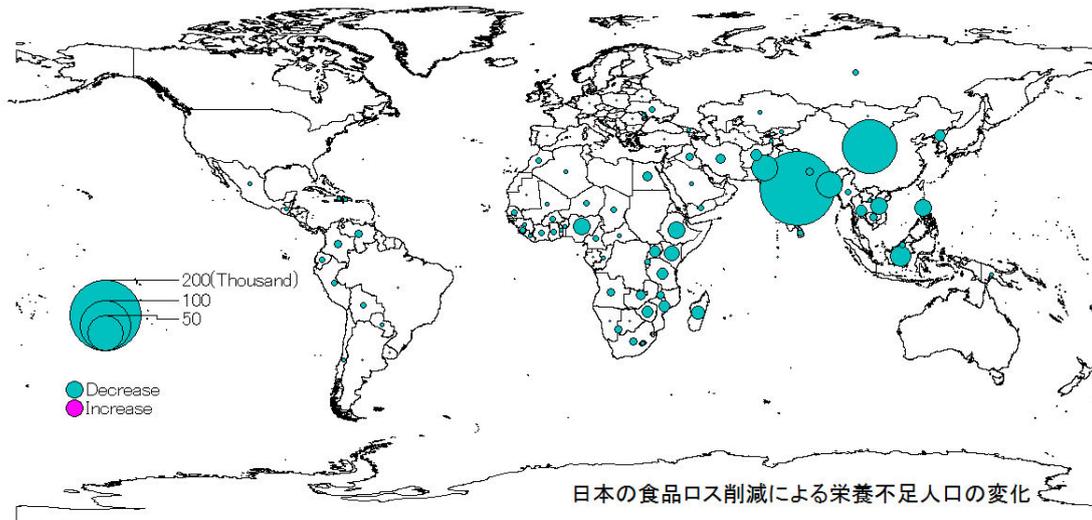


図0.8 我が国の食品ロス半減目標達成による世界の栄養不足人口の変化

表0.10 我が国の食品ロス削減による国際市場を通じた影響

評価項目	世界全体への影響	比較情報
食事エネルギー	8.62×10 <sup>11</sup> kcal増加	我が国の食品ロス削減量（エネルギー換算で1.96×10 <sup>12</sup> kcal）の <b>43.9%</b> に相当
栄養不足人口	59.1 万人減少 （先進国0.7%、途上国99.3%）	我が国の食品ロス削減量（人口に換算して世界184.8万人分の食事）の <b>32.0%</b> に相当
土地資源	3万7800 ha 減少 （先進国37.7%、途上国62.3%）	我が国の食品ロスによる世界の土地資源損失（111万ha、分析①）の <b>3.4%</b> に相当
水資源	7,871 万m <sup>3</sup> 減少 （先進国8.7%、途上国91.3%）	我が国の食品ロスによる世界の水資源損失（4億3870万m <sup>3</sup> 、分析①）の <b>17.9%</b> に相当
温室効果ガス	94.0 万トンCO <sub>2</sub> eq.減少 （先進国25.6%、途上国74.4%）	我が国の食品ロスによる温室効果ガス排出量（1566万t CO <sub>2</sub> eq.、分析①）の <b>6.0%</b> に相当

## 5-2. 環境政策等への貢献

### <行政等が既に活用した成果>

分析①「我が国の食品ロス発生による環境、天然資源への影響、経済的損失の評価」の成果のうち、2015年の食品ロス発生による温室効果ガス発生量の推定結果が、令和3年8月5日の中央環境審議会循環型社会部会（第38回）の資料1「廃棄物・資源循環分野における2050年温室効果ガス排出実質ゼロに向けた中長期シナリオ(案)」の39項に引用された。

## <行政等が活用することが見込まれる成果>

本研究の成果は、行政ニーズ3-4「社会情勢の変化を踏まえた食品ロスの発生量の将来予測の実施及び最新技術を駆使した効果的な食品ロス削減手法の検討」の「目的・目標」に述べられている3つの目的のうちの2つの目的への活用が見込まれる。具体的には、目的①「環境・経済の観点を含めた総合的な観点からの食品ロス削減の便益の経済価値を算出し、把握すること」については、本研究の分析①において食品ロスの発生による環境、天然資源、食品の経済的価値の損失が推定され、また、分析③Bにおいては、我が国が食品ロス半減目標を達成したときの経済活動と環境への影響が推定されており、これらの成果の活用が見込まれる。また、目的②「BAUでの食品ロスの量の推移を把握し、今後の食品ロス削減政策を検討する上での基本的な視座を得ること」については、本研究では分析②と分析③Bにおいて、コロナ禍による食料消費パターンの変化を考慮して、2030年までの家庭系食品ロスと事業系食品ロスの成り行きを推定しており、その成果の活用が見込まれる。さらに、分析③Aにおける食料貿易を通じた世界の栄養不足人口、環境、天然資源利用への影響に関する分析の成果は、第5次環境基本計画における「国際貢献によるわが国のリーダーシップの発揮と戦略的パートナーシップの構築」に活用することが見込まれる。

### 5-3. 研究目標の達成状況

分析①では、我が国の食品ロス発生による環境、天然資源への影響、および経済的価値の損失が大きい食品とそのサプライチェーンにおける発生段階について明らかにすることで当初の目的は達成できたが、食品ロスによる温室効果ガスの排出量については、AD会合（令和4年1月）において環境省から指摘されたように、国内排出量への寄与分の推計という新たな課題が提起された。

次に分析②Aでは、コロナ禍による影響を含む将来の社会情勢の変化を踏まえて、削減対策を実施しない成り行き（BAU）の場合における2030年までの家庭系および事業系の食品ロス発生量を予測し、目標どおりの成果をあげた。他方で、分析②Bの「事業系と家庭系の食品ロスの各々について、環境、天然資源への影響を極力減らす削減対策や、各主体の実行可能性が高い削減対策など、2030年までの食品ロス半減目標の達成に向けた複数の削減シナリオを提示する」目標に関しては、研究期間中に予期せぬコロナ禍が発生したが、アフターコロナにおいて食料消費パターンが変化する3つのシナリオを設定して、各シナリオについて食品ロスの削減対策を提示するように方針を変更することで対処できた。

さらに分析③Aでは、部分均衡型の食料貿易モデルを用いて、我が国の食品ロス削減が世界の栄養不足人口、農業生産時の温室効果ガス排出量、天然資源利用に及ぼす影響を推定し、目標どおりの成果をあげた。また、分析③Bでは、応用一般均衡モデルを用いて、分析の主要な目的である我が国の食品ロスの削減による食品関連産業の生産、国内総生産（GDP）、国内の温室効果ガス排出量への影響について評価できたが、家計の効用、土地・水資源などの天然資源の利用に及ぼす影響の評価が課題として残った。

以上の研究目標の達成状況を総括すると、本研究は「目標にはやや及ばないが、一定の成果をあげた」といえる。

## 6. 研究成果の発表状況

### 6-1. 査読付き論文

#### <件数>

1件

#### <主な査読付き論文>

- 1) 棟居洋介・増井利彦・金森有子：環境科学会誌、34、6、256-269（2021）。わが国の食品ロス発生による温室効果ガス排出、天然資源の浪費および経済損失の評価

## 6-2. 知的財産権

特に記載すべき事項はない。

## 6-3. その他発表件数

査読付き論文に準ずる成果発表	0件
その他誌上発表（査読なし）	0件
口頭発表（学会等）	2件
「国民との科学・技術対話」の実施	1件
マスコミ等への公表・報道等	0件
本研究に関連する受賞	1件

## 7. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

## 8. 研究者略歴

研究代表者

棟居 洋介

東京工業大学大学院社会理工学研究科修了、修士（工学）、現在、東京工業大学 工学院経営工学系  
助教

研究分担者

1) 増井 利彦

大阪大学大学院工学研究科修了、博士（工学）、現在、国立環境研究所 社会システム領域長  
（東京工業大学併任）

2) 金森 有子

京都大学大学院工学研究科修了、博士（工学）、現在、国立環境研究所 社会システム領域 主任研  
究員  
（東京工業大学併任）

## II. 成果の詳細

### II-1 我が国の食品ロス削減による環境・経済・社会への影響評価に関する研究

国立大学法人東京工業大学 工学院 経営工学系 棟居洋介

国立研究開発法人国立環境研究所 社会システム領域 増井利彦、金森有子

#### [要旨]

我が国では2019年10月に「食品ロスの削減の推進に関する法律」が施行され、2030年度までに食品ロス発生量を2000年度レベルから半減させることが目標となっている。しかしながら、食品ロスの発生とその削減が環境、経済、社会に与える影響については定量的な知見が少なく、その解明が喫緊の課題となっている。そこで本研究では、以下の主要な3つの目的について分析を行った。第1に、2015年を対象として我が国の食品ロスの発生が、温室効果ガスの排出、天然資源および食品の経済的価値の損失に与えた影響について、ライフサイクルアセスメントの手法を用いて推定した。その結果、646万トンの食品ロス発生により、温室効果ガスが1566万トンCO<sub>2</sub>eq発生し、国内外において農業生産時に111万ヘクタールの土地資源と4億3870万m<sup>3</sup>の水資源が失われ、食品の経済的価値が4兆5870億円失われたと推定された。第2に、2030年度までに我が国の食品ロスを半減させたときの、国内の食品関連の財・サービスの生産額、実質国内総生産（GDP）、および温室効果ガス排出量に与える影響について応用一般均衡（CGE）モデルを用いて推定した。コロナ禍の影響を考慮した3つの食料消費シナリオについて分析した結果、2030年において食品関連の財・サービスの生産額は6765億円から9478億円の減少となる一方で、実質国内総生産（GDP）については837億円から839億円の増加、温室効果ガス排出量は49万トンCO<sub>2</sub>eqから71万トンCO<sub>2</sub>eqの増加となった。第3に、2015年の経済状況を前提として、我が国が食品ロスを半減させたときの、世界の栄養不足人口、農業生産時の温室効果ガス排出量、天然資源の利用に与える影響について食料貿易モデルを用いて推定した。その結果、主要な貿易品目について75万トンの食品ロスを削減することにより、世界全体で栄養不足人口が59万人減少し、温室効果ガス排出量が94万トンCO<sub>2</sub>eq、土地資源の利用が3万7800 ha、水資源の利用が7871万m<sup>3</sup>減少すると推定された。以上の主要な分析結果により、本研究では目標にはやや及ばないが、一定の成果をあげることができた。

#### 1. 研究開発目的

本研究では、我が国における食品ロス発生が環境・経済・社会に及ぼす影響を定量的に明らかにすることによって、2030年度までに我が国の食品ロス発生量を半減する目標の達成に資する情報を提供することを目的とした。具体的には、本研究には以下の3つの主要な目的がある。第1の目的は、我が国の食品ロス発生により現在生じている環境、天然資源へのマイナスの影響、および食品の経済的価値損失について評価し、影響が大きい食品とそのサプライチェーンチェーンの段階を明らかにすることにある。第2の目的は、将来の社会情勢の変化を踏まえて、2030年までに我が国の食品ロス発生量の半減目標が達成された場合に、国内の経済活動および環境に与える影響を評価することにある。第3の目的は、我が国における食品ロスの削減が、食料貿易を通して世界の栄養不足人口や、環境、天然資源の利用に与える影響を評価することにある。なお、本研究の目的と次節の研究目標との関係については、第1の目的は分析①、第2の目的は分析②と分析③B、第3の目的は分析③Aにそれぞれ対応している。

#### 2. 研究目標

本研究では、我が国の食品製造業、食品卸売業、食品小売業、外食産業、および一般家庭から発生する食品ロスを、2030年までに2000年レベルから半減させた場合の環境・経済・社会への影響を定量的に評価し、削減対策の内容とこれらの影響との関係を明らかにすることを目的とする。本研究は3つの分析から構成され、各分析の目的は以下のとおりである。

まず分析①では、ライフサイクルアセスメント（LCA）の手法を用いて、食品ロスの発生による環境、天然資源への影響、および経済的価値の損失が大きい食品とそのフードチェーンにおける発生段階を明らかにする。環境影響の指標としては温室効果ガスの排出量を、天然資源への影響の指標としては水資源と土地資源の利用を取り上げる。

次に分析②では、経済成長、高齢化、人口減少、情報通信技術（ICT）の進展などの将来の社会情勢の変化を踏まえて、削減対策を実施しない成り行き（BAU）の場合における2030年までの食品ロス発生量を予測する。さらに、分析①の結果を踏まえて、事業系と家庭系の食品ロスの各々について、環境・天然資源への影響を極力減らす削減対策や、各主体の実行可能性が高い削減対策など、2030年までの食品ロス半減目標の達成に向けた複数の削減シナリオを提示する。

最後に分析③では、分析②の削減シナリオを用いて食品ロスの削減による環境・経済・社会への影響の評価を行う。具体的には、部分均衡型の食料貿易モデルを用いて、我が国の食品ロス削減が途上国の栄養不足人口、世界の温室効果ガス排出量、天然資源利用に及ぼす影響を推定する。さらに、応用一般均衡モデルを用いた分析により、食品ロスの削減が我が国の経済、消費者の効用に及ぼす影響、および温室効果ガスの排出、土地、水資源などの天然資源の利用に及ぼす影響を明らかにする。

### 3. 研究開発内容

#### 3-1. 食品ロス発生による環境、天然資源への影響、経済的価値損失の評価（分析①）

分析①では、図0.3に示すように、2015年を対象に我が国の食品ロスの発生に起因する温室効果ガスの排出、土地資源、水資源の損失、食品の経済的価値の損失について、ライフサイクルアセスメントの手法を用いて推定した。分析手法の詳細については、棟居ら（2021）<sup>1)</sup>に記載されているため、要点について以下に述べる。

まず、2015年におけるサプライチェーンの段階、品目別の食品ロス発生量については、事業系食品ロスは、みずほ情報総研の報告（2018）<sup>2)</sup>のデータを用いて、日本標準産業分類の業種別の食品ロス発生量を表0.1に示す産業連関表の分類に統合して算出した。また、家庭系食品ロスについては、環境省の報告（2016）<sup>3)</sup>における2015年の我が国の家庭系食品ロスの総発生量に、農林水産省の食品ロス統計調査<sup>4)</sup>の世帯調査から得られた食品ロスの品目別構成割合を乗じて算出した。

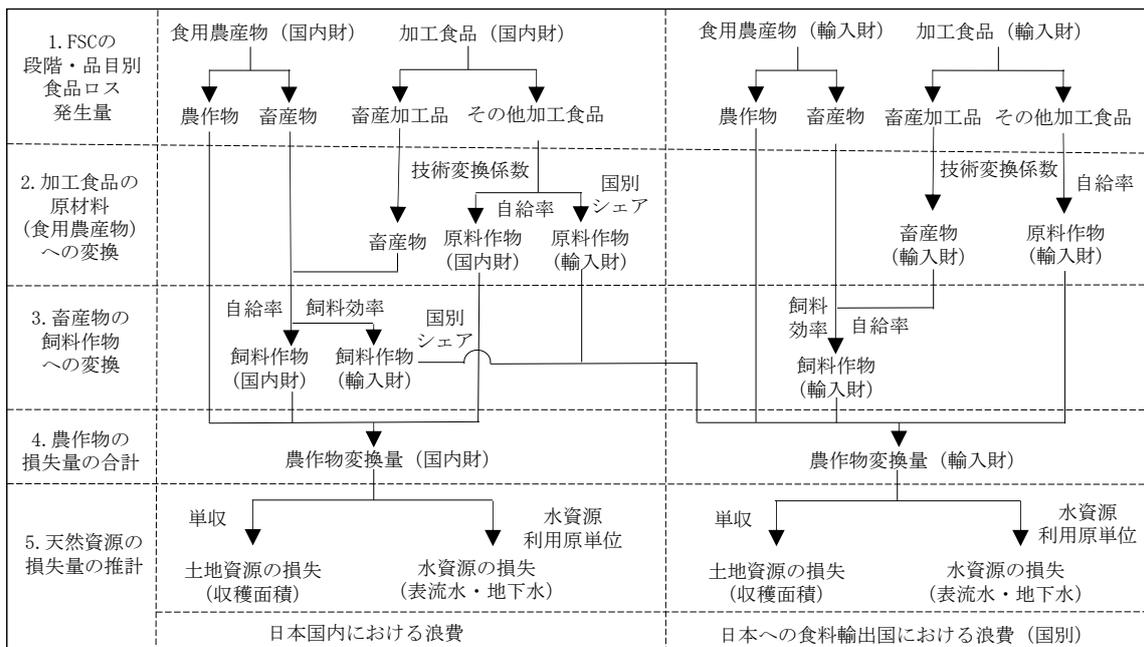


図1.1 天然資源の浪費の推計フロー

また、温室効果ガスの排出量は、国立環境研究所の「産業連関表による環境負荷原単位データブック（3EID）<sup>5)</sup>」のデータから、家庭系食品ロスでは購入者価格基準による内包型環境負荷原単位、事業系食品ロスでは生産者価格基準による内包型環境負荷原単位を用いて、各々について産業連関表の購入額、各部門の生産額、および食品ロス発生率を乗じることにより計算した。

土地・水資源の損失量については、図1.1に示す手順にしたがって推計した。はじめに、サプライチェーンの段階・品目別の食品ロス発生量を食用農産物と加工品に細分化し、さらに国内財と国別の輸入財に分割した。次に、加工食品の損失量を原材料に換算し、畜産物の損失により無駄に利用された飼料作物の量を求めた。続いて、農作物の種類ごとに無駄に利用された食用農作物、加工食品の原料作物、飼料作物を合計し、国連食糧農業機関（FAO）の統計<sup>6)</sup>の単位面積当たりの農作物の収穫量（単収）で除して集計することにより、国別に土地資源の損失量を算出した。同様に、農作物の損失量の合計に、Mekonnenら（2011）<sup>7)</sup>による農作物の単位生産に必要な水資源量（ブルーウォーター・フットプリント）を乗じて集計することにより、国別に水資源の損失量を算出した。

食品の経済的価値の損失については、総務省の産業連関表<sup>8)</sup>を基礎データとして求めたサプライチェーンの各段階における食品の経済的価値に、各段階での食品ロスの発生率を乗じることによって求めた。

### 3-2. 食品ロスの削減による国内の環境、経済への影響評価（分析②・分析③B）

分析②と分析③Bでは、2030年までを対象として、食品ロスの削減対策を実施しないときの成り行きの家庭系および事業系の食品ロス発生量を推定するとともに、2030年までに食品ロス発生量を2000年比で半減する目標を達成するように削減対策を実施した場合に、国内の食品関連の財・サービスの生産、国内総生産（GDP）、および温室効果ガス排出量に与える影響について評価した。

具体的な推計手順としては、はじめに食料消費シナリオによる分析（図1.2）を行い、次いでそれを入力として応用一般均衡モデルによる分析（図1.3）を行った。

食料消費シナリオによる分析については、図1.2に示すように国立社会保障・人口問題研究所による人口、世帯数の将来予測データ<sup>9),10)</sup>、内閣府による経済成長率のベースラインケース<sup>11)</sup>、総務省の家計調査<sup>12),13)</sup>の食料消費データを入力として、食料消費予測モデル<sup>14)</sup>を用いて表0.2に示す品目別に2030年までの家計の食料消費支出を予測した（旧常態シナリオ）。このとき、食料消費支出は2021年までは家計調査の実績値を用いて計算し、食料価格については2015年の価格で2030年まで変わらないことを想定した。次に、コロナ禍による食料消費パターンの変化を考慮して、家計の外出消費が2030年までに旧常態シナリオの90%、および80%までしか回復せず、不足分が内食・中食で代替される2つのシナリオを作成した（新常态1シナリオ、新常态2シナリオ）。続いて、これらの3つのシナリオについて、2019年における各品目の食品ロスの発生率が2030年まで継続することを想定して、食品ロスの削減対策を実施しない成り行きの家庭系食品ロスの発生量を予測した。最後に、2030年までに食品ロスの半減目標が達成される場合に、家計が無駄な食品関連の財・サービスの消費を削減することにより食料消費支出が減少するシナリオを作成した。

次に、図1.3に示すように、作成した食料消費シナリオを入力として応用一般均衡モデルによる分析を行った。はじめに、家庭系食品ロスの削減を実施しない成り行きのシナリオを入力として、事業系食品ロスの発生率が2019年のレベルで2030年まで継続する場合について計算し、成り行きの事業系食品ロスの発生量を予測した。次に、事業系食品ロスの発生部門である食品製造業、食品卸売業、食品小売業、外食産業を対象として、2015年の食品ロス発生率を基準として、2030年に半減目標を達成するために必要な発生率の改善（削減率）を感度分析により探索した。最後に、食品ロスの削減対策を行わない場合と半減目標を達成する場合の分析結果を比較することにより、食品ロスの半減目標の達成が国内の食品関連の財・サービスの生産、国内総生産（GDP）、および温室効果ガス排出量に与える影響について算定した。

なお、応用一般均衡モデルによる分析においては、2021年までの電源構成は2030年まで2015年の構成比が変わらないことを想定して温室効果ガスの排出量が計算されている。非エネルギー起源の温室効果ガスの排出量の排出原単位についても2015年のレベルが2030年まで維持されることを想定した。また、

食品関連部門の生産構造については、事業系食品ロスの削減にともなって原材料としての食品の投入量も減少し、生産が効率化するように設定した。さらに、食品関連部門が食品ロスの処理のために廃棄物処理部門へ支払う料金についても、食品ロス発生量の減少により節約できるように設定した。

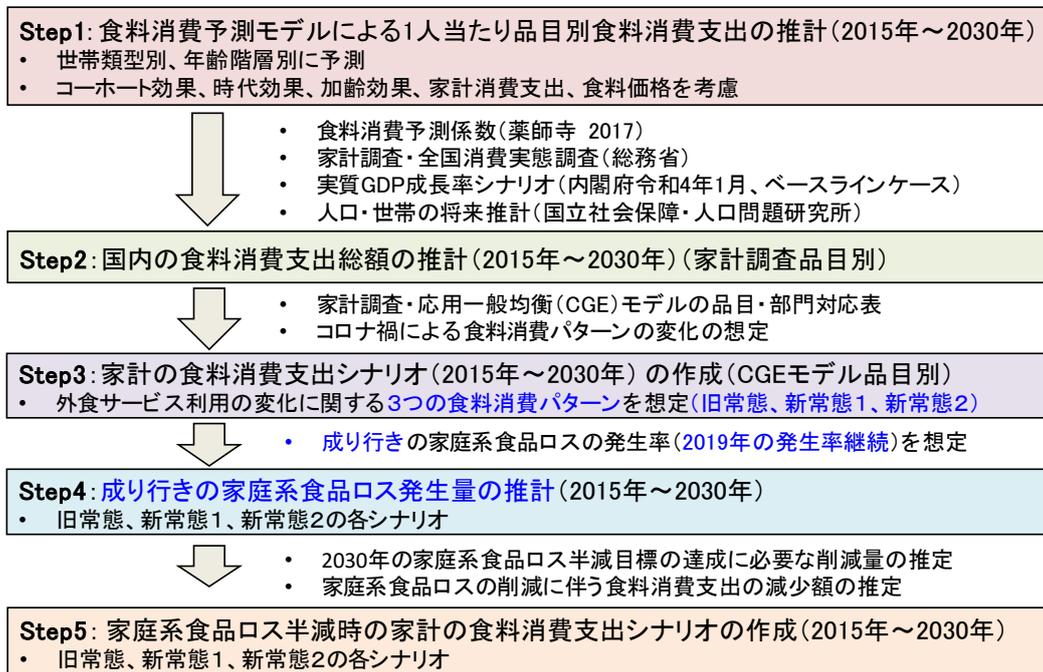


図1.2 家庭系食品ロスの発生量の推計および家計の食料消費支出シナリオの作成

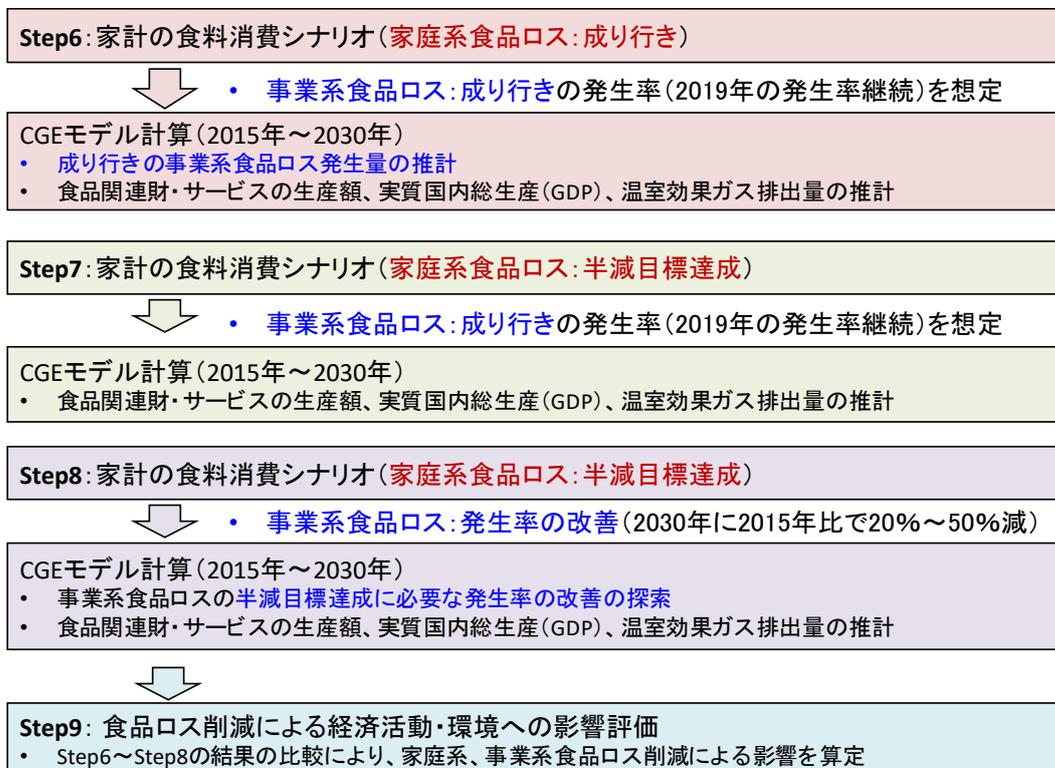


図1.3 事業系食品ロス発生量の推計および食品ロス削減による経済・環境への影響評価

### 3-3. 食品ロスの削減による海外の栄養不足人口、環境、天然資源への影響評価（分析③A）

分析③Aでは、米国農務省の部分均衡型農業貿易モデル（PEATSim）をベースに、途上国への影響をより詳細に分析するために121か国・地域に拡張した食料貿易モデル<sup>15)</sup>を用いて分析を行った。拡張にあたって、食料需給表、食料貿易、栄養不足人口のデータは国連食糧農業機関（FAO）の統計<sup>6)</sup>、価格弾力性のデータは米国農務省の推計値、税率データはGTAP10のデータベースを用いた。食料貿易モデルでは、食料の国際価格と国内価格が連動しており、国際価格の変化により世界全体で食料の品目別に需給が調整される構造になっている。また、表0.4に示すように30品目の食料が扱われる。食料貿易モデルにおける世界の需給均衡式を以下に示す。

地域 $r$ における食料 $i$ の純輸出

$$NET_{ir} = QS_{ir} - QD_{ir} - STK_{ir} \quad (1)$$

地域 $r$ における食料 $i$ の国内需要

$$QD_{ir} = QL_{ir} + QR_{ir} + QP_{ir} + QE_{ir} + QW_{ir} + QF_{ir} \quad (2)$$

食料 $i$ についての世界の需給均衡

$$\sum_r NET_{ir} = 0 \quad (3)$$

ここで、 $i$ ：食料品目、 $r$ ：地域、NET：純輸出、QS：生産、STK：在庫投資、QD：国内需要、QL：家畜飼料需要、QR：種子需要、QP：食品加工需要、QE：工業用需要、QW：食品ロス、QF：最終消費を示す。種子需要QR、工業用需要QE、食品ロスQWは基準年の値で固定されており、その他の変数については価格により変動する。

表0.9に示すように、我が国の食品ロス半減目標を達成のためには、食品ロス発生量を可食部として157万トン（2015年比24.3%）を削減する必要がある。図1.4に示すように、食料貿易モデルで扱われる品目は発生量全体の42.2%に限られるため、発生量に比例して食品ロスを削減する対策をとることを想定すると、食料貿易モデルで削減される食品ロスは74.9万トンとなり発生量全体の10.1%に相当する。

食料貿易モデルによる計算では、2015年の世界の食料需給が均衡している状態から、我が国について食品ロス削減量74.9万トンを国内需要から減じるショックを与えることにより、新たな均衡状態を推定した。このとき、日本の食料の最終消費と加工需要は変わらないこと、および世界の他の国・地域においては、食品ロスの削減対策は実施されないことを想定した。

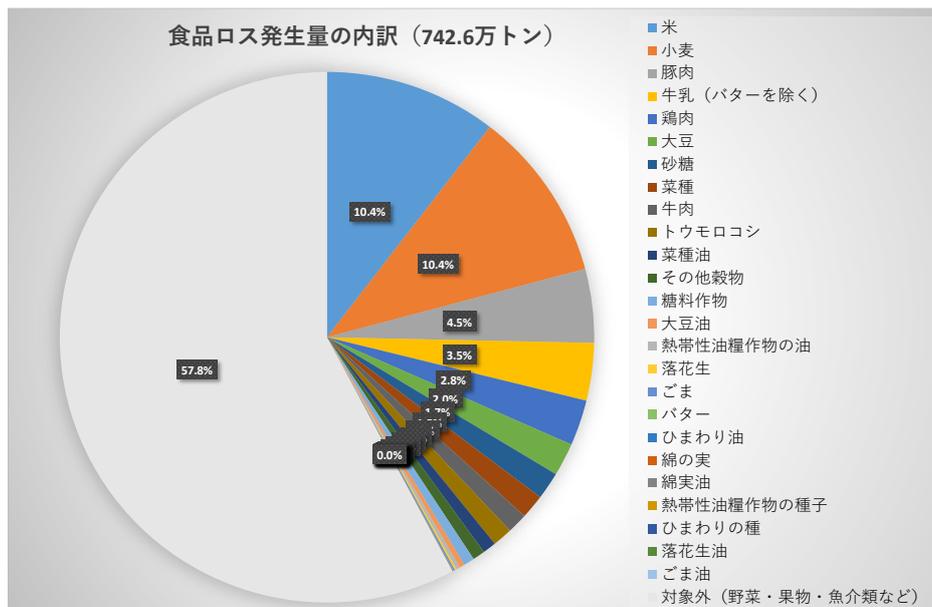


図1.4 2015年の食品ロス発生量における食料貿易モデルの対象品目の内訳（不可食部を含む換算値）

4. 結果及び考察

4-1. 食品ロス発生による環境、天然資源への影響、経済的価値損失の評価（分析①）

農林水産省、環境省の推計によると、2015年度の我が国の食品ロスの総発生量は646万トン（家庭系食品ロス289万トン、事業系食品ロス357万トン）であった。図1.5に示すように、その内訳は一般家庭が44.7%で最も多く、次いで食品製造業21.6%、外食産業20.5%、食品小売業10.3%、食品卸売業2.8%の順であった。品目別の内訳をみると、野菜が総発生量の24.8%を占め、次いで果実9.1%、その他の食料品7.7%、そう菜・寿司・弁当7.4%、調味料5.4%となった。上位10品目の合計は総発生量の75.6%を占めており、我が国の食品ロスが特定の品目に偏って発生していることが示された。

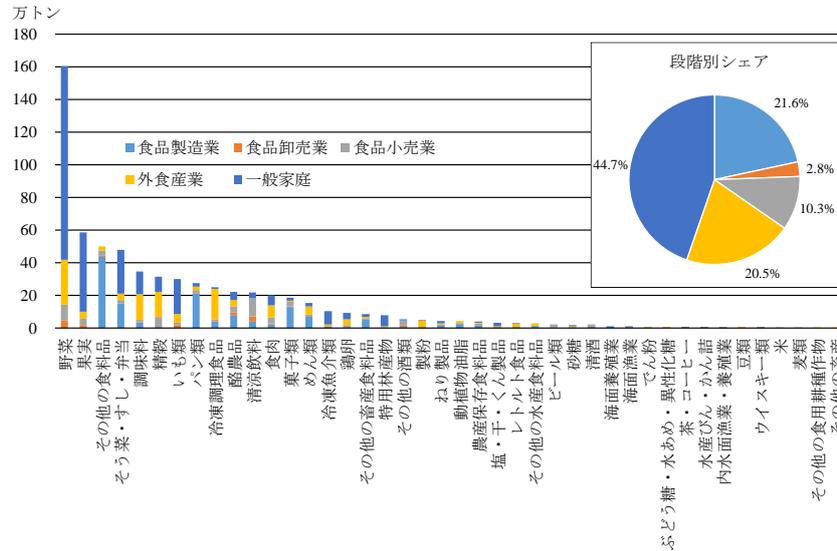


図1.5 サプライチェーンの段階、品目別の食品ロス発生量（2015年）

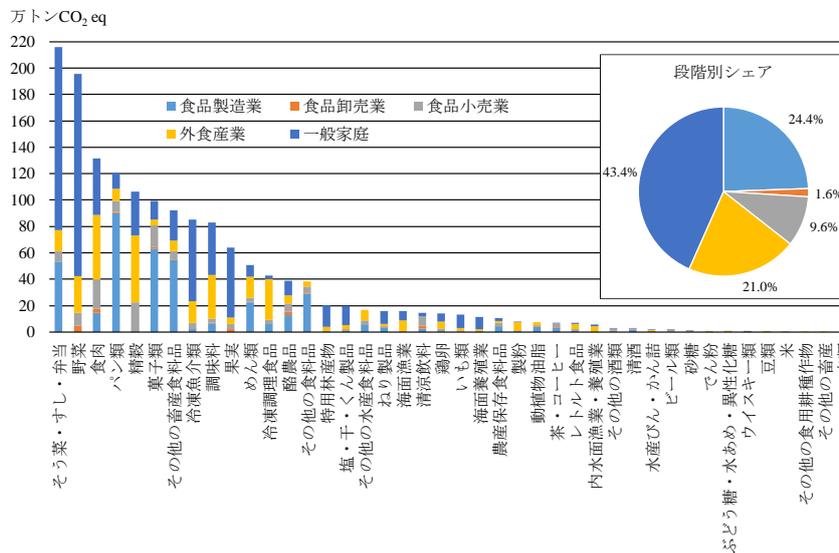


図1.6 サプライチェーンの段階、品目別の温室効果ガス排出量（2015年）

図1.6に示すように、2015年の食品ロス発生に起因する温室効果ガスの排出量は1566万トンCO2eqで、同年の我が国の温室効果ガスの総排出量の1.2%に相当する結果となった。サプライチェーンの段階別の内訳をみると、一般家庭が排出量全体の43.4%を占めて最も多く、次いで食品製造業24.4%、外食産業21.0%、食品小売業9.6%、食品卸売業1.6%となり、食品ロスの発生量のシェアに近い構成となった。また、品目別の内訳をみると、そう菜・寿司・弁当が排出量全体の13.8%を占めて最も多く、次いで野菜12.5%、食肉8.4%、パン類7.7%、精穀（米、麦）6.8%の順となった。上位10品目の合計は排出量全体の76.3%を占めた。

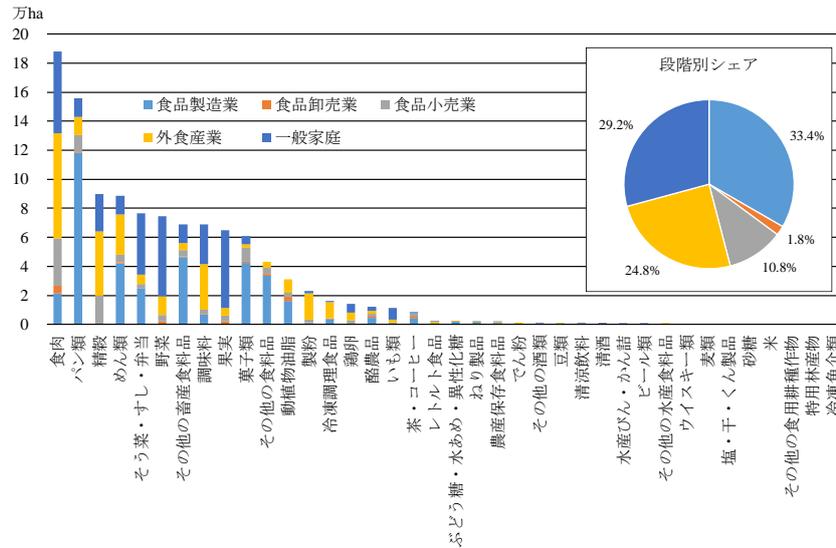


図1.7 サプライチェーンの段階別の土地資源の浪費（2015年）

図1.7に示すように、2015年の食品ロス発生に起因する土地資源の損失面積は111万haで、ほぼ秋田県の面積に相当する結果となった。サプライチェーンの段階別の内訳をみると、食品製造業が33.4%で最も多く、次いで一般家庭29.2%、外食産業24.8%、食品小売業10.8%、食品卸売業1.8%の順となった。また、品目別の内訳をみると、生産に大量の飼料作物を必要とする食肉による損失が全体の16.9%を占めて最も多く、次いでパン類14.0%、精穀（米、麦）8.1%、めん類7.9%、そう菜・すし・弁当6.9%の順となった。上位10品目の合計は損失面積全体の84.1%を占めた。

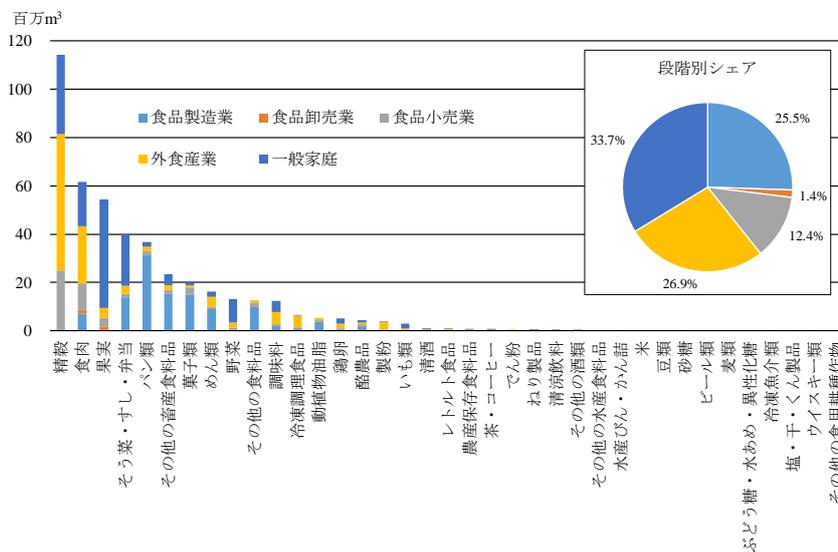


図1.8 サプライチェーンの段階、品目別の水資源の浪費（2015年）

図1.8に示すように、2015年の食品ロス発生に起因する水資源の損失量は4億3870万m³で、富山県の黒部ダムの総貯水容量の2.2倍に相当する結果となった。サプライチェーンの段階別の内訳をみると、一般家庭が33.7%で最も多く、次いで外食産業26.9%、食品製造業25.5%、食品小売業12.4%、食品卸売業1.4%の順となった。また、品目別の内訳をみると、生産に大量の水を必要とする米を含む精穀（米、麦）による損失量が全体の26.0%を占めて最も多く、次いで食肉14.1%、果実12.4%、そう菜・寿司・弁当9.1%、パン類8.4%の順となった。上位10品目の合計は損失量全体の89.5%を占めた。

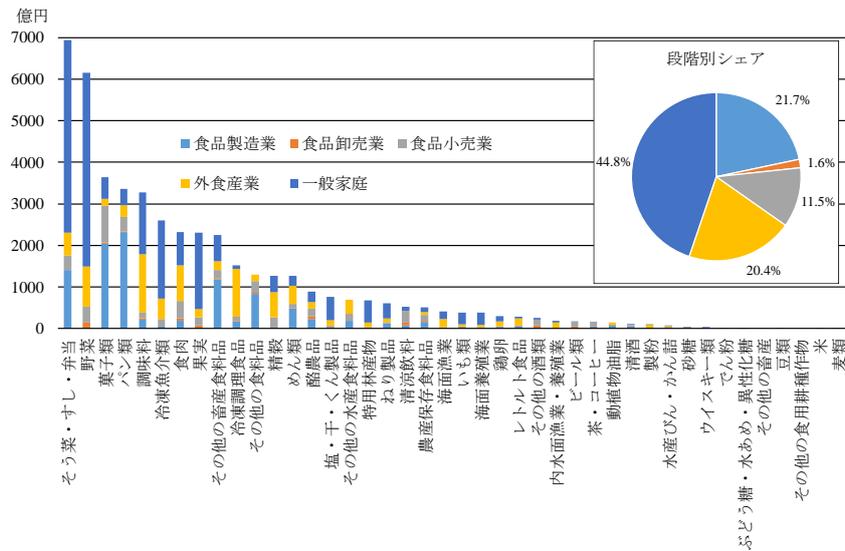


図1.9 サプライチェーンの段階、品目別の食品の経済的価値の損失（2015年）

図1.9に示すように、2015年の食品ロス発生に起因する食品の経済的価値の損失額は、我が国全体で4兆5870億円と推計された。サプライチェーンの段階の内訳をみると、一般家庭が44.8%で最も多く、次いで食品製造業21.7%、外食産業20.4%、食品小売業11.5%、食品卸売業1.6%の順となった。また、国民一人当たりについてみると年間3万6,000円の損失となり、一般家庭に限ると年間一人当たり1万6200円の損失となった。品目別の内訳をみると、そう菜・寿司・弁当の損失額が全体の15.1%を占めて最も多く、次いで野菜13.4%、菓子類8.0%、パン類7.3%、調味料7.1%の順となった。上位10品目の合計は全損失額の75.0%を占めた。

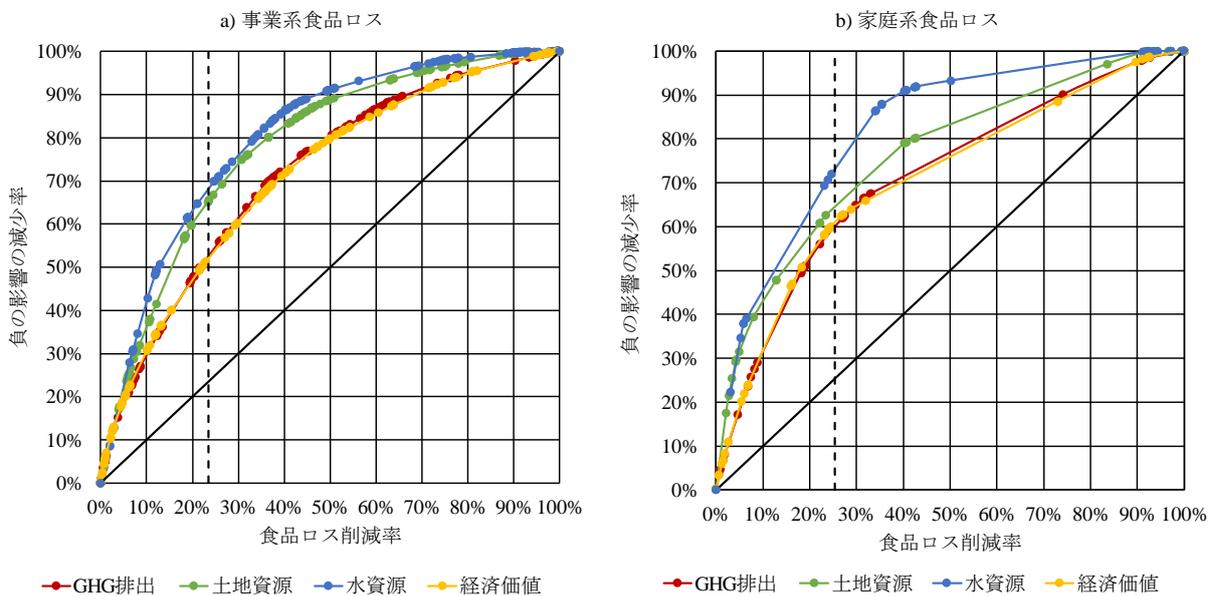


図1.10 食品ロス削減による負の影響の緩和ポテンシャル

図1.10は事業系食品ロスと家庭系食品ロスの各々について、横軸に2015年の食品ロス発生量を100%としたときの食品ロスの削減率、縦軸に本研究から得られた食品ロス発生による各項目の負の影響を100%としたときの、食品ロスの削減による負の影響の減少率を示している。仮に負の影響の原単位（食品ロスの単位発生量当たりの温室効果ガスの排出量、天然資源の損失量、経済的価値の損失）が大きいサプライチェーンの段階、品目のペアから優先的に食品ロスを削減できた場合には、事業系食品ロスでは温室効果ガスの排出量が52.6%、土地資源の浪費が65.4%、水資源の浪費が68.2%、経済的価値の損失が52.1%減少し、家庭系食品ロスでは温室効果ガスの排出量が59.8%、土地資源の浪費が64.4%、水資源の浪費が72.9%、経済的価値の損失が60.9%減少する可能性があることがわかった。

#### 4-2. 食品ロスの削減による国内の環境、経済への影響評価（分析②・分析③B）

3つのシナリオについて、食品ロスの削減対策を行わない場合の2030年までの家計の食料関連支出の推移を図1.11から図1.13に示す。家計の食料関連支出は、すべてのシナリオにおいて2015年の66兆9000億円からコロナ禍における減少を経て2030年には67兆9600億円へ増加するが、外食支出は2030年に旧常態シナリオで21兆900億円に増加するのに対して、新常態2シナリオでは16兆9400億円に減少する。このとき、成り行き家庭系食品ロスの発生量は、2015年の289万トンから、2030年には旧常態シナリオで276.1万トンに減少する一方で、新常態シナリオでは内食・中食の消費の増加により、新常態1シナリオで297.6万トン、新常態2シナリオで318.7万トンまで増加する。したがって、2030年における家庭系食品ロスの半減目標（216万トン）を達成するためには、新常態のシナリオほど多くの削減が必要となり、成り行きケースと比較して年間60.1万トンから102.7万トンの削減が必要となる（図1.14）。図1.15に示すように、食品ロスの削減により家計の無駄な食品関連の財・サービスの購入が減少することを想定すると、2030年には5729億円から8216億円の食料関連支出が減少する。これは同年の家計の食料関連支出の0.84%から1.21%に相当し、家計はこの節約額を他の財・サービスの購入に充てることができる。

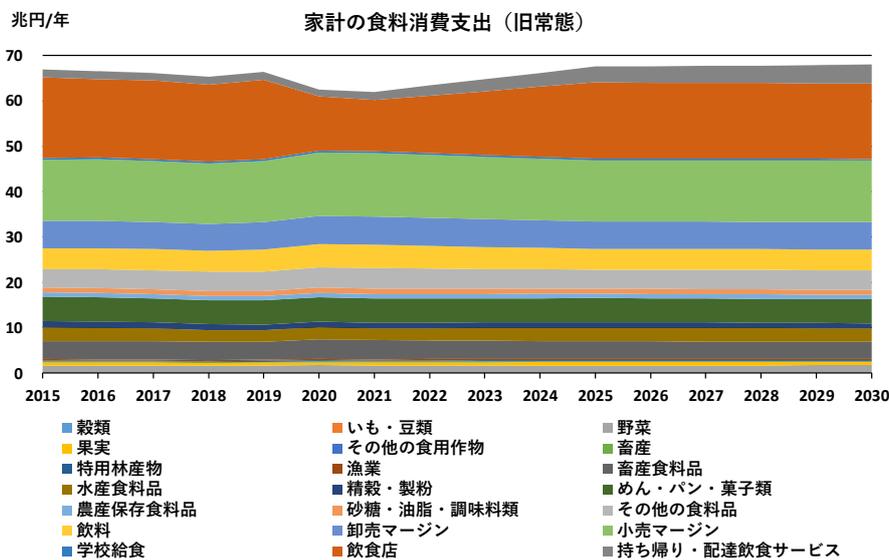


図1.11 家計の食料消費支出の推移（旧状態）

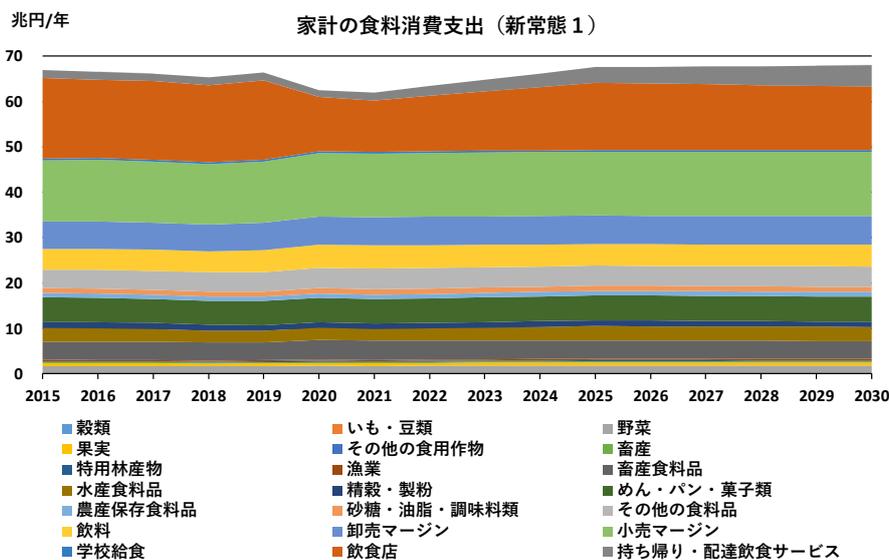


図1.12 家計の食料消費支出の推移（新状態1）

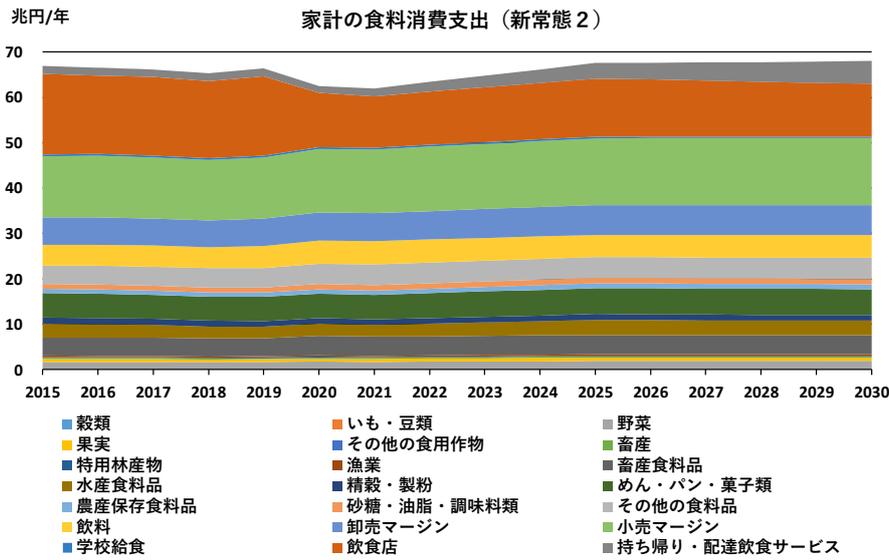


図1.13 家計の食料消費支出の推移（新常态2）

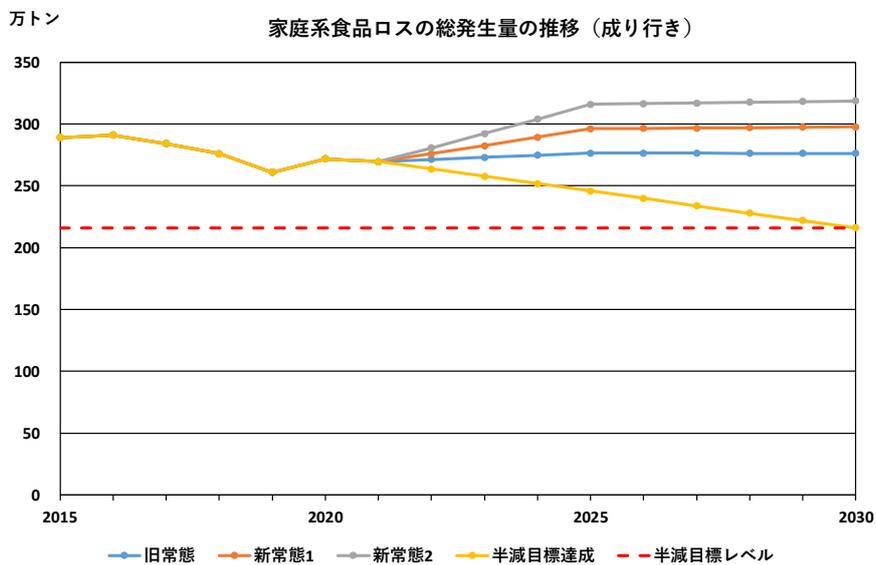


図1.14 成り行きの家庭系食品ロス発生量の推移および半減目標

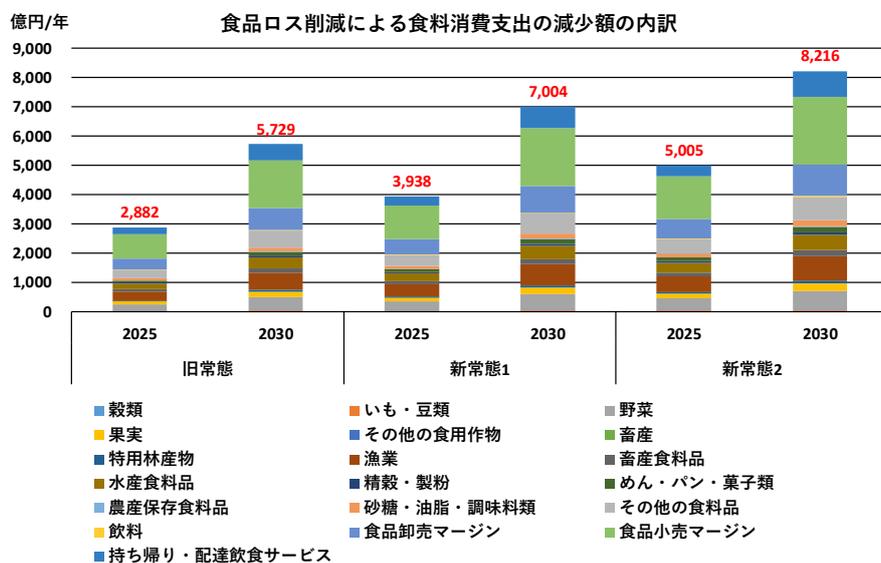


図1.15 家庭系食品ロス削減にともなう家計の食料消費支出の減少額

次に、事業系食品ロスの発生量の2030年までの推移について、図1.16から図1.18に示す。事業系食品ロスの発生量は、発生率が2019年レベル（2015年比で平均15.1%改善）から変わらない成り行きの場合、2015年の357万トンからコロナ禍での減少を経て2030年には310万トンから312万トンになる。新常態シナリオでは、旧常態シナリオと比べて家計の外食支出が減少するために外食産業からの食品ロス発生量は減少するが、他方で内食、中食の消費の増加により食品製造業、食品小売業からの発生量が増加して、結果的にシナリオによる発生量の差はほぼなくなっている。いずれのシナリオにおいても、成り行きの場合では2030年に事業系食品ロスの半減目標（273万トン）を達成することはできないため、食品関連部門において食品ロスの発生率をさらに改善することが求められる。感度分析の結果、半減目標達成のためには2030年に2015年比で25%から26%の発生率の改善（減少）が必要であることがわかった（図0.7）。

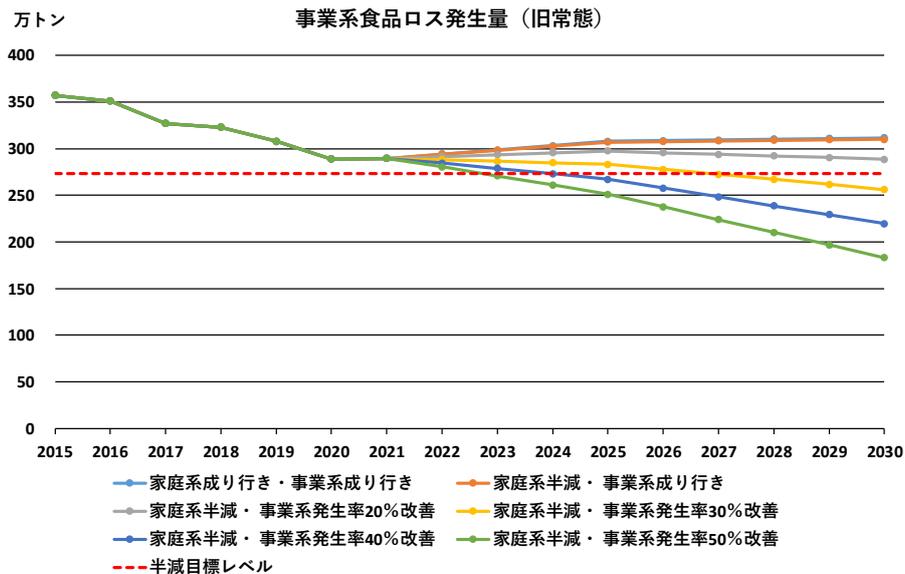


図1.16 事業系食品ロス発生量の推移（旧常態）

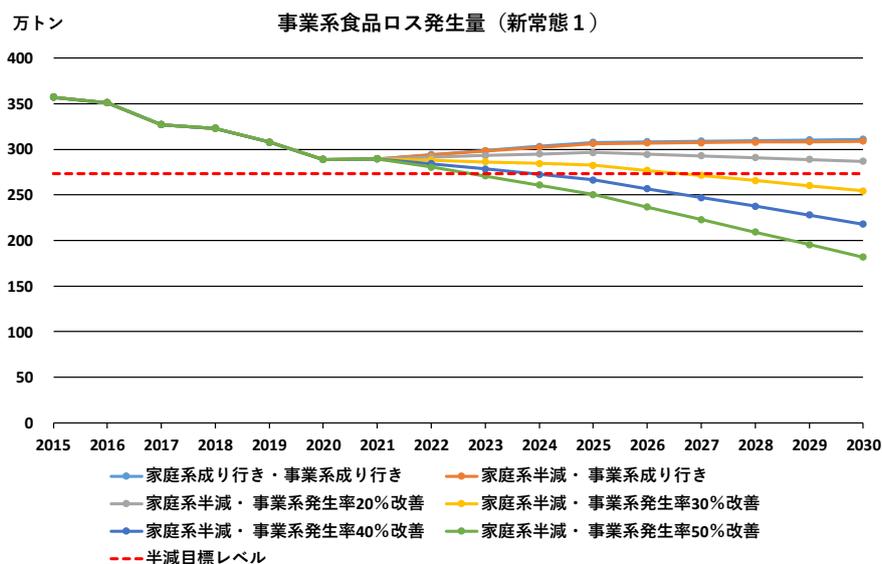


図1.17 事業系食品ロス発生量の推移（新常態1）

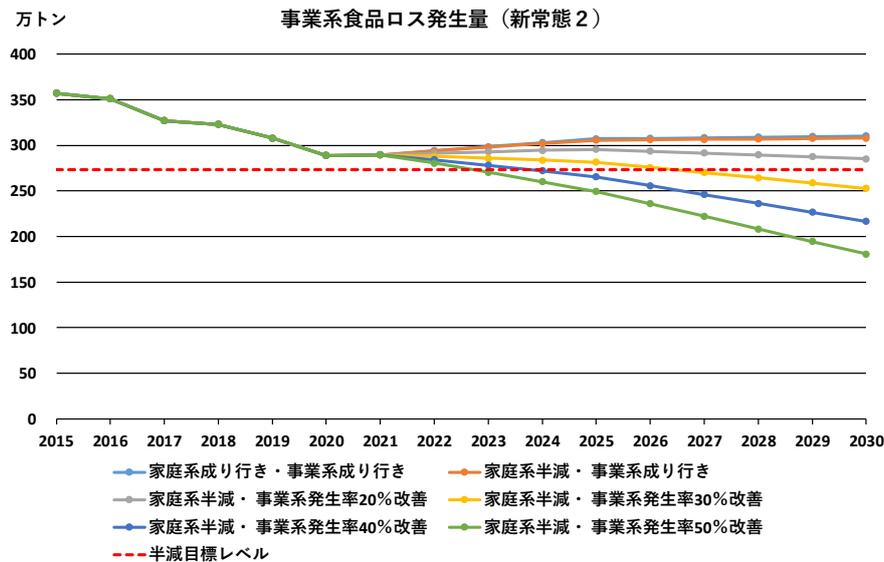


図1.18 事業系食品ロス発生量の推移（新常态2）

表1.1 食品ロス半減目標達成による財・サービスの国内生産額の変化（2030年）

評価項目	単位	2030年		
		旧常態	新常态1	新常态2
A) 家庭系食品ロス半減による影響				
◎ 財・サービスの国内生産額の変化	億円/年	▲ 313	▲ 391	▲ 464
食品関連	億円/年	▲ 6,220	▲ 7,620	▲ 8,944
食品関連以外	億円/年	5,908	7,228	8,481
(参考) 家計の食料関連支出の変化	億円/年	▲ 5,729	▲ 7,004	▲ 8,216
B) 事業系食品ロス半減による影響				
◎ 財・サービスの国内生産額の変化	億円/年	▲ 412	▲ 411	▲ 410
食品関連	億円/年	▲ 545	▲ 539	▲ 533
食品関連以外	億円/年	134	128	123
C) 食品ロス半減目標達成による影響 (A+B)				
◎ 財・サービスの国内生産額の変化	億円/年	▲ 724	▲ 802	▲ 874
食品関連	億円/年	▲ 6,765	▲ 8,158	▲ 9,478
(変化率)	%	▲ 0.61	▲ 0.74	▲ 0.86
食品関連以外	億円/年	6,041	7,357	8,604

注1：A)は食品ロスの削減対策について、“家庭系成り行き・事業系成り行き”ケースの結果と“家庭系半減・事業系成り行き”ケースの結果の差から算出

注2：B)は食品ロスの削減対策について、“家庭系半減・事業系成り行き”ケースの結果と“家庭系半減・事業系半減”ケースの結果の差から算出

注3：C)は食品ロスの削減対策について、“家庭系成り行き・事業系成り行き”ケースの結果と“家庭系半減・事業系半減”ケースの結果の差から算出

注4：国内生産額については、2015年の財・サービス価格を用いて算出された実質値を示す。

続いて、我が国が2030年に家庭系および事業系の食品ロスについて半減目標を達成したときに、食品関連の財・サービスの国内生産額に与える影響について表1.1に示す。まず、家庭系食品ロスについてのみ2030年に半減目標を達成した場合の影響（表1.1のA）についてみると、家計において年間5729億円から8216億円の食料関連支出が減少する。この需要減少の波及効果により食品関連の財・サービスの中間需要も減少するため、食品関連の財・サービスの国内生産額は、家庭系食品ロスの発生量が成り行きの場合と比べて年間6220億円から8944億円減少する。この状態から、さらに食品関連部門が事業系食品ロスの半減目標を達成する場合の影響（表1.1のB）についてみると、食品関連部門ではより少ない原材料の投入で効率的な生産を行うことが可能となるため、食用農林水産物、および加工食品の中間需要が減少する一方で、国産品の競争力が高まり輸入量が減少するため、結果として国内生産額は533億円から545

億円減少する。以上の結果から、家庭系および事業系の食品ロスの両方において食品ロスの半減目標を達成すると、食品関連の財・サービスの国内生産額は年間6765億円から9478億円減少する（表1.1のC、図1.19）。

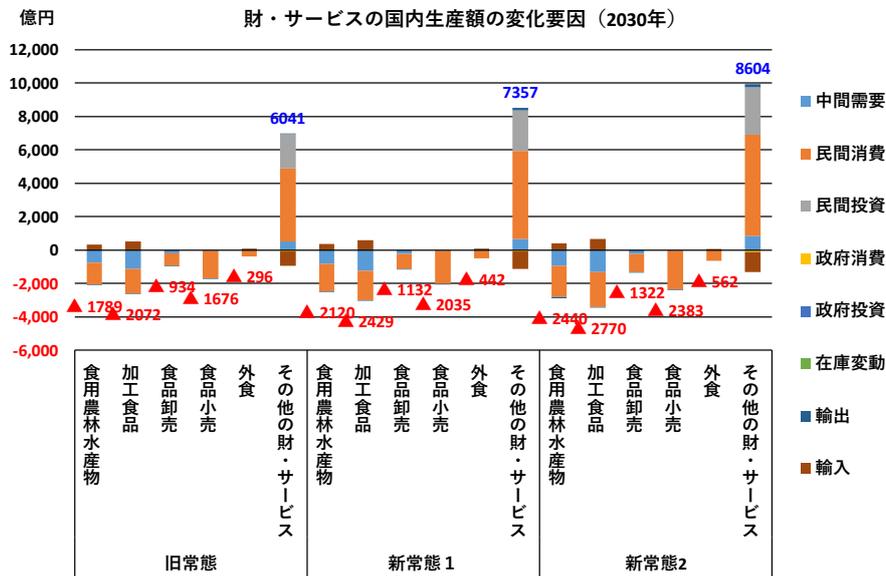


図1.19 食品ロス半減目標達成による財・サービスの国内生産額の変化要因（2030年）

さらに、食品ロスの削減による我が国の経済全体への影響について、実質国内総生産（GDP）の変化を支出面から見る（表1.2）。実質GDPは財・サービスの最終需要（国内生産額から中間需要を除いた金額）の合計として求めることができる。まず、家庭系食品ロスについてのみ2030年に半減目標を達成した場合の影響（表1.2のA）についてみると、食品関連の財・サービスの最終需要は、家計が食品ロス削減対策を実施することにより民間消費が減少する一方で、輸入量が減少することにより5120億円から7345億円減少する。他方で、家計は食品ロス対策により節約できた金額を食品関連以外の財・サービスの購入に充てるため、食品関連以外の財・サービスの最終需要が5140億円から7372億円増加する。結果として最終需要の総額、すなわち実質GDPは、21億円から27億円の若干の増加となる。この状態から、さらに食品関連部門が事業系食品ロスの半減目標を達成する場合の影響（表1.2のB）についてみると、食品関連の財・サービスの最終需要は、主に加工食品の輸入量が減少することにより422億円の増加となる。他方で、食品関連以外の財・サービスの最終需要も389億円から397億円増加するため、結果的に実質GDPは811億円から818億円の増加となる。以上の結果から、家庭系食品ロスと事業系食品ロスの両者について半減目標を達成した場合、結果として837億円から839億円の増加となる（表1.2のC、図1.20）。

以上のように、食品ロスの削減対策による我が国の経済全体への影響は若干のプラス効果が期待されるが、食品関連産業の国内生産には家計の食料消費の減少に起因する負の影響が予想される。この影響を軽減する施策として、家計が食品ロスの削減により節約できた金額をより高品質で環境負荷の少ない食品の購入に充てることを促すような啓発活動が考えられる。例えば、家計が節約できた金額を加算して従来品より価格の高い有機野菜を使用した食品の購入に充てることができれば、食品関連産業の国内生産の回復に寄与するだけでなく、みどりの食料システム戦略の目標である有機栽培の拡大に貢献できる可能性がある。

最後に、我が国の食品ロス半減目標の達成による温室効果ガスの排出量の変化（表1.3）についてみると、食品関連部門からの温室効果ガス排出量は生産の減少により年間41万トンC02eqから55万トンC02eq減少するが、他方で食品関連以外の部門と家計からの排出量が増加するため、結果的に総排出量では年間49万トンC02eqから71万トンC02eq増加する（図1.21）。

表1.2 食品ロス半減目標達成による最終需要および実質国内総生産（GDP）の変化（2030年）

評価項目	単位	2030年		
		旧常態	新常態1	新常態2
実質国内総生産（GDP）（成り行き）	兆円/年	621.360	621.361	621.365
A) 家庭系食品ロス半減による影響				
◎ 財・サービスの最終需要の変化	億円/年	21	24	27
食品関連	億円/年	▲ 5,120	▲ 6,261	▲ 7,345
食品関連以外	億円/年	5,140	6,285	7,372
(参考) 家計の食料関連支出の変化	億円/年	▲ 5,729	▲ 7,004	▲ 8,216
◎ 実質国内総生産（GDP）の変化（支出面）	億円/年	21	24	27
B) 事業系食品ロス半減による影響				
◎ 財・サービスの最終需要の変化	億円/年	818	814	811
食品関連	億円/年	422	422	422
食品関連以外	億円/年	397	392	389
◎ 実質国内総生産（GDP）の変化（支出面）	億円/年	818	814	811
C) 食品ロス半減目標達成による影響（A+B）				
◎ 財・サービスの最終需要の変化	億円/年	839	838	837
食品関連	億円/年	▲ 4,698	▲ 5,839	▲ 6,924
食品関連以外	億円/年	5,537	6,677	7,761
◎ 実質国内総生産（GDP）の変化（支出面）	億円/年	839	838	837

注1：A)、B)、C)の算出方法は表1.1に同じ

注2：最終需要については、2015年の財・サービス価格を用いて算出された実質値を示す。

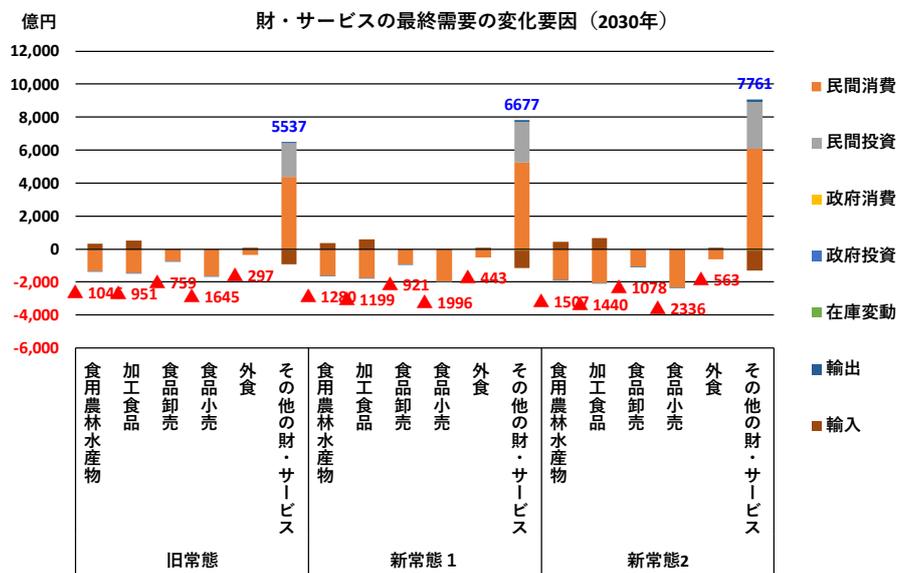


図1.20 食品ロス半減目標達成による財・サービスの最終需要の変化要因（2030年）

表1.3 食品ロス半減目標達成による温室効果ガス排出量の変化（2030年）

評価項目	単位	2015年		2030年	
		実績	旧常態	新常態1	新常態2
温室効果ガスの総排出量（成り行き）	100万トンCO <sub>2</sub> eq/年	1,311.2	1,628.2	1,627.1	1,626.1
A) 家庭系食品ロス半減による影響	万トンCO <sub>2</sub> eq/年	—	53	65	76
食品関連産業	万トンCO <sub>2</sub> eq/年	—	▲ 32	▲ 39	▲ 46
食品関連以外の産業	万トンCO <sub>2</sub> eq/年	—	65	79	93
一般家庭	万トンCO <sub>2</sub> eq/年	—	20	24	28
B) 事業系食品ロス半減による影響	万トンCO <sub>2</sub> eq/年	—	▲ 4	▲ 4	▲ 4
食品関連産業	万トンCO <sub>2</sub> eq/年	—	▲ 9	▲ 9	▲ 9
食品関連以外の産業	万トンCO <sub>2</sub> eq/年	—	2	2	2
一般家庭	万トンCO <sub>2</sub> eq/年	—	3	3	3
C) 食品ロス半減目標達成による影響（A+B）	万トンCO <sub>2</sub> eq/年	—	49	61	71
食品関連産業	万トンCO <sub>2</sub> eq/年	—	▲ 41	▲ 48	▲ 55
食品関連以外の産業	万トンCO <sub>2</sub> eq/年	—	67	81	95
一般家庭	万トンCO <sub>2</sub> eq/年	—	23	27	31

注1：A)、B)、C)の算出方法は表1.1に同じ

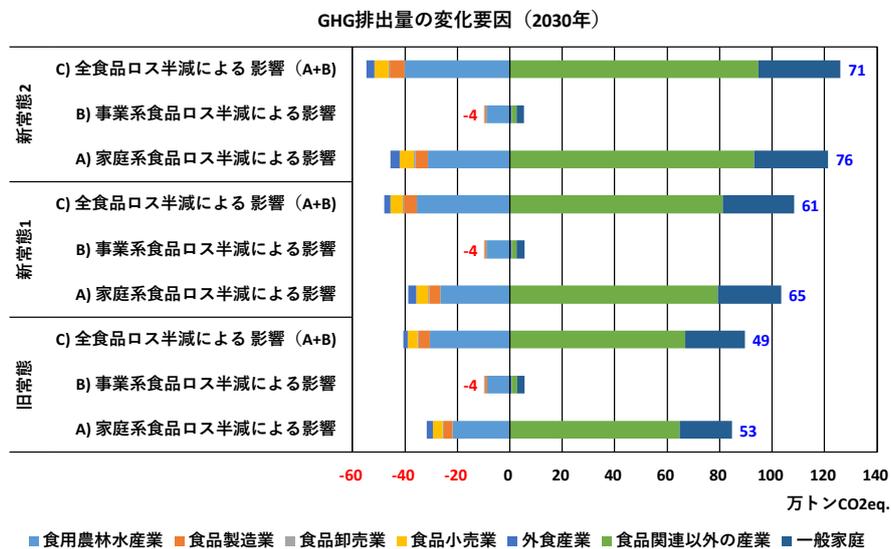


図1.21 食品ロス半減目標達成による温室効果ガス排出量の変化要因（2030年）

4-3. 食品ロスの削減による世界の栄養不足人口、環境、天然資源への影響評価（分析③A）

図1.22に我が国の食品ロスの削減による食料の国際価格の変化を示す。我が国の食品ロス削減によりすべての品目で価格は低下するが、生産量が多い小麦、トウモロコシなどの穀物については低下率が著しく小さい。ただし、これらの主要穀物は、生産量が多いために価格の低下が小さくても生産量の減少は大きくなる。例えば小麦の場合、図1.24に示すように世界全体の需給バランスは、我が国の食品ロス削減により18.3万トンの需要が減少し、他方で、家畜飼料需要が3.2万トン、加工需要が0.06万トン、最終消費が7.6万増加する。結果として、世界全体の需要量は7.4万トン減少し、生産量も同量の7.4万トン減少する（図1.23）。全ての食料の合計についてみると、我が国の食品ロス削減により74.9万トンの需要が減少し、さらに、飼料需要が10.4万トン、加工需要が5.4万トン減少する。反対に最終消費が32.9万トン増加するため、結果として世界全体の需要量の合計は57.8万トン減少し、生産量も同量の57.8万トン減少する。我が国の食品ロス削減量と最終消費の増加量を比較すると、最終消費の増加量は食品ロス削減量の43.9%に相当することがわかる。この結果は、重量ベースで見た場合に我が国の食品ロス削減量の43.9%が世界の栄養不足人口の減少に寄与することを意味する。

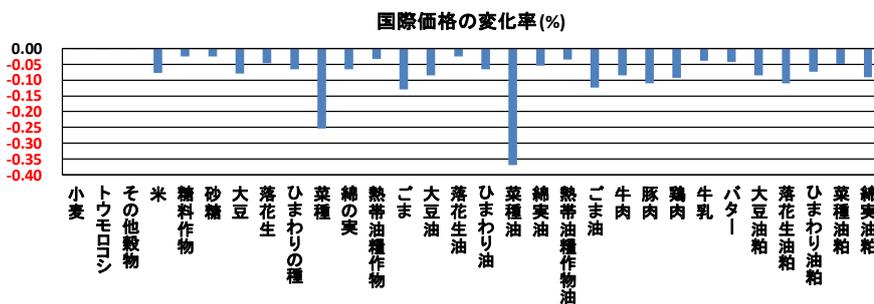


図1.22 我が国の食品ロス削減による食料の国際価格の変化

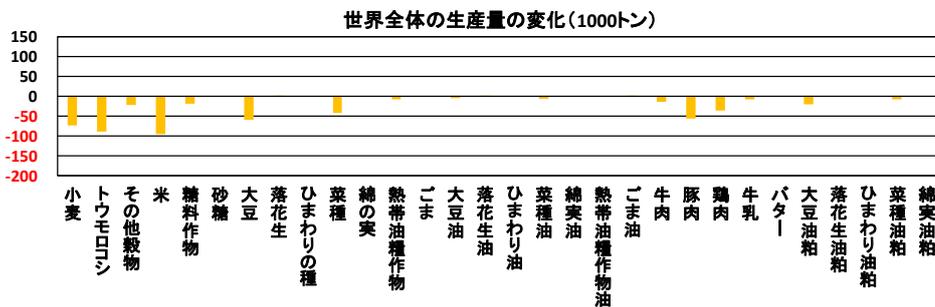


図1.23 我が国の食品ロス削減による世界の食料生産量の変化

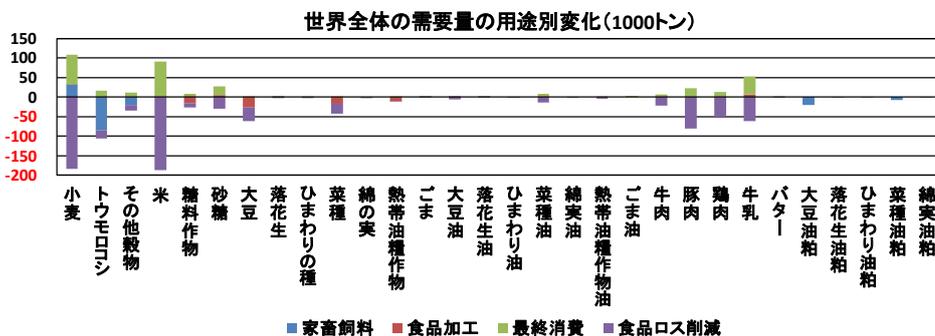


図1.24 我が国の食品ロス削減による世界の食料需要の用途別変化

次に、我が国の食品ロスの削減による生産量と最終消費量の品目、地域別の変化について、図1.25と図1.26に示す。生産量の減少が大きい品目は、米9.6万トン、トウモロコシ9.0万トン、小麦7.4万トン、大豆6.0万トン、豚肉5.7万トンであり、生産量の減少が大きい地域は、先進国18.2万トン、ラテンアメリカ・カリブ海13.0万トン、東アジア10.1万トンとなった。また、最終消費量の増加が大きい品目は、

米9.0万トン、小麦7.6万トン、牛乳4.7万トン、豚肉2.3万トン、砂糖2.3万トンであり、最終消費量の増加が大きい地域は、南アジア12.5万トン、東アジア7.9万トン、サハラ以南アフリカ3.7万トン、東南アジア3.5万トンとなった。図0.7に示すように、これらの最終消費量の増加が大きい地域ほど栄養不足人口の減少が見られる。

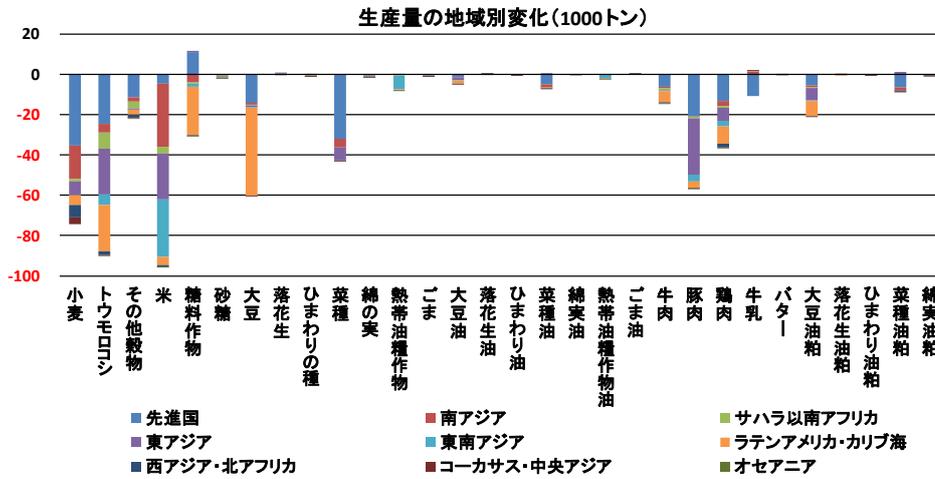


図1.25 我が国の食品ロス削減による世界の食料生産量の地域別変化

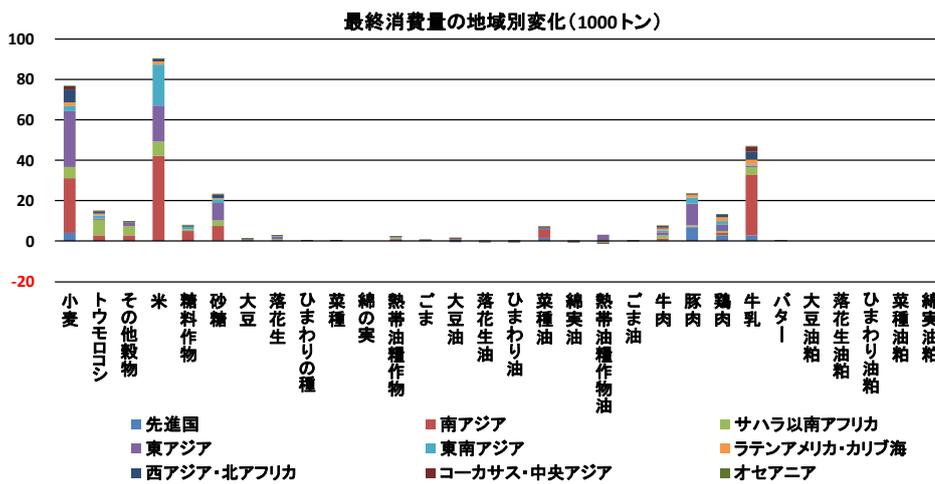


図1.26 我が国の食品ロス削減による食料の最終消費量の地域別変化

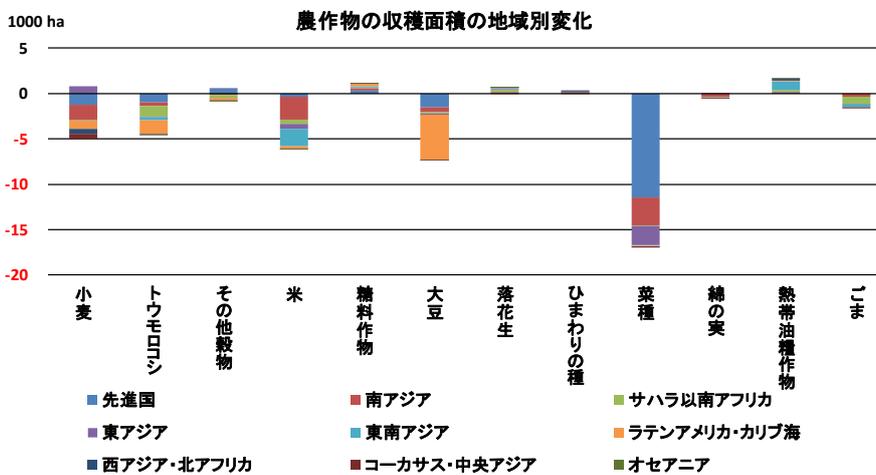


図1.27 食品ロス半減目標達成による世界の土地資源利用の変化

続いて、我が国の食品ロスの削減による農業生産時の土地資源（農作物の収穫面積）と水資源の利用の品目、地域別の変化について、図1.27と図1.28に示す。我が国の食品ロスの削減により、土地資源利用は世界全体で3万7800ha減少したが、その内訳をみると、土地資源利用の減少が大きい品目は、菜種（全体の44.9%）、大豆（19.4%）、米（16.1%）であり、減少が大きい地域は、先進国（37.7%）、南アジア（23.0%）、ラテンアメリカ・カリブ海（20.6%）の順となった。同様に、我が国の食品ロスの削減により、水資源利用は世界全体で7870万 $m^3$ 減少したが、水資源利用の減少が大きい品目は、米（全体の40.2%）、小麦（34.8%）、トウモロコシ（9.9%）であり、減少が大きい地域は、南アジア（54.1%）、東アジア（13.6%）、先進国（8.7%）の順となった。

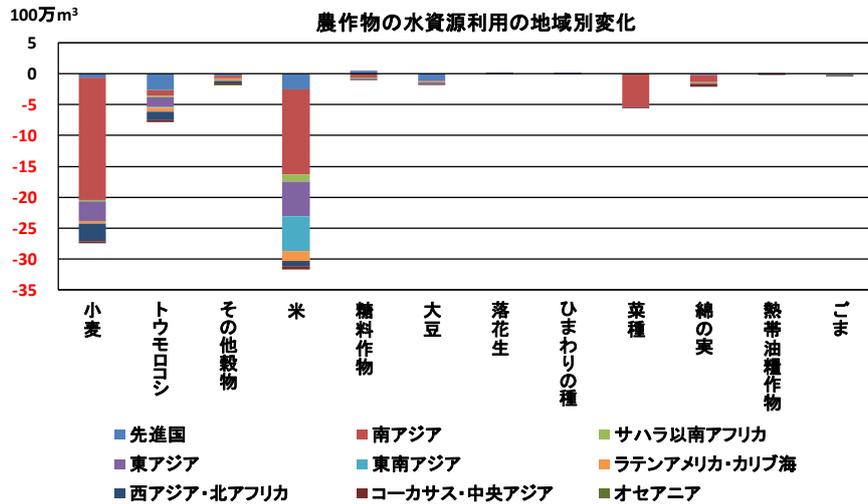


図1.28 食品ロス半減目標達成による世界の水資源利用の変化

最後に、我が国の食品ロスの削減による農業部門からの温室効果ガス排出量の品目、地域別の変化について図1.29に示す。我が国の食品ロス削減により、温室効果ガスの排出量は世界全体で94.0万トンCO<sub>2</sub>eq減少したが、その内訳をみると、減少が大きい品目は牛肉（63.3%）、米（11.1%）、豚肉（10.8%）、鶏肉（8.4%）であり、減少が大きい地域は、ラテンアメリカ・カリブ海（25.7%）、先進国（25.6%）、サハラ以南アフリカ（14.0%）、南アジア（13.8%）の順となった。ガス種別の内訳は、メタン（全体の61.6%）、亜酸化窒素（35.5%）、エネルギー起源CO<sub>2</sub>（2.9%）となった。

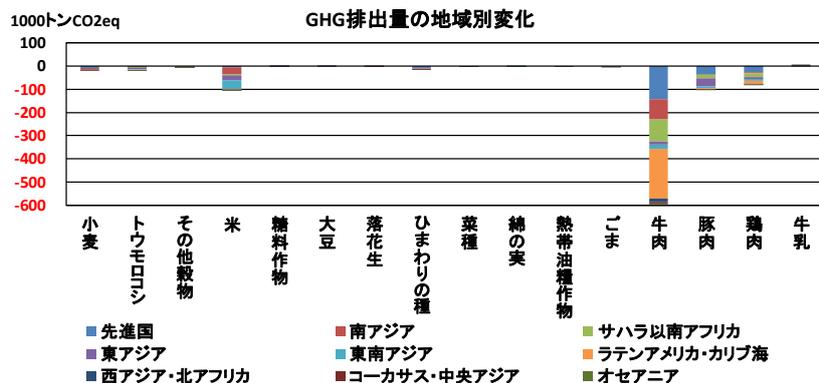


図1.29 食品ロス半減目標達成による世界の温室効果ガス排出量の地域別変化

## 5. 研究目標の達成状況

分析①では、我が国の食品ロス発生による環境、天然資源への影響、および経済的価値の損失が大きい食品とそのサプライチェーンにおける発生段階について明らかにすることで当初の目的は達成できたが、食品ロスによる温室効果ガスの排出量については、AD会合（令和4年1月）において環境省から指摘されたように、国内排出量への寄与分の推計という新たな課題が提起された。

次に分析②Aでは、コロナ禍による影響を含む将来の社会情勢の変化を踏まえて、削減対策を実施しない成り行き（BAU）の場合における2030年までの家庭系および事業系の食品ロス発生量を予測し、目標どおりの成果をあげた。他方で、分析②Bの「事業系と家庭系の食品ロスの各々について、環境、天然資源への影響を極力減らす削減対策や、各主体の実行可能性が高い削減対策など、2030年までの食品ロス半減目標の達成に向けた複数の削減シナリオを提示する」目標に関しては、研究期間中に予期せぬコロナ禍が発生したが、アフターコロナにおいて食料消費パターンが変化する3つのシナリオを設定して、各シナリオについて食品ロスの削減対策を提示するように方針を変更することで対処できた。

さらに分析③Aでは、部分均衡型の食料貿易モデルを用いて、我が国の食品ロス削減が世界の栄養不足人口、農業生産時の温室効果ガス排出量、天然資源利用に及ぼす影響を推定し、目標どおりの成果をあげた。また、分析③Bでは、応用一般均衡モデルを用いて、分析の主要な目的である我が国の食品ロスの削減による食品関連産業の生産、国内総生産（GDP）、国内の温室効果ガス排出量への影響について評価できたが、家計の効用、土地・水資源などの天然資源の利用に及ぼす影響の評価が課題として残った。

以上の研究目標の達成状況を総括すると、本研究は「目標にはやや及ばないが、一定の成果をあげた」といえる。

## 6. 引用文献

- 1) 棟居洋介・増井利彦・金森有子：環境科学会誌、34、6、256-269（2021）. わが国の食品ロス発生による温室効果ガス排出、天然資源の浪費および経済損失の評価
- 2) みずほ情報総研（2018）平成29年度食品産業リサイクル状況等調査委託事業（食品関連事業者における食品廃棄物等の可食部・不可食部の量の把握等調査）報告書（農林水産省委託業務）. 111pp.
- 3) 環境省（2016）平成27年度地方自治体における食品廃棄物等の再生利用等の取組実態調査. 34pp.
- 4) 農林水産省，食品ロス統計調査（世帯調査・外食産業調査）
- 5) 国立環境研究所，産業連関表による環境負荷原単位データブック（3EID）
- 6) FAO, FAOSTAT, <http://www.fao.org/faostat/en/#home>
- 7) Mekonnen M. M. and A. Y. Hoekstra (2011) The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15(5), 1577-1600.
- 8) 総務省，平成27年（2015年）産業連関表
- 9) 国立社会保障・人口問題研究所，日本の将来推計人口（平成29年推計）
- 10) 国立社会保障・人口問題研究所，日本の世帯数の将来推計（全国推計）（2018（平成30）年推計）
- 11) 内閣府，中長期の経済財政に関する試算（令和4年1月 経済財政諮問会議提出）
- 12) 総務省，家計調査年報（総世帯・二人以上の世帯・単身世帯）
- 13) 総務省，平成26年全国消費実態調査
- 14) 薬師寺哲郎（2017）第1章食料消費の将来推計 農林水産政策研究所「需要拡大に向けた主要農水産物サプライチェーンにおける課題と取り組むべき方向」
- 15) Munesue Y, Masui T, and Fushima T (2015) The effects of reducing food losses and food waste on global food insecurity, natural resources, and greenhouse gas emissions. *Environmental Economics and Policy Studies*, January 2015, Volume 17, Issue 1, pp 43-77.

### Ⅲ. 研究成果の発表状況の詳細

#### (1) 誌上発表

##### <査読付き論文>

###### 【サブテーマ1】

- 1) 棟居洋介・増井利彦・金森有子：環境科学会誌、34、6、256-269（2021）. わが国の食品ロス発生による温室効果ガス排出、天然資源の浪費および経済損失の評価

##### <査読付論文に準ずる成果発表>

特に記載すべき事項はない。

##### <その他誌上発表（査読なし）>

特に記載すべき事項はない。

#### (2) 口頭発表（学会等）

###### 【サブテーマ1】

- 1) 棟居洋介、金森有子、増井利彦：第15回日本LCA学会研究発表会（2020）  
「我が国における事業系食品ロス削減の長期シナリオ」
- 2) 棟居洋介、増井利彦、金森有子：環境科学会2020年会  
「我が国の食品ロス削減による環境・経済・社会への影響評価に関する研究」

#### (3) 「国民との科学・技術対話」の実施

###### 【サブテーマ1】

- 1) 令和2年度 環境研究総合推進費 オンラインシンポジウム「わが国における食品ロスの実態と環境・経済・社会への影響」（主催：独立行政法人 環境再生保全機構、公益社団法人 環境科学会、令和2年9月19日、観客約150名）にて講演

#### (4) マスコミ等への公表・報道等>

特に記載すべき事項はない。

#### (5) 本研究費の研究成果による受賞

2020年度 環境科学会 学術賞（東京工業大学 棟居洋介助教）

## IV. 英文Abstract

**Environmental, Economic and Social Impact Assessment of Reducing Japanese Food Loss and Waste**

Principal Investigator: Yosuke MUNESUE

Institution: W9-100, 2-12-1 Ohokayama, Meguro-ku, Tokyo, 152-8552, Japan

Tel: +81-3-5734-3319 / Fax: +81-3-5734-3319

E-mail: munesue.y.aa@m.titech.ac.jp

Cooperated by: National Institute for Environmental Studies, Japan

[Abstract]

Key Words: Food loss, SDGs, Impact assessment, 3R, Greenhouse gases, Water resource, Land resource, Computable general equilibrium model, Food trade model

In Japan, the Act on Promotion of Food Loss and Waste Reduction was enacted in 2019, and the government set a goal to halve food loss and waste by 2030 compared to the 2000 level. However, there are few quantitative findings regarding the impacts of food loss and waste on the environment, economy and society, and detailed information is necessary to effectively implement reduction measures. Therefore, in this study, we conducted the following three analyses on the effects. First, the impacts of Japanese food loss and waste on greenhouse gas emissions, natural resource utilization, and the economic value of food were estimated using the life cycle assessment method for 2015. Consequently, the total Japanese food loss and waste was estimated at 6.46 million tons in 2015, and the total greenhouse gas emissions resulting from food loss and waste were estimated at 15.66 million tons of CO<sub>2</sub> eq. In addition, 1.11 million hectares of harvested land and 439 million m<sup>3</sup> of water resources were used to produce food that was eventually wasted, and the economic value of lost food was estimated at 4,587 billion yen. Second, the impacts of halving Japanese food loss and waste by 2030 on domestic food-related goods and service production, real gross domestic product (GDP), and greenhouse gas emissions were estimated using a general equilibrium (CGE) model based on three food consumption scenarios considering the COVID-19 pandemic. As a result, while food-related goods and service production will decrease by 677 billion yen to 948 billion yen in 2030, real GDP will increase by 83.7 billion yen to 83.9 billion yen, and greenhouse gas emissions will increase by 490 thousand tons of CO<sub>2</sub> eq. to 710 thousand tons of CO<sub>2</sub> eq. Third, given the global economic situation in 2015, the impacts of halving Japanese food loss and waste on the number of undernourished people, greenhouse gas emissions, and natural resource utilization during agricultural production were estimated using a food trade model. Consequently, by reducing 750 thousand tons of food loss and waste related to major food trade items, the number of undernourished people worldwide was estimated to be decreased by 590 thousand, and greenhouse gas emissions were estimated to be reduced by 940 thousand tons CO<sub>2</sub> eq. In addition, 37.8 thousand hectares of harvested land and 78.7 million m<sup>3</sup> of water resources were estimated to be reduced globally.