

# 汚染調整済経済成長率等の新たな試算について

松多秀一・吉本尚史・高橋樹生・酒巻哲朗

February 2024



内閣府経済社会総合研究所  
Economic and Social Research Institute  
Cabinet Office  
Tokyo, Japan

ESRI Research Note は、すべて研究者個人の責任で執筆されており、内閣府経済社会総合研究所の見解を示すものではありません（問い合わせ先：<https://form.cao.go.jp/esri/opinion-0002.html>）。

ESRI リサーチ・ノート・シリーズは、内閣府経済社会総合研究所内の議論の一端を公開するために取りまとめられた資料であり、学界、研究機関等の関係する方々から幅広くコメントを頂き、今後の研究に役立てることを意図して発表しております。

資料は、すべて研究者個人の責任で執筆されており、内閣府経済社会総合研究所の見解を示すものではありません。

The views expressed in “ESRI Research Note” are those of the authors and not those of the Economic and Social Research Institute, the Cabinet Office, or the Government of Japan.

## 汚染調整済経済成長率等の新たな試算について

松多秀一・吉本尚史・高橋樹生・酒巻哲朗<sup>1</sup>

### 要旨

本稿は、OECD が 2023 年に公表した研究に基づき、日本における「汚染調整済経済成長率」やそのバックデータとしての「大気排出勘定」の新たな試算結果を報告するものである。汚染調整済経済成長率は、温室効果ガス等の排出削減努力を経済成長率に反映させる指標である。大気排出勘定は、産業別の大気排出物質の排出量をとらえたもので、2022 年度に公表した前回推計に比べて物質を拡充し産業分類を詳細にしている。試算結果の概要は以下のとおり。1995 年から 2021 年までの期間平均において、温室効果ガス等の削減により汚染調整済経済成長率は実質 GDP 成長率を上回っている。また、汚染調整済経済成長率への寄与を、労働、資本、(残差で求められる)環境調整済全要素生産性 (EAMFP) に分解すると、EAMFP が成長の主たる寄与要因となっている。汚染調整済経済成長率の時系列推移を温室効果ガス等の物質別にみると、非メタン揮発性有機化合物や一酸化二窒素が長期的に減少傾向にあることなどから汚染調整済経済成長率は多くの期間で実質 GDP 成長率を上回っている。また、2014 年以降の汚染調整済経済成長率が実質 GDP 成長率を上回る背景には二酸化炭素の削減が大きい。

---

<sup>1</sup> 松多秀一：内閣府経済社会総合研究所総括政策研究官、吉本尚史：同研究官、高橋樹生：同研究官、酒巻哲朗：同特別研究員。

本稿を執筆するにあたっては、早見均慶応義塾大学商学部教授、氏川恵次横浜国立大学国際社会科学研究院教授、深見正仁東京商工会議所環境社会検定委員会顧問、牧野好洋静岡産業大学経営学部経営学科教授、佐藤真行神戸大学大学院人間発達環境学研究科教授より貴重なご助言をいただいた。あらためて感謝を申し上げる。なお、本稿中の見解、分析等はあくまで筆者個人のものであり、経済社会総合研究所のものではない。また、データや分析における誤り等の責任はすべて筆者に帰するものである。

目次

1. はじめに	5
2. OECD の枠組みに基づく「汚染調整済経済成長率」の試算	6
2. 1. OECD による汚染調整済経済成長率の分析枠組み及び試算結果	6
2. 2. 我が国の汚染調整済経済成長率の試算	14
2. 3. 我が国の汚染調整済経済成長率の産業別寄与度	19
3. 大気排出勘定の試算	22
3. 1. 大気排出勘定の概要	23
3. 2. 大気排出勘定の試算方法について	24
3. 2. 1. 大気排出勘定 (CO <sub>2</sub> ) の試算	26
3. 2. 2. 大気排出勘定 (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O) の試算	27
3. 2. 3. 大気排出勘定 (PFCs, SF <sub>6</sub> , および NF <sub>3</sub> ) の試算	29
3. 2. 4. 大気排出勘定 (NMVOC) の試算	29
3. 2. 5. ブリッジングアイテムの試算	30
3. 3. 大気排出勘定の試算結果	33
4. 今後の課題	33
補論 1. 大気排出勘定の試算 (CO, NO <sub>x</sub> および SO <sub>2</sub> )	35
補論 2. 大気排出勘定の試算 (HFCs)	35
参考資料 1. 令和 4 年度研究会について	38
参考資料 2. 共通報告様式 (CRF) の項目と大気排出勘定の産業分類の対応	39
参考資料 3. 大気排出勘定の産業分類と国民経済計算の経済活動分類の対応	42
参考文献	44

## 1. はじめに

気候変動問題への対応が喫緊の課題となる中、脱炭素社会の実現に向けた取り組みの効果を「見える化」するため、経済活動の環境への影響をとらえる統計や指標を整備することは重要な課題である。

内閣府経済社会総合研究所では、脱炭素の観点から経済活動の環境への影響を GDP に反映させる指標の調査研究を実施しており、2022年8月には、「汚染調整済経済成長率」やそのバックデータとしての「大気排出勘定」の試算結果を公表している。

「汚染調整済経済成長率」とは、温室効果ガス等の排出削減努力を経済成長率に反映させる指標である。OECD は資本や労働の投入や温室効果ガス等の排出と経済成長率の関係を捉えるために、成長会計の枠組みを経済と環境の相互関係に拡張した、「環境調整済全要素生産性」の分析枠組みを提案しており、「汚染調整済経済成長率」はこの分析枠組みに基づく概念である。

また、「大気排出勘定」は、産業別の大気排出物質の排出量をとらえたものとなっている。国際連合は、2012年に国民経済計算と統合的な枠組みで経済と環境の関係をとらえる「環境経済勘定体系 (SEEA)」<sup>2</sup>を国際基準として策定しており、世界各国でデータの整備が進められている。試算した「大気排出勘定」(Air Emissions Accounts)はこのSEEAに準拠したものである。

酒巻・吉本(2023)では、OECDによる「汚染調整済経済成長率」の枠組みの解説やOECDが2018年に行った試算結果の紹介、SEEAの概念に基づく大気排出勘定の解説、及び日本における「汚染調整済経済成長率」や「大気排出勘定」試算結果について報告をしている。

本研究は、酒巻・吉本(2023)に倣い、OECDが2023年11月に公表した最新の分析結果の先行研究との比較を交えての紹介や、日本における「汚染調整済経済成長率」及び「大気排出勘定」の新たな試算結果を報告する。

本稿の構成内容は次のとおりである。第2節では、OECDの枠組みに基づく「汚染調整済経済成長率」の推計手法や最新の分析結果を紹介し、日本における新たな試算結果を報告する。第3節ではSEEAに基づく「大気排出勘定」の新たな試算結果について報告を行う。第4節では今後の課題について整理する。

---

<sup>2</sup> 本稿で「環境経済勘定体系 (SEEA)」に言及する場合はセントラルフレームワーク (SEEA Central Framework、SEEA-CF) を指す。

## 2. OECD の枠組みに基づく「汚染調整済経済成長率」の試算

### 2. 1. OECD による汚染調整済経済成長率の分析枠組み及び試算結果

OECD による汚染調整済経済成長率のアプローチは成長会計の概念を基礎としている<sup>3</sup>。生産技術を表した変形関数の概念を用いて、投入に自然資本を、産出に温室効果ガス及び大気汚染物質を含む形で拡張を行っている。変形関数 $H$ は、次式で定義される。

$$H(Y, R, K, L, S, t) \geq 1 \quad (1)$$

この変形関数は、生産可能集合の考え方に基づいた効率性を表現する関数である。 $H$ の性質について考えるにあたり、ここでは、労働 $L$ 、生産資本 $K$ 、及び自然資本 $S$ を投入し、付加価値 $Y$ と、温室効果ガス及び大気汚染物質 $R$ を排出する経済主体を考える。第 $t$ 期について投入 $(L, K, S)$ に対し、排出量 $R$ を定めると、技術制約に従い、これらに対する創出可能な付加価値額の最大値 $Y_M(R, K, L, S)$ が決まるとする。経済活動 $(Y, R, K, L, S)$ について、 $Y_M$ が達成されていなければ生産を拡大する余地が残っており、そのことを $H > 1$ と表現することとする。さらにもし、経済活動 $(Y, R, K, L, S)$ について $Y_M$ が達成されていれば、生産を拡大する余地がなく、その状況は $H = 1$ と表現することとする。 $H < 1$ は、経済活動は、 $Y_M$ を実現するためには、生産の規模を縮小することを意味する。これは実際にはありえない経済活動であるため、(1)式の左辺は1以上として表現されている。

投入が増加する、あるいは生産に伴う排出量が増加すると、生産拡大の余地が生まれるので、変形関数 $H$ は $R, L, K$ 及び $S$ について増加的であると仮定される( $H_Y = \partial H / \partial Y < 0, V \in \{R, L, K, S\}$ )。また、付加価値額 $Y$ が増加すると、より効率的になるため、変形関数 $H$ は、 $Y$ について減小的であると仮定される( $H_Y = \partial H / \partial Y < 0$ )。よって効率的な経済主体は、投入に対して付加価値 $Y$ を増加させる活動を選択するか、排出量 $R$ を抑制させる活動を選択するかのトレードオフに直面しているといえる。

(1)式に対数を取り、時間 $t$ で微分し、いくつかの置き換えなどを行うと、次の式が導出される。

$$\frac{\partial \ln Y}{\partial t} - \varepsilon_{YR} \frac{\partial \ln R}{\partial t} = \varepsilon_{YL} \frac{\partial \ln L}{\partial t} + \varepsilon_{YK} \frac{\partial \ln K}{\partial t} + \varepsilon_{YS} \frac{\partial \ln S}{\partial t} + \frac{\partial \ln EAMFP}{\partial t} \quad (2)$$

ここで、 $\varepsilon$ は弾性値を表す。OECD の分析では、この(2)式の左辺を汚染調整済経済成長率と定義している。左辺は生産面を表現しており、第1項目は付加価値額の成長率である。第

<sup>3</sup> 詳細な議論は Cárdenas Rodríguez et al. (2018)を参照のこと。

2項目は、温室効果ガス等の排出量の変化率に、付加価値額に対する温室効果ガス等の排出量の弾性値を乗じたものとなっており、これを「汚染削減調整項」と定義している。変形関数 $H$ の仮定より、 $R$ が変化したときの $Y$ の変化は正になる<sup>4</sup>。つまり $R$ が増加すれば、 $Y$ も増加するので、 $\varepsilon_{YR} > 0$ となる。よって $R$ を抑制すると、 $-\varepsilon_{YR} \frac{\partial \ln R}{\partial t} > 0$ となり、汚染削減に関する活動について正の評価を行うことになる。

また、(2)式の右辺は投入面を表している。生産面を労働、生産資本、自然資本で寄与度分解すると、その残差が環境調整済全要素生産性（EAMFP）として、環境を考慮した生産性を表現することになる。EAMFPの伸びには、技術改善（望ましい生産（ $Y$ ）の増加、クリーンな技術を使うことなどによる望ましくない生産（ $R$ ）の削減、投入の効率的な利用）、効率的な組織、規模の経済、投入の組合せ改善などが寄与する（Cárdenas Rodríguez et al. (2023)）。

汚染調整済経済成長率及び環境調整済全要素生産性を推計するには、(2)式の各弾性値を求め必要がある。弾性値の推計に用いるモデル式は、前述の(2)式を変形して導出する。ここで、複数の物質 $j$ を大気中へ排出していると想定し、(2)式を整理すると、

$$\frac{\partial \ln Y}{\partial t} = \frac{\partial \ln EAMFP}{\partial t} + \varepsilon_{YL} \frac{\partial \ln L}{\partial t} + \varepsilon_{YK} \frac{\partial \ln K}{\partial t} + \varepsilon_{YS} \frac{\partial \ln S}{\partial t} + \sum_j \varepsilon_{YRj} \frac{\partial \ln R_j}{\partial t} \quad (3)$$

となる。 $\varepsilon_{YV} = -\frac{\varepsilon_{HV}}{\varepsilon_{HY}}$ であることを用いて、

$$\frac{\partial \ln Y}{\partial t} = \frac{\partial \ln EAMFP}{\partial t} - \frac{1}{\varepsilon_{HY}} \left( \varepsilon_{HL} \frac{\partial \ln L}{\partial t} + \varepsilon_{HK} \frac{\partial \ln K}{\partial t} + \varepsilon_{HS} \frac{\partial \ln S}{\partial t} \right) - \frac{1}{\varepsilon_{HY}} \sum_j \varepsilon_{HRj} \frac{\partial \ln R_j}{\partial t} \quad (4)$$

となる。

OECDの分析では、弾性値を推計するために、利潤最大化問題によるアプローチと計量経済学のアプローチを組み合わせている。まず始めに、以下の目的関数を最大化する経済主体を考える。

$$\max Y + P_R R - wL - u_K K - u_S S \text{ s.t. } H(Y, R, K, L, S, t) \geq k \quad (5)$$

この式は、一定期の技術制約 $H(Y, R, K, L, S, t) \geq k$ の下、付加価値額を最大化させる経済主体の行動を表している。ここで $P_R$ は、温室効果ガス等の排出に伴い発生する排出量単位当たり

---

<sup>4</sup> $\partial Y / \partial R = -\frac{\partial H / \partial R}{\partial H / \partial Y} > 0$ である。

の価格を表す（例：規制遵守コスト）。基本的に排出があれば、排出に対する支払いが発生するとみなすので、 $P_R < 0$ を想定している。また $w, u_K, u_S$ は、それぞれ労働投入、生産資本投入、自然資本投入の価格である。ここで、変形関数 $H$ について、アウトプット $(Y, R)$ については、 $\theta$ 次同次性 $H(\lambda Y, \lambda R, K, L, S, t) = \lambda^\theta H(Y, R, K, L, S, t)$ を、インプットについては、一次同次性 $H(Y, R, \alpha K, \alpha L, \alpha S, t) = \alpha H(Y, R, K, L, S, t)$ を仮定している。インプットについて一次同次的であれば、(5)式の一階条件により、弾性値 $\varepsilon_{HL}, \varepsilon_{HK}, \varepsilon_{HS}$ はそれぞれ、総費用に対する投入費用ウェイトになる<sup>5</sup>。OECDの分析では投入費用ウェイトに関するデータは取得可能なものを利用するため、投入に関する変数は次のように一つの変数 $X$ にまとめることができる。

$$\frac{\partial \ln X}{\partial t} = \varepsilon_{HL} \frac{\partial \ln L}{\partial t} + \varepsilon_{HK} \frac{\partial \ln K}{\partial t} + \varepsilon_{HS} \frac{\partial \ln S}{\partial t} \quad (6)$$

最後に(4)式に(6)式を代入すると、次式を得る。

$$\frac{\partial \ln Y}{\partial t} = \frac{\partial \ln EAMFP}{\partial t} - \frac{1}{\varepsilon_{HY}} \frac{\partial \ln X}{\partial t} - \frac{1}{\varepsilon_{HY}} \sum_j \varepsilon_{HRj} \frac{\partial \ln R_j}{\partial t} \quad (7)$$

(7)式を計量経済的に推定するために特定化したモデル式が以下の(8)式であり、OECDの分析では、このモデル式の推定結果をもとに弾性値の推計をしている。

$$\dot{Y}_{it} = \alpha_i + \delta_t + \gamma_i \dot{X}_{it} + \sum_j \beta_{ji} \dot{R}_{jit} + u_{it} \quad (8)$$

ここで、 $i$ は国を、 $t$ は年次を、 $j$ は排出される物質を表している。 $\dot{Y}_{it}$ はGDPの変化率、 $\dot{X}_{it}$ は投入の変化率、 $\dot{R}_{jit}$ は各温室効果ガス及び大気汚染物質の排出量の変化率を表している。また、 $\alpha_i$ は生産性の伸び率を、 $\delta_t$ は年次ダミーを、 $u_{it}$ は誤差項を表している。

図表1はOECDの2018年の研究と最新の研究の差異を簡単にまとめたものである。OECDの最新の分析である、Cárdenas Rodríguez et al. (2023)（以下「OECD (2023)」という。）は、Cárdenas Rodríguez et al. (2018)（以下「OECD (2018)」という。）を拡張したものとなっている。OECD (2018)では、EAMFPの推計を、1991年から2013年<sup>6</sup>にかけて、46か国を対象におこなっている。自然資本投入については、再生不能資本のみを考慮している。再生不能な自然資本は、燃料関係の4種（無煙炭、褐炭 (Brown Coal)、原油、

<sup>5</sup> 詳細はCárdenas Rodríguez et al. (2018)の[7]式から[10]式を参照のこと。

<sup>6</sup> 統計の利用可能性の影響等でEAMFPの推計期間が異なる国もある。



天然ガス) 及び 10 種の鉱物資源 (ボーキサイト、銅、金、鉄鉱石、鉛、ニッケル、リン酸塩、銀、スズ、亜鉛) としている。大気排出物については、温室効果ガス 3 種 (二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>)、メタン (CH<sub>4</sub>)、一酸化二窒素 (N<sub>2</sub>O))、及び大気汚染物質の 5 種 (硫黄酸化物 (SO<sub>x</sub>)、窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>)、PM<sub>10</sub>、一酸化炭素 (CO)、非メタン揮発性有機化合物 (NMVOC)) を分析の対象としている。

図表 1 : OECD による分析の整理

	分析期間	対象国	自然資本	大気排出物	汚染削減調整項の推計に用いる大気排出物
OECD (2018)	1991-2013	46 か国	再生不能自然資本のみ	8 種	CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、NMVOC
OECD (2023)	1996-2018	52 か国	再生不能自然資本 + 再生可能自然資本	12 種	CO <sub>2</sub> 、N <sub>2</sub> O、NMVOC、SF <sub>6</sub>

OECD (2023) では、分析期間を 1996 年から 2018 年までとし、対象国を 52 か国に拡大している。自然資本投入については、再生不能な自然資本に加え再生可能な自然資本を考慮している。再生可能な自然資本は、土地資源の 3 種 (耕作地、草地、森林地)、生物資源の 2 種 (海洋捕獲漁業、非育成木材)、生態系サービスの 3 種 (森林生態系サービス (流域保護)、森林生態系サービス (非木材森林生産物)、マングローブ生態系サービス (沿岸洪水防止)) としている<sup>7</sup>。なお、再生不能な自然資本について対象物質の変更はない。

大気排出物については、温室効果ガス 2 種 (三フッ化窒素 (NF<sub>3</sub>)、六フッ化硫黄 (SF<sub>6</sub>))、大気汚染物質 2 種 (アンモニア (NH<sub>3</sub>)、ブラックカーボン (BC)) を新たに分析の対象としている。

両者の分析では、最小二乗法 (OLS)、固定効果 (FE)、変量効果 (RE)、ランダム係数モデル (RCM) の複数のモデルで推定を行っているが、統計的なテストの結果に基づき、ランダム係数モデルの推定結果を採用している。OECD (2018) における回帰分析の結果では大気排出物のうち、二酸化炭素、メタン、非メタン揮発性有機化合物、の 3 物質が統計的に

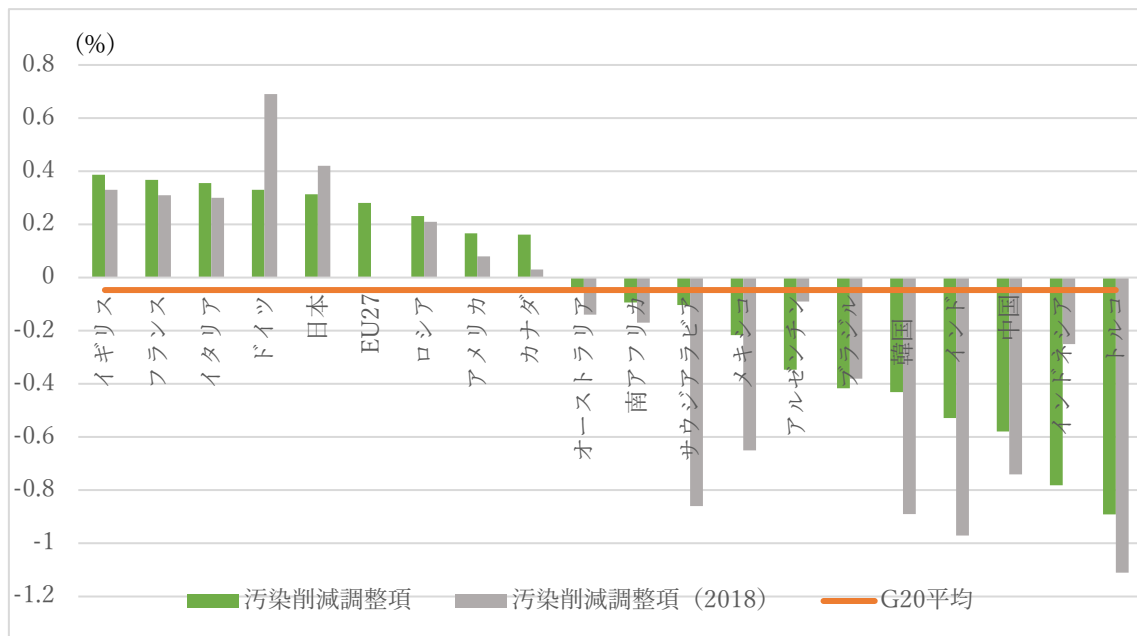
<sup>7</sup> OECD (2023)では、Aneex D.において、再生可能エネルギー源の 3 種 (水力、風力、太陽光) を考慮した分析も実施している。

有意となったため、これらの3物質の弾性値に基づいて推計を行っている。

これに対して、OECD (2023)で統計的に有意となった物質は、二酸化炭素、非メタン揮発性有機化合物、一酸化二窒素、六フッ化硫黄であるため、推計は、これら4物質の弾性値に基づいている。

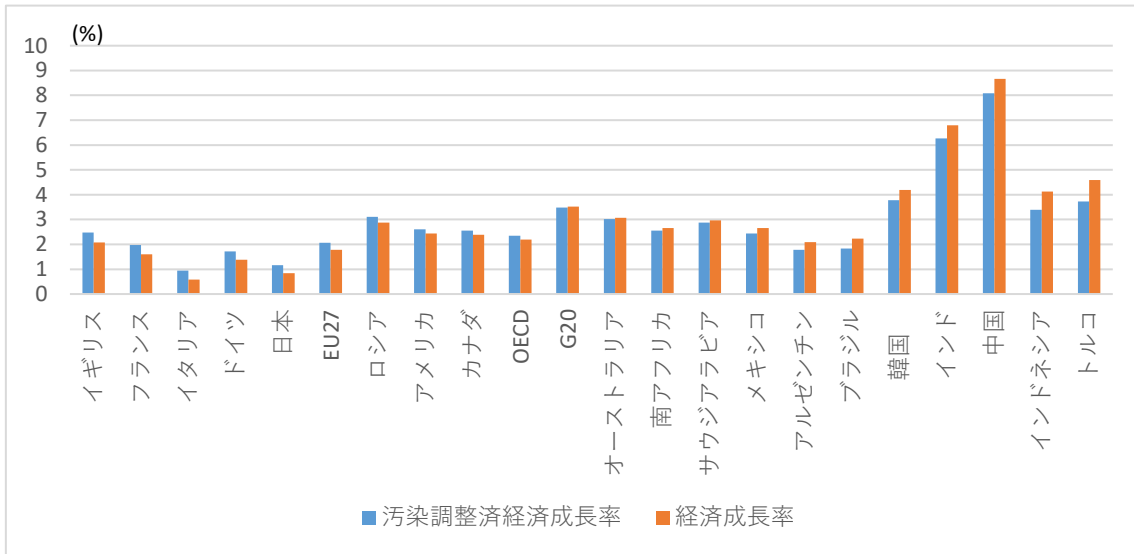
図表2は、OECD(2018)とOECD(2023)における、「汚染削減調整項」について、G20メンバーの試算結果を比較したものである。汚染削減調整項の試算に用いる物質が変更になったものの、日本はG20の中で、上位層に位置付けられている。また、図表3はOECD(2023)における、「汚染調整済経済成長率」について、G20メンバーの試算結果を図示したものである。OECD(2018)の試算において、日本は、経済成長率は年平均で、0.93%であったが、汚染削減調整項が経済成長率換算で0.42%プラスに評価されることから、汚染調整済経済成長率は1.34%と推計されていた。これに対してOECD(2023)では、経済成長率は年平均で0.84%であり、汚染削減調整項が経済成長率換算で0.31%プラスの評価となったため、汚染調整済経済成長率は、1.16%と推計されている。また、図表4が示すとおり、OECD(2023)では、日本の汚染調整済経済成長率への寄与として、環境調整済全要素生産性が最も大きな割合を占めている。

図表2：OECD(2018)とOECD(2023)によるG20メンバーの「汚染削減調整項」の推計結果比較



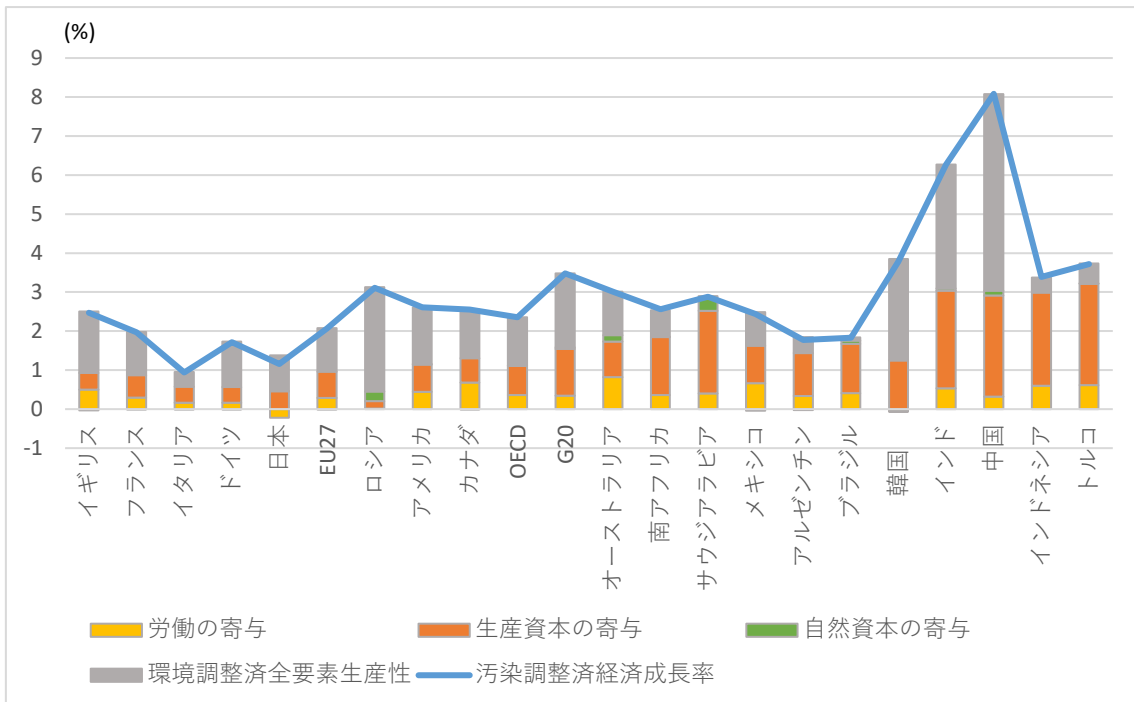
(出所) OECD(2018),p28,Table5.及び OECD(2023),p42-43,TableA.1 より筆者作成

図表3：OECD (2023) による G20 の「汚染調整済経済成長率」の推計結果



(出所) OECD(2023),p42-43,TableA.1 より筆者作成

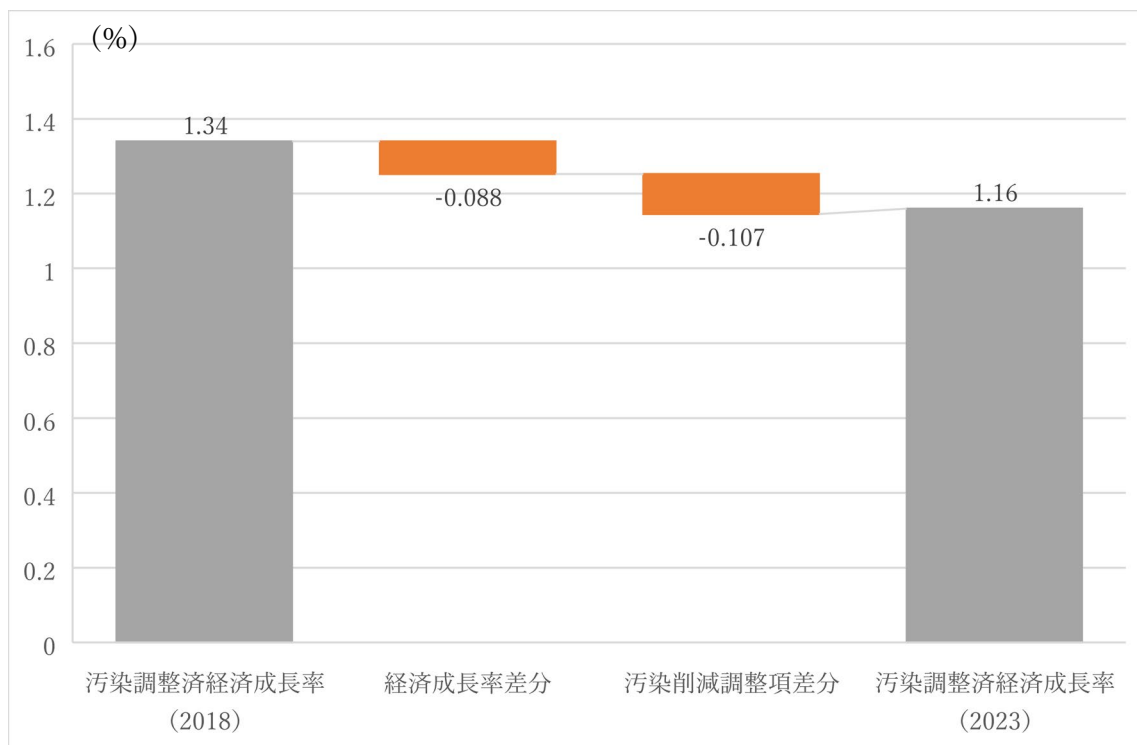
図表4：OECD (2023) における G20 の「汚染調整済経済成長率」の寄与度分解



(出所) OECD(2023),p42-43,TableA.1 より筆者作成

次の図表 5 から図表 7 は、OECD (2018)及び OECD (2023)における、「汚染調整済経済成長率」の変化を、日本、ドイツ、中国について図示したものである。日本やドイツは、OECD(2023)における経済成長率や汚染削減調整項の値が、OECD(2018)における値と比べて低下したことが、OECD(2023)における汚染調整済経済成長率の値の低下につながっている。その一方で中国は、OECD(2023)における汚染調整済経済成長率の低下は、経済成長率の低下が大きな割合を示すものの、汚染削減調整項は増加している。OECD (2023)では、過去 10 年間の汚染削減に関して、「汚染排出から GDP 成長を切り離す努力を示唆している。」<sup>8</sup>と言及しており、図表 7 からもそのことがうかがえる。

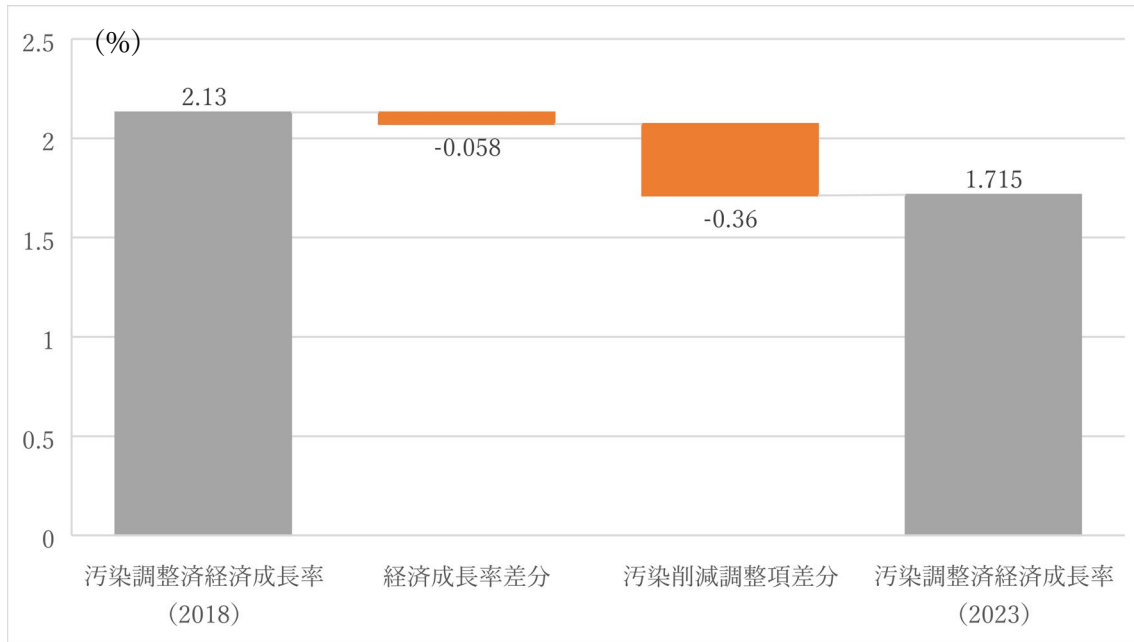
図表 5 : OECD (2018)及び OECD (2023)における日本の「汚染調整済経済成長率」の変化



(出所) OECD(2018),p28,Table5.及び OECD(2023),p42-43,TableA.1 より筆者作成

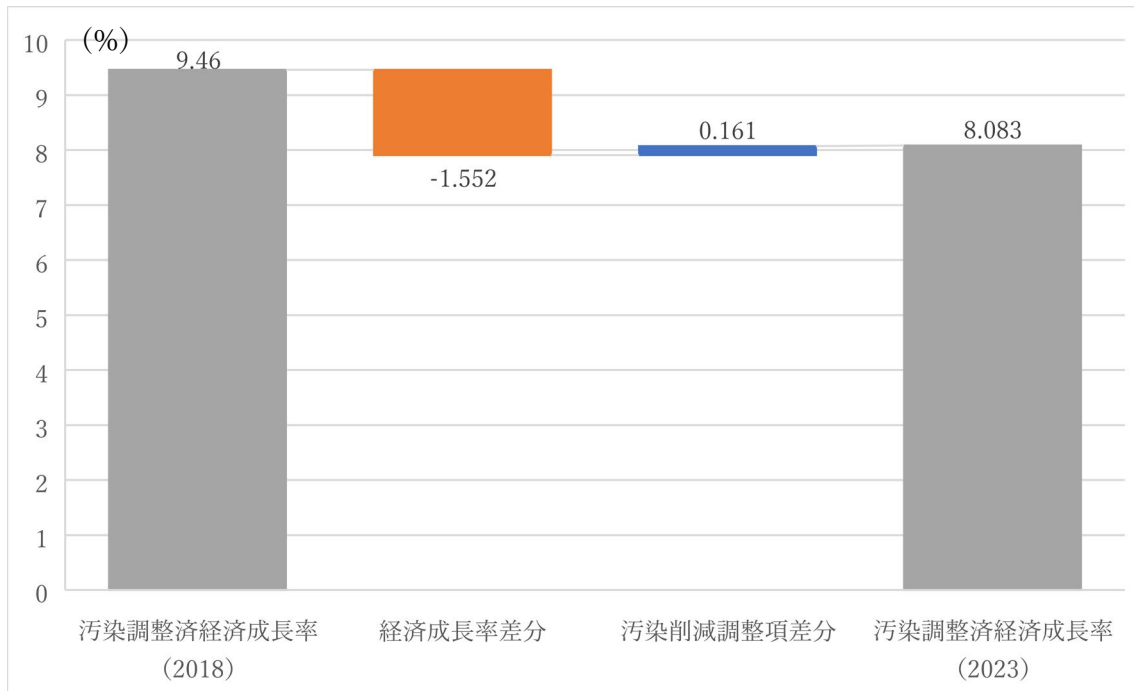
<sup>8</sup> OECD(2023) 23 ページ 36 行目より引用

図表 6 : OECD (2018)及び OECD (2023)におけるドイツの「汚染調整済経済成長率」の変化



(出所) OECD(2018),p28,Table5.及び OECD(2023),p42-43,TableA.1 より筆者作成

図表 7 : OECD (2018)及び OECD (2023)における中国の「汚染調整済経済成長率」の変化



(出所) OECD(2018),p28,Table5.及び OECD(2023),p42-43,TableA.1 より筆者作成

## 2. 2. 我が国の「汚染調整済経済成長率」の試算

我が国の汚染調整済経済成長率及び環境調整済全要素生産性の試算に当たっては、OECD (2023)において 52 か国を対象とするパネルデータを用いて推計された我が国の「温室効果ガス等の排出に対する実質 GDP 弾性値」を利用して計算し、時系列の推移に関する特徴を整理した。また、日本全体の試算だけでなく、産業別の特徴についても整理を行った。我が国の弾性値の値はそれぞれ、図表 8 のとおりとなっている。また、試算においては簡略化のため、鉱物資源などの自然資本の寄与は計算していない<sup>9</sup>。

図表 8：我が国の「温室効果ガス等の排出に対する実質 GDP 弾性値」

二酸化炭素 (CO <sub>2</sub> )	一酸化二窒素 (N <sub>2</sub> O)	非メタン揮発性 有機化合物 (NMVOC)	六フッ化硫黄 (SF <sub>6</sub> )
0.071	0.028	0.081	0.005

(出所) OECD (2023), p59, Table B.3.より筆者作成

試算の対象期間は 1995 年から 2021 年の 27 年間であり、OECD (2023) と比較して直近までの試算を行っている。用いたデータは、実質 GDP については内閣府の公表値<sup>10</sup>を、労働投入及び資本投入については独立行政法人経済産業研究所の JIP データベース 2023 を利用した。ただし、JIP データベースは推計に必要な労働投入のデータは 2021 年まで取得可能であるが、資本投入のデータについては 2020 年までの数値しか取得できない。そのため、国民経済計算 (JSNA) の実質固定資産の伸び率を用いて延長推計を行っている。

また、温室効果ガス等については、2023 年 4 月に、環境省・国立環境研究所より公表された温室効果ガスインベントリ (2023) (以下「インベントリ (2023)」という。)を使用した。なお、実質 GDP や JIP データベースの単位は暦年であるのに対し、温室効果ガスインベントリで報告されている排出量は年度単位である。これらの単位を統一するために、温室効果ガス等の排出量は簡便な方法により、暦年に換算をしている<sup>11</sup>。そのため、インベントリで報告されている排出量の変化と本研究で用いている排出量の変化は一致しない。

図表 9 は、今回の試算結果と昨年度の試算結果 (内閣府 (2022)、以下「前回試算」という。) の比較である。ここでは、今回試算の特徴をまず確認した後に前回試算との比較を行

<sup>9</sup> 日本は自然資本の寄与は少ないと考えられ、また OECD の分析でも小さいものにとどまっている。

<sup>10</sup> 分析をとおして変化率は当期と前期の自然対数の差分で近似している。そのため GDP の実数は公表値を用いているが成長率については公表値と異なる。

<sup>11</sup> 当該年における暦年の値は、前年度の値の 1/4 の値と当該年度の値の 3/4 の値とを足し合わせたものとなっている。

う。まず、今回試算において、1995年から2021年の実質GDP成長率（年平均）は0.66%であり、汚染削減調整項が0.39%押し上げた結果、汚染調整済経済成長率は両者を加えた1.06%となっている。また、日本の汚染調整済経済成長率への寄与を、労働、資本、（残差で求められる）環境調整済全要素生産性（EAMFP）に分解すると、労働が0.00%ポイント、資本が0.27%ポイント、EAMFPが0.80%ポイントとなっており、EAMFPが成長の主たる寄与要因となっている。温室効果ガスや大気汚染物質の削減努力を評価した「汚染削減調整項」の内訳をみると、NMVOCの寄与が0.27と最も大きく、次いでN<sub>2</sub>Oの寄与が0.05となっている。

次に、前回試算との比較をすると、汚染調整済経済成長率は前回試算と比較して若干低くなっている（前回試算が年1.32%であるのに対して今回試算は年1.06%）。この低下には、実質GDP成長率の低下と汚染削減調整項の低下がいずれも寄与している。また、汚染調整済経済成長率への寄与を、労働、資本、EAMFPに分解すると、労働と資本を合わせた寄与<sup>12</sup>、EAMFPの寄与ともに低下している。ただし、EAMFPの寄与が経済成長の主たる要因である点は変わらない。比較においては、次の2点に留意する必要がある。第一に、平均値を計算するための期間が異なっている点である。今回試算の値は1995年から2021年までの平均値であるのに対し、比較に用いた前回試算の値は1995年から2018年までの平均値を用いている。今回試算は新型コロナウイルスの影響を受けた期間を含むため、実質GDP成長率は、前回試算と比べ約0.19%ポイント低くなっている。これが、汚染調整済経済成長率の0.26%ポイント低下の最大の要因となっている。第二に、汚染削減調整項の計算に用いられている物質が異なる点である。前述のとおり、OECD（2023）で統計的に有意となった物質は、二酸化炭素、非メタン揮発性有機化合物、一酸化二窒素、六フッ化硫黄である。前回試算において大きな寄与を占めていたメタンがなくなったことは、大きな相違点として挙げられる。汚染削減調整項の内訳をみると、前回試算と同じ物質（CO<sub>2</sub>とNMVOC）については数値が大きくなっているものの、前回試算の汚染削減調整項の中で大きな割合を占めていたCH<sub>4</sub>の寄与に比べて、新しく追加された物質（N<sub>2</sub>OとSF<sub>6</sub>）の寄与は小さなものにとどまっている。その結果、汚染調整済経済成長率への汚染削減調整項の寄与は、0.07%ポイント低下している。

---

<sup>12</sup> 労働の寄与が低下しほとんどなくなっている一方で、資本の寄与はわずかに増加している。

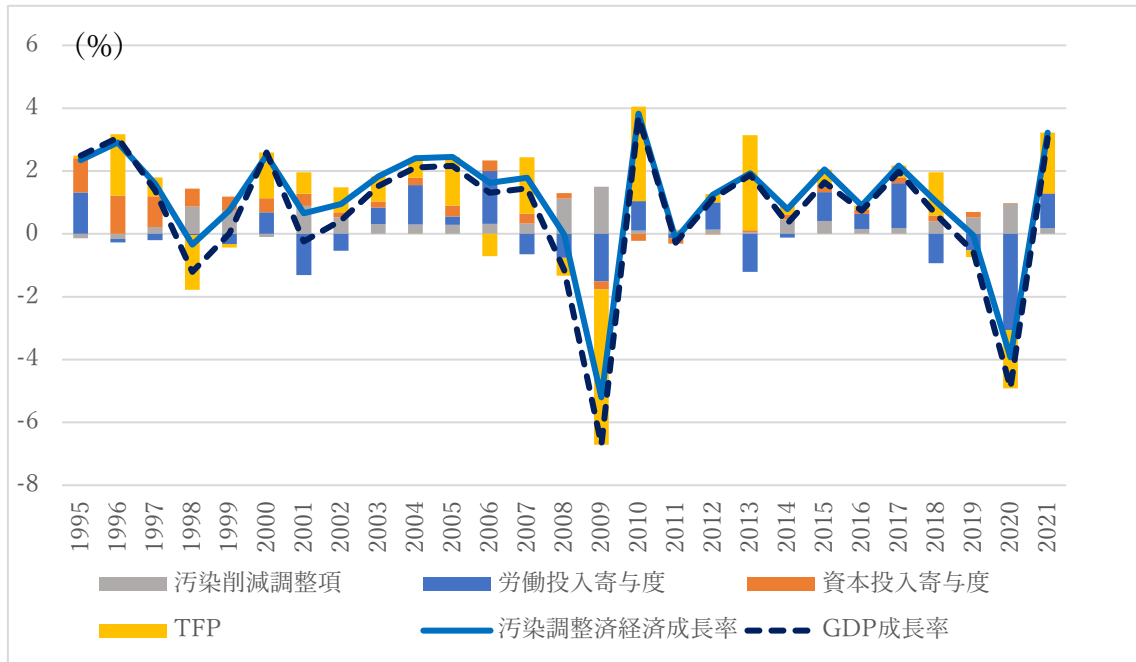
図表 9：今回試算と前回試算の結果比較

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
今回 試算	汚染調整済 経済成長率	実質 GDP 成長率	汚染削減 調整項	汚染削減 調整項 CO <sub>2</sub>	汚染削減 調整項 N <sub>2</sub> O	汚染削減 調整項 NMVOC	汚染削減 調整項 SF <sub>6</sub>	労働	資本	EAMFP
	A=B+C			C=D+E+F +G			J=A-H-I			
平均成長率 (1995-2021)	1.06	0.66	0.39	0.04	0.05	0.27	0.04	0.00	0.27	0.80

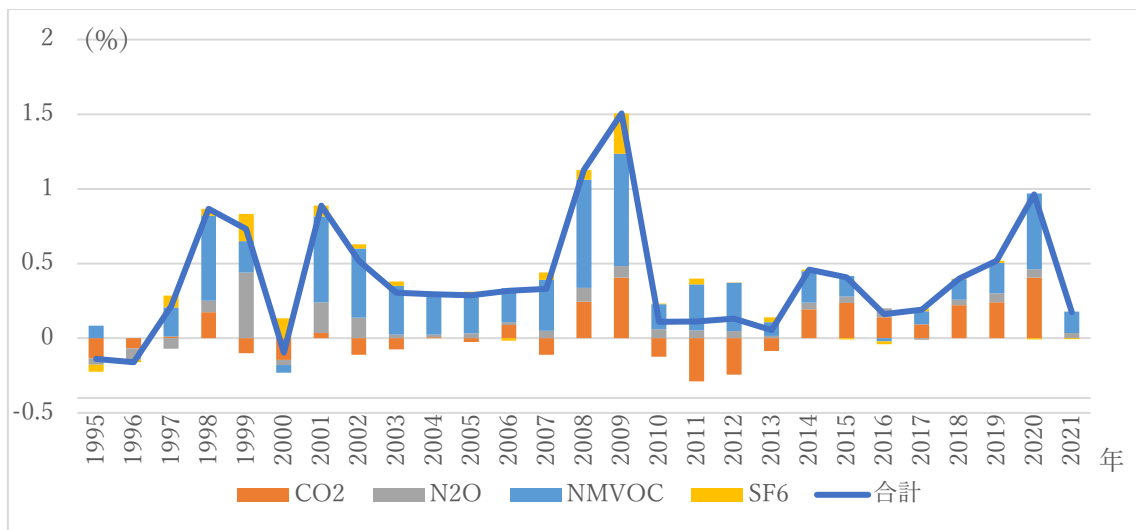
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
前回 試算	汚染調整済 経済成長率	実質 GDP 成長率	汚染削減 調整項	汚染削減 調整項 CO <sub>2</sub>	汚染削減 調整項 CH <sub>4</sub>	汚染削減 調整項 NMVOC	労働	資本	EAMFP
	A=B+C			C=D+E+F			I=A-G-H		
平均成長率 (1995-2018)	1.32	0.85	0.46	0.01	0.31	0.14	0.11	0.25	0.96



図表 10：我が国の汚染調整済経済成長率の寄与度分解



図表 11：汚染削減調整項の内訳の推移



図表 10 は汚染調整済経済成長率の寄与度分解の推移を図示したもの、図表 11 は汚染削減調整項の内訳の推移を図示したものである。図表 10 が示すように汚染調整済経済成長率は実質 GDP 成長率を多くの期間で上回っている。また、世界金融危機の影響を受けた 2008、2009 年、2020 年の新型コロナウイルス感染症の流行で経済成長率が大きく落ち込んだ際には、二酸化炭素の排出量の減少を反映して汚染削減調整項の寄与が高まっている。汚染削減調整項は多くの期間でプラスの寄与となっているのは、図表 11 が示すとおり、NMVOC や SF<sub>6</sub> が多くの期間でプラスの寄与となっていることと、2014 年以降はこれらの物質に加え

て CO<sub>2</sub> がプラスの寄与となっていることを反映している。以下では汚染削減調整項の構成要素となっている各物質の大まかな動向について整理する。産業内での排出の動向については、産業別の寄与度の分析で述べる。

CO<sub>2</sub> については、2014 年から 2018 年まで、経済成長が続く中でも排出量が削減されるデカップリングが実現していたため、プラスの寄与が続いた。環境省（2023）によると、省エネによるエネルギー消費量の減少や再エネ拡大に伴う CO<sub>2</sub> 排出量の減少により、2013 年度の温室効果ガス排出量と比較すると 2021 年度の温室効果ガスの排出量は 16.9%減少したと報告されている。しかしながら、2021 年には前年比で-0.01%と排出量がほとんど変化しなかったため、汚染削減への寄与は、図表 11 が示すとおり、非常に小さなものとなっている。インベントリ（2023）によると、2021 年度の CO<sub>2</sub> の排出量（電気・熱配分後<sup>13</sup>）10 億 6400 万トンのうち 92.9%がエネルギー起源によるものである。その内訳としては、産業部門（工場等）が 35.1%、運輸部門（自動車等）が 17.4%、業務その他部門（商業・サービス・事業所等）が 17.9%、家庭部門が 14.7%、エネルギー転換部門が 7.9%となっている。これらの部門のうち、家庭部門以外のすべての部門で 2021 年度の排出量が前年度比で増加しており、その要因として、新型コロナウイルス感染症で落ち込んでいた経済の回復等が挙げられている。これらを踏まえると、排出量を削減する努力は継続していたものの、経済回復によって排出量が増加したことが、2021 年における CO<sub>2</sub> の寄与を小さなものにした要因と考えられる。

N<sub>2</sub>O については、インベントリ（2023）によると、1990 年度には排出量が 3320 万トン（CO<sub>2</sub> 換算）であり、1997 年度には 3620 万トンと増加傾向にあったが、1998 年度以降、排出量は減少傾向に転じており、2021 年度には 1990 万トンと 1990 年度比で 40.1%の減少となっている。1990 年度と比較した背景について、インベントリ（2023）では、1999 年 3 月にアジピン酸製造工場において N<sub>2</sub>O 分解設備が稼働したことにより工業プロセス及び製品の使用分野からの排出量が大幅に減少したと報告されている。

NM VOC は、インベントリ（2023）によると、1990 年度には排出量が約 210 万トンであったが、長期的に減少してきており、2021 年度には 80 万トンと 60%程度減少している。長期的な減少の背景には 2004 年の大気汚染防止法改正により、2006 年から実施されている揮発性有機化合物（VOC）の排出規制がある。改正以前には、自動車業界や印刷業界での排出抑制の取り組みなどが進められており（環境省（2006））、1993 年から 2003 年にはいくつかの地方自治体で条例による VOC の排出規制などがなされていた（経済産業省・社団法人産業環境管理協会（2010a））。経済産業省・社団法人産業環境管理協会（2010b）によると、2006 年から実施された排出規制は、2000 年度の大気排出量を基準として、2010 年度までに、排出量を 3 割削減することを目標として、法規制と自主的取り組みとを組み合わせ

---

<sup>13</sup> インベントリ（2023）によると、電気・熱配分後の CO<sub>2</sub> 排出量とは、「発電及び熱発生に伴うエネルギー起源 CO<sub>2</sub> 排出量を、電力及び熱の消費量に応じて、消費者側の各部門に配分した値」である。

せた制度となっている。環境省(2015)によると2010年度におけるVOC排出量は目標の3割程度削減を上回る4割以上の削減を達成したことを受け、以降は国としては新たな削減目標は定めず、排出規制と自主的取組が継続して行われている。

SF<sub>6</sub>については、インベントリ(2023)によると、排出量は1990年度から1996年度にかけて、1290万トン(CO<sub>2</sub>換算)から1700万トンと上昇傾向にあった。その後は減少傾向にあり、2009年以降はほとんど変化していない状況であるが、長期的に見るとピークから大きく減少している。インベントリ(2023)は、1990年度と2021年度の排出量の比較において、減少の背景として、電気絶縁ガス使用機器からの排出量が減少したことによるものであるとしており、電気設備からの排出は1990年度と比較して2021年度には92.6%減少している。SF<sub>6</sub>は京都議定書で削減目標として掲げられており、日本電機工業会や電気事業連合会が自主行動計画を策定し、使用機器の製造時・使用時・廃棄時の排出量を一定の割合まで削減することを目標とした。環境省によると1990年代における電気設備からの排出量のうち約8割程度が、製造時によるものである。経済産業省(2015)によると、メーカ各社において、機器自体の小型化によるガス使用量の削減やガス回収設備の高機能化により製造時における排出量が大幅に削減されたとしている。

### 2. 3. 我が国の汚染調整済経済成長率の産業別寄与度

我が国の汚染調整済経済成長率および環境調整済全要素生産性(Environmental Adjusted Multi-Factor Productivity: EAMFP)については、日本全体の指標を産業別の寄与度として分解し、産業ごとの特徴を整理した。産業別の寄与度は、以下の計算方法により試算を行っている。

産業*i*の汚染削減調整項(寄与度)

$$= \sum_j \text{物質 } j \text{ の GDP 弾性値 (OECD 推計)}$$

$$\times \text{物質 } j \text{ に関する産業 } i \text{ の「排出量ウェイト} \times \text{排出量変化率」} \times (-1)$$

産業*i*の汚染調整済経済成長率(寄与度)

$$= \text{産業 } i \text{ の名目 GDP ウェイト (前期と今期の平均)}$$

$$\times \text{産業 } i \text{ の実質 GDP 成長率} + \text{産業 } i \text{ の汚染削減調整項 (寄与度)}$$

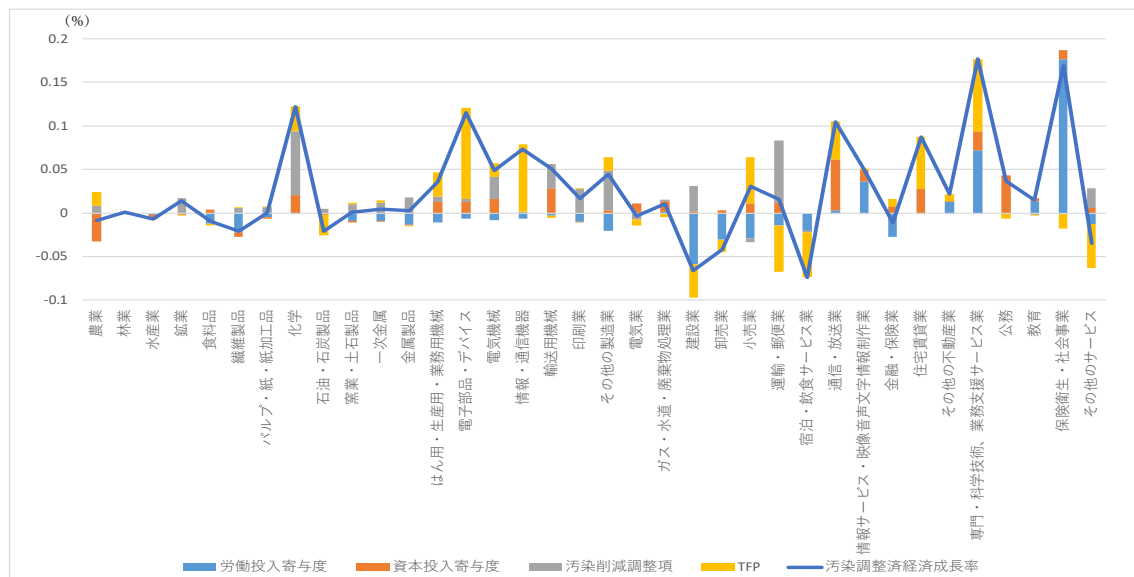
産業  $i$  の環境調整済全要素生産性（寄与度）

= 産業  $i$  の汚染調整済経済成長率（寄与度）

- 産業  $i$  の労働の寄与 - 産業  $i$  の資本の寄与

汚染調整済経済成長率の産業別寄与度の要因分解を行っているのが図表 12 である。多くの産業で汚染削減調整項がプラスの寄与となっている。これは、温室効果ガス等のうち NMVOC 削減によるプラス寄与が多く産業でみられることを反映している。TFP、資本の寄与は多くの産業でプラスであり、TFP の寄与の方が資本の寄与よりも多くの産業で大きい（つまり経済全体の動きと産業別の動きが一定程度似ている）。一方、労働の寄与は多くの産業でマイナスの寄与であるが、少数の産業（保健衛生・社会事業等）の大きなプラスの寄与がそれを相殺している。

図表 12：汚染調整済経済成長率の産業別寄与度の要因分解（1995~2020 年の平均）



1995 年から 2021 年の平均の汚染調整済経済成長率の産業別寄与度と汚染削減調整項は図表 13 のとおりである。

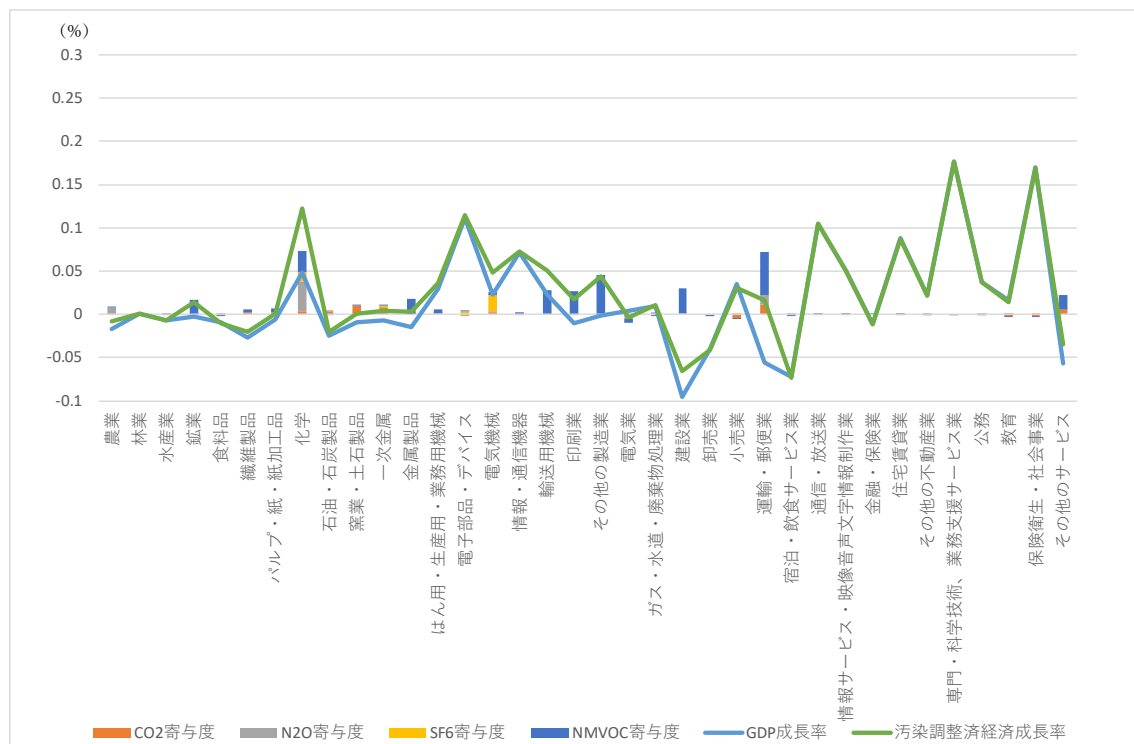
一酸化二窒素 ( $N_2O$ ) は主に、農用地の土壌や家畜排せつ物の管理等、一部の化学製品原料の製造過程、および輸送業に関連する乗用車等の利用によって発生する。それぞれの産業において  $N_2O$  の削減効果がみられるが、もっとも寄与しているものは化学業であり、上述のとおり、アジピン酸製造過程における  $N_2O$  分解装置の設置による削減効果が大きい。次に大きいのは輸送業の寄与度であり、これは、ガソリン乗用車について 1997 年より低排出

ガス対策車販売が販売されたことや、2000年からの新規制により N<sub>2</sub>O の排出を削減する装置が装着されたことによる。

非メタン揮発性有機化合物 (NMVOC) は、エネルギー燃料から排出されるとともに、「工業プロセス及び製品の使用」によって排出される。後者は、具体的には、塗料、洗浄剤、接着剤、インキ等の溶剤として含有しており、これらの使用で発生する。NMVOC は排出規制と各産業の自主的な排出量削減の取り組みにより、毎年着実に減少している。産業別に見ると排出量が多く（つまり排出ウェイトが大きく）かつ排出削減量も多い、「運輸・郵便業」、「その他製造業」、「建設業」、「輸送用機械」および「印刷業」の寄与度が高くなっている。

六フッ化硫黄 (SF<sub>6</sub>) は、電気設備の製造や、マグネシウム溶解のための使用、半導体等の製造工程等で使用される。前述のとおり、SF<sub>6</sub>が使用される電気設備において、業界団体の取り組みにより、排出量が減少したことにより電気機械業の寄与度が高くなっている。

図表 13：汚染調整済経済成長率の産業別寄与度と汚染削減調整項（全期間）

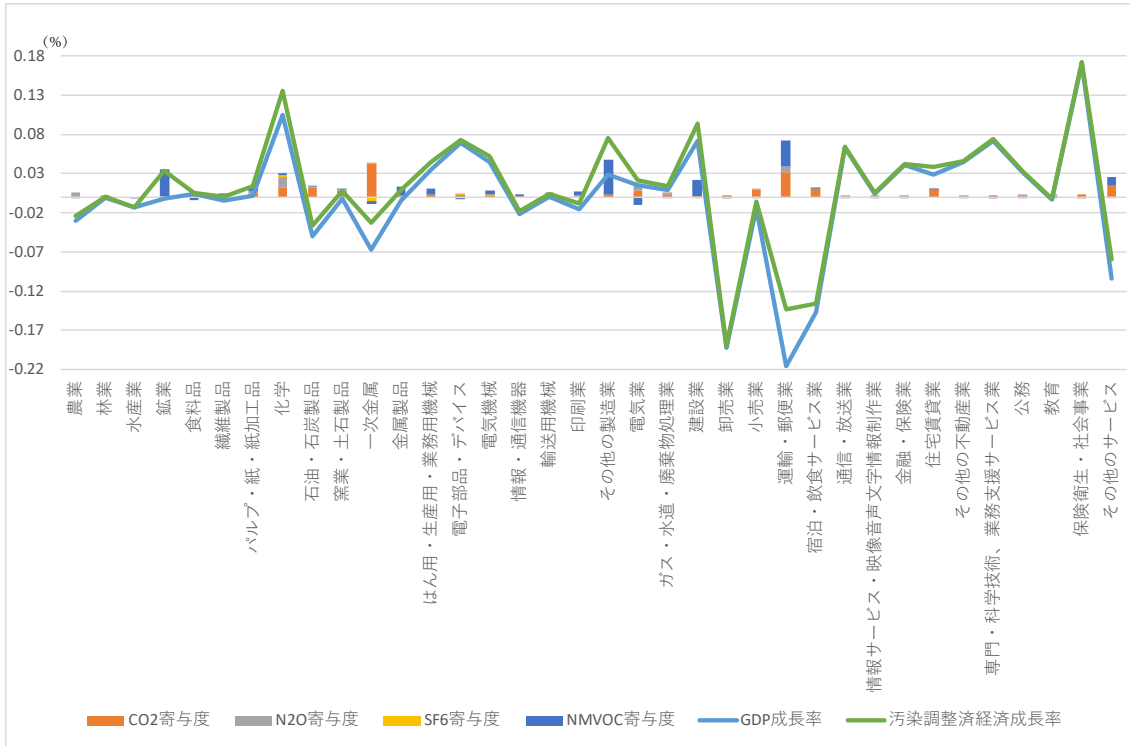


CO<sub>2</sub> は、全期間で見ると、運輸・郵便業を除いて明確な寄与がみられないが、図表 14 に示すように、2014 年以降の期間で見ると多くの産業で明確な寄与がみられる。製造業全体が省エネへの取り組みを進め CO<sub>2</sub> 排出量を削減していく中、特に一次金属（鉄鋼業及び非鉄金属業）において、排出量が大きく（排出ウェイトが高く）、かつ削減量が大きいいため、CO<sub>2</sub> 削減による汚染削減調整項の寄与度が高くなっている。運輸・郵便業については、自動車からの CO<sub>2</sub> 排出が 2000 年代に入り燃費の改善等により減少傾向にあり、また新型コロナ

新型コロナウイルス感染症の影響により 2020 年の走行量が激減したことを受け、汚染削減調整項の寄与度が高くなっている。

総じて、温室効果ガスおよび大気汚染物質について、物質によっては特定の産業にその排出が限られているケースも多く、削減の寄与がこうした産業に偏る傾向がある。

図表 14：汚染調整済経済成長率の産業別寄与度と汚染削減調整項（2014-2020 年平均）



### 3. 大気排出勘定の試算

「2. OECD の枠組みに基づく『汚染調整済経済成長率』の試算」に用いた温室効果ガスおよび大気汚染物質の排出量に関するデータは、SEEA の一つである大気排出勘定 (Air Emissions Accounts) のデータを利用している。内閣府 (2022) では、1991 年から 2020 年を対象に、CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O、および NMVOC の大気排出勘定を試算し公表している。今回試算では同一期間 (1991 年から 2020 年) を対象に、日本国温室効果ガスインベントリで公表されている、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>)、メタン (CH<sub>4</sub>)、一酸化二窒素 (N<sub>2</sub>O)、ハイドロフルオロカーボン類 (HFCs)、パーフルオロカーボン類 (PFCs)、六フッ化硫黄 (SF<sub>6</sub>)、三フッ化窒素 (NF<sub>3</sub>)、窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>)、一酸化炭素 (CO)、非メタン揮発性有機化合物 (NMVOC) および二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>) について大気排出勘定を試算した。また、内閣府 (2022) で公表した大気排出勘定は、産業 24 分類、家計 1 分類について試算していたが、今回試算では産業 58 分類、家計 3 分類について試算を行っている。さらに総合エネルギー統計の利用方法

を改善し、大気汚染物質排出量総合調査を新たに利用するとともに、CRF と産業分類との対応関係を見直すことで推計の精緻化を行っている。

ここでは、今回試算した大気排出勘定の中でも特に、汚染調整済経済成長率の試算で用いたCO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O及びN<sub>2</sub>Oと同一の方法で推計しているCH<sub>4</sub>、SF<sub>6</sub>及びSF<sub>6</sub>と同一の方法で推計しているPFCs、NF<sub>3</sub>、並びにNMVOCの試算方法について述べる。

### 3. 1. 大気排出勘定の概要

「1. はじめに」で述べたとおり、国連は、2012年にSEEAを国際基準として採択した<sup>14</sup>。SEEAは国民経済計算と統合的な産業分類や制度部門で、環境と経済の相互関係を包括的にとらえる勘定体系である。SEEAは、

- ・ 環境から経済への天然資源等の物質の投入、経済における物質の使用・供給、経済から環境への物質の排出を捉える「物的フロー勘定」
- ・ 鉱物資源、土地、森林、水産資源などの環境資産を物的、貨幣的に記録する「資産勘定」
- ・ 環境保全のための経済活動を記録する「環境活動勘定」（環境保護支出勘定、環境財・サービス部門統計）

など、多数の勘定表から構成される。

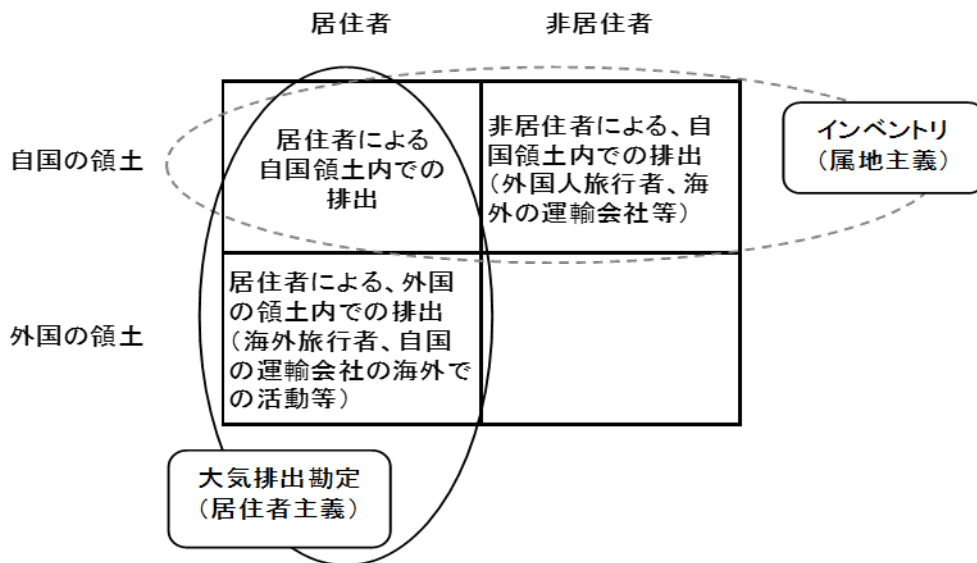
物的フロー勘定では、特定の物質に着目して詳細に記録する勘定表も提案されているが、脱炭素との関係では、事業所と家計から大気に放出されたガス状・粒子状の物質を記録する「大気排出勘定」が重要である。

温室効果ガスおよび大気汚染物質の排出・吸収状況に関するデータは、国連気候変動枠組み条約（UNFCCC）に基づき、インベントリ報告として締約国から国連に提出されている。大気排出勘定は、インベントリ報告のデータを基礎に作成する。大気排出勘定については排出量を産業別および家計の消費別に記録することになる。一方でインベントリ報告の分類は必ずしも産業に整備されていない項目もあるので、国民経済計算と統合的な産業分類に組み替える必要がある。また、インベントリ報告書は一国の領域内で発生した物質を記録する「属地主義」に基づき作成されているため、SEEAと統合的な「居住者主義」に組み替える必要がある。具体的には、非居住者が国内で発生させた分は除き、国内の居住者が海外で発生させた分を含める必要がある（図表15）。大気排出勘定では運輸業において調整を行い、調整項をブリッジング項目として記録することになる。

---

<sup>14</sup> SEEAに関する以下の説明は、主に内閣府（2016）に基づく。

図表 15：大気排出勘定における居住者主義と属地主義



(備考) Eurostat (2015) Figure 3 を基に筆者作成。

### 3. 2. 大気排出勘定の試算方法について

大気排出勘定の推計については、主に温室効果ガスインベントリの数値を用いてそれを経済活動別に組み替えることにより作成する。温室効果ガスインベントリの項目を分割、統合することで産業分類に対応させるが、エネルギー起源の排出については、総合エネルギー統計等のデータを利用する。特に温室効果ガスインベントリ共通報告様式(Common Reporting Format: CRF)分類の「運輸」については乗用車に関する排出について家計からの排出が含まれるため、この家計消費にあたる排出量については総合エネルギー統計やインベントリ報告書にある車種別の自動車走行量等のデータを用いて按分している。

工業プロセス及び製品の使用に伴う排出については、対応する産業に直接計上を行う。使用等に関連する排出については、その他関連する統計資料を利用して、その製品を使用すると思われる産業へ計上する形で推計を行う<sup>15</sup>。ブリッジングアイテムについて、2013年以降の航空からのCO<sub>2</sub>の排出についてはOECDのデータを利用することができる。その他の物質については、温室効果ガスインベントリ国際バンカー油および貿易統計の「国籍別航空機入港表」、ならびに「国籍別船舶入港表」を用いて推計を行っている。また、温室効果ガスインベントリの数値は年度値である一方、大気排出勘定は暦年のデータで整備することになっているので、暦年値に変換している。今回試算した大気排出勘定の項目は図表16のとおりである。

<sup>15</sup>インベントリ報告書に掲載されている内訳データを利用する他、非メタン揮発性有機化合物(NMVOC)についてはVOCインベントリを利用する。



図表 16：大気排出勘定の項目

1 農林水産業	12 宿泊・飲食サービス業
1-1 農業	13 娯楽・生活関連サービス業
1-2 林業	13-1 娯楽業
1-3 水産業	13-2 生活関連サービス業
2 鉱業、採石業	14 教育・学習支援業
3 建設業	15 医療・福祉
4 製造業	15-1 医療
4-1 食料品・飲料、たばこ、飼料	15-2 保険衛生
4-2 繊維	15-3 社会保険・社会福祉・介護
4-3 木材・木製品製造業	16 サービス業（ほかに分類されないもの）・複合サービス業
4-4 家具・装備品製造業	16-1 廃棄物処理業
4-5 パルプ・紙・紙加工品	16-2 機械等修理業
4-6 印刷・同関連業	16-3 職業紹介・労働派遣業
4-7 化学工業	16-4 その他のサービス業
4-8 石油・石炭製品	17 公務（他に分類されるものを除く）
4-9 窯業・土石製品	18 分類不能
4-10 鉄鋼	19 家計
4-11 非鉄金属	19-1 運輸
4-12 金属製品	19-2 暖房/冷房
4-13 はん用機械、生産用機械、業務用機械	19-3 その他
4-14 電子部品・デバイス	合計（居住者主義、SEEA）
4-15 電気機械	ブリッジングアイテム（控除、船舶）
4-16 情報通信機器	ブリッジングアイテム（控除、航空）
4-17 輸送用機械	ブリッジングアイテム（加算、船舶）
4-18 その他の製造業	ブリッジングアイテム（加算、航空）
5 電気・ガス・熱供給・水道業	合計（属地主義、UNFCCC）
5-1 電気業	ブリッジングアイテムの内訳
5-2 ガス、熱供給	船舶
5-3 水道業	国内線 居住者（A）
6 情報通信業	海外の国内線 居住者（B）
6-1 通信業	国内線 非居住者（C）
6-2 放送業	国際線、日本発 居住者（D）
6-3 情報サービス業	国際線、日本着 居住者（E）
6-4 インターネット附随サービス業	国際線、海外で運航 居住者（F）
6-5 映像・音声・文字情報制作行	国際線、日本発 非居住者（G）
7 運輸・郵便業	SEEA概念の排出（A+B+D+E+F）
7-1 運輸業（鉄道・道路）	UNFCCC概念の排出量（国内線）（A+C）
7-2 運輸業（船舶）	UNFCCC概念の排出量（国際線）（D+G）
7-3 運輸業（航空）	航空
7-4 倉庫業	国内線 居住者（A）
7-5 郵便業	海外の国内線 居住者（B）
8 卸売・小売業	国内線 非居住者（C）
8-1 卸売行	国際線、日本発 居住者（D）
8-2 小売業	国際線、日本着 居住者（E）
9 金融・保険業	国際線、海外で運航 居住者（F）
9-1 金融業（保険業以外）	国際線、日本発 非居住者（G）
9-2 保険業	SEEA概念の排出（A+B+D+E+F）
10 不動産・物品賃貸業	UNFCCC概念の排出量（国内線）（A+C）
10-1 不動産業	UNFCCC概念の排出量（国際線）（D+G）
10-2 物品賃貸業	
11 学術研究・専門技術サービス業	
11-1 学術・開発研究機関	
11-2 専門サービス業（法律、デザイン、経営等）	
11-3 広告業	
11-4 技術サービス業（設計、検査等）	

### 3. 2. 1. 大気排出勘定 (CO<sub>2</sub>) の試算

二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) については、電気・熱配分前と後の 2 通りの勘定表を作成した。SEEA の原則では、温室効果ガス及び大気汚染物質が大気に排出された時点で排出量を捕捉することとなっており、大気排出勘定においては電気・熱配分前の部門で記録することが望ましい。しかし、電気事業者からの各産業への電力供給は中間投入という側面がある。産業別に汚染調整済経済成長率を推計する場合、GDP と温室効果ガス及び大気汚染物質との関係が見える化する指標であることを考えると、排出量は電気熱配分後で試算することが望ましいと考えられる。そのため特に、電気熱配分前後で産業別の状況が大きく異なり、かつ電気熱配分前後に関するデータが利用できる二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) については、電気熱配分前後の 2 通りの試算を行った。

電気・熱配分前の二酸化炭素排出量については環境省・国立環境研究所「温室効果ガスインベントリ (2022 年)」国内向け公開版の CO<sub>2</sub> の部門別排出量【電気・熱配分前】、及び経済産業省「総合エネルギー統計」のデータを用いて試算した。

エネルギー起源の排出量に関し、「国内向け公開版」データ分類の発電所・製油所については、それぞれ該当する産業部門へ計上している。エネルギー起源のその他の項目については、総合エネルギー統計の (詳細版) 炭素単位表の電気・熱配分前の数値を使い排出量を産業別に配分した。

非エネルギー起源の排出については、「国内向け公開版」の各部門に該当する産業部門に計上している。ただし、①工業プロセス及び製品の使用のうち金属製品、②工業プロセス及び製品の使用のうち燃料からの非エネルギー製品及び溶剤の使用、③廃棄物のうち廃棄物のエネルギー利用、④その他 (間接 CO<sub>2</sub> 等) のうち燃料からの漏出に関する区分については、温室効果ガスインベントリの「2022 年提出版各分野に掲載されている時系列データ」の詳細なデータを用いて産業別に直接計上を行っている<sup>16</sup>。

電気・熱配分後の二酸化炭素排出量については、「温室効果ガスインベントリ (2022 年)」国内向け公開版の CO<sub>2</sub> の部門別排出量【電気・熱配分後】を利用している。電気・熱配分前と同様にエネルギー起源と、非エネルギー起源の 2 つに分けて排出量が記録されている。

まず、エネルギー起源に関し、電気熱配分前と同様に、発電所・製油所については、それぞれ該当する産業部門へ計上している。エネルギー起源のその他の項目については、総合エ

---

<sup>16</sup> 「工業プロセス及び製品のうち金属製品」については、鉄鋼製造とアルミニウム製造を、それぞれ鉄鋼業と非鉄金属業に計上している。「工業プロセス及び製品のうち燃料からの非エネルギー製品及び溶剤の使用」について、「潤滑油の使用」及び「尿素触媒」については運輸業に、「パラフィンろうの使用」及び「NMVOC の焼却」については化学業に計上している。「廃棄物のうち廃棄物のエネルギー利用」について、「廃棄物の焼却と野焼き」については廃棄物処理業に、「廃棄物のエネルギー利用」についてはそれぞれ利用している産業に計上している。最後に「その他 (間接 CO<sub>2</sub> 等) のうち燃料からの漏出に関する区分」について、石炭採掘などの資源採掘に関するものは鉱業他に、地熱発電に関するものは電気業に、残りは運輸業に計上している。

エネルギー統計の（詳細版）炭素単位表の電気・熱配分後の数値を使い排出量を産業別に配分している。非エネルギー分野については、電気熱配分前と同様の方法で計上している。

### 3. 2. 2. 大気排出勘定（CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O）の試算

CH<sub>4</sub>およびN<sub>2</sub>Oの大気排出勘定は①「日本国温室効果ガスインベントリ報告書(National Inventory Report)」並びにその共通報告様式(Common Reporting Format: CRF)、「大気汚染物質排出量総合調査」及び「総合エネルギー統計」を利用して試算している。試算については①CRF分類の業務(1.A.4.a)以外と②CRFの業務(1.A.4.a)で分けて行い、最後にこの2つを合算している。

CRF分類の業務(1.A.4.a)以外については、直接参照できる分類についてはそれに対応する産業へ計上する。直接参照できない分類について、エネルギー分野は「総合エネルギー統計」のエネルギー消費量等の比率で按分している。CH<sub>4</sub>およびN<sub>2</sub>OについてCRF分類の按分で利用するエネルギー種は図表17のとおりである。なお、運輸のうちの乗用車の家計寄与分は温室効果ガスインベントリから取得した車種別の走行量に排出係数を乗じて推計している。

図表17：CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>OのCRF分類の按分で使用するエネルギー種

列記号	エネルギー種	列記号	エネルギー種	列記号	エネルギー種
\$0111	コークス原料炭	\$0320	発電用原油	\$0440	発電用C重油
\$0112	吹込原料炭	\$0321	瀝青質混合物	\$0451	潤滑油
\$0122	汎用輸入一般炭	\$0331	精製用 NGL コ ンデンセート	\$0452	他重質石油製品
\$0123	発電用一般炭	\$0332	発電用 NGL コ ンデンセート	\$0455	オイルコークス
\$0124	国産一般炭	\$0333	石化用 NGL コ ンデンセート	\$0456	電炉ガス
\$0130	無煙炭	\$0420	純ナフサ	\$0457	製油所ガス
\$0211	コークス	\$0421	改質生成油	\$0458	LPG
\$0212	コールタール	\$0431	ガソリン	\$0510	輸入天然ガス
\$0213	鍊豆炭	\$0432	ジェット燃料油	\$0521	ガス田随伴ガス
\$0221	コークス炉ガス	\$0433	灯油	\$0522	炭鉱ガス
\$0222	高炉ガス	\$0434	軽油	\$0523	原油溶解ガス
\$0225	転炉ガス	\$0436	A重油	\$0610	一般ガス
\$0311	精製純原油	\$0438	B重油	\$0620	簡易ガス
\$0312	精製粗残油	\$0439	一般用C重油		

CRF 分類の業務(1.A.4.a)については、環境省「大気汚染物質排出量総合調査（平成 12 年度）、（平成 15 年度）、（平成 18 年度）、（平成 21 年度）、（平成 24 年度）、（平成 27 年度）、（平成 30 年度）」の個票データを利用して、インベントリに示された推計方法に基づき、燃料種×炉種×産業別の燃料消費量と排出係数を用いて産業別の排出量を推計し、その推計値に基づいて CRF の排出量を按分している<sup>17</sup>。大まかな手続きは以下のとおりである。

ステップ 1：大気汚染物質排出量総合調査の個票情報を用いて、大気汚染物質排出量総合調査ベースの産業別 $k$ ×炉種別 $j$ ×燃料種別 $i$ に燃料消費量 $A_{kji}^{MAP}$ を集計する。

ステップ 2：産業別 $k$ および燃料種別 $i$ に各炉種 $j$ が占める燃料消費量の割合 $w_{ijk}$ を推計する。

$$w_{ijk} = \frac{A_{kji}^{MAP}}{\sum_j A_{kji}^{MAP}}$$

ステップ 3：ステップ 2 で推計した割合に総合エネルギー統計における産業別 $k$ および燃料種別 $i$ の燃料消費量 $A_{ki}^{EB}$ を乗じることで、総合エネルギー統計ベースでの産業別 $k$ ×炉種別 $j$ ×燃料種別 $i$ に燃料消費量 $A_{kji}$ を集計する。

$$A_{kji} = w_{ijk} \times A_{ki}^{EB}$$

ステップ 4：総合エネルギー統計ベースでの産業別 $k$ ×炉種別 $j$ ×燃料種別 $i$ の燃料消費量 $A_{kji}$ に温室効果ガスインベントリから得られる排出係数 $EF_{ij}$ を乗じ、産業別 $k$ ×炉種別 $j$ ×燃料種別 $i$ の排出量 $E_{kji}$ を推計する。

$$E_{kji} = EF_{ij} \times A_{kji}$$

ステップ 5：ステップ 4 で推計した排出量 $E_{kji}$ に関し、炉種別 $j$ および燃料種別 $i$ に足し上げて、産業別排出量 $E_k$ を推計する。

$$E_k = \sum_j \sum_i E_{kji}$$

ステップ 6：ステップ 5 で推計した産業別排出量の推計値の比率を用いて CRF 分類の業務

---

<sup>17</sup> 平成 15 年より前の期間については、平成 15 年の数値を、平成 30 年より後の期間については平成 30 年の数値を利用している。実施年の補間年にあたる期間については実施年の平均値を利用している。例えば平成 13 年度および平成 14 年度については平成 12 年度と 15 年度の平均値を利用している。

(1.A.4.a)の排出量を産業別に按分する。

### 3. 2. 3. 大気排出勘定 (PFCs、SF<sub>6</sub>、およびNF<sub>3</sub>) の試算

PFCs、SF<sub>6</sub>、およびNF<sub>3</sub>については「エネルギー起源」からの排出はなく、「工業プロセス及び製品の使用」からの排出のみとなっている。PFCs、SF<sub>6</sub>、およびNF<sub>3</sub>についてはCRF分類と産業分類を以下のとおりに対応させて計上している。

図表 18：PFCs、SF<sub>6</sub>およびNF<sub>3</sub>におけるCRF分類と産業分類の対応表

CRF 分類	産業分類
2.B.9.フッ化物生産	化学工業
2.C.3.アルミニウム生産	非鉄金属
2.C.4.マグネシウム生産	非鉄金属
2.E.1.集積回路または半導体	電子部品・デバイス
2.E.2.TFT フラットパネルディスプレイ	電子部品・デバイス
2.F.5.溶剤	HFCs は生活関連サービス業 PFCs は電子部品・デバイス
2.G.1.電気設備	電気機械 (製造時) 電気業 (使用・廃棄時) (SF <sub>6</sub> のみ)
2.G.2.他の製品の使用からの SF <sub>6</sub> および PFC	化学工業

### 3. 2. 4. 大気排出勘定 (NMVOC) の試算

NMVOC の試算でも、まずCRF分類における「エネルギー起源」による排出と「工業プロセス及び製品の使用」による排出についてそれぞれ産業別に推計し、その後2つの推計結果を合算している。まず「エネルギー起源」による排出については、CRFを直接参照するか、または総合エネルギー統計のエネルギー消費量の割合を用いて按分している。次いで、「工業プロセス及び製品の使用」による排出であるが、NMVOCはCRF分類の「2.工業プロセス及び製品の使用 A.燃料からの非エネルギー製品及び溶剤の使用 3.その他」の排出が全体の7割を超えている。「その他」に当たる排出は、金属や製造品機器の洗浄、接着剤の利用及び溶剤の利用等に伴う排出量を記録したものとなっている。「その他」については、揮発性有機化合物(VOC)排出インベントリ検討会(2022)のVOCインベントリの発生源品目及び業種別のデータを用いて、溶剤等の使用による産業別の排出量を推計し、その推計値を用いて産業別に按分している。

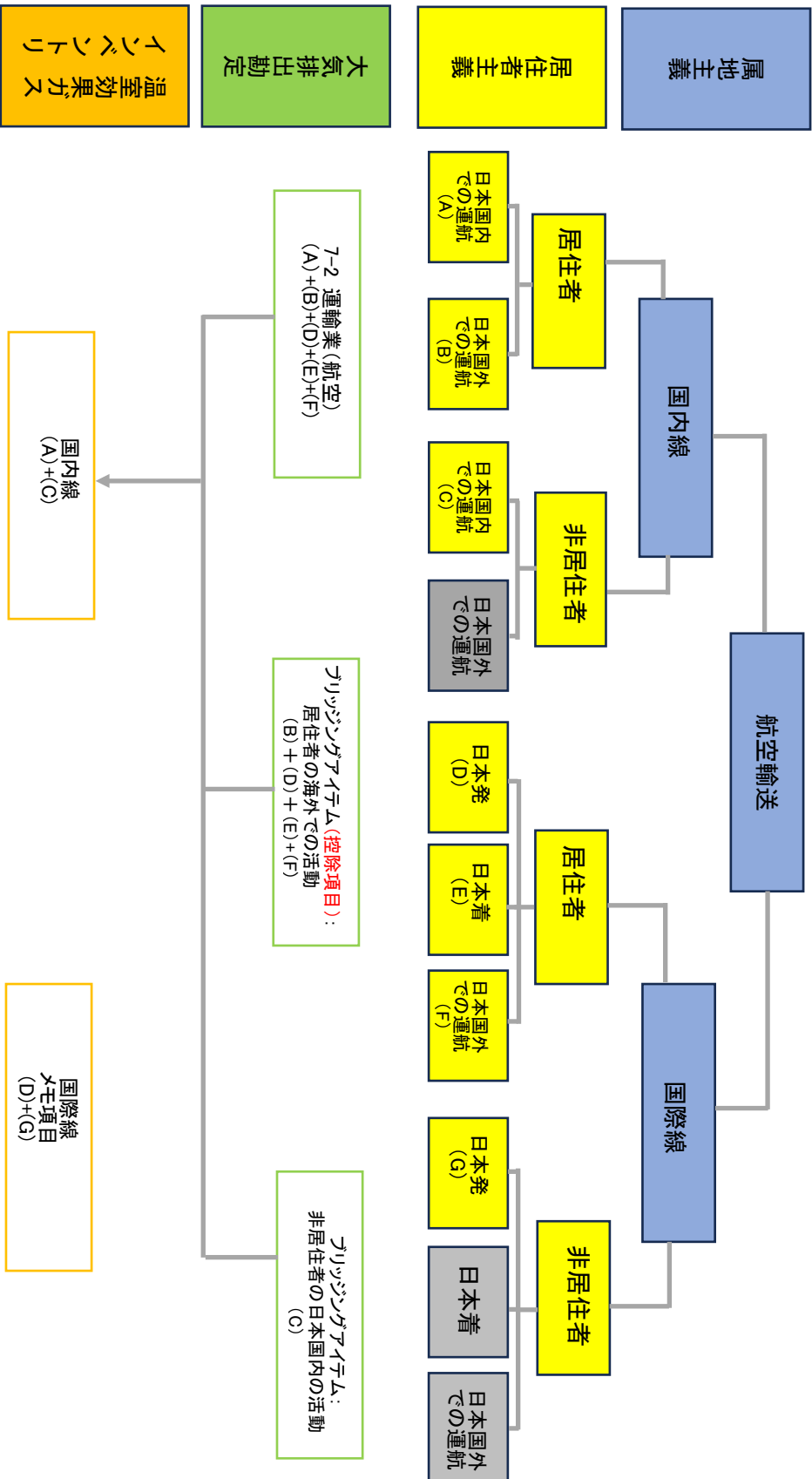
### 3. 2. 5. ブリッジングアイテムの試算

温室効果ガスインベントリは国内領土における排出が対象である一方で、SEEA の大気排出勘定は居住者による海外における排出も対象とする居住者主義の考え方に基づいて整備される。よって居住者主義へ調整する必要があり、当該項目はブリッジングアイテムとして記録されることになる。より具体的には、インベントリの排出量から「非居住者の国内の活動」から発生する分を差し引き、「居住者の海外における活動」から発生する分を加算する必要がある。

Eurostat (2015), “Manual for air emissions accounts”では、居住調整が必要だと思われる問題として、国際船舶輸送、国際航空輸送、国際道路輸送、漁船、観光及びパイプラインでのエネルギー輸送を取り上げている。この中で、データの利用可能性及び我が国における重要度の観点から、運輸業の中の航空と船舶について海外の居住者と国内の非居住者の航空と船舶について推計を行っている。

OECD (2022) を参考に、属地主義と居住者主義との関係および大気排出勘定で記録する範囲と温室効果ガスインベントリで記録する範囲について、図表 19 の通りに整理している。

図表 19：航空における属地主義から居住者主義への変換の考え方



(備考) Daniel, et.al. (2022) 「Figure3.1」を参考に筆者作成。

本研究で推計したブリッジングアイテムについても航空および船舶について、国内外の別ならびに居住者および非居住者の別に図表 20 のとおりに整理している。

図表 20：ブリッジングアイテムの整理

項目ラベル	項目名	国内 国外の別	居住者 非居住者の別
(A)	日本の国内線、日本の居住航空/船舶会社が運航	国内	居住者
(B)	日本の居住航空/船舶会社が運航する日本国外の国内線	国内	居住者
(C)	日本に居住していない航空/船舶会社が運航する日本の国内線	国内	非居住者
(D)	日本から出発し、日本の居住航空/船舶会社が運航する国際線	国際	居住者
(E)	日本に到着し、日本の居住航空会/船舶会社が運航する国際線	国際	居住者
(F)	日本の居住航空/船舶会社が運航する日本国外の国際線	国際	居住者
(G)	日本に居住していない航空/船舶会社が運航する、日本を出発する国際線	国際	非居住者

ブリッジングアイテムで利用した基礎データは①環境省・国立環境研究所「温室効果ガスインベントリ (2022 年)」、②財務省貿易統計「国籍別航空機入港表」、③財務省貿易統計「国籍別船舶入港表」、④ OECD.stat “Air Transport CO2 Emissions”である。

試算方法については、まず、CO<sub>2</sub>に関する 2013 年以降の航空のブリッジングアイテムについては、OECD.stat で公表されているので、項目 (A) 以外は OECD の公表値を引用している。項目 (A) については、温室効果ガスインベントリの CRF の船舶、航空に業務の産業別分割値を加えた値を計上している。項目 (D) (E)、および (G) については、「国籍別航空機入港表」、「国籍別船舶入港表」を用いて船舶、航空機に関する入港隻数や積み荷数の国籍比と、温室効果ガスインベントリの CRF の「メモ項目/国際バンカー/船舶、航空」のデータを用いて推計している。項目 (B)、(C)、および (F) についてはデータの制約から (CO<sub>2</sub>の 2013 年以降の航空以外は) 試算を行っていない。

2013 年から 2020 年の間の航空の CO<sub>2</sub>に関連する数値は OECD.stat のデータを利用できるが、その他の期間、その他の物質については利用可能なデータが限られており、より適

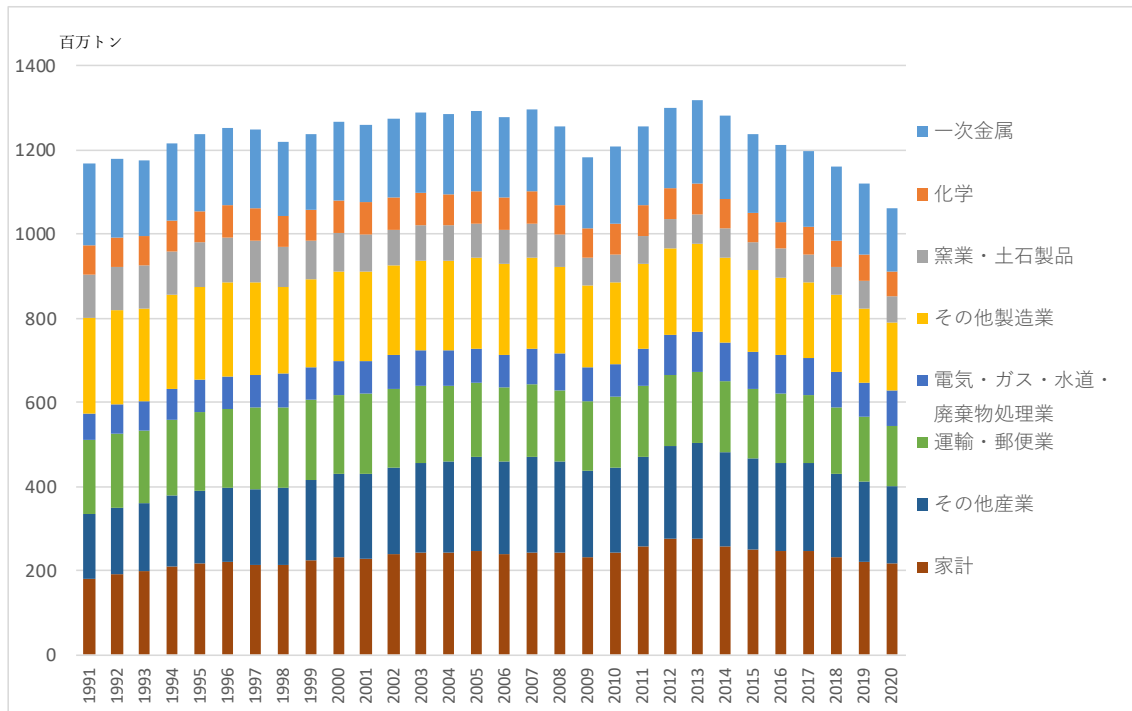


切な推計方法を検討することは今後の課題である。

### 3. 3. 大気排出勘定の試算結果

大気排出勘定の試算結果を電気・熱配分後 CO<sub>2</sub> 排出量についてまとめると図表 21 のとおりとなる<sup>18</sup>。産業別の傾向をみると CO<sub>2</sub> 排出量は、一次金属（鉄鋼、非鉄金属）、窯業・土石製品、化学、運輸・郵便業などからの排出が多い。また、近年は家計からの排出が2割程度を占めている。マクロ全体での傾向をみると、排出量は世界金融危機による景気後退で減少した後、増加に転じたが2013年をピークに減少している。この近年の減少は、再生可能エネルギーの導入拡大や省エネの進展等を背景としている。

図表 21：大気排出勘定に基づいた産業別 CO<sub>2</sub> 排出量



(備考) 環境省・国立環境研究所「温室効果ガスインベントリ(2022)」のデータをもとに筆者作成

### 4. 今後の課題

汚染調整済経済成長率の試算については、今回は省略した自然資本の取り込みが課題である。鉱物資源に乏しく、農林水産業のシェアも小さい日本経済の状況を考えると、自然資本が経済成長率に与える影響は小さいかもしれないが、環境と経済の状況を包括的に捉える分析枠組みの考え方を踏まえれば、自然資本も含む試算を行うことが望ましく、データの

<sup>18</sup> 試算結果の詳細は、併せて公表のエクセルファイルを参照のこと。

作成方法を検討する必要がある。

大気排出勘定の推計については、①ブリッジングアイテムの精緻化、②国際標準産業分類（ISIC）への対応という課題が残っている。ブリッジングアイテムの精緻化については、航空、船舶ともに日本国籍の航空機や船舶の活動やそれに伴う温室効果ガスおよび大気汚染物質がどの程度排出されているかに関する詳細なデータが必要となるが、政府統計などでは必ずしも整備されているデータではなく、今後利用可能なデータに関する検討を引き続き行っていく必要がある。ISIC への対応については、国際比較可能性の観点からは大気排出勘定は ISIC で整備するのが望ましいが、一方で総合エネルギー統計など基礎統計は日本産標準産業分類（JSIC）に基づいている。そのため今後は ISIC とどのように対応させるかについて検討の余地があるといえる。

環境要因を考慮した経済統計・指標について、今後もできるだけ有用なデータが提供できるよう、調査研究を進めていきたい。

補論 1. 大気排出勘定 (CO、NO<sub>x</sub> および SO<sub>2</sub>) の試算

NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub> および CO の大気排出勘定の試算については、CH<sub>4</sub> および N<sub>2</sub>O と同じく CRF で記録されている排出量について①CRF 分類の業務(1.A.4.a)以外と②CRF の業務(1.A.4.a)で分けて作業を行い、最後にこの2つを合算している。まず①CRF 分類の業務(1.A.4.a)以外については、エネルギー分野で直接参照できないものは「総合エネルギー統計」のエネルギー消費量の比率で按分し、その他は温室効果ガスインベントリの数値を直接参照している。CO については CRF 分類の按分で使用するエネルギー種は CH<sub>4</sub> および N<sub>2</sub>O と同一である。NO<sub>x</sub> および SO<sub>2</sub> の推計で利用するエネルギー種は図表 A.1 のとおりである。

図表 A.1 : NO<sub>x</sub> および SO<sub>2</sub> の CRF 按分で使用するエネルギー種

列記号	エネルギー種
\$0433	灯油
\$0436	A 重油
\$0458	LPG
\$0610	一般ガス
\$0620	簡易ガス

CRF の業務(1.A.4.a)については、CO は「総合エネルギー統計」のエネルギー消費量で按分している。NO<sub>x</sub> および SO<sub>2</sub> については「大気汚染物質排出量総合調査」の業種別排出量(公表値)を総合エネルギー統計で分割した値を用いて、按分を行っている。

補論 2. 大気排出勘定 (HFCs) の試算

HFCs についてもほかのフロン類 (PFCs、SF<sub>6</sub>、および NF<sub>3</sub>) と同様に「エネルギー起源」からの排出はなく、「工業プロセス及び製品の使用」からの排出のみとなっている。そのため、CRF と産業分類を図表 A.2 のとおりに対応させ、温室効果ガスインベントリの詳細なデータも用いて産業別の排出量を試算している。

図表 A.2:CRF 分類と産業分類の対応表

CRF 分類		産業分類	
		製造時	使用・廃棄時
2B9.フッ化物製造			
副生ガスの排出	HFC-22 の製造に伴い、HFC-23 が副生ガスとして排出	化学工業	—
製造時の漏出	HFCs、PFCs、SF <sub>6</sub> 、NF <sub>3</sub> 製造時にガスが漏洩	化学工業	—
2C4. マグネシウム製造	マグネシウム溶湯用酸化防止カバーガスとして使用されるため、マグネシウムの製造に伴って HFCs、SF <sub>6</sub> が排出	—	非鉄金属
2E.電子産業			
2E1.半導体	半導体の製造時に HFCs、PFCs、SF <sub>6</sub> 、NF <sub>3</sub> が排出	—	電子部品・デバイス
2E2.液晶	液晶の製造時に HFCs、PFCs、SF <sub>6</sub> 、NF <sub>3</sub> が排出	—	電子部品・デバイス
2F. オゾン層破壊物質の代替としての製品の使用			
2F1.冷蔵庫及び空調	冷蔵庫及び空調機器（家庭用冷蔵庫、業務用冷凍空調機、自動販売機、輸送機器用冷蔵庫、工業用冷蔵庫、固定空調機器（家庭用エアコン）、輸送機器用空調機器）の生産時、使用時、故障時、廃棄時等に HFCs が漏洩する。	電気機械器具製造業	詳細は図表 23 を参照
2F2.発泡剤	発泡剤として使用される HFCs が排出。使用と廃棄を区分することは困難。	—	建設業
2F3.消火剤	消火剤として使用される HFCs が排出される。使用に伴う排出の活動量に東京消防庁の HFCs 設置・ストック量を使用。	—	公務
2F4.エアゾール	医療用：定量噴射剤の製造・使用時に排出される。使用時のデータは記載されていない。 一般用：エアゾールの製造・使用時に排出される。使用時のデータは記載されていない。	医療、化学工業	—
2F5.溶剤	液体状の HFC-365mfc がソルカンドライという名称で業務用ドライクリーニングの溶剤として使用されており、揮発等によって大気中に排出されている。また、一般電子部品洗浄時、半導体・液晶製造時の溶剤として使用される HFCs 及び PFCs が排出される。		生活関連サービス、電子部品デバイス（半導体・液晶製造時の HFCs 排出量は PFCs の内数）

ただし、2.F.1 冷蔵および空調については、製造時点の排出のほかに、冷蔵庫および空調等の使用・廃棄によって排出されるので、それらを使用する産業に按分する必要がある。2.F.1 冷蔵および空調の按分方法は図表 A.3 のとおりである。

図表 A.3：CRF 分類 2.F.1 冷蔵および空調の按分方法

排出源カテゴリー	産業分類
家庭用冷蔵庫	家計（その他）
業務用冷凍空調機器	使用時と廃棄時の排出は総合エネルギー統計の電力消費量で全産業に按分し、製造時は電気機械へ計上する。
自動販売機	小売業
輸送機器用冷蔵庫（鉄道）	運輸業（鉄道、道路）
輸送機器用冷蔵庫（船舶）	運輸業（船舶）
家庭用エアコン	家計の冷房/暖房
カーエアコン	総合エネルギー統計のガソリンと軽油消費量で運輸業（鉄道、道路）と家計の運輸を按分して計上する。
鉄道用空調機器	運輸業（鉄道、道路）
船舶用空調機器	運輸業（船舶）

参考資料1. 令和4年度研究会について

本稿の大気排出勘定の検討及び推計は、内閣府が株式会社エス・アール・シーに委託し、有識者から構成される「令和4年度 環境要因を考慮した経済統計・指標についての調査研究」研究会を設置して委員の助言を得て実施した。

①研究会の構成（肩書は当時）

座長 早見 均 慶応義塾大学 商学部 教授  
 委員 氏川 恵次 横浜国立大学大学院 国際社会科学研究院 教授  
 委員 深見 正仁 ミネベアミツミ株式会社 C G O (Chief Green Officer)  
 委員 牧野 好洋 静岡産業大学 経営学部 経営学科 教授

②開催日程と議題

研究会	年月日	議 題
第1回	令和5年 1月6日	(1) 経緯と今後の作業方針について (2) 本調査研究の概要について (3) 具体的なアプローチの方法について
第2回	令和5年 3月3日	(1) 各種前提条件について (2) 大気排出勘定の推計方法と推計結果（一部暫定値）について (3) 各国のSEEAの政策利用状況について (4) 報告書の構成（案）について

参考資料 2. 共通報告様式 (CRF) の項目と大気排出勘定の産業分類の対応

共通報告様式 (CRF) の項目	大気排出勘定の産業分類
合計 (純排出量)	
1. エネルギー	
A. 燃料の燃焼	
1. エネルギー産業	
a. 事業用発電及び熱供給	5-1 電気業、5-2 ガス、熱供給
b. 石油精製	4-8 石油・石炭製品
c. 固体燃料製造及びその他のエネルギー産業	4-8 石油・石炭製品、5-2 ガス、熱供給
2. 製造業及び建設業	
a. 鉄鋼	4-10 鉄鋼
b. 非鉄金属	4-11 非鉄金属
c. 化学	4-7 化学工業
d. 紙、パルプ及び印刷	4-5 パルプ・紙・紙加工品、4-6 印刷・同関連業
e. 食品製造、飲料及びたばこ	4-1 食料品、飲料、たばこ、飼料
f. 非金属鉱物	4-9 窯業・土石製品
g. その他	2 鉱業、採石業、3 建設業、4-2 繊維、4-3 木材・木製品製造業、4-4 家具・装備品製造業、4-12 金属製品、4-13 はん用機械、生産用機械、業務用機械、4-14 電子部品・デバイス、4-15 電気機械、4-16 情報通信機器、4-17 輸送用機械、4-18 その他の製造業
3. 運輸	
a. 航空機 (国内)	7-2 運輸業 (航空)
b. 道路輸送	7-1 運輸業 (鉄道・道路)、19-1 (家計) 運輸
c. 鉄道	7-1 運輸業 (鉄道・道路)
d. 船舶 (国内)	7-3 運輸業 (船舶)
e. その他	7-4 倉庫業、7-5 郵便業
4. その他部門	
a. 業務	5-1 電気業～18 分類不能
b. 家計	19-2 (家計) 暖房/冷房、19-3 (家計) その他
c. 農林水産業	1-1 農業、1-2 林業、1-3 水産業
5. その他	
a. 固定発生源	-
b. 移動発生源	-
B. 燃料からの漏出	
1. 固体燃料	
a. 石炭採掘	2 鉱業、採石業
b. 固体燃料転換	2 鉱業、採石業
c. その他	-
2. 石油及び天然ガス	
a. 石油	2 鉱業、採石業
b. 天然ガス	2 鉱業、採石業
c. ベンチングとフレアリング	2 鉱業、採石業
d. その他	5-1 電気業 (地熱発電における蒸気の生産に伴う漏出)
C. CO <sub>2</sub> 輸送及び貯蔵	-

共通報告様式 (CRF) の項目	大気排出勘定の産業分類
2. 工業プロセス及び製品の使用	
A. 鉱物産業	4-9 窯業・土石製品
B. 化学産業	4-7 化学工業
C. 金属製造	
1. 鉄鋼生産	4-10 鉄鋼
2. フェロアロイの生産	4-10 鉄鋼
3. アルミニウム生産	4-11 非鉄金属 (CO <sub>2</sub> 、PFCs)
4. マグネシウム生産	4-11 非鉄金属 (HFCs、SF <sub>6</sub> )
5. 鉛の生産	-
6. 亜鉛の生産	-
7. その他	4-10 鉄鋼 (NO <sub>x</sub> 、SO <sub>2</sub> )
D. 燃料からの非エネルギー製品及び溶剤の使用	
1. 潤滑油の使用	7-1 運輸業 (鉄道・道路) (CO <sub>2</sub> )
2. パラフィンろうの使用	4-7 化学工業 (CO <sub>2</sub> )
3. その他	4-7 化学工業 (NO <sub>x</sub> 、SO <sub>2</sub> )、1-1 農業、1-3 水産業、3 建設業、製造業 (4-1 食料品、飲料、たばこ、飼料～4-18 その他の製造業)、5-1 電気業、7-4 倉庫業、11-1 学術・開発研究機関、13-2 生活関連サービス業、14 教育・学習支援業、16-1 廃棄物処理業、16-4 その他のサービス業、18 分類不能、19-3 (家計) その他 (NMVOC)
E. 電子産業	
1. 集積回路または半導体	4-14 電子部品・デバイス (HFCs、PFCs、SF <sub>6</sub> 、NF <sub>3</sub> )
2. TFT フラットパネルディスプレイ	4-14 電子部品・デバイス (HFCs、PFCs、SF <sub>6</sub> 、NF <sub>3</sub> )
3. 太陽光発電	-
4. 熱伝導液体	-
5. その他	-
F. ODS (オゾン層破壊物質) 代替品の使用	
1. 冷凍冷蔵および空調	4-15 電気機械 (製造時) (HFCs)、 全産業 (使用・廃棄時) (HFCs)
2. 発泡剤	3 建設業 (HFCs)
3. 防火	17 公務 (HFCs)
4. エアゾール	4-7 化学工業、15-1 医療
5. 溶剤	4-14 電子部品・デバイス (PFCs)、 13-2 生活関連サービス業 (HFCs)
6. その他	-
G. その他の製品の製造と使用	
1. 電気設備	4-15 電気機械 (製造時) (SF <sub>6</sub> )、 5-1 電気業 (使用・廃棄時) (SF <sub>6</sub> )
2. 他の製品の使用からの SF <sub>6</sub> および PFCs	4-7 化学工業
3. 製品の使用からの N <sub>2</sub> O	15-1 医療、4-7 化学工業
4. その他	-
H. その他	4-1 食料品、飲料、たばこ、飼料 (NMVOC)



共通報告様式 (CRF) の項目	大気排出勘定の産業分類
3. 農業	1-1 農業
4. 土地利用、土地利用変化及び林業(LULUCF)	-
5. 廃棄物	
A. 固形廃棄物の処分	16-1 廃棄物処理業
B. 固形廃棄物の生物処理	16-1 廃棄物処理業
C. 廃棄物の焼却と野焼き	16-1 廃棄物処理業
D. 廃水処理と排出	5-3 水道業
E. その他	
石油由来の界面活性剤の分解	5-3 水道業 (CO <sub>2</sub> )
6. その他	
スモーキング	19-3 (家計) その他 (CO)
メモ項目	
国際バンカー油	
航空	7-3 運輸業 (航空) (ブリッジングアイテム)
船舶	7-2 運輸業 (船舶) (ブリッジングアイテム)

参考資料 3. 大気排出勘定の産業分類と国民経済計算の経済活動分類の対応

大気排出勘定の産業分類	国民経済計算の経済活動分類
1 農林水産業	
1-1 農業	農業
1-2 林業	林業
1-3 水産業	水産業
2 鉱業、採石業	鉱業
3 建設業	建設業
4 製造業	
4-1 食料品、飲料、たばこ、飼料	食料品
4-2 繊維	繊維製品
4-3 木材・木製品製造業	その他の製造業
4-4 家具・装備品製造業	その他の製造業
4-5 パルプ・紙・紙加工品	パルプ・紙・紙加工品
4-6 印刷・同関連業	印刷業
4-7 化学工業	化学
4-8 石油・石炭製品	石油・石炭製品
4-9 窯業・土石製品	窯業・土石製品
4-10 鉄鋼	一次金属
4-11 非鉄金属	一次金属
4-12 金属製品	金属製品
4-13 はん用機械、生産用機械、業務用機械	はん用・生産用・業務用機械
4-14 電子部品・デバイス	電子部品・デバイス
4-15 電気機械	電気機械
4-16 情報通信機器	情報・通信機器
4-17 輸送用機械	輸送用機械
4-18 その他の製造業	その他の製造業
5 電気・ガス・熱供給・水道業	
5-1 電気業	電気業
5-2 ガス、熱供給	ガス・水道・廃棄物処理業
5-3 水道業	ガス・水道・廃棄物処理業
6 情報通信業	
6-1 通信業	通信・放送業
6-2 放送業	通信・放送業
6-3 情報サービス業	情報サービス・映像音声文字情報制作業
6-4 インターネット附随サービス業	情報サービス・映像音声文字情報制作業
6-5 映像・音声・文字情報制作業	情報サービス・映像音声文字情報制作業
7 運輸・郵便業	
7-1 運輸業（鉄道・道路）	運輸・郵便業
7-2 運輸業（船舶）	運輸・郵便業
7-3 運輸業（航空）	運輸・郵便業
7-4 倉庫業	運輸・郵便業
7-5 郵便業	運輸・郵便業
8 卸売・小売業	
8-1 卸売業	卸売業
8-2 小売業	小売業

大気排出勘定の産業分類	国民経済計算の経済活動分類
9 金融・保険業	
9-1 金融業（保険業以外）	金融・保険業
9-2 保険業	金融・保険業
10 不動産・物品賃貸業	
10-1 不動産業	不動産業
10-2 物品賃貸業	専門・科学技術、業務支援サービス業
11 学術研究・専門技術サービス業	
11-1 学術・開発研究機関	専門・科学技術、業務支援サービス業
11-2 専門サービス業（法律、デザイン、経営等）	専門・科学技術、業務支援サービス業
11-3 広告業	専門・科学技術、業務支援サービス業
11-4 技術サービス業（設計、検査等）	専門・科学技術、業務支援サービス業
12 宿泊・飲食サービス業	宿泊・飲食サービス業
13 娯楽・生活関連サービス業	
13-1 娯楽業	その他のサービス
13-2 生活関連サービス業	その他のサービス
14 教育・学習支援業	教育
15 医療・福祉	
15-1 医療	保健衛生・社会事業
15-2 保険衛生	保健衛生・社会事業
15-3 社会保険・社会福祉・介護	保健衛生・社会事業
16 サービス業（他に分類されるものを除く）	
16-1 廃棄物処理業	ガス・水道・廃棄物処理業
16-2 機械等修理業	その他のサービス
16-3 職業紹介・労働者派遣業	専門・科学技術、業務支援サービス業
16-4 その他のサービス業	その他のサービス
17 公務（他に分類されるものを除く）	公務
18 分類不能	その他のサービス
19 家計	
19-1 運輸	運輸・郵便業
19-2 暖房/冷房	住宅賃貸業
19-3 その他	運輸・郵便業、住宅賃貸業以外に均等に配分

## 参考文献

- 環境省 「温室効果ガス排出・吸収量等の算定と報告, 2. IPPU 分野 | 温室効果ガス排出・吸収量算定方法の詳細情報, 2.G その他製品の製造及び使用, 2.G.1 電気設備」
- 環境省 (2006)「揮発性有機化合物について 光化学スモッグのない暮らし(パンフレット)」
- 環境省 (2015)「平成 27 年版 環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書」
- 環境省 (2023a)「令和 5 年版 環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書」
- 環境省・国立環境研究所 (2022)「温室効果ガスインベントリ (2022)」
- 環境省・国立環境研究所 (2023)「温室効果ガスインベントリ (2023)」
- 揮発性有機化合物(VOC)排出インベントリ検討会 (2022)「揮発性有機化合物 (VOC) 排出インベントリについて」
- 経済産業省産業構造審議会製造産業分科会化学物質政策小委員会フロン類等対策ワーキンググループ (2015)「第 8 回開催資料 資料 1-3 分野ごとの行動計画に基づく取組の進捗状況 (個票)」
- 経済産業省 (2022)「総合エネルギー統計」
- 経済産業省・産業環境管理協会 (2010)「VOC 排出抑制の手引き 参考資料」.
- 経済産業研究所 (2023)「JIP データベース 2023」
- 酒巻哲朗・吉本尚史 (2023), 「環境要因を考慮した統計・指標について~「汚染調整済経済成長率」と「大気排出勘定」の試算~, 『経済分析』, 第 206 号, pp.161-179
- 内閣府経済社会総合研究所 (2016)「環境経済勘定セントラルフレームワークに関する検討作業 SEEA-CF 概説書」
- 内閣府経済社会総合研究所 (2022)「環境要因を考慮した統計・指標について」, 研究会報告書等 No.87.
- Cárdenas Rodríguez M., Haščič I. and Souchier M. (2018), "Environmentally Adjusted Multifactor Productivity: Methodology and Empirical Results for OECD and G20 Countries", OECD Green Growth Papers, No. 2018/02, OECD Publishing, Paris.
- Clarke, D., et al. (2022), "CO2 Emissions from air transport: A near-real-time global database for policy analysis", *OECD Statistics Working Papers*, No. 2022/04, OECD Publishing, Paris.
- Cárdenas Rodríguez, M., Mante, F., Haščič, I. and Rojas Lleras, A. (2023), "Environmentally adjusted multifactor productivity: Accounting for renewable natural resources and ecosystem services", OECD Green Growth Papers, 2023-01, OECD Publishing, Paris.
- Eurostat (2015), "Manual for air emissions accounts".