

ESRI 統計より

汚染調整済経済成長率について

内閣府経済社会総合研究所
研究官室研究官

吉本 尚史

はじめに

現在、気候変動に対する取組の在り方が国際的な議論となっている。我が国でも脱炭素社会の実現に向けた取り組みが進められており、環境と経済の関係を「見える化」することが求められている。

この環境と経済の関係を「見える化」する取組として、経済社会総合研究所では2022年8月に「環境要因を考慮した経済統計・指標について」で汚染調整済経済成長率（Pollution-adjusted GDP growth）を公表した。本稿では、この汚染調整済経済成長率の理論的な枠組みと、我が国の汚染調整済経済成長率の推計結果を紹介する。

1. 汚染調整済経済成長率の方法論

汚染調整済経済成長率のアプローチは成長会計分析の概念を投入については自然資本を、産出については温室効果ガス及び大気汚染物質を含む形で拡張したものである。拡張に当たっては生産技術を表現する変形関数の概念を用いている。変形関数 H は、次式で定義される¹。

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

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。ここでは、労働 L 、生産資本 K および自然資本 S を投入し、付加価値 Y を生み出し、その一方で温室効果ガスあるいは大気汚染物質 R を排出する経済主体を考える。投入 (L, K, S) について排出量 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の最大額 $Y_M(R, K, L, S)$ が決まる。 t 期における経済活動 (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いるということでありその状況が $H > 1$ と

表現されることになる。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張する余地がなく、その状況が $H = 1$ と表現される。

投入が増加すると、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 L, K, S および R について増加的であると仮定される。また、付加価値額が増加すると、より効率的になるので、変形関数 H は付加価値 Y について減小的であると仮定される。よって効率的な経済主体は投入に対して付加価値を増加させる活動を選択するかあるいは、排出量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。

汚染調整済経済成長率は(1)式について対数を取り、時間 t について微分することによって導出される次式で定義される。

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

ここで、 ε は弾性値である。この(2)式の左辺を汚染調整済経済成長率と定義する。付加価値額が増加すれば、排出量も増加すると仮定しているので($\varepsilon_{YR} > 0$)、温室効果排出量の抑制について正の評価を行うこととなり、これを汚染削減調整項と定義している(左辺の第二項)。この評価については、排出量を抑制させる活動に関し、その活動を選択せず、付加価値の創出が可能な活動を選択した場合得られたであろう付加価値の増加率で評価しているということになる。

2. 我が国の汚染調整済経済成長率の推計

(2)式で定義される汚染調整済経済成長率等を推計するためには、排出量および各投入量に対する実質GDP弾性値が必要になる。弾性値の計算には単位を合わせるためそれぞれの変数に関する価格情報が必要だが、OECD(2018)では、代替的な方法として統計的な手法を用いた推計を行っている²。

我が国の汚染調整済経済成長率については、OECD(2018)の分析により統計的に有意な結果が得られた二酸化炭素、メタン及び非メタン揮発性有機化合物の日本の弾性値を用いて³、1995年から2020年の期間で

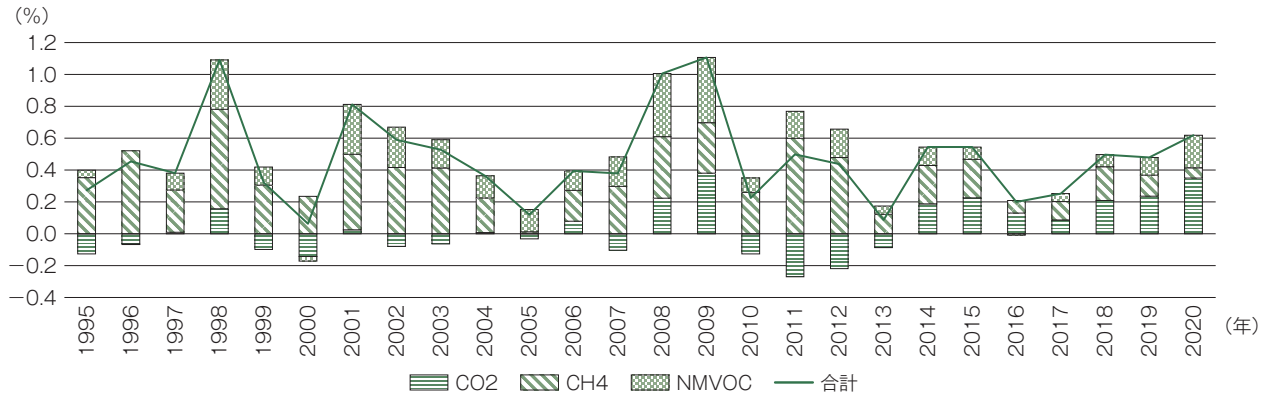
1 変形関数に関する議論はShepherd(1970)、大気排出への応用についてはBrandt et al(2014)を参照。

2 具体的な推計方法については、OECD(2018)あるいは内閣府(2022)を参照。

図表1 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（EAMFP）の平均成長率（%）

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	汚染調整済 経済成長率 (A=B+C)	実質GDP 成長率	汚染削減調整項 (合計) (C=D+E+F)	汚染削減調整項 (CO2)	汚染削減調整項 (CH4)	汚染削減調整項 (NMVOC)	労働投入 寄与度	資本投入 寄与度	EAMFP (I=A-G-H)
1995-2018年 平均	1.32	0.85	0.46	0.01	0.31	0.14	0.11	0.25	0.96
1995-2020年 平均	1.04	0.57	0.47	0.03	0.29	0.15	-	-	-

図表2 汚染削減調整項の内訳の推移



推計を行っている⁴。試算結果は図表1および図表2の通りである。

1995年から2020年の実質GDPの成長率は平均0.57%であるが、汚染削減調整項が0.47%押し上げており、その結果、汚染調整済経済成長率は1.04%となっている。汚染削減調整項の内訳は、二酸化炭素が0.03%、メタンが0.29%、非メタン揮発性有機化合物が0.15%とメタンの削減による寄与が最も高くなっている。この背景として、リサイクルの促進により廃棄物埋め立て量が減少したことが挙げられる。非メタン揮発性有機化合物は排出規制や企業の自主的な削減の取組により、長期的に排出量が減少していることが背景として挙げられる。二酸化炭素は、他の物質と異なり排出量の増減があるため、全体としての寄与は他の物質と比べて小さい。しかし、2014年以降は、再生エネルギーの普及や省エネルギーの進展により経済成長と排出量の削減が同時に実現されており、プラスの寄与が続いている。

おわりに

本稿では、汚染調整済経済成長率の経済理論的枠組みと、そのわが国の試算結果について紹介した。持続可能な社会を実現するためには、経済成長だけではな

く、環境への影響も考慮したグリーン成長を実現する必要がある。汚染調整済経済成長率の枠組みは生産可能集合を表す変形関数の概念を用いており、生産可能集合について、その経済活動の中に環境要因を考慮して分析できるモデルである。今後、より環境を配慮した取り組みが進んでいく中で、汚染調整済経済成長率の枠組みは、環境への配慮と経済成長を一体的に捉えることを可能にし、グリーン成長を評価するための有効なアプローチであるといえる。

参考文献

- 内閣府(2022)、「環境要因を考慮した経済統計・指標について」、研究会報告書等NO.87.
- Brandt N., P.Schreyer and V.Zipperer(2014), "Productivity Measurement with Natural Capital and Bad outputs", *OECD Economics Department Working Papers*, NO.1154, OECD Publishing.
- OECD(2018), "Environmentally Adjusted Multifactor Productivity: Methodology and Empirical Results for OECD and G20 Countries", *OECD Green Growth Papers*, No.2018/02, OECD Publishing.
- Shephard, R.W.(1970), "*Theory of Cost and Production Functions*", Princeton University Press, Princeton.

吉本 尚史（よしもと なおふみ）

3 OECE（2018）による日本の各物質の排出に対する実質GDP弾性値は、二酸化炭素＝0.066、メタン＝0.187、非メタン揮発性有機化合物＝0.044となっている。

4 内閣府（2022）では、単純化のため、鉱物資源などの自然資本の寄与は計算していない。鉱物資源の少ない国では経済成長への寄与は大きくないと考えられ、OECD（2018）の分析でも日本の自然資本の寄与は比較的小さいものにとどまっている。