

緑の経済成長に必要な視座 ～環境効率も考慮した技術進歩の計測～

・持続可能な社会の実現に向け経済と環境の両立が強く求められている。このような目標設定の下で問われるのは経済成長の中身である。市場取引で発生した付加価値を一国について集計したGDPは、環境汚染や気候変動問題のように我々の生活にマイナスの影響を与え、かつ、市場取引の対象にならないものは考慮されない。他方、機械設備などの設備投資は、たとえその環境効率が悪くても設備投資の分だけGDPを増加させる。

・経済学者のノードハウスとトービンは、いまから40年ほど前にGNPに考慮されない公害や主婦の家事サービスなどを考慮に入れた経済厚生尺度MEW (Measures of Economic Welfare) を1929～65年の米国について推計した。彼らは、「1人当たりNNP」が年平均1.7%成長していた同期間において、「1人当たりMEW」も年平均1.1%成長していたことを見出した。この結果を踏まえ、彼らは、GDPという点数付けによって確認できる「成長」は徒花・幻想ではないと指摘し、経済厚生尺度として欠点だらけのGDPも豊かさの大まかな動きをとらえる上では無意味ではないことを示唆した。

(*) NNPとはGNPから資本減耗分を差し引いたNet National Productの略。

・以来、経済の専門家は、GDPに限界があることは認識しつつも、その限界には目をつぶって経済成長や技術進歩を論じてきた。しかし、近年、改めてGDPの意義を問い直す動きが盛んになっている。2008年、フランスのサルコジ大統領は、GDPに代わる豊かさの尺度を求めて、ノーベル経済学賞受賞者のスティグリッツとセンらを中心メンバーとした委員会を設立した。遠大な目標ゆえ、委員会は具体的な尺度の提案には至らず、「生活の質」や「持続可能な開発と環境」など一国の豊かさを数値化する上で考慮すべき点を勧告するにとどまったが、似たような取り組みは異なる文脈で研究が進んでいる。

図表 1 経済・社会情勢に呼応したGDP再考の動き

	経済・社会情勢	経済学者によるGDP再考の動き
1970年代	国連人間環境会議('72) 「成長の限界」発表('72)	Nordhaus-Tobin(1972) GNPに考慮されない公害や主婦の家事サービスなどを考慮に入れた経済厚生尺度(MEW)の推計
1980年代	ブルントラント委員会('87) →「持続可能な開発」の概念を提唱	
1990年代	環境と開発に関する国連会議('92) 気候変動枠組み条約が発効('94) 京都議定書の採択('97)	
2000年代	持続可能な開発に関する世界首脳会議('02) 「スターン・レビュー」発表('06)	Stiglitz-Sen-Fitoussi(2010) 生活の質、持続可能な開発と環境など一国の豊かさを数値化する上で考慮すべき点を勧告として提示
2010年代	国連持続可能な開発会議('12: 予定)	

(参考文献)

Nordhaus, W. D., and J. Tobin (1972): "Is Growth Obsolete?" in *Economic Research: Retrospect and Prospect Vol 5*: *Economic Growth*: NBER, 1-80.

Stiglitz, J. E., A. Sen, and J. Fitoussi (2010): *Mismeasuring Our Lives: Why GDP Doesn't Add Up*, New York: New Press.

・経済学では、実質GDP 成長率の動きを、①資本投入増加、②労働投入増加、③TFP (Total Factor Productivity: 技術進歩)の貢献分に分解する成長会計の手法が存在するが、一部の経済学者は、資本や労働などのインプットだけでなく、環境負荷も考慮した「グリーン成長会計」でTFPを再考している。

・従来の成長会計分析では、生産過程で排出するCO₂が多くても、言い換えればエネルギー効率が悪くても、少ない資本・労働投入量で多くのGDPを生み出せば、残差として計算されるTFPは高く計測される。他方、CO₂排出量が少ない省エネ設備で同じだけのGDPを生み出した場合、ハイスpekで割高な設備が資本投入量をかさ上げする分、TFPが低く計測されるというバイアスがある。

・他方、グリーン成長会計では、環境汚染や気候変動問題に起因するマイナスの効果をネットアウトしたグリーンTFPを導出するため、GDPやTFPでは読み取れない持続可能性に関する情報を得ることができる。

・図表2は先行研究のTzouvelekas他(2007)が試算したグリーンTFPの結果である。彼らは自然資本の代理指標としてCO₂排出量を選択しているが、分析期間(1965-90年)にCO₂排出量を大きく増加させた日本の場合、グリーンTFP(1.54~2.59%)は従来型TFP(2.65%)より低く推計されている。

・以下では、生産関数推計により、90年代以降の日本のグリーンTFPを試算する。

図表2 先行研究によるグリーンTFPの試算

(対象期間:1965~90年)

	従来型TFP (%)	CO ₂ 増減率 (%)	グリーンTFP (%)
カナダ	0.57	2.12	-0.33~0.52
米国	0.76	1.32	0.14~0.72
フランス	1.30	0.04	1.29~1.30
イタリア	1.53	2.97	0.86~1.49
英国	0.80	-0.35	0.81~0.93
日本	2.65	4.07	1.54~2.59

(備考) 1. 下記参考文献のTable1より抜粋
2. CO₂増減率は年平均の数値

(参考文献)
Tzouvelekas, E., D. Vouvakis, and A. Xepapadeas (2007): "Total Factor Productivity Growth and the Environment : A Case for Green Growth Accounting," FEEM Working Paper No.38.

・分析に当たっては、物的資本K、労働N、自然資本Zの3つの生産要素で実質GDP(Y)を産出するコブ・ダグラス型生産関数を仮定した。Zは先行研究に倣い、自然資本の費消分(毀損分)とみなせるエネルギー起源CO₂排出量を用いた。

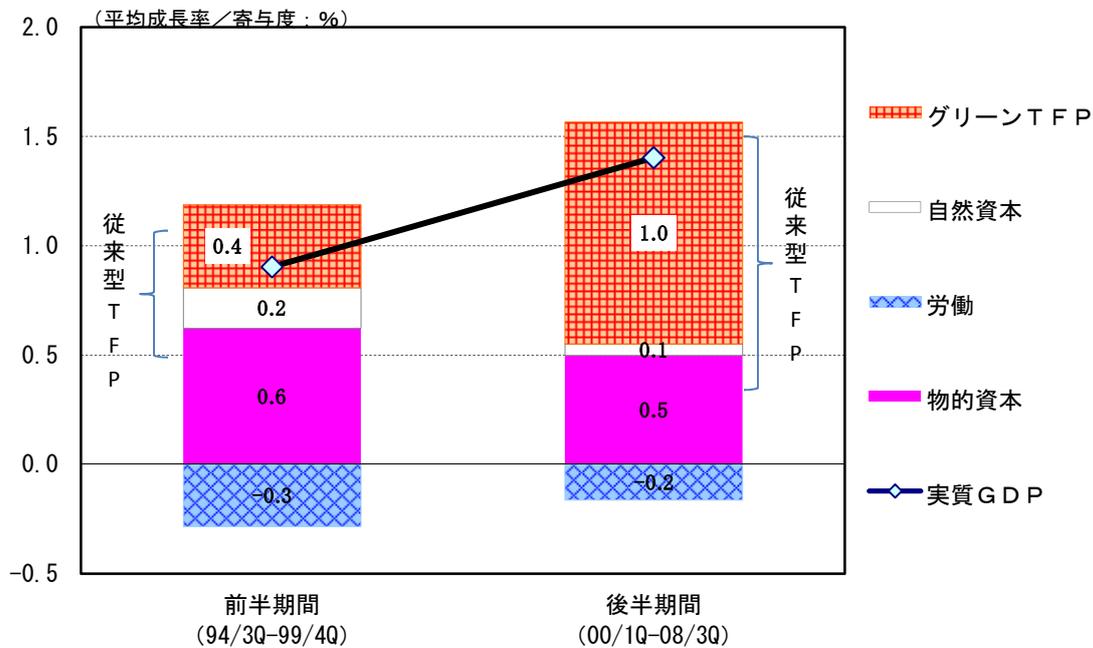
・結果は図表3に示している。分析期間前半(90年代後半)の実質GDP成長率は年平均0.9%であったのに対し、後半期間(2000年以降)は1.4%まで上昇した。寄与度を見ると、労働は両期間でマイナス寄与となっており、物的資本も時代が下るにつれてプラス寄与が低くなっている。人口の加齢が進むなか、要素投入量の拡大に頼った成長が難しくなっていることが確認できる。

・対照的に、グリーンTFPの寄与は90年代後半に0.4%であったのが、2000年以降では1.0%まで上昇している。これらの結果から、近年の日本経済の成長は、資本・労働投入量の増加といった量的な拡大ではなく、グリーンTFPという質的な改善によって支えられていることがわかる。

図表3 グリーン成長会計

グリーンTFP

= GDP成長率 - β_k ・民間資本の増減率 - β_n ・労働投入量の増減率 - β_z ・自然資本の増減率
(なお、各 β は下記推計値を利用)



推計式

$$y_t = \beta_k k_t + \beta_n n_t + \beta_z z_t + \beta_0 + \gamma t + v_t$$

y, k, n, zはY, K, N, Zの対数値、tはタイムトレンド、 v_t は攪乱項を表す

分析期間	β_k	β_z	R ²	SER(%)	CRS
94/2Q-08/3Q (T=58)	0.288*** (0.097)	0.174*** (0.057)	0.989	0.717	0.484

- (備考) 1. 推計結果で定数項 β_0 とタイムトレンドtの報告は省略している。()内の数値は標準誤差を表す
 2. "***"は1%水準で有意であることを表す
 3. CRSは $\beta_k + \beta_n = 1$ という帰無仮説に対するp値。なお、 β は一次同次の制約を課して推計したもの
 4. Durbin-Wu-Hausman検定を踏まえOLS推定値の結果を示している

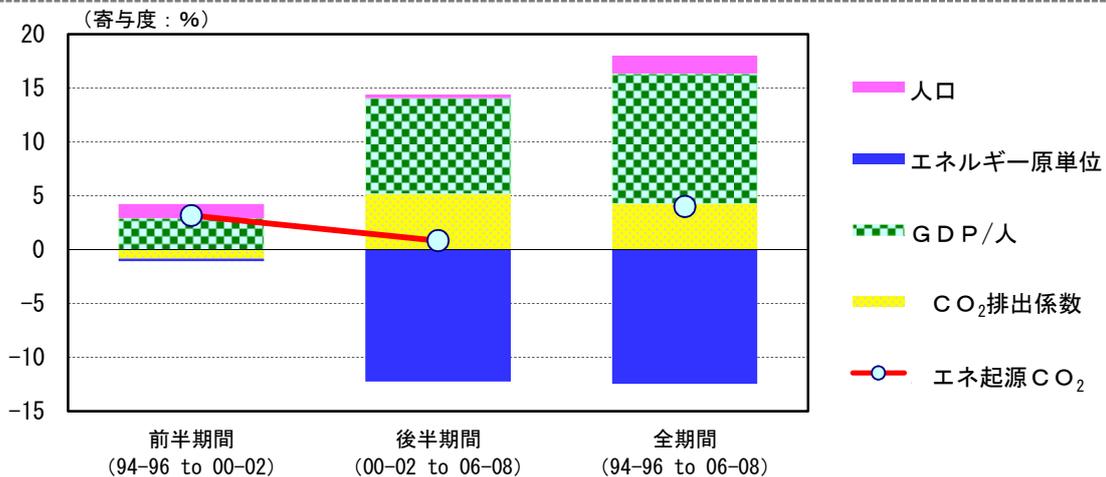
・図表3において、2000年以降は、自然資本(エネルギー起源CO₂排出量)の寄与度が低下したことも特徴として挙げられる。この原因を探るため、図表4では(※)式をベースにした要因分解を考える。

・分析期間の後半に当たる06-08年度は、新潟県中越沖地震の影響を受け原子力発電所が長期間停止したこともあり、排出係数の上昇がCO₂排出量を押し上げる要因として作用していた(図表5)。しかし、エネルギー原単位の改善がその影響を相殺し、CO₂排出量の増加を抑制していた。すなわち、低炭素社会に向けた省エネの推進が、経済成長や原発停止によるCO₂排出量増加の影響を吸収したのである。

・これから先の日本は低炭素型の技術進歩を強く志向していくと予想されるが、従来の成長会計分析ではTFPが低く算定され、政策決定者が誤ったインプリケーションを導き出してしまふ可能性がある。そのような過ちを犯さないためにも、本稿のようなグリーン成長会計分析で国全体の「環境力」を正しく捉え、緑の経済成長につなげていく必要がある。

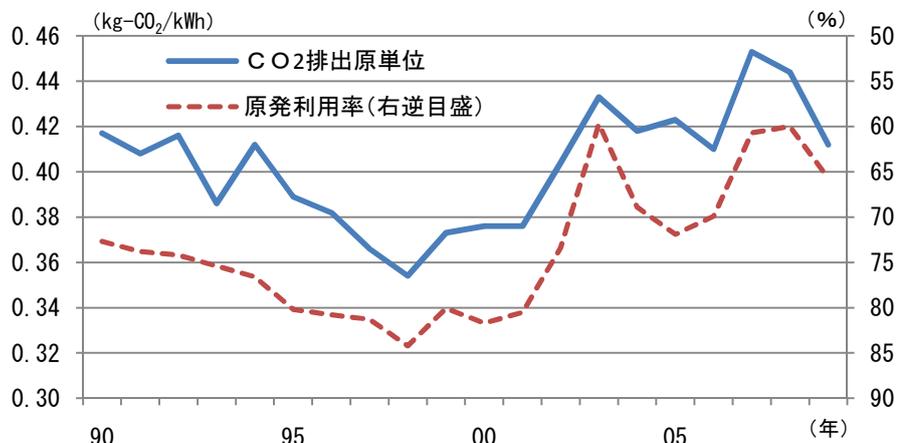
図表4 エネルギー起源CO₂増減率の要因分解

$$\begin{aligned} \text{CO}_2\text{排出量} &= (\text{CO}_2\text{排出量}/\text{エネルギー消費}) \times (\text{エネルギー消費}/\text{GDP}) \times (\text{GDP}/\text{人口}) \times \text{人口} \\ &= \text{CO}_2\text{排出係数} \times \text{エネルギー原単位} \times 1\text{人当たりGDP} \times \text{人口} \dots(\text{※}) \end{aligned}$$



(備考) 温室効果ガスインベントリオフィスHP、日本エネルギー経済研究所編「エネルギー・経済統計要覧」、内閣府「国民経済計算」、総務省統計局「人口推計」より作成

図表5 電気事業者のCO₂排出原単位の動き



(備考) 1. 電気事業連合会「電気事業における環境行動計画」、原子力安全基盤機構「原子力施設運転管理年報」
2. CO₂排出原単位はCO₂クレジット反映前の数字

- ・本資料は、著作物であり、著作権法に基づき保護されています。著作権法の定めに従い、引用する際は、必ず出所：日本政策投資銀行と明記して下さい。
- ・本資料の全文または一部を転載・複製する際は著作権者の許諾が必要ですので、当行までご連絡下さい。

お問い合わせ先 株式会社日本政策投資銀行 産業調査部

Tel: 03-3244-1840

E-mail: report@dbj.jp