

2019年5月7日

デジタル経済への移行、温暖化ガスは6割減に
2050年8割削減には1万円の環境税
排出量ゼロ、大量のCCSが必要に

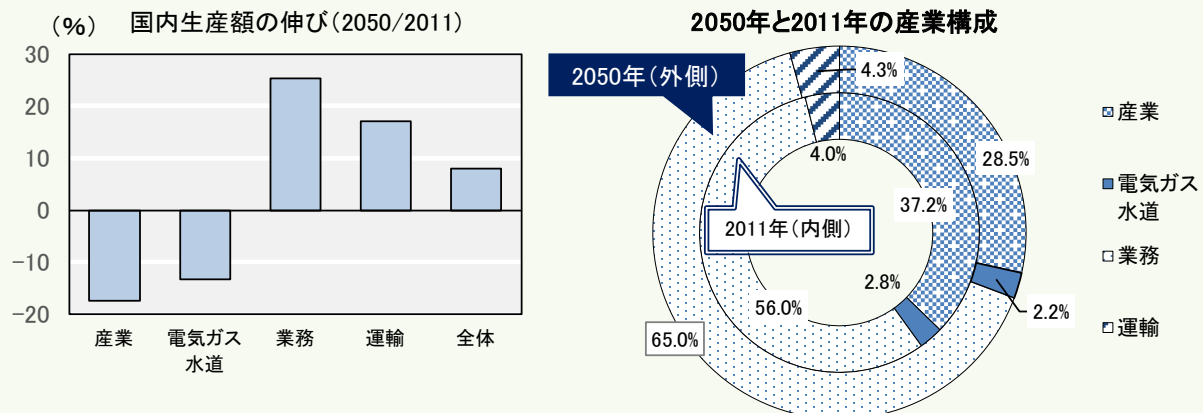
研究本部

国連の気候変動に関する政府間パネル（IPCC）は産業革命以後の地球全体の気温上昇を1.5℃に抑えないと健康や農作物へ大きな影響があるとしている。政府はパリ協定長期成長戦略案を公表し、50年までに温暖化ガス（主にCO₂）の8割削減（2℃目標）、さらに1.5℃目標（排出ゼロ）への貢献も謳っている。当センターは、人工知能（AI）やあらゆるモノがネットにつながるIoT、ビッグデータが広く深く普及した第4次産業革命後のデジタル経済を想定、2050年度に13年度¹比8割削減した場合の経済構造や削減コストを試算した。現状で想定できるデジタル経済へ全面的に移行すれば、エネルギー消費量は6割減少し、さらに1万円/トンのCO₂(t-CO₂)の環境税（炭素税）を課税すれば8割削減は可能、との結果が得られた。1.5℃目標の達成には税率を2.1万円超にするほか、脱原発に移行するならば、CO₂を地中埋設するCCS（CO₂の回収・貯留）が必要になる。生産性向上につながるだけでなく、結果的に温暖化ガス削減にも貢献し、排出量ゼロの可能性も大きく高めるデジタル経済への移行を強く推し進める必要がある。

<ポイント>

- 第4次産業革命が進展した2050年の経済構造を予測すると、デジタル化が進み、情報通信技術（ICT）をフル活用したサービス中心で脱物質、象徴的には長く続いた「鉄器時代」から「デジタル情報時代」になる通過点だろう（図表1）。

図表1 2050年にはサービス中心の社会に（2050年の産業構造）

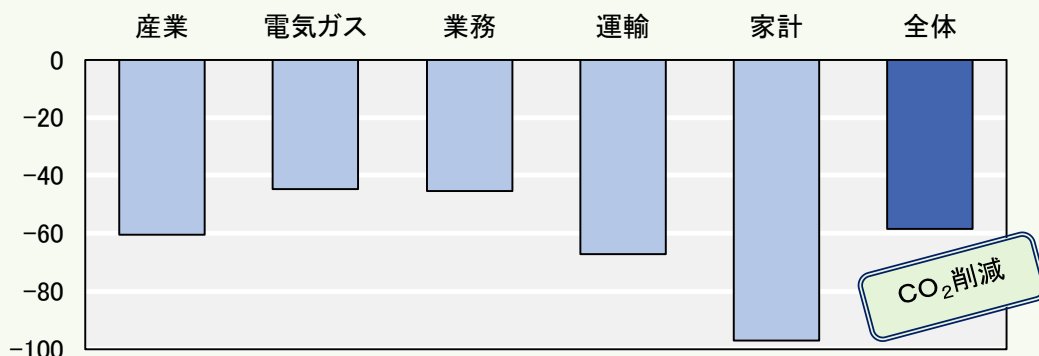


（注）産業=農林水産業+鉱業+製造業+建設、業務=卸小売+情報通信+サービスなど。
（資料）2011年産業連関表、日本経済研究センター「長期経済予測」（2018年12月）

¹ 以後、データの関係上、年のデータを年度として使い分析、予測している場合がある。

2. 試算では、サービス中心のデジタル経済への移行は、エネルギー消費構造にも波及、化石燃料の価格が横ばいであっても、その輸入が6割減少し、CO₂排出量も2050年には11年に比べ、約6割減少すると推定される（図表2）。前提として例えば乗用車は電気自動車（EV）²、完全自動運転システムの実現を想定し、カーシェアが稼働率を飛躍的に向上させ、国内生産台数が現状の2割程度になると予測される。新聞や雑誌、チラシといった紙の需要はほぼなくなり、毎日一カ所のオフィスや工場に集まり働くというワーススタイルすらなく、通勤によるエネルギー需要も激減するだろう。その分、CO₂排出量が減るわけだ。

図表2 産業構造変化に伴うCO₂削減量
2050/2011のCO₂排出量の減少率(%)



（注）化石燃料価格は実質横ばいを想定している。現在の技術トレンドや政府の計画をベースに50年までに発電効率は2割向上し、再生可能エネルギーは発電の半分を占め、原子力発電はゼロになるとした。長期経済予測に基づき、2050年に実質GDPが600兆円になると予測（労働生産性が毎年1%ずつ上昇）。

（資料）日本エネルギー経済研究所データベース、2011年産業連関表
日本経済研究センター「長期経済予測」（2018年12月）

3. 2050年度に13年度比で8割削減するには、もう一段の省エネルギーの推進と再生可能エネルギーの導入が不可欠だ。脱原発に移行³し、火力発電所を一定量、維持するためにはCCSが必要となるだろう。第4次産業革命に基づいた省エネ・脱物質、再エネ導入のトレンドだけでは達成できず、CO₂排出量に価格付けするカーボンプライシング（例えば環境税や排出量取引⁴）が必要だ。モデルで試算すると、約1万円/(t-CO₂)の環境税（揮発油税の約半額、スウェーデンの2/3水準の課税）をかけると8割削減が実現した。また2万円以上課税すると排出量ゼロが達成可能になった。

例えば2021年度以降、毎年330円ずつ30年間課税率を上げていくと1万円になる。排出量が線形で減少すると仮定すると、初年度の環境税収は3600億円

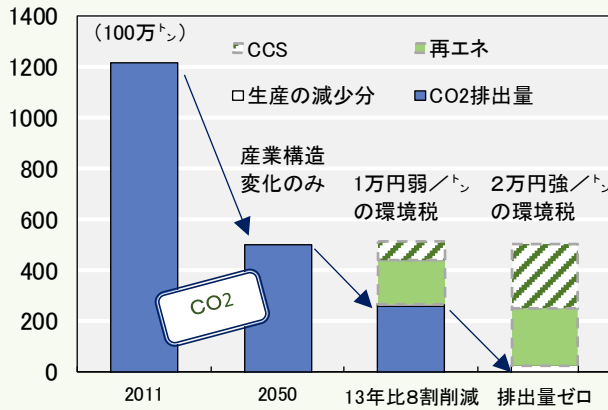
² 日本政府は水素社会の実現を環境戦略に位置づけているが、今回の試算では、世界的に普及が進みはじめているEVへ転換されるとした。

³ 原発の新設が難しい状況であることからCO₂削減にとって条件が厳しい2050年原発ゼロを想定した。

⁴ 以後はCO₂排出量への価格付けは炭素税（環境税）として検討を進めているが、価格付けの方式としては環境税に限定されるわけではない。

程度になり、50年には2兆5000億円程度になる。排出ゼロにする場合は700円ずつ上げることになる。その場合の環境税による経済押し下げは、経済構造の移行がスムーズであれば602.5兆円→601.1兆円、排出ゼロは602.5兆円→597.7兆円程度だ（図表3）。

図表3 環境税は8割削減の重要な施策になる



	産業構造変化のみ	追加的な再エネ+CCS	排出量ゼロ
エネルギー起源CO ₂ 排出量	505.7	332.4	253.1
CCS	0.0	73.5	253.1
純CO ₂ 排出量	505.7	258.9	0.0
2013年比(%)	-60.9	-80.0	-100.0
環境税率(円/t-CO ₂)		9712	21359
実質GDP(兆円)	602.5	601.1	597.7
電力価格(環境税課税前=1)	1.0	1.3	1.7

(注)CO₂排出量、CCSの単位は100万ト

(資料) 図表2と同じ。一般均衡モデル(CGE)で試算。

4. 今回の試算が実現するには、多くの現実的な課題を解決する必要がある。長期予測では労働生産性が2060年まで毎年1%向上するとしている。現状では決定的に遅れているAIやIoTを大胆に取り入れたデジタル経済化に日本が最大限対応し、脱製造業になっても活力を維持していることが必要だ。そうでないとデジタル経済へ移行する投資ができないだろう。再生可能エネルギーが発電の7割を占めることが8割以上のCO₂削減には必要だが、送電網の整備や蓄電池の開発も欠かせない。整備や開発には総額15兆円の投資が必要だろう⁵。また原発依存度の低減を前提とすればCCS実現も不可欠だろう。コスト問題もあるが、CO₂を貯留できる地層が現実的にどの程度確保できるのか、政府の実証試験を含め、研究開発の進捗が待たれる。またCCSと並んで天然ガスを炭素(固体)と水素に分離する技術の研究開発や海外の安価な再生可能エネルギーで製造した水素を輸入、利用することも検討すべきだろう。

世界では国連の「持続可能な開発目標」(SDGs)の流れなどもあり、欧州を中心に脱石炭火力、再生エネルギー拡大へ急速に舵が切られている。温暖化防止に逆行する政策を取り続けるトランプ政権が誕生した米国ですら、“We are still in.”運動に象徴される独自の温暖化防止の取り組みが州や市町村レベルでは進んでいる。そうした州や市町村の経済規模は、同国のGDPの半分以上に達する。中国ですら温暖化防止の取り組みを加速している。

20カ国・地域(G20)は、6月に大阪市で首脳会議を開くほか、貿易・デジタ

⁵ 今回のCGEを使った試算では明示的に求めていないが、「[温暖化ガス、8割削減への道 環境税導入でCO₂、2050年に7割削減は可能](#)」、「[2050年、05年比でCO₂、6割削減は可能](#)」の中で電力業界関係者や有識者へのヒアリングを元に2050年までに必要な投資額を推計した。

ル経済大臣会合をつくば市で、持続可能な成長のためのエネルギー転換と地球環境に関する関係閣僚会合を長野県軽井沢町で開催する。デジタル経済への移行は省エネや温暖化ガスの排出抑制に主眼があるのではなく、生産性向上、ライフスタイルの変革を伴う経済構造改革だが、強力に推し進めることは、加速的な省エネにもつながる。

地球温暖化防止について国内では、総論賛成だが、カーボンプライシング（炭素税や排出量取引制度）や再エネ拡大策など具体策になると反対論が根強い。エネルギー多消費産業に依存した経済構造や既存のエネルギー政策関連制度の大転換につながる可能性が高いからだ。しかし現在進行中の第4次産業革命は否応なしに転換を迫っている。対応が後手に回ったエレクトロニクス業界は、すでに崩壊の道をたどっていると言ってもおかしくなく、今またGAF A（グーグル、アマゾン、フェイスブック、アップル）が主導するデジタル経済化に巻き込まれ、製造業、サービス業を問わず日本が競争力を大きく損なうことにつながりかねない。デジタル経済への対応を主導するテコとして地球環境問題を活用できれば、G20で温暖化防止をリードする姿勢を内外に示せるうえ、第4次産業革命後も日本が活力を維持できることにつながるのではないだろうか。

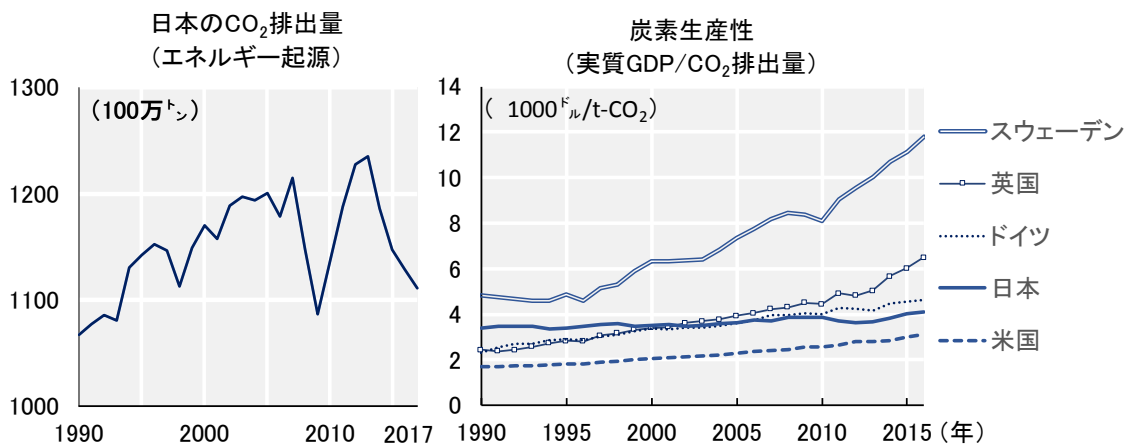
本稿は主任研究員・小林辰男、田原健吾、特任研究員・川崎泰史、落合勝昭（学習院大学特別客員教授）、鈴木達治郎（長崎大学教授・元原子力委員長代理）、小林光（東京大学客員教授・元環境事務次官）、首席研究員・猿山純夫、理事長・岩田一政が担当しました。

1. エネルギー効率、脱炭素からみた日本経済の特徴

1-1 日本、脱炭素に逆行——「健闘」する製造業が排出源に

日本の二酸化炭素（CO₂）排出量は2017年で11億トンを余りと、1990年代と変わらない水準だ（図表 1-1 左）。化石燃料投入を基準に国内総生産（GDP）を測った炭素生産性も足踏みが目立つ。スウェーデンや英国がCO₂を削減し、同生産性を高めているのと対照的だ（同右）。日本のCO₂が減らないのか、同2カ国のほか、日本と産業構造が似ているドイツ、さらに米国を加えた5カ国を比較、分析を試みた。

図表 1-1 炭素生産性の改善 もたつく日本



(資料)国立環境研究所

(注)実質GDPは2010年購買力平価ドル価格。

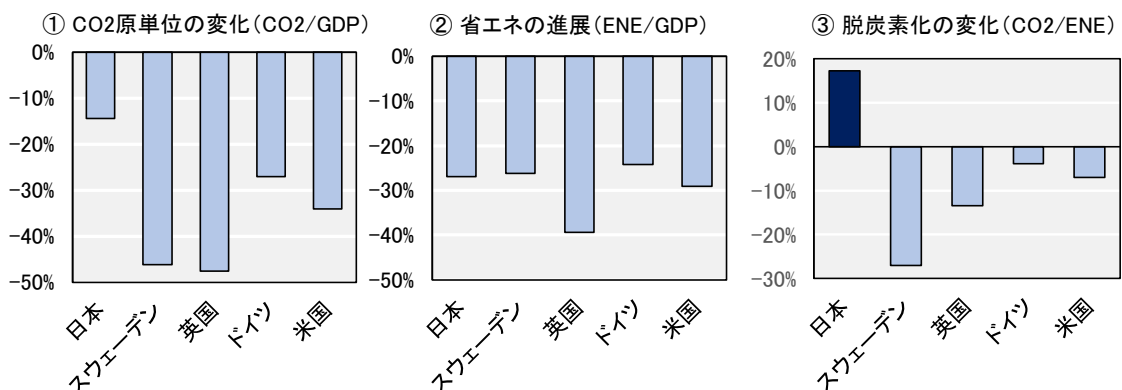
「温室効果ガスインベントリ」

(資料)IEA, "World Energy Balances", OECD, "National Accounts".

CO₂の排出は大きく2つの要因に左右される。エネルギー効率（1単位のGDPを生むのに必要なエネルギー）と炭素集約度（1単位のエネルギーが排出するCO₂）だ。炭素生産性の逆数であるCO₂原単位（図表 1-2 の①）の2000年から16年にかけての変化を見ると、日本は5カ国中最も改善が乏しい（原単位の低下が少ない）。

省エネ（同②）は他の国と遜色ないが、エネルギーを化石燃料に頼る度合いが高まり、脱炭素に逆行しているのが原因だ（同③）。石炭火力を増やす傾向があったところに、東日本大震災後に原発が停止、火力依存が高まり、拍車をかけた。

図表 1-2 省エネ進展も「化石」頼みに（2000年から16年の変化）

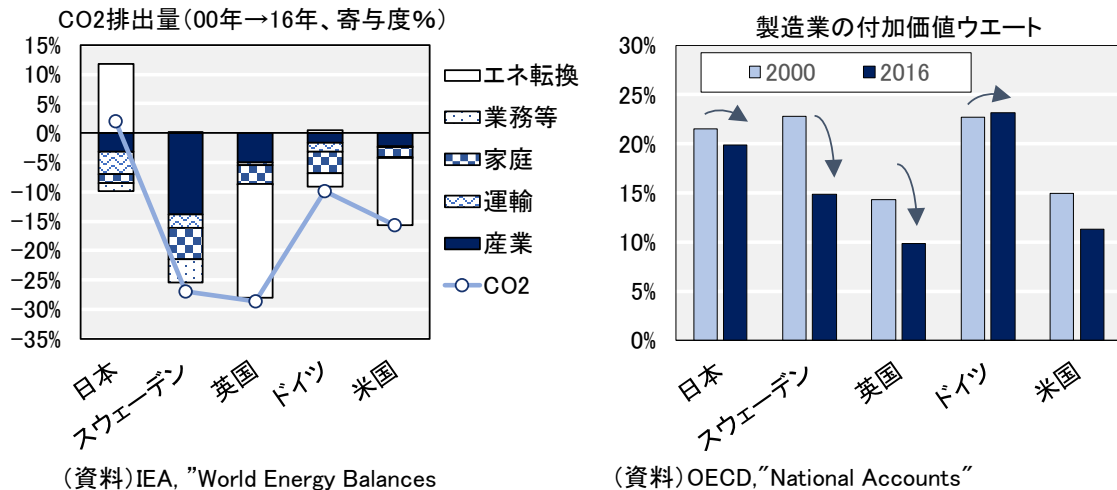


(注)実質GDPは2010年購買力平価ドル価格。ENEは一次エネルギー。

(資料)IEA, "World Energy Balances", OECD, "National Accounts".

分野別には、日本では電力などエネルギー転換部門でCO₂排出量が増えている状況は、上記のとおりだ（図表1-3左）。他の国と比べると、産業部門の排出を大きく減らしたスウェーデンとの差が目立つ。英国も転換部門に加え製造業などの産業部門で減らした。背景にあるのは産業構造の変化だ（同右）。2国では製造業の割合が大きく下がった（同右）。日本とドイツは製造業比率がほぼ横ばいで、CO₂削減に対する産業部門の寄与が限定的である点が共通している。

図表 1-3 製造業が縮み CO₂が減少——スウェーデン・英国

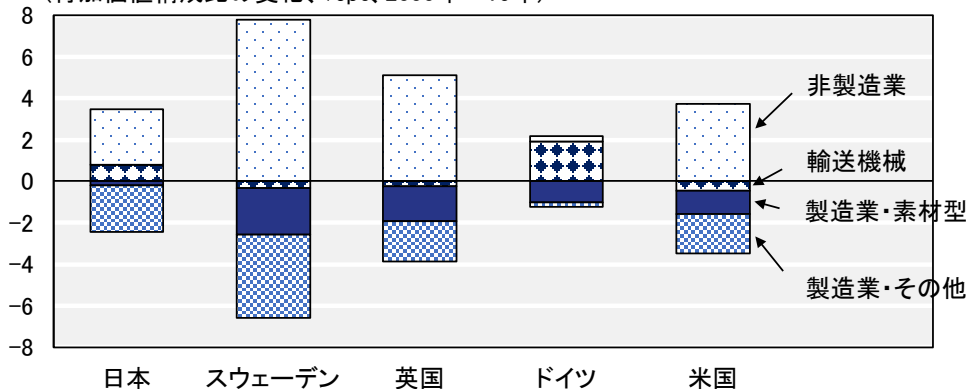


1-2 自動車産業主体の産業構造、エネルギー多消費型産業に恩恵

さらに産業を分けると、日本は輸送機械が比重を高め、その恩恵でエネルギー多消費型の鉄鋼、化学などの素材産業（エネルギー多消費型）も健闘した（図表1-4）。ドイツは素材産業こそ紙パルプや窯業の縮小で比重を落としたものの、輸送機械が大きく伸びた。スウェーデンと英国では素材産業が衰え、その他の加工型製造業も縮小したのと対照的だ。

図表 1-4 日独は輸送機械が健在、素材産業も減りにくく

(付加価値構成比の変化、%pt、2000年→16年)



一次産業は表示していない。そのため、合計がゼロになっていない。

日独で製造業が残ったのは、エネルギー効率が優れているのが一因だ。一定の付

加価値（ドルベース）を生み出すのに必要なエネルギーを5カ国で比べると、一次金属では日本が最も少なく、加工組立型産業ではドイツがスウェーデンに続き2番目に効率が良い（図表 1-5）。

日独は省エネなど生産効率を高めたがゆえに、製造業が残り、産業構造の変化が進みにくかった。反対に、製造業が退潮となったスウェーデンや英国では、サービス業への急速なシフトが起きCO₂が減少した。本分析は、製造業が相対的に健在な日本のCO₂が減りにくいことを示唆する一方、今後の経済社会のデジタル化と人口減の中で製造業の役割が縮小すれば、排出量が大きく減る可能性を同時に示している。

図表 1-5 製造業のエネルギー効率、日独で高く
(石油換算^{トン}/1000^{ドル})

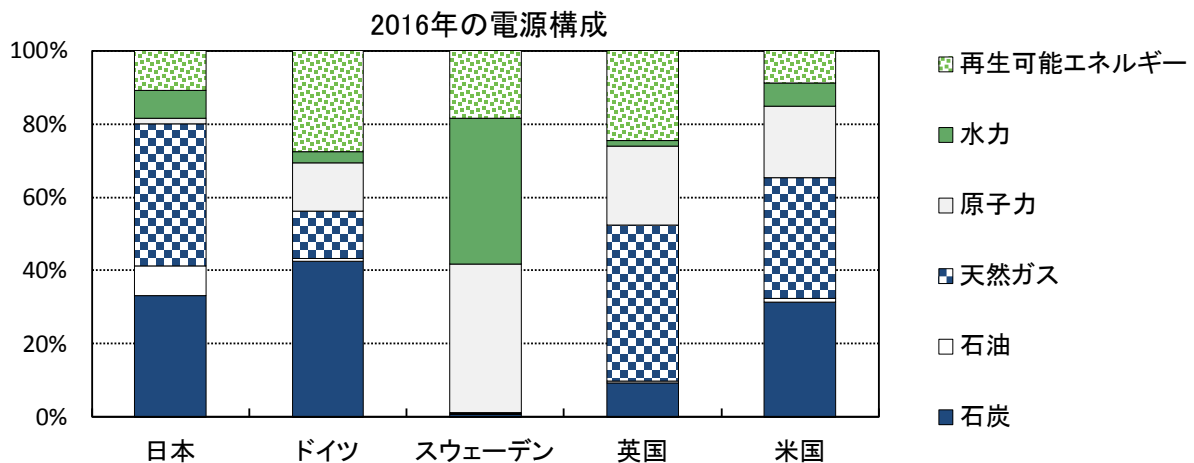
	日本	スウェーデン	英国	ドイツ	米国
一次金属	272	348	379	352	507
加工組立型	21	16	31	17	30

(資料)IEA,“World Energy Balances”, OECD,“National Accounts”

1-3 スウェーデン、1万円を超える炭素税

産業構造の変化に加え、エネルギーの電力シフトがさらに進むことを考慮すれば、より本格的にCO₂を減らすには、電源の脱炭素化が必須になる。スウェーデンでは既に2000年時点で電力のほぼ全量を非化石燃料で賄っていた。英国は風力発電などによって、2000年から16年にかけて電源の脱炭素化率を22%ポイントも高めた。日本の電源構成は、原発停止の影響も大きい、火力偏重になっており、欧州に比べて再生可能エネルギーが少ない（図表 1-6）。今日明日では難しいが、2050年を念頭に置けば、電源構成を変える自由度は高い。

図表 1-6 火力の割合が大きく、再エネの割合が小さい日本

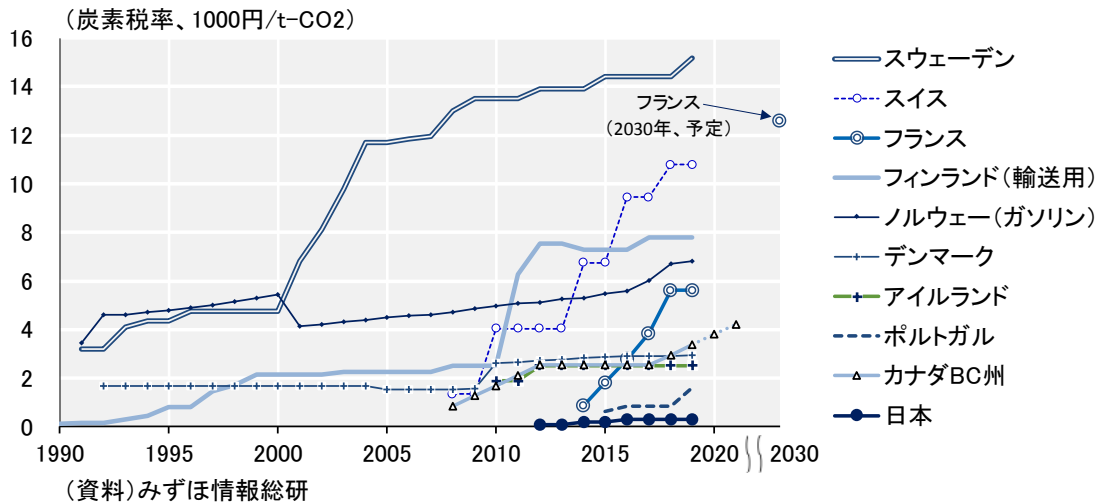


(資料) 国際エネルギー機関 (IEA) “World energy balances 2018”

環境税も脱炭素化への援軍になる。スウェーデンは炭素税を1991年に導入し、税率は現在119ユーロ/tCO₂ (1トン15000円程度)と世界最高水準まで高めてき

た（図表 1-7）。かつて化石燃料に頼っていた家庭用の暖房をバイオ燃料に切り替える上で、炭素税に大きな効果があった⁶。経済社会の変化と、税体系の変更も踏まえて、脱炭素化の展望を描くべきだ。

図表 1-7 諸外国の炭素税率の推移



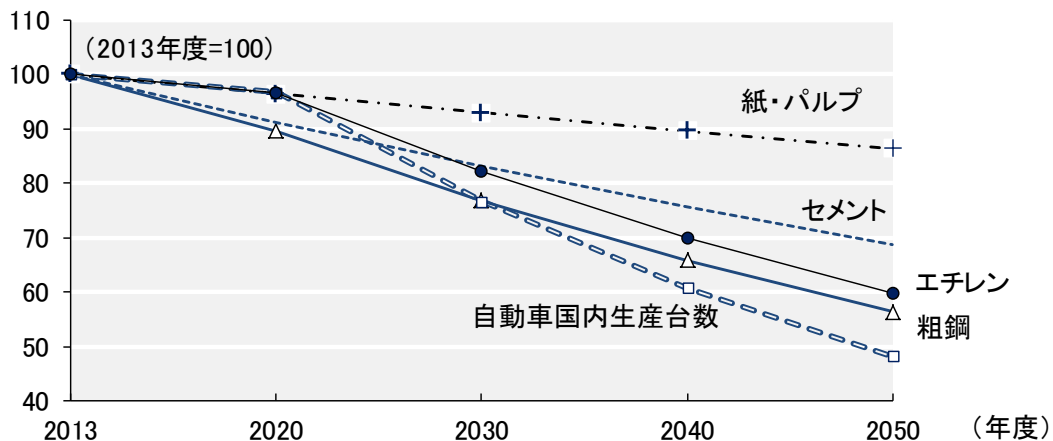
2. 第4次産業革命を経た2050年の経済社会

2-1 すでに産業構造は変化の兆し

1章で自動車を中心とした製造業が日本の強みと説明したが、人口減少や工場の海外移転が2000年代に入り進んでいる。デジタル経済への移行が劇的に進まなくても、国内の製造業の規模は大きく減少する可能性が高い。図表 2-1 は自動車の生産台数と素材産業の主要な生産トレンドを予測している。若者の自動車離れや工場の海外移転によって、完全自動運転の実現や急速なEV化を想定しなくても2050年度には13年度に比べて国内生産台数が半減する可能性を示している。自動車生産の減少は鉄鋼・化学といった素材産業へ波及するだろう。紙・パルプは宅配の拡大に伴う段ボールや高齢者向け紙おむつは今後も需要が期待できるが、雑誌や新聞、本といった媒体の減少は急激で止まる様子はまったくない。セメントも人口減少、工場の海外移転に伴い、住宅や工場、オフィス需要の減少が予測され、2050年には現在の7割程度に低迷する可能性が高い。

⁶ 同国がUNFCCC（国連気候変動枠組条約）事務局に提出した第7回国別報告書（National Communication、2017）

図表 2-1 デジタル経済化を想定しなくても自動車など主要産業の生産は減少が続く



(注) 2030 年度までは産業ピックアップ予測、50 年度までその傾向で伸ばした。2-2 以降で詳述するデジタル経済への移行は想定していない。
 (資料) 日本経済研究センター『[産業ピックアップー輸出・インバウンド消費が成長の下支え](#)』(18 年 12 月)

2-2 デジタル経済への移行でサービスが主体の経済へ

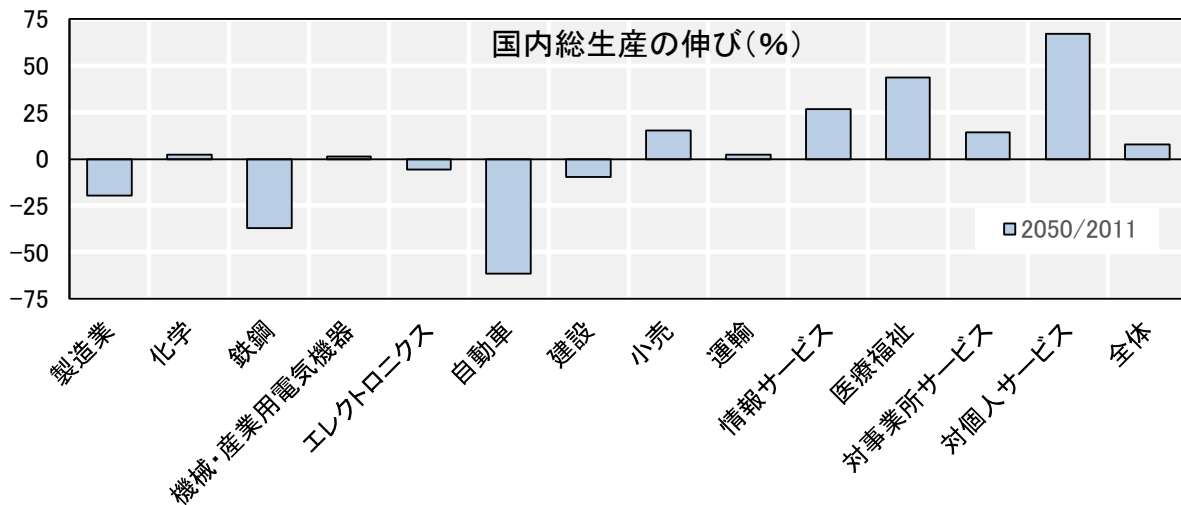
産業構造の変化の影響を確認するため、デジタル経済時代を想定した 2050 年の産業連関表を作成した。2050 年まで労働生産性が毎年 1% 改善することを前提 (2050 年で実質 GDP は 600 兆円になる) に人口減や高齢化などの効果も考慮した上で、2011 年産業連関表の投入係数および消費、投資、輸出入に占める各産業の割合を調整することで 2050 年の産業構造を想定した。

デジタル経済へのシフトにより製造業のウエートが下がり、サービス産業のウエートが高まる。電源構成の変化、家計、企業における省エネ、電気自動車への代替、シェアリングエコノミーの普及、在宅ワークへのシフトによる鉄道輸送の減少などが生じる。他の先進国でも同様のシフトに伴う産業構造の変化が進展すると考えられるため、現在輸出をけん引している自動車や生産用機械などの製造業の輸出は低下すると想定している。

作成に当たり、日本経済研究センターが過去に公表した「産業ピックアップ」や第 4 次産業革命に関する動向や課題について有識者や政策当局者、技術者を招いて議論している「未来社会経済研究会」、「エネルギー環境の未来を語るラウンドテーブル」(座長はいずれも理事長・岩田一政) で得た情報も参考にした。

例えば乗用車は 2050 年には完全自動運転、EV に移行、現行の自家用車 5 台を 1 台で代替できると想定した。車体の素材も鉄からより軽量の樹脂に置き換わるとした。またデジタル経済ではサービスが主体となり、情報通信や対事業所サービスの輸出もクラウドなどの普及で可能になると予測した。米国では毎日通勤する必要のない組織が広がっているが、こうした動きは日本でもデジタル化の進展で急速に広がり、生活スタイル、働き方も一変すると仮定した。また新聞や雑誌などはすべてデジタル化され、キャッシュレス社会が定着していることなども想定しつつ「デジタル経済下の 2050 年の産業連関表」を推計した。(図表 2-2)。

図表 2-2 デジタル化によってサービス主体に生産は増える（主な産業）



(注) エレクトロニクス＝電子部品＋民生用電気・電子機器＋情報通信機器
 (資料) 図表 1 に同じ

図表 2-2 をみると自動車が大きな減少になっているが、これは大手自動車メーカーが 2000 年代のエレクトロニクス産業でみられたような状況になることを必ずしも意味しない。CASEや MaaS⁷など呼ばれる潮流にうまく対応し、自動車をプラットフォームとした情報サービスや対個人サービスを提供する企業に変貌している可能性も見据えている。自動車と並び日本を支える機械産業も、ほとんど増えていないが、建設機械やロボットの販売ではなく、AIやIoTを駆使した施工コンサルや工場の生産管理支援を主体にする企業へ転換していることを想定している⁸。デジタル経済への移行は、大量のエネルギー消費が不可欠な製造業から脱却するという日本の強みを捨てる改革が必要だろうし、それを迫っている。

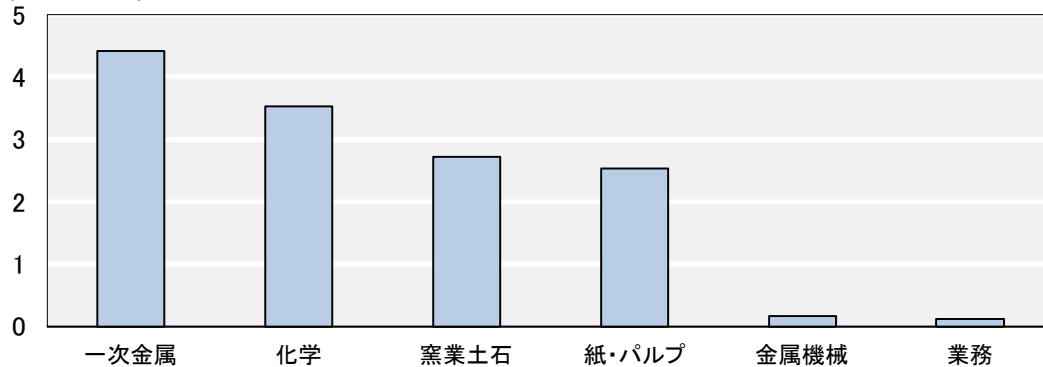
デジタル経済ではあらゆるデジタルデータを分析したりやり取りしたりするIT機器やデータセンターが爆発的に増えるとの指摘がある。例えば科学技術振興機構低炭素戦略センターでは、現状のコンピュータで対応すると電力消費量が現在の 240 倍になる可能性を指摘している⁹。しかしサービス（業務）のエネルギー効率（エネルギー消費／実質GDP）は製造業の 10 倍、鉄鋼などの 40 倍（図表 2-3）。エネルギー多消費型産業の縮小の効果はケタ違いに大きい。またIT機器は技術進歩が速く、性能対比の電力消費量は年々小さくなっている。デジタル化に伴う電力消費量の増加分は、この産業構造変化と技術進歩で抑制できるだろう。

⁷ CASE は (Connected)、自動運転 (Auto drive)、共有 (Share service)、電動化 (Electrification) という自動車産業の変化を頭文字で示している。付加価値の源泉がモノとしての自動車からサービスへシフトすることを MaaS (Mobility as a Service) と総称する。

⁸ 『[施工、ICT活用の自動化でコスト2～3割削減も](#)』（第10回未来研）、『[「製造業」革命にとどまらないインダストリー4.0](#)』（第12回未来研）、『[AI、IoTやEVの進歩で自動車産業が激変の可能性](#)』（第14回未来研）、『[工作機械メーカーから工場のプラットフォームへ](#)』（第19回未来研）、『[2050年の自動車ビジネス、ICT活用でサービス化](#)』（第19回エネルギー環境ラウンドテーブル）

⁹ 「ゼロカーボン社会に向かう 2050年の姿」(JST) <2019年2月6日、自然エネルギー財団シンポ資料>

図表 2-3 サービス（業務）はエネルギー効率が素材産業よりはるかに高い
 (100億kcal/10億円) 各部門のエネルギー効率(エネルギー消費量/各産業の実質GDP)



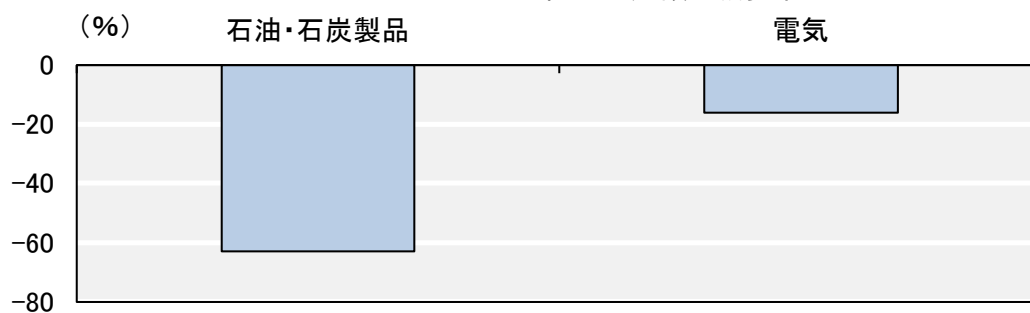
(注) 2017年度のエネルギー消費量を2017年の経済活動別実質GDPで除した
 (資料) エネルギーバランス表、国民経済計算年次推計

2-3 電化が進み、電気の減少は小さく

エネルギーの供給側にも変化がある。世界的に石炭火力への投資が問題視される中で、火力発電の主体は石炭（発電効率は4割）から天然ガス複合発電（同6割）に移行していくだろう。2050年にかけて火力発電全体の効率が2割程度向上すると想定している。また原子力発電については、新設できない状況を踏まえ、2050年には脱原発になっていると考えた。再生可能エネルギーは発電の5割を占めるまでになるとみている¹⁰。

その結果、図表 2-4 に示すように化石燃料の減少ほど電気の需要は減少しない。自動車会社や工作機械メーカーだけでなく、電力会社も各家庭に配置するスマートメーターなどを使い、顧客情報をフル活用するサービス産業へ脱皮できれば、生き残りが図れる可能性は高い。

図表 2-4 化石燃料の減少ほどには生産が低下しない電気
 2050/2011の国内生産額の減少率



(資料) 図表 1 に同じ

¹⁰ 『[ガス火力、再生可能エネはセットで拡大へ](#)』（第22回未来研）

＜2050年の産業構造——主な想定＞

- ・ 電力の脱原発、火力5割、再生可能エネルギー5割を想定。企業の自家発も平均して3割ほど再エネを導入
- ・ 火力発電の発電効率が2割ほど改善
- ・ 産業部門の電化の推進により石油・石炭製品の投入が減少（ガソリン、灯油は原則ゼロ）
- ・ 情報通信サービスは、量子コンピュータなどの実用化で電力消費を1/10
- ・ 乗用車、二輪自動車は全てEV、トラック・バスなどは半分程度EV
- ・ シェアリングエコノミーのため必要な乗用車は1/5、トラック・バスなども人口減による輸送需要の低下により減少
- ・ 自動運転化による安全性の上昇と電気自動車化により、自動車の鉄の利用を減らしプラスチック製品へ代替
- ・ 家庭部門での自動車購入はなくなり、家計の自動車利用はすべて運輸部門の提供するサービス。自動車購入はすべて設備投資として扱う
- ・ 家庭での電化の推進により家庭のガソリン、灯油、都市ガスなどの消費をゼロ、熱供給は利用（集合住宅）
- ・ 運輸（鉄道、道路、その他運輸・郵便）のガソリン、灯油、天然ガスの利用をゼロ、軽油を1/5程度
- ・ 家計消費の運輸の鉄道輸送は人口減、在宅ワークなどを考慮して引き下げ（70%減）、道路輸送は人口減によって減少するが、家計からの振替とシェアリングエコノミーで稼働率が上がる結果付加価値が増加
- ・ 建設需要を引き下げ
- ・ 医療・福祉の家計消費と政府消費をトレンドで延長
- ・ 広告・情報、公務、教育・研究の紙の投入をゼロ（紙・パルプ産業では新しい洋紙・和紙は生産しない）
- ・ 鉄の需要は鉄スクラップで賄うとし、鉄鋼の生産はすべて電炉
- ・ 情報化社会を考慮し情報通信、対事業所、対個人サービスの間需要や最終消費を上げ
- ・ 世界的な低炭素化社会への対応から製造業の生産は全般的に低下し、輸出も伸び悩む
- ・ 各産業の付加価値率を調整（情報化による効率化を考慮し、類似産業のトップランナー方式で付加価値率を調整）

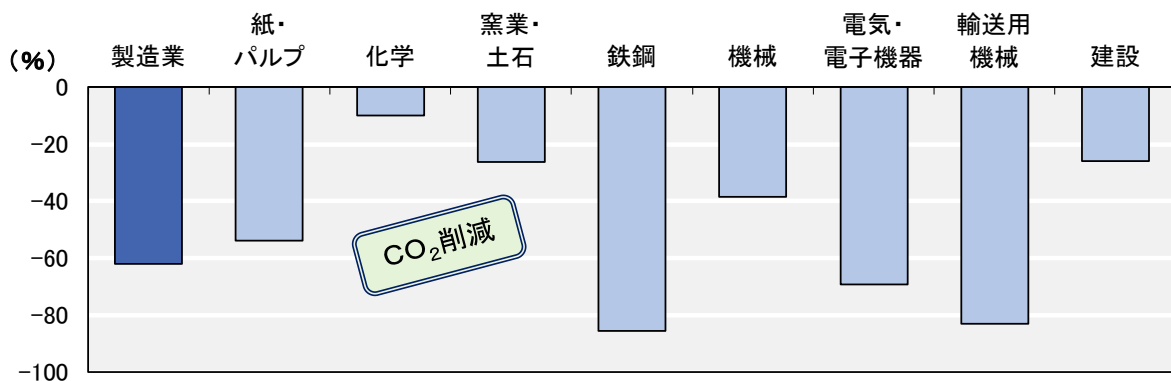
3. 2050年、温暖化ガス8割削減から排出ゼロへの道

3-1 産業構造変化でCO₂は6割削減

2章で予測した第4次産業革命後のデジタル経済化は、化石燃料価格の変動に基本的に依存せず、進行する可能性が高い。AIやIoTといった急速に進化・普及するICTに適合し、生産性向上を目指す社会は、省エネ社会でもある。図表3-1に産業連関分析から割り出した主な製造業、建設のCO₂排出量の削減率だ。1章で述べたスウェーデンや英国のような産業構造になった結果ともいえる。

図表3-1 脱製造業は有力な脱炭素にもなる

2050/2011のCO₂排出量の削減率



(資料) 産業連関表、エネルギーバランス表から計算

3-2 8割削減、カーボンプライシングが必要に

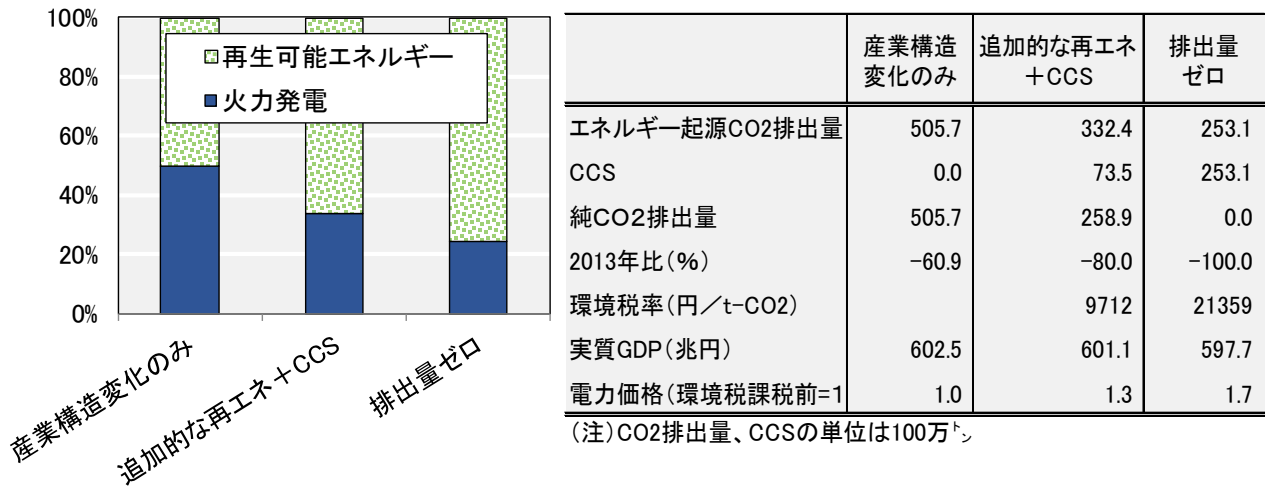
加速的なデジタル経済化の流れだが、それだけでは2050年度に8割削減に達しないことが強く予測される分析結果となっている。削減量をあと20%増やすには、CO₂排出に価格をつけるカーボンプライシング（環境税や排出量取引）が必要になる。どの程度の価格付けが必要になるのかJCER-CGE（一般均衡モデル）で試算した¹¹。CGEモデルは、経済主体が価格をシグナルに経済合理的行動をとった時の均衡解を求めるもので、炭素価格付け等によりエネルギー価格が上昇すると、企業や家計はエネルギー効率の高い機器への買い換え等によりCO₂排出を減らすことになる。試算に当たっては、産業連関分析段階では導入されなかった追加的な再生可能エネルギーのコストを2050年時点での既存の電力コストに比べて1.5倍とし、CCSは10000円/t-CO₂から導入が始まると仮定した。

その結果、追加的な再エネとCCSが入ると、1万円程度の環境税で8割削減が達成できる。発電量に占める追加的な再エネのシェアは50%から66%まで高まる。CCSも導入が始まり7千万トンのCO₂を貯留することになる。さらに排出ゼロ（全量削減、1.5℃目標）を達成するには、環境税を2万円以上に引き上げる必要がある。再エネもさらに増える（発電シェアは75%）とともに、CCSによる貯蔵が2億5千万トんに増加し重

¹¹ 追加的な再エネとCCSのない状態で8割削減を達成するには、3万円以上の炭素価格が必要になる。8割削減には産業連関分析の段階でCO₂排出の5割を占める火力発電の縮減が避けられない（48%の生産減）。工場を国内に残せない状況が想定される。

要性が増す。仮に1万円の環境税を2021年度から330円ずつ毎年引き上げ、50年に1万円にするのであれば、スタート時は年間3600億円の税収となり、2050年度では2兆5000億円程度になる。

図表 3-2 8割削減、排出量ゼロにするための条件
電源構成比 環境税率、電力価格など



(資料) エネルギーバランス表、産業連関表

日本では現在 289 円/t-CO₂ の温暖化対策税（環境税）が課せられているが、諸外国の炭素税と比較してもあまりにも低い。一方、日本でもガソリンの揮発油税率は約 2 万 3000 円、再生可能エネルギーの固定価格買取（FIT）制度の買い取り金額から計算すると 7 万円近い環境税¹²に相当する。環境税による税制のグリーン化を環境政策や税制の抜本見直しと合わせて実施すれば、負担は大きく軽減できるのではないか。CGEモデルでの計算も環境税収は減税などで還元することを前提にしており、実質GDPはほとんど減少していない（図表 3-2 の右）。経済へのマクロ的な影響は実は、限定的なものだ。スウェーデンは、1 万円以上の環境税を課しているが、深刻な影響があるとは伝えられていない。低所得者への減税や社会保障負担の軽減、産業競争力にプラスとなる法人税減税などで税収を還元すれば、大型環境税の導入のマイナス面をカバーし、産業構造の一段のデジタル化（＝省エネ構造にする）を加速できるだろう。

電源の7割を再エネで担うことも、容易ではないが不可能ではないだろう。日本プロジェクト産業協議会（会長、宗岡正二・日本製鉄相談役）の提言では、約 1000 万 kW の発電可能なダムがあり、新設しなくても水力発電を増強できると提言している。風力や太陽光は世界では 10 円/kWh 以下までコストが低下している国もある。CCS についても現在、政府は苫小牧市沖で実証実験中だ。3 億トンの貯留できる岩盤を探しており、確保できれば少なくとも 8 割削減に道を開くことになる（地球環境産業技術研究機構の過去の推計では、日本の近海を含めた周辺では 1400 億トンの潜在的に貯留可能な地層があるとされている）。また再エネ普及に欠かせない送電網

¹² 揮発油税 53.8 円/l、排出係数 2.322kg-CO₂/l からガソリンは計算、再エネは 2016 年度の再エネの発電量、FIT の買い取り金額、電力の排出係数 0.51 kg-CO₂/kWh から求めた。

の整備についても、当センターが過去に公表した同様の試算時には、電力業界関係者からのヒアリングを下に、2050年度までに15兆円程度の投資が必要とされていたが、こうした投資を電力自由化や災害時の電力融通などにも活用することが投資を呼び込むことになるだろう。

4. 温暖化防止と経済成長を両立するには

4-1 デジタル経済への対応に全力を

現在の日本はデジタル経済への対応が進んでいるとは言い難い。最先端のICTを駆使するGAFAMが存在する米国、アリババやテンセントなどが育った中国に比べて遅れは否めない。2-2で既述したが、そうした動きはトヨタ自動車やファナック、コマツといった企業に限定されている。最先端のICTは医療分野や金融などにも活用できる可能性は高い。2章で示したようなデジタル経済は実現するかもしれないが、このままでは、その基盤はすべて海外の巨大プラットフォームが提供しているという事態にもなりかねない。当センターが17年5月に公表したレポート「[ICT活用、最優良企業並みなら成長率4%押し上げも](#)」ではICT活用による潜在的な日本企業の成長の可能性を示したが、日本の取り組みはスピードを欠いている。特に製造業以外のICT化を早急に進め、サービスを輸出できる体制を構築する必要がある。

4-2 環境技術の海外展開を

EVが本格的に普及するには、次世代の蓄電池が必要と専門家は指摘する¹³。また大型の電力供給用の蓄電池開発は、今のところ日本がリードしている。EV関連の素材開発などで巻き返す機会はあるだろう。風力発電などは世界ではすでに主力電源になりつつあり、欧州では輸出産業にもなっているが、日本は完全に取り残されている。しかし故障の際に迅速なメンテナンスが欠かせない風力発電なので、アジアでの普及において日本は地理的に優位な立場にある。大型の貨物船で部品を欧州から運搬しては、時間がかかり、ビジネス上の損失が大きくなるからだ。また国内ではデジタル経済への移行で縮小する可能性が高いが、最先端の高炉や化学プラント、鉄道システムの技術などを海外へ輸出することも考えられ、世界の省エネにもつながる。

5. 最重要課題は2050年にどのような社会を日本は目指すのか？

2050年の日本社会をどのような姿にすることを目指すのか？その哲学なしに、足元の個別業界、企業の利害調整に終始しては、地球環境問題にも急速に進む第4次産業革命にも対応できず、時代の波に飲み込まれる恐れがある。4月23日に公表された政府のパリ協定長期成長戦略案では、ようやく“積み上げではない、将来の「あるべき姿」”を示して大幅削減に取り組むとしているが、省エネ技術や脱炭素技術の動向や導入に力点が置かれており、経済構造の変化が、地球温暖化防止に

¹³『[性能向上、価格低下にはもう一段の技術革新](#)』（第22回エネルギー環境ラウンドテーブル）

どのようなインパクトがあるか、示されていない。政府も産業界も温暖化防止への取り組みとともにデジタル社会の実現ともなる“Society 5.0”の推進も掲げている。両者の戦略を融合することが不可欠だろう。中西宏明経団連会長はデジタル革新への対応と再エネを核とするグリーンエネルギー戦略、長期的な視点に立った原子力政策の必要性を訴え¹⁴、安倍晋三首相は「温暖化対策は、企業にとってコストではなく、競争力の源泉」¹⁵と言い切る。官民のリーダーとも方向性では完全に一致している。しかし、その実現には産業構造の変革という痛みを覚悟しないと実行は難しく、両者の指導力が求められる。

<参考文献>

日本経済研究センター「[小林光のエコ買いな？ 米国は、それでもやっぱり環境ビジネス大国](#)」(2018年9月27日)

同上「[温暖化ガス、8割削減への道 環境税導入でCO₂、2050年に7割削減は可能](#)」(2017年10月13日)

同上「[第4次産業革命をテコに脱炭素社会を](#)」(2016年9月8日)

同上「[2050年、05年比でCO₂、6割削減は可能](#)」(2015年2月27日)

同上「[未来社会経済研究会](#)」議事要旨(2016年9月～)

同上「[エネルギーと環境の未来を語るラウンドテーブル](#)」議事要旨(2013年10月～16年7月)

日本プロジェクト産業協議会「純国産の自然エネルギー・水力による持続可能な未来社会～既存のダム・水力施設の最大活用による水力発電の増強～」(2013年12月)

※本稿の無断転載を禁じます。詳細は総務・事業本部までご照会ください。

公益社団法人 日本経済研究センター

〒100-8066 東京都千代田区大手町1-3-7 日本経済新聞社東京本社ビル11階

TEL:03-6256-7710 / FAX:03-6256-7924

¹⁴ 日本経済新聞 2019年5月3日付け朝刊「令和を歩む①」

¹⁵ パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略策定に向けた懇談会(2019年4月2日)