

# 日本は省エネルギー大国の座を降りた？

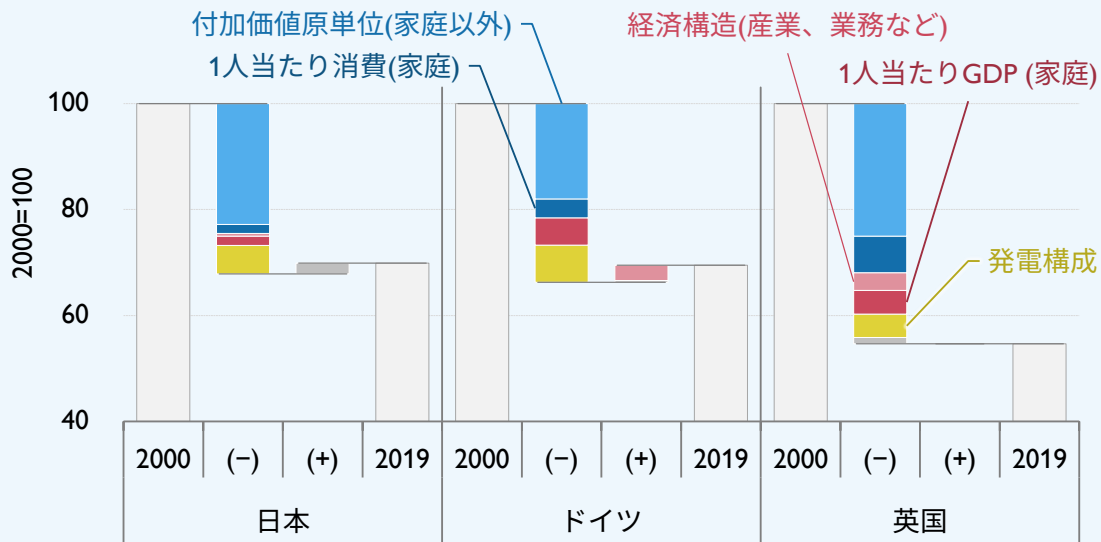
## GDP原単位は特性も認識して活用を

日本エネルギー経済研究所 計量分析ユニット 研究主幹 | 柳澤 明

### 要旨

- ロシアのウクライナ侵攻でエネルギー安全保障の優先度が上がり、省エネルギーに対する関心が高まっている。その状況下、日本の省エネルギー先進性はすでに失われているとする声がある。マクロな省エネルギー指標の代表格、国内総生産(GDP)当たりの一次エネルギー供給であるGDP原単位でエネルギー効率を評価すると、日本は主要7か国(G7)では英国、イタリア、ドイツの後塵を拝し、フランスにもほぼ並ばれている。
- しかし、GDP原単位の水準は為替レートの影響を大きく受ける。実体は一切不変にもかかわらず、2020年と目される次の基準年に切り替わるだけで、トップランナー英国と日本など他のG7諸国との間の差は、最大、現行値の約半分に縮まる。
- GDP原単位の変化で測る省エネルギーの進捗も注意を要する。そこには省エネルギーとして本質的でない要因が潜んでいる。この20年、GDP原単位の減少に最も寄与したのは、エネルギー効率としての指標性が高い付加価値当たりエネルギー消費の低減である。しかし、本質的な意味合いが乏しい1人当たりGDPや、太陽光・風力など一次電力が絡む発電構成の変化も少なからず、かつ国により異なる程度で寄与した。

図1 | 一次エネルギー供給のGDP原単位と変動への寄与



- 吟味すれば、日本のエネルギー効率は実質的にはヨーロッパに大きく劣後しているわけではないと考えられる。しかし、日本の省エネルギー先進性をこれまでのように一瞥でくみ取ることができなくなった状況は、ヨーロッパの省エネルギー進展を素直に称える姿勢と同時に、省エネルギー大国の看板を掲げる日本がさらに何をなすべきか検討を求めているのではなかろうか。

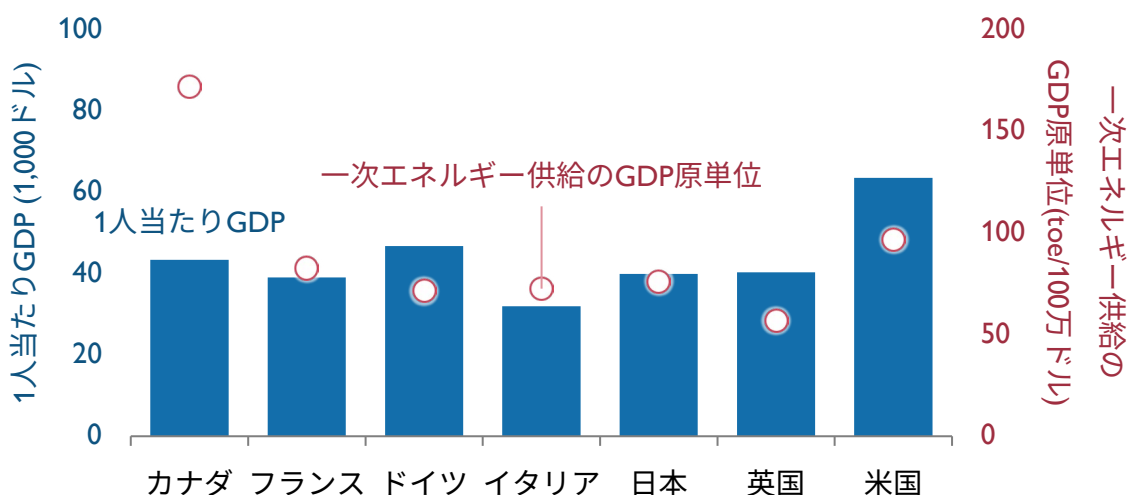
## 注目される省エネルギーとそのマクロ指標

気候変動問題への対応として、再生可能エネルギーや原子力といった低炭素エネルギー源に期待が寄せられている。その期待のあまりの大きさがなすおそれか、省エネルギーの扱いがヨーロッパなどの一部の国ではやや軽んじられていた感もあった。しかし、ロシアによるウクライナ侵攻を機にエネルギー安全保障・安定供給確保の優先度が上がり、国産エネルギー源と並び省エネルギーに対する関心が高まっている。日本は、石油危機以来の取り組みによって、省エネルギーの分野で世界をリードしてきたとの評価を得てきた。省エネルギー協力は日本のエネルギー分野での国際協力の中心になるなど、その先進性は日本のプレゼンス維持に一役買ってきたとも言えるのである。そうした中、最近の状況を踏まえると、日本の省エネルギー先進性はすでに失われているとする声がある。

省エネルギーの程度を定量的に評価するための指標としては、活動量(あるいはエネルギーサービス需要範囲)当たりのエネルギー消費量が人口に膾炙する。実際、対象や目的に応じて多様な系列が用いられている。たとえば、ミクロなものとしては、自動車の燃費(=走行距離当たりのエネルギー消費量)や発電効率(=発電量当たりのエネルギー消費量)などがある。対象範囲をもう少し広げたものとしては、粗鋼生産量当たりのエネルギー消費量や住宅のエネルギー効率(暮らしを維持するためのエネルギー消費量)などが挙げられる。国などを対象とする場合は、マクロな指標として、活動量に国内総生産(GDP)を、エネルギー消費量に当該国のエネルギー消費総量を表す一次エネルギー供給を据えた一次エネルギー供給のGDP原単位がしばしば用いられる。これは理解しやすくかつ扱いやすいという長所を備えた指標である。

しかし、一次エネルギー供給のGDP原単位は、経済産業構造、国土の気候・地理的条件、人口分布などエネルギー効率に影響する種々の要素を明示的に取り扱っていない。そのため、これを各国横並びにした単純比較は、ある種の便法であることを認識しておく必要がある。以下では、時にさらに注意を要する物柄を念頭に、省エネルギー指標としての一次エネルギー供給のGDP原単位に分け入る。その際、最近の日本の省エネルギーに対する言及を鑑み、エネルギー効率について対比されることが増えたドイツ、英国との比較を中心に展開する。また、経済発展程度が近い主要7か国(G7)の他の国についても定量評価を付すこととする。

図2 | 1人当たりGDPと一次エネルギー供給のGDP原単位[2020年]

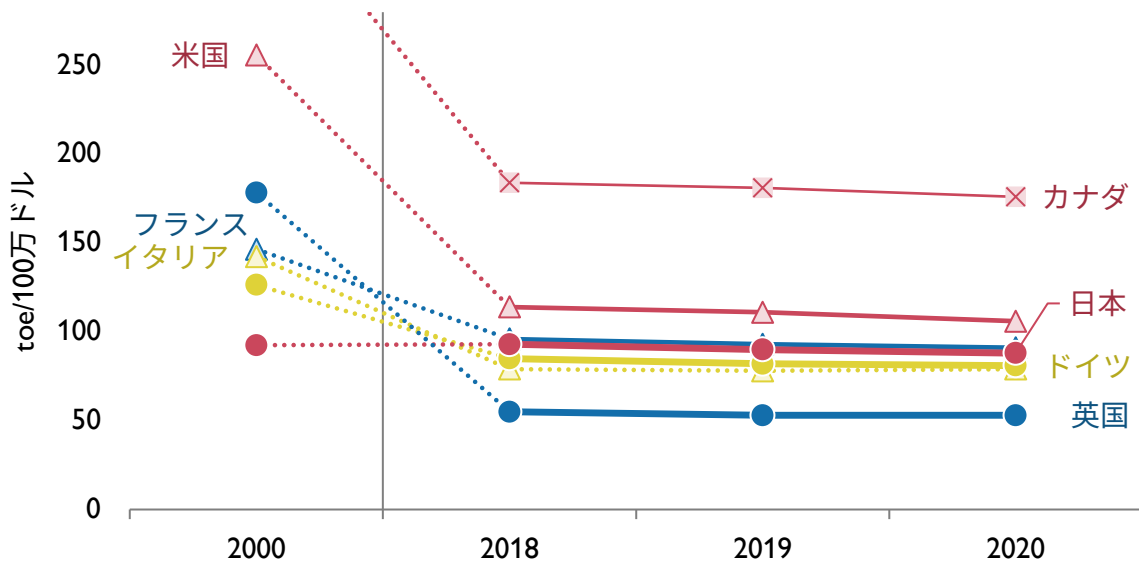


出所: IEA 「World Energy Balances」、OECD 「National Accounts」、世界銀行 「World Development Indicators」より算出

## 為替レートに依存する省エネルギー水準

日本は一次エネルギー供給のGDP原単位で世界トップクラスに位置してきた。しかしながら、「省エネルギー大国ニッポン」は過去の話であるといった声を最近では耳にすることがある。たとえば、国際エネルギー機関(IEA)の統計<sup>1</sup>によると、日本は2000年にはG7のうち最もエネルギー効率的であったが、近年では英国、イタリア、ドイツの後塵を拝しているばかりか、フランスにもほぼ並ばれるに至っている(図3)。

図3 | 一次エネルギー供給のGDP原単位



注: 2000年の金額は1995年価格、2018年～2020年の金額は2015年価格

出所: IEA 「Energy Balances of OECD Countries, 1999-2000」、IEA 「World Energy Balances 2022」

こうしたことが日本の省エネルギー神話終焉の一根拠とされているようである。しかし、統計データの扱いには、背景の十分な顧慮も求められることを改めて思い起こす必要がある。

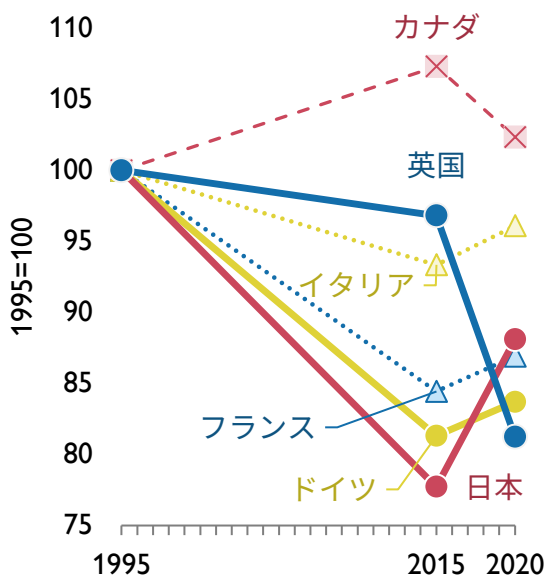
一次エネルギー供給のGDP原単位の国際比較においては、分母のGDPとしてどの系列を用いるかの選択が必要である。そして、そのGDPを共通通貨——通常は米ドル——建てに換算する際にどのような為替レートを用いるかがしばしば論争の的になる。任意の単年の比較であれば、GDPとして名目値、為替レートとして当該年の値を用いるのが自然かもしれない。複数年にわたる比較であれば、GDPは実質値、為替レートは特定年の値がふつう用いられる。その特定年としてどの年を参照するべきかに唯一無二の選択基準はないが、通常は実質GDPの基準年が採用される。そして、実質GDPの基準年は、2015年や2020年など西暦末尾が5あるいは0の年となっていることが多い。よって、為替レートとしては西暦末尾が5あるいは0の年の値が用いられがちである。

<sup>1</sup> 2000年、2020年それぞれのデータが掲載された最初版である「Energy Balances of OECD Countries, 1999-2000」「World Energy Balances 2022」を参照している。

しかし、自由な資本移動と独立した金融政策の下での変動相場制の場合、西暦末尾が5あるいは0の年の為替レートがエネルギー経済的に妥当な水準である保証はない<sup>2</sup>。たとえば、図3の2000年値では1995年の、2018~2020年値では2015年の為替レートが用いられている。そして、その20年の間に、現地通貨がドルの米国以外では、カナダを除く5か国の通貨が対ドルで軒並み減価した(図4)。すなわち、1995年基準の一次エネルギー供給のGDP原単位では5か国のエネルギー効率の高さが強調される方向に働く一方、2015年基準では為替レート参照年の切り替えに伴いその強調作用が打ち消されるように帰着している。円は、1995年には¥94/\$とその前後の期間で円高のピークを記録した一方、2015年には¥121/\$と逆にその前後の期間で円安のピークをつけ、この間に最も減価した通貨であった。そのため、日本は為替レート参照年の切り替えが一次エネルギー供給のGDP原単位の悪化(増大)に最も寄与した国となっている。

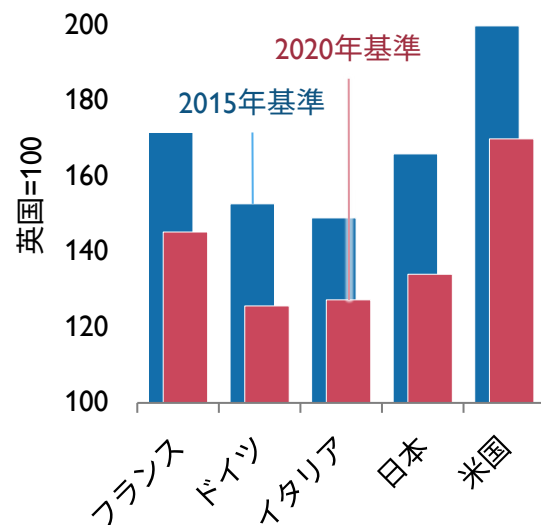
なお、IEA統計で次の基準年と目される2020年は、円、ユーロが2015年に比べ増価に転じた一方、1月末の欧州連合離脱による経済悪影響があった英国ポンドは切り下がった。実体は一切不変にもかかわらず、基準年が切り替わるだけで、トップランナー英国と各国との間にある一次エネルギー供給のGDP原単位の差は、最大、現行値の約半分に縮まることになる(図5)<sup>3</sup>。

図4 | 対ドル為替レート



注: 値が大きいほどその国の通貨が強い  
出所: OECD「National Accounts」より算出

図5 | 一次エネルギー供給のGDP原単位[2020年]



出所: IEA「World Energy Balances」、OECD「National Accounts」より算出

<sup>2</sup> 資本移動の自由、金融政策の独立性と同時に為替レートの安定あるいは固定という政策目標を完全達成することはできないとする国際金融のトリレンマの影響である。

<sup>3</sup> 基準年の切り替えに際しては、GDPデフレーターの変化も作用するため、一次エネルギー供給のGDP原単位が為替レートと同率で変化するわけではない。

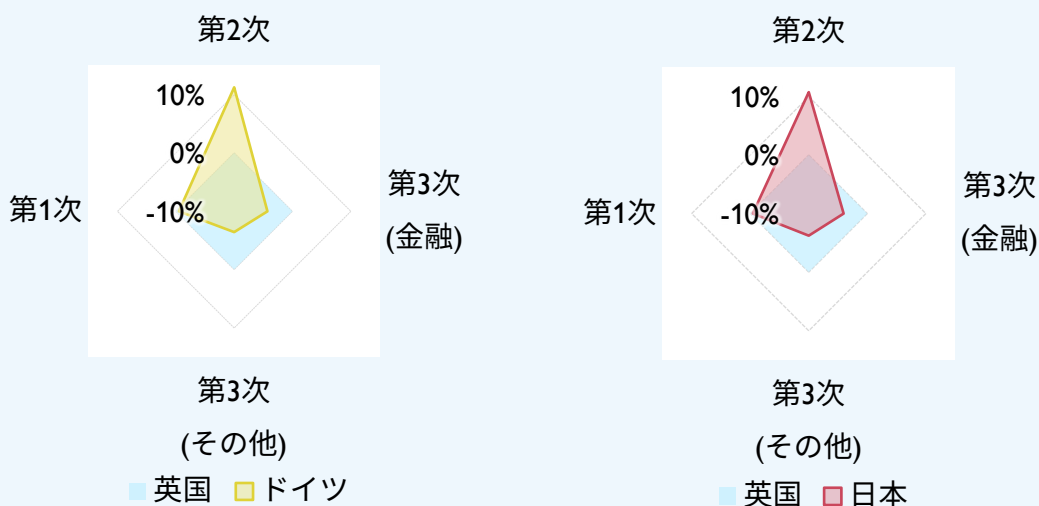
為替レートとして市場レートではなく購買力平価(PPP)レートを用いる方法もある。たとえば、末広(2007)は、市場レートとPPPレートをエネルギー消費部門ごとに使い分けることを提案している<sup>4</sup>。しかしながら、PPPレートの採用も完全解をもたらすわけではなく、新たな問題を持ち込みうる<sup>5</sup>。いずれにせよ、為替レートの影響を黙殺して省エネルギーの優劣を一次エネルギー供給のGDP原単位で論じることは危うさをはらむ。

### Box 1 | 英国をトップランナーに押し上げたのは強いポンドだけか?

一次エネルギー供給のGDP原単位を規定するのは、狭義のエネルギー効率のみではない。上記のとおり、国際比較に際しては、為替レートはその大きな影響要因の1つとなる。また、気候条件は民生用エネルギー消費の多寡を通じてGDP原単位を左右する。

さらに、産業、業務他、非エネルギー利用は、経済産業構造を反映する。英国は、産業別付加価値において第3次産業、さらに第3次産業の中でもエネルギー寡消費とされる金融の構成比がG7で最も大きい。これに対し、ドイツ、日本は、エネルギー多消費な第2次産業の重要性が相対的に高い(図6)。こうした違いは、一次エネルギー供給の約7割を占める最終エネルギー消費にとりわけ作用する。

図6 | 付加価値構成[2019年、英国比]



注: 2015年価格

出所: OECD 「National Accounts」 より算出

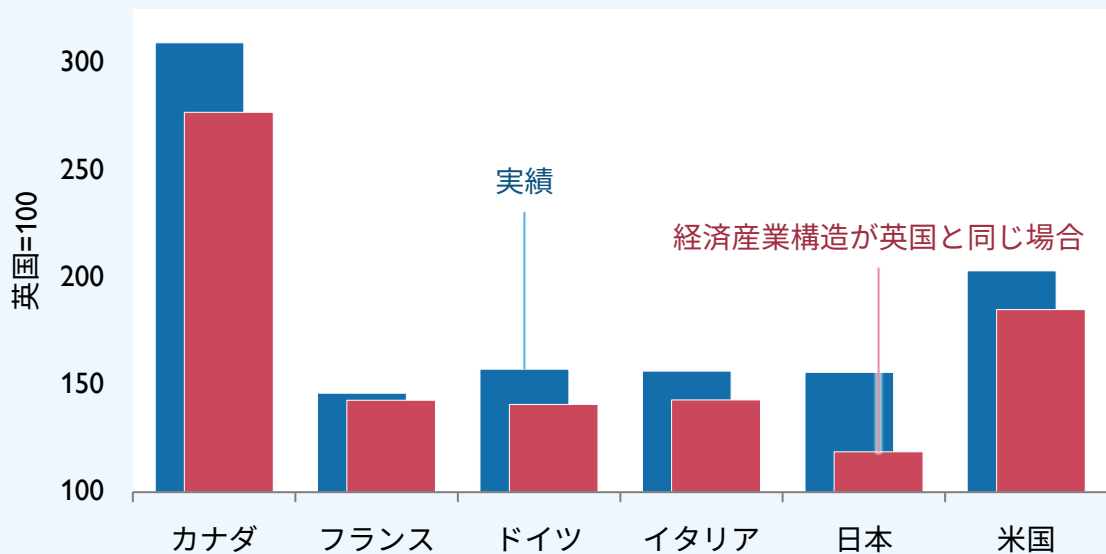
仮に、ドイツ、日本の産業別付加価値構成、すなわち経済産業構造が英国と同じとすると、最終エネルギー消費のGDP原単位はそれぞれ実績値を10%、24%下回ることになる(図7)<sup>6</sup>。これにより、英国との差異はかなり縮小する。

<sup>4</sup> 末広「省エネルギー指標としてのGDP原単位—GDP原単位における国際比較の問題点と部門別アプローチによる推計—」(2007年6月)

<sup>5</sup> PPPレートの算定がどの財に基づき、どの程度正確に財の品質調整がされているかという定義的な面、経済発展程度が低い国、貿易赤字国の通貨が高く評価されがちではないかという現象的な面など。

<sup>6</sup> 各産業の付加価値当たり最終エネルギー消費は各国の実績値で計算。

図7 | 経済産業構造が英国と同じ場合の最終エネルギー消費のGDP原単位[2019年]



出所: IEA 「World Energy Balances」、OECD 「National Accounts」 より算出

ただし、現実には、すべての国が英国のような経済産業構造を持てるわけではない——極論、あらゆる国がサービス業、金融に特化してしまったら、世界経済は成立しない。経済産業構造はエネルギー消費に大きく影響する一方、GDP原単位の単純比較においてはそれを明示的に取り扱っていない。このことは十分に意識しておく必要がある。

## 省エネルギーの進捗評価でも要注意

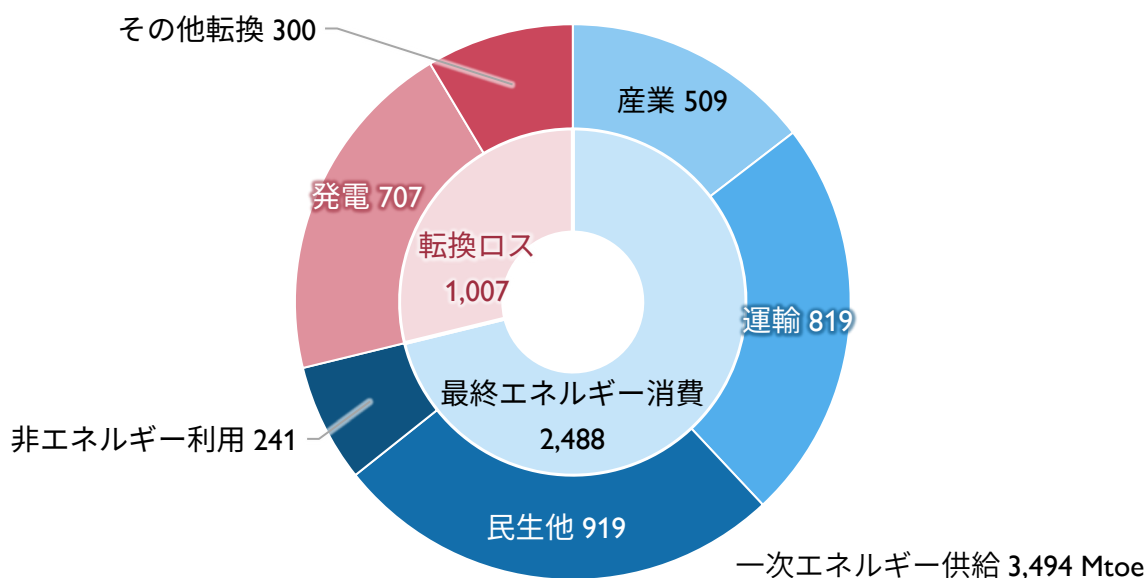
一次エネルギー供給のGDP原単位の水準で測る省エネルギーの国際比較・評価は、為替レートに依存することを示した。これとは別に、その変化で測る省エネルギーの進捗にも注意を要するものが潜んでいる。以下では、一次エネルギー国内供給をその構成要素である①エンドユーザーが実際に利用したエネルギー量を表す最終エネルギー消費、②エネルギー源を最終消費しやすい形に変換する際に失われるエネルギー量である転換ロス に分けて、一次エネルギー供給のGDP原単位の変化がどのような要因によってもたらされているか評価する。

### 最終エネルギー消費

最終エネルギー消費は、産業部門(鉱業、建設業、製造業)、運輸部門、民生他部門(家庭、業務、農林水産業、分類不明)、非エネルギー利用部門に大別可能である(図8)。最終エネルギー消費のGDP原単位は、G7各国ともこの20年、経年的に減少傾向にあり、エンドユーザーレベルでも省エネルギーが進展していると評価される(図9)。特に北米は——依然として省エネルギーの水準ではヨーロッパや日本に劣るものの——省エネルギーの進展が顕著である。また、省エネルギー水準で日本より優位にあるとされる英国、ドイツは、民生他の省エネルギー進捗が順調で、最終エネルギー消費のGDP原単位の減少を牽引しているのが目を引く。



図8 | G7の一次エネルギー供給[2020年]

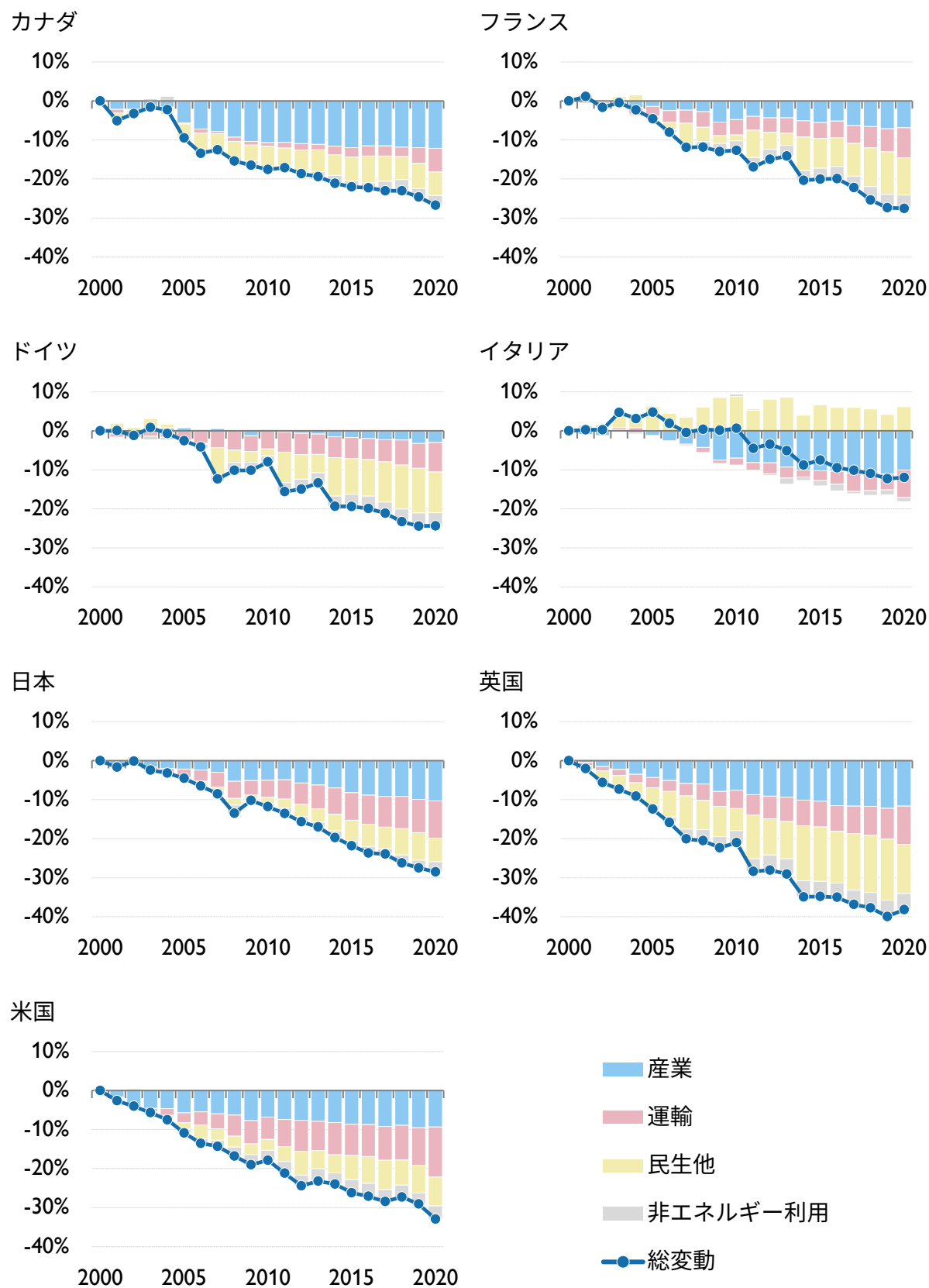


出所: IEA 「World Energy Balances 2022」

最終エネルギー消費のうち、産業<sup>7</sup>、業務、農林水産業および非エネルギー利用(化学工業)は各部門・業種の生産活動のために最終消費されるエネルギー量が対象である。よって、当該部門・業種の付加価値額を活動量とし、その1単位当たりのエネルギー消費量を省エネルギー指標とすることは自然であろう。

<sup>7</sup> 以下では原則として、産業を鉱業、建設、一次金属、化学工業、窯業・土石、輸送機械、金属機械・その他機械、食料品、紙・パルプ・印刷、繊維、その他製造業に区分している。OECD「National Accounts」には日本について一次金属の鉄鋼・非鉄金属別の付加価値データが収録されていないため、このような扱いとしている。

図9 | 最終エネルギー消費のGDP原単位変動への部門別寄与度[2000年比]



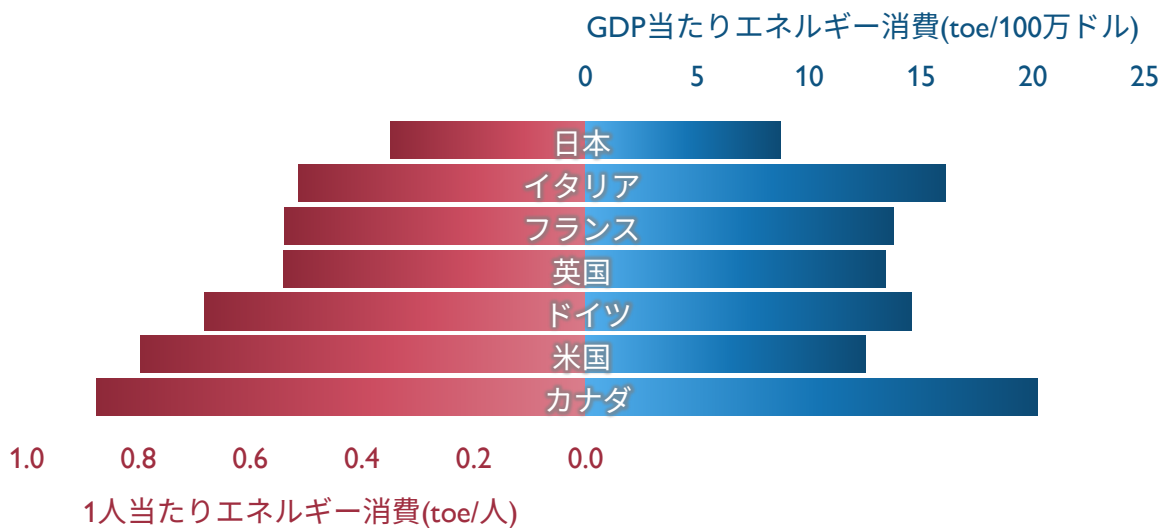
出所: IEA 「World Energy Balances」、OECD 「National Accounts」より算出



これに対し、家庭のエネルギー消費は生産活動を行うためではない。家庭では生活を送るにあたり必要となるエネルギーサービスを充足するためにエネルギーを消費している。新興・途上国などでは、所得の上昇による生活水準の改善に伴って消費するエネルギー量が増大するのが一般的である。しかし、先進国などでは、概して高度な生活環境をすでに享受していることから、所得の上昇に伴って必需品であるエネルギーの消費をさらに大きく増加させることは少ない。家庭のエネルギー消費は、気温や新型コロナウイルス感染症(COVID-19)対策で大きく変化した在宅率そしてミクロな省エネルギーに直結する機器や住宅のエネルギー効率などにもっぱら依存している。

家庭の省エネルギー状況をGDP当たりエネルギー消費で測ろうとすると、最も効率的なのが日本、次いで米国となる(図10)。しかし、米国はそれほど省エネルギー先進的とは一般にみなされておらず、これには不自然さを感じざるを得ない。経済発展程度が近いG7間の比較では、家庭の省エネルギー指標としては、1人当たりのエネルギー消費量の方がGDP当たりよりは得心しやすいと考えられる。ただし、いずれも気候条件が異なるままの指標であることには留意する必要がある。

図10 | 1人当たりおよびGDP当たり家庭部門エネルギー消費[2020年]



出所: IEA 「World Energy Balances」、OECD 「National Accounts」、世界銀行 「World Development Indicators」より算出

運輸は、産業などおよび家庭の両方の性格を持ち合わせている。物資の輸送に係るエネルギー消費を対象とする貨物は、どちらかというとな産業などに近い側面がある。一方、旅客は、家庭の自家用車(いわゆるマイカー)によるエネルギー消費が大宗を占めており、生産活動との結びつきは希薄である。ここでは運輸のエネルギーは広くその国の経済・社会活動を支えるために用いられているととらえ、GDP当たりのエネルギー消費量を省エネルギー指標とみなすこととする。また、利用場面を特定し難い分類不明、非エネルギー利用(化学工業以外)も便宜的に同様の扱いとする。

上記に従えば、最終エネルギー消費のGDP原単位は以下のように変形することができる:

$$\begin{aligned} & \frac{\text{最終エネルギー消費}}{\text{GDP}} \\ &= \sum_{i \in \text{産業, 業務, 農林水産業, 非エネルギー利用(化学工業)}} \frac{\text{エネルギー消費}_i}{\text{付加価値}_i} \times \frac{\text{付加価値}_i}{\text{GDP}} \\ & \quad + \frac{\text{エネルギー消費}_{\text{家庭}}}{\text{人口}} \times \left( \frac{\text{GDP}}{\text{人口}} \right)^{-1} \\ & \quad + \sum_{i \in \text{運輸, 分類不明, 非エネルギー利用(化学工業以外)}} \frac{\text{エネルギー消費}_i}{\text{GDP}} \end{aligned}$$

これに基づき、①エネルギー効率としての指標性が高い付加価値(またはGDP)当たりエネルギー消費による寄与である“付加価値原単位要因”(産業、運輸、業務、農林水産業、非エネルギー利用、分類不明が対象)、②経済産業構造を表す産業別付加価値のGDP比による寄与である“経済構造要因”(産業、業務、農林水産業、非エネルギー利用(化学工業))、③1人当たりエネルギー消費要因(家庭)、④1人当たりGDP要因(家庭) という4要因に分解・再編できる。こうして最終エネルギー消費のGDP原単位の変化をカナダを除くG7<sup>8</sup>について要因分解した(図11)。

英国やドイツに比べ省エネルギーの劣後が一部から指摘される日本ではあるが、付加価値原単位要因は東日本大震災後の節電もあり2010年代に入ってから両国を上回るペースで拡大している(図11a)。これにより、その押し下げ寄与は、2013年にはドイツを凌駕し、2016年以降は英国に肉薄している。「日本の省エネルギーは進んでいない」というとその原因を産業界・生産部門に求める向きもあるが、そうした批判は必ずしも当たっていない。

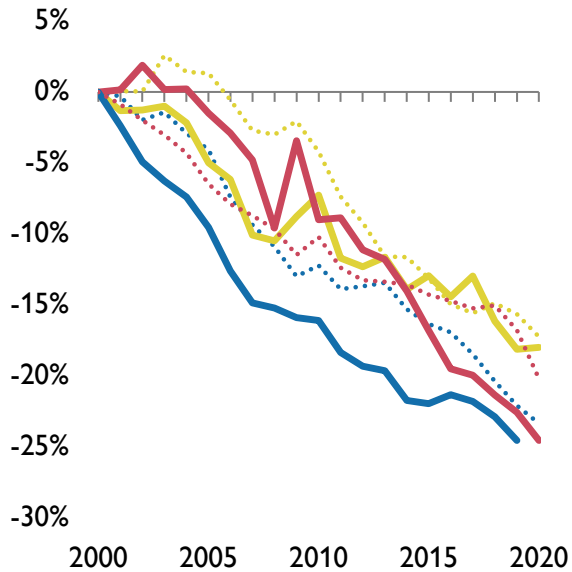
経済構造要因は、製造業の衰退とサービス業の伸張が進んだ英国(と米国)で、押し下げ寄与が相対的に大きい(図11b)。対して、ドイツはエネルギー多消費産業が伸張し、押し上げ寄与となっている。なお、昨今のグリーントランスフォーメーションでの方向性にも関わりうることであるが、経済構造要因が省エネルギーに効いているのは、あくまで経済のありようが変化した“結果”である。省エネルギーを達成するべく経済産業構造を改めるといえるのは、本来、主従が逆転している。グリーントランスフォーメーションに資する産業を新たに勃興させ、波及して経済の活性化が図られるという分には筋がよい。しかし、省エネルギーや低炭素化のための経済変革を強調するあまり、エネルギー多消費産業の排斥やカーボンリーケージなどが不適切に誘発され、全体としてエネルギー効率の悪化や気候変動対策の阻害が生じるおそれには勘考が必要である<sup>9</sup>。

<sup>8</sup> カナダはOECD「National Accounts」に2011年以前の産業別付加価値データが収録されていないため分析対象外とした。また、英国は2020年のデータが収録されていないため2019年までを分析対象とした。

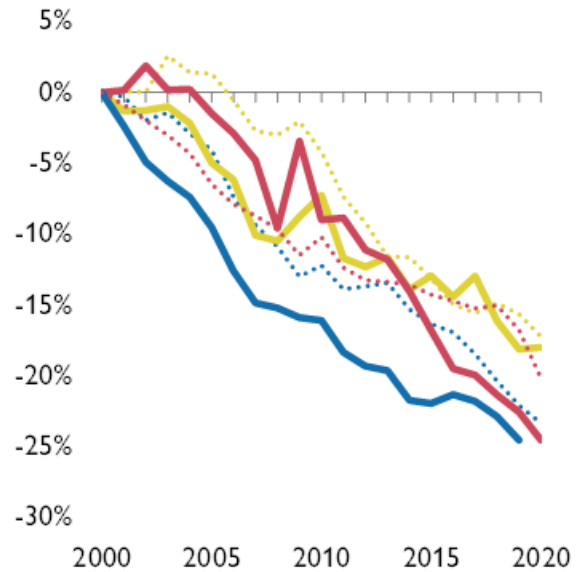
<sup>9</sup> たとえば、GX実行会議「GX実現に向けた基本方針」(案)には「…鉄鋼・化学など製造業を始めとする需給一体での産業構造転換や抜本的な省エネの推進…」というくだりがある。産業構造転換の範囲をどこまでと認識するかの違いにより、描く目標像が大きく異なってくる可能性がある。

図11 | 最終エネルギー消費のGDP原単位変動への要因別寄与度[2000年比]

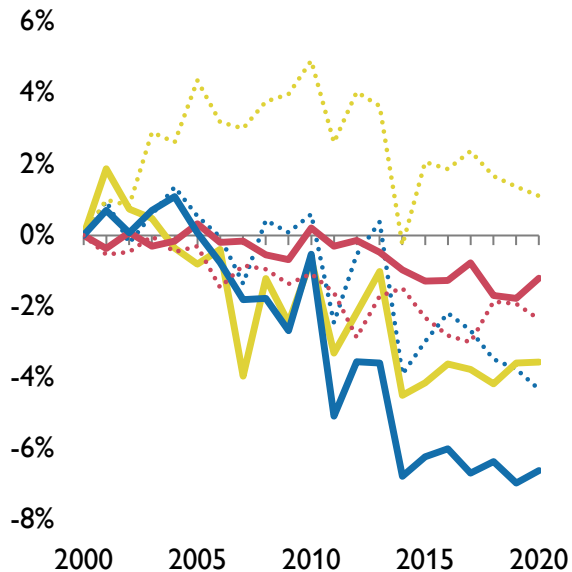
[a] 付加価値原単位要因



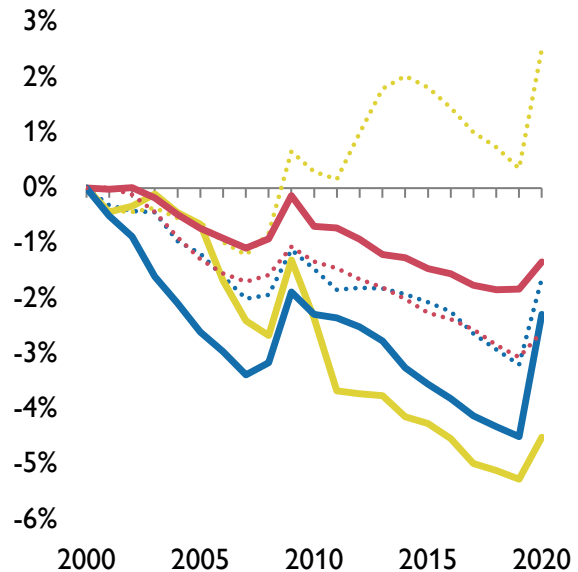
[b] 経済構造要因



[c] 1人当たりエネルギー消費要因



[d] 1人当たりGDP要因



..... フランス    ——— ドイツ    ..... イタリア    ——— 日本    ——— 英国    ..... 米国

出所: IEA 「World Energy Balances」、OECD 「National Accounts」、世界銀行 「World Development Indicators」より算出

1人当たりエネルギー消費要因は、イタリアを除き減少寄与傾向となっており、家庭における省エネルギーの実質的な進展をうかがわせる(図11c)。英国やドイツは、寒冷な気候によるエネルギー消費量の多さに日本を上回る省エネルギー進捗速度が重なり、大きな押し下げ寄与につながっている。日本は1人当たりエネルギー消費が少ないという事情があるとはいえ、1990年代末に始まったトップランナー制度の効果発現を期待できた時期にもかかわらず、1人当たりエネルギー消費要因が欧米を下回る押し下げ寄与にとどまっている。日本は住宅の省

エネルギー性能引き上げを重点化しようとしているが、さらに何らかの工夫の余地がないか熟思があってよいかもしれない。

落とし穴的な存在が1人当たりGDP要因である。1人当たりGDPそのものはエネルギー効率としてほとんど意味をなさない。にもかかわらず、家庭における1人当たりエネルギー消費を明示的に扱う場合——あまり意識されることはないが——1人当たりGDP要因が省エネルギー指標としての最終エネルギー消費のGDP原単位に内在する。このことには注意が必要である。経済の低成長が続く日本は、1人当たりGDPの増加による押し下げ寄与がドイツや英国と比べかなり限定的である(図11d)。ただし、繰り返すが、1人当たりGDP要因による最終エネルギー消費のGDP原単位の押し下げは、エネルギー効率の改善を本質的には意味しない。2020年には、COVID-19の影響により経済が大幅に落ち込んだことから、いずれの国の1人当たりGDP要因もリーマンショック・欧州債務危機時以来となる大きさで押し上げ寄与を記録した。もちろん、これもエネルギー効率が悪化したことを本筋では意味しない。

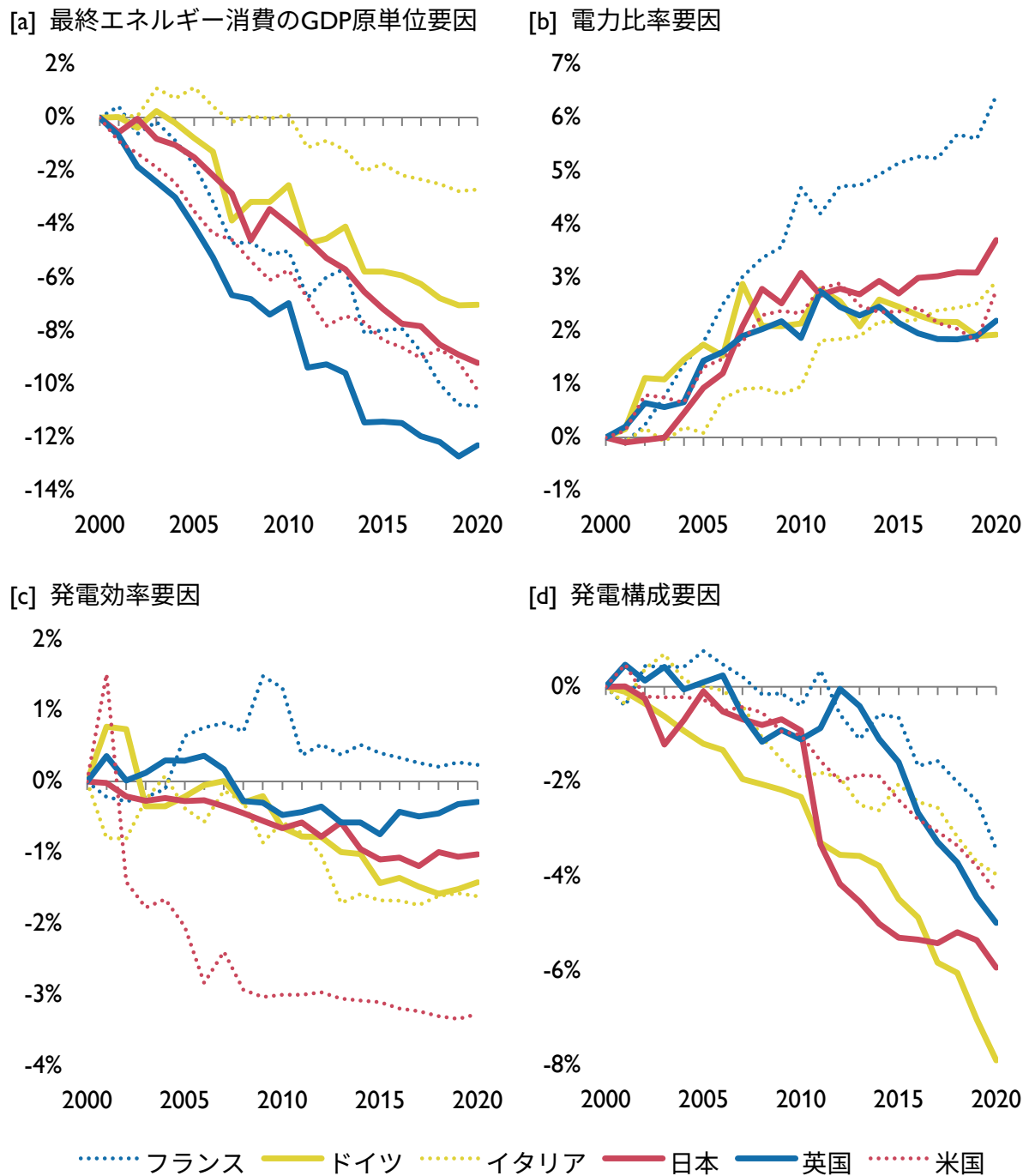
## 転換ロス

エネルギー転換のうち、転換ロス量・率の大きさという尺度で最も重要なのが発電である。火力発電においては、投入エネルギーの約6割が転換ロスとなる。これに比べれば他のエネルギー転換のロス率は概して小さく、2番目に位置するコークス製造でも1割程度に過ぎない。そこで、本稿では、転換ロスを、発電ロスとその他転換ロスに大別する。そして、転換ロスのGDP原単位を以下のように定式化して分析する:

$$\begin{aligned} \frac{\text{転換ロス}}{\text{GDP}} &= \frac{\text{発電ロス}}{\text{GDP}} + \frac{\text{その他転換ロス}}{\text{GDP}}, \\ \frac{\text{発電ロス}}{\text{GDP}} &= \frac{\text{最終エネルギー消費}}{\text{GDP}} \times \frac{\text{電力最終消費}}{\text{最終エネルギー消費}} \times \frac{\text{総発電量}}{\text{電力最終消費}} \\ &\quad \times \sum_{i \in \text{発電方式}} \frac{\text{発電量}_i}{\text{総発電量}} \times \frac{\text{発電ロス}_i}{\text{発電量}_i}, \\ \frac{\text{その他転換ロス}}{\text{GDP}} &= \frac{\text{最終エネルギー消費}}{\text{GDP}} \times \frac{\text{その他転換ロス}}{\text{最終エネルギー消費}}. \end{aligned}$$

前節と同様に転換ロスのGDP原単位の変化に注目すれば、①最終エネルギー消費のGDP原単位要因(発電、その他転換)、②最終エネルギー消費における電力比率要因、③電力送配ロス・発電所内消費等比率要因、④発電構成要因、⑤発電効率要因、⑥その他転換効率要因 という6要因に分解・再編することができる。こうして転換ロスのGDP原単位の変化を要因分解した結果から主要系列を抜粋したものが図12である。

図12 | 転換ロスのGDP原単位変動への寄与度[2000年比]



出所: IEA 「World Energy Balances」、OECD 「National Accounts」 より算出

最終エネルギー消費のGDP原単位要因は、図9に示した省エネルギーの進展速度の国による違いを大きく反映するため、英国が転換ロスのGDP原単位に対し最大の押し下げ寄与を発現している(図12a)。また、最終エネルギー消費のGDP原単位要因の寄与は、転換ロスが多いと大きくなる。原子力発電が盛んなフランスはその想定発電効率の影響(後述)もあり、G7でただ1か国、転換ロスが一次エネルギー供給の半分を上回るほど多いため、英国に次ぐ2番目の押し下げ寄与となっている。

社会の高度化とともに電化が進んでおり、電力比率要因は唯一すべての国で押し上げ寄与となっている(図12b)。低炭素電力による電化が気候変動対策の1つとされていることもあり、電力比率は今後も上昇してゆくことが確実視されている。そのため、電化の進展によるエネルギー効率の悪化を抑制することは重要な課題である。なお、電化の進展速度では日本が最速、フランスが2番手である。しかし、押し上げ寄与度としては、転換ロスの対一次エネルギー供給比率が高いフランスが6.4%と、他国を大きく上回っている。

発電効率の向上は省エネルギーの主要対策の1つである。しかし、実際には発電効率の向上による転換ロスのGDP原単位押し下げ寄与は、飛びぬけて大きいわけではない(図12c)。それは、よほどの老朽設備からの置き換えでない限り、先端技術をもってしても発電効率の大幅な引き上げは決して容易ではないことが効いている。また、新規導入発電プラントが既存ストックに占める割合が——特に発電量の増加が緩慢な国においては——限定的であることも、押し下げ寄与を限定的なものとしている。

発電構成要因は、たとえば効率が低い石炭火力発電を高効率な天然ガス火力発電で代替することで転換ロスが減少する効果を表すものである。ただし、注意しなければならないのが一次電力の扱いである。IEAのエネルギーバランス表においては、投入エネルギー量を直接計量できない原子力、水力、太陽・風力等による発電では、発電効率は定められた想定値を用い、投入エネルギー量は想定発電効率と発電量から逆算することになっている(表1)。導入が急速に進んでいる太陽・風力等や水力の想定発電効率は100%、すなわち転換ロスが0という扱いである。これらで火力発電を代替すると、計算上、転換ロスが激減することになる。すなわち、発電構成要因には本質的に意味がある部分と、取り決め・計算上の効果が入り混じっているのである。

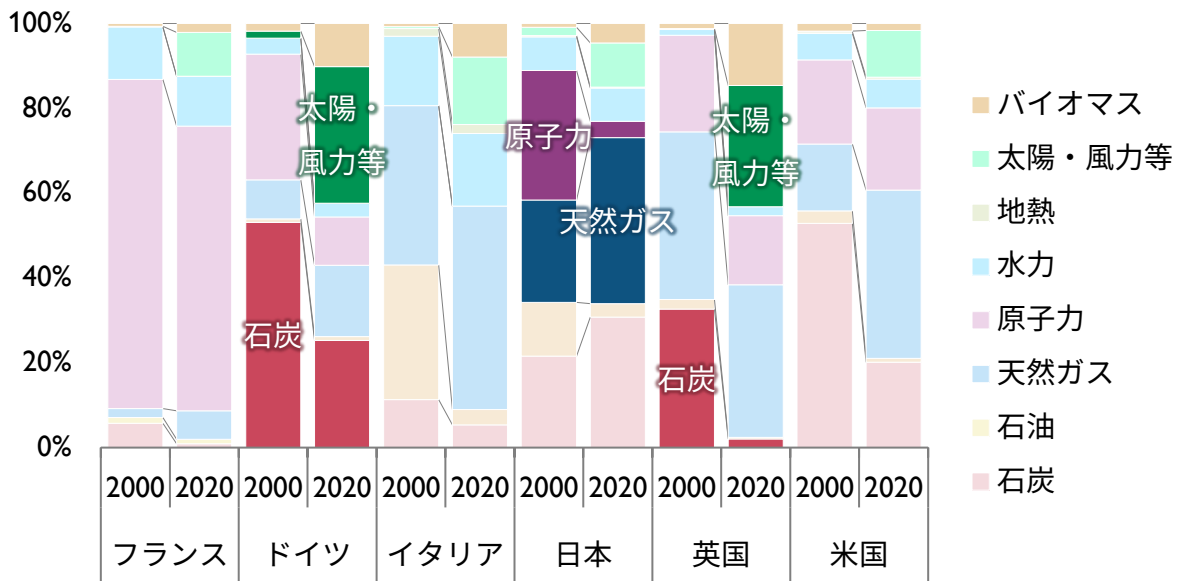
表1 | IEA統計における一次電力の想定発電効率

原子力	水力	地熱	太陽・風力等
33%	100%	原則10%	100%

太陽光・風力発電量が総発電量の約3割に達したドイツ、英国(図13)は、発電構成要因による大きな押し下げ寄与が生じている(図12d)。日本もまた2011年以降、大きな押し下げ寄与を記録しているが、これは太陽光の伸張とともに、東日本大震災後に停止した原子力発電を火力発電(平均効率45%程度)で代替している影響が大きい。なお、岸田政権は東日本大震災後の原子力政策を転換して原子力発電の積極活用を打ち出したが、これが成就する場合、発電構成要因は転換ロスのGDP原単位を押し上げる方向で働くことになる。



図13 | 発電構成



出所: IEA 「World Energy Balances」

### 一次エネルギー供給

最終エネルギー消費と転換ロスのGDP原単位を前述の要因に分解できると考えると、一次エネルギー供給のGDP原単位にも省エネルギーとして本質的な意味がある要因とそうとは言い難い要因とが混在していることになる(表2)。

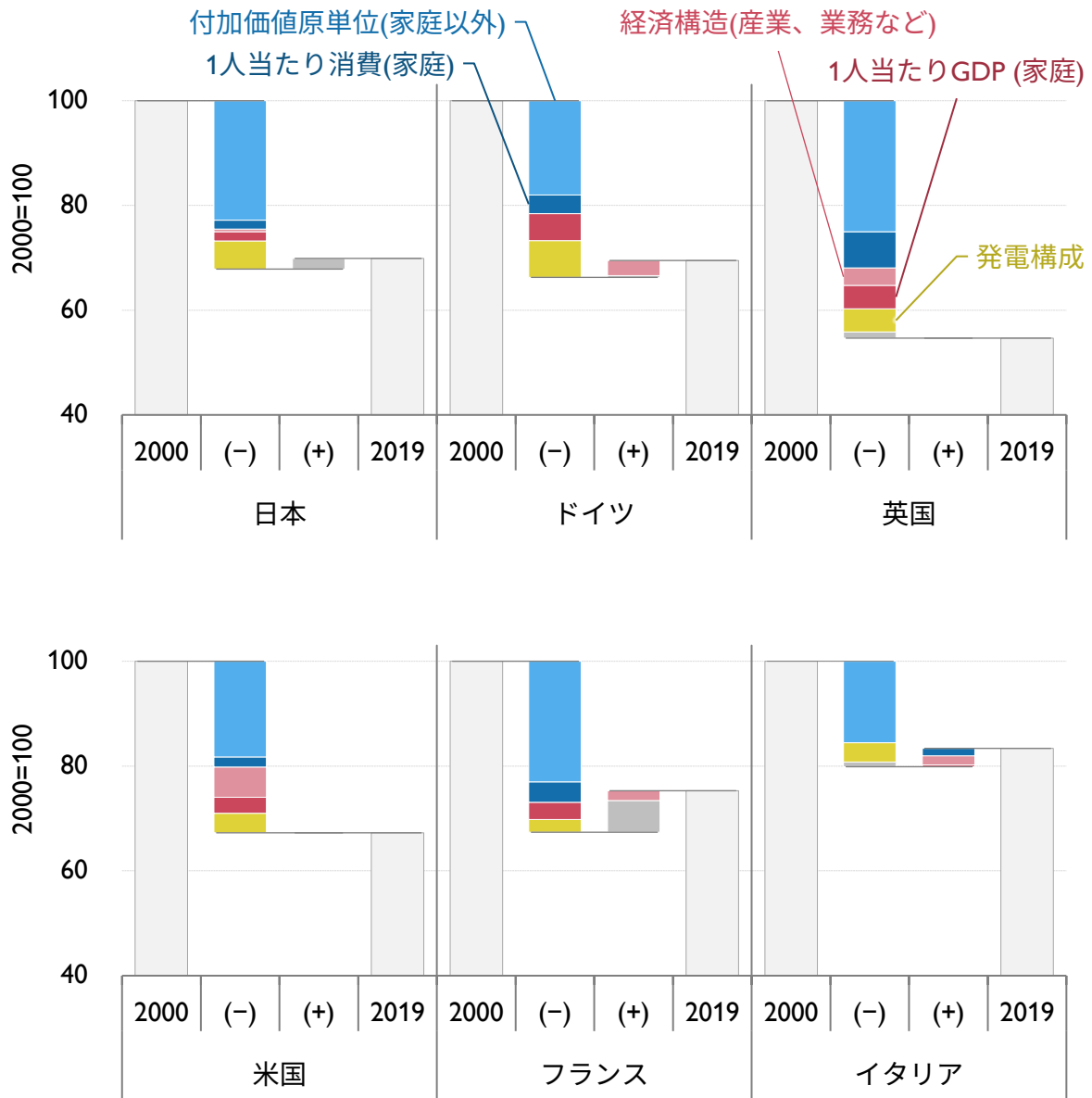
表2 | 一次エネルギー供給のGDP原単位に寄与する要因

	最終エネルギー消費の GDP原単位を構成	転換ロスの GDP原単位を構成
省エネルギーとして 本質的な意味がある要因	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 付加価値原単位 (対象: 家庭以外)</li> <li>● 1人当たりエネルギー消費 (対象: 家庭)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電力送配ロス・発電所内消費等比率</li> <li>● 発電構成(一次電力分以外)</li> <li>● 発電効率</li> <li>● その他転換効率</li> </ul>
中間的な意味合いの要因	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 経済構造 (対象: 産業、業務、農林水産業、非エネルギー利用)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 最終エネルギー消費における電力比率</li> </ul>
本質的な意味が希薄な要因	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1人当たりGDP (対象: 家庭)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 発電構成(一次電力分)</li> </ul>
意味合いが 混在している要因	↑	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 最終エネルギー消費のGDP原単位(左列参照)</li> </ul>



この点に留意しつつ、一次エネルギー供給のGDP原単位の変化に対する各要因の寄与を、これまでの分析結果を組み合わせることで算定し改めて集約したものが図14である。

図14 | 一次エネルギー供給のGDP原単位と変動への寄与度



出所: IEA 「World Energy Balances」、OECD 「National Accounts」、世界銀行 「World Development Indicators」より算出

省エネルギーとして本質的な意味がある要因の代表格である付加価値原単位要因は、日本は英国にこそ及ばないものの、ドイツを上回って一次エネルギー供給のGDP原単位を押し下げている。にもかかわらず、日本が一次エネルギー供給のGDP原単位の減少率でドイツを下回る一因として、もう1つの本質的な省エネルギー要因である家庭における1人当たりエネルギー消費要因の押し下げ寄与に差があることを指摘できる。省エネルギーというと製造業を中心とする産業界に目が向きがちではあるが、それでは片手落ちになってしまう警鐘を発している。

英国は製造業からサービス業へと経済ソフト化の進展が著しく、エネルギー寡消費な経済産業構造に変容してきている。その結果、経済構造要因が米国に次ぐ規模で一次エネルギー供給のGDP原単位を押し下げている。ただし、経済構造要因を管制可能な省エネルギー手段であるかのようにみなすことは本来、正しい理解ではない。経済を回すためのエネルギーであって、エネルギーのために経済があるわけではない。

低成長にあえぐ日本は、1人当たりGDP要因による押し下げ寄与がドイツの3分の1、英国の4割に過ぎず、全体の省エネルギーの進展速度を緩慢にする形になっている。しかし、経済構造要因同様、1人当たりGDP要因は経済成長の“結果”であって、その押し下げ寄与に期待を寄せて経済成長を図るとするのは奇妙な話となる。この省エネルギーとしての本質的な意味合いが乏しい要因の寄与は、むしろ捨象するくらいでもよからう。

発電構成要因による押し下げ寄与は、日本はドイツを下回るものの英国を超過している。ただし、発電構成の最大増減項目から見れば、ドイツと英国は転換ロスがないと想定されている太陽光・風力による石炭の代替の結果であるのに対し、日本は想定発電効率が火力より低い原子力を天然ガスで代替したことによるものであり、低炭素化という意味合いでは方向性がまったく異なる(図13)。この発電構成要因は一次電力の“plasticな”想定発電効率次第の部分が多い。そのため、低炭素化に邁進し太陽光・風力の導入が急速に進んでいる昨今においては、省エネルギーとしての意味合いを見出しがたくなってきている——たとえば、原則10%の想定発電効率が適用される地熱で他電源の代替を進めれば、一次エネルギー供給のGDP原単位は逆に悪化することになる。

## 一次エネルギー供給のGDP原単位が語ること

一次エネルギー供給のGDP原単位は直感的で分かりやすくかつ算定に必要なデータが少なくすむことから、しばしば用いられまた省エネルギー指標としても参照されている。しかし、それはエネルギー効率に影響する種々の要素を捨象した指標である。ばかりか、省エネルギーの評価としては不自然さを感じさせる要素も内在し、しかもそれらが無視しえない影響力を持っている。

一次エネルギー供給のGDP原単位は利便性が高い指標であり、その利用を否定するものでは決してない。その国際比較を通じて省エネルギー目標の具体像を得たり、その時系列変化を参照して省エネルギー進捗の計画・実行・評価・改善(PDCA)サイクルを繰り返したり、その外挿によって将来を見通そうなどする際には、一次エネルギー供給のGDP原単位の特性と限界を認識した上での活用が求められる。

吟味すれば、日本のエネルギー効率は実質的にはヨーロッパに大きく劣後しているわけではないと考えられる。しかし、日本の省エネルギー先進性をこれまでのように一瞥でくみ取ることができなくなった状況は、ヨーロッパの省エネルギー進展を素直に称える姿勢と同時に、省エネルギー大国の看板を掲げる日本がさらに何をなすべきか検討を求めているのではなかろうか。

お問い合わせ: [report@tky.ieej.or.jp](mailto:report@tky.ieej.or.jp)