

国際環境開発の動向に関する基礎的研究

A Basic Study on the Trends of International Environment Development

吉 田 肇

Hajime Yoshida

開発と破壊の20世紀から、環境の21世紀を目指すにあたり、いかに環境負荷を下げながら人々の生活の質を向上させ、地球上の公正を達成していくのか、持続可能な社会をどう作り上げていくのかが人類に問われている。本研究では、1960年以降の最近50年間ににおける基本指標に基づいて環境開発の動向分析を行ったが、人間社会は人口やGDP、平均寿命などでは大きな発展を遂げた一方、エネルギー効率、環境効率などの向上は経済成長率を下回り、合計特殊出生率（TFR）の低下など、持続可能性については懸念される面も少なくないことがわかった。また、GDPやエネルギー使用量、CO₂排出量は特定の国のシェアが高く、技術革新や産業構造の高度化に成功した高所得国だけで環境効率が向上していることから、ますます格差が広がっていることが確かめられた。

キーワード：国際環境, 持続可能な発展, 所得水準, 環境効率, 動向分析

1 研究の背景及び目的

1.1 研究の背景

1992年にリオ・デ・ジャネイロで開催された「環境と開発に関する国連会議（地球サミット）」から10年後の2002年、「持続可能な開発に関する世界首脳会議（ヨハネスブルクサミット）」が開催され、「持続可能な開発」（Sustainable Development）が、経済、社会、環境の3つの柱で構成されるという考え方が広く認識されてきている。また、人類が社会・経済的発展をするために許容される地球環境の限界（Planetary Boundaries）などの研究により、経済、社会、環境の3つの柱のうち、環境は経済、社会の柱を成り立たせる大前提であることが明らかになってきた。

2015年9月には、「持続可能な開発目標（SDGs；Sustainable Development Goals）」が採択され、経済、社会、環境の諸課題を包括的に扱い、課題相互間の関係を重視しながら、あらゆる側面で持続可能な開発を達成しようとしている。（文献[5]）

さらに、2015年12月には、「パリ協定」（Paris Agreement）が採択され、「世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保ち、1.5℃に抑える努力をするため、できるかぎり早く世界の温室効果ガス排出量をピークアウトし、21世紀後半には、温室効果ガス排出量と（森林などによる）吸収量のバランスをとること」を世界共通の長期

目標としている。人為起源温室効果ガス総排出量に占める温室効果ガス排出量の76.0%を占める（出所：IPCC第5次評価報告書）二酸化炭素（CO₂）は、人類の生活・産業を豊かにすることに不可欠なエネルギー使用に伴って排出されることから、特に環境面からの制約が大きくなっていくものと考えられる。

1.2 研究の目的と方法

地球規模において、限られた資源のなかで、環境を損なうことなく人間活動・産業活動が成り立つためには、先進国と発展途上国の現状と特性を把握するとともに、経済的側面、社会的側面、環境的側面の3つの側面からこれまでの動向を定量的に評価し、今後の国際環境開発の方向性を探る必要がある。SDGsで掲げられている17の目標のうち、「目標1 貧困をなくそう」（あらゆる場所で、あらゆる形態の貧困に終止符を打つ）、「目標7 エネルギーをみんなに そしてクリーンに」（すべての人々に手ごろで信頼でき、持続可能かつ近代的なエネルギーへのアクセスを確保する）、「目標9 産業と技術革新の基盤をつくろう」（強靱なインフラを整備し、包摂的で持続可能な産業化を推進するとともに、技術革新の拡大を図る）、「目標13 気候変動に具体的な対策を」（気候変動とその影響に立ち向かうため、緊急対策を取る）——などが、本研究に関連の深い目標と考えられる。

本研究では、世界銀行（World Bank）の「World Development Indicator」や国連開発計画（UNDP）の「International Human Development Indicators」などから、20世紀後半以降の国際環境開発に係る各種指標（人口、経済、エネルギー、二酸化炭素排出量等）をcsv形式でダウンロードした。得られた国別データ・地域類型別データを整理し、世界銀行の定義に基づいて所得水準別に①低所得国（Low income）、②下位中所得国（Lower middle income）、③上位中所得国（Upper middle income）、④高所得国（High income）——の4グループに分けて¹⁾、社会・経済的特性や1960年以降の動向に関する傾向分析や比較など基礎的分析を行った。（文献[5]）

2 主な分析結果

2.1 20世紀後半以降の環境開発の動向

2.1.1 世界全体の環境開発の動向

世界全体の状況について、主な指標に基づいて最近50年間余における環境開発の変化をみると、人口は2.5倍に増加、平均寿命は18.4歳伸びて72.0歳までとなったが、合計特殊出生率は半分になり、人口の爆発的な増加は減速しつつある。この間、GDPは6.9倍と人口を上回る増加となっている。1人当たりGDPも2.8倍となり、経済成長によって豊かさの実現できていると考えられる。

一方、世界のエネルギー消費量（一次エネルギー）の86%を化石燃料が占めている（出

所：BP「Statistical review of world energy 2017」）ことから、人口増加や経済成長に伴い、エネルギー消費量やCO₂排出量もそれぞれ3.6倍、3.8倍となっている。（文献[2]）エネルギー効率（1ドルのGDPを生み出すのに石油を何トン消費したか）や環境効率（1トンのCO₂を排出するのと引き換えに何ドルのGDPを生み出したか）は1.4～1.7倍に効率化したものの、総量としては人口を上回る増加となっており、これらの傾向が続くとすればSDGsで掲げられている持続可能な開発目標が実現できるか懸念されるところである（表1参照）

表1. 主な指標からみた最近50年間余における世界の環境開発の変化（1960～2016年）

指 標	およそ 50 年前 (1960年ほか)	最新年 (2016年ほか)	倍率
人 口	30.3 億人	74.4 億人	2.5 倍
平均寿命	52.6 歳	72.0 歳	1.3 倍
合計特殊出生率	4.98	2.44	0.5 倍
GDP(国内総生産)	11.3 兆ドル	77.7 兆ドル	6.9 倍
1人当たりGDP	3,700ドル	10,400ドル	2.8 倍
エネルギー消費量*1)	37.3 億石油換算トン	132.8 億石油換算トン	3.6 倍
エネルギー効率*1)(エネルギー消費量/GDP)	0.25 石油換算 kg/ドル	0.17 石油換算 kg/ドル	0.7 倍
CO ₂ 排出量*2)	94 億トン	361 億トン	3.8 倍
環境効率*2) (GDP/CO ₂ 排出量)	1.200 ドル/t-CO ₂	2.040 ドル/t-CO ₂	1.7 倍

注*1) 1965年値と2016年値, 注*2) 1960年値と2014年値。

出所) エネルギー消費量はBP「Statistical review of world energy 2017」, それ以外はWorld Bank「World Development Indicator」より, 著者作成。

2.2 世界の社会動向

2.2.1 世界の人口

世界の人口は、産業革命以降に急速な増加を遂げてきており、1960年に30億人であったが、2017年にその2.5倍の75億人になり、50年間余で年平均1.6%の人口増加率が続いている。所得水準グループ別にみると、1961年では低所得国:下位中所得国:上位中所得国:高所得国は、5.5%:30.8%:37.9%:25.7%であったが、その後の平均成長率は、それぞれ2.7%, 2.1%, 1.4%, 0.8%となっており、高所得国で低く、低所得国、下位中所得国で高くなっている。最新の2017年には、人口はそれぞれ7億人、30億人、26億人、12億人に、構成比は同9.7%:39.5%:34.2%:16.6%となり、1960年と比べると、低所得国のシェアは4ポイント増え、下位中所得国のシェアが9ポイント増えたが、高所得国が9ポイント

減少したため、中所得国が世界の人口の約3/4を占めている。また、低所得国+下位中所得国と上位中所得国+高所得国の人口がほぼ同じとなった。(図1 参照)

今後については、国際連合（U N）「World Urbanization Prospects:The 2018 Revision」によれば、2050年の世界人口は97.8億人、内訳は低所得国12.9億人、下位中所得国27.9億人、上位中所得国42.8億人、高所得国14.1億人、低所得国：下位中所得国：上位中所得国：高所得国の構成比は、13.2%：28.6%：43.8%：14.5%と見込んでおり、下位中所得国と上位中所得国を合わせて世界の7割以上を占めるとしている。

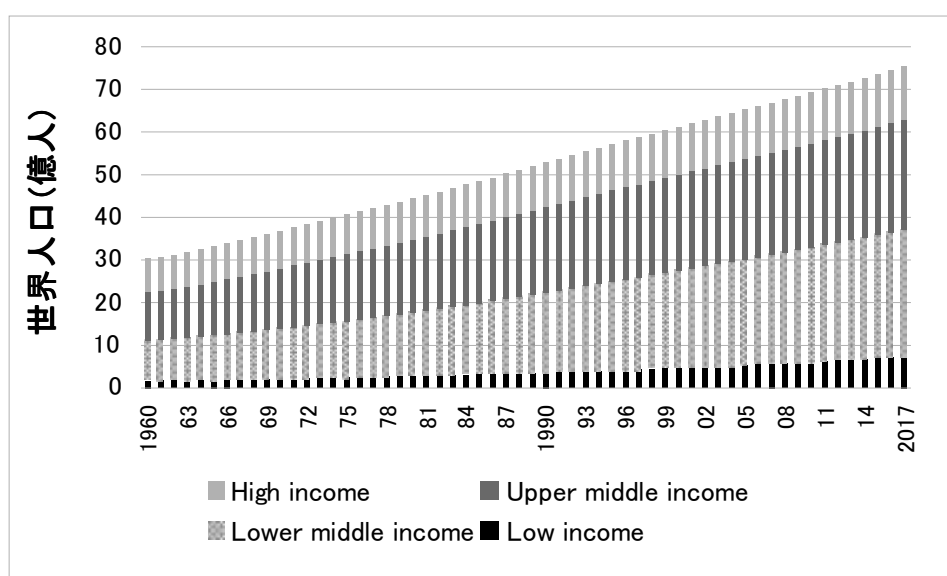


図1. 世界の所得水準グループ別人口の推移（1960～2017年）
出所）World Bank 「World Development Indicator」より、著者作成。

2.2.2 世界の平均寿命

世界全体の平均寿命（Life expectancy at birth）は、1960年に52.6歳であったが、最近50年間余では、2016年に19.5歳伸びて72.0歳になっており、長寿命化が進んだと言える。このうち、低所得国及び中所得国では最近50年間余りで22.4～25.8歳も伸び、特に上位中所得国では、1960～70年代に急速に伸びて高所得国に接近してきている。一方、高所得国の伸びでは、最近50年間余りでその半分の12.0歳と低中所得国の半分程度にとどまっている。(図2 参照)

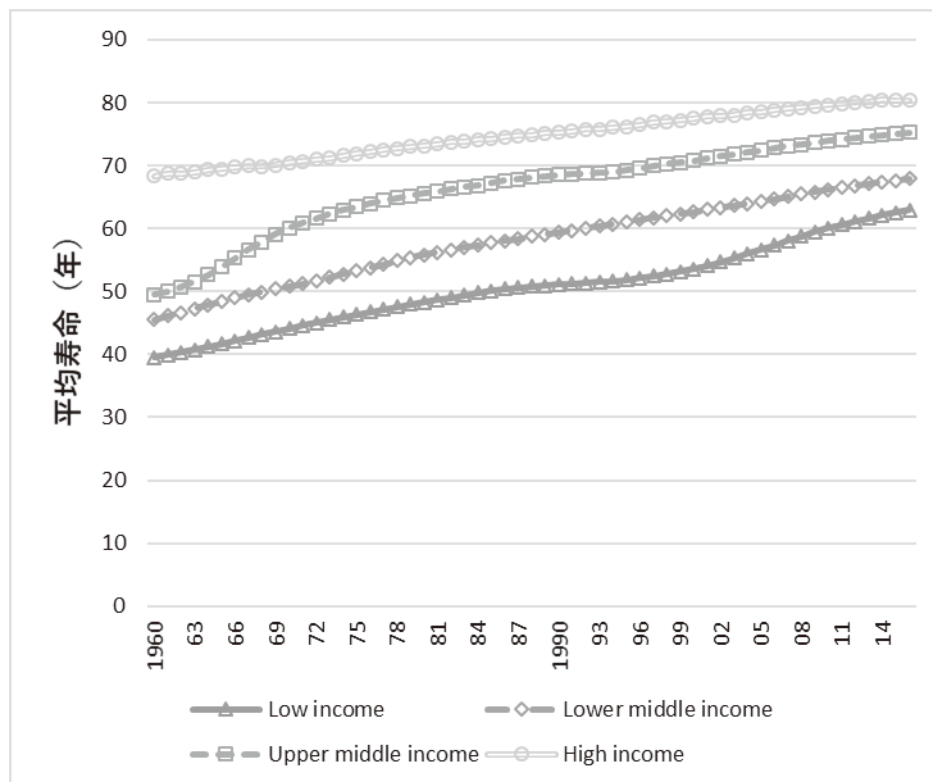


図2. 世界の所得水準グループ別平均寿命の推移（1960～2016年）
出所）World Bank「World Development Indicator」より，著者作成。

各国の1人当たりGNI（Gross National Income：「国民総所得」。国民が1年間に新たに産み出した財とサービスの付加価値の合計。単位：ドル）と平均寿命 L （単位：年）をプロットしてみると，所得水準が高くなるほど平均寿命が長くなる傾向は明白である。 GNI と L の片対数回帰式（式1）からは，1人当たり所得が10倍になると平均寿命が12.8歳伸びるという正の相関が得られた。（図3参照）

$$L = 12.8 \log_{10}(GNI) + 20.6 \quad (R^2 = 0.680) \quad \cdots \cdots \text{式1}$$

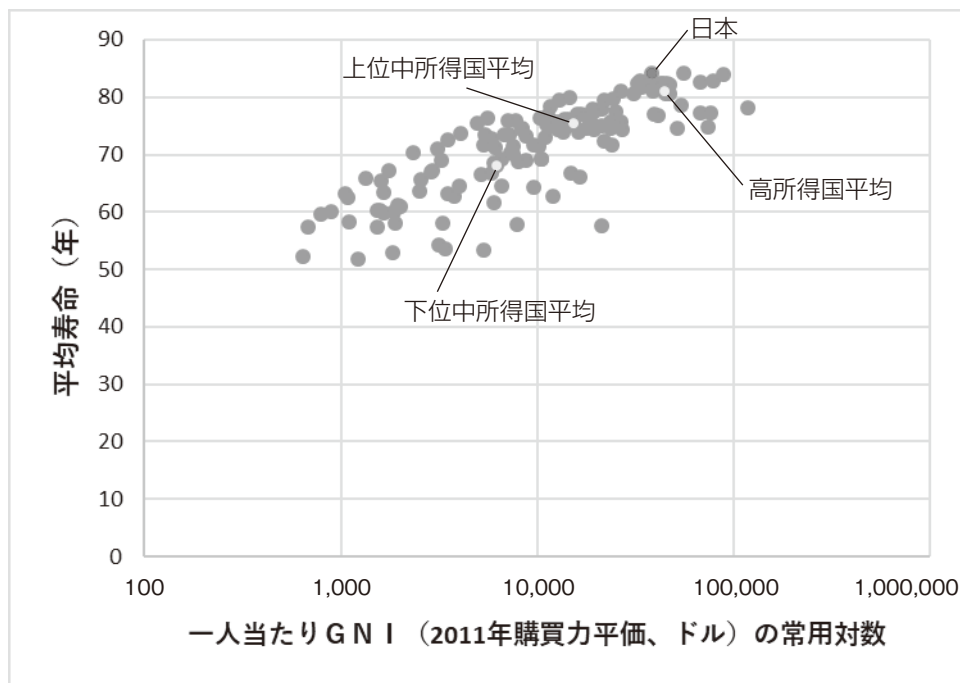


図3. 世界各国の所得水準と平均寿命の関係（2014年）
 注）横軸と縦軸の両方の値が得られた140か国のデータをプロットした。
 出所）World Bank「World Development Indicator」より，著者作成。

2.2.3 世界の合計特殊出生率

世界全体の合計特殊出生率（Total Fertility Rate；T R F。一人の女性が出産可能とされる15～49歳までに産む子供の平均数）は，1960年に4.98であったが，最近50年間余では，2016年に半分以上の2.44になっており，少子化が大きく進んだと言える。このうち，高所得国では1960年の3.04から低下を続け，1980年代には2.00を割り込み，2016年に1.68に低下した。上位中所得国では1960年に5.37だったが，1970年代に大きく低下し，1990年代後半には高所得国とほぼ同じ水準となり，2016年には1.83となっている。いずれも，人口が長期的に維持される人口置換水準とされる2.07を下回っており，今後の人口減少が見込まれる。

下位中所得国では1960年に5.91だったが，低下を続け2016年には2.76と半分以上になった。低所得国では1960年の6.57からしばらく横ばいだったが，1980年代後半からようやく低下が始まり，その後も低下は続いているが，2016年4.63と中所得国と比べて低下量も低下の割合も少なくなっている。低所得国では医療技術や栄養状態が相対的に不良であること，戦争や貧困など様々な原因で乳児死亡率が高い地域で人口を維持するために合計特殊出生率が高くなっていることが要因と考えられる。（図4参照）

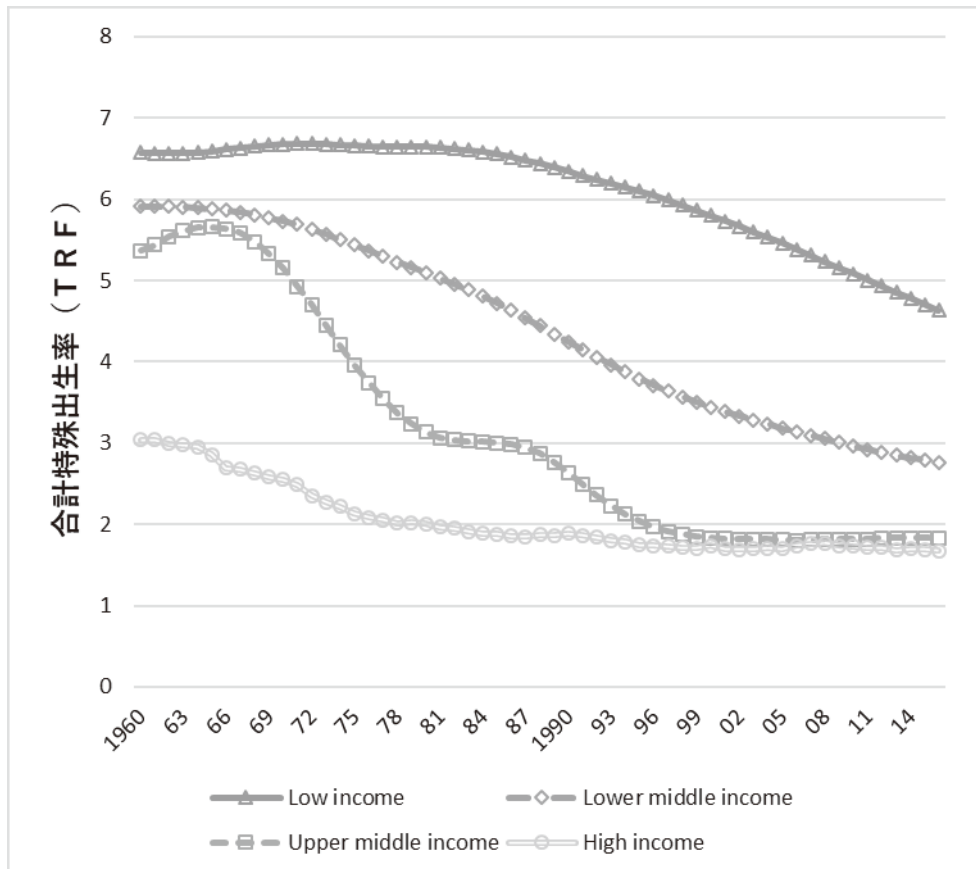


図4. 世界の所得水準グループ別合計特殊出生率の推移（1960～2016年）
出所）World Bank 「World Development Indicator」より，著者作成。

各国の1人当たりGNI（Gross National Income；「国民総所得」。国民が1年間に新たに産み出した財とサービスの付加価値の合計） GNI_p （単位：ドル）と合計特殊出生率 TRF （単位：人）をプロットしてみると，所得水準が高くなるほど合計特殊出生率が低下する傾向は明白である。 GNI_p と TRF の片対数回帰式（式2）からは，所得が10倍になると合計特殊出生率が2人低下するという負の相関が得られた。（図5参照）

$$TRF = -2.02 \log_{10}(GNI_p) + 10.9 \quad (R^2 = 0.590) \quad \cdots \cdots \text{式2}$$

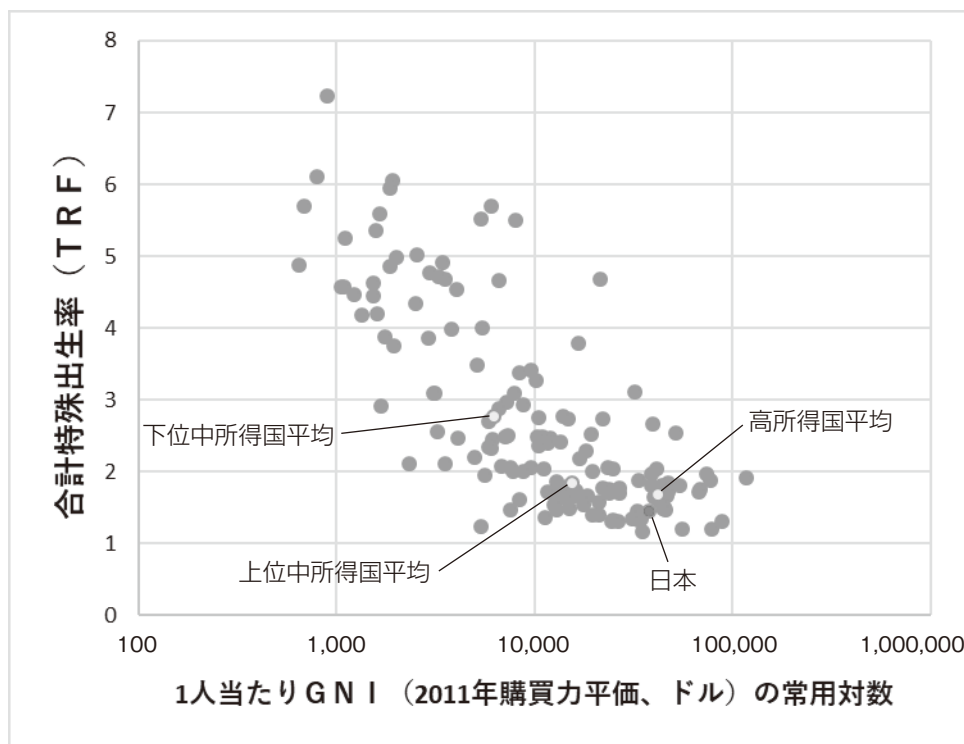


図5. 世界各国の所得水準と合計特殊出生率の関係（2014年）
 注）横軸と縦軸の両方の値が得られた140か国のデータをプロットした。
 出所）World Bank 「World Development Indicator」より、著者作成。

2.3 世界の産業・環境の動向

2.3.1 世界の経済

世界全体のGDP（Gross Domestic Product；「国内総生産」。各国で新たに生産されたモノやサービスの付加価値の合計。単位：ドル）は、1960年に11.3兆ドルであったが、2017年にその7倍を超える80.1兆ドルになり、1982年以降の30年間余で年平均2.9%の経済成長率が続いている。所得水準グループ別にみると、1982年では低所得国：下位中所得国：上位中所得国：高所得国のGDP構成比は、0.6%：4.6%：17.1%：77.8%であったが、その後の平均成長率は、それぞれ3.4%，4.7%，4.3%，2.5%となっており、高所得国で低く、中所得国で高くなっている。最新の2017年には、GDPはそれぞれ0.5兆ドル、6.5兆ドル、21.2兆ドル、51.7兆ドルとなっている。シェアは同0.7%：8.1%：26.5%：64.8%となり、低所得国のシェアは1%にも満たず、中所得国のシェアが21.7%から34.6%に増えたものの、依然として高所得国が世界のGDPの6割以上を占めている。（図6参照）

世界の人口では、合計特殊出生率の低下に伴う高所得国での人口減少によって、中所得国のシェアが増大してきているのに対して、世界のGDPでは、上位中所得国の増加はみられるものの、中低所得国では、産業構造の高度化が容易に進んでいかない状態²⁾がうかがわれる。

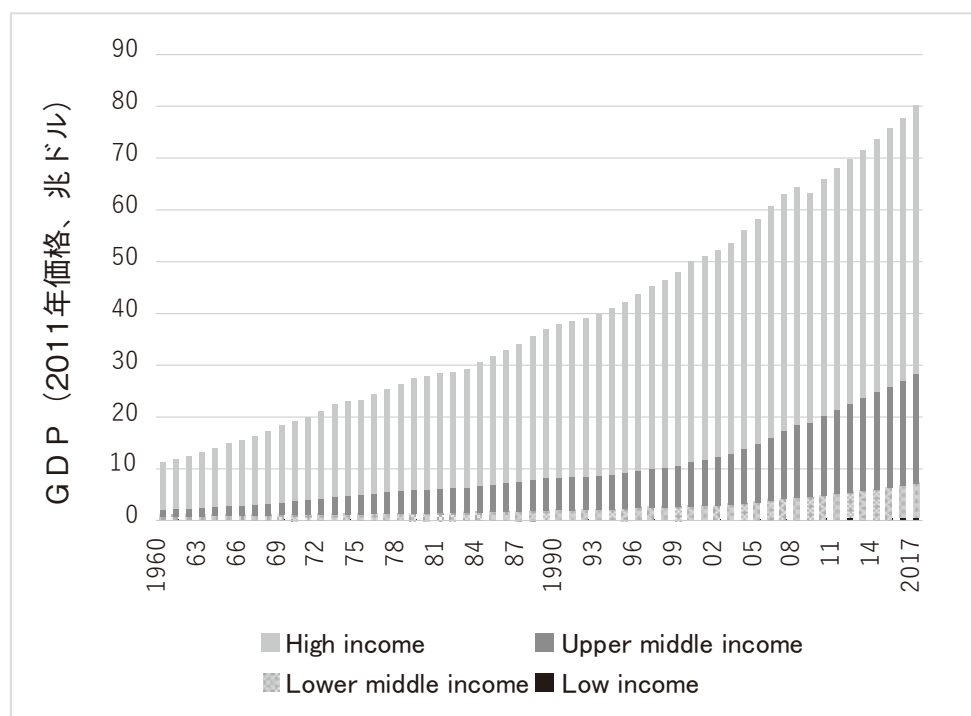


図6. 世界の所得水準グループ別GDPの推移（1960～2017年）
出所）World Bank「World Development Indicator」より，著者作成。

各国の1人当たりGDP $GDPp$ （単位：米ドル）と1人当たりエネルギー使用量 E （単位：人）をプロットしてみると，GDP水準が高くなるほどエネルギー使用量が多くなる傾向，すなわち豊かになるためにはエネルギーが必要であることがうかがわれる。 $GDPp$ と E の片対数回帰式(式3)からは，1人当たりGDPが10倍になるとエネルギー使用量が3,200石油換算kg増えるという正の相関が得られた。

また，ルクセンブルク，ノルウェー，スイスなどの北欧の高所得国で1人当たりのGDPは非常に大きい，1人当たりのエネルギー使用量はそれほど大きくなく，エネルギー効率が良好であることがわかった。一方，1人当たりGDPが1万米ドルを超えたカタール，トリニダード・トバゴ，アイスランドなどの産油国では，1人当たりエネルギー使用量が突出して高くなっている国があることがわかった。（図7参照）

$$E = 3,224 \log_{10} (GDPp) - 9,890 \quad (R^2 = 0.389) \cdots \cdots \text{式3}$$

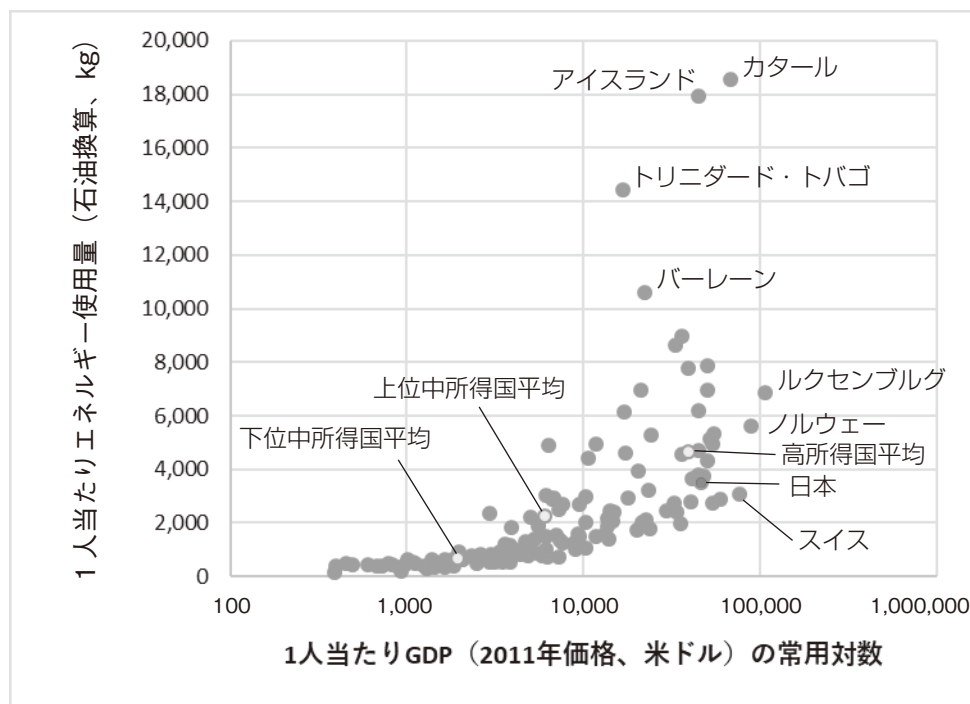


図7. 世界各国の1人当たりGDPと1人当たりエネルギー消費量の関係（2014年）

注）横軸と縦軸の両方の値が得られた130か国のデータをプロットした。

出所）World Bank 「World Development Indicator」より，著者作成。

世界全体の二酸化炭素（ CO_2 ）排出量（単位：トン）は、1964年に109億トンであったが、2014年には361億トンになり、この50年間で約3.3倍となった。世界全体の CO_2 排出量の増え方は、人口の2.5倍よりは大きい、GDPの6.9倍よりは小さくなっている。

所得水準グループ別にみると、1962年では低所得国：下位中所得国：上位中所得国：高所得国の構成比は、0.4%：4.2%：14.5%：62.4%であったが、その後の CO_2 排出量増加率は、それぞれ3.4%、4.5%、4.8%、1.3%となっており、高所得国で CO_2 排出量の増加率が低く、中所得国で高くなっている。2005年に中所得国の CO_2 排出量が高所得国の排出量を逆転し、最新の2014年には、 CO_2 排出量はそれぞれ2.2億トン、42.0億トン、165.9億トン、131.4億トンとなっている。シェアは同0.6%：11.6%：45.9%：36.4%となり、低所得国のシェアは1%にも満たないが、中所得国のシェアは18.7%から57.5%と大幅に増加し世界の6割以上を占めている。世界の人為起源温室効果ガス総排出量の76.0%を占めるとされる（出所：「IPCC第5次評価報告書」）二酸化炭素排出量の削減は、高所得国だけでなく、中所得国の取組が不可欠であると言える。（図8参照）

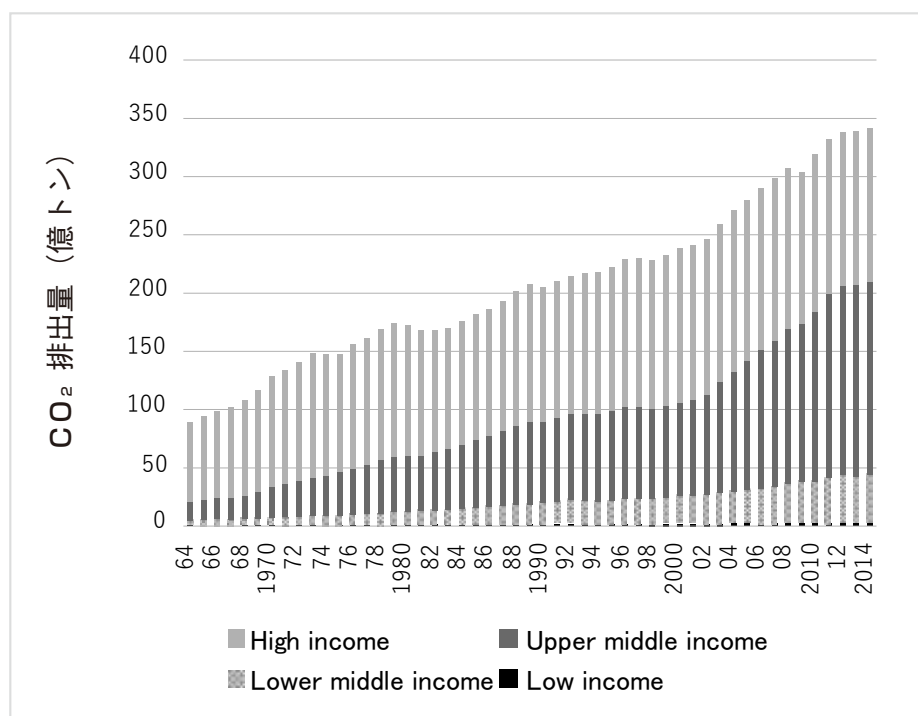


図8. 世界の所得水準グループ別CO₂排出量の推移（1964～2014年）
 注）横軸と縦軸の両方の値が得られた131か国のデータをプロットした。
 出所）World Bank「World Development Indicator」より、著者作成。

1990～2014年における各国のGDP増加率とCO₂排出量増加率をプロットしてみると、GDP水準が高くなるほどエネルギー使用量が多くなる傾向がうかがわれる。

対象となっている150か国のうち、GDPが減少した（増減率1.0以下の）国は中央アフリカのみで、あとはすべて増加している。世界全体のGDP増加率は1.98倍となっているが、赤道ギニアが83倍、中国が10倍などの国で大きな経済成長を遂げている。所得水準別グループでみると、低所得国、下位中所得国、上位中所得国、高所得国のGDP増加率は、それぞれ2.41倍、3.10倍、2.96倍、1.65倍となっており、中所得国で3倍前後と高いが、低所得国では世界平均の2倍に満たない。

CO₂排出量増加率についてみると、対象となっている150か国のうち、CO₂排出量が減少した（増減率1.0以下の）国はルーマニア、アルバ、ブルガリアなどわずか15か国で、残りの135か国は増加している。世界全体のCO₂排出量増加率が1.63倍となっているが、赤道ギニアの81倍、ネパールの12.7倍、ラオス9.2倍などの国で経済成長とともに大きく増加している。所得水準別グループでみると、低所得国、下位中所得国、上位中所得国、高所得国のGDP増加率は、それぞれ1.40倍、2.30倍、2.39倍、1.14倍となっており、中所得国で2.3倍超と高いが、低所得国や高所得国では低くなっている。

150か国のうち、87か国ではGDP増加率がCO₂排出量増加率を上回っており（図中

の破線より上に位置しており), さらに, このうち17か国はGDPが増加しているのにCO₂排出量が減少した「デカップリング」³⁾ が実現した国となっている (文献[9])。イギリス, フランス, ポーランド, ブルガリアなどの先進国や東欧で燃料転換を図った国が多い。(図9参照)

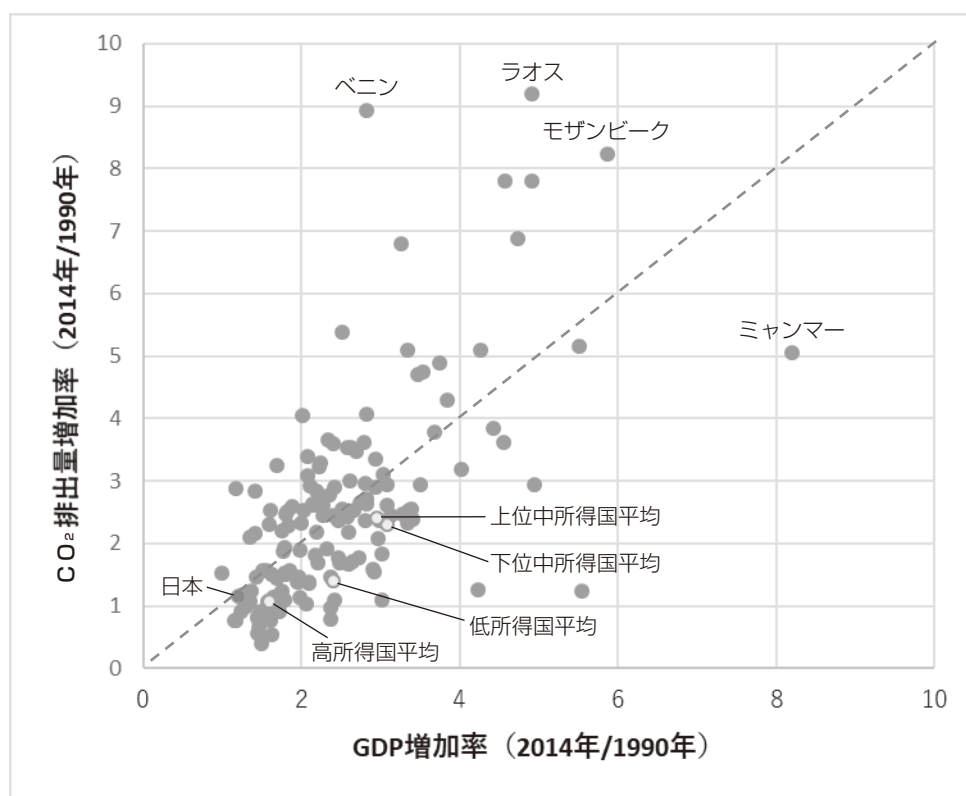


図9. 世界各国のGDP増加率とCO₂排出量増加率の関係 (1990~2014年)
 注) 横軸と縦軸の両方の値が得られた150か国のデータのうち, GDP増加率が10倍以上の赤道ギニアと中国, CO₂排出量増加率が10倍以上のネパールを除く147か国をプロットした。
 出所) World Bank「World Development Indicator」より, 著者作成。

2.3.3 世界の環境効率

ここでの環境効率は, 世界の持続的成長を目指すため, 環境影響を最小化しつつ価値を最大化する指標として, 各国のGDPをCO₂排出量で除したものを採り上げる。

世界全体の環境効率は, 1960年に1,206ドル/t-CO₂であったが, 2014年にはその1.7倍の2,038ドル/t-CO₂になっており, 最近50年間余において環境効率の向上が着実に進んでいる。このうち, 1982年以降の最近30年間余では, 高所得国が2,139ドル/t-CO₂から3,711ドル/t-CO₂と環境効率が1.7倍に伸びている。高度な技術革新やIT等を適用してより少ない労働力とエネルギーで生産性を向上させたり, 産業構造の高度化によってサービス経済化が進み, エネルギー使用量が少なくてすんでいるためと考えられる。

また、先進国では、省エネルギー技術や再生可能エネルギーの導入にも取り組んできており、経済成長によって得られた富が環境技術に再投資され、ますます社会の環境効率が向上する好循環となっていることが考えられる。

一方、1982年以降の最近30年間余では、上位中所得国では1982年の965ドル／t-CO₂から2014年の1,135ドル／t-CO₂へと環境効率が1.2倍の伸びに、下位中所得国では同1,059ドル／t-CO₂から同1,325ドル／t-CO₂へと環境効率が1.3倍の伸びになり、環境効率は高所得国の約1/3の水準にとどまっている。多くの国が工業開発や石油資源開発による経済発展でGDPが増加するものの、化石燃料からエネルギーを得るため、CO₂排出量も随伴することが考えられる。

低所得国では、1982年の1,553ドル／t-CO₂から2014年の2,238ドル／t-CO₂へと環境効率が1.5倍の伸びとなっており、中所得国を上回っている。初期段階の急速な経済成長や使用するエネルギーの多くが薪材やバイオマスエネルギーでありカーボンフリーであることが考えられる。(図10参照)

この結果、環境効率からみた高所得国と中低所得国との格差は広がってきたが、このまま推移するとますます両者の格差が広がっていくものと考えられる。

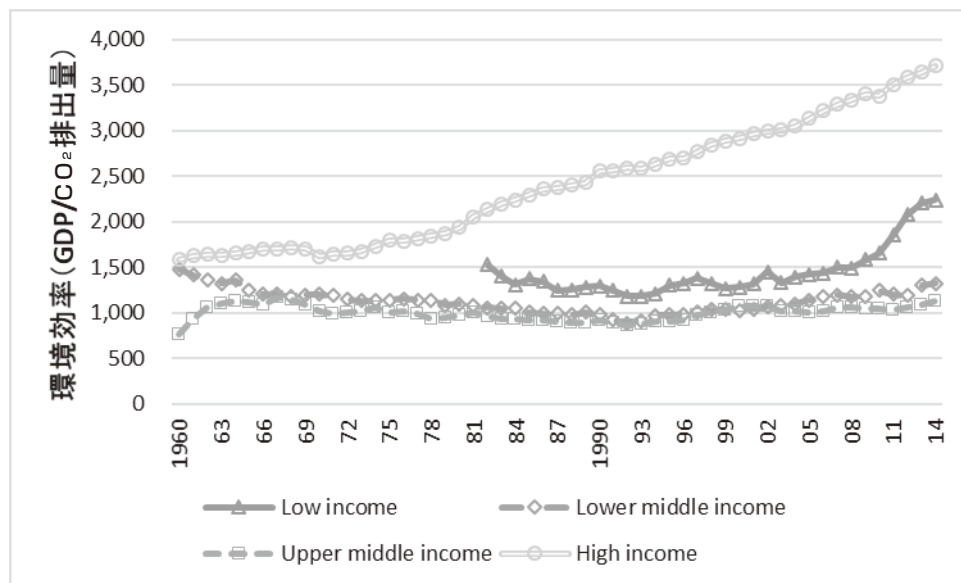


図10. 世界の所得水準グループ別環境効率の推移（1990～2014年）

注）Lower middle incomeの1960～1981年は欠損値となっている。

出所）World Bank「World Development Indicator」より、著者作成。

環境効率の向上についてみるため、1人当たりGNIと環境効率（GDP/CO₂排出量）の1990～2014年の向上度をプロットしてみると、1990～2014年の20年間余で環境効率が向上した国は所得水準が高い国が多い傾向がうかがわれる。例えば、14年間で環境効率が2倍以上になった11か国は、1人当たりGNIが12,000ドル以上の高所得国で、マ

カオ、ルーマニア、シンガポール、ポーランドなど東欧で燃料転換を行った国や小国が多い。一方、14年間で環境効率が低下した国は全体の約4割、51か国になるが、ネパール、ハイチ、オマーンなど産油国や1人当たりGNIが10,000ドル以下の中所得国、低所得国に多い。全体としてみると、所得が上がらないと、環境効率も上がらない傾向がうかがわれる。(図11参照)

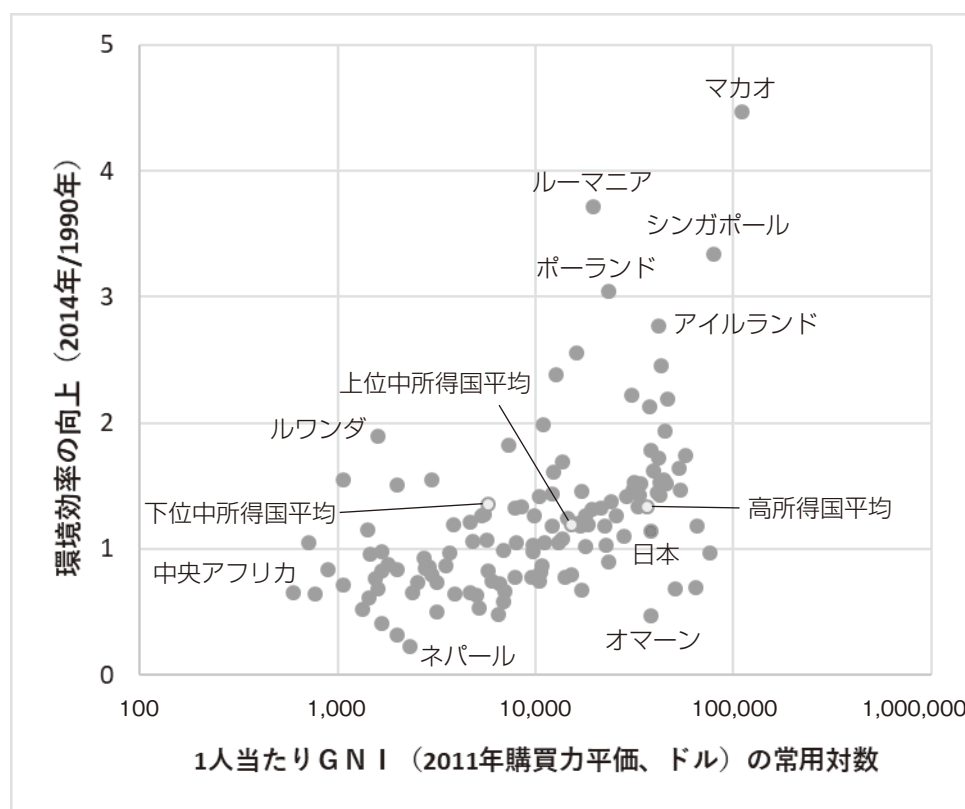


図11. 世界各国の1人当たりGNI (2014年)と環境効率の向上 (1990～2014年) の関係
 注) 横軸と縦軸の両方の値が得られた122か国のデータをプロットした。
 出所) World Bank「World Development Indicator」より、著者作成。

2.3.4 主要国の環境効率

ここで、世界のGDP (2017年) 及びCO₂排出量 (2015年) の国別シェアをみると、GDPについては、上位5か国 (アメリカ合衆国、中国など) が50.4%を、上位10か国で65.0%を占めており、CO₂排出量については、上位5か国 (中国、アメリカ合衆国など) が58.5%を、上位10か国で66.8%を占めており、両方とも寡占が進んでいることがわかる。中国とアメリカ2か国は、GDPでもCO₂排出量でも1, 2位を占めており、日本、ドイツ、インド、ブラジル、カナダを加えた7か国は、両方の上位にランキングされている⁴⁾。これらのごく少数の国の環境効率の今後の動きが、世界のGDPやCO₂排出量に大きな影響を与える可能性がある。

表2. 世界のGDP（2017年）及びCO₂排出量（2015年）の国別ランキング

順位	国名	GDP (2010年 価格, 兆 米ドル)	割合	国名	CO ₂ 排出 量 (億トン)	割合
1	United States	17.3	21.6%	China	93.3	28.4%
2	China	10.2	12.7%	United States	50.7	15.4%
3	Japan	6.2	7.7%	India	21.1	6.4%
4	Germany	3.9	4.8%	Russian Federation	15.8	4.8%
5	France	2.9	3.6%	Japan	11.5	3.5%
6	United Kingdom	2.8	3.5%	Germany	7.1	2.2%
7	India	2.6	3.3%	Korea, Rep.	5.8	1.8%
8	Brazil	2.3	2.8%	Canada	5.0	1.5%
9	Italy	2.1	2.6%	Brazil	4.7	1.4%
10	Canada	1.9	2.4%	Mexico	4.7	1.4%
	その他の国	28.0	35.0%	その他の国	91.1	33.2%
	世界全体	80.1	100.0%	世界全体	329.1	100.0%

出所) World Bank 「World Development Indicator」, EDMC 「エネルギー・経済統計要覧2018年版」より, 著者作成。

そこで, 7か国に3か国を加えた, ブラジル, カナダ, 中国, フランス, ドイツ, インド, 日本, ロシア, イギリス, アメリカ合衆国について, 環境効率 (GDPをCO₂排出量で除した評価指標) の1960~2014年の推移をみると, 各国のエネルギー事情を反映したエネルギー起源CO₂の排出状況により, いくつかのパターンがあると考えられる。(文献[2], [3]) まず, 1960年代には, ブラジルと日本の環境効率が群を抜いていた。ブラジルは豊富な水力によりCO₂排出量の削減に成功し, フランスは原子力で, カナダも水力で環境効率が比較的高かった。日本は高度経済成長期で, GDPが飛躍的に成長した時期だったと考えられる。しかし, ブラジルは2014年には1960年に比して環境効率が約2割低下し, 日本は1990年代以降に横ばいとなり「失われた20年」の後, 環境効率の向上は同約1割にとどまっている。

これに対して, ヨーロッパのフランスでは, 1990年代後半以降, 世界最高の環境効率を記録している。また, イギリス, ドイツでは, 再生可能エネルギーの推進, カーボンプライシングの導入に伴い, 2014年の環境効率が5,000ドル/t-CO₂を超えて1960年の2倍以上に向上し, 日本のそれを上回っている。アメリカ合衆国とカナダはほぼ同じペー

スの推移となっており、1960年から2014年に、1.5倍程度に環境効率が向上してきているが、ヨーロッパ3国と比べると環境効率は半分程度となっている。ロシア、インド、中国は、環境効率が向上してきているものの、2014年で1,000ドル／t-CO₂前後の環境効率にとどまっている。ヨーロッパとアジアの国で環境効率が10倍以上の違いがあり、また、その伸びにも大きな開きがあることから、このままの傾向が続くと、環境効率の向上が不十分な特定の国が世界のCO₂排出量の多くを占めていくシナリオが考えられる。(図12参照)

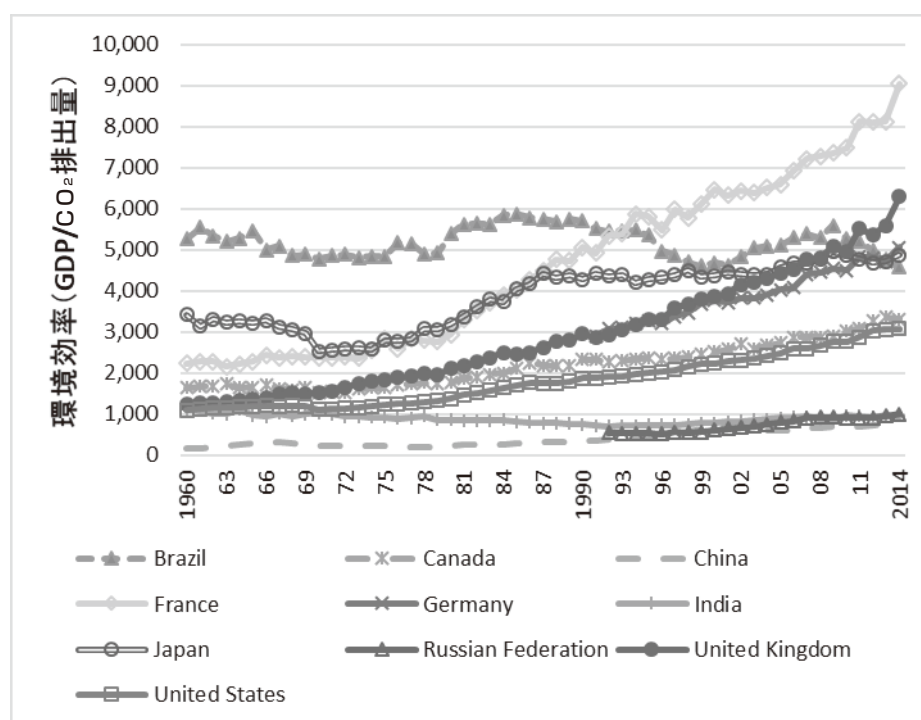


図12. 主要10か国の環境効率の推移（1960～2014年）
出所）World Bank「World Development Indicator」より、GDPをCO₂排出量で除して、著者算出。

3 考察と今後の検討課題

本研究では、基本的な指標を用いて、1960年以降の最近50年間余における世界の環境開発の動向分析を行ったが、人間社会は人口や1人当たりGDPなどにおいては2.5倍以上の成長を遂げ、平均寿命も20歳近く伸びるなどの発展を遂げた一方、地球温暖化、資源の枯渇が懸念されるなか、世界のエネルギー効率、環境効率などの向上は経済成長率を下回り、合計特殊出生率（TFR）の低下など、持続可能性については懸念される面も少なくないことがわかった。また、所得水準別グループでみると、人口は中低所得国のシェアが増えているものの、GDPやエネルギー使用量、CO₂排出量は特定の国の

シェアが高く、技術革新や産業構造の高度化に成功した高所得国だけで環境効率（GDP/CO₂排出量）が向上していることから、ますます格差が広がっていることが確かめられた。

これらのことから、地球規模での持続可能な発展を検討するに当たっては、検討課題を次の通り整理した。

3.1 持続可能な発展に向けての成長モデルの深耕

本研究では、世界の人口、GDP、エネルギー使用量、CO₂排出量といったマクロな指標からみた基礎的な分析を行った結果、経済、社会、環境が相互に関連しながら推移してきたことが示された。低所得国と高所得国の経済格差は広がる一方で、発展途上国の貧困と先進国の経済発展を内包しながら成長を遂げてきたことから、今後、環境影響や気候変動などの面からの制約がいつそう強まるなか、持続可能な発展を検討するに当たっては、様々な要因を考慮しながら世界規模で1つのシステムとしてとらえていく考え方⁵⁾が求められる。

3.2 ケース・スタディによる検討

本研究では、世界銀行「World Development Indicator」に基づいて世界217か国を4つの所得水準別グループで類型化して比較分析を行ったが、世界は多様な国々によって構成されており、2.3.4環境効率の動向分析でみたように、国別でみるとかなり事情が異なっていることが明らかとなっている。そこで、先進国のみならず発展途上国も対象として数か国を取り上げ、所得水準や人口規模、GDP規模、エネルギー事情、環境効率の動向などの様々な側面や、さらに新たな社会経済指標を追加した多面的な動向分析を行うことによって、経済発展のメカニズムや環境効率の進展について明らかにすることが考えられる。

3.3 産業構造や環境技術の影響検討

本研究では、特に先進国でサービス経済化や技術力による価値創造によって社会経済やライフスタイルが変容し、エネルギー効率や環境効率が着実に向上していることが確かめられた。また、SDGsのうち、「目標8 働きがいも経済成長も」（すべての人のための持続的、包摂的かつ持続可能な経済成長、生産的な完全雇用およびディーセント・ワーク（働きがいのある人間らしい仕事）を推進する）という目標が掲げられているように、中長期的には、産業構造はもとより、知識創造社会、ロボット化、AIの導入など、産業活動や働き方も変容していくとみられており、持続可能な発展を検討するに当たっては、総人口やGDPなどの量的な指標だけでなく、その内訳や質的な指標も必要になると考えられる。

【注】

- 1) 世界銀行の定義する基準では、低所得国は1990年購買力平価（PPP）で1,005ドル未満、下位中所得国は1,005ドルから3,955ドル未満、上位中所得国は3,955ドルから12,235ドル未満、高所得国は12,235ドル以上としている。
また、OECD（経済開発協力機構）では3年毎に「ODA（政府開発援助）受け取り国（DAC）リスト」を発表しており、このリストに含まれる国は、経済発展のための援助を受ける側として、「発展途上国」とすることができる。DACリストにおける分類の基準は、①世界銀行によって「高所得国」以外に分類される国々（2016年時点の1人当たり国民所得（GNI）が12,235米ドル以下の国々）、②国連によって後発開発途上国（Least Developed Countries）に分類される国々（1人当たり国民所得（GNI）、人的資源指数（HAI）、経済脆弱性指数（EVI）によって判断される）——のいずれかにあてはまることである。2018～2020年を対象とした最新のDACリスト（次表）の分類によれば、後発開発途上国（Least Developed Countries）が47か国、その他の低所得国（Other Low Income Countries）が2か国（Democratic People's Republic of KoreaとZimbabwe）、下位中所得国（Lower Middle Income Countries and Territories）が37か国、上位中所得国（Upper Middle Income Countries and Territories）が57か国の計143か国がリストアップされている。
- 2) フェリペラ（Felipe, Kumar and Galope, 2017）の基準では、低所得国は1990年購買力平価（PPP）で2,000ドル未満、下位中所得国は2,000ドルから7,250ドル未満、上位中所得国は7,250ドルから11,750ドル未満、高所得国は11,750ドル以上としている。高度な専門知識や技術革新に大きく依存する高付加価値の製品・サービス部門へと中所得国から高所得国へステップアップするのに苦戦しているようにみえる現象は「中所得国の罠（Middle-income Trap）」と呼ばれるが、フェリペの研究によれば、「中所得国入りした国が先進国入りするまでには平均42年かかる。」としている。（文献[1], [6]）
- 3) 「デカップリング」とは、一定の経済成長や便利さを維持しつつも、エネルギー消費やCO₂排出量を減らしていく（Low-Carbon Growth）、即ち両者を「切り離す」という考え方。例えば、資源の徹底的な再利用・循環利用、エネルギー多消費型の産業構造の変革、省エネルギーや再生可能エネルギーの推進などにより、デカップリングは可能とされている。
- 4) 「主要8か国首脳会議（G8: Group of Eight）」のフランス、アメリカ合衆国、イギリス、ドイツ、日本、イタリア、カナダ、ロシア（2013年まで）は、GDPでもCO₂排出量でも、すべて上位15位以内にランクインしている。これら8か国のGDP、CO₂排出量の世界に占める割合は、それぞれ30.5%、48.3%にのぼっており、特にCO₂排出量のシェアが高い。
- 5) アメリカの社会学者・歴史学者、ウォーラステイン（Wallerstein, 1930～）が提唱した『巨視的歴史理論』では、各国を独立した単位として扱うのではなく、地球規模の世界システムを中核地域（工業化が進み経済発展を遂げている地域）・半周辺地域（中核地域と周辺地域の間にある不安定な地域）・周辺地域（原材料の生産に特化し、低開発、貧困化が進んでいる地域）の3つの地域に分類して考察すべきだとした。

DAC List of ODA Recipients
Effective for reporting on 2018, 2019 and 2020 flows

Least Developed Countries	Other Low Income Countries (per capita GNI <= \$1 005 in 2016)	Lower Middle Income Countries and Territories (per capita GNI \$1 006-\$3 955 in 2016)	Upper Middle Income Countries and Territories (per capita GNI \$3 956-\$12 235 in 2016)
Afghanistan Angola ¹ Bangladesh Benin Bhutan Burkina Faso Burundi Cambodia Central African Republic Chad Comoros Democratic Republic of the Congo Djibouti Eritrea Ethiopia Gambia Guinea Guinea-Bissau Haiti Kiribati Lao People's Democratic Republic Lesotho Liberia Madagascar Malawi Mali Mauritania Mozambique Myanmar Nepal Niger Rwanda Sao Tome and Principe Senegal Sierra Leone Solomon Islands Somalia South Sudan Sudan Tanzania Timor-Leste Togo Tuvalu Uganda Vanuatu ¹ Yemen Zambia	Democratic People's Republic of Korea Zimbabwe	Armenia Bolivia Cabo Verde Cameroon Congo Côte d'Ivoire Egypt El Salvador Eswatini Georgia Ghana Guatemala Honduras India Indonesia Jordan Kenya Kosovo Kyrgyzstan Micronesia Moldova Mongolia Morocco Nicaragua Nigeria Pakistan Papua New Guinea Philippines Sri Lanka Syrian Arab Republic Tajikistan Tokelau Tunisia Ukraine Uzbekistan Viet Nam West Bank and Gaza Strip	Albania Algeria Antigua and Barbuda ² Argentina Azerbaijan Belarus Belize Bosnia and Herzegovina Botswana Brazil China (People's Republic of) Colombia Cook Islands ³ Costa Rica Cuba Dominica Dominican Republic Ecuador Equatorial Guinea Fiji Former Yugoslav Republic of Macedonia Gabon Grenada Guyana Iran Iraq Jamaica Kazakhstan Lebanon Libya Malaysia Maldives Marshall Islands Mauritius Mexico Montenegro Montserrat Namibia Nauru Niue Palau ² Panama Paraguay Peru Saint Helena Saint Lucia Saint Vincent and the Grenadines Samoa Serbia South Africa Suriname Thailand Tonga Turkey Turkmenistan Venezuela Wallis and Futuna

(1) General Assembly resolution A/RES/70/253 adopted on 12 February 2016, decided that Angola will graduate five years after the adoption of the resolution, i.e. on 12 February 2021. General Assembly resolution A/RES/68/18 adopted on 4 December 2013, decided that Vanuatu will graduate four years after the adoption of the resolution on 4 December 2017. General Assembly resolution A/RES/70/78 adopted on 9 December 2015, decided to extend the preparatory period before graduation for Vanuatu by three years, until 4 December 2020, due to the unique disruption caused to the economic and social progress of Vanuatu by Cyclone Pam.

(2) Antigua and Barbuda exceeded the high-income threshold in 2015 and 2016, and Palau exceeded the high-income threshold in 2016. In accordance with the DAC rules for revision of this List, if they remain high income countries until 2019, they will be proposed for graduation from the List in the 2020 review.

(3) The DAC agreed to defer decision on graduation of Cook Islands until more accurate GNI estimations are available. A review of Cook Islands will take place in the first quarter of 2019.

出所) https://www.oecd.org/dac/financing-sustainable-development/development-finance-standards/DAC_List_ODA_Recipients2018to2020_flows_En.pdf、2019/3/15アクセス

【参考文献・情報】

- [1] 苅込 俊二（2017）「中所得国における持続的成長のための基盤・要件に関する研究」（早稲田大学審査学位論文（博士）， pp.15-35）
<https://core.ac.uk/download/pdf/144468192.pdf>,
2019/3/15アクセス
- [2] 環境省ウェブサイト「2016年度（平成28年度）温室効果ガス排出量」要因分析PDF版
「2-2_エネルギー起源CO₂排出量全体」
https://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg-mrv/emissions/youin_2_2_2016.pdf,
2019/3/15アクセス
- [3] 関西電力ウェブサイト「世界のエネルギー事情」
https://www.kepco.co.jp/energy_supply/energy/nowenergy/world_energy.html,
2019/3/15アクセス
- [4] 経済産業省ウェブサイト「第1節 新興諸国経済の類型化」（『通商白書2015』）
<http://www.meti.go.jp/report/tsuhaku2015/2015honbun/i1210000.html>,
2019/3/15アクセス
- [5] 事業構想大学院大学出版部（2018）『SDGsの基礎』（宣伝会議）， pp.1-7
- [6] 塚田 和也（2017）「中所得国の経済成長とキャッチアップ」（日本貿易振興機構アジア経済研究所『IDEスクエア』論考）
https://ir.ide.go.jp/?action=repository_uri&item_id=49801&file_id=58&file_no=1,
2019/3/15アクセス
- [7] 星野 優子（2010）「世界各国のエネルギー起源CO₂排出量の長期トレンドの分析」（財団法人電力中央研究所，研究報告：Y09023， pp.3-7）
<https://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/download/P0Z4en5rLTR9j9Z0LdNkiRSU4j7tMrhp/Y09023.pdf>,
2019/3/15アクセス
- [8] 吉田 肇（2011）「国際環境開発における経済発展度とエネルギー消費の傾向分析」（『日本オペレーションズ・リサーチ学会2011年秋季研究発表会アブストラクト集』， pp.50-51）
- [9] 吉田 肇（2013）「環境と経済成長のデカップリングの傾向分析」（『日本オペレーションズ・リサーチ学会2013年春季研究発表会アブストラクト集』， pp.90-91）