

# エコロジカル・フットプリントの変化から 読み取る強い持続可能性の評価

佐々木 健 吾

- I はじめに
- II 持続可能性概念とエコロジカル・フットプリント
- III データ分析
- IV むすびにかえて

## I はじめに

いわゆるローマクラブが Meadows et al. [22] を出版し、地球環境問題への警鐘がなされた時代には、2度の石油危機をはじめにさまざまな自然資源、地球環境問題が顕在化した。彼らはシステム・ダイナミクスというシミュレーション法を利用し、枯渇性資源に強く依存する当時の社会システムがいずれ崩壊することを数値で示したのである。日本でもその少し前から四代公害病が問題となり、経済成長と環境保全のトレード・オフ問題が全世界的に問題となっていた。そのような中、1972年にはスウェーデンで国際連合人間環境会議が開催され、深刻になりつつあった環境問題に対応するために7項の共通見解と、26の原則が採択されることとなった。これはストックホルム宣言とよばれる。この宣言をへて、世界各国は環境保全と南北問題の解消をかねてさまざまな問題に取り組んでいくことになるのだが、開発の抑制と環境保全の優先を主張する先進国と、環境改善には貧困の解消と援助が不可欠だと主張する途上国との利害の対立の溝が埋まるどころにはなかなかなか至らなかった。そうこうしているうちに、野生生物の国際取引による乱獲、フロンガス排出によるオゾン層破壊、温室効果ガス排出による地球温暖化といった地球規模の環境問題も深刻化し、問題の解決がますます難しくなっていく局面を迎えたのである。

それらの問題を再び整理し、新しい国際的議論の発出をねらったのが持続可能な発展 (Sustainable Development) 論である。この持続可能な発展をはじめて定義したのは WCED [37] といわれる。ここで、Sustainable Development という言葉であるが、国際的に、一般的にも広く認知されるようになったのは WCED [37] 以降、さらにはごく一部のもの以外にとってはつい最近しられるようになったもの、とされる。しかし、Siche et al. [27] によると Sustainability (持続可能性) という言葉はすでに IUCN et al.

[18] に登場するといわれる。これを始めとするならば、われわれはこの40年間に何をし、何ができなかったのかと悲観的な意味で思いをはせざるをえない。

話をもとに戻すと、ノルウェーの元首相であるブルントラントを筆頭とする委員会のレポート（通称ブルントラント・レポート）では、持続可能な発展を次のように定義している。

持続可能な発展とは「将来世代がみずからのニーズを満たす能力を損なうことなく、<sup>1</sup> 現在世代のニーズを満たすような発展」である。

この定義は2つの部分からなり、前半部分がいわゆる世代間衡平、後半部分が世代内衡平にかかわる問題を指摘している。環境問題は、見る人から見れば深刻かつ早急な対応が必要であるいっぽうで、いまだ世界には1日1ドル未満での生活を強いられている人が10億人ともいわれるだけ存在し、それらの人々には経済成長が不可欠である。現在の社会・経済はこの相矛盾する問題を解くことを要請されている。しかも、さまざまなデータをながめると、以下でもみるように問題はある意味簡単かもしれないが、実際に解くことが難しい問題であることがわかる。

ブルントラント・レポート以降、さまざまなかたちで持続可能な発展が議論されてきた。国際的な文脈においては、2000年にミレニアム開発目標が制定され、これが昨今注目されてきているSDGs (Sustainable Development Goals) に引き継がれている。この取り組みが順調に進み、ブルントラント・レポートでの定義のように社会・経済が持続可能な形で推移していくことを望んでやまないがその真偽は果たしていかに。

以上の問題意識のもと、本研究では、ミレニアム開発目標が設定された2000年から現在までに、世界各国の持続可能性はどのように変化してきたのかを議論していきたい。その際、持続可能性指標として「エコロジカル・フットプリント」を用いる。この指標がどういうもので、なぜこの指標を取り扱うのかについては後の議論に譲るとして、本稿で扱う論点は次の3点である。

- ・分析対象期間でのエコロジカル・フットプリントの変化と持続可能性評価
- ・エコロジカル・フットプリントと1人あたりGDPの関係
- ・エコロジカル・フットプリント原単位とその変化

本研究として最も特徴的なのは、国際比較の観点からこの指標を分析するという点である。エコロジカル・フットプリントの研究ということであれば、枚挙にいとまがないが、多くの研究は指標の算出方法、投入産出分析が占める<sup>2</sup>。この点は昨今の日本につい

1 括弧内 WCED [37], p.44 の筆者訳。

2 たとえば Kratena [19], Beynon and Munday [2], Weinzettel et al. [38] を参照。

でもあてはまる<sup>3</sup>。しかし、Teixido-Figueras and Duro [31], Hickel [15], Syrovátka [30] などの研究を参考にしつつ、上記の点を例示していきたい。

## II 持続可能性概念とエコロジカル・フットプリント

本研究では、持続可能性指標としてエコロジカル・フットプリントを分析対象にするが、その背景には、弱い持続可能性（Weak Sustainability）と強い持続可能性（Strong Sustainability）という2つの持続可能性概念にかかわるこれまでの論争がある。ここでは、この2つの概念についてまとめておく。

### 1 弱い持続可能性

1974年に、枯渇性資源制約下での最適経済成長経路について The Review of Economic Studies の特集に3本の論文が掲載された<sup>4</sup>。これらの分析では、枯渇性資源に依存している経済は、有限時点で消費がゼロに落ち着くという悲観的な結果が示されている<sup>5</sup>。これらの研究をうけて、Hartwick [13] は Hotelling [16] によって示されたホテリング・ルールが成立する成長経路に注目し、ハートウィック・ルールという投資原則を導いた。これは、枯渇性資源から発生するレントのすべてを人工資本投資に振り向けることで、各時点の効用が通時的に一定水準に保たれるというものである。つまり、減価させた自然資源を、人工資本の積み増しによって補うという投資ルールを採用すれば、ゼロ消費は回避され持続可能な形で成長できるのである。

このハートウィック・ルールにならった指標として Pearce and Atkinson [25] はジェニユイン・セイビング（Genuine Savings）を考案した。セイビング（貯蓄）と名付けられているのは、マクロ経済における貯蓄＝投資の原則に由来する。すなわち、国内の貯蓄が正（プラス）である限り投資は継続され資本ストックが減らない。したがってそれを用いて生産される生産物も減らないという意味で持続可能性を判断できるというものである。このとき、貯蓄は従来のものから、自然資源ストックや環境ダメージの増減を含めた形に拡張される。さらに、近年では評価すべき資本ストックに人的資源を含める形にまでの拡張が進められている<sup>6</sup>。この指標は調整純貯蓄（Adjusted Net Savings）とよばれ、世界銀行のホームページでも公表されている<sup>7</sup>。

3 たとえば鈴木・田辺 [45], 車・金 [44] を参照。

4 Dasgupta and Heal [6], Solow [28], Stiglitz [29].

5 Dasgupta and Heal [6] の分析では、技術革新がある一定の確率分布にしたがって発生すると想定した場合にゼロ消費が回避されることが示されている。

6 こうした貯蓄概念の拡張と、それにともなうストック統計のありかたに関する包括的な議論として UNU [32] を参照。

7 World Bank [36].

このように、生産に寄与する資本ストックの金銭評価額が減少しないことをもって「持続可能である」と判断する立場を弱い持続可能性とよぶ。ここで、なぜ「弱い」という形容詞がついているのかであるが、さまざまな種類の資本ストックを金銭評価し、ひとつに集計するということは資本間の代替を認めているということと同値である。つまり、いくつかの自然資源や環境サービスの減耗は、他の資本の増強によって相殺できることを前提にしている。このことはしばしば批判的となるが、この代替性の問題についてはのちに再び議論する。

## 2 強い持続可能性

自然環境の物理的側面をより重要視するエコロジー経済学とよばれる学問分野では、たとえば Daly [7, 8] が次のような経済運営法則を議論している。すなわち、①汚染物質の排出量は自然が吸収できる量を超えないこと、②再生可能資源の採取量はその再生率を超えないこと、③枯渇性資源の採取量は再生可能な代替資源の産出量を超えないことという3つの原則であり、デイリーの3原則とよばれる。

現実の情勢は、これらの3つの原則を満たしていないようにみえる。たとえば①について、二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスの排出は地球温暖化を加速させるように増加している<sup>8</sup>、②についてはたとえば持続可能でない漁獲が存在し<sup>9</sup>、③については再生可能エネルギーへのシフトは順調に進んでいるとは言えない<sup>10</sup>。

デイリーの3原則のように、自然環境・資源の物理的側面に注目し、その超えてはいけない下限を設定することで持続可能性を評価しようとする立場を強い持続可能性とよぶ。この立場は、それぞれの資源および環境サービスは代替的とはいえないということをも前提とする。すなわち A という水産資源の減耗を B という人工資本で置き換えるといったことは認められないし、同じ水産資源でも、異なった魚種の間で C という魚種が過剰利用状態にあるからといって D という魚種を人工的に増やすというようなことは想定されていない。この意味において、制約条件が「強い」のである。

## 3 生産要素としての資本間の代替性

弱い持続可能性の議論と強い持続可能性の議論との間の相違点を端的にまとめれば、

8 World Bank [36] の統計によると、1960年から2016年の間の世界の二酸化炭素の排出量は約3.5倍伸びている。

9 水産庁 [45] p.8, 図 I-1-8によると、世界の水産資源の約3割は過剰利用あるいは資源枯渇の状況にある。

10 World Bank [36] の統計によると、世界の最終エネルギー消費における再生可能エネルギーの割合は、1990年に約17%だったものが、2015年には約18%となっており、この25年の間のエネルギー・シフトは順調に進んでいるとはいえない。

生産要素としての資本の間に代替性を認めるか認めないかである。<sup>11</sup>以前、拙稿において、この判断は難しくどちらかが間違いなく正しいと前提するのはふさわしくないと議論した。<sup>12</sup>しかしながら、前節でのデイリーの3原則にかかわる実際のデータや、地球温暖化に関するシミュレーションの結果、<sup>13</sup>生物多様性にかかわるデータ、<sup>14</sup>プラネタリー・バウンダリーに関する議論などを総合すると、<sup>15</sup>現在の地球が物理的限界に近付いている、もしくはすでに達していると判断できにくい状況といえる。したがって、持続可能性の議論をする際の判断基準としては、必要条件としての弱い持続可能性、十分条件としての強い持続可能性を設定するのがふさわしいといえるだろう。<sup>16</sup>それらにより、以降の議論では、地球の物理的制約にかかわる昨今示されている証拠を理由に強い持続可能性に注目し、その指標の1つとしてのエコロジカル・フットプリントを分析に用いる。

#### 4 エコロジカル・フットプリントとは

これまでの議論をふまえた上で、本研究で分析対象とする「エコロジカル・フットプリント」をみていく。まず、そもそもこのエコロジカル・フットプリントの元になっている概念として1次生産力、あるいはキャリング・キャパシティというものがある。<sup>17</sup>これは自然界、特に森林や土地に人間の干渉・改変が加わったとしても安定的に生態系が維持される環境容量のことを意味する。エコロジカル・フットプリントはこの点に注目した物理的な環境指標といえる。

エコロジカル・フットプリントとはマティース・ワケナゲルとウィリアム・リースによって提示された生態学的負荷にかかわる指標である。<sup>18</sup>これは、その名前のとおり「生態学的な足あと」であり、人類の諸活動がどれくらいの地球環境を踏みつけたかを測定しようとするものである。具体的には、人類の活動が地球環境および生態系に与えるダメージを、生産活動基盤としての資源を生み出し、かつそれによって排出される環境負荷を吸収・浄化するのに必要な仮想的な土地面積として算出する。エコロジカル・フッ

11 この議論については Hediger [14], Neumayer [24], Dietz and Neumayer [9] に詳しい。

12 佐々木 [42, 43]。また、実際の代替の弾力性の推計として Markandya and Pedroso-Galinato [21] を参照。

13 IPCC [17] を参照。代表的濃度経路 (RCP) 2.6 のシミュレーションでは、2100 年の地球の平均気温の上昇を 1850 年-1900 年の平均気温から 1.5-1.7℃ に抑えようとするならば、-117% から-78% の温室効果ガス排出の削減が求められる。

14 WWF [40] の Living Planet Index を参照。1970 年の生物種個体数指数を 1 とすると 2016 年までに 68% の生物種が喪失した。

15 環境省 [41] によれば、気候変動、生物圏の一体性、土地利用変化、生物地球化学的循環の項目でリスク増大、高リスクの評価がされている。

16 このような動機にもとづいたものとして Sasaki [26] を参照。

17 Ehrlich and Holdren [10], Catton [4], Vitousek et al. [33] を参照。

18 Wackernagel and Rees [34], Wackernagel and Rees [35] を参照。また関連する文献として Chambers et al. [5], Monfreda et al. [23], WWF [39, 40] を参照。

トプリントは、「二酸化炭素吸収地」<sup>19</sup>、「生産阻害地」<sup>19</sup>、「漁場」<sup>19</sup>、「森林」<sup>19</sup>、「牧草地」<sup>19</sup>、「耕作地」<sup>19</sup>の6項目のフットプリントから構成される。当然のことながら、地球上の陸域・水域は、生産力の高低、汚染の浄化・吸収力の高低が異なるため、平均的な生産力を持つ仮想的な土地の広さが想定されており、グローバル・ヘクタール (gha) という仮想的な単位で測定される。地球の表面積は有限であるため供給される土地面積には限りがある。<sup>20</sup>この供給力をバイオ・キャパシティとよび、これを超過した部分をエコロジカル・デフィシット (生態学的負債) という。グローバル・フットプリント・ネットワークによると、2020年における地球全体のエコロジカル・フットプリントはバイオ・キャパシティを6割超過しており、安全に持続可能な形で人類が生存するには1.6個の地球が必要とされる。<sup>21</sup>つまり、今のやり方ではいつか現代文明が崩壊してしまうという警告が出されている。

### Ⅲ データ分析

ここでは、強い持続可能性指標としてのエコロジカル・フットプリントが2000年から2016年の間にどのように変化したかを国別に検討する。期間の設定についてであるが、ミレニアム開発目標が設定された2000年を端緒とし、これまででえられる最新のデータ量を最大限広くすることを目的に2016年で切っている。この指標を国ごとに比べることの妥当性について、いわゆる1人あたり公平割り当て面積である1.8-2.0 ghaを超えていると、その国は地球全体に過度な生態学的負荷をかけていると判断できる。つまり持続可能でない人間の活動をしている。本来的には、地球全体でオーバーシュートしないことが持続可能性条件となるため、国ごとに比較することにどれだけの意味があるのかという批判はありうるが、その国のライフスタイル、産業構造といったものが適切かどうかは判断できるだろう。<sup>22</sup>確認していくのは次の項目である。

- ・分析対象期間でのエコロジカル・フットプリントの変化と持続可能性評価
- ・エコロジカル・フットプリントと1人あたりGDPの関係
- ・エコロジカル・フットプリント原単位とその変化

データとして用いるのは、GFN [11] の提供する1人あたりエコロジカル・フットプ

19 これは、建物、住居、道路、線路といった直接的には生産に寄与しない土地面積である。言い換えると、本来であれば、たとえば森林、田畑や牧草地といった用途に向けることができたはずだが別の使い方をした土地面積のことを指す。

20 もちろん、技術的・環境的制約などでこれまでには利用できなかった陸域・水域が利用できるようになればカウントされる供給は増加しうる。

21 GFN [11].

22 エコロジカル・フットプリント勘定の改定について、たとえば Borucke et al. [3], Lin et al. [20] を参照。

リント、および World Bank [36] の 1 人あたり GDP（2010 年固定 US ドル）である。

## 1 分析対象期間でのエコロジカル・フットプリントの変化と持続可能性評価

第 1 表は 2000 年および 2016 年の 1 人あたりエコロジカル・フットプリントのランキングを示している。表中の二重罫線は先に述べた 1 人あたり公平割り当ての 2.0 gha の境目である。ここで、この公平割り当てについては文献により値がばらばらについているが、ここでは意図的に緩め（大き目）の 2.0 gha を採用している。1 つの理由は、今後の技術革新によって利用できる土地面積が増える可能性があること、2 つにはハードルを下げた際に世界がどう見えるのかを直感的に理解するためである。

上位 20 位にランキングしている国々をみると、OECD 加盟国（ルクセンブルク、アメリカ合衆国、カナダ、デンマーク、オーストラリア、ノルウェー、スウェーデン、ベルギー、フィンランドなど）、産油国（アラブ首長国連邦、カタール、バーレーンなど）、面積の小さい国と地域（アルバ、バーミューダなど）から構成されている。いっぽう、下位 20 位をみてみると、サブ・サハラ・アフリカ諸国（マラウイ、モザンビーク、ルワンダ、ブルンジなど）、南インド・アジア諸国（アフガニスタン、バングラデシュ、パキスタンなど）から構成されている。この一覧をざっと眺めるだけでも、所得水準とエコロジカル・フットプリントは正の相関をしているように思われる。この点については後でまた検討する。

ここでのサンプルでの持続可能性評価のまとめを第 2 表にまとめる。いずれの年においてもエコロジカル・フットプリントの 1 人あたり公平割り当てを超えてオーバーシュートしている国は世界の約半分を超えている。かつ、この期間内に基準を満たさない国が増加している。また、この期間内に 1 人あたりエコロジカル・フットプリントが増加した国々は 104 か国（61%）で、減少した国々は 67 か国（39%）となっている。なお、この増減率の上下 20 位をまとめたのが第 3 表である。この表からわかることは、増加率が高いグループには所得が低い国が数少なくなく含まれていることである。たとえば、ベトナム（1,752 ドル）、キルギス（1,043 ドル）、カンボジア（1,079 ドル）、ラオス（1,621 ドル）などの国々は 1 人あたり GDP が 1,000 ドル程度で高い増加率を示している。また、減少率が高い国々には、ニュージーランド、デンマーク、オランダ、イギリス、スペイン、アラブ首長国連邦、シンガポールといった所得が高い国々が含まれている。

ここでの簡単なまとめは次のようである。

- ・エコロジカル・フットプリントの高い国は 1 人あたり GDP も高そうである。
- ・エコロジカル・フットプリントに基づく強い持続可能性基準を満たさない国々は 2000 年段階で既に世界の半分を超えているが、この基準を満たさない国々は増加傾向にある。

・エコロジカル・フットプリントの増加率が高い国々の中には、少なくない低所得国が含まれる。いっぽうで、減少率が低い国々の中には比較的所得が高い国が含まれる。

第1表 2000年から2016年までのエコロジカル・フットプリント変化と2016年時点での強い持続可能性評価

国名	2000 EFPC	国名	2016 EFPC	EFCHNGE
Luxembourg	14.941	Qatar	14.41	137%
Aruba	13.817	Luxembourg	12.912	86%
United Arab Emirates	12.353	United Arab Emirates	8.919	72%
Qatar	10.489	Bahrain	8.634	86%
United States	10.254	Kuwait	8.585	227%
Bahrain	9.982	Trinidad and Tobago	8.378	233%
Canada	9.103	United States	8.104	79%
Denmark	8.831	Canada	7.74	85%
Singapore	8.311	Mongolia	7.672	125%
Australia	8.055	Bermuda	7.511	108%
Belgium	7.69	Estonia	7.064	117%
Bermuda	6.97	Denmark	6.805	77%
Norway	6.465	Oman	6.763	206%
French Polynesia	6.464	Australia	6.64	82%
Malta	6.463	Aruba	6.516	47%
Sweden	6.427	Sweden	6.457	100%
Greece	6.403	Latvia	6.357	149%
Ireland	6.355	Finland	6.257	100%
Netherlands	6.296	Belgium	6.251	81%
Finland	6.229	Saudi Arabia	6.234	165%
Mongolia	6.131	Austria	6.031	106%
New Zealand	6.09	Korea, Rep.	6	119%
Estonia	6.021	Singapore	5.879	71%
United Kingdom	5.73	Cayman Islands	5.802	104%
Austria	5.682	Malta	5.793	90%
Italy	5.601	Czech Republic	5.589	100%
Switzerland	5.594	Lithuania	5.567	153%
Czech Republic	5.581	Kazakhstan	5.546	243%
Cayman Islands	5.579	Norway	5.51	85%
Spain	5.558	Turkmenistan	5.319	139%
France	5.537	Russian Federation	5.16	110%
Germany	5.511	Slovenia	5.125	107%
Israel	5.491	Ireland	5.124	81%
Brunei Darussalam	5.401	Israel	4.876	89%
Cyprus	5.327	Germany	4.841	88%
Japan	5.289	Netherlands	4.833	77%
Korea, Rep.	5.062	New Zealand	4.742	78%
Portugal	4.825	Switzerland	4.637	83%
Slovenia	4.797	Japan	4.493	85%
Russian Federation	4.688	Bhutan	4.492	102%
Barbados	4.49	France	4.447	80%
Bhutan	4.408	Italy	4.436	79%
Latvia	4.269	Poland	4.428	104%
Poland	4.255	United Kingdom	4.368	76%
Lebanon	4.131	Antigua and Barbuda	4.331	112%
Paraguay	3.969	Chile	4.31	120%



Belarus	3.878	Greece	4.268	67%
Antigua and Barbuda	3.874	Brunei Darussalam	4.221	78%
Turkmenistan	3.831	Slovak Republic	4.207	113%
Kuwait	3.79	Portugal	4.1	85%
Saudi Arabia	3.772	French Polynesia	4.049	63%
Uruguay	3.755	Spain	4.041	73%
Slovak Republic	3.734	Belarus	3.987	103%
Lithuania	3.638	Croatia	3.937	123%
Malaysia	3.624	Malaysia	3.918	108%
Chile	3.606	Barbados	3.804	85%
Trinidad and Tobago	3.594	Cyprus	3.748	70%
Hungary	3.522	Bahamas, The	3.739	459%
Botswana	3.517	Libya	3.733	122%
Oman	3.279	Bosnia and Herzegovina	3.7	125%
Croatia	3.203	China	3.621	189%
Argentina	3.133	Hungary	3.612	103%
Brazil	3.079	Mauritius	3.522	144%
Libya	3.058	Bulgaria	3.446	113%
St. Lucia	3.058	Tonga	3.396	167%
South Africa	3.052	Guyana	3.386	145%
Bulgaria	3.039	Argentina	3.365	107%
Namibia	3.017	Turkey	3.357	115%
Ukraine	2.974	Lebanon	3.287	80%
Bosnia and Herzegovina	2.953	Iran, Islamic Rep.	3.192	130%
Turkey	2.916	Bolivia	3.184	116%
Venezuela, RB	2.859	South Africa	3.152	103%
Mexico	2.853	Fiji	3.145	129%
Samoa	2.81	Romania	3.094	129%
Bolivia	2.754	Suriname	2.965	135%
Dominica	2.717	Samoa	2.961	105%
Grenada	2.489	Grenada	2.935	118%
Iran, Islamic Rep.	2.451	Ukraine	2.909	98%
Mauritius	2.444	Paraguay	2.903	73%
Fiji	2.438	Brazil	2.811	91%
Costa Rica	2.415	Botswana	2.721	77%
Romania	2.392	Costa Rica	2.682	111%
Guyana	2.331	Namibia	2.655	88%
Kazakhstan	2.287	Mexico	2.603	91%
Panama	2.247	Venezuela, RB	2.541	89%
Suriname	2.2	Thailand	2.488	127%
Uzbekistan	2.158	Algeria	2.407	168%
Tonga	2.037	Djibouti	2.399	172%
Sudan	2.006	Dominica	2.36	87%
Colombia	1.972	St. Lucia	2.332	76%
Thailand	1.96	Gabon	2.292	183%
China	1.92	Panama	2.252	100%
Jordan	1.899	Peru	2.238	121%
Azerbaijan	1.858	Tunisia	2.195	125%
Peru	1.846	Vietnam	2.122	215%
Cuba	1.797	Azerbaijan	2.081	112%
Ecuador	1.759	Jordan	2.08	110%
Tunisia	1.755	El Salvador	2.057	120%
Nicaragua	1.744	Colombia	2.05	104%
El Salvador	1.714	Albania	2.008	133%
Honduras	1.695	Ghana	1.969	132%

Lesotho	1.685	Uzbekistan	1.923	89%
Syrian Arab Republic	1.657	Uruguay	1.92	51%
Dominican Republic	1.655	Lao PDR	1.906	155%
Guinea-Bissau	1.642	Guatemala	1.879	116%
Guatemala	1.625	Equatorial Guinea	1.876	187%
Korea, DPR.	1.625	Eswatini	1.858	118%
Egypt, Arab Rep.	1.607	Egypt, Arab Rep.	1.811	113%
Eswatini	1.581	Cuba	1.778	99%
Jamaica	1.574	Nicaragua	1.759	101%
Chad	1.537	Papua New Guinea	1.747	147%
Albania	1.511	Iraq	1.745	143%
Uganda	1.502	Moldova	1.741	124%
Ghana	1.488	Sao Tome and Principe	1.723	136%
Cabo Verde	1.453	Dominican Republic	1.719	104%
Algeria	1.433	Ecuador	1.711	97%
Moldova	1.403	Morocco	1.7	136%
Djibouti	1.391	Indonesia	1.69	125%
Central African Republic	1.389	Niger	1.661	136%
Guinea	1.375	Myanmar	1.66	153%
Mali	1.355	Kyrgyz Republic	1.655	159%
Indonesia	1.353	Jamaica	1.612	102%
Zimbabwe	1.353	Mali	1.574	116%
Sao Tome and Principe	1.267	Guinea	1.56	113%
Senegal	1.266	Honduras	1.552	92%
Philippines	1.263	Chad	1.515	99%
Liberia	1.253	Sri Lanka	1.495	124%
Gabon	1.252	Guinea-Bissau	1.483	90%
Morocco	1.247	Cabo Verde	1.433	99%
Lao PDR	1.233	Benin	1.419	127%
Iraq	1.224	Cambodia	1.39	155%
Niger	1.219	Syrian Arab Republic	1.382	83%
Tanzania	1.21	Lesotho	1.379	82%
Sri Lanka	1.204	Cameroon	1.378	139%
Madagascar	1.186	Philippines	1.33	105%
Papua New Guinea	1.186	Comoros	1.243	106%
Somalia	1.185	Tanzania	1.221	101%
Nigeria	1.184	Sudan	1.22	61%
Gambia, The	1.18	Central African Republic	1.218	88%
Comoros	1.175	Burkina Faso	1.204	125%
Kenya	1.13	Sierra Leone	1.19	118%
Cote d'Ivoire	1.122	Cote d'Ivoire	1.182	105%
Benin	1.115	India	1.169	136%
Myanmar	1.085	Senegal	1.141	90%
Togo	1.049	Liberia	1.107	88%
Kyrgyz Republic	1.039	Nigeria	1.088	92%
Sierra Leone	1.005	Zimbabwe	1.074	79%
Equatorial Guinea	1.002	Nepal	1.071	123%
Ethiopia	1	Uganda	1.063	71%
Cameroon	0.992	Togo	1.056	101%
Vietnam	0.986	Congo, Rep.	1.054	123%
Eritrea	0.984	Ethiopia	1.042	104%
Burkina Faso	0.96	Kenya	1.017	90%
Congo, Dem. Rep.	0.915	Angola	1.015	145%
Cambodia	0.897	Gambia, The	1.002	85%
Nepal	0.868	Somalia	0.969	82%

India	0.858	Tajikistan	0.947	114%
Congo, Rep.	0.854	Zambia	0.947	114%
Burundi	0.843	Madagascar	0.929	78%
Pakistan	0.842	Korea, DPR.	0.895	55%
Zambia	0.832	Bangladesh	0.842	149%
Tajikistan	0.831	Pakistan	0.834	99%
Bahamas, The	0.815	Mozambique	0.814	101%
Mozambique	0.803	Rwanda	0.763	109%
Malawi	0.769	Malawi	0.739	96%
Angola	0.702	Afghanistan	0.727	115%
Rwanda	0.697	Congo, Dem. Rep.	0.696	76%
Afghanistan	0.634	Haiti	0.675	117%
Haiti	0.579	Burundi	0.658	78%
Bangladesh	0.566	Eritrea	0.501	51%
Timor-Leste	0.545	Timor-Leste	0.496	91%

注：EFPCは1人あたりエコロジカル・フットプリント。EFCHNGEは2000年から2016年までの1人あたりエコロジカル・フットプリントの増減率。

データ出所：Global Footprint Network, Ecological Footprint.

第2表 強い持続可能性評価

年	基準を満たさない	基準を満たす
2000年	89か国, 52%	82か国, 48%
2016年	100か国, 58%	71か国, 42%

注：表中の数値は1人あたり公平割り当て（2 gha）を超えて（に収まって）基準をみたさない（満たす）国の数と割合。

第3表 エコロジカル・フットプリント変化の上下20位リスト

国名	EFCHNGE	国名	EFCHNGE
Bahamas, The	4.5877301	New Zealand	0.7786535
Kazakhstan	2.4250109	Botswana	0.7736707
Trinidad and Tobago	2.3311074	Denmark	0.7705809
Kuwait	2.2651715	Netherlands	0.7676302
Vietnam	2.1521298	St. Lucia	0.7625899
Oman	2.0625191	United Kingdom	0.7623037
China	1.8859375	Congo, Dem. Rep.	0.7606557
Equatorial Guinea	1.8722555	Paraguay	0.7314185
Gabon	1.8306709	Spain	0.7270601
Djibouti	1.7246585	United Arab Emirates	0.7220108
Algeria	1.679693	Uganda	0.707723
Tonga	1.6671576	Singapore	0.7073758
Saudi Arabia	1.6527041	Cyprus	0.7035855
Kyrgyz Republic	1.5928778	Greece	0.6665625
Cambodia	1.5496098	French Polynesia	0.6263923
Lao PDR	1.5458232	Sudan	0.6081755
Lithuania	1.5302364	Korea, DPR.	0.5507692
Myanmar	1.5299539	Uruguay	0.5113182
Latvia	1.4891075	Eritrea	0.5091463
Bangladesh	1.4876325	Aruba	0.471593

注：EFCHNGEは2000年から2016年までの1人あたりエコロジカル・フットプリントの増減率（値×100でパーセント表示）。表左側が上位20位、右側が下位20位。

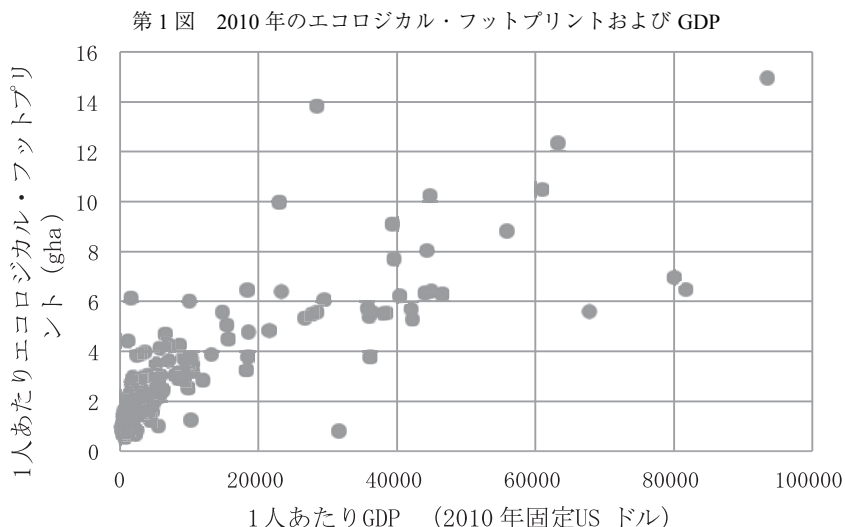
データ出所：Global Footprint Network, Ecological Footprint.

## 2 エコロジカル・フットプリントと1人あたり GDP の関係

前節の議論では数値の整理と観察からいくつかの示唆を得た。ここでは、かねてからある議論である環境クズネツ仮説をもとに、1人あたり GDP との関係进行分析していきたい。そもそもこの環境クズネツ仮説とは、Grossman and Krueger [12] によって提唱された環境汚染物質と GDP との関係についての仮説である。この仮説は縦軸に汚染指標、横軸に GDP をとったとき、逆 U 字型のグラフを描くことができる、すなわち、経済成長の途上では、経済成長と環境汚染が並行するが、経済活動水準が一定の段階に達したときに環境汚染が切り離されるというものである。これについては、これまでもさまざまな議論がなされているが、この仮説の成立の成否は、選択される環境汚染指標、分析対象とする国や期間、採用する分析手法によって変化するといわれている。まず、簡単に1人あたりエコロジカル・フットプリントと1人あたり GDP の関係を図示したのが第1図および第2図である。

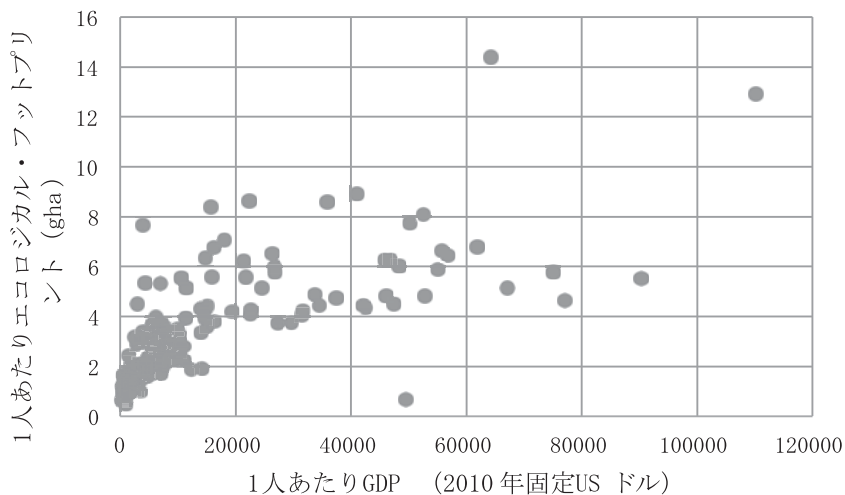
図からすぐ見て取れるのは、2つの変数の間には正の相関があることである。すなわち、経済活動規模が大きくなれば、地球への生態学的負荷は高まる。このことは、本稿の脚注8~10、および13~15に示した事実とも符合する。さらなる検討を加えるとすれば、両者の間にどのような明示的な関数形が想定できるかという点である。この点について、たとえば、Bagliani et al. [1] は、エコロジカル・フットプリントについて、先に出た環境クズネツ仮説の検証を行っている。彼らは、OLS、重みづけ OLS、ノンパラメトリック推計を行った結果、エコロジカル・フットプリントについて、環境クズネツ仮説は成り立たないと結論付けている。

筆者も手持ちのデータを用いて、OLS を 2000 年と 2016 年のそれぞれについて行っ



データ出所：Global Footprint Network, Ecological Footprint. World Bank, World Development Indicators.

第2図 2016年のエコロジカル・フットプリントおよび GDP



データ出所：Global Footprint Network, Ecological Footprint. World Bank, World Development Indicators.

た。第4表および第5表がそれぞれの推定結果である。ここでの結果は Bagliani et al. [1] の結果におよそ符合している<sup>23</sup>。いずれの年でも1人あたりGDPの2次項(GDPPC<sup>2</sup>)は統計学的に有意でない。したがってここでの結果でも環境クズネツツ仮説は棄却される。ところが1人あたりGDPの3次式による推定ではそれぞれの係数は有意であり、このケースは縦軸にエコロジカル・フットプリント、横軸に1人あたりGDPをとったときにN字型の曲線を描くことができることを意味する。

このことは1つの重要な示唆を導く。統計学的処理の問題をとりあえず置いておいたとして、いずれのケースでも約40,000ドル辺りで最初のピークを迎えるが、これは地球環境問題に関心を持つものからいえば、ほとんど意味のない証拠である。すなわち、世界各国の所得分布は低いほうに歪んでおり、今の地球環境問題を起こしているのはその反対側のテールにいるわずかな人々である。2016年の日本の1人あたりGDPは約47,000ドル、1人あたりエコロジカル・フットプリントは約4.5ghaとなっているが、冒頭でも議論したとおり、今の世界が1.6個の地球を必要としているのに対し、世界人口のすべてが日本人と同じ生活をするとなると地球は3個いるとされている。すなわち、われわれのような見識の立場の人間が、このデータを眺めれば、最初のピークを超えるもっと手前で世界はこけることになると確信できてしまう<sup>24</sup>。

ここでの簡単なまとめは次のようである。

- 23 本稿の目的は環境クズネツツ仮説の検証にないし、すぐ後に述べるが、変曲点の議論に発展的な意味を見出すことはできない。
- 24 第1図および第2図を見れば明らかなように、グラフの北から北東方面に外れ値のようにみえるものがある(たとえばルクセンブルク、バーレーン)。この外れ値を外せば最初のピークはもっと後の80,000ドルとかいう水準にまでずれる。

第4表 被説明変数：1人あたりエコロジカル・フットプリント (2000年)

説明変数	(1)	(2)	(3)
GDPPC	0.00012 (9.82)***	0.00018 (5.44)***	0.00031 (5.76)***
GDPPC <sup>2</sup>		-9.68 e-10 (-1.58)	-5.92 e-09 (-3.07)***
GDPPC <sup>3</sup>			4.16 e-14 (2.59)*
定数項	1.7409 (14.66)***	1.4679 (11.26)***	1.1167 (7.39)***
決定係数	0.6653	0.6932	0.7209
観察数		165	

注：GDPPCは1人あたりGDP(2010年固定USドル)。不均一分散一致標準誤差を採用。括弧内はt値。  
\*\*\*p<0.01, \*\*p<0.05, \*p<0.01。

データ出所：Global Footprint Network, Ecological Footprint. World Bank, World Development Indicators.

第5表 被説明変数：1人あたりエコロジカル・フットプリント (2016年)

説明変数	(1)	(2)	(3)
GDPPC	0.00009 (8.43)***	0.00014 (4.72)***	0.00029 (8.38)***
GDPPC <sup>2</sup>		-7.27 e-10 (-1.49)	-5.72 e-09 (-4.84)***
GDPPC <sup>3</sup>			3.61 e-14 (4.39)***
定数項	2.0000 (15.07)***	1.7000 (10.44)***	1.1182 (8.40)***
決定係数	0.5345	0.5669	0.6458
観察数		169	

注：GDPPCは1人あたりGDP(2010年固定USドル)。不均一分散一致標準誤差を採用。括弧内はt値。  
\*\*\*p<0.01, \*\*p<0.05, \*p<0.01。

データ出所：Global Footprint Network, Ecological Footprint. World Bank, World Development Indicators.

- ・1人あたりエコロジカル・フットプリントは有意に正の相関をしている。
- ・エコロジカル・フットプリントに関する環境クズネッツ仮説は成立しそうにない。
- ・統計学的に有意な1人あたりGDPでの3次近似における最初のピークは約40,000ドルであり、これを超えてしばらくはエコロジカル・フットプリントが減少する。しかし、世界の所得分布は大きく歪んでおり、このピークは考慮に値しない。

### 3 エコロジカル・フットプリント原単位とその変化

次に検討するのはエコロジカル・フットプリントの原単位である。ここでは2000年および2016年の1人あたりエコロジカル・フットプリントおよびGDPのデータがそろっている国について整理した。ここでいう原単位とは分母に1人あたりエコロジカ

ル・フットプリント、分子に1人あたり GDP をとったものである。したがって、値が大きいほどエコロジカル・フットプリントとの関連で効率性が高い、すなわち望ましい。さらに、以前の節で検討した1人あたり公平割り当ての基準を満たすか満たさないかを含めてまとめたのが第6表である。表はこの期間内での原単位改善幅が大きい順に並べている。

まず原単位については、相対的に所得の高い国のほうが効率的である。2000年から2016年までの間の改善幅については、いわゆる先進国および高所得国で大きく、アフリカ諸国（リベリア、ガンビア、ブルンジ、マリ、ジンバブエ、ギニア、トーゴ、シエラレオネ、コートジボアールなど）、中米諸国（スリナム、ギアナ、エルサルバドル、グアテマラなど）、および一部のアジア太平洋諸国（パプアニューギニア、ベトナム、フィジー、ヨルダン、ネパール、モンゴル）で小さい。また、産油国（クウェート、ガボン、オマーン、カタール、リビア、アラブ首長国連邦、アルジェリア、カザフスタンなど）や一部のアフリカ諸国（コンゴ、カメルーン、ベナン、ニジェール）で原単位が下がっている。

公平割り当て基準との関係でみると、原単位改善幅が大きい上から50か国のうちこの基準を満たすのは、ウルグアイ、キューバ、ドミニカ共和国、ナイジェリア、赤道ギニア、スーダン、スリランカの7か国のみである。いっぽう、改善幅が小さい下から50か国のうちホンジュラス、ケニア、セネガル、パキスタン、モザンビークをはじめとする34か国は公平割り当て基準を満たす。また、改善がみられなかった21か国のうち、基準を満たす国は9か国であった。

ここでのデータ整理のまとめは次のようである。

- ・原単位が高い国の1人あたり GDP は高い。
- ・期間内の原単位改善幅が大きい国の1人あたり GDP は高い。
- ・期間内の原単位改善幅が大きい国の多くが1人あたり公平割り当て基準を満たさない。

第6表 エコロジカル・フットプリント原単位の変化と公平割り当て基準

国名	2000 INT	2016 INT	INTCHNGE	2016 EF<2
Ireland	6939.592	13090.89	6151.3025	
Singapore	4073.005	9362.601	5289.5961	
Uruguay	2397.27	7356.325	4959.0546	*
Switzerland	12121.55	16611.24	4489.6976	
Norway	12630.06	16369.5	3739.4423	
Netherlands	7375.352	10909.81	3534.4564	
United Kingdom	6225.639	9729.802	3504.1632	
New Zealand	4820.117	7877.069	3056.9514	
Cyprus	5009.722	7909.242	2899.5198	
Australia	5503.959	8392.874	2888.9148	

Denmark	6324.384	9093.016	2768.6329	
Spain	5111.336	7782.55	2671.2137	
Germany	6882.687	9493.818	2611.1317	
Japan	7973.101	10550.42	2577.3208	
France	6918.809	9476.06	2557.251	
Panama	2444.879	4932.16	2487.2809	
Luxembourg	6255.466	8531.763	2276.2963	
Belgium	5148.062	7349.677	2201.6147	
Canada	4321.524	6484.981	2163.4562	
United States	4361.904	6485.133	2123.2289	
Aruba	2056.697	4025.633	1968.9362	
Azerbaijan	892.7908	2793.181	1900.3897	
Israel	5052.135	6915.661	1863.526	
Slovak Republic	2764.014	4581.289	1817.2758	
Sweden	6992.636	8794.88	1802.2446	
Malta	2835.162	4624.149	1788.9864	
Cuba	1937.023	3684.069	1747.0455	*
Greece	3635.084	5310.751	1675.667	
Dominican Republic	2448.036	4087.364	1639.328	*
Korea, Rep.	3045.099	4454.25	1409.1512	
Poland	2003.819	3410.47	1406.6507	
Botswana	1481.681	2865.544	1383.8621	
Turkey	2824.965	4189.078	1364.1123	
Italy	6486.208	7768.081	1281.873	
Romania	2047.114	3308.628	1261.5139	
Czech Republic	2653.034	3911.906	1258.8717	
Colombia	2465.961	3723.887	1257.9261	
Hungary	2971.444	4184.504	1213.0606	
St. Lucia	2566.087	3767.8	1201.7131	
Nigeria	1168.637	2257.634	1088.9975	*
Brazil	2859.095	3901.094	1041.999	
Peru	1756.543	2798.199	1041.6554	
Portugal	4455.44	5496.008	1040.5675	
Equatorial Guinea	5552.281	6587.582	1035.3006	*
Sudan	495.2332	1529.69	1034.4567	*
Bulgaria	1311.22	2324.156	1012.936	
Sri Lanka	1515.899	2521.177	1005.2775	*
Costa Rica	2555.863	3545.764	989.901	
China	920.7467	1907.75	987.00312	
Namibia	1328.165	2313.625	985.46022	
Finland	6486.362	7471.665	985.30291	
Lithuania	1904.413	2864.043	959.63002	
Ecuador	2082.811	3025.166	942.3553	*
Cabo Verde	1524.479	2464.857	940.37796	*
Malaysia	1933.51	2869.831	936.32015	
Dominica	2053.297	2989.407	936.11029	
Slovenia	3861.406	4790.621	929.21489	
Estonia	1671.224	2561.207	889.98312	
Brunei Darussalam	6652.767	7506.568	853.8011	
Paraguay	899.5596	1753.225	853.66535	
Philippines	1321.233	2170.6	849.3669	*
Albania	1485.523	2331.587	846.06434	
Belarus	724.2328	1558.992	834.75935	
Chile	2612.308	3428.573	816.26473	
Russian Federation	1384.614	2200.853	816.23834	



Barbados	3467.715	4259.231	791.51598	
Indonesia	1584.375	2347.962	763.58698	*
Moldova	1031.099	1791.823	760.72378	*
Uzbekistan	453.6664	1159.534	705.86772	*
Turkmenistan	621.5543	1313.606	692.05126	
Latvia	1630.852	2317.994	687.14186	
Timor-Leste	1175.808	1861.875	686.06677	*
Mexico	3243.592	3920.782	677.19006	
India	963.3945	1604.561	641.16679	*
Thailand	1764.466	2377.864	613.3985	
Austria	7391.977	8001.979	610.00282	
Zambia	1140.308	1745.088	604.77974	*
Lebanon	1383.844	1950.711	566.86702	
Lesotho	480.6369	1030.991	550.35376	*
Eswatini	1972.053	2509.591	537.53797	*
Rwanda	505.742	1038.822	533.08007	*
Tajikistan	499.9573	1030.766	530.80843	*
Myanmar	315.3376	844.7449	529.40734	*
Uganda	365.5996	855.6895	490.08997	*
Bosnia and Herzegovina	1022.144	1512.189	490.04503	
Mauritius	2317.18	2792.054	474.87396	
Croatia	3265.184	3735.234	470.05045	
South Africa	1945.487	2372.024	426.53751	
Argentina	2624.996	3042.937	417.94039	
Honduras	948.4836	1360.305	411.82128	*
Bhutan	254.03	661.3461	407.31609	
Ukraine	611.2888	998.2109	386.92208	
Kenya	725.3234	1110.829	385.50572	*
Senegal	880.8559	1254.826	373.96981	*
Pakistan	974.1397	1339.949	365.80939	*
Mozambique	360.2199	717.7041	357.4842	*
Grenada	2524.99	2878.81	353.8202	
Angola	3127.68	3478.137	350.45781	*
Nicaragua	742.1051	1077.439	335.33362	*
Bangladesh	927.4662	1261.33	333.86415	*
Tanzania	431.4684	740.6895	309.22109	*
Morocco	1584.676	1889.891	305.21552	*
Lao PDR	545.7221	850.8597	305.13755	*
Cambodia	480.716	776.7126	295.99658	*
Ethiopia	197.4323	493.3371	295.90484	*
Egypt, Arab Rep.	1232.712	1524.785	292.07352	*
Bahrain	2299.663	2587.072	287.40891	
Samoa	1016.235	1291.625	275.38997	
Chad	300.751	573.6361	272.88513	*
Congo, Dem. Rep.	316.9249	585.1863	268.26133	*
Tunisia	1710.415	1963.812	253.39722	
Mongolia	261.049	503.9421	242.89311	
Ghana	640.3248	835.2453	194.9205	*
Bolivia	581.4875	761.797	180.30947	
Malawi	510.4351	685.0469	174.61181	*
Iran, Islamic Rep.	1965.038	2127.393	162.35493	
Nepal	524.5128	681.2899	156.77701	*
Guatemala	1580.425	1725.725	145.29998	*
Burkina Faso	509.8493	621.12	111.27066	*
Madagascar	413.5629	512.1049	98.542088	*

El Salvador	1555.26	1644.416	89.155906	
Guyana	1031.287	1120.291	89.004582	
Cote d'Ivoire	1209.078	1294	84.921254	*
Sierra Leone	300.7605	384.7337	83.973227	*
Togo	532.5558	615.0056	82.449854	*
Jordan	1494.821	1572.639	77.81757	
Guinea	445.6842	519.2017	73.517422	*
Zimbabwe	1070.985	1139.953	68.968327	*
Mali	409.627	475.9971	66.370127	*
Guinea-Bissau	334.8476	401.1992	66.351594	*
Suriname	2602.929	2668.674	65.744495	
Burundi	271.8934	334.288	62.394625	*
Fiji	1360.113	1414.724	54.611155	
Vietnam	776.0504	825.8869	49.836518	
Gambia, The	705.6623	745.5117	39.849392	*
Papua New Guinea	1385.4	1401.752	16.35252	*
Liberia	490.2732	495.2738	5.0006108	*
Kyrgyz Republic	629.7517	630.7862	1.0344999	*
Comoros	1103.028	1099.498	-3.53034	*
Jamaica	2959.697	2954.057	-5.639858	*
Central African Republic	304.4377	295.2381	-9.199529	*
Niger	351.3014	317.0351	-34.26631	*
Benin	851.7814	799.8059	-51.97552	*
Kazakhstan	1963.967	1908.168	-55.79849	
Cameroon	1155.819	1066.178	-89.64133	*
Iraq	3532.456	3398.825	-133.6315	*
Congo, Rep.	2858.698	2708.499	-150.1995	*
Antigua and Barbuda	3403.436	3213.565	-189.8703	
Haiti	1305.147	1081.268	-223.8785	*
Tonga	1609.944	1182.823	-427.1216	
Algeria	2482.651	2006.729	-475.9216	
United Arab Emirates	5120.337	4601.986	-518.3512	
Trinidad and Tobago	2722.846	1873.586	-849.2603	
Qatar	5800.128	4462.4	-1337.728	
Libya	2931.218	1518.814	-1412.404	
Saudi Arabia	4865.331	3412.01	-1453.321	
Oman	5547.558	2399.208	-3148.35	
Gabon	8123.208	4113.895	-4009.313	
Kuwait	9516.66	4180.197	-5336.462	

注：INT はそれぞれの年のエコロジカル・フットプリント原単位。INTCHNGE は2000年から2016年までのINTの増減量。最右列のアスタリスクは、エコロジカル・フットプリントの1人あたり公平割り当てが2 ghaを超えないことを意味する。

データ出所：Global Footprint Network, Ecological Footprint. World Bank, World Development Indicators.

#### IV むすびにかえて

本稿では、強い持続可能性指標としての「エコロジカル・フットプリント」に注目し、その指標値と1人あたりGDPをもちいて持続可能性の国際比較をおこなった。ここで注目してきたのは、分析対象期間でのエコロジカル・フットプリントの変化、エコ

ロジカル・フットプリントと1人あたりGDPの関係、分析対象期間でのエコロジカル・フットプリント原単位と其の変化であった。それぞれの分析から導かれる結論は、深刻なものと言わざるを得ない。

まず、1人あたりエコロジカル・フットプリントは増加のトレンドを持っており、かつその増加率が高い国々の中には、いわゆる発展途上国が多く含まれている。これら発展途上国は今後の人口および経済成長が見込まれており、このことは地球の生態学的負荷が今と同様、もしくはさらに増加していくことを示唆している。また、1人あたり公平割り当てである2 ghaを超える国の数もこの期間で増加した。

スポットでみた1人あたりエコロジカル・フットプリントと1人あたりGDPは強い正の相関を示している。今後も世界経済が成長するとなると、当然のことながら生態学的負荷も高まる。環境経済学者たちが挑戦した環境クズネツ曲線についても、理想形としての逆U字型は統計学的に支持されない。仮に、統計学的有意性を無視してカーブを描いたとしても変曲点における1人あたりGDPは相当に高い水準であり、そこにたどり着く前に地球がダメになるだろう証拠はいくつもある。

温室効果ガス排出の問題でもしばしば取り上げられる原単位（効率性）については、所得水準が高い国ほど効率化とその強化が観察される。高所得国は一層の効率化を達成する可能性をひめているのかもしれないが、問題は効率性ではなく、「生態学的負荷の総量」である。実際、原単位の高い国は1人あたり公平割り当て基準を満たしておらず、これらの国々の原単位が改善したところでフットプリントの値が下がることはない。そして、既述のとおりこれから成長しようとしている数多の国々が世界中に存在している。

ブルントラントらの持続可能な発展の定義は、世代間衡平の問題とともに、同一時間軸上の世代内衡平の問題、言い換えると南北問題をとりまえていた。今起こっている地球環境問題は、10億人の大騒ぎの結果であるいっぽう、その裏で貧困の罠に捕らえられて動けない数十億人の人々の生活はあまりにもみじめである。もうそろそろ本気で、持続可能な発展の理論を実際の政策、生活に落とし込む必要があると考えるが、その具体策の考案については、政策論、文明論、精神論を含み、本稿の領域を超える。この点については、別稿にて論じたい。

#### 参考文献

- [1] Bagliani, M., Bravo, G., and Dalmazzone, S., (2008) A Consumption-based Approach to Environmental Kuznets Curves Using the Ecological Footprint Indicator, *Ecological Economics*, Vol.65, PP.650-661.
- [2] Beynon, M. J., and Munday, M., (2008) Considering the Effects of Imprecision and Uncertainty in Ecological Footprint Estimation: An Approach in Fuzzy Environment, *Ecological Economics*, Vol.67, PP.237-383.

- [3] Borucke, M., Moore, D., Cranston, G., Gracey, K., Iha, K., Larson, J., Lazarus, E., Morales, J. C., Wackernagel, M., and Galli, A., (2013) Accounting for demand and supply of the biosphere's regenerative capacity: The National Footprint Accounts' underlying methodology and framework, *Ecological Indicators*, Vol.24, PP.518-533.
- [4] Catton, W., (1980) *Overshoot: The Ecological Basis of Revolutionary Change*, London, University of Illinois Press.
- [5] Chambers, N., Simmons, C., and Wackernagel, M., (2000) *Sharing Nature's Interest: Ecological Footprints as an Indicator of Sustainability*, London, Routledge [五頭美知訳『エコロジカル・フットプリントの活用－地球1コ分の暮らしへー』インターシフト, 2005年].
- [6] Dasgupta, P., and Heal, G., (1974) The Optimal Depletion of Exhaustible Resources, *Review of Economic Studies*, Symposium, PP.3-28.
- [7] Daly, H. E., (1991) *Steady-States Economics*, Washington, Island Press.
- [8] Daly, H. E., (1995) On Wilfred Beckerman's Critique of Sustainable Development. *Environmental Value*, Vol.4, PP.49-55.
- [9] Dietz, S., and Neumayer, E., (2007) Weak and Strong Sustainability in the SEEA: Concepts and Measurement, *Ecological Economics*, Vol.61, PP.617-626.
- [10] Ehrlich, P. R., and Holdren, J. P., (1972) Critique, *Bulletin of the Atomic Scientists*, Vol.28, No.5, PP.16-27.
- [11] GFN, Ecological Footprint, <https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/> (2020/12/25).
- [12] Grossman, G. M., and A. B. Krueger, (1995) Economic Growth and the Environment, *Quarterly Journal of Economics*, Vol.110, No.2, PP.353-377.
- [13] Hartwick, J. M., (1977) Intergenerational Equity and the Investing of Rents from Exhaustible Resources, *The American Economic Review*, Vol.67, PP.972-974.
- [14] Hediger, W., (1999) Reconciling "Weak" and "Strong" Sustainability, *International Journal of Social Economics*, Vol.26, No.7/8/9, PP.1120-1144.
- [15] Hickel, J., (2020) The Sustainable Development Index: Measuring the Ecological Efficiency of Human Development in the Anthropocene, *Ecological Economics*, Vol.167, 106331
- [16] Hotelling, H., (1931) The Economics of Exhaustible Resources, *Journal of Political Economy*, Vol.39, PP.137-175.
- [17] IPCC, (2014) *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Geneva, Switzerland, IPCC.
- [18] IUCN, UNEP, and WWF, (1980) *The World Conservation Strategy*, Gland, Switzerland, WWF.
- [19] Kratena, K., (2008) From Ecological Footprint to Ecological Rent: An Economic Indicator for Resource Constraints, *Ecological Economics*, Vol.64, PP.507-516.
- [20] Lin, D., Hanscom, L., Murthy, A., Galli, A., Evans, M., Neill, E., Mancini, M. S., Martindill, J., Medouar, F.-Z., Huang, S., and Wackernagel, M., (2018) Ecological Footprint Accounting for Countries: Updates and Results of the National Footprint Accounts 2012-2018, *Resources*, Vol.7, No.3, PP.1-22.
- [21] Markandya, A., and Pedrosa-Galinato, S., (2007) How Substitutable Is Natural Capital, *Environmental and Resource Economics*, Vol.37, PP.297-312.
- [22] Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., and Behrens, W. W., (1972) *The Limits to Growth*, Potomac Associates-Universe Books [大来佐武郎監修『成長の限界』ダイヤモンド社, 1972年].
- [23] Monfreda, C., Wackernagel, M., and Deumling, D., (2004) Establishing National Natural Capital Accounts Based on Detailed Ecological Footprint and Biological Capacity Accounts, *Land Use Policy*, Vol.21, PP.231-246.
- [24] Neumayer, E., (2002) *Weak versus Strong Sustainability*, Northampton, Edward Elgar.

- [25] Pearce, D. W., and Atkinson, G. D., (1993) Capital Theory and the Measurement of Sustainable Development: An Indicator of 'Weak' Sustainability. *Ecological Economics*, Vol.8, PP.103-108.
- [26] Sasaki, K., (2010) Sustainability and Objective Well-being: An Analysis from Multiple Dimensions, *KSI Communications*, 2010-001.
- [27] Siche, J. R., Agostinho, F., Ortega, E., and Romerio, A., (2008) Sustainability of Nations by Indices: Comparison Study between Environmental Sustainability Index, Ecological Footprint and the Emery Performance Indices, *Ecological Economics*, Vol.66, PP.628-637.
- [28] Solow, R. M., (1974) Intergenerational Equity and Exhaustible Resources, *Review of Economic Studies*, Symposium, PP.29-45.
- [29] Stiglitz, J., (1974) Growth with Exhaustible Natural Resources: Efficient and Optimal Growth Paths, *Review of Economic Studies*, Symposium, PP.123-137.
- [30] Syrovátka, M., (2020) On Sustainability Interpretations of the Ecological Footprint, *Ecological Economics*, Vol.169, 106543.
- [31] Teixido-Figueras, J., and Duro, J. A., (2014) Spatial Polarization of Ecological Footprint Distribution, *Ecological Economics*, Vol.104, PP.93-106.
- [32] UNU, (2012) *Inclusive Wealth Report 2012: Measuring Progress Toward Sustainability*, Cambridge, Cambridge University Press [植田和弘・山口臨太郎訳『国連大学 包括的「富」報告書－自然資本・人工資本・人的資本の国際比較－』明石書店, 2014年].
- [33] Vitousek, P. M., Ehrlich, P. R., Ehrlich, A. H., and Matson, P. A., (1986) Human Appropriation of the Products of Photosynthesis, *BioScience*, Vol.36, PP.368-373.
- [34] Wackernagel, M., and Rees, W., (1996) *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*, Gabriola Island, BC, and Philadelphia, New Society Publishers [池田真里訳『エコロジカル・フットプリント－地球環境持続のための実践プランニング・ツール－』合同出版, 2004年].
- [35] Wackernagel, M., and Rees, W., (1997) Perceptual and Structural Barriers to Investing in Natural Capital: Economics from an Ecological Footprint Perspective, *Ecological Economics*, Vol.20, PP.3-24.
- [36] World Bank, *World Development Indicators*, Washington, D. C., World Bank <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> (2020/12/25).
- [37] WCED, (1987) *Our Common Future*, Oxford and New York, Oxford University Press [大来佐武郎監修, 環境庁国際問題研究会訳『地球の未来を守るために』福武書店, 1987年].
- [38] Weinzettel, J., Steen-Olsen, K., Hertwich, E. G., Borucke, M., and Galli, A., (2014) Ecological Footprint of Nations: Comparison of Process Analysis, and Standard and Hybrid Multiregional Input-Output Analysis, *Ecological Economics*, Vol.101, PP.115-126.
- [39] WWF, (2018) *Living Planet Report 2018: Aiming Higher*, Gland, WWF.
- [40] WWF, (2020) *Living Planet Report 2020: Bending the Curve of Biodiversity Loss*, Gland, WWF.
- [41] 環境省『平成三十年度版環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書』環境省, 2018年。
- [42] 佐々木健吾「持続可能な発展に関する合成指数の構築」『環境情報科学』, 第36巻第4号, 2008年, 66-76ページ。
- [43] 佐々木健吾「サステイナビリティはどのように評価されるのか－弱い持続可能性と強い持続可能性からの検討－」『名古屋学院大学論集社会科学篇』, 第46巻第3号, 2010年, 135-157ページ。
- [44] 車競飛・金紅実「農業分野におけるエコロジカル・フットプリント分析の応用と研究の動向」『社会科学研究年報』（龍谷大学社会科学研究所）, 第48号, 2018年, 111-120ページ。
- [45] 水産庁『平成二十八年度水産白書』水産庁, 2016年。
- [46] 鈴木孝弘・田辺和俊「資源・エネルギー消費からみた都道府県別エコロジカル・フットプリント値の算出」『日本エネルギー学会誌』第95号第12巻, 2016年, 1125-1132ページ。

**謝辞**

思い起こせば1998年の春学期に履修した経済原論のマクロ経済学部分を教えて頂いたのが森田雅憲先生との最初の出会いです。その後、マクロ経済学、経済変動論を履修しゼミに所属させて頂きました。

大学院進学のための勉強会には毎週お付き合いを頂き、その講師料も、そのあとの飲み会のコストもすべて先生負担というまったく割に合わないことを引き受けて頂いたことには感謝しかありません。また、経済学以外にもコンピュータ、生物学、言語学、哲学について頂いた教えも現在の私自身に活かすことができていると実感しています。大学教員になって10年ちょっとになりますが、先生にご指導頂いたよう学生に向き合うよう努めて参ります。

これまで大変ありがとうございました。また当時のメンバーでお会いできるのを楽しみに致しております。