

## 「環境の持続可能性と経済成長の関係について」

昨年2月に閣議決定された「開発協力大綱」においては、「包摂性」、「持続可能性」、「強靱性」を兼ね備えた「質の高い成長」を実現するための開発協力の重要性に言及されています。本レビューでは、質の高い成長を特徴付けるこれら三つの特性のうち「持続可能性」について取り上げ、環境の持続可能性と経済成長の関係に関する文献をレビューします。

作成者：成田大樹

### 1. はじめに

開発協力大綱（2015年2月10日閣議決定）では「貧困問題を持続可能な形で解決するためには開発途上国の自立的発展に向けた、人づくり、インフラ整備、法・制度構築、そしてこれらによる民間部門の成長等を通じた経済成長の実現が不可欠」と通常の意味での経済成長の重要性を明示的に確認した上で、「環境との調和へ配慮や経済社会の持続的成長・地球温暖化対策の観点を含め」た持続可能性の担保の必要性に言及している。

このような経済成長と環境の持続可能性の両立という方針の前提に相反する考え方として、環境の維持と経済成長がそもそも二律背反的な関係にあり、人類の生存のためには経済成長の追求を止めるべきなのではないかという主張が、古くはローマクラブによる「成長の限界」(Meadows et al., 1972) など、世界的に様々な形で呈されてきた。このように経済成長に批判的な議論に対する国際社会の一つの回答としては、IUCN (1980) により提唱され、国連のブルントラント委員会報告書 (World Commission on Environment and Development, 1987) によって一般に普及することとなった「持続可能な開発 (sustainable development)」という考え方がある。持続可能な開発とは、ブルントラント委員会の定義を用いれば「将来の世代のニーズを充たしつつ、現在の世代のニーズをも満足させるような開発」<sup>1</sup> のことであり、将来的な環境制約を考慮しつつも現在のニーズを満たすための経済成長を認める考え方である。2015年9月に国連で採択された持続可能な開発目標 (SDGs) ももちろんそのような持続可能な開発という考え方の系譜に連なるものである。

1987年のブルントラント委員会報告書の刊行以降、持続可能な開発という概念そのものに対する批判も出される一方<sup>2</sup>、経済 (マクロ経済) と環境の関係については様々な理論的・実証的な研究が行われてきた。本レビューでは以下、経済と環境の関係性についての研究文

<sup>1</sup> 原文の表現は「development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs」。

<sup>2</sup> 例えば、持続可能な開発という概念は、経済活動のあり方を環境制約に適合させるよう根本的に改める必要性を軽視させ、経済成長を善しとする既存の開発に対する考え方を正当化するものであるという批判がある (例えば Rist, 2002, Chapter 10 参照のこと)。

献について紹介する。知見を総合して言えるのは、環境面での持続可能性の追求と経済成長の実現が必ずしも対立的ではなく、むしろある側面においては持続可能性の担保が経済成長にとって必要であるということである。一方でそのような経済・環境の両立という見方では捉えきれない問題も存在し、それらについても以下言及する。

## 2. 資源の利用と持続的な経済成長

環境と経済の関係性について考察する場合、資源とマクロ経済、特に枯渇性の資源とマクロ経済との関係性の議論が良い出発点となる。ここで考えられる資源としては、自然環境に由来するものだけでなく、石油、ダイヤモンド、金などの鉱物資源も含む。なお、森林資源、漁業資源などは利用によって一時的に資源量が減少しても原則的には再生が可能であるが、希少種の場合は資源の枯渇が容易に起こる（例えばチーク材やクロマグロ）。

資源利用とマクロ経済の関係を考察するにあたっては注意を要する点がある。国の経済規模や経済活動の状況の指標としては、通常は以下のように定義される国民総生産（GDP）が用いられる。

$$\text{GDP}=\text{C}+\text{I}+\text{G}+(\text{EX}-\text{IM}) \quad (1)$$

Cは消費、Iは投資、Gは政府支出、EXは輸出、IMは輸入を表す。

上記の定義を踏まえると、枯渇性の鉱物資源を持ちかつ経済規模の小さな国が資源を乱掘して輸出し一時的に多額の収入を得た場合（上の式中ではEXの増加）、明らかに持続可能な状態とは言えないが形式上GDPは上がる。しかしこのようなGDP上昇はある意味資産を取り崩して得られたものであり、一国の経済状態の真の向上とは対応しない。

既存のマクロ経済指標の中で上記のような問題を持たないものとしては、下により定義される国内純生産（NDP）がある。

$$\text{NDP}=\text{GDP}-\text{D} \quad (2)$$

Dは通常のマクロ経済分析の枠組みでは固定資本減耗として定義されるが、鉱物資源の埋蔵量の減少など、本来的にはあらゆる資本ストックの減少・損失が含まれうる<sup>3</sup>。I-Dが評価年における国の資本ストックの増加分（負の値の場合は減少分）に対応する。

<sup>3</sup> Dに鉱物資源の埋蔵量の減少等が含まれない理由は、GDP推計のための国民経済計算体系（SNA）でそもそもそのような量が考慮されていないことによる。国連の環境経済勘定基準SEEA（System of Environmental-Economic Accounting）はSNAの補完的な役割を果たす目的で決められた基準であり、鉱物資源の埋蔵量の減少などを実際に資本ストックの減少としてみなしており、そのための計算の方法論を定めている（United Nations, 2014）。

なお、NDP が GDP ほど普及していない理由は、NDP に関する概念上の問題というよりも実際上の問題（固定資本減耗に関するデータ入手・定量化が困難）が大きい（例えばステイグリッツ・ウォルシュ, 2014 参照）。

NDP を基準として用いた場合、上記のような鉱物資源の乱掘のケースは経済成長を引き起こさない（埋蔵された鉱物資源という形の資本ストックが減少するため。言い換えれば D が増加するということ）。

長期に持続的な GDP の成長の実現には、各時点での NDP の成長が必要である。そのためには、国レベルでの正味の投資額（上の定義での I-D）をマイナスにしない、言い換えれば国レベルで資本ストックの維持あるいは増加を図ることが鍵となる。枯渇性の資源の利用の文脈でこれを言い換えれば、資源の利用によって得られた収入を他の投資に振り向け、正味の投資額をマイナスにしない（資源量の減少による資本ストックの減少を他の形の投資で補う）ということになる。これを Hartwick（1977）は理論的に定式化し、将来にわたる消費レベルの維持は、資源の売却によって得る利益（レント<sup>4</sup>）を他の形の投資に振り向けることによって実現できるとした（ハートウィック・ルール Hartwick Rule と呼ばれる）。ここで「他の形の投資」の例としては通常の企業による投資の他、教育・インフラ整備などの公的投資、公的・民間を問わない研究開発投資、あるいは資源収入による基金（ソブリン・ウェルス・ファンド）の設置などが挙げられる。厳密に言うと、理論上ハートウィック・ルールがそのままの形で当てはまるのは特別な条件下のみであるが<sup>5</sup>、より一般的な条件下においても経済の持続性のためには枯渇性の資源の利用から得られた収入は積極的に投資に回すべきという基本的な結論は変わらない。また、これと同様の考え方に基づけば、再生可能な資源を持続可能な程度に利用することも（広義の資本ストックが維持されるという意味で）望ましいという結論が当然に導かれる<sup>6</sup>。

ハートウィック・ルールのような考え方を裏付ける、資本ストックの量と経済状態の関係性を示す実際のデータとして、鉱物資源、自然環境（森林、水、土壌、大気など）、人的資本、社会関係資本なども含む広義の資本ストックの量<sup>7</sup>（ある種の「国富」）の世界銀行（World Bank, 2006）による評価結果を表 1 に示す。表では所得レベルに従って一人あたりの資本ストックの量が多くなっており、国の平均所得の高さが資本ストックの量の大きさを反映していることがわかる。低所得国においては自然資本（鉱物資源及び自然環境）の寄与が他の

<sup>4</sup> 正確に言うと、この場合のレントとは、一定量の資源を占有していることによって得ることのできる超過の利潤のこと。

<sup>5</sup> 例えば Perman et al. (2012, Chapter 19) 参照のこと。

<sup>6</sup> 途上国においては、再生可能資源の持続可能な利用という面においてもまだ改善の余地が大いにあり（資源利用の利益の分配の問題も含めて）、この点が UNEP、OECD、またリオ+20 会合などの国際会議における最近の「Green growth」に関する議論の焦点の一つとなっている。Green growth に関する最近の国際的議論の流れについては Hosono (2015) を参照のこと。

<sup>7</sup> これらの資本の一部については市場価格が存在しないため、間接的な方法により貨幣換算した経済的価値を示している（方法論については World Bank, 2006 に詳述）。なお、United Nations (2014) 等でも詳しく考察されているが、自然環境の経済的価値の評価については、評価の方法論に関してまだ盛んに議論が行われている段階であり、ここで紹介する世界銀行の推計についてもその妥当性についてはある程度議論の余地のあるものであることに留意されたい。

種類の資本と比べ相対的に大きいのが、自然資本の絶対量を見ると実際のところ中所得国や高所得国の方が一人あたりの量が多くなっている。

表 1 の評価と似たような方法論による世界各国の広義の資本ストックの増減の評価指標として、世界銀行による調整純貯蓄 (adjusted net saving : ジェニユイン・セービング genuine saving と呼ばれる) や、国連大学と UNEP による包括的富指標 (Inclusive Wealth Index: UNU-IHDP and UNEP, 2012) がある。

実際のところ、天然資源に恵まれた国々の多くは、ハートウィック・ルールに従うように資源収入を積極的に投資に回しているわけではない。むしろ投資の程度が他の国に比べ低いという逆のケースが多く、結果として一般に資源国は非資源国に比べ経済成長が進まないケースが多いということが知られている。そのように資源国が経済成長の面で相対的に劣る傾向があるという現象は資源の呪い (resource curse) と呼ばれ、Sachs and Warner (1995, 2001) によって広く知られるようになった。資源の呪いに関するレビュー文献としては、例えば Humphreys et al. (2007)、Frankel (2010)、van der Ploeg (2011) がある。

資源国において投資が進まない理由の一つとしては、政治システムが資源採掘の利益を巡る (異なる部族などの) 国内グループ間の競争によって形づけられてしまい、資源利用による利益が公的投資に回されるよりも政治権力を握ったグループ内で分配されてしまうということがある。このような利益の分配を通じて腐敗・汚職が横行し、あるいはグループ間での国内の紛争の頻発により政治が不安定化する。そういう政治環境の下では強力な行政・司法制度 (いわゆる institutions) が発達せず、国内での多様な利害関係を行政や司法によって調整できないため、政治上の対立がさらに先鋭化するという悪循環に陥ってしまう<sup>8</sup>。

資源の呪いの他の要因としては、資源採掘の経験によって得られる技術や技能の他のセクターへの波及効果が弱いということもある。また、オランダ病 (Dutch disease) と呼ばれる、資源輸出に伴い通貨の為替レートが上昇してしまい、その結果製造業の輸出競争力が低下してしまうという現象もある<sup>9</sup>。

資源国の中には、資源収入を様々な形の投資に積極的に回すことにより資源の呪いを回避することに比較的成功的な国がある。そのような国の例としてノルウェー (石油・ガス)、チリ (銅)、ボツワナ (ダイヤモンド) などが挙げられることが多い (上記レビュー文献を参照のこと)。

### 3. 環境の質と経済成長：環境クズネッツ曲線の議論

大気汚染や水質汚染など、環境の質に関わる問題については、上記のような資源利用の問

<sup>8</sup> このようなメカニズムについては Acemoglu and Robinson (2012) による最近の著書「Why Nations Fail (邦訳: 国家はなぜ衰退するのか)」でも詳細に議論されている。

<sup>9</sup> 「オランダ病」の名称は、1959年の北海ガス田の発見後、ガスの輸出によりオランダの当時の通貨 (ギルダー) の為替レートが上昇し、1970年代にかけてオランダの製造業の輸出競争力が下がったというケースに由来している。

題とはまた別の側面を有する。鉱物資源や材木のような資源は通常所有権が明確であり市場財として取引されるが、大気などの環境の質は外部性や公共財としての特性を有し、そのための市場も存在しないため、政府による規制の有無等により大きくレベルが変わる。他方、環境汚染に関しては、脱硫装置の装備など、技術的な低減方法が存在し、コストをかけることによりある程度汚染を除去することも可能である。

環境の質（環境汚染の量）と経済（一人当たり GDP あるいは一人当たり国民総生産、GNP）の間には、環境クズネツ曲線<sup>10</sup>と呼ばれる逆 U 字型の関係性があるのではないかという仮説が長く議論されてきた。実際、二酸化窒素（SO<sub>2</sub>：石炭等を燃焼させることにより発生する大気汚染物質）のような一部の汚染物質の排出量は、見かけ上一人当たり GDP（あるいは GNP）との逆 U 字型の関係が存在する（図 1 を参照のこと）。このような経済と環境の質に関する関係性は、Grossman and Krueger（1991, 1995）により初めて議論され、世界銀行による 1992 年の世界開発報告(World Development Report)でも大きく取り上げられた（World Bank, 1992）。

中所得国以上の国において経済成長により環境の質が向上する要因としては以下のようなものが考えられる。国民所得が上がるにつれ社会の環境の質に関する需要が高まること（所得効果）や、国の経済規模が大きくなると環境対策の投資を行う資金が得やすくなること、また、技術力の向上や生産の効率化や経済発展に伴う産業構造の変化（例えば主要産業が環境負荷の大きい重工業から金融へシフトするように）が起こることなどがある。さらに所得レベルの向上に伴い行政の機能が向上し、環境規制がより遵守されるようになるという要因も考えられる。

上記の Grossman and Krueger 等の研究を発端として、とりわけ SO<sub>2</sub> について、様々な統計モデルや世界各国のデータを用いた環境クズネツ曲線に関する厳密な計量経済学的分析が行われてきた。今までの研究の結果は一人当たり GDP と汚染物質排出量の直接の統計的因果関係という意味では否定的である。確かに経済成長に伴い一部の汚染物質の排出が減るという傾向は存在するが、それは世界同時並行的に起こっている技術革新や外生的な貿易パターンの変化で説明可能である（Stern, 2014）。また、産業化の進展に伴い排出源が国内に拡散するため、環境対策により一地点での汚染は減っても国全体の汚染の総量は増加するというケースもある。しかしながら、環境汚染については全世界的な詳細なデータがそもそも不足しているため、現在も環境クズネツ曲線の計量的な検証についての議論は完全に収束したというわけではない。

#### 4. 気候変動対策と経済成長

2015 年 12 月に国連気候変動枠組み条約第 21 回締約国会議(COP21)において世界 196

<sup>10</sup> 「環境クズネツ曲線」の名称は、「クズネツ曲線」（経済発展は始めは格差を広げるが、更なる経済発展は格差を縮めるという仮説に基づく逆 U 字型の曲線）との類似性から取られたものである。

ヶ国が参加する形でパリ協定が採択されたことに見られるように、気候変動問題は国際的に現在最も議論が盛んな環境問題の一つである。実際、気候変動は根本的な解決策がまだ見つかっていないという意味で深刻な問題であり、長期的には全球的に大幅な海面上昇など、人間活動や生態系に壊滅的な影響を与える可能性がある。気候変動の主要因である世界の二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）排出量は、世界的不況の時期（例：2009年）を除き、経済成長に伴って増加の一途をたどっており（例えば Boden et al., 2015 参照のこと）<sup>11</sup>、また国の所得レベルが高くなるほど CO<sub>2</sub> 排出量が減少するという関係性は見られない（つまり、CO<sub>2</sub> に関して環境クズネッツ曲線のような関係性は明らかには認められない）。

経済成長を損なわない程度の温室効果ガス削減コストによって、将来的に深刻な気候変動を回避できるかどうかについては、もちろん確実なことは現時点では誰もわからない<sup>12</sup>。しかし、現在の気候変動政策の国際的な議論は、気候変動の緩和のために経済成長を止める必要はないという見解を前提として進んでおり、そのような見方の現実性は定量的な分析によってもある程度裏付けられている。例えば世界各国の現在までの研究結果（シミュレーションモデルを用いた研究によるもの）を総合した評価結果である IPCC 第 5 次評価書の結論では、21 世紀末の世界平均地表気温の産業革命前時からの上昇を 2°C 以内に抑えることに相当するケース（全球の温室効果ガスの濃度を 450ppm CO<sub>2</sub> eq に安定化させるケース）でも、最も効率的な温室効果ガス削減政策が取られた場合、2030 年時点での温室効果ガス排出削減コストが世界経済全体の消費の 2% 以内に収まるとされている（IPCC, 2014, Table SPM.2）<sup>13</sup>。これを例えば第二次世界大戦後から現在に至るまでの世界の平均経済成長率（3%前後）と比較すると、気候変動対策により今後短中期的に世界的にマイナス成長が必要になるという可能性は低いと言える。さらに、途上国について言えば、気候変動枠組み条約には「共通だが差異ある責任（common but differentiated responsibilities）」という原則があり、途上国の経済成長のニーズについては考慮されている。パリ協定の各国の温室効果ガス削減目標についても、そもそも各国が自主的に策定したものであり、発展途上国に経済成長を阻害するほどの経済的負担を義務付けるものではない。また、途上国・先進国を問わず、気候変動問題は抜本的な解決策が見つからないが故に関連技術のイノベーションがとりわけ重要であり、それは経済成長を通じてむしろ促進されるという側面もある。

## 5. その他未解決の論点

<sup>11</sup> 2015 年には世界経済自体は拡大したにもかかわらず全世界の CO<sub>2</sub> 排出量が若干（前年に比べ 0.6% 程度）減少した（更に言うと世界の CO<sub>2</sub> 排出量の増加傾向は止まったのではないかと）という報告もある（Jackson et al., 2016）。

<sup>12</sup> ちなみに、現在考えられている世界の化石燃料の総埋蔵量（現在の世界のエネルギー消費レベルで数百年程度あるいはそれ以上の使用の継続が可能：e.g., Rogner et al., 2012）からすると、気候変動が顕著化する前に化石燃料の枯渇が起こることはない。

<sup>13</sup> 2% というレベルは、現在考えられている気候変動による全世界の経済的損失（図 2 を参照のこと）と比較しても過大ではない。

ここまで見てきたように、現在までの理論・実証研究が示すところによれば、環境面での持続可能性の追求と経済成長の実現は必ずしも対立的ではない。むしろある側面においては持続可能性の担保が経済成長にとって必要であるともいえる。しかし、上に紹介してきたような議論に関し、下に示すように主に二つの概念的に未解決な論点がある。

まず、上で紹介した枠組みや評価結果はいずれも環境財と他の財の代替が可能である（例えばプラスチックによる木材の代替のように）という、弱い持続可能性（weak sustainability）という考え方に基づくものとなっている。これと対になるものとして、強い持続可能性（strong sustainability）という考え方もある。強い持続可能性とは、環境財の役割は人工物では代替がきかないので、環境財はそれそのものとして保全する必要があり、そういう観点で持続可能性を判断する必要があるという考え方である。例えば地球上のある程度の生物種の多様性は人間の生存にとって不可欠であり、経済性の如何に関わらず保全する必要があるという可能性もありうる<sup>14</sup>。

また、多くの経済モデルがそうであるように、上述の持続可能性の考え方はいずれも最大多数の最大幸福を目指す功利主義的な前提に立つものであり、社会の中での分配の公正性（包摂性にもつながるものとして）という観点からするといわば特殊な考え方に基づいている<sup>15</sup>。この点は環境問題の議論においても重要性を持つ場合がある（例えば原子力発電によってCO<sub>2</sub>排出量が削減できる一方、高レベル廃棄物の処分に関し環境リスクが局所的に生じる場合、原子力発電は持続可能性にとってプラスなのかマイナスなのか、など）。

上記二種類の問題を念頭に、例えばフランス政府の諮問を受けて2009年に作成されたスティグリッツ委員会の報告書（Stiglitz et al., 2009）では、持続性の評価は複数の指標を同時に考慮しつつ（「ダッシュボード」のように）行うべきと結論づけている。しかし異なる種類の情報を総合せず単に並列させるやり方では、基準となる指標の選定や指標間の相対的な重要度の判断などで大きく恣意性が働いてしまい、例えば異なる国、異なる時点間の比較が困難になってしまうという問題が残る<sup>16</sup>。

#### （参考文献）

Acemoglu, D. and J.A. Robinson, 2012. Why Nations Fail: The Origins of Power, Prosperity and Poverty, London: Profile Books（邦訳：鬼澤忍訳「国家はなぜ衰退するのか：権力・繁

<sup>14</sup> 最近国際的な環境政策の議論で言及されることの多い「プラネタリー・バウンダリー planetary boundaries」（Steffen et al., 2015）の考え方（人間活動による環境負荷を、気候変動や生物多様性等個々の環境制約に関して限界値から十分離れた安全な範囲に留めるべきという考え方）は、強い持続可能性の考え方と近い。

<sup>15</sup> 更に言うと、分配の公正性の問題とはまた別の問題として、このような考え方（帰結主義 consequentialism の考え方的一种）においては、そもそも人間・社会の行動の善し悪しを判断する基準としての動機・プロセスの重要性（カントの倫理学が扱うような）が無視されていることにも留意する必要がある。

<sup>16</sup> Environmental Performance Index (<http://epi.yale.edu/>) など、持続可能性については現在世界で様々な指標が提案されているが、それらの多くについても正にこのような恣意性や比較可能性の問題が存在する。

栄・貧困の起源」早川書房、2013年）。

Boden, T.A., G. Marland, and R.J. Andres, 2015. Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO<sub>2</sub> Emissions. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. doi 10.3334/CDIAC/00001\_V2015

Frankel, J.A., 2010. The Natural Resource Curse: A Survey: NBER Working Paper 15836.

Grossman, G.M. and A.B. Krueger, 1991. Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement, NBER Working Papers 3914.

Grossman, G.M., and A.B. Krueger, 1995. Economic Growth and the Environment, Quarterly Journal of Economics 110: 353-377.

Hartwick, J.M., 1977. Intergenerational Equity and the Investing of Rents from Exhaustible Resources, American Economic Review 67: 972-974.

Hosono, A., 2015. Industrial Transformation and Quality of Growth, in L. Haddad, H. Kato and N. Meisel (eds.) Growth Is Dead, Long Live Growth: The Quality of Economic Growth and Why It Matters, Tokyo: JICA Research Institute, pp. 267-300.

Humphreys, M.H., J.D. Sachs, and J.E. Stiglitz (eds.), 2007. Escaping the Resource Curse, New York: Columbia University Press.

IPCC, 2014. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change, New York: Cambridge University Press.

IUCN, 1980. The World Conservation Strategy: Living Resource Conservation for Sustainable Development, Geneva: International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources.

Jackson, R.B., J.G. Canadell, C. Le Quéré, R.M. Andrew, J.I. Korsbakken, G.P. Peters, N. Nakicenovic, 2016. Reaching Peak Emissions, Nature Climate Change 6: 7-10.

Meadows, D.H., D.L. Meadows, J. Randers, and W.W. Behrens, 1972. The Limits to Growth, New York: Universe Books. (邦訳：大来佐武郎監訳「成長の限界」ダイヤモンド社)

Perman, R., Y. Ma, M. Common, D. Maddison, J. Mcgilvray, 2012. Natural Resource and Environmental Economics (4th Edition), Harlow, UK: Pearson Education.

Rist, G., 2002. The History of Development: From Western Origin to Global Faith, New Edition, London and New York: Zed Books.

Rogner, H.-H., R. F. Aguilera, C. Archer, R. Bertani, S. C. Bhattacharya, M. B. Dusseault, L. Gagnon, H. Haberl, M. Hoogwijk, A. Johnson, M. L. Rogner, H. Wagner and V. Yakushev, 2012: Chapter 7 - Energy Resources and Potentials. In Global Energy Assessment - Toward a Sustainable Future, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA and the International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria, pp. 423-512.

Sachs, J. D., and A.M. Warner. 1995. Natural Resource Abundance and Economic Growth. NBER Working Paper 5398.

Sachs, J.D., and A.M. Warner. 2001. The Curse of Natural Resources. European Economic Review, 45(4-6): 827-38.

Steffen, W., K. Richardson, J. Rockström, S.E. Cornell, I. Fetzer, E.M. Bennett, R. Biggs, S.R. Carpenter, W. de Vries, C.A. de Wit, C. Folke, D. Gerten, J. Heinke, G.M. Mace, L.M. Persson, V. Ramanathan, B. Reyers, S. Sörlin, Planetary Boundaries: Guiding Human Development on A Changing Planet, Science 347: 1259855.

Stern, I. 2014. The Environmental Kuznets Curve: A Primer. CCEP Working Paper 1404.

Stiglitz, J.E., A. Sen, and J.-P. Fitoussi, 2009. Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress.

Tol, R.S.J., 2014. Correction and Update: The Economic Effects of Climate Change, Journal of Economic Perspectives 28(2): 221-226.

United Nations, 2014. System of Environmental-Economic Accounting 2012: Central Framework, New York: United Nations.

UNU-IHDP and UNEP, 2012. Inclusive Wealth Report 2012: Measuring Progress Toward

Sustainability, Cambridge: Cambridge University Press.

van der Ploeg, F., 2011. Natural Resources: Curse or Blessing? *Journal of Economic Literature* 49(2): 366-420.

World Bank, 1992. *World Development Report: Development and the Environment*, New York: Oxford University Press.

World Bank, 2006. *Where Is the Wealth of the Nations: Measuring Capital for the 21st Century*, Washington DC: World Bank.

World Commission on Environment and Development, 1987. *Our Common Future*, New York: Oxford University Press.

スティグリッツ, J.E., ウォルシュ, C.E., 2014 「スティグリッツ マクロ経済学 第4版」  
(藪下史郎他訳) 東洋経済新報社

表 1. 世銀推計による 2000 年における一人当たりの国富（名目米ドル）

	自然資本 (natural capital)	生産された資本 (produced capital : 通常の資本)	無形資本 (intangible capital)	一人当たり国富 (total wealth)
低所得国	1,925	1,174	4,434	7,532
中所得国	3,496	5,347	18,773	27,616
高所得国 (OECD 加盟国)	9,531	76,193	353,339	439,063
世界平均	4,011	16,850	74,998	95,860

出典 : World Bank (2006) Table 1.1 より抜粋

注 1) 産油国は本推計から除外されている。

注 2) 「自然資本」には鉱物資源、森林（材木等の産出源としての）等が含まれる。

注 3) 「無形資本」は国富（現在と将来の消費の合計の現在価値として計算）から他の種類の資本を差し引いた余剰として計算されている。無形資本を構成するものとしては労働力、人的資本、社会関係資本、制度（institutions）の質等が挙げられる。

図 1. 二酸化硫黄 (SO<sub>2</sub>) 排出に関する環境クズネツ曲線 (Stern, 2014 によるもの)。縦軸は一人当たり SO<sub>2</sub> 排出量、横軸は一人当たり GNP (国内総生産) を示す。

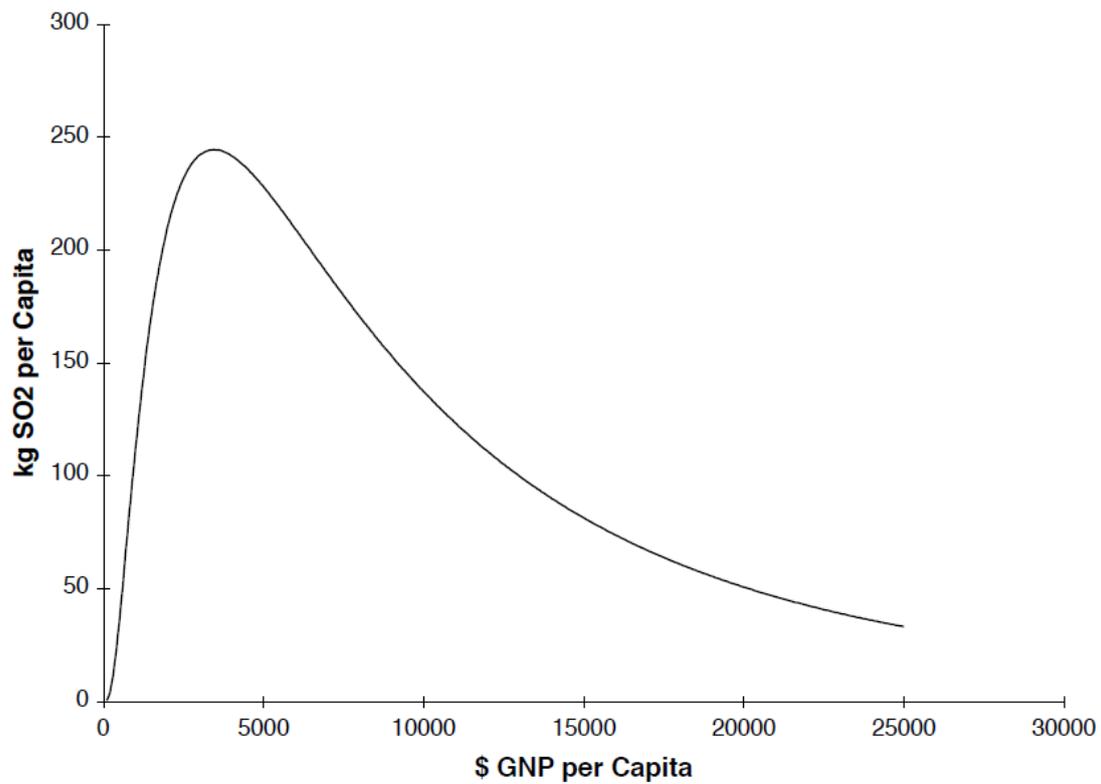
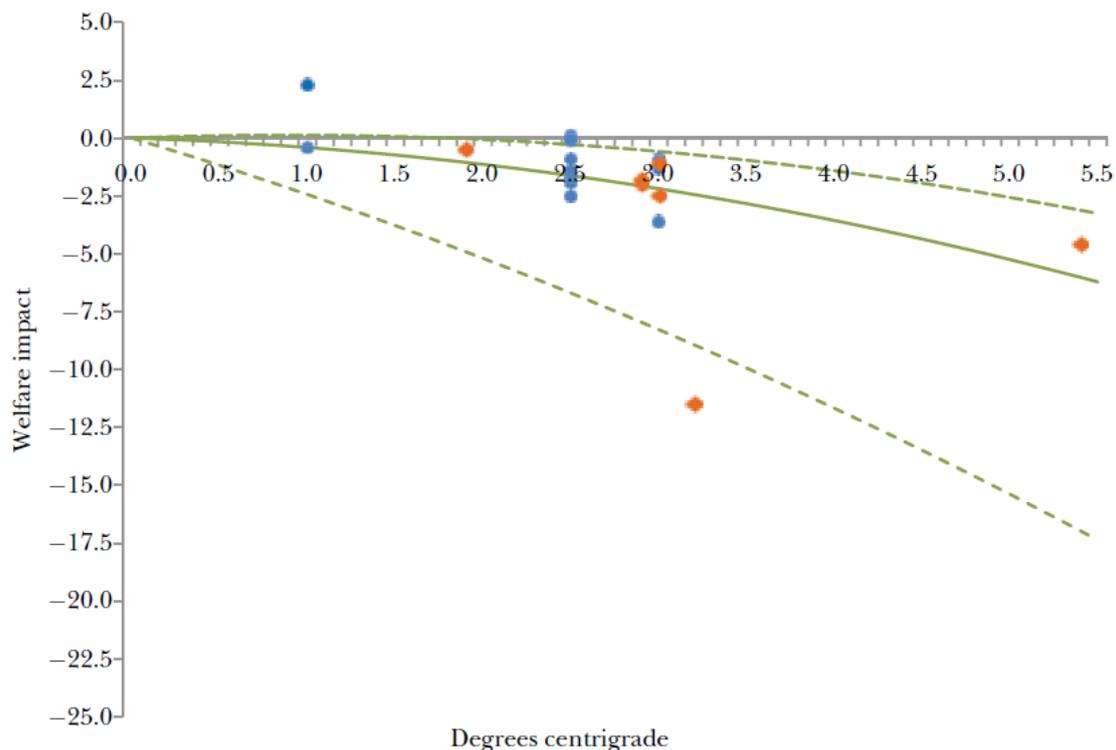


図2. 全世界の経済的インパクト（全世界のGDP総計の百分率変化として数量化：縦軸）と地球表面平均気温の上昇（産業革命以前と比べた摂氏温度の上昇分：横軸）の関係性についての最近の21件の研究による見積もり量をプロットしたグラフ（ToI, 2014によるもの）。点は各研究による見積もり量、実線はそれらの最小二乗法による近似曲線、破線は95%信頼区間を表す。



以上

本稿の目的は開発援助の議論を広く紹介することにあります。本稿の掲載情報は信頼できると考えられる情報源から作成しており、作成には万全を期しておりますが、その正確性、完全性を保証するものではありません。詳しくは原論文をご参照下さい。また、記載された付加価値、政策含意や留意点は作成者個人の責任で執筆されており、作成者が属する組織の見解とは必ずしも一致していません。