

日本語版

生物多様性の経済学:ダスグプタ・レビュー要約版

The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review , Abridged Version

WWF ジャパン

© Crown copyright 2020

This publication is licensed under the terms of the Open Government Licence v3.0 except where otherwise stated. To view this licence, visit nationalarchives.gov.uk/doc/open-government-licence/version/3.

Where we have identified any third party copyright information you will need to obtain permission from the copyright holders concerned.

Citation: Dasgupta, P. (2021), The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review. Abridged Version. (London: HM Treasury) [Abridged Version]

和訳制作 2021年6月

翻訳：WWF ジャパン

[] 内には訳注を示す

(原典英語版 Foreword, Preface は省略)

監修：

同志社大学 経済学部 教授 和田喜彦

国立環境研究所 主任研究員 山口臨太郎

協力：

同志社大学 経済学部 教授 三俣学

免責事項：この和訳と原典英語版に矛盾がある場合は、英語版の記述が優先する。

この日本語版は、同志社大学の一部ご支援をいただき、作成されました。

表紙写真：©WWF Sweden / Germund Sellgren

本件に関するお問い合わせ
WWF ジャパン (公財)世界自然保護基金ジャパン
communi@wwf.or.jp TEL:03-3769-1711
東京都港区三田 1-4-18 三田国際ビル 3階

Contents

第1部 現状とその背景.....	4
1 資産管理.....	4
Box 1 持続可能な開発目標と持続可能な開発の考え方.....	6
2 生物多様性と生態系サービス.....	7
Box 2 土壌.....	11
3 自然の複雑性.....	12
Box 3 河川へのダム建設.....	14
4 資産の分類と評価.....	15
Box 4 価値の絶対値には意味がない.....	16
5 人新世（アントロポセン）におけるグローバル経済.....	19
Box 5 種と個体群の絶滅.....	20
6 持続可能でない経済開発.....	22
Box 6 インパクト不均等と国連の持続可能な開発目標（SDGs）.....	25
7 富裕層と貧困層、消費、人口.....	27
8 インパクト不均等への取り組みー 1. 世界消費.....	28
Box 7 食料のロスと廃棄.....	29
9 インパクト不均等への取り組みー2. 世界人口.....	29
Box 8 家族計画とリプロダクティブ・ヘルス（性と生殖に関する健康）.....	32
10 環境外部性.....	32
Box 9 自然補助金.....	33
10.1 一方的外部性.....	34
10.2 相互的外部性.....	35
Box 10 外部性と権利.....	36
11 社会に埋め込まれた好み.....	37
Box 11 行動バイアス.....	39
12 技術と制度.....	39
12.1 相乗効果と不調和.....	40
Box 12 遺伝子組み換え作物.....	40
12.2 私たちの有限経済.....	41
13 生態系サービスへの支払い（PES）.....	43
Box 13 生態系サービスへの支払い（PES）プログラムの経験.....	44
14 コモン・プール資源（CPRs）.....	45
15 国家、地域社会、市民社会.....	47

Box 14 信頼の脆弱性	51
16 資産の裁定	53
16.1 特定の時点における資産の裁定	53
Box 15 一次生産者のグローバルな配当	55
16.2 時点間における資産の裁定	56
Box 16 将来消費の割引	57
17 包括的な富の指標と社会福祉	58
第2部 今後の道のり	63
18 変化をめぐる選択肢	63
19 自然の供給と人間の需要	64
19.1 生態系の保全と回復	65
19.2 持続可能なエコロジカル・フットプリント	66
19.2.1 消費と生産パターンの変革	67
19.2.2 サプライチェーンと貿易	68
19.2.3 価格計算	68
19.2.4 未来の人口	69
20 経済的進歩の測定	69
21 制度とシステムの改革	70
22 世界の金融システム	71
23 市民社会のエンパワーメント	72
24 教育	73
25 自然の本源的な価値：神聖さ	74
付録1 プラネタリー・バウンダリー（地球の境界）からの安全な活動距離	76
付録2 コモン・プール資源が存続するのはなぜか？	78
参考文献	80

第1部 現状とその背景

1 資産管理

私たちはみな、資産管理者です。農業者や漁業者、林業者や鉱山業者、一般家庭や企業、政府や地域社会などは、それぞれがアクセスできる資産を、自分の動機に沿ってできる限り管理します。しかし、私たち一人ひとりが自分のポートフォリオで最善を尽くしても、結果的には資産全体のグローバルなポートフォリオを管理することはできず、集団的には大失敗に終わるかもしれません。例えるなら、大勢の人がそれぞれ吊り橋の上でバランスを取ろうとして、結果的には橋が崩れ落ちてしまうようなものです。本レビューは、ここ数十年の間に、人間が、最も貴重な資産である自然環境を、かつてないほどの速度で劣化させていることが相次いで明らかになっていることを受けて、実施しました。同時に、世界の平均的な人々の物質的生活水準はかつてないほど高く、今日ほど恵まれたことはありません¹。しかし、現在に至る過程で、人類は生物圏を劣化させ、自然から得ようとする資源やサービスの量は、持続可能に供給する能力をはるかに超えてしまいました。このことは、私たちが最高かつ最悪の時代を生きていることを示唆しています。

経済発展への道は持続可能であるべきというのはよくある主張です（Box 1）。しかし、持続可能な発展の考え方は、私たちの自然への依存が持続可能となるために私たちが何をすべきかを理解しない限り、実際に使うことはできません²。本レビューは、移動手段として使う車や生活するための住居、オフィスや工場に備える機械器具など、私たちのポートフォリオにある多くの資産と関連づけて自然界を考察していきます。しかし、自然は教育や健康と同じように、単なる経済財以上のものです。自然は私たちを育み、恵みを与えてくれます。使用価値があるというだけでなく、本源的な価値もあるかもしれない、永続的な実体として資産を考えていきます。こうした拡大解釈を図ることで、生物多様性の経済学はポートフォリオ管理として研究対象になるのです。

もちろん、自然物のすべてが人間にとって正の価値を持つわけではありません。病原体や害虫は人間や農作物、動物の健康被害を及ぼすだけでなく、原生林や漁場をも破壊するため、人間はこれらの発生を抑制しようとします。病原体や害虫の発生は自然界のプロセスに内在する特徴の一つであるからといって、私たちの自然界のプロセスに対する態度を変えることにはなりません。私たち人間も、こうしたプロセスから出現した自然界の特徴の一つだからです。本レビューでは、環境劣化によって、病原体や害虫がより頻繁に人間の経済活動のなかにも出現するようになっていくことを確認します。新型コロナウイルスは最も直近に出現した特徴の一つにすぎません。

汚染は、人間の活動の副産物かつ廃棄物で、これらも負の価値を持ちます。質量保存の法則は、人間が生み出す廃棄物はどこかに捨てなくてはならないということを意味します。排出物は自然環境の悪化を引き起こします。酸性雨は森林を枯らし、二酸化炭素の大気への放出は熱を閉じ込めます。また、産業廃液の漏出・排出は河川や地下貯留層の水質低下を招き、硫酸化物の排出は構造物を腐食させ、また人体に健康被害を及ぼします。さまざまな種類の資源（建物、森林、大気、漁場、人の健康）への被害は、その資産の減価と解釈すべきです。汚染は保全の逆です。

¹ 人類の功績を記した最近の書籍には、Micklethwait and Wooldridge (2000)、Ridley (2010)、Lomborg (2013)、Norberg (2016)、Pinker (2018)などがある。しかし、幸福度や生活満足度などの主観的な福祉の指標の時系列からは、別のストーリーが浮かび上がる（レビュー第11章）。

² ここでは、自然、自然の世界、自然環境、生物圏、自然資本（Nature、natural world、natural environment、biosphere、natural capital）という用語を同じ意味で使う。

本レビューでは、人間が選択する経済発展の道筋が持続可能かどうかを判断するためには、各国が自国の富の包括的な測定値を記録する経済会計システムを採用しなくてはならないことを実証しています。国内総生産（GDP）を使って経済パフォーマンスを判断する現代の慣行は、経済学の誤った適用方法です。包括的な富がストック（経済における資産ポートフォリオ全体の社会的価値）であるのに対し、GDPはフロー（市場通貨ドルで示される、年間生産量）です。関連して、GDPには自然環境の劣化など資産価値の下落が含まれていません（GDPの「G」は最終財・サービスの総生産であり、資産の減価を差し引いたものではないことを意味します）。経済活動の指標としてのGDPは、短期的なマクロ経済分析や経営には欠かせませんが、投資プロジェクトの評価や持続可能な開発を見極めるのにはまったく不向きです。これらは、GDPを生み出した経済学者らが意図した使用方法でもないのです。経済は資産を減耗することで高いGDP成長率を記録できるかもしれませんが、それを国の統計から知ることはできません³。本レビューでは、自然資産の浸食がまさに過去数十年間、世界経済がよく「経済成長」としてもてはやされるものを楽しむために使ってきた手段であること、また、持続可能な経済成長にはGDPと異なる尺度が必要であることを示します。

私たちが管理する資産のポートフォリオは状況に応じて大きく異なります。今日、世界人口の半分以上が都市部に暮らしており、2050年には70%に達すると予測されています。都市に暮らすことで、人間と自然との距離が生まれます。低所得国の農村部は高所得国の都市部の世帯に比べて自然により近いところにいます。アフリカ農村部の日常生活には地元の土地から得られる財・サービスが必要です。これに対して、ヨーロッパ都市部の人々はやはり自然に依存し、自然からより多くを得ていますが、いくつかの段階を飛ばして、しばしば世界のはるか彼方からの自然資源に依存しています。ドイツの街に暮らす世帯と対照的に、ニジェールの村落世帯の多くには、飲み水や洗濯、料理に使う水道水がなく、電気へのアクセスもありません。そして、彼らの土地は持続可能でない消費によって劣化していきます。低所得地域の農村部が直面する資源劣化の一つの指標は、家庭内生産に必要な時間が増えていることです。同じような土地に移住すれば済むとは限りません。近隣の村も資源不足に直面しており、当然ながら歓迎されないからです。だからこそ、広がっていく大都市のスラム街で大勢の人々がひしめき合う様子が見慣れた光景となったのです。

一方、遠く離れた土地で自然の劣化が進んでも高所得国の人々の暮らしにほとんど、あるいはまったく影響がありません。少なくとも今は、世界の別の地域が代替供給源になります。例えば、Pendrill et al. (2019)は欧州連合（EU）の平均的食事のカーボンフットプリント（二酸化炭素排出量）のおよそ6分の1が熱帯国の森林破壊に直接関連している可能性があるかと推定しています。

本レビューは、自然との関わり方を理解するための文法を構築することで、持続可能な開発の考え方を展開しています。それは、私たちは自然から何を得て、どのように変化させて自然に戻すのか、この数十年、なぜ、どのようにして自然のプロセスを破壊し、自身や子孫の生活に悪影響を及ぼしてきたのか、そして方向性を変えるために何ができるのか、といった自然との関わり方です。

本書はグローバル・レビューなので、人間の自然に対する要求について言及することが多いかと思えます。しかし、より小規模な地域と自然との関わり方に着目することも多くなります。地域社会によって暮らし方に違いがあるということは、人々が資源の希少性の高まりを同じようには経験していないということです。衣食住、飲料水、きれいな空気、帰属意識、地域社会での人との関わり合い、希望などは普遍的ニーズであることは間違いありませんが、自然が供給する財やサービスに対して人々が重視する点は世界各地で異なります。

³ 国連の「人間開発指数」（UNDP, 1990）も同じ弱点をもつ。

南アジアやサブサハラ・アフリカの農業従事者にとっては、地球温暖化に起因する水源減少や降雨量変化の増大が最大の懸念かもしれません。アマゾン川流域の先住民にとっては、自分たちの住んでいるところでもあり、聖なる地でもあるところからの立ち退きが最大の懸念かもしれません。各国各地のスラム街に暮らす人々にとっては、じかに接している下水溝を経路とする感染症が心配事です。英国郊外の人々にとっては庭からハチやチョウがいなくなることだったり、大都市圏の住民が心配するのは大気汚染だったりします。多国籍企業にとっては、生物圏の崩壊は従来の第一次産品の供給源の不安定化と投資のリスク高を招くため、サプライチェーンに関する懸念が高まるでしょう。各国政府は子供を含む国民からの地球温暖化対策への要求の高まり、そして人類は新型コロナウイルスのパンデミックなど環境問題の帰結をさまざまなかたちで経験することが大きな懸念材料です。自然の劣化は、皆が同じように経験するわけではないのです。

Box 1

持続可能な開発目標と持続可能な開発の考え方

国連総会は2015年9月、加盟国における持続可能な開発のためのアジェンダを採択。各国は、持続可能な開発目標（SDGs）として17の目標を2030年までに達成することを目指すこととなった（図1）。当然ながら定量的ターゲットにおいては、社会的な目的と達成手段の区別はない。目標1～6までは目的と考えるべきであり、一方の目標7、9、17は目標達成の手段であり、目標8は目的と手段の両方を示している。SDGsには169の社会経済的ターゲットが含まれる。これらターゲットの進捗を測るため、240を超える社会経済的指標を設定、計測することが提案された（United Nations, 2015）。

図1 2015年、国連加盟国の全会一致で採択された17の持続可能な開発目標



出典：United Nations（2015）

SDGs が国際的合意を見たことは驚くべきことで、崇高でさえある。というのも、同目標には人

間が豊かに暮らすための要素が取り上げられていないからだ。一方、問題はあ

だ。SDGsには、仮に目標が達成されたとしても、それが持続可能かどうかは検討されていないからだ。「ブルントラント委員会」（1987）では持続可能な開発を「将来の世代のニーズを満たす能力を損なうことなく、今日の世代のニーズを満たすような開発」と定義している。これは、各世代が各々の人口動態に応じて、少なくとも前世代から受け継いだもの以上の生産基盤を次世代に遺すべき、と解釈されるべきであろう。実際そうなれば、次世代の経済的可能性は、現世代が前世代から生産基盤を受け継いだ時の経済可能性と同程度となるはずである。

本レビューでは、経済の生産基盤が包括的な富の指標であることを示す（この考え方については第17章で示す）。すると、「ブルントラント委員会」の提言は、「包括的な富が増加しているならば、開発は持続可能である」と言い換えることができよう。経済学を創始した著作のタイトルは「国の富」であり、「国のGDP」ではない。本レビューで述べる富の考え方は、アダム・スミスが当時明確に表現できた富よりもずっと広範囲に及ぶが、彼が資産に着目したのは正鵠を得ていた。

2 生物多様性と生態系サービス

「生物多様性」とは、生物がさまざまな形で多様性に富んでいることを指します。とは言え通常は、地球上に生息する種の数と考えます。今日、染色体という形で遺伝物質を格納する核を持つ細胞から成る生物は800~2000万種、おそらくそれ以上あります（これらは真核生物と呼ばれます）。今のところ、認知され、名前のある真核生物は200万種程度です。その他、はるかに多くの数の名もない古細菌や細菌が存在しますが、これらは細胞核を持ちません（原核生物と呼ばれます）。また、ウイルスを生存生物とみなすべきかどうかを含め、私たちにはほんの一部のことしかわかっていません⁴。

しかし生物多様性にはさらなる側面があります。たとえば、こうした生物が持つ遺伝子や、以下で見るように、生態系の機能的特徴などです。地球上の植物、藻類、多数の細菌による化学反応が、日光と栄養分を食物、利用可能なエネルギーなど生命の基礎的要素に転換し、廃棄物を再生し、生命を維持します。こうした光合成を行う生物は一次生産者と呼ばれます。一次生産者は大抵、音も立てず、私たちの見えないところで活動しますが、生態系を機能させ、私たちが依存する多数のサービスを提供します。だからこそ、生物多様性の経済学は生物圏の経済学なのです。

地球の中で生物が存在する部分は生物圏と呼ばれ、再生します。季節への反応といった周期的変動、つまり、リズムが生物界の再生パターンを形作ります。そしてその生きている系が生物圏において非生存・非生物的物质を使用、変換します。水、炭素、窒素循環はその現れです。再生能力は生態系の特徴の一つですから、生物圏の再生は人間の営みの持続可能性の鍵となります。

「移動性」は生物圏に広くみられる特徴です。風は吹き、川は流れ、鳥や昆虫は飛び回り、海洋は循環します。また大陸でさえ動くことが知られています。南極氷床は各地の人間活動〔を通じた地球温暖化〕により弱体化し、リンを多く含む排水が米国中北部の農場から流出することでミシシッピ川河口に死水域が発生し、肥料や農薬がヒンドウスターン平野を流れる河川や地下水を汚染します。

⁴ 例えば Hubbell (2015) は、熱帯地方には40,000から53,000の樹種が存在するという最近の推定値は、非常に小さな森林パッチのサンプルに基づいていると指摘している。ピーター・レイヴンは、熱帯地方の樹種はもちろんのこと、種の数に関する我々の知識が非常に不確実であることを、私たちとのやり取りの中で強調してくれた。さらに、種の数の分布には太い裾（テール）がある、つまり個体数規模の小さい種の割合が非常に大きい。Pimm and Raven (2019)には、私たちが知っていることの要約が載っている。

第1部：現状とその背景

インド亜大陸の家の台所から排出される煤は季節風の循環に影響を及ぼし、北海の魚はバハマの市場から出るマイクロプラスチックを食べてしまいます⁵。

より目に見えないところでは、植物が枯死し、自らもやがて死んでいく運命である微生物たちの働きで土に還るといった変化があります。こうした変換のプロセスは、ほとんどの場合、肉眼では確認できません。地中に棲んでいる細菌を肉眼で見ることはできませんが、細菌たちがそこに棲んでいなければ私たちが知っている生命の存在などありえないのです。細菌の活動は人間の耳には聞こえません。移動性、不可視性、無音という自然のこれらの3つの特徴は生物多様性の経済学に大きな意味を持っています（Box 2）。

図2 自然の特徴



生態系は生物圏の構成要素です。生態系は、非生物的環境と動植物、菌類、微生物のコミュニティとを結びつけ、私たちの身の回りを形成するさまざまな自然プロセスをコントロールする生命体の複合体を形作ります。生態系は厳格な原則に基づいて明確に定義されるものではありません。流域、湿地、サンゴ礁、マングローブ林は生態系であり、農地、内水面漁場、淡水湖、雨林、沿岸漁場、河口域、海域も生態系です。

生態系は強固に結合した存在ではなく、複数の生態系が相互に融合したものです。アンゴラ高原を水源とするオカヴァンゴ川はジンバブエ北部の草地を潤します、河川の勢いが失われると草地は灌木に代わり、さらにオカヴァンゴ川自体の水が地中に染み込んで流れが消えると、灌木地帯から小石の多いカラハリ砂漠へと移り変わります。一方で生態系の中には、エジプトのオアシスと砂漠の切れ目が明瞭のように、構成要素内の相互作用は強いが、境界を越えた相互作用は弱いものもあります。境界を越えると、物質組成、有機体分布、土壌型、水域深度などの点で際立った違いを示すことがあります。

生態系の空間的範囲および変動周期はさまざまです（アマゾン熱帯雨林も川を泳ぐイルカの消化管の中の微生物の集まりも生態系です。変動周期で見ると、細菌コロニーは数分ですが、寒帯林

⁵ 2014年にマリーナ海溝の奥深くで発見された新種の甲殻類は、適切にも「Eurythenes plasticus」と命名された（The New Yorker, 18 May 2020, p.15に掲載）。

のそれは数十年です）。

地域全体に及ぶ生態系もあり（ガンジス・ブラマプトラ川流域）、火山島の生態系も多く（ミクロネシア）、都市の集団の場合もあれば（エチオピア高原の小規模流域）、一村落到限定された生態系もあります（バングラデシュ・バリサルの村落池）⁶。

私たち一人ひとりの人間も多くの生態系の一要素です。また、私たちそれぞれが微生物生態系を体内に持っています。生物圏は人間を要素として含む最大の生態系で、それは私たちの家でもあります。人間は生物圏に埋め込まれており、完全に依存しています。それは単に生き延びるだけでなく、豊かな暮らしにとってもそうです。自然の財・サービスは私たちの経済の基盤です。これには、私たちが収穫、採取する財（食物、水、繊維、木材、薬）を供給する供給サービス、そして娯楽だけでなく、気晴らし、療養のために訪れる庭園、公園、海岸などの文化的サービスが含まれます。自然プロセスはまた、遺伝子ライブラリーの維持、土壌の保全と再生、治水、汚染物質のろ過、廃棄物の吸収、農作物の授粉、水循環の維持、気候制御など、他にも無数の機能を備えています。こうした調整・維持サービスなくして、私たちの暮らしは成り立ちません⁷。

減価（価値の下落）とは時間の経過とともに、ある資産の量または質が低下することです。生態系の場合、減価は収穫速度と再生速度の差となります。再生率を超えて生態系の供給サービスを採取すると、その生態系の価値は低下します。汚染物質による減価とは、汚染物質が生物圏に排出される速度と生物圏が汚染物質を分解し、大地や水に同化させる速度との差です。ですから究極的には、私たちと自然との関わり方の持続可能性とは、生物圏の生物的部分だけでなく生物圏全体の機能の持続可能性のことなのです。

生物多様性とは生態系の特徴の一つです。生物多様性によって生態系は育まれ、ここまで言及してきたサービスの数々を供給できるのです。人間社会に例えると、生態系における生物多様性とは人と人との信頼関係のようなものです。経済の繁栄には才能の多様性が不可欠ということと似ているかもしれません。金融の観点から見ると、ポートフォリオにおける金融資産の多様性がリスクと不確実性を低下させるように、生物多様性は自然の衝撃からの回復力を高め、私たちが依存している生態系サービスへのリスクを低下させます。また、自動車などのまとまった物に例えると、生物多様性が交換部品を供給し、その結果として生態系は回復力を高め、変わりゆく環境に適応し、生産的でいられるということです。生物多様性を低下させると、一般に生態系の健全さも低下します⁸。

しかし、生産性という考え方には大きな注意点があります。現代農業では、かつては考えられないほどの1ヘクタール当たり生産性を実現しています。しかし、これは生物多様性の犠牲の上に成り立っているのです。見渡す限り広がる農地は生産性が高いといえますが、それはあくまで単一作物で見た生産性であって、種や生態系の多様性はおろか、作物遺伝子の多様性さえ保っていません。牧場や放牧地として使われている土地も生産性が高いといえますが、それは羊や牛の生産性という意味です。アブラヤシや大豆のプランテーション農園も生産性が高いのですが、生物の多様性は乏しいです。今日私たちが目にする田畑はかつて、草原、湿地、森林、熱帯雨林、沼地など、程度の差こそあれ種の多様性に富んだ生態系でした。さらに、農業自体も農地の内外で生物多様性の低下を招いています。工業的に作られた肥料、殺虫剤、農薬は土壌の生物多様性を破壊し、はるか彼方の河口までも死水域に変えてしまいます。田畑の耕起（すき起し）は土壌中の生命を減ぼしています（Box 2）⁹。

⁶ Levin (1999) は、進化する生物圏の空間的特性を形成するプロセスについての深い考察である。著者は、自然のモジュール構造の生命にとっての意義を説明している。

⁷ 生態系サービスを供給サービス、文化サービス、調整・維持サービスに分類するのは、先駆的なミレニアム生態系評価（MA, 2005 a-d）で構築された分類を応用した生態系サービス国際共通分類（CICES）に従っている。

⁸ これに関する科学文献は膨大にある。興味のある方は、生態系機能における生物多様性の役割に関する知見を報告しているレビュー本編（第2章）を参照されたい。

⁹ 耕作が土壌に与える影響について、英国ノーフォーク州の有機農家ティッド・モートン氏と議論できた。同氏に感謝する。

現代農業にあるのは、ある生産インプット（土壌養分）を別のインプット（化学肥料）で代替する考え方です。食料、水、木材、繊維、鉱物そして水供給と発電用ダムに対する人間の需要は明らかに生物多様性を破壊するものです。自然の景観を切り裂く採鉱・採石も生物多様性が失われる大きな要因です。自然資本（生態系）を人工資本（道路、建物、港湾、機械）で代替することは、私たちの投資活動の特徴であるだけでなく、経済的進歩の考え方を形作ってきたのです。

図3. 生物多様性から経済へのつながり



Box 2

土壌

生態学者の間で土壌圏と呼ばれる土壌は、陸域、海域生態系に比べて生物多様性の議論に登場することはずっと少ない。Beach, Luzzadder-Beach, and Dunning (2019) は土壌を「ダークマター-生物多様性」と呼んでいる。土壌はそのおよそ半分が空気と水で、鉱物が 45%、有機物質が 5% を占める。その 5% のうちわずか 10% が生命体だが、その 10% に生物圏最大の生物多様性が含まれている。ある推計によると、土壌には陸域炭素の 80% 近くが含まれており、これに基づく、地球上の炭素の流れに関する不確実性の最大 25% が土壌侵食に起因するとの推定も必然的に成り立つ。

土壌有機体にはミミズ、線形動物、節足動物、原生生物、菌類、細菌が含まれるが、圧倒的に多いのは菌類および細菌である。これら有機体は食物網を形成し、食物網は養分循環、炭素隔離、窒素貯留、水質浄化といった土壌生物圏のプロセスを促す、地球規模での物質、エネルギー、養分循環の重要な構成要素である。分子遺伝学の進歩により、食物根に関連した菌類、細菌に膨大な多様性があることが明らかになっている。これら菌類、細菌は例えば、養分を高め、草食動物や病原体から守ることで植物の成長を促すなど、さまざまな役割を担う (Orgiazzi et al. 2016)。ある推計によると、地球上の種の 25% 以上が土壌または土くずに生息している。

「2016 年 地球土壌生物多様性アトラス」は土壌生物を世界規模で地図化した最初の試みである (図 4)。土壌生物多様性は熱帯雨林で最も高く、砂漠で最も低い。土壌は歴史的に世界最大の二酸化炭素吸収源 (カーボンシンク) だった。しかし、最近の研究では、地球温暖化に起因し、動植物から養分を取り込む有機体の呼吸量が増加することで、土壌の炭素排出量が純増に転換する可能性が指摘されている (Lugato, Leip, and Jones, 2018)。

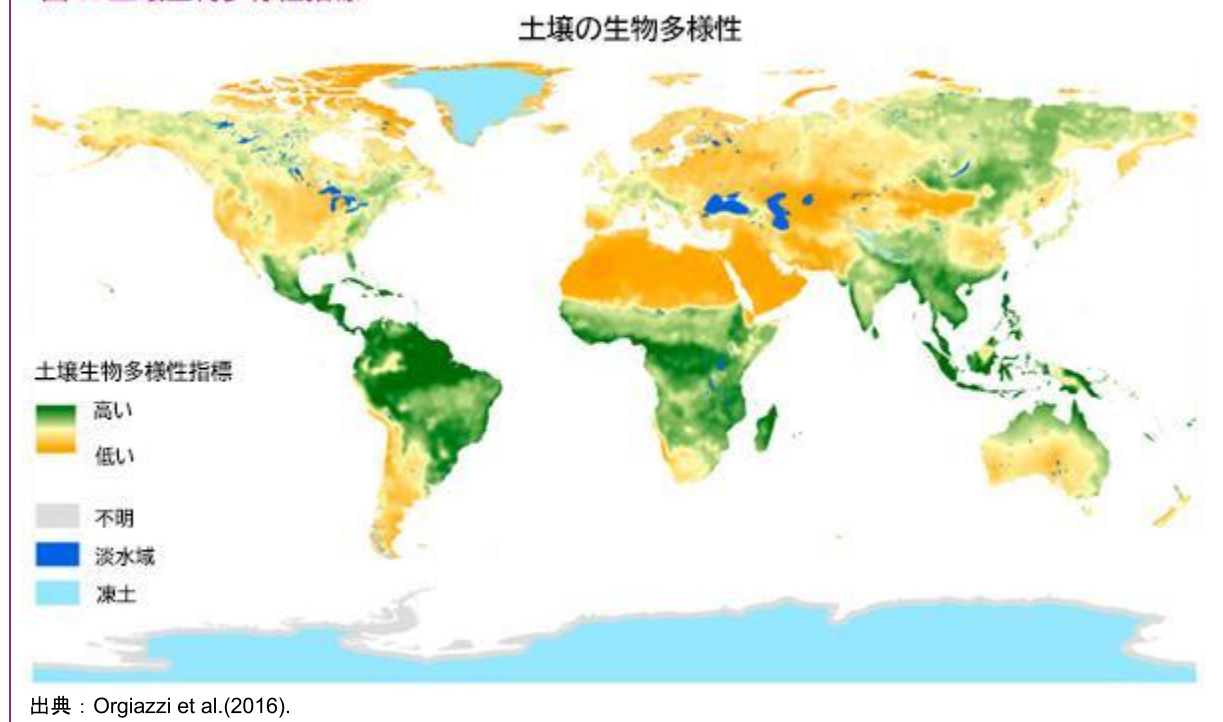
土壌はまた、植物や陸域生物多様性に必要な水分の大半を供給している。土壌水分は世界の淡水の 65% を占め、世界の農業生産の 90% の源であり、また、人間の食料カロリーの 99% 以上を供給している (Pimental and Burgess, 2013)。土壌中の動きは植物から始まる。落ち葉は、地表そして根分泌物や土壌微生物の影響を受けた土壌の狭い範囲に落ちる。大きな菌類網によって細根がさまざまな土壌養分と水分に結合し、窒素を固定する (調整サービス)。窒素は食物連鎖に不可欠な多量養素の一つである。

土壌はまた薬の主要な貯蔵庫でもある (供給サービス)。Pepper et al. (2009) は、抗菌薬の 75% 以上、1983 年～1994 年に承認された新しいがん治療薬の 60% は土壌由来であり、1989 年～1995 年に承認された新薬全体の 60% も同様に土壌由来であると報告している。

土壌生物多様性の脅威を地図上に示すと、高リスクの地域は土壌生物多様性に最も富んだ地域に重なることがわかる (図 4)。土壌の健康を脅かす 8 つの要因を組合せたりスク指標が設定された。8 つの要因とは、地上多様性の喪失、汚染および過剰な栄養負荷、過剰放牧、集約農業、火災、土壌侵食、砂漠化、そして気候変動である (Orgiazzi et al. 2016)。

土壌生物多様性が完全に喪失すると、土地を基盤とする食料システムは機能不全に陥るだろう。Wagg et al. (2014) によると、測定対象とした生態系機能すべてと土壌生物多様性の指標の間には強い直線的な関係があるという。土壌生物多様性の劣化は、淡水域の過剰な栄養負荷 (富栄養化)、地上生物多様性の劣化、地球温暖化など、さまざまな環境問題を引き起こす。また、不可欠な自然プロセスのパフォーマンス低下にもつながる。

図4. 土壤生物多様性指標



国連ミレニアム生態系評価（MA, 2005a-d）は、生態系サービス 24 項目を評価し、そのうち 15 項目で劣化が認められたと報告しています。「生物多様性及び生態系サービスに関する政府間プラットフォーム」が最近実施した地球規模評価（IPBES, 2019）は、1970 年以降、自然の財・サービス 18 項目中 14 項目が減少していると報告しています。これら国際レベルの調査がいずれも、人間による供給サービスの利用・採取量は増加している一方、調整・維持サービスの供給が減少していると指摘しています。これらの調査では、文化的サービスの低下も報告されています。

人間の供給サービスに対する需要と、調整・機能および文化的サービスに対するニーズの間には緊張関係があります。ここで重要なのは、自然を*利用*することと自然に*依存*することの違いです。二つの緊張関係が顕在化したのはここ数百年のことですが、世界規模では徐々にでしかありませんでした。以下で確認するように、緊張関係が強まったのは 20 世紀中頃以降のことです。生物圏の調整・維持サービスは人間社会の基盤です。だからこそ、基盤が回復不能なほど崩壊しては、物質的生活水準の向上はストップしてしまうでしょう。

3 自然の複雑性

生態系には自己調整機能が備わっていますが、それは体系内でのみ機能します。生物圏は調整サービスを*結合生産物*として提供しますが、生態系プロセスは相互に*補完的*です。プロセスの一つを大きく乱すと、他のプロセスに悪影響が及びます。Lovejoy and Nobre（2018）の観察によると、例えば、アマゾン熱帯雨林では、気団が大西洋から流域を横切り西に向かう際に、水分を 5~6 回リサイクルすることで降水量の半分を生み出しているそうです。同論文は、森林伐採がさらに 20~30%進むとアマゾン熱帯雨林の中央部、南部、東部地域で降水量の減少と乾期の長期化が生じ、熱帯雨林がサバンナの植生に変貌する（ティッピングが起こる）と推定しています。このような変化は気流に影響を及ぼし、はるか彼方の米国中部の農業条件まで変えてしまうことが予測されます。

こうした事象の連鎖によって、生態系のふるまい方がある一つの様式からまったく異なる様式に

変わってしまうことになるのですが、これは「分断化」から始まることがあります。生息地の分断化は生態系の重要な機能を損ない、養分循環を変え、生物多様性を劣化させることが研究結果からわかっています。最たる例はダムによる河川システムの分断で、魚類のライフサイクルを破壊しています（Box 3）。アマゾン熱帯雨林における長期研究プログラムにおいて、Laurance et al.（2002）、Laurance et al.（2011）、Lovejoy and Hannah（2019）は、道路網の敷設が招いた分断が森林の微気象、樹木の寿命、炭素貯蔵、動物相に影響を及ぼしていることを示しています。彼らが「エッジ効果」と呼ぶものの強度は、生態系のエッジ（または境界部分）の年代や近隣の境界の数といった要因に影響を受けます。一生態系の生産性は、分断化されたその生態系の断片の生産性の総和より大きい、と解釈できるでしょう。数学者に言わせると、生態系プロセスは非線形(比例関係にない状態)なのです。

生物は分断化によって、火災、病気、侵入種といった厳しい環境条件にさらされます。その結果、生態系が崩壊することなく混乱に耐える能力、すなわち回復力が低下します。回復力の低下は生物多様性の喪失を伴います。つまり相互の因果関係が働きます。古生物学者は、生息地の分断化が生物多様性の喪失や生態系の崩壊のかなり正確な早期警告であることを見出しています。回復力を失った生態系では、昔であれば吸収できたであろう偶発的な事象によって突発的、劇的な変化が生じたり、生態系の持つ完全性が失われることとなります¹⁰。

自然プロセス間の協働効果を理解する上では、庭池など浅水域が良い例でしょう。透き通った池の水が富栄養化する最大要因は、芝生に与える肥料のリンの流入です。リンの流入量がわずかであれば池の水は透明度を保てますが、そうでない場合は混濁します。農場から染み出るリンが流入すれば、淡水湖も同じ運命を辿ることになります。小さな圧力の積み重ね（湖への定期的な流入）で湖水は富栄養化します¹¹。

こうした劇的な変貌（生態学者は「レジームシフト」と呼ぶ）に要する時間は、生態系の特徴（例えば規模など）によりさまざまです。熱帯雨林がサバンナ化するには数十年の時を要するかもしれませんが、草原は数年で灌木地に変貌することが知られています。また、庭池の水はほんの数時間で富栄養化します（図5）。流れを元に戻すにはコストが掛かります。生態系の歴史がその現在の状態に刷り込まれているからです。生態系には記憶があるのです¹²。過去に近い状態に戻す方法はありますが、これもコストが発生します。こうした現象は「ヒステレシス（履歴効果）」として知られています。具体例は山ほどあります。富栄養化した池を透明な状態に回復させることは可能ですが、代価を支払う必要があります。サバンナ化した熱帯雨林は回復できません。流れは実質的に不可逆的です。ですから、他の条件を一定にした場合、回復は保全よりも高くつくことになり¹³。およそ1万1,000年前に農業が確立されてから人類が作り上げてきた制度、物理的インフラ、社会慣行にもヒステレシスが見られます。これらは全般的には安定している生物圏の条件下で形成されてきたのです。安定した状況に突発的な変化を加えるにはコストがかかります。過去の投資を逆行させるのは困難だからです。金融の世界ではこの現象は一般的に「座礁資産」として知られています。再生可能エネルギーや低炭素エネルギーへの移行に伴い時代遅れとなってしまった石油やガスのプラント設備への投資などがあります。

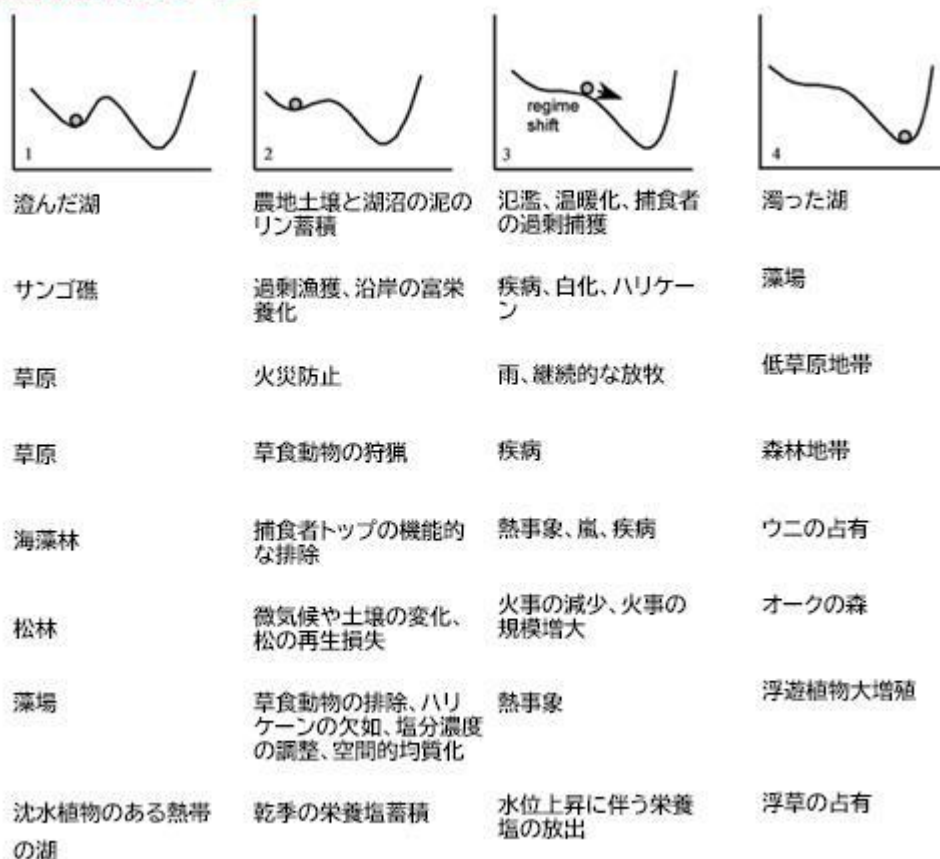
¹⁰ 生態系の分断が、動物から人間に感染するウイルス、すなわち人獣共通感染症ウイルスの拡散に関係していることは、今や広く認識されつつある。熱帯雨林には大きな生物多様性がある。森林伐採は分断化をもたらす。多くの場合、ウイルスは断片の端から発生し、人間が最初に森の動物と出会う場所となる。COVID-19は、コウモリから人間へ、中間の動物を介して渡ったと考えられている。Daily and Ehrlich (1996)は、生物多様性の損失とパンデミックの頻度と強度との関係についての、初期の優れた研究である。

¹¹ Carpenter, Ludwig, Brock (1999)を参照。栄養分や動物が豊富で、藻類が成長し、バクテリアによって分解されて酸素が著しく減少する水域は、富栄養化状態にあると言われる。

¹² 大ざっぱなたとえをすると、私たちは学んだことを意識的に忘れることができず、以前の状態に戻ることができないことに似ている。

¹³ 私たち自身、生態系でもあり、複数の安定的なレジームを持っている。人間の健康に関する古い格言「予防は治療に勝る」というのも、同じ特徴に基づいている。

図5 複数の安定的なレジーム



出典：Folke et al.(2004).Annual Reviews, Inc.からの転用

Box 3 河川へのダム建設

生息地の分断化は、移動性生物のライフサイクルに応じた行動パターンを妨げかねない。これは種の絶滅につながる。ダム建設は淡水生物の多様性の喪失の主原因の一つである。堤高のある巨大ダム建設は灌漑の拡大、エネルギー供給、治水といった理由で国の経済計画策定者に好まれる事業である。問題はダムが淡水生態系を分断するため、その水循環をも阻害してしまうことである¹⁴。淡水生態系の分断によって生物の産卵や餌の確保に不可欠な移動経路が遮断され、生物の移動が制限されてしまう。

淡水生息域は地表のわずか 0.8% にすぎないが、魚類種の約 40% を含む脊椎動物の 3 分の 1 が淡水に生息している。Barbarossa et al. (2020) は生物の発生範囲と水循環、ダムの設置場所を組み合わせて河川水の連結度指標を構築した。分断化は指標の低下と見ることができる。現在世界に存在する巨大ダムおよそ 4 万基が水流制御や分断化により河川水の 50% の流れを変えており、建設中の巨大ダム約 3,700 基が完成すると、その割合は 90% を超えると報告している¹⁵。

¹⁴ 他にも、協議や補償なしにコミュニティが移転してしまうなどの問題がある。

¹⁵ ハイダムとは、高さが 15 メートルを超えるダムと定義される。世界に存在するハイダムの数を示す 4 万という数字は、おそらく過小評価されていると思われるが、大規模な破壊が起きているときでも、保守的な数字を使うことが有益である。

Barbarossa らによると、ダムによる分断化が現時点で多く見られるのは、米国、欧州、南アフリカ、インド、中国であるが、建設中のダムによる分断化が顕著なのは熱帯地方であり、同地域の連結度指標はアマゾン、ニジェール、コンゴおよびメコン川流域で約 20~40%程度の低下が想定されるという。

堤高のある大型ダムが環境にとって有害であるなら、例え環境問題を度外視したとしても不経済であるように思える。Ansar et al. (2014) は信頼できるデータが得られる大型水力発電ダムに関する研究結果を報告している。1934 年~2007 年に 65 カ国で着工されたダム建設案件 245 件を対象としている。平均建設コストは各案件の当初の実現可能性調査での見積もりから二倍に膨れ上がっており、多くの案件で実現投資利益率は国債の利率（年率 4~5%）を下回っている。比較的小規模なダムや魚がダムを迂回するための魚道が設置された場合、漁場の分断化リスクは低減することがわかっている。

4 資産の分類と評価

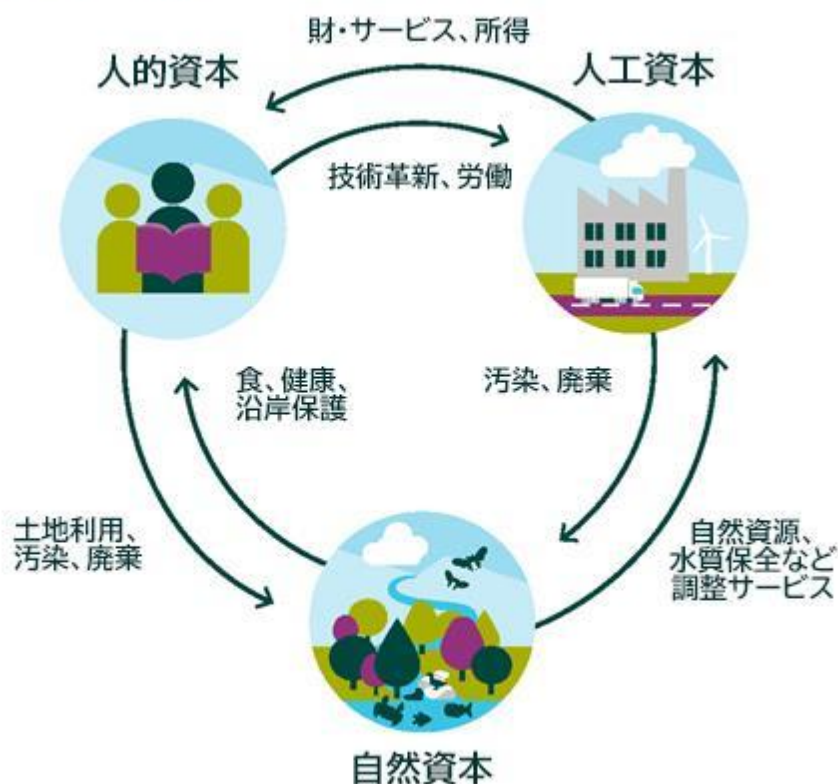
資産には耐久性があります。もちろん永遠という訳ではありませんが、サービスと異なり資産は一時期だけのものではありません。すべての資産を「資本財」と呼びたくなります。「資本財」という用語は非常に魅力的で、知識（知識資本）、法律・市場システム・金融機関（制度資本）、相互信頼関係・社会規範・集団の連帯心（社会資本）、文化・個人的規範（文化資本）、さらには宗教（宗教資本）までも現在では資本扱いされています。経済学者は、もう少し慎重で、測定可能な資産にだけ「資本財」という用語を使います¹⁶。かつては今よりも厳格で、物質的（有形）で移転可能（所有権の譲渡が可能）な資産に限って、資本財と呼んでいました。道路、建物、機械、港湾が身近な例です。企業が所有する特許はその企業の資産ベースですから、バランスシートに計上されます。ですから、無形の譲渡可能資産も資本財に数えられます。これらを併せて人工資本と呼びます。

経済学者の用語集に載っている資本財の範囲は、長い年月を経て広がり、無形だが譲渡不可能な資産も含まれるようになりました。たとえば健康や教育、資質・スキルなどで、これらは全体として人的資本を形成しています。今日の経済学者は人的資本を資本財に分類していますが、これは個人にとっての価値だけでなく、社会全体にとっての価値を測定する方法がわかったからです。

経済学者はこの数十年間で、人々が自然資源につける価値の測定方法を確立しました。そこで現在では資本財の三つ目として、*自然資本*があるのです。測定方法は複雑です。自然資本には植物（有形で譲渡可能）や花粉媒介者（有形で、しばしば譲渡不可能）、海に臨む家からの景色（無形で譲渡可能）や地球の気候（無形で譲渡不可能）まで、多岐に渡るからです。

¹⁶ ソーシャル・キャピタルを資本と見なす傾向が強まっていることについては、Arrow (2000)や Solow (2000)が強く批判している。しかし、ソーシャル・キャピタルが重要でないというわけではなく、後述するように、効果的な制度の中心的な特徴である。

図6 3つの資本の相互作用



本レビューでは、個人のインセンティブと公共が望んでいることとの不均衡が拡大する原因を探ります。そこで資本財、とりわけ自然資本の市場価格とその「社会的価値」または「社会的希少価値」と呼ぶべきものの違いに着目します。経済学者は「社会的価値」や「社会的希少価値」を会計価格と呼んでいます。資本財の会計価格とは、その追加的一単位が社会的福祉（またはより狭義に公共善）にもたらす寄与のことです¹⁷。資本財は耐久財であるため、その耐用年数にわたってサービスを提供します。ですから、資本財の会計価格は、その耐用年数を通じてサービスのフローが社会的福祉に与えた寄与を反映しています。Box 4 は自然資本の一形態である生態系の価値の絶対値には、何ら意味がないことを示しています。価値は〔時間軸や空間軸での〕比較においてのみ、有用な情報となるのです。

Box 4

価値の絶対値には意味がない

ポートフォリオの価値の絶対値には、何ら情報がない。他との比較においてのみ、情報がある。生物圏の限界的な変化の価値は、人類が存続し、その変化を経験することが前提となっているからこそ意味がある。しかし、自然全体の価値の計測となると話は変わる。成長と発展を唱える経済学者が自然界における人間の立場を無視してきたからかもしれないが、環境学者はかつて、自然全体の価値を測定し、大きな経済価値があることを示したいと考えた。広く引用されている「サイエンス」誌掲載論文によると、20 世紀末頃の生物圏サービスのグローバルフローは推定年間 16～54 兆米ドル、点推定値は 33 兆米ドルだという (Costanza et al. 1997)。この値は 1990 年代中頃の世界 GDP よりも大きかったため、自然資本の経済的意義が認識されることにな

¹⁷ 会計価格は「シャドー」プライス（影の価格）とも呼ばれる。

った。

しかし、この推計値は、見当違いな定量化の一例である。論文執筆者らが認識しているとおりに、自然が破壊されれば生命は消滅する。しかし人類がその存亡自体と自然破壊を引き換えにするのであれば、33兆米ドルの年利益は一体誰が享受するのであろうか。経済学は、注意深く使えば、私たちの倫理的価値に供することができる。経済学の言葉を使うと、私たちも倫理的価値に従った選択をしやすくなる。この論文の執筆者らはこの事実を認識しつつも、生物圏に価値があるのは、それが大きな貨幣価値を付与できるからだとして主張する。本末転倒である¹⁸。

測定に関する問題は、自然資本のさまざまなストックの推定でも多く見られる（政府は通常、国内の水域における漁場ストックを記録していない）。しかし、資本財があたかも存在しないかのように、すべてを無視するのに比べたら、大雑把ではあるが簡単に測定できる数値に取り組むほうがはるかに良い。残念ながら、経済的可能性や国家の進歩と後退に関して私たちの考え方を形成してきた成長および発展に関するマクロ経済理論は、人類の自然への依存を認識していない。本レビューではその誤りを正す¹⁹。

会計価格は、社会的な望ましさと社会生態学的な実現可能性が合致した経済的将来を反映しています。つまり、資本財の社会的希少価値を反映しています。市場価格が会計価格に近いこともありますが、以下で考察する理由から（第7章）、自然資本の形態の多くには、単純に市場がなく、利用者はただで使える状態です。そのため、会計価格を算出する特別な方法を考える必要があります。今ではさまざまな方法があります。劣化した海岸の回復にいくら支払う意思があるかを質問したり（自然の「アメニティ価値」の推定）、渡り鳥ハクガンの渡り経路の保護につける価値を申告してもらったり（自然の「本源的価値」の推定）、農業生産を支える花粉媒介者の生息地としての森林の貢献度など、社会的希少性が推定できる財・サービスの保護に対する貢献度から生態系サービスの価値を推定したり（自然サービスの「利用価値」の推定）できます。

自然プロセスの生産性を見出すことで自然の利用価値を推定評価する方法は、生態学と経済学の考え方を組み合わせたものになります。湖の漁場の会計価値は一定期間の漁獲量の市場価値に類似します。また、大気・水媒介汚染の社会的コストは少なくとも部分的には、当該汚染を原因とする人体健康の被害を測定することで推定できます。また、流域回復の最低価値は水処理設備の建設コストから推測できます²⁰。

これまで、自然資本の会計価値の推定において、生態系が私たちに与えてくれる緑地の健康上の利益が考慮されることはほとんどありませんでした。私たちが緑地から得られる精神衛生上の利益となると、なおのことです。しかし、自然資本会計に健康上の利益を含めることが重要だとする認識は高まりつつあり、その価値算出を試みる研究も増えつつあります（White et al. 2016）。人間は皮膚や消化器管、泌尿生殖器官、呼吸器官に棲む微生物相の豊かな生物多様性なくして生存できません。微生物相は私たちがどの程度病気に罹患しやすいか、に影響を与え、変化する環境条件下での健康維持に重要な役割を果たします。私たち自身が生態系であり、人間の体内の細菌、ウイルス、菌類、古細菌、原生生物と自然環境に生息しているこれらの微生物たちは常に行き来しています。私たちは多種多様な微生物相の源である自然環境との触れ合いが必要なのです。

¹⁸ 形式的には、あるもの全体の価値には意味がなく、したがって使い道がないが、その同じものに対する変化の価値（差として表される）には意味があるだけでなく、使い道もあるというケースが存在する。

¹⁹ 自然の不在は、経済・財務省や中央銀行に情報を提供する経済成長・開発モデルにおいても顕著である。

²⁰ 優れた解説が、Freeman（2003）の論文や、Haque, Murty and Shyamsundar（2011）のエッセイ集にある。Kareivaら（2011）とVincent（2011）には、生態系サービスを提供する自然資本の生産性を推定する評価方法が明確に述べられている。

生物多様性の損失は、病気への抵抗力の低下など、私たちの健康に影響を与えます。都市環境におけるマクロ生物多様性（草花、樹木など）は微生物多様性、さらには健康なヒト細菌叢と関係性があり、さまざまな健康状態とも関連していることを指摘する研究があります（レビュー本編第11章）。自然と何度も接することで長期的な快樂的福祉（幸福感や喜び）だけでなく、人生の満足度も高めることも証明されています。国家統計データを用いた欧州の大規模な継続的研究からは、暮らしに緑地が多いほど精神的な苦痛が少ないことが明らかになっています。英国在住者1万人を対象とした縦断的調査からは、緑地の多い都市空間に暮らす人ほど人生の満足度が高いことが明らかになっています（White et al. 2013）²¹。

図7 市場価格と会計価格(影の価格)



知識、制度、社会資本はどうでしょう。これらも資産ではなかったでしょうか。確かにそうですが、これらは生物多様性と同じように測定上の問題がたくさんあります（例えば、一国の「良いガバナンス」の価値とその首都の不動産の価値を比較できるでしょうか）。ですから、これらをイネーブリング（促進）資産と呼び、その価値は会計価格に反映されています。イネーブリング資産は経済の資本財に価値を与えます。まったく同じ資本財の構成を持つ社会が二つあったとしても、人々がお互いを信頼しているのがあたりまえの社会のほうが、お互いを疑い合っている社会より豊かであると言えるでしょう。信頼関係はイネーブリング資産です。他の条件を一定にした場合、学術誌の会計価格は内乱で分裂した国より平和な国で高くなります。同じように、他の条件を一定にした場合、生物多様性の高い生態系ほど、それがもたらす調整・保全サービスに関して高い生産性を持ちます。よって、生物多様性もイネーブリング資産の一つということになります。

²¹ ヘドニックな福祉と生活満足度の測定法の違いについては、第11章を参照。

この関係は逆方向にも働きます。科学、技術、人文科学の知識（これらはすべてイネーブリング資産）は形成され、習得されます。これは人々（人的資本）が人工資本（図書館や研究室）と自然資本（原材料や生態系サービス）を組合せて作り、習得するものです。制度もまた、地域社会の結束を促す接着剤の役割を果たす信頼関係と同じように、人々が作るものです。金融資本はこうした（人々の間の時間を越えた）交流を促すという点で、イネーブリング資産の一つでしょう。

ですから、私たちの分類上の資本財には3つの区分とさまざまなイネーブリング資産が存在します。イネーブリング資産は測定不可能かもしれませんが、問題ではありません。これらがあるため人間社会は正常に機能するのであり、それ自体は測定可能で、会計価格はその価値を反映しているのです。

5 人新世（アントロポセン）におけるグローバル経済

1950年の世界人口は約25億人で、最終財・サービスの世界生産量（世界GDP）は2011年基準で約9兆国際ドル（購買力平価（PPP）での米ドル評価）でした²²。平均的個人の所得は3,300PPPドルと、歴史的に見ても高い水準でした。以来、世界はめざましく繁栄しました。1950年に46年であった出生時平均余命は現在73年程度です。絶対的貧困（現在1日あたり1.90ドル未満）に暮らす人々は、1950年には世界人口の60%近くでしたが、今日では10%未満に減少しました（World Bank, 2019）²³。2019年現在、世界人口は77億人超にまで増え、1人あたり世界GDPは約16,000PPPドル（2011年基準）になりました。最終財・サービスの世界生産は120兆PPPドル強（2011年基準）で、国際的に計測された経済活動がわずか70年間で13倍以上に増加したことになります。かつて経験したことのない増加率です（図8）。

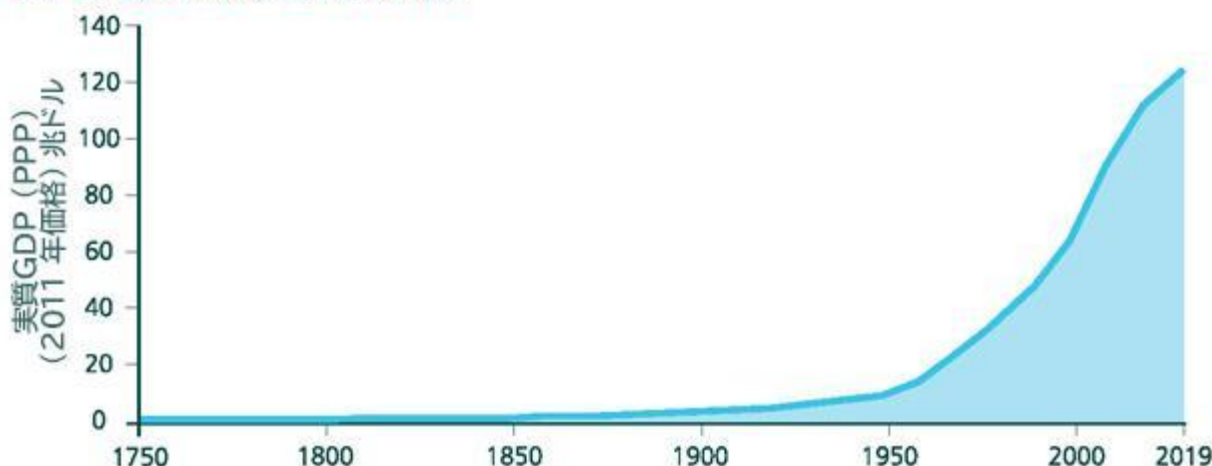
しかし、著しい成長は、生物圏の健康状態の著しい悪化を伴うものでした。Waters et al. (2016) は過去1万1,000年間（地質学者が完新世と呼ぶ時代）の証拠を考察し、土壌窒素やリンのインベントリ、堆積物や氷床コアに含まれる二酸化炭素とメタンの人為的発生状況を追跡しました。彼らの報告によると、時系列的にみて、幅広い生物地球科学的痕跡は、およそ250年前まで何千年もの間横ばい傾向を示し、その後緩やかに上昇し始め、20世紀中頃から急激かつ加速度的に上昇しています。上記要約や図8に示した過去70年間の世界の経済活動の傾向は、彼らの研究結果と一致しています。彼らは、20世紀中頃が人新世の始まりとみなすべきだと提唱しています²⁴。付録1は、「プラネタリー・バウンダリー」の概念による人新世の定義方法を示しています。

²² 国際ドル（購買力平価のドル）を作成する際には、各地域の購買力が同等になるように、米ドルに対する各通貨の公式を替レートで換算する。以下では、「ドル」は「国際ドル」を意味する。

²³ 世界の貧困は、COVID-19のパンデミックにより2020年には急激に増加し、ここ数十年の改善が一部逆転していると考えられる。2020年10月、世界銀行は、極度の貧困状態にある人々の数が、2020年には8,800万人から1億1,500万人に増加する可能性が高いと示唆した（World Bank, 2020a）。

²⁴ 「アントロポセン」という言葉は、Crutzen and Stoermer (2000) によって、人間が生物圏を支配する新たな時代を示すものとして広まった。アントロポセン・ワーキンググループは、戦後すぐの時代をアントロポセンの始まりとみなすべきだと提案している（Voosen, 2016）。

図8 1750年以降の世界の実質GDP



出典：Our World in Data based on World Bank (2020a)、Maddison (2018)、Bolt et al. (2018)、本レビューにおける算出

環境劣化を最も直感的に理解できるのは野生生物の種の絶滅かもしれません。人間は地球に存在する野生生物の種数を把握しておらず、種がどれほどの速度で絶滅するかも十分把握していない不確実な状況です（真核生物で800万から2000万種か、おそらくそれ以上。第2章参照）。Box 5で紹介する数字はこうした不確実さを考慮していますが、なぜ完新世が、地球が6度目の大量絶滅期に突入し始めた時代なのかを説明しています。

Box 5 種と個体群の絶滅

主に人間活動、すなわち、すべての陸域および海域利用のための改変の結果として、種および現存種の構成個体群がかつてない速さで絶滅しつつある。過去数千万年の平均絶滅速度（背景率）、すなわち100万種当たりの年間絶滅種数（E/MSYと表す）は0.1~1であったが、現在、あらゆるレベルの種の絶滅速度はその100倍から1,000倍に跳ね上がっていると推測され、いまだ加速を続けている²⁵。絶対値でみると、種の数1,000万、現在の絶滅速度が100 E/MSYとすると、毎年1,000種が絶滅している計算だ。不確実ではあるが、こうした数字は生物圏における人類の存在の巨大さを物語っている。これらの数字を見れば、私たちが生命誕生以来6度目の大量絶滅を目の当たりにしていると地球科学者や生態学者が主張する理由がわかる²⁶。

比較的良好に研究されているグループ（陸生脊椎動物、植物）について解明していることから判断すると、今後数十年の間で種の20%程度、今世紀末までにはおそらくその2倍が絶滅する可能性がある。哺乳類種84種が1500年以降絶滅し、1900年以降だけでも32種が絶滅していると推定される（IUCN, 2020; Pimm and Raven, 2019）。

Ceballos, Ehrlich, and Raven (2020) は陸生脊椎動物3万種近い個体群のデータを調査し、絶滅危機にある種の数数を推計した。絶滅危機の基準は1,000個体未満の個体群とされている。その結果、515種、調査リストの脊椎動物の1.7%が絶滅の危機に瀕していることがわかった。

²⁵ De Vos et al. (2014)、Pimm et al. (2014)、Ceballos, Ehrlich, and Ehrlich (2015) を参照。

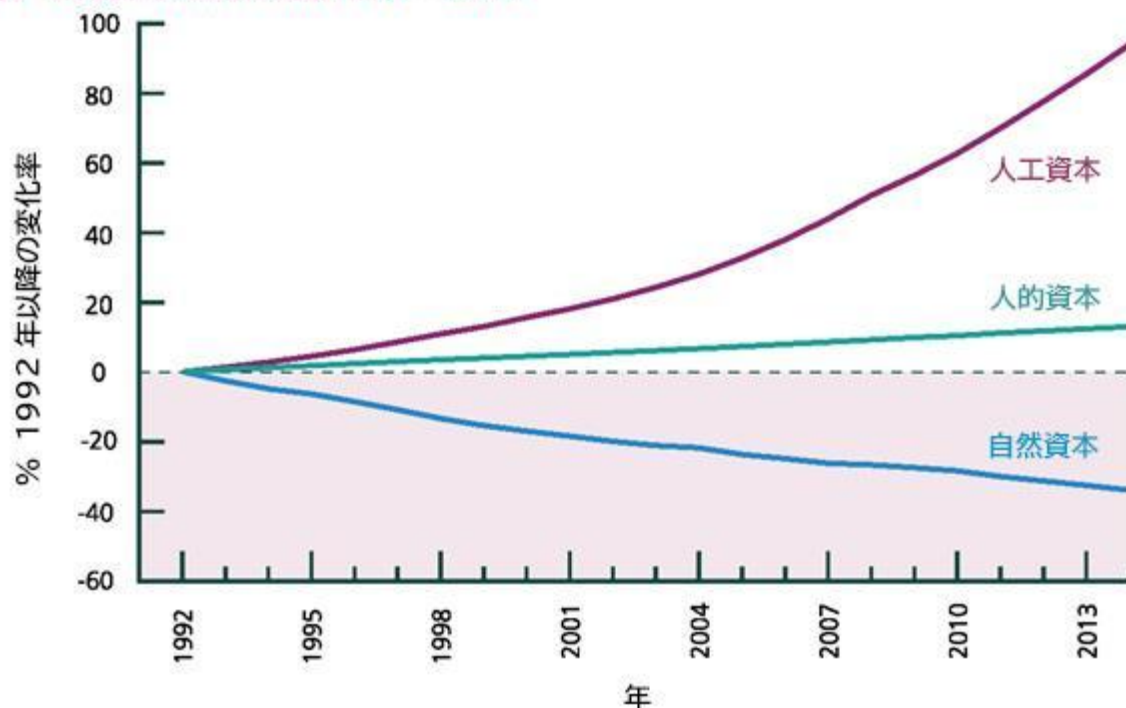
²⁶ 第六次絶滅はホロセン絶滅とも呼ばれており、約11,000年前の最終氷期の終わりに始まったもので、その特徴は大型の陸生哺乳類の絶滅によってもたらされた。Kolbert (2014) は、進行中の大量絶滅についての叙述である。

絶滅速度が皆同一とすると、陸生脊椎動物の個体群は約 40 年で半減するという。しかし、絶滅速度はさまざまな理由により上昇する可能性が高い。第一に、生物圏に与える人類の圧力は増加傾向にある（下記参照）。第二に、絶滅の危機に瀕した種の分布は、人類の強い影響を受ける地域でかろうじて生存を続ける、数百種の絶滅危惧種の分布に一致する。第三に、種の中の緊密な生物圏相互作用が他の種さえも絶滅させる傾向にあること、すなわち絶滅がさらに絶滅を誘発する。同論文は、絶滅に瀕した種のすべてが同様の傾向に直面していると仮定した上で、そのうち推計 23 万 7,000 個体群以上が 1900 年以降に絶滅したとしている。

生物地球科学的特徴や種の絶滅の傾向は、自然資本の世界ストックの傾向と一致しています。Managi and Kumar (2018) は 140 カ国における人工資本、人的資本および自然資本の 1992 年から 2014 年までの会計価値を追跡しています²⁷。同研究では、再生可能資源に含まれるのは森林資源（木材ストック、非木材資源の一部）、漁業（ストックは過去の漁獲量から推計）、農業地（農耕地、牧場）であり、非再生可能資源には化石燃料と一部の鉱物資源が含まれています。同研究は、温室効果ガス排出による炭素の社会的費用（負の会計価格）を用いて、地球の気候変動による将来の損失を計上しています〔ただし、自然資本には含まれていません〕。

図 9 に示すのは、1992 年から 2014 年までの資本財 3 区分の世界全体の 1 人当たり会計価値の推計値です。1 人当たり人工資本の価値は 2 倍に、1 人当たり人的資本は約 13% の増加がみられたのに対し、1 人当たり自然資本ストックの価値は 40% 近くも減少していることを示しています。

図9 1人当たりの世界の富, 1992~2014



出典：Managi and Kumar (2018)

²⁷ 人工資本の価値は、公式の国民経済計算から得られたものである。データの制限により、自然資本は鉱物と化石燃料、農地、木材の供給源である森林、漁業に限定されている。これらの評価には市場価格を用いた。人的資本の会計上の価値は、経済学者が教育と健康を評価するために考案した方法に基づいている。

6 持続可能でない経済開発

生物圏は再生可能な存在であるため、想像を膨らませて、それが魚たちが生息し、漁業が行われている湖水域の巨大版と見なしてみるとわかりやすいでしょう（森林を想像してみるのもよいでしょう）²⁸。生息する魚が少ない時、湖は魚が増えるのに十分な栄養分を供給します。このため、湖水域での漁場は再生可能資源と言えます。しかし、湖の規模には限界があり、限られた量の栄養分しか供給できません。当初は魚の数も増えるでしょうが、魚の1頭当たりの栄養分は減少します。やがて魚の数は湖の環境容量で決まる規模に達し、その後は増減を繰り返します。漁業者が現れると魚の数は減るでしょう。しかし、各期の漁獲量がある範囲内に収まっている限り、漁業は継続できます。これが持続可能な漁場です。ところが、漁獲量が漁場の再生速度を上回り続け続けたら、継続できなくなります。これが持続可能でない漁業です。

生物圏は広さに限界があるため、提供する財やサービスのフローにも限界があるのです。人間の活動は、上記の例の漁業者の活動になぞらえることができるかもしれませんが、漁業者と違って人間は湖とともに存在する者で、外部の存在ではありません。人間は私たちが棲むの惑星（=地球）から財・サービスを手に入れ、廃棄物をその地球に捨てます。物質は均衡が保たれなくてはなりません。ある一定期間に人間が地球から手に入れ、そして、廃棄物として地球に戻すものは、私たちのエコロジカル・フットプリントとして知られています。したがってフットプリントは、私たちが生物圏から収穫・採取する財・サービスだけでなく、生物圏が廃棄物を処理する速度も考慮されることとなります。ここで、供給、調整・保全、文化的サービスという生態系サービスすべてが役割を果たします。エコロジカル・フットプリントを経済学者の用語を使い、人間の生物圏に対する需要と呼ぶことができるかも知れません²⁹。

Ehrlich and Holdren (1971) の古典的論文では、インパクトという用語を使って、今私たちが「エコロジカル・フットプリント」や「需要」と呼んだものを指しています。同論文は、人類が生物圏にもたらすインパクトを、人間の活動と、生物圏の財・サービス供給を活動に転換する効率性に、分解しています。当然ながら人間の活動の尺度として世界 GDP を用い、技術の役割によって（この論文の著者はそう言っているわけではありませんが、技術と並んで制度によっても）生物圏の財・サービスを GDP に転換する効率性が決まるとしています。

しかし、世界 GDP は人口規模と1人当たり世界 GDP を掛け算したものです。したがって3つの要素を考慮することとなります。つまり、人口規模、1人当たり GDP、および生物圏の財・サービスを GDP に転換する効率性、そして世界中の廃棄物によって生物圏が変容する程度（速度）です。これら要素はもちろん相互に独立したものでなく、いずれの場合にせよ、私たちの選択の結果です。出生率は生活水準に影響を与え、影響を受けます。出生率と生活水準は、使用する技術と制度に影響を与え、影響を受けます。ですが、それでもエコロジカル・フットプリントを3要素に分解するのは有益です。トレードオフの関係を明らかにできるからです。例えば、この要素分解によれば、効率性の要素が一定の場合、人口規模と生活水準は反比例します。人間のエコロジカル・フットプリントを一定にしたいならば、世界人口が2倍になると1人当たり世界 GDP は半減させる必要があります。

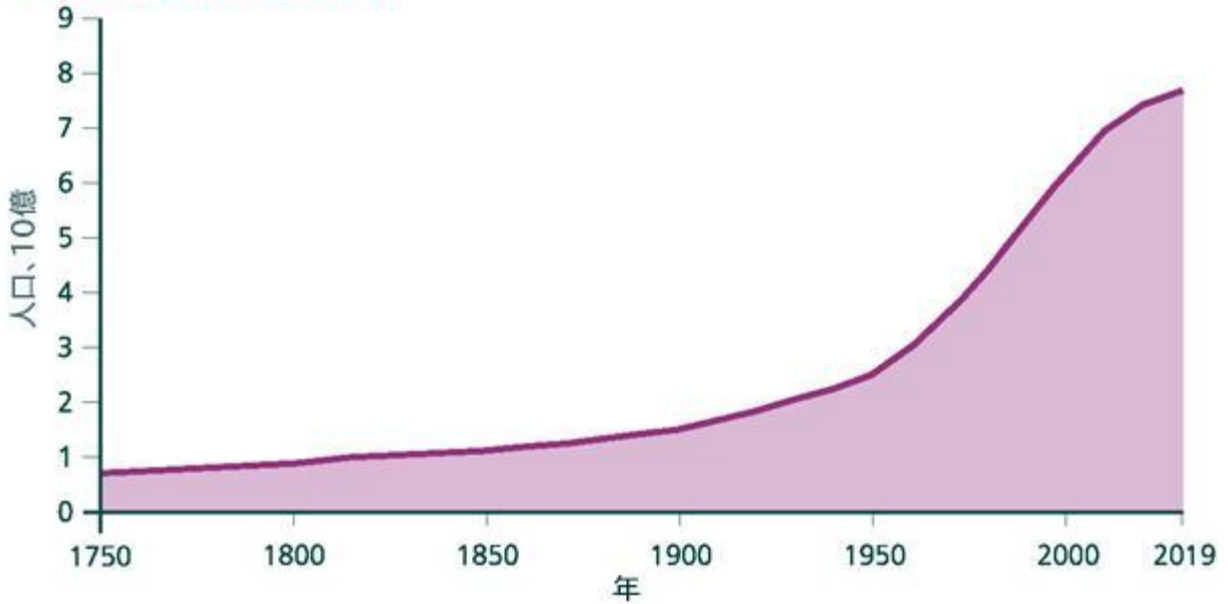
人口は増加傾向にありますが、1人当たり世界 GDP も増加しています。効率性も向上していますが、人口と1人当たり GDP の増加の影響を打ち消すのに十分ではありません（Box 6）。図10、図11を見ると、人口も1人当たり GDP（図8）も、GDPと同じように過去数世紀にわたって増

²⁸ 本章と次章は、A. Dasgupta and Dasgupta (2017)と Barrett et al. (2020)に基づいている。

²⁹ 物質が均衡しなければならない（マテリアルバランス）というのは、Kneese, Ayres and d'Arge (1970)と Mäler (1974)における洞察である。本レビューでは、物質的なバランスの条件を利用して、経済生産高を無限に成長させることはできないことを示している。この点については第11章で触れる。

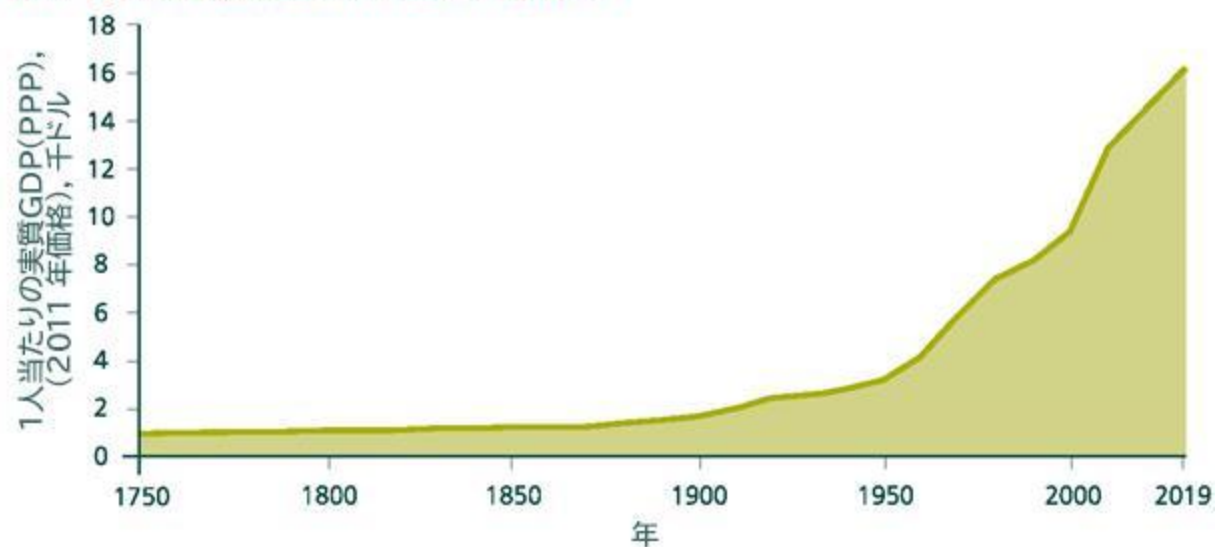
加していることがわかります。産業革命の幕開けから徐々に増加し、1950 年代半ばからは自律的に急増しています。

図10 1750年以降の世界人口



出典：Maddison（2010）、UNPD（2019）、本レビューにおける算出

図11 1750年以降の世界の1人当たり実質GDP



出典：Our World in Data based on World Bank（2020a）、Maddison（2018）、Bolt et al.（2018）、本レビューにおける算出

1750年から世界の実質GDPが成長していることを示した図8をご覧ください。図8は、効率性要素がGDPの成長に追いついていないのであれば、世界のエコロジカル・フットプリント（つまり人間のグローバル・インパクト）が増大していると解釈できます。ただし、フットプリントが生物圏の自己再生能力を超えていると断言することはできません。この問題にはGlobal Footprint Network（GFN）が大胆な研究プログラムで取り組んでいます。同研究は、私たちの生物圏需要量の生物圏再生量に対する比は、1960年代後半に1でしたが、2020年には1.6に増加していると推定しています（Wackernagel and Beyers, 2019; Lin et al. 2020）³⁰。私たちの現在の需要量を持続

³⁰ 彼らの推定によると、以前はこの比率が1未満であった。比率を推定するためにGFNが採用した方法は、彼らの年次刊行物に

第1部：現状とその背景

可能に満たすのに、1.6個の地球が必要であるとたとえているのです。

しかし、この正確な数値にはあまり意味がありません。重要なのは、この数十年間、需給ギャップが拡大傾向にあり、人間がその需要増の流れを変えられない限り、今後もその傾向が続くことが、様々な調査でこれまでに得られた証拠（第5章および付録1）からわかっています。Barrett et al. (2020) の用語を借り、世界のエコロジカル・フットプリントと生物圏の再生量のギャップをインパクト不均等と呼ぶことにします（図12）。

健全な生物圏では、人間は妥当な功利主義に基づいて、生物圏を一部使って、自然の財・サービスを消費するだけでなく人工資本（道路、建物、機械、港湾）や人的資本（健康、教育、資質）の蓄積に使うことを選択できます。このような行動こそが人間が数千年にわたって行ってきたことであり、多くの人にとっての経済開発が意味してきたところでした³¹。持続可能な水準の需要を満たせる生物圏の財・サービス供給能力をエコロジカル・フットプリントが下回っていた時には、経済開発の正当な姿だったのです。

現在、事情は異なります。

図12 インパクト不均等



インパクト不均等をインパクト均等に転換するために人間ができることは4つあります。下記を実現する方法を見つけることです。

- ① 世界全体の1人当たり消費量を削減させること³²
- ② 世界人口を現水準から減少させること
- ③ 生物圏が供給する財・サービスを世界総生産に転換し、廃棄物として生物圏に戻す一連のプロセスの効率性を向上させること
- ④ 保全・回復によって自然へ投資を行い、自然ストックと生物圏の再生率を高めること

記載されている。Wackernagel and Beyers (2019)は、調査結果を専門用語を使わずに説明している。なお2020年の推定値(1.6)は、世界中でCOVID-19によるロックダウンが発生して経済活動が低下したため、2019年に比べて若干低くなったことに留意する必要がある。

³¹ Barbier (2011) は、このプロセスの優れた歴史的説明である。

³² 説明を簡単にするために、世界の生産高と世界の消費高を同じにしている。

Box 6 はこれを定式化したものです。近年の経済体験に基づく実証結果を用い、SDGs を 2030 年までに達成したい場合、生物圏の財・サービスを GDP に転換する効率性はどれくらい高くないとまらないかを推定しています³³。必要となる効率性の上昇は、直近で達成できた上昇率を大幅に上回ることがわかりました³⁴。供給サービスの使用で膨大な廃棄物（世界全体で原材料から最終消費の過程での食料だけでも、なんと 30%程度が捨てられています³⁵）が発生するため、効率性向上の余地はあります。また、自然サービスの使用に支払うさまざまな補助金に起因する廃棄物もあります。生物圏の財・サービス（水、化石燃料など）の多くには負の価格がついているのです。世界的に自然の補助金は年間 4~6 兆米ドル、または世界 GDP の約 5~7%にのぼります（Box 9）。

しかし、財・サービス消費の効率性を高めることで削減できる世界需要には限界があります（技術進歩については第 12 章参照）。だからこそ、上記の大まかな推定から言えることは、私たちは自然に投資し、成長や気候変動の経済学では注目されない 2 つの問題にも同時に取り組まなくてはならないのです。その 2 つとは、1 人当たり世界消費の削減（必要とされる再配分政策は大規模となるでしょう）と、大家族が当たり前の国と地域での人口転換の促進です。まずは、これらの軽視されてきた 2 つの問題の理解を進めていきます（第 7~9 章）。

Box 6

インパクト不均等と国連の持続可能な開発目標（SDGs）

人間の生物圏に対するグローバル・インパクトと生物圏の再生速度をそれぞれ I 、 G とする。 I 、 G はいずれも生物圏の財・サービスの会計価値で推定し、たとえば年間実質（国際）ドルなどで表す。 I は G と等しくある必要はない。先に述べた湖水域漁場の例えを引き続き使えば、両者の違いは生物圏ストックの変化で自動的に調節されるからである。生物圏ストックを S とする。 S の低下は生物圏の健康悪化と解釈できる。説明を明解にするため、すべての生態系を会計価格で評価し、 S を地球上の全生態系の会計価値の総和と考えよう。 S はストックであり、実質（国際）ドルで表す。湖水域漁場の例と同様、 G は S によって決まるため $G(S)$ と表す。ただし、 S には上限があるため G にも上限がある。

世界人口、1 人当たり世界 GDP、生物圏の財・サービスを人間が生産・消費する最終製品に転換できる効率性の数量的指標をそれぞれ、 N 、 y 、 α とする。このとき、世界 GDP は N と y を掛けたものであるから、 Ny と表す。同じ水準の GDP に対して、 α が大きいほど人間の自然に対する需要は小さくなる³⁶。逆に、同じ水準の α に対して、 Ny が大きいほど自然に対する需要は大きくなる。このとき、 I は Ny/α と表せるため、生物多様性の経済学の中心にある基本的な不等式は、

$$I = Ny/\alpha > G(S) \quad (1)$$

となる。式(1)がグローバル・インパクトの不均等（図 12）である³⁷。

³³ ボックス 6 には、このレビュー要約版の中で唯一の技術的な内容が含まれている。読者は、レビューの論点を見失わずに読み飛ばすことも可能である。将来の社会生態学的な可能性について、数学的な議論がどのように定量的な理解を進めていくのかを知りたい読者のために用意した。

³⁴ COVID-19 は、私たちの計算よりもさらに SDGs を後退させることが予想される。

³⁵ これは非常に大まかな推定値に過ぎず、生産のいくつかの段階では情報が不足している。FAO (2019) を参照。

³⁶ 簡単な例として、家庭に二重窓を設置することが挙げられる。電気やガスへの依存度を減らしても同じ暖かさを享受できるため、 α は増加する。

³⁷ 式(1)の世界全体のインパクト Ny/α の式は、任意の α の値に対して、 N と y は互いに逆の関係にあると考えることができる。これは算術的には正しいが、この考え方は誤解を招く恐れがある。なぜなら、 N と y は互いに独立したものではないためである。人間には口だけでなく、手や脳もあります。レビュー（第 4 章*）では、完全な資本モデルを提示しており、そこから経済発展の様々な段階における N と y の間の「トレードオフ」を推定することができる。Dasgupta and Dasgupta (2021) は、持続可能な開発に合致する N と y の間のトレードオフを計算するために、このモデル上で展開できる簡単な方法を構築した。

図 10 および 11 は、 N_y がこの数十年間、かつてない速度で増加していることを示している。一方、図 9 は S がその間に減少していることを示している。MA (2005) および IPBES (2019) は G もこの数十年間に減少を続けていることを確認している。Global Footprint Network (GFN) は、 I と G のギャップが過去数十年間に拡大しており、2019 年には G に対する I の比率が 1.7 にまで上昇したことを明らかにした。この数十年間、 I と G のギャップが拡大したことで S が減少した。今、ここで確認した現代経済の成長の推計値を考えると、国連 SDGs が 2030 年までに達成できるのかという疑問が生じる。

簡単な計算をしてみよう。一定価格の世界 GDP が 1970 年から年平均成長率 3.4% で増加し続けると仮定する。Managi and Kumar (2018) は、世界全体の 1 人当たり自然資本の価値は 1992 年から 2014 年にかけて 40% 減少したと推計している。これは年率 2.3% の減少率と換算できる³⁸。しかし、世界人口のこの期間の年増加率は約 1.1% であった。つまり、自然資本ストックの価値 S は、年率 $(2.3 - 1.1) \% = 1.2\%$ で減少した。 G の関数形の推定はないため、ここでは G は S に比例すると単純に仮定しよう。つまり G も年率 1.2% で減少したとみなせる。既に見たように、GFN は I/G が 1970 年の 1 から 2019 年の 1.7 に増加したと推定したが、これは年率で言えば 1.1% で増加したことになる。 N_y 、 G 、および $[N_y/\alpha]/G$ の年変化率の推計値から、 α が 1992 年～2014 年に年率 3.5% で増加したことがわかる。

ここで、2030 年に N_y/α と G を均衡させたいとする。つまり、 $[N_y/\alpha]$ の G に対する比率を 10 年間で現在の 1.7 から 1 に下げよう。そのためには、 G に対する N_y/α の比率が年平均 5.4% で下がらなくてはならない。 N_y が年率 3.4% で成長を続け、 G が同 1.2% で減少し続けると仮定する（つまりこれまでの状態が続くと仮定する）。この場合、 α の増加率はどの位必要となるか。答えは年率 10.0% である。 α の増加率が歴史的に 3.5% であることを考えると、これは極めて高い数字であり、SDGs を達成するためには別の政策を考慮しなくてはならないと言える。

次に、現在から 2030 年まで N_y が一定とし、さらに生物圏の悪化率が年率 0.1% となるよう私たちの需要を制限する、極めて厳しい政策を導入すると仮定する。簡単な計算により、これに必要な α の増加率は年率 $(5.4 + 0.1) \% = 5.5\%$ とわかる。これでさえ、この数十年間に年率 3.5% で増加を続けたものをほぼ 60% 引き上げなくてはならない。非常に荒い計算ではあるが、効率性の向上だけでは今後 10 年間で I と G のギャップを縮めることはほとんど不可能だということは示していよう。

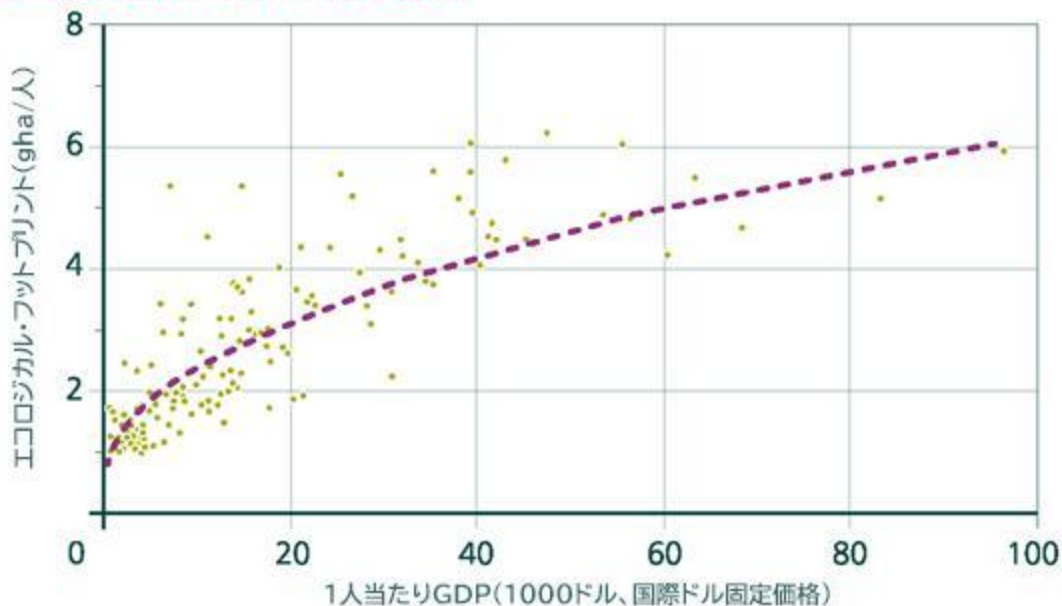
インパクト不均等は、永続的な経済成長が長期的に見て可能と想像することが間違いであることも指摘している。ここで重要なのは、熱を仕事に換える熱機関の効率を 100% にすることは理論的に不可能だという点である。これを生物圏に当てはめて考えると、今後発生する廃棄物を転換して、廃棄物同化サービスに対する需要がこれ以上なくなる状態にすることは、理論的にさえ不可能ということである。もし可能ならば私たちは自然から離れられるということになってしまう。この不可能性があるがために α には上限があり、私たちがどれだけ賢くなろうが、世界生産量 (N_y) にも上限が必要なのである。

³⁸ 興味のある読者は、レビュー本編で、対応する Box 中の計算ステップを追っていただきたい。

7 富裕層と貧困層、消費、人口

エコロジカル・フットプリントは所得でどれほど変化するのでしょうか³⁹。図 13 は、高所得の国ほどフットプリントが大きいこと、フットプリントは所得と比例するほどは増加しないということを示しています。私たちが生物圏に与えるインパクトは暮らしが豊かになるほど大きくなりますが、豊かになれば、生物圏の財・サービスを最終財・サービスの市場価値に転換する効率性も向上するようです。ここに深刻なジレンマがあります。他の条件を一定にした場合、SDGs に定められた平等主義的な目標が、エコロジカル・フットプリントを削減するというグローバルな要請と相反する可能性があるのです⁴⁰。

図13 エコロジカル・フットプリントと所得



出典：2018年の1人当たりGDPに関するデータ（1000ドル、2017年基準、国際ドル固定価格）はWorld Bank、1人当たりエコロジカル・フットプリントの推計値はGlobal Footprint Network（単位：gha、グローバル・ヘクタール）および本レビューにおける算出

世界銀行加盟国は4つの所得グループに分類されます。①高所得国（1人当たりGDPの平均が52,000PPPドル）、②高所得国（平均17,500PPPドル）、③低所得国（平均6,800PPPドル）、④低所得国（平均2,500PPPドル）。表1は所得、人口、合計特殊出生率（TFR）がこの所得グループ間でどのように分布されているかを示したものです⁴¹。

³⁹ 本章は、A. Dasgupta and Dasgupta (2017)に基づいている。

⁴⁰ これは図13からも確認できる。仮に、すべての国が世界の平均的な所得である約16,000の国際ドルを得たとする。世界のエコロジカルフットプリントは、現在の所得分布におけるすべての国のフットプリントの合計よりも大きくなります。

⁴¹ 地域の合計特殊出生率（TFR）とは、女性の生殖年齢（15～49歳とする）における1人当たりの平均出生数のことである。目安として、ある地域の人口が長期的に一定となる出生率は2.1とされており、これが「人口置き換え水準出生率」である。

表 1 所得と人口の割合

国(所得、PPP ドル)	GDP(2019 年、兆)	世界 GDP に占める割合(%)	世界人口に占める割合(%)	合計特殊出生率 (TFR)
高所得国	64	47	16	1.6
上位中所得国	50	47	37	1.9
下位中所得国	20	15	38	2.8
低所得国	2	1	9	4.6

出典：World Bank（2020a）。数字は丸めてあります。

数字は意義深いものです。世界人口の 15%強が世界 GDP の 50%近くを生産する一方、10%弱が 1%を生産しています。世界の低所得国の大半はサブサハラ・アフリカにあります。同地域は世界人口の 14%程度を占めていますが、その経済は世界の 3%をわずかに上回る程度です⁴²。Global Footprint Network の推計値は、サブサハラ・アフリカのエコロジカル・フットプリントは世界フットプリントのわずか 6%にすぎないことを示しています。ですから、私たちが今日直面する地球規模の環境問題の責任がサブサハラ・アフリカにあるはずはなく、その責任は真っ先に今日の高所得国にあり、そして低中所得国や高中所得国の責任も次第に高まっています。

8 インパクト不均等への取り組みー 1. 世界消費

世界の供給サービス、特に食料、木材、繊維、バイオ燃料、水の需要がこの数十年間で著しく増加しています。これは、私たちの経済が究極的に依存している、生態系の調整・保全サービスの供給能力に影響を与えてきました。例えば、農地は 1980 年から 2000 年の間に熱帯地方で 1 億ヘクタール以上増加しました。そのうち半分は、気候調整や土壌侵食防止を担う熱帯林を直接転換したものです。海洋での漁獲量は 1950 年から 4 倍以上になりました。農作物、繊維、バイオ燃料、木材、水、水産資源、養殖魚など供給サービスの現在使用量や将来予測データからは、これらについても同じく需要が急増していることがわかります。自然が持続的に供給できる水準を超えず、かつ人間の需要を満たし続けるには、消費や生産のあり方を根本的に再構築する必要がありますでしょう。

陸域の生物多様性減少の最大原因は食料生産です。しかし、人間には「同伴者」もいます。土地は犬や猫などペット用飼料の生産にも使われます。世界の農作地の 0.8~1.2%がペットフードの生産に使用されており、これは英国の国土のおよそ 2 倍にもなることが、ペットフード需要に関する最近の調査結果で明らかになっています（Alexander et al. 2020）。しかし、それでも私たちの肉食志向に及ぶものではありません。家畜生産は 2016 年、世界で 32 億 8,000 万ヘクタール（67%）の農地を占めています。この数字には家畜飼料の穀物生産が占める約 35%の土地は含まれていません（Foley et al. 2011）。これを含めると、家畜生産に使われる農地の割合は 77%に達します⁴³。農地がかつては林地や森林、草地や灌木地、湿地や沼地であったことや、食料生産・消費に伴う廃棄物の排出を考えると、供給サービス、とりわけ食料供給への私たちのニーズと、調整・保全サービスへのニーズとの間に存在する緊張状態がいかに大きいかが見えてきます。

⁴² これらの数字と表 1 の対応する数字との間に若干のずれがあるのは、サハラ以南のアフリカには低中所得国と高中所得国が握り存在するからである（例：南アフリカ、ケニア、ナミビア、ボツワナ）。

⁴³ Klein Goldewijk et al.（2017）と Poore and Nemecek（2018）を参照。

世界人口は増加し、持続可能な方法で十分な食料生産を行わなくてはならないという問題は益々深刻化するでしょう。廃棄物量も問題です（Box 7）。先に触れたように、生産された食料のおよそ 3 分の 1 は失われるか（ロス）か廃棄されています（FAO, 2014, 2019）。世界人口の 10%以上が毎晩空腹のまま眠りにつくのに、富裕者のところでは食品が本来よりも安い値段で売られているのは皮肉では済まされない問題です。

Box 7

食料のロスと廃棄

雇用率の低下を防ぐためには消費を促進させる意味で、短期的マクロ経済学は浪費を煽っている。雇用は福祉を向上させることはわかっているので、生物圏を劣化させるような消費と雇用のリンクを断ち切る必要がある（本レビュー第 11 章）。食料のロスや廃棄のフットプリントのうち、3つの主要項目は定量化できる。つまり、温室効果ガス（GHG）排出、土地への負荷、および水への負荷である。いずれも生物多様性に影響を与える。消費されない食料の生産は環境への影響が著しく高い。食料のムダや廃棄される食料の生産による GHG 排出量は全排出量の 8%にのぼる。米国、中国に次いで世界第 3 位の二酸化炭素排出者である（Hanson and Mitchell, 2017）。

サプライチェーンにおける食料のロスや廃棄の規模は各国の状況で変わってくる。出荷、貯蔵、輸送が難しい地域では、これらの段階でのロスが大きい。世界的に見て、食料のおよそ 3 分の 1 がロスか廃棄されている（FAO, 2019）。インドとカナダの国土を合わせた広さの土地が、消費されない食料生産に使用されている。水産食品では、漁獲後のロスがとりわけ小規模漁業で深刻だ。冷蔵設備に必要な電力へのアクセスが難しい地域を中心に、輸送と保管の段階で大量の魚が失われる。漁獲後のロスは、2005 年において世界の漁業・養殖生産高の 10%と推定されていた（Béné et al. 2007）。

食料ロスと廃棄を減らして環境目標を達成するには、サプライチェーンのどの段階で食料廃棄が発生するかだけでなく、廃棄される食料のフットプリントや各段階での廃棄削減の介入コストも把握する必要がある。例えば土地フットプリント削減の場合、食料ロス・廃棄の土地フットプリントの 60%は家畜生産によるものだから、動物性食料廃棄物の削減を目指した政策が必要になる。食料廃棄の大幅削減に成功した国もある。英国は 2015 年から 2018 年にかけて、食料廃棄の 7%削減（48 万トン）に成功している。これは主に、食品小売業者とのパートナーシップや家庭内での削減に取り組んだ結果である（WRAP, 2020）。しかし、世界的に見ると食料廃棄は依然として膨大だ。

9 インパクト不均等への取り組み—2. 世界人口

世界人口は 20 世紀中頃以降に急増しました。医薬品や公衆衛生習慣が普及して死亡率が大幅に低下した一方で、それに見合うだけの出生率の低下が見られなかったからです。表 1 は、富裕国ほど出生率が低いことを示しています。この表は、出生率がサブサハラ・アフリカ諸国が大半を占める低所得国で際立って高いことも示しています⁴⁴。

⁴⁴ 本章の以降の部分は、John Bongaarts、John Cleland、Aisha Dasgupta、Paul Ehrlich、Peter Raven との議論に負うところが大きい。

第1部：現状とその背景

2018年、サブサハラ・アフリカの女性は生涯で平均4.7人の子供を出産しました。世界平均は2.4人です。この世界平均でさえ、およそ2.1人の人口置換出生率を上回っています。

南アジアの出生率は地域で大きく異なります。家族計画プログラムの任意参加を受け入れたバングラデシュでは現在2人をやや上回る程度であり、インドも2.2人まで下げることになりましたが、パキスタンは3.5人です⁴⁵。一方、中国の出生率は1.7人です。

ここで、世界のエコロジカル・フットプリントは人口の絶対数に依存することを思い出してください。人口を一定に保てたとしても、他の条件を一定にした場合、人口規模が大きければフットプリントも大きくなり、生物圏を劣化させる可能性があります。ですから、人口置換出生率は「出生力転換」（高出生率から置換率への転換）の概念としては、人口学においてほど、生物多様性の経済学においては重要ではないのです。生物多様性の経済学においては、人口置換出生率に向かうかどうかより、それを下回る転換に注目する必要があります。表1に示す通り、グループ全体としてみると高所得国や高所得国にこの特徴がみられます。

生物多様性の経済学では、人口統計学者による人口予測に着目する必要があります。国連による2100年の世界人口予測中央値は109億人。95%の信頼区間で94~127億人です（UNPD, 2019）。現在の77億人からの増分の4分の3以上がサブサハラ・アフリカでの増加で、同地域の2100年の人口は現在の11億人から38億人、95%の信頼区間で30~48億人増加すると予測されています（図14）。しかし、同地域の所得を増加させるには、現在の世界平均所得（約1万7,000国際ドル）までの増加だったとしても、30億近い人口増を考えると、地域生産を現在価格で今日の4.3兆国際ドルから約68兆国際ドルに増やさなくてはなりません。この生産増は、仮に可能だとしても、この地域の生態系に悪影響を及ぼし、社会的衝突や地域内外に及ぶ人口移動の動きを活発化させる可能性が高いと思われます（Juma, 2019）。

国連人口部（UNPD）とは別の人口予測もあります。Vollset et al. (2020) は UNPD (2019) の仮定とはかなり異なる2つの仮定を設け、2100年の世界人口予測を行っています。仮定とは、①出生力転換が既に進んだ国の出生率がさらに急激に低下する、②低所得国の出生率がより早く低下する、の2つです。この研究によると、2100年の世界人口予測の中央値は88億人、95%の信頼区間で68~118億人です。サブサハラ・アフリカの人口は現在の11億人から約20億人の増加、UNPD (2019) の予測中央値から7億人ほど少ない値です。2100年の世界人口中央値が88億人という予測は、UNPDの95%信頼区間の下限値94億人よりも少なかったため、メディアの注目を集めました。

実は、2つの世界人口予測の違いが顕著になるのは2070年以降のことで、それまでは両者の差は5%未満です⁴⁶。この点は、2100年時点の差よりもずっと重要です。自然は、自然に対する人間の需要に反応するものであり、需要の変化率や、変化率のそのまた変化率を計算しているわけではありません。生態系が生産性を失う状態にティッピングして（陥って）しまえば、通常は元に戻すことはできません（例外的状況では可能ですが、莫大なコストが発生します）。2070年までにプラネタリー・バウンダリーの項目をあといくつかを超えてしまう（付録1）と、2100年の世界人口予測の差はほとんど関係なくなるでしょう。

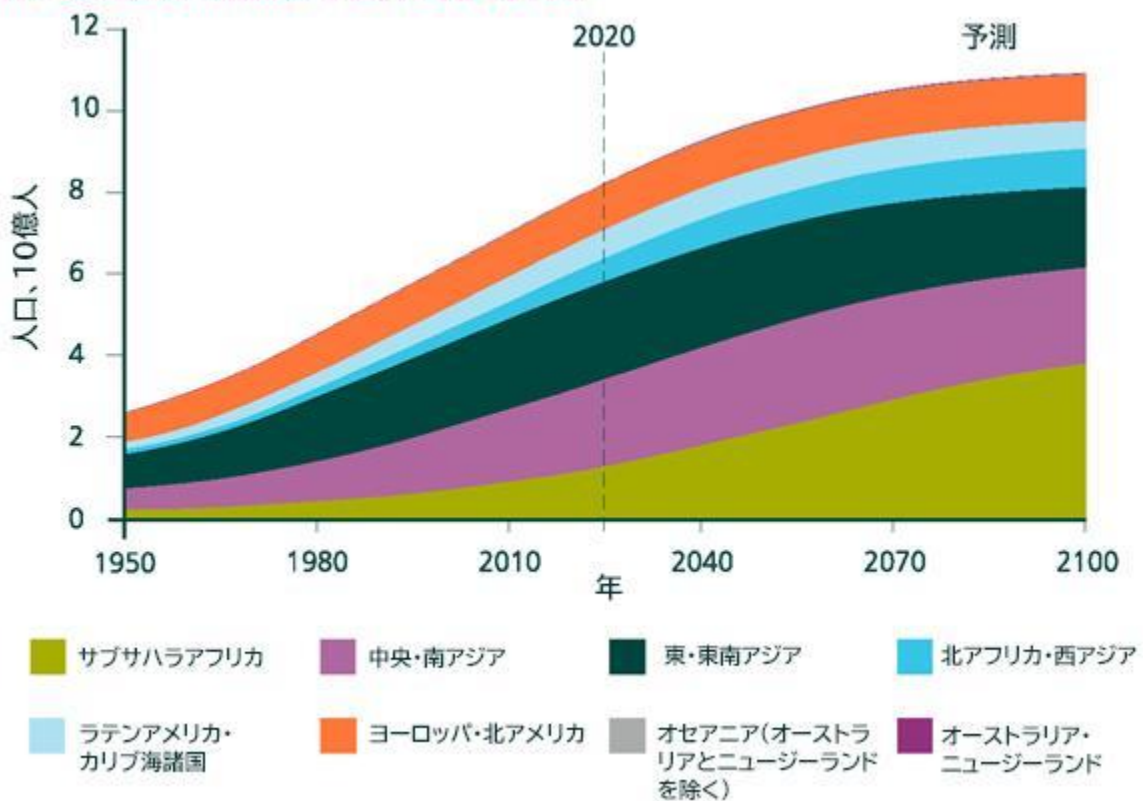
⁴⁵ 1970年（パキスタンが2つの国に分割される前）の合計特殊出生率は、バングラデシュで6.9、パキスタンで6.6と、バングラデシュ、パキスタンともに高かった。2000年に、バングラデシュでは3.2に低下したが、パキスタンでは5.0であった（A. Dasgupta, 2020）。バングラデシュにおける出生率の低下に家族計画が果たした役割については、レビュー本編（第9章）を参照のこと。

⁴⁶ この点を明確にしてくれた国連人口部のPatrick Gerland氏に感謝する。

SDGs は人口にあまり触れていません。しかし（自然に対する私たちの需要において人口の役割が大きいことを考えると）、目標年を 2030 年から 10 年以上先延ばししたとしても、人口問題に取り組まずして SDGs が持続可能とは考えにくいです。

産業革命前に比べて世界的平均気温の上昇を 2°C に抑える目標は、人口増を大幅に抑制しない限り不可能だという指摘もあります（O'Neill et al. 2010）。にもかかわらず、直近 2015 年の気候変動に関するパリ協定でさえ、人口のことにも、世界の貧困層の女性の多くに家族計画に関する制度が行き渡っていないことにも言及していません。現在、EU からアフリカに向かう国際援助で家族計画に関するものは 1% 未満です。Box 8 は家族計画へのニーズがいかに満たされていないかを明確に示しています。

図14 地域別人口の推計と予測、1950～2100



出典：UNPD (2019)

Box 8

家族計画とリプロダクティブ・ヘルス（性と生殖に関する健康）

女性の教育は、出産の選択も含め、女性のエンパワーメントへの最も確実な道であると長年、開発の専門家は考えてきた。女性のエンパワーメントにおける女性教育の重要性はすべての政府が認識しているが、今日でさえ低所得国の15~24歳の女性の非識字率は約30%にのぼる（World Bank, 2020a）。しかし、家族計画やリプロダクティブ・ヘルスのプログラムは、低所得国の政府にも手が届く政策である。こうした計画は政府が女性のエンパワーメントに取り組む有効な方法なのだが（今風に言うなら「容易に達成できる目標」）、開発アジェンダにおける優先順位は低いままである。これは逆説的である。

東アジアやラテンアメリカの国々は1960年代から80年代、避妊具やサービスへの助成金に対するアクセスを提供することで家族計画やリプロダクティブ・ヘルス計画を推進し、出生率減少を加速させることに成功した。Cleland et al. (2006)の推定によれば、こうした計画を高出生率諸国で推進することで妊産婦死亡の30%以上、子供の死亡の10%近くを回避することができた可能性がある。このような計画の内容と範囲を積極的に拡大すべきことの根拠として、避妊を望んでいるにもかかわらず現代的な避妊方法を使っていないと回答している女性が途上国、主に低所得国に2億1,500万人以上いることにもよる。こうした女性のうち、1億5,000万人以上が避妊手段を持たず、およそ6,500万人が伝統的な避妊法に頼るのみだ（UNPD 2020）。Guttmacher Institute (2020)は低所得国および中所得国には毎年約1億1,000万件の望まない妊娠があると推定する。同研究所はまた、途上国で満たされていない現代的避妊ニーズがすべて満たされた場合、望まない妊娠の70%近く、数にして年間約3,500万件が減少するだろうとしている。満たされていない避妊ニーズが満たされると、妊産婦死亡も70,000件減少する。望まない妊娠の多くは中絶に至るが、その多くが安全でない条件下で行われている。

避妊具の使用は、望まない妊娠を減らすだけでなく、妊娠間隔を上げ、教育機会を増やすことで、女性自身や子供の健康を高めることにもなる。Guttmacher Institute (2020)の推計では、低所得国および中所得国で毎年250万人以上の新生児が生後1カ月以内に死亡している。コミュニティに根差した現代的な家族計画やリプロダクティブ・ヘルスのプログラムは、女性が自分自身の命を管理し、健康な乳幼児を出産する可能性を高める手段となる。現代的な家族計画やリプロダクティブ・ヘルス計画の効果が高いというならば、一方でそのコストは低い。ある推計（Guttmacher Institute, 2020）では、発展途上国における現代的避妊に対する女性のニーズを満たすサービスの拡充に要するコストは1人当たり1年に2米ドル以下だという。出生率転換への道として、コミュニティに根差した現代的な家族計画やリプロダクティブ・ヘルスのプログラムへの投資は、今や不可欠とみなされるべきである⁴⁷。

10 環境外部性

私たちはなぜ、どうやってここまで過度に生物圏に対する需要を上げるようになったのでしょうか。環境経済学者が近年研究を重ねてきた説明の一つは、私たちの近視眼的な考え方と、自分のためになる行動を選択する能力の欠如です。行動心理学の研究では、世界を理解する上で、そして消費する財や取ろうとするリスクなど、個人が選択を行う上で系統的バイアスが存在することが確認されています（Box 11）。

こうした研究結果は参考にはなりますが、私たちのオーバーシュート（超過利用状態）がこの数十年間でこれほどまでに加速して、生物圏の一部は生産力を失う状態に転換（ティッピング）し

⁴⁷ 家族計画サービスが貧困世帯にもたらす利益を報告した多くの出版物のうち、特にCleland et al. (2006)、Bongaarts (2011, 2016)、Miller and Babiarz (2016)、Guttmacher Institute (2020)を参照。

てしまい、別の一部はおそらく生産力を失った状態になる転換点からそう遠くないほどのところにあるほどになってしまった理由を説明するには十分ではありません（付録1）。整理して考えるため、人間は賢く、論理的に考える能力があるとします。そこで問題は、なぜ個人レベルで良く考えた上での選択であるにもかかわらず、深刻な集団的失敗に至ってしまう可能性があるのか、ということです。答えを見つけるため、不調和を生む生物圏の特徴を見てみます。

先に記したとおり、移動性、不可視性、無音は、調整・維持サービスに広く見られる特徴です。これらの特徴により、誰かが調整・保全サービスを使用したことについて観察したり検証することや、あるいは誰かがおそらくうっかりとこれらサービスを劣化させる行為を行ったことを観察し検証することが困難なのです。だから、自然プロセスの所有権を定義するのも難しければ、たとえ権利を設定したとしても、執行するのも難しい。ここで所有権とは、私権だけでなく集団的権利（例えばコミュニティの権利や国家の権利）も含まれます。所有権が定義できたとしてもそれを社会が尊重できないと、外部性を引き起こします。「外部性」とは、1人または複数による行動が将来世代を含む他者に及ぼす、考慮されていない影響です。「考慮されていない」という修飾語句は、影響を受ける人を事前に関与させることなく、または未来の人々に対する十分な考慮なく、問題となっている影響が発生するという意味です。私たちがここで注目する「環境外部性」はあらゆるところで見られます。生物圏サービスの多くは支払いを求められることがないからです。

タダで使えるので、需要が過剰になる。すなわち、私たちの集団利益以上に求めるのです。Box 9ではさらに、生態系の財・サービスには、ゼロ価格ではなく、負の価格が付くものも存在することを確認します。簡単に言えば、生物圏を搾取すれば「もうかる」ということです。これには政府補助金にも原因の一端があります。

Box 9 自然補助金

世界のほとんどの政府は、生物圏を守る以上に、人々にお金を払って生物圏を使うようにすることで、負の環境外部性を増幅させている。こうした補助金は悪い補助金と呼ばれてきた。農業、水、化石燃料、漁業、エネルギー、肥料への補助金が代表例である。こうした補助金は生物圏の過剰な搾取や収穫を促進する。自然の搾取につながる政府補助金の規模は膨大だ。最近の推定によると、生物多様性に有害な直接補助金の額は年間5,000億米ドルにのぼり、環境外部性を考慮すれば補助金総額はさらに増え、少なく見積もっても年間4兆から6兆米ドル程度が上記セクターに交付されている（OECD, 2017b; Andres et al. 2019; Coady et al. 2019）。こうした数字をみると、生物圏の保全や回復、持続可能な使用に充てられる税支出の規模が小さくみえる。例えば、生物多様性の保全および持続可能な使用に関する国内財政の世界総額は年間約680億米ドルである（OECD, 2020）。生物多様性に対する財政フローの総額は年間推定で780億から1,430億米ドル（2019年の世界の名目GDPの0.1%程度に相当）である⁴⁸（レビュー本編第8、20章）。

外部性には2つのタイプ、一方的なものや相互的なものを対比させるとよいかもしれません。まずこれらの外部性を紹介した上で、外部性を減らすために社会が作ってきたさまざまな種類の制度を検討します（第11～13章）。

⁴⁸ Deutz et al. (2020) と OECD (2020) を参照。

図15 相互的および一方的な外部性



See Deutz et al. (2020) and OECD (2020).

10.1 一方的外部性

ある行為者（の集団）が他の行為者（の集団）に対し、考慮されていない損害または便益を与えるとき、外部性は一方的であると言います。ある企業が有害化学物質を水路に放出するのが、一方的外部性の一例です。また、一方的便益の一例として、川の上流の土地所有者が管理している森林によって下流域住民が地すべりから守られている場合があります。

一方的外部性の最も分かりやすい例として、将来世代の関わりがあります。説明のため、私たちの消費水準によって、将来世代に何を残せるかが決まることを考えてみましょう。子供に遺す貯蓄はその人自身に決める権利があり、いずれにせよこの問題には、両親が答えるのが立場上、最も良いと考えるのが通例です⁴⁹。考え方としては次のような流れになります：人は自分の子供を大切にし、その子供たちも将来は孫たちを大切にすることがわかっており、孫たちもひ孫たちを大切にするだろうことがわかっている、という具合です。回帰的に推理すれば、思いやりのある親であれば、その子孫すべてを大切にするでしょう。ですから、親がどのくらい子供たちに遺すかを考えるとき、子孫全ての福祉を考えているのです。自由で公正な市場に自主的に参加すれば、親は自らの資源に頼りつつも、このように子孫まで大切に思う気持ちを表現できるでしょう。

こうした考え方の問題の一つ（他にも問題はありますが）は、例え親がその子孫の福祉を内部化することができたとしても、他の親とその子孫たちに与える正や負の外部性は考慮しないだろう

⁴⁹ もちろん、この議論には例外があり、教育への投資もその一つである。

ということです。生物圏の調整・保全サービスの多くが無料であるため、私たち一人ひとりに（無意識にかもしれませんが）、人類全体にとってよいことという観点からみると過剰にサービスを搾取してしまう衝動が生まれます⁵⁰。その結果、私たちが協力して決めるとしたらあり得ないほど、子孫の便益を割り引いてしまうのです。ですから、市場の割引率は高すぎるということになります。これに対して、しばしば**社会的割引率**と言われる、会計価格に対応する利子率は低くなります。経済学者は、自然資本に適切な所有権が存在しないことがこの問題の原因だと指摘しています。

10.2 相互的外部性

相互的外部性では、集団の一人ひとりがその他すべての構成員に、考慮されていない損害や便益を与えます。その集団には、一村落ほどの小さいものから全世界ほどの大きなものまであります。相互的損害の例としては、各家庭からの二酸化炭素排出や私たちの活動がもたらす生物多様性の減少などがあります。相互的便益はその裏返しで、世界の国々が二酸化炭素排出削減や生物多様性損失の阻止に向けた目標を実現したときに発生します。有名なことですが、Gordon（1954）は、皆に属している資産は誰の資産でもないと述べました。さらに有名なことですが、Hardin（1968）は「**コモンズ(共有地)の悲劇**」という表現を使い、自由にアクセスできる資源に何が起こり得るかを説明しています。使用者は料金が課せられたり使用が制限されたりしないため、誰もが過剰に使ってしまいます⁵¹。これは単なる市場の失敗ではなく、明らかに制度の失敗です。二酸化炭素排出削減に関して取り決めた公約の遵守を確実にする方法に関して各国政府が合意できないのは、国際的ガバナンスが失敗しているからです。市場の失敗ではありません。

気候変動や生物多様性減少で見込まれる損失を減らすことは、**公共財**の生産に似ています。公共財は非競争的（ある集団が何らかの公共財を使用しても、その他の人々が入手可能な量に影響を与えない）、かつ非排他的（その財へのアクセスから誰も排除されない）です。個人が自力で公共財を供給するようなインセンティブを与える役割を市場に期待することは、ほぼできません。公共財の供給から得られる便益はすべての人で共有されますが、その生産コストはすべて供給者が負担することになるからです。まさに「**フリーライディング（ただ乗り）**」という用語があらわす現象そのものです。だからこそ経済学者は、政府が汚染税、自然資源採取料、さらには禁止令といった政策（保護区の設定、決まった数量の排出取引許可証の発行など）を導入して、有害な外部性を削減するよう主張するのです。

世界的に見ると、公共財は例えば気候システムに組み込まれた調整・維持サービスのようなものです。こうした公共財を供給する生態系にはさまざまあり、その供給能力の向上にはそれぞれに適した方法が必要です。世界の熱帯雨林は、一連の世界的公共財ですが、各国の管轄地域にあると考えてみます。すると、熱帯雨林は一方的外部性を生じさせます。世界の熱帯雨林の保全を考えるのであれば、国際社会は熱帯雨林のある国々に支払う覚悟をすべきでしょう。反対に、200海里排他的経済水域の外部にある、世界中の海洋は世界的公共財ですが、アクセスが自由な資源なので、相互的外部性を生じさせます。ですから、海洋保全は国際的にコントロールすべきなのです（海洋漁業や海洋輸送への国際税、保護区の拡大など）。これら2つのケースの公共財源はそれぞれ異なりますが、相互に関連づけることはできます。国際漁業や海洋輸送からの歳入は例えば、熱帯雨林保全に対する国際的支払いに部分的でも充当することができるかもしれません。第2部で

⁵⁰ 人類学者は、子供たちが食事をする速さは、一人一人の皿から食べるときよりも、共通の皿から食べるときのほうが速いことを観察している。

⁵¹ 自由な資源をすぐに枯渇させないのは、採取には私的コストがかかるためである。これについては、Dasgupta, Mitra, and Sorger (2019)を参照。

は、生物圏ひいては私たちの繁栄と福祉を守る取組み、グローバル・マーシャルプランの考え方を探ります。

Box 10 外部性と権利

伝統的に所有権の設定および保護は外部性経済学の中心であるにもかかわらず、権利の考え方は経済学ではぎこちなく感じられる⁵²。人類の福祉を追求する手段として人や組織に付与される権利ではなく、基本的権利についての話である。しかし基本的権利でさえ、正当化が必要である。生物多様性経済学のその他の分野と同様、行動の是非を判断したいならば、トレードオフとなるものを比較する必要がある。権利の考え方は、このような複雑性をすっ飛ばしてしまう。

権利が衝突すると思われる、最も驚くべきかつデリケートな分野はリプロダクションである。1994年の国際人口開発会議において、家族計画およびリプロダクティブ・ヘルスの分野における権利という文言が再確認された。同会議は以下のような結論に至っている。

「リプロダクティブ・ライツは、（中略）すべてのカップルと個人が自分たちの子どもの数、出産間隔、ならびに出産するタイミングを責任を持って自由に決定でき、そのための情報と手段を得られるという基本的権利、ならびに最高水準の性に関する健康およびリプロダクティブ・ヘルスを得る権利に基づいている。」（UNFPA, 1995、第7章第3項）⁵³

「責任を持って」という修飾語句は、リプロダクティブに関する意思決定により生じるかもしれない負の環境外部性についてカップルに考慮するよう求めると解釈できるかもしれないが、これは拡大解釈というべきものであろう。

確かに、この国連宣言を支持する論文では、上述の一節やその意図をより狭義に解釈している。例えば、「子供を持つかどうか、またいつ、いかに、何人の子供を出産するかを自由に決定する」という個人の基本的権利は「家族計画 2020」のビジョンと目標の中心に据えられている（FP2020）。また、国連の持続可能な開発目標（SDGs）のリプロダクティブ・ヘルス指標においても中樞を担っている。SDGsのビジョンにおいては、家族計画およびリプロダクティブ・ヘルスに関する情報やその他のサービスは、家族の規模を決めるのと同じく権利である。しかし、これら二つの権利が同等の効力を持つかは明らかでない。

権利は問答無用であり、だからこそ問題を含む。この問題を克服する方法の一つは、さまざまな権利をヒエラルキー状に並べることだ。これこそが、Rawls（1971）が正義の原則の枠組みを作ったときに達した有名な結論である⁵⁴。しかし、個人の行動に伴う負の外部性に注目するのであれば、誰の権利が優先されるかは全く明らかでない。だからこそ、権利という考え方は生物多様性経済学の文脈ではぎこちない位置づけなのである。インパクト不均等が存在、それも強く存在する世界において、私たちが生物圏に与えるインパクトを抑制すべきと主張するとき、将来世代の権利を主張するのが合理的なように思える。例えば、Sen（1982: 346）は持続的な汚染物質を抑圧の道具に例え、「長く続く汚染は、将来世代に対する一種の数値化できる抑圧である」と述べている。しかし、追加的出産が残留性汚染物質の排出をさらに増やすと考えられるのであれば、カップルの生殖の権利が、なぜ将来の人々が抑圧されない権利よりも優先されるのか？こ

⁵² この Box の内容は、A. Dasgupta and Dasgupta (2017)から引用している。

⁵³ 道徳哲学者は、家族計画プログラムの評価には、プログラムのおかげで生きられなくなる人生の質を含めるべきだと主張するだろう。私たちは、思慮深い親が子孫の潜在的な福祉や、再帰的には自分の家系の福祉を考慮して、自分たちが希望する子供の数に達すると仮定することで、こうした難しい問題を回避している。この問題と人口倫理の関連事項については、Dasgupta (2019)を参照。

⁵⁴ これに対して、国連の人権宣言の30か条にヒエラルキーはない。Blackburn (2001)は、国連宣言を用いて、権利に基づく倫理に内在する弱点を示している。

これは、リプロダクティブ・ライツの考え方が見落としている倫理的ジレンマである⁵⁵。

11 社会に埋め込まれた好み

前章では物質世界で外部性が働いていることを示しました。実は、外部性はそれよりも大きな空間に埋め込まれているものです。社会的世界は物質環境と同じぐらい強力に外部性をもたらすのです。外部性が社会的世界に現れるよくある形は、私たちの関係性が好みや欲求にどう影響を与えるかというものです。これが、持続可能な開発への転換は、懸念されているほど人的コストをかけずに達成可能だとする予測の根拠になっています。

政府省庁が使う経済モデルでは、人間は利己主義的に行動するものとされています。行動のいくつかの側面では確かにそのとおりですが、別の側面では私たちは社会に埋め込まれており、他者を見て行動します。動機もさまざまです。生活のある部分では競争的であり、また、別のある部分では同調的です。人間の生来の社会性が認識されないと、生物多様性経済学は依然として深刻なほど不完全であり、人間の社会的内包性が無視されている場合は、情報が不十分なまま政策が実施されてしまいます⁵⁶。消費活動を中心に人間関係が構築、維持されることは、歴史学者や人類学者が伝統的社会の研究において繰り返し唱えてきたことです。特別な出来事を記念する行事（誕生、成人、死、収穫、春の復活祭）は研究者が幾度も取り組んできたテーマです。ホメロスやビヤースの叙事詩にもそれが溢れています。『オデュッセイア』では、肉を焼き、切り分け、会食し、ワインを飲むくだりが出てこない章はないほどです。『マハーバーラタ』では、神への捧げものの印や、王国の首都建設のお祝いに、王が一族や客人を贅の限りを尽くしてもてなす様子が、ことあるごとに描写されています。

消費を研究対象にする歴史学者であれば、集団で食事する人々の行為は、あらゆる地域社会にとっても際立った特徴の一つであり、太古の昔から饗宴が社会を結びつけてきたということを理解しているでしょう。現代の歴史学者が理解しようとしてきたのは、世帯単位を越えた会食が一般の人々に普及した社会変化についてです。叙事詩で描かれる饗宴は貴族だけが興じたもので、普通の人々がどのように特別な行事を祝ったかについては何も伝えていません。一方、現代の歴史学者は、中世後期や近世初期以降、西洋社会の一般的な発展の過程で、小旅館やカフェやレストランが増加したことを理解するのに苦心しています。

今のところ、社会に埋め込まれた好みについては、主に歴史学者、社会学者そして社会・行動心理学者によって解明されています。社会歴史学者からは、好みの形成と消費習慣が時間とともにどう形成されてきたかについてのストーリーが研究成果として得られています（Trentmann, 2012, 2016）。また、大規模調査で回答された幸福や生活満足度からは、他者と比べた場合の自分の立ち位置が重要であることが確認されています（本レビュー第11章）。

競争的選好の古典的研究に Veblen (1925) がありますが、アメリカで豪商が台頭した 19 世紀の金ぴか時代を理解するために「顕示的消費」を提唱しました。「消費者主義」という用語が侮蔑的な意味合いを持つように、消費パターンの競争的選好が社会的に過剰な消費を生むことは、広く知られています。消費体験を求めて参加してしまう激しい競争（「ラットレース」）の力に人々は気付いています。お隣の「ジョーンズ家」に負けじと消費するのもよくある言い回しです。一方で、競争は、エネルギー効率のより良い家電や電気自動車の需要など、生物圏劣化を軽減す

⁵⁵ 明らかに例外的な状況では、政府は権利のヒエラルキーを作ることでジレンマを解決する。現在の COVID-19 パンデミックでは、多くの政府が、マスクをしたり友人と安全な距離を保ったりすることで、他人から感染しない権利は、個人の好きなようにする権利に勝ると主張しています。

⁵⁶ 他人が私たちに影響を与え、私たちが他人に影響を与える方法についての現代的な古典として、Cialdini (1984) がある。

る消費を促すこともあります。

同調的な好みは競争性とは別のものです。他者より上でも下でもなく、同じでありたいという欲求を反映しています。同調性も過剰消費を促すことがあります。それは他者が浪費家であるからそうなるのです。ですから、浪費の背景に競争性と同調性のどちらがあるかを実証するのは難しいかもしれません。それでも、同調性は競争性とは別物です。なぜなら、私たちに同調性があるとすると、他者が節約家であれば自分の消費習慣も節約的になるからです。同調性の下では、浪費も節約もそれ自身がその傾向を強める特徴を持ちます。よって、同調的な社会で生まれる行動パターンには、不確実性があると言えます。この不確実性により、欧米の富裕国の消費パターンは浪費的であるとか、さらに悪くは、欧米の富裕国が生物多様性を損ない、その結果、富と福祉も害しているという一般的な考え方、私たちの慣習が社会的に有害な方向に進化してきたとする考えが、あたかも事実のように受け止められるのです。しかし、不確実性は希望も与えてくれます。生物圏を損なう消費の削減は、人が消費のあらゆる面で利己主義的であるような世界に比べて、心理的な負荷をはるかにかけずに済むかもしれないからです。

生殖に関する慣習も個人の希望や欲求に影響を受けるだけでなく、社会的習慣にも影響を受けます。生殖行動が同調的となるのは、ある世帯が望む家族の大きさが、コミュニティや、その世帯と接点があるより広い世界の平均的家族規模と一致するときです。他の世帯すべてが大家族を目指しているのに、自分たちだけその習慣から逸脱したい世帯はないでしょう。他の世帯すべてが子作りを控えているとしたら、どの世帯も同じように控えることを望むでしょう。したがって社会は、高出生率と低生活水準を特徴とする、自動的に持続する行動様式に埋め込まれる可能性があります。一方で、低出生率とより高い生活水準を特徴とする、誰もが望むような、自動的に持続する行動様式も潜在的にありうるのです (Dasgupta and Dasgupta, 2017)。

図16 社会に埋め込まれた好み



ケニア農村部における避妊具の使用に関する研究では、社会的ネットワークが強く、市場経済が未発達なコミュニティにおいては、女性が自分のネットワークで避妊具使用率が低いと、自らも使わない傾向が高く、逆に使用率が高いと自らも使う傾向が高いことが明らかにされています (Kohler, Behrman, and Watkins, 2001)。バングラデシュにおける避妊理解に関する最近の分析

でもこの考え方は支持されています（Munshi and Myaux, 2006）。この研究は、コミュニティは同じだが宗教グループは異なる女性を対象に実施されました。この研究は、教育、年齢、資産など個人差の影響を排除しても、避妊具の使用に関する女性の選択が、自らの宗教グループの他の女性でよく選択されているものに強く依存し、他の宗教グループに属する女性によくみられる選択には左右されなかったことを明らかにしました。コミュニティ内で避妊および生殖に関する議論を促進する家族計画プログラムによって、女性が自らの選択を決定し、協調できるようになり、エンパワーされます。

Box 11 行動バイアス

行動心理学者らは長年、私たちの選択が陥りやすい系統的バイアスの数々を明らかにしてきた。このバイアスそのものは社会に埋め込まれた好みを反映しておらず、単に情報を吸収し、それに反応する際のバイアスをいう。例えば、選択肢の組み立て方（フレーミング）は、私たちが選択するものに影響を与えるため、初期設定（デフォルト・オプション）は行動変容に強い影響を持ち得る。これは「ナッジ（そっとひと押しする）」と呼ばれる（Thaler and Sunstein, 2008）。

グリーンエネルギー供給会社を利用したいと人々は言うが、実際そうする人はほとんどいないことが研究でわかっている（Reisch and Sunstein, 2016）。約4万世帯を対象にした調査によると、グリーンエネルギー供給をデフォルト・オプションに設定してあると、対象世帯の69%がグリーンエネルギーを選択したのに対し、それがデフォルト・オプションでない場合は、7%に過ぎなかった（Ebeling and Lotz, 2015）。別の例として、今日では、ホテルで、バスルームタオルの交換を毎日行わなくてよいとするデフォルト・オプションを宿泊客に提供することがあたり前になっている。

特定の選択を行ってもらうよう相手をナッジ（そっとひと押し）するには、人々が意思決定をする環境を変えることでも実現できる。ナッジには、対象物や介入手段の大きさ、入手可能性、位置など、物理的環境に存在する「きっかけ」も含まれる。例えば、健康的なベジタリアン食がカフェのメニューに多く含まれていると、カロリー消費量も肉の消費量も減少することが研究で明らかになっている（Pechey et al. 2019）⁵⁷。

12 技術と制度

技術と制度はともに、生物圏が供給する財・サービスを最終財に転換するときの効率性に影響を与えます。また、生物圏が財・サービスを持続可能な方法で供給する能力にも影響を与えます（バイオエンジニアリングなど）。

⁵⁷ 今日、非合理的な行動に見えるものは、遠い祖先が直面した問題に対する合理的な反応にルーツがあるのかもしれない。人間が貯蓄行動に用いることが知られている、時間変化する割引率を理解するこうした考え方については、Dasgupta and Maskin (2005)を参照。

12.1 相乗効果と不調和

制度と技術が相互に影響を与えることは、一般的な知見です。制度は、人があることを行うインセンティブを明らかにし、インセンティブは生産、普及、知識の活用を形作ります。人命を救うような技術に積極投資し、その技術を実用化する国は、社会をより良く変えることができます。同様に、技術的可能性が制度を形作ります。自然資本の地理的広がりを地図化し、自然資本の利用状況をモニタリングする方法が進歩することは、所有権の執行を後押しする可能性があります。制度と技術が相互に良い影響を与えた例は、歴史的にもたくさんあります。

また、制度と技術は、少なくとも部分的には相互の欠点を補うよう整備できることも広く知られています。生物圏劣化は制度的失敗によるとされることが多いものの、人々はしばしば科学と技術の進歩で何とかなると期待を寄せます。気候変動の経済学は、化石燃料の代替として安価な再生可能エネルギー源の開発に注力し、支援してきました。難分解性汚染物質を分解性廃棄物に置き換えたり、エネルギー産業の脱炭素化を促進するような自然保全型技術は、生物圏の財・サービスを最終財に転換するときの効率性を向上させ得る方法の一つです。所有権の特徴や執行を改善するような制度の変化は、効率性を向上させるもう一つの方法です。生態系の保全を目的とした保護区域の設置、汚染税の導入や汚染の完全禁止、自然資源採取や農業生産への補助金の撤廃などは、公共政策で実施できる制度変化の一つです。食品廃棄削減につながる行動規範の変化もこれらに加えることができます（第19章）。

しかし、問題があります。企業が技術開発を行うインセンティブは、今ある所有権制度によって形作られます。企業は当然ながら、高価な生産要素（安価な生産要素ではない）の必要性を減らすような技術革新を行おうとします。そう考えると、現代技術が生物圏の財・サービスを貪欲に使っていることも驚くことではありません。それらの多くは、無料、もしくは価格がマイナスのことさえあるからです。戦後に、ソナー技術の開発と漁獲技術の進歩が著しく見られたのは、各国の管轄外の海洋漁業が無料だからです。（チェーンソーのように）現代技術を使い放題に熱帯雨林が伐採できたのは、政府がそのような行為を安価で許可してきたからです。いずれの環境破壊も制度の失敗がなければ防げたかもしれません。技術それ自体に良し悪しはありません。

技術の使われ方こそが、生物圏の財・サービスを最終財に転換する効率性に影響を与えるのです。

Box 12

遺伝子組み換え作物

生態系が作物を供給する能力を変えることで、限界耕作地の利用、作物の病原体への耐性、既存農地の収穫量増大および栄養価の上昇が可能になる。食料ニーズが増大する世界における遺伝子組み換え作物の重要性については、英国ナフィールド生命倫理審議会(Nuffield Council on Bioethics)のような高名な研究機関も肯定し続けているが(NCB, 2003)、依然として論争的となっている⁵⁸。

古典的な遺伝子組み換えや、より新しく高速かつ正確な CRISPR/Cas9 によるゲノム編集技術が作物に望ましい特徴をもたらしているとする事例はいくつもある。遺伝子工学による変換作物の重要な一例はコメに関するものである。コメの一次代謝を改変することで収穫量が飛躍的に増大する(C₄米)。コメは世界のカロリー摂取の約20%を占めるため、生産効率向上は広い範囲で

⁵⁸ Zilberman, Holland, and Trilnick (2018)は、優れた要約である。

影響が及ぶ (Elert, 2014)。植物は C_3 または C_4 モジュールを使った光合成を行うことができるが、 C_4 経路のほうがはるかに効率的だ。現在、 C_3 光合成を使う種の収穫量は、 C_4 を使って再構成できれば飛躍的に高まるだろう。イネは現在 C_3 植物であるが、世界的研究コンソーシアムが2009年からトウモロコシの遺伝子を使ってその光合成経路を C_4 に変換することに取り組んでいる。研究では、コメの収穫量は最大 50%増やすことができ、水の使用効率も 2 倍にできると推定されている (Rizal et al. 2012、Ermakova et al. 2019)。

12.2 私たちの有限経済

経済的可能性に関する現代の理解では、生物圏は有限で、限られたフローの財・サービスのみ生産できると考えられています。しかし、その理解は、正しいインセンティブを生むように制度設計され、人類の英知を結集すれば、有限の地球という束縛を克服できる考えを助長します。マクロ経済成長の定式化モデルでは、人工資本財の代替可能性と技術進歩により、無限に経済成長できることが前提とされています。

気候変動経済学や二酸化炭素排出をめぐる国際交渉は、さらにその先を行っているようです。つまり、GDP 成長が①二酸化炭素の排出を減らす、②世界の貧困を撲滅する、③発展を持続可能なものにする、唯一の実現可能な方法であると、暗に示唆されています⁵⁹。この考え方は矛盾を生み出しました。つまり世界生産の成長は、エコロジカル・フットプリントを増やす形で実現できたと知られているのにも関わらず、エコロジカル・フットプリント削減に必要な資金源の確保には世界生産の成長が不可欠だと見なされているのです⁶⁰。

人間が地球に与える負荷は、生物圏から得る物質だけでなく、廃棄物として生物圏に投げ捨てる変換物質からも発生します。人間が使用するために（生物圏から）採取したものは元の場所に戻さなくてはなりません。しかし、経済と財務を担う政府省庁や計画委員会が使用する経済成長や開発のマクロ経済モデルでは、物質はその発生源から吸収までバランスが必ず保たれる〔マテリアル・バランス〕ことが認識されていません。プラスチック（バッグや容器）、ナイロン（漁網や合成繊維）、有害化学物質（殺虫剤、農薬）、金属や鉱物（硫化鉄鉱、水銀化合物）などの難分解性の汚染物質は、土壌や水域にマイナスの影響をもたらす例です。生分解性廃棄物でさえ（ある意味、これこそ）考慮しなくてはなりません。

廃棄物が生分解性なら環境への負荷がないなどと考えるのはなりません。それらを廃棄することによって自然に過剰な負荷を加えると、分解プロセスが生物相を変え、他の生態系サービスを危うくすることになります。抗生物質などの医薬品や化粧品などのファッション製品は土壌や水域を汚染します。私たちが口にする食べ物、飲み物、空気に悪影響を及ぼします。化学肥料や家畜の排泄物は、農業生産の最終過程で廃棄物として発生し、河川流域や水域に富栄養化を引き起こし、窒素循環をかく乱します。経済活動から排出される二酸化炭素でさえ、生分解性廃棄物です。光合成の一次生産者によって吸収されるからです。しかし、二酸化炭素の過剰な排出は、生物圏が気候を制御する能力を阻害します。グローバルな気候変動は、ますます生物多様性減少の主原因となるでしょう (Lovejoy and Hannah, 2019)。これは生態系の機能的全体性を損なうこととなります。大気中の二酸化炭素濃度が高まることで、生物圏の機能を根本から変える一連の事象が発生すると予想されます。調整・維持サービスは、人類の経済、生理機能が進化してきた境界の外

⁵⁹ これはまた、国連の SDGs の根底にある暗黙の前提でもあるようだ (ボックス 1)。

⁶⁰ 自然が何の役割も果たさない豊かな世界というビジョンは、相変わらず根強い。2019年9月に国連でスピーチを行った若き気候活動家グレタ・トゥーンベリを批判して、Sky News の経済担当編集者は、The Times (2019年9月27日: p.30) にこう書いている。「永遠の経済成長は、人が嘲笑して吐き出す言葉ではなく、まさに我々が目指すべきものだ。」

に出てしまうのです⁶¹。

現代の経済成長の考え方では、技術進歩は経済成長のエンジンとみなされています。しかし、技術進歩には研究開発への投資が必要です。こうした経済成長の考え方には、GDP 成長がより高い生活水準に経済を押し上げている時でさえ、更なる技術進歩に必要な自然財・サービスの量はどんどん縮小していくという確信が含まれています。この確信の背後には、人類は長期的にみれば、やがて生物圏の有限性という束縛から自由になることができる〔自然無しでやっていける〕という前提があるのです。人間は自然の外に存在していると想定されているのです。本レビューでは、人間は自然に埋め込まれているとの理解に基づいて、生物多様性の経済学を展開します。この視点は、人類の経済が有限の生物圏に束縛されていることを示唆しています。本レビュー（本編第4、4*章）は、生物圏の原則に基づき、生物圏の財・サービスが最終財・サービスに転換される効率性には、人々がどれだけ英知を結集できたとしても限界があると判断するだろうと主張しています。インパクト不均等を転換させたいのならば、そのことを認めなくてはなりません。

本レビューの世界経済モデルで概略を示したように（レビュー本編第4*章）、生態系の原則を忠実に反映できるモデルのが今まさに必要とされています。そのようなモデルには自然資本についてのデータも組み込まれていなければなりません。このモデルによる実証的な推定は、現在必要とされている消費と投資の方向転換が近い将来の世界 GDP 成長と両立するのか、どの程度の期間両立するのかという課題に取り組む上で必要です。自然資産の減耗をもたらす活動で得られる世界 GDP が将来にわたって無期限に成長することは相当程度あり得ないことを、第5章で示した証拠は物語っています。この証拠はまた、科学者が特定したプラネタリー・バウンダリーの9つの境界のうち2つは既に安全圏を越えてしまっており（Rockström et al. 2009）、さらに2つの境界が安全圏を越えようとする危機に直面していることも示唆しています（付録1）。今こそ生物圏の保全と回復を最優先課題とすべきです。でなければ、世界の環境負荷は増加の一途を辿るでしょう。

技術進歩の予測とは、不確実な未来を覗き見るようなものです。現代の制度に望ましい改革を見出すには、私たちの経験の中にヒントを探ることが有効です。続く2つの章では、外部性を減らすことがわかっている地域に根差した制度の特徴を見ていきます。

⁶¹ 後者の例である、気候変動が私たちのスポーツ能力に及ぼす影響については、Smith et al (2016)を参照。

図17 経済は生物圏に埋め込まれている



13 生態系サービスへの支払い（PES）

一方的外部性においては、受益者が、ある生態系の所有権を持つ人に支払うのは、仕組みとしては市場操作に類似しています。「生態系サービスへの支払い（PES）」と名付けられており、背景にある考え方は至って単純です。アマゾン熱帯雨林は地球の肺とされています。ブラジル政府が、アマゾンの破壊が自国の経済発展に必要と確信しているのであれば、世界の他の国々は森林保護のためにブラジルに年間料金を払うべきではないでしょうか。ある土地所有者の敷地内の湿地が渡り鳥のサンクチュアリであるなら、愛鳥家らは、他の用途のために湿地を埋めてしまわないよう、土地所有者にお金を支払うべきではないでしょうか。これらは、生態系が公共財を生み出しながらも私有地に存在するケースです。PES は交渉を伴うものなので、スーパーで客が商品の値段を受け入れるのとは異なります。

PES は、生態系サービスの受益者はその保全や回復に対価を支払うべきだとする原則に基づいています。このシステムは、土地所有者が生態系サービスの提供と必ずしも（おそらく普通は）両立しない方法で土地を管理している事実が大きく影響を受けています。現代の農業慣行はその顕著な例です（第 2 章）。そのため PES システムの設計者は、土地の所有者や管理者に、こうしたサービスの提供を補償する方法を見つけようとしています。

熱帯地方は生物多様性に富み、世界の最貧国の多くが熱帯地方にあることから、低所得地域を対

象とした PES プログラムを構築するのが自然な考え方です。国が積極的な役割を果たす PES システムは、野生動物の保護や生息地の保全にとって魅力的です。低所得国では、草原、熱帯林、沿岸湿地、マングローブ、サンゴ礁の所有権はしばしば曖昧です。国が自然資産の所有権を主張するかもしれませんが（よく「公共の財産」と遠回しに言われます）、監視が困難な地形であれば、そこに住み続けている居住者らはそこから得られる生産物で生活すると予想されます。ですから、居住者は重要なプレーヤーです。居住者の関与なくして生態系の保全はできません。一方、こうした場所には観光客が定期的に押し寄せます。国がすべきことは、明らかに、観光客に課税し、その税収で地元住民にお金を支払って、彼らのランドスケープを密漁やフリーライディングから守ってもらうことです。国のこうした対策は、地元住民がその土地で守るべきルールや規則を作るインセンティブとなります。観光客から料金を徴収する権利を地元住民に委ねるのも一案です。

低所得国における PES システムには特筆すべき側面が 2 つあります。一つは貧困削減への貢献であり、もう一つは生物多様性の保全です。残念ながら、研究ではいずれの側面についても一貫した結果が得られていません（Zilberman, Lipper, and McCarthy, 2008、Pattanayak, Wunder, and Ferraro, 2010）。PES システムが貧困削減や分配的正義にとっては良くないと思われる状況もあります。低所得国の貧しい農村部の人々の多くは、自分が所有していない資産から発生する自然サービスを楽しんでいます。土地所有者が提供する生態系サービスに対して、*農民自身が支払いを求められるような所有権システムに参加する意思があったとしても*（ニカラグアの混牧林プロジェクトの慎重な研究で Pagiola, Rios, and Arcenas (2008) が報告しているように）、彼らの中でより経済的に弱者である人たちが不相応な額を支払うことになるかもしれません。そうなれば、以前よりむしろ貧しくなる人が出てくるかもしれません。こうした状況では、一般の税収を使って国が資源の所有者に支払うべきだと主張できるでしょう。誰が支払うべきかは、状況によるのです。

Box 13

生態系サービスへの支払い(PES)プログラムの経験

PES プログラムは、生態系サービスの需要の種類や規模、支払い元（誰が支払うのか）、支払い対象活動の種類、支払い対象サービスの質判断に用いる尺度、支払いの規模によってさまざまである。PES プログラムの有効性はその設計に大きく依存する。

ジンバブエの CAMPFIRE プログラムのように、国が生態系（サバンナの放牧地など）の住民に対し、その生態系が提供するサービス（エコツーリスト向けサファリ体験）の対価を請求する権利を与えるものもある。また別のプログラムでは、国が回復費用を負担し、市民の利益となるよう使う。例えば、最近復活したインド政府のガンガ・アクションプランはガンジス川再生のためのプログラムである。また、コロンビア政府が紛争後の自然資本の維持と生活向上を目的に、生物多様性のある森林の保全に支払う政策を取っているのもその一例である。

もっと小規模のプログラムもある。英国ケンブリッジの南端に位置するトランピントン・メドウズの開発計画は、NGO 団体ワイルドライフ・トラストの地元支部、地元農家、不動産デベロッパーの参加のもと、1,200 戸の住宅を建設するとともに、60 ヘクタールに及ぶ自然保護区（そのうち 80%は野草地）を設定した。既に新たな種がこの自然保護区に群生している一方、開発前に生息していた種の一部も依然として新たな草原で確認できる。さらに別の例として、状況を危惧した一市民が立ち上げたトラストがある。トラストに個人や政府が拠出し、地元住民にとって

価値のある生態系の回復を目指すものだ。ニュージーランド国会議事堂からわずか 2km のところに位置するジーランディアでは 225 ヘクタールに及ぶ野生生物保護プログラムが実施され、同国本土では 100 年以上生息していない野生生物 20 種の再生が確認されている。この例では、都市住民が気軽に自然環境を体験できる空間を提供しているだけでなく、多くの地域保全活動が生まれている (Lynch, 2019)。

また、農家が政府補助金や観光収入を財源に、一方的に自分の土地を「野生化」し、生態系サービス（二酸化炭素の吸収や野生生物の体験）を提供する例もある⁶²。こうした例では、生態系サービスの受益者がその対価を支払っている。それは当たり前と思われるかもしれないが、生態系サービスが提供されない場合、生態系サービスの供給者が潜在的な受益者に補償しなくてはならないような法律を制定することだって、原則としては可能なのだ！

現在、文字通り数百もの PES スキームが世界に存在する。例えば、中国やコスタリカ、メキシコでは、生物多様性の保全、炭素貯留、景観、水文サービスの促進のため、土地所有者が支払いを受ける大規模プログラムが展開されている。これらプログラムには複数の目標が設定されており、実際、PES システムは複数の目標を掲げて設計する必要があるかもしれない。そして、それは問題を生む。システムが生態系の分断化を削減することを目的としていたとしても、個体群の間で疫病の感染拡大につながらないように考慮しなくてはならない。また、鳥類の生息地の改善を目指しつつ、流域の他の生態系サービスの供給量を増加させる、炭素貯留と水域サービスの両方の向上を目指す、自然保全を促進しつつ地域の貧困削減を目指す、などいろいろなシステムが考えられる。複数の目標設定は、システム設計上の課題を増やすことになる⁶³。

14 コモン・プール資源 (CPRs)

生態系の規模の大小を区別して考慮することは重要なことです。大気は汚染の吸収源として、また人類すべてを取り巻くものなので、地球上に住む全ての人たちの共有物です。反対に、放牧地は通常、村落の管轄区域にあります。気候変動の経済学は、二酸化炭素排出の抑制に利用可能な制度的な取り決めを検討してきましたが、国がプレイヤーとして関わります⁶⁴。反対に、地理的に限定された生態系は住民自身による管理が可能であり、そのほうが望ましいのです。村の放牧地や熱帯雨林を利用し過ぎた場合、コミュニティ内で罰金制度（さらには社会的制裁）を設けるほうが、政府による課税よりもはるかに簡単というのが理由の一つです。交渉に関わる管轄区を少なくし、活動の監視は外部から派遣される政府の役人でなくコミュニティの住民自身で行うほうがはるかに簡単です。また、地域の生態系についての知識は、共有地で働き、その近辺に住む人が持っています。地域住民参加型の民主主義によって、そうした知識を資源の使い方に活用することができます。これらを併せて考えると、地理的に限定された生態系の利用をめぐる協力の基盤としては、政府などの部外者の手によるよりも、住民相互の実施の方が信頼性が高いと言えるでしょう。

しかし、この確証を得ることは容易ではありません。Somanathan, Prabhakar, and Mehta (2005, 2009) は中央ヒマラヤの森林管理の質に関する卓越した研究において、衛星画像と、ガバナンスについての自然実験〔グループ間で異なる条件が偶然発生したために、条件がもたらす影響を比

⁶² イザベラ・ツリーは、著書『Wilding』の中で、自分の農地を自然保護区に変えた方法を生き生きと説明している (Tree, 2018)。

⁶³ Perrings (2014) では、PES システムの違いについて、詳細で拡張された議論を行っている。

⁶⁴ Barret (2003, 2012) は、気候変動交渉がなぜこれまで失敗してきたかについての重要な出版物である。

較できる状態] についてのフィールド調査を用いました。その結果、村落の評議会の管理地と国の管理地の間に樹冠面積の違いは認められなかったものの、国の管理地では支出が桁違いに大きかったことが明らかになりました。同研究はまた、村落管理の共有地では、管理されていない共有地に比べて広葉樹林の樹冠率は高かったものの、松林では有意な違いが見られなかったと報告しています。利用者の規則のもとでは、広葉樹林は松林よりもコミュニティのメンバーにとっての便益が大きくなっていたことも指摘されています。どのような管理問題でも、個人のインセンティブと監視コストが重要なのです⁶⁵。

ここで申し上げたいのは、資源利用者間の協力関係を維持するために社会的規範が果たす役割についてです。人類学者や政治学者が観察したのは、Hardin (1968) が「コモンズの悲劇」を描いたときに考えていた世界とは異なる世界です。ハーディンが遠くから放牧地を見ていたのに対し、彼らは村の経済圏を実際に訪れた上で放牧地を考察しました。彼らは、森林、水源、放牧地、マングローブ林、沿岸水域といった空間的に限定された生態系の多くが共有財産でありながらも、彼らのコミュニティの財産とみなされていることを発見しました。すなわち、コミュニティの同意なくして外部の人がアクセスすることは許されないのです。ハーディンが想定していたオープン・アクセス資源と、空間的に限定された共有資源を区別するため、学者らは後者をコモン・プール資源 (CPRs) と呼ぶことにしました。社会的行動規範に基づいた、さまざまな手段 (下記参照) を使って CPRs の使用に規制を加えるコミュニティが存在することを示した印象深い文献が無数にあります。コミュニティのメンバーには、規範を互いに課すインセンティブがあるので、規範はうまく機能するのです。ハーディンはすべての人に開放されている訳ではない共有資源の存在を認識していなかったため、彼の研究は批判的となりました (Feeny et al. 1990, Ostrom, 1990)。低所得国の地域生態系がコミュニティによって保持されていることは偶然ではありません。その理由は付録2で議論します。

CPRs は非市場的な関係の中心にあるため、それに関わる取引は市場価格を介さず、そのため、通常は国民経済計算に計上されません。CPRs の利使用に関わるコミュニティ内の慣習は、地理的、歴史的条件によって、複雑さが異なることを、多くの実証研究で明らかになっています。CPRs の使用に関するルールや規制は外部 (国など) から課されたものでなく、コミュニティ構成員が相互に課しているため、実際の例が参考になります。

Netting (1981) は、スイスアルプスの立木の使用に関する共同体主義的な配分ルールを調査しました。この研究によると、コミュニティの構成員が同等の配分量となるよう、立木に印を付け、くじ引きでどの区画の立木を獲得するか決めていました。そして、権利を得た分量以上に薪を取った人には制裁が加えられていました。夏の間、牛の所有者は、その前の冬の間私的に蓄えた干し草で育てられる頭数だけ、共同地のアルプスに牛を放牧する権利が与えられました。こうして、放牧する動物の総数は、村の牧草地から得られる飼料の潜在的な供給量におおむね合わせられていたのです。同研究によると、アルプスにおけるこうした共同体的な決めごとの起源は 15 世紀に遡ります。

Wade (1988) は南インドの村落における水域と放牧地に関する共同体的な配分ルールの研究で、下流の村々には灌漑用水路から引く水の使用を規制する細かいルールがあったことを報告しています。ルール違反者には罰金がありました。ほとんどの村には、牧草地の利用に関して、似たような取り決めがありました。

Howe (1986) はパナマの先住民クナ族の研究で、淡水の共同水源を守るために作られた行動規範に違反した者に課せられる複雑な制裁について述べています。Cordell and McKean (1985) はブラジル北部の海面の保有権について研究し、漁場保護のための規範体系を明らかにしました。規範の違反者には、漁具の利用制限や取り壊しを含む一連の制裁が取られました。このような例は

⁶⁵ Baragwanath and Bayi (2020) は、ブラジルの熱帯雨林のサイトについて、同様の発見を報告している。住民に集団財産権が与えられた領域内の土地では、境界外の土地に比べて森林破壊が有意に少なかった。

まだまだあります。

農村に暮らす人々にとって CPRs は重要でしょうか。Jodha (1986) による CPRs の重要性に関する先駆的な研究では、中央インド半乾燥地域を調査対象とし、農村世帯の収入のうち CPRs に直接基づく収入が 15~25% 占めることを明らかにしました。Cavendish (2000) はジンバブエの村落の研究で、Jodha よりさらに大きい推定値を示しています。CPRs に直接基づく収入の比率は 35%、所得五分位の第 1 分位である最貧困層においては 40% であると推計しています。

CPRs は家庭に対して、生態系サービスや有形財のフロー（水、燃料木、繊維、建築資材、果実、医薬、はちみつ、魚）を定期的に供給するだけでなく、農業リスクから保護する役割も果たしています。CPRs は時として、権利を奪われた人々がアクセスできる唯一の資産です。Pattanayak and Sills (2001) はブラジル・タパジヨス国有林縁辺部の世帯を調査し、家計は農業収入が低い時ほど、非木材財を求めて森に入る回数が多いことを明らかにしました。初期の研究の一つ、Hecht, Anderson, and May (1988) はブラジル・マラニャン州の研究で、土地を持たない人々にとってバンブ製品が重要であると述べています。この羽状のヤシ科植物で作られた製品が最貧困層、とりわけ女性を支えているのです。同研究は、バンブ製品が収穫端境期の重要な現金収入源であると報告しています。Falconer (1990) は西アフリカの森林地帯でも同じような状況であると指摘しています。

共同体的制度の問題点は、他の多くの制度と同じく、不平等があることです。インドの共同体的山林地の研究では、女性が CPRs から排除されている可能性があることと指摘しています (Agarwal, 2001)。CPRs から得られる権利はまた、私的な保有資産に基づいていることが知られています。つまり、裕福な世帯ほど多くの利益を得ているのです。例えば、Beteille (1983) はインドの例を挙げ、CPRs へのアクセスがしばしばエリート（例えばヒンドゥー教のカースト）に限定されている〔カースト外の人々はアクセスできない〕ことを指摘しています。Cavendish (2000) はジンバブエの村々を対象にしたサンプル調査で、富裕層の世帯が貧困層の世帯よりも絶対水準で CPRs から多くの利益を得ていると報告しています。初期のレビューにおいて McKean (1992) は、CPRs の恩恵はしばしばエリート層が掌握していると指摘しています⁶⁶。Agarwal and Narain (1999) のガンジス平野における水管理慣行に関する研究でも同様の現象を認めています。この点については、国が強力な役割を果たすことができます。国は社会的不平等の解決を目指し、地域社会に関与できます。うまく機能している国は、その他の面でも地域社会との関わりを持っています（公正な選挙の確保など）。以下では、国が間接的ながら CPRs の管理で重要な役割を果たしていることを見ていきます。そのためには、人々がお互いを信頼し、信頼関係を守る制度に信頼を寄せるのに必要となる条件を考察しなくてはなりません。当然ながら、こうした問題は生物多様性経済学には不可欠なものです。

15 国家、地域社会、市民社会

制度は、あらゆることに影響を及ぼす重要な存在です。人々が互いに関与するのは、制度の中でのことです。制度がない状態では、集団における協同行動をとろうとしても不可能であるとわかるでしょう。すると次のような疑問がわいてきます。義務を遂行するには人々が信頼しあうことが必要ですが、互いに関与することを望む人々の集団は、どのような状況であれば、互いの信頼を得られるのでしょうか？

家族の中を除けば、三つの状況が考えられます。①その人々が信頼できる、②その集団は、合意を履行するよう外部機関に訴えることができる、③その集団のメンバーは、合意を互いに履行するという行動規範に落ち着くことができる⁶⁷。

市場の経済モデルは、その大部分が②に基づいて構築されています。外部執行者は通常は国家と考えられ、その強制力を持つ武器は法と、法を執行するのに必要な強制力です。経済モデルで①

⁶⁶ CPR 管理スキームの広範なレビューについては、Bromley (1992) および McKean (1992) も参照。

⁶⁷ 家族内の日常生活は、メンバー間の相互の愛情があるために、特に何をしなくても続いていく。

が仮定されることはあまりありませんが、現実世界では意外にもそれほど珍しくありません。進化心理学の専門家は、共同生活・ロールモデリング・教育・（現世あるいは来世での）信賞必罰を通じて、私たちは全般的には向社会的行動を好むようになることを発見しました。人々を信頼できる度合いは、さまざまです。私たちが森で珍しい植物に近づいて見ることを我慢するのは、傷つきやすい自然を踏みつけたとして他者に非難されるからとは限りません。自然を傷つけないときにもそうするでしょう。問題は、人間にとって向社会性(理解や共感する心情や行動)は未知のものではありませんが、社会は人の向社会性だけを当てにすることはできない点です。では、人はどのようにして、他者がどの程度信頼できるのかを知のでしょうか？良心に反することで大きな私的便益が得られるのなら、ほとんどの人はそうするでしょう。ほとんどの人には値札がついています。ただし、誰にいくら値札がついているのかを見分けることは困難です。

世界のどこでも、人々は協調するインセンティブを持てるような制度を確立しようとしてきました。

それぞれのインセンティブは細部では異なりますが、一つの共通点があります。それは理由なく合意に背く者は処罰される、ことです⁶⁸。①では、自己検閲により罰が与えられますが、それとは対照的に②では、本人の外部機関（国家、部族長、村の長）から罰が与えられます。③では、相互検閲によりコミュニティの中で罰が与えられます。これには行動の社会的規範が必要です。②が機能している場合、人々の行動の証拠として、検証が必要になります（法廷での裁判など）。これとは対照的に③では、人々が互いの行動を観察可能であることが必要です。観察可能でないと、社会規範を適用しようがありません。

他者や政府・市場制度への信頼は、人々が双方の利益のために互いに関与することを可能にします。これを社会関係資本（ソーシャルキャピタル）といいます⁶⁹。一般的には、社会は家計・市場・国家の三種類の制度で構成されるとされています。気候変動の経済学は当初、この三つの分類で明確に枠組みされていました。社会関係資本という概念により、コミュニティと市民社会からなる第四の制度が浮かび上がります。コミュニティも市民社会も、市場または国家に直接関与されることなく、人々が互いに関与するための必要不可欠な役割を担っています。

社会関係資本は、個人と組織が社会への説明責任を果たすと考えられている場です。評判はイネープリング資産の一つの形であり、民間企業は何とか手に入れようとします。今日の企業は、評判をお金で買おうとしており、その成否は分かれています（Bakan, 2020）。しかし以前は、評判とは、評判を構築する行動を取ることで得るものでした。それを確立された手法とするためには、消費者がビジネスをする規範について、企業と協調する必要がありました。口コミはかつて、こうした協調の一般的な手法でした。今日では、ソーシャルメディアが強力なプラットフォームの一つになっています。第2部では、私的投資を自然の保護・回復および持続可能な自然利用のプロジェクトに向かわせることに、公的・民間の金融制度の両方が大きな役割を担うことを述べます。

「第三階級」と呼ばれることもあるコミュニティと市民社会には、少し違った意味合いがあります。「コミュニティ」を、例えば各地域の生態系を管理するために国家の外で機能する制度だと考えるのは、間違いではありません（コミュニティはその大半が、少なくとも現代の感覚でいう国家が存在しなかった時代に伝統的な社会で進化したものです）⁷⁰。これと対照をなすといえるのが、「市民社会」です。市民社会とは積極的に国家に関与する制度、と考えてよいでしょう。関与が行われるのは、例えば、国家が提供に消極的な、または提供できないサービスの場を創出するため、もっと広く言えば、国家がよりうまく機能するためです（言うまでもなく、このことで

68 良い行動に対する報酬の提供はその裏返しだが、明らかな理由により、報酬はお金ではなく名声の形で提供される。

69 文献は膨大にある。ここで研究している問題に直接関係するものとしては、Coleman (1988)、Putnam (1993)、Fukuyama (1995)、Granato、Ingelhart、Leblang (1996) などがある。Dasgupta and Serageldin (2000)は、このテーマに関する理論的・実証的な論考を集めたものである。本レビューでのソーシャルキャピタルの捉え方は、上記の研究での捉え方と必ずしも同じではないし、上記の研究の中でさえ、必ずしも同じではない。しかし、このような複雑な概念においては、曖昧さは障害にはならず、むしろ助けとなり、ソーシャルキャピタルの意味についての議論をこれ以上遅らせないことができる。

70 これはもちろん、どこまでさかのぼるかによる。Finley (2002: 89)は、ホメロスの歌の中の世界についてのエッセイの中で、「オデュッセウスの世界は、イサカのような多くの共同体に分かれていた。その中で、それぞれの共同体と他のすべての共同体との間では、通常の関係は敵対関係であり、ある時は受動的で一種の休戦状態であり、またある時は能動的で好戦的であった。」フィンリーはここで、「共同体」を島の王国全体の社会構造を指して使っているようだ。

国家と地域社会間の摩擦が起こることがあります）。

コミュニティにも市民社会にも、欠陥がないわけではありません。前章で述べた通り、コミュニティは大きな不平等をはらむ場合があります（男女間・カースト間・民族間など）、市民社会は単なる利益団体、悪ければ街の厄介者になってしまう場合があります。話を単純化するため、地域社会と市民社会を合わせ、この二つが監視する社会的な取り決めを、*共同体的制度*と呼びます。

国家は、資源を動員することができる点において、共同体的制度に比べてはるかに優位です。国家は、共同体的制度が自力では資金調達できないようなプロジェクトの資金調達をすることができます。また、国家は活動を連携させて、活動の相互便益を図ることもできます。

生物圏は空間的にかなり不均一であるため、生態系独自の特徴は、住民にしかわかりません。一方住民側では、自分たちの生活圏外の状況に関する知識が非常に限定されている場合があります。これが、国家の役割が非常に重要であるもう一つの理由です。ただし Box 14 では、地域社会による生態系の保護・保全を援助しようとした政府の大規模な失敗を取り上げます。

したがって、効果的な制度構造とは、*多元的な*ものです⁷¹。この概念は以下で説明しますが、混合経済の考え方においては一般的です。混合経済では、競争市場が私的財およびサービスを提供し、中央当局は公共財およびサービス（これには法の適用、国民に公平に資産を分配する方策が含まれます）を供給します。価格メカニズムは、市場の大きな特徴です。人々の選択を調整するだけでなく、経済全体に拡散した情報を同時に集約する機能を果たします⁷²。ただし、このメカニズムには生物多様性を保全する機能はありません。自然のプロセスは、市場がうまく機能するのに必要な多くの技術的な条件を充たさないからです。特に重要な点は、二つです。①自然は動くものであるため、その多くのプロセスに私的財産権を設定することができません（無音と不可視性によりますます難しくなります）。②生物圏が関係する（ということはすべての！）生産・消費の可能性集合〔インプットとアウトプットの関係〕は、非線形〔比例関係にないこと〕が特徴です。共同体的制度は、市場がうまく機能しない部分を埋め合わせるものなのです。

⁷¹ この言葉を広めたのは Ostrom (2010) である。

⁷² うまく機能している経済における価格システムの位置づけについての優れた説明は、Stiglitz (1989)を参照。

図18 効果的な制度、効果的でない制度



Ostrom (2010) popularised the term.

For a fine exposition of the place of the price system in a well-functioning economy, see Stiglitz (1989).

したがって、生物多様性の保全および増進に最適な多元構造とは、世界・地域・国・地域社会をベースとする多層的な制度です。それぞれの層で、下層および他の層と横方向に連携するため、その頂点に権威が必要とされます。こうしたことから現代社会では、各地の制度の構築または再構築において、政府と非政府組織（NGO）が極めて大きな役割を担います。政府とNGOが構築する制度を通じて、変革期における情報に基づく集合的管理の利点が、地域社会で理解されるようになります。政府やNGOの支援には、負担と便益の配分に関して明確に定義されたルールの策定が含まれます。このルールの遵守は、関係者が観察（できれば検証も）できるようなものです。図 19 では、国家の制度を分類するにあたり、従来の三つの分類（家庭・市場・国家）に共同体的制度が追加されています。国家それ自体には、国境を越えた外部性を抑制する機能はありません。熱帯雨林や海洋からの便益などの誰もが享受するグローバル公共財や、誰もが被害を受ける野生動物の不法取引やパンデミックの管理には、国境を越えた制度が必要です。第2部では、現在人類に共通して必要な、超国家的制度の強化版を取り上げます。

図19 社会の制度



Box 14

信頼の脆弱性

集団でおこなう事業は、必然的に他者への信頼と信用に基づいて実施される。法は、市民が互いの法の遵守を信じ、政府の法執行を信用したときのみ機能可能である。その一方、法の執行責任を負う者は、自らの責任の不履行には大きな代償（次の選挙などで）が伴うと思わなければならない。コモン・プール資源(CPRs)の共同体的管理も、信頼の上にもこそ築かれるものである。メンバーが合意を守り、協調の便益を享受できるようにするインセンティブを与えるメカニズムには、社会規範の活用が必要である。しかしその社会規範は、そもそも人々が互いに社会規範に沿って行動すると信じあうときだけ、機能する。このように相互信頼は、自己確証的なものなのである。

問題は、相互不信も自己確証的であることだ。集団的な約束に従って行動する人などいないと誰もが確信していたら、誰もが自分の信念を確証するような形で行動するだろう。ある信念から他

の信念へ移行すると、社会は秩序から無秩序に急転（ティッピング）する。社会の断絶の根本的な原因がこうした信念の逆転であるとしても、直接の原因は外的なものかもしれない。国のごく一部の地域で、小集団が他の小集団に虐待されている噂のようなものでも、それが引き金になって暴動が広がることもある。協調の便益を享受できるのは、いくつもの外部の出来事のどれか一つによってだけでも起こりうる集団的機能不全を、抑え込んで修復する是正制度が社会に備わっているときである。多元的な制度では、管轄区域を必要に応じて分離し、協調が行われない場合に社会で是正することができるようにする⁷³。

MA（2005a-d）と IPBES（2019）は、近年になって貧困地域の多くで CPRs が劣化してきていることを発見した。以前は持続可能な方法で運営されていた場所で、なぜこうしたことが起きたのか？

いくつかの理由が思い浮かぶ。一つは、外部環境の悪化により、資源ベースへの投資に対する私的もしくは地域社会的な収益性が低下する。一般的な原因としては、政情不安がある。政情不安は、言うまでもなく資源の劣化の目に見える原因である。市民による騒擾によって、人工資本や人的資本のみならず自然資本が破壊されてしまうことは非常に多い。しかしよくある隠れがちな原因として、共同体の所有権が不確実になることがある。国家または統治権を持った軍部が CPRs を掌握してしまうのではないかと人々が心配する可能性がある。CPR の安全が確保されていない場合、集団〔管理〕行動の期待収益率は低くなる。因果関係は逆方向にも働く。つまり、資源が稀少になると、対立する集団が資源をめぐる争い、政治の不安定化につながる。フィードバックはプラスであり〔資源の希少性が政情不安をもたらし、政情不安がさらに資源をめぐる対立を深刻化させるという悪循環のループ〕、問題は一時的に悪化し、期待される利益は一層低下する。

二つめの理由が、良かれと思ってとられた公共政策が、意図せぬ影響をもたらしてしまうことである。そうなる過程は興味深い。Mukhopadhyay（2008）によるインドのゴアにおける農地改革の歴史研究によると、改革以前、現地の農地は「*comunidades*（コミュニダージス）」と呼ばれる共同体の制度により所有・管理されていた。ゴアがインドに併合されると〔1961年〕、政府は農地改革を導入し、借地人は当人が耕作していた土地を購入する権利を与えられた。論文の著者はこの土地改革の背景にある動機を批判はしていないものの、ある不幸な結果を記している。それは、それまで高潮から土地を守っていた堤防の保全・維持において、世帯間の協調が崩れたことである。堤防の劣化が長年にわたって続いた結果、土壌の塩分は上昇してしまった。

多くの場所で CPRs が劣化した第三の理由は、人口の急激な増加と関係がある。人口の急増によって資源への圧力が高まったとき、制度的慣習が適応できないと、環境の劣化を引き起こす。例えば、コートジボワールでは 1990 年代、農村部の人口増に伴って森林伐採が増加し、休耕地が減少した。バイオマスの生産は減少し、農業の生産性も低下した（López, 1998）⁷⁴。

第四の理由は、地域社会の権利が中央の恣意的判断で覆される場合に見られる。サヘル〔サハラ砂漠南端の乾燥地帯〕にある多くの国家では、政治的権力を確立するために課したルールにより、森林の共同体的管理の慣習が破壊されてしまった。村々は、地域社会のルールを破った者への制裁権を失ってしまった。それなのに国家当局にはコモンズを管理するノウハウがなく、汚職も頻繁に行われていた。Thomson, Feeny, and Oakerson（1986）、Somanathan（1991）、Baland and Platteau（1996）を始めとする多くの研究で、国家当局の権力行使が各地の制度にダメージを与え、CPRs が事実上オープンアクセスの資源となりかねない方法を特定した。

⁷³ 単に生物多様性の経済学だけでなく、経済学を理解する上での信頼の位置づけについては、Dasgupta（2007）〔邦訳：ダスグプタ（2008）『経済学』〕を参照。

⁷⁴ Diamond（2005）は、地域の生態系が崩壊したことで崩壊した過去の社会について説明している。多くのケースでは、持続不可能な土地利用を招いた人口増加の圧力が崩壊の引き金となった。

グローバルなコモンズを管理するとなると、信頼醸成に向けた環境はより一層複雑になる。国家間が連携した電気通信・空域の利用・計時などの活動では、気候および生物多様性におけるこれまでの交渉結果と比較して、驚くほどの成果が上がっている。Barrett (2003, 2012, 2015) による一連の広範囲な研究で、気候に関する交渉で合意された目標がこれまで達成されていない理由が明らかにされている。彼は、合意事項には実効性がなかったことを示している。つまり、合意されたコミットメントは、互いに守ると信用できるものではなかった。Barrett は、合意に実効性を持たせるための方法も探っている。

16 資産の裁定

このレビューの冒頭で、私たちは皆、資産管理者であり、資産管理にはポートフォリオの比較——時間を通じた比較、またはある一時点における横の比較——が必要であると述べました。つまり、資産管理では、異なる投資機会を比較することになります。とはいえ、世界を一方向からだけ見る人はいません。私たちはそれぞれ一個人としての役割を担いますが、*市民*として世界を見る場合もあります。この公私の違いは、本レビューの要です。この違いがあるからこそ、人々がインパクト不均等につながる集団行動を嘆く一方で、そのような行動に加担してしまう理由がわかってきます。

具体的にイメージするため、次のような想定をします。人は私的資産の管理者として個人の富を最大化したいと思い、株を市場価格で評価します。一方で、市民としては、社会的福祉を保護・推進する経済プログラムに賛成し、実際に投票することさえあります。後者は、*市民としての投資家*は、会計価格の観点から投資機会を評価することを意味します。市場では自然にほとんど価値がつかないことから、個人としての投資家のポートフォリオには、自然保護および自然優先に向けた投資（いわゆる「グリーン」プロジェクト）が多くは入っていません。一方、市民投資家は、グリーンプロジェクトが入ったポートフォリオを支持します。にも関わらず、個人投資家として行動するのか、市民投資家として投資プロジェクトを推奨するのかに関わらず、ポートフォリオの価値を最大化させる目的は共通しています。この二種類の投資家における大きな違いは、富を最大化させるとするポートフォリオにあります。個人投資家の場合、富とは「個人の富」であり、市民投資家の場合、富とは前述の「包括的な富」と呼ばれるものです。その違いは、資本財の評価に用いる価格にあります。私たちの誰もが「私」と「公」の役割を担っていますが、その違いを明確にするため、市民投資家は資産のグローバルなポートフォリオに関心があると想定します⁷⁵。いずれの場合も、富を最大化することは、選択可能なポートフォリオの中から選んだポートフォリオの価値を最大化することです。

16.1 特定の時点における資産の裁定

ポートフォリオ価値の最大化はゴールではありますが、それ自体がポートフォリオの選択や推奨の際に従うべきルールを教えてくれるわけではありません。一例として、ある個人投資家が投資原資を持っていて、その金額を X ポンドと想定します。価値の最大化を目指す場合、投資期間を例えば1年とし、期末までにリスク調整後利益をなるべく稼ぐようなポートフォリオを選択することになります。話を単純化するため、この投資家は原資 X ポンドを金融資産と固定金利型の1年物国債のみで運用すると仮定します。言うまでもなく、この投資家の関心は実質収益率にあります。しかし、消費者物価指数の変動を予測できないことからしても、実質収益率は不確実です。

⁷⁵ 本文中で行った比較は、市民投資家が国家のポートフォリオにのみ関心を持つ場合にも行うことができる。

第1部：現状とその背景

この不確実性は、すべての資産について言えるでしょう。そこで、この後の説明ではこの点は考えず、国債の利回りは確実だと想定します。

ポートフォリオの選択にあたり、個人投資家は購入できるいろいろな株から得られそうな収入を評価します。株で得られる収入（つまり受取配当）を株の配当といいます。しかし株価は、投資期間内に国債より高くなったり低くなったりするかもしれません⁷⁶。これをキャピタルゲインといいます。ここで「ゲイン（益）」は「ロス（損）」になる可能性があることを認識しておきましょう。投資期末には、株に資本化された投資家の富は、購入した株の配当に株価を足したものになります。株価にはキャピタルゲインが含まれます。つまり、株式投資の収益率とは、投資期間中の単位当たり配当にキャピタルゲインを足したものとなります。

これとは対照的に、国債では1ポンドあたりの利子はその配当です。投資期末に国債に資本化されたこの投資家の富は、国債を現金化した際に受け取る金額となります。言い換えれば、国債に投資した場合の収益率とは、投資期間中の国債の利子率となります。この投資家の期末の富は、選択したポートフォリオに投資した額に、その投資から得る収益を足したものとなります。すると、この個人投資家が価値を最大化しようとして選んだポートフォリオでは、リスク調整後の資産の収益率は同じになるのは明らかです。このルールは、裁定条件と言われます⁷⁷。そしてこの投資家は一年後の不確実性を低減させるため、資産を一種類だけにしておくのではなく、ポートフォリオを組みます（卵を一つのカゴに盛るな、という格言の通りです）。

リスク評価やリスク感覚は人によって違うため、個人投資家のポートフォリオは同じにはならないでしょう。しかし基本的な考え方は変わりません。資産管理とは、投資の収益率を比べることなのです。

この小規模な個人資産の管理者が選択するポートフォリオが、価格に影響を及ぼすことはないでしょう。しかし、人類が保有すべきポートフォリオについての見解を持つとする市民投資家にとっては、収益率の見積りに用いる価格と、その人が支持するポートフォリオとは無関係ではありません。例えば、この投資家は、海洋や大気の利用を調整する市場も社会制度もないことに気づきます。つまり、海洋や大気はゼロです。もちろん漁業会社は漁獲のコストを負うのですが、そのコストは魚を海から市場に運ぶ分だけで、獲った魚について国際社会に対して支払うべき使用料（レント）は含まれません。また、漁獲のうち売り物にならないため海に廃棄した分の料金も含まれていません。同様に、二酸化炭素排出に課せられる国際的な税もありません。ほとんどの場合、二酸化炭素は排出し放題になっています⁷⁸。

市民として投資に臨めば、生物多様性が豊かな地域に住んできた人々には、自然資産（豊かな生物多様性）に対する権利が保障されておらず、資源採取や放牧や大規模農場を展開したい企業を支援する政府に退去させられてしまうかもしれないことも分かってきます。人権と、彼らが住む土地の生態系（この稀有な地域の生物多様性は世界の公共財です）の重要性を認識し、この市民投資家は正の価値をつけます。つまり、会計価格は正になります。そして、この市民投資家は私たちがこれまで見てきた理論を適用する段階に進みます。この例において論理的に考えることで、この市民投資家は議論の余地なく高い価値をこの地域に見出すと考えられます。このことは、この地域は絶対に開発のために転用してはならないことを意味します。この市民投資家は、この地域を地球規模の資産ポートフォリオに留まらせるべく、国際的な合意を求める活動を始めます。この地域を供給サービスの生産のみに役立つ資本財へ転換することを許可しないように、当該地域の政府に対して金銭支払いをする内容を含む合意になるでしょう。

市場における収益率の予想は難しく、市場のない資産に対して行う投資の収益率の予測はなおさら難しいものです。そのため、市民投資家の投資は、個人投資家が行う投資よりも難しくなります。市場での価格がない生態系の配当を測るには、生態学の知識が必要です。この市民投資家が

⁷⁶ この説明では、国債を価値尺度財としている。このように考えても一般性を損なうことはない。

⁷⁷ リスクを調整した上で、ある資産の期待収益率が別の資産の期待収益率よりも高かったら、後者はポートフォリオから外されるだろう。これが「裁定」の本質であり、2つ以上の資産市場間の価格差を利用するという意味である。

⁷⁸ 実際、市場ではレントはゼロではなく、政府が自然を利用するために人々に提供する多くの補助金のために、マイナスになっている（Box9 参照）。

検討している資本財が海洋漁業だとすると、配当は、1単位の漁獲を今減らすことで1年後に漁獲可能となる追加的な魚の生物量（バイオマス）となります⁷⁹。現状のままなら、人工資本のストックと比較して漁獲量は減少すると予想されているため、この市民投資家は、国債と比較した海洋漁場の会計価格は時間とともに上がると見込みます。つまり、この市民投資家は漁場の収益率（この投資家は市民としての投資を考えていることから、収益率は社会的収益率です）は、配当に、受け取る（会計上の）キャピタルゲインを足したものとなります。この市民投資家が検討している資産が、排出された二酸化炭素の吸収源としての大気である場合、その社会的収益率は、1単位分の排出を今減らすことでもたらされる、今後の被害の減少です⁸⁰。Box 15では、生物圏の一次生産者ストックの配当を推定したものを示します（第2章参照）。この数値例は、生物圏の状態に関するマクロ統計（第5～7章）と、私たちが投資家として関与するグローバル統計のミクロ的理由付けとを組み合わせたものです。

Box 15

一次生産者のグローバルな配当

リモートセンシングによる数年間のデータを、様々なバイオマスの配当（年あたり純バイオマス生産）を追跡するモデルで、太陽光・気候・土壌などの要素に適用したところ、地球の一次生産者による20世紀末時点における配当は1年あたり105兆kgと推計された（Field et al. 1998）。一次生産者の配当を「一次生産量」と呼ぶのはわかりやすい。地球全体のバイオマスのストックを同様の手法で推計したところ、約550兆kgとなった（Bar-On, Phillips, and Milo, 2018）。後者の値は地球全体の一次生産者のバイオマスを上回る。これは、地球全体のバイオマスに含まれる細菌は、すべてが一次生産者というわけではないためである。またこの値には動物のバイオマスも含まれるが、こちらはほとんど無視できる。人類の視点から生物圏を全体的に見ると、ストックの生物圏全体での平均配当利回り（年間105/550）は、バイオマス1単位に同じ重みを与えると、年間約19%である。もちろん、バイオマスは空間的に不均一なので、この一次生産者配当利回りは、生物圏全体で一次生産者バイオマスを少しだけ追加したときの最大利回りとして理解すべきものではない〔限界配当利回りではなく、平均配当利回りである〕。さらに、19%というのは過小評価である。なぜならば、分母となるストックは一次生産者のバイオマスより多めに見積もっているからだ⁸¹。

Jordà et al. (2019) は、住宅や株式の世界全体の長期配当利回り（賃料または配当）を1年あたり平均約5%だったと推定している。

この値を人工資本の配当利回りの代理変数と見なし、しかも世界経済の資産ポートフォリオは効率的に運用されてきたと仮定すると、自然資本と比較した場合の人工資本のキャピタルゲインは、最低でも、2つの値の差（1年あたり14%）と等しくなっているはずである。これは、裁定条件を適用したことによる。つまり、世界が理想的な状況にあったとすると、一次生産者の会計価格は人工資本より相対的に1年あたり14%下落したと予想できるはずだ。

ところが、このようなことは過去数十年間も現在も起きていないのは明らかだ。世界の熱帯雨林の破壊および土壌の劣化を、人工資本の地球規模の集積（1年あたり約3%）と合わせて考えると、人工資本と比べて地上の熱帯雨林や地下の土壌（一次生産者にとって重要な温床）は、より豊かになっているのではなく、より乏しくなっていることを示している。これは単純でざっとした計算ではあるが、現状がグローバル資産の効率的な配分とはかけ離れていることが分かる。特に、人工資本と人的資本、また人工資本と自然資本の間のそれぞれに、私たちは、巨大な不均衡を作り出してきたことを表している。

⁷⁹ 生態系におけるバイオマスとは、生態系に含まれる生物の質量のことで、キログラムなどの重量で表される。

⁸⁰ 気候変動の経済学でおなじみの「炭素の社会的費用」は、現在より1単位多くの炭素が排出された場合に、人類が長期的に被ると予想される損害を合計して算出する。

⁸¹ さらに他の過大評価バイアスもある。詳しくはレビュー本編第2章を参照。

16.2 時点間における資産の裁定

標準的な経済学の説明によれば、投資は消費の先送りとされます。つまり、資本財への投資とは、資本財の量の増加もしくは質の向上であり、資源が今日消費されず投資へと回された場合に、将来実現する消費を意味します⁸²。ここで言っているのは、「純投資」、すなわち価値の下落を控除した後の投資のことです。これとは対照的に汚染の場合、減価とは汚染の増加による社会福祉の減少です（例えば、排出された二酸化炭素の吸収源としての大気の減価とは、二酸化炭素濃度の純増です）⁸³。

もちろん、常識的な投資のイメージには、積極的に動くことがあります。たとえば政府が道路に投資する際には、ブルドーザーで地面がならされ、ヘルメットをかぶった作業員が砕石を敷いているイメージが浮かびます。しかし、ここで適用される資本財の概念には、人工資本だけではなく、人的資本と自然資本が含まれます。誰かを教師にするための教育は、人的資本への投資であるというのは、わかりやすいでしょう。森林にダメージを与えないことは投資には見えないかもしれませんが、間違いなく投資の一つです。こうすることで森が成長し、その成長が森林の配当になります。漁場が自然に回復するのは、漁場への投資であり、バイオマス増加が配当です。他にも例は多数あります。ただ待つことが自然への投資になる場合もあります。

資産管理の説明にあたり、まずある個人投資家が X ポンドの原資を持っていると想定しました。投資家は消費したい資金を取り置いておく必要があるため、現在保有する全財産は X ポンドより大きいはずで、ところでこの投資家は、どうやって X ポンドを投資に回すと決めたのでしょうか？

国債の利回りを 4%と想定します。この投資家にとっては、時間にはある方向性があることとなります。具体的には、1単位分の消費を今先送りにすることで、1年後には 1.04 単位分の追加収入が得られ、消費することができます。今の消費 1単位と 1年後の消費 1単位が違う意味を持つためには、1単位分の消費を今先送りにしたことへの見返りに、1年後にはより多くを得たいと思うでしょう。

「より多く」とは、いくらでしょうか？4%だけ多く、と考えられます。国債の利回りとして提示されているからです。簡単に言えば、消費と投資の配分を調整し、今日の消費追加分と 1年後の消費追加分の割合が 1:1.04 となるようなところまで、消費と投資を交換したいと思うわけです。この値から、今日の消費の限界的な一単位と引き換えに、投資年の終わりに追加される消費の追加分は、率にして 4% (0.04) という結論を出すことができます。

このとき、この投資家の私的な消費割引率は年間 4%である、と言います。

この投資家は合理的な人物なので、消費割引率と国債の利回りが等しくなるように消費と投資のミックスを選びます。この投資家は、翌年にはより多く消費したいと思うし、実際に消費できること、しかも国債に投資する資金は確保でき、投資すればさらに生活に余裕が出ると考えます。この投資家は子どもを持つことを計画しているので、さらに豊かになり続けて、子どもが自分よりも裕福になり、代々続くことを願っています。簡単に言えば、自分の一族に、持続可能な発展を享受してほしいと思っていますのです。

この投資家がグローバルな市民投資家だとすると、うってかわって話はより複雑になります。この市民投資家は人類への利益となるような投資を考えます⁸⁴。世界に対して推奨できる消費と投資のミックス割合を決めようとする（「投資」とは、人工・人的・自然資本という三種の資本財すべてに対する投資であることを思い出しましょう）、多様な資本財の将来の配当と、自分が推奨するミックスには関係がないとは考えなくなります。国債の利回りですら、選択に影響を受けるでしょう。しかし、個人投資家として使った理論と同じような考え方をすれば、彼女が求めて

⁸² 炭素化合物の吸収源としての大気への投資は、（生産や消費の副産物である）炭素排出量の削減を意味する。

⁸³ 海も大気中の炭素を吸収しているが、海洋は酸性化が進んでいるため、吸収源としての大気の減耗に含めるべきである。

⁸⁴ 彼女が一国の市民投資家であれば、投資の理由付けは、より限定された配慮に基づくだろう。しかしそれにして個人投資家としての役割よりは、はるかに広範囲なものになるだろう。

いるのは、社会的に望ましい将来と社会生態的に可能な将来とが出合う理想的な点ということになります。これこそ、推奨する消費と投資のミックスなのです。そしてこのミックスにおいては、各期の消費の社会的割引率が、資本財に対する社会的収益率と等しくなります。

上記二種類の「率」を定義するのに「社会的」という言葉をつけたのには、市民投資家は私益ではなく共通善に基づいて投資することを示す意図があります⁸⁵。この投資家は、資本財の評価に市場価格ではなく会計価格を用います。人工資本および人的資本への投資に際して、マイナスの環境外部性が発生することから、この二つの資本財は、社会的収益率が市場収益率よりも低いこととなります。同様に、人々は他者の子孫の福祉を我がこととは考えないため、消費の社会的割引率は、消費の私的割引率よりも低くなると考えられます。これらを合わせて考え、社会的投資家としては政府に対し、自然資本への投資を増やすよう個人投資家に働きかける政策の策定を求めます。こうした働きかけにより、ポートフォリオは自然資本の割合を増やす方向に向かうでしょう。

Box 16

将来消費の割引

消費の社会的割引率に関する議論は、費用便益分析や気候変動の経済学において中心的存在であり続けている。政策評価で用いられる社会的割引率は、ほぼ常にプラスである。なぜか？

3つの理由が考えられる。①市民投資家は、単に将来のことという理由で、将来消費の限界単位につける重みを小さくしたいと思うだろう。②将来は人類が存在しないリスクがある。③市民投資家は、将来は消費の平均的なレベルが上がると予想する。すると、将来の人間の消費を少し増やしたときの価値は、現在の人の消費を増やしたときの価値よりも低くなる。理由①は、近視眼的な考え方を、②は、絶滅リスクによる割引を、③は、世代間の不公平を割引で埋め合わせたいという望みを、それぞれ反映している。ここで、理由③によれば、人々は将来、今より貧しくなると予想されるならば、消費割引率は負になり得ることに注意したい。

市民投資家が将来世代の消費1単位に与える重みを、現在世代の消費1単位よりも小さくしようとする、より微妙な第四の理由がある。

それは、将来に向けて資本の生産性が生み出すバイアスを打ち消すことと関係がある。適切に選ばれた投資には正の利回りがあることから、経済学的な考え方では、時間は一方向にしか進まない。1単位の投資は、1単位以上の将来消費を生み出す。本レビュー本編第10章では、この時間的な非対称性が取り消されない限り、①から③の理由では、世代間でのある程度平等な福祉の分配には不十分な場合があることを示している。

上記の理論は、消費割引率には、市民投資家の倫理的価値観と、社会生態学的な可能性の解釈を合わせたものが反映されることを示す。本レビューは、この市民投資家が将来消費に適用しようとする割引率（時間がたつにつれて変わる可能性がある）は、消費の会計価格の当該年における下落率であることを示している。この市民投資家が選択した消費割引率は、ポートフォリオ選択に多大な影響を及ぼす。このことを、気候変動の経済学における研究から抜粋した数値で示そう。

この投資家は、1人あたりの消費が1.3%ずつ無期限に成長すると予想する。Nordhaus（1994）とStern（2006, 2015）が設定した必須の倫理パラメータを適用すると、Nordhausの場合は1年あたり4.3%、Sternの場合は1年あたり1.4%と、消費割引率は大きく異なる⁸⁶。

⁸⁵ 共通善という言葉は、経済学者の間ではもはやあまり使われておらず、代わりに、「社会的福祉」という表現が好まれている。より幅広い倫理的配慮が含まれるからである。

⁸⁶ この数字はDasgupta（2008）から引用したもので、そこで根拠が示されている。

単純計算で、消費の限界1単位に与えられた重みが半分になるのは、Sternの場合で51年後、Nordhausの場合は17年後である。こうした消費割引率における設定の違いは、地球規模の気候変動に対する両執筆者の危機感の違いをある程度物語っている。Nordhausの年あたり4.3%は、Sternの年あたり1.4%とさほど違わないように見えるかもしれないが、長期的経済に適用すると、非常に高いことがわかる。100年後のわずかな消費損失の現在価値は、割引率が年率4.3%の場合、年率1.4%の場合の17分の1となることから、その高さの違いが分かる。この教訓はありふれたものだ。つまり計画対象期間が長ければ、消費割引率の小さな違いが、費用便益分析のメッセージの大きな違いを生み出す。

Drupp et al. (2018) は、投資プロジェクトの割引に適切と思われる率をエコノミストに尋ねた調査を報告している。回答者の30%がSternの1.4%またはそれ以下を推奨し、Nordhausの4.5%またはそれ以上を推奨したのは9%に過ぎなかった。61%の回答者が両者の中間を取った。Drupp et al.は、割引についての文献から私たちが考えていたような経済学者の見解の相違は、あまりないとも報告している。経済学者の90%が、長期的な公的プロジェクトの割引率は1~3%が妥当と考えている。

17 包括的な富の指標と社会福祉

これまで、あくまで大まかなものではありませんが、市民投資家が好む消費と様々な形の投資のミックスをどのように決めるかについて見てきました。理論は、ミクロレベルにおける消費と投資の配分の検討から（それこそがポートフォリオ分析の意味するところですが）、時間とともに変化するマクロ経済の概念（消費と投資の全体としてのミックス）に移りました。

しかし、逆方向に考えることもできます。マクロ経済の評価から、ミクロ経済レベル（世帯および企業レベル）での意思決定を決めるであろうルールへと考えるのです。

この二つの考え方が最終的に同じ投資方針に至らなかったとしたら、この市民投資家は驚くでしょう。本章では、二つの考え方が同じ意味を持つことを確認します。話を単純化するため、この市民投資家は世界経済を評価することに興味があると、引き続き想定します。

市民として行う経済評価には、二種類あります。一つは政策分析、もう一つは持続可能性評価です。この二つには何が必要なかを把握するため、私たちがよく尋ねる、以下にあげる六つの質問を検討します。

- (1) 経済の調子はどうなっているか？
- (2) 近年の経済の調子はどうだったか？
- (3) 政策や制度が予想どおりに展開したとすると、将来の経済をどう予測するか？
- (4) 代替政策のもとでは、経済動向はどうなりそうか？
- (5) どの政策を支持すべきか？
- (6) 理想的な政策のセットとは何か？

これらの質問を考える時、この市民投資家は二種類の比較を行うこととなります。

まず、質問(1)~(3)では、経済が持続可能な発展の経路に乗っているかどうかを評価することが求

められます。つまり、投資家はある経済に時間の経過とともに起こった、または起こりうる変化を評価することになります。これが持続可能性評価です。ここでは、例えば「人々の生活が改善される見通しは？その子孫の生活が 10 年前よりも改善される見通しは？」を吟味します。

一方、質問(4)~(6)で、この市民投資家は政策分析に取り組むよう促されます。ここでは、ある時点で提案された政策変更がもたらすであろう、経済の変化を評価します。政策分析では、例えば「提案されている湿地保全プロジェクトで、人々とその子孫の生活が改善されそうなのか？」といったことを吟味します。

質問(3)は、社会生態学的世界の予測です。持続可能性評価および政策分析は、これを中心にして行います。

持続可能性の評価と政策分析は違うものに見えますが、結局のところ同じ分析に行き着くことがわかります⁸⁷。また、この市民投資家が分析をするために用いる尺度は、富を包括的に測ったもの、つまり、人口変化を調整したうえで、人工資本・人的資本・自然資本の会計価値を合計したものであることもわかります。この尺度を、包括的な富と呼びます（図 20）。

時間の経過に伴う人口変化を調整したものは、包括的な富そのものではなく、1 人あたりの包括的な富と解釈できます。図 9 は、Managi-Kumar (2018) による地球規模の 1 人あたりの包括的な富 3 要素の、1992~2014 年までの動きを推定したものです。

包括的な富は、経済の生産力を測る尺度です。私たちが次の世代に受け渡す 1 人あたり包括的な富が、先代から受け継いだそれよりも大きければ、子孫に、より大きな生産的基盤を遺すことになります。包括的な富は集計した数字であるため、人々間の分配状況を反映するものではありません。分配的正義については膨大な文献があり、これを持続可能性評価と政策分析をより精緻にするために生かすことができます。

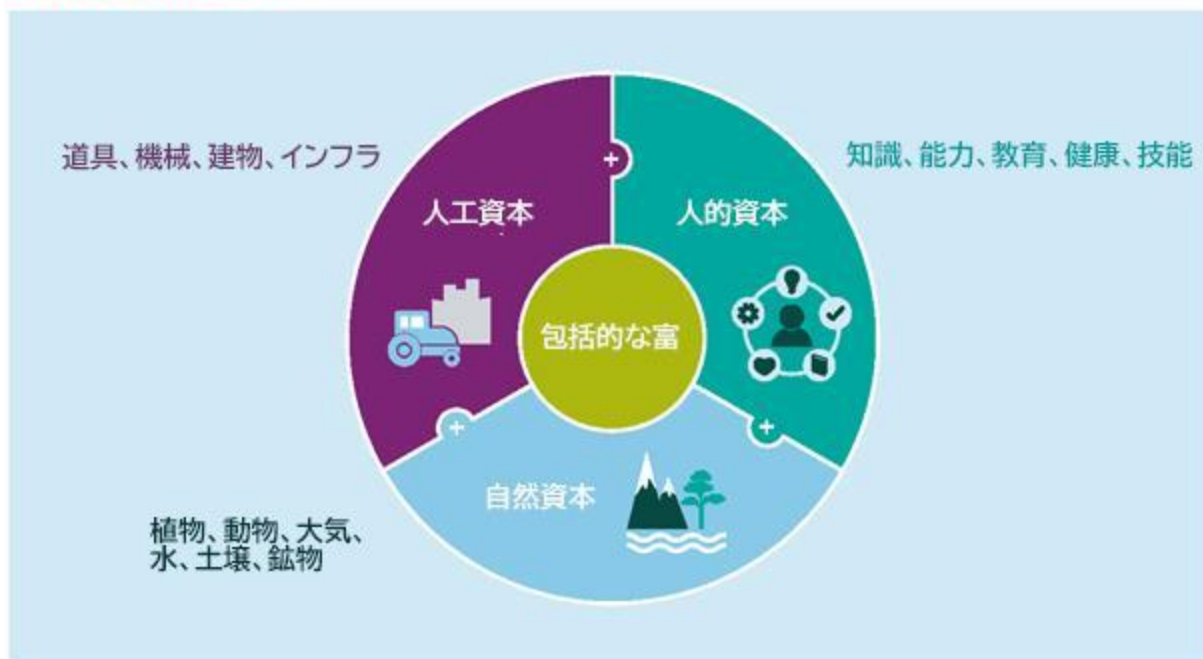
ただし、そうする中で、市民投資家が読み取ることになるのは、GDP の分配ではなく、包括的な富の分配についてです⁸⁸。

経済計算を、所得と支出ではなく、バランスシートで示す（バランスシートこそ富会計そのものです）と、多くの領域で良しとされている経済計算の見直しを迫られることとなります。Box 17 では、環境外部性に基づいて、自由貿易擁護論が誤っている可能性について議論します。

⁸⁷ レビュー（第 13 章）には、この等価性を示す形式的な議論が含まれている。

⁸⁸ 持続可能性評価と政策分析の目的にとっては、社会的福祉と、ここで包括的な富と定義したものは、同等である。このことは、Dasgupta and Mäler (2000) と Arrow, Dasgupta, and Mäler (2003a-b) が一般的な設定において示した。Dasgupta (2004) は、この等価性を一冊の本で扱っている。Arrow et al. (2012, 2013) は、定理を応用し、1995 年から 2000 年までの 5 カ国（ブラジル、中国、インド、米国、ベネズエラ）の包括的な富の動きを推定した。UNU-IHDP and UNEP (2012, 2014) [邦訳『包括的「富」報告書』（2014 年）] で始まったシリーズは、第 3 弾が Managi and Kumar (2018) で、ちょうど世界銀行が各国の GDP の動きを毎年推計しているように、120 カ国以上の包括的な富の時間的な動きを推計するのが目的である。

図20 3種の資本財



Box 17

貿易、消費、富の移転

マイナスの環境外部性の存在は、私たちに自由貿易への熱狂的な支持に疑問を持つよう告げるものである⁸⁹。その理由を説明するため、低所得国の上流にある森で、政府が輸出収入を得るため、木材の伐採権を発行したとしよう。森林は土壌と水流の両方を安定させる役割を果たし、鳥や虫の生息地でもある。そのため、森林伐採により土地は浸食され、水の流出が増加し、下流で花粉媒介や病虫害抑制が損なわれる。森林伐採の被害者の権利が法で認められていれば、木材を切り出している会社は下流の農家への補償を求められる。

しかし、被害の元凶が何マイルも離れていたり、被害者の農家のグループが分散していたり、木材会社と交渉していない農家に被害が限定されているわけではなかったりすると、被害が補償される可能性は低い。農場が受ける被害は一様ではなく、地理的要因が重要になるため、問題は複雑化する。しかも、下流の農家は、自分たちの農場の生産性低下が、上流で行われている伐採のせいかもしれないことを認識すらしていない可能性がある。

こうした状況では、この林業会社の事業費用は、森林伐採の社会的費用を下回ることになる（社会的費用とは、少なくとも大まかに推定すれば、この企業の伐採費用と悪影響を受ける全員の被害となる）。つまり、輸出には、目に見えない補助（外部性）が含まれており、そのしわ寄せは下流の人々に及んでいることになる。しかもこれには、森林の住民は含まれていない。彼らはさらに困窮した状況の下で暮らすことになる。公で議論されることはないものの、この補助は輸出国から輸入国への富の移動を意味する。皮肉にも、輸出国の極めて貧しい人々の一部は、おそらくは富裕国である平均的な輸入国の所得を補助していることになる。これが正しいはずはない。

外部性に関する経済的な無駄はさておき、この例には、自由貿易への賞賛にはほとんど見られない、注目すべき点がある。低所得国は一次産品（コーヒー、茶、砂糖、木材、繊維、パーム油、鉱物）の輸出に大きく依存しているため、低所得の輸出国から輸入国へ、富の隠れた移動が行われる。輸入国が裕福であれば（多くの場合そうである）、この富の移動は格差を拡大させること

⁸⁹ ここでの分析は、Dasgupta (1990) と Chichilnisky (1994) に基づいている。

にしかない。富の移動は、どちらの国民経済計算にも表れない。外部性は国民経済計算に記載されないからだ。

この例には、一般的なメッセージがある。基本財をはるかに離れた外国からの輸入に依存する現代の消費パターンでは、財の価格が本来よりも安く付けられがちである。基本財は、この例のように、生産地でも安い価格が付けられている。最終製品が割安になると、人々は必要以上に消費するだけでなく、生態学的に悪い影響をもたらすモノを消費するインセンティブを持つことになる。さらに、研究開発費は、一次産品を使いまくる新製品や新技術に向けられる。こうして、生物圏への負担はさらに高まる。

この市民投資家は、なぜ経済計算に包括的な富を含めたいと思うのでしょうか？包括的な富の変化は、世代を超えた福祉を正確に表しているからです。世代の間で福祉を向上させるような変化があれば、包括的な富も増加します。逆に、世代の間で福祉が低下するような変化が起きると、包括的な富も低下します。包括的な富と世代間の福祉は同じものではありませんが、完全に同じ方向に動くのです⁹⁰。

経済の生産力を反映させる尺度が、なぜ世代間の福祉も表現できるといえるのでしょうか？その答えは、包括的な富を推計する際に、資本財の評価に会計価格が使われているからです。会計価格の定義（第5章）を振り返れば、会計価格が富と福祉を結び付けていることがわかるでしょう。富と言うと物質主義的に聞こえるかもしれませんが、形容詞付きの包括的な富について語るのであれば、私たちが倫理的に気にかけることと、富を使って生活を豊かにするための方法を気にかけることとの間に、不協和音が生じることはありません。だからこそ、投資プロジェクトの評価は、プロジェクトが包括的な富を増やすかどうかを調べるのと同じであっても、驚くには及ばないのです。

エコノミストは、プロジェクトの評価基準は、社会的便益のフローの正味現在価値（NPV）とすべきだと長年にわたって提唱してきました。モノとサービスのフローの会計価値という視点から、コスト控除後の便益のフローを測定するという考え方です。実際にやってみるとなると、社会的割引率で割り引いた純便益のフローの合計を求めることが必要になります。しかし、あるプロジェクトによって時間とともに発生する便益の合計を求めれば、そのプロジェクトによってもたらされると考えられる包括的な富の変化を求めることになります。社会的費用便益分析で長い間用いられてきた基準が、政策分析は包括的な富への政策効果の観点から行われるべき要件を満たすことにも、十分納得がいきます。

ただし、GDPと投資プロジェクトのNPVには関連がないことに注意してください。プロジェクト評価の基準としてNPVを提唱しながら、経済発展の尺度としてGDPを用いることを主張することは、間違った経済学です。なぜこの二つが共に生き残ってきたのか、説明が付きません。

こうして私たちはぐるりと回ってスタート地点に戻ってきました。市民投資家は今、ポートフォリオの価値を最大化することは、富を最大化することになることを認識しましたが、市民としては、ここでの富を包括的な富として理解しています。例えば、この推計での会計上の賃金および給与は、人的資本に対する社会的収益です。マングローブ林が荒天から守り続けてくれることは、マングローブ林をエビ養殖池に変えてしまわないことに対する収益ということになります。また、植林や森林の手入れは、生物多様性を高めることに役立つとともに、大気中の二酸化炭素の低減にも寄与します。陸域および海域に保護区を設置すれば、生物多様性の減少を防ぐことになります。

⁹⁰ 富の変化と福祉の変化の等価性は、レビュー（第13章）で正式に述べられ、証明されている。

第1部：現状とその背景

市民投資家は今、長年にわたって、GDPの成長が経済発展を意味するという説に誘導されてきたことを悟りました。また、生物多様性の減少に関して自分が抱いていた懸念が言われていることと対立するのには、十分な経済的根拠があることも知りました。また、ある期間から次の期間への包括的な富の変動は、包括的な投資であると気付きます。包括的な投資とは、当該期間における三種類の資本財すべての質または量の純変化の会計価値です。

今、投資家は紙とペンを使って、対象期間内の消費が国内「純生産」（NDP：GDPから全資本財の減耗の会計価値を差し引いたもの）より少ないとき（そしてその時に限り）、包括的な富がある期間から次の期間にかけて増加することを確認します。そして、ある期間中に包括的な富が増加しても、GDPが増加することは可能だと気付きます。一方で、世界のインパクト不均等はいま非常に大きくなっているため、自然資産の価値を将来に向けて無期限に低下させるような活動によって世界のGDPが成長することは、世界の包括的な富が増加したとしても、まずありえないことも分かりました。そうしたことから、データから推計された、自然資本を組み入れて定式化された経済モデルだけが、答えを出せると気付きます。

また、投資家は公平性の点から、低所得国・地域における生活の物質的な水準の向上が優先されるべきとも感じるかもしれません。個人の好みは社会に埋め込まれているという理解から、豊かな国の国民が消費パターンをよりダメージの少ないものに変えるのに、実質的な犠牲は生じないだろう、と楽観的になりました。

また、市民投資家は、経済学は適切に実践されれば、自分の倫理観を反映するものとなり、懸念事項を表現するための、いわば文法となることに気づきます。これは、長年にわたって聞かされてきたこととは反対のことでした。また、これらすべてを理解するとすぐに、誤解を招く経済的成功の指標に頼り、したがって国の資産運用も誤っていると、政府に苦情を申し立てます。さらに、経済および財務を司る省庁に対し、なぜ国のエコノミストは自然資本の計算価値を投資プロジェクトの評価、または当該省庁が提唱する社会政策に含めないのか、などについて説明を求めます。昨年、世界の大手銀行50行は、生物多様性（林業および農業）に悪影響を及ぼす業界に、2.6兆米ドルを超える貸付や与信などを供与しました⁹¹。このようなことを許す世界の金融システムを是正するための行動をなぜもっととらないのか、政府に対して説明を求めましょう。

そして投資家は、自分が感じている不満を自分のコミュニティに向けて発信します。望みは、市民が団結して行動することで、政府だけではなく、世界も耳を傾けてくれることです。警戒を永久に続けることは、自由のために払わなければいけない代償であるかもしれないが、その自由も、自然の崩壊を阻止できないのであれば意味がなくなってしまうのだ、と主張するでしょう。

⁹¹ Portfolio Earth (2020)を参照。

第2部 今後の道のり

18 変化をめぐる選択肢

現在、私たちが直面している問題の核心は、かつて祖先たちが直面した問題と変わりありません。生物圏から取るものと、子孫に残しておくもの、どうバランスをとっていくかが問題なのです。遠い昔、祖先は地球システム全体に影響を与えることはできませんでしたが、私たちは影響を与える力を持っているだけでなく、実際に与えてしまっています。今、人間は選択を迫られています。ひとつは、自然が本来もつ能力をはるかに超えるものをこのまま求めつづける道筋。そしてもうひとつは、人間と自然との関わりが、持続可能であるだけでなく、私たちと子孫の福祉を高める道筋です。

本レビューでは、生物多様性の経済学のために統一的な枠組みを構築しています（レビュー本編、第0～13章）。これについてはこの要約版第1部で紹介しました。この枠組みにより、私たちが現在進んでいる道筋は、大規模な制度的失敗に端を発している可能性があることが明らかになりました。これは単なる市場という制度における失敗だけではなく、経済的な可能性をめぐる現代人の世界認識の失敗でもあります。すなわち、人間は自然の一部であり、決して部外者ではないということ認めようとしないうちの失敗も含んでいるのです⁹²。

本レビューでは、この新たな統合的な枠組みを適用し、人間と自然との関わりを強めることに貢献できる制度についても考察しています（本編第14～20章）。生物多様性の様相は地域により異なるため、取り組みの成功の形も、地域、生態系、国によりさまざまです。第1部では、その背景を示しました。それぞれの環境問題は異なるため、各地域における社会生態学的な条件に配慮した取り組みを行う必要があります。一部の国では、ガバナンスがなされていないため、心ある市民からの提言としては、まずは国家の介入なしに、地域の共同体に生態系の管理を任せるといものになります。一方で、善意のガバナンスが人々の生活における地域的な知識の位置づけを弱体化させている国もあります。さらに他の地域でうまくいった政策であっても、その地域には合わないような政策を、良かれと思ってとってしまう国もあります。そしてもちろん、人生や生活を素晴らしくするものとは何かという考え方も、社会によって異なります。

本レビューでは、現在ほぼ一般的に受け入れられている経済学上の進歩の概念を取り上げ、それが私たちが大きく誤った方向に導いていることを示しました。さらに本レビューでは、経済学が私たちの価値観を形づくり、貢献するために必要な文法を構築しました。経済学は私たちの価値観を形成するのを助け、価値観に寄り添うものでなければなりません。経済学が私たちの価値観がどうあるべきだと指示すべきものではありません。本レビューで、多様な地域に適応する政策の青写真を作成する試みを行わなかったのも、こうした理由からです。かわりに本レビューでは、必要な変化を実現する上で人類に与えられた選択肢を通して、読者に指針を提供します。

変化のためのオプションの方向性として、大きく3つの移行があり、これらは互いに関連しています。①人間社会の需要が自然の供給力を超えないようにし、自然の供給力を現在の水準より高めるようにする、②より持続可能な道筋に私たちを導く助けとなるように、経済的な成功を測る手法を変更する、③特に金融および教育に関する制度と体制の改革を通して変化を実現し、子孫のために維持する（図21）。

⁹² 大規模な失敗には、特に適切な制度を作ることができなかったことが含まれる。私たちは、遺伝的にも文化的にも小集団の動物であり、進化の過程で数十人から数百万人、数百万人から数十億人へと変化してきた。私たちは数世代の間に、生物圏を劇的に変化させ、潜在的には自分たちを絶滅させる技術を開発したが、持続可能な活動パターンを達成するためにますます必要とする超国家的な制度を開発できていない。この問題を提起してくれたポール・エーリックに感謝したい。

私たちの周囲の制度とこれまでの習慣を変えるには、困難な選択を伴うでしょう。以下では、願わくば有用で、他の取り組みの基礎となるようなアイデアをいくつか紹介します⁹³。

図21 変化をもたらす選択肢



以下で世界各国から集めた成功例は、さまざまな可能性を示すのみならず、人間の天性の能力とも言える創意工夫を試みる能力が生物圏に対してきわめて多大な要求をおこない、生物圏の歴史をあまりにも短期間に、大きく傷つけてしまった一方で、同じ力をもってすれば、同じように短期間で革新的な変化をもたらすことも可能であると勇気づけてくれるものです。時間は私たちの味方ではないですが、手遅れというわけではありません。私たちは、個人として、集団として、意識的に道筋を変えることがまだ決断できます。私たちの子孫には、変化の結果を受ける権利があります。

19 自然の供給と人間の需要

第二次世界大戦が終わり、西ヨーロッパの再建を目指してマーシャルプランとして知られる政策が開始されました。一般的に、歴史家のあいだでは、欧州の回復はマーシャルプランだけのおかげではないとされていますが、マーシャルプランが驚異的な復興を速めたのは間違いありません。受益国の工業生産はわずか4年間に55%増加し、1951年のマーシャルプラン終了までには英国、フランス、西ドイツで国民1人当たり所得水準が戦前を10%以上増加し、成長軌道はその後数十年にわたり続きました（Eichengreen and De Long, 1991; Eichengreen, 2010）。生物圏の健全性を高め、人間の需要を減らしたいのであれば、まさにマーシャルプランのときのような（あるいはそれ以上の）野心、協調、政治的な意志に裏打ちされた大規模な変革が必要になります⁹⁴。その理由を以下で説明します。

⁹³ 以下は、レビュー本編第21章から引用した。

⁹⁴ このような訴えは、1992年に出版されたアル・ゴアの *Earth in Balance* や、最近では2020年のニューヨーク気候週間の開始を記念して行われたプリンス・オブ・ウェールズ殿下のスピーチでも行われている。

19.1 生態系の保全と回復

第1部で、他の条件が同じであれば、一旦劣化してしまった自然を回復させるという方法よりも、最初から自然を保全する方法がコストがかからない理由を明らかにしました。また、市場だけでは生態系の濫用を防ぐには不十分であることを指摘しました。生態系のティッピングポイントに関する不確かさ、生態系プロセスの不可逆性、人間同士の互いの活動を確認することの不完全さを総合すると、量的規制（採取や汚染）のほうが、課税よりも良い手段かもしれません。自然保全においては、科学的情報に基づき、法律が支える量的規制こそ、人間と自然の関わりにまん延する外部性の修正に役立ちます。

保護区は自然資本の保全と回復に不可欠な役割を果たしていますが、推定では適切に保護管理されている保護区はわずか 20%にとどまっています⁹⁵。改善策として考えられるのは、①保護区を拡張し、周辺地域の陸地や海と一体化させる、②先住民および地域コミュニティに参与してもらう、さらに③効果的な管理に要する十分なリソースを獲得すること、などが挙げられます（レビュー、本編第 18 章）。本レビューでは、世界各国の成功例をもとに、改善に向けて考え得る、有効な手段を取り上げています。具体例としては、カナダのグアイハナス国立公園保護区やハイダ・ヘリテージの共同管理、地域コミュニティ主導で管理するメキシコのカポプルモ国立公園、拡大する海洋保護区指定（2000 年の 320 万 km² から現在の 2,690 万 km²）などが挙げられます（Duarte et al. 2018; Duarte et al. 2020a、2020b）。

保護区域について、さらなる投資が求められています。必要な資金は少額です。世界の陸域と海洋の 30%を保護し、2030 年までに効果的な管理体制を確立するために要する予算は年間平均 1,400 億ドル（世界の GDP のわずか 0.16%）であり、世界各国が現在、自然を破壊する活動に使用する補助金の 3 分の 1 未満にすぎません（Waldron et al. 2020）。このレベルの保護活動がもたらすメリットは、経済的な側面に限定してもコストを大幅に上回ることが予想されます（Waldron et al. 2020）。さらに人間の健康に関する社会的な大災害のリスク（特に感染症の発生とまん延など）を低下させるなど広範なメリットも期待できます。Dobson et al. (2020) の研究によると、（野生生物の取引、熱帯雨林の破壊・断片化に起因する）疾病のまん延を 10 年にわたり監視し、防止するコストは、COVID-19 関連予算のわずか 2%にすぎません。

しかし一方で、海洋保護区や陸域保護区による生物多様性の保全が、気候変動による影響で無効になってしまうのではないかと懸念があります。ここから分かるのは、自然の調整と維持のサービスは、互いに補完しあっているということです。気候変動も生物多様性の損失もそれだけで抑えることは不可能で、改善に向けた取り組みにおいて、これを認識しておくことが大切です。

自然環境の劣化を回避することを最優先にしながら、一方で自然の回復（生息地の管理、再野生化、自然再生、持続可能な生産性を備えた陸域と海洋の創生）も、生物圏の健全性を改善する上で重要な役割を果たします（レビュー、本編第 19 章）。さらに自然の回復は、生物圏の供給サービスに対する需要と、調整・保全・文化的サービスに対する需要の間の不均衡を解消するのに役立ちます。

世界の生物多様性と生態系の多くは、保護区外にあります。近代農業は、環境の大幅な劣化を招きました。単一栽培のシステムは、食糧生産を拡大した一方で、生物多様性を減少させました。修復することで、単一栽培や荒廃した土地や海を、複数の生態系サービスを提供するランドスケープへと変えていくことができます。

⁹⁵ UNEP-WCMC, IUCN and NGS (2018)を参照。

（土壌を肥沃にし、害虫を減らす）転作や輪作は、持続可能な土地管理における標準的な手法です。さらに現代では、農家にさらなるインセンティブを提供することで、生物多様性と生態系サービスを支える方法の採用を促すことで補完すべきです。農業環境スキームと生態系サービスへの支払い（PES）は、明らかに、さらに発展させるべき施策候補です。第1部で述べたように、低所得国における PES スキームの有効性については、結果が分かれています。しかし PES が大きな潜在力を持つ場合でも、成功するかどうかは、PES の設計と資金規模に左右されます。

法的拘束力のある手段を用いて、陸域と海洋の生態系を活用するより良い計画を立案できれば、生態系への高まる需要を緩和する枠組みの構築に役立ちます。より多くのスペースを自然に委ねることを要求することで、計画プロセスは、自然資本のストックを維持し、さらには増加させることができます。これについては、バハマにおける持続可能なインフラ開発やベリーズの沿岸管理など、成功例から教訓が得られます（レビュー、本編第19章）。

生態学的ソリューション（Nature-based Solutions; 自然に根ざした解決策とも呼ばれる）は、複数の利益をもたらす可能性があります。生態学的手法を用いた生態系の回復は、生物多様性の損失や気候変動への対策となるのみならず、より広範な経済的メリットにもつながります。こうした手法は、技術的な解決策よりも費用対効果が高く、予期せぬ結果を招くことも少ないことがわかっています。雇用の創出にもつながります。景気刺激策や公的支出の一環としての自然資本への投資は社会的価値が高く、早期に投資回収できる潜在性もあります。直近の研究によると、植林、緑地の拡張、農村生態系の回復など生態学的な投資は、COVID-19 からの回復を目指す景気刺激策でも優先度が高くなっています（UNEP、2020）。Hepburn et al. (2020) は、このような活動に投資する理由を3つ挙げています。第一に、多くの「グリーン」プロジェクトは、トレーニングの必要性が最小限に抑えられており、すなわち素早く実施できること。第二に、ソーシャルディスタンス基準を満たすこと。第三にプロジェクトの青写真、があります。例えば、気候変動に関する国際合意を満たすためのプログラムなどです。

もう一步進めて、雇用と「グリーン投資」の間にポジティブな関連性を期待することについて、より深い事例を探することもできるでしょう。自然資本を会計上の価格で評価された場合、グリーン投資が大幅に増加し、人工資本や人的資本の減少を補うこともできます（第2章）。自然をもとにした経済開発への移行は、人的資本へのより大きなリターンが生まれ、ひいては人的資本への投資と雇用の需要を拡大することにもつながります。

19.2 持続可能なエコロジカル・フットプリント

自然環境が持続可能な提供ができる範囲を超えないようにするには（オーバーシュートを回避するためには）、消費と生産のパターンを根本的に変革する必要があります。私たちの基礎的ニーズを満たすために必要な資源を定量化し、その予測値を150カ国以上のプラネタリー・バウンダリー（地球の境界：付録2）と比較した直近の研究によると、プラネタリー・バウンダリーを超えずに、世界の人々の栄養、衛生、極端な貧困の解消することは可能であるが、高所得国での現在のライフスタイルを世界中で実現しようとする、必要な資源は、持続可能なレベルを数倍上回る資源が必要になります（O'Neill et al. 2018）。この数値は、第7章で私たちが概算したエコロジカル・フットプリントと一致します。

19.2.1 消費と生産パターンの変革

食料、繊維、バイオ燃料、木材、水、漁業、養殖業など供給サービスの活用についての現在および将来の予測は、需要の拡大と、それにとまなう調整・保全サービスの減少を明確に示しています（レビュー、本編第16章）。

供給サービスへの高まる需要に応えつつ、調整・保全サービスを維持するためには、いくつかのアプローチが考えられます。人間と家畜用の農作物のバランスを変えることに加え、これ以上農地を拡大せずに収穫量の格差をある程度埋めることも可能です（Foley et al.2011）。こうした取り組みに役立つスキームとして、環境保全と農業の明確な境界を確立する（「土地利用のゾーニング」と言われる）；野生生物の生息地の改変を回避し、食品廃棄物を減らすためのコストを支払う；テクノロジー、インフラ、知識を戦略的に活用する；標準化および認証スキームを導入する、などが挙げられます（Phalan et al.2016）。野生生物の生息地の改変を回避する戦略に加え、持続可能な生産システムも多様な生態系サービスの効果的な提供に役立ちます。リジェネラティブ農業（環境再生型農業）、有機農業、アグロフォレストリー、低栄養段階の魚種を育てる水産養殖などの実践により、食料を提供しながら調整サービス（受粉や大気質調整など）を強化することも可能です。

エコロジカル・フットプリントには、人間が生物圏から得る物質に加え、廃棄物として生物圏に戻す変換物質も計上されます（レビュー、本編第4章および4*章）。また再利用、リサイクル、シェアリングの基準の強化も重要な役割を果たしており、雇用の創出など経済にプラスの影響をもたらすことが期待できます。

技術革新も、人間が及ぼす環境負荷の削減に大きな役割を果たすことができます。遺伝子組み換え農作物を利用すれば、食料生産が気候変動や生物多様性の損失に与える影響を軽減しながら収穫量を増やすことが可能です（Zilberman, Holland, and Trilnick, 2018）。また垂直農法や代替肉により、食糧生産が気候変動と生物多様性の損失に与える影響を軽減しながら収穫量を増やすことも可能です。さらに精密農業や総合的病害虫管理といった手法を通して、環境を損なう投入物を軽減する多様な手段もあります。技術革新は、漁業の混獲を減らす取り組みにも役立ちます。いずれの手段にもポテンシャルがありますが、開発に対するインセンティブを提供し、大規模に展開して初めて効果を発揮します。歴史的に、民間部門は国が投資する研究開発（R&D）予算に依存しながら、自らのR&D投資の生産性を高めてきました。官民の取り組みに相乗効果があることが、科学史の専門家によりかなり議論されてきました。持続可能な未来への移行を支援するために必要な投資の資金調達と調整をめぐる、国は多大な役割を担っています。

しかしテクノロジーと人間の創意工夫だけに依存しているわけにはいきません。私たちは、みずからの生産と消費パターンを変革しなければなりません。人間の経済には限界があり、研究開発に要する資金を賄う目的で自然環境を損なうような経済成長を追求するのは、まったく非生産的です。旧態依然の「ビジネス」を続ければ、高所得国、そして新興の高中所得国、低中所得国で、消費が引き続き世界のエコロジカル・フットプリントを拡大する主要因になると予測されます。エコロジカル・フットプリントの重要な要素は、食生活です。動物性食品を多く摂る食生活は、植物ベースの食生活よりはるかに大きな負荷をかけます。牧草地と家畜の飼料を栽培する土地を合わせると、畜産業は、世界の農地の約80%を使用していることとなります。一方で、植物ベースの食品から排出される温室効果ガスは、動物性食品の10~50分の1です（Poore and Nemecek, 2018）。地域によって相対的なフットプリントには大きな幅があります。推定によると、動物性の食生活を止めれば、現在の農地の50%の広さで、世界の全人口に必要な食料を栽培できるといえます。さらに推定では、たとえ地球の全土を農地に転換しても、環境資源を集中的に使う食生活を全世界に供給することは不可能です（Alexander et al. 2016）。

19.2.2 サプライチェーンと貿易

ここ数十年の世界貿易の拡大は、GDP と平行して進んできました。これが世界のエコロジカル・フットプリントを飛躍的に増加させ、同時に一次生産国から輸入国への富の移転が生じました（Box 17）。これを踏まえ、サプライチェーン全体の追跡を通して貿易が生物圏に与える影響を把握する研究は有益です⁹⁶。

消費と生産を持続可能なパターンへ移行する際には、サプライチェーン全体に環境への配慮を組み込むことが必要です。サプライチェーン全体の透明性と情報共有は必須であり、さらに情報が検証可能であり、基準の施行をサポートするものでなければなりません。（レビュー、本編第8章）。これには革新的な技術が助けになるでしょう。地理空間データの改善とサプライチェーン全体での「ブロックチェーン」の導入によって、商品の生産が地域の生態系と個々の生物種に及ぼす影響が明らかになれば、情報の透明性も高まります。地理空間データを機械学習と一体化することにより、採掘活動が世界遺産に与える潜在的な脅威が世界規模で推定されています（WWF および Swiss Re Institute、2020年）。またこうした技術は、ソブリン債投資で自然関連リスクを監視する際にも活用されています（WWF および Investec、2019年）。認証スキームから変化を生むこともできますが、既存スキームの有効性には幅があります。2013年に WWF が多様な自主的な認証スキームを比較した結果、認証スキームごとの社会生態学的な効果には大きな幅があることが分かりました⁹⁷。

広範な貿易慣行と政策の変革は、持続可能性への移行を支援します（レビュー、本編第15章）。税金などの市場是正手段によってエコロジカル・フットプリントを軽減するには限界がありますが、こうした手段が適切に設計され、広範に適用されていれば変化を生む可能性があります。国境税調整は重要な運用例ですが、これには技術的・政治的な問題が伴います。地域貿易協定での持続可能性に関連した条項にも可能性があり、環境に関する条項を盛り込んだ多様な地域貿易協定が増えていることを示す明るい兆候もみられます。同様に、貿易支援を目的とした国際援助の一部として、環境目標の資金拠出も増えており、現在では、国際援助総額の約3分の1を占めるまでに拡大しています（UNEP および WTO、2018年）。

19.2.3 価格計算

資産またはサービスの会計価格は、その市場価格としかるべき課税額の合計です⁹⁸。このため会計価格と市場価格の差は、商品およびサービス配分の非効率性を測る尺度となります。ふたつの価格の差は、資源活用における無駄を反映します。しかし食品廃棄物（Box 7）とは異なり、こうした差は目に見えません。本レビューでは、会計価格を推定するために利用できる多様な手段について考察しています。地下水や海洋漁業といったオープン・アクセス資源は無料で利用できるため、会計価格は、その利用に課せられるべき税金です。（レビュー、本編第7章）。

会計価格の信頼できる推定値が利用できる場合、税金は、環境に悪影響を与える行動を軽減するための手段にできます。現在、OECD や G20 加盟国では、エネルギーや自動車に関連するものを除き、GDP の1%を超える環境税を徴収していません（OECD、2019年）。このため環境税の課税により、国の歳入を増やす余地がまだ残されています。こうした税制を慎重に設計した上で、自然環境を損なう他の活動へ移行する（漏れ（リーケージ））可能性をなくし、ティッピングポイントを超えるリスクを避け（税金が行動に十分な影響を与えていない場合）、課税される環境

⁹⁶ 例えば Green ら（2019）は、大豆の消費によって引き起こされる生息地の損失を、製品の最終目的地まで追跡している。

⁹⁷ おそらく驚くことではないが、ガバナンスの弱い国では、効果のない認証制度が急速に拡大している（WWF、2013）。

⁹⁸ 理想的な政策が商品に補助金を与えることである場合、会計価格は市場価格から補助金を差し引いたものとなる。

被害を合理的な精度で測定することが必要です。

また、不正な補助金の問題を解決することも喫緊の課題です。その総額が世界の GDP の約 5~7% を占めていることから（Box 9）、自然の会計価値をさらに拡大すべきであることが分かります。一般的に利用されているすべての補助金には、分配的正義、国の食料自給率、強力なロビー活動による政治的圧力などの歴史的背景があり、廃止することは困難です。

しかし、もし廃止できれば、政府が利用できる資源にゆとりが生まれ、国民全体はもとより、社会の中で最も脆弱な立場に置かれた人々に恩恵をもたらす多様なプログラムへの資金提供が可能になります。非効率的な経済の歪みを正して制度的な失敗を解決することは、共通善の増強につながります。

19.2.4 未来の人口

人口が増えることは、世界全体の環境負荷を増大させてきた大きな要因です。世界人口は、今世紀も引き続き増加することが予測されています（UNPD、2019年）。第1部では、出産に関する個人の選択が、どのように他者の選択の影響を受けるかについて説明しました。また、低出生率・高生活水準を特徴とする自立型の行動様式が存在し得る社会の中で、高出生率と低生活水準を特徴とする自立型の行動様式が、どのように浸透していくのかについても考察しました。

女性たちの金融、情報、教育へのアクセスを改善するのみならず、地域で現代型の家族計画やリプロダクティブ・ヘルス・プログラムへのアクセスを向上させることにより、女性の生活管理や行動変容を進め、健康な子供が生まれる確率を高めることができます。

現代型の家族計画とリプロダクティブ・ヘルス・プログラムには優れたメリットがあります（Box 8）。現在のところ、家族計画への投資は少なすぎます。OECD の推定によると、EU からアフリカに対する政府開発援助（ODA）のうち、家族計画を対象としたものは、わずか1%未満です。家族計画とリプロダクティブ・ヘルスにかかる1ドルのメリットは、農業研究、ロタウイルスのワクチン接種、未就学児の教育、貿易促進、さらに蚊帳の配布にかかる1ドルのメリットを上回るとされています（Kohler and Behrman, 2018）。人口動態の転換を加速するため、地域での家族計画とリプロダクティブ・ヘルス・プログラムに対する予算確保は、今こそ不可欠な方法と見なすべきです。

20 経済的進歩の測定

GDP など標準的な経済指標は私たちが誤った方向に導くことがあります。何世代にもわたる福祉（社会的な福祉）の保護と促進を目指す場合、政府は包括的富（社会にとっての手段の尺度）を測定すべきです。包括的富とは、人工資本、人的資本、自然資本の会計価値を合算したものです。この尺度は世代を超えた福祉と直接的に連動しており（第17章）、ある変化により社会的な福祉が高まれば同時に包括的富も拡大し、その変化が社会的な福祉を低下させれば包括的富も減少します。社会的な福祉と包括的富は同じものではありませんが、同じ方向に動くのです。経済勘定における包括的富の価値はここにあります。

自然資本会計は、包括的富の会計作成に必要なステップです。これにより経済活動の中で通常見過ごされがちなものを含めて、自然がもたらすサービスを把握・評価すること、ならびに自然資本の長期的推移を追跡することが可能になり（持続可能性の評価に必要）、さまざまな政策が自然資本に及ぼす影響を推定する手段としても活用できます（政策分析に必要）。

自然資本会計と評価の枠組みは現在、その多くが国連の環境経済会計システムを通じて開発されています。いくつかの国が、自然資本と生態系サービスを国家経済の成功の尺度に組み込みはじめています。中国の生態系総生産（GEP）、ニュージーランドのリビングスタンダードフレームワークなどがその例です（レビュー本編、第12章および第13章）。

自然資本会計は、まだ始まったばかりです。物理的会計や生態系の評価にもっと投資すれば、さらなる改善が期待できます。国民経済計算の構築とデータ共有で国際協力を行えば、世界各国の意思決定を改善できます。国民経済計算の国際的な標準化とともに、技術的支援を行う必要があります。国際金融機関が実施するマクロ経済調査（たとえば国際通貨基金4条協議の調査・監視活動（IMF, 2020））に自然資本会計を組み込むことも、強力なシグナルになり、社会が直面している問題の規模と緊急性を示すために、政府は政策議題を改革しようとするでしょう。

自然を経済指標に反映させるかどうかは、生産性をどう解釈するかのカギとなります⁹⁹。現代の経済成長と開発のモデルは、人工資本と人的資本だけを主要な生産要素として考慮する傾向があり、自然資本を明確に考慮していません（レビュー本編、第13章）。そのため全要素生産性は過大に推計されがちとなるため、疑ってかかるべきです。生産性向上の意味を理解するには、自然の使用と自然に対する影響を計算に入れた生産性の尺度を改善し、活用することが重要です。これについては、OECDの生産性測定のグリーン化ワークストリーム（OECD, 2017a）など複数の取り組みがすでに始まっています。

21 制度とシステムの改革

持続可能性を達成できない世界的な失敗の原因は、私たちの制度にあります。私たちが構築した制度の多くは、私たちの過剰消費を抑制する目的にまったくそぐわないことが明らかになってきました。さらに、こうした制度により、私たちの需要に応える自然界の能力には限界があるという事実と、自然界は我々の需要をどこまでも満たしてくれるという思い込みの間のギャップが拡大してしまっただけです。効果的な制度は、人間と自然の関係を立て直し、資産を管理するための基盤となります。公共財の管理に関するものなど、制度が目的に合ったものになるようにすることに加えて、世界金融システムと教育システムという2つのシステムの変革が特に重要です。

第17章で、トップダウン型とボトムアップ型、どちらの構造を持つ制度もうまく機能しないという一般的な知見を述べました。生態系の中で暮らす住民が知っていることや観察できることは、国の政府から送られてきた担当者が知っていることや観察できることとは異なります。さらに、うまく機能する制度とは、厳格すぎず柔軟すぎず「多元的」で「階層化」された制度です。つまり、多様な組織、コミュニティ、個人のあらゆるレベルの知識と視点を蓄積し、広く伝えることができる制度です。

私たちは今、当たり前のことですが、きわめて緊密につながりあった世界で暮らしています。この説が長年にわたり称賛されてきたのは、ある場所で達成した労働の成果が、あつというまに他の場所に伝わっているからです。ある場所におけるアイデアや慣行は、人や物の移動を通して、他の場所へスピーディに伝わっていきます。しかし、良くないものも素早く運ばれてしまいます。これは、COVID-19の急速な感染拡大によって残酷なまでに明らかになった事実です。

効果的な制度の条件が特に顕著になるのは、世界規模での公共財の管理です。排他的経済水域を超えた海は公共財であり、あらゆる国が自由にアクセスできる共有財産です¹⁰⁰。世界的な公共財

⁹⁹ 総資本の生産性を専門用語でいうと、全要素生産性（TFP）である（第13章）。

¹⁰⁰ 国連海洋法条約では、200 マイルまでの排他的経済水域を設けることで、国家が海洋資源を枯渇させるインセンティブを排除しようとしたが、技術的・地理的な優位性から、逆のインセンティブが残ってしまっている。

(1970年代には「人類の共有遺産」と呼ばれていました)であるため、漁業権の発行や、クルーズや商品輸送のための海の利用率から得られる会計レントを集めて国家間で分配することも可能です。1970年代には、海洋資源(海底のマンガン小塊など)への課税から徴収できるグローバルなレントの規模について、活発な議論が交わされていました。税収を開発援助に活用できるというアイデアです。国連加盟国が交渉中のグローバル海洋条約案は、生物多様性のモニタリングと保全を目的とした既存の超国家的な取り決めにおけるガバナンスの差を埋める機会です。

生態系の中には、地球規模の公共財の特徴を備えつつ、国境の内側に存在するために地球規模のコモンズではないものもあります。その一例が熱帯雨林です。

地域的な例として、多くの国にまたがる河川流域の管理が挙げられます。私たちの経済、暮らし、福祉の運命を一国の主権に委ねてしまつてよいのかと問うのは正しいことです。より公正なアプローチは、私たち全員がその恩恵にあずかっている生態系を保護するため、流域の国々にお金を支払うやり方です。生物多様性条約第15回締約国会議は、2020年以降の世界目標について合意する予定です。自然は、国連気候変動枠組条約第26回締約国会議でも重要な議題となります。これらの会議は、次の10年に向けた新たな方向性を策定するための絶好の機会です。

22 世界の金融システム

金融は、きわめて重要な役割を果たしています。道筋を変えるための責任の相当部分が、地球規模の金融システムにかかっています。政府、中央銀行、国際金融機関(多国間開発銀行など)、さらに民間の金融機関のすべてに、移行を実現するための役割があります。

ここでの課題は、*[市場価格に]*明示しなくてもよいので、民間の金融機関に会計価格への関心を持ってもらうことです。「明示しなくてもよいので」と言ったのは、自然資本の市場価格と会計価格はかけ離れているからです。そこで間接的な手段が必要になります。こうした手段のひとつが、政府や国際金融機関による自然への投資で、自然環境の劣化や持続可能でない自然利用をとまなうプロジェクトを投資の対象から「除外する」ような動きも含まれます。すると、公共投資を補完するプロジェクトは、民間の金融機関にとって魅力的になるでしょう。消費者が自然の財とサービスを使い過ぎる投資を嫌う姿勢を示せば、金融システムは融資活動を変えようとするでしょう。消費者は、企業に対してサプライチェーンの条件を開示するよう要求できます(製品にラベルを付けるのも、こうした手段のひとつです)。さらに消費者は、基準を満たしていない製品をボイコットすることもできます。企業にとって評判は重要なので、市民はそれを利用できます。

自然が豊かになるように手つかずにしておくことは、自然に投資することでもあります。政府には、間接的な手段ではあっても、使えるツールが揃っています。たとえば、税金、補助金、規制、禁止令、そして生態系サービスへの課金(Box 13)、生物多様性オフセット・スキームなど自然特有のメカニズムまであります。政府開発援助の総予算に占める生物多様性資金の割合は近年増加していますが、現行の資金フローでは、開発途上国の自然保護ニーズを満たすには不十分です。資金フローの拡大は、債務免除、直接助成金、技術援助などの形で行えます。世界規模で合意した目的を確実に実現するため、自然資本への公共投資に拘束力のある目標を設定することも、さらなるステップとして重要です。

生物多様性の損失に関連するリスク——サプライチェーンにおける生態系の生産性と回復力の低下——は、マクロ経済と金融に多大な影響を及ぼします。このため自然関連の金融リスクについての金融機関の理解と意識を高め、気候に関連する金融リスクについての最新の知見を学び活用することを目指す取り組みに対して、もっと多くの世界的支援が必要です。中央銀行と金融監督当局は、自然に関連する金融リスクのシステム的な範囲を査定することにより、こうした取り組みを支援できます。これには一連の世界基準が必要です。この基準は、信頼でき、かつ意思決

定に有用なデータに基づいたものにすべきです。企業と金融機関には、自然に関する検討事項と他の目的を一体化することが義務付けられる可能性もあります。究極的には、企業や金融機関による自然資本の利用を評価して情報開示させるという考え方です。2020年に設立された自然関連財務情報開示タスクフォース(TNFD)は、こうした目的を実現するためのステップです。

個人投資家は、投資プロバイダーには持続可能性と自然を考慮して投資を決めてほしいと思っていることを示す証拠が増えています(UNEP and PRI, 2019)。生物多様性の保護と機関投資家やアセットマネージャーの受託者責任を一体化することも、自然資本を確実に考慮した投資方針にするための一策です。この策の障壁のひとつが、近視眼的な発想です。自然環境が劣化すると、長期間にわたる影響が生じます。漁業慣行が海洋に与える影響は、未来の何世代にもわたり消えることはありません。

熱帯雨林の破壊は、どこまでも不可逆的なものです。残念ながら、金融機関が計画し、行動する期間はわずか数年にすぎません。金融規制当局や監督機関は、自らの評価の幅を変え、規制権限を行使することで、必要な移行に重要な役割を果たすことができます。

生態系の劣化に関連する生命と財産のリスクの多くは、影響を被る人々の間で、プラスに相関します。マングローブの森が消失してサイクロンの被害を受けやすくなる人々がいれば、その近所の人たちも被害を受けやすくなります。だからこそ、世界、地域、国家規模での保険基金が必要なのです。環境災害を対象とする保険スキームは一部地域にあるものの(アフリカンリスクキャパシティやカリブ海諸国災害リスク保険ファシリティなど)、世界規模の保険スキームは現時点で存在しません。理論的には、すべての国が貢献する世界規模のリスクプールは、極端事象によるショックから脆弱な国々を守るのに役立ちます。世界レベルの緊急支援は決して珍しいことではありませんが、その規模は常に不確実です。さらに支援はコミュニティが被災した後に行われます。これに対し、保険は災害に対する安全保障となります。自然への投資こそ、信頼できる保険の形なのです。

23 市民社会のエンパワーメント

とはいえ、こうした変化をもたらすことができるのは、究極的には私たち市民です。市民として、私たちは、求める変化を要求し、形にしていく必要があります。金融業界には持続可能な投資を求め、企業にはサプライチェーンの環境条件を開示するよう求め(製品にラベルを付けるも、こうした手段のひとつです)、さらに基準に合わない製品をボイコットする、といった活動が、目的を実現するための手段になります。企業にとって評判は重要なので、市民はそれを利用することができます。私たちが今行動していないとすれば、それは私たちと自然との距離が開いてしまったからです。この隔絶は、都市化の拡大、テクノロジーの乱立、緑地へのアクセス減少といった社会変化の兆候でもあります。自然とからの隔絶により、私たちの身体や情緒の健康が失われてきました。

生物多様性に関する直接的な体験が人々の福祉に果たす役割についての文献が増えており、それを調べた素晴らしい論文 Capaldi et al. (2015) は、こうした経験を、自然とのふれあいと自然とのつながりという2つの側面から分類しています。前者には、室内に置いた植物や、風景の写真や絵画などバーチャルな存在を通して自然界と触れ合う体験も含まれます。後者は、その人が自然とつながっている感覚を意味し、その人が自然と触れ合った経験をどの程度内面化しているかを反映しています。自然とのふれあいが個人の福祉を高めるものであるならば、自然とのつながりはまた福祉の一側面であるはずで

す。緑のある空間(地域の公共財)へのアクセスも、健康に関する社会経済的な不平等を軽減できます。人と自然とのふれあいやつながりを高めることで、私たちの健康と福祉が向上するのみならず、情報にもとづく選択を行い、需要を変えるよう動機づける役割も果たしていることを示す証拠が増えています(レビュー本編、第11章)。

希望の光が見えてきました。都市環境における自然再生もそのひとつです（Box 13）。私たちの欲望や欲求が社会に埋め込まれているということは、物質的に高度な生活水準を維持する世界の多くの人々が、自然が提供するサービスの利用を減らすのは、彼らが心配するほど個人的なコストはかからないだろうと希望的に観測できます。もちろん経済が共有されていればの話ですが。個人的人間についての現代的な考え方は、私たちが本来持っている社交性とは相容れないものです。このため全員が実践すべきと私たちが感じている節約行動も、どうせひとりで行わねばならないのだと信じ込まされているのです。おそらくこのために、私たちの多くが、まわりの人たちと共同で活動することができていないのです。

このように、希望を持てる根拠はあるのです。今のところこの根拠は、小規模な取り組みにしかつながっていないのは事実ですが、生物多様性の経済学は、大勢の人向けのものではありません。私たち全員が実行したい構想は壮大ですが、自然と平和に暮らせるかどうかは、最終的には私たち市民が決めることです。

24 教育

人間と自然との隔絶が進むのと一緒に、自然の経済学的理由付けからの隔絶も進んでいるようです。自然との物理的な交流や情緒的な愛着が減少してもなお、多くの人々は、ほぼ完全に人間中心の視点から自然をみえています。自然の中における自分たちの存在の意味をよく理解するためには、みずからを啓発しなければならないでしょう¹⁰¹。そうして初めて、私たちは、自然のプロセスと形が無限に織りなす美しいタペストリーの素晴らしさを理解できるのです。

あらゆる国のあらゆる子どもたちが自然史を学ぶ義務があります。子どもたちに、自然の畏怖と不思議を体験し、自然がみずからの暮らしにどのような貢献をしているかを実感してもらうためです。教育政策に自然に関する学習を確立することは、変化するベースラインに対処するために役立ちます。これにより私たちはみずからを、空虚になりつつある世界の住人であると徐々に再定義し、目の前の光景が現状であり、その状況がこれからも続くと思えるからです。この変化するベースラインは「経験の消失」と呼ばれています（Pyle, 2003）。

しかし、目に見える効果を得るのは簡単ではありません。環境教育プログラムの開発・設計を、こうした問題解決のために方向づけすることができます。Bawa et al. (2020) は、インドの農業大学を例にとり、そのカリキュラムに「生物多様性の科学」を盛り込むべきだと提案しました。環境教育の直接的な影響を概観した論文で、Ardoin, Bowers, and Gaillard (2020) は、科学者、資源管理者、コミュニティ組織との協力など、地域の課題、またはより広範な課題の中でも地域に関連のある側面を重視することが非常に役立つと示唆しています。本レビューでは生物多様性の経済学におけるコミュニティと市民社会の役割を強調していますが、考え方は同じです¹⁰²。

しかし、それでも十分ではないでしょう。自然とのつながりは、私たちの生活に織り込まれている必要があります。こうしたつながりは、幼年期から10代半ばにかけて減少し、その後一定のペースで増加したのち生涯にわたる安定期に到達することがわかってきました（Hughes et al. 2019）。皮肉なことに、私たちは子どもたちのまわりに動物や植物の写真やおもちゃをたくさん置いても、やがて概念的な知識を教えることに注力し、カリキュラム全般の中で、環境教育を軽視するようになっていきます。たとえ小学校で自然について学習しても、その後、こうした科目とは出会わないかもしれません¹⁰³。米国の大学では、1年生の間に文明の歴史概論の科目を履修

¹⁰¹ 生物多様性の経済学における教育の位置づけについて、メモを作成してくださった Mary Colwell 氏に感謝する。本章は彼女の著作からの引用である。

¹⁰² インドの高等教育機関を対象とした研究で、Bawa et al. (2020) は、農業大学のカリキュラムに生物多様性科学を取り入れるべきだと提唱している。

¹⁰³ 変化の兆しもある。慈善団体 iAfrica は、サハラ以南のアフリカの学校で、自然保護に関するデジタル教育プログラムを実験的に実施している。英国では、2022年に英国で自然史の GCSE が導入される予定である。

させることが一般的でした。大学は、基礎的な生態学の科目を新入生の必修とすべきでしょう。こうした科目はフィールド実習をセットにすることで、特に都市部で育った学生に自然とのつながりを持たせることができるでしょう。最も単純な生物圏のプロセスを理解することでさえ、自然に対する愛着を育むための第一歩となるかもしれません。

幼い頃から自然とのつながりを持つべき理由は他にもあります。自然によく見られる3つの特性——移動性、無音、不可視性——のために、自然を破壊する行為の影響について、その責任者まで遡ることは困難です。法の支配も社会規範による命令も、私たちが日常生活の中で自然に対して行った行為の責任を取るには不十分です。どんなに慎重に策定しても、制度上の規則では環境外部性を排除するには不十分です。

このため私たち自身の「自己規制能力」に頼ること、つまり自らを裁く裁判官や陪審員となることも必要です。そしてこれは、幼い頃から自然とつながれる環境を創造しない限り実現できません。

25 自然の本源的な価値：神聖さ

本レビューでは、人間中心の視点から自然を見ることで、生物多様性の経済学について考察してきました。これはかなり狭い視点ですが、これには正当な理由があります。第1部で示したように、たとえ自然を人間にとっての有用性のみで評価したとしても、自然を保護、促進すべきというのであれば、自然に本源的な価値もあると認めるならば、なおさら保護、促進すべき、ということになります¹⁰⁴。

あらゆる社会で、おそらく多くの人々が、自然の中に神聖な意味を見い出しているでしょう。そして、それが不朽のものであると想像することによって正当化できなければ、この神聖なものは交渉の余地がありません。ヒンズー教徒にとって神聖なガンジス河は「マ・ガンガ」と呼ばれています。しかしマ・ガンガは同時に世界で最も汚染された河のひとつで、そこには産業用の化学物質や家庭ゴミ、農業流出物、火葬の残骸などが垂れ流されています。人々は、この河の神聖さと糞尿の排出路としての役割の間に齟齬はないといいます。神の河であるマ・ガンガは何があっても高潔でいられるからです。ニーズと欲求が相反するとき何らかの理由を見つけて正当化することは、ごく一般的な行為です。

相反する需要の正当化を回避できるのは、神聖さを守るためのコストが高すぎない場合に限りです。そしてその時に初めて、聖なるものを交渉の余地がないと見なすのです。ベナンは、聖なる森の神聖さを法律で定義しています。この国のコミュニティが行う社会慣行の多くは、森の葉や動物、水、石などを直接活用した資材・資源に依存しています。これらの森が神聖と考えられているのは、伝統的に神々や霊が宿るとされてきたからです。聖なる森は儀式を行う場でもあります。ここでは、狩猟も、木々を焼くことも禁じられています。そして聖なる森を管理する権利は、特別な家柄のメンバーに委ねられていました。食料と医薬品を目的とする植物の伐採と採集についても、地域コミュニティが規制していました（Houngbo, 2019）。ベナンには約3,000カ所の聖なる森があり、その広さは1万8,000ヘクタール以上、国土の0.16%を占めています。聖なる森は大半が小規模なもので、5ヘクタール以上の森は約10%にすぎません（Soury, 2007）。しかしベナンでも森林は消えつつあり、1990年の時点で国土の50%を占めていた森林地帯は、現在40%未満にまで縮小しています。

現代人の多くが、この神聖さを知ること、畏怖と不思議の感覚を含むものであり、人智を超えたものの存在を意識する方法であると見なすでしょう。こうして、私たちは皆、周囲の風景の中でみずからを位置付けようと模索し、さらにその向こうに存在するものに想像を巡らすのです。

¹⁰⁴ ケンブリッジ大学生存リスク研究センター（Centre for the Study of Existential Risk）に所属する Simon Beard 氏と自然の本質的価値について議論したことは、私たちにとって非常に有益だった。この議論では、自然の道徳的価値を概念化する方法についても議論されたが、このような難しい問題について、「何を考えるか」ではなく、「どのように考えるか」を示してくれた。レビュー本編（第11章）には、彼のアイデアのスケッチが掲載されている。

この感覚は、国際人たちが「伝統的な文化」と呼ぶものにとどまりません。詩人のラビンドラナート・タゴールが手がけた最も荘厳な詩のいくつかはヴェーダーンタ哲学をルーツとするものですが、ヴェーダ時代に語られた儀式からは切り離されており、人智を超えた存在を感じさせながらも、宗教との関連はありません。

精神的な感覚は、今では個人の体験としてのみならず、吟遊詩人やバードウォッチャー、登山家、サイクリスト、サーファー、ダイバーなどのコミュニティにおける共同体験となることが多くなっています（Grove-White, 1992）。歴史学者のサイモン・シャーマは、西洋文化が自然界の持つ精神性や自然の周囲に生まれる神話を放棄したと考えるのは誤りであると主張しました（Schama, 1995）。シャーマは、人智を超えた存在が、芸術や建築作品の中で繰り返し表現されてきたことを示しています。自然の超越性は、私たち人間から独立した価値を自然に与えています。

自然が想起させる人智を超えた感覚は、まだあらゆる場所に存在しているかもしれません。しかしこの感覚が、現代社会の中で深刻な打撃を受けています。

相反するニーズと欲求に対応するうちに、私たちは、自然の風景を守ることで自分たち自身も守っていることを忘れてしまっています。より豊かな国の社会は、他の地域で自然を壊すことができたために、ニーズと欲求という相反する感情を収めてきました。そして経済学という学問が、このことをますます助長してきました。高所得国では、経済的な正当化が商業的な正当化の婉曲表現として使われることがあまりにも多く、低所得国では「経済発展」という用語が、明らかに価値のない投資の正当化によく使われています。

そのような正当化をする必要はありませんでした。正しい経済学的理由付けは、私たち人間の価値観と絡み合っています。生物多様性は、道具としての価値のみならず、本源的な価値をもち、おそらくは道徳的価値さえあるかもしれません。いずれの価値も、私たちが自然の中に埋め込まれていると認識した時に、さらに豊かなものになります。自然を経済学的な理由付けから切り離すことは、私たち人間が自然の外部にいると考えていることを意味しています。そのような誤りは経済学そのものにあるのではなく、経済学を適用した私たちのやり方が間違っているのです。

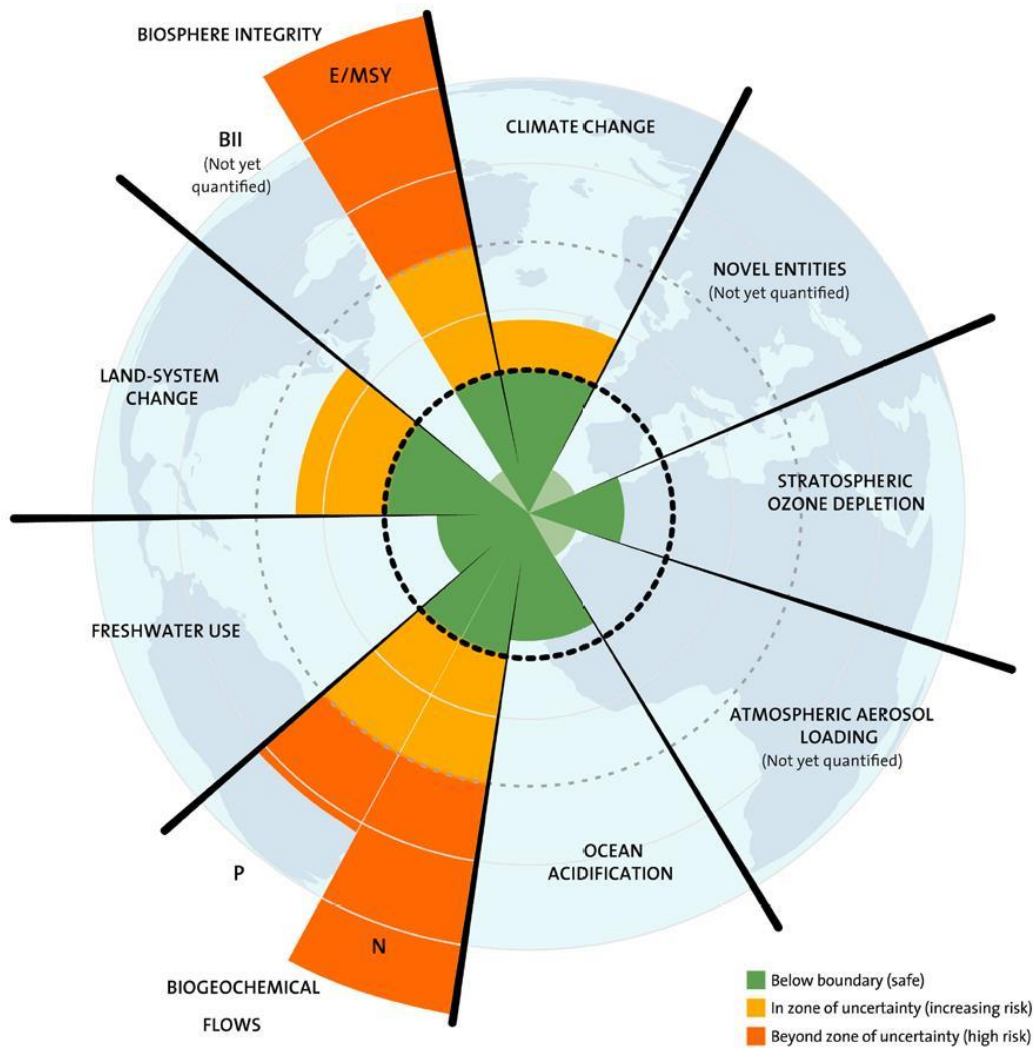
付録1 プラネタリー・バウンダリー（地球の境界）からの安全な活動距離

生物圏が劣化していることのさらなる証拠は、地球システムプロセスの研究から得られます。これは、過去1万1千年ほどの間（完新世）に経験した安定した状態を維持するために重要な生物圏のプロセスを特定するというものです。Rockstrom et al. (2009) は、地球システムの機能に不可欠な9つの生物物理学的プロセスを特定しました。著者らの提案は、それぞれのプロセスに定量的な境界を設定し、それを超えると地球の完新世の状態がさらに危険にさらされ、人新世への移行がより確実なものになるというものでした。著者らは、プロセスが急激に変化しているかどうかを確認するための目印を「プラネタリー・バウンダリー（地球の境界）」と名付けました。地球の境界は、世界的な閾値やティッピングポイントと同じではありません。いずれにしても、9つの重要なプロセスすべてが単一の定義可能な閾値を持っているとは限らず、閾値が存在することがわかっているものについても、それがどこに位置するかについては不確実性があります。境界線は、これらの閾値の上流、不確実ゾーンの安全なほうの端っこにおかれています。

9つのプロセスのすべてが単一の識別可能なマーカーを持っているわけではないとはいえ、境界を越えると、大規模で、潜在的には不可逆的な環境変化のリスクが高まります。9つのプロセスのうち4つにおいて、地球は著者らが安全な活動領域の外にあると見なしているゾーンに移動しており、完新世の生物圏の状態から大幅に変化するリスクが高まっています。生物圏の完全性（「生物多様性」と読み替えてもよい）と窒素・リンの循環は、その境界を最も大きく超えています。しかし、土地利用の変化と気候変動もまた、その安全な活動範囲を超えているのです（図22）。

生物圏の完全性という概念を解明するには、問題があることがわかっています。図22が示すように、Rockstrom et al. (2009) は、生物圏の完全性を、年間100万種あたりの種の絶滅率（E/MSY）としていました。この指標を使用する際の問題点の一つは、絶滅率が脊椎動物の種に対して推定されていること最も多いことです（記載されている種の2%未満にしかならない）。Mace et al. (2014)はさらに、絶滅率は生命の遺伝子ライブラリー、生態系の機能的多様性、地球のバイオマスの条件とカバー率を反映していないと主張しています。Maceらの見解は、レビュー本編第2章と第3章で検討した生物多様性のマーカーに通じるものがあります。以下では、これらの指標が「人新世」の不吉な特徴を反映していることがわかります。生物多様性完全度指数（BII）に基づく新たな境界線が開発されていますが、まだ定量化はされていません（Steffen et al.2015）。

図 22 重要な地球システムプロセスとその境界



出典：J. Lokrantz/Azote based on Steffen, W. et al. (2015) 'Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet」、Science、347(6223:1-10)

注：P=リン、N=窒素、BII=生物多様性完全度指数、E/MSY=年間 100 万種あたりの絶滅数

地球境界の概念が拡張されているもう一つの点が、グローバルよりも下のレベルでの境界の研究です。これが重要なのは、第2章で述べたように、地域レベルの境界を越えると（例えば、アマゾンの熱帯雨林の破壊）、地球システム全体に影響を及ぼす可能性があるからです。現在、生物圏の完全性、生物地球化学的フロー、土地利用システム、淡水利用について、地域レベルの境界が策定されています。

地球境界という考え方には、直感に訴える魅力が強く、地球システムを支配するプロセスに対する一般の人々の想像力を刺激してきました。問題のある概念ではありますが、地球システムの生物地球化学的プロセスの分類としては非常に有用です。

付録2 コモン・プール資源が存続するのはなぜか？

なぜ共同体は、地域の生態系を分割して、私有地にしてしまわなかったのでしょうか？ひとつには、リスクをプールする必要があったから、と考えられます。例えば、森林は空間的に不均質な生態系で、微気候はもちろん、土壌の質の違いも重要です。そのため、ある年には、森林のある部分である植物グループが実を結び、また別の年には、別の部分で他の植物グループが実を結びます。乾燥地域、山岳地域、灌漑が行われていない地域では、平均的な生産量と比較すると、変動が大きくなると考えられます。森林を私有地の区画に分割した場合、各世帯が直面するリスクは、共同所有や相互規制の場合に比べて大きくなってしまいます。個々の世帯のリスクの減少は小さいかもしれませんが、インドの村々では平均所得が非常に低いため、共同所有と契約の相互執行による世帯の利益は大きくなると考えられます。共同体の所有は、リスクをプールの役に立つのです。

その結果、コモン・プール資源（CPRs）が普及している地域では、所得格差が小さくなっています。しかし、所得総額となると別の問題で、最も貧しいのは乾燥地域や山岳地域、灌漑のない土地であると言えます。しかし、乾燥地域内でも CPR への依存度は、世帯全体の所得が増加するにつれて低下します。理論的にもそう予測されており、事例研究でもそれが確認されています（Jodha, 1986, 2001; Cavendish, 2000）。

利用者が対称的に存在していると、分配も対称になることが予想されますが、資源が不均一な場合には、ちょっとした工夫が必要です。最良な場所へのアクセスを順繰りにする（ローテーション）のが、一つのやり方です。これは沿岸漁業、林地の燃料備蓄、草原や山の斜面の飼料用地などでよく行われています（Netting, 1981; Baland and Platteau, 1996）。ローテーションによって、利用者は公平な分配を受けることができます。

本来であれば、コミュニティが資源を私有地として分割し、家計が相互に保険スキームを構築することも可能です。しかし、そうすると、他の活動への協力が妨げられてしまいます。その理由は少なくとも2つあります。第一に、協力は習慣的に形成されるもので、ある活動での協力をやめると、他の活動での協力が弱くなってしまう可能性があります。第二に、ある活動において日和見主義的行動をとることに対する制裁に、その活動だけでなく他の集団活動からの排除が含まれていると、協力はより強固なものとなります。つまり、ある活動分野での協力を放棄すると、他の活動分野での協力も強固でなくなります。この事実は、ゲーム理論が示しているところであり、経済関係が互いに結びついていることが多い理由を説明しています（Dasgupta, 2007 [邦訳ダスグプタ（2008）第3章]）。

地域の生態系が CPRs になることが多いのは、動物、鳥、昆虫が移動するからでもあります。移動性は、生態系の構成要素を統合します。魚は泳ぐので、沿岸の生態系も断片に分けることはできません。第2章では、生態系の生産性は、その空間的な部分の生産性の合計よりも大きいことも指摘しました。つまり、生態系には不可分の要素があるのです。またたとえ他の用途に転用できないと決められていたとしても、生態系を私有地に分割することは、移動可能な構成要素が生み出す外部性が存在するために、非効率になるでしょう。共同体の所有権は、そのような外部性を内部化します。もちろん、私的独占によっても外部性は回避できるのですが、そうするとコミュニティの中の一人に、あまりにも大きな力を与えることになってしまいます。

農地、特に人口密集地の農地は、また別の問題です。労働力と資本の両方が、生産における重要な投入要素です。投資によって土地の生産性は大幅に向上します。CPRs としての農地は、投資コストにただ乗りしようとする誘惑に駆られるなど、深刻な管理上の問題を抱えることとなります。投資と革新のインセンティブの欠如は、停滞、さらには衰退を招くこととなります。旧ソ連の集

団農場の経験がそれを物語っています。サハラ以南のアフリカでは、土地が親族によって所有されている（あるいは最近まで所有されていた）地域があり、これは例外です。これは、過去に土地が豊富であったことと、土壌の質が悪いために長期間休耕しなけりばならなかったことが理由です。もちろん、土地が個人ではなく親族によって所有されていたからこそ、農業生産性が低いままだったのかもしれませんが、社会科学全般に言えることですが、因果関係は、両方向に作用することが多いのです。

参考文献

- Agarwal, A., and S. Narain (1992), 'Towards Green Villages, A Strategy for Environmentally Sound and Participatory Rural Development', *Environment and Urbanization*, 4(1), 53–64.
- Agarwal, A., and S. Narain (1999), 'Community and Household Water Management: The Key to Environmental Regeneration and Poverty Alleviation', *Poverty and Environment Initiative Background Paper 2* (New York, NY: UNDP).
- Agarwal, B. (1986), *Cold Hearths and Barren Slopes: The Woodfuel Crisis in the Third World* (Delhi: Allied Publishers).
- Agarwal, B. (2001), 'Participatory Exclusions, Community Forest, and Gender: An Analysis for South Asia and Conceptual Framework', *World Development*, 29(10), 1623–1648.
- Alexander, P., C. Brown, A. Arneith, J. Finnigan, and M. D. A. Rounsevell (2016), 'Human Appropriation of Land for Food: The Role of Diet', *Global Environmental Change*, 41, 88–98.
- Alexander, P., A. Berri, D. Moran, D. Reay, and M. D. A. Rounsevell (2020), 'The Global Environmental Paw Print of Pet Food', *Global Environmental Change*, 65, 102153.
- Andres, L. A., M. Thibert, C. L. Cordoba, A. V. Danilenko, G. Joseph, and C. Borja-Vega (2019), *Doing More with Less: Smarter Subsidies for Water Supply and Sanitation*.
- Ansar, A., B. Flyvbjerg, A. Budzier, and D. Lunn (2014), 'Should We Build More Large Dams? The Actual Costs of Hydropower Megaproject Development', *Energy Policy*, 69, 43–56.
- Ardoin, N. M., A. W. Bowers, and E. Gaillard (2020), 'Environmental Education Outcomes for Conservation: A Systematic Review', *Biological Conservation*, 241, e108224.
- Arrow, K. J. (2000), 'Observations on Social Capital', in P. Dasgupta and I. Serageldin, eds., *Social Capital: A Multifaceted Perspective* (Washington, DC: World Bank).
- Arrow, K. J., P. Dasgupta, L. Goulder, G. Daily, P. Ehrlich, G. Heal, S. Levin, K.-G. Mäler, S. Schneider, D. Starrett, and B. Walker (2004), 'Are We Consuming Too Much?', *Journal of Economic Perspectives*, 18(3), 147–172.
- Arrow, K. J., P. Dasgupta, L. H. Goulder, K. J. Mumford, and K. Oleson (2012), 'Sustainability and the Measurement of Wealth', *Environment and Development Economics*, 17(3), 317–353.
- Arrow, K. J., P. Dasgupta, L. H. Goulder, K. J. Mumford, and K. Oleson (2013), 'Sustainability and the Measurement of Wealth: Further Reflections', *Environment and Development Economics*, 18(4), 504–516.
- Arrow, K. J., P. Dasgupta, and K.-G. Mäler (2003a), 'Evaluating Projects and Assessing Sustainable Development in Imperfect Economies', *Environmental and Resource Economics*, 26, 647–685.
- Arrow, K. J., P. Dasgupta, and K.-G. Mäler (2003b), 'The Genuine Savings Criterion and the Value of Population', *Economic Theory*, 21(2/3), 217–225.
- Bakan, J. (2020), *The New Corporation: How 'Good' Corporations Are Bad for Democracy* (New York, NY: Vintage).
- Baland, J.-M., and J.-P. Platteau (1996), *Halting Degradation of Natural Resources: Is There a Role for Rural Communities?* (Oxford: Oxford University Press).
- Baland, J.-M., and J.-P. Platteau (1999), 'The Ambiguous Impact of Inequality and Collective Action in Local Resource Management', *World Development*, 27(5), 773–788.
- Baragwanath, K., and E. Bayi (2020), 'Collective Property Rights Reduce Deforestation in the Brazilian

Amazon', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(34), 20495–20502.

Bawa, K. S., N. Nawn, R. Chellam, J. Krishnaswamy, V. Mathur, S. B. Olsson, N. Pandit, P. Rajagopal, M. Sankaran, R. U. Shaankar, D. Shankar, U. Ramakrishnan, A. T. Vanak, and S. Quader (2020), 'Opinion: Envisioning a Biodiversity Science for Sustaining Human Well-Being', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(42), 25951-25955.

Barbier, E. B. (2005), *Natural Resources and Economic Development* (Cambridge: Cambridge University Press).

Barbier, E. B. (2011), *Scarcity and Frontiers: How Economies Have Developed Through Natural Resource Exploitation* (Cambridge: Cambridge University Press).

Barbarossa, V., R. J. P. Schmitt, M. A. J. Huijbregts, C. Zarfl, H. King, and A. M. Schipper (2020), 'Impacts of Current and Future Large Dams on the Geographic Range Connectivity of Freshwater Fish Worldwide', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(7), 3648–3655.

Bar-On, Y. M., R. Phillips, and R. Milo (2018), 'The Biomass Distribution on Earth', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(25), 6506–6511.

Barrett, S. (2003), *Environment and Statecraft: The Strategy of Environmental Treaty-Making* (Oxford: Oxford University Press).

Barrett, S. (2012), 'Credible Commitments, Focal Points and Tipping: The Strategy of Climate Treaty Design', in R. Hahn and A. Ulph, eds., *Climate Change and Common Sense: Essays in Honour of Tom Schelling* (Oxford: Oxford University Press).

Barrett, S. (2015), 'Why Have Climate Negotiations Proved So Disappointing?' in P. Dasgupta, R. Ramanathan, and S. Sorondo, eds., *Sustainable Humanity, Sustainable Nature: Our Responsibility* (Vatican City: Vatican Press).

Barrett, S., A. Dasgupta, P. Dasgupta, W. N. Adger, J. Anderies, J. van den Bergh, C. Bledsoe, J. Bongaarts, S. Carpenter, F. S. Chapin III, A.-S. Crépin, G. Daily, P. Ehrlich, C. Folke, N. Kautsky, E. F. Lambin, S. A. Levin, K.-G. Mäler, R. Naylor, K. Nyborg, S. Polasky, M. Scheffer, J. Shogren, P. S. Jørgensen, B. Walker, and J. Wilen (2020), 'Social Dimensions of Fertility Behavior and Consumption Patterns in the Anthropocene', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(12), 6300–6307.

Beach, T., S. Luzzadder-Beach, and N. P. Dunning (2019), 'Out of the Soil: Soil (Dark Matter Biodiversity) and Societal 'Collapses' from Mesoamerica to Mesopotamia and Beyond', in P. Dasgupta, P. H. Raven, and A. L. McIvor, eds., *Biological Extinction: New Perspectives* (Cambridge: Cambridge University Press).

Beck, T., and C. Nesmith (2001), 'Building on Poor People's Capacities: The Case of Common Property Resources in India and West Africa', *World Development*, 29(1), 119–133.

Béné, C., G. Macfadyen, and E. H. Allison (2007), 'Increasing the Contribution of Small-Scale Fisheries to Poverty Alleviation and Food Security', *FAO Fisheries Technical Paper*, No. 481.

Béteille, A. ed., (1983), *Equality and Inequality: Theory and Practice* (Oxford: Oxford University Press).

Blackburn, S. (2003), *Ethics: A Very Short Introduction* (Oxford: Oxford University Press).

Bongaarts, J. (2011), 'Can Family Planning Programs Reduce High Desired Family Size in Sub-Saharan Africa?', *International Perspectives on Sexual and Reproductive Health*, 37(4), 209–216.

Bongaarts, J. (2016), 'Development: Slow Down Population Growth', *Nature*, 530(7591), 409–412.

Bongaarts, J., and J. Casterline (2013), 'Fertility Transition: Is Sub-Saharan Africa Different?', *Population and Development Review*, 38(Suppl. 1), 153–168.

Bolt, J., R. Inklaar, H. de Jong and J. L. van Zanden (2018), *Rebasing 'Maddison': New Income Comparisons and the Shape of Long-run Economic Development*, Maddison Project Working Paper 10.

- Bourdieu, P. (1984), *Distinction: A Social Critique of the Judgement of Taste* (London: Routledge and Kegan Paul). ピエール・ブルデュー『ディスタンクシオン〈普及版〉〔社会的判断力批判〕』（石井洋二郎訳、藤原書店、2020年）
- Breslin, P., and M. Chapin (1984), 'Conservation Kuna-style', *Grassroots Development*, 8(2), 26–35.
- Bromley, D. W. ed., (1992), *Making the Commons Work: Theory, Practice, and Policy* (San Francisco, CA: ICS Press).
- Brundtland, G. H. (1987), *Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development* (Oxford: Oxford University Press). 環境と開発に関する世界委員会『地球の未来を守るために』（大来佐武郎監修、福武書店、1987年）
- Campbell, B., A. Mandoondo, N. Nematundwe, B. Sithole, W. De Jong, M. Luckert, and F. Matose (2001), 'Challenges to Proponents of Common Property Resource Systems: Despairing Voices from the Social Forests of Zimbabwe', *World Development*, 29(4), 589–600.
- Capaldi, C. A., H.-A. Passmore, E. K. Nisbet, J. M. Zelenski, and R. L. Dopko (2015), 'Flourishing in Nature: A Review of the Benefits of Connecting with Nature and its Application as a Wellbeing Intervention', *International Journal of Wellbeing*, 5(4), 1–16.
- Carpenter, S. R., D. Ludwig, and W. A. Brock (1999), 'Management of Eutrophication for Lakes Subject to Potentially Irreversible Change', *Ecological Applications*, 9(3), 751–771.
- Cavendish, W. (2000), 'Empirical Regularities in the Poverty-Environment Relationship of Rural Households: Evidence from Zimbabwe', *World Development*, 28(11), 1979–2003.
- Ceballos, G., A. H. Ehrlich, and P. R. Ehrlich (2015), *The Annihilation of Nature: Human Extinction of Birds and Mammals* (Baltimore, MD: John Hopkins University Press).
- Ceballos, G., P. R. Ehrlich, and P. H. Raven (2020), 'Vertebrates on the Brink as Indicators of Biological Annihilation and the Sixth Mass Extinction', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(24), 13596–13602.
- Chichilnisky, G. (1994), 'North-South Trade and the Global Environment', *The American Economic Review*, 84(4), 851–874.
- Cialdini, R. (1984), *Influence: The Psychology of Persuasion* (New York: Harper Collins). ロバート・B・チャルディーニ『影響力の武器[第三版]: なぜ、人は動かされるのか』（社会行動研究会訳、誠信書房、2014年）
- Cleland, J., S. Bernstein, A. Ezech, A. Faundes, A. Glasier, and J. Innis (2006), 'Family Planning: The Unfinished Agenda', *The Lancet*, 368(9549), 1810–1827.
- Coady, D., I. Parry, N.-P. Le, and B. Shang (2019), 'Global Fossil Fuel Subsidies Remain Large. An Update Based on Country-Level Estimates', *IMF Working Paper 19/89*.
- Coleman, J. S. (1988), 'Social Capital in the Creation of Human Capital', *American Journal of Sociology*, 94, S95–S120.
- Cordell, J., and M. McKean (1985), 'Sea tenure in Bahia, Brazil', *Proceedings of the Conference on Common Property Resource Management*, April, 85–114.
- Crutzen, P. J. and E. F. Stoermer (2000), 'The "Anthropocene"', *Global Change Newsletter*, 41, 17–18.
- Costanza, R., R. d'Arge, R. De Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. O'Neill, J. Paruelo, R. G. Raskin, P. Sutton, and M. van den Belt (1997), 'The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital', *Nature*, 387(6630), 253–260.
- Daily, G. C., and P. R. Ehrlich (1996), 'Global Change and Human Susceptibility to Disease', *Annual Review of Energy and the Environment*, 21, 125–44.

- Dasgupta, Aisha (2021), 'Contraception, Avortement, Droits Reproductifs', in Y. Charbit, ed., *Dynamiques démographiques et développement* (Paris/London: ISTE), forthcoming 2021.
- Dasgupta, Aisha and P. Dasgupta (2017), 'Socially Embedded Preferences, Environmental Externalities, and Reproductive Rights', *Population and Development Review*, 43(3), 405–441.
- Dasgupta, Aisha and P. Dasgupta (2021), 'Population Overshoot', in G. Arrhenius, K. Bykvist, and T. Campbell, eds., *Oxford Handbook of Population Ethics* (Oxford: Oxford University Press).
- Dasgupta, P. (1990), 'The Environment as a Commodity', *Oxford Review of Economic Policy*, 6(1), 51–67.
- Dasgupta, P. (2004), *Human Well-Being and the Natural Environment* (Oxford: Oxford University Press). パーサ・ダスグプタ『サステナビリティの経済学—人間の福祉と自然環境』（植田和弘監訳、岩波書店、2007年）
- Dasgupta, P. (2007), *Economics: A Very Short Introduction* (Oxford: Oxford University Press). パーサ・ダスグプタ『経済学〈一冊でわかる〉』（植田和弘・山口臨太郎・中村裕子訳、岩波書店、2008年）
- Dasgupta, P. (2008), 'Discounting Climate Change', *Journal of Risk and Uncertainty*, 37(2–3), 141–169.
- Dasgupta, P. (2019), *Time and the Generations: Population Ethics for a Diminishing Planet* (New York, NY: Columbia University Press).
- Dasgupta, P., and K.-G. Mäler (2000), 'Net National Product, Wealth, and Social Well-Being', *Environment and Development Economics*, 5(1/2), 69–93.
- Dasgupta, P., T. Mitra, and G. Sorger (2019), 'Harvesting the Commons', *Environmental and Resource Economics*, 72(3), 613–636.
- Dasgupta, P., and I. Serageldin, eds. (2000), *Social Capital: A Multifaceted Perspective* (Washington, DC: World Bank).
- De Vos, J. M., L. N. Joppa, J. L. Gittleman, P. R. Stephens, and S. L. Pimm (2014), 'Estimating the Normal Background Rate of Species Extinction', *Conservation Biology*, 29(2), 452–462.
- Deutz, A., G. M. Heal, R. Niu, E. Swanson, T. Townsend, L. Zhu, A. Delmar, A. Meghji, S. A. Sethi, and J. Tobin-de la Puente (2020), *Financing Nature: Closing the Global Biodiversity Financing Gap*.
- Diamond, J. (2005), *Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed* (London: Viking Press). ジャレド・ダイヤモンド『文明崩壊 上: 滅亡と存続の命運を分けるもの』（楡井浩一訳、草思社、2012年）
- Dobson, A. P., S. L. Pimm, L. Hannah, L. Kaufman, J. A. Ahumada, A. W. Ando, A. Bernstein, J. Busch, P. Daszak, J. Engelmann, M. F. Kinnaird, B. V. Li, T. Loch-Temzelides, T. Lovejoy, K. Nowak, P. R. Roehrdanz, and M. M. Vale (2020), 'Ecology and Economics for Pandemic Prevention', *Science*, 369(6502), 379–381.
- Drupp, M. A., M. C. Freeman, B. Groom, and F. Nesje (2018), 'Discounting Disentangled', *American Economic Journal: Economic Policy*, 10(4), 109–134.
- Duarte, C. M., S. Agusti, E. Barbier, G. L. Britten, J. C. Castilla, J.-P. Gattuso, R. W. Fulweiler, T. P. Hughes, N. Knowlton, C. E. Lovelock, H. K. Lotze, M. Predragovic, E. Poloczanska, C. Roberts, and B. Worm (2020a), 'Rebuilding Marine Life', *Nature*, 580(7801), 39–51.
- Duarte, C. M., S. Agusti, E. Barbier, G. L. Britten, J. C. Castilla, J.-P. Gattuso, R. W. Fulweiler, T. P. Hughes, N. Knowlton, C. E. Lovelock, H. K. Lotze, M. Predragovic, E. Poloczanska, C. Roberts, and B. Worm (2020b), 'Rebuilding Marine Life: Supplementary Information', *Nature*, 580(7801), 39–51.
- Duarte, C. M., I. Poiner and J. Gunn (2018), 'Perspectives on a Global Observing System to Assess Ocean Health', *Frontiers in Marine Science*, 5(265), 1–9.
- Ebeling, F., and S. Lotz (2015), 'Domestic Uptake of Green Energy Promoted by Opt-out Tariffs', *Nature Climate Change*, 5, 868–871.

- Ehrlich, P. R., and J. P. Holdren (1971), 'Impact of Population Growth', *Science*, 171(3977), 1212–1217.
- Eichengreen, B. (2010), 'Lessons from the Marshall Plan', *World Bank, World Development Report 2011 Background Paper*.
- De Long, J. B. and B. Eichengreen (1991), 'The Marshall Plan: History's Most Successful Structural Adjustment Program', *National Bureau of Economic Research Working Paper*, No. 3899.
- Elert, E. (2014), 'Rice by the Numbers: A Good Grain', *Nature*, 514(7524), S50–S51.
- Ermakova, M., F. R. Danila, R. T. Furbank, and S. von Caemmerer (2019), 'On the Road to C4 Rice: Advances and Perspectives', *The Plant Journal*, 101(4), 940–950.
- FAO (2014), *Sustainability Pathways* (Rome: FAO).
- FAO (2019), *The State of Food and Agriculture 2019. Moving Forward on Food Loss and Waste Reduction* (Rome: FAO).
- FAO (2020), *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in Action* (Rome: FAO).
- Falconer, J., and C. R. S. Koppell (1990), 'The Major Significance of "Minor" Forest Products: The Local Use and Value of Forests in the West African Humid Forest Zone', *Community Forestry Note 6* (Rome: FAO).
- Feeny, D., F. Berkes, B. J. McCay, and J. M. Acheson (1990), 'The Tragedy of the Commons: Twenty-Two years later', *Human Ecology*, 18(1), 1-19.
- Field, C. B., M. J. Behrenfeld, J. T. Randerson, and P. Falkowski (1998), 'Primary Productivity of the Biosphere: Integrating Terrestrial and Oceanic Components', *Science*, 281(5374), 237–240.
- Finley, M. I. (2002), *The World of Odysseus*, 2nd ed. (London: Folio Society). M.I. フィンリー 『オデュッセウスの世界』 (下田立行訳、岩波書店、1994年)
- Foley, J. A., N. Ramankutty, K. A. Brauman, E. S. Cassidy, J. S. Gerber, M. Johnston, N. D. Mueller, C. O'Connell, D. K. Ray, P. C. West, C. Balzer, E. M. Bennett, S. R. Carpenter, J. Hill, C. Monfreda, S. Polasky, J. Rockström, J. Sheehan, S. Siebert, D. Tilman, and D. Zaks (2011), 'Solutions for a Cultivated Planet', *Nature*, 478(7369), 337–342.
- Folke, C., S. Carpenter, B. Walker, M. Scheffer, T. Elmqvist, L. Gunderson, and C. S. Holling (2004), 'Regime Shifts, Resilience, and Biodiversity in Ecosystem Management', *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35(1), 557–581.
- FP2020 (2019), *Women at the Center 2018–2019*.
- Freeman III, A. M. (2003), *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods*, 2nd ed. (Washington, DC: Resources for the Future).
- Fukuyama, F. (1995), *Trust: The Social Virtues and the Creation of Prosperity*, (London: Hamish Hamilton). フランシス・フクヤマ 『「信」無くば立たず—「歴史の終わり」後、何が繁栄の鍵を握るのか』 (加藤寛訳、三笠書房、1996年)
- Gibbs, H. K., A. S. Ruesch, F. Achard, M. K. Clayton, P. Holmgren, N. Ramankutty, and J. A. Foley (2010), 'Tropical Forests Were the Primary Sources of New Agricultural Land in the 1980s and 1990s', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(38), 16732–16737.
- Gordon, H. S. (1954), 'The Economic Theory of a Common-Property Resource: The Fishery', *Journal of Political Economy*, 62(2), 124-142.
- Gore, A. (1992), *Earth in the Balance: Ecology and the Human Spirit* (New York, NY: Houghton Mifflin). アル・ゴア 『地球の掟—文明と環境のバランスを求めて』 (小杉隆訳、ダイヤモンド社、1992年)
- Granato, J., R. Inglehart, and D. Leblang (1996), 'The Effect of Cultural Values on Economic Development: Theory, Hypotheses, and Some Empirical Tests', *American Journal of Political Science*, 40(3), 607–631.

Grove-White, R. (1992), 'The Christian "Person" and Environmental Concern', *Studies in Christian Ethics*, 5(2), 1-17.

Green, J. M. H., S. A. Croft, A. P. Durán, A. P. Balmford, N. D. Burgess, S. Fick, T. A. Gardner, J. Godar, C. Suavet, M. Virah-Sawmy, L. E. Young, and C. D. West (2019), 'Linking Global Drivers of Agricultural Trade to On-The-Ground Impacts on Biodiversity', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(46), 23202–23208.

Guttmacher Institute (2020), *Adding It Up: Investing in Sexual and Reproductive Health 2019* (New York, NY: Guttmacher Institute).

Hanson, C., and P. Mitchell (2017), *The Business Case for Reducing Food Loss and Waste: A Report on Behalf of Champions 12.3*.

Haque, A. K. E., M. N. Murty, and P. Shyamsundar (2011), *Environmental Valuation in South Asia* (Cambridge: Cambridge University Press).

Hardin, G. (1968), 'The Tragedy of the Commons', *Science*, 162(3859), 1243–1248.

Hecht, S. B., A. B. Anderson, and P. May (1988), 'The Subsidy from Nature: Shifting Cultivation, Successional Palm Forests, and Rural Development', *Human Organization*, 47(1), 25–35.

Hepburn, C., B. O'Callaghan, N. Stern, J. Stiglitz, D. Zenghelis (2020), 'Will COVID-19 Fiscal Recovery Packages Accelerate or Retard Progress on Climate Change?' *Oxford Review of Economic Policy*, 36(S1), S359-S381.

Houngbo, E. N. (2019), 'Box 2.1 Sacred Spaces: A Tradition of Forest Conservation in Benin', in J. W. Wilson, and R. B. Primack, eds., *Conservation Biology in Sub-Saharan Africa* (Cambridge: Open Book Publishers).

Howe, J. (1986), *The Kuna Gathering: Contemporary Village Politics in Panama* (Austin, TX: University of Texas Press).

Hubbell, S. P. (2015), 'Estimating the Global Number of Tropical Tree Species, and Fisher's Paradox', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(4), 7343–7344.

Hughes, J., M. Rogerson, J. Barton, and R. Bragg (2019), 'Age and Connection to Nature: When is Engagement Critical?', *Frontiers in Ecology and the Environment*, 17(5), 265–269.

IMF (2020), 'IMF Surveillance', '<https://www.imf.org/en/About/Factsheets/IMF-Surveillance>'.

IPBES (2019a), *Summary for Policymakers of the Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*, S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondizio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, and C. N. Zayas, eds. (Bonn: IPBES Secretariat).

IUCN (2020), *IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-2*, '<https://www.iucnredlist.org/>'. 日本語ページ: <https://www.iucnredlist.org/ja>

Jodha, N. S. (1986), 'Common Property Resources and Rural Poor in Dry Regions of India', *Economic and Political Weekly*, 21(27), 1169–1181.

Jordà, Ò., K. Knoll, D. Kuvshinov, M. Schularick, and A. M. Taylor (2019), 'The Rate of Return on Everything, 1870-2015', *The Quarterly Journal of Economics*, 134(3), 1225-1298.

Juma, C. (2019), 'Game Over?: Drivers of Biological Extinction in Africa', in P. Dasgupta, P. H. Raven, and A. L. Mclvor, eds., *Biological Extinction: New Perspectives* (Cambridge: Cambridge University Press).

Kareiva, P., H. Tallis, T. H. Ricketts, G. C. Daily, and S. Polasky (2011), *Natural Capital: The Theory and Practice of Mapping Ecosystem Services* (Oxford: Oxford University Press).

Klein Goldewijk, K., A. Benseu, J. Doelman, and E. Stehfest (2017), 'Anthropogenic Land Use Estimates for

the Holocene – HYDE 3.2,’ *Earth System Science Data*, 9, 927-953.

Kneese, A. V., R. U. Ayres, and R. C. d’Arge (1970), *Economics and the Environment: A Materials Balance Approach* (Washington, DC: Resources for the Future).

Kohler, H.-P., J. R. Behrman (2014), ‘Benefits and Costs of the Population and Demography Targets for the Post-2015 Development Agenda’ (Copenhagen Consensus Center).

Kohler, H.-P., J. R. Behrman, and S. C. Watkins (2001), ‘The Density of Social Networks and Fertility Decisions: Evidence from South Nyanza District, Kenya’, *Demography*, 38, 43–58.

Kolbert, E. (2014), *The Sixth Extinction: An Unnatural History* (New York: Henry Holt and Company). エリザベス・コルバート『6度目の大絶滅』（鍛原多恵子訳、NHK出版、2015年）

Laurance, W. F., T. E. Lovejoy, H. L. Vasconcelos, E. M. Bruna, R. K. Didham, P. C. Stouffer, C. Gascon, R. O. Bierregaard, S. G. Laurance, and E. Sampaio (2002) ‘Ecosystem Decay of Amazonian Forest Fragments: A 22-Year Investigation’, *Conservation Biology*, 16(3), 605–618.

Laurance, W. F., J. L. C. Camargo, R. C. C. Luizão, S. G. Laurance, S. L. Pimm, E. M. Bruna, P. C. Stouffer, G. B. Williamson, J. Benitez-Malvido, H. L. Vasconcelos, K. S. Van Houtan, C. E. Zartman, S. A. Boyle, R. K. Didham, A. Andrade, and T. E. Lovejoy (2011), ‘The Fate of the Amazonian Forest Fragments: A 32-Year Investigation,’ *Biological Conservation*, 144(1), 56-67.

Lin, D., L. Wambersie, M. Wackernagel, and P. Hanscom (2020), ‘Calculating Earth Overshoot Day 2020: Estimates Point to August 22nd’, <https://www.overshootday.org/content/uploads/2020/06/Earth-Overshoot-Day-2020-Calculation-Research-Report.pdf>’.

Lomborg, B. (2013), *How Much Have Global Problems Cost the World?: A Scorecard from 1900 to 2050*. (Cambridge: Cambridge University Press).

López, R. (1998), ‘The Tragedy of the Commons in Cote d’Ivoire Agriculture: Empirical Evidence of for Evaluating Trade Policies’, *World Bank Development Review*, 12(1), 105-131.

Lovejoy, T. E., and L. Hannah (2019), *Biodiversity and Climate Change: Transforming the Biosphere* (New Haven, CT: Yale University Press).

Lovejoy, T. E. and C. Nobre (2018), ‘Amazon Tipping Point’, *Science Advances*, 4(2), eaat2340.

Lugato, E., A. Leip, and A. Jones (2018), ‘Mitigation Potential of Soil Carbon Management Overestimated by Neglecting N2O Emissions,’ *Nature Climate Change*, 8, 219-223.

Lynch, J. (2019), *Zealandia: The Valley that Changed a Nation* (Aotearoa: Kotare Publications).

MA – Millennium Ecosystem Assessment – eds., R. Hassan, R. Scholes, and N. Ash (2005a), *Ecosystems and Human Well-Being, I: Current State and Trends* (Washington, DC: Island Press).

MA – Millennium Ecosystem Assessment – eds., S.R. Carpenter, P.L. Pingali, E.M. Bennet, and M.B. Zurek (2005b), *Ecosystems and Human Well-Being, II: Scenarios* (Washington, DC: Island Press).

MA – Millennium Ecosystem Assessment – eds., K. Chopra, R. Leemans, P. Kumar, and H. Simmons (2005c), *Ecosystems and Human Well-Being, III: Policy Responses* (Washington, DC: Island Press).

MA – Millennium Ecosystem Assessment – eds., D. Capistrano, C. Samper K., M.J. Lee, and C. Randsepp-Hearne (2005d), *Ecosystems and Human Well-Being, IV: Multiscale Assessments* (Washington, DC: Island Press).

Mace, G. M., B. Reyers, R. Alkemade, R. Biggs, F. S. Chapin, S. E. Cornell, S. Díaz, S. Jennings, P. Leadley, P. J. Mumby, A. Purvis, R. J. Scholes, A. W. R. Seddon, M. Solan, W. Steffen, and G. Woodward (2014), ‘Approaches to Defining a Planetary Boundary for Biodiversity’, *Global Environmental Change*, 28(1), 289–297.

Maddison, A. (2018). *Maddison Project Database 2018*.

- Mäler, K. -G. (1974), *Environmental Economics: A Theoretical Inquiry* (Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press).
- Managi, S., and P. Kumar (2018), *Inclusive Wealth Report 2018: Measuring Progress Towards Sustainability* (New York, NY: Routledge).
- McKean, M. A. (1992), 'Success on the Commons: A Comparative Examination of Institutions for Common Property Resource Management', *Journal of Theoretical Politics*, 4(3), 247–281.
- Micklethwait, J., and A. Wooldridge (2003), *A Future Perfect: The Challenge and Promise of Globalization* (New York, NY: Random House).
- Miller, G., and K. S. Babiarz (2016), 'Family Planning Program Effects: Evidence from Microdata', *Population and Development Review*, 42(1), 7–26.
- Mukhopadhyay, P. (2008), 'Heterogeneity, Commons, and Privatization: Agrarian Institutional Change in Goa', in R. Ghate, N.S. Jodha, and P. Mukhopadhyay, eds., (2008), *Promise, Trust and Evolution: Managing the Commons of South Asia* (Oxford: Oxford University Press).
- Munshi, K., and J. Myaux (2006), 'Social Norms and the Fertility Transition', *Journal of Development Economics*, 80(1), 1–38.
- NCB (2003), *The Use of Genetically Modified Crops in Developing Countries: A Follow Up Discussion* (London: Nuffield Council of Bioethics).
- Norberg, J. (2016), *Progress: Ten Reasons to Look Forward to The Future* (London: Oneworld Publications).
ヨハン・ノルベリ 『進歩: 人類の未来が明るい 10 の理由』 (山形浩生訳、晶文社、2018 年)
- Nordhaus, W. D. (1994), *Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change* (Cambridge, MA: MIT Press). W.D.ノードハウス 『地球温暖化の経済学』 (室田泰弘、高瀬香絵、山下ゆかり訳、東洋経済新報社、2002 年)
- O'Neill, B. C., M. Dalton, R. Fuchs, L. Jiang, S. Pachauri, and K. Zigova (2010), 'Global Demographic Trends and Future Carbon Emissions', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(41), 17521–17526.
- O'Neill, D. W., A. L. Fanning, W. F. Lamb, J. K. Steinberger (2018), 'A Good Life for All Within Planetary Boundaries', *Nature Sustainability*, 1, 88-95.
- OECD (2017a), *Green Growth Indicators*.
- OECD (2017b), *Reforming Agricultural Subsidies to Support Biodiversity in Switzerland*.
- OECD (2019), *Revenue Statistics 2019*.
- OECD (2020), *A Comprehensive Overview of Global Biodiversity Finance*.
- Orgiazzi, A., R. D. Bardgett, E. Barrios, V. Behan-Pelletier, M. J. I. Briones, J. L. Chotte, G. B. de Deyn, P. Eggleton, N. Fierer, T. Fraser, K. Hedlund, S. Jeffery, N. C. Johnson, A. Jones, E. Kandeler, N. Kaneko, P. Lavelle, P. Lemanceau, L. Miko, L. Montanarella, F. M. S. Moreira, K. S. Ramirez, S. Scheu, B. K. Singh, J. Six, W. H. van der Putten, and D. H. Wall (2016), *Global Soil Biodiversity Atlas* (Luxembourg: European Union).
- Orgiazzi, A., C. Ballabio, P. Panagos, A. Jones, and O. Fernández-Ugalde (2018), 'LUCAS Soil, the Largest Expandable Soil Dataset for Europe: A Review', *European Journal of Soil Science*, 69(1), 140–153.
- Ostrom, E. (1990), *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Ostrom, E. (2010), 'Beyond Markets and States: Polycentric Governance of Complex Economic Systems', *American Economic Review*, 100(3), 641–672.
- Pagiola, S., A. R. Rios, and A. Arcenas (2008), 'Can the Poor Participate in Payments for Environmental Services? Lessons from the Silvopastoral Project in Nicaragua', *Environment and Development Economics*, 13(3), 299–325.

- Pattanayak, S. K., and E. O. Sills (2001), 'Do Tropical Forests Provide Natural Insurance? The Microeconomics of Non-Timber Forest Product Collection in the Brazilian Amazon', *Land Economics*, 77(4), 595–612.
- Pattanayak, S. K., S. Wunder, and P. J. Ferraro (2010), 'Show Me the Money: Do Payments Supply Environmental Services in Developing Countries?', *Review of Environmental Economics and Policy*, 4(2), 254–274.
- Pechey, R., E. Cartwright, M. Pilling, G. J. Hollands, M. Vasiljevic, S. A. Jebb, and T. M. Marteau (2019), 'Impact of Increasing the Proportion of Healthier Foods Available on Energy Purchased in Worksite Cafeterias: A Stepped Wedge Randomized Controlled Pilot Trial', *Appetite*, 133, 286–296.
- Pendrill, F., U. M. Persson, J. Godar, T. Kastner, D. Moran, S. Schmidt, and R. Wood (2019), 'Agricultural and Forestry Trade Drives Large Share of Tropical Deforestation Emissions', *Global Environmental Change*, 56, 1–10.
- Pepper, I. L., C. P. Gerba, D. T. Newby, and C. W. Rice (2009), 'Soil: A Public Health Threat or Savior?', *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 39(5), 416–432.
- Perrings, C. (2014), *Our Uncommon Heritage: Biodiversity Change, Ecosystem Services, and Human Wellbeing* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Phalan, B., R. E. Green, L. V. Dicks, G. Dotta, C. Feniuk, A. Lamb, B. B. N. Strassburg, D. R. Williams, E. K. H. J. Z. Ermgassen, and A. Balmford (2016), 'How Can Higher-yield Farming Help to Spare Nature?', *Science*, 351(6272), 450–451.
- Pimm, S. L., C. N. Jenkins, R. Abell, T. M. Brooks, J. L. Gittleman, L. N. Joppa, P. H. Raven, C. M. Roberts, and J. O. Sexton (2014), 'The Biodiversity of Species and their Rates of Extinction, Distribution, and Protection', *Science*, 344(6187), 987–997.
- Pimm, S. L., and P. H. Raven (2019), 'The State of the World's Biodiversity', In Dasgupta P., Raven P. H., and McIvor A., eds., *Biological Extinction: New Perspectives* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Pimentel, D., and M. Burgess (2013), 'Soil Erosion Threatens Food Production', *Agriculture*, 3(3), 443–463.
- Pinker, S. (2018), *Enlightenment Now: The Case for Reason, Science, Humanism and Progress* (London: Penguin). スティーブ・ピンカー『21世紀の啓蒙：理性、科学、ヒューマニズム、進歩』（橘明美、坂田雪子訳、草思社、2019年）
- Poore, J., and T. Nemecek (2018), 'Reducing Food's Environmental Impacts Through Producers and Consumers', *Science*, 360(6392), 987–992.
- Portfolio Earth (2020), *Bankrolling Extinction: The Banking Sector's Role in the Global Biodiversity Crisis*.
- Putnam, R. D. – with R. Leonardi, and R. Y. Nanetti – (1993), *Making Democracy Work: Civic Traditions in Modern Italy* (Princeton, NJ: Princeton University Press). ロバート・D. パットナム『哲学する民主主義—伝統と改革の市民的構造』（河田潤一訳、NTT出版、2001年）
- Pyle, R. M. (2003), 'Nature Matrix: Reconnecting People and Nature', *Oryx*, 37(2), 206–214.
- Raven, P.H. (2020), 'How the Living World Evolved and Where it's Headed Now,' Manuscript, Missouri Botanical Garden, St Louis.
- Rawls, J. (1972), *A Theory of Justice* (Oxford: Clarendon Press). ジョン・ロールズ『正義論』（川本隆史、福間聡、神島裕子訳、紀伊國屋書店、2010年）
- Reisch, L. A. and C. R. Sunstein (2016), 'Do Europeans Like Nudges?', *Judgment and Decision Making*, 11(4), 310–325.
- Ridley, M. (2010), *The Rational Optimist: How Prosperity Evolves* (London: Fourth Estate). マット・リドレー『繁栄——明日を切り拓くための人類 10 万年史』（大田直子、鍛原多恵子、柴田裕之訳、早川書房、2013年）

- Rizal, G., S. Karki, V. Thakur, J. Chatterjee, R. A. Coe, S. Wanchana, and W. P. Quick (2012), 'Towards a C4 Rice', *Asian Journal of Cell Biology*, 7(2), 13–31.
- Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F. S. Chapin III, E. F. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. J. Schellnhuber, B. Nykvist, C. A. de Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P. K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R. W. Corell, V. J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen, and J. A. Foley (2009), 'A Safe Operating Space for Humanity', *Nature*, 461(7263), 472-475.
- Schama, S. (1995), *Landscape and Memory* (London: Harper Collins).
- Sen, A. (1982), 'Approaches to the Choice of Discount Rates for Social Cost Benefit Analysis', in R. Lind, ed., *Discounting for Time and Risk in Energy Policy* (Washington, DC: Resources for the Future).
- Smith, K. R., A. Woodward, B. Lemke, M. Otto, C. J. Chang, A. A. Mance, J. Balmes, and T. Kjellstrom (2016), 'The Last Summer Olympics? Climate Change, Health, and Work Outdoors,' *The Lancet*, 388(10045), 642-644.
- Solow, R. M. (2000), 'Notes on Social Capital and Economic Performance' in P. Dasgupta, and I. Serageldin, eds., *Social Capita: A Multifaceted Perspective*, (Washington, DC: The World Bank).
- Somanathan, E. (1991), 'Deforestation, Property Rights and Incentives in Central Himalaya', *Economic and Political Weekly*, 26(4), 37–46.
- Somanathan, E., R. Prabhakar, and B. S. Mehta (2005), 'Does Decentralization Work? Forest Conservation in the Himalayas', *Indian Statistical Institute Discussion Paper 05-04*.
- Somanathan, E., R. Prabhakar, and B. S. Mehta (2009). 'Decentralization for cost-effective conservation', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(11), 4143–4147.
- Soury, A. (2007), *Sacred Forests: A Sustainable Conservation Strategy? The Case of Sacred Forests in The Ouémé Valley, Benin*.
- 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, and S. Sörlin (2015), 'Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet', *Science*, 347(6223), 1259855.
- Stern, N. (2006), *The Economics of Climate Change: The Stern Review* (Cambridge: Cambridge University Press).
- Stern, N. (2015), *Why are we Waiting? The Logic, Urgency and Promise of Tackling Climate Change* (Cambridge, MA: MIT Press).
- Stiglitz, J. E. (1989), 'Markets, Market Failures and Development', *The American Economic Review*, 79(2), 197–203.
- Thaler, R. H., and C. R. Sunstein (2008), *Nudge: Improving Decisions About Health, Wealth, and Happiness* (New Haven, CT: Yale University Press). リチャード・セイラー、キャス・サンズティーン『実践行動経済学』（遠藤真美訳、日経 BP、2009 年）
- Thomson, J. T., D. Feeny, and R. J. Oakerson (1986), 'Institutional Dynamics: The Evolution and Dissolution of Common-Property Resource Management' in National Research Council, *Proceedings of the Conference on Common Property Resource Management*. (Washington, DC: National Academy Press).
- Tree, I. (2018), *Wilding: The Return of Nature to an English Farm* (London: Picador – Pan Macmillan).
- Trentmann, F., ed. (2012), *The Oxford Handbook of the History of Consumption* (Oxford: Oxford University Press).
- Trentmann, F. (2016), *Empire of Things: How We Became a World of Consumers, from the Fifteenth Century to the Twenty-First* (London: Allen Lane).

UNDP (1990), *Human Development Report 1990. Concept and Measurement of Human Development*.

UNEP (2020), *Building Back Better: The Role of Green Fiscal Policies (Policy Brief)*.

UNEP, and PRI (2019), *Fiduciary Duty in the 21st Century*.

UNEP-WCMC, IUCN, and NGS (2018), *Protected Planet Report 2018*.

UNEP and WTO (2018), *Making Trade Work for the Environment, Prosperity and Resilience*.

UNFPA (1995), 'Program of Action of the 1994 International Conference on Population and Development (Chapters I-VIII)', *Population and Development Review*, 21(1), 187–213.

United Nations (2015), *The Sustainable Development Goals*.

UNPD (2019), *World Population Prospects 2019 – Data booklet* (New York, NY: United Nations).

UNPD (2020), *Estimates and Projections of Family Planning Indicators 2020* (New York, NY: United Nations).

UNU-IHDP and UNEP (2012), *Inclusive Wealth Report 2012: Measuring Progress Toward Sustainability* (Cambridge: Cambridge University Press). 『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』（武内和彦監修、植田和弘、山口臨太郎訳、明石書店、2014年）

UNU-IHDP and UNEP (2014), *Inclusive Wealth Report 2014. Measuring Progress Towards Sustainability* (Cambridge: Cambridge University Press).

Veblen, T. (1899), *The Theory of the Leisure Class: An Economic Study of Institutions* (New York, NY: Macmillan) 1925 Edition. ソースタイン・ヴェブレン 『有閑階級の理論[新版]』（村井章子訳、筑摩書房、2016年）

Vincent, J. R. (2011), 'Valuing the Environment as a Production Input', in A. K. E. Haque, M. N. Murty, and P. Shyamsundar, eds., *Environmental Valuation in South Asia* (Cambridge: Cambridge University Press).

Vincent, J. R., R. T. Carson, J. R. DeShazo, K. A. Schwabe, I. Ahmad, S. K. Chong, Y. T. Chang, and M. D. Potts (2014), 'Tropical Countries May Be Willing to Pay More to Protect Their Forests', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(28), 10113–10118.

Vollset, S. E., E. Goren, C.-W. Yuan, J. Cao, A. E. Smith, T. Hsiao, C. Bisignano, G. S. Azhar, E. Castro, J. Chalek, A. J. Dolgert, T. Frank, K. Fukutaki, S. I. Hay, R. Lozano, A. H. Mokdad, V. Nandakumar, M. Pierce, M. Pletcher, T. Robalik, K. M. Steuben, H. Y. Wunrow, B. S. Zlavog, C. J. L. Murray (2020), 'Fertility, Mortality, Migration, and Population Scenarios for 195 Countries and Territories from 2017 to 2100: A Forecasting Analysis for the Global Burden of Disease Study', *The Lancet*, 396(10258), 1285–1306.

Voosen, P. (2016), 'Anthropocene Pinned to Postwar Period', *Science*, 353(6302), 852–853.

Wackernagel, M., and B. Beyers (2019), *Ecological Footprint: Managing Our Biocapacity Budget* (Gabriola Island: New Society).

Wade, R. (1988), *Village Republics: Economic Conditions for Collective Action in South India* (Cambridge: Cambridge University Press).

Wagg, C., S. F. Bender, F. Widmer, and M. G. A. Van Der Heijden (2014), 'Soil Biodiversity and Soil Community Composition Determine Ecosystem Multifunctionality', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(14), 5266–5270.

Waldron, A., V. M. Adams, J. R. Allan, A. Arnell, G. P. Asner, S. Atkinson, A. Baccini, J. E. M. Baillie, A. Balmford, J. Austin Beau, L. Brander, E. Brondizio, A. Bruner, N. D. Burgess, K. Burkart, S. Butchart, R. Button, R. Carrasco, W. Cheung, V. Christensen, A. Clements, M. Coll, M. di Marco, M. Deguignet, E. Dinerstein, E. Ellis, F. Eppink, J. Ervin, A. Escobedo, J. Fa, A. Fernandes-Llamazares, S. Fernando, S. Fujimori, B. Fulton, S. Garnett, J. Gerber, D. Gill, T. Gopalakrishna, N. Hahn, B. Halpern, T. Hasegawa, P. Havlik, V. Heikinheimo, R. Heneghan, E. Henry, F. Humpenoder, H. Jonas, K. Jones, L. Joppa, A. R. Joshi, M. Jung, N. Kingston, C. Klein, T. Krisztin, V. Lam, D. Leclere, P. Lindsey, H. Locke, T. E. Lovejoy, P. Madgwick, Y. Malhi, P. Malmer, M. Maron, J.

Mayorga, H. van Meijl, D. Miller, Z. Molnar, N. Mueller, N. Mukherjee, R. Naidoo, K. Nakamura, P. Nepal, R. Noss, B. O’Leary, D. Olson, J. Paliou, M. Abrantes, M. Paxton, A. Popp, H. Possingham, J. Prestemon, A. Reside, C. Robinson, J. Robinson, E. Sala, K. Scherrer, M. Spalding, A. Spenceley, J. Steenbeck, E. Stehfest, B. Strassburg, R. Sumaila, K. Swinerton, J. Sze, D. Tittensor, T. Toivonen, A. Toledo, P. N. Torres, W. -J. Van Zeist, J. Vause, O. Venter, T. Vilela, P. Visconti, C. Vynne, R. Watson, J. Watson, E. Wikramanayake, B. Williams, B. Wintle, S. Woodley, W. Wu, K. Zander, Y. Zhang, and Y. P. Zhang (2020), *Protecting 30% of the Planet for Nature: Costs, Benefits and Economic Implications*.

Waters, C. N., W. Steffen, J. Zalasiewicz, J. Zalasiewicz, C. Summerhayes, C. Summerhayes, A. D. Barnosky, A. D. Barnosky, C. Poirier, C. Poirier, A. Ga, A. Ga uszka, A. Cearreta, A. Cearreta, M. Edgeworth, E. C. Ellis, C. Jeandel, R. Leinfelder, J.R. McNeill, W. Steffen, J. Syritski, D. Vidas, M. Wagemann, M. Williams, A. Zhisheng, J. Grineveld, E. Odada, N. Oreskes, and A. P. Wolfe (2016), ‘The Anthropocene is Functionally and Stratigraphically Distinct from the Holocene’, *Science*, 351(6269), aad2622-(1-10).

White, M. P., I. Alcock, B. W. Wheeler, and M. H. Depledge (2013), ‘Would You Be Happier Living in a Greener Urban Area? A Fixed-Effects Analysis of Panel Data’, *Psychological Science*, 24(6). 920–928.

White, M. P., L. R. Elliott, T. Taylor, B.W. Wheeler, A. Spencer, A. Bone, M. H. Depledge and L. E. Fleming (2016), ‘Recreational Physical Activity in Natural Environments and Implications for Health: A Population based Cross-Sectional Study in England’, *Preventive Medicine*, 91, 383–388.

World Bank (2019), *World Development Indicators*.

World Bank (2020a), *World Development Indicators*.

World Bank (2020b), ‘Global Action Urgently Needed to Halt Historic Threats to Poverty Reduction’, <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2020/10/07/global-action-urgently-needed-to-halt-historic-threats-to-poverty-reduction>’.

WRAP (2020), *Courtauld Commitment 2025 Milestone Progress Report*.

WWF (2013), *Searching for Sustainability: Comparative Analysis of Certification Schemes for Biomass Used for the Production of Biofuels*.

WWF, and Investec (2019), *Sustainability and Satellites: New Frontiers in Sovereign Debt Investing*.

WWF, and Swiss Re Institute (2020), *Conserving our Common Heritage: The Role of Spatial Finance in Natural World Heritage Protection*.

York University Ecological Footprint Initiative and Global Footprint Network (2020). ‘National Footprint and Biocapacity Accounts, 2021 Edition’, <https://data.footprintnetwork.org>’.

Zilberman, D., T. G. Holland, and I. Trilnick (2018), ‘Agricultural GMOs-What We know and Where Scientists Disagree’, *Sustainability*, 10(5), 1514.

Zilberman, D., L. Lipper, and N. McCarthy (2008), ‘When Could Payments for Environmental Services Benefit the Poor?’, *Environment and Development Economics*, 13(3), 255–278.