

## 課題クラスター 6

### 環境

クラスター編者：藤川 清史（計量経済学）

「開発と環境」は対立する概念と考えられてきた。しかし、環境を利用せずに人類が豊かになることはできず、また一方で環境を搾取し続け生態系を破壊しても人類は豊かになることはできない。人類の本格的な環境消費は 18 世紀の産業革命で始まった。その後 21 世紀の現在にいたるまで、化石エネルギーや鉱物資源の大量採取、それを基礎にした工業製品の大量生産と大量消費、そしてその過程での廃棄物の大量発生が続いている。こうした経済活動は「持続可能」ではない。しかし、持続可能性とは何を意味するかという一般了解はない。ただ、持続可能性は経済面、環境面、社会面など多様な側面を持つということは合意されるようになってきている。この課題クラスターでは、経済学、社会学、(国際)政治学の立場から持続可能性について考えてみたい。

写真 C6-1 太平洋に沈みつつある  
島ツバル



(出所) 国際環境 NGO FoE Japan 提供.

写真 C6-2 中国広東省韶関市大宝  
山鉱山の鉱水汚泥沈澱池



(出所) 2007年8月櫻井次郎撮影.

南太平洋の島国ツバルは沈みつつある。少年の足元は普段は陸地でも、大潮には水につかる（写真 C6-1）。産業革命以後、われわれは化石燃料を掘り出し、それを燃やすことが「経済発展」だと思った。しかしその結果、地球は温暖化し、それが南の国での悲劇を引き起こしている。われわれの経済発展は持続可能ではなかったのである。BRICsをはじめとする新興国の工業化はめざましい。写真 C6-2 は中国広東省にある露天掘りの大宝山鉱山からの流出土砂を一時的に溜める堰である。しかし褐色の流出土砂はすでにダム湖を埋め尽くし、放置されている。周辺の地下水からは、重金属類が環境基準の 10 倍・100 倍のオーダーで検出されているという。経済成長が地域住民の健康の犠牲のうえに成立している状態は持続可能ではない。

コストを最小化してメリットを最大に享受するのが自由経済の原則である。しかし現実にわれわれがやってきたことは、コストを顧みずにメリットのみを享受することであった。100 年後、200 年後の歴史教科書に、「21 世紀の人類は、近視眼的に行動することを奨励され、将来世代に多くのつけを残した」と書かれることは避けたいものである。

## C6-1

## 持続可能性を測る

藤川 清史 (計量経済学)

## 1. はじめに

工業化社会の成立と発展は、われわれの暮らし豊かにした。しかし、現代の物質文明は、地球環境に不可逆的なダメージを与えているのではないかと認識されるようになってきた。つまり、その持続可能性が疑問視されるようになった。そうした危機感から、暮らしの向上のために自然を活用はするが、与えるダメージは極力少なくしようという共通認識ができつつある。今日、「環境」と「開発」は対立する概念ではない。ただ、「持続可能性」とはかなり広義の概念であり、その概念の解釈については今でも論争がある。この節では、持続可能性の概念を整理するとともに、それを指標化（見える化）する試みを紹介する。

## 2. 持続可能性の概念

経済学者が持続可能性に疑問を投げかけた嚆矢は、Boulding (1966)「来たるべき宇宙船地球号の経済学」であろう。ボールディングは、現在の経済は、資源と環境容量の有限性を考慮しない「カウボーイ経済」であるが、今後は、資源と環境容量の有限性に直面する「宇宙飛行士経済」に移行すべきと主張した。1972年にはローマクラブの「成長の限界」が公表され、資源の有限性や経済成長偏重社会の限界について広く認識された。同年に開催された国連人間環境会議（通称ストックホルム会議）は、環境問題での最初の大規模国際会議（113カ国参加）であった。会議テーマである“Only One Earth”「かけがえのない地球」は流行語になった。この会議が「国連環境計画（UNEP）」設立（1972年12月）の契機にもなった。

開発（貧困撲滅）か自然破壊防止かについては、先進国と途上国が対立していたが、その議論が「持続可能な開発」という理念につながったとされる。この理念は、1980年に国際自然保護連合（IUCN）、国連環境計画（UNEP）などがとりまとめた「世界保全戦略」に初出するが、国際的な合意を得るのは、1987年の「環境と開発に関する世界委員会」（World Commission on Environment and Development: WCED、通称ブルントラント委員会）レポートである。

このレポートで持続可能な開発は「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」とされた。

WCED レポートによる持続可能な開発の条件は、世代間の衡平性に重点があるが、今日の持続可能な開発の概念は多様に具体化されてきた。人間が自然を利用することに関して、つまり自然資本と人工資本の関係について、代替性を仮定する場合と非代替を仮定する場合があるが、前者を「弱持続可能性」、後者を「強持続可能性」という。前者の具体例として知られるのが Hartwick (1977) であり、枯渇性資源（自然資本の一部）から得られた経済的利潤を、将来的には同等の価値を生み出す生産資本（人工資本）に投資すれば、将来世代の消費を減らさずにすむことを示した<sup>1)</sup>。しかし、弱持続可能性のもとでは、枯渇性資源が枯渇してしまうと時点で世帯間の衡平性は保たれない。太陽光のような枯渇しない自然資源から経済的価値を得る技術や枯渇性資源を極めてわずかな人工資本で代替できる技術が開発されなければならない。一方で、一定量の自然資本が維持されることが持続可能性の絶対的条件であるとするのが強持続可能性論である。デイリー (Daly) は、①再生可能資源の収穫率はその再生率を超えない、②廃棄物の排出量は環境が持つ同化吸収機能を超えない、③枯渇性資源の採掘量はそれを再生可能資源で代替できる程度を超えない、という3原則を提唱している。

以上の持続可能性に関する議論は、環境保全や自然資本水準を対象にしているが、近年では植田 (2006) が示すように、環境保全を制約条件とし、豊さの世代間衡平を実現しつつ、経済的持続可能性や社会的持続可能性（文化的多様性や社会的正義を含む）を実現する開発が「持続可能な開発」だとする考えが広まっている。本節も、「環境」、「経済」、「社会」の3要素を意識しながら、持続可能性を測る指標について考える。

### 3. 持続可能性指標

#### 3.1 よく知られた「持続可能性」関連指標

従来「経済規模」の指標としてよく知られているのが、一定期間内の各産業の付加価値生産額を足し上げた GDP（国内総生産）である。「国内」とは一国

1) より詳しい解説は諸富・浅野・森晶 (2008) を参照。ハートウィック・ルールは、具体的には、本章の次の C6-2 節の (C6-2) 式で示される。

の領土内という意味であり<sup>2)</sup>、「総」とは生産による資本ストックの減耗を考えないという意味であり、「生産」とは付加価値生産を意味する。第2次大戦後から1960年代までは、GDPは経済規模に加えて「豊さ」の代理変数ともみなされて、日本を含めた当時の開発途上国の開発目標であった。しかし、GDPを「豊さ」の指標と読み替えるのは、次に挙げる問題がある<sup>3)</sup>。

- ① GDPは所得（フロー）概念であり、資産（ストック）の評価がされていない。
- ② GDPは市場取引のみ対象にしている。例えば、家事労働などの非市場的な生産は対象外である。
- ③ コストの範囲が狭い。例えば、自然資本搾取して生産活動をした場合はプラス評価のみであり、自然資本棄損のマイナスは考慮されない。
- ④ GDPは一国を一括で扱い、所得分配などの社会的側面は考慮されない。

課題クラスター1「貧困」でも触れられたように、1970年代になると、開発途上国の貧困問題の解決が重要課題として認識され始める。ベーシック・ヒューマン・ニーズ（Basic Human Needs: BHN）、つまり、健康・基礎教育・食糧・衛生といった、生活に最低限必要な水準が注目されるようになる。BHNは、所得面よりも社会面を重視した指標であるといえる。1990年代から、所得指標と社会指標の両面を考慮した人間開発指数（Human Development Index: HDI）が用いられるようになった<sup>4)</sup>。HDIは、平均余命、成人識字率、総就学率、1人当たりGDPの4指標を側面指数に変換し加重平均したものである。側面指標とは0～1に基準化されたもので、（原系列を $x$ 、側面指標 $y$ とすると） $y = (x - \text{Min}(x)) / (\text{Max}(x) - \text{Min}(x))$ で表される。HDIは操作性に優れているものの、開発達成度を少ない指標で代表させていることや異なる内容を平均している点で問題がある。また、先進国ではHDIはほとんど同じ値をとる。

序章でも述べたように、2000年9月に国連ミレニアム・サミットで「国連

2) かつてはGNP（国民総生産）といわれた。「国民」概念では、国籍で国の境を引く。具体例を挙げるなら、イチローの所得はアメリカの国内総生産の一部であるが、日本の国民総生産の一部である。

3) GNP批判の典型として、1970年に朝日新聞は「くたばれGNP」という特集記事がある。連載記事の主題はGNP指標が国民の豊かさとは無縁だという点である。

4) HDIは1990年にパキスタンの経済学者・政治家であるマブブール・ハック（Mahbubul Haq）によって開発された。ハックは1990～95年の国連開発計画（UNDP）『人間開発報告』の執筆担当者であった。

「ミレニアム宣言」が採択された。そこで掲げられた「ミレニアム開発目標」(Millennium Development Goals: MDGs)は、2015年までに国際社会が達成すべき8つのゴール(18のターゲット)とそれら対応する47の具体的な指標が選定されている(外務省のWeb参照)。貧困削減や国際経済システム改革といった経済指標、教育や医療といった社会指標に加えて、森林、水・エネルギーといった環境指標が盛り込まれることになった。これは、HDIという単純化された指標からの揺り戻しであるが、項目が多く総花的で焦点ぼけのきらいもある。

### 3.2 個別指標か統合指標か

指標には、BHNやMDGのように複数の個別指標を並べて集合として「指標」と名づけたものと、GDPやHDIのように統合された指標がある。指標の評価の仕方に関しては、前者は利用者に委ねたもの、後者は作成者が事前に判断したものといえる。ここでは、その両者の長所と短所を簡単にまとめておく

#### 【個別指標】

自国の持続的発展の分野別進捗を個別に見るものである。ヨーロッパの多くの国はこのタイプの指標を持っている。数多くの詳細な指標を設定可能であり持続可能な発展の「質」を測るときにも柔軟に設定可能である。個別指標を新しい形で統合して、新しい統合指標を開発する動機付けにもなる。ただ、最大の問題点は、総合評価でできない(定まっていない)ので、時系列や国別の比較ができないことである。また、個別指標間の優先順位付けが明らかでないこと、個別指標間にトレード・オフがある場合もあることが問題点として挙げられる。BHNやMDG以外の例としては次のものがある。

#### ① OECD 環境指標・OECD 社会指標

OECD 環境指標は、気候変動、オゾン層、大気汚染など10の環境問題に対して、それぞれ圧力(Pressure)、状態(Condition)、対策(Response)の観点から持続性の評価している。他方、OECD 社会指標は、「自立」・「公平」・「健康」・「社会的結束」の第1軸と「社会的地位」・「社会的対応」の第2軸の中で経済・社会指標をあてはめる仕組みである。例えば、「公平」&「社会的地位」に貧困があり、その「社会的対応」には社会保障支出がある。

#### ② イギリスの「生活豊かさバロメータ」

ここでの持続可能性は「次世代が今日世代よりも豊かな生活の質を享受でき

ること」と定義されており、この指標の改善が持続可能性の強化と読み替えることができる。具体的には、経済成果、投資、雇用、貧困と差別、健康、住環境、犯罪、気候変動、交通、河川水質、野生動物、土地利用、教育、大気、廃棄物が含まれている。

### 【統合指標】

総合的な持続可能性目標を作成し、達成度や進捗度を示すための指標である。持続可能性指標に限らず、統合指標の作成には、次に挙げる長所がある。こうしたことから、統合指標が持つ意味は大きいだろうと考えられる。

- ①問題をわかりやすくし、社会に対する広報の役割が果たせる。
- ②国間の比較が可能になり、高い得点の国からの教訓が得られる。
- ③政策目標の達成基準が提供され、政策達成度がチェックできる。

反対に問題点としては、次の2点が挙げられる場合が多い。第1に、具体的な中身がわからないので、発展の「質」を見るのは困難である。第2に、個別指標の選択の仕方や統合方法に恣意性が入る。

統合指標はアメリカの機関で開発されることが多く、次のような例がある。

#### ①真の進歩指標 (Genuine Progress Indicator: GPI)<sup>5)</sup>

GDPが豊さを示さないという認識からの改良版GDPである。アメリカの民間研究機関Redefining Progress (通称RP)が提唱している。GDPから控除するのは、社会的コスト(犯罪防止用費用、家庭崩壊に伴い支出される別居・裁判などの費用)、環境コスト(汚染対策費用、環境再生費用)、世代間コスト(オゾン層の破壊や森林の喪失など長期的な環境破壊)で、GDPに加算するのは、ボランティア活動、耐久消費財や家庭労働のサービスなどである。

#### ②エコロジカル・フットプリント

アメリカのNGOであるWorld Wide Fund for Nature (通称WWF)や上述のRPなどが試算結果を公表している。ある地域の経済活動の規模を土地や海洋の表面積に換算し、当該地域の適正規模(環境収容力)をどれくらい超えた経済活動をしているかを測る。ここで経済活動の表面積とは、食糧のための農牧地と海の面積、木材・紙供給のための森林面積、CO<sub>2</sub>吸収のための森林面積などである。これらの合計をエコロジカル・フットプリントと呼ぶ。

5) 日本を対象にした研究例として中村(2001)がある。

表 C6-1 JFS 指標

	1990	2005
環境	16.4	24.0
経済	37.6	18.2
社会	43.3	35.4
個人	67.6	56.4
総合	41.3	33.8

(出所) 多田 (2005).

### ③真正貯蓄 (Genuine Saving)

世界銀行のエコノミストによって開発された概念で、国民経済計算での貯蓄は本当の意味での蓄積にはなっていないという認識に基づいている。本課題クラスターの C6-2 節の (C6-4) 式で再び詳述されるが、次の純貯蓄 (真正貯蓄) が非負であるなら持続可能であるとする。

$$\begin{aligned} \text{真正貯蓄} &= \text{純国民貯蓄} + \text{教育支出} \\ &\quad - \text{自然・環境資本減耗} - \text{環境劣化の経済価値} \end{aligned}$$

### ④ジャパン・フォー・サステナビリティ (JFS) 指標

日本の環境 NGO であるジャパン・フォー・サステナビリティ (JFS) により開発されたもので、政府や NGO が実施している持続可能性への取り組みの効果を把握することを目的としている。特徴は、「環境」、「経済」、「社会」の軸に、「個人」が加えられた 4 つの軸を持つ点である。持続可能な個人があつてこそ、持続可能な社会が実現できるという思いが込められている。この指数は、各個別指標について JFS が設定した「2050 年理想値」への到達度を各々得点化し、それらを単純平均して求められる。多田 (2005) によると、1990 年と 2005 年を比較すると、日本の持続可能性は環境分野でこそ向上したが、その他の分野で低下したため、総合では 41.3 から 33.8 に低下したとしている (表 C6-1)。

## 4. 結びにかえて：新たな統合指標の可能性

### 4.1 統合指数の性質

本節では、「持続可能性」指標として、新たな統合の可能性を考えたい。従来もさまざまな統合があるが、統合それぞれにはそれなりの意図がある。ここ



ではまずその意図を整理しておきたい<sup>6)</sup>。

#### ①豊かさ指標の再構築

GDP の概念は、市場での経済価値という限定がつく。豊かさや福祉に対する指標であるために、市場を経由しない要素を取り入れようとするもの。具体的例としては、GPI (Genuine Progress Indicator)、グリーン NNP などがある。

#### ②持続可能性の総合評価

環境、経済、社会、の諸側面の指数をピックアップして、それらを一定の方法で統合したものである。具体的には、HDI, JFS 指数等がある。

#### ③弱持続可能性の指標化

GDP に時間軸を取り入れた概念である。人工資本と自然資本の代替性を仮定し、人工資本と自然資本の合計が減少しないことを持続可能性の条件とする。具体的な例には、真正貯蓄 (Genuine Saving) がある。

#### ④強持続可能性の指標化

人工資本と自然資本とは基本的には代替的ではないとし、環境総資産を一定の水準に保つことが持続可能性であるとする。エコロジカル・フットプリントはこの考え方を基礎にしている。

## 4.2 統合の方法

複数の指標を統合した統合指標を作成するためには、考える要素が2つある。

#### ①単位をどうそろえるか

単位については2つの方法が考えられる。まず、平均0で標準偏差が1への標準化 (Z化) である。 $y = (x - x \text{の平均}) / x \text{の標準偏差}$  の公式で変換される。もう1つの方法は HDI の計算に用いた側面指標である。どちらも、小さくなることで改善する指標は事前に調整しておく必要がある。

#### ②統合する (加重平均する) 際のウェイトをどう決めるか。

ウェイトについても2つの方法が考えられる。まず、指数の重要性を恣意的に決める方法がある。例えば、HDI では、平均余命、成人識字率、総就学率、1人当たり GDP の4つの指標を3:2:1:3のウェイトで加重平均している。もう1つの方法は主成分分析である。主成分とは、個別指数の一次結合のうち分散が最大になる一次結合である。「総合点」を求めたい場合に使われる。

6) 佐々木 (2008) を参考にした。

表 C6-2 佐々木による持続可能性指数

	弱持続可能性 Weak CISD		強持続可能性 Strong CSID	
1	ノルウェー	89.64	ハンガリー	82.68
2	スイス	89.28	スイス	82.25
3	フィンランド	87.91	オーストリア	82.10
4	デンマーク	86.33	デンマーク	82.07
5	アイルランド	85.07	スロバキア	81.60
6	オランダ	85.05	オランダ	81.29
7	チェコ	85.00	ポルトガル	81.12
8	スウェーデン	84.83	チェコ	81.06
9	ハンガリー	84.14	ドイツ	80.89
10	日本	82.69	イタリア	80.85

(出所) 佐々木 (2008).

### 4.3 統合の具体例

ここで、指標統合を2例紹介して本節を終わることにしたい。

#### ①佐々木 (2008) の方法

佐々木は、現在世代目標として「生活の質の改善」、将来世代の目標として「持続可能な開発」を取り上げる。後者については、弱持続可能性と強持続可能性の両方で指数化を試みている。具体的には、現在世代福祉の指標として、人口増加率、識字率、栄養失調人口比率、政治的安定性などを基礎にして、弱持続可能性には真正貯蓄（将来世代の指標）を加え、強持続可能性にはエネルギー効率、生物多様性指数、エコロジカル・フットプリントなどを統合に加える。表 C6-2 に 2000 年近傍での上位 10 カ国を示す。持続可能性の上位にはいわゆる工業国が登場しないのが印象的である。日本は、弱持続可能性の基準で 10 位である。ちなみに、強持続可能性の基準では 17 位となり、ドイツ・イタリア・イギリスよりも下位になる。

#### ②宮川 (2001) 「教育の競争力」の方法

持続可能性を評価したものではないが、統合指数をつくるという視点から、宮川 (2001) を紹介したい。この研究は、「教育の競争力」を各国間で比較したものである。中等初等教育の就学比率、高等教育就学比率、初等教育での教師 1 人当たりの生徒数、教育支出の GDP 比、などを基礎データとし、その主成分を抽出し、その要素の大きさを比較するという方法である。

この研究が対象とする国は OECD 諸国とアジア NIEs および ASEAN 諸国

表 C6-3 宮川 (2001) の「教育の競争力」ランキング

	1980	1990	2000
日本	10	17	25
シンガポール	26	24	19
韓国	23	22	24
台湾	21	9	18
タイ	29	28	27

(出所) 宮川 (2001), 「教育の競争力」.

の合計 31 国/地域であるが、その結果の一部を表 C6-3 で紹介しよう。この指数が絶対的な評価というわけではないが、日本が順位を落としているのが印象的である。代わってシンガポール、韓国、台湾、タイといった新興国の競争力は向上し、台湾は 1990 年時点で日本を上回り、2000 年ではシンガポール、韓国、台湾が日本より上位である。

最後に、今後の「持続可能指数」の発展方向を展望しておきたい。今後の指標化の課題は、次の 2 点である。まず、経済面に加えて環境面や社会面や制度面も考慮し、豊かさ指標や真正貯蓄概念の再構築など守備範囲を拡大すること。次に、「弱持続可能性」や「強持続可能性」を指数に反映させるなど時間軸をうまく付加することである。指標の統合には、単位調整とウエイト設定という技術的な課題もある。持続可能性を的確に把握し、利用者に受容される指標作成の努力を続けるのが（自分自身を含めて）環境経済学者の責務であろう。

## C6-2

### 持続可能な開発と資源制約

金城 盛彦 (環境経済学)

#### 1. はじめに：資源制約をめぐる悲観論と楽観論

ドネラ H. メドウズほかは、ローマクラブの依頼により『成長の限界』を公表、2000~2100 年の未来予測を行っている。報告では、①化石燃料をはじめとする枯渇性資源の問題、②環境汚染および破壊問題、の深刻化による人類の破局が預言されている。これはつまり、枯渇性資源や環境問題がやがて経済成長の制約になることを意味している。一方で、新古典派経済学者は、一定の条件のもとでパレート効率的な消費水準が維持される可能性を描いてみせる。

市場や制度の不在など、発展に必要な構造的問題が少ない開発途上国の実証研究では、実証結果の構造的考察が重視されることが少なくない。したが