

特集

サーキュラーエコノミーから見た社会の展望～化学工学の研究者へ～

サーキュラーエコノミーからの新国富の上昇：
人工資本・人的資本・自然資本

岸上 祐子・馬奈木 俊介

特
集

1. はじめに

想定外の災いにさらされることが多くなった昨今、これからの社会の在り方についてより真剣に議論することが必要となっている。影響が大きいグローバルリスクの上位5位は感染症、気候変動の適応(あるいは対応)の失敗、大量破壊兵器、生物多様性の損失、天然資源の枯渇¹⁾と世界経済フォーラムは報告した。この状況の中で、気候変動に対しても、世界中の政府・企業が「脱炭素」の方向に舵を切り動き出している。

そして、今の時代、大きく社会を動かしている力の一つは経済であり、企業活動がさまざまな社会課題に貢献することになる。これまで、社会貢献としてCSR活動などに力を入れてきた企業も多い。しかし、これからは本業で社会課題を解決し、サーキュラーエコノミーを実現し持続可能な社会づくりの一躍を担うことが求められる。

では、その進捗を測るにはどんな指標を用いるのか。これまでは国の発展を測る豊かな社会を示す指標として、国内総生産(GDP)が用いられてきた。これは、ある期間内に生産された財やサービスの付加価値を測るもので経済の規模を示すことができるが、経済規模の変化を示すにとどまる。したがって、会社の従業員が残業続きで疲弊しても売上が上がれば、GDPは上がることになる。しかし、これで豊かで持続可能な社会と言えるのだろうか。

そこで、2012年、国連持続可能な開発会議(リオ+20)において提示されたものが新国富指標(Inclusive Wealth Indicator: IWI)だ(図1)。これは、人々の福祉に貢献する富の様々な要素を包括的に分析することを目的とし、国連が打ち出した

ものである。経済の規模を見てその推移の指標となるGDPを補完し、非財務指標と言われる“見えない”価値についても測ろうとするもので、「現在を生きる我々、そして将来の世代が得るだろう福祉を生み出す、社会が保有する富の金銭的価値」を表す。新国富指標は、インフラに関わる人工資本、農地や森林に関わる自然資本、教育や健康に関わる人的資本の3つを対象とする。



図1 Inclusive Wealth Report 2018

2. 各国で活用される IWI

海外では、国の政策へ新国富指標の活用が始まっている。2020年春、英国政府は「ダスグプタ・レビュー(The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review)」を発表し、その中で自然資本を含むIWIを経済的成功のベンチマーク指標の一つとすることを提案している²⁾。また、2021年の「世界環境の日」のホスト国であるパキстанは、「パキстанの新国富：自然資本と再生への投資(Inclusive Wealth of Pakistan: The Case for Investing in Natural Capital and Restoration)」と題した報告書を発表し、パキстанの自然資本をはじめ、富の価値を分析・評価した。この評価の過程で自然資本の減少が指摘され、パキстан政府は「100億本の木の津波計画(The Ten Billion Tree Tsunami Program: TBTTP)と名付けた大規模な植林に取り組んでいる³⁾。この取り組みは、森林再生と同時にコミュニティの参加及び雇用創出といった効果を期待す



Circular Economy and Inclusive Wealth:
Produced, Human and Natural Capital
Yuko KISHIKAMI
2019年 東北大学大学院環境科学研究科博士
課程後期修了
現在 九州大学大学院工学研究院環境社会
部門/都市研究センター 特任助教
連絡先: 〒819-0395 福岡市西区元岡744
E-mail kishikami.yuko.955@m.kyushu-u.ac.jp

2021年11月1日受理



Shunsuke MANAGI
2002年 米国ロードアイランド大学大学院博
士課程修了 博士(Ph.D.)
現在 九州大学大学院工学研究院環境社会
部門 主幹教授/都市研究センター
センター長
連絡先: 〒819-0395 福岡市西区元岡744
E-mail managi.s@gmail.com

るものだ。

同様に自然資本を増加させる取り組みとして、11月に国連気候変動枠組条約第26回締約国会議(COP26)が開催された英国グラスゴーでは、今後10年間で1,800万本(住民一人につき10本)を植樹する計画がある⁴⁾。グラスゴーは気候非常事態宣言をおこない、植林は気候行動計画の一環でもあり、生物多様性の損失の危機への対処にもなるとされる。

同年、「生物多様性と生態系サービスに関する政府間科学政策プラットフォーム(IPBES)」と「気候変動に関する政府間パネル(IPCC)」が初めて共同報告書を発行し、馬奈木も総括代表執筆者として関わった(図2)。生物多様性の損失と気候変動は、どちらも人間の経済活動によって引き起こされ、相互に強く影響している。気候変動対策と生物多様性保全、すなわち脱炭素対策と自然資本の増加について、それぞれではなく、共におこなうことが利益を最大化しグローバルな開発目標を達成すると提言した⁵⁾。更に、今年、バングラデシュの独立50周年を記念し「バングラデシュを中心とした南アジアにおける新国富(Inclusive Wealth in South Asia concentrating on Bangladesh)」と題された会合が開か

れ、そこでは「バングラデシュの50周年：テストケースから開発モデルへ」をテーマに、パーサ ダスグプタ(Partha Dasgupta)教授、馬奈木のほか、著名な生態学者、経済学者であるカール フォーク(Carl Folke)教授やエドワード バービア(Edward Barbier)教授の国際ウェビナー会議が世界へ配信された。

世界では持続可能性へ向け、人工資本による経済成長の指標に加え、自然資本や人的資本にとっての豊かさについての指標の認知が広がり活用されている。

3. 自治体で活用される IWI

日本の自治体でも政策への新国富指標の活用が始まっている(表1)。一例として、宮若市(福岡県)において人工資本・人的資本・自然資本、いずれにも関わる社会関係資本を価値づけし、市民の評価を可視化した例を紹介する。

人口約27,000人の宮若市は、トヨタ自動車九州などの自動車産業の工場が多数立地しており、福岡県内でも重要な工業集積地である。しかしながら、市内に鉄道路線の駅が存在せず、交通手段の中心は自動車であり、公共交通手段としてはバスが中心になっている。現在のコミュニティバスは経路や時刻が決まっているため利用者にとって利便性が悪く、その一方で運転手が少ないためバスの本数を増やせないという課題があった。そこで、約1億円の赤字を抱えるこの市営の交通機関に、住民がどれだけの価値を置いているかについて調査した⁶⁾。その結果、現在のバスの運行に対して、住民は一定の評価をしていることが明らかになった。この結果を得て市は需要と供給について検討し、九大都市研究センターからの提案を受けたオンデマンド走行に変え、費用の1割を削減することができた。

また、この指標を自治体の施策に活用する取り組みも、



図2 左からダスグプタ・レビュー、パキスタンの新国富、IPBES & IPCC 共同報告書

表1 日本の自治体による新国富指標の活用

自治体	協定締結年	取り組み内容	
久山町(福岡県)	2017年(2020年更新)	新国富指標の活用による新規予算策定、総合戦略策定、民間企業との包括連携協定(2018年)のもとでの地域・社会の課題解決に向けた取り組み	第2期総合戦略
宮若市(福岡県)	2018年	新国富指標の活用による新規事業実施、総合戦略策定	第2期総合戦略
直方市(福岡県)	2019年	新国富指標の活用による総合計画の策定。自然資本においても上昇目標を設定	第6次総合計画
能美市(石川県)	2020年	SDGs未来都市の選定のまちづくりにおける新国富指標の活用	2020年度SDGs未来都市
中間市(福岡県)	2020年	新国富指標の活用による環境の保全、福祉の充実、経済の振興等への寄与	まちづくり連携協定(医学住宅等)
別府市(大分県)	2021年	新国富指標の活用による温泉の持つ免疫力向上効果、ワーケーションと療養の効果の科学的実証	包括連携協定
国東市(大分県)	2021年	新国富指標の活用による「国東市総合計画」及び「国東市まち・ひと・しごと創生総合戦略」で、地域の持続可能な発展(国連SDGs)を踏まえた地方創生	包括連携協定

具体的に動き始めている。久山町（福岡県）では第2期総合戦略に新国富指標が活用され、直方市（福岡県）では第6次総合計画基本構想で、新国富指標を活用し、SDGsの達成と市の持続可能性の推移を評価することを前面に押し出した。これは総合計画で新国富指標が生かされる全国初の試みとなった。同市は、成果指標(KPI)とSDGsの各ゴール、新国富指標を紐づけることで、各施策での成果指標達成が、SDGsの達成すなわち持続可能性の向上に繋がると考えている。

4. 見えない価値を測る～水資源

自然資本は、人々の生活に様々な恩恵をもたらすが、その価値は定量的に評価されていないものが多い。その一つに水資源がある。水の価値は地域単位の水道料金で捉えられることが多いが、水源の価値を実感として捉えられることは少ない。

例えば、阿蘇山（熊本県）は九州の中心部に位置し、ここから流れる水は、主要6河川により九州の各都市部に運ばれ生活用水に用いられている。また、阿蘇のカルデラの特殊な地形は、地下へ水を浸透させる涵養機能に優れ九州の水がめとして人々の暮らしを支えている。しかし、水道代以上に支払いを求められることはなく、その価値は見えないものになっている。

例えば福岡市は水資源の限界が人口抑制となっていたため、近隣の自治体と水利用の協定を結んでいる。阿蘇山が水源である一級河川の筑後川は福岡市内を流れないが市にとっては重要な水源だ。そこで、隠れた水資源の価値について九大・都市研究センターで調査をおこなった。その結果、山奥の水源地は気軽に訪れることが難しく意識されることが少ないためか、日常に使う水ほどには大切さが認知されていない結果が得られた。

5. 見えない価値を増す

アパレル産業は、大量生産や大量廃棄などの問題が指摘されている産業の一つとされる。この課題に対し、繊維素材からサーキュラーファッションを提案しようとしている企業がhap(株)だ。同社はアパレル製品を受注生産しているが、その素材の約90%は持続可能な原料を使用している。同社の技術COVEROSS®は化学繊維と天然繊維の双方に、快適性ほか、抗菌(制菌)、消臭、抗ウイルス、UVカット、遮熱、冷感など多機能を付与する後加工技術である⁷⁾(図3)。

この素材は2018年に持続可能な農法によって生産される綿花農家の団体であるCotton USA協会から「What's New



図3 COVEROSS®の多機能性

In Cotton? (革新的コットン)」に、日本で初めて認定された。これを機に海外の展示会で披露する機会を得て、代表の鈴木素氏は、欧米ブランドがあらゆる製造工程においてサステナブル認証が必要になっていることを知る。

EUは、循環経済に関して、2003年の第1次循環型社会形成推進基本計画から、脈々と循環経済について政策を打ち出してきた。循環経済については2015年循環経済行動計画に始まり、更にグリーンディール第2次(新)サーキュラーエコノミー行動計画2020と続く。この行動計画によると、持続可能な製品政策枠組みや消費者の修理する権利、リサイクル材活用など、これまで以上に踏み込んだ内容となり、繊維も対象となっている。

その他にも、電子機器、バッテリー・自動車、容器包装、プラスチック、建設・建物、食料・水といった分野においてバリューチェーンに関わるもの全てに対して修理などの義務が起こる可能性がある。今後はその規範に従わない企業は取引ができなくなる可能性が高い。これは日本企業にとっても重要なポイントだ。

持続可能な材料を用いた衣料から快適性を得ることで、着用する人のパフォーマンスが上がることは、すなわち人的資本が向上することに繋がる。

hapの素材は更に進化を遂げ、小型センサーを取り付け生体の情報を計測する衣服が開発されようとしている。このような“未来の”素材として進化し、大手アパレルのオンワードと共同で、より人の快適性、循環性を追求する衣料の開発へ進もうとしている。これら新しい価値づくりで鈴木氏は、経済ドキュメンタリー番組「ガイアの夜明け」(テレビ東京系)やフジテレビのイベント番組にも取り上げられるなどメディアからも注目が集まっている。

6. 見えない価値を実現し、測る～将来の価値

人が幸福に生きるためには、人的資本の重要な要素である健康は欠かすことができない。先進国で高齢化が進んでいる現在、ヘルステックの重要性は高まり、自治体や産業界においても注目される分野になっている。

日本有数の温泉地である別府市（大分県）で進んでいるのが、排便から人の健康に影響すると言われる腸内細菌の生態系情報を測ろうとするものだ。

長野泰紘市長は、九州大学と連携して温泉を科学し、温泉療養の新しい“ものさし”として腸内細菌に注目した新しい予防医療やウェルネスを研究することを、別府市という観光地における次の一步のキーワードの一つとしている⁸⁾。腸内細菌叢の情報から、個人の免疫力を推察し、温泉の効用を証明しようというのだ。

この腸内細菌叢の計測をはじめ、生体データを計測できる機能を家屋自体に持たせる「医学住宅」と呼ばれる住居の建築も中間市（福岡県）で始まろうとしている。アパレル企業のhapも参画し、人体の生理状態、心理状態の変化から生じる生体データを計測できるウェアラブルウェアの開発を進めている。本人も気づかないかもしれない日常生活における体の変化を、その人の“普段”を知っている衣服や住居にあるセンサー機器が推移や通常と違う数値データをモニターすることで、病気の早期発見や怪我の予防に繋ぎ、健康寿命を延ばそうというものだ。自宅にいながらにして、日常的に人的資本向上の可能性が高まることに資するだろう。

これらの取り組みは人的資本を高め、その先には自然資本を高めることにも繋がる。例えば、5節でも触れたアパレル業界は環境負荷に影響を与える産業だ。日本では年間一人当たり約18枚の衣服を購入し、約12枚の衣服を手放す。68%が可燃ごみ・不燃ごみとして廃棄されている。そして、日本市場で販売されている衣料品は原料、紡績、染色、裁断・縫製が分業され約98%は海外から輸入されている⁹⁾。日本がサーキュラーエコノミーに変わることによる影響は、国外に及ぶ。

また、人の免疫力を高める温泉が見直されることも、健康状態を測定する家屋が建設されていくことも、自然資本を高めることに繋がるだろう。

持続可能な社会へ向けて、世界は大きく動いている。サー

キュラーエコノミーが求められ、そこには技術を欠かすことはできない。技術によってもたらされるイノベーションの中でも、特に環境問題に対して、多様な科学技術や社会的なシステムの変革を基に展開する取り組みを「グリーン・イノベーション」¹⁰⁾とすると、これまで開発されてきた、あるいはこれから開発されるだろうグリーン・イノベーションを活用するためには、事業に結び付けられる環境や市場が必要である。その市場を形成するには、今回紹介した新国富指標のような包括的な指標による価値の評価は必須である。健康の価値を可視化し、SDGsに挙げられたような網羅的な目標を指標で測定し把握するということは、実行する優先順位を明確にするということになるからだ。

技術から価値を創造するには、まず課題を設定し、課題を解決することの意義を経済的な価値で示す。そのうえで価値が十分に大きければ、課題解決のための技術開発を進めていくことが必要であろう。

更に、サーキュラーエコノミーの実践に必要なことは、実践の場と推進力だ。前例のないことを推し進める先鞭をつけるためにはそれなりのエネルギーが必要だが、場を提供できる自治体は及び腰になることもある。その場合、企業などの他団体が、推進し駆動させるための力になり得ることがある¹¹⁾。例えば福岡市では、「福岡ビッグバン」と呼ばれる、九州一の繁華街の天神地区の再開発が始まった。福岡市は国家戦略特区で「航空法高き制限のエリア単位での特例承認」「容積率の緩和」を得たうえで、天神地区の耐震効果向上などを含めた大規模な再開発に着手した。この地区の再開発は、福岡の老舗企業である(株)はせがわのほか、九州電力、JR九州といった地元の産業界の強い働きかけがあり実現したものだ。

本稿で紹介したような、社会課題を解決しようとする企業は多い。開発された技術が企業や自治体によって実証等を経て社会へ浸透することが、循環型社会の形成へ繋がる。

参考文献

- 1) World Economic Forum : The Global Risks Report (2021)
- 2) Dasgupta, P. *et al.* : The Economics of Biodiversity-The Dasgupta Review, U.K. (2020)
- 3) The Ministry of Climate Change of Pakistan and the United Nations Environment Programme: Inclusive Wealth of Pakistan-The Case for Investing in Natural Capital and Restoration (2021)
- 4) BBC News Services : Eighteen million trees to be planted around Glasgow (2021), <https://www.bbc.com/news/uk-scotland-glasgow-west-57315467>
- 5) IPBES, IPCC : Biodiversity and Climate Change (2021)
- 6) 宮若市 : 宮若市新国富アンケート調査報告書(2021)
- 7) 鈴木素 : オレオサイエンス, 21(9), 369-376(2021)
- 8) 大分合同新聞 : 別府市政特集2021(2021)
- 9) 環境省 : サステナブルファッション, https://www.env.go.jp/policy/sustainable_fashion/
- 10) 馬奈木俊介, 林良造 : グリーン・イノベーション, p.42, 中央経済社(2012)
- 11) Kishikami, Y. *et al.* : 8th International Symposium on Environmental Sociology in East Asia, working paper(2012)