



UNEP



International
Resource
Panel

デカップリング

天然資源利用・環境影響と
経済成長との切り離し



謝辞

編集：国際資源パネル

デカップリング作業部会

主執筆者：Marina Fischer-Kowalski（アルペン・アドリア大学ウィーン社会生態学研究所、オーストリア）が、オーストリア農林・環境・水資源管理省と Mark Swilling（ステレンボッシュ大学行政学部持続可能性研究所、南アフリカ）の支援を受けて執筆

寄稿者：Ernst Ulrich von Weizsäcker（デカップリング作業部会議長）、Yong Ren, Yuichi Moriguchi, Wendy Crane, Fridolin Krausmann, Nina Eisenmenger, Stefan Giljum, Peter Hennicke, Rene Kemp, Paty Romero Lankao, Anna Bella Siriban Manalang

Jeff McNeely より報告書全文と要約版の編集に関する支援を得た。

報告書の執筆プロセスにおいて、Jeff McNeely が国際資源パネル事務局とともに効率的かつ建設的な方法でコーディネーター役を務め、何度か査読を実施した。この過程で、匿名の査読者数人が貴重な意見を出してくれた。様々な会合での多くの同僚と議論したことも、報告書の作成に貢献している。

特に、国際資源パネル共同議長である Ernst Ulrich von Weizsäcker と Ashok Khosla、そして国際資源パネルのメンバーならびに同パネル運営委員の方々の献身的な協力に感謝する。

UNEP の Janet Salem が貴重な情報や意見を提供し、国際資源パネル事務局が本報告書の作成の調整を進めた。UNEP/DEWA/GRID-Geneva の Jaap van Woerden と Stefan Schwarze は、数値の作成にあたって科学的データを提供してくれた。

誤りがあった場合、執筆者が主要な責任を負うものとする。

ISBN：978-92-807-3167-5

Job Number：DTI/1389/PA

報告書全文版の引用の記載法は下記のとおり：

UNEP (2011) 『天然資源利用・環境影響と経済成長とのデカップリング』 国際資源パネルへのデカップリング作業部会報告書 (Fischer-Kowalski, M., Swilling, M., von Weizsäcker, E.U., Ren, Y., Moriguchi, Y., Crane, W., Krausmann, F., Eisenmenger, N., Giljum, S., Hennicke, P., Romero Lankao, P., Siriban Manalang, A.)

Copyright © United Nations Environment Programme, 2011

この報告書は、出典を明記することを条件として、著作権保有者から特に許可を得ずに、教育目的または非営利目的で、形式を問わず全部または一部を複製することができる。

この報告書を出典として利用する場合は、その出版物のコピーを UNEP に送付していただければ幸いである。

この報告書は、国連環境計画から書面で事前の許可を得ないで、再販売またはその他の商業的な目的で使用してはならない。

Design/layout：L'IV Com Sarl, Le Mont-sur-Lausanne (Switzerland)。Martina Otto の独創的な表現コンセプトによる。

Cover photos ©：Oleg Romanciuk/Dreamstime and Don Hammond/Design Pics/Corbis.

Disclaimer

The designations employed and the presentation of the material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the United Nations Environment Programme concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning delimitation of its frontiers or boundaries. Moreover, the views expressed do not necessarily represent the decision or the stated policy of the United Nations Environment Programme, nor does citing of trade names or commercial processes constitute endorsement.

UNEP は、環境上適正な慣行を全世界で、また自らの活動においても推進しています。この出版物は、リサイクル繊維を 80%含む FSC 認証用紙に、環境に優しい方法で印刷しており、UNEP は文書配布方針に基づき、カーボン・フットプリントの削減を目標としています。（訳注：原文和訳をそのまま記載）



ここに掲載する内容は、以下の報告書からの抜粋である。



デカップリング

『天然資源利用・環境影響と 経済成長との切り離し』

作成：持続可能な資源管理に関する国際パネル（国際資源パネル）

この文書は同報告書の主な結論を強調するものであり、報告書全文と併せて読むべきである。この報告書の基礎となる研究・文献調査の引用は、報告書全文に列挙されている。

報告書全文は www.unep.org からダウンロードすることができる。ハードコピーには裏表紙に CD-ROM が添付されている。（訳注：原文和訳をそのまま記載）追加コピーは E メール (resourcepanel@unep.org) または郵便（United Nations Environment Programme Division of Technology Industry and Economics, 15 rue de Milan, 75441 Paris CEDEX 09, France）を通じて注文可能である。

序論

人間の幸福と資源消費との切り離し（デカップリング）は、国際資源パネル（IRP）の使命の核心にあり、グリーン経済に関する印象的な報告書（2011年2月）を最近発表したUNEPグリーン経済イニシアティブの核心でもある。

デカップリングの概念的枠組みと、デカップリングを達成するための手段に関する理解は、いまだ未熟な段階にある。IRPはデカップリングに関する一連の調査を行う計画を立てており、それぞれの調査結果は報告書としてまとめる予定である。各報告書の目的は、グリーン経済イニシアティブを支援するとともに、世界・国家・地方レベルで適切な政策や行動を促すことである。

この最初の報告書では、直面する課題の範囲を見定めることを試み、世界の天然資源の流れに関する基本的な事実と数字を提示する。本報告書に挿入された4つの国の事例研究によると、天然資源の消費は今なお急増している。この報告書では、このデータを利用して、これらの物質やエネルギーの流れを社会と経済の進歩とデカップリングするために、いま取り組む必要のある問題を概説しようと試みている。

日本とドイツの2カ国は、ほぼ間違いなくデカップリングに向けて最も明白に取り組んでおり、一見したところ国内資源消費は安定しているか、わずかな減少さえ示している。だが、その両国においてもなお、さらに深く分析してみると、多くの財に組み込まれている部品が、海外で大量のエネルギーや水、鉱物を使用して生産されている。このように一部の先進国は、資源強度の高さという課題を他国に「輸出」することによって管理している。本報告書によると、貿易は一驚くことではないが一、一般にエネルギー利用と資源の流れを高め、その結果、全体としてデカップリングを促進するよりもむしろ妨害している。

発展途上国である中国と南アフリカに関する2つの事例研究を見れば、資源の流れが着実に増加していることが分かる。おそらくすべての新興経済国も同様の傾向を示すだろう。しかしながら中国の場合、経済の近代化と明示的な資源強度抑制策によって相対的デカップリングを達成しようとする国家的努力が、一定の成功を収めているようである。エネルギー・資源消費の絶対的削減が、発展途上国の政策に組み込まれることはまだ期待できない。

全世界的な規模で資源消費が急増しており（図1参照）、依然、経済的に繁栄している国ほど資源消費が多い（図8参照）。そのような経験的な事実と数

字はすべて、世界の気候・地質環境に対する圧力が強まり続けており、持続可能性を限界まで追い詰めていることを示している。このような事実を知れば、市民や政策立案者は危険な傾向を食い止め、事態を改善しようと焦るはずである。

本報告書の「はじめに」では、今後、IRP 報告書で取り組む予定の課題をいくつか挙げている。明るい見通しの例として、エネルギーや水、鉱物の利用量をはるかに低く抑えながら、より多くのよりよいサービスを提供する技術、資源強度の低いクリーンな経済への移行を魅力的で有益なものにする政策や適切なマーケット・シグナル、そして持続可能な経済に向けた革新を進めるうえで都市部が果たす特別な役割などが挙げられる。効果的なデカップリングを促すそのような機会は、文明が生き残るためのライフラインを提供するだけでなく、貧困と社会的不公平を抑える前提条件にもなる。

デカップリングという課題の今後の報告書として、技術および政策に関する報告書、都市がデカップリングのための介入をいかに加速させ、またデカップリングのための介入から影響を受けるかについて取り上げる報告書がある。私たちは、この成果によって特に政策立案者の間で、グリーン経済の問題に対する関心が深まることを願っている。

Marina Fischer-Kowalski 教授と Mark Swilling 教授のコーディネートによるチームが、関連データを収集し、資源強度の概観および資源強度を減少させるための試みの概観を示してくれたことに、大変感謝している。各国のデカップリング政策に関する4つの事例研究の執筆者にも感謝する。これらの事例研究は本報告書の結論に有力な情報と支援を提供してくれた。本報告書の発表・配布が引き金となって、特に各国の国家機関がそのような事例研究を実施するようになることを願っている。

報告書作成のために査読プロセスの調整役を務めてくれた IRP メンバーの Jeff McNeely と、労を惜しまず報告書草案に目を通してコメントしてくれた（匿名の）査読者の方々にも感謝したい。彼らの助言のおかげで報告書の質が高まったことは間違いない。最後に、UNEP パリ事務所、特に Janet Salem 女史が、報告書作成期間全体を通じて力強く支援してくれたことに御礼申し上げる。

Ernst Ulrich von Weizsäcker 博士

ドイツ・エメンディングゲン

Ashok Khosla 博士

インド・ニューデリー

国際資源パネル (IRP) 共同議長

2011年3月31日

序文

資源効率のよい低炭素グリーン経済への移行は、急速に変化している 21 世紀にあって、持続可能な開発を推し進めようとする国際的な取り組みの基本テーマの 1 つになった。

1992 年のリオ地球サミットから 20 年を経て、各国政府は来年、再びブラジルで会合を開く。現在、新たな根強い課題がいくつか持ち上がっており、このところ継続的な危機がいくつか発生している。そのような危機の一因は天然資源の管理方法、もっと正確に言えば不適切な管理方法にある。

持続可能な開発および貧困根絶の文脈におけるグリーン経済は、リオ+ 20 の 2 つの中心課題の 1 つである。この考え方は、各国の事情を考慮しながら人類が地球に及ぼす影響の緩和に着手することが、先進国であるか発展途上国であるかを問わず、また政府主導型であるか市場主導型であるかを問わず、すべての国々の利益になることを強調している。

UNEP 国際資源パネルによるこの最新の報告書は、この全体的な対話および方向性の重要部分である。本報告書は、人類による天然資源の消費水準と、こ

れまでの傾向が将来にわたって続いた場合に考えられる消費水準について、実証的証拠を提供する。

実際に本報告書は、そのような持続不可能な水準の消費が続けば、2050 年までに資源利用が 3 倍に膨れ上がる可能性があることを示唆しており、劇的に異なる道を切り開くための主な措置として、「デカップリング」という強力で切迫した概念を提示している。

最も単純なデカップリングは、経済成長を生み出すために利用される水や化石燃料などの資源の量を減らし、経済開発と環境悪化を切り離すことである。なぜなら、現在 70 億人近くが暮らし、40 年後には人口が約 90 億人に増える世界で、人々を貧困から抜け出させ、間もなく 20 億人に達しようかという失業者や不完全就労者のために雇用を創出するには、成長が必要であることは明らかだからである。

だが、この成長においては、まず第 1 に、私たちの暮らしや経済的機会を支える資産そのものを掘り出すことよりも、はるかに効率的な資源管理が重視されなければならない。

全体的に見て、分析の結果から、今後数十年間に 1 人当たりの年間資源利用量を 5～6 トンに減らす必要があるだろう。まだこの水準に満たない発展途上国があり、インドのような国々は現在 1 人当たり平均 4 トンであるが、一部の先進経済、例えばカナダは約 25 トンに達している。

本報告書が指摘しているように、技術的・体系的な革新が急速な都市化と相まって、デカップリングを理論から現実に変える歴史的に重要な機会が生まれている。この報告書では、政府がデカップリングを促進するために意識的に取り組みを進めている中国、ドイツ、日本、南アフリカの各国を取り上げる。

また、貿易と輸出経済のグローバル化が進む複雑な現代世界において、デカップリングが十分に理解され—さらに重要なことには—実現されるためには、IRP が提供するような高度な分析を必要としていることも強調しておく。

商品価格の高騰は、もしグリーン経済への移行が達成されず、無期限に先送りされた場合、すべての国々

がどれだけ大きな危険にさらされることになるかを、国際社会に痛感させた。リオ+ 20 に至る準備作業の中で明らかになったのは、各国政府、民間部門および市民社会がこれを認識しており、グリーン経済への移行を拡大して加速させることのできる選択肢を探し求めているということである。

デカップリングは、グローバルなグリーン経済を推進するための戦略的アプローチであり、「環境面の危険や欠乏を大幅に抑えつつ、人間の幸福と社会的公正を改善する」方法である。

共同議長である Ashok Khosla と Ernst Ulrich von Weizsäcker が主導する国際資源パネルが、この報告書で発表された先駆的な仕事を成し遂げてくれたことに感謝したい。この仕事は現世代に刺激を与えるだけでなく、将来世代の利益を守るものでもある。

Achim Steiner

国連事務次長兼 UNEP 事務局長
ケニア・ナイロビ、2011 年 3 月

目標および対象範囲

国際資源パネルについて

国際資源パネル（IRP）は、意思決定者をはじめとする利害関係者に、天然資源の持続可能な利用について、特に天然資源がライフサイクル全体で環境に及ぼす影響について、中立的で信頼でき、政策との関連性に富んだ科学的評価を提供するために設置された。IRP は、経済成長と環境悪化とを切り離す（デカップリングする）方法について理解を深めることを目指している。デカップリングに関する本報告書は、バイオ燃料、金属の社会蓄積量、消費・生産の環境影響を取り上げた他の報告書とともに、IRP の第一の一連の報告書の一部をなすものである。

本報告書の目標および対象範囲

本研究の目標は、デカップリングの概念に関する堅実な基礎を提供し、主要な用語や概念を明確に定義するとともに、資源管理への適用例を数多く示すことである。本報告書では、デカップリングがすでに

起こっているかどうか評価し、技術的および経済的なデカップリング促進要因を明らかにする。この報告書は、デカップリングの促進に必要とされるであろう政策措置や政策課題について指針を与えることも目的としている。「資源」という言葉は通常、物質や水、エネルギー、土地を指す。本報告書では物質資源、すなわち化石燃料、鉱物、金属、バイオマスに焦点を当てる。したがって、1つの報告書ですべての資源や問題を取り上げることはIRPの意図するところではない。むしろ、本報告書は、IPRが並行して発表する予定である土地や土壌、水、金属、都市、GHG 排出削減技術に関する報告書によって補完されるべきものである。

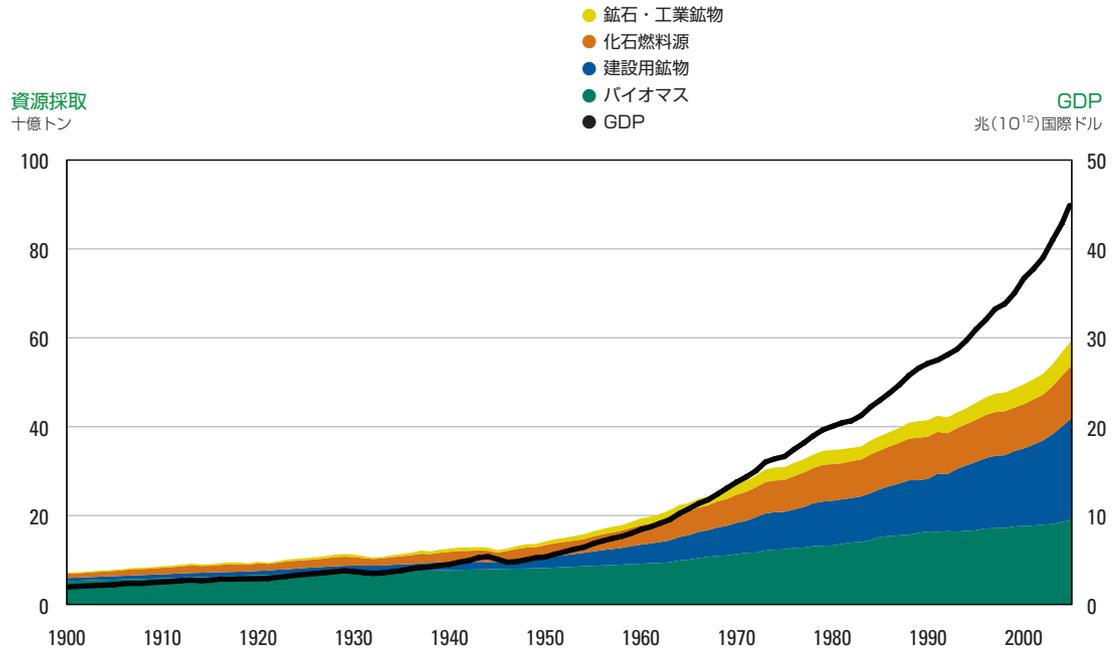
埋めるべきギャップが数多くあり、デカップリングの概念がさらに発展していく中で、IRPは今後評価すべき他の具体的な主題を確認するつもりである。資源消費と経済成長とのデカップリングに関する作業を通じたIRPの貢献によって、持続可能な開発と「グリーン経済学」への新たなアプローチが大きく前進することが望まれる。*

主たる知見

20世紀は文明が目覚ましい進歩を遂げた時代であった。技術進歩と人口増加、経済成長を原動力に、GDPが23倍に増大する一方で、年間採取量は建設用鉱物が34倍、鉱石・鉱物が27倍、化石燃料が12倍、バイオマスが3.6倍増加し、総物質採取は約8倍増となった(図1)。このように拡大した物質消費は公平に分配されず、環境に大きな影響を及ぼした。

国際資源パネル(IRP)が以前に発表した報告書の結論で指摘されたように、資源の乱開発、気候変動、汚染、土地利用の変化、生物多様性の低下が、主要な国際環境問題のリストの上位にあげられるようになった。1つの結果として、政府、国際組織および企業の間で、「持続可能性」が最も重要な社会的・経済的責務となっている。今やこれら各部門の指導者は、より持続可能な経済に向かって前進するには、人間の幸福を達成するために経済活動を拡大すると同時に環境影響を抑えながら、世界レベルで資源利用の絶対量を削減する必要があることを認識している。

図1. 世界の資源採取量(十億トン)、1900~2005年



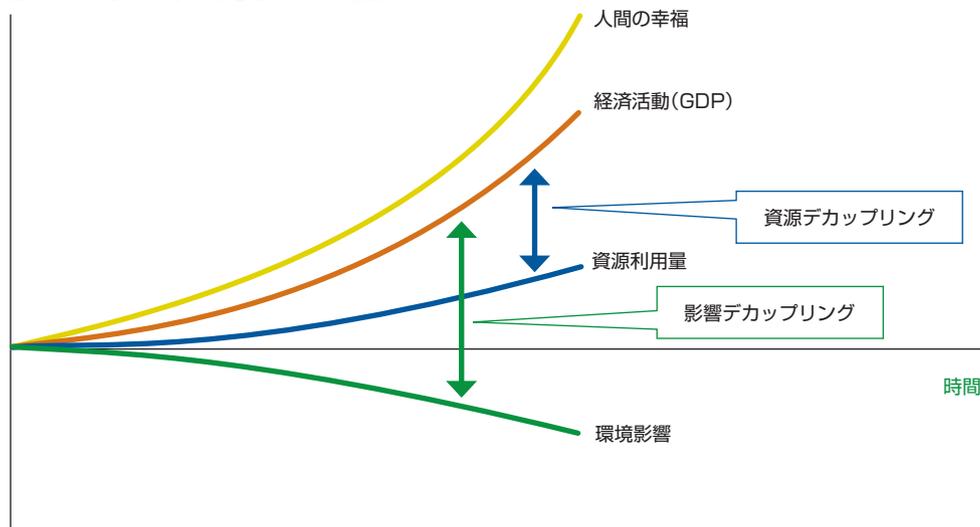
出所: Krausmann et al., 2009

資源利用のペースを抑えて環境への影響を緩和しつつ、経済活動を拡大するというジレンマは、社会に重大な課題を突きつけている。

この文書で、国際資源パネルはこの課題に「デカップリング」の概念を適用することを目指している。この言葉はエレクトロニクスから物理的宇宙論、線

形代数に至るあらゆる分野で使われているが、ここで用いるデカップリングとは、経済産出量 1 単位当たりの資源利用量を減らし、利用される資源や実施される経済活動が環境に及ぼす影響を抑えることを意味する。図 2 は、持続可能な開発に適用されるデカップリングの 2 つの重要な側面、すなわち**資源デカップリング**と**影響デカップリング**の本質をとらえている。

図 2. 「デカップリング」の 2 つの側面



「重視すべき製品と物質」に関する IRP 報告書は、様々な経済活動が天然資源の利用と廃棄物の発生（重要な負の環境影響）にどう影響を及ぼすかを明らかにした。この報告書の焦点は、図 1 に示した 4 つのカテゴリーの主要原料、すなわち建設用鉱物、鉱石・工業鉱物、化石燃料、バイオマスの採取である。これらの物質は全世界で年間合計 470 億～590 億トン（47～59Gt）のペースで採掘されていると推定され（2005 年のデータ）、今後も引き続き増加する明白な傾向が見られる。

これらの原料利用の着実な増加に伴って、あるいはおそらくその増加を促進する形で、各カテゴリーの資源の大部分について価格が低下の一途をたどっている。他方、多くの重要な資源の採取コストが上昇しており、その顕著な例として北極や外洋の石油が挙げられる。これらの資源の少なくとも一部は現在、価格の変動性が高まっているが、これはデカップリングへのより速やかな移行を後押しするかもしれない。

デカップリングを実現するには、政府の政策と企業の行動、一般大衆による消費パターンを大幅に変える必要がある。この変化は簡単には達成できないだろう。本報告書は、その達成に向けた進路を決めたり、この概念がもたらす課題のすべてをくまなく調べたりしようと試みるものではない。むしろ、デカップリングの概念に関する理解を深め、IRP が今後数年間の評価で取り組むべき最も重要なデカップリング関連課題を明確にしようとするものである。デカップリングを促進する技術・政策オプションについては、別立ての IRP 報告書で評価する予定である。

この報告書では、特に南アフリカ、ドイツ、中国および日本の事例研究を利用して、デカップリングと開発を関連づけるいくつかの方法を模索する。資源の枯渇と負の環境影響による経済的コストが増加している中で、これらの国々では政府と産業の双方が、生産 1 単位当たりの利用資源量の削減（言い換えれば資源デカップリングの増加）と、環境に対する悪影響の削減（言い換えれば影響デカップリングの実施）の義務を負う政策を採用するようになっている。

未来を予測することはできないが、政治的選択の影響を熟考することは有用であり、ここでは**3つのシナリオ**に検討を加える。

1. **現状維持と収束**：先進工業国は1人当たり資源消費を維持し、発展途上国は先進工業国と同水準に消費率を高める。この場合、2050年までに世界の年間資源採取量は3倍になるだろう。

2. **適度な収縮と収束**：先進工業国は1人当たり資源消費を半分に減らし、発展途上国は先進工業国と同水準に消費率を高める。この場合、2050年までに世界の年間資源採取量は40%増加するだろう。

3. **大幅な収縮と収束**：世界の資源総消費は2000年の水準に維持され、すべての国の1人当たり資源消費が同じになる。この場合は当然、世界の資源採取量は現行水準にとどまるだろう。

上記のシナリオのどれでも、世界の年間資源採取量が実質的に減少することはない。しかし、どのシナリオも、増え続ける世界人口が持続可能な資源管理の状況下で生活したいと考えるなら、経済活動に必要なとされる資源を大幅に減らす必要があることを示している。そのためには革新（イノベーション）が不可欠であり、それはことによると、GDPを補完する環境や社会要素を取り入れた進歩を示す指標にさえつながるかもしれない。例えば、UNEPのグリーン経済イニシアティブは、世界経済の再生を、生態系悪化、水不足および炭素依存性の抑制と結びつけようとしている。デカップリングを支援する可能性のあるその他の革新（イノベーション）については、IRPデカップリング作業部会の将来の報告書でさらに詳しく論じる予定である。

デカップリングは貿易および資源の分配と大いに関連がある。多くの資源がライフサイクルの最初から最後まで複雑な経路をたどり、その過程で多くの活動がかかわるため（図3）、このバリューチェーンに沿って消費（およびデカップリング）に対する責任を割り当てることは依然として難しい課題である。物質の国際貿易量は1970年の54億トン（5.4Gt）から2005年には190億トン（19Gt）に増えており、消費の責任の所在が曖昧になるとともに、デカップリングの適用が困難になっている。

各国の資源消費率を比較する客観的な手段として「物質代謝率」（1人当たり利用資源）の概念を利用すると、デカップリングにより国家間の公平を高めることも潜在的に可能である。不公平の克服には特に注目する必要がある。一部の国々では物質代謝率が1人当たり年間4トンと極めて低く、この水準では基本的ニーズを満たすことができない。他方、物質代謝率が1人当たり年間40トン以上に達して

いる国もあり、この水準になると未来の世代は言うまでもなく現在の世界人口にさえ必要な資源が行き渡らない。

この文書では、資源デカップリングと影響デカップリングの両方が必要であることを裏付ける実質的証拠を示し、そのようなデカップリングが実際に起こっている例をいくつか挙げる。資源のカテゴリーが異なれば環境影響の種類も大いに異なるが、デカップリングに向けた進展は、ここで検討している4つのカテゴリーすべての資源に見られる。だが現在までのところ、この進展は決定的なものではなく徴候を示すにすぎず、主要な関係者にデカップリングが極めて重要であることを納得させるには、これまでよりもさらなる努力が必要である。国際資源パネルの今後の活動は、環境資源を維持しつつ人間の幸福を改善する「グリーン経済」につながることを期待しつつ、そのような取り組みの支援を目的としている。✦

1. はじめに

1.1 なぜデカップリングなのか？

現在世界に住んでいる人々と未来のより多くの人々のために人間の幸福を実現し、さらに改善していくには、エネルギーや物質、水、土地といった天然資源の利用可能性を確保しなければならない。人口増加と経済開発に伴って、これらの資源の利用が急増してきた。需要に対して十分な量を確保できない天然資源が増えており、近い将来に決定的に不足するおそれのある資源もある（例えば、採掘される鉱石の品位低下がその徴候を示している）。**資源利用は経済活動を環境に結びつけるものであるため、この報告書では「物質資源」の経済的定義を用いる。**す

なわち、「経済価値を生み出すという効用のために、人間の活動によって意図的に採取・加工される天然資産」である。このような資産は、物理的単位（トン、ジュール、面積など）だけでなく、その経済的価値を表す貨幣価値でも計量することができる。この報告書では、このように焦点を当てることで、人口と経済活動（GDP）に関するデータを入手できるいくつかのレベルで、評価対象の4つのカテゴリーの物質資源に勘定による計量を適用する。

採取、生産・製造、消費・利用、消費後の処分など、資源利用のライフサイクルのあらゆる段階で、望ましくない環境影響が発生することがある（図3）。

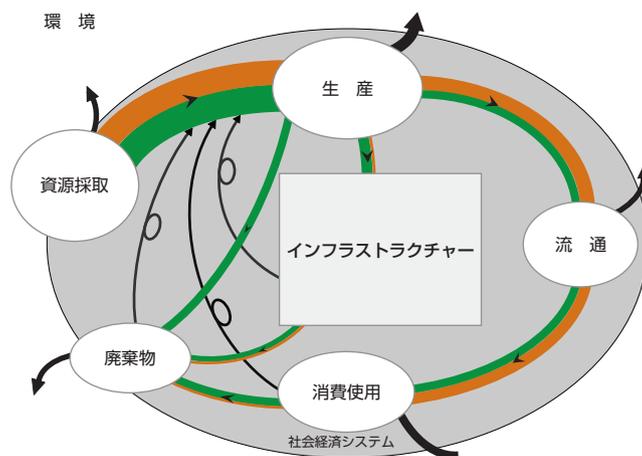
これらの影響は、土地被覆変化や資源採取といった自然のシステムへの意図的な介入、あるいは排出や廃棄のような意図せぬ副作用に起因する場合がある。このような影響は、人間の幸福に欠かせない生態系サービスの少なくともいくつかを混乱させるかもしれない。したがってデカップリングに焦点を当ててするには、経済活動に関連する資源利用量だけでなく、この資源利用に伴うライフサイクルの全段階における環境影響にも注意を払う必要がある。

資源利用と環境影響の両方を減少させるには、経済的サービスと経済的価値を生み出す過程において、ライフサイクルの各段階で生じる物質的損失、すなわち、エネルギー源をCO₂などの排出に転換し、その他の物質資源を廃棄物に転換した結果生じる損失を抑えなければならない。デカップリングとは、経済的サービスと経済的価値を生み出す際に、資源利用量と廃棄物・排出物を減らし、さらにその他の環境影響を抑えることである。

この報告書では、資源利用や負の環境影響と経済活動とのデカップリングという難題に対処すれば、世界の資源ベースに対する負担を最小限に抑えつつ、かつ将来の生態系サービスを脅かすことなく、増え続ける世界人口のニーズを満たし、貧困を根絶し、経済開発を支援するという全体的目標に貢献できることを示す。

図3. 資源採取・利用のライフサイクル

- リサイクルフロー
- ➡ 排出(主として二酸化炭素)
- エネルギー源フロー(バイオマス及び化石燃料)
- その他物質フロー(鉱物、建設用鉱石)



注: 図中の排出物および廃棄物の流れの大きさはヨーロッパの割合による
出所: Fischer-Kowalski, 2011

本報告書では、デカップリング戦略を構築する基礎となり得る定性的・定量的基盤を構築しようと試みる。資源利用とその環境影響を評価するために、グローバルで長期的な視点に立って考える。しかし、資源の枯渇と環境破壊はグローバルな課題ではあるが、人々に与える影響は場所によって異なる。資源採取、商品への転換、最終的消費、処分・再利用は

異なる国々で行われる場合が多く、**ライフサイクルの各段階に関連する便益や環境影響は時間・空間を超えて広く分配される。**

1.2 デカップリングを定義する

天然資源に適用される「デカップリング」は、1992年に持続可能な発展のための世界経済人会議(WBCSD)が立案した「環境効率」の概念、及び、「環境バズ(負の財)」と「経済財」との関連を断ち切る活動であるという2001年のOECDによるデカップリングの定義に端を発す。開発途上地域の文脈からは、2004年に国連ラテンアメリカ・カリブ海経済委員会(ECLAC)が、基本的に経済成長と資源消費とを切り離す(デカップリングする)「非物質的経済成長」の考えを打ち出した。

資源デカップリングとは、そのような基礎に立って、経済活動1単位当たりの資源利用率を引き下げることを意味する。この「脱物質化」は、より少ない物質資源やエネルギー資源、水資源、土地資源を利用

して、同じ経済産出量を生み出すことによって達成される。資源デカップリングの結果、資源利用効率が高まり、図1に示されるように、資源投入に対する経済産出量(GDP)が増加している。

資源デカップリングは、資源の枯渇速度を抑えて資源不足と世代間の公平の問題を軽減すると同時に、資源生産性を高めてコストを削減することができる。他方、生産性上昇の結果、経済成長が加速し、資源利用が減少するのではなく増加するという、「リバウンド効果」として知られる現象が見られることもある。実際に、一部の経済学者は、利用されるエネルギー資源の入手可能性は経済成長に欠かせない要因であると主張し、資源デカップリングの実行可能性に疑念を呈している。ここで示した証拠は、ある種の資源デカップリングが実際に20世紀を特徴付けていたことを示している(図1および4)。

他方、影響デカップリングの場合は、負の環境影響を抑えながら経済産出量を増やす必要がある。そのような影響は、資源採取(採掘や農業による地下水汚染など)、生産(土地の劣化や廃棄物、排出物など)、

商品の利用（例えば輸送プロセスでの燃料燃焼によるCO₂排出）、消費後（この場合も廃棄物や排出物）の各段階で生じる。負の環境影響を抑えて経済的価値を付加すれば、影響がデカップリングされる。

影響デカップリングとは、よりよく、より賢明に、よりクリーンに資源を利用することを意味する。環境影響を抑えることで資源不足や生産コストが軽減されるとは限らず、逆に増加することさえある。その一例が二酸化炭素回収・貯留（CCS）である。この影響デカップリング技術は現在、産出1単位当たりの必要エネルギー量が多いため、資源デカップリングは起こっていない。だが、CO₂が大気中に排出されなくなるため、ライフサイクル全体における環境影響は減少する。

デカップリングと資源利用の絶対量の削減は区別されなければならない。**資源または影響のデカップリングは、環境関連パラメーター（資源利用量や特定の環境影響指標）の成長率が、関連経済指標（例えばGDP）の成長率より低くなることを意味する。**そのようなデカップリングはかなり一般的であるように思えるが、必ずしも資源利用の絶対量削減につながるわけではない。**デカップリングが資源利用の絶対量削減につながるのは、資源生産性の伸び率が経済成長率を上回る場合だけである。**この後者のケースは「環境クズネツ曲線」に表れており、繁栄がある線を超えて進むと生産・消費による環境影響が減少する。✦



2. 天然資源の利用とそれに伴う望ましくない環境影響の世界的な長期的傾向

経 済活動と望ましくない環境影響とをデカップリングするには、資源利用傾向とそれを促進する要因に対する理解を深める必要がある。資源利用を測定する1つの方法は、経済活動に利用されたすべての物質を定量化する「物質フロー勘定」(MFA)である。MFAは、採取プロセスで使われた物質の総量(すなわち「関与物質総量」)と、経済プロセスで実際に利用された物質(「直接物質消費」)を、その質量(メートルトン)で表したものである。この報告書では、データの信頼性が高く分かりやすいという理由で、経済プロセスで実際に利用された物質に焦点を合わせる。大ざっぱに言えば、関与物質総量は

直接物質消費の約2倍である。MFA手法は、GDPと類似の物量単位による勘定を生み出し、同じシステム境界を利用しているため、物質資源利用と経済活動とのデカップリングの分析を支援するデータを与えてくれる。

望ましくない環境影響とは、**自然環境の望ましくない変化で、その原因として特定の社会経済活動が関係している**。環境影響は通常、ライフサイクル・アセスメント(LCA)によって製品レベルで評価される。LCAは統計データによって裏付けられる7つ(以上)の影響カテゴリーを調べる。すなわち酸性化、

気候変動と地球温暖化、生態毒性、人間毒性、富栄養化、光化学オゾン形成（光化学スモッグ）、成層圏オゾン喪失である。

2.1 物質資源利用の世界的動向

世界の物質資源利用量は年間原料採取量に等しい。**国家**レベルでは、国内で採取された物質の量（DE、「国内資源採掘」）は物質利用量と同じにならない。これは各国の物質利用（DMC、「国内物質消費」と呼ばれる）が輸出入にも依存しているためである。

21世紀初頭、世界の原料採取量は年間推定470億～590億メートルトン（47～59Gt）だった。20世紀に世界の年間物質採取は8倍に増えた。20世紀の大部分にわたって、バイオマスが物質採取・利用の中心を占め、1900年には全体の4分の3近くに上っていた。1世紀の後半、バイオマス資源はさらに収穫されていたが、物質採取全体に占める割合はわずか3分の1にまで低下していた。その原因は、世界の社会経済物質代謝が次第に鉱物資源に傾き、化石燃料などが燃料用バイオマスに取って代わったことだ。言い換えれば、利用される

物質の構成が再生可能資源から非再生可能資源へと移行したのである。

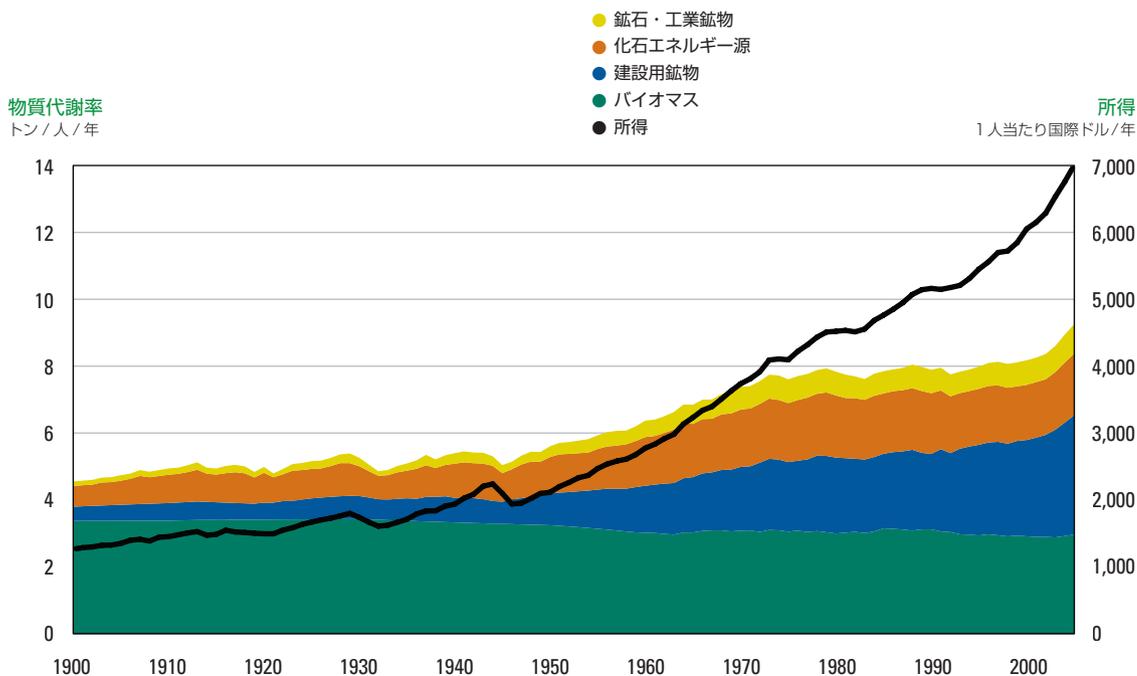
原料採取・利用の全体的な増加をもたらした大きな要因は、人口の増大である。各国の物質利用（国内物質消費、DMC）は人口と結びついている。これは例えば食料については明々白々だが、物質面での国民生活水準の一部となっているその他の物質資源にも当てはまる。したがって、物質代謝率（1人当たり資源利用量）は、全体的な消費のかなり頑健な測定基準となる。物質代謝率は国によってばらつきが大きく、開発・経済パターンによって変わる。例えば、資源利用はインドの人口が1人増えれば平均4トン増えるが、カナダの人口が1人増えれば平均25トン増えることになる。

20世紀の間に世界の1人当たり所得は7倍に増えたが、1人当たり平均資源利用は2倍になったにすぎない（図4）。世界人口1人が必要とする資源量は、2005年には年間8.5～9.2トン程度だったが、100年前の世界の1人当たり平均物質代謝率はわずか4.6トンであった。この調査結果は、資源利用と経済開発との1人当たりデカップリングが大きいことを示している。世界の平均物質代謝率は、緩慢

に上昇した時期（1900年から第2次世界大戦の終わりまでの期間など）もあれば、急激に上昇した時期（第2次世界大戦の終わりから1970年代初めの世界石油危機までの期間など）もある。1973年のオイルショックから世紀の変わり目にかけては、世界平均は再びかなり安定した状態を保ち、先進工業国ではそのような傾向が続いた（図5）。一見したところ、この石油危機は（ほどなく価格水準

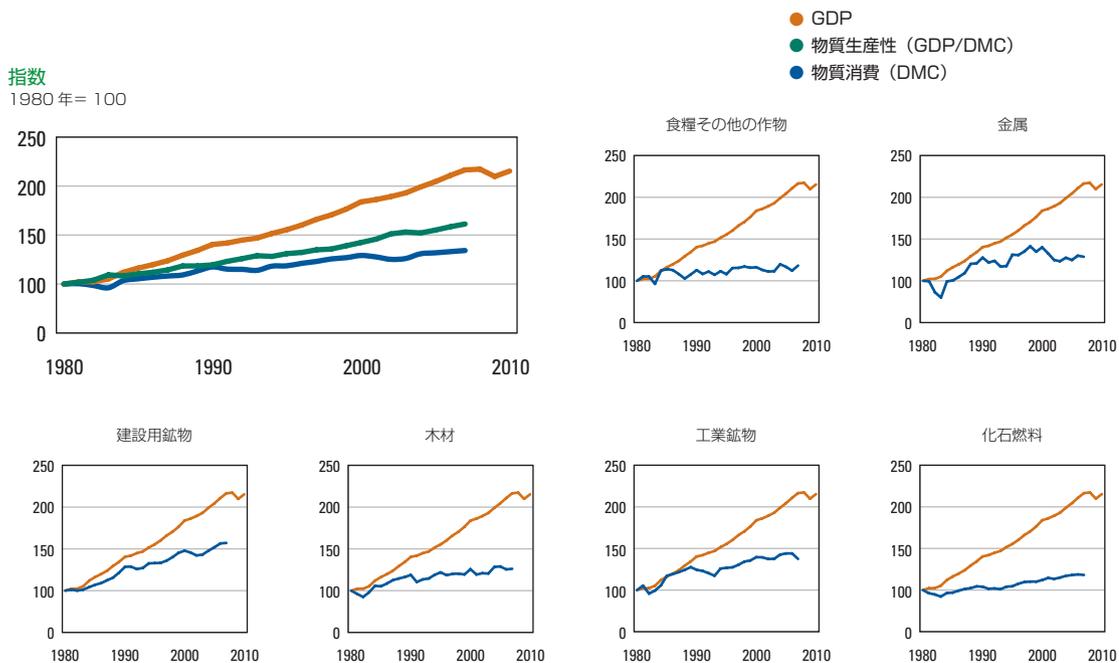
が回復したため、図6および7を参照）経済的に重要であったのみならず、工業国における物質利用と所得との関係のパターンをも変化させた。だが近年、全世界で再び物質代謝率が上昇に転じている。その原因は、ブラジルや中国、インドといった大規模な新興経済国で資源利用が急増していることであり、これら各国は現在、1950年代、1960年代の工業国と同様のパターンを示している。

図4. 世界の物質代謝率および所得(1900～2005年)



出所：Krausmann et al., 2009; 右記に基づく：Sec Database "Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century", Version 1.0 (June 2009); <http://uni-klu.ac.at/socec/inhalt/3133.htm>

図5. OECD加盟国の国内総生産と国内物質消費、1980～2000年



出所: OECD, 2008b. OECDにより2011年4月1日に提供された最新データ、<http://www.oecd.org/dataoecd/55/12/40464014.pdf>

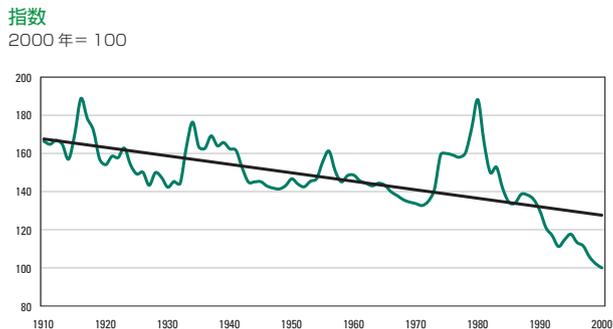
これらのデータは、20世紀に世界の物質資源利用は人口増加率の約2倍のペースで増加してきた事を示しているが、それでも世界経済の成長率を大きく下回っていた。この資源デカップリングは、政策的な意図の結果によるものというよりも「自然に」発生したものであり、20世紀に資源価格が約30%

下落したにもかかわらず起こった(図6)。しかし注目には値するのは、20世紀に資源価格が約30%下落したのは、資源発見の加速、技術的進歩、投資水準の上昇、世界貿易協定によるグローバル競争激化の結果だったことである(図6)。

同様の現象が今、現下の経済危機と同時に起こっている可能性がある（図7）。原料価格の高騰は2007年に極限に達し、2008年から通常の価格水準に戻り始めているかもしれない。だが差し当たり、この「通常どおり」の価格水準への復帰で価格がさらに下落するのか、あるいは上昇するのかは分からない。しかしながら、2009年後半以降の一貫した価格上昇傾向が続けば、資源の枯渇と需要増大の組み合わせによって資源価格下落の時代が終わる可能性のあることが裏付けられるかもしれない。価格それ自体がデカップリングをもたらすわけではないが、資源価格の上昇は長期的なデカップリングの必要条件ではあるものの、十分条件では決していない。

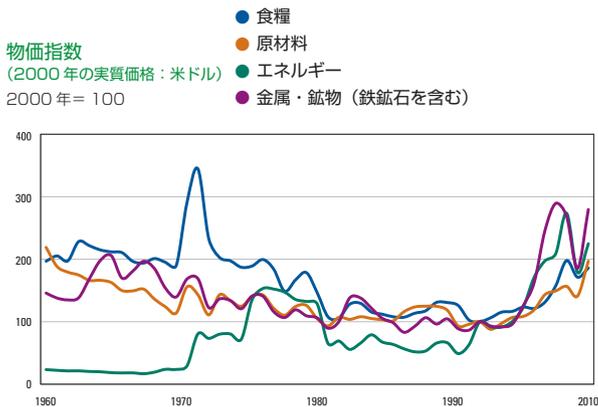
国家間比較によると、1人当たりの所得と資源利用との関係は一樣に安定しており、原則として、所得が増えるほど資源利用量も増える。しかし図8を見れば分かるように、比較的少ない資源消費量で高い1人当たり所得を達成できている国もあれば、1人当たり資源消費水準が非常に高いにもかかわらず、それに見合った所得を達成していない国もある。各国の物質代謝率にばらつきが見られる大きな要因は2つある。すなわち、農業中心経済から化石燃料中心経済への転換（「開発」）と人口密度だ。人口密度の高い工業国（多くの欧州諸国と日本）の平均物質代謝率が1人当たり約13トンであるのに対し、人

図6. 合成平均資源価格指数(実質価格、1900～2000年)



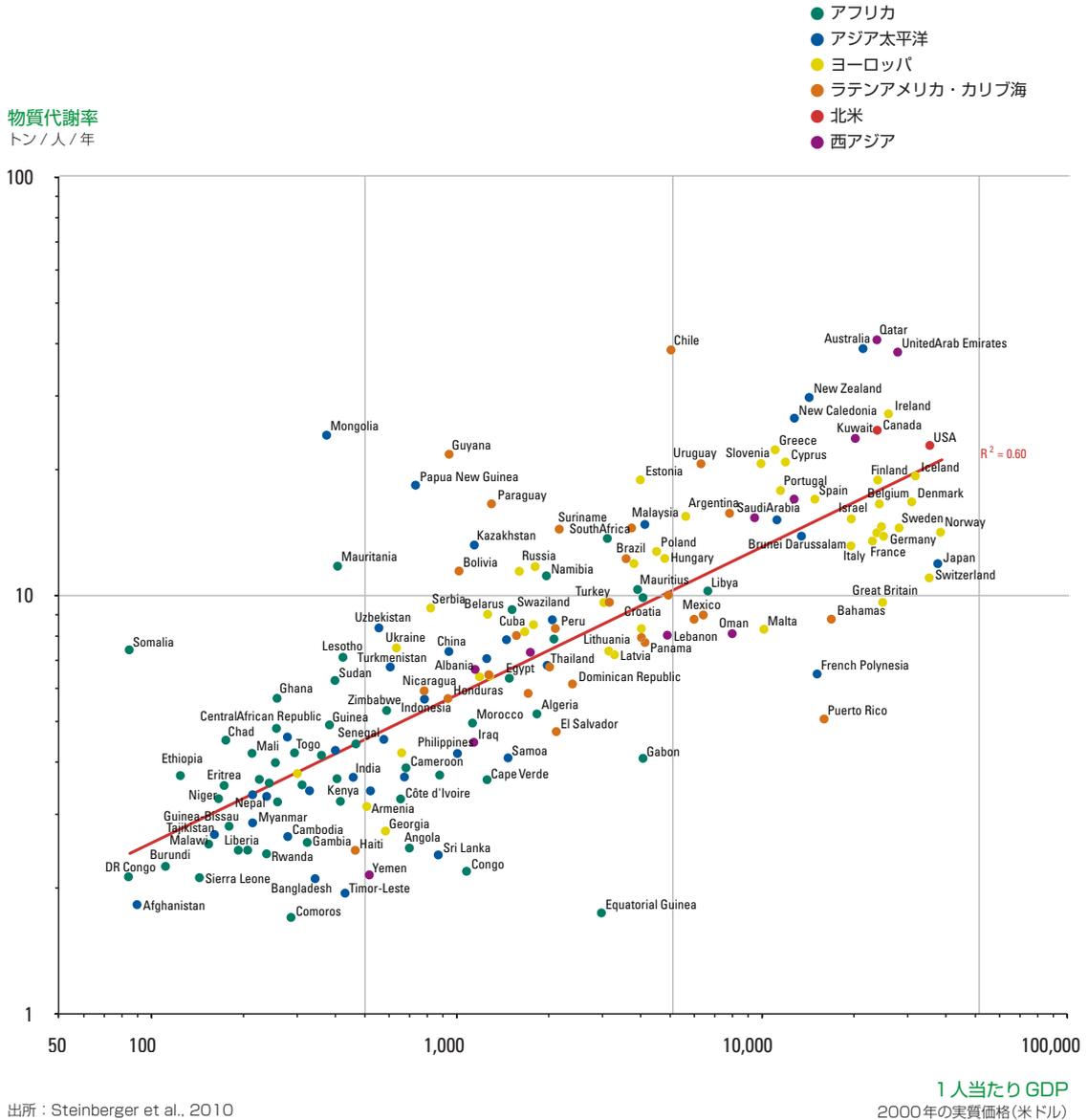
出所：Wagner et al., 2002

図7. 商品価格指数



出所：World Bank Commodity Price Data (Pink Sheet), historical price data.
下記で入手可能：
<http://blogs.worldbank.org/prospects/global-commodity-watch-march-2011>

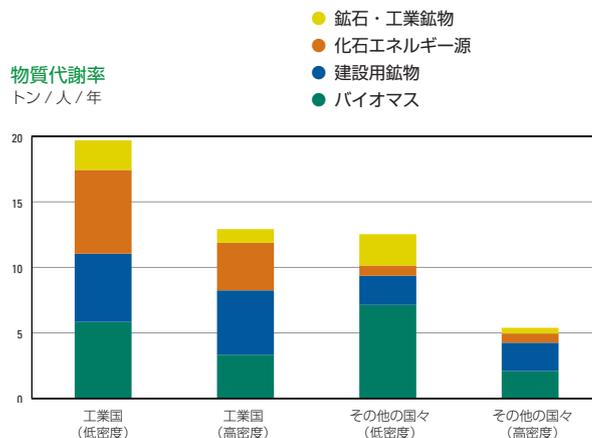
図8. 世界の資源利用と所得の相互関係(175カ国、2000年)



人口密度が低い国（例えばフィンランド、アメリカ、オーストラリア）の物質代謝率は2倍だが、所得や物質的な快適さはさほど変わらない。まだ完全に工業化を達成してはいない国々を見ても、人口密度の高い国（中国やインドなど）は2000年の平均物質代謝率が1人当たり5トンだったが、人口密度の低い同等の発展途上国（例えばブラジル、南アフリカ）の物質代謝率はその2倍を超えていた（図9）。人口密度の高い地域は、より少ない1人当たり資源で同じ生活水準や物質的な快適さを手に入れることができるようである。

人口密度が上昇すれば必要物質量が減少することは、急速に都市化が進む世界では、基本的に朗報である。その一方で、伝統的な資源・エネルギー集約型産業転換に起因する物質代謝率の倍増は、そのような人口密度の高い国々に大きな課題を突きつけている。国民一人一人の資源・環境負荷が倍増しようとしているのである。これは資源の枯渇と環境影響の点から、世界の他の国々にとっても課題である。というのも特に、世界人口の3分の2近くが、物質代謝率が一今までのところ非常に低く、人口密度の高い国に住んでいるからだ。

図9. 人口密度及び開発段階別平均物質代謝率
(資源利用: 1人当たりトン)



高密度とは、1平方キロメートル当たり50人以上の人口密度を意味する。世界人口に占める割合は、工業国（高密度）13%、工業国（低密度）6%、その他の国々（高密度）62%、その他の国々（低密度）6%である。
出所：Krausmann et al., 2008

したがって、資源利用に対処する戦略を開発戦略に結びつける必要がある。先進工業国について資源利用削減を促進することは完全に正当であるように思えるが、発展途上国における低い物質代謝率は、基本的ニーズが満たされておらず、物質的な快適さの水準が低いことを反映している場合が多い。社会的正義を達成するには、必要な物的インフラへの投資によって貧困問題に取り組む環境的・経済的余地が必要である。

しかし主な課題は、これらの国々がどうやってこの問題に取り組むかということだ。過去の技術や産業転換を模倣すれば、発展途上国の取り組みは資源の枯渇と環境影響によって損なわれるだろう。したがって最適の戦略は、残された余地を利用すると同時に、資源・エネルギー集約度の低い成長・開発経路を進むことである。資源・影響デカップリングは、そのような資源・エネルギー集約度の低い経路がどのようなものになる可能性があるか、どうすればそのような経路を達成できるかを説明するのに役立つ。実際に、急速に工業化している多くの国にとって、デカップリングは、貧困の根絶に必要な多角化した経済、基本的なインフラ、生態系サービスを生み出すために必要とされる種類の革新主導型成長を達成する前提条件かもしれない。

2.2 世界の環境影響の動向の評価

UNEP 国際資源パネルは 2010 年に発表した報告書で、環境影響評価手法を利用して、世界の生産・消費活動がライフサイクルにおいて環境に及ぼす影響を評価するとともに、様々なカテゴリーの物質と環境影響との関連を解明した。詳しい情報については www.unep.org を参照されたい。

その報告書は、バイオマスを環境への圧力、とくに、生息域変化、気候変動、水利用、有害物質の排出の最も重要な駆動要因の 1 つとして挙げた。暖房や輸送、金属精錬、工業製品生産への化石燃料の利用も同程度の重要性をもち、化石エネルギー資源の枯渇、気候変動、排出に関連する広範囲の影響をもたらしている。

将来に向けて BAU（トレンドが維持される）シナリオでは、これらの活動に伴う影響は減少するどころか、むしろ増えそうである。このような動向は資源デカップリングに関しても重要な問題である。

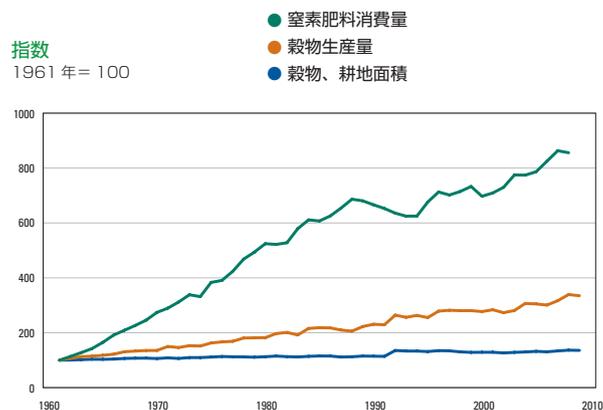
工業鉱物・鉱石は実に多種多様な資源区分であり、量的には鉄類と無機質肥料が大部分を占めている。最も利用しやすい影響情報は資源のライフサイクルの採取段階に関するもので、この段階では土地、大気および水系統を攪乱させる影響が生じることが多い。環境影響の観点からは、資源採取の場所が意味を持つ。というのも、地域によって環境規制が異なるからだ。環境基準は、貧しい発展途上国よりも豊かな工業国のほうが厳しい傾向がある。産業鉱石・鉱物の採掘は過去 25 年間に倍増し、工業国から発展途上国や新興工業国（NIC）にシフトしている。2006 年には、すべての鉱物・鉱石の半分以上が工業国以外で採掘された。

化石燃料は、採掘段階の局所的影響だけでなく、利用段階のCO₂排出にも密接に関連している。過去100年ほどの間に、GDPは22倍に増え、化石燃料利用は14倍（GHG排出は13倍）に増大した。エネルギーとしての石炭利用の増加で、化石燃料利用1単位当たりのGHG排出量はさらに増えているかもしれない。

非生物起源の物質をめぐるもう1つの関心は、鉱石の品位と石油生産能力の低下と、その採掘に必要なであろう、費用やエネルギー、その他環境要因の増加である。

バイオマスの利用は硫黄や養分のグローバルな循環に対する影響と深く関連しており、今や人間が誘発した流れが自然の流れと同レベルになっている。いくつかの研究によると、バイオマス採取はいくぶん土地利用からのデカップリングになるかもしれないが、農業収穫1単位当たりの肥料利用量の増加と結びついている（図10参照）。

図10. 穀物生産と肥料消費の世界成長



注：1961年以降の穀物生産の世界的な成長はほぼ集約化（窒素投入、トラクター、収量およびこのグラフに示されていないその他多くの要因）のみに依存し、収穫面積の拡大はあまり影響しなかった。
出所：UNEP GEO Portal, 右記をもとに編集：FAOSTAT database, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), <http://geodata.grid.unep.ch>

影響を軽減するための戦略

ほとんどの環境政策は特定の影響に狙いを定めており、例えば森林伐採の阻止、成層圏オゾン層の保護、人間の食物連鎖に含まれる有害物質の削減、水域の富栄養化の防止、ヒトの健康にとって有害な大気汚染物質の排出削減が挙げられる。経済活動との兼ね合いもあって、このような政策の成果はまちまちであり、追加費用を強いる傾向があった（実際の費用を負担したという人もいるかもしれない）。

望ましくない環境影響は3つの主な戦略によって軽減することができる。

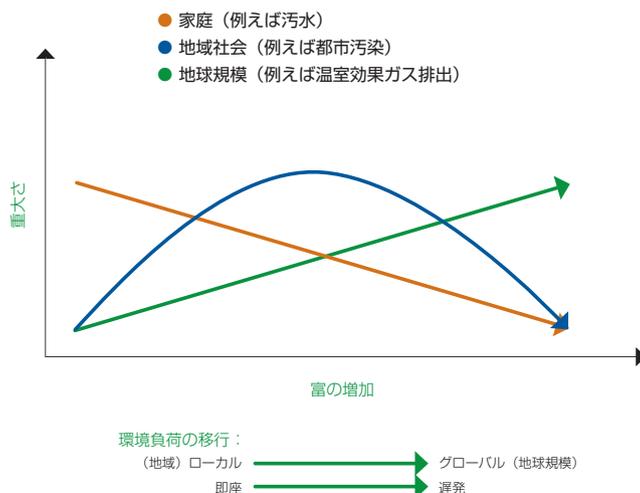
(a) 害の大きい資源を害のより小さい資源で代替することによって利用資源の構成を変える、(b) ライフサイクル全体を通じて、より環境に配慮しながら資源を利用する、(c) 資源利用量を削減する。

戦略(a)の「代替」は効果的だが、限界がある。この報告書に示すように、すべての物質資源の利用が大幅に増加している。より詳細なレベルでも、現在の利用量が数十年前よりも少ない物質を1つでも見つけるのは難しい。例えば金属に関するIRP報告書によると、ますます大量かつ多様な金属を資源として利用する傾向が明白に見られ、今ではほとんど

すべての自然界由来の金属元素が使われている。この拡大は（現在または将来の）代替に制限を課す。さらに、物質資源を利用できる目的は実に多様であり、それぞれの資源の物理的・化学的性質によって制限される。

戦略(b)の「ライフサイクル全体における、より環境に配慮した資源利用」は、これまで、そして現在も環境政策の重要戦略である。図11は、環境影響の程度と富の増加との相互依存を表している。家

図11. 環境リスク移行の枠組み



出所：右記をもとに作成：Wilkinson et al., 2007

計レベルの環境負荷（汚水や室内汚染など）は富の増加に伴って減少し、地域社会レベルの負荷（都市大気汚染など）は上に凸の曲線を描き、グローバルな環境負荷（温室効果ガス排出など）は右肩上がりである。時間が経つにつれて、環境に対するグローバルな影響はローカルな影響よりも重要になることがあり、遅発影響が即座の影響より重要になっている（図 11 の下に示した緑色の矢印を参照）。このグローバルな遅発影響（気候変動など）は、ライフサイクル志向の伝統的な環境政策では対応しにくいかもしれない。とはいえ、主要な技術（例えばセメント生産技術など）の変化に伴い、グローバル・レベルでも資源利用の環境影響が大きく変化することがある。

戦略 (c) の「**資源利用量の削減**」は、特定の資源利用に関連するすべての環境影響を削減するために最も強力であり、また、長期的には生産コストも削減するため最も経済的である。これは環境政策だけで達成できるものではなく、効果を上げるには、様々な政策関係者や業界の協調的戦略が必要である。この戦略は、資源採取・利用が一定の限界に近づくとつれて重要性が高まる。限界に近づくとつれて、資源利用 1 単位当たりの環境影響が大きくなる。これは漁獲や伐採のような生物資源に、また化石燃料や環境負荷の大きい「非在来型」燃料にも当てはまり、工業鉱物・鉱石についても同様の想定をすることが

できる。国際的には、ほとんどの金属について鉱石の品位が低下しているため、同じ産出量を得るために必要なエネルギー投入と採掘量が増えている。

結論として、資源ライフサイクル全体における資源利用の短期的かつローカルな環境影響は、資源デカップリングにとどまらず影響デカップリングも可能にする方法で緩和されているようである。これは広範囲に及ぶグローバルな環境影響には、それほど当てはまらないだろう。政策立案者は、これらの影響を緩和するために様々な戦略を利用することができる。デカップリングに関する IRP 報告書の第 2 弾では、デカップリングを実現する技術・政策オプションの評価に焦点を合わせる予定である。

2.3 将来のグローバルな物質利用シナリオ

図 1 および 4 に示した資源消費の増加と経済要因は、将来にわたって継続し得るだろうか。それとも、人口が増加して物質代謝率が上昇するに従い、社会はいくつかの成長の限界に直面するだろうか。そのような質問には確たる証拠をもって答えることができないが、シナリオ変化の主要な原動力に関する一貫性・整合性の取れた説明に基づき、将来の展開

を予想する説得力のあるストーリーは、将来の政策課題を理解するうえでの手がかりとなる。この報告書で提示された3つのシナリオは、資源消費・負の環境影響と経済開発とのデカップリングの緊急性を強調している。

これらのシナリオは、2000年を基準年として2050年の状況を想定している。そして、国連の(中位)予測に従って人口が増加し、人口密度の高い地域・国においては、同じ生活水準を確保するために必要な物質代謝率が、人口密度の低い地域の半分で済むという現行のパターンが続くという前提に立っている。また、すべてのシナリオが、2050年までには先進工業国と発展途上国(その一部はすでに急速な工業化を推進)の経済が、すべての国々の1人当たり資源利用量がほぼ同じとなるような水準で収束することも仮定している。

これらのシナリオは、2つの点で完全に現実的とは言えない。第1に、現在のところ、すべての国々に収束傾向が見られるわけではない。したがって、「2050年までに収束」(社会経済的公正への規範的な取り組みを表す)のビジョンが、唯一の選択肢というわけではない。多くの国々が資源を利用できなくなるという、他の報告書に概説される「要塞世界」シナリオも、まったく同じぐらい起こりうるかもし

れない。第2に、これらのシナリオには物理的制約の影響が組み込まれていない。これは明らかに非現実的だが、それぞれのシナリオは(ほぼすべての主流の成長・開発モデルと同様に)資源制約を無視することの影響を論証しようと努力している。



すでに今日の世界で資源をめぐる利害対立が多発していることから分かるように、**将来、世界の資源消費の供給制約がどこで起こるかにかかわらず、分配に関する利害対立の脅威が頭をもたげるだろう。**

シナリオ 1：現状維持

フリーズ(工業国)とキャッチアップ(その他の国々)

このシナリオでは、工業国では相対的デカップリングによって平均物質代謝率が2000年の水準で安定を保ち(フリーズ)、発展途上国は2050年までに工業国と同じ水準へと物質代謝率を高める(キャッチアップ)。いくつかの後発発展途上国については、同水準への収束は物質代謝率が少なくとも5倍になりことを意味し、その過程で貧困が大幅に削減されるかもしれない。このシナリオは過去数十年間に見られた傾向とよく合致している。1970年代半ば以降、代謝率は先進工業国ではほぼ安定していたが、多くの発展途上国では急上昇した。要するに、このシナリオでは、長期的傾向としては先進経済の相対的デカップリングが継続し、新興・発展途上経済ではほとんどデカップリングが見られない。

このシナリオによると、2050年までに世界の物質代謝規模は年間1,400億トンになり、世界の

平均物質代謝率は1人当たり年間16トンになる。2000年と比較して世界の年間資源採取が3倍以上になるということであり、世界の物質代謝率は現在のヨーロッパ平均に匹敵する水準に上昇するだろう。

このシナリオは、大きなシステム革新や再生可能エネルギーへの転換を仮定しておらず、おそらく資源利用と排出の両方に関して持続不可能な未来を表しており、利用可能資源に関するすべての基準、及び影響を吸収する能力に関する限界の評価値を超えている。

シナリオ 2：適度な収縮と収束

半減(工業国)とキャッチアップ(その他の国々)

2050年までに、工業国は資源利用の絶対的削減に取り組み、物質代謝率を半分(すなわち1人当たり平均16トンから8トン)に減らし、発展途上国は物質代謝率を適度に高め、その低下した工業国の物質代謝率に追いつく。このシナリオは大きな構造変化を仮定しており、伝統的な産業モデルとまったく違う新しい工業生産・消費パターンを必要とする。資源生産性向上率が従来どおりであれば、この物質代謝率は発展途上経済と先進経済の両方で、すべて



© Juan Pablo Moreiras/FF/Still Pictures

の人々の快適なライフスタイルを支援できるだろう。発展途上国に関しては、このシナリオは、物質代謝率をわずか 1.2 ~ 1.3 倍（人口密度による）上昇させる相対的デカップリングを暗示しており、さらにはデカップリングを促す革新への本格的な取り組みを想定している。

このシナリオによれば、2050 年までに世界の物質代謝率は 700 億トンに達し、年間資源採取は 2000 年に比べて約 40% 増える。世界の平均物質代謝率は 2000 年とほぼ同じ 1 人当たり年間 8 トンにとどまるだろう。

全体として見ると、このシナリオを達成するには、革新への投資によって大規模なデカップリングを行

い、資源 1 単位当たりで、現在よりもはるかに多くを生み出す生産・消費システムを構築しなければならないだろう。全体的な制約（例えば食料供給）は現在よりもさほど厳しくなるわけではないが、このシナリオでは、発展途上国にはグローバル資源の取り分を増やし、資源利用を絶対的に増やすチャンスがある一方で、工業国は消費を削減しなければならない。

シナリオ 3：大幅な収縮と収束

世界資源消費の 2000 年の水準におけるフリーズと（工業国と発展途上国との）収束

2050 年における世界の資源消費水準は、2000 年の世界資源消費に制限される。工業国と発展途上国の物質代謝率は、1 人当たり年間 6 トン前後で収束する。このシナリオによると、先進工業国は資源利用を 3 分の 1 から 5 分の 1、広範囲にわたって絶対的に削減しなければならない。2000 年に「発展途上」に分類された国は、平均物質代謝率を 10 ~ 20% 削減しなければならないだろう。

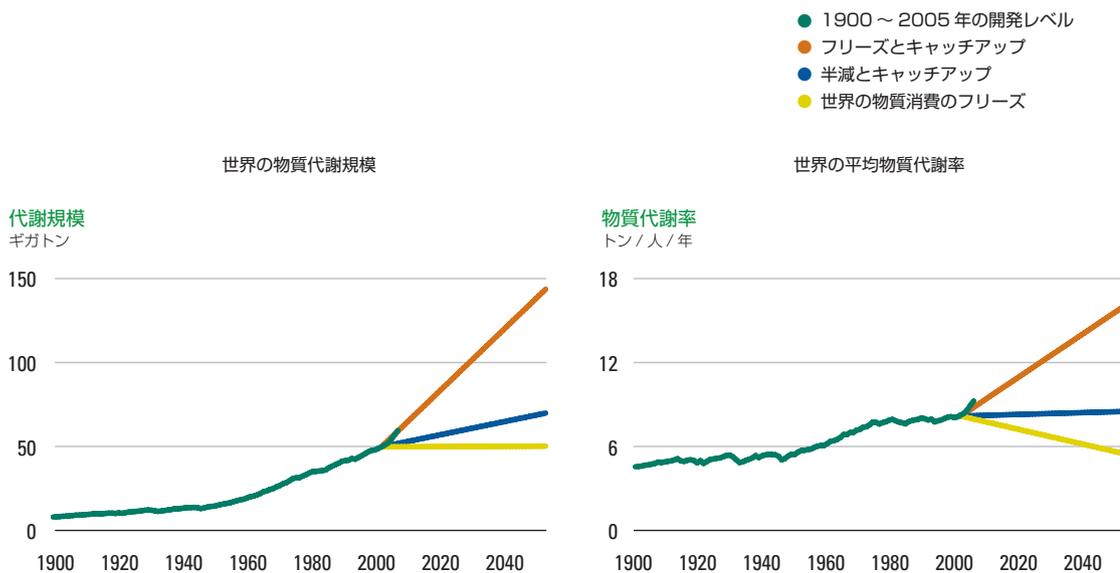
このシナリオでは、2050 年までに世界の物質代謝規模は 500 億トン（当然 2000 年と同じ）になり、世界の平均物質代謝率は 1 人当たり年間 6 トンになる。

全体として見ると、このシナリオは前例のない水準の革新を必要とするだろう。人口がほぼ90億人に増加するにもかかわらず、環境に対する圧力は現在とほぼ同水準にとどまるだろう。ほとんどの政治家が、このシナリオは開発目標（貧困削減や、急速に拡大する中産階級への物質的な快適さの提供など）に関して制約が強すぎると考える可能性がある。したがって、このシナリオは、実現可能な戦略目標として取り上げることがほとんどできないが、世界の資源採取のさらなる増加に対する仮想的な障壁から得られる示唆への注目を促すうえで貴重である。し

かし留意すべきは、このシナリオが、温暖化を2℃以下に抑えることのできる収束先としてIPCCが勧告した1人当たり炭素排出量2.2トンと整合していることだ。

これらシナリオから得られる示唆は、様々なものがある。どのシナリオも、資源生産性を大幅に高めなければ、2050年までに90億人のニーズを満たせるようにならないことを示している。政策的含意は明確である：資源不足と環境悪化が世界経済全体

図 12. 3つのシナリオに基づく2050年までの資源利用量



出所：Krausmann et al., 2009 (Development 1900-2005) and own calculations (本文を参照)

に影響を及ぼし始める中で、政策決定者は、デカップリングに関する科学的研究の意味合いをますます真剣に受け止めるようになる。しかしながら、先進経済で資源利用を絶対的に削減し、発展途上国で相対的デカップリング行う必要があることについてグローバルな政治的コンセンサスが仮に形成できるとしても、変化が、バリューチェーン全体においてデ

カップリングを促す革新（イノベーション）のための投資レベル以上に早くは進まないであろう。

結論としては、消費に対する脅威は、福祉や合理的に快適なライフスタイルに対する脅威である必要はなく、特定の資源集約的な消費形態に対する脅威であるということである。✦

表 1. 物質代謝規模と物質代謝率、シナリオ分析の概観

		基準	シナリオ 1： 現状維持	シナリオ 2： 適度な収縮と収束	シナリオ 3： 大幅な収縮と収束
		2000	2050	2050	2050
年		2000	2050	2050	2050
世界人口 (十億人)		6.0	8.9	8.9	8.9
世界の物質代謝率 (トン/人/年)		8	16	8	5.5
世界の物質代謝規模 (十億トン/年)		49	141	70	49
物質代謝率	工業国 高人口密度	13	13	6.5	5
	工業国 低人口密度	24	24	12	8
	発展途上国 高人口密度	5	13	6.5	5
	発展途上国 低人口密度	9	24	12	8

3. デカップリングとシステム革新(イノベーション)の必要性

3.1 成長の再考

ここで述べたデカップリングの理論は、持続可能性の視点から成長を定義しなおすものである。「成長」という言葉の意味は主体によって異なる。企業や政府は GDP などの指標を利用し、経済成長に焦点を合わせる。環境保護主義者は、経済における物的スルーット（通過量）の成長、すなわち物理的・物質的成長に焦点を当てる傾向がある。そのような成長は、より大きな物理的領域への拡大や、物質・エネルギー処理量の増大、物的生産物・建物・インフラのストック増強を暗示している。物理的成長は、環境圧の増大および資源の枯渇と結びついている。

上記 2 種類の成長に関するこの理解に基づいて、経済成長（金銭フローで定義される）と経済の物理的成長（資源消費）および関連する環境への圧力とのデカップリングが概念的に可能になる。一部の経済学者によると、GDP の物質強度を抑え、GDP が有限の物質界で無限に成長できるようにすることは可能とされている。

何人かの開発経済学者は、開発（幸福の改善および物質的経済成長）と不完全開発（幸福の改善を伴わない物質的経済成長）、低開発（物質的経済成長も幸福の改善もない）、持続可能な開発（幸福の改善および非物質的経済成長）とを区別している（図 13）。

図 13. 開発に関する様々な外観



出所：右記を修正：Gallopín, 2003, p. 27

これは、発展途上国の開発戦略を2つのモード（特定の状況では連続した段階である場合もある）に分割できることを暗示している。第1のモードは、不完全開発や低開発から開発への移行であり、包括的な物質的経済成長によって大多数の人々の幸福の改善が達成される。これは主流の開発経済であるが、生態学的持続可能性を事実上無視している。

第2の開発モードは、持続可能な開発への移行であり、非物質的経済成長によって幸福の改善が達成さ

れる。このアプローチは「リープフロッギング」の概念と一緒に考えられることが多い。リープフロッギングとは通常、第1のモードから第2のモードへの移行を大幅に短縮したり、開発段階を丸ごと省略したりすることを意味する。しかしリープフロッギングの実現には、持続可能性志向の革新を行う高い能力とともに、インセンティブを提供し、より持続可能な開発を実行可能な選択肢とすることができる、経済的に成立可能な「リープフロッグ」技術を実現する革新を生かすことのできる、適切な制度整備が必要である。

結論として、デカップリングは、経済成長についての想定および（暗に）GDPを重要な成長指標とすることの再考につながる可能性がある。GDP指標は依然として経済活動の優れた測定基準である。だが、開発をよりバランスよく理解できるようにするには、デカップリングと脱物質化を奨励するような成長指標を併用する必要がある。次の段階は、デカップリングの進展を反映するような、合意のとれた開発指標を見つけだすことだろう。

3.2 革新（イノベーション）とデカップリング

資源・影響デカップリングを行うには、より持続可能な資源利用に向けた革新を行うことで、世界の物質代謝を根本的に改革する必要がある。知識と情報は経済成長を推進する重要な要素であり、知識への投資のリターンは資本や未熟練・半熟練労働者に対する投資のリターンを上回ることが多い。革新には、技術や企業/マクロ経済レベルでの日常業務や管理・組織システムとして、生産プロセスに組み込まれる新しい知識・情報処理能力が含まれる。

過去数十年間に多くの国々の政府が促進してきた国家の技術革新システムが抱える問題は、デカップリ

ングのあらゆる側面に十分な注意を払わずに経済成長の促進を目指していることだ（明白な例外はクリーナー・プロダクション）。言い換えれば、持続可能な資源管理の観点からすれば、革新はそれ自体で望ましいものというわけではない。革新に関する新たな概念が求められている。

「エコ・イノベーション」は、そのような新しい概念の1つである。これはOECDが定義した概念で、「新規または大幅に改善された生産（財・サービス）、プロセス、販売方法、組織構造および制度的取り決めについて、その意図の有無にかかわらず、代替策に比べて環境改善につながりやすいものを創出または実施すること」を意味する。これには、価値観や信念、知識、規範、行政行為の変更といった制度上の革新、それに環境影響を抑える管理、組織、法律および統治システムの変更が伴う。

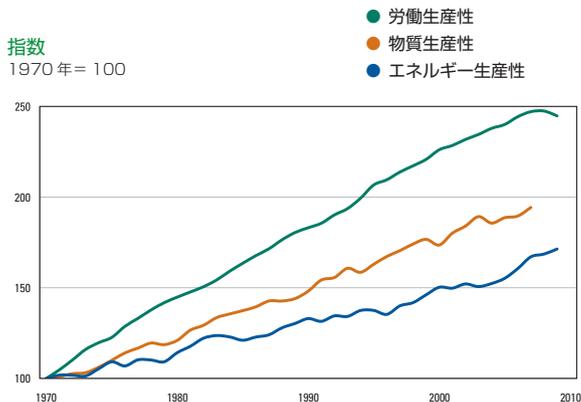
第1世代の革新投資は、情報システムに組み込まれた知識を応用することによる労働生産性に焦点を合わせてきたが、第2世代では資源生産性に焦点を絞る必要がある。図14は、労働生産性の大幅な上昇を示しているが、物質生産性とエネルギー生産性は後れを取っている。図15は、第1世代の革新を推進する重要な要素である価格の推移を示している。この図を見ると、物質とエネルギーの価格は、変わ

らないか、ましてや下落する一方で（最近まで、多くの物質コストが急騰していたが）、労働コストが着実に上昇し続けていたことがわかる。

デカップリングの実践上の鍵は、持続可能性志向の革新によって資源生産性を高められるようにし、物質代謝率を低下させることである（リバウンド効果がさほど大きくないと仮定）。資源生産性が上昇すれば資源価格の上昇も正当化され、資源生産者（多くの場合、発展途上国で活動）に利益を与えるだろう。

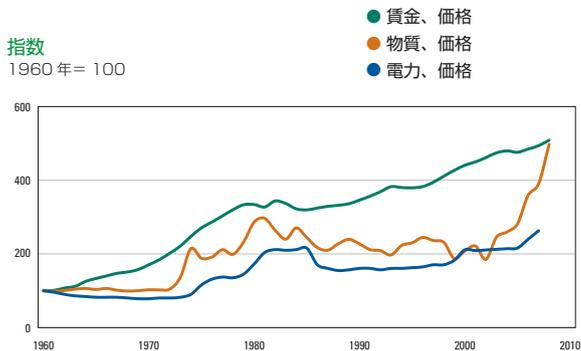
革新は、固定的な知識があつという間に時代遅れになる極めて複雑なグローバル化した世界において必要な継続的学習プロセスである。現代経済は知識経済というよりもむしろ学習経済とみなし、協力や社会的一体性、連帯、社会的学習、便益共有を管理する技術・制度・関係における革新の重要性を強調したほうがよい。

図 14. EU-15 各国の資源生産性、労働生産性およびエネルギー生産性



注：労働生産性は年間労働時間当たりの GDP、物質生産性は国内消費 (DMC) 当たりの GDP、エネルギー生産性は総一次エネルギー供給 (TPES) 当たりの GDP で表示。
出所：EEA, 2011

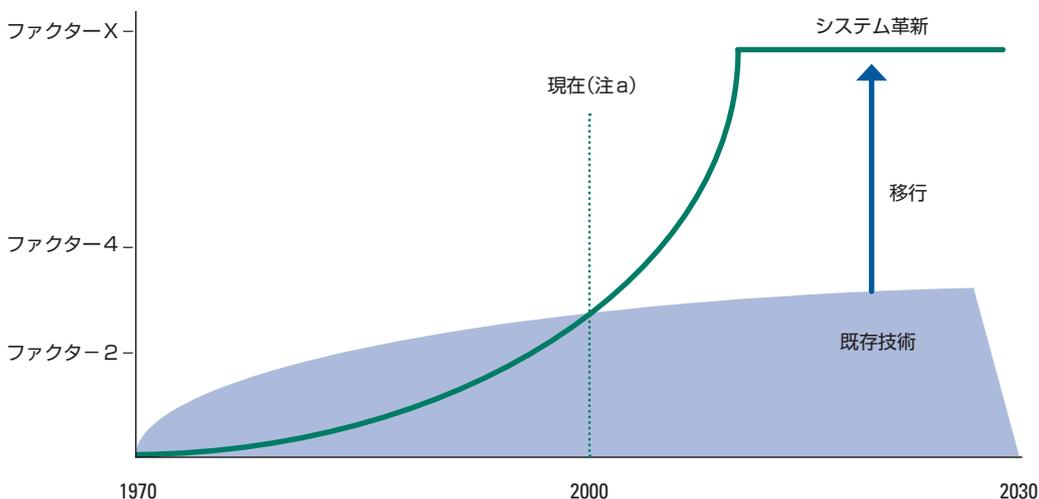
図 15. 賃金、物質および電力の価格動向



注：すべて直接税を除いた実質価格。賃金はオランダの労働協約 (CAO) (出所：CBS)、物質は世界の価格を反映する CRB 商品指数 (CCI)、電力は CBS とユーロスタットによる。賃金と電力については独自の計算を利用し、統計上の違いを標準化してある (乗法標準化)。
出所：De Bruyn et al., 2009

図 16. システム革新(イノベーション)

環境効率の改善
因数(ファクター)



注 a) 発表時点
出所 : Vollenbroek, 2002

経済競争力と経済成長に関する過去の革新は、生産、消費および経済成長の並はずれた増加に、したがって平均的な人間の幸福の改善に貢献してきた。しかしながら、この革新は持続不可能な軌跡に沿って進んでいる。今、環境の保護と回復のために革新が活用される必要がある。

持続可能性と革新システムというこの一見したところ本質的に異なる2つのテーマを併せることによって、持続可能性志向の革新システムを開発する機会

が提供され、その革新システムは、環境圧の低減と経済活動による持続可能性への寄与を通じてデカップリングに貢献する。

図 16 は、漸進的革新とシステム革新との違いを示す理想的なイメージである。システム・レベルでの変更は、デカップリングを達成するための最も効果的な方法であり、10 倍もの効果を上げることさえある。

開発の成否は革新能力にかかっており、過去 20 年間に革新プロセスの動学に関して多くの知識が得られた。しかしながら、革新への投資は主として成長を加速させたいという願望によって動機づけられ、デカップリングの様々な側面にほとんど注意が払われていない（もっとも、影響デカップリングは資源デカップリングよりはるかに大きな注目を集めているが）。課題は、この革新に関する見識を資源生産性に適用することである。エコ・イノベーションは、行動のための実用的な枠組みとして、デカップリングの鍵を握る。この点で、発展途上国は戦略上優位かもしれない。というのも発展途上国は、生態的閾値の侵害が進む中で急速に時代遅れになっている技術的・物理的インフラが課すような、市場・制度の硬直性に直面していないからである。

3.3 革新（イノベーション）を促す空間としての都市

都市は歴史的に政治・経済・文化・情報の中心となってきた。2007 年時点で、人口の過半数が都市に住んでいた。世界の人口は現在の 68 億人（2010 年の推定）から 2030 年までに 80 億人、2050 年までにはおそらく 90 億人に増えると予想され、この人口増加のほとんどを都市が吸収するだろう。人口増加は、カイロ、カルカタ、上海、サンパウロ

のような無秩序に広がる既存のメガシティではなく、**2 次的、3 次的な都市を中心に進む**だろう。2015 年までには、世界の人々の 60%近くが人口 100 万人未満の都市で生活するようになっていると予想される。

グローバル化、資源効率、充実したインフラ、経済的機会、情報通信技術（ICT）革命によって、人々は都市に魅了されてきた。グローバル経済は今や都市のネットワークに織り込まれており、コンピューター化された調整・物流システムが数十億人に雇用、教育、住まい、保護、異文化同化、情報アクセスを提供している。当然ながら、都市化の進展と 1 人当たり GDP の伸びは相関関係にあるが、都市居住者の 3 人に 1 人は今なおスラムで暮らしている。

不動産開発産業は（低利金融を利用し、不動産を担保に証券化された輸入品の消費を促すことによって）成長を推進する重要な役割を果たしており、その結果、工業・建設用鉱物の採掘は 1980 年以降 40%増えている。世界の建設業は今や 4 兆 2,000 億ドルを超えるグローバル産業であり、世界の GDP の 10%を占め、1 億人以上を雇用し、およそ資源の 50%、世界のエネルギーの 45%（建設過程で 5%）、水の 40%、すべての木工製品の 70%を消費している。

それぞれの国に物質代謝率があるように、都市にもそれぞれの物質代謝率がある。都市は地方より物質代謝率が低いように思えるかもしれないが、都市は、多くのエネルギー・物質集約型サービスを周辺地域に転嫁している。概して、1人当たりGDPの増加に従って都市の物質代謝率も上昇する。同時に、都市は多数の人々を小さい場所に集約させ、持続可能性を促す革新に必要な知識・財政・社会・制度資源も集中させている。これは持続可能性をめぐる都市のジレンマを示している。都市は世界的規模で持続不可能な資源利用を駆り立てているが、持続可能性を促す革新が起こる可能性が最も大きい場所でもある。

現在の傾向から判断すると、都市インフラは複雑を極める多様な「社会技術的」ネットワークや「社会生態学的」ネットワークの仲介によって、エネルギー利用、移動性および水循環（採取、利用および再利用）を取り巻く革新の主な焦点になる可能性がある。例えば上海近郊の東灘（ドンタン）、アブダビのマスタードール、サンフランシスコ湾のトレジャーアイランド、韓国の松島（ソンド）で、持続可能なゼロ・カーボン都市が計画されている。このような都市は資本集約的であり、まだ目標を達成していないが、将来のデカップリングの先駆者になるかもしれない。

都市の指導者たちは、世界的運動を通して、都市の物質代謝率を引き下げる方法を探し求めている。国際環境自治体協議会（ICLEI）は、持続可能な都市を促進する最も重要な世界的ネットワークである。ICLEIには現在1,000都市が加わっており、都市インフラのデカップリングによって大都市圏外にある資源への依存度を下げようとするグローバルな運動となっている。これには次のようなものが含まれる。すなわち、人や物の公共輸送への根本的なシフト、化石燃料への依存度の引き下げ、現地で栽培された食料や現地で供給される（再生）水への依存度の引き上げ、人口密度の大幅な上昇とスプロール現象の終了、生活・労働環境の統合、廃棄物のないシステム、クリーナー・プロダクション、責任ある生態学的に持続可能な消費（そのような消費の要因として、大手スーパーマーケットが有機食品革命を支持していること、公正な貿易を行う企業の製品の人気上昇していることが挙げられる）である。

結論として、より持続可能な資源利用に向けた革新は、すでに世界各都市で進んでいる。デカップリングの概念は、都市が物質代謝率を決定し、時間の経過とともにこれらの物質代謝率を引き下げられるようにするうえで役立つ実用的な手段になる可能性がある。



3.4 国別事例研究から得られた教訓

このセクションでは、中国、ドイツ、日本、南アフリカに関する事例研究から教訓を引き出す。事例の選択はデカップリングへの取り組み方に基づいており、多様な世界状況を代表することは意図しておらず、例えば、人口密度が低く規模が大きい先進経済（アメリカ、オーストラリア）や人口密度が低く規模が大きい発展途上経済（ブラジルなど）に関する研究は取り上げていない。とはいえ、この4つの事例研究は、資源の枯渇と環境影響に対して国家レベルで取られている新たな対応を明示している。

どの国にも、包括的な資源・影響デカップリングを達成するための本格的な総合的政策枠組みはないが、これらの非常に多様な国家的状況を超えて、顕著で実践的な兆候と、より持続可能な資源利用をもたらす可能性のある総合政策の主な要素が、すでにいくつかの面で存在している。

これらの事例研究は、資源の枯渇に伴う経済・環境コストの上昇が各国の経済成長・開発の軌跡に影響を与え、様々な形態の資源・影響デカップリングが行われるようになってきていることを示している。これらの国々では、そしておそらくその他多くの国々でも、**資源効率、資源生産性、脱物質化、物質フロー**という用語は、明らかに主流の政策言語となっており、デカップリングが実際問題として何を意味するかについて、実に多様な理解があることを反映している。

大きく見ると、過去40年間に資源利用と環境影響に関する政策決定は、環境への負の影響（特に汚染）の軽減に焦点を絞る「指揮統制」対策から経済的手段を利用する資源枯渇対策へと、徐々に軸足を移してきた。この背景には、経済のグローバル化に伴って主要な製造業部門が先進国から発展途上国に移転する中で、世界経済が急成長を遂げてきた実態がある。その結果、1980年からの20年間に物質フロー

が年間 400 億～590 億トン（40～59Gt）増加し、それも 1 つの理由で、資源枯渇問題が中央政府レベルで政策立案者の関心事になったのである。

ドイツの持続可能な開発に関する国家戦略（NSSD）は、主として定量的な戦略的傾向目標と、様々な見出しの下に分類された 21 の指標から成り立っている。指標 1（「資源保全」）には、補助的指標 1a（「エネルギー生産性」）と 1b（「資源生産性」）が含まれる。NSSD の目標は、2020 年までにエネルギー生産性（基準年 1990 年）と資源生産性（基準年 1994 年）の両方を倍増させることだ。この目標は資源利用に関するドイツ政府の方針の礎石となっている。

南アフリカ共和国の主要マクロ経済政策の枠組みは、資源制約を経済的要因として認識していない。だが南アフリカの科学界は、資源の枯渇は水資源と土壌資源に関して緊急に優先すべき事項であると考えており、エネルギーと多様な環境影響に関してデカップリングが求められている。2008 年の持続可能な開発に関する国家枠組み（NFSD）は、5 つの戦略を提案していた。すなわち、総合的計画・実施

システムの強化、生態系の維持と持続可能な資源利用、持続可能な経済開発とインフラへの投資、持続可能な人間居住の創出、人材育成・経済・環境面の新たな課題への適切な対応である。NFSD は、デカップリングに関して定義された「脱物質化」の必要性に具体的に触れていた。

中国政府は 2003 年に「開発の科学的展望」を採択してから開発理念を根本的に変更し、「生態文明」の建設を目標に掲げるに至った。このアプローチに基づき、資源・環境問題が優先的な政策課題となった。国民経済と社会発展の第 11 次 5 年計画（2006～2010 年）は、急速な工業化と生態文明建設への意欲とを調和させるプロセスにとって重要な転機となった。この計画は 22 の定量的指標を設定しており、そのうち 8 つが義務的目標で、5 つが環境・資源関連の目標である。中国は多くの点でグローバル経済のテストケースとなっている。中国は経済的に優位な立場を占め、高度経済成長を続けながらも、より持続可能な方法で資源を利用したいと考えているため、これらの目標を調和させるべく中国が導入する措置は、同様の政策意図を持つ他のすべての発展途上国にとって極めて大きな意味を持つだろう。

日本政府は 2007 年に「持続可能な社会」の実現に取り組む政策を採用した。その中で、そのような社会を建設するために、3 つの側面、具体的に言うと「低炭素社会」、「循環型社会」、「自然共生社会」を統合する包括的な措置の実施を提案している。この決定は、長期的な部門別政策立案を統合するとともに、将来の総合計画に必要な準備をするものである。物質フロー勘定（MFA）は日本の環境政策の不可欠な特徴となり、国家経済における物質フローの全体的システムを確認し、そのような流れを項目別に概説している。

以上の概要から明らかなように、経済成長と環境負荷とのデカップリングおよび資源生産性の促進は、4 カ国すべての政策アジェンダに位置づけられている。どの国も持続可能な経済開発政策の統合を求め

る政策を採用している。デカップリングを実際に達成するのは非常に難しいが、何が必要であるかに関して意見の一致が得られていることは実に大きな意味を持つ。

この報告書で定義されるデカップリングは、持続可能な社会生態系の構築に向けた長期的なマクロ構造変化プロセスだが、事例研究から浮かび上がってくる国家レベルの傾向を見れば、先進経済では資源利用に関する相対的デカップリングがすでに進んでいることが分かる。資源利用の削減ははるかに難しいが、最終的には、それこそが何よりも必要である。しかしながら、これが実現するかどうかの決め手となる主要因は、より持続可能な資源利用に向けた革新への投資水準である。これは IRP が発表する第 2 デカップリング報告書のテーマになる。

4. デカップリング、貿易および開発動学

ここで評価の対象となっている資源の世界貿易は複雑なプロセスであり、最初の資源採取から資源をもとに生産された商品の最終処分に至るライフサイクルの各段階（図3）で、様々な影響を及ぼす（多くの製品が多種類の物質資源を含んでいるが、それぞれの資源は地球上の異なる地域から採取されたかもしれない）。様々な主体、それもしばしば遠く離れた国の主体が、様々な段階で重要な役割を果たしていることがあり、デカップリングに対する責任の所在を決定するのを難しくしている。さらに問題を複雑にしているのが、ライフサイクルの段階に応じて異なる政策が必要とされる場合があることだ。理想

としては、ライフサイクルのそれぞれの段階に応じてデカップリングを促進する適切な政策を採用することが望ましいが、この理想は依然として実現からはほど遠い。

資源採取の地理的分布が、製造プロセスあるいは消費の地理的分布と合致することはめったになく、ライフサイクルのこれら各部分に付随する環境影響の分布と一致することもめったにない。最大の物質フローは採取段階で発生し、この段階で資源利用の指標が最も大きく上昇する。原料が採取されて取引の対象になる時点では、すでに最初の量の一部を廃棄

物や排出物として置き去りにしている。一般的に言えば、採取から製造、販売消費に至る連鎖において、それぞれの商品はバリューチェーンを進む中で、ますます多くの労働・知的資本を内包しながら経済価値を高めていくが、その一方で連鎖過程を進んでいくうちにしだいに重さを失っていく。国際貿易はしばしば説明が困難な形態で費用と便益を移転するため、このことは資源生産性やデカップリングの客観的な国際比較にあたって大きな問題をもたらす。

過去数十年間に**国際貿易は大幅に拡大した**。1970年から2006年にかけて、貨幣単位（実質ベース）で見た世界の貿易量は年率平均7.2%で増加した。2006年の貿易額は1970年と比べて、工業製品がほぼ10倍、燃料・鉱業製品が2.3倍、農産物が3倍以上に増えていた。後の二者は本報告書の評価対象となっている物質資源だが、工業製品はこれらの資源をさまざまな割合で含む。そのため、ここで評価される一次原材料だけに関する分析を提示することは不可能である。しかしながら、国際貿易の総量に関して示された見解から、少なくとも原料の貿易について示唆的と考えることができる。

貨幣価値で見た貿易量の増加に伴って、物理的貿易フローも、いくらか目減りはあるが、増加している。1970年に約54億トン（5.4Gt）だった国際貿易

量は、2005年には190億トン（19Gt）まで増加した。貨幣的貿易フローと物理的貿易フローとの相対的デカップリングが起こっているのは、1トン当たり価格が高い工業製品の貿易が原料貿易よりも急速に伸びているためである。2005年、工業製品が貿易の物量に占める割合は4分の1程度にすぎなかったが、経済価値のほぼ4分の3に寄与していた。

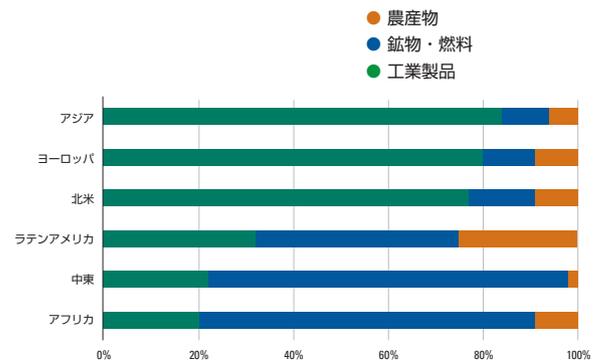
世界貿易が増大しているということは、貿易活動に伴う環境への圧力が強まっているということでもある。一方では、特に輸送の影響に起因する直接的な圧力がある。他方、貿易量の増加に伴って間接的な（内包された）環境への圧力が強まっている。最近のモデル計算によると、**国際的に貿易されている製品に内包化されたCO₂排出のエネルギー関連のCO₂排出全体に対する割合は、1995年の22%から上昇し、2005年には27%となった**。「ウォーター・フットプリント」指標（商品を生産するための直接的・間接的な水利用量に関するものさし）によって測定される水消費量の問題については、1997年から2001年にかけて、**世界貿易に内包された水の総量は世界のウォーター・フットプリントの約16%を占めていた**。世界貿易に内包された物質採取量は、2000年の世界の物質採取量全体の**約20%と推定された**。

このように国際貿易は、環境への圧力全体のかかなり大きな割合に寄与している。したがって、資源利用と環境への圧力を**生産**の視点（すなわち、資源が採取された国への配分）から見た場合と、**消費**の視点（すなわち、製品が最終的に消費された国への配分）から見た場合とでは、異なる結果が得られる。生産ベースのシステムのほうが、とりわけ明快なシステム境界を適用しているという理由で、はるかに一般的である。しかしながら、貿易関連の影響を考慮に入れるには、製品のライフサイクルに沿った補完的な消費ベースの勘定システムが必要である。このより包括的な勘定システムは、バリューチェーン全体のなかで異なる役割を果たしている国々に環境責任を分担させる選択肢の立案にあたって、経験的基礎となり得るだろう。

世界貿易量の半分を EU27 カ国（EU 域内貿易を除く）と中国、アメリカ、日本が分け合っており、世界の輸出の約 45%、輸入の 51% を占めている。それに対して、サハラ以南のアフリカと中央アジアを中心とする 49 の後発発展途上国が世界貿易に占める割合は、合計 1.1% にすぎない。いくつかの発展途上国・新興国（まずは中国だが、ブラジル、メキシコ、マレーシア、インドなどその他多くの国々も含まれる）は世界貿易システムへの統合に成功したが、グローバル化はすべての国や個人に利益を与えているわけではない。

先進工業国（ここでは中国を含む）は主に工業製品を輸出している。他方、多くの発展途上地域は相変わらず原料輸出に大きく依存している。ラテンアメリカは農業・鉱業原料から輸出収入のほぼ 70% を得ており、中東は総輸出の 4 分の 3 以上が化石燃料であり、一次産品が貿易に占める割合はアフリカが最も高い（輸出の 80% で、農産物、鉱物、化石燃料から成る）(図 17)。しかし、この一般的なパターンには重要な例外がいくつかある。というのも、オーストラリア、カナダ、アメリカといった人口密度の低い国々に典型的にみられるように、一部の工業国が一次産品の輸出国として大きな役割を果たしているからである。

図 17. 世界地域別輸出物構成(貨幣単位、2006年)



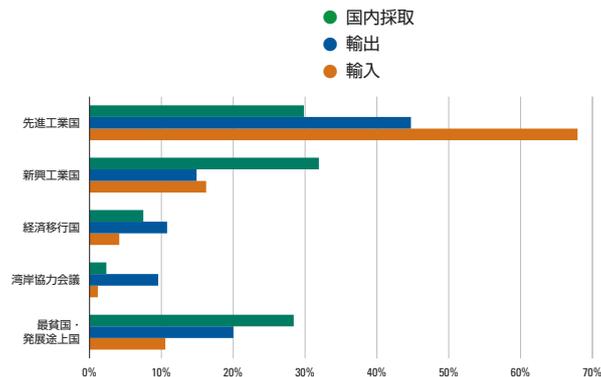
出所：WTO, 2008

予想されるように、物質資源の総採取は世界的には不均等に分布している(図 18)。バイオマス採取は(人口と密接に関連して)最も均等に分布しており、化石燃料の採掘は天然資源の賦存状況や過去の開発に応じて最も不均等に分布している。国際貿易は、これらの資源を世界中に再分配し、ある国々が資源を輸出する一方で、ある国々が(国内外での)製造・消費に一次産品の供給を受けたりできるようにしている。

図 18 に示されるように、先進工業国は貿易活動に占める割合が最も高いが、物質採取に占める割合は世界人口に占めるその国の割合にほぼ対応している。先進工業国は活発に輸出も行っているはいるが、貿易されているすべての物質の 3 分の 2 を輸入している。この差は、経済(貨幣)的貿易収支と物理的貿易収支との比較にも表れている(図 19)。

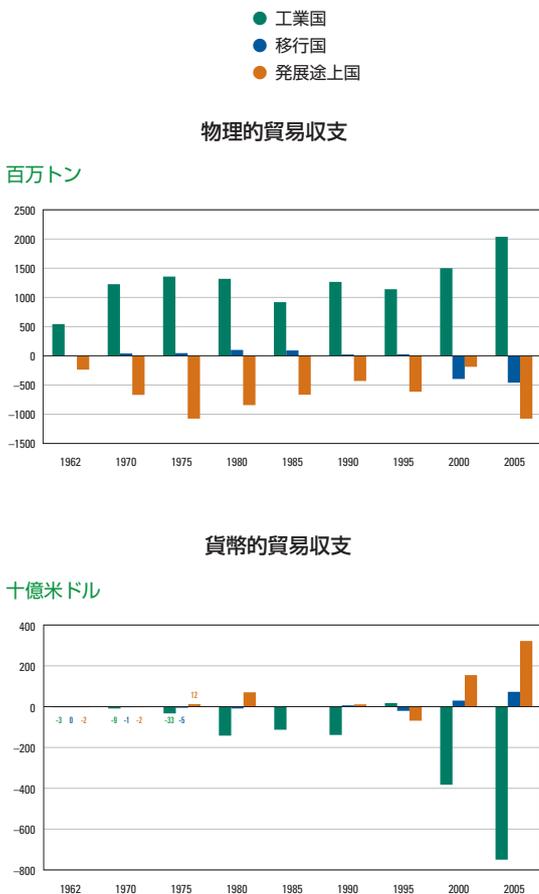
貨幣的貿易収支は(アメリカの貿易赤字増大を除いて)比較的均等になる傾向があるが、物理的貿易収支は構造的に非対称で、全期間を通じて先進工業国は物質の純輸入国である傾向があるのに対し、発展途上国は純輸出国となっている。過去 10 年間に市場経済移行国グループも純輸出国となった。2005 年、工業国は正味約 20 億トン(2Gt)を輸入し、その 3 分の 2 が発展途上国、3 分の 1 が旧コメコン諸国から供給された。

図 18. 国の分類別資源採取及び輸出入



出所：右記から引用：SEC database, <http://www.uni-klu.ac.at/socec/inhalt/3812.htm>. 右記を参照：Steinberger et al., 2010

図 19. 3種類の国の物理的貿易収支と貨幣的貿易収支、1962～2005年(注 a)



注 a) 純輸入と純輸出が合わないことに注意。これは多くの発展途上国が、この計算の基礎となる国連 COMTRADE データベースに国際貿易の詳細を完全には報告していないためである。

出所：Dittrich, 2010

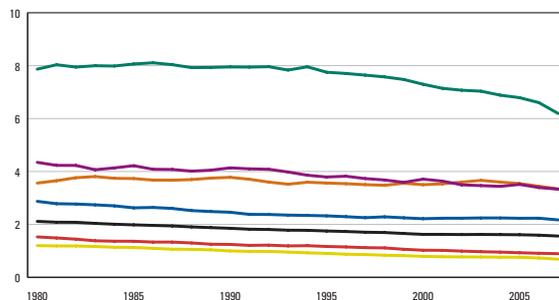
現在の経済の専門化 / 分化とその結果としての物理的貿易パターンは、発展途上国では、経済発展に正負両方の意味合いを持ち、他は、権限付与や法制上の条件、合意された特定の条件に大きく依存する。悪影響に寄与する要因として挙げられたものは、低原料価格、国内加工の限界、レントシーキング（レント独占維持活動）やその他のいろいろな要因である。

このような問題はあるものの、適切な環境・貿易政策に導かれれば、国際貿易はグローバルなデカップリングに大きく貢献することができる。これらの問題は、これまで国家・世界レベルで別々に管理されてきた（例えば、WTO の作業と、国際環境協定や UNEP 理事会といったグローバルな環境関連機関の作業の間の関連は非常に限られたものである）。改善されたデカップリング支援策として、負の環境影響を最小限に抑える方法で輸送や物理的・地質学的可能性を利用することで、世界の資源利用を削減する措置、貿易対象商品のバリューチェーン全体を貿易交渉で取り上げる措置、現在「外部性」とみなされている環境要因や社会費用を組み込んだ価格について合意する措置が挙げられる。

そのような措置は発展途上国がめざす経済の多角化への支援につながるであろう。それによって途上国は、少数の商品の輸出に対する依存度を引き下げたり、国内市場の開発を促したり、持続可能な経済開発を促進したりできるようになるだろう。

グローバル経済の全体的な物質強度が 1980 年の 1,000 米ドル当たり 2.1 トンから 2002 年には 1.6 トンに低下する中 (図 20)、デカップリングの中には物質消費の拡大を伴うものが見られた。言い換えれば、2002 年に実質 GDP1 単位を生産するために必要とされた物質投入は、1980 年より 25% 少なかったということである。このデカップリングは、情報通信技術の進歩、新材料、より効率的な生産方法、医療・教育の改善、その他多くの要因によって可能となった革新への経済の対応によるものである。結論として、世界的規模の資源デカップリングが世界の GDP 成長の重要な部分を占め、多くの発展途上国が先進工業国よりも急速に GDP を伸ばしており、工業国の少なくとも一部はここ数年 GDP 成長率が低迷し、縮小している場合さえある、とするのが妥当なところであろう。しかし図 20 は、西ヨーロッパと北米が知識基盤、技術的能力、世界の他の地域に採取産業を移転するプロセス全体のおかげで、依然として最も効率的な経済であることも示している。対照的に、ラテンアメリカ、アフリカ、オセアニア (主にオーストラリアが石炭・鉄

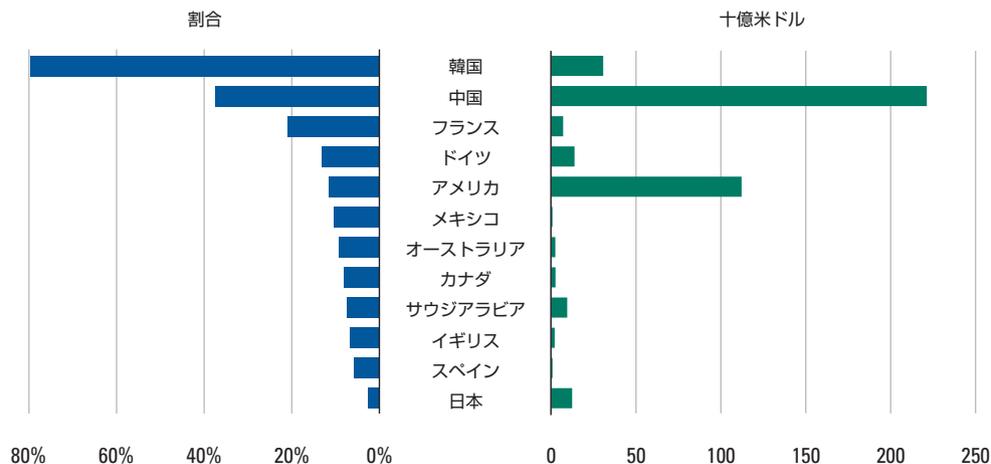
図 20. 世界経済の物質強度: 世界の地域別に見た GDP1 単位当たりの国内物質採取



出所: Behrens et al., 2007

鉱石生産国として急速に台頭していることによる) およびアジアの資源豊かな資源輸出国は、非常に効率が悪いままであった (アフリカ)、または、建設用鉱物や鉱石、化石燃料への依存度をますます高めて高度経済成長を遂げた (アジアとオセアニア)。

図 21. 環境に優しい支出—総額および全景気刺激策に占める割合



出所：HSBC, 2009

デカップリングは、グリーン経済を支援する今後の政策検討の現実的な基礎となるのだろうか。グローバルな景気後退の解決策は、単なる現状維持への逆戻りではなく、「グリーン成長」への投資にかかってくるのだろうか。決定的な答えはないが、いくつかの兆候が慎重ながらも前向きな回答を示している。例えば、グローバル経済の再生に2～3兆ドルが投じられる予定だが、これは単なる狭量な景気回復ビジョンに基づく措置ではなく、いくつかの国々は経済救済策に「グリーン成長」の要素をいく

つか盛り込んでいる（図 21）。これらには、公共交通・貨物鉄道サービスの拡大、「スマート（次世代）」送電網管理システムの建設、再生可能エネルギー（風力、太陽、バイオエネルギー）への投資、生活圏の緑化、河川や森林の回復、廃棄物の再生利用などが含まれる。これらの投資の多くが新しいタイプの都市インフラに集中しており、その結果、「グリーン経済」への移行を管理するうえでの都市の重要性が高まっている。■

5. 主な政策課題

この評価報告書では、経済成長と人間開発への伝統的なアプローチによって生み出された将来の資源需要を支えるために利用できる天然資源に、限界があることを認識すべきときが来ているという証拠を提供してきた。**資源制約の増大は、すべての人々に等しく影響を及ぼすわけではない。**世界の最貧困層は、この報告書で取り上げたほとんどの物質をわずかしが消費していないにもかかわらず、開発の機会を奪われることになる。同時に、資源の枯渇が続いて資源価格が上昇すれば、世界で最も豊かな国々も、現在の消費水準と安定した世界の果実を享受することが次第に難しくなるだろう。すべての国々にとって

最適な解決策は、持続可能な資源管理を成長・開発政策の中心に据えることである。これが実際に意味するところを明らかにするために、この報告書では、資源消費・環境影響と経済活動とのデカップリングが、より持続可能なグローバル経済への移行を管理するために（時とともに必要となる）移行調整のための政策ツールを提供し得ることを示した。

本報告書では、資源デカップリングと影響デカップリング、それにデカップリングと資源利用の絶対的削減とを区別した。相対的な資源デカップリングは世界的規模で起こっているが、相対的にすでに大量

の資源を消費している先進経済でより目立っている。環境政策が歴史的に成果を上げているにもかかわらず、影響デカップリングに関する最新の証拠はほとんど入手できない。より持続可能なグローバル経済に移行するには、資源・影響デカップリングを促進する持続可能な資源管理戦略を採用し、先進経済では資源利用の絶対的削減に、発展途上経済では相対的デカップリングに重点を置く必要がある（一定の段階を過ぎれば、発展途上国も絶対的削減モードに移行しなければならない）。

これから取り組まなければならないデカップリングに関する主要な課題として、次のようなものが挙げられる。

- 気候変動や生態系サービスの悪化、汚染などの問題に対処するための取り組みに、グローバルな資源の流れとそれに伴う環境影響をどのように組み込むのか。
- 人類が利用できる天然資源の量に物理的限界があり、経済活動の環境負荷にも限度があるという現実を、政策立案者（および一般大衆）にどのようにして納得させるのか。

- すでに起こっているデカップリングを推進する経済的要因は何か、また、いかにして、これらの要因をより効果的に活用し、デカップリングを加速させられる革新・技術への投資を飛躍的に増大させることができるのか。
- 市場シグナルによって、資源生産性を高める革新を促進できるようにするにはどうすればよいか。国際貿易に資源デカップリングの概念を最もうまく組み込み、天然資源貿易の公平な条件を支援できるようにするにはどうすればよいか。
- 持続可能な資源管理によって「非物質的成長」の目標を実現できるようにするには、現在の経済成長モデルはどのように修正することができるのか。
- 「第2の都市化の波」の真ただ中で経済成長、持続可能な資源管理、貧困撲滅といった数々の課題が持ち上がっていることを踏まえて、それぞれの都市が創意や資源、地域社会を結集し、都市の生産・消費プロセスでデカップリングが意味するところを実現するにはどうすればよいか。

6. 結論

この評価報告書では、資源デカップリングと影響デカップリングの両方が緩慢にはあるが生じていることを示した。これは産出 1 単位当たりの投入や影響の減少を減らす革新が、デカップリングに貢献することを示していると考えてよい。しかしながら、効率向上による節約が他の資源の搾取に利用されるといふ「リバウンド効果」は、一定の注意が必要であることを示している。リバウンド効果の規模は、少なくともある程度は価格の推移によって決まる。価格水準が一定か低下している場合は、リバウンド効果が大きくなる傾向がある。図 7 を見れば分かるように、20 世紀には実質資源価格が長期的に下降

線をたどったが、何度か資源価格が上昇した時期があった。21 世紀に入ってから、ついに資源価格が絶えず上昇する時代に入ったという主張が目立つようになった。2008 年に経済危機が発生するまで石油、ガス、その他の鉱物資源価格が上昇したのは、急速に発展するアジア経済からの需要が急増したことによるもので、需要と供給に関する標準的な経済理論に従っていた。しかし、価格水準の下落が、資源の希少性が高まっているわけではないことを示す正しい市場指標であるという経済的解釈は危険である。是正措置をとるには手遅れな状況となった時に、その解釈とは逆の状況が起こるかもしれない。

しかし図 1 および 4 によると、20 世紀に GDP は、ここで検討を加えた 4 つのカテゴリーの資源の採取よりはるかに速いペースで増加した。世界経済の「脱物質化」は程度の差はあるが自然に発生し、世界規模の資源生産性を毎年 1 ~ 2%ほど効果的に高めた。このデカップリングは工業国で特に顕著に見られ、デカップリングの余地がまだかなりあることを示している。

UNEP 国際資源パネルは、水、土地・土壌、その他の主要な天然資源への適用を含めて、別立ての報告書でデカップリングの概念をより包括的に適用するという課題に取り組む予定である。

略語

CCS	炭素捕捉・貯蔵
CO ₂	二酸化炭素
DE	国内採取
DMC	国内物質消費
ECLAC	国連ラテンアメリカ・カリブ海経済委員会
EU27 各国	オーストリア、ベルギー、ブルガリア、キプロス、チェコ共和国、デンマーク、エストニア、フィンランド、フランス、ドイツ、ギリシャ、ハンガリー、アイルランド、イタリア、ラトビア、リトアニア、ルクセンブルク、マルタ、オランダ、ポーランド、ポルトガル、ルーマニア、スロバキア、スロベニア、スペイン、スウェーデン、イギリス
GDP	国内総生産
Gt	ギガトン
ICLEI	国際環境自治体協議会
IRP	国際資源パネル
LCA	ライフサイクル・アセスメント
MFA	物質フロー勘定
MTB	貨幣的貿易収支
NFSD	持続可能な開発のための国家枠組み
NSSD	持続可能な開発のための国家戦略
OECD	経済協力開発機構
PTB	物理的貿易収支
TPES	総一次エネルギー供給
UN	国際連合
UNEP	国連環境計画
USA	アメリカ合衆国
WTO	世界貿易機関

www.unep.org

国連環境計画

P.O. Box 30552 Nairobi, 00100 Kenya

電話：(254 20) 7621234

ファックス：(254 20) 7623927

Eメール：unep@unep.org

ウェブサイト：www.unep.org



人類は過去 1 世紀の間に驚異的な経済・社会開発を成し遂げた。しかしながら、その開発が環境や低コスト資源の利用可能性を犠牲にして達成されたことを示す兆候が、ますます強まっている。進歩はあったものの、いまだに大きな貧富の差が見られる。

資源利用のペースを安定させ環境への影響を緩和しつつ、経済活動を公平に拡大するというジレンマは、社会に前例のない機会と課題をもたらしている。本報告書で国際資源パネルは、この課題に取り組むために、経済成長および人間の幸福と環境影響および資源利用との切り離し（デカップリング）の概念を適用しようと試みた。

この報告書はデカップリングの概念に確固たる基礎を与えるものであり、主な用語を明確に定義するとともに、資源利用が急激に増大しているという実証的証拠を提供している。また、デカップリングはすでにある程度生じているが、その潜在的可能性にはまだまだ到達していないことも示している。これらのシナリオは、私たちが資源の利用方法に関して歴史的な選択を迫られていることを示している。本報告書では革新の可能性を調べ、経済成長と、より資源効率の高い経済の構築における都市の役割を再考している。国家レベルにおける 4 つの事例研究は、政策立案者がどのようにデカップリング戦略を実施しているかを明らかにしている。

ここでは物質資源、すなわち化石燃料、鉱物、金属、バイオマスに焦点を当てる。この報告書を補足するために IRP は、土地や土壌、水、金属、都市、GHG 排出削減技術に関する報告書を並行して発表する予定である。今後発表されるこれらの報告書は、環境影響と経済成長および人間の幸福の改善とを切り離す（デカップリングする）方法に対する理解を深めるという国際資源パネルの目標に貢献するだろう。

資源消費と経済成長との切り離し（デカップリング）に関する作業を通じた国際資源パネルの貢献が、経済のグリーン化を目指す政策立案者のために大いに役立つものになれば幸いである。

仮訳：本報告書の日本語訳は、UNEP資源パネル事務局の許諾を受けて、日本国環境省の請負業務として、財団法人地球環境戦略研究機関(IGES)が行いました。その際、森口祐一東京大学大学院教授(UNEP資源パネルメンバー)による翻訳監修を受けています。