

SDGsに向けた資源・エネルギー効率性の向上

——途上国における課題、インパクト評価、国際協力——

開催報告

岡田雅浩

資源・エネルギーをいかに効率的に利用して地球規模の発展を持続可能なものにするのか。ジェトロ・アジア経済研究所は朝日新聞社および世界銀行との共催で、国際シンポジウム「SDGs（持続可能な開発目標）に向けた資源・エネルギー効率性の向上」を開催しました（2017年2月1日、於国連大学ウ・タント国際会議場）。

まず、世界銀行グループ駐日特別代表の塚越保祐氏と朝日新聞社ゼネラルマネージャー兼東京本社報道局長の長典俊氏から開会のご挨拶をいただきました。その後、当研究所の小島道一上席主任調査研究員が本シンポジウムの趣旨説明を行い、基調講演およびパネルディスカッションと続きました。各講演の概略は下記のとおり。

●「趣旨説明」小島道一（ジェトロ・アジア経済研究所 上席主任調査研究員）

SDGsは2015年9月に採択された。目標には、エネルギー、資源の効率性に関するものも設定されている。水に関しては目標6として記載されており、2030年までに水利用の効率性をすべてのセクターで改善するとしている。目標7では、エネルギー効率を世界全体で2倍に改善する、つまり2分の1のエネルギーで生産活動を行うとしている。また、インフラや企業活動については8番目の目標で消費と生産に関する資源生産性の向上が指摘されている。持続可能な消費は目標12で、天然資源の有効利用についてあげられている。さらにこれらの効率性の向上のため、国際協力、特に途上国への協力についても言及されている。

昨年伊勢志摩で開催されたG7先進国首脳会合に先駆けて開催された環境大臣会合でもマテリアル・サイクルに関するフレームワークについて協議され、G7以外にも途上国での能力向上が必要だと言及された。サプライチェーンについても指摘されている。

気候変動、温暖化対策に関するパリ協定が2015年に

締結され、各国がどれだけ温室効果ガスを減らしていくのかを約束している。中国やインドではエネルギー生産性の向上を目標として掲げている。2007年からUNEP（国連環境計画）は国際資源パネルを創設し、資源の枯渇や有効活用に関する問題について議論を行っている。今回の報告者であるアンソニー氏とヘズリ氏はそのメンバーである。UNIDO（国連工業開発機関）、UNEP、世銀、JICA等が支援し、さまざまな国際協力も広がっている。

今回のシンポジウムでは、途上国での資源エネルギー効率や各国の取組について何が課題かを理解し、どう乗り越えていけばよいのか、また国際協力の議論のなかで企業がどう取り組めるのかについても考える機会としたい。

●「アジア太平洋地域におけるエネルギー・資源の効率性改善への取組」アンソニー・シュン・フン・チュ（デ・ラ・サール大学 産業システム工学教授）

本日は、アジア太平洋地域におけるエネルギーの効率性改善についてお話したい。

まず、UNEPで出版された資源生産性に関するレポートについて紹介したい。次にASEAN諸国のエネルギー政策、資源の効率性やUNIDOが示す参考事例についてお話しする。こうした事例は政府、企業にとって技術移転や教育に有用と考えている。

エネルギー、資源の活用は主に持続可能な消費と生産に関するSDGsの目標12に関連する他、目標1、2、3、4にも関連している。そのなかで最も大切なことはシステムの考え方（systems thinking）である。リソースのフローをテンプレートにあてはめ、最低限のインプットで最大のアウトプットを得ることが大切。天然資源には限りがあり、保全コストも考えなければならない。物質フロー分析モデルは世界の事例をカバーしており、採掘されたものだけでなく、隠されたフロー



をみて、プロセスに入れなければならない。廃棄物の管理なども資源のライフサイクルに取りこまなければならない。

2000年からグローバルな資源採掘（非金属鉱物、金属鉱石、化石燃料、バイオマス）が急増している。発展途上地域で急速な都市化と工業化が進んだため、特にアジア太平洋地域で顕著である。世界採掘に占めるアジア太平洋地域のシェアは1970年から2010年までに倍増し、53%になった。人口成長は停滞する一方で資源採掘量は急増しており、1人あたりにした採掘量は顕著に増加している。技術進歩により効率性は上がっているものの、中国やインドの消費の急増に追いついていない。また、以前と比べて1人あたりGDPを創出するのに、多くの原料を使っていることが分かる。

UNIDOは資源効率化と生産ネットワークについて取り組んでおり、1980年代後半からUNEPと共同で、2国間、多国間の取組をサポートしている。「資源効率の高いクリーンな生産に関わる世界ネットワーク」が設立され、多くのアジア諸国が参加している。グリーンな工業化、持続可能なグリーンサプライチェーンを推進している（たとえばエコ工業団地）。実際のところ、GDPが増えると資源利用も同じように伸びてしまう。また生産にともなう生じる廃棄物を減らすことも大切。多国籍企業とも協力し、資源利用を最適化したい。実際、グリーンな工業化に関して、ASEAN諸国は政策、プロジェクト、担当部局等をもっており、お互いに協力もしている。ただまだ改善の余地が多い。評価指標も未整備である。

●「開発途上国における効率的な資源・エネルギー利用への課題」ヘズリ・アドナン（マレーシア科学アカデミー フェロー、オーストラリア国立大学 特任准教授）

まず現在の資源問題を概観し、資源効率向上の障害を共有したい。そして、資源問題と効率の関係についてお話ししたい。1990年代に資源の枯渇が話題になったが、今は違う。今の懸念は単一のエネルギー資源が希少になっているということにとどまらず、さまざまな天然資源が希少になっているのではないかとのことだ。そして各資源の相互連関が問題になっている。

2008～2011年ぐらいには3つの危機（3F crises: food, fuel, finance）が話題になった。70～80年後には資源がなくなるのではないかといわれてきた。そして今は新しい資源リアリズムが問われるようになってきた。拍車をかけるのは、資源価格の変動とマーケットの連動、まだ開発されていない資源豊富地の不足、新しく出現した飽くなき消費者・中流層の需要、資源管理に関わるアクターの多様化、そして新しい資源開発に対する技術的、社会的、環境的な制約である。

2050年の予測人口97億人を養うためには食糧生産を60～70%増加させなければならないといわれている。携帯電話や家の照明のため、40%以上の光源を新たに開発しなければならない。2030年には水も40%程度不足するといわれている。水は食糧生産にもエネルギー生産にも必要で、水をどうするかということに注目している。本講演で強調したいのは、この相互連関性に対するアプローチである。人々がこの複雑な相互連関関係を理解すると、水、エネルギー、食糧の安全保障やサステナビリティに注意が向くであろう。2050年までに画期的な変化が起きていなければならない。そ



の意味でSDGsは重要な機能を果たす。環境的にも人類の幸福にも重要な貢献を果たす。

水、食糧、エネルギーは3つの戦略的な物質といわれている。まだ何十億もの人々がこれらを享受できていない。伝統的な安全保障とは違い、外交問題にもなっている。防衛や外交に比べて小さい話と思われるかもしれないが重要な問題。相互連関を考慮したシステム思考が必要だ。一つのセクターの効率を上げるためには他のセクターの効率も同時に上げなければならない。

ダブル・デカップリング（経済発展と資源利用の相関を弱めること、資源利用と環境への影響の相関を弱めること）を可能にするキー戦略が資源の効率性向上である。資源の効率性は資源入手の可能性、経済的メリット、環境影響、より高い資源・商品価格、市場のダイナミクスなどが指標となる。

資源効率性向上は良い結果をもたらすのに、どうして実行されていないのか。障害は何か。費用対効果の高いエネルギー利用機会を計測する場合、工学的計算と経済学的計算では結果が異なってしまうことがある。他にもさまざまな障害がある。リスク、不完全な情報、隠れたコスト、資本へのアクセス、インセンティブの対立、限定合理性など。企業にも消費者にも外的、内的障害がある。前者は、一貫しない政策や明確な価格がないこと、サプライチェーン・技術・インフラなどの物理的制約であり、後者は投資インセンティブがない、投資利益率が低い、資本へのアクセスがない、ベンチマークがない、ビジネスモデルがない、知識や専門性がない、等である。それ以外にも、エネルギー価格への補助金、政策実施能力の欠如、消費者の無関心や意識が低いこと等が障害として指摘されている。

東南アジアを例にとると、インドネシアではエネルギーの補助金が高いことが大きな障害。マレーシアについても同様。ベトナムでは低品質の石炭を使っており、技術が固定化している。ある特定の技術へ投資すると新しい技術への移行が難しい。タイの企業オーナーは資源効率の改善を環境活動としかみておらず、ビジネス上のメリットをみていない。環境省もあまり権限がない。

マレーシアのケースをエネルギー効率だけでなく水や食糧との相互連関性、持続可能性という観点からみていく。貧困率は大いに改善し、一人あたりGDPは

拡大してきたが、同時に環境フットプリントも上昇してしまった。転換がうまくいっていない。水については、灌漑の40%が小規模のもので、かなり無駄がある。使用用途の不明な水もある。効率を改善すれば節約することができる。家畜やコメ、野菜や果物の生産にも水が使われるので議論されるようになってきた。食糧生産が拡大するにつれて、エネルギー消費の高い機械も使われてきているが、これらはあまり議論されていない。また、ボイラーには水が必要。火力発電所では蒸気や冷却のために大量の水が必要。エネルギー効率の良い火力石炭発電所はより多くの水が必要。消費や資源の効率性についてはトレードオフがある。統合的なアプローチでトレードオフやシナジーをみていく必要がある。

● 「インパクト評価—持続可能な開発目標 (SDGs) 達成のための課題主導型ソリューション実証アプローチ」アリアナ・レゴヴィーニ (世界銀行グループ 開発インパクト評価担当マネージャー)

政策を進める際、何をすべきで、どのように行うかを知っていることはとても大切である。世銀のインパクト評価プログラム (IE) は問題を特定し、解決策をテストし、政策効果を改善するアプローチをとっている。そのプロセスは有機的であり、問題提起と実証を繰り返しながらエビデンスに基づいた政策提言を目指している。ただエビデンスを提供するだけでなく、途上国の政策担当者が自ら問題を認識し、解決策を模索する支援を行っている。世銀のインパクト評価プログラムは世界60カ国で163の評価およびリサーチを実施しており、資源・エネルギーを含めSDGsで定められたほとんどのセクターをカバーし、120億ドル相当分の融資プロジェクトをベースに課題主導型ソリューション実証アプローチを実施中である。

IEはSDGsにどう貢献するのか。我々は質の高いデータの収集、SDGsと関連する要因の特定と計測、効率的なデータ収集方法の創出に注力している。インフラが整備されていない途上国において信頼できるデータを入手することは容易ではない。たとえば電気や道路の使用状況を知りたい場合でもデータは簡単に利用できる状況にないことも多く、収集することはなおさら困難である。また同質のデータをいくつもの国で収集



するのも困難である。私たちは世帯調査だけでなく、あらゆるテクノロジーを利用してデータを収集している。いくつかの事例を紹介しよう。たとえば、交通安全に関してモバイルアプリケーションとセンサーを用いてドライバーの運転挙動を測定し交通事故と死亡事故へ繋がる要因を特定する研究を行っている（SDG 9）。また、役所の業務プロセスを電子化することによって手続きの迅速化や処理の正確さの向上につなげようとしている（SDG 16）。

次に私たちがどのように課題主導型ソリューション実証アプローチを実践しているかいくつか紹介したい。まず、ケニアの送電網。送電網を作ったものの、実際のところ個別の世帯はこの送電網につながらなかった。原因を探ると、政府の設定した家庭の初期接続費用が高すぎた（しかし、実際のコストは接続費用の2倍）。支払い意欲調査に基づいた価格設定だったが、支払い意欲と実際の行動にはギャップが生じた。また、結果として接続者が少ないためスケールメリットが出なかった。電気へのアクセスはどの国も目標としているが、送電網と各家庭が繋がらないのは各国の悩み。ケニアのプロジェクトの場合各家庭の接続率はたったの5%であった。どうしたら改善できるのか。消費者のニーズをしっかりと把握することが大切である。逆に、電球をつけるためだけだったら送電線は必要ないかもしれない。

持続可能なエネルギーの割合を増やすことは大切である。たとえば、セネガルのソーラーランタンの例。消費者はソーラーランタンについて知らない、あるいは知っていても低品質の安物を買っていた。理由を調査すると、質や耐久性の知識が乏しく、家庭が賢い投資決定をしていないことがわかった。また、製品の特

徴は使ってみないと分からないこともあり、無償で高品質のものを経験させた。その結果、質が良く、耐久性が高ければ、消費者は多少高くても高品質のものを選ぶことが分かったのだ。

質の高い、適切な指標の収集を行うことによって、エビデンスに基づいた政策決定が可能となる。こうしたアプローチがプロジェクトの効率を上げ、成功に貢献できることを学んで欲しい。プロジェクトを成功させることは容易ではない。調査にかかる費用は投資費用の1%程度だ。しかし、このような調査によって投資対効果を大幅に改善させることも可能なのである。

● 「アリアナ・レゴヴィーニ氏の講演に対するコメント」伊藤成朗（ジェトロ・アジア経済研究所 ミクロ経済分析研究グループ長）

(1)科学的実証結果を政策に結びつけることには賛成である。

(2)しかし、エネルギー部門のインパクト評価は難しい。エネルギーのプロジェクトは規模が大きく影響力が強いため、プロジェクトを実施することで経済環境を変えてしまうからである。インパクト評価は、実験室実験のように、ほかの条件を一定に保った上で対象プロジェクトを導入した結果を計測する、という仮定の下に実施される。エネルギー部門ではこの「ほかの条件を一定に保った上で」という条件が満たされないため、インパクト評価をそのまま実施してはいけない。また、エネルギーのようなベーシック・ニーズについてインパクト評価を実施する意義も再考すべきである。たとえば、効果が小さいという結果が出たときプロジェクトを取り消すことができるのか。インパクト評価結果を尊重できるのか考えるべきである。インパクト評価をするならば、供給側ではなく、ほかの条件を一定に保ちやすい需要側に対する実験を考えるべきだ。

(3)インパクト評価のコンテンツは政策担当者が知りたいことか。インパクト評価で費用対効果を示すことができるならば、ランタンやソーラー・パネルを一つだけ取り出すのではなく、方法間（ランタンかソーラーパネルか）や部門間（電化か教育か）の比較が望ましい。なぜならば、インパクト評価は対象事業の優先順位をつけるために行う

からである。

- (4)市場の失敗の見極めや貧困層からの料金徴収方法の考察も大事だ。ランタンが経験財で品質情報を得にくいならば、メーカーがなぜお試し利用や宣伝をしないのか考えるべき。よって、実験では、無償提供よりも、市場が失敗を克服する方法に焦点を当てるべきではないか。送電網の場合、貧困層からどう集金するか考えることも大切。未払いの人に対する措置が不十分で不払い者が増える事例がある。

●パネルディスカッション

伊藤コメントに対するレゴヴィーニ氏の応答に続き、司会者がパネルディスカッションから登壇された粟生木氏にコメントを求めた。

●粟生木千佳（地球環境戦略研究機関 タスクマネージャー/主任研究員）

途上国が先進国と同じ生活水準になると2050年までに資源消費が3倍になるという推計がある。発展途上の現段階で途上国が資源エネルギー効率型の社会を目指す必要がある。先進国はどのような貢献をすべきか。資源エネルギー効率型（シェア型のビジネス含む）の

ビジネスモデルや社会システムの開発、3R・循環経済関連では、廃棄物の回収も含めた幅広いリサイクルシステムの開発の他、耐久性や修理可能性等の高い製品の開発が必要ではないか。資源効率型の社会を途上国においても普及していくために、途上国の消費者にも適切な情報（たとえば高耐久性製品のライフタイムコストといった情報）を提供することも重要。

続いて、フロアからの質問票を利用してパネルディスカッションが行われ、最後にジェトロ・アジア経済研究所の佐藤百合理事より閉会の挨拶がありました。（おかだ まさひろ／アジア経済研究所 研究支援部）



持続可能な開発目標（SDGs: Sustainable Development Goals）

- 目標1 あらゆる場所で、あらゆる形態の貧困に終止符を打つ。
- 目標2 飢餓に終止符を打ち、食糧の安定確保と栄養状態の改善を達成するとともに、持続可能な農業を推進する。
- 目標3 あらゆる年齢のすべての人々の健康的な生活を確保し、福祉を推進する。
- 目標4 すべての人々に包摂的かつ公平で質の高い教育を提供し、生涯学習の機会を促進する。
- 目標5 ジェンダーの平等を達成し、すべての女性と女児のエンパワーメントを図る。
- 目標6 すべての人々に水と衛生へのアクセスと持続可能な管理を確保する。
- 目標7 すべての人々に手ごろで信頼でき、持続可能かつ近代的なエネルギーへのアクセスを確保する。
- 目標8 すべての人々のための持続的、包摂的かつ持続可能な経済成長、生産的な完全雇用およびディーセント・ワークを推進する。
- 目標9 レジリエントなインフラを整備し、包摂的で持続可能な産業化を推進するとともに、イノベーションの拡大を図る。
- 目標10 国内および国家間の不平等を是正する。
- 目標11 都市と人間の居住地を包摂的、安全、レジリエントかつ持続可能にする。
- 目標12 持続可能な消費と生産のパターンを確保する。
- 目標13 気候変動とその影響に立ち向かうため、緊急対策を取る。
- 目標14 海洋と海洋資源を持続可能な開発に向けて保全し、持続可能な形で利用する。
- 目標15 陸上生態系の保護、回復および持続可能な利用の推進、森林の持続可能な管理、砂漠化への対処、土地劣化の阻止および逆転、ならびに生物多様性損失の阻止を図る。
- 目標16 持続可能な開発に向けて平和で包摂的な社会を推進し、すべての人々に司法へのアクセスを提供するとともに、あらゆるレベルにおいて効果的で責任ある包摂的な制度を構築する。
- 目標17 持続可能な開発に向けて実施手段を強化し、グローバル・パートナーシップを活性化する。

(出所) 国際連合広報センター (http://www.unic.or.jp/news_press/features_backgrounders/15775/)。