

執筆者



アニンディヤ・バタチャリヤ
経済と環境グループ
研究員
bhattacharya@iges.or.jp

持続可能な開発に向けた アジアの再生可能エネルギー戦略

アニンディヤ・バタチャリヤ

世界の成長の中心となりつつあるアジアは、低炭素社会への移行という大きな潮流の中で新たなエネルギー投資市場を構築し、世界に向けて持続可能な開発への道筋を示すことが期待されている。アジアでは2030年までに6兆ドルを超えるエネルギー部門への投資需要が予測されており、グリーンエネルギーへ戦略的に転換することが可能な状況にある。グリーンエネルギーへの転換は、地域に環境面での便益をもたらすのみならず、経済的・政治的な保障をもたらすことにもなる。

しかし、現状のアジアはエネルギーの大半を他の地域からの輸入に頼っており、エネルギー安全保障の面で脆弱である。また、アジアは豊かな再生可能エネルギー源（アジアの全電力需要の60%に相当する潜在供給能力）と再生可能エネルギー技術に使用されるレアアース（世界のレアアース生産の98%はアジアである）の両者に恵まれているにもかかわらず、このポテンシャルを十分に活用しているとはいえない。

本稿では、再生可能エネルギーへの関心が依然として国際原油価格の動向に大きく左右され、安定した政策が採られていない背景について検証を行う。その上で、再生可能エネルギーがもたらす便益について理解を深めながら、①国際原油価格の変動等に伴うリスクを考慮した上で電力部門投資の費用便益分析を行う、②地域協力により再生可能エネルギーのポテンシャルを最大限活用する、という再生可能エネルギーの推進に向けた提案を行う。

世界の多くの国は、再生可能エネルギーの生産を包括的なエネルギー政策の中心に据えるまでに至っていない。再生可能エネルギーに基づくグリーン電力政策はコストのかかる開発プロセスであると考えられており、世界経済がいくつかの景気循環を経た現在でも、政策担当者は、エネルギーミックス全体に占めるグリーンエネルギーの割合を増加させる目標設定アプローチに対して躊躇している。

アジア地域においても同様であり、再生可能エネルギーの潜在力が高く、適した環境が整っているにもかかわらず、再生可能エネルギーの生産は極めて不十分となっている。政策担当者も、エネルギー安全保障問題への取り組み、特にエネルギー価格変動対策としての再生可能エネルギーの有用性にまだ確信がない。推計では、アジアにおける再生可能エネルギーの理論的ポテンシャルは合計2,700 Twhとされているが、実際に活用されているのはそのうちのわずか6%ほどである（Romero et al. 2008）。現に商用可能な再生可能エネルギーの利用は、技術的・財政的制約によって理論的ポ

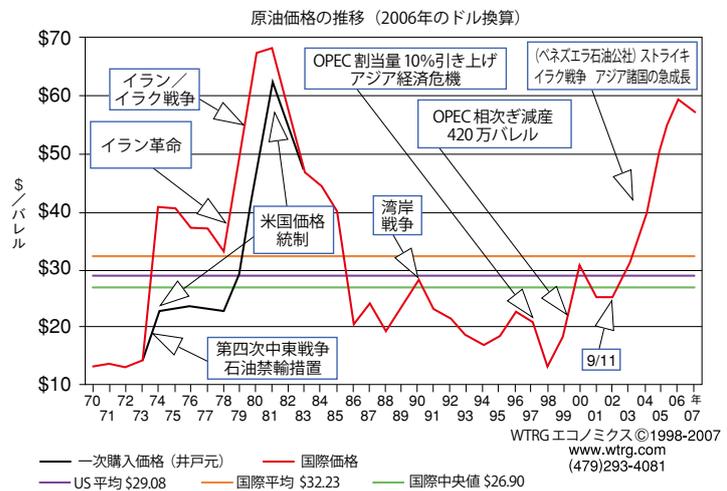
Copyright©2010 Institute for Global Environmental Strategies. All rights reserved.

この出版物の内容は執筆者の見解であり、IGESの見解を述べたものではありません。

テンシャルの約半分に抑えられている。最近では需要増加に伴う化石燃料価格の高騰を受けて多くの政府が再生可能エネルギーを積極的に推進するようになったが、一部の国では供給ミックスにおける再生可能エネルギーの割合を高める取り組みがまだ進められておらず、未だに化石燃料を軸にした未来のエネルギー供給が想定されている。新しいグリーン経済政策「グリーン・ニューディール」にも再生可能エネルギーの推進が盛り込まれているが、結局は各国の開発・成長計画にかかっているため、その取り組みが短命に終わってしまう可能性がある。

これまで景気後退等何らかの理由で化石燃料価格が下がるたびに、再生可能エネルギー投資や研究開発（R&D）費が急激に減少し、再生可能エネルギーを推進する政策が新たに採られることも少なくなっていた。図1の2つの並列グラフは、過去20年間の国際原油価格の変動に伴う、再生可能エネルギー、特に国際エネルギー機関（IEA）加盟国における太陽熱・風力エネルギー研究開発費配分の推移を示している。これを見ると、原油価格が上昇するたびにグリーンエネルギー予算が増えているのが分かり、先進国のみならず途上国でもその傾向が見られる。世界経済が今後ますます不確実になると予測される中、石油・化石燃料価格も不安定な状態が続くとされ、再生可能エネルギーも引き続き国際市場の化石燃料価格の変動に左右されると考えられる。

“原油価格が上昇するたびにグリーンエネルギー予算が増えている”



再生可能エネルギー部門への研究開発投資額の推移（2006年のドル換算）

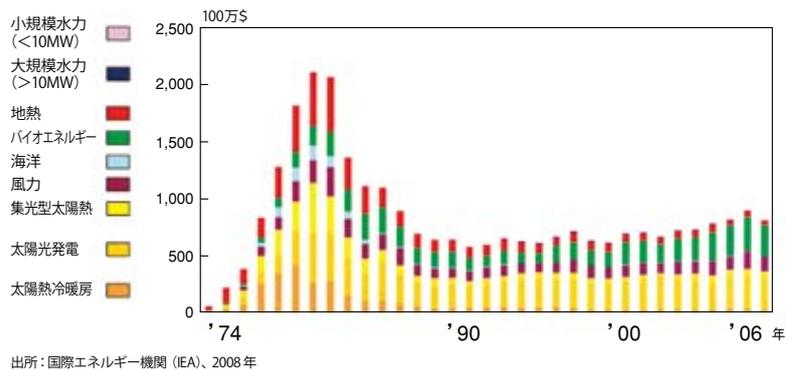


図1. 原油価格の変化に伴う再生可能エネルギー研究開発費の推移

再生可能エネルギー政策に一貫性がないことで生じる最大の問題は、同部門への民間企業の投資意欲が低下すること、及び最終的に回収できないサンクコスト（埋没費用)¹が増えて経済全体に悪影響を与えることである。再生可能エネルギー部門

¹ サンクコストとは回収不可能な費用をいう。

“再生可能エネルギー部門における政府の政策が頻繁に変わると市場が不安定になり、企業の長期投資計画が台無しとなる”

“高コストの再生可能エネルギー事業が収益を生み出すまでの期間が従来のエネルギーよりも比較的長いという否定的な見方である”

“電力部門の投資リスクに対する担保としての役割等、再生可能エネルギーのもたらすコベネフィットが過小評価されている”

“再生可能エネルギーの使用を増やすとエネルギー小売価格が押し下げられるというメリットが軽視されている”

における政府の政策が頻繁に変わると市場が不安定になり、企業の長期投資計画が台無しとなる。再生可能エネルギー部門はまだ成長途上であり、市場が成熟するためには政府による継続的な政策支援が不可欠である。民間部門の投資家にとっては市場の不確実性が続く中での投資が難しいため、政府には再生可能エネルギーに投資しやすい環境を整える義務がある。例えば、5 MW規模の風力発電プロジェクト（陸上）を建設途中で中止すると、約500万USドルのサンクアセット（埋没資産）が生まれ、これは決して回収されることがない。また10 MW規模の太陽光発電プロジェクトが中止になると、2,500万USドルのサンクアセットが発生し、約70の通年での職務が失われる（Kobos et al.）。

各国の政策担当者が安定した再生可能エネルギー政策を採ろうとしない原因は、再生可能エネルギーがもたらす便益について十分に理解していないためである。理解不足の主な原因は3つあり、まず挙げられるのが、高コストの再生可能エネルギー事業が収益を生み出すまでの期間が従来のエネルギーよりも比較的長いという否定的な見方である。再生可能エネルギー事業の計画期間は従来の大規模原子力発電所よりもはるかに短い、設置費が高く買い付け率が低いため、投資費用の回収期間がかなり長くなる。日本の場合、固定価格買い取り制度を強化しても太陽光エネルギーの回収には約10年かかり、グリーンエネルギー供給による純便益が認められるようになるにはさらに5年～10年程度必要と予測される。

2つ目は、電力部門の投資リスクに対する担保としての役割等、再生可能エネルギーのもたらすコベネフィットが過小評価されていることである。再生可能エネルギーは電力部門の投資ポートフォリオにおいて、原油価格や炭素価格の急騰による悪影響を緩和するために支払われるリスク保険の代わりになり得る。再生可能エネルギーがリスク保険の役割を果たすメカニズムは現代ポートフォリオ理論に基づいており、エネルギー供給を輸入原油に頼っているアジアにおいて、投資ポートフォリオ内で再生可能エネルギーのようなリスクが小さくかつ各投資収益に相関がない資産が増えることは投資のリスクヘッジになる。投資収益は個別ではなくポートフォリオの総合収益で評価すべきで、エネルギー・ポートフォリオを分散させ、燃料供給リスクがゼロまたはかなり低い再生可能エネルギーオプションを増やせば、化石燃料価格の変動に対するリスク軽減効果が高まる。

3つ目は、再生可能エネルギーの使用を増やすとエネルギー小売価格が押し下げられるというメリットが軽視されていることである。再生可能エネルギーが増えると発電のための化石燃料需要が減り、結果として化石燃料価格が下がる。そして燃料価格が下がると、高コストの再生可能エネルギー供給増加によって値上がりした電気料金が相殺される。例えば米国では、天然ガスの需要が1%減ると長期的な掘削時のガス価格が0.75%～2.5%安くなると推計され（Wiser 2004）、その結果市場での天然ガス小売価格も下がると予測されている。また、風力・太陽光発電技術等一部のケースでは再生可能エネルギーを使用しても電気料金が上がらない場合があり（遠隔地での揚水、冷却、街灯等、WEC 1994）、むしろ化石燃料の需要・価格低下に寄与することもあり得る。またNeij（1997）が指摘するように、学習効果によって再生可能エネルギー供給コストが減少する可能性もあり、そうすると再生可能エネルギーによる化石燃料価格押し下げ効果がさらに高まる。図2に示した3つの研究結果（EIA、UCS及びTellus）は、再生可能エネルギー生産の増加（再生可能エネルギー割合基準（RPS）は10%から20%に上昇）が米国市場の掘削時のガス価格に与える影響を表している。表の試算では、再生可能エネルギー生産を500億kWhから8,000億kWhに引き上げると、平均掘削時ガス価格が60セント/MMBtu安くなるとされ、再生可能エネルギーのコストは高いものの、市場の化石燃料需要を抑制し同

価格を押し下げる効果を有していることを示している²。

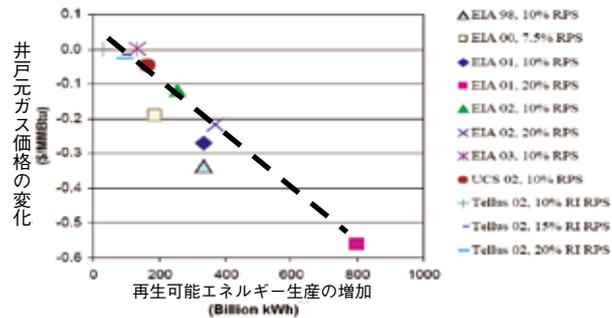


図2. 再生可能エネルギー生産量と井戸元天然ガス価格との関係

投資家が価格競争力の低い再生可能エネルギーに対して投資を増やすことができる環境を整えるためにまず必要なのは、政策担当者による政策決定である。規模の経済や学習効果によって再生可能エネルギー部門が成長の硬直性を打破すれば、最終的には電気料金が安くなり消費者に恩恵がもたらされる。したがって、再生可能エネルギー供給の増加は、長期的に経済全体にプラスの効果を与える。

政策決定者は、国際化石燃料価格の変動に伴うリスク及び経済・財政的悪影響を軽減するための効果的な手段を考えるべきである。このようなリスクへの対策として、先物契約、先物オプション等のリスクカバー金融商品があるが、これらは時にエネルギー供給コスト全体の半分以上を占め、高価格志向型エネルギー市場における投資計画を大きく左右している。米国等天然ガス輸入国の電力会社は、スポット価格高騰に対処するためガス供給業者と長期価格契約を結び、価格プレミアムとして0.4~1.7セント/kWh余分に支払っている。また、米国の石油輸入業者は、国際原油価格の年平均に対して1996年~1999年まで12ヵ月契約で1バレル当たり約5 USドルのプレミアムを支払っていたが、これは約170億~200億USドルにも達する (EIA 2009)。また最近では2014年の原油先物価格が1バレル80USドルで取引されているが、市場価格は1バレルわずか50USドルである。これらのことは、たとえ原油価格が下がっている時でも、石油輸入業者は供給の不確実性を回避するために高額のプレミアム（この場合は1バレル当たり30USドル）を支払う意思があることを示している。現時点では従来のエネルギー源よりも再生可能エネルギーの方がコスト高であるが、リスクを明示した上で電力部門投資の費用便益分析を行えば、再生可能エネルギーは投資家にとって魅力的なものとなる。従って政策担当者は、政府によって補われない投資リスクが明確に示される市場環境を整える必要がある。日本の電力供給ポートフォリオでは、再生可能エネルギー供給が1%増えるとポートフォリオ・リスクが1%低下すると推定されており、再生可能エネルギー供給率を上げることでリスクヘッジコストを大幅に下げることができる (Bhattacharya and Kojima 2010)。

“リスクを明示した上で電力部門投資の費用便益分析を行えば、再生可能エネルギーは投資家にとって魅力的なものとなる”

“国内の再生可能エネルギー利用を高めるために、各国の政策決定者は多国間地域協力の強化を図る必要がある”

国内の再生可能エネルギー利用を高めるために、各国の政策決定者は多国間地域協力の強化を図る必要がある。再生可能エネルギーのポテンシャルは国によって大きく異なり、需要に対してポテンシャルが過大である国もあればポテンシャルが低く限界生産費用が高すぎる国もある。地域協力により再生可能エネルギーのポテンシャルを最大限活用できれば、これらの問題に対するウィン・ウィン・ソリューションとなり得る。また、再生可能エネルギーのポテンシャルが高い国はその活用能力

² 上記研究では、再生可能エネルギー生産の増加によって米国内の天然ガス消費量が1%から11%減少し、天然ガス価格がさらに0%から18%下がるとも予測されている (Bolinger et al. 2008) (破線は再生可能エネルギー生産の増加に伴う井戸元ガス価格の減少傾向を示している)。

が低く、活用能力が高い国はポテンシャルが低いというケースがよくある。そのような格差の改善には、国境を越えた再生可能エネルギーインフラの開発が効果的である。中国雲南省チンホン（景洪）の水力発電プロジェクトでは、越境送電システムによって2017年までに300万kW以上の電力をタイに輸出することが計画されており、そのコストはタイで同量の電力を生産するよりも30%安い（Bhattacharya and Kojima 2009）。同様に、中国、韓国、ロシア極東を送電線で結べば、夏の電力需要ピーク時にはロシア極東から韓国へ、冬にはロシア極東から中国へ水力発電電力を融通し合うことができる。またロシア極東から中国へ電力を送れば、中国国内の石炭火力発電の減少にもつながる。このような相互送電により中国や韓国等の電力輸入国で電力生産が不要となることによる純便益は年間7億5,000万USドルに上ると推定されている（Hippel 2001）。また、これらのプロジェクトはGDP増につながるため、双方の国にプラスのマクロ経済効果をもたらすことが推定された。このチンホン水力発電プロジェクトだけで中国のGDPは7,600万USドル、タイは4,700万USドル増加すると見込まれており、さらに二酸化炭素排出量も両国で100万トンずつ削減できると予測されている。表1はチンホン越境水力発電プロジェクトが中国とタイに与える影響を示している。

表1. エネルギー部門投資がアジアの経済及び環境に与える影響

国名	越境水力発電プロジェクト投資	越境水力発電プロジェクト投資がGDP成長率に及ぼす影響	エネルギー部門投資がCO ₂ に及ぼす影響
	USドル（100万）	BAUからの変化（100万USドル）	BAUからの変化（mil.t-CO ₂ ）
中国	3090	76	-1.0
タイ		45	-0.9

出所：Bhattacharya and Kojima（2009年）

“再生可能エネルギーを活用して「グリーンジョブ」と呼ばれる新たな雇用カテゴリーを生み出す”

政策決定者は、再生可能エネルギーを活用して「グリーンジョブ」と呼ばれる新たな雇用カテゴリーを生み出すことにより、世界不況の中で国内の雇用率アップを図ることができる。表2は各再生可能エネルギー技術の雇用創出ポテンシャル（世界平均）を示しているが、これらは従来の発電技術が有するポテンシャルに匹敵している。現在米国では、長引く景気後退の中でオバマ政権がグリーン成長戦略を押し進め、グリーンジョブの創出によって環境保護と経済成長の両立を目指している。この1兆ドル規模の景気刺激策は、米国国内で350万以上の雇用を生み出すと期待されている。表2は様々な再生可能エネルギー技術が開発の各段階でどの程度の雇用を創出するかを示しており、試験運転期間中の方が同期間後よりも多くの雇用を生み出すとの結果が出た。しかし再生可能エネルギー部門は長期運用・保守に必要な熟練労働者の育成にも寄与し、再生可能エネルギーのポテンシャルと雇用創出能力が高いアジアでは約100万の雇用が生まれると予測されている³。再生可能エネルギーはこのような組織部門の雇用創出だけでなく、未熟練・半熟練者の雇用創出を通じて農村生活の向上にも大きな役割を果たす。特に農村に住む女性の所得向上を促進するため、国家経済にもさらなる相乗効果をもたらす（Mehta et al.）。最後に、政策決定者は数十億ドルもの景気対策資金をどう活用すれば世界経済を再生できるかという問題に頭を悩ませているが、再生可能エネルギーへの投資は経済の救済において大いに有効であろう。

³ 雇用者数はREN21（21世紀のための再生可能エネルギー政策ネットワーク）雇用者数予測（再生可能エネルギー1MW当たり）とアジアの再生可能エネルギーポテンシャル予測（Romero et al. 2008）を用いて推計。控えめに見積もるため理論的ポテンシャルの50%のみ活用と想定。

表2. 世界における再生可能エネルギー技術の雇用創出ポテンシャル

技術	雇用係数推計 (就業者数/MW)		
	製造・設置	運転・保守	合計
地熱 (従来型)	2	5	7
小規模水力	11.3	0.22	11.52
風力	2.6	0.3	2.9
バイオマス	3.7	2.3	6
太陽光発電	7.1	0.1	7.2
廃棄物発電	3.7	2.3	6

出所：REN21「2007年世界の再生可能エネルギーの現状報告書」(p.37)

結 論

“再生可能エネルギーは、深刻な経済・社会・環境危機に見舞われる今日の世界にウィン・ウィン・ソリューションをもたらす”

従来のエネルギーよりもリスクが小さく、化石燃料価格・電気料金の押し下げ効果をもたらし、さらにマクロ経済の拡大や雇用創出にも寄与する再生可能エネルギーは、深刻な経済・社会・環境危機に見舞われる今日の世界にウィン・ウィン・ソリューションをもたらす。また、再生可能エネルギーはその時々を経済状況と切り離して、中立的な持続可能な開発戦略として捉えることができる。しかし、現在各国で進められている再生可能エネルギー政策は一貫性がなく予測不可能であり、化石燃料価格の動向、すなわち景気循環に大きく左右されている。中立的な戦略であるにもかかわらず、現実には再生可能エネルギーをめぐる様々な事情から影響を受けており、持続可能な経済成長を阻害する恐れがある。世界はもはやさらなる石油ショックに耐えることはできず、今後は再生可能エネルギーへの投資を増やし、持続可能な成長を推し進めることが必要である。昨今の経済の不確実性を考慮すると、合理的な確実性を持ってエネルギー市場を予測することは不可能であり、再生可能エネルギーへの取り組みが遅れるほどコストは一層高くなる。エネルギーの不確実性を克服し、持続可能な成長を遂げるためには、再生可能エネルギーのような代替エネルギーを開発する方がはるかに安全である。したがって、再生可能エネルギーを継続的に推進していくことが、現代の社会にとって不可欠である。

参考文献

- Bhattacharya, Anindya and Kojima, Satoshi 2009. Impact of Cross Border Energy Infrastructure Investment on Regional Environment, Society and Climate Change. In *Infrastructure for a Seamless Asia*. Tokyo: Asian Development Bank and Asian Development Bank Institute.
- Bhattacharya, Anindya and Kojima, Satoshi 2010. Power Sector Investment Risk & Renewable Energy: A Japanese case study using portfolio risk optimization method. Working Paper, Economic Analysis Team, IGES, Hayama. (Under review of Energy Policy Journal special issue on Renewable Energy Investment)
- Bolinger, Mark and Wiser, Ryan 2008. The Value of Renewable Energy as a Hedge Against Fuel Price Risk In *Analytical Methods for Energy Diversity & Security* edited by M. Brazilian: Elsevier.
- Energy Information Administration. 2008. *Financial Reporting System Survey - Form EIA-28*. Washington D.C.: EIA
- Energy Information Administration. 2009. *Independent Statistics and Analysis*. Washington D.C.: EIA
- Hippel, David F. 2001. Estimated Costs and Benefits of Power Grid Interconnections in Northeast Asia In *Northeast Asia Grid Interconnection Workshop*. Beijing. Nautilus Institute.
- International Monetary Fund. 2008. *World Economic Outlook - Financial Stress, Downturns and Recoveries*. Washington D.C: IMF.
- International Energy Agency. 2008. *Deploying Renewables: Principles for Effective Policies*. Paris. IEA.
- Kobos, Peter H., Erickson, Jon D., Drennen, Thomas E. 2006. Technological learning and renewable energy costs: implications for US renewable energy policy. *Energy Policy* 34 (13):1645-1658.
- Mehta, Aasha K., Mohapatra, G., Ali, A., Mukherjee, Suparna D. 2009. Renewable Energy for Rural Livelihoods in MNRE-UNDP-FRG Project Villages in Rajasthan and Uttarakhand: A Report. New Delhi. Indian Institute of Public Administration.
- Neij, Lena. 1997. Use of experience curves to analyse the prospects for diffusion and adoption of renewable energy technology. *Energy Policy* 25 (13):1099-1107.
- Romero, Jane, Elder, Mark, Bhattacharya, Anindya,. 2009. Strengthening ASEAN+3 Renewable Energy Strategies. *International Energy Journal* (in press).

■ ■ ■

財団法人 地球環境戦略研究機関
〒240-0115 神奈川県三浦郡葉山町
上山口 2108-11
電話：046-855-3700
ファックス：046-855-3709
電子メール：iges@iges.or.jp
<http://www.iges.or.jp>