

再生可能エネルギーの技術開発により得られる世界エネルギーシステムコスト削減額の評価

背景

再生可能エネルギーの普及には、設備単価の低減や発電効率の向上、電力系統安定化などが必要であり、そのための RD&D (研究・開発・実証) が不可欠である。しかし、技術開発への投資に対する、技術開発成果は不確実であることが知られており、合理的な技術開発投資の実現は困難である。

目的

本研究の目的は、合理的な技術開発実現のための、参考指標の作成を試みることである。本研究では、各種の再生可能エネルギーを対象に、将来の技術開発による成果 (設備コスト低下など) による、世界エネルギーシステムコスト削減額 (社会的余剰の増加に相当) を計算する。

主な成果

分析対象の技術を太陽光発電、風力発電、バイオマス発電技術とした。間欠性エネルギーである太陽光発電や風力発電には、出力安定化システムの開発に関して4通り (安定化システムシステム無し、小容量バッテリー接続、大容量バッテリー接続、水電気分解への接続) のケースを想定した。技術開発による設備コスト低下や、将来の CO₂ コスト (炭素税等の CO₂ 排出に課されるコスト) は、不確実性が特に大きいので、6段階 (6 × 6 の 36 通り) の設定を仮定した。世界土地利用エネルギーモデル (GLUE3.0) を用いてシミュレーション分析を行った。主な結果を以下に示す。

(1) 間欠性発電 (太陽光発電・風力発電) の発電単価だけを低下させても、電力系統安定化システム無しで導入量が制約されてしまう場合は、効果は小さい。2050年の CO₂ コスト 500\$/t-C、発電単価 100%低減 (つまり発電単価ゼロ) というもっとも極端な設定においても、太陽光発電・風力発電の合計の導入量 (1kWh=3,600kJで換算) は総一次エネルギー供給の 1%を下回り、2010年から2050年までの累積の社会的余剰増加 (世界エネルギーシステムコスト削減額、割引率 5%/年で2000年換算) は 0.22 兆\$にすぎない。

(2) 将来の CO₂ コストが高ければ、太陽光発電の設備コスト低下と系統安定性確保のためのシステム (大容量電力貯蔵接続と水電気分解接続のシステム) の開発が重要になる。たとえば、2050年の CO₂ コスト 500\$/t-C、発電単価 100%低減のシナリオでは、2050年の導入量は世界の総一次エネルギー供給の 18%で、2010年から2050年までの累積の社会的余剰増加は 2.3 兆\$になる。反面、将来の CO₂ コストが小さい場合には、これらの技術を開発しても、社会的余剰の増加は小さい (図 1、図 2)。

(3) 風力発電の設備コスト低下は、太陽光発電の設備コスト低下に比べて、社会的

余剰の増加の感度が低い。これは、太陽光発電に比べて、風力発電の設備コストが既に下がっていること、風力発電の資源量が小さいことに拠る。ただし、系統安定システムが実用化されれば、風力発電は将来の社会的余剰増加のために重要である。(4) バイオマス発電技術(直接燃焼発電とガス化複合発電) は、木材系バイオマスや農業系残さ(穀物収穫時残さ)など資源量の豊富な資源を用いるため、設備コストの低減やCO₂コストが大きい場合には、社会的余剰の増加が大きくなる。2種類のバイオマス発電の技術開発による2050年までの累積の社会的余剰の増加は、2050年のCO₂コスト500\$/t-Cかつ設備コスト50%低減のときには1.1兆\$にのぼる。ただし、両技術は競合技術であるため、特に、ガス化複合発電が開発されたときの、直接燃焼発電による社会的余剰の増加は、同一の設定下で、0.14兆\$に低下する。(5) 混焼発電(バイオマス+石炭)は、石炭からのCO₂を排出する。このため、純粋なバイオマス発電と異なり、CO₂コストの増加に対する、社会的余剰の増加が小さい。2050年までの累積の社会的余剰の増加は、設備コスト50%低減でCO₂コスト500\$/t-Cのとき1.1兆\$であるが、CO₂コストがゼロでも0.7兆\$である。混焼発電の全発電量に占めるシェアは、CO₂コストの増加に伴い、上昇したあとで、ピークを迎え、減少していく。

今後の展開

今後は、各種の技術開発の容易度・困難度を専門家アンケート等の方法で評価したい。各種の技術開発の容易度・困難度と、本研究の技術開発による社会的余剰増加の分析とを組み合わせることで、各種の技術開発による社会的余剰増加の期待値等の計算が可能になると考えられる。

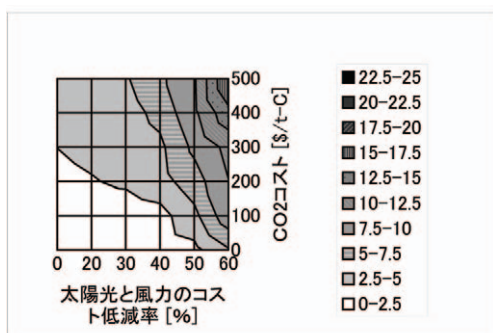


図1 出力安定化システム付きの太陽光発電と風力発電の合計が世界一次エネルギー供給に占めるシェア(単位:%、2050年)^{a)}

a) 太陽光発電・風力発電の発電単価の低減を仮定。発電単価低減の対象は発電設備のみで、出力安定化システムのコストは固定とした。出力安定化システムとは、小容量バッテリー接続、大容量バッテリー接続、水電気分解への接続、である。

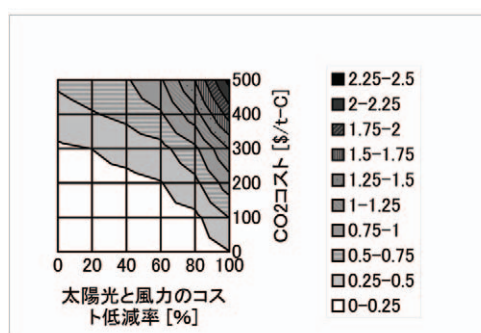


図2 出力安定化システム付きの太陽光発電と風力発電の技術開発に対する社会的余剰の増加(単位:兆\$, 2050年までの累積)^{a)}

a) 太陽光発電・風力発電の発電単価の低減を仮定は図1と同じ。発電設備社会的余剰の増加は世界エネルギーシステムコストの削減額として計算した。2010年から2050年の累積で、割引率5%で2000年換算した。

| | |
|----------------|--|
| 研究報告 Y06020 | キーワード：技術評価，技術開発，再生可能エネルギー，太陽光発電，世界エネルギーシステムモデル |
| 担当者 | 山本 博巳（社会経済研究所 地域経済・エネルギー技術政策領域） |
| 連絡先 | (財)電力中央研究所 社会経済研究所 Tel. 03-3480-2111(代) E-mail : src-rr-ml@criepi.denken.or.jp |