

石炭火力発電の技術革新と CO2 価格が 2030 年の電源構成と電力排出係数に与える影響

Assessment of power supply mix and emission factor in 2030 due to technology innovation of coal-fired power generation and CO2 price on

公共システムプログラム

12_02036 上野捷 Sho Ueno

指導教員 増井利彦 Adviser Toshihiko Masui

1. 研究の目的と背景

1.1 研究の背景

2015 年 7 月に 2030 年の温室効果ガスの削減目標と電源構成（経済産業省,2015）が発表された。同時に、電気事業連合会他（2015）も発表され、経済産業省（2015）の電源構成に基づいて、2030 年度に排出係数を 0.37kg-CO2/kWh 程度にするという目標（以下、電事連目標）が掲げられている。

一方、気候ネットワーク（2015）によると 2015 年 3 月末時点で 2120.9 万 kW の石炭火力発電の新規増設計画がある。これは、石炭火力発電の既存設備容量の約半分に相当する。

日本政府がこうした石炭火力発電の新規増設を容認する条件として、熱効率の向上を挙げている。電源構成や電事連目標を実現するためには、2030 年までに石炭火力発電の導入を管理するとともに、こうした管理を後押しするような政策を考える必要がある。本研究では、石炭火力発電の管理を後押しするような施策として、熱効率の改善と CO2 価格の導入をとりあげ、これらについての分析を行う。

1.2 研究の目的

本研究では、先の背景を踏まえて 3 つの目的を設定する。

(1) 将来の CO2 価格を考慮した場合の、2030 年までの電源構成と電力排出係数を定量的に評価する。

(2) 2030 年に電力排出係数を 0.37kg-CO2/kWh 以下にするような 2030 年の石炭火力発電電力量の総発電電力量に占める割合について検討する。

(3) 2030 年に電力排出係数を 0.37kg-CO2/kWh 以下にするような 2015 年以降の新規導入発電設備容量と、現状の日本の石炭火力発電の新規増設計画を比較する。

2. 本研究で開発したモデルの説明と前提条件

本研究で開発したモデルは、2000 年から 2030 年までの各年において、電力需要を前提に、発電設備の新規導入、運用維持する費用の合計が最小になるように発電技術の組み合わせを計算するものであり、線形の整数計画法により解いている。式 (1) が、目的関数である。表 1 がモデルで取り扱う発電技術である。また、図 1 にこのモデルを簡略化した yr 年のフロー図、表 2 に費用の内訳を示す。

$$TOT_COST = \sum_{tec} \sum_{ch} (INI_COST(tec, ch) + RUN_COST(tec, ch)) \rightarrow \min \quad (1)$$

TOT_COST : 各年の総費用

INI_COST(tec,ch) : 技術別・コホート別発電設備導入費用

RUN_COST(tec,ch) : 技術別・コホート別運用維持費用

表 1 モデルで取り扱う発電技術

石炭火力発電	水力発電	地熱発電
石油火力発電	太陽光発電	バイオマス発電
LNG火力発電	風力発電	原子力発電

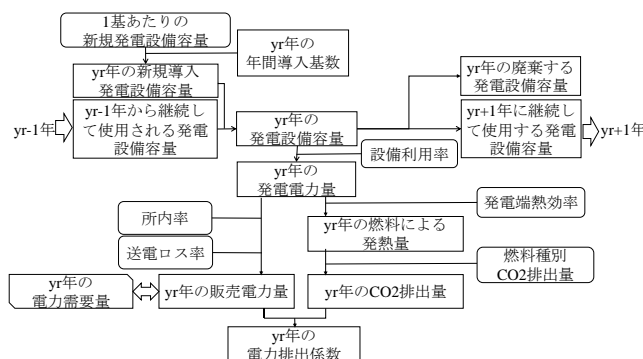


図 1 簡略化した yr 年のモデルのフロー図

表 2 費用の内訳

発電設備導入費用	yr年の発電設備容量	
	減価償却費用	
総費用	維持費用	yr年の発電設備容量
		1kWあたりの維持費用
	廃棄費用	yr年の廃棄する発電設備容量
		1kWあたりの廃棄費用
	エネルギー費用	yr年の燃料による発電量
		1kWhあたりのエネルギー費用
運用維持費用	yr年の発電電力量	
	1kWhあたりの運用費用	
固定価格買取制度費用	yr年の発電電力量	
	1kWhあたりの固定価格買取制度費用	
CO2価格	yr年のCO2排出量	
	1t-CO2あたりのCO2価格	

3. ケース設定

本研究では、石炭火力発電の発電端熱効率の向上と CO2 価格が電力排出係数に与える影響を調べるため、2030 年の発電端熱効率について 4 パターン（表 3）、2030 年の CO2 価格について 5 パターン（表 3）の計 20 ケースの組み合わせについて分析した。モデルでは CO2 価格を 2016 年から導入した。

表 3 2030 年の石炭火力発電の発電端熱効率と CO2 価格

ケース名	熱44	熱46	熱49	熱53	
2030年の発電端熱効率 (%)	44.0	46.0	49.1	53.4	
ケース名	価000	価037	価068	価100	価131
2030年のCO2価格 (\$/t-CO2)	0	37	68.5	100	131.5

4. 分析結果

4.1 2030年の電力排出係数

図2に電力排出係数とCO2価格の関係を示す。この図から、2030年に電力排出係数が0.37kg-CO2/kWh以下になったのは、全ケース中、6ケース存在した。これらのケースの2030年のCO2価格は、全てにおいて100\$/t-CO2以上であり、さらに詳しく見ると、熱44ケースと熱46ケースは100\$/t-CO2以上、熱49ケースと熱53ケースは131.5\$/t-CO2以上であった。

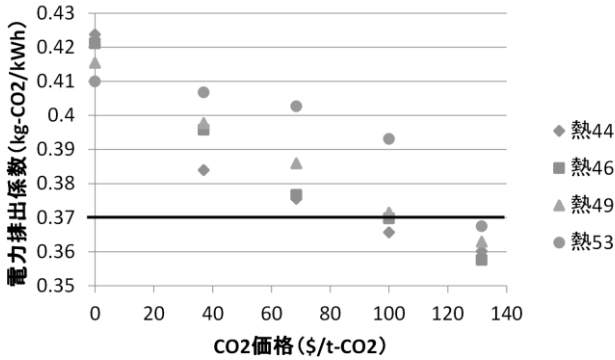


図2 電力排出係数とCO2価格

4.2 2030年の電源構成

図3に2030年の政府目標、2030年に電力排出係数が最も高いケース（熱44 価000ケース）と2030年に電力排出係数が0.37kg-CO2/kWh以下になったケースの2030年の電源構成を示す。まず、達成した6ケースの石炭火力発電電力量は、2672億kWhから2840億kWhとなり、石炭火力発電電力量の総発電電力量に占める割合は、25.0%から26.5%となった。これは2030年の政府目標とほぼ同じか若干下回っている。石炭火力発電電力量は電力排出係数が最も高いケースより、達成した6ケースの方が少ないことが分かる。次に、達成した6ケースの再生可能エネルギー（水力発電、太陽光発電、風力発電、地熱発電とバイオマス発電）による発電電力量は2256億kWhから2407億kWhであった。これも2030年の政府目標とほぼ同じか若干下回っている。再生可能エネルギーによる発電電力量は電力排出係数が最も高いケースより、達成した6ケースの方が多いいえる。

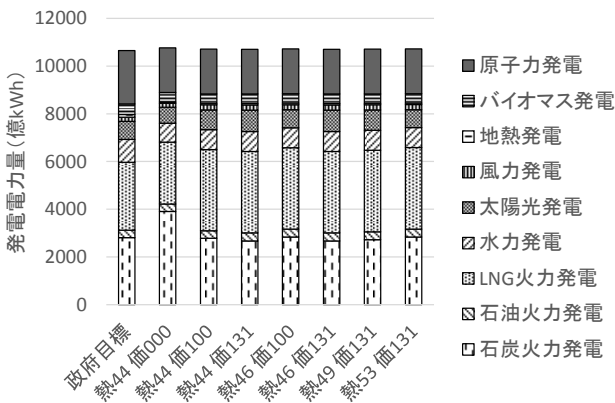


図3 2030年の電源構成

4.3 2015年以降の新規導入発電設備容量

表4に2030年に電力排出係数が最も高いケース（熱44 価000ケース）と2030年に電力排出係数が0.37kg-CO2/kWh以下になったケースの2015年以降の新規導入発電設備容量（計算結果）と現時点の新規増設計画に対する割合を示す。2015年以降の新規導入発電設備容量は480万kWから720万kWであることが分かる。石炭火力発電所の新規増設計画と比較すると、全体の約22.6%から約33.9%しか実行されない。電力排出係数が最も高いケースと比較しても、達成した6ケースは両方ともはるかに少ないといえる。表4の4つの価131ケースに着目すると、熱効率の向上に比例して、2015年以降の新規導入発電設備容量が多くなる事が分かる。

表4 新規導入発電設備容量と増設計画に対する割合

	← 電力排出係数0.37kg-CO2/kWh以下のケース →						
	熱44 価000	熱44 価100	熱44 価131	熱46 価100	熱46 価131	熱49 価131	熱53 価131
2015年以降新規導入発電設備容量(万kW)	2240	640	480	720	480	560	720
新規増設計画に対する割合(%)	105.6	30.2	22.6	33.9	22.6	26.4	33.9

5. 結論

本研究では、2030年に電力排出係数が0.37kg-CO2/kWh以下になった6ケースについて、以下の結果が得られた。まず、6ケースの2030年のCO2価格は、全て100\$/t-CO2以上であった。そして、石炭火力発電の導入を管理するために、発電端熱効率の向上に比例して、2030年のCO2価格を高く設定する必要があるといえる。次に、その6ケースの石炭火力発電電力量の総発電電力量に占める割合は、25.0%から26.5%となったことが分かった。これは、2030年の政府目標とほぼ同じか少し下回る程度である。最後に、その6ケースでは、石炭火力発電の2015年以降の新規導入発電設備容量は480万kWから720万kWであり、石炭火力発電所の新規増設計画と比較しても、全体の約22.6%から約33.9%しか実行されないことが分かった。さらに、発電端熱効率が向上すると、2015年以降の新規導入発電設備容量も多くなるといえる。

本研究で得られた以上の結果から、2030年に電力排出係数を0.37kg-CO2/kWh以下にするためには、2030年のCO2価格を100\$/t-CO2以上に設定し、2030年に電力排出係数を0.37kg-CO2/kWh以下にすることや政府目標の石炭火力発電電力量を考えると、現在の石炭火力新規増設計画は過剰であり、現状の1/3~1/5に減少させることが望ましいといえる。

参考資料

経済産業省. 2015. 産業構造審議会産業技術環境分科会地球環境小委員会約束草案検討ワーキンググループ中央環境審議会2020年以降の地球温暖化対策検討小委員会合同会合(第7回)配布資料 資料4 日本の約束草案要綱(案).
電気事業連合会・電源開発株式会社・日本原子力株式会社・特定規模電気事業者有志. 2015. 「電気事業における低炭素社会実行計画」の策定について.
気候ネットワーク. 2015. 国内石炭火力発電所 建設・入札・廃止予定リスト.