

Pu 同位体組成を考慮した核燃料サイクルを統合した 日本の長期最適電源構成モデルの開発

Development of Japanese Long-term Optimal Power Generation Mix Model considering
Nuclear Fuel Cycle including Pu Isotopic Composition

*湊本 穂高¹, 藤井 康正¹, 小宮山 涼一¹

¹ 東京大学

近年の気候変動やエネルギー需要の増加傾向より、温室効果ガスの排出削減やベースロード電源のコスト削減の必要性が認識されている。本研究においては日本国内の最適な電源構成を考える上で、核燃料サイクルのモデルを日本国内の最適電源構成モデルと統合し原子力発電の経済性に関する分析を目指した。

キーワード：核燃料サイクル，原子力発電，電源構成，最適化，プルトニウム

1. 緒言

本研究において作成したモデルは線形計画法を用いて核燃料サイクルの総費用の最小化を通じて原子力発電の運用を決定するモデルと、同様に線形計画法を用いて日本国内の発電システムのコストを最小化することで国内の最適な電源構成を導出するモデルを統合したものである。

2. モデルの概要

緒言にて示した二つのモデルの目的関数の和を取り、最適電源構成モデルから原子力発電の関連項目を除外することで目的関数を統合し、適当な制約式を追加しモデルを統合した。以下に目的関数を示す。

$$\text{minimize: } obj = \sum_y \frac{TC_y}{(1+\Gamma)^y} + \sum_y \sigma(fc_y + vc_y + oc_y) \quad (1)$$

第一項は発電コスト総和(Γ は割引率、 TC はモデル内の火力発電5種類(原子力・石炭・石油・LNG ST・LNG GCC)、自然変動電源2種類(太陽光・風力)、蓄電設備2種類(揚水・バッテリー)のコスト総和)より原子力項を除外したもの、第二項は核燃料サイクルのコスト総和(σ は割引率項、 fc は建設費などの固定費、 vc は燃料費などの可変費、 oc は運用費)を表す。

3. 計算結果(一部)

前提条件としてウランの価格上昇率を年次2%とし、日本国内の原子力発電の容量総和を、過去の容量を参考に55.5GWと仮定して計算を行った結果が以下である。炭素税や二酸化炭素の排出量制約は課していない。下図は日本国内の電源構成の計算結果と、原子力発電による発電量の内訳を示したものである。

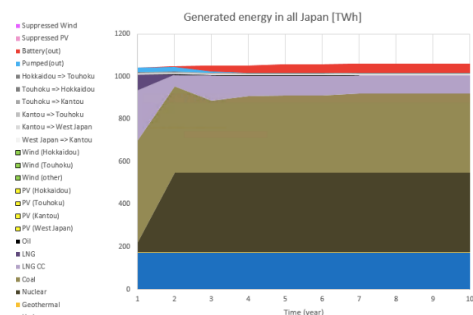


図 1. 日本国内の電源構成

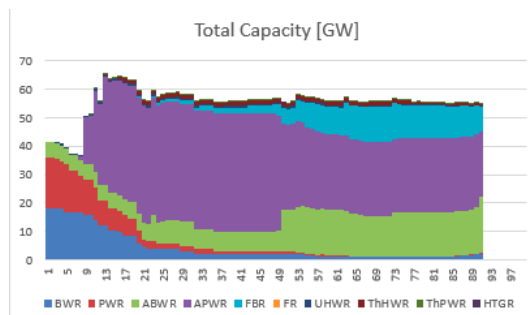


図 2. 原子力設備容量内訳

以上のように日本国内での電力需要のうち一定の割合を原子力が満たし続け、原子炉容量の総和は設定した上限値を取り続けた。またウラン価格の上昇に伴い燃料の再利用が前提となる高速増殖炉(FBR)の建設が進むことより、核燃料サイクルの実用化が国内の安定した電源供給に対し一定の役割を果たしうると予想できる計算結果となった。

参考文献

- [1] 吉田 脩人, 藤井 康正, 小宮山 涼一. 最適化型核燃料サイクルモデルによる使用済み燃料・プルトニウム利用評価. (2016)
- [2] バートルーフ ウンデルマー, 堀尾 健太, 藤井 康正, 小宮山 涼一. 海水ウランと再処理の競合を考慮に入れた世界の原子力利用最適化モデルの開発. (2017)

*Hotaka Minatomoto¹, Yasumasa Fujii¹ and Ryoichi Komiyama¹

¹Univ. of Tokyo