

実潮流に基づく電力系統運用シミュレーションを用いた 日本の再生可能エネルギー実質100%シナリオにおける電力需給構造分析

Electric power supply and demand structure analysis in Japan's renewable energy real
100% scenario using electric power system flow-based operation simulation.

栗山明久*・劉憲兵**・○内藤克彦***・津久井あきび*・田中雄吾****

A. Kuriyama, X. Liu, K. Naito, A. Tsukui and Y. Tanaka

1. はじめに

企画セッション「再生可能エネルギーはどこまで導入可能か」では、異なる電力需給モデルの比較検討を通じ、日本でいったいどこまで再エネの大量導入が可能かが議論される。2050年ネットゼロの実現シナリオは多様であるが、本研究では、エネルギー供給側では①再生可能エネルギー(以下「再エネ」)比率60%と海外輸入水素によるケース、②再エネと再エネ電力により国内製造した水素によるケース、③これに原発を加えたケースについて、エネルギー需要側では、a 電力需要のみのケース、b 電化不能なエネルギー利用化石燃料需要の水素転換を考慮したケース、c さらに原料利用化石燃料の水素転換まで考慮したケースについて、フローベースの送電運用等により国内の需給バランスを取りつつ、各ケースの送電線混雑や出力抑制等を比較検討する。この場合、電力システムのフレキシビリティとしては、ダム・揚水水力発電、EV蓄電池、エコキュート、水素専焼火力発電を用いている。

2. 分析方法

電力・水素システムの需給バランスは、電力シミュレーションに電力需要としての水素製造と電力供給としての水素専焼火力を組み込む形で行う。再エネ出力抑制の評価を適切に行うには時間単位のシミュレーションを年間を通じて行う必要がある。このため、電力シミュレーションの時間解像度は1時間とし、一年間8760時間のシミュレーションを行った。また、送電混雑の状況を再現するために、地理的解像度は沖縄を除く9電力の上位二系統の送電線を対象とし、全体で450ノード(送電結節点)、579送電線でシミュレーションを行った。シミュレーションに必要なノード毎の需要データは、電力各社が公表している2018年度の潮流データ等から作成し2050年度の需要に合わせて修正したものを用い、再エネ発電のデータは潮流データに合わせて2018年度の気象データより作成した。送電シミュレーション

* IGES(公益財団法人地球環境戦略研究機関)気候変動とエネルギー領域研究員

** IGES 気候変動とエネルギー領域リサーチリーダー

*** 京都大学大学院経済学研究科特任教授, Kyoto University Graduate School of Economics, 〒606-8501 京都府京都市左京区吉田本町
e-mail:naito.katsuhiko.23m@st.kyoto-u.ac.jp

****IGES 関西研究センター研究員

は欧米で送電シミュレーションに用いられている日立エナジー社の Promod を用い、原子力・火力発電の立上速度等を考慮したフローベース・メリットオーダーによる経済的 SCUC による送電管理により、効率的な発電指令・送電を実現している。なお、送電線については現在検討中の会社間連系線等は全て整備されるという前提で、また、経産省が2016年に検討した新潟等のガス地下貯蔵設備等が水素貯蔵等に利用できることを前提としている。

3. 分析結果

2050年シナリオでは、化石燃料の使用は電化可能な部分は極力電化し、電化不可能な部分は水素で対応する想定としている。電化後の電力需要は、1054TWH、産業界・FCV でのエネルギー水素利用に456TWH、原料としての水素利用に387TWH が必要となる。(図1参照)

送電シミュレーションの結果求められた各シナリオ別、電力会社管内別の出力抑制は表1のとおりである。国内再エネで製造した水素を電力需給の調整力等として用いる実質再エネ100%シナリオは、現行送電線に会社間連系線強化等を行うことで、大きな出力抑制もなく達成可能であることが示されている。シナリオ別にみると、①a の海外水素を用いるケースが最も出力抑制が大きく全国平均で陸上再エネは8%以上となり、②c の原料水素まで国内で生産するケースが出力抑制が最も少なく全国平均で3%程度以下となっている。これは、①a では、再エネ製造が調整力として使えないため、国内の水素製造設備が最も大きくなるシナリオで出力抑制が最も少なくなる。

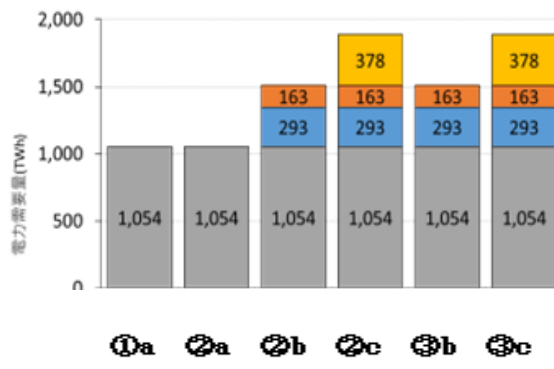


図1 シナリオ別電力需要

(橙:産業エネ, 青:FCV, 黄:産業原料)

表1 シナリオ別の出力抑制 (年間%)

発電側	需要側	再エネ	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	全国
①	a	太陽光	16.2	14.6	17.5	3.8	1.4	1.3	0.4	3.1	5.4	8.9
		陸上風力	9.8	14.7	11.4	0.7	0.4	2.2	0.1	0.3	4.7	8.5
		洋上風力	11.3	12.1	8.5	1.7	0.3	0.1	0.1	2	2.8	6.4
②	a	太陽光	2.1	1.2	1.4	2.7	0	0.6	1	3.2	2	1.6
		陸上風力	1.9	5	1	0.4	0	2.9	0.3	0.6	1.7	3.5
		洋上風力	1.3	1.5	0.1	0.1	0	0	1	0.1	0.5	0.7
②	b	太陽光	1.6	0.9	0.6	3.2	0	0.5	2.1	2.6	1.4	1.4
		陸上風力	1.1	4.9	0.5	1	0	2.9	0.7	0.5	1.4	3.4
		洋上風力	0.6	0.7	0.1	2.5	0	0	1.4	0.2	0.4	0.7
②	c	太陽光	1.5	0.8	0.5	3.1	0	0.4	2.1	3	1.5	1.3
		陸上風力	0.9	4.6	0.2	1	0	2.9	0.8	0.5	1.6	3.2
		洋上風力	0.4	0.5	0	2	0	0	1.4	0.1	0.3	0.5
③	b	太陽光	3.6	1.4	1.3	3.2	0.2	0.9	2.1	4.6	2.7	2
		陸上風力	2.8	7.7	0.8	0.7	0	2.9	1.1	1.9	2.1	5.3
		洋上風力	2.5	1.3	0.1	2.9	0	0	1.7	3.1	0.5	1.1
③	c	太陽光	3.3	1.1	0.8	3.1	0	0.7	2.4	4.6	2	1.7
		陸上風力	2.3	7.9	0.6	0.8	0	2.9	0.9	1.7	1.6	5.3
		洋上風力	1.8	0.8	0	2	0	0	1.5	3.1	0.4	0.8

4. 企画セッションでの発表

企画セッションでは、さらに国内再エネによる水素製造と水素需要の関係、水素需給のギャップを調整する水素貯蔵、送電線混雑の状況、電力柔軟性としてのEV蓄電池の可能性等についても取り上げていきたい。これを電力需給モデルの一例として提供することで、企画セッションの議論を深めていきたい。

参考文献

栗山昭久・劉憲兵・内藤克彦・津久井あきび・田中勇伍 (2023) 「実潮流に基づく電力系統運用シミュレーションを用いた日本の再生可能エネルギー実質100%シナリオにおける電力需給構造分析」, 地球環境戦略研究機関報告。