

## 都市を想定した再生可能エネルギー導入ポテンシャルに関する検討

北九州市立大学 学生会員 原田紗也子  
正会員 松本 亨

## 1. はじめに

東日本大震災において大規模集中型エネルギーシステムの脆弱性が露呈したために、それ以降再生可能エネルギー等の活用を中心とした分散型エネルギーの導入が促進されている。これはリスク分散とともに、CO<sub>2</sub>排出量の削減の意義も大きい。このような社会背景のもと、北九州市は2013年より「北九州市地域エネルギー拠点化推進事業」に取り組んでいる。これは、低炭素で安定・安価なエネルギーを供給することを目指すものであり、地域エネルギー拠点の形成は市の成長を支える基盤として位置づけられている。また、北九州市では、2015年12月に(株)北九州パワーが設立された。地域エネルギー会社によるエネルギーマネジメントには、安価な電力供給の他、地域資源の活用による経済効果や雇用創出、再生可能エネルギーの導入促進、需要側管理(DSM)の促進等の効果が期待されている。しかし、現実のマネジメントでは、需要データをもとにした電源選択に対して多くの部分を経験に基づいた運用がなされており、今後の供給量拡大に伴うエネルギーマネジメントに際しては、システム化ニーズが極めて大きい。

このような背景のもと、本研究では、北九州市を対象として、再生可能エネルギーの導入ポテンシャルを推計するために、その最大供給可能量と民生部門のエネルギー需要量から、CO<sub>2</sub>、コストを考慮した電源供給源の最適化計算を行うことを目的とする。

## 2. 分析フレーム

北九州市内のエネルギー需要量と、供給可能量を推計する。推計の時間単位は、季節別・時間帯別の推計とする。

- (1) 供給可能量の推計：地域資源による供給可能量を推計する。風力、太陽エネルギーは天候や時間帯による時間変動があるため、時間ごとの風速及び日射量データを用いて時間別供給可能量を推計する。現時点では廃棄物焼却発電と系統電力が対象となるが、将来的には、洋上風力発電、太陽光発電、高効率

石炭火力発電、バイオマス火力発電、LNG 火力発電も対象となる。

- (2) 需要量の推計：家庭部門は世帯あたり原単位、業務部門は床面積あたり原単位を用いて、年間の電力及び熱需要を推計する。また、月別・時間帯別の比率を用いて時間別需要を推計する。
- (3) エネルギーシステムの評価：評価指標には、エネルギーコスト、CO<sub>2</sub>排出量、エネルギー源の多様性指標、地域の経済波及効果・雇用創出効果が想定される。
- (4) 最適化モジュール：コスト最小化とCO<sub>2</sub>最小化の2つの目的関数を定式化し、最適化計算を行う。さらに、CO<sub>2</sub>削減率の感度分析を行うことで、他の指標への影響を見る。

## 3. 北九州市の需給量の推計

北九州市の年間エネルギー需要量の推計結果を表1に、地域資源の供給可能量の推計結果を表2に示す。

表1 北九州市におけるエネルギー需要量の推計結果

	電力	熱
家庭部門[PJ/年]	7.7	7.5
業務部門[PJ/年]	7.8	3.0
合計[PJ/年]	15.5	10.6

表2 北九州市における供給可能量の推計結果

資源	供給可能量 [PJ/年]
陸上風力	1.0
洋上風力	140.0
太陽光	12.8
太陽熱	2.7
バイオマス	3.5
LNG	50.5

北九州市の8月平均日における、時間帯別の電力の需要量と供給可能量の推計結果を表3に示す。また、北九州市の8月平均日における、電力需給カーブの推計結果を図1に示す。

表3 8月平均日の電力の需要量と供給可能量

	家庭部門 需要量[PJ]	業務部門 需要量[PJ]	供給可能量 [PJ]
1時	$3.1 \times 10^5$	$1.5 \times 10^5$	$13.4 \times 10^3$
2時	$3.1 \times 10^5$	$1.5 \times 10^5$	$10.4 \times 10^3$
3時	$3.1 \times 10^5$	$1.5 \times 10^5$	$11.9 \times 10^3$
4時	$2.0 \times 10^5$	$1.5 \times 10^5$	$10.4 \times 10^3$
5時	$2.0 \times 10^5$	$1.5 \times 10^5$	$11.9 \times 10^3$
6時	$6.0 \times 10^5$	$1.9 \times 10^5$	$10.5 \times 10^3$
7時	$8.2 \times 10^5$	$3.9 \times 10^5$	$12.4 \times 10^3$
8時	$9.9 \times 10^5$	$13.9 \times 10^5$	$15.2 \times 10^3$
9時	$9.1 \times 10^5$	$26.3 \times 10^5$	$19.3 \times 10^3$
10時	$9.3 \times 10^5$	$26.5 \times 10^5$	$26.0 \times 10^3$
11時	$9.6 \times 10^5$	$26.3 \times 10^5$	$26.8 \times 10^3$
12時	$10.5 \times 10^5$	$26.8 \times 10^5$	$32.3 \times 10^3$
13時	$11.9 \times 10^5$	$27.0 \times 10^5$	$32.6 \times 10^3$
14時	$13.2 \times 10^5$	$27.0 \times 10^5$	$33.7 \times 10^3$
15時	$13.2 \times 10^5$	$26.5 \times 10^5$	$30.3 \times 10^3$
16時	$11.7 \times 10^5$	$28.3 \times 10^5$	$30.9 \times 10^3$
17時	$11.4 \times 10^5$	$24.1 \times 10^5$	$26.5 \times 10^3$
18時	$15.6 \times 10^5$	$22.1 \times 10^5$	$19.3 \times 10^3$
19時	$25.2 \times 10^5$	$14.6 \times 10^5$	$13.8 \times 10^3$
20時	$30.2 \times 10^5$	$7.9 \times 10^5$	$8.9 \times 10^3$
21時	$29.9 \times 10^5$	$6.1 \times 10^5$	$7.5 \times 10^3$
22時	$25.6 \times 10^5$	$4.0 \times 10^5$	$4.5 \times 10^3$
23時	$19.0 \times 10^5$	$2.1 \times 10^5$	$7.5 \times 10^3$
24時	$6.8 \times 10^5$	$1.7 \times 10^5$	$8.9 \times 10^3$

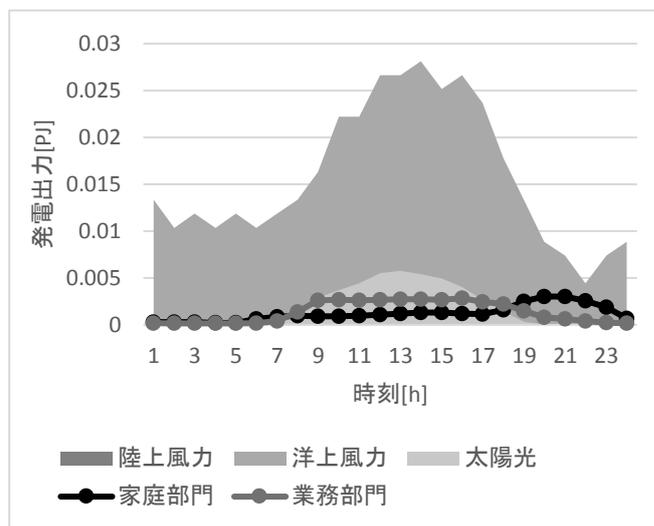


図1 8月平均日の電力需給カーブの推計結果

#### 4. まとめと今後の課題

本研究では、北九州市内のエネルギー需要量と最大供給可能量を明らかにし、再生可能エネルギーの導入ポテンシャルを推計した。導入ポテンシャルの推計結果より、北九州市内には需要を十分に満たす再生可能エネルギーが賦存していることがわかった。

今後は、持続可能なエネルギーシステムを構築するため、CO<sub>2</sub>排出量最小化を目的関数とする場合と総コスト最小化を目的関数とする2つのケースについて線形計画問題を解き、北九州市における最適なエネルギーシステム構成を求める。

また、環境側面、経済側面、社会側面、再生可能エネルギーの供給によるエネルギー供給システムの安定性を考慮するエネルギーシステムを明らかにするために、CO<sub>2</sub>削減率を変化させて感度分析を行い、他の指標に与える影響を解析する。

評価指標としては、地球、地域、地域エネルギー会社の持続可能性を考慮する。システムを多様な観点から考察するため、環境側面としてCO<sub>2</sub>排出量、経済側面としてエネルギーコスト、地域の経済波及効果、地域エネルギー会社の収益、社会側面として雇用創出効果を用い、システムを評価する。エネルギー供給システムの安定性への配慮としては、エネルギー資源の多様性指標を用いる。