

PS-40 気海象データベースと海洋エネルギーポテンシャル評価

洋上再生エネルギー開発系 * 谷口 友基、石田 茂資、藤原 敏文、井上 俊司
企画部 高田 篤志（研究当時：洋上再生エネルギー開発系）

1. はじめに

我が国はエネルギー資源の大部分を海外に依存しており、一次エネルギーの自給率は低い。また、近年は地球温暖化問題への対策として、エネルギー起源の温室効果ガス抑制も重要な課題となっている。洋上風力、波力、海流等の海洋再生可能エネルギーは、国内で調達可能なクリーンエネルギーであることから、今後の導入が期待されている。

当所では、この度、海洋再生可能エネルギーの導入を支援するため、日本沿岸域を対象に20年分の波浪推算データと海流推算データを組み合わせた気象・海象頻度表を構築した。本研究では、構築した頻度表を用いて、気海象の発現確率を取得し、風力、波力発電装置のパワーカーブと組み合わせることで、海域毎に理論設備利用率¹⁾を求めた。さらに、離岸距離と水深を考慮して日本沿岸域での風力、波力エネルギーの理論最大可採電力量¹⁾を試算した。

2. 気象海象データベース

本研究では、日本沿岸域（図-1太線内部、0.5度格子、546海域）での海洋再生可能エネルギー発電装置の導入検討に資する、波、風、海流の推算データを基にした気象・海象頻度表を構築した。

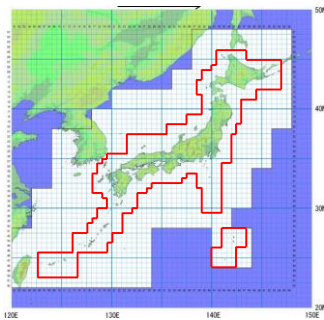


図-1 気象・海象頻度表の構築範囲（太線内、0.5度格子）

2. 1 波、風、海流の推算データ

波浪推算データは、気象庁から1日2回配信される日本沿岸波浪GPV(格子間隔:6分)を基に、(一財)日本気象協会(以下、JWAと表記)によって地形による遮蔽影響と局所的な風波を考慮に入れ、2分格子間隔の値に内挿・再計算を行ったものである。本研究では1994年2月1日~2014年1月31日の期間を対象とし、初期値(協定世界時0時、12時)と6時間先予測値を用いた。

海上風の推算データは、波浪推算時の外力データとして用いられるが、日本沿岸波浪GPVの場合は、全球数値予報モデル(現業運用されている沿岸波浪モデルの場合、空間解像度は20km格子)の推算データである。海上風の推算データは、JWAにより2分格子間隔の値に内挿されたデータを用いている。

海流の推算データは、JCOPE2再解析データ³⁾を用いた。データ期間は波浪推算データと同じである。JCOPE2再解析データは5分格子間隔、東西流速及び南北流速は1日平均値で提供される。波浪データと時空間解像度を一致させるため、空間解像度は2分格子間隔に内挿し、流速の1日の変動量が小さいと仮定して6時間間隔のデータとして扱った。

2. 2 気象・海象頻度表

波浪推算データと海流推算データを統合し、波、風、流れの7要素(有義波高、有義波周期、波向、風速、風向、流速、流向)から2要素、又は3要素を選んだ頻度表を0.5度格子間隔で構築した。頻度表の種類を表-1に示す。頻度表の各要素は、有義波高(H):0.5m、有義波周期(T):1.0s、卓越波向(χ):30deg、平均風速(V_A):1m/s、平均風向(χ_A):30deg、流速(V_C):0.1m/s、流向(χ_C):30degに区分し、通年と月別の2種類の頻度表を構築した。

表-1 構築した頻度表

2要素頻度表	$(H, T), (H, V_A), (V_A, \chi_A), (V_A, V_C), (V_C, \chi_C)$
3要素頻度表	$(H, T, V_A), (H, T, V_C), (H, T, \chi)$

3. 海洋エネルギーポテンシャルの評価

海洋再生可能エネルギーのポテンシャルを評価する場合、平均風速、有義波高、有義波周期、平均流速等から算出されるエネルギー密度を基にした評価が行われている⁴⁾。本研究では、発電装置の出力特性や運転条件も考慮することで、より実情に近いポテンシャルの把握を目指す。

まず、風力、波力、海流を利用する発電装置毎に典型的な出力特性を仮定する。一例として波力発電装置の有義波高、有義波周期に対する出力特性を図-2に示す。

次に、頻度表の各binの発現確率を f_y 、そのbinの気海象条件における平均的な発電装置の出力を P 、定格出力を P_R として、理論設備利用率[%](以下、

CAF_tと表記)を式(1)と定義する。なお、式(1)は波力発電装置を単独で用いる場合を例示している。ここで定義したCAF_tに利用可能率(運転可能な時間割合)および出力補正係数(実運転での出力特性と理想的な出力特性の比)を掛け合わせることで、実際の設備利用率が得られる。

有義波周期 [s]	有義波周期 [s]											
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0.5	1.5	2.5	3.5	4	4	4.5	4	4				
1	8	9.5	12	16	16.5	16.5	16.5	15				
1.5	19	25	30	35	37	37	35	32				
2	35	45	52	58.5	61	61	58	54				
2.5	50	66.6	79	87	90	88.8	83.4	76.4				
3	66.2	90.5	99.4	99.7	100	100	100	100				
3.5	67.8	95.1	100	100	100	100	100	100				
4	58.8	90.3	100	100	100	100	100	100				
4.5	55	89.6	100	100	100	100	100	100				
5	50	89	100	100	100	100	100	100				

図-2 波力発電装置の出力特性の例

$$CAF_t = \left(\sum \left\{ \frac{P(H,T)}{P_R} \cdot f_y(H,T) \right\} \right) \times 100 \quad (1)$$

図-3, 4 に波力発電装置と風力発電装置のCAF_t計算結果を示す。計算には通年の気象の発現確率を用い、図-1の太線内部を対象としている。

波力発電装置のCAF_t計算結果を示した図-3を見ると、太平洋側の方が日本海側よりもCAF_tが高い。特に、伊豆、小笠原等の島嶼地域では50%を超えるCAF_tとなる海域もある。

風力発電装置の理論設備利用率を示した図-4を見ると、太平洋側では全体的にCAF_tが40%以上の海域が広がる。一方、日本海側は陸域に近い海域を中心に太平洋側よりもCAF_tが小さい海域がある。また、北海道の奥尻島近海や襟裳岬沖合、千葉県沖、伊豆諸島近海、薩南諸島から沖縄近海にかけて理論設備利用率が50%以上の海域広がっている。

海域毎に計算された理論設備利用率:CAF_t(i)、設置可能海域面積:S(i)、発電装置の設置密度:dを用いて、日本沿岸域を対象に理想的な条件でのエネルギーポテンシャル(以下、理論可採最大総電力:TRMTP)を試算した。エネルギーポテンシャルの計算では、地理的条件として水深と離岸距離を考慮した。計算条件を表-2に示し、試算結果を表-3に示す。

$$TRMTP = \sum_{i=1}^n (CAF_t(i) \times S(i) \times P_R \times d) \quad (2)$$

表-2 理論可採最大総電力計算条件

S(i) : 設置可能海域面積	
離岸距離	0 < 30km
水深	0 < 200m
設置可能総面積	239,000km ²
d : 発電装置の設置密度	
風力発電装置	4基/km ²
波力発電装置	100基/km ²

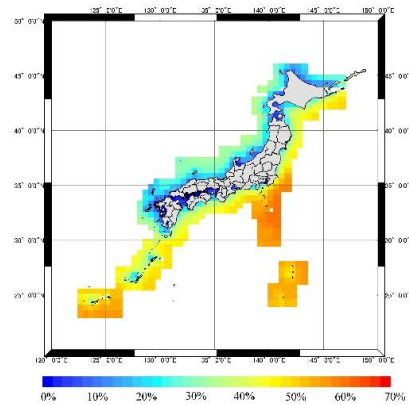


図-3 波力発電装置の理論設備利用率

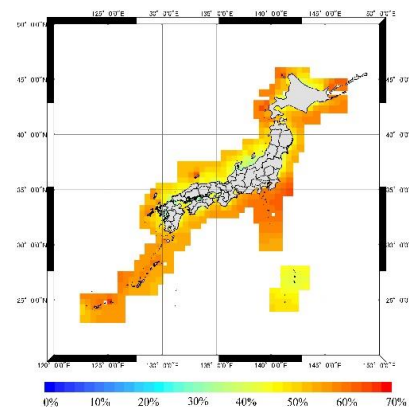


図-4 風力発電装置の理論設備利用率

表-3 エネルギーポテンシャル試算結果

エネルギーポテンシャル	GW
風力	938
波力	487

4. まとめ

- 1) 日本沿岸域での海洋再生可能エネルギーの導入可能性を検討するため、20年分の気象・海象の推算データを用いて頻度表を構築した。
- 2) 発電装置の出力特性、運転条件を考慮した理論設備利用率を用いて、海洋再生可能エネルギーポテンシャルを試算した。

参考文献

- 1) 谷口友基、石田茂資、井上俊司、高田篤志：「海洋エネルギーポテンシャルの新しい評価法」, 第24回海洋工学シンポジウム, 2014
- 2) http://www.nmri.go.jp/wjapan/namikaze_main.html
- 3) Miyazawa, Y., et.al.: Water mass variability in the western North Pacific detected in a 15-year eddy resolving ocean reanalysis, J. Oceanography, 2009, 65, 737-756.
- 4) NEDO:平成 22 年度成果報告書海洋エネルギーポテンシャルの把握に係る業務, 2011