

# 離島の再生可能エネルギーによる電力導入の可能性 ～隠岐諸島を対象として～

リスク工学グループ演習 10 班

201420578 西沢昂 201420587 山上宇宙 201420590 吉元翔汰

アドバイザー教員 岡島敬一

## 1. はじめに

現在、地球規模で連関する環境問題が強く意識されている。世界でも数々の環境問題に関連するサミットが開催され、地球温暖化に対する危機意識は急速に世界に広まり、地球規模の環境問題の中でも、最も重要なテーマとされるようになった。

一方で日本のエネルギー資源[1]の内訳を見ると(図1)、90%以上が化石燃料である。さらに我が国は、一次エネルギー自給率が低く、ほとんどのエネルギー源を海外からの輸入に頼っているため、海外においてエネルギー供給上の何らかの問題が発生した場合、我が国が自律的に資源を確保することが難しいという根本的な脆弱性を有している。これらを解決するには再生可能エネルギーの導入が考えられる。

また、日本における離島は自然資源が豊富であり、近年エコアイランド構想や再生可能エネルギーの実証実験に取り組んでいる。加えて、本土から離れている離島は電力系統が独立しており、エネルギーの自給自足が求められている。

そこで本演習は離島を対象とし、主に電力における再生可能エネルギーの導入可能性について定量的に分析するとともに、他都市と比較することによって、離島が持つポテンシャルについて言及する。これらによって離島が持つ特徴について明らかにし、今後の日本全体のエネルギー政策への一助とすることを目的とする。

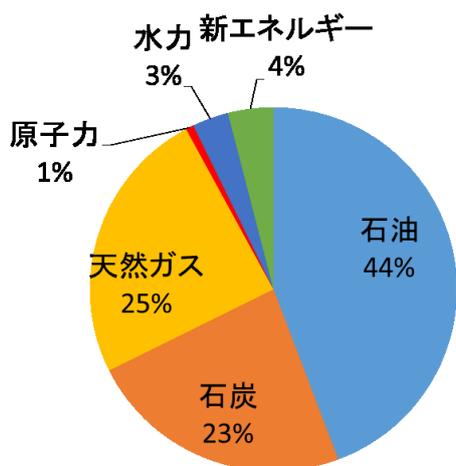


図1 わが国におけるエネルギー資源の内訳

## 2. 離島の現状把握

日本離島センター[2]によると日本の有人離島は2014年現在において6,852島であるとしている。電力供給源の観点か

ら、離島は本土と、ある一定距離離れていると、海底ケーブルによって接続ができない。よって離島内で発電しなければならないことから自給自足が求められていることが分かる。

一方で豊富な自然資源を有しており、それらを利用することでエネルギーに関する様々な取り組みが行われている。先進的な事例として沖縄県宮古島では「エコアイランド構想」[3]について取り組んでおり、貴重な島の自然環境を保全するために環境負荷の少ない循環型社会の構築を目標としている。宮古島は環境に負荷を与えないようにするため二酸化炭素排出量削減に取り組んでおり、化石燃料の利用に代わる風力発電、サトウキビを利用したバイオエタノールなどの新エネルギーの導入を積極的に行っている。

## 3. 対象離島の設定

本演習では多くの離島が存在する中[4]、人口・面積・本土からの距離に着目して対象地域を選定する。人口に関しては、生活が成立できる程度の人口を有する離島を対象とする。面積に関しては、人口と同条件に加え、面積が広大な場合、島全体の計画よりは島の中心地域のみで取り組んでいるという可能性が懸念されるということも考慮する。本土からの距離に関しては、電力系統が本土と分断されているということも考慮し、離島の中心から本土までの距離が20km離れている離島を対象とする。以上3つの条件を考慮し、プロットしたものが図2である。これらの条件から、本演習では隠岐諸島を対象地域として選定した。

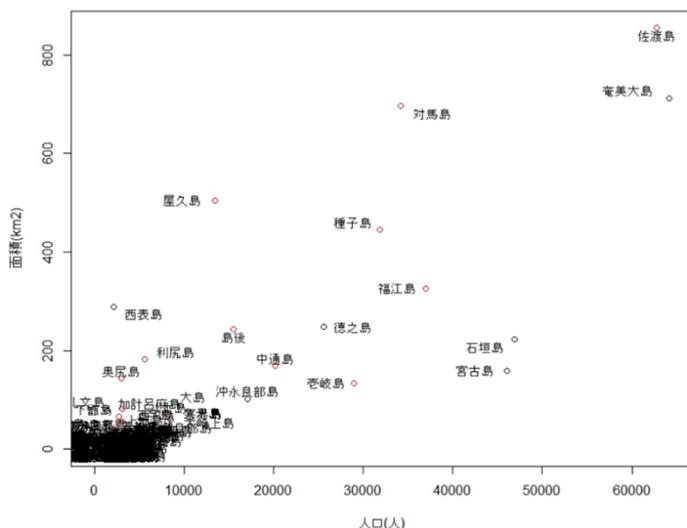


図2 対象離島選定条件のプロット

## 4. 隠岐諸島の現状について

### 4.1 隠岐諸島の概要

まず隠岐諸島の概要について説明する。隠岐諸島は島根半島の北方にある諸島の総称であり、島根県隠岐郡に属する。大きく島後と島前の2つに分かれており、島後は隠岐の島町、島前は西ノ島町・海士町・知夫村となっている(図3)。

表1 隠岐諸島の概要

	人口	世帯数	面積(k㎡)
隠岐の島町	15,521	6,468	242.97
西ノ島町	3,136	1,477	56.01
海士町	2,374	1,052	33.51
知夫村	657	326	13.7
合計	21,688	9,323	346.19



図3 隠岐諸島の位置と分布

### 4.2 隠岐諸島のエネルギー消費の現状

隠岐諸島のうち島前に属する海士町、島後である隠岐の島町の2つを対象とし、1人当たりの電力消費量を推計する。全国と比較すると隠岐諸島は全国平均の3分の2程度であることが分かる(図4)。隠岐諸島は人口規模も小さいため、総体的に見た場合、島全体の電力消費量も非常に小さいことが分かる。

このことから、電力源を再生可能エネルギーに転換することで、少ない容量で自給ができると考えられる。



図4 年間1人当たり年間電力消費量(kWh)

### 4.3 隠岐諸島の電力系統とエネルギー施策

隠岐諸島の電力系統については本土から独立しており、全ての電力を隠岐諸島内で発電している。それぞれの発電所の概要については表2のようになっており、大部分を火力発電に頼っていることがわかる。火力発電を行うには、島外から発電を行うための燃料(石油)を運搬してこななければならない、発電費用に運搬費用が加算されるため、島内でのエネルギーの自給自足が求められる。

そのような中で、隠岐諸島は様々なエネルギー関連政策を行っている。隠岐の島町には、風力発電所が設置されており、600kW基を3基導入しており、標準的な家庭1100世帯分に当たる年間418万kWhの電力を発電している。また、海士町には、海藻からバクテリアを使い発酵水素を発生させる研究を行う海藻バイオマスの実験施設が設置されており、将来的には海藻から電力を供給することを目指している。さらに環境省公募「平成26年度離島の再生可能エネルギー導入促進のための蓄電池実証事業」の実証地に選定され、隠岐の島町に太陽光発電施設、海士町に風力発電施設、西ノ島町にハイブリッド蓄電池を導入し、システムの実証実験が行われる予定である。

発電所	発電方法	出力(kW)	場所
西郷発電所	火力	25,320	隠岐の島町
黒木発電所	火力	7,380	西ノ島町
油井発電所	水力	200	隠岐の島町
南谷発電所	水力	100	隠岐の島町
隠岐大峯山風力発電所	風力	1,800	隠岐の島町

表2 隠岐諸島内における発電所の概要

### 4.3 隠岐諸島の自然資源

本演習では太陽光発電と風力発電の2つを扱っていく。隠岐諸島において太陽光発電の普及はまだ進んでいないが、日射量は全国平均並みである(図6)[5]。ただ、日本における日射量は地域差が少ないため、太陽光発電のポテンシャルを考える際、日射量よりも設置可能面積のほうが重要であり、土地利用図(図5)を見てみると多くの土地が森林を含む未利用地であることが分かり、導入のポテンシャルがあると言える。

また、風力発電に関しては現在発電所が1つ立地している。実際に風況マップ(図7)[6]を見てみると、年平均風速は全国平均を上回っており、特に島前・島後ともに北側の風速が大き

いことが分かる。これによってさらに風力発電所を導入した際に、大きな電力を賄うことができる可能性があることが分かる。

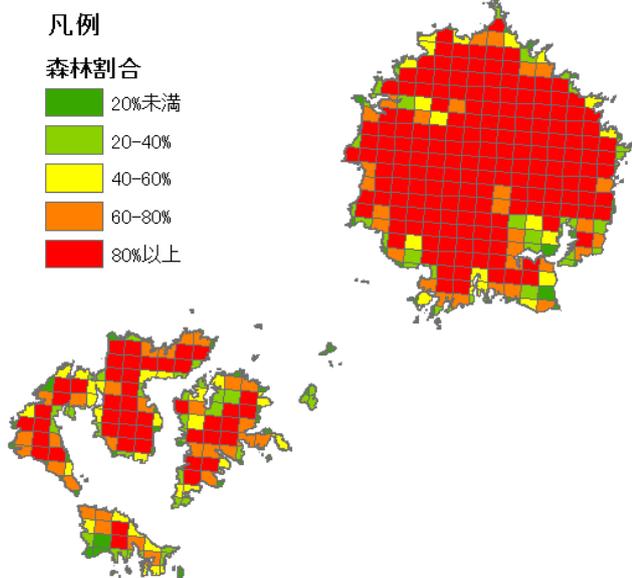


図5 隠岐諸島における1000mメッシュ内森林割合

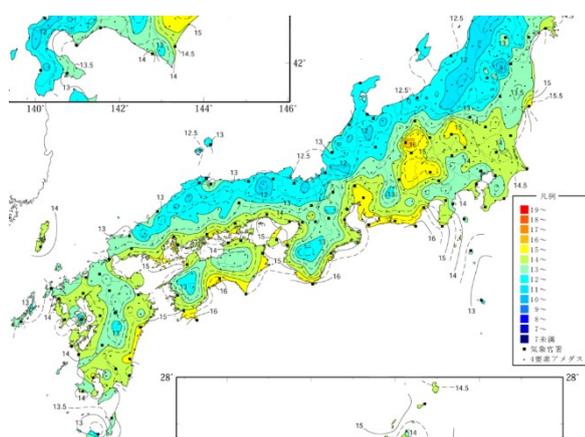


図6 全国の日射量

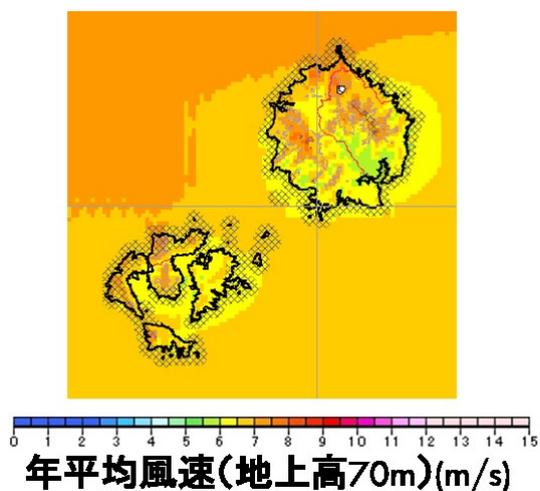


図7 隠岐諸島風況マップ

#### 4.5 ヒアリング調査

隠岐諸島のエネルギーの現状や自治体のエネルギー政策について知るために、海士町役場にヒアリング調査を行った。その結果、以下のことがわかった。

まず、隠岐諸島の電力をめぐる前提として、電力料金よりも発電コストのほうが高い中で、中国電力が電力を提供している現状がある。これは、隠岐諸島の電力系統が本土と独立しているため、燃料を島外から運び込み、発電を行わなければならないからである。近い将来の電力小売自由化により、電力料金も全面自由化になると離島の電力料金は2倍以上になるとも言われている。このような中で、離島の電力政策は積極的に進めていかなければならない問題であるようである。

現在海士町では、再生可能エネルギー政策として、公共施設への太陽光パネルの設置、補助金による家庭用太陽光パネルや木質ストーブの設置促進を主に行っている。その他にも省エネ政策として、省エネナビ(電気使用量と電気代をリアルタイムに表示する端末)の配布や中学校のエコ改修を行った。今後、環境負荷と島内経済が両立できるエネルギーのベストミックスを検討していくそうだ。

エネルギー政策を進めていくにあたって住民の理解と協力が必要となるが、まだ多くの住民にとってエネルギー政策が身近なものにはなっていないようであり、意識の啓発が不可欠であるようだ。

### 5. 再生可能エネルギー導入量の推計と可能性

電力消費量のデータは、隠岐の島町が2005年、海士町が2003年のデータ[7][8]であるが島内の産業形態などはほとんど変化していないため、電力消費量も大きな変化はしていないであろうという想定のもとでそのままの数値で推計を行った。また、西ノ島町と知夫村の電力消費量は、地理的に近く、産業的にも似ている海士町の電力消費量を人口の割合で修正して用いた。

#### 5.1 太陽光発電導入量の推計と可能性

年間の太陽光発電の発電量推計は、NEDO日射量データベースから隠岐の島町と海士町の年間最適斜角における年平均日射量をとってきて行った。発電効率を16%として計算を行ったところ、パネル面積1㎡あたりの年間太陽光発電量は隠岐の島町が210.82kWh、海士町が201.48kWhとなった。また、西ノ島町と知夫村は海士町の発電量を適用した。そして、メガソーラーの施工配置例[9]を参考に、太陽光発電のパネル面積に対する設置面積を2.023倍であるとして太陽光発電の導入面積の推計を行った。年間電力消費量を基準にしたとき隠岐諸島全体における太陽光発電導入面積と太陽光発電供給率の関係は図8のようになる。このときの太陽光発電導入面積は、それぞれの島の総面積を考慮して均等に割り振った。約550000㎡導入すれば年間電力消費量の50%をまかなえることがわかる。これは隠岐諸島の総面積の0.16%ほどであるのでコストを考えない場合、可能であると考えられる。

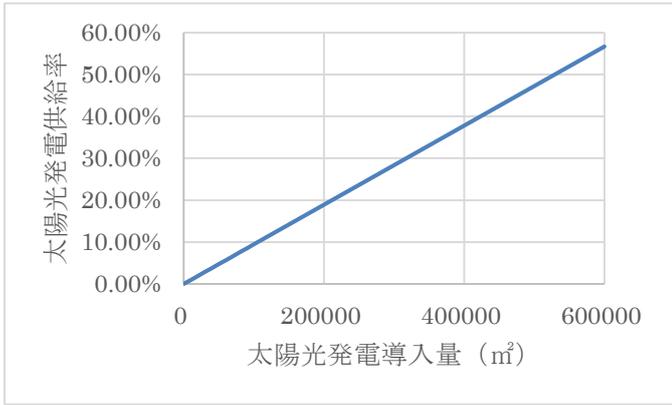


図8 隠岐諸島における太陽光発電導入面積と供給率(年間)

## 5.2 風力発電導入量の推計と可能性

風力発電の発電量推計には、隠岐大峯山風力発電所の過去10年間のデータから毎月の設備利用率の平均を計算し、それを用いた。隠岐大峯山風力発電所の設備利用率の年間平均は、23.59%である。現在の主流である2000kW基の導入を想定して推計したところ、1基あたりの年間発電量は4,133,076kWhとなった。年間電力消費量を基準にした時の風力発電機導入基数と風力発電供給率の関係は図9のようになる。27基あれば、年間電力消費量を100%まかなえる事がわかる。

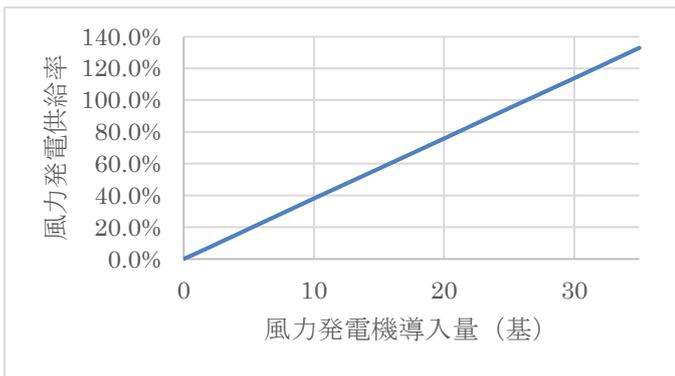


図9 隠岐諸島における風力発電機導入量と供給率(年間)

## 6. 他都市との比較

### 6.1 比較都市の選定

離島との比較を行うため本土の都市から市町村単位で年間使用電力量、人口、再生可能エネルギーの利用量が公表されている金沢市との比較を行うことにした。平成23年度の人口は462,360人、年間使用電力量は2,073GWhとなっている。現在の金沢市の再生可能エネルギーによる発電自給率は8%ほどであるが(表3)、再生可能エネルギー導入プラン[10]という計画により、平成32年までにエネルギー自給率を20%にまで上げることを目標としている。

発電方法	年間利用電力(MWh)	年間使用電力量に対する割合(%)
水力	135,258	6.52
廃棄物	30,846	1.49
バイオマス	1,900	0.09
太陽光	5.64	0.00
風力	1	0.00
計	168610.64	8.10

表3 金沢市の再生可能エネルギー発電状況(平成23年度)

### 6.2 1人当たり電力消費量の比較

隠岐諸島と金沢市の1人当たり年間電力消費量を公表されている年間電力消費量と人口から推計する。結果を比較すると隠岐諸島は金沢市とほぼ同等の年間電力消費量であることがわかる。(図13)。

### 6.3 再生可能エネルギー導入面積の比較

金沢市の再生可能エネルギーによる発電量は使用電力量の8%ほどであるが、隠岐諸島で同等の発電自給率を太陽光発電によって達成するには84,664m<sup>2</sup>の土地面積があれば可能である(図14)。これは隠岐諸島の総面積の0.024%に相当し、金沢市の0.34%と比べて非常に少ない割合で実現可能ということであり、東京ドームの1.8倍ほどの面積で済む。以上のことより離島における再生可能エネルギーによる電力導入は本土の都市と比べて難しいことではないと考えられる。

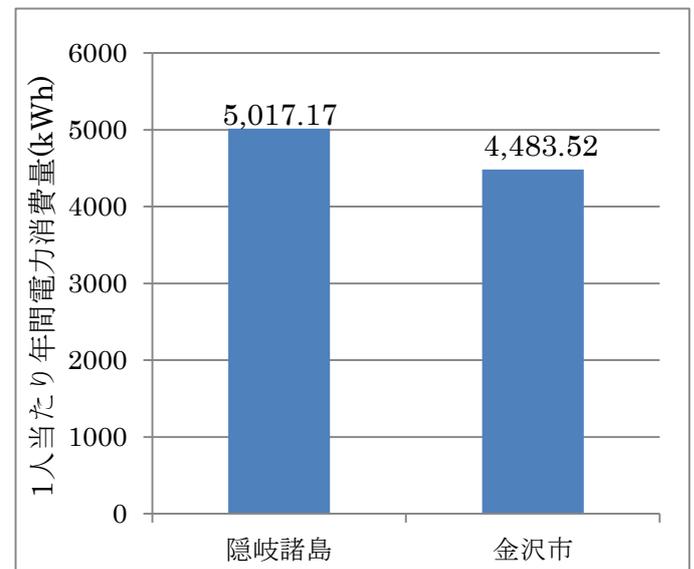


図13 1人当たり年間電力消費量

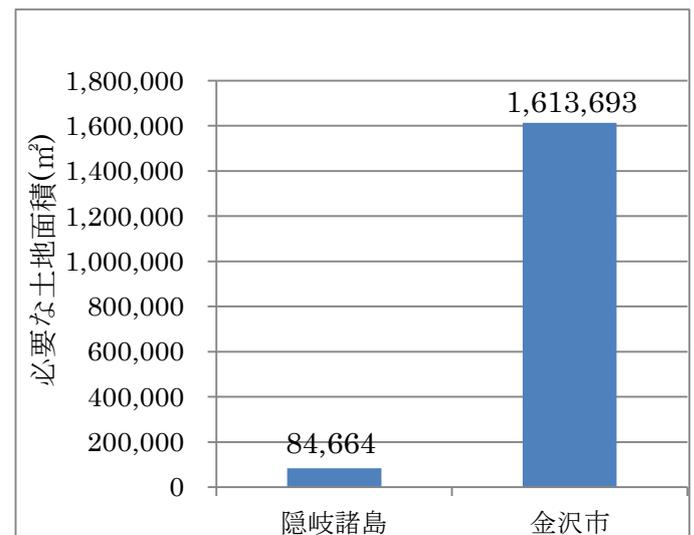


図14 太陽光発電による発電自給率8%に必要な土地面積

## 7. 再生可能エネルギー導入プランの検討

プランの検討をするにあたって重要となるデータである月別の電力消費量と詳細な土地利用図[11]が海士町のものしか得られなかったため、今回は海士町における再生可能エネルギー導入プランを検討する。

### 7.1 海士町における再生可能エネルギー導入可能性

図11は海士町の年間電力消費量を基準にしたときの太陽光発電導入面積と太陽光発電供給率の関係を表しており、また図12は海士町の年間電力消費量を基準にしたときの風力発電機導入基数と風力発電供給率の関係を表している。太陽光発電は約55000㎡（海士町の総面積の0.16%）で供給率50%、風力発電は3基で供給率100%を達成することができる。このように、年間電力消費で見たとき再生可能エネルギーの比率を100%まで上げることは可能であると考えられる。

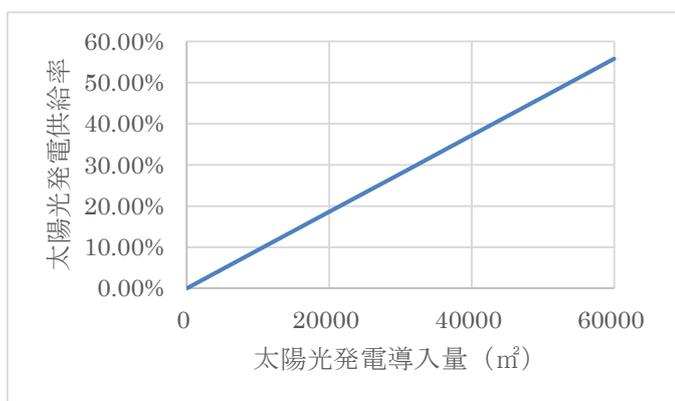


図12 海士町における太陽光発電導入面積と供給率(年間)

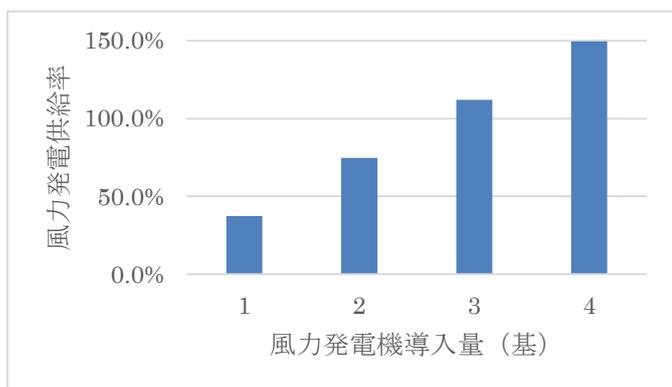


図13 海士町における風力発電機導入量と供給率(年間)

### 7.2 再生可能エネルギー導入想定

年間発電量に対する再生可能エネルギー比率と月別の再生可能エネルギーの比率を基準にして、再生可能エネルギー導入量の想定を行う。風力発電に関しては2000kW機の導入を想定した場合、1基当たり約61,500㎡の面積が必要となると考える。

現在、計画段階ではあるが風力発電1基が導入される予定である。これを導入することによって年間発電量に対する再生可能エネルギー比率が30%を満たす。

また、年間発電量に対する再生可能エネルギー比率約50%の場合、太陽光発電1000kW、風力発電2000kWを導入すれ

ば可能である。面積換算すると72,934㎡であり、これは海士町の0.22%であるため十分可能である。

さらに、年間発電量に対する再生可能エネルギー比率約100%の場合、太陽光発電2500kW、風力発電2000kWを2基導入すれば可能である。面積換算すると151,586㎡であり、これは海士町の0.45%であるため十分可能である。ただし、この場合実際には、蓄電池の導入を想定しなければならない。平成26年度離島の再生可能エネルギー導入促進のための蓄電池実証事業で隠岐諸島に属する西ノ島町に出力4,200kWのNAS電池と出力2,000kWリチウムイオン電池を導入の計画がある。これと同等のものを導入すれば可能であると考えられる。

月間の電力消費量に対する再生可能エネルギーの比率をすべて100%以上とする場合、太陽光発電4000kW、風力発電2000kWを3基導入すれば可能である。面積換算すると230,237㎡であり、これは海士町の0.69%であるため十分可能である。また、図13はこの場合の月別の発電量及び再生可能エネルギーの比率を表しており、すべての月においての再生可能エネルギー供給率が100%以上となっている。この場合、前述の蓄電池を導入しても余剰する電力が出てくると考えられるため、増設や売電を行う必要がある。

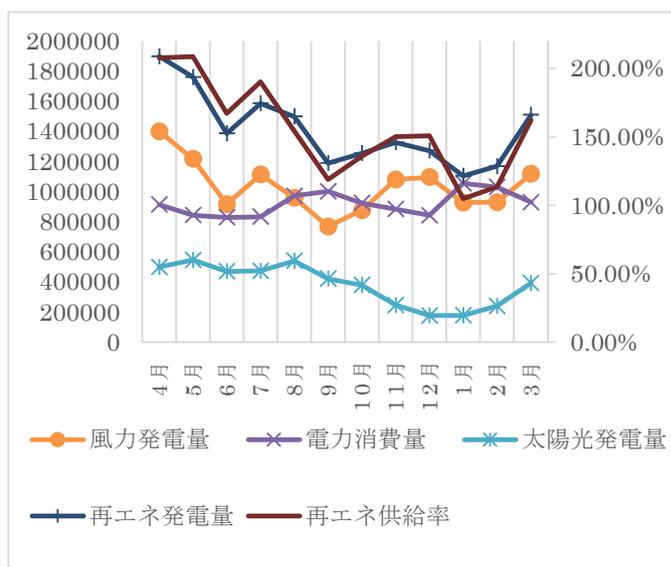


図14 長期導入プランの月別再生可能エネルギー供給率

### 7.3 再生可能エネルギー導入想定の実地検討

海士町における土地利用図を参考に、7.2の再生可能エネルギー導入想定の可能性について考える。風力発電に関しては、風力マップや立地を見た時に、候補地は図15の左の①～④となる。①に関しては自然公園を有しており、③に関しては公社造林である。よって②・④が適当な地域であると考えられる。②・④に関しては放牧地であり、あまり森林を切り開く必要がないため、妥当であると考えられる。太陽光発電に関しては平地の未利用地である⑤の地域において導入可能だと判断する。月間の電力消費量に対する再生可能エネルギーの比率をすべて100%以上とする場合の想定では、図15のようになる。

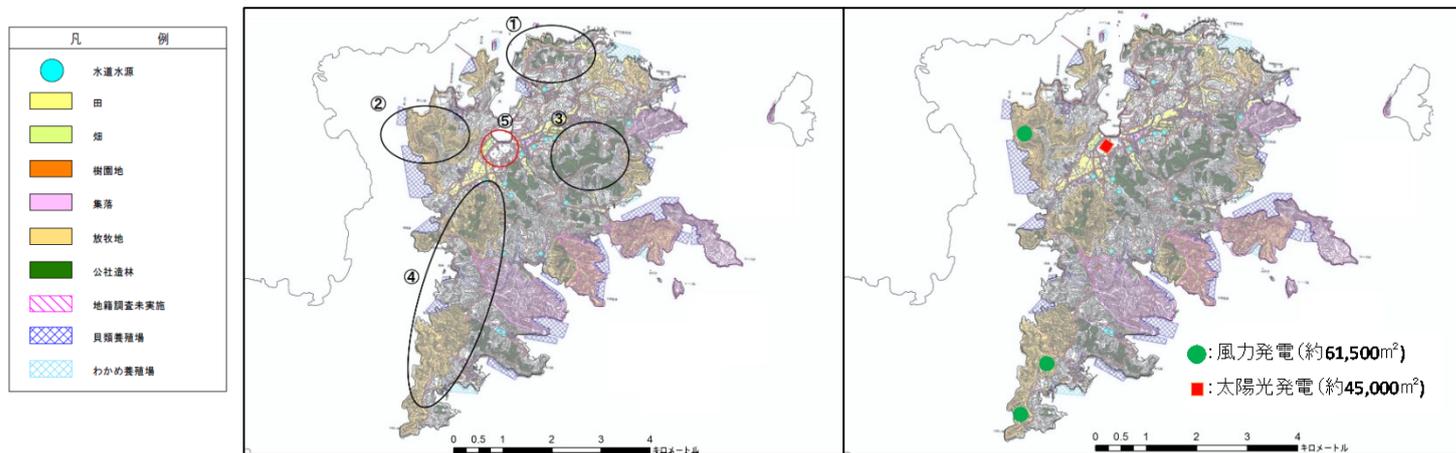


図 15 再生可能エネルギー発電システム配置案

## 8. まとめと今後の課題

本演習では隠岐諸島における再生可能エネルギー導入のポテンシャルについて定量的に分析した。また、土地利用を考慮した配置の計画について言及した。

結果として、全国と比較して 1 人当たりの電力消費が小さい隠岐諸島は、僅かな再生可能エネルギー導入で効果が非常に大きいことが分かった。また、自然資源豊富かつ開発のある土地が多いことから、今後再生可能エネルギーの導入が可能であることを示した。

今後の課題は、今回は太陽光・風力のみへの考慮に留まっていることから、他の発電方法についても分析していくことである。また、今回の演習では海士町については土地利用データを基にしたエネルギープランニングができたが、隠岐諸島を一体として考えた場合についてはできなかった。そのため全体のプランニングについても今後の課題である。

## 9. 参考文献

- [1] 経済産業省, エネルギー白書 2014.
- [2] 日本離島センター, 離島統計年報 2011, 2013.
- [3] 宮古島市, 宮古島市環境モデル都市行動計画, 2009.
- [4] 国土数値情報, 離島振興対策実施地域, 2007.
- [5] NEDO, 局所風力マップ.  
<http://app8.infoc.nedo.go.jp/nedo/>
- [6] NEDO, 日射量データベース閲覧システム.  
<http://app7.infoc.nedo.go.jp/>
- [7] 海士町, 海士町地域新エネルギービジョン, 2005.
- [8] 隠岐の島町, 隠岐の島町地域省エネルギービジョン, 2010.
- [9] Loop, メガソーラーキット.  
[http://loop.co.jp/product/mega\\_solar/mega.html](http://loop.co.jp/product/mega_solar/mega.html)
- [10] 金沢市, 金沢市再生可能エネルギー導入プラン, 2013.
- [11] 海士町, 環境・島エネルギープロジェクト報告書, 2012.