

低炭素社会の実現に向けた  
技術および経済・社会の定量的シナリオに基づく  
イノベーション政策立案のための提案書

技術開発編

主要再生可能エネルギーの都道府県別  
ポテンシャル分布と発電所建設コスト低減

平成 30 年 1 月

**The Distribution of Principal Renewable Energy Potentials by Prefecture and  
the Reduction of Power Plant Construction Costs**

Strategy for Technology Development

Proposal Paper for Policy Making and Governmental Action  
toward Low Carbon Societies

国立研究開発法人科学技術振興機構  
低炭素社会戦略センター

LCS-FY2017-PP-06

## 概要

我が国には多様で豊富な再生可能エネルギーが全国に賦存するが、その導入量は海外に比べても十分ではない。その理由のひとつは建設費としての初期コストが高額であり、特に土木関係工事費の影響が大きいとされている。本稿では、FIT（固定価格買取制度）の実績としての認定設備容量の多さとその地点の道路網密度に相関関係があることに注目し、道路網密度が高いことが、土木工事のし易さを示すことが出来ると仮定した。この方法により、電力量のポテンシャルが高い都道府県を選び、さらにその中から上位の市町村の電力量ポテンシャルと道路網密度の関係を検証した。その結果、中小水力、太陽光、木質バイオマスの3種についてポテンシャルが分布し、道路網密度も高いいくつかの市町村が存在することが分かった。このような地域では、市町村内の近接する地点にポテンシャルが点在するため、同時期に開発を進めることで共通する土木工事費を分担でき、建設費の低減が期待できる。この方法は、建設コストの低減化により再生可能エネルギーの普及を促進するための実証試験地の選定の指標となり得るが、今後個別には具体的なコスト計算が必要である。

## Summary

Diverse and abundant renewable energy is distributed widely in Japan, and yet compared with overseas, not enough infrastructure has been established. One of the reasons for this is the high initial cost of construction, especially for civil engineering works. In this paper, we examined the fact that there is a correlation between the amount of accredited capacity installed via the Feed-in Tariff and the road network density at that region, and assumed that the high density of the road network can be indicative of the ease of civil engineering work. Using this method, we selected some prefectures with high renewable energy potential, and examined the relation between the potentials and the road network densities of the higher ranked municipalities among them. As a result, we found that there are several municipalities with high road network density, and potential distribution for small/medium-scale hydropower, PV power and wood biomass power. Since the potentials are scattered at points close to each other within municipalities in such areas, it is possible to share the common civil engineering work costs by simultaneously promoting development, thus reducing the construction costs. This method can serve as an index for selecting verification test sites to promote the dissemination of renewable energy by reducing construction costs. Going forward, however, the specific cost calculations will be required individually.

## 目次

### 概要

1. 緒言 .....	1
2. 都道府県別再生可能エネルギーの電力量ポテンシャル分布 .....	2
3. 建設費と道路網密度の関係 .....	3
4. 事例 .....	5
5. 結果と考察 .....	6
6. まとめ .....	7
7. 政策立案のための提案 .....	8
参考文献 .....	8

## 1. 緒言

日本の再生可能エネルギーの導入ポテンシャル（発電設備容量）は、陸上風力、太陽光、地熱だけでも約 5 億 kW[1]である。開発可能性や、設備利用率の考慮は必要ではあるが、現状の全国の発電設備容量合計の約 2.6 億 kW[2]に比べ十分大きな量を有している。

しかし、現状の再生可能エネルギーの年間発電量の割合は既設の大規模水力発電を含めても 14.5%程度で、世界の 23.7%に比べ約 6 割程度の低さであり[3]、普及が遅れている。その理由には、環境規制面やエネルギー政策面など種々あるが、最大の要因は日本の各発電設備の建設コストが世界に比べ高額であり、初期投資が大きな負担であるうえ、発電単価も既設の各電源に比べ高額であることであろう。また、種々のコスト低減案を実証する地点が乏しいことも普及を遅らせている。本稿では、以下の(1)~(4)の観点に沿って、建設コスト低減に有利な条件を備えた実証試験などの地点を選定する方法と事例について述べる。

- (1) 2012 年の FIT（固定価格買取制度）導入後、再生可能エネルギーの導入量は増加傾向にあるが、十分とは言えない状況である。発電所の建設コストの低減策や将来の見込みなどは種々の検討がなされているが、そのコスト構造は主に発電機やタービンなどの電気関係設備費と、現場までの道路工事や掘削などの土木工事費に大別されている。前者は普及に伴う量産効果や生産技術開発などで世界の標準コスト程度に低減されることが期待できるが、後者の土木工事費については日本の地形や道路状況により大きく異なっている。例えば、地形の影響を受けやすい中小水力発電設備では電気関係設備費を 1 とすると土木工事費はその 0.5~5 倍程度までと大きな差がある[4]。土木工事費は、建設現場が既設の道路近くであれば、資材、電気関係設備の運搬や建設機械の搬入が容易であるが、再生可能エネルギーが賦存している地点は既設の道路から離れている場合が多く、土木工事費が高額になる傾向があると思われる。
- (2) 1 地点のポテンシャルが大きい地点では、土木工事費が高額になっても、発電単価に与える影響は小さいが、再生可能エネルギーの多くは、比較的小規模のポテンシャルの地点が多数分散しているため、1 地点の高額な土木工事費は発電単価に大きく影響する。これに対する対策の一つは、陸上風力発電のウィンドファームのように、1 地点に多数の風車を建設して設備容量を増やし共通する土木工事費の負担を分散させる方法があるが、中小水力発電のように 1 地点に多数の水車を設置することが難しい場合には有効でない。このような場合には、水力発電の地点やその近傍に木質バイオマスの伐採現場や風力発電の組み合わせが可能な地点があれば、土木工事を共通で行い、その費用を分担させてそれぞれの土木工事費用を低減できる可能性がある。本稿では、後者の場合の可能性を検討するため、全国にどの程度そのような組み合わせが可能な地点があるかを調査する方法を提案するものである。
- (3) 具体的には、都道府県別の各再生可能エネルギーのポテンシャル分布から、各種の再生可能エネルギーが複数存在する都道府県を選び、さらにその都道府県における各市町村別のポテンシャル分布状況と、その市町村の一般道の道路網密度（km/km<sup>2</sup>）の関係を調べた。これは、市町村レベルの面積において、各再生可能エネルギーが複数存在し、道路網密度も高い市町村では土木工事費が低減されやすいとの仮定に基づくものである。ただし、個別の地点の土木工事費は詳細な条件が決まらなると計算できないため、ここでは有利な地点の選定方法にとどめる。
- (4) ここで対象とする再生可能エネルギーは、中小水力発電、陸上風力発電、太陽光発電、地熱発電、木質バイオマス発電の 5 種類とした。このうち陸上風力発電と地熱発電は、地点が偏在していることとポテンシャル量が中小水力発電などと比較すると非常に大きいことから、同スケールでの比較が難しいため、便宜上 A 分類として中小水力、太陽光、木質バイオマスの 3 種

とし、B 分類として陸上風力、地熱の 2 種とした。A 分類では、出力変動の大きい太陽光に対し、ベース電源となりうる中小水力と木質バイオマスの組み合わせになっており、B 分類としては出力変動の大きい陸上風力とベース電源となりうる地熱の組み合わせになっている。これは、気象条件などにより変動する電源と、ベースとなりうる電源を組み合わせることを期待するものであるが、本稿ではこの点についての議論は今後の課題とする。

## 2. 都道府県別再生可能エネルギーの電力量ポテンシャル分布

全国の都道府県・地域別（北海道は広域のため道北、道東、道央、道南に分割した）の再生可能エネルギーのポテンシャル（発電電力量）分布状況と現状の年間消費電力量[4]を図 1 に示す。表 1 にはそのまとめを示す。各データは環境省「平成 27 年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書」を中心に LCS のこれまでの「イノベーション政策立案のための提案書」など表 2 の資料を基に LCS にて作成した。

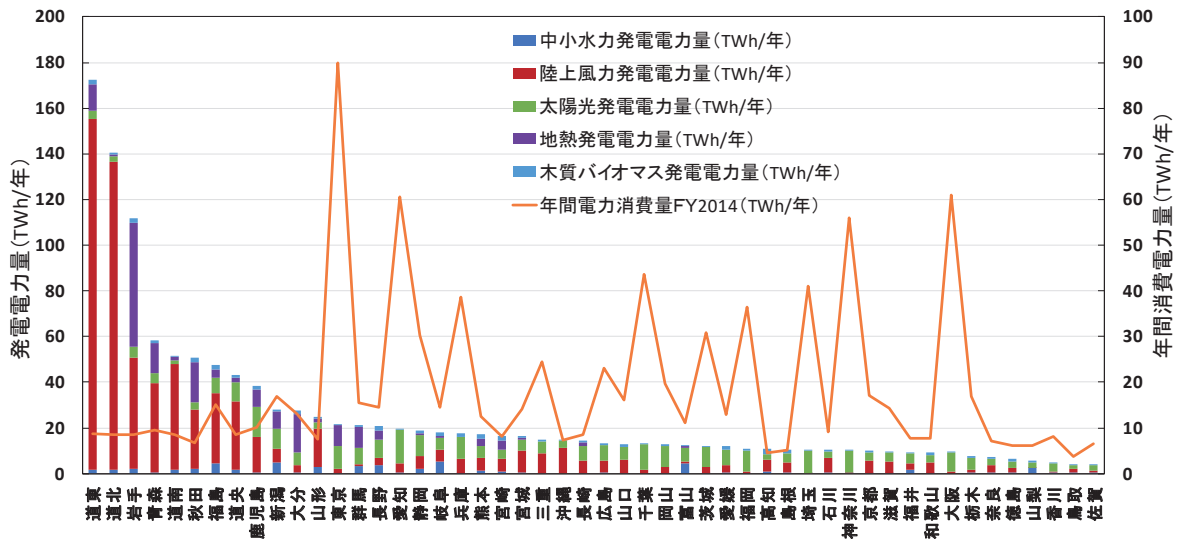


図 1 都道府県・地域別発電電力量ポテンシャルと年間消費電力量（2014 年実績）

表 1 全国再生可能エネルギー発電電力量ポテンシャルと現消費電力量実績（2014 年度）

ポテンシャル種類	中小水力	陸上風力	太陽光	地熱	木質バイオマス	合計	消費電力量 (TWh/年)
発電電力量 (TWh/年)	58	693	294	172	49	1266	933

この発電電力量ポテンシャル分布によると、合計は現状の年間消費電力量以上であり、十分なポテンシャルを有しているが、陸上風力と地熱の割合が大きく、かつ北海道と東北に偏在し、その量は全国合計の約 50%を占めている。これらのポテンシャルは大きな可能性が期待できるが、大電力消費地である都市部との距離が離れている。また、送電線網の敷設計画とも関連しており、これらの開発提案については今後の課題としておく。一方、太陽光は、中小水力、木質バイオマスと同様、個々の規模は小さいものの、全国に分布しており、そのポテンシャル合計は大きい。

本稿では、中小水力、太陽光、木質バイオマスのポテンシャルについて、建設費における土木工事費の低減可能性のある地域を選定する方法を提案する。以下の議論においては、先述したように再生可能エネルギーのうち、中小水力、太陽光、木質バイオマスの3種をA分類、陸上風力、地熱の2種をB分類と定義する。

表2 各再生可能エネルギー発電電力量ポテンシャルの推定方法

発電方法	資料と推定方法
中小水力	各都道府県の発電電力量はLCSの政策提案書「中小水力発電（Vol.2）」[5]の値を用い、各市町村の発電電力量は環境省の「再生可能エネルギー導入ポテンシャルマップ」[1]に記載の各市町村の設備容量から分布比率を求め、左記各都道府県の発電電力量に乗じて推定した。
陸上風力	各都道府県の発電電力量は環境省の「再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書」[6]の値を用い、各市町村の発電電力量は上記と同様に推定した。
太陽光	各都道府県の発電電力量はLCSの政策提案書「技術発展を考慮した地域別の太陽光発電導入量推計」[7]の値を用い、各市町村の発電電力量は上記と同様に推定した。
地熱	各都道府県の発電電力量は環境省の「地熱発電に係る導入ポテンシャル精密調査・分析委託業務報告書」[8]の設備容量値に8760h×0.72（設備利用率0.8、効率0.9）を乗じて求めた。各市町村の発電電力量は上記と同様に推定した。
木質バイオマス	各都道府県の発電電力量はLCSの政策提案書「木質バイオマスエネルギーのポテンシャルの分布と考察」[9]の値を用い、各市町村の発電電力量は上記と同様に推定した。（人工林の10-12歳級の蓄積の年成長分を全て発電に使用した場合）

### 3. 建設費と道路網密度の関係

本稿では、建設工事費のうち土木工事費の割合が大きく、その要因の一つは道路から建設現場が離れていることであり、道路網の密度が高い地域が再生可能エネルギーの発電所建設（木質バイオマスにおいては木材の伐出、運搬）のコスト低減に有効であると仮定している。この仮定の妥当性を確認するため、市町村別のFIT（固定価格買取制度）認定設備のポテンシャルの大きさとその市町村の道路網密度（国道、都道府県道、市町村道の合計[10]）を市町村の面積で除したもので、単位は $\text{km}/\text{km}^2$ の関係調べた。その理由は、FITでは条件によって助成金を利用できるが、事業性を考慮し、建設地点はポテンシャルが大きく（1地点のポテンシャルの大きさや建設地点数の多さ）、建設費を抑えられる工事に有利な条件を備えた地点が、実績として選ばれていると想定されるためである。まず、図1で示した都道府県・地域別電力量ポテンシャルの大きい都道府県・地域のうち、全国の状況を俯瞰できるよう、北海道（道北、道東、道央、道南）、岩手県、秋田県、福島県、鹿児島県を選び、各都道府県・地域における市町村のFIT認定合計量[11]の多い上位10市町村のポテンシャル合計と、その市町村の道路網密度の平均の関係を調べた。その結果を図2に示す。福島県、鹿児島県のFIT認定量は多いが、北海道は比較的少なく、これらには道路網密度との関係が認められる。FIT認定量と道路網密度の相関関係を図3に示す。相関係数Rが0.89であり、両者には正の相関があると判断できる。図3によると、現状では土木工事費を抑えるには、道路網密度は1以上が目安となり、高いほど建設にはコスト上有利であることがわかる。すなわち、今後の再生可能エネルギーの開発優先度などを選定する方法として、道路網密度を一つの指標として使うことができる。以下に、この方法により、前記FIT認定量が多かった上位5都道府県・地域（福島県、鹿児島県、岩手県、道央、秋田県）の上位10市町村を事例として細かく電力量ポテンシャル（未開発）と道路網密度の関係を調べる。

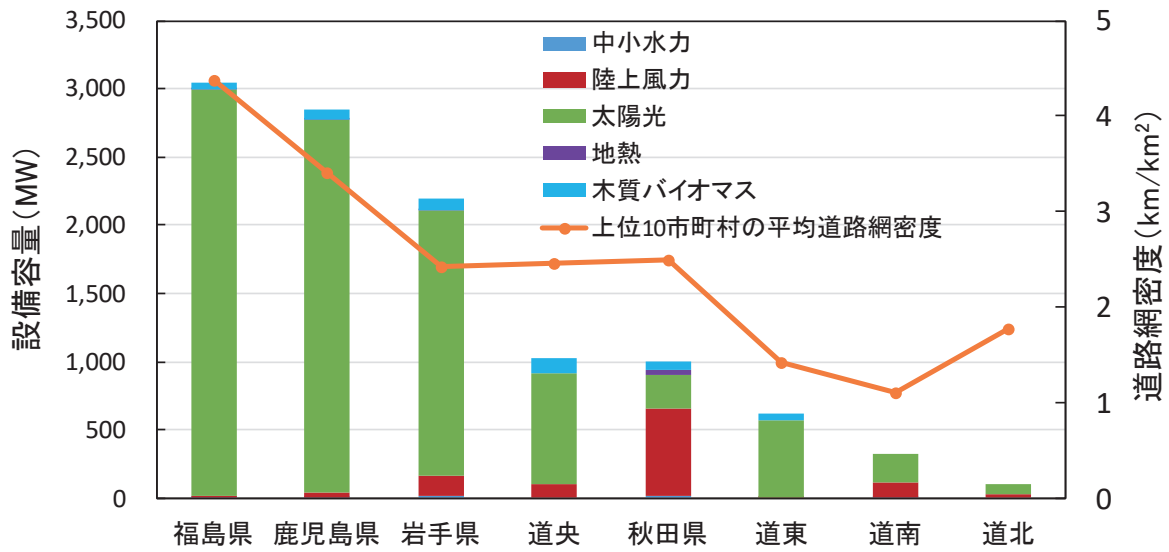


図2 都道府県・地域別 FIT 認定設備容量（上位10市町村合計）と道路網密度（平均）の関係

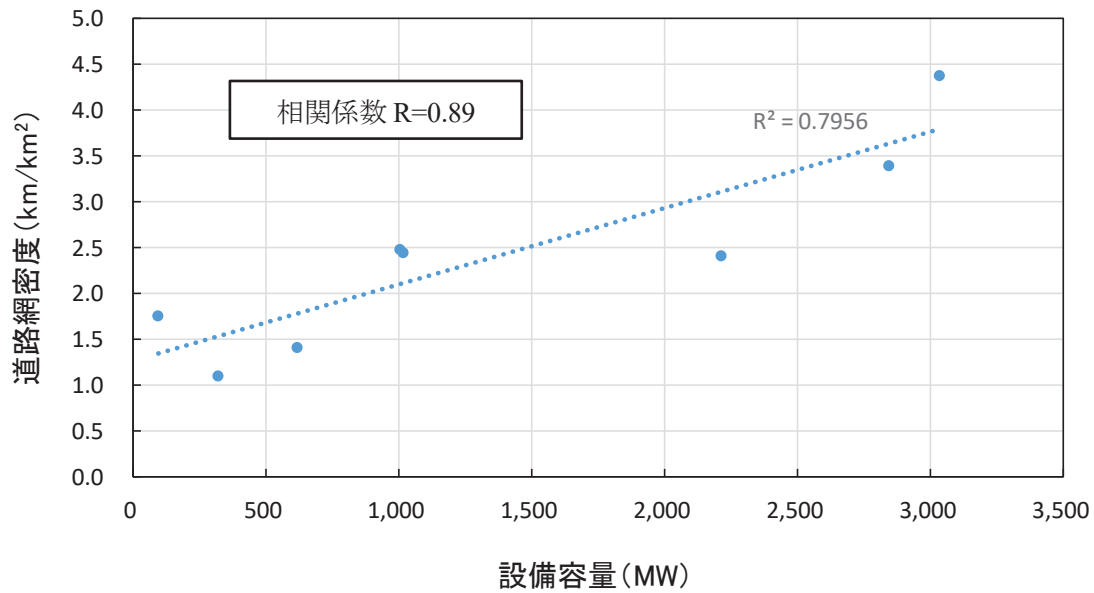
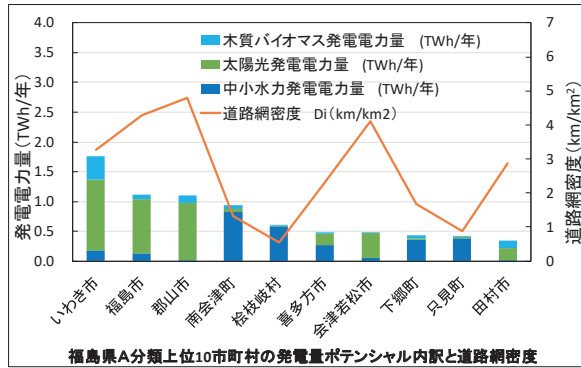


図3 上位10市町村のFIT認定設備容量と平均道路網密度との関係

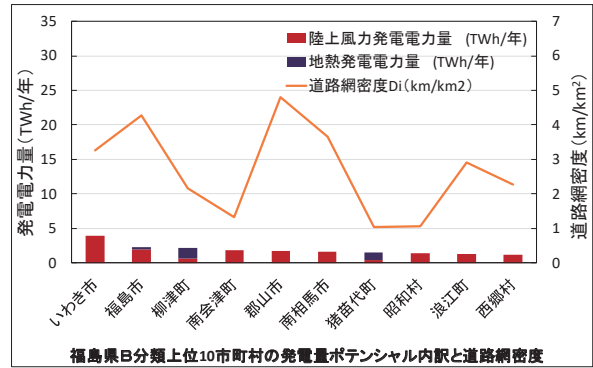
## 4. 事例

図4に事例として、前記FIT認定量が多かった上位5都道府県・地域（福島県、鹿児島県、岩手県、道央、秋田県）の各上位10市町村について電力量ポテンシャルと道路網密度の関係を各電源の組み合わせにより、A、B分類別に分けて示す（B分類はA分類に比べて電力量ポテンシャルが大きいので縦軸のスケールが異なることに注意）。

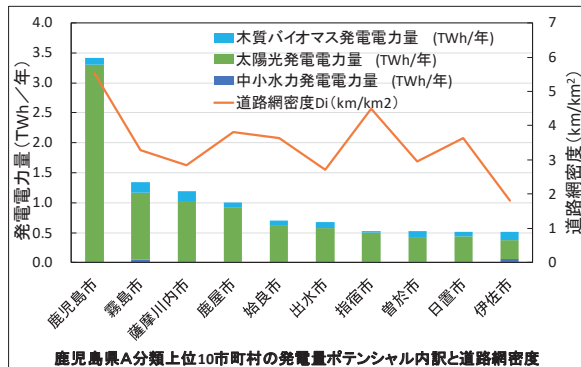
（A分類：中小水力・太陽光・木質バイオマス、B分類：陸上風力・地熱）



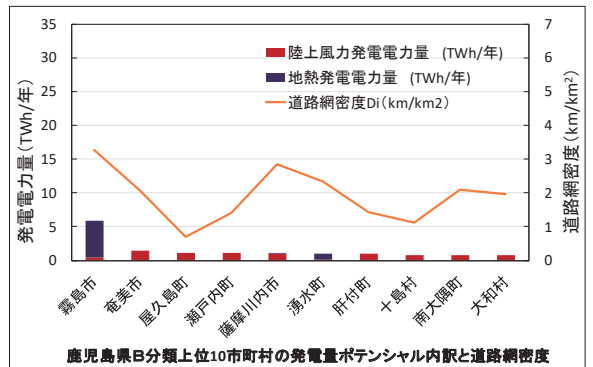
(a-1) 福島県 A 分類



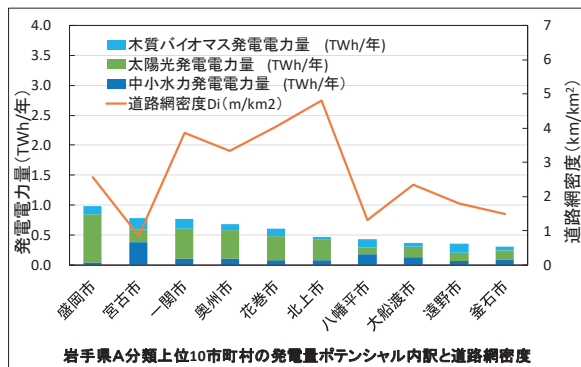
(b-1) 福島県 B 分類



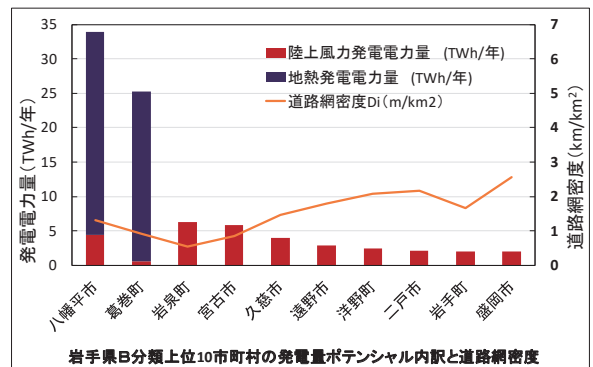
(a-2) 鹿児島県 A 分類



(b-2) 鹿児島県 B 分類



(a-3) 岩手県 A 分類



(b-3) 岩手県 B 分類



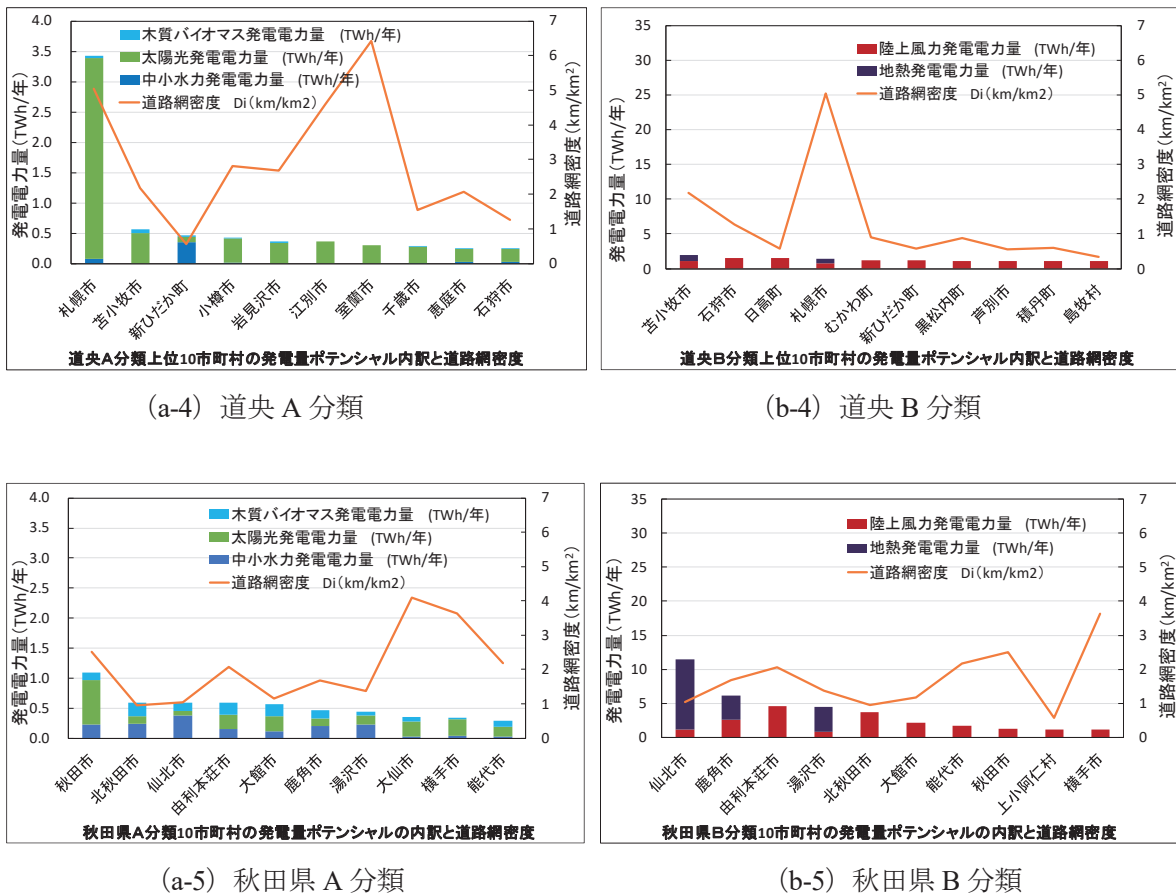


図4 FIT 認定量上位5都道府県・地域の各上位10市町村の電力量ポテンシャルと道路網密度

## 5. 結果と考察

道路網密度が高く、建設費低減の検証可能性のある地点について、A分類においては図4より以下のことが分かる。

(1) 福島県

福島県は3種の再生可能エネルギーが分散されており、いわき市、福島市、郡山市などが道路網密度も高い。

(2) 鹿児島県

鹿児島県は道路網密度も高く、3種の再生可能エネルギーも分散しているが、太陽光の割合が大きく、3種が混合した開発の効果の検証は限定的である。

(3) 岩手県

岩手県は3種の再生可能エネルギーが分散されており、盛岡市、一関市、奥州市、花巻市、北上市、大船渡市などが道路網密度も高い。

(4) 道央

道央は電力量ポテンシャルが大きく道路網密度も高いが、ほとんどが太陽光であり、3種の再生可能エネルギーが混合した開発の利点の検証は限定的である。

(5) 秋田県

秋田県は3種の再生可能エネルギーが分散されており、秋田市、由利本庄市、大仙市などが道路網密度も高い。

以上は、全体的な傾向を示した事例であり、今後個別には現地の他の条件等を加え、具体的なコスト計算をする必要がある。B分類の陸上風力の地点もA分類の近傍にあれば、開発すべき電力量を考慮したうえで開発することも有効であろう。なお、B分類の検討については図4では参考とし、緒言で述べたように今後の課題とする。

## 6. まとめ

日本は豊富な再生可能エネルギーのポテンシャルを有するが、その年間の発電電力量の割合は既設の大規模水力発電を含めても全発電電力量の14.5%程度であり、世界の23.7%に比べても6割程度の低さである[3]。これには、種々の要因が考えられるが、大きな要因のひとつとして発電所の建設コストが高額であることが上げられる。発電所建設コストの構造は主にタービンや発電機などの電気関係設備費と周辺道路工事などの土木工事費に大別される。後者は、ポテンシャルのある地点までの道路の有無により、工事費用が大きく増減する。今後、再生可能エネルギーの普及を促進させるためには、工事に有利な開発地点を選定することが必要になるため、選定方法を提案した。また、1地点のポテンシャル量が少ない傾向にある再生可能エネルギーでは、複数の電源の同時期開発で共通する道路工事費を分担させるなどの工夫も必要である。そのため、本稿では、再生可能エネルギーとして中小水力、陸上風力、太陽光、地熱、木質バイオマスの5種を対象とし、開発地点の選定例には、相互のポテンシャルの大きさを考慮し、中小水力、太陽光、木質バイオマスの3種について行った。その結果以下のことが分かった。

- (1) 土木工事を効率よく行い費用を抑えるには、対象地点の道路網が充実していることが必要と仮定し、道路網密度(対象地点付近道路延長をその面積で除したもの(km/km<sup>2</sup>))と建設費に相関があると仮定(道路は国道、県道、市町村道の総延長)。
- (2) その妥当性調査のため、市町村レベルでのFIT(固定価格買取制度)導入後の実績としての認定設備容量とその市町村の道路網密度の関係を調べた(認定量が多いほど事業性が高く、建設費が安価に抑えられていると仮定)。
- (3) 再生可能エネルギーポテンシャル合計の多い上位8都道府県・地域を選び、各都道府県・地域から認定量実績の多い10市町村の認定量と道路網密度の相関を調べた結果、相関係数は0.89であり、両者は正の相関があることが分かった。よって、道路網密度を指標として工事費を抑制できる地点の選定可能性があると判断した。
- (4) 上記8都道府県・地域から認定量の多い上位5都道府県・地域を事例として選び、その都道府県・地域の再生可能エネルギー発電量ポテンシャル合計(未開発)の上位10市町村と道路網密度との関係を調べた。その結果、岩手県では盛岡市、一関市、奥州市など、秋田県では秋田市、由利本庄市など、福島県では、いわき市、福島市、郡山市などの道路網密度が高く、工事費低減の可能性のある地点として挙げられた。ただし、これらは工事費低減の傾向を示す指標であり、今後個別には現地の他の条件も加え、具体的なコスト計算をする必要がある。

## 7. 政策立案のための提案

- (1) 日本は豊富な再生可能エネルギーのポテンシャルを有するが、その年間の発電電力量の割合は既設の大規模水力発電を含めても14.5%程度であり、世界の23.7%に比べても6割程度の低さである[3]。種々の要因が考えられるが、大きな要因のひとつとして、発電所の建設コストが高額であることが上げられ、その低減策が必要である。
- (2) 発電所建設コストの構造は、主にタービンや発電機などの電気関係設備費と周辺道路工事などの土木工事費に大別される。後者は、ポテンシャルのある地点までの道路の有無により、工事費用が大きく増減する。今後再生可能エネルギーの普及を促進させるためには、工事に有利な地点を選定することが必要になる。本稿では、その選定方法のひとつを提案した。
- (3) 土木工事を効率よく行い費用を抑えるには、対象地点の道路網が充実していることが必要である。道路網密度（対象地点付近道路延長をその面積で除したもの（ $\text{km}/\text{km}^2$ ））と建設費に相関があると仮定し、その妥当性検証のため、市町村レベルでのFIT（固定価格買取制度）導入後の実績としての認定設備容量とその市町村の道路網密度の関係を調べた。ここでは、それを裏付ける結果が得られ、認定量が多いほど事業性が高く、建設費が安価に抑えられていると推定される。事例調査の結果、道路網密度が土木工事費低減のひとつの指標にできることが分かった。また、電源の種類は異なっても複数の地点を同時期に開発し、今後共通する道路工事費などを分担する工夫も必要である。
- (4) 事例検討の結果、岩手県では盛岡市、一関市、奥州市など、秋田県では秋田市、由利本庄市など、福島県では、いわき市、福島市、郡山市などが、中小水力、太陽光、木質バイオマスの3種のポテンシャルが分布し、道路網密度も高いため工事費低減可能性のある地点として上げられた。なお、これは傾向を示す事例であり、今後個別には現地の他の条件も加え、具体的なコスト計算をする必要がある。

今後の課題として、主要再生可能エネルギーの発電所建設コスト（特に土木工事費）低減の詳細を検討するため以下を行う必要がある。

- ① 道路網密度のコストへの影響を資材、建材の重量等も勘案して定量的に評価し、具体的な建設費低減効果を試算する。
- ② 大きなポテンシャルを有するが地点が偏在している地熱発電、陸上風力発電の建設コスト低減方法を検討する。
- ③ 道路網密度に加え送電線網密度と工事費用などとの相関関係も調査し、工事費低減の指標を増やす。

## 参考文献

- [1] 環境省，“再生可能エネルギー導入ポテンシャルマップ”，  
<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/rep/index.html>（アクセス日 2017年10月30日）。
- [2] 資源エネルギー庁，“平成28年度エネルギー白書”，p.186。
- [3] 環境エネルギー政策研究所，“自然エネルギー白書2016”，p.4。
- [4] 資源エネルギー庁，“府県別エネルギー消費統計（2014年度）”。
- [5] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書，“中小水力発電（Vol.2）—開発可能な発電量電力量と発電原価、設備利用率との関係”，科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター，平成27年3月。

- [6] 環境省, “平成 27 年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎整備報告書”, 平成 28 年 3 月
- [7] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書, “技術発展を考慮した地域別の太陽光発電導入量推計”, 科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター, 平成 27 年 3 月.
- [8] 環境省, “平成 25 年度地熱発電に係る導入ポテンシャル精密調査・分析委託業務報告書”, <http://www.env.go.jp/earth/report/h26-04/index.html> (アクセス日 2017 年 10 月 31 日).
- [9] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書, “木質バイオマスエネルギーのポテンシャルの分布と考察”, 科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター, 平成 30 年 1 月.
- [10] 市区町村ランキング情報, “道路実延長 (市町村道) ランキング 2013 年度:1 位-20 位”, <http://city.ma-bank.net/ranking18711200.html> (アクセス日 2017 年 10 月 31 日).
- [11] 資源エネルギー庁, “固定価格買取制度 情報公表用ウェブサイト B 表 市町村別認定・導入量 (平成 29 年度 3 月末時点) ”, [http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/saiene/statistics/index.html](http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/statistics/index.html) (アクセス日 2017 年 10 月 31 日).

---

---

低炭素社会の実現に向けた  
技術および経済・社会の定量的シナリオに基づく  
イノベーション政策立案のための提案書

技術開発編

主要再生可能エネルギーの都道府県別  
ポテンシャル分布と発電所建設コスト低減

平成 30 年 1 月

**The Distribution of Principal Renewable Energy Potentials by Prefecture and  
the Reduction of Power Plant Construction Costs**

Strategy for Technology Development,  
Proposal Paper for Policy Making and Governmental Action  
toward Low Carbon Societies,  
Center for Low Carbon Society Strategy,  
Japan Science and Technology Agency,  
2018.1

国立研究開発法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター

---

**本提案書に関するお問い合わせ先**

- 提案内容について・・・低炭素社会戦略センター 主任研究員 浅田 龍造 (Ryuzo ASADA)
- 低炭素社会戦略センターの取り組みについて・・・低炭素社会戦略センター 企画運営室

〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3 サイエンスプラザ4階  
TEL : 03-6272-9270 FAX : 03-6272-9273 E-mail : lcs@jst.go.jp  
<https://www.jst.go.jp/lcs/>

© 2018 JST/LCS

許可無く複写・複製することを禁じます。  
引用を行う際は、必ず出典を記述願います。

---

---