

# 風力エネルギー利用の見える化・分かる化・出来る化\*

## Discussions on Visualization, Easy Understanding, and Implementation for the Wind Energy Applications

李 萌\*\* 佐藤 建吉\*\* 小高 文博\*\*\*

Li Meng\*\*, Kenkichi SATO\*\*\* and Fumihiro ODAKA\*\*\*\*

### 1. はじめに

私たちが生活していくのに必要な「エネルギー」の確保と供給は、産業においても、政策にとっても重要であると言える。2011年3月11日の東日本大震災に関わる東京電力福島第一原子力発電所の事故を契機に、日本でもようやく、再生可能エネルギーに注目する機運が芽生えてきた。「再生可能エネルギー」は、自然エネルギーと同義であり、具体的には、太陽光発電・風力発電・バイオマス・水力発電・地熱発電・太陽熱利用・雪氷熱利用・温度差熱利用・地中熱利用などが挙げられる。再生可能エネルギー利用は、従来の火力や原子力による発電方式からの脱皮とオルタナティブ（代替エネルギー）の実現、持続可能なエコ社会や地産地消によるエネルギー自給自足、エネルギーセキュリティの実現などが期待できる。地球環境や自然環境、さらには都市環境を守ることは、未来の人間の生存環境の保証のための基本条件であるとも言える。

一方、再生可能エネルギーの利用やその必要性に関しては、先進的な人々を除き、とくに従来型電力を使用したいと考える保守的な産業界の人々は、現実には腰が重いように見える。2012年7月1日からは、固定価格買取制度(FIT)が導入され、そのインセンティブに刺激され自然エネルギーの利用が広まろうとしていることは心強いことである。さらに進展させ、確実な利用を展開するためには、その種類や特徴、供給能力や今後の利用目標などを、明確に伝えることが大切である。そのためには、自然再生可能エネルギーについての分かりやすい情報を提供することが必要であると考えられる。

本稿では、自然エネルギーの主役となりえる「風力エネルギー」を特に取り上げ、風力エネルギー利用を進めるために、その「見える化」、「分かる化」、「出来る化」というキーワードを用い、その意味と表現方法、効果等についてまとめる。

### 2. 見える化、分かる化、出来る化とは

「見える化」(visualization)は、企業不祥事対策やガバナンス確保の前提として常用され合言葉となっている。本来は、トラブルや戸惑いの除去のためにも必要な提示手

法であり行動規範であると言える。これを更に進めて、行動を引き起こす前提が「分かる化」であり、ここではeasy understandingを用い、理解の初動と定着を促進する表現、伝達の方法を指している。これらの段階を経て、理解が記憶となり、いよいよ実際の行動に移す前提が確保され、「出来る化」(implementation)という結果を導く。こうして、「見える化」「分かる化」「出来る化」は3段階の効率的な新機軸の創成、あるいは日常行動への定着化を促す。この3段階の枢軸は、ここで取り上げる「自然エネルギー利用」「風力エネルギー利用」に留まらず、多くの変革に効能を持つ。例えば、禁煙の習慣化、成人病回避に向けた生活慣習の変更などにも適用できる。理解するための方法は、明示知と暗黙知という二つに区別し得るが、「分かる化」は、明示知の前提であるとも言える。

### 3. 分かるとは

図1に示すように、他者である送り手から、ある内容が伝えられた時、受け手がその内容を「わかった!!」と発する時は、送り手が受け手と共通の枠組(テンプレート)を獲得した時と言える。これは、畑村洋太郎氏による説明であるが、「分かった!!」は、同じ時制でなく、概念形成が行われた時、に適用される。さらに、その概念のより行い易い伝達手段には、系統だった説明、図式表現、さらには自己体験による検証などが有効であると思われる。例えば、図表やイラスト、グラフ、ヒストグラム、管理図、チェックシート、パレート図、特性要因図、散布図などが用いられる。漫画やイラストを入れると、伝えたいことがよく表現できる。また、アニメーションも効果がある。本稿では、風力エネルギー利用についての「わかる」のために図式表現による「分かる化」を取り上げる。

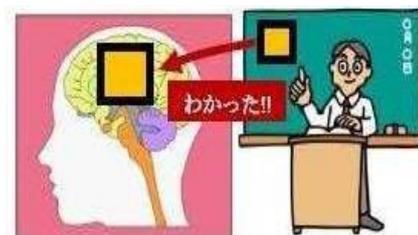


図1 「わかった!!」の説明図



図2 わかりやすい図式表現の例

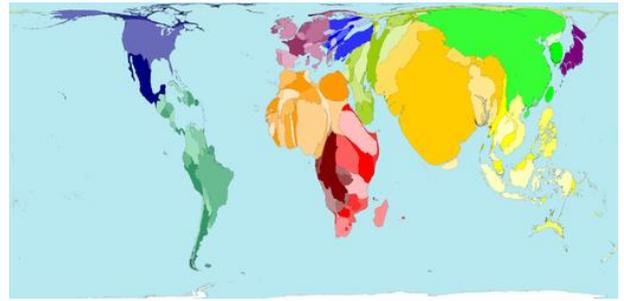


図4 2050年の人口分布 (World Mapper)

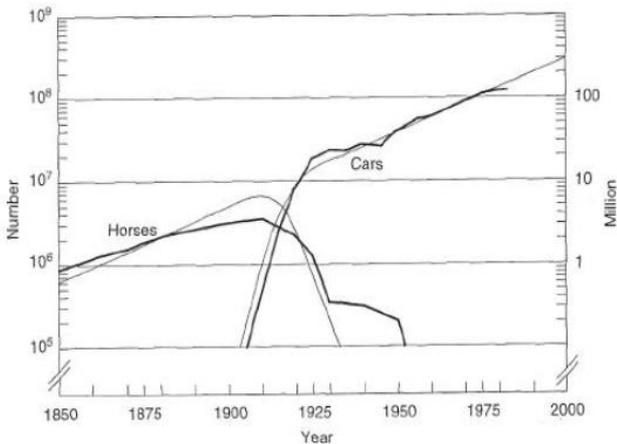


図3 変革の具体的な例示

図式表現による理解を進めるための具体的な例を、図2と図3に示す。図2は<sup>1)</sup>、市民の移動手段で40名の人が移動するときの道路の専有面積の大小を示しており、マイカーに比べ自転車、自転車よりはバスの方が、専有面積が小さいことを示している。都市内交通の選択肢について明確な情報を提供している。

図3は<sup>2)</sup>、都市交通手段が馬車から自動車への転換が、年代の横軸と対数表示の縦軸が線形的に増加しながら行われたことを示している。これは、自動車の大量生産方式の導入により馬車から自動車に主役交代したことを明確に示している。従来型エネルギーから自然エネルギーへの主役交代もこのように起こり得ることを暗示している。

#### 4. 特徴抽出と分かる化表現

「分かる化」の定着には、印象的な図式表現が有効であることが知られている。例えば、2050年の人口分布を表示するのに図4のような誇張した表示<sup>3)</sup>が行われることがある。これは、カルトグラム (cartogram) と呼ばれ図式表現である。典型的なカルトグラムには、例えば都市間の移動時間に関わる距離の短縮を表現する方法である距離カルトグラムと、例えば人口増加の激しい市や国の面積を実際よりも大きくして表示する面積カルトグラムがある。

本稿では、風力エネルギー利用に関わるデータを、面積カルトグラムで表現する手法を採用した。風力発電の現状と20年後までの実施に向けたシミュレーションは、『平成22年度 再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書』「第4章 風力発電の賦存量および導入ポテンシャル」<sup>4)</sup>を引用した。地理情報は、環境省総合環境政策局環境計画課編集の『環境統計集』<sup>5)</sup>に基づいて都道府県の面積を用いた。

カルトグラムは、井上亮氏の公開するプログラム<sup>6)</sup>を利用した。このプログラムで、上記の都道府県ごとの陸上風力の賦存量について作成したカルトグラムが図5である。北海道のマップは拡大されており、東北地方から関東・中部地方と西の地方では、マップが萎縮している。これは、北海道では風力の賦存量が大きく、関東～西方地方では風力の賦存量が小さいことを強調して表示している。

#### 5. 風力利用のカルトグラムによる表示

本稿の目的である「見える化」は、前述のように環境省の報告書の開示で発生されているとすれば、「分かる化」は、図5、図6の賦存量とポテンシャルの表示(図示)である。図5は風力の賦存量を表示しているが、その大きさの上位10位は 降順で北海道(40,076万kW)、青森(6,916同)、岩手(6,107同)、秋田(5,386同)、鹿児島(5,308同)、福島(4,314同)、千葉(3,775同)、山形(2,984同)、静岡(2,888同)、島根(2,780同)であり、北海道と東北の各県は、風力資源が豊富であることを示しており、カルトグラムでも大きめになっている。

図6は図5の結果に対して、風況以外の自然条件(標高、最大傾斜角、鳥類の生息地、地すべり)と社会条件(輸送道路、法規制(国立国定公園、世界自然遺産、自然公園、自然環境保全地域、鳥獣保護区、電の導入ポテンシャルについて評価したものである。保安林、居住区からの距離、都市計画・土地利用区分)を考慮し、実効的な風力発電の導入ポテンシャルについてのカルトグラムを描いている。その導入ポテンシャルの大きさは、北

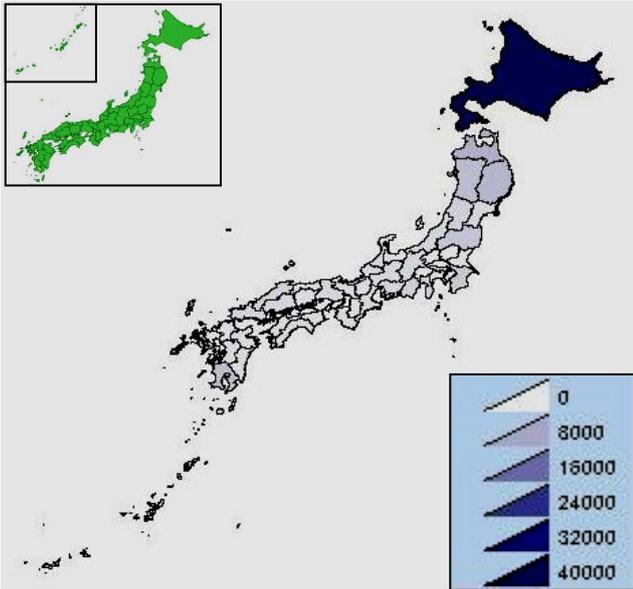


図5 陸上風力の賦存量のカルトグラム

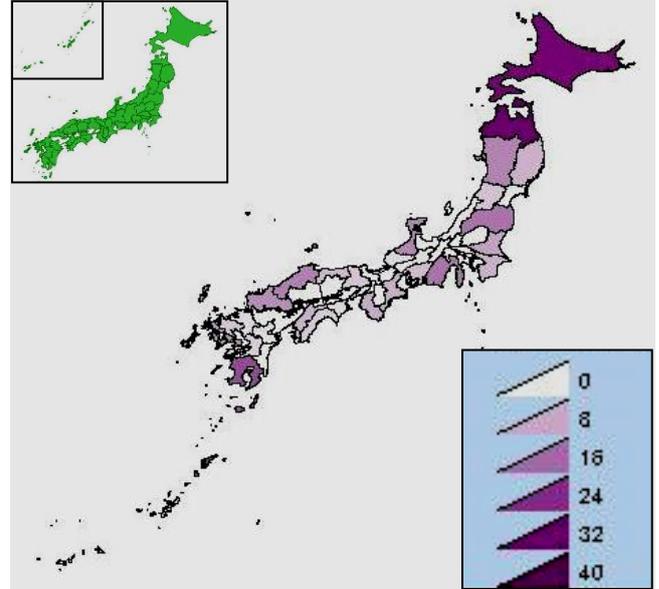


図7 総設備容量 (H11 年度末) のカルトグラム

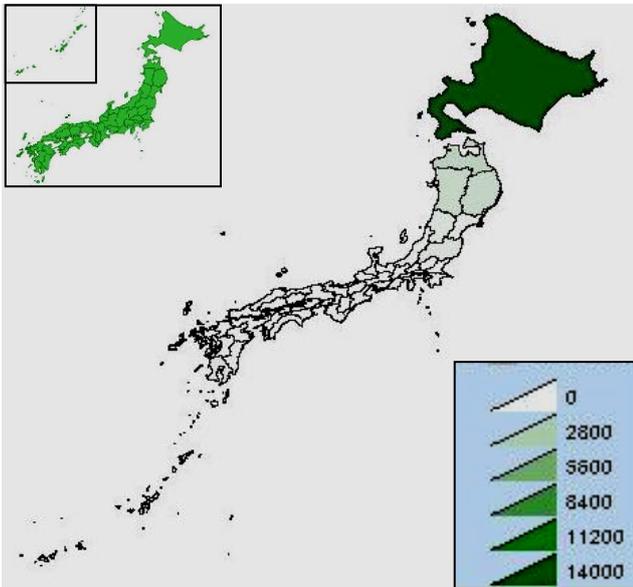


図6 導入ポテンシャルのカルトグラム (万 kW)

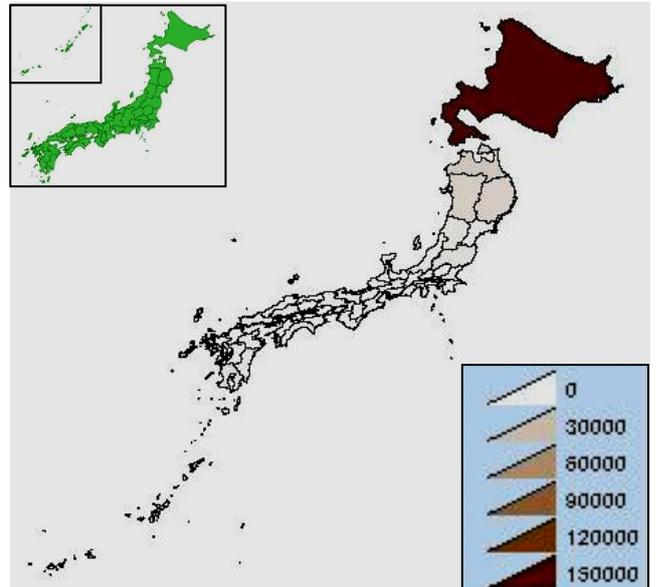


図7 今後の設置機数のカルトグラム

海道 (13,966 万 kW)、青森 (1,971 同)、岩手 (1,600 同)、秋田 (1,580 同)、鹿児島 (849 同)、福島 (816 同)、山形 (633)、沖縄 (574 同)、新潟 (360 同)、三重 (347 同) となっており、6 位までは賦存量の順位と同じであるが 7 位以下は異なっている。この図では、北海道、東北、鹿児島が強調されており、他と差別化できる。以上は、「分かる化」としての情報提供である。

つぎに、「出来る化」は、事業実施の可能性に対する情報提供であり、ここでは、図 7 と図 8 のように、平成 11 年度における風力発電の設備容量と、今後の風力発電機の設置機数を取り上げた。平成 11 年度の設備容量は、255 万 kW で、これを都道府県ごとのデータでみると、上位

10 位は降順で以下になる。青森 (307,093 万 kW)、北海道 (288,409 同)、鹿児島 (198,415 同)、静岡 (144,110 同)、福島 (143,860 同)、島根 (128,320 同)、秋田 (124,540 同)、石川 (120,895 同)、山口 (113,450 同)、長崎 (108,170 同) である。このカルトグラムは、図 7 のようになる。これは、現在の風力発電の実施の状況であり、現在の出来高と言える。

さて、今後の風力発電は、今年 2012 年 7 月 1 日に導入された固定価格買取制度 (FIT) に動機づけられるが、環境省の報告書では、前述した導入ポテンシャルを想定して、15 年と 20 年の買取期間としてシナリオが立案されている (シナリオ 1-1、1-2、1-3、およびシナリオ 2)。

ここでは、風車の設置機数について着目した。それは、新しい風車産業（開発企画、製造、保守、設置、運営など風力産業の6次化）を想定するため最も分かり易いと思われる風車の機数で指標化した。導入発電量から現在の導入設備量を減じ、その容量を設備利用率31%として定格値が3MWの風車の必要機数について、カルトグラムを描いた。結果が図8である。北海道、東北、そして鹿児島などの導入ポテンシャルの大きな地方が拡大されたカルトマップになっている。これは、風力産業の拡大、実施されるべき方面を示していると言える。なお、北海道では15万機の風車が建設されると見込まれる。その場合には、市場規模10兆円を超える主要産業に拡大すると予想される。図8は、そうした意味でも、関連する産業の掘り起しと振興に刺激を与える「出来る化」の図であると考えられる。

### 6. 風力エネルギー利用の推進

風力エネルギーの利用は、化石燃料や核燃料に由来しない発電方法としての自然再生可能エネルギーに基づいた環境エネルギー社会（図9）を構築するための重要な枠組みである。

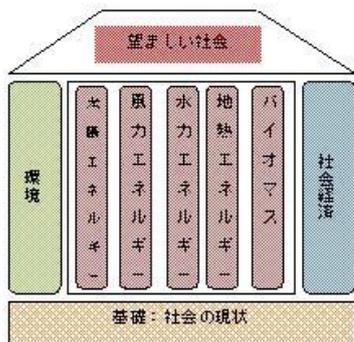


図9 自然エネルギーによる社会づくり

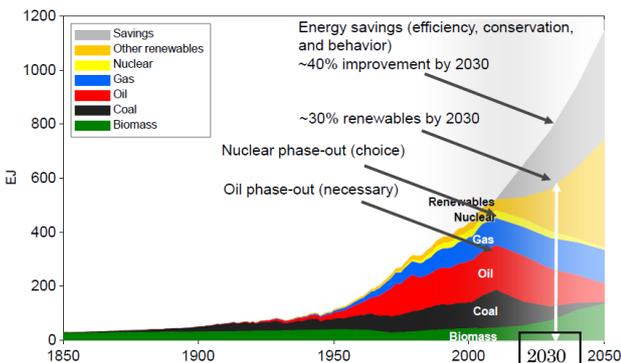


図10 2030年のエネルギー源と省エネの推進シナリオ

ここでは、各種のエネルギー源がハイブリッドとして利用されることを明示している<sup>8)</sup>。同時に、省エネルギーも進めて自然再生エネルギーへの転換を図る切掛けを早急に構築する必要があることが、シナリオとして明示

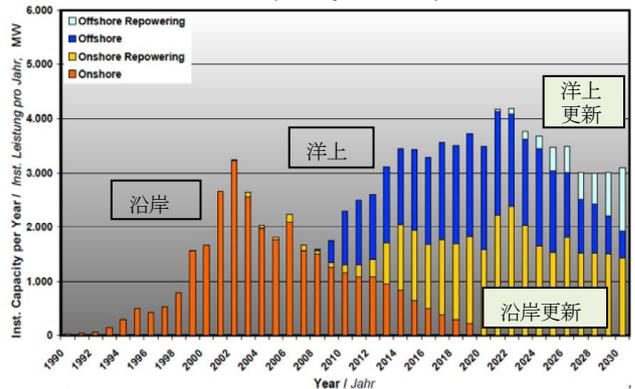


図11 沿岸から洋上への風力発電の変化

されている。図10には2050年におけるエネルギー源の構成<sup>9)</sup>を示している。また図11はドイツにおける風力発電サイトの転換についての分かり易い図の例<sup>9)</sup>である。

### 7. おわりに

再生可能エネルギーの利用を促進するため、その代表としての風力発電・風力エネルギー利用に関する情報を公開する「見える化」、それを分かり易く提示する「わかる化」、さらに「出来る化」という三段階について議論した。「分かる化」においては、カルトグラムが有用であることを例示し、これが「出来る化」を導くように適用したいと考える。

### 文献

- 1) Dirk Messner and Nebojsa Nakicenovic, *Great transformation towards a (global) low carbon economy*, Washington, October 2011
- 2) Nakicenovic, N., *Technological Forecasting and Social Change*, (1986), Vol.29, pp.309-340.
- 3) <http://www.worldmapper.org/display.php?selected=2>
- 4) 環境省総合環境政策局環境計画課, 平成22年度 再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書, <http://www.env.go.jp/earth/report/h23-03/chpt4.pdf>
- 5) 環境省総合環境政策局環境計画課, 『環境統計集』, <http://www.env.go.jp/doc/toukei/data/11ex101.xls>
- 6) 井上亮, カルトグラム作り方, <http://areacartogram.blogspot.jp/>
- 7) NEDO, 日本における都道府県別風力発電導入量 [http://www.nedo.go.jp/library/fuuryoku/pdf/09\\_pref\\_dounyuu\\_ryo\\_u\\_sort.pdf](http://www.nedo.go.jp/library/fuuryoku/pdf/09_pref_dounyuu_ryo_u_sort.pdf)
- 8) 李・佐藤・小高, 自然再生可能エネルギー利用の分かる化, 日本機械学会 2012年度年次大会講演論文集, S201012, (2012)
- 9) Garabed Antranikian, *Going Green - Challenges and Opportunities for Green Technologies*, ハンブルク 再生可能エネルギー シンポジウム 2012, [http://www.japan.ahk.de/fileadmin/ahk\\_japan/events\\_2012/Hamburg\\_Programm\\_2012.pdf](http://www.japan.ahk.de/fileadmin/ahk_japan/events_2012/Hamburg_Programm_2012.pdf)