

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 登録実用新案公報(U)

(11) 実用新案登録番号
実用新案登録第3197903号
(U3197903)

(45) 発行日 平成27年6月4日(2015.6.4)

(24) 登録日 平成27年5月13日(2015.5.13)

(51) Int.Cl. F I
F O 3 D 7/00 (2006.01) F O 3 D 7/00

評価書の請求 有 請求項の数 2 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 実願2015-1462(U2015-1462)
 (22) 出願日 平成27年3月27日(2015.3.27)

(73) 実用新案権者 506361018
 株式会社リアムコンパクト
 福岡県宗像市光岡377番地10
 (73) 実用新案権者 594162308
 西日本技術開発株式会社
 福岡県福岡市中央区渡辺通一丁目1番1号
 (73) 実用新案権者 506361085
 株式会社環境GIS研究所
 福岡県福岡市東区馬出3丁目15番25-316号
 (74) 代理人 100116573
 弁理士 羽立 幸司
 (74) 代理人 100136180
 弁理士 羽立 章二

最終頁に続く

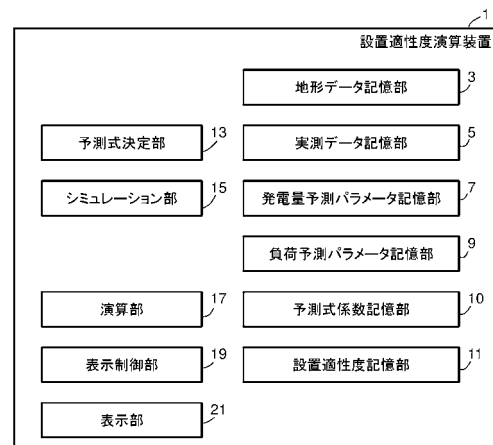
(54) 【考案の名称】 設置適性度演算装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】自然エネルギーを利用した発電装置の設置場所について、単に、その地点の自然エネルギーから得られる予測発電量のみを基準とするよりも、より適切に設置適性度を演算可能な設置適性度演算装置を提供する。

【解決手段】設置適性度演算装置1は、候補地点における自然エネルギー(風力)により取得可能な発電量を示す発電量予測パラメータの値を記憶する発電量予測パラメータ記憶部7と、候補地点に発電装置を設置した場合に風力により発電装置にかかる負荷を示す負荷予測パラメータの値を記憶する負荷予測パラメータ記憶部9と、発電量予測パラメータ及び負荷予測パラメータの値を変数とする予測式を用いて設置適性度を演算する演算部17を備え、乱流による影響をも考慮した設置適性度を演算する。表示部21は、各候補地点の設置適正度を色分けして表示する。

【選択図】 図1



【実用新案登録請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の候補地点における、風力発電装置の設置適性を演算する設置適性演算装置であって、

風向に対応して前記各候補地点における風力により取得可能な発電量を示す発電量予測パラメータの値を記憶する発電量予測パラメータ記憶手段と、

前記各候補地点に前記発電装置を設置した場合に当該発電装置にかかる負荷を示す負荷予測パラメータの値を記憶する負荷予測パラメータ記憶手段と、

最も高い発電量が予測される風向を含む一部の風向に対して、前記発電量予測パラメータ及び前記負荷予測パラメータの値を用いて前記各候補地点における前記設置適性を演算する演算手段と、

表示手段に対して、前記各候補地点における前記設置適性を表示する表示制御手段を備える設置適性演算装置。

【請求項 2】

前記各候補地点における前記発電量予測パラメータの値及び/又は前記負荷予測パラメータの値をシミュレートするシミュレーション手段を備え、

前記演算手段は、前記候補地点において、前記シミュレーション手段により得られた前記発電量予測パラメータの値及び/又は前記負荷予測パラメータの値を用いて前記設置適性を演算する、請求項 1 記載の設置適性演算装置。

【考案の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本願考案は、設置適性演算装置に関し、特に、候補地点における、自然エネルギーを利用した発電装置の設置適性を演算する設置適性演算装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

風力発電導入時には、設置環境を検討することが重要である（非特許文献 1 の第 68 頁参照）。設置環境は、自然環境と社会条件に分類され、それぞれ、複数の検討項目が含まれている。

【0003】

従来、検討項目で最も重視されてきたのは、風向及び風速であった（非特許文献 1 の第 65～67 頁、第 69～88 頁参照）。特に、風速は、風力発電装置により得られるエネルギー取得量に関連するために重視されてきた。

【0004】

また、従来、気象条件として重視されてきたのは、落雷及び台風である（非特許文献 1 の第 92～95 頁参照）。なぜなら、これらは、ブレードの損傷や誘導雷による制御機器の損傷、風車の倒壊に至る場合があるためである。また、風の乱流も着目されてきた（非特許文献 1 の第 96 頁参照）。なぜなら、風の乱流は、ブレードの疲労損傷や寿命に影響が出るおそれがあるためである。

【先行技術文献】**【非特許文献】****【0005】**

【非特許文献 1】独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構，風力発電導入ガイドブック，[online]，2008年2月，改訂第9版、[平成24年11月28日検索]、インターネット < URL : <http://www.nedo.go.jp/content/100079735.pdf> >

【考案の概要】**【考案が解決しようとする課題】****【0006】**

近年、実際に設置された風力発電装置から、多くの実測値が得られるようになった。実測風速値を風車メーカーのパワーカーブに基づいて発電量に変換した値を「従来理論値」

10

20

30

40

50

という。考案者らが従来理論値と実測値を比較したところ、運転効率の高低と平均速度との間には、強い相関があるという知見を得た。平均風速は、従来、風車の配置を決める上で最も重要視されてきたものであり、平均風速を重視するという実務は、一応、合理的なものであったともいえる。

【0007】

しかしながら、従来理論値と実測値には、大幅な差があるものが存在した。すなわち、発電量の差が、効率が高いものでは、実測値が従来理論値よりも1割以上も高く、効率が低いものでは、実測値が従来理論値よりも1割以上も低いものが存在した。そのため、実測風速値のみによって風車の設置を決めることは適切でない。

【0008】

そこで、本願考案は、風力を利用した発電装置の設置場所について、単に、その地点に存在する風力から得られることが期待される予測発電量のみを基準とするよりも、より適切に設置適性を演算可能な設置適性度演算装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本願考案の第1の観点は、複数の候補地点における、風力発電装置の設置適性を演算する設置適性度演算装置であって、風向に対応して前記各候補地点における風力により取得可能な発電量を示す発電量予測パラメータの値を記憶する発電量予測パラメータ記憶手段と、前記各候補地点に前記発電装置を設置した場合に当該発電装置にかかる負荷を示す負荷予測パラメータの値を記憶する負荷予測パラメータ記憶手段と、最も高い発電量が予測される風向を含む一部の風向に対して、前記発電量予測パラメータ及び前記負荷予測パラメータの値を用いて前記各候補地点における前記設置適性を演算する演算手段と、表示手段に対して、前記各候補地点における前記設置適性を表示する表示制御手段を備えるものである。

【0010】

本願考案の第2の観点は、第1の観点の設置適性度演算装置であって、前記各候補地点における前記発電量予測パラメータの値及び/又は前記負荷予測パラメータの値をシミュレートするシミュレーション手段を備え、前記演算手段は、前記候補地点において、前記シミュレーション手段により得られた前記発電量予測パラメータの値及び/又は前記負荷予測パラメータの値を用いて前記設置適性を演算するものである。

【0011】

なお、負荷予測パラメータは、例えば風車ハブ高さにおける乱流強度のように、実際に発電装置を設置した場合に、当該発電装置における一点における風の変化によって当該発電装置にかかる負荷を示す値を含むようにしてもよい。

【考案の効果】

【0012】

考案者らは、風力発電について、風況から求められるエネルギー取得量が、実質的に風力発電装置が継続的に運転することを暗黙の前提としていることに着目した。従来、故障の原因としては、落雷や台風のような一時的な気象変動を重視していた。

【0013】

他方、考案者らは、実際に設置された発電装置から得られた実測値を分析することにより、発電装置が継続的に運転することの重要性を実感した。考案者らは、エネルギー取得量だけでなく、故障しないことの重要性にも着目したのである。

【0014】

そして、考案者らは、候補地点に存在する風について、エネルギーを取得することができるという点だけでなく、発電装置に対して負荷を与える可能性に着目した。この負荷は、発電効率を上げることもありうるし、効率を下げることもありうる。さらに、故障させる原因にもなりうる。考案者らは、この負荷を、発電効率を変動させ、かつ、発電装置における故障可能性を評価するものとして考慮する。このような要因を用いることにより、発電量の理論的な予測値の精度を向上できる可能性に着目したのである。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

本願考案の各観点によれば、候補地点に存在する風を、電力を取得するものとして設置に適した要因として風向に着目しつつ評価するだけでなく、発電装置に負荷を与えて発電効率や稼働時間に影響を与える要因としても評価して、これらを、それぞれ、発電量予測パラメータ及び故障可能性予測パラメータとして一つの設置適性度を得ることにより、実際に発電装置を設置した場合の電力実測値に近い傾向を示す設置適性度を得ることが可能になる。さらに、例えば、地図上に設置適性度によって色を変更して表示することにより、一目で設置適性度の分布を認識することが可能になる。

【 0 0 1 6 】

さらに、本願考案の第2の観点によれば、シミュレーション手段によって、候補地点における自然エネルギーを予測することにより、発電装置にかかる負荷をより適切に評価することができる。このような発電装置にかかる負荷は、発電装置における各部分にかかる負荷を予測する必要があるため、高精度のシミュレーションが必要となる。このような高精度なシミュレーションは、従来のシミュレーション装置では高コストなものであった。出願人らによって、このような高精度のシミュレーションが実用化レベルで実現可能になり、発電装置にかかる負荷を評価できるようなデータが得られるようになった。さらに、各地に設置された発電装置から、実測値も蓄積されるようになった。これらを比較することにより、考案者らは、本願の課題を認識し、本願考案によって得られる設置適性度が有用であることを示すことができた。

10

【 図面の簡単な説明 】

20

【 0 0 1 7 】

【 図 1 】 本願考案の実施の形態に係る発電装置設置適性度演算装置の構成の一例を示すブロック図である。

【 図 2 】 図 1 の発電装置設置適性度演算装置 1 の動作の一例を示すフロー図である。

【 図 3 】 北北東の風向について、(a) 重回帰分析の結果を示す表と、(b) 各風車の理論値と予測値の比較を示すグラフである。

【 図 4 】 6 方向の風向を合成した場合について、(a) 重回帰分析の結果を示す表と、(b) 各風車の理論値と予測値の比較を示すグラフである。

【 図 5 】 図 1 の表示部 2 1 における表示の一例を示す図である。3 方位の合成マップの表示例を示す。

30

【 考案を実施するための形態 】

【 0 0 1 8 】

以下、図面を参照して本願考案の実施例について説明する。なお、本願考案は、以下の実施例に限定されるものではない。

【 実施例 】

【 0 0 1 9 】

図 1 は、本願考案の実施の形態に係る設置適性度演算装置の構成の一例を示すブロック図である。図 2 は、図 1 の設置適性度演算装置 1 の動作の一例を示すフロー図である。図 1 及び図 2 を参照して、設置適性度演算装置 1 の構成及び動作の一例を説明する。

【 0 0 2 0 】

40

設置適性度演算装置 1 は、地形データ記憶部 3 と、実測データ記憶部 5 と、発電量予測パラメータ記憶部 7 (本願請求項の「発電量予測パラメータ記憶手段」の一例) と、負荷予測パラメータ記憶部 9 (本願請求項の「負荷予測パラメータ記憶手段」の一例) と、設置適性度記憶部 1 1 と、予測式決定部 1 3 (本願請求項の「予測式決定手段」の一例) と、シミュレーション部 1 5 (本願請求項の「シミュレーション手段」の一例) と、演算部 1 7 (本願請求項の「演算手段」の一例) と、表示制御部 1 9 (本願請求項の「表示制御手段」の一例) と、表示部 2 1 (本願請求項の「表示手段」の一例) を備える。

【 0 0 2 1 】

以下では、設置適性度演算装置 1 が、風力エネルギーによる発電装置を設置するための候補地点を選定するためのものである場合について説明する。

50

【 0 0 2 2 】

地形データ記憶部 3 は、例えば地形データのように、候補地点における自然環境をシミュレーションするために必要となるデータを記憶するものである。

【 0 0 2 3 】

実測データ記憶部 5 は、候補地点やその周辺地域などにおいて測定された実測値を記憶するものである。

【 0 0 2 4 】

設置適性度演算装置 1 では、5 つの変数を用いて、所定の予測式により、改善された予測値（以下、「改善予測値」という。）を算出する。改善予測値が、本願請求項の「設置適性度」の一例である。5 つの変数は、風車ハブ高さにおける乱流強度（以下、「乱流強度」という。）、風車受風面の上端と下端の速度欠損（速度差）（以下、「速度欠損」という。）、風車ハブ高さにおける平均風速（以下、「平均風速」という。）、風車ハブ高さにおける吹上角度（以下、「吹上角度」という。）、風車受風面の速度の総和を風車ハブ高さ風速で除した値（以下、「top.bottom」という。）である。

10

【 0 0 2 5 】

発電量予測パラメータ記憶部 7 は、候補地点における風力エネルギーにより取得可能な発電量を示す発電量予測パラメータの値を記憶する。従来、風力エネルギーから取得可能な発電量は、風速によって評価されてきた。本実施例では、発電量予測パラメータ記憶部 7 は、平均風速を記憶する。

【 0 0 2 6 】

負荷予測パラメータ記憶部 9 は、候補地点に発電装置を設置した場合に、風力エネルギーにより発電装置にかかる負荷を示す負荷予測パラメータの値を記憶する。本実施例では、乱流による影響として、乱流強度、速度欠損、吹上角度及びtop.bottomを記憶する。

20

【 0 0 2 7 】

予測式係数記憶部 10 は、予測式決定部 13 により演算された各変数の係数を記憶するものである。

【 0 0 2 8 】

設置適性度記憶部 11 は、演算部 17 により演算された改善予測値を記憶する。

【 0 0 2 9 】

実測データ記憶部 5 に記憶された実測値は、例えば時間や空間を基準にして、複数のグループに分類される。以下では、風向によってグループに分けられているとする。

30

【 0 0 3 0 】

予測式決定部 13 は、各グループにおいて、理論発電量を演算する。そして、複数のグループの一部又は全部の理論発電量を用いて、予測式における発電量予測パラメータ及び負荷予測パラメータの係数を決定する（図 2 のステップ S T 1）。これにより、予測式を決定することができる。以下では、予測式は、5 つの変数を一次結合したものとして説明する。そして、予測式決定部 13 は、各変数の係数を、理論発電量を用いた重回帰分析を行うことにより決定する。決定された各変数の係数は、予測式係数記憶部 10 に記憶される。

【 0 0 3 1 】

シミュレーション部 15 は、地形データ記憶部 3 に記憶された地形データ等を用いて、各候補地点における、平均風速、乱流強度、速度欠損、吹上角度及びtop.bottomの値をシミュレートする（図 2 のステップ S T 2）。後に説明する数値例では、風況シミュレータとして、RIAM-COMPACT（登録商標）を使用した。なぜなら、例えば、風車のハブの高さにおける風の状況だけでなく、風車上の複数点（例えば上部と下部）における風の状況をシミュレーションする必要があるためであり、このような高精度な風況シミュレーションを実現するためには、高性能なシミュレータが必要となるためである。そして、シミュレーション部 15 は、平均風速を発電量予測パラメータ記憶部 7 に記憶する。また、シミュレーション部 15 は、乱流強度、速度欠損、吹上角度及びtop.bottomを負荷予測パラメータ記憶部 9 に記憶する。

40

50

【 0 0 3 2 】

演算部 17 は、各候補地点において、発電量予測パラメータ記憶部 7 に記憶された発電量予測パラメータの値、及び、負荷予測パラメータ記憶部 9 に記憶された負荷予測パラメータの値に基づき、予測式決定部 13 が決定した予測式を用いて、改善予測値を演算する（図 2 のステップ S T 3）。演算部 17 は、設置適性度記憶部 11 に、候補地点に対応して、演算した改善予測値を記憶させる。

【 0 0 3 3 】

表示制御部 19 は、表示部 21（例えば、ディスプレイなど）に対して、各候補地点における設置適性度を表示する（図 2 のステップ S T 4）。表示制御部 19 は、表示部 21 に対して、例えば、地形データ記憶部 3 に記憶された地形データを用いて、地形上の各候補地点において、設置適性度の値に応じて色を変更して表示する等により表示する。

10

【 0 0 3 4 】

改善予測値について、従来理論値と比較して説明する。

【 0 0 3 5 】

平均風速は、従来、風車の配置を決める上で最も重要視されてきたものである。従来理論値は、実測風速値を風車メーカーのパワーカーブに基づいて発電量に変換した値であった。従来理論値は、実際に発電装置を設置した場合の実測値をある程度反映するものではあった。しかしながら、考案者らが、従来理論値と実測値とを分析したところ、差があるものが存在した。

20

【 0 0 3 6 】

考案者らは、効率が異なる理由について、乱流による影響を検討した。従来、このような乱流による影響は、理論発電量において考慮されていなかった。例えば、乱流は、設置場所の選定に考慮されることはあった。しかしながら、「ブレードの疲労損傷や寿命に影響が出る恐れ」として評価されるものであり、発電の効率として考慮されるものではなかった。そのため、平均風速等のパラメータとは独立の項目として評価されていた。

【 0 0 3 7 】

改善予測値は、従来理論値にあるような風速だけでなく、乱流による影響をも考慮して得られるものである。さらに、改善予測値は、後に示すように、候補地点間での大小傾向の予測（相対比較）に極めて有効である。特に、他の候補地点よりも落ち込む候補地点を的確に予測できるものである。このような他の候補地点よりも低い候補地点では、設置された風車には、他の候補地点に設置された風車よりもトラブルが相対的に多いといえる。そのため、改善理論発電量を利用することにより、建設後の風車トラブルを未然に防ぐことができる。

30

【 0 0 3 8 】

続いて、図 3 ~ 図 5 を参照して、改善予測値が、各候補地点における実測値の大小関係の傾向を示すことについて説明する。

【 0 0 3 9 】

図 3 (a) は、実際に複数の風車が設置されている地点において、北北東の風向について、2010年の理論発電量を再現するように重回帰分析を行った結果を示す図である。これにより、数 1 の予測式を得ることができる。

40

【 0 0 4 0 】

【 数 1 】

$$\text{改善予測値} = 14.8275 * (\text{乱流強度}) + (-30.0959 * (\text{速度欠損})) + (67.1816 * (\text{平均風速})) \\ + (0.9879 * (\text{吹上角度})) + (-19.359)$$

【 0 0 4 1 】

図 3 (b) は、2011年の北北東の風向の場合に、21か所の風車地点において、理論発電量と、風況シミュレーションにより得られた乱流諸量を用いた改善予測値（数 1）とを比較するグラフである。図 3 (b) において、縦軸は発電量を示し、横軸は風車番号を示す。理論値と改善予測値の相関係数は、0.7704である。例えば、5、6、15番目の風車では、他の風車よりも落ち込む傾向を示している。

50

【 0 0 4 2 】

続いて、表 1 及び図 4 を参照して、複数の方位の風を合成した場合の一例について説明する。

【 0 0 4 3 】

表 1 は、ある地点での地上高 3 0 m における 1 年間の観測データを示す表である。表 1 は、各方位について、平均風速と、出現頻度と、エネルギー取得率を示す。

【 0 0 4 4 】

【表 1】

方位	平均風速(m/s)	出現頻度 (%)	エネルギー取得率 (%)
北	6.9	8.7	10.5
北北東	7.5	12.0	18.5
北東	6.3	11.2	10.3
東北東	5.4	7.8	4.5
東	5.2	4.7	2.4
東南東	4.8	2.4	1.0
南東	6.2	4.0	3.5
南南東	7.1	7.2	9.4
南	6.5	8.2	8.3
南南西	6.2	5.3	4.6
南西	5.6	4.1	2.6
西南西	5.8	3.1	2.2
西	5.3	3.4	1.9
西南西	5.3	4.3	2.4
南西	7.5	7.0	10.9
南南西	6.7	6.5	7.1
計	6.4	100.0	100.0

10

20

30

【 0 0 4 5 】

表 1 において、エネルギー取得率に着目して、合計取得率が 6 0 % 以上になる 6 方位を選定する。すなわち、北 (10.5%)、北北東 (18.5%)、北東 (10.3%)、南南東 (9.4%)、南 (8.3%)、北西 (10.9%) である。これらの合計は、67.9%となる。

40

【 0 0 4 6 】

図 4 (a) は、実際に複数の風車が設置されている地点において、6 方位を合成した場合について、2010 年の理論発電量を再現するように重回帰分析を行った結果を示す図である。これにより、数 2 の予測式を得ることができる。

【 0 0 4 7 】

【数 2】

$$\begin{aligned} \text{改善予測値} = & 102.5810 * (\text{乱流強度}) + (2.8822 * (\text{速度欠損})) + (72.9239 * (\text{平均風速})) \\ & + (0.5979 * (\text{吹上角度})) + (-19.8874) \end{aligned}$$

【 0 0 4 8 】

50

図4(b)は、2011年の6方位を合成した場合に、21か所の風車地点において、理論値と風況シミュレーションにより得られた乱流諸量を用いた改善予測値(数2)とを比較するグラフである。図4(b)において、縦軸は発電量を示し、横軸は風車番号を示す。理論値と改善予測値の相関係数は、0.7257である。例えば、13番目と14番目の風車の落ち込み傾向を示すなど、全体的に、相対的な大小関係の傾向を示している。

【0049】

続いて、図5を参照して、改善予測値の表示例を説明する。図5は、6方位のうち、主要3方位(北、北北東、北東)を合成した表示例である。表2は、主要3方位(北、北北東、北東)につき、乱流強度、速度欠損、平均風速、吹上角度、相関係数及び出現頻度をまとめたものである。マップの作成工程について説明する。マップは、表2のA~Dに示す各風向の乱流強度、速度欠損、平均風速及び吹上角度の係数をそれぞれ利用して風向別のマップを作成する。各風向別のマップを統合し、3方向の合成マップを作成する。ここでは、エネルギー取得率ではなく、表2のEに示す風向別の出現頻度(合計100%換算)を重みとして使用する。

10

【0050】

【表2】

方位	A. 乱流強度	B. 速度欠損	C. 平均風速	D. 吹上角度	相関係数	E. 出現頻度
北	1.52	-25.44	28.63	-0.11	0.70	8.7%
北北東	14.83	-30.10	67.18	0.99	0.77	12.0%
北東	18.38	-32.50	50.47	0.58	0.49	11.2%

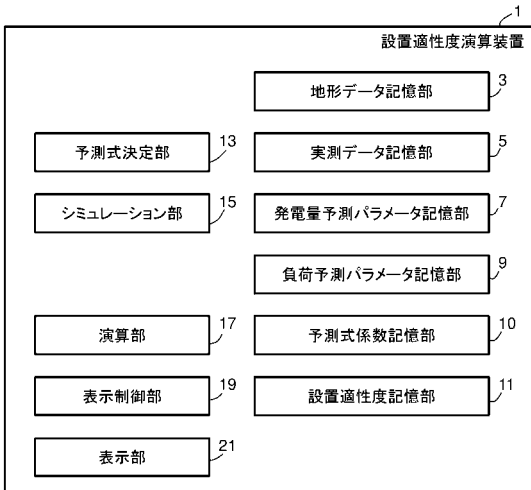
20

【符号の説明】

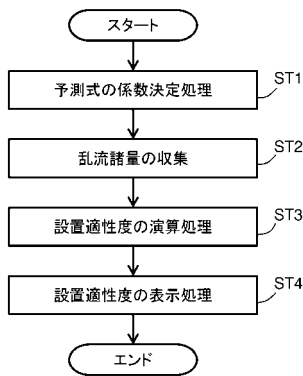
【0051】

1 設置適性度演算装置、3 地形データ記憶部、5 実測データ記憶部、7 発電量予測パラメータ記憶部、9 負荷予測パラメータ記憶部、10 予測式係数記憶部、11 設置適性度記憶部、13 予測式決定部、15 シミュレーション部、17 演算部、19 表示制御部、21 表示部

【 図 1 】



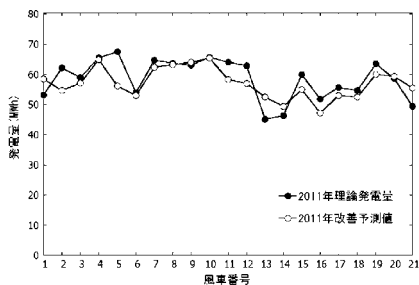
【 図 2 】



【 図 4 】

	乱流強度	速度欠損	平均風速	吹上角度	top.bottom
乱流強度	1	-0.1938	-0.4743	-0.2041	0.3523
速度欠損	-0.1938	1	-0.0136	-0.0835	-0.9266
平均風速	-0.4743	-0.0136	1	0.3593	-0.0871
吹上角度	-0.2041	-0.0835	0.3593	1	-0.0284
top.bottom	0.3523	-0.9266	-0.0871	-0.0284	1

(a)

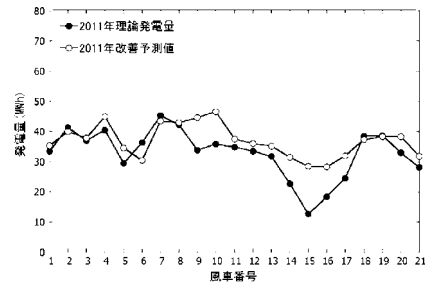


(b)

【 図 3 】

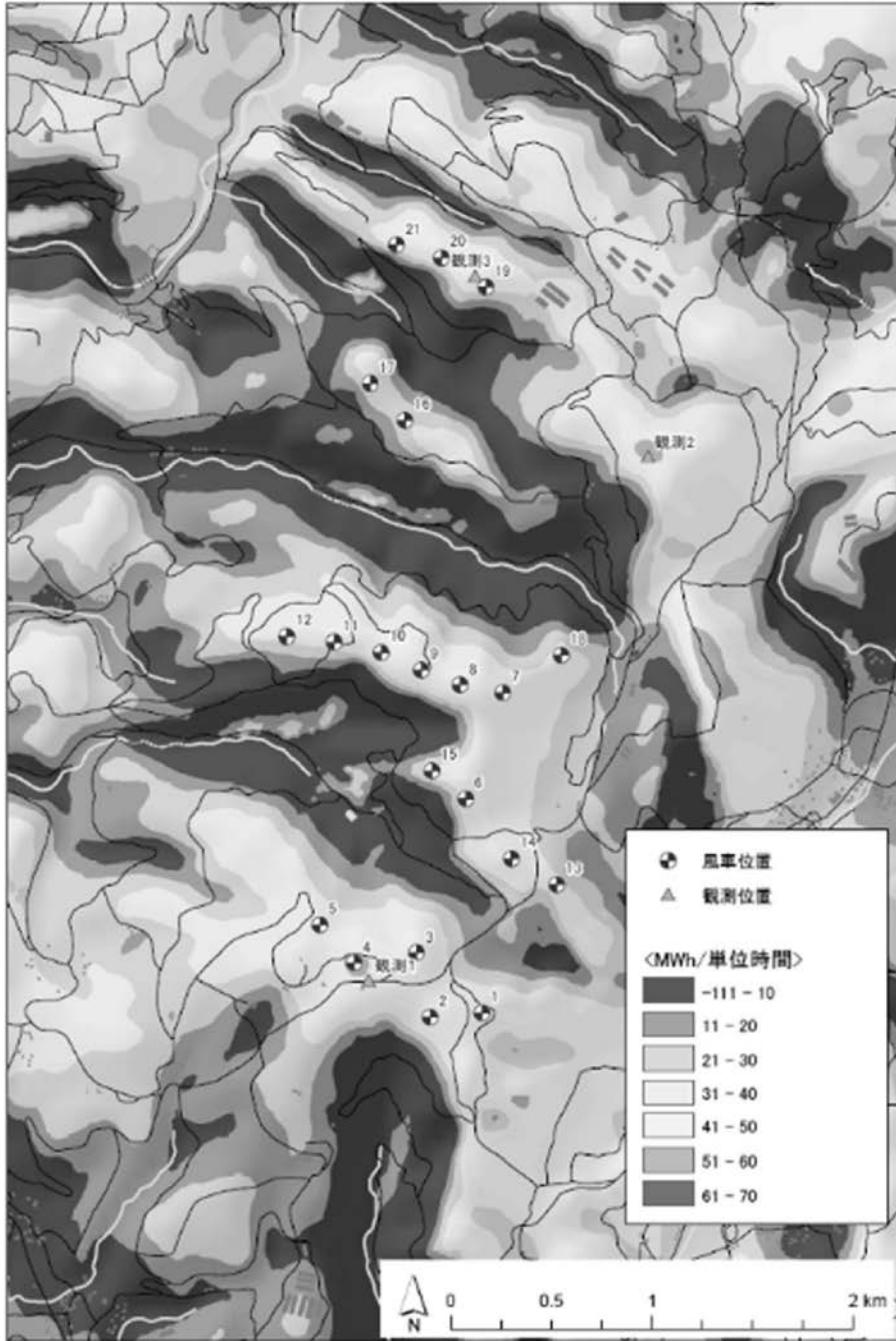
	乱流強度	速度欠損	平均風速	吹上角度	top.bottom
乱流強度	1	-0.557	-0.4744	0.0332	0.6862
速度欠損	-0.557	1	0.0677	-0.4558	-0.7532
平均風速	-0.4744	0.0677	1	-0.0043	0.041
吹上角度	0.0332	-0.4558	-0.0043	1	0.2702
top.bottom	0.6862	-0.7532	0.041	0.2702	1

(a)



(b)

【 図 5 】



フロントページの続き

- (72)考案者 内田 孝紀
福岡県宗像市光岡377番地10 株式会社リアムコンパクト内
- (72)考案者 猿渡 和明
福岡県福岡市中央区渡辺通一丁目1番1号 西日本技術開発株式会社内
- (72)考案者 川島 泰史
福岡県福岡市中央区渡辺通一丁目1番1号 西日本技術開発株式会社内
- (72)考案者 荒屋 亮
福岡県福岡市東区馬出3丁目15番25-316号 株式会社環境GIS研究所内