(19)日本国特許庁(JP) (12)特許公報(B1)

(11)特許番号

(24)登録日 令和5年6月15日(2023.6.15)

特許第7296599号 (P7296599)

(45) 発行日 令和5年6月23日(2023.6.23)

| (51)Int.Cl. | | FI | | | | |
|-------------|------|-----------|---------|------|---|--|
| G01W | 1/10 | (2006.01) | G 0 1 W | 1/10 | D | |
| G01W | 1/00 | (2006.01) | G 0 1 W | 1/00 | Z | |

請求項の数 9 (全 20 頁)

| (21)出願番号 | 特願2022-181302(P2022-181302) | (73)特許権者 | 皆 518425612 |
|---------------------------|-----------------------------|----------|---------------------|
| (22)出願日 | 令和4年11月11日(2022.11.11) | | ジャパン・リニューアブル・エナジー株式 |
| 審査請求日 | 令和4年11月11日(2022.11.11) | | 会社 |
| | | | 東京都港区六本木六丁目2番31号六本木 |
| 特許法第30条第2項適用 開催日 令和3年11月1 | | | ヒルズノースタワー15階 |
| 9日 集会名、開催 | 場所 第43回風力エネルギー利用 | (73)特許権者 | 皆 504145342 |
| シンポジウム(オン | ′ライン開催) 主催:一般社団法人 | | 国立大学法人九州大学 |
| 日本風力エネルギー | ・学会 ウェブサイトの掲載日 令和 | | 福岡県福岡市西区元岡744 |
| 4年7月11日 ウ | 'エブサイトの代表URL http | (74)代理人 | 100104880 |
| s://www.m | ldpi. com∕1996-107 | | 弁理士 古部 次郎 |
| 3/15/14/5 | 050 | (74)代理人 | 100125346 |
| | | | 弁理士 尾形 文雄 |
| 早期審查対象出願 | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | 最終頁に続く |
| | | | |

(54) 【発明の名称】風況予測システム、および風況予測方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

地表面の温度変化が大気の動きに与える影響を少なくとも含む、風況の観測位置におけ る予め定められた風向ごとの観測データからなる風況情報を取得する風況情報取得手段と

風況の予測の対象となる位置に関する情報を取得する対象地点情報取得手段と、

前記風況情報と、風況の予測の対象となる予測対象位置に関する情報とに基づいて、当該予測対象位置の風況の予測を支援する予測支援情報を生成する予測支援手段と、

を有<u>し、</u>

<u>前記予測支援手段は、前記風況情報から算出される、前記影響を示す値と風速を示す値</u> <u>との各々の前記風向ごとの出現頻度と、前記予測対象位置に関する情報とに基づいて、前</u> 記予測支援情報を生成することを特徴とする風況予測システム。

【請求項2】

前記予測支援手段は、前記予測支援情報として、前記観測位置の風速を、前記予測対象 位置の風速に換算するための風速比を少なくとも含む情報を生成することを特徴とする、 請求項1に記載の風況予測システム。

【請求項3】

前記予測支援手段は、前記影響を示す値と前記風速を示す値との各々の前記風向ごとの 出現頻度から特定される、1以上の代表的な当該影響を示す値と、前記予測対象位置に関 する情報とに基づいて、前記予測支援情報を生成することを特徴とする、

請求項1に記載の風況予測システム。

【請求項4】

前記予測支援手段は、複数の代表的な前記影響を示す値の前記出現頻度の平均値と、前 記予測対象位置に関する情報とに基づいて、前記予測支援情報を生成することを特徴とす る、

請求項3に記載の風況予測システム。

【請求項5】

前記影響を示す値は、前記観測位置と地表面との標高差および温度差と、当該観測位置の風速と、重力加速度とを少なくとも含む情報に基づき算出されたリチャードソン数の値 により示されることを特徴とする、

請求項1に記載の風況予測システム。

【請求項6】

前記影響を示す値は、算出された前記リチャードソン数の値を、当該影響を示す値の前 記出現頻度に応じて変化させた値により示されることを特徴とする、

請求項<u>5</u>に記載の風況予測システム。

【請求項7】

前記予測支援手段は、前記観測位置における中心角360度の方位を16分割した風向の各々を1風向区分とし、当該1風向区分における中心の風向および両端の風向の各々の前記風況情報から算出される前記影響を示す値と前記風速を示す値との各々の出現頻度と、前記予測対象位置に関する情報とに基づいて、前記予測支援情報を生成することを特徴とする、

請求項<u>1</u>に記載の風況予測システム。

【請求項8】

前記予測支援手段は、前記1風向区分の中心角の大きさを維持した状態で、前記中心角 360度の方位における当該1風向区分の配置を変化させた場合の当該1風向区分におけ る中心の風向および両端の風向の各々の前記観測データと、前記予測対象位置に関する情 報とに基づいて、前記予測支援情報を生成することを特徴とする、

請求項<u>7</u>に記載の風況予測システム。

【請求項9】

地表面の温度変化が大気の動きに与える影響を少なくとも含む、風況の観測位置におけ る予め定められた風向ごとの観測データからなる風況情報を取得するステップと、

風況の予測の対象となる位置に関する情報を取得するステップと、

前記風況情報と、前記風況の予測の対象となる位置に関する情報とに基づいて、当該風況の予測の対象となる位置の風況の予測を支援する予測支援情報を生成するステップと、

を含<u>み、</u>

<u>前記予測支援情報を生成するステップでは、前記風況情報から算出される、前記影響を</u> 示す値と風速を示す値との各々の前記風向ごとの出現頻度と、前記風況の予測の対象とな <u>る位置に関する情報とに基づいて、当該予測支援情報を生成する</u>ことを特徴とする風況予 測方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

[0001]

本発明は、風況予測システム、および風況予測方法に関する。

【背景技術】

[0002]

風力発電所の建設前に行われる事業性評価は、風車の設置予定地の風速の予測値から試 算される年間発電量に基づいて行われる。風車の設置予定地の風速の予測は、風況観測塔 (以下、「マスト」と呼ぶ。)による1年以上に渡る風況の観測データに基づいて行われ る。ただし、マストの設置場所と、風車の設置場所とが一致しないことが通常であるため 、設置環境(地形など)の違い等による風況の違いを考慮する必要がある。このため、観

50

10

20

30

測データを風車の設置予定地の風速に変換するための風速比が、360度の方位を16分 割した風向ごとにシミュレーションされる。(例えば、特許文献1、非特許文献1)。 【先行技術文献】 【特許文献】 [0003]【特許文献1】特開2019-203727号公報 【非特許文献】 [0004]【非特許文献1】NKRE GL WFC01 日本海事協会 ウインドファーム認証陸上風力編 http s://www.classnk.or.jp/hp/pdf/authentication/renewableenergy/ja/windfarm/NKRE GL WFC01 July2021 Jpn Corrected October2021.pdf 【発明の概要】 【発明が解決しようとする課題】 [0005]360度の方位を16分割した風向ごとの風速比をシミュレーションする場合、1風向 あたり22.5度の幅があるが、地形によっては風向が10度変わることで風況が大きく 変わってしまうことがある。さらに、従来から行われているシミュレーションでは、地表 面の温度変化が大気の動きに与える影響が考慮されない。このようなことから、従来から 行われているシミュレーションの結果から実態に即した風況を予測することは困難である [0006]本発明の目的は、予め定められた場所の風況を予測する際、より実態に即したシミュレ ーションの結果に基づいた予測を行えるようにすることにある。 【課題を解決するための手段】 [0007]請求項1に記載された発明は、地表面の温度変化が大気の動きに与える影響を少なくと も含む、風況の観測位置における予め定められた風向ごとの観測データからなる風況情報 を取得する風況情報取得手段と、風況の予測の対象となる位置に関する情報を取得する対 象地点情報取得手段と、前記風況情報と、風況の予測の対象となる予測対象位置に関する 情報とに基づいて、当該予測対象位置の風況の予測を支援する予測支援情報を生成する予 測支援手段と、を有することを特徴とする風況予測システムである。 請求項2に記載された発明は、前記予測支援手段は、前記予測支援情報として、前記観 測位置の風速を、前記予測対象位置の風速に換算するための風速比を少なくとも含む情報 を生成することを特徴とする、請求項1に記載の風況予測システムである。 請求項3に記載された発明は、前記予測支援手段は、前記風況情報から算出される、前

副水頃っに記載された光明は、前記予測又接手段は、前記風沈情報から昇山される、前記影響を示す値と風速を示す値との各々の前記風向ごとの出現頻度と、前記予測対象位置 に関する情報とに基づいて、前記予測支援情報を生成することを特徴とする、請求項1に 記載の風況予測システムである。

請求項4に記載された発明は、前記予測支援手段は、前記影響を示す値と前記風速を示 す値との各々の前記風向ごとの出現頻度から特定される、1以上の代表的な当該影響を示 す値と、前記予測対象位置に関する情報とに基づいて、前記予測支援情報を生成すること を特徴とする、請求項3に記載の風況予測システムである。

請求項5に記載された発明は、前記予測支援手段は、複数の代表的な前記影響を示す値 の前記出現頻度の平均値と、前記予測対象位置に関する情報とに基づいて、前記予測支援 情報を生成することを特徴とする、請求項4に記載の風況予測システムである。

請求項6に記載された発明は、前記影響を示す値は、前記観測位置と地表面との標高差 および温度差と、当該観測位置の風速と、重力加速度とを少なくとも含む情報に基づき算 出されたリチャードソン数の値により示されることを特徴とする、請求項3に記載の風況 予測システムである。

請求項7に記載された発明は、前記影響を示す値は、算出された前記リチャードソン数 50

30

20

の値を、当該影響を示す値の前記出現頻度に応じて変化させた値により示されることを特 徴とする、請求項6に記載の風況予測システムである。

(4)

請求項8に記載された発明は、前記予測支援手段は、前記観測位置における中心角360度の方位を16分割した風向の各々を1風向区分とし、当該1風向区分における中心の 風向および両端の風向の各々の前記風況情報から算出される前記影響を示す値と前記風速 を示す値との各々の出現頻度と、前記予測対象位置に関する情報とに基づいて、前記予測 支援情報を生成することを特徴とする、請求項3に記載の風況予測システムである。

請求項9に記載された発明は、前記予測支援手段は、前記1風向区分の中心角の大きさ を維持した状態で、前記中心角360度の方位における当該1風向区分の配置を変化させ た場合の当該1風向区分における中心の風向および両端の風向の各々の前記観測データと 、前記予測対象位置に関する情報とに基づいて、前記予測支援情報を生成することを特徴 とする、請求項8に記載の風況予測システムである。

請求項10に記載された発明は、地表面の温度変化が大気の動きに与える影響を少なく とも含む、風況の観測位置における予め定められた風向ごとの観測データからなる風況情 報を取得するステップと、風況の予測の対象となる位置に関する情報を取得するステップ と、前記風況情報と、前記風況の予測の対象となる位置に関する情報とに基づいて、当該 風況の予測の対象となる位置の風況の予測を支援する予測支援情報を生成するステップと 、を含むことを特徴とする風況予測方法である。

【発明の効果】

【0008】 請求項1の本発明によれば、予め定められた場所の風況を予測する際、より実態に即し 20

10

たシミュレーションの結果に基づく予測が可能になる。 請求項2の本発明によれば、予め定められた場所の風速を予測する際、より実態に即し

たシミュレーションの結果に基づく予測が可能となる。 請求項3の本発明によれば、予め定められた場所の風況を予測する際、地表面の温度変 化が大気の動きに与える影響と、風速との各々の出現頻度を考慮したシミュレーションの 結果に基づく予測が可能となる。

請求項4の本発明によれば、予め定められた場所の風況を予測する際、地表面の温度変 化が大気の動きに与える影響を示す値のうち1以上の代表的な値と対象地点情報とによる シミュレーションが行われるので、計算の効率化を図りながら実態に即した風況の予測が 可能となる。

請求項5の本発明によれば、予め定められた場所の風況を予測する際、地表面の温度変 化が大気の動きに与える影響を示す値のうち複数の代表的な値の出現頻度の平均値と対象 地点情報とによるシミュレーションが行われるので、計算の効率化を図りながら実態に即 した風況の予測が可能となる。

請求項6の本発明によれば、地表面の温度変化が大気の動きに与える影響を示す値を算 出する際、従来から用いられている計算式による簡易な計算が可能となる。

請求項7の本発明によれば、地表面の温度変化が大気の動きに与える影響を示す値のう ち解析の対象とする値を、出現頻度に応じて微調整できるので、より実態に即したシミュ レーションが可能となる。

請求項8の本発明によれば、風況情報の取得単位が従来の16区分から32区分に増え ることになるので、より実態に即したシミュレーションが可能となる。

請求項9の本発明によれば、1風向区分ごとに微調整できるので、より実態に即したシ ミュレーションが可能となる。

請求項10の本発明によれば、予め定められた場所の風況を予測する際、より実態に即 したシミュレーションの結果に基づく予測が可能になる。

【図面の簡単な説明】

[0009]

【図1】本実施の形態が適用される風況予測システムの全体構成の一例を示す図である。

【図2】図1の風況予測システムを構成する予測支援サーバのハードウェア構成の一例を

50

40

示す図である。

【図3】予測支援サーバの制御部の機能構成の一例を示す図である。

【図4】予測支援サーバの処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図5】風力発電所の建設予定地とされている島の全体図である。(A)は、島の平面図 である。(B)は、島の平面斜視図である。

【図6】(A)乃至(C)は、地表面の温度変化が大気の動きに与える影響を示す図である。

【図7】(A)乃至(C)は、島の北端部に設置されたマストに対する他の3つのマスト の風速の相関関係および風速比を表したグラフである。

【図8】(A)は、温度変化影響値の一例である大気安定度を表すリチャードソン数(R i)の値を算出する際に用いられる式の具体例を示す図である。(B)乃至(D)は、大 気安定度と風速との風向ごとの出現頻度の一例を表したグラフである。

【図9】(A)は、温度変化影響値の一例である大気安定度のばらつきと風速との関係を 示すグラフである。(B)は、温度変化影響値の一例である大気安定度の出現頻度を示す グラフである。

【図10】(A)は、一風向区分の具体例を示す図である。(B)は、解析の対象となる 風向のイメージを示す図である。

【図11】(A)乃至(C)は、風況予測の検証結果を示す図である。

【発明を実施するための形態】

[0010]

以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

(風況予測システムの構成)

図1は、本実施の形態が適用される風況予測システム1の全体構成の一例を示す図である。

風況予測システム1は、予測支援サーバ10と、マスト端末30-1乃至30-n(n は1以上の整数値)と、情報提供サーバ50と、ユーザ端末70とがネットワーク90を 介して接続されることにより構成されている。ネットワーク90は、例えば、LAN(Lo cal Area Network)、インターネット等である。なお、マスト端末30-1乃至30-n の各々を個別に説明する必要がない場合、これらをまとめてマスト端末30と呼ぶ。 【0011】

風況予測システム1を構成する予測支援サーバ10は、風況予測システム1全体を管理 するサーバとしての情報処理装置である。予測支援サーバ10は、マストの設置場所であ る観測地点に設置されたマストの高さ方向の1以上の観測位置の各々にて観測された、地 表面の温度変化が大気の動きに与える影響を少なくとも含む風況に関する情報(以下、「 風況情報」と呼ぶ。)を取得する。風況情報は、マストごとに設置されたマスト端末30 から送信されてくる。風況情報には、例えば、地上付近の観測データ、高度ごと(例えば 、高度50m(メートル)、100m(メートル)等)の観測データなどが含まれる。 【0012】

また、予測支援サーバ10は、風況の予測の対象となる位置(以下、「予測対象位置」 と呼ぶ。)に関する情報を取得する。予測対象位置としては、例えば、建設が予定されて いる風力発電所の風車の設置予定地の高さ方向の1以上の位置などが挙げられる。予測対 象位置に関する情報には、例えば、予測対象位置の位置や地形に関する情報などが含まれ る。

【0013】

そして、予測支援サーバ10は、取得した風況情報と、予測対象位置に関する情報とに 基づいて、予測対象位置の風況の予測を支援する情報(以下、「予測支援情報」と呼ぶ。)を生成する。予測支援情報には、観測位置の風速を予測対象位置の風速に換算するため の風速比や、予測対象位置の風速の予測値や、風速の予測値から試算される年間発電量な どが含まれる。なお、予測支援サーバ10の構成や処理の詳細については後述する。 【0014】 30

10

20

風況予測システム1を構成するマスト端末30は、マストごとに設置された情報処理装置であり、観測位置の観測データを取得する。観測データには、マストに設置されている 1以上のセンサの計測結果が含まれる。マストには、例えば、風速センサ、風向センサ、 温度センサ、湿度センサ、気圧センサなどが設置されている。マスト端末30は、これら のセンサにより計測された風速、風向、温度、湿度、気圧等の計測結果を観測データとし て取得する。

(6)

[0015]

ここで、マスト端末30は、観測地の風向ごとの観測データを取得する。例えば、マス ト端末30は、観測位置の360度の方位を16分割した風向(以下、「16風向」と呼 ぶ)ごとの観測データを取得する。すなわち、16風向の観測データを取得する場合、マ スト端末30は、北、北北東、北東、東北東、東、東南東、南東、南南東、南、南南西、 南西、西南西、西、西南西、北西、および北北西の各々の風向ごとの観測データを、観測 位置ごとに取得する。マスト端末30は、取得した観測データからなる風況情報を予測支 援サーバ10に向けて送信する。

[0016]

風況予測システム1を構成する情報提供サーバ50は、観測位置に関する情報や、予測 対象位置に関する情報などを予測支援サーバ10に提供するサーバとしての情報処理装置 である。観測位置に関する情報としては、例えば、公的機関や民間機関などから提供され た気象に関するデータのうち観測位置に関するもの、公的機関や民間機関などから提供さ れた地形に関するデータのうち観測位置に関するものなどが挙げられる。また、予測対象 位置に関する情報としては、例えば、公的機関や民間機関などから提供された気象に関す るデータのうち予測対象位置に関するもの、公的機関や民間機関などから提供された地形 に関するデータのうち予測対象位置に関するものなどが挙げられる。情報提供サーバ50 は、観測位置に関する情報や、予測対象位置に関する情報を、予測支援サーバ10に向けて 送信する。

【0017】

風況予測システム1を構成するユーザ端末70は、予測支援情報を利用するユーザが操作するパーソナルコンピュータ、スマートフォン、タブレット端末等の情報処理装置である。ユーザ端末70は、ユーザにより入力された情報を予測支援サーバ10に向けて送信する。ユーザにより入力される情報としては、例えば、予測対象位置の予測支援情報の提供を問合せるために入力された情報(以下、「問合せ情報」と呼ぶ。)、予測対象位置に関する情報などが挙げられる。また、ユーザ端末70は、予測支援サーバ10から送信されてきた情報を取得して表示する。例えば、ユーザ端末70は、予測対象位置の予測支援 情報の提供の問合せに対して予測支援サーバ10から送信されてきた予測支援情報を取得して表示する。

[0018]

なお、上述の風況予測システム1の構成は一例であり、風況予測システム1全体として 上述の処理を実現させる機能を備えていればよい。このため、上述の処理を実現させる機 能のうち、一部または全部を風況予測システム1内の各装置や機器で分担してもよいし協 働してもよい。すなわち、予測支援サーバ10の機能の一部または全部をマスト端末30 や情報提供サーバ50の機能としてもよい。また、マスト端末30の機能の一部または全 部を予測支援サーバ10や情報提供サーバ50の機能としてもよい。さらに、風況予測シ ステム1を構成する予測支援サーバ10、マスト端末30、および情報提供サーバ50の 各々の機能の一部または全部を、図示せぬ他のサーバ等に移譲してもよい。これにより、 風況予測システム1全体としての処理が促進され、また、処理を補完し合うことも可能と なる。

【0019】

(予測支援サーバのハードウェア構成) 図 2 は、図 1 の風況予測システムを構成する予測支援サーバ 1 0 のハードウェア構成の 20

一例を示す図である。

予測支援サーバ10は、制御部11と、メモリ12と、記憶部13と、通信部14と、
 操作部15と、表示部16とを有している。これらの各部は、データバス、アドレスバス、
 PCI(Peripheral Component Interconnect)バス等で接続されている。
 【0020】

制御部11は、OS(基本ソフトウェア)やアプリケーションソフトウェア(応用ソフトウェア)等の各種ソフトウェアの実行を通じて予測支援サーバ10の機能の制御を行う プロセッサである。制御部11は、例えばCPU(Central Processing Unit)で構成さ れる。メモリ12は、各種ソフトウェアやその実行に用いるデータ等を記憶する記憶領域 であり、演算に際して作業エリアとして用いられる。メモリ12は、例えばRAM(Rand om Access Memory)等で構成される。

[0021]

記憶部13は、各種ソフトウェアに対する入力データや各種ソフトウェアからの出力デ ータ等を記憶する記憶領域である。記憶部13は、例えばプログラムや各種設定データな どの記憶に用いられるHDD(Hard Disk Drive)やSSD(Solid State Drive)、半導 体メモリ等で構成される。記憶部13には、各種情報を記憶するデータベースとして、例 えば、取得された風況情報が記憶された風況DB131、取得された予測対象位置に関す る情報が記憶された対象位置DB132、生成された予測支援情報が記憶された予測支援 DB133等が格納されている。

[0022]

通信部14は、ネットワーク90を介してマスト端末30、情報提供サーバ50、および外部との間でデータの送受信を行う。操作部15は、例えばキーボード、マウス、機械式のボタン、スイッチで構成され、入力操作を受け付ける。操作部15には、表示部16と一体的にタッチパネルを構成するタッチセンサも含まれる。表示部16は、例えば情報の表示に用いられる液晶ディスプレイや有機EL(Electro Luminescence)ディスプレイで構成され、画像やテキストのデータなどを表示する。

[0023]

(マスト端末、情報提供サーバ、ユーザ端末のハードウェア構成)

マスト端末30、情報提供サーバ50、およびユーザ端末70のハードウェア構成は、 いずれも図2に示す予測支援サーバ10のハードウェア構成と同様の構成を備えている。 すなわち、マスト端末30、情報提供サーバ50、およびユーザ端末70は、図2に示す 予測支援サーバ10の制御部11、メモリ12、記憶部13、通信部14、操作部15、 および表示部16の各々と同様の制御部、メモリ、記憶部、通信部、操作部、および表示 部の各々を備えている。このため、マスト端末30、情報提供サーバ50、およびユーザ 端末70のハードウェア構成の図示および説明を省略する。

[0024]

(予測支援サーバの制御部の機能構成)

図3は、予測支援サーバ10の制御部11の機能構成の一例を示す図である。

予測支援サーバ10の制御部11では、情報取得部101と、情報管理部102と、情報生成部103と、送信制御部104とが機能する。

【 0 0 2 5 】

情報取得部101は、予測支援サーバ10に向けて送信されてきた各種の情報を取得す る。情報取得部101により取得される情報としては、例えば、マスト端末30から送信 されてきた風況情報や、情報提供サーバ50から送信されてきた予測対象位置に関する情 報などが挙げられる。

[0026]

情報管理部102は、情報取得部101により取得された情報をデータベースに記憶し て管理する。例えば、情報管理部102は、マスト端末30から送信されてきた風況情報 を、記憶部13の風況DB131に記憶して管理する。また、情報管理部102は、情報 提供サーバ50から送信されてきた予測対象位置に関する情報を、記憶部13の対象位置 10

20



DB132に記憶して管理する。また、情報管理部102は、後述する情報生成部103 により生成された各種の情報をデータベースに記憶して管理する。例えば、情報管理部1 02は、情報生成部103により生成された予測支援情報を、記憶部13の予測支援DB 133に記憶して管理する。

(8)

[0027]

情報生成部103は、各種の情報を生成する。例えば、情報生成部103は、情報管理 部102により管理されている、マストごとの風況情報と、予測対象位置に関する情報と に基づいて、予測支援情報を生成する。具体的には、情報生成部103は、風向ごとの風 況情報から算出される、風速を示す値ごとの出現頻度と、地表面の温度変化が大気の動き に与える影響を示す値(以下、「温度変化影響値」と呼ぶ。)ごとの出現頻度と、予測対 象位置に関する情報とに基づいて予測支援情報を生成する。温度変化影響値としては、例 えば、大気安定度が挙げられる。大気安定度は、マストの観測位置と地表面との標高差お よび温度差と、マストの観測位置の風速と、重力加速度とを少なくとも含む情報に基づき 算出されたリチャードソン数の値で表される。なお、大気安定度を示すリチャードソン数 (Ri)を算出する際に用いられる式の具体例については、図8(A)を参照して後述す る。

【0028】

算出されたリチャードソン数の値は、出現頻度に応じて変化させることができる。この 場合、大気安定度が複数選択され、その1つ1つについてリチャードソン数(Ri)が算 出されるが、1回の計算の中でリチャードソン数(Ri)を徐々に変化させる。徐々に変 化させるスピードは、リチャードソン数(Ri)の出現頻度の分布形状に合わせて設定さ れてもよい。1回の計算の中でリチャードソン数(Ri)を徐々に変化させることは計算 時間を要するが、ケース数が減少するため、結果の管理や後処理が容易になる。 [0029]

情報生成部103は、予測支援情報を生成する場合には、例えば、風速を示す値ごとの 出現頻度と、温度変化影響値ごとの出現頻度とから特定される、1以上の代表的な温度変 化影響値と、予測対象位置に関する情報とに基づいて予測支援情報を生成する。このとき 特定された代表的な温度変化影響値が複数である場合には、情報生成部103は、特定 された複数の代表的な温度変化影響値の出現頻度の平均値と、予測対象位置に関する情報 とに基づいて予測支援情報を生成する。

また、情報生成部103は、予測支援情報を生成する場合には、例えば、観測位置にお ける16風向の各々を1風向区分とし、その1風向区分における中心の風向および両端の 風向の各々の風況情報から算出される温度変化影響値と風速を示す値との各々の出現頻度 と、予測対象位置に関する情報とに基づいて、予測支援情報を生成する。ここで、情報生 成部103は、1風向区分の中心角の大きさを維持した状態で、中心角360度の方位に おける1風向区分の配置を変化させた場合の1風向区分における中心の風向および両端の 風向の各々の観測データと、予測対象位置に関する情報とに基づいて、予測支援情報を生 成することもできる。この場合、1風向区分は、中心の風向および両端の風向で1セット となるが、1風向区分を徐々に左右(例えば、中心角±11度程度)に振ることで、上述 の1回の計算の中でリチャードソン数(Ri)を徐々に変化させる場合と同様に、1風向 区分あたり1回の計算で済ませることができる。1回の計算の中でリチャードソン数(R i)を徐々に変化させることは計算時間を要するが、ケース数が減少するため、結果の管 理や後処理が容易になる。さらに、1回の計算の中で、リチャードソン数(Ri)を徐々 に変化させつつ、1風向区分を徐々に左右に振ってもよい。これにより、1回の計算時間 は大幅に増加するが、計算ケースの数を大幅に減らすことができる。

【0031】

送信制御部104は、通信部14を介して各種情報を送信する制御を行う。例えば、送 信制御部104は、情報生成部103により生成された予測支援情報をユーザ端末70に 向けて送信する制御を行う。

10

[0032]

(予測支援サーバの処理の流れ)

図4は、予測支援サーバ10の処理の流れの一例を示すフローチャートである。 予測支援サーバ10は、マスト端末30から風況情報が送信されてくると(ステップ4 01でYES)、送信されてきた風況情報を取得し(ステップ402)、取得した風況情 報をデータベース(例えば、図2の風況DB131)に記憶して管理する(ステップ40 3)。これに対して、マスト端末30から風況情報が送信されてきていない場合(ステッ プ401でNO)、予測支援サーバ10は、マスト端末30から風況情報が送信されてく るまでステップ401を繰り返す。

(9)

【0033】

予測支援サーバ10は、情報提供サーバ50から対象位置情報が送信されてくると(ス テップ404でYES)、送信されてきた対象位置情報を取得し(ステップ405)、取 得した対象位置情報をデータベース(例えば、図2の対象位置DB132)に記憶して管 理する(ステップ406)。これに対して、情報提供サーバ50から対象位置情報が送信 されてきていない場合(ステップ404でNO)、予測支援サーバ10は、情報提供サー バ50から対象位置情報が送信されてくるまでステップ404を繰り返す。

【0034】

予測支援サーバ10は、ユーザ端末70から予測支援情報の提供に関する問合せ情報が 送信されてくると(ステップ407でYES)、送信されてきた問合せ情報を取得する(ステップ408)。そして、予測支援サーバ10は、データベースに記憶して管理してい るマストごとの風況情報と、予測対象位置に関する情報とに基づいて、問合せ情報に対応 する予測支援情報を生成し(ステップ409)、問合せ情報の送信元であるユーザ端末7 0に向けて、生成した予測支援情報を送信する(ステップ410)。これにより、予測支 援サーバ10の処理は終了する。これに対して、ユーザ端末70から予測支援情報の提供 に関する問合せ情報が送信されてきていない場合(ステップ407でNO)、予測支援サ ーバ10は、ユーザ端末70から予測支援情報の提供に関する問合せ情報が送信されてく るまでステップ407を繰り返す。

【0035】

(具体例)

図 5 乃至図 1 3 には、図 1 の風況予測システム 1 の適用事例として、風力発電所の建設 予定地の風況予測の具体例が示されている。

図5(A)および(B)は、風力発電所の建設予定地とされている島500の全体図で ある。図5(A)は、島500の平面図であり、島500の大きさや形状などが示されて いる。図5(B)は、島500の平面斜視図であり、島500の起伏や標高などがイメー ジで示されている。なお、図5(A)および(B)において、上側は北(N)、下側は南 (S)、右側は東(E)、左側は西(W)を示している。 【0036】

島500は、図5(A)および(B)に示すように、南北約3km(キロメートル)、 東西約2km(キロメートル)の起伏のある孤島である。島500の島内には、マスト6 01(MastA)、マスト602(MastB)、マスト603(MastC)、およ びマスト604(MastD)が、島500の北端部から南端部にかけて分散されて設置 されている。このうち、最も北に位置するマスト601は、図5(B)に示すように、4 つのマストのうち最も標高が高い場所(標高139m(メートル))に設置されている。 また、マスト601よりも僅かに南寄りの西方に位置するマスト602は、マスト601 よりも少し標高が低い場所に設置されている。また、マスト602よりも少し西寄りの南 方に位置するマスト603は、マスト602よりも少し標高が低い場所に設置されている。 。また、最も南に位置するマスト604は、最も標高が低い場所に設置されている。マス ト601乃至マスト604の各々の高さは58m(メートル)である。

[0037]

図6(A)乃至(C)は、地表面の温度変化が大気の動きに与える影響を示す図である 50

40

。なお、図6(A)乃至(C)には、島500の北端部に設置されたマスト601と、南 端部に設置されたマスト604とを結ぶ地表面の線に対し鉛直方向に大気700を切断し たときの断面図が示されている。また、大気700の断面図の色の濃淡は、空気の温度分 布を表している。

(10)

【 0 0 3 8 】

図6(A)は、島500の天気が、例えば、晴天である場合の大気700における空気 の温度分布を示している。晴天の日は、太陽からの熱により地面が暖められて、島500 の地表面に近い大気700の温度が上昇する。これに対して、島500の地表面から遠い 大気700の温度は低い状態にあるため、島500の大気700において、温度差による 鉛直方向の気流の流れが発生する。この場合、島500の大気700は、図6(A)に示 すように、空気の温度分布が複数の層を形成せず、ムラが生じている状態になる。すなわ ち、島500の天気が、例えば、晴天である場合には、地表面の温度変化が大気の動きに 与える影響が大きい状態になる。

【 0 0 3 9 】

図6(B)は、島500の天気が、例えば、曇りや強風である場合の大気700におけ る空気の温度分布を示している。曇りの日や強風の日は、気温逓減率と乾燥断熱減率とが ほぼ等しい状態になる。この場合、島500の大気700は、図6(B)に示すように、 空気の温度分布が複数の層を形成しているものの、若干のムラが生じている状態になる。 すなわち、島500の天気が、例えば、曇りや強風である場合には、地表面の温度変化が 大気の動きに与える影響が少ない状態になる。なお、気温逓減率とは、標高が高くなるに つれて空気の温度が下がっていく割合のことをいう。また、乾燥断熱減率とは、水蒸気の 凝結が起こらない状態で断熱的に小気塊が鉛直方向に移動したとき、その気塊の温度が高 さとともに変化する割合(高度100mにつき0.977の割合で減少)のことをいう

[0040]

図6(C)は、島500の天気が、例えば、風が弱くよく晴れた冬の夜間である場合の 大気700における空気の温度分布を示している。風が弱くよく晴れた冬の夜間は、地表 面からの放射(赤外放射)の度合が強くなり、島500の地表面に近い大気700の熱が 奪われて温度が低下した状態(放射冷却)になる。これに対して、島500の地表面から 遠い大気700の温度は高い状態にあるため、島500の大気700において、温度差に よる鉛直方向の気流の流れが発生しない。この場合、島500の大気700は、図6(C))に示すように、空気の温度分布が複数の層を形成し、ムラが生じていない状態になる。 すなわち、島500の天気が、例えば、風が弱くよく晴れた冬の夜間である場合には、地 表面の温度変化が大気の動きに与える影響がほとんどない状態になる。

【0041】

このように、天候や季節によって地表面の温度は変化し、その変化が大気の動きに与え る影響は大きいが、従来の風況予測では地表面の温度変化が大気の動きに与える影響が考 慮されていない。これに対して、本発明によれば、地表面の温度変化が大気の動きに与え る影響が考慮されるため、実態に即した風況予測が可能となる。その結果、従来の風況予 測の結果に比べてより精度の高い予測結果を得ることができる。

【0042】

図7(A)乃至(C)は、島500の北端部に設置されたマスト601に対する他の3 つのマスト602乃至604の風速の相関関係および風速比を表したグラフである。なお 、図7(A)乃至(C)のグラフには、1時間あたりの北風の風速の平均値が使用されて いる。

図7(A)の左図は、マスト601(MastA)とマスト602(MastB)との 風速の相関関係を表したグラフである。グラフの横軸は、マスト601(MastA)の 風速(m/s)を示し、グラフの縦軸は、マスト602(MastB)の風速(m/s) を示している。

図7(A)の左図に示すように、マスト601(MastA)とマスト602(Mas

20

t B) との風速の相関関係は、ほぼ一直線上の関係になっており、その傾きから、マスト 601 (MastA)よりもマスト602 (MastB)の風速(m/s)が大きいこと がわかる。

【 0 0 4 3 】

図7(A)の右図は、マスト601(MastA)とマスト602(MastB)との 風速比を表したグラフである。グラフの横軸は、マスト601(MastA)の風速(m /s)を示し、グラフの縦軸は、マスト601(MastA)の風速(m/s)に対する マスト602(MastB)の風速比を示している。

図 7 (A)の右図に示すように、マスト 6 0 1 (M a s t A)の風速(m / s)に対す るマスト 6 0 2 (M a s t B)の風速比にはばらつきがあり、特にマスト 6 0 1 (M a s t A)の風速(m / s)が小さいときのばらつきが大きい。

【0044】

図7(B)の左図は、マスト601(MastA)とマスト603(MastC)との 風速の相関関係を表したグラフである。グラフの横軸は、マスト601(MastA)の 風速(m/s)を示し、グラフの縦軸は、マスト603(MastC)の風速(m/s) を示している。

図7(B)の左図に示すように、マスト601(MastA)とマスト603(Mas tC)との風速の相関関係も、ほぼ一直線上の関係になっており、その傾きから、マスト 601(MastA)よりもマスト603(MastC)の風速(m/s)が小さいこと がわかる。

【0045】

図7(B)の右図は、マスト601(MastA)とマスト603(MastC)との 風速比を表したグラフである。グラフの横軸は、マスト601(MastA)の風速(m /s)を示し、グラフの縦軸は、マスト601(MastA)の風速(m/s)に対する マスト603(MastC)の風速比を示している。

図7(B)の右図に示すように、マスト601(MastA)の風速(m/s)に対す るマスト603(MastC)の風速比にはばらつきがあり、特にマスト601(Mas tA)の風速(m/s)が小さいときのばらつきが大きい。

【0046】

図7(C)の左図は、マスト601(MastA)とマスト604(MastD)との 風速の相関関係を表したグラフである。グラフの横軸は、マスト601(MastA)の 風速(m/s)を示し、グラフの縦軸は、マスト604(MastD)の風速(m/s) を示している。

図7(C)の左図に示すように、マスト601(MastA)とマスト604(Mas tD)との風速の相関関係も、ほぼ一直線上の関係になっており、その傾きから、マスト 601(MastA)よりもマスト604(MastD)の風速(m/s)が小さいこと がわかる。

【0047】

図7(C)の右図は、マスト601(MastA)とマスト604(MastD)との 風速比を表したグラフである。グラフの横軸は、マスト601(MastA)の風速(m /s)を示し、グラフの縦軸は、マスト601(MastA)の風速(m/s)に対する マスト604(MastD)の風速比を示している。

図 7 (C)の右図に示すように、マスト 6 0 1 (M a s t A)の風速(m / s)に対す るマスト 6 0 4 (M a s t D)の風速比にはばらつきがあり、特にマスト 6 0 1 (M a s t A)の風速(m / s)が小さいときのばらつきが大きい。

【0048】

このように、図7(A)乃至(C)を見ると、マスト601に対する他の3つのマスト 602乃至604の各々の風速の相関関係は、いずれも一直線上の関係になっているが、 マスト601に対する他の3つのマスト602乃至604の各々の風速比のばらつきが大 きいことがわかる。

20

10

30

[0049]

図8(A)は、温度変化影響値の一例である大気安定度を表すリチャードソン数(Ri)の値を算出する際に用いられる式の具体例を示す図である。

温度変化影響値の一例である大気安定度を表すリチャードソン数(Ri)は、上述のように、マストの観測位置と地表面との標高差および温度差と、マストの観測位置の風速と、重力加速度とを少なくとも含む情報に基づき算出される。具体的には、例えば、図8(A)に示す式を用いて算出される。

【0050】

図8(A)に示す式のうち、「Ri」は、リチャードソン数である。「g」は、重力加 速度である。「H」は、観測地点における標高差の最大値である。「U」は、情報提供サ ーバ50により提供される気象に関するデータから得られる観測位置の風速、またはマス トの観測データから得られる観測位置の風速である。なお、「U」として、情報提供サー バ50により提供される気象に関するデータから得られる観測位置の風速を使用する場合 、解像度が十分でないことが多い。このため、通常は尾根に設置される風力発電所の風車 の設置位置よりも標高が低い位置の気象に関するデータしか得られないことがある。この 場合、観測地点における標高差の最大値に合わせて風速が補正される。

【 0 0 5 1 】

また、「 in」は、情報提供サーバ50により提供される気象に関するデータから得られる観測位置の気温、またはマストの観測データから得られる気温である。「 bot tom」は、情報提供サーバ50により提供される気象に関するデータから得られる観測 地点の地表面の温度(観測地点が地上ではなく海である場合には海面の温度)、またはマ ストの観測データから得られる観測地点の地表面の温度(観測地点が地上ではなく海であ る場合には海面の温度)である。

【0052】

ここで、「 in」と「 bottom」との関係を、観測位置の気温と観測地点の地 表面の温度との関係とするのではなく、2つの高度の間の気温の差(すなわち、気圧変化 を差し引いた温位差)としてもよい。この場合、「U」を2つの高度の間の風速の差とし 、「H」を2つの高度の差としてもよい。例えば、情報提供サーバ50により提供される 気象に関するデータから得られる観測地点における高度50m(メートル)のデータと、 高度100m(メートル)のデータとを使用する場合には、「 in」は、高度100m (メートル)の温位となり、「 bottom」は、高度50m(メートル)の温位とな る。また、「U」は、高度100m(メートル)の風速と高度50m(メートル)の風速 との差となり、「H」は、50m(メートル)(高度100m(メートル)-高度50m (メートル))となる。

【0053】

図8(B)乃至(D)は、大気安定度と風速との風向ごとの出現頻度の一例を表したグ ラフである。なお、図8(B)乃至(D)において、横軸は、温度変化影響値の一例であ る大気安定度を表すリチャードソン数(Ri)の値を示し、縦軸は、大気安定度を表すリ チャードソン数(Ri)および風速の各々の年間の出現頻度を示している。 【0054】

リチャードソン数(Ri)の値が負の値である場合、大気安定度は「不安定」となる。 これは、地表面の温度変化が大気の動きに与える影響が大きいことを示している。例えば 、上述の図6(A)の大気700の状態は、大気安定度が「不安定」である状態を示して いる。また、リチャードソン数(Ri)の値が0(ゼロ)である場合、大気安定度は「中 立」となる。これは、地表面の温度変化が大気の動きに与える影響が小さいことを示して いる。例えば、上述の図6(B)の大気700の状態は、大気安定度が「中立」である状 態を示している。また、リチャードソン数(Ri)の値が正の値である場合、大気安定度 は「安定」となる。これは、地表面の温度変化が大気の動きに与える影響がほとんどない ことを示している。例えば、上述の図6(C)の大気700の状態は、大気安定度が「安 定」である状態を示している。 10

[0055]

図8(B)には、島500の北端部に設置されたマスト601にて観測された北風(N 0deg)における大気安定度と風速との各々の年間の出現頻度が示されている。「出 現頻度」とは、全体の出現数に対する対象となる値の出現数の割合のことをいう。本実施 の形態では、出現頻度をパーセント(%)で表している。

図8(B)に示すように、大気安定度の値は、「不安定」を示す負の値から、「安定」 を示す正の値まで幅広く分布しているが、「不安定」を示す負の値に特に多く分布してお り、合計で82%程度の出現頻度となっている。分布が最も多いリチャードソン数(Ri)の値の範囲は「-0.2~0」であり、出現頻度は24%程度となっている。この値の 範囲の風速を示す値は、「3~6m/s」から「13m/s<」まで広く分布している。 また、分布が2番目に多いリチャードソン数(Ri)の値の範囲は「<-1」であり、出 現頻度は18%程度となっている。この値の範囲の風速を示す値は、「<3m/s」から 「3~6m/s」に多く分布している。

[0056]

図8(C)には、島500の北端部に設置されたマスト601にて観測された北北東の 風(NNE 22.5deg)における大気安定度と風速との各々の年間の出現頻度(%))が示されている。

図8(C)に示すように、大気安定度の値は、「不安定」を示す負の値から、「安定」 を示す正の値まで幅広く分布しているが、「不安定」を示す負の値に特に多く分布してお り、合計で86%程度の出現頻度となっている。分布が最も多いリチャードソン数(Ri)の値の範囲は「-0.2~0」であり、出現頻度は44%程度となっている。この値の 範囲の風速を示す値は、「3~6m/s」から「13m/s<」まで広く分布している。 また、分布が2番目に多いリチャードソン数(Ri)の値の範囲は「-0.4~-0.2 」であり、出現頻度は15%程度となっている。この値の範囲の風速を示す値は、「3~ 6m/s」から「13m/s<」まで広く分布している。

【 0 0 5 7 】

図8(D)には、島500の北端部に設置されたマスト601にて観測された北北西の 風(NNW 337.5deg)における大気安定度と風速との各々の年間の出現頻度(%)が示されている。

図8(D)に示すように、大気安定度の値は、「不安定」を示す負の値から、「安定」 を示す正の値まで幅広く分布しているが、「不安定」を示す負の値に比較的多く分布して おり、合計で73%程度の出現頻度となっている。分布が最も多いリチャードソン数(R i)の値の範囲は「-0.2~0」であり、出現頻度は22%程度となっている。この値 の範囲の風速を示す値は、「3~6m/s」から「13m/s<」まで広く分布している 。また、分布が2番目に多いリチャードソン数(Ri)の値の範囲は「-0.4~-0. 2」であり、出現頻度は15%程度となっている。この値の範囲の風速を示す値は、「< 3m/s」から「13m/s<」まで広く分布している。

【0058】

図9(A)は、温度変化影響値の一例である大気安定度のばらつきと風速との関係を示 すグラフである。なお、グラフの横軸は、図5の島500の北端部に設置されたマスト6 01の北風の風速(m/s)を示し、グラフの縦軸は、温度変化影響値の一例である大気 安定度を表すリチャードソン数(Ri)を示している。 【0059】

上述のように、大気安定度を表すリチャードソン数(Ri)の値が負の値であれば大気 が「不安定」であり、正の値であれば大気が「安定」していることになる。また、リチャ ードソン数(Ri)の値が0(ゼロ)であれば大気が「中立」であることになる。このた め、図9(A)のグラフでは、下側にプロットされているものほど大気が「不安定」であ り、上側にプロットされているものほど大気が「安定」していることになる。このような 前提の下に図9(A)のグラフを見ると、風速がおおよそ2~10m/sの範囲では、リ チャードソン数(Ri)の値が大きくばらついているが、風速が10m/sを超えると、 10



リチャードソン数(Ri)の値が-0.1程度で収束している。

【 0 0 6 0 】

図9(B)は、温度変化影響値の一例である大気安定度の出現頻度を示すグラフである。なお、グラフの横軸は、温度変化影響値の一例である大気安定度を表すリチャードソン数(Ri)を示し、グラフの縦軸は、島500の北端部に設置されたマスト601(MastA)に対する他のマスト602(MastB)、マスト603(MastC)およびマスト604(MastD)各々の風速比を示している。 【0061】

(14)

上述のように、大気安定度を表すリチャードソン数(Ri)の値が負の値であれば大気 が「不安定」であり、正の値であれば大気が「安定」していることになる。そして、リチ ャードソン数(Ri)の値が0(ゼロ)であれば大気が「中立」であることになる。この ため、図9(B)のグラフでは、左側にプロットされているものほど大気が「不安定」で あり、右側にプロットされているものほど大気が「安定」していることになる。このよう な前提の下に図9(B)のグラフを見ると、風速比がおおよそ0.8乃至1.3の範囲に おいて、マスト602(MastB)、マスト603(MastC)およびマスト604 (MastD)のいずれについても、リチャードソン数(Ri)の値の出現頻度が大きく ばらついている。

【0062】

図10(A)は、一風向区分の具体例を示す図である。

上述のように、予測対象位置の予測支援情報は、観測位置の風況情報から算出される、 温度変化影響値の一例である大気安定度を表すリチャードソン数(Ri)の値と、風速を 示す値との各々の風向ごとの出現頻度と、予測対象位置に関する情報とに基づいて生成さ れる。具体的には、観測位置における16風向の各々を1風向区分とし、1風向区分にお ける中心の風向および両端の風向の各々の風況情報から算出されるリチャードソン数(R i)の値と風速を示す値との各々の出現頻度と、予測対象位置に関する情報とに基づいて 、予測対象位置の予測支援情報が生成される。さらに具体的には、算出された出現頻度か ら特定される、全体を網羅する1以上の代表的なリチャードソン数(Ri)の値と、予測 対象位置に関する情報とに基づいて、予測対象位置の予測支援情報が生成される。このと き、代表的なリチャードソン数(Ri)の値の出現頻度の平均値と、予測対象位置に関する 情報とに基づいて、予測支援情報が生成される。代表的なリチャードソン数(Ri)の値 の特定は、ユーザの入力操作により行われてもよいし、予測支援サーバ10が自動で行っ てもよい。

[0063]

例えば、図10(A)には、16風向の1風向区分の一例として、北風が示されている。1風向区分の中心角は約22度(22.5度)(360÷16)であるため、1風向区分における中心の風向と両端の風向とのそれぞれの中心角の差は約11度(11.25度)となる。この場合、1風向区分の中心の風向(0deg Center)は北風であり、両端の風向(+11deg 349degおよび+11deg 11deg)は、北風から約11度西寄りの風、および北風から約11度東寄りの風となる。また、地形によっては風向が10度変わることで風況が大きく変わってしまうことがあるため、本実施の形態では、中心の風向と両端の風向との中間の風向の風況情報も解析の対象となる。すなわち、具体的には、北風から約5.5度(5.625度)西寄りの風と、北風から約5.5度(5.625度)東寄りの風との各々の風況情報も解析の対象となる。これにより、より実態に即した風況情報に基づく精緻な風況予測が可能となる。

[0064]

中心の風向および両端の風向の各々の風況情報から算出されるリチャードソン数(Ri)の値と風速を示す値との各々の出現頻度は、領域800乃至802に入るデータ数の全体に対する割合となる。ここで、算出された出現頻度から特定された全体を網羅する代表的なリチャードソン数(Ri)の値が「-0.5」、「-0.2」、「0」、および「+

10

0.2」であったとする。この場合、「 - 0.5」、「 - 0.2」、「 0」、および「 + 0.2」の各々の出現頻度の平均値と、予測対象位置に関する情報とに基づいて、予測対 象位置の予測支援情報が生成される。

【 0 0 6 5 】

図10(B)は、解析の対象となる風向のイメージを示す図である。

上述のように、一風向区分の中心の風向および両端の風向の各々の風況情報から算出さ れるリチャードソン数(Ri)の値と風速を示す値との各々の出現頻度と、予測対象位置 に関する情報とに基づいて、予測対象位置の予測支援情報が生成される。これにより、例 えば、図10(B)に示すように、16風向の風況情報と、16風向の各々の中間の風向 の風況情報とを含んだ32風向の風況情報の解析が可能となる。さらに、図示はしないが 、32風向の風況情報と、32風向の各々の中間の風向の風況情報とを含んだ64風向の 風況情報の解析も可能である。なお、図10(B)には、島500の中心地の風向が示さ れているが、実際には観測地点となるマスト601乃至604の各々における観測位置の 風向ごとの風況情報の解析が行われる。

[0066]

図11(A)乃至(C)、は、風況予測の検証結果を示す図である。図11(A)には 、予測対象位置として想定されたマスト602乃至604の予測誤差の平均値を風向ごと に表したグラフが示されている。図11(B)には、予測対象位置として想定されたマス ト602乃至604のうちの最大誤差の値を表したグラフが示されている。図11(A) および(B)において、「Method A」900は、従来から用いられている手法を 示している。「Method B」901は、気象状態のみ詳細に計算する手法を示して いる。「Method C」902は、風向のみ詳細に計算する手法を示している。「M ethod D」903は、本実施の形態による手法を示している。図11(C)には、 図11(A)のグラフにプロットされた値のMethodごとの平均値(上段)と、図1 1(B)のグラフにプロットされた値のMethodごとの平均値(中段)と、図11(B)のグラフにプロットされた値のMethodごとの最大値(下段)とが示されている

【0067】

風況予測の検証では、マスト601乃至604の各々の観測データを利用して、観測地 点をマスト601とし、予測対象位置をマスト602乃至604とする風況予測を行った 。すなわち、マスト602乃至604の各々に風力発電所の風車を設置すると仮定した場 合における風況予測を、マスト601の観測データに基づいて行った。その結果、図11 (C)に示すように、風向ごとのマスト602乃至604の予測誤差の平均値、マスト6 02乃至604のうちの最大誤差の値、およびマスト602乃至604のうちの最大値の いずれの値についても、本実施の形態による手法である「Method D」903の値 が最小になった。これは、本実施の形態による手法である「Method D」903に よれば、平均誤差も最大誤差も好適に制御できることを示している。

【0068】

(他の実施の形態)

以上、本実施の形態について説明したが、本発明は上述した本実施の形態に限るもので はない。また、本発明による効果も、上述した本実施の形態に記載されたものに限定され ない。例えば、図1に示す風況予測システム1の構成、図2に示す予測支援サーバ10の ハードウェア構成、および図3の予測支援サーバ10の制御部11の機能構成は、いずれ も本発明の目的を達成するための例示に過ぎず、特に限定されない。上述した処理を全体 として実行できる機能が図1の風況予測システム1に備えられていれば足り、この機能を 実現するためにどのようなハードウェア構成および機能構成を用いるかは上述の例に限定 されない。

【0069】

また、図4に示す予測支援サーバ10の処理のステップの順序も例示に過ぎず、特に限 定されない。図示されたステップの順序に沿って時系列的に行われる処理だけではなく、

必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別的に行われてもよい。また、 図 5 乃至図 1 1 に示す具体例も一例に過ぎず、特に限定されない。 【 0 0 7 0 】

例えば、上述の実施の形態では、マスト601乃至604の各々の観測データからなる 風況情報が、各々のマスト端末30から予測支援サーバ10に向けて送信されるが、これ に限定されない。例えば、マスト601乃至604の各々の観測データからなる風況情報 が情報提供サーバ50にて取得されている場合には、情報提供サーバ50から予測支援サ ーバ10に向けて風況情報が送信されてもよい。

【0071】

また、上述の実施の形態では、16風向のそれぞれについて解析が行われるが、例えば 、北東の風がほとんど吹かないなど、観測地点によっては特定の1以上の風向の風がほと んど吹かないことがある。このような場合には、風がほとんど吹かない風向については、 解析の対象から除外してもよい。これにより、業務の効率化を図ることができる。この場 合、データ処理上はマストと風車間の風速比を1:1とするなど、観測位置と予測対象位 置との風が同じであるという設定を行ってもよい。このような設定を行ったとしても、出 現頻度がほとんどなく影響が僅少であるため効率的である。

【0072】

また、上述の図10(A)の例では、中心風(0deg Center)、中心風から 11度西寄りの風(+11deg 349deg)、および中心風から11度東寄りの風 (+11deg 11deg)で構成される一風向区分の中の出現頻度を用いた計算が行 われるが、この比率を0.25:0.5:0.25とすることで重み付けによる平均値を 算出してもよい。これにより、作業の効率化を図ることができる。

【符号の説明】

【0073】

1 風況予測システム、10 予測支援サーバ、11 制御部、12 メモリ、13 記 憶部、14 通信部、15 操作部、16 表示部、30 マスト端末、50 情報提供 サーバ、70 ユーザ端末、101 情報取得部、102 情報管理部、103 情報生 成部、104 送信制御部、90 ネットワーク

【要約】

【課題】予め定められた場所の風況を予測する際、より実態に即したシミュレーションの 結果に基づいた予測を行えるようにする。

【解決手段】予測支援サーバ10の制御部11では、情報取得部101が、地表面の温度 変化が大気の動きに与える影響を少なくとも含む、風況の観測位置における予め定められ た風向ごとの観測データからなる風況情報と、風況の予測の対象となる位置に関する情報 とを取得し、情報生成部103が、風況情報と、風況の予測の対象となる予測対象位置に 関する情報とに基づいて、予測対象位置の風況の予測を支援する予測支援情報を生成する

【選択図】図3

30

20



(17)



【図3】







【図6】





【図7】



1.4 1.3

1.2

1.1 Mast C

> 0.9 0.8 0.7

0.6

0.5

2

6 8 10 12 14 16 Mast A Wind speed [m/s]

18



(C)



【図8】







| 2 | \checkmark | | X | 4 | 2 | Method D |
|----|--------------|-----|----|-----|---|----------|
| | N | NNW | NW | ssw | S | |
| 90 |) 01 90 | 03 | 90 |)2 | | |

| | 001 000 002 | 900 | 901 | 902 | 903 |
|-----|---|-------|-------|-------|------|
| (C) | Method | А | в | С | D |
| | Mean absolute error | 7.8% | 4.5% | 5.3% | 3.4% |
| | Mean of the maximum absolute error for each wind direction sector | 12.1% | 6.4% | 8.3% | 4.9% |
| | Maximum absolute error | 20.8% | 12.5% | 13.2% | 9.3% |

0.0%

NNE



フロントページの続き

- (72)発明者 高桑 晋
 東京都港区六本木6丁目2番31号 ジャパン・リニューアブル・エナジー株式会社内
 (72)発明者 内田 孝紀
 - 福岡県福岡市西区元岡744 国立大学法人九州大学内

審查官 野田 華代

(56)参考文献 特開2005-172442(JP,A)
特許第7068531(JP,B1)
国際公開第2015/182142(WO,A1)
特開2020-159725(JP,A)
特開2023-007932(JP,A)
中国特許出願公開第113326624(CN,A)
高桑晋,複雑地形サイトおよび地形の影響を受ける洋上サイトの風況予測における大気安定度の
影響,風力エネルギー利用シンポジウム,Vol.42nd (CD ROM), Page.140143
静居竜大,大気安定度分布の地域的特性,風力エネルギー利用シンポジウム,Vol.42nd (CD ROM)), Page.176179

(58)調査した分野(Int.Cl.,D B 名)

G01W 1/00-1/18