

平成 24 年度環境省委託業務

平成 24 年度
北海道地方における風況変動データ作成事業
成果報告書

平成 25 年 3 月

伊藤忠テクノソリューションズ株式会社

平成 24 年度北海道地方における風況変動データ作成事業

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震を受け、我が国では地球温暖化対策・エネルギー政策の両面から、再生可能エネルギーの導入を一層加速することが求められている。北海道地方における風力発電の導入加速のために、平成 23 年度東北地方における風況変動データベース作成事業の成果との整合性を確保し、当該地域において風力発電事業の実施を検討している事業者が利用可能な風況変動リスクを評価するデータベースを作成・公開し、風力発電事業者の事業性評価に資することを目的とした。また、平成 23 年度東北地方における風況変動データベース作成事業では整備されていない、風向の変動特性を評価するデータベースを北海道地方及び東北地方について作成・公開し、当該地方において風力発電事業の実施を検討している事業者が風車配置を検討する際の有益な情報を整備することを目的とした。

(1) 北海道地方の過去 20 年の詳細な風況データの作成

風力発電事業は一般的に約 15～20 年程度の期間を一つの基準として事業を実施しているが、長期の風況変動を把握することは、風力発電事業の事業性を評価する上で重要な要素の一つである。

現在、長期の風況変動を評価するために必要な長期の風況観測データは、気象官署等によって継続的に計測がおこなわれている。しかし、これらは観測箇所の数が十分でない上に、設置場所や観測機器の変更がおこなわれることが多いため、風力発電事業を評価するに必要な、長期間に渡る風況変動を把握することが難しいことが現状である。

このように、長期の風況変動データが不足している状況は、風力発電事業者やレンダーにとって、風力発電事業の事業性を判断する上での大きなリスク要因の一つとなっている。

このような課題に取り組むために、本事業では気象シミュレーション技術を活用することで、北海道地方における過去 20 年の詳細な風況データの作成を実施した。気象シミュレーション技術を使用すれば、過去 20 年の風況を空間的に広範囲にわたって把握することが可能となる。気象シミュレーションの実施にあたっては、伊藤忠テクノソリューションズ(株)(以後、CTC) が東北電力(株)と共同で取得した特許技術(特許 3226031 号)に基づいた技術を適用し、北海道地方の過去 20 年の風況を詳細な時間解像度(1 時間)および空間解像度(500m)で作成した。気象シミュレーションには CTC が独自開発した局地気象モデル LOCALS™を使用し、図 1 に示すように段階的に計算領域を狭めながら計算格子を詳細化した。計算領域は北海道電力供給管内を対象とし、計算期間は 1991 年～2010 年の 20 年間とした。

また、計算機のパフォーマンスを可能な限り引き出す負荷分散技術を駆使することで、高

解像度な気象シミュレーションを高速に実行した。

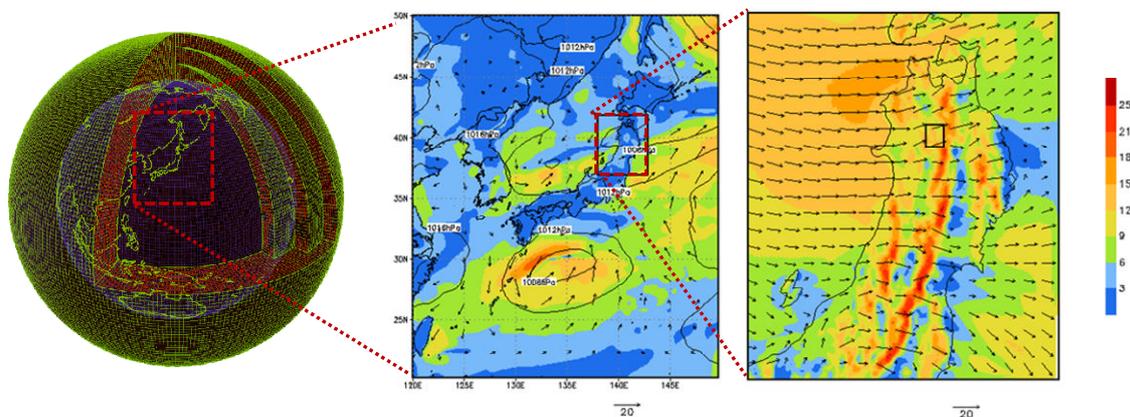


図 1 気象シミュレーション技術の概念図

(2) 風況変動データの作成

風力発電事業を事業者やレンダーが評価する際は、期待できる年間総発電量を推定することで、ある年の年間総発電量が想定よりも低い場合でも事業が継続可能なように年間総発電量を見積っている。したがって、年間総発電量の変動リスクを適切に評価するためには、年平均風速の変動を把握する必要がある。

年平均風速の変動を把握するために、気象シミュレーションで得られた北海道地方の過去 20 年の詳細な時間解像度 (1 時間) および空間解像度 (500m) で作成した風況データを基にして、過去 20 年の年平均風速を算出した。次に、算出した過去 20 年の年平均風速に基づき、風況の変動幅・長期トレンドの解析を実施した。なお、解析は 2MW 級の風車の標準的なハブ高さである地上高 80m における風速に基づき評価を実施した。

風況の変動幅については標準偏差の指標で評価した。現在、国際的に用いられている風力発電事業のリスク評価は、個別のリスク要因 (年変動、シミュレーション誤差等) について変動が正規分布していると仮定し、個別のリスク要因の標準偏差を重ね合わせることで風力発電事業全体のリスクを評価している。本事業では、年平均風速のシミュレーション誤差によって発生する風況変動リスクも加味し、風況の変動幅に関する分析を実施した。

また、北海道地方における風向の特性を把握するために、20 年間の詳細な風況データに対し、風向 (16 方位) 別に風速出現頻度 (風速階級別および全風速) と平均風速を集計し、風速階級別の風速出現頻度については風配図による可視化を行った。さらに、公開用データにおいてメッシュ内に矢印として表示するため、5.5m/s 以上の風速域についての最頻風向の集計も行った。

本風況変動データの分析結果は、表 1 に示す仕様で集約した。また、データベース作成によって得られた、北海道地方における過去 20 年の平均風速および標準偏差を図 2 に示す。本事業では、上記のデータベースを整備することで、北海道地方における過去 20 年の平均

風速および風況変動リスクを明らかにした。さらに、20年間の詳細な風況データに対する風向（16方位）別の風速出現頻度と平均風速、および最頻風向について、集計結果と風配図を表2と図3に示す。

表1 北海道地方における風況変動データの仕様

データベース要素	内容
20年間の年平均風速	20年間の年平均風速の平均値[m/s] (シミュレーション誤差を加味せず)
年平均風速の標準偏差	20年間の年平均風速の標準偏差[%] (シミュレーション誤差を加味)
年平均風速の最大値	20年間の年平均風速の最大値[m/s] (シミュレーション誤差を加味せず)
年平均風速の最小値	20年間の年平均風速の最小値[m/s] (シミュレーション誤差を加味せず)
風向（16方位）別の風速出現頻度	20年間の風向（16方位）別の風速出現頻度

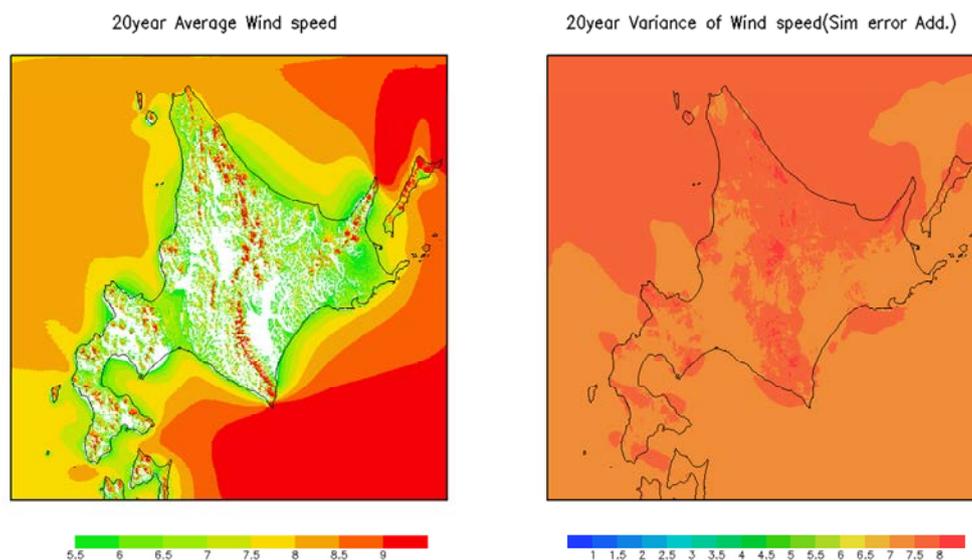


図2 北海道地方における過去20年の平均風速[m/s]（左図）および標準偏差[%]（右図）
地上高80mにおける過去20年の年平均風速に基づき算出した。
標準偏差はシミュレーション誤差を加味。

表 2 風向（16方位）別の風速出現頻度と平均風速、および最頻風向の例

最頻風向 西北西

	0.3[m/s] ~ 4.0[m/s]	4.0[m/s] ~ 6.0[m/s]	6.0[m/s] ~ 9.0[m/s]	9.0[m/s] ~ 12.0[m/s]	12.0[m/s] ~ 15.0[m/s]	15.0[m/s] ~ 15.0[m/s]	全風速	風向別 平均風速
北北東	0.75	0.73	0.88	0.44	0.29	0.26	3.34	7.63
北東	0.73	0.68	0.81	0.46	0.2	0.22	3.09	7.41
東北東	0.83	0.65	0.79	0.4	0.22	0.24	3.14	7.35
東	0.81	0.71	0.87	0.44	0.21	0.24	3.29	7.34
東南東	0.74	0.69	0.97	0.56	0.29	0.29	3.53	7.85
東南	0.77	0.85	1.08	0.6	0.39	0.48	4.18	8.39
南南東	0.9	0.94	1.4	0.98	0.57	0.62	5.41	8.67
南	1.06	1.14	2.08	1.52	0.9	0.86	7.57	8.96
南南西	0.95	1.24	2.27	2.02	1.16	0.93	8.56	9.23
南西	0.94	1.29	2.21	1.79	0.97	0.66	7.86	8.75
西南西	1.01	1.33	2.24	2.06	1.08	0.48	8.18	8.61
西	0.97	1.22	2.83	2.94	1.99	2.5	12.44	10.8
西北西	0.9	1.11	2.45	3.31	3.36	4.33	15.45	12.07
北西	0.75	0.85	1.38	1.33	0.97	0.72	6.01	9.36
北北西	0.73	0.72	1.04	0.7	0.43	0.35	3.98	8.31
北	0.77	0.74	1.12	0.6	0.35	0.39	3.97	8.21

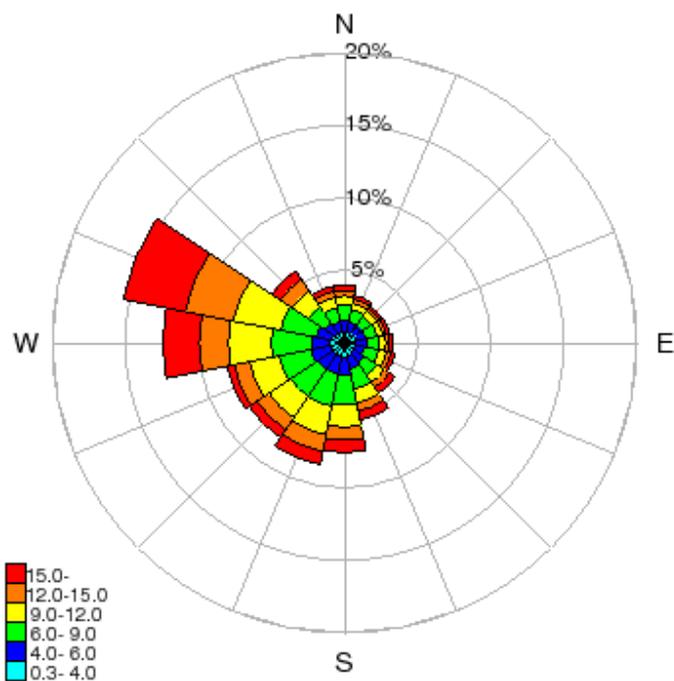


図 3 風配図の例

(3) 東北地方の風況変動データの整備

平成 23 年度東北地方における風況変動データベース作成事業では東北地方の風況変動データとして「20 年間の年平均風速」、「年平均風速の標準偏差」、「年平均風速の最大値」、「年平均風速の最小値」の 4 要素をデータベース化した。本事業では、東北地方における

風向の特性を把握するために、風向（16方位）別の風速出現頻度のデータを追加整備した。整備の方針としては、北海道の場合と同様に、東北地方における20年間の詳細な風況データに対し、風向（16方位）別に風速出現頻度（風速階級別および全風速）と平均風速を集計し、風速階級別の風速出現頻度については風配図による可視化を行った。また、公開用データにおいてメッシュ内に矢印として表示するための最頻風向の集計（5.5m/s以上の風速域を対象）も行った。

(4) 公開用データの作成

風況変動データベースの各データは位置情報を持っているため、地図情報と関連付けて表示することが可能である。地図と関連付けた風況変動データの公開には、平成23年度東北地方における風況変動データベース作成事業に基づき、一般に公開されているフリーソフトウェアであるGoogle Earthを利用する方法を採用した。これによって、一般の風力発電事業者やレンダーが、容易に地図情報と関連付けて風況変動データを確認することが可能になった。本事業では、公開用データとして、平均風速および変動幅（標準偏差と最大値・最小値）に加え、風向（16方位）別の風速出現頻度も整備した。

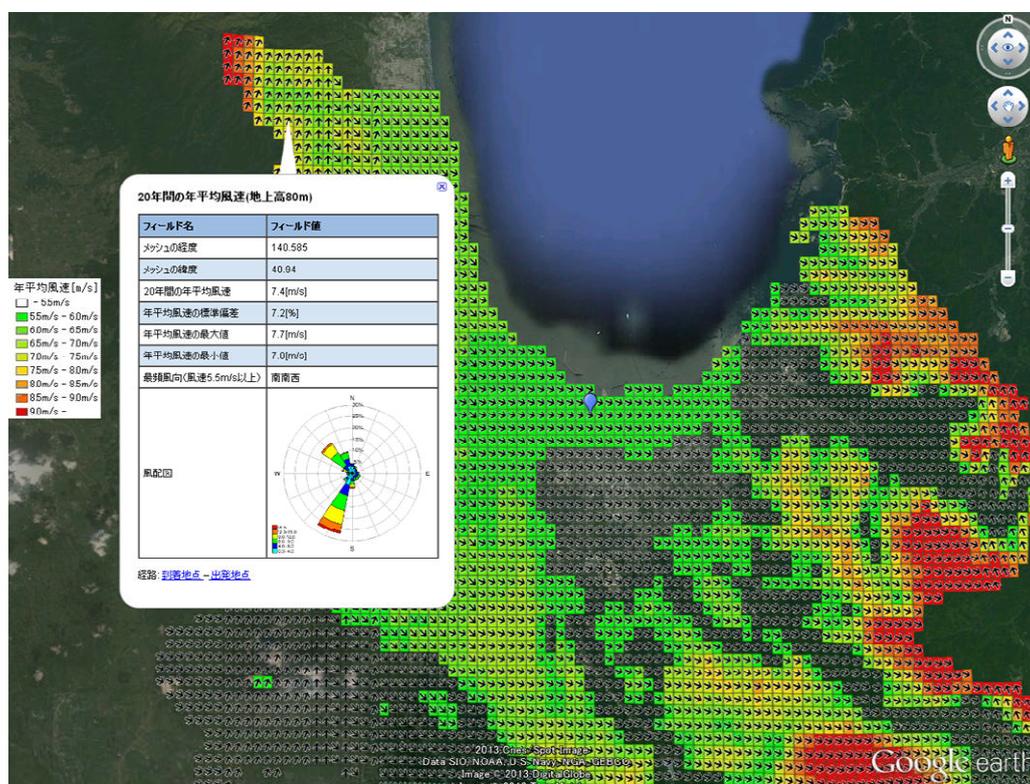


図 4 公開用データ閲覧イメージ

Wind Variability Database in Hokkaido District

The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake has necessitated our nation to implement the use of renewable energy from both global warming and energy policy perspectives. In this context, this work aims to develop and make available a database containing assessments of wind variation risks within the Hokkaido area, which is consistent with the previously built Tohoku-district database. Moreover, variation characteristics in wind direction, not considered in the previous work, were evaluated for Hokkaido and Tohoku districts. This database is intended to aid those considering wind power generation in the area. This report describes the work concerning creation of the database and discusses the assessment results obtained.

(1) Creation of detailed wind state data of the Hokkaido district over the past 20 years

Understanding of long-term annual wind variation is an important factor in wind power generation business because 15-20 year time span is usually considered for carrying on this type of business. Although meteorological stations across the country continuously record observation data necessary to carry out such long-term wind variation assessments, there exist problems. First, the number of these meteorological stations is far from sufficient. Furthermore, various changes are made in, for example locations of the offices and observation apparatus, which make understanding of long-term annual wind trends difficult. Therefore, essential long-term annual wind data is still lacking and is posing the industry a great risk in judging startup and continuance of wind power generation business.

In order to overcome such difficulties and to grasp the trends in long term wind states, numerical weather simulations over the past 20 years in the Hokkaido region were carried out in this study. The implementation of numerical weather simulations allows for reproduction of the climate states over the past 20 years in any spatial range. The numerical simulations implemented in this study are based on the patented technologies developed collaboratively between the ITOCHU Techno-Solutions Corporation (CTC) and the Tohoku Electric Power Co., Inc. (patent no. 3226031). High-resolution numerical simulations, 1 hour and 500m in time and spatial mesh respectively, of the Hokkaido district were carried out, and detailed wind states for the region over the past 20 years were reproduced and created. A CTC-original software LOCALS™, incorporating numerical weather prediction (NWP) model, was implemented

into a zooming-style simulation as illustrated in Figure 1. The computational domain and the time period considered are, areas within services of the Hokkaido Electric Power Co. and 20 years: 1991~2010, respectively. Since execution of thousands of cases must be completed within a given time frame, the simulations reported in this work were carried out in distributed computing style, specifically 60 cases in parallel per each execution.

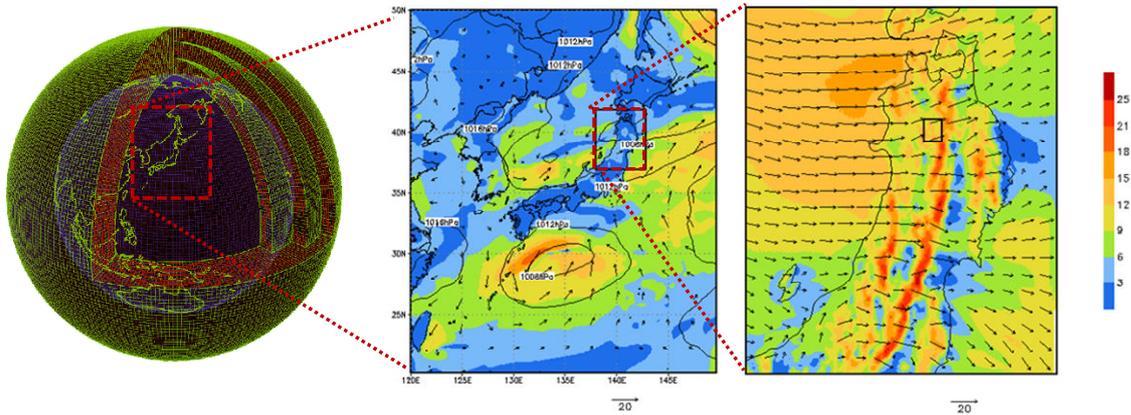


Fig. 1 A conceptual illustration of the numerical weather simulation

(2) Creation of wind-state variation database

Usually, wind energy developers, lenders and investors estimate the expected annual gross power of electricity to be generated to evaluate the continuance of the wind energy businesses. Since the gross annual power generation is an important factor, its variation risks must be evaluated adequately, which require information on variation of annual wind speed.

In order to grasp such variations, wind speeds were computed over the past 20 years using wind data created from high-resolution state-of-the-art numerical weather simulations involving 1 hour and 500m mesh in time and space, respectively. Using the computed average wind speed of the past 20 years, analyses were carried out to determine the variation range and long-term trends. The assessments were made based on wind speeds at 80m above ground assuming the hub-height of 2MW-class wind turbines.

The range of variations in the wind states were evaluated using indices based on standard deviations. Currently, internationally implemented wind power generation risk assessments assume distributions of the variations concerning individual risk factors, for example yearly fluctuations and simulation errors, to be normal. These assessments superpose the standard deviations from each risk factor to evaluate total risks in wind power generation. In this investigation, wind variation risks resulting

from errors in the simulations of annual wind speed were taken into consideration for analyzing the variation range of annual wind speed.

This year, in order to grasp the wind-direction traits of the Hokkaido region, frequencies of winds according to directions (16 directions) based on wind speed classification and all wind speeds, and average speeds were compiled. The wind direction frequencies based on wind speed classifications were visualized as wind-rose diagrams. As for data made open to the public, most frequent directions of winds that exceed 5.5 m/s were collected and the direction was illustrated with an arrow for each given point (mesh).

In this report, the analysis results were summarized as shown in Table 1. The averaged annual wind speed of the past 20 years and standard deviations of the Hokkaido district are illustrated in Fig. 2. By creating a database of the Hokkaido district, this work clarified the average annual wind speed and its wind variation risks. Furthermore, frequencies and average wind speeds for 16 directions, as well as most frequent directions from detailed 20-year simulation results were compiled and visualized as wind-rose diagrams as illustrated in Fig. 3 and Table 2.

Table 1 Specification summary of the wind-state variation database

database component	content
Average annual wind speed over 20 years	20-year average of annual wind speed [m/s] (simulation errors not considered)
Standard deviations of yearly annual wind speed	Standard deviations of yearly annual wind speed over 20 years[%] (simulation errors considered)
Maximum annual wind speed in yearly annual wind speed	Maximum annual wind speed in yearly annual wind speed [m/s] (simulation errors not considered)
Minimum annual wind speed in yearly annual wind speed	Minimum annual wind speed in yearly annual wind speed [m/s] (simulation errors not considered)
Frequencies of winds according to 16 directions	Frequencies of winds according to 16 directions over 20 years

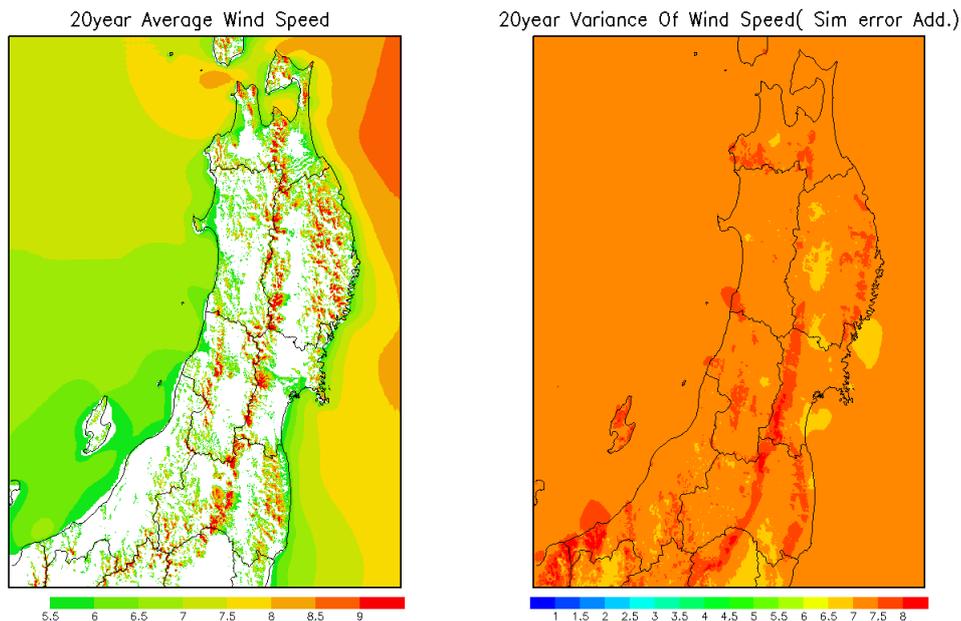


Fig. 2 Average annual wind speeds over the past 20 years in the Tohoku district[m/s] (left) , Standard deviations[%](right)

Calculated based on yearly averaged wind speeds at 80m above ground over the past 20 years. Simulation errors were taken into consideration for calculating the standard deviations.

Table 2 Example of frequencies and average wind speeds for 16 directions, as well as most frequent direction

most frequent direction WNW

	0.3[m/s] ~ 4.0[m/s]	4.0[m/s] ~ 6.0[m/s]	6.0[m/s] ~ 9.0[m/s]	9.0[m/s] ~ 12.0[m/s]	12.0[m/s] ~ 15.0[m/s]	15.0[m/s] ~	all wind speeds	average speed
NNE	0.75	0.73	0.88	0.44	0.29	0.26	3.34	7.63
NE	0.73	0.68	0.81	0.46	0.2	0.22	3.09	7.41
ENE	0.83	0.65	0.79	0.4	0.22	0.24	3.14	7.35
E	0.81	0.71	0.87	0.44	0.21	0.24	3.29	7.34
ESE	0.74	0.69	0.97	0.56	0.29	0.29	3.53	7.85
SE	0.77	0.85	1.08	0.6	0.39	0.48	4.18	8.39
SSE	0.9	0.94	1.4	0.98	0.57	0.62	5.41	8.67
S	1.06	1.14	2.08	1.52	0.9	0.86	7.57	8.96
SSW	0.95	1.24	2.27	2.02	1.16	0.93	8.56	9.23
SW	0.94	1.29	2.21	1.79	0.97	0.66	7.86	8.75
WSW	1.01	1.33	2.24	2.06	1.08	0.48	8.18	8.61
WSW	0.97	1.22	2.83	2.94	1.99	2.5	12.44	10.8
WNW	0.9	1.11	2.45	3.31	3.36	4.33	15.45	12.07
NW	0.75	0.85	1.38	1.33	0.97	0.72	6.01	9.36
NNW	0.73	0.72	1.04	0.7	0.43	0.35	3.98	8.31
N	0.77	0.74	1.12	0.6	0.35	0.39	3.97	8.21

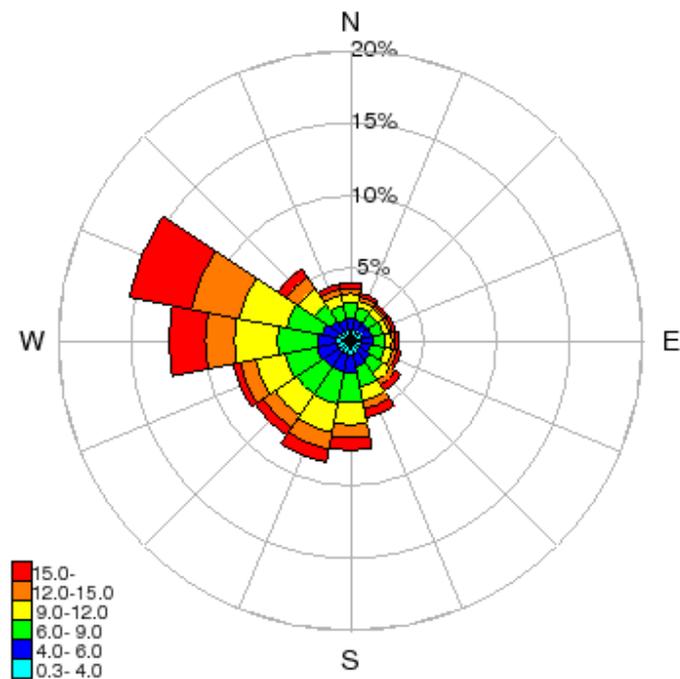


Fig. 3 Example of wind rose

(3) Upgrading of wind-state variation database of the Tohoku region

In the previous year, database was created for 4 elements such as ‘Average annual wind speed over 20 years’, ‘Standard deviations of yearly annual wind speed’, ‘Maximum annual wind speed in yearly annual wind speed’ and ‘Minimum annual wind speed in yearly annual wind speed’. This year, as done in the Hokkaido region, frequencies of winds and average wind speeds for 16 directions were added to the Tohoku region database to aid in better understanding of the wind direction traits. The frequencies of winds direction-wise according to speed classifications and all winds, and average wind speeds were compiled. Again, most frequent directions based on speed classification were illustrated by wind-rose diagrams. As for publicly opened data, most frequent directions of winds that exceed 5.5 m/s were collected and the direction was illustrated with an arrow for each given point (mesh).

(4) Creation of public database

Since all data in the wind database carry geographical information, this makes visualization on maps and atlases possible. In this work, Google Earth, a freeware open to public, was chosen for this purpose. Through the creation of such data, wind energy developers, lenders and investors can visually associate wind data with maps and

atlases in a geometric sense. Average wind speeds and variations (standard deviations, max/min speeds) and frequencies of winds according to 16 directions were added to the database.

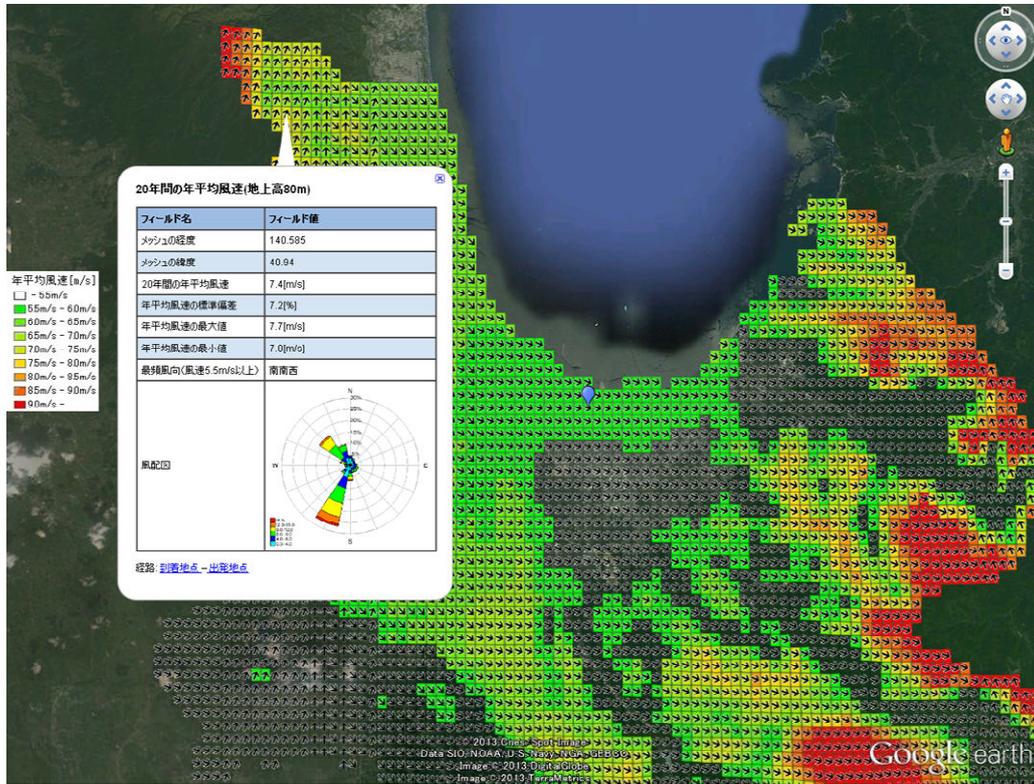


Fig. 4 Image of viewing data

平成 24 年度 北海道地方における風況変動データ作成事業 報告書目次

1. はじめに	1
1.1. 業務の背景	1
1.2. 業務の目的	1
1.3. 業務の実施にあたっての基本方針	1
2. 業務の実施内容	3
2.1. 北海道地方の過去 20 年の詳細な風況データの作成	3
2.1.1. 北海道地方の過去 20 年の詳細な風況データの作成方法.....	3
2.1.2. 気象シミュレーション結果の検証・考察.....	7
2.2. 風況変動データの作成	15
2.2.1. 北海道地方における風況変動の解析手法.....	15
2.2.1.1. 年平均風速の解析.....	15
2.2.1.2. 風況変動の解析.....	17
2.2.1.3. 風向（16 方位）別の風速出現頻度の解析.....	18
2.2.1.4. 風況変動データの作成.....	21
2.2.2. シミュレーション誤差評価	22
2.2.3. 20 年間の年平均風速の解析結果.....	26
2.2.4. 北海道地方の長期風況トレンドの考察.....	32
2.3. 東北地方の風況変動データの整備	71
2.3.1. 風向（16 方位）別の風速出現頻度の解析.....	71
2.4. 公開用データの作成.....	74
2.4.1. データ公開方法.....	74
2.4.2. 風況変動データベース公開システム.....	75
2.4.3. 風況変動データベースの公開用データ化.....	87
2.4.4. 公開データの閲覧方法.....	101
2.4.5. Google Earth の主な使い方.....	107

1. はじめに

1.1. 業務の背景

平成 23 年 3 月に発生した東北地方太平洋沖地震を受け、我が国では地球温暖化対策・エネルギー政策の両面から、再生可能エネルギーの導入を一層加速することが求められている。

環境省では、「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」において、我が国における再生可能エネルギーの賦存量、導入ポテンシャル及びシナリオ別導入可能量の推計をおこなっている。その結果、我が国では特に先般の震災で大きな被害を受けた東北地方や北海道地方といった北日本において、風力発電の導入可能量が非常に大きいということが分かっており今後の導入拡大が期待されている。

しかし、一方で風力発電事業においては、事業計画どおりに風が吹かない、あるいは想定よりも風が弱いといった「風況変動リスク」がある。そのリスクは、その事業規模に比例して大きくなり、リスクが顕在化した場合、事業の継続性に影響を及ぼすことから、事業者にとって事業実施の大きな障壁になっている。

1.2. 業務の目的

本業務では、北海道地方における風力発電の導入加速のために、平成 23 年度東北地方における風況変動データベース作成事業の成果との整合性を確保し、当該地域において風力発電事業の実施を検討している事業者が利用可能な風況変動リスクを評価するデータベースを作成・公開し、風力発電事業者の事業性評価に資することを目的としている。また、平成 23 年度東北地方における風況変動データベース作成事業では整備されていない、風向の変動特性を評価するデータベースを北海道地方及び東北地方について作成・公開し、当該地方において風力発電事業の実施を検討している事業者が風車配置を検討する際の有益な情報を整備することを目的としている。

1.3. 業務の実施にあたっての基本方針

(1) 気象モデルを用いて過去 20 年分の東北地方の風況を忠実に再現

数十年にわたって、同一の条件で風況が計測されている観測地点は国内の気象官署でも限られた地点しかない。従って、気象モデルを用いた最新の気象シミュレーション技術を使って、気象の再現計算をおこなうことが非常に重要である。

本業務では、気象シミュレーション技術を採用し、詳細な時間解像度および空間解像度で気象シミュレーションをおこない、過去 20 年分の北海道地方の風況を忠実に再現することに重点を置いた。

(2) ハイパフォーマンスな計算機器の整備と負荷分散処理による高解像度かつ短期間での

気象シミュレーション計算の実現

気象モデルを用いた気象シミュレーションは、計算コストを要する代表的な事例の一つであり、高速な計算環境の整備が、本業務を実施する上での主要な課題の一つである。本業務では、高速計算を実現する上で必要な計算機器を整備し、計算機のパフォーマンスを最大限引き出す負荷分散技術を駆使することで、高解像度な気象シミュレーション計算を高速で実行することが可能になった。

(3) 北海道地方及び東北地方の風況変動の解明に資する風況データベースの作成

平成 23 年度東北地方における風況変動データベース作成事業にて構築した東北地方の風況データベースに加えて、北海道地方の風況変動の解明に資する時間的・空間的に高解像度の風況データベースを追加整備した。風力事業関係者の事業リスク評価を実施する上で標準となる風況の年変動リスクの指標を整備した。

(4) 北海道地方及び東北地方の風向変動特性の解明に資するデータベースの作成

風力発電事業者が風車配置を検討する際の有益な情報として、北海道地方の風向変動特性が把握可能なデータベースを整備した。また、平成 23 年度東北地方における風況変動データベース作成事業にて構築した風況変動データベースに追加修正をおこない、東北地方における風向変動特性が把握可能なデータベースを整備した。データベースは利用者が風向変動特性を容易に把握できるように可視化した情報を整備した。

(5) 利用者にとって使い勝手の良い公開用風況変動データベース構築

利用者（風力発電事業者やレンダー）にとっての使い勝手の良い公開用データの構築をおこなった。公開用データは GIS を活用し分かりやすい画面となるように留意した。

2. 業務の実施内容

2.1. 北海道地方の過去 20 年の詳細な風況データの作成

北海道地方の過去 20 年の風況データの作成にあたっては、伊藤忠テクノソリューションズ(株) (以後、CTC) が東北電力(株)と共同で取得した特許技術 (特許 3226031 号、東北経済産業局長賞及び実施功績賞を受賞) に基づいた気象シミュレーション技術を適用することで、北海道地方の詳細な風況データを推定した。これにより、北海道地方を詳細な時間解像度および空間解像度で気象シミュレーションをおこなうことが可能になり、高精度の詳細な風況データ作成が可能となった。

また、計算機のパフォーマンスを可能な限り引き出す負荷分散技術を駆使することで、高解像度な気象シミュレーションを高速に実行することが可能となった。

2.1.1. 北海道地方の過去 20 年の詳細な風況データの作成方法

過去 20 年間の風況データには、NCEP (米国大気海洋庁) の再解析データを使用した。再解析データとは、長期の気候変動研究などを目的として作られる格子点気象データである。

再解析データは、数値予報/データ同化手法を用いて過去数十年の気象観測データから、同一の数値気象モデルを使うことにより作成される、長期間の均質な長期気象データである。このデータを用いることにより、過去 20 年にわたる長期間の風況変動の解析が実施した。

NCEP から提供される再解析データは、1979 年の過去データから一般に公開されており、本業務で利用する過去 20 年間の風況データは、この公開データを使用している。

一方で再解析データは、空間解像度は 2.5 度 (緯度方向) × 2.5 度 (経度方向) と粗い間隔の格子データであるため、気象シミュレーション技術を駆使し、更に詳細なメッシュで再計算を実施した。

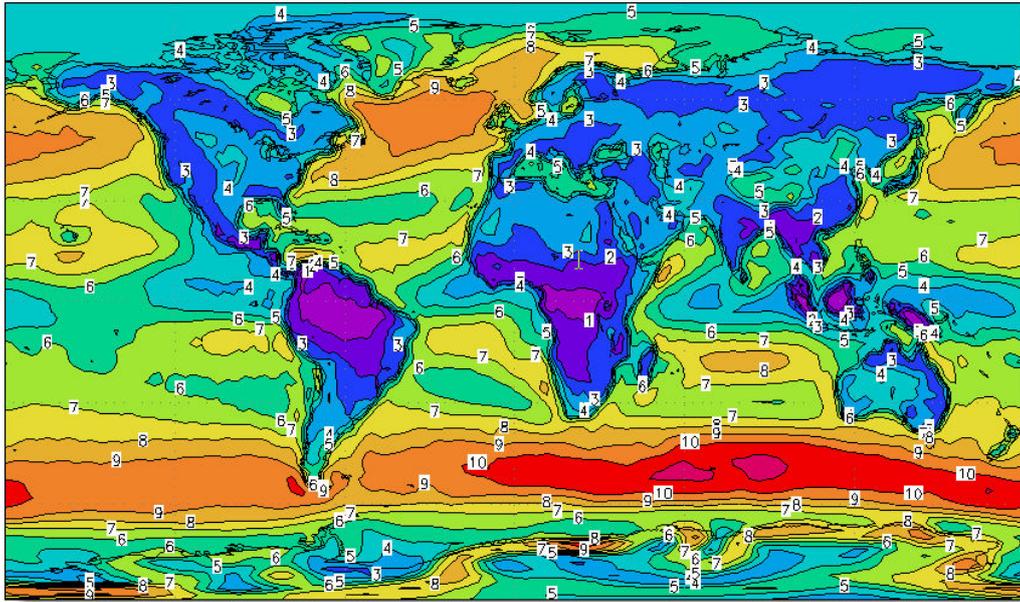


図 2-1 NCEP（米国大気海洋庁）の再解析データを用いて計算された世界の風況マップ

気象シミュレーションをおこなう際は、NCEP の再解析データを入力として、段階的に計算領域を狭めながら計算格子の詳細化を行った（図 2-1参照）。これにより、北海道地方周辺を詳細メッシュ（水平解像度 500m のメッシュ）で計算をおこない、高解像度の風況データを生成した。

CTC がこれまで 10 年以上にわたって、多くの気象シミュレーションをおこなってきた経験上、水平解像度が 500m メッシュ以下であれば、高精度な風況を推定できることがわかっている。従って、本業務においても水平解像度を 500m に設定し、気象シミュレーションを実施した。

計算出力は 1 時間毎におこない、年間平均風速の評価に対して高解像度な時間間隔のデータを生成した（20 年間×365 日×24 時間＝175,200 時間分のデータを生成）。

計算領域は、北海道電力供給管内 7 県を対象とし、計算期間は 1991 年～2010 年の 20 年間とした。

気象シミュレーションは、局地気象モデル LOCALS™ を使用した。LOCALS™ は風力発電量評価および国内および海外の風況マップ作成業務において、豊富な実績のある気象モデルである。

表 2-1 北海道地方における詳細メッシュデータの仕様

計算領域	計算期間	計算出力データの解像度		
		水平解像度	鉛直解像度	時間解像度
北海道電力供給管内	1991 年～2010 年	500m メッシュ	最小 10m メッシュ	1 時間 ⇒20 年間×365 日×24 時間＝ 175,200 時間分のデータを生成

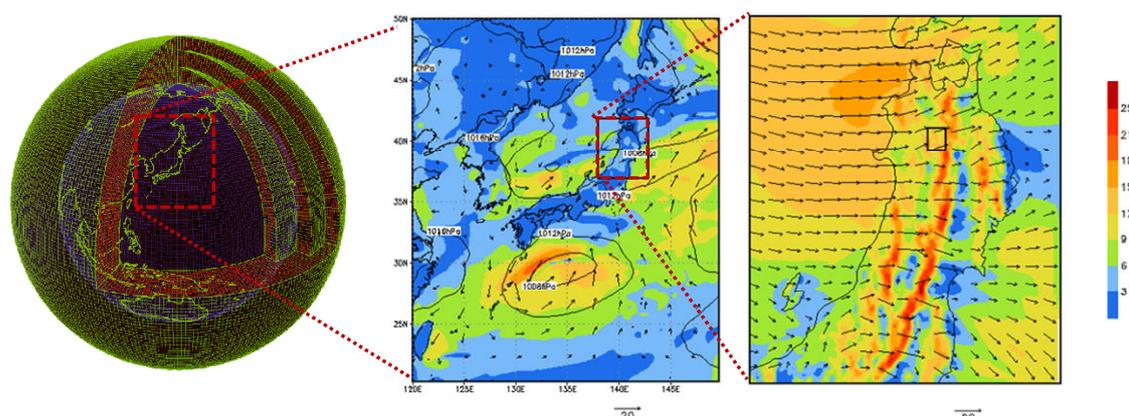


図 2-2 段階的に計算領域を狭めながら計算格子を詳細化していく手法の概念図
段階的に計算領域を狭めることで、周辺の気象状況の様子を反映させつつ、
計算格子を詳細化することが可能になる。

1 日単位の気象シミュレーションを 20 年間について行う必要があり、北海道地方 20 年の風況データ作成には、1991 年 1 月 1 日から 2010 年 12 月 31 日までの 20 年間の全日数、すなわち約 7,300 (20 年間×365 日) ケースの計算が必要となる。この 7,300 という膨大な数の計算シミュレーションを行うことが大きな 1 つのボトルネックとなっている。

そこでマルチコアプロセッサに対して効率的な分散処理を行い、マルチコアプロセッサの性能を最大限利用することでこの問題を解決した。計算環境には 24 プロセッサが利用可能な計算機を 5 台、合計 120 プロセッサの計算環境を使用した。このため、1 プロセッサのみを使用した場合と比べて 120 倍計算速度を高速化することができた。

分散処理の方法としてはスクリプトでの複数プロセスの実行制御を行った。スクリプトの記述言語には主に Python2.6 を使用した。スクリプトで LOCALS™ のシミュレーション計算を複数生成させ作成された実行プロセスを各プロセッサに割り当て同時に実行するよう分散処理させた。

Python には version2.6 以降 multiprocessing 機能が追加されている。この機能を利用することでマルチコアプロセッサでの分散処理を効率的に行うことが可能となる。multiprocessing は Python の標準ライブラリのパッケージで プロセスを複数生成することが可能である。今回の解析では"1 日毎の解析"を一つのタスクとして、複数タスクを自動

生成し指定した数のタスクを同時に計算させる。処理が終了したタスクがあると次のタスクをプロセスに投入する。

具体的には20年間の計算を各計算機5台で分担し、計算機一台に4年分の計算をさせる。それぞれ24プロセッサが使用可能であるので、24日分の計算を常に実行している状態である。5台全体で見れば120日分の計算を同時処理していることになる。

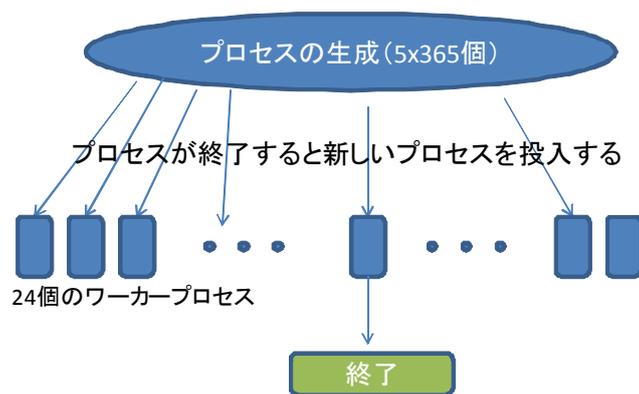


図 2-3 分散処理の概要図



図 2-4 分散処理の概要図

2.1.2. 気象シミュレーション結果の検証・考察

気象シミュレーションを使用して作成した北海道地方の過去20年間の詳細な風況データと、実際の天気概況との比較を行い、気象シミュレーションが適切に実施されているか検証を行った。具体的には、2005年の1月、5月、9月、12月の16日9時における天気概況を対象として比較を行った。

● 2005年1月16日の事例

冬季の事例として2005年1月16日の事例を示す。図2-5の天気図を見ると、北海道地方は北方から張り出した高気圧に覆われている一方、関東地方から東北地方にかけては太平洋側および日本海側で低気圧が発達していることがわかる。

一方、2005年1月16日9時のシミュレーション結果を図2-6に示す。この図を見ると、北方から張り出した高気圧により北海道地方全域で風速が弱くなっているのを再現できていることがわかる。また、日本列島太平洋側および日本海側の低気圧の発達を再現できていることが分かる。特に、東北地方南部太平洋側では、低気圧が発達しながら接近したことによる北東風速の強まりを再現できている。

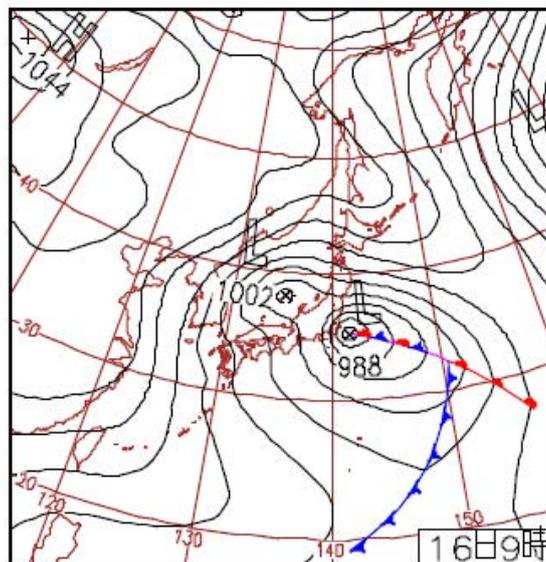


図 2-5 2005年1月16日9時の天気図

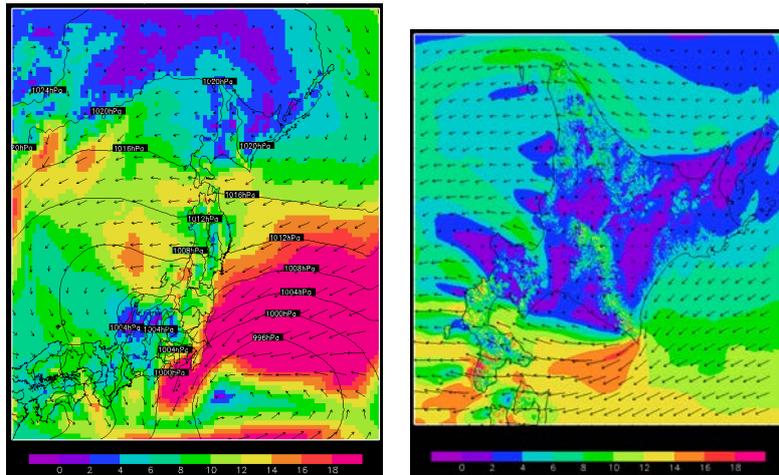


図 2-6 2005 年 1 月 16 日 9 時の風況図

左図：広域シミュレーション結果（20km メッシュ）

右図：狭域シミュレーション結果（500m メッシュ）

陰影部およびベクトルは水平風速[m/s]を示す。

左図の等値線は地上気圧[hPa]を示す。

- 2005年5月16日の事例

春季の事例として2005年5月16日の事例を示す。図2-7をみると、北海道から本州の日本海側にかけては高気圧に覆われている一方、東北地方の太平洋側に低気圧が通過しているのがわかる。

一方、2005年5月16日9時のシミュレーション結果を図2-8に示す。この図を見ると、北海道から本州の日本海側にかけては高気圧により風速が弱くなっていることがわかる。また、東北地方太平洋側では、三陸沖に中心をもつ低気圧の影響による北寄りの風の強まりを再現できている。

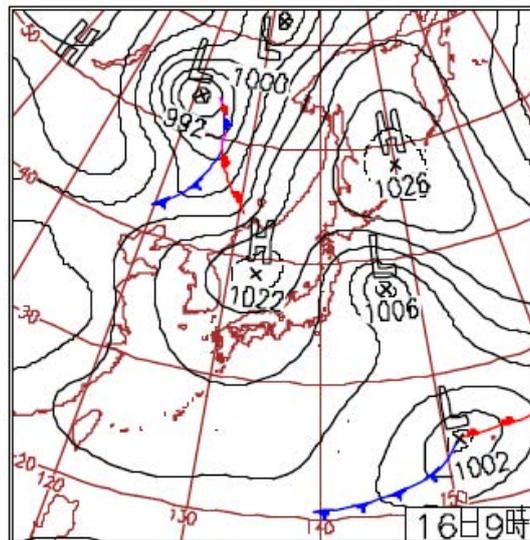


図 2-7 2005年5月15日9時と2005年5月16日9時の天気図

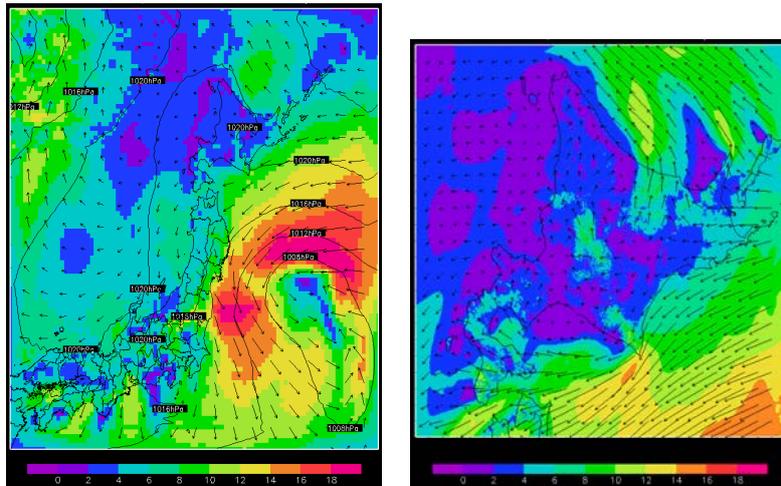


図 2-8 2005 年 5 月 16 日 9 時の風況図

左図：広域シミュレーション結果（20km メッシュ）

右図：狭域シミュレーション結果（500m メッシュ）

陰影部およびベクトルは水平風速[m/s]を示す。

左図の等値線は地上気圧[hPa]を示す。

- 2005年9月16日の事例

夏季後期から秋季の事例として2005年9月16日の事例を示す。図2-9をみると、三陸沖の移動性高気圧に日本列島全体的に覆われていることがわかる。

一方、2005年9月16日9時のシミュレーション結果を図2-10および図2-10に示す。この図を見ると、東北地方を中心に日本列島が高気圧性の循環に覆われている様子を再現できている。北海道地方はこの循環による南西風の流れに位置しているが、地形の影響により内陸部の風速が弱めになっていると考えられる。また、一般的に高気圧の中心付近は風速が弱く、シミュレーション上においても高気圧の中心付近の東北地方では風速が弱まっている様子を再現できている。

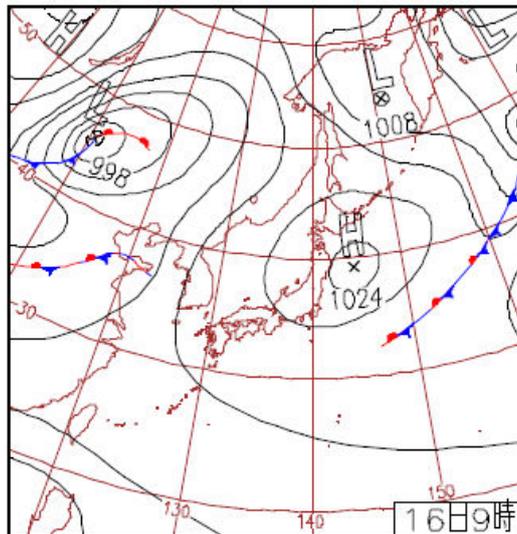


図 2-9 2005年9月16日9時の天気図

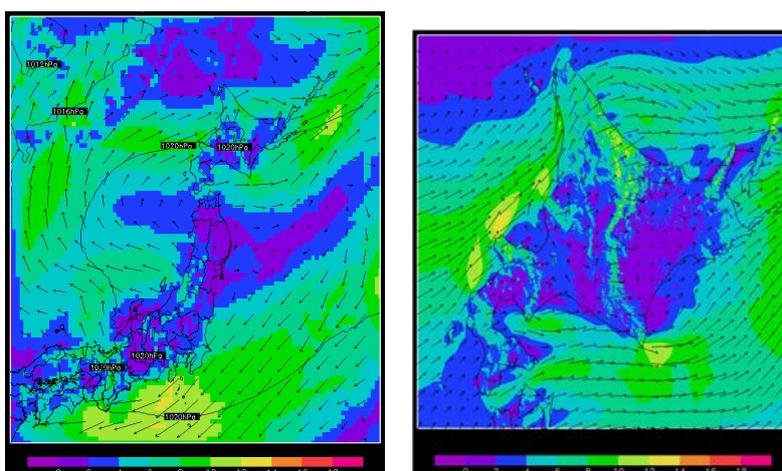


図 2-10 2005 年 9 月 16 日 9 時の風況図

左図：広域シミュレーション結果（20km メッシュ）

右図：狭域シミュレーション結果（500m メッシュ）

陰影部およびベクトルは水平風速[m/s]を示す。

左図の等値線は地上気圧[hPa]を示す。

- 2005年12月16日の事例

最後に、2005年12月16日の事例を示す。図2-11をみると、日本列島付近は太平洋側に高気圧が存在しており、概ね冬型の気圧配置（西高東低）となっていることがわかる。

一方、2005年12月16日9時のシミュレーション結果を図2-12に示す。この図を見ると、2005年12月16日における東北地方太平洋側の高気圧性循環の様子を再現できていることがわかる。北海道地方はこの循環による南風の流れに位置しているが、地形の影響により内陸部の風速がやや弱めになっていると考えられる。

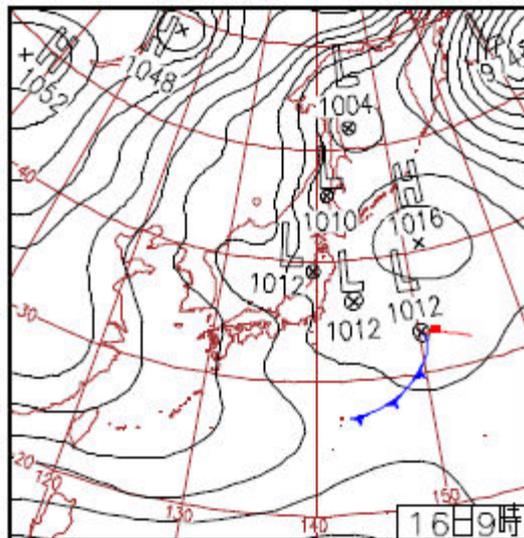


図 2-11 2005年12月16日9時の天気図

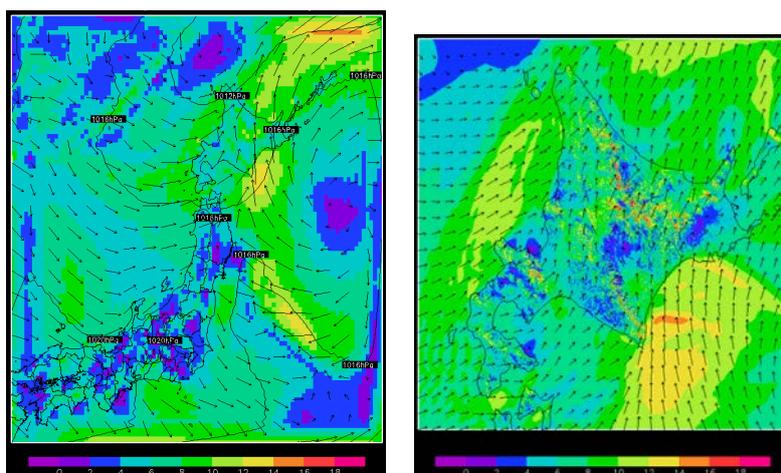


図 2-12 2005 年 12 月 16 日 9 時の風況図

左図：広域シミュレーション結果（20km メッシュ）

右図：狭域シミュレーション結果（500m メッシュ）

陰影部およびベクトルは水平風速[m/s]を示す。

左図の等値線は地上気圧[hPa]を示す。

2.2. 風況変動データの作成

風力発電事業を事業者やレンダーが評価する際は、期待できる年間総発電量の確率分布を推定することで、ある年の年間総発電量が想定よりも低い場合でも事業が継続可能な年間総発電量の下限値を見積もっている。この見積りをおこなう際、年間の風況の変動幅を把握することは必須である。

このように風力発電事業は年間で期待される電力量を基準に評価される。従って、風力発電事業の変動リスクを適切に評価するためには、解析対象地点における「年平均風速」の変動幅を把握する必要がある。

また、複数基の風車を配置するウインドファームでは、風車の配置は当該地域の卓越風向を考慮して決定する必要がある。風車の風下に形成される風況の乱れた領域はウェーク領域と呼ばれ、この領域に風車を設置した場合、エネルギー取得量は大きく減少する。このため、ウインドファーム全体としての発電量を最大限に得るためには、卓越風向を考慮した風車配置の検討が必要となる。したがって、最適な風車配置の検討に資する情報として、解析対象地点における長期間の風向の変動特性を把握することは重要である。

本事業では風況変動データ作成のために、20年分の風速を解析し、北海道地方における風況の年平均風速の平均値および変動幅（標準偏差、最大値、最小値）の解析を実施した。さらには、北海道地方における風向の特性を把握するために、風向（16方位）別の風速出現頻度の解析を実施した。

2.2.1. 北海道地方における風況変動の解析手法

2.2.1.1. 年平均風速の解析

北海道地方における風況変動を明らかにするために、気象シミュレーションで得られた北海道地方の各地点における詳細メッシュ（500mメッシュ）のデータを用いて年平均風速の解析を行った。解析仕様を表 2-2に示す。

気象シミュレーションによって計算された風況データは20年間にわたって、各年毎に8,760時間分（＝365日×24時間）のデータがあるため、年平均風速の変動幅を分析するために、北海道地方の各詳細メッシュの年平均風速データを解析し、北海道地方における20年分の年平均風速のデータベースを整備した。

表 2-2 北海道地方における年平均風速データベース作成に関する仕様

計算領域	計算期間	水平解像度	時間解像度
北海道電力供給管内	1991年～2010年の詳細メッシュの風況データを使用	水平解像度 500mメッシュ以下の詳細メッシュの風況データを使用	20年間×365日×24時間=175,200時間分のデータを使用して平均化処理



図 2-13 時間別風速データから年平均風速データに変換する処理の概念図

年平均風速の計算にあたっては、まず、時間解像度 1 時間・水平解像度 500m メッシュのシミュレーション計算結果 20 年分を集計し、1991 年から 2010 年の各年の年平均風速をメッシュ毎に計算した。

なお、シミュレーションでは風は空間 3 成分（水平方向（東西・南北）、鉛直方向）の値を計算している。ある時間の風を $V_i(u_i, v_i, w_i)$ とし、以下のように水平風速および年平均風速の計算を実施した。

- 風速

$$|V_i| = \sqrt{(u_i^2 + v_i^2)} \quad (2-1)$$

- 年平均風速

$$|\bar{V}_{\text{年}}(j)| = \frac{1}{n} \sum_i^n \sqrt{(u_i^2 + v_i^2)} \quad (n = (1 \text{ 年間の日数}) * 24 \text{ 時間}) \quad (2-2)$$

2.2.1.2. 風況変動の解析

北海道地方における20年分の詳細メッシュの年平均風速のデータベースをもとに風況の変動幅の解析を実施した。20年分の風況の変動幅については、標準偏差の指標を用いて分析した。現在、国際的に用いられている風力発電事業のリスク評価は、各々のリスク要因(年変動、シミュレーション誤差等)の変動が正規分布していると仮定して評価をおこなっている。風力発電事業全体のリスク(標準偏差)は、各々のリスク要因の標準偏差を重ね合わせる事によって算出されている。従って、国際的に用いられているリスク評価手法と適合させるためには、年平均風速の変動に関する標準偏差を算出することが重要である。

具体的には以下に示す流れで、年平均風速の変動幅だけでなく、年平均風速の推定の際のシミュレーション誤差によって発生するリスクも考慮し、東北地方の風況の変動幅に関するリスク解析を実施した。

(1) 年平均風速データベースを用いた風況の変動幅解析

まず、北海道地方で作成された20年分の年平均風速をもとに、各メッシュにおける年平均風速自体の標準偏差 $\sigma_{\text{シミュレーション年変動幅}}$ を解析することで、気象シミュレーションによって算出された年平均風速の変動幅に関する解析を実施した。

1.で計算した20年分の年平均風速データから、20年平均風速およびシミュレーション年変動幅(20年の年平均風速の標準偏差)をメッシュ毎に計算した。また、年平均風速の最大値および最小値の計算も行った。年平均風速の最大値は20年間のうち年平均風速が最も大きい年の平均風速とし、年平均風速の最小値は平均風速が最も小さい年の平均風速とした。

20年平均風速およびシミュレーション年変動は、以下の式に従って計算した。

- 20年平均風速

$$|\bar{V}_{20\text{年}}| = \frac{1}{N} \sum_j^N |\bar{V}_{\text{年}}(j)| \quad (N=20\text{年}) \quad (2-3)$$

- シミュレーション年変動幅

$$\sigma_{\text{シミュレーション年変動幅}} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_j^N (|\bar{V}_{\text{年}}(j)| - |\bar{V}_{20\text{年}}|)^2} \quad (N=20\text{年}) \quad (2-4)$$

(2) 年平均風速データベースのシミュレーション誤差解析

次に、北海道地方における年平均風速データベースのシミュレーション誤差に対する標準偏差 $\sigma_{\text{シミュレーション誤差}}$ を把握するために、気象官署および測候所で長年にわたって観測された風況の実測データを用いてシミュレーションの誤差解析を行った。

具体的な誤差評価手法については後述。

(3) 年平均風速の変動幅に関するリスク評価

20年間の気象シミュレーションによって各メッシュにおいて算出される年平均風速自体の標準偏差 $\sigma_{\text{シミュレーション年変動幅}}$ および、気象シミュレーションの誤差の標準偏差 $\sigma_{\text{シミュレーション誤差}}$ は、それぞれの変動が正規分布に従っていると仮定すると、正規分布の加法性により、以下の式を用いて合成することができる。

$$\sigma_{\text{年変動リスク}}^2 = \sigma_{\text{シミュレーション年変動幅}}^2 + \sigma_{\text{シミュレーション誤差}}^2 \quad (2-5)$$

気象シミュレーションによる年変動幅の評価だけでなく、気象シミュレーションの誤差も併せて評価することで、風力発電の事業性評価に利用可能な風況変動リスクを算出した。

2.2.1.3. 風向（16方位）別の風速出現頻度の解析

北海道地方における、20年間にわたる風向（16方位）別の風速出現頻度については、2.1項で整備された各詳細メッシュにおける20年分の時別の風況データ（20年間×365日×24時間＝175,200時間分のデータ）を風向別・風速階級別に解析を行なうことで整備した。



図 2-14 北海道地方における風向（16方位）別の風速出現頻度データ作成フロー

まず、2.1項で整備された各詳細メッシュにおける20年分の時別の風況データ（20年間×365日×24時間＝175,200時間分のデータ）を用いて、風向別風速出現頻度の解析を風速階級別および全風速域に対して実施した。また、全風速域に対する風向別の平均値の算出も行った。さらに、公開用データにおいてメッシュ内に矢印として表示するために、5.5m/s以上の風速域に対して最頻風向の集計も行った。

2.1項で整備された各詳細メッシュにおける20年分の時別の風況データには、水平風速（東西方向、南北方向）及び鉛直風速のデータが整備されている。16方位の風向の情報はこの水平風速データを利用して作成可能である。各詳細メッシュにおける風向別風速出現頻

度はこの風向(16方位)の情報と水平風速データを利用して作成した。風向は16方位別(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、西北西、北西、北北西)に分類し、風速階級は2~3m/s間隔で分類した。表2-3に風向別風速出現頻度の解析例を示す。

表 2-3 風向(16方位)別の風速出現頻度と平均風速、および最頻風向の例(北海道地方)

最頻風向 西北西

	0.3[m/s]	4.0[m/s]	6.0[m/s]	9.0[m/s]	12.0[m/s]	15.0[m/s]	全風速	風向別 平均風速
	~ 4.0[m/s]	~ 6.0[m/s]	~ 9.0[m/s]	~ 12.0[m/s]	~ 15.0[m/s]	~		
北北東	0.75	0.73	0.88	0.44	0.29	0.26	3.34	7.63
北東	0.73	0.68	0.81	0.46	0.2	0.22	3.09	7.41
東北東	0.83	0.65	0.79	0.4	0.22	0.24	3.14	7.35
東	0.81	0.71	0.87	0.44	0.21	0.24	3.29	7.34
東南東	0.74	0.69	0.97	0.56	0.29	0.29	3.53	7.85
東南	0.77	0.85	1.08	0.6	0.39	0.48	4.18	8.39
南南東	0.9	0.94	1.4	0.98	0.57	0.62	5.41	8.67
南	1.06	1.14	2.08	1.52	0.9	0.86	7.57	8.96
南南西	0.95	1.24	2.27	2.02	1.16	0.93	8.56	9.23
南西	0.94	1.29	2.21	1.79	0.97	0.66	7.86	8.75
西南西	1.01	1.33	2.24	2.06	1.08	0.48	8.18	8.61
西	0.97	1.22	2.83	2.94	1.99	2.5	12.44	10.8
西北西	0.9	1.11	2.45	3.31	3.36	4.33	15.45	12.07
北西	0.75	0.85	1.38	1.33	0.97	0.72	6.01	9.36
北北西	0.73	0.72	1.04	0.7	0.43	0.35	3.98	8.31
北	0.77	0.74	1.12	0.6	0.35	0.39	3.97	8.21

次に、各詳細メッシュ別に整備した風向（16方位）別の風速出現頻度データの可視化を行った。可視化には、風向（16方位）別の風速出現頻度を表現する図として一般的な風配図を利用した。この風配図は、ある地点の風向の特性を可視化するために利用される図であり、卓越風向やその他風向・風速特性などが一目で把握可能となる。本事業では各詳細メッシュ別にこの風配図を作成し、北海道地方における風向特性を一目で把握することが可能なデータを整備した。図 2-15に風配図の例を示す。

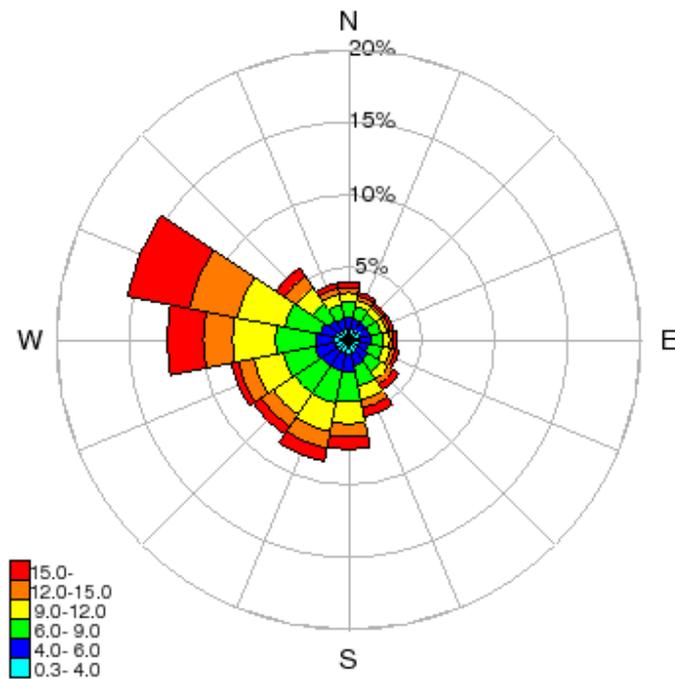


図 2-15 風配図の例（北海道地方）

2.2.1.4. 風況変動データの作成

北海道地方における各メッシュの 20 年分の年平均風速の平均値、変動幅（標準偏差、最大値、最小値）、および風向（16 方位）別の風速出現頻度データを使用して、風力発電事業の風況変動リスク評価に資する風況変動データを作成した。本業務で作成した風況変動データの仕様を表 2-4 に示す。

風況変動データベースの作成にあたっては、国内風力発電事業者およびレンダーに対して実施したヒアリングの結果を反映させた。ヒアリング結果によると、風況変動リスクについては、シミュレーション誤差を加味した年平均風速の標準偏差の指標による評価は有用であるが、さらに、風向情報を用いることができれば、事前の風車配置の選定がより行いやすくなるとの意見もあった。以上を踏まえて、データベースの要素としては、「20 年間の年平均風速」「年平均風速の標準偏差」「年平均風速の最大値」「年平均風速の最小値」「風向（16 方位）別の風速出現頻度」の 5 要素とすることにした。

また、ヒアリングの結果として、以下のような意見もあった。

（事業者）

- ・本業務等で整備された風況変動データは、毎年最新のデータにて更新されるとよい
- ・最新 1 年間の風速の時系列データが毎年取得できるようになるとよい（毎年更新される風況変動データにより平年値化されたもの）

（レンダー）

- ・風況データに基づいた発電量評価に関する標準的な基準等が整備されるとよい（コンサルタントからのレポートを評価するうえで有用（ロスファクターや不確実性の評価に関する裏付け））
- ・落雷や雪（雹）に関する情報が整備されるとよい
- ・O&M費用や利用可能率、故障情報等に関するデータが整備されるとよい

表 2-4 北海道地方における風況変動データの仕様

データベース要素	内容
20 年間の年平均風速	20 年間の年平均風速の平均値[m/s] (シミュレーション誤差を加味せず)
年平均風速の標準偏差	20 年間の年平均風速の標準偏差[%] (シミュレーション誤差を加味)
年平均風速の最大値	20 年間の年平均風速の最大値[m/s] (シミュレーション誤差を加味せず)
年平均風速の最小値	20 年間の年平均風速の最小値[m/s] (シミュレーション誤差を加味せず)
風向（16 方位）別の風速出現頻度	20 年間の風向（16 方位）別の風速出現頻度

2.2.2. シミュレーション誤差評価

- 気象官署における 20 年間の年平均風速との比較

北海道電力供給管内の気象官署 22 地点の過去 20 年間分（1991 年～2010 年）の年平均風速を対象とし、シミュレーション誤差の分析を実施した。気象官署の年平均風速との比較のために、シミュレーション値は各気象官署の風速計の計測高度に対応した値を抽出した（表 2-6 参照）。一般的に、大形の風力発電機の回転に必要な最低風速（カットイン風速）は 3.0～5.0[m/s]とされているため、本シミュレーション誤差の分析においては、年平均風速が 4.0[m/s]以上の地点（稚内・羽幌・留萌・釧路・根室・室蘭・浦河・江差）のみをシミュレーション誤差評価の対象とした。

また、気象官署および測候所の機器等の変更により統計データとして使用できないものは比較対象のデータから除いている（表 2-5 参照）。

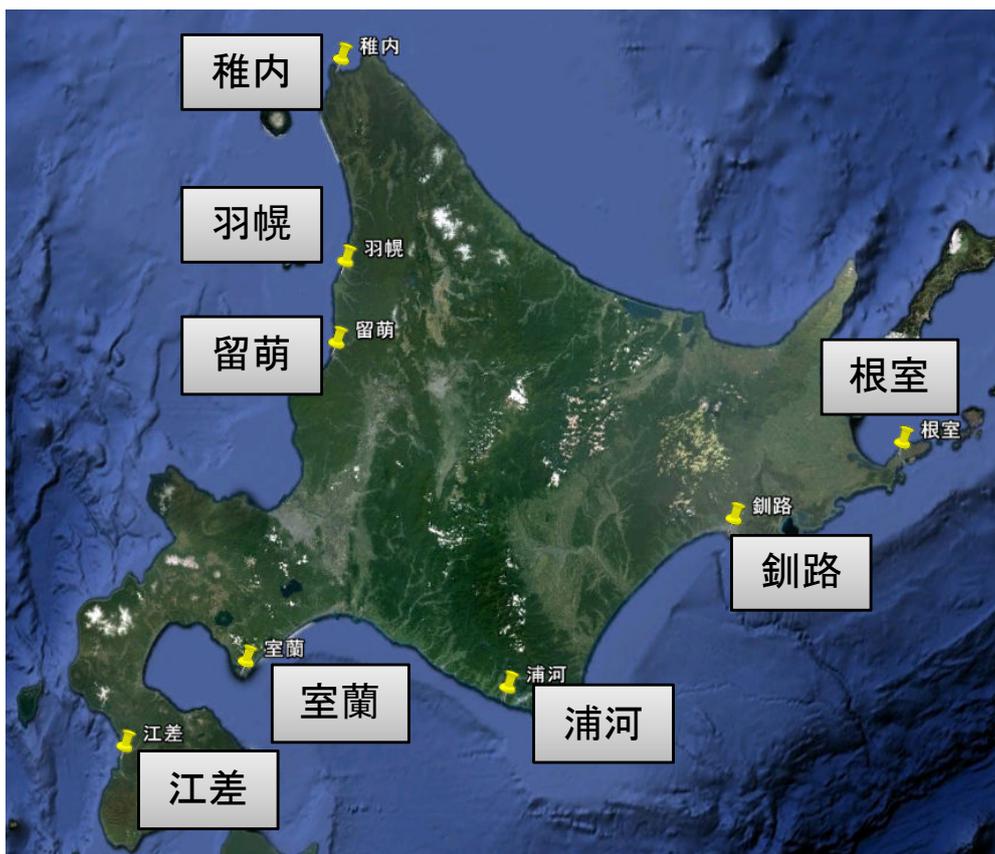


図 2-16 平均風速が 4.0[m/s]以上の地点

表 2-5 気象官署の 20 年間の年平均風速[m/s]

年/観測所	稚内	羽幌	留萌	釧路	根室	室蘭	浦河	江差
1991	4.5	3.7	4.9	3.4	4.1	4.7	4.4	4.7
1992	4.5	3.6	4.8	3.3	4.8	4.5	4.2	4.4
1993	4.5	3.7	5	3.7	5.3	4.9	4.7	4.6
1994	4.7	3.8	5	3.7	5.6	4.7	4.7	4.8
1995	4.4	3.6	4.7	3.5	5.4	4.5	4.1	4.4
1996	4.4	3.8	5	3.5	5.3	4.8	4.5	4.7
1997	4.5	3.7	4.8	3.6	5.2	4.5	4.1	4.5
1998	4.6	3.7	5.1	3.6	5.6	4.6	4.3	4.6
1999	4.6	3.8	5.1	3.7	5.4	4.6	4.5	4.7
2000	4.3	3.6	4.8	4.1	5.3	4.6	4.4	4.7
2001	4.7	4.3	5.2	5	5.2	4.6	4.4	4.8
2002	4.5	4.2	4.9	5.1	5.4	4.6	4.2	4.6
2003	4.4	4.1	4.9	4.7	5	4.3	4.2	4.2
2004	4.9	4.5	5.2	5.1	5.5	4.8	4.4	4.7
2005	4.7	4.1	4.9	5	5.3	4.7	4.5	4.8
2006	4.4	4.2	5	5.1	5.4	4.7	4.6	4.6
2007	4.3	4.2	5	4.9	5.1	4.4	4.2	4.6
2008	4.2	4.1	5	4.9	5.1	4.4	4.1	4.4
2009	4.4	4.3	5	5.1	5.5	4.5	4.3	4.5
2010	4.4	4.4	5.4	5	5.2	4.5	4.3	4.6

※ 赤線は、観測場所の移転、観測方法の変更、測器の変更などにより、観測データがこの前後で均質でない可能性があることを示す（気象庁のホームページより）。そのため、本解析では、赤線を含む年以降を評価対象としている。赤線を含む年も評価対象から外している。

表 2-6 気象官署の位置と風速計の高さ

観測所	緯度		経度		海面上の高さ [m]	風速計の高さ [m]
	度	分	度	分		
稚内	45	24.9	141	40.7	2.8	23.5
羽幌	44	21.8	141	42	7.9	21.4
留萌	43	56.7	141	37.9	23.6	16.3
釧路	42	59.1	144	22.6	4.5	66.1
根室	43	19.8	145	35.1	25.2	29.2
室蘭	42	18.7	140	58.5	39.9	18.2
浦河	42	9.7	142	46.6	36.7	17.9
江差	41	52	140	7.4	3.7	19.6

● シミュレーション誤差の分析

シミュレーション誤差は以下の式で求めた。

誤差

$$\text{Err}_i = \text{SIM}_i - \text{OBS}_i \quad (2-6)$$

OBS_i : 年平均風速 (気象官署)

SIM_i : 年平均風速 (シミュレーション値)

シミュレーション誤差の標準偏差

$$\sigma_{\text{シミュレーション誤差}} = \sqrt{\frac{\sum_i^n (\overline{\text{Err}} - \text{Err}_i)^2}{n}} \quad (2-7)$$

平均誤差

$$\overline{\text{Err}} = \frac{\sum_i^n (\text{SIM}_i - \text{OBS}_i)}{n} \quad (2-8)$$

n : 20年間,5地点の年平均実測値の有効なサンプル数.

*年平均風速は実測値・シミュレーション値ともに気象官署で測定された実測値の20年平均で規格化している。

シミュレーション誤差分析結果

以下に、実施したシミュレーション誤差分析の結果を示す。分析の結果得られたシミュレーション誤差の標準偏差 ($\sigma_{\text{シミュレーション誤差}}$: 6.4%) をシミュレーション自体の標準偏差 $\sigma_{\text{シミュレーション年変動}}$ に加味することで、年変動リスク (シミュレーション誤差も加味した年平均風速の標準偏差) を算出した。

シミュレーション誤差の平均値 (μ) : -0.11[%]

シミュレーション誤差の標準偏差 (σ) : 6.4[%]

※シミュレーション誤差は、平均風速に対する誤差の割合[%]で示す。

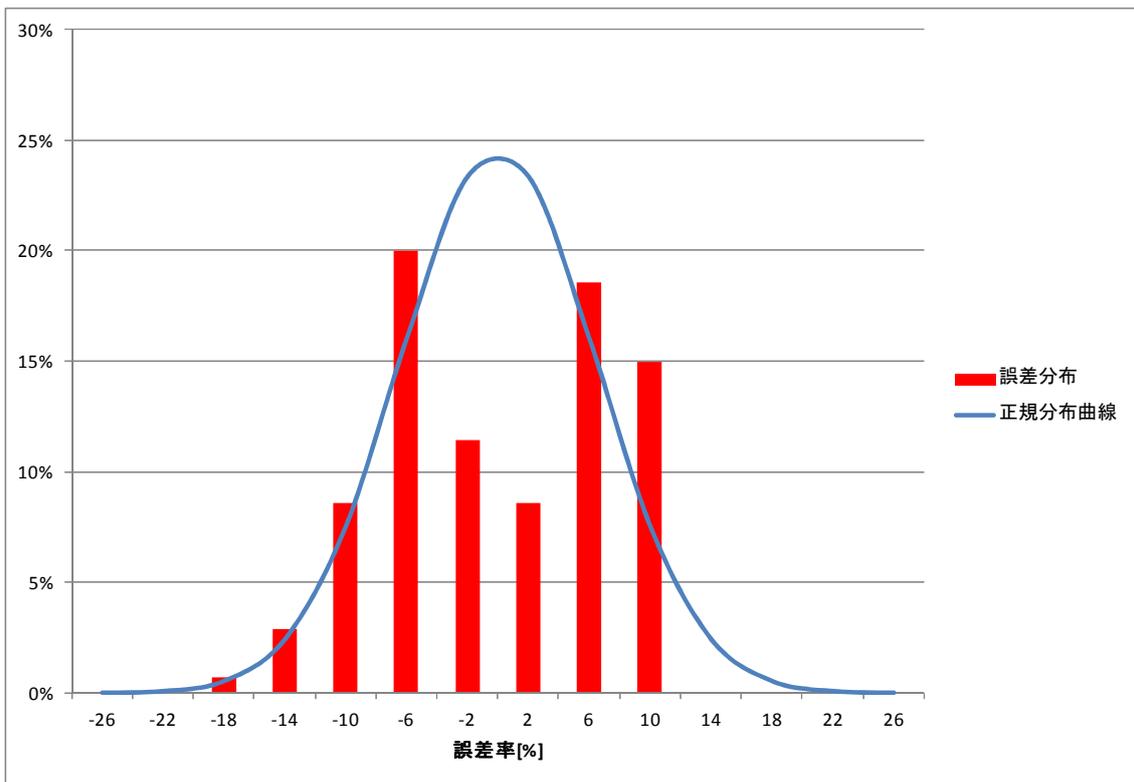


図 2-17 シミュレーション誤差頻度分布

横軸にシミュレーション誤差率[%] (誤差[m/s]を平均風速[m/s]で規格化した値) を示し、縦軸に頻度[%]を示す。青線は算出したシミュレーション誤差の平均値および標準偏差から算出した正規分布曲線を示す。

2.2.3. 20年間の年平均風速の解析結果

気象シミュレーションにより算出した1991年～2010年の20年間の風況データ（500mメッシュ・地上高80m）に基づき実施した年平均風速の解析結果を図2-18～図2-22に示す。

図2-18に北海道エリア全域の20年間の年平均風速を図示した。

図2-19には、20年間の年平均風速に基づき算出した年平均風速の年変動リスク（ $\sigma_{\text{年変動リスク}}$ ）を図示した。この年変動リスクは、20年間の年平均風速に基づき算出したシミュレーション自体の年変動幅（ $\sigma_{\text{シミュレーション年変動幅}}$ ）だけでなくシミュレーション誤差の標準偏差（ $\sigma_{\text{シミュレーション誤差}}$ ）を加味した値である。一方、図2-20には、シミュレーション誤差を加味していないシミュレーション自体の年変動幅（ $\sigma_{\text{シミュレーション年変動幅}}$ ）の分布を図示した。また、20年間の年平均風速の最大値および最小値をそれぞれ図2-21・図2-22に図示した。

- 20年間の年平均風速

20year Average Wind speed

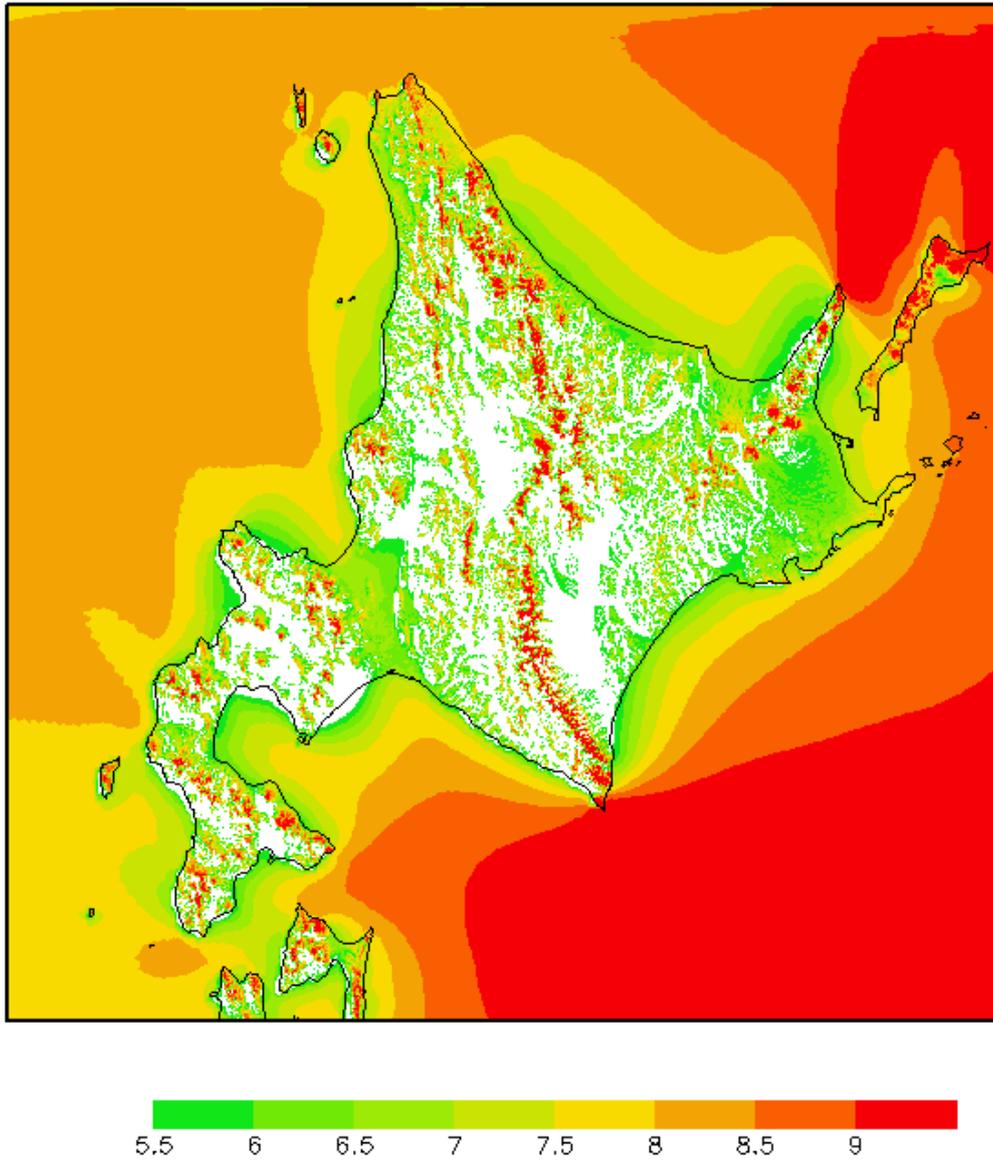


図 2-18 20年間の年平均風速[m/s]
風速 5.5m/s 以上のメッシュのみ色塗りした。

- 年平均風速の年変動リスク ($\sigma_{\text{年変動リスク}}$)

20year Variance of Wind speed(Sim error Add.)

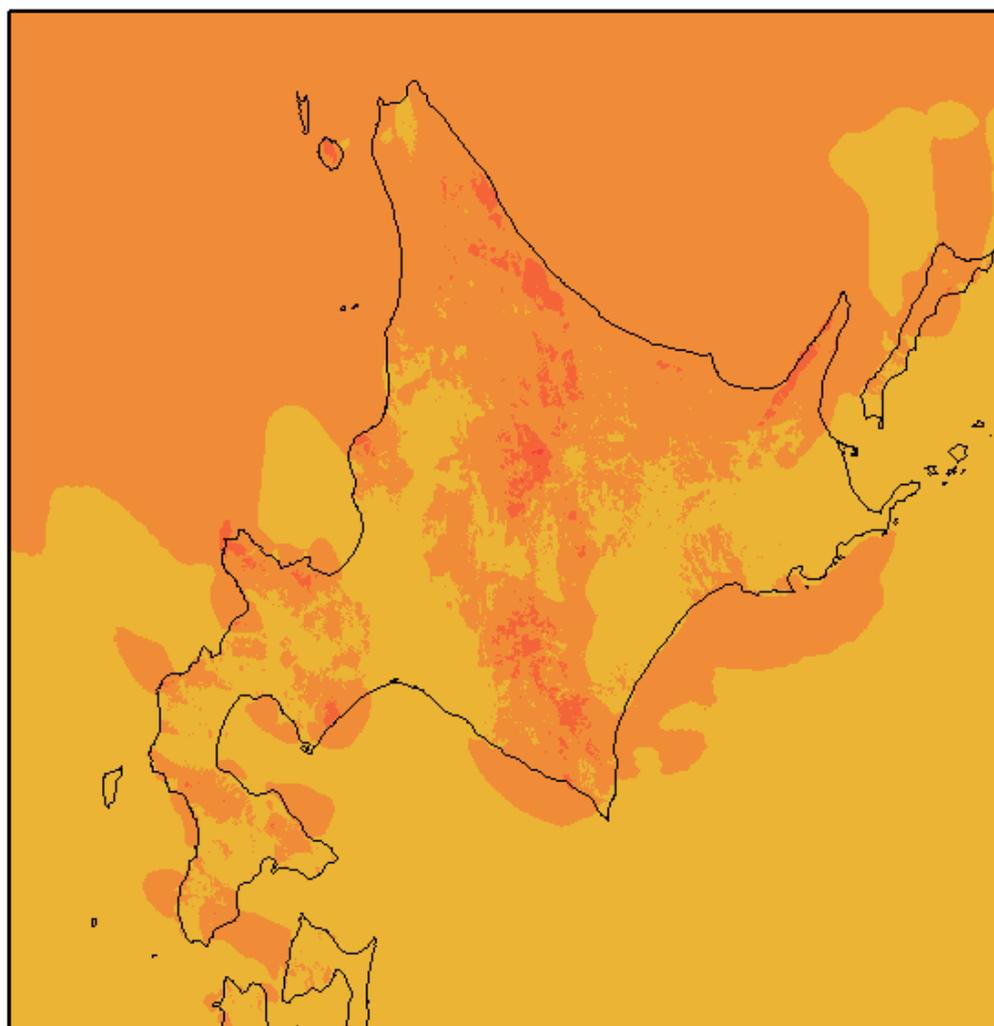


図 2-19 年変動リスク[%]

シミュレーション自体の20年間の年平均風速の標準偏差にシミュレーション誤差の標準偏差を加味。各メッシュにおける標準偏差を、20年間の年平均風速で規格化。

- シミュレーション年変動幅 ($\sigma_{\text{シミュレーション年変 動幅}}$)

20year Variance of Wind speed(Sim error NOT Add.)

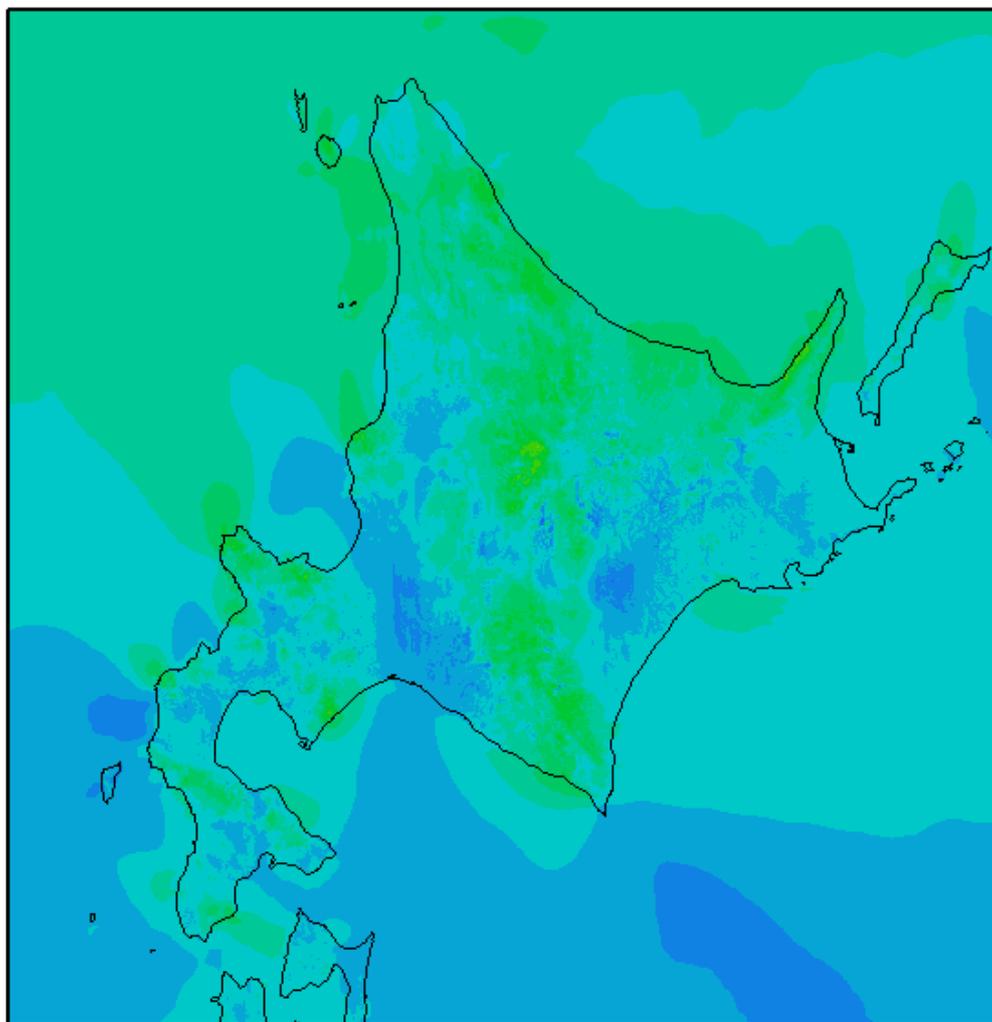


図 2-20 シミュレーション年変動幅[%]

シミュレーション自体の 20 年間の年平均風速の標準偏差。
各メッシュにおける標準偏差を、20 年間の年平均風速で規格化。

- 20年間の年平均風速の最大値

Maximum Wind speed

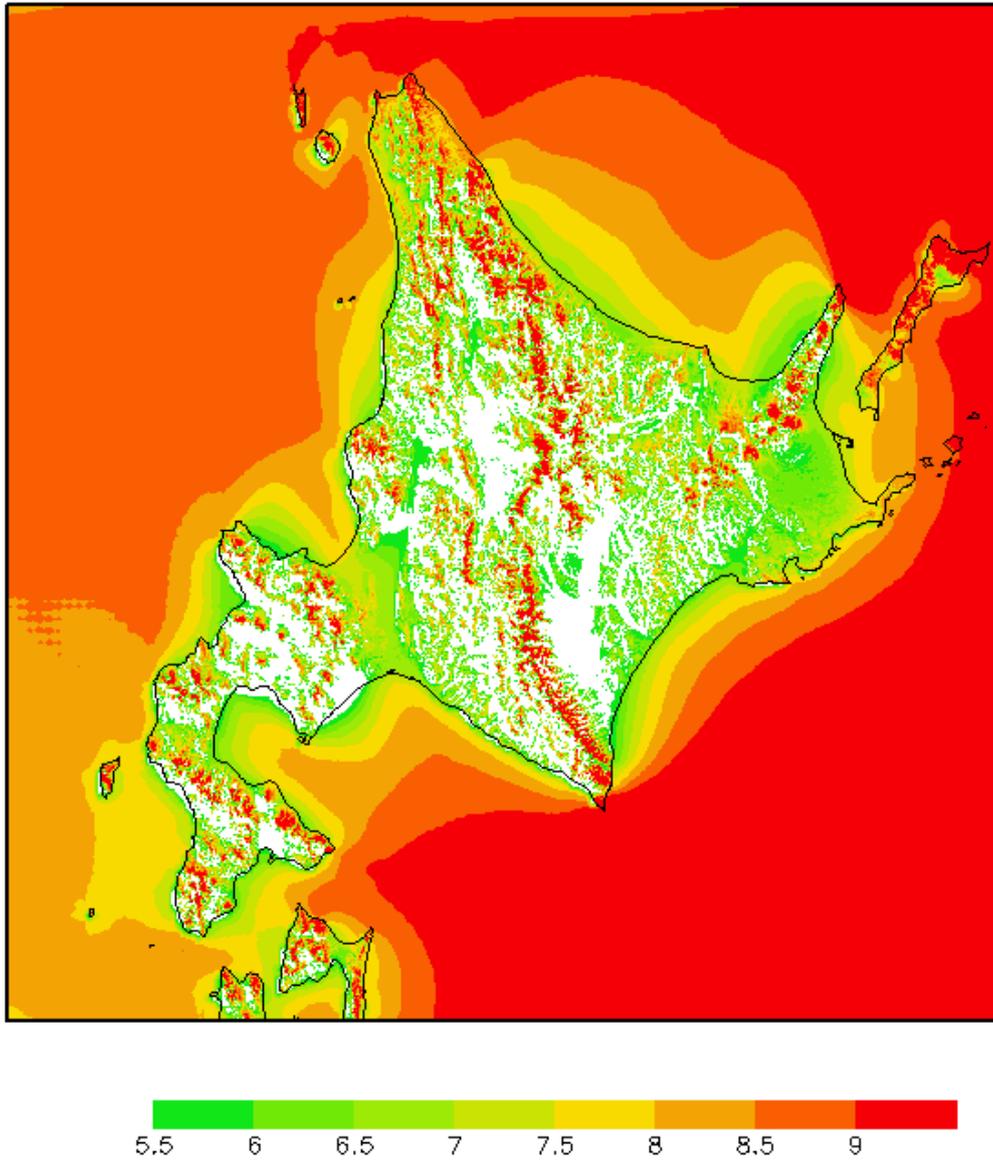


図 2-21 20年間の年平均風速の最大値[m/s]
風速 5.5m/s 以上のメッシュのみ色塗りした。

- 20年間の年平均風速の最小値

Minimum Wind speed

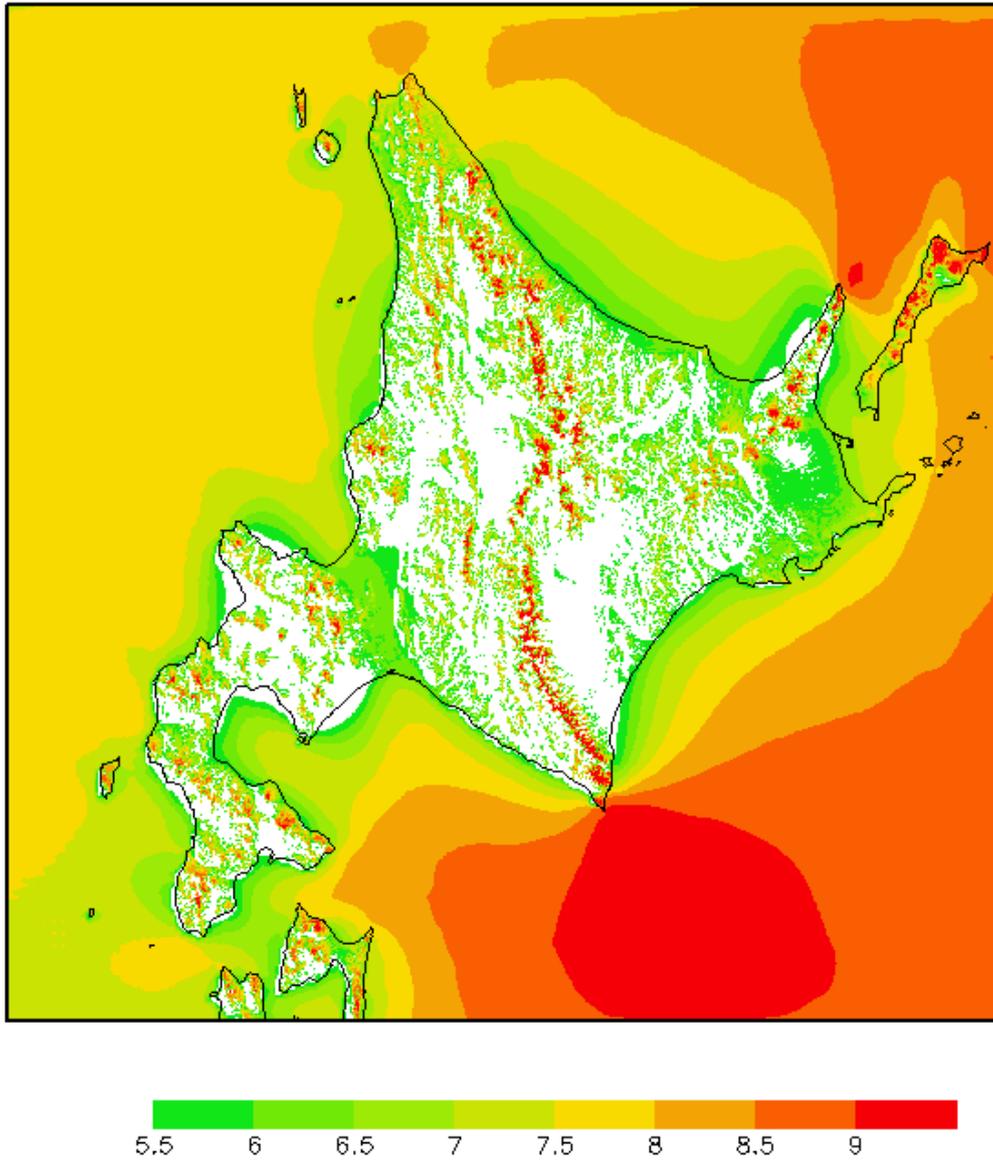


図 2-22 20年間の年平均風速の最小値[m/s]
風速 5.5m/s 以上のメッシュのみ色塗りした。

2.2.4. 北海道地方の長期風況トレンドの考察

気象シミュレーションにより算出した 1991 年～2010 年の 20 年間の風況データ（500m メッシュ・地上高 80m）に基づき、その年平均風速の長期トレンドに関する考察を実施した。

北海道エリア全域的な風況にどのような年変動があるかを考察するために、シミュレーション対象とした北海道エリア全域（図 2-18に図示した領域）の年平均風速の長期トレンドを調べた。図 2-23および表 2-7に 1991 年～2010 年の 20 年間の北海道エリア全域で平均した年平均風速の年変動を示す。

全体的な傾向としては、過去 20 年間ににおいては非常に緩やかな正の風況トレンド（年平均風速が若干強くなるトレンド）があるといえるが、その回帰直線の傾きはほぼ 0 に等しく、顕著なトレンドはみられない。年変動については、1991 年から 2003 年までは 20 年平均風速から±3%程度の変動であるのに対し、2004 年以降は大きく変動していることが分かった（2004 年は 20 年平均風速の+6%程度、2008 年は 20 年平均風速の-4%弱程度）。

図 2-24～図 2-43に 1991 年～2010 年の各年毎の年平均風速に対し、20 年間平均風速からの年平均風速の偏差に関する水平分布を図示する。これらの図から、地域によって風況のトレンドが異なっていることが分かった。例えば 1993 年についてみると、エリア全域的な風況としては 20 年間の平均風速と同等であったといえるが（図 2-23参照）、20 年間の平均風速からの偏差の分布図（図 2-26参照）をみると、大まかな傾向として太平洋・オホーツク海側では負の偏差であり日本海側では正の偏差であったことが分かった。

北海道エリア全域年平均風速の年変化

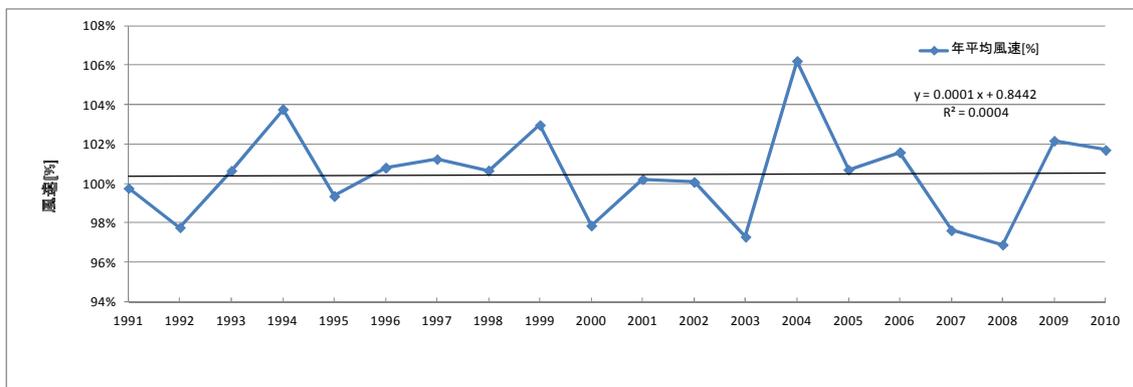


図 2-23 北海道エリア全域年平均風速の年変化[%]
 風速は 20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

表 2-7 北海道エリア全域年平均風速
 年平均風速[m/s] (2 列目) および
 20 年間の年平均風速の平均値で規格化した値[%] (3 列目) を示す。

年	年平均風速[m/s]	年平均風速[%]
1991	7.67	100%
1992	7.52	98%
1993	7.74	101%
1994	7.98	104%
1995	7.64	99%
1996	7.75	101%
1997	7.79	101%
1998	7.74	101%
1999	7.92	103%
2000	7.53	98%
2001	7.71	100%
2002	7.70	100%
2003	7.48	97%
2004	8.17	106%
2005	7.74	101%
2006	7.81	102%
2007	7.51	98%
2008	7.45	97%
2009	7.86	102%
2010	7.82	102%

1991 Wind Speed Variance from Average

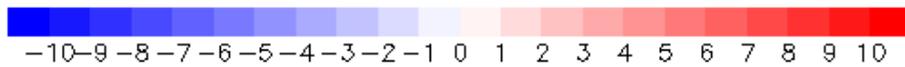
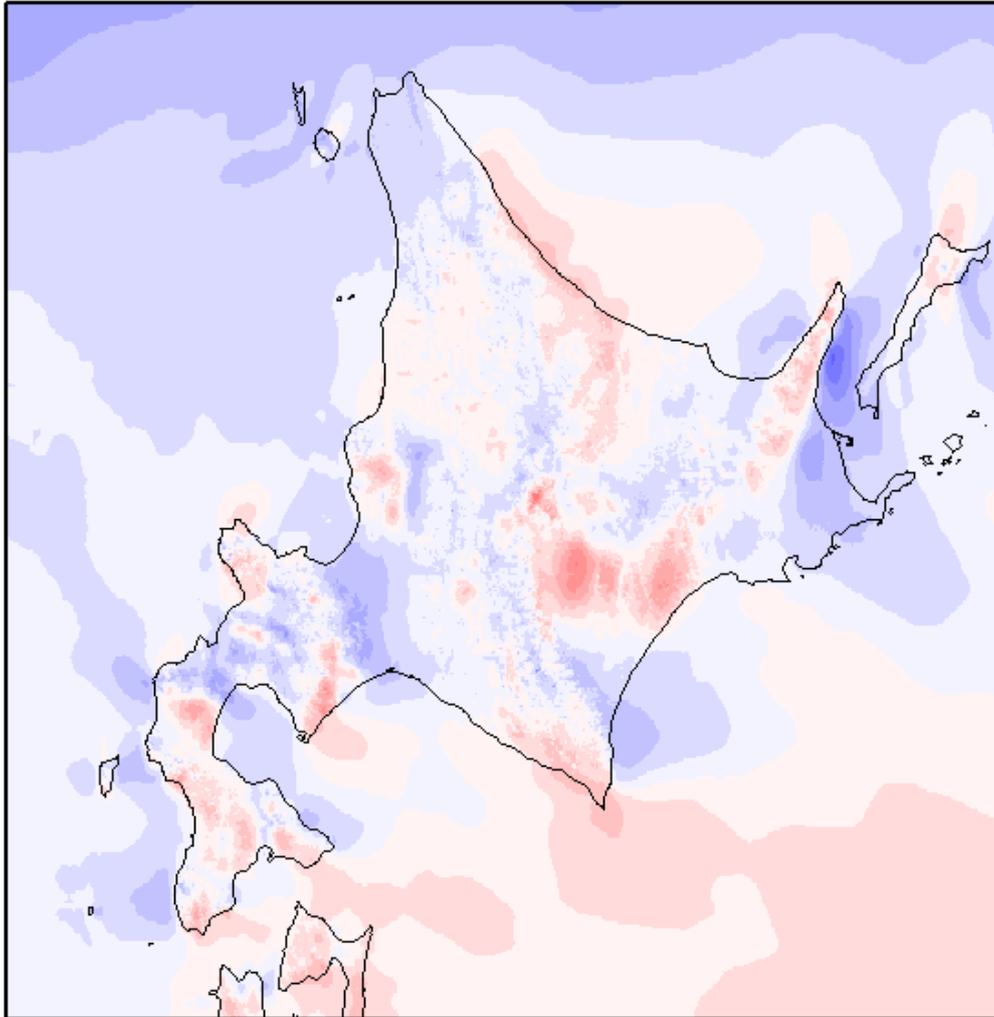


図 2-24 1991 年における年平均風速の 20 年平均風速からの偏差[%]
20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した

1992 Wind Speed Variance from Average

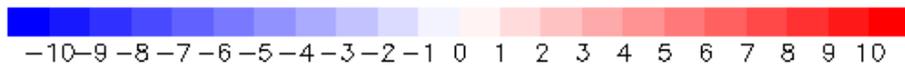
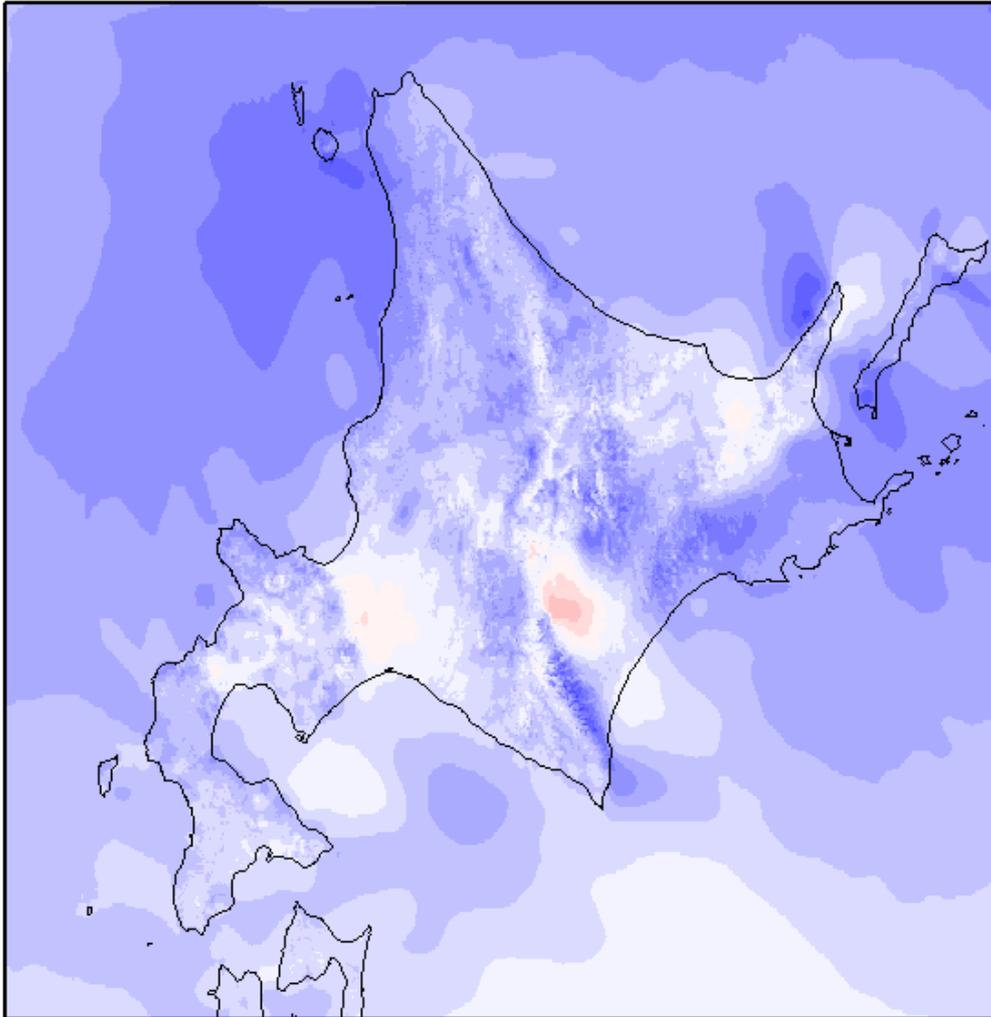


図 2-25 1992 年における年平均風速の 20 年平均風速からの偏差[%]
20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

1993 Wind Speed Variance from Average

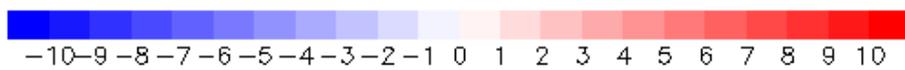
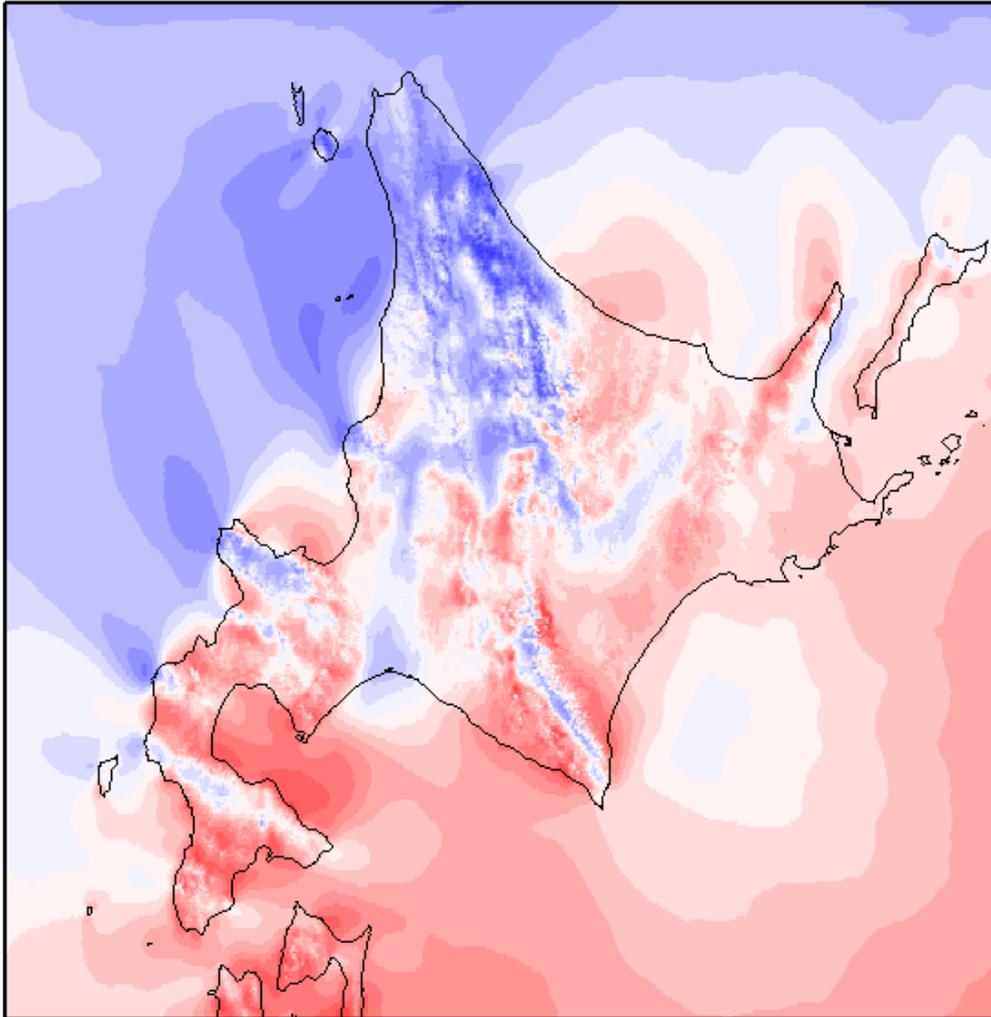


図 2-26 1993 年における年平均風速の 20 年平均風速からの偏差[%]
20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

1994 Wind Speed Variance from Average

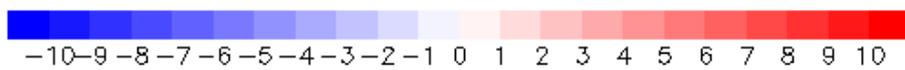
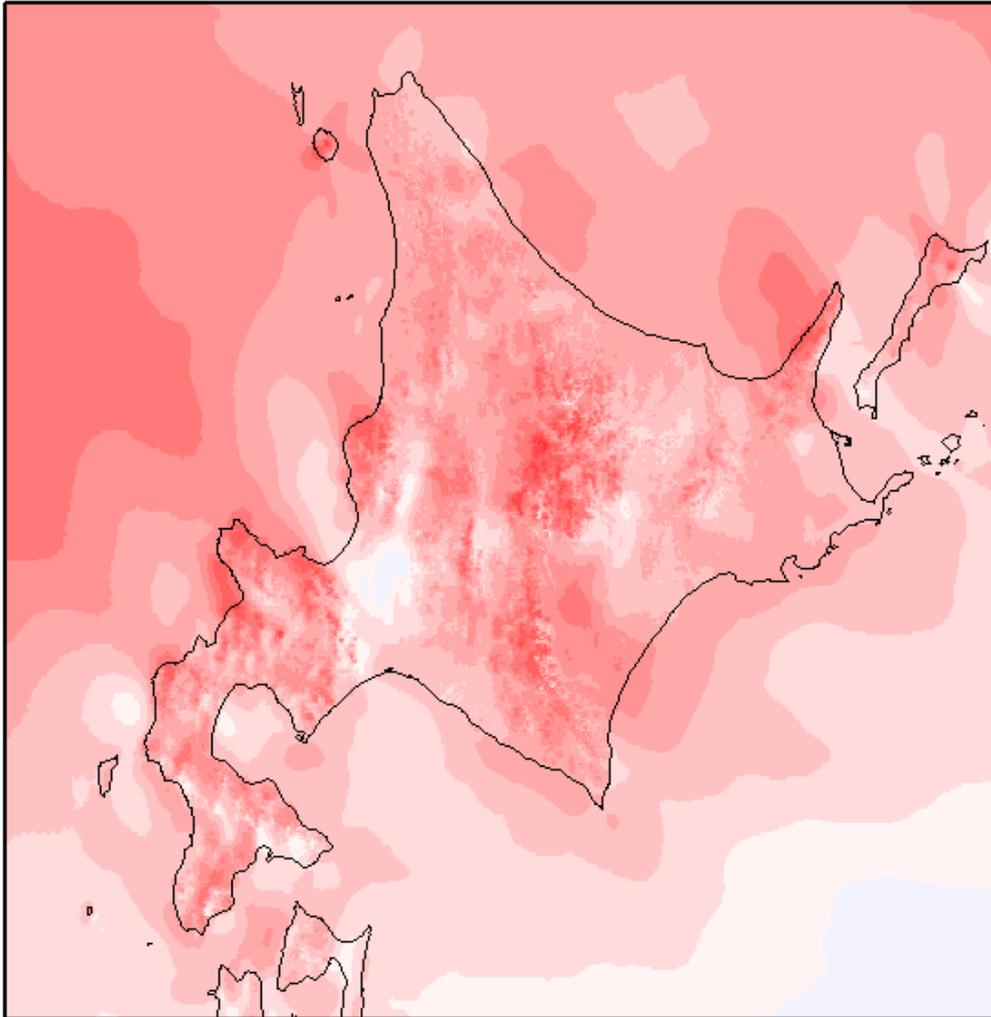


図 2-27 1994 年における年平均風速の 20 年平均風速からの偏差[%]
20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

1995 Wind Speed Variance from Average

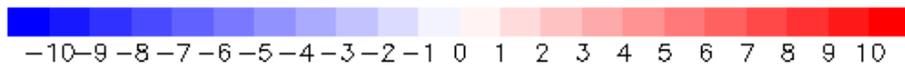
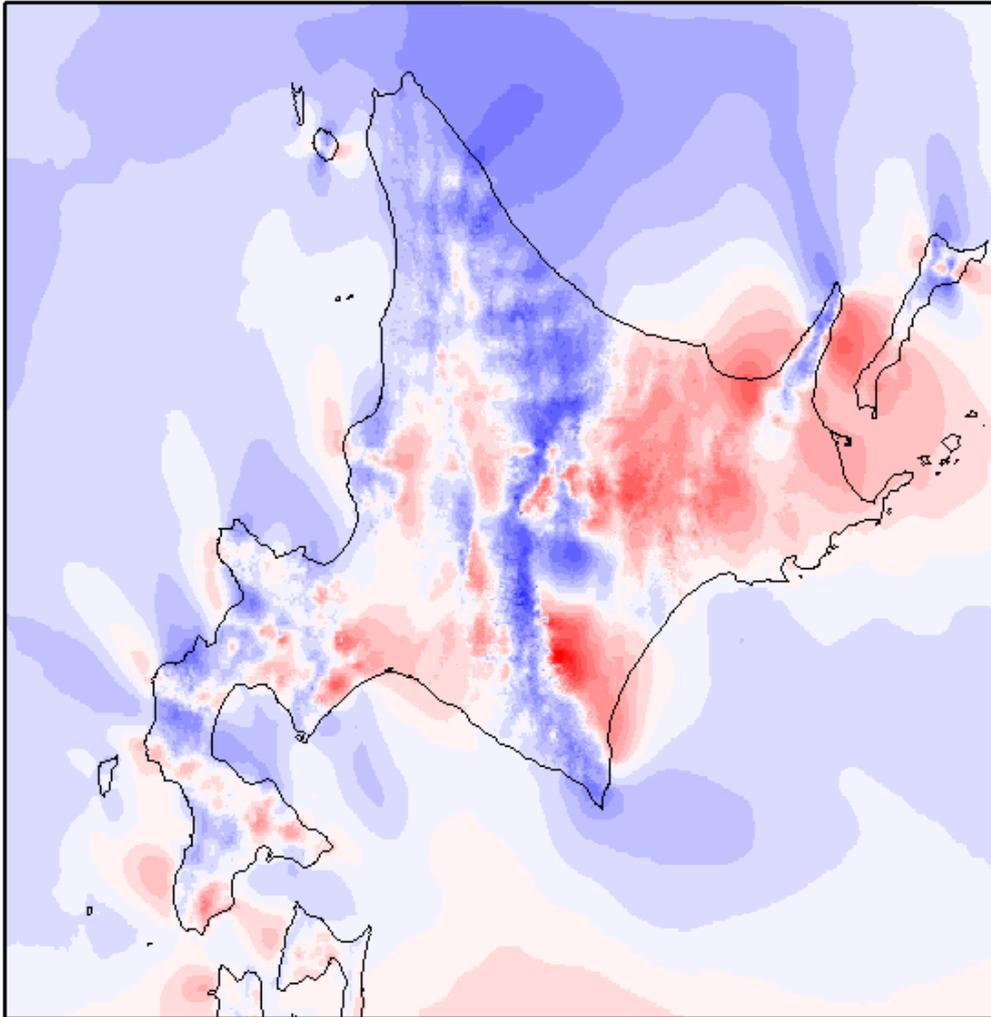


図 2-28 1995 年における年平均風速の 20 年平均風速からの偏差[%]
20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

1996 Wind Speed Variance from Average

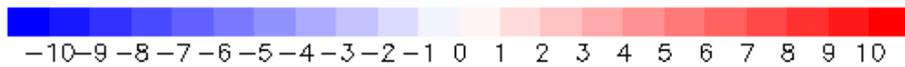
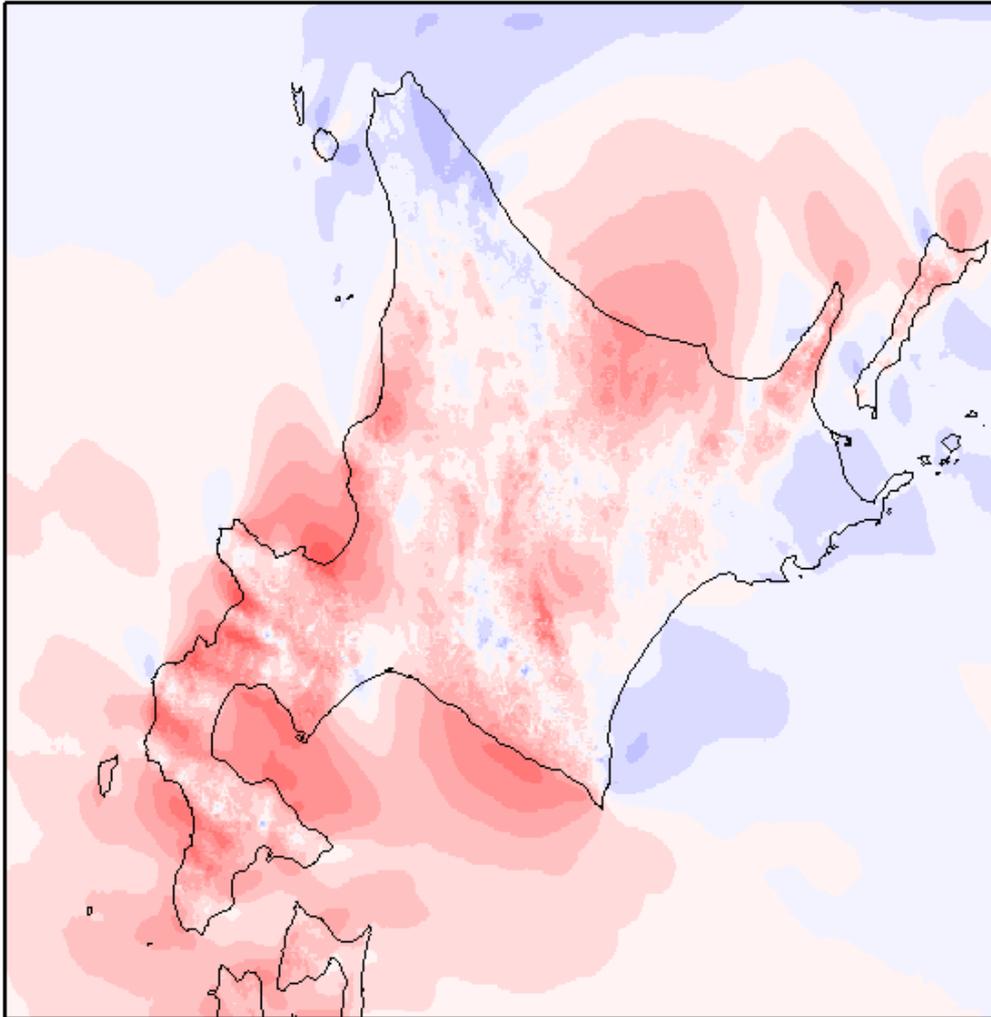


図 2-29 1996 年における年平均風速の 20 年平均風速からの偏差[%]
20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

1997 Wind Speed Variance from Average

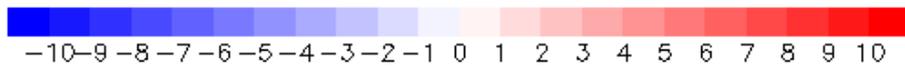
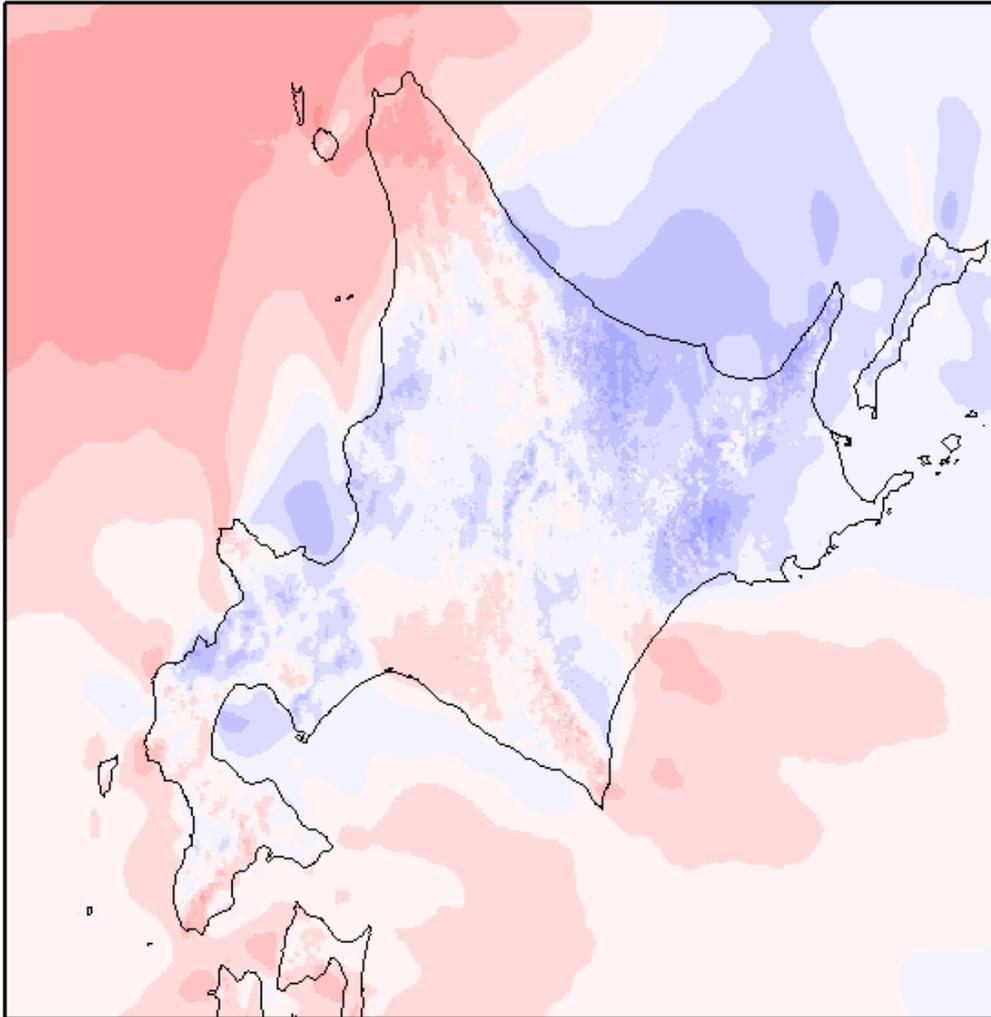


図 2-30 1997 年における年平均風速の 20 年平均風速からの偏差[%]
20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

1998 Wind Speed Variance from Average

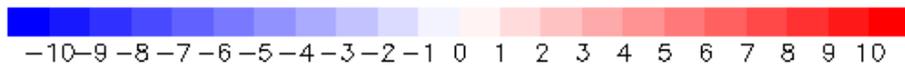
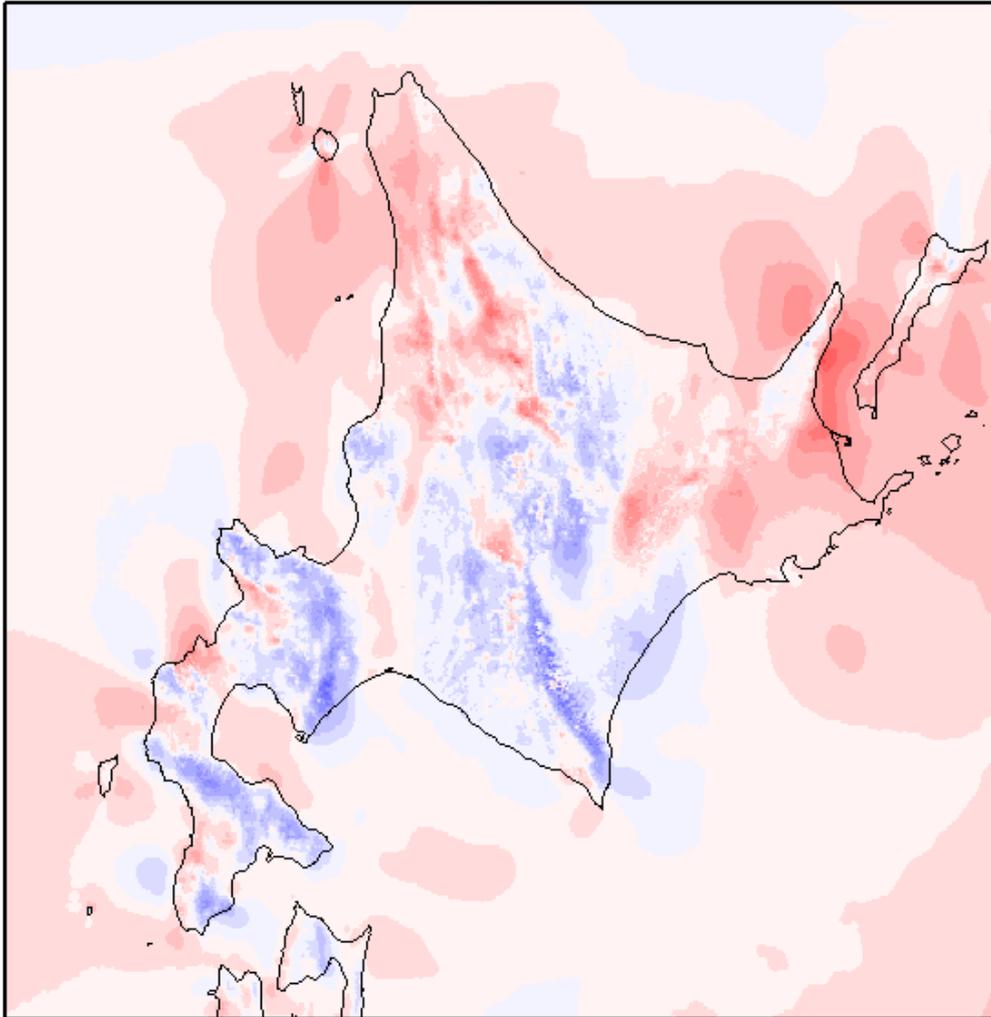


図 2-31 1998 年における年平均風速の 20 年平均風速からの偏差[%]
20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

1999 Wind Speed Variance from Average

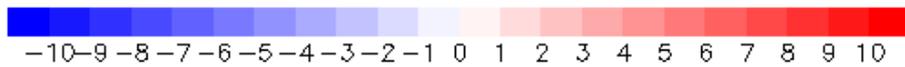
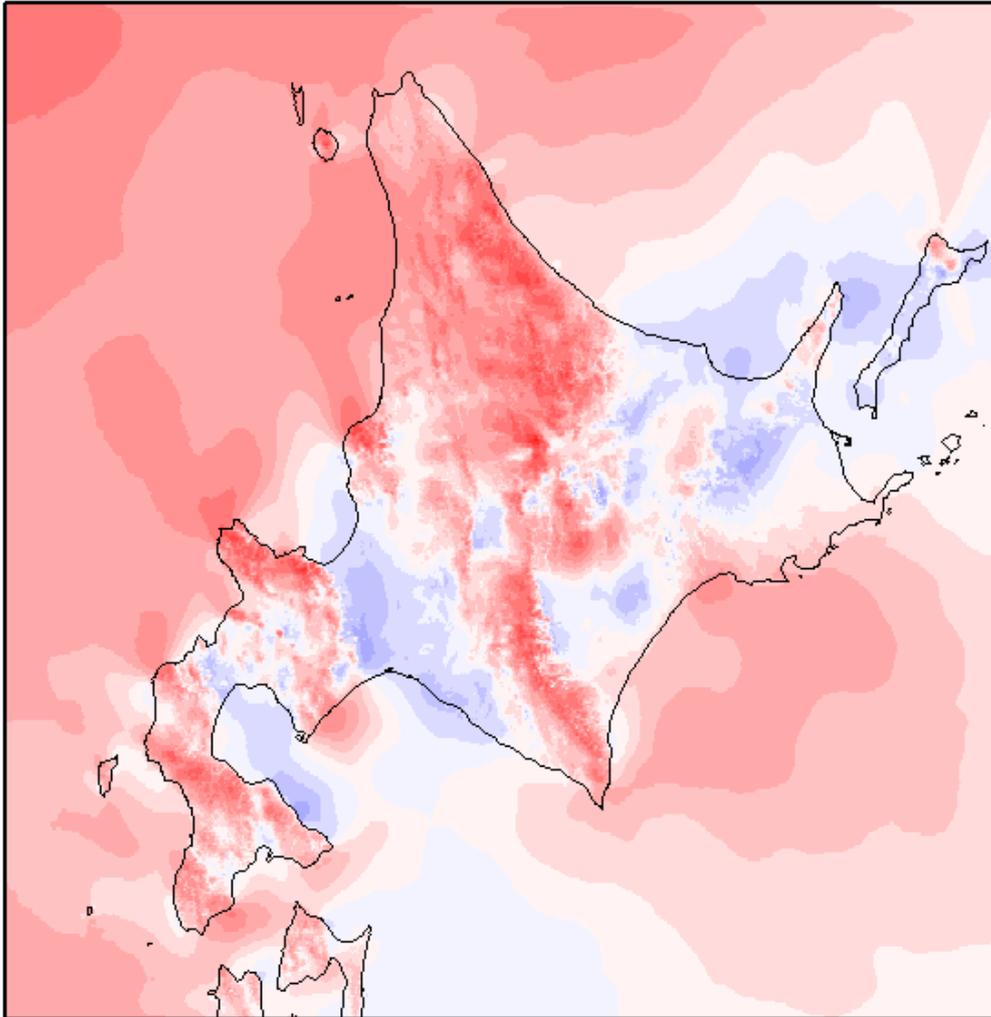


図 2-32 1999 年における年平均風速の 20 年平均風速からの偏差[%]
20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

2000 Wind Speed Variance from Average

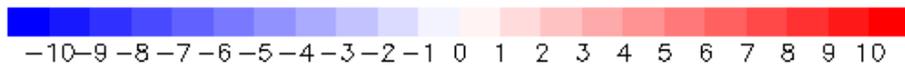
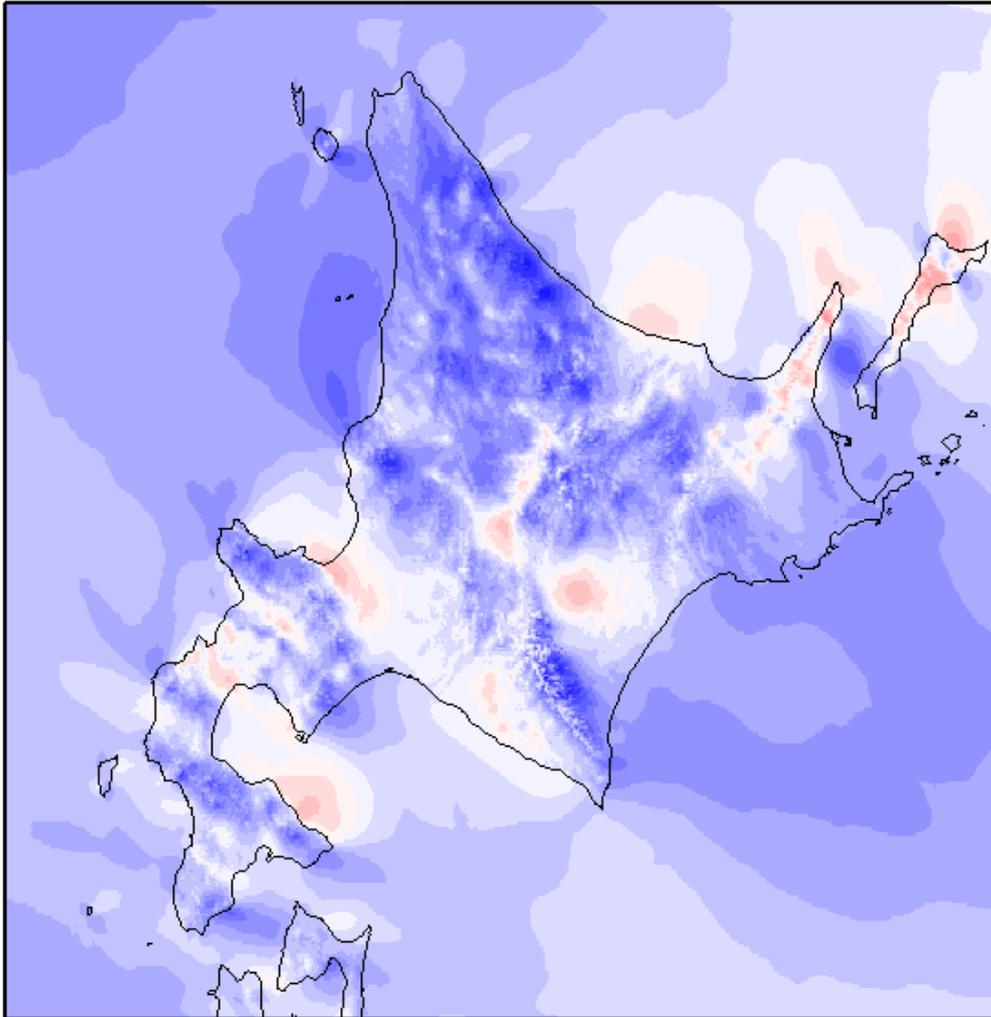


図 2-33 2000 年における年平均風速の 20 年平均風速からの偏差[%]
20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

2001 Wind Speed Variance from Average

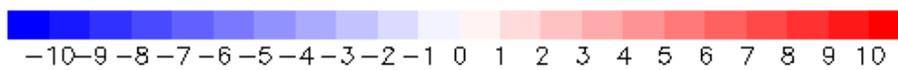
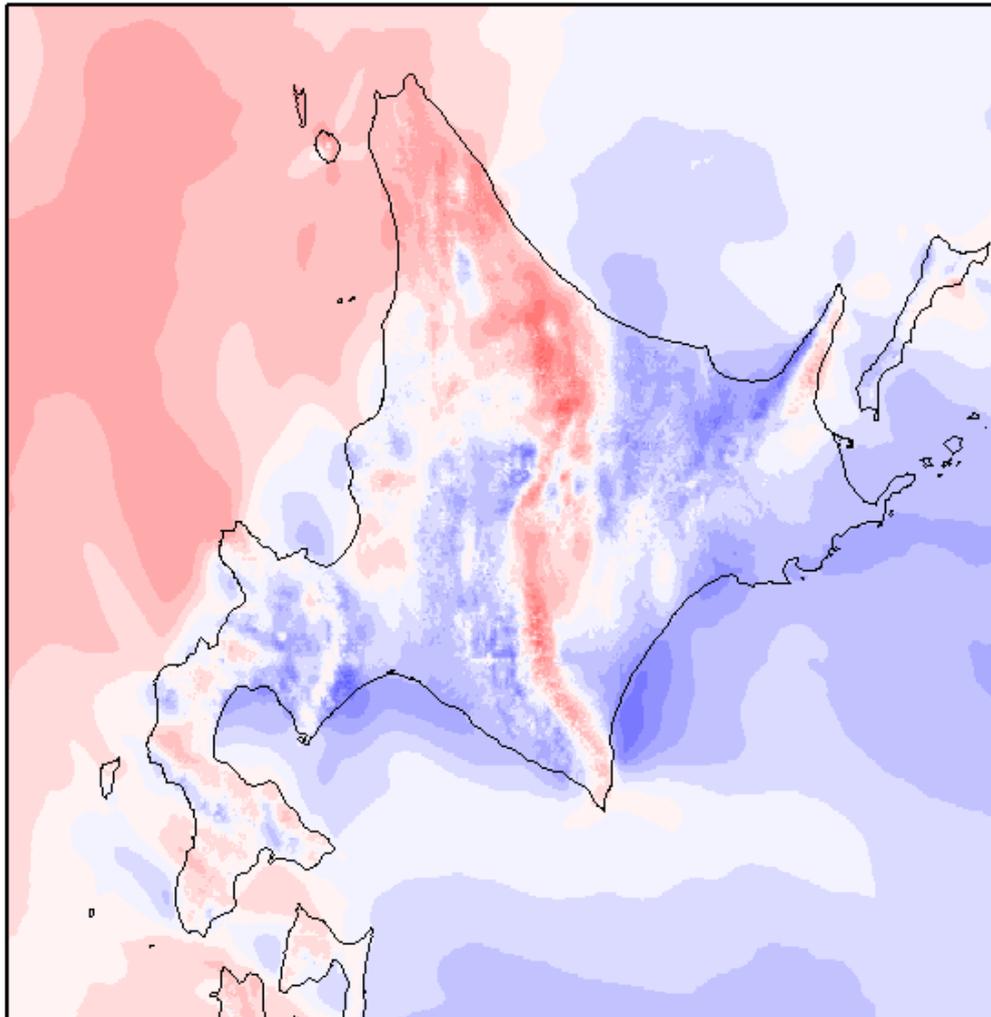


図 2-34 2001 年における年平均風速の 20 年平均風速からの偏差[%]
20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

2002 Wind Speed Variance from Average

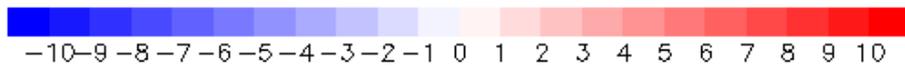
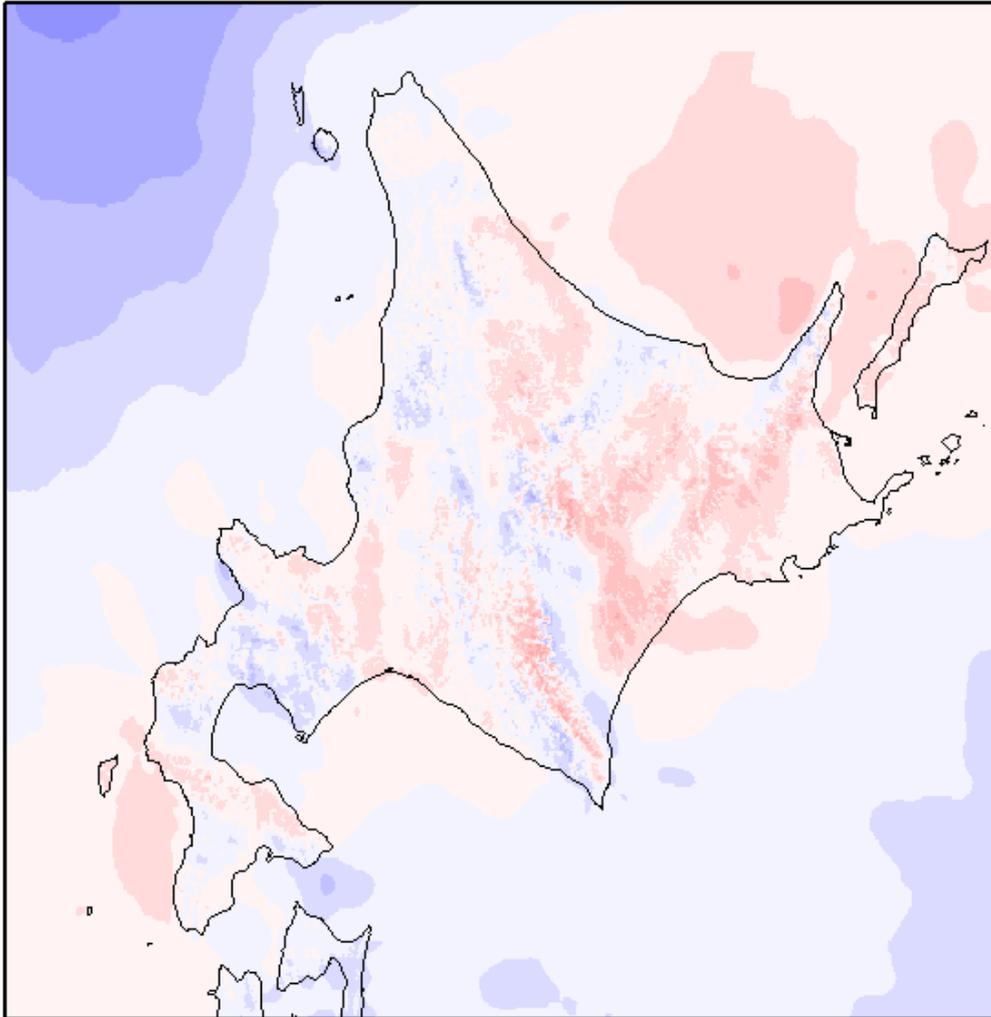


図 2-35 2002 年における年平均風速の 20 年平均風速からの偏差[%]
20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

2003 Wind Speed Variance from Average

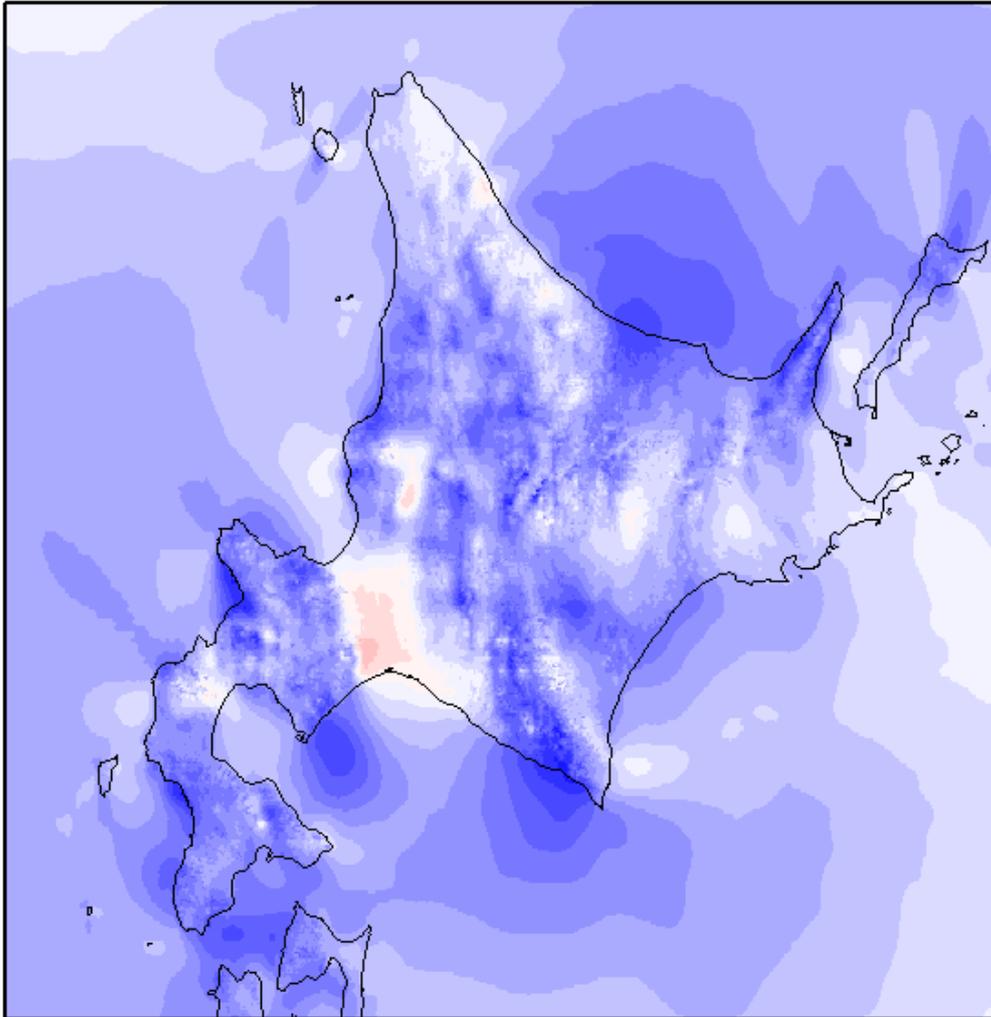


図 2-36 2003 年における年平均風速の 20 年平均風速からの偏差[%]
20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

2004 Wind Speed Variance from Average

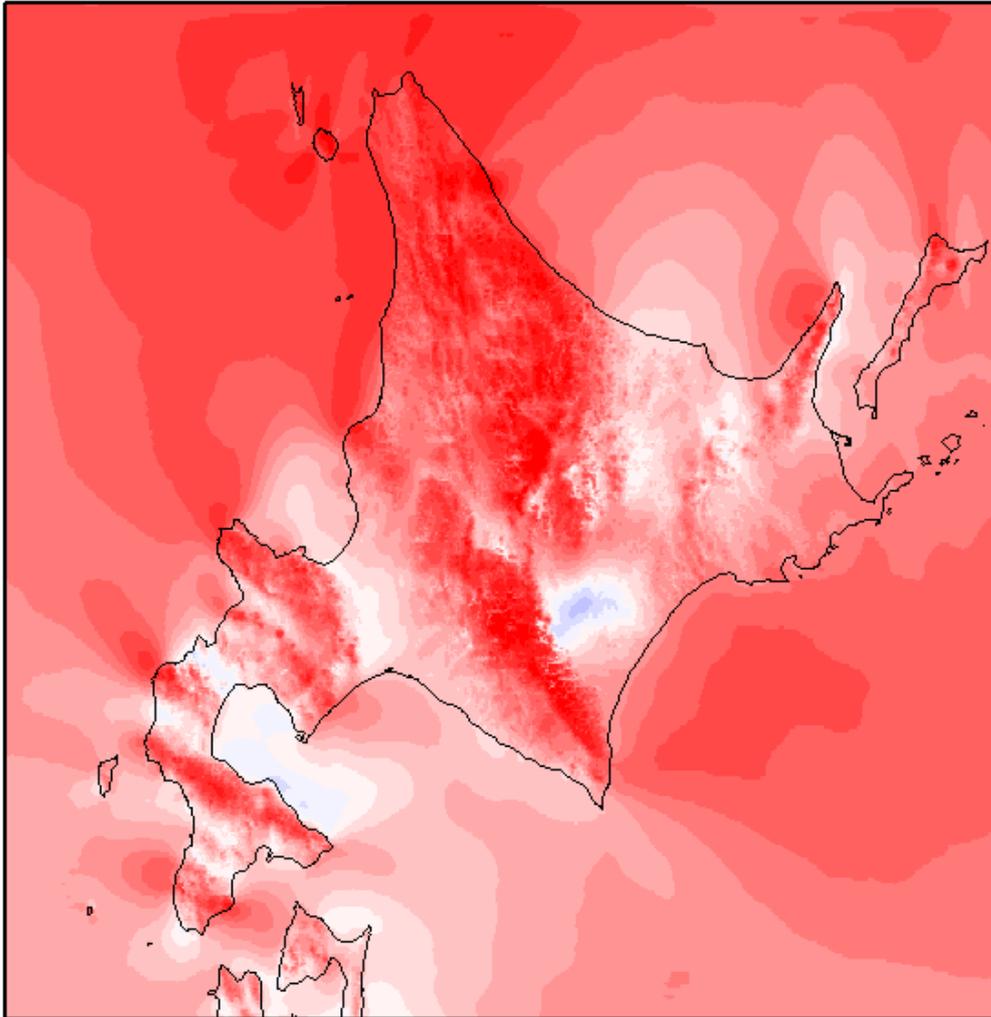


図 2-37 2004 年における年平均風速の 20 年平均風速からの偏差[%]
20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

2005 Wind Speed Variance from Average

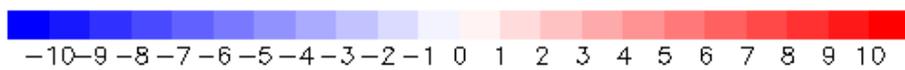
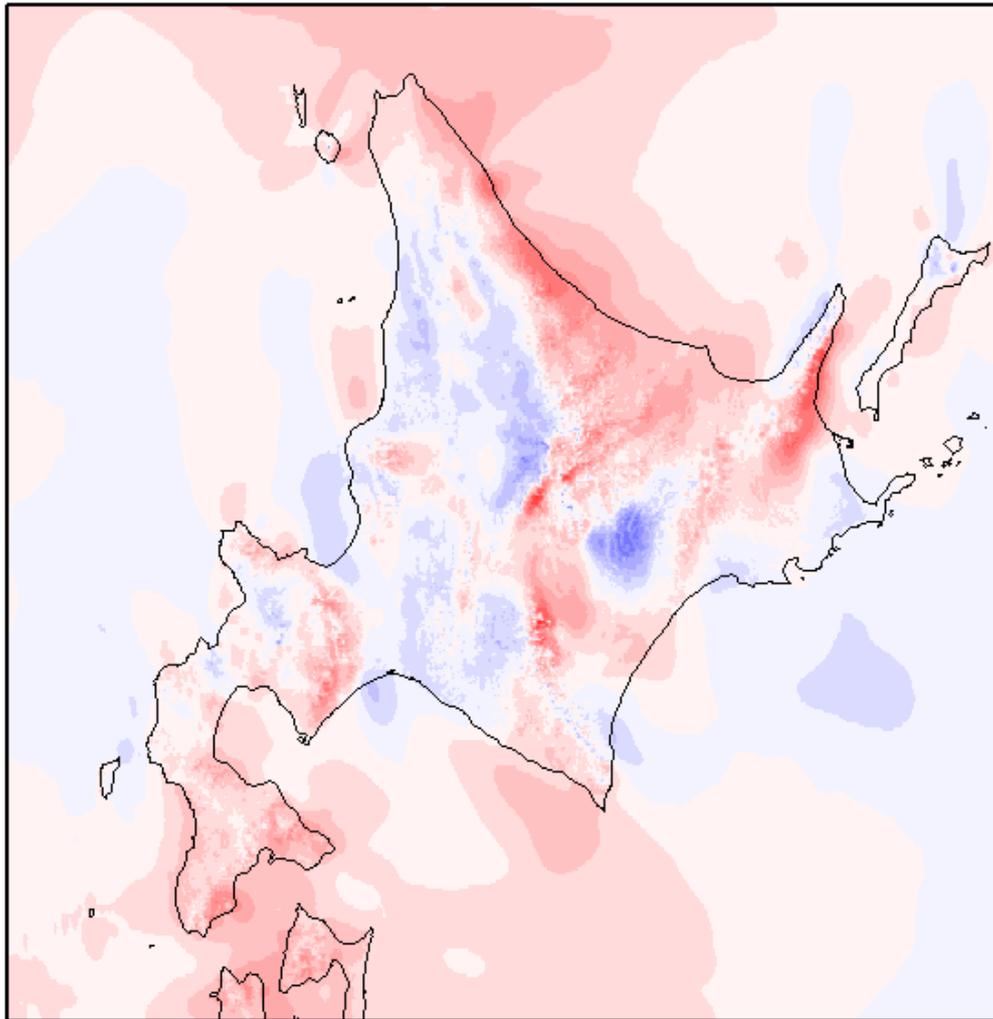


図 2-38 2005 年における年平均風速の 20 年平均風速からの偏差[%]
20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

2006 Wind Speed Variance from Average

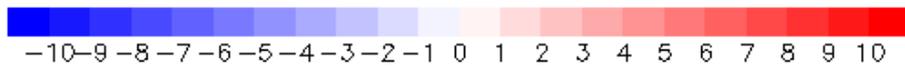
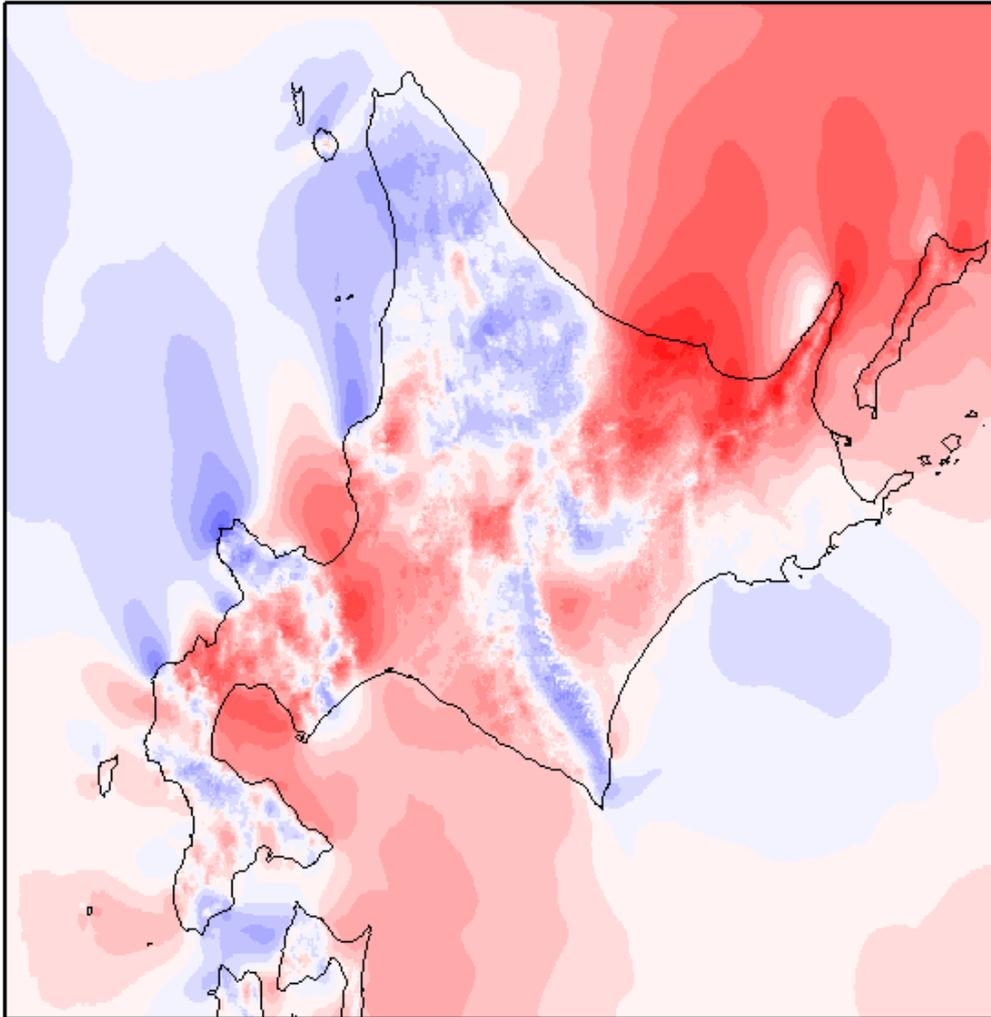


図 2-39 2006 年における年平均風速の 20 年平均風速からの偏差[%]
20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

2007 Wind Speed Variance from Average

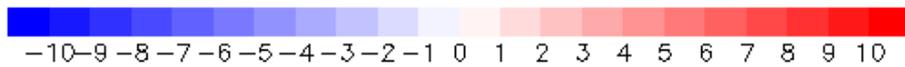
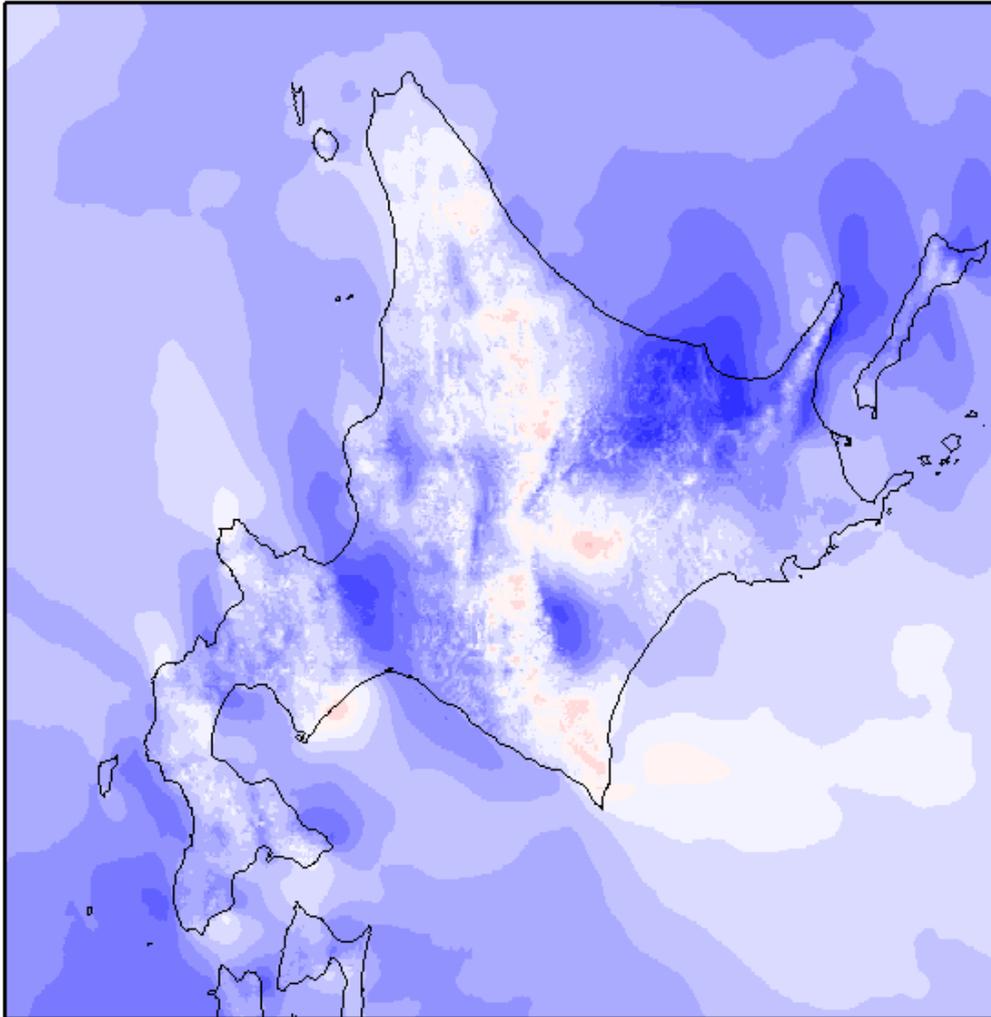


図 2-40 2007 年における年平均風速の 20 年平均風速からの偏差[%]
20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

2008 Wind Speed Variance from Average

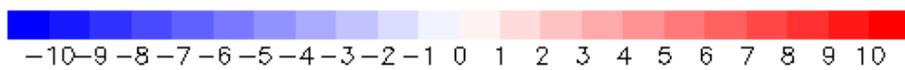
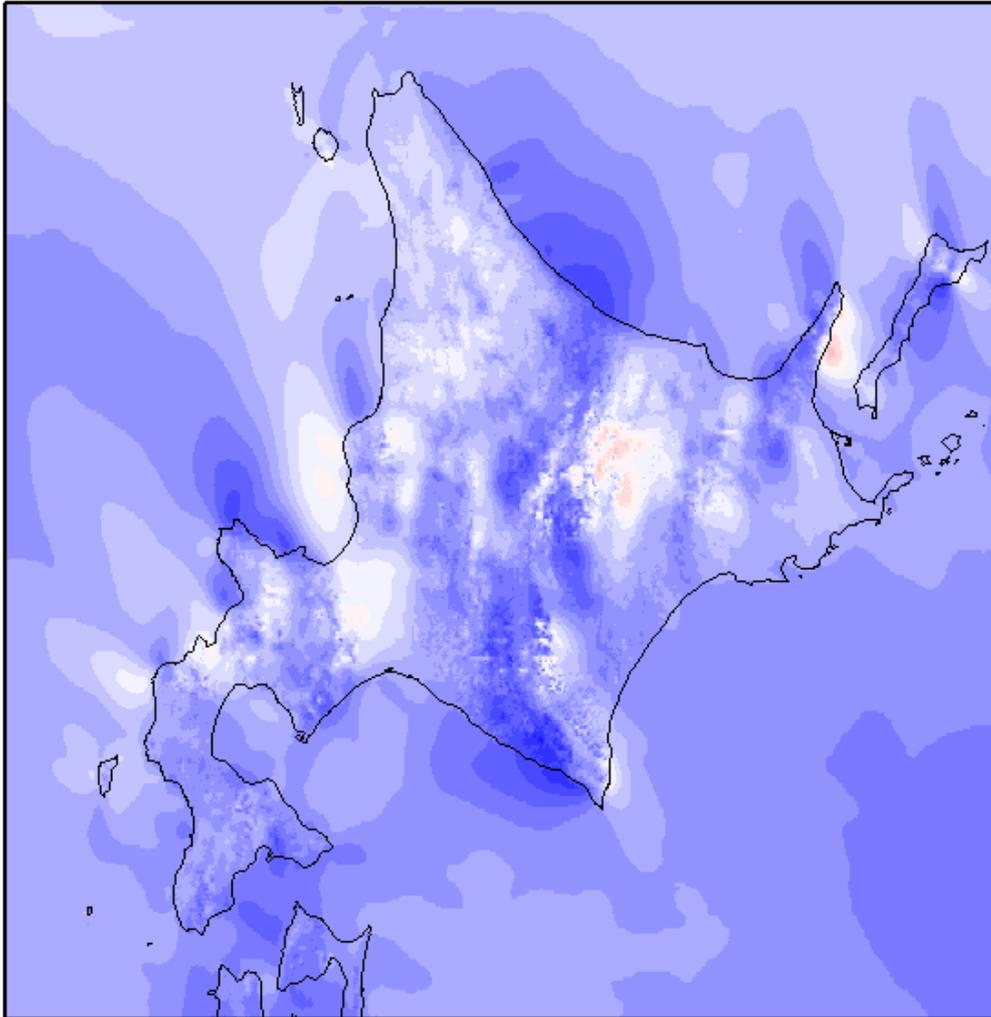


図 2-41 2008 年における年平均風速の 20 年平均風速からの偏差[%]
20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

2009 Wind Speed Variance from Average

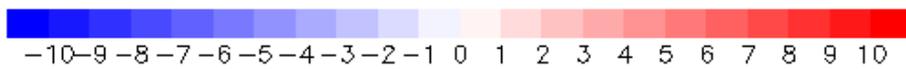
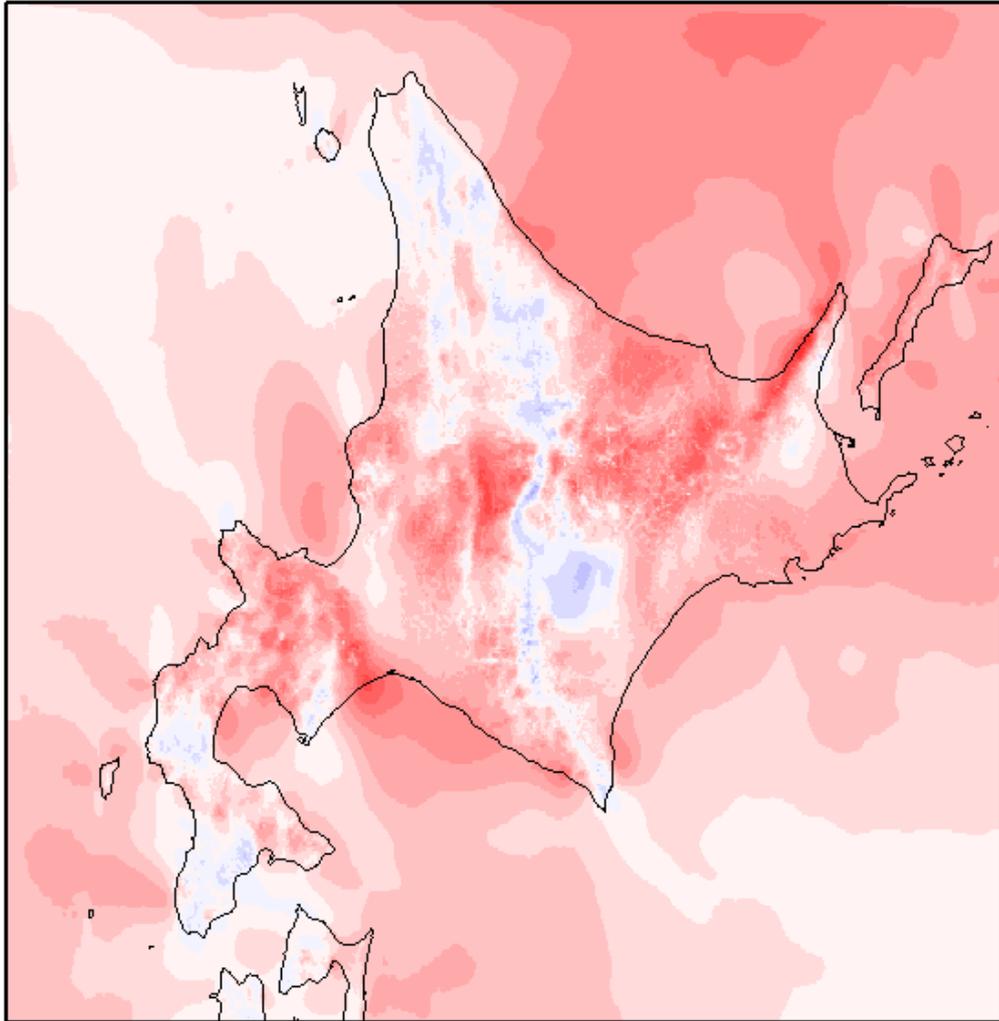


図 2-42 2009 年における年平均風速の 20 年平均風速からの偏差[%]
20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

2010 Wind Speed Variance from Average

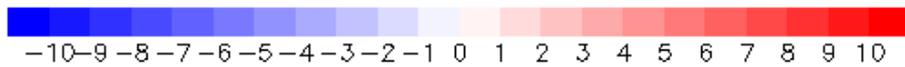
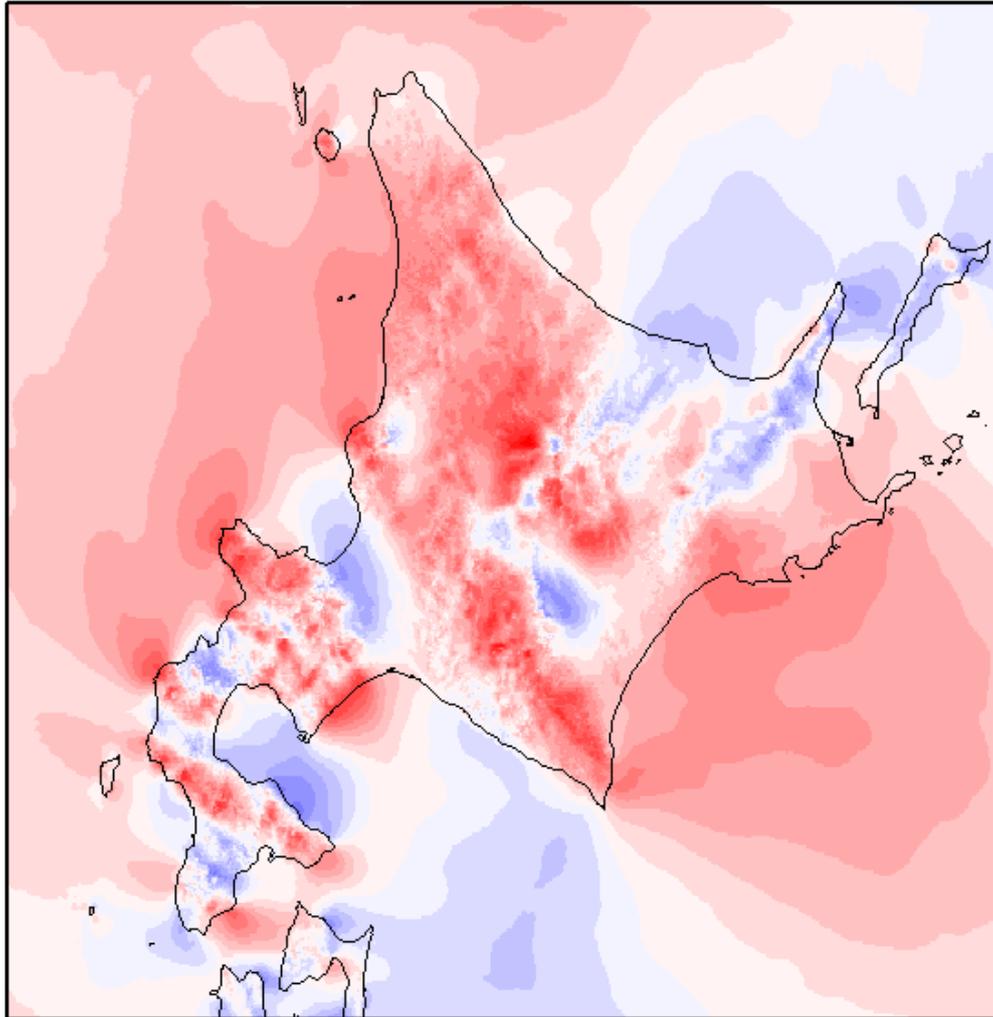


図 2-43 2010 年における年平均風速の 20 年間平均風速からの偏差[%]
20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

- 月別平均風速

図 2-44および図 2-45に月別に集計した北海道エリア全域の20年間の平均風速およびその標準偏差を示す。これらの図から、冬季（11月～3月）は風速が大きいという特徴があることが分かった。

また、図 2-46～図 2-57に1991年～2010年の各年の月平均風速の時系列を月別に示す。これらの図からも、冬季は風速が大きくなるということが分かった。

A) 月別20年間平均風速

風速[%]は20年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

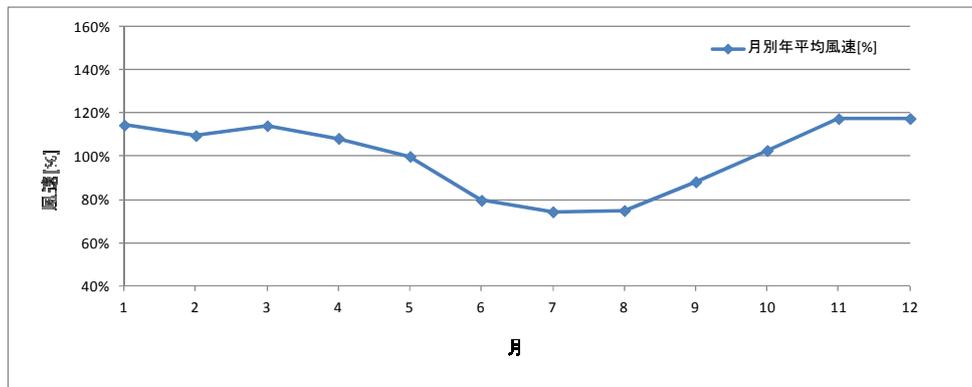


図 2-44 月別20年平均風速[%]

風速は20年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

B) 月別20年平均風速の標準偏差

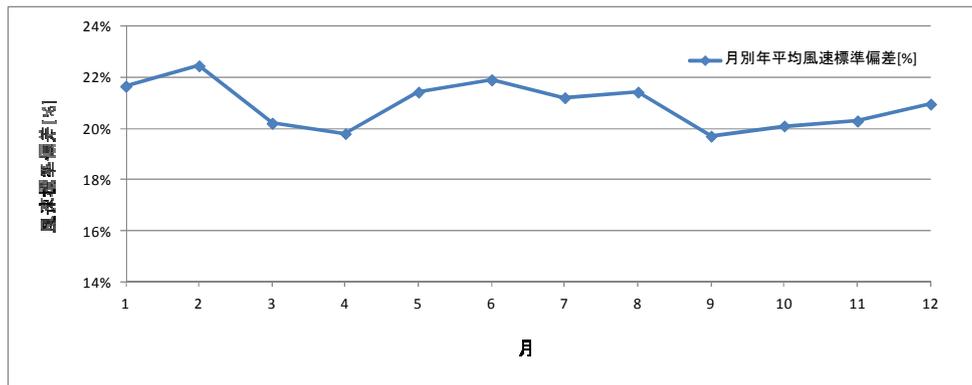


図 2-45 月別20年平均風速の標準偏差[%]

風速は20年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

C) 各月別年変動グラフ

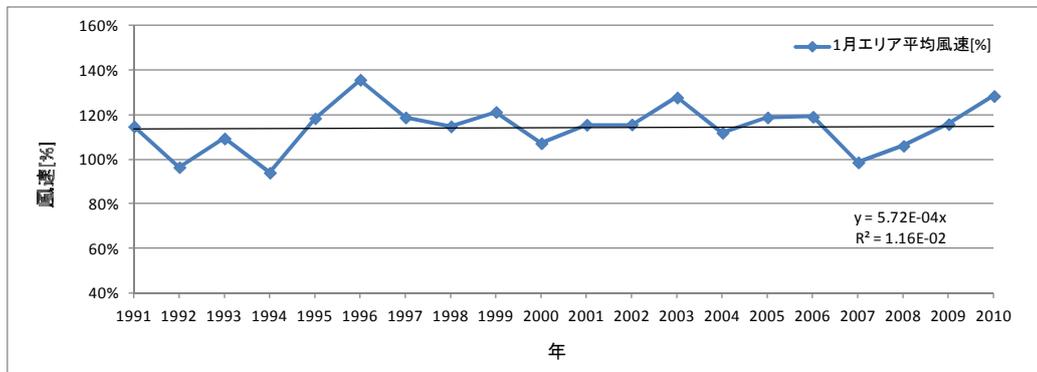


図 2-46 1月 北海道エリア平均風速[%]

風速は 20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

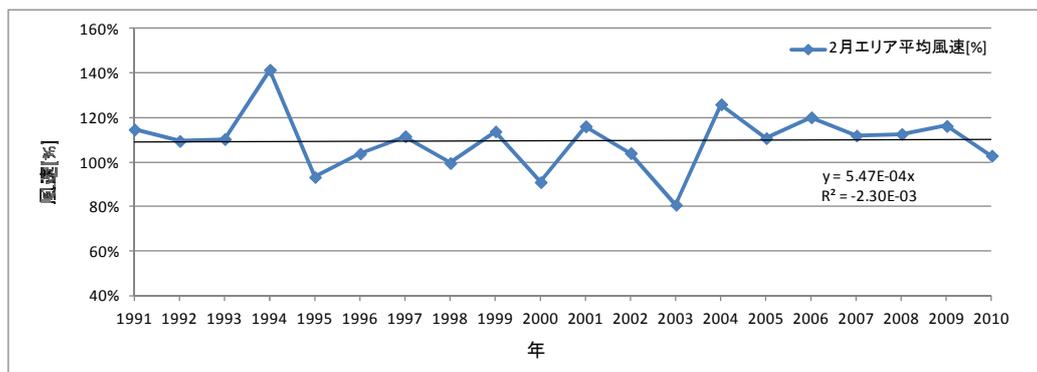


図 2-47 2月 北海道エリア平均風速[%]

風速は 20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

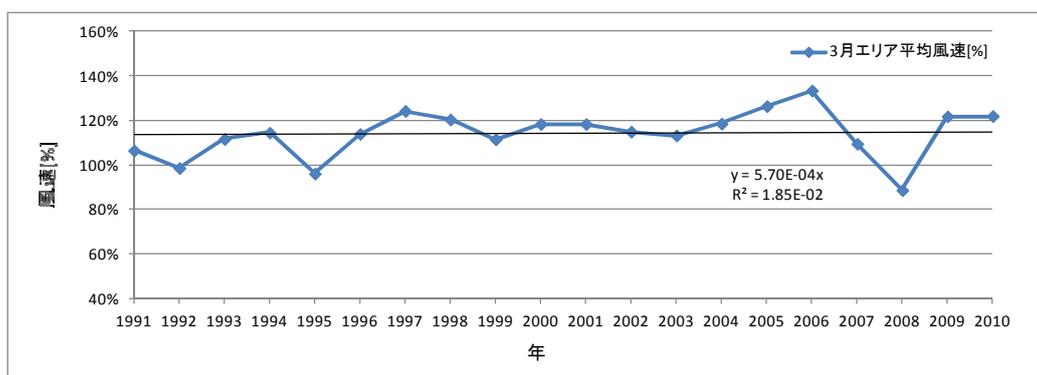


図 2-48 3月 北海道エリア平均風速[%]

風速は 20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

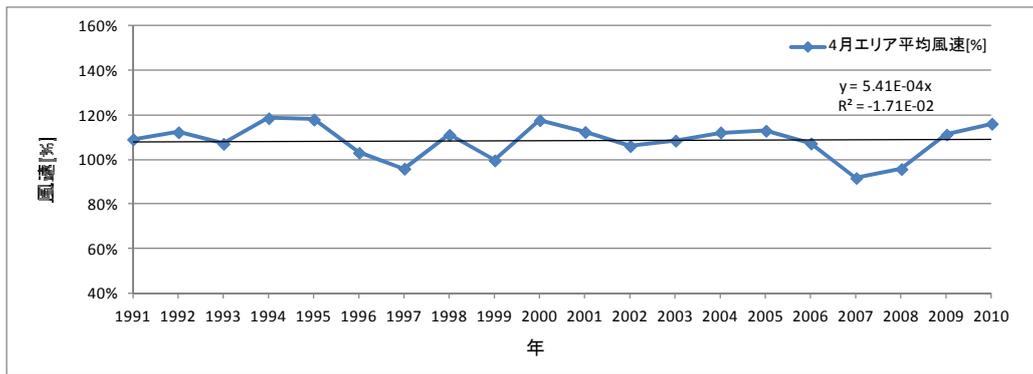


図 2-49 4月 北海道エリア平均風速[%]

風速は 20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

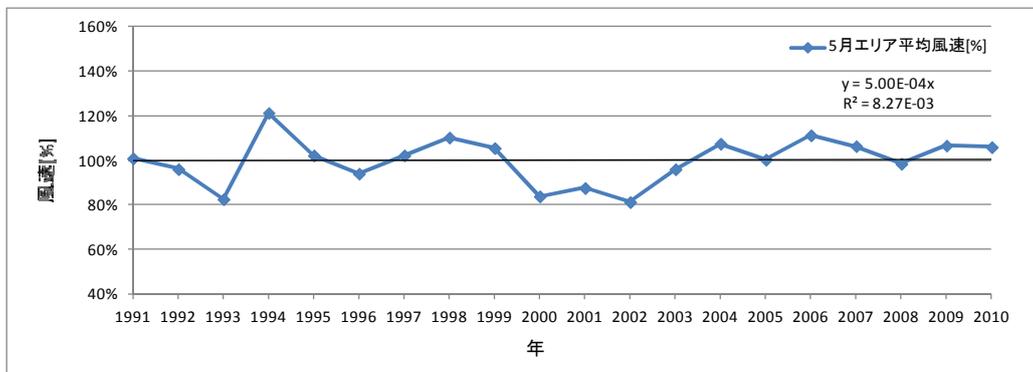


図 2-50 5月 北海道エリア平均風速[%]

風速は 20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

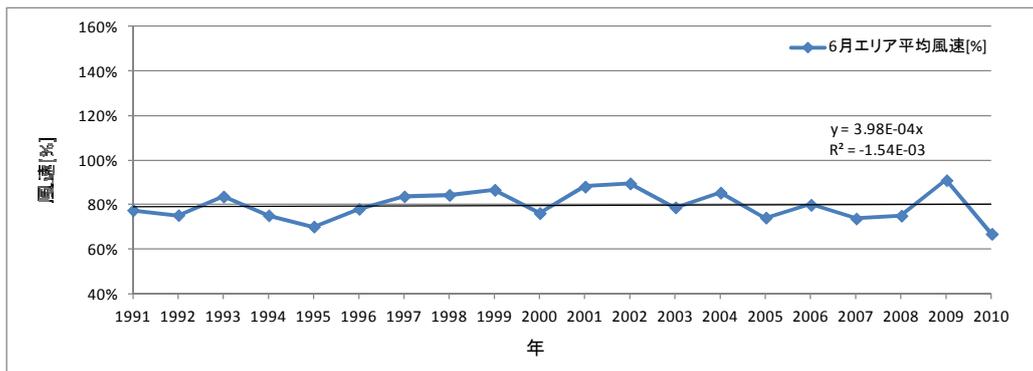


図 2-51 6月 北海道エリア平均風速[%]

風速は 20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

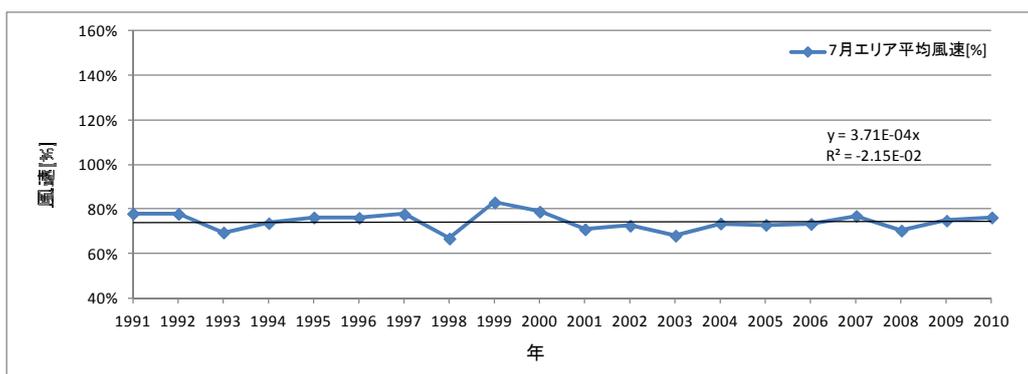


図 2-52 7月 北海道エリア平均風速[%]
風速は 20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

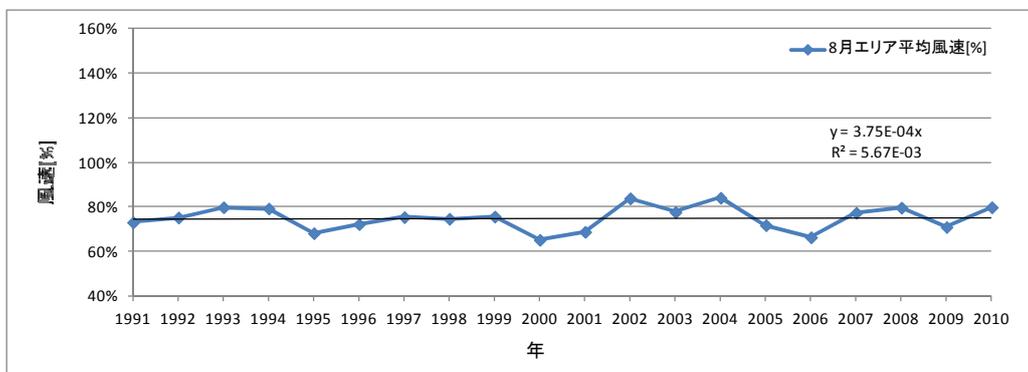


図 2-53 8月 北海道エリア平均風速[%]
風速は 20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

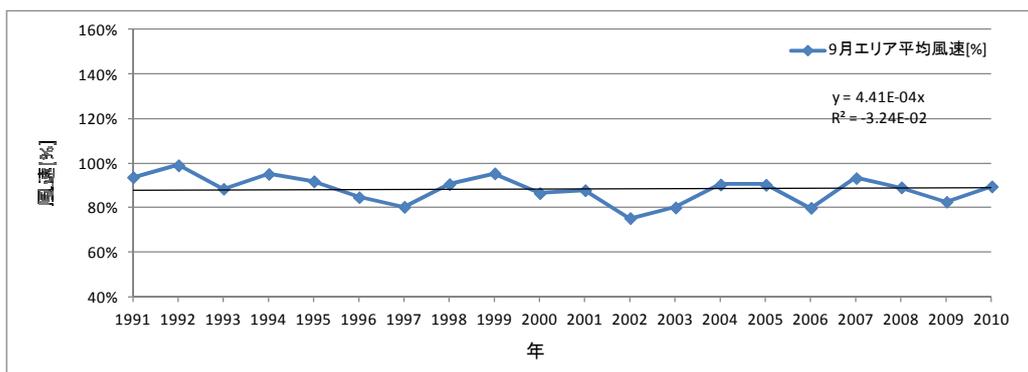


図 2-54 9月 東北エリア平均風速[%]
風速は 20 年間の東北エリア全域平均風速で規格化した。

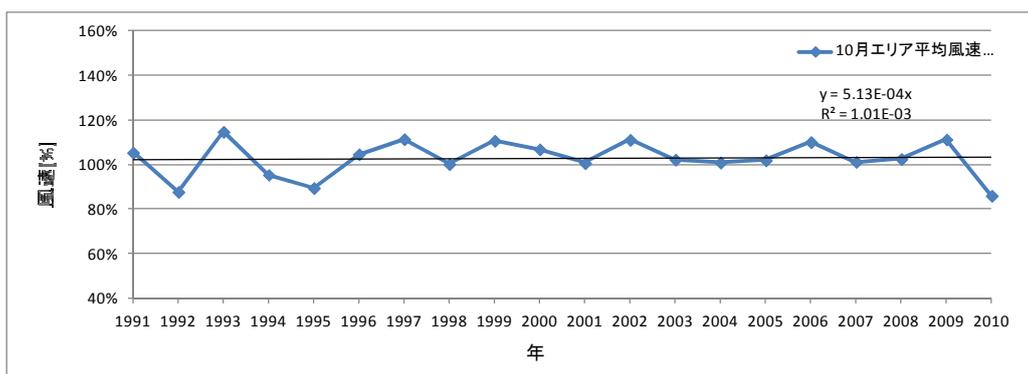


図 2-55 10月 北海道エリア平均風速[%]
 風速は 20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

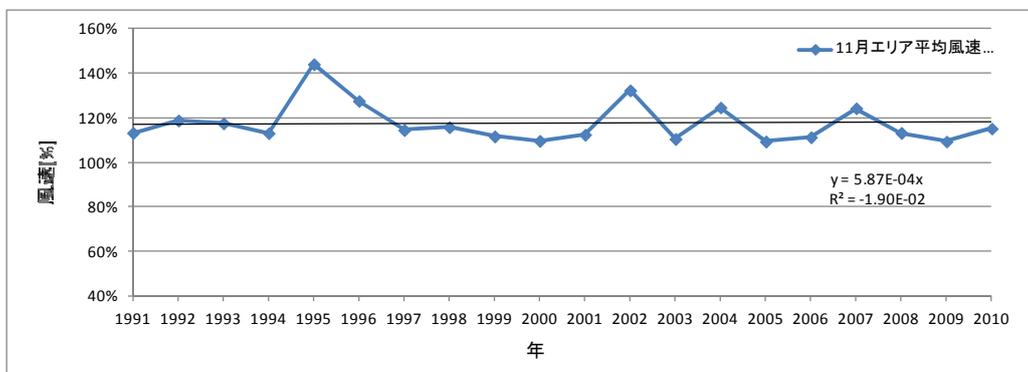


図 2-56 11月 北海道エリア平均風速[%]
 風速は 20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

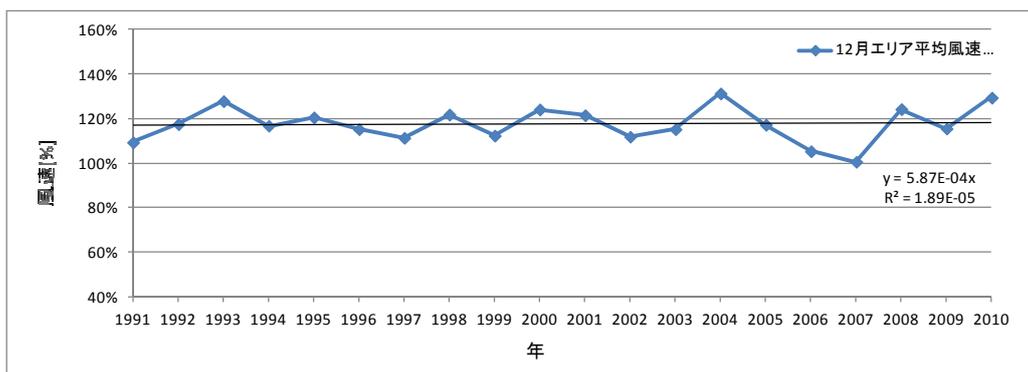


図 2-57 12月 北海道エリア平均風速[%]
 風速は 20 年間の北海道エリア全域平均風速で規格化した。

D) 各月別年平均風速マップ

- 1月における20年間の平均風速

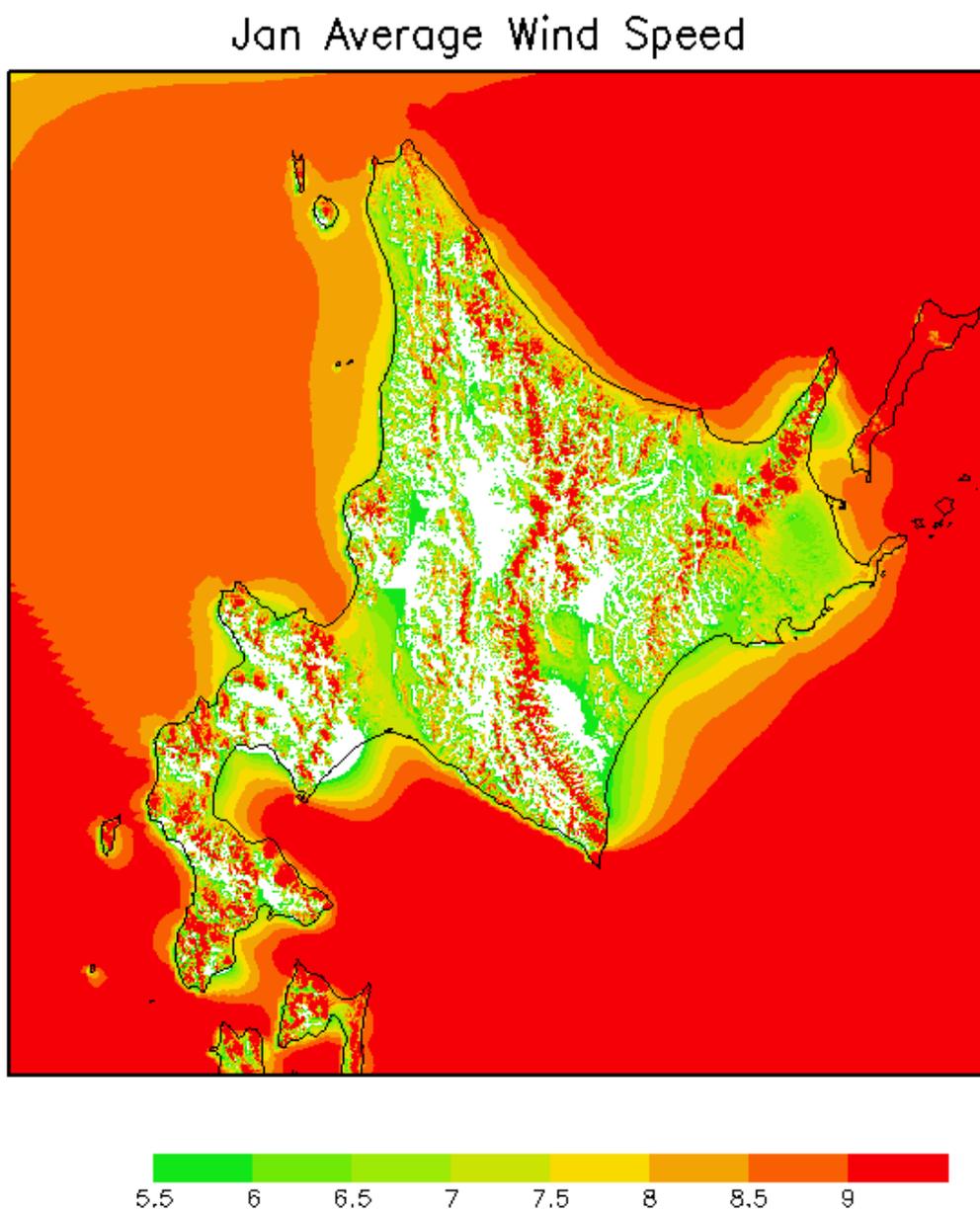


図 2-58 1月における20年間の平均風速[m/s]

- 2月における20年間の平均風速

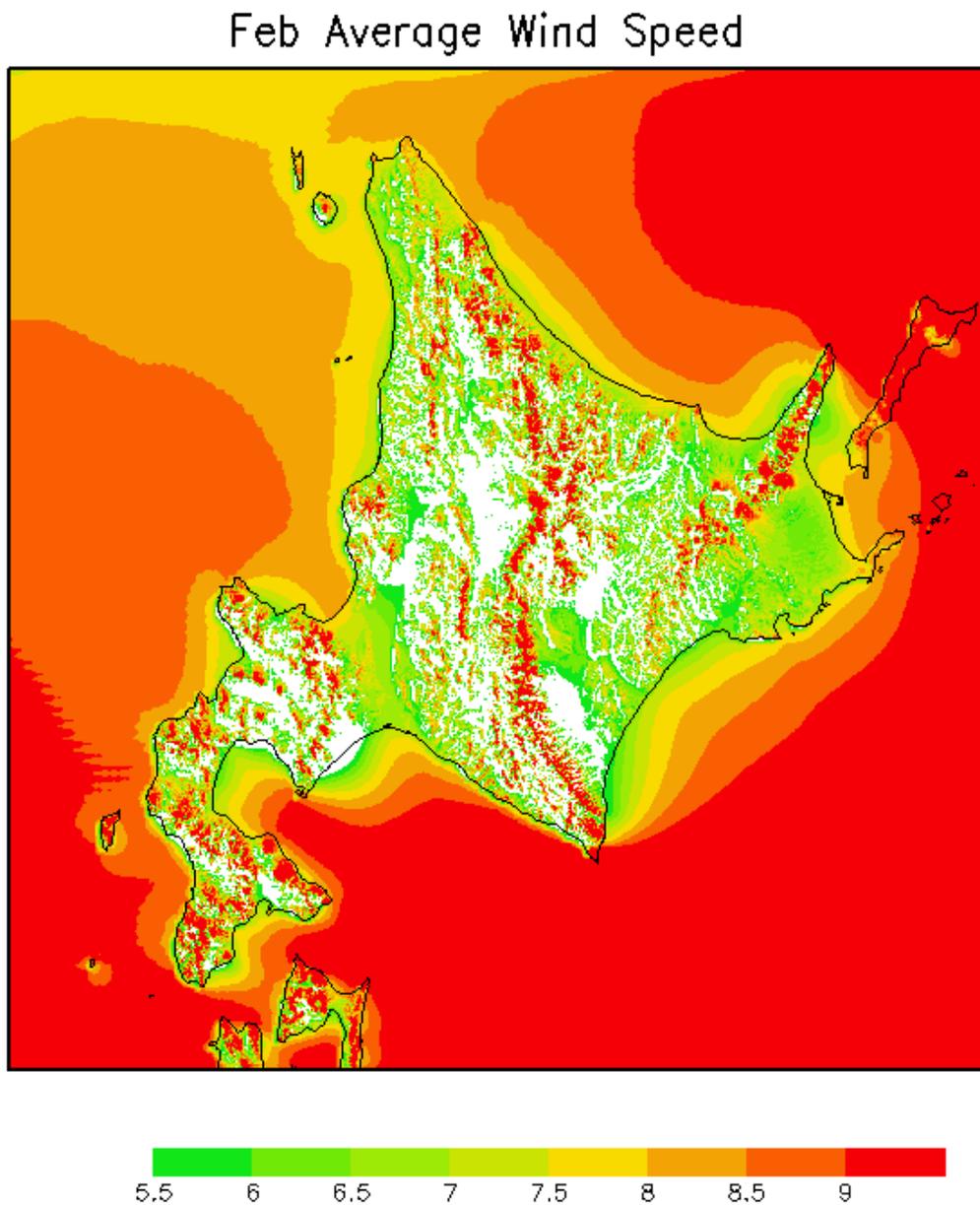


図 2-59 2月における20年間の平均風速[m/s]

- 3月における20年間の平均風速

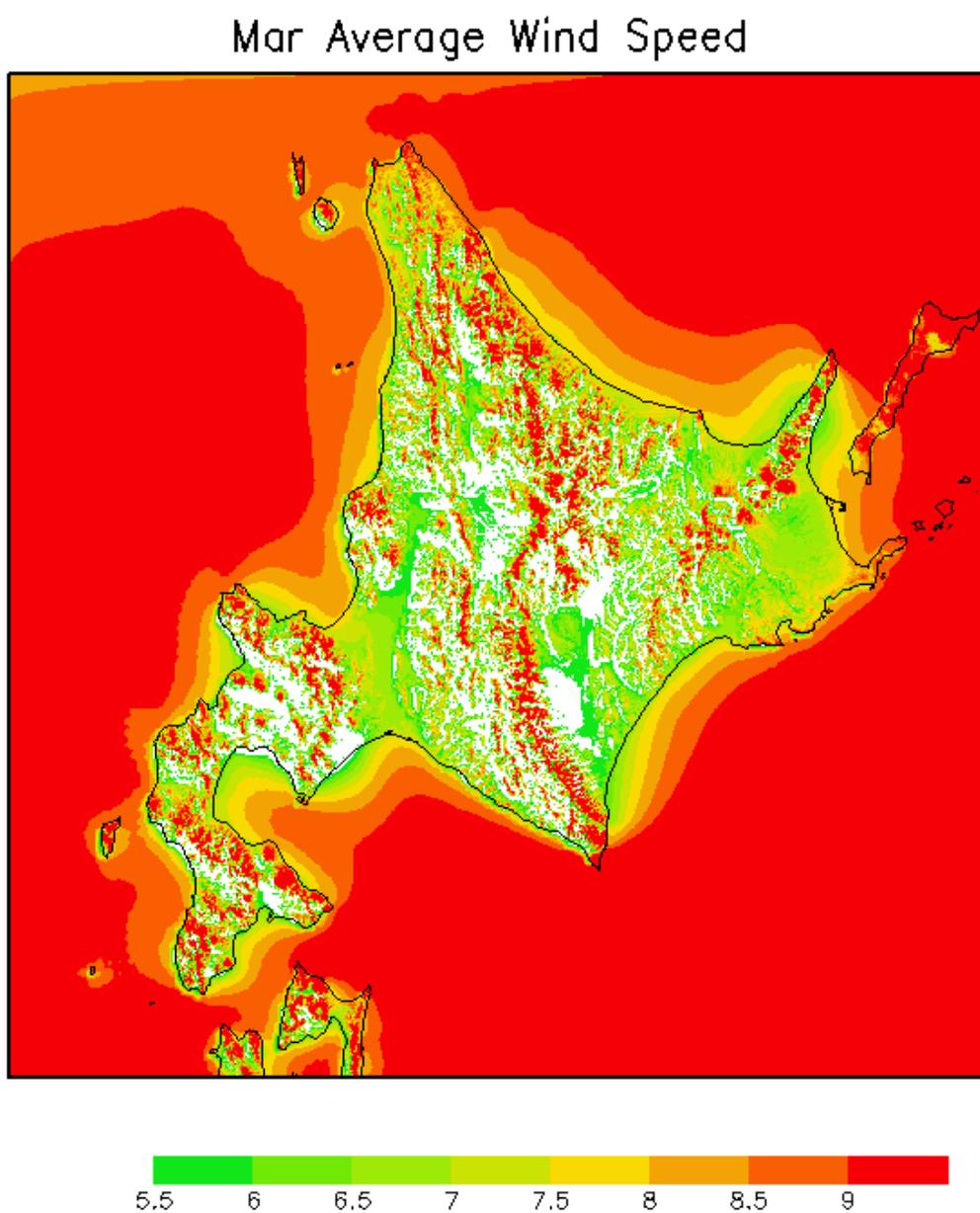


図 2-60 3月における20年間の平均風速[m/s]

- 5月における20年間の平均風速

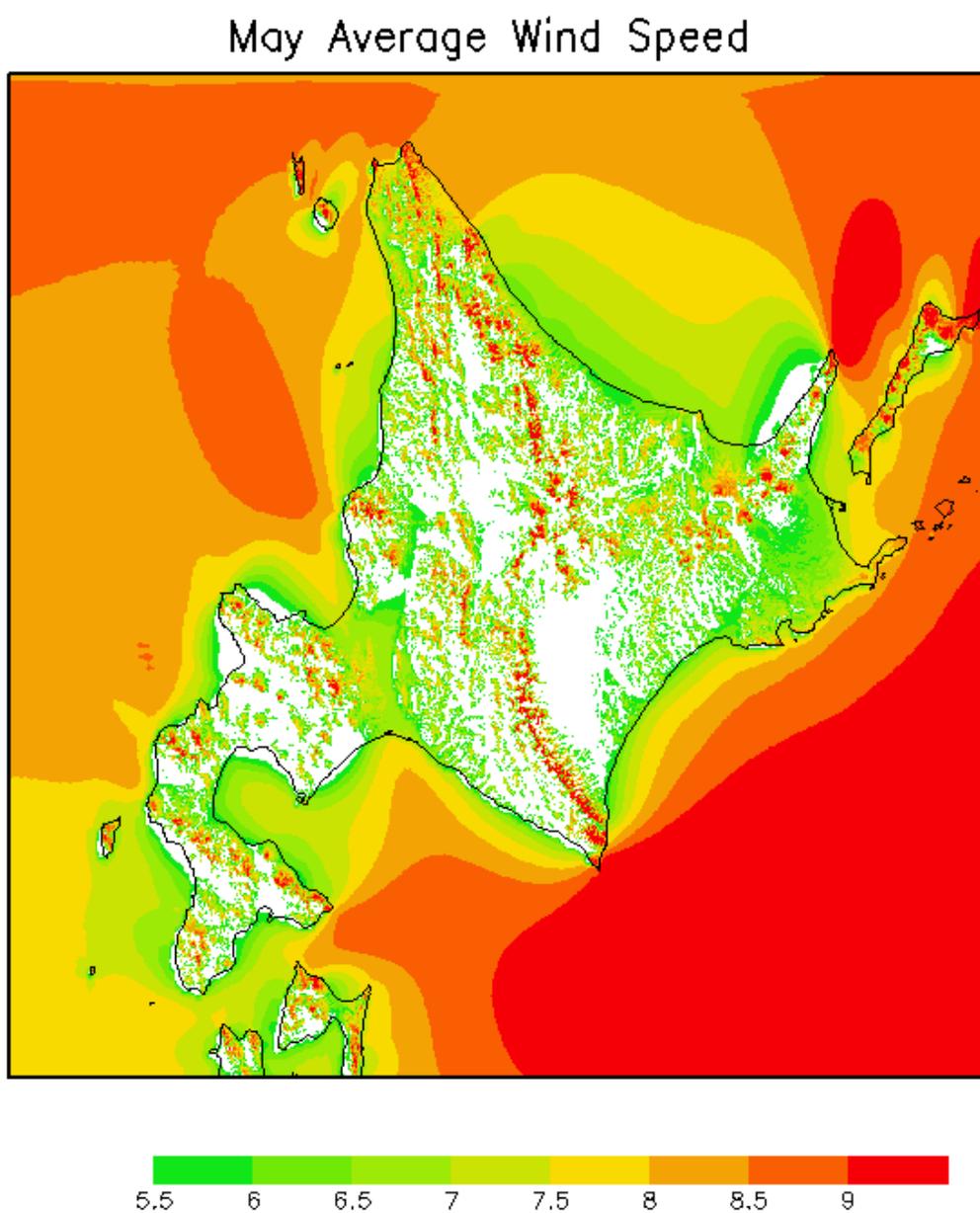


図 2-62 5月における20年間の平均風速[m/s]

- 6月における20年間の平均風速

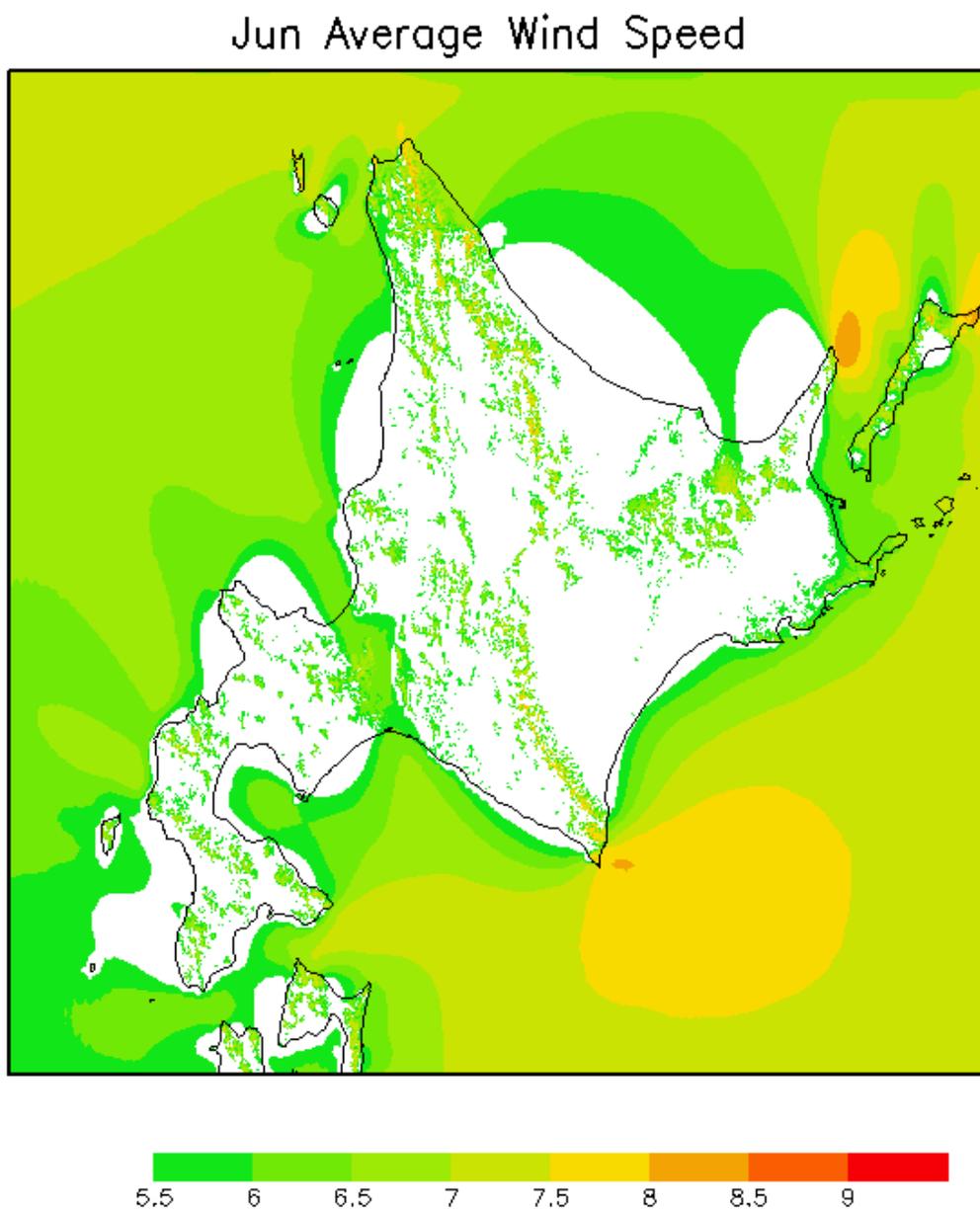


図 2-63 6月における20年間の平均風速[m/s]

- 7月における20年間の平均風速

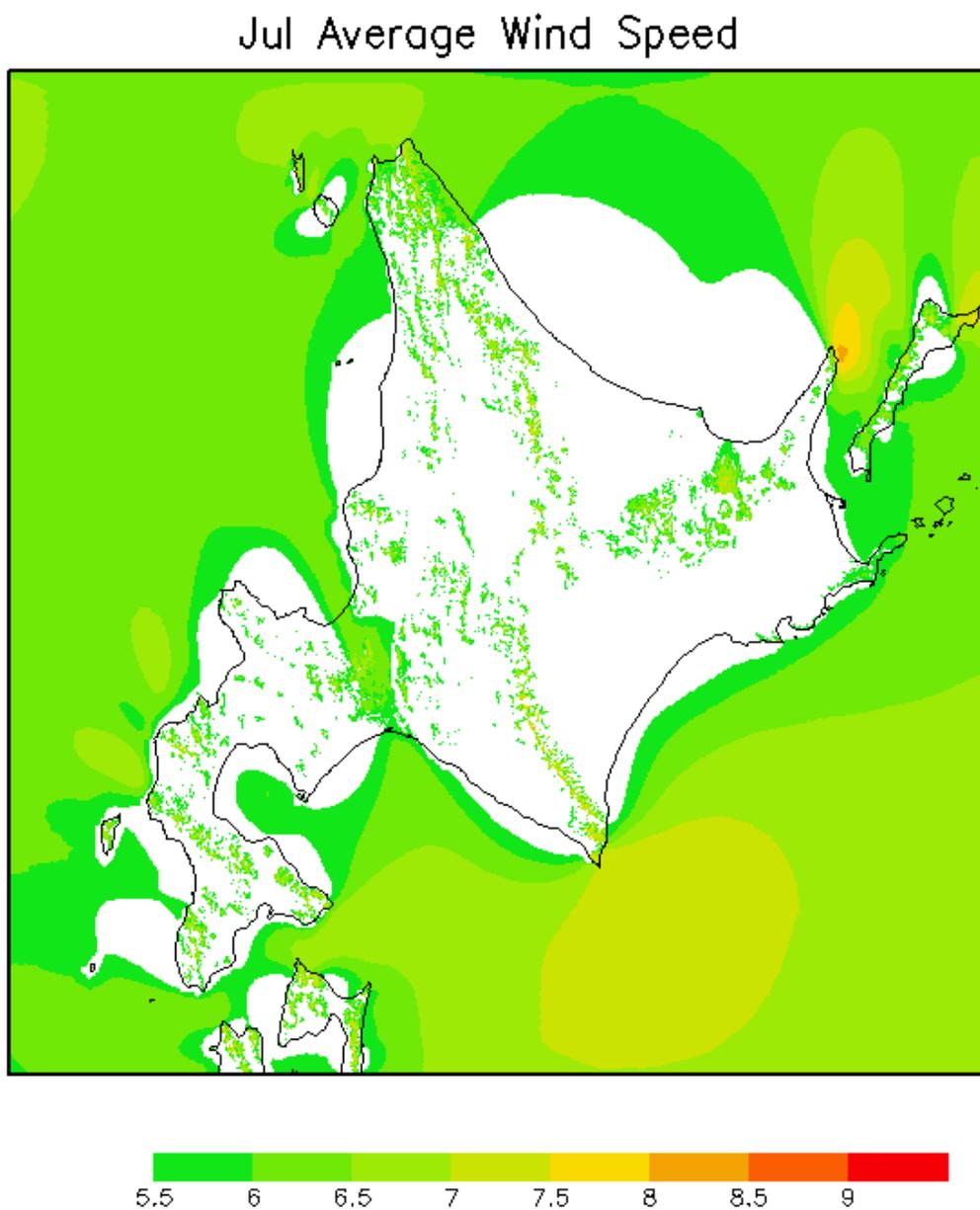


図 2-64 7月における20年間の平均風速[m/s]

- 8月における20年間の平均風速

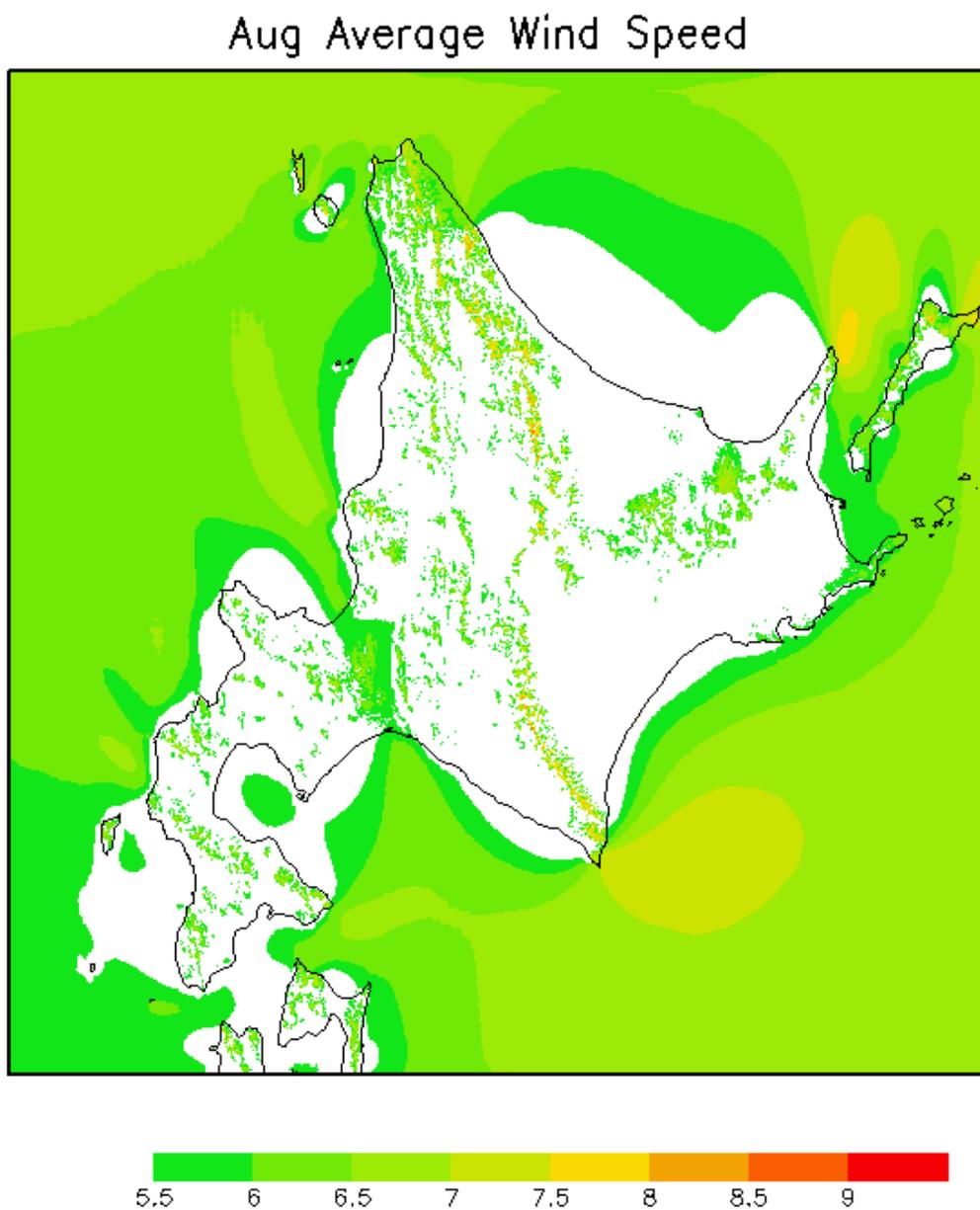


図 2-65 8月における20年間の平均風速[m/s]

- 9月における20年間の平均風速

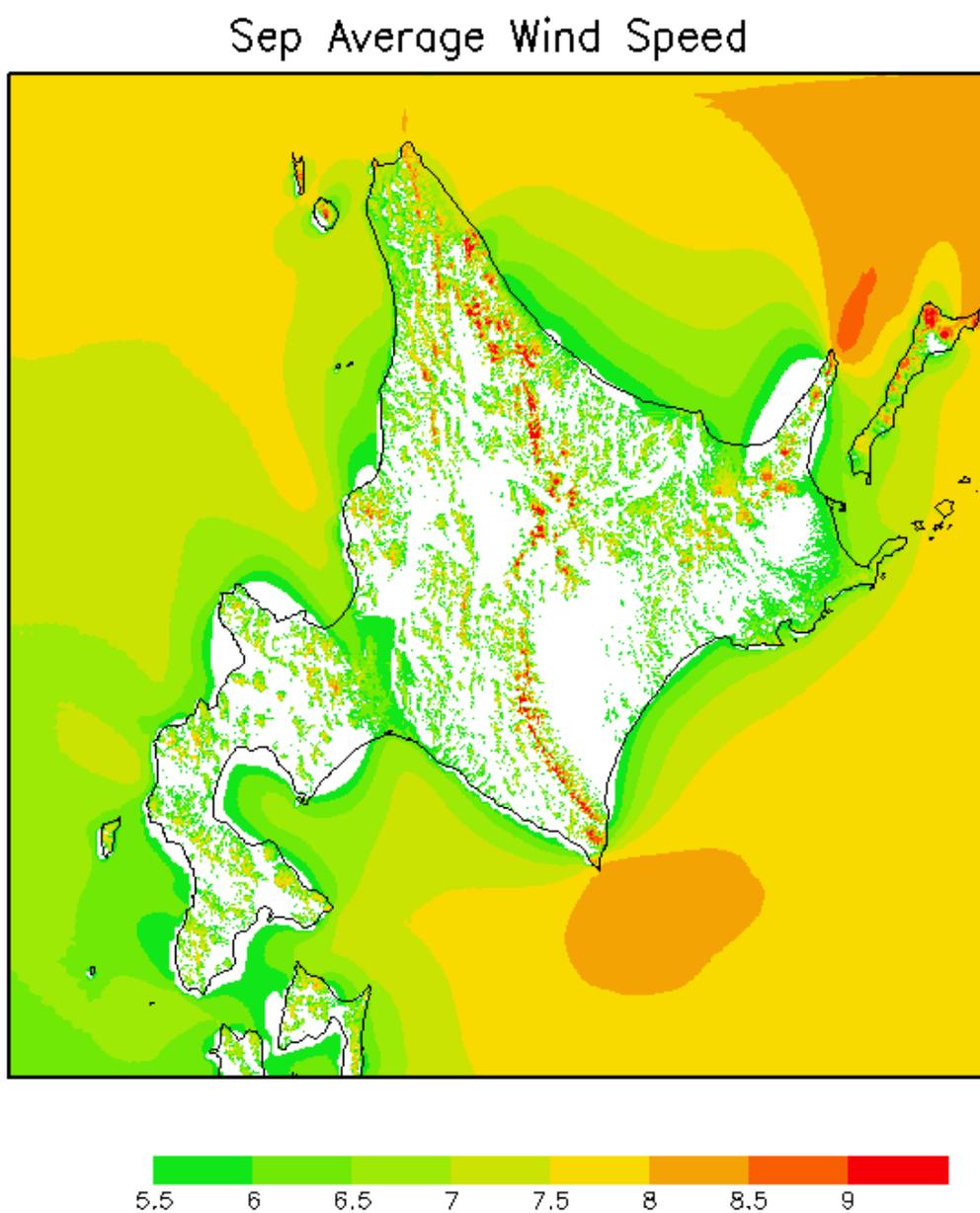


図 2-66 9月における20年間の平均風速[m/s]

- 10月における20年間の平均風速

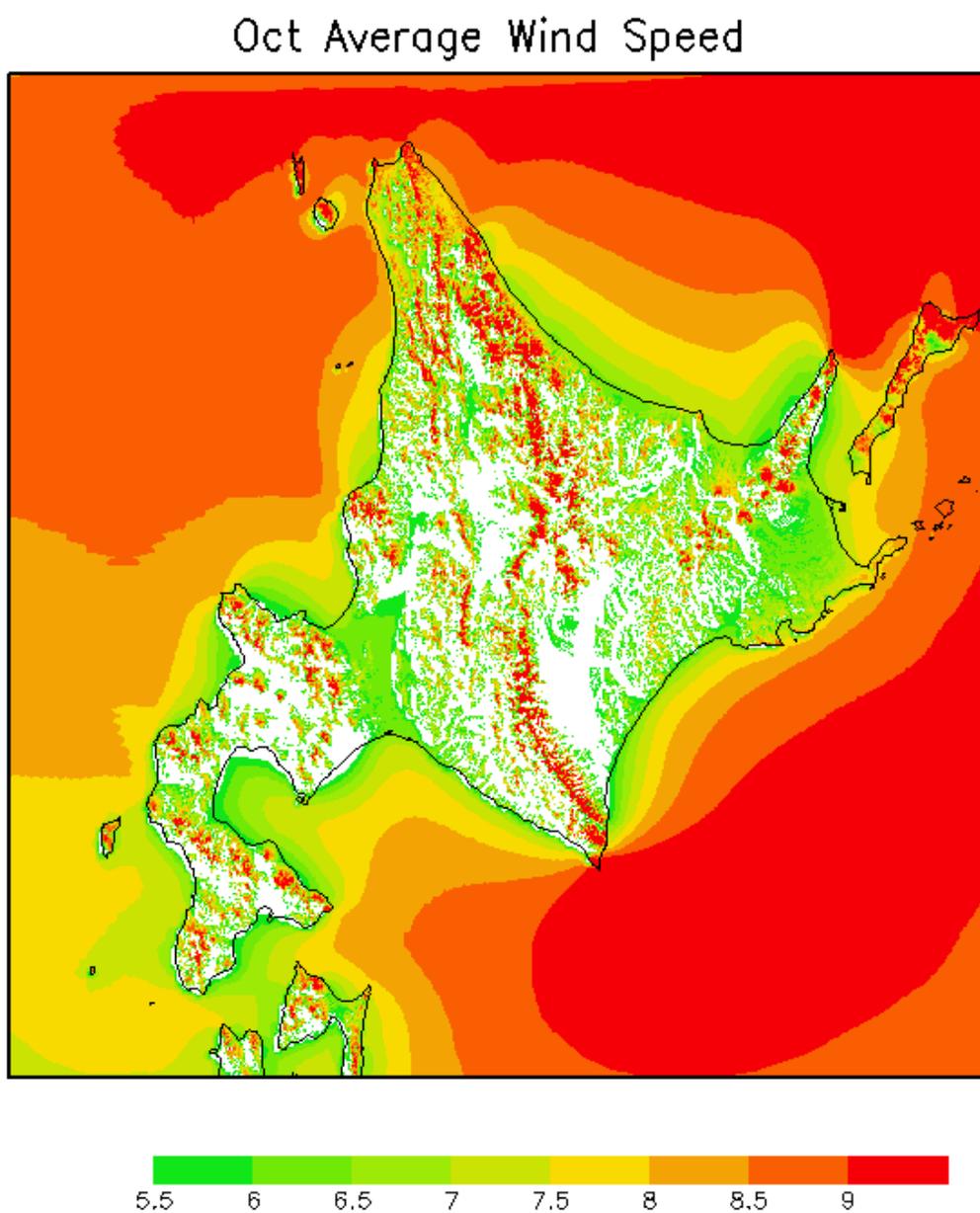


図 2-67 10月における20年間の平均風速[m/s]

- 11月における20年間の平均風速

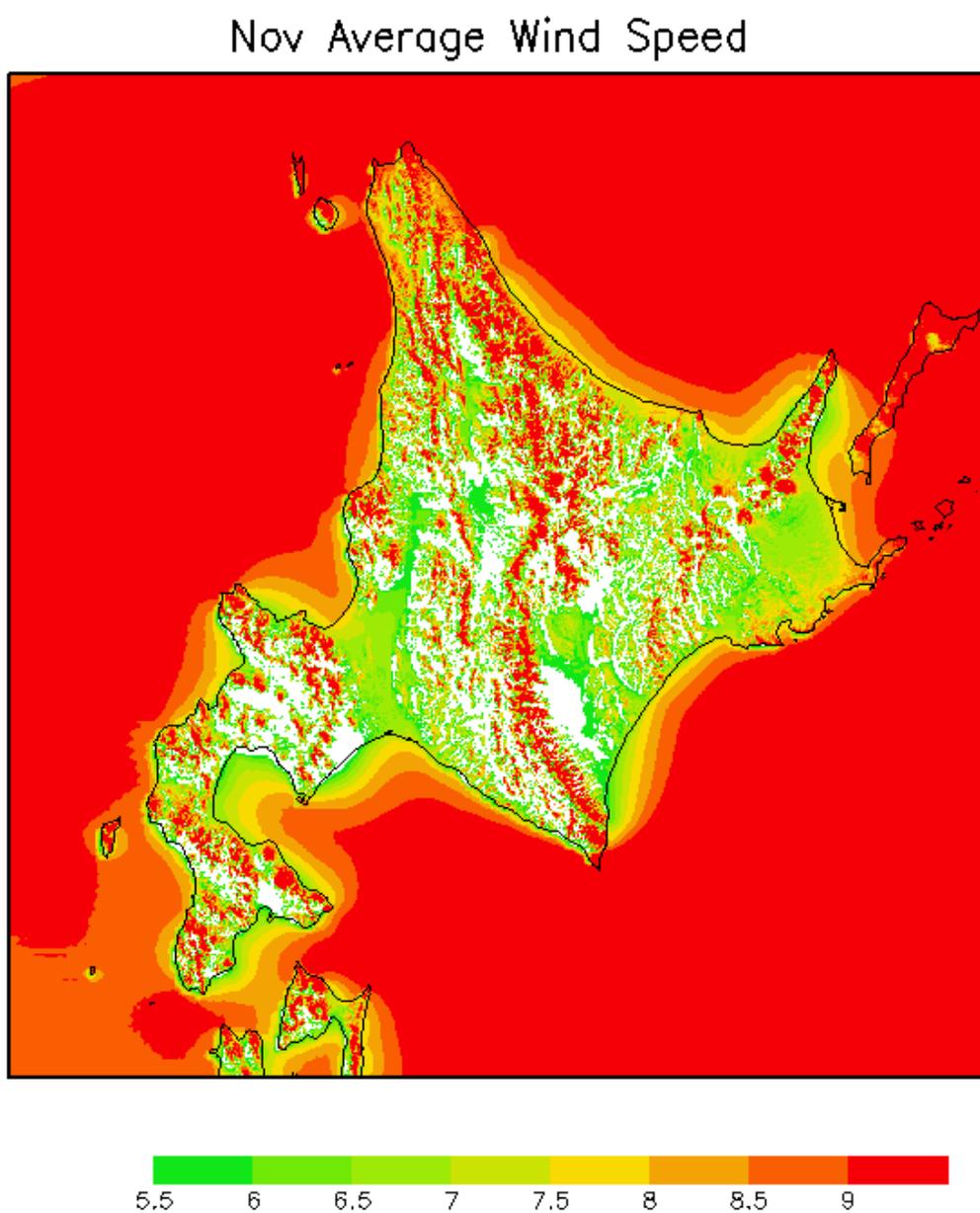


図 2-68 11月における20年間の平均風速[m/s]

- 12月における20年間の平均風速

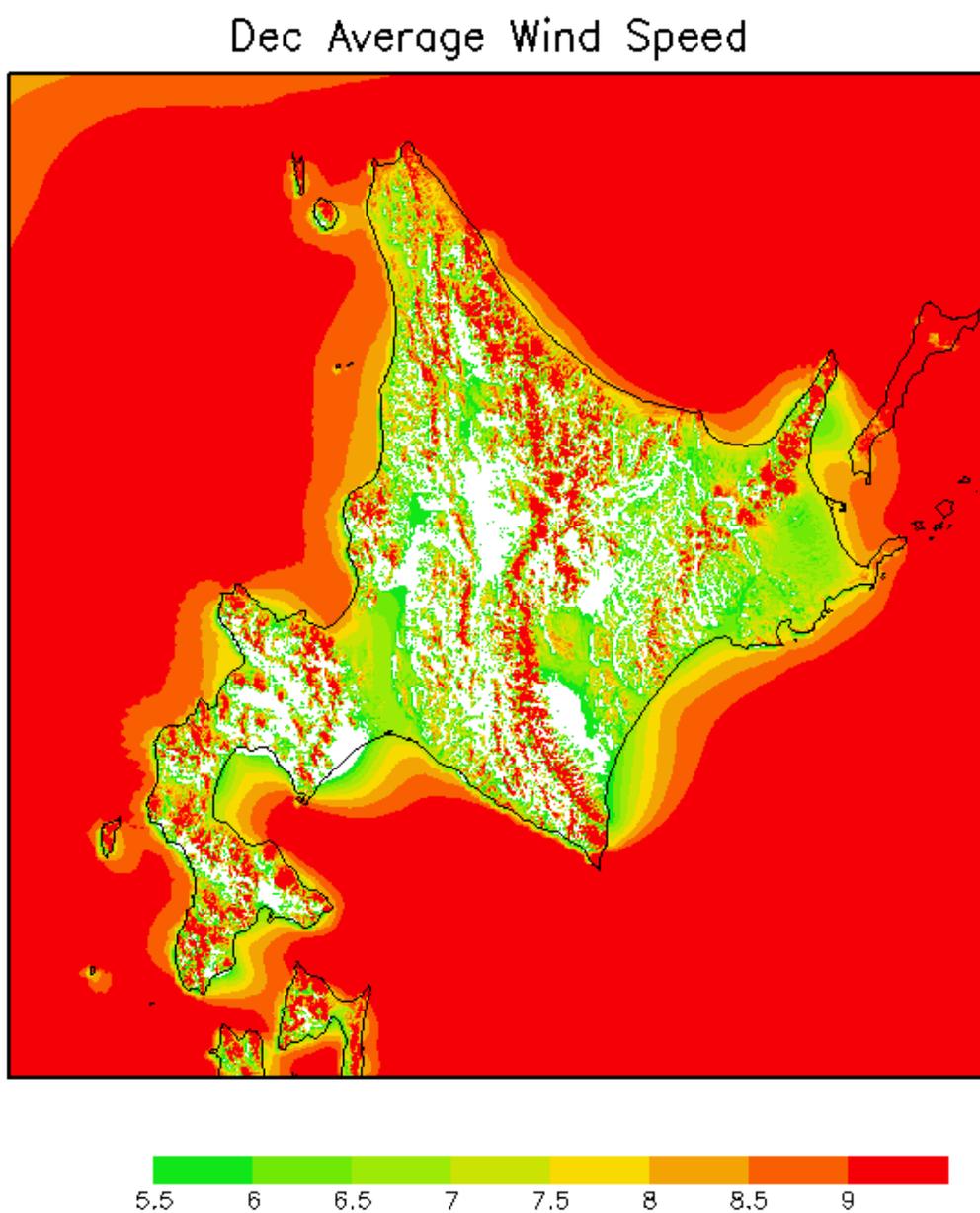


図 2-69 12月における20年間の平均風速[m/s]

2.3. 東北地方の風況変動データの整備

平成23年度東北地方における風況変動データベース作成事業では東北地方の風況変動データとして表2-8の要素をデータベース化した。

表2-8 平成23年度東北地方における風況変動データベース作成事業において構築したデータベースの要素と内容

データベース要素	内容
年平均風速の平均値	20年間の年平均風速の平均値[m/s] (シミュレーション誤差を加味せず)
年平均風速の標準偏差	20年間の年平均風速の標準偏差[%] (シミュレーション誤差を加味)
年平均風速の最大値	20年間の年平均風速の最大値[m/s] (シミュレーション誤差を加味せず)
年平均風速の最小値	20年間の年平均風速の最小値[m/s] (シミュレーション誤差を加味せず)

本事業では、表2-8の要素に加え、東北地方における風向の特性を把握するために、風向(16方位)別の風速出現頻度のデータを追加整備した。

2.3.1. 風向(16方位)別の風速出現頻度の解析

東北地方における過去20年間にわたる風向(16方位)別の風速出現頻度については、平成23年度東北地方における風況変動データベース作成事業で整備された各詳細メッシュにおける20年分の時別の風況データ(20年間×365日×24時間=175,200時間分のデータ)を利用し、風向別・風速階級別に解析を行なうことで整備した。図2-70に東北地方における風向(16方位)別の風速出現頻度データ作成フローを示す。解析は2.2.1.3節に示した北海道地方における風向(16方位)別の風速出現頻度データ作成フローと同一のフローで実施する。



図 2-70 東北地方における風向（16 方位）別の風速出現頻度データ作成フロー

まず、各詳細メッシュにおける 20 年分の時別の風況データ（20 年間×365 日×24 時間＝175,200 時間分のデータ）を用いて、風向別風速出現頻度の解析を風速階級別および全風速域に対して実施した。また、全風速域に対する風向別の平均値の算出も行った。さらに、公開用データにおいてメッシュ内に矢印として表示するために、5.5m/s 以上の風速域に対して最頻風向の集計も行った。

各詳細メッシュにおける 20 年分の時別の風況データには、水平風速（東西方向、南北方向）及び鉛直風速のデータが整備されている。16 方位の風向の情報はこの水平風速データを利用して作成可能である。各詳細メッシュにおける風向別風速出現頻度はこの風向（16 方位）の情報と水平風速データを利用して作成した。風向は 16 方位別（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、西北西、北西、北北西）に分類し、風速階級は 2~3m/s 間隔で分類した。表 2-9 に風向別風速出現頻度の解析例を示す。

表 2-9 風向（16 方位）別の風速出現頻度と平均風速、および最頻風向の例（東北地方）

最頻風向 西北西

	0.3[m/s] ~ 4.0[m/s]	4.0[m/s] ~ 6.0[m/s]	6.0[m/s] ~ 9.0[m/s]	9.0[m/s] ~ 12.0[m/s]	12.0[m/s] ~ 15.0[m/s]	15.0[m/s] ~ ~	全風速	風向別 平均風速
北北東	1.25	1.12	1.19	0.52	0.23	0.18	4.49	6.49
北東	1.22	1.11	1.14	0.55	0.22	0.11	4.36	6.32
東北東	1.23	0.97	1	0.44	0.13	0.1	3.88	6.06
東	1.16	0.81	0.77	0.34	0.14	0.02	3.25	5.65
東南東	1.1	0.72	0.63	0.32	0.12	0.06	2.94	5.69
東南	1.19	0.67	0.59	0.27	0.12	0.07	2.9	5.57
南南東	1.27	0.87	0.82	0.4	0.17	0.07	3.59	5.89
南	1.47	1.27	1.31	0.74	0.29	0.1	5.17	6.38
南南西	1.59	1.69	2.33	1.58	0.64	0.23	8.06	7.31
南西	1.71	1.93	3.03	2.19	0.96	0.38	10.2	7.72
西南西	1.53	1.67	2.82	1.82	0.78	0.28	8.89	7.56
西	1.49	1.7	2.85	1.63	0.74	0.4	8.81	7.68
西北西	1.47	1.68	3.04	2.47	1.32	0.82	10.8	8.57
北西	1.38	1.63	3.05	2.67	1.23	0.46	10.42	8.31
北北西	1.33	1.36	2.15	1.66	0.62	0.22	7.34	7.59
北	1.22	1.11	1.41	0.78	0.26	0.11	4.89	6.66

次に、各詳細メッシュ別に整備した風向（16方位）別の風速出現頻度データの可視化を行った。可視化には、2.2.1.3節と同様に、風向（16方位）別の風速出現頻度を表現する図として一般的な風配図を利用した。本事業では各詳細メッシュ別にこの風配図を作成し、東北地方における風向特性を一目で把握することが可能なデータを整備した。図 2-71に風配図の例を示す。

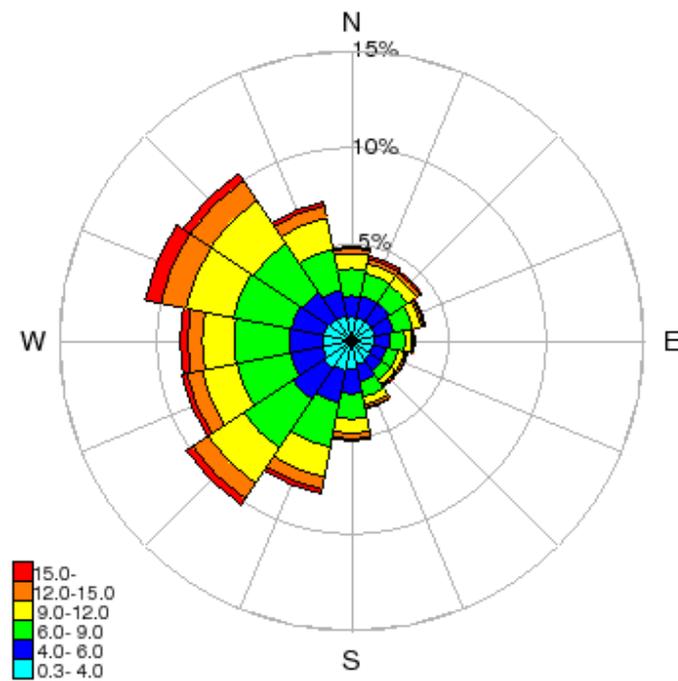


図 2-71 風配図の例（東北地方）

2.4. 公開用データの作成

2.4.1. データ公開方法

前項までで構築された風況変動データベースの各データは座標を持っているため、地図化して表現することが可能である。また、同じく作成された風配図は各データ毎に作成されるため、リンクして表示することが可能である。

地図化したデータの公開は、昨年度整備した風況変動データベース公開システム（以下、公開システム）に搭載した。公開システムのシステム構成模式図を、図 2-72に示した。

なお、昨年度は公開システムのタイトルを「風況マップ（東北地方）」としていたが、今年度は東北地方に加え北海道地方のデータを搭載したため、「風況マップ（北海道・東北地方）」とした。

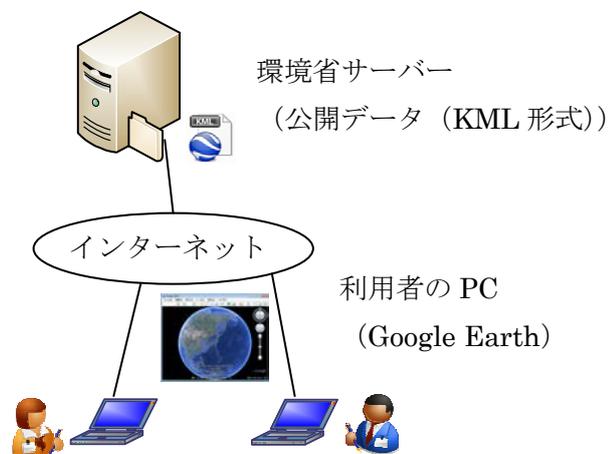


図 2-72 システム構成模式図

2.4.2. 風況変動データベース公開システム

風況変動データベース公開システム（以下、公開システム）は、大きく二つの要素から構成されている。1つは公開システムを起動するためのウェブサイトであり、1つは公開データを取得するために Google Earth 上で動作する機能である。本項では、それぞれの設計について記した。

I. ウェブサイト

本サイト（システム）の説明や、公開データを取得するための Google Earth 起動ボタンなどを配置する。

(ア) 全体画面構成

ヘッダー・フッター・全体デザインについては、環境省地球環境局が担当しているサイト（<http://www.env.go.jp/earth/index.html>）内で公開されることを考慮して、共通のものを利用した。

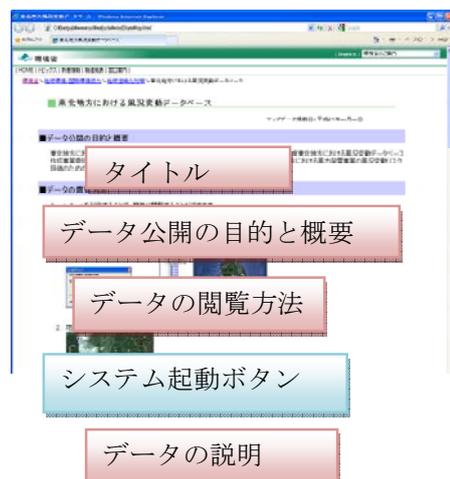


図 2-73 ウェブサイト全体構成

(イ) 個別構成要素

① タイトル

【文言】

風況マップ（北海道・東北地方）

平成 23 年度版マップデータ掲載日：平成 24 年 5 月 8 日

平成 24 年度版マップデータ掲載日：平成 25 年 x 月 xx 日

【イメージ】

風況マップ(北海道・東北地方)

平成23年度版マップデータ掲載日：平成24年5月8日
平成24年度版マップデータ掲載日：平成25年x月xx日

図 2-74 タイトル

② データ公開の目的と概要

【文言】

風力発電の導入に向けた検討の参考資料としていただくため、「平成23年度東北地方における風況変動データベース作成事業委託業務」および「平成24年度北海道地方における風況変動データベース作成事業委託業務」において作成したマップデータ（約500mメッシュ）を公開しています。これらの委託業務では、東北地方および北海道地方における風力発電事業の風況変動リスク評価のための風況変動データベースを作成しています。業務の詳細は、成果報告書を参照してください。

なお、本データベースは、風速および風向のみを考慮したデータベースであり、各種社会条件や事業採算性等は考慮しておりません。また、本データベースによって表示される風況データは観測に基づいたものではなく、シミュレーションによって算出されたものであり、シミュレーション誤差を含んだデータです。データベースを利用する際は、この点に十分留意してご利用ください。

本成果物を利用することによって生じたあらゆる不利益又は損害に対して、環境省は一切責任を負いません。

風況変動データベースを引用する場合には、出典（環境省「風況変動データベース（北海道・東北地方）」）や条件等を明記してください。

【イメージ】

■データ公開の目的と概要

風力発電の導入に向けた検討の参考資料としていただくため、「平成23年度東北地方における風況変動データベース作成事業委託業務」および「平成24年度北海道地方における風況変動データベース作成事業委託業務」において作成したマップデータ（約500mメッシュ）を公開しています。これらの委託業務では、東北地方および北海道地方における風力発電事業の風況変動リスク評価のための風況変動データベースを作成しています。業務の詳細は、[成果報告書](#)を参照してください。

なお、本データベースは、風速および風向のみを考慮したデータベースであり、各種社会条件や事業採算性等は考慮しておりません。また、本データベースによって表示される風況データは観測に基づいたものではなく、シミュレーションによって算出されたものであり、シミュレーション誤差を含んだデータです。データベースを利用する際は、この点に十分留意してご利用ください。

本成果物を利用することによって生じたあらゆる不利益又は損害に対して、環境省は一切責任を負いません。
風況変動データベースを引用する場合には、出典（環境省「風況変動データベース（北海道・東北地方）」）や条件等を明記してください。

図 2-75 データ公開の目的と概要

③ データの閲覧方法

【文言】

Google Earth を利用することで、簡単に閲覧することができます。

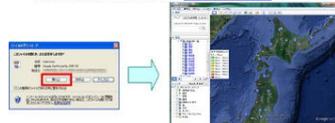
1. 「マップデータの閲覧」をクリックし、「開く」を選択すると Google Earth が起動します。 ※Google Earth をお持ちでない方は、Google Earth のページ（環境省外、別ウィンドウで表示）からダウンロードが可能です。
2. 地図上で、閲覧したい都道府県または地域（例：「道北」）のバルーンをクリックしてください。
3. 選択した都道府県内の市区町村名一覧がポップアップで表示されます。

- 4.閲覧したい市区町村（例：「礼文町」）をクリックすると、該当するデータが表示されます。
- 5.各メッシュをクリックすると、風況データが表示されます。
- 6.風配図をクリックすると、拡大した風配図と風向別頻度分布が、表示されます。
- 7.凡例をクリックすると、データの色が示す意味が表示されます。
- 8.Google Earth を終了する際に、以下の表示が出た場合は「破棄」を選択してください。

【イメージ】 ■データの閲覧方法

Google Earthを利用することで、簡単に閲覧することができます。

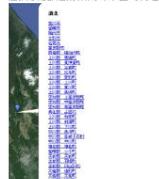
1. 「マップデータの閲覧」をクリックし、「開く」を選択するとGoogle Earthが起動します。
※Google Earthをお持ちでない方は、Google Earthのページ(検索窓外、別ウインドウで表示)からダウンロードが可能です。



2. 地図上で、閲覧したい都道府県または地域(例:「道北」)のバルーンをクリックしてください。



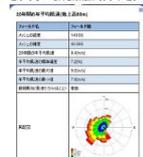
3. 選択した都道府県内の市区町村名一覧がポップアップで表示されます。



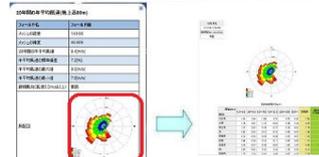
4. 閲覧したい市区町村(例:「礼文町」)をクリックすると、該当するデータが表示されます。



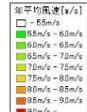
5. 各メッシュまたは風向矢印をクリックすると、風況データが表示されます。



6. 風配図をクリックすると、拡大した風配図と風向別頻度分布が、表示されます。



7. 凡例をクリックすると、データの色が示す意味が表示されます。



8. Google Earthを終了する際に、以下の表示が出た場合は「破棄」を選択してください。

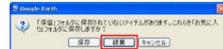


図 2-76 データの閲覧方法

④ システム起動ボタン

【文言】

マップデータの閲覧

【イメージ】

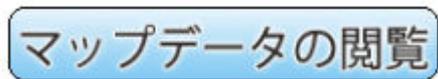


図 2-77 「マップデータの閲覧」ボタン

【動作】

[マップデータの閲覧]クリック：ファイルのダウンロードが始まり、「開く」と Google Earth が起動する（※インストール済みの場合）

○各ブラウザでの例

・ IE9



・ FireFox15.0



・ Google Chrome24.0



※画面最下部に表示される。

図 2-78 各ブラウザでのマップデータの閲覧クリック時の動作

⑤ 公開風況データベース項目

【文言】

次のデータ項目を公開しています。

風況変動データベース項目

データ項目	データの説明
20年間の年平均風速	20年間の年平均風速の平均値[m/s] (シミュレーション誤差を加味せず)
年平均風速の標準偏差	20年間の年平均風速の標準偏差[%] (シミュレーション誤差を加味)
年平均風速の最大値	20年間の年平均風速の最大値[m/s] (シミュレーション誤差を加味せず)
年平均風速の最小値	20年間の年平均風速の最小値[m/s] (シミュレーション誤差を加味せず)
風向(16方位)別の風速出現頻度	20年間の風向(16方位)別の風速出現頻度(風配図および最頻風向等も含む)

※風況変動データベースは、気象シミュレーションで得られた1991年から2010年の20年間の風況データ(時間解像度1時間・空間解像度500m)に基づき作成したものです。この詳細な風況データを元に、地上高80mにおける20年間の年平均風速および風向(16方位)別風速出現頻度を算出しています。

【イメージ】

■ 公開風況変動データベース項目

次のデータ項目を公開しています。

風況変動データベース項目

データ項目	データの説明
20年間の年平均風速	20年間の年平均風速の平均値[m/s] (シミュレーション誤差を加味せず)
年平均風速の標準偏差	20年間の年平均風速の標準偏差[%] (シミュレーション誤差を加味)
年平均風速の最大値	20年間の年平均風速の最大値[m/s] (シミュレーション誤差を加味せず)
年平均風速の最小値	20年間の年平均風速の最小値[m/s] (シミュレーション誤差を加味せず)
風向(16方位)別の風速出現頻度	20年間の風向(16方位)別の風速出現頻度(風配図および最頻風向等も含む)

※風況変動データベースは、気象シミュレーションで得られた1991年から2010年の20年間の風況データ(時間解像度1時間・空間解像度500m)に基づき作成したものです。この詳細な風況データを元に、地上高80mにおける20年間の年平均風速および風向(16方位)別風速出現頻度を算出しています。

図 2-79 公開風況データベース項目

⑥ 免責事項

【文言】

本データベースを利用することによって生じたあらゆる不利益又は損害に対して、環境省は一切責任を負いません。

本データベースの作成に当たり、その妥当性につきましては細心の注意を払っておりますが、シミュレーション手法によって推定された風況データである性質上、一定の誤差を含んでいます。データベースを利用する際は、この点に十分留意してご利用ください。環境省は、風況変動データベースの正確性について保証をするものではありません。

本ウェブサイトに掲載している情報に関し、細心の注意を払っておりますが、掲載された情報に誤りがあった場合や、第三者によるデータの改ざん、データダウンロード等によって生じた障害や記載事項（リンク等を含む。）が原因で発生した損害についても、環境省は一切責任を負いません。

【イメージ】

■ 免責事項

- 本データベースを利用することによって生じたあらゆる不利益又は損害に対して、環境省は一切責任を負いません。
- 本データベースの作成に当たり、その妥当性につきましては細心の注意を払っておりますが、シミュレーション手法によって推定された風況データである性質上、一定の誤差を含んでいます。データベースを利用する際は、この点に十分留意してご利用ください。環境省は、風況変動データベースの正確性について保証をするものではありません。
- 本ウェブサイトに掲載している情報に関し、細心の注意を払っておりますが、掲載された情報に誤りがあった場合や、第三者によるデータの改ざん、データダウンロード等によって生じた障害や記載事項（リンク等を含む。）が原因で発生した損害についても、環境省は一切責任を負いません。

図 2-80 免責事項

(ウ) サーバ構成

サーバに設置されるデータのフォルダ構成や命名規則などを設計した。

① フォルダ構成

サーバ側に設置するデータのフォルダ構成と、各フォルダに格納するファイルに関する情報を記した。なお、本システムを設置する環境省のサーバは、Linux + Apache 環境での動作のため、大文字小文字が区別されることに留意した。

【フォルダ構成】

[ApRoot ([root]/windState)]

```
├──css
├──data
│   ├──narrowarea
│   └──windrose
```

```

├──img
│   └──windrose
└──linkent

```

フォルダ	役割
css	ApRoot 以下のフォルダで利用するスタイルシートを格納
data/narrowarea	拡大表示時に利用する kmz データを格納
data/windrose	風況の詳細表示用の html を格納
img	ApRoot 以下のフォルダで利用する画像を格納
img/windrose	風配図の画像を格納
linkent	data フォルダの kmz 実体データへのネットワークリンクファイル

1. css フォルダ

ApRoot 以下で利用するスタイルシートファイル (css) を格納する。

なお、更に上位に環境省サイト内で共通のスタイルシート (<http://www.env.go.jp/common.css>) が存在する。これらで利用できるものはそのまま利用した。

※すべて共通スタイルシートを利用したため、本フォルダに格納したファイルはない。

2. data フォルダ

表示データを格納するフォルダを有する。県バルーンを表示するための kmz ファイルを格納した。

3. data/narrow フォルダ

拡大表示時に利用する kmz データを格納した。市町村単位のファイルとする。ただし、洋上のデータは都道府県単位 (ただし北海道は 4 区分) とした。

【ファイルの命名規則】

メッシュデータ : 5桁市町村コード.kmz

風向矢印データ : 5桁市町村コード+"P".kmz

4. data/windrose フォルダ

風況詳細を表示するために利用する html を格納した。メッシュ単位のファイルとする。

【ファイルの命名規則】

東北地方 : "Tohoku_Wrose_" + 7ケタメッシュ番号.html

北海道 : "Hokkaido_Wrose_"+7 ケタメッシュ番号.html

5. **img** フォルダ

ApRoot 以下のフォルダで利用する画像を格納した。

ファイルの命名規則：特になし

6. **img/windrose** フォルダ

風配図画像を格納した。

【ファイルの命名規則】

東北地方 : "Tohoku_Wrose_"+7 ケタメッシュ番号.png

北海道 : "Hokkaido_Wrose_"+7 ケタメッシュ番号.png

7. **linkent** フォルダ

data フォルダの **kmz** 実体データへのネットワークリンクファイル。本ネットワークリンクファイル内で、**Region** 設定を行う。

ファイルの命名規則：5桁市町村コード **LinkEnt.kml**

II. 公開データ取得機能

(ア) インデックス用 KML 表示

2.4.2 I. で設計した公開用サイトから、2.4.2 I. (イ)④ に記したボタンをクリックした際の動作で起動する概略表示用の KML 表示機能。

【ファイル】

ApRoot/data/index.kmz

【搭載レイヤ】

種類	名称	備考
ドキュメント	都道府県一覧	
レイヤ	道北	
レイヤ	道南	
レイヤ	道央	
レイヤ	道東	
レイヤ	青森県	
レイヤ	岩手県	
レイヤ	宮城県	
レイヤ	秋田県	
レイヤ	山形県	
レイヤ	福島県	
レイヤ	新潟県	
イメージオーバーレイ	凡例	

【動作】

- ・レイヤのバルーン内には、各道県内の市町村名（漢字）をコード順に一覧する。

(イ) 県バルーン

県バルーン内の市町村名または“洋上風力”をクリックし、該当する市町村または県周辺の洋上の風況データを表示する機能。

【ファイル】

実データ：ApRoot/data/narrowarea/5 桁市町村コード.kmz

ApRoot/data/narrowarea/5 桁市町村コード+"P".kmz

リンクデータ：ApRoot/linkent/5 桁市町村コード LinkEnt.kml

【動作】

・ 県バレーン内の市町村名をクリックすると、リンクデータを読み込んで該当市町村のメッシュデータを表示する。

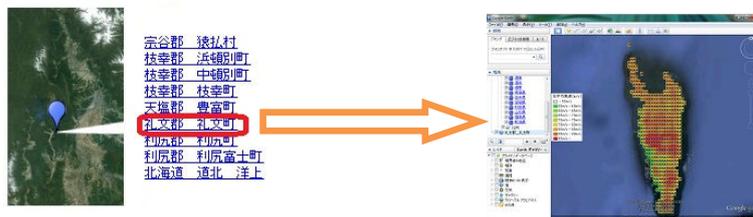


図 2-81 市町村名クリック時の動作

・ 県バレーン内の“洋上風力”をクリックすると、リンクデータを読み込んで該当県周辺の洋上風力メッシュデータを表示する。

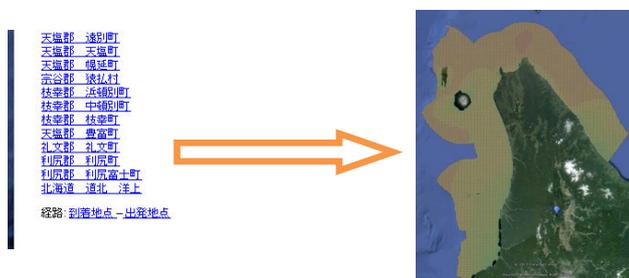


図 2-82 "洋上風力"クリック時の動作

【詳細】

・ 市町村をまたがるメッシュデータは、またがるいずれの市町村データにも含めるものとした（重複させる）。

・ メッシュデータはポリゴンのため、多数開いた場合に操作性が著しく低下する。このため、広域表示の際には、メッシュデータを非表示とする。非表示となる高度については、Google Earth の標準レイヤである、「市区群町村」レイヤと同程度とした。

・ メッシュデータと風向の矢印データはレイヤを分け、それぞれ On/Off を可能とした。

・ 洋上風力については、範囲を離岸距離 30km かつ水深 200m 未満として抽出した。

・ 洋上風力は 1 つあたりの範囲が広いため、動作が遅くなりやすいので、任意の範囲で分割したデータを順次読み込むようにした。

・ 広範囲で表示すると、メッシュの色分けや矢印が見えなくなることで、同時に数多くのデータを表示した場合、動作が遅くなることを踏まえ、一定の高さ以上に引いて表示した際には、自動的にメッシュデータが非表示にする動作とした。

また、矢印はメッシュに比べて早い段階で見えにくくなるため、メッシュよりも低高度で先に非表示になるようにした。

(ウ) メッシュデータ属性表示

各メッシュデータに、KML の属性を付与し、それぞれクリックすることで表示する機能。

【ファイル】

ApRoot/data/narrowarea/5 桁市町村コード.kmz

【動作】

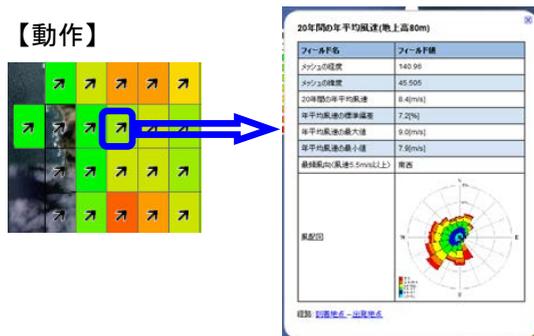


図 2-83 メッシュクリック時の属性表示

・各メッシュをクリックすると、該当メッシュが保持している属性データを表示する。属性項目は次の 8 項目とする。

座標（東経）

座標（北緯）

20 年間の年平均風速 [m/s]

年平均風速の標準偏差 [%]

年平均風速の最大値 [m/s]

年平均風速の最小値 [m/s]

最頻風向（風速 5.5m/s 以上）

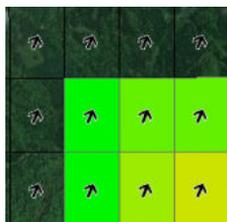
風配図

【詳細】

・年平均風速が 5.5m/s 未満のデータについては、メッシュの表示は行わが、透明表示とした。そのため、クリックすると該当メッシュの風況が表示される。

・風速 5.5m/s 以上の最頻風向が無かった場合、風向を示す矢印は表示しない。

・年平均風速が 5.5m/s 未満であっても、5.5m/s 以上の最頻風向が存在する場合、透明なメッシュの上に矢印を表示する。



・メッシュの色分け区分は年平均風速によるものとし、色分けは図 2-84の通りとした。



※-5.5m/s は透明

図 2-84 メッシュデータの色分け

(エ) 風況詳細データ表示

各メッシュデータに、風況の詳細情報を関連付け、KML 属性の風配図画像をクリックすることで表示する機能。

【動作】

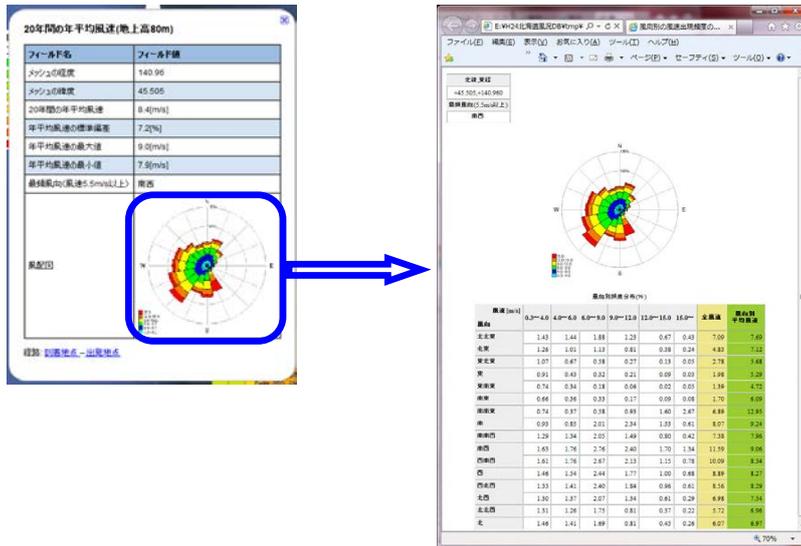


図 2-85 風況詳細データの表示

【詳細】

・緯度・経度の表示は、Google Earth の「検索」機能でそのまま利用可能な形式で表示した(コピー&ペーストすると、該当座標にジャンプする)。

2.4.3. 風況変動データベースの公開用データ化

公開用データについては、図 2-86の手順によって作成した。公開用データベースについては、作成した過去 20 年の風況データベースを座標（緯度経度）と平均風速などの属性を表形式のデータ（タブ区切りのテキスト、csv 形式）に変換した上で、Google Earth 上で扱うことのできる KML の属性形式である HTML 形式に変換した。

図形データは、今回の対象範囲全域を 1 つのデータとして公開すると、データサイズが大きすぎて表示に非常に時間がかかったり、動作が遅くなったりする、といった不都合が生じる可能性が高い。従って、全域のデータを市町村単位に分割し、これらの問題が発生しないように配慮した。

具体的な図形処理方法としては、東北 7 県を県別に、北海道を 4 地域に区分し、各県・地域のバルーンを作成した。バルーンをクリックすることで市町村名が表示されるように市町村一覧を HTML 形式で作成した。対象市町村をクリックするとその市町村内に含まれるデータが表示される仕組みとした。表示するデータは、一辺を 0.04 度四方（約 500m）のメッシュデータとして、事業者が計画地点近傍の地域を選択してデータを表示できるように配慮した。また、最頻風向を示す矢印データを各メッシュに記すことで、広範囲での風向きを把握できるように配慮した。該当メッシュをクリックすることで各メッシュの属性値（平均風速など）が表示されるように、属性値を関連づけた。それぞれの処理方法や留意した点などを以下に記した。

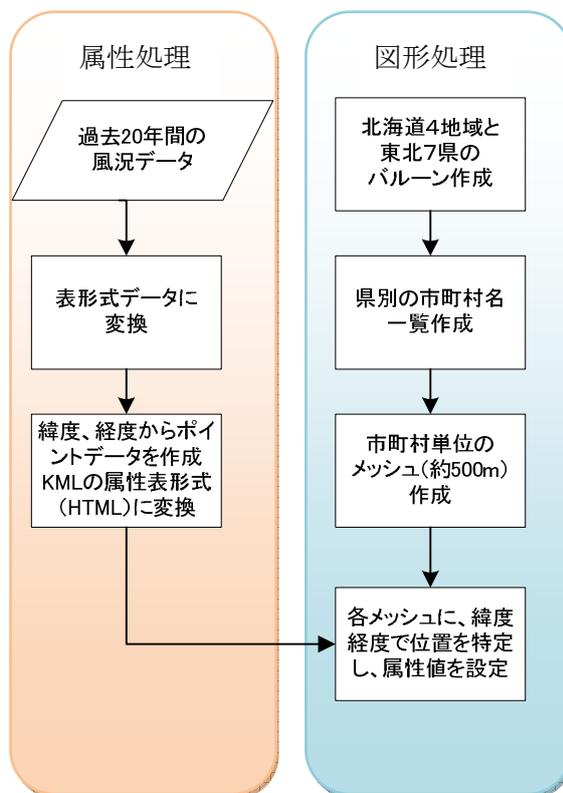


図 2-86 公開用データ作成フロー

I. 過去 20 年間風況データから KML 属性データ作成

表形式の風況データは、経度、緯度、年平均風速の平均値 (m/s)、平均風速の標準偏差 (%)、年平均風速の最大値 (m/s)、年平均風速の最小値 (m/s)、最頻風向、出現頻度 (NNE/0.3-4.0)、出現頻度 (NNE /4.0-6.0)・・・出現頻度 (N/15.0-)、出現頻度 (N/Total)、平均風速 (N) の順に格納されている (図 2-87)。なお、値のない個所は“nan”と表記されている。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
195047	195047142.455	41.225	8.53000	7.11000	8.86000	8.14490	6	1.04	1.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83
195048	195048142.460	41.225	8.53000	7.11000	8.86260	8.15000	6	1.04	1.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83
195049	195049142.465	41.225	8.53000	7.11000	8.86751	8.15000	6	1.04	1.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83
195050	195050142.470	41.225	8.53423	7.11000	8.87000	8.15000	6	1.04	1.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83
195051	195051142.475	41.225	8.54000	7.11000	8.87000	8.15000	6	1.04	1.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83
195052	195052142.480	41.225	8.54000	7.11000	8.87383	8.15383	6	1.04	1.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83

図 2-87 表形式データ（エクセルで読み込んだ場合）

図 2-87に記された表形式のデータから、経度、緯度の列を利用して GIS のポイントデータを作成し、それぞれのポイントに対して、各属性を付与した。これらの作業は、ArcGIS の「XY データの追加」機能を利用した。

II. 風況データ表示用メッシュデータ作成

風況データの表示最小単位であるメッシュデータの作成について記した。

(ア) 北海道 4 地域 + 東北 7 県ポイントデータの作成

東北 7 県の各県庁の座標位置（北海道 4 地域は、それぞれの重心）に市町村一覧を表示するためのポイントを作成した（図 2-88）。

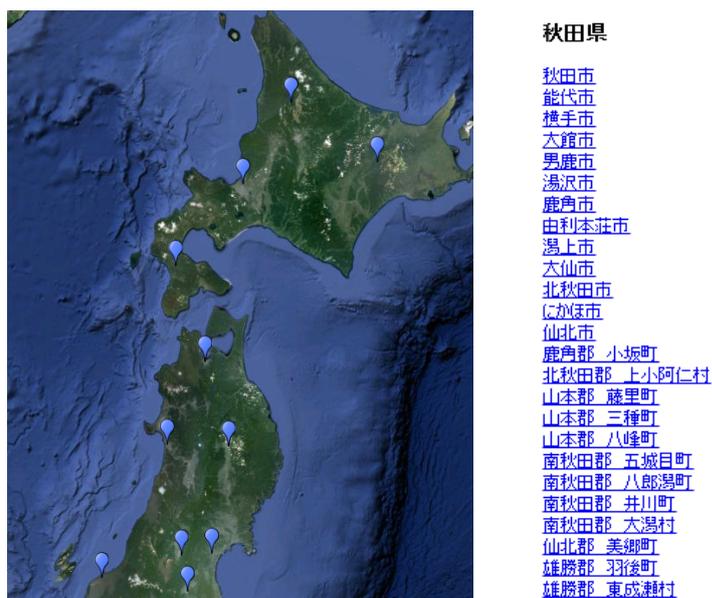


図 2-88 北海道 4 地域と東北 7 県のポイントと市町村一覧の例

(イ) 県別市町村一覧の作成

県別市町村一覧は、「国土交通省 基盤数値情報ダウンロードサービス (<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>)」より、行政区域データ（平成 24 年 4 月 1 日作成）を取得して作成した。各道県の市町村一覧を表 2-10に記した。

表 2-10 各道県の市町村一覧

北海道

市町村コード	団体名	ふりがな
01100	札幌市	さっぽろし
01101	札幌市中央区	さっぽろしちゅうおうく
01102	札幌市北区	さっぽろしきたく
01103	札幌市東区	さっぽろしひがしく
01104	札幌市白石区	さっぽろししろいしく
01105	札幌市豊平区	さっぽろしとよひらく
01106	札幌市南区	さっぽろしみなみく
01107	札幌市西区	さっぽろしにしく
01108	札幌市厚別区	さっぽろしあつべつく
01109	札幌市手稲区	さっぽろしていねく
01110	札幌市清田区	さっぽろしきよたく
01202	函館市	はこだてし
01203	小樽市	おたるし
01204	旭川市	あさひかわし
01205	室蘭市	むろらんし
01206	釧路市	くしろし
01207	帯広市	おびひろし
01208	北見市	きたみし
01209	夕張市	ゆうばりし
01210	岩見沢市	いわみざわし
01211	網走市	あばしりし
01212	留萌市	るもいし
01213	苫小牧市	とまこまいし
01214	稚内市	わっかないし
01215	美唄市	びばいし
01216	芦別市	あしべつし
01217	江別市	えべつし
01218	赤平市	あかびらし
01219	紋別市	もんべつし
01220	士別市	しべつし
01221	名寄市	なよろし
01222	三笠市	みかさし
01223	根室市	ねむろし
01224	千歳市	ちとせし
01225	滝川市	たきかわし
01226	砂川市	すながわし
01227	歌志内市	うたしないし
01228	深川市	ふかがわし
01229	富良野市	ふらのし
01230	登別市	のぼりべつし

01231	恵庭市	えにわし
01233	伊達市	だてし
01234	北広島市	きたひろしまし
01235	石狩市	いしかりし
01236	北斗市	ほくとし
01303	当別町	とうべつちょう
01304	新篠津村	しんしのつむら
01331	松前町	まつまえちょう
01332	福島町	ふくしまちょう
01333	知内町	しりうちちょう
01334	木古内町	きこないちょう
01337	七飯町	ななえちょう
01343	鹿部町	しかべちょう
01345	森町	もりまち
01346	八雲町	やくもちょう
01347	長万部町	おしゃまんべちょう
01361	江差町	えさしちょう
01362	上ノ国町	かみのくにちょう
01363	厚沢部町	あっさぶちょう
01364	乙部町	おとべちょう
01367	奥尻町	おくしりちょう
01370	今金町	いまかねちょう
01371	せたな町	せたなちょう
01391	島牧村	しままきむら
01392	寿都町	すつつちょう
01393	黒松内町	くろまつないちょう
01394	蘭越町	らんこしちょう
01395	ニセコ町	にせこちょう
01396	真狩村	まっかりむら
01397	留寿都村	るすつむら
01398	喜茂別町	きもべつちょう
01399	京極町	きょうごくちょう
01400	倶知安町	くつちゃんちょう
01401	共和町	きょうわちょう
01402	岩内町	いわないちょう
01403	泊村	とまりむら
01404	神恵内村	かもえないむら
01405	積丹町	しゃこたんちょう
01406	古平町	ふるびらちょう
01407	仁木町	にきちょう
01408	余市町	よいちちょう
01409	赤井川村	あかいがわむら
01423	南幌町	なんぼろちょう
01424	奈井江町	ないえちょう

01425	上砂川町	かみすながわちょう
01427	由仁町	ゆにちょう
01428	長沼町	ながぬまちょう
01429	栗山町	くりやまちょう
01430	月形町	つきがたちょう
01431	浦臼町	うらうすちょう
01432	新十津川町	しんとつかわちょう
01433	妹背牛町	もせうしちょう
01434	秩父別町	ちつぶべつちょう
01436	雨竜町	うりゆうちょう
01437	北竜町	ほくりゆうちょう
01438	沼田町	ぬまたちょう
01452	鷹栖町	たかすちょう
01453	東神楽町	ひがしかぐらちょう
01454	当麻町	とうまちょう
01455	比布町	びつぶちょう
01456	愛別町	あいべつちょう
01457	上川町	かみかわちょう
01458	東川町	ひがしかわちょう
01459	美瑛町	びえいちょう
01460	上富良野町	かみふらのちょう
01461	中富良野町	なかふらのちょう
01462	南富良野町	みなみふらのちょう
01463	占冠村	しむかつぶむら
01464	和寒町	わっさむちょう
01465	剣淵町	けんぶちちょう
01468	下川町	しもかわちょう
01469	美深町	びふかちょう
01470	音威子府村	おといねつぶむら
01471	中川町	なかがわちょう
01472	幌加内町	ほろかないちょう
01481	増毛町	ましけちょう
01482	小平町	おびらちょう
01483	苫前町	とままえちょう
01484	羽幌町	はぼろちょう
01485	初山別村	しょさんべつむら
01486	遠別町	えんべつちょう
01487	天塩町	てしおちょう
01511	猿払村	さるふつむら
01512	浜頓別町	はまとんべつちょう
01513	中頓別町	なかとんべつちょう
01514	枝幸町	えさしちょう
01516	豊富町	とよとみちょう
01517	礼文町	れぶんちょう

01518	利尻町	りしりちょう
01519	利尻富士町	りしりふじちょう
01520	幌延町	ほろのべちょう
01543	美幌町	びほろちょう
01544	津別町	つべつちょう
01545	斜里町	しゃりちょう
01546	清里町	きよさとちょう
01547	小清水町	こしみずちょう
01549	訓子府町	くんねつぶちょう
01550	置戸町	おけとちょう
01552	佐呂間町	さろまちょう
01555	遠軽町	えんがるちょう
01559	湧別町	ゆうべつちょう
01560	滝上町	たきのうえちょう
01561	興部町	おこっぺちょう
01562	西興部村	にしおこっぺむら
01563	雄武町	おうむちょう
01564	大空町	おおぞらちょう
01571	豊浦町	とようらちょう
01575	壮瞥町	そうべつちょう
01578	白老町	しろおいちょう
01581	厚真町	あつまちょう
01584	洞爺湖町	とうやこちょう
01585	安平町	あびらちょう
01586	むかわ町	むかわちょう
01601	日高町	ひだかちょう
01602	平取町	びらとりちょう
01604	新冠町	にいかつぶちょう
01607	浦河町	うらかわちょう
01608	様似町	さまにちょう
01609	えりも町	えりもちょう
01610	新ひだか町	しんひだかちょう
01631	音更町	おとふけちょう
01632	士幌町	しほろちょう
01633	上士幌町	かみしほろちょう
01634	鹿追町	しかおいちょう
01635	新得町	しんとくちょう
01636	清水町	しみずちょう
01637	芽室町	めむろちょう
01638	中札内村	なかさつないむら
01639	更別村	さらべつむら
01641	大樹町	たいきちょう
01642	広尾町	ひろおちょう
01643	幕別町	まくべつちょう

01644	池田町	いけだちょう
01645	豊頃町	とよころちょう
01646	本別町	ほんべつちょう
01647	足寄町	あしよろちょう
01648	陸別町	りくべつちょう
01649	浦幌町	うらほろちょう
01661	釧路町	くしろちょう
01662	厚岸町	あつけしちょう
01663	浜中町	はまなかちょう
01664	標茶町	しべちやちょう
01665	弟子屈町	てしかがちょう
01667	鶴居村	つるいむら
01668	白糠町	しらぬかちょう
01691	別海町	べつかいちょう
01692	中標津町	なかしべつちょう
01693	標津町	しべつちょう
01694	羅臼町	らうすちょう

青森県

市町村コード	団体名	ふりがな
02201	青森市	あおもりし
02202	弘前市	ひろさきし
02203	八戸市	はちのへし
02204	黒石市	くろいしし
02205	五所川原市	ごしょがわらし
02206	十和田市	とわだし
02207	三沢市	みさわし
02208	むつ市	むつし
02209	つがる市	つがるし
02210	平川市	ひらかわし
02301	平内町	ひらないまち
02303	今別町	いまべつまち
02304	蓬田村	よもぎたむら
02307	外ヶ浜町	そとがはままち
02321	鱒ヶ沢町	あじがさわまち
02323	深浦町	ふかうらまち
02343	西目屋村	にしめやむら
02361	藤崎町	ふじさきまち
02362	大鰐町	おおわにまち
02367	田舎館村	いなかだてむら
02381	板柳町	いたやなぎまち
02384	鶴田町	つるたまち
02387	中泊町	なかどまりまち

02401	野辺地町	のへじまち
02402	七戸町	しちのへまち
02405	六戸町	ろくのへまち
02406	横浜町	よこはままち
02408	東北町	とうほくまち
02411	六ヶ所村	ろっかしょむら
02412	おいらせ町	おいらせちょう
02423	大間町	おおままち
02424	東通村	ひがしどおりむら
02425	風間浦村	かざまうらむら
02426	佐井村	さいむら
02441	三戸町	さんのへまち
02442	五戸町	ごのへまち
02443	田子町	たっこまち
02445	南部町	なんぶちょう
02446	階上町	はしかみちょう
02450	新郷村	しんごうむら

岩手県

市町村コード	団体名	ふりがな
03201	盛岡市	もりおかし
03202	宮古市	みやこし
03203	大船渡市	おおふなとし
03205	花巻市	はなまきし
03206	北上市	きたかみし
03207	久慈市	くじし
03208	遠野市	とおのし
03209	一関市	いちのせきし
03210	陸前高田市	りくぜんたかたし
03211	釜石市	かまいしし
03213	二戸市	にのへし
03214	八幡平市	はちまんたいし
03215	奥州市	おうしゅうし
03301	雫石町	しずくいしちょう
03302	葛巻町	くずまきまち
03303	岩手町	いわてまち
03305	滝沢村	たきざわむら
03321	紫波町	しわちょう
03322	矢巾町	やはばちょう
03366	西和賀町	にしわがまち
03381	金ヶ崎町	かねがさきちょう
03402	平泉町	ひらいずみちょう
03441	住田町	すみたちょう

03461	大槌町	おおつちちょう
03482	山田町	やまだまち
03483	岩泉町	いわいずみちょう
03484	田野畑村	たのはたむら
03485	普代村	ふだいむら
03501	軽米町	かるまいまち
03503	野田村	のだむら
03506	九戸村	くのへむら
03507	洋野町	ひろのちょう
03524	一戸町	いちのへまち

宮城県

市町村コード	団体名	ふりがな
04100	仙台市	せんだいし
04101	仙台市青葉区	せんだいしあおばく
04102	仙台市宮城野区	せんだいしみやぎのく
04103	仙台市若林区	せんだいしわかばやし
04104	仙台市太白区	せんだいしたいはく
04105	仙台市泉区	せんだいしいずみく
04202	石巻市	いしのまきし
04203	塩竈市	しおがまし
04205	気仙沼市	けせんぬまし
04206	白石市	しろいしし
04207	名取市	なとりし
04208	角田市	かくだし
04209	多賀城市	たがじょうし
04211	岩沼市	いわぬまし
04212	登米市	とめし
04213	栗原市	くりはらし
04214	東松島市	ひがしまつしまし
04215	大崎市	おおさきし
04301	蔵王町	ざおうまち
04302	七ヶ宿町	しちかしゆくまち
04321	大河原町	おおがわらまち
04322	村田町	むらたまち
04323	柴田町	しばたまち
04324	川崎町	かわさきまち
04341	丸森町	まるもりまち
04361	亶理町	わたりちょう
04362	山元町	やまもとちょう
04401	松島町	まつしままち
04404	七ヶ浜町	しちがはままち
04406	利府町	りふちょう

04421	大和町	たいわちよう
04422	大郷町	おおさとちよう
04423	富谷町	とみやまち
04424	大衡村	おおひらむら
04444	色麻町	しかまちよう
04445	加美町	かみまち
04501	涌谷町	わくやちよう
04505	美里町	みさとまち
04581	女川町	おながわちよう
04606	南三陸町	みなみさんりくちよう

秋田県

市町村コード	団体名	ふりがな
05201	秋田市	あきたし
05202	能代市	のしろし
05203	横手市	よこてし
05204	大館市	おおだてし
05206	男鹿市	おがし
05207	湯沢市	ゆざわし
05209	鹿角市	かづのし
05210	由利本荘市	ゆりほんじょうし
05211	潟上市	かたがみし
05212	大仙市	だいせんし
05213	北秋田市	きたあきたし
05214	にかほ市	にかほし
05215	仙北市	せんぼくし
05303	小坂町	こさかまち
05327	上小阿仁村	かみこあにむら
05346	藤里町	ふじさとまち
05348	三種町	みたねちよう
05349	八峰町	はっぼうちよう
05361	五城目町	ごじょうめまち
05363	八郎潟町	はちろうがたまち
05366	井川町	いかわまち
05368	大潟村	おおがたむら
05434	美郷町	みさとちよう
05463	羽後町	うごまち
05464	東成瀬村	ひがしなるせむら

山形県

市町村コード	団体名	ふりがな
06201	山形市	やまがたし
06202	米沢市	よねざわし

06203	鶴岡市	つるおかし
06204	酒田市	さかたし
06205	新庄市	しんじょうし
06206	寒河江市	さがえし
06207	上山市	かみのやまし
06208	村山市	むらやまし
06209	長井市	ながいし
06210	天童市	てんどうし
06211	東根市	ひがしねし
06212	尾花沢市	おばなざわし
06213	南陽市	なんようし
06301	山辺町	やまのべまち
06302	中山町	なかやままち
06321	河北町	かほくちょう
06322	西川町	にしかわまち
06323	朝日町	あさひまち
06324	大江町	おおえまち
06341	大石田町	おおいしだまち
06361	金山町	かねやままち
06362	最上町	もがみまち
06363	舟形町	ふながたまち
06364	真室川町	まむろがわまち
06365	大蔵村	おおくらむら
06366	鮭川村	さけがわむら
06367	戸沢村	とざわむら
06381	高畠町	たかはたまち
06382	川西町	かわにしまち
06401	小国町	おぐにまち
06402	白鷹町	しらたかまち
06403	飯豊町	いいでまち
06426	三川町	みかわまち
06428	庄内町	しょうないまち
06461	遊佐町	ゆざまち

福島県

市町村コード	団体名	ふりがな
07201	福島市	ふくしまし
07202	会津若松市	あいづわかまつし
07203	郡山市	こおりやまし
07204	いわき市	いわきし
07205	白河市	しらかわし
07207	須賀川市	すかがわし
07208	喜多方市	きたかたし

07209	相馬市	そうまし
07210	二本松市	にほんまつし
07211	田村市	たむらし
07212	南相馬市	みなみそうまし
07213	伊達市	だてし
07214	本宮市	もとみやし
07301	桑折町	こおりまち
07303	国見町	くにみまち
07308	川俣町	かわまたまち
07322	大玉村	おおたまむら
07342	鏡石町	かがみいしまち
07344	天栄村	てんえいむら
07362	下郷町	しもごうまち
07364	檜枝岐村	ひのえまたむら
07367	只見町	ただみまち
07368	南会津町	みなみあいづまち
07402	北塩原村	きたしおばらむら
07405	西会津町	にしあいづまち
07407	磐梯町	ばんだいまち
07408	猪苗代町	いなわしろまち
07421	会津坂下町	あいづばんげまち
07422	湯川村	ゆがわむら
07423	柳津町	やないづまち
07444	三島町	みしままち
07445	金山町	かねやままち
07446	昭和村	しょうわむら
07447	会津美里町	あいづみさとまち
07461	西郷村	にしごうむら
07464	泉崎村	いずみざきむら
07465	中島村	なかじまむら
07466	矢吹町	やぶきまち
07481	棚倉町	たなぐらまち
07482	矢祭町	やまつりまち
07483	埴町	はなわまち
07484	鮫川村	さめがわむら
07501	石川町	いしかわまち
07502	玉川村	たまかわむら
07503	平田村	ひらたむら
07504	浅川町	あさかわまち
07505	古殿町	ふるどのまち
07521	三春町	みはるまち
07522	小野町	おのまち
07541	広野町	ひろのまち
07542	檜葉町	ならはまち

07543	富岡町	とみおかまち
07544	川内村	かわうちむら
07545	大熊町	おおくままち
07546	双葉町	ふたばまち
07547	浪江町	なみえまち
07548	葛尾村	かつらおむら
07561	新地町	しんちまち
07564	飯舘村	いいたてむら

新潟県

市町村コード	団体名	ふりがな
15100	新潟市	にいがたし
15101	新潟市北区	にいがたしきたく
15102	新潟市東区	にいがたしひがしく
15103	新潟市中央区	にいがたしちゅうおうく
15104	新潟市江南区	にいがたしこうなんく
15105	新潟市秋葉区	にいがたしあきはく
15106	新潟市南区	にいがたしみなみく
15107	新潟市西区	にいがたしにしく
15108	新潟市西蒲区	にいがたしにしかんく
15202	長岡市	ながおかし
15204	三条市	さんじょうし
15205	柏崎市	かしわざきし
15206	新発田市	しばたし
15208	小千谷市	おぢやし
15209	加茂市	かもし
15210	十日町市	とおかまちし
15211	見附市	みつけし
15212	村上市	むらかみし
15213	燕市	つばめし
15216	糸魚川市	いといがわし
15217	妙高市	みょうこうし
15218	五泉市	ごせんし
15222	上越市	じょうえつし
15223	阿賀野市	あがのし
15224	佐渡市	さどし
15225	魚沼市	うおぬまし
15226	南魚沼市	みなみうおぬまし
15227	胎内市	たいないし
15307	聖籠町	せいろうまち
15342	弥彦村	やひこむら
15361	田上町	たがみまち
15385	阿賀町	あがまち

15405	出雲崎町	いずもぎまち
15461	湯沢町	ゆざわまち
15482	津南町	つなんまち
15504	刈羽村	かりわむら
15581	関川村	せきかわむら
15586	粟島浦村	あわしまうらむら

(ウ) 市町村単位メッシュデータの作成

メッシュデータを、表 2-10に記した市町村の単位で分割した。市町村の境のメッシュデータは隣り合う両方の市町村いずれにも含めることとした。これにより、データの重複は発生するが、市町村境においてメッシュデータがどの市町村に含まれるのかを意識せずデータを開覧することが可能である。模式的に、図 2-89 市町村またがりのメッシュデータにイメージを示した。

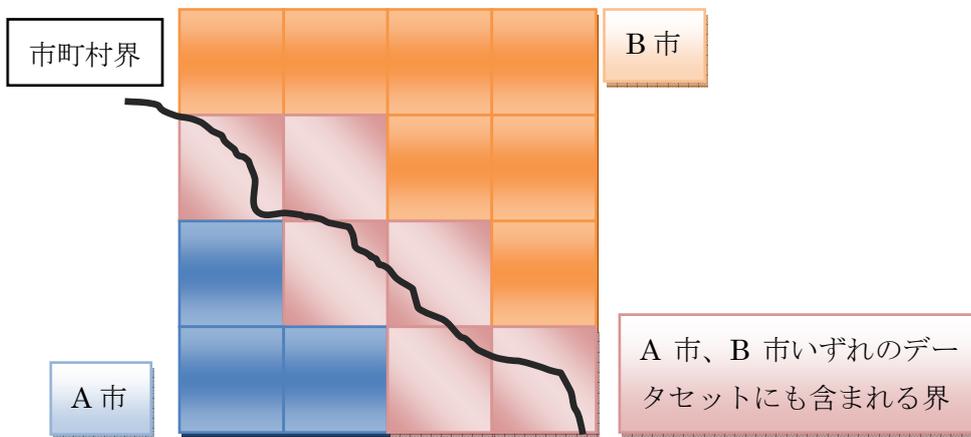


図 2-89 市町村またがりのメッシュデータ

(エ) GIS データをメッシュに適用

0.04 度四方で作成されたメッシュデータ内には、必ず 1 点の風況データ (図 2-87 表形式データ (エクセルで読み込んだ場合) に記したデータの 1 行) が含まれる。メッシュデータに風況データを付与するため、空間的な結合処理を行った。図 2-90 メッシュと風況データとの空間結合に模式図と、作成結果のデータイメージを記した。赤枠で記したメッシュに黒丸の風況データを付与するものである。

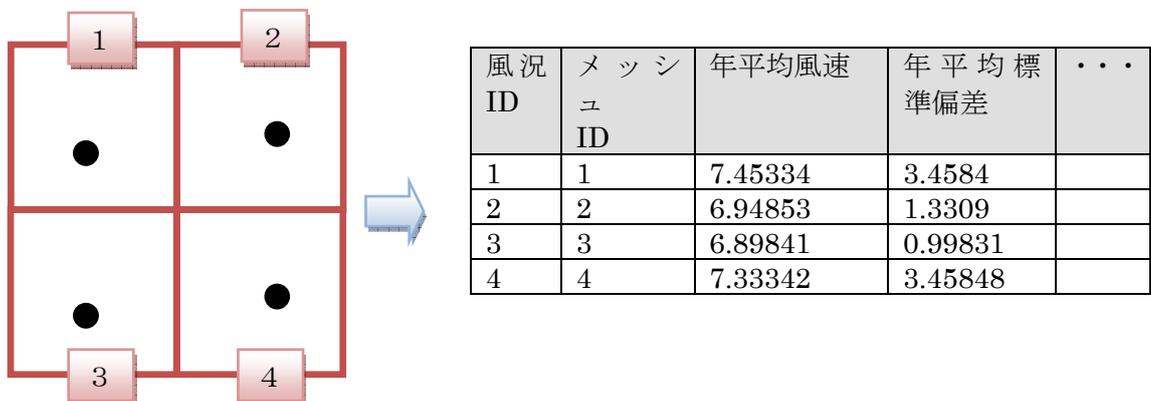
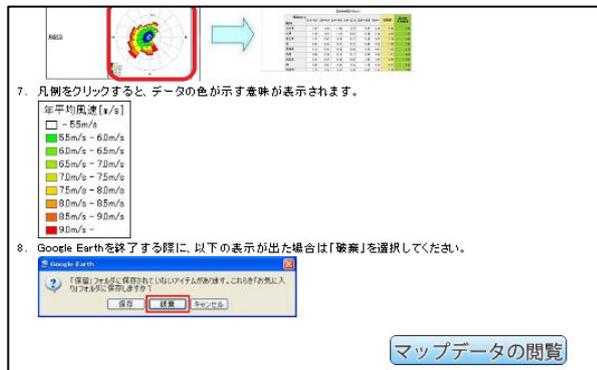


図 2-90 メッシュと風況データとの空間結合

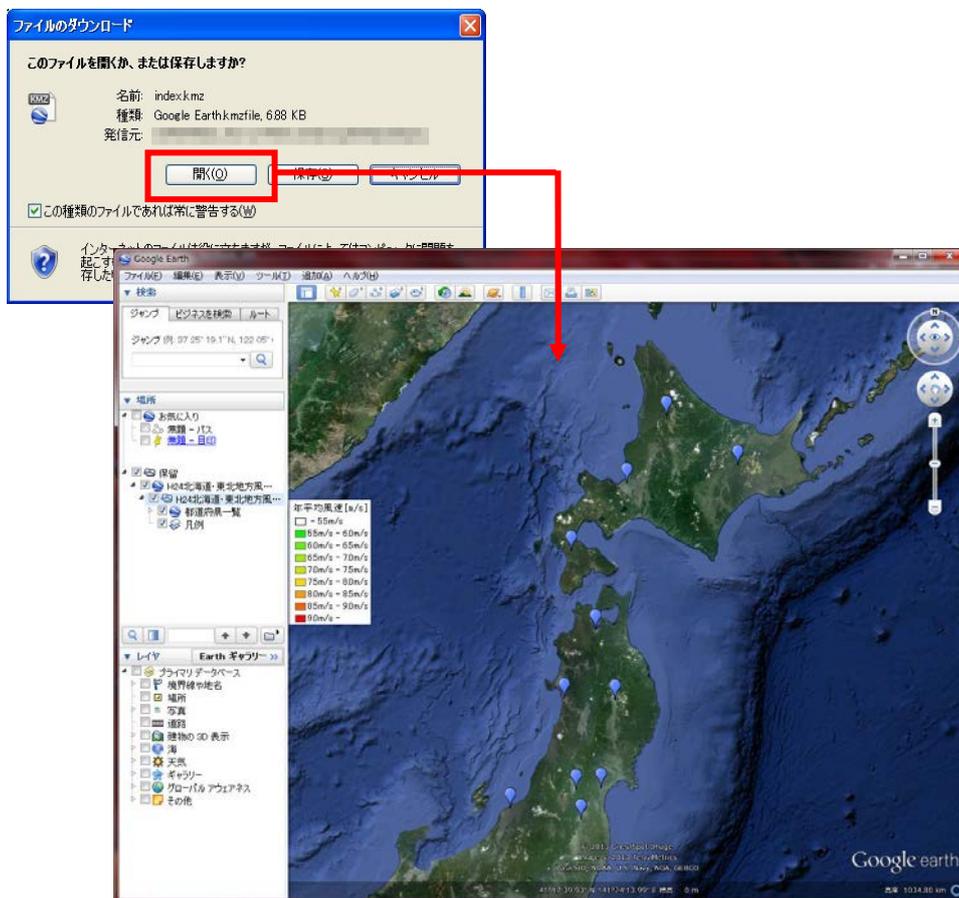
2.4.4. 公開データの閲覧方法

I. 基本操作

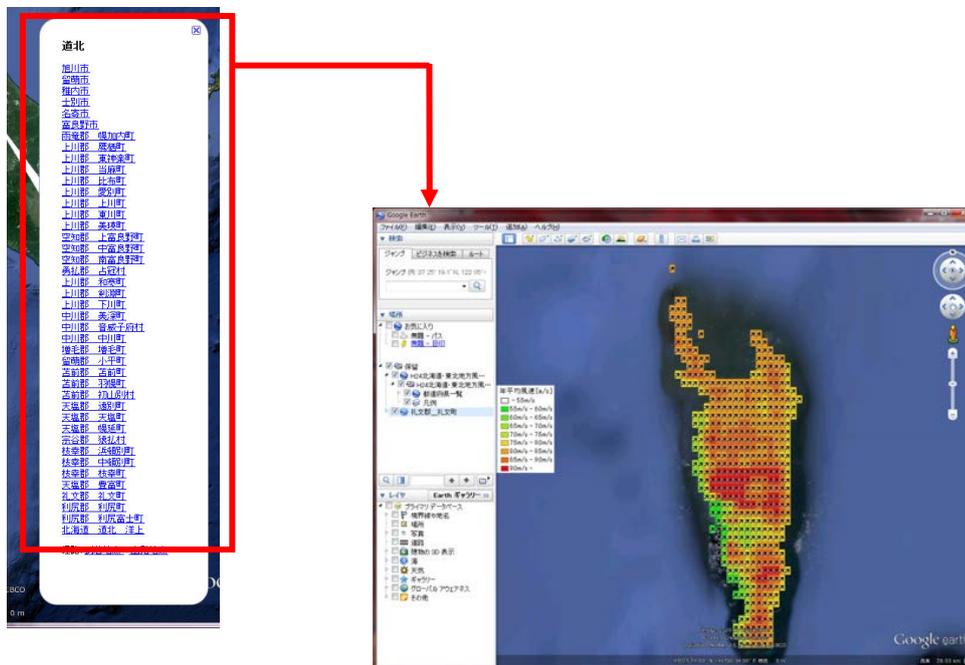
(ア) トップページ「マップデータの閲覧」をクリックする。



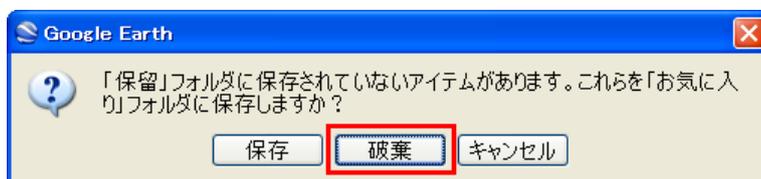
(イ) 「開く」を選択すると Google Earth が起動する。



(オ) ポップアップした画面から、閲覧したい市町村名をクリックすると、該当するデータが表示される。

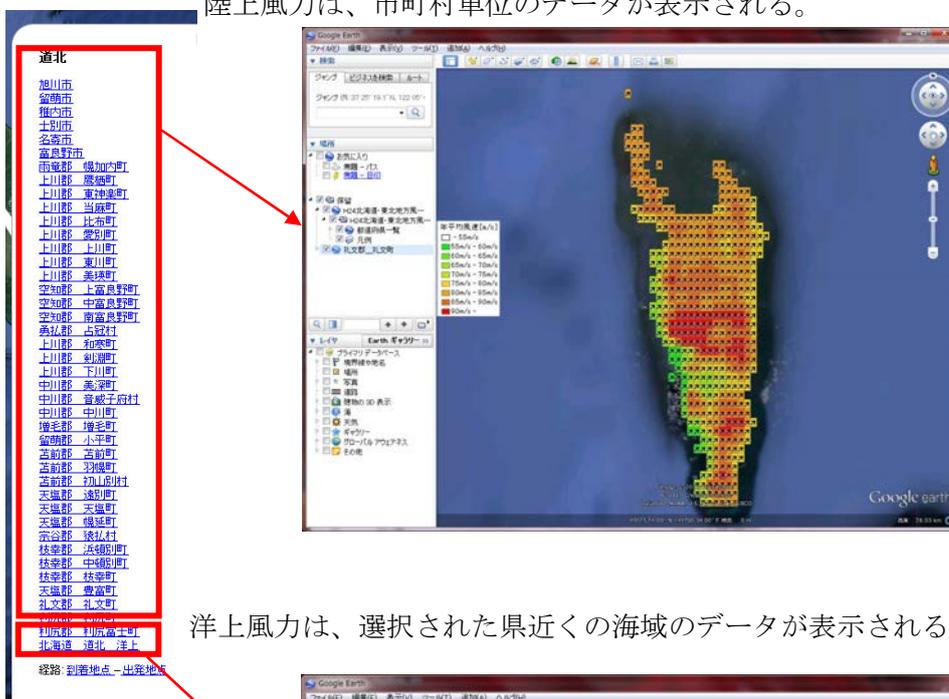


(カ) Google Earth 終了際に、以下の表示が出た場合は「破棄」を選択する。

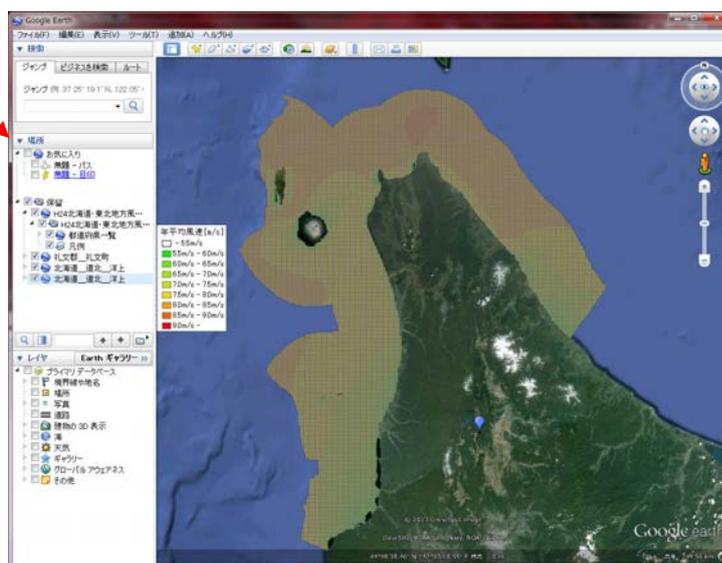


II. 陸上風力・洋上風力データの見方

陸上風力は、市町村単位のデータが表示される。



洋上風力は、選択された県近くの海域のデータが表示される。



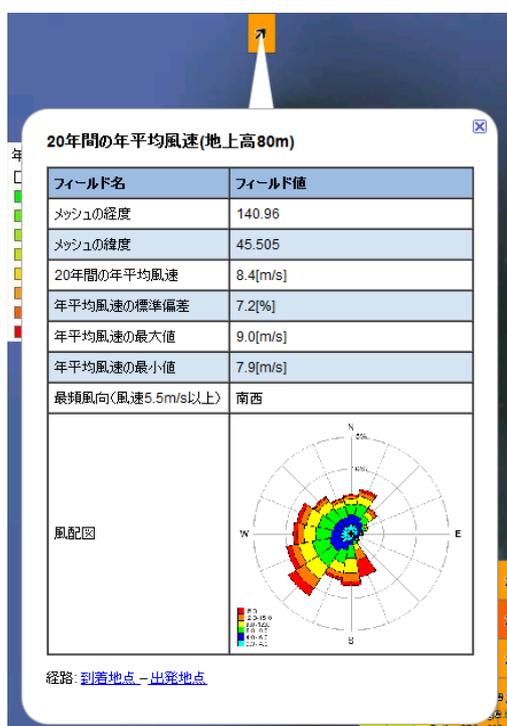
III. 凡例区分の見方

凡例区分は、年平均風速別に色分けされている。

年平均風速 [m/s]

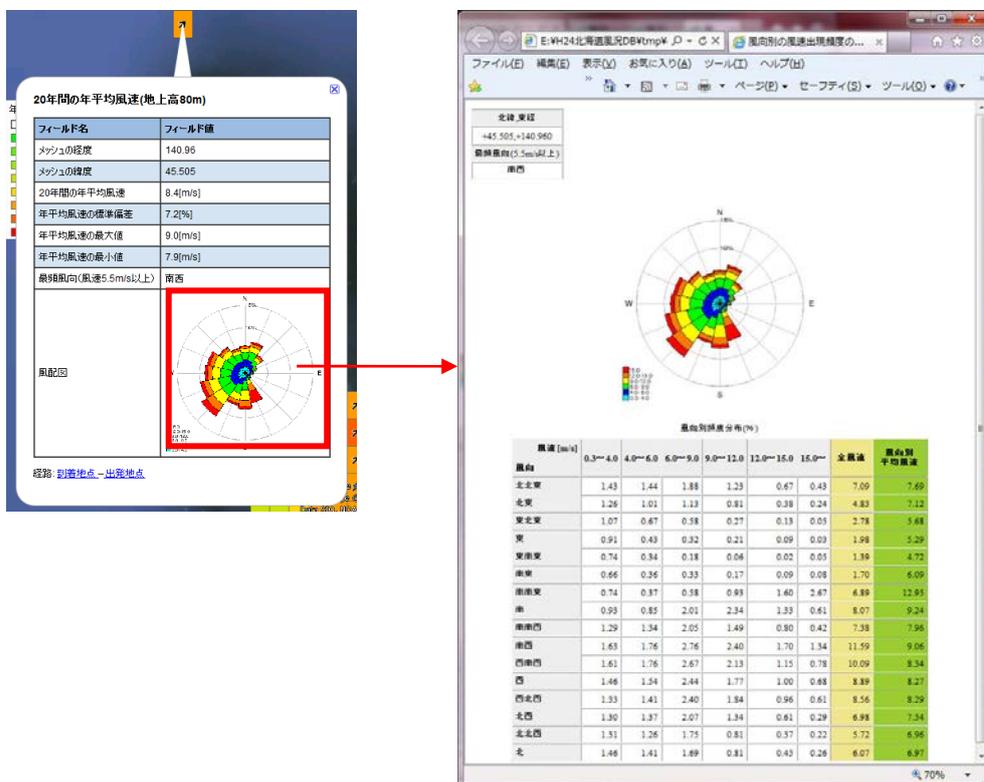
- - 5.5m/s
- 5.5m/s - 6.0m/s
- 6.0m/s - 6.5m/s
- 6.5m/s - 7.0m/s
- 7.0m/s - 7.5m/s
- 7.5m/s - 8.0m/s
- 8.0m/s - 8.5m/s
- 8.5m/s - 9.0m/s
- 9.0m/s -

5.5m/s 未満のデータは透明のメッシュで表示されていて、属性データ自体は存在している。



IV. 詳細風況の見方

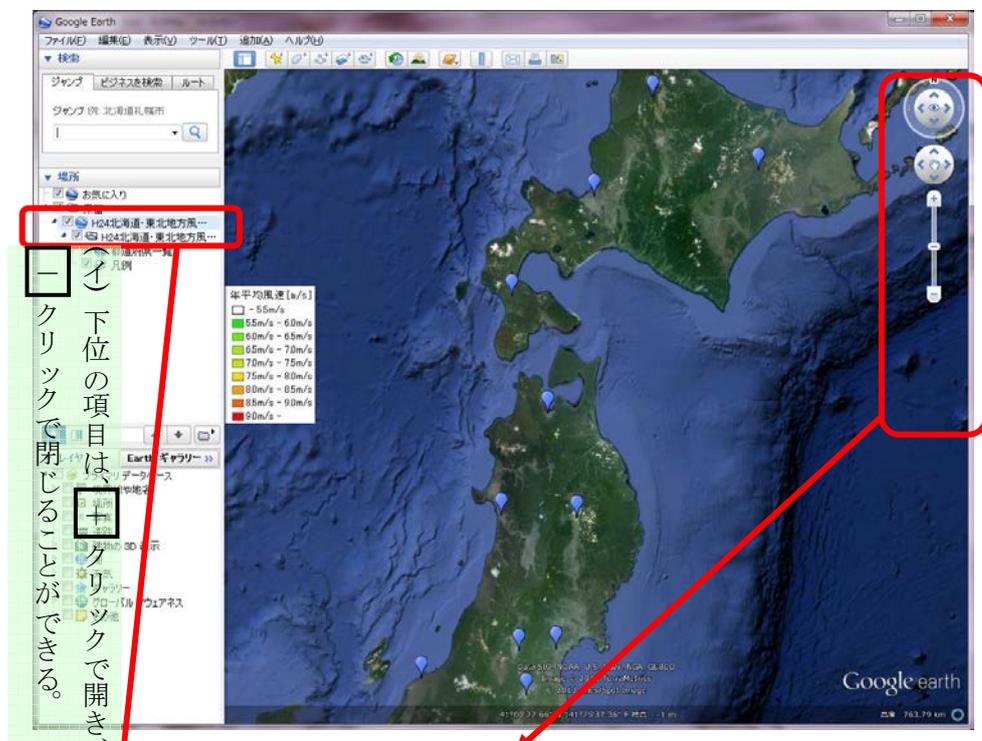
風況の詳細は、メッシュの属性に表示された風配図からリンクして表示する。



風向別頻度分布には、風向別風速区分別の頻度 (%) と、全風速の頻度の合計値、風向別の平均風速を表示する。

2.4.5. Google Earth の主な使い方

I. データの表示



(ア) 拡大・縮小、回転など。マウスやキーボードでも操作が可能。※

※) Google Earth ユーザーガイド

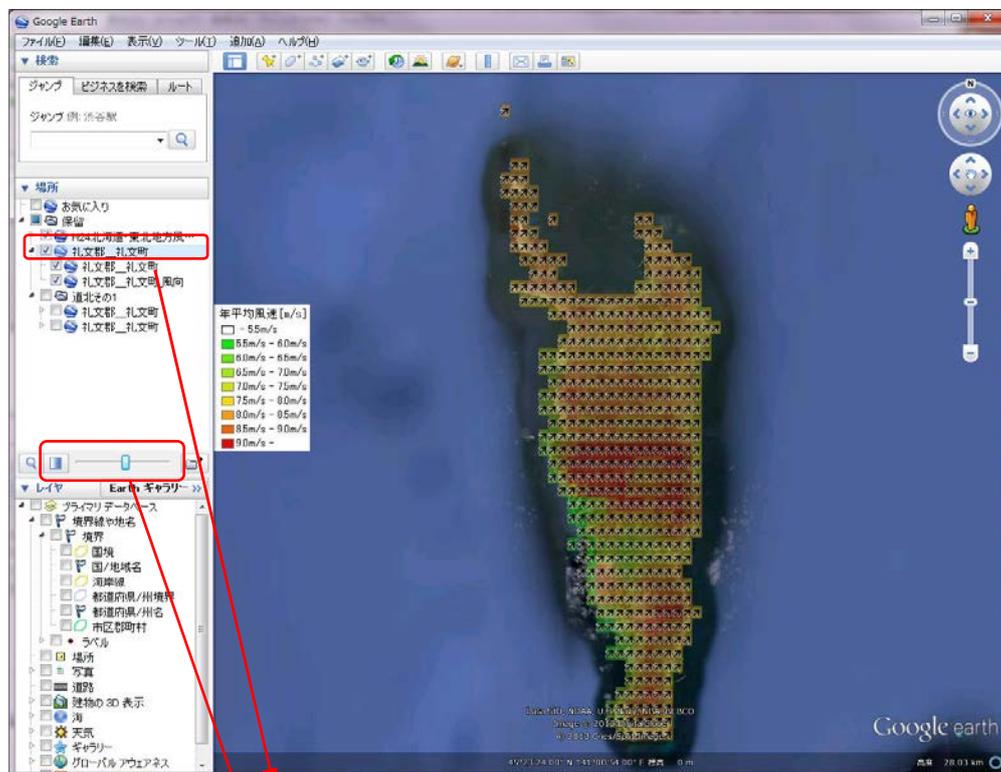
<http://earth.google.co.jp/userguide/v5/>



(ウ) チェックボックスのオン・オフで、表示・非表示の切り替えが可能

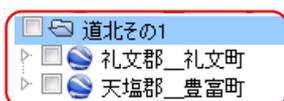
II. 透過

透過度を 全に透明から不透明まで調整可能である。



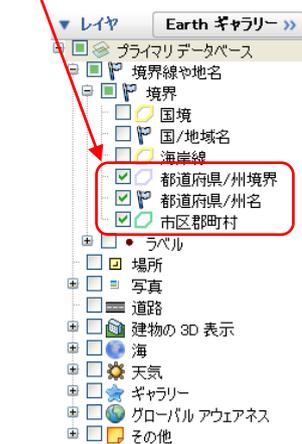
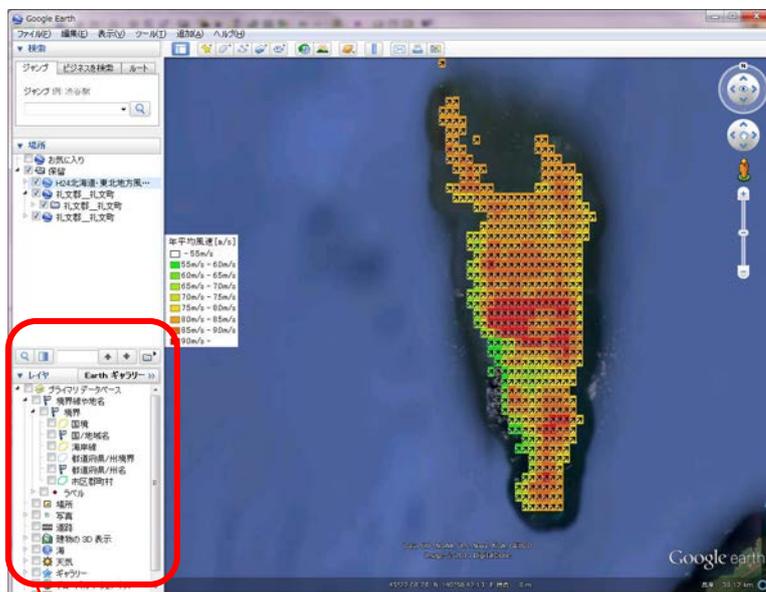
(ア) 透過させたいコンテンツを選択する。

(イ)透過指示バーをマウスでスライドすると、背景等を透かして見ることができる。



※複数の透過させたい情報をフォルダにまとめて入れて、フォルダに対して透過設定を行うと、まとめて透過させることができる。

III. 標準で搭載されているデータ
 県の境目、市町村名を表示する。



(ア) [プライマリ データベース] > [境界線や地名] > [境界] の順に 開する。

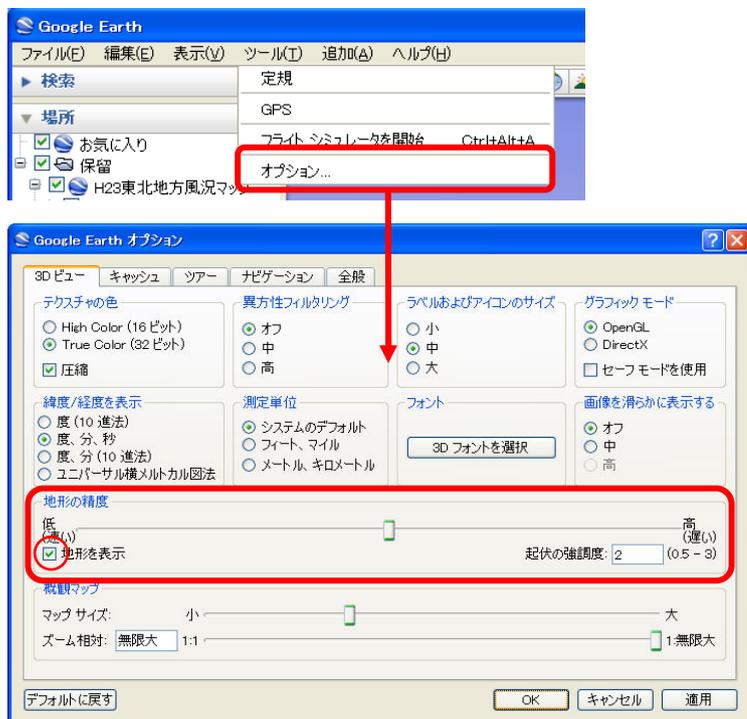
(イ) 地図上に表示させたいレイヤをチェックする。上図では、都道府県境界・都道府県名・市区 町村名を表示している。

表示の 0 / 0 は、「(ア)データの表示」を参照すること。

※ インターネットに接続されていなければ表示できない。

IV. 地形の表示

Google Earth のオプションにて地形を 体的に表示することが出来る。



(ア) [ツール] メニュー > [オプション] > [3D ビュー] タブの順にクリックする。

(イ) 「地形を表示」にチェックを入れると、高低が表示される。その状態でビューを めにすると、地形をより分かりやすく表示することができる。

