

MASCOT Energy

Microclimate Analysis System for COmplex Terrain.

64bit

ユーザーズマニュアル

第二版



2019年12月

株式会社 水域ネットワーク

目次

インストール前に必ずお読みください	1
I. ソフトウェア使用許諾書	2
II. ソフトウェア製品使用許諾契約書	2
III. ご注意	4
IV. サポート	4
第1章 Getting Started (概説)	1-1
1-1. はじめに	1-2
1-2. マニュアルの表記について	1-4
1-3. MASCOT におけるプロジェクトとは	1-6
1-4. 動作環境	1-8
1-5. インストールとアンインストール	1-9
1-6. アプリケーションの起動と終了	1-20
1-7. 表編集の基本操作	1-22
第2章 Quick Start Tutorial (解析手順)	2-1
2-1. 例題の解説	2-2
2-2. MASCOT Energy による発電量予測の手順	2-3
2-3. MASCOT Energy の起動	2-4
2-4. プロジェクトの選択	2-5
2-5. 風況ファイルの登録	2-8
2-6. パワーカーブの登録	2-22
2-7. Wind Farm ケースの解析	2-26
2-8. Resource ケースの解析	2-38
2-9. プロジェクトの保存	2-50
第3章 User Interface (ユーザー・インターフェース)	3-1
3-1. メニューバー	3-2
3-2. ツールバー ([View]-[Tool Bar])	3-3
3-3. コントロールバー (子ウィンドウ内のツールバー)	3-4
3-4. ツリーバー ([View]-[Tree Bar])	3-9
3-5. ダイアログ・ビュー一覧 (メニュー別)	3-18
3-6. ツール	3-88
第4章 Modelling (理論)	4-1
4-1. 風の統計量	4-2
4-2. 標準実風況変換の定式化	4-12
4-3. 年間発電量 (AEP)	4-18
第5章 Data Format (データフォーマット)	5-1
5-1. MASCOT Energy ファイルフォーマット	5-2
5-2. MASCOT Energy エラーメッセージ集	5-20
第6章 Reference (参考文献)	6-1

インストール前に必ずお読みください

当製品をインストールする前に、下記のソフトウェア使用許諾書を必ずお読みください。

I.	ソフトウェア使用許諾書	2
II.	ソフトウェア製品使用許諾契約書	2
1.	使用許諾	2
2.	「許諾プログラム」の複製	2
3.	保証	3
4.	保証の否認・免責	3
5.	輸出	3
6.	契約期間	3
7.	一般条項	4
III.	ご注意	4
IV.	サポート	4

I. ソフトウェア使用許諾書

このたびは、弊社商品をご購入いただき、誠にありがとうございます。

本風況予測ソフトウェアは、『MASCOT [\(注1\)](#)』、『MASCOT SYSTEM』および『数値地図 50m メッシュ (標高) [\(注2\)](#)』のライセンスを取得し、株式会社水域ネットワークが商品化しました。

弊社では、当ソフトウェア商品につきまして、下記のソフトウェア製品使用許諾契約書を設けさせていただいており、お客様が下記契約書にご同意いただいた場合のみソフトウェア製品をご使用いただいております。お手数ではございますが、本ソフトウェア製品のインストール前に下記契約書を十分にお読みください。下記契約にご同意いただけない場合には、本ソフトウェア製品を速やかに弊社までご返送ください。なお、本ソフトウェア製品をインストールした場合には、お客様が下記契約にご同意いただいたものとさせていただきます。

(注1) 『MASCOT (高度な風況予測プログラムおよび関連データベース)』は、東京大学橋梁研究室の研究
成果によるものです。

(注2) この地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図 50m メッシュ (標高)
を使用したものです。(承認番号 平 15 総使、第 438 号)

II. ソフトウェア製品使用許諾契約書

株式会社水域ネットワーク（以下、AQUANET といいます。）は、お客様に対し、本契約書とともにご提供するソフトウェア製品（当該商品のマニュアルを含みます。以下、「許諾プログラム」といいます。）の日本国内における譲渡不能の非独占的使用権を下記条項に基づき許諾し、お客様は下記条項にご同意いただくものとします。「許諾プログラム」およびその複製物に関する権利は AQUANET に帰属します。

1. 使用許諾

お客様は、「許諾プログラム」を一時に一台のコンピュータにおいてのみ使用することができます。お客様が、同時に複数台のコンピュータで「許諾プログラム」を使用したり、また「許諾プログラム」をコンピュータネットワーク上の複数のコンピュータで使用する場合には、別途 AQUANET よりその使用権を取得することが必要です。

お客様は、「許諾プログラム」の全部または一部を再使用許諾、譲渡、頒布、貸与、その他の方法により第三者に使用もしくは利用させることは出来ません。

お客様は、「許諾プログラム」の全部または一部を修正、改変、リバース・エンジニアリング、逆コンパイルまたは逆アセンブル等することは出来ません。また第三者にこのような行為をさせてはなりません。

2. 「許諾プログラム」の複製

お客様は、バックアップのために必要な場合に限り、「許諾プログラム」中のソフトウェア・プログラムを1コピーだけ複製することができます。あるいは、オリジナルをバックアップの目的で保持し、「許諾プログラム」中のソフトウェア・プログラムをお客様がご使用のコンピュータのハードディスク等の記憶装置1台のみにコピーすることができます。しかし、これら以外の場合にはいかなる方法によっても「許諾プログラム」を複製できません。お客様には、「許諾プログラム」の複製物上に「許諾プログラム」に表示されているものと同一の著作権表示を行っていただきます。

3. 保証

- ① AQUANET は、お客様が「許諾プログラム」を購入した日から 90 日の間、「許諾プログラム」が格納されているディスク（以下単に「ディスク」といいます。）に物理的な欠陥が無いことを保証します。当該保証期間中に「ディスク」に物理的な欠陥が発見された場合には、AQUANET は、「ディスク」を交換いたします。但し、お客様が「許諾プログラム」を AQUANET に返還すること、並びに前項による「許諾プログラム」の複製物を AQUANET に引き渡すかもしくは消去したうえ消去したことを証する書面を AQUANET に送付することを条件とします。
- ② AQUANET は「許諾プログラム」の仕様について事前の通告なしに変更することがあるものとします。また、AQUANET はユーザーサポート、バージョンアップおよび新製品の案内など「許諾プログラム」に関するサービスを無償、又は有償でお客様に提供いたします。

4. 保証の否認・免責

- ① 前項に定める場合を除き、AQUANET は「許諾プログラム」がお客様の特定の目的のために適切であること、もしくは有用であること、その他「許諾プログラム」に関していかなる保証もいたしません。
- ② AQUANET は「許諾プログラム」の使用に付随または関連して生ずる直接的または間接的な損失、損害等について、いかなる場合においても一切の責任を負わず、また「許諾プログラム」の使用に起因または関連してお客様と第三者との間に生じたいかなる紛争についても一切の責任を負いません。
- ③ プロテクトユニット付「許諾プログラム」のプロテクトユニットを破損および紛失等により、納入させていただいたプロテクトユニットと認識できない場合、プロテクトユニットの交換・再発行は行いません。

5. 輸出

お客様は、日本政府または該当国の政府より必要な認可等を得ることなしに、一部または全部を問わず「許諾プログラム」を、直接または間接に輸出してはなりません。

6. 契約期間

- ① 本契約は、お客様が「許諾プログラム」をインストールした時点で発効します。
- ② お客様は、AQUANET に対して 30 日前の書面による通知をなすことにより本契約を終了させることができます。
- ③ AQUANET は、お客様が本契約のいずれかの条項に違反した場合、直ちに本契約を終了させることができます。
- ④ 本契約は、上記②または③により終了するまで有効に存続します。上記②または③により本契約が終了した場合、AQUANET は「許諾プログラム」の代金をお返しいたしません。お客様は「許諾プログラム」の代金を AQUANET に請求できません。
- ⑤ お客様には、本契約の終了後 2 週間以内に、「許諾プログラム」およびその複製物を破棄または消去したうえ、破棄または消去したことを証する書面を AQUANET に送付していただきます。

7. 一般条項

- ① 本契約のいずれかの条項またはその一部が法律により無効となっても、本契約の他の部分に影響を与えません。
- ② 本契約に関わる紛争は、東京地方裁判所を管轄裁判所として解決するものとします。

以上

III. ご注意

本書は、株式会社水域ネットワークによる、MASCOT ソフトウェア契約ユーザー様に対する情報提供を唯一の目的とし、明示あるいは暗示であるに問わず、内容に関して一切の保証をするものではありません。

Windows7/8/10 は、米 Microsoft Corporation の米国およびその他の国における登録商標です。

Adobe、Adobe ロゴ、Acrobat、Photoshop および PostScript は、Adobe Systems Incorporated（アドビシステムズ社）の商標です。

※ その他すべてのブランド名および製品名は個々の所有者の登録商標もしくは商標です。

本書の内容は、バージョンアップ等に伴い、予告なく変更することがございますので予めご了承ください。

IV. サポート

本製品の技術的な内容に関するお問い合わせは、下記へお願い致します。

株式会社 水域ネットワーク

URL : <http://www.aquanet21.co.jp/mascot/>

E-Mail : mascot_support@aquanet21.co.jp

FAX : 03-5667-6889

電話でのお問い合わせは受け付けておりません。

※ MASCOT をご使用になる上で、以下の注意事項が御座います。

1. MASCOT は、気流解析や風力発電など、風況解析における基本的な知識が必要になります。風況解析に関する情報の提供や教育に関しては一切行っておりません。
2. MASCOT はサポート料を含んでおりません。不具合に関するお問い合わせに関しましては受け付けておりますが、業務に関わる技術的なご質問に関しては有償となります（別途見積り）。

第1章 Getting Started (概説)

本章では、MASCOT Energy についての概説、MASCOT Energy を使用するに当たっての準備等を説明します。

第1章 Getting Started (概説)	1-1
1-1. はじめに	1-2
1-1-1. MASCOT について	1-2
1-1-2. MASCOT Energy の主要な機能について	1-3
1-1-3. MASCOT の使用について	1-3
1-2. マニュアルの表記について	1-4
1-2-1. メニュー・コマンド・ツールボタン等の表記	1-4
1-2-2. キーの表記	1-4
1-2-3. マウス操作の表記	1-4
1-2-4. その他の表記	1-4
1-2-5. ウィンドウの表記	1-5
1-3. MASCOT におけるプロジェクトとは	1-6
1-4. 動作環境	1-8
1-5. インストールとアンインストール	1-9
1-5-1. インストールの前に	1-9
1-5-2. インストールの概要	1-10
1-5-3. ライセンス・キーが認識されない場合	1-12
1-5-4. アプリケーションのインストール	1-13
1-5-5. 地図データベース (Terrain and Landuse Database) のインストール	1-17
1-5-6. アンインストール	1-19
1-6. アプリケーションの起動と終了	1-20
1-6-1. 起動	1-20
1-6-2. 終了	1-21
1-7. 表編集の基本操作	1-22

1-1. はじめに

1-1-1. MASCOT について

MASCOT は、風況予測からウインドファームの発電量の予測、設計風速の評価までの風力開発を支援するソフトウェア群であります。

<MASCOT の構成>

MASCOT は、**MASCOT Basic**、**MASCOT Energy**、**MASCOT Engineering**、**MASCOT Typhoon (Light)** および **MASCOT Offshore** の 5 つのモジュールから構成されます。

MASCOT Basic は、三次元気流予測を行うモジュールです。付属の標高と土地利用データベースを用いる場合には、緯度・経度および簡単な解析条件を入力するだけで、境界条件が自動的に設定され、三次元気流予測を行うことができます。

MASCOT Energy は、対象地点近傍の 1 年間の風観測データおよび **Basic** による気流予測結果を基に、パワーカーブおよびスラスト係数から、風車の発電量および風車の後流の影響を予測します。また気象シミュレーションや NEDO^{※1)}データベースにより得られた地域風況データおよび **Basic** による気流予測結果を基に、局所風況に変換し、対象地域の風力エネルギー賦蔵量を予測し、風観測によらない発電量の予測を実現しています。

MASCOT Engineering は、**Basic** による気流予測結果を基に、風車設置地点における設計風速（建築基準法等）、吹上角度、乱れ強度などを予測します。また風観測データや NEDO データベース等より得られた地域風況データおよび **Basic** による気流予測結果を基に、対象地域の詳細風況を予測できます。

MASCOT Typhoon (Light) は、台風モンテカルロシミュレーションおよび **Engineering** による平均風速の地形による割増係数を基に、指針^{※2)} に準拠した風向特性を考慮した平均風速の地形による割増係数を算定します。

MASCOT Offshore は、洋上風力発電設備の設計に必要な気象条件の評価を行います。台風時の強風はモンテカルロシミュレーション、季節風時の強風は風況データベースを用い、混合気候における 50 年再現期待値を評価できます。

※1) NEDO：独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

※2) 指針：社団法人土木学会、風力発電設備支持物構造設計指針・同解説 [2010 年版]

1-1-2. MASCOT Energy の主要な機能について

<MASCOT Energy ライセンス>の主要な機能を以下に示します。

- ・ 風観測地点およびメソスケール気象モデルから得た時系列データの風況解析[TSA Wizard]
- ・ NEDO-DB を MASCOT で利用可能な風況データに変換[NEDO-DB Converter]
- ・ 日本全国気象官署 155 地点における 10 年間の統計解析済み風観測データの表示[MASCOT Database]
- ・ 風観測結果を用いた風車の年間発電量の予測
- ・ メソスケール気象モデルより得られた風況データを用いた風況精査
- ・ ウェイクロスを考慮した風車の年間発電量予測
- ・ 風況および発電量の月別、時間別予測
- ・ 年平均風速、年間発電量などの統計量分布図作成[Resource]

<MASCOT Standard ライセンス>の主要機能を以下に示します。

上記<MASCOT Energy ライセンス>の主要機能の他に、下記機能が含まれます。

(1) MASCOT Basic の追加機能

- ・ 地域風況による風況精査に用いる細地形および粗地形の気流予測の自動実行
- ・ 平均風速の割増係数と変動風速の補正係数の算定に用いる実地形および平坦地形の気流予測の自動実行
- ・ 地形のスモーキングツール

(2) MASCOT Energy の主要機能

- ・ 風観測の時系列データからの風況解析 (GUI による操作、TSA Wizard)
- ・ 風車の年間発電量の予測 (GUI による操作)
- ・ NEDO - DB の風況ファイルコンバートツール

(3) MASCOT Engineering の主要機能

- ・ 平均風速の割増係数と変動風速の補正係数の算定ツール

本マニュアルは MASCOT Energy の主要機能について説明しています。

1-1-3. MASCOT の使用について

本製品を使用するには、付属のライセンス・キー (ハードウェア・プロテクト・キー) が必要です。

1-2. マニュアルの表記について

1-2-1. メニュー・コマンド・ツールボタン等の表記

メニュー名、コマンド名、ツールバーのボタン名、ウィンドウ名、ダイアログボックス名、ダイアログボックス内の項目名は、[] で囲って表記しています。

ダイアログボックス内のボタン名は<>で囲って表記しています。

例) メニューの[Edit]-[Casefile]を選択し、[Edit Casefile]ダイアログを表示します。

[Edit Casefile]ダイアログの、[Wind Direction]を変更し、<OK>を押します。

1-2-2. キーの表記

キーは「 」で囲って表記しています。複数のキーを組み合わせる場合は、プラス記号 (+) で結んでいます。

例) 「Ctrl」キーを押しながら「C」を押す → 「Ctrl + C」

1-2-3. マウス操作の表記

・クリック

マウスのボタンを押して離す動作です。本マニュアルでは、左ボタンを押す動作を指します。

・ダブルクリック (Wクリック)

マウスのボタンを押して離す動作を連続 2 回行います。本マニュアルでは、左ボタンを押す動作を指します。

・右クリック

マウスの右ボタンをクリックする動作です。

・ドラッグ

マウスの左ボタンをクリックしたままマウスを動かして、アイコンなどを移動させたり、選択範囲を広げたりする動作です。

1-2-4. その他の表記

・ライセンス・キー

付属のハードウェア・プロテクト・キー (USB コネクタ接続) を指します。

本マニュアルでの解説画面は、Windows 8 のスクリーンショットを使用しています。

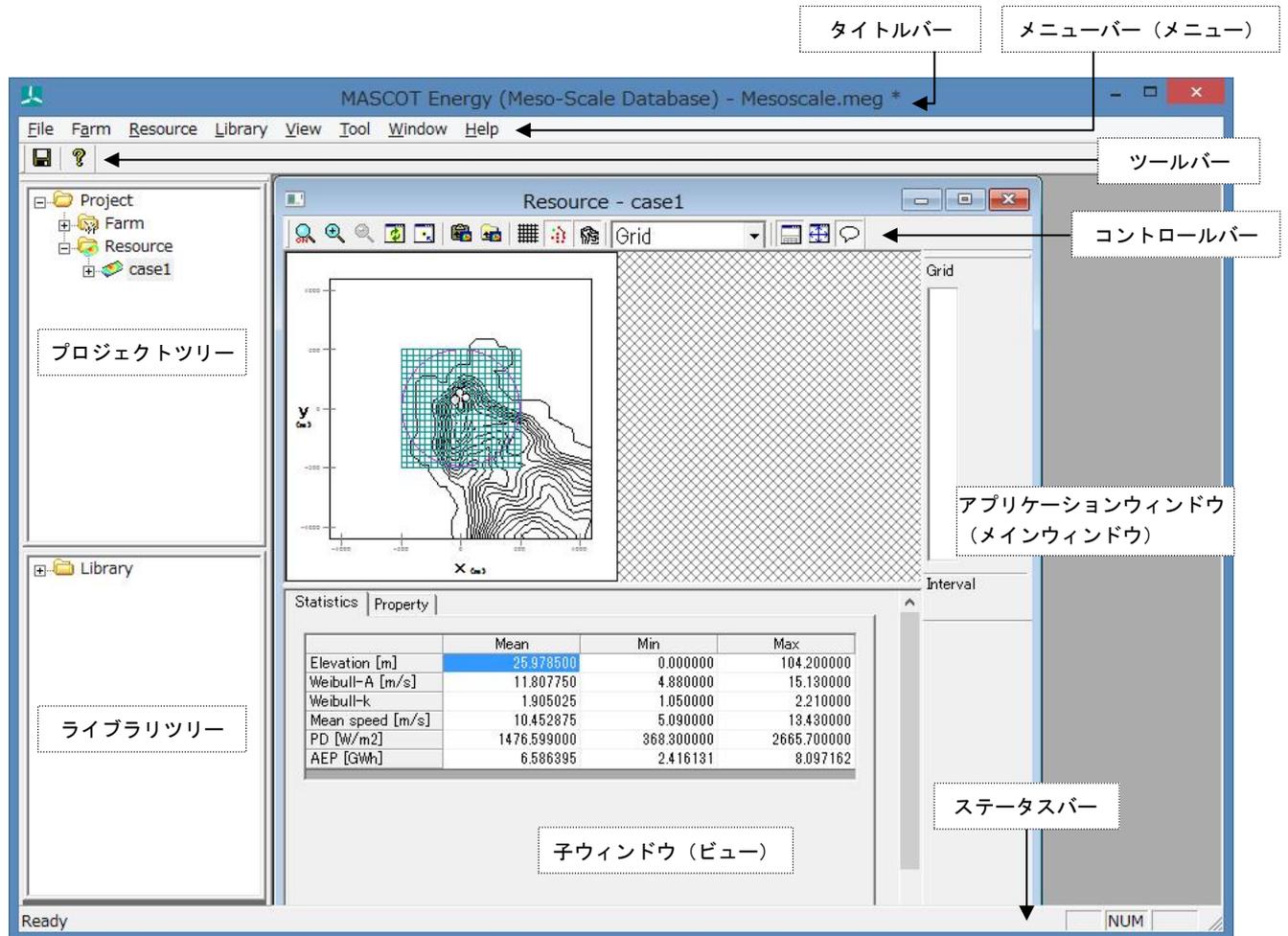
その他のバージョンの Windows OS で本製品をお使いになる場合、デザイン、スタートメニュー等に違いがある場合があります。

本マニュアルでは、特に配慮が必要な場合を除き、これらの差異についての記述はしていません。

1-2-5. ウィンドウの表記

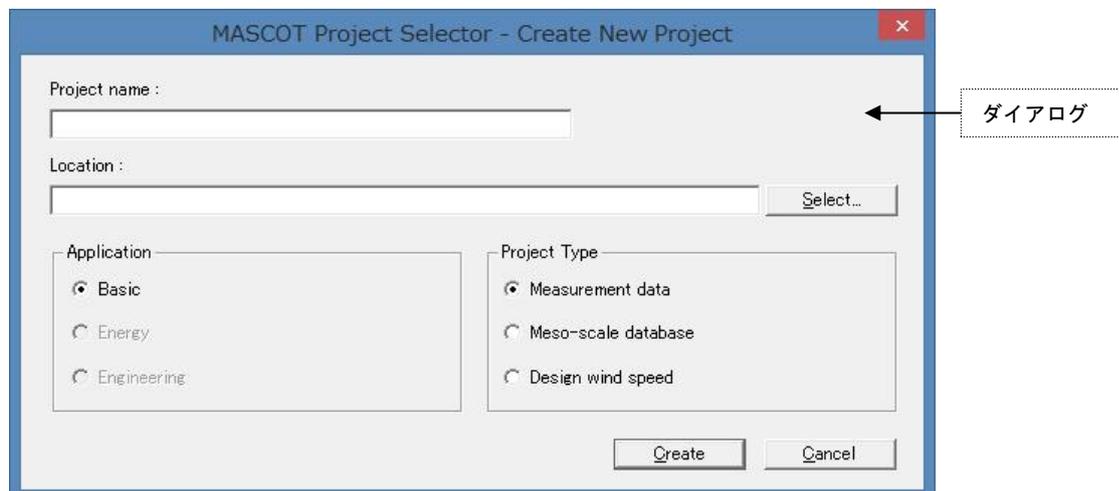
・ウィンドウ

本製品では、MDI (Multiple Document Interface) 形式を採用しており、アプリケーションウィンドウ (メインウィンドウ) 内の複数のドキュメントウィンドウを子ウィンドウ、またはビューと表記しています。



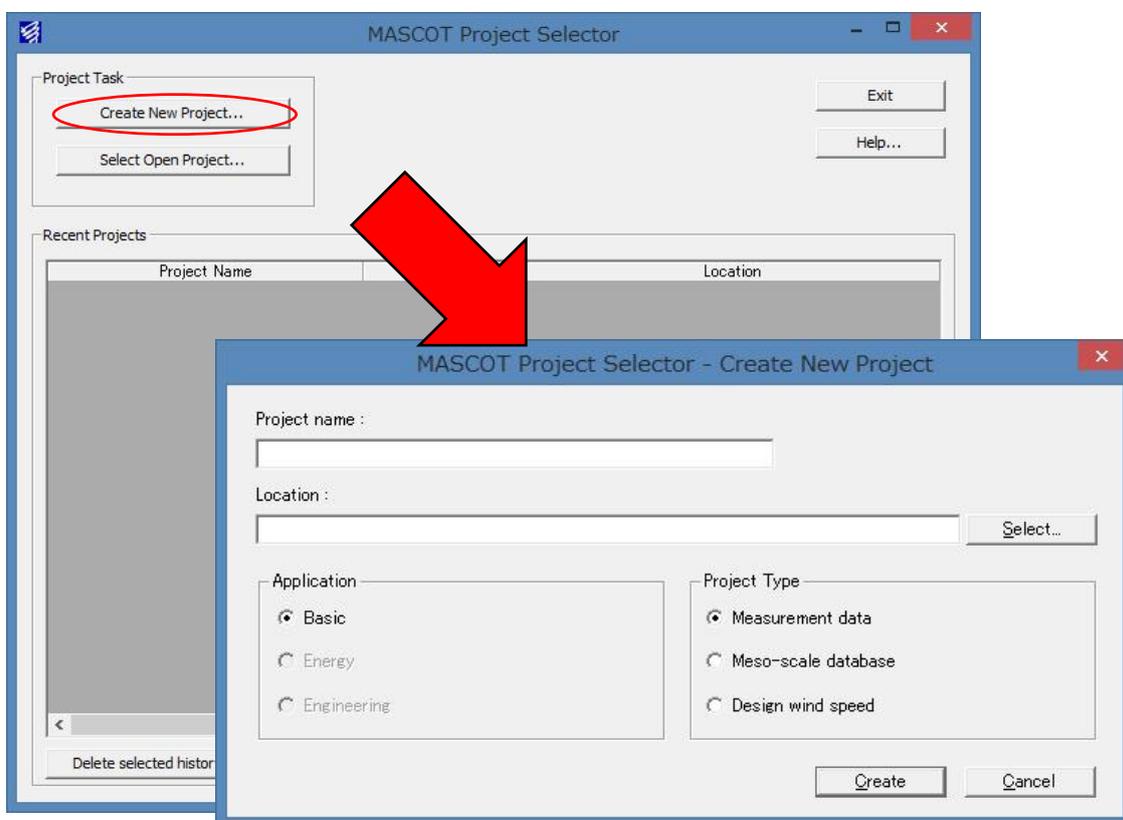
・ダイアログ

本マニュアルでは、項目の設定など、何かの操作を行うときに、確認や動作の設定を求めてくるウィンドウ (ダイアログボックス) を **ダイアログ** と表記しています。

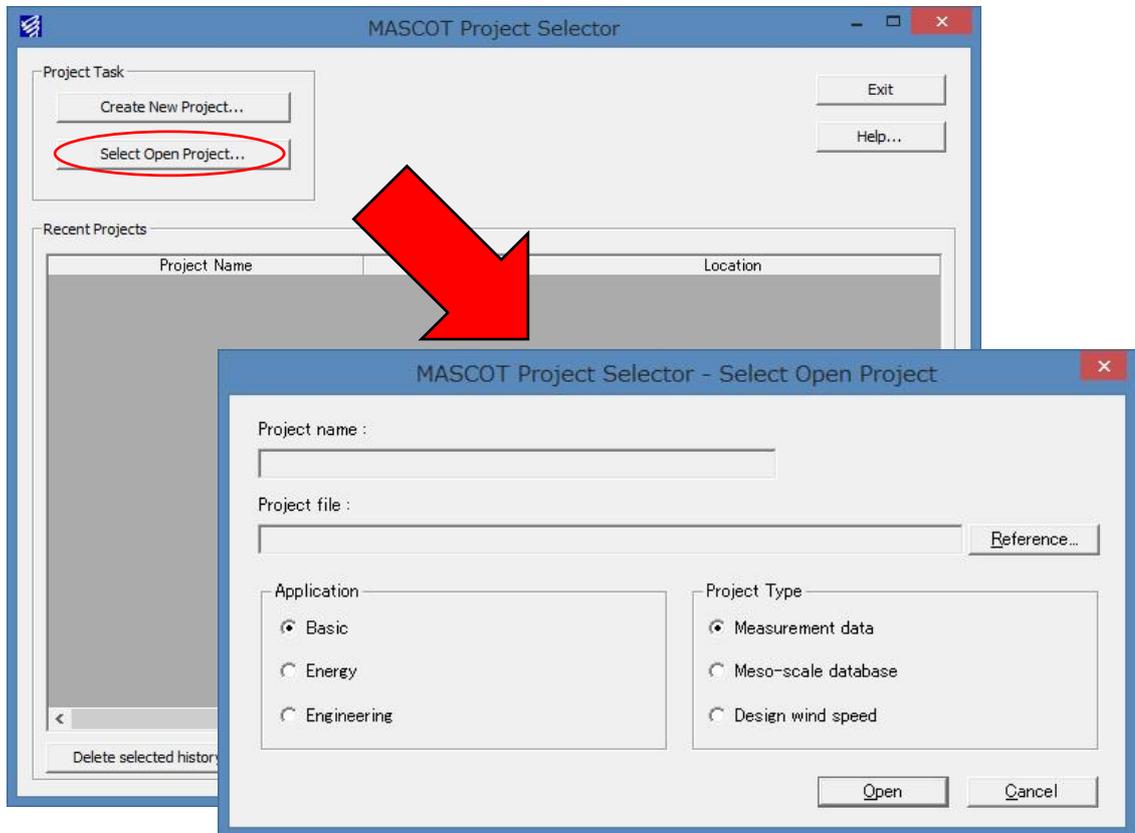


1-3. MASCOT におけるプロジェクトとは

- 1つのプロジェクトは1つのフォルダ（プロジェクトフォルダ）から構成されています。
- プロジェクト関係のファイルは全て、プロジェクトフォルダ内に作成・保存されます。
- プロジェクトフォルダは、エクスプローラー等で任意のフォルダ（ネットワークフォルダを除く）に移動やコピーを行うことが可能です。
- [スタート] - [すべてのプログラム] - [MASCOT] - [MASCOT Project Selector] - [Create New Project] メニューを選択すると、新たなプロジェクト用のフォルダが作成されます。



- ・ 既存のプロジェクトを開くには、[スタート] - [すべてのプログラム] - [MASCOT] - [MASCOT Project Selector] - [Select Open Project] メニューを選択し、プロジェクトフォルダ内の *project.mbc*^{※)} を選択します。
- ※) *project* は任意の文字列



- ・ プロジェクトフォルダは、全ての MASCOT (Basic、Energy、Engineering、Tool) で共通に使用されます。

1-4. 動作環境

動作環境

OS	Windows7 以降 (64bit) (他の OS は動作保証外です)
CPU	1GHz 以上
メモリ	2GB 以上 (解析メッシュ数により異なります)
ハードディスク	2GB 以上の空き容量 (インストールに必要な容量です。データ用に別途必要です)
ディスプレイ	解像度 1024×768 以上
その他	CD-ROM ドライブ USB コネクタ (タイプ A) ×1 (プロテクトキー接続に必須)

推奨環境

CPU	3GHz 以上
メモリ	8GB 以上 (4GB の空き) (4GB の空きで、500～550 万メッシュ程度の解析が可能です)
ハードディスク	100GB 以上の空き容量

1-5. インストールとアンインストール

1-5-1. インストールの前に

<インストールに関するご注意>

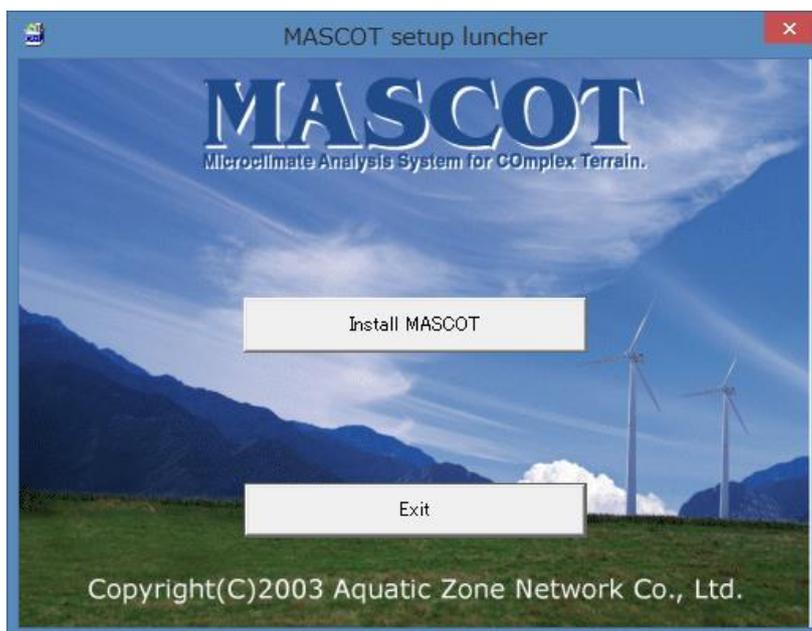
- ・ MASCOT インストールは、必ず「Administrator」または「管理者」権限で行って下さい。
- ・ 既に MASCOT Energy をインストールしている場合は、MASCOT Energy をアンインストールしてからインストールしてください。
- ・ ライセンス・キー・ドライバをインストールする前に、ライセンス・キーをパソコンに接続しないで下さい。

<MASCOT の実行に関するご注意>

- ・ MASCOT の実行は、必ず「Administrator」または「管理者」権限で行って下さい。
その他の権限で実行しますと、正しく機能しない場合がございます。

1-5-2. インストールの概要

1. パソコンの電源を入れ、Windows を起動します。
2. CD-ROM ドライブに、「MASCOT Disk1」の CD を入れます。
自動的にセットアップのタイトル画面が表示されます。



※CD を入れてもセットアップ画面が表示されない

CD-ROM ドライブの自動起動が OFF になっていると、CD を入れてもセットアップが開始されません。その場合は、以下の 2 通りのうち、どちらかを行って下さい。

(A) CD-ROM ドライブを右クリックにより、表示されるメニューを選択

1. スタート画面の[PC]をダブルクリックします。
2. CD-ROM ドライブを右クリックします。
「MASCOT」の CD を入れると、CD-ROM ドライブは「MASCOT」と表示されます。
3. ポップアップメニューから、[Install(I)...]を選択します。

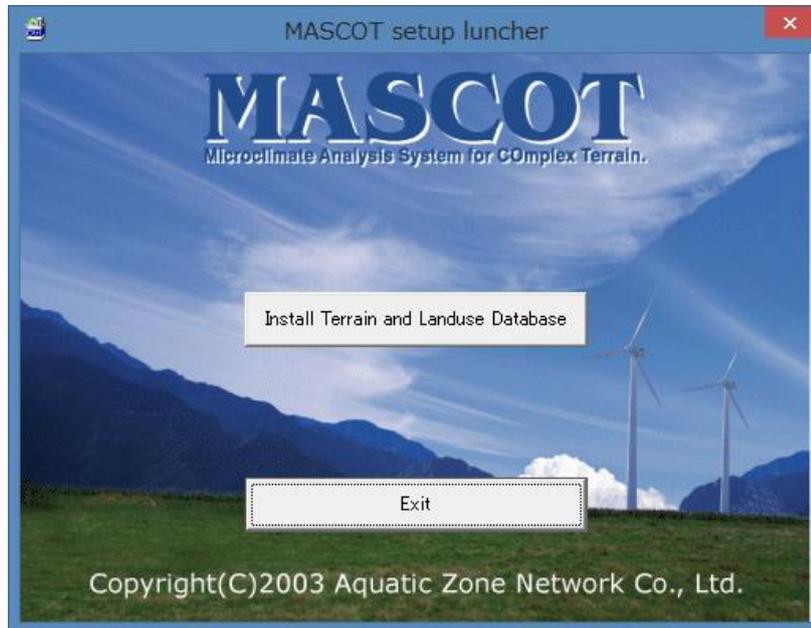
(B) セットアップランチャー(EXE)をダブルクリック

1. スタート画面の[PC]をダブルクリックします。
2. CD-ROM ドライブをダブルクリックします。
3. セットアップランチャー (MASCOTSetup.exe) をダブルクリックする。

3. タイトルメニューより、<Install MASCOT>を選択し、「MASCOT」アプリケーション本体をインストールします。

※インストール手順は、「1-5-4. アプリケーションのインストール」を参照

- 「地図データベース (Terrain and Landuse Database)」をハードディスクにコピーし使用する場合は、CD-ROM ドライブに、「MASCOT Disk2」の CD を入れます。自動的にセットアップのタイトル画面が表示されます。



- タイトルメニューより、<Install Terrain and Landuse Database>を選択しインストールします。

※インストール手順は、「1-5-5. 地図データベース (Terrain and Landuse Database) のインストール」を参照

※地図データベース (Terrain and Landuse Database) のインストールは、ハードディスクを 422MB ほど使用します。必ずインストールする必要はありませんが、「地形データ・粗度データ」を作成する際に使用しますので、ハードディスクに余裕がある場合は、インストールすることをお勧めします。

- 以上で、インストールは完了です。

1-5-3. ライセンス・キーが認識されない場合

1. ファイヤーウォールおよびアンチウイルスをオフにする。
セキュリティソフトにより、 dongle の認証が拒否されている可能性があります。
2. デバイスマネージャーからドライバの更新をする。
ドライバが古い可能性があります。最新のドライバに更新してください。
3. Windows が不適切な TCP/IP ドライバを導入してしまった。
dongle 発行元である Gemalto(セーフネット)様より下記の回答を得ております。

「本エラーは、弊社アプリケーションの問題ではなく、Windows の設定によるもので、不適切な TCP/IP ドライバの導入によって発生する既知の問題です。

修復にはコマンドラインから、下記を実行し、マシンをリブートしてみてください。

```
netsh winsock reset
```

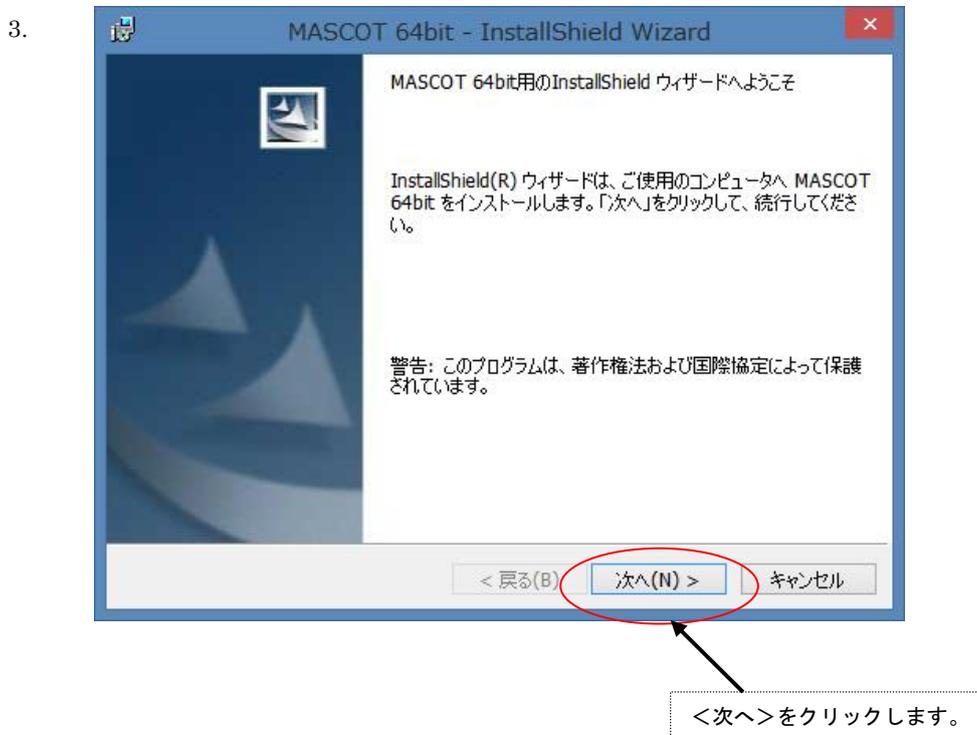
```
netsh int ip reset
```

残念ながら確実に修復するわけではなく、結局 PC の再インストールが必要だったケースもございました。」

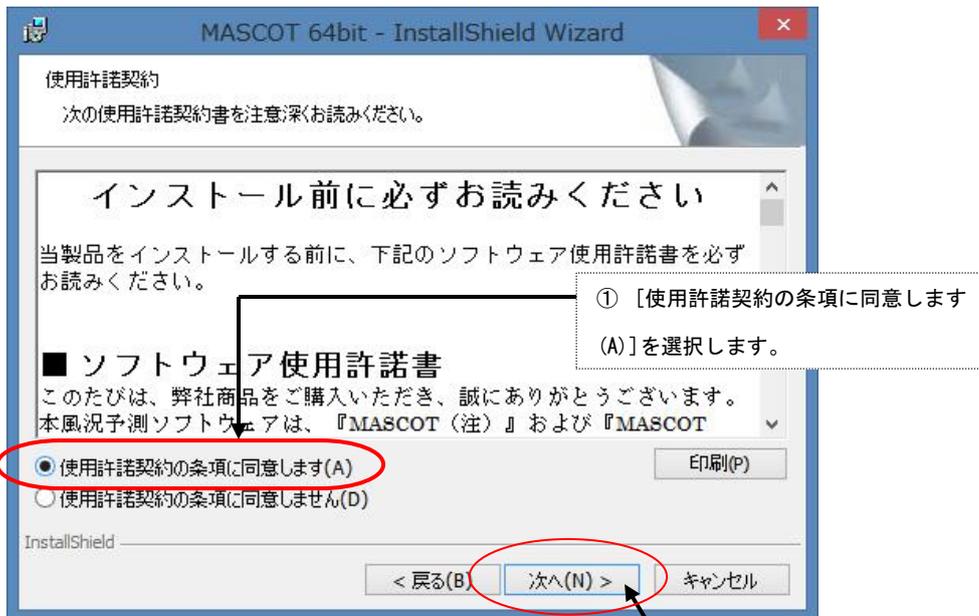
本問題である場合、ソフトウェアの不具合ではなく、Windows の不具合であるため、弊社では対応致しかねます。

1-5-4. アプリケーションのインストール

1. セットアップランチャーのタイトルメニューより、<Install MASCOT>を押すと、「MASCOT」アプリケーション本体のインストールウィザードが起動します。

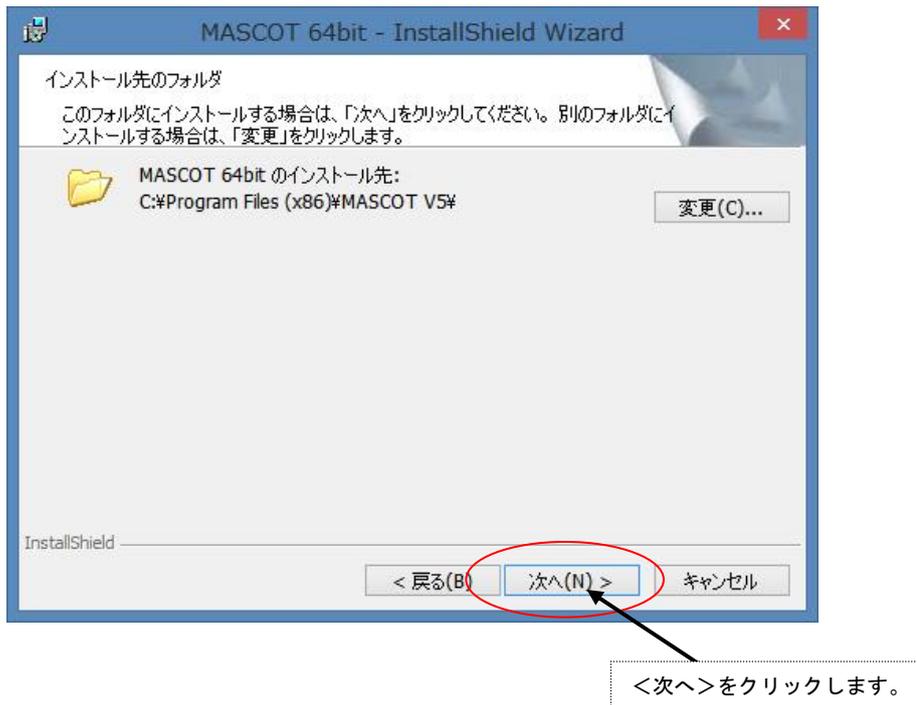


4.



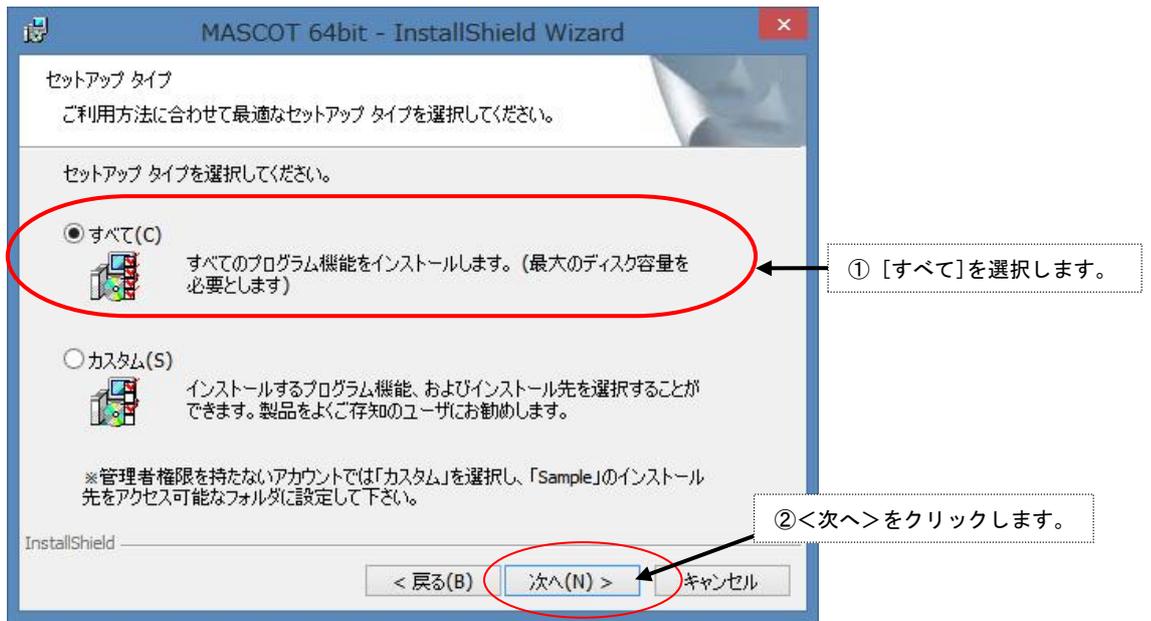
②<次へ>をクリックします。

5.



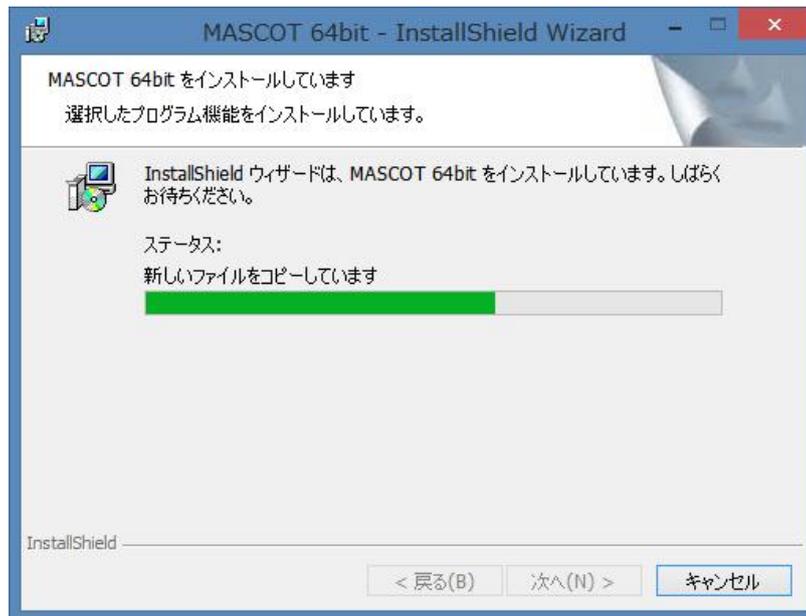
<次へ>をクリックします。

6.

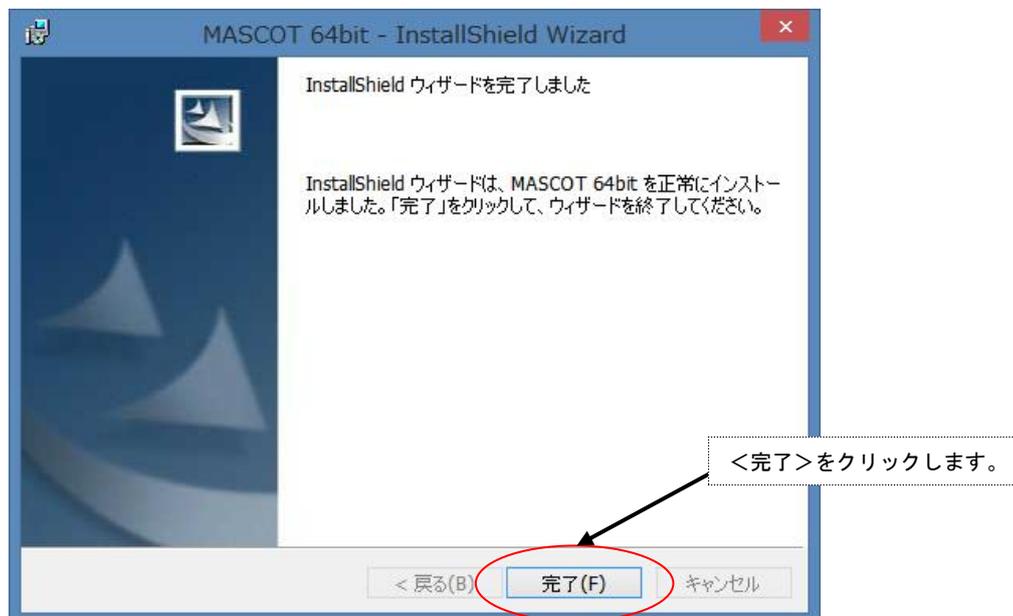


7.





9.

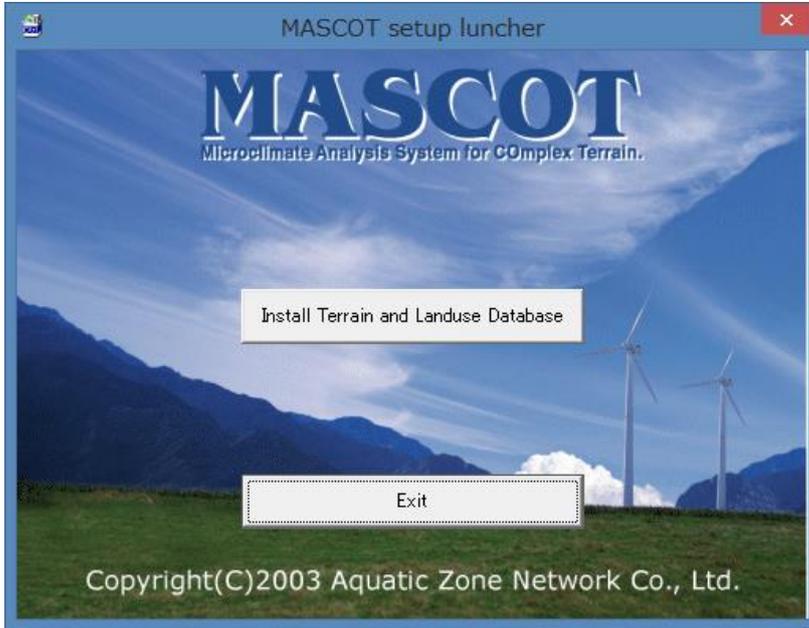


10. インストールが正常終了しますと、Windows の[スタート]メニューの[プログラム]に [MASCOT 64bit] という名前のメニューが作成されます。

以上でアプリケーションのインストールは完了です。

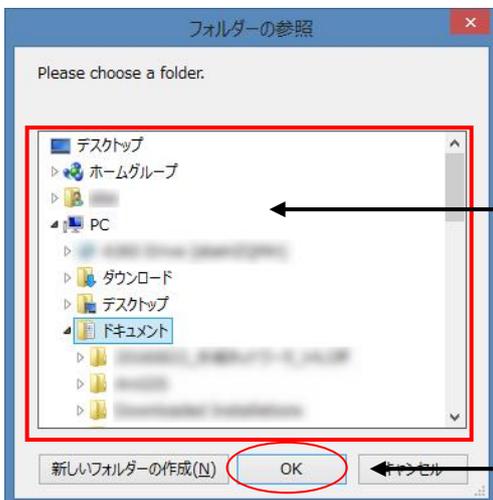
1-5-5. 地図データベース (Terrain and Landuse Database) のインストール

1. セットアップランチャーのタイトルメニューより、<Install Terrain and Landuse Database>を押すと、インストールに必要なハードディスクの空き容量が表示され、インストールの実行に関する問い合わせメッセージが表示されます。



ハードディスクの容量が、表示されたサイズよりも多く空いていることを確認し、<はい>をクリックします。

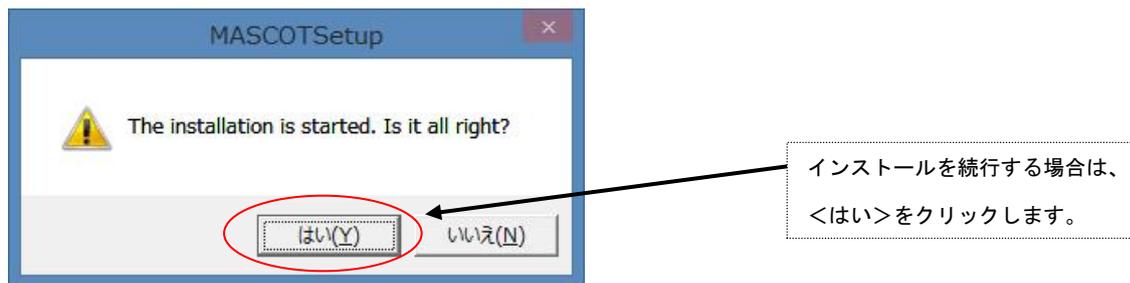
2. 「地図データベース (Terrain and Landuse Database)」のインストール先を指定するダイアログが表示されます。



ここでインストール先を選択します。フォルダを新たに作成する場合は、作成したい場所を選択し、<新しいフォルダの作成>を押して下さい。

<OK>をクリックします。

3. インストールの最終確認メッセージが表示されます。



4. インストールが始まりますので、終了するまでお待ち下さい。



5. 終了のダイアログが表示されましたら、インストール完了です。

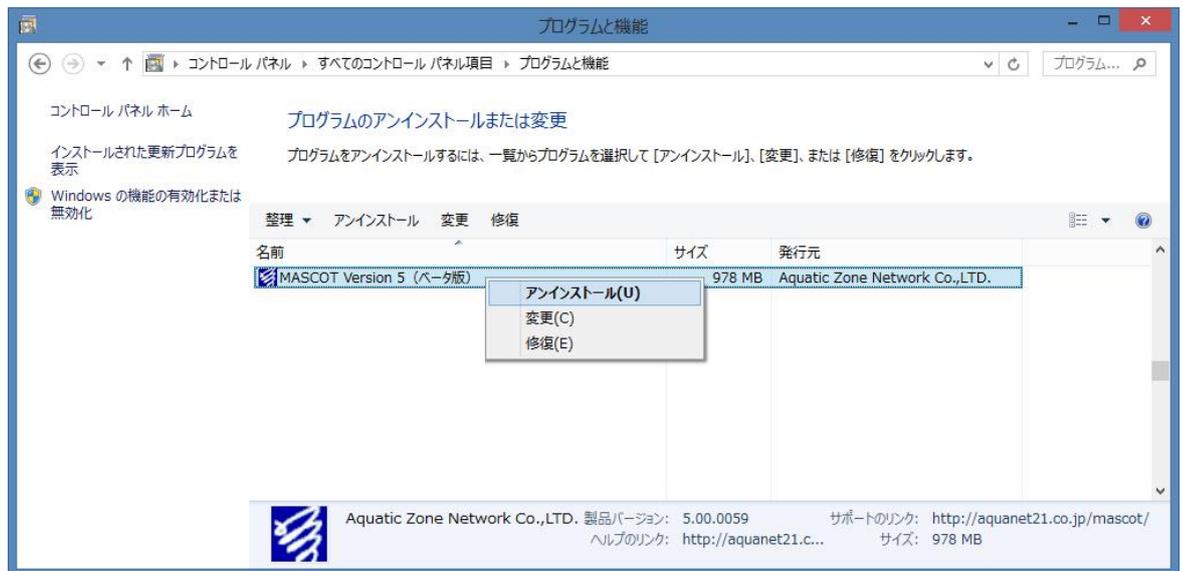


以上で地図データベース (Terrain and Landuse Database) のインストールは完了です。

1-5-6. アンインストール

<アプリケーションのアンインストール>

1. Windows の[スタート]メニューの[設定]から、[コントロールパネル]を開きます。
2. [プログラムの追加と削除]を選択します。
3. 表示されたダイアログのリストから、[MASCOT Version 5 (ベータ版)]を選択し、<アンインストール>を押します。



4. 削除の確認を問い合わせてきますので、<はい>を押します。



5. アンインストールが開始されます。
6. アンインストールが終了すると、終了したことを告げるメッセージが表示されますので、<OK>を選択して、アンインストールを完了します。

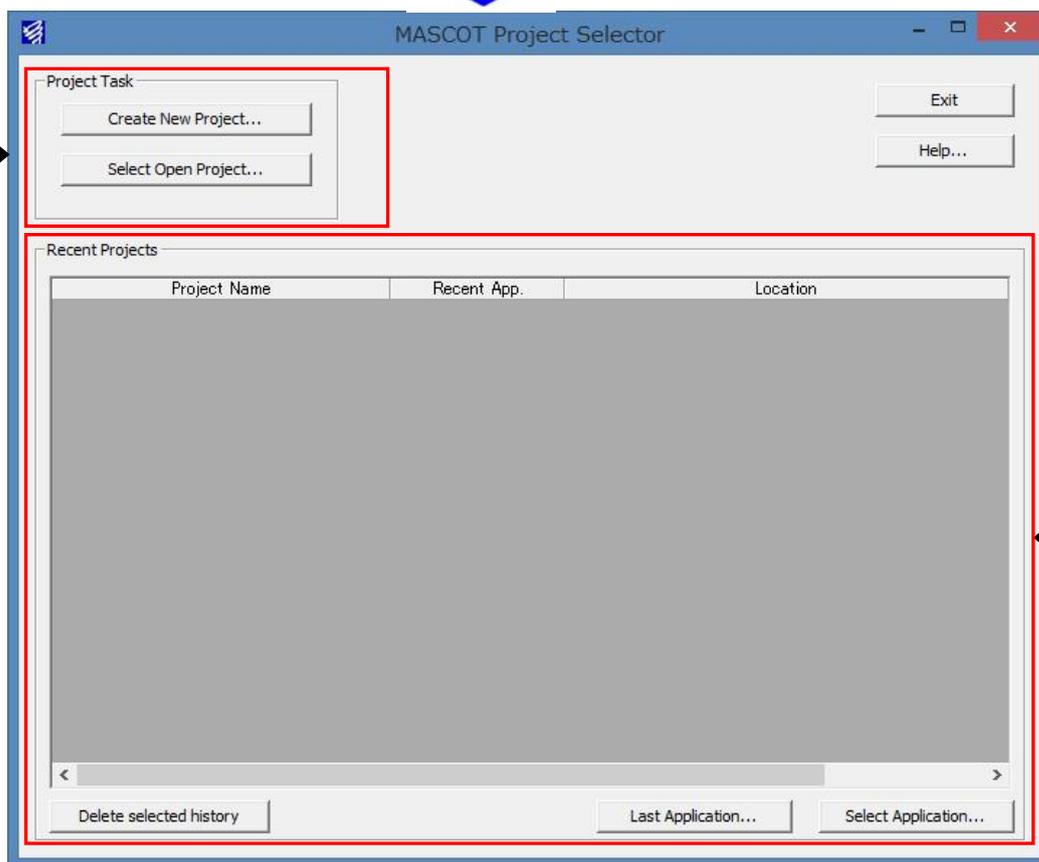
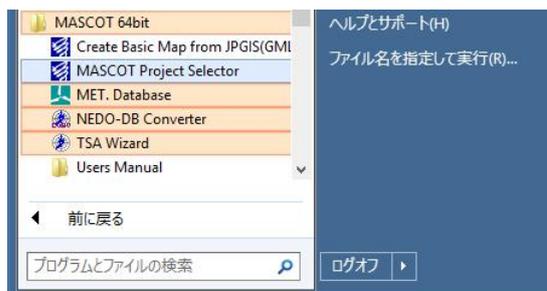
<地図データベース (Terrain and Landuse Database) のアンインストール>

エクスプローラなどにより、インストールしたフォルダを削除して下さい。

1-6. アプリケーションの起動と終了

1-6-1. 起動

1. USB・ライセンス・キーを、USB コネクタに接続します。
2. Windows の[スタート]メニューより、[すべてのプログラム]-[MASCOT]-[MASCOT Project Selector]のメニュー画面より、MASCOT Energy を起動します（下記の流れ図を参照）。



Project Task : プロジェクトの処理方法

 Create New Project : プロジェクト新規作成

 Select Open Project : 既存プロジェクトを開く

Recent Projects : プロジェクトの履歴

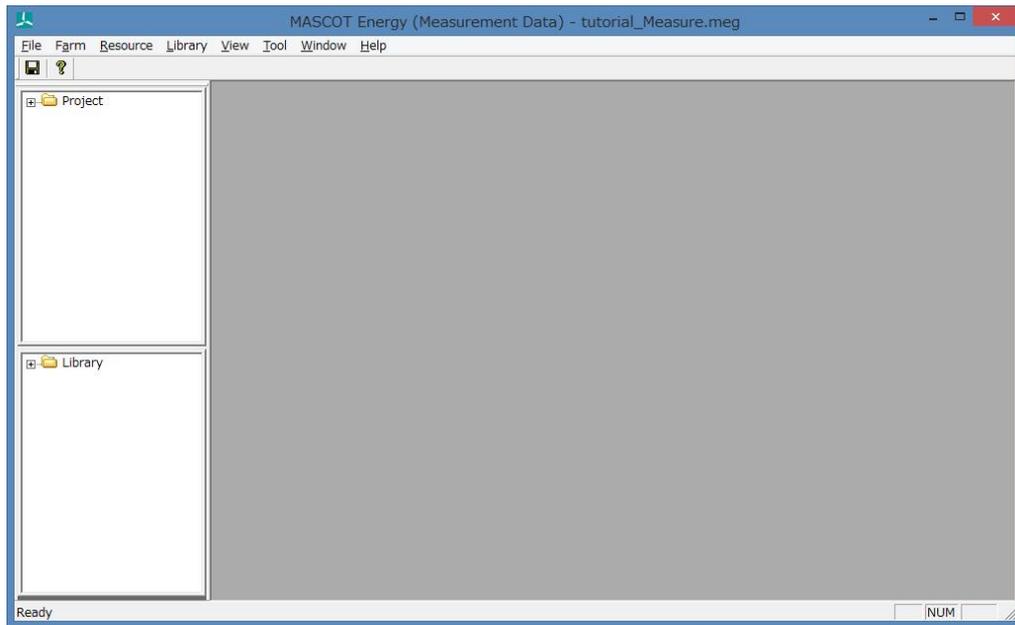
 Project Name : プロジェクト名

 Recent App. : 前回プロジェクトに使用したモジュール

 Location : プロジェクトの場所

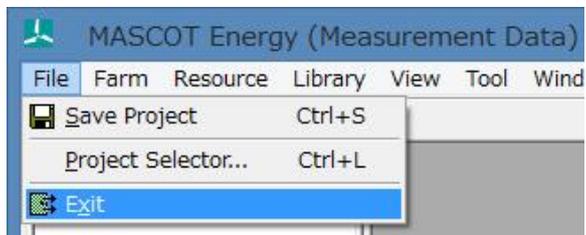
 Last Application : 前回のアプリケーションで開く

 Select Application : アプリケーションを選択して開く



1-6-2. 終了

MASCOT Energy の[File]-[Exit]メニューを選択、もしくはウィンドウの  ボタンをクリックすることにより、MASCOT Energy を終了します。



1-7. 表編集の基本操作

<キーと動作の対応>

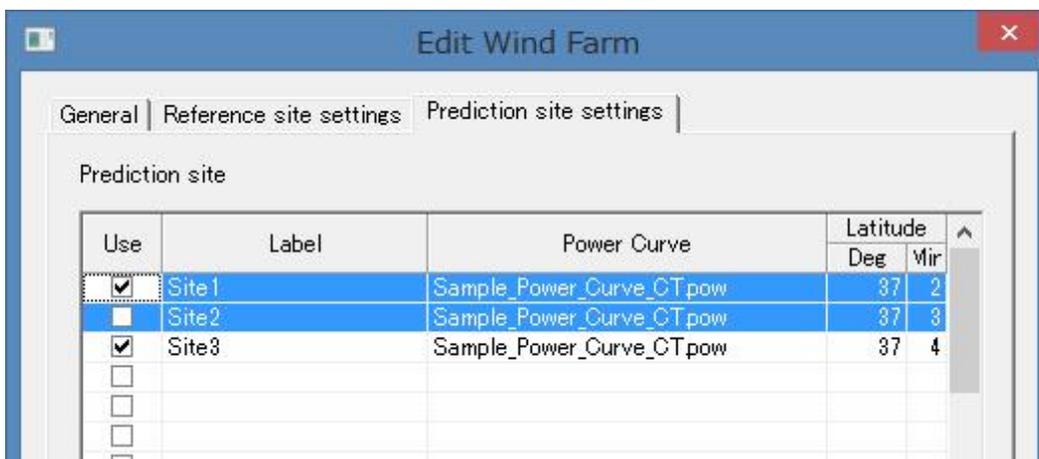
キー	動作
「Ctrl+Insert」	行挿入
「Ctrl+Delete」	行削除
「Ctrl+C」	選択部分をコピー
「Ctrl+V」	コピーした内容を挿入
「Ctrl+E」	コピーした内容を貼り付け

<操作例：行コピー>

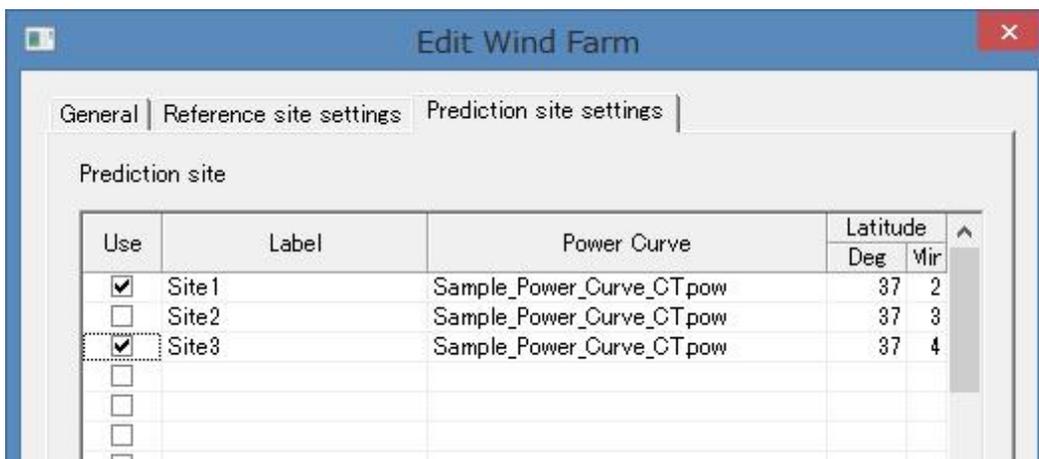
1. コピーしたい行をマウスでドラッグして選択

選択された行が反転表示される

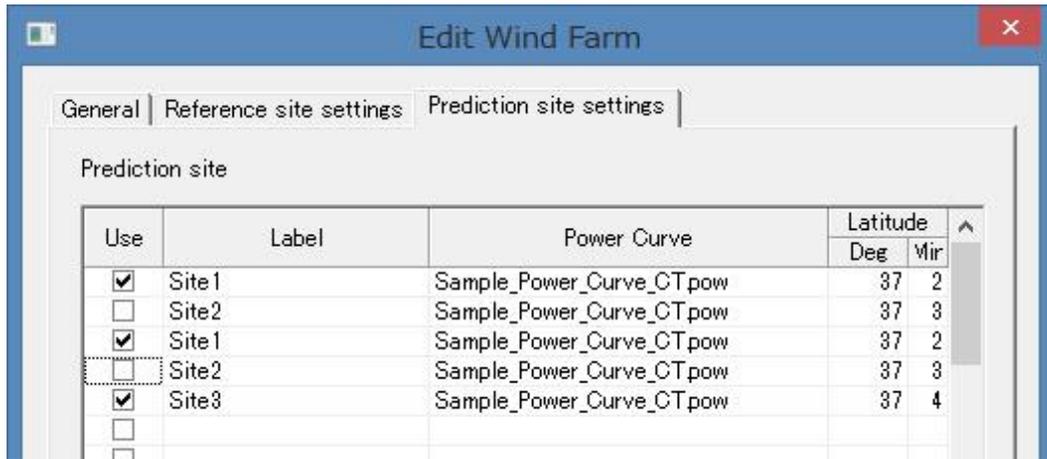
「Ctrl+C」を押します



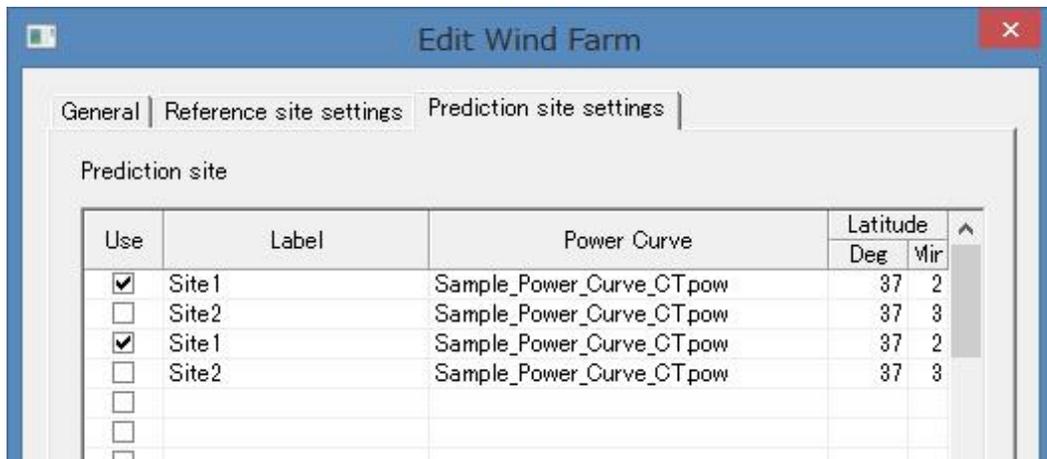
2. 挿入したい行をマウスで選択



3. 行追加の場合：「Ctrl+V」を押します



4. 行上書きの場合：「Ctrl+E」を押します



第2章 Quick Start Tutorial (解析手順)

本章では、MASCOT Energy の基本的な使い方を理解するために、簡単な例を用いて説明します。

第2章 Quick Start Tutorial (解析手順)	2-1
2-1. 例題の解説	2-2
2-2. MASCOT Energy による発電量予測の手順	2-3
2-3. MASCOT Energy の起動	2-4
2-4. プロジェクトの選択	2-5
2-5. 風況ファイルの登録	2-8
2-5-1. 時系列データから、風況ファイルを作成・登録	2-8
2-5-2. 気象モデルデータのコンバートによるファイルの作成・登録	2-15
2-5-3. 作成済みの風況ファイル (*.mwt、*.tab) の登録	2-18
2-6. パワーカーブの登録	2-22
2-6-1. インポート[Import]メニューによる登録方法	2-22
2-6-2. ドラッグ&ドロップによる登録方法	2-24
2-7. Wind Farm ケースの解析	2-26
2-7-1. 新規ケースの作成	2-26
2-7-2. 観測および予測地点の確認	2-30
2-7-3. 解析	2-32
2-7-4. 解析結果の表示	2-34
2-8. Resource ケースの解析	2-38
2-8-1. 新規ケースの作成	2-38
2-8-2. 解析	2-43
2-8-3. 解析結果の表示	2-44
2-9. プロジェクトの保存	2-50

2-1. 例題の解説

MASCOT Energy による発電量予測を下図に示す青森県竜飛崎を例として説明します。ここでは、灯台の南約 200m の地点を対象とし、ハブ高さ 50m の風車を建設することを想定しています。観測地点の時系列データとしては、竜飛崎灯台の地上高 20m の風速計における 1997 年の風向・風速データを用います。

例題におけるプロジェクト名は、"tutorial_meso"とし、プロジェクトの作成場所は

"C:\Users\ユーザー名\Documents\MASCOT_Samples\tutorial"とします。(ユーザー名)



図 2-1 発電量予測の例題地点

2-2. MASCOT Energy による発電量予測の手順

風車設置地点の風況や発電量を得るには、MASCOT Basic による気流予測で得られた観測地点と風車設置地点との風速比および風向変化を用いて、MASCOT Energy を使用し、観測地点の時系列データを統計処理した風況データから求めます。

手順：

共通

1. MASCOT Project Selector を起動します。
2. MASCOT Energy のプロジェクトを選択します。
3. [Library]-[Observation]で風況ファイルを登録します。
4. [Library]-[Power Curve]で風車のパワーカーブを登録します。

Wind Farm 解析の場合

5. [Farm]-[Create New...]で Wind Farm の観測地点と予測地点の設定を行います。
6. 観測地点、予測地点の確認を行います。
7. 発電量の計算をします。
8. [View Total Result...]または[View Result Site...]で計算結果を表示します。

Resource 解析の場合

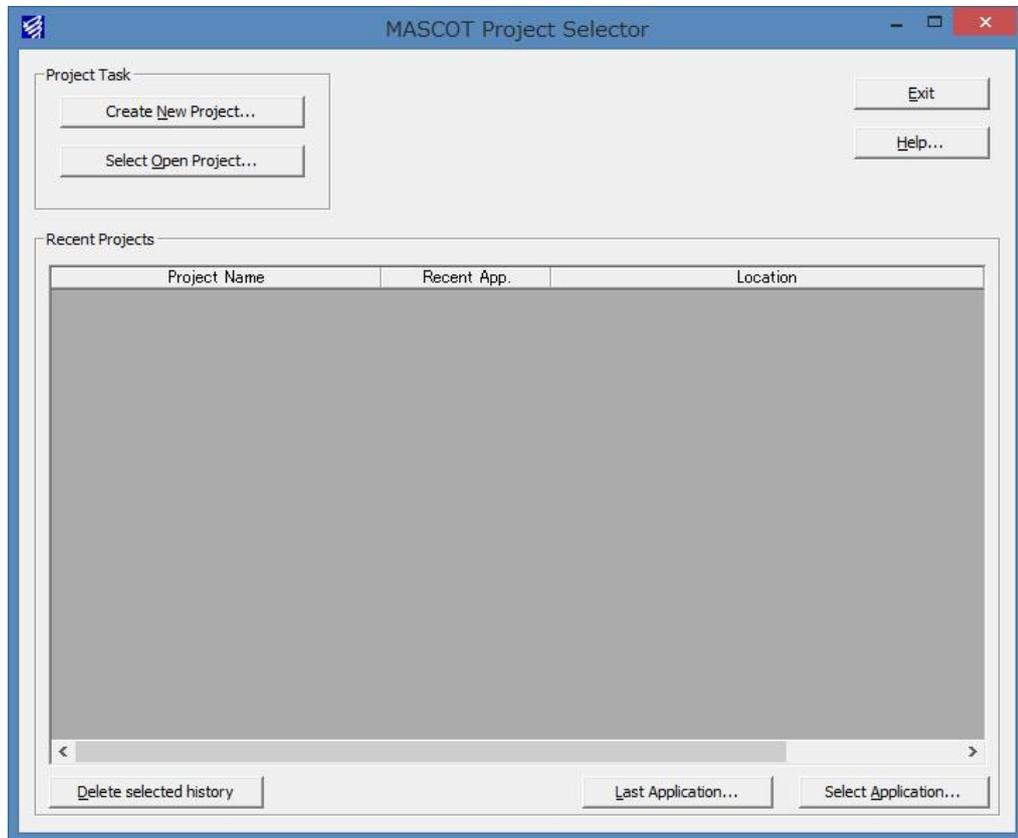
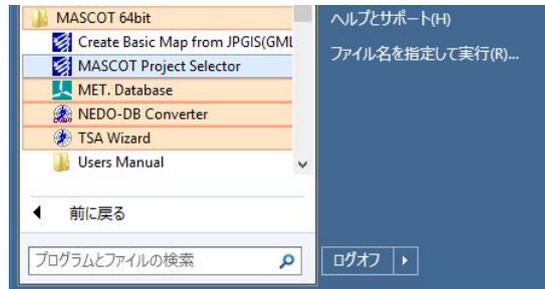
9. [Resource]-[Create New...]で Resource の観測地点と予測領域を設定します。
10. 発電量の計算をします。
11. [View Result...]で計算結果を確認します。

共通

12. プロジェクトの保存。

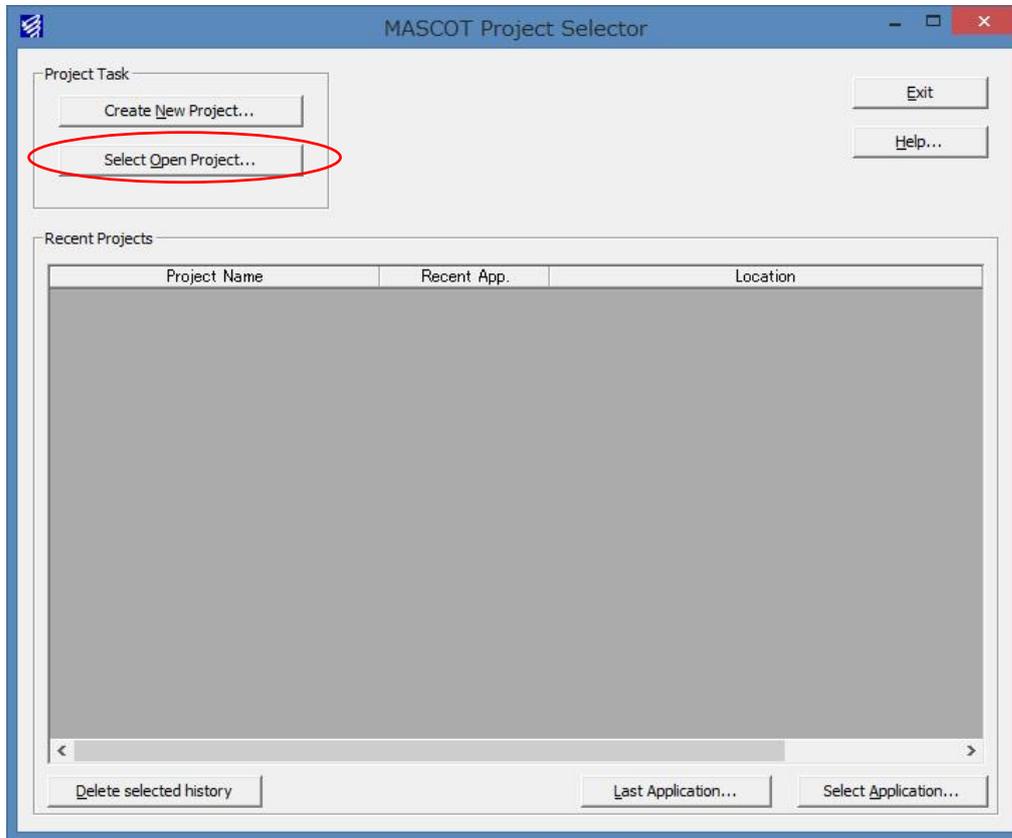
2-3. MASCOT Energy の起動

Windows の「スタート」メニューより、[すべてのプログラム]-[MASCOT]-[MASCOT Project Selector]を選択、MASCOT Project Selector を起動します。



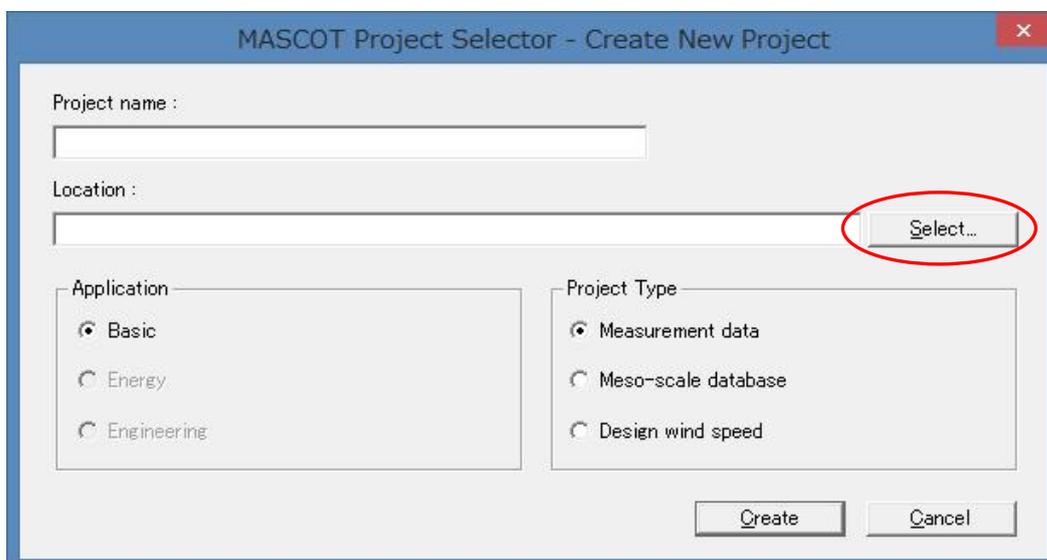
2-4. プロジェクトの選択

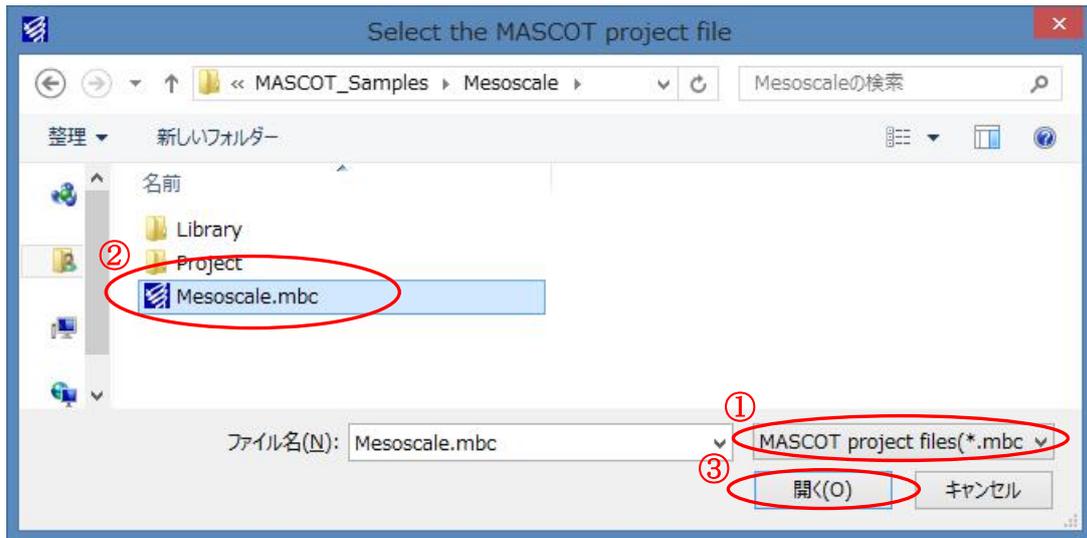
1. [Select Open Project]メニューを選択します。



2. 表示されたダイアログで計算結果ファイルを指定します。

<Reference ...>ボタンを押すと、ファイル選択ダイアログが表示されます。ここで、MASCOT Basic の計算結果ファイルを選択します。

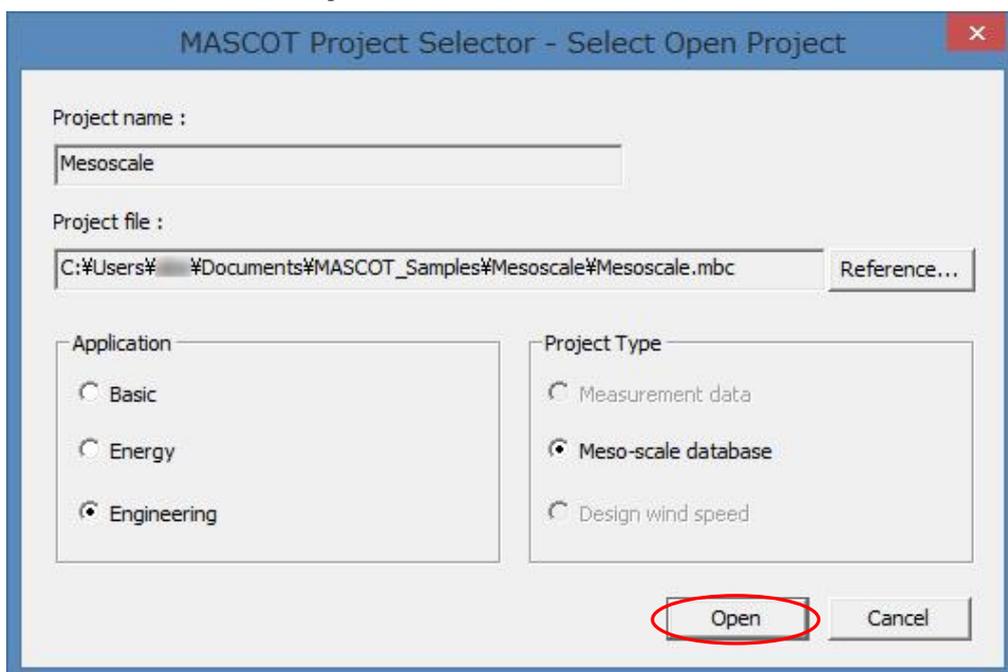




- ①ファイルの種類は“MASCOT project files(*.mbc)”（デフォルト設定）とします。*1
- ②MASCOT Basic のプロジェクトファイルを選択します（この例では”Mesoscale.mbc”です）。
- ③<開く>を押します。

※ 1 :MASCOT Energy のプロジェクトを新規作成する場合は、MASCOT Basic のプロジェクトファイル (*.mbc) を選択します。次回、MASCOT Energy のプロジェクトを選択する場合は、MASCOT Basic (*.mbc)、MASCOT Energy (*.meg) どちらのプロジェクトファイルを選択してもかまいません。

- 3. アプリケーションとプロジェクト種類を選択して [Application] を [Energy]、[Project Type] を [Meso-scale database] と選択し、<Open>を押します。



3. これで、選択されたアプリケーションが開かれます。タイトルバーには選択されたプロジェクトタイプおよびファイル名が表示されます。

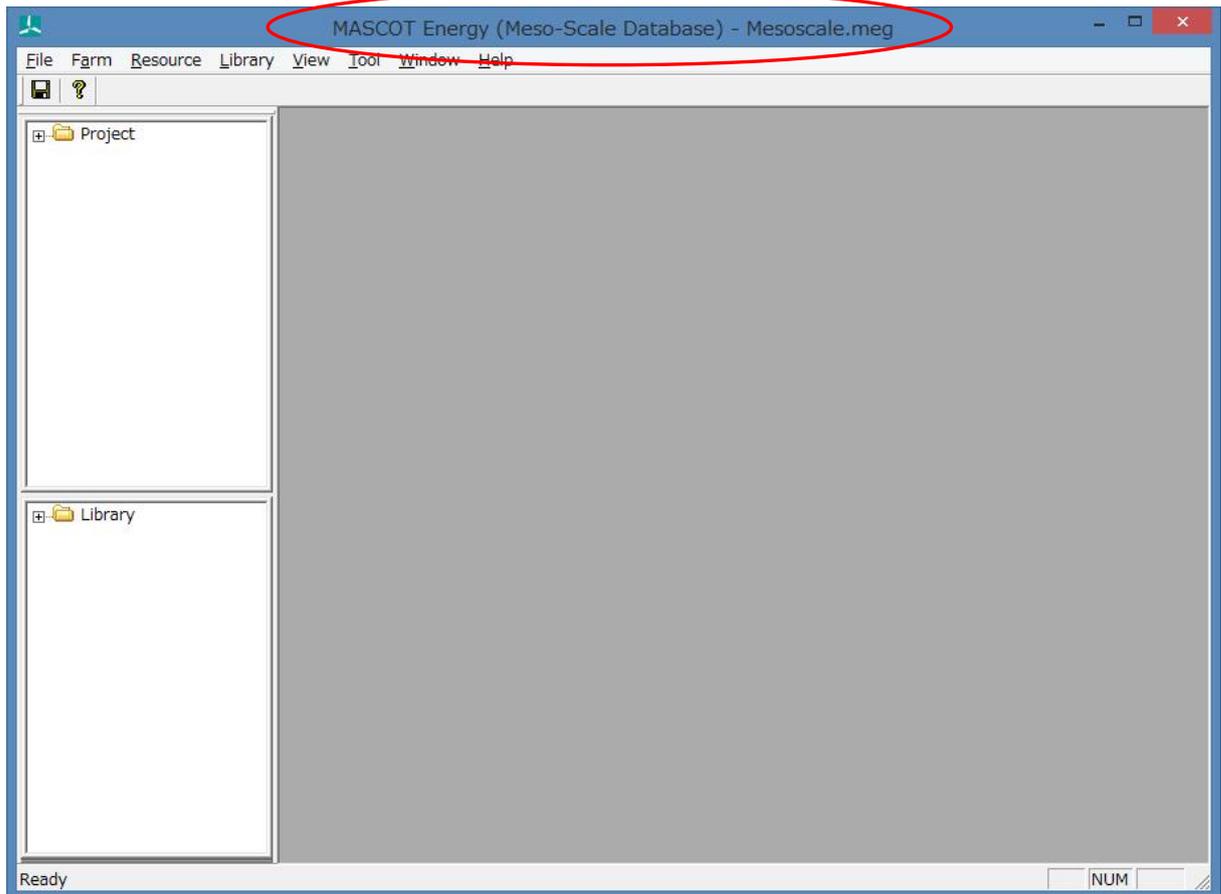
この例では、

データタイプ : Meso-scale Database ※2

ファイル名 : Mesoscale.meg

となっています。

※2 : MASCOT Project Selector の[Create New Project...]で作成したプロジェクトタイプ



次回から、作成されたプロジェクトファイル (*.meg) を MASCOT Project Selector 起動画面の履歴をダブルクリックすることにより、プロジェクトを開くことができます。

2-5. 風況ファイルの登録

風況ファイルをライブラリに登録します。登録は、以下の3つの方法で行えます。

- (1) 時系列データから、風況ファイルを作成・登録。
- (2) 気象モデルデータベース (Meso-scale database) のデータコンバータによる登録。
- (3) 作成済みの風況ファイル (*.mwt : Mascot フォーマット、*.tab : WAsP フォーマット) の登録。
 - A) インポート[Import...]メニューによる登録。
 - B) ドラッグ&ドロップによる登録。

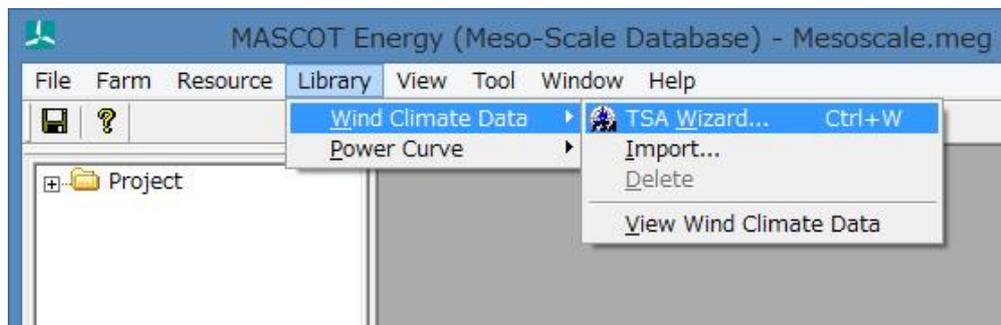
2-5-1. 時系列データから、風況ファイルを作成・登録

ツール[TSA Wizard...]を利用し、観測地点の時系列データ (csv形式、“,”区切り) から、風況ファイルを作成し登録を行います。

※設定方法の詳細は(3-6-1. [TSA Wizard]ツール)を参照してください。

(1) [TSA Wizard]を起動します。

ツールバーの[Library]-[Wind Climate Data]-[TSA Wizard...]メニューを選択、または Library ツリー上から [Wind Climate Data]を右クリックで[TSA Wizard...]を選択します。

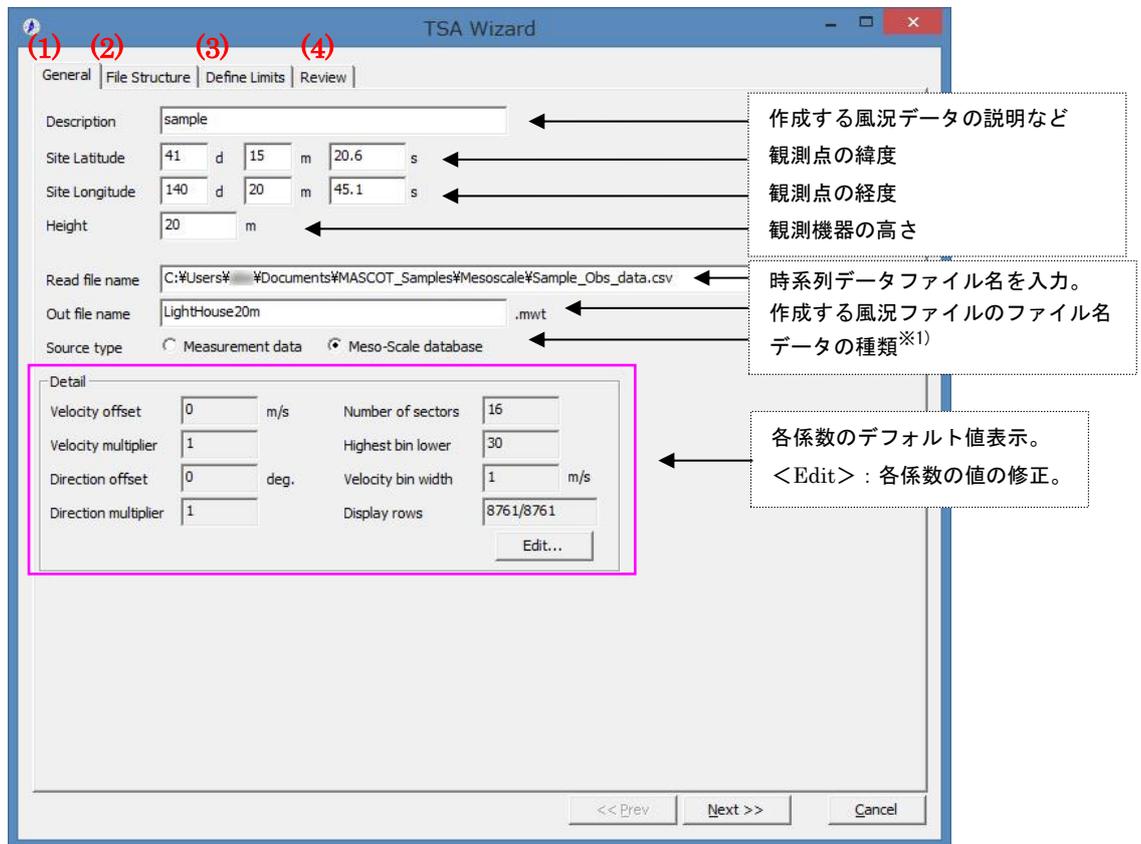


または



(2) [General]タブで全般の設定を行う

作成する風況ファイルについての説明や、緯度経度、高さ、時系列データファイルの指定など、全般の設定を行います。



- ・ <Next>> : 次のタブ[File Structure]に進みます。
- ・ <Cancel> : 風況ファイルを作成せずに、[TSA Wizard]を終了します。

※1)プロジェクトタイプと同じソースタイプを選択します。

(3) [File Structure]タブで時系列データの設定をおこなう

時系列データを読み込み、風況ファイルに必要なデータ部分の指定を行います。

[General]タブの[Read file name]で指定した時系列ファイルの中身が表示されます

	Col1	Col2	Month	Day	Hour	Minute	Velocity	Direction
1	order	year	month	day	hour	minute	wind_speed	wind_dir...
2	1	1997	1	1	0	20	9	270
3	2	1997	1	1	1	20	10	270
4	3	1997	1	1	2	20	10	292.5
5	4	1997	1	1	3	20	8	292.5
6	5	1997	1	1	4	20	5	202.5
7	6	1997	1	1	5	20	6	202.5
8	7	1997	1	1	6	20	3	225
9	8	1997	1	1	7	20	3	180
10	9	1997	1	1	8	20	2	180
11	10	1997	1	1	9	20	99.9	9999.9
12	11	1997	1	1	10	20	2	90
13	12	1997	1	1	11	20	3	112.5
14	13	1997	1	1	12	20	5	112.5
15	14	1997	1	1	13	20	6	67.5
16	15	1997	1	1	14	20	8	67.5
17	16	1997	1	1	15	20	8	67.5
18	17	1997	1	1	16	20	9	112.5
19	18	1997	1	1	17	20	9	112.5

First: 2, Display: 8761/8761

Last: First row to end of file First row to last row 8761

Year column: 0
 Day column: 4
 Minute column: 6
 Velocity column: 7

Month column: 3
 Hour column: 5
 Direction column: 8
 Time definition: end

<< Prev Next >> Cancel

時系列ファイルの読み込み開始行と終了行を指定します。開始行および終了行で指定した行以外は、グレーで塗りつぶされます。

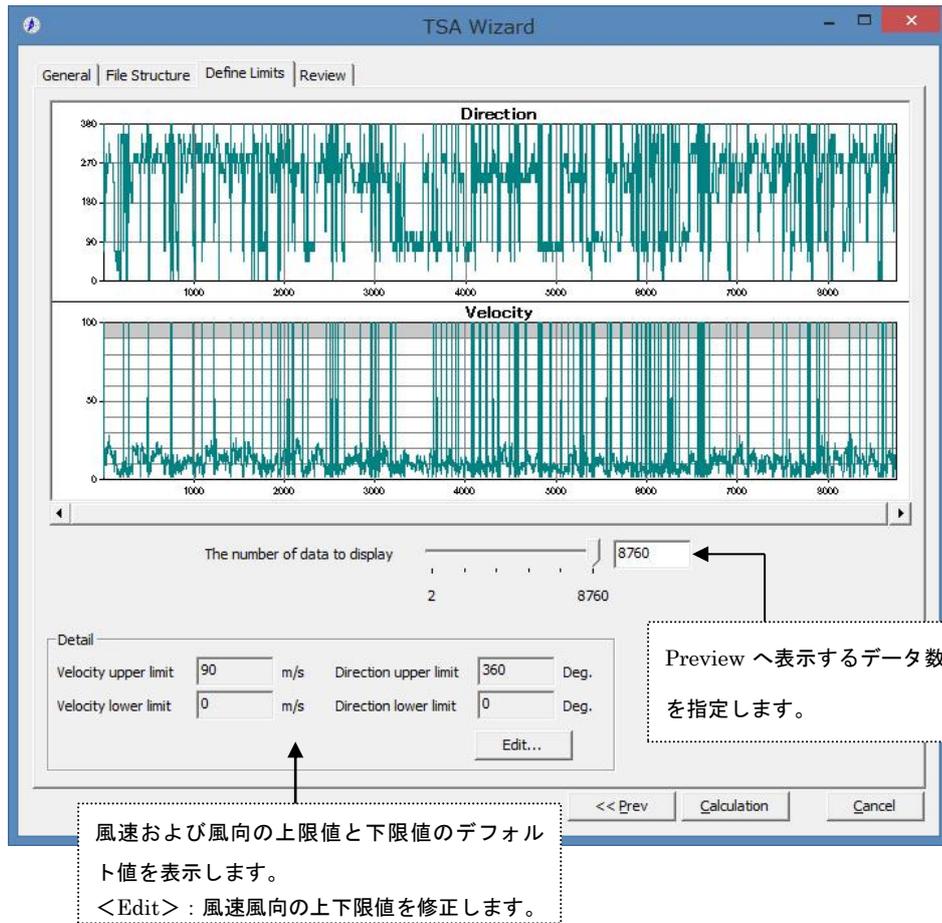
- First row to end of file : 選択した場合は、ファイルの最後まで風況ファイル作成に用います。
- First row to last row : 選択した場合は、指定した行まで風況ファイル作成に用います。

風速データ列、風向データ列、年データ列、月データ列、日データ列、時データ列、分データ列を指定します。列の指定を行うと、表示した画面の指定した列の色が変わります。

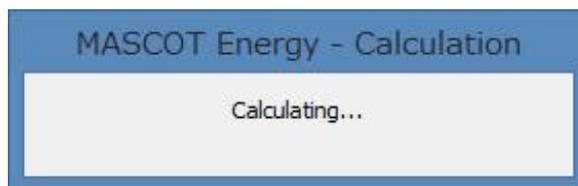
- << Prev > : 前のタブ[General]に戻ります。
- < Next >> : 次のタブ[Define Limits]に進みます。
- < Cancel > : 風況ファイルを作成せずに、[TSA Wizard]を終了します。

(4) [Define Limits]タブで風速の情報を設定する

風速、風向の上限値、下限値を設定します。



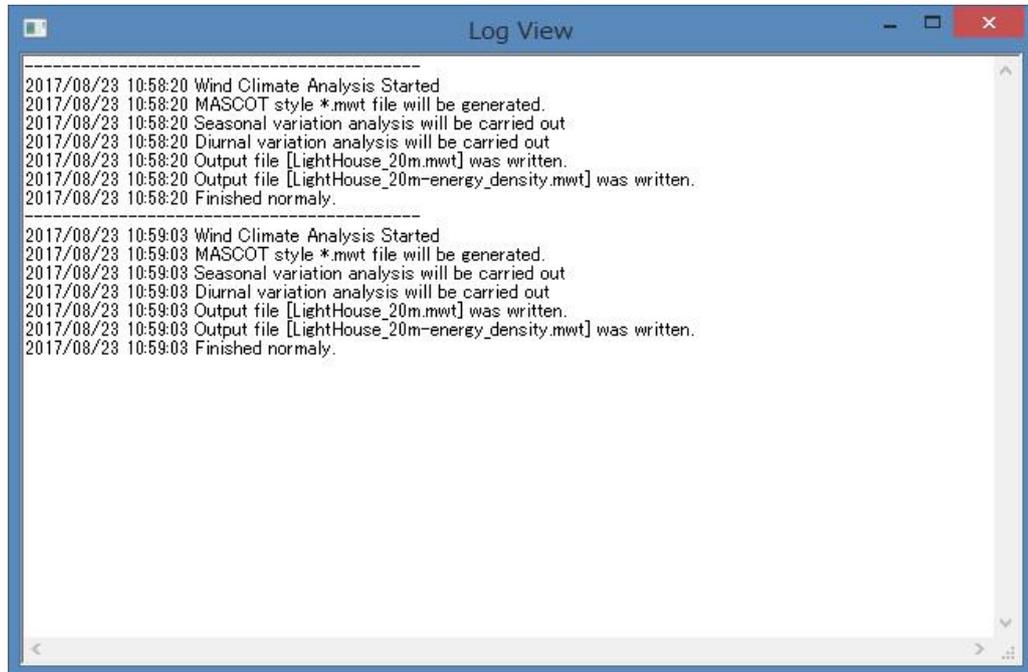
- << Prev > : 前のタブ ([File Structure]) に戻ります。
- < Calculation > : 時系列データから風況ファイルを作成します。
- < Cancel > : 風況ファイルを作成せずに、[TSA Wizard]を終了します。



計算終了後、以下の画面が表示されます。

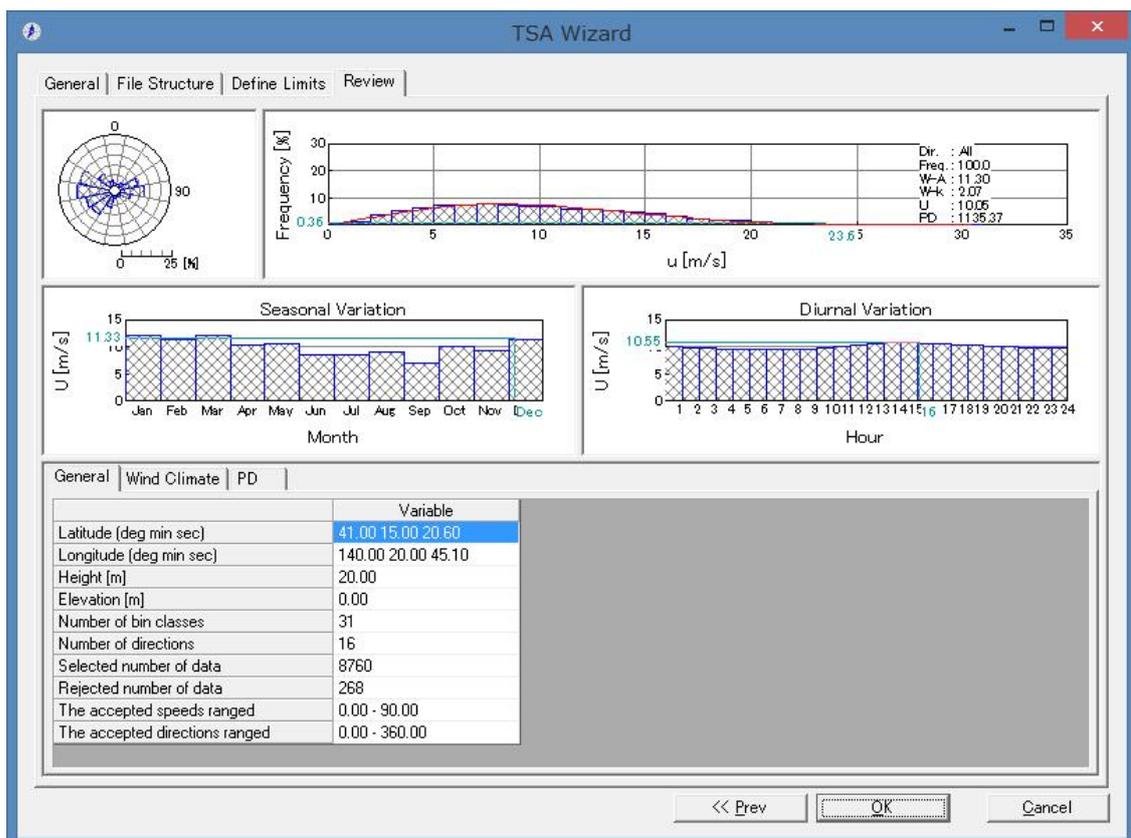


- < OK > : [Review]タブに移動します。
- < View log > : 下図のように計算のログ画面が表示されます。



(5) [Review]タブで解析された風況ファイルを確認する

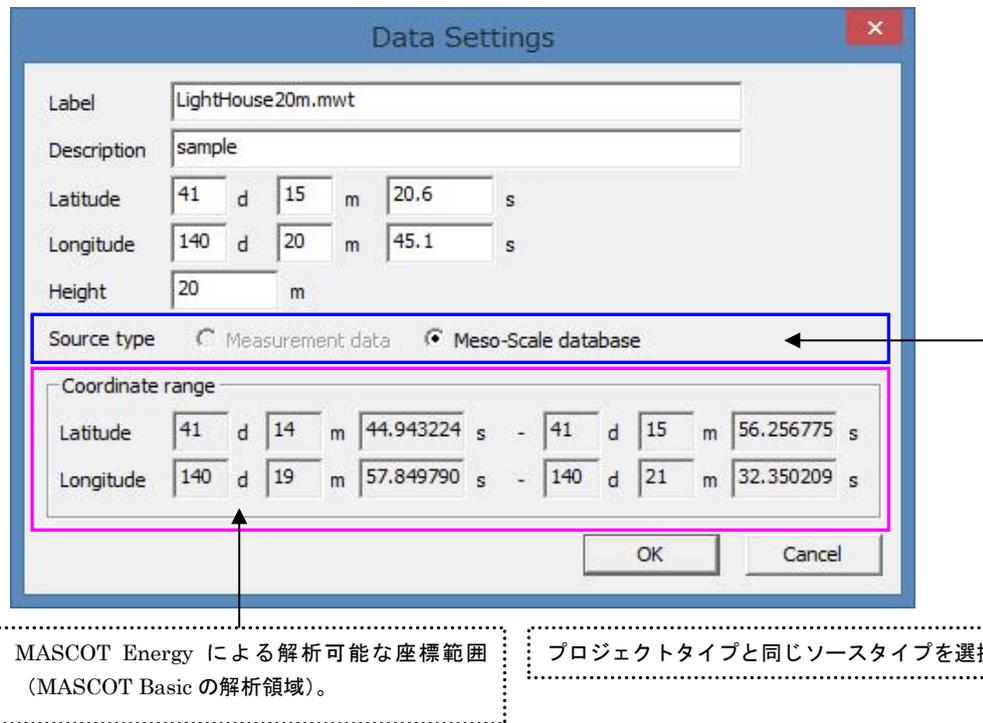
解析された風況ファイルを表示します。



- <<Prev> : 前のタブに戻ります。
- <OK> : 解析データの保存を行います。
- <Cancel> : 風況ファイルを作成せずに、[TSA Wizard]を終了します。

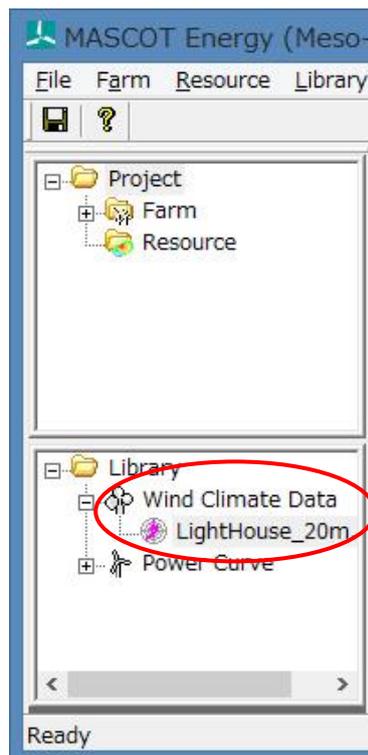
(6) 登録情報の表示・修正

上記(4)の[TSA Wizard]画面で<OK>を押下すると、ダイアログボックスに(1)の[General]タブで設定した観測位置情報などが表示されます。修正が必要な場合は、パラメータを再入力することにより修正します。

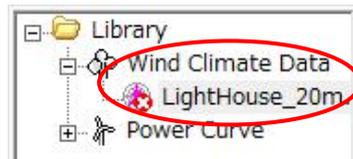
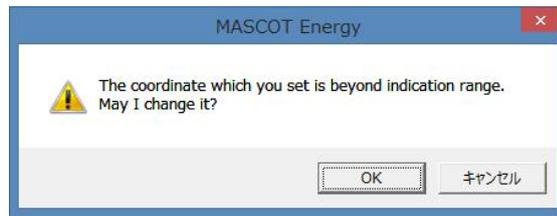


- ・ <OK> : 観測データの登録
- ・ <Cancel> : 風況ファイルを作成せずに、[TSA Wizard]を終了します。

- a) 設置点が解析可能な座標範囲内にあった場合、下図のように[Library]-[Wind Climate Data]に登録されます。



- b) 設置点が解析可能な座標範囲外になった場合と、プロジェクトタイプと観測データのソースタイプが合わない場合は、下記のメッセージが表示され、解析不可能状態で登録されます。



2-5-2. 気象モデルデータのコンバートによるファイルの作成・登録

気象モデルデータベースを使用する場合、「局所風況マップ」からダウンロードした風況ファイルを [Tool]-[NEDO-DB Converter] を使ってコンバートします。(詳細は 3-6-3 を参照)

※[Project Type]が[Meso-Scale database]の時のみ使用可能です。

①の風配図数値データの
情報一覧

②のワイブル係数 K データの
エリア範囲

③のワイブル係数 C データの
エリア範囲

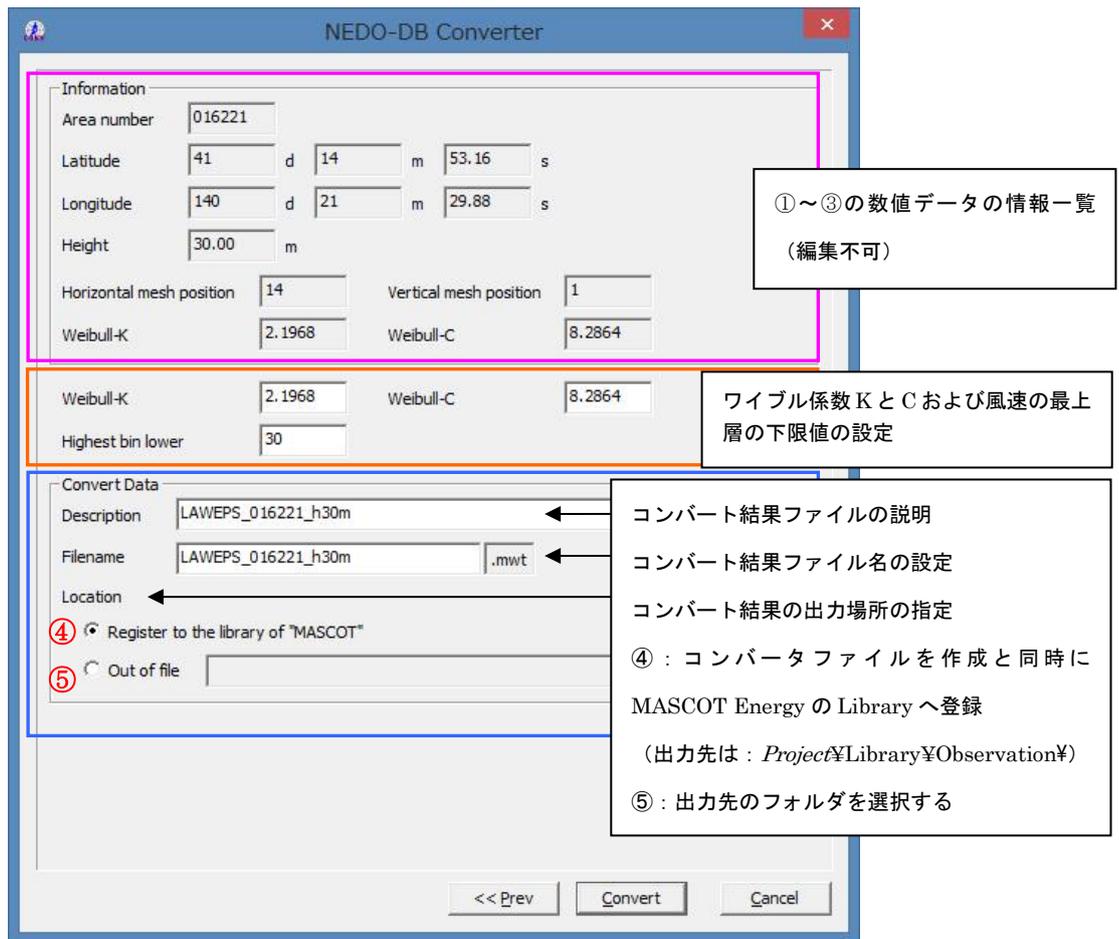
局所風況マップからダウンロードした NEDO-DB 風況データ所在ファイルの設定

- ① 風配図数値データ
- ② ワイブル係数 K
- ③ ワイブル係数 C

①の風配図数値データとおなじフォルダにワイブル係数 K およびワイブル係数 C データが格納されている場合、<Search>によるファイル名の設定ができます。

※ 付属のサンプルデータは日本測地系（平成 16 年度版）のデータです。
現在ダウンロード可能なデータは世界測地系ですのでご注意ください。

<Next>で次の設定画面へ



④を選択した場合、コンバータ結果ファイル (*.mwt) を直接 MASCOT Energy の Library に登録されます。

(観測データ (Measurmnt) の場合のアイコンは )

気象データ (Meso-scale) の場合のアイコンは )



⑤で出力フォルダを設定した場合、2-5-3. で説明した[Library]-[Wind Climate Data]-[Import...]による登録ができません。

- <<Prev> : 前の設定画面に戻ります。
- <Convert> : コンバートを実行します。
- <Cancel> : コンバートをせずに終了します。

<Convert>で実行すると、確認画面が表示されます。

Data Settings

Label: LAWEPS_016221_h30m.mwt

Description: LAWEPS_016221_h30m

Latitude: 41 d 14 m 53.16 s

Longitude: 140 d 21 m 29.88 s ※1

Height: 30 m

Source type: Measurement data Meso-Scale database

Coordinate range

Latitude: 41 d 14 m 44.943224 s - 41 d 15 m 56.256775 s

Longitude: 140 d 19 m 57.849790 s - 140 d 21 m 32.350209 s

OK Cancel

※1：風況マップは、平成16年度版では日本測地系でしたが、平成18年度版以降は世界測地系になっているため、登録する時は日本測地系を入力してください。

2-5-3. 作成済みの風況ファイル (*.mwt、*.tab) の登録

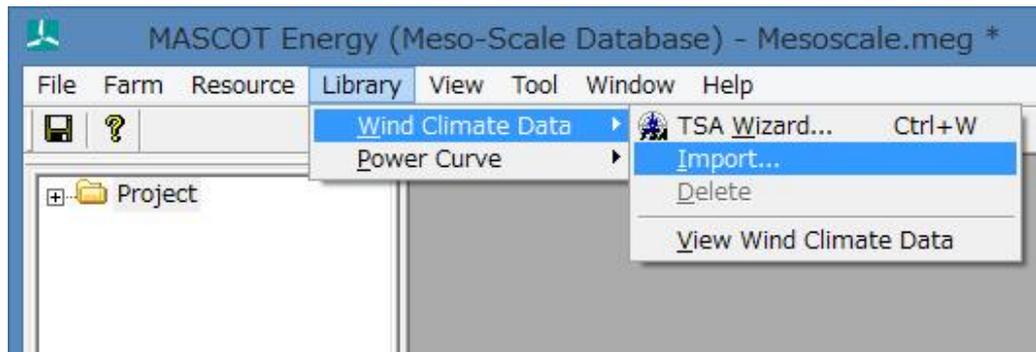
作成済みの風況ファイル (*.mwt : Mascot フォーマット、*.tab : WAsP フォーマット) の登録方法は

1. インポート機能を使用して登録する方法
2. ドラッグ&ドロップにより登録する方法

の2種類があります。

1. インポート[Import]メニューによる登録の方法

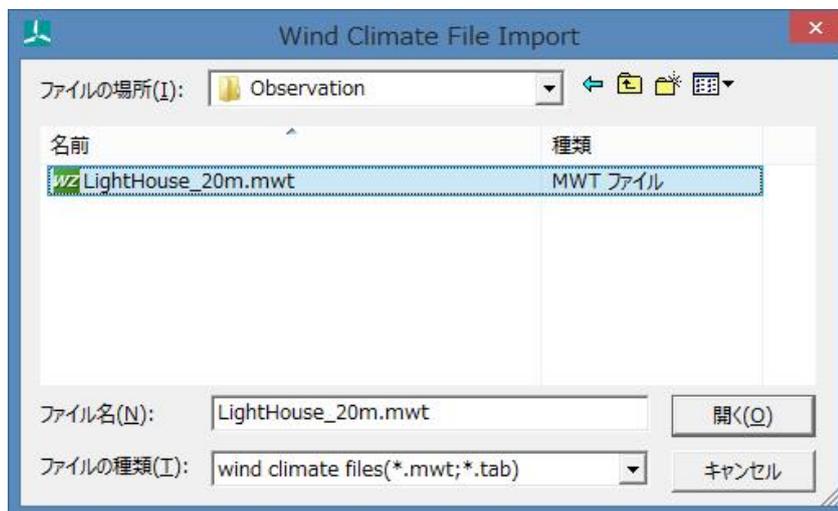
① ツールバーの[Library]-[Wind Climate Data]-[Import...]メニューを選択します。



または、Library ツリーの[Wind Climate Data]を選択し、右クリックメニューから[Import...]を選択します。



② 登録対象ファイルを選択します。

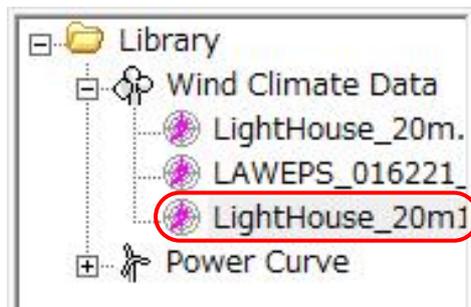


- ③ 登録情報を確認します。ラベルや位置情報の編集も可能です。

MASCOT Energy による解析可能な座標範囲
(MASCOT Basic の解析領域)。

- ※1：登録済みのファイル名と同じファイル名を選択した場合は、ファイル名の最後に数字を
(例：LightHouse1) 付加し保存します。

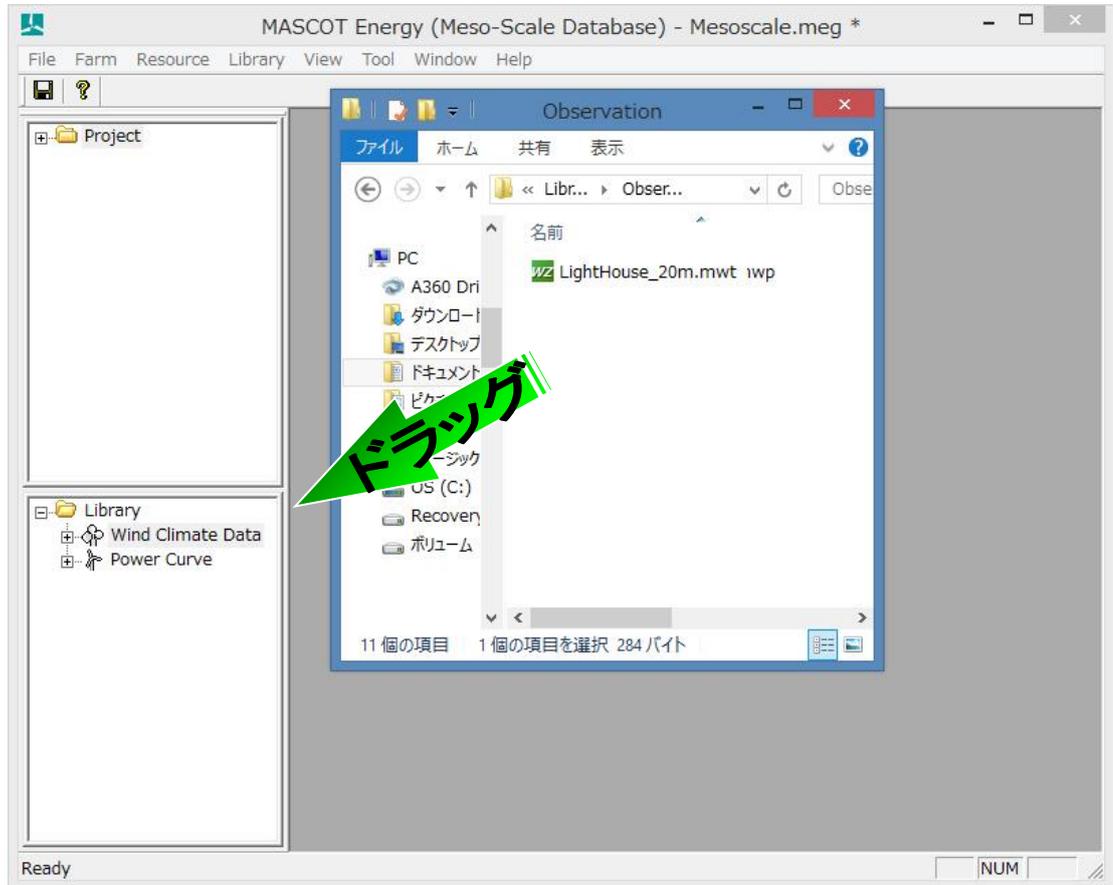
- ・ <OK> : 下図のように[Library]-[Wind Climate Data]に登録します。



- ・ <Cancel> : 風況ファイルを作成せずに、作業を終了します。

2. ドラッグ&ドロップによる登録の方法

- ① エクスプローラから登録対象ファイルをドラッグしながら、ライブラリツリーにドロップします。



- ② 登録情報を確認します。ラベルや位置情報の編集も可能です。

The 'Data Settings' dialog box is shown with the following fields:

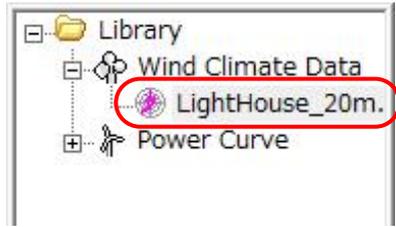
- Label: LightHouse20m.mwt
- Description: LightHouse_20m
- Latitude: 41 d 15 m 20.6 s
- Longitude: 140 d 20 m 45.1 s
- Height: 20 m
- Source type: Measurement data Meso-Scale database
- Coordinate range (highlighted with a pink box):

Latitude	41	d	14	m	44.943223	s	-	41	d	15	m	56.256776	s
Longitude	140	d	19	m	57.849791	s	-	140	d	21	m	32.350208	s

Buttons for 'OK' and 'Cancel' are at the bottom right.

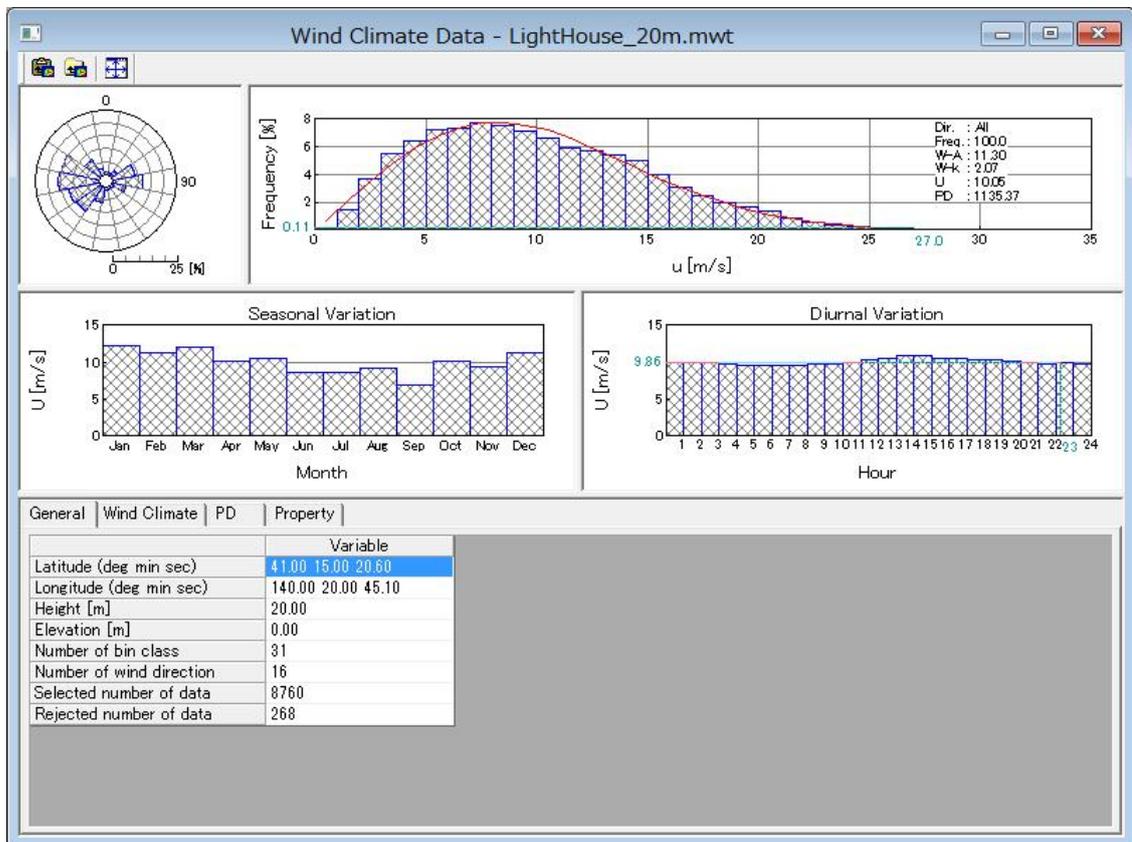
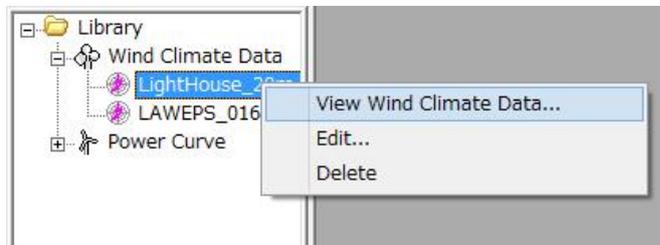
MASCOT Energy による解析可能な座標範囲
(MASCOT Basic の解析領域)。

- ・ <OK> : 下図のように[Library]-[Wind Climate Data]に登録します。



- ・ <Cancel> : 風況ファイルを作成せずに、作業を終了します。

ライブラリに登録された風況データは、右クリックメニューにより詳細情報の確認ができます。

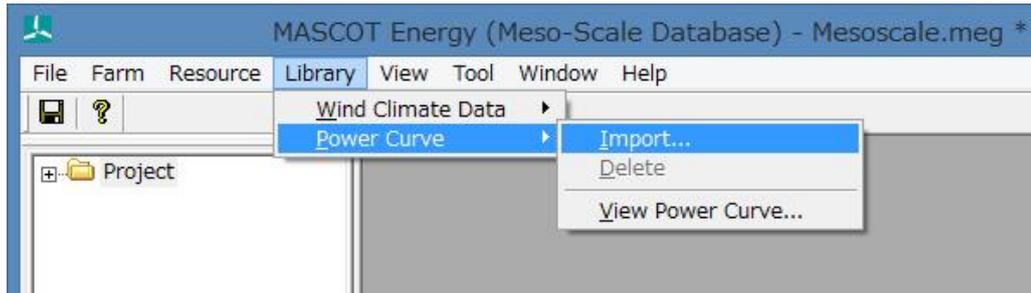


2-6. パワーカーブの登録

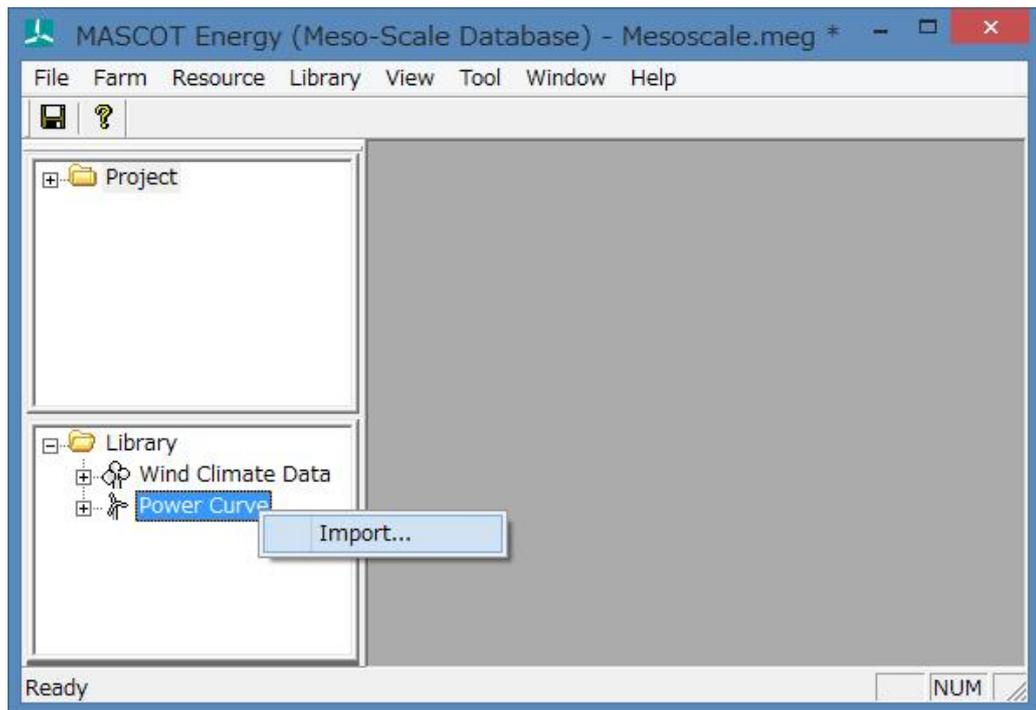
パワーカーブをライブラリに登録します。登録は、インポート[Import]メニューによる登録とドラッグ&ドロップによる登録の2つの方法で行えます。

2-6-1. インポート[Import]メニューによる登録方法

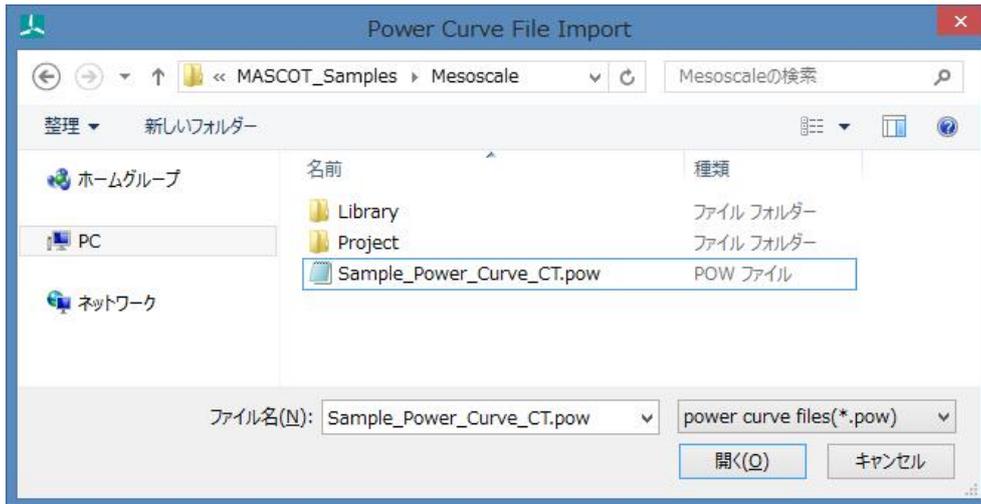
- ① [Library]-[Power Curve]-[Import...] を選択するか、もしくはツリー上の[Power Curve]右クリックメニューから[Import]を選択します。



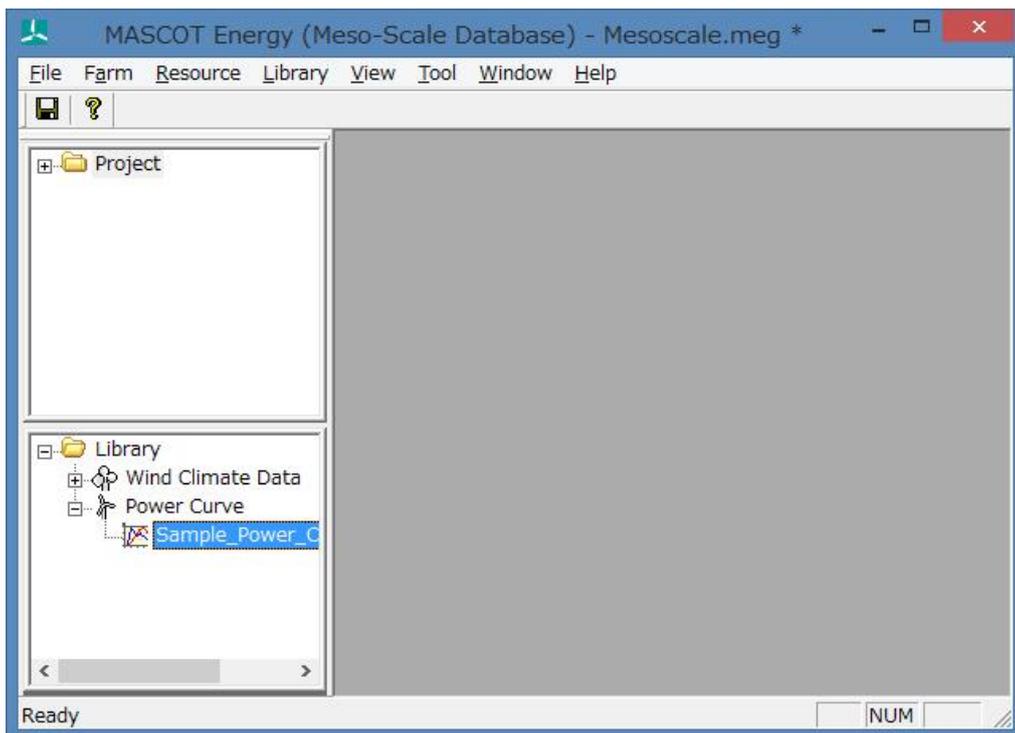
または



- ② パワーカーブファイル（例：Sample_Power_Curve_CT.pow）のを選択し、<開く>をクリックします。

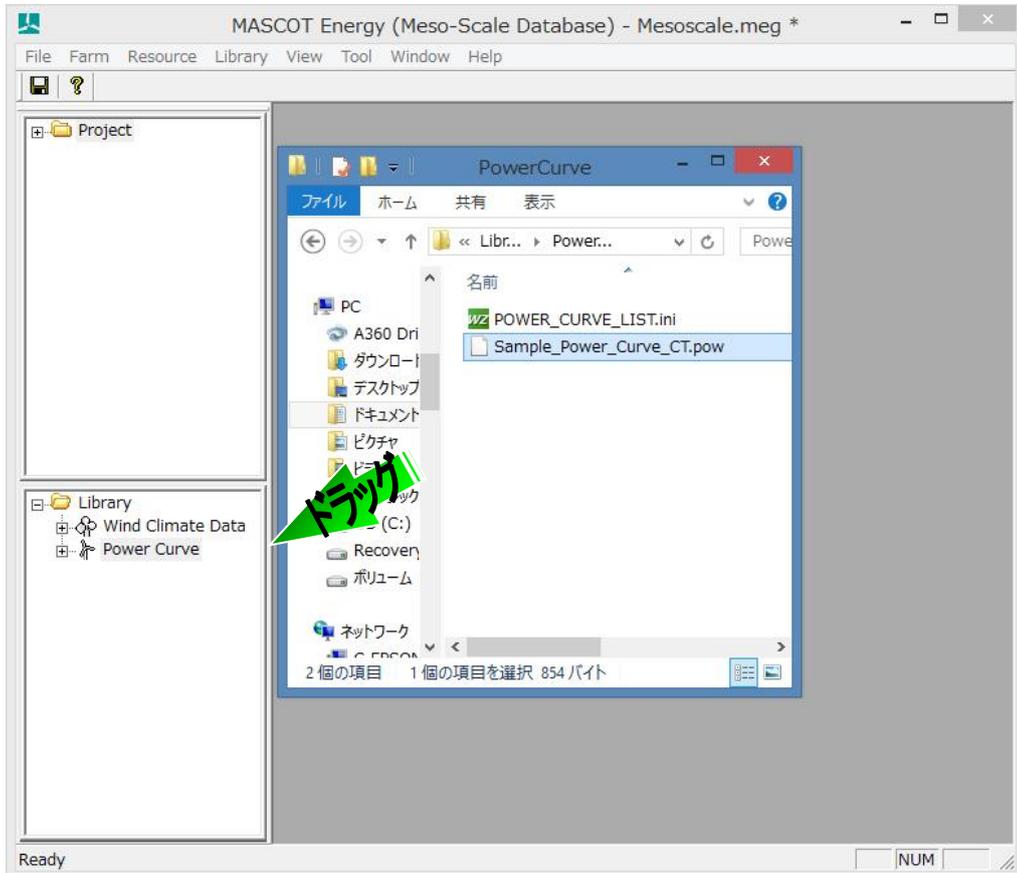


- ③ 下図のように[Library]-[Power Curve]に登録します。

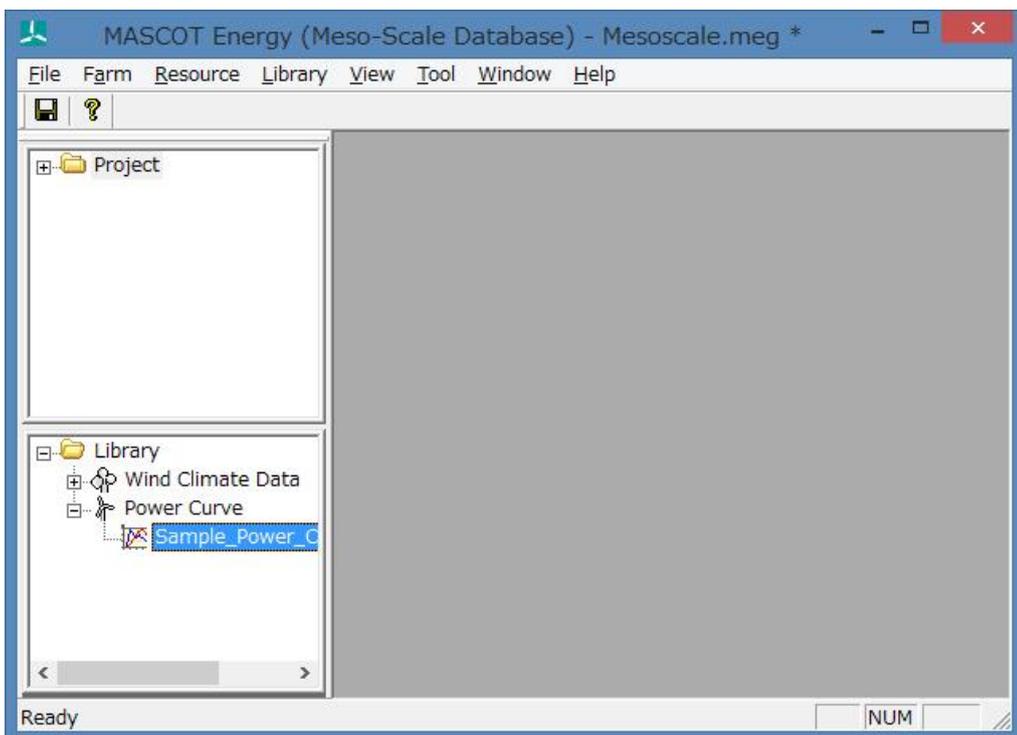


2-6-2. ドラッグ&ドロップによる登録方法

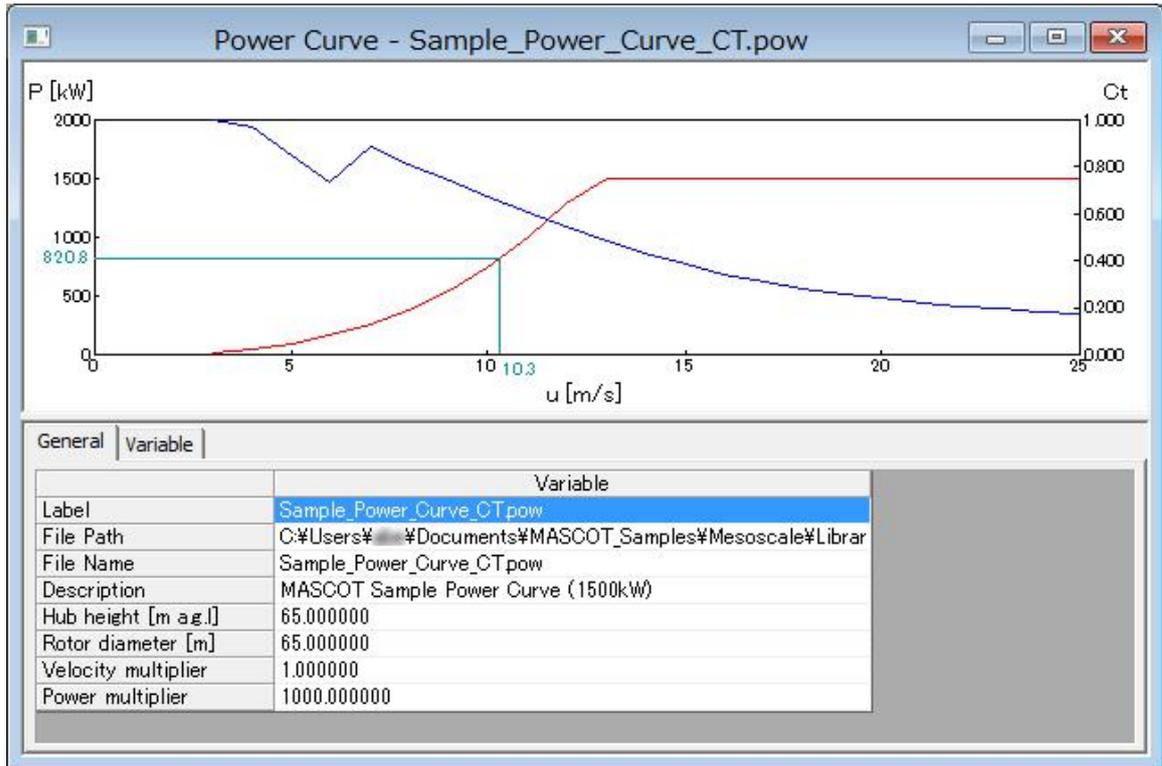
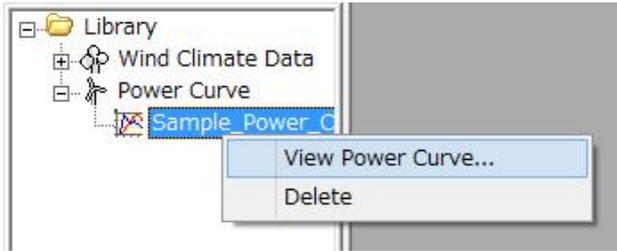
- ① エクスプローラから登録対象パワーカーブファイル (*.pow) をドラッグしながら、ライブラリツリーにドロップします。



- ② 下図のように[Library]-[Power Curve]に登録します。



ライブラリに登録されたパワーカーブファイルは、右クリックメニューにより詳細情報の確認ができます。

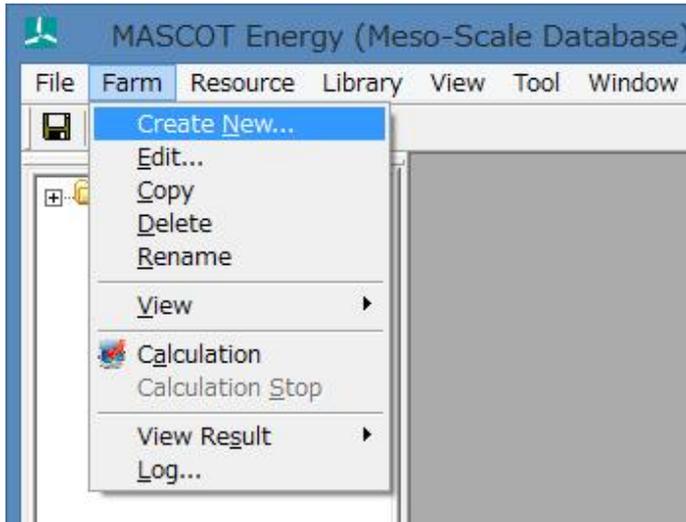


2-7. Wind Farm ケースの解析

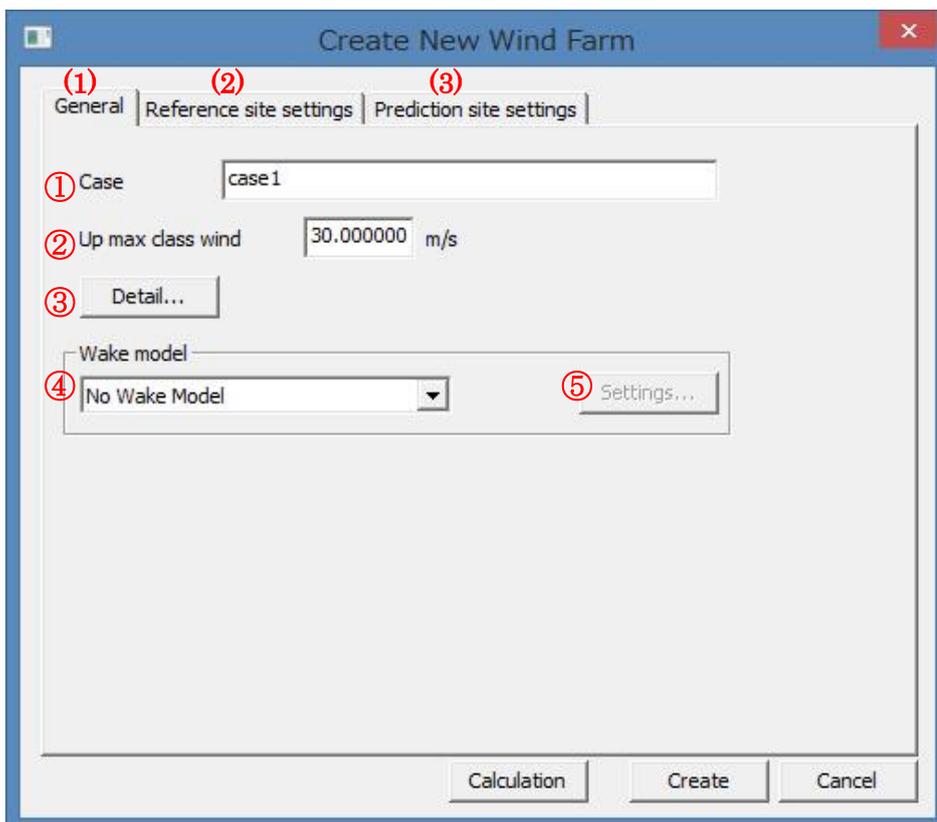
MASCOT Basic によって解析された 3 次元気流解析結果、風況ファイルおよび風車パワーカーブから、領域内の任意地点の風況（風向・風速別出現頻度）および年間発電量を予測します。

2-7-1. 新規ケースの作成

1. [Farm]-[Create New...]メニューを選択し、解析条件設定画面を表示します。

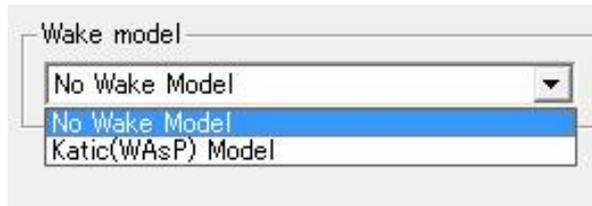


- (1) [General]タブ：ケース全般の設定



- ・ <Calculation> : 計算ケースを作成・保存し、計算実行します。
- ・ <Create> : 計算ケースを作成・保存します。
- ・ <Cancel> : 計算ケースを作成・保存せずに、終了します。

- ①[Case label] : ケース名の設定
- ②[Up max class wind speed] : 最大風速階級の風速値 (デフォルト値は 30m/s)
- ③<Detail> : 係数の詳細設定 (詳細は 3 章を参照)
- ④[Wake model]の選択※

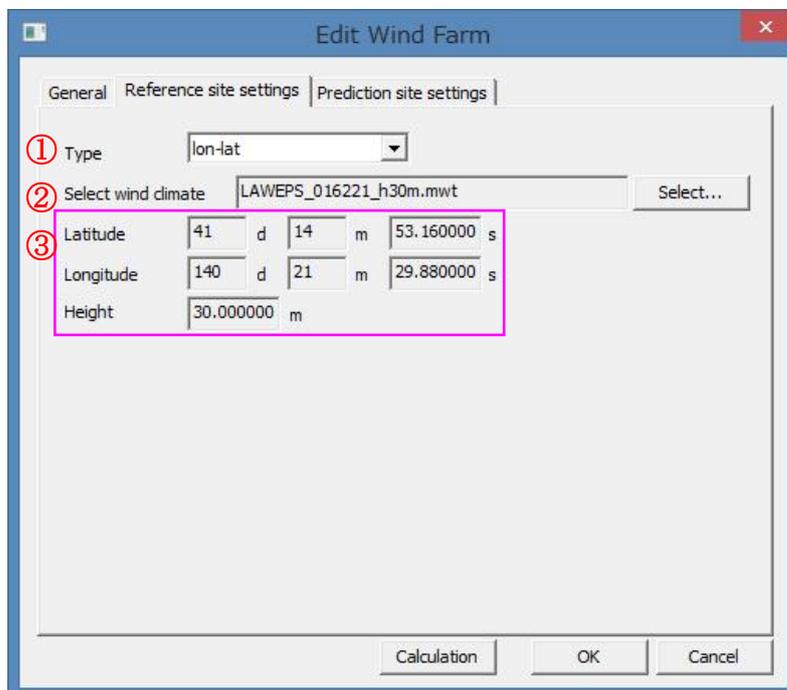


- [No Wake Model] : ウェイクモデルなし
- [Katic(WAsP) Model] : WAsP ウェイクモデル

- ⑤<Settings> : ウェイクモデル係数の詳細設定ができます。(詳細は 3 章を参照)

※[Katic(WAsP) Model]を選択した場合のみ押下可能となります。

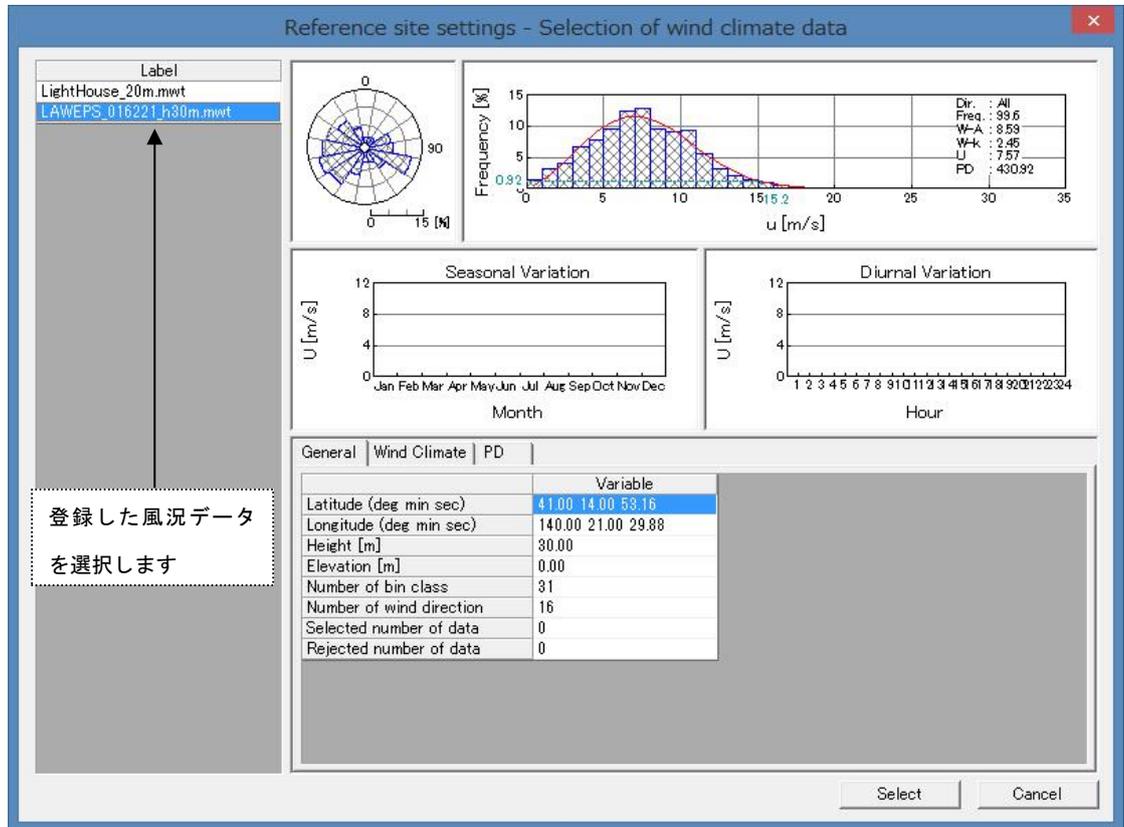
(2) [Reference site settings]タブ : 観測地点の設定



- ・ <Calculation> : 計算ケースを作成・保存し、計算実行します。
- ・ <Create> : 計算ケースを作成・保存します。
- ・ <Cancel> : 計算ケースを作成・保存せずに、終了します。

- ①[Type] : 観測地点の座標系情報 (現バージョンは緯度経度のみ)
- ②[Select observation Data] : 登録した風況ファイル名の表示・選択

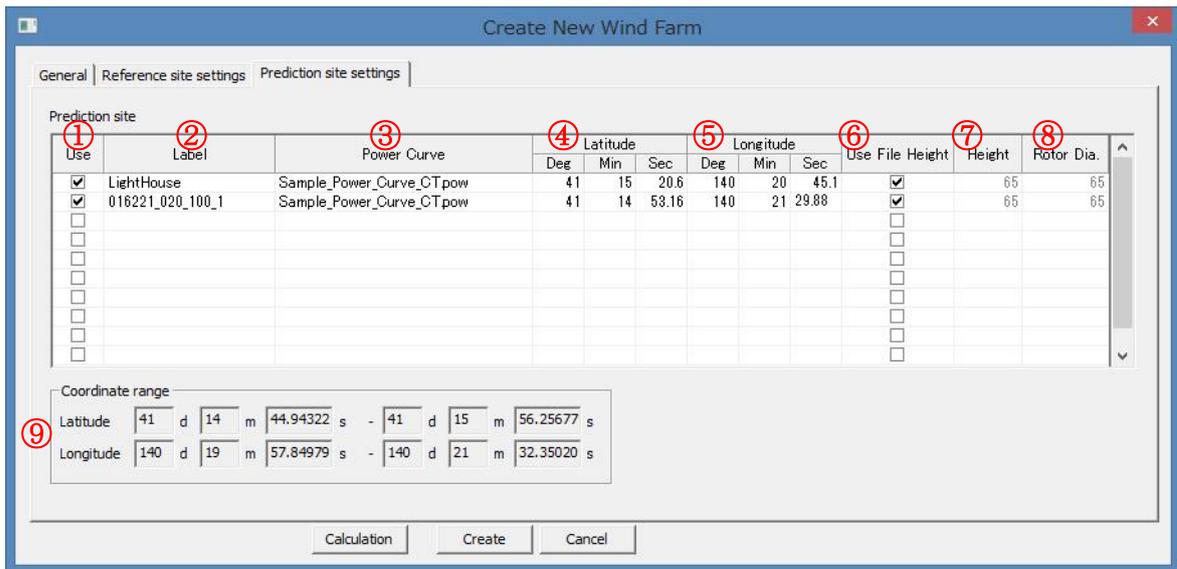
<Select>を押下し、[Label]一覧より解析に用いる風況ファイルを選択します。画面右側には選択された風況ファイルの詳細情報が表示されます。



- ・ <Select> : 風況ファイルを選択します。
- ・ <Cancel> : [Reference Site settings]タブに戻ります。

③選択された風況ファイルの位置座標、観測高さを表示します。

(3) [Prediction site settings]タブ：予測地点の設定

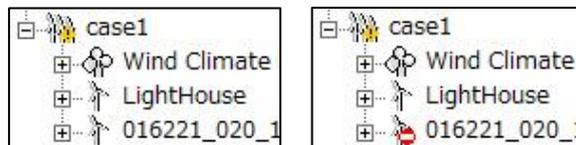


- ・ <Calculation> : 計算ケースを作成・保存し、計算実行します。
- ・ <Create> : 計算ケースを作成・保存します。
- ・ <Cancel> : 計算ケースを作成・保存せずに、終了します。

①[Use] : 登録した予測地点での計算有無の設定。

チェックボックス on : 計算する (ツリー上ケースのアイコンは  となります)

チェックボックス off : 計算しない (ツリー上ケースのアイコンは  となります)



②[Label] : 予測地点名

③[Power Curve] : 予測計算に使用する、[Library]-[Power Curve]で登録した発電機のパワーカーブを指定します。

[ウェイクモデルを使用時、スラスト係数を含むパワーカーブファイルを使用してください (例: Sample_Power_Curve_CT.pow).]

④[Latitude] : 予測地点緯度座標 (度、分、秒) を設定します。

⑤[Longitude] : 予測地点経度座標 (度、分、秒) を設定します。

⑥[Use File Height] : 計算高さは選択した発電機のパワーカーブ内のハブ高さの使用有無を設定します。

チェックボックス on : パワーカーブ内に記述されたハブ高さを使用します。

チェックボックス off : 任意の高さで解析します (⑦[Height]にハブ高さを入力します)。

⑦[Height] : ⑥[Use File Height]が off の場合に任意のハブ高さを入力します。

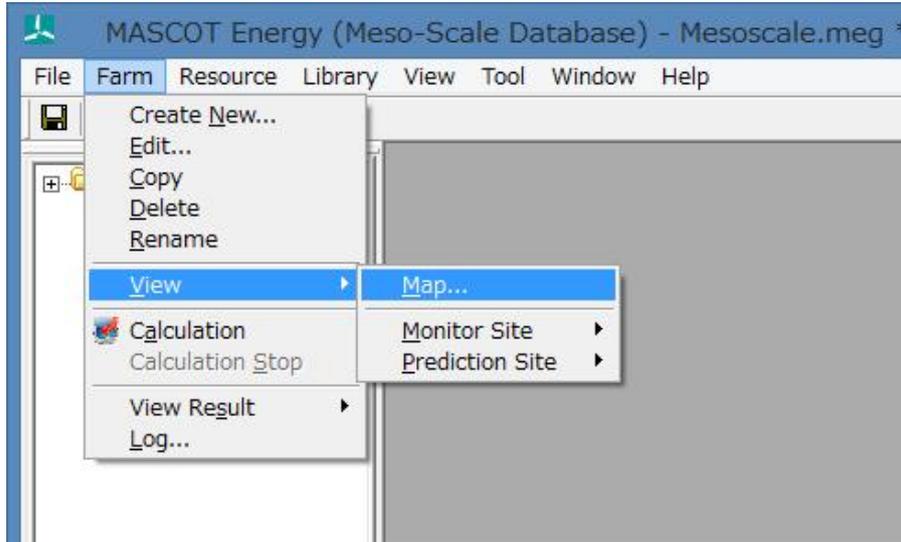
⑧[Rotor Dia.] : 風車ロータ直径 (m)

⑨[Coordinate range] : MASCOT Energy による解析可能な座標範囲 (MASCOT Basic の解析領域)。

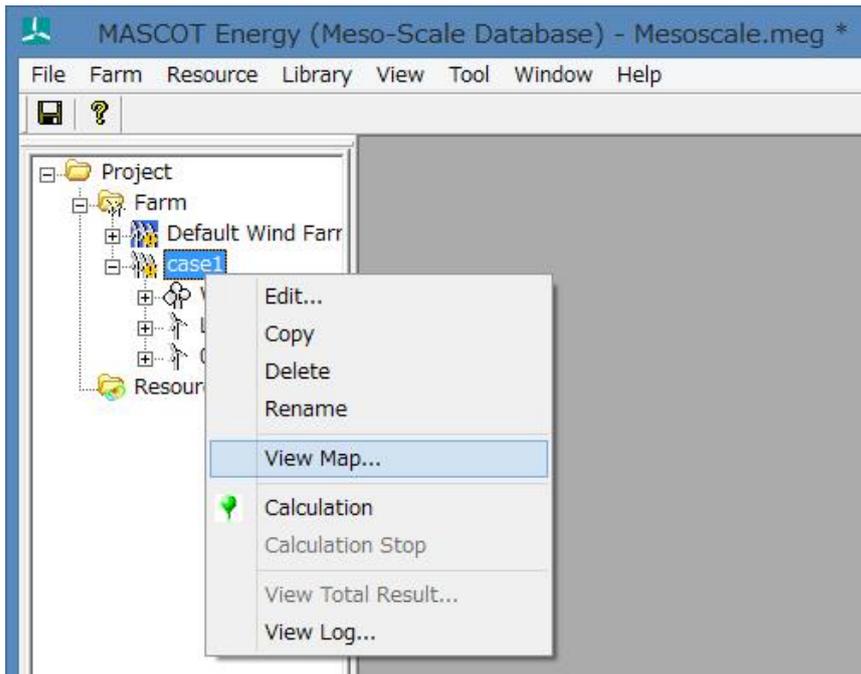
④[Latitude] と ⑤[Longitude] はこの座標範囲でなければなりません。設置点が計算範囲外になった場合は、エラーメッセージが表示され、登録することができません。

2-7-2. 観測および予測地点の確認

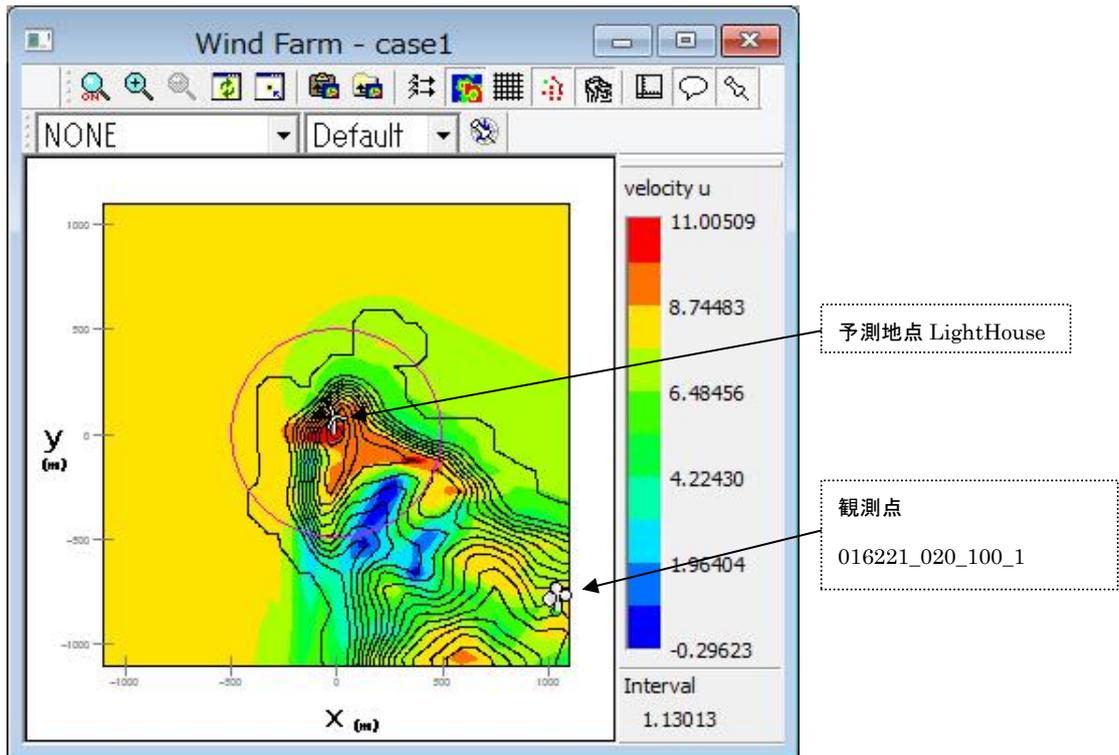
ツリー上の確認したいケース（例：Case1）を選択し、[Farm]-[View]-[Map...]を選択するか、



または、[case1]右クリックメニューから[View Map]を選択します。

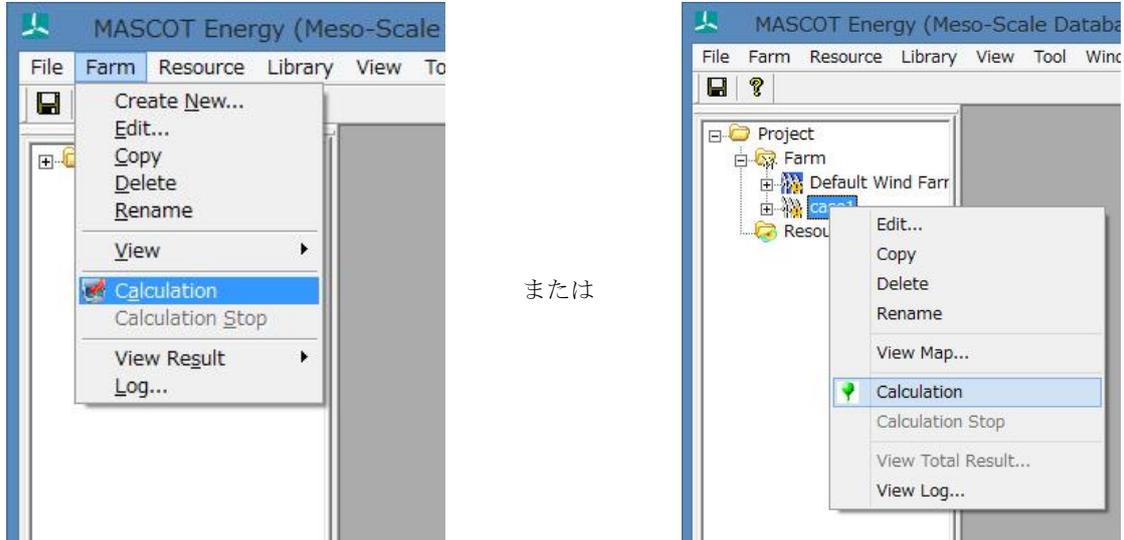


下図のように各設置地点の位置関係を確認できます。

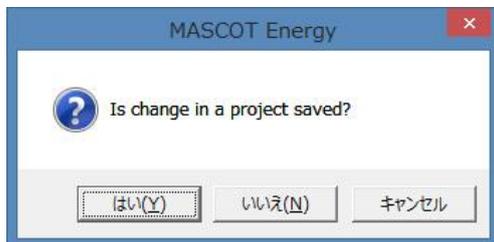


2-7-3. 解析

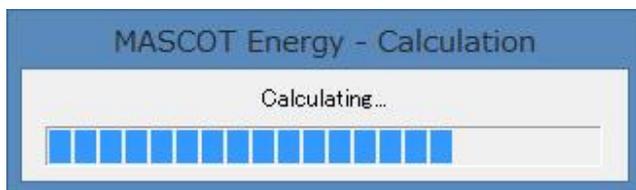
1. 対象ケース（例：*Case1*）をハイライトさせ、[Farm]-[Calculation...]メニューを選択するか、またはツリー上の解析対象ケースを選択し、右クリックメニューから[Calculation]を選択します。



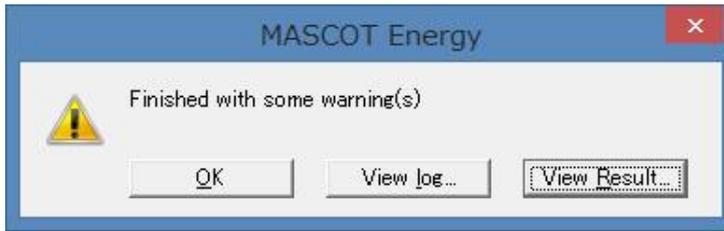
2. 解析実行する前にプロジェクト保存の確認メッセージが表示されます。



3. <はい>を押すと計算が始まり、以下のメッセージが表示されます。

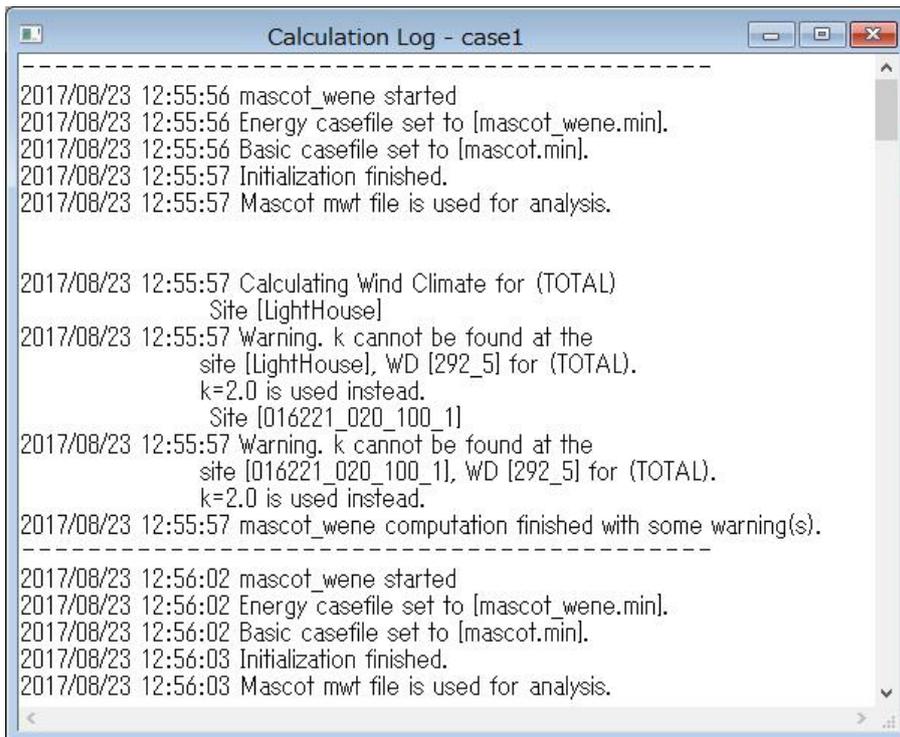


4. 計算終了時に下図のメッセージボックスが表示され、ツリーバーの解析対象ケースのアイコンが計算前の  から計算済みのアイコン  変わります。



<View log>をクリックすると、wind energy の計算ログ画面が表示します。

現バージョンでは wake loss のログファイルは作成されません。

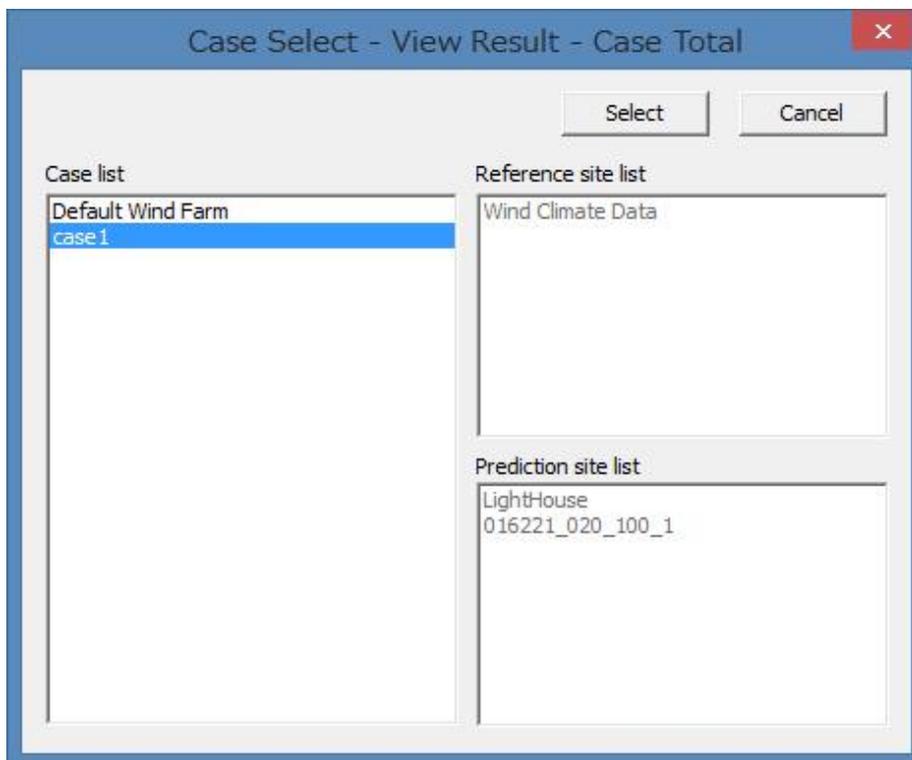
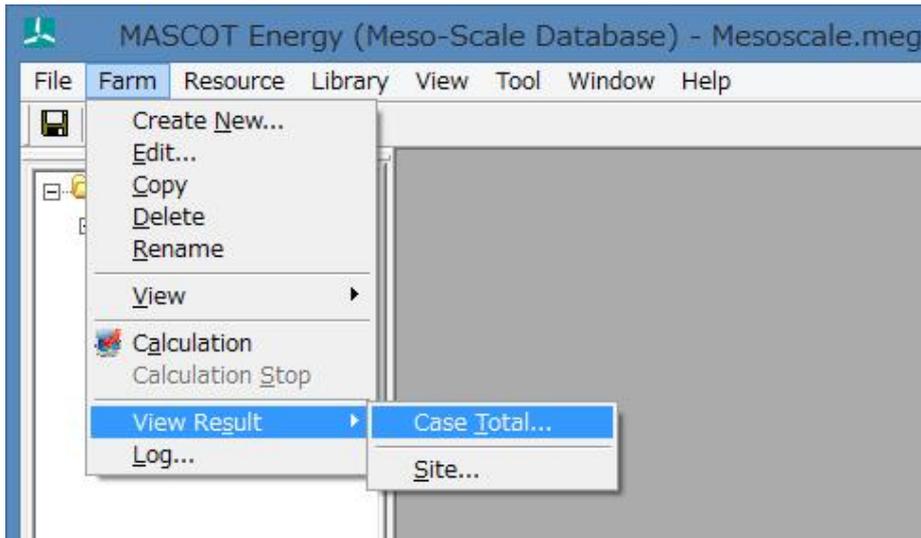


2-7-4. 解析結果の表示

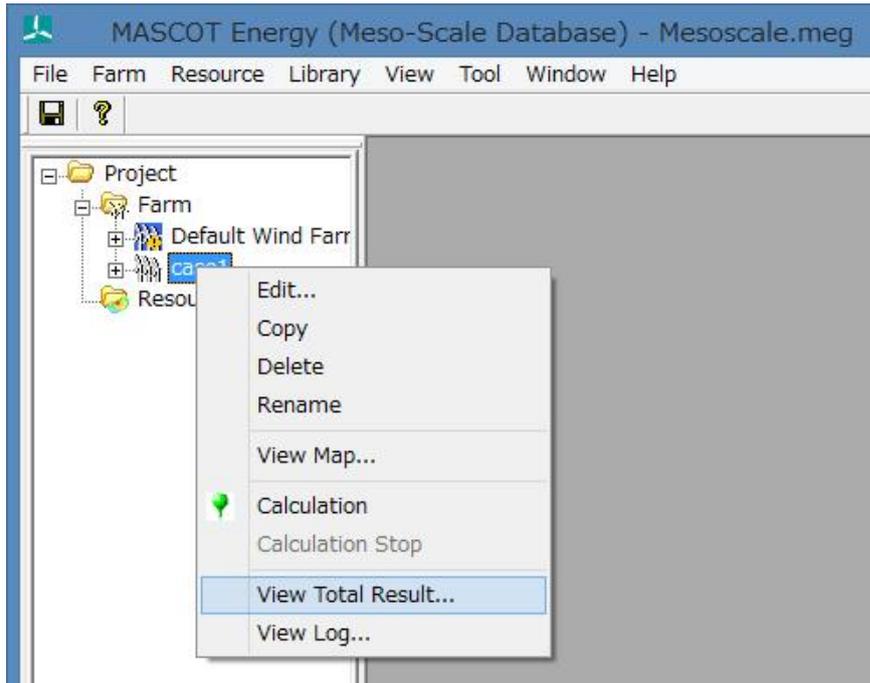
解析結果は「Farm 全体の解析結果」と「各予測サイトの解析結果」の2種類があります。

1. Farm 全体の解析結果

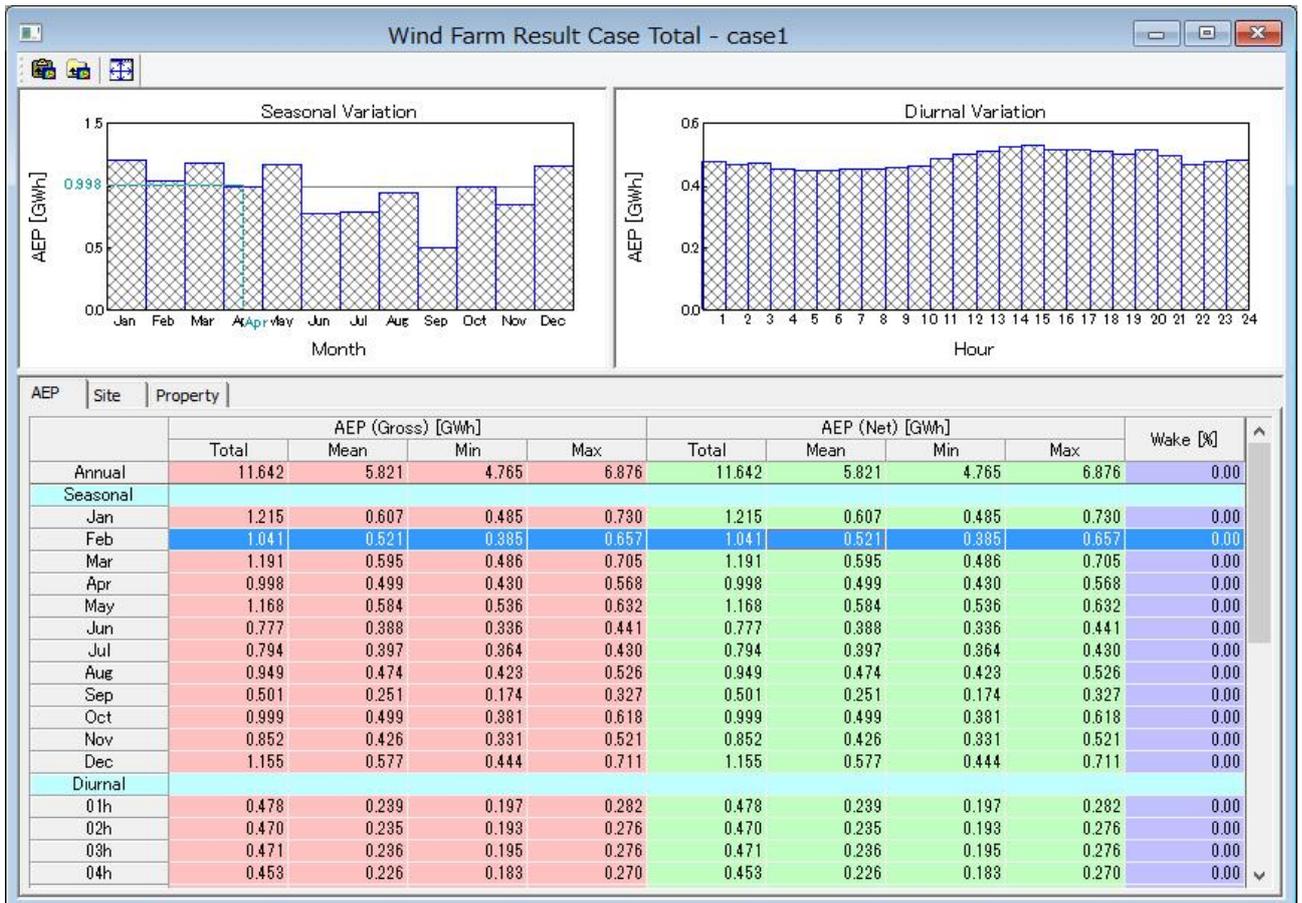
[Farm]-[View Result]-[Case Total...]を選択してケース選択画面を表示し、解析結果を表示するケースを選択し<Select>をクリックします。



または、ツリー上の表示対象解析ケースを選択し、右クリックメニューから[View Total Result...]を選択します。



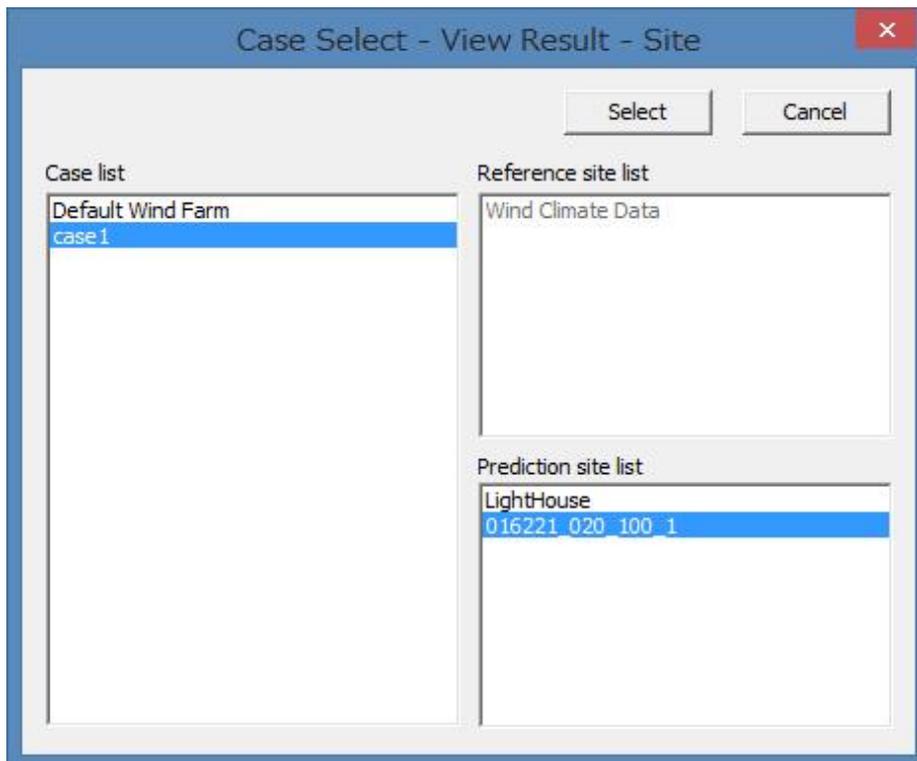
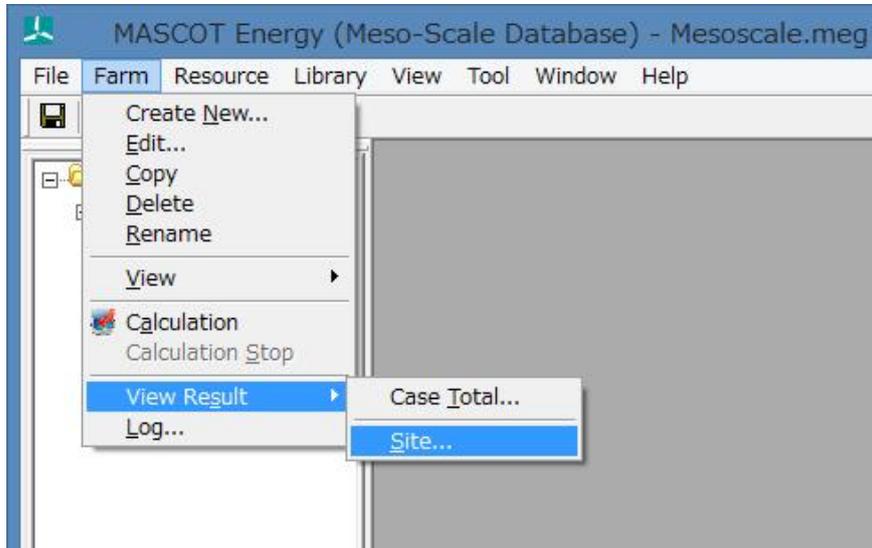
表示内容の詳細については 3 章を参照してください。



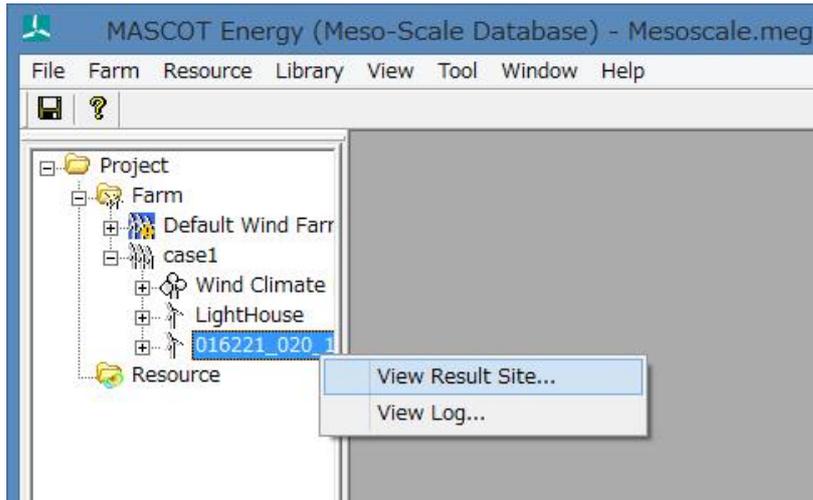
※Measurement の画面

2. 各 Site の解析結果

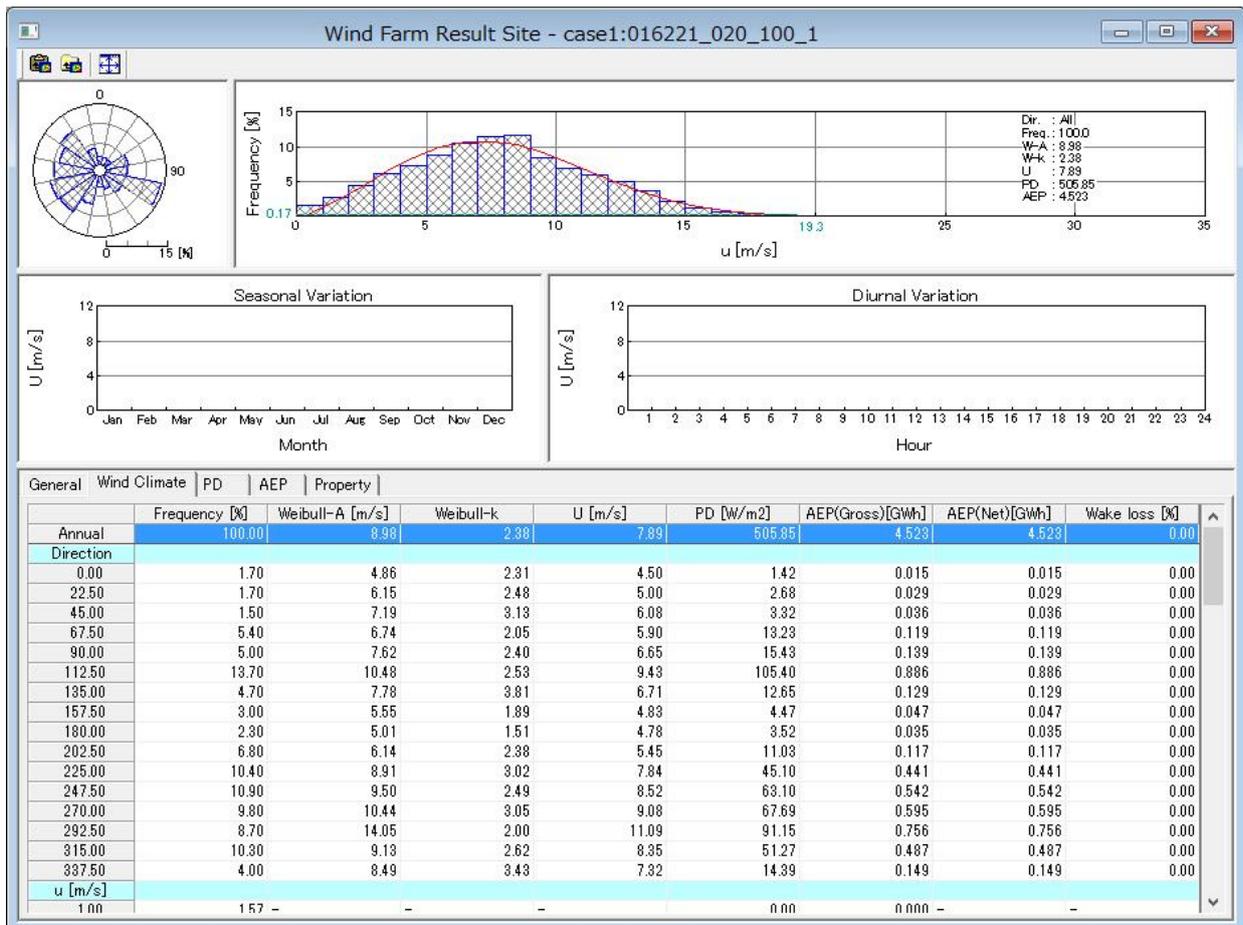
[Farm]-[View Result]-[Site...]を選択してケース選択画面を表示し、解析結果を表示するサイトを選択し<Select>をクリックします。



または、ツリー上の表示対象解析サイトを選択し、右クリックメニューから[View Result Site...]を選択します。



表示内容の詳細については3章を参照してください。

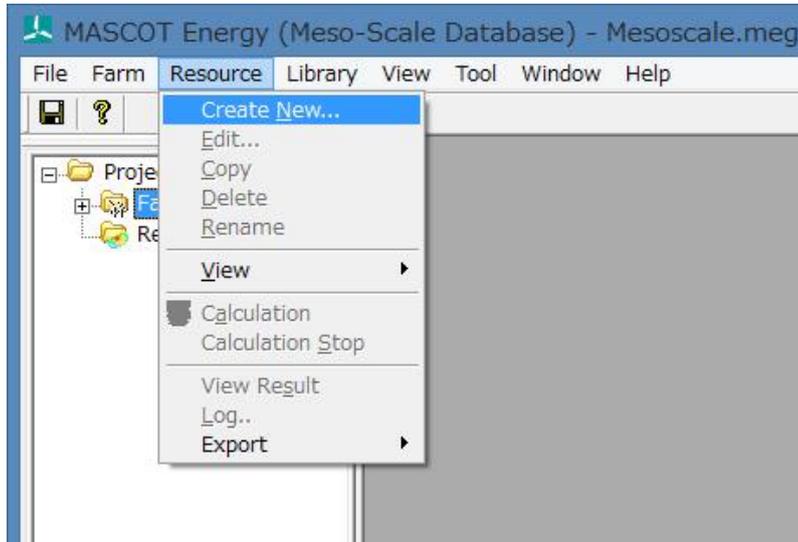


2-8. Resource ケースの解析

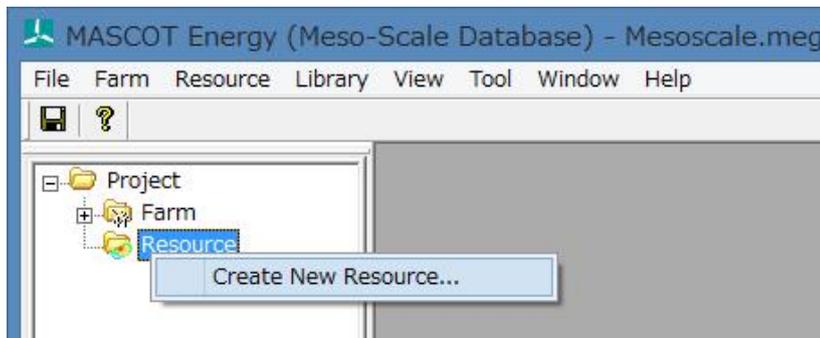
本機能は、観測地点での風況ファイルと風車のパワーカーブデータより、予測領域の統計量マップを作成します。

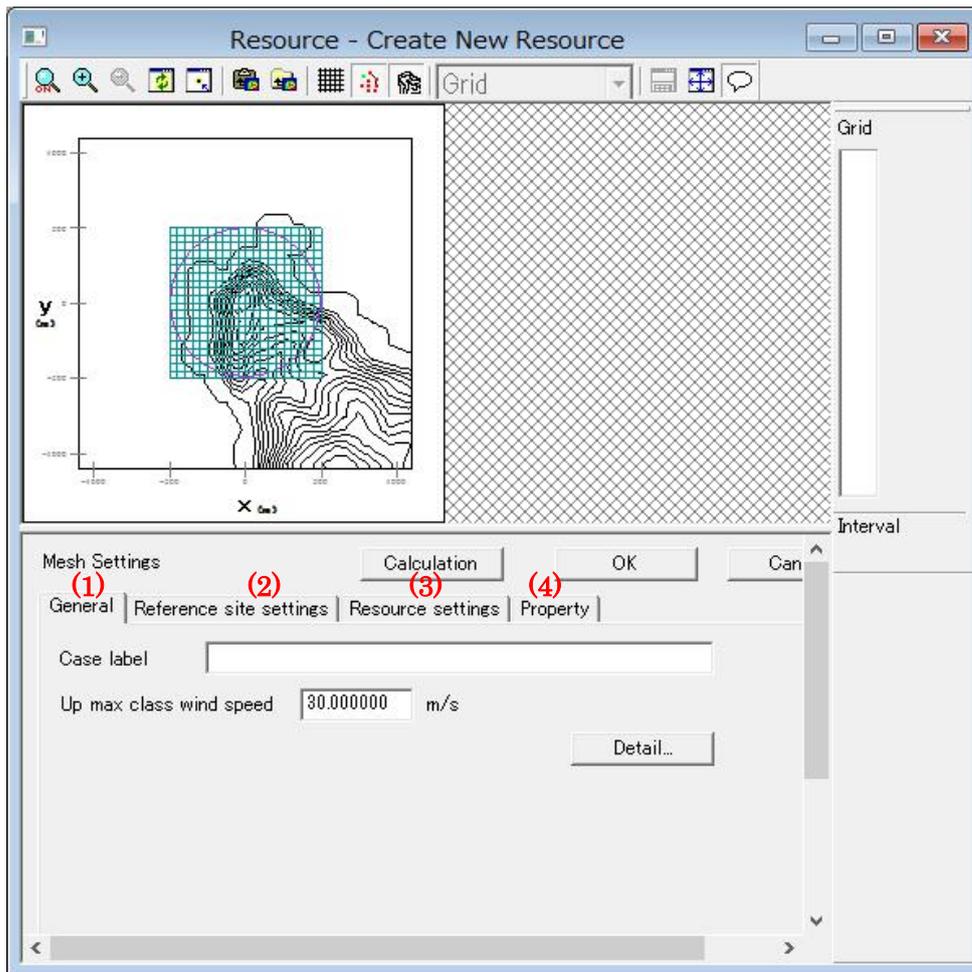
2-8-1. 新規ケースの作成

[Resource]-[Create New...]メニューを選択し、解析条件設定画面を表示します。

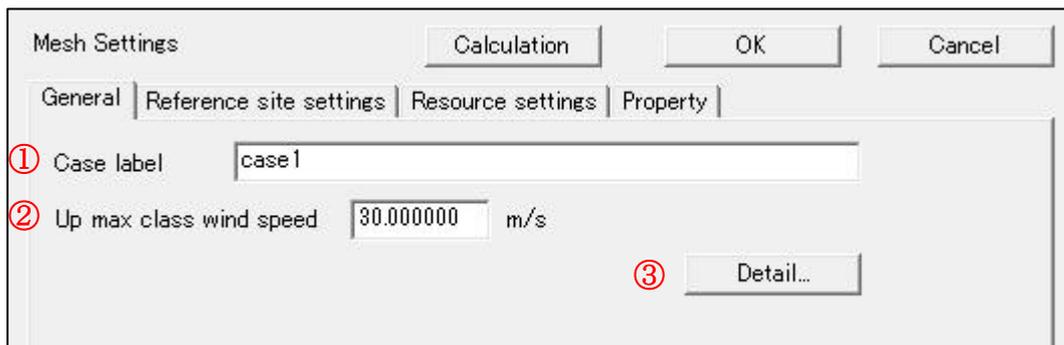


または、ツリー上の[Resource]を選択し、右クリックメニューから[Create New Resource...]を選択します。





(1) **[General]**タブ：ケース全般の設定



- ・ <Calculation> : 計算ケースを作成・保存し、計算実行します。
- ・ <OK> : 計算ケースを作成・保存します。
- ・ <Cancel> : 計算ケースを作成・保存せずに、終了します。

- ①[Case label] : ケース名の設定
- ②[Up max class wind speed] : 最大風速階級の風速値（デフォルト値は 30.0m/s）
- ③<Detail> : 係数の詳細設定（詳細は 3 章を参照）

(2) [Reference site settings]タブ：観測地点の設定

- ・ <Calculation> : 計算ケースを作成・保存し、計算実行します。
- ・ <OK> : 計算ケースを作成・保存します。
- ・ <Cancel> : 計算ケースを作成・保存せずに、終了します。

①[Type] : 観測地点の座標系情報（現バージョンは緯度経度のみ）

②[Select wind climate data] : 登録した風況ファイル名の表示・選択

<Select>を押下し、[Label]一覧より解析に用いる風況ファイルを選択します。画面右側には選択された風況ファイルの詳細情報が表示されます。

Variable	
Latitude (deg min sec)	41.00 14.00 53.16
Longitude (deg min sec)	140.00 21.00 29.88
Height [m]	30.00
Elevation [m]	0.00
Number of bin class	31
Number of wind direction	16
Selected number of data	0
Rejected number of data	0

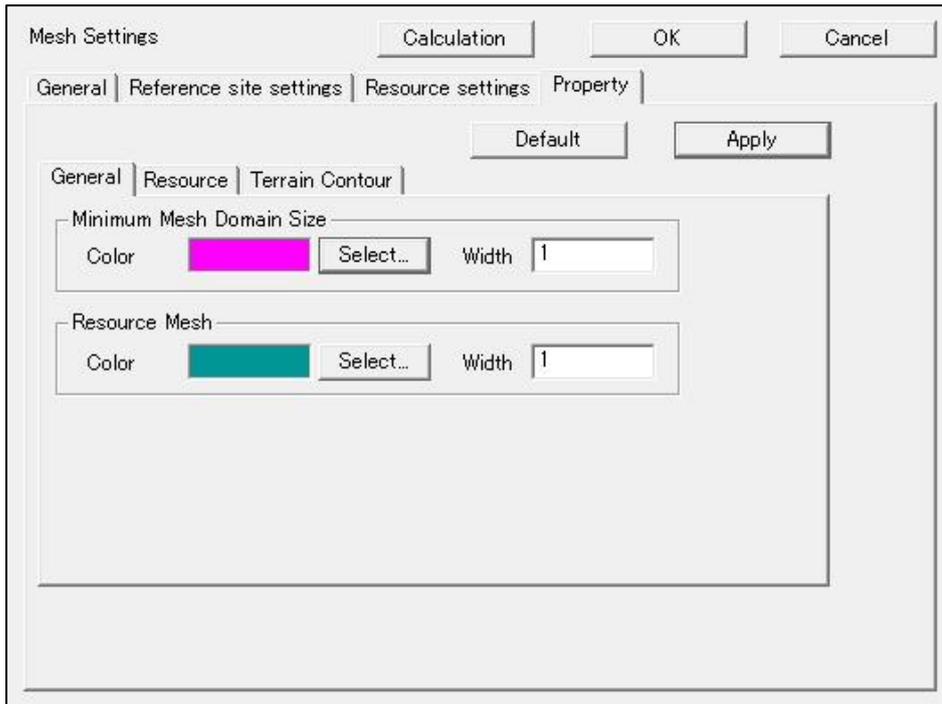
- ・ <Select> : 風況ファイルを選択します。
- ・ <Cancel> : [Reference site settings]タブに戻ります。

③選択された風況ファイルの位置座標、観測高さを表示します。

(3) [Resource settings]タブ：予測範囲の設定

デフォルト値として、[Specification Of The Mesh]と[Mesh Domain Size]は、MASCOT Basic で設定した[Minimum mesh domain size]と[Minimum horizontal mesh size]の値が設定されます。

- ・ <Calculation> : 計算ケースを作成・保存し、計算実行します。
 - ・ <OK> : 計算ケースを作成・保存します。
 - ・ <Cancel> : 計算ケースを作成・保存せずに、終了します。
-
- ①[x-y] : x-y 座標系で範囲を設定。
 - [Latitude-Longitude] : 緯度経度座標系で範囲を設定。
 - [By the mouse] : マウスのドラッグにより範囲を設定。
 - ②<Default> : ③～⑥をデフォルト値に戻します。
 - ③[x- y] : 予測範囲を x-y 座標系で設定 (①で[x-y]を選択した場合に有効)。
 - ④[Latitude] : 予測範囲を緯度経度座標系で設定 (①で[Latitude-Longitude]を選択した場合に有効)。
 - [Longitude] : 予測範囲を緯度経度座標系で設定 (①で[Latitude-Longitude]を選択した場合に有効)。
 - ⑤[Mesh size] : 1 メッシュ当たりの大きさを指定します。
 - ⑥[The number of meshes] : 垂直方向、水平方向のメッシュ数を指定します。
 - ⑦[Power curve] : 風車のパワーカーブファイルを選択します。
 - ⑧[Use height in power curve file] : 計算高さをパワーカーブ内のハブ高さを使用する場合にチェックします。
 - ⑨[Height] : 計算高さをパワーカーブ内のハブ高さを使用しない場合に任意の高さを入力します。
 - ⑩[Rotor dia.] : 選択されたパワーカーブに記述されているロータ径を表示します (編集不可)。

(4) **[Property]**タブ：統計量マップ表示パラメータの設定

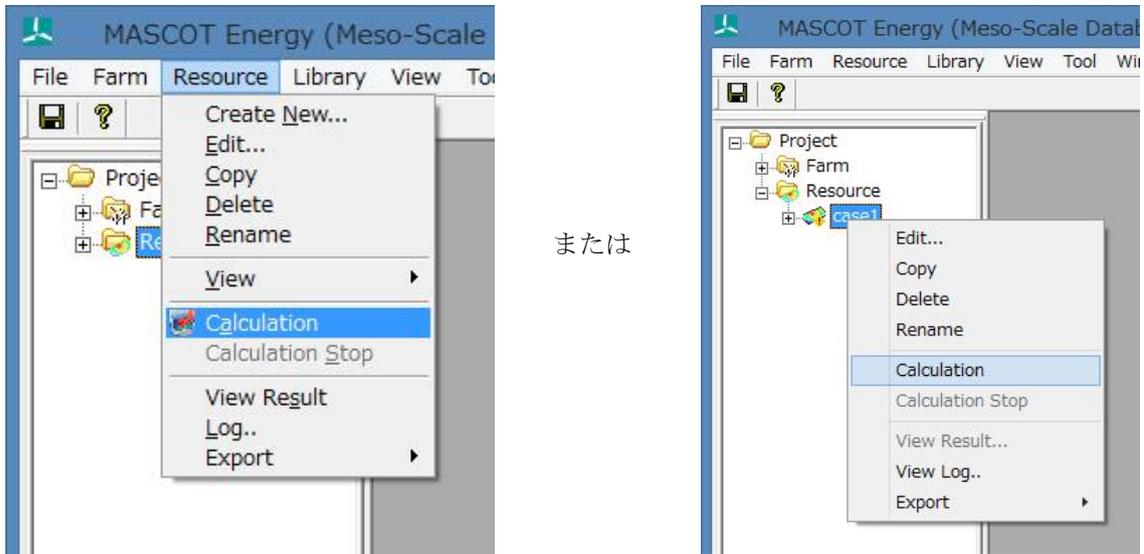
- ・ <Default> : デフォルト値に戻します。
- ・ <Apply> : 設定値を統計量マップへ反映します。

- ・ [General]タブ : 統計量マップ表示パラメータの設定
- ・ [Resource]タブ : 統計量結果表示パラメータの設定（計算ケース設定時には無効となります。）
- ・ [Terrain Contour]タブ : 地形コンター表示パラメータの設定

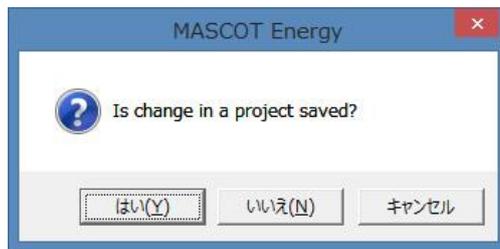
詳細は第3章を参照

2-8-2. 解析

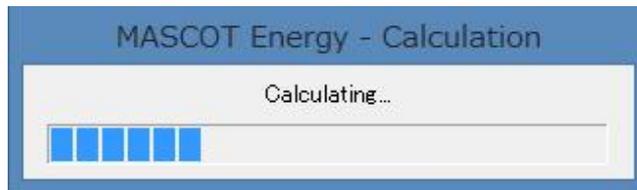
1. 設定ケース（例：Case1）をハイライトさせ、[Resource]-[Calculation]メニューを選択するか、ツリー上解析対象ケースを選択し、右クリックメニューから[Calculation]を選択します。



2. 解析実行前にプロジェクトの保存の確認のメッセージが表示されます。



3. <はい>を押すと計算が始まり、以下のウィンドウが表示されます。



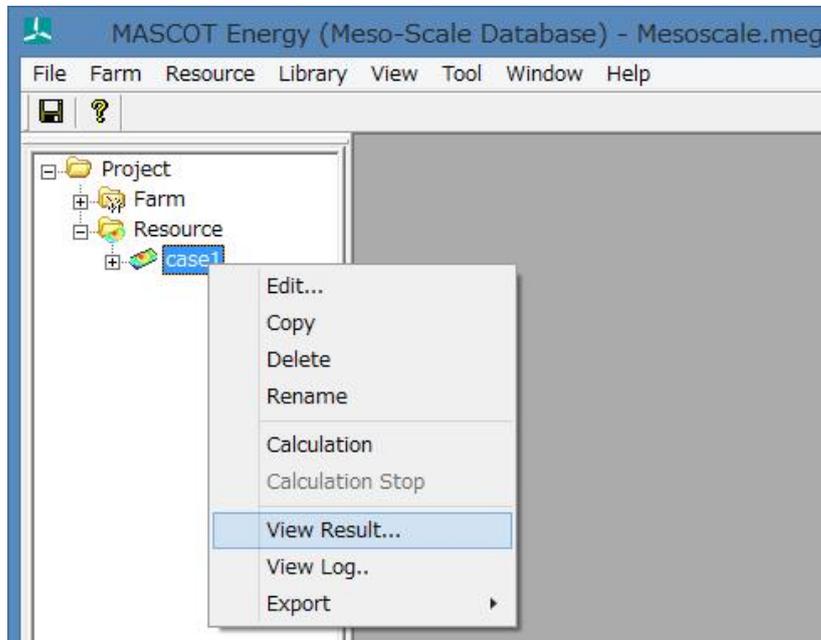
4. 計算終了時に下図のメッセージボックスが表示され、ツリーバーの解析対象ケースのアイコンが計算前の  から計算済みのアイコン  に変わります。

2-8-3. 解析結果の表示

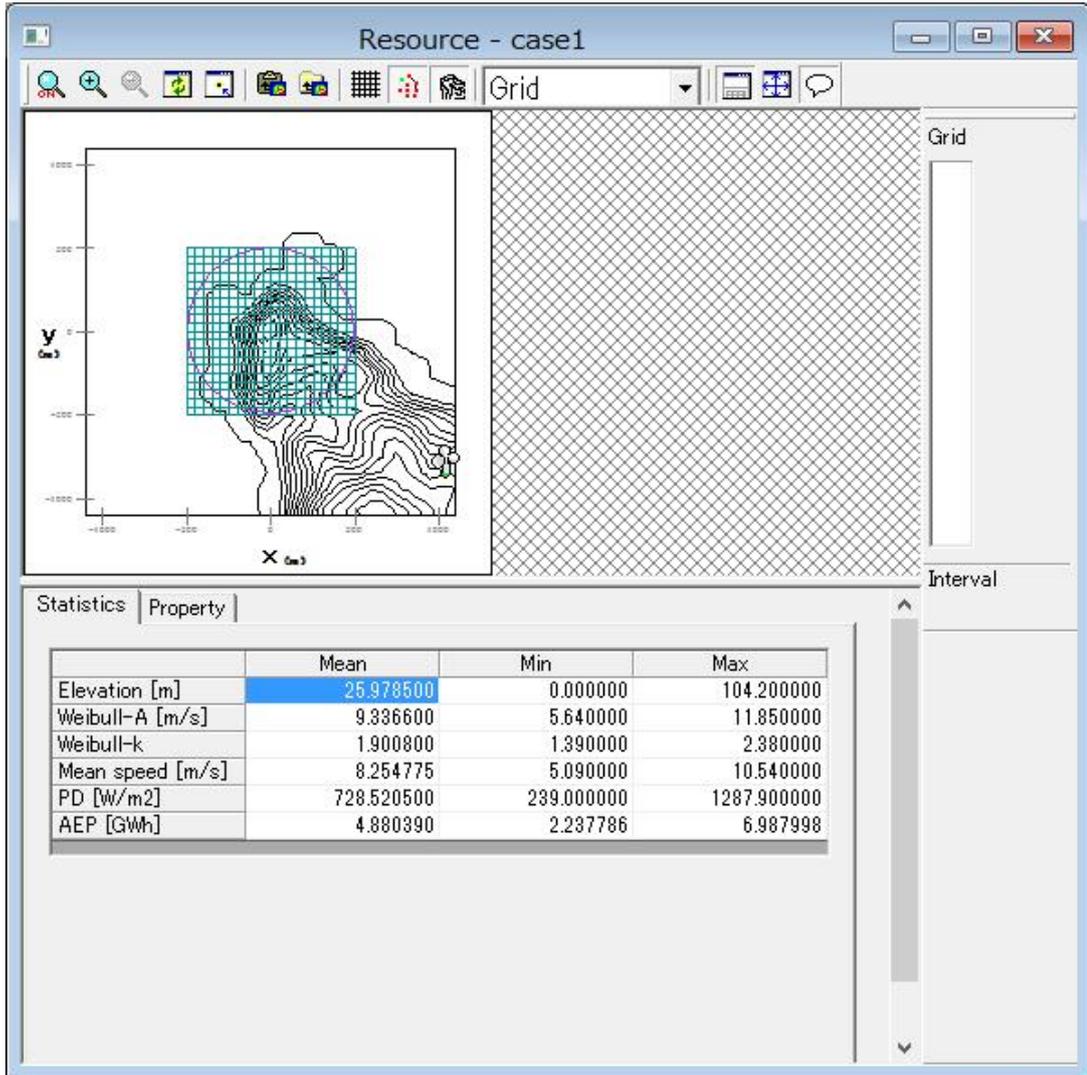
Resource 解析結果を表示します。表示項目は以下の 7 項目です。

- ① [Grid] : 計算範囲メッシュ図
- ② [Elevation] : 標高図
- ③ [Weibull- A] : ワイブル係数 A 分布図 (m/s)
- ④ [Weibull- k] : ワイブル係数 k 分布図
- ⑤ [Mean Speed] : 平均風速分布図 (m/s)
- ⑥ [PD] : 風力エネルギー密度 (W/m²)
- ⑦ [AEP] : 年間発電量 (GWh)

確認したいケース (例: *Case1*) を右クリック、[View Result...]を選択します。



(1) **[Statistics]**タブ：解析統計量（年平均、年間最小、年間最大）の表示

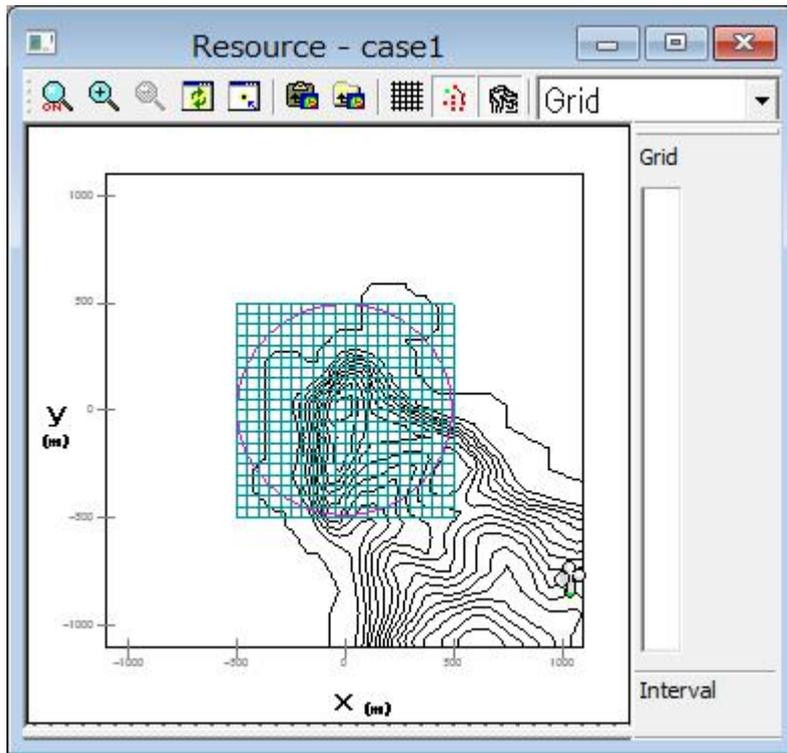


(2) **[Property]**タブ：統計量マップの表示パラメータの設定

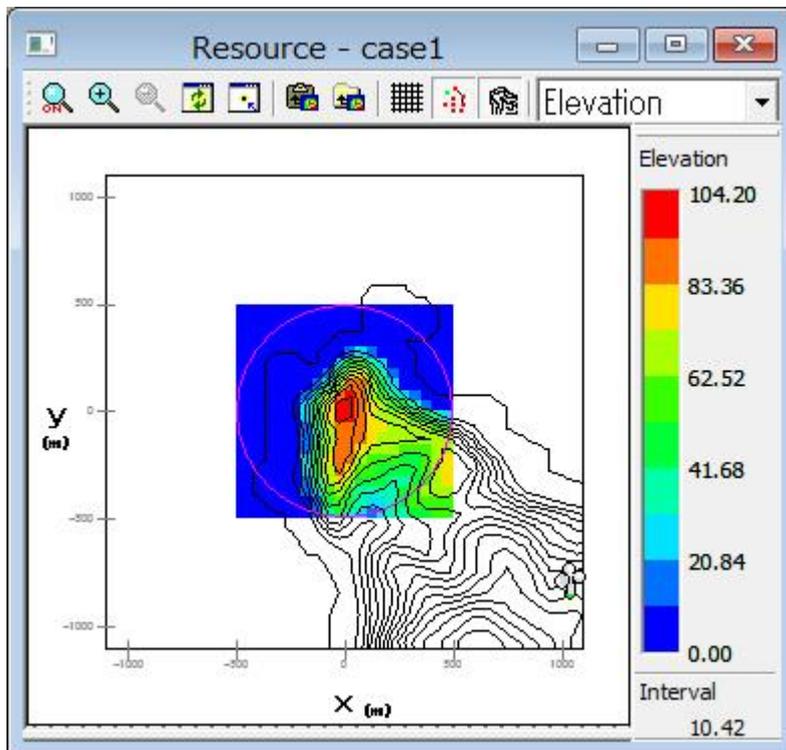
詳細は第3章を参照

Resource 解析結果例：

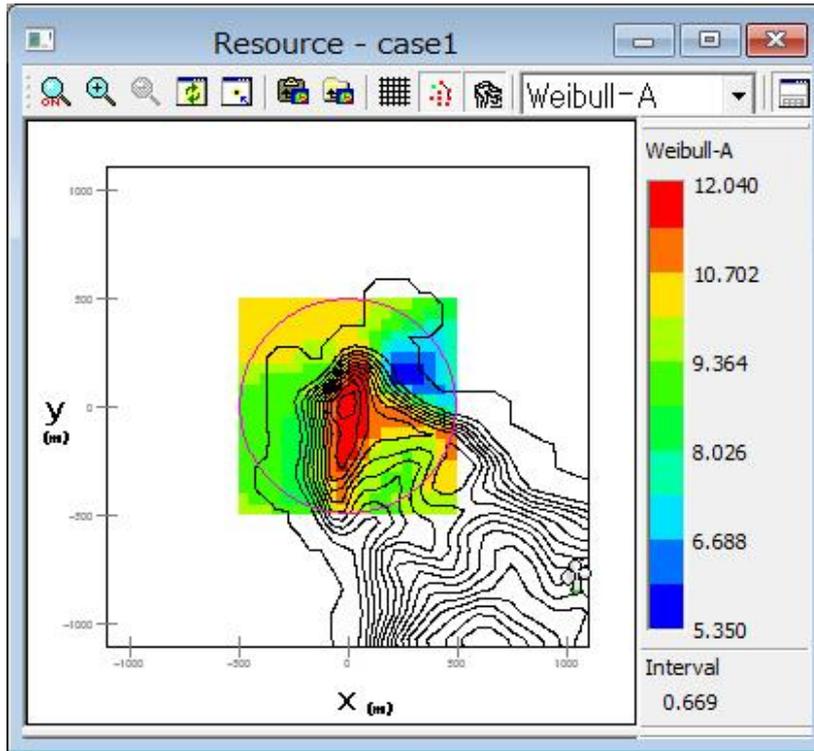
例 1：計算範囲メッシュ図



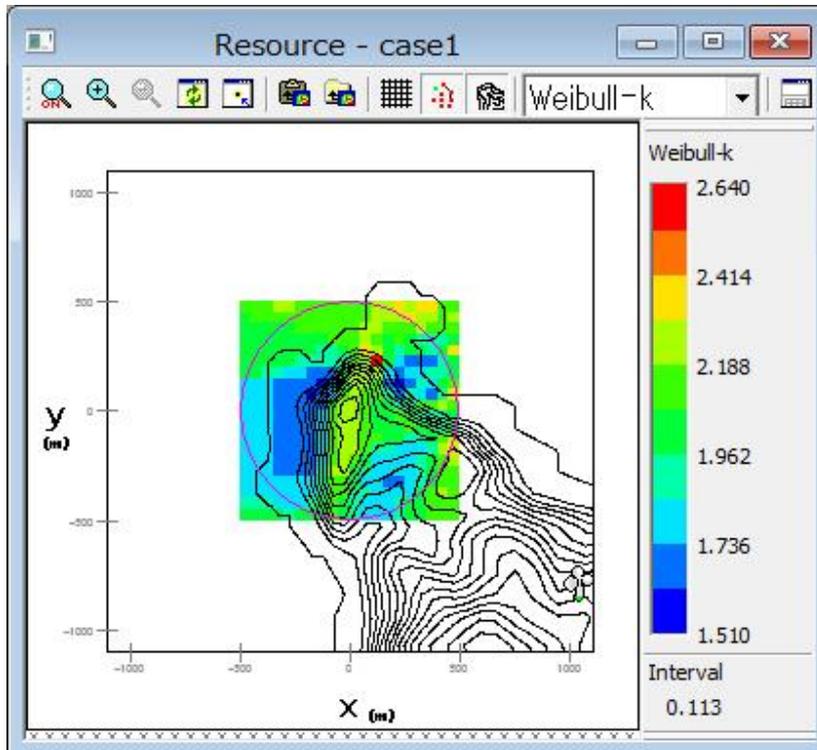
例 2：標高図 [Elevation]



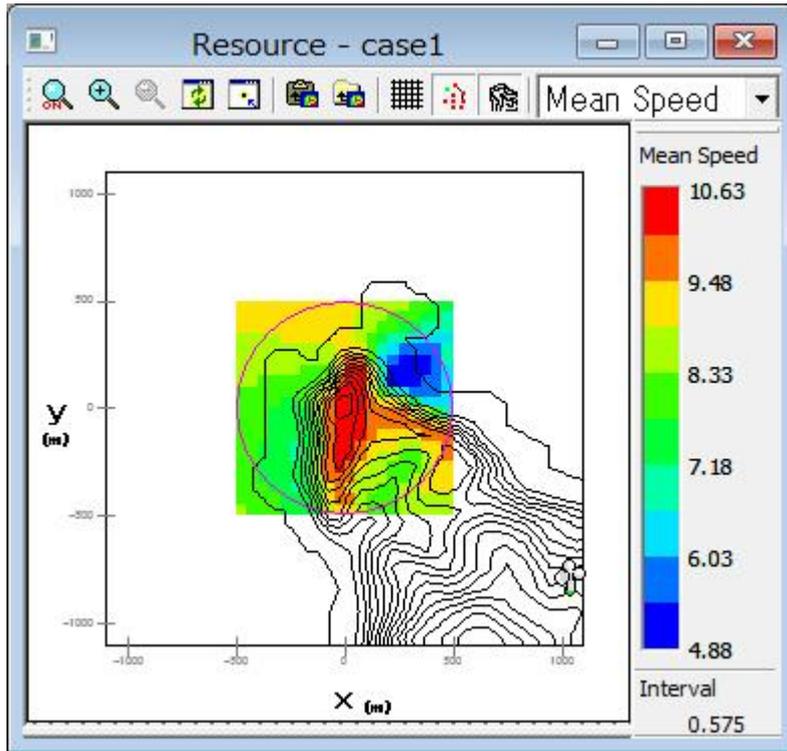
例 3 : ワイブル係数 A 分布図 [Weibull-A]



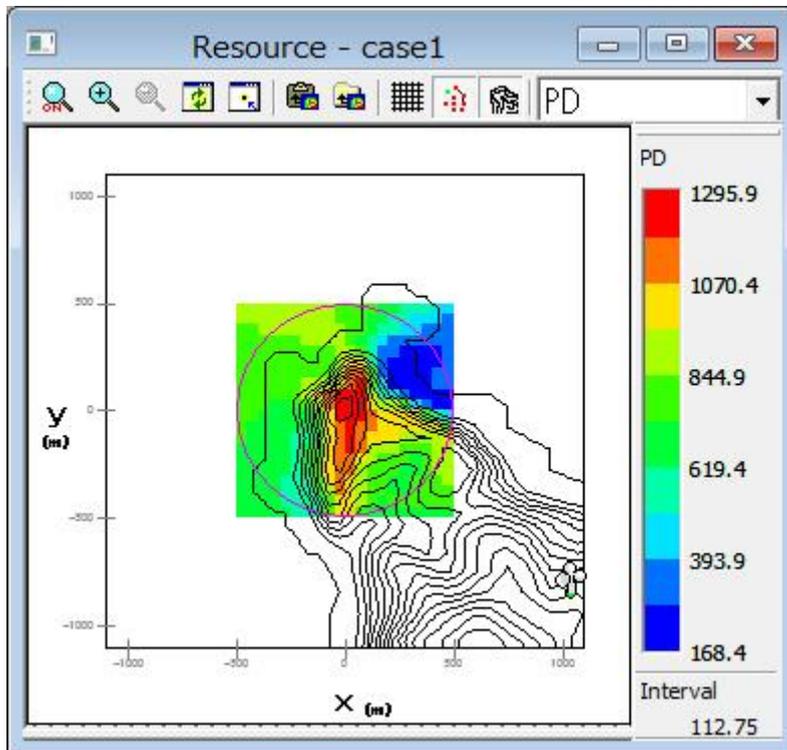
例 4 : ワイブル係数 k 分布図 [Weibull-k]



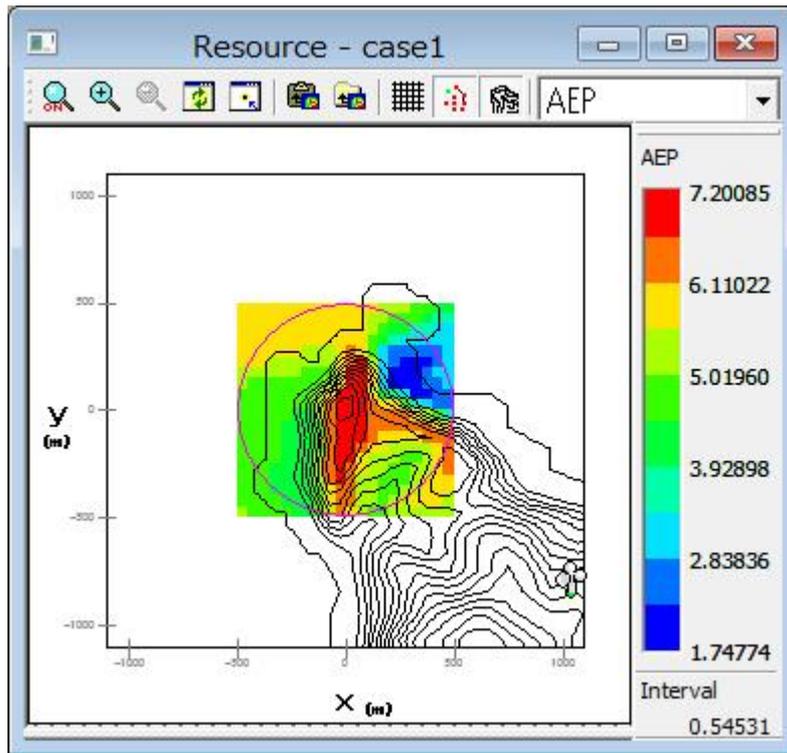
例 5：平均風速分布図 [Mean Speed]



例 6：風力エネルギー密度分布図 [PD]

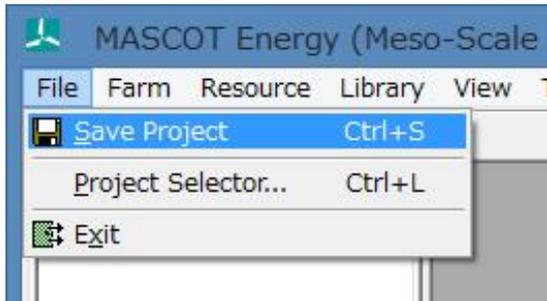


例 7 : 年間発電量分布図 [AEP]



2-9. プロジェクトの保存

[File]-[Save Project]でプロジェクトを保存します。



第3章 User Interface (ユーザー・インターフェース)

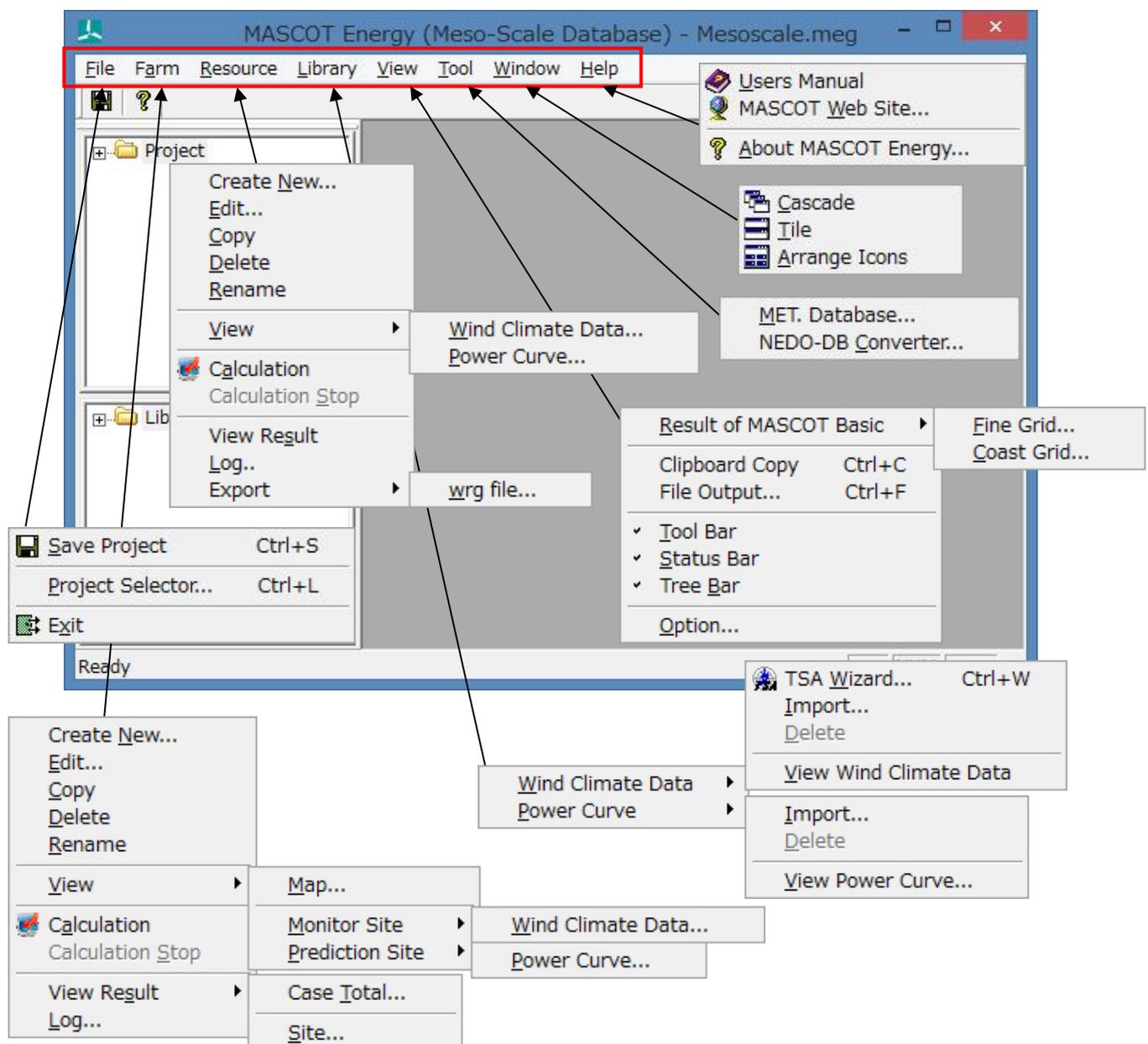
本章では、MASCOT Energy のユーザー・インターフェースについて説明します。

第3章 User Interface (ユーザー・インターフェース)	3-1
3-1. メニューバー	3-2
3-2. ツールバー ([View]-[Tool Bar])	3-3
3-3. コントロールバー (子ウィンドウ内のツールバー)	3-4
3-3-1. [Farm]-[View]-[Map]または[View]-[Result of MASCOT Basic...]ビュー	3-4
3-3-2. [View Wind Climate Data...]ビュー	3-6
3-3-3. [Resource]-[View Result...]ビュー	3-7
3-4. ツリーバー ([View]-[Tree Bar])	3-9
3-4-1. プロジェクト ツリー	3-9
3-4-2. ライブラリ ツリー	3-13
3-5. ダイアログ・ビュー一覧 (メニュー別)	3-17
3-5-1. [File]メニュー	3-17
3-5-2. [Farm]メニュー	3-18
3-5-3. [Resource]メニュー	3-45
3-5-4. [Library]メニュー	3-65
3-5-5. [View]メニュー	3-72
3-5-6. [Tool]メニュー	3-80
3-5-7. [Window]メニュー	3-82
3-5-8. [Help]メニュー	3-85
3-6. ツール	3-87
3-6-1. [TSA Wizard]ツール	3-87
3-6-2. [MET.Database]ツール	3-98
3-6-3. [NEDO-DB Converter]ツール	3-105

3-1. メニューバー

MASCOT Energy のメインメニューは以下の 8 つのメニューから構成されます。

- [File] : プロジェクトの生成、読込、保存、終了などを行うメニューです。
- [Farm] : Wind Farm の解析条件、観測地点の設定などを行うメニューです。
- [Resource] : Resource の解析条件、観測地点、計算格子点の設定などを行うメニューです。
- [Library] : 風況ファイルやパワーカーブの登録、設定、表示などを行うメニューです。
- [View] : MASCOT Basic の計算結果などの図示を行うメニューです。
- [Tool] : 全国気象官署風況データベースを示すメニューおよび NEDO-DB 工学モデルデータから本モデルへのデータのコンバータメニューです。
- [Window] : ウィンドウ、アイコンなどの表示、整理などを行うメニューです。
- [Help] : MASCOT Energy のバージョン情報、ユーザーマニュアルなどを示すメニューです。



3-2. ツールバー ([View]-[Tool Bar])



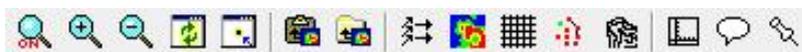
..... 作業中のプロジェクトを保存します。
([File]-[Save Project...]メニュー)



..... MASCOT Energy のバージョン情報を表示します。
([Help]-[About MASCOT Energy...]メニュー)

3-3. コントロールバー（子ウィンドウ内のツールバー）

3-3-1. [Farm]-[View]-[Map]または[View]-[Result of MASCOT Basic...]ビュー



- ズーム処理を開始/終了します。
([View]-[Zoom]メニュー)



- ビューに表示されているイメージを拡大します。(拡大率 1.2倍)
([View]-[Zoom In]メニュー)



- ビューに表示されているイメージを縮小します。(縮小率 1.2倍)
([View]-[Zoom Out]メニュー)



- ビューに表示されているイメージを再描画します。拡大表示している場合は、初期表示状態にします。
([View]-[Reset]メニュー)



- ビューに表示されているイメージを、マウスで指定した点を中心になるように移動します。
([View]-[Centering]メニュー)



- ビューに表示されているイメージを、クリップボードにコピーします。
([View]-[Clipboard Copy]メニュー)



- ビューに表示されているイメージを、画像ファイル（形式：bmp/emf）として保存します。
([View]-[File Output]メニュー)



- ベクトルを表示/非表示します。
([Result]-[Show]-[Vector]メニュー)



- 可視化内容を表示/非表示します。
([View]-[Show]-[Variable Contour]メニュー)



- 解析格子を表示/非表示します。
([View]-[Show]-[Mesh]メニュー)



- 計算点、観測点などのマーカを表示/非表示します。
([View]-[Show]-[Maker]メニュー)



- 地形コンターを表示／非表示します。
([View]-[Show]-[Elevation Contour]メニュー)



- 内部目盛りを表示／非表示します。
([Result]-[Show]-[Inner Scale]メニュー)



- 凡例を表示／非表示します。
([View]-[Show]-[Notes]メニュー)



- プロパティを開きます。
([View]-[Property]メニュー)

3-3-2. [View Wind Climate Data...]ビュー



- ビューに表示されているイメージを、クリップボードにコピーします。
([View]-[Clipboard Copy]メニュー)



- ビューに表示されているイメージを、画像ファイル（形式：bmp/emf）として保存します。
([View]-[File Output]メニュー)



- MASCOT Energy の解析結果画面表示サイズを自由に設定します。
([View]-[Windows Size Settings...]メニュー)

3-3-3. [Resource]-[View Result...]ビュー



- 
 ズーム処理を開始/終了します。
 ([View]-[Zoom]メニュー)
- 
 ビューに表示されているイメージを拡大します。(拡大率 1.2倍)
 ([View]-[Zoom In]メニュー)
- 
 ビューに表示されているイメージを縮小します。(縮小率 1.2倍)
 ([View]-[Zoom Out]メニュー)
- 
 ビューに表示されているイメージを再描画します。拡大表示している場合は、初期表示状態にします。
 ([View]-[Reset]メニュー)
- 
 ビューに表示されているイメージを、マウスで指定した点を中心になるように移動します。
 ([View]-[Centering]メニュー)
- 
 ビューに表示されているイメージを、クリップボードにコピーします。
 ([View]-[Clipboard Copy]メニュー)
- 
 ビューに表示されているイメージを、画像ファイル(形式: bmp/emf)として保存します。
 ([View]-[File Output]メニュー)
- 
 解析格子を表示/非表示します。
 ([View]-[Show]-[Mesh]メニュー)
- 
 計算点、観測点などのマーカを表示/非表示します。
 ([View]-[Show]-[Maker]メニュー)
- 
 地形コンターを表示/非表示します。
 ([View]-[Show]-[Elevation Contour]メニュー)
- 
 MASCOT Energy のビューに表示されているリストの表示/非表示を切り替えます。
 ([View]-[Show]-[Statistics]メニュー)



- MASCOT Energy の解析結果画面表示サイズを自由に設定します。
([View]-[Windows Size Settings...]メニュー)

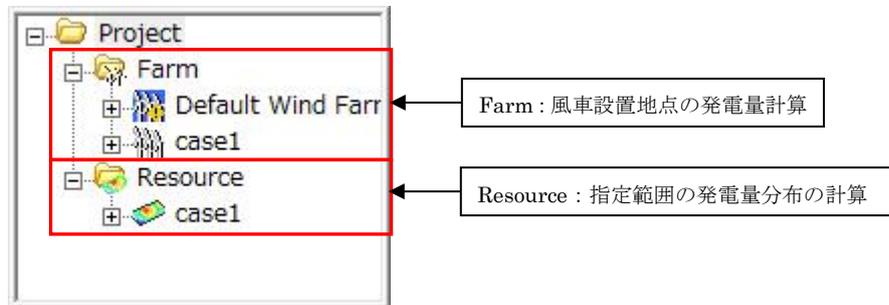


- 凡例を表示／非表示します。
([View]-[Show]-[Notes]メニュー)

3-4. ツリーバー ([View]-[Tree Bar])

3-4-1. プロジェクト ツリー

プロジェクトに設定されている Farm ケース、Resource ケースが、ツリーイメージで表示されます。



プロジェクトツリー上のアイコンを右クリックしたときのメニューは以下の通りです。

1. [Project]を右クリック

- **[View Result of MASCOT Basic...]**

MASCOT Basic で解析した結果を表示します。

2. [Farm]メニューを右クリック

- **[Create New Wind Farm...]**

Wind Farm の新規ケースを作成します。

(詳細は[Farm]-[Create New...]を参照)

- **[Default Wind Farm]メニュー**

MASCOT Basic の[Edit]-[Option]-[Site]で設定されたサイトが登録されています。

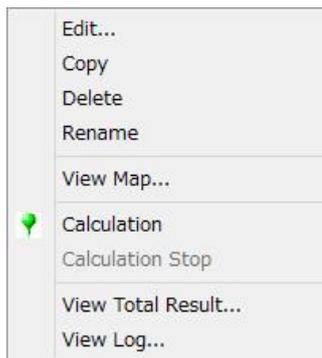
[Default Wind Farm]の編集や解析は可能ですが、削除することはできません。

- **[Case1]メニュー**

任意点での発電量の予測計算を行います。計算範囲や計算点の設定が必要です。

風況データや予測点の登録を行い、発電量の予測計算を行います。

[Default Wind Farm]メニューや[Case1]メニューを設定後右クリックして下記のメニュー画面で下記に示す編集機能があります。



• **[Edit...]**

[Project]-[Farm]ツリーで選択されている Wind Farm のケースを編集します。
(詳細は[Farm]-[Edit...]を参照してください。)

• **[Copy]**

[Project]-[Farm]ツリーで選択されている Wind Farm のケースをコピーします。
(詳細は[Farm]-[Copy]を参照してください。)

• **[Delete]**

[Project]-[Farm]ツリーで選択されている Wind Farm のケースを削除します。
(詳細は[Farm]-[Delete]を参照してください。)
ただし[Default Wind Farm]の削除はできません。

• **[Rename]**

[Project]-[Farm]ツリーで選択されている Wind Farm のケース名を修正します。
(詳細は[Farm]-[Rename]を参照してください。)

• **[View Map...]**

[Project]-[Farm]ツリーで選択されているケースについて、視覚的にビューを表示します。
(詳細は[Farm]-[View Map...]を参照してください。)

• **[Calculation]**

[Project]-[Farm]ツリーで選択されている Wind Farm のケースについて、解析します。
(詳細は[Farm]-[Calculation]を参照してください。)

• **[Calculation Stop]**

[Project]-[Farm]ツリーで選択されている Wind Farm のケースについて、解析を中止します。
(詳細は[Farm]-[Calculation Stop]を参照してください。)

- **[View Total Result...]**

[Project]-[Farm]ツリーで選択されている予測ケースの計算結果（各サイトの合計）を表示します。

（詳細は[Farm]-[View Total Result...]を参照してください。）

- **[View Log...]**

解析済の計算ログを表示します。

（詳細は[Farm]-[Log...]を参照してください。）

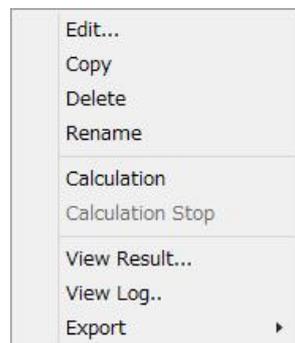
3. [Resource]メニューを右クリック

- **[Create New Resource...]**

Resource の新規ケースを作成します。

（詳細は[Resource]-[Create New ...]を参照してください。）

[Resource]-[Case1]メニューを設定後右クリックして下記のメニュー画面で下記に示す編集機能があります。



- **[Edit...]**

[Project]-[Resource]ツリーで選択されている Resource のケースを編集します。

（詳細は[Resource]-[Edit...]を参照してください。）

- **[Copy]**

[Project]-[Resource]ツリーで選択されている Resource のケースをコピーします。

（詳細は[Resource]-[Copy]を参照してください。）

- **[Delete]**

[Project]-[Resource]ツリーで選択されている Resource のケースを削除します。

（詳細は[Resource]-[Delete]を参照してください。）

- **[Rename]**

[Project]-[Resource]ツリーで選択されている Resource のケース名を修正します。

（詳細は[Resource]-[Rename]を参照してください。）

- **[Calculation]**

[Project]-[Resource]ツリーで選択されている Resource のケースについて解析します。
(詳細は[Resource]-[Calculation]を参照してください。)

- **[Calculation Stop]**

[Project]-[Resource]ツリーで選択されている Resource のケースについて解析を中止します。
(詳細は[Resource]-[Calculation Stop]を参照してください。)

- **[View Result...]**

[Project]-[Resource]ツリーで選択されているケースの解析結果を表示します。
(詳細は[Resource]-[View Result...]を参照してください。)

- **[View Log...]**

解析済の計算ログを表示します。
(詳細は[Resource]-[View Log...]を参照してください。)

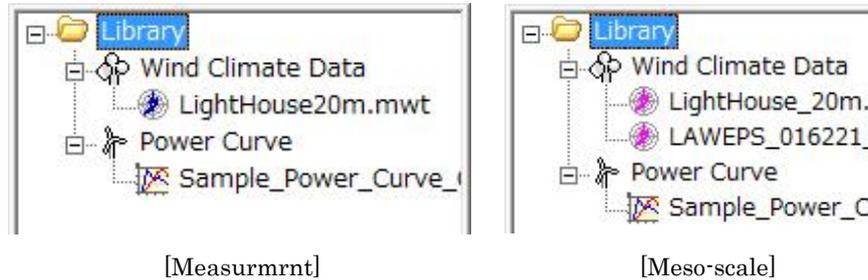
- **[Export]**

[Project]-[Resource]ツリーで選択されているケースの解析結果を出力します (テキスト形式)。
(詳細は[Resource]-[Export]を参照してください。)

3-4-2. ライブラリ ツリー

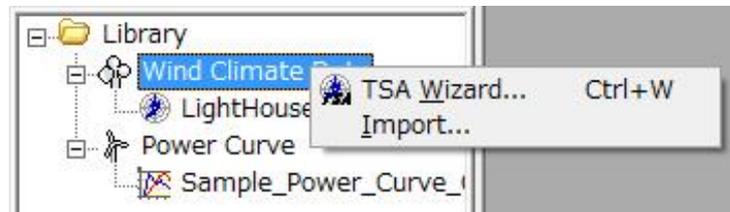
プロジェクトで使用可能な風況ファイル、パワーカーブの一覧が表示されます。

こちらに登録されている風況ファイル、パワーカーブのみが、解析で使用できます。



ライブラリツリー上のアイコンを右クリックしたときのメニューは以下の通りです。

1. [Wind Climate Data]を右クリック



- **[TSA Wizard...]**

時系列データから風況ファイルの作成や登録を行います。

(詳細は[Wind Climate Data]-[TSA Wizard...]を参照してください。)

- **[Import...]**

登録済みの風況ファイルをインポートします。

(詳細は[Wind Climate Data]-[Import...]を参照してください。)

2. [Wind Climate Data]-[風況ファイル]※メニュー



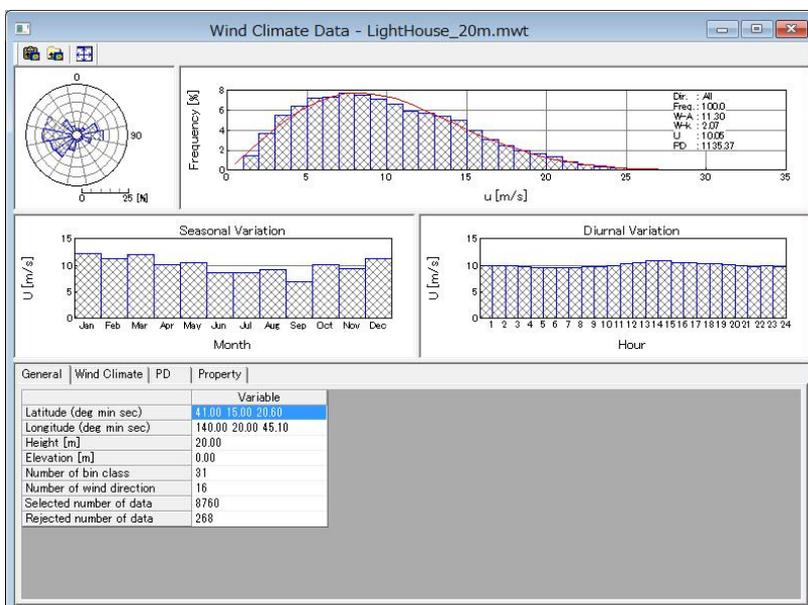
※ ユーザーが設定した任意のファイル名です。

• [View Wind Climate Data...]

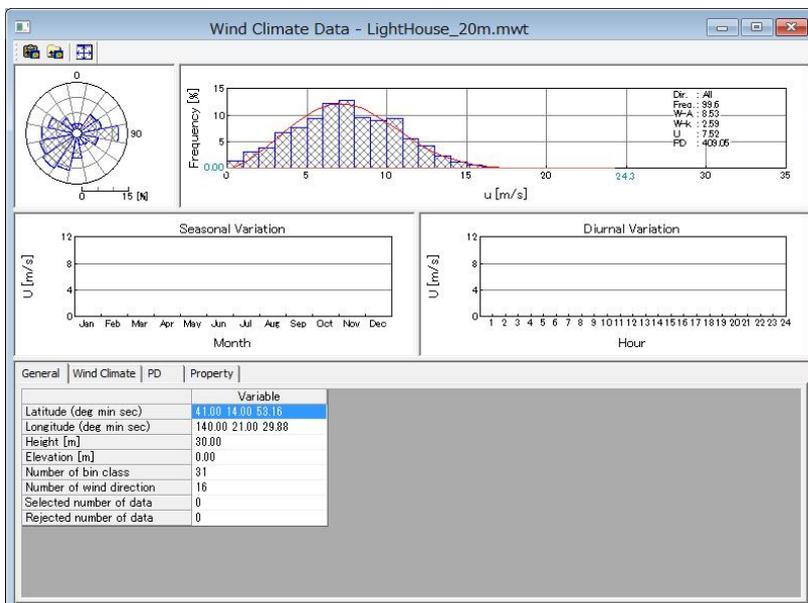
[Library]ツリーで選択されている風況ファイルを表示します。

(詳細は[Wind Climate Data]-[View Wind Climate Data...]を参照してください。)

[Measurement]

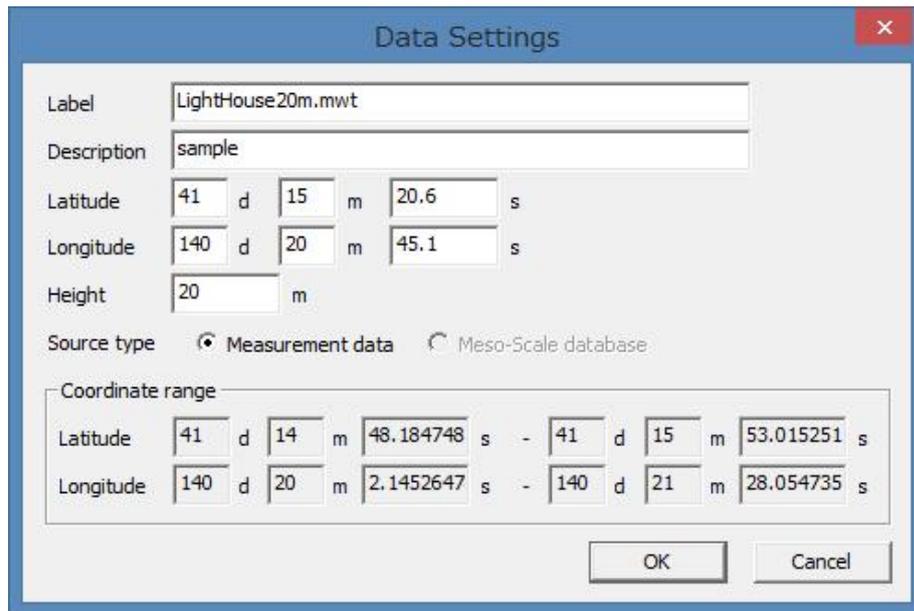


[Meso-scale]



- [Edit...]

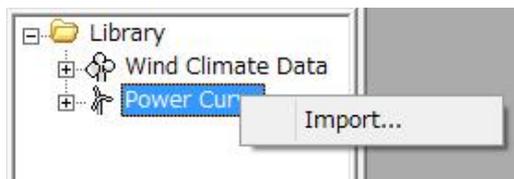
[Library]ツリーで選択されている風況ファイルを編集します。



- [Delete...]

[Library]ツリーで選択されている風況ファイルを削除します。

3. [Power Curve]メニューを右クリック

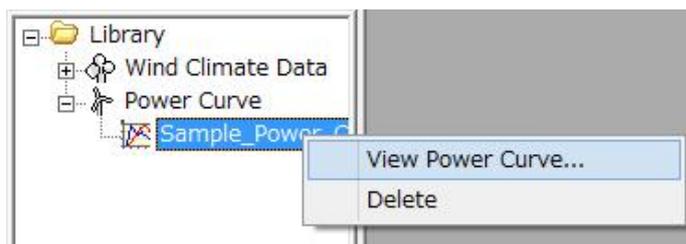


- [Import...]

既存のパワーカーブファイルをインポートします。

(詳細は[Power Curve]-[Import...]を参照してください。)

4. [Power Curve]-[パワーカーブ]※メニュー

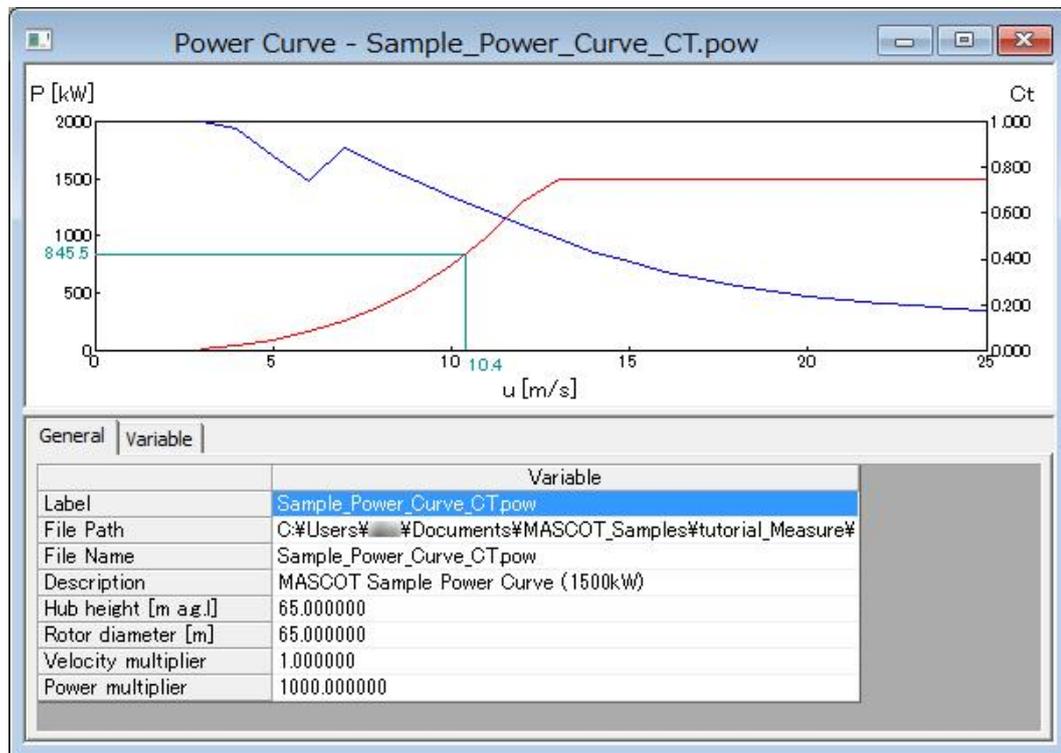


※ ユーザーが設定した任意のファイル名です

- [View Power Curve...]

パワーカーブファイルを表示します。

(詳細は[Power Curve]-[View Power Curve...]を参照してください。)



- [Delete]

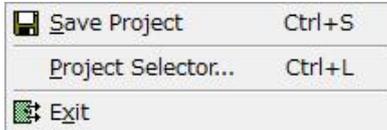
[Library]ツリーで選択されているパワーカーブを削除します。

(詳細は[Power Curve]-[Delete...]を参照してください。)

3-5. ダイアログ・ビュー一覧（メニュー別）

3-5-1. [File]メニュー

このメニューはプロジェクトの保存、読み込みなどを行うメニューです。



1. [Save Project]

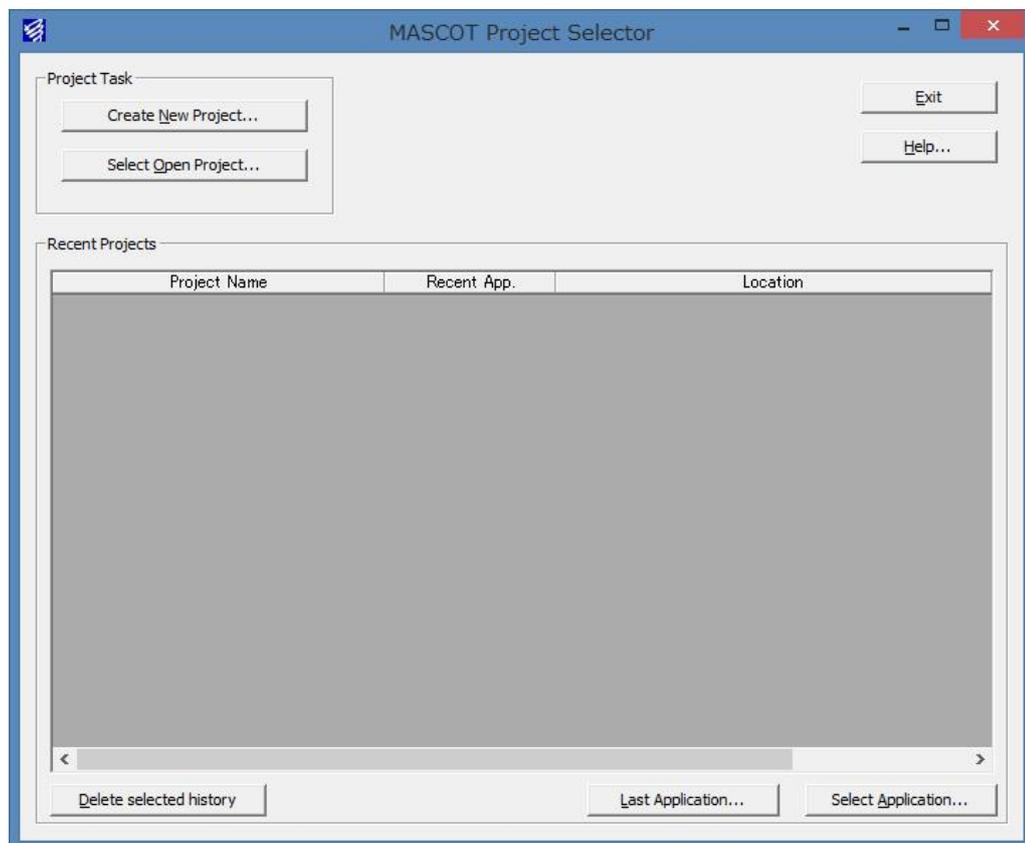
作業中のプロジェクトを保存します。（ツールバー  ）

2. [Project Selector ...]

MASCOT Project Selector を起動します。

他のプロジェクトの読み込みやプロジェクトの新規作成などは、起動される MASCOT Project Selector で行います。

※本メニューを選択しますと、起動中の MASCOT Energy は終了します。



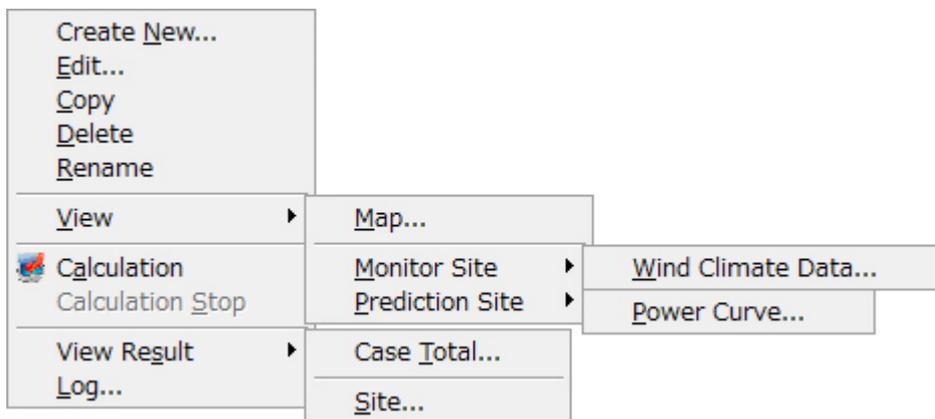
3. [Exit]

MASCOT Energy を終了します。

3-5-2. [Farm]メニュー

MASCOT Basic によって解析された気流場、領域内の風況データおよび風車のパワーカーブから、領域内の任意地点の風況（風向・風速別出現頻度）や年間風力発電量を予測します。

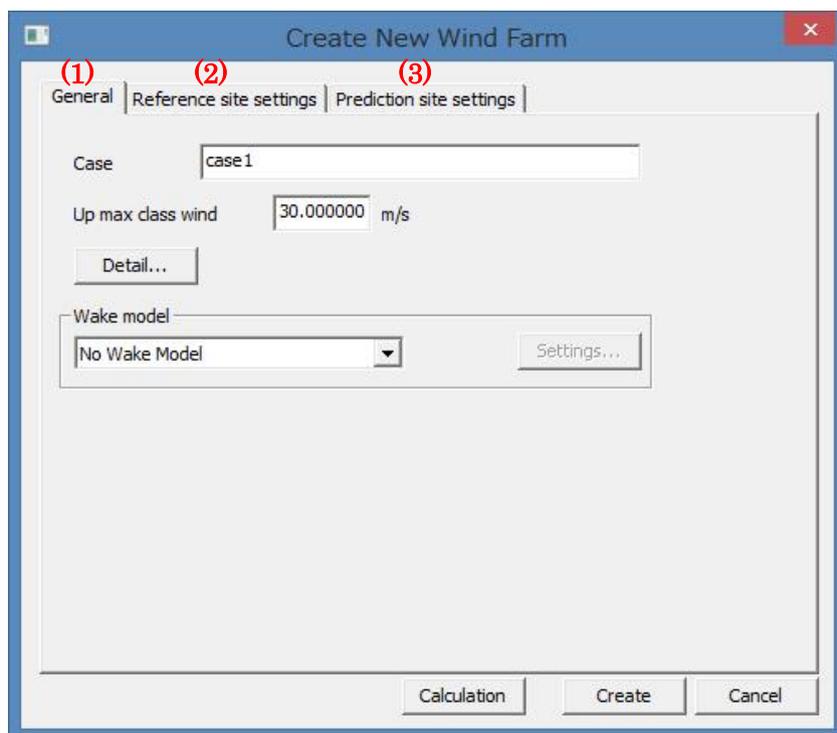
[Farm]メニューは Wind Farm の解析を行うときに使用するメニューです。



1. [Create New...]

Wind Farm の新規ケースを作成します。

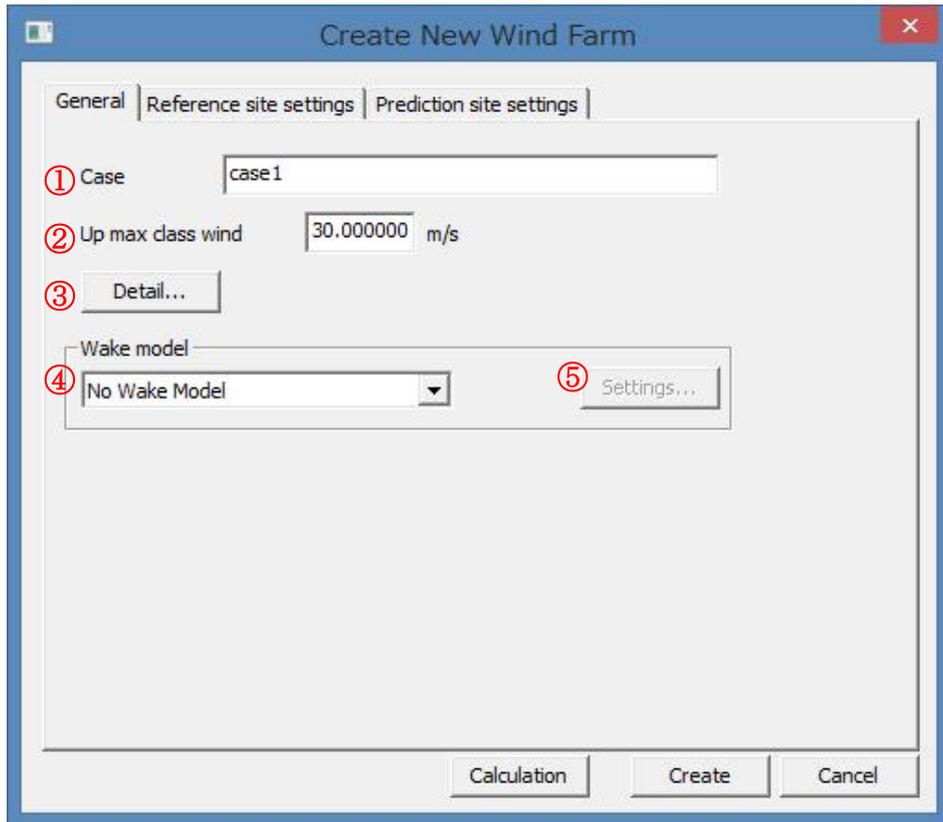
本メニューを選択しますと、下図の通り [Create New Wind Farm] ダイアログが表示されます。[Create New Wind Farm] ダイアログは、[General]、[Reference site settings]、[Prediction site settings] の 3 つのタブで構成されています。



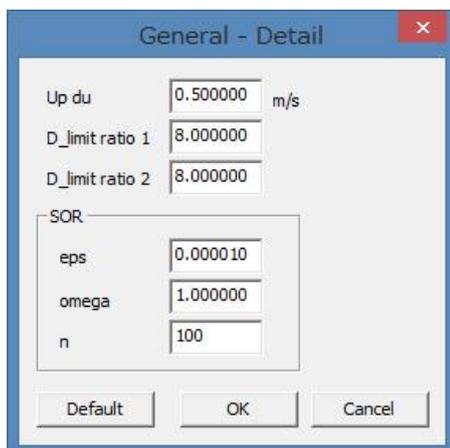
各タブの設定を行い、<Create>をクリックしますと、[Project]-[Farm]ツリーに、[Case label]で設定した名前のフォルダが作成されます。

- <Calculation> : 計算ケースを作成し、計算を実行します。
- <Create> : 計算ケースを作成します。
- <Cancel> : 計算ケースを作成せずに終了します。

(1) [General]タブ：全般の設定

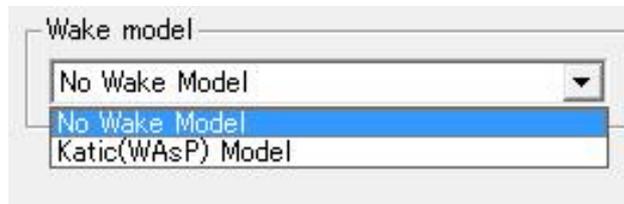


- ①[Case label] : ケース名を設定します。※1)
※1) 次にあげる「」内の文字は使用できません。「 / : ; * ? ¥ " < > | 」
- ②[Up max class wind speed] (m/s) : 最大風速階級の風速値を指定します (デフォルト値は 30m/s)。
- ③<Detail> : 係数の詳細設定



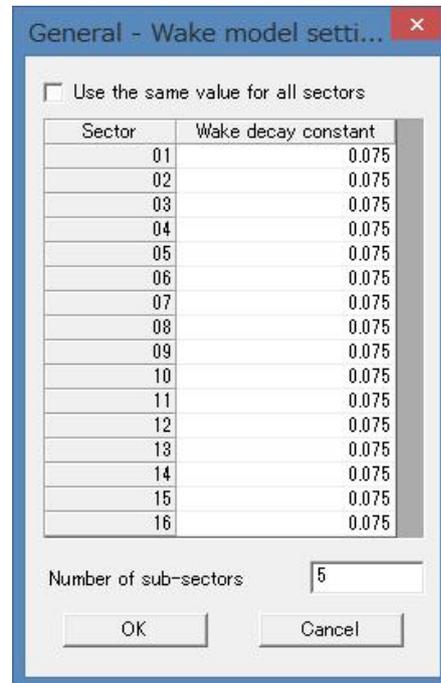
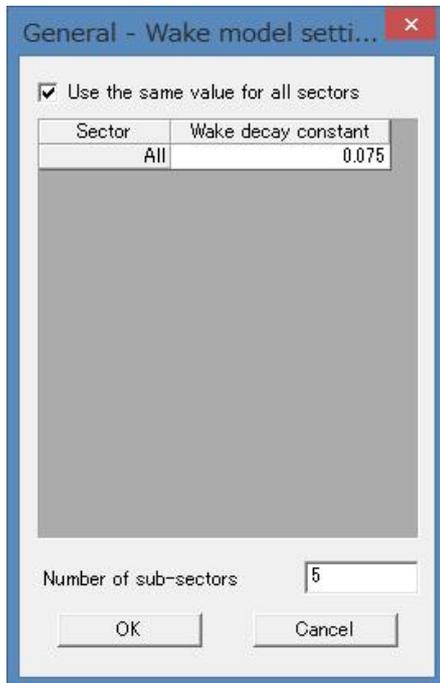
- [Up du (m/s)] : 風速階級の刻み幅を指定します。
- [D_limit ratio 1] : 逆解析時の風向偏差制限係数を指定します。
- [D_limit ratio 2] : 順解析時の風向偏差制限係数を指定します。
- [SOR]
 - [eps] : 線形 1 次方程式の解法 (SOR 法) のパラメータ
 - [omega] : 線形 1 次方程式の解法 (SOR 法) のパラメータ
 - [n] : 線形 1 次方程式の解法 (SOR 法) のパラメータ
- <Default> : デフォルト値に戻します。
- <OK> : 係数の設定値を保存します。
- <Cancel> : 詳細設定を中止し、前の画面に戻ります。

④[Wake model] : ウェイクモデルを指定します。



- [No Wake Model] : ウェイクモデルなし
- [Katic(WAsP) Model] : WAsP ウェイクモデル

⑤<Settings> : ウェイクモデルの詳細設定



- [Use the same value for all sectors] : [Wake decay constant]を方位毎に設定するか否かを指定します。
 - チェックボックス ON : 全方位に同一係数を設定する。
 - チェックボックス OFF : 風向別に係数を設定する。*2)
- [Sector] : 解析方位

- ・ [Wake decay constant] : 後流拡散定数
- ・ [Number of sub-sectors] : 風向セクター内分割数

- ・ <OK> : 係数の設定値を保存します。
- ・ <Cancel> : 詳細設定を中止し、前の画面に戻ります。

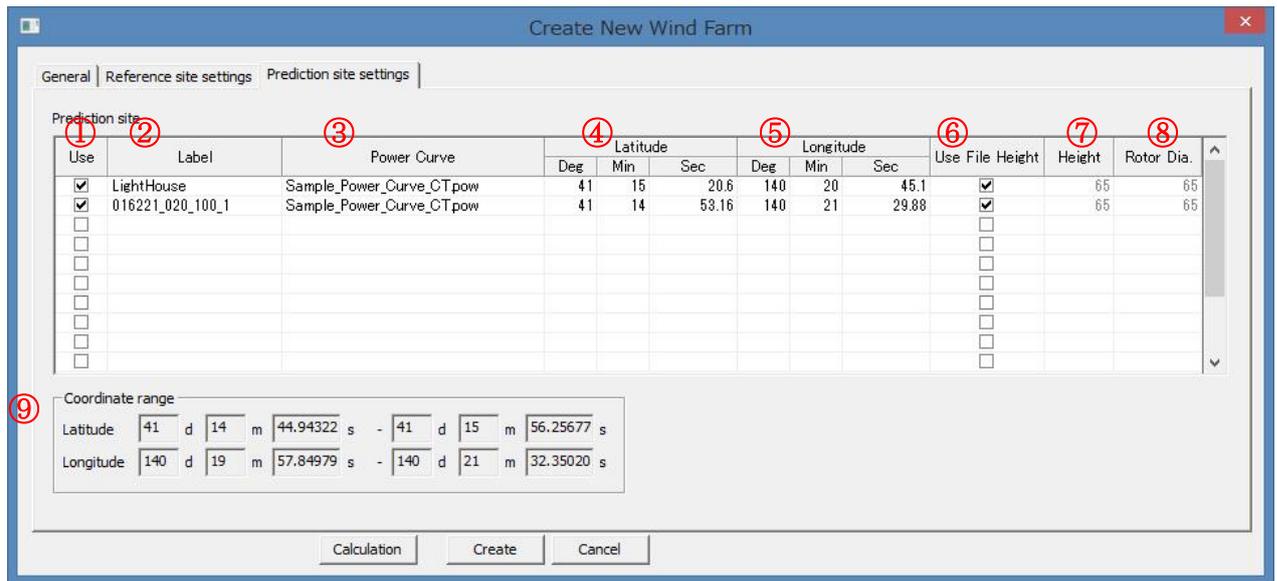
※2) 以下 (2) 観測地点情報ファイルの設定を行う前に、風向別の係数詳細設定ができません。

(2) [Reference site settings]タブ：観測地点情報の設定

- ①[Type] : 風況ファイルの座標種類を指定します。(現在は緯度経度座標”lon-lat”のみ実装)
- ②[Select wind climate data] : ライブラリに登録した風況ファイルファイルを指定します。
< Select...>で風況ファイル (* .mwt) を指定します。
- ③[Latitude] : ②で選択された風況ファイルの観測点の緯度が表示されます。※1
- ④[Longitude] : ②で選択された風況ファイルの観測点の経度が表示されます。※1
- ⑤[Height] : ②で選択された風況ファイルの観測点の高さが表示されます。※1

※1 : いずれも表示のみで編集は出来ません。

(3) [Prediction Site Settings]タブ：予測地点情報の設定



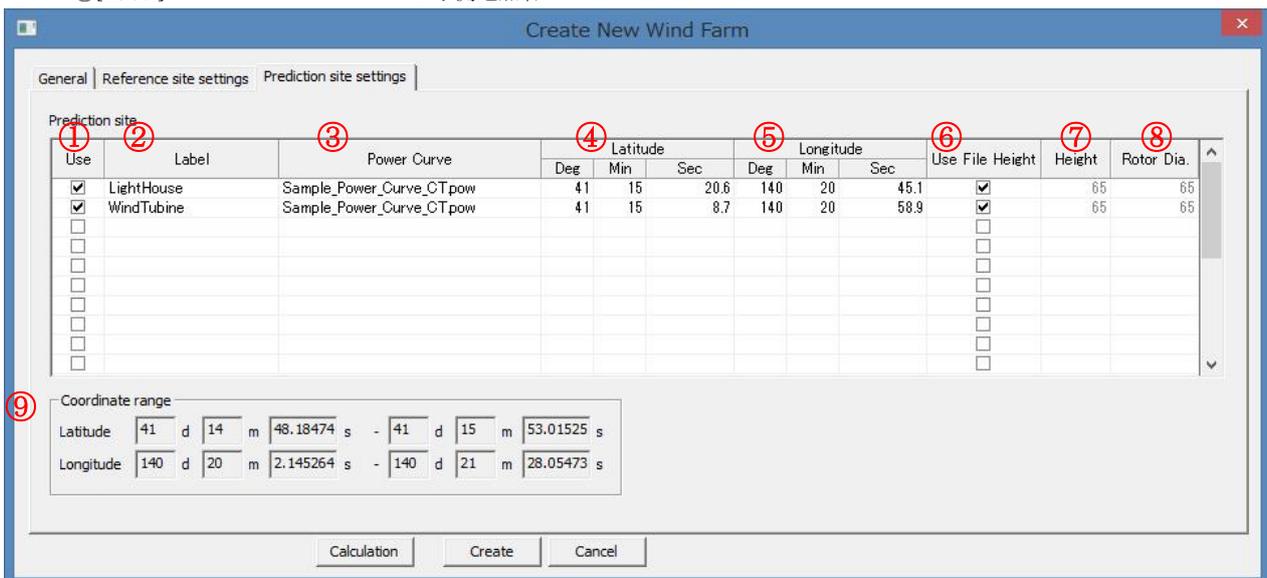
①[Use] : 登録した予測地点での計算有無の設定。

チェックボックス on : 計算する (ツリー上ケースのアイコンは となります)

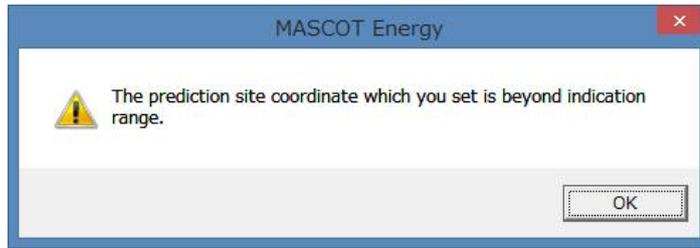
チェックボックス off : 計算しない (ツリー上ケースのアイコンは となります)



②[Label] : 予測地点名



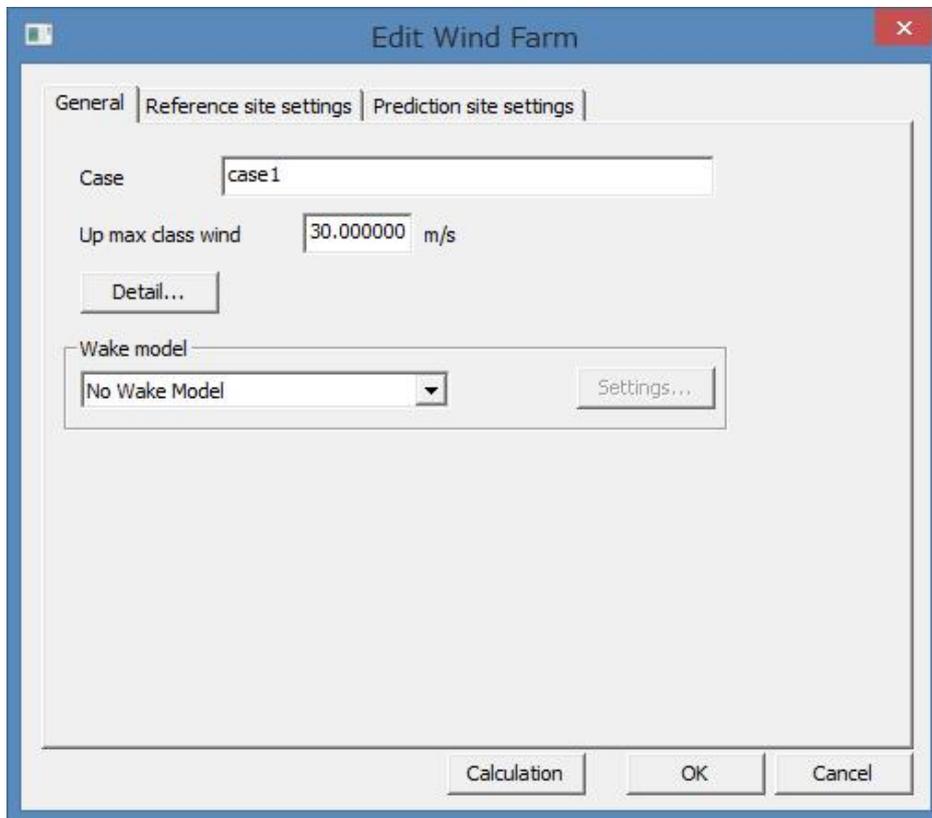
※1) : 予測地点の設置範囲は⑨[Coordinate range]の範囲外になった場合は、下記のメッセージが表示され、登録することができません。



※ 表編集機能（行追加、削除等）については第1章 1-7を参照してください

2. [Edit...]

[Project]-[Farm]ツリーで選択されている Wind Farm のケースを編集します。
本メニューを選択しますと、[Edit Wind Farm]ダイアログが表示されます。



[Edit Wind Farm]ダイアログの各タブについては、[Farm]-[Create New...]を参照して下さい。

各タブの設定を行い、<OK>をクリックしますと、[Project]-[Farm]ツリーで選択されているケースの設定内容が変更されます。

3. [Copy]

[Project]-[Farm]ツリーで選択されている Wind Farm のケースをコピーします。

4. [Delete]

[Project]-[Farm]ツリーで選択されている Wind Farm のケースを削除します。

(ただし、Default_Wind Farm は Delete できません)

本メニューを選択しますと、下記の画面が表示されます。



<OK>をクリックしますと、[Project]-[Farm]ツリーで選択されているケースを削除されます。

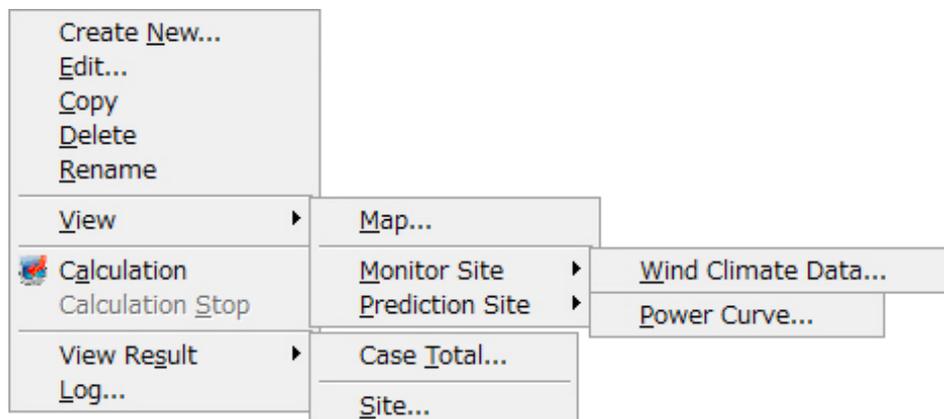
5. [Rename]

[Project]-[Farm]ツリーで選択されている Wind Farm のケース名を修正します。

本メニューを選択しますと、[Project]-[Farm]ツリーの選択されているケース名が変更可能な状態になります。

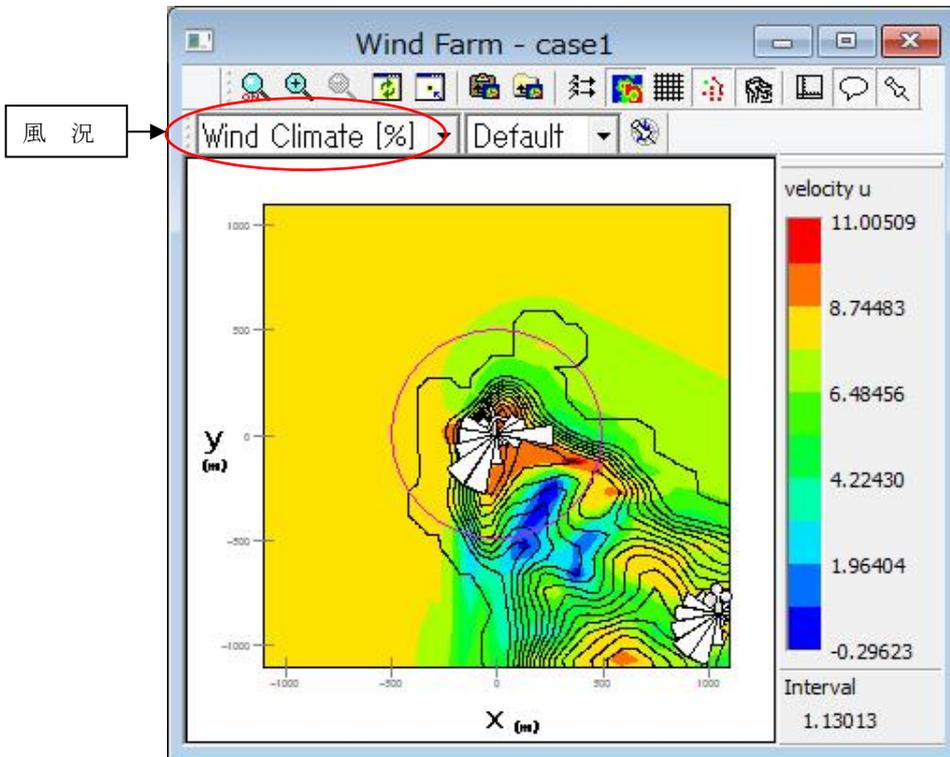
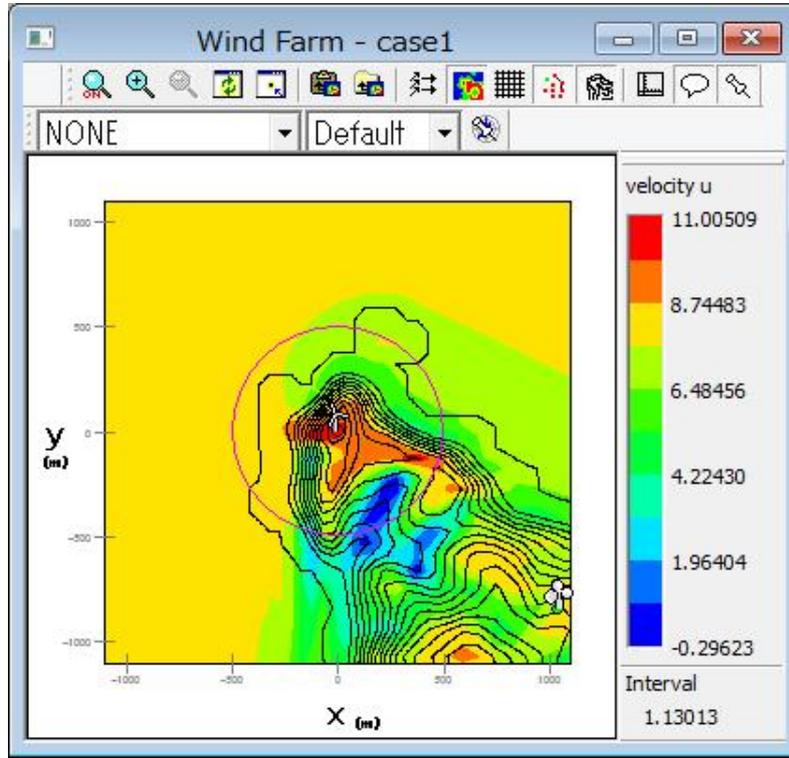
6. [View]

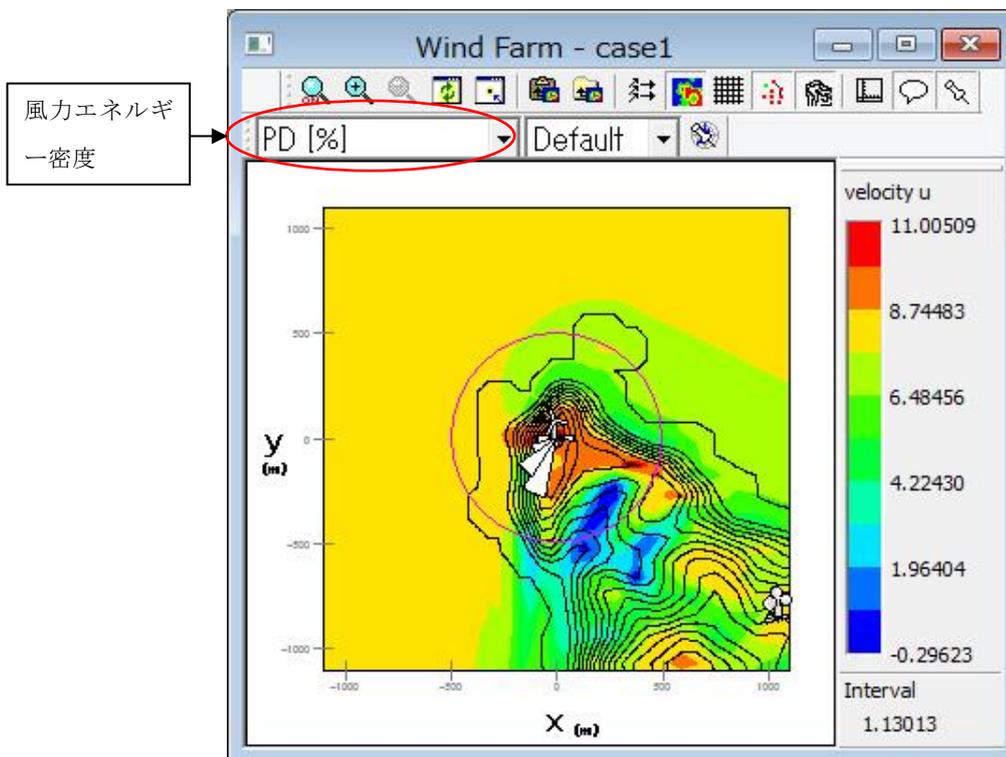
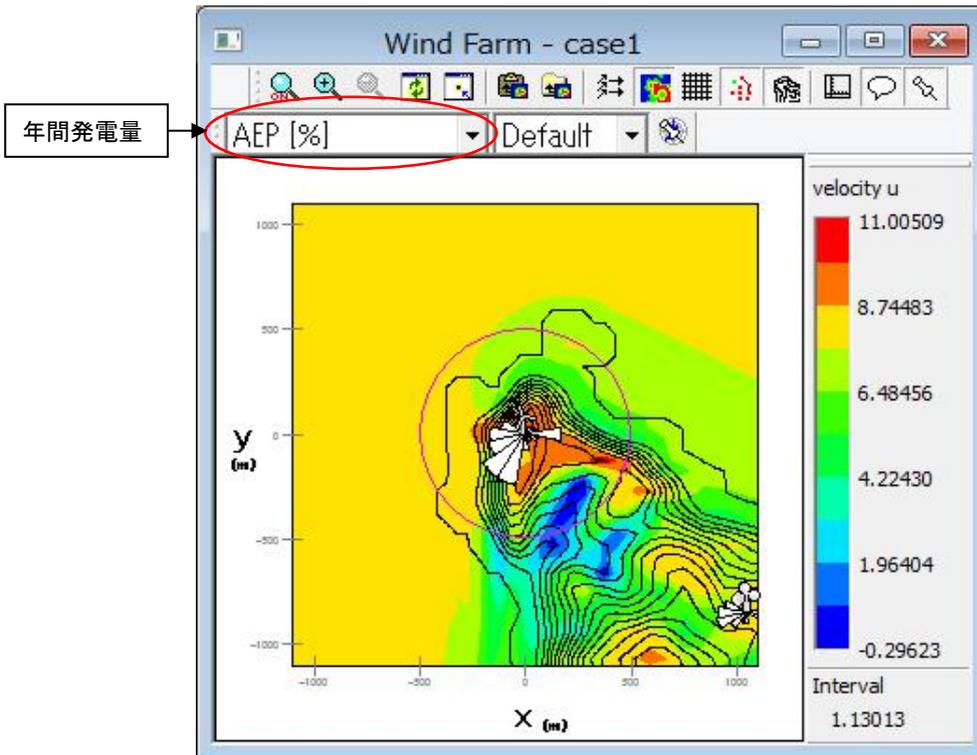
[Project]-[Farm]ツリーで選択されている Wind Farm のケースの情報を画面上で表示します。



I. [Farm]-[View]-[Map]

[Project]ツリーで選択されている Wind Farm の設定ケース（例：CASE1）の位置情報および解析結果（風況、風力エネルギー密度、発電量）のイメージ分布図を確認できます。

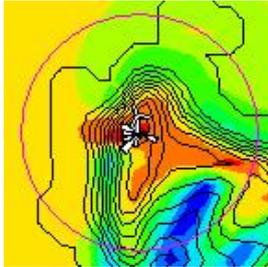




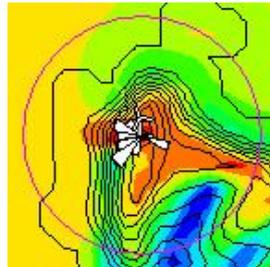
尚、上記解析結果（風況、風力エネルギー密度、発電量）のイメージサイズの設定が以下のメニューで設定できます。



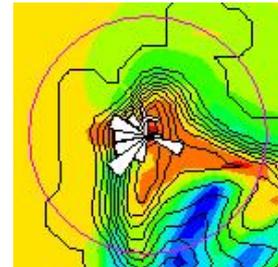
[Smallest]



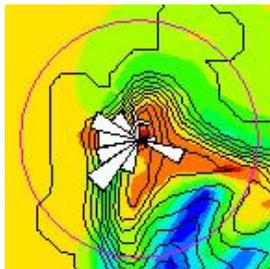
[Smaller]



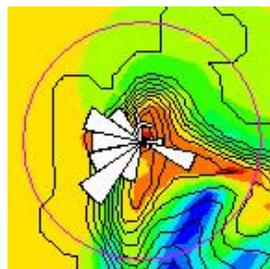
[Default]



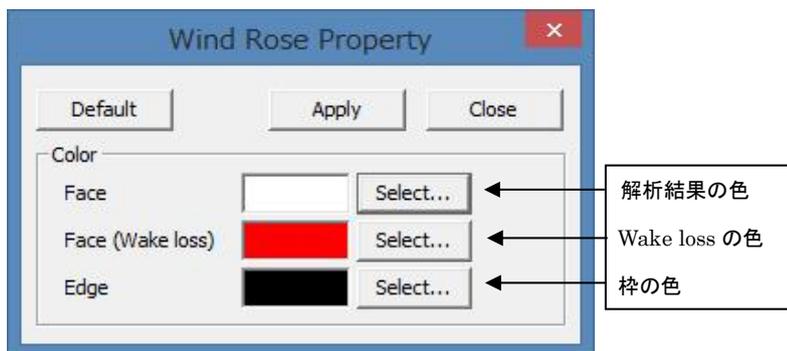
[Larger]



[Largest]



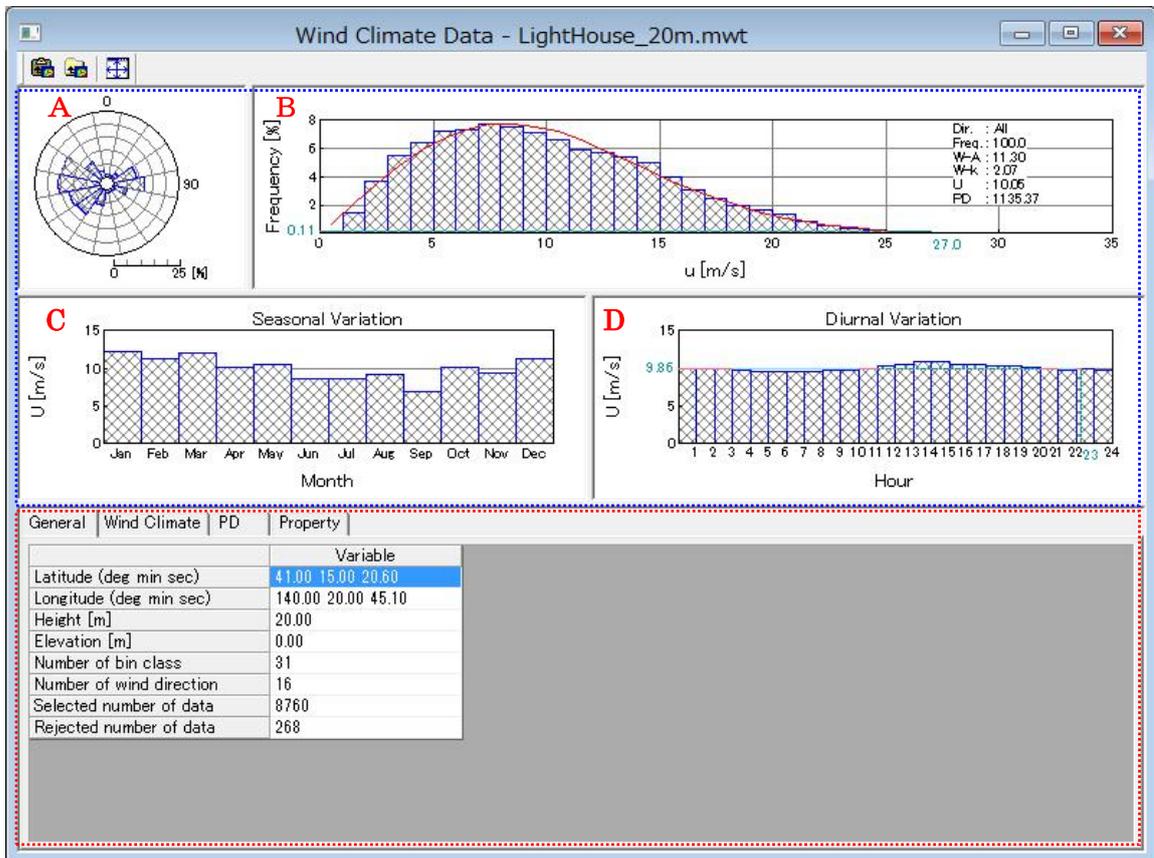
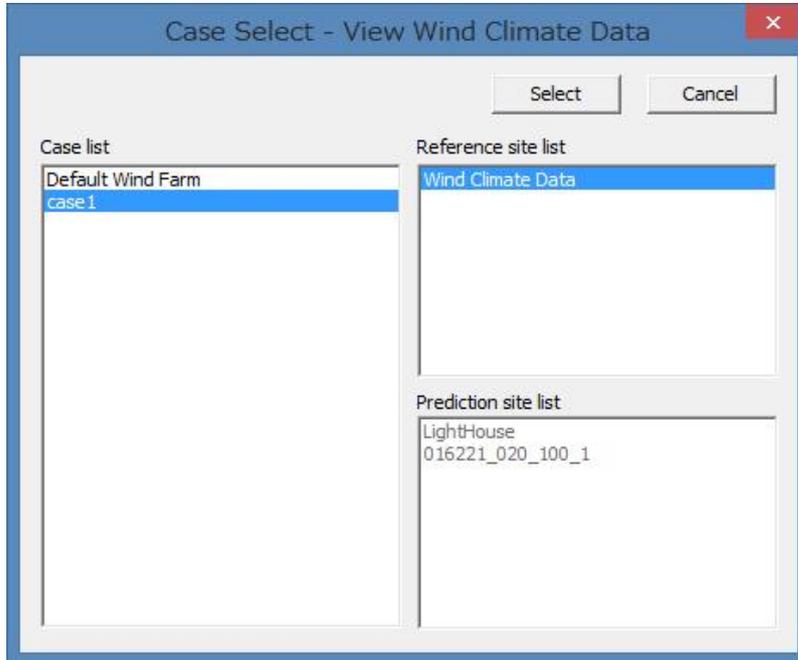
また、上記解析結果（風況、風力エネルギー密度、発電量）のイメージの線種、色の設定等はプロパティアイコン  で設定できます。



II. [Farm]-[View]-[Monitor Site]-[Wind Climate Data]

[Project]ツリーで選択されている予測地点の解析に使用する風況ファイルを表示します。

本メニューを選択しますと、下図のダイアログが表示され、対象ケースの風況ファイルを選択することができます。



(1) [General]タブ

《グラフ部（上記、画面イメージの青点線部）》解析結果のグラフを表示

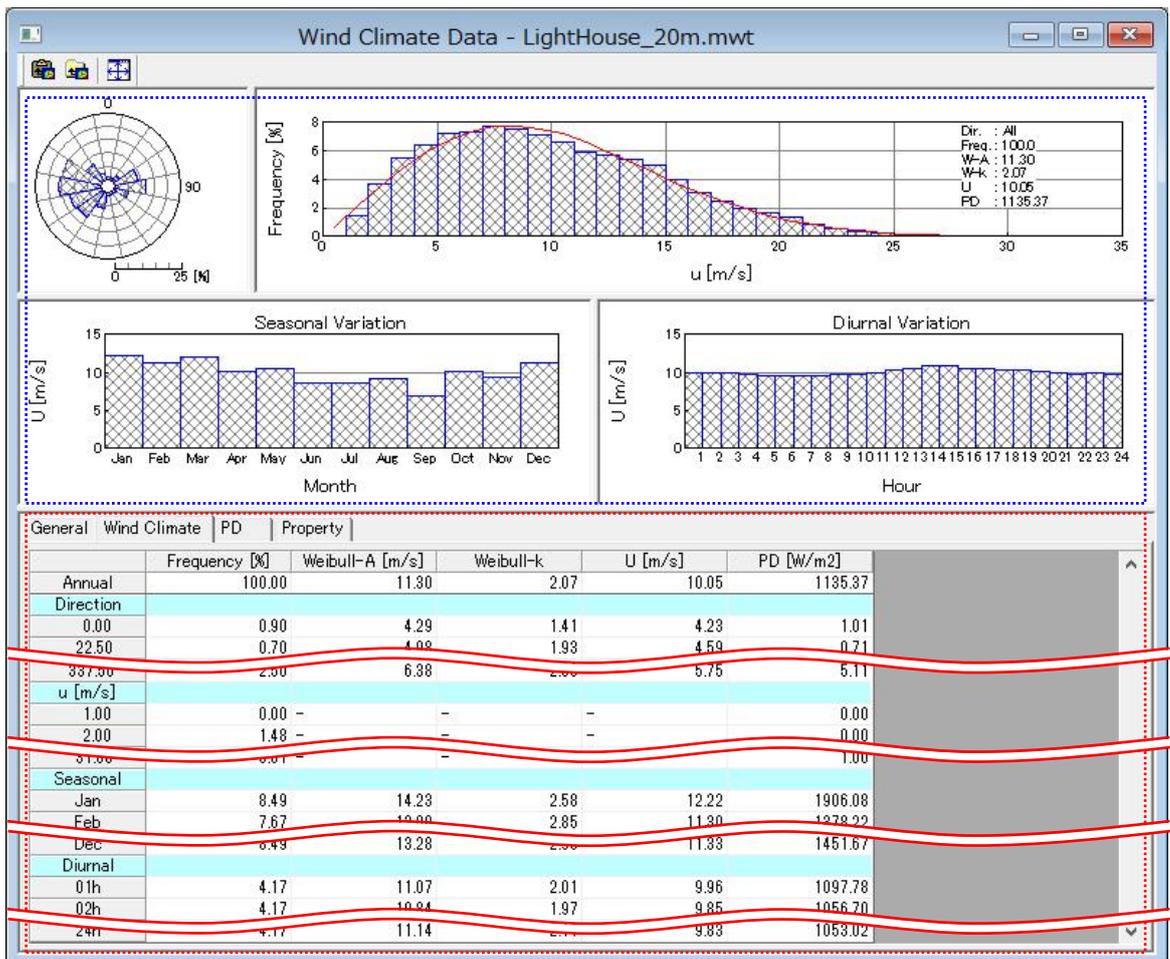
- ・グラフ種類 : 風向別頻度分布図 (A)、風速別頻度分布図 (B)
月別時系列図 (C)、時間別時系列図 (D)

《リスト部（上記、画面イメージの赤点線部）》風況データの解析情報を表示

- ・[Latitude(deg min sec)] : サイト位置の緯度 (Deg : 度、Min : 分、Sec : 秒)
- ・[Longitude(deg min sec)] : サイト位置の経度 (Deg : 度、Min : 分、Sec : 秒)
- ・[Height[m]] : サイト位置の高さ
- ・[Elevation[m]] : 地表面の高さ
- ・[Number of bin class] : 風速階級数
- ・[Number of wind direction] : 風向階級数
- ・[Selected number of data] : 読み込みデータレコード数
- ・[Rejected number of data] : 無効データレコード数 ※

※ [TSA Wizard]によって作成された風況データのみ表示されます。

(2) [Wind Climate]タブ



《グラフ部（上記、画面イメージの青点線部）》解析結果のグラフを表示

- ・グラフ種類 : [General]タブ同様

《リスト部（上記、画面イメージの赤点線部）》風況データの解析結果を表示

- ・ [Frequency [%]] : 風向別、風速階級別、月別、時間別の出現頻度
- ・ [Weibull-A [m/s]] : 風向別、風速階級別、月別、時間別のワイブルパラメータ A（尺度係数）
- ・ [Weibull-k] : 風向別、風速階級別、月別、時間別のワイブルパラメータ k（形状係数）
- ・ [U [m/s]] : 風向別、風速階級別、月別、時間別の年平均風速
- ・ [PD [W/m²]] : 風向別、風速階級別、月別、時間別の風力エネルギー密度

[ブロック]

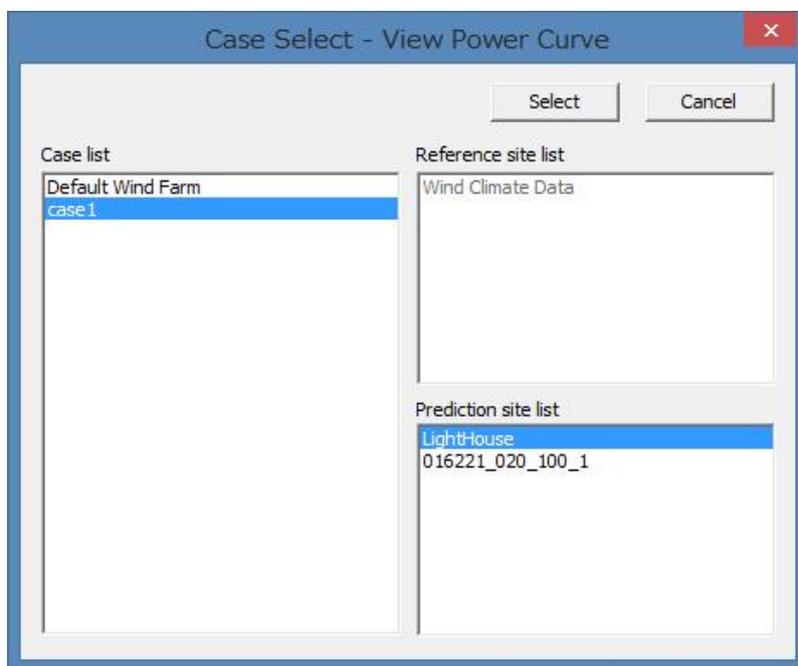
- ・ [Direction]ブロック : 風向別の統計値
- ・ [U [m/s]]ブロック : 風速階級別の統計値
- ・ [Seasonal]ブロック : 月別の統計値^{※1)}
- ・ [Diurnal]ブロック : 時間別の統計値^{※1)}

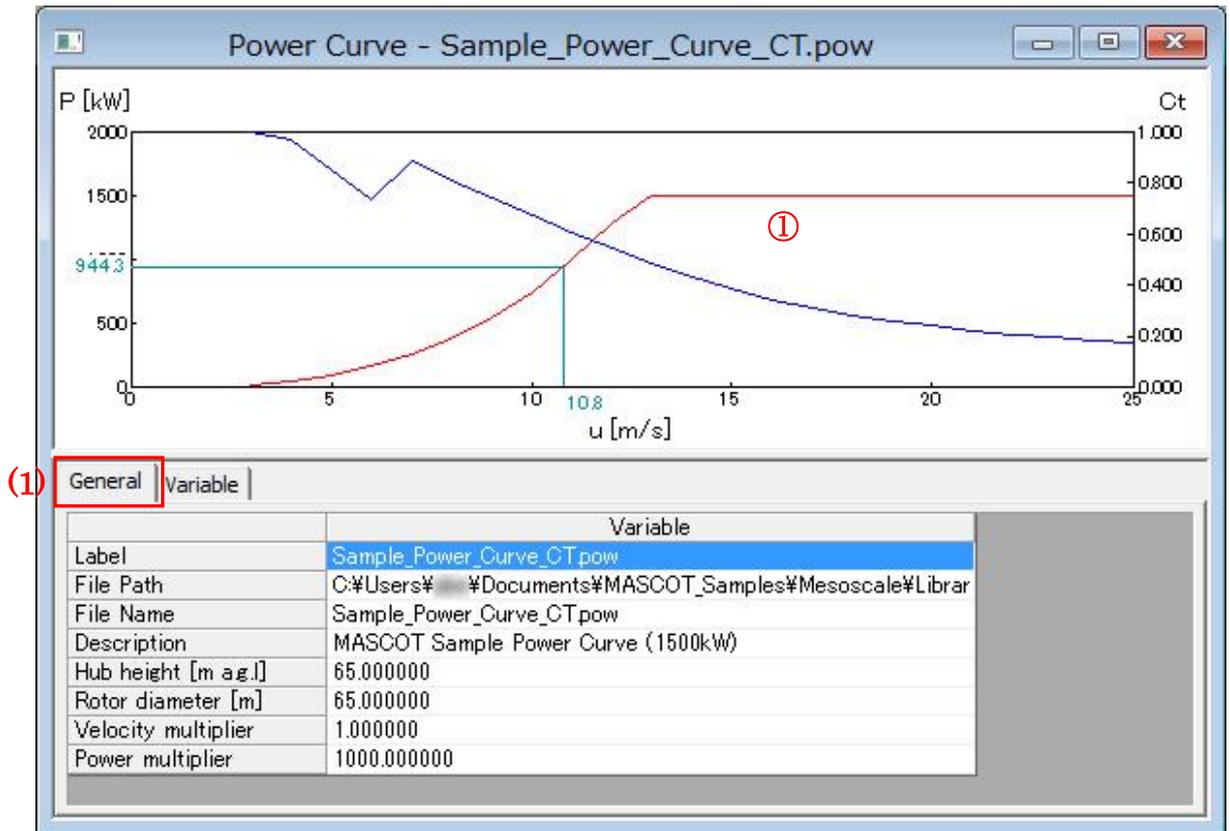
※1) 風況ファイル作成時に月別、時間別の解析を行ってない場合、グラフ部は表示されません。リスト部の[Seasonal]、[Diurnal]ブロックも表示されません。

III. [Farm]-[View]-[Prediction Site]-[Power Curve]

[Project]ツリーで選択されている予測地点の解析に使用したパワーカーブを表示します。

本メニューを選択しますと、下図のダイアログが表示され、対象ケース、対象位置のパワーカーブを選択することができます。





Variable		
u [m/s]	P [kW]	Ct
3.000000	20.159000	0.999000
4.000000	47.784000	0.971000
5.000000	93.327000	0.847000
6.000000	161.270000	0.739000
7.000000	256.090000	0.886000
8.000000	382.270000	0.814000
9.000000	544.290000	0.743000
10.000000	746.620000	0.675000
11.000000	993.750000	0.609000
12.000000	1290.200000	0.549000

① 選択された風車のパワーカーブグラフ。

(1) [General] タブ：選択された風車のパワーカーブの情報が表示されます。

- ・ [Label] : パワーカーブ情報
- ・ [File Path] : ファイル所在フォルダ名
- ・ [File Name] : パワーカーブのファイル名
- ・ [Description] : パワーカーブのファイルの説明
- ・ [Hub height] : 風車のハブ高さ (m)
- ・ [Rotor diameter] : 風車のロータ直径 (m)
- ・ [Velocity multiplier] : 風速補正係数
- ・ [Power multiplier] : 発電量補正係数

(2) [Variable] タブ：選択された風車の諸元

- ・ [u [m/s]] : 選択された風車の風速階級の上限值
- ・ [P [kW]] : 風速に対応する発電量
- ・ [Ct] : スラスト係数

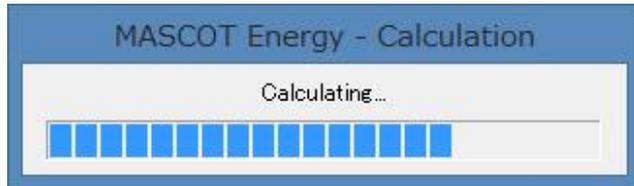
7. [Calculation]

[Project]ツリーで選択されている Wind Farm のケースについて、解析します。

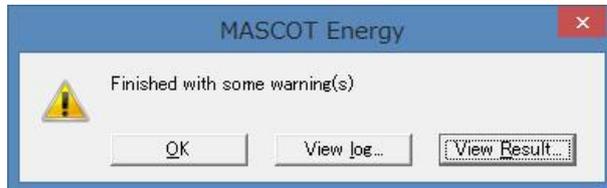
解析が行われていないケースは、アイコンがになっています。

解析が正しく行われると、ケースのアイコンがに変わります。

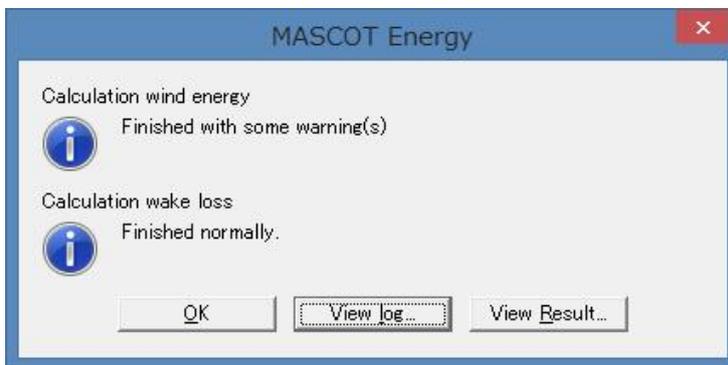
解析中のイメージ



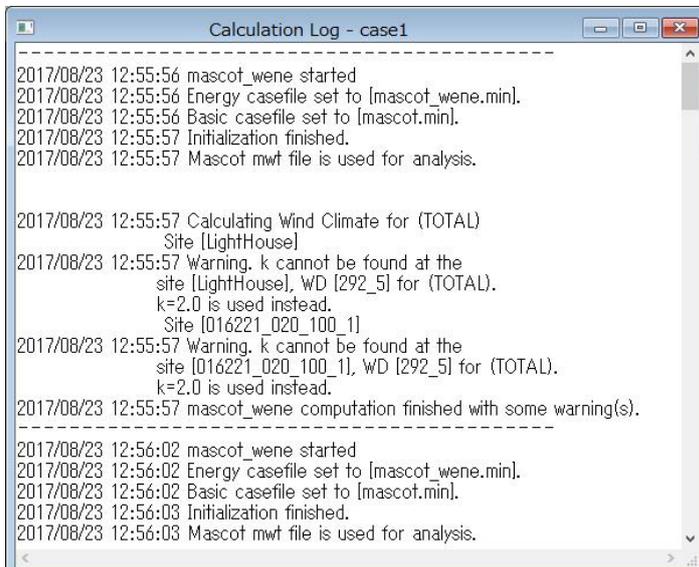
計算実行時のエラーメッセージ・警告メッセージがある場合、下図のようにメッセージボックスが表示され、**<View log>**をクリックすると、計算ログ画面が表示します。



(ウェイクモデルなしの場合)



(ウェイクモデルありの場合)

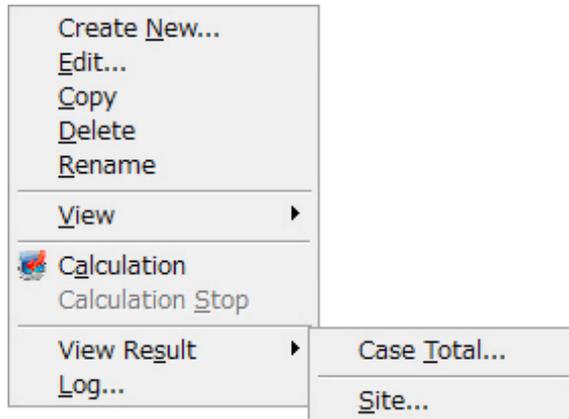


8. [Calculation Stop]

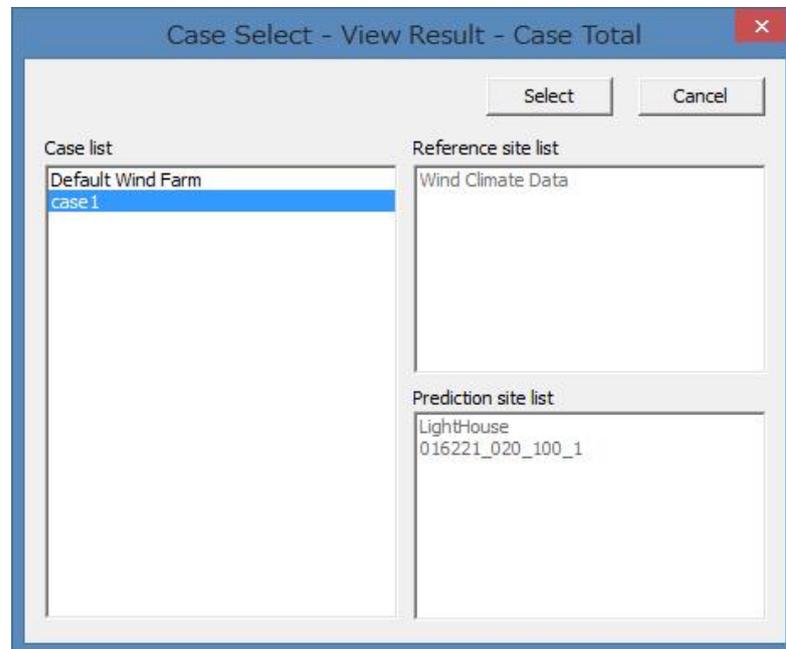
解析を中止します。

9. [View Result...]

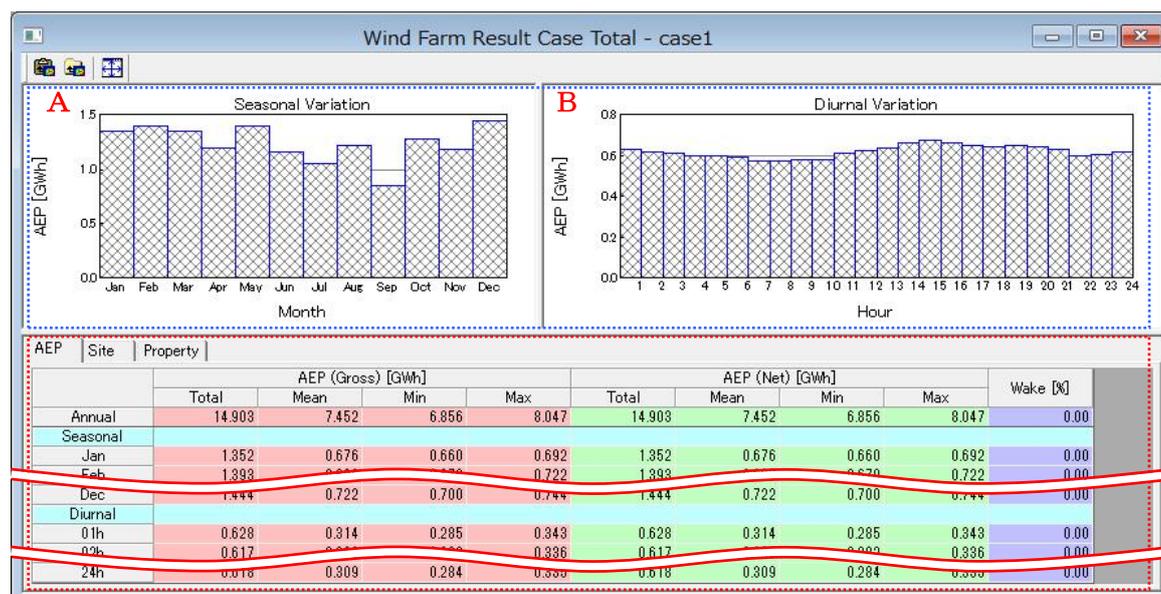
[Project]ツリーで選択されている予測地点の解析結果を表示します。



1. [View Result]-[Case Total] : Farm 全体の結果を表示します。



(1) [AEP]タブ : Farm全体の解析結果を表示します。



《グラフ部（上記、画面イメージの青点線部）》解析結果のグラフを表示

- ・グラフ種類 : 発電量の月別変化グラフ (A)、発電量の時間別変化グラフ (B) ※1)

《リスト部（上記、画面イメージの赤点線部）》ファーム全体の解析結果を表示

- ・ [AEP (Gross) [GWh]] : 年間発電量のグロス値
 - ・ [Total] : Farm内サイトの合計発電量 (グロス値)
 - ・ [Mean] : Farm内サイトの平均発電量 (グロス値)
 - ・ [Min] : Farm内サイトの最小発電量 (グロス値)
 - ・ [Max] : Farm内サイトの最大発電量 (グロス値)
- ・ [AEP (Net) [GWh]] : 年間発電量のネット値
 - ・ [Total] : Farm内サイトの合計発電量 (ネット値)
 - ・ [Mean] : Farm内サイトの平均発電量 (ネット値)
 - ・ [Min] : Farm内サイトの最小発電量 (ネット値)
 - ・ [Max] : Farm内サイトの最大発電量 (ネット値)
- ・ [Wake [%]] : Farm内全体のウェイクロス

$$[\text{Wake}] = ([\text{gross}] - [\text{net}]) / [\text{gross}]$$

[ブロック] :

- ・ [Annual]ブロック : 通年の統計値*1)
- ・ [Seasonal]ブロック : 月別の統計値*1)
- ・ [Diurnal] ブロック : 時間別の統計値*1)

※1) 風況ファイル作成時に月別、時間別の解析を行ってない場合、グラフ部は表示されません。リスト部の[Seasonal]、[Diurnal]ブロックも表示されません。

(2) [Site]タブ : Farm 内の各サイトの解析結果をリスト部に簡易表示します。



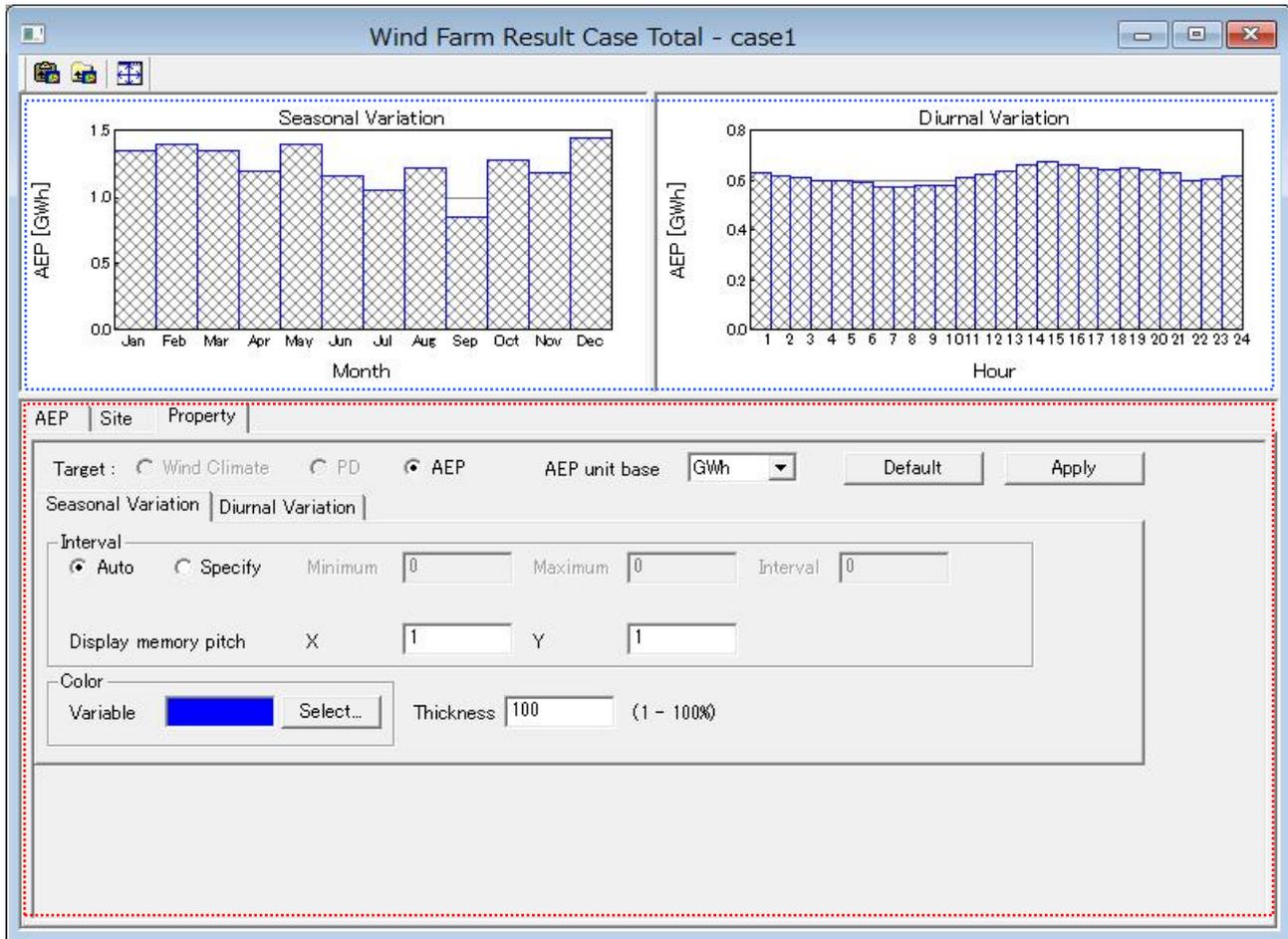
《グラフ部（上記、画面イメージの青点線部）》解析結果のグラフを表示

・グラフ種類 : [AEP]タブと同様

《リスト部（上記、画面イメージの赤点線部）》サイト個々の解析結果を表示

- ①[Site Label] : サイト名
- ②[Latitude] : サイト位置の北緯 (Deg : 度、Min : 分、Sec : 秒)
- ③[Longitude] : サイト位置の東経 (Deg : 度、Min : 分、Sec : 秒)
- ④[Height[m]] : ハブ高さ
- ⑤[Alt.[m]] : 標高値
- ⑥[U[m/s]] : 年平均風速
- ⑦[AEP (Gross) [GWh]] : 年間発電量のグロス値
- ⑧[AEP (Net) [GWh]] : 年間発電量のネット値
- ⑨[Wake Loss[%]] : ウェイクロス

$$\text{wake loss} = ([\text{gross}] - [\text{net}]) / ([\text{gross}])$$

(3) **[[Property]タブ** : グラフ・リスト部の表示パラメータを設定

《グラフ部（上記、画面イメージの青点線部）》解析結果のグラフを表示

・グラフ種類 : [General]タブと同様

プロパティ部の[Target]で選択された要素を表示

《プロパティ部（上記、画面イメージの赤点線部）》グラフ・リスト部の表示パラメータを設定

・[Target] : 編集対象項目をラジオボタンで選択、連動してグラフ部の表示要素が変化

・<Default> : 各設定値を初期値へ戻す

・<Apply> : 設定値をグラフ部・リスト部へ反映する

・[Seasonal variation]タブ : 月別解析結果の時系列図およびリスト部の表示パラメータを設定

・[Interval] : 項目目盛の表示パラメータを設定

・[Auto] : 自動設定

・[Specify] : 最小値(Minimum)、最大値(Maximum)、目盛間隔(Interval)を設定

・[Display memory pitch] : x 軸目盛表示間隔 (X)、y 軸目盛表示間隔 (Y)

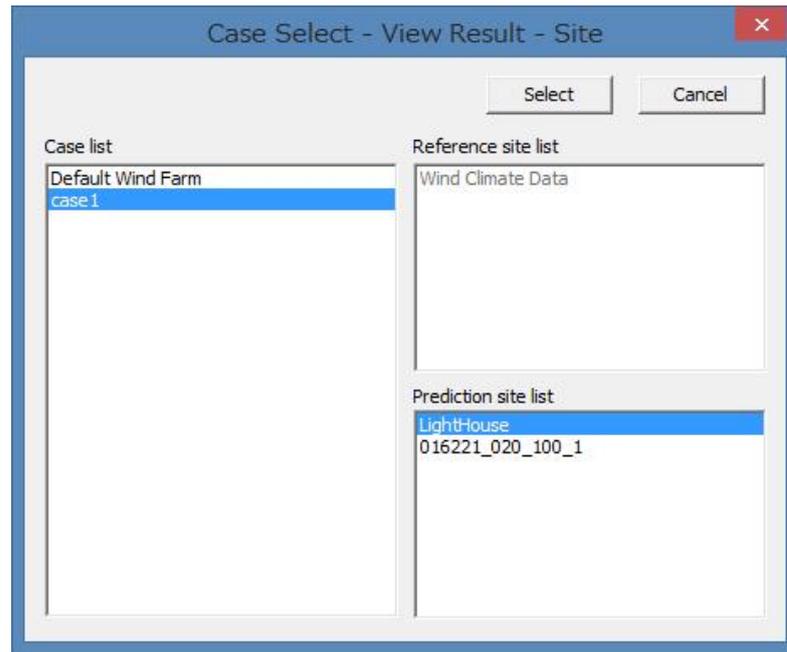
・[Color] : グラフ縁取り線の色を設定

・[Thickness] : グラフの幅の値を 1~100 で設定 (100 でグラフ間の隙間なし)

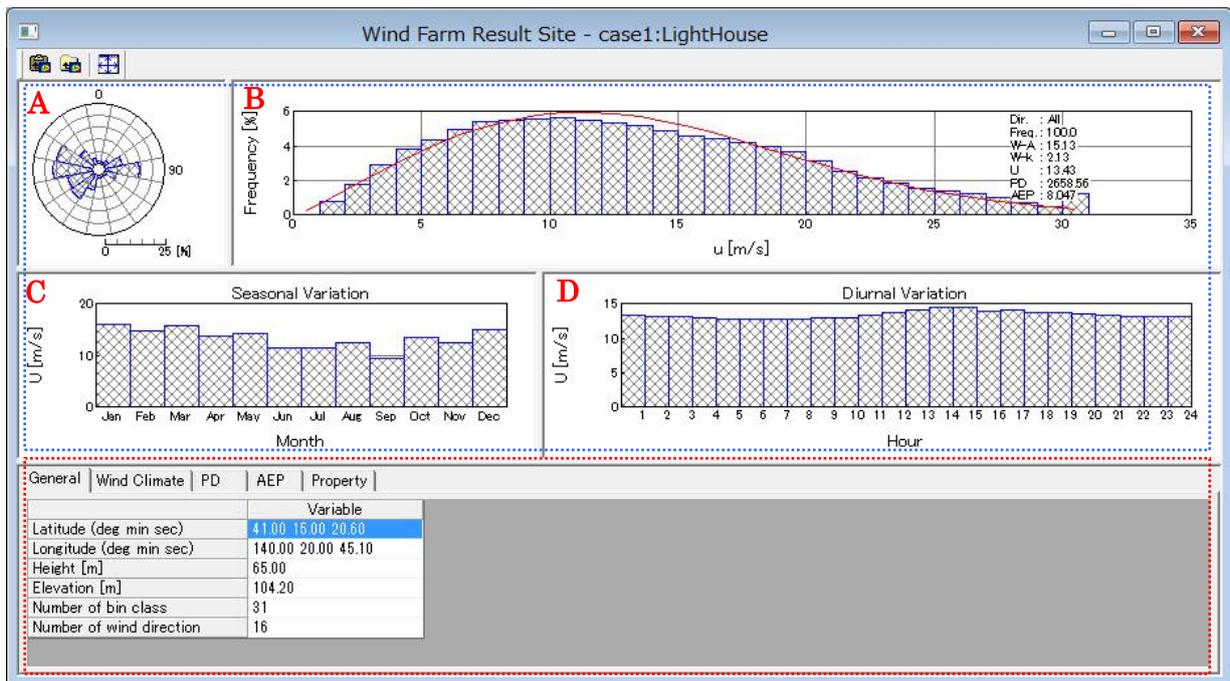
・[Diurnal variation]タブ : 時間別解析結果の時系列図およびリスト部の表示パラメータを設定

以下、[Seasonal variation]と同様

II. [View Result]-[Site] : Farm 内各サイトの結果を表示します。



(1) [General]タブ : 各サイトの位置、標高などの情報を表示します。



《グラフ部（上記、画面イメージの青点線部）》解析結果のグラフを表示

・グラフ種類：

- グラフ A : 風向別風況頻度分布図 ([Wind Climate]タブを選択時)
- : 風向別風力エネルギー密度頻度分布図 ([PD]タブを選択時)
- : 風向別発電量頻度分布図 ([AEP]タブを選択時)
- グラフ B : 風速別風況頻度分布図 ([Wind Climate]タブを選択時)
- : 風速別風力エネルギー密度頻度分布図 ([PD]タブを選択時)

: 風速別発電量頻度分布図 ([AEP]タブを選択時)

グラフ C^{※1}: 平均風速の月別変化図 ([Wind Climate]タブを選択時)

: 風力エネルギー密度の月別変化図 ([PD]タブを選択時)

: 発電量の月別変化図 ([AEP]タブを選択時)

グラフ D^{※1}: 風平均風速の時間別変化図 ([Wind Climate]タブを選択時)

: 風力エネルギー密度の時間別変化図 ([PD]タブを選択時)

: 発電量の時間別変化図 ([AEP]タブを選択時)

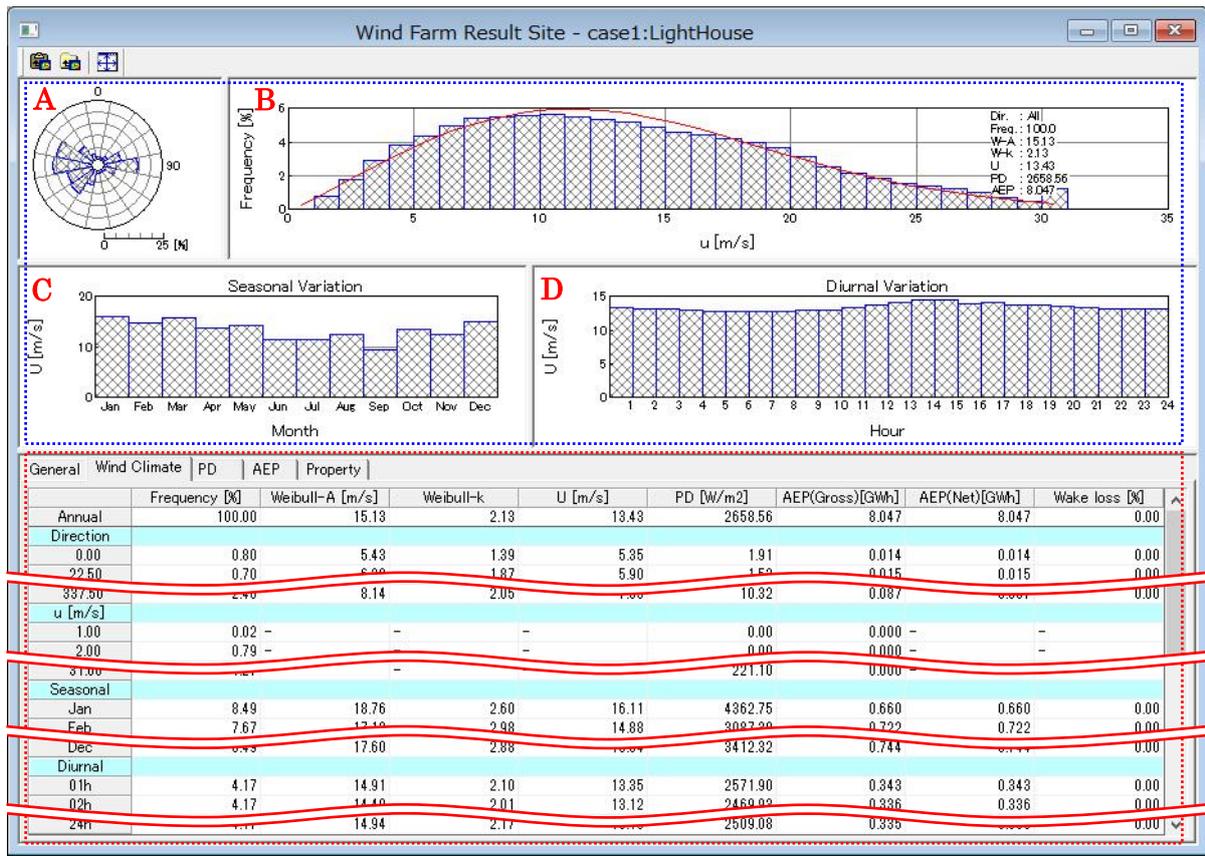
《リスト部 (上記、画面イメージの赤点線部)》サイトの解析情報を表示

- ・ [Latitude] : サイト位置の北緯 (Deg : 度、Min : 分、Sec : 秒)
- ・ [Longitude] : サイト位置の東経 (Deg : 度、Min : 分、Sec : 秒)
- ・ [Height[m]] : ハブ高さ
- ・ [Elevation[m]] : 地表面の高さ
- ・ [Number of bin class] : 風速階級数
- ・ [Number of wind direction] : 風向階級数

※1) 風況ファイル作成時に月別、時間別の解析を行っていない場合、グラフ C、D およびリスト部の[Seasonal]、[Diurnal]ブロックは表示されません。

(2) [Wind Climate]タブ、[PD]タブ、[AEP]タブ：各サイトの解析結果を詳細表示します。

[Wind Climate]タブでは風況、[PD]タブでは風力エネルギー密度、[AEP]タブでは発電量について表示します。



《グラフ部（上記、画面イメージの青点線部）》解析結果のグラフを表示

- ・グラフ種類 : [General]タブと同様

《リスト部（上記、画面イメージの赤点線部）》解析結果の統計値を表示

- ・統計内容 : ([Wind Climate]タブ、[PD]タブ)
 - ・ [Frequency[%]] : 風向別、風速階級別、月別、時間別の出現頻度
 - ・ [Weibull-A[m/s]] : 風向別、月別、時間別のワイブルパラメータ A (尺度係数)
 - ・ [Weibull-k] : 風向別、月別、時間別のワイブルパラメータ k (形状係数)
 - ・ [U[m/s]] : 風向別、月別、時間別の年平均風速
 - ・ [PD[W/m²]] : 風向別、風速階級別、月別、時間別の風力エネルギー密度
 - ・ [AEP (Gross) [GWh]] : 風向別、風速階級別、月別、時間別の年間発電量 (グロス値)
 - ・ [AEP (Net) [GWh]] : 風向別、風速階級別、月別、時間別の年間発電量 (ネット値)
 - ・ [Wake loss[%]] : 風向別、風速階級別、月別、時間別の年間発電量のウェイクロス

- ・統計内容 : ([AEP]タブ)
 - ・ [Frequency[%]] : 風向別、風速階級別、月別、時間別の出現頻度
 - ・ [CF[%]] : 風向別、月別、時間別の風車の設備利用率
 - ・ [UT[h]] : 風向別、月別、時間別の風車の設備利用時間
 - ・ [U[m/s]] : 風向別、月別、時間別の年平均風速

- ・ [PD[W/m²]] : 風向別、風速階級別、月別、時間別の風力エネルギー密度
- ・ [AEP (Gross) [GWh]] : 風向別、風速階級別、月別、時間別の年間発電量 (グロス値)
- ・ [AEP (Net) [GWh]] : 風向別、風速階級別、月別、時間別の年間発電量 (ネット値)
- ・ [Wake loss[%]] : 風向別、風速階級別、月別、時間別の年間発電量のウェイクロス

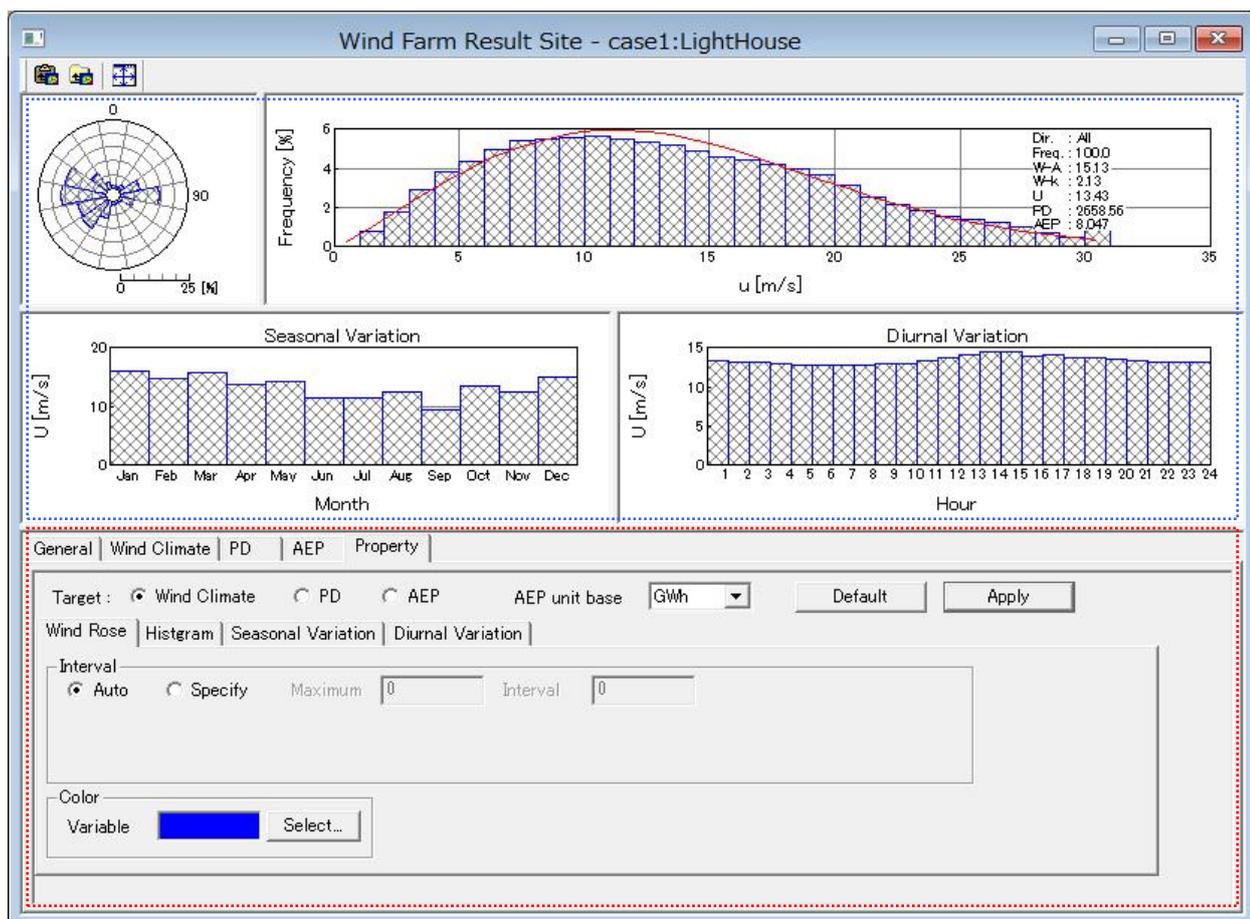
・ [ブロック]

- ・ [Direction]ブロック : 風向別の統計値
- ・ [U[m/s]]ブロック : 風速階級別の統計値
- ・ [Seasonal]ブロック : 月別の統計値 ※1
- ・ [Diurnal] ブロック : 時間別の統計値 ※1

※1: 風況ファイル作成時に月別、時間別の解析を行っていない場合、グラフ部は表示されません。

リスト部の[Seasonal]、[Diurnal]ブロックも表示されません。

(3) [Property]タブ : グラフ・リスト部の表示パラメータを設定



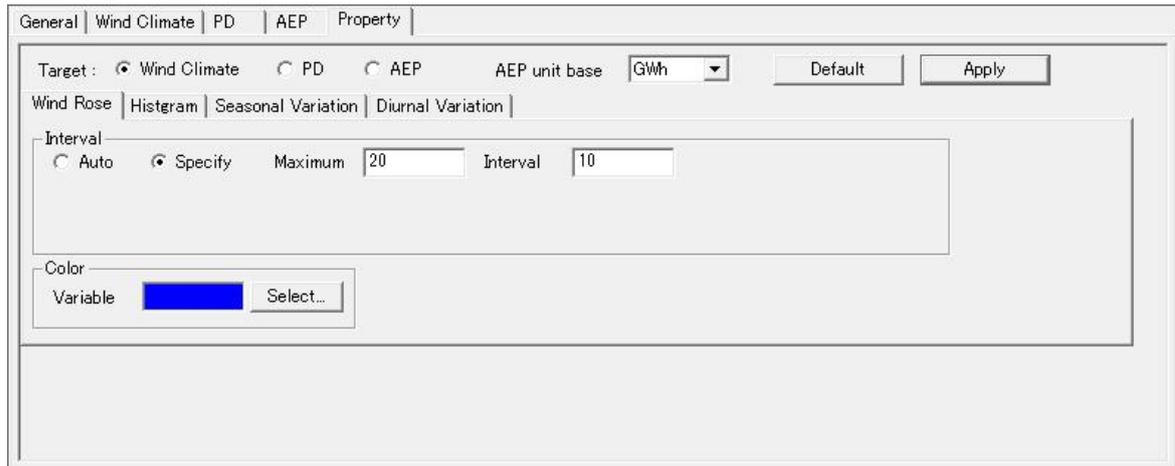
《グラフ部 (上記、画面イメージの青点線部)》 解析結果のグラフを表示

- ・ グラフ種類 : [General]タブと同様
- プロパティ部の[Target]で選択された要素を表示

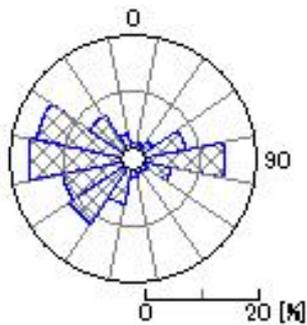
《プロパティ部（上記、画面イメージの赤点線部）》グラフ・リスト部の表示パラメータを設定

- ・ [Target] : 編集対象項目をラジオボタンで選択、連動してグラフ部の表示要素が変化
- ・ <Default> : 各設定値を初期値へ戻す
- ・ <Apply> : 設定値をグラフ部・リスト部へ反映する

(3)-1 [Wind Rose]タブ : 風向別頻度分布図の表示パラメータを設定



- ・ [Interval] : 項目目盛の表示パラメータを設定
- ・ [Auto] : 自動設定
- ・ [Specify] : 最大値 (Maximum)、目盛間隔 (Interval) を設定
- ・ [Color] : グラフの緑色を設定



(3)-2 [Histogram]タブ

：風速別出現頻度分布図（ヒストグラム図）の表示パラメータを設定

General | Wind Climate | PD | AEP | Property

Target : Wind Climate PD AEP AEP unit base GWh Default Apply

Wind Rose | **Histogram** | Seasonal Variation | Diurnal Variation

Interval

X Auto Specify Minimum 5 Maximum 20 Interval 1

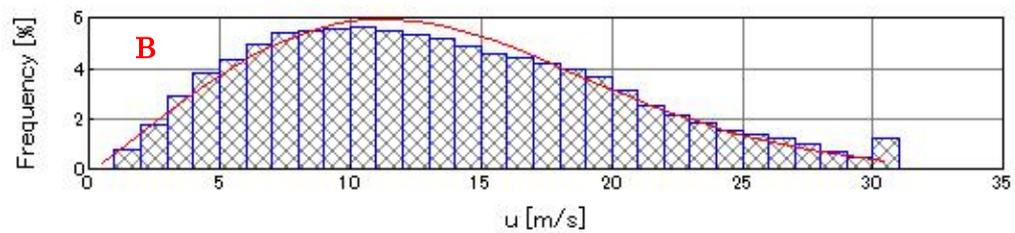
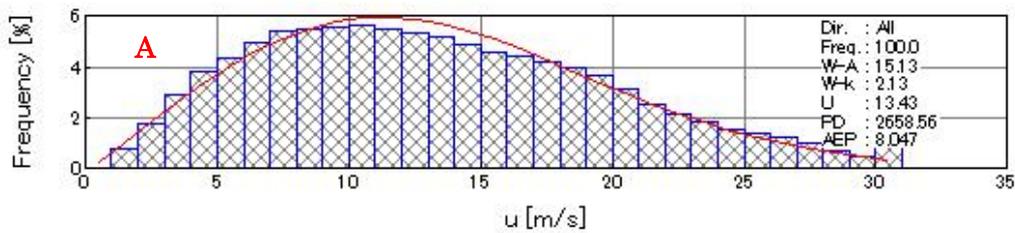
Y Auto Specify Minimum 0 Maximum 10 Interval 2

Display memory pitch X 1 Y 1

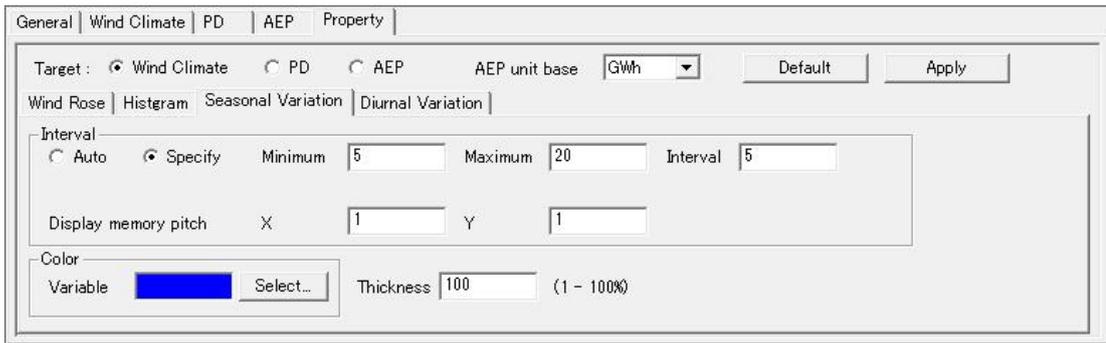
Color

Histogram Select... Weibull Select... Show note

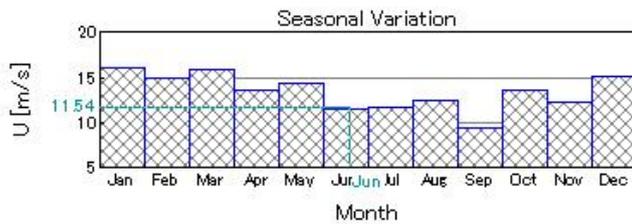
- ・ [Interval] : 項目目盛の表示パラメータを設定
 - ・ [X] : X 軸
 - ・ [Auto] : 自動設定
 - ・ [Specify] : 最小値 (Minimum)、最大値 (Maximum)、目盛間隔 (Interval) を設定
 - ・ [Y] : Y 軸
 - ・ [Auto] : 自動設定
 - ・ [Specify] : 最小値 (Minimum)、最大値 (Maximum)、目盛間隔 (Interval) を設定
 - ・ [Display memory pitch] : x 軸目盛り間隔 (x)、y 軸目盛り間隔 (y) を設定
- ・ [Color] : グラフの縁色を設定
 - ・ [Histogram] : ヒストグラム図の縁色を設定
 - ・ [Weibull] : ワイブル曲線の色設定
- ・ [Show note] : 解析情報の表示 (チェックボックス ON) : 図 A
非表示 (チェックボックス OFF) : 図 B



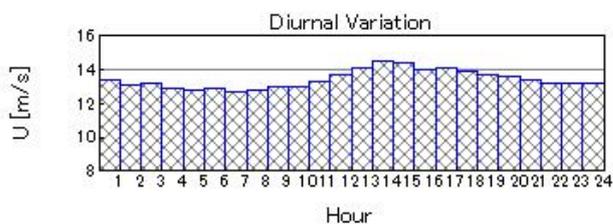
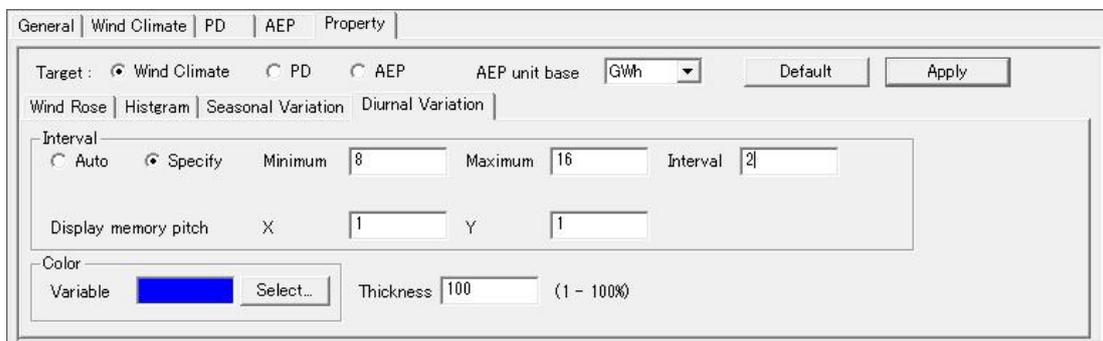
(3)-3 [Seasonal Variation]タブ : 月別解析結果の時系列図およびリスト部の表示パラメータを設定



- ・ [Interval] : 項目目盛の表示パラメータを設定
 - ・ [Auto] : 自動設定
 - ・ [Specify] : 最小値 (Minimum)、最大値 (Maximum)、目盛間隔 (Interval) を設定
 - ・ [Display memory pitch] : x 軸目盛り間隔 (x)、y 軸目盛り間隔 (y) を設定
- ・ [Color] : グラフの緑色を設定
- ・ [Thickness] : グラフの幅の値を 1~100 で設定 (100 でグラフ間の隙間なし)

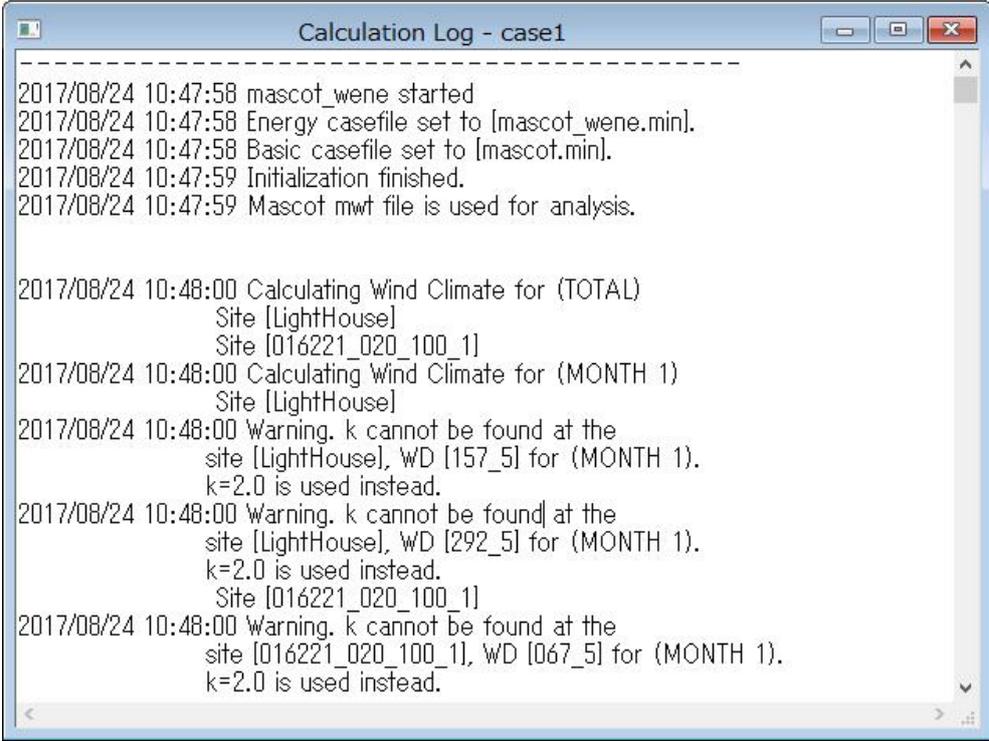


(3)-4 [Diurnal Variation]タブ : 時間別解析結果の時系列図およびリスト部の表示パラメータを設定
以下、[Seasonal variation]と同様



10. [Log]

計算結果のログを表示するビューを開きます。

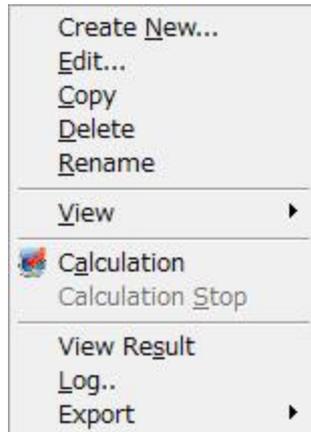


```
Calculation Log - case1
-----
2017/08/24 10:47:58 mascot_wene started
2017/08/24 10:47:58 Energy casefile set to [mascot_wene.min].
2017/08/24 10:47:58 Basic casefile set to [mascot.min].
2017/08/24 10:47:59 Initialization finished.
2017/08/24 10:47:59 Mascot mwt file is used for analysis.

2017/08/24 10:48:00 Calculating Wind Climate for (TOTAL)
                    Site [LightHouse]
                    Site [016221_020_100_1]
2017/08/24 10:48:00 Calculating Wind Climate for (MONTH 1)
                    Site [LightHouse]
2017/08/24 10:48:00 Warning. k cannot be found at the
                    site [LightHouse], WD [157_5] for (MONTH 1).
                    k=2.0 is used instead.
2017/08/24 10:48:00 Warning. k cannot be found at the
                    site [LightHouse], WD [292_5] for (MONTH 1).
                    k=2.0 is used instead.
                    Site [016221_020_100_1]
2017/08/24 10:48:00 Warning. k cannot be found at the
                    site [016221_020_100_1], WD [067_5] for (MONTH 1).
                    k=2.0 is used instead.
```

3-5-3. [Resource]メニュー

風況ファイルから、年平均風速が年間発電量の平面分布解析を行うメニューです。

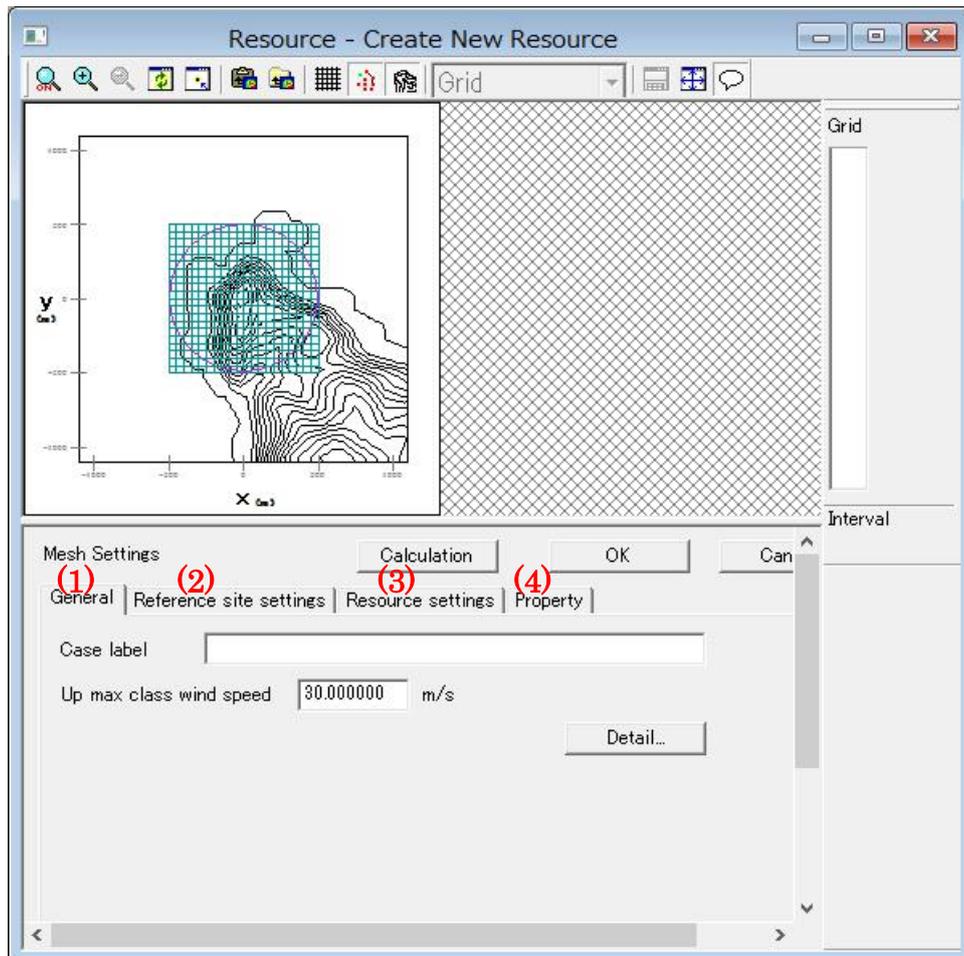


1. [Create New...]

Resource の新規ケースを作成します。

本メニューを選択しますと、[Create New Resource]ビューが表示されます。

[Create New Resource]ビューは、[General]、[Reference site settings]、[Resource settings]および[Property]の4つのタブで構成されています。



各タブの設定を行い、<OK>をクリックしますと、[Project]-[Resource]ツリーに、[Case label]で設定した名前のフォルダが作成されます。

(1) [General]タブ・・・全般の設定

Mesh Settings

Calculation OK Cancel

General | Reference site settings | Resource settings | Property

Case label

Up max class wind speed 30.000000 m/s

Detail...

各係数の説明は[Farm]-[Create New...]の[General]タブを参照してください。

(2) [Reference site settings]タブ・・・観測地点情報の設定

Mesh Settings

Calculation OK Cancel

General | Reference site settings | Resource settings | Property

Type lon-lat

Select wind climate LightHouse20m.mwt Select...

Latitude 41 d 15 m 20.600000 s

Longitude 140 d 20 m 45.100000 s

Height 20.000000 m

各係数の説明は[Farm]-[Create New...]の[Reference Site Settings]タブを参照してください。

(3) [Resource settings]タブ・・・解析領域情報の設定

Mesh Settings

Calculation OK Cancel

General | Reference site settings | Resource settings | Property

A) Specification Of The Mesh

x - y Latitude - Longitude By the mouse Default

y -500 - 500 m

x -500 - 500 m

Latitude 41 d 15 m 4.3923742 s - 41 d 15 m 36.807625 s

Longitude 140 d 20 m 23.622632 s - 140 d 21 m 6.5773676 s

B) Mesh Domain Size

Mesh size 50 m The number of meshes y 20

x 20

Power curve Sample_Power_Curve_CT.pow Select...

Use height in power curve file Height 65 m

Rotor 65 m

- ・ [Specification Of The Mesh] : メッシュの指定
 - ・ [x-y] : メッシュの指定を XY 座標の範囲入力によって行うかを選択します。
 - ・ [Latitude-Longitude] : メッシュの指定を緯度経度の範囲入力によって行うかを選択します。
 - ・ [By the mouse] : メッシュの指定をビュー上からマウスで範囲をドラッグ指定して行うかを選択します。
 - ・ [y (m)] : メッシュの垂直方向範囲を、XY 座標系で指定します。
 - ・ [x (m)] : メッシュの水平方向範囲を、XY 座標系で指定します。
 - ・ [Latitude] : メッシュの垂直方向範囲を、緯度経度座標系で指定します。
 - ・ [Longitude] : メッシュの水平方向範囲を、緯度経度座標系で指定します。
 - ・ [Mesh Domain Size] : メッシュ領域の大きさ
 - ・ [Mesh size (m)] : 1 メッシュ当たりの大きさを指定します。
 - ・ [The number of meshes y] : 垂直方向のメッシュ数を指定します。
 - ・ [The number of meshes x] : 水平方向のメッシュ数を指定します。
 - ・ [Power curve] : 解析領域に用いるパワーカーブを指定します。
 - ・ [Use height in power curve file] : 解析領域の高さに、パワーカーブファイルの値を用いる場合は、こちらをチェックします。
 - ・ [Height] : 解析領域の高さを指定します。
 - ・ [Rotor dia.] : 風車のロータ径を指定します。
- ・ <Default>を押下するとデフォルト値に戻ります。

A) 範囲入力による解析領域の指定

[Specification Of The Mesh]で、[x-y]または [Latitude-Longitude]を選択しますと、鉛直方向、垂直方向の範囲を入力する為の項目[y]、[x] または[Latitude]、[Longitude]が有効になります。

項目値の入力と動作は、次のようになります。

- ①[y (min)] : 選択範囲の左下隅の Y 座標 (式[1] → 式[2])
- ②[x (min)] : 選択範囲の左下隅の X 座標 (式[1] → 式[2])
- ③[y (max)] : 選択範囲の右上隅の Y 座標 (式[1] → 式[3])
- ④[x (max)] : 選択範囲の右上隅の X 座標 (式[1] → 式[3])
- ⑤[Mesh size] : 格子間隔 (式[1] → 式[2])
- ⑥[The number of meshes y] : Y 方向の格子数 (式[2])
- ⑦[The number of meshes x] : X 方向の格子数 (式[2])

※[Latitude-Longitude]を選択された場合[Latitude]、[Longitude]の入力値に対応する[y (min)]、[y (max)]、[x (min)]、[x (max)] は、上記と同様の動作となります。

※表記中の min、max は、それぞれ minimum、maximum を表し、minimum は入力項目の左側、maximum は入力項目の右側を指します。

解析領域範囲を変更した場合、変更した座標値、対となる元の座標値、およびメッシュサイズから格子数が計算されます。次に、格子間隔と格子数から解析距離を求め、変更した座標値を基準にして、対となる座標値が変更されます。

$$\text{式[1]} \quad \text{格子数 (⑥又は⑦)} = \text{INT}\{\{\text{max(③又は④)} - \text{min(①又は②)}\} / \text{格子間隔}\}$$

$$\text{式[2]} \quad \text{max(③又は④)} = \text{min(①又は②)} + \{\text{格子間隔} \times \text{格子数}\}$$

$$\text{式[3]} \quad \text{min(①又は②)} = \text{max(③又は④)} - \{\text{格子間隔} \times \text{格子数}\}$$

B) マウスによる解析領域の指定

[Specification Of The Mesh]で、[By the mouse]を選択しますと、ビュー上でマウスのドラッグ処理（方向は任意）により、解析領域を指定することが可能になります。

Mesh Settings

Calculation OK Cancel

General | Reference site settings | Resource settings | Property

Specification Of The Mesh

x - y Latitude - Longitude By the mouse Default

y -500 - 500 m

x -500 - 500 m

Latitude 41 d 15 m 4.3923742 s - 41 d 15 m 36.807625 s

Longitude 140 d 20 m 23.622632 s - 140 d 21 m 6.5773676 s

Mesh Domain Size

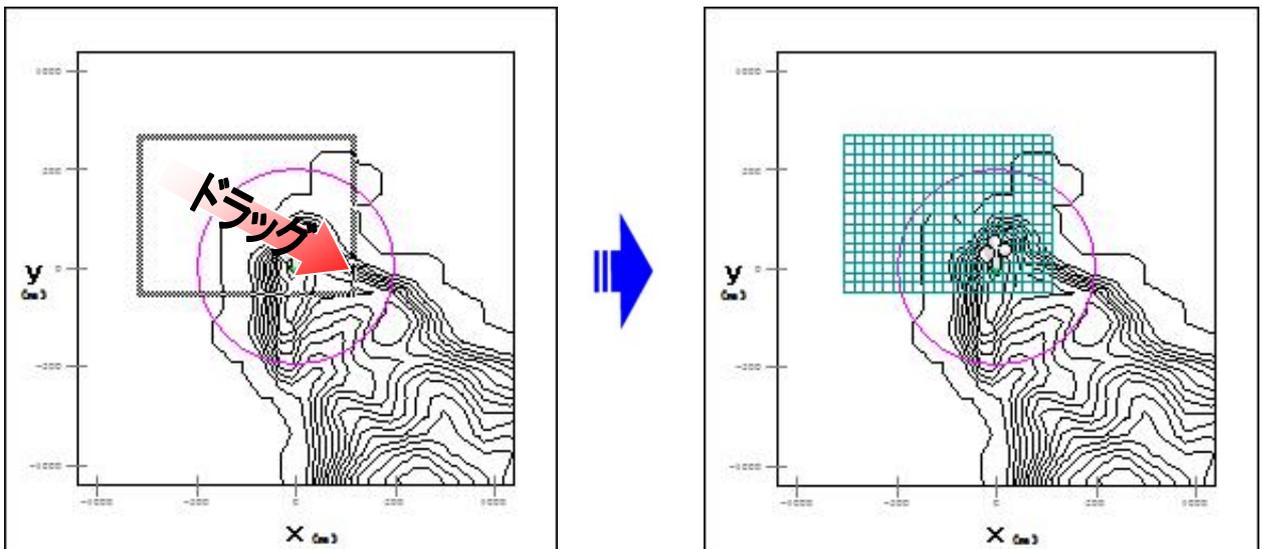
Mesh size 50 m The number of meshes y 20

x 20

Power curve Sample_Power_Curve_CT.pow Select...

Use height in power curve file Height 65 m

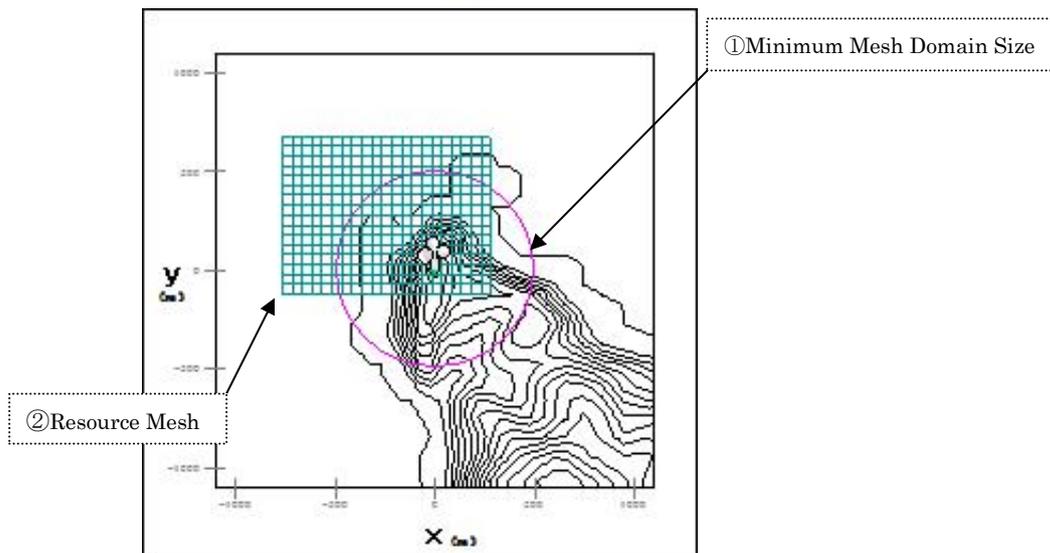
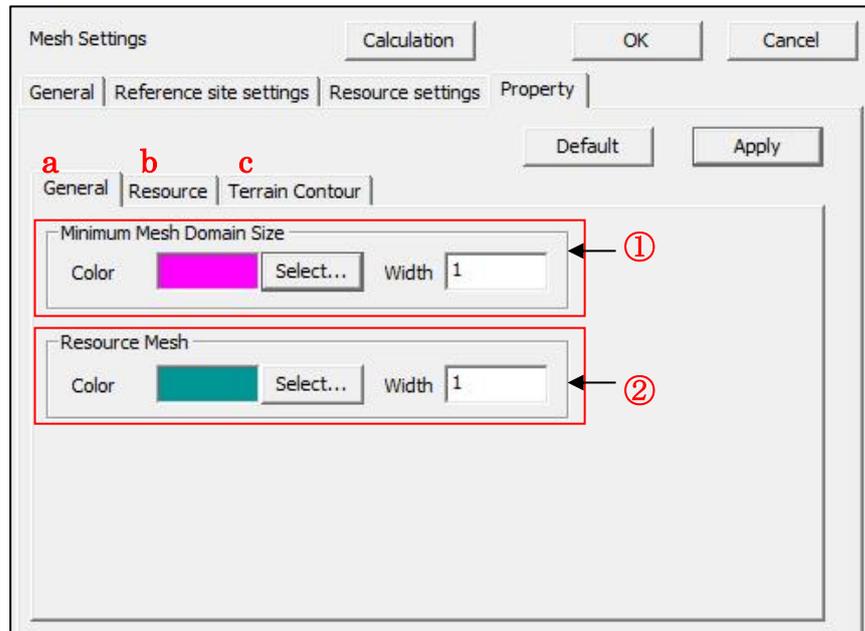
Rotor 65 m



解析領域は、ドラッグした領域の左下から、目的の領域をカバーするように分割されます。
分割されるメッシュ 1 つ当たりの大きさは、[Mesh size]で指定した値となります。

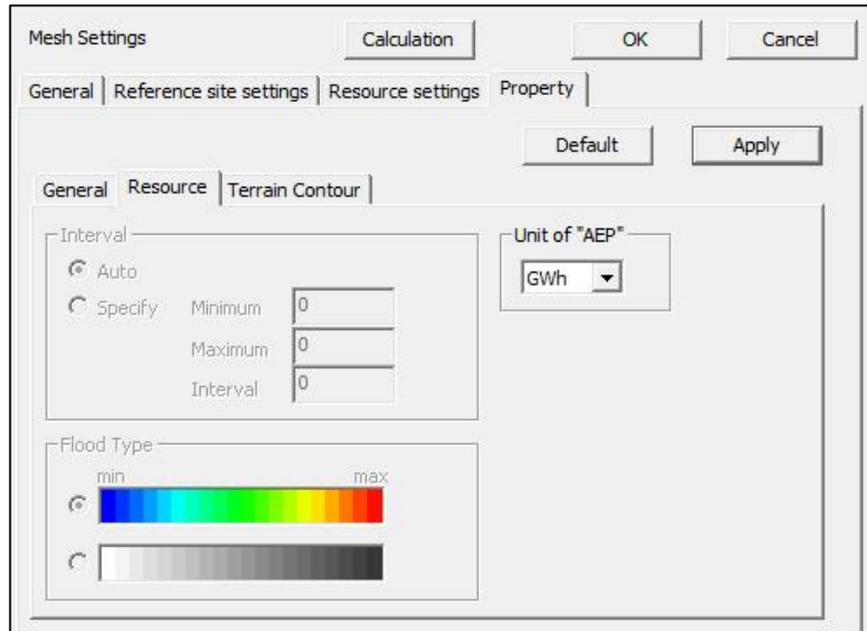
(4) [Property]タブ・・・解析領域 view に表示されている図の範囲、色などを設定します。

a. [General]タブ



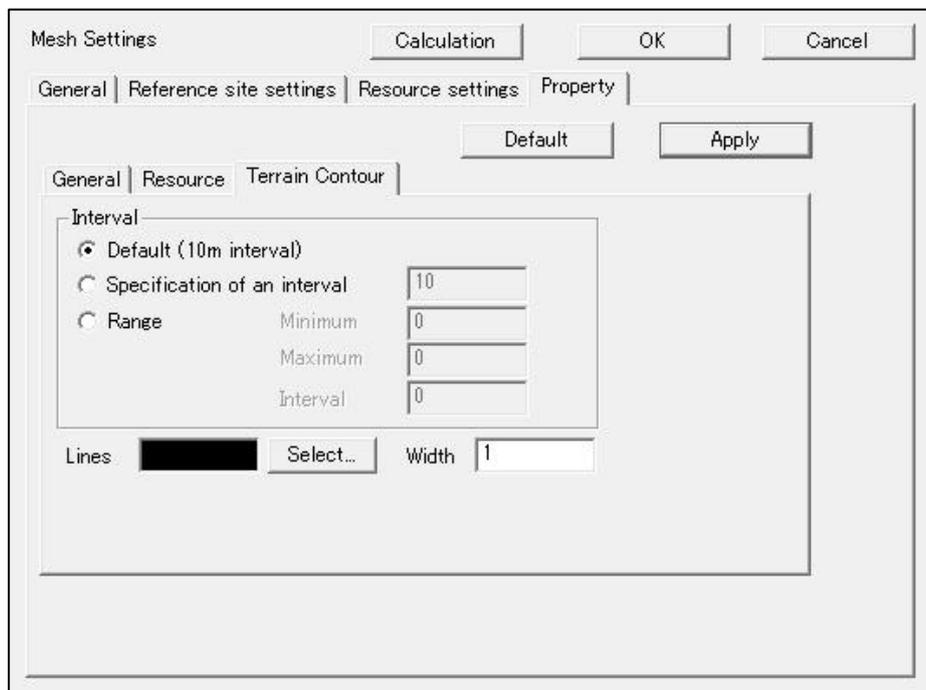
- ・ [Minimum Mesh Domain Size] : MASCOT 計算に用いる最小格子間隔範囲。
この範囲の中では最小格子間隔が使用されます。
- ・ [Color] : 最小格子間隔範囲を示す円の線色を指定します。
<Select>を押して、色を選択することによって、色の変更が行えます。
- ・ [Width] : 最小格子間隔範囲を示す円の線の太さを設定します (整数)。
1 以下を設定すると最小格子間隔範囲を示す円は非表示となります。
- ・ [Resource Mesh] : Resource 計算に用いる解析領域範囲の設定。
- ・ [Color] : 解析領域を示す格子線の色を指定します。
<Select>を押して、色を選択することによって、色の変更が行えます。
- ・ [Width] : 解析領域を示す格子線の線の太さを設定します (整数)。

b. [Resource]タブ：解析結果の色などを設定します



・ [Unit of "AEP"] : MASCOT 計算に用いる最小格子間隔範囲。

c. [Terrain Contour]タブ：地形コンター線の間隔や色などを設定します

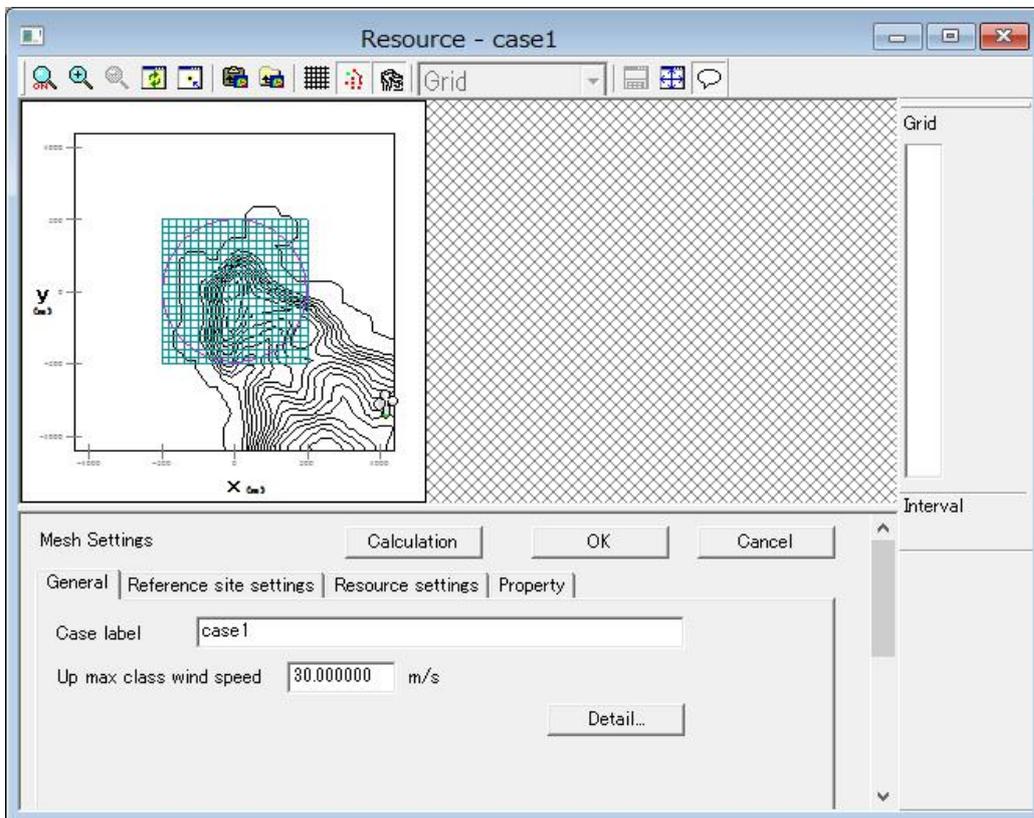


2. [Edit...]

[Project]ツリーで選択されている Resource のケースを編集します。

本メニューを選択しますと、[Edit Resource]ビューが表示されます。

[Edit Resource]ビューの各タブについては、[Resource]-[Create New...]を参照して下さい。



各タブの設定を行い、<OK>をクリックしますと、[Project]-[Resource]ツリーで選択されているケースの設定内容が変更されます。

3. [Copy]

[Project]-[Resource]ツリーで選択されている Resource のケースをコピーします。

4. [Delete]

[Project]-[Resource]ツリーで選択されている Resource のケースを削除します。

本メニューを選択しますと、下記の画面が表示されます。



<OK>をクリックしますと、[Project]-[Resource]ツリーで選択されているケースが削除されます。

5. [Rename]

[Project]-[Resource]ツリーで選択されている Resource のケース名を修正します。



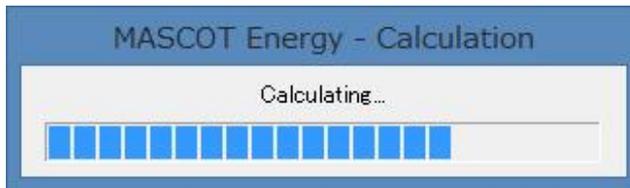
6. [Calculation]

[Project]-[Resource]ツリーで選択されている Resource のケースについて、解析します。

解析が行われていないケースは、アイコンがになっています。

解析が正しく行われると、ケースのアイコンがに変わります。

解析中のイメージ

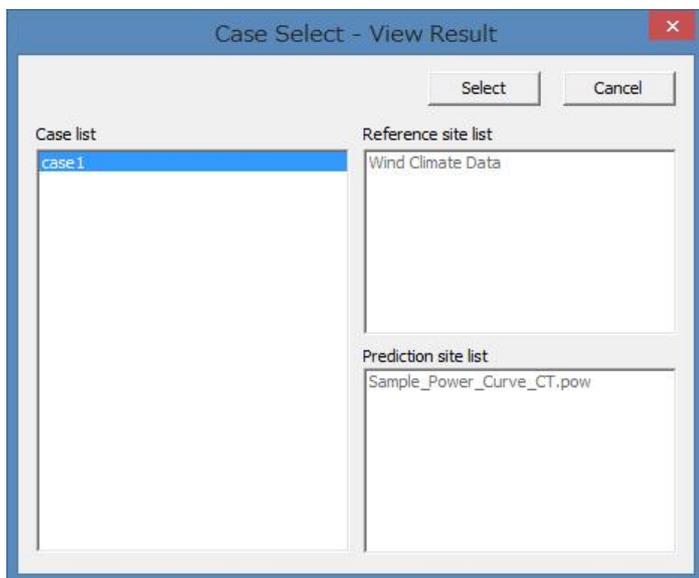


7. [Calculation Stop]

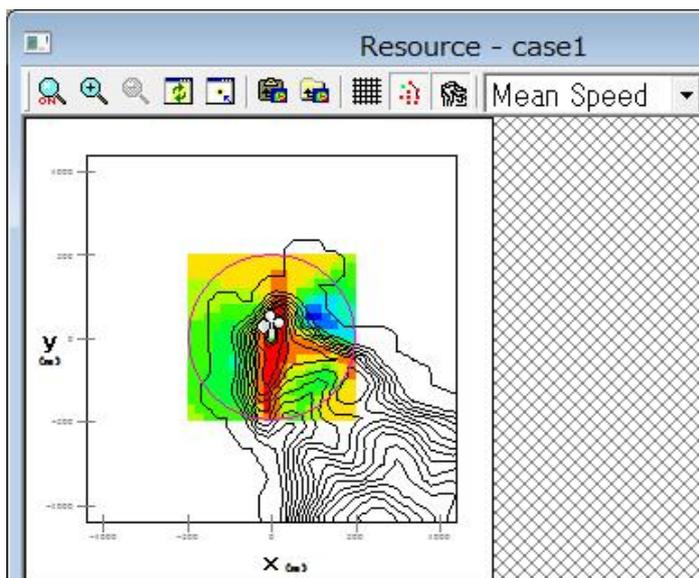
解析を中止します。

8. [View Result...]

[Project]-[Resource]ツリーで選択されている Resource のケースの解析結果を表示します。
本メニューを選択しますと、[Resource]ビューが表示されます。



Resource による解析結果を表示します。



コントロールバーのアイコンの説明：



- [Zoom]

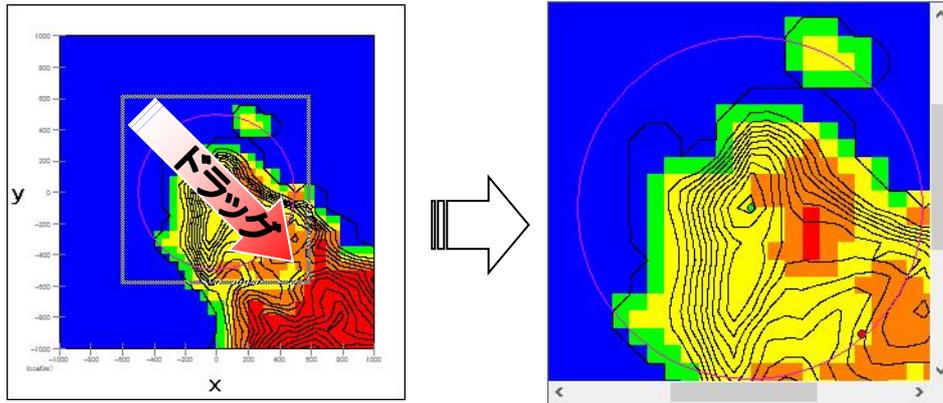


ズーム処理を開始／終了します。

ズーム処理を開始すると、マウスをドラッグすることにより、ラバーバンドが表示されます。
マウスをドラッグする方向により、拡大／縮小が変わります。

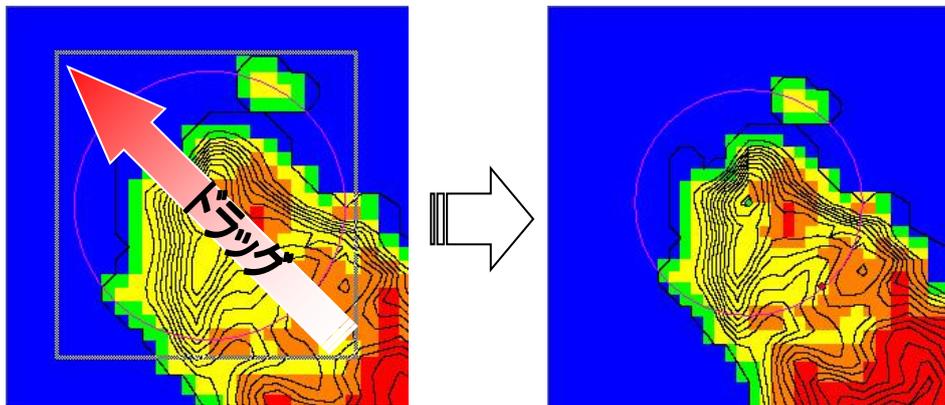
拡大（ドラッグ方向：左上→右下）

ラバーバンドで囲まれた範囲を拡大表示します。



縮小（ドラッグ方向：右下→左上）

[Zoom Out]と同様の縮小処理を行います。



- [Zoom In] 

ビューに表示されているイメージを拡大します。（拡大率 1.2 倍）
- [Zoom Out] 

ビューに表示されているイメージを縮小します。（縮小率 1.2 倍）
- [Reset] 

ビューに表示されているイメージを再描画します。拡大表示している場合は、初期表示状態にします。
- [Centering] 

ビューに表示されているイメージを、マウスで指定した点を中心になるように移動します。

- [Clipboard Copy] 

ビューに表示されているイメージを、クリップボードにコピーします。

- [File Output] 

ビューに表示されているイメージを、画像データ（形式：bmp/emf）として保存します。

- [Show]-[Mesh] 

格子の表示／非表示を切り替えます。

- [Show]-[Maker] 

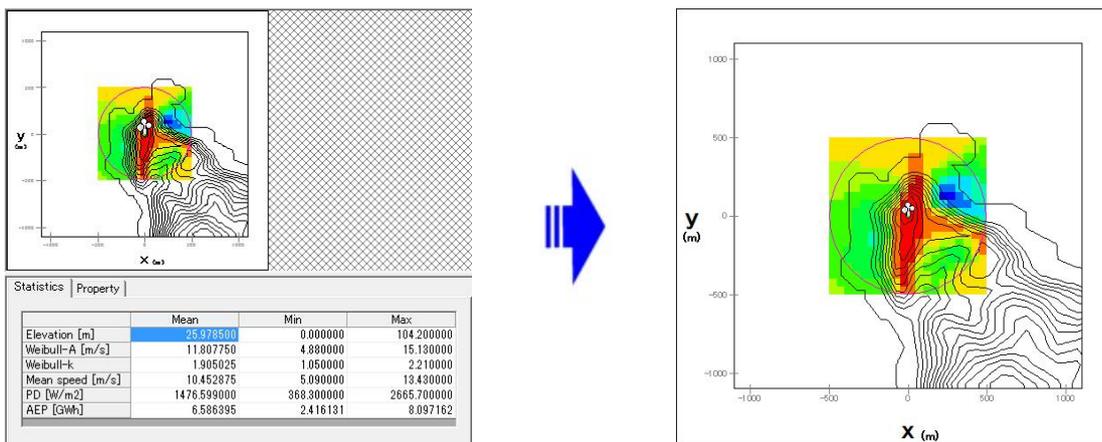
計算点、観測点などのマーカーの表示／非表示を切り替えます。

- [Show]-[Elevation Contour] 

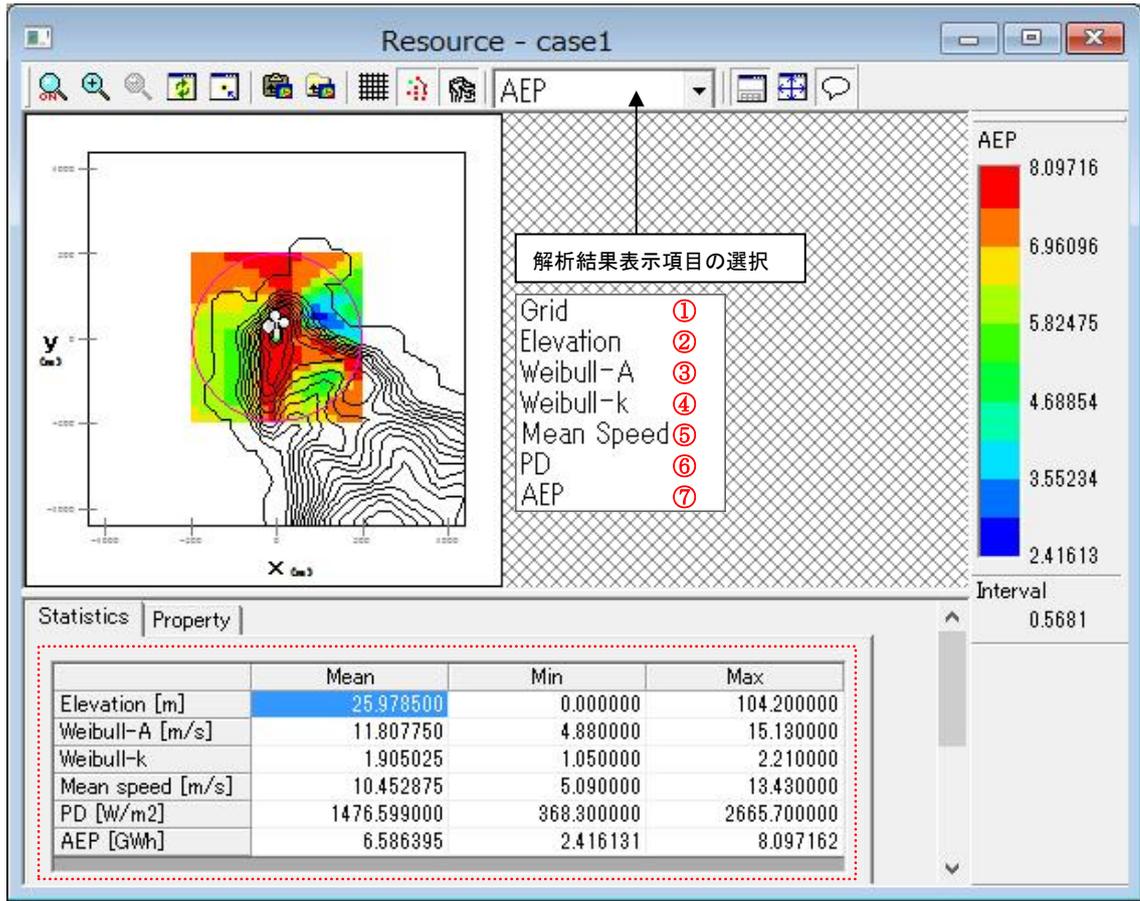
標高線の表示／非表示を切り替えます。

- [Show]-[Statistics] 

MASCOT Energy の[Resource]-[View Result] でビューに表示されているリストの表示／非表示を切り替えます。



(1) [Statistics]タブ

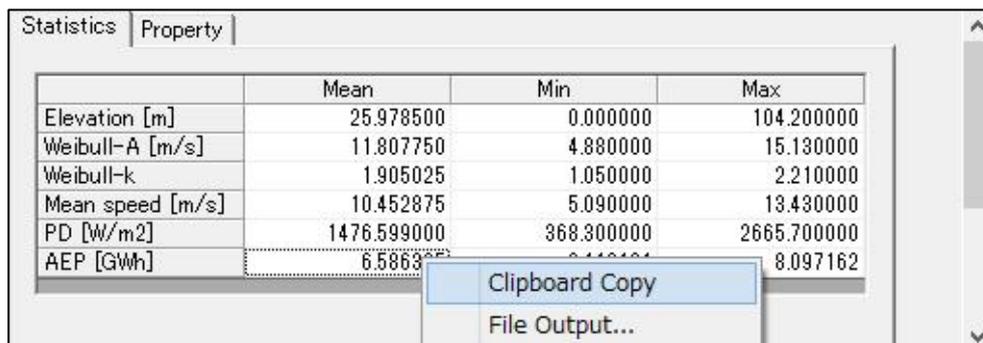


解析結果項目は

- ①[Grid] : 解析領域メッシュ図
- ②[Elevation] : 地形コンター図
- ③[Weibull-A] : ワイブル係数 A (尺度係数) の分布図 (m/s)
- ④[Weibull-k] : ワイブル係数 k (形状係数) の分布図
- ⑤[Mean Speed] : 平均風速分布図 (m/s)
- ⑥[PD] : 風力エネルギー密度分布図 (W/m)
- ⑦[AEP] : 年間発電量分布図 (GWh)

《リスト部 (上記、画面イメージの赤点線部)》: 上記①～⑦の解析結果の平均値、最小値および最大値一覧。

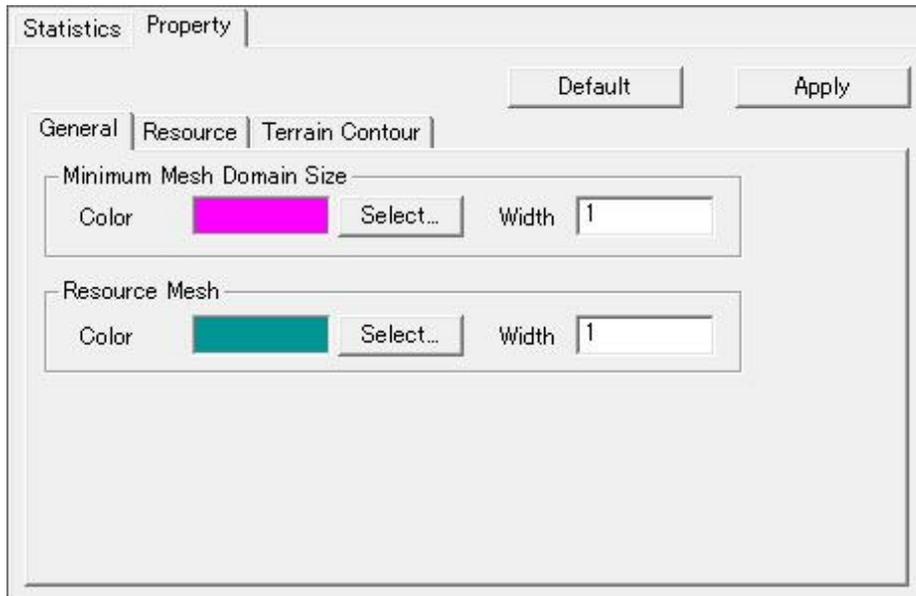
また、リスト部右クリックによりリスト形式でファイルの出力を行えます。



- ・ [Clipboard Copy] : 結果一覧表をクリップボードに書き出す。
- ・ [File Output] : 結果一覧表を csv 形式で出力する。

(2) [Property]タブ : ビューに表示されている図の項目や、色など変更します。

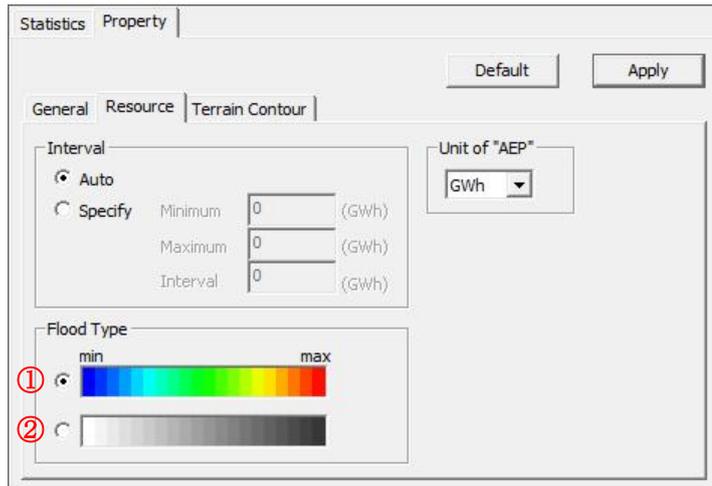
グリッドの描画パラメータの設定



・ [General]タブ : 統計量マップ表示パラメータの設定

- ・ [Minimum Mesh Domain Size] : 最小格子間隔範囲。この範囲の中では最小格子間隔が使用されます。
 - ・ [Color] : 最小格子間隔範囲を示す円の線色を指定します。
<Select>を押して、色を選択することによって、色の変更が行えます。
 - ・ [Width] : 最小格子間隔範囲を示す円の線の太さを設定します (整数)。
1以下を設定すると最小格子間隔範囲を示す円は非表示となります。
- ・ [Resource Mesh] : 予測範囲の色などの設定
 - ・ [Color] : 範囲の線色を指定します。
<Select>を押して、色を選択することによって、色の変更が行えます。
 - ・ [Width] : 格子の線の太さを設定します (整数)。

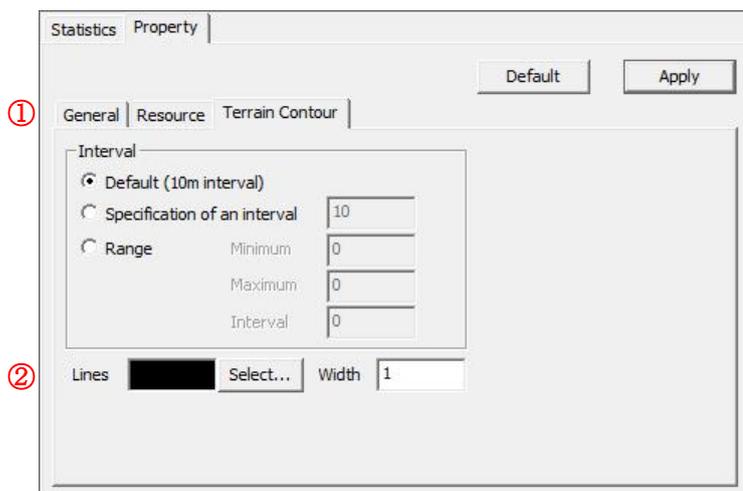
・ **[Resource]タブ** : 統計量結果表示パラメータの設定 (計算ケース設定時には無効となります。)



- ・ **[Interval]** : 項目目盛りの表示パラメータを設定
 - ・ **[Auto]** : 項目の表示範囲や間隔を自動で設定します。
 - ・ **[Specify]** : 項目の表示範囲を指定する場合に選択します。
 - ・ **[Minimum]** : 描画する項目の最小値を設定します。
 - ・ **[Maximum]** : 描画する最大値を設定します。
 - ・ **[Interval] ※1)** : 描画する項目の間隔を設定します。
- ・ **[Flood Type]** : 項目値を塗り潰し表示する際グラデーションの種類を設定
 - ・ ① : 項目値を塗り潰し表示する際、カラーグラデーションを選択
 - ・ ② : 項目値を塗り潰し表示する際、単色濃淡グラデーションを選択します。

※1) Flood を選択し、コンター間隔を設定する場合は、分割数が 20 ランク以下になるようにしてください。分割数が 20 ランク以上になると、描画に時間がかかります。

・ **[Terrain Contour]タブ** : 地形コンター表示パラメータの設定



- ① **[Interval]** : 地形コンターの間隔を指定します。
 - ・ **[Default(10m interval)]** : 10m 間隔でコンターを描きます (デフォルト設定)。
 - ・ **[Specification of an interval]** : 任意等間隔の設定によるコンターの表示。

- ・ [Range] : コンターの上限、下限および描画間隔の設定によるコンター表示。
- ・ [Minimum] : 描画する項目の最小値を設定します。
- ・ [Maximum] : 描画する最大値を設定します。
- ・ [Interval] ※1) : 描画する項目の間隔を設定します。

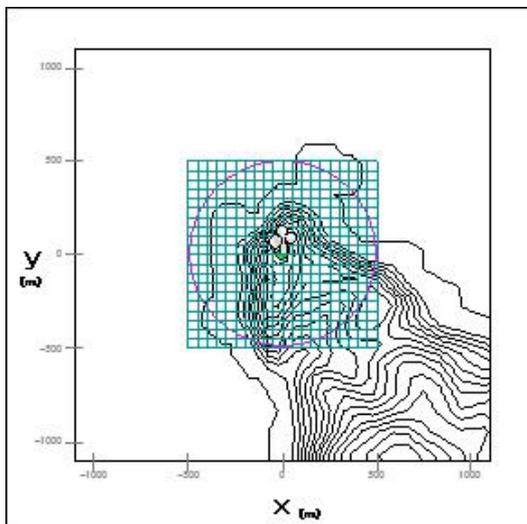
②[Lines] : コンターの色設定

- ・ [Width] : コンターの太さの設定

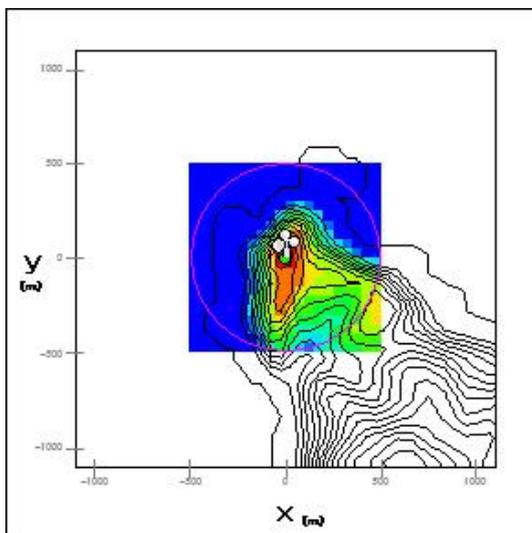
※1) Flood を選択し、コンター間隔を設定する場合は、分割数が 20 ランク以下になるようにしてください。分割数が 20 ランク以上になると、描画に時間がかかります。

以下に Resource 解析結果サンプル図を示す。

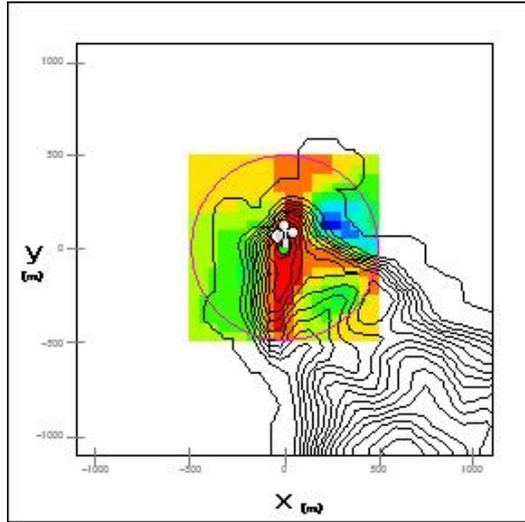
①計算範囲メッシュ図 ([Grid]を選択)



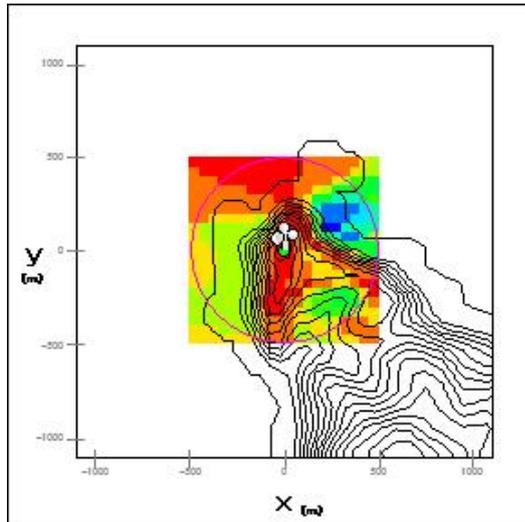
②地形分布図 ([Elevation]を選択)



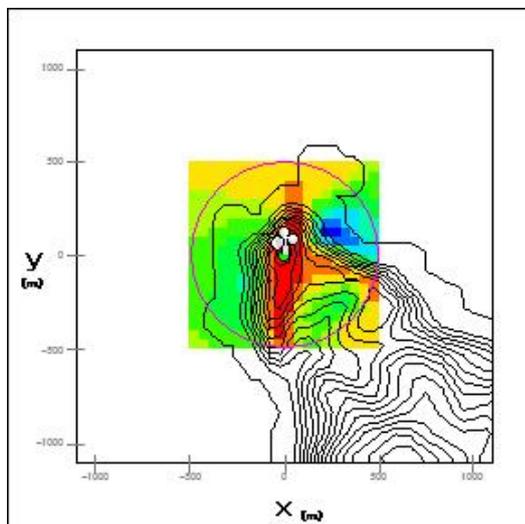
③ワイブルパラメータ A 分布図 ([Weibull-A]を選択)



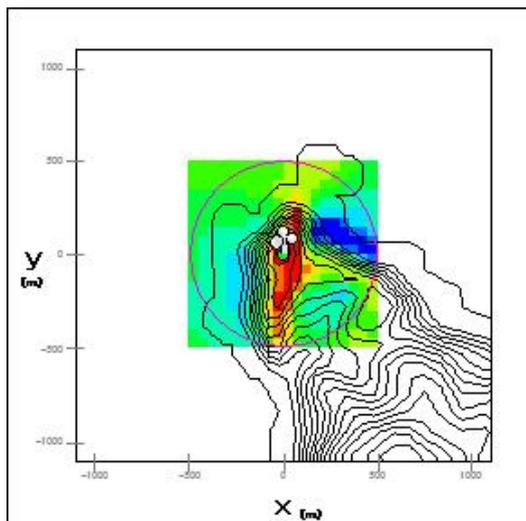
④ワイブルパラメータ k 分布図 ([Weibull-k]を選択)



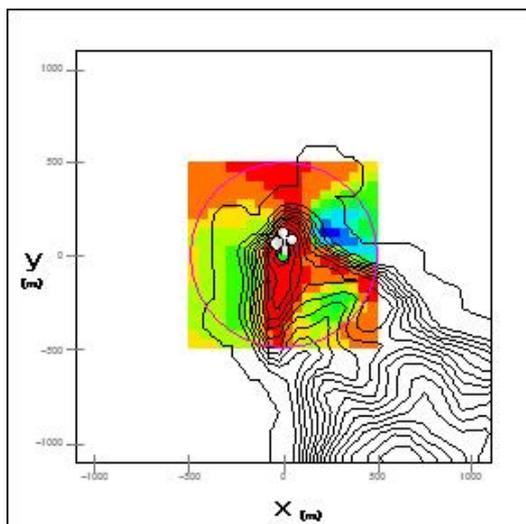
⑤平均風速分布図 ([Mean Speed]を選択)



⑥風速エネルギー密度分布図 ([PD]を選択)

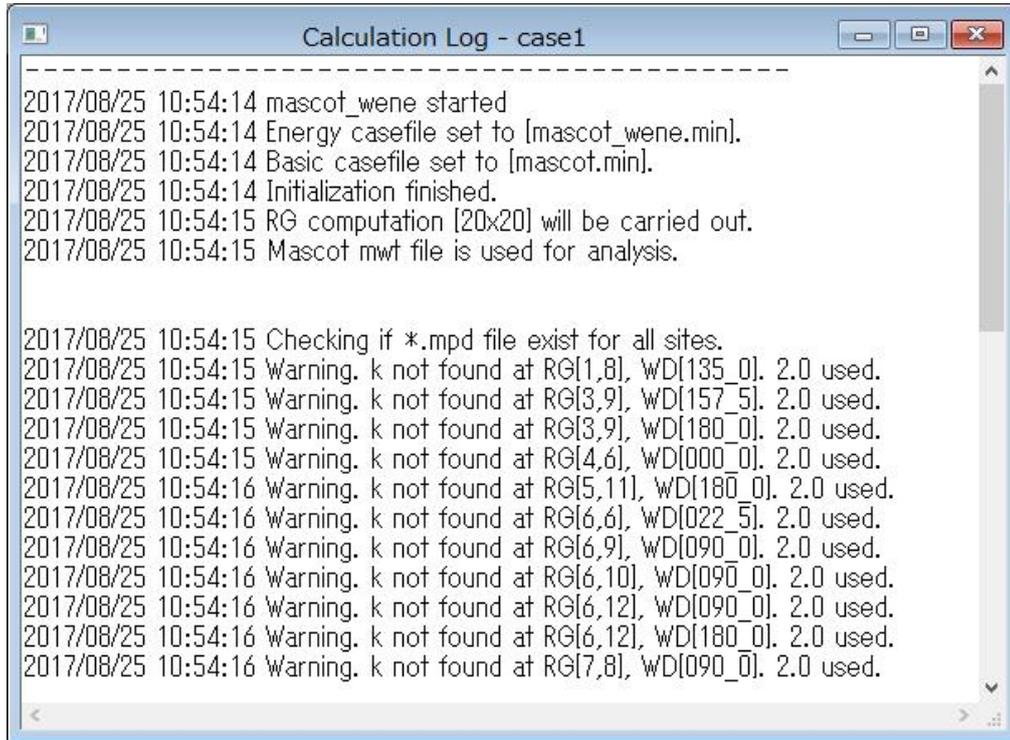


⑦年間発電量分布図 ([AEP]を選択)



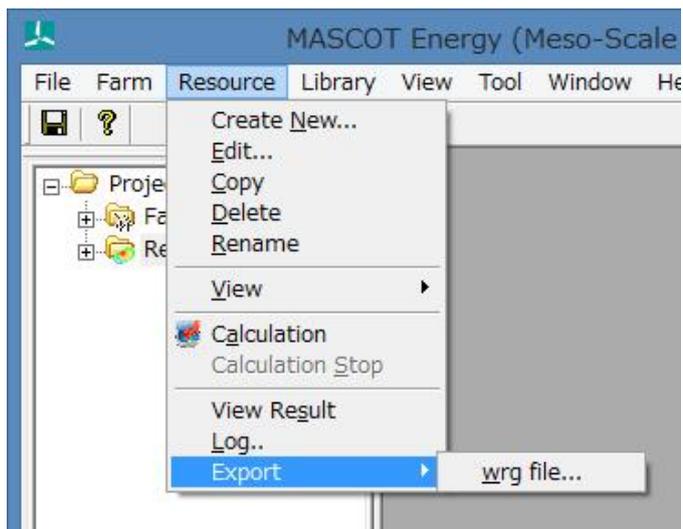
9. [Log..]

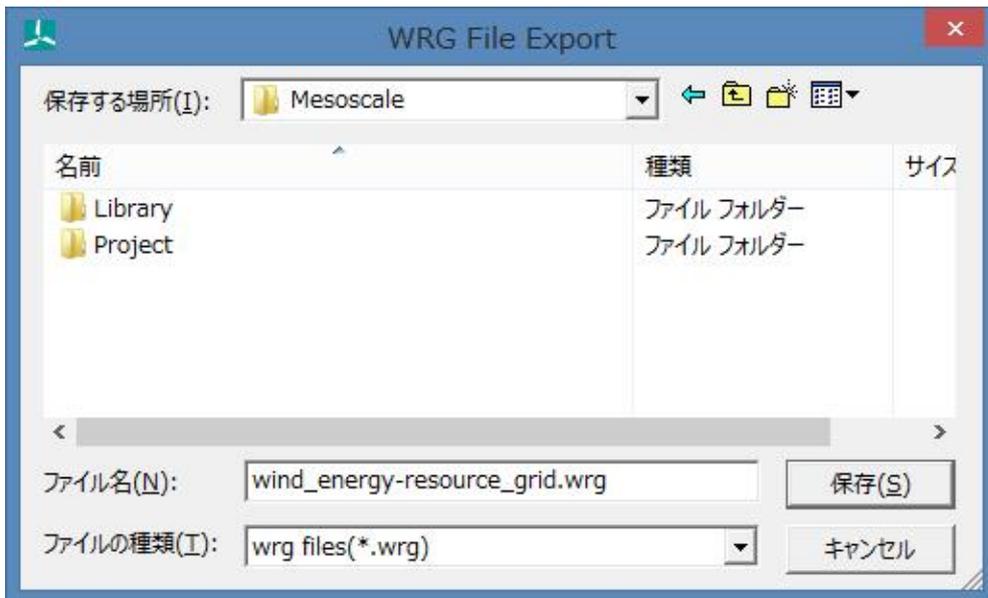
計算結果のログを表示するビューを開きます。



10. [Export...]

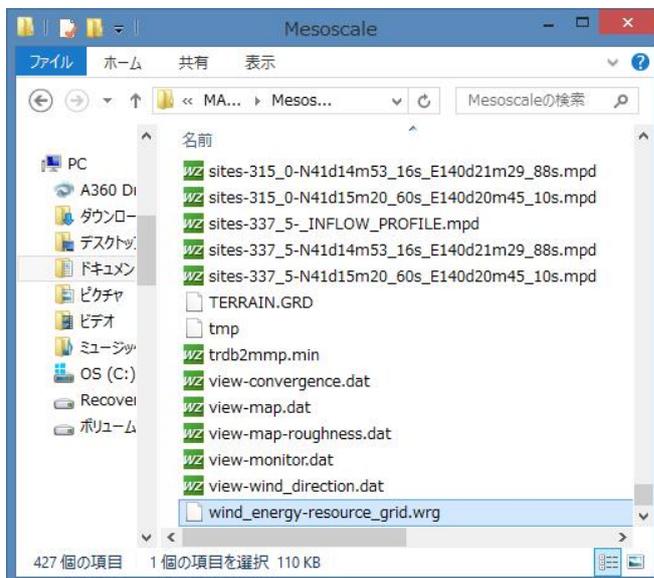
解析設定ファイル、解析結果をテキスト形式でエクスポートします。





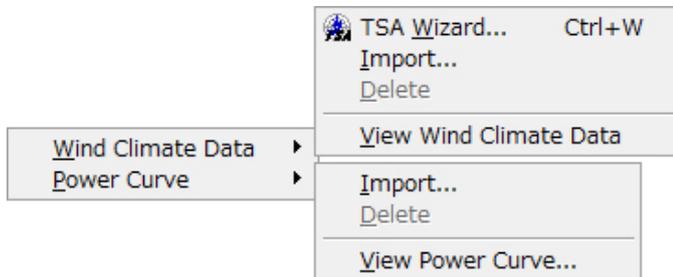
<保存>を押すと、エクスポートが終わります。

指定フォルダに以下のようにファイルがエクスポートされます。



3-5-4. [Library]メニュー

MASCOT Energy の解析に必要な風況ファイル、パワーカーブの登録、削除を行います。



1. [Wind Climate Data]-[TSA Wizard...]

このツールを用いると、観測地点の時系列データ (csv 形式、“,”区切り) より MASCOT Energy の解析に必要な風況ファイルを作成・登録が行えます。

[TSA Wizard]については、3-6-1. [TSA Wizard]で説明します。

The screenshot shows the 'TSA Wizard' dialog box with the following fields and options:

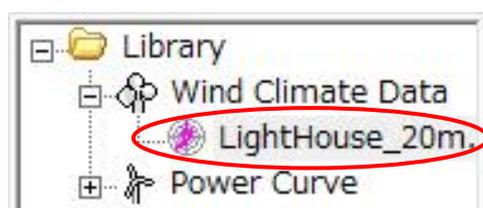
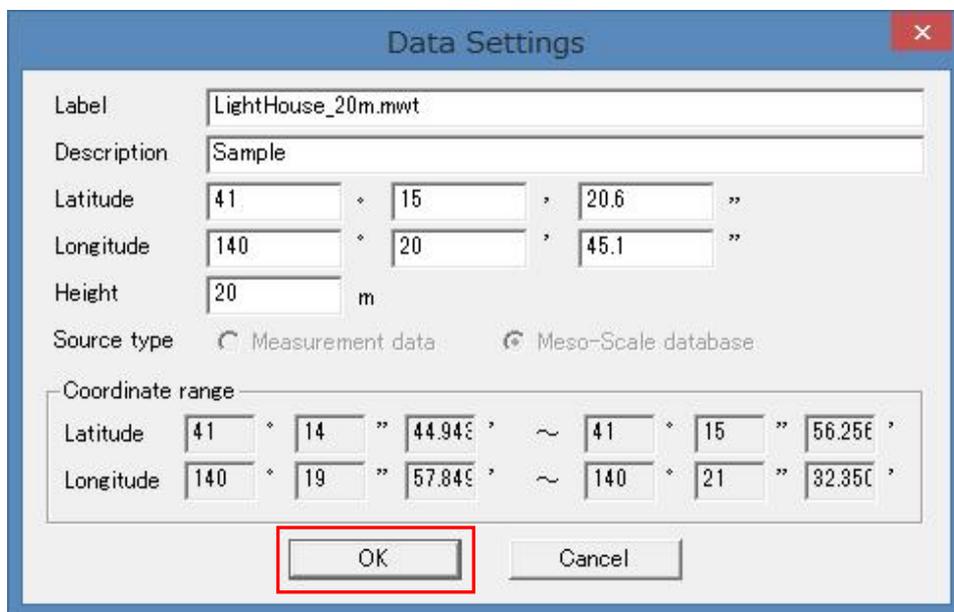
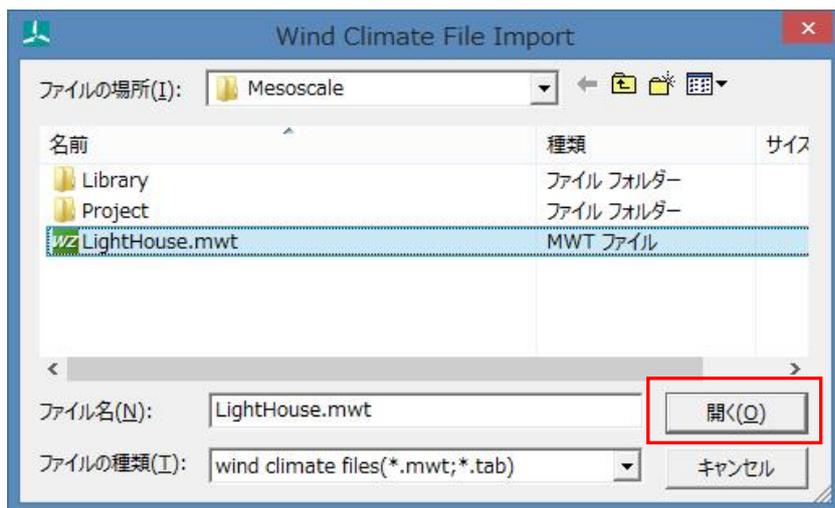
- General** tab selected.
- Description: Sample
- Site Latitude: 41 d 15 m 20.6 s
- Site Longitude: 140 d 20 m 45.1 s
- Height: 20 m
- Read file name: C:\Users\%USER%\Documents\MASCOT_Samples\Mesoscale\Sample_Obs_data.csv (with Reference... button)
- Out file name: LightHouse_20m .mwt
- Source type: Measurement data, Meso-Scale database
- Detail** section:
 - Velocity offset: 0 m/s
 - Velocity multiplier: 1
 - Direction offset: 0 deg.
 - Direction multiplier: 1
 - Number of sectors: 16
 - Highest bin lower: 30
 - Velocity bin width: 1 m/s
 - Display rows: 8761/8761
 - Edit... button
- Navigation buttons: << Prev, Next >>, Cancel

2. [Wind Climate Data]-[Import...]

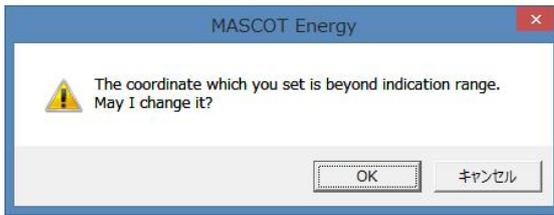
作成済みの風況ファイルをライブラリに登録します。

本メニューを選択しますと、作成済みの風況ファイル (*.mwt : MASCOT フォーマット、*.tab : WAsP フォーマット) の選択ダイアログが表示されます。

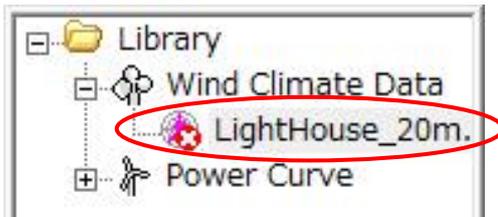
そこで選択した風況ファイルが、MASCOT Energy 用フォーマットに変換され、ライブラリツリーに登録されます。



ただし、作成済みの風況ファイルの観測点が Mascot Basic で設定した計算範囲 (West-East domain size & North-South domain size)の範囲外の時、以下のメッセージが表示されます。



<OK>を押すと

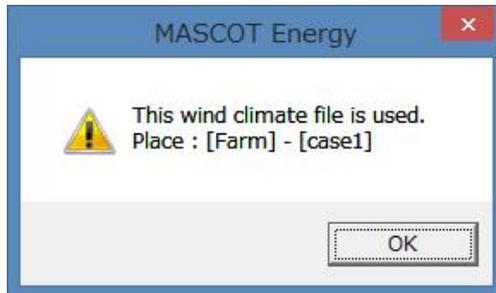


登録はできましたが、計算には使えないことを示します。

3. [Wind Climate Data]-[Delete...]

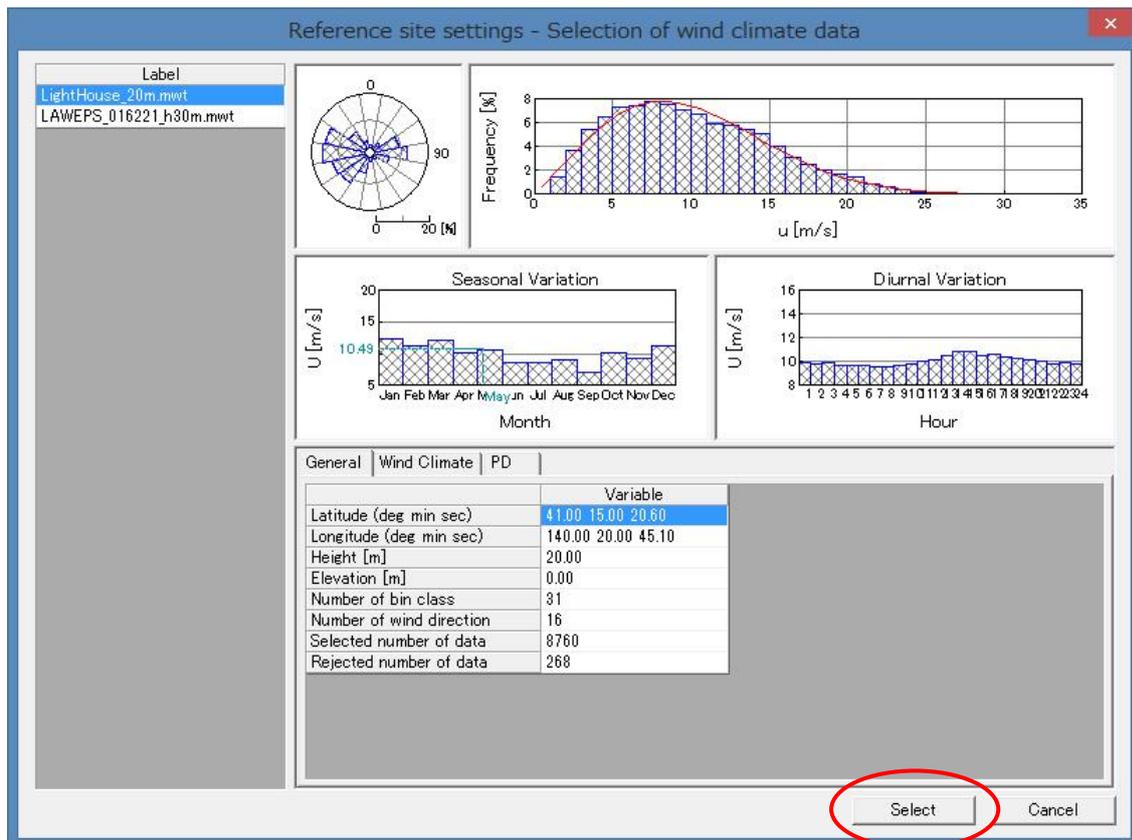
風況ファイルをライブラリから削除します。

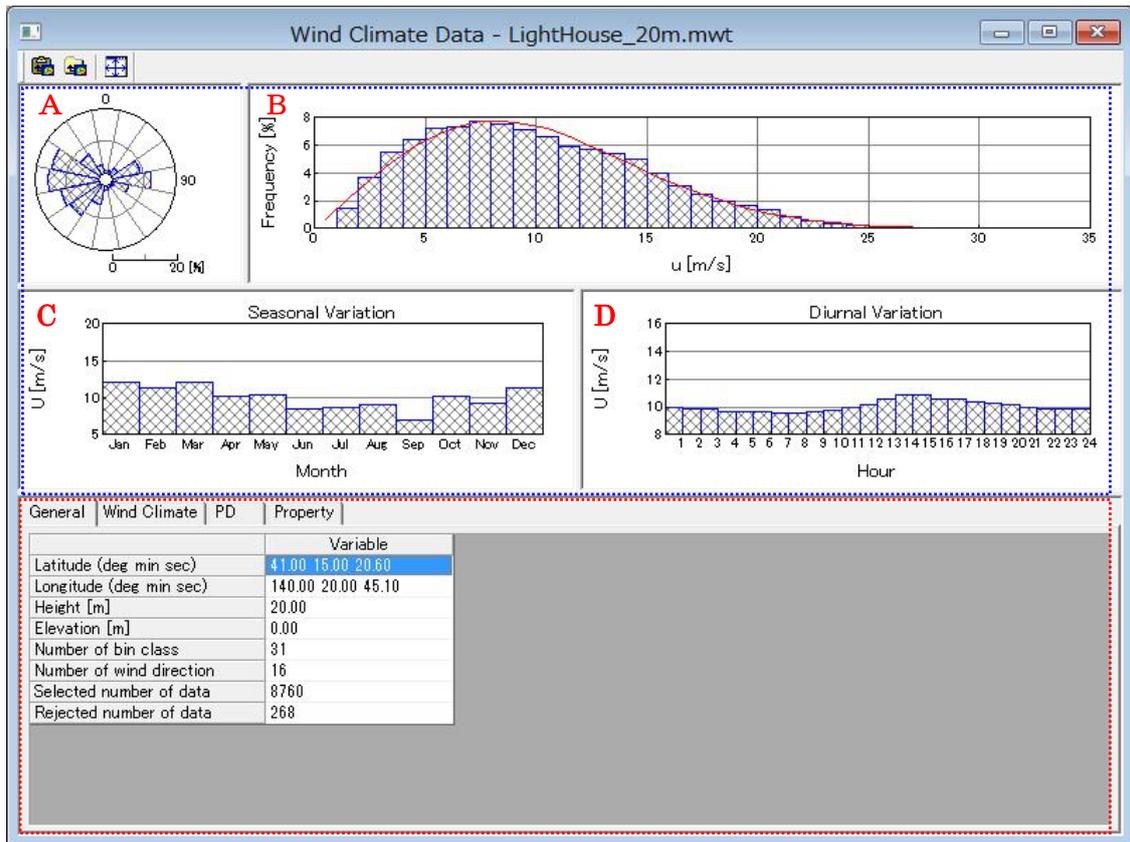
但し、削除しようとする風況ファイルが、解析で使用されている場合は、以下のメッセージが表示され、削除することはできません。



4. [Wind Climate Data]-[View Wind Climate Data...]

ライブラリに登録した風況ファイルを選択し、表示します。





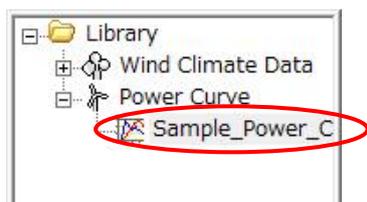
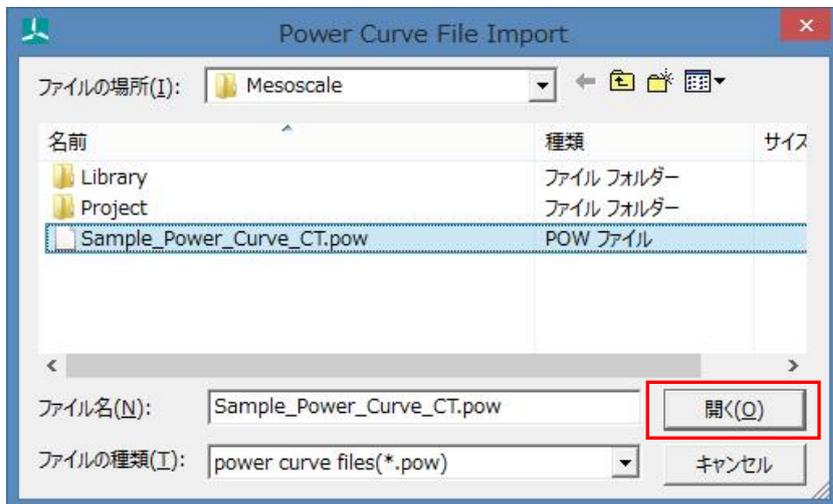
(詳細は[Farm]-[View]-[Monitor Site]-[Wind Climate Data]を参照してください)

5. [Power Curve]-[Import...]

パワーカーブをライブラリに登録します。

本メニューを選択しますと、ファイル選択ダイアログが表示されます。

そこで選択したパワーカーブが、ライブラリツリーに登録されます。



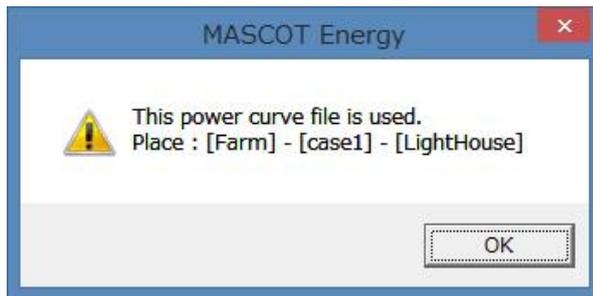
6. [Power Curve]-[View Power Curve...]

ライブラリに登録したパワーカーブを表示します。

7. [Power Curve]-[Delete...]

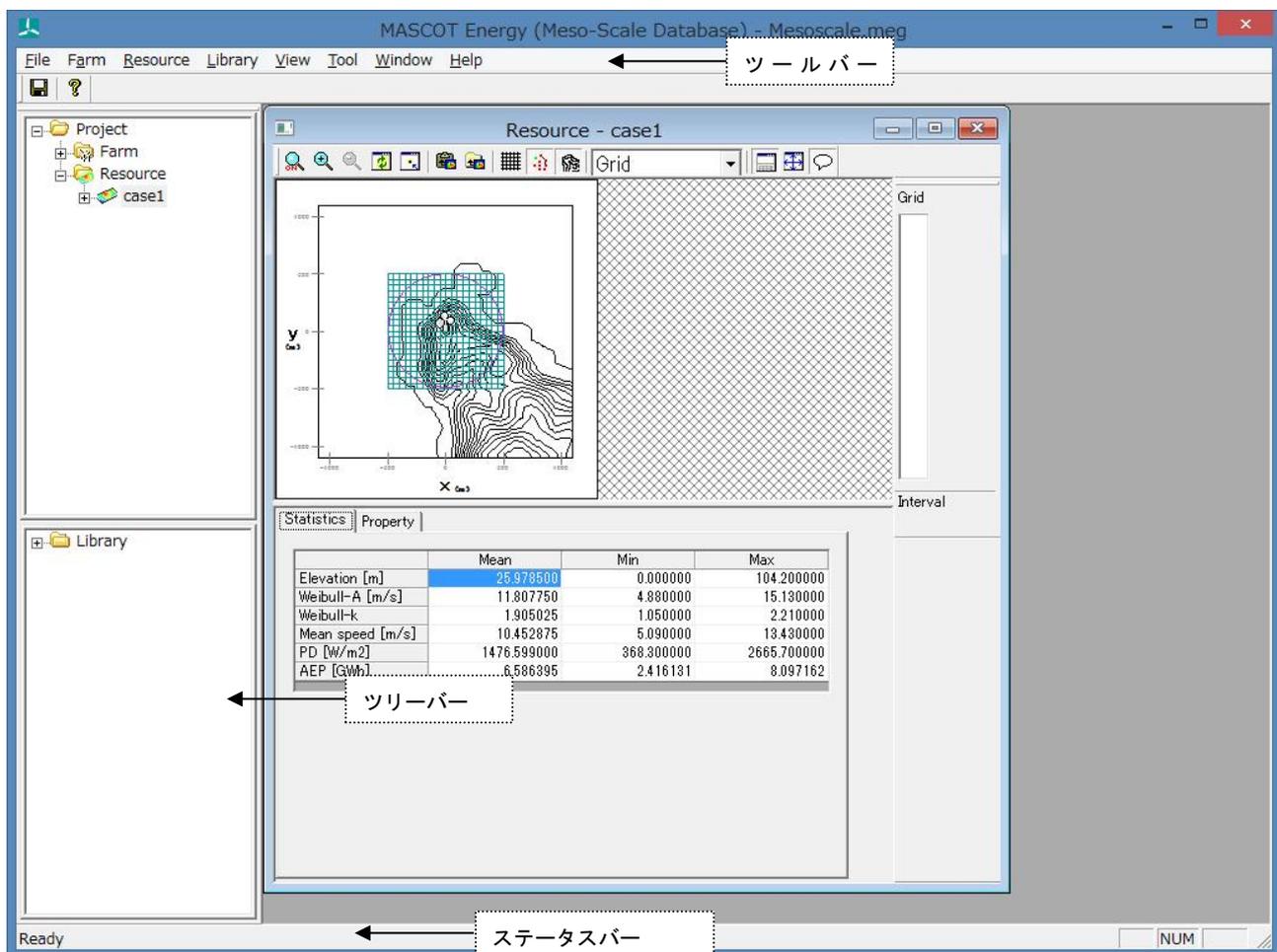
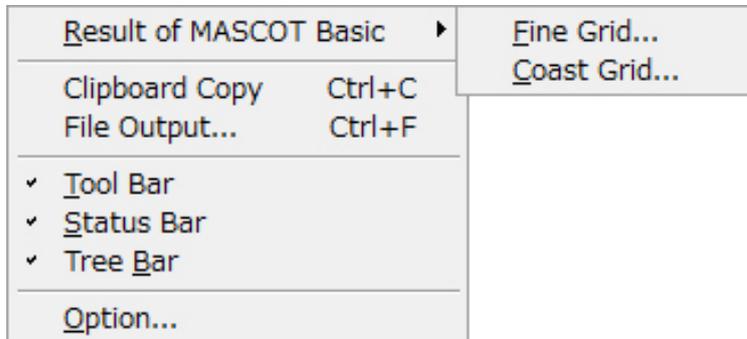
パワーカーブをライブラリから削除します。

但し、削除しようとするパワーカーブが、解析で使用されている場合は、以下のメッセージが表示され、削除することはできません。



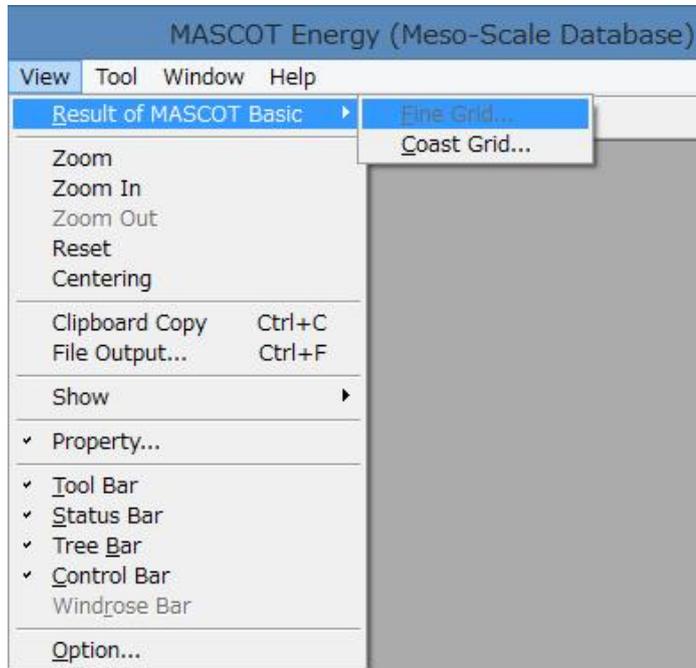
3-5-5. [View]メニュー

MASCOT Energy の解析に用いる MASCOT Basic の解析結果表示や表示されている子ウィンドウ（ビュー）に対する表示設定等を行います。



1. [View]-[Result of MASCOT Basic...]

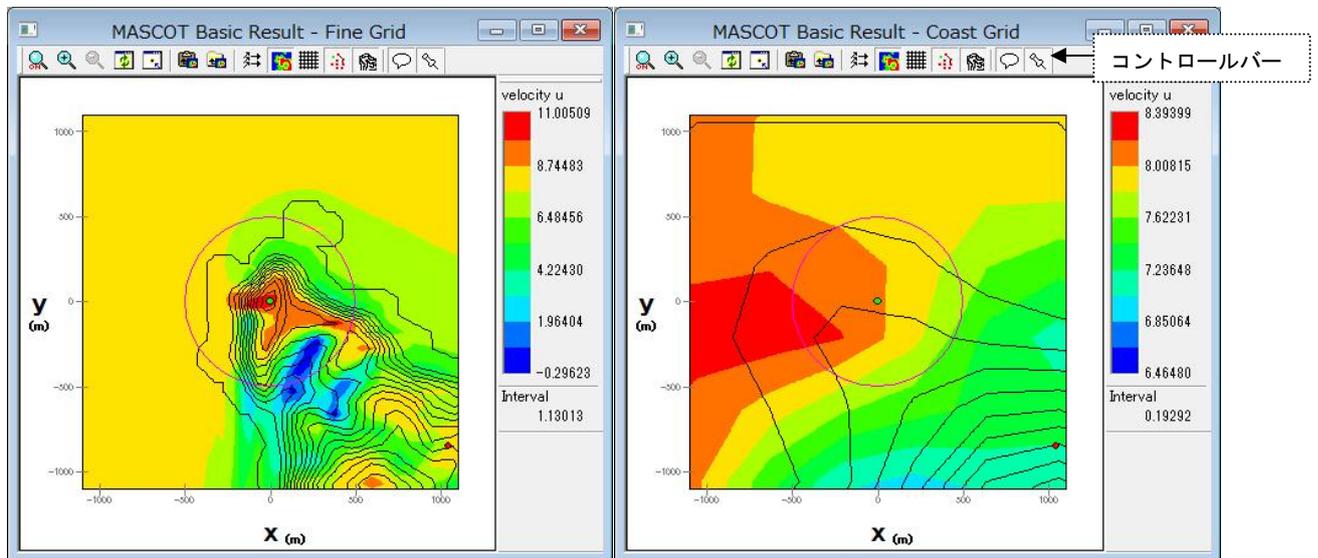
MASCOT Energy の解析に用いる MASCOT Basic の解析結果表示[View]-[Result of MASCOT Basic...]を選択すると、[View]メニューが下図のようになります。



MASCOT Basic による解析結果を表示します。

[Fine Grid]

[Coast Grid]



コントロールバーのアイコンの説明：



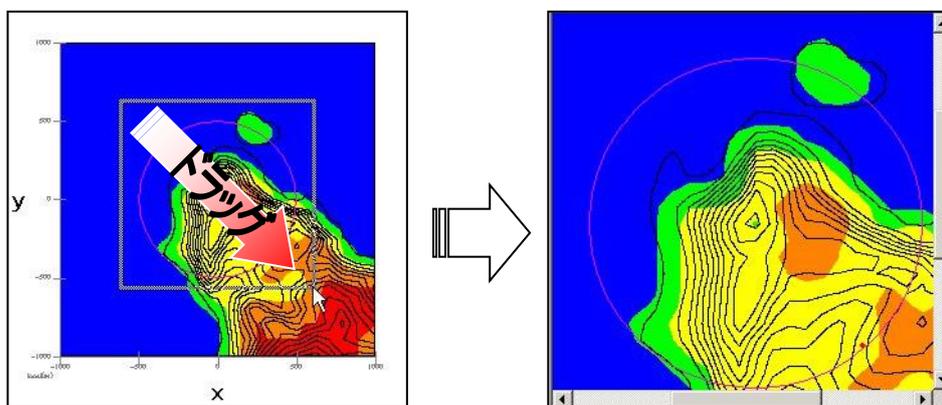
● [Zoom] 

ズーム処理を開始／終了します。

ズーム処理を開始すると、マウスをドラッグすることにより、ラバーバンドが表示されます。マウスをドラッグする方向により、拡大／縮小が変わります。

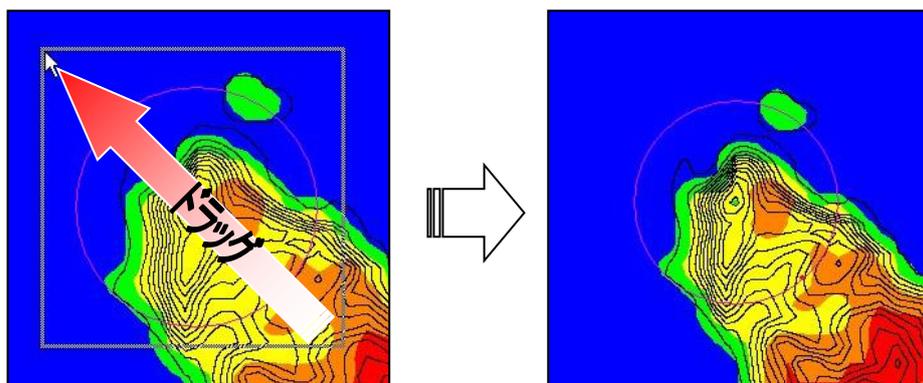
拡大（ドラッグ方向：左上→右下）

ラバーバンドで囲まれた範囲を拡大表示します。



縮小（ドラッグ方向：右下→左上）

[Zoom Out]と同様の縮小処理を行います。



- [Zoom In] 

ビューに表示されているイメージを拡大します。(拡大率 1.2 倍)
- [Zoom Out] 

ビューに表示されているイメージを縮小します。(縮小率 1.2 倍)
- [Reset] 

ビューに表示されているイメージを再描画します。拡大表示している場合は、初期表示状態にします。
- [Centering] 

ビューに表示されているイメージを、マウスで指定した点を中心になるように移動します。
- [Clipboard Copy] 

ビューに表示されているイメージを、クリップボードにコピーします。
- [File Output] 

ビューに表示されているイメージを、画像データ (形式 : bmp/emf) として保存します。
- [Show]-[Vector] 

MASCOT Basic 結果の標高線の表示／非表示を切り替えます。
- [Show]-[Variable Contour] 

MASCOT Basic 結果の粗度分布の表示／非表示を切り替えます。

- [Show]-[Mesh] 

格子の表示／非表示を切り替えます。

- [Show]-[Maker] 

計算点、観測点などのマーカの表示／非表示を切り替えます。

- [Show]-[Elevation Contour] 

標高線の表示／非表示を切り替えます。

- [Show]-[Notes] 

凡例の表示／非表示を切り替えます。

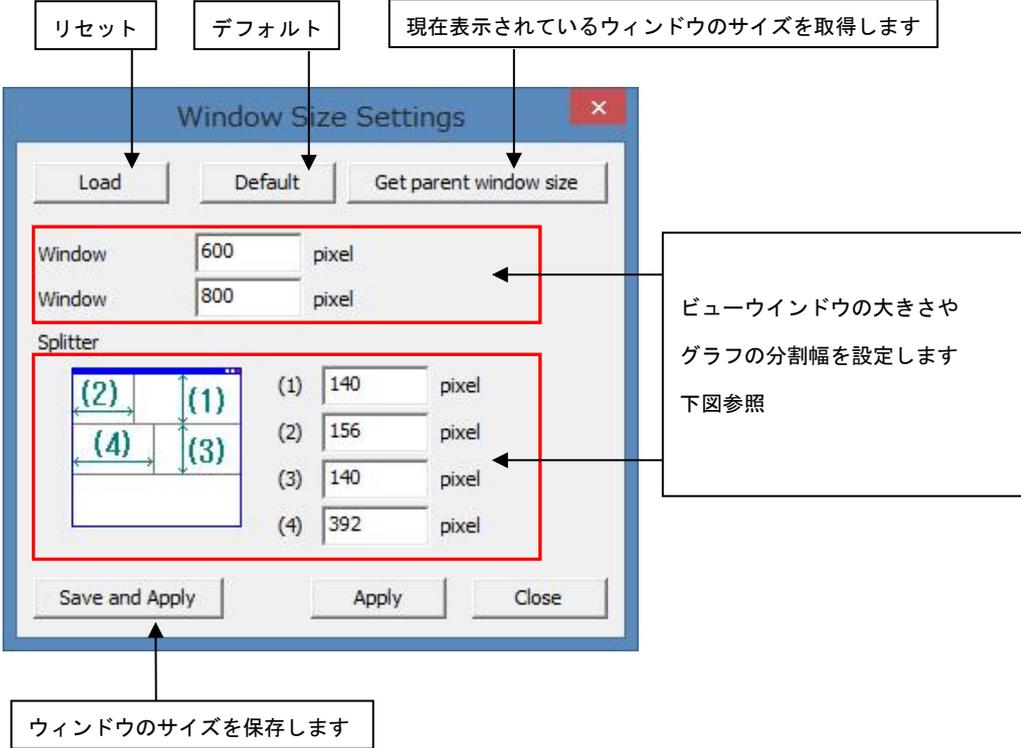
- [Property] 

ビューに表示されている図の項目や範囲、色などを変更するダイアログを開きます。

(詳細は MASCOT Basic ユーザーズ・マニュアルを参照)

● [Windows size settings...] 

MASCOT Energy の解析結果画面表示サイズを自由に設定します。



リセット デフォルト 現在表示されているウィンドウのサイズを取得します

Load Default Get parent window size

Window 600 pixel
Window 800 pixel

Splitter

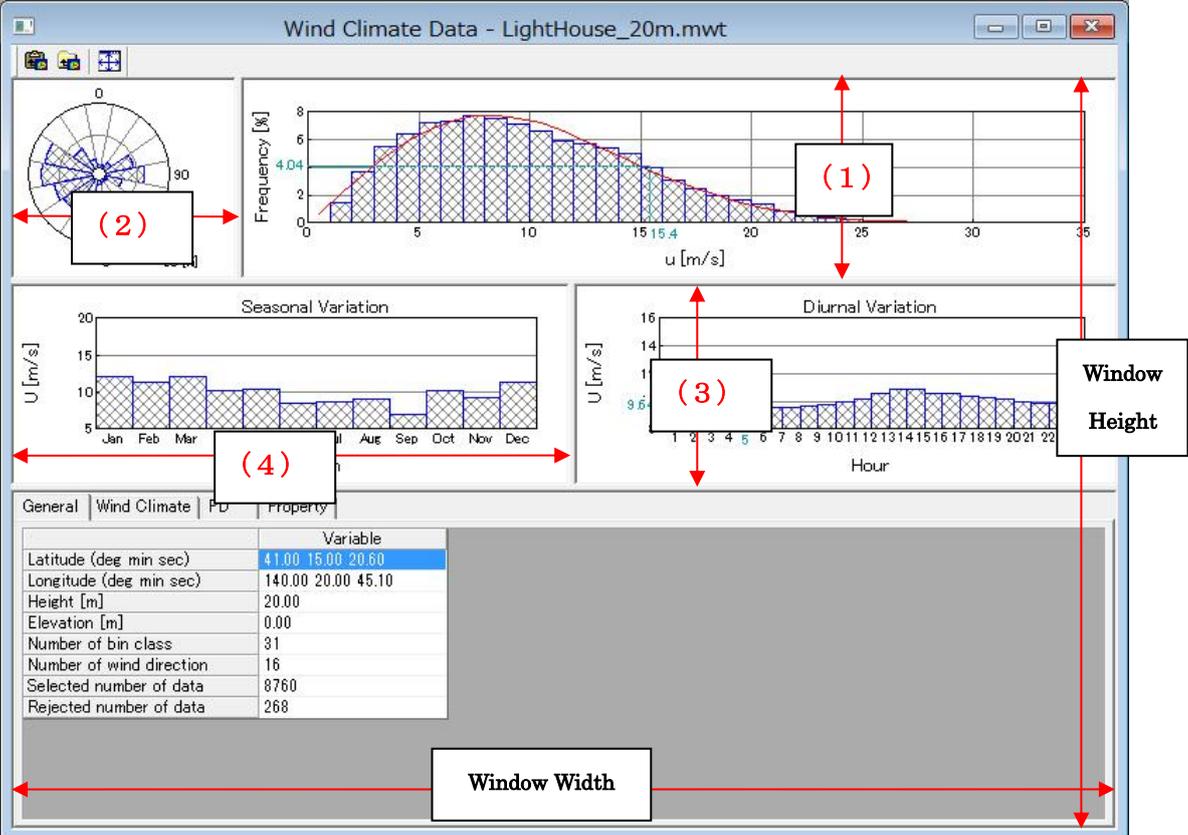
(2) (1)
(4) (3)

(1) 140 pixel
(2) 156 pixel
(3) 140 pixel
(4) 392 pixel

Save and Apply Apply Close

ビューウィンドウの大きさや
グラフの分割幅を設定します
下図参照

ウィンドウのサイズを保存します



Wind Climate Data - LightHouse_20m.mwt

(2)

Frequency [%]

u [m/s]

(1)

Seasonal Variation

U [m/s]

Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec

(4)

Diurnal Variation

U [m/s]

Hour

(3)

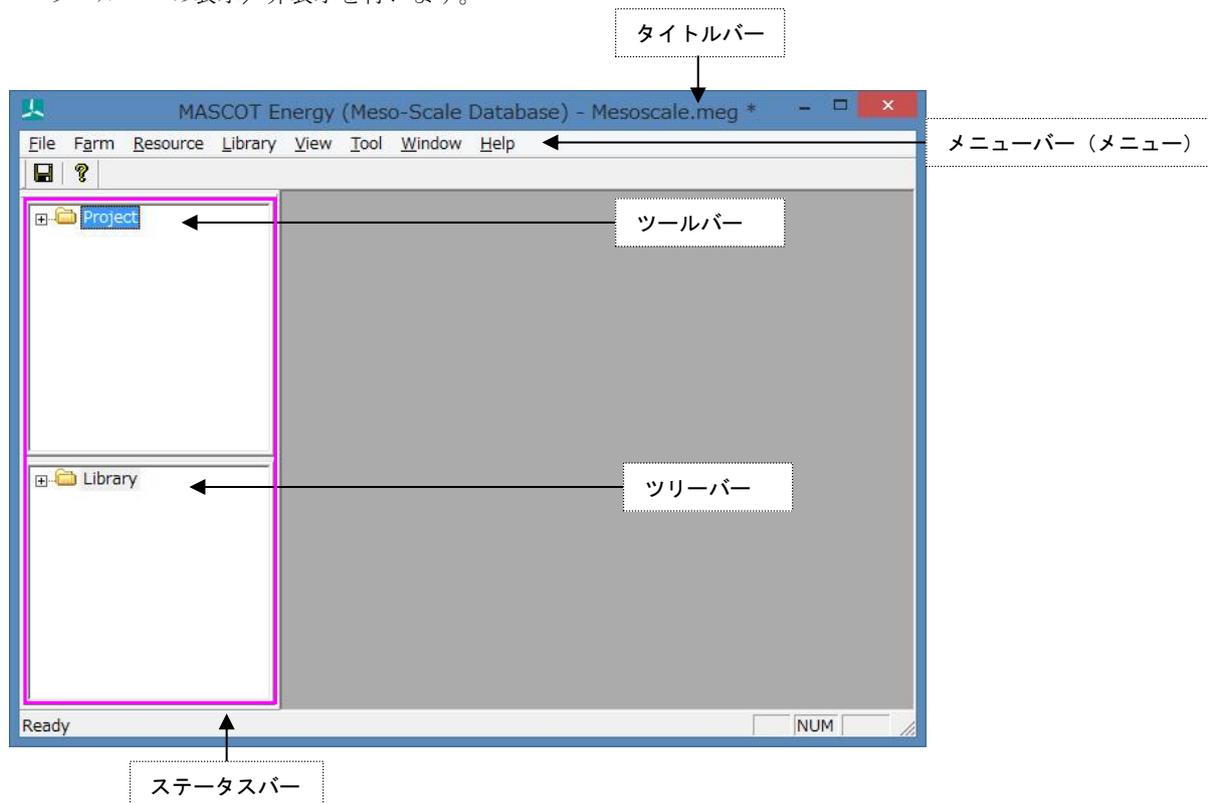
Window Height

Window Width

Variable	
Latitude (deg min sec)	41.00 15.00 20.60
Longitude (deg min sec)	140.00 20.00 45.10
Height [m]	20.00
Elevation [m]	0.00
Number of bin class	31
Number of wind direction	16
Selected number of data	8760
Rejected number of data	268

2. [Toolbar...]

ツールバーの表示／非表示を行います。



3. [Status Bar...]

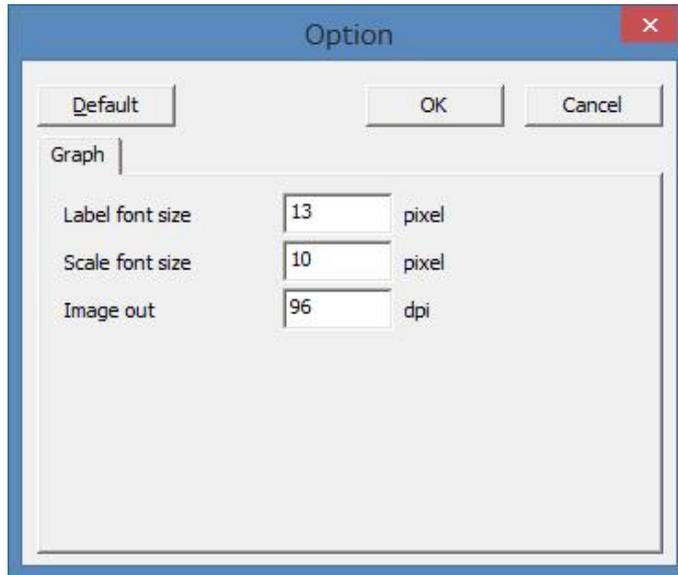
ステータスバーの表示／非表示を行います。

4. [Tree Bar...]

ツリーバーの表示／非表示を行います。

5. [Option...]

ビューグラフの文字フォントやサイズの設定を行います。

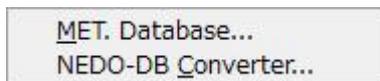


- ・ [Label font size] : ラベルのフォントサイズ
- ・ [Scale font size] : スケールのフォントサイズ
- ・ [Image out resolution] : イメージ出力の解像度

- ・ <Default> : デフォルト設定に戻します。
- ・ <OK> : 修正値を保存します。
- ・ <Cancel> : 修正を保存せずに、[Option]を終了します。

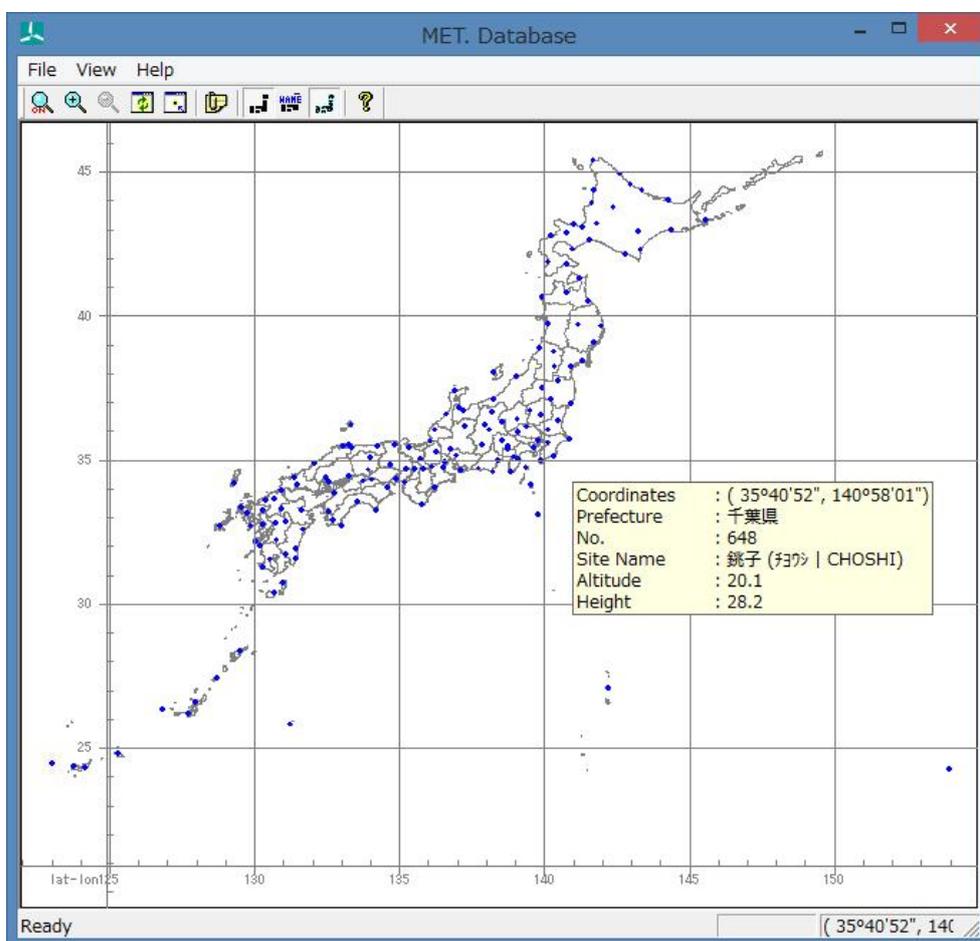
3-5-6. [Tool]メニュー

MASCOT Energy 解析に役立つツールが用意されています。



1. [MET. Database...]

日本全国気象官署 155 地点における 10 年間の風観測データを統計解析し表示するツールです。詳細は[MET. Database...]ツール参照して下さい。



2. [NEDO-DB Converter...]

NEDO-DB データフォーマットから MASCOT データフォーマットへの変換ツールです。詳細は[NEDO-DB Converter...]ツールを参照して下さい。

※[Project Type]が[Meso-Scale database]の時のみ使用可能です。

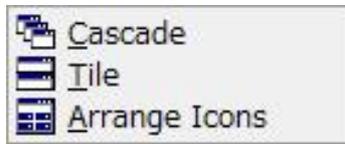
The screenshot shows the 'NEDO-DB Converter' dialog box with the following details:

- File Selection:**
 - Windrose data: %Documents%\MASCOT_Samples\NEDO-DB\016221\016221_020_100_1.dat
 - Mesh data (Weibull-K): %Documents%\MASCOT_Samples\NEDO-DB\016221\01622102.dat
 - Mesh data (Weibull-C): %Documents%\MASCOT_Samples\NEDO-DB\016221\01622103.dat
- Search:** A button labeled 'Search'.
- Windrose Information:**
 - Longitude: 140.3583 Deg.
 - Latitude: 41.2481 Deg.
 - Horizontal mesh position: 20
 - Vertical mesh position: 100
 - Height: 30 m
- Weibull-K Information:**
 - Longitude: 140.2771 Deg.
 - Latitude: 40.7998 Deg.
 - Longitude: 140.8953 Deg.
 - Latitude: 41.2498 Deg.
- Weibull-C Information:**
 - Longitude: 140.2771 Deg.
 - Latitude: 40.7998 Deg.
 - Longitude: 140.8953 Deg.
 - Latitude: 41.2498 Deg.
- Navigation:** '<< Prev', 'Next >>', and 'Cancel' buttons.

3-5-7. [Window]メニュー

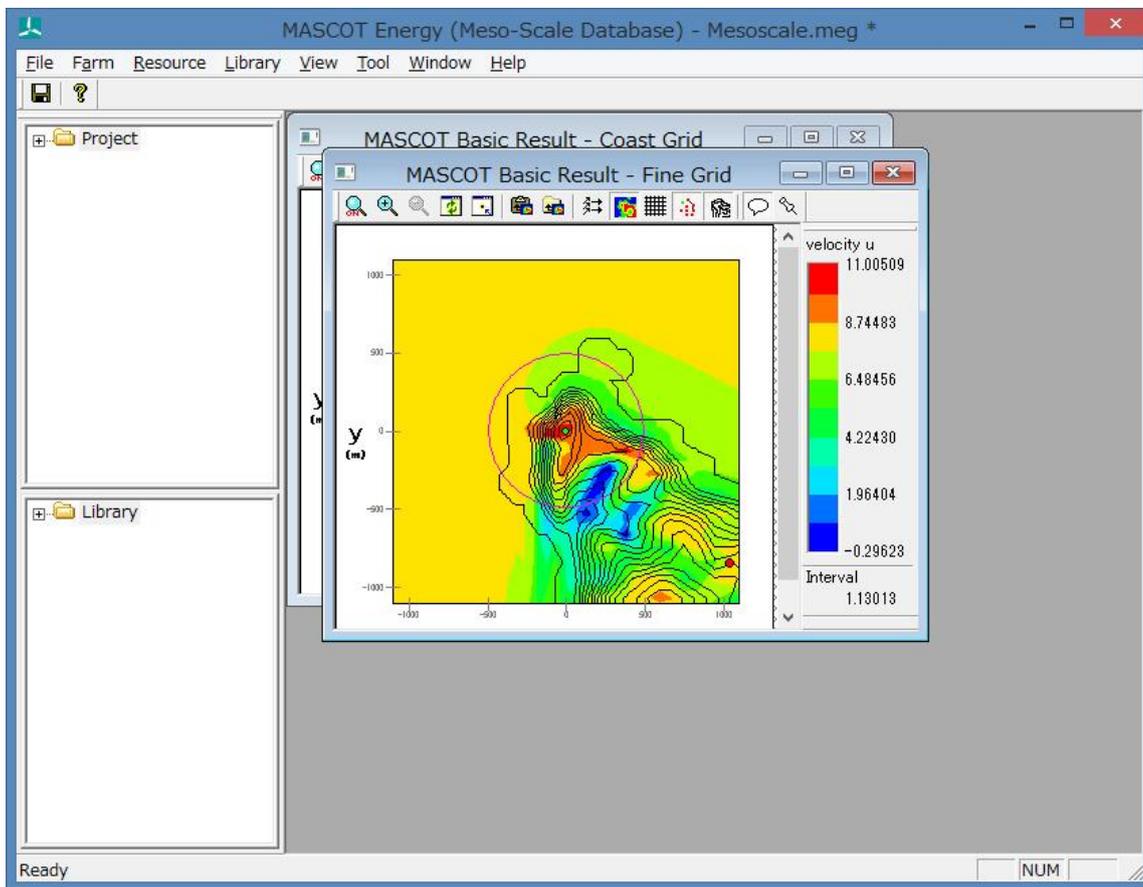
ビュー（子ウィンドウ）を複数開いている時に使うメニューです。

（例：[Resource]-[View]-[Wind Climate Data...]メニューでビューを2つ開きます。）



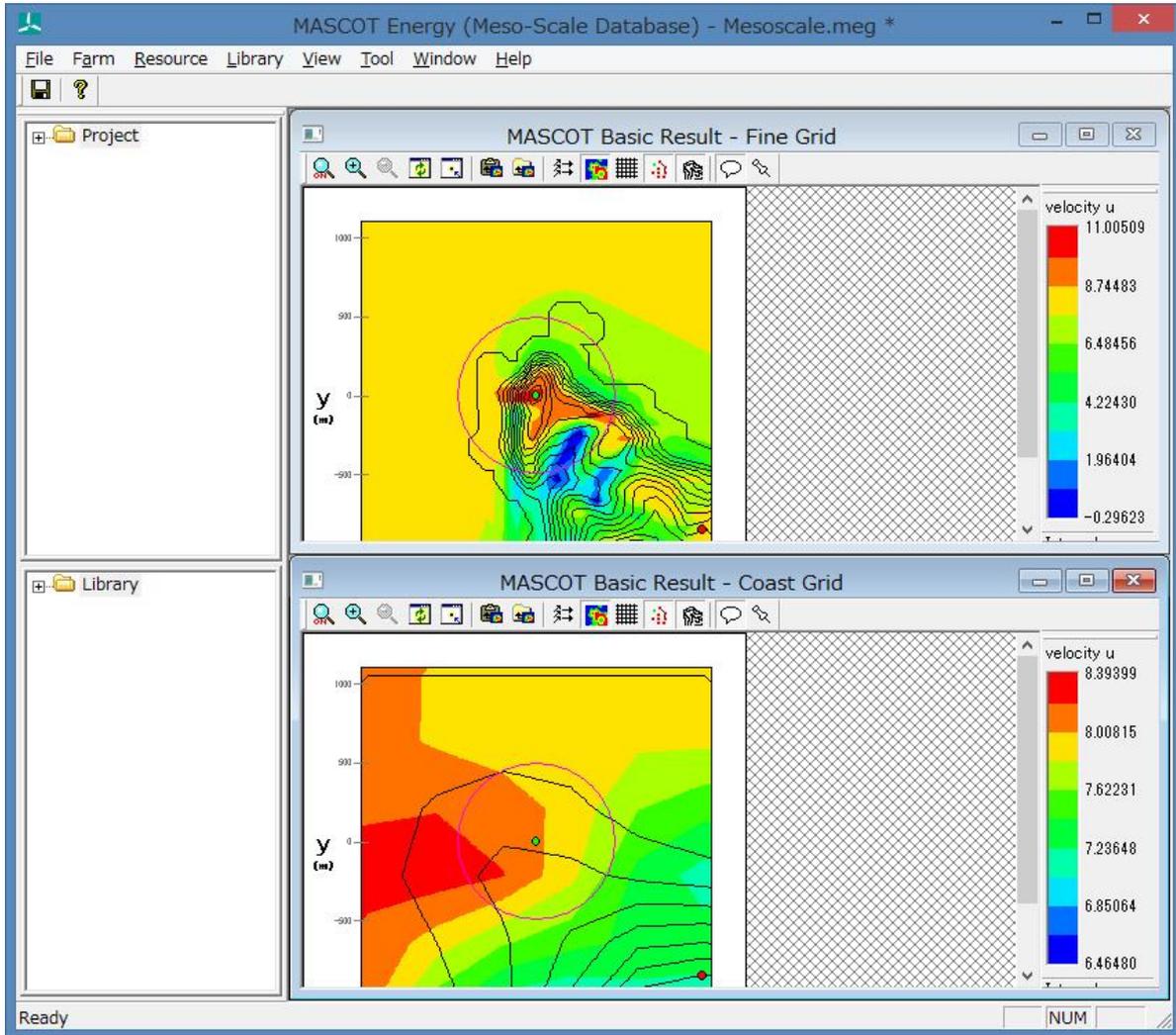
1. [Cascade...]

ビューを重ねて表示します。



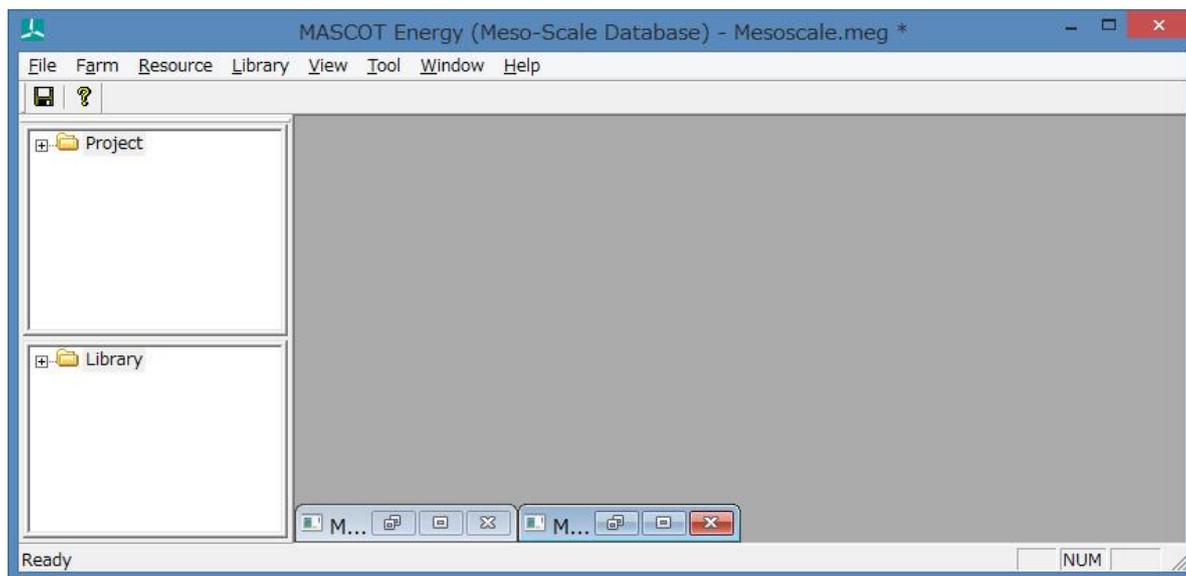
2. [Tile...]

ビューをタイル状に並べ替えて表示します。



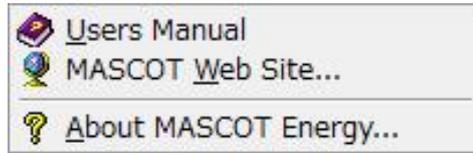
3. [Arrange Icons...]

最小化されているビューをメインウィンドウの左下に並べて整理します。



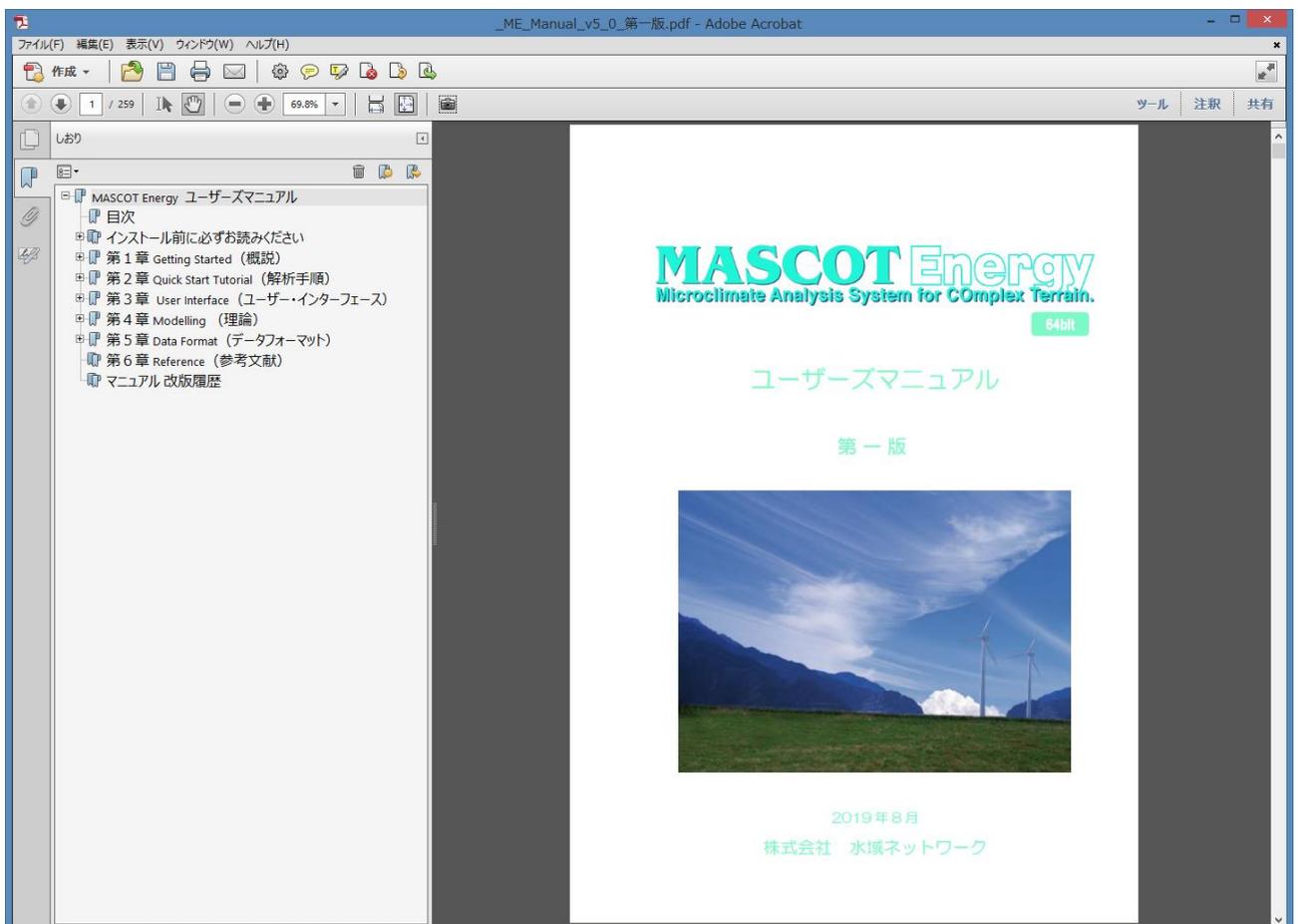
3-5-8. [Help]メニュー

MASCOT Energy についての情報、ユーザーズ・マニュアルの表示などのメニューです。



1. [Users Manual...]

ユーザーズ・マニュアルを表示します (PDF 形式)。



2. [MASCOT Web Site...]

MASCOT のウェブサイトを既定のブラウザで表示します。



3. [About MASCOT Energy...]

MASCOT Energy のバージョン情報を表示します。(ツールバー )



3-6. ツール

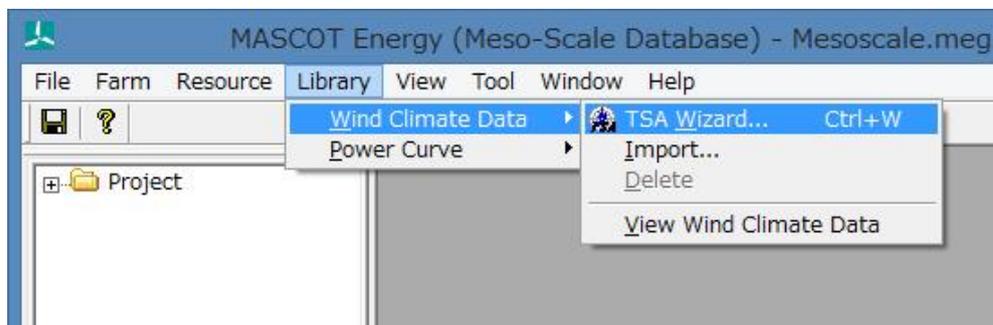
3-6-1. [TSA Wizard] ツール

TSA Wizard は、MASCOT Energy の解析で使用する風況ファイルを観測地点の時系列データから作成する為のツールです。

1. [TSA Wizard] ツールの起動

[Library]-[Wind Climate Data]-[TSA Wizard]メニューを選択するか、またはライブラリツリー上の[Library]-[Wind Climate Data]を、右クリックすると表示されるポップアップメニューから、[TSA Wizard]を選択すると、TSA Wizard が起動します。

各項目を設定し、最終ページで<OK>をクリックすることによって、風況ファイルが作成されます。



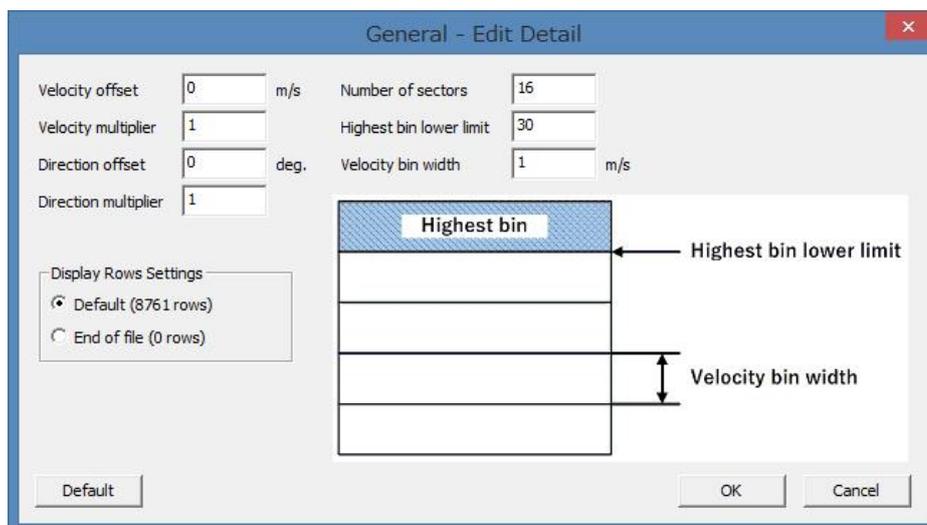
または



(1) [General]タブ

作成する風況ファイルについての説明や、緯度経度、高さ、時系列データファイルの指定など、全般の設定を行います。

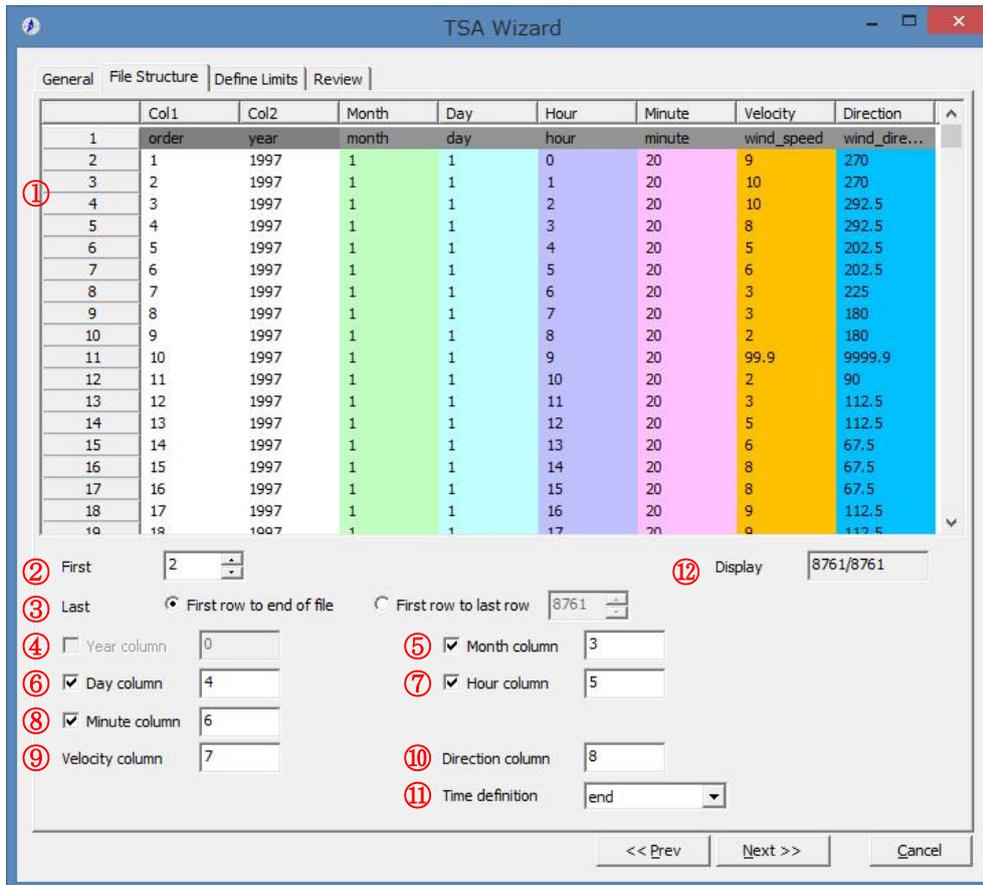
- ①[Description] : 作成する風況ファイルの説明などを記述します。
- ②[Site Latitude] : 観測地点の緯度を指定します。
- ③[Site Longitude] : 観測地点の経度を指定します。
- ④[Height] : 観測高さを指定します。
- ⑤[Read file name] : 時系列データなどのファイル名をフルパスで指定します。※1
 <Reference>を押下すると、ファイルダイアログが開きますので、
 ファイルを選択して指定することができます。
 ※1: 例) "C:\¥MASCOT¥Sample.csv"
- ⑥[Out file name] : 作成する風況ファイルのファイルタイトルを記述します。※2
 ※2: 例) "C:\¥MASCOT¥LightHouse.mwt"
- ⑦[Source type] : MASCOT 解析に用いるデータの種類を選択します。
- ・ [Measurement data] : 観測による風況データ。
 - ・ [Meso-Scale database] : 気象解析より得られた風況データ。
- ・ [Detail] : 係数の詳細設定
- ⑧[Velocity offset] : 風速のオフセット値を指定します。
- ⑨[Velocity multiplier] : 風速の乗数を指定します。
- ⑩[Direction offset] : 風向のオフセット値を指定します。
- ⑪[Direction multiplier] : 風向の乗数を指定します。
- ⑫[Number of sectors] : 風向の分割数を指定します。
- ⑬[Highest bin lower limit] : 最上層の下限値を指定します。
- ⑭[Velocity bin width] : 風速階級の幅を指定します。
- ⑮[Display rows] : 画面上に表示するデータリストの行数を指定します。
 (指定行数/最大行数)
- ・ <Edit> : 上記係数⑧～⑮の値を修正します。



- ・ <Default> : 上記係数⑧～⑮の値をデフォルト値に戻します。
- ・ <OK> : 修正値を保存します。
- ・ <Cancel> : 修正値を保存せずに、[General]タブに戻ります。

(2) [File Structure]タブ

[General]タブで指定した時系列データを読み込み、風況ファイルに必要なデータ部分の指定を行います。

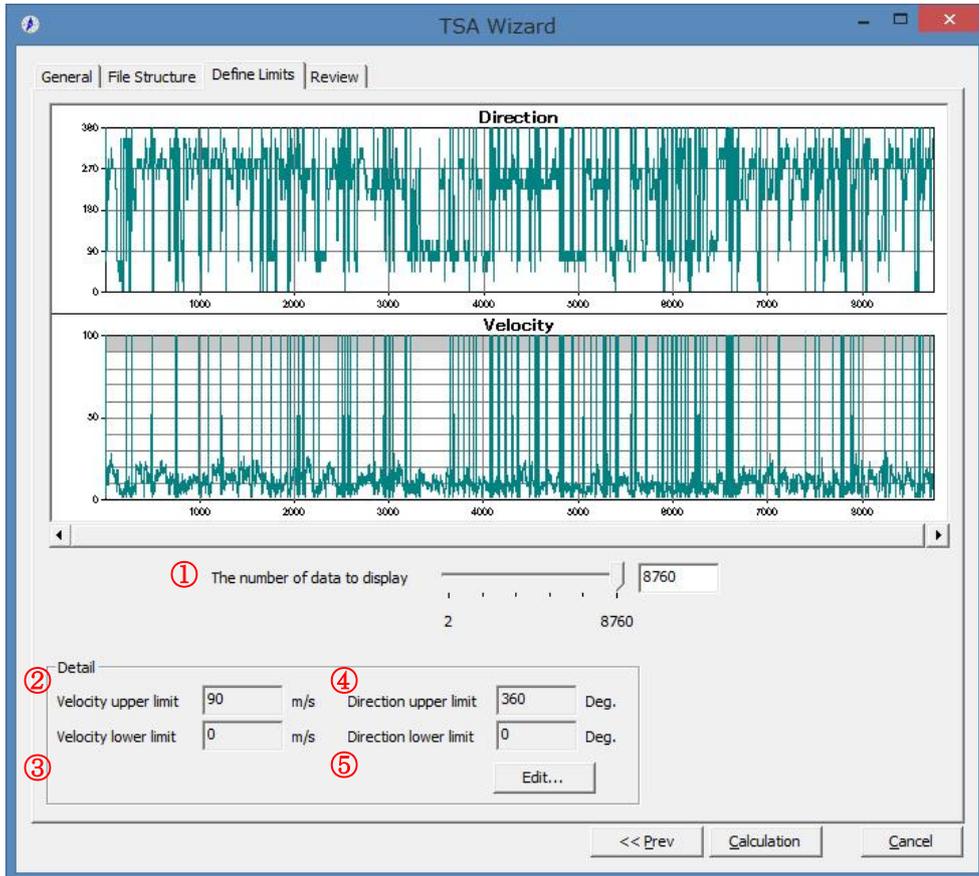


- ①[File View] : [General]タブの[Read file name]で指定したファイルの中身が表示されます。
以下の②および③で指定した行以外は、グレーで塗りつぶされます。
以下の⑤および⑩で指定した列は、グレー以外で塗りつぶされます。
- ②[First reading] : ファイルの読み込み開始行を指定します。
- ③[Last reading] : ファイルの読み込み終了行を指定します。
- ・ [First row to end of file] : 選択した場合は、ファイルの最後まで風況ファイル作成に用います。
 - ・ [First row to last row] : 選択した場合は、指定した行まで風況ファイル作成に用います。
- ④[Year column] : 年データ所在列を指定します。
- ⑤[Month column] : 月データ所在列を指定します。
- ⑥[Day column] : 日データ所在列を指定します。
- ⑦[Hour column] : 時データ所在列を指定します。
- ⑧[Minute column] : 分データ所在列を指定します。
- ⑨[Velocity column] : 風速データ所在列を指定します。
- ⑩[Direction column] : 風向データ所在列を指定します。
- ⑪[Time definition] : 記録されているデータの平均化時間のタイムスタンプの位置を、コンボリストの[end]、[beginning]から選択します。
- ⑫[Display rows] : 画面上表示する行数を指定します。
- ④～⑨で列の指定を行うと、[Preview]の指定した列の色が変わります。

- ・ <<Prev> : 前のタブに戻ります。
- ・ <Next>> : 次のタブに進みます。
- ・ <Cancel> : 風況ファイルを作成せずに、Wizard を終了します。

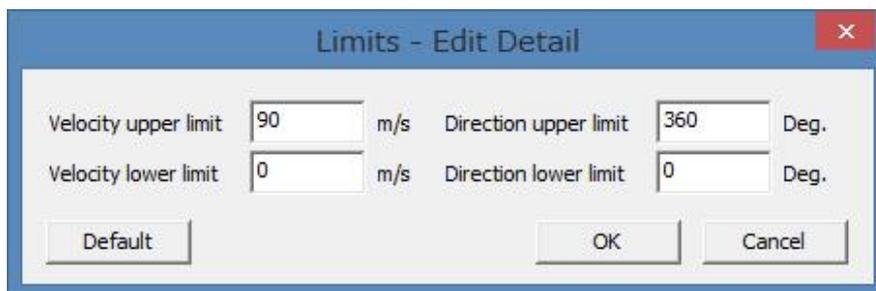
(3) [Define Limits]タブ

風速、風向の上限値、下限値を設定します。

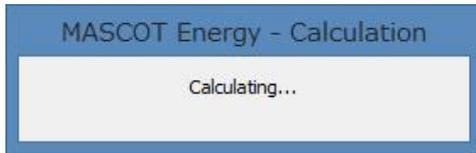


①[The number of data to display] : Preview へ表示するデータ数を指定します。

- ・ [Detail] : 詳細設定
 - ②[Velocity upper limit] : 風速の上限値のデフォルト値を表示します。
 - ③[Velocity lower limit] : 風速の下限値のデフォルト値を表示します。
 - ④[Direction upper limit] : 風向の上限値のデフォルト値を表示します。
 - ⑤[Direction lower limit] : 風向の下限値のデフォルト値を表示します。
- ・ < Edit > : 風速の上下限値を修正します。



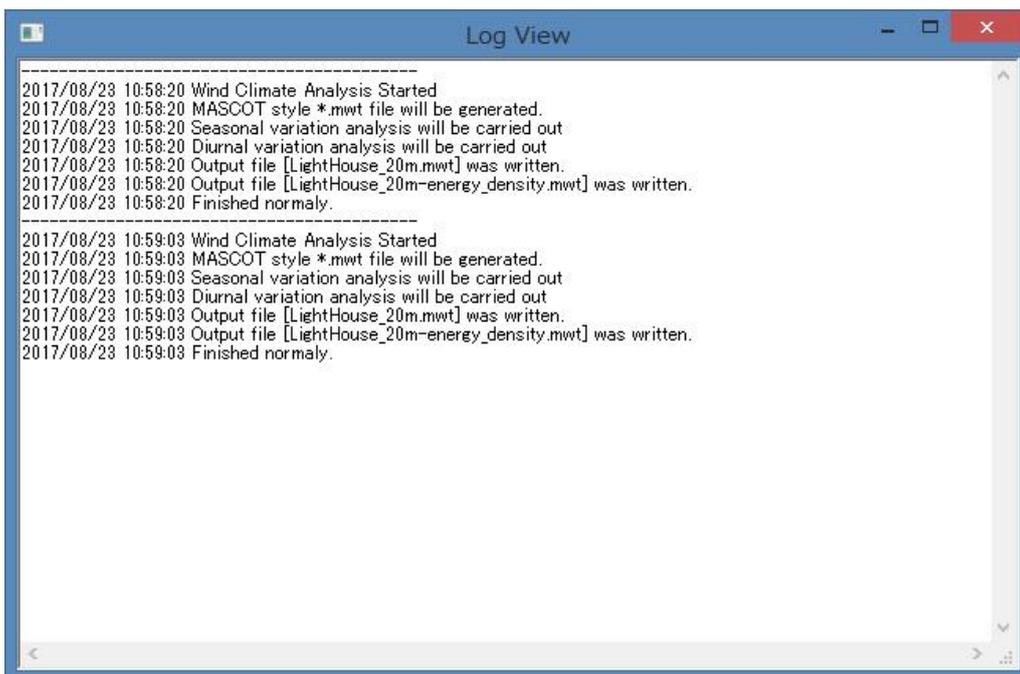
- <<Prev> : 前のタブに戻ります。
- <Calculation> : 風況ファイルの計算を行います。
- <Cancel> : 風況ファイルを作成せずに、Wizard を終了します。



計算終了後、以下の画面が表示されます。

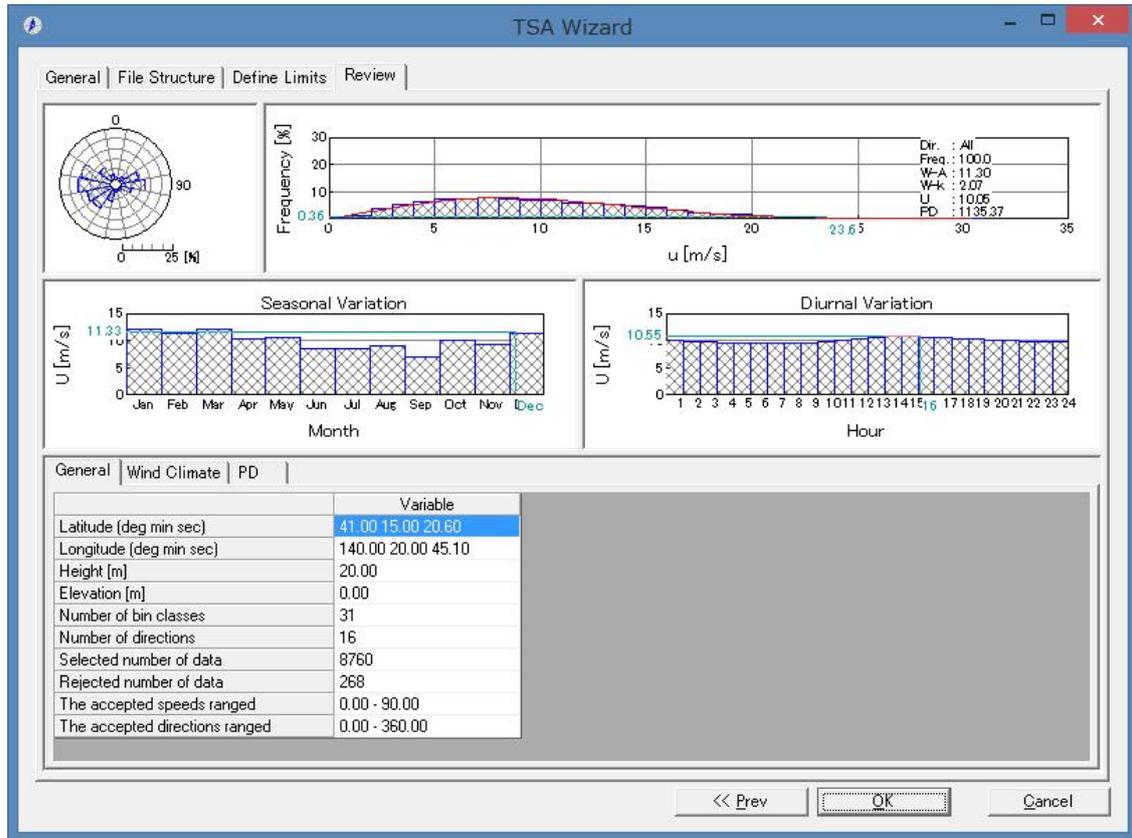


- <OK> : [Review]タブに移動します。
- <View log> : 下図のように計算のログ画面が表示されます。



(4) [Review]タブ

解析された風況ファイルを表示します。

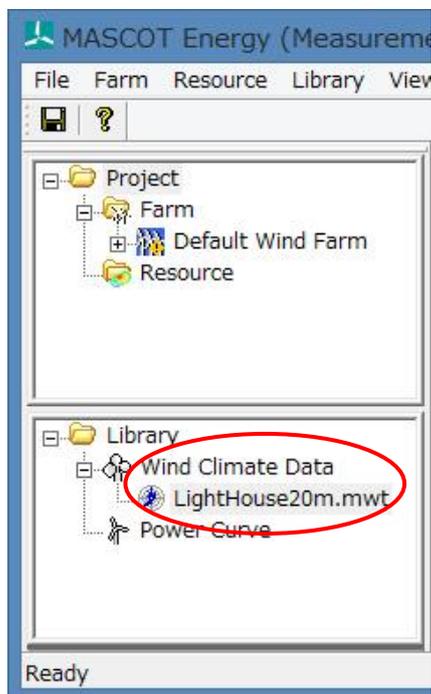


- <<Prev> : 前のタブに戻ります。
- <OK> : 次に進みます。
- <Cancel> : 風況ファイルをライブラリに登録せずに、Wizard を終了します。

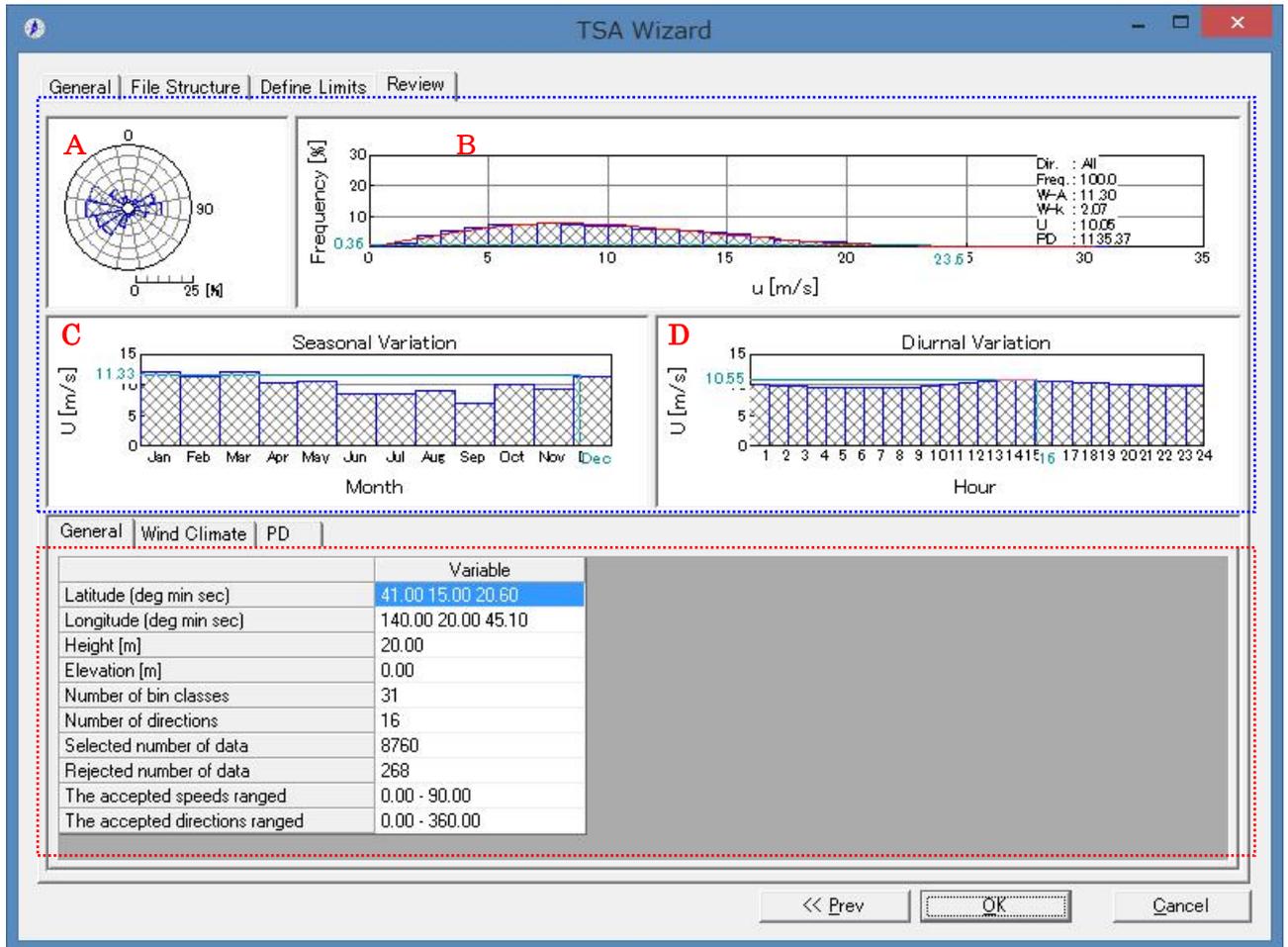
ダイアログボックスに[General]タブで設定した観測位置情報などが表示されます。修正が必要な場合は、パラメータを再入力することにより修正します。

- <OK> : [Library]に登録します。
- <Cancel> : 解析データを保存せずに、Wizard を終了します。

<OK>を押すことで、[TSA Wizard]による風況ファイルが作成され、[Library]に登録されました。



(4)-1 [General]タブ : 風況データ解析情報が表示されます。



《グラフ部（上記、画面イメージの青点線部）》解析結果のグラフを表示

・グラフ種類：

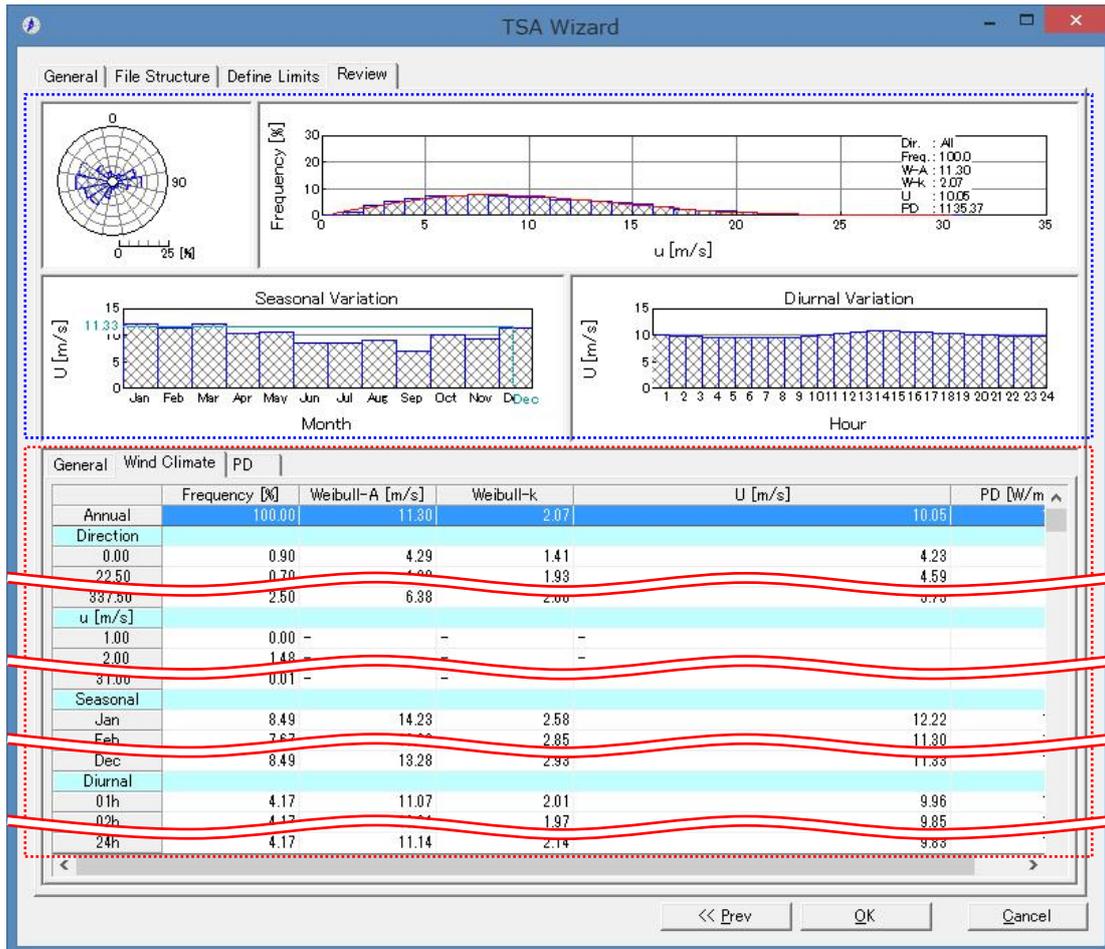
- グラフ A : 風向別風況頻度分布図 ([Wind Climate]タブを選択時)
 : 風向別風力エネルギー密度頻度分布図 ([PD]タブを選択時)
 : 風向別発電量頻度分布図 ([AEP]タブを選択時)
- グラフ B : 風速別風況頻度分布図 ([Wind Climate]タブを選択時)
 : 風速別風力エネルギー密度頻度分布図 ([PD]タブを選択時)
 : 風速別発電量頻度分布図 ([AEP]タブを選択時)
- グラフ C^{※1)} : 平均風速の月別変化図 ([Wind Climate]タブを選択時)
 : 風力エネルギー密度の月別変化図 ([PD]タブを選択時)
 : 発電量の月別変化図 ([AEP]タブを選択時)
- グラフ D^{※1)} : 風平均風速の時間別変化図 ([Wind Climate]タブを選択時)
 : 風力エネルギー密度の時間別変化図 ([PD]タブを選択時)
 : 発電量の時間別変化図 ([AEP]タブを選択時)

※1) 風況ファイル作成時に月別、時間別の解析を行っていない場合、グラフ C、D およびリスト部の [Seasonal]、[Diurnal] ブロックは表示されません。

《リスト部（上記、画面イメージの赤点線部）》風況データの解析情報を表示

- ・ [Latitude] : サイト位置の北緯 (Deg : 度、Min : 分、Sec : 秒)
- ・ [Longitude] : サイト位置の東経 (Deg : 度、Min : 分、Sec : 秒)
- ・ [Height[m]] : ハブ高さ
- ・ [Elevation[m]] : 地表面の高さ
- ・ [Number of bin classes] : 風速階級数
- ・ [Number of direction] : 風向階級数
- ・ [Selected number of data] : データの読み込み行数
- ・ [Rejected number of data] : データの欠測行数
- ・ [The accepted speeds ranged] : 風速値とする範囲
- ・ [The accepted direction ranged] : 風向値とする範囲

(4)-2 [Wind Climate] タブ：風況データ解析情報が表示されます。



《グラフ部（上記、画面イメージの青点線部）》解析結果のグラフを表示

- ・グラフ種類 : [General]タブと同様

《リスト部（上記、画面イメージの赤点線部）》解析結果の統計値を表示

- ・統計内容
 - ・ [Frequency[%]] : 風向別、風速階級別、月別、時間別の出現頻度
 - ・ [Weibull-A[m/s]] : 風向別、月別、時間別のワイブルパラメータ A（尺度係数）
 - ・ [Weibull-k] : 風向別、月別、時間別のワイブルパラメータ k（形状係数）
 - ・ [U[m/s]] : 風向別、月別、時間別の年平均風速
 - ・ [PD[W/m²]] : 風向別、風速階級別、月別、時間別の風力エネルギー密度
- ・ [ブロック]
 - ・ [Direction ブロック] : 風向別の統計値
 - ・ [U (m/s) ブロック] : 風速階級別の統計値
 - ・ [Seasonal ブロック] : 月別の統計値※1)
 - ・ [Diurnal ブロック] : 時間別の統計値※1)

※1) 風況ファイル作成時に月別、時間別の解析を行っていない場合、グラフ部は表示されません。

リスト部の[Seasonal]、[Diurnal]ブロックも表示されません。

以上、[TSA Wizard]による風況ファイルが作成され、ライブラリに登録されました。

3-6-2. [MET. Database] ツール

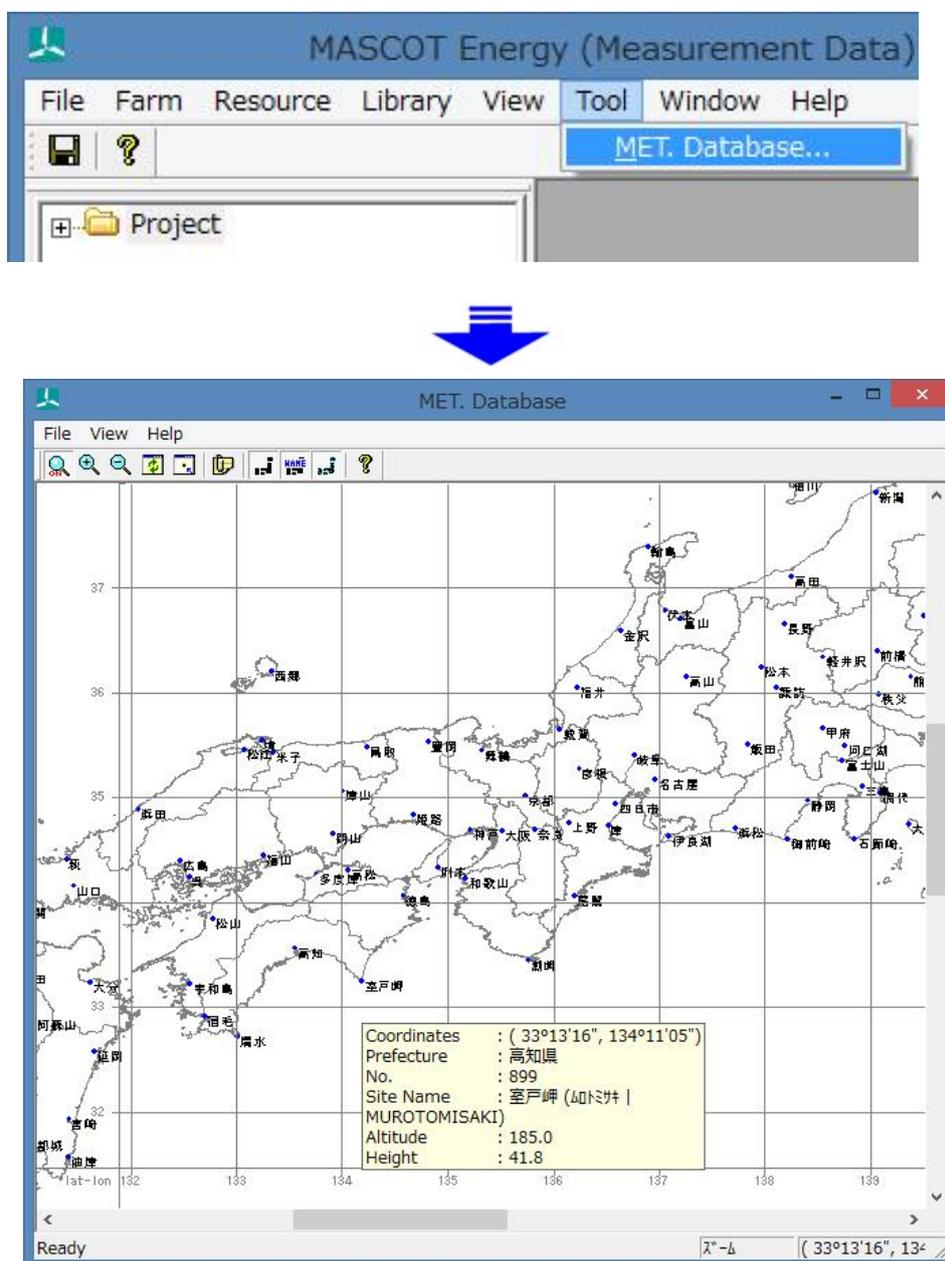
MET. Database ツールは日本全国気象官署 155 地点における 10 年間の風観測データを統計解析し、表示するツールです。

風観測データの収録期間は 1995 年～2004 年、風向は 16 方位、風速は 1.0m/s の分解能を有しています。所在地の位置や風向風速計設置高度の変更のある気象官署については収録期間の長い期間（変更前または変更後）を統計解析の対象とします。気象官署は全国地図に示されている地点名または全国気象官署の地点情報リストから指定できます。

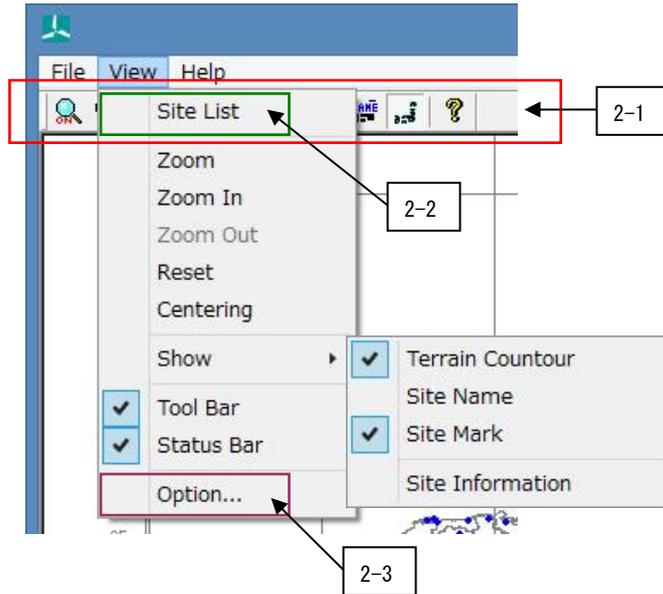
風観測データの統計解析結果には通年、月別、時間別の解析結果が含まれており、平均風速、風力エネルギー密度の経年変化、季節変化、日変化などはグラフで確認できます。

1. [MET. Database] ツールの起動

[Tool]メニューから、[MET. Database]を選択すると、データベースが起動します。



[View]メニュー



2-1) アイコンの説明



-  : ズーム処理を開始/終了します。([View]-[Zoom]メニュー)
-  : ビューに表示されているイメージを拡大します。(拡大率 1.2 倍) ([View]-[Zoom In]メニュー)
-  : ビューに表示されているイメージを縮小します。(縮小率 1.2 倍) ([View]-[Zoom Out]メニュー)
-  : ビューに表示されているイメージを再描画します。拡大表示している場合は、初期表示状態にリセットします。([View]-[Reset]メニュー)
-  : ビューに表示されているイメージを、マウスで指定した点を中心になるように移動します。
([View]-[Centering]メニュー)
-  : 地点情報の表示/非表示を切り替えます。([View]-[Show]-[Site Information]メニュー)
-  : 地形コンターの表示/非表示を切り替えます。([View]-[Show]-[Terrain Countour]メニュー)
-  : 地点名の表示/非表示を切り替えます。([View]-[Show]-[Site Name]メニュー)
-  : 地点位置のマーカでの表示/非表示を切り替えます。
([View]-[Show]-[Site Marker]メニュー)
-  : MASCOT Database のバージョン情報を表示します。
([Help]-[About MASCOT Database...]メニュー)

2-2) [View]-[Site List]

日本全国気象官署 155 地点の地点情報は[View]タブでリストの形で表示され、[View]タブで、気象官署ごとの情報が表示されます。

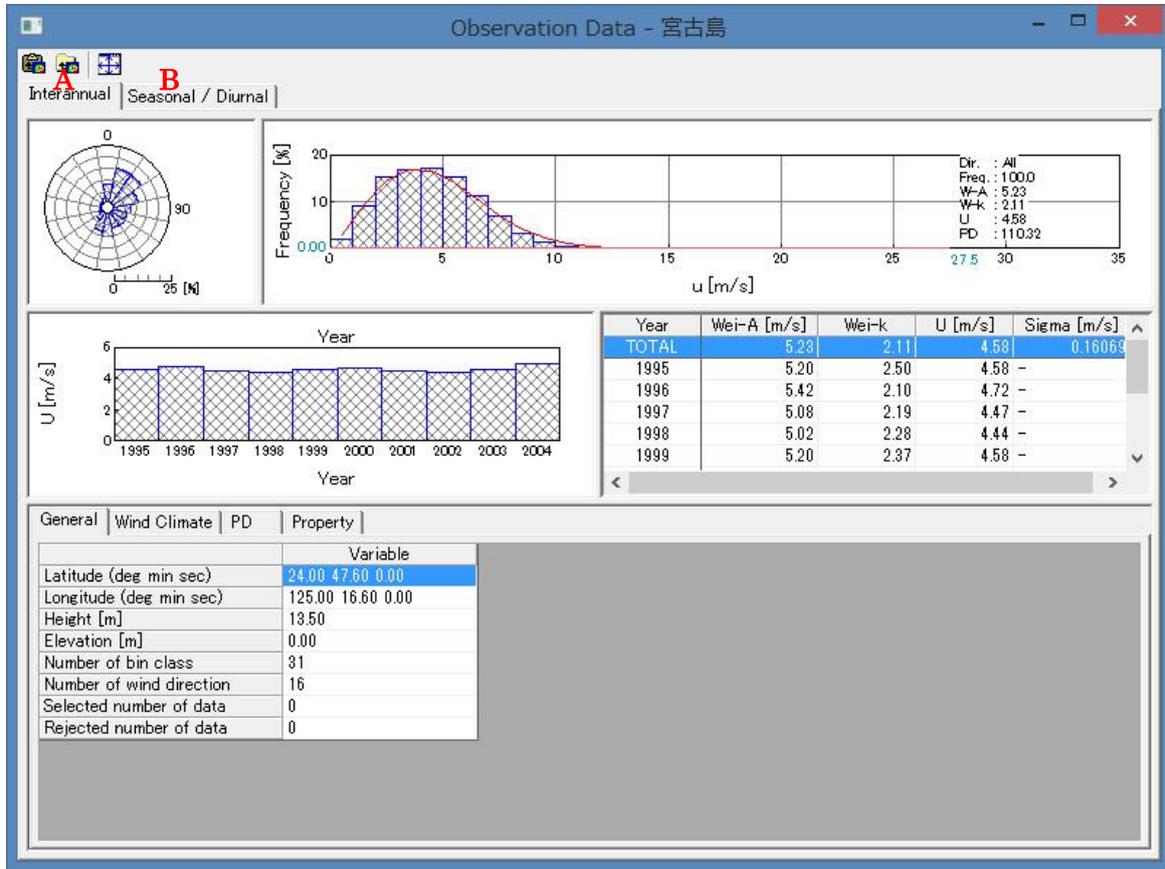
(1) [View]タブ

Site No.	Site Name	Latitude(d m s)	Longitude(d m s)	Altitude	Height
827	鹿児島	31.00 33.00 6.00	130.00 33.00 6.00	3.90	44.80
829	都城	31.00 43.00 36.00	131.00 5.00 6.00	153.80	11.60
830	宮崎	31.00 56.00 6.00	131.00 25.00 0.00	9.20	25.50
831	枕崎	31.00 16.00 6.00	130.00 17.00 42.00	29.50	10.40
835	油津	31.00 34.00 30.00	131.00 24.00 36.00	2.90	18.90
836	屋久島	30.00 22.00 42.00	130.00 39.00 42.00	36.40	10.00
837	種子島	30.00 44.00 6.00	130.00 59.00 36.00	17.00	10.60
838	牛深	32.00 11.00 42.00	130.00 1.00 42.00	3.00	20.50
843	福江	32.00 41.00 36.00	128.00 49.00 30.00	25.10	10.20
887	松山	33.00 50.00 24.00	132.00 46.00 48.00	32.20	20.40
890	多度津	34.00 16.00 24.00	133.00 45.00 18.00	3.70	13.10
891	高松	34.00 18.00 48.00	134.00 3.00 24.00	8.70	16.60
892	宇和島	33.00 13.00 24.00	132.00 33.00 18.00	2.40	33.20
893	高知	33.00 33.00 54.00	133.00 33.00 6.00	0.50	15.30
895	徳島	34.00 3.00 54.00	134.00 34.00 36.00	1.60	17.40
897	宿毛	32.00 55.00 6.00	132.00 41.00 48.00	2.20	17.90
898	清水	32.00 43.00 12.00	133.00 0.00 48.00	31.00	13.60
899	室戸岬	33.00 14.00 54.00	134.00 10.00 48.00	185.00	41.80
909	名瀬	28.00 22.00 36.00	129.00 29.00 54.00	2.80	20.70
912	与那国島	24.00 27.00 42.00	123.00 0.00 36.00	30.00	14.30
917	西表島	24.00 23.00 6.00	123.00 44.00 54.00	9.90	13.00
918	石垣島	24.00 19.00 54.00	124.00 9.00 48.00	5.70	22.10
927	宮古島	24.00 47.00 24.00	125.00 16.00 42.00	39.90	13.50
929	久米島	26.00 20.00 6.00	126.00 48.00 18.00	4.00	9.70
936	那覇	26.00 12.00 12.00	127.00 41.00 18.00	28.10	47.70
940	名護	26.00 35.00 24.00	127.00 58.00 6.00	6.10	25.50
942	沖永良部	27.00 25.00 42.00	128.00 42.00 24.00	27.80	13.40
945	南大東島	25.00 49.00 42.00	131.00 13.00 30.00	15.30	21.90
971	父島	27.00 5.00 24.00	142.00 11.00 18.00	2.70	15.90
991	南鳥島	24.00 17.00 18.00	153.00 59.00 0.00	6.20	13.10

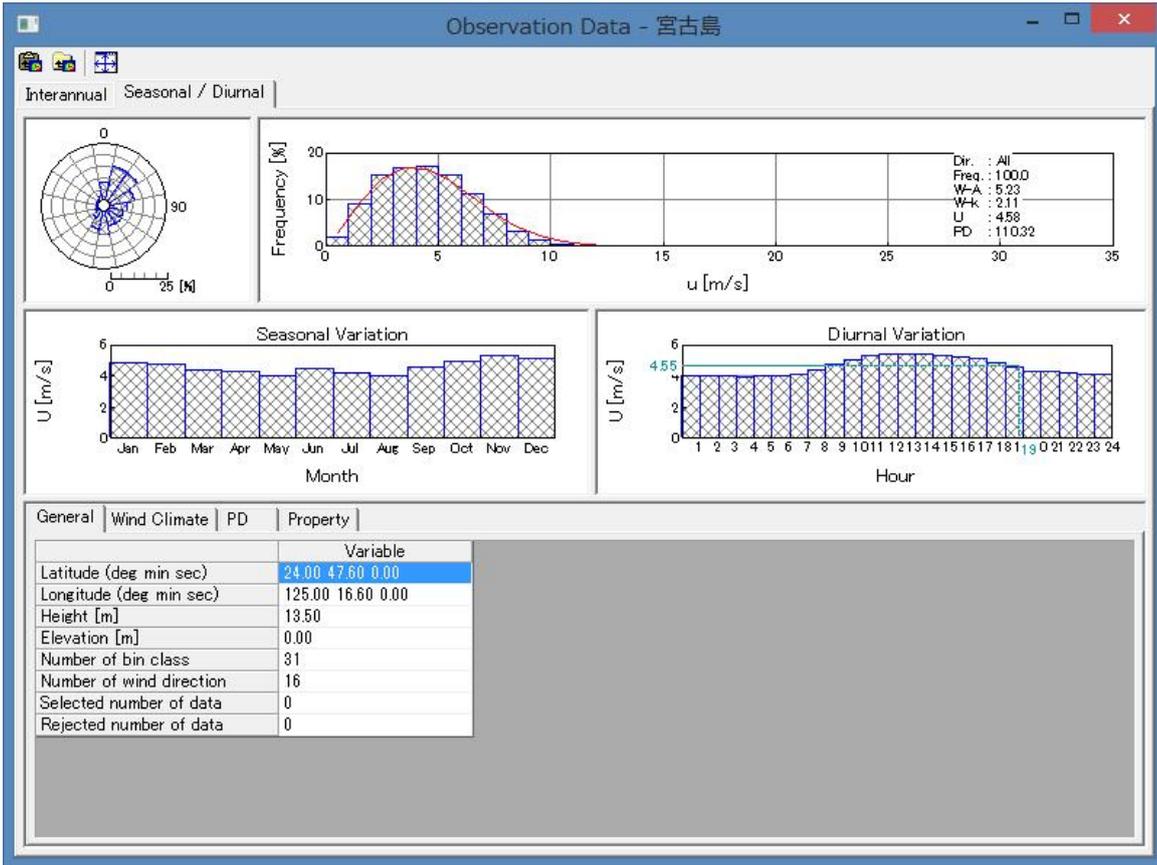
- ①[Site No.] : 気象官署が定めた地点番号
- ②[Site Name] : 地点名
- ③[Latitude(d m s)] : 地点の緯度 (度 分 秒)
- ④[Longitude(d m s)] : 地点の経度 (度 分 秒)
- ⑤[Altitude] : 標高 (m)
- ⑥[Height] : 風速計高さ (m)

対象地点をハイライトさせダブルクリック、または<View>をクリックすると、下図のように地点の解析結果が表示されます。

A) **[Interannual]**タブ：通年の解析結果（平均風速、風力エネルギー密度の経年変化）



B) [Seasonal / Diurnal]タブ：月別、時間別の統計結果（平均風速、風力エネルギー密度の季節および日変化）



(2) [Site Info]タブ：地点の詳細情報

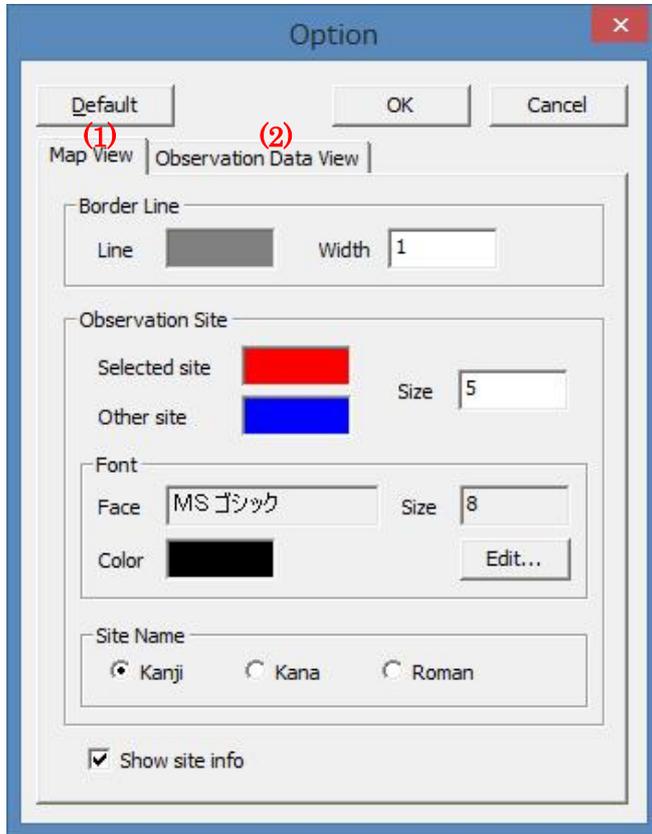
The screenshot shows the 'Observation Site - Site Info' window with the following fields and their corresponding descriptions:

- No.:** 927 → 気象官署が定めた地点番号
- Prefecture:** 沖縄県 → 都道府県名
- Site name:** 宮古島 (ミヤコジマ | MIYAKOJIMA) → 漢字地点名 (カナ地点名、ローマ字地点名)
- Latitude:** 24°47'24" (d m s) → 緯度 (日本測地系)
- Longitude:** 125°16'42" (d m s) → 経度 (日本測地系)
- Latitude (WGS-84):** 24°47'36" (d m s) → 緯度 (世界測地系)
- Longitude:** 125°16'36" (d m s) → 経度 (世界測地系)
- Altitude:** 39.90 m → 標高
- Height:** 13.50 m → 風速計高さ
- Period:** 1995 - 2004 → 統計期間 (開始年—終了年)

2-3) [View]-[Option]

全国地図に示されている地点名の文字フォント、サイズ、都道府県の境界線の設定を行います。

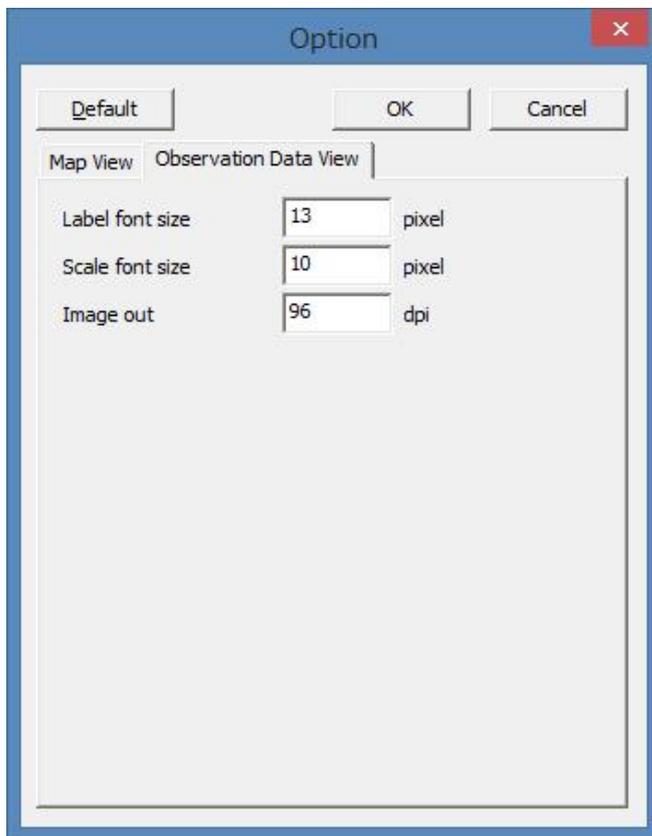
(1) [Map View]タブ



- ・ [Border Line] : 境界線の設定
 - ・ [Line] : 境界線の線色を指定します。
 - ・ [Width] : 境界線の太さを設定します (整数)。
- ・ [Observation Site] : 地点を表示するマーカーの色とサイズの設定
 - ・ [Selected site] : 選択された地点を表示するマーカーの色を指定します。
 - ・ [Other site] : 選択されていない地点を表示マーカーの色を指定します。
 - ・ [Size] : 地点を表示するマーカーのサイズを設定します (整数)。
- ・ [Font] : 地点名を表示する文字のフォント、色とサイズの設定
 - ・ [Face] : 地点名を表示する文字のフォントを指定します。
 - ・ [Size] : 地点名を表示する文字のサイズを指定します。
 - ・ [Color] : 地点名を表示する文字の色を指定します。
 - ・ < Edit > : 文字フォントや色、サイズの変更が行えます。
- ・ [Site Name] : 地点名の表示種類の設定
 - ・ Kanji : 地点名を漢字表示で設定します。
 - ・ Kana : 地点名をカタカナ表示で設定します。
 - ・ Roman : 地点名をローマ字表示で設定します。
- ・ [Show site info] : 地点情報の表示／非表示の切り替え

- ・ <Default> : デフォルト設定に戻します。
- ・ <OK> : 修正値を保存し、[Option]を終了します。
- ・ <Cancel> : 修正を保存せずに、[Option]を終了します。

(2) [Observation Data View]タブ



- ・ [Label font size] : ビューグラフの軸ラベルのフォントサイズを設定します。
- ・ [Scale font size] : ビューグラフの目盛のフォントサイズを設定します。
- ・ [Image out resolution] : イメージ出力の解像度を設定します。

- ・ <Default> : デフォルト設定に戻します。
- ・ <OK> : 修正値を保存し、[Option]を終了します。
- ・ <Cancel> : 修正を保存せずに、[Option]を終了します。

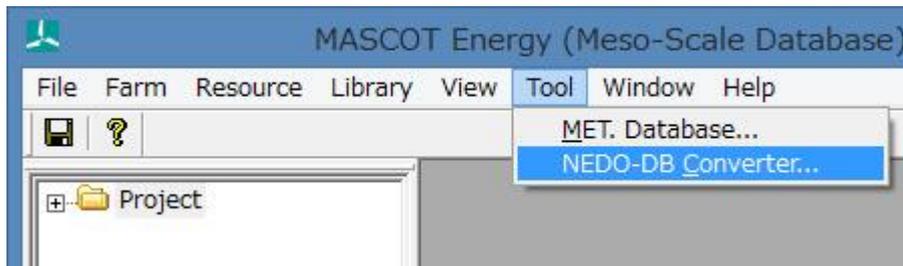
3-6-3. [NEDO-DB Converter]ツール

[NEDO-DB Converter]ツールは NEDO（独立財団法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構）のホームページ「NEDO 局所風況マップ」（<http://www2.infoc.nedo.go.jp/nedo/index.html>）からダウンロードした地域風況データを MASCOT で風況予測解析可能なデータフォーマットへ変換するツールです。

NEDO-DB フォーマット、MASCOT データフォーマットの詳細は第 5 章を参照してください。

1. [NEDO-DB Converter]ツールの起動

[Tool]メニューから、[NEDO-DB Converter]を選択すると、データコンバータが起動します。



2. 風況データ (NEDO-DB Data) の設定

The screenshot shows the 'NEDO-DB Converter' dialog box. It is divided into several sections, each highlighted with a red circle and a number:

- ①** Windrose data: File path is 'ents\MASCOT_Samples\NEDO-DB\016221\016221_020_100_1.dat'.
- ②** Mesh data (Weibull-K): File path is '%Documents\MASCOT_Samples\NEDO-DB\016221\01622102.dat'.
- ③** Mesh data (Weibull-C): File path is '%Documents\MASCOT_Samples\NEDO-DB\016221\01622103.dat'.
- ④** Search: A search input field.
- ⑤** Windrose Information: Longitude (140.3583 Deg.), Latitude (41.2481 Deg.), Horizontal mesh position (20), Vertical mesh position (100), Height (30 m).
- ⑥** Weibull-K Information: Longitude (140.2771 Deg.), Latitude (40.7998 Deg.), and a second set of coordinates (140.8953 Deg., 41.2498 Deg.).
- ⑦** Weibull-C Information: Longitude (140.2771 Deg.), Latitude (40.7998 Deg.), and a second set of coordinates (140.8953 Deg., 41.2498 Deg.).

Buttons at the bottom include '<< Prev', 'Next >>', and 'Cancel'.

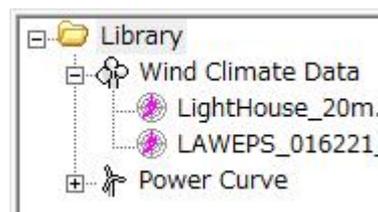
The screenshot shows the 'NEDO-DB Converter' dialog box, continuing from the previous one. It is divided into several sections, each highlighted with a red circle and a number:

- ⑧** Information: Area number (016221), Latitude (41 d 14 m 53.16 s), Longitude (140 d 21 m 29.88 s), Height (30.00 m), Horizontal mesh position (14), Vertical mesh position (1), Weibull-K (2.1968), Weibull-C (8.2864).
- ⑨** Weibull-K: Input field with value 2.1968.
- ⑩** Weibull-C: Input field with value 8.2864.
- ⑪** Highest bin lower: Input field with value 30.
- ⑫** Convert Data: Description (LAWEPS_016221_h30m), Filename (LAWEPS_016221_h30m), Location (Register to the library of "MASCOT" selected).

Buttons at the bottom include '<< Prev', 'Convert', and 'Cancel'.

- ①[Windrose data] : 「局所風況マップ」からダウンロードで取得した風配図数値データの所在フォルダを指定
- ②[Mesh data (Weibull-K)] : 「局所風況マップ」からダウンロードで取得したワイブル係数 K の数値データの所在フォルダを指定
- ③[Mesh data (Weibull-C)] : 「局所風況マップ」からダウンロードで取得したワイブル係数 C の数値データの所在フォルダを指定
- ④<Search> : ②、③ファイルの検索、自動設定
- i : 同じフォルダに①と②と③が存在する場合、<Search>を押すことで②と③が自動的に設定されます。
- ii : 同じフォルダに①と②が存在する場合、<Search>を押すことで②が自動的に設定されます。
- iii : 同じフォルダに①と③が存在する場合、<Search>を押すことで③が自動的に設定されます。
- ⑤[Windrose Information] : ①で選択した風配図数値データの情報
- ・ [Longitude] : 3次領域メッシュ原点の経度 (度)
 - ・ [Latitude] : 3次領域メッシュ原点の緯度 (度)
 - ・ [Horizontal mesh position] : x方向のメッシュ番号
 - ・ [Vertical mesh position] : y方向のメッシュ番号
 - ・ [Height] : 地上高 (m)
- ⑥[Weibull-K Information] : ②で選択したワイブル係数 K の数値データの情報
- ・ [Longitude range] : エリアの x 方向範囲 (度)
 - ・ [Latitude range] : エリアの y 方向範囲 (度)
- ⑦[Weibull-C Information] : ③で選択したワイブル係数 C の数値データの情報
- ・ [Longitude range] : エリアの x 方向範囲 (度)
 - ・ [Latitude range] : エリアの y 方向範囲 (度)
- ・ <Next>> : 設定情報の確認および出力ファイル情報の設定画面へ
- ・ <Cancel> : ①～⑦の設定をキャンセルします。
- ⑧[Information] : ①～⑦の設定情報一覧 (編集不可)
- ・ [Area number] : 気象モデルの3次領域メッシュ表示エリア番号
 - ・ [Latitude] : 3次領域メッシュ原点の緯度 (度、分、秒)
 - ・ [Longitude] : 3次領域メッシュ原点の経度 (度、分、秒)
 - ・ [Height] : 地上高 (m)
 - ・ [Horizontal mesh position] : x方向のメッシュ番号
 - ・ [Vertical mesh position] : y方向のメッシュ番号
 - ・ [Weibull-K] : ワイブル係数 K
 - ・ [Weibull-C] : ワイブル係数 C
- ⑨[Weibull-K] : ワイブル係数 K (任意設定)

- ⑩[Weibull-C] : ワイブル係数 C (任意設定)
- ⑪[Highest bin lower limit] : 風速の最上層の下限值を指定します。
- ⑫[Convert Data] : コンバータデータの設定
- ・ [Description] : 作成するファイルの説明
 - ・ [Filename] : 出力ファイル名の指定
 - ・ [Location] : コンバータファイルの格納場所を指定します。
 - ・ [Register to the library of "MASCOT Energy"] : コンバータ結果ファイルをプロジェクト下の Library¥Observation に格納し、MASCOT Energy Library に直接登録します。



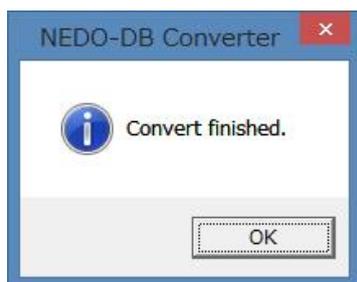
- ・ [Out of file] : 出力ファイルのフォルダを指定します※1。
- ・ << Prev > : 前の設定画面に戻ります。
- ・ < Convert > : コンバータを実行します。
- ・ < Cancel > : コンバータを実行せずに終了します。

※1 : プロジェクトが開いていない場合、MASCOT Energy Library に直接登録することはできません。
出力ファイルのフォルダを指定しなければいけません。

※指定可能なファイルのフォーマットの詳細については、第5章を参照してください。

3. 風況データ変換の実行

NEDO-DB Converter の右下、< Converter > を押すと、風教データの変換処理が行われます。



Data Settings

Label: LAWEPS_016221_h30m.mwt

Description: LAWEPS_016221_h30m

Latitude: 41 d 14 m 53.16 s

Longitude: 140 d 21 m 29.88 s

Height: 30 m

Source type: Measurement data Meso-Scale database

Coordinate range

Latitude: 41 d 14 m 44.943224 s - 41 d 15 m 56.256775 s

Longitude: 140 d 19 m 57.849790 s - 140 d 21 m 32.350209 s

OK Cancel

※1：風況マップは、平成16年度版では日本測地系でしたが、平成18年度版以降は世界測地系になっているため、登録する時に日本測地系を入力してください。

第4章 Modelling (理論)

本章では、MASCOT Energy の理論について説明します。

第4章 Modelling (理論)	4-1
4-1. 風の統計量	4-2
4-1-1. 平均風速	4-2
4-1-2. 風向別頻度分布と風速階級別頻度分布	4-4
4-1-3. ワイブル分布	4-5
4-1-4. 風力エネルギー密度	4-6
4-1-5. 空気密度	4-7
4-1-6. 風観測データの利用	4-8
4-1-7. NEDO データベースの利用	4-9
4-2. 標準実風況変換の定式化	4-12
4-2-1. 標準風況から実風況への変更	4-15
4-2-2. 実風況から標準風況への変換	4-17
4-3. 年間発電量 (AEP)	4-18

風力発電量は風速の3乗に比例することから、風況の良し悪しが風力発電事業に与える影響は大きい。

そのために、風力開発を行う際にはまず開発対象地域のある1、2箇所で1年間の風観測を行い、そして、これらの観測データを基に、風況予測モデルを用いて、風車設置地点における年間発電量を予測し、風力発電事業の採算性を評価する。風観測データに基づく方法の他に、気象シミュレーションに基づく風況予測も可能であり、本章ではこの二つの風況予測手法を紹介する。

風観測データに基づき、開発対象地点の風力発電量を求める際には、風観測データを用いて統計解析を行うことにより、観測地点における風の統計値を求める。風力発電量は風速の関数であるため、年間発電量を予測するには風速・風向別の出現頻度を求める必要がある。一方、気象シミュレーションに基づき、開発対象地点の風力発電量を求める場合には、まず全球モデルの客観解析値を初期・境界条件とし、メソスケール気象モデルを用い、1年間にわたり気象シミュレーションを行うことにより、水平1km程度の解像度を持つ1年分の時系列風速データを得る。そして、気象モデルにより求めた風速・風向の時系列データを統計解析することにより、解析地点における風速・風向別の出現頻度を求める。このように求められた風速・風向別の出現頻度は、標準実風況変換と呼ばれる手法を用いることにより、開発対象地点における風速・風向別の出現頻度に変換される。最終的に風車の出力曲線とスラスト係数をに基づき、ウインドファーム内の風車後流の影響を考慮した年間発電量を求める。

本章においては風の統計的性質、風力エネルギー密度、風力発電量の求め方について紹介するとともに、風観測データと気象シミュレーションデータから任意地点における風況を求めるために欠かせない風況変換の手法について述べる。

4-1. 風の統計量

風は常に変化し、その風向・風速は絶えず変動している。そのため、ある地点の風況を表すには、日・月・年平均風速、風速の風向別頻度分布、風速階級別頻度分布が用いられる。本節ではこれらの統計量と風力発電において重要となる風力エネルギー密度の分布について述べる。

4-1-1. 平均風速

風は短時間に絶えず変化しているが、風観測では平均風速として10分間平均値が用いられているケースが多い。また風の吹く原因等により、平均風速の日変化、月平均風速の年変化にある種の傾向が見られる。以下に平均風速の日変化と月平均風速の季節変化の特徴について述べる。

図4-1-1には平均風速の日変化を示すが、風速は日中に高くなっていることが分かる。これは、日中に地表付近の空気が暖められて大気が不安定となり上層の空気と混じり合うため、特に海岸地域では春から秋にかけての日中の強い海風の影響により、このような傾向を示すことが多い。

なお、平均風速としては10分間平均風速または1時間平均風速を用いることが多い。本プログラムでは解析対象の時系列データに10分間ごとの平均風速の値が全て存在する場合には、時間平均風速はある正時から次の正時までの平均値となる。例えば、2時の時間平均風速は2:00から3:00までの6個の10分間平均風速の平均値となる。一方、元の時系列データに毎正時の10分間平均風速または一つの平均風速しかない場合の時間平均風速はその平均風速値となる。

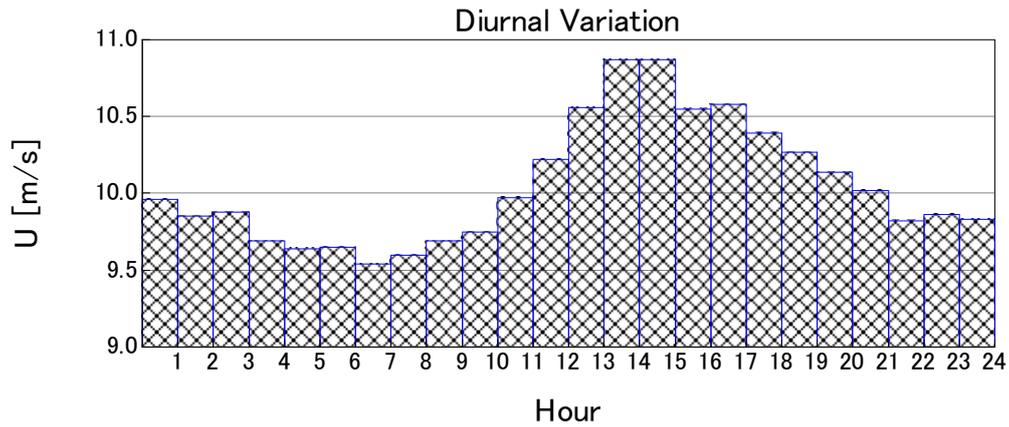


図 4-1-1 時間平均風速の日変化（龍飛埼灯台、1997年）

図 4-1-2は月平均風速の季節変化を示す。冬季に風速が高く、夏季に風速が低くなっていることが分かる。ただし、龍飛埼灯台においては、夏季における風速減少の割合がかなり小さい。これは夏季に津軽海峡での大気が安定成層しているため、空気が山の上を越えることができず、津軽海峡に気流が収束し、津軽海峡内の風速が強くなることによるものである。

なお、月平均風速は各月の初日から月末までの平均値を表す。例えば、3月の月平均風速は3月1日から3月31日までの平均風速である。

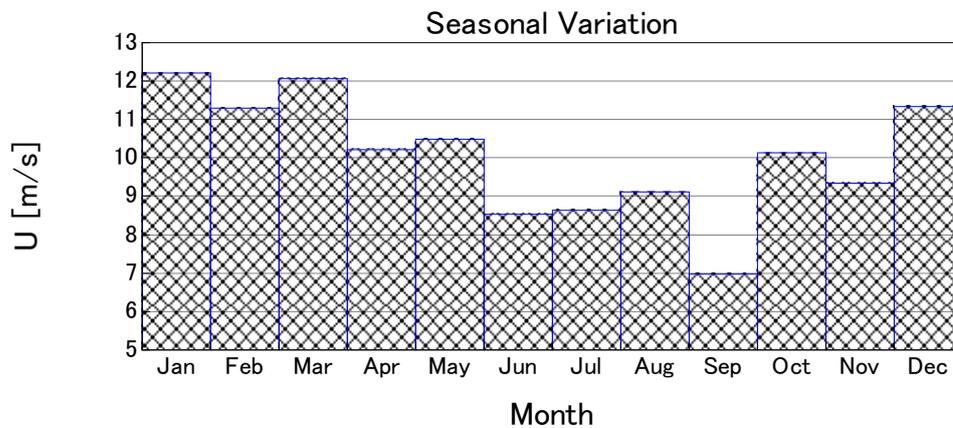


図 4-1-2 月平均風速の季節変化（龍飛埼灯台、1997年）

4-1-2. 風向別頻度分布と風速階級別頻度分布

ある期間における風向別の出現頻度を、放射状のグラフに表したものを風向別頻度分布図または風配図と呼ぶ。

図 4-1-3に風速の風向別頻度分布、すなわち、風配図の例を示す。この例では西風を中心に西北西、西南西の風の出現頻度が高く、これら3つの風向の出現頻度を合わせると全体の半分近い43.1%となる。また西風に次いで東風の出現頻度も高く、東風とその両側、東北東と東南東を合わせた出現頻度は24.9%となっている。

一年間を通じて頻繁に現れる風向を卓越風向といい、この例では東風および西風がこれに当たる。また180度の位置関係にある2方位に隣接する方位を加えた6方位を風軸といい、この風軸に含まれる風向の出現頻度の合計が大きいほど、風力発電においては安定した風向条件にあると評価でき、複数台の風車を風軸に直角方向に配置できる地形では有利な条件となる。この例では風軸に含まれる風向の出現頻度が68%である。

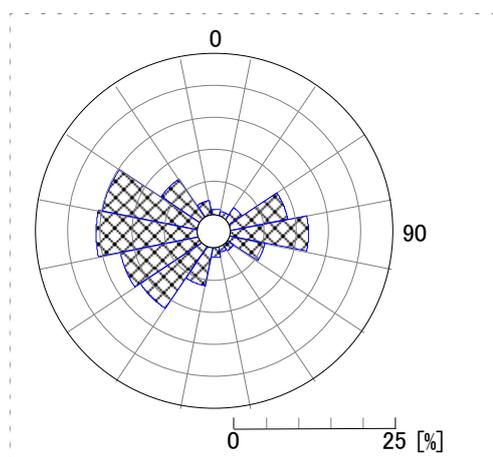


図 4-1-3 風速の風向別頻度分布（龍飛埼灯台、1997年）

ある期間における風速階級毎の出現頻度を風速階級別頻度分布と呼び、図 4-1-4には龍飛埼灯台における風速階級別頻度分布を示す。風速の風速階級別頻度分布は、図からわかるように、左右非対称で、出現率の最大は弱風側に偏っている。

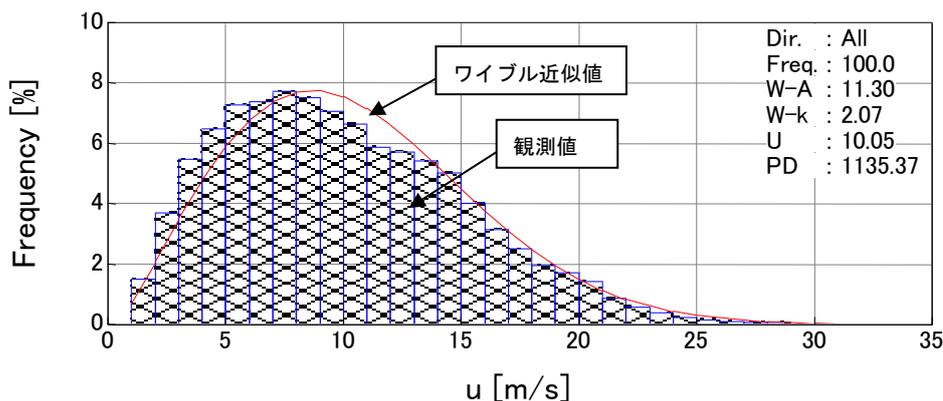


図 4-1-4 風速階級別頻度分布（龍飛埼灯台、1997年）

4-1-3. ワイブル分布

風速の出現頻度分布は、以下に示すワイブル分布で近似できることが知られている。

$$f(V) = \frac{k}{c} \left(\frac{V}{c}\right)^{k-1} \exp\left\{-\left(\frac{V}{c}\right)^k\right\} \quad (1)$$

ここで、 $f(V)$ は風速 V の出現頻度、 c は尺度係数、 k は形状係数を表す。図 4-1-5 には、平均風速 6m/s の場合の形状係数 k のいろいろな値に対するワイブル分布を示す。風力発電においては同一の平均風速でも形状係数と風車の発電性能曲線によって発電量が異なるので注意を要する。

尺度係数 c は、上の関係式から、風速の小さい方からの累積出現率が 63.2% になるところの風速 V に等しい。形状係数 k は、年平均風速が 5m/s 以上の場合、 $k=1.5 \sim 2.2$ 程度であり、年平均風速が大きいくほど大きくなる傾向がある。また、 k の値が大きくなるにつれ、ピークが鋭くなる。

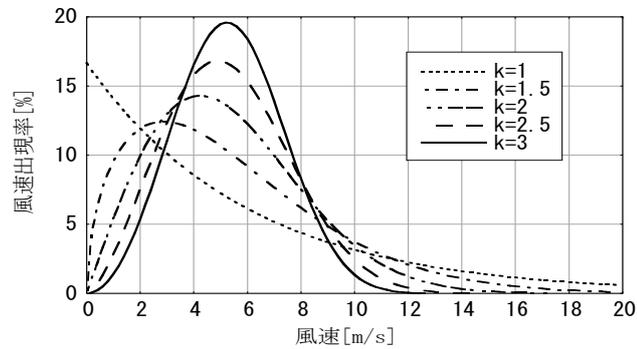


図 4-1-5 平均風速 6m/s の場合のワイブル分布

4-1-4. 風力エネルギー密度

風のエネルギーは風のもつ運動エネルギーである。 $V(m/s)$ を風速、 $\rho(kg/m^3)$ を空気密度とすれば、単位体積の空気の運動エネルギーは $1/2\rho V^2$ である。いま、受風面積 $A(m^2)$ の風車を考えると、単位時間当たりこの面積を通過する風のエネルギー（Wind Power） $P(W)$ は、次式で表される。

$$P = \frac{1}{2}\rho V^2(AV) = \frac{1}{2}\rho AV^3 \quad (2)$$

ここでは、単位時間当たり風のエネルギーを風力エネルギーと呼ぶ。また単位面積当たりの風力エネルギーを風力エネルギー密度（Power Density） $PD(W/m^2)$ と呼び、次式で表される。

$$PD = \frac{P}{A} = \frac{1}{2}\rho V^3 \quad (3)$$

このように、風力エネルギーは、受風面積に比例しており、風速の3乗に比例する。風速が2倍になれば、風力エネルギーは8倍になる。したがって、風力エネルギーを活用する上では、風の強いところを見つけ出すことが重要となる。風観測を行った年間の10分間または1時間平均風速データがあれば、風力エネルギー密度は次式により求めることができる。

$$PD = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{1}{2}\rho V_i^3 \quad (4)$$

地上高30mにおける年間の風力エネルギー密度が $240(W/m^2)$ であることが事業化開発レベルの一つの目安とされている。図 4-1-6には風向別風力エネルギー密度の出現頻度を示す。各方位別のエネルギー密度出現率分布の軸が風配図と同様に明確であるが、風配図（図 4-1-3）と比較すると東方向からの風速が弱いことがわかる。複数の風車を計画する場合は風配図に加え、風力エネルギー密度出現率分布を考慮して配置計画を立てるのが効率的である。

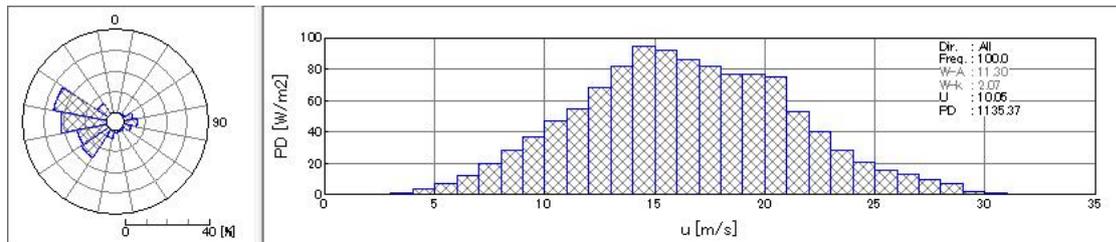


図 4-1-6 風向別風力エネルギー密度の出現頻度

4-1-5. 空気密度

空気密度 ρ は次式で表される。

$$\rho = [1.293 / (1 + 0.00367t)] (P / 1013) (1 - 0.378e / P) \quad (5)$$

ここで、 t は気温 [$^{\circ}\text{C}$]、 P は気圧 [hPa]、 e は大気蒸気圧 [hPa] である。

大気蒸気圧 e の項は全体の 1% 以下に過ぎないが、気温の 1 日中の変化 ($5 \sim 10^{\circ}\text{C}$) に伴って、空気密度 ρ は 2~4% 変化し、季節による変化 (20°C 程度) で 7% 変化する。気圧は高度差 100m につき 10mb 減少し、また高度差 100m につき、気温は約 0.6°C 低くなるので、気圧と気温の両方を考慮すると、例えば、1000m の高さでは、平地に比べ、空気密度は 7% 小さい。また冬季には気温の低下による空気密度が増大する。風力発電量は気温の低い冬季には夏季より約 10% も大きくなることもある。

なお、本プログラムでは 1 気圧 $1013.25 [\text{hPa}]$ 、気温 15°C の時の標準空気密度 1.225 kg/m^3 をデフォルト値として採用している。空気密度の補正は観測地点の空気密度の年間平均値と標準空気密度との比を用いて行う。また空気密度は、(5)式により観測地点または近傍の気象官署の気圧と気温データを用いて求める。

4-1-6. 風観測データの利用

風力エネルギーを活用する上では少しでも風の強いところを選ぶことが重要であり、かつ、風速の風向別頻度分布や風速階級別頻度分布が重要な因子となるため、四季を通じた1年以上の風観測データの収集が必要となる。

風観測データが得られていない段階では、開発対象地点近隣の気象官署での風観測データを利用できる。気象庁による観測システムでは、主に全国約150ヶ所の気象官署（気象台及び測候所）と全国約1300ヶ所の地域気象観測システム（AMeDAS: Automated Meteorological Data Acquisition Systemの略）のうち、約800ヶ所において、風向・風速が観測されている。各気象官署では、毎正時に前10分間の平均風速が0.1m/s単位で、平均風向が16方位単位で記録されており、AMeDASでは毎10分間の平均風向・風速が16方位、1m/s単位で記録されている。また全国155ヶ所の全気象官署は同時にAMeDASの観測地点でもある。

気象官署での風況観測は、平らな開けた場所、地上10mの高さが基準とされているが、障害物等の関係から実際はビルの屋上等10～75m程度の高さで観測されている。一方、AMeDAS観測所では地上高6.5mが基準となっている。AMeDASは降水量の観測を主目的としていることから、風況観測地点としての立地条件（周辺障害物等の関係）を満たしていない地点も多く、データの利用に当たっては事前に立地地点を評価する必要がある。気象官署及びAMeDAS観測所の配置図及び観測データは気象庁ホームページに掲載されている。

本プログラムでは全国155ヶ所の気象官署を対象に、10分間平均風向・風速を基に風況解析を行い、時間平均風速の日変化、月平均風速の季節変化、風速の風向別頻度分布、風速階級別頻度分布、風向別風力エネルギー密度の出現頻度、年平均風速の経年変化を求め、データベースとして提供したMET.Databaseツール(3章)を参照。

4-1-7. NEDO データベースの利用

気象シミュレーションに基づき、風力発電量を求める際には、水平 1km 程度の解像度を持つ 1 年分の時系列風速データを気象シミュレーションにより直接求めるか、あるいは気象シミュレーションから得られた風向・風速データを統計解析により求めたデータベースを利用する。現在全国をカバーする風向・風速のデータベースとしては独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下「NEDO」という）の委託により作成された風向・風速のデータベース（以下「NEDO-DB」という）をがある。NEDO-DB の水平分解能は 500m であるため、水平分解能 500m 以下のスケールの微細地形の影響を取り入れるため、MASCOT を用いて局所風況へと変換する必要がある。

NEDO-DB は、財団法人日本気象協会（以下「気象協会」が開発した ANEMOS をベースに改良を加えた気象モデルとマスコンモデルを用いて、西暦 2000 年の 1 年間の風向・風速の時系列データを統計解析により作成したものである。表 4-1-1 には解析の概要を示し、解析は 1 次領域（水平分解能 5km）、2 次領域（水平分解能 1km）は気象モデル、3 次領域（水平分解能 500m）はマスコンモデルを用いている。表 4-1-2 には NEDO-DB の概要を示す。風速・風向別出現頻度およびワイブル係数はそれぞれ水平方向に 500m と 5km 間隔、鉛直方向に地表面高さ 30m、50m、70m の 3 高度で保存されている。風速・風向別頻度は、風速階級が 0 から 12m/s まで 1m/s 刻み、12m/s 以上はすべて 12m/s に集計されている。一方、ワイブル尺度係数 c 、および形状係数 k は全方位の風速により求められている。

表 4-1-1 解析の概要

項目	1 次領域	2 次領域	3 次領域
使用モデル	気象モデル	同左	マスコンモデル
格子間隔	5km	1km	500m
対象年	2000 年	同左	同左
計算間隔	6 日毎、毎時計算	同左	同左

表 4-1-2 NEDO データベースの概要

項目	設定値	備考
データ種別	風速・風向別頻度	風速階級：0～12m/s まで 1m/s 刻み、 12m/s 以上は合算 風向分割数：16 分割
	ワイブル尺度係数 c	風向別は無し
	ワイブル尺度係数 k	風向別は無し
水平分解能	500m、5km	ワイブル係数は 500m 毎 風速・風向別頻度は 5km 毎
高度	30m、50m、70m	

NEDO-DB の風速・風向別出現頻度は 0～12m/s に 1m/s 刻みであり、12m/s 以上の頻度は合算されているために 12m/s 以上の頻度分布が不明である。一方、風速のワイブル分布は 12m/s 以上の風速の出現頻度を表せるが、風向別出現頻度を表すことができない。本プログラムでは 12m/s 以上風速出現頻度の形（ワイブル分布の係数）は風向に依存しないと

仮定し、風速のワイブル分布から風向毎の 12m/s 以上の分布を推定した。12m/s 以上における 1m/s 刻みの風速の出現頻度は式(6)により表せる。

$$f(U_n) = \frac{k}{c} \left(\frac{U_n}{c} \right)^{k-1} \exp \left\{ - \left(\frac{U_n}{c} \right)^k \right\} \Delta U_n \quad (6)$$

ここで、 $f(U_n)$ は風速 U_n の出現頻度、 c はワイブル尺度係数、 k はワイブル形状係数、 ΔU_n は風速のビン（風速の刻み幅、1m/s）、 n は風速階級を表す。

NEDO-DB の風速・風向頻度データにおける風向セクター d 毎の 12m/s 以上の総出現頻度 $F_L(d)$ と、ワイブル係数から求めた風速 12m/s 以上の総出現頻度 F_W とすれば、各風向における 12m/s 以上の風速階級別の出現頻度 $f'(U_n)$ は式(7)により求めることができる。

$$f'(U_n) = F_L(d) \times [f(U_n) / F_W] \quad , \quad F_W = \sum_{n=12}^m f(U_n) \quad (7)$$

表 4-1-3 と図 4-1-7 には風配図数値データ（頻度表）とメッシュ数値データ（ワイブル分布係数 k と c ）から推定された風速階級別頻度分布の一例を示す。この例では全方位のデータを対象に推定している。12m/s 以上の分配率はワイブル分布から求めた風速階級別出現頻度 $f(U_n)$ と 12m/s 以上の総出現頻度 F_W との比率を表す。12m/s 以上の風速階級別出現頻度は、風配図数値データから得られた 12m/s 以上の風速の総出現頻度 8.98% に 12m/s 以上の分配率を乗じることにより求めた。表 4-1-3 から分かるように、本プログラムでは風速 12m/s 以下の出現頻度は風配図数値データと完全に一致し、風速 12m/s 以上の出現頻度はワイブル分布係数 k と c からの推定値とほぼ一致している。

表 4-1-3 NEDO-DB データから推定した風速階級別頻度分布

風速階級			NEDO-DB		NEDO-DB 変換ツール	
以上	未	未満	風速頻度(%)[*1]	ワイブル頻度(%)[*2]	12m/s 以上の分配率	頻度(%)
0	～	1	1.5	2.00	-	1.50
1	～	2	3.06	4.50	-	3.06
2	～	3	3.92	6.94	-	3.92
3	～	4	6.77	8.97	-	6.77
4	～	5	7.77	10.37	-	7.77
5	～	6	9.41	11.02	-	9.41
6	～	7	12.33	10.92	-	12.33
7	～	8	12.83	10.16	-	12.83
8	～	9	9.48	8.92	-	9.48
9	～	10	9.05	7.41	-	9.05
10	～	11	9.34	5.85	-	9.34
11	～	12	5.56	4.38	-	5.56

12	～	13	8.98	3.12	36.87	3.31
13	～	14	-	2.11	24.97	2.24
14	～	15	-	1.36	16.09	1.44
15	～	16	-	0.83	9.86	0.89
16	～	17	-	0.49	5.76	0.52
17	～	18	-	0.27	3.20	0.29
18	～	19	-	0.14	1.69	0.15
19	～	20	-	0.07	0.85	0.08
20	～	21	-	0.03	0.41	0.04
21	～	22	-	0.02	0.18	0.02
22	～	23	-	0.01	0.08	0.01
23	～	24	-	0.00	0.03	0.00
24	～	25	-	0.00	0.01	0.00

※1：風配図数値データ（頻度表）から求めた風速階級別頻度、12m/s 以上は合算されている。

※2：メッシュ数値データにあるワイブル分布係数 k と c から求めた風速階級別頻度

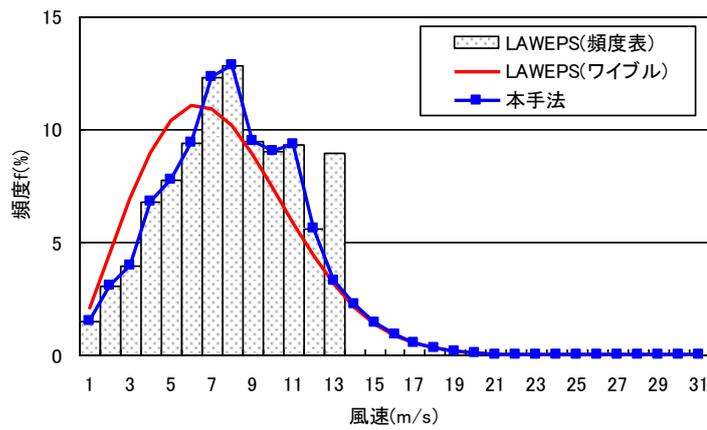


図 4-1-7 NEDO-DB データから推定した風速階級別頻度分布

4-2. 標準実風況変換の定式化

開発対象地点付近における一点での風況(風向・風速別出現頻度)が得られていれば、標準実風況変換(IRA: Idealizing and Realizing Approach)と呼ばれる手法を用いることにより、任意地点における風況を求めることができる。

図 4-2-1 に標準実風況変換の概念図を示す。まず、MASCOT の解析結果を用いることにより、風観測地点における地形や地表面粗度の影響を取り除き、粗度一様・地形平坦な仮想的な上流領域での風況を求める。次に、再び MASCOT の解析結果を用いることにより、仮想的な上流領域での風況から開発対象地点での風況を求める。風観測データを用いる場合には風観測地点と開発対象地点を含む領域は MASCOT の解析領域となる。この以下、本手法の具体的な定式化について述べる。

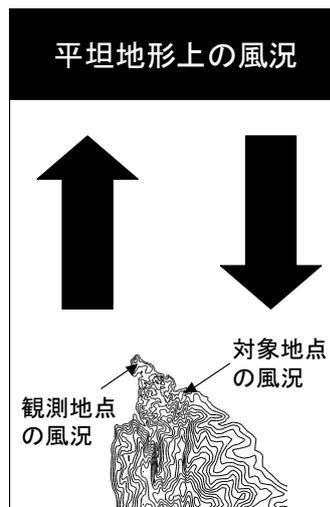
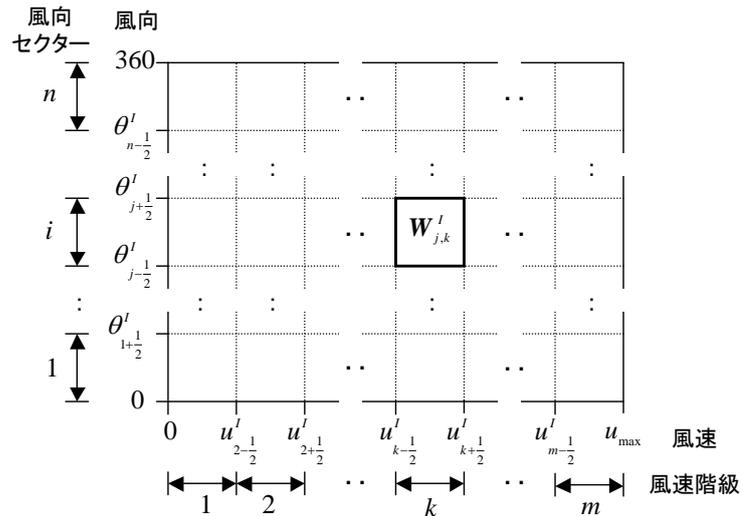


図 4-2-1 標準実風況変換の概念図

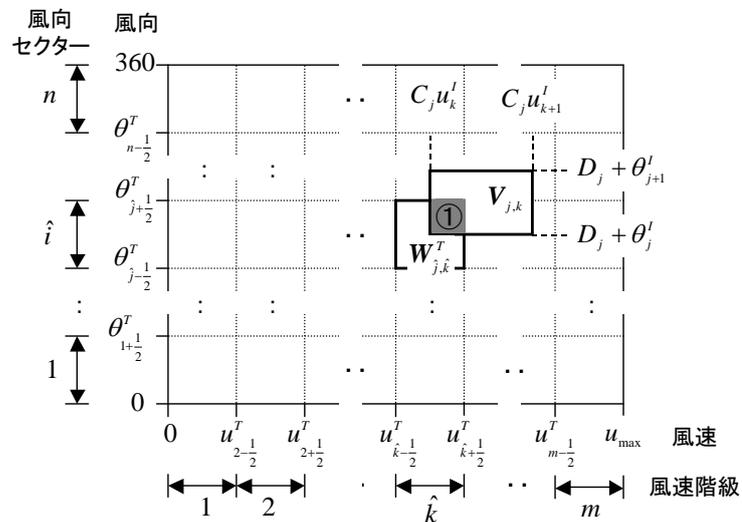
標準実風況変換の第一段階では MASCOT により得られた気流解析結果から観測地点における実風況を上流の地形平坦・粗度一様の領域における標準風況に変換し、第二段階で標準風況に基づき、微細地形の影響を考慮に入れた解析対象地点の風況を求める。

図 4-2-2 には風向セクターと風速階級の概念図を示す。風向に対しては全風向を n 等分した風向セクターを用い、風速に対しては風速 u_{\max} までを m 等分した風速階級を用いる。図 4-2-2 (a) に示すように上流における風向セクター j に対し下限値、上限値をそれぞれ $\theta_{j-1/2}^I$ 、 $\theta_{j+1/2}^I$ で表し、また風速階級 k に対し下限値、上限値をそれぞれ $u_{k-1/2}^I$ 、 $u_{k+1/2}^I$ で表す。上流における風向・風速の記号を表 4-2-1 にまとめた。

地形上についても同様に記号を定義する。ただし、風向セクター・風速階級を表す記号は上流と区別するために、 \hat{j} と \hat{k} を用い、その他の記号には I の代わりに地形上の値であることを示す上添え字 T をつける。図 4-2-2 (b) と表 4-2-2 には地形上における風向セクター・風速階級の概念図と記号の定義を示す。



(a) 仮想的な上流の風向セクター・風速階級の区分



(b) 地形上の風向セクター・風速階級の区分

図 4-2-2 風向セクター・風速階級の概念図

表 4-2-1 上流における風向・風速の記号の定義

記号	定義
θ_j^I	上流における風向セクター j の風向
$\theta_{j-1/2}^I$	上流における風向セクター j の下限風向
$\theta_{j+1/2}^I$	上流における風向セクター j の上限風向
u_k^I	上流における風速階級 k の風速
$u_{k-1/2}^I$	上流における風速階級 k の下限風速
$u_{k+1/2}^I$	上流における風速階級 k の上限風速
$W_{j,k}^I$	上流における風向セクター j 、風速階級 k の領域
$ W_{j,k}^I $	$W_{j,k}^I$ の面積
$P_{j,k}^I$	上流における風向・風速が $W_{j,k}^I$ に含まれる出現頻度

表 4-2-2 地形上における風向・風速の記号の定義

記号	定義
θ_j^T	地形上における風向セクター \hat{j} の風向
$\theta_{j-1/2}^T$	地形上における風向セクター \hat{j} の下限風向
$\theta_{j+1/2}^T$	地形上における風向セクター \hat{j} の上限風向
u_k^T	地形上における風速階級 \hat{k} の風速
$u_{k-1/2}^T$	地形上における風速階級 \hat{k} の下限風速
$u_{k+1/2}^T$	地形上における風速階級 \hat{k} の上限風速
$W_{j,\hat{k}}^I$	地形上において風向セクター \hat{j} 、風速階級 \hat{k} の領域
$ W_{j,\hat{k}}^I $	$W_{j,\hat{k}}^I$ の面積
$P_{j,\hat{k}}^T$	地形上における風向・風速が $W_{j,\hat{k}}^I$ に含まれる出現頻度

4-2-1. 標準風況から実風況への変更

まず、地形平坦・粗度一様な上流における標準風況を微細地形の効果を考慮に入れた実風況に変換する第二段階の定式化から説明する。上流における風向は全風向を n 等分した風向セクターを用いて表し、各風向セクター内の出現頻度は図 4-1-3 に示すように一様と仮定する。上流において j 番目の風向セクターの中心風向を θ_j^I で表し、この風向セクターの風向の代表とする。上流における各風向セクターの中心風向 θ_j^I に対し、MASCOT Basic による気流解析から地形上の対象地点における風向偏角 D_j^T と風速比 C_j^T を求めておけば、上流側の各風向に対応する地形上の対象点での風向・風速 (θ^F, u^F) は上流における風向・風速 (θ_j^I, u_j^I) との関係は次式により表すことができる。

$$\begin{cases} \theta^T = D_j^T + \theta_j^I \\ u^T = C_j^T u_j^I \end{cases} \quad (8)$$

この式により上流と地形上の対象地点との間の風向・風速の関係を示すことができたが、風向別・風速階級別の出現頻度を扱うため、風向別・風速階級別の出現頻度の関係を定式化する必要がある。

図 4-2-2 (a) に示すように上流における風向セクター j に対し下限値、上限値をそれぞれ $\theta_{j-1/2}^I$ 、 $\theta_{j+1/2}^I$ で表し、また風速階級 k に対し下限値、上限値をそれぞれ $u_{k-1/2}^I$ 、 $u_{k+1/2}^I$ で表す。上流における風向セクター j 、風速階級 k に含まれる風向 θ と風速 u は次式で示される範囲に含まれる。

$$\begin{cases} \theta_{j-1/2}^I \leq \theta < \theta_{j+1/2}^I \\ u_{k-1/2}^I \leq u < u_{k+1/2}^I \end{cases} \quad (9)$$

この領域を記号 $W_{j,k}^I$ で表し、図 4-2-2 (a) に示す。また領域 $W_{j,k}^I$ の面積を $|W_{j,k}^I|$ で表し、次式により求める。

$$|W_{j,k}^I| = (\theta_{j+1/2}^I - \theta_{j-1/2}^I) \times (u_{k+1/2}^I - u_{k-1/2}^I) \quad (10)$$

またこの領域に含まれる出現頻度を $P_{j,k}^I$ で表す。上流において $W_{j,k}^I$ に含まれる全ての風向・風速に対し(8)式を適用すると、地形上での風向・風速は次式で示される範囲に含まれる。

$$\begin{cases} D_j^T + \theta_{j-1/2}^I \leq \theta < D_j^T + \theta_{j+1/2}^I \\ C_j^T u_{k-1/2}^I \leq u < C_j^T u_{k+1/2}^I \end{cases} \quad (11)$$

この領域を記号 $V_{j,k}$ で表し、図 4-2-2 (b) に示す。またこの領域を持つ風向・風速の出現頻度を詳細地形上の風向・風速を表す領域 $W_{j,k}^T$ に分配するために、 $W_{j,k}^I$ と重なる部分 (図 4-2-2 (b) に①で示す領域) の面積を求め、更に $V_{j,k}$ の面積との比から次式により重なる部分の風向・風速の出現確率を求めることができる。

$$A_{j,k,\hat{j},\hat{k}}^T = \frac{|W_{j,k}^T \cap V_{j,k}|}{|V_{j,k}|} \quad (12)$$

従って、地形上における風向・風速を表す領域 $W_{j,k}^T$ に含まれる出現頻度 $P_{j,k}^T$ は上流における全ての風向セクターと風速階級からの寄与 $A_{j,k,\hat{j},\hat{k}}^T P_{j,k}^I$ の総和であり、次式のように表すことができる。

$$P_{j,k}^T = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m A_{j,k,\hat{j},\hat{k}}^T P_{j,k}^I \quad (13)$$

となる。上式を行列の形で書き表すと

$$\{P^T\} = [A^T] \{P^I\} \quad (14)$$

となる。ただし、

$$\{P^T\} = \begin{Bmatrix} P_{1,1}^T \\ \vdots \\ P_{1,m}^T \\ \vdots \\ P_{n,m}^T \end{Bmatrix}, \quad (15)$$

$$[A^T] = \begin{bmatrix} A_{1,1,1,1}^T & \cdots & A_{1,m,1,1}^T & \cdots & A_{n,m,1,1}^T \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{1,1,1,m}^T & \cdots & A_{1,m,1,m}^T & \cdots & A_{n,m,1,m}^T \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{1,1,n,m}^T & \cdots & A_{1,m,n,m}^T & \cdots & A_{n,m,n,m}^T \end{bmatrix}, \quad (16)$$

$$\{P^I\} = \begin{Bmatrix} P_{1,1}^I \\ \vdots \\ P_{1,m}^I \\ \vdots \\ P_{n,m}^I \end{Bmatrix}, \quad (17)$$

である。行列 $[A^T]$ の成分は風向偏角 D_j^T と風速比 C_j^T が分かれば、(10)式により求めることができる。このように上流の風況と地形上の風況との間の関係は、MASCOTによる気流解析の結果から求まる行列 $[A^T]$ によって関係付けられている。

行列 $[A^T]$ は風況間の変換行列と呼ぶことができる。本プログラムでは(14)式を用い、地形の影響を考慮した実地形上における各風向セクターと風速階級の出現頻度 $\{P^T\}$ を上流における各風向セクターと風速階級の出現頻度 $\{P^I\}$ から計算する。

4-2-2. 実風況から標準風況への変換

次に、MASCOT Basicにより求めた地形上の気流解析から実風況を上流における標準風況への変換について説明する。上流の風向・風速を (θ_j^I, u_j^I) 、地形上の風向・風速を (θ^T, u^T) 、気流解析から求めた地形上の風向偏角、風速比をそれぞれ D_j^T 、 C_j^T とすると、(5)式と同様に次式が成立する。また上流の風況 $\{P^I\}$ と地形上の風況 $\{P^T\}$ との関係は(14)式で示される。ここで、 $[A^T]$ はMASCOTによる気流解析から求められた対象地点における風況変換行列である。上流における風況 $\{P^I\}$ は次式により求めることができる。

$$\{P^I\} = [A^T]^{-1} \{P^T\} \quad (18)$$

この式には $[A^T]$ の逆行列が含まれているため、本プログラムでは(14)式を反復法で解くことにより上流における風況 $\{P^I\}$ を求めた。

本手法の特徴としては、地形上の風況から上流の風況を求める際と、上流の風況から地形上の風況を求める際に同一の関係式を用いるため、地形上の風況から求めた上流の風況から再び地形上の風況に変換した際に当初の地形上の風況と一致することが保証されているという点が挙げられる。

気象データを用いる場合の標準実風況変換の概念図は図 4-2-3 に示す。気象データを用いる場合には、MASCOTによる気流解析を二回行う必要があり、また地域風況から仮想上流領域の風況への変換を行う際の風況変換行列と仮想上流領域の風況から開発対象地点での風況への変換を行う際の風況変換行列とは異なるが、変換の手順は同じである。具体的には、まず気象モデルで用いた 500m~1km 程度の解像度を持つ粗い地形と粗度を用いる気流解析を行い、地域風況から仮想上流領域の風況への変換を行う (図 4-2-3 (a))。次に、10m~50m 程度の解像度を持つ細かい地形と地表面粗度を用いた気流解析を行い、仮想上流領域の風況から対象地点での開発対象地点での風況へと変換する (図 4-2-3 (b))。仮想上流領域の風況は共通である。

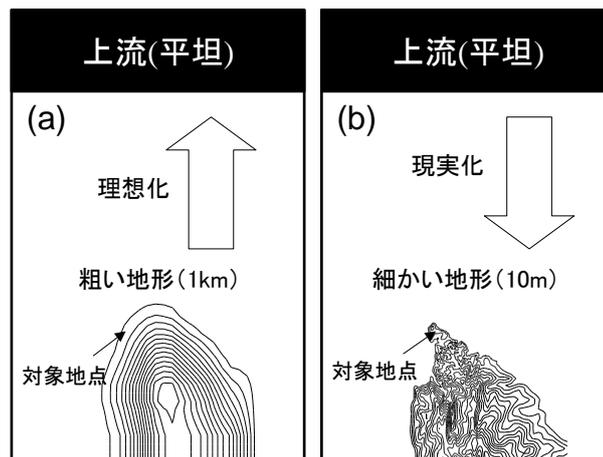


図 4-2-3 気象データを用いる場合の標準実風況変換の概念図

4-3. 年間発電量 (AEP)

風車の年間発電量 AEP (Annual Energy Production) は、図 4-3-1 に示す風車の出力曲線 (Power Curve) と風車のハブ高さにおける風速出現頻度分布を用いて、以下の式により求める。

$$AEP = \sum_{k=1}^m [P(V_k) \times f(V_k) \times 8760] \quad (19)$$

ここで、 AEP は年間発電量 [kWh]、 $P(V_k)$ は風速 V_k の発生電力 [kW]、 $f(V_k)$ は風速 V_k の出現頻度、 8760 は年間時間数 ($=365 \times 24$) である。つまり、ビンの幅 $1 m/s$ の風速範囲に対して、各風速の年間出現時間数が得られるので、その風速に対応する風車のパワーを掛け合わせて、各ビン (風速範囲) の発電量を求め、これを積算すると年間発電量になる。

このように、風車のハブ高さにおける風速出現頻度分布が求められると、この風速分布と風車の出力曲線から年間発電量を精度よく推定することができる。しかし、実際の風車は保守・点検などのために時間稼働率が $0.90 \sim 0.96$ 程度となることが多く、このために年間発電量も減少することになる。

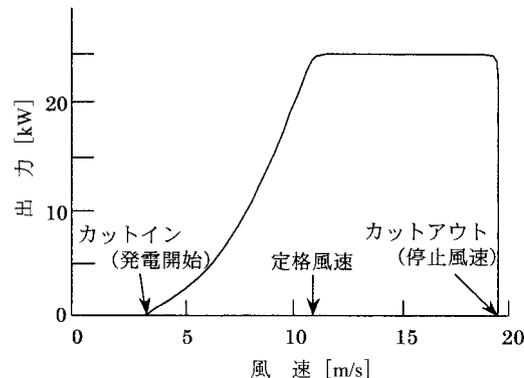


図 4-3-1 風速と出力との関係

風車の出力特性は、定格出力といくつかの代表的な風速値を用いて表す。定格出力は設計上の最大出力を表し、定格出力が得られる風速を定格風速という。定格出力は一般に風速の出現頻度分布から、年間を通じて風力エネルギーを最も多く引き出すことができる風速に設定され、通常 $12 \sim 14 m/s$ 程度である。

風車が発電を開始するときの風速をカットイン風速、風速が高くなって、風車の安全を確保するために発電を停止する風速のことをカットアウト風速というが、カットイン風速は $3 \sim 5 m/s$ 、カットアウト風速は $25 m/s$ 程度に設定されている。

風車の定格出力に対する利用率は設備利用率 CF (Capacity Factor) として次式により表す。

$$CF(\%) = \frac{AEP(kWh)}{RP(kW) \times 8760(h)} \times 100 \quad (20)$$

ここで、 AEP (Annual Energy Production) は年間発電量 [kWh]、 RP (Rated Power) は風車の定格出力 [kW]、 8760 は年間時間数 ($=365 \times 24$) である。

設備利用率は電力の取得総量を計る上で、重要な指標の一つとして広く用いられている。一般的には風車の設備利用率は、 20% 以上が望ましいとされている。設備利用率と同じ意味で、次式で表す設備利用時間 UT (Utilization Time) を用いることもある。

$$UT(h) = \frac{AEP(kWh)}{RP(kW)} \quad (21)$$

第5章 Data Format (データフォーマット)

本章では、MASCOT Energy におけるデータフォーマット及びエラーメッセージ一覧等の技術資料について説明します。

第5章 Data Format (データフォーマット)	5-1
5-1. MASCOT Energy ファイルフォーマット.....	5-2
5-1-1. 時系列観測データファイル (*.csv)	5-2
5-1-2. パワーカーブファイル (*.pow)	5-3
5-1-3. 風向・風速別出現頻度/風力エネルギー密度/風力発電量ファイル (*.mwt)	5-4
5-1-4. 風向別統計ファイル (*.mwp)	5-9
5-1-6. リソースグリッドファイル (*.mrg)	5-12
5-1-7. WAsP スタイルリソースグリッドファイル (*.wrg)	5-14
5-1-8. NEDO-DB 変換データファイル (*.mwt)	5-16
5-2. MASCOT Energy エラーメッセージ集	5-20

5-1. MASCOT Energy ファイルフォーマット

本節では、Mascot Energy で扱うファイルのフォーマットについて解説します。

5-1-1. 時系列観測データファイル (*.csv)

第3章で解説した TSA Wizard に入力として与えることのできるファイルは、カンマ (,) を列の区切りとし、一行にある時間における観測データが含まれ、改行を行の区切りとする ASCII ファイルです。日本語文字 (2 バイトの文字) が含まれていると問題が生じる可能性があるため、日本語の文字が含まれている時はあらかじめ取り除いてください。また、行内にスラッシュ (/) が含まれていると、正しい解析ができませんので日付等の列にスラッシュ (/) が含まれていないことを確認してください。日付の列にスラッシュが含まれている場合はあらかじめ他の文字列に変換しておく必要があります。図 5-1 に入力ファイルの例を示します。区切り文字はカンマ (,) のみ対応しています。

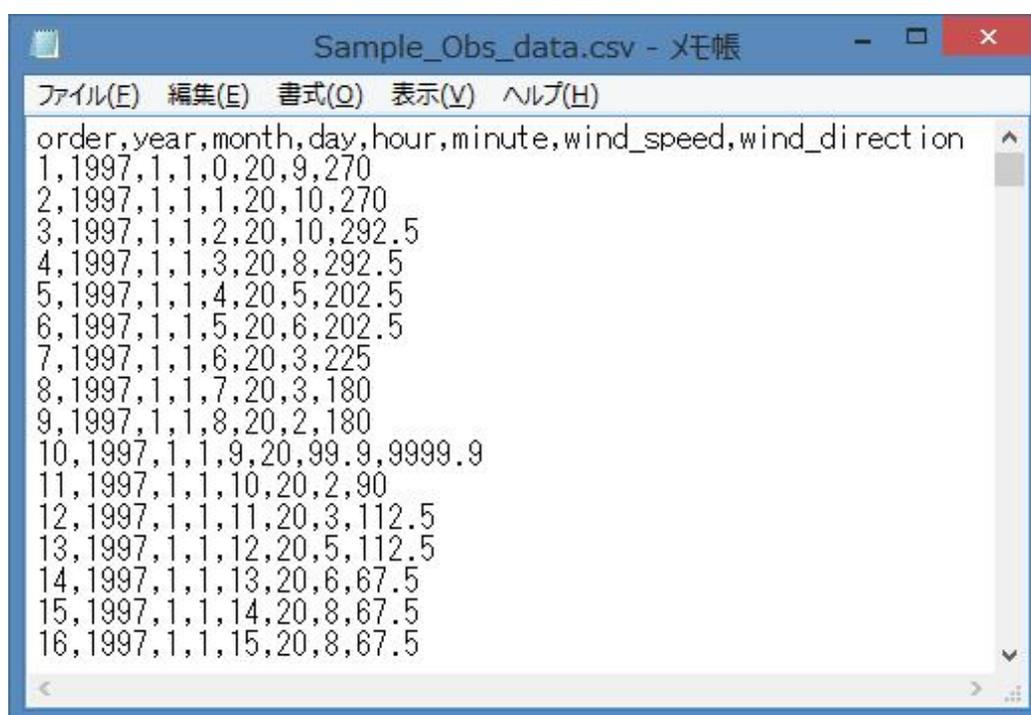


図 5-1 入力として用いる時系列データの例

図 5-1 の例では 1 行目がヘッダであり、2 行目からデータが始まります。ヘッダの行数は何行でも構いません。各行の 2 列目に年、3 列目に月、4 列目に日、5、6 列目にそれぞれ時、分、7 列目に風速、8 列目に風向のデータが格納されています。列と各データの対応は任意で構いませんが、どのデータが何列目に含まれているかの情報を TSA Wizard で指定する必要があります。風速の単位は (m/s)、風向の単位は (°) で北から時計回りで定義される方向です。風向の定義方法や単位が違う場合は TSA Wizard 内で“u_ofst”、“u_mtpl”、“d_ofst”、“d_mtpl”等を調整してください。風速や風向の欠測値がある場合には 99.9 や 999 など大きい数値を入力した上で、設定ファイル内のパラメータ“u_uplim”、“d_uplim”等を調整して明示的に有効データから省くようにしてください。風速、風向データの中に空欄があると正しい解析ができません。

5-1-2. パワーカーブファイル (*.pow)

A. 風況ファイル (*.tab, *.mwt ファイル) については 5-2-1-3 節と 5-2-1-4 節を参照してください。

B. パワーカーブファイル (*.pow ファイル)

パワーカーブファイルは拡張子が“pow”の ASCII (テキスト) ファイル形式で、風速に対応する発電量が記述されています。パワーカーブは各風車メーカーから入手することができます。図 5-2 にパワーカーブファイルの例を示します。

```

MASCOT Sample Power Curve (1500kW)
65.0 65.0
1.0 1000.0 1.225
3.0000 20.159 0.9990
4.0000 47.784 0.9710
5.0000 93.327 0.8470
6.0000 161.27 0.7390
7.0000 256.09 0.8860
8.0000 382.27 0.8140
9.0000 544.29 0.7430
10.000 746.62 0.6750
11.000 993.75 0.6090
12.000 1290.2 0.5490
13.000 1500.0 0.4880
14.000 1500.0 0.4310
15.000 1500.0 0.3850
16.000 1500.0 0.3440
17.000 1500.0 0.3110
18.000 1500.0 0.2820
19.000 1500.0 0.2580
20.000 1500.0 0.2380
21.000 1500.0 0.2220
22.000 1500.0 0.2070
23.000 1500.0 0.1960
24.000 1500.0 0.1830
25.000 1500.0 0.1730

```

図 5-2 パワーカーブファイルの例

1 行目：説明行。このパワーカーブの説明が記述されています。

2 行目：風車のハブ高さ (m)、ロータ直径 (m)

3 行目：風速補正係数 f_u 、発電量補正係数 f_p 、標準空気密度 (kg/m^3)

4 行目～：風速階級の上限值 (m/s)、発電量 (W)、スラスト係数 (省略可)

風速 (m/s) = 風速補正係数 f_u × 風速階級の上限值 (m/s)

発電量 (W) = 発電量補正係数 f_p × 発電量 (W)

発電量補正係数 f_p と発電量の単位は (W) または (kW) のどちらかに統一しなければいけません。発電量を (kW) で与える場合は、3 行目の発電量補正係数 f_p は 1000 にします。また、この発電量補正係数 f_p は標準空気密度 $1.225\text{kg}/\text{m}^3$ (大気圧 1013.25hPa 、気温 15°C) の場合の値であり、気温や気圧が異なる場合、 f_p を修正しなければいけません。例えば平均気温が 20°C で、風車高さは海拔 400m 、発電量が (kW) で与えられた場合、発電量補正係数 f_p は 938.8 になります。

5-1-3. 風向・風速別出現頻度/風力エネルギー密度/風力発電量ファイル (*.mwt)

第3章で解説した TSA Wizard により時系列の観測データを解析した結果風向・風速別の出現頻度が得られます。また、MASCOT Energy による解析の結果、各風力発電機設置地点における風向・風速別の出現頻度、風力エネルギー密度及び風力発電量が得られます。これらの風向・風速別の量は拡張子が".mwt"の ASCII (テキスト) ファイルに保存されています。これらのファイルの例として観測点における風向・風速別出現頻度ファイルの例を図 5-3 に示します。ファイルはヘッダ部とデータ部から成ります。



```

&mascot_windclimate_table
ver=1.3,
description='LightHouse_20m',
latitude= 41.00 15.00 20.60,
longitude= 140.00 20.00 45.10,
height= 20.0,
n_bin_class=31,
n_wind_direction=16,
variable='probability',
source_type='observation',
n_anal_year= 0,
n_anal_month= 12,
anal_month= 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12,
n_anal_hour= 24,
anal_hour= 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24,
/
&tsa_files
n_in_file=1,
in_file(1)='Sample_Obs_data.csv',
first_low=2,
read_to_end=.true.,
out_file='LightHouse.mwt',
/
&tsa_condition
u_clmn=7,
u_ofst= 0.0,
u_mtpl= 1.0,
u_uplim= 90.0,
u_lwlim= 0.0,
d_clmn=8,
d_ofst= 0.0,
d_mtpl= 1.0,
d_uplim= 900.0,
d_lwlim= -90.0,
y_clmn=2,
m_clmn=3,
da_clmn=4,
h_clmn=5,
mi_clmn=6,
time_definition='end',
/
&DATA
LightHouse_20m(TOTAL) | total_data=8760, valid_data=8492,
  41.26 140.35 20.0
  16 1.00 0.00
    0.9 0.7 2.1 8.5 11.5 4.9 0.5 0.2 0.9 5.6
  1.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
  2.0 89.7 60.3 62.1 27.1 15.9 7.2 88.9 52.6 77.9 11.6
  3.0 211.5 198.3 155.4 56.3 37.4 36.2 166.7 236.8 188.3 44.2
  4.0 282.1 224.1 200.6 71.6 71.3 71.3 111.1 263.2 201.3 77.9
  5.0 179.5 155.2 178.0 96.0 95.9 93.0 77.8 210.5 116.9 98.9

```

図 5-3 風向・風速別出現頻度ファイル (*.mwt) の例

ヘッダ部

ヘッダ部のフォーマットは Fortran90 のネームリスト形式に従います。Fortran90 のネームリスト形式では、変数がネームリストと呼ばれるグループに分かれています。それぞれのネームリストは”& (アンパサンド) ネームリスト名”と記述された行で始まり、”パラメータ = 値、”の形で設定すべき変数の値を記述した行が続き、”/ (スラッシュ) ”と記述された行で終わります。時系列観測データから TSA Wizard によって作られた *.mwt ファイルでは図 5-7 に示すようにヘッダ部に”mascot_windclimate_table”、”tsa_files”、”tsa_condition” の3つのネームリストが定義されています。このうち、”mascot_windclimate_table”は Mascot Energy による解析に必須ですが、”tsa_files”、

”tsa_condition”には元の時系列観測データから風向・風速別出現頻度を作成した際の情報が参考として記述されており、これらの情報は Mascot Energy による解析の際には使いません。従って、自分で過去の観測ファイルから *.mwt ファイルを作成する際には”mascot_windclimate_table”の情報のみを記述すれば十分です。

1つのネームリスト内では空行は許されません。各パラメータは、実数型、整数型、論理型のいずれかの型を持ちます。表 5-1 に示すように、変数の型により値の書式が異なります。なお、”!” (エクスクラメーション) で始まる行は全てコメントとみなされます。

表 5-1 変数の型と値の書式

変数の型	値の書式
実数型	「1.0」、「2.5」、「125.34」などの小数点を含む数字
整数型	「1」、「99」などの小数点を含まない数字
文字列型	「abc」、「123」などの、シングルクォーテーションで囲まれた文字列
論理型	「.true.」(真) または 「.false.」(偽)

*.mwt ファイルのヘッダに記述するネームリストと変数の一覧を表 5-2 に示します。

表 5-2 風向・風速別出現頻度/エネルギー密度/発電量ファイルのヘッダに記述するパラメータ

ネームリスト名	変数名	説明	型
mascot_windclimate_table (一般的な設定)	Ver	*.mwt ファイルのバージョン番号 (ユーザーが編集しないこと)	実数
	description	説明文字列	文字列 ※1)
	latitude	緯度 (度、分、秒をスペースで区切る)	実数×3 ※2)
	longitude	経度 (度、分、秒をスペースで区切る)	実数×3 ※2)
	height	観測地点の地上高 (m)	実数
	elevation	地表面高さ (m)	実数
	n_bin_class	風速階級の数	整数
	n_wind_direction	風向の数	整数
	variables	このファイルに記述されている内容 ※3) “probability”: 風向・風速別出現頻度 “energy_density”: 風力エネルギー密度 “power_production”: 風力発電量	文字列 ※1)
	Source_type	統計に用いた観測データの種類 “Observation”: 観測から得た風況データ “atlas”: 気象解析から得た風況データ	文字列
	n_anal_year	年別解析を行った年数 ※4)	整数
	anal_year	年別解析を行った年 (西暦) ※5)	整数
	n_anal_month	月別解析を行った月数 ※4)	整数
	anal_month	月別解析を行った月 ※5)	整数
	n_anal_hour	時間別解析を行った時間数 ※4)	整数
anal_hour	時間別解析を行った時間 ※5)	整数	
tsa_file (mascot_tsa.exe において設定された 入出力ファイルに関する 設定)	n_in_file	入力として用いる時系列データのファイル数	整数
	in_file (n)	入力として用いる時系列データのファイル名 (n_in_file 個) ※6)	文字列 ※1)
	first_low	入力ファイルにおけるデータの開始行	整数
	read_to_end	入力ファイルにおけるデータの読み込み範囲 = .true. : first_low から最後まで .false. : first_low から last_low まで	論理
	last_low	入力ファイルにおけるデータの終了行 read_to_end=false.の時のみ記述される	整数
	out_file	出力ファイル名	文字列 ※1)
tsa_condition (mascot_tsa.exe によって設定された 解析条件の設定)	u_clmn	入力ファイルにおいて風速データが記述されている列の位置	整数
	u_ofst	風速補正係数	実数
	u_mtpl	$u_c = u \times u_mtpl + u_ofst$	
	u_uplim	有効風速の上限値 (m/s)	実数
	u_lwlim	有効風速の下限値 (m/s) $u_lwlim < u < u_uplim$ の範囲の風速が有効風速となります	
	d_clmn	入力ファイルにおいて風向データが記述されている列の位置	整数
	d_ofst	風向補正係数	実数
	d_mtpl	$d_c = d \times d_mtpl + d_ofst$	
	d_uplim	有効風向の上限値 (°)	実数
	d_lwlim	有効風向の下限値 (°) $d_lwlim < d < d_uplim$ の範囲の風向が有効風向となります	
	y_clmn	入力ファイルにおいて年データが記述されている列の位置	整数
	m_clmn	入力ファイルにおいて月データが記述されている列の位置	整数
	da_clmn	入力ファイルにおいて日データが記述されている列の位置	整数
	h_clmn	入力ファイルにおいて時データが記述されている列の位置	整数
	mi_clmn	入力ファイルにおいて分データが記述されている列の位置	整数
time_definition	タイムスタンプの位置 ※7) 'end'=最後 'center'=中央 'beginning'=最初	文字列 ※8)	

データ部

データ部は”&DATA”とのみ記述された 1 行から始まります。データ部は、解析ケース別のブロックとなっています。’t_case’で示された解析ケースのリストの順番に、’n_case’で指定された数だけ、ブロックが続きます。各ブロック内のフォーマットは以下のようになっています。なお、各ブロック内のデータフォーマットは WAsP の *.tab 形式のファイルと同一のものとなっています。

1 行目: 説明行。設定ファイルの description (変数名) で設定した観測地点の説明が記述されています。

2 行目: 観測地点の緯度 (°)、経度 (°) および風速計の高さ (m)

- 3 行目：風向数、風速補正係数 (1.0) 、風向補正係数 (0.00) ※⁹⁾
- 4 行目：各風向の出現頻度 (%)
- 5 行目：風速階級 1 の上限値 (m/s)、各風向内での風速階級 1 の出現率 (%)
- 6 行目：風速階級 2 の上限値 (m/s)、各風向内での風速階級 2 の出現率 (%)
- 7～n 行目～：風速階級 3～(n-4) の上限値 (m/s)、各風向内での風速階級 3～(n-4) の出現率 (%)

風速階級数に上限はありませんが、風向数は 360 以下でなければなりません。また、風速階級の幅は等しくなくても構いませんが、各風向の幅は等しくなければなりません。風速の発生頻度はパーミル (%) で記述されており、各風向内での階級別風速発生頻度の合計値は 1000 になります。

2 行目の観測地点の位置は緯度・経度で記述されますが、正の値は北緯・東経を、負の値は南緯・西経を示します。つまり、緯度は-90°~+90°の間の値、経度は-180°~+180°の間の値でなければなりません。

注：

- ※1) 文字列としては ASCII 文字 (半角英数字) のみが許され、文字数の上限値は 256 文字です。
- ※2) 緯度・経度の指定は実数値を度、分、秒の順にスペースで区切って並べます。なお、全て実数型として記述する必要がありますので、例えば東経 135 度 20 分 34.5 秒を指定したい場合は、"135.0 20.0 34.5"のように全ての数字に小数点をつける必要があります。また、MASCOT における測地系は现阶段では全て旧測地系 (東京測地系) です。
- ※3) 本ファイルは、風向・風速階級別出現頻度だけでなく、MASCOT Energy で解析した結果得られた風力エネルギー密度、風力発電量の風向・風速別の値を保存するためにも用います。variable='probability'であれば保存されている量が風向・風速別の出現頻度であることを、variable='energy_density'であれば風力エネルギー密度であることを、variable='power_production'であれば風力発電量であることを示します。
- ※4) *.mwt ファイルは全データに基づく出現頻度の他に、月別・時間別などの出現頻度の情報を持つことができます。'n_anal_year=0'以外である場合は、年別の出現頻度が追加記述されています。従って、元の時系列ファイルが 3 年間のデータがあれば'n_anal_year=3'と記述され、全データに基づく出現頻度 1 ケースと、年別の出現頻度 3 ケースの計 4 ケースがこのファイルに含まれます。
- 'n_anal_month=0'以外である場合は、月別の出現頻度が追加記述されています。従って、元の時系列ファイルが 3 年間であり、全月のデータがあれば'n_anal_month=12'と記述され、全データに基づく出現頻度 1 ケースと、年別の出現頻度 3 ケース、月別の出現頻度 12 ケースの計 16 ケースがこのファイルに含まれます。
- 同様に'n_anal_hour=0'以外である場合は、時間別の出現頻度が追加記述されています。従って、元の時系列ファイルが 3 年間、全月、毎正時のデータがあれば'n_anal_hour=24'と記述され、全データに基づく出現頻度 1 ケースと、年別の出現頻度 3 ケース、月別の出現頻度 12 ケース、時間別の出現頻度 24 ケースの計 40 ケースがこのファイルに含まれます。
- ただし、TSA Wizard には、年別解析機能は実装されていないので、'n_anal_year=0'となります。
- ※5) 'n_anal_year=0'の場合、記述されません。
- 'n_anal_month=0'の場合、記述されません。
- 'n_anal_hour=0'の場合、記述されません。
- ※6) 元となる時系列データのファイル名が順に'in_file (1) ='、'in_file (2) ='、...と記述されます。
- ただし、TSA Wizard には、複数の時系列データファイルを読み込む機能は実装されていないので、'n_in_file=1'となります。

- ※7) 入力ファイルにおいてタイムスタンプは平均化時間のどこに対応するかを示します。デフォルトは `time_definition='end'` で、気象庁と同様に、平均化時間の最後の時間をタイムスタンプとしています。
- ※8) 説明に記述された値のみを記述できます。
- ※9) 本来、この係数を指定することで風向や風速の補正ができるようになっていますが、MASCOT Basic Ver. 2.0 ではこの機能はサポートされていません。したがって、風速補正係数の値は 1.0、風向補正係数の値は 0.0 でなければなりません。

5-1-4. 風向別統計ファイル (*.mwp)

MASCOT Energy で解析した結果、各風車建設地点において、発電量、ワイブル係数、発電量、風力エネルギー密度を記述した風向別統計ファイルができます。風向別統計ファイルの例を図 5-4 に示します。風向別統計ファイルは拡張子が (.mwp) の ASCII ファイルで、ヘッダ部とデータ部から構成されます。

```

&mascot_windclimate_power
ver=1.3,
n_anal_year= 0,
n_anal_month= 12,
anal_month= 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12,
n_anal_hour= 24,
anal_hour= 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24,
description='LightHouse_20m',
latitude= 41.00 15.00 20.60,
longitude= 140.00 20.00 45.10,
height= 20.0,
n_wind_direction=16,
pow_anal=.false.,
wake_model='none',
/
&DATA
[LightHouse_20m] analyzed by mascot_tsa (TOTAL)
WINDDIR  p(%)  A(m/s)  k  U(m/s)  Power Prod.(Wh)  E(W/m^2)  CF(%)  UT(h)  net U  net Power Prod.
TOTAL    100.0  11.30  2.07  10.05  0.00000000E+00  1135.37  0.0  0.0  10.05  0.00000000E+00
 0.00    0.9  4.29  1.41  4.23  0.00000000E+00  1.01  0.0  0.0  4.23  0.00000000E+00
22.50   0.7  4.98  1.93  4.59  0.00000000E+00  0.71  0.0  0.0  4.59  0.00000000E+00
45.00   2.1  5.24  2.25  4.73  0.00000000E+00  2.18  0.0  0.0  4.73  0.00000000E+00
67.50   8.5  8.39  1.84  7.70  0.00000000E+00  44.76  0.0  0.0  7.70  0.00000000E+00
90.00  11.5  9.04  2.24  8.08  0.00000000E+00  62.11  0.0  0.0  8.08  0.00000000E+00
112.50  4.9  9.47  2.13  8.50  0.00000000E+00  31.66  0.0  0.0  8.50  0.00000000E+00
135.00  0.5  6.34  2.24  5.47  0.00000000E+00  0.99  0.0  0.0  5.47  0.00000000E+00
157.50  0.2  4.34  2.70  3.95  0.00000000E+00  0.12  0.0  0.0  3.95  0.00000000E+00
180.00  0.9  5.88  1.37  5.69  0.00000000E+00  2.71  0.0  0.0  5.69  0.00000000E+00
202.50  5.6  9.40  2.04  8.36  0.00000000E+00  36.98  0.0  0.0  8.36  0.00000000E+00
225.00 11.3 12.67 2.14 11.20 0.00000000E+00 175.17 0.0 0.0 11.20 0.00000000E+00
247.50 12.2 12.32 2.32 10.98 0.00000000E+00 162.33 0.0 0.0 10.98 0.00000000E+00
270.00 15.8 13.34 2.61 11.82 0.00000000E+00 246.52 0.0 0.0 11.82 0.00000000E+00
292.50 15.1 14.89 3.39 13.15 0.00000000E+00 291.58 0.0 0.0 13.15 0.00000000E+00
315.00  7.4 11.29 2.53  9.94 0.00000000E+00  71.43  0.0  0.0  9.94  0.00000000E+00
337.50  2.5  6.38  2.06  5.75 0.00000000E+00  5.11  0.0  0.0  5.75  0.00000000E+00
[LightHouse_20m] analyzed by mascot_tsa (MONTH 1)
WINDDIR  p(%)  A(m/s)  k  U(m/s)  Power Prod.(Wh)  E(W/m^2)  CF(%)  UT(h)  net U  net Power Prod.
TOTAL    100.0  14.23  2.58  12.22  0.00000000E+00  1906.08  0.0  0.0  12.22  0.00000000E+00
 0.00    2.2  4.91  3.31  4.44  0.00000000E+00  1.52  0.0  0.0  4.44  0.00000000E+00
22.50   2.4  5.04  3.37  4.67  0.00000000E+00  1.84  0.0  0.0  4.67  0.00000000E+00

```

図 5-4 風向別統計ファイル (*.mwp ファイル) の例

ヘッダ部

ヘッダ部は Fortran90 のネームリスト形式で、ただ一つのネームリスト”mascot_windclimate_power”からなります。Fortran90 のネームリスト形式の詳細については第 5-1-2. 節を参照してください。記述すべきパラメータとその意味を表 5-3 に示します。

表 5-3 風向別統計ファイル (*.mwp) に記述するパラメータ

変数名	説明	型
ver	*.mwp ファイルのバージョン番号 (ユーザーが編集しないこと)	実数
n_anal_year	年別解析を行った年数 ※ ¹⁾	整数
anal_year	年別解析を行った年 (西暦) ※ ²⁾	整数
n_anal_month	月別解析を行った月数 ※ ¹⁾	整数
anal_month	月別解析を行った月 ※ ²⁾	整数
n_anal_hour	時間別解析を行った時間数 ※ ¹⁾	整数
anal_hour	時間別解析を行った時間 ※ ²⁾	整数
description	説明文字列	文字列 ※ ³⁾
latitude	緯度 (度、分、秒をスペースで区切る)	実数×3 ※ ⁴⁾
longitude	経度 (度、分、秒をスペースで区切る)	実数×3 ※ ⁴⁾
height	計算高さ (m)	実数
elevation	地表面高さ (m)	実数
n_wind_direction	解析した風向の数	整数
Pow_anal = .true. .faulse.	発電量計算の有無	論理
Pow_file	パワーカーブファイルの指定 (Pow_anal=.true.の時のみ有効)	文字列 ※ ³⁾
Wake_model	ウェイクロス解析の有無 0 : ウェイクロスなし 1 : Katic (WAsP) モデル	整数

データ部

ヘッダ部のすぐ後からデータ部がはじまります。データは解析ケース別 (年別、月別、時間別) のブロックに収められています。各ブロックの3行目以降には風況の統計量と発電量の予測結果が記述されており、3行目には全風向の、4行目以降には各風向の出現頻度 p (%)、ワイブルパラメータ A (m/s)、ワイブルパラメータ k 、年平均風速 U (m/s)、年間発電量 (グロス値) Power Prod. (Wh)、風力エネルギー密度 E (W/m²)、風車の設備利用率 CF (%)、風車の設備利用時間 UT (h)、年平均風速 (ネット値) UT (m/s)、年平均風速 (ネット値) net U (m/s)、年間発電量 (ネット値) Net Power Prod. (Wh) (m/s) が記述されています。

注 :

- ※1) *.mwp ファイルは全データに基づく出現頻度の他に、月別・時間別などの出現頻度の情報を持つことができます。'n_anal_year=0'以外である場合は、年別の出現頻度が追加記述されています。従って、元の時系列ファイルが3年間のデータがあれば'n_anal_year=3'と記述され、全データに基づく出現頻度1ケースと、年別の出現頻度3ケースの計4ケースがこのファイルに含まれます。
- 'n_anal_month=0'以外である場合は、月別の出現頻度が追加記述されています。従って、元の時系列ファイルが3年間であり、全月のデータがあれば'n_anal_month=12'と記述され、全データに基づく出現頻度1ケースと、年別

の出現頻度 3 ケース、月別の出現頻度 12 ケースの計 16 ケースがこのファイルに含まれます。

同様に'n_anal_hour=0'以外である場合は、時間別の出現頻度が追加記述されています。従って、元の時系列ファイルが 3 年間、全月、毎正時のデータがあれば'n_anal_hour=24'と記述され、全データに基づく出現頻度 1 ケースと、年別の出現頻度 3 ケース、月別の出現頻度 12 ケース、時間別の出現頻度 24 ケースの計 40 ケースがこのファイルに含まれます。

ただし、TSA Wizard には、年別解析機能は実装されていないので、'n_anal_year=0'となります。

※2) 'n_anal_year=0'の場合、記述されません。

'n_anal_month=0'の場合、記述されません。

'n_anal_hour=0'の場合、記述されません。

※3) 文字列としては ASCII 文字（半角英数字）のみが許され、文字数の上限値は 256 文字です。

※4) 緯度・経度の指定は実数値を度、分、秒の順にスペースで区切って並べます。なお、全て実数型として記述する必要がありますので、例えば東経 135 度 20 分 34.5 秒を指定したい場合は、"135.0 20.0 34.5"のように全ての数字に小数点をつける必要があります。また、MASCOT における測地系は現段階では全て旧測地系（東京測地系）です。

5-1-6. リソースグリッドファイル (*.mrg)

リソースグリッド (第 3 章参照) の解析結果はリソースグリッドファイルに記述されます。リソースグリッドファイルはヘッダ部とデータ部から成ります。

ヘッダ部

ヘッダ部は Fortran90 のネームリスト形式 (第 5 章 5-1-2. 参照) となっており、ただ一つのネームリスト 'mascot_resource_grid' からなります。パラメータとその意味は以下の表の通りです。

```

wind_energy-resource_grid.mrg - X7帳
ファイル(E) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)
&mascot_resource_grid
ver=1.3,
SW_latitude= 41.00 15.00 4.39,
sw_longitude= 140.00 20.00 23.62,
SW_x_coordinate= -500.0,
SW_y_coordinate= -500.0,
nx=20,
ny=20,
dx= 50.0,
dy= 50.0,
Height= 65.0,
n_wind_direction= 16,
pow_file='Sample_Power_Curve_CT.pow',
/
&DATA
===== ALL WIND DIRECTION ===== 000.0 =====
| x | y | alt. | A | k | U | Annual Power | E | p(%) | A | k | U | Annual Power | E | p(%) | A |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|-500.00|-500.00|0.0|11.64|1.95|10.24|0.65814180E+10|1324.9|1.13|5.26|1.46|5.12|0.17729794E+08|2.1|1.07|5.57|
|-500.00|-450.00|0.0|11.42|1.89|10.11|0.64220421E+10|1290.8|1.14|5.29|1.46|5.14|0.18152458E+08|2.2|1.11|5.61|
|-500.00|-400.00|0.0|11.17|1.83|9.91|0.62138394E+10|1260.4|1.16|5.32|1.47|5.17|0.18611228E+08|2.2|1.13|5.68|
|-500.00|-350.00|0.0|11.17|1.84|9.75|0.61546337E+10|1249.2|1.17|5.35|1.48|5.19|0.18972628E+08|2.3|1.12|5.70|
|-500.00|-300.00|0.0|11.19|1.85|9.65|0.61769708E+10|1247.4|1.18|5.38|1.48|5.21|0.19325144E+08|2.3|1.09|5.72|
|-500.00|-250.00|0.0|11.24|1.86|9.58|0.62440714E+10|1254.2|1.18|5.40|1.49|5.23|0.19578990E+08|2.3|1.05|5.72|
|-500.00|-200.00|0.0|11.34|1.88|9.63|0.63324964E+10|1270.8|1.19|5.42|1.49|5.24|0.19751202E+08|2.3|1.01|5.73|
|-500.00|-150.00|0.0|11.44|1.90|9.71|0.64034248E+10|1289.4|1.19|5.43|1.49|5.25|0.19892022E+08|2.4|0.97|5.74|
|-500.00|-100.00|0.0|11.51|1.91|9.80|0.64417306E+10|1304.0|1.19|5.44|1.50|5.25|0.19963352E+08|2.4|0.92|5.73|
|-500.00|-50.00|0.0|11.54|1.91|9.88|0.64477481E+10|1312.9|1.19|5.44|1.50|5.25|0.19839052E+08|2.3|0.88|5.72|
|-500.00|0.00|0.0|11.52|1.90|9.93|0.64183619E+10|1317.9|1.17|5.43|1.50|5.24|0.19535150E+08|2.3|0.84|5.71|
|-500.00|50.00|0.0|11.46|1.87|10.03|0.63700567E+10|1322.8|1.16|5.41|1.50|5.21|0.19025870E+08|2.2|0.80|5.69|
|-500.00|100.00|0.0|11.55|1.88|10.29|0.64987587E+10|1349.7|1.13|5.36|1.49|5.18|0.18317638E+08|2.2|0.77|5.67|
|-500.00|150.00|0.0|12.01|1.99|10.62|0.68577044E+10|1417.9|1.11|5.30|1.48|5.13|0.17562076E+08|2.1|0.77|5.65|
|-500.00|200.00|0.0|12.27|2.04|10.75|0.70145178E+10|1473.0|1.09|5.24|1.47|5.08|0.16732879E+08|2.0|0.76|5.63|
|-500.00|250.00|0.0|12.31|2.04|10.74|0.70294216E+10|1491.0|1.06|5.18|1.46|5.03|0.15949675E+08|1.9|0.75|5.62|
|-500.00|300.00|0.0|12.35|2.04|10.79|0.70448589E+10|1506.5|1.04|5.11|1.45|4.98|0.15205575E+08|1.8|0.74|5.61|
|-500.00|350.00|0.0|12.41|2.04|10.97|0.71169946E+10|1526.7|1.02|5.06|1.45|4.94|0.14584497E+08|1.7|0.74|5.60|
|-500.00|400.00|0.0|12.62|2.09|11.21|0.73433236E+10|1567.1|1.00|5.01|1.44|4.90|0.14011599E+08|1.7|0.73|5.59|
|-500.00|450.00|0.0|12.86|2.13|11.39|0.75040087E+10|1625.2|0.99|4.97|1.43|4.86|0.13511617E+08|1.6|0.72|5.59|
|-450.00|-500.00|0.0|11.55|1.94|10.13|0.65199836E+10|1297.2|1.15|5.26|1.46|5.11|0.17948514E+08|2.1|1.06|5.45

```

図 5-5 リソースグリッドファイルの例

表 5-4 リソースグリッドファイルのヘッダに記述するパラメータ

パラメータ	意味	型
Ver	バージョン情報	実数
SW_latitude	グリッドの南北隅の緯度	実数×3
SW_longitude	グリッドの南北隅の経度	実数×3
SW_x_coordinate	グリッドの南北隅の x 座標 (解析領域中心基準) (m)	実数
SW_y_coordinate	グリッドの南北隅の y 座標 (解析領域中心基準) (m)	実数
Nx	東西方向のグリッド数	整数
Ny	南北方向のグリッド数	整数
Dx	東西方向のグリッド間隔 (m)	実数
Dy	南北方向のグリッド間隔 (m)	実数
Height	地表面からの高さ (m)	実数
n_wind_direction	解析した風向の数	整数

データ部

データ部は'&DATA'と書かれた 1 行から始まります。各行がリソースグリッド上の各点に対応し、各列に全風向及び各風向における平均風速、ワイブルパラメータ、年間発電量、風力エネルギー密度が記述されています。

5-1-7. WAsP スタイルリソースグリッドファイル (*.wrg)

MASCOT Energy は WAsP スタイルのリソースグリッドファイル (*.wrg) の出力もサポートしています。フォーマットは以下の通りです。WAsP スタイルのリソースグリッドファイルの例を図 5-6 に示します。

表 5-5 WAsP スタイルリソースグリッドファイル (*.wrg) の基本フォーマット

行数	パラメータ
1 行目	Nx、Ny、Xmin、Ymin、{cell size} Nx : X 方向 (東西) のメッシュ数 Ny : Y 方向 (南北) のメッシュ数 Xmin : グリッド範囲の左下隅の X 座標値[m] Ymin : グリッド範囲の左下隅の Y 座標値[m] {cell size} : メッシュサイズ[m]
2 行目	site 番号 1 の解析結果 (グリッド範囲の左下隅を基準とし、X、Y=1、1)
3 行目	site 番号 2 の解析結果 (グリッド範囲の左下隅を基準とし、X、Y=1、2)
...	...
n+1 行目	site 番号 n の解析結果 (グリッド範囲の左下隅を基準とし、X、Y=Nx、Ny)

表 5-6 WAsP スタイルリソースグリッドファイル (*.wrg) の詳細フォーマット

カラム	カラム数	内容
01-10	10	site およびグリッドを特定するテキスト
11-20	10	site の X 座標値 (東西) [m]
21-30	10	site の Y 座標値 (南北) [m]
31-38	8	site の Z 座標値 (標高) [m]
39-43	5	地表面上の解析高さ (a.g.l.) [m]
44-48	5	全風向のワイブルパラメータ A[m/s]
49-54	6	全風向のワイブルパラメータ k
55-69	15	風力エネルギー密度[W/m ²]または年間発電量[Wh/year]
70-72	3	解析風向分割数
73-76	4	風向セクター番号 1 の発生頻度[%]
77-80	4	風向セクター番号 1 のワイブルパラメータ A[m/s]
81-85	5	風向セクター番号 1 のワイブルパラメータ k
86-98	13	カラム 73-85 と同じ。ただし、風向セクター番号 2
...
268-280	13	カラム 73-85 と同じ。ただし、風向セクター番号 16

wind_energy-resource_grid.wrg - 帳

ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)

	20	20	-500.0000	-500.0000	50.00000												
GridPoint	-500	-500	0	65.011.64	1.95	1325	16	11	53	146	11	56	199	35	44	180	
GridPoint	-450	-500	0	65.011.55	1.94	1297	16	11	53	146	11	54	195	30	42	189	
GridPoint	-400	-500	0	65.011.44	1.93	1264	16	12	52	146	10	52	181	24	36	211	
GridPoint	-350	-500	0	65.011.31	1.93	1230	16	12	52	146	9	51	180	21	25	226	
GridPoint	-300	-500	0	65.011.16	1.92	1188	16	12	52	146	7	49	193	19	16	226	
GridPoint	-250	-500	0	65.011.04	1.92	1153	16	12	51	145	7	51	196	20	17	121	
GridPoint	-200	-500	2	65.010.92	1.91	1117	16	12	48	142	7	46	195	35	23	133	
GridPoint	-150	-500	12	65.011.35	1.95	1223	16	12	43	135	5	38	191	36	38	146	
GridPoint	-100	-500	32	65.012.78	2.05	1660	16	11	44	138	5	43	185	28	59	150	
GridPoint	-50	-500	45	65.013.85	2.06	2101	16	8	48	142	7	51	180	30	71	161	
GridPoint	0	-500	39	65.013.46	1.98	2013	16	7	47	139	9	47	171	33	73	164	
GridPoint	50	-500	27	65.012.14	1.81	1639	16	6	42	139	9	40	165	32	69	170	
GridPoint	100	-500	21	65.011.54	1.79	1432	16	19	26	115	9	37	172	27	63	182	

図 5-6 WAsP スタイルリソースグリッドファイル (*.wrg) の例

・データ並び (数値はデータ部レコード番号)

西 → 東					● 北西端
1	2	3	4	...	100
101	102	103	104	...	200
201	202	203	204	...	300
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮
9001	9002	9003	9004	...	10000
					● 南西端

北
↓
南

・データ内容の例

135.0000	34.0000	136.0000	35.0000	100 100	ヘッダ部
1	1	0.0000	7.8400	8.0802	8.2400
2	1	0.0000	7.8840	8.1274	8.2840
3	1	0.0000	7.8775	8.1244	8.2745
4	1	0.0000	7.8747	8.1177	8.2679
5	1	0.0000	7.8650	8.1121	8.2621
6	1	0.0000	7.8555	8.0955	8.2455
7	1	0.0000	7.8453	8.0853	8.2354
8	1	0.0000	7.8380	8.0780	8.2283
9	1	0.0000	7.8330	8.0730	8.2230
10	1	0.0000	7.8159	8.0535	8.2036
11	1	0.0000	7.8060	8.0386	8.1889
⋮					
⋮					
⋮					
⋮					
100 100	195.0000	4.3481	4.8066	5.1044	

データ部
10000 レコード

NEDO-DBの風配図数値データのフォーマットは以下のとおりです。ダウンロードしたデータはLHA形式で圧縮されています。

・データ内容の例

016221	i= 20	j= 100	hgt(m)= 30	lon= 140.3583	lat= 41.2481													
0.14	0.07	0.21	0.14	0.07	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00	0.21	0.14	0.00	0.21	0.07	0.00	1.50	1.50	
0.29	0.14	0.29	0.14	0.29	0.07	0.21	0.43	0.21	0.00	0.07	0.21	0.21	0.07	0.29	0.14	3.06	4.56	
0.14	0.21	0.29	0.43	0.29	0.57	0.57	0.07	0.21	0.14	0.14	0.29	0.14	0.00	0.21	0.21	3.92	8.48	
0.00	0.07	0.71	0.57	0.71	0.64	0.29	0.36	0.50	0.78	0.50	0.50	0.07	0.14	0.29	0.64	6.77	15.25	
0.29	0.14	0.78	0.57	0.78	0.36	0.29	0.50	0.71	0.71	0.78	0.50	0.21	0.36	0.43	0.36	7.77	23.02	
0.21	0.21	1.64	1.21	1.00	0.50	0.43	0.07	0.29	0.86	1.07	0.43	0.21	0.57	0.64	0.07	9.41	32.43	
0.21	0.21	1.07	1.21	1.57	0.78	0.29	0.36	0.57	0.93	1.21	0.78	0.64	1.21	1.14	0.14	12.33	44.76	
0.14	0.29	0.29	1.07	1.78	1.28	0.00	0.00	0.86	1.14	1.71	1.00	1.07	1.57	0.57	0.07	12.83	57.59	
0.07	0.21	0.14	0.43	0.78	0.64	0.14	0.07	0.50	0.93	2.28	1.14	1.00	0.86	0.29	0.00	9.48	67.07	
0.07	0.00	0.00	0.14	1.28	0.21	0.14	0.21	0.64	1.57	0.71	1.43	1.85	0.57	0.21	0.00	9.05	76.12	
0.00	0.07	0.00	0.14	1.78	0.07	0.07	0.07	0.57	1.14	0.78	1.07	2.07	1.28	0.21	0.00	9.34	85.46	
0.00	0.00	0.21	0.14	0.78	0.00	0.00	0.00	0.29	0.93	0.57	1.43	0.86	0.29	0.07	0.00	5.56	91.02	
0.00	0.00	0.21	0.14	0.50	0.07	0.00	0.07	0.93	1.50	1.78	1.71	1.35	0.71	0.00	0.00	8.98	100.00	
1.57	1.64	5.84	6.34	11.62	5.20	2.64	2.21	6.27	10.62	11.83	10.62	9.69	7.84	4.42	1.64	100.00		
4.49	5.44	5.48	6.11	7.69	6.12	4.45	5.12	7.92	8.60	8.34	8.85	9.41	8.11	6.09	3.92	7.53		

1 レコード目：ヘッダ（エリア番号, i=X 方向メッシュ番号, j=Y 方向メッシュ番号, hgt (m) =地上高, lon=経度 (度単位), lat=緯度 (度単位)）

2 レコード目：風速 1.0 未満の風向別出現率 (%)

3 レコード目：風速 1.0 以上 2.0 未満の風向別出現率 (%)

4 レコード目：風速 2.0 以上 3.0 未満の風向別出現率 (%)

5 レコード目：風速 3.0 以上 4.0 未満の風向別出現率 (%)

6 レコード目：風速 4.0 以上 5.0 未満の風向別出現率 (%)

7 レコード目：風速 5.0 以上 6.0 未満の風向別出現率 (%)

8 レコード目：風速 6.0 以上 7.0 未満の風向別出現率 (%)

9 レコード目：風速 7.0 以上 8.0 未満の風向別出現率 (%)

10 レコード目：風速 8.0 以上 9.0 未満の風向別出現率 (%)

11 レコード目：風速 9.0 以上 10.0 未満の風向別出現率 (%)

12 レコード目：風速 10.0 以上 11.0 未満の風向別出現率 (%)

13 レコード目：風速 11.0 以上 12.0 未満の風向別出現率 (%)

14 レコード目：風速 12.0 以上の風向別出現率 (%)

15 レコード目：全データの風向別出現率 (%)

16 レコード目：全データの風向別平均風速 (m/s)

なお、データの横方向の並びは風向 1~16、全風向、全風向累計の 18 列

風向 1=NNE、2=NE.....16=N

※フォーマットの詳細については、[局所風況マップシステム操作説明書平成 16 年度版 \(NEDO\)](http://www2.infoc.nedo.go.jp/nedo/局所風況マップシステム操作説明書平成16年度版(NEDO))

([http://www2.infoc.nedo.go.jp/nedo/局所風況マップシステム操作説明書平成 16 年度版.pdf](http://www2.infoc.nedo.go.jp/nedo/局所風況マップシステム操作説明書平成16年度版.pdf)) を参照してください。

NEDO-DB 変換後のファイルの例は図 5-7 に示します。

```

016221_020_100_1m.mwt - メモ帳
ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)
&mascot_windclimate_table
ver = 1.4,
description = 'LAWEPS_016221_h30m',
latitude = 41.000000 14.000000 53.160000,
longitude = 140.000000 21.000000 29.880000,
height = 30.000000,
elevation = 0.000000,
n_bin_class = 31,
n_wind_direction = 16,
variable = 'probability',
source_type = 'atlas',
n_anal_year = 0,
n_anal_month = 0,
n_anal_hour = 0,
/
&tsc_files
n_in_file = 1,
in_file(1) = '',
first_low = 1,
read_to_end = .true.,
out_file = '',
/
&tsc_condition
u_clmn = 0,
u_ofst = 0.000000,
u_mtpl = 1.000000,
u_uplim = 90.000000,
u_lwlim = 0.000000,
d_clmn = 0,
d_ofst = 0.000000,
d_mtpl = 1.000000,
d_uplim = 360.000000,
d_lwlim = 0.000000,
y_clmn = 0,
m_clmn = 0,
da_clmn = 0,
h_clmn = 0,
mi_clmn = 0,
time_definition = 'end',
/
&DATA
LAWEPS_016221 (TOTAL)
41.15 140.21 30.0
16 1.00 0.00
1.6 1.6 1.6 1.6 5.8 6.3 11.6 5.2 2.6 2.2 6.3 10.6 11.8 10.6 9.7 7.8 4.4
1.0 0.0 89.2 42.7 36.0 22.1 8.0 0.0 79.5 194.6 33.5 0.0 17.8 13.2 0.0 26.8 15.8
2.0 85.4 184.7 85.4 49.7 22.1 25.0 13.5 79.5 194.6 33.5 0.0 5.9 19.8 21.7 8.9 65.6
3.0 128.0 89.2 128.0 49.7 67.8 25.0 109.6 215.9 31.7 33.5 13.2 11.8 27.3 14.4 0.0 47.5
4.0 390.2 0.0 42.7 121.6 89.9 61.1 123.1 109.8 162.9 79.7 73.4 42.3 47.1 7.2 17.9 65.6
5.0 219.5 184.7 85.4 133.6 89.9 67.1 69.2 109.8 226.2 113.2 66.9 65.9 47.1 21.7 45.9 97.3
6.0 42.7 133.8 128.0 280.8 190.9 86.1 96.2 162.9 31.7 46.3 81.0 90.4 40.5 21.7 72.7 144.8
7.0 85.4 133.8 128.0 183.2 190.9 135.1 150.0 109.8 162.9 90.9 87.6 102.3 73.4 66.0 154.3 257.9
8.0 42.7 89.2 176.8 49.7 168.8 153.2 246.2 0.0 0.0 137.2 107.3 144.5 94.2 110.4 200.3 129.0
9.0 0.0 44.6 128.0 24.0 67.8 67.1 123.1 53.0 31.7 79.7 87.6 192.7 107.3 103.2 109.7 65.6
10.0 0.0 44.6 0.0 0.0 22.1 110.2 40.4 53.0 95.0 102.1 147.8 60.0 134.7 190.9 72.7 47.5
11.0 0.0 0.0 42.7 0.0 22.1 153.2 13.5 26.5 31.7 90.9 107.3 65.9 100.8 213.6 163.3 47.5
12.0 0.0 0.0 0.0 36.0 22.1 67.1 0.0 0.0 0.0 46.3 87.6 48.2 134.7 88.8 37.0 15.8
13.0 0.0 0.0 0.0 12.7 7.8 15.2 4.7 0.0 11.2 52.3 49.8 53.1 56.8 49.2 32.0 0.0
14.0 0.0 0.0 0.0 8.8 5.4 10.6 3.3 0.0 7.8 36.4 34.7 36.9 39.5 34.2 22.2 0.0

```

図 5-7 NEDO-DB 変換後のデータ (*.mwt) の詳細フォーマット

変換後のデータ (*.mwt) フォーマットは 5-1-3. の図 5-3 を参照してください。

- ※ 付属のサンプルデータは日本測地系（平成 16 年度版）のデータです。
現在ダウンロード可能なデータは世界測地系ですのでご注意ください。

5-2. MASCOT Energy エラーメッセージ集

本節では MASCOT Energy の解析時に表示されるエラーメッセージについて解説します。表 5-7 には、以下の項で示されるエラーメッセージのエラー属性一覧を示します。

表 5-7 エラーメッセージ属性の説明

エラー属性	説明
A	ライセンスに関するエラー
B	オプションに関するエラー
C	地図ファイル (*.mmp ファイル) に関するエラー
D	ケースファイルに関するエラー
E	Restart に関するエラー これらのエラーが出た場合には、Restart に必要なファイルが不足しているか、壊れているため、Restart ができません。
F	計算結果に関するエラー これらのエラーが出た場合には、計算結果に必要な情報が不足しているか、壊れているため、読み込みができません。再計算が必要です。
G	計算結果に関するエラー
H	時系列観測データファイルに関するエラー
I	観測風況ファイル (*.tab ファイル) に関するエラー
J	観測地点、風車建設地点に関するエラー
K	観測風況ファイル (*.mwt ファイル) に関するエラー
L	リソースグリッドモードに関するエラー
M	パワーカーブファイルに関するエラー
N	MASCOT Basic の計算結果ファイルに関するエラー MASCOT Basic の計算結果ファイルが壊れている可能性があります。
O	ウェイクロスの計算エラー

表 5-8 MASCOT TSA Wizard に関するエラーメッセージ一覧表

エラー番号	エラーメッセージ	説明	属性
101	USB license key is missing.	USB ライセンスキーが挿入されていないか、 mascot_tsa.exe を実行する権利がありません。	A
102	unknown options	無効なオプションが設定されています。	B
104	casefile not found	ケースファイル (mascot.min) が存在しません。	D
105	Error while reading casefile, nml:tsa_general	ケースファイルの読み込みエラー。 (&tsa_general 部分)	D
106	Error while reading casefile, nml:tsa_files	ケースファイルの読み込みエラー。 (&tsa_files 部分)	D
107	Error while reading casefile, nml:tsa_condition	ケースファイルの読み込みエラー。 (&tsa_condition 部分)	D
108	Error while reading casefile, nml:tsa_bin_settings	ケースファイルの読み込みエラー。 (&tsa_bin_setting 部分)	D
111	Unsupported analysis type	出力フォーマットタイプがサポート外です。 Mascot_tsa.min の中出力モード advanced_analysis は 1 以上を設定した場合表示されます。	D
112	n_in_file invalid	n_in_file の値が無効。(n_in_file=0)	D
113	input file empty	観測データファイルを設定してありません。	D
114	last row must be specified if not read_to_end	read_to_end=false を選択時は、データ最後の行 (last_row) を指定しなければなりません。	D
115	u_clmn is empty	風速データ列の指定がありません。 u_clmn = 0	D
116	d_clmn is empty	風向データ列の指定がありません。 d_clmn = 0	D
117	year must be specified if yearly	年計算をするときは年データの設定が必要です。	D
118	y_clmn is empty	年データ列の指定がありません。	D
119	m_clmn is empty	月データ列の指定がありません。 m_clmn = 0	D
120	h_clmn is empty	時間データ列の指定がありません。 h_clmn = 0	D
121	output file is empty	出力ファイルの指定がありません。	D
131	Input file not found	観測データが存在しません。	H
132	Error. While reading input file	観測データの読み込み時に誤りがあります。	H
133	Error. While reading wind speed in input file	観測データの読み込み時に誤りがあります。 (風速データ)	H
134	Error. While reading wind direction in input file	観測データの読み込み時に誤りがあります。 (風向データ)	H
135	Error. While reading year in input file	観測データの読み込み時に誤りがあります。 (年データ)	H
136	Error. While reading month in input file	観測データの読み込み時に誤りがあります。 (月、日データ)	H
137	Error. While reading hour in input file	入力ファイルの読み込み時に誤りがあります。 (時間データ)	H

表 5-9 MASCOT Energy に関するエラーメッセージ一覧表

エラー番号	エラーメッセージ	説明	属性
101	USB license key is missing	USB ライセンスキーが挿入されていません。USB ライセンスキーが挿入されているにもかかわらずこのメッセージが出る場合は、ライセンスキーのドライバが正しくインストールされているかどうかを確認してください。また、計算中にキーを抜くことによってもこのメッセージが出ます。計算中にキーを抜くと、計算が止まりますので、絶対に抜かないようにしてください。	A
102	unknown options	無効なオプションが設定されています。	B
103	Basic casefile not found.	MASCOT Basic のケースファイルがありません。	D
104	Error while reading basic casefile.	MASCOT Basic のケースファイルに誤りがあります。	D
105	Energy casefile not found.	MASCOT Energy のケースファイルがありません。	D
106	Error while reading energy casefile.	MASCOT Energy のケースファイルに誤りがあります。	D
107	Error. [log-meshnumber] file not found.	[log-meshnumber]ファイルがありません。	D
108	Error. USB License key is not valid.	USB License キーは、有効ではありません。	A
109	Demo Version Error.	デモバージョンでサポートしていないプロジェクトです。デモバージョンではインストールされたサンプルデータのみ有効です。	A
110	Error. Power Curve File must be specified if use height in power curve file.	パワーカーブの高さを使用するならば、パワーカーブファイルの指定が必要です。	D
111	WAsP style (*.tab) file error. File not found.	WAsP タイプ風況ファイル (*.tab) が見つかりません。	I
112	WAsP style (*.tab) file error. Error while reading observed wind climate file.	指定した WAsP タイプ風況ファイルのヘッダ部分に誤りがあります。	I
113	WAsP style (*.tab) file error. Number of wind direction sector is not consistent with input file.	風向セクターの数は入力ファイルと一致していません。	I
115	Site error. This position type is not supported.	この位置タイプは、サポートされません。	J
116	Site error. Specified observation site, turbine site or resource grid is out of computational domain.	指定した観測地点、風車建設地点あるいはリソースグリッドの領域が MASCOT Basic で解析した領域の外側にあります。観測地点及び風車建設地点は MASCOT Basic で解析した領域内部になければなりません。	J
117	Reference site height is not appropriate.	風況参照地点の高さが適切ではありません。	J
118	Turbine site height is not appropriate.	風況予測地点の解析高さが適切ではありません。	J
119	Resource Grid height is not appropriate.	Resource Grid の解析高さが適切ではありません。	J
121	Error. Wind climate file not found.	指定した観測風況ファイルがありません。指定した観測風況ファイルが存在するかどうか確認してください。	K
122	Error while reading mwt file header.	指定した観測風況ファイルのヘッダ部分に誤りがあります。	K
123	Error. Variables in *.mwt file is not a 'probability'	*.mwt ファイルにある変数は、有効ではありません。	K
124	Error. Data part delimiter not found in *.mwt file.	*.mwt ファイルにデータ部分の区切りはありません。	K
125	Error while reading data part of *.mwt file	*.mwt ファイルのデータ部分の読み込み中に誤りがあります。	K
130	rg_mode must be 0 or 1	リソースグリッドモードは 0 または 1 設定してください。	L
140	Power Curve file not found.	パワーカーブがありません。	M
141	Error During reading power curve file	パワーカーブの読み込み中に誤りがあります。	M
201	3D file error. Mesh file does not exist.	メッシュファイルがありません。	N
240	Error. SOR not converged.	解析が発散しました。	G
2111	The 'Thrust factor' is not found in the Power curve file.	パワーカーブファイルにスラスト係数がありません。	O

第6章 Reference (参考文献)

- 1) 山口敦, 石原孟, 藤野陽三, 力学統計的局所化による新しい風況予測手法の提案と実測による検証, 土木学会論文集
A Vol.62 / No.1, pp.110 - 125, 2006.1

力学統計的局所化による新しい風況予測手法の 提案と実測による検証

山口敦¹・石原孟²・藤野陽三³

¹正会員 東京大学助手 大学院工学系研究科総合研究機構(〒113-8656 東京都文京区弥生2-11-16)

E-mail: atsushi@bridge.t.u-tokyo.ac.jp

²正会員 東京大学助教授 大学院工学系研究科総合研究機構(同上)

E-mail: ishihara@bridge.t.u-tokyo.ac.jp

³フェロー会員 東京大学教授 大学院工学系研究科社会基盤学専攻(〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1)

E-mail: fujino@bridge.t.u-tokyo.ac.jp

本研究では数値流体解析に基づく風工学の手法と地域気象解析に基づく気象学の手法を融合することにより、現地観測によらない力学統計的局所化手法を提案し、青森県竜飛岬において観測データを用いて検証を行った。その結果、以下の結論を得た。津軽海峡では夏季に大気の成層により風の収束が起こり、竜飛岬付近では1年を通じて風速が高い。数値流体解析と標準実風況変換により、局所地形による風況の空間分布が再現され、竜飛ウインドファームにおける年平均風速の平均予測誤差は7.6%であった。また空間的条件付ネスティング手法を用いた場合と比較すると、龍飛崎灯台の年平均風速の予測誤差は29.8%から4.6%に改善され、時間的条件付きネスティング手法を用いた場合と比較すると、月平均風速の予測誤差は19.3%から5.9%に改善された。

Key Words: wind climate assessment, dynamical statistical downscaling, idealizing and realizing approach, mesoscale model, micro-scale model

1. はじめに

社会基盤構造物の維持管理、重要文化財の保全、鉄道の運行管理、風力発電所の立地地点選定に際し、対象地点においてどの程度の風が、どの風向から、どのくらいの頻度で吹くのかといった風の統計的性質を精度よく予測することが重要である。特にわが国の国土の4分の3は地形が急峻な山地であり、風況は場所によって大きく変化するため、空間的に高解像度での数値流体解析に基づく風況予測が必要である。

複雑地形中の局所風況を予測する手法は風工学的な手法と地域気象解析に基づく気象学的な手法に大別される。風工学的な手法ではまず、対象地点近傍の局所地形や地表面粗度が流れ場に与える影響を考慮するために気流分布の数値予測を行う。次に、予測された気流分布と対象地点付近の風観測データから対象領域内の任意の点における風の統計的性質を求める。

風工学的手法は、これまでに数多くの適用例^{1)~12)}があり、風工学や風力エネルギーの分野で広く使われているが、いくつかの問題点も残されている。まず、最低1

年間の風観測が必要であるため、コストと時間がかかるという問題点が挙げられる。また、風速計の設置場所によっては対象地域を代表する風速が得られないという問題もある⁷⁾。たとえば風速計が周囲の建物、森林などの障害物の影響を強く受ける場所に設置されている場合、観測された風速データは対象地域の風速特性を代表できず、このデータから推定された地域内の他の地点の風況は実際の風況と異なる。同様に急峻な地形による剥離域や流れの収束域に設置されていた場合も、得られた風配から地形の影響を受けていない場所の風配を正しく推定することは困難であり、このような観測データから推定された他の地点の風況には大きな誤差が含まれる。

風工学的な風況予測手法の短所を補うために、気象解析に基づく気象学的な予測手法^{13)~17)}が提案されてきた。これらの手法は実際の境界条件や大気状態をコンピュータにより再現し、実際の風速の時系列データをシミュレーションする手法であり、風向・風速の時系列観測データを必要としないという長所がある。

Frank et al.¹³⁾ は地衡風仮定に基づく予測手法を提案

した。この手法ではまず全球モデルの客観解析データにより求められたいくつかの風向と大気安定度に対してメソスケール気象モデルKAMM¹⁸⁾による準定常解析を行い、水平解像度数キロの地域風況を求めた。次にマイクロスケールモデルWAsP¹⁹⁾により微細地形と地表面粗度の影響を考慮した局所風況を求めた。この手法はすでに、デンマーク、アイルランド、ポルトガル、フェロー諸島における数値風況マップの作成に適用され、観測によらない風況予測を実現した。しかし、この手法を日本のような局地循環が卓越する地域に適用すると予測精度が低下するという問題がある。

一方、日本においてはこの問題を解決するためにメソスケール気象モデルに基づく条件付きネステイングにより風況予測手法が提案されてきた。谷川ら¹⁶⁾は全球モデルの客観解析値を境界条件とし、メソスケール気象モデルLOCALSを用い、水平解像度500mの気象解析により福島県郡山市の台地において風況予測を行うとともに観測データと比較することによりその有効性を示した。しかし500mの水平解像度は複雑地形に対しては必ずしも十分ではないことが指摘されている²⁰⁾。Hayashi et al.¹⁴⁾はメソスケール気象モデルANEMOSにより水平解像度1kmの風況を求めた後、1年のうち6日おきに61日、1日のうち6時間おき4つの時刻の計244ケースを対象とし²¹⁾、マイクロスケールモデルによる間欠的な解析を行い、和歌山県潮岬における局所風況予測を行うとともに観測と比較することにより年平均風速の予測誤差が5%以下であることを実証し²²⁾、局所風況予測システムLAWEPSを構築した。しかし、この手法はデータの時間的間欠性が大きい風況の月変化の予測精度が低下するという問題がある。

本研究ではこれらの問題点を解決するために、風工学的な手法と気象学的手法を融合することにより力学統計的局所化と呼ばれる新しい風況予測手法を提案する。次に、メソスケール気象モデルを用い時系列解析を行うことにより、青森県竜飛岬における局地風の発生メカニズムを明らかにするとともに、竜飛岬における地域風況を求める。そして風工学的な手法を用いて地域風況から微細地形の影響を考慮に入れた局所風況を求め、風観測データと比較することによりその予測精度を検証する。最後に各種の風況予測手法との比較を行い、既存の予測手法の問題点と予測精度を明らかにする。

表-1 従来の局所風況予測手法の比較

手法	特徴
空間的条件付ネステイング手法	<ul style="list-style-type: none"> マイクロスケールモデルによる解析を省略することにより計算時間を短縮 全てのメソスケールの気象現象を再現 微細地形の影響を再現できない
時間的条件付ネステイング手法	<ul style="list-style-type: none"> 間欠的な解析により計算時間を短縮 局地循環と微細地形の効果を考慮 時間解像度が不十分のため風況の月変化の予測精度が低下
地衡風仮定に基づく手法	<ul style="list-style-type: none"> 総観スケールの気象現象を統計処理することにより計算時間を短縮 全ての総観スケールの気象現象を再現 局地循環を再現できない

2. 力学統計的局所化手法の提案

局所風況はメソスケールからマイクロスケールまでの様々なスケールの気象現象の重ね合わせの結果であるため、局所風況予測には熱・流体力学の方程式により、これらの全てのスケールの気象現象を再現することが最も理想的であり、ネステイングと呼ばれる気象学的手法により局所風況予測が実現可能である。しかし、この手法を用いて工学的に必要とされる10m~50m程度のマイクロスケールの気象現象を再現するには膨大な計算時間を要するため、何らかのモデル化による計算時間の短縮が必要となる。表-1に従来の各種予測手法における計算時間の短縮方法と特徴を示す。

空間的条件付ネステイング手法を用いた谷川ら¹⁶⁾の方法ではマイクロスケールモデルへのネステイングを省略することにより解析時間の短縮を行ったため、水平方向の最小解像度は500mとなり、局所地形による流れの剥離、風向の変化などの現象を再現することができない。

また時間的条件付ネステイングを用いたHayashi et al.¹⁴⁾の方法ではマイクロスケールへのネステイングを行う際に間欠的な解析を行うことにより解析時間の短縮を行ったため、時間解像度が不十分であり、風速の月変化の再現性が低下する。また、解析時間はPC1台を用い、1km四方の領域を水平解像度10mの格子で計算する場合に約2ヶ月という長い時間が必要であり²³⁾、実用面において課題が残されている。

一方、地衡風仮定に基づくFrank et al.¹³⁾の手法では、Frey-Buness et al.²⁴⁾によって提案された統計力学的局所化(Statistical Dynamical Downscaling)に基づき、総観スケールの現象を統計処理することにより計算時間の短縮を実現した。この手法は全球モデルの客観解析値を直接統計処理した後、各パターンに対し力学的な解析

参考文献 1

土木学会論文集 A Vol.62 No.1, 110-125, 2006. 1

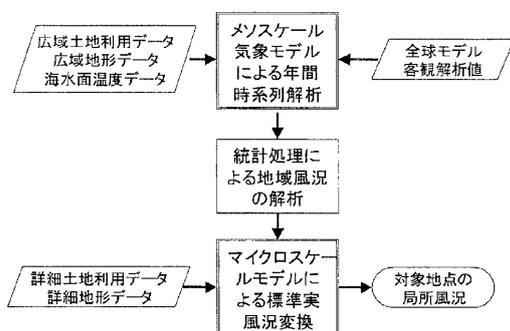


図-1 力学統計的局所化手の流れ

を行うため統計力学的局所化と名付けられている。

しかし、この手法では放射などの日変化が考慮されていないため、メソスケールの特徴的な現象である海陸風、山谷風などの局地循環を再現することができないという問題点がある。また微細な地形の影響を考慮するために、マイクロスケールモデルとして線形モデルWASPを用いているが、日本のように急峻で地形が複雑な地域ではWASPにより予測された風速は山のより斜面で増速を過大評価し、山の背後の剥離を再現できないため、予測精度が低下することが指摘されている²⁵⁾。

本研究では上述したこれらの手法の長所を包含し、メソスケール気象モデルを用い局地循環の効果を再現するとともに、時間的に間欠的な解析を行わないことにより風況の月変化を再現可能とし、マイクロスケールモデルを用いることにより局所地形の効果を再現可能な手法を提案する。

図-1に本手法の流れを示す。まず、全球モデルの客観解析値を初期・境界条件とし、メソスケール気象モデルRAMS²⁶⁾を用い、1年間にわたり時系列解析を行うことにより、水平1km程度の解像度を持つ1年分の時系列風速データを得る。この風速データには海陸風、山谷風などの局地循環、大気成層による局地風、水平スケール1km以上の地形や地表面粗度変化による影響が含まれている。また1年分の10分ごとのデータが求められているため、風況の月変化も再現されている。このように得られた風には1km以下のスケールの詳細地形の影響は含まれていない。

次にメソスケール気象モデルにより求めた年間風速・風向の時系列データを統計処理することにより、風速・風向別の出現頻度、すなわち風況を求める。本研究ではメソスケール気象モデルによって求めた風況を地域風況と呼ぶ。

最後に水平解像度1km以下のスケールの微細地形

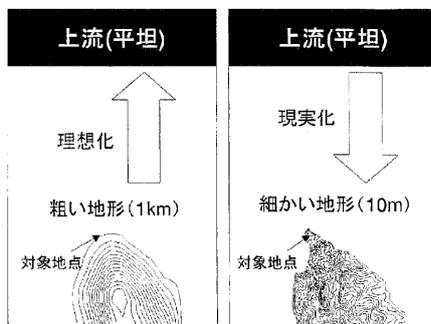


図-2 標準実風況変換の概念図

の影響を取り入れるため、マイクロスケールモデルとして非線形風況予測モデルMASCOT²⁷⁾を用い、地域風況を微細地形の効果を考慮に入れた局所風況に変換する。この際、微細地形の効果は風向のみに依存すると仮定し、MASCOTを用いた定常解析により微細地形の影響を風向別に評価する。本手法における解析ケースは16風向に対応する16ケースのみとなり、マイクロスケールモデルを条件付ネスティングするHayashi et al.の手法に比べ、解析時間は大幅に短縮される。

地域風況にはメソスケール気象モデルによって解像可能な1km程度の水平解像度を有する粗い地形の効果が含まれている。この粗い地形の効果を除去し、さらに実際の微細地形の効果を反映させるために本研究では標準実風況変換手法と呼ばれる手法を提案する。

図-2はその概念図である。まず、メソスケール気象モデルで用いた1km程度の水平解像度を持つ粗い地形と地表面粗度を用いて非線形風況予測モデルMASCOTによる気流解析を行うことにより、地域風況から1km程度のスケールの地形や地表面粗度の影響を取り除くことにより粗度一様・地形平坦な上流領域での風況を求める(図-2(a))。このようにして求めた仮想的な上流領域での風況を標準風況と呼ぶ。標準風況には海陸風、山谷風などの局地循環の効果は含まれているが、微細地形の効果は含まれていない。次に10m~50m程度の水平解像度を持つ地形と地表面粗度を用いてMASCOTによる解析を行い、標準風況を微細地形の効果を含む局所風況へと変換する(図-2(b))。このようにして求められた局所風況には海陸風、山谷風などの局地循環の影響が含まれると同時に、流れの剥離、地形による風向の変化なども考慮されたものとなっている。また、計算時間は従来のネスティングに比べて大幅に短縮されると同時に時間的に間欠的なサンプリングを行わないことで、月別の局所風況に対しても精度の高い予測が可能である。本手法の詳細については5章で説明する。

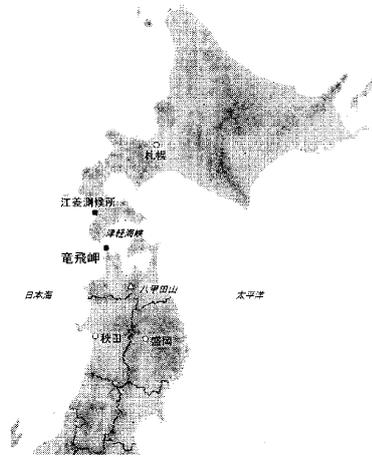


図-3 竜飛岬の位置

以上のように本手法は、力学的な解析を行った後に統計処理を行うため、従来の統計力学的局所化手法と逆に力学統計的局所化と呼ぶこととする。

3. 対象地域の風況特性

本研究で提案した風況予測手法の有用性を示すために、局地循環を代表する局地風の影響と急峻な微細地形の影響を同時に受けている竜飛岬を評価の対象とした。竜飛岬は青森県津軽半島先端に位置し(図-3)、年間を通じて強い風が吹いている。竜飛岬先端に位置する海上保安庁の龍飛崎灯台(図-4)における年間平均風速は10.1m/sに達する。竜飛岬にはこの強風を生かし、集合型風力発電基地「竜飛ウィンドパーク」が東北電力により建設されている。またウィンドパーク内の風速を調べるために、各風車のナセル上に風速計が設置され、高密度な風観測が行われている。以下、本研究の対象地域である竜飛岬の風況特性について述べる。

風況はある地点における風の統計値であり、様々な表現が可能である。最も簡単な表現方法として年あるいは月平均風速が挙げられる。年平均風速は対象地点における風の強弱の一つの目安となるが、実際の応用を考える際にはより詳細な情報が必要となる。例えば、風力発電量は風速の関数であるため、風力発電所の計画において期待できる発電量を予測するには風速別の出現頻度が必要となる。さらにウィンドファーム内の風車の後流の影響を考慮するためには風向別の出現頻度、



図-4 龍飛崎灯台

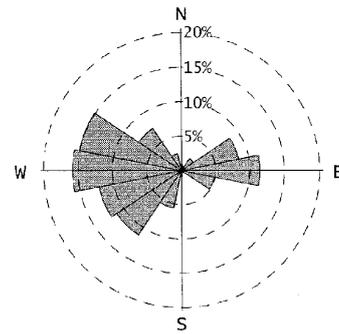


図-5 1997年の龍飛崎灯台における風向別出現頻度

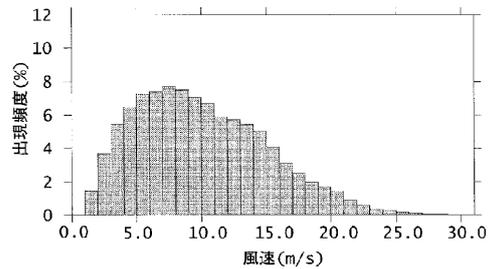


図-6 1997年の龍飛崎灯台における風速階級別出現頻度

すなわち風配も重要となる。また、鉄道の運行管理においてはある閾値を超える風速の出現頻度が重要となる。本研究では風況として年間あるいは月間の風向・風速別の出現頻度を用いることにより、年または月平均風速、風配、風速階級別出現頻度を算出する。ただし、風向別・風速階級別の出現頻度は2変数の関数であり、精度の評価が困難であるため、風向・風速別の出現頻度から年または月平均風速、風向別出現頻度、風速階級別出現頻度を算出し、精度の評価に用いた。

図-5には1997年の龍飛崎灯台における風向別出現頻度を示す。西風を中心に西北西、西南西の風の出現頻度が高く、これら3つの風向の出現頻度を合わせると全体の半分近い43.1%となる。また、西風に次いで東風の出現頻度も高く、東風とその両側、東北東と東南東を

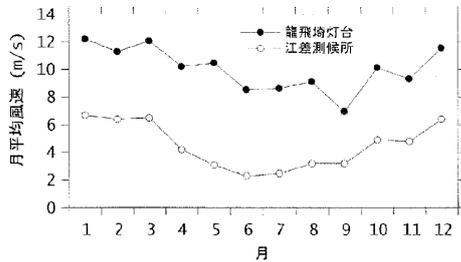


図-7 1997年の龍飛崎灯台と江差測候所における月平均風速

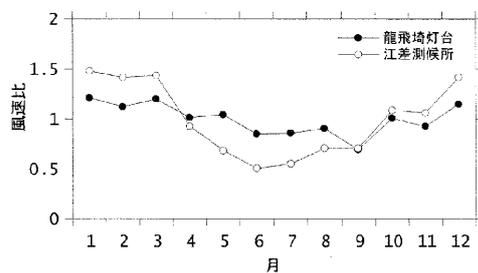


図-8 1997年の龍飛崎灯台と江差測候所における年平均風速に対する月平均風速の比

合わせた出現頻度は24.9%となっている。一方、北あるいは南の風はほとんど観測されない。図-6には風速階級別の出現頻度を示す。風速15m/sを越える強風が高頻度で観測されていることがわかる。

竜飛岬の強風特性を明らかにするために、龍飛崎灯台における1997年の月別平均風速と近隣の気象官署の一つである江差測候所(図-3)における同年の月別平均風速とを比較し、その結果を図-7に示す。黒丸が龍飛崎灯台、白丸が江差測候所における月平均風速を示す。風速計の地上高さは龍飛崎灯台が20.0m、江差測候所が19.4mとほぼ同じであるが、明らかに龍飛崎灯台の方が風速が高い。また龍飛崎灯台、江差測候所ともに冬季に風速が高く、夏季に風速が低いが、竜飛岬灯台において夏季に風速が減速する割合は江差測候所に比べ小さい。このことを詳しく示すために月平均風速の年間平均風速に対する風速比を図-8に示す。江差測候所では風速の最も低い6月の平均風速は年平均風速の半分近くとなり、風速の最も強い1月の平均風速は年平均風速の1.5倍に達する。一方、龍飛崎灯台では月平均風速の変動は小さく、1年を通じて安定して強風が吹いていることがわかる。

4. 気象モデルによる地域風況の予測

局地風は地形と大気成層の相互作用によって形成される。質量保存則、運動量保存則に加え、熱力学方程式、水分の保存則を支配方程式とする気象モデルを用いることにより、これらの気象的な要因を含む大気現象を再現することができる。本研究では、コロラド大学で開発された地域気象モデルRAMS²⁹⁾を用い、1997年における1年間の解析を行い、竜飛岬における局地風発生メカニズムを解明するとともに、対象地域の風況特性を明らかにする。

(1) 地域気象モデルRAMSの概要

地域気象モデルRAMSは、風速、仮温位、エクスター関数、混合比を従属変数とする質量保存則、運動量保存則、熱力学方程式、水分の保存則を数値的に解き、初期条件、境界条件の下で従属変数の時間変化を求める。x,y,z方向の3つの速度成分に関する運動方程式は、それぞれ

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -u \frac{\partial u}{\partial x} - v \frac{\partial u}{\partial y} - w \frac{\partial u}{\partial z} - \theta \frac{\partial \pi'}{\partial x} + f_v + \frac{\partial}{\partial x} \left(K_m \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_m \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_m \frac{\partial u}{\partial z} \right) \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = -u \frac{\partial v}{\partial x} - v \frac{\partial v}{\partial y} - w \frac{\partial v}{\partial z} - \theta \frac{\partial \pi'}{\partial y} - f_u + \frac{\partial}{\partial x} \left(K_m \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_m \frac{\partial v}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_m \frac{\partial v}{\partial z} \right) \quad (2)$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} = -u \frac{\partial w}{\partial x} - v \frac{\partial w}{\partial y} - w \frac{\partial w}{\partial z} - \theta \frac{\partial \pi'}{\partial z} - \frac{g \theta_v'}{\theta_0} + \frac{\partial}{\partial x} \left(K_m \frac{\partial w}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_m \frac{\partial w}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_m \frac{\partial w}{\partial z} \right) \quad (3)$$

と表される。式中の記号の定義を表-2に示す。また、質量保存則は

$$\frac{\partial \pi'}{\partial t} = -\frac{R \pi_0}{c_v \rho_0 \theta_0} \left(\frac{\partial \rho_0 \theta_0 u}{\partial x} + \frac{\partial \rho_0 \theta_0 v}{\partial y} + \frac{\partial \rho_0 \theta_0 w}{\partial z} \right) \quad (4)$$

と表される。RAMSでは熱力学方程式の変数として、Tripoli and Cotton²⁸⁾によって提案された水の相変化に関わらず保存される物理量である液相・固相の相当温位(ice-liquid potential temperature)を用い、熱力学方程式は

表-2 式(1)~(6)に用いられた記号の定義

記号	定義
U	風速の東西成分
V	風速の南北成分
W	風速の鉛直成分
F	コリオリパラメータ
π'	エクスター関数の擾動項
K_m	渦粘性係数
K_h	渦拡散係数
θ_{il}	液相・固相の当温位
r_n	凝集体, 霰, 雹, の混合比
ρ	空気密度
rad	放射パラメタリゼーションに起因するソース項
G	重力加速度
r_t	全混合比
r_v	水蒸気混合比
π	エクスター関数
θ_i	仮温位

$$\frac{\partial \theta_{il}}{\partial t} = -u \frac{\partial \theta_{il}}{\partial x} - v \frac{\partial \theta_{il}}{\partial y} - w \frac{\partial \theta_{il}}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x} \left(K_h \frac{\partial \theta_{il}}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_h \frac{\partial \theta_{il}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_h \frac{\partial \theta_{il}}{\partial z} \right) + \left(\frac{\partial \theta_{il}}{\partial t} \right)_{rad} \quad (5)$$

と表される。また、水分の保存則は

$$\frac{\partial r_n}{\partial t} = -u \frac{\partial r_n}{\partial x} - v \frac{\partial r_n}{\partial y} - w \frac{\partial r_n}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x} \left(K_h \frac{\partial r_n}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_h \frac{\partial r_n}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_h \frac{\partial r_n}{\partial z} \right) \quad (6)$$

と表される。

この他にサブモデルとして、大気放射モデル、積雲モデル、地表面過程モデル、乱流モデルが組み込まれている。本研究では乱流モデルとして乱流エネルギー、乱流長さスケールは移流方程式を解き、応力方程式に境界層近似を適用するMellor-Yamadaのレベル2.5²⁹⁾を用いた。また、計算領域として解像度と範囲の異なる2つ以上の格子をネスティングさせ、双方向ネスティング³⁰⁾により、互いに計算結果を反映させながら、解析を行うことができる。

(2) 解析条件

本研究では、メソスケールの現象を忠実に再現するため、図-9に示す4段ネスティングを採用した。表-3に本研究で用いた各グリッドの解析領域を示す。グリッド1は東北と北海道を含む640km×480kmの領域で、格子間隔8kmである。その内側のグリッド2は津軽海峡を含む格子間隔4kmの200km×200kmの領域、グリッド3は竜飛岬周辺の20km×20kmの領域であり、格子間隔2kmとなってい

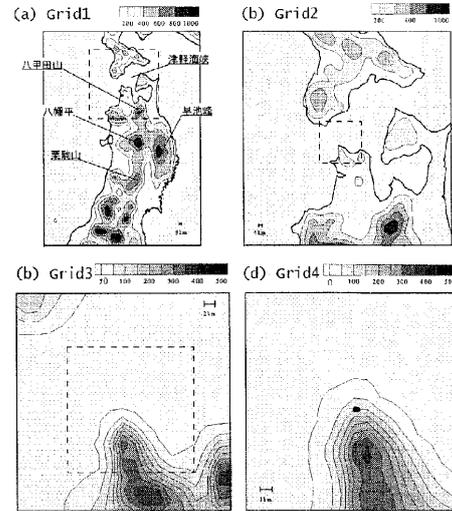


図-9 本研究における地域気象モデル RAMS の解析領域: (a)8km, (b)4km, (c)2km, (d)1kmの格子解像度

る。最も細かい格子間隔1kmのグリッドは竜飛岬近傍の10km×10kmの領域である。図中のコンターは各グリッドで解像可能な標高を示し、コンター間隔はグリッド1とグリッド2では200m、グリッド3とグリッド4では50mである。また、グリッド1からグリッド3までの各図中の鎖線の正方形は一つ細かいグリッドの解析領域を示す。この図から各グリッドにおいて解像度に応じた地形が再現されているのがわかる。例えば、グリッド1では東北部の北上高地、八幡平などの高地や津軽海峡の大まかな形が再現されている。解像度が細くなるにつれて細かい地形まで再現され、1kmの解像度を持つグリッド4では竜飛岬南側の尾根が見て取れる。

前節で述べたように、RAMSはサブモデルとして非常に多くのモデルが選択可能であるが、本研究では風の予測を対象とするため、雲の物理過程の詳細モデル化を省略し、水蒸気のみを再現した。本研究で使用したRAMSの計算オプションを表-4に示す。

標高データとしては国土地理院発行の「数値地図50mメッシュ」を、土地利用データとしては国土交通省発行の国土数値情報を用いた。また初期条件としては、水平解像度0.5度、鉛直15層(1000, 925, 850, 700, 500, 300, 250, 200, 150, 100, 70, 50, 30, 10hPa)の各気圧面)、時間間隔6時間の分解能を持つヨーロッパ中期気象予報センター(ECMWF)の全球モデルの1997年の客観解析データ(Operational Archive Pressure Level Analysis Data)を用いた。さらに側面および上面の境界条件としては、解析期間における6時間毎の客観解析データから境

参考文献 1

土木学会論文集 A Vol.62 No.1, 110-125, 2006. 1

表-3 計算格子の設定

	グリッド1	グリッド2	グリッド3	グリッド4
解析領域中心	40° 0' N 140° 18' E	41° 18' N 140° 18' E	41° 18' N 140° 18' E	41° 18' N 140° 18' E
水平格子間隔	8km×8km	4km×4km	2km×2km	1km×1km
水平格子数	60×80	50×50	10×10	10×10
鉛直格子間隔	30m ~ 1000m	30m ~ 1000m	30m ~ 1000m	30m ~ 1000m
鉛直格子数	35	35	35	35

表-4 本研究で使用した RAMS の計算オプション

基本方程式	3次元ブシネスク近似非静水圧方程式
水平座標(射影法)	ポーラーステレオグラフ
鉛直座標	σ_p 座標系
水蒸気・降水過程	レベル1(水蒸気のみを考慮)
乱流モデル	水平: Smagorinsky Deformation 鉛直: Mellor-Yamada レベル 2.5 ²⁹⁾
大気放射モデル	Chen and Cotton ³¹⁾
地表面過程	Leaf-2 モデル ³²⁾

境界条件データを作成し、境界における同化データとして連続的に計算に取り込んだ。

RAMSによる解析の結果は、計算領域内の任意地点・高度における風速、エクスター関数、仮温位、混合比などの従属変数の時系列データとして出力される。本研究では10分平均値を保存し、以下の解析に用いた。

(3) 解析結果

a) 竜飛岬における地域風況の特性

地域気象モデルRAMSの解析によって求められた地域風況の特性を明らかにするため、計算格子点において求められた10分平均風速を龍飛埼灯台の位置に内挿し、観測データと比較した。見やすくするために龍飛埼灯台における1997年1月の10分平均風速のみを図-10に示す。この図から、高低気圧の移動に伴う数日スケールの風速の増減のパターンがよく捉えられていることがわかる。例えば、1月2日から4日にかけて低気圧が北日本を西から東にかけて横断した³³⁾ため風速が増大し、地域気象モデルはこの現象を正しく予測している。同様の現象は1月14日から16日にも見られ、この時も地域気象モデルによる予測値は増大している。また23日から27日にかけては低気圧が太平洋上を北上したため、強い西高東低型の気圧配置となり、北日本を中心に強い西風が吹いた³³⁾。この現象も地域気象モデルにより的確に

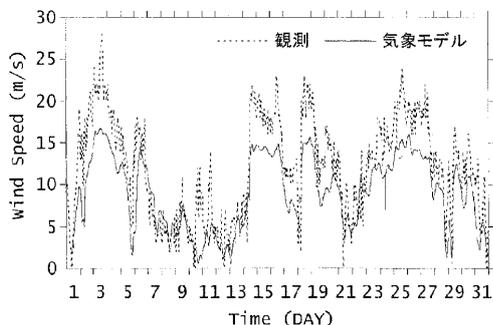


図-10 龍飛埼灯台における1997年1月の10分平均風速

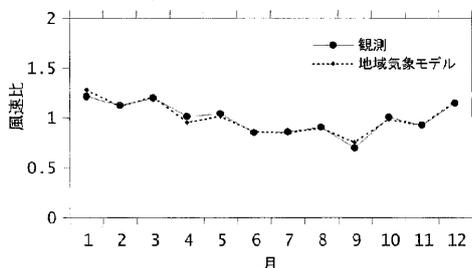


図-11 龍飛埼灯台での月平均風速の年平均風速に対する比

予測されている。一方、風速の絶対値は局所的な地形の効果が再現されていないため大幅に過小評価している。

図-11には年平均風速で無次元化した龍飛埼灯台における月平均風速を示す。実線が観測値、鎖線が地域気象モデルRAMSの解析結果である。月平均風速の変化は地域気象モデルにより正確に再現され、竜飛岬で1年を通じて強風が吹いていることがわかる。

b) 平均風速の空間分布

平均風速の空間分布を明らかにするため、グリッド2～4の地上30mにおける年平均風速を図-12に示す。グリッド2の解析結果を見ると全体的に海上で風速が高く、陸上で風速が低いことがわかる。また陸上でも青森県の八甲田山付近に見られるように標高の高い場所では風速が高い。一方、海上では陸からの距離が遠い程、風速が増大する傾向があるが、津軽海峡東端部と西端部では沿岸近傍においても年平均風速が高い領域が見られる。竜飛岬はちょうどこの津軽海峡西端部に位置し、風速が高くなっている。グリッド3、グリッド4の解析結果により津軽海峡西端部と竜飛岬における風速分布をもう少し詳しく見てみると、竜飛岬先端部は海上の高風速域に該当していることがわかる。また、竜飛岬から南南東に伸

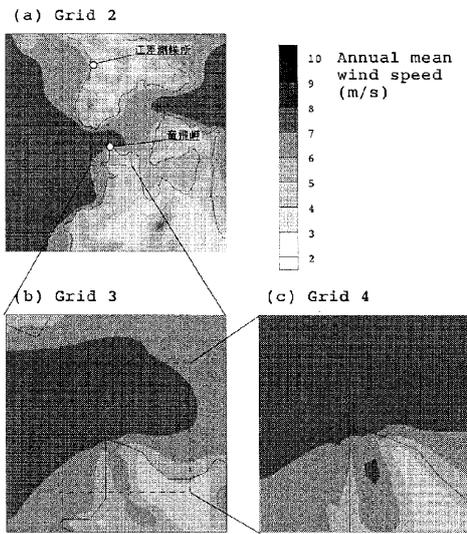


図-12 地域気象モデル RAMS により計算された地上 30m における 1997 年の年間平均風速: (a)4km, (b)2km, (c)1km の格子解像度

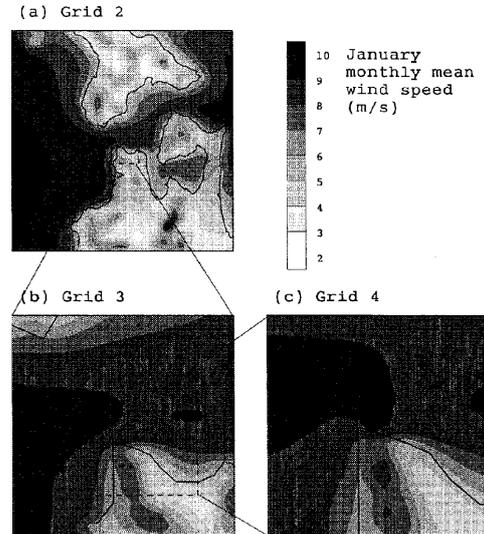


図-13 地域気象モデル RAMS により計算された地上 30m における 1997 年 1 月の月間平均風速: (a)4km, (b)2km, (c)1km の格子解像度

びる尾根沿いに年平均風速が高い領域があることがわかる。

平均風速の空間分布は季節によって大きく変化する。図-13、図-14には地上30mにおける1月と7月の月平均風速を示す。まず冬季(1月)において陸上では標高の高い山岳地帯で風速が高い傾向がある。この傾向は年平均風速の場合より顕著であり、青森県の八甲田山に加え下北半島の恐山付近でも増速域が見られる。海上においては陸からの距離が遠いほど風速が低い現象が見られる。また、津軽海峡内部においては外洋(太平洋および日本海)と比較して風速が低い。グリッド3、4の結果により竜飛岬先端部の空間分布を詳しく見ると陸上においては竜飛岬南南東の尾根付近で増速が見られる。また、海上においては西から東にいくにつれ風速が減少しており、津軽海峡先端部においても風速は外洋よりも小さい。

一方、夏季(7月)における風速分布は冬季とは全く異なる。グリッド2の解析結果より、陸上における風速分布はほぼ一様であり、山岳地帯における増速もわずかであることがわかる。また、海上においては全体的に風速が弱いが津軽海峡内部に局所的な増速域がある。この局所的な増速域の影響を受けて竜飛岬先端部周辺の海上では冬季とは逆に西から東にいくにつれ風速が増大していることが、グリッド3による解析結果からわかる。またグリッド4の解析結果から竜飛岬先端に特に風の強い

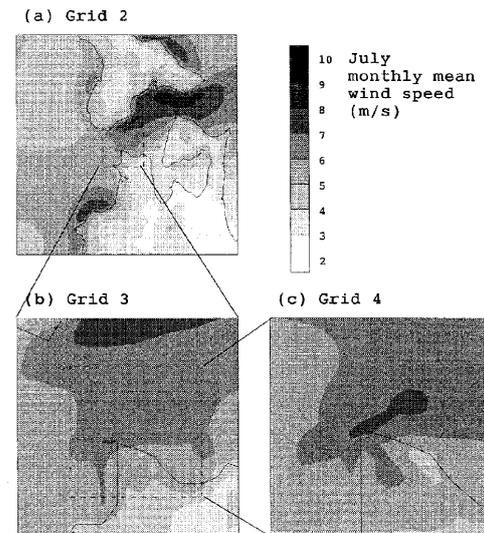


図-14 地域気象モデル RAMS により計算された地上 30m における 1997 年 7 月の月間平均風速: (a)4km, (b)2km, (c)1km の格子解像度

領域があることがわかる。

c) 竜飛岬における局所風メカニズムの解明

3章で述べたように、竜飛ウインドパークでは一年を通して強い風が吹いており、江差測候所に比べ、特に夏季における風速が大きい。このことから竜飛岬では夏季に何らかのメカニズムにより局地風が強くなっていると考

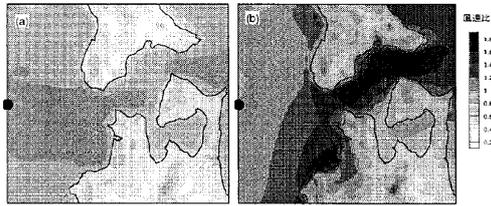


図-15 地上 30m における西風時の上流に対する風速比:
(a)1~3月の平均, (b)7~9月の平均

えられる。このメカニズムを明らかにするため、竜飛岬における主風向である西風に注目し、地域気象モデル RAMSの解析結果を整理しなおした。

図-15には、図中に黒丸で示す洋上での風速に対する西風時の高さ30mでの風速比を示し、図-15 (a)が冬季(1月から3月)の平均値、図-15 (b)が夏季(7月から9月)の平均値である。

冬季においては、陸上の風速は、粗度、地形の影響を受けて全体的に減速しているが、山の上の風速は若干増大している。また、海上での風速は場所によって若干変化するが、風速比の最大値は1.1程度である。一方、夏季においては、竜飛岬以東の津軽海峡内での風速が大きく増大し、風速比が1.6以上になっている。すなわち、沖合の海上の風速に比べ、津軽海峡内の風速が著しく増速しており、夏季においても竜飛岬において強い風が観測される原因となっている。

夏季において海峡内で風速が増大する原因を詳しく調べるために、図-15の基準点における各季節の温位の平均鉛直分布を図-16に示す。温位が高い空気は相対的に軽く、温位が低い空気塊は重いことに相当する。高度1300m以上の上空では季節に関わらず大気は安定成層しているが、高度1300m以下では夏季の大気が安定成層しているのに対し、冬季の大気はほぼ中立である。大気が中立のときには、空気密度は高さによらず一定であり、空気は山を越えることが容易である。一方、大気が安定成層している場合には、下層の空気が常に上層の空気より重いため、空気が山の上を越えることは難しくなる。その結果、春季と夏季においては、津軽海峡に気流が収束し、津軽海峡内の風速が強くなる。一方、秋季と冬季においては地表面から高度1300m付近までは大気は中立であるため、流れは津軽海峡に収束せずに、陸上の山の上を越えることができる。

以上のことから、竜飛岬における夏季の強い風は津軽海峡における局地風によるものであり、大気の成層状態の違いを考慮できるメソスケール気象モデルによる解

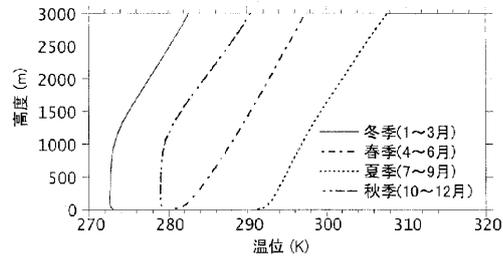


図-16 津軽海峡西側基準点における温位の鉛直分布

析が必要であることがわかる。

5. 局所風況の予測

地域気象モデルにより得られた風況は空間解像度の制約のため、そのまま局所風況として使うことができない。本章では地域気象モデルの予測結果に対して数値流体解析をベースとする非線形風況予測モデル MASCOTに基づく標準実風況変換手法を適用し、微細地形の効果を考慮に入れた局所風況解析を行い、観測データと比較することにより、その有効性を示す。

(1) 非線形モデルMASCOTの概要

微細な地形の効果を考慮するために、本研究では著者らによって開発された非線形局所風況予測モデル MASCOT²⁷⁾を用いた。MASCOTはレイノルズ平均非圧縮ナビエーストックス方程式に基づく非線形モデルで、風速、圧力、乱流統計量を従属変数とする質量保存則、運動量保存則、乱流統計量の保存則を数値的に解くことにより、風向別の風速の増減、風向変化を求める。質量保存則は

$$\frac{\partial \rho u_j}{\partial x_j} = 0 \quad (7)$$

と表される。ただし、 u_i は3つの風速成分、 ρ は空気密度を示す。3つの風速成分の運動量保存則は

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + \frac{\partial \rho u_j u_i}{\partial x_j} = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\mu \frac{\partial u_i}{\partial x_j} - \rho \overline{u_i' u_j'} \right) \quad (8)$$

と表される。 p は圧力、 μ は分子粘性係数である。レイノルズ応力 $\rho \overline{u_i' u_j'}$ は、渦粘性モデルを用い、

$$\overline{\rho u_i' u_j'} = \frac{2}{3} \rho k \delta_{ij} - 2 C_\mu \rho \frac{k^2}{\varepsilon} \left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i} \right) \quad (9)$$

と近似される。\$k\$ は乱流エネルギー、\$\epsilon\$ は乱流散逸率を表す。\$k\$ と \$\epsilon\$ の輸送方程式は

$$\frac{\partial k}{\partial t} + \frac{\partial \rho u_j k}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] - \overline{\rho u_j' u_j'} \frac{\partial u_i}{\partial x_j} - \rho \epsilon \quad (10)$$

$$\frac{\partial \epsilon}{\partial t} + \frac{\partial \rho u_j \epsilon}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\epsilon} \right) \frac{\partial \epsilon}{\partial x_j} \right] - C_{\epsilon 1} \frac{\epsilon}{k} \overline{\rho u_j' u_j'} \frac{\partial u_i}{\partial x_j} - C_{\epsilon 2} \frac{\rho \epsilon^2}{k} \quad (11)$$

と表される。上式中のモデル定数は \$k\$-\$\epsilon\$ モデルの値を採用した。単純地形上の流れ解析においては様々な乱流モデルが検討されてきた³⁴⁾が、実地形上の流れは単純地形上とは異なり複雑であるため、乱流モデルの違いによる予測精度の違いは顕著ではない。このため本研究では最も実績のある標準 \$k\$-\$\epsilon\$ モデルを用いた。

方程式の離散化に際しては任意傾斜角を持つ地形に対応可能な一般座標系を採用し、質量及び運動量の保存則を満足する有限体積法が用いられている^{34), 35)}。また数値解法としては安定性の高い半陰解法SIMPLE法³⁶⁾が採用されており、大規模連立方程式を高速かつ安定に解く残差切除法²⁷⁾により、Pentium4, 3GHzのPC 1台で50万格子を用いた5km四方の解析を1風向につき1時間以内で行うことができる。また、連綿と連なる実際の地形の一部を取り出して数値解析を行うために上流に付加領域を、周囲に体積を保存する緩衝領域を設ける²⁵⁾ことにより、これらの影響を最小限にしている。地表面の境界条件としては、付録に示す粗度長により対数則を用いて求めた剪断力を地表面第1セルに与えた²⁷⁾。

本手法では、熱的影響を無視できると仮定し、風速比・風向が地形・地表面粗度のみ依存するとしている。本仮定の有効性は、標高500m以下の地形に対しては日本各地において示されている^{7), 10)~12)}。ただし、標高1000mを越える地形に対しては、大気成層の影響のため、中立と仮定することはできない。

(2) 標準実風況変換手法の定式化と適用

a) 定式化

本節では標準実風況変換手法の定式化について詳細に説明する。上流における風向は全風向を \$n\$ 等分した風向セクターを用いて表し、各風向セクター内の出現頻度は図-5に示すように一様と仮定する。上流において \$j\$ 番目の風向セクターの中心風向を \$\theta_j^I\$ で表し、この風

向セクターの風向の代表とする。上流における各風向セクターの中心風向 \$\theta_j^I\$ に対しMASCOTによる解析を行い、地形上の対象地点における風向偏角 \$D_j^I\$ と風速比 \$C_j^I\$ を求めておけば、上流側の各風向に対応する地形上の対象点での風向・風速 \$(\theta^T, u^T)\$ は上流における風向・風速 \$(\theta_j^I, u_j^I)\$ を用いて次式により求めることができる。

$$\begin{cases} \theta^T = D_j^I + \theta_j^I \\ u^T = C_j^I u_j^I \end{cases} \quad (12)$$

式(12)により上流と地形上の対象地点との間の風向・風速の関係を示すことができたが、本研究では風向別・風速階級別の出現頻度を扱うため、次に風向別・風速階級別の出現頻度の関係の定式化を行う必要がある。風向に対しては前述のように全風向を \$n\$ 等分した風向セクターを用い、風速に対しては風速 \$u_{\max}\$ までを \$m\$ 等分した風速階級を用いる。本節では図-17に示すように上流における風向セクター \$j\$ に対し下限値、上限値をそれぞれ \$\theta_{j-1/2}^I, \theta_{j+1/2}^I\$ で表し、また風速階級 \$k\$ に対し下限値、上限値をそれぞれ \$u_{k-1/2}^I, u_{k+1/2}^I\$ で表す。上流における風向セクター \$j\$、風速階級 \$k\$ に含まれる風向 \$\theta\$ と風速 \$u\$ は次式で示される範囲に含まれる。

$$\begin{cases} \theta_{j-1/2}^I \leq \theta < \theta_{j+1/2}^I \\ u_{k-1/2}^I \leq u < u_{k+1/2}^I \end{cases} \quad (13)$$

この領域を記号 \$W_{j,k}^I\$ で表し、図-17(a)に示す。また領域 \$W_{j,k}^I\$ の面積を \$|W_{j,k}^I|\$ で表し、次式により求める。

$$|W_{j,k}^I| = (\theta_{j+1/2}^I - \theta_{j-1/2}^I) \times (u_{k+1/2}^I - u_{k-1/2}^I) \quad (14)$$

また、この領域に含まれる出現頻度を \$P_{j,k}^I\$ で表す。上流の風向・風速を記述する記号を表-5にまとめた。

地形上についても同様に記号を定義する。ただし、風向セクター・風速階級を表す記号は上流と区別するために \$\hat{j}, \hat{k}\$ を用い、その他の記号には \$I\$ の代わりに地形上の値であることを示す上添え字 \$T\$ をつける。図-17(b)と表-6に地形上における風向・風速の記号を示す。

上流において \$W_{j,k}^I\$ に含まれる全ての風向・風速に対し式(12)を適用すると、地形上での風向・風速は次式で示される範囲に含まれる。

$$\begin{cases} D_j^T + \theta_{j-1/2}^I \leq \theta < D_j^T + \theta_{j+1/2}^I \\ C_j^T u_{k-1/2}^I \leq u < C_j^T u_{k+1/2}^I \end{cases} \quad (15)$$

この領域を記号 \$V_{j,k}\$ で表し、図-17(b)に示す。またこの領域を持つ風向・風速の出現頻度を地形上の風向・風速を表す領域 \$W_{j,k}^T\$ に分配するために、\$W_{j,k}^T\$ と重なる部分(図-17(b)に①で示す領域)の面積を求め、更に \$V_{j,k}\$

参考文献 1

土木学会論文集 A Vol.62 No.1, 110-125, 2006. 1

表-5 上流における風向・風速の記号の定義

記号	定義
θ_j^I	上流における風向セクター j の風向
$\theta_{j-1/2}^I$	上流における風向セクター j の下限風向
$\theta_{j+1/2}^I$	上流における風向セクター j の上限風向
u_k^I	上流における風速階級 k の風速
$u_{k-1/2}^I$	上流における風速階級 k の下限風速
$u_{k+1/2}^I$	上流における風速階級 k の上限風速
$W_{j,k}^I$	上流における風向セクター j , 風速階級 k の領域
$ W_{j,k}^I $	$W_{j,k}^I$ の面積
$P_{j,k}^I$	上流における風向・風速が $W_{j,k}^I$ に含まれる出現頻度

表-6 地形上における風向・風速の記号の定義

記号	定義
θ_j^T	地形上における風向セクター j の風向
$\theta_{j-1/2}^T$	地形上における風向セクター j の下限風向
$\theta_{j+1/2}^T$	地形上における風向セクター j の上限風向
u_k^T	地形上における風速階級 k の風速
$u_{k-1/2}^T$	地形上における風速階級 k の下限風速
$u_{k+1/2}^T$	地形上における風速階級 k の上限風速
$W_{j,k}^T$	地形上において風向セクター j , 風速階級 k の領域
$ W_{j,k}^T $	$W_{j,k}^T$ の面積
$P_{j,k}^T$	地形上における風向・風速が $W_{j,k}^T$ に含まれる出現頻度

の面積との比から次式により重なる部分の風向・風速の出現確率を求めることができる。

$$A_{j,k,j,k}^T = \frac{|W_{j,k}^T \cap V_{j,k}|}{|V_{j,k}|} \quad (16)$$

従って、地形上における風向・風速を表す領域 $W_{j,k}^T$ に含まれる出現頻度 $P_{j,k}^T$ は上流における全ての風向セクターと風速階級からの寄与 $A_{j,k,j,k}^T P_{j,k}^I$ の総和であり、次式のように表すことができる。

$$P_{j,k}^T = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m A_{j,k,j,k}^T P_{j,k}^I \quad (17)$$

となる。式 (17) を行列の形で書き表すと

$$\{P^T\} = [A^T] \{P^I\} \quad (18)$$

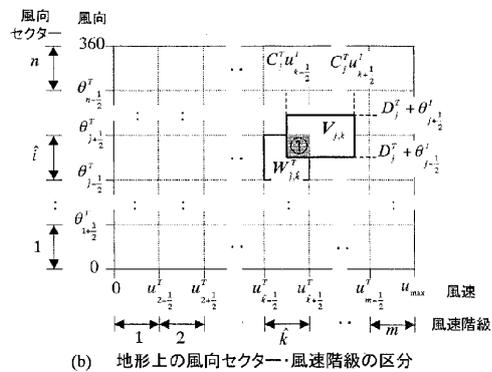
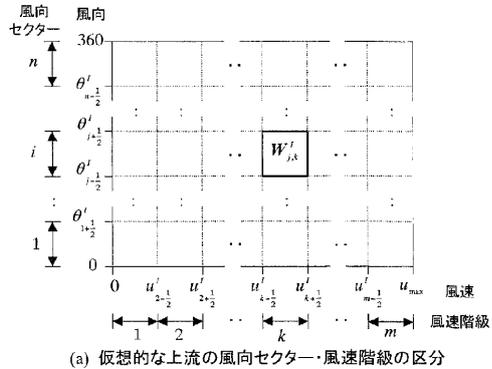


図-17 風向セクター・風速階級概念と記号の定義

となる。ただし、

$$\{P^T\} = \begin{Bmatrix} P_{1,1}^T \\ \vdots \\ P_{1,m}^T \\ \vdots \\ P_{n,m}^T \end{Bmatrix}, \quad (19)$$

$$[A^T] = \begin{bmatrix} A_{1,1,1,1}^T & \cdots & A_{1,m,1,1}^T & \cdots & A_{n,m,1,1}^T \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{1,1,1,m}^T & \cdots & A_{1,m,1,m}^T & \cdots & A_{n,m,1,m}^T \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{1,1,n,m}^T & \cdots & A_{1,m,n,m}^T & \cdots & A_{n,m,n,m}^T \end{bmatrix}, \quad (20)$$

$$\{P^I\} = \begin{Bmatrix} P_{1,1}^I \\ \vdots \\ P_{1,m}^I \\ \vdots \\ P_{n,m}^I \end{Bmatrix}, \quad (21)$$

である。行列 $[A^T]$ の成分は風向偏角 D_j^T と風速比 C_j^T がわかれば式(16)により求めることができる。このように

上流の風況と地形上の風況の関係は、MASCOTによる気流解析の結果から求まる行列 $[A^T]$ によって関係付けられている。行列 $[A^T]$ は風況間を関係を表すことから、以下の説明では風況変換行列と呼ぶ。

本手法の長所としては、地形上の風況から上流の風況を求める際、上流の風況から地形上の風況を求める際に同一の関係式を用いるため、地形上の風況から求めた上流の風況から再び地形上の風況に変換した際に当初の地形上の風況と一致することが保証されているという点が挙げられる。

b) 標準実風況変換手法の適用

まず、メソスケール気象モデルにより求めた粗い地形上の地域風況の上流における標準風況への変換について説明する。上流の風況を $\{P^I\}$ 、粗い地形上の風況を $\{P^C\}$ とすると式(18)より両者の関係は

$$\{P^C\} = [A^C] \{P^I\} \quad (22)$$

と表される。ここで、 $[A^C]$ はメソスケール気象モデルと同解像度の粗い地形を用いた気流解析から求められた風況変換行列である。上流における風況 $\{P^I\}$ は次式により求めることができる。

$$\{P^I\} = [A^C]^{-1} \{P^C\} \quad (23)$$

式(23)には $[A^C]$ の逆行列が含まれているため、本研究では式(22)を反復法で解くことにより上流における風況 $\{P^I\}$ を求めた。

次に、上流における標準風況を実地形上の局所風況に変換する。実際の地形上の風況を $\{P^F\}$ とすると、上流の風況との関係は式(18)より

$$\{P^F\} = [A^F] \{P^I\} \quad (24)$$

と表される。ここで、 $[A^F]$ は実際の詳細な地形を用いた気流解析から求められた風況変換行列である。本研究では式(24)を用い、上流における標準風況から実地形上の局所風況を求めた。

(3) 本手法と従来の局所風況予測手法との比較

a) 空間的条件付ネスティング手法との比較

以上述べた手法に基づき、龍飛埼灯台における風向・風速階級別の出現頻度を求め、空間的条件付ネスティング手法と比較した。ここで、空間条件付ネスティング手法の結果としてはメソスケール気象モデルのグリッド4により求められた値を用いた。図-18に龍飛埼における風向別の出現頻度を、図-19に風速階級別の出現頻度を示す。風向別出現頻度に関してはメソスケール

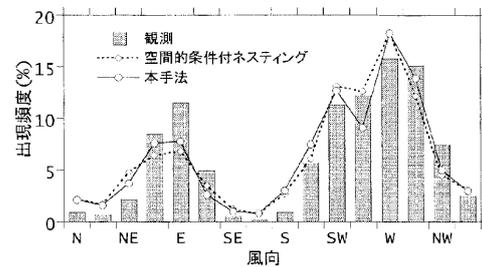


図-18 風向別出現頻度の予測値と観測値(龍飛埼灯台)

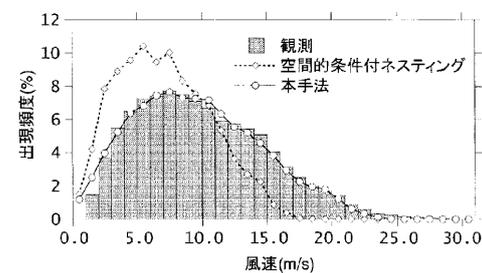


図-19 風速階級別出現頻度の予測値と観測値(龍飛埼灯台)

気象モデルにより観測値をよく再現していることがわかる。これは龍飛埼灯台が小高い丘の上に位置しており、局所地形によって風向が大きく変化しないことを示している。一方、風速階級別出現頻度に関しては本手法により求められた複雑地形上の局所風況が観測値をよく再現しているのに対し、空間的条件付ネスティングにより求めた値は風速を大幅に過小評価していることがわかる。

更に竜飛ウィンドパーク各風車に対して同様の手法を用い、風向・風速別出現頻度を求め、年平均風速を計算した。その結果を図-20に示す。棒グラフが観測値、鎖線が空間的条件付ネスティングにより求めた値、実線が本手法により微細な地形の影響を取り入れて求めた値を表す。観測値は場所によって大きく異なり、風速の最も低い5号機の年平均風速は5.2m/sに過ぎないのに対し最も風速の高い竜飛岬灯台では倍近い10.1m/sに達する。空間的条件付ネスティングにより計算された風速は対象領域全域でほぼ同じ値を示し、場所による風速の違いを再現できない。このため、年平均風速の予測誤差は灯台で29.8%に達し、全風車の平均予測誤差は19.3%となっている。一方、本手法によって求めた年平均風速は5号機における風速の減少や10号機、灯台における増大など風車位置の違いによる年平均風速の違

参考文献 1

土木学会論文集 A Vol.62 No.1, 110-125, 2006. 1

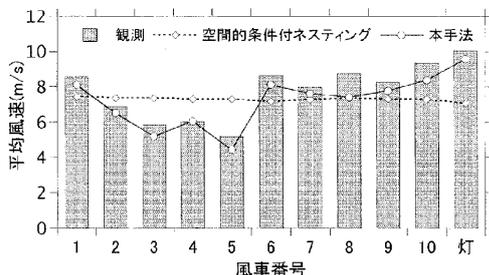


図-20 竜飛ウインドパークと灯台における年平均風速

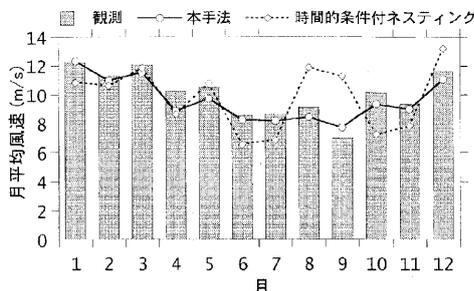


図-22 龍飛埼灯台における月平均風速

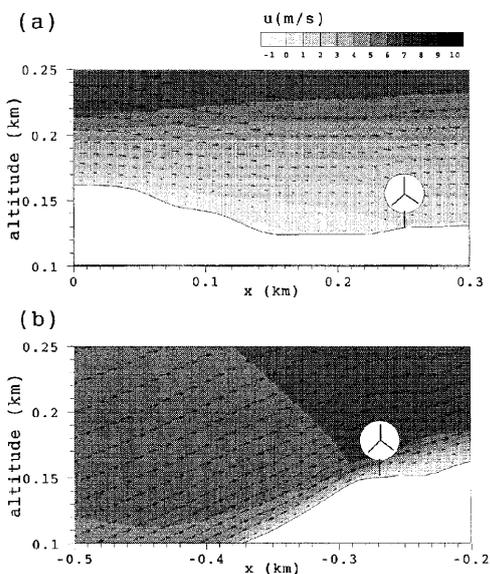


図-21 竜飛ウインドパーク5号機と10号機付近の風速分布

いを定量的に再現している。灯台における年平均風速の予測誤差は4.6%に、全風車の予測誤差の平均は7.6%に改善された。

5号機における風速の減少や、10号機における増大の原因を説明するため、竜飛岬における主風向である西風時の5号機と10号機付近の流れ場のW-E鉛直断面図を図-21に示した。図中のベクトルが風速を、コンターは風速の大きさを示し、色が濃いほど風速が相対的に大きいことを表す。5号機は山頂の窪んだ地点に位置しているため、風車高さでの風速が大きく減少している。一方、10号機は上り斜面の増速場所に位置しているため、風車高さにおける平均風速が大きくなっていることがわかる。

b) 時間的条件付きネスティング手法との比較

月別の風況は風力発電所の運転計画を立てる際や、社会基盤構造物の維持管理という面で重要となる。第1

章で述べたようにLAWEPSでは計算時間を短縮するために条件付きネスティング手法を採用し、6日に1回、6時間おきに1日4時間、年間計244時間のみの時系列計算を行っている。このような間欠的な解析が月別の風況の予測精度に与える影響を明らかにするため、本節では月別の平均風速について本手法と条件付ネスティングに基づく手法との比較を行った。

本手法では地域気象モデルの解析結果から月別に風向・風速の出現頻度を求め、月別に標準実風況変換を行い、龍飛埼灯台における月別の平均風速を算出した。一方、LAWEPSでは6日に1回、かつ1日24時間の中で0時、6時、12時、18時の4回のデータを用いてマイクロスケールの解析を行う。この間欠的な解析が月平均風速に与える影響を明らかにするため、地域気象モデルRAMSの解析結果に対し、LAWEPSと同様のサンプリング間隔を用い、龍飛埼灯台における月別の平均風速と年平均風速を求めた。

両手法とも年平均風速の予測精度は高い。観測された年平均風速10.05m/sに対し、本手法と時間的条件付ネスティング手法による予測値はそれぞれ9.63m/s、9.80m/sであり、両手法とも予測誤差は5%以下である。

一方、月平均風速の予測精度は大きく異なる。図-22にはこれら二つの手法により求められた龍飛埼灯台における月別平均風速を観測値と比べたものを示す。棒グラフが観測、実線が本手法、鎖線がLAWEPSと同様のサンプリング間隔による月平均風速を示す。6日に1回、6時間おきにサンプリングされたデータを基に計算された月平均風速は、冬季から春季にかけては月別平均風速を比較的良好に再現しているが、夏季から秋季にかけては風速を過小あるいは過大評価している。例えば、9月において観測された平均風速は7.0m/sであるのに対し、予測値は11.3m/sとなっており大幅な過大評価が見られる。

冬季から春季には季節風が安定的に吹いているため、

6日おき, 6時間おきのサンプリングにより求めた風況が実際と大きく異なる。これに対し, 夏季から秋季にかけては天候の変動が大きく, 台風や低気圧の通過に伴い大幅に風速が変動するため, 間欠的にサンプリングされたデータに基づき求められた月平均風速は実際とは大きく異なる。その結果, 全てのデータを用いた本手法から求められた月平均風速の予測誤差は5.9%であるのに対して, LAWEPSに採用されたサンプリング間隔を用いた場合には予測誤差が19.3%と大幅に増えることがわかった。

6. まとめ

本研究では気象学の手法と風工学の手法を融合することにより, 新しい風況予測手法を提案し, 現地観測によらない局所風況の数値予測を実現した。また, 青森県竜飛岬において提案した手法の検証を行うとともに, 従来の風況予測手法との比較を行い, その問題点を明らかにした。本研究では以下の結論を得た。

- 1) 局地循環の効果を再現するとともに, 局所地形の効果を再現するために, 数値流体力学解析に基づく風工学の手法とメソスケール気象解析に基づく気象学の手法の長所を包含する力学統計的局所化手法を提案した。
- 2) 地域気象モデルRAMSを用いた解析により, 竜飛岬における1年を通して強い風が吹くメカニズムを明らかにした。津軽海峡付近では, 冬季には地表面付近の大気は中立であり, 津軽海峡への風の収束は見られないが, 季節風が強いため竜飛岬付近で強い風が吹く。夏季には地表面付近の大気が安定成層しているため, 津軽海峡への風の収束が起こり, 季節風の強さは弱いにもかかわらず, 竜飛岬付近では強い風が吹くこととなる。
- 3) 数値流体解析に基づく標準実風況変換手法を定式化し, 局所地形の効果を考慮した局所風況の予測を実用的な解析時間で可能にした。その結果各観測地点における年平均風速のみならず, 風向別出現頻度, 風速階級別出現頻度, ウィンドファーム内における風速の空間分布を精度よく再現できた。
- 4) 空間的条件付ネスティング手法を用いる場合, すなわち地域気象モデルにより予測された風速をそのまま用いる場合には龍飛崎灯台における年平均風速の予測誤差は29.8%に達したが, 本研究で提案した標準実風況変換手法に基づく局所化を実施した結

表-7 土地利用と粗度長の関係

	土地利用区分	粗度長(m)
1	田	0.03
2	畑	0.1
3	果樹園	0.2
4	その他の樹木畑	0.1
5	森林	0.8
6	荒地	0.03
7	建物用地[A]	1.0
8	建物用地[B]	0.4
9	幹線交通用地	0.1
10	その他の用地	0.03
11	湖沼	0.0002
12	河川敷[A]	0.001
13	河川敷[B]	0.001
14	海浜	0.03
15	海水域	0.0002

果, 予測誤差は4.6%に低減された。

- 5) 時間的条件付きネスティング手法を用いる場合, すなわち間欠的な解析を行った場合には夏季における激しい天気の変化を捉えることができず, 月別の平均風速の予測誤差は19.3%に達したが, 本研究で提案した手法を用いる場合には月平均風速の平均誤差は5.9%に低減された。

謝辞: 本研究は平成14~17年度において文部科学省科研費補助金(課題番号14350239および16360223, 研究代表者石原孟)を受けた。また, 海上保安庁および東北電力(株)から龍飛崎灯台ならびに竜飛ウィンドパークにおける観測データを提供して頂いた。地域気象モデルRAMSの利用に際しては, 九州大学応用力学研究所の鶴野伊津志教授に指導を頂き, 同モデルを用いた解析に際しては東京大学工学部土木工学科4年(研究当時)のコー・ジャクソン氏に協力を頂いた。ここに記して謝意を表する。

付録

表-7には土地利用と粗度長の関係を示す。本研究ではこの表に従い, 各種土地利用を粗度長に変換した。

参考文献 1

土木学会論文集 A Vol.62 No.1, 110-125, 2006. 1

参考文献

- 1) 串岡清則, 齋藤通, 本田明弘: 複雑地形まわり流れへの流動解析の適用, 第13回風工学シンポジウム, pp.579-584, 1994.
- 2) 山口敏, 清水仁, 樫山和男: 地形風大規模解析のための並列有限要素解析システム, 第12回数値流体力学シンポジウム, pp.535-536, 1998.
- 3) 内田孝紀, 大屋裕二: ネストグリッドを用いた複雑地形中の風況予測シミュレーション, 日本風工学会論文集, No.92, pp. 135-144, 2002.
- 4) Lange, B. and Hojstrup, J.: Estimation of offshore wind resources - the influence of the sea fetch, *Wind Engineering in the 21st Century*, pp. 2005 - 2012, Larsen, Larose & Livesey, Rotterdam, 1999.
- 5) 川満貴子, 玉城史朗, 知名絵梨子, 長井浩: 宮古島における風況シミュレーション, 第24回風力エネルギー利用シンポジウム, pp. 111-114, 2002.
- 6) Moreno, P., Gravidahl, A. R. and Romero, M.: Wind flow over complex terrain: application of linear and CFD models, *Proc. European Wind Energy Conference (CD-ROM)*, 2003.
- 7) 磯修, 大江直樹, 石原孟, 山口敦, 荒川洋: 複雑地形上の風況予測に関する一考察, 第26回風力エネルギー利用シンポジウム, pp. 231-234, 2004.
- 8) Toomer, C. A., Sander, J. and Kunz, S.: Wind-potential estimation for wind-farms in complex terrains, *Proc. European Wind Energy Conference (CD-ROM)*, 2003.
- 9) Ishihara, T., Yamaguchi, A. and Fujino, Y.: A nonlinear model MASCOT: development and application, *Proc. European Wind Energy Conference (CD-ROM)*, 2003.
- 10) 嶋田健司, 石原孟, 千葉誠二郎, 日比一喜: 複雑地形下での風力発電量予測に及ぼす風況予測モデルの影響, 第25回風力エネルギー利用シンポジウム, pp. 149-152, 2003.
- 11) 福本幸成, 村口英之, 石原孟: 八丈島風力発電所における風況予測に関する検討, 第26回風力エネルギー利用シンポジウム, pp. 259-262, 2004.
- 12) 石原孟, 山口敦, 高原景滋, 銘苅壮宏, 新城文博: 風洞実験と気流解析に基づく台風0314号の最大風速の推定, 土木学会構造工学論文集, Vol. 51A, pp. 911-920, 2005.
- 13) Frank, H. P., Rathmann, O., Mortensen, N. G. and Landberg, L.: The numerical wind atlas - the KAMM/WAsP method, Risø National Laboratory, 2001.
- 14) Hayashi, H., Uematsu, T., Suzuki, Y., Suzuki, S., Sasaki, R., Murakami, S., Nagano, Y., Kato, S., Mochida, A., Nakanishi, M., Kato, K., Saito, T., Kataoka, H., Otsuka, K., Nakao, T., Usui, K. and Kato, H.: A new wind energy prediction model based on the CFD theory, *Proc. World Wind Energy Conference (CD-ROM)*, 2002.
- 15) Perez, S., Jimenez, P. A., Navarro, J., Montavez, J. P., Barquero, C. G., Cuerva, A., Gonzalez-Rouco, J. F. and Valero, F.: Using the MM5 model for wind prediction in a complex terrain site, *Proc. European Wind Energy Conference (CD-ROM)*, 2003.
- 16) 谷川亮一, 早崎宜之, 高木哲郎, 福田寿, 志垣大介, 露木和彦: 「風力発電機位置決定方法及び風力発電量予測手法」に基づく風況評価, 第24回風力エネルギー利用シンポジウム, pp. 119-122, 2002.
- 17) Steggel, N., Ayotte, K., Davy, R. and Coppin P.: Wind prospecting in Australia with WINDSCAPE, *Proc. Global Wind Power (CD-ROM)*, 2002.
- 18) Adrian, G. and Fieldler, F.: Simulation of unstationary wind and temperature fields over complex terrain and comparison with observations, *Beitr. Phys. Atmosph.*, Vol. 64, pp. 27-48, 1991.
- 19) Mortensen, N. G., Landberg, L., Troen, I. and Petersen, E. L.: *European wind atlas*, Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark, 1993.
- 20) 石原孟, 山口敦, 藤野陽三: 複雑地形における高精度風況予測モデルの開発に向けて, 第22回風力エネルギー利用シンポジウム, pp. 63-66, 2000.
- 21) 日本気象協会, 東京大学生産技術研究所: 「シンポジウム: 風力発電タービンの最適立地探査法」急峻な地形に対応する風況予測システムの開発, 2002.
- 22) 村上周三, 持田灯, 加藤信介, 木村敦子: 局所風況予測システムLAWEPSの開発と検証, ながれ, Vol. 22, pp. 375-386, 2003.
- 23) 局所風況予測ワーキンググループ: 「シンポジウム: CFDによる局所風況予測システム」LAWEPSから始まる風車適地選定, 2003.
- 24) Frey-Buness, F., Heimann, D. and Sausen, R.: A statistical-dynamical downscaling procedure for global climate simulations, *Theor. Appl. Climatol.*, Vol. 50, pp. 117 - 131, 1995.
- 25) Yamaguchi, A., Ishihara, T. and Fujino, Y.: The applicability of linear and non-linear wind prediction models to wind flow in complex terrain, *Proc. World Wind Energy Conference (CD-ROM)*, 2002.
- 26) Pielke, R. A., Cotton, W. R., Walko, R. L., Tremback, C. J., Lyons, W. A., Grasso, L. D., Nicholls, M. E., Moran, M. D., Welsey, D. A., Lee, T. J. and Copeland, J. H.: A Comprehensive meteorological modeling system - RAMS, *Meteorol. Atmos. Phys.*, Vol. 49, pp. 69-91, 1992.
- 27) 石原孟, 山口敦, 藤野陽三: 複雑地形における局所風況の数値予測と大型風洞実験による検証, 土木学会論文

土木学会論文集 A Vol.62 No.1, 110-125, 2006. 1

- 集, No. 731/I-63, pp. 195-211, 2003.
- 28) Tripoli, J. and Cotton, W. R.: The use of ice-liquid water potential temperature as a thermodynamic variable in deep atmospheric models, *Monthly Weather Review*, Vol. 109, pp. 1094 - 1102, 1981.
- 29) Mellor, G. L. and Yamada, T.: A Hierarchy of turbulence closure models for planetary boundary layers, *J. Atmos. Sci.*, Vol. 31, pp. 1791-1806, 1974.
- 30) Clark, T. L. and Farley, R.D.: Severe downslope windstorm calculations in two and three spatial dimensions using anelastic interactive grid nesting: A possible mechanism for gustiness, *J. Atmos. Sci.*, Vol. 41, pp. 329-350, 1984.
- 31) Chen, C. and Cotton, W. R.: The sensitivity of a simulated extratropical mesoscale convective system to long wave radiation and ice-phase microphysics., *J. Atmos. Sci.*, Vol. 45, pp. 3897-3910, 1987.
- 32) Lee, T. J.: The impact of vegetation on the atmospheric boundary layer and convective storms, *Atmospheric Paper* No. 509, Dept. Atmos. Sci., Colorado State Univ. Fort Collins, CO., 1992.
- 33) 天気図日記, 気象, Vol. 41, No.3, 1997.
- 34) 石原孟, 日比一喜: 急峻な山を越える乱流場の数値予測, 日本風工学会論文集, No. 83, pp. 175-188, 2000.
- 35) Ishihara, T. and Hibi, K.: Numerical study of turbulent wake flow behind a three dimensional steep hill, *Wind and Structures*, Vol. 5, pp. 317-328, 2002.
- 36) Ferziger, J. H. and Peric, M.: *Computational methods for fluid dynamics 3rd edition*, Springer, 2002.

(2005.3.10 受付)

DYNAMICAL STATISTICAL DOWNSCALING PROCEDURE FOR WIND CLIMATE ASSESSMENT AND ITS VERIFICATION BY OBSERVATION

Atsushi YAMAGUCHI, Takeshi ISHIHARA and Yozo FUJINO

A hybrid approach of computational fluid dynamics and mesoscale modeling, Dynamical statistical downscaling procedure was proposed for wind climate assessment without onsite measurement and verified at Tappi Cape. The atmospheric stratification at Tsugaru Strait during summer causes flow convergence, which results in high wind speed at the cape throughout the year. Idealizing and realizing approach with computational fluid dynamics can take the effect of local terrain into account and the prediction error of annual mean wind speed at Tappi Wind Park was 7.6 percent. Compared to the spatial conditional nesting and temporal conditional nesting, proposed method reduce the prediction error of annual and monthly mean wind speed at Tappi Lighthouse from 29.8 percent to 4.6 percent and from 19.3 percent to 5.9 percent respectively.

MASCOT Energy Manual 改訂履歴

2019.12.11 >MASCOT Energy 第二版

マニュアル内の記述に加筆

・第5章 p.p.5-22 MASCOT Energy エラーメッセージ集

2019.8.19 MASCOT Energy 64bit 第一版

>MASCOT Energy 64bit リリース開始

以上



AQUATIC ZONE NETWORK co.,ltd.