

2. 業務の実施内容

2.1. 北海道地方の過去 20 年の詳細な風況データの作成

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

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

2.1.1. 北海道地方の過去 20 年の詳細な風況データの作成方法

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

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

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

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

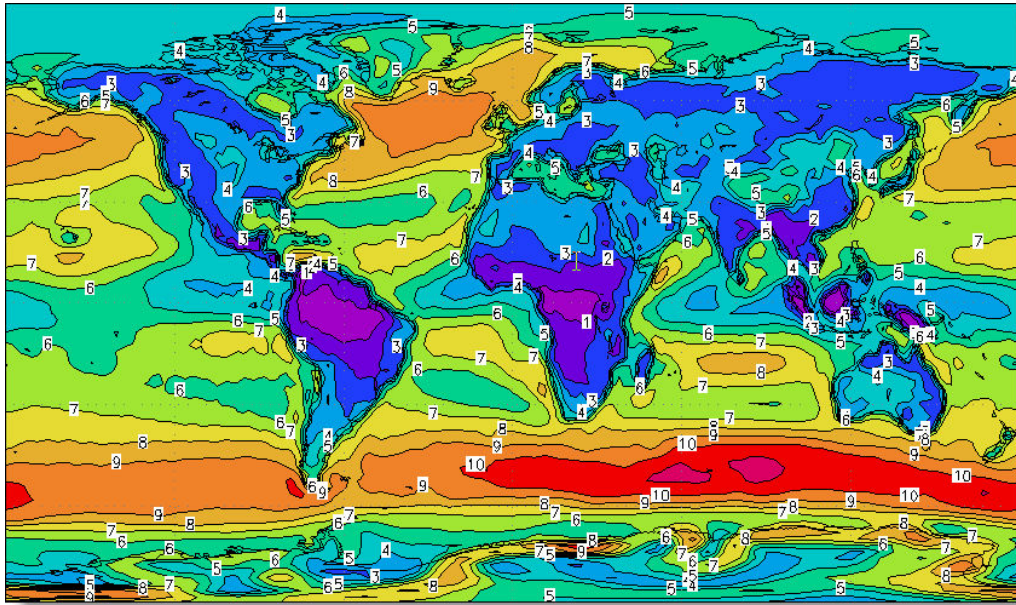


図 2-1 NCEP（米国大気海洋庁）の再解析データを用いて計算された世界の風況マップ

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

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

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

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

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

表 2-1 北海道地方における詳細メッシュデータの仕様

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

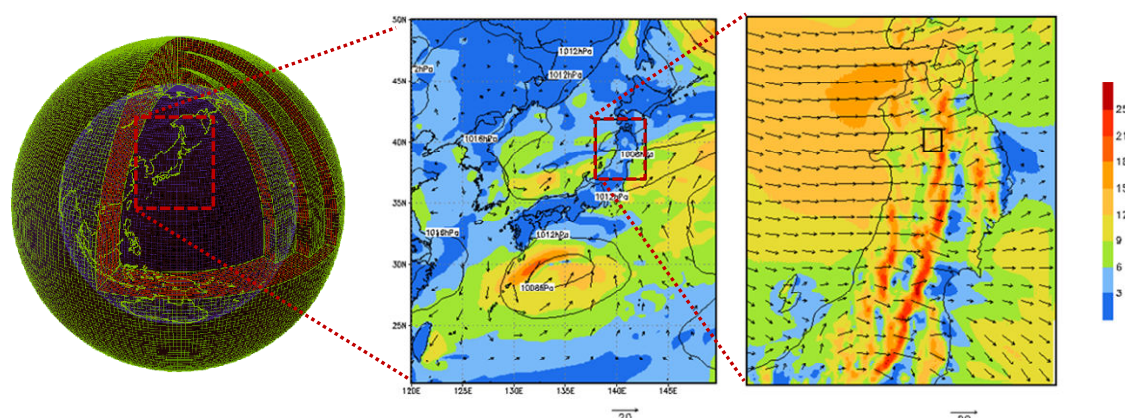


図 2-2 段階的に計算領域を狭めながら計算格子を詳細化していく手法の概念図
段階的に計算領域を狭めることで、周辺の気象状況の様子を反映させつつ、
計算格子を詳細化することが可能になる。

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

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

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

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

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

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

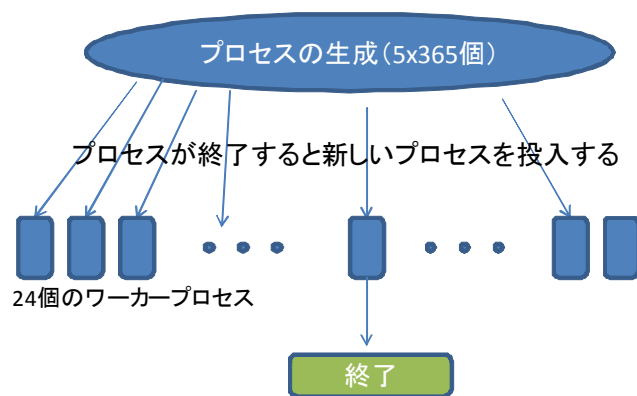


図 2-3 分散処理の概要図



図 2-4 分散処理の概要図

2.1.2. 気象シミュレーション結果の検証・考察

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

● 2005年1月16日の事例

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

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

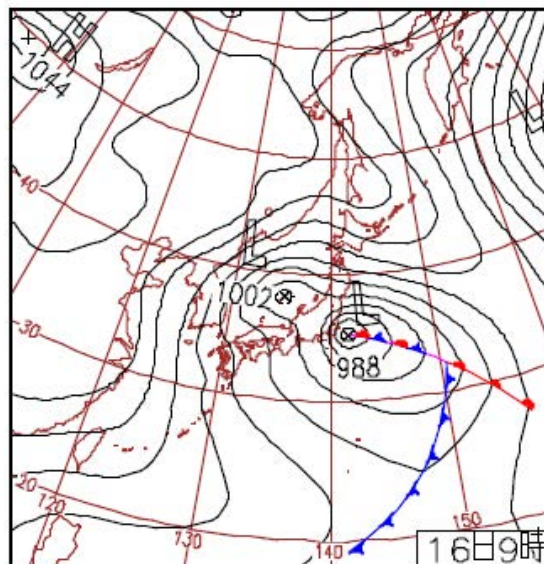


図 2-5 2005年1月16日9時の天気図

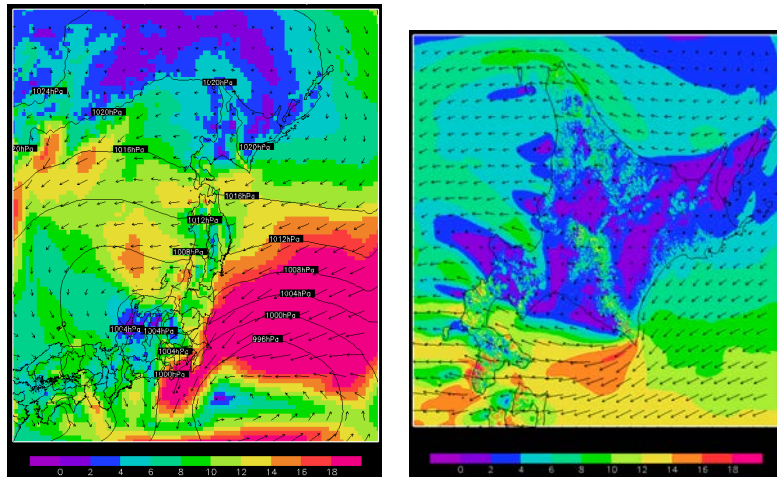


図 2-6 2005 年 1 月 16 日 9 時の風況図

左図：広域シミュレーション結果（20km メッシュ）

右図：狭域シミュレーション結果（500m メッシュ）

陰影部およびベクトルは水平風速[m/s]を示す。

左図の等値線は地上気圧[hPa]を示す。

- 2005年5月16日の事例

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

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

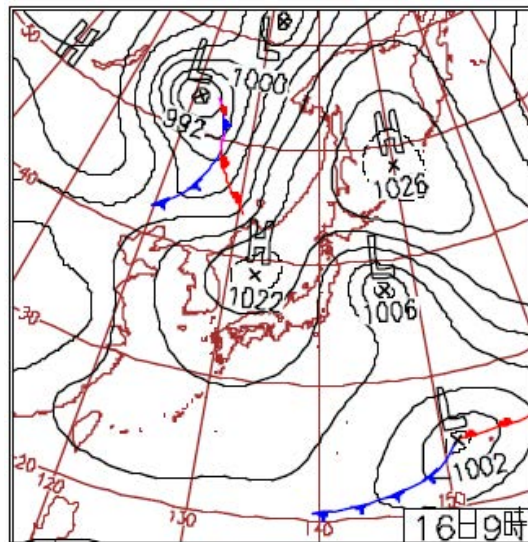


図 2-7 2005年5月15日9時と2005年5月16日9時の天気図

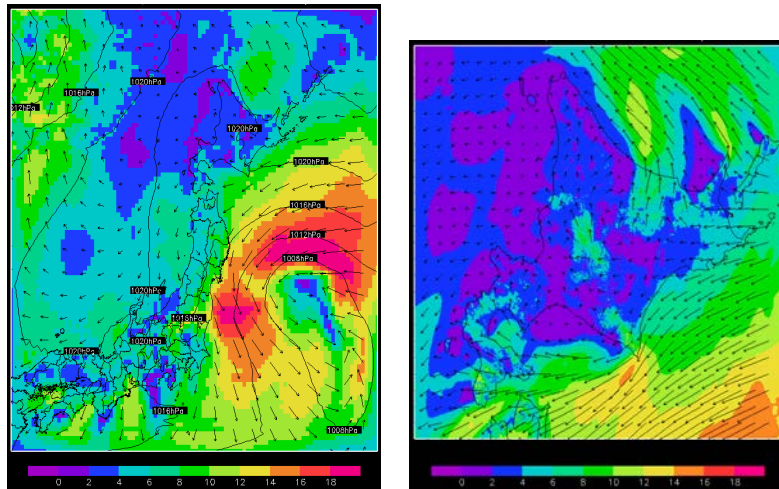


図 2-8 2005 年 5 月 16 日 9 時の風況図

左図：広域シミュレーション結果（20km メッシュ）

右図：狭域シミュレーション結果（500m メッシュ）

陰影部およびベクトルは水平風速[m/s]を示す。

左図の等値線は地上気圧[hPa]を示す。

- 2005年9月16日の事例

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

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

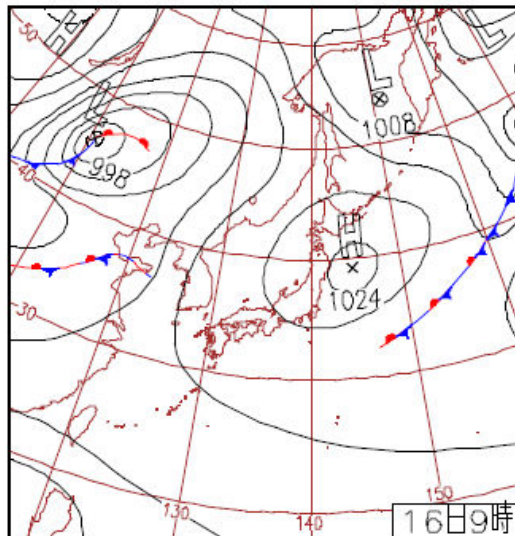


図 2-9 2005年9月16日9時の天気図

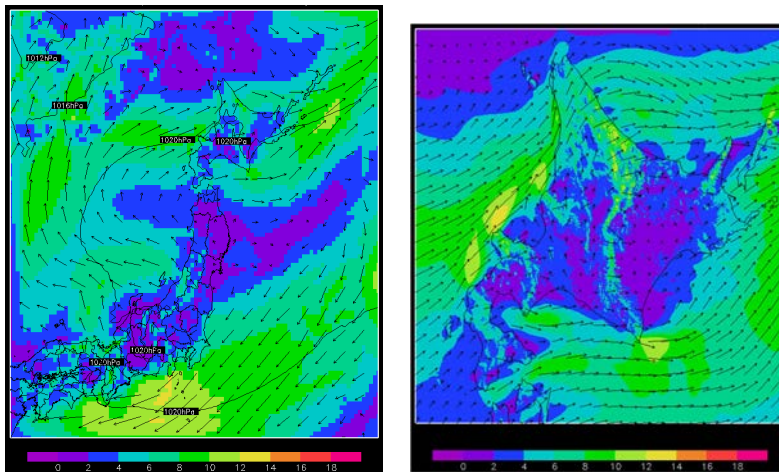


図 2-10 2005 年 9 月 16 日 9 時の風況図

左図：広域シミュレーション結果（20km メッシュ）

右図：狭域シミュレーション結果（500m メッシュ）

陰影部およびベクトルは水平風速[m/s]を示す。

左図の等値線は地上気圧[hPa]を示す。

- 2005年12月16日の事例

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

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

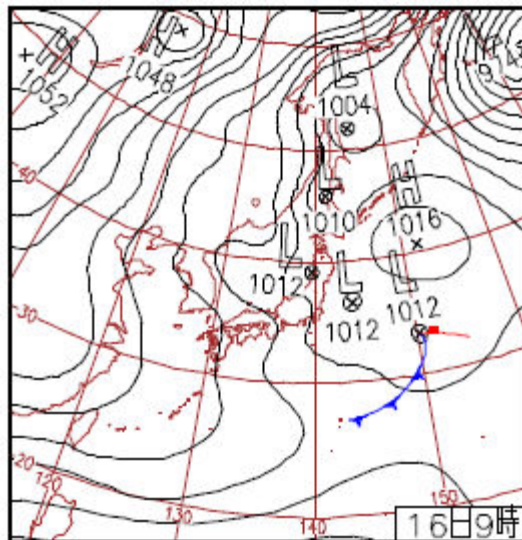


図 2-11 2005年12月16日9時の天気図

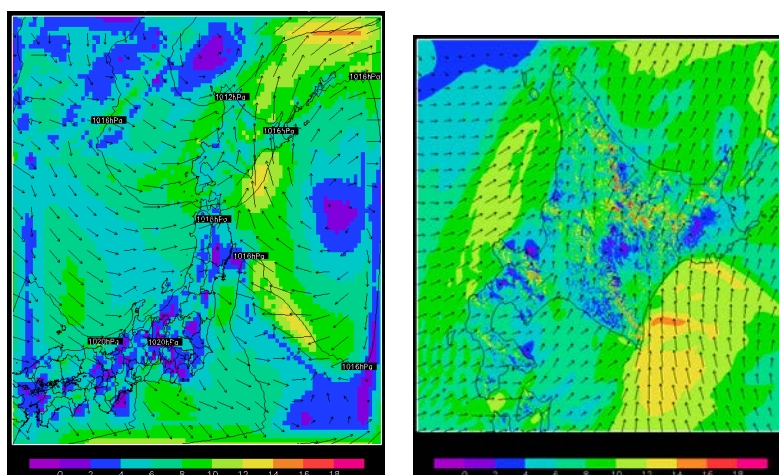


図 2-12 2005 年 12 月 16 日 9 時の風況図

左図：広域シミュレーション結果（20km メッシュ）

右図：狭域シミュレーション結果（500m メッシュ）

陰影部およびベクトルは水平風速[m/s]を示す。

左図の等値線は地上気圧[hPa]を示す。