

台風解析の技術

平成21年10月29日
気象庁予報部

内 容

- 1 台風解析の概要とポイント
- 2 台風解析の実例
 - 台風第18号の事例
- 3 まとめ

1 台風解析の概要とポイント

1-1 諸元の決定

- 中心位置、最大風速、中心気圧、暴風域半径、強風域半径などをまとめて、**台風諸元**と呼んでいる
- 台風が日本の責任海域に存在する時は、3時間毎に諸元決定を行っている
- 台風が日本に接近した時は、1時間毎に決定している

1-2 台風中心決定の基本

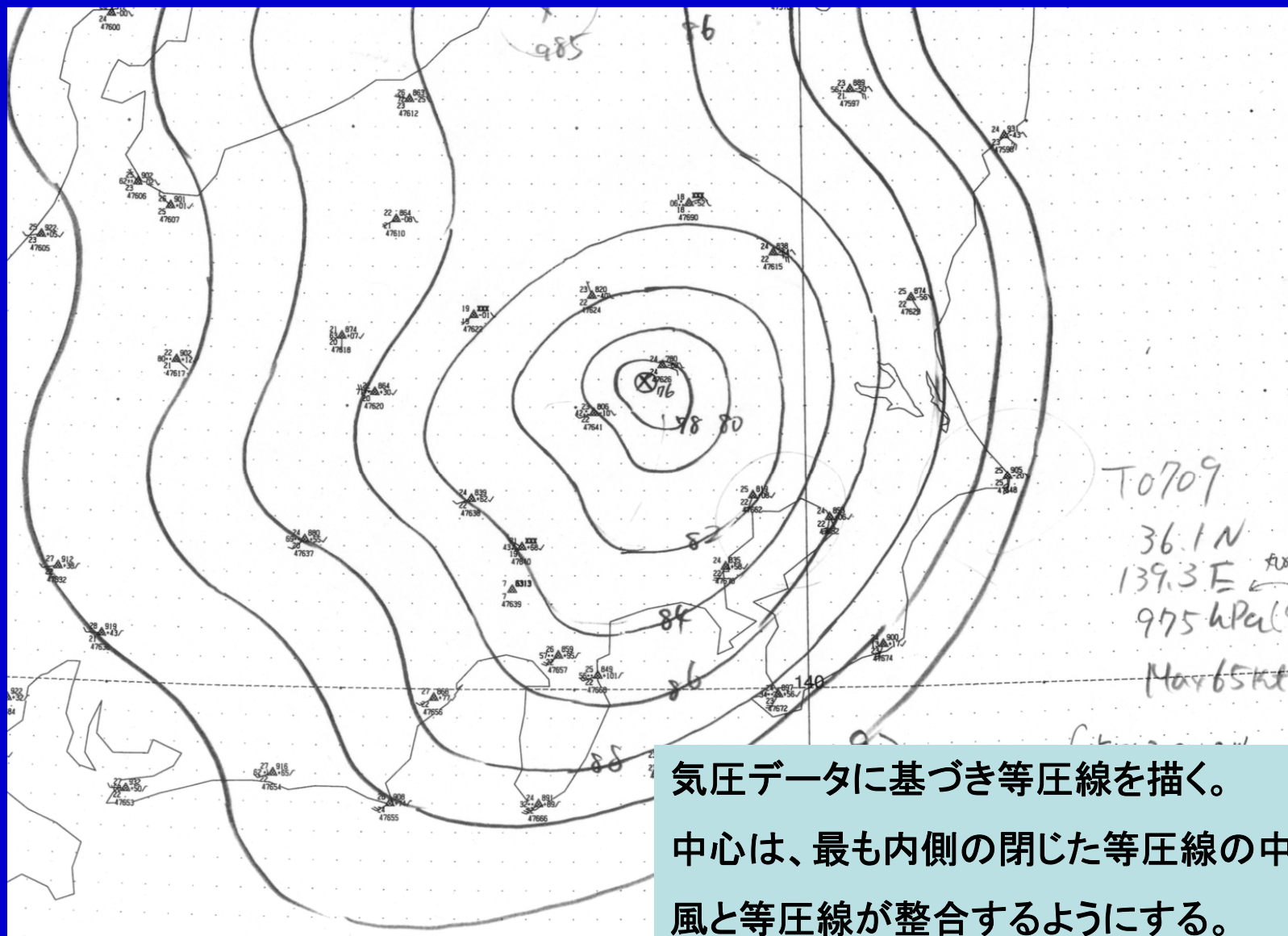
- 気圧中心・・・等圧線を解析し、
もっとも気圧の低いところを中心とする。
緯度・経度0.1度単位で決定。
- 気圧データの乏しい海上などでは、衛星資料に頼らざるを得ず、衛星画像を活用した解析技術を開発、知見の蓄積を行ってきた。

1-3 中心決定に用いる資料

- 地上・海上実況等の気圧・風観測通報
- 気象衛星
- レーダー
- アメダス

※ これらを総合的に用いて決定するが、具体的には……

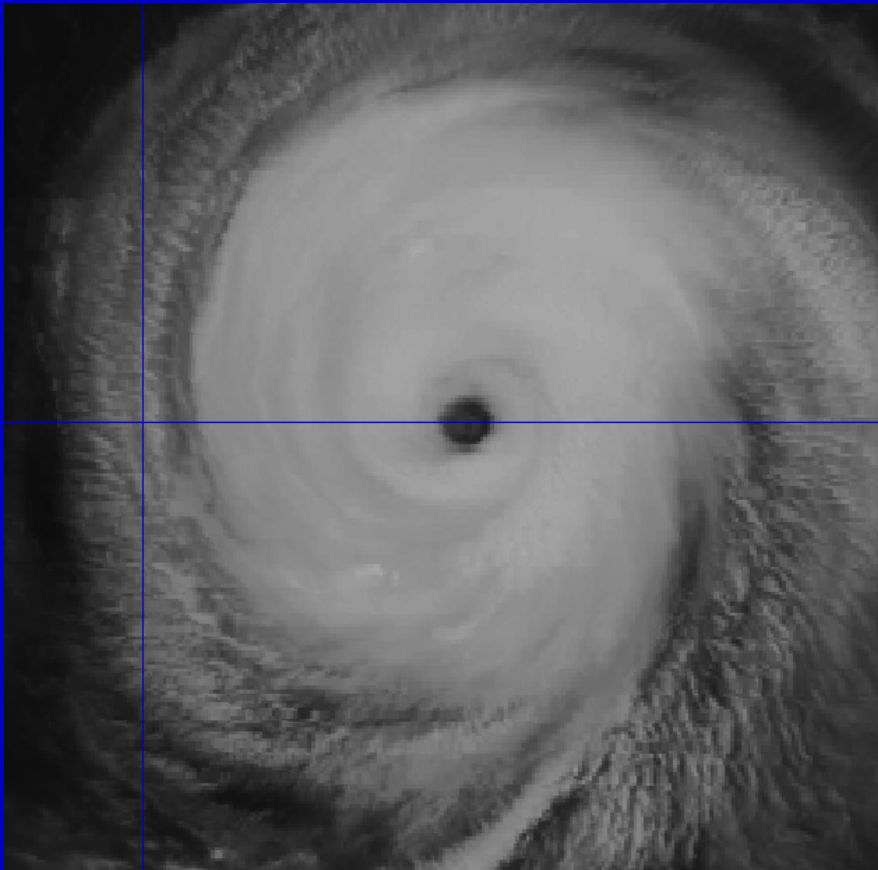
1-3-1 地上・海上実況等の気圧・風観測通報



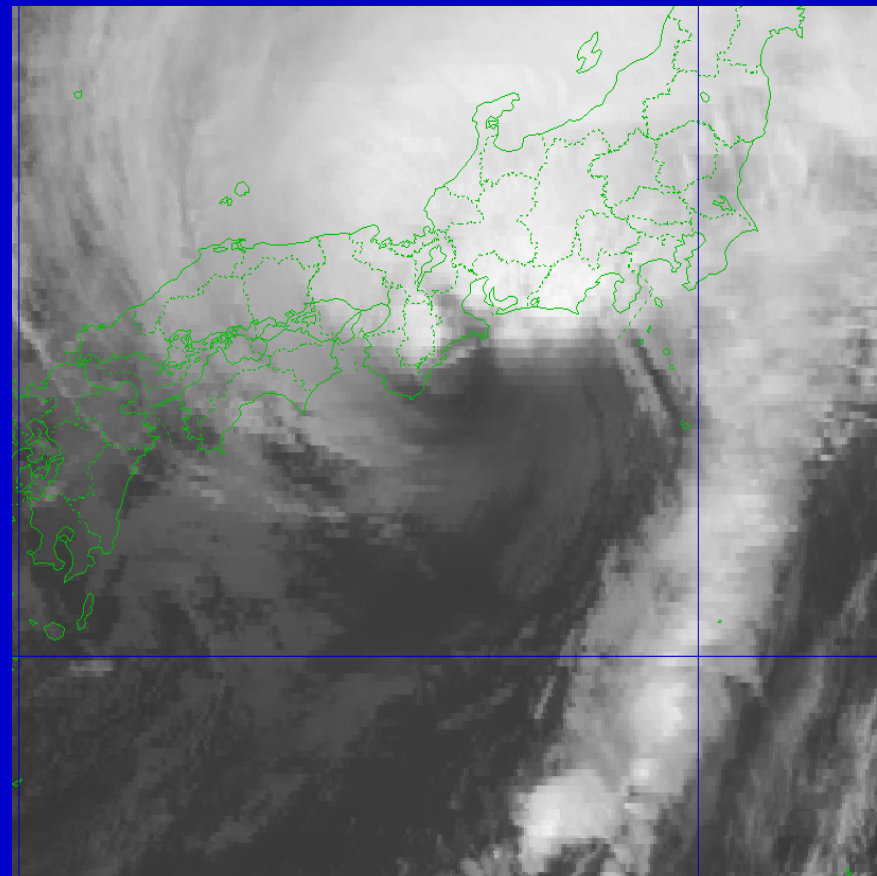
気圧データに基づき等圧線を描く。
中心は、最も内側の閉じた等圧線の中。
風と等圧線が整合するようにする。

1-3-2 気象衛星資料

眼がある時：精度高い



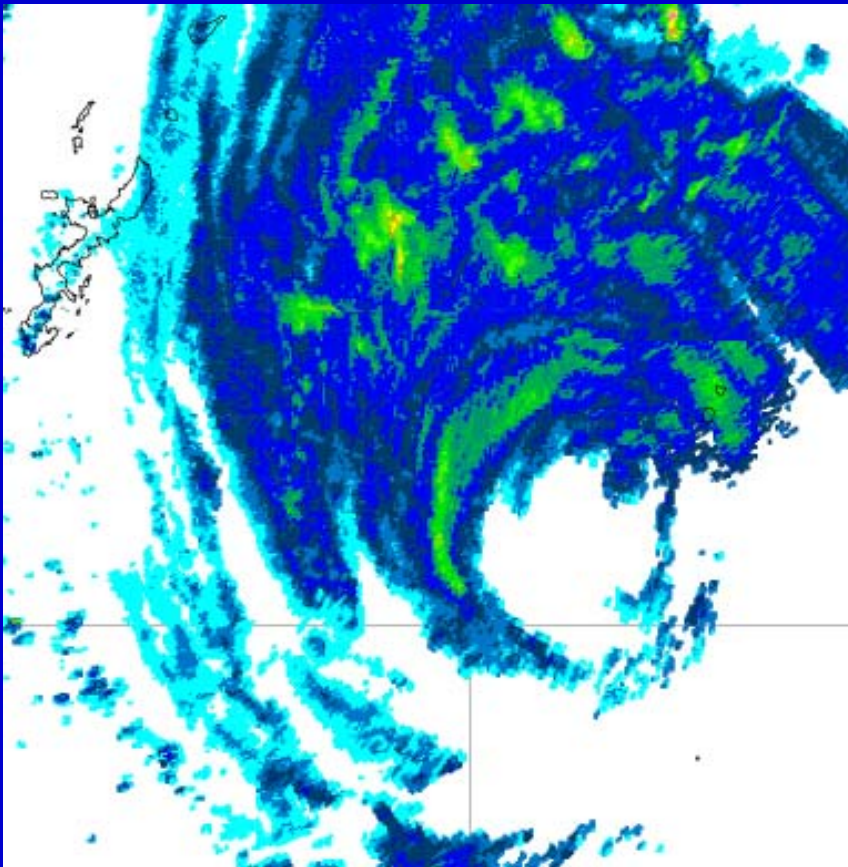
眼がない時：精度落ちる



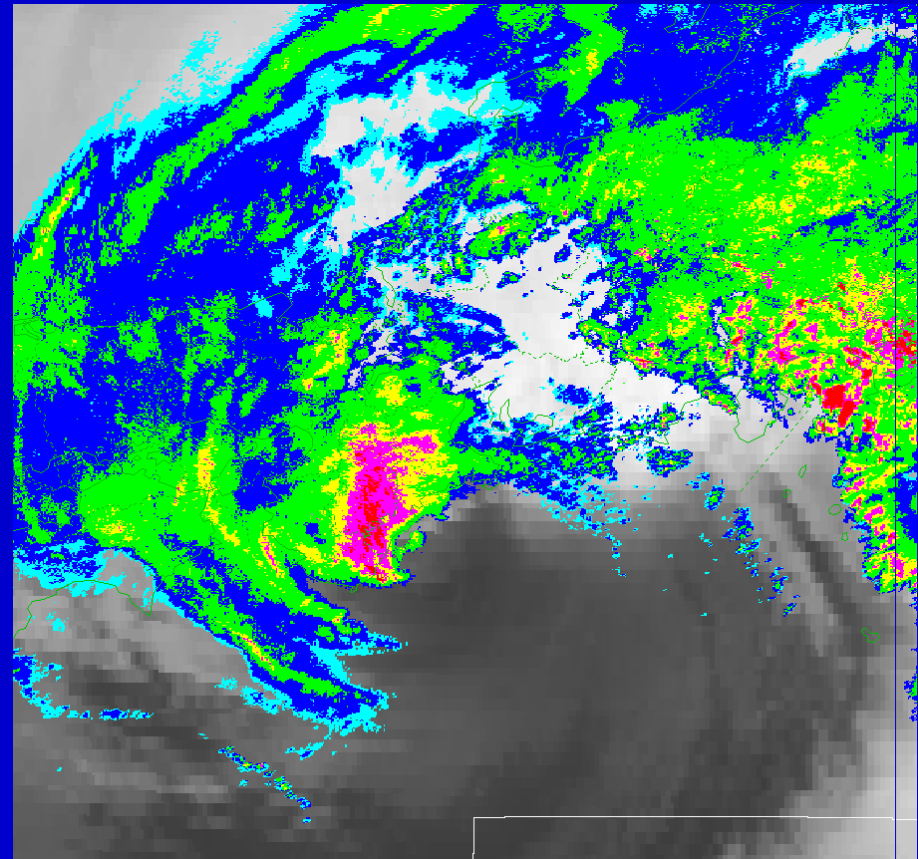
(解析作業のポイント)動画により下層の循環中心を見出す。上中層の渦にと
らわれない。回転中心でない所に眼のようなものができることもあり注意。
画像取得のスキャンタイムと観測時刻の差に留意。

1-3-3 レーダー資料

眼が見える時：円形不降水域の中心付近



眼が見えない時：線状降水域の分布や動きから回転中心を推定



衛星で眼が見えなくてもレーダーでは見えることあり。

1-3-4 アメダス(10分値)



常時監視し、渦中心の位置の把握や暴風域、強風域の決定に使う

観測所毎の風の変化の特徴などを把握して、監視、解析に利用する。

1-4 気圧プロファイル

高橋の式 $P(r) = 1015 - \Delta P / (1 + r/r_0)$

中心からの距離とその場所の気圧との
関係を示す式

右図は横軸が中心からの距離、縦軸が
気圧。気圧は下ほど間隔が狭い。この
グラフを**プロファイル**と呼んでいる。

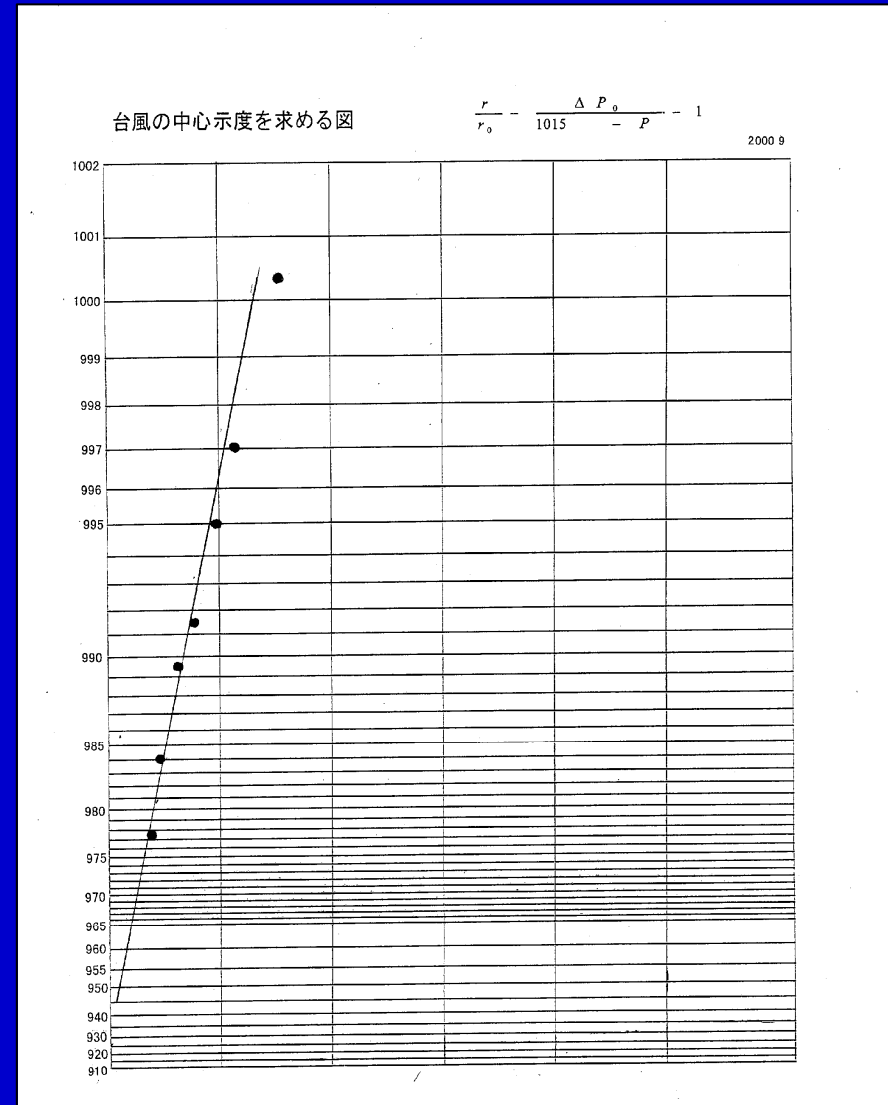
台風によって個性があり、プロファイル
は必ずこの線に乗るわけではないが、
気圧観測点が複数あればプロファイルを
決定(推定)できる。

(コンパス法・・・中心決定)

ある時刻についてプロファイルを求めて
おき、次の時刻も同じ関係が持続すると
仮定 ⇒

次の時刻の気圧観測値により、その地
点から台風中心までの距離がわかる

⇒



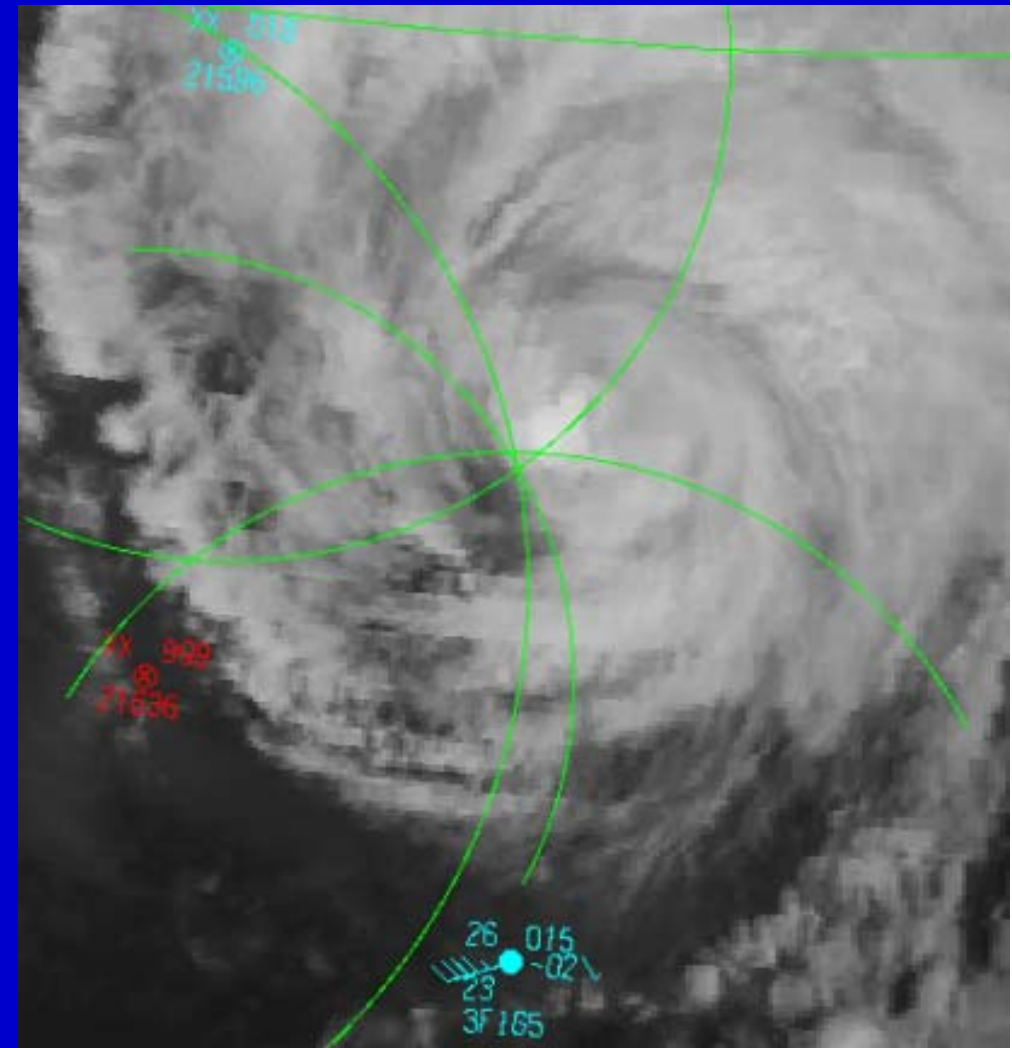
⇒

複数地点でプロファイルにより台風までの距離を求め、各地点を中心として、台風までの距離を半径とする円をコンパスで描く

⇒ 交点が台風中心

気圧観測点が少なく、衛星やレーダーで中心が不明瞭な場合(例えば日本海や東シナ海を進む時)には有力な方法

プロファイルは台風の構造に直接関係しており、台風解析作業において、その変化の把握は重要



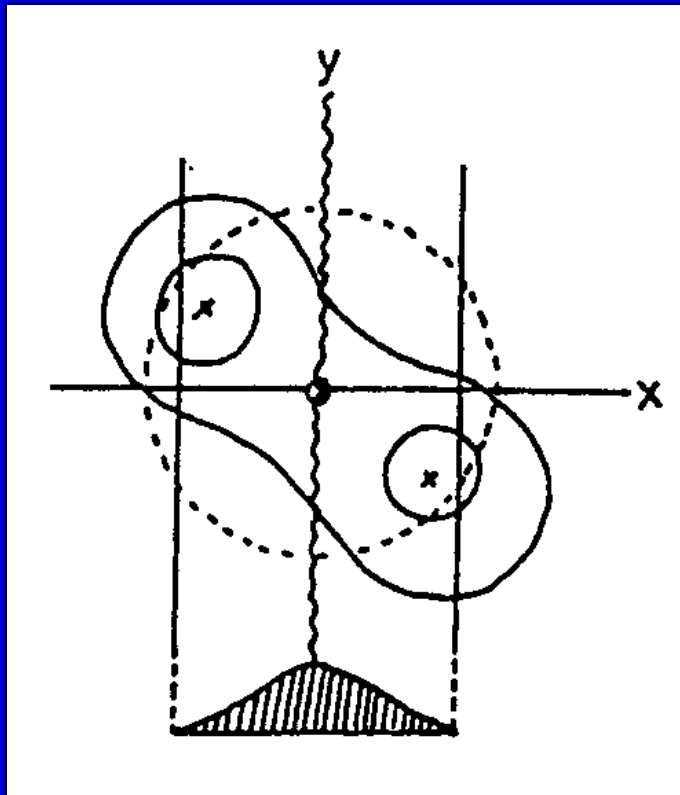
解析用ソフトウェア上で、コンパス法により中心を求めたところ

1-5 地形が気圧場に及ぼす影響

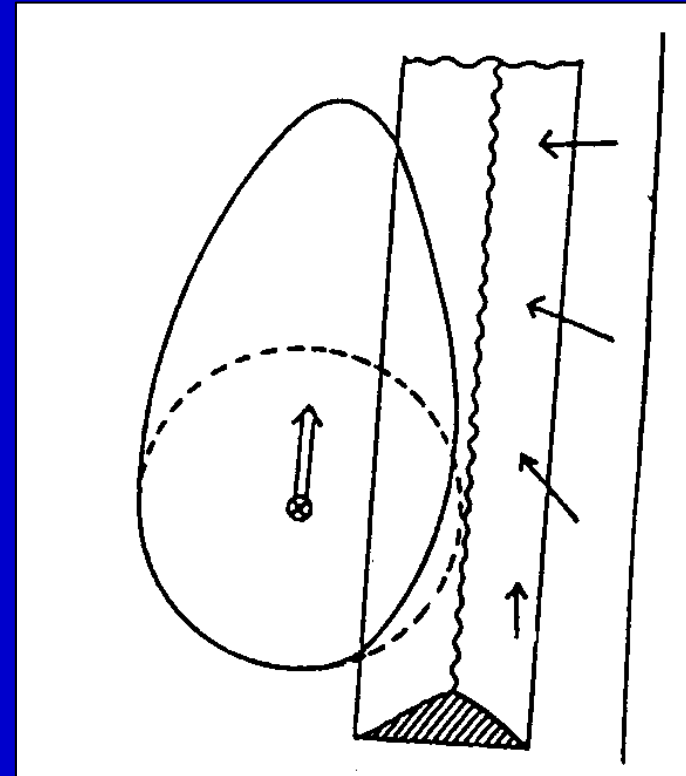
山脈の風下では、吹き降りる風により沈降昇温し、気圧が下がる

山脈に風が当たる場合は上昇流により気圧が上がる

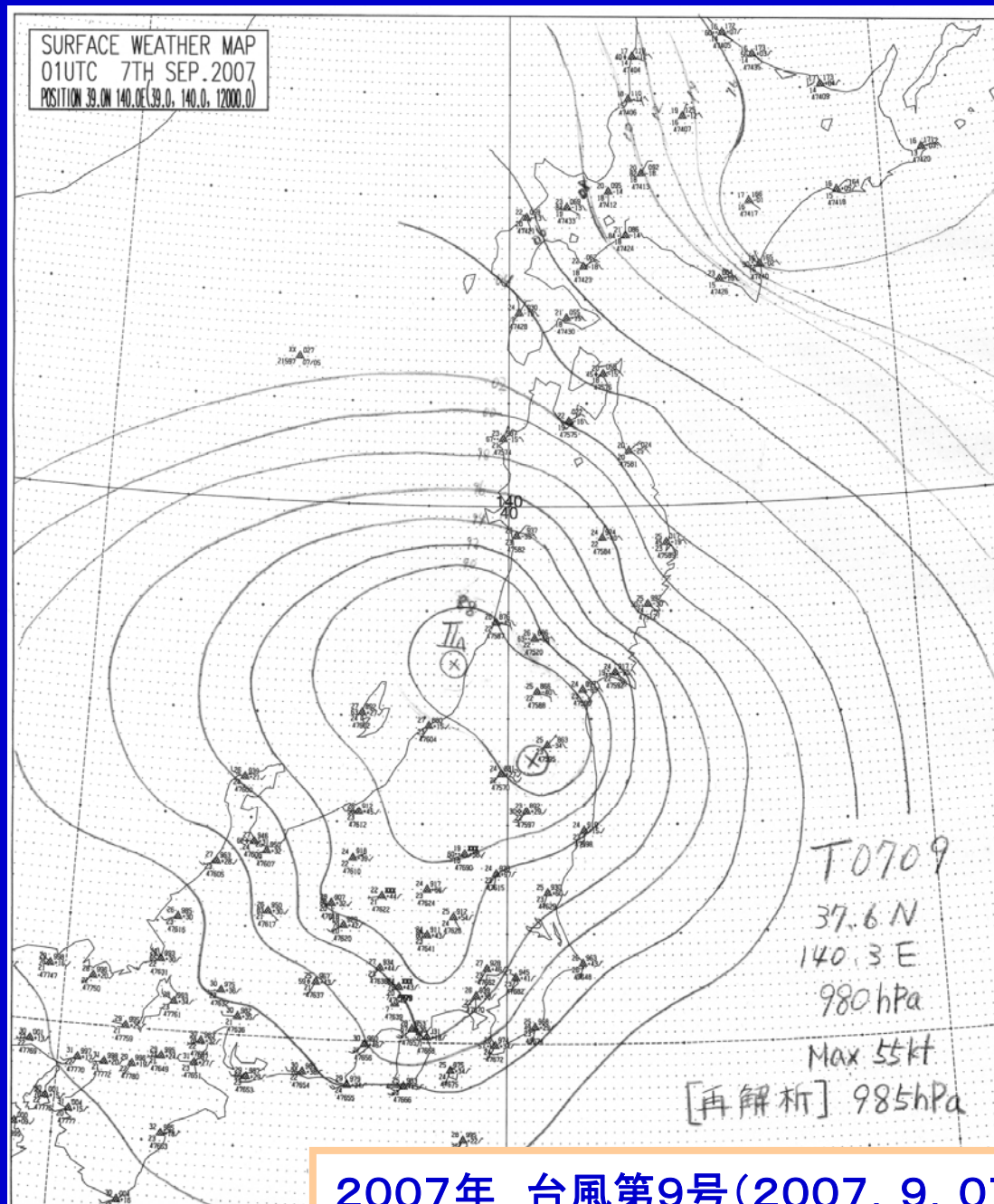
模式図：点線は山脈がない場合の等圧線、実線が変形した等圧線



ひょうたん型になり、中心が分裂



山脈に沿って進む場合、進行方向に低圧部がのびる

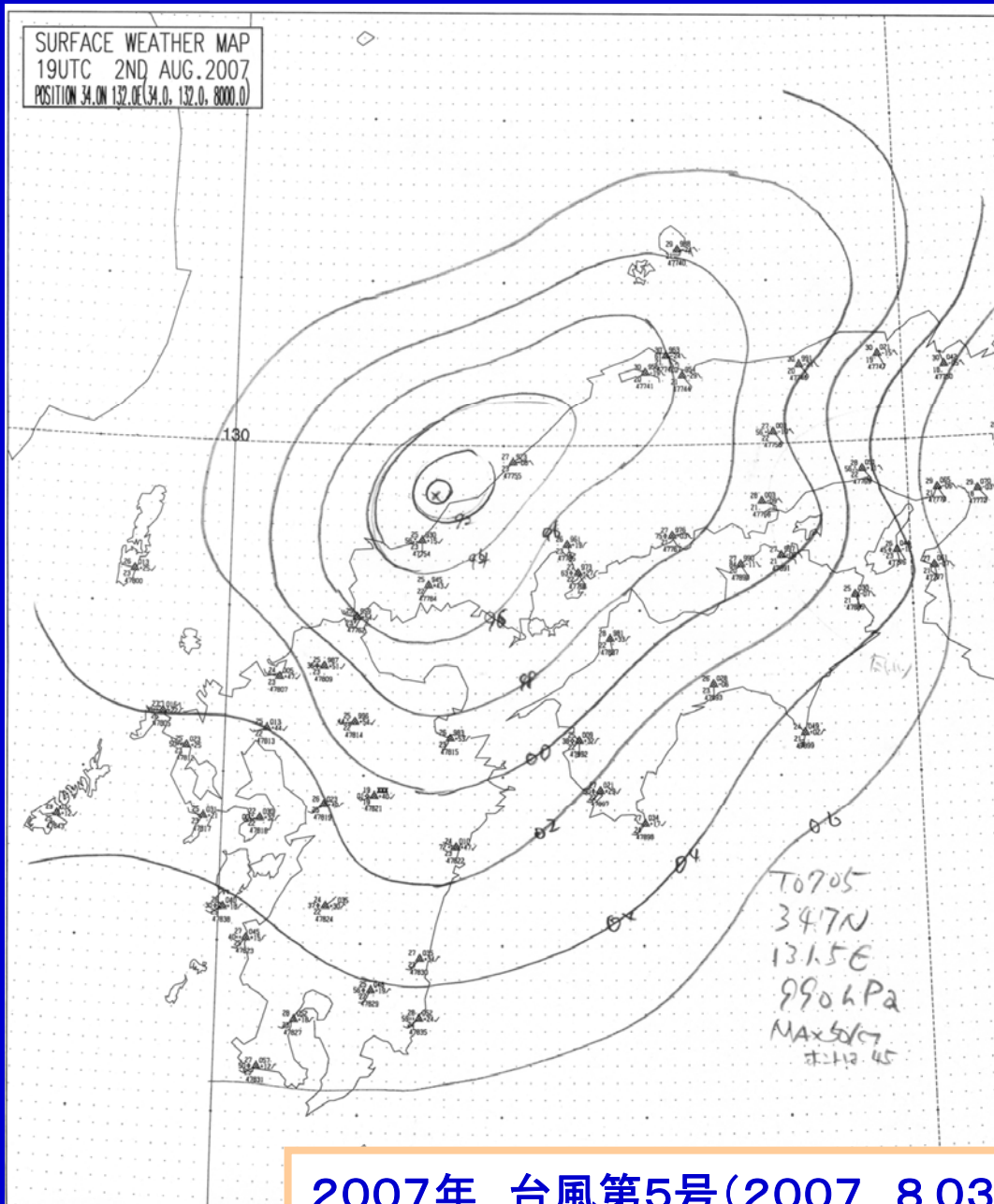


気圧中心が2箇所現われた例

※ それまでの実況及び予想資料から、この後持続すると判断できる方に決定する

⇒ 中心がジャンプすることがある

2007年 台風第9号(2007. 9. 07. 10JST)

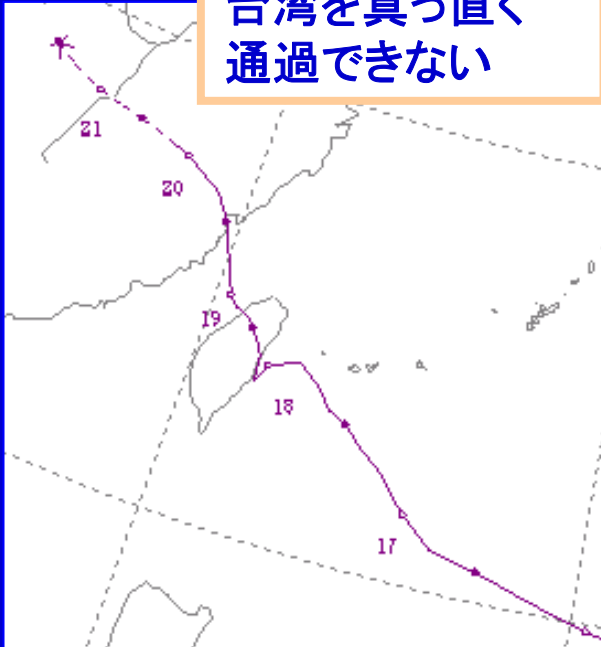


進行方向に低圧部がのびた例

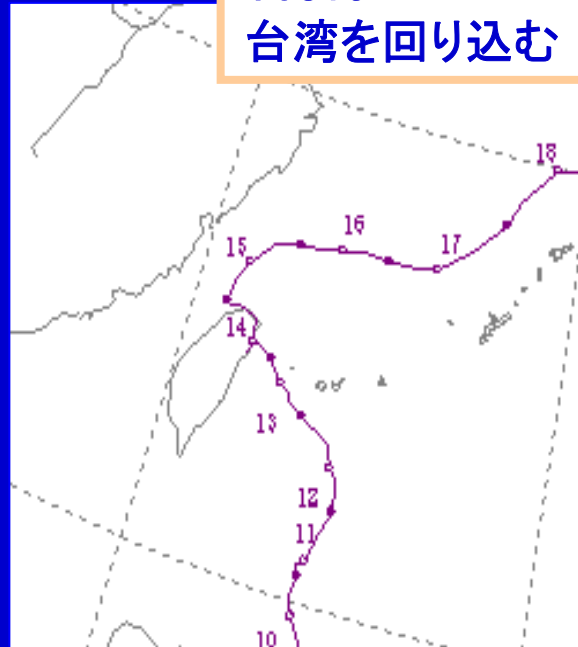
2007年 台風第5号(2007. 8.03. 04JST)

1-6 陸の影響により進路が複雑となる例

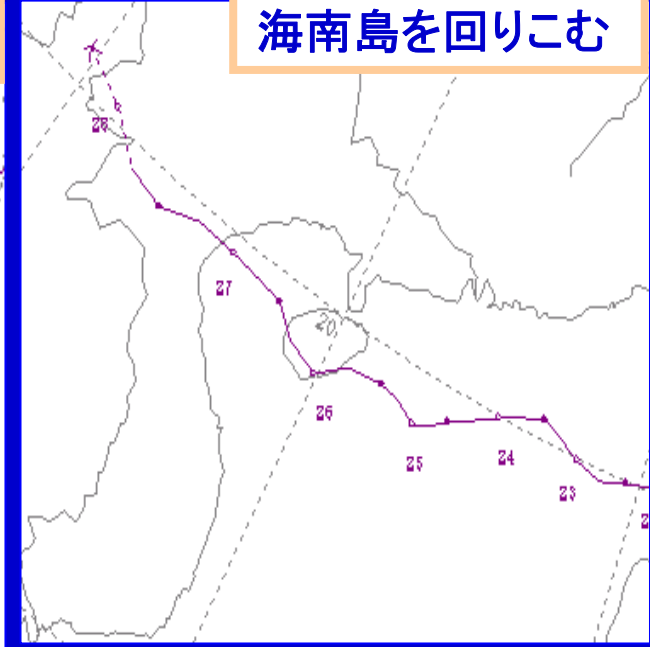
T0505
台湾を真っ直ぐ
通過できない



T0813
台湾を回り込む



T0518
海南島を回りこむ



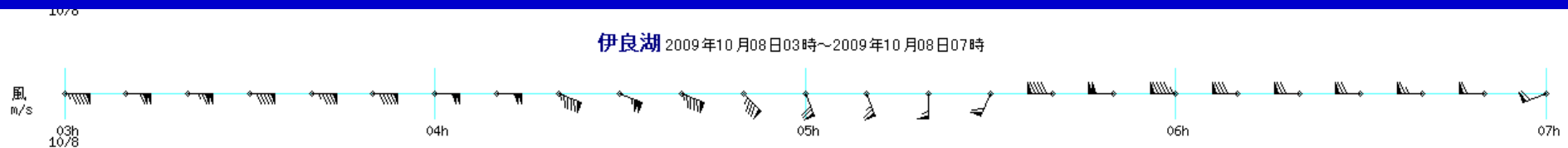
1-7 風向の時系列変化(監視技術)

台風進路の左側:風向が反時計回りに変化

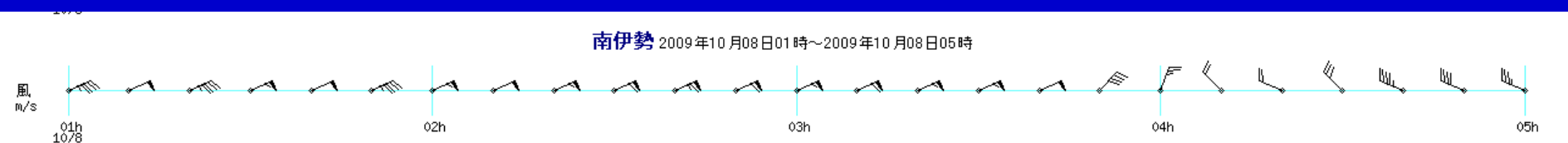
右側:時計回り

⇒ その地点の台風経路に対する位置がわかる

上陸、通過の判断に必要



時計回りの変化(時間軸は右方向へ進む)



反時計回り

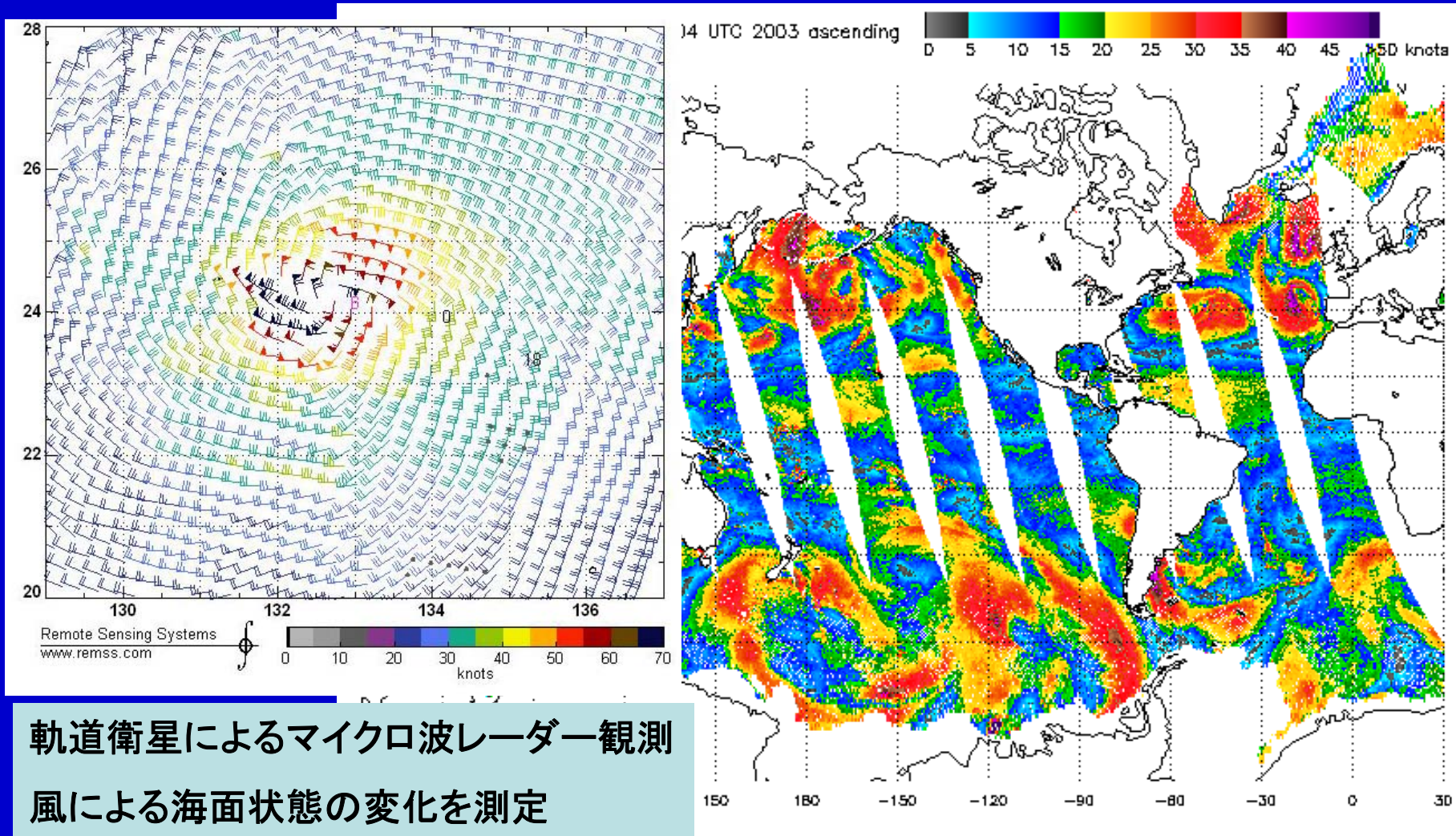
1-8 上陸、通過の判断

- 「上陸」とは、台風の気圧の中心（レーダーの中心ではない）が北海道、本州、九州、四国の海岸線に達した場合をいう。小さい島や半島を横切って短時間で再び海に出る場合は「通過」とする。
- 上陸や通過が近い時は、アメダス10分値、気象官署・特別地域気象観測所の実況（風、気圧：1分毎）を連続監視する。
- 上陸や通過が確認できた時は、必要に応じて情報を発表する。

1-9 強度(最大風速など)の決定

- 気象衛星、気圧・風の観測資料を用いる
- 気圧・風資料の少ない南の海上などでは衛星資料による推定となる
 - 静止気象衛星「ひまわり」のほか、極軌道衛星による観測資料も参考に利用
- これも、基本は気圧・風観測資料による決定だが、資料の少ない所では衛星資料に頼る

QUIKSCATデータの例



軌道衛星によるマイクロ波レーダー観測
風による海面状態の変化を測定
精度には限界あり

1-9-1 最大風速、中心気圧決定の留意点

- ドボラック法により最大風速を推定し、この最大風速から中心気圧を推定。
- 地上あるいは船舶の観測による実況値で補正
- 台風衰弱期や温低化過程ではドボラック法の精度が下がるため、実況資料を重視して解析する

1-10 諸元決定におけるポイント

- 台風中心は気圧中心
- 台風構造に密接に関係する気圧プロファイルの把握は重要
- 気圧場は地形の影響を大きく受けるため、台風中心は、1つが連続的に動くとは限らない。候補が複数現れることもある
- 上陸や通過の際は各データを連続的に監視する
- 風の実況資料利用の際は、観測点の特性(代表性の有無)の把握が重要

2 台風解析の実例

(平成21年台風第18号 10月8日午前4時の解析例)

定時作業

03時50分～00分	衛星画像解析
04時00分～10分	レーダー解析
04時10分～20分	台風天気図解析 等圧線解析、前時刻の再解析結果との整合
04時20分～30分	台風諸元決定 中心位置、最大風速、中心気圧、暴風域、強風域、推定位置
04時30分～40分	台風諸元の確認、台風電報作成(台風予報がある場合は含めて)
04時40分～50分	台風電文確認及び発表作業→発信電文及びHP等の確認
04時50分～05時	台風天気図解析(再解析:遅延データ等を含め解析) 等圧線解析、台風プロファイルの作成

常時監視

10分毎 気象官署及びアメダスデータの確認(極値、面分布、時系列等)
部外観測データ(ブイ、灯台等)確認

2-1 タイムスケジュール

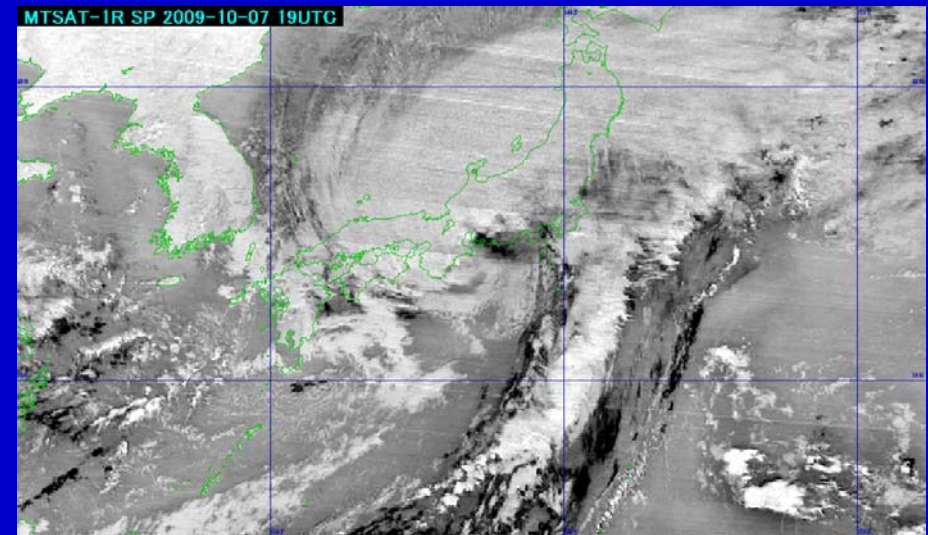
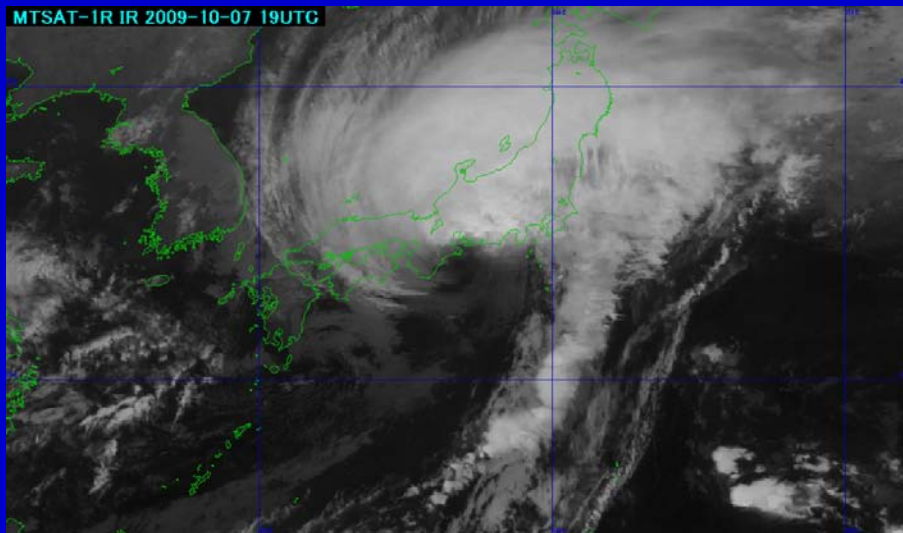
	使用データ及び作業内容	解析結果等
03時50分	衛星画像解析	中心位置(緯度・経度) 強度(最大風速・中心気圧)
04時00分	レーダー解析	中心位置(緯度・経度)
04時10分	天気図解析	中心位置(緯度・経度) 強度(中心気圧、暴風・強風域)
04時20分	各諸元決定	中心位置(緯度・経度)、移動方向速度、中心気圧、最大風速、最大瞬間風速、暴風域、強風域
04時30分	台風予報作成	実況解析及び予報値(1時間後の推定位置含む)
04時40分	電文作成・発信	配信電文確認
04時50分	天気図再解析	中心位置、強度
05時00分		

上記以外の作業

気象官署及びアメダスデータの確認(極値、面分布、時系列等)
部外観測データ(ブイ、灯台等)確認

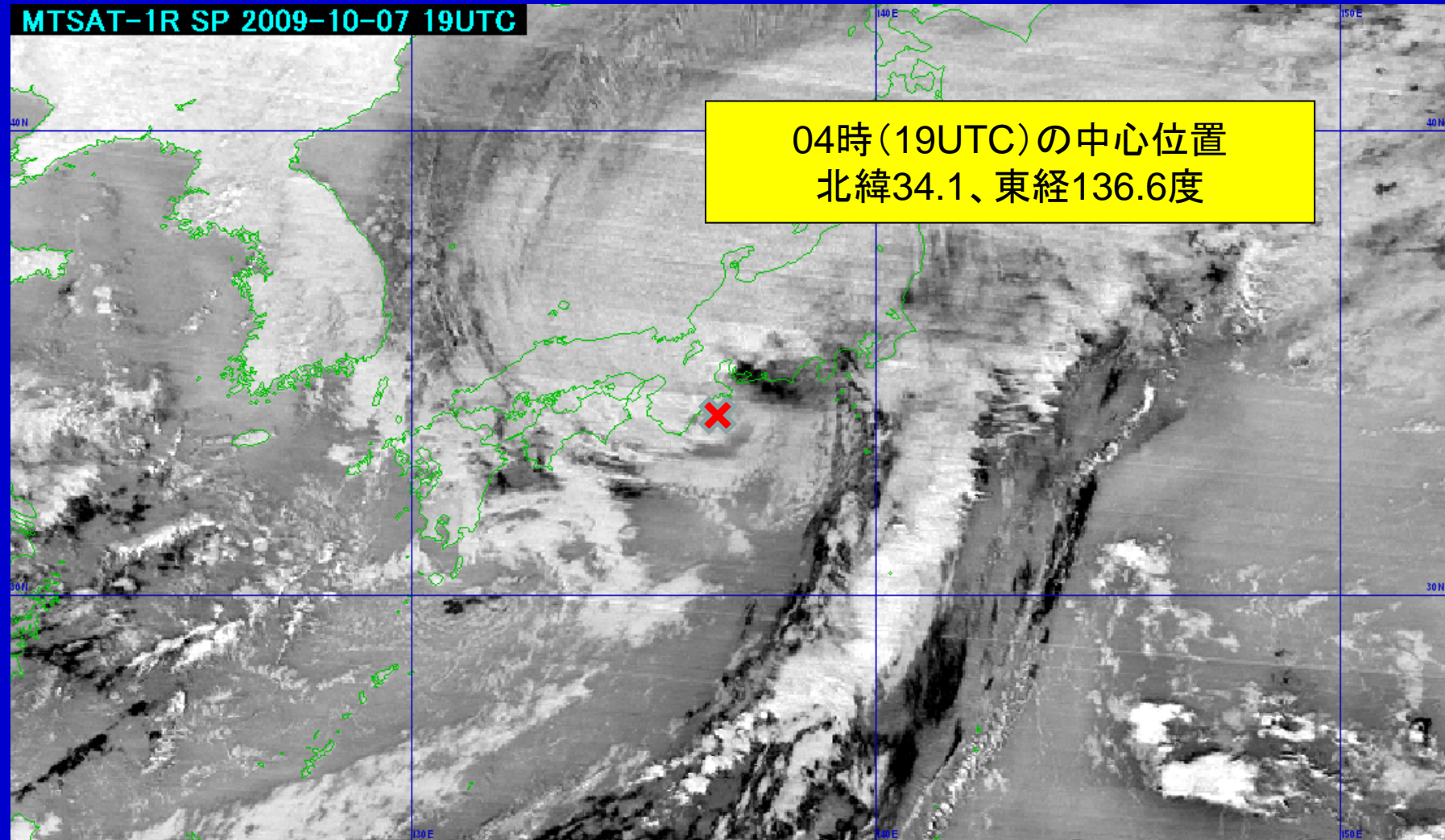
2-2 衛星画像解析

赤外画像、可視画像、赤外差分画像の30分動画を用い、台風の中心位置及び強度の推定値を解析



2-2-1 衛星画像による中心決定

各種画像の動画を切り替えて解析

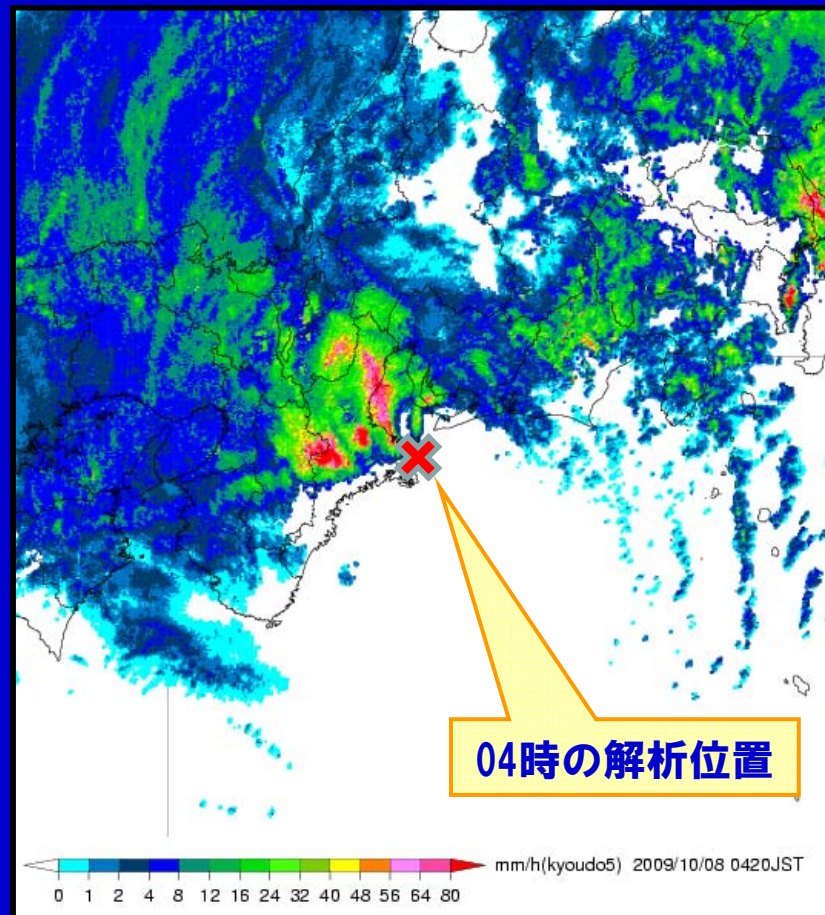


2-2-2 衛星解析の結果と判断(04:00)

- 赤外及び差分画像の動画から、およその位置として志摩半島の南と推定できるが精度は低い
- 衛星による確度の高い(0.1度単位)位置決定は困難

2-3 レーダー解析

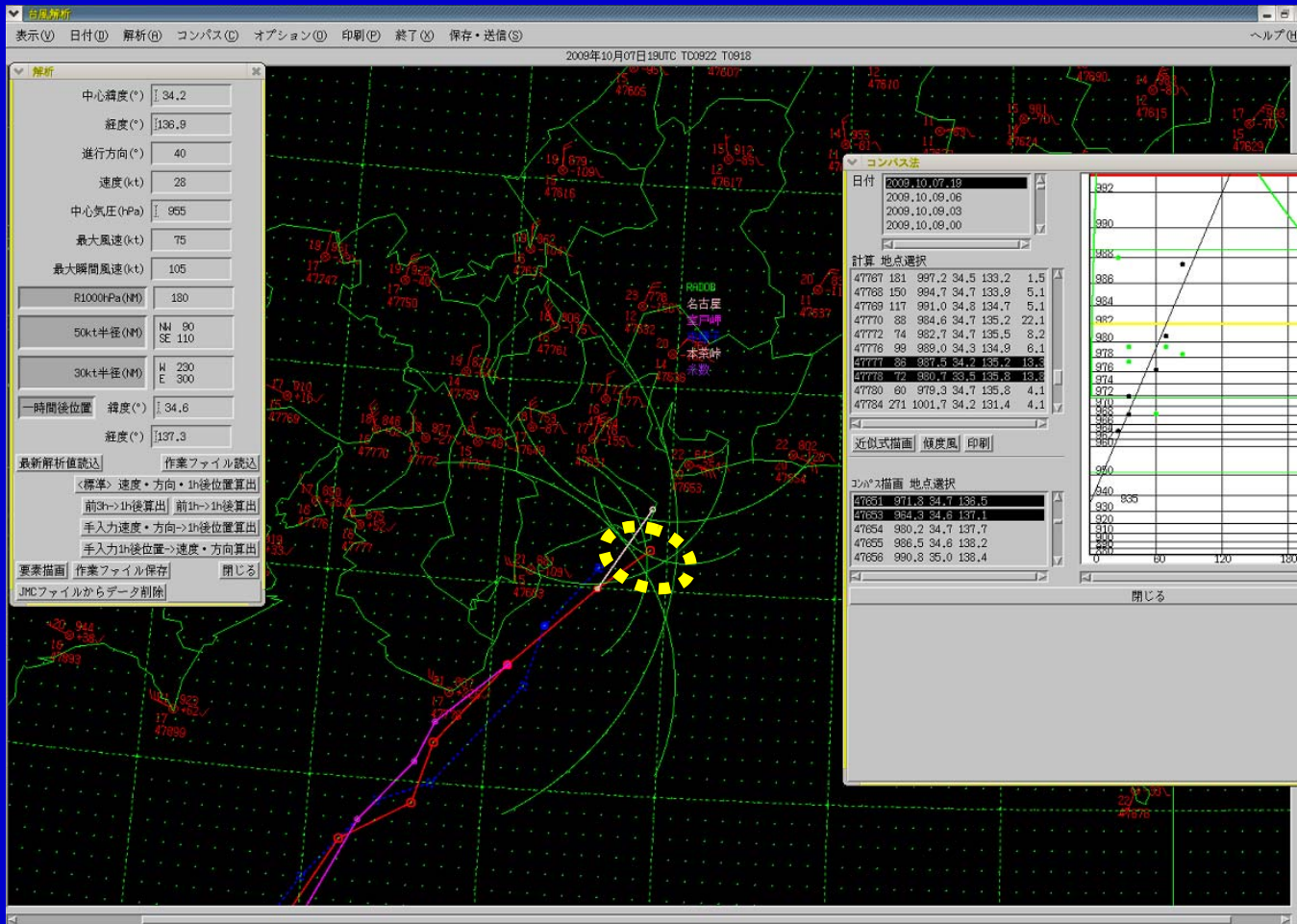
レーダー解析担当が5分毎のレーダーデータの動画から台風を中心位置を解析



2-3-1 レーダー解析の結果と判断(04:10)

- 数時間前からの動画による追跡では、04時の時点で中心を示唆するエコーは志摩半島東岸付近と解析。
- レーダーエコーだけでは、精度の良い中心の決定は困難。

2-4 コンパス法を用いた中心位置の確認



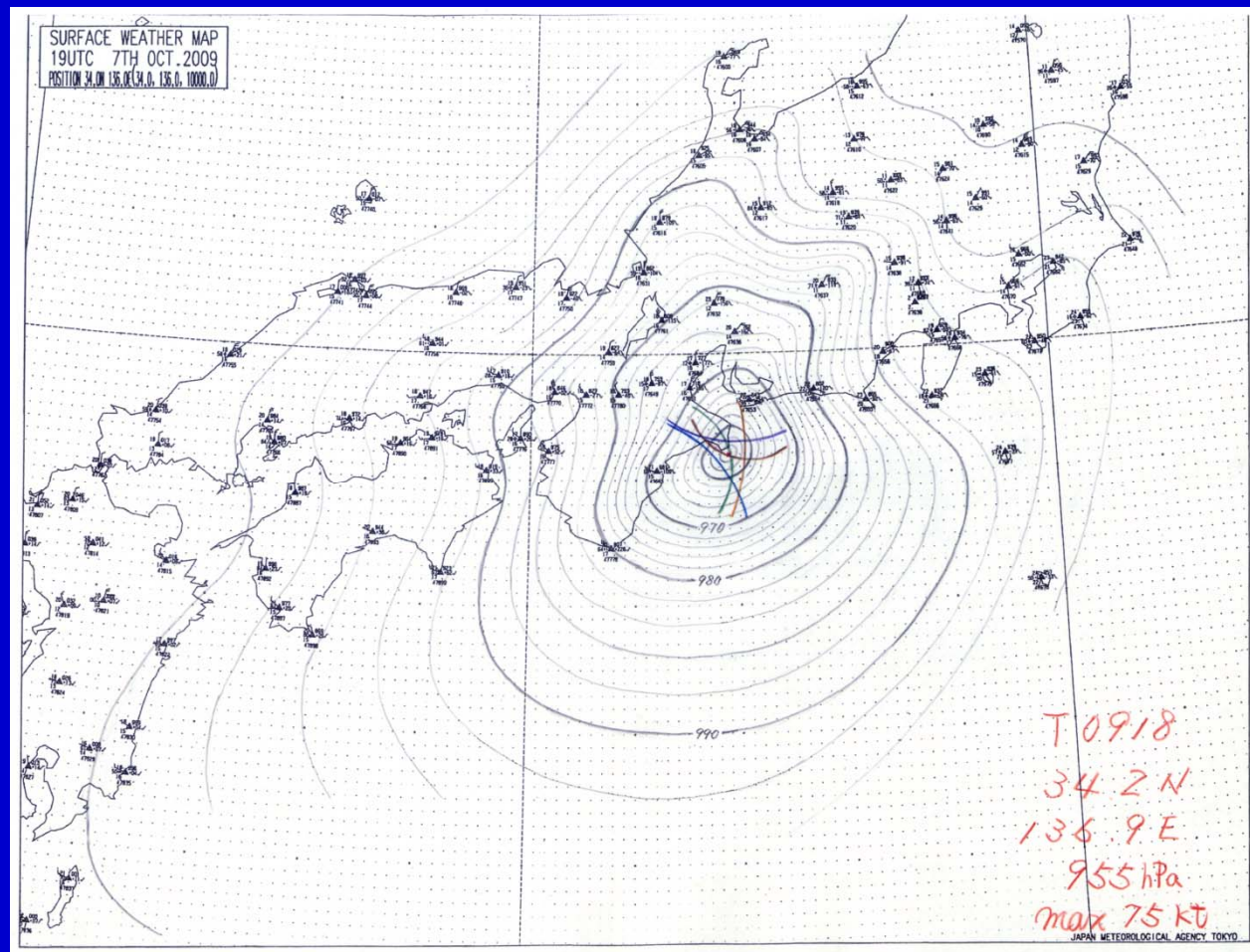
大王崎の南付近に交点
が集中

2-4-1 コンパス法による解析結果と判断(04:20)

- 04時時点では、気圧中心は大王崎の南付近で志摩半島上にはない。
- 交点が比較的集中しており、解析精度はおおむね良好と判断。

2-5 台風天気図解析

観測正時15分ぐらいまでに得られた地上・海上実況を使って等圧線解析を行う(中心位置、中心気圧、最大風速の仮決定)



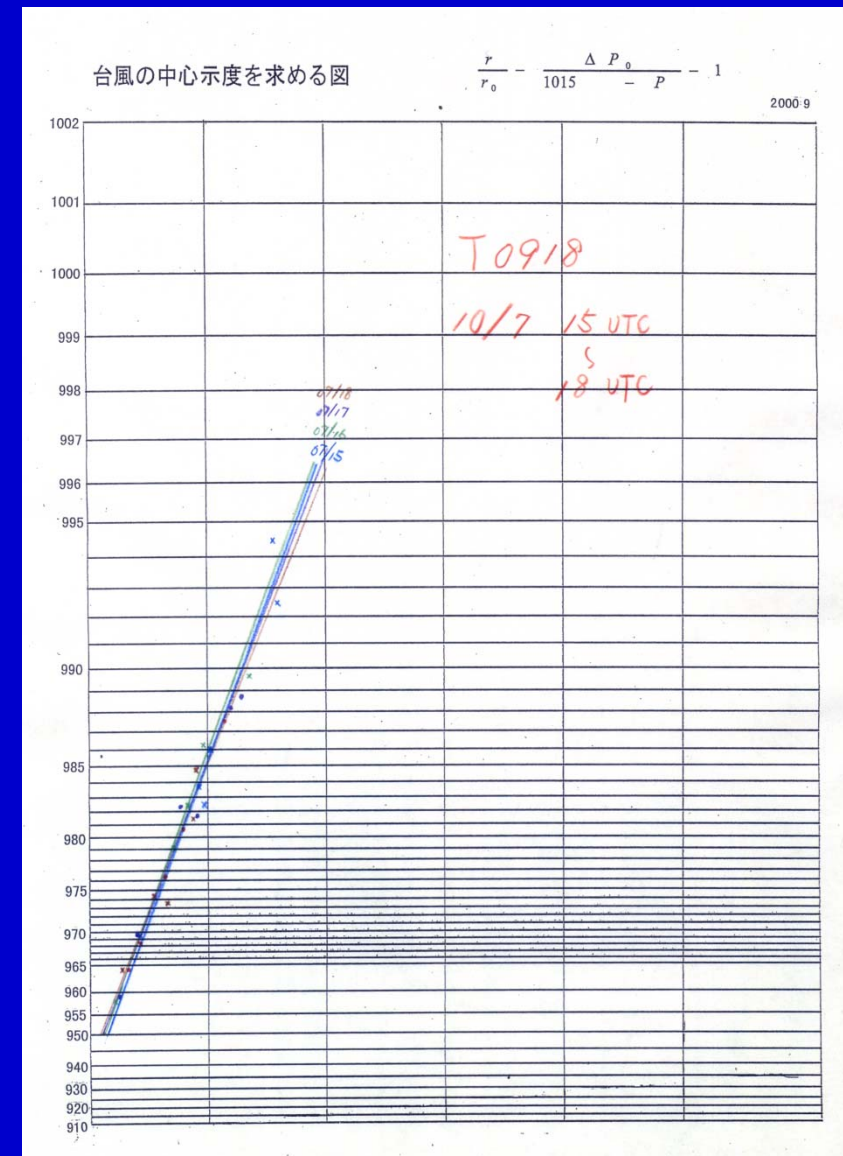
2-5-1 天気図解析の結果と判断(04:20)

- 04時時点での気圧中心は大王崎のすぐ南の海上
- 等圧線の形に無理は無く、気圧観測データとも整合している。
- 衛星による推定やアメダス、大王崎灯台のデータとも整合しており、天気図解析による位置を4時の中心位置と決定。

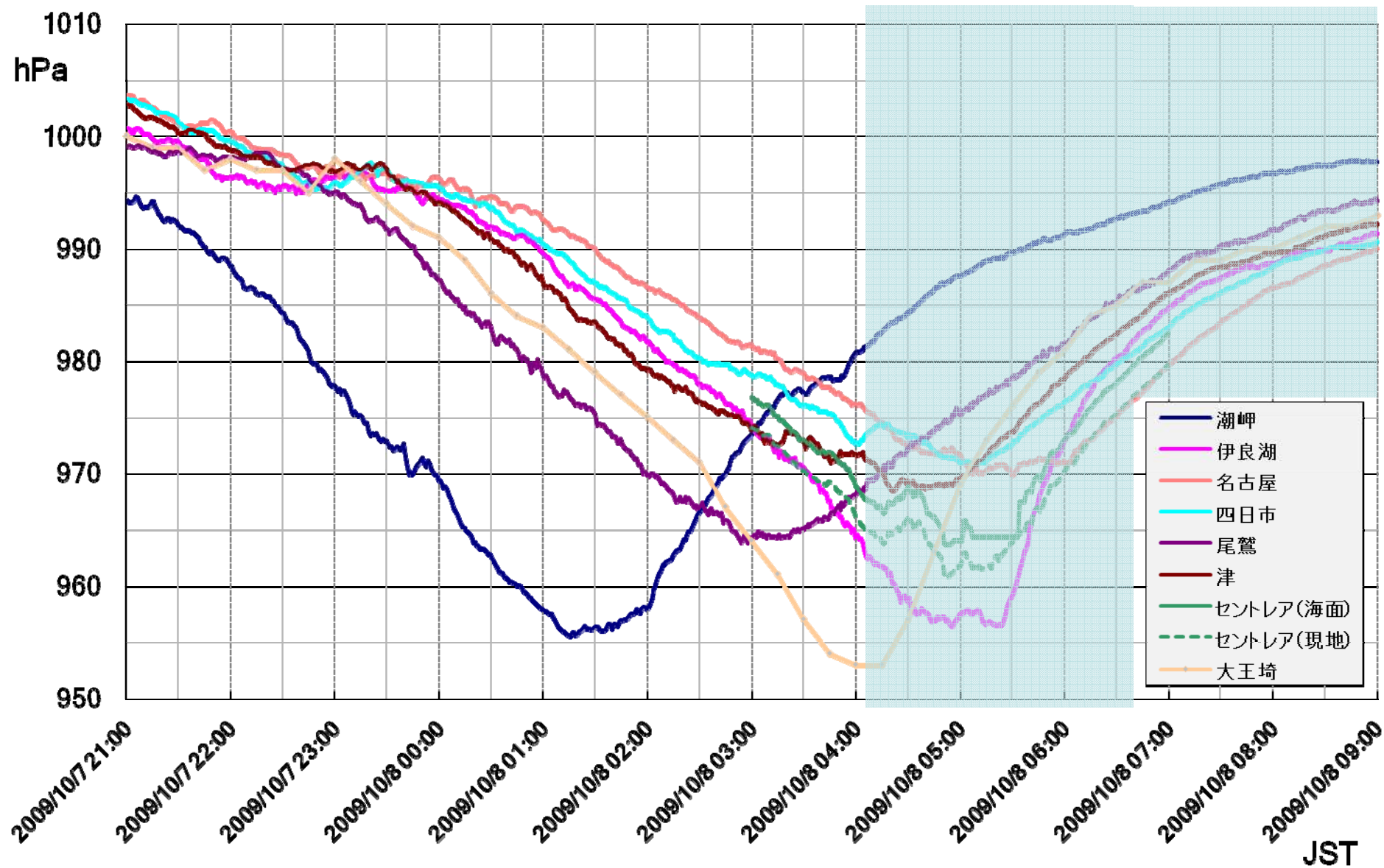
2-6 台風のプロファイル(構造)の確認

前解析時刻の再解析で作成した台風のプロファイルとの整合を見る。

プロファイルに大きな変化なし。



気象官署の1分値を使った気圧のプロファイル

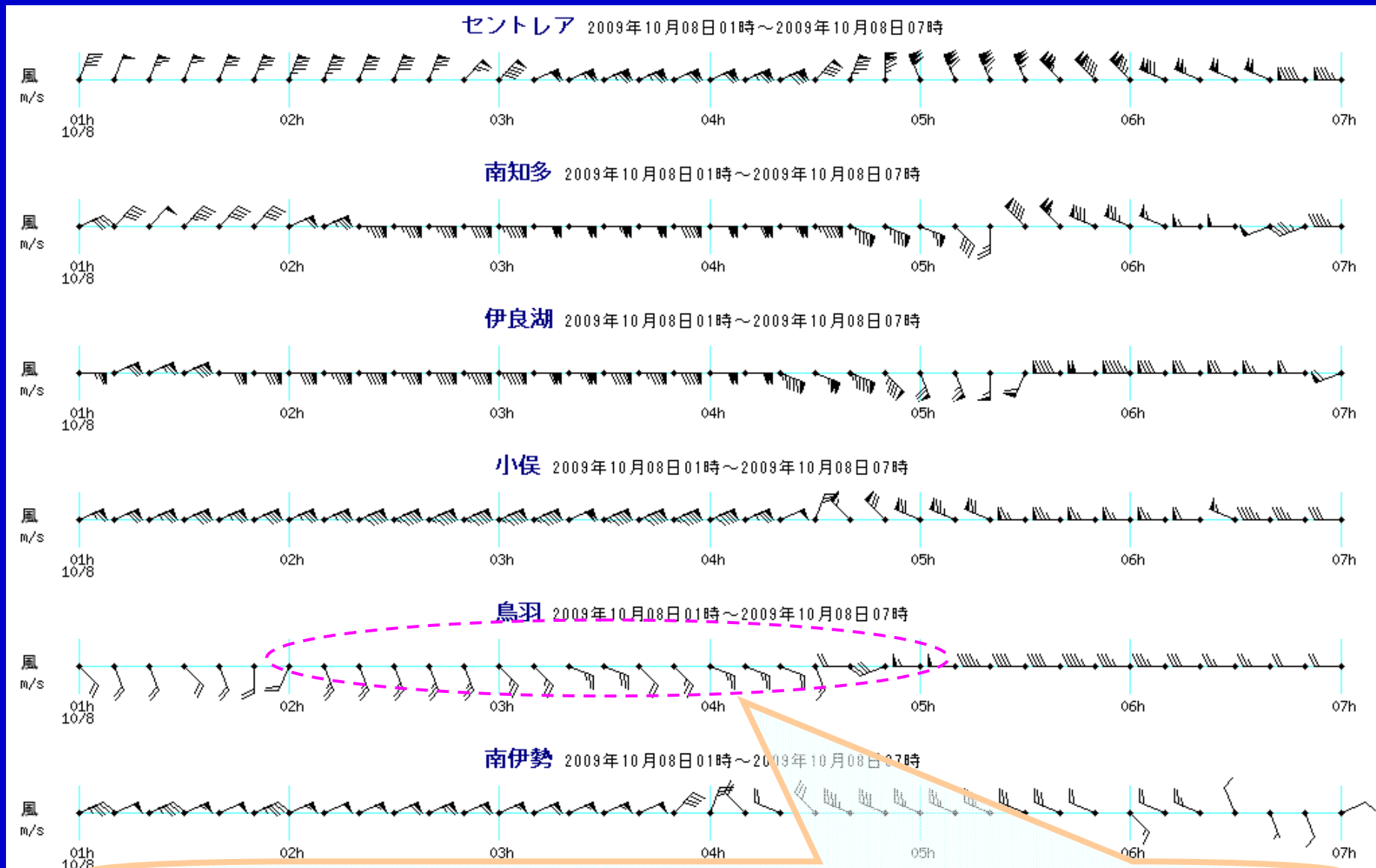


大王崎のデータは30分毎

2-7 アメダス等による解析

- ・ 10分毎のアメダスによる風向、風速などの実況を監視
- ・ 観測所毎の風の変化の特徴などに留意
 - 今回の台風第18号の事例では、三重県鳥羽の風向や風速の変化の特徴を把握した上で、解析に利用.
- ・ 信頼度の高い部外観測所のデータも参考に利用
 - 大王崎、伊良湖岬等の灯台のデータは毎25分と55分に観測. 約12分遅れで更新、入手.

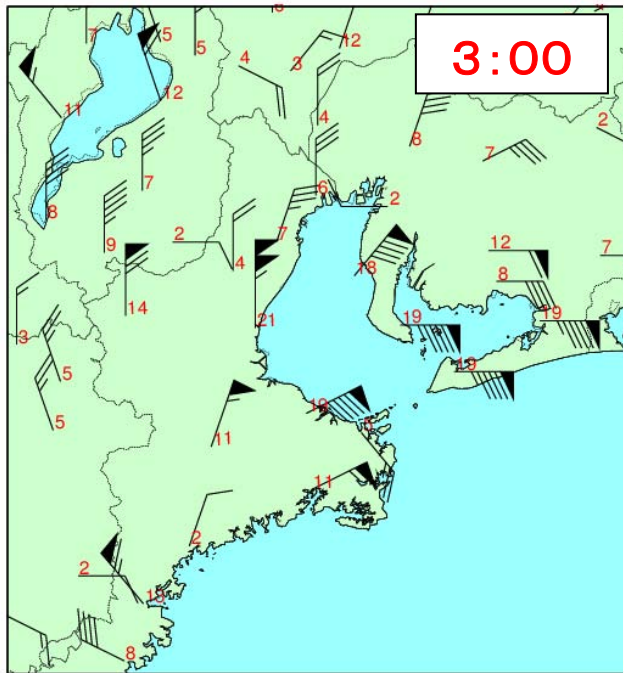
主なアメダス観測所の風の時系列



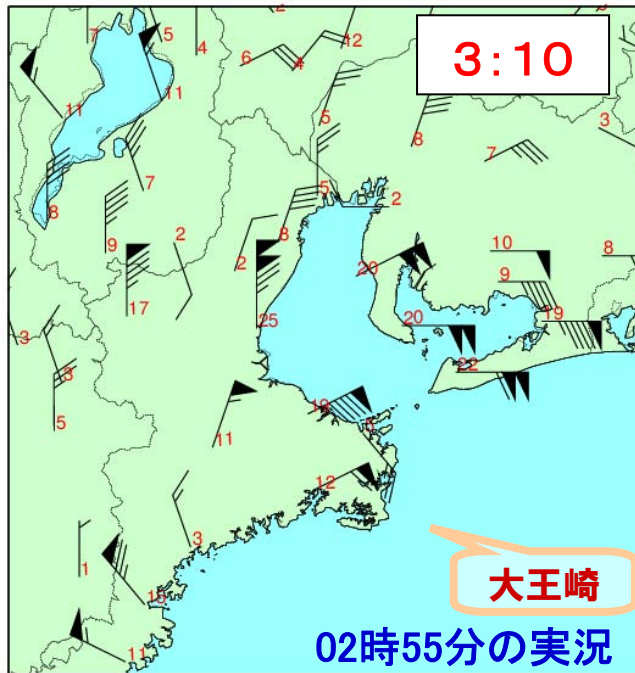
周辺の観測所に比べて風速が弱い、風向の変化が連続的でない、といった観測所の特性に留意

アメダス観測所の位置

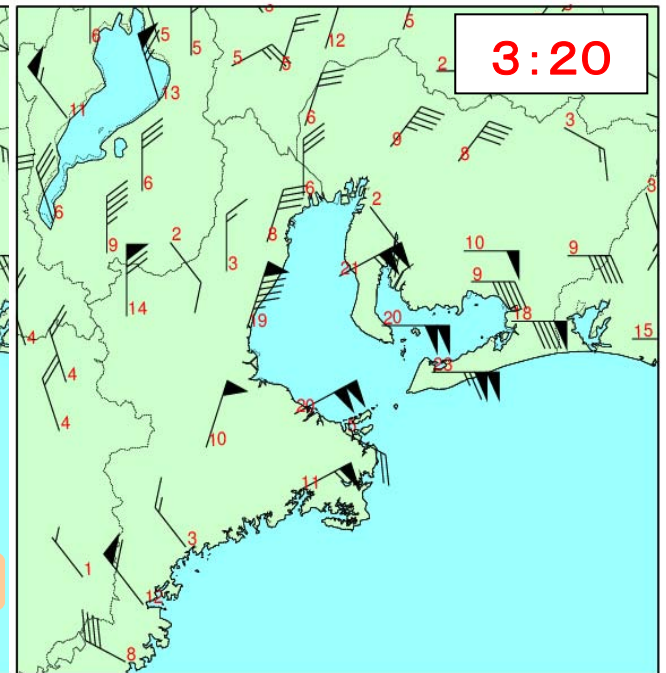




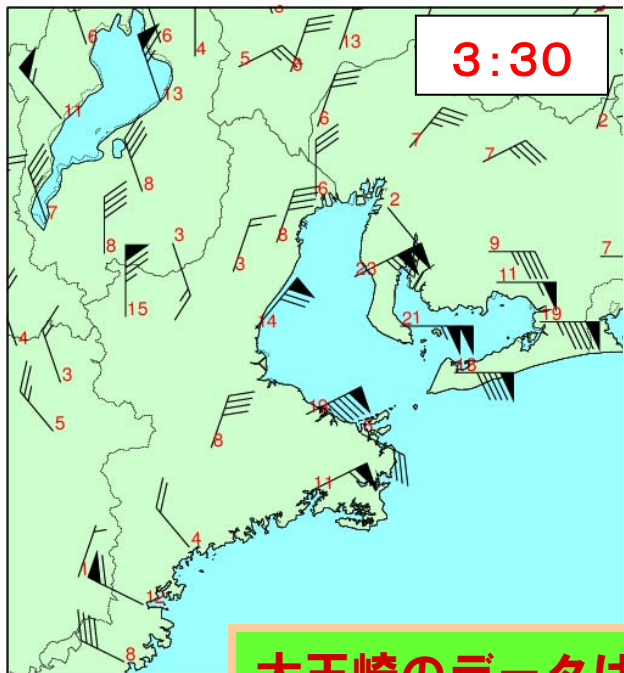
2009/10/08 03:00(JST)



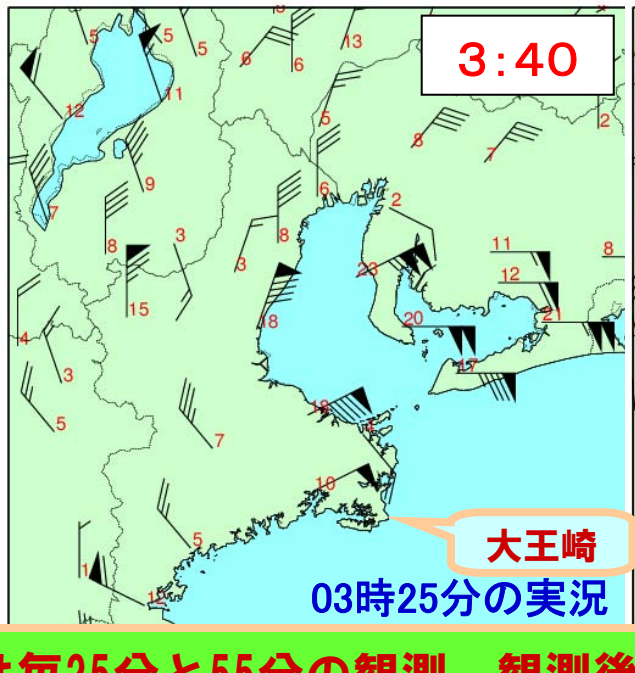
2009/10/08 03:10(JST)



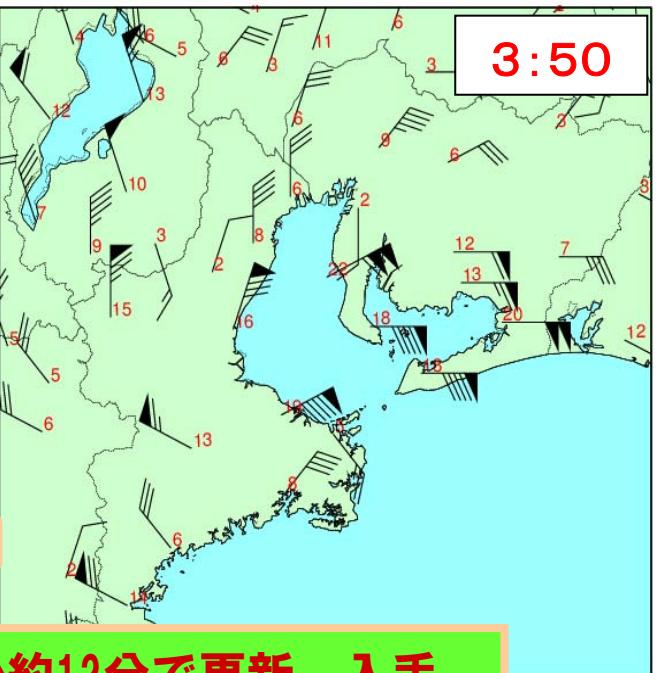
2009/10/08 03:20(JST)



2009/10/08 03:30(JST)

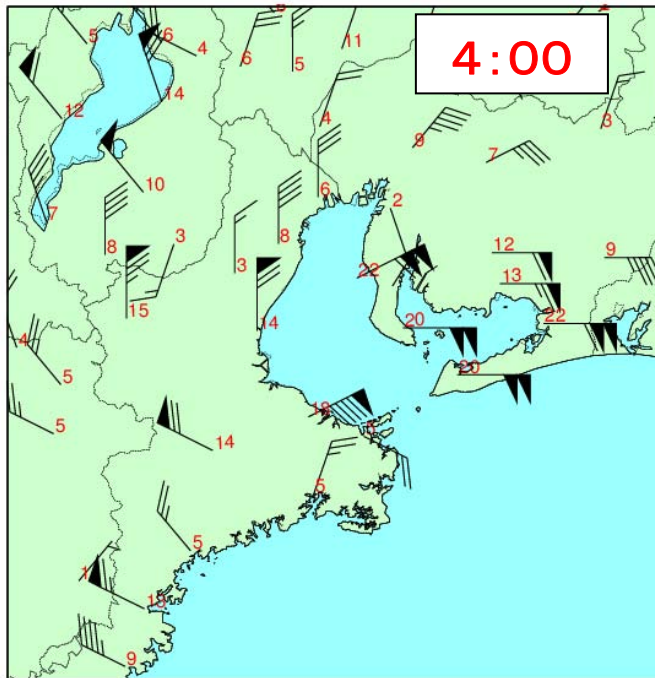


2009/10/08 03:40(JST)

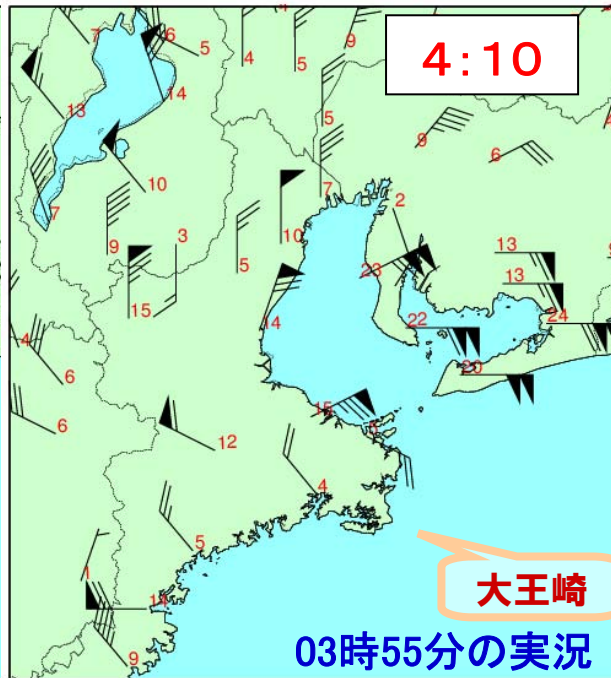


2009/10/08 03:50(JST)

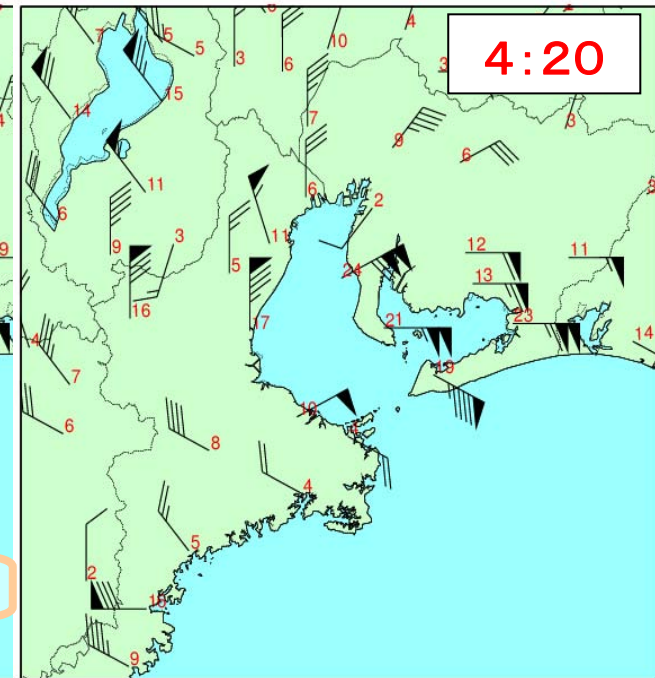
大王崎のデータは毎25分と55分の観測。観測後約12分で更新、入手。



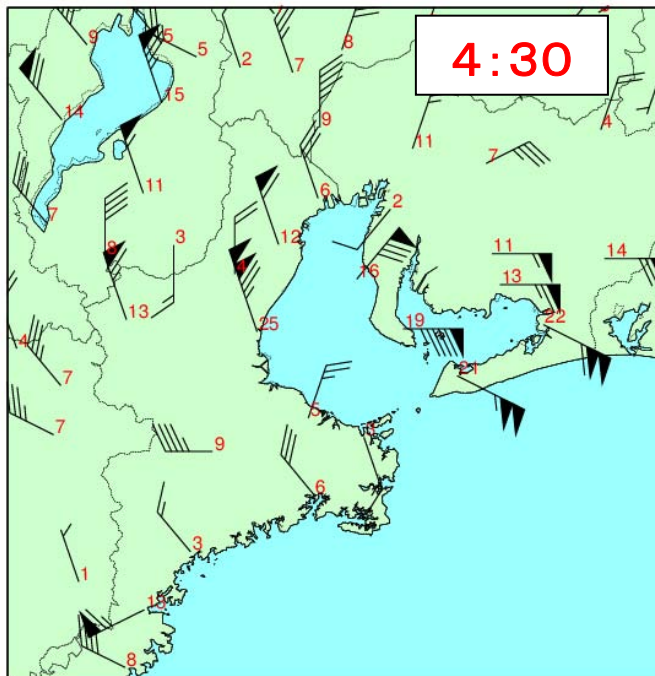
2009/10/08 04:00(JST)



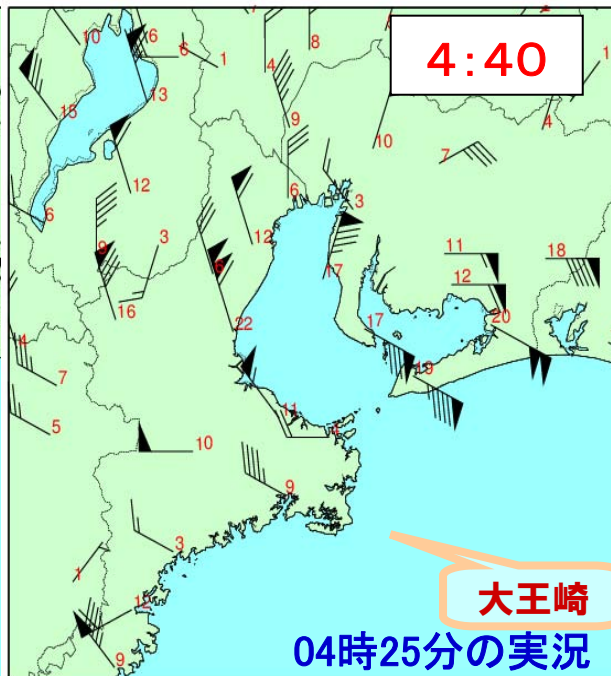
2009/10/08 04:10(JST)



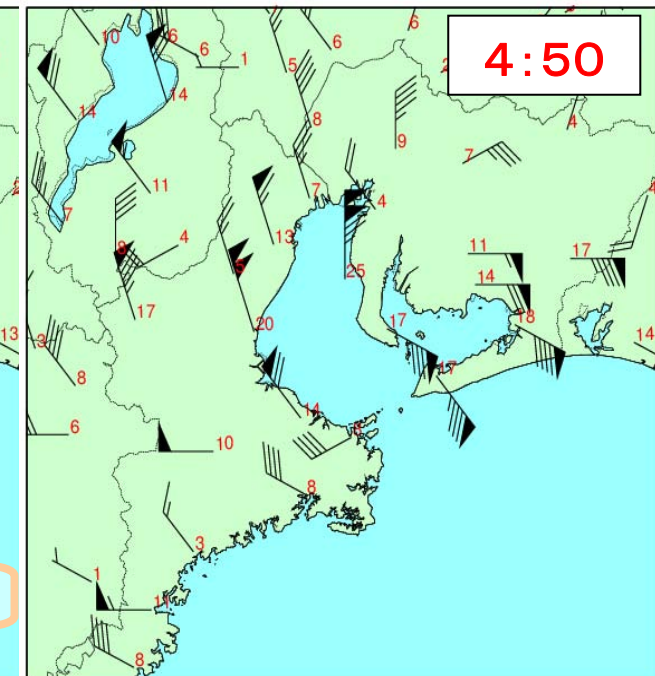
2009/10/08 04:20(JST)



2009/10/08 04:30(JST)



2009/10/08 04:40(JST)



2009/10/08 04:50(JST)

2-7-1 アメダス及び部外データによる判断(04:30)

- 大王崎の03時55分の気圧のデータから、04時の時点では、台風の中心は大王崎にかなり接近している。
- アメダス10分毎の風の変化から、大王崎付近から志摩半島の東岸沿いに北上している模様。

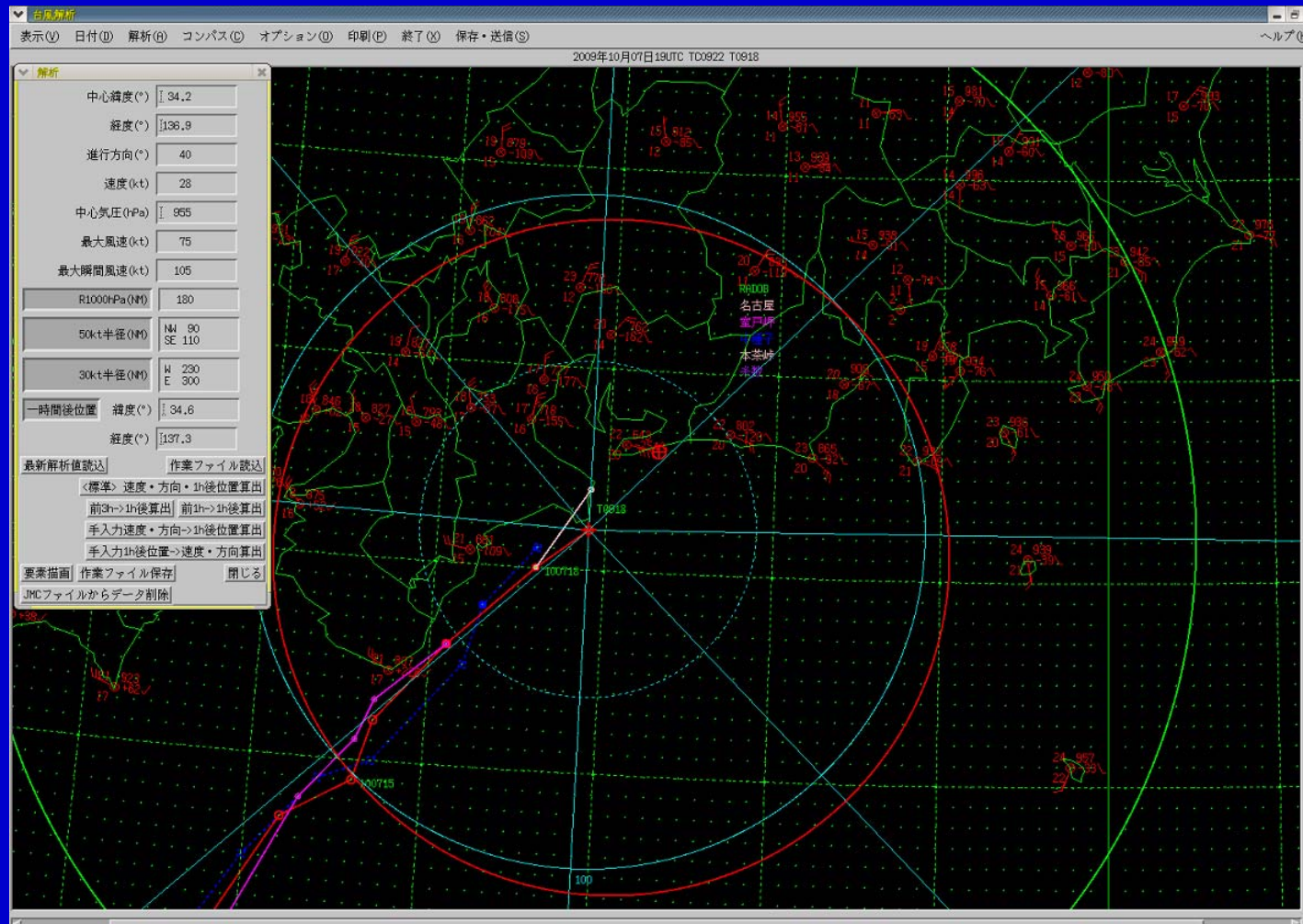
2-7-2 アメダス及び部外データによる判断(04:40)

- 大王崎灯台の04時25分の気圧から、大王崎より北にあるものと推定。
- これまでよりやや北寄りの進路で、志摩半島の東岸を伊勢湾口付近に進んでいるものと推定。
- まもなく、愛知県方面に上陸する見込みのため、志摩半島の「通過情報」は発表せず。

台風解析ソフトでの各種諸元の確定⇒電文発信

観測データと暴風域・強風域の整合性

移動方向・速度、1時間後の推定位置などの最終確認)



3 まとめ

- ・ 精度が確保され、均質な気象庁のデータのほか、即時的に入手が可能な信頼のおける部外データを利用して実況の監視と解析を実施。
- ・ 連続的な監視、解析により台風の盛衰、移動等の傾向を把握。解析等の検討、判断に利用。
- ・ 位置や強度などの最終的な決定は、各種のデータ、手法から求められた結果を分析して、判断。
- ・ 事後に入手したデータ等を加えて改めて解析、検討してベストトラック資料を作成。