



平成17年度科学技術振興調整費
提案課題

プログラム分類: (1) 重要課題解決型研究

政策目標分類: 安心・安全

課題分類: (1) - 3 - 6 減災対策技術の研究開発

災害気象早期予測技術の開発と その影響評価

研究代表者: 余田 成男

責任/中核機関: 京都大学

参画機関: 東京大学・気象研究所・
気象庁・海洋研究開発機構

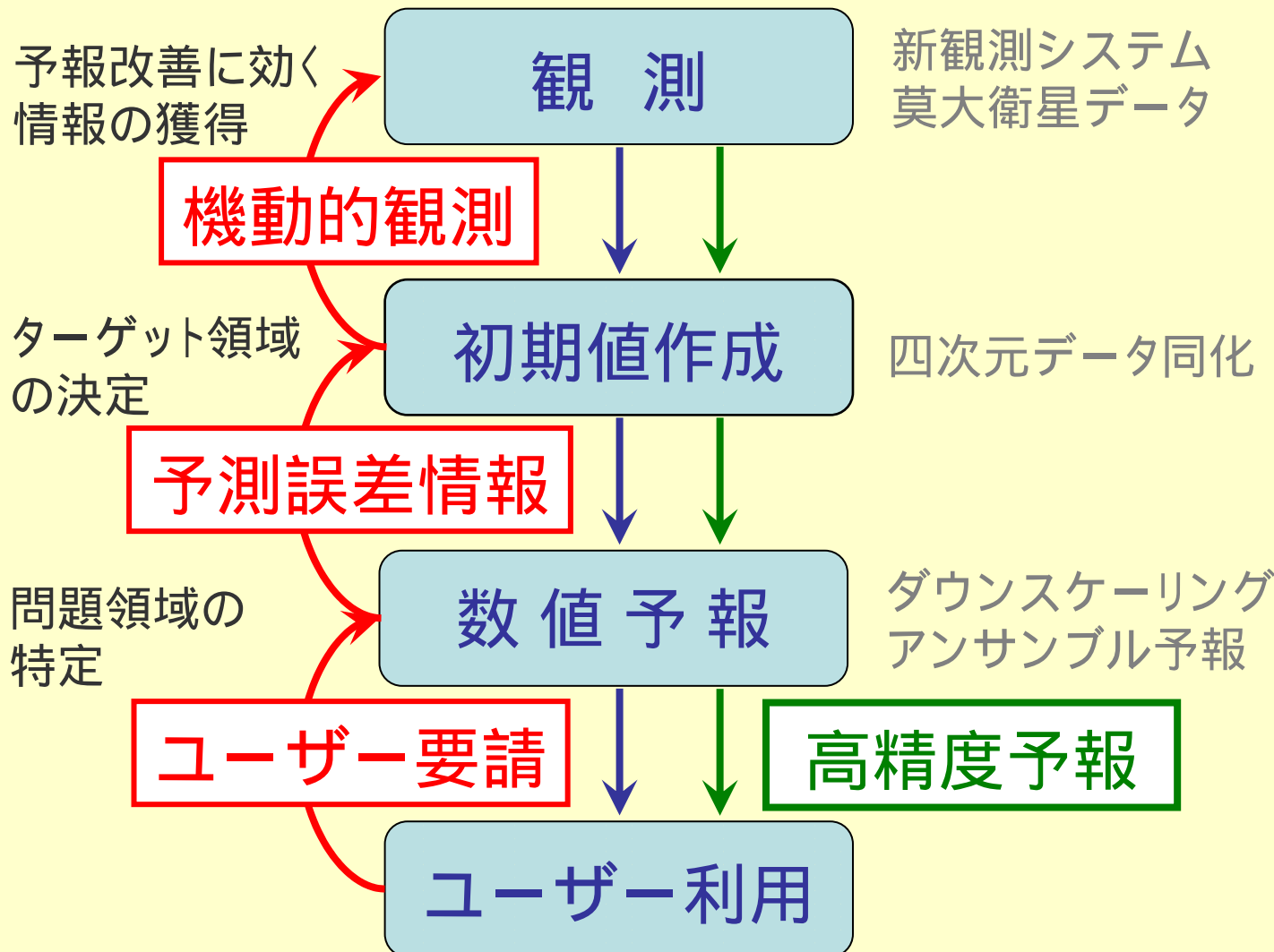
目的

- 社会的影響の大きい災害気象をより早期に予測できるシステムの開発
 - 双方向型気象予測システム
- 観測・予報データの高度利用法を開発し、災害気象メカニズムを解明する研究基盤の構築
 - 実験的予測研究プラットフォーム

重要性、緊急性

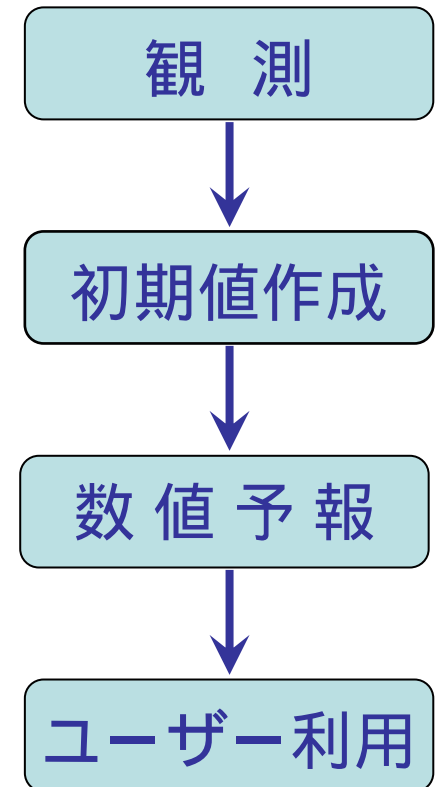
- 台風・豪雨の頻度増加の懸念と、社会の脆弱化
- THORPEX(観測システム研究・予測可能性実験)国際共同研究(2003～2012)への積極的参加

双方向型気象予測システム

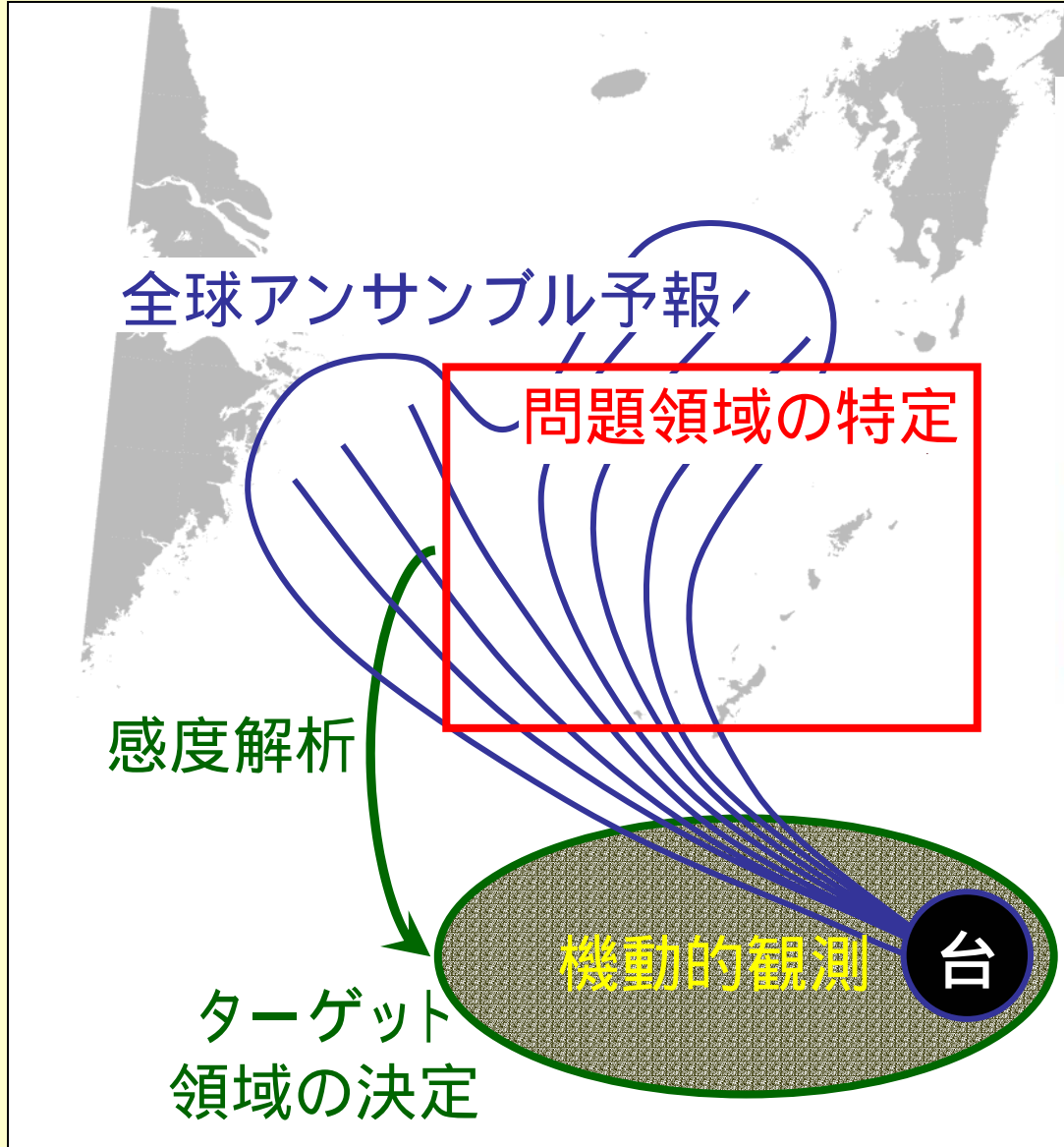


従来型予測

予報から観測へのフィードバックなし



● 具体例：台風の機動的観測



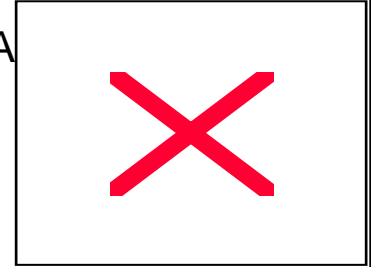
地球観測衛星による観測

GPM

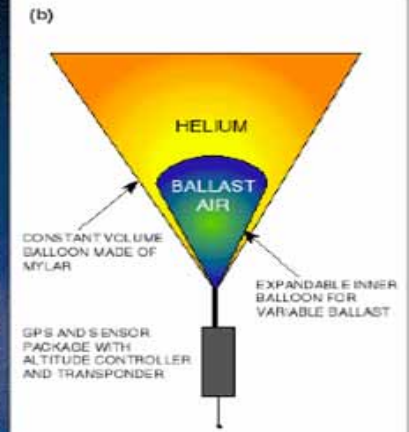


©JAXA

AQUA



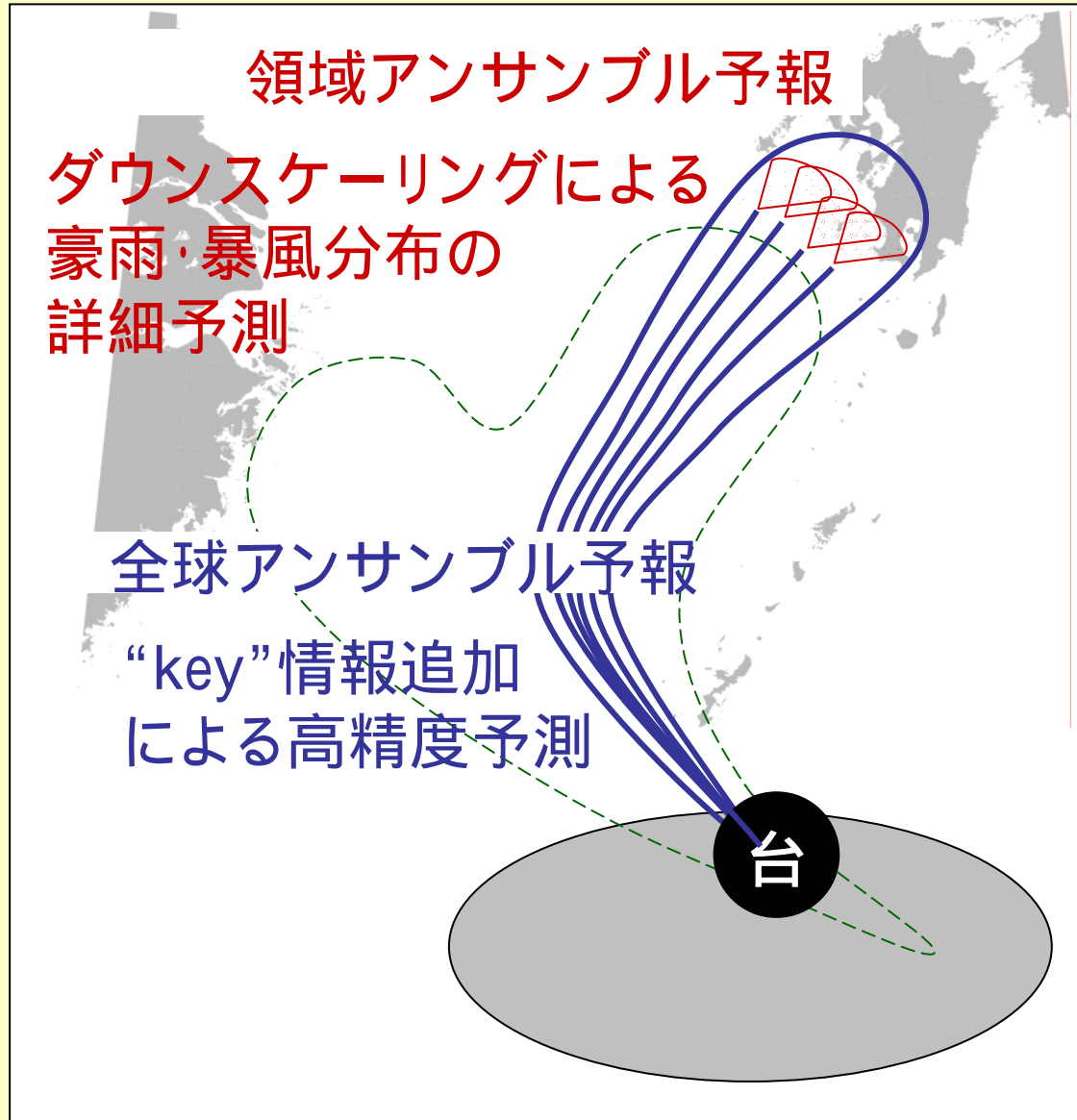
©NASA



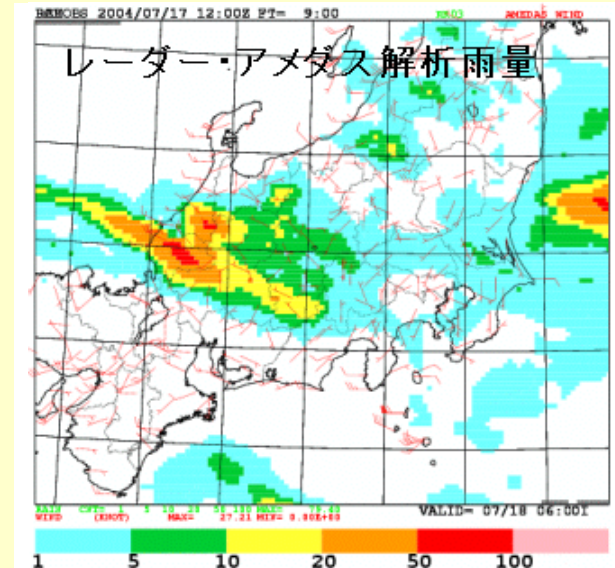
予報改善に効くkey情報の獲得



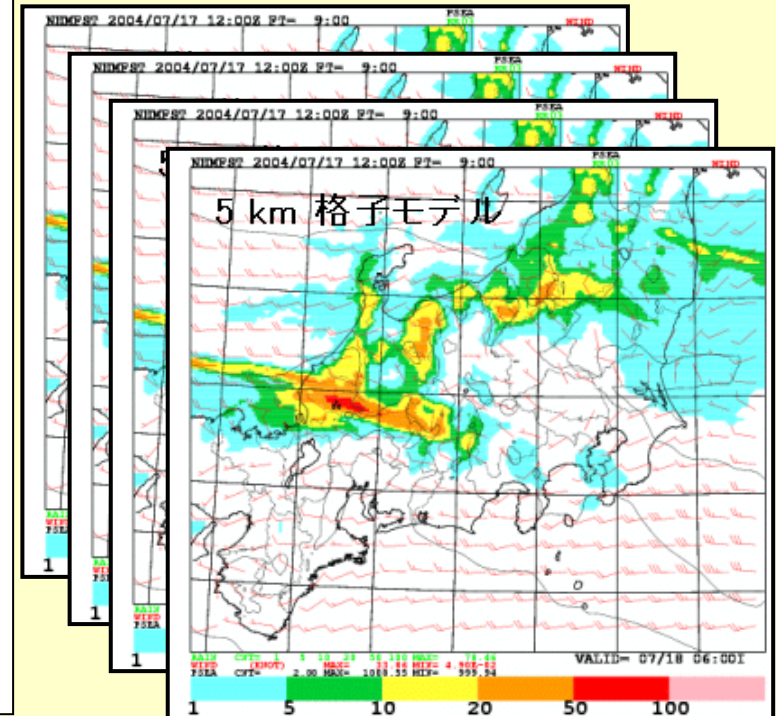
- ダウンスケーリング
アンサンブル予報



Radar-AMeDAS 3-h rain



5km MSM



実験的予測研究プラットフォーム

- 台風予報の具体例では

アンサンブル予報データの高度利用
社会的インパクトの評価

を担う部分

- 実験的予測システム
- 統合データベース



- **実験的予測システム**

- 現業の数値予報システムが動くプラットフォーム
- 予測誤差成長理論に基づく初期値作成手法の開発
- 多階層数値モデルを用いた確率的予測手法の開発

- **統合データベース**

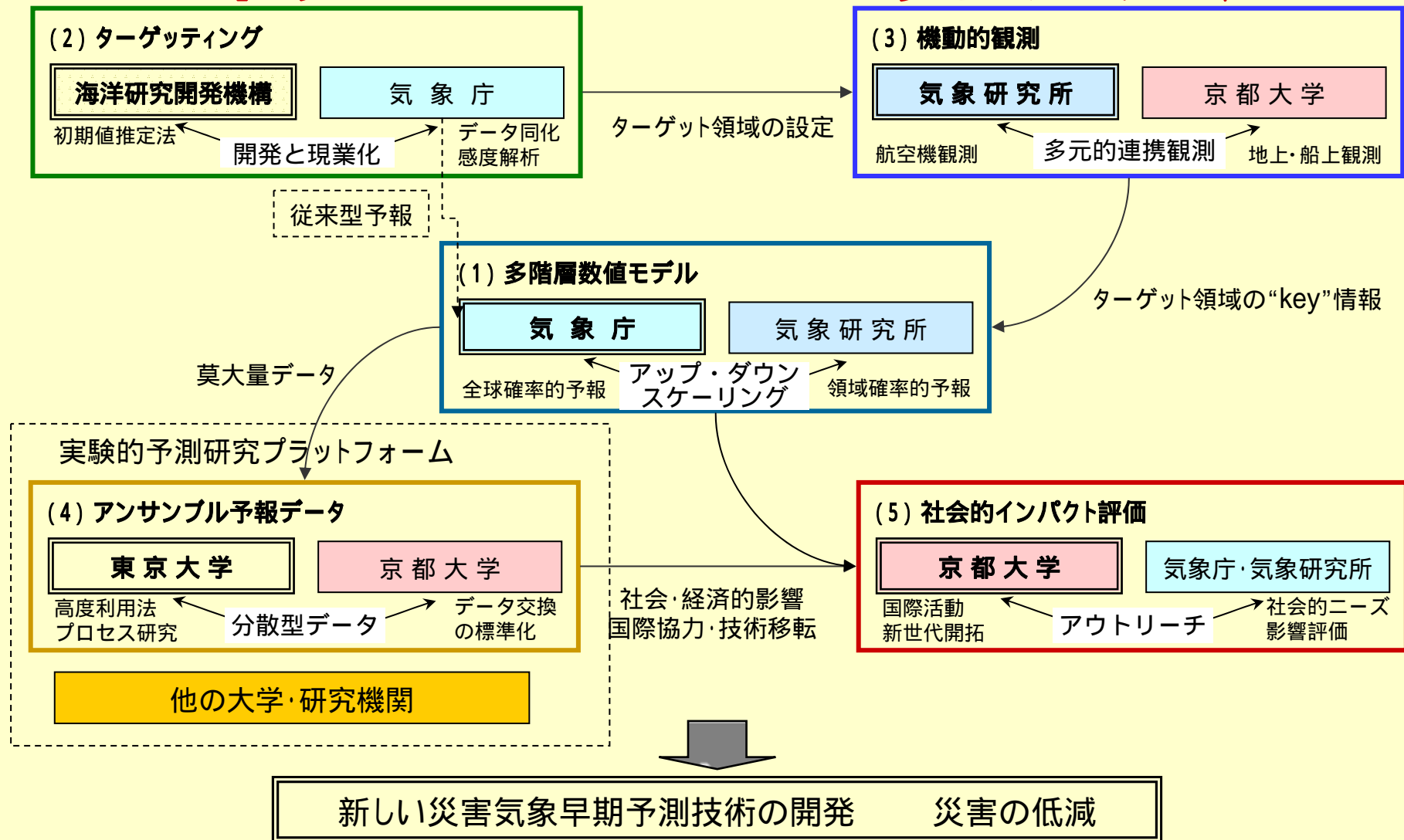
- 過去と現在の観測・解析・予報に関するデータベース
- 分散型データマネージメントシステムの開発
- 標準化されたデータ交換システムの開発

- **災害気象に関する実践的研究を推進していくための研究基盤**

- 現業モデルを駆使した実践的な予測研究の推進
- システム開発には大学などの研究機関も積極的に参画

研究実施体制

未完: シンプルに見やすく



年次計画

研究項目	1	2	3	4~5
(1) 多階層数値モデル	実験手法 の開発	予備実験	本実験・実用化 予報・感度実験	
(2) ターゲティング	手法開発	アンサンブル予報実験 試験観測・本観測用感度解析		
(3) 機動的観測	模擬実験 気球準備	試験飛行 試験放球	本観測	国際 THORPEX
(4) アンサンブル予報 データ	基盤整備 情報整理	標準化	実験稼働 機能増強	予測研究 可視化
(5) インパクト評価 + アウトリーチ・国際活動	試験開発	インパクト評価調査	実用化	国際短期 スクール
	一般国民向セミナー・国際短期			

ミッションステートメント

1・2年目:

- 確率的予測手法と機動的観測法に基づいた災害気象予測システムを構築する

3年目:

- 台風への機動的観測実験を実施し、本予測システムの実用性能と経済波及効果を評価する

4・5年目:

- 国際THORPEX観測実験に積極的に参加し、本予測システムの実用化を目指す

Backup Slides

気象庁

次期予報
解析システム
の提案

一括共同
研究契約の締結

現予報
解析システム
の改良点指摘

現業データ・現業予報解析システムの提供

実験的気象予測研究CONSORTIUM

気象庁と大学・研究機関との統一インターフェイス

次世代予報解析
システム実験

事例解析・
ハインドキャスト実験

大学・研究機関

フロンティア・ESC・電力中研他

実験的気象予測研究CONSORTIUM

- **実験的予測システムの構築、実践的予測研究**
 - 研究コミュニティのより実践的な予測研究の推進
 - 研究成果の現場へのフィードバック
 - 予測モデル、先鋭的データ同化システム、アンサンブル手法等の開発
 - 新規パラメタリゼーション等の実践的検証
 - アンサンブルカルマンフィルタ等の先鋭データ同化手法の検討
 - 次世代衛星データの同化手法開発、実践システムでの検証
 - 物理摂動法等の先鋭アンサンブル手法の検討
 - 機動的観測：鋭敏領域の詳細観測データ、トラジェクトリーマッチ観測
 - 観測システムシミュレーション実験等
 - メソ、長期予報事例等の研究
 - 解析・可視化ツール、データフォーマット等の開発
 - 再解析・現業データ等の研究コミュニティへの流通
 - 国際貢献
 - THORPEX, WCRP, IGBPへの研究コミュニティの参画
 - アジア諸国への実験的予測システムの技術移転、高度化教育等

気象予測の方法

有益な予報を準備するために何が必要か？

現在の天気状態を評価する

将来を予測する前に、今何が起きているかを理解する

“初期条件”

観測された情報をモデルに組み込む

観測データを”決められた”形式に変換する

“データ同化”

初期状態から未来に射影

物理法則に則る

“数値天気予報”

天気予報情報の応用

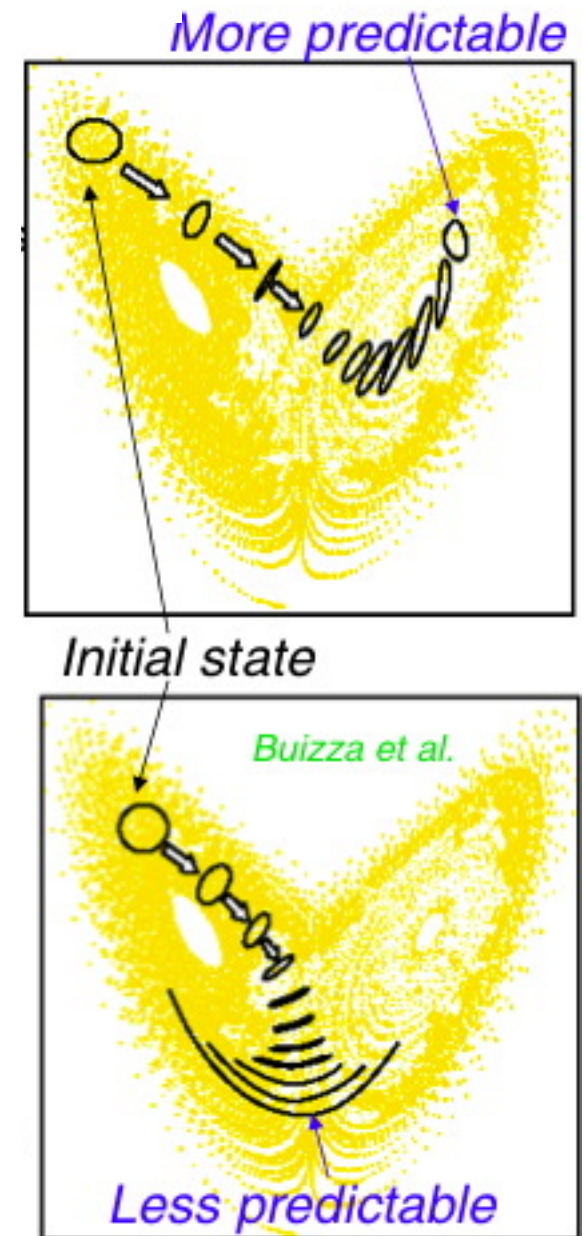
注意報、警報などの防災情報

“ユーザーアプリケーション”

気象予測の限界

- 初期状態の把握が不十分
 - 観測の問題、観測領域の問題
 - データ同化の問題
 - 統計的 / 数值的気象予報が不完全
 - ランダムな(または統計的)誤差
- 数値モデルが不完全
 - 限られた分解能
 - モデルで表現されるプロセスが桁落ち
 - 空間的、時間的、物理的に
 - 系統的(そしてランダムな)誤差
- 大気自身がカオス的
 - 小さな誤差でも急速に発達
 - 予報スキルは、リード時間を長くすれば下がる
 - スキル低下の程度は場合によって異なる

気象予測スキルは徐々に増加しているが、限界あり そこで確率論的アプローチ



観測と予報の双方向性

- 最適観測法
 - 予報改善が期待されるもっとも感度の高い領域で観測を行うこと
- 提案されている新しい観測システム
 - 成層圏ドロップゾンデ (Driftsonde)
 - 定高度気球 (Smart Balloon)
 - 有人 / 無人航空機
- 地球観測衛星の新しいセンサー
 - 数千の周波数チャンネルのセンサー AIRS, GOES-R
 - 温度のみならず水蒸気の鉛直分布も
 - “水”物質観測センサー TRMM, GPM, GCOM-W

21世紀の新しい気候予測システムを可能としたもの

電子計算機の急速な進展

計算処理の進展、アンサンブル予測

衛星気象データの流通

膨大なデータ 選択、抽出へ

データ同化法の進歩

新しい観測システムの開発

無人気象観測機



JAXA

Evolution in Design of a Smart Balloon for Lagrangian Air Mass Tracking

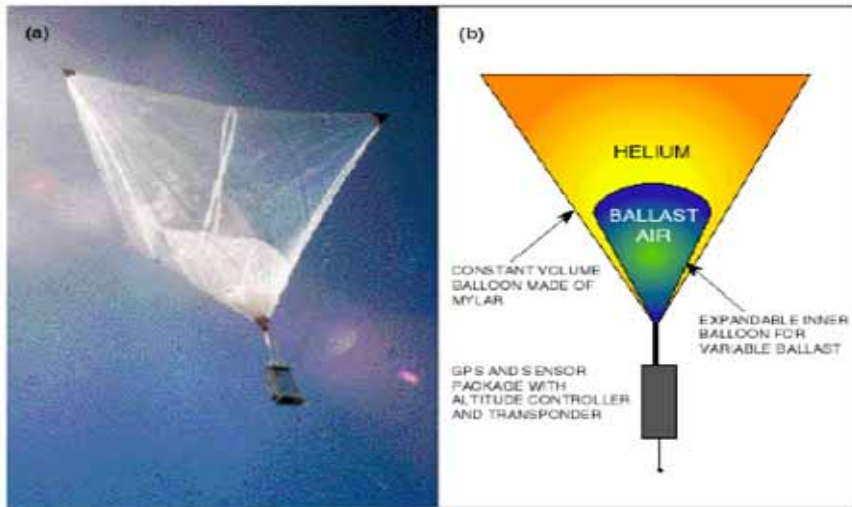


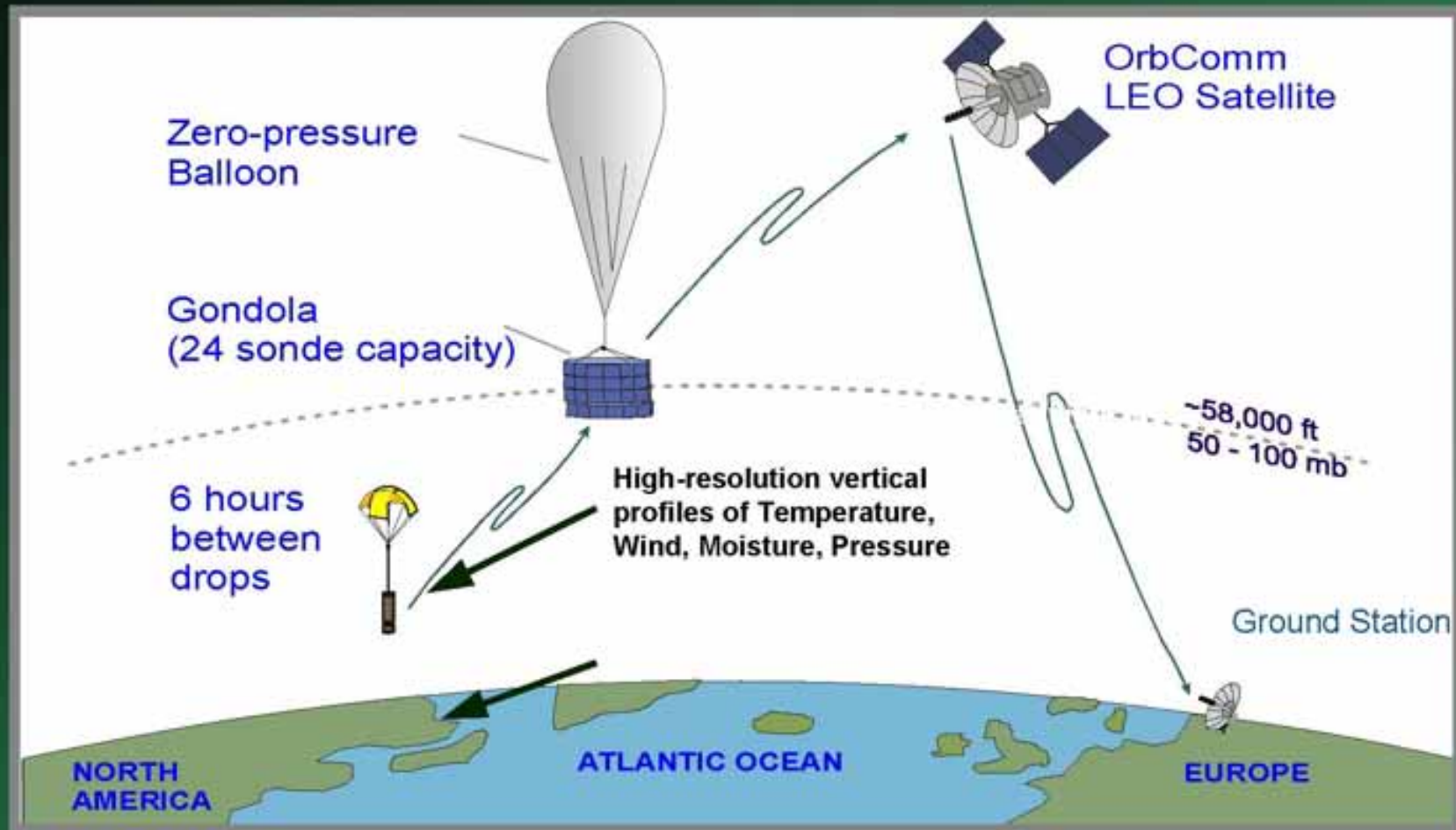
Figure 3: Photo of ballasted smart tetraon in flight during ACE-1 (left). Sketch of the smart tetraon showing primary components (right).

定高度気球

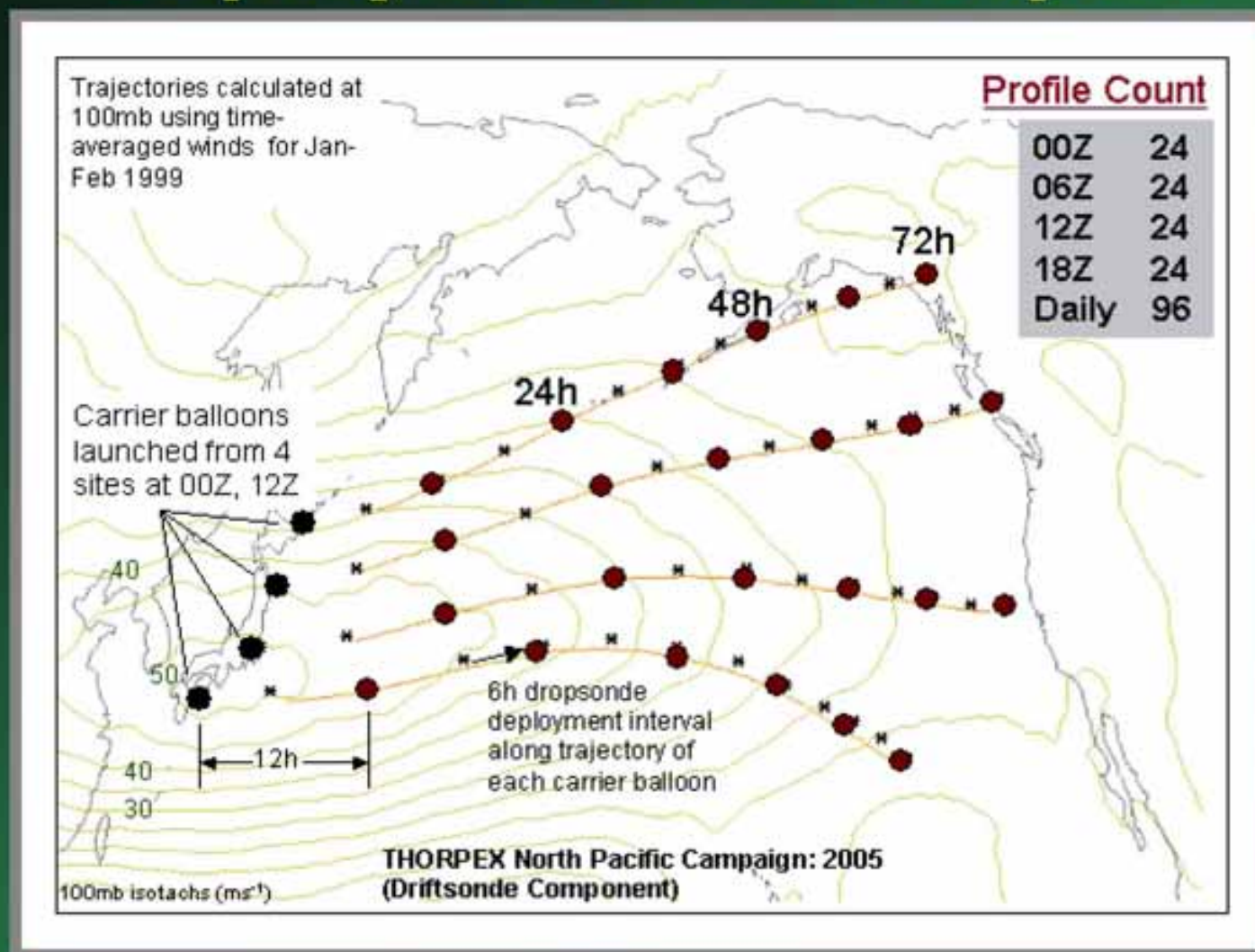


Aerosonde

Driftsonde System



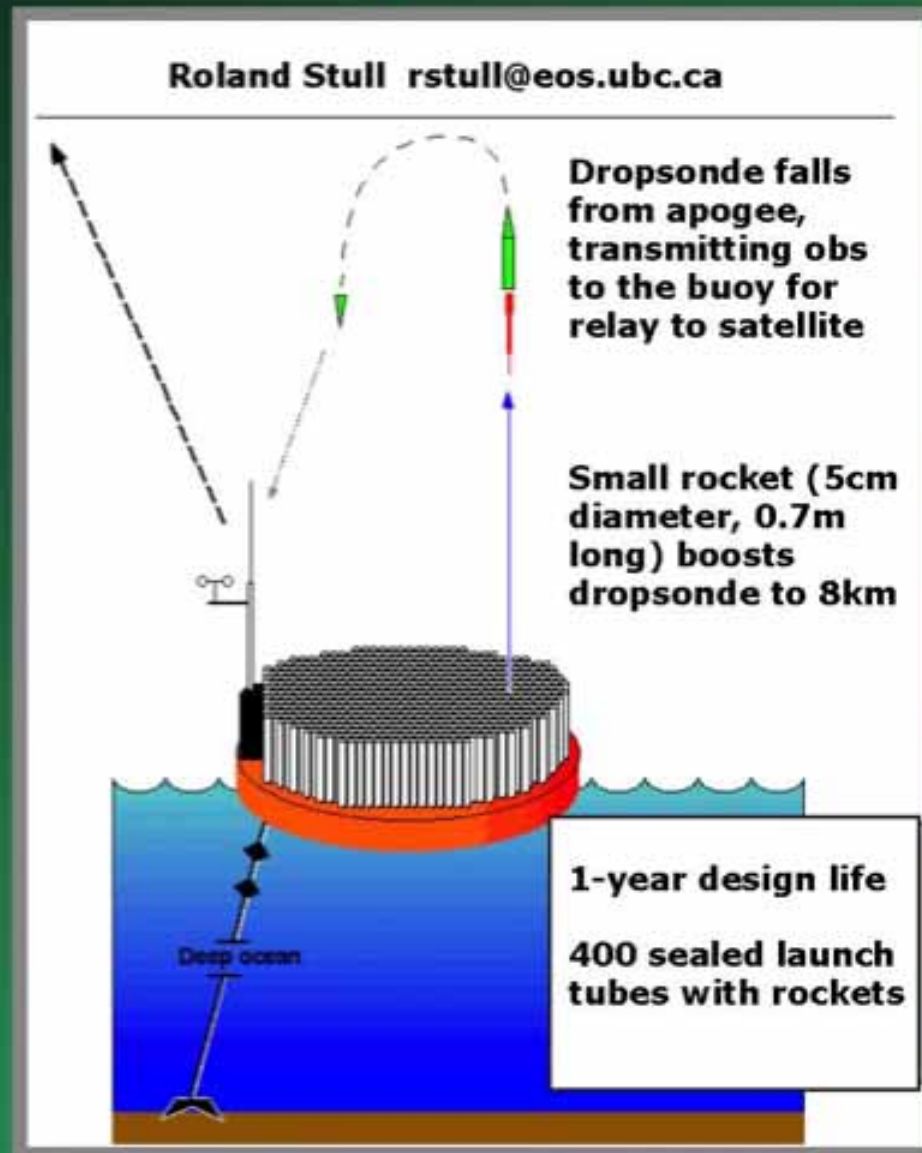
Example of possible Driftsonde deployment from Japan



Rocketsonde System

Rocketsonde is frangible, certified as a non-aviation hazard by FAA.

Ocean or land/ice deployment



確率論的アプローチ アンサンブル予報

- 観測誤差内の小さな摂動を加えて、数値モデルをたくさん走らせる
- 異なる初期値からの決定論的予報のひとつひとつを「メンバー」と呼ぶ
- アンサンブル平均 : メンバーの平均値
- アンサンブル平均からのばらつき : スプレッド

アンサンブル予報のコンセプト

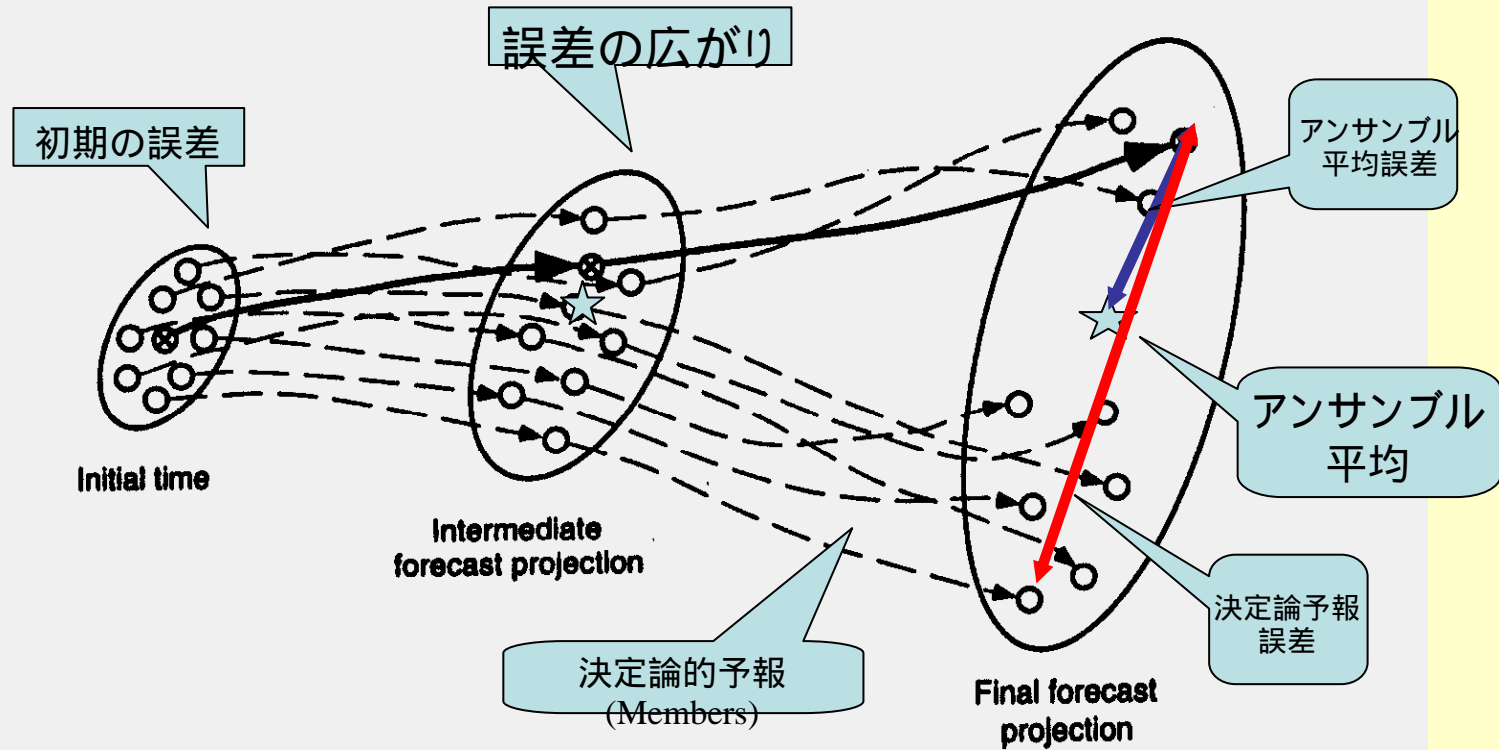


Fig. A1 Schematic illustration of concepts in ensemble prediction (Wilks, 1995)

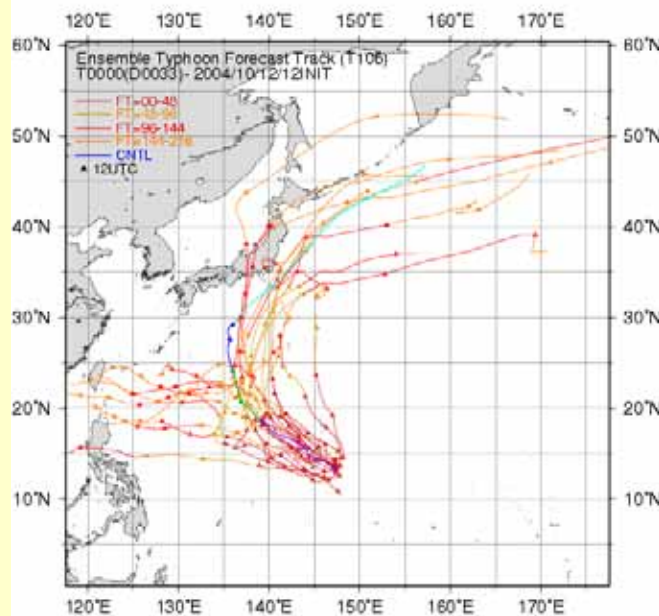
アンサンブル全メンバーの台風進路予測例

2004年台風第23号の場合

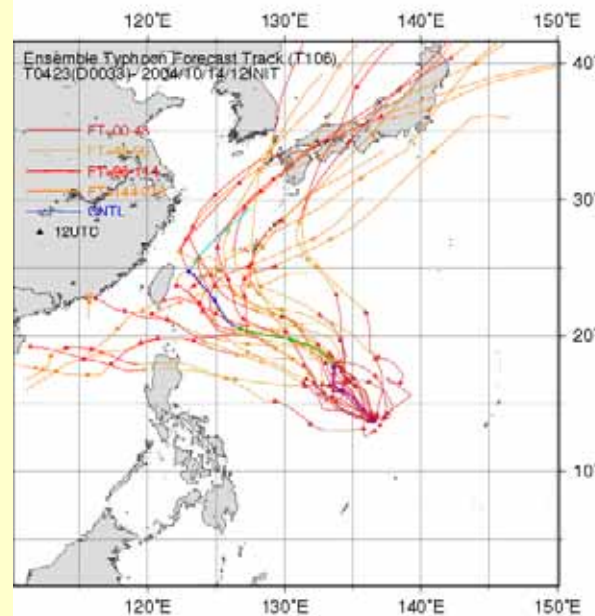
10/12 12Z初期値
(高知上陸8日前)

10/14 12Z初期値
(高知上陸6日前)

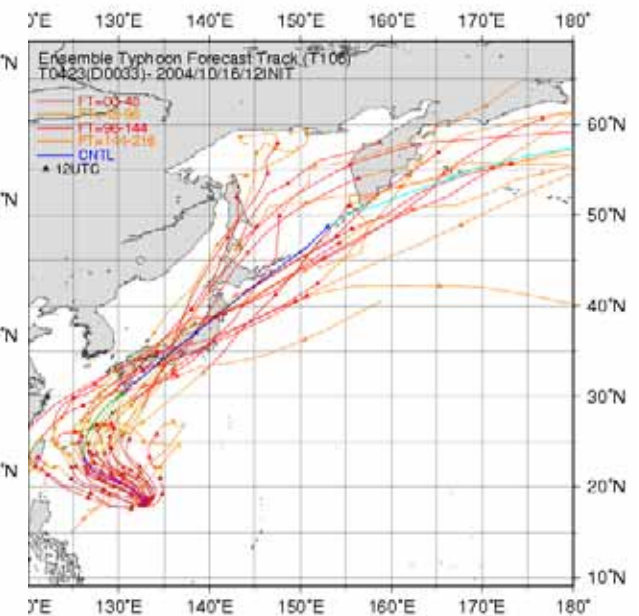
10/16 12Z初期値
(高知上陸4日前)



西進と北進に二分

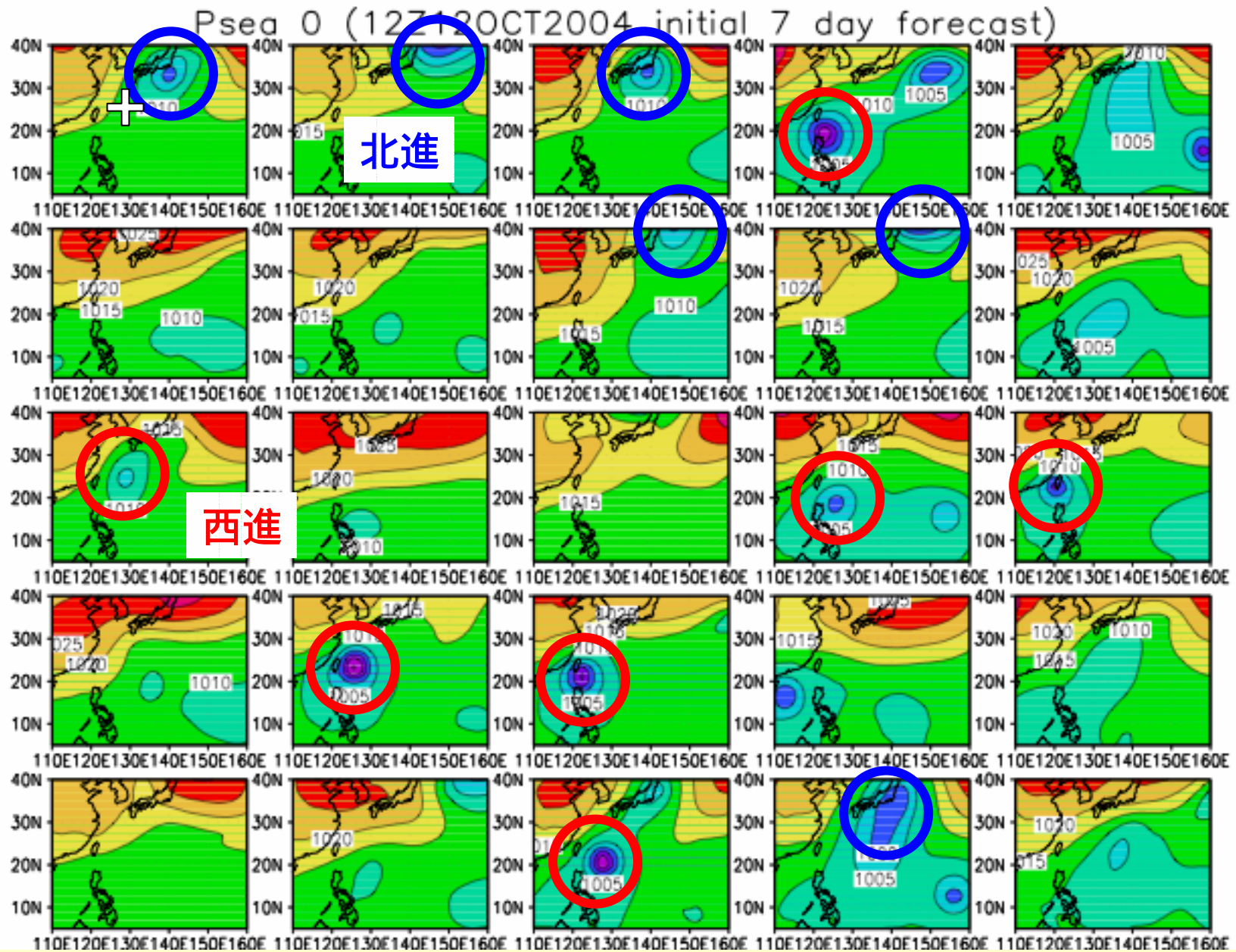


南西諸島で転向



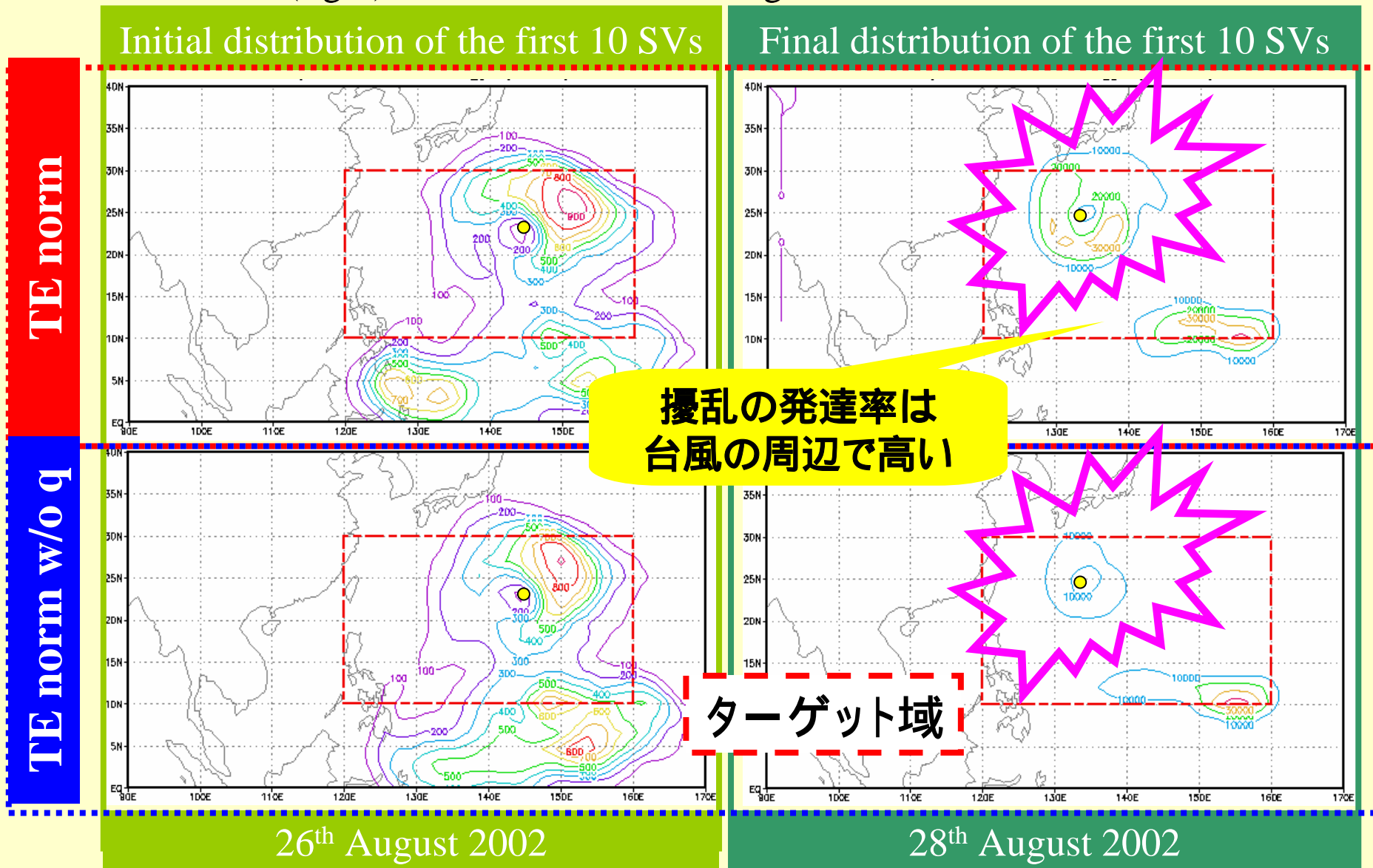
日本上陸予想

アンサンブル予報の例 昨年の台風23号 上陸前7日予報



まだ多くの研究課題あり) ターゲット観測域

The amplification factor weighted energy of the first 10 SVs at the initial time (left) and the final time (right). Initial time is 26th August 2002.



まとめ

● 21世紀の気象予測システム

観測 = 同化 = 予報 (=ユーザー)間の双方向性

- 社会的・経済的に大きなインパクトがある気象災害の軽減に大きく貢献するシステム
 - たとえば、西太平洋に台風が発生した場合を想定
 - 予報精度を長いリードタイムで向上させたい
 - 予報を改善するのに重要な領域を同定
 - 東アジア諸国が協力して、その領域での観測を実施
 - 予報が改善し、災害の軽減に寄与
- 費用対効果が高い
- 衛星データの有効利用
- 防災だけでなく、農業、水資源、電力など幅広い利用が可能