

海洋短波レーダーによる流速データ活用の可能性： 循環、温度、塩分変動の予測改善



- 予測に有用な二つのモデル：
 - Navier-Stokes方程式に基づく完全な数値モデル
 - 数日間の将来予想が可能: 循環、温度、塩分
 - 短期間予報モデル
 - 測定値に基づいた遭難者の搜索／救助、油流出対応などに利用可能：
有効期間は12から18時間後の予測
- 同化とは上記モデルより、より精度の高いデータを得る為に他の計測値を融合すること
- 精度の高い予測モデルには以下のユーザー、用途が有用：
 - 沿岸警備隊 – 遭難者の搜索と救助
 - 油流出 / 汚染影響の研究や油流出対処
 - 漁業
 - 海運業/海事/近海産業など
 - レクリエーションユーザー(ヨットレースなど)

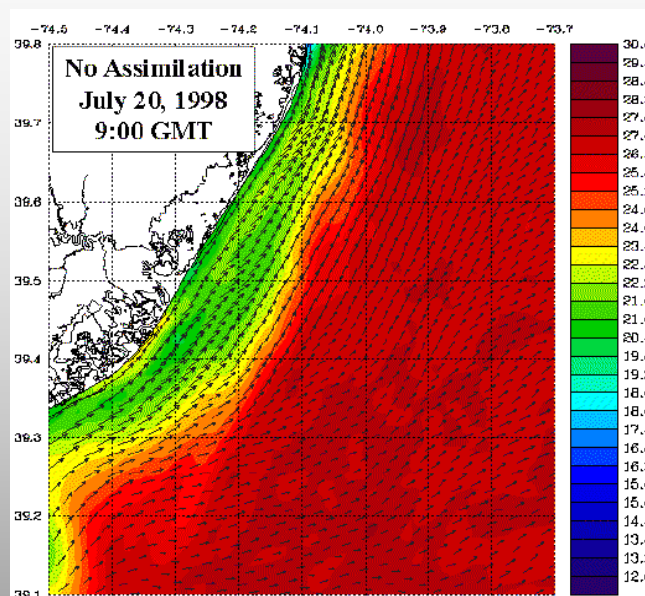
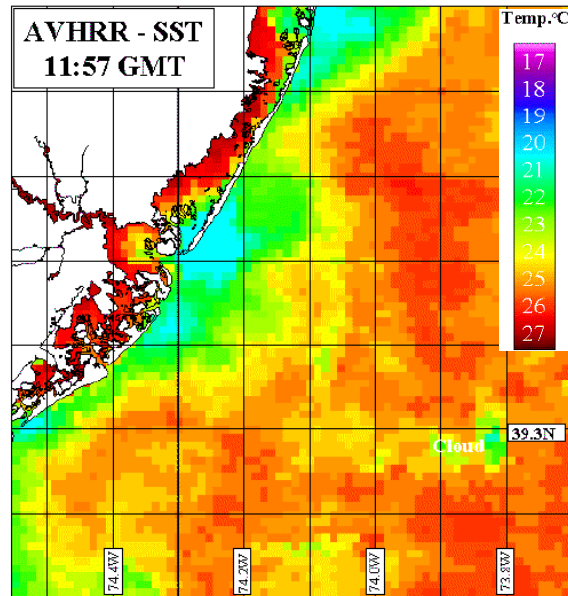
融合されたSeaSondeベクトルデータは 数値モデル予測能力を改善できるか？



- 全てのモデルはいくつかのデータで初期値を設定する必要がある:
海上表層風、衛星高度計と温度、ブイデータなど
- モデルでは海岸近傍、海洋短波レーダーが観測している大陸棚で
精度が最も悪くなる
- SeaSondeのデータは大陸棚とそれを超える範囲も提供
- 改善の質的な評価: モデルを使用したものとそうでないデータを比べる
- 改善の質的な評価: 数値スコアを割り当てる
- 過去10年間で22の機関紙で数値モデルとSeaSondeデータ融合の有効性
が実証されている

SeaSonde海洋短波レーダーデータ融合例

From Rutgers University ROMS -- Hernan Arango 2001



• 色はSSTを表す

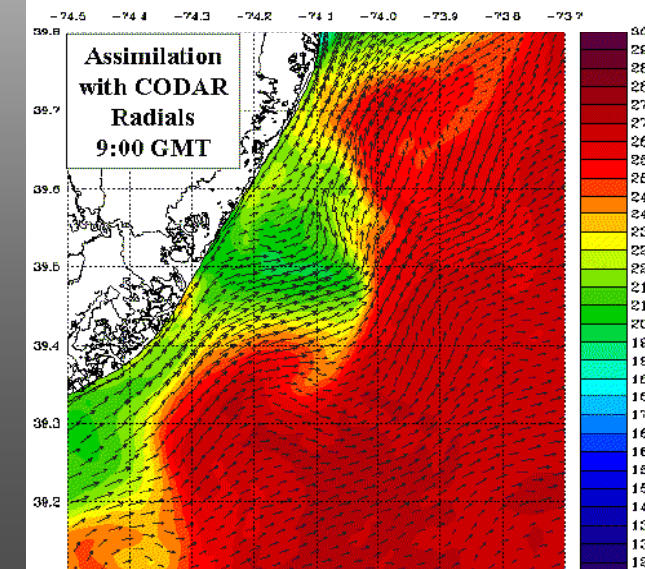
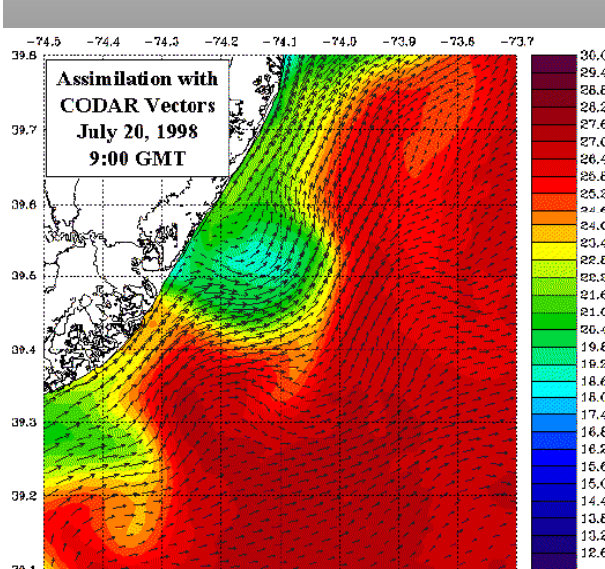
• 上段左図: 他の3つのモデル結果の適応性のテスト

• 上段右図: モデルに風のデータのみを融合

• 下段左図: SeaSondeトータルベクトルを融合

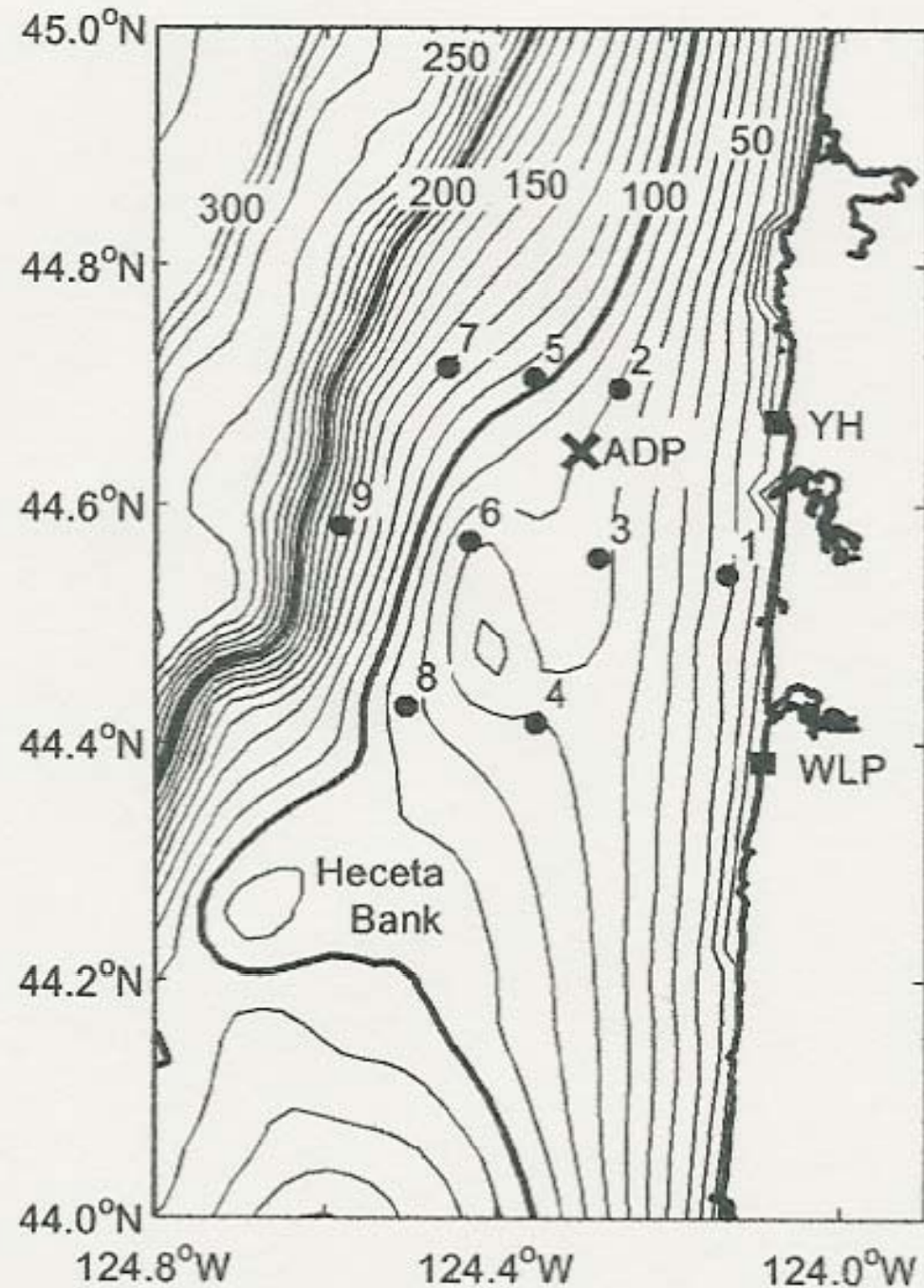
• 下段右図: SeaSonde視線方向ベクトルを融合

• 視線方向ベクトルを融合した時に最も良い結果となったそれは計測している範囲が広い為 - 上段左図SSTパターンに最もマッチしている



オレゴン大学の海洋 短波レーダー、ADC CPの設置場所及び データ同化

From Oke et al., *JGR* (2002)



OSU/POM 同化による

品質比較

(from Oke et al., 2002)

CODARデータを使用する時、
風速データを用いる多くの利点
があるか？

融合:

CODAR and 風

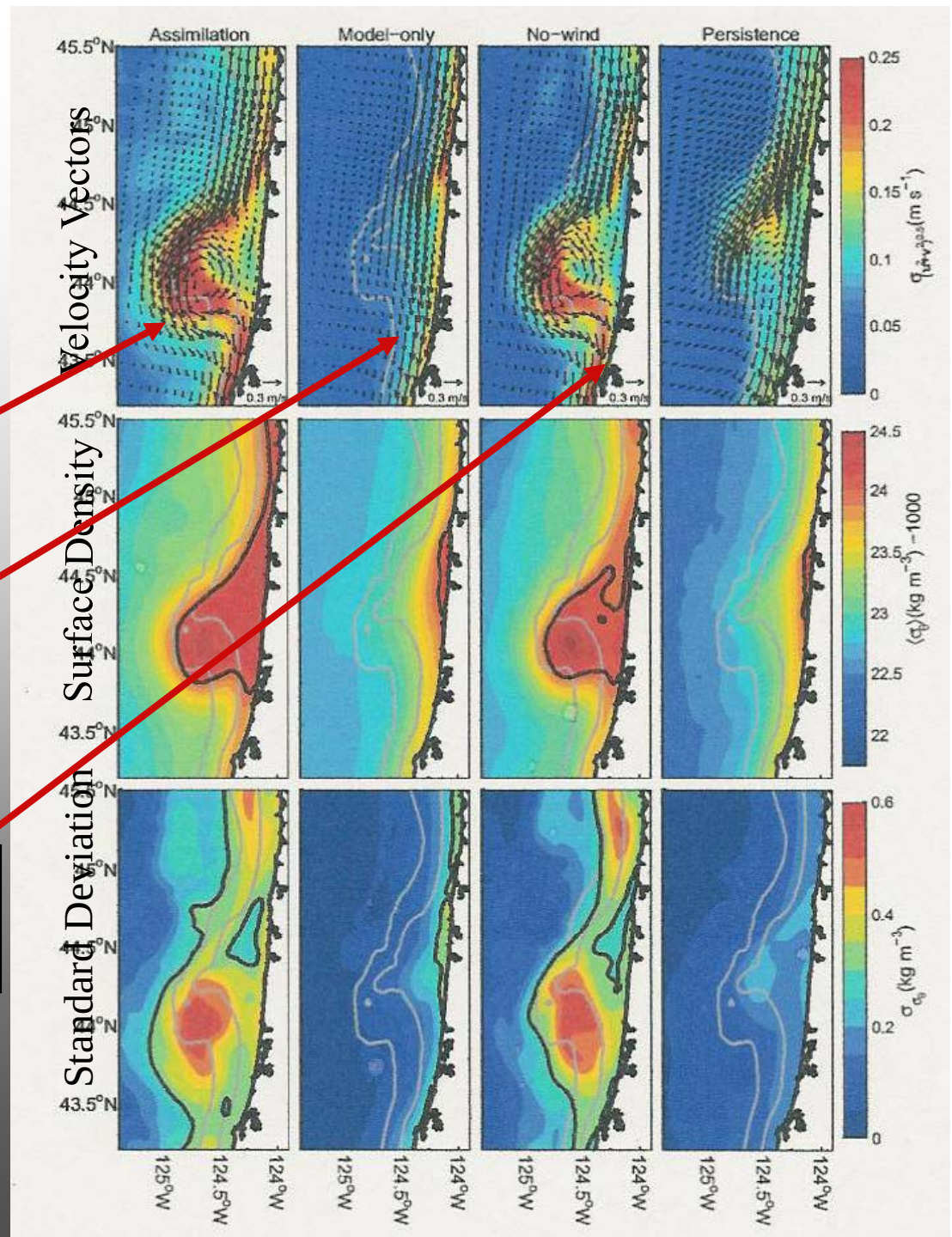
融合:

風のみ (No
CODAR)

融合:

CODARのみ
(No Wind)

表層流データがあれば風速
データを融合する必要が無い



SeaSondによる表層流のデータ同化 -- "ICON"

Jeffrey D. Paduan

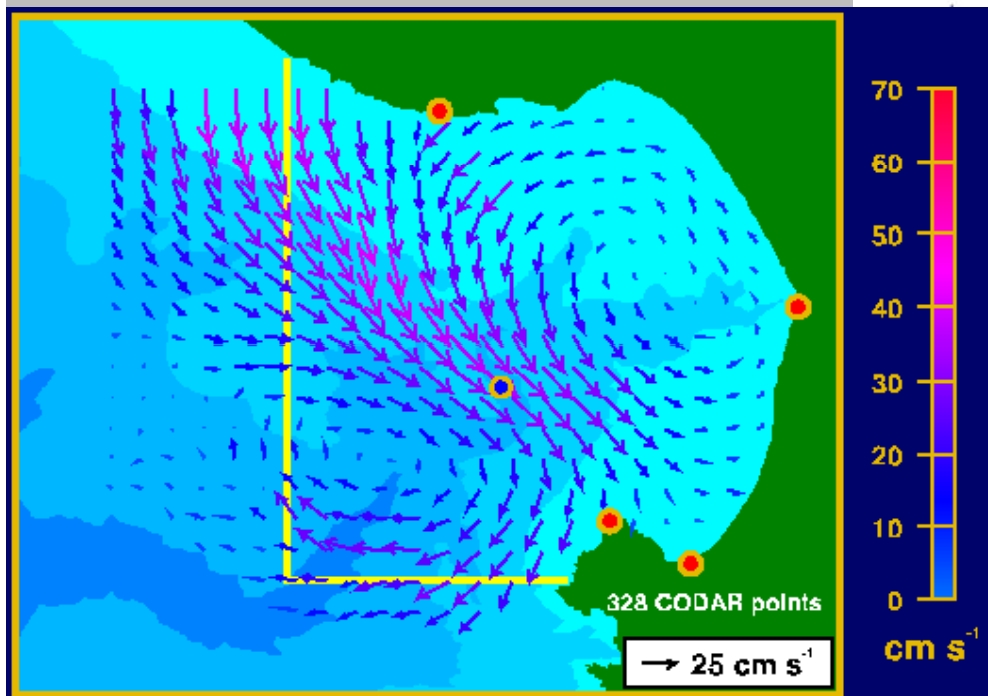
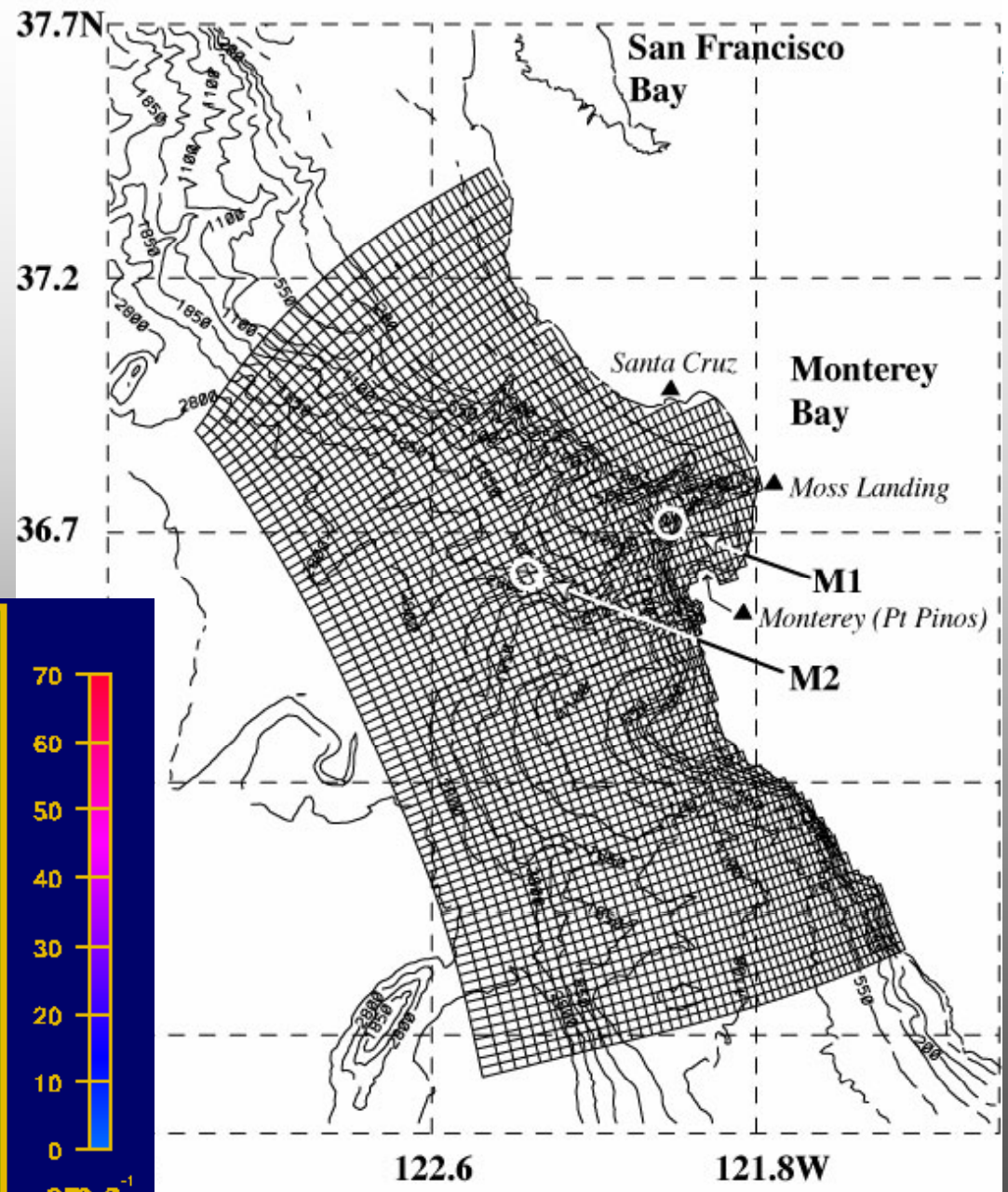
Naval Postgraduate School
Monterey, California, USA

Igor Shulman

Naval Research Laboratory
Stennis Space Station, Mississippi, USA

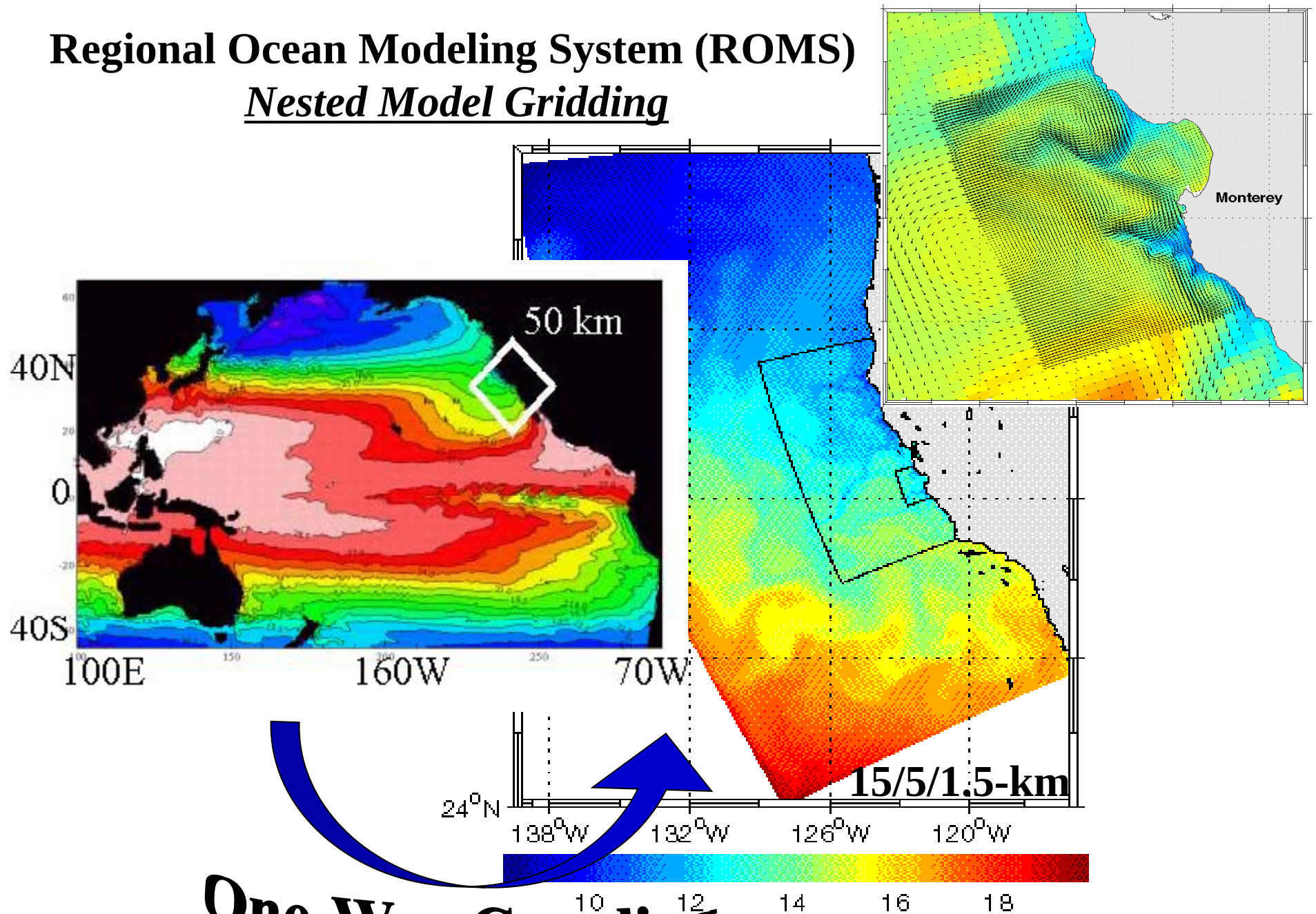
Yi Chao and Jei-Kook Choi

Jet Propulsion Laboratory
California Institute of Technology
Pasadena, California, USA



Regional Ocean Modeling System (ROMS)

Nested Model Gridding



One-Way Coupling

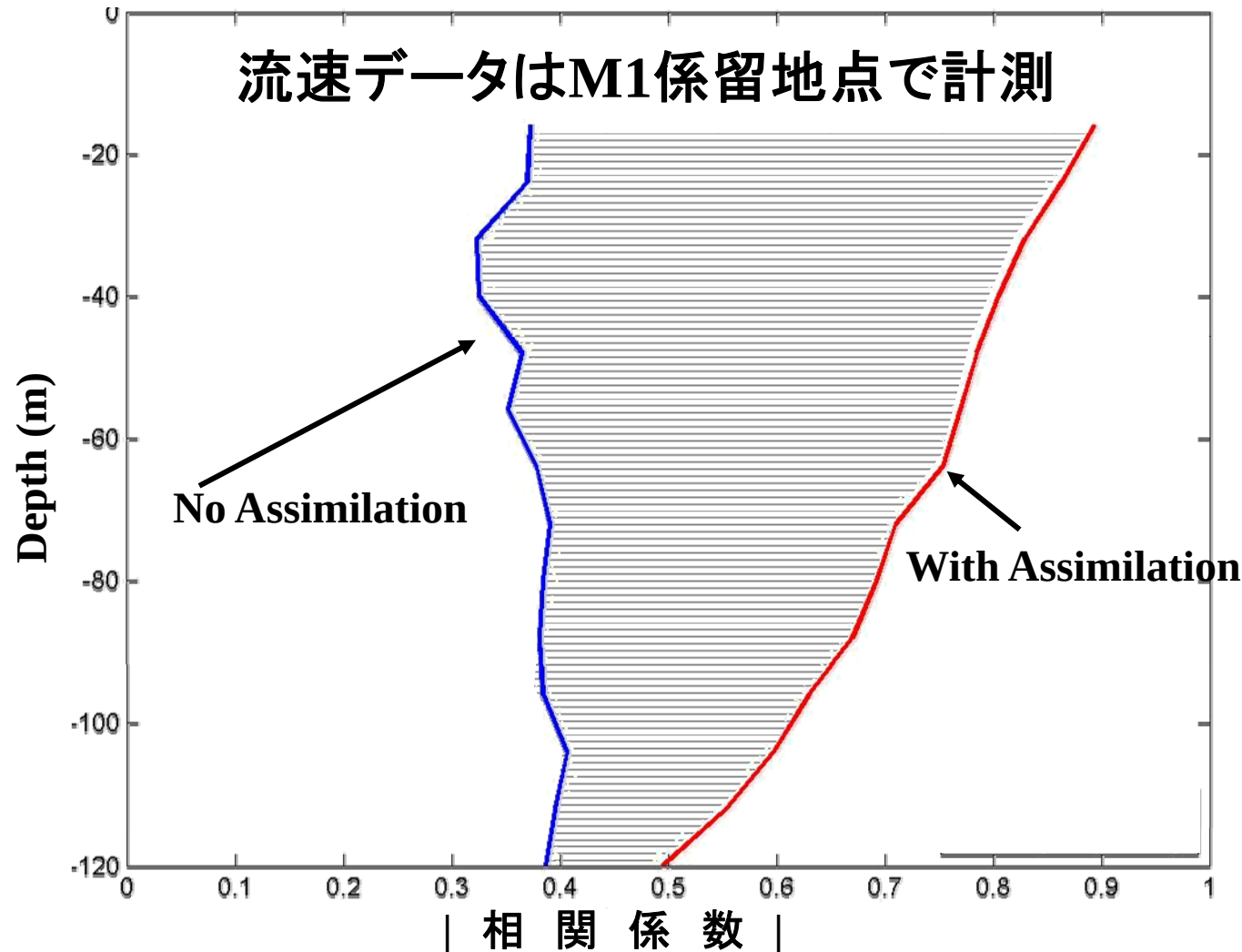
Chao, JPL; McWilliams, UCLA

AOSN-II モントレー湾: 海洋短波レーダー同化の影響

[Shulman, Paduan, et al.]



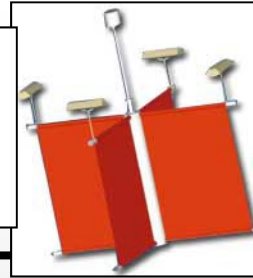
SeaSonde表層流同化による最も良い相関関係



ロングアイランドで実施された沿岸 警備隊による捜索と救助テスト結果

目的物が海に置き、
その動きを標準CG予
測モデルとCODAR
社の予測モデルを比
較した。30時間を超
える期間、CODAR
社のモデルは標準C
G予測モデルよりはる
かに効果的な結果を
もたらしした。

NOAA Database
CODAR Currents
SLDMB Drifter



USCG funded,
conducted by USCGRDC &
 University of
Connecticut
Marine Sciences

Long Island

Block Island

QuickTime™ and a decompressor are needed to see this picture.

**click on screen
to see movie!**

黒: 漂流目的物の動き
赤: CG-NOAAデータか
ら予測した動き
青: CG-CODARデータ
から予測された動き
(B右図下には漂流物位
置とどちらかの予測値と
の距離を示す)

搜索と救助オペレーション (SAROPS)



US Coast Guard (CG) R&D センターは10年のテスト研究の結果、
CODAR社SeaSondeデータの有用性を示すと発表

短期予測モデルは12時間後の搜索範囲の将来予測する

改善された環境データが提供する搜索計画に役立つ

“アメリカ沿岸警備隊R&DセンターはCODAR表層流は搜索プランナーが一般的に使用するNOAAの各種センサーから導き出す流れと比較し、搜索計画を改善できるツールとしてCODAR (Coastal Ocean Dynamics Applications Radar) の評価が完了した”

“結果はCODAR SeaSondeで得られた表層流軌跡はNOAAソースで提供された軌跡より2倍良いことを示した。

この表層流データ品質の改善はより小さな搜索範囲やそれら範囲をカバーする為に必要とされるわずかな資源で解釈できる可能性があります。R&Dは運用中の搜索計画に統合されたCODARデータを水先案内役として役立つグループの選択するスポンサーと連携しています。”

RDC Project:: CODAR for CG Applications (1013)

RDC POC: LCDR Brian Krenzien, (860) 441-2846

Sponsor: G-OPR

**2009 -- CG now
uses SeaSonde data
in SAROPS!**

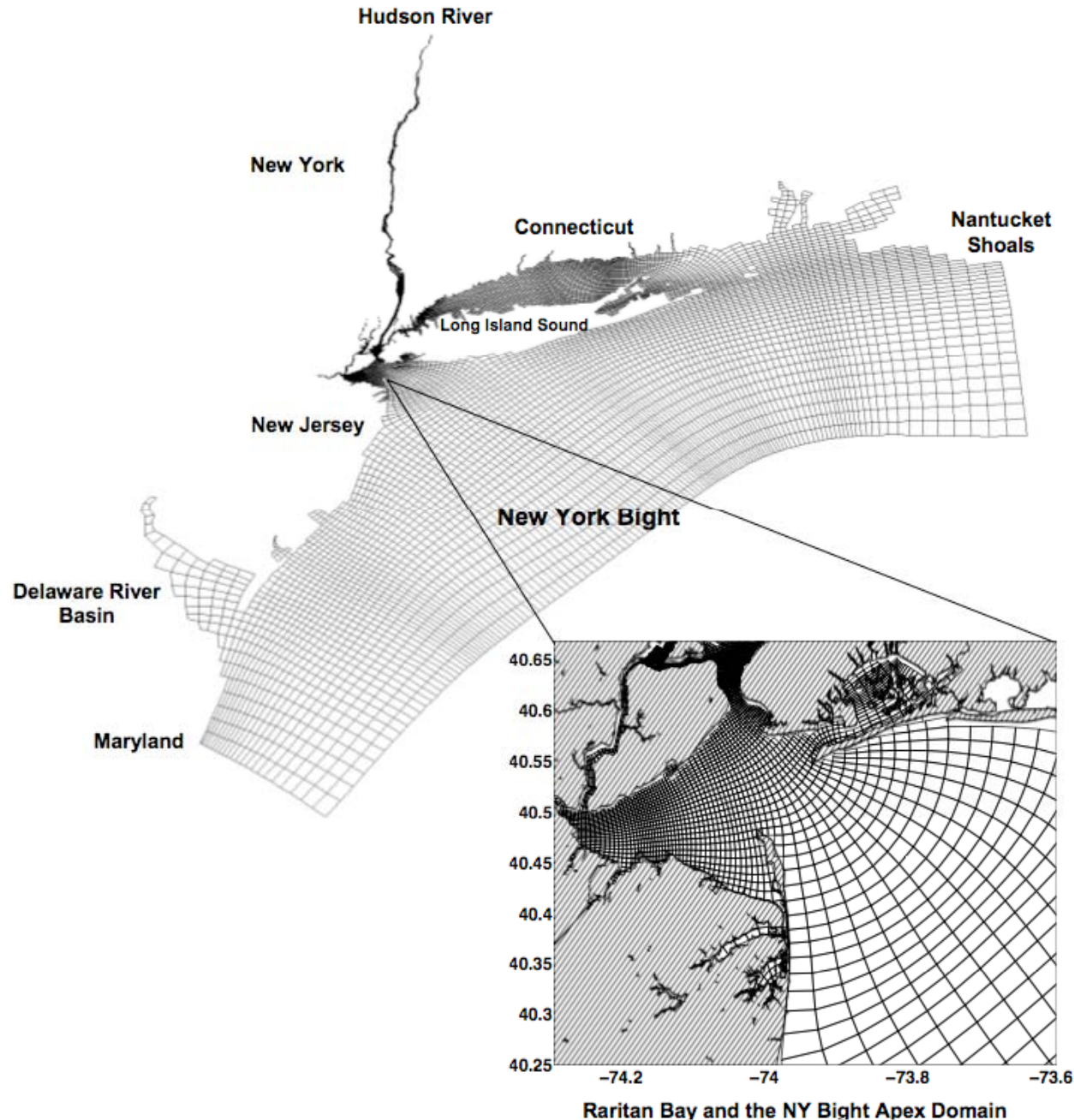


“スキル”を通した量的な評価で異なるモデルの使用が可能



- o_j : 海面、海中任意の深度における個々の観測値 (流速、温度、塩分など)
: j は時間
 - m_j : 同じ観測期間のモデル出力 : j は時間
 - $MSE \equiv \frac{1}{N} \sum_j (m_j - o_j)^2$: 2種の観測値間の平均二乗誤差
 - MSE_{wo} : モデルに海洋レーダーデータ同化する前の平均二乗誤差
他の通常可能な観測値は同化
 - $DA \equiv \frac{MSE_{wa} - MSE_{wo}}{MSE_{wo}}$: 他の観測値と海洋レーダーデータを同化した平均二乗誤差
 - : モデル同化スキルスコア (-1と+1の間)
- DAがマイナス値であれば、海洋レーダーデータはモデル出力の精度を落とす
 - DAがプラス値であれば、海洋レーダーデータはモデル出力の精度を向上させる

NYHOPS -- New York Harbor Observing & Prediction System



- 1980年代にPOM(Mellor氏と供に)の考案者であるDr. Alan Blumbergによって作成されました
-- 広く使用されています
- Stevens InstituteでPOMモデルを運用し作成
- 格子状の範囲:
 - ハドソン川
 - ニューヨークハーバーと湾曲線の頂点
 - ニューイングランドからデラウェア湾まで

NYHOPS Skill Assessment with SeaSonde Data



- ニューヨークハーバーとラリトン湾間で25 MHzシステムで同化されたデータ
- ニューイングランドからデラウェア湾間で200Kmを超えるレンジの5MHzシステムで同化されたデータ
- 同化技術で評価された多くの観察項目:
 - 流れ vs 深さ（沿岸に設置された3箇所の係留）
 - 漂流ブイで計測された表層流
 - 計測された水温と塩分 vs グライダーで計測された深さ
 - 表層と海底温度及び固定深度による塩分
 - 固定点における潮汐
 - 洪水時の能力
- 最も高かったスキルスコアは+50%; 平均で約+26%
 - この高いレンジのスコアはSeaSondeデータの同化運用を導いた
 - 低いスキルスコアは将来研究の課題としてモデル改善エリアとしてモデル製作者に認識された

NYHOPS Use in January 2009 Airline Crash



ブルムバーグ博士はハドソン川にU. S. エア
ウェイズの航空機が不時着した事故の2週間
前(2009年2月2日)にラトガー大学にてこの
講演が行なわれ、この予測データ法が同機より
の生存者の救出活動に使用されました。