

中央水研ニュース No.35

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 水産総合研究センター 公開日: 2024-03-13 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2001322

This work is licensed under a Creative Commons
Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



■ 研究紹介

中央水研ニュースNo.35（2005. 平成17年3月発行）掲載

LADCPによる 黒潮前線渦構造の観測



(1) 独自に開発したデータ処理方法と その誤差評価

齊藤 勉（海洋生産部海洋動態研究室）

要 旨

[中央水研ニュース目次へ](#)[No.35トップページへ](#)[中央水産研究所
日本語トップページへ](#)

1. はじめに

沿岸と沖合との間の海水交換やイワシ・アジ・サバなど重要魚種の卵・仔稚魚輸送過程に関わる黒潮前線渦の構造を詳細に観測することを目的として、中央水産研究所では1999年にLADCP（Lowered Acoustic Doppler Current Profiler）を導入した。LADCP観測は1990年代に海洋深層の流速計測を目的として開発された観測手法で、CTD観測と同時に実施され、各測点において密度（水温・塩分）の鉛直プロファイルと同時に流速の鉛直プロファイルについても水深1m間隔のデータとして得ることを可能とする観測手法である。蒼鷹丸による調査航海でこの測流機器を用い、九州南方から四国沖の黒潮前線域において観測を重ねてきた。観測の形態は測点間隔8NM（約15km）でのグリッド観測で、各測点で1000m深までの観測を実施した。これらのデータを用いることにより、水塊の分布と流速場の関係についての詳細な検討や、黒潮前線域における沿岸と沖合との間の海水交換過程に関わる各等密度層における渦位・発散の分布等についての解析が可能となった。この間、実際の調査を通してLADCP観測手法及びデータ処理・解析手法についても検討・改良を重ねその確立に取り組んできた。今回はこの技術的側面に関しての話題、独自に開発したLADCP観測データの処理方法とその誤差評価について検討した取り組みについて紹介する。

[本文へ >>](#)nrifs-info@ml.affrc.go.jp

(c) Copyright National Research Institute of Fisheries Science, Fisheries Research Agency All rights reserved.

■ LADCPの研究紹介

中央水研ニュースNo.35（2005. 平成17年3月発行）掲載

LADCPによる
黒潮前線渦構造の観測(1) 独自に開発したデータ処理方法と
その誤差評価

齊藤 勉（海洋生産部海洋動態研究室）

LADCP観測とその
データ処理方法

- ① 中央水研ニュース目次へ
- ② No.35トップページへ
- ③ 中央水産研究所
日本語トップページへ

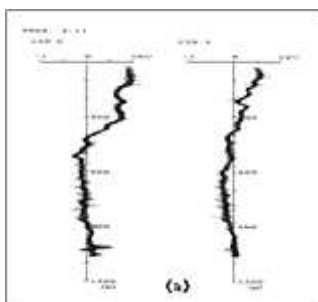


図1-a

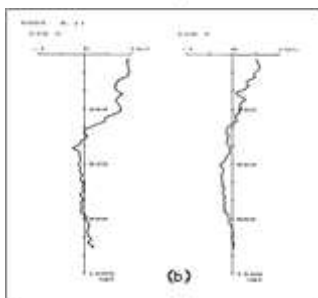


図1-b

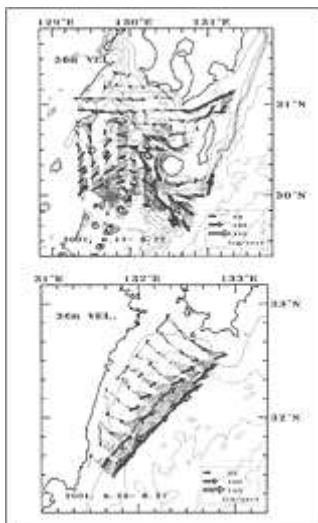


図2

2. LADCP観測とそのデータ処理方法

使用したADCPはRD Instruments社製Workhorse ADCP(300kHz)1台で、これをCTDフレームにバッテリーケースと共にトランスデューサを下向きにして取り付け使用した（写真1）。ADCPデータは10m間隔20層の観測設定で1秒間毎に取得した。これと合わせ、CTD及びDGPS（Differential Global Positioning System）データも1秒間隔でサンプリングしデータ処理に使用した。CTDを降ろす速度は1m毎秒とし、降ろす最大深度は海底上50～100m、最大で1000mとした。今回の設定におけるADCPの測流可能範囲は120m程度、ボトムトラック（海底補足）可能範囲は150m程度であった。

LADCPデータ処理ソフトウェアについては、コロンビア大学やハワイ大学などによりインターネット上で公開され流通し利用されている。それぞれ独自の機種・観測形態やデータ処理方法を採用しているが、LADCP観測手法についてはまだまだ発展段階と考えられる。使うADCPの機種・周波数や個数、海域や観測対象深度、測点間隔などにより、観測時のADCP設定も異なってくる。当然、そのデータ処理方法もそれぞれに最適のものが求められる。今回我々は、ADCPを下向きに1台だけ取り付けて表層1000mを観測対象とした場合のデータ処理方法について、CTD下降時のデータだけを使用する独自の方法を検討した。そのデータ処理方法の概略であるが、ADCPデータはコンパスの地磁気補正を施し、CTD降下時の第1層～5層のデータ（データの質を考慮）のみ使用し、ADCP深度は同時刻のCTDの圧力データを適用した。また、海底から10m以内の層の測流データ、海面から10m以内にADCPがあるとき（船の磁場の内蔵磁気コンパスへの影響を考慮）のデータの使用は控えた。絶対流速算出は1秒間隔の時系列データの形態のままで行った。土佐湾や九州南方海域など水深が1100m以下の海域においては、最下層付近（時間的には最後）で得られるボトムトラックデータによる絶対流速プロファイルを出発点として、上層（時間的には前）の非ボトムトラックデータについては直後10秒間のデータ（下層）から求める絶対流速プロファイルをリファレンスにしながら1秒ずつ時間をさかのぼり（上方向に）その時間の絶対流速プロファイルを確認していく（図1-a）。



写真1

最後に、深度1m幅毎に平均と10m（11データ）移動平均をとり、最終的に深度1m間隔の絶対流速データの形態に変換する（図1-b）（BTリファレンス処理）。日向灘など水深が1100m以上の海域においては、CTD降下の最大深度を1000mとしているために最下層付近でボトムトラックデータが得られないので、ADCPが最上層30m以内にあるとき（時間的には最初）のDGPS測位データから得られる船速データ



写真2

タを使用して算出した絶対流速プロファイルを出発点として使用する。（蒼鷹丸による観測においては、DGPSをCTD観測Aフレーム中央に設置することによりCTDとの相対速度を最小になるよう工夫した（写真2）。さらに、最初の30mつまり降下開始後30秒間は、CTDのケーブルにできるだけ傾角が付かない様に操船をお願いした。）30mより下層（時間的には後）のデータについては直前10秒間のデータ（上層）から求まる絶対流速プロファイルをリファレンスにしながら1秒ずつ後方に（下方向に）その時間の絶対流速プロファイルを確認していく。最後に、深度1m幅毎平均と10m（11データ）移動平均をとり、最終的に深度1m間隔の絶対流速データの形態に変換する（NAVリファレンス処理）。（詳細は付録を参照）。

どちらの処理結果とも、各調査船の船底ADCP測流結果との比較ではよく一致していた（図2）。

[ページのTOPへ](#)

ブートストラップ法 による誤差評価

3. ブートストラップ法による誤差評価

上記の様に、LADCP観測のデータ処理は非常に多くのデータを使用した複雑なものである。1秒間隔で得られるADCP生データの精度は2cm/secであることがメーカーから示されているが、その後の独自の複雑な処理過程（積分）を経て得られた流速データにおける誤差空間の広がり进行评估することは、この流速データを使用して得られる様々な解析結果の有意性を示す上で不可避である。今回、この誤差評価手法としてブートストラップ法を採用した。その具体的な方法は以下のとおりである。

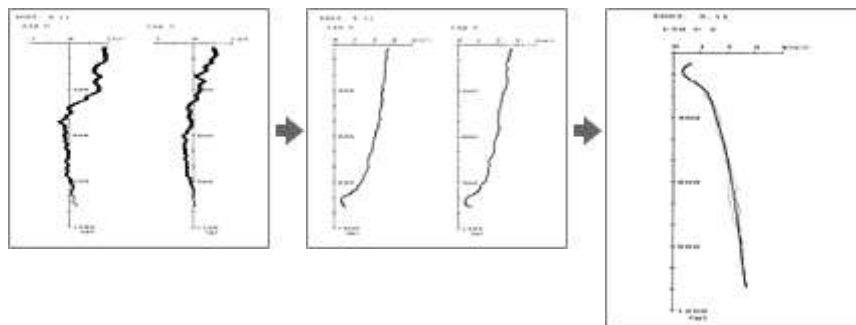


図3-a

図3-b

図3-c

（1）標本測点の処理前ADCP生データすべてに対し、それぞれの値を平均、標準偏差を2cm/secとして正規乱数を発生させる。NAVリファレンス処理においては、ADCPデータ以外にDGPS船速を使用するが、これに対しても同様に標準偏差10cm/secと仮定して正規乱数を発生させる。

（2）これらの正規乱数データセットを使用してデータ処理を行い処理後の流速データを得る。

（3）（1）+（2）を100回繰り返し実施し、100個の異なる処理後の流速データを得る（図3-a、図4-a）。

（4）100個の処理後の流速データから、各深度について処理後の流速データの標準偏差を求め（図3-b、図4-b）、その近似曲線をBTリファレンス処理については海底からの距離の関数として、NAVリファレンス処理について海面からの距離の関数として定義した（図3-c、図4-c）。

結果は、BTリファレンス処理においては、海底付近での精度は1cm/sec以下、海底から離れるほど精度が悪くなるが、海底から1000m付近でも2~3cm/secの精度が得られていた（図3-c）。一方、NAVリファレンス処理においては、海面付近で

の精度は2～3cm/sec、海面から離れる程精度が悪くなるが、海面から1000m付近でも5～6cm/secの精度が得られていた（図4-c）。処理後のデータの精度が生データの精度程度かそれ以下になっているが、これはデータ数の多さが誤差空間の広がりを抑制しているものと考えられる。

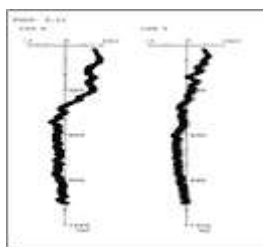


図4-a

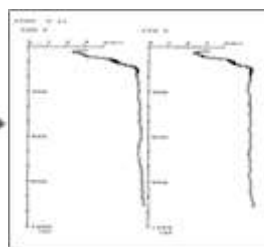


図4-b

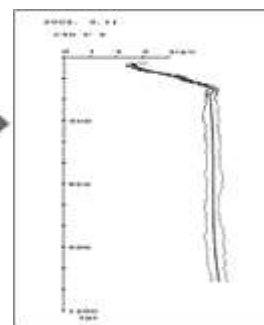


図4-c

[ページのTOPへ](#)

おわりに

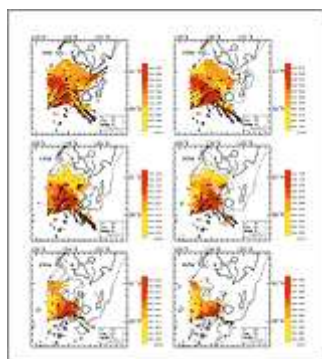


図5

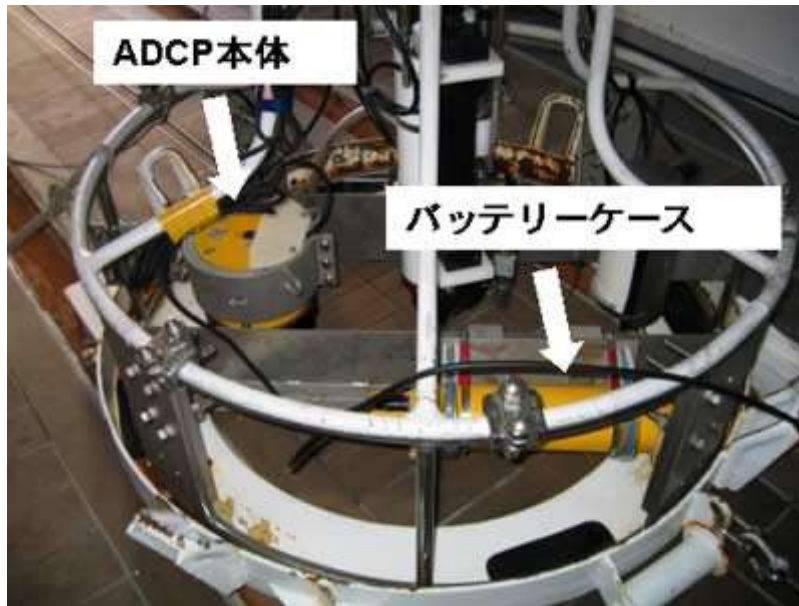
4. おわりに

LADCP観測は、各測点において密度（水温・塩分）の鉛直プロファイルと同時に流速の鉛直プロファイルについても水深1m間隔のデータとして得ることを可能とした。これらのデータを用いることにより、水塊の分布と流速場の関係（図5）についての詳細な検討や、黒潮前線域における沿岸と沖合との間の海水交換過程に関わる各等密度層における渦位・発散の分布についての解析が可能となった。最近の成果として、九州南方海域における計6回の蒼鷹丸による観測結果から東シナ海から太平洋側へのマアジ仔稚魚の輸送に関わる九州南方海域における黒潮前線渦の構造の変動についてその詳細が明らかになってきた。これらの研究成果についてはまた次の機会に紹介する。

[<< 要旨へ](#)[ページのTOPへ](#)nrifs-info@ml.affrc.go.jp

(c) Copyright National Research Institute of Fisheries Science, Fisheries Research Agency All rights reserved.

写真1



☒ CLOSE

図1-a

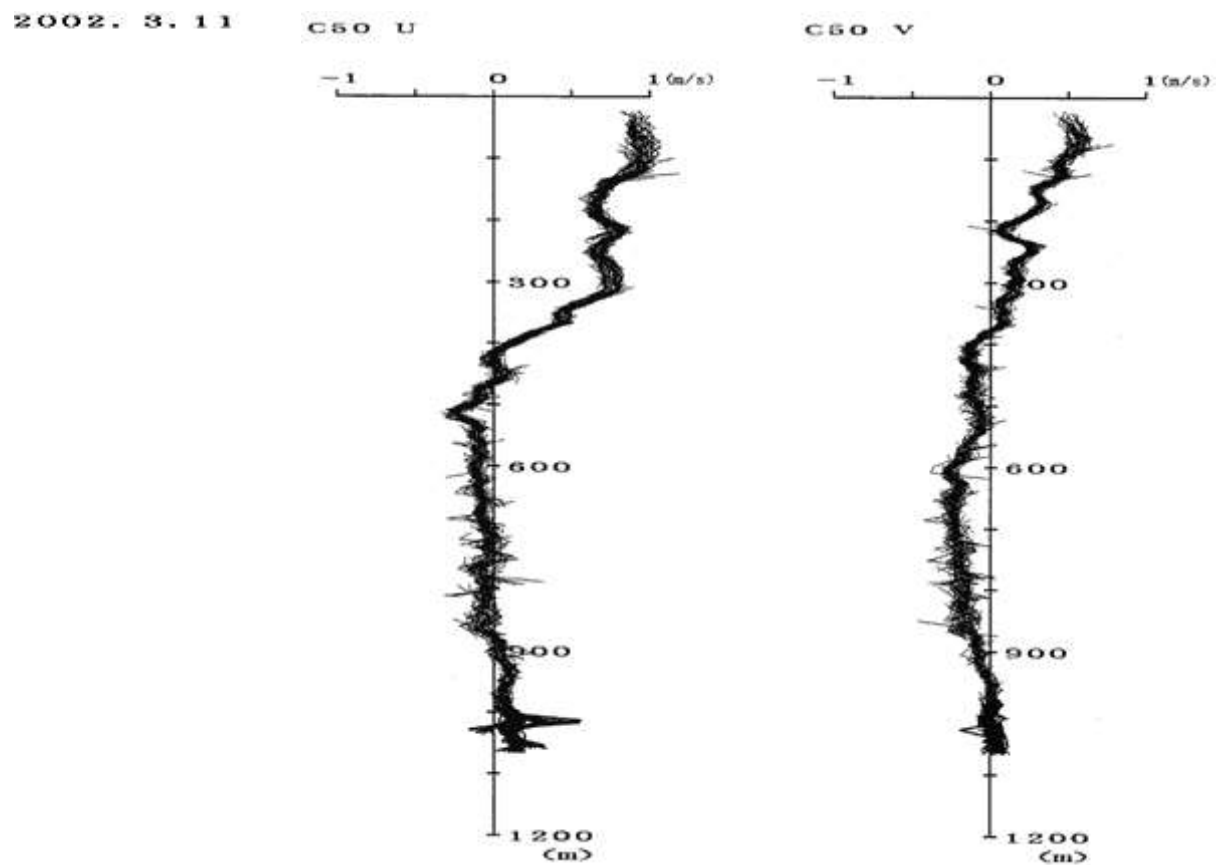


図1 LADCPデータ処理

(a)1秒間隔で得られたすべての流速プロファイル（1017個）を絶対流速プロファイルとして確定

☐ CLOSE

図1-b

2002. 3. 11

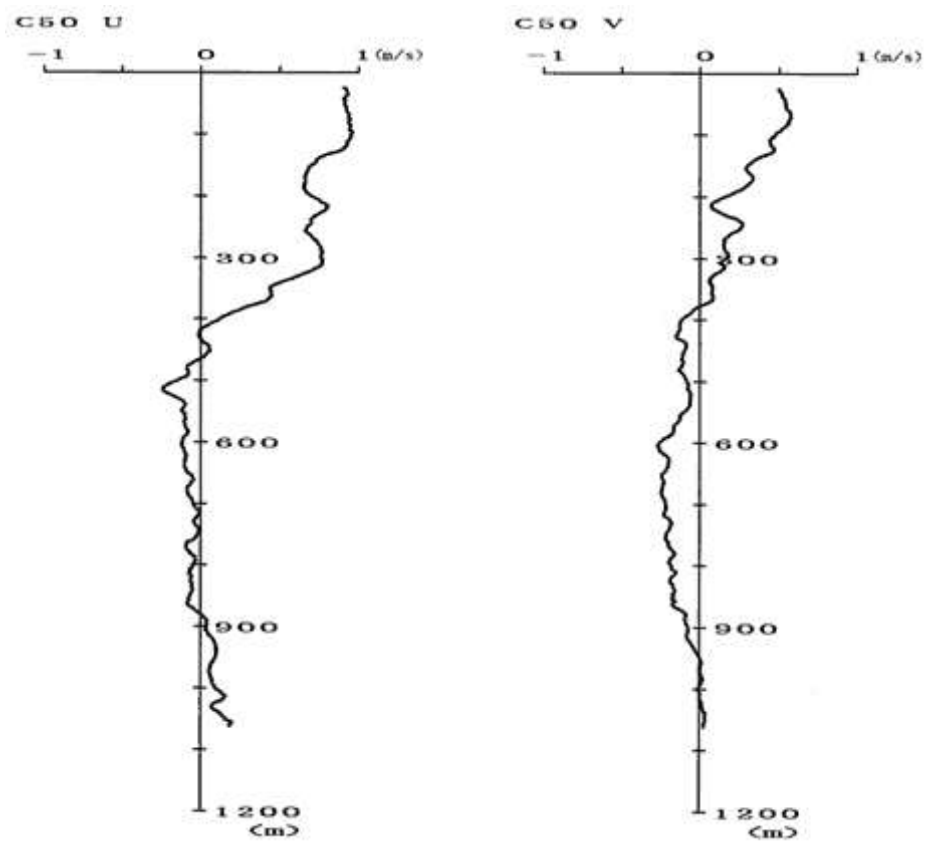


図1 LADCPデータ処理

(b) 1m毎平均後に10m (11データ) の移動平均

CLOSE

写真2



☒ CLOSE

図2

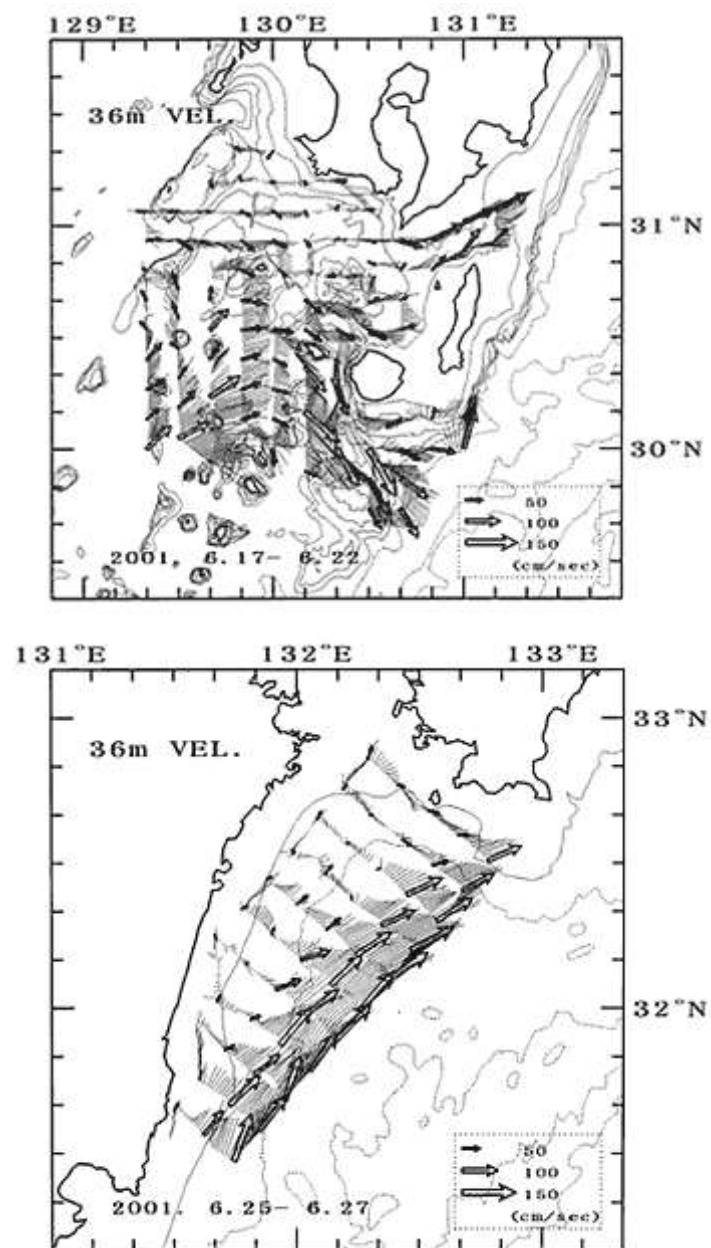


図2 船底ADCPデータとの比較

矢印：LADCPデータ

細線：船底ADCPデータ

CLOSE

図3- a

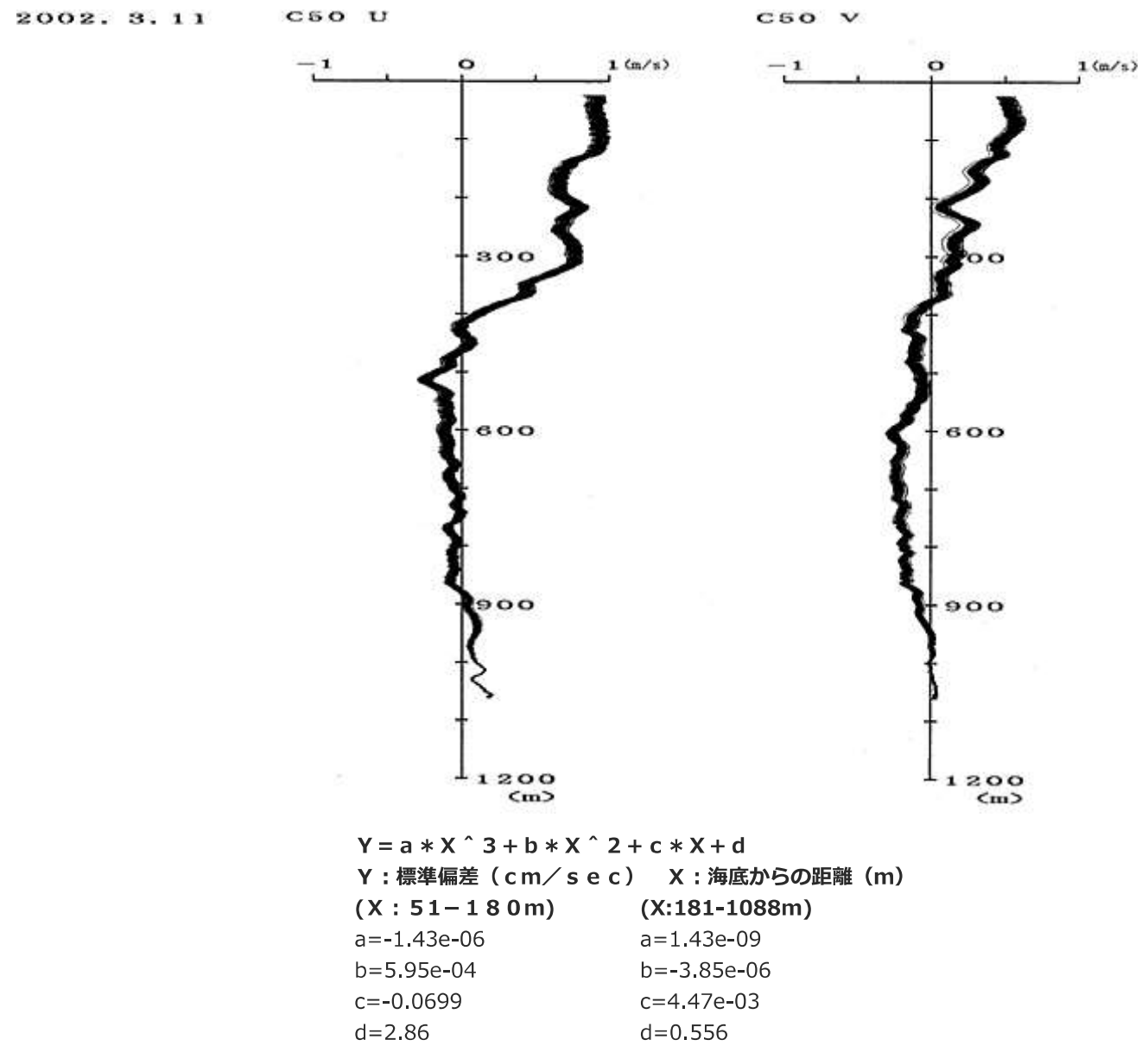


図3 BTリファレンス処理LADCPデータの誤差評価
(a) 正規乱数による100個の算出結果

☒ CLOSE

図3-b

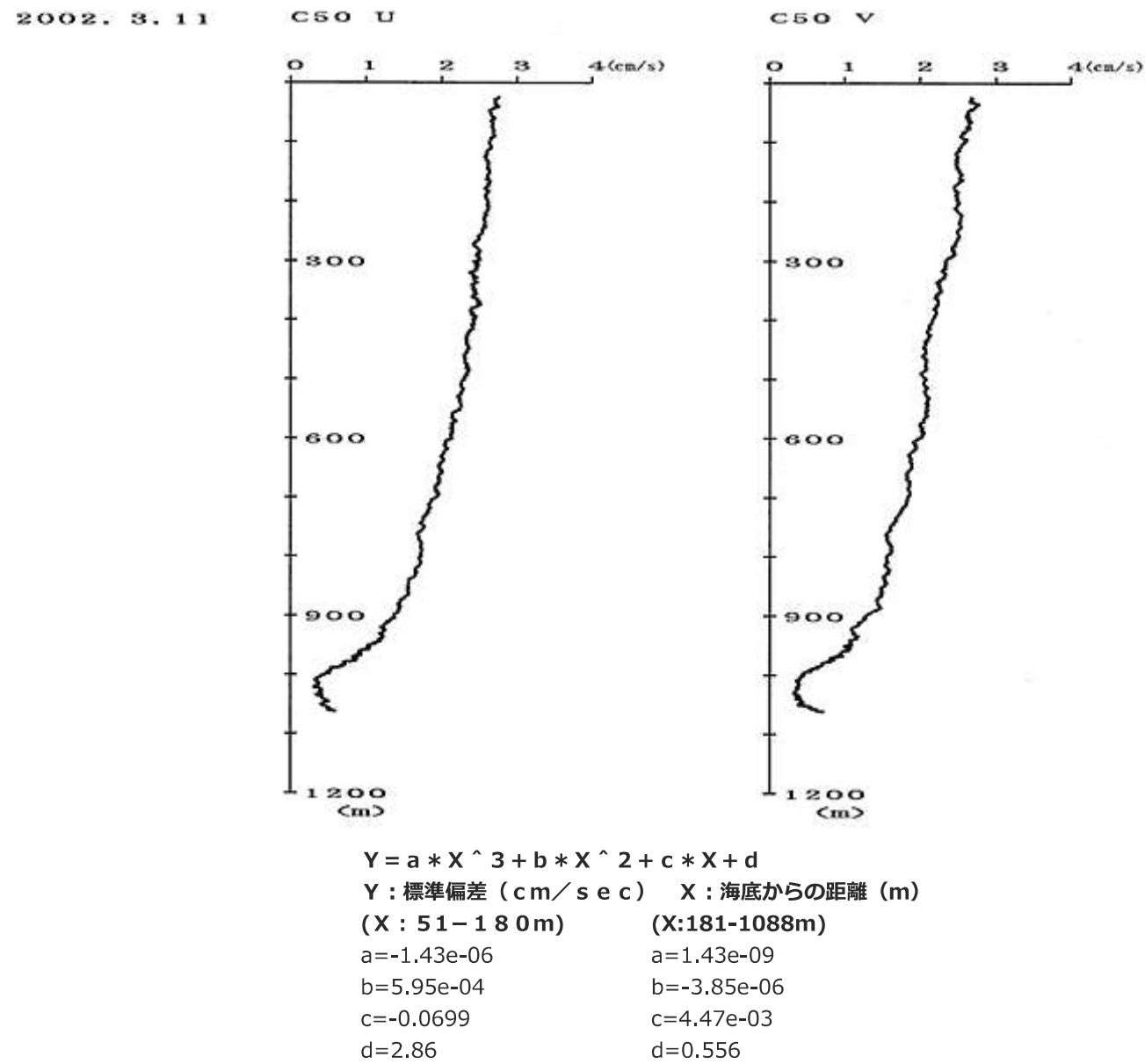
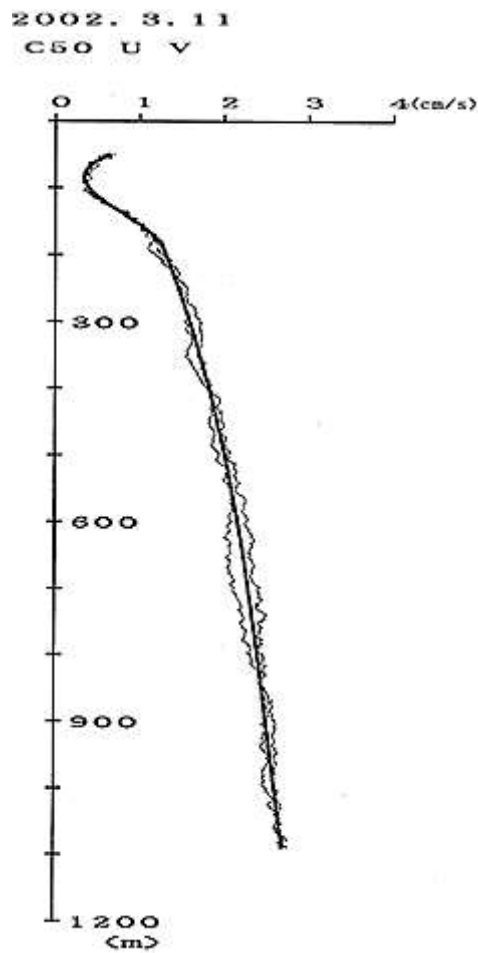


図3 BTリファレンス処理LADCPデータの誤差評価
(b) 各深度における標準偏差

☒ CLOSE

図3-b



$Y = a * X^3 + b * X^2 + c * X + d$
Y : 標準偏差 (cm/sec)
X : 海底からの距離 (m)
(X : 51-180m) (X:181-1088m)
a=-1.43e-06 a=1.43e-09
b=5.95e-04 b=-3.85e-06
c=-0.0699 c=4.47e-03
d=2.86 d=0.556

図3 BTリファレンス処理LADCPデータの誤差評価
(c) 標準偏差を海底からの距離の関数 (3次式近似) として定義

✕ CLOSE

図4- a

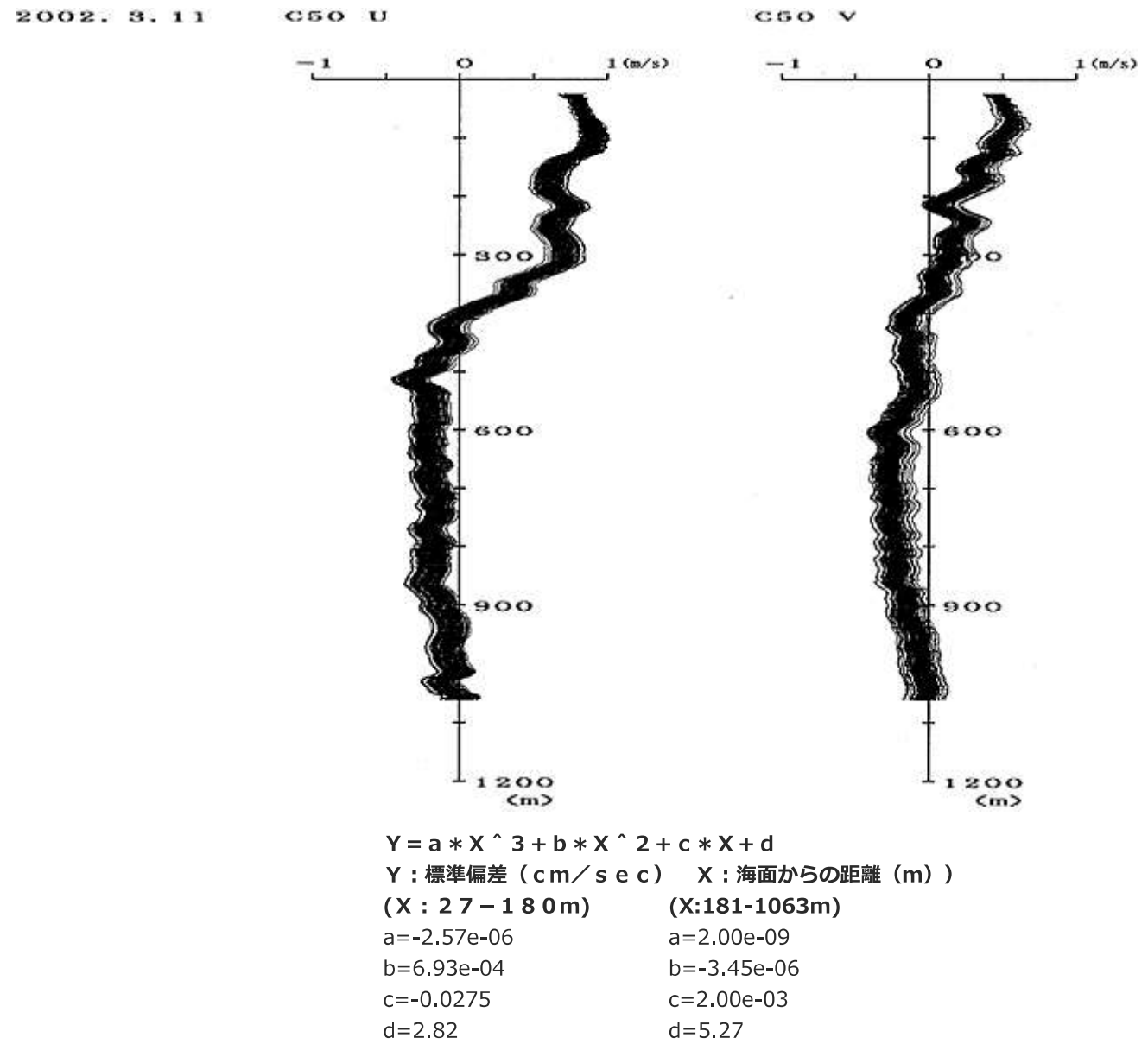


図4 NAVリファレンス処理LADCPデータの誤差評価
(a) 正規乱数による100個の算出結果

☒ CLOSE

図4-b

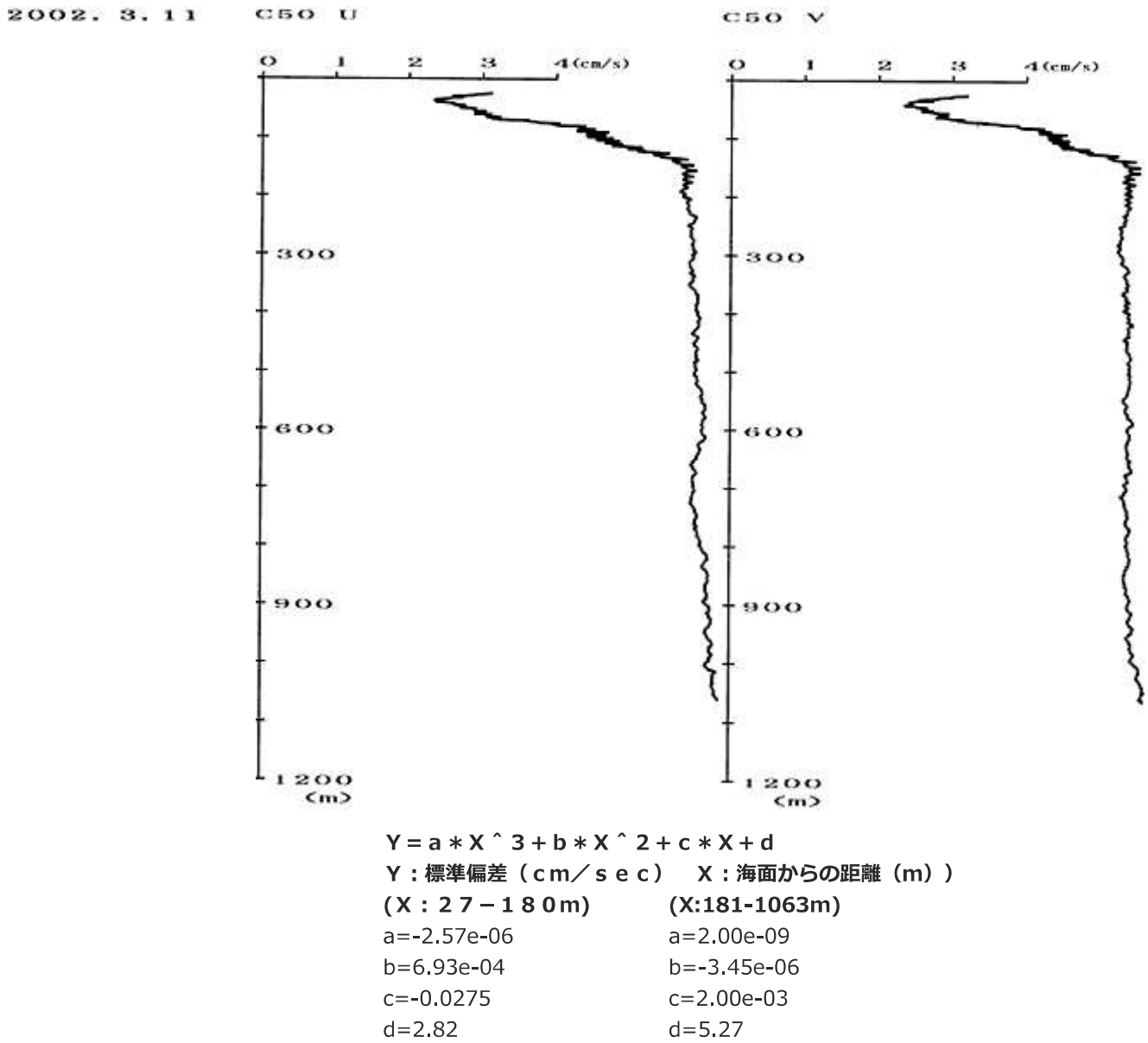
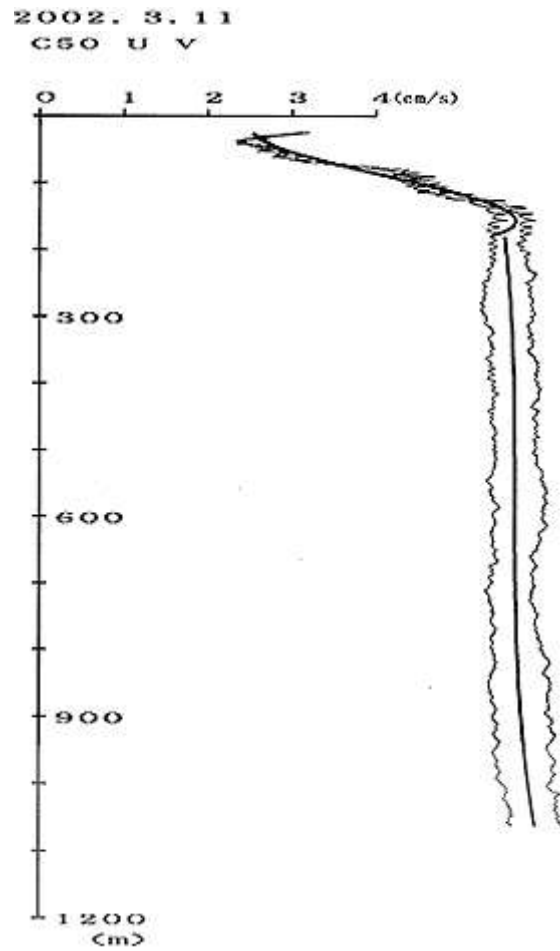


図4 NAVリファレンス処理LADCPデータの誤差評価
(b) 各深度における標準偏差

☒ CLOSE

図4-c



$$Y = a * X^3 + b * X^2 + c * X + d$$

Y : 標準偏差 (cm/sec)

X : 海面からの距離 (m)

(X : 27 - 180m) (X:181-1063m)

a=-2.57e-06

a=2.00e-09

b=6.93e-04

b=-3.45e-06

c=-0.0275

c=2.00e-03

d=2.82

d=5.27

図4 NAVリファレンス処理LADCPデータの誤差評価

(c) 標準偏差を海面からの距離の関数 (3次式近似) として定義

☒ CLOSE

図5

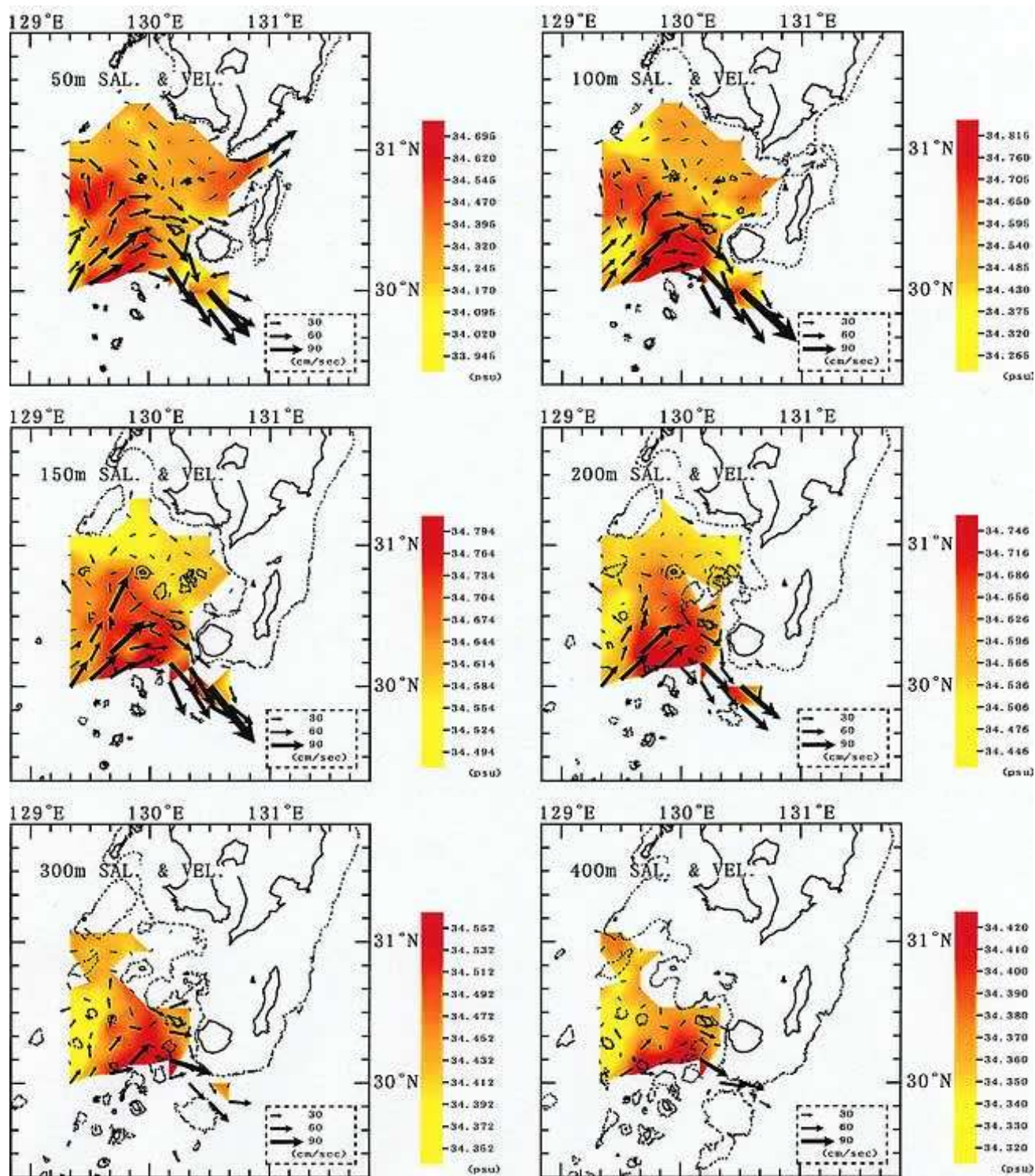


図5 九州南方海域における流速・塩分分布
(2001年6月) 矢印: LADCPデータ

☒ CLOSE