

漂流ブイ計測用可視化システムおよび流動場解析 ツールの開発

石井, 大輔
九州大学応用力学研究所技術室

<https://hdl.handle.net/2324/17075>

出版情報 : 九州大学応用力学研究所技術職員技術レポート. 8, pp.7-12, 2007-03. Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu University

バージョン :

権利関係 :

漂流ブイ計測用可視化システムおよび流動場解析ツールの開発

九州大学応用力学研究所 技術室
石井 大輔

1. はじめに

表層流動の収束・発散場と海洋表層における基礎生産場の関連性に着目した研究において、複数の漂流ブイを用いた表層流動観測が行なわれている（例えば、Michida *et al.*, 2006；石井・柳, 2006；石井ら, 2006；石井ら, 2007；柳ら, 投稿中）。特に本研究室では、GPS（Global Positioning System）システムを搭載し、ブイ自体の位置情報（緯度・経度・時刻）と表層水温データを基地局に定期送信する大洋無線製ラジオブイを利用することで、ある評価法に基づいて推定する表層収束・発散と表層基礎生産の関連性を、物理的視点から解明することを目指している。そして最終的には、海洋生物パッチネス（斑状性構造：空間的に不均一な分布形態）の生成・維持・消滅機構を究明しようと取り組んでいる。

海洋観測において、取得したデータの顔つき（特性）を現場で確認・把握しながら観測を進めていくことは重要なことであり、それは本稿で係わる漂流ブイ観測においても同様である。漂流ブイで計測される GPS 測位時間と緯度・経度情報は、船側にあらかじめ敷設した専用受信機で文字列・数字列として一定時間ごとに受信される（データの受信形態や出力フォーマットは、一般的にエンドユーザによる変更は出来ないことが多い）。

製品によっては、受信データをすぐに閲覧・解析できる（高価な）専用ソフトウェアが別途準備されている場合もある。しかしそうでない場合、船側の観測者（例えば、研究者）が受信した文字・数字データの羅列を閲覧したところで、ブイの位置はともかく、現場の流況やブイ移動速度、流跡予測、表層流動場の収束・発散構造など、現場観測された諸特性をその場で瞬時に把握することは極めて困難であると言わざるを得ない。またそのような環境下ならば、ブイ投入位置の急な変更時や危険回避に伴う測器回収時などといった予想外の事態に対して、臨機応変なアクションが遅れる、もしくは出来かねる場合が想定される。

現場海域で観測された諸特性をその場で直感的なイメージとして、もしくは視覚的に捉えることが出来ないまま観測を継続した場合、結果としてその観測自体が水泡に帰す可能性があることは否定できない。そのため現場の観測者は、自ら行なっている観測について、そして得られる現場の諸特性について、その都度把握しながら観測作業を進めていく必要があり、このことは当該観測を実施するにおいても、それ相応なるデータ取得環境をあらかじめ構築しておく必要があることを示唆している。

2. 目的

本稿は、現場海域において海洋表層の流動、収束・発散の直接観測を実施しながら、計測した諸量をリアルタイムで視覚的に把握するため、GPS 搭載型漂流ブイを用いたリアルタイム計測用可視化システムおよび流動場解析ツールを構築することを目的とする。

3. 漂流ブイ観測環境とツール作製

大洋無線製漂流ブイ観測における計測システムの概略図を図 1 に示す。同図に示すように、当該システムは海中に漂流するブイが GPS 衛星から自らの位置情報（測位時間、緯度経度；WGS84 に準拠）を取得し、事前に設定した時間間隔でそれを船側の専用受信機へ搬送するものである。

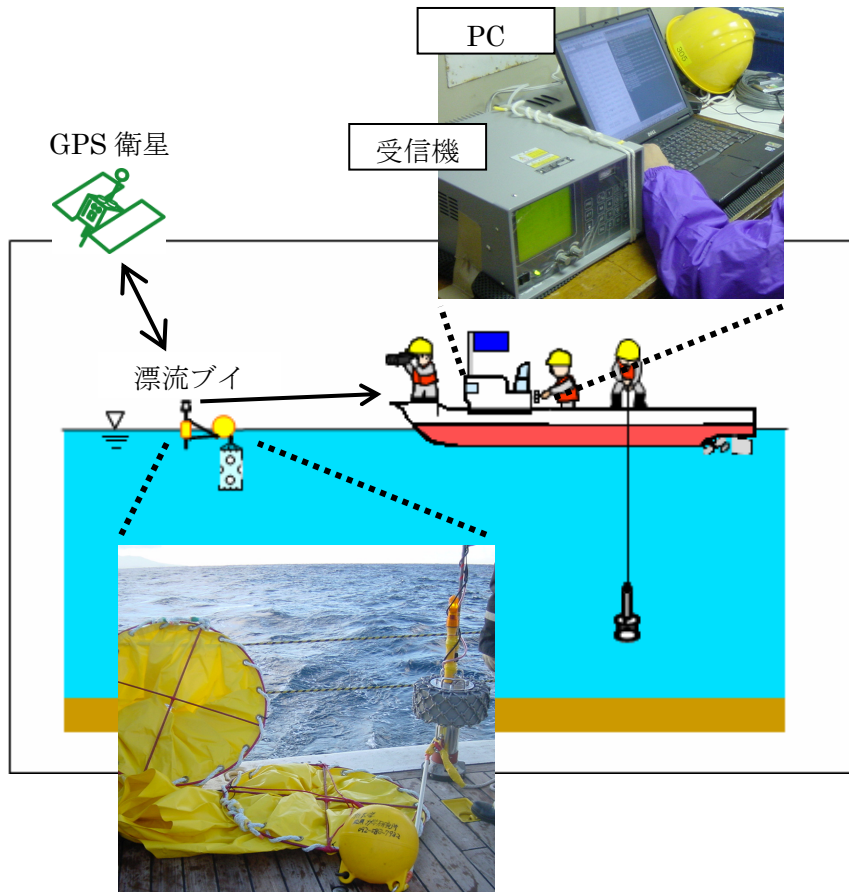


図 1. 漂流ブイ観測における計測システムの概略図

専用受信機へ送信されてくる位置情報などを含んだブイのデータは、図 2 のように専用受信機前面の LCD（液晶ディスプレイ）へ、受信するごとに更新・表示される。

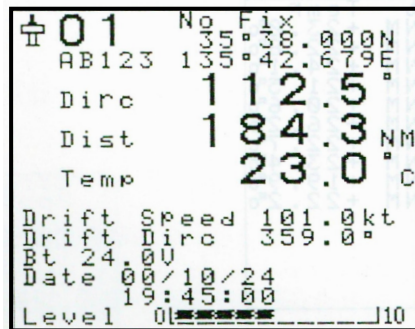


図2. データを受信した際の専用受信機 LCD 画面の表示例

これにより、時々刻々受信したブイの番号や位置情報などが把握できるのだが、現場観測においてブイ 1 台だけを海中に漂流させて計測することは少なく、通常は複数のブイを投入・追跡する方が多いと思われる。ブイは数分間隔で位置情報を送信してくるので、受信機の LCD 表示は頻繁に切り替わってしまい、実際のところ前の履歴が良く分からなくなることがある。また、いくら船上で各ブイの位置が把握できたところで、受信データをデジタルデータに保存しておかなければ、後日何かしらの解析を行なう際の材料になり得ない（料理には材料が不可欠である）。

そのため、事前にブイ計測データ保存用 PC を準備し、ブイ専用受信機とデータ保存用 PC を RS-232C (COM ポート) で接続することにより、観測データは当該 PC (Windows OS) にアスキーフォーマットで保存するようにしている。これで、あとの料理が出来るようになる。

以下に、ブイ計測データを PC へ転送する時の出力結果の一例を示す。

```
$GBBLV, 073525, 3239.502, N, 12907.257, E, 254.6, T, , 000.7, N, 000.0, T, , 000.0, N, 01, 25.0, +
18.6, 00000000000000000000
$GBBLV, 073652, 3239.309, N, 12907.255, E, 254.3, T, , 000.7, N, 000.0, T, , 000.0, N, 02, 24.7, +
24.2, 00000000000000000000
$GBBLV, 073824, 3239.105, N, 12907.243, E, 253.9, T, , 000.7, N, 000.0, T, , 000.0, N, 03, 24.8, +
21.3, 00000000000000000000
$GBBLV, 075210, 3237.350, N, 12907.261, E, 179.9, T, , 007.6, N, 000.0, T, , 000.0, N, 01, 25.0, +
19.1, 00000000000000000000
$GBBLV, 075336, 3237.171, N, 12907.270, E, 179.6, T, , 007.6, N, 000.0, T, , 000.0, N, 02, 24.6, +
25.7, 00000000000000000000
$GBBLV, 075507, 3236.979, N, 12907.288, E, 178.9, T, , 007.6, N, 000.0, T, , 000.0, N, 03, 24.8, +
22.4, 00000000000000000000
. . .
```

このように、PC 側へアスキーデータとして保存できるのでこれはこれで良いのだが、船上でこれら文字・数字データの羅列を閲覧しても、各ブイの位置はともかく、現場の流況や各ブイの移動速度、流跡予測、表層流動場の収束・発散構造など、現場特性はその場で瞬時に把握できないだろう（データの出力フォーマットは、エンドユーザである我々利用者には変更出来ないよう、メーカー仕様で決まっている）。

そこで、前述のフォーマットで出力される各ブイの受信データを基に、様々な諸量がリアルタイムに、且つ視覚的に捉えることが出来るようなアプリケーションツールを作製することを検討した。製作には、PC 操作に不慣れな人でも簡単に操作できるフォームであり、所望のボタンをクリックすれば計測された諸特性がいつでもすぐに PC 画面上に描画できることを重点において、本ツールを設計した。

本可視化ツールを構成した外部アプリケーションは、基本フォームに「Microsoft Visual Basic 6.0」、ブイで計測された位置情報から流速や収束・発散値などの諸量を計算処理する部分に「Intel Fortran Compiler 8.1」、計算した諸量のグラフィック化に「Gnuplot 4.0」を採用した。Intel Compiler および Gnuplot はフリーソフトウェアのため無料で利用でき、また最近 2005 にアップグレードされた Visual Basic も、Express Edition がフリーライセンスで利用できる。何も高価な付属ソフトや市販ソフトを流用しなくても、コストパフォーマンスに優れた専用ツールを構築することができるのである（自分で設計・製作しているので、機能拡張しやすいのもメリットの一つである）。

今回作製した漂流ブイ計測用可視化および流動解析ツールの起動画面と描画例を、図 3 に示す。同画面左側の「プロット」に配置する各ボタンをワンクリックすれば、ボタン上に明記している解析（図 3 では「ブイの軌跡」を選択）とグラフ化を、自動で行なうようになっている。

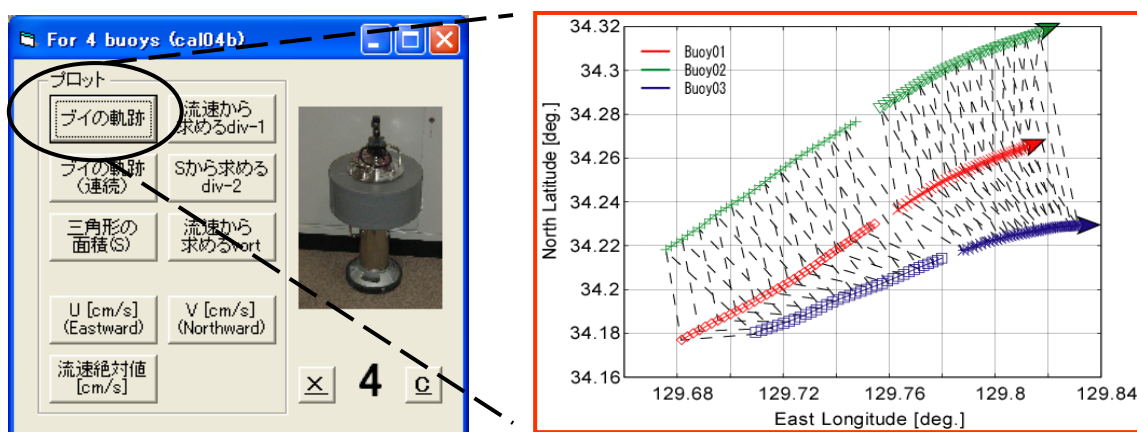


図 3. 今回作製した計測用可視化・流動解析ツール（左）と「ブイの軌跡」ボタンを押下した時の描画例（右）

ちなみにブイ放流中は、観測者は常にブイを監視しながら近傍に待機しているわけではない（図 1 は誰かがブイを常時監視しているように描画しているが、実際は決してそうではない）。無線受信する GPS 情報から、図 3 のように各ブイの挙動が視覚的に把握できるので、船上ではこの画面を見ている方が圧倒的に多いであろう。

そんな中、図 3 で示す「ブイの軌跡」の図を定期的に見ていると、稀にブイの不振な挙動に遭遇する時がある。例えば、今まで継続的に一方向に流れていたブイの 1 台が、急に反対方向に動き出したりするのである。世紀の大発見かと思いきや、大体そのような時はブイが理由なく拉致されているケースが多い（漁民などが船上に回収してしまう）。海の真ん中に図 1 のような代物が浮かんでいたら、ついつい引き揚げてみたくなるのだろう。従来のように位置情報の数字だけを見ていると、このような変化をなかなか発見できない場合もあるが、描画機能を備えた本アプリケーションはこういった不慮の事態が生じた時にも十分効果を発揮してくれる。すなわち、観測者は直ちに漁民との交渉（事情説明とブイの引渡し）に出向くことができ、中断した観測を最小限に留めることができるようになる。

4. おわりに

冒頭でも述べたが、海洋観測において取得したデータの顔つき（特性）を現場で確認・把握しながら観測を進めていくことは重要なことであり、観測結果のイメージを視覚的に捉えることが出来ないまま観測を継続した場合、結果としてその観測自体が水泡に帰す可能性があることは否定できない。

今回独自に開発した本アプリケーションは、海洋観測時における現場特性を図で瞬時に与えてくれることで、観測中の我々に新たな理解を導いてくれるツールとなった。今後も、本ツールを利用した漂流ブイ観測を積み重ね、海洋流動と基礎生産の関連解明の一端を担えればと考える。

謝辞

日頃からご指導を賜り、本稿の文章校正を快く引き受けて頂きました、野外計測分野・柳哲雄教授に厚く御礼申し上げます。

なお本稿は、独立行政法人日本学術振興会科学研究費補助金（奨励研究）「海洋における表層流動場の収束・発散構造解明に向けた観測環境構築」（課題番号：18922001）の一部であることを付記する。

参考文献

- 林晴比古 (1998) : 新 Visual Basic 入門ビギナー編 — Ver. 6.0 対応. ソフトバンククリエイティブ
- 林晴比古 (1998) : 新 Visual Basic 入門シニア編 — Ver. 6.0 対応. ソフトバンククリエイティブ
- 石井大輔, 柳哲雄 (2006) : 対馬海峡東水道における漂流ブイ観測. ワークショップ「東アジア海洋・大気環境激変の監視と予測」要旨集, 21-22.
- 石井大輔, 柳哲雄, 吉川裕, 増田章 (2006) : 対馬海峡の表層収束・発散場. 応用力学研究所共同研究集会「沿岸海域の低次栄養段階をめぐる物質循環」要旨集, 6-7.
- 石井大輔, 柳哲雄, 吉川裕, 増田章 (2007) : 漂流ブイと海洋レーダーを用いた対馬海峡における表層収束・発散場の評価. 海の研究, 16(3), 237-251.
- 川口輝久, 河野勉 (1999) : かんたんプログラミング Visual Basic 6 基礎編. 技術評論社
- 川口輝久, 河野勉 (1999) : かんたんプログラミング Visual Basic 6 コントロール・関数編. 技術評論社
- 川口輝久, 河野勉 (1999) : かんたんプログラミング Visual Basic 6 応用編. 技術評論社
- Michida, Y., R. Takimoto, P. Sojisuporn, and T. Yanagi (2006) : Divergence/convergence field observed with GPS tracked drifters in the Upper Gulf of Thailand. Coastal Marine Science, 30(1), 27-35.
- T. Williams and C. Kelley (2006) : Official website for gnuplot 4.
<http://www.gnuplot.info/>
- 柳哲雄, 石井大輔, 屋良由美子, 日向博文, 石坂丞二 (投稿中) : 筑後川河口における低塩分・高 chl. a 水の挙動. 海の研究