

海洋データの3次元表示について ～津波，水温構造を例として～

金敬洋：航法測地室

Three dimensional (3D) visualization of oceanographic data ～Giving examples of tsunami simulation and structure of water temperature～

Takahiro Kon : Geodesy and Geophysics Office,

1 はじめに

海洋データの3次元表示，可視化が簡単に行えるようになれば，より詳細な解析や一般ユーザーへの公表時に活用でき，多くのメリットが期待できる。可視化とは，簡単に言えば目に見えない現象，例えば「流れ」などをコンピューター技術を使ってディスプレイ等に表示させることである。

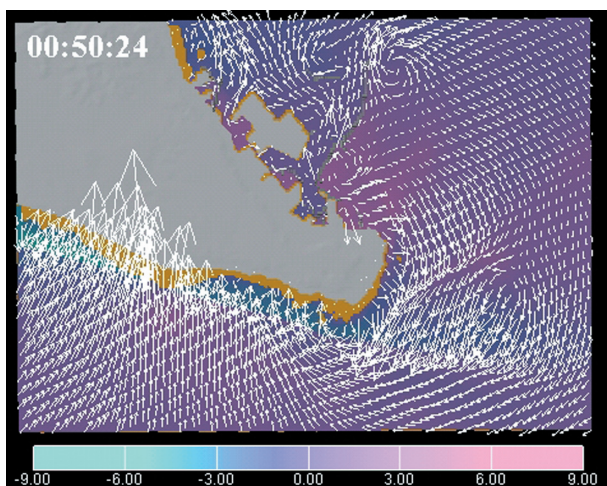
単にデータの数値の羅列を眺めても，現象の変化や分布を読み取ることは難しい。しかし，可視化することによって，データの全体像を把握することやこれまで気づかなかった現象を発見できる可能性があり，解析や表示において可視化は重要な手法の一つである。また，3次元でのリアリティのある表現

は一般ユーザー等へ公表する場合にも効果的である。

本稿では，海洋情報部が導入した可視化ツールを用い，海洋データのうち特に海洋物理データの3次元表示による可視化及びその応用の可能性を探る。ここで使用する可視化ツール「AVS/Express」は，モジュールと呼ばれるものを簡単なマウス操作でつなぎ合わせて画面上に表示する。このモジュールとは，データの読み込みやコントラリングなどの特定の機能を部品化した単一のアプリケーションである。

2 津波シミュレーションの3次元表示

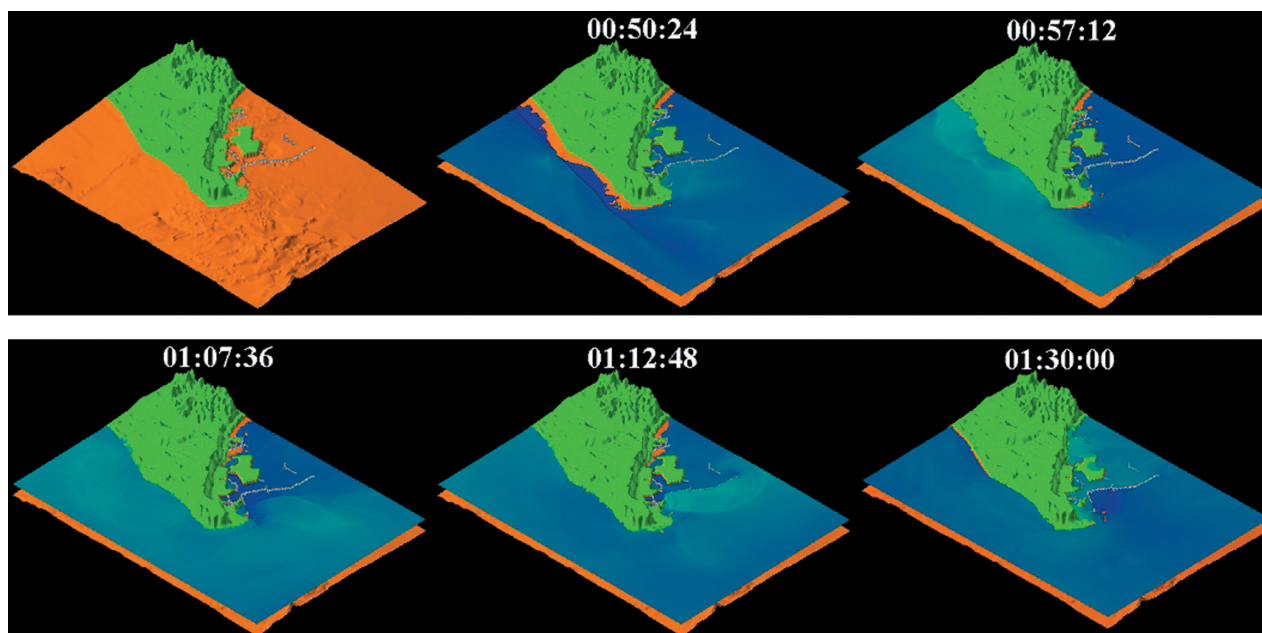
津波シミュレーションの3次元表示は，一般ユーザーにとって視覚的に捉えやすく，効果的なアピールが出来る例の一つである。



第1図 流向，流速のベクトル表示
Fig. 1 Direction and speed of tsunami shown with arrows



第2図 津波シミュレーションの3次元表示
Fig. 2 3D visualization of tsunami simulation



第3図 御前崎付近の地形と津波の時系列表示

Fig. 3 Topography around Omae-zaki and snapshots of the tsunami simulation

海洋情報部では、想定東海地震などを対象に沿岸域の津波シミュレーションを行い、津波防災情報図を作成している。このデータは水深、標高、潮位のほか、津波シミュレーション結果（水位変動等）等のメッシュデータとなっており、以下ではこのデータを使用して可視化を行っている。図には、地震発生からの時間が時分秒で表示されている。

第1図は、御前崎付近における津波来襲の状況を各格子点での流向、流速のベクトル及び、色分けによる水位で表示した2次元での可視化の例である。津波の任意時刻における動きなどを把握するためには有効な表現であり、また対策のための有用な資料となる。しかし、この表示はいわばプロ向きである。一般の人にとっては、データを数値に近い形で表現したものより、第1図を3次元で表示した第2図のように、津波の高さの変化等が実際的に3次元で表示されたものの方が理解しやすい。

第3図は第2図による表示と同様、実際には動画で提供される。本年の海洋調査技術学会等でも紹介されたが、時間間隔を変更すると御前崎に津波が押し寄せる様子、局所的な流動が詳細に表現出来る。また、データ内の水深、標高値を使用し、詳細な地形データと比較することで、波の動きと地形との関

係を知ることが出来る。

このように、3次元表示することで視覚的に捉えることが可能になれば、データの全体像を把握し易くなり、一般ユーザーにも津波シミュレーションの結果を分かりやすく伝えることが出来る。また、3次元表示することによりデータのデバッグ、或いは今後の詳細な解析にも活用が期待される。

3 水温構造の3次元表示

津波についてはシミュレーションの結果を3次元表示したが、次に計測値、ここではXBT, XCTDによる水温測定値の表示について紹介する。

海洋情報部では、巨大地震の震源域であるプレート境界域の海底の動きを測定する海底地殻変動観測を実施している。これはキネマティックGPSによる測量船の位置と、海中での音響による海底基準局の測距により、海底の変動を精密に測定し、地殻に蓄積されているひずみの大きさを把握するというものである。海中での音響による距離の測定には、海水温、密度の正確な鉛直構造分布を知ることが不可欠である。このため、当該観測中は1日に6～7回、CTD等による海水温の観測を行っている。地殻変動観測1行動の内の1海域での観測は5～6日程度で

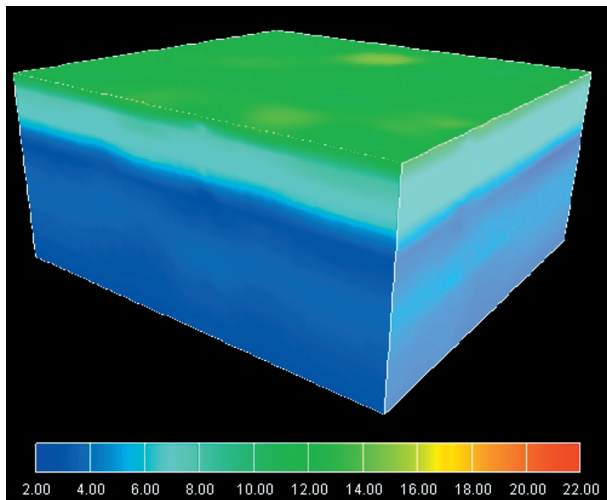
あり、この間20数箇所の鉛直温度分布が得られる。

今回、これらの測得されたデータから海域の水溫構造の3次元分布を表示した。なお、この3次元分布データは時間変化を無いものとしており、このため、海底地殻変動観測の実際の解析に利用しているものではないことをお断りしておく。

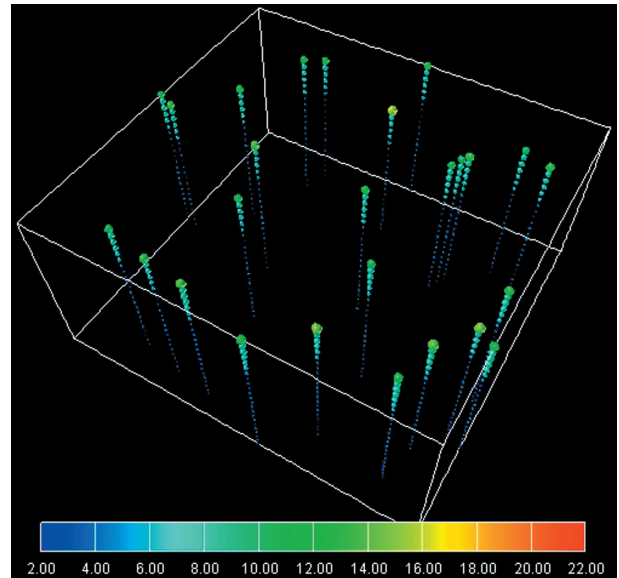
水溫構造を表現する場合、点や面での表示が一般的である。例えば、ある測点における水溫と水深のグラフや、ある海域の表面水溫或いは鉛直断面を色

によって表示しているものなどである。水溫構造の3次元表示は、その全体構造を把握するのに有効であるため、これらの解析をより詳細なものにする支援材料となりうる。

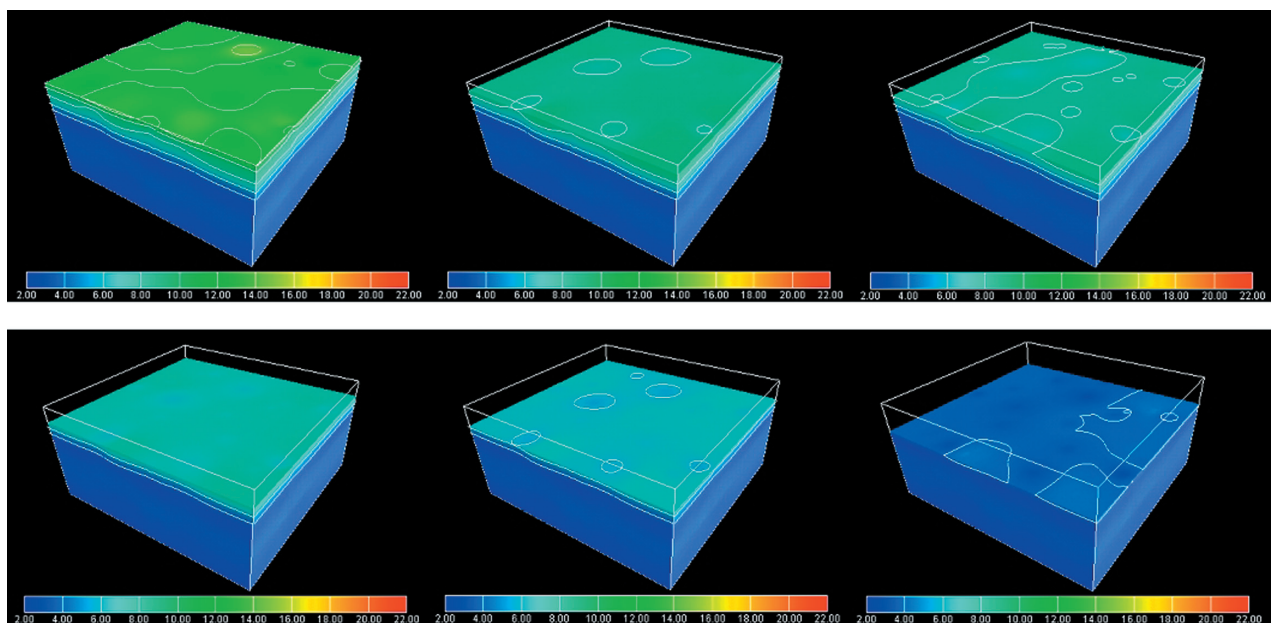
第4図は、平成17年6月3日～7日の宮城沖のある海域の水溫構造を表現したものである。海域は1辺が約2km、水深約1100m。データはXBT, XCTDによる5日間分の26点、水深方向に50m間隔での値



第4図 水溫構造の3次元表示
Fig. 4 3D visualization of the structure of water temperature



第5図 測点分布
Fig. 5 Distribution of observation points



第6図 任意深度における水溫構造
Fig. 6 Snapshots of the structure of water temperature at several depths

を使用している。水温は補間を行い階調表現で3次元表示した。第5図は測点の分布である。

この水温構造分布はX(東西)方向, Y(南北方向), Z(鉛直)方向に任意の断面を表示させたり, 等値(等温)面を段階的に表示すること等により, 全体の構造, 水温の分布をより詳細に把握することが可能である。第6図に水平断面をいくつか示したが, これも動画にすることで, 水温の鉛直分布の変化が直接的に把握できる。ただ, この例は前述のとおり, 5日間の水温データを使っているため, 時間の経過に伴う水温の変化を考慮しておらず, また測

点の分布にも偏りがあることから温度分布を示すコンターにその影響が現れている。

第7図は水温が3℃以下の温度帯を表示した図であるが, 任意の温度帯の水塊の状況も表示することが出来る。

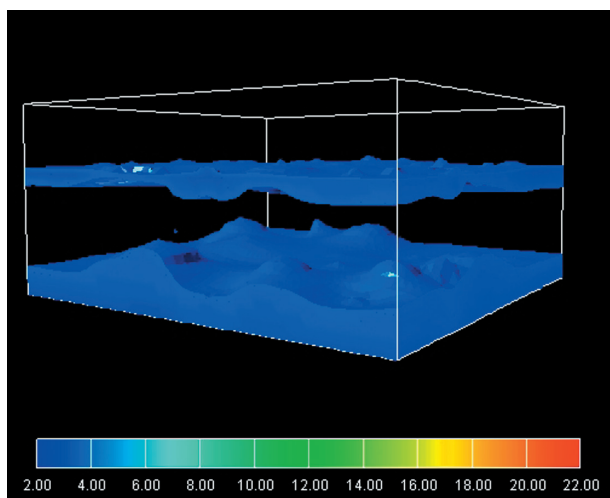
第8図(b)は, 平成17年10月10日~21日の宮城沖の海域の水温分布である。(a)は第4図と同じ宮城沖の海域の水温構造を表わしており, どちらの図も同じ場所の断面を表示している。

第9図に水温構造の可視化に関するモジュールの配列を示す。

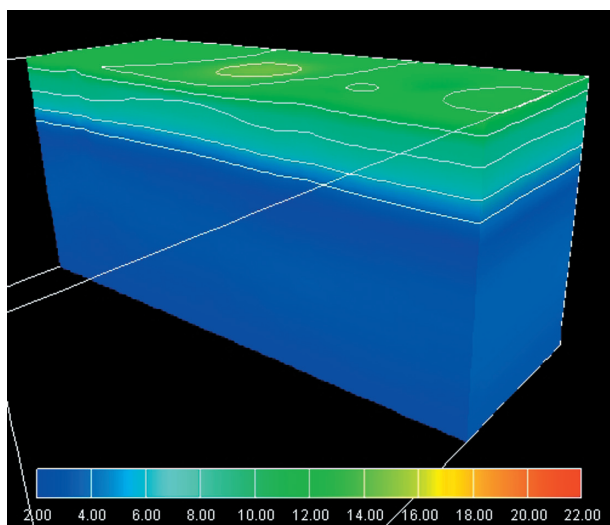
これらの観測値(分布)を時系列で表示すれば, 海域の水温の季節変動や水温構造の時間的変化を把握するための有力な資料となる。このように, 様々な方法を用いて3次元表示をすることで, より詳細な或いは必要な情報を手に入れることが可能となる。

4 まとめ

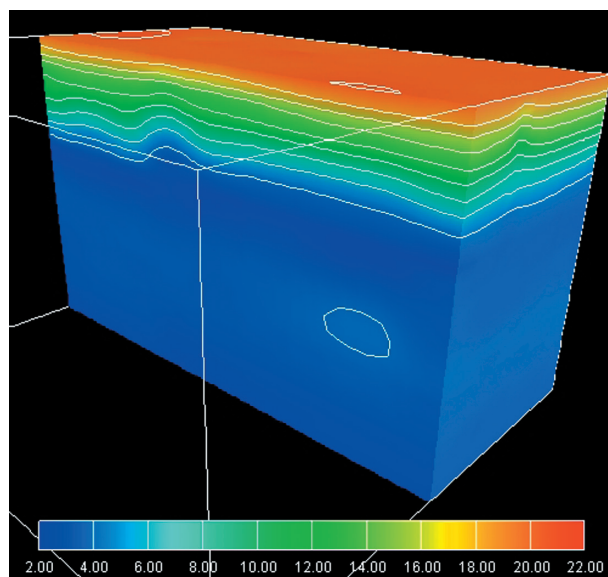
海洋データを可視化, 特に3次元表示することにより, 現象を視覚的に捉えることが容易になる。これはより詳細な解析への一助となる。また, ホームページ等による一般ユーザーへの公表等, 物理データをわかりやすく伝える手段としても有効である。



第7図 温度帯の表示(3℃以下)
Fig. 7 Expression of range of the water temperature (3℃ or under)

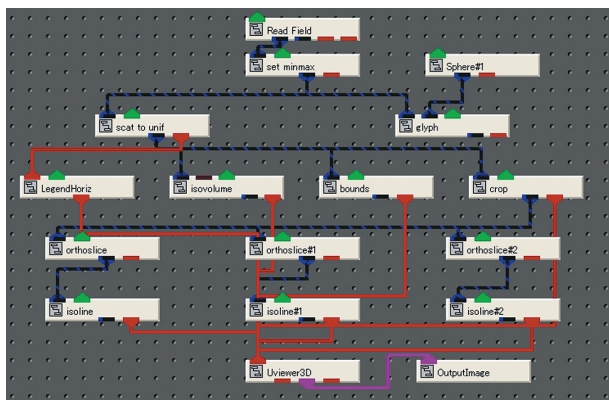


(a) 6月3日~7日



(b) 10月10日~21日

第8図 宮城沖海域の水温構造の比較
Fig. 8 The comparison of the structures of water temperature off Miyagi



第 9 図 モジュールの配列

Fig. 9 The arrangement of modules

本稿では、津波と水温構造の 3 次元表示を例に紹介した。しかし、これらの 3 次元表示は一部に過ぎない。海洋情報部が保有するデータについて、可視化、3 次元表示を様々な場面で生かすかすことが出来れば、今まで扱ってきた海洋データが違った形で見えてくるかもしれない。

謝辞

津波シミュレーションの 3 次元表示の際、津波シミュレーションデータセットを提供して頂いた本庁海洋情報部細萱主任海洋調査官及び海底地殻変動観測で水温データの測定に尽力頂いている測量船「海洋」の乗組員の皆様に感謝の意を表わします。

参 考 文 献

細萱泉, 山内明彦, 渡辺一樹, 加藤幸弘, 長屋好治,
 矢沼隆: 津波解析支援 GIS による津波防災
 情報図の作成, 海洋情報部技報, 23, 1-7,
 (2005)