

植物プランクトン、懸濁物検出のための  
海洋レーザ装置の基礎実験について

Experiments on Ocean Lidar for Measurements  
of Phytoplankton and Suspended Solids

浅沼市男、宗山敬、中島一光\*

(Ichio Asanuma, Kei Muneyama, Kazumitsu Nakajima\*)

海洋科学技術センター (Japan Marine Science & Technology Center)

\*日本電気株式会社 (NEC Corporation)

SYNOPSIS: The Ocean Lidar is under development at JAMSTEC, which is for purposes of measurements of Phytoplankton and suspended solids. The possibilities of measurements of Phytoplankton and suspended solids were confirmed through the experiment on the research vessel near Tokyo bay in February 1989. Fluorescences and scattered lights by the second harmonic of Nd:YAG laser were detected by the gated micro channel plate in the direction of depth.

## 1 はじめに

海洋科学技術センターでは、地球科学研究の一環としての海洋における植物プランクトンの分布の把握が重要な課題のひとつであることから、その観測手段のひとつとして海洋レーザ観測装置の開発に着手した。これまで、海水中の植物プランクトン量計測、懸濁物計測が1970年代から行われており、Browell(1977)、Bristow(1981)、Hoge(1983)など光学モデル及び計測例の報告がある。最近では、Hoge(1988)が航空機搭載型のライダーにより水深25mまでの連続した懸濁物計測例を報告しており、海洋上での実用的な観測装置の開発が期待されている。

1989年2月に東京湾沖合において実施した海域実験において、Nd・YAGレーザの第2高調波を励起光とした植物プランクトンに含まれるクロロフィルaからの蛍光、及び懸濁物による散乱光を、深度方向についてゲート付きマイクロ・チャンネル・プレートを用いた実験装置により計測した。

## 2 実験装置

今回の実験に使用したレーザ発振装置は、水中において最も透過率の良い波長帯域において容易に利用可能なレーザとして、Nd・YAGパルスレーザに第2高調波発生装置を付加し532nmのレーザ光を利用した。レーザ光のパルス幅は7~8nsec、532nmでのエネルギー量は150mj/pulseである。レーザ発振装置は、海洋上の環境から保護するためコンテナハウスに収納し、高エネルギーレーザ用ウインドウにより外気と遮断した。レーザ光を、コンテナハウスからダクトにより船舶のセンターウエルまで導びき、さらに高エネルギーレーザ用ミラーにより水中へ照射した。

ここで試作した検出光学系は、センターウエル上のシュミットカセグレン望遠鏡と付随する光学系と光電変換素子から構成される。望遠鏡により集光された水中からの戻り光は、コリメートレンズにより平行化され、干渉フィルタを通して散乱光計測時にはレーザ励起光と同じ波長の532nmを、蛍光計測時には685nmを選択し、集光レンズにより光電変換素子へ集光される。光電変換素子には、ゲート付きマイクロ・チャンネル・プレートを採用した。今回の実験では、レーザパルスをパイプナ光電管によりモニターし、その出力をゲート付きマイクロ・チャンネル・プレートのゲート信号とした。このため、ゲート付きマイクロ・チャンネル・プレートによる計測時間幅は、レーザ光のパルス幅に限定された。水深方向の計測時間の選択は、ゲート信号ケーブル

の長さを変えることにより選択した。

光電変換素子からの計測信号は、コンテナハウスまで導かれ1GHz応答のオシロスコープにより検出され、さらにオシロスコープ用のCCDカメラを用いたディジタイジング装置によりパソコン上に表示記録される。計測は、50回の計測信号の平均値をパソコン上で求め、計測データとした。Fig. 1に計測系のブロック図を示す。

本実験において使用した船舶は、当センターの海中作業実験船「かいよう」である。この船舶は、双胴船であることが大きな特色であり、甲板中央部に潜水エレベータ昇降用の穴（センターウエル）がある。

### 3 計測結果

1989年2月に「かいよう」により、館山沖と大島沖においてレーザー光の照射実験を実施した。この実験において海水中のクロロフィル量を知るために、「かいよう」の取得海水を濾過し、アセトンによりクロロフィルを抽出後、吸光光度法によりその濃度を求めた。

Fig. 2に大島沖における水深33.7mからの散乱光の計測結果を示す。横軸に時間を取り、26.2nsecが海面に相当し、319.5nsecが水深33.7mに相当する。縦軸は、マイクロチャネルプレート出力電圧である。海面近くからの戻り光がマイクロチャネルプレートのゲートを通り計測されている。Fig. 3に大島沖における水深6.6mからの蛍光の計測結果を示す。

### 4 まとめ

高エネルギーレーザー装置およびゲート付きマイクロチャネルプレートにより水深方向の散乱光及び蛍光の計測に成功した。この実験により、海洋レーザー観測装置の基本設計に必要なデータが収集でき、センサーの選択、光学系の構想、信号処理手法などについて有益な情報が得られた。今後、海洋レーザー観測装置の実機の開発に着手する。また、レーザー照射と同時に水深50m程度までの懸濁物濃度の測定、クロロフィル濃度の測定データを蓄積し、光学モデルの開発を進めると同時にレーザー計測データの評価手法を開発する。

### 参考文献

- Browell, E.V. (1979), NASA TN D-8447  
 Bristow, M., et.al (1981), Applied Optics, V20, 2889-2906.  
 Hoge, F.E., et.al (1983), Applied Optics, V22, 2272-2281.  
 Hoge, F.E., et.al (1988), Applied Optics, V27, 3969-3977.

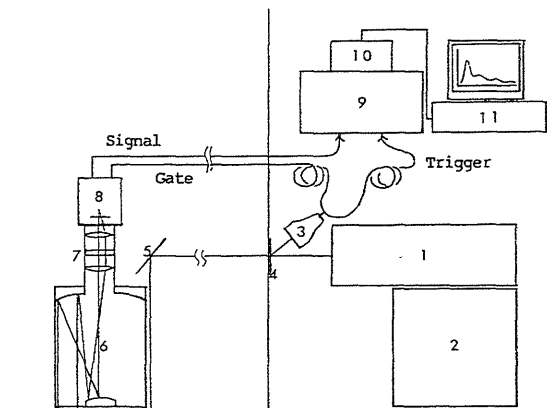


Fig.1 Block Diagram of Ocean Lidar

- 1 Q-Switched Nd:YAG Laser
- 2 Laser Power Supply
- 3 Biplaner Phototube
- 4 High Energy Laser Window
- 5 High Energy Laser Mirror
- 6 Schmidt Cassegrain Telescope
- 7 Optical System with Filter
- 8 Gated Micro Channel Plate
- 9 1GHz Oscilloscope
- 10 Digitizing Camera System
- 11 Micro Computer

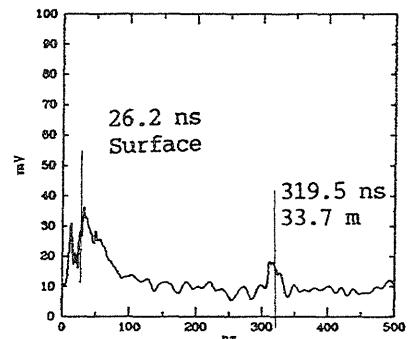


Fig.2 Detected Scattering Light  
 Off the Oshima at 07:00 17-FEB-89.  
 Peaks at surface and 33 m in depth.

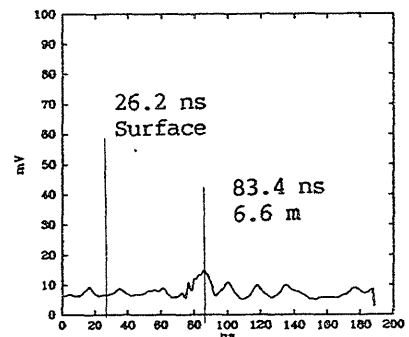


Fig.3 Detected fluorescence  
 Off the Oshima at 19:30 16-FEB-89.  
 Peak at 6 m in depth.