

# イメージング蛍光ライダーによる海底環境観測のための水深計測

## Sea Depth Measurement using Fluorescence Imaging Lidar for Sea-bottom Monitoring

齊藤秀太郎\*, 篠野雅彦\*\*, 桐谷伸夫\*\*, 山之内博\*\*, 松本陽\*\*, 樋富和夫\*\*, 田村兼吉\*\*

Shutaro Saito\*, Masahiko Sasano\*\*, Nobuo Kiriya\*\*, Hiroshi Yamanouchi\*\*,

Akira Matsumoto\*\*, Kazuo Hitomi\*\* and Kenkichi Tamura\*\*

\*東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科

\*Graduate School of Marine Science and Technology, Tokyo University of Marine Science and Technology

\*\*海上技術安全研究所

\*\*National Maritime Research Institute

### Abstract

The method of sea depth measurement using fluorescence imaging lidar for the monitoring of sea bottom environment such as coral reef ecosystems from sea surface is developed. We observed UV induced fluorescence signal from pseudo corals by the gated photomultiplier which is a part of the lidar system. Assuming that coral reefs are commonly found at depths shallower than 30 m, the measuring accuracy for this method is evaluated to be about 1 to 2 cm.

### 1. はじめに

海上技術安全研究所(以下、海技研)では海洋温暖化および酸性化に敏感なサンゴ礁をモニタリングする新しい手法として、衛星観測、ダイバー調査および船舶搭載型イメージング蛍光ライダーを連携させたシステムの開発を行っている[M. Sasano *et al.*, 2010].

イメージング蛍光ライダーによる観測(Fig.1)では、得られる画像から生きたサンゴの大きさを求め、その地域のサンゴ被度データを高速かつ連続的に得ることを目的としている。観測画像中のサンゴの大きさを詳細に知るためにはレ

ーザー照射面(フットプリント)の面積を求める必要がある。そのためには、レーザー射出口(水面)からターゲット(海底)間の距離、すなわち水深データが高い精度で必要とされる。

本稿では、レーザー励起光を光電子増倍管(Photomultiplier, 以下、PMT)によって観測する手法をイメージング蛍光ライダーに適用し、イメージと同時に得られた計測データから水深を推定する手法およびその精度について議論する。

### 2. イメージング蛍光ライダーによる観測実験

海技研深海水槽において、イメージング蛍光ライダー装置を実海域で運用することを想定し

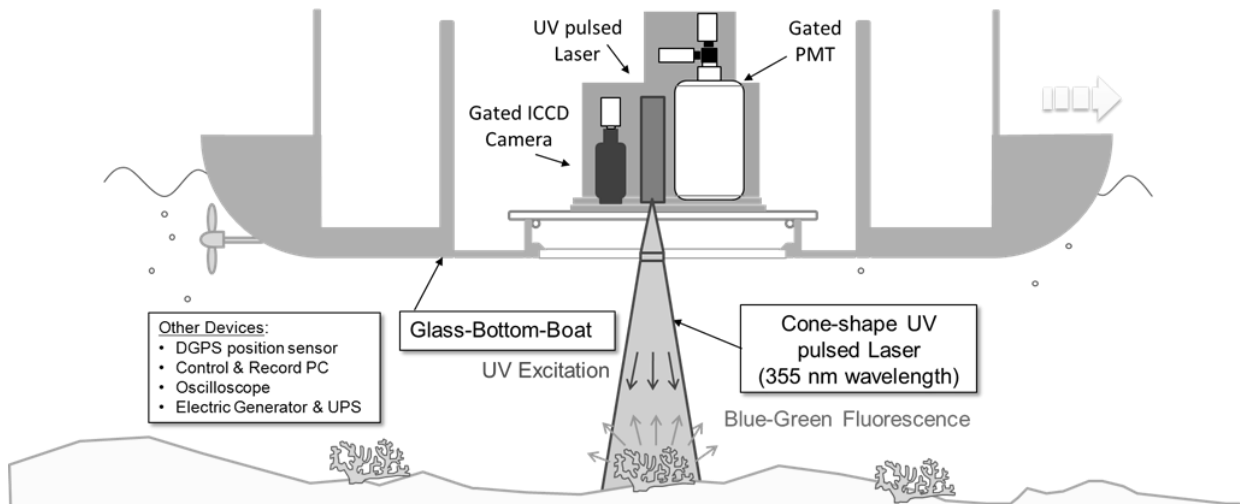


Fig.1 Monitoring of coral reef using fluorescence imaging lidar.

た実験を行った。水槽は透明度の高い井戸水で満たされた状態とした。実験は、実際のサンゴのように紫外光によって励起され蛍光発光(波長450nm程度)する蛍光剤入りの擬似サンゴを各水深(5.5, 10, 15, 20, 25, 30m)に設置し、水面上のFRP製ボートに構成されたライダー装置から水底に向けてUVパルスレーザー(波長355nm, エネルギー90mJ/パルス, パルス幅7ns)を照射することにより行った。

装置を構成する ICCD カメラと PMT(観測波長450nm)からそれぞれ、画像データと信号値が得られた。今回は PMT による観測データに注目して解析を進める。

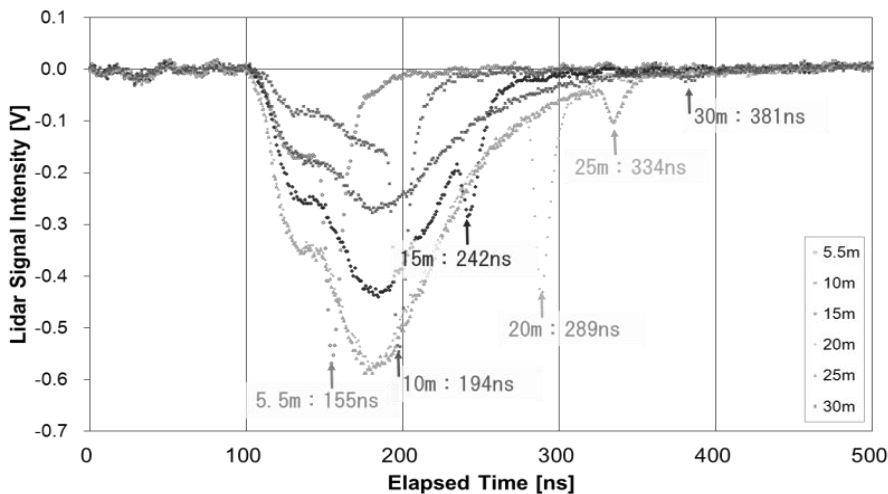


Fig.2 Signals from PMT(wavelength = 450nm).

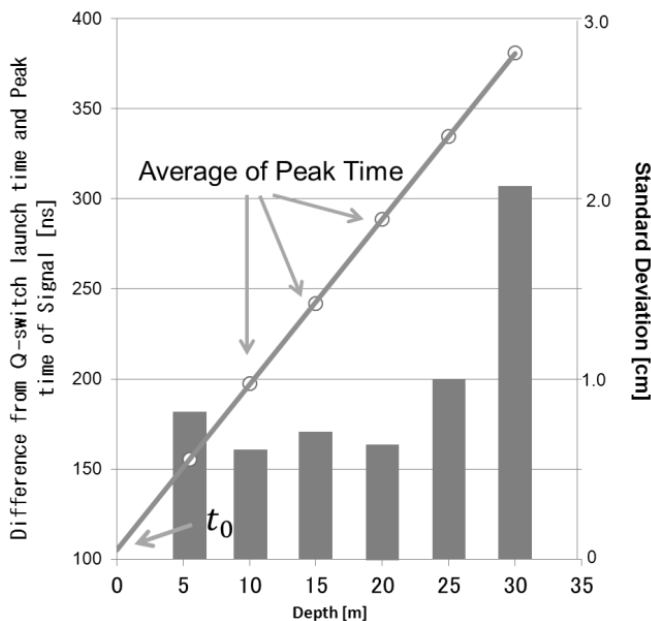


Fig.3 Measuring accuracy for sea depth (bars) and average of peak time (dots) with the linear approximation (line).

### 3. PMT データの解析

実験で得られた PMT データを時間-電圧信号値でプロットした図を Fig.2 に示す。図中の PMT 信号値ピーク時間は、それぞれの水深に対応している。180ns 付近に現れるピークは、水のラマン散乱(波長 407nm) [御橋, 2006] または実験に用いた井戸水中の蛍光物質による蛍光(波長 436 から 465nm) が観測されたものだと考えられる。

Fig.2 のような観測データは、水深毎にそれぞれ 50 回程度得られている。それぞれのピーク時間を抽出し、統計処理を行った。その結果を Fig.3 に示す。直線は各ピーク時間の平均値から描いた近似直線である。棒線は各水深における標準偏差を示す。この結果から、透明度の高い海域における水深計測精度は水深が 30m より浅い場合で、1-2cm 程度と見積もられた。さらに、フットプリント面積推定への影響は 1% 以下であると推定した。

この結果から、透明度の高い海域における水深計測精度は水深が 30m より浅い場合で、1-2cm 程度と見積もられた。さらに、フットプリント面積推定への影響は 1% 以下であると推定した。

### 4. まとめ

イメージング蛍光ライダーによる水深計測精度を 1-2cm と推定し、フットプリント面積推定への影響は 1% 以下と評価した。30m 程度の水深を高精度に計測する必要のあるサンゴモニタリングにおいて、この結果は十分利用可能であると

考えられる。ただしサンゴ礁が多く見られる地域であっても透明度は常に高いとは限らないため、計測精度の更なる評価が必要である。

謝辞本研究は、地球環境保全試験研究費(地球一括計上)「海洋温暖化及び酸性化影響評価のためのサンゴ連携モニタリングに関する研究」の成果の一部です。

### 参考文献

- M. Sasano et al., Proc. Techno-Ocean, 1737-1742, 2010.
- 御橋廣真, “蛍光分光とイメージング手法”, 2006.