

汚染油検出用レーザーレーダー - フィールドテスト -

A Laser Radar for Remote Detection of Oil Spills - Field Test -

佐藤 卓蔵, 鈴木 克弘, 柏木 寛, 南条 基, 角井 嘉美  
 Takuzo Sato, Yoshihico Suzuki, Hideo Kashiwagi, Motoi Nanjo, Yoshimi Kakui

電子技術総合研究所  
 Electrotechnical Laboratory

1. はじめに. レーザレーダーを用いて, 海洋の汚染油を遠隔測定する際に問題となる点は,  
 (1) 海中の含有物の蛍光スペクトルが油の蛍光スペクトルと区別できるか,  
 (2) 波が荒い時, 測定ができるか, などである。  
 われわれの実験で使用するレーザーレーダーは, 光線としてQ-スイッチYAGレーザの高調波を用い, 検出部としてオプティカルマルチチャンネルアナライザ(OMA)を用いている。Q-スイッチYAGレーザは緑返しが30ppsであり, 検出装置のOMAが受信信号の積算が可能であるので, 数発のレーザーパルスによる受信強度を積算することにより(2)の問題は解決できると考えられるが(1)の問題は実際の海で実験を行なってみないと結論が出ない問題である。そこで, 瀬戸内海に面した神戸商船大学の港をかりて, 野外実験を行なってみた。その実験結果について述べる。

2. 野外実験

レーザーレーダー車と電源および制御室車は, 図1に示すように海岸壁に設置され, 約30m前方の海面および油槽からの後方散乱光を測定した。油槽は, 図2に示すように横が1m, 縦が1mあるいは2m, 深さが50cmの塩化ビニル製のもので, 深さ40cm程度海水を入れ海中に浮かべ, 10cmほど空中に出して油が海上に流出するのを防いだ。

油槽に海水を入れた上に軽油と重油をそれぞれ浮かべた2個の油槽を5m程度離して並列にし, その上を光線としてのYAGレーザの第2高調波が, ミニコンのプロカメラにより自動的に連続スキャンするようにした場合の軽油, 海水, A重油の後方散乱スペクトルを図3に示す。図3はグラフディスプレイ上に表示されたもので, 図中に観測時刻が表示されている。それ

ぞれの信号は, 10発のレーザーパルスまたは積算時間が $32.8 \times 10 \text{ msec}$ で得られたものである。図3(a)の530nmのピークは第2高調波の後方散乱光, 550~650nmのスペクトルは軽油の蛍光スペクトル, 650~720nmのスペクトルは海水中に含まれている植物プランクトンの蛍光スペクトルである。(b)の海水の散乱スペクトルは, 植物プランクトンの蛍光スペクトルのみを示す。(c)の場合は, A重油の蛍光スペクトルが主で, 690nmに植物プランクトンの弱い蛍光が見える。植物プランクトンの蛍光ピークが弱くなるのは, 励起光の第2高調波が濃い重油にほとんど吸収されることと, 植物プランクトンの蛍光が発生したとしてもやはり重油に吸収されることによるものである。(b)で第2高調波がほとんど観測されないのは, 海水の汚濁がひどく混ざっており, (c)の重油と同様第2高調波が吸収されるためであろう。

Q-スイッチYAGレーザの第4高調波を光線とした場合の灯油, A重油, 海水の後方散乱スペクトルを示したのが図4である。(a)の灯油の場合には400nmのピークをもつ灯油の蛍光スペクトルの他に,

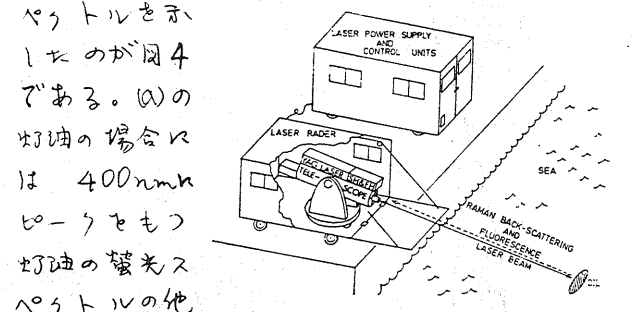


図1. レーザレーダー現場実験図

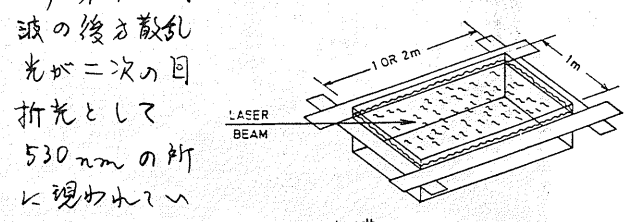


図2. 油槽の外形

530nmの所に現われている。(b)の場合

はほとんど重油の蛍光スペクトルで、530 nmの所に第4高調波の二次の回折光が少し見える。(c)の海水の散乱スペクトルは、観測波長範囲では何らの蛍光スペクトルも観測されない。

図3と図4から判るように、海水の上に浮かんだ油からは、海水のみの散乱スペクトルとは異なる油特有の蛍光スペクトルが見られる。このように、Q-スイッチ YAGレーザーの第2高調波および第4高調波を光源としたレーザーを用い、海面からの後方散乱スペクトルを観測

することにより、油の検出が可能であることがわかる。

瀬戸内海は、汚濁がひどいので水のラマン散乱光は観測されなかった。しかし、海水が透明な場合には、水のラマン散乱光が観測されると期待できる。そこで、油槽に黒い海水の代わりに澄んだ水道水を入れ、それに油を浮かべて実験を行った結果、

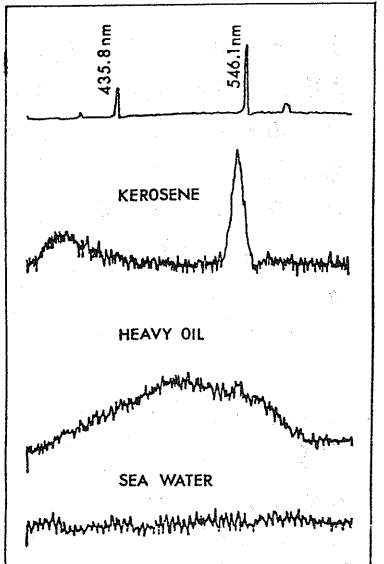


図4. YAGレーザーの第4高調波を光源として得られた後方散乱スペクトル。

図5に示すように灯油のラマン散乱光の他に水のラマン散乱光が観測された。530 nmのピークは励起光である第2高調波の後方散乱光、630 nmのピークは灯油のラマン散乱光、660 nmのピークは水のラマン散乱光である。

3. おわりに、今回開発したレーザーシステムの特長は、(1)昼夜の区別なく測定できる、(2)汚染油の高速検出ができる、

などである。最後に日頃御鞭達をいただいている桜井電波電子部長、稲場東北大学教授をはじめ、関係各位に深く感謝致します。

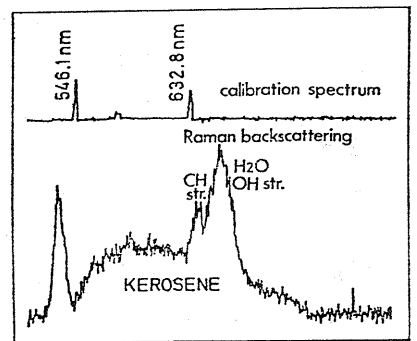


図5. 水道水の上に浮かんだ灯油からの後方散乱スペクトル。

← 図3. 連続スキャン動作で得られた軽油、海水、A重油の後方散乱スペクトル。光源: 第2高調波 DMA走査回数: 10回, 距離: 30m, 横軸: 波長 nm