

# 連載



## 電波を使った物体検出や距離測定の実例 レーダのしくみと応用技術

### 第3回 波浪や潮流を観測する 13.5 MHz 海洋レーダ

藤井 智史 Satoshi Fujii

レーダは、用途に応じて利用する周波数が異なります。物体を検出する用途ではGHz以上の高い周波数が使われますが、海の「波」を検出し、その流れる方向を把握する用途に使われるレーダでは、数M～数十MHzという比較的低い帯域が使われています。

〈編集部〉

#### 広範囲に海表面の流れや波浪を計測する

##### ●島国なので海のようなすを把握することは必須

日本は総延長約35,000 km(国土交通省海岸統計による)もの長大な海岸線を有し、広く海に面しています。この沿岸海域は、水産業や交通・運輸の場として社会活動の要所となっているのと同時に、高潮・高波や津波に代表される災害の現場でもあります。

この海域は、淡水や物質の流入といった陸域の影響を大きく受けるとともに、海岸や海底の地形によって複雑な様相を示します。沿岸海域の状況を知ることは重要です。

##### ●レーダを使うと点ではなく面を一度に把握できる

海洋観測は、船舶や係留ブイ、漂流ブイ、極浅海域での観測塔といった、現場観測が主体です。これらは点観測であり、広い海域に渡る分布の連続計測は困難です。また、海洋中での観測機器の設置や運用・維持には、多大なコストと労力を必要とします。

このような海洋観測の課題を解決する方策として、電波を利用して海表面に近い流れや波浪を計測する海洋レーダが注目されています。

海洋レーダは、広範囲を高い時空間分解能で観測できるうえ、陸上に設置するので保守が容易かつ低コストで運用できることも大きな利点です。

#### 海表面の流れを観測する原理

海洋レーダが一般のレーダと異なる一番の点は周波数です。通常のレーダはマイクロ波(300 M ~ 300

GHz)を使用していますが、海洋レーダではずっと周波数の低いHF帯からVHF帯(3 M ~ 300 MHz)を使っています。また、信号強度を観測するだけでなく、後述するドップラー・スペクトルを用いることも特徴です。

##### ●波浪と電波の波長が近い時だけ電波が戻ってくる

海洋レーダは、図1に示すように海岸付近の陸上に設置したアンテナから電波を海面に向かって照射し、海表面の波浪からの後方散乱波を受信します。

海面へは、ほぼ水平入射するため、海表面の凸凹で散乱したエネルギーのほとんどは前方へ伝搬します。後方散乱は非常に弱く、ノイズに埋もれて受信できなくなるレベルです。

しかし、電波の波長の2分の1の波長を持った波浪からの散乱波であれば、お互いの位相が同相になることによって強められあうBragg(ブラッグ)共鳴条件<sup>(注1)</sup>を満たすので、検知できる程度の信号強度になります。つまり海洋レーダでは、観測したい波浪の波長によって電波の波長(ひいては周波数)が決まります。

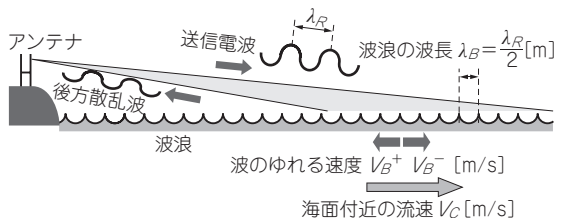


図1 海洋レーダの概念図

Bragg共鳴条件を満たす波浪は、速度 $V_B$ でレーダに近づいたり遠ざかったりしながら、海表面下の流速成分 $V_C$ で流されている

##### 注1 Bragg(ブラッグ)共鳴

周期的な構造を持った対象物で電磁波が散乱するとき、各々の散乱点からの散乱波の行路長差が波長の整数倍になる場合に、位相がそろって強められあう現象。X線を用いた結晶格子間隔の計測に用いられる。波浪の後方散乱の場合、使用する電磁波の2分の1波長間隔の周期構造をもつ対象物からの散乱波が往復で1波長分の行路差となるため、Bragg共鳴条件を満たすことになる