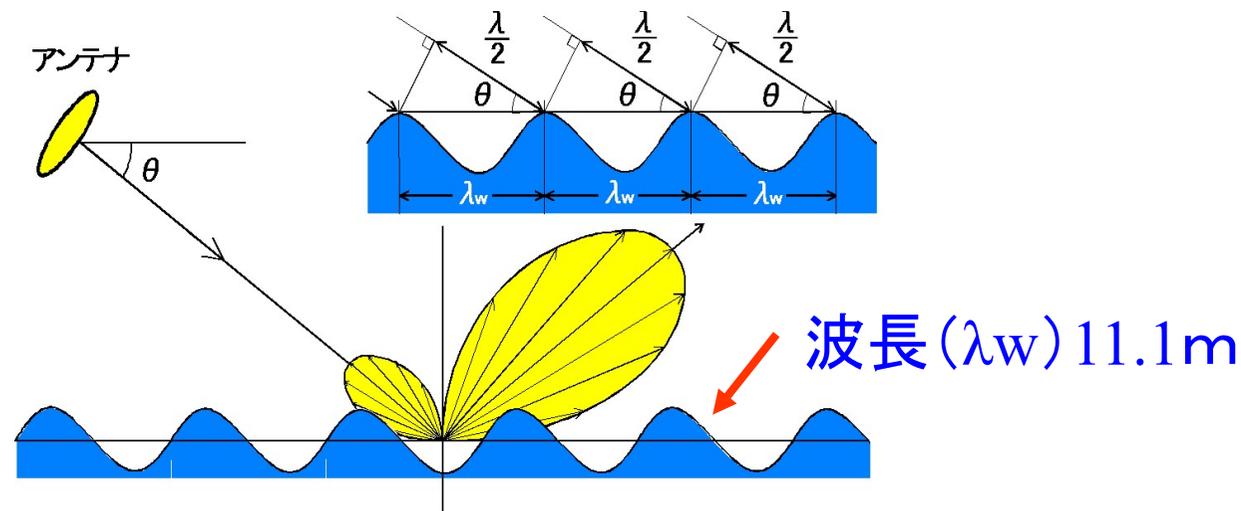


# 観測原理（ブラッグ共鳴散乱）

海洋短波レーダは、ブラッグ散乱共鳴機構を利用して、海象情報を観測する。使用するレーダの波（周波数約13.5MHz、波長 $\lambda_r$ 約22.2m）を波浪成分波（周波数0.375Hz、波長 $\lambda_w$ 約11.1m）にブラッグ共鳴させて、この波浪成分波からのエコーを受信することによって、海の流れと波浪情報を遠隔（リモート）観測することができる。

ブラッグ共鳴散乱 共鳴条件  $\lambda = 2\lambda_w \cos\theta$

レーダ波（ $\lambda$ ）の1/2の波長の波浪成分波（ $\lambda_w$ ）に強く共鳴する。



海岸付近に設置されたアンテナから波をみると遠いので限りなく $\theta \approx 0$ となる

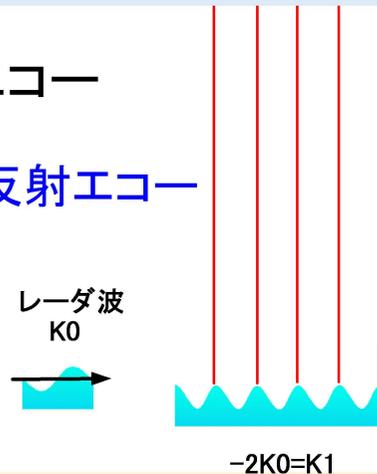
図 ブラッグ共鳴散乱

# 観測原理（散乱エコー）

エコーは、波浪成分波（1次波浪成分波と呼ぶ）による第1次散乱エコーとしてもっとも強く受信される。この他に、2つの波浪成分波の干渉により出来た、共鳴条件を満たす振幅の小さい波浪成分波（2次波浪成分波と呼ぶ）による第2次散乱エコーも受信される。

## ①1次散乱エコー

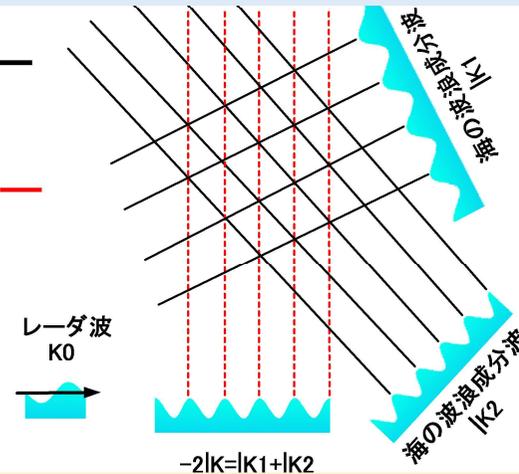
ダイレクトに反射エコー



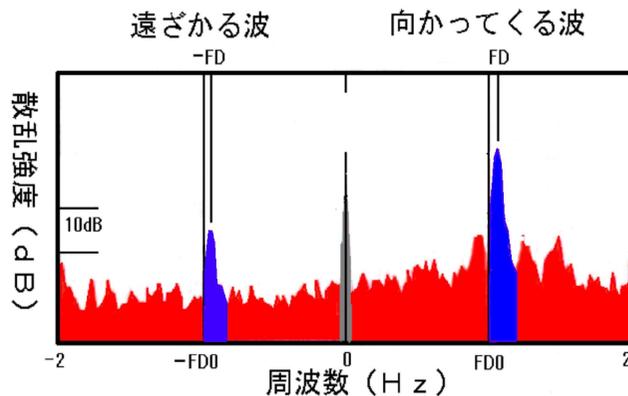
レーダ波の半波長の波浪成分波のみのエコー

## ②2次散乱エコー

2回反射するエコー



いろいろな波長の波浪成分波を含むエコー



## 1次散乱エネルギー

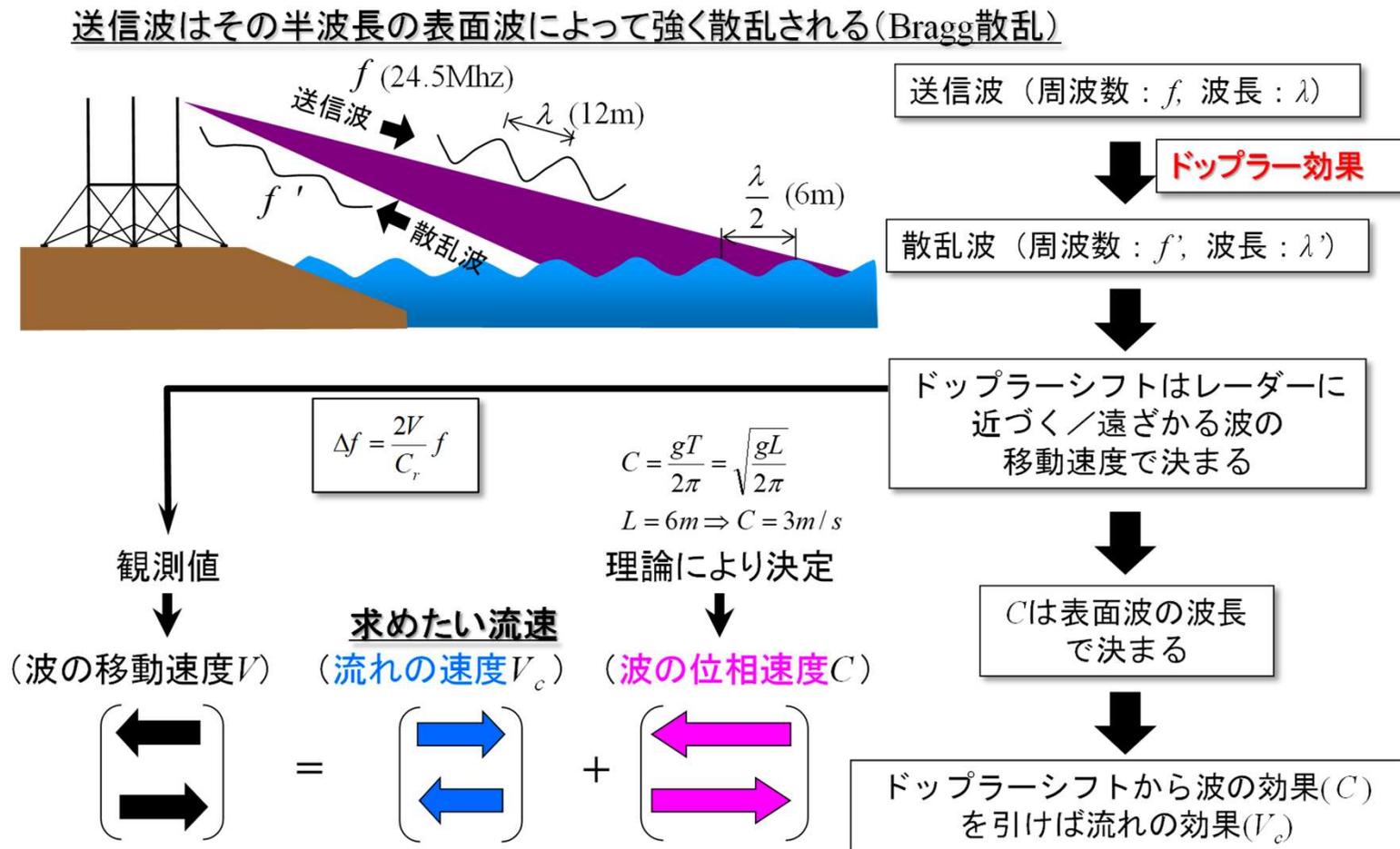
レーダ波の半波長の波浪成分波のエネルギー

## 2次散乱エネルギー

いろいろな波長の波浪成分波のエネルギー

# レーダーで観測する流速（視線方向流速）

海の表層流は第1次散乱エコーのドップラスペクトルピーク周波数から求めることが出来る。このエコーはすでに述べたように、第1次波浪成分波によるものです。この波浪は理論から決まる位相速度をもつ。



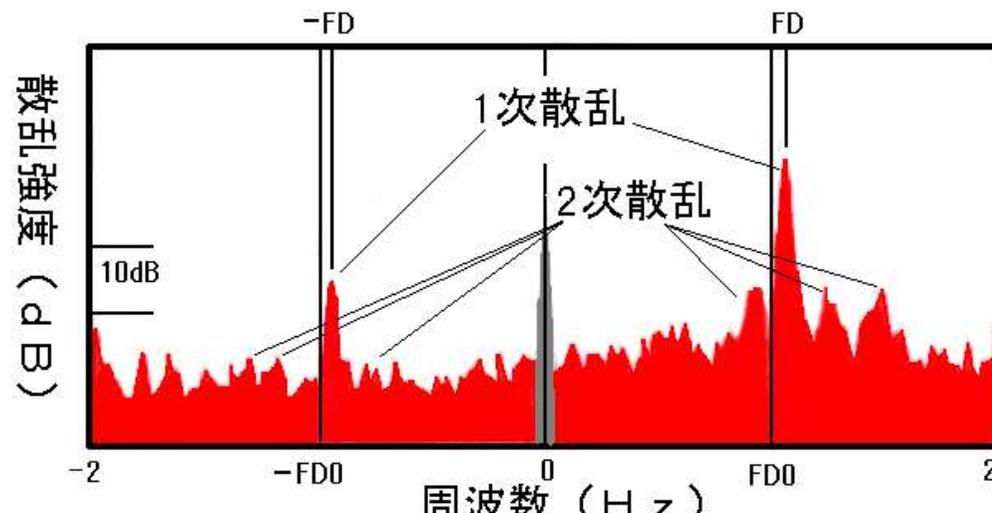
# 視線方向流速の抽出

海洋短波レーダで観測する流れは、波固有の位相速度と流速の和となる。

この波固有の位相速度を差し引くことにより、アンテナ方向（視線方向）の流速を算出することができる。

## 1次散乱ピーク周波数の周波数変化

$$V \text{ (レーダ方向流速)} = (FD - FD0) * C / 2f$$



$C$  (光速)、 $f$  (レーダ周波数)

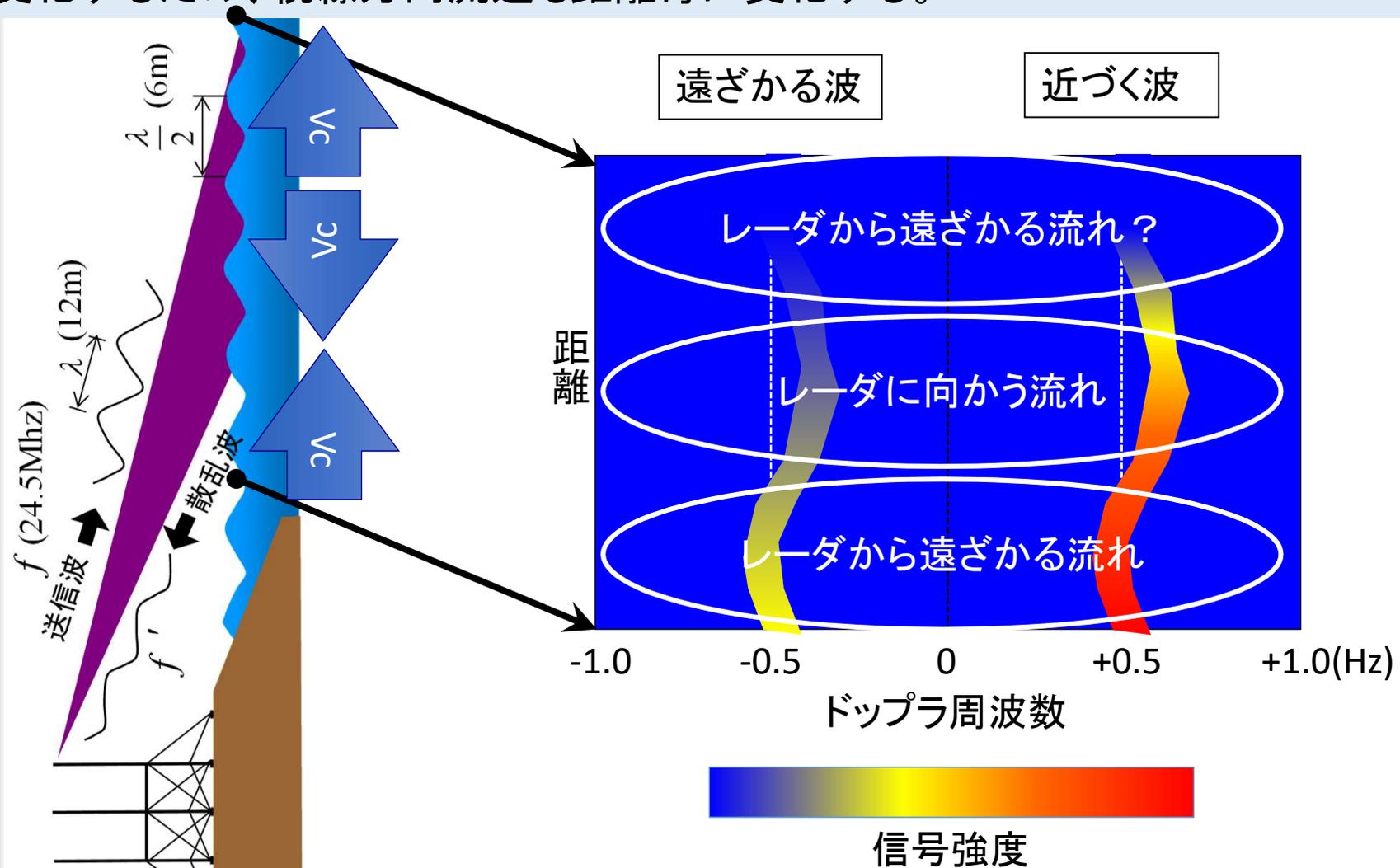
$FD$  (位相速度 + 流速)

$FD0$  (位相速度)

$Fd$ から  $Fd0$ を引くことは、共鳴した波浪の位相速度分を引き、表層流分 ( $FD - FD0$ ) を得ることになる。ここで注意すべきは周波数  $FD$  はアンテナ方向でのドップラ周波数であることで、上式から求められる流速はアンテナ視線方向の流れとなり、正の流れはアンテナに向かってくる流れとなり、負の流れは遠ざかる流れとなる。

# 距離毎の視線方向流速

流れが非一様な場合、距離毎にドップラースペクトルの1次散乱ピーク周波数が変化するため、視線方向流速も距離毎に変化する。



# 流速ベクトルの算出

## 視線方向流速のベクトル合成

海洋短波レーダ1局では、視線方向の流速しかわからないため、ベクトル合成を行うため、最低2局以上必要である。また、ベクトル合成を精度よく行うためには、2局の視線方向ビームを90度に近くなるようにする必要がある。これは、観測データにノイズが入ることによって視線方向流速に流速誤差が含まれ、ベクトル合成する際にその交差角度が90度から離れるとその影響が大きくなる。このため海洋レーダの配置計画では、レーダ局間のビーム交差角度及びノイズの影響による流速誤差を少なくする必要がある。

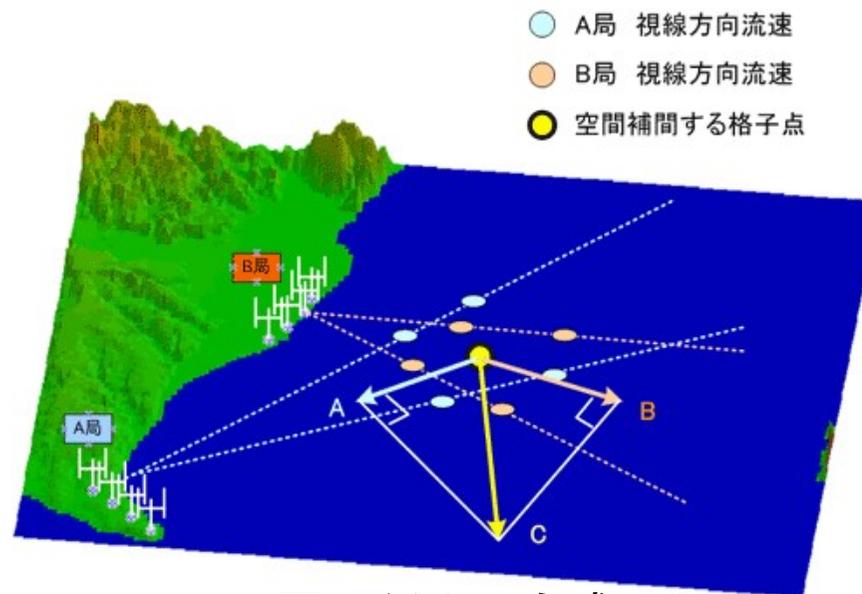


図 ベクトル合成