

海洋レーダを用いた津波監視のための 観測分解能と装置仕様の基礎検討

小海 尊宏* 千葉 修* 伊藤 浩之* 永松 宏** 村田 泰洋**

*長野日本無線(株) **国際航業(株)

目次

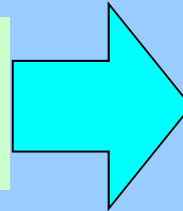
1. 研究の目的
2. レーダの流速観測原理
3. 津波の観測方法
4. 津波観測検討のためのレーダ選定
5. 津波の流速変化算出(ケーススタディ)
6. 津波観測に必要なレーダ分解能
7. 分解能の改善検討
8. 検証方法
9. 検証結果
10. まとめ
11. まとめ(参考:検討した装置基本仕様)

1. 研究の目的

レーダによる津波観測

考え方は1970年代から

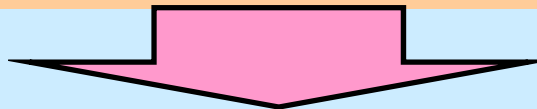
数十～数百km沖合いの
表層流速を観測



津波来襲の監視により
被害を軽減できる可能性

現状

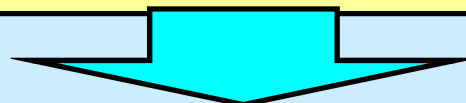
- ・津波の実観測例：報告なし
- ・先行研究：理想的な観測装置を仮定



レーダの観測仕様・実現性：検討 不十分

研究の目的

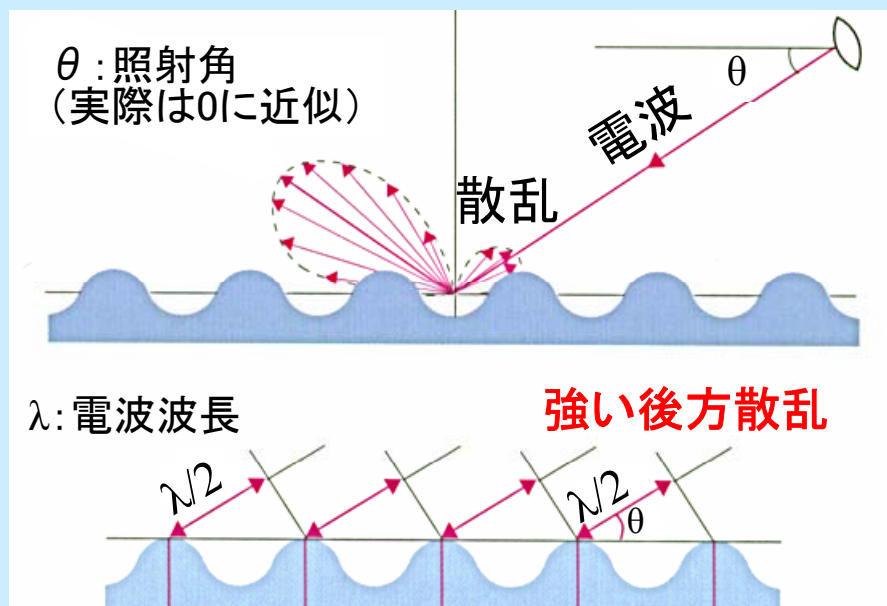
レーダの基本仕様と観測分解能を設定（ケーススタディ）



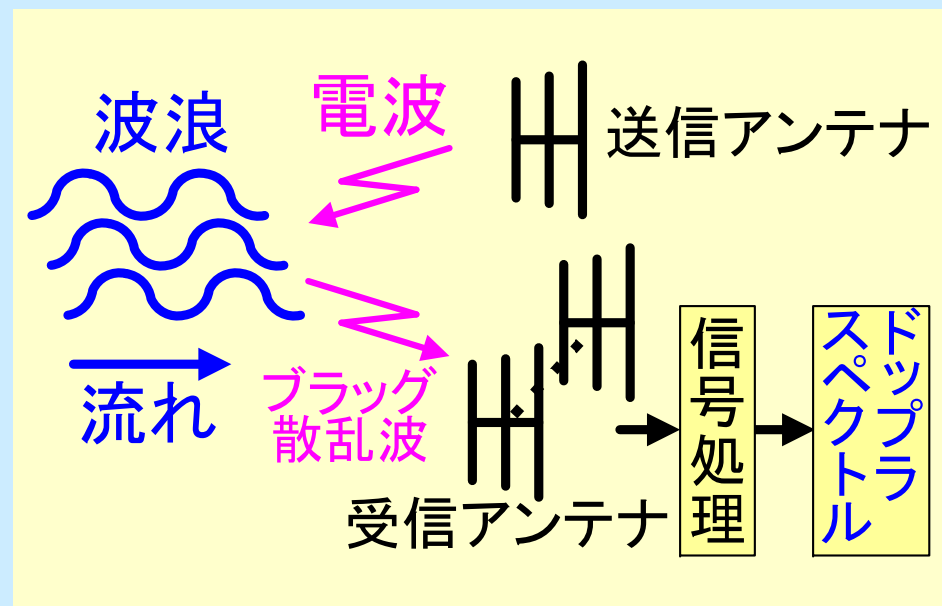
レーダ信号処理方法を検討

2. レーダの流速観測 原理

ブラッグ散乱



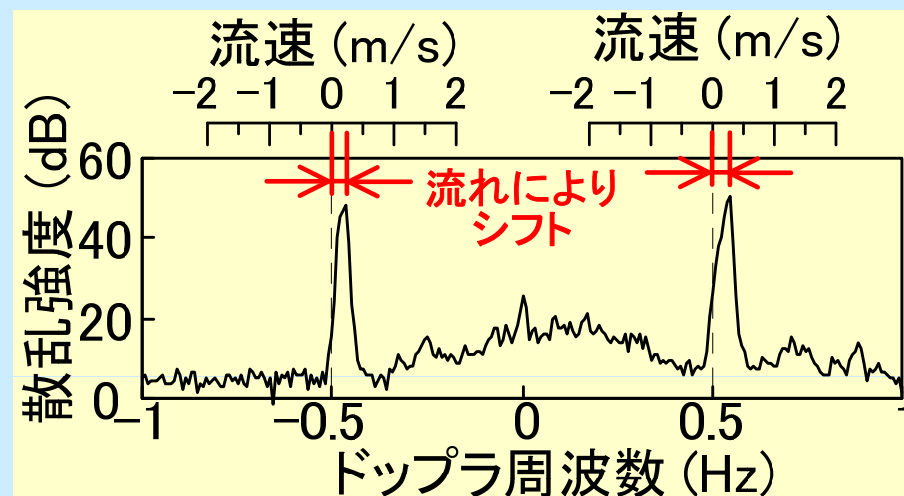
レーダの構成



流速算出方法

流れにより
ピーク周波数 シフト

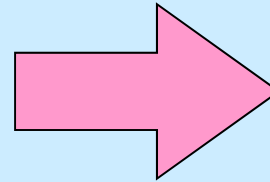
流速 求まる



3. 津波の観測方法

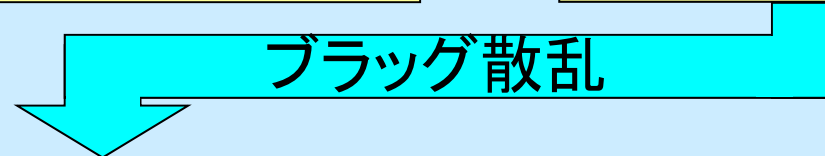
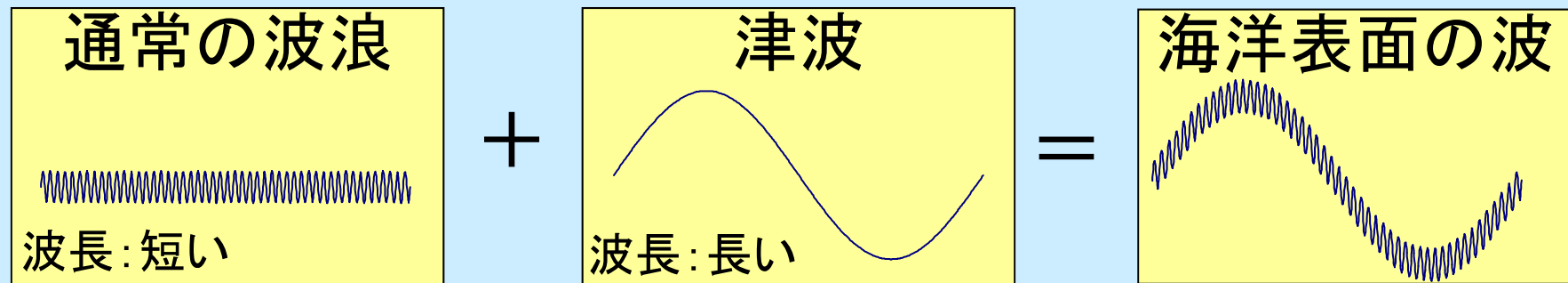
津波 : 海底地殻変動などで発生する波長の長い波

津波波長: 数km～数百km
(電波波長: 12.2m (24.5MHz))



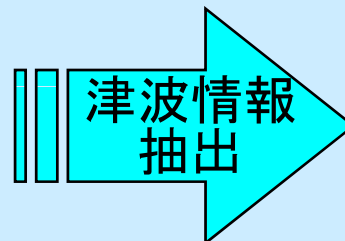
津波自体
ブラッグ散乱 なし

津波観測方法



津波により引き起こされている表層の流れを観測

- ・空間的流速分布
- ・流速の時間変化



津波監視の可能性

4. 津波観測検討のためのレーダ選定

津波を出来るだけ沖合で面的に捉えるには

◇津波流速の特徴

沖合(深海域)	沿岸域(浅海域)
・津波の伝搬速度が速い ・津波の波高が低い → 津波流速は小さい	・津波の伝搬速度は落ちてくる ・津波の波高は高くなる → 津波流速は大きくなる

◆レーダタイプの選定

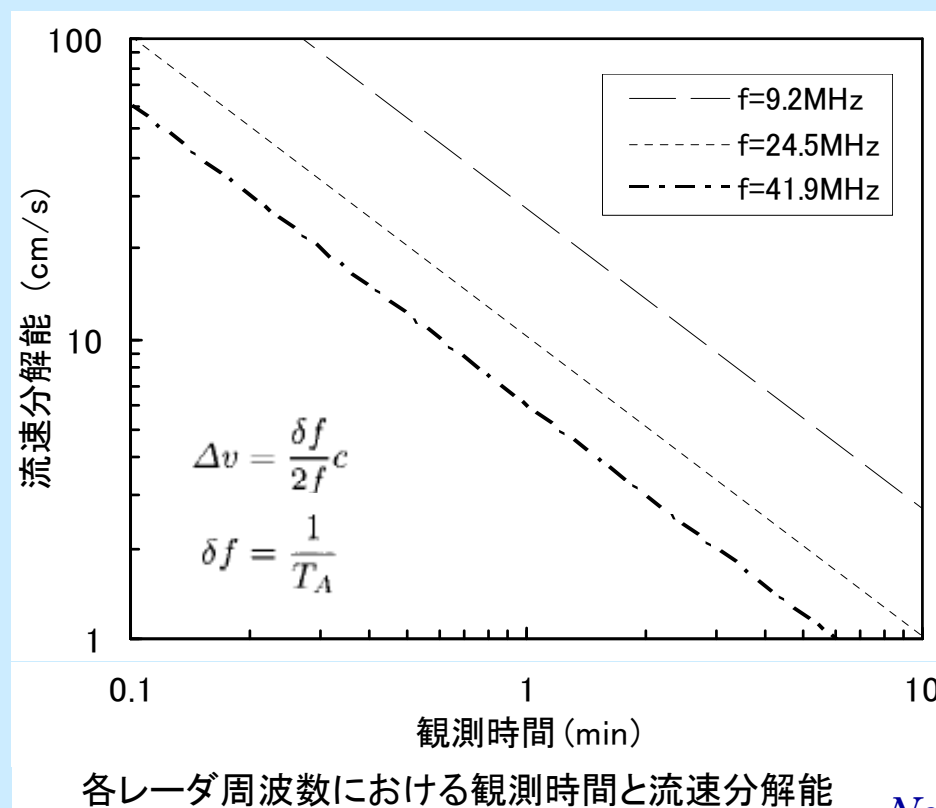
面的に短時間観測が必要

↓
DBF方式

◆レーダ周波数の選定

約50km範囲を想定
短時間観測での高分解能必要

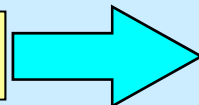
↓
24MHz帯



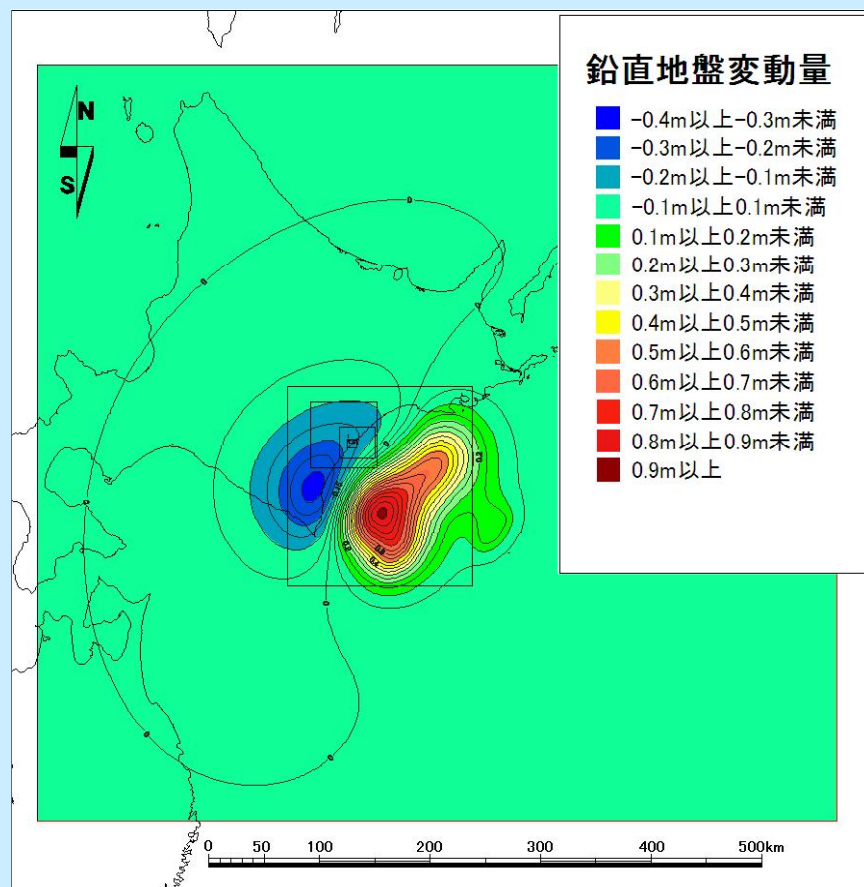
5. 津波の流速変化算出(ケーススタディ)

2003年十勝沖地震津波

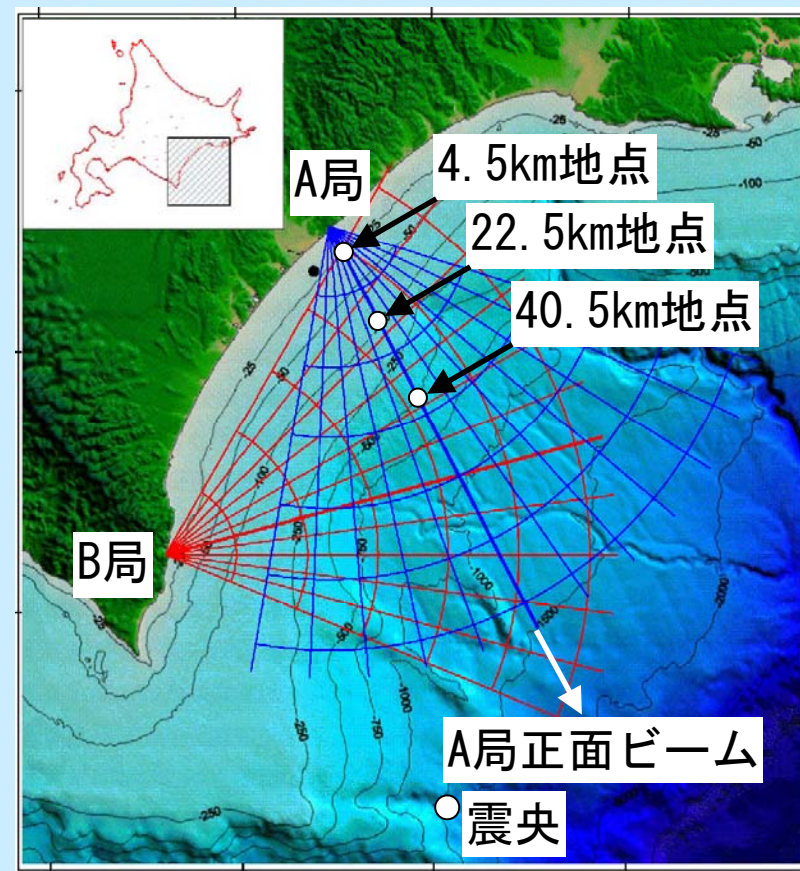
津波力学シミュレーション



レーダ局 視線方向流速



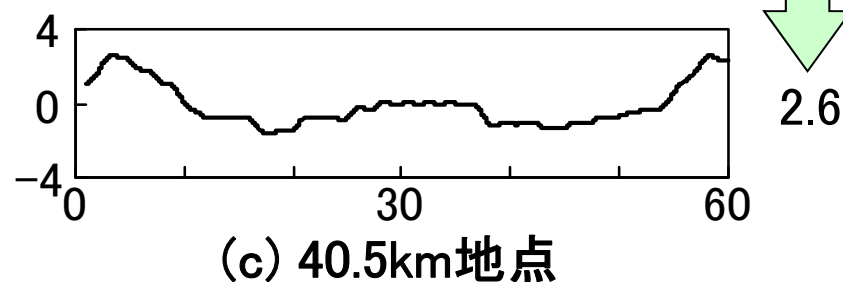
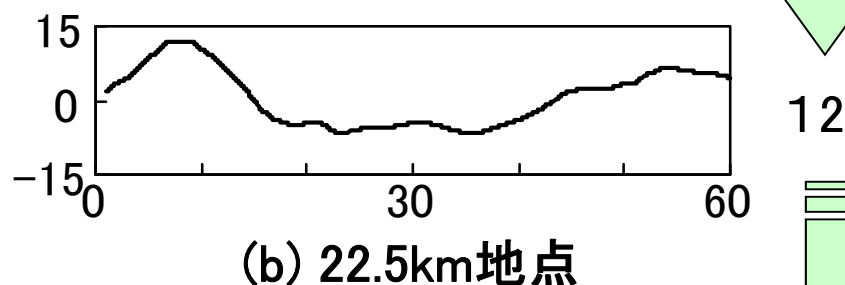
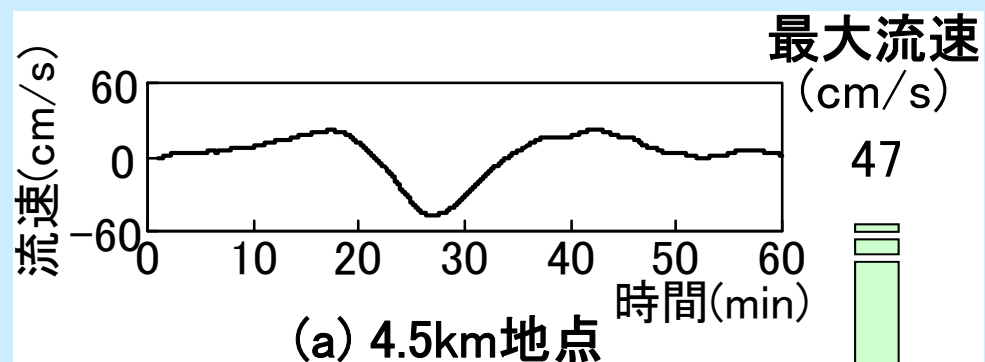
鉛直地盤変動量の計算結果



津波力学シミュレーションのレーダ局配置

6. 津波観測に必要なレーダ分解能

流速算出結果



津波力学シミュレーション結果

目標分解能

	目標値	従来レーダ
時間分解能	約2分	約8.5分
観測出力間隔	約1分	1時間
流速分解能	1cm/s以下	4.8cm/s

(本ケーススタディの場合)

時間分解能,
流速分解能の改善必要

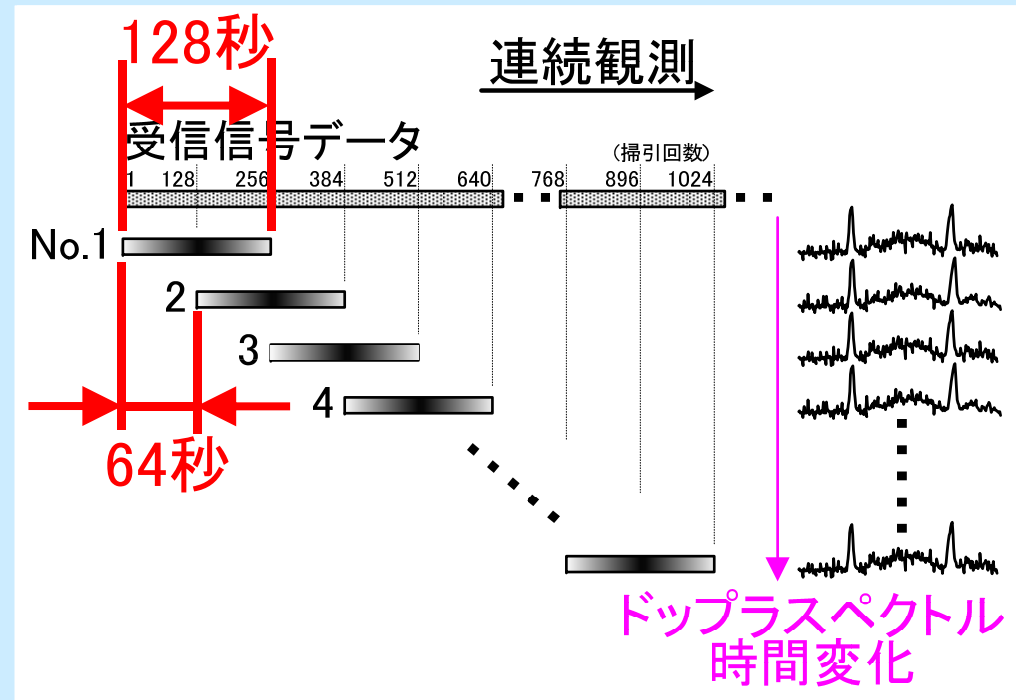
7. 分解能の改善検討

時間分解能

ドップラ解析部分

**短時間フーリエ変換
(STFT法) 導入**

- ・1出力 観測時間: 約2分
- ・約1分毎出力

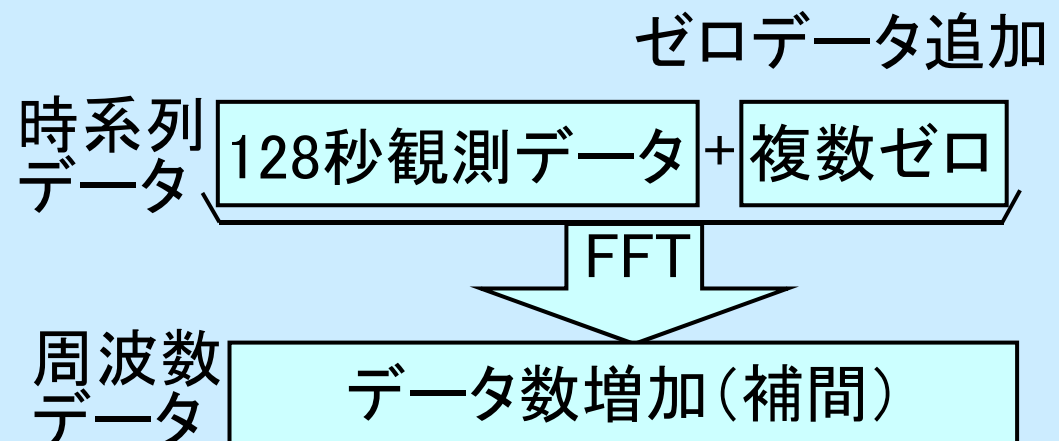


流速分解能

上記STFT時

ゼロ詰め法 導入

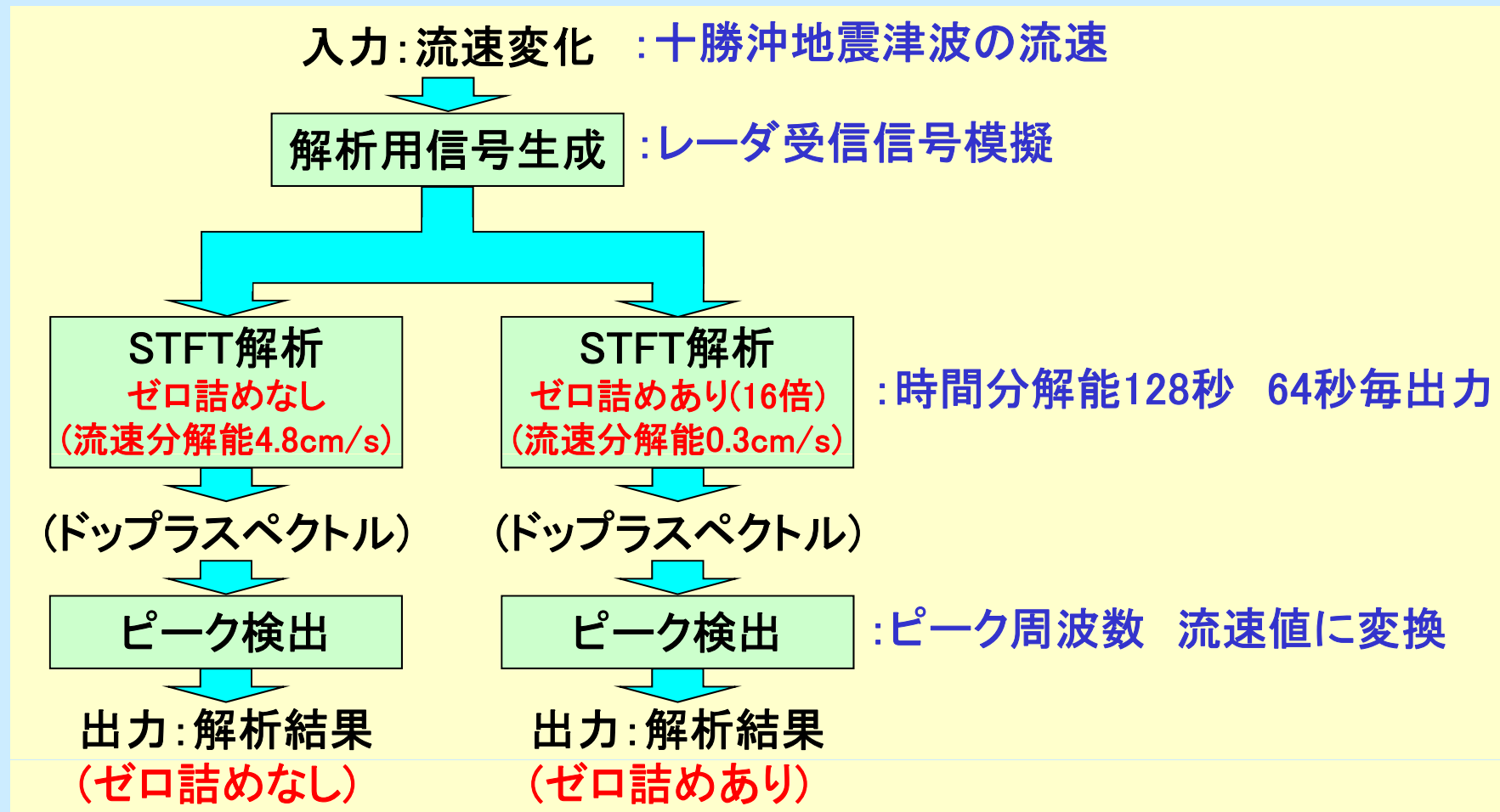
- ・周波数出力データ 補間
- ・ピーク周波数が正確に



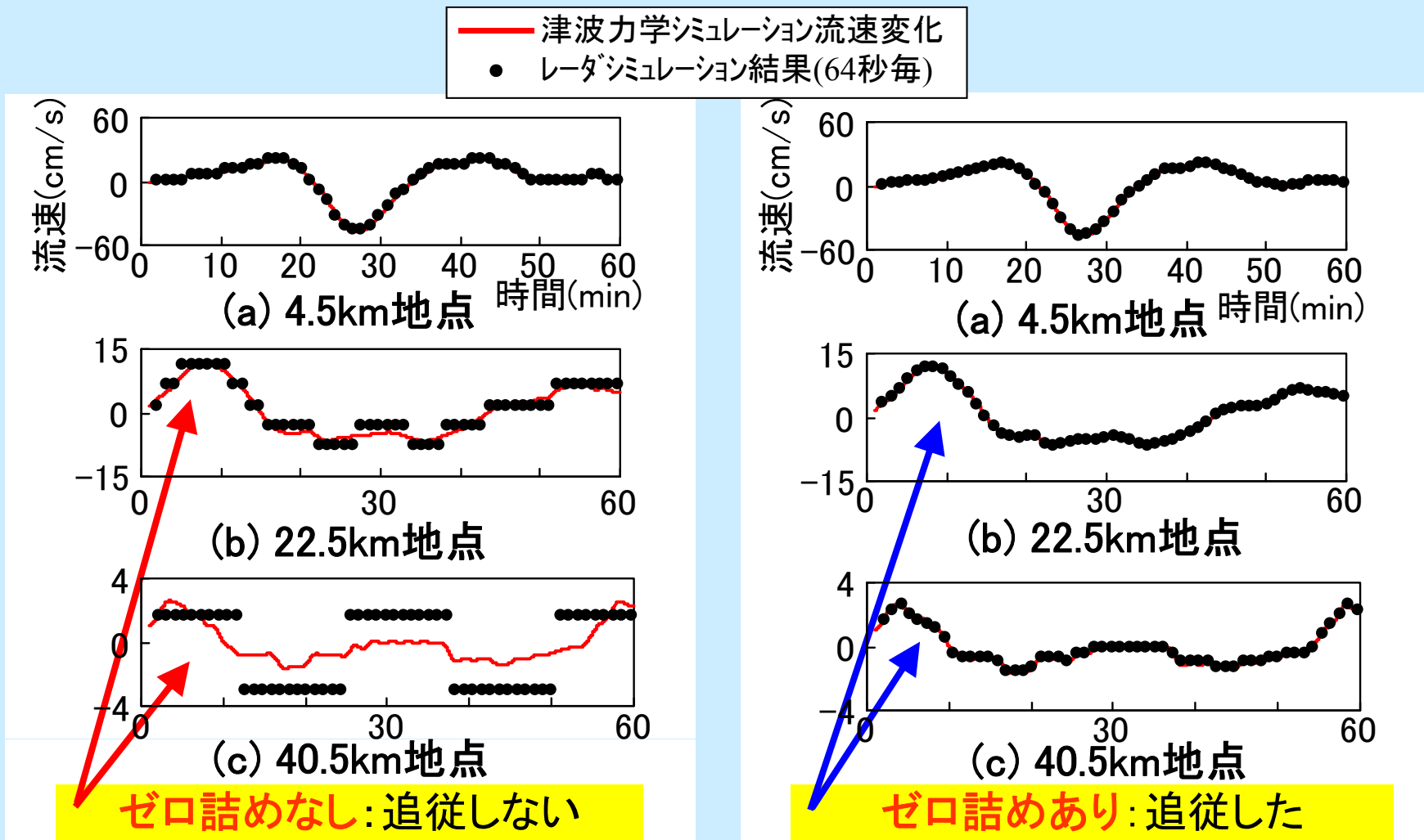
8. 検証方法

STFT法＋ゼロ詰め法 検証

ドップラ解析シミュレーション



9. 検証結果



提案手法:
微小流速変化に追従

沖合いで津波の流速変化を検出
するための高分解能化の見通し

10. まとめ

結論 **レーダによる早期津波検出に向けて**

1. 早期検出: 高い時間分解能、高い流速分解能 必要
2. 信号処理手法: STFT法＋ゼロ詰め法による手法
3. 検証: ドップラ解析シミュレーション

**沖合いで津波による流速変化を検出するために必要な
高分解能化の見通しを得た**

今後の課題

1. ビーム広がりによる流速ボケ? の検証
2. 実観測データにおける解析検証
(ノイズの影響・・・従来は時間平均でノイズ低減)
3. パターン抽出: 流速データから 面的な津波流速分布及び
変化パターンを抽出 (津波以外の流れの除去)

11. まとめ(参考:検討した装置基本仕様)

項目	装置基本仕様		単位
	津波観測	流れ観測	
レーダタイプ	DBF方式		－
レーダ周波数	24MHz帯		－
観測距離	～50		km
距離分解能	1500		m
ビーム幅	12		°
角度分解能	7.5		°
観測角度	±45		°
最大計測流速値	約 3		m/s
周波数方向データ数	256		
対象観測時間	128		s
ドップラー最高周波数	1.0		±Hz
観測時間	連続	約10	分
掃引回数	連続	1024	回
スタッキングデータ個数	1	7	個
DOPデータ出力	1分毎	1時間毎	－
ドップラー周波数分解能	2.0(高分解能化目標)	7.8	mHz
流速分解能	1.2(高分解能化目標)	4.8	cm/s

ご清聴ありがとうございました

