

# 広帯域アレイを用いたマルチモード表面波の位相速度解析法の開発

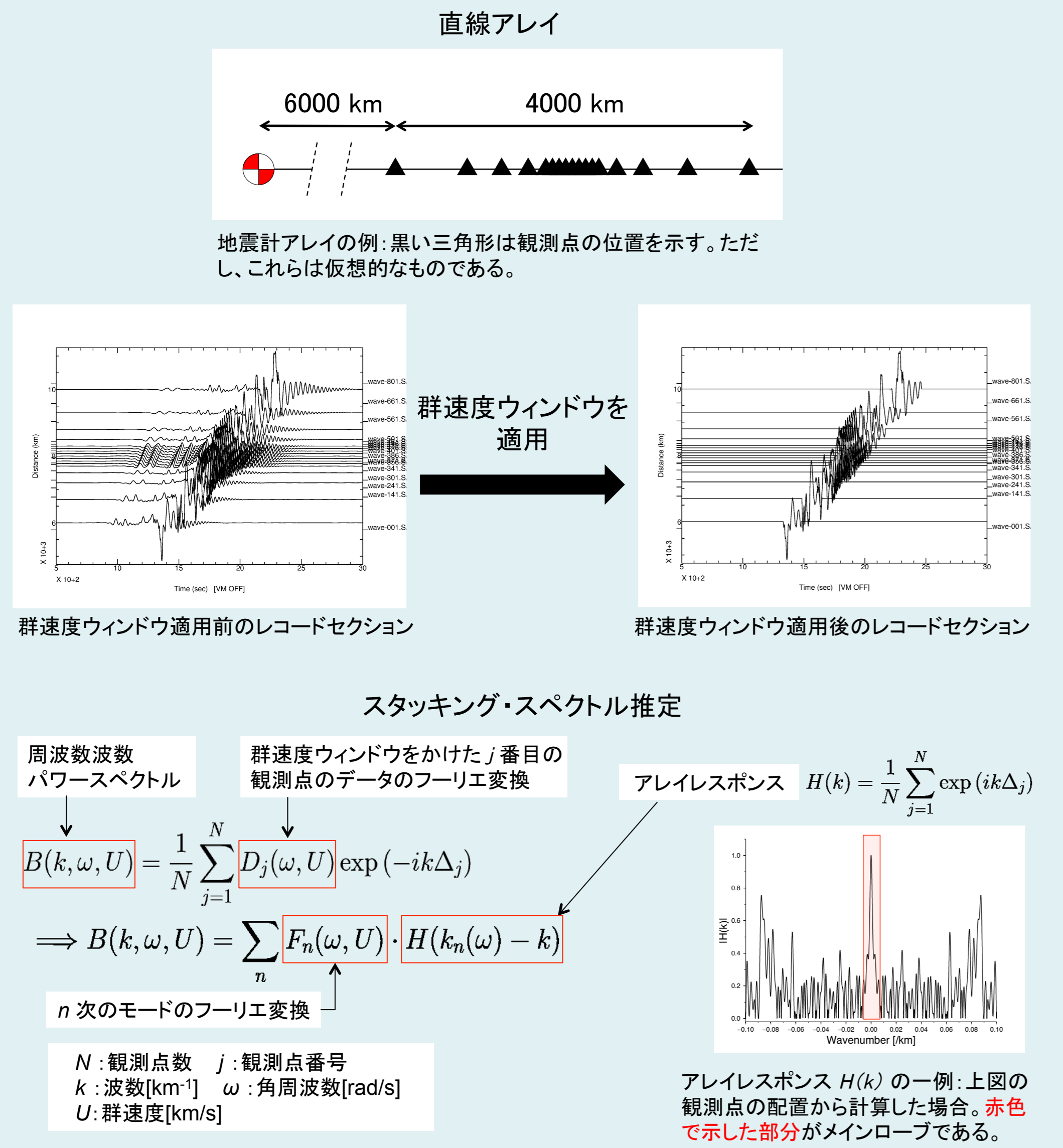
## 1. はじめに

- ◆ 上部マントルの不均質性や異方性の3次元分布を復元する上で、表面波位相速度は極めて有益な情報源である。しかし、基本モード表面波は、深さ200kmより深部への感度が不十分であるため、上部マントル全域(深さ400km程度まで)の構造の3次元マッピングには、高次モード表面波の利用が鍵となる。
- ◆ 高次モードの位相速度を扱う最近の研究(例えば Yoshizawa [2014, PEP] 等)では、1観測点での波形フィッティングから位相情報を推定する。しかしこの場合、ほぼ同じ群速度を有するモードの位相速度を独立に計測することが困難なため、利用可能な周波数帯域に制約が生じる。
- ◆ 近年、米国のUSArrayのような高密度広帯域観測網が各地に展開され、リージョナルトモグラフィーモデルの水平分解能が大幅に向上してきた。このようなアレイ内を通過するマルチモード表面波を利用することで、群速度が同一となる周波数帯域でも、複数の高次モード相を分離し、モード毎に独立に位相速度を計測できることが期待される。
- ◆ 本研究では、USArrayを通過するマルチモード表面波(合成波形および観測波形)を用いて、アレイ解析法による高次モード分離の実用性を検証し、表面波の基本モードおよび高次モードの高精度な分散曲線推定法の確立を目的とする。

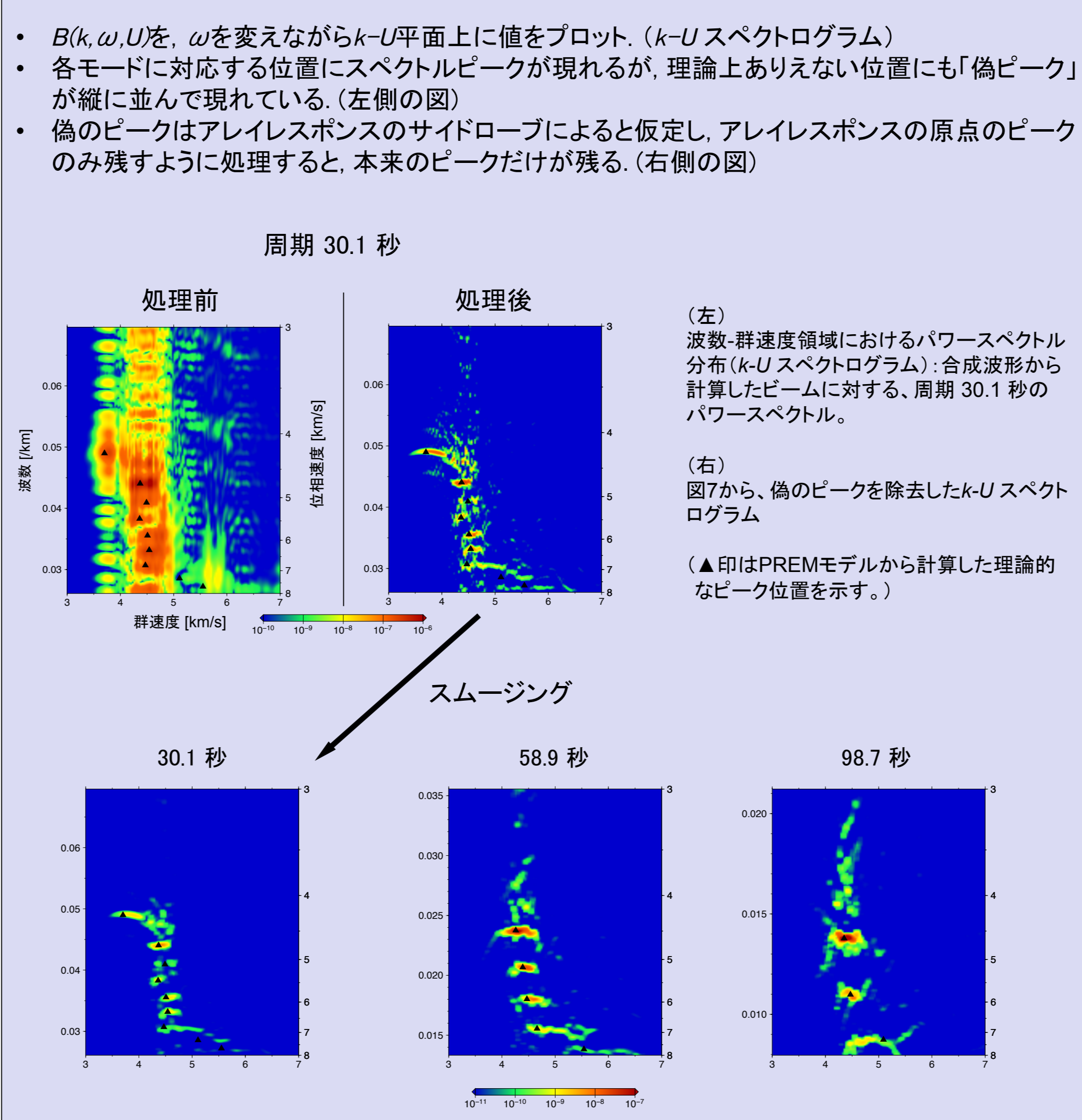
## 2. アレイ解析法

Nolet(1975, 1976)に基づく周波数-波数法 ~ ラブ波の基本モードと1~8次高次モードを含む合成波形を例として ~

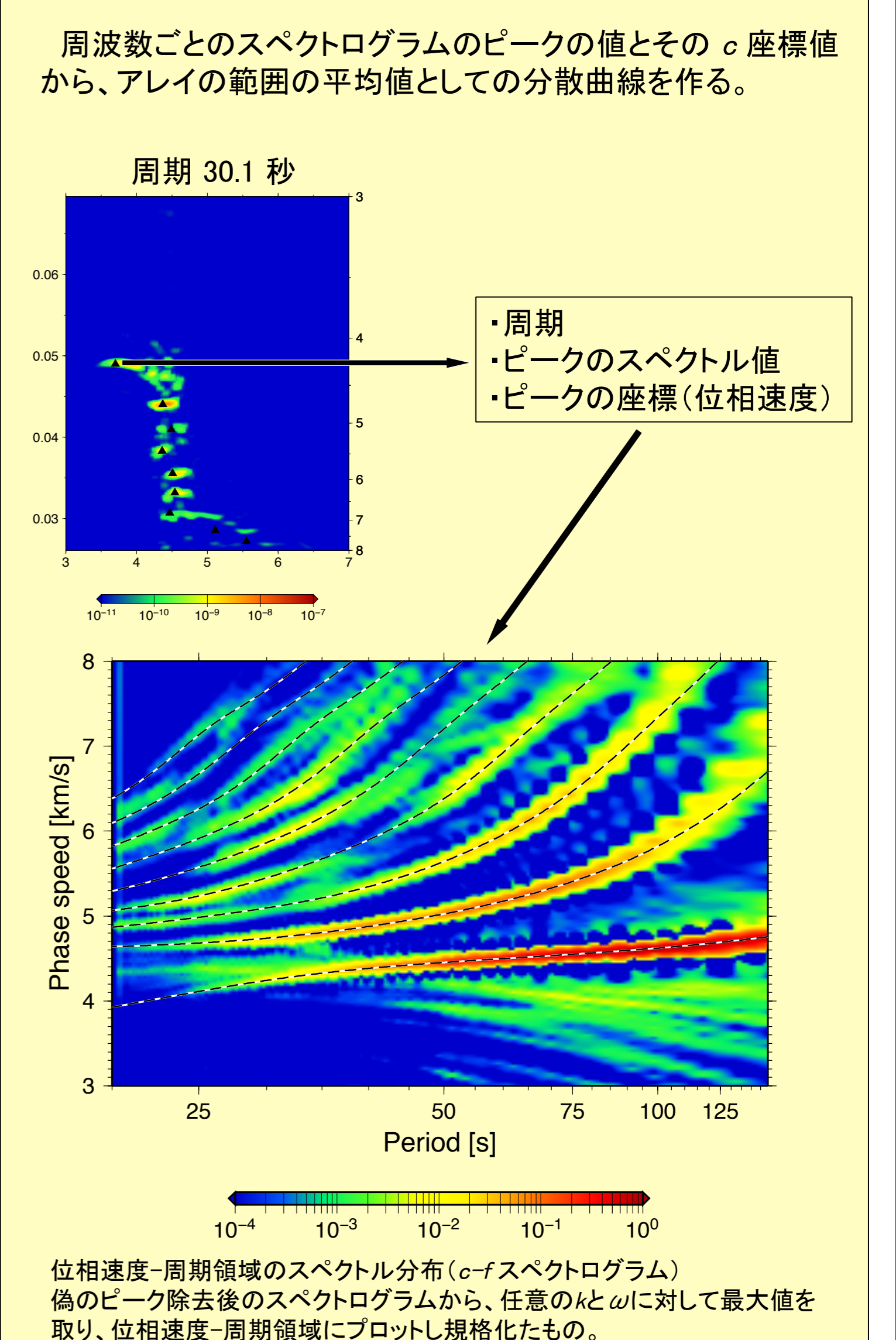
### i) 群速度ウィンドウ/スタッキング/スペクトル推定



### ii) スペクトログラム/クリーニング/スムージング



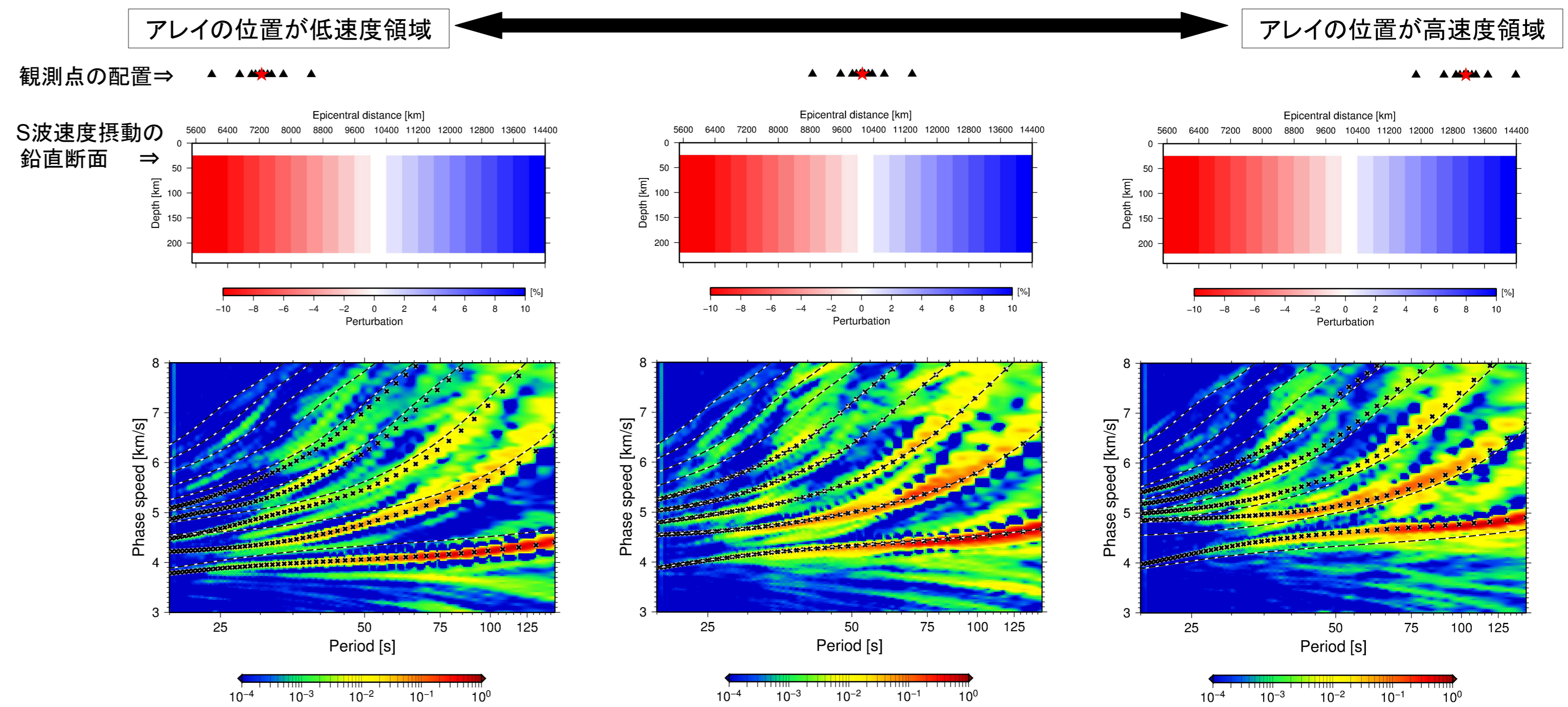
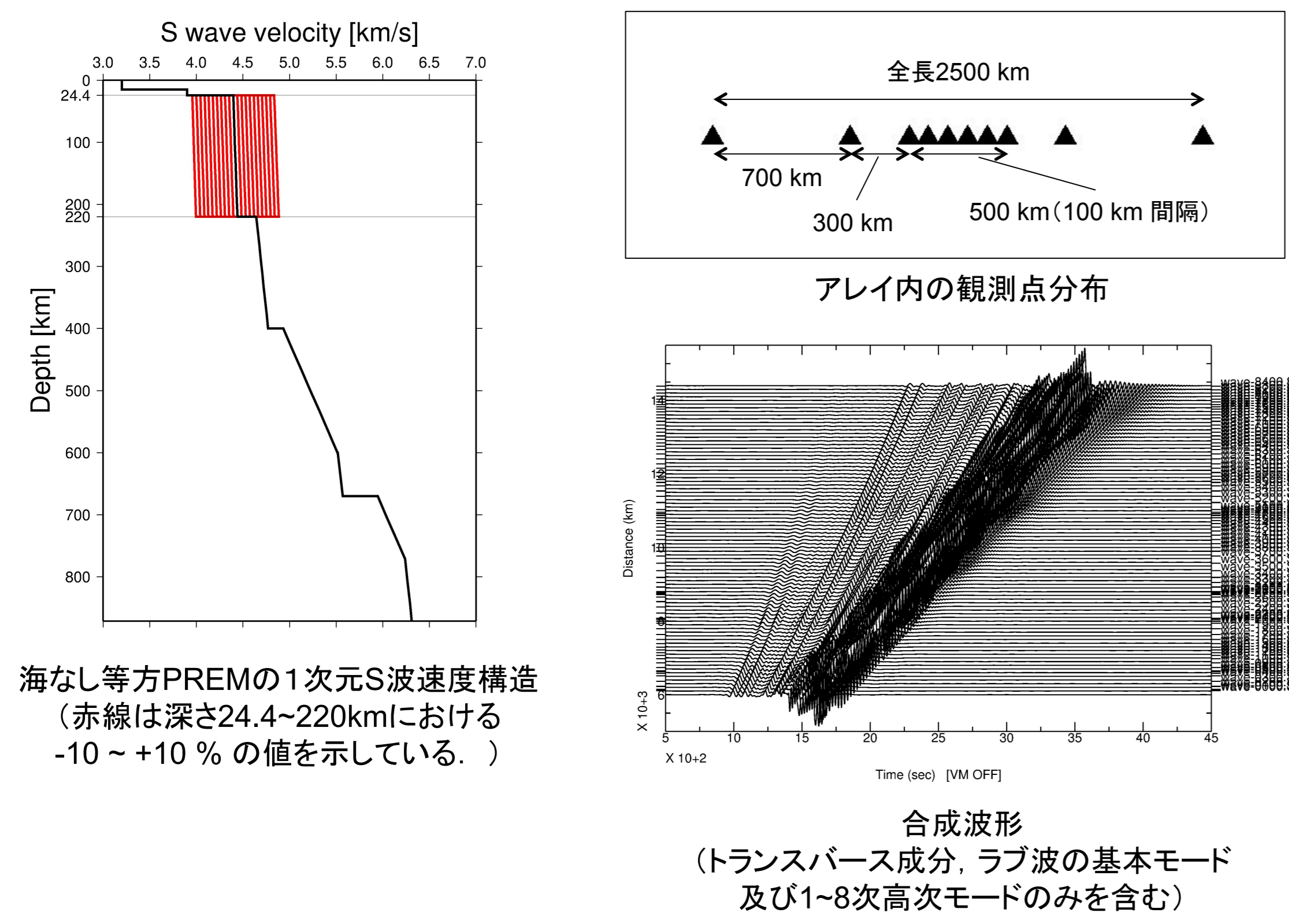
### iii) 分散曲線



## 3. 合成波形による検証

直線アレイ直下の構造の変化と推定される  $c-f$  スペクトログラムの関係

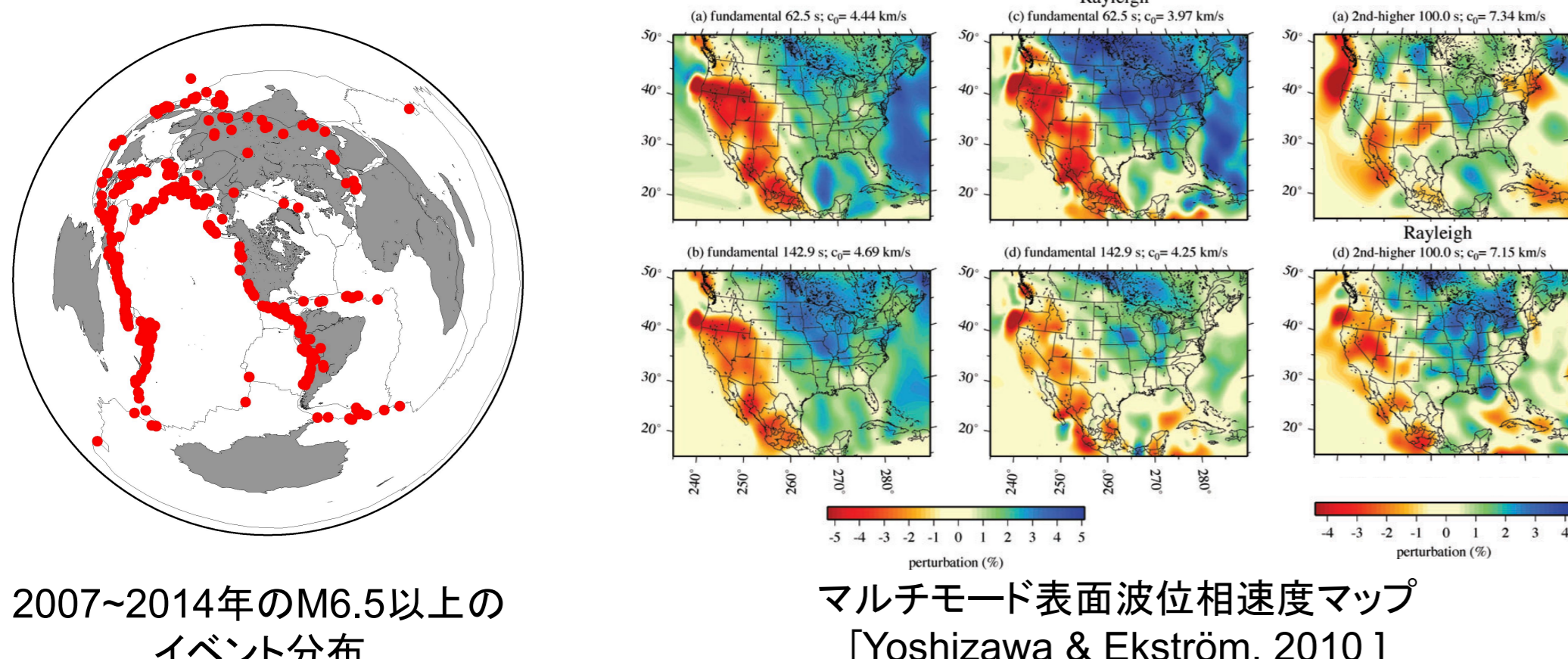
速度構造が、8400kmに渡って、海なし等方PREMのS波速度構造モデルに対し、深さ24.4~220kmで-10%から+10%まで段階的(-10%, -9%, -8%, ..., +9%, +10%)に変化するような領域を仮定する。この領域内でアレイの位置を変えながら計算した合成波形を用いて、 $c-f$  スペクトログラムを推定し、構造の変化との関係を調べる。



- アレイ直下の構造の低速/高速に応じて、スペクトルの「尾根」がシフト。→ 構造をよく反映した結果が得られている。
- 推定値は、観測点分布による重み付き平均値と見なすことが可能である。
- アレイ直下の構造の変化が大きい場合、偽ピークのクリーニングが困難になり、 $c-f$  スペクトログラムに比較的多くのゴミピークが残るので、真のピークの見極めが重要である。

## 4. 観測波形への応用

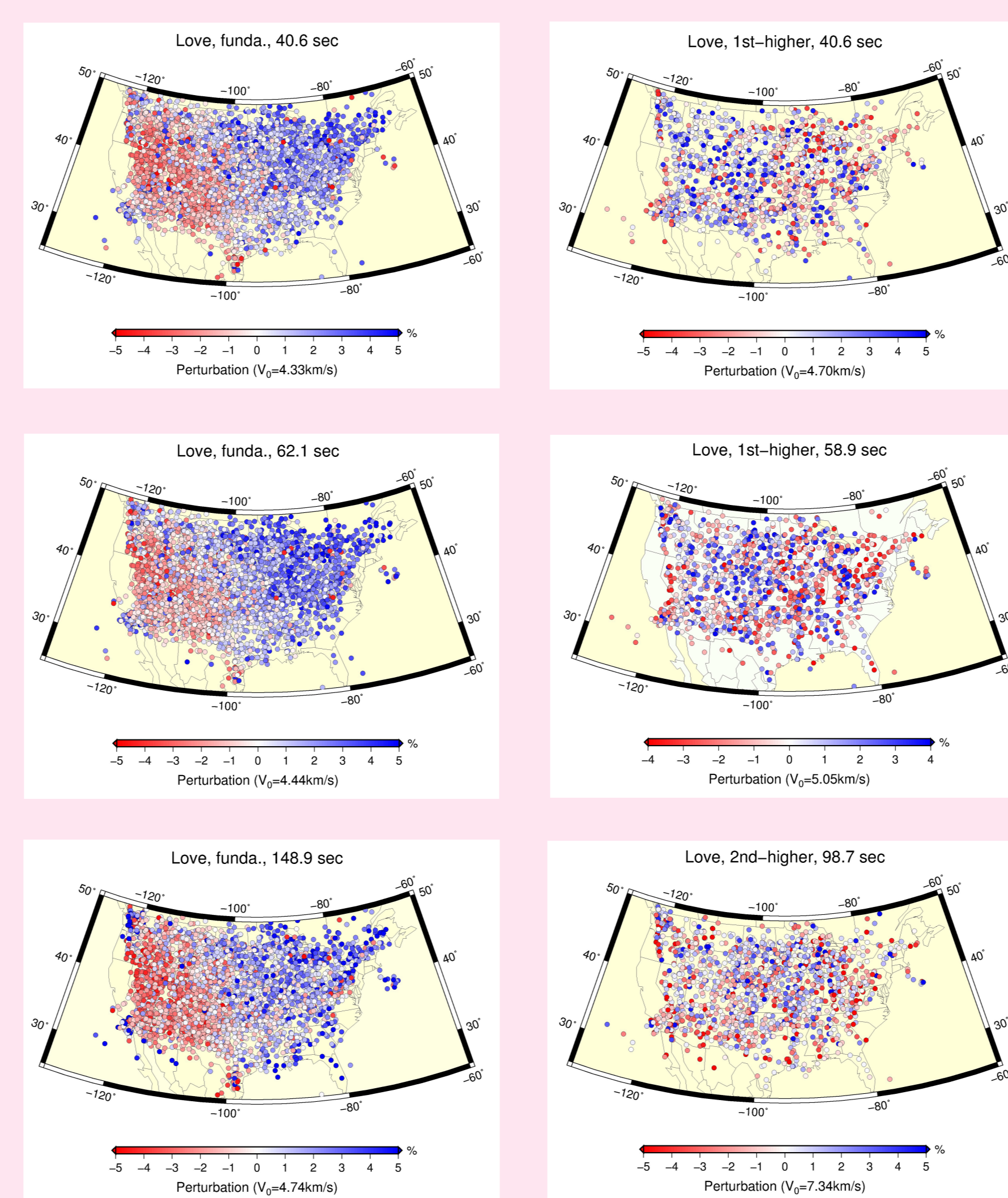
2007~2014年に発生した397個のイベント(M6.5以上)のうち、米国のUSArray及びGSN観測点での観測波形を使用。



## 5. 考察とまとめ

- ◆ 直線アレイでの周波数-波数解析に基づく高次モード分離法を、合成波形およびUSArrayの観測波形に適用し、その実用性を検証した。
- ◆ 計測した位相速度の空間分布は、従来のトモグラフィーによる北米大陸の大規模構造をよく反映している。特に、レイリー波の基本モードと1次高次モード、ラブ波の基本モードについては、高い精度で計測できた。
- ◆ 2次以上の高次モードでは、計測値のばらつきが大きく、さらなる検証が必要である。例えば、mode-branch stripping法(van Heijst & Woodhouse, 1997)のように、低次モード側の波形を除去することで、改善が期待される。
- ◆ 今後はさらに、太平洋アレイの観測点配置も想定し、1000 kmスケールのアレイへの応用可能性についても、検討を進めていく。

### ラブ波



### レイリー波

