

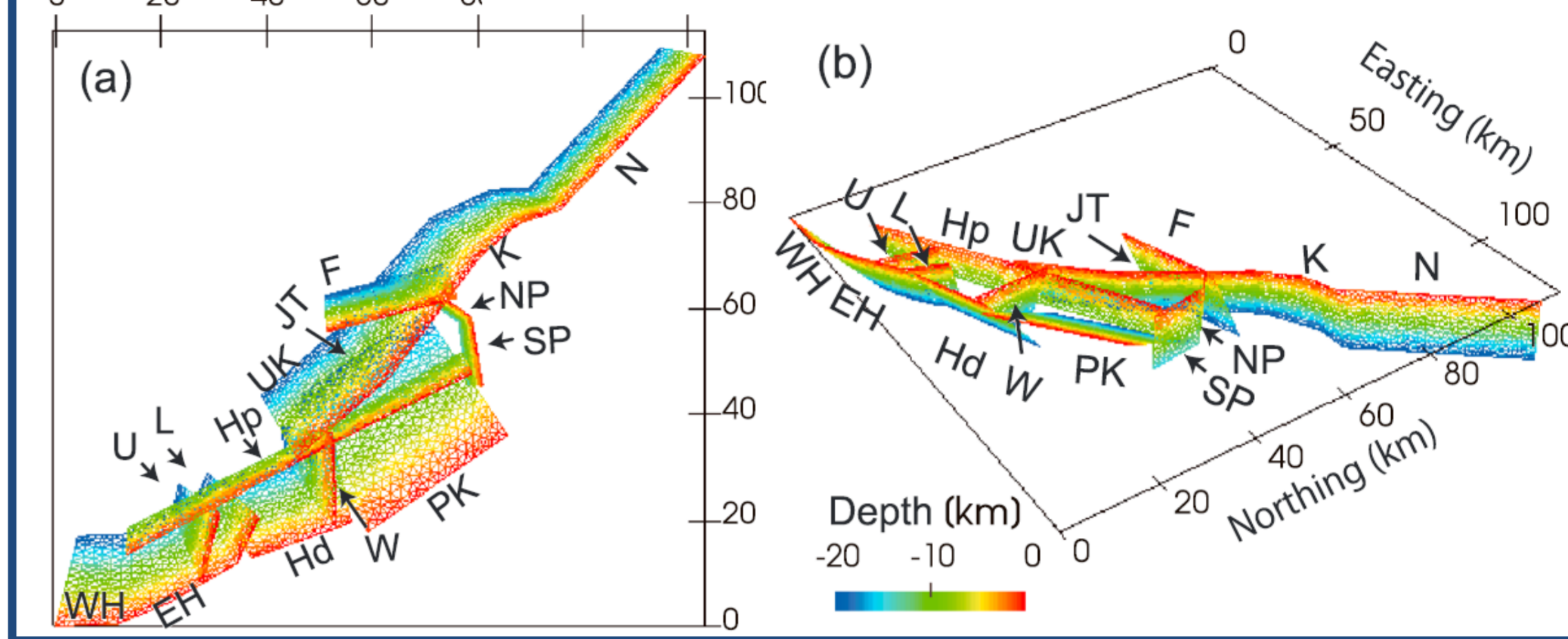
時空間領域境界積分方程式法の高速度解法の開発と 巨大地震シミュレーションへの応用



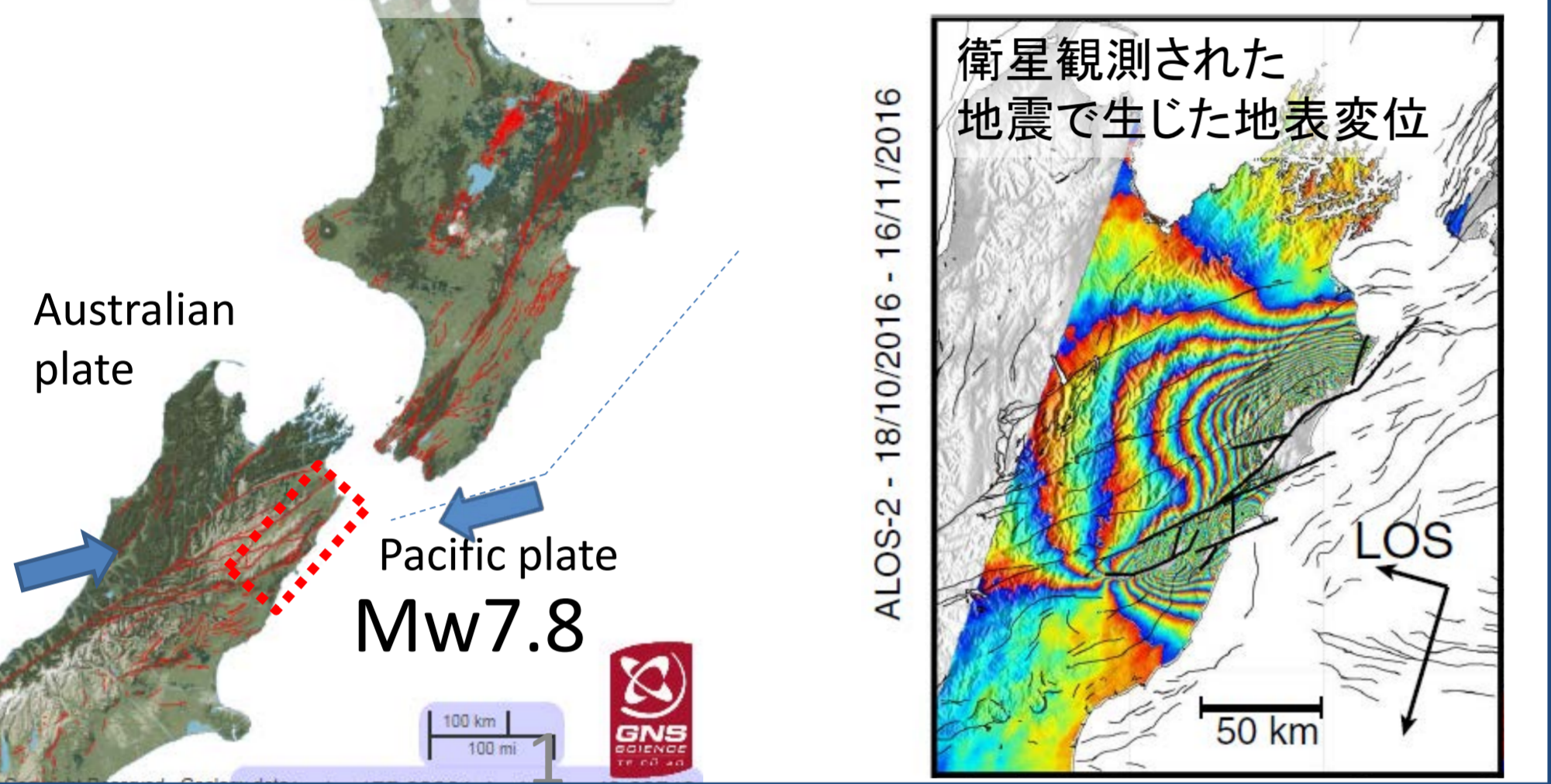
概要

最近の人工衛星による面的観測や広域的な地上観測網の整備によって、巨大地震の発生過程が、詳細に捉えられるようになってきた。このような発生過程を物理的に再現するには、地震の震源となる地下の断層がせん断破壊する動的過程を、高解像度でモデル化する必要がある。本年度は、2016年にニュージーランドで発生したマグニチュード7.9のカイコウラ地震を対象として、断層の幾何形状の高精細なモデルを考慮したフォワード計算を行い、観測が良く再現されることを示した。パラメタスタディーを行うことで予測のロバスト性を評価した。また、超高効率な動的境界積分法解析の可能なFDP=H-matricesの3次元アルゴリズム開発を進め、既存ライブラリHACApKの拡張に着手した。

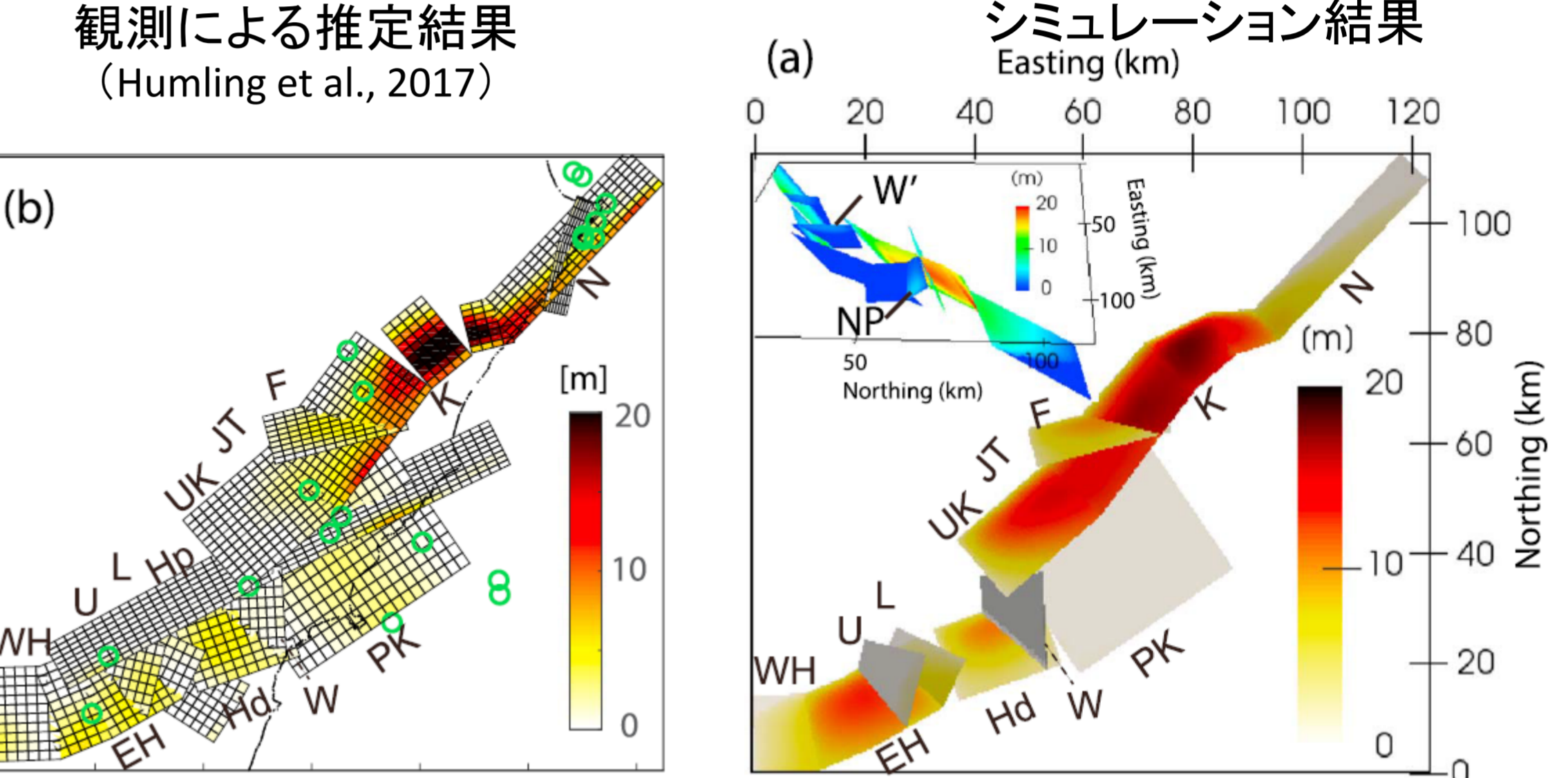
モデルに仮定した高精細な3次元断層形状



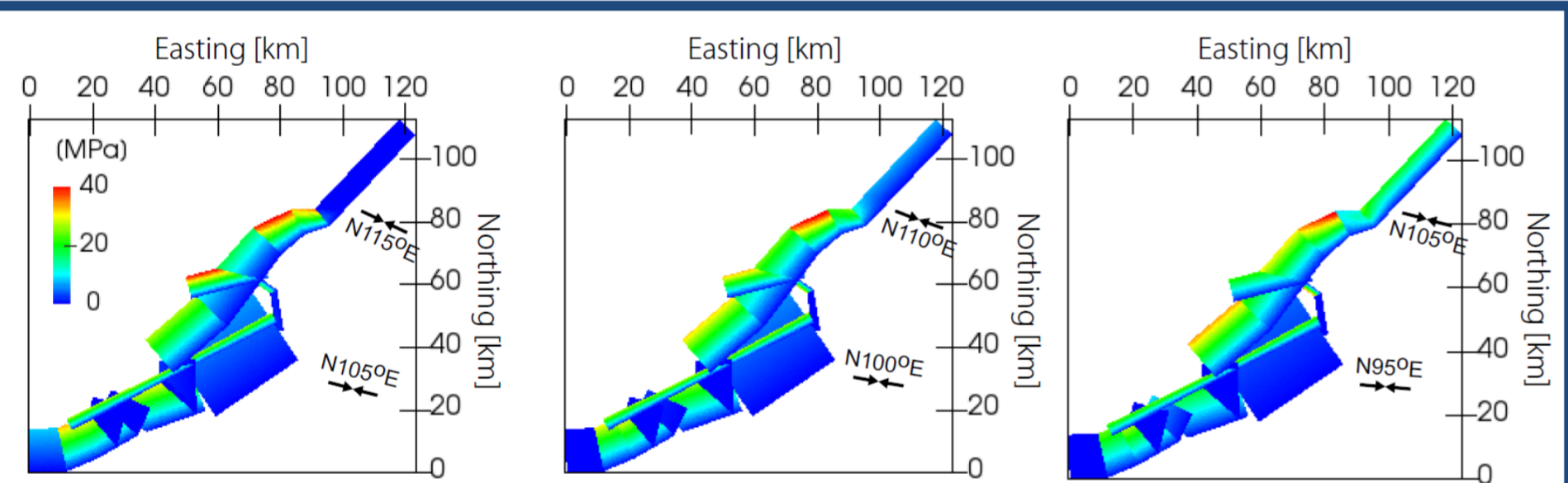
2016 Mw 7.9 Kaikoura (New Zealand) earthquake



断層滑り量分布



Numerical Method: FDP-BIEM (Spatiotemporal Boundary element)
Oakforest-PACS: 256 Nodes, 1 hours, 50,000 elements

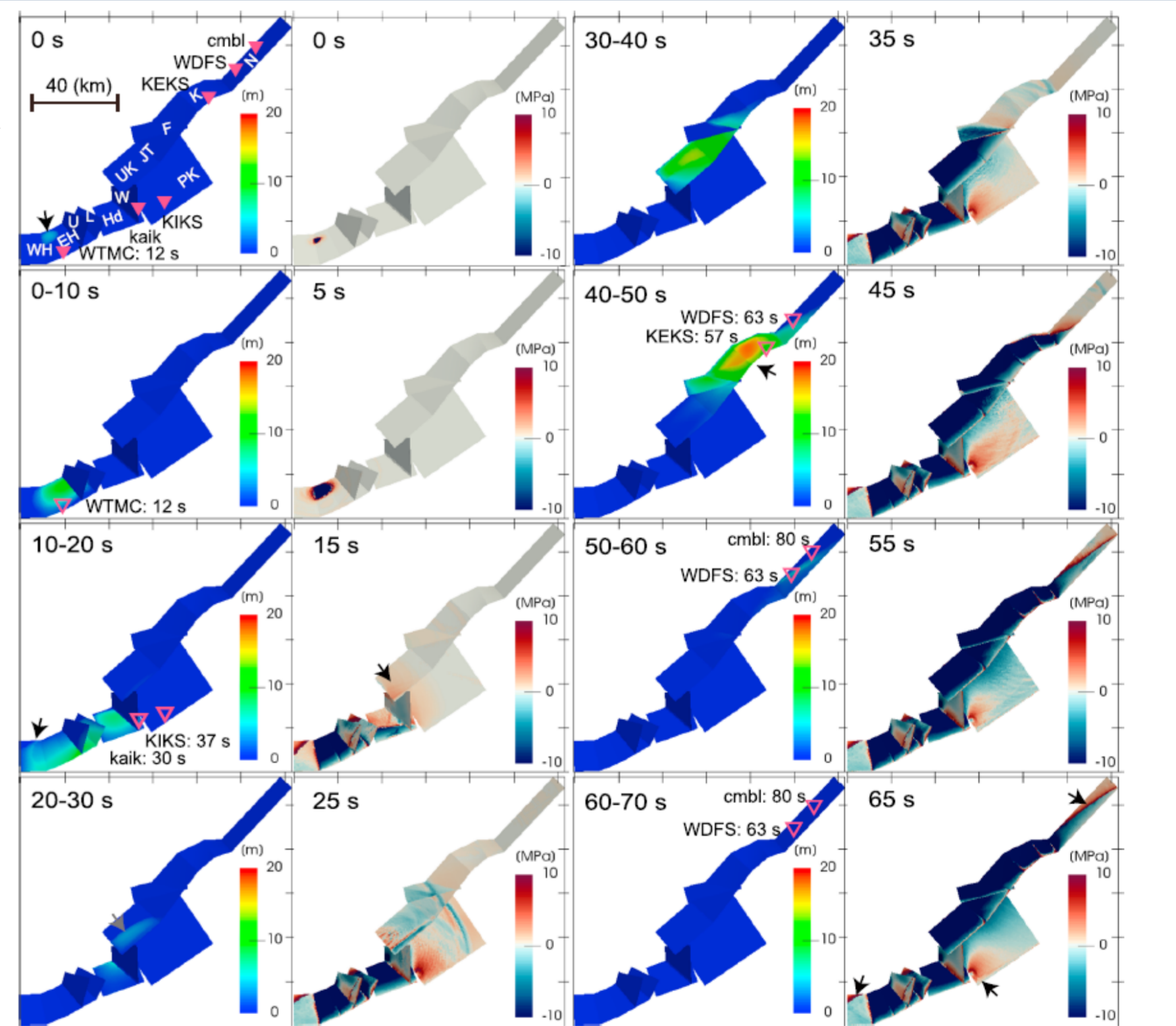


Model name	μ_s	D_c (m)	Stress ratios σ_{hmin}/σ_v	M_w	Dynamic triggering*
S	0.35	1.0	0.74	7.9	Yes
A	0.35	1.7	0.73	8.0	Yes
B	0.32	0.5	0.76	7.8	Yes
S'	0.35	1.2	0.74	7.5	No
A'	0.35	1.8	0.73	7.6	No
B'	0.35	0.5	0.76	7.4	No

パラメタ依存性
 • 予測のロバスト性の評価
 • 解の分岐を発見

断層面上を破壊が伝播する様子

各パネルは10秒ごとのスナップショット。
 左図: 10秒間の滑り量
 右図: 応力変化量
 南西部のWH断層から破壊が開始し、60秒かけて北西部まで伝播した。20秒頃に破壊が断層を超えてジャンプした。

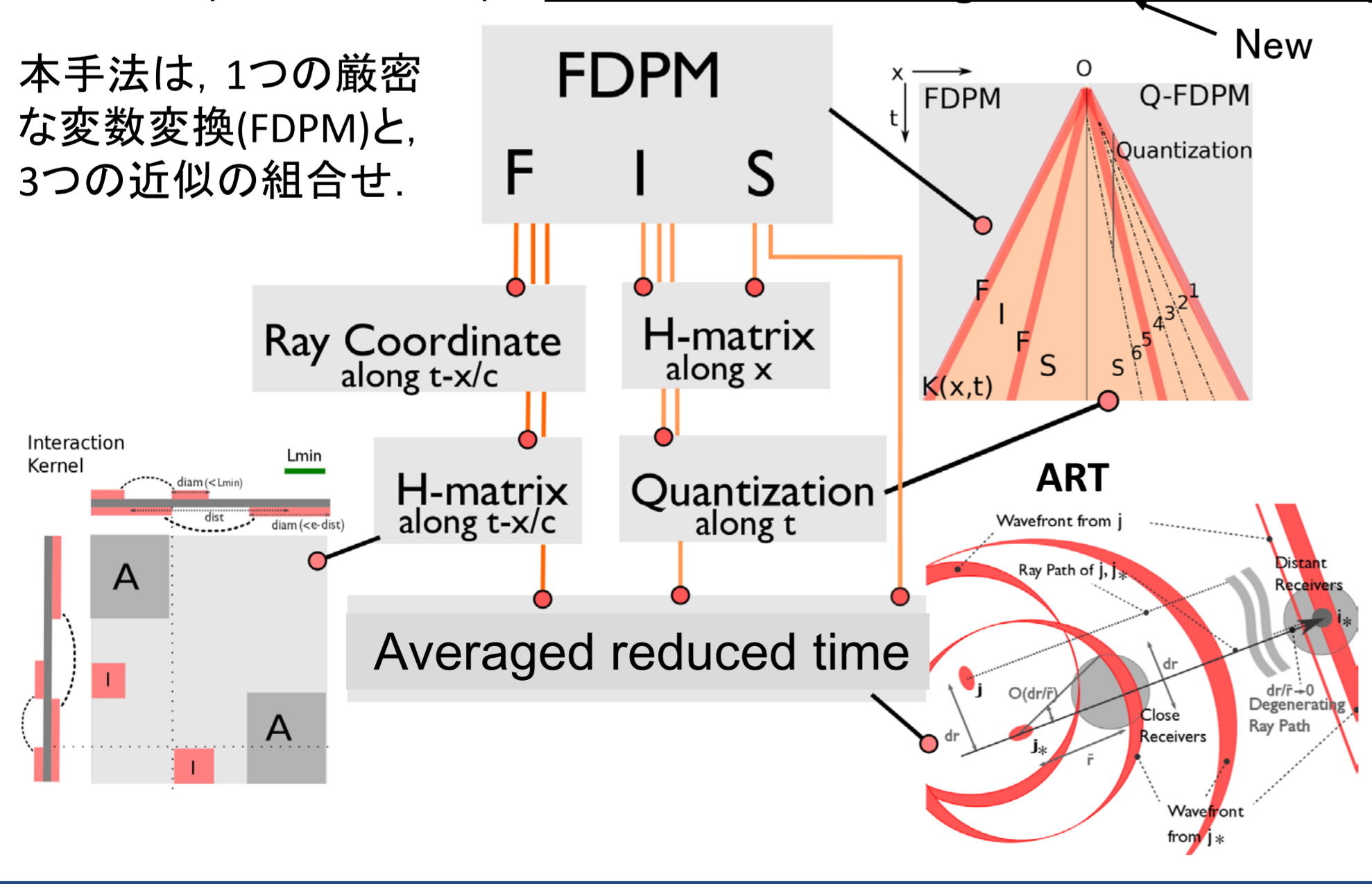


参考文献
 Ando & Kaneko
 Geoph. Res. Lett.
 2018

FDP=H-matricesの概要

FDPM, H-matrices, Quantization, Averaged reduced time (ART)

本手法は、1つの厳密な変数変換(FDPM)と、3つの近似の組合せ。



HACApKの拡張

いかに行列ベクトル積を効率化するか

- 従来のH-行列
→ 行列とベクトルの積 (縦ベクトル: 時間非依存変数)
- FDP=H-行列
→ 行列と行列の積 (疎行列: 時間依存変数)
→ 既存ライブラリのデータ構造と入出力を拡張

