

津波地震対策について

- ・スロー地震
- ・山体崩壊
- ・海底地すべり

低発生頻度の取り扱いの難しい
津波現象に対して何ができる？

気象研究所地震津波研究部 第一研究室
勝間田明男

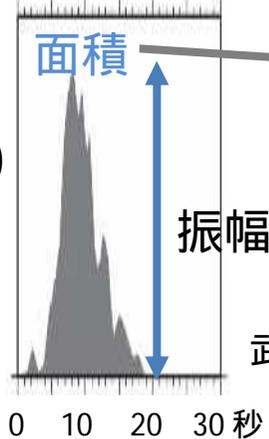
中田健嗣・田中昌之・西宮隆仁・
藤田健一・溜渕功史・小林昭夫・吉田康宏

スロー地震について

すべりの速さが遅い地震

モーメントレート

2011年東北地方太平洋沖地震の最大余震(茨城県沖)
Mw 7.7 (M_{JMA} 7.6)



Mw(モーメントマグニチュード)

津波警報の更新

変位振幅

M_{JMA} , M_{100s}

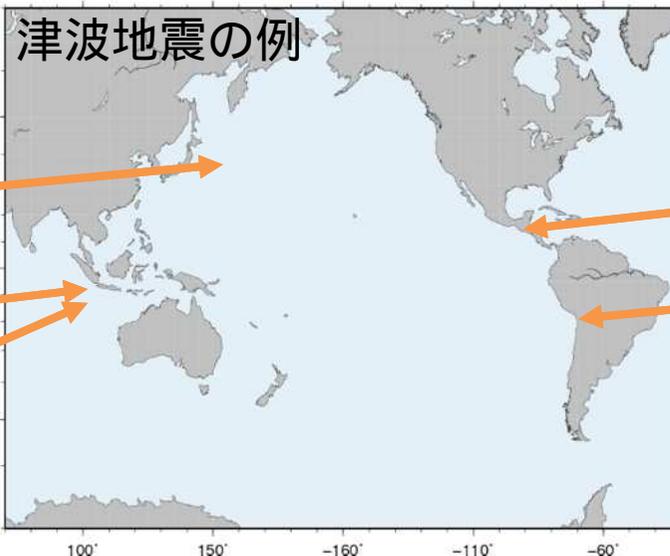
最初の津波警報に
使用:
過少評価の可能性

武藤・他, 2014

+ 津波地震の震源域M割り増し

1992年ニカラグア地震
Mw 7.6-7.7(M_s 7.2)
(スロー地震)

$5 \times 10^{18} \text{Nm/s}$ 程度 \times 100秒以上(Kikuchi and Kanamori, 1995)



1896年明治三陸

1992年ニカラグア

1994年ジャワ

1996年ペルー

2006年ジャワ

スロー地震の規模推定

変位振幅は地震モーメントの時間微分

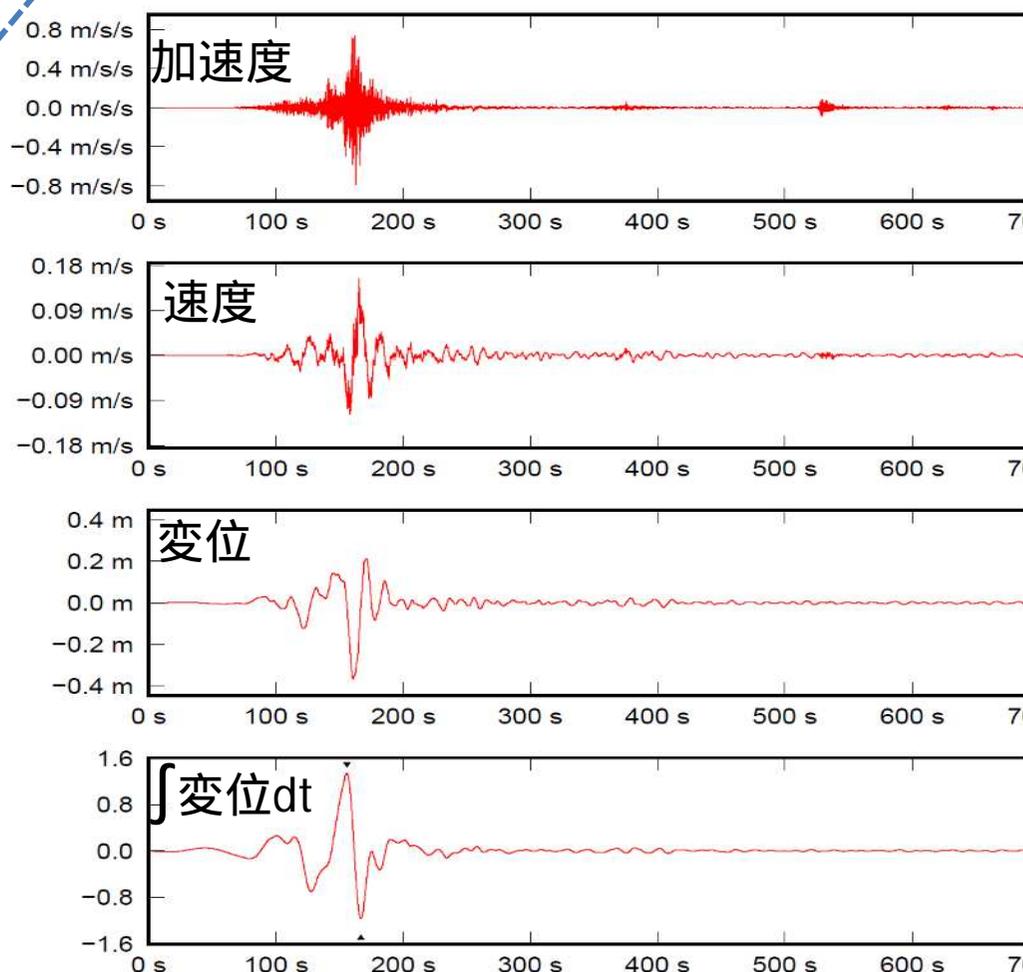
変位を積分すれば地震モーメントに比例

遠方の地震:P波だけ分離

変位を積分すれば地震モーメントに比例
Mwp (Tsuboi, et al., 1995)

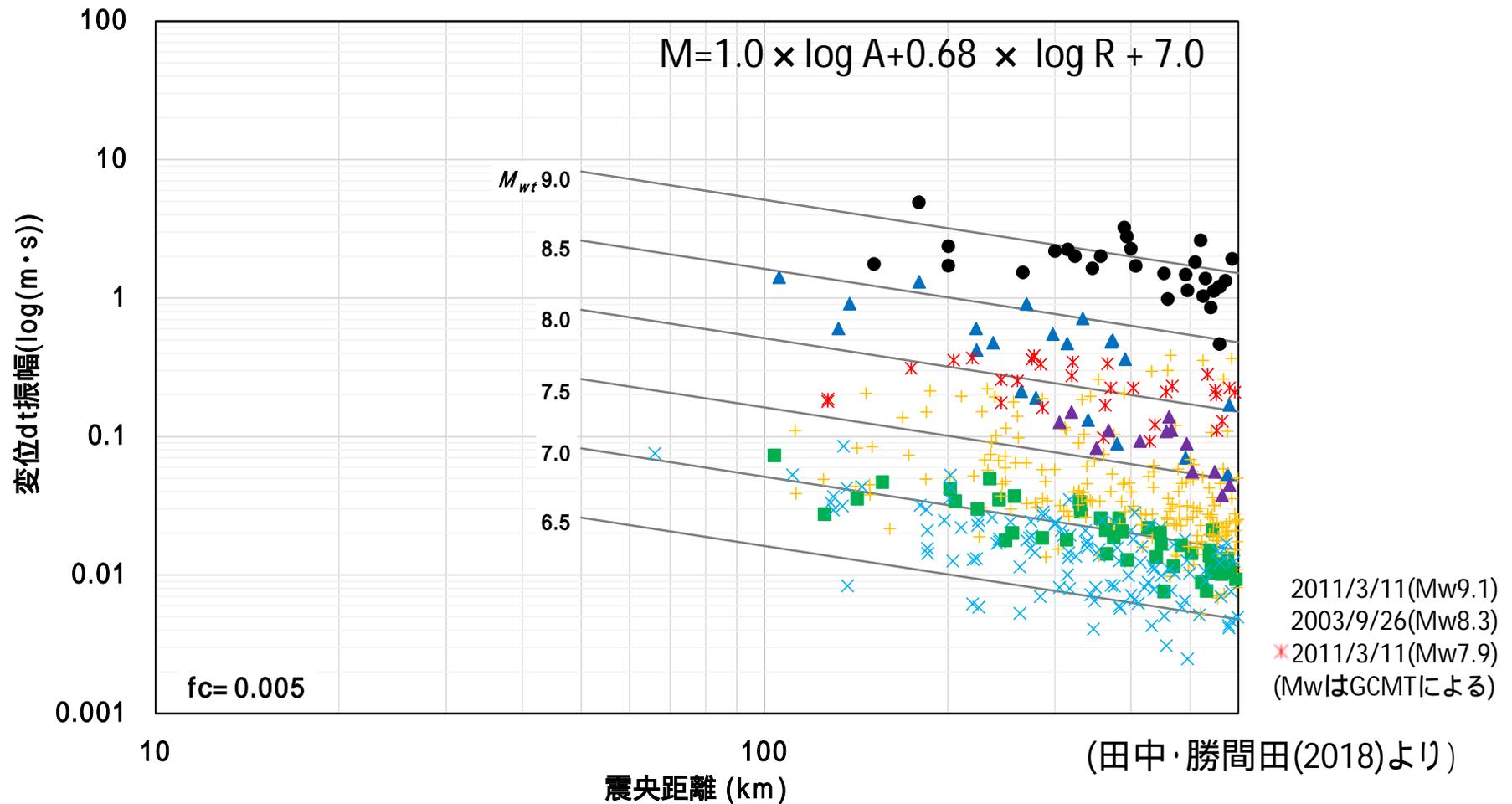
$$M_0(t) = \int u_z(x_r, t) dt \frac{4\pi\rho\alpha^3 R^p(x_r, x_s)}{F^p R_s(x_r) Q(t^*)}$$

様々な相が重なっている震源近傍において
変位を積分したらどうなる？



スロー地震の規模推定

変位を積分した波形の最大振幅とモーメントマグニチュード



規模(Mw)に従い、序列



マグニチュードに換算可能

スロー地震への適用については、検討中

山体崩壊による津波に対して事前にできそうなこと

山体崩壊の予測

山体の膨張があれば山体崩壊の兆候
地震トリガの場合には、突然発生
発生直後のパラメーター推定は困難

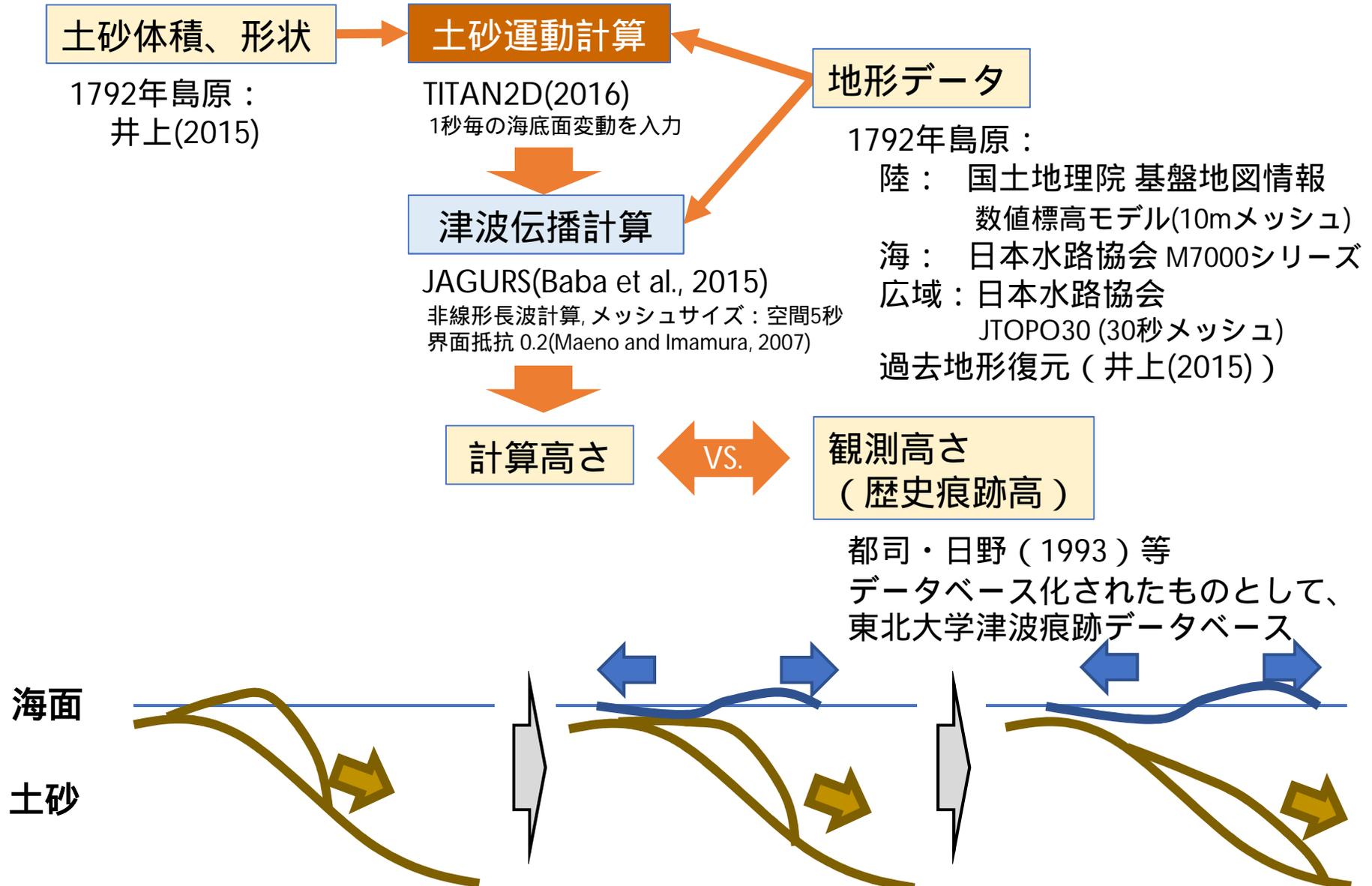
事前の影響評価

仮定した山体崩壊による津波の
影響範囲をシミュレート

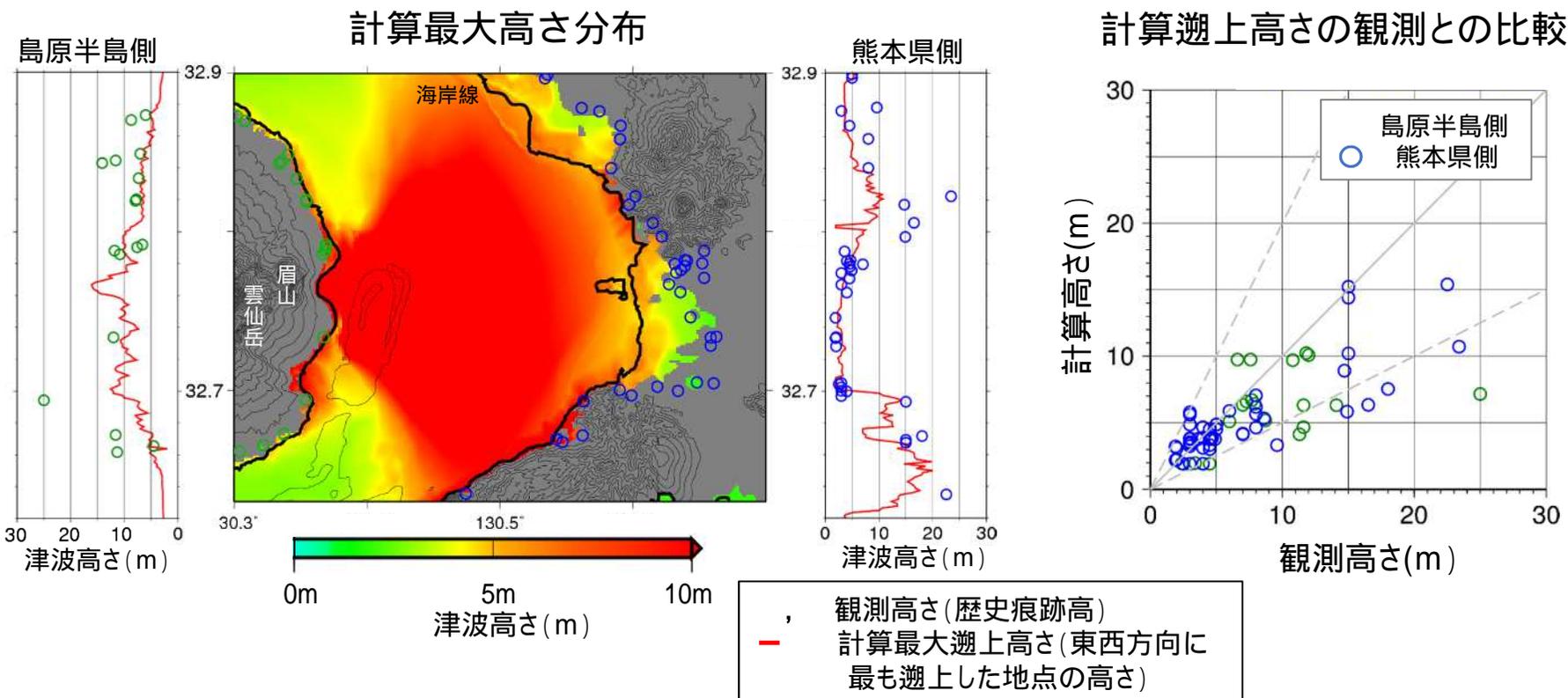
過去に発生した現象を説明可能なモデルの検討

山体崩壊による津波の再現計算

計算手法の流れ



山体崩壊による津波の再現計算(1792年島原眉山)

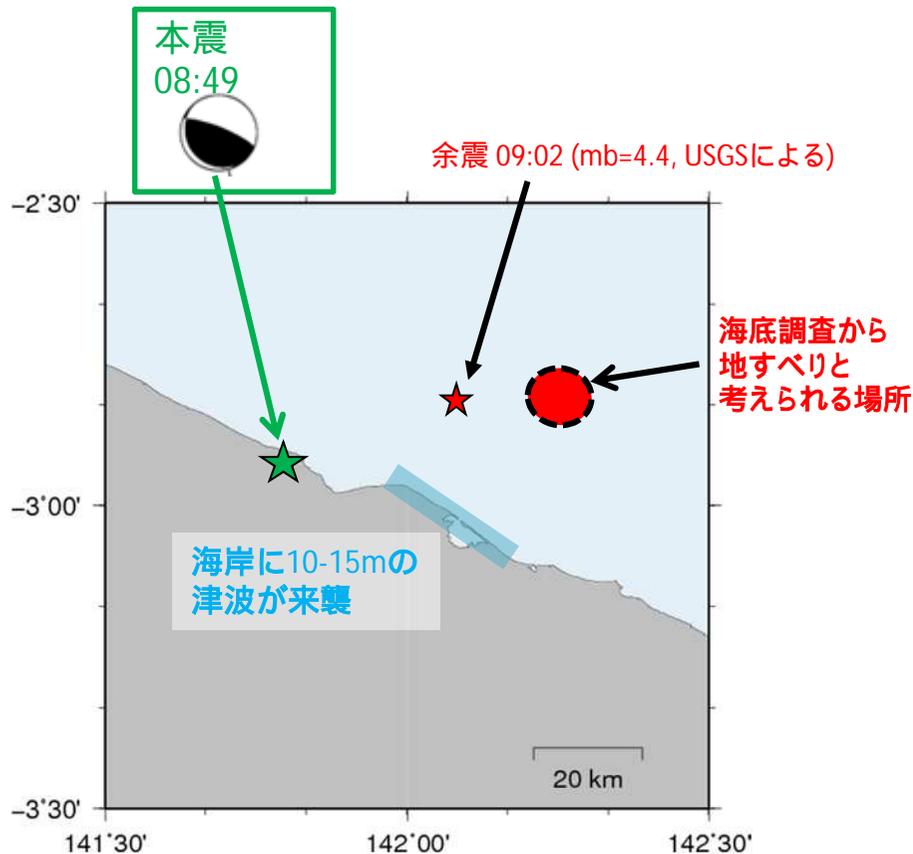


最適計算パラメータ

- ・崩落土砂体積 0.3 km³
- ・初速 0 m/s
- ・内部摩擦角 30 deg
- ・底面摩擦角 5 deg
- ・潮位 1.9 m

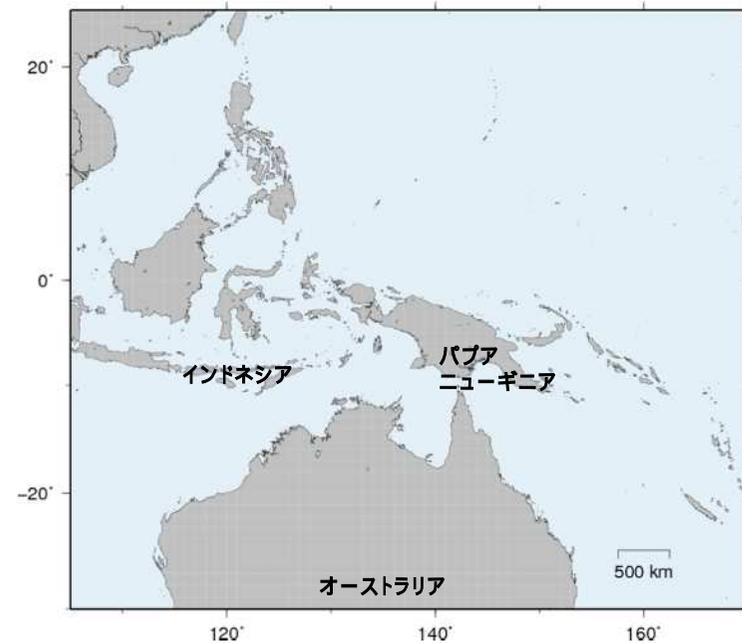
(突出した観測高さはあるものの)
計算高さは観測高さと倍半分程度で一致
概ね妥当な結果となる

海底地すべり津波の例：1998年パプアニューギニア



1998PNG地震イベント及び地すべりとみられる場所(PNG北部沿岸)
Synolakis et. al(2002,RoyalSociety)による

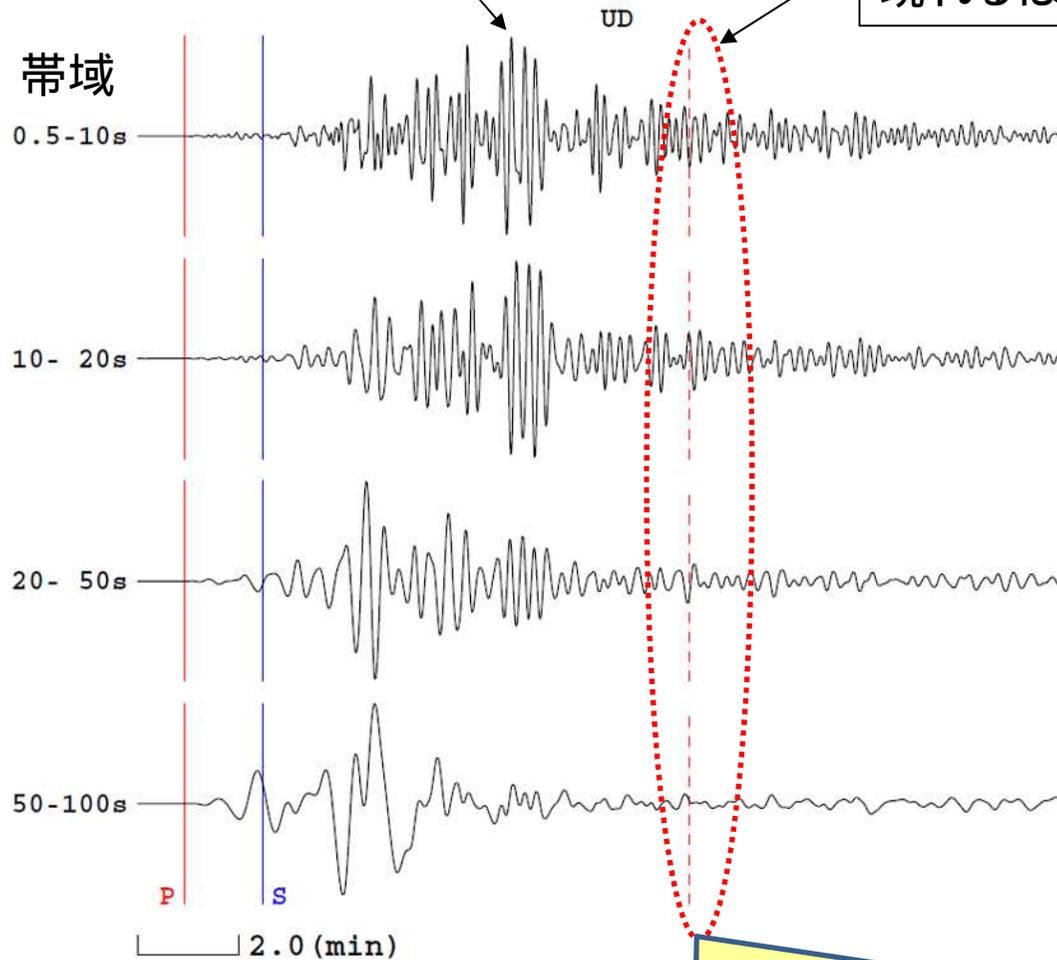
- ・地震(Mw7.0)発生約20分後に10m以上の津波来襲
- ・沖合の海底調査から、地すべり跡
- ・海底地すべり地形から海岸までの津波の伝播時間は約10分(計算)
本震から約10分後ごろに地すべりが発生



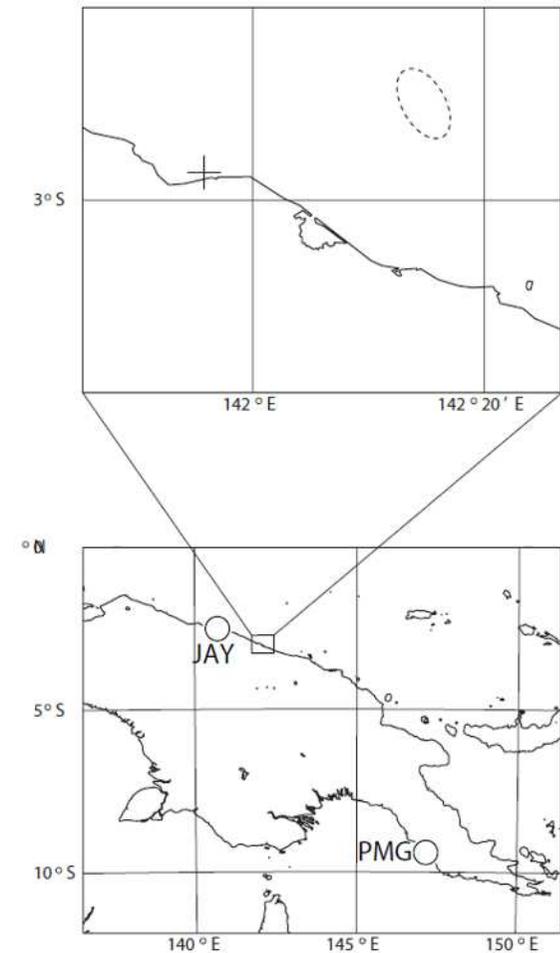
海底地すべりを地震計で検知できるか？

PMG観測点：震央距離900km

直前の地震(Mw7.0)からの地震波



このあたりに海底地すべりからの波形が現れるはず



特別な波群は認められない！

海底地すべりを地震計で検知できるか？

パプアニューギニア
地すべりのパラメータ

比重	2.15
長さ	4.5km
厚さ	760m
幅	5km
水深	1500m
角度	12度
加速度	0.36m/s ²

Watts et al. (2003) より

地面に加わる力の変化

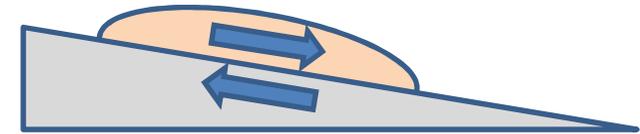
$$F = Ma = \gamma Va$$

γ 土の密度 ($2.15 \times 10^3 \text{kg/m}^3$)

V 体積 ($4,500\text{m} \times 5,000\text{m} \times 760\text{m}$, 半楕円体:
 9 km^3)

a 加速度 (0.36m/s^2)

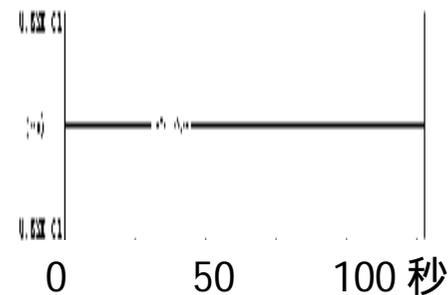
$$F = 7 \times 10^{12} \text{N}$$



1980年 セントヘレンズ山体崩壊 10^{13}N

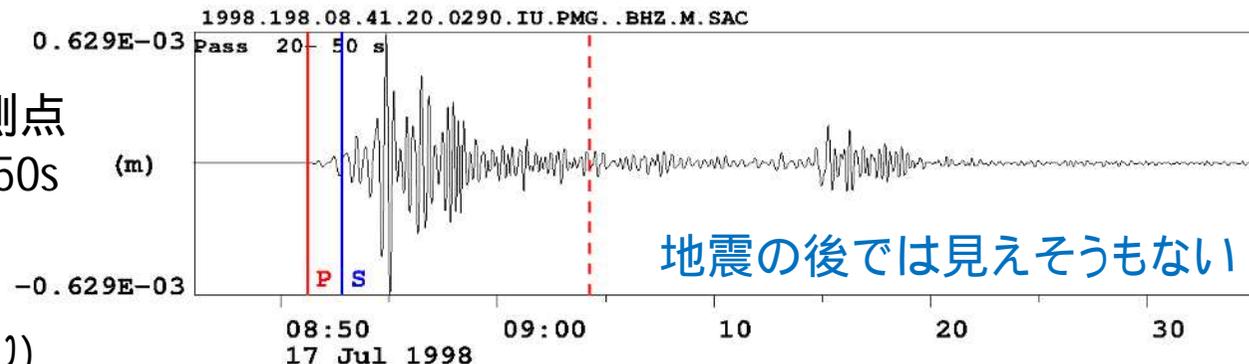
(Kanamori and Given, 1982)

理論波形:
(約 0.03mm)



Takeo(1985)を
用いて計算

観測波形 PMG観測点
上下動 帯域 20-50s
(約 0.6mm)



(勝間田・他(2018)より)

津波地震対策 まとめ

スロー地震による津波

○長い断層すべり時間に対応した規模推定手法の開発

山体崩壊による津波

×発生時刻の事前予測
×発生規模・方向の事前予測
○事前の影響範囲評価

海底地すべりによる津波

地震記録による検知
○沖合津波計の常時監視