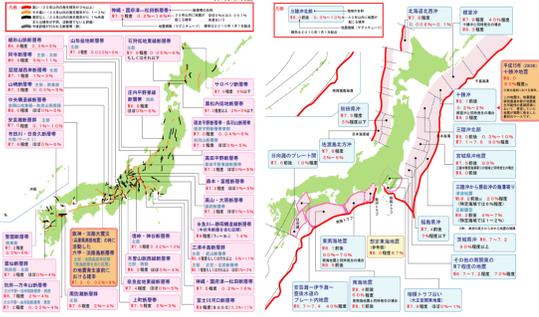


野村 俊一 モデリング研究系 博士後期課程3年

1. 目的

現在、日本の主要な活断層とプレート領域で算出されている長期地震確率について、算出手法の改善案を提示する。

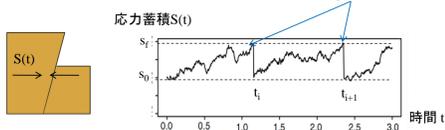
(左)主要活断層の評価結果、(右)主な海溝型地震の評価結果(2010.地震調査委員会)



2. 手法

地震の発生モデル(ブラウン緩和振動過程)

S(t) = lambda\*t + sigma\*W(t)



Brownian Passage Time (BPT) 分布更新過程

X\_i = t\_{i+1} - t\_i ~ f(X\_i; mu, alpha)

mu = E[X\_i] = (s\_f - s\_0) / lambda

alpha = sqrt(Var[X\_i]) / E[X\_i] = sigma / sqrt(lambda \* (s\_f - s\_0))

現行手法

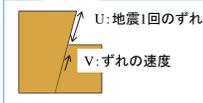
地震調査委員会(2001)

f-hat(x) = f(x; mu-hat, alpha-hat)

ブラグマン予測分布

mu-hat = { sum\_{i=1}^n X\_i / n, X-bar = U/V }

alpha = 0.24



課題

- 過去の発生間隔X1,...,Xnとずれの情報Xのうち片方の情報しか利用できない
alpha = 0.24で当てはまりの悪い活断層も多い

提案手法

提案手法

f-tilde(x) = double integral f(x; mu, alpha) pi(mu, alpha | X-bar, X1, ..., Xn) dmu dalpha

ベイズ予測分布

mu | X-bar ~ 1/X-bar \* pi\_1(mu/X-bar)

(ずれの情報ありの場合)

mu ~ pi\_1'(mu) proportional 1/mu

(ずれの情報なしの場合)

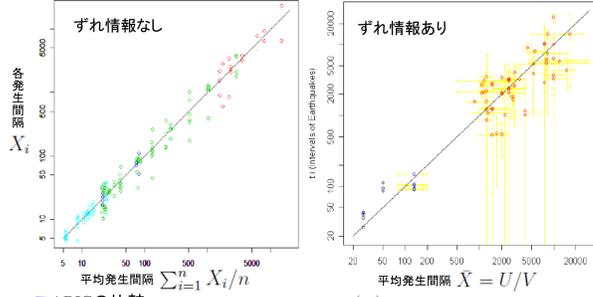
alpha ~ pi\_2(alpha)

従来からの改善策

- ベイズの枠組みを導入し、ベイズ予測分布で推定することで、少数データでも安定した予測精度を得る
過去の発生間隔X1,...,Xnとずれの情報Xの両方を同時に利用できる
mu, alphaの事前分布は全活断層から推定することで他の活断層の情報を推定に利用できる

3. 事前分布の推定

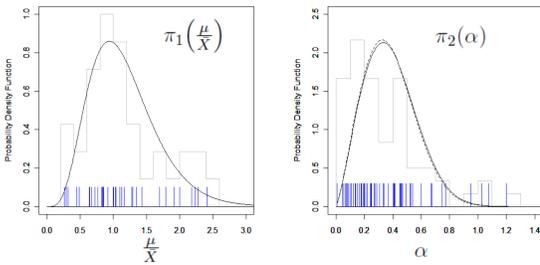
データ



ABICの比較

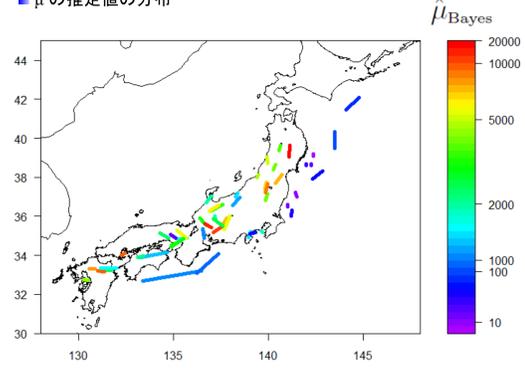
Table with 5 columns: Distribution (Lognormal, Gamma, Weibull, Exponential, Uniform) and 5 rows: Lognormal, Gamma, Weibull, Exponential, Uniform. Values represent ABIC scores.

推定された事前分布

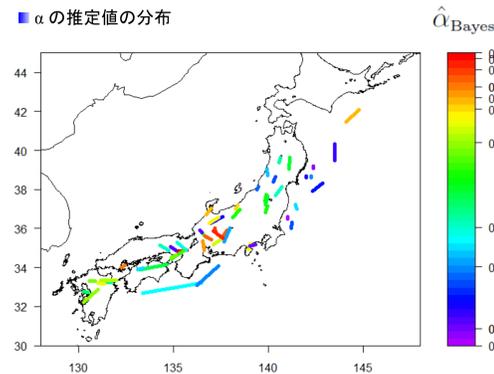


4. 活断層の評価結果

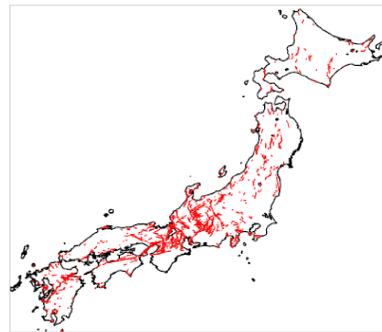
muの推定値の分布



alphaの推定値の分布



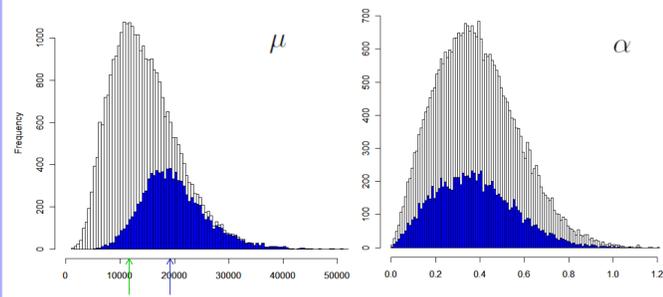
日本内陸の活断層



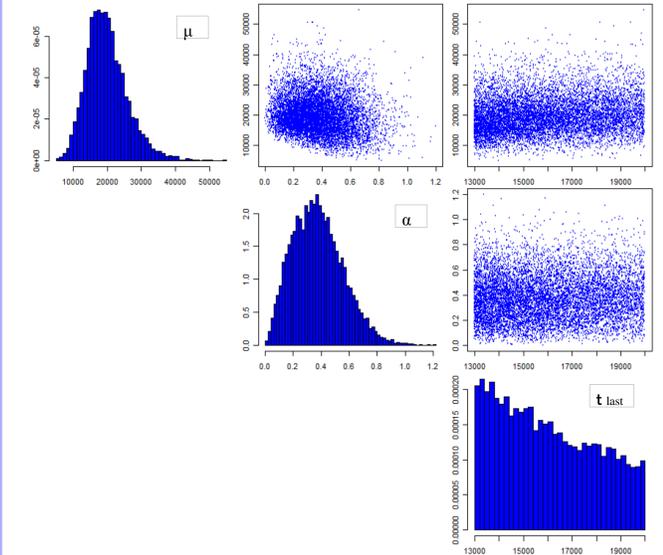
5. 事後分布の推定

シミュレーションによる事後分布の推定(立川断層)

事前分布のサンプル(白)と、採択された事後分布のサンプル(青)の比較

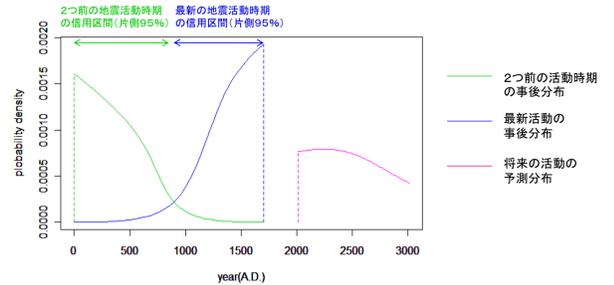


各パラメータの事後分布と相関関係

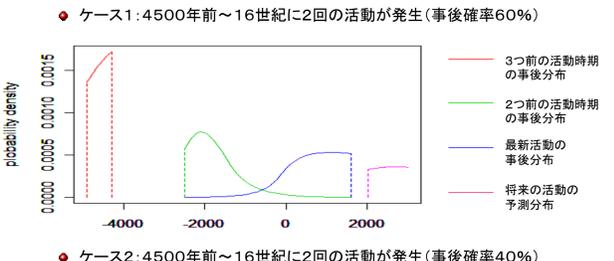


6. 活動時期の不確定性を用いた予測

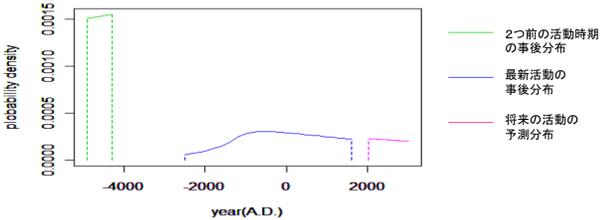
過去の活動時期の絞り込みと将来予測(大分平野-湯布院断層帯:西部)



過去の活動回数の推定と将来予測(雲仙断層帯:南部)



ケース2: 4500年前~16世紀に2回の活動が発生(事後確率40%)



7. まとめ

- ベイズ統計の枠組みを用いて、データやパラメータの持つ推定誤差を考慮した予測手法を提案した。
個々の活断層でパラメータmu, alphaの推定値に大きな差が表れた、特に変動係数alphaの値の大きさに一定の地域性が見られた。
過去の活動時期や活動回数に不確定性に対し、事後分布を用いることで一定の情報を得ることができた。