

第Ⅲ章 地盤データの細分化が地震動予測に与える影響 の検討

本章では、地盤データの細分化（1kmメッシュ単位から250mメッシュ単位）が地震動予測に与える影響について検討した結果を示す。

1. 検討方法

1-1. 検討概要

地盤データの細分化（1kmメッシュ単位から250mメッシュ単位）が地震動予測に与える影響を評価するため、本システムの計算値と実地震の観測値（地震観測記録）との比較を行う。対象地震は、2004年新潟県中越地震、2005年福岡県西方沖地震、2007年能登半島地震、2007年新潟県中越沖地震の4地震とし、比較する地震動指標は計測震度とする。比較地点は、気象庁（自治体観測点を含む）と防災科学技術研究所の強震観測網（K-NET, KiK-net）の観測点が位置するメッシュとした。

なお、地表最大速度についても計測震度と同様の検討を行ったが、概ね同様の結果が得られた。

1-2. 検討手順

本システムの計算値と実地震の観測値との比較検討の手順を以下に示す。

- ① 震源モデルを設定し、1kmメッシュ単位および250mメッシュ単位の地盤データを用いて地震動分布（計測震度）を予測する。計算方法は、距離減衰式が司・翠川(1999)、地盤増幅率が藤本・翠川(2006)、計測震度変換式が藤本・翠川(2005)とした。
- ② 地震観測記録（観測値）が存在するメッシュについて、①の予測結果から計測震度（計算値）を抽出する。
- ③ 計算値と観測値の比較を行う。具体的には、1kmメッシュ単位および250mメッシュ単位ごとに、計算値と観測値の差からRMS値を算出し、その比（250mメッシュ単位のRMS値/1kmメッシュ単位のRMS値）により地盤データ細分化の影響を評価する。

◇RMS値とは

RMS値（Root Mean Square value）は二乗平均平方根と呼ばれ、散らばり具合を表す数値である。本研究では、観測値と計算値の差を x_i として計算し、観測値と計算値の比較を行った。

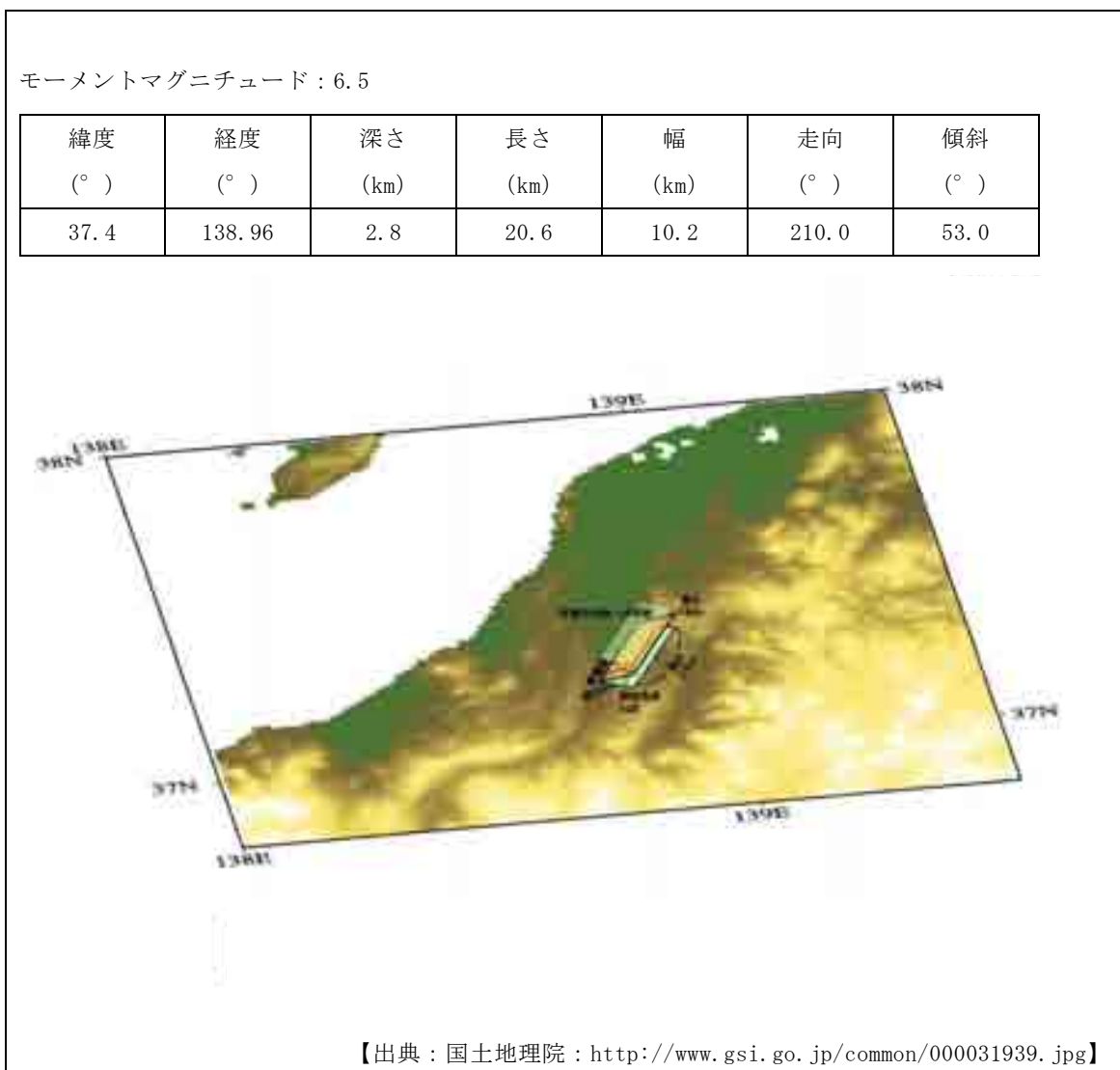
$$\text{RMS値} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2} \quad x_i : \text{観測値} - \text{計算値}$$

2. 実地震での検討結果

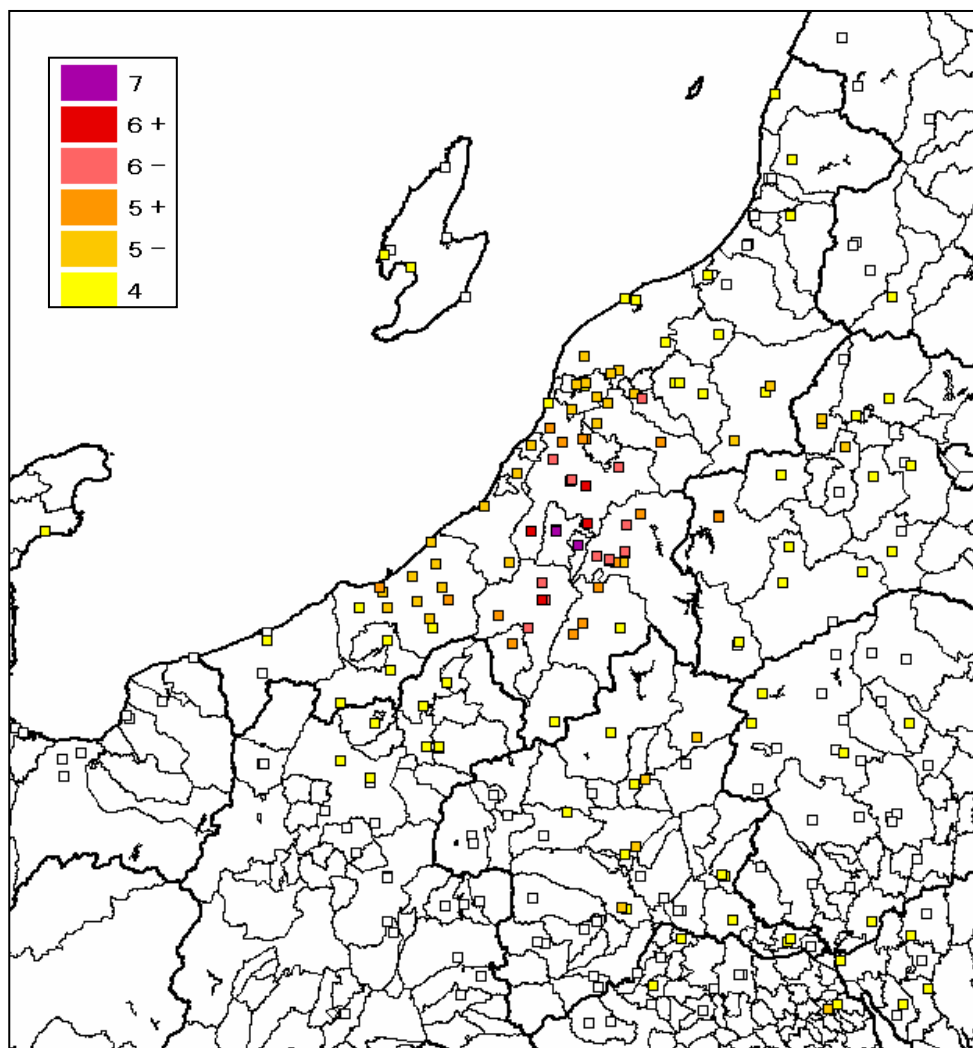
2-1. 2004年新潟県中越地震

(1) 計算条件および地震動予測結果

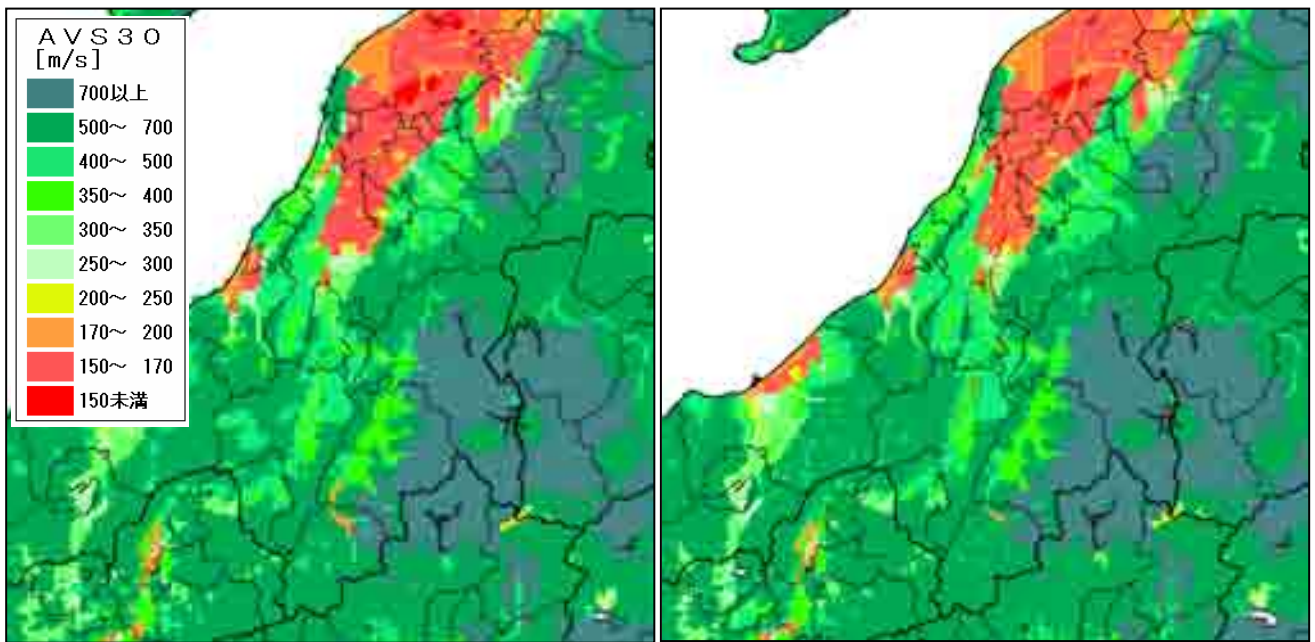
設定した震源モデルを図Ⅲ-1に、比較地点として用いた地震観測記録の情報を図Ⅲ-2に、計算対象地域の地盤特性としてAVS30の分布を図Ⅲ-3に示す。また、地震動（計測震度）の予測結果を図Ⅲ-4に示す。



図Ⅲ-1 震源モデル

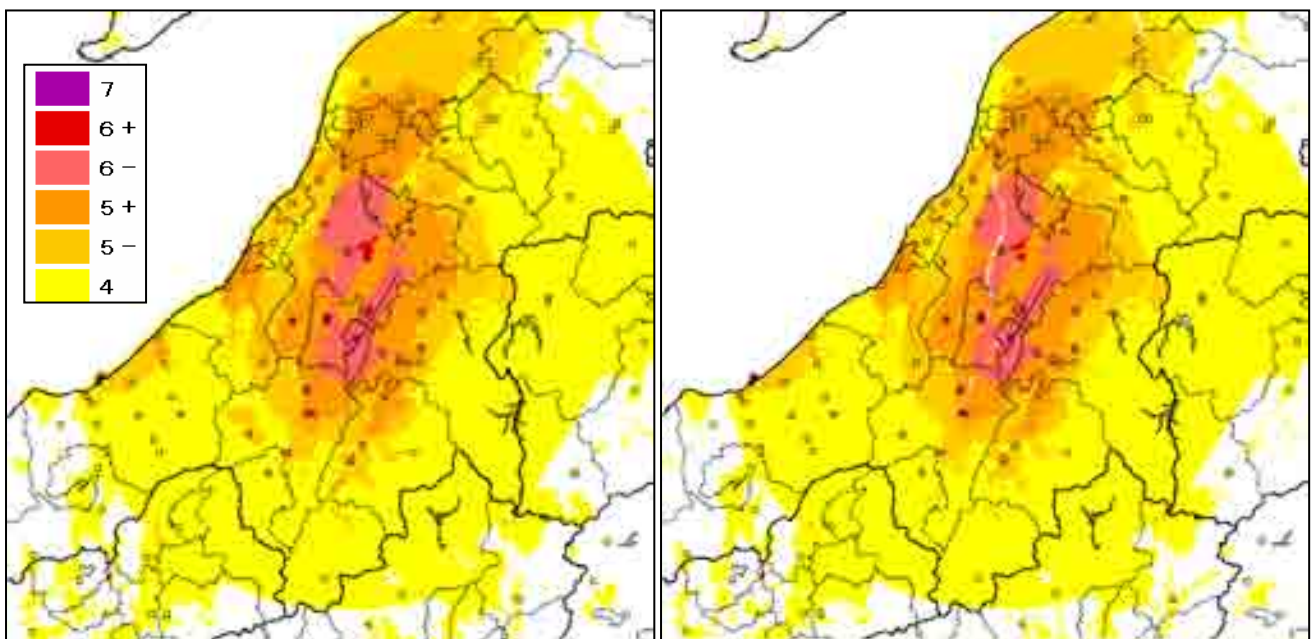


図Ⅲ-2 比較地点として用いた地震観測点



図Ⅲ-3 AVS30分布図

(左図：1kmメッシュ単位，右図：250mメッシュ単位)



図Ⅲ-4 計測震度の予測結果

(左図：1kmメッシュ単位，右図：250mメッシュ単位)

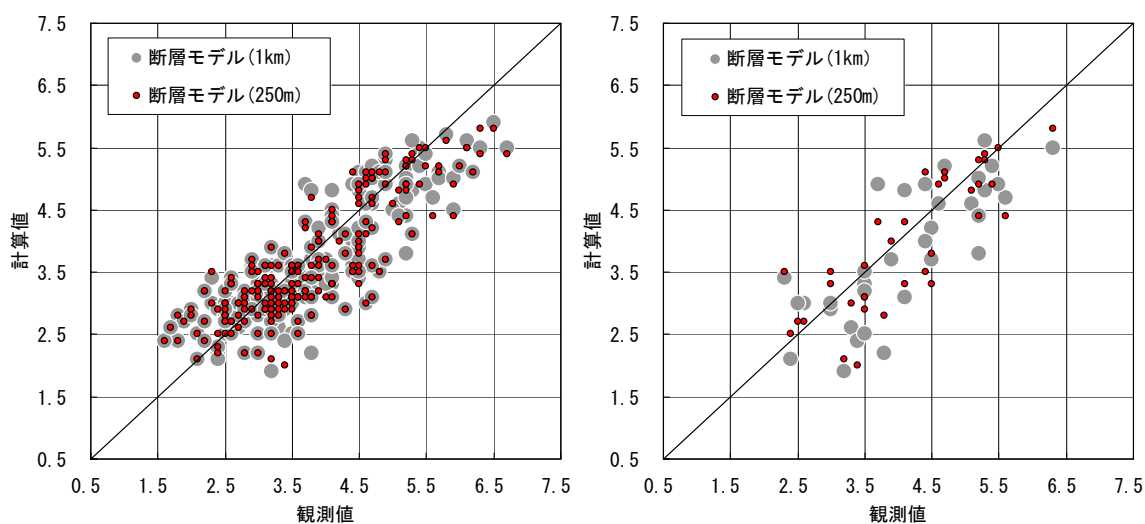
(2) 地盤データの細分化の影響

地盤データの細分化が地震動予測に与える影響を評価するため、比較地点とした全観測点と、そのうち1kmメッシュ単位と250mメッシュ単位のAVS30が20%以上異なる観測点の2通りの場合についてRMS値を求める。AVS30が大きく異なる観測点は、地盤データを細分化したことで、その所属するメッシュの地盤区分が変更された地点であり、地震動予測結果に地盤データの細分化の影響が反映される地点である。

表Ⅲ-1から、全観測点の場合は、250mメッシュ単位のRMS値が1kmメッシュ単位よりも若干小さくなっており、2004年新潟県中越地震全体としては、地盤データの細分化による地震動予測の精度は僅かに向上しているといえる。ただし、AVS30が20%以上異なる観測点の場合は、250mメッシュ単位のRMS値が1kmメッシュ単位よりもかなり小さくなっており、また、図Ⅲ-5から250mメッシュ単位の方がばらつきが小さくなっているため、地盤データの細分化による効果がよく現れていると考えられる。

表Ⅲ-1 RMS値

	全観測点	AVS30が20%以上異なるメッシュに存在する観測点
1kmメッシュ単位 (A)	0.59	0.72
250mメッシュ単位 (B)	0.58	0.64
地盤データの細分化の影響 (B/A)	0.98	0.88



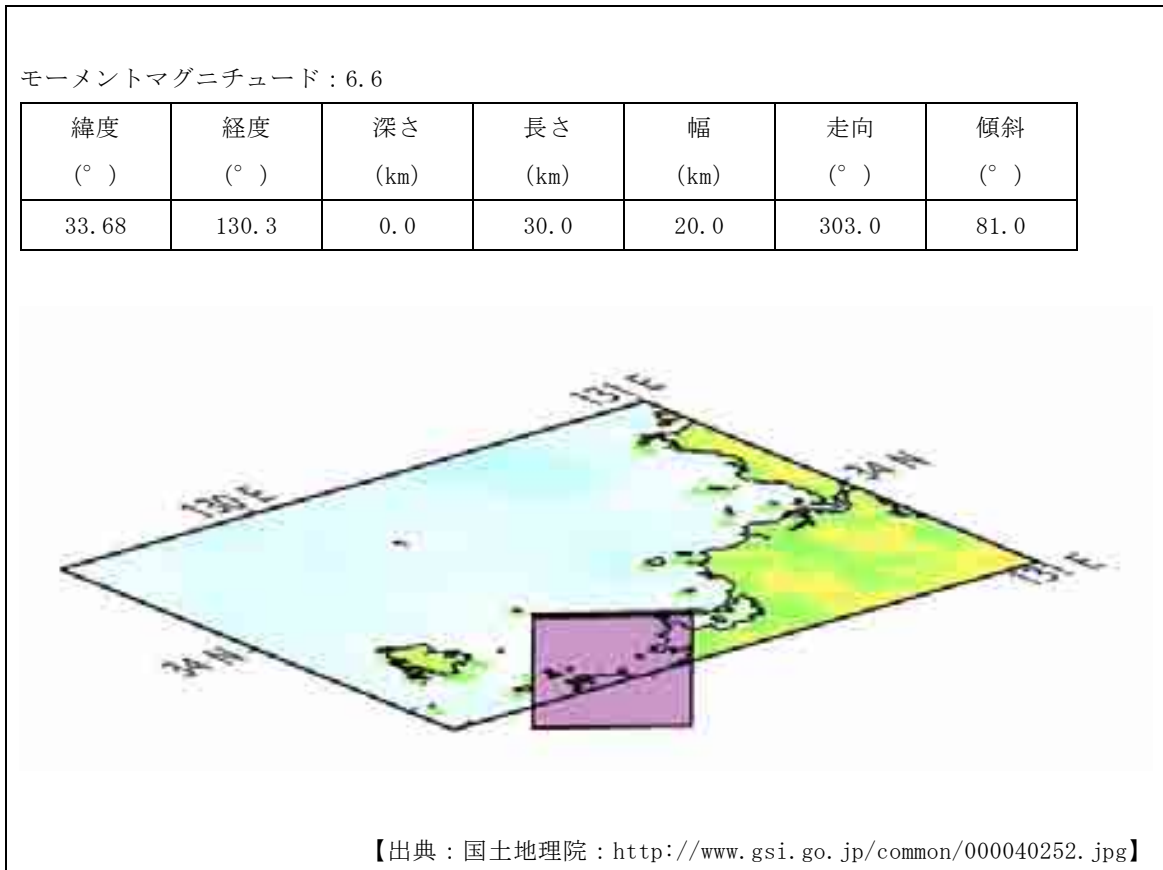
図Ⅲ-5 観測値と計算値との比較

(左図：全観測点，右図：AVS30が20%以上異なるメッシュに存在する観測点)

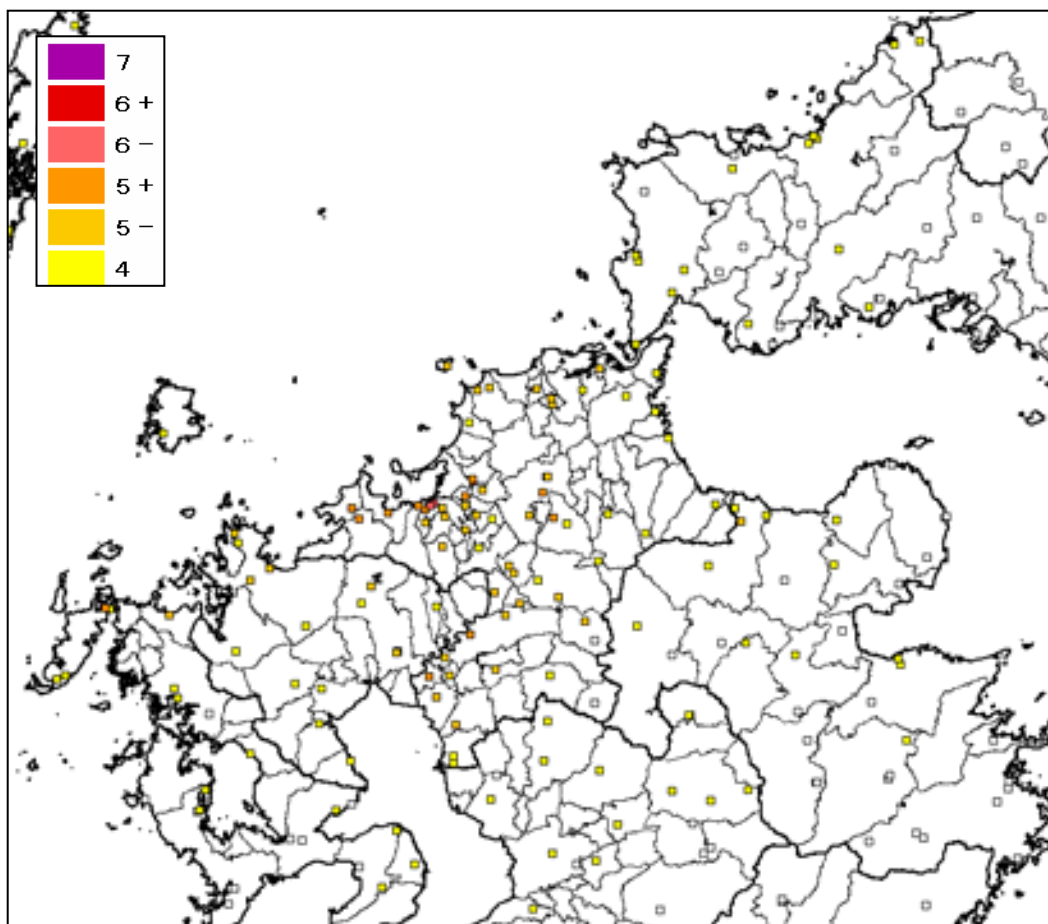
2-2. 2005年福岡県西方沖地震

(1) 計算条件および地震動予測結果

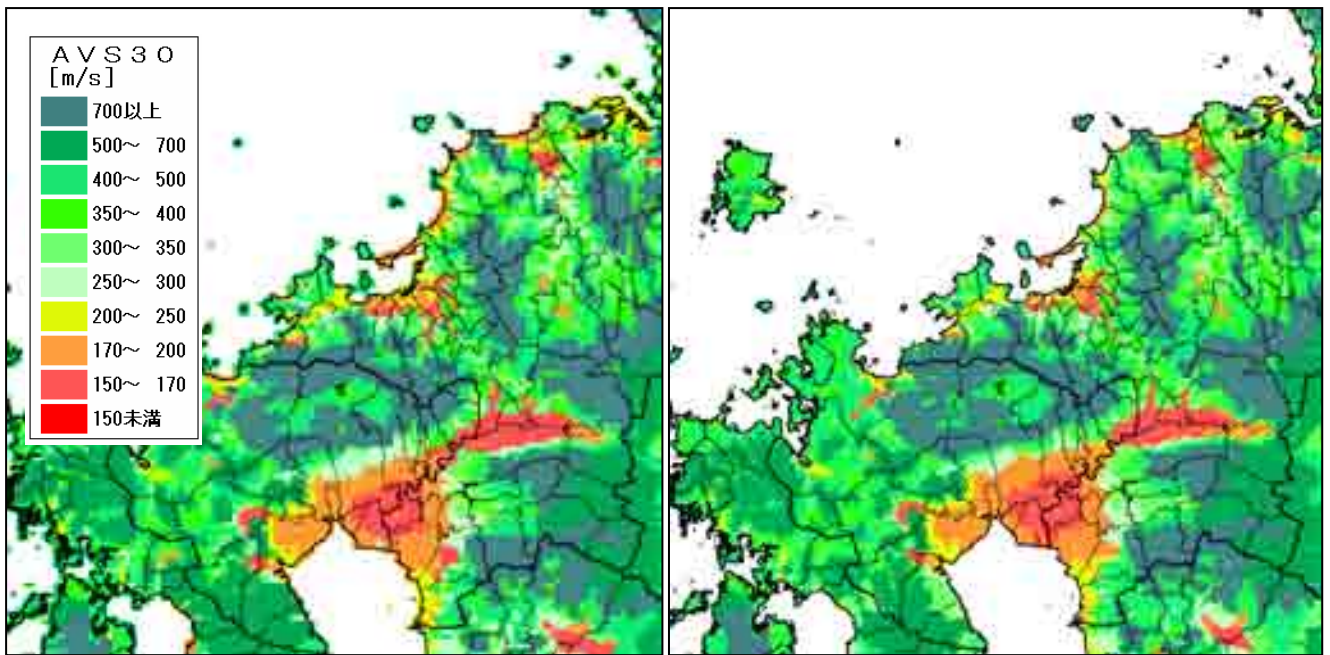
設定した震源モデルを図Ⅲ-6に、比較地点として用いた地震観測記録の情報を図Ⅲ-7に、計算対象地域の地盤特性としてAVS30の分布を図Ⅲ-8に示す。また、地震動（計測震度）の予測結果を図Ⅲ-9に示す。



図Ⅲ-6 震源モデル

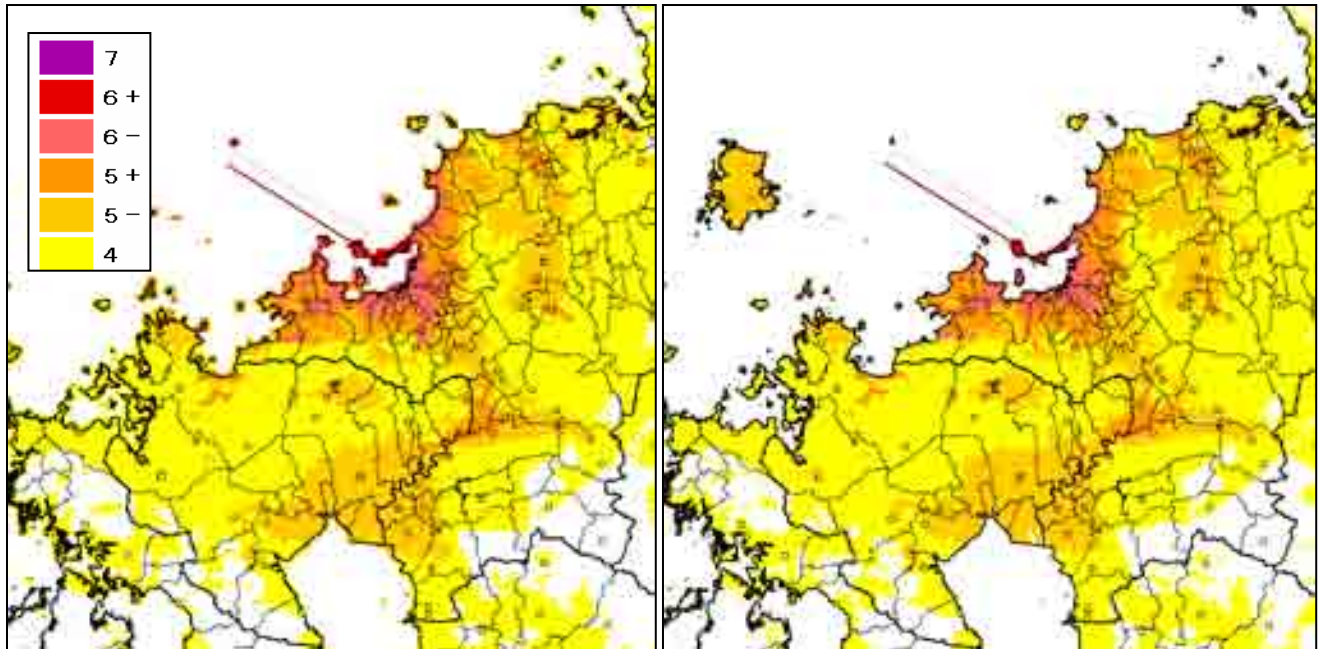


図Ⅲ-7 比較地点として用いた地震観測点



図Ⅲ-8 AVS30分布図

(左図：1kmメッシュ単位，右図：250mメッシュ単位)



図Ⅲ-9 計測震度の予測結果

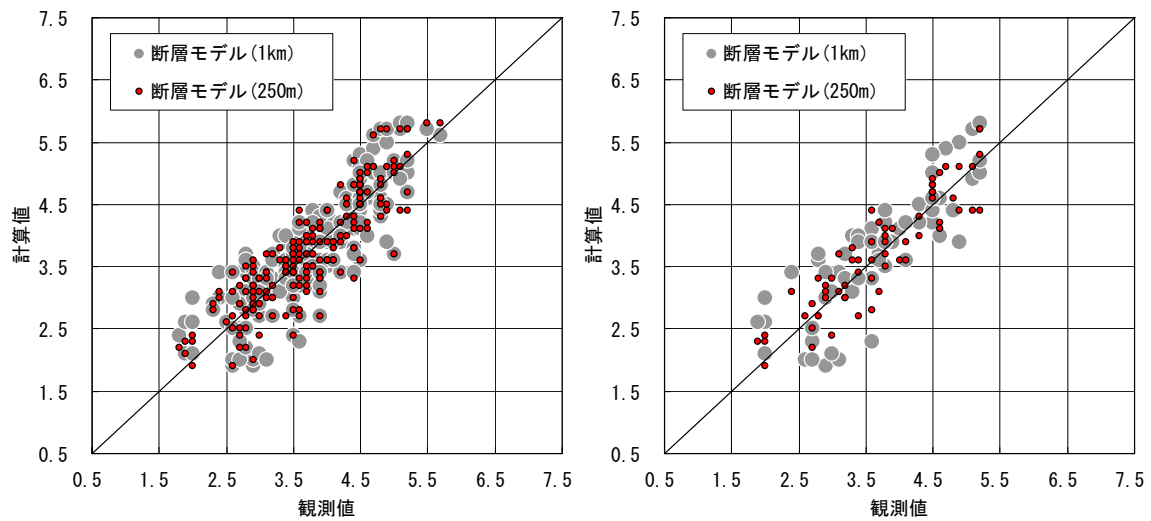
(左図：1kmメッシュ単位，右図：250mメッシュ単位)

(2) 地盤データの細分化の影響

表Ⅲ-2から、全観測点の場合は、250mメッシュ単位のRMS値が1kmメッシュ単位よりも小さくなっており、また、図Ⅲ-10から250mメッシュ単位の方がばらつきが小さくなっているため、2005年福岡県西方沖地震全体として、地盤データの細分化による地震動予測の精度向上が実現されている。AVS30が20%以上異なる観測点の場合は、250mメッシュ単位のRMS値とばらつきがさらに小さくなっており、地盤データの細分化による効果がよく現れていると考えられる。

表Ⅲ-2 RMS値

	全観測点	AVS30が20%以上異なるメッシュに存在する観測点
1kmメッシュ単位 (A)	0.49	0.55
250mメッシュ単位 (B)	0.43	0.38
地盤データの細分化の影響 (B/A)	0.88	0.70



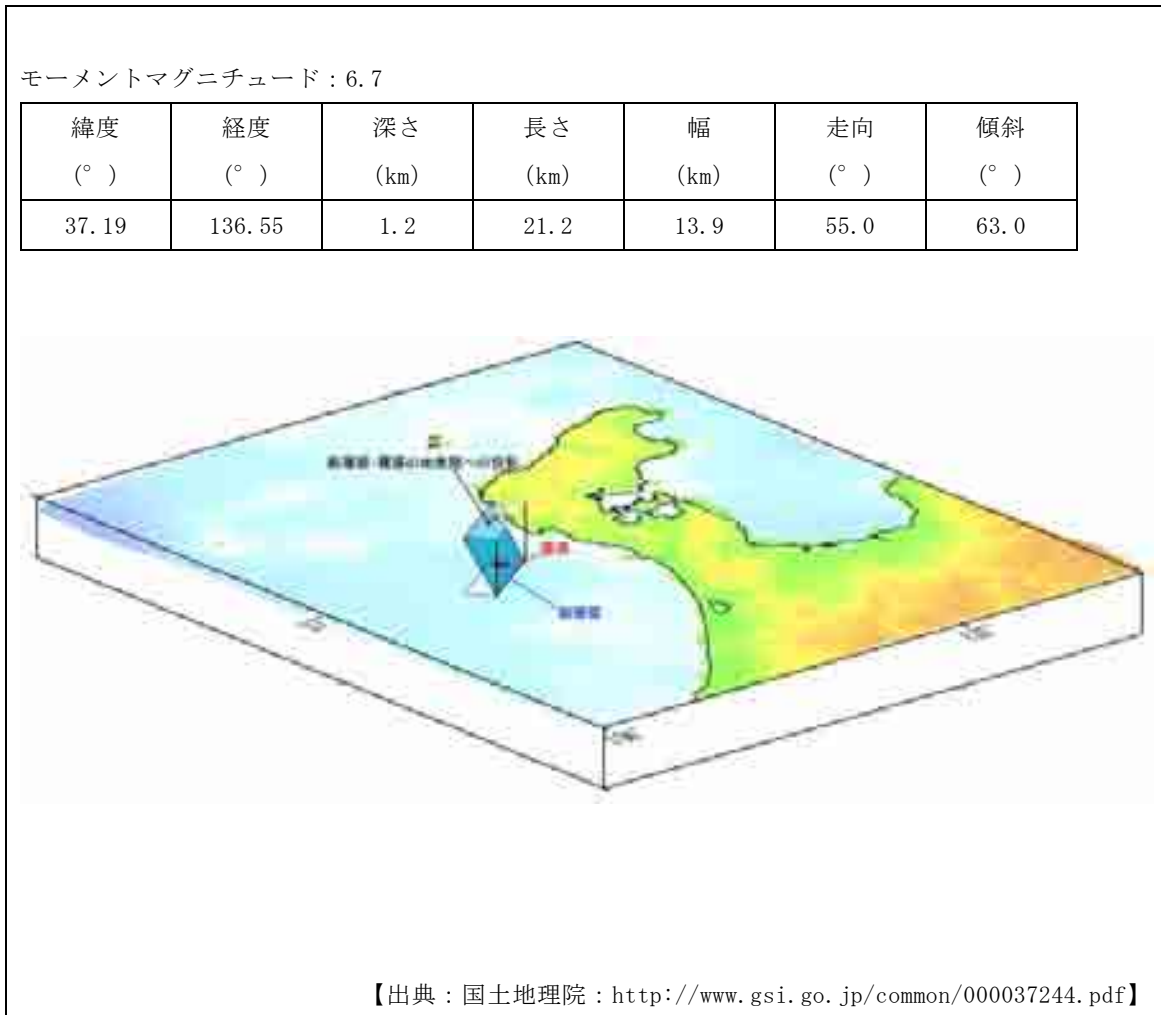
図Ⅲ-10 観測値と計算値との比較

(左図：全観測点，右図：AVS30が20%以上異なるメッシュに存在する観測点)

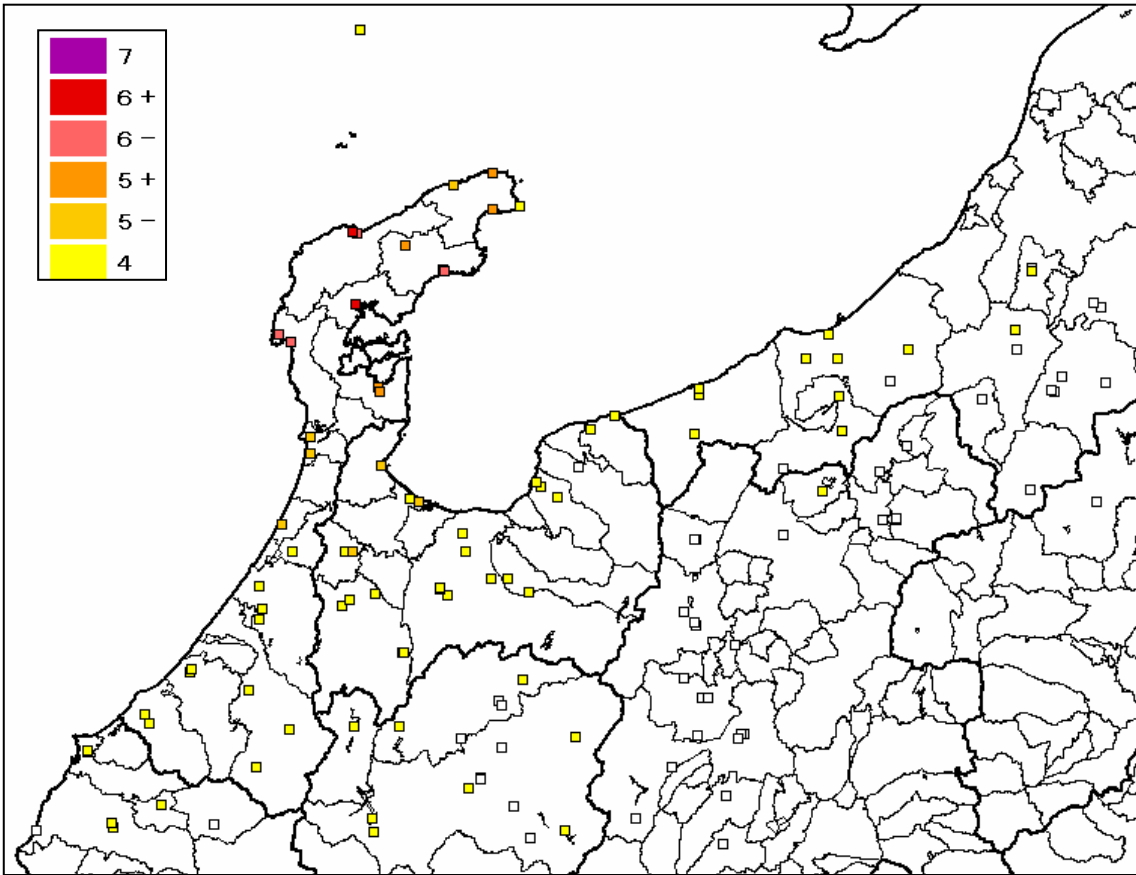
2-3. 2007年能登半島地震

(1) 計算条件および地震動予測結果

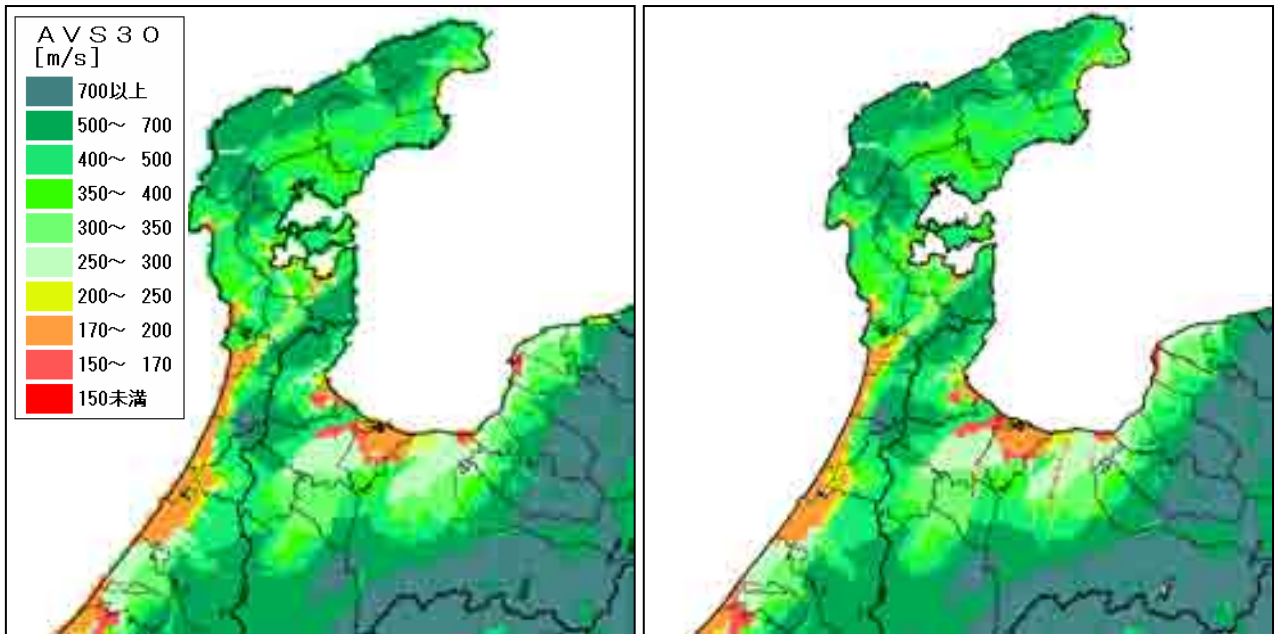
設定した震源モデルを図Ⅲ-11に、比較地点として用いた地震観測記録の情報を図Ⅲ-12に、計算対象地域の地盤特性としてAVS30の分布を図Ⅲ-13に示す。また、地震動（計測震度）の予測結果を図Ⅲ-14に示す。



図Ⅲ-11 震源モデル

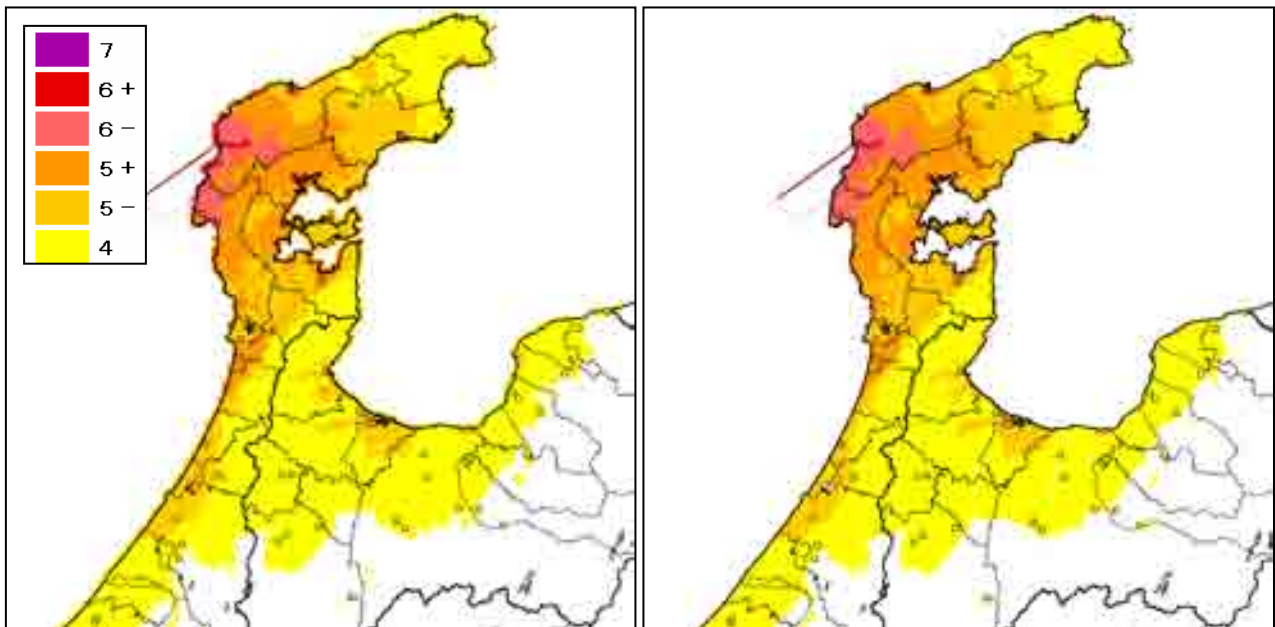


図Ⅲ-12 比較地点として用いた地震観測点



図Ⅲ-13 AVS30分布図

(左図：1kmメッシュ単位，右図：250mメッシュ単位)



図Ⅲ-14 計測震度の予測結果

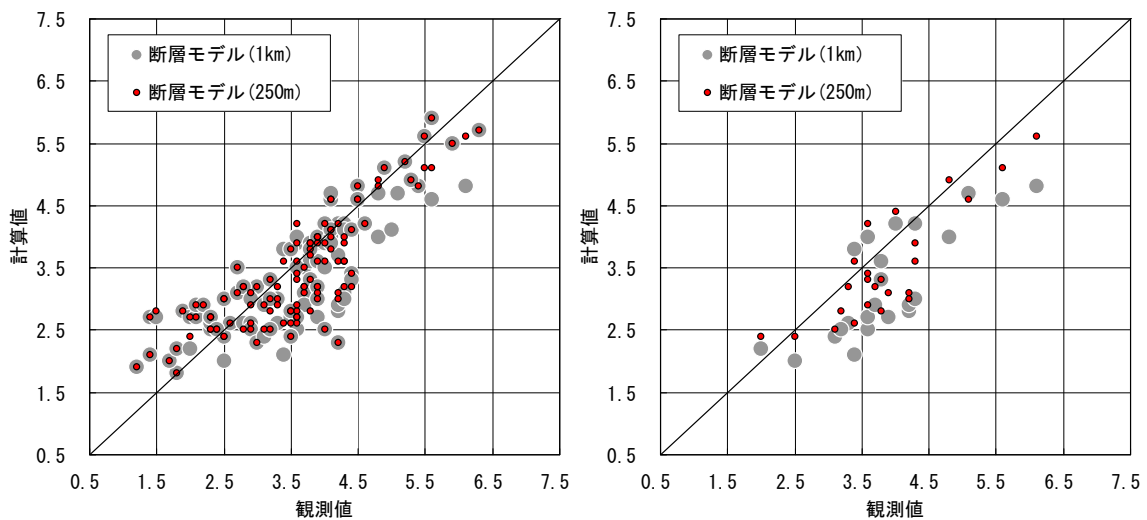
(左図：1kmメッシュ単位，右図：250mメッシュ単位)

(2) 地盤データの細分化の影響

表Ⅲ-3から、全観測点の場合は、250mメッシュ単位のRMS値が1kmメッシュ単位よりも小さくなっており、また、図Ⅲ-15から250mメッシュ単位の方がばらつきが小さくなっているため、2007年能登半島地震全体として、地盤データの細分化による地震動予測の精度向上が実現されている。AVS30が20%以上異なる観測点の場合は、250mメッシュ単位のRMS値とばらつきがさらに小さくなっており、地盤データの細分化による効果がよく現れていると考えられる。

表Ⅲ-3 RMS値

	全観測点	AVS30が20%以上異なるメッシュに存在する観測点
1kmメッシュ単位 (A)	0.64	0.85
250mメッシュ単位 (B)	0.59	0.60
地盤データの細分化の影響 (B/A)	0.92	0.71



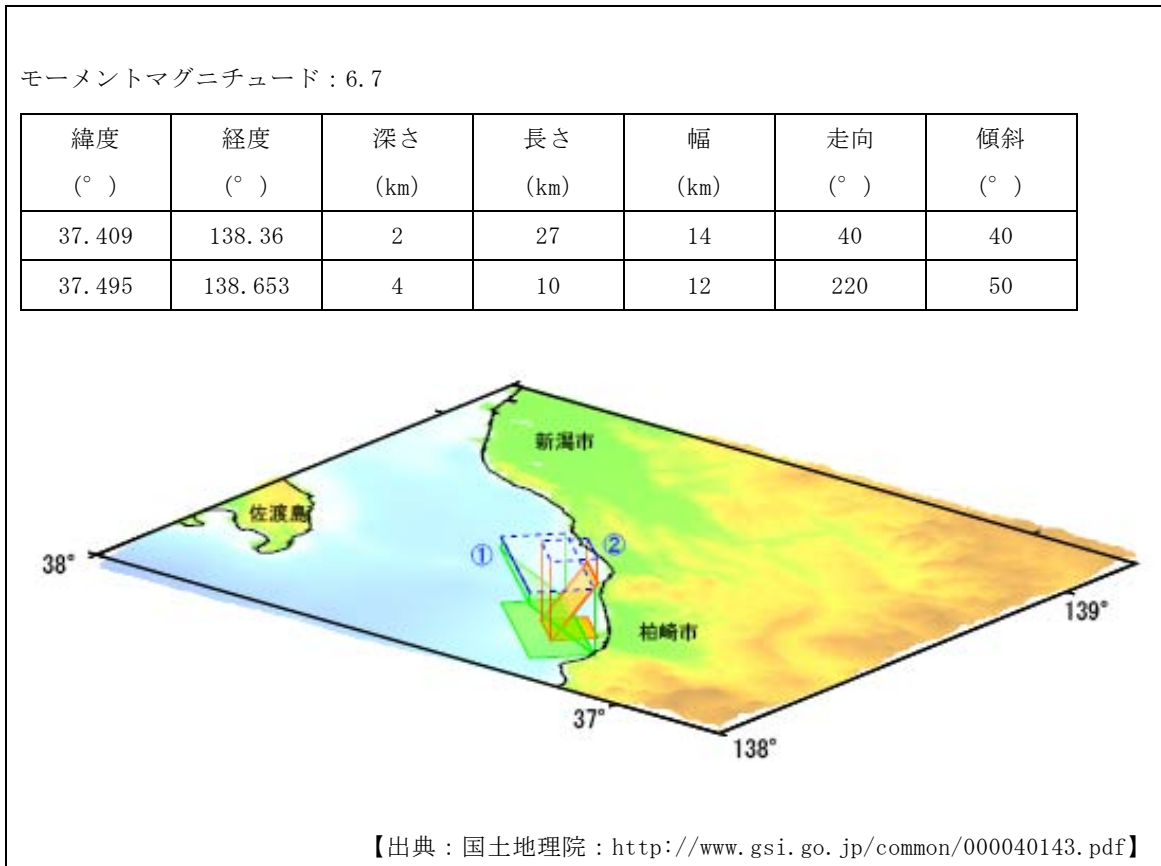
図Ⅲ-15 観測値と計算値との比較

(左図：全観測点，右図：AVS30が20%以上異なるメッシュに存在する観測点)

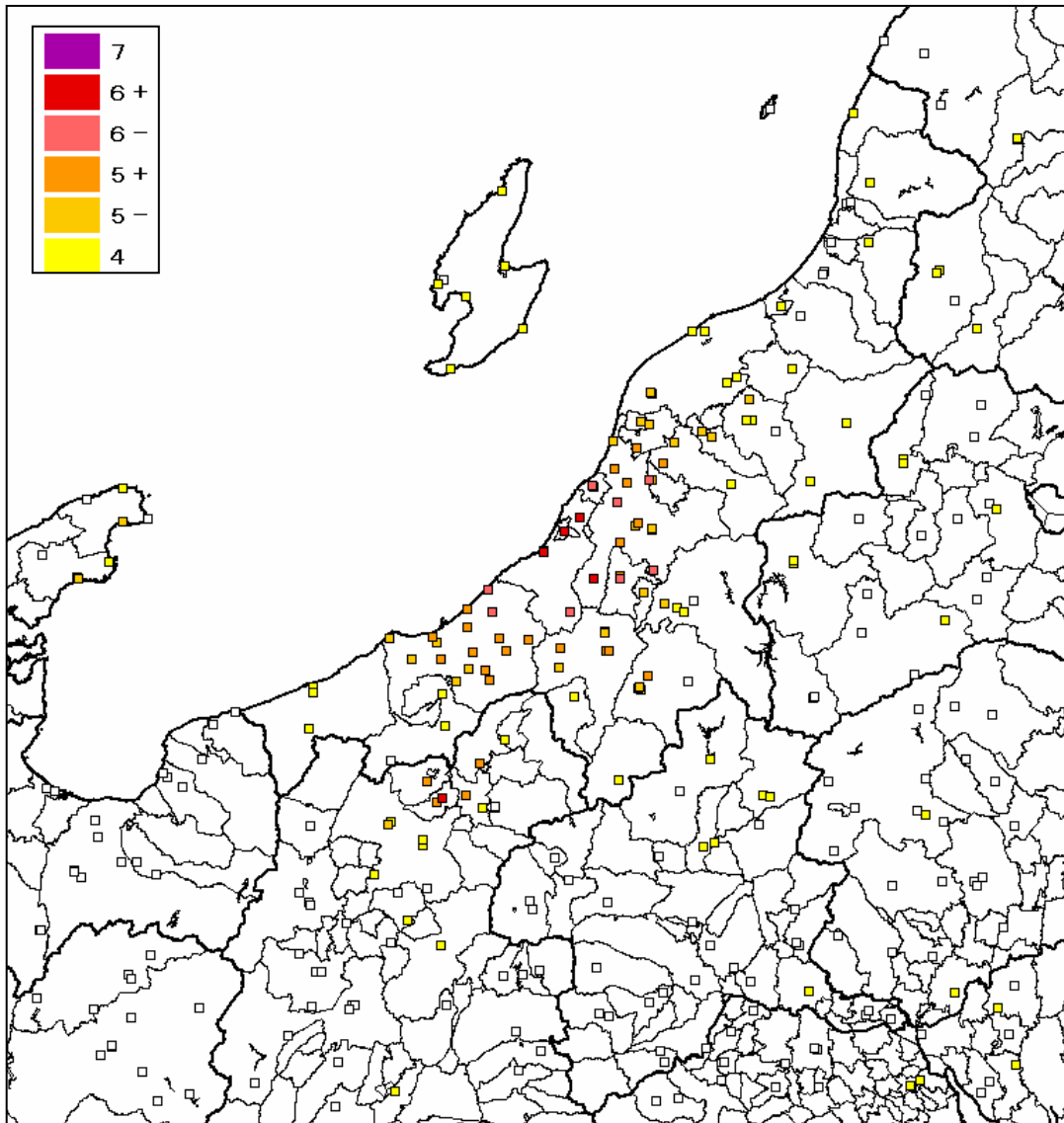
2-4. 2007年新潟県中越沖地震

(1) 計算条件および地震動予測結果

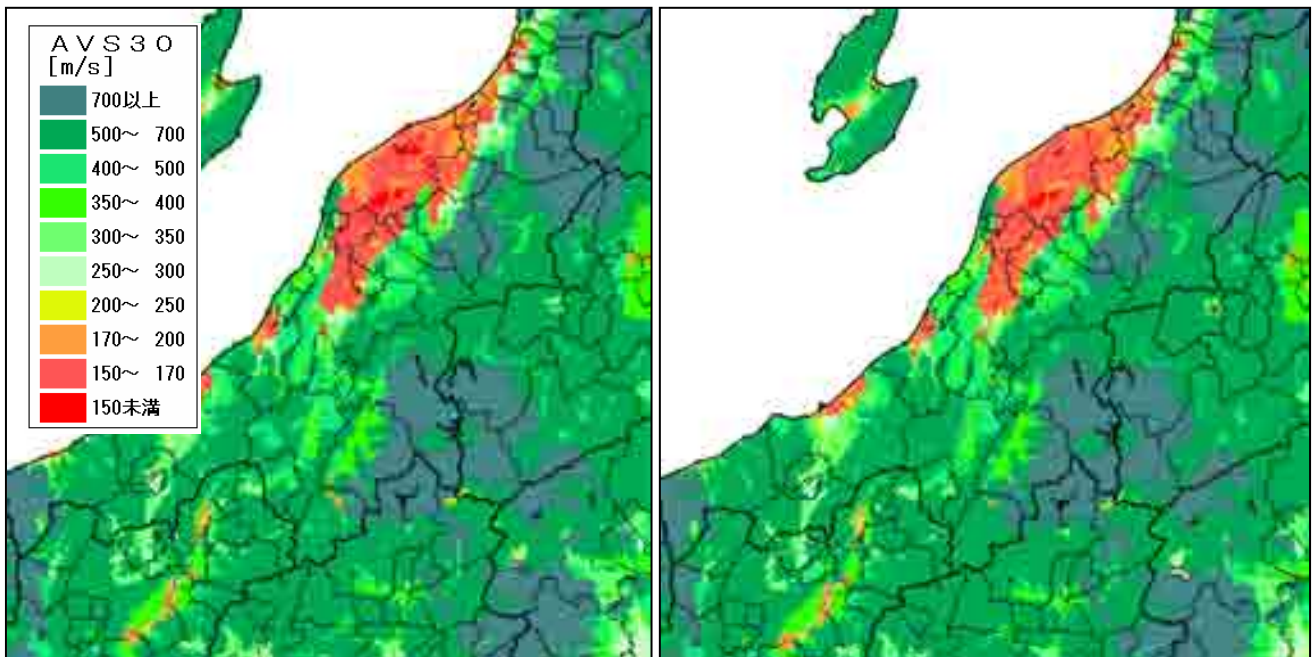
設定した震源モデルを図Ⅲ-16に、比較地点として用いた地震観測記録の情報を図Ⅲ-17に、計算対象地域の地盤特性としてAVS30の分布を図Ⅲ-18に示す。また、地震動（計測震度）の予測結果を図Ⅲ-19に示す。



図Ⅲ-16 震源モデル

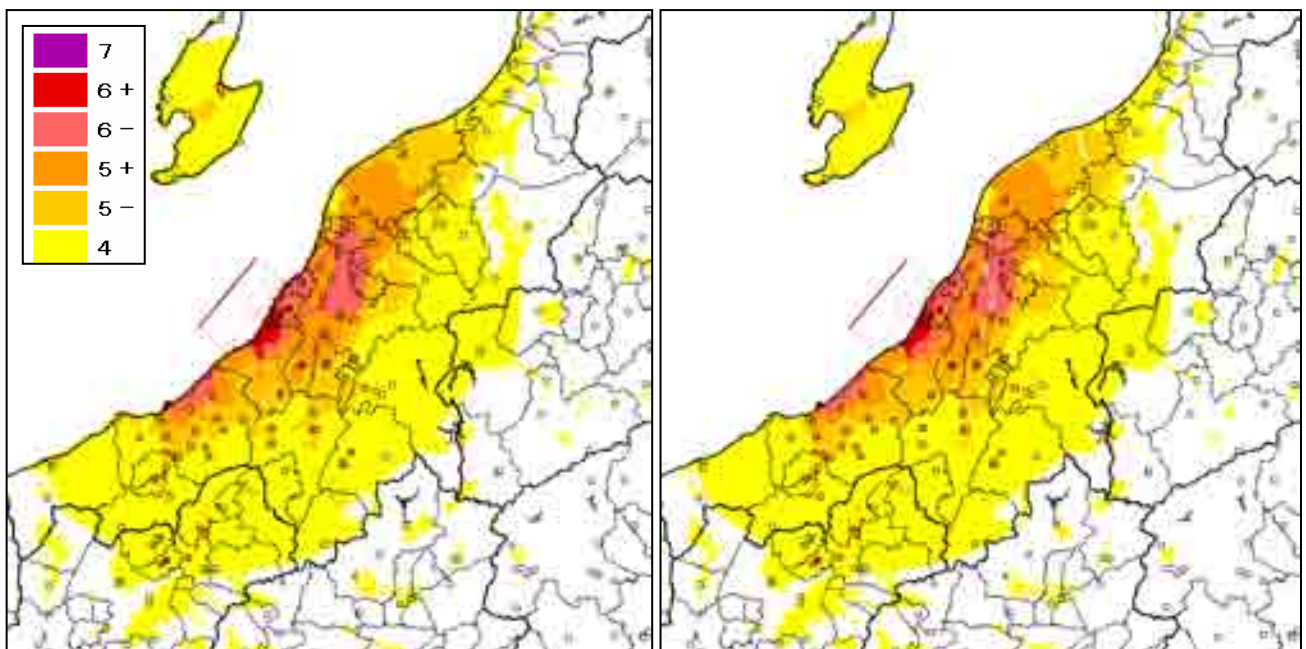


図Ⅲ-17 比較地点として用いた地震観測点



図Ⅲ-18 AVS30分布図

(左図：1kmメッシュ単位，右図：250mメッシュ単位)



図Ⅲ-19 計測震度の予測結果

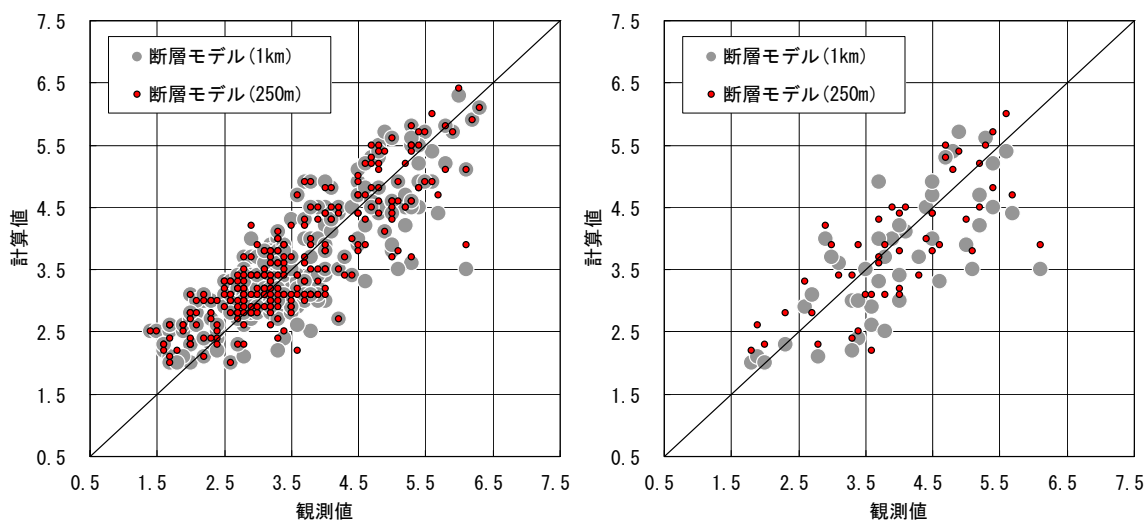
(左図：1kmメッシュ単位，右図：250mメッシュ単位)

(2) 地盤データの細分化の影響

表Ⅲ-4から、全観測点の場合は、250mメッシュ単位のRMS値が1kmメッシュ単位よりも若干小さくなっており、2007年新潟県中越沖地震全体としては、地盤データの細分化による地震動予測の精度は僅かに向上しているといえる。ただし、AVS30が20%以上異なる観測点の場合は、250mメッシュ単位のRMS値が1kmメッシュ単位よりもかなり小さくなっており、また、図Ⅲ-20から250mメッシュ単位の方がばらつきが小さくなっているため、地盤データの細分化による効果が現れていると考えられる。

表Ⅲ-4 RMS値

	全観測点	AVS30が20%以上異なるメッシュに存在する観測点
1kmメッシュ単位 (A)	0.59	0.79
250mメッシュ単位 (B)	0.57	0.70
地盤データの細分化の影響 (B/A)	0.96	0.89



図Ⅲ-20 観測値と計算値との比較

(左図：全観測点，右図：AVS30が20%以上異なるメッシュに存在する観測点)

2-5. まとめ

地盤データの細分化（1kmメッシュ単位から250mメッシュ単位）が地震動予測に与える影響を評価するため、近年の4地震（2004年新潟県中越地震，2005年福岡県西方沖地震，2007年能登半島地震，2007年新潟県中越沖地震）を対象に，本システムの計算値と観測値との比較を行った。

その結果，地震全体としての地盤データ細分化による地震動予測の精度向上は，2005年福岡県西方沖地震と2007年能登半島地震ではある程度みられ，2004年新潟県中越地震と2007年新潟県中越沖地震では僅かに向上した。また，1kmメッシュ単位と250mメッシュ単位のAVS30が20%以上異なる観測点の場合は，どの地震でも地盤データの細分化による効果ははっきりと現れた。1kmメッシュ単位と250mメッシュ単位のAVS30が大きく異なる観測点は，地盤データを細分化したことで，その所属するメッシュの地盤区分が変更された地点であり，地震動予測の精度向上に地盤データの細分化が有効であることを示していると考えられる。