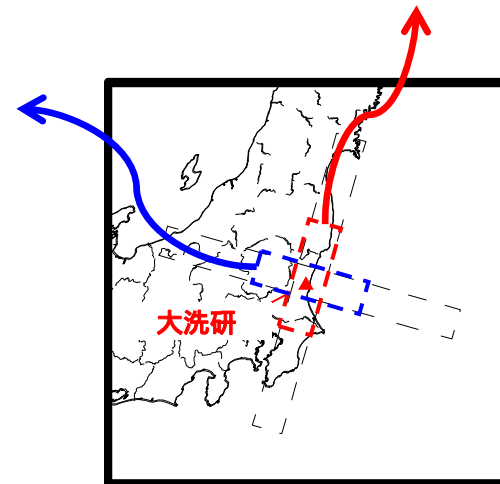
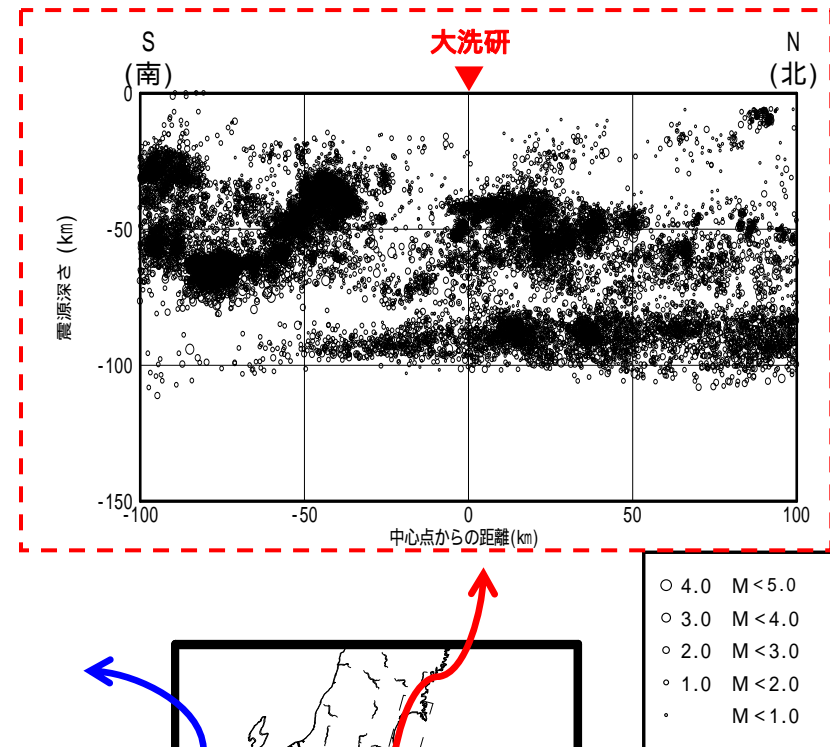
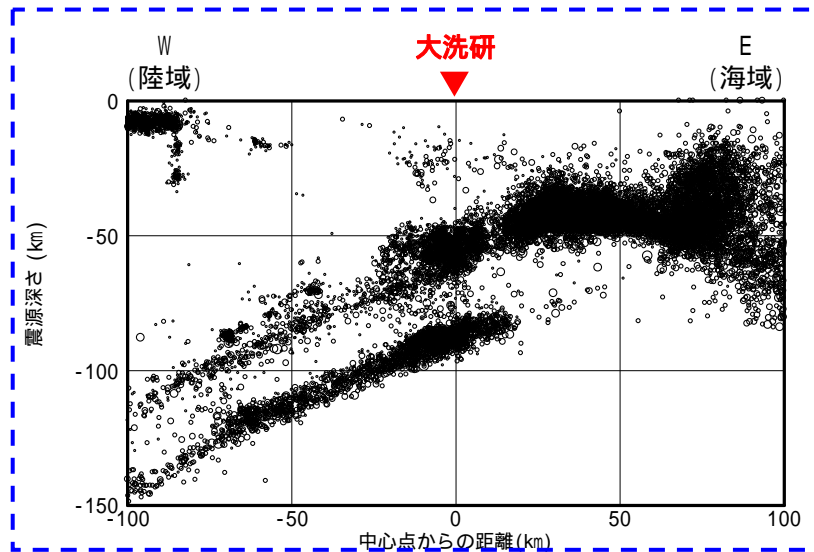


地震に関する調査(2/10)

1) 敷地周辺における地震発生状況

深さ80km程度以深では、震源の鉛直分布に太平洋プレートの二重深発地震面が見られ、陸域に近づくにつれ深くなる。

敷地周辺では、深さ50km程度以深で地震が発生している。



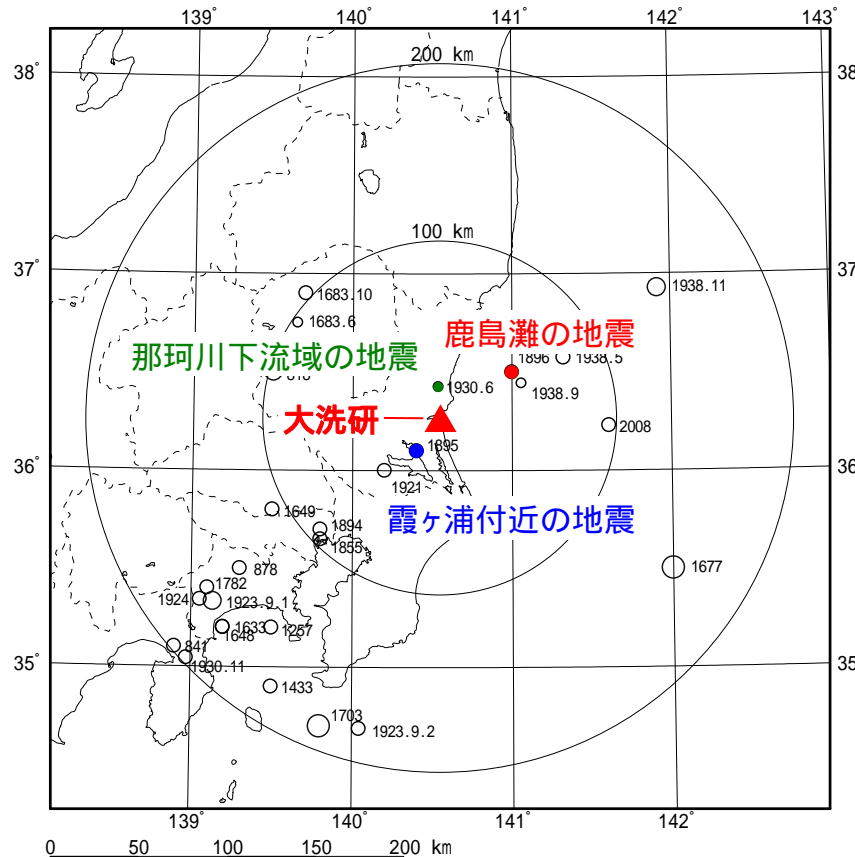
敷地周辺におけるM5未満の地震の震源鉛直分布
 【南北断面及び東西断面】
 (気象庁、1998年1月～2008年11月)

地震に関する調査(3/10)

主な被害地震一覧が若干異なる

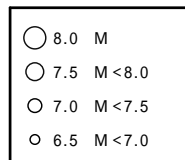
2) 過去の被害地震

原科研が北に約20kmの位置にある関係で、敷地より200km圏内の地震が若干異なる。
なお、敷地周辺の地震に関しては同一



半径50km以内はMが6.5以上、
半径50km超 - 200km以内はMが7以上 を表示してある。
以下の文献の震央位置、Mに基づき作図

1884年以前の地震:「最新版 日本被害地震総覧[416]-2001」
1885年～1922年の地震: 宇津カタログ(1982, 1985)
1923年以降の地震: 気象庁地震カタログ(2008年11月末現在)

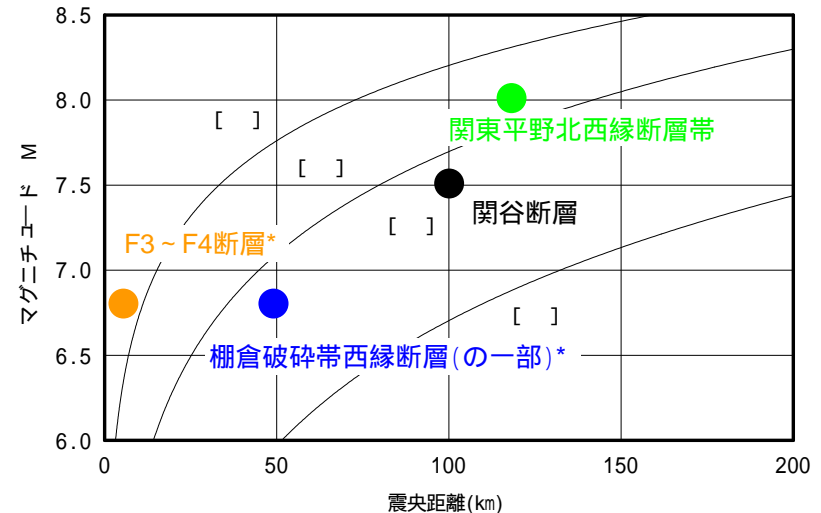
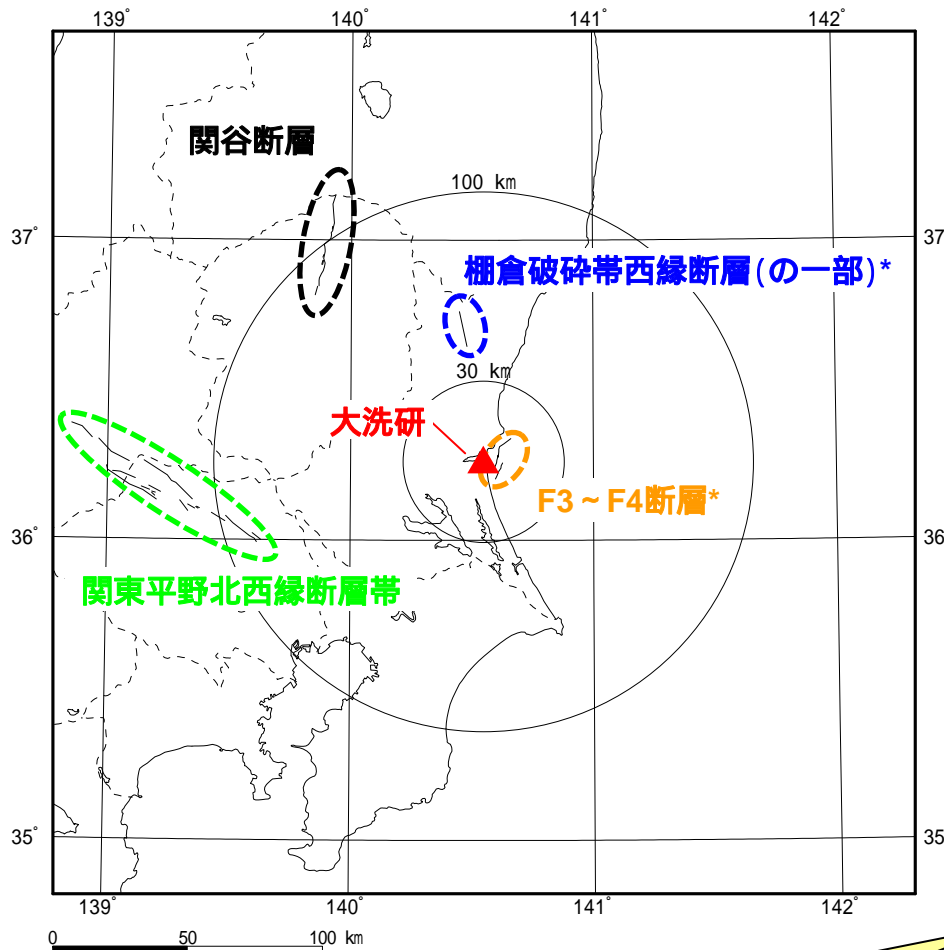


敷地周辺の主な被害地震

地震番号	年.月.日	震央位置		深さ (km)	マグニチュード	震央距離 (km)	震度	地名 (地震名)
		東経	北緯					
011	0818.----	139.0-140.0°	36.0-37.0°		7.5	97 ¹⁾		関東諸国
015	0841.----	138.9	35.1		7.0	197		伊豆
022	0878.11.01	139.3	35.5		7.4	141		関東諸国
048	1257.10.09	139.5	35.2		7.0-7.5	152		関東南部
062	1433.11.06	139.5	34.9		7.0	179		相模
096	1633.03.01	139.2	35.2		7.0±1/4	170		相模・駿河・伊豆
106	1648.06.13	139.2	35.2		7.0	170		相模
108	1649.07.30	139.5	35.8		7.0±1/4	108		武蔵・下野
131	1677.11.04	142.0	35.5		8.0	156		磐城・常陸・安房・上総・下総
134	1683.06.18	139.65	36.75		6.5-7.0	97		日光
135	1683.10.20	139.7	36.9		7.0±1/4	103		日光
149	1703.12.31	139.8	34.7		7.9-8.2	187	2)	江戸・関東諸国(元禄地震)
207	1782.08.23	139.1	35.4		7.0	162		相模・武蔵・甲斐
262	1855.11.11	139.8	35.65		7.0-7.1	96		江戸および付近(江戸地震)
308	1894.06.20	139.8	35.7		7.0	92	2)	東京湾北部
312	1895.01.18	140.4	36.1		7.2	23	2)	霞ヶ浦付近
314	1896.01.09	141	36 1/2		7.3	48		鹿島灘
423	1921.12.08	140.2	36.0		7.0	43	2)	茨城県龍ヶ崎付近
430	1923.09.01	139.1357	35.3312	23	7.9	164	2)	関東南部(関東大地震)
432	1923.09.02	140.0448	34.6885	14	7.3	181		千葉県勝浦沖
435	1924.01.15	139.0550	35.3407	0	7.3	170	2)	丹沢山塊
459	1930.06.01	140.5370	36.4262	54.21	6.5	18	3)	那珂川下流域
461	1930.11.26	138.9737	35.0430	0.59	7.3	197	3)	伊豆北部(北伊豆地震)
488	1938.05.23	141.3240	36.5738	0	7.0	78	3)	塩屋崎沖
491	1938.09.22	141.0582	36.4435	48	6.5	50	3)	鹿島灘
492	1938.11.05	141.9187	36.9257	43	7.5	143	3)	福島県東方沖(福島県東方沖地震)
	2008.05.08	141.6077	36.2282	50.57	7.0	95	4)	茨城県東方はるか沖

1)震央を東経139.5°、北緯36.5°として算定。
2)「最新版 日本被害地震総覧[416]-2001」による。
3)水戸市金町の震度観測値。
4)東海村東海の震度観測値。

3) 敷地周辺の主な断層



敷地周辺の主な活断層から推定される
マグニチュードと震央距離の関係

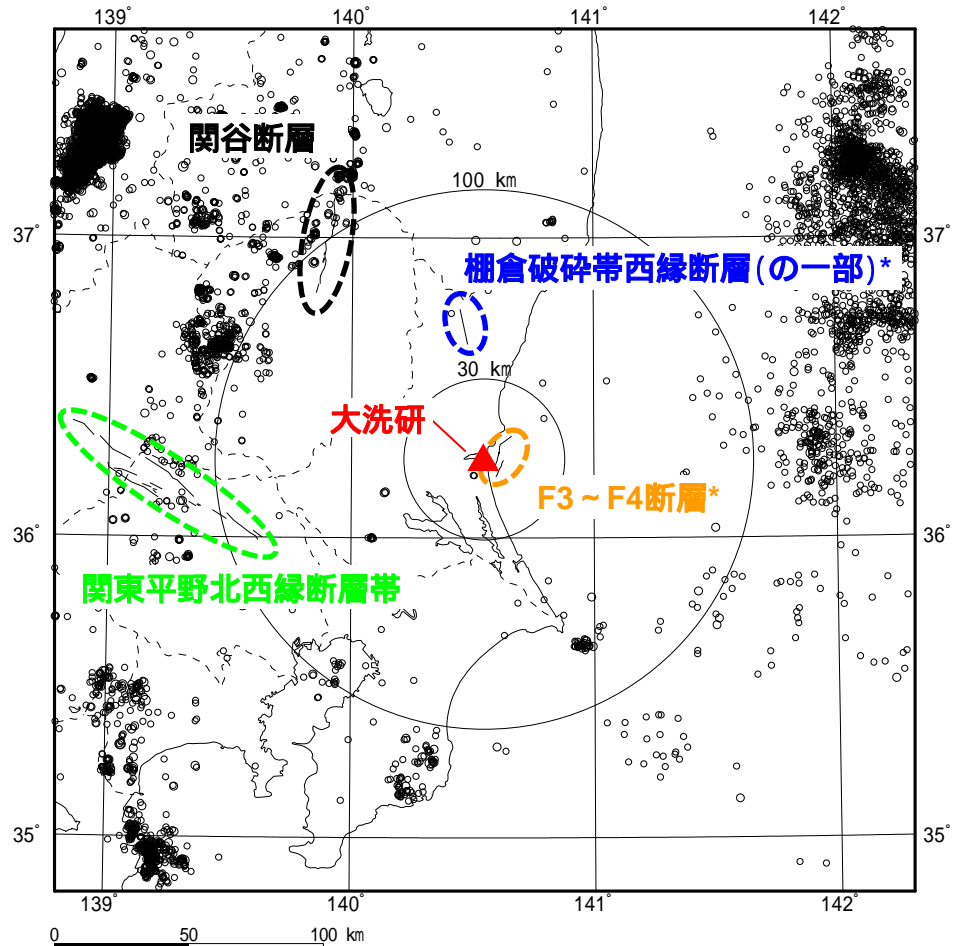
番号	断層名	断層長さ (km)	マグニチュード M**	等価震源距離 (km)
1	関谷断層	40	7.5	106
2	関東平野北西縁断層帯	82	8.0	120
3	棚倉破碎帯西縁断層(の一部)*	16	6.8	50
4	F3~F4断層*	16	6.8	10

棚倉破碎帯西縁断層(の一部)の断層長さ:
地震動評価では、M6.8を確保するために、断層
長さを16kmとして扱う。(地質調査結果は13km)

* 地質学的に最終活動時期を評価するための地層が上載しないことから、
後期更新世以降の活動性が否定できない断層
** マグニチュードの算定は、松田(1975)に基づく。

地震に関する調査(5/10)

4) 敷地周辺の主な活断層と微小地震分布



* 地質学的に最終活動時期を評価するための地層が上載しないことから、後期更新世以降の活動性が否定できない断層

関谷断層については、断層に沿って地震が発生している様子が見られる。

関東北西縁断層帯については、一部で小規模な地震が発生している様子が見られるが、断層全体にわたっての地震の発生は見られない。

敷地に近い棚倉破碎帯西縁断層(の一部)及びF3~F4断層については、地震の発生は見られない。

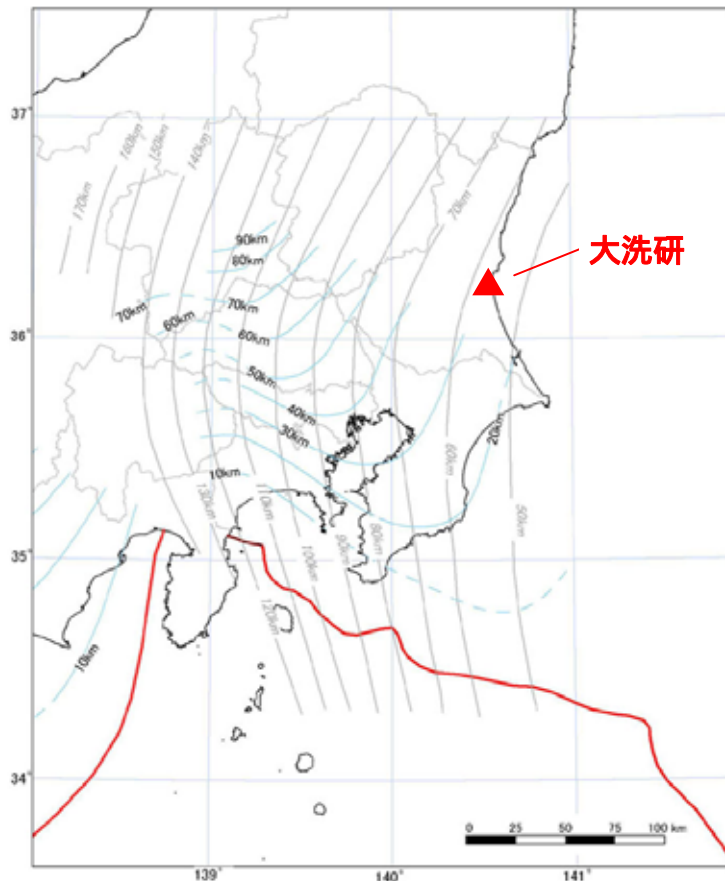
○ 4.0	M < 5.0
○ 3.0	M < 4.0
○ 2.0	M < 3.0

敷地周辺の活断層と小・微小地震の震央分布
(震源深さ20km以浅、2.0 M < 5.0、1998年1月~2008年11月)

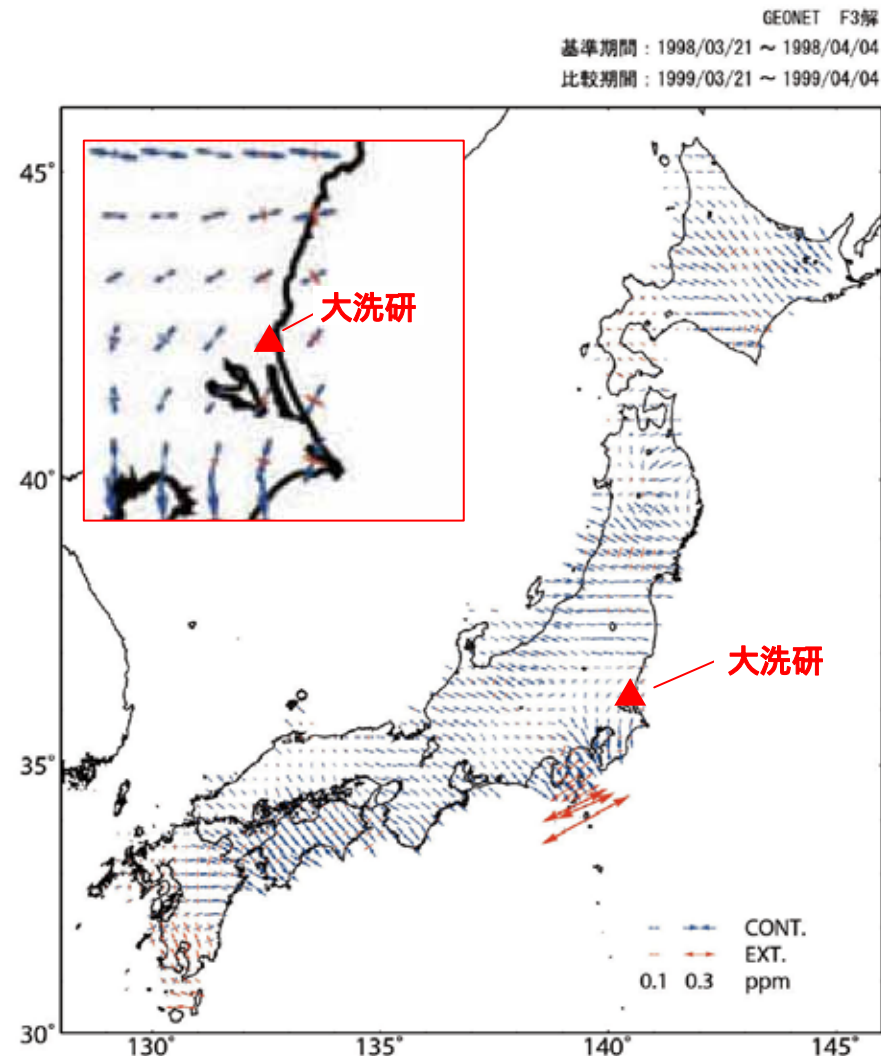
地震に関する調査(6/10)

5) 地球物理学的な知見

1. プレートテクトニクス



地震調査委員会(2004)によるプレート境界面
(フィリピン海プレートと陸のプレートの境界及び
太平洋プレートとフィリピン海プレートの境界)の推定等深線図
(一部加筆)

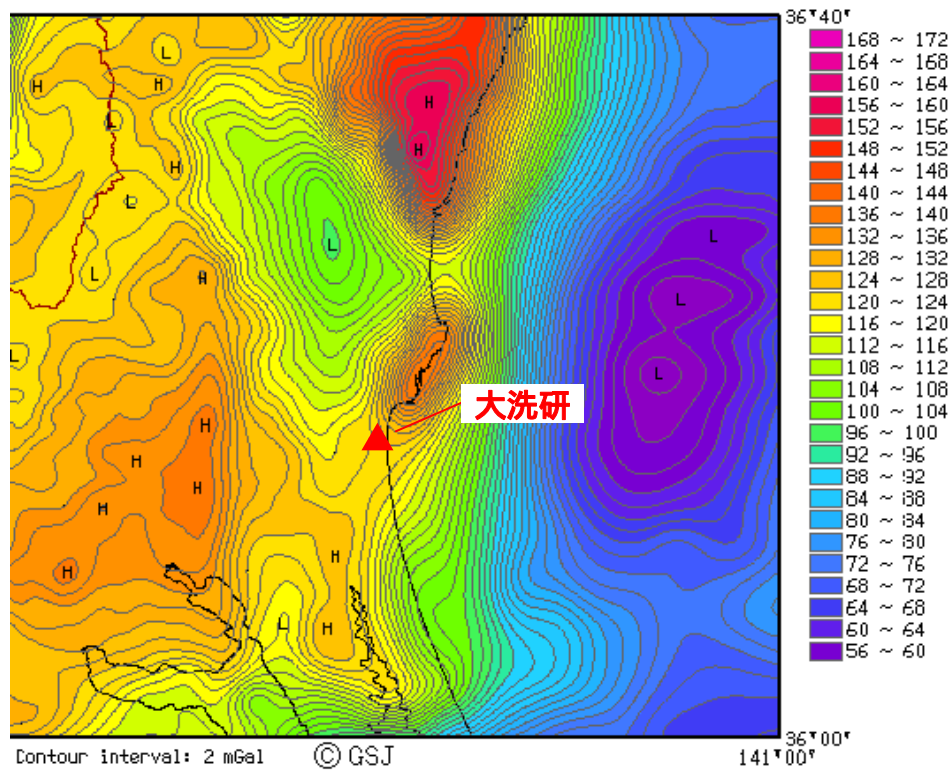


国土地理院(2009)によるGPS連続観測データから推
定した定常時の歪み変化
(一部加筆)

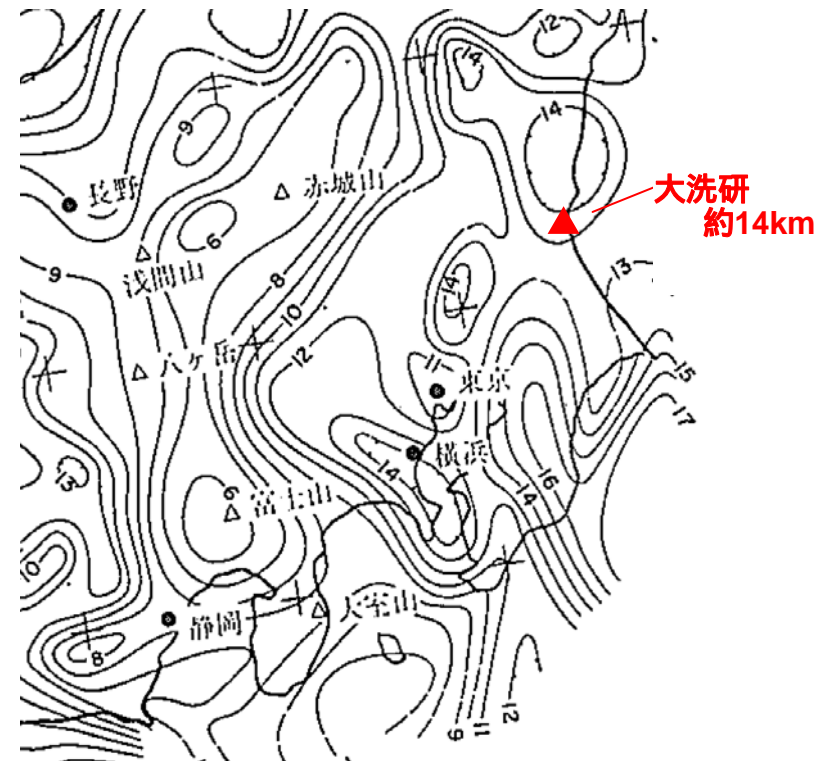
地震に関する調査(7/10)

5) 地球物理学的な知見

2. 物理探査等



地質調査所による敷地周辺の重力異常分布
(日本重力CD-ROM第2版、
現産業技術総合研究所・地質調査総合センター)
(一部加筆)

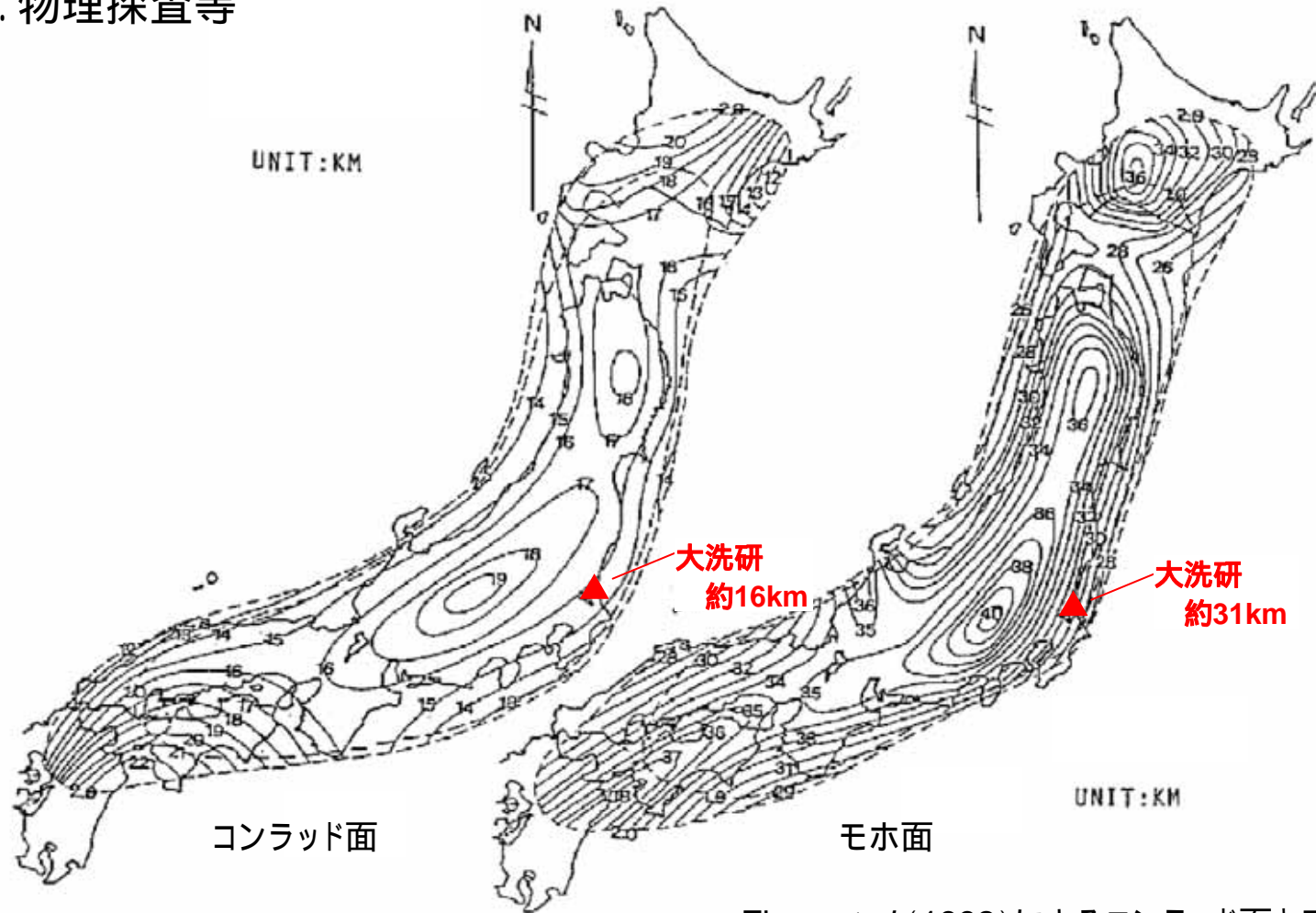


大久保(1984)によるキュリー点深度分布
(一部加筆)

地震に関する調査(8/10)

5) 地球物理学的な知見

2. 物理探査等

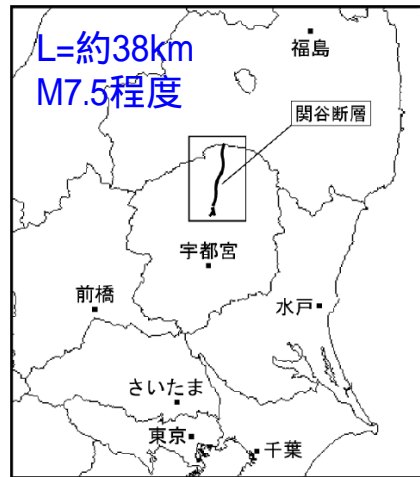


Zhao et al. (1992) によるコンラッド面とモホ面の深さ
(一部加筆)

地震に関する調査(9/10)

6) その他の地震・地震動に関する調査

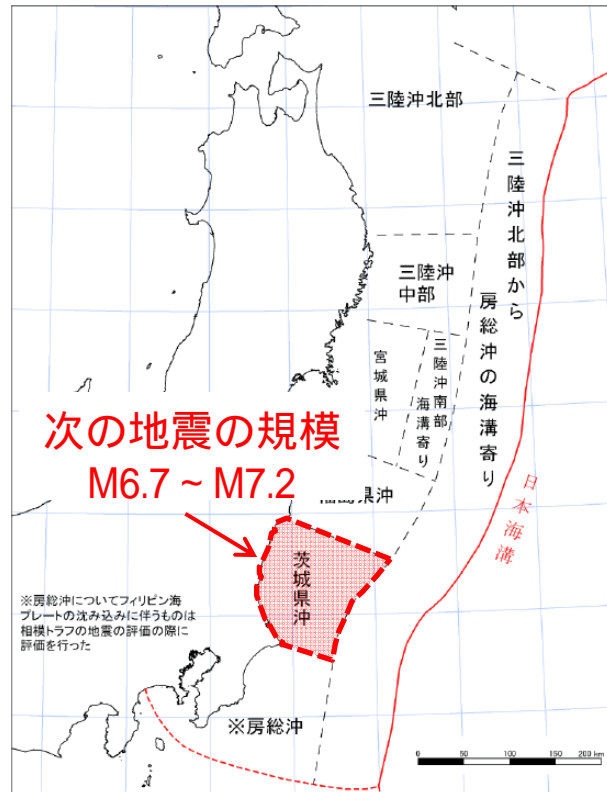
1. 地震調査委員会(地震調査研究推進本部)



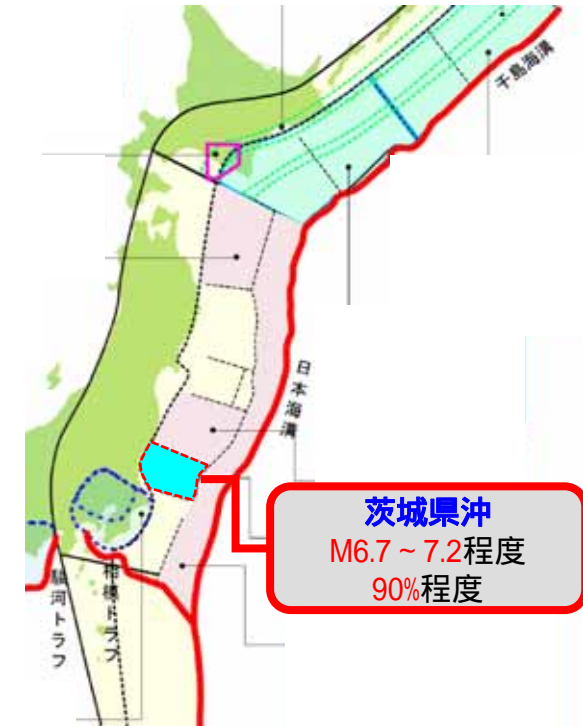
関谷断層(2004)



関東平野北西縁断層帯(2005)



三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価(一部改訂)(2009)
(一部加筆)



全国地震動予測地図(2010)
海溝型地震のうち震源断層を特定しにくい地震
(震源断層を予め特定しにくい地震のうち、
プレート間地震とプレート内地震)
(一部加筆)

地震に関する調査(10/10)

6) その他の地震・地震動に関する調査

2. 中央防災会議(首都直下地震対策専門委員会)

首都直下の地震に対し、よりの確な防災対策を講じるために、被害想定を実施し、被害想定に基づいたより具体的な応急対策や減災対策及び防災対策を検討している。

内陸地殻内地震

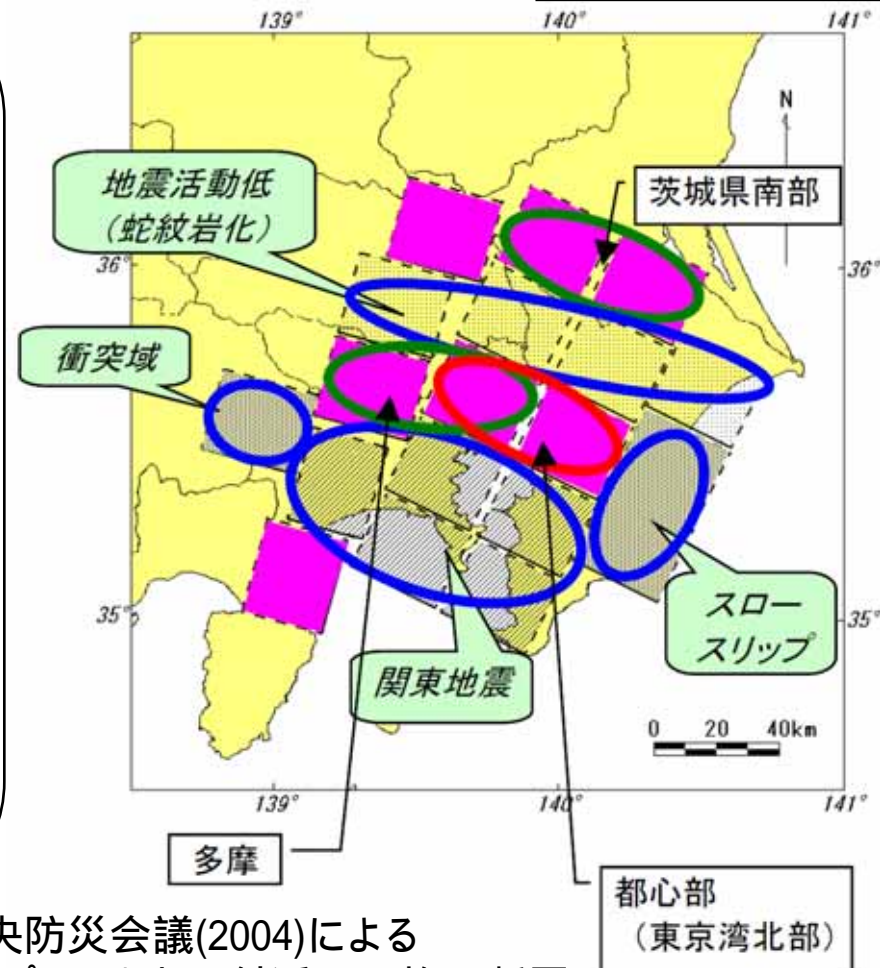
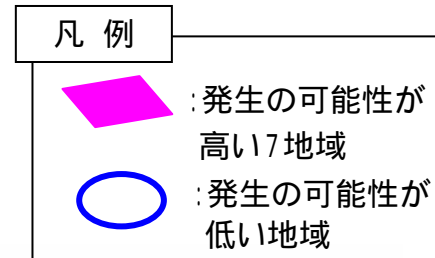
- ・M7以上の地震
関東平野北西縁断層帯、立川断層帯
伊勢原断層帯、三浦半島断層群
神縄・国府津 - 松田断層帯
- ・防災の観点から網羅的に検討するM6.9の地震

プレート間地震

- ・フィリピン海プレートと北米プレートとの境界に、左図に示す19断層面を想定し、過去の発生事例から地震の最大規模M7.3を想定

プレート内地震

- ・プレート境界に設定した19断層面のうち、7断層面を選定し、プレート間地震と同様にM7.3を想定



中央防災会議(2004)による
フィリピン海プレート上面付近の19枚の断層
(一部加筆)

地震発生層の検討(1/11) -これまでの経緯- 検討内容は同一、結果は同様

平成22年8月に提出した大洗研究開発センター/試験研究炉の耐震安全性評価報告書では、敷地の深部地盤構造を把握するために実施した地震波速度トモグラフィ解析の結果を重視して地震発生層を設定した。

この設定に基づき、内陸地殻内地震のF3～F4断層については断層の上下端深さを4～16kmで、震源を特定せず策定する地震動での地域性の検討においては地震発生層を東海地区は4.8～17.5km、大洗地区は4.0～16.0kmで、それぞれ評価した。



原子力安全・保安院:地震・津波,地質・地盤合同WGにおいて、敷地に近い日本原子力発電株式会社東海第二発電所では地震発生層を6～18kmとし、地震動を評価する際は5～18kmとして審議された。

- Aサブグループ 第35回会合(平成22年6月25日)にて審議了
(地震発生層に係る審議の最終回:第33回会合)
- 合同WG 第51回会合(平成22年8月23日)にて審議了
(地震発生層に係る審議の最終回:第51回会合)



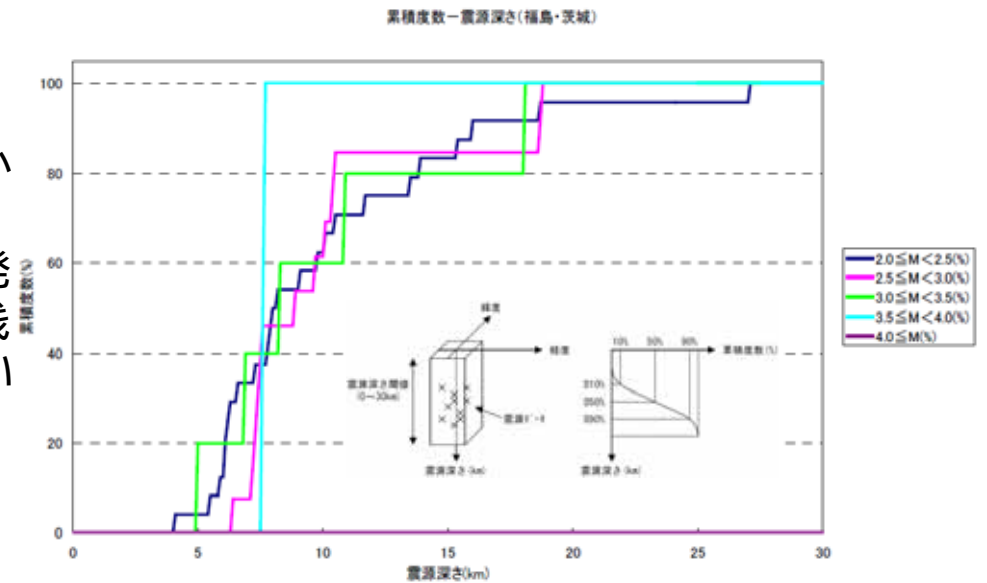
原子力安全・保安院:地震・津波,地質・地盤合同WGでの審議結果を踏まえ、大洗研究開発センター/試験研究炉について、再度、地震発生層の検討を実施した。

地震発生層の検討(2/11)

1) 微小地震分布に基づく検討

原子力安全基盤機構(2004)は、1997年10月から2001年9月までの気象庁震源記録を日本全国15の地震域毎に振り分け、地殻内地震の地震発生上下限層に関するパラメータ(震源深さの最浅値、D10%、D50%、D90%及び最深値)を評価している。

敷地が位置する「福島茨城」のD10%は6.1km、D90%は18.1kmと評価されている。



原子力安全基盤機構(2004)によるマグニチュード区分による累積度数と震源深さの関係(地震域 = 福島茨城)



原子力安全基盤機構(2004)による15地震域の区分(一部加筆)

原子力安全基盤機構(2004)による福島茨城における地震発生上下限層のパラメータ(一部加筆)

地震域	M 区分	最浅 (km)	D10% (km)	D50% (km)	D90% (km)	最深 (km)	データ数	D90%-D10% (km)
福島茨城	$2.0 \leq M < 2.5$	4.1	5.9	8.0	16.0	27.1	24	10.1
	$2.5 \leq M < 3.0$	6.3	7.2	8.9	18.7	18.7	13	11.5
	$3.0 \leq M < 3.5$	4.9	5.0	8.3	18.1	18.1	5	13.1
	$3.5 \leq M < 4.0$	7.6	7.6	7.6	7.7	7.6	2	0.1
	$4.0 \leq M$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0.0
	全データ	4.1	6.1	8.0	18.1	27.1	44	12.0

地震発生層の検討(3/11)

2) 地盤の速度構造に基づく検討

微小地震の発生と地盤のP波速度との関係について、各文献には以下の様に記されている。

入倉・三宅(2001):シナリオ地震の強震動予測

微小地震の浅さ限界 H_s はP波速度5.8~5.9km/sの層の上限と良い相関がある。

吉井・伊藤(2001):近畿地方北部の地震波速度構造と地震発生層

1989年に実施された岐阜県藤橋村(現揖斐川町)から兵庫県上郡町における人工地震探査データをもとに、波線追跡法によって地殻の詳細な速度構造を求め、得られた速度構造モデルと、地震活動の深さ断面とを比較し、地震発生層の上限は速度構造が6km/sとなるところにおおむね一致していることが分かった。

廣瀬・伊藤(2006):広角反射法および屈折法解析による近畿地方の地殻構造の推定

浅い地殻内で発生する微小地震は、P波速度が5.8~6.4km/sの層に集中しており、その上下には地震波速度境界が存在する。

伊藤・廣瀬(2007):近畿地方における地殻および上部マントルの構造と地震活動

近畿地方北部の地震波速度構造と地震活動を比較したところ、近畿地方北部の地震発生層の上下に速度境界層が存在し、地震波速度が5.8~6.3km/sの層に集中することが分かった。
Iidaka *et al.*(2003)によると、東海~中部地方でも深さ5km前後と17km前後に速度構造の境界が存在し、地震波速度は6.0~6.4km/sであり、研究の結果と調和的であった。

以上より、内陸地殻内の微小地震が発生する層は、地盤のP波速度が5.8~6.4km/s程度の層と考えられる。

地震発生層の検討(4/11)

2) 地盤の速度構造に基づく検討

海洋研究開発機構(JAMSTEC)による深部地盤の速度構造探査

三浦ほか(2000)は、福島県浜通り～福島県沖～茨城県沖にかけての測線において、海底地震計・エアガン等を用いた深部地盤構造探査を行い、深度30kmまでの地盤の速度構造モデルを評価している。

下図によると、福島県の海岸線付近におけるP波速度 V_p と深度の関係は、 $V_p=5.5\text{km/s}$ で約6km、 $V_p=6.0\text{km/s}$ で約9km、 $V_p=6.5\text{km/s}$ で約15kmと評価されている。

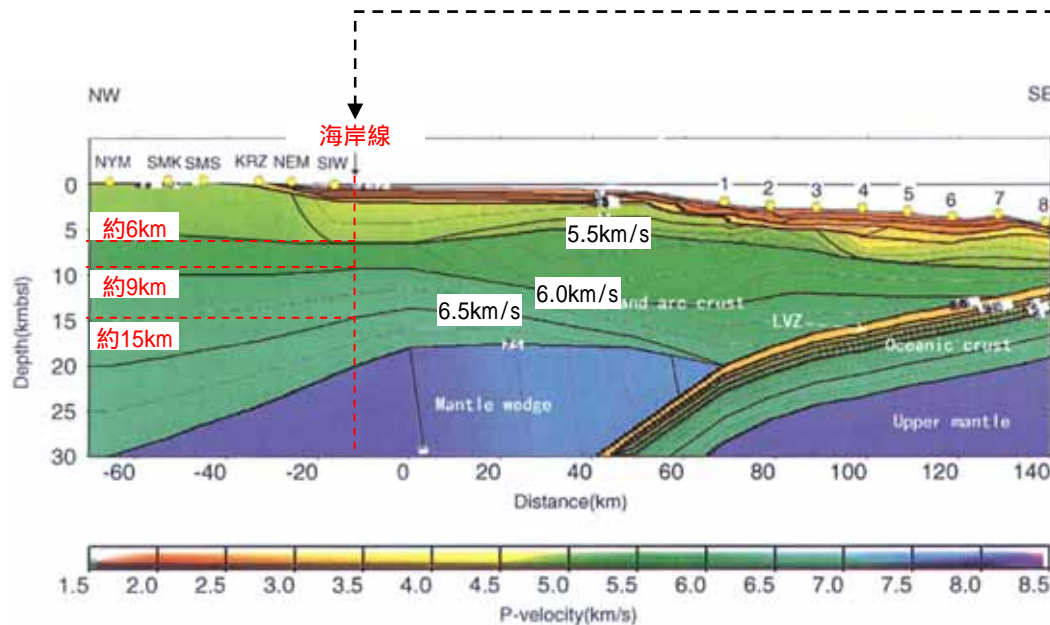


図10 2次元波線追跡法によるFK102の速度構造モデル
縦軸は海面からの深さ(km)、横軸はエアガン発振点の北西端からの距離(km)、P波速度を図下の色見本および等速度線(0.1km/s間隔)で表す。海岸線が矢印付近(-12km)、海溝軸は図の右外(180km)となる。

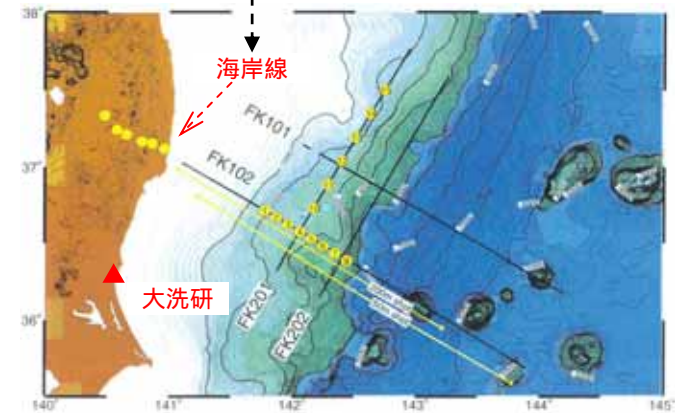


図2 Kuroshio海の新測線
黒の矢印はエアガン測線、黄の丸は海底地震計および陸上レコーダーを示す。

三浦ほか(2000)による測線図及びFK102測線の速度構造モデル(一部加筆)

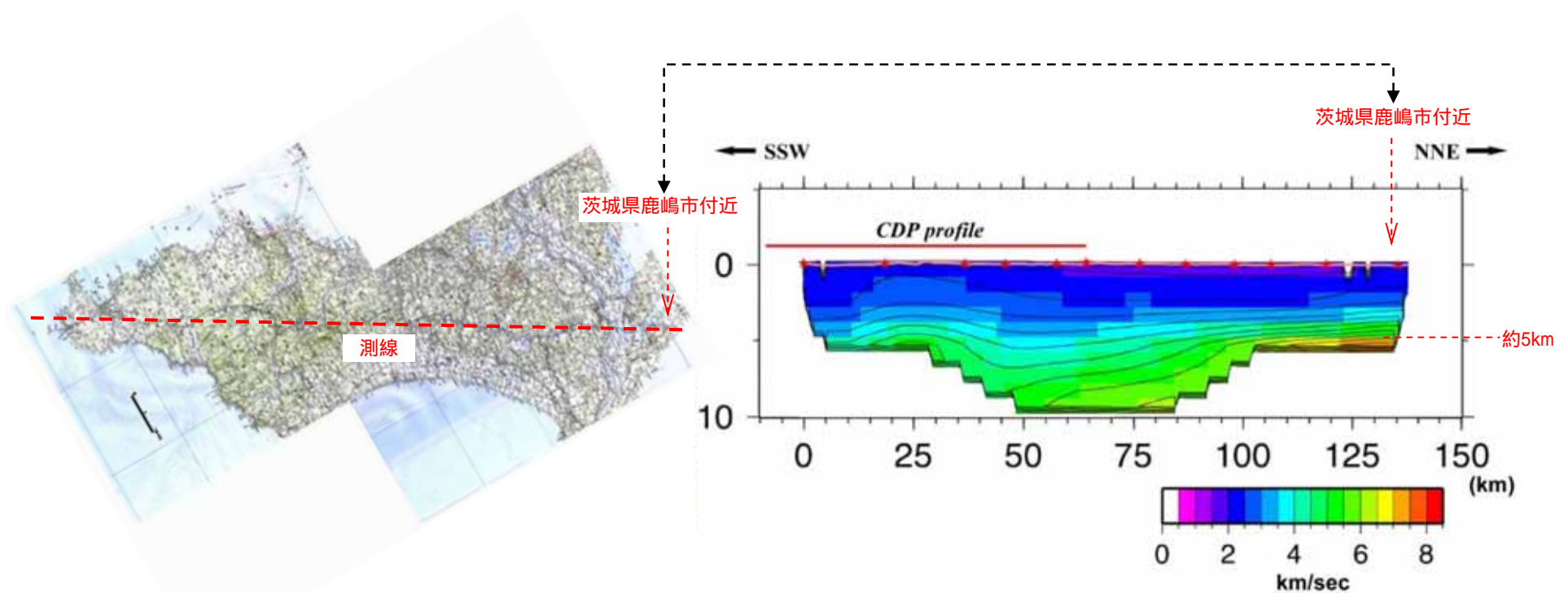
地震発生層の検討(5/11)

2) 地盤の速度構造に基づく検討

大都市大災害軽減化特別プロジェクト(2003)による深部地盤の速度構造探査

大都市大災害軽減化特別プロジェクト(2003)では、千葉県房総半島南端の野島崎沖から房総半島を縦断して茨城県鹿嶋市に至る約165kmの区間において、バイプロサイス(大型起震車)等を用いた深部地盤構造調査を実施し、深度10km程度までの速度構造モデルを評価している。

下図によると、測線の一番北側(茨城県鹿嶋市付近)において、P波速度 $V_p=6\text{km/s}$ 程度の速度層が深度約5kmに評価されている。



大大特(2003)による地殻構造探査測線図及びP波速度構造断面図(一部加筆)

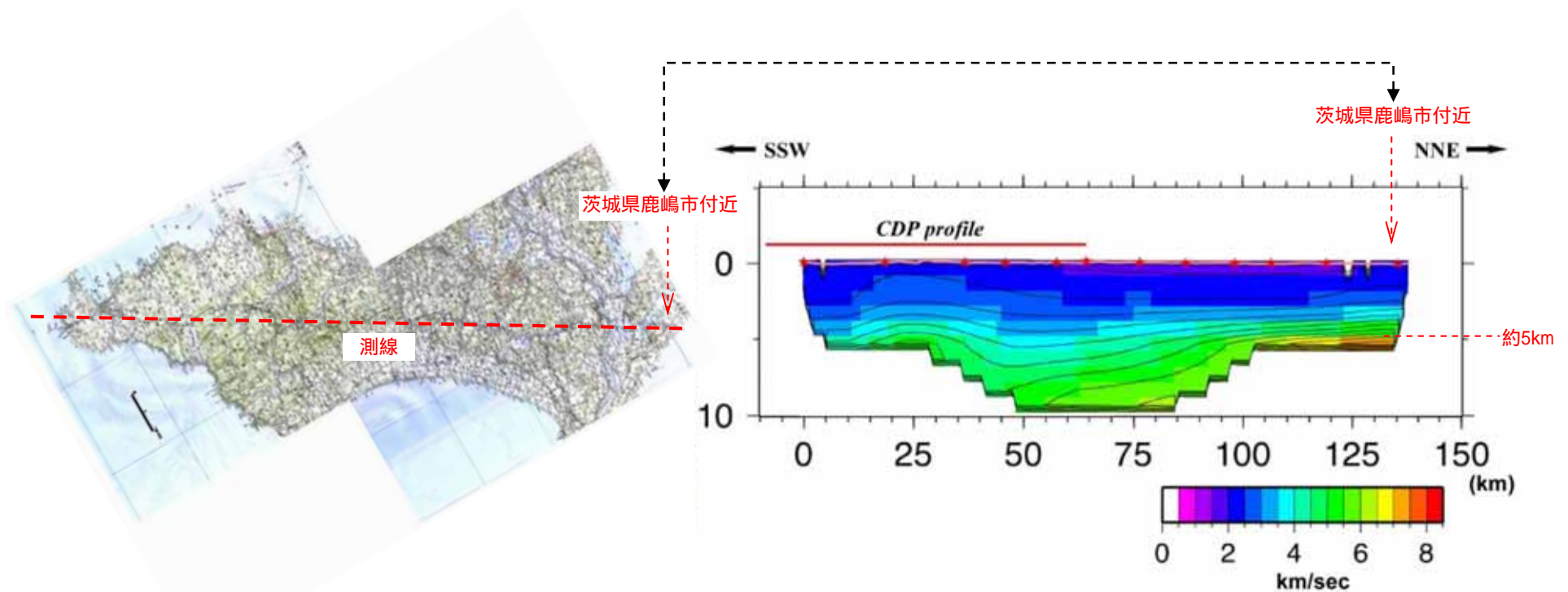
地震発生層の検討(5/11)

2) 地盤の速度構造に基づく検討

大都市大災害軽減化特別プロジェクト(2003)による深部地盤の速度構造探査

大都市大災害軽減化特別プロジェクト(2003)では、千葉県房総半島南端の野島崎沖から房総半島を縦断して茨城県鹿嶋市に至る約165kmの区間において、バイプロサイス(大型起震車)等を用いた深部地盤構造調査を実施し、深度10km程度までの速度構造モデルを評価している。

下図によると、測線の一番北側(茨城県鹿嶋市付近)において、P波速度 $V_p=6\text{km/s}$ 程度の速度層が深度約5kmに評価されている。



大大特(2003)による地殻構造探査測線図及びP波速度構造断面図(一部加筆)