

3. 歴史地震等の記録の収集、 整理及び再評価

3-2 東北地方の地震記象を用いた首都圏の過去地震の調査研究	2
3-4 被害記録による首都圏の歴史地震の調査研究	7
3-5 液状化痕等による首都圏の古地震の調査研究	10
3-6 考古遺跡における液状化痕データの収集並びにデータベース化	11
3-7 過去地震の類型化と長期評価の高度化に関する調査研究	17

3-2 東北地方の地震記象を用いた 首都圏の過去地震の調査研究

東北大学 地震・噴火予知研究観測センター

海野徳仁・出町知嗣・岡田知己・中島淳一・
内田直希・河野俊夫・平原 聡・中山貴史

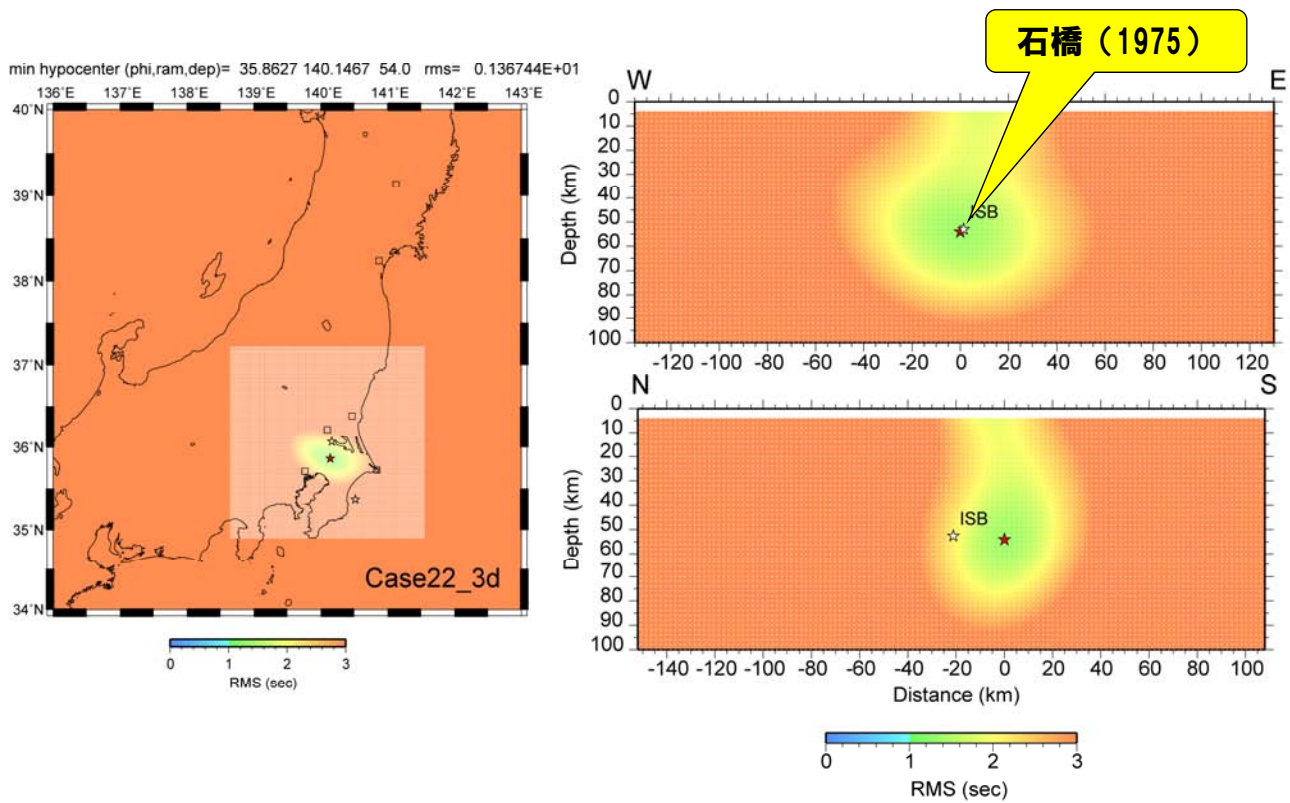
本研究計画の目的

東北地方で得られた首都圏で発生した過去の地震記録の収集・整理を行い、首都圏で発生する大地震の発生メカニズム、余震活動の特徴を明らかにする。首都直下の地震テクトニクスを高度化し、首都直下地震の長期予測の精度向上や、高精度な強震動予測につなげることを目的とする。

平成22年度の計画

1. 茨城県南部の地震（1921/12/8 M7.0）と浦賀水道の地震（1922/4/26 M6.8）を中心に、それらの地震の本震および余震の震源分布やメカニズム解の調査を実施する。
2. 1923年関東地震の発生前の2つの茨城県南西部の地震（1922/5/9 M6.1と1923/1/14 M6.1）について、東北地方の過去の地震記録を収集・整理して、それらの地震の震源分布やメカニズム解の調査を開始する。
2. 現在の相似地震活動の時空間分布、3次元地震波速度構造を調査して、詳細なフィリピン海プレートの形状を決定して、首都直下の地震テクトニクスについて検討する。

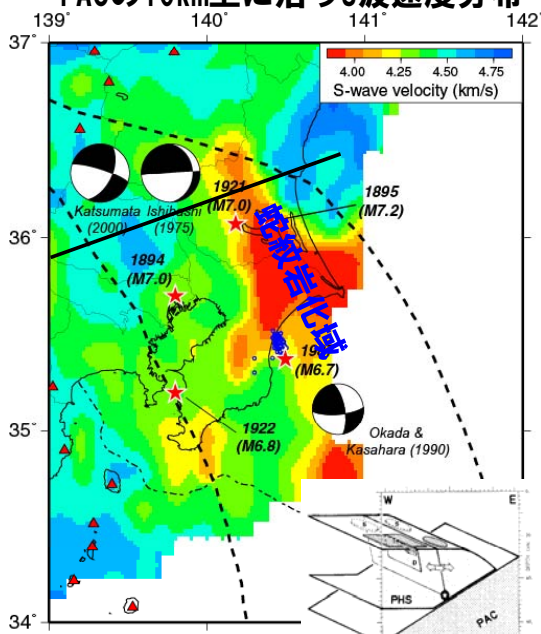
1921年茨城県南部の地震の震源再決定 (S-P time 3D Grid search)



フィリピン海スラブの蛇紋岩化と 1921年茨城県南部の地震

Nakajima et al. (JGR, 2009)

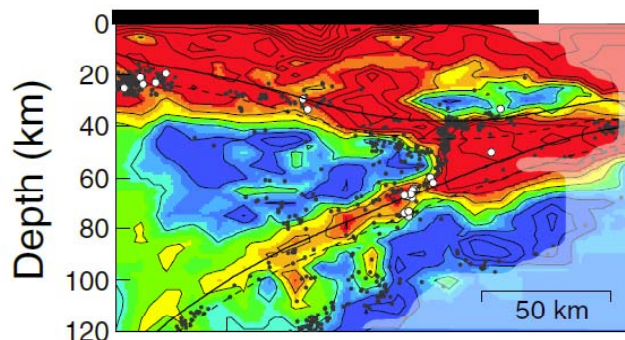
PACの10km上に沿うS波速度分布



青丸: 1987年千葉県東方沖地震の余震(1日分)
(防災科研関東東海地殻活動監視網のデータ)
1987年千葉県東方沖地震: ほぼ鉛直な断層での
右横ずれ運動(Okada & Kasahara, 1990)

Nakajima and Hasegawa (JGR, 2010)

測線の位置は左の図の黒線

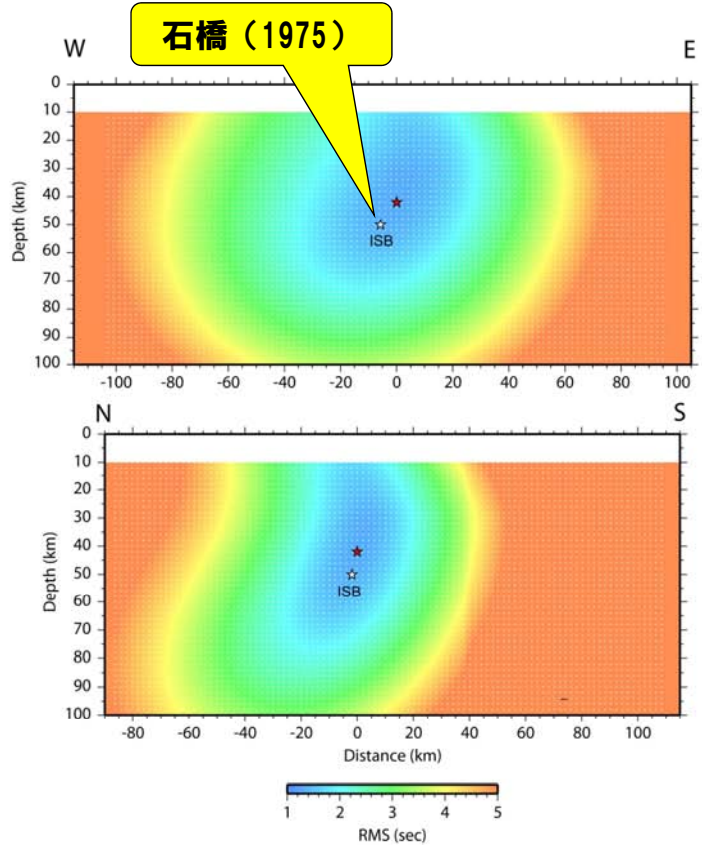
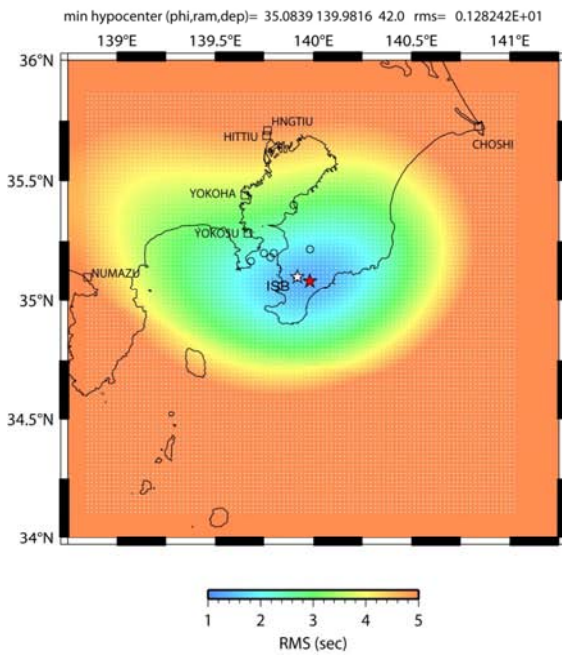


PHSマンツルの最東端部が蛇紋岩化

-> $V_p < 6.5$ km/s, $V_s < 3.5$ km/s

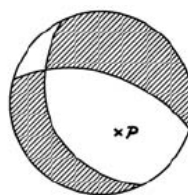
蛇紋岩化域の西縁に沿う右横ずれ運動により、
1921年茨城県南部の地震 (M7.0), 1987年千
葉県東方沖地震 (M6.7) が発生か?

1922年浦賀水道の地震の震源再決定 (S-P time 3D Grid search)

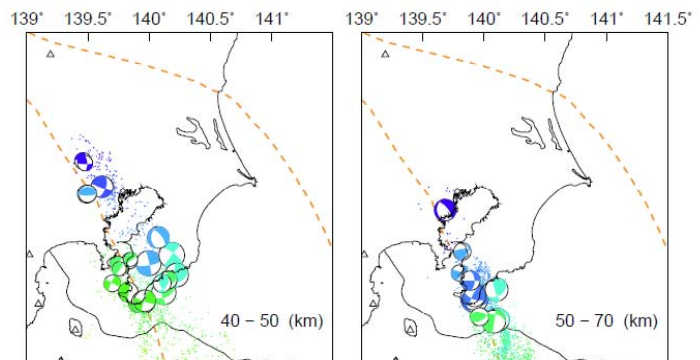
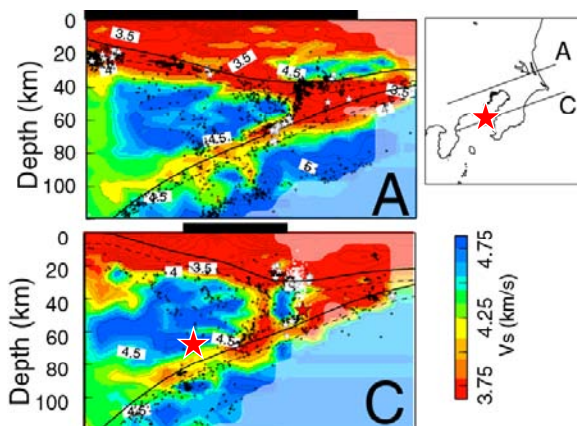


1922年浦賀水道の地震

再決定震源は、石橋 (1975) とほぼ
同じ位置



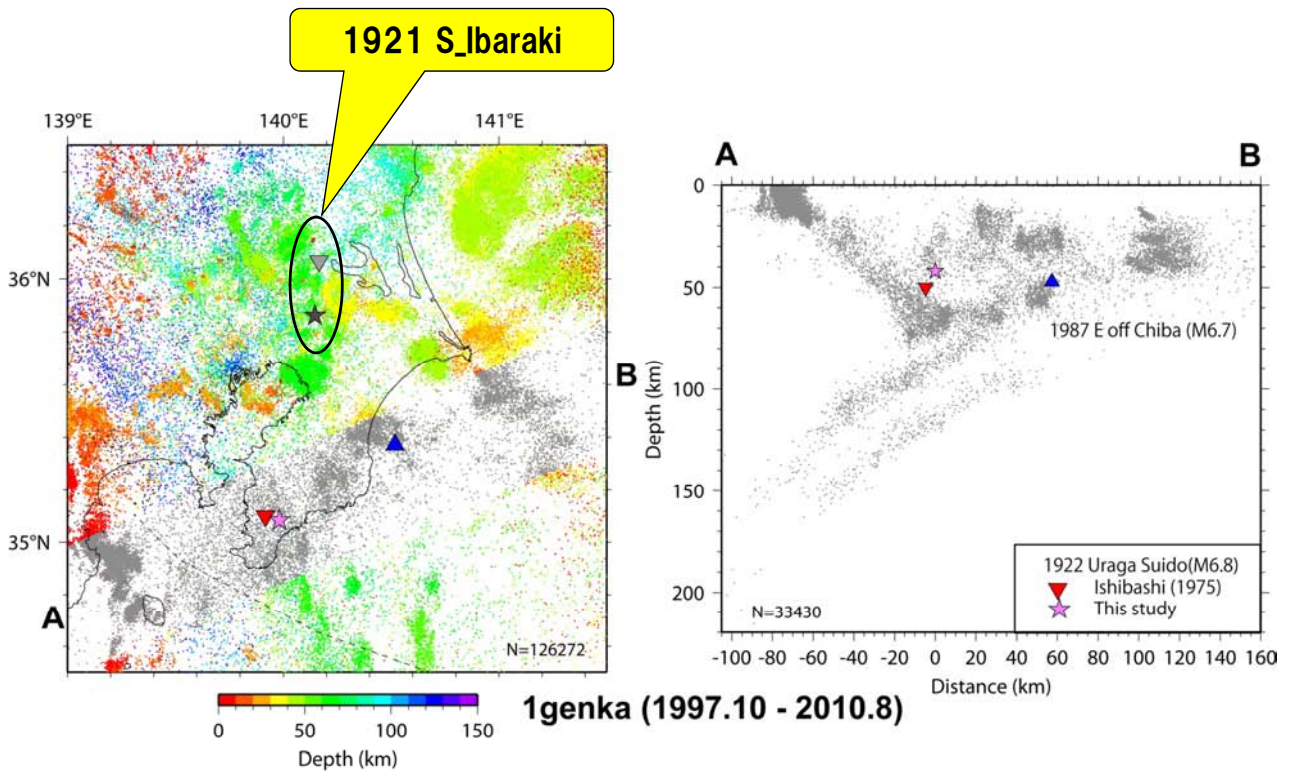
「解は自由度があるので
模式的に示したが、P軸は
あまり動かない」 (石橋,
1975)



1922年の震源付近には、南東-北西にP軸をもつ地震 (横ずれ型) が多数分布。
-> 石橋 (1975) が示した1922年のメカニズム解と調和的。

1922年浦賀水道地震 (M6.8) は、PHSスラブ内で発生した地震の可能性が高い

微小地震分布と過去の地震活動



平成22年度の進捗状況と成果

● 1921年茨城県南部の地震(M7.0)

PHSスラブ東端の蛇紋岩化域の西縁部, 1987年千葉県東方沖地震(M6.7)の延長で発生したスラブ内地震

● 1922年浦賀水道の地震(M6.8)

PHSスラブ内で発生

● 1923年関東地震の発生前の2つの茨城県南西部の地震(1922/5/9 M6.1と1923/1/14 M6.1)について, 東北地方の過去の地震記録を収集・整理して, それらの地震の震源分布やメカニズム解の調査を開始した。

課題3-2 平成23年度の計画

1)平成22年度に収集した2つの茨城県南西部の地震(1922/5/9 M6.1と1923/1/14 M6.1)を中心に、1923年関東地震の発生前の首都直下の地震活動を調査する。

2)1923年関東地震の発生後の首都直下の地震活動を調査するため、1924年1月15日丹那地震(M7.3)と1931年9月21日西埼玉地震(M6.9)について、東北地方で記録されている過去の地震記録を収集・整理して、それらの地震の本震および余震の震源分布やメカニズム解を調査する。

3)これまでの調査で得られた首都直下およびその周辺域の相似地震活動の時空間分布、3次元地震波速度構造、詳細なフィリピン海プレートの形状を基にして、過去に首都直下で発生した大地震の発生様式を考察し、首都圏で発生した過去の地震等の再評価を行う。

3-4 被害記録による首都圏の 歴史地震の調査研究

東京大学地震研究所

都司嘉宣

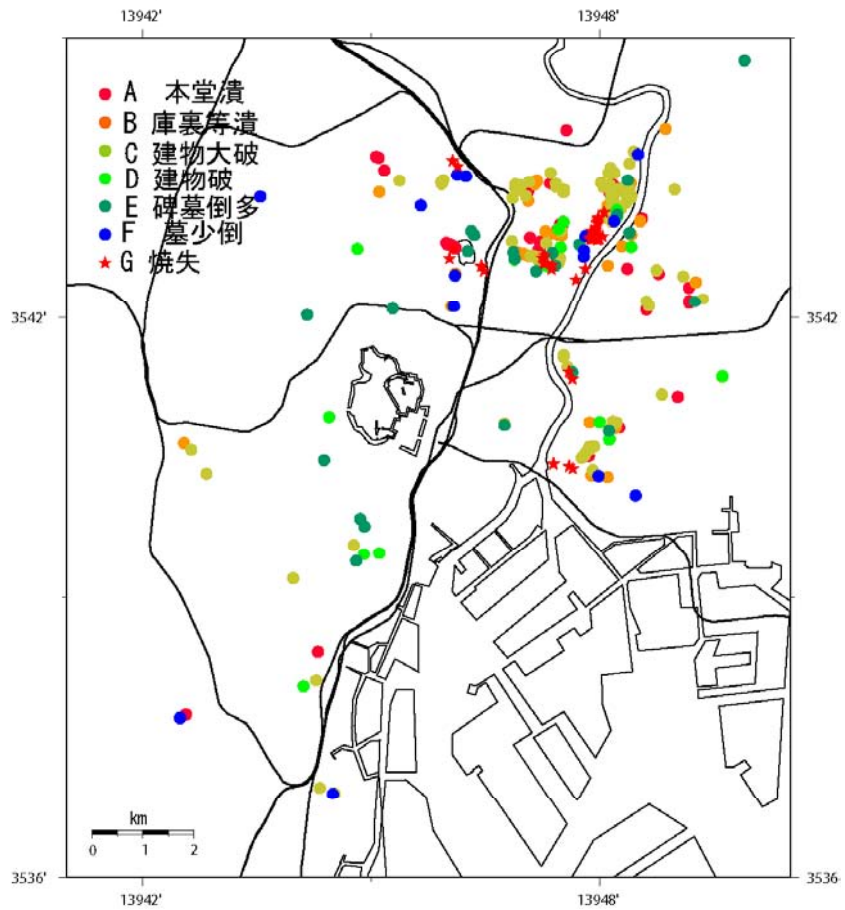
安政江戸地震(1855)の寺院倒壊記録分布の解明

寺院・神社の被害を次の7ランクに分類した

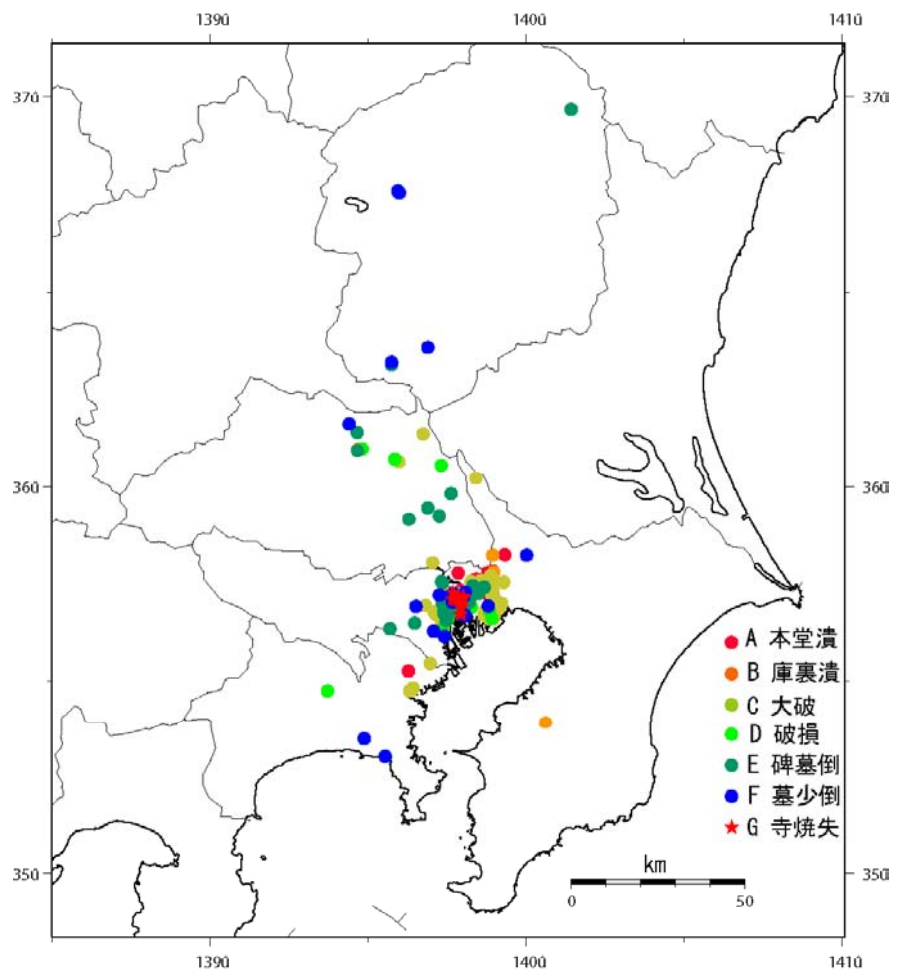
- A: 本堂(主要建物)の倒壊(潰)
 - B: 庫裏・方丈・拝殿等の付属建物の倒壊(潰)
 - C: 本堂・庫裏などの半潰・大破、鐘楼・土蔵の倒壊
 - D: 建物の破損、門・塀の倒壊
 - E: 鳥居・石灯笼・石碑の倒壊破損、石垣の破損、
大部分の墓石の転倒、壁の剥落亀裂、建物内 家具・
戸障子のゆがみなど
 - F: いくつかの墓石の倒壊。壁の少しの剥落亀裂
- およその震度換算: A 6弱以上、B 5強—6弱
C 5強、 D: 5弱—5強、 E: 5弱 F: 4

安政江戸地震による寺院被害

東京23区内の
寺院被害分布



関東地方全体寺
院被害分布
530点



課題3-4 平成23年度計画

収集された歴史地震・津波の被害資料から首都圏に被害を及ぼした地震の震央や地震規模等を推定する。歴史資料のデジタルデータ化ならびにデータベース化を実施し、5カ年の成果の取り纏めをする。

3-5 液状化痕等による首都圏の古地震の調査研究

業務の目的

首都圏における液状化痕等の地質学的・地形学的な研究を行い，関東地震の履歴を解明し，長期予測や再評価のために地震サイクルを理解することを目的とする。

(1) 平成 22 年度の実施計画

関東地方で過去に発生した地震の履歴を解明するために，三浦半島を中心に，ジオスライサー等を用いた地形・地質学的痕跡の調査・分析を引き続き実施する。

(2) 平成 22 年度の成果

三浦半島の小網代湾で内湾・干潟堆積物を深さ約 2.5 m まで採取し，堆積物の層序，堆積構造，粒度，珪藻および年代に関する分析を行った。内湾・干潟堆積物の中から三枚の砂礫層を認め，分析した結果，それらは関東地震による津波堆積物に同定された。堆積年代について詳細に検討した結果，最上部の津波堆積物は 1923 年大正関東地震，真ん中の津波堆積物は 1703 年元禄関東地震の津波であることが判明した。最下部の津波堆積物は 1060 年以降，1400 年以前に堆積したと推定され，元禄関東地震の一つ前の地震の発生履歴が解明された。これらの結果は，国内外の学会で公表し，議論された。また，三浦半島の江奈湾でも地質調査を行い，過去の関東地震による津波堆積物に関する研究を実施している。

(3) 平成 23 年度の実務計画

平成 22 年度までに行った南関東の古地震研究を継続して実施し，過去に発生した関東地震のタイプ分け・発生年代・繰り返し間隔の推定を行う。これらから長期予測の基礎となる地震サイクルを解明し，再評価を行う。

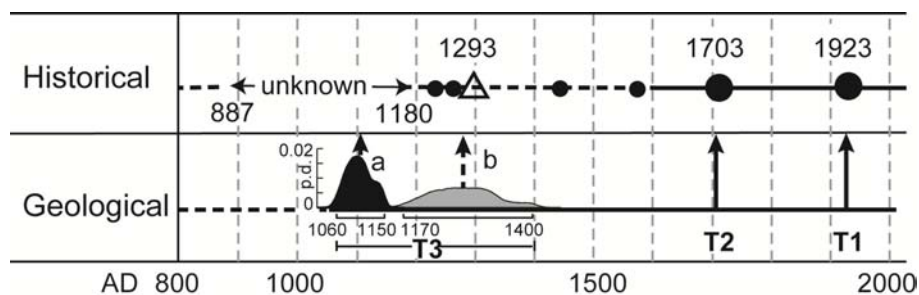


図 1. 三浦半島南部，小網代湾における津波堆積物の年代と歴史地震 T1，T2 および T3 は，関東地震の津波堆積物と認定された。

3-6 首都圏の考古遺跡における液状化痕跡データの収集並びにデータベース化

東京大学地震研究所

首都直下ではフィリピン海スラブが太平洋スラブと接する特殊な条件下にあり、さまざまな震源によって被害地震が発生してきた。将来発生する被害地震をよりよく理解するためには歴史記録のみならず、考古遺跡にもその範囲を広げ発生した大規模な地震についての記録を整えておくことが重要である。考古遺跡における液状化等の古地震に関する研究は、堀口ほか（1985 など）や寒川（1990 など）の研究があり、また、埋文関係救援連絡会議・埋蔵文化財研究会（1996）によって日本全国の情報が取りまとめられている。しかし、埋文関係救援連絡会議・埋蔵文化財研究会（1996）以降、多くの発掘調査が行われているにも関わらず首都圏を網羅した地震痕跡の情報は整理されていない。こうした背景を踏まえて、考古遺跡における液状化痕跡に関する情報の収集およびデータベースの作成を平成 21 年度から開始した。平成 21 年度から 23 年度までに首都圏（東京都、神奈川県、千葉県、埼玉県、群馬県、栃木県、茨城県、山梨県）における考古遺跡資料を整理し、液状化痕跡についてのデータベースの構築を行う。

1. 平成 22 年度の成果

(1) 情報収集およびデータベースの作成

平成 22 年度に対象とした地域は、東京都、神奈川県、千葉県の 1 都 2 県で、液状化を起こしやすいと判断される沖積低地、特に利根川流域に着目して情報を収集した。収集した報告書は東京都、神奈川県、千葉県でそれぞれ 700 編、305 編、508 編で、そこから液状化等の地震痕跡が確認されたものはそれぞれ 4 編、13 編、4 編である。これらの中で液状化等地震の痕跡の認められる遺跡の名称、位置、液状化の発生年代を整理し、調査票（図 1）と文献（報告書）リスト（表 1）を作成した。それらを基に、遺跡 ID、遺跡名、所在地（緯度・経度：世界測地系）、地震痕跡の有無、地震痕跡の種類、噴砂の規模、被覆層および被貫入層の種類および時代とその根拠、噴砂の主方向、幅および粒径、時代分類などを整理した「液状化痕跡データ一覧表」（表 2）を作成した。

液状化データ一覧表を基に、GIS（地理情報システム）を用いて液状化データベースの試作版を作成した（図 2）。作成したデータベースには、考古遺跡のポイントデータに一覧表のデータを付加するとともに、既存の活断層線や地形情報を合わせて作成した。

(2) 収集した情報にみられる液状化痕跡と古地震イベントとの関係

昨年度収集した関東平野北部（埼玉県、群馬県および栃木県）では、噴砂は複数の層準にみられ、これらは歴史記録との対比により、多くの報告書の中で 818 年もしくは 878 年に生じた地震による痕跡と考えられている。また、これらの分布範囲をみると、埼玉県深

谷市から群馬県前橋市にかけて、利根川流域の低地沿いに集中している。噴砂の分布範囲をある一定以上の揺れが生じた強震動の範囲として考えると、それら噴砂をもたらした地震の震源位置を推定できる可能性があると考えられた。

一方、今年度収集した関東平野南部（東京都、神奈川県および千葉県）では、噴砂の報告はあまりみられず、大正や元禄の関東地震以前の歴史地震との対応関係は不明確というのが現状である。

2. 平成 23 年度の実施計画

平成 23 年度：茨城県・山梨県の考古発掘資料を収集・整理する。また、平成 21 年度および 22 年度に実施した埼玉県・群馬県・栃木県・東京都・千葉県・神奈川県については情報を追加する。さらに蓄積してきた 1 都 7 県の情報をとりまとめ、データベースの構築を行う。

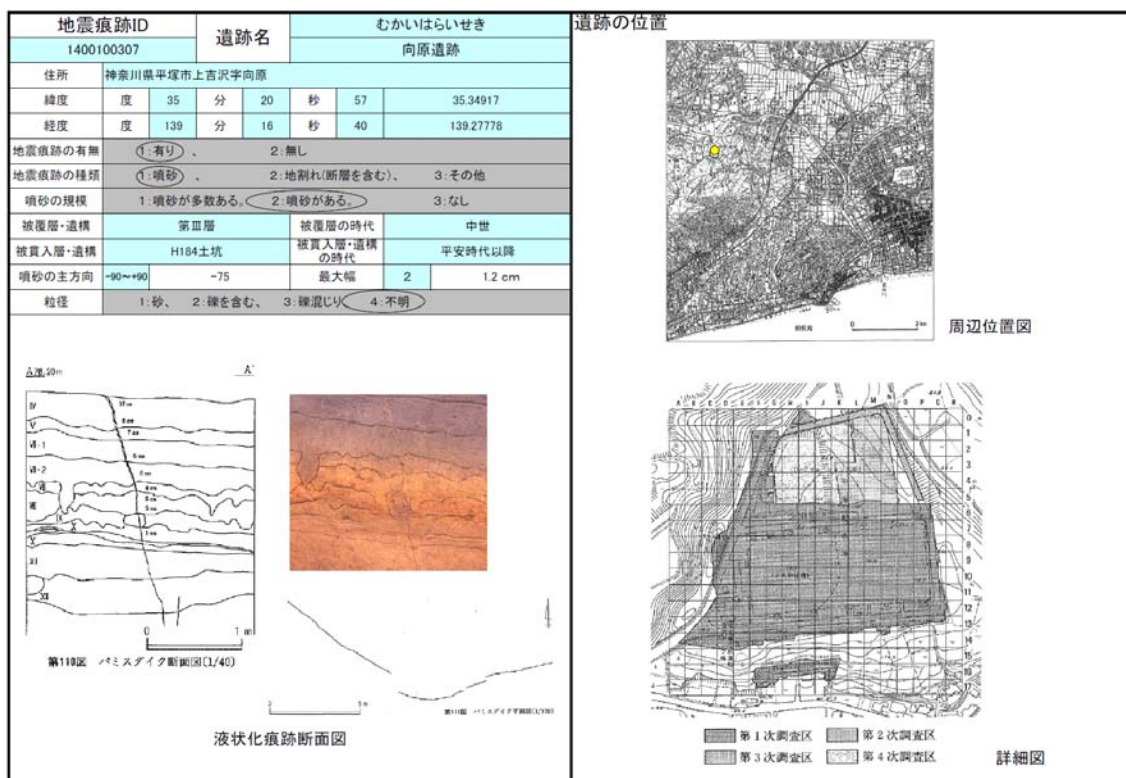


図 1 調査票

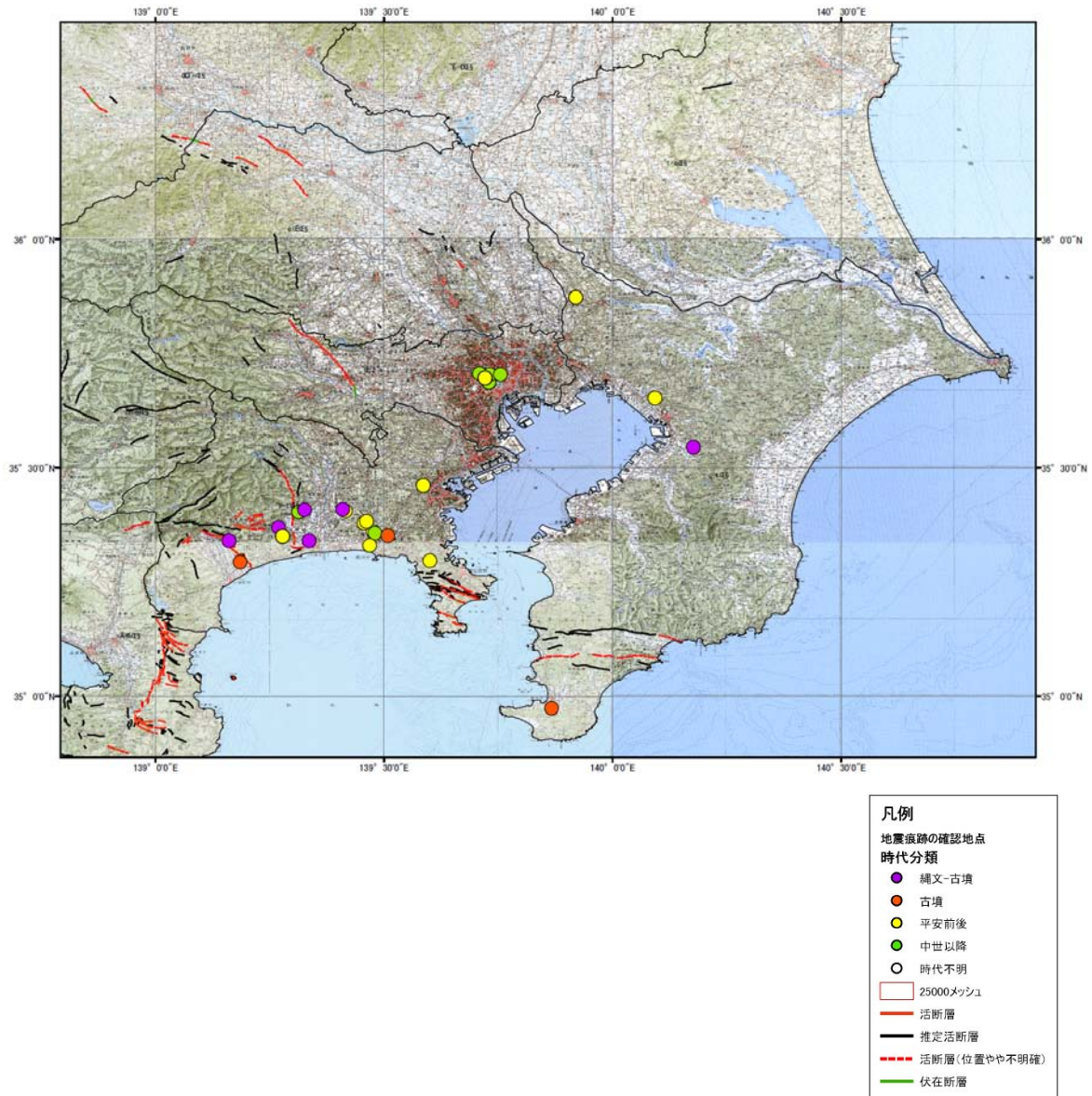


図3 地震痕跡の確認地点（東京都、神奈川県、千葉県）

○の色は遺構やテフラ等の編年からその痕跡を形成した地震の発生年代を示す

表2 液状化痕跡データベース一覧表(一部)

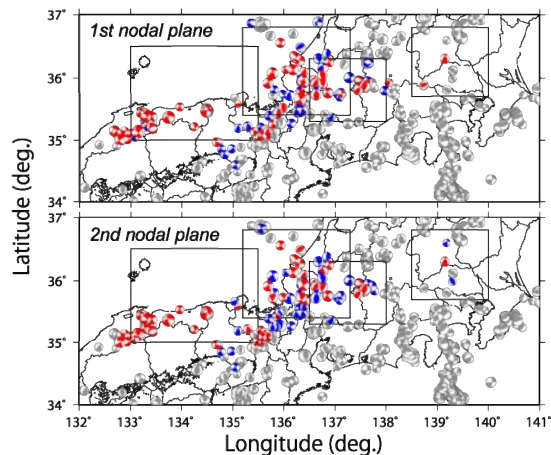
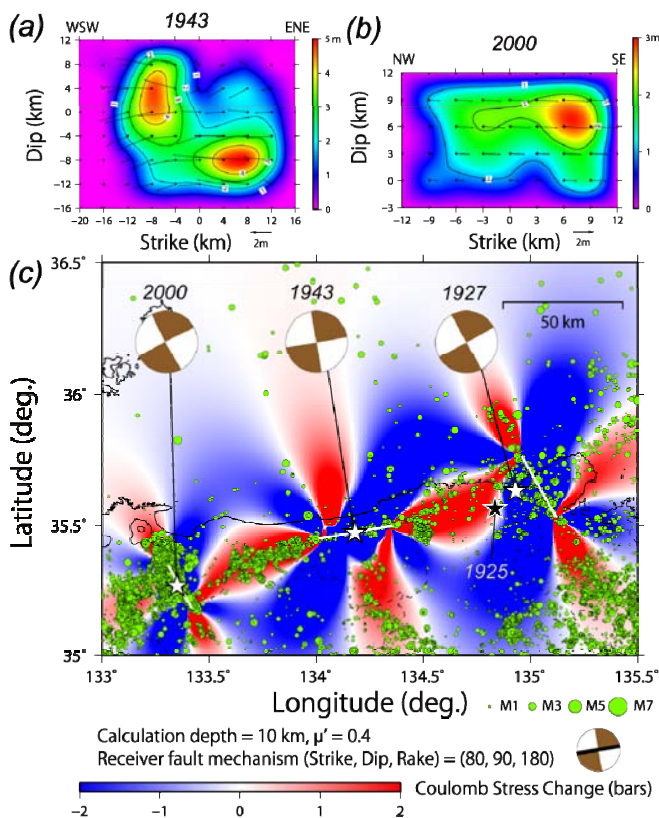
地震震源ID	遺跡名	ふりがな	住所	緯度		経度		震度表示		震度		震度表示		地震震源の有無	地震震源の種類	噴砂の種類
				度	分	秒	緯度	経度	度	分	秒	緯度	経度			
131044001	江戸城外堀跡 四谷御門外橋詰・御影通・町屋跡	みよらちやうそとほりあと よつちごもんがいがい	東京都新宿区四谷一丁目先	35	41	11	135.686291	139	43	46	38.014903	1	噴砂	1	2	
131044002	江戸城外堀跡 四谷御門外橋詰・御影通・町屋跡	はしつちかおほりほどおとほり まちやあんと	東京都新宿区四谷一丁目先	35	41	11	135.686291	139	43	46	38.014903	1	噴砂	1	3	
131044003	江戸城外堀跡 四谷御門外橋詰・御影通・町屋跡	はしつちかおほりほどおとほり まちやあんと	東京都新宿区四谷一丁目先	35	41	11	135.686291	139	43	46	38.014903	1	噴砂	1	3	
131044004	江戸城外堀跡 四谷御門外橋詰・御影通・町屋跡	はしつちかおほりほどおとほり まちやあんと	東京都新宿区四谷一丁目先	35	41	11	135.686291	139	43	46	38.014903	1	噴砂	1	3	
131044005	江戸城外堀跡 四谷御門外橋詰・御影通・町屋跡	はしつちかおほりほどおとほり まちやあんと	東京都新宿区四谷一丁目先	35	41	11	135.686291	139	43	46	38.014903	1	噴砂	1	2	
131044006	江戸城外堀跡 四谷御門外橋詰・御影通・町屋跡	はしつちかおほりほどおとほり まちやあんと	東京都新宿区四谷一丁目先	35	41	11	135.686291	139	43	46	38.014903	1	噴砂	1	2	
131044007	江戸城外堀跡 四谷御門外橋詰・御影通・町屋跡	はしつちかおほりほどおとほり まちやあんと	東京都新宿区四谷一丁目先	35	41	11	135.686291	139	43	46	38.014903	1	噴砂	1	2	
131044008	江戸城外堀跡 四谷御門外橋詰・御影通・町屋跡	はしつちかおほりほどおとほり まちやあんと	東京都新宿区四谷一丁目先	35	41	11	135.686291	139	43	46	38.014903	1	噴砂	1	2	
131044009	江戸城外堀跡 四谷御門外橋詰・御影通・町屋跡	はしつちかおほりほどおとほり まちやあんと	東京都新宿区四谷一丁目先	35	41	11	135.686291	139	43	46	38.014903	1	噴砂	1	2	
131046601	南町6次調査	みよらちやう	東京都新宿区北町3丁目16-5	35	42	12	135.702234	139	43	53	38.031845	1	噴砂	1	3	
131048501	尾張徳川家下屋敷跡	おわりとくがわけしもしやしきあと	東京都新宿区戸田3丁目16-5	35	42	20	135.705455	139	42	31	38.033789	1	噴砂	1	2	
131048502	尾張徳川家下屋敷跡	おわりとくがわけしもしやしきあと	東京都新宿区戸田3丁目16-5	35	42	20	135.705455	139	42	31	38.033789	1	噴砂	1	1	
131049901	河田町遺跡	かわたちやう	東京都新宿区河田町7-1他	35	41	46	135.696012	139	43	15	38.024623	1	砂層	1	2	
131049902	河田町遺跡	かわたちやう	東京都新宿区河田町7-1他	35	41	46	135.696012	139	43	15	38.024623	1	砂層	1	1	
131049903	河田町遺跡	かわたちやう	東京都新宿区河田町7-1他	35	41	46	135.696012	139	43	15	38.024623	1	砂層	1	2	
131049905	河田町遺跡	かわたちやう	東京都新宿区河田町7-1他	35	41	46	135.696012	139	43	15	38.024623	1	砂層	1	1	
131049906	河田町遺跡	かわたちやう	東京都新宿区河田町7-1他	35	41	46	135.696012	139	43	15	38.024623	1	砂層	1	2	
131049907	河田町遺跡	かわたちやう	東京都新宿区河田町7-1他	35	41	46	135.696012	139	43	15	38.024623	1	砂層	1	3	
131049908	河田町遺跡	かわたちやう	東京都新宿区河田町7-1他	35	41	46	135.696012	139	43	15	38.024623	1	砂層	1	1	
131049909	河田町遺跡	かわたちやう	東京都新宿区河田町7-1他	35	41	46	135.696012	139	43	15	38.024623	1	砂層	1	1	
131049910	河田町遺跡	かわたちやう	東京都新宿区河田町7-1他	35	41	46	135.696012	139	43	15	38.024623	1	砂層	1	1	
131049911	河田町遺跡	かわたちやう	東京都新宿区河田町7-1他	35	41	46	135.696012	139	43	15	38.024623	1	砂層	1	1	
131049912	河田町遺跡	かわたちやう	東京都新宿区河田町7-1他	35	41	46	135.696012	139	43	15	38.024623	1	砂層	1	1	
131049913	河田町遺跡	かわたちやう	東京都新宿区河田町7-1他	35	41	46	135.696012	139	43	15	38.024623	1	砂層	1	1	
131049914	河田町遺跡	かわたちやう	東京都新宿区河田町7-1他	35	41	46	135.696012	139	43	15	38.024623	1	砂層	1	1	
131049915	河田町遺跡	かわたちやう	東京都新宿区河田町7-1他	35	41	46	135.696012	139	43	15	38.024623	1	砂層	1	1	
131054801	春日町(小石川後楽園) 第10地盤	かすかちやう(こしかやこうらくらん)	東京都文京区後楽二丁目1-3	35	42	12	135.703235	139	45	17	38.032401	1	噴砂	1	3	
14001001001	砂田台遺跡	すなだたいいせき	神奈川県茅野市南名165-1	35	22	8	135.368889	139	16	9	139.269167	1	地すべり	1	3	
14001003001	向原遺跡	むかいほらいせき	神奈川県平塚市上吉沢字向原	35	20	57	135.349167	139	16	40	139.277778	1	地すべり	1	3	
14001003002	向原遺跡	むかいほらいせき	神奈川県平塚市上吉沢字向原	35	20	57	135.349167	139	16	40	139.277778	1	地すべり	1	2	
14001003003	向原遺跡	むかいほらいせき	神奈川県平塚市上吉沢字向原	35	20	57	135.349167	139	16	40	139.277778	1	地すべり	1	3	
14001003004	向原遺跡	むかいほらいせき	神奈川県平塚市上吉沢字向原	35	20	57	135.349167	139	16	40	139.277778	1	地すべり	1	2	
14001003007	向原遺跡	むかいほらいせき	神奈川県平塚市上吉沢字向原	35	20	57	135.349167	139	16	40	139.277778	1	地すべり	1	2	
14002013001	本人ごさつ原遺跡	ほんにゆうごさつばらいせき	神奈川県平塚市奉行7-1-2 県立榎	35	20	57	135.359664	139	16	40	139.277778	1	噴砂(ハミスタイク)	1	2	
140020250201	矢頭(No.35)遺跡	やがしらいせき	神奈川県平塚市上郷大井町大字榎	35	20	22	135.338383	139	28	34.481	139.476245	1	地層	1	3	
140020250301	大久保(No.36)遺跡	おおくほらいせき	神奈川県平塚市上郷大井町大字山	35	20	22	135.338380	139	28	34.481	139.476245	1	断層	2	3	
140020500101	田中・万代遺跡	たなか・ばんだいいせき	神奈川県伊勢原市田中万代43	35	24	11	135.402987	139	18	47.52	139.313201	1	地層	2	3	
140020500102	田中・万代遺跡	たなか・ばんだいいせき	神奈川県伊勢原市田中万代43	35	24	11	135.402987	139	18	47.52	139.313201	1	地層	2	3	
140021080101	下郷遺跡・下町並遺跡	しもかすや・しもまちなみいせき	神奈川県伊勢原市下郷1793-1	35	24	26	135.407154	139	19	34.52	139.326255	1	地層	2	3	
140021280101	用田島屋前遺跡	ようたとりいまえいせき	神奈川県平塚市用田055他	35	24	18	135.404934	139	24	56.51	139.415993	1	地層	3	3	
140021850101	用田島屋前遺跡	ようたとりいまえいせき	神奈川県平塚市用田1552他	35	24	29	135.407989	139	24	35.51	139.409860	1	断層	2	3	
140021920101	明神台遺跡	みよらちやうだんたいいせき	神奈川県横浜市中区谷倉明神	35	27	39	135.460763	139	35	9.449	139.385958	1	断層(東西方向)	2	3	

3-7 過去地震の類型化と長期評価の高度化に関する調査研究

東京大学地震研究所

佐竹健治・石辺岳男

過去地震による静的クーロン応力変化と近年の地震活動の相関



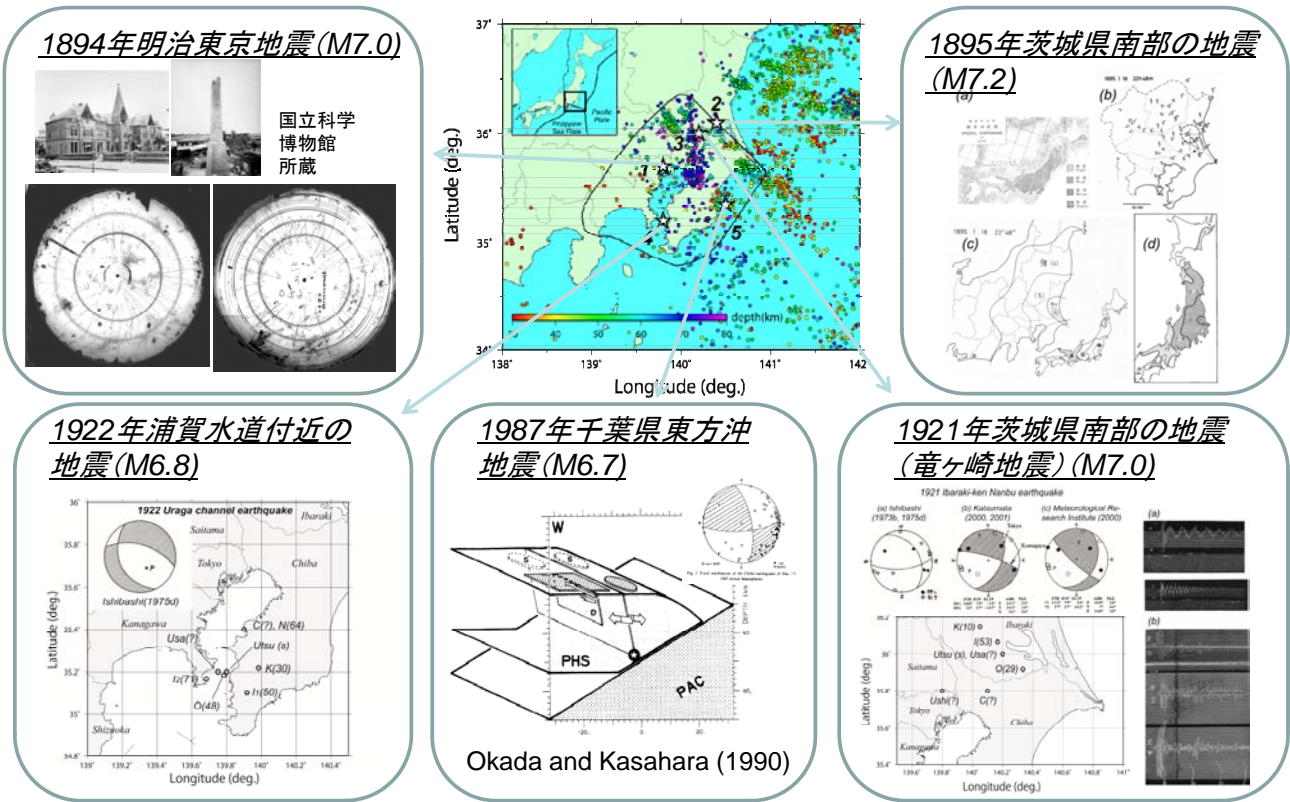
H19 – 21 大地震の余震解析

1923年以来の8つの大地震による静的クーロン応力変化と近年の地震活動の相関を調べた。4つの地震については、増加域と地震活動に分布対応が見られた。

H22 成果を国際誌に投稿・受理

Ishibe, T., K. Shimazaki, H. Tsuruoka, Y. Yamanaka, and K. Satake, *Earth, Planets and Space*, in press.

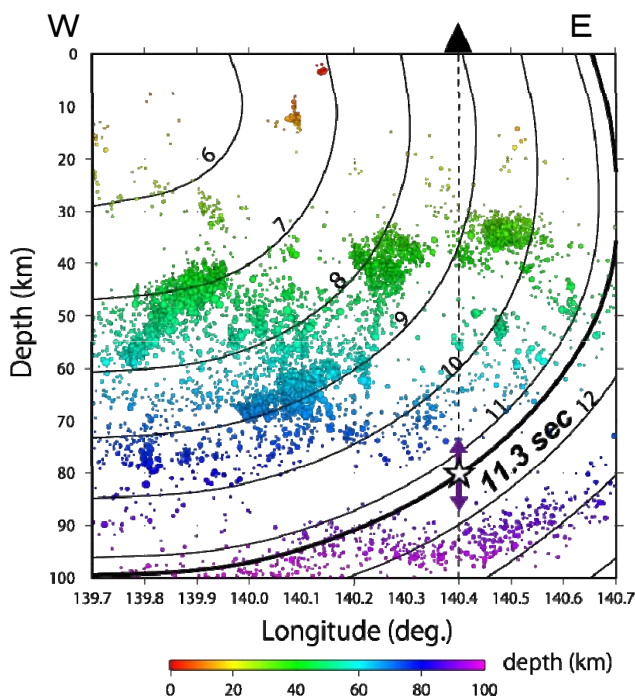
H21 5地震の既往研究とデータの収集



石辺岳男・西山昭仁・島崎邦彦・佐竹健治, 2009a, 地震研究所彙報
 石辺岳男・西山昭仁・島崎邦彦・佐竹健治, 2009b, 地震研究所彙報

H22 5地震の震源・発震機構の調査

1895年1月18日茨城県南部の地震の深さの検討



震度分布から浅い地震ではない可能性が指摘されているが、定量的に深さを検討した研究は見られない。

宇津(1979)

震央を 140.4° E、 36.1° Nと推定(震源深さについてはやや深い地震に分類)

大森(1899)

東京における初期微動継続時間11.3秒

震源の深さは75~85km程度。

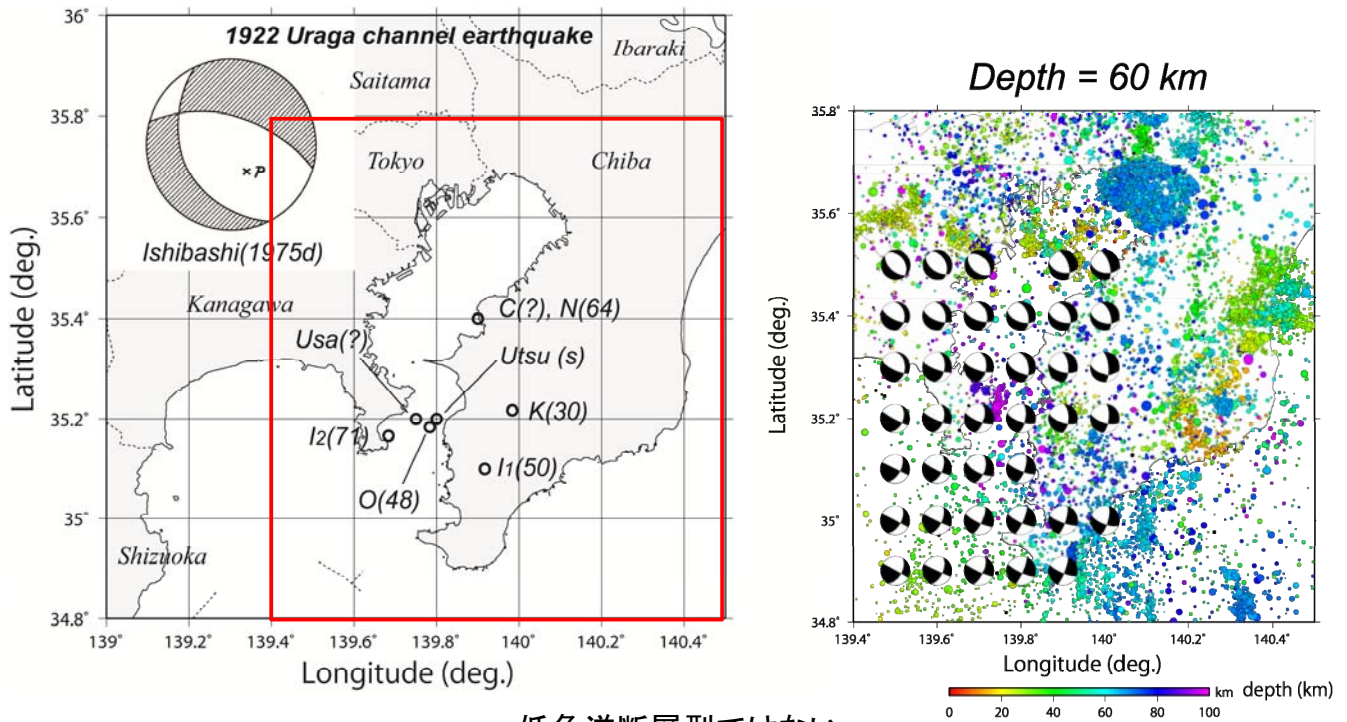
太平洋プレート上面または太平洋プレート内部の地震である可能性。

ただし、推定された震源深さ付近における近年の地震活動は低調。震度分布に既往研究間で相違が見られる

宇津(1979)による震央を通る東西断面と東京でのS-P時間のコンター。震源分布は気象庁一元化震源をHypoDDを用いて再決定した。星印が大森によるS-P時間(11.3秒)に対応。矢印は ± 0.5 秒

H22 5地震の震源・発震機構の調査

1922年4月26日浦賀水道付近の地震のメカニズム解の検討



低角逆断層型ではない。
南へ行くほど純粋な横ずれ断層型

課題3-7 H23年度実施計画

- 相模トラフ沿いの地震活動の長期評価(地震調査研究推進本部)に掲げられた南関東の直下型地震の5地震(1894年明治東京地震、1895年と1921年茨城県南部の地震、1922年浦賀水道付近の地震および1987年千葉県東方沖の地震)の震源域の位置や発震機構、繰り返しの有無等の推定をもとに、新たに得られた地震波速度構造との対比等を行い、類型化を実施する。