

3. 3. 4 過去地震の類別化と長期評価の高度化に関する調査研究

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

1943年鳥取地震などの活断層で発生した地震、1993年釧路沖地震などの、深発地震や、やや深発地震についてクーロン応力変化(Δ CFF)と現在の地震活動とを対比することで、現在の微小地震活動から首都直下の過去の地震について情報が得られる可能性を明らかにする。首都圏 M7 級地震をプレート境界地震とスラブ内地震に類型化し、それぞれの平均再来間隔の推定や規模予測を行うとともに、最新活動時期から確率予測を試みる。首都圏の古地震年表、歴史地震年表により、震源間の相互作用の有無を検討する。また、プレート構造調査、地殻構造調査の成果等を踏まえた解析を行うことにより、首都直下の地震について再評価し、地震調査研究推進本部、地震調査委員会が「その他の南関東の地震」としてまとめて評価を行った M7 程度の地震の震源域の位置（プレート境界地震、スラブ内地震）、繰り返しの有無等を推定する。

(b) 平成 23 年度業務目的

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。海外で開催される会議や学会に出席して最新の研究成果を発表し、各国から参加する研究者との議論を通じて、本プロジェクトの目標達成に有益な情報を収集するため、国際測地学・地球物理学連合総会（6 月、豪州）、米国地球物理学連合秋季大会（12 月、米国）などに出席する。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
東京大学地震研究所	教授	佐竹健治	
東京大学地震研究所	名誉教授	島崎邦彦	
東京大学地震研究所	特任研究員	室谷智子	
東京大学地震研究所	特任研究員	石辺岳男	

(2) 平成 23 年度の成果

(a) 業務の要約

- 1) 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 5 つの直下型地震（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）についての記録を引き続き収集・整理した。
- 2) 5 つの直下型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、類型化を実施した。

- 3) 海外で開催される会議や学会に出席して最新の研究成果を発表し、各国から参加する研究者との議論を通じて、本プロジェクトの目標達成に有益な情報を収集するため、国際測地学・地球物理学連合総会（6月、豪州）、アジア・大洋州地球科学学会（8月、台湾）、米国地球物理学連合秋季大会（12月、米国）、南カリフォルニア地震センター—東京大学地震研究所共同ワークショップ（12月、米国）に出席した。

(b) 業務の成果

1) 南関東で発生した5つのM7級地震に対する既往研究とデータの整理

地震調査研究推進本部の長期評価において、南関東を中心とした30km以深で発生するマグニチュード（以下Mと略記）7級地震の発生確率は、今後30年間で70%程度と推定されており、切迫性が高い（地震調査委員会、2004¹⁾）。この長期評価は1885年以降に発生した5地震、即ち1894年明治東京地震、1895年および1921年茨城県南部の地震、1922年浦賀水道付近の地震と1987年千葉県東方沖の地震に基づくが、これらの地震は震源や発生機構が不明なものや、(1) 地表近くの活断層で発生する地震、(2) フィリピン海プレート（以下、PHSと略記）上面に沿ったプレート境界型地震、(3) PHS内部で発生する地震、(4) 太平洋プレート（以下、PACと略記）上面に沿ったプレート境界型地震、(5) PAC内部で発生する地震のいずれであるか統一の見解が得られていないものを含む。長期評価の高度化には、5つのM7級地震を上記の(1)～(5)に分類し、繰り返しの有無等を議論する必要がある。そこで平成21年度ならびに22年度には、その手始めとしてこれら5地震に関する既往研究の整理とデータの収集を行った（石辺他、2009a²⁾、2009b³⁾）。本年度は引き続き、これらの地震について、地震研究所と気象庁に保存されている地震波形記録の収集とそのデジタルデータ化を実施した（図1、図3）。

2) 1894年明治東京地震の類型化（マグニチュード（M）7.0, 宇津1979⁴⁾による）

1894（明治二十七年）年6月20日に発生した明治東京地震は、東京で24名、神奈川で7名の計31名の死者を出した。既往研究を整理すると、震央については再検討の必要性を指摘した研究があるものの、東京湾北部一帯に推定されており、大きな相違は見られない。一方、震源の深さについては、沈み込むPHS内部、PACの上面、あるいはPAC内部の地震のいずれであったかについて見解が大きく異なり、地殻内地震の可能性を示唆した研究もある。震源の深さの相違は、現存する少数の地震波形記録から読み取られたS-P時間の相違によるところが大きい。図1に収集・デジタルデータ化された1894年明治東京地震の波形記録と読み取ったS-P時間を示す。ただし、観音崎、中央気象台の東京、宇都宮の観測点以外は、トリガー式の円盤型地震計で記録されたものであり、P波初動が記録されていないと考えられる。また、記象紙に残されている円盤が1回転にかかる秒数は、円盤が何周か回った平均値を採っているため、P波からS波のあたりの実際の回転速度とは異なる可能性があり、読み取ったS-P時間には多少の誤差が含まれている。

萩原（1972）⁵⁾ならびに中央気象台（1895）⁶⁾に基づく1894年明治東京地震ならびに同年10月7日の地震の震度分布を図2にそれぞれ示す。明治東京地震が同心円状の震度

分布を示す一方、10月7日の地震の震度分布には PAC 内地震の特徴である東北～北海道の太平洋側で震度が大きくなる「異常震域」が見られる。近年の地震と同様の特徴が当時の観測震度分布に見られることは、逆に観測震度分布からその類型化が可能であることを意味し、また、明治東京地震が少なくとも PAC 内地震ではなかったことを示唆する。

当時の被害記録や震度分布から、震央が東京近辺であると考え、S-P 時間から地殻内地震あるいは PHS 上面で発生した地震であったとは考えにくい。S-P 時間の誤差を考慮すると PHS 内地震であった可能性が高いと考えられるものの、PAC 上面で発生した地震であった可能性を否定できない。

3) 1895 年茨城県南部の地震（マグニチュード (M) 7.2, 宇津 1979⁴⁾ による)

1895 年 1 月 18 日に発生した茨城県南部の地震は、関東地方の広範囲にわたり強い揺れを発生させ、6 名（震災予防調査会、1895⁷⁾；神林・勝又、1975⁸⁾）または 9 名（宇津、1999⁹⁾）の死者を出し、42 戸の全壊家屋の被害が生じた。図 3 に本年度、収集・デジタルデータ化された波形記録と S-P 時間を示すが、ここでも(2)において述べたことと同様な問題がある。東京において読み取られた S-P 時間はばらつきがあるものの 11 秒程度であり、これは大森（1899）¹⁰⁾ の東京における初期微動継続時間（11.3 秒）と調和的である。

宇津（1979）⁴⁾による震央と気象庁速度構造 JMA2001（上野・他、2002¹¹⁾）を仮定した場合、震源深さは 80 km 程度に推定された（図 4）。また、S-P 時間の読み取り誤差として±0.5 秒を仮定した場合、震源の深さは 75～85 km と推定された。Ishida (1992)¹²⁾による PAC 上面深度との対比から、この地震は PAC 上面に沿った、または PAC 内部の地震であった可能性が示唆される。震度分布には、PAC 内地震の特徴である東北～北海道の太平洋側で震度が大きくなる「異常震域」が見られ、1895 年茨城県南部の地震が PAC 内地震であった可能性を支持する。

地震調査委員会（2004）¹⁾の「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価」において、1895 年茨城県南部の地震は、「茨城県南部には地震活動が定常的に活発な領域があり、ここで発生する地震のタイプは鬼怒川沿いの深さ約 40-60km のフィリピン海プレートの上面で発生するものと、筑波山付近の深さ約 60-80km の太平洋プレートの上面で発生するものとに分けられる（野口、1998¹³⁾；勝間田、2001¹⁴⁾）。震度分布や震源過程の解析によって、1895 年 1 月 18 日の地震（M7.2）と 1921 年 12 月 8 日の地震（M7.0）はどちらかのタイプの地震であったと推定される。」とされている。しかしながら、これらの定常的に地震活動が活発な領域では、観測された S-P 時間を説明することができず、1895 年茨城県南部の地震は PAC 内地震であった可能性が示唆される。

4) 1921 年茨城県南部の地震（マグニチュード (M) 7.0, 宇津 1979⁴⁾ による)

1921（大正 10）年 12 月 8 日に発生した茨城県南部の地震は、千葉県北西部と茨城県南西部を中心とした関東地方の内陸部に、道路の亀裂や墓石の転倒、垣や塀の崩壊などの被害を及ぼした被害地震である。S-P 時間ならびに気象庁速度構造を用いて、3 次元グリッドサーチ法により決定された震源の深さは 53 km 程度であった。図 5 に 1921 年茨城県南部の震源と、本プロジェクトで新たに得られた地震波速度構造（本報告書 3.1.1 を参照）

の対比を示す。また、牛山 (1922)¹⁵⁾による初動に基づき HASH (Hardebeck and Shearer, 2002¹⁶⁾) により推定された発震機構は震源の不確定性を考慮しても横ずれ型であり、PAC 上面で発生する低角逆断層型にはならない。

推定された発震機構の妥当性を検証するために、近年の地震観測網によって決定された地震の発震機構との類似度を、Kagan 角 (Kagan, 1991)¹⁷⁾を指標として調査した。近年の地震の発震機構として、防災科学技術研究所による関東東海地殻活動解析システムによる発震機構解 (松村・関東東海地殻活動観測研究グループ, 2002¹⁸⁾) を用いた。その結果を図 6 に示す。推定された震源深さでは、特に震源から南南東の方角に類似性の高い (Kagan 角の小さい) 発震機構の地震が分布しており、このことは当該領域の 50 km 程度の深さにおいて横ずれ型の大地震が発生したことに矛盾しないと考えられる。

また、1921 年茨城県南部の地震の震度分布 (図 7)、本研究で推定された震源ならびにメカニズム解に基づく距離減衰式 (司・翠川, 1999¹⁹⁾) による計算震度、ならびに近年に 1921 年茨城県南部の地震の震源付近において発生した中規模地震の震度分布を比較した (図 8)。これらは、いずれも PHS 内地震に特徴的に見られる同心円状の震度分布を示しており、調和的である。

地震調査委員会 (2004)¹¹⁾の「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価」では、1921 年茨城県南部の地震は、1895 年茨城県南部の地震と同様に「茨城県南部には地震活動が定常的に活発な領域があり、ここで発生する地震のタイプはとに分けられる (野口, 1998¹³⁾; 勝間田, 2001¹⁴⁾)。震度分布や震源過程の解析によって、1895 年 1 月 18 日の地震 (M7.2) と 1921 年 12 月 8 日の地震 (M7.0) はどちらかのタイプの地震であったと推定される。」とされている。本研究から得られた地震像は、「1921 年茨城県南部の地震は、霞ヶ浦西方の深さ 50 km 程度 (沈み込むフィリピン海プレート内部) で発生した地震であった可能性が高い。その発震機構は横ずれ型であり、茨城県南部において地震活動が定常的に活発な領域 (鬼怒川沿いの深さ約 40-60km と、筑波山付近の深さ約 60-80km) における典型的な発震機構とは異なる。」である。

5) 1922 年浦賀水道付近の地震 (マグニチュード (M) 6.8, 宇津 1979⁴⁾ による)

1922 (大正 11) 年 4 月 26 日に発生した浦賀水道付近の地震は、京浜、三浦、房総の東京湾沿岸一帯に家屋や土蔵の破損、水道管の破裂やがけ崩れなどの被害を与えた。東京と横浜で 1 名ずつ、計 2 名の死者が発生した。1921 年茨城県南部の地震と同様に S-P 時間と気象庁速度構造に基づき決定された震源は、房総半島南西部の深さ 53 km であった (図 9a)。また、中村 (1922)²⁰⁾によって報告されている初動、ならびに収集された波形記録から読み取った初動を用いて、震源の不確定性を考慮した発震機構の推定を行った。具体的には震源を仮想的に $139.5^{\circ}\sim 140.1^{\circ}$ 、 $34.9^{\circ}\sim 35.5^{\circ}$ の範囲内に 0.1° 刻みで配置し、深さ方向には 40 km ~ 90 km まで 10 km 刻みで配置した (図 9b)。その結果を三角ダイヤグラムにまとめたものを図 9c に示す。推定された発震機構は震源が北にある程、正断層型、南にある程横ずれ型であるが、逆断層型にはならない。このことは、1922 年浦賀水道付近の地震が PHS や PAC の上面で発生したプレート境界型地震ではなかったことを強く示唆する。

近年に周辺で発生した地震の発震機構と比較すると、推定された震源付近から西へほぼ同様の横ずれ型の地震が卓越していることが明らかとなった(図 10)。また、1922 年浦賀水道付近の地震の観測震度(図 11)と本研究で推定された震源ならびに発震機構を用いた距離減衰式(司・翠川, 1999¹⁹⁾)による計算震度、ならびに近年に周辺で発生した地震の震度分布を図 12 に示す。近年に周辺で発生した顕著地震として、2005 年 7 月 23 日の地震(M6.0)が挙げられるが、この地震は PAC 上面で発生したプレート境界型地震である。距離減衰式による計算震度では三浦半島における震度が、実際に観測された震度に比べて若干小さく、震源域が多少西側にあったほうが観測された震度分布と調和的であるようにみえる。しかしながら、東京における初動が南微東、下方動(大森, 1922)²¹⁾であることを考慮すると、震源は東京よりも大きく西側にいくことは考えにくい。なお、図 9 における残差は震源の深さが房総半島中部より東へ、PAC 上面よりも深くなると急激に大きくなり、観測された S-P 時間を説明することができない。

地震調査委員会(2004)¹⁾の「相模トラフ沿いの地震活動の長期評価」では、1922 年浦賀水道付近の地震は、「石橋(1975)²²⁾が震源位置を推定しており、これによる深さは $71 \pm 21 \text{ km}$ である。現在この領域では、太平洋プレート上面の活動域に対応する深さ 90km 付近での地震活動が活発である。石橋(1975)²²⁾の震源位置をこれと照らし合わせた場合、フィリピン海プレート内部から太平洋プレート上面までの間で発生したやや深い地震であると考えられる(勝間田, 2001¹⁴⁾)。なお最近では、1992 年 2 月 2 日に浦賀水道付近で M5.7 の地震があり、発震機構は深さ 90km 付近の太平洋プレート上面付近のプレート内で発生した、東落ちの高角逆断層型であると推定されている(地震予知連絡会, 1992²³⁾)。」とされている。本研究で明らかにされた地震像は、「1922 年浦賀水道付近の地震は浦賀水道から千葉県南西部のフィリピン海プレート内部(深さ 50-60 km 程度)で発生した横ずれ型地震であった可能性が高い。」である。

(c) 結論ならびに今後の課題

本プロジェクトにおける「過去地震の類別化と長期評価の高度化に関する調査研究」の 5 年における成果の概要を以下に整理する。

- ・1943 年鳥取地震などの活断層で発生した地震、1993 年釧路沖地震などの深発地震や、やや深発地震による静的クーロン応力変化(ΔCFF)と近年の地震活動とを対比し、地震によっては大地震による ΔCFF が長期間にわたって周辺の地震活動に影響を及ぼす可能性を明らかにした(Ishibe et al., 2011²⁴⁾)。

- ・地震調査研究推進本部の長期評価の対象となった 5 地震について、既往研究とデータの収集を行った。その結果、これまで使われていなかった波形記録や検測値を用いた解析が可能となった(石辺・他, 2009a²⁾、2009b³⁾)。

- ・上記の収集されたデータならびに本プロジェクトで明らかとなった新たな地震波速度構造との対比に基づき、5 つの地震の類型化を実施した。1894 年明治東京地震は PHS 内地震あるいは PAC 上面で発生した地震であったと考えられる。1895 年茨城県南部地震は PAC 内地震であったと考えられる。1921 年茨城県南部の地震、1922 年浦賀水道付近の地震は PHS 内地震であったことが明らかとなった。1987 年千葉県東方沖地震は、近年に発

生した被害地震で PHS 内地震であることが明らかとなっているが（例えば、Okada and Kasahara, 1990²⁵⁾）、メカニズム解が横ずれ型であることを確認した。

1894 年明治東京地震については、PHS 内地震であったか、PAC 上面で発生した地震であったのか更なる解析が必要であるものの、5 つの地震がどこで発生した地震であったのか、5 カ年におけるデータ収集と解析から理解が進んだことは成果である。しかしながら、首都圏の古地震年表、歴史地震年表により、震源間の相互作用の有無等を解明するには至らなかった。例えば、1923 年大正関東地震（M7.9）前の 2 年間に発生した 2 地震（1921 年茨城県南部の地震、1922 年浦賀水道付近の地震）はいずれも PHS 内部で発生した横ずれ型地震であったことが明らかとなったが、こういった PHS スラブ内の地震と関東地震発生の関連性は興味深い。2011 年 3 月に発生した東北地方太平洋沖地震（M9.0）によって、地震のメカニズム解や震源分布に明瞭な変化が見られているが（例えば、Kato et al., 2011²⁶⁾）、関東地震の発生前後においても同様のことが考えられ、地震サイクルを通してどのように起震応力場が変化するか理解を進めることが、時間依存モデルによる発生確率評価への 1 つの鍵となるかもしれない。

(d) 引用文献

- 1) 地震調査委員会：相模トラフ沿いの地震活動の長期評価,31pp, 2004.
- 2) 石辺岳男・西山昭仁・佐竹健治・島崎邦彦：南関東で発生した M7 級地震の既往研究とデータの整理－1894 年明治東京地震と 1895 年茨城県南部の地震，*東京大学地震研究所彙報*, **84(2)**, 149-182, 2009a.
- 3) 石辺岳男・西山昭仁・佐竹健治・島崎邦彦：南関東で発生した M7 級地震の既往研究とデータの整理－1921 年茨城県南部の地震，1922 年浦賀水道付近の地震ならびに 1987 年千葉県東方沖地震，*東京大学地震研究所彙報*, **84(2)**, 183-212, 2009b.
- 4) 宇津徳治：1885～1925 年の日本の地震活動－M6 以上の地震及び被害地震の再調査－，*東京大学地震研究所彙報*, **54**, 253－308, 1979.
- 5) 萩原尊禮：明治 27 年東京地震，安政 2 年江戸地震，元禄 16 年関東地震の震度分布，*地震予知連絡会会報*, **7**, 27－31, 1972.
- 6) 中央气象台：六月二十日午後二時零四分，*明治廿七年地震報告*, 38－47, 1895.
- 7) 震災予防調査会：*地震其他地異彙報*，*震災予防調査会報告*, **4**, 95－113, 1895.
- 8) 神林幸夫・勝又護：東京の被害地震の表およびその震度分布図付震度 IV 以上の地震，*京都防災会議東京直下地震に関する調査研究(その 3)－地震活動状況に関する考察－*, 53－103, 1975.
- 9) 宇津徳治：地震活動総説，*東京大学出版会*, 876pp, 1999.
- 10) 大森房吉：地震ノ初期微動ニ関スル調査，*震災予防調査会報告*, **29**, 37－45, 1899.
- 11) 上野 寛・畠山信一・明田川保・舟崎淳・浜田信生：気象庁の震源決定方法の改善－浅部速度構造と重み関数の改良－，*験震時報*, **65**, pp.123-134, 2002.
- 12) Ishida, M.: Geometry and Relative Motion of the Philippine Sea Plate and Pacific Plate Beneath the Kanto-Tokai District, Japan, *J. Geophys. Res.*, **97**, No.B1, 489-513, 1992.

- 13) 野口伸一：関東地域の地震活動・発震機構・火山フロントとフィリピン海および太平洋プレートの沈み込み, *地震研究所彙報*, Vol.73, 73-103, 1998.
- 14) 勝間田明男：古い強震計の記録からよみとれる明治以降の南関東地域の地震の特性, *月刊地球*, 号外 No.34, 61-69, 2001.
- 15) 牛山高見：12月8日夜千葉縣印旛沼附近の小破壊的地震に就きて, *気象集誌*, **41**, 4-13, 1922.
- 16) Hardebeck, J. L., and P. M. Shearer: A new method for determining first-motion focal mechanisms, *Bull. Seism. Soc. Am.*, **92**, 2264-2276, 2002.
- 17) Kagan, Y. Y.: 3-D rotation of double-couple earthquake sources, *Geophys. J. Int.* **106**, 709-716, 1991.
- 18) 松村正三・関東東海地殻活動観測研究グループ：関東・東海地域における最近20年間の地震観測結果（発震機構解）－特別研究「関東・東海地域における地震活動に関する研究」観測成果のまとめ（その4）－, *防災科学技術研究所研究資料*, **224**, 1-80, 2002.
- 19) 司宏俊・翠川三郎：断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式, *日本建築学会構造系論文報告集*, **523**, pp. 63-70, 1999.
- 20) 中村左衛門太郎：四月廿六日の東京附近の強震に就て, *気象集誌*, **41**, 139-156, 1922.
- 21) 大森房吉：東京にて感じたる激震強震の強震計記録図, *東洋学芸雑誌(学芸)*, **39(489)**, 2-5, 1922.
- 22) 石橋克彦：多層構造モデルのもとで多点のS-P時間をもちいた古い地震の震源再計算, *地震*, **28**, 347-364, 1975.
- 23) 地震予知連絡会：1992年2月2日浦賀水道付近の地震, *地震予知連絡会会報*, **48**, 112-120, 1992.
- 24) Ishibe, T., K. Shimazaki, H. Tsuruoka, Y. Yamanaka, and K. Satake: Correlation between the Coulomb Stress Changes Associated with Large Historical Earthquakes and Recent Seismic Activities: Effects of Large Historical Earthquakes on Background Seismicity Rate, *Earth, Planets, Space*, **63**, 301-314, 2011.
- 25) Okada, Y. and K. Kasahara: Earthquake of 1987, off Chiba, central Japan and possible triggering of eastern Tokyo earthquake of 1988, *Tectonophysics*, **172**, 351-364, 1990.
- 26) Kato, A., S. Sakai, and K. Obara: 2011, A normal-faulting seismic quiescence triggered by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake: Wholesale stress regime changes in the upper plate, *Earth, Planets, Space*, **63**, 745-748, 2011.
- 27) Waldhauser, F. and W.L. Ellsworth: A double-difference earthquake location algorithm: Method and application to the northern Hayward fault, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **90**, 1353-1368, 2000.
- 28) Omori, F.: The semi-destructive earthquake of April 26, 1922, *Seismological Notes*, **3**, 1-30, 1922.

- 29) 宇津徳治：日本付近の M6.0 以上の地震および被害地震の震度分布図（1901～1926年），東京大学地震研究所，278pp，1989.
- 30) 宇佐美龍夫：「最新版・日本被害地震総覧・416-2001」，東京大学出版会，605pp，2003.

(e) 学会等発表実績

学会等における口頭・ポスター発表

発表成果（発表題目、口頭・ポスター発表の別）	発表者氏名	発表場所（学会等名）	発表時期	国際・国内の別
2011年東北地方太平洋沖地震による首都圏の地震活動の変化（口頭）	石辺岳男・島崎邦彦・佐竹健治・鶴岡弘	第893回地震研究所談話会（東京大学地震研究所、東京都文京区）	2011年4月22日	国内
過去の横ずれ型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性（ポスター）	石辺岳男・島崎邦彦・鶴岡弘・山中佳子・佐竹健治、室谷智子	日本地球惑星科学連合大会2011年大会（幕張メッセ国際会議場、千葉県千葉市）	2011年5月22-27日	国内
2011年東北地方太平洋沖地震による首都圏における地震活動変化（ポスター）	石辺岳男・島崎邦彦・佐竹健治・鶴岡弘	日本地球惑星科学連合大会2011年大会（幕張メッセ国際会議場、千葉県千葉市）	2011年5月22-27日	国内
Correlation between Coulomb Stress Changes Imparted by Large Historical Strike-Slip Earthquakes and Current Seismicity in Japan（ポスター）	Ishibe, T., K. Shimazaki, H. Tsuruoka, Y. Yamanaka, K. Satake, and S. Murotani	IUGG2011 (Melbourne Convention & Exhibition Centre (MCEC), Melbourne, Australia)	2011年6月27-7月7日	国際
Recurrence of Large Earthquakes around Tokyo Metropolitan Area Inferred from Coastal Geology and Historical Records（口頭）	Satake K., K. Shimazaki, Y. Tsuji, T. Ishibe, H. -Y. Kim, and S. Murotani	IUGG2011 (Melbourne Convention & Exhibition Centre (MCEC), Melbourne, Australia)	2011年6月27-7月7日	国際

2011年東北地方太平洋沖地震による首都圏における地震活動変化（口頭）	石辺岳男・島崎邦彦・佐竹健治・鶴岡弘	研究集会"地震活動の評価に基づく地震発生予測システム：標準予測モデルの構築へ向けて(2)"（気象研究所第一共用室、茨城県つくば市）	2011年7月 12-13日	国内
Classification of Large Historical Earthquakes around Tokyo Metropolitan Area（口頭）	Satake, K, Shimazaki, Y. Tsuji, T. Ishibe, H-Y. Kim, and S. Murotani	Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) 2011 (Taipei International Convention Center, Taipei)	2011年8月 8-12日	国際
1885年以降の「M7級首都直下地震」の類型化（口頭）	石辺岳男・佐竹健治・島崎邦彦・室谷智子・西山昭仁	第28回歴史地震研究会（新潟大学駅南キャンパス「ときめいと」、新潟県新潟市）	2011年9月 16-18日	国内
首都圏地域における地震活動度の変化（口頭）	酒井慎一・石辺岳男・楠城一嘉・中川茂樹・平田直	第897回地震研究所談話会（東京大学地震研究所、東京都文京）	2011年9月 16日	国内
1885年以降の「M7級首都直下地震」の地震像－1894年明治東京地震・1895年茨城県南部の地震－（ポスター）	室谷智子・石辺岳男・佐竹健治・島崎邦彦	日本地震学会2011年秋季大会（静岡県コンベンションアーツセンター・グランシップ、静岡県静岡市）	2011年10月 12-15日	国内
1885年以降の「M7級首都直下地震」の地震像－1921年茨城県南部の地震・1922年浦賀水道付近の地震－（ポスター）	石辺岳男・佐竹健治・島崎邦彦・室谷智子・西山昭仁	日本地震学会2011年秋季大会（静岡県コンベンションアーツセンター・グランシップ、静岡県静岡市）	2011年10月 12-15日	国内
1885年以降に関東で発生したM7級地震の類型化（口頭）	石辺岳男・室谷智子・佐竹健治・島崎邦彦・西山昭仁	講演会「関東における今後の地震活動について」（砂防会館、東京都千代田区）	2011年11月 22日	国内

Classification of M~7 earthquakes in Tokyo Metropolitan area since 1885 - The 1921 Ibaraki-ken Nambu and 1922 Uraga channel earthquakes- (ポスター)	Ishibe, T., K. Satake, K. Shimazaki, S. Murotani, A. Nishiyama	AGU fall meeting 2011 (San Francisco, California, USA)	2011年12月 5-9日	国際
Classification of M~7 earthquakes in Tokyo Metropolitan area since 1885 - The 1894 Meiji Tokyo and 1895 Ibaraki-ken Nambu earthquakes - (ポスター)	Murotani, S., T. Ishibe, K. Satake, K. Shimazaki	AGU fall meeting 2011 (San Francisco, California, USA)	2011年12月 5-9日	国際
Change in Seismicity Beneath the Tokyo Metropolitan Area Due to the 2011 Tohoku Earthquake (口頭)	Ishibe, T., K. Shimazaki, K. Satake, H. Tsuruoka	SCEC-ERI Joint Workshop (Stanford University, Palo Alto, California, USA)	2011年12月 10-11日	国際
Classification of M~7 earthquakes in Tokyo Metropolitan Area since 1885: Reevaluation of Historical Earthquake Data (ポスター)	Murotani, S., T. Ishibe, K. Satake, K. Shimazaki	SCEC-ERI Joint Workshop (Stanford University, Palo Alto, California, USA)	2011年12月 10-11日	国際

学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載論文（論文題目）	発表者氏名	発表場所 （雑誌等名）	発表時期	国際・国内の別
首都直下で大地震発生の可能性は？	石辺岳男・佐竹健治	Newton	2011年6月	国内
首都直下で大地震発生の可能性は？	石辺岳男・佐竹健治	Newton別冊	2011年7月	国内
Change in seismicity beneath the Tokyo	Ishibe, T., K.	Earth Planets Space	2011年9月	国際

metropolitan area due to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku, Japan Earthquake	Shimazaki, K. Satake, and H. Tsuruoka			
2011年東北地方太平洋沖地震による首都圏における地震活動変化	石辺岳男・島崎邦彦・佐竹健治・鶴岡弘	地震予知連絡会会報	2011年11月	国内

マスコミ等における報道・掲載

報道・掲載された成果	対応者氏名	報道・掲載機関	発表時期	国際・国内の別
首都圏地盤に力、南関東のM7級誘発も	石辺岳男	読売新聞	2011年4月	国内
首都圏における地震活動度変化	石辺岳男	みのもんたの朝ズバッ！（TBS）	2011年4月	国内
首都圏に巨大地震は起こるのか？	石辺岳男	ガリレオX（BSフジ）	2011年9月	国内
3回、異例のプレート内型 東大地震研過去130年の5回解析	石辺岳男	日本経済新聞	2011年9月	国内
関東大震災と関連指摘	石辺岳男	朝日新聞	2011年10月	国内

(f) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

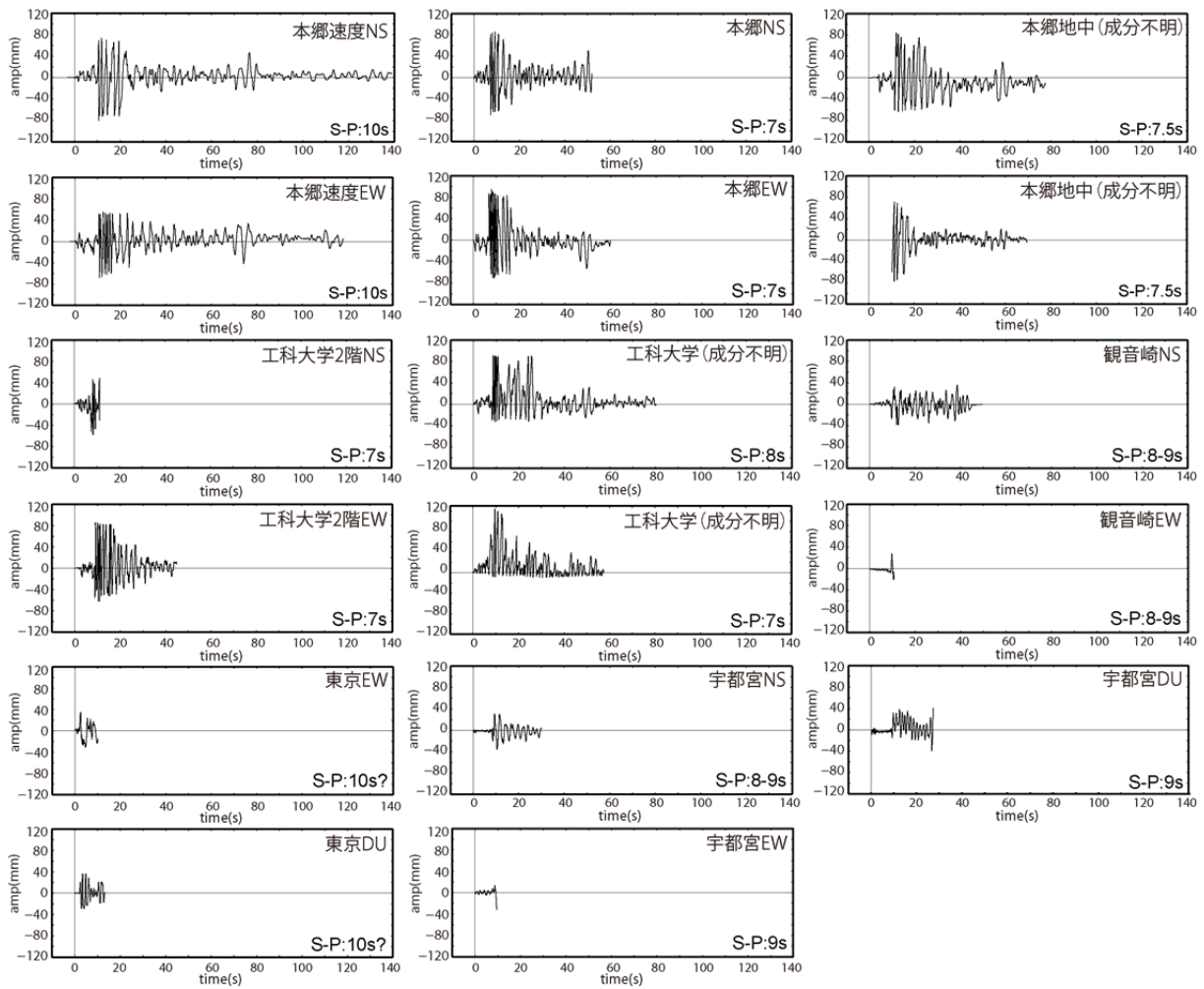


図 1. 東京周辺における 1894 年明治東京地震の地震波形記録と読み取った S-P 時間。観音崎、中央気象台の東京、宇都宮以外の観測点は円盤記録を復元したもの。

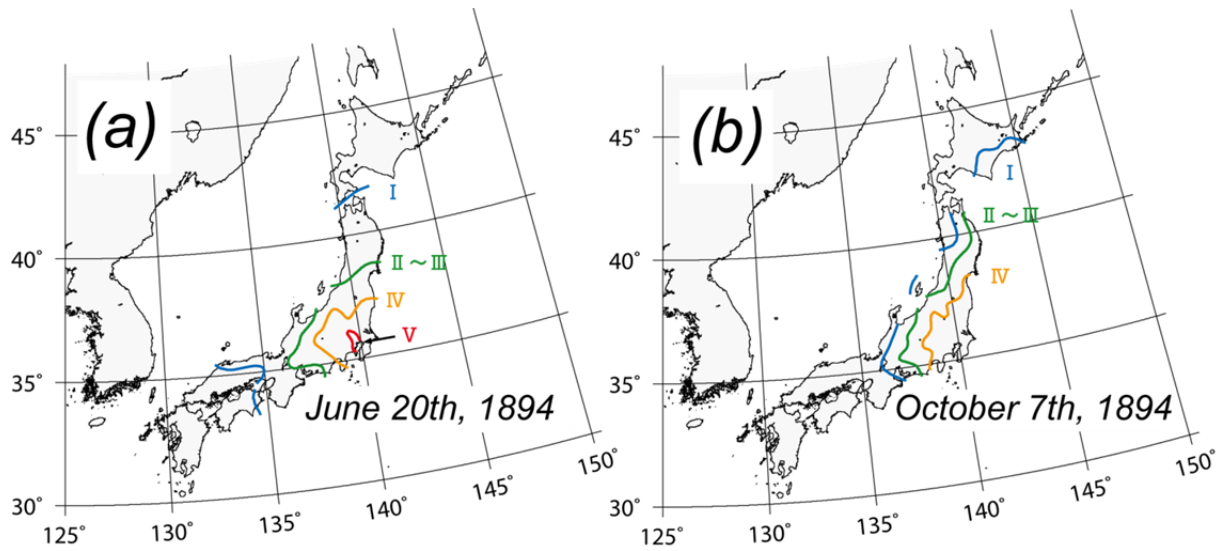


図 2. (a)1894 年明治東京地震の震度分布 (萩原、1972⁵⁾ ;中央気象台、1895⁶⁾) と(b)1894 年 10 月 7 日の地震の震度分布 (中央気象台、1895⁶⁾).

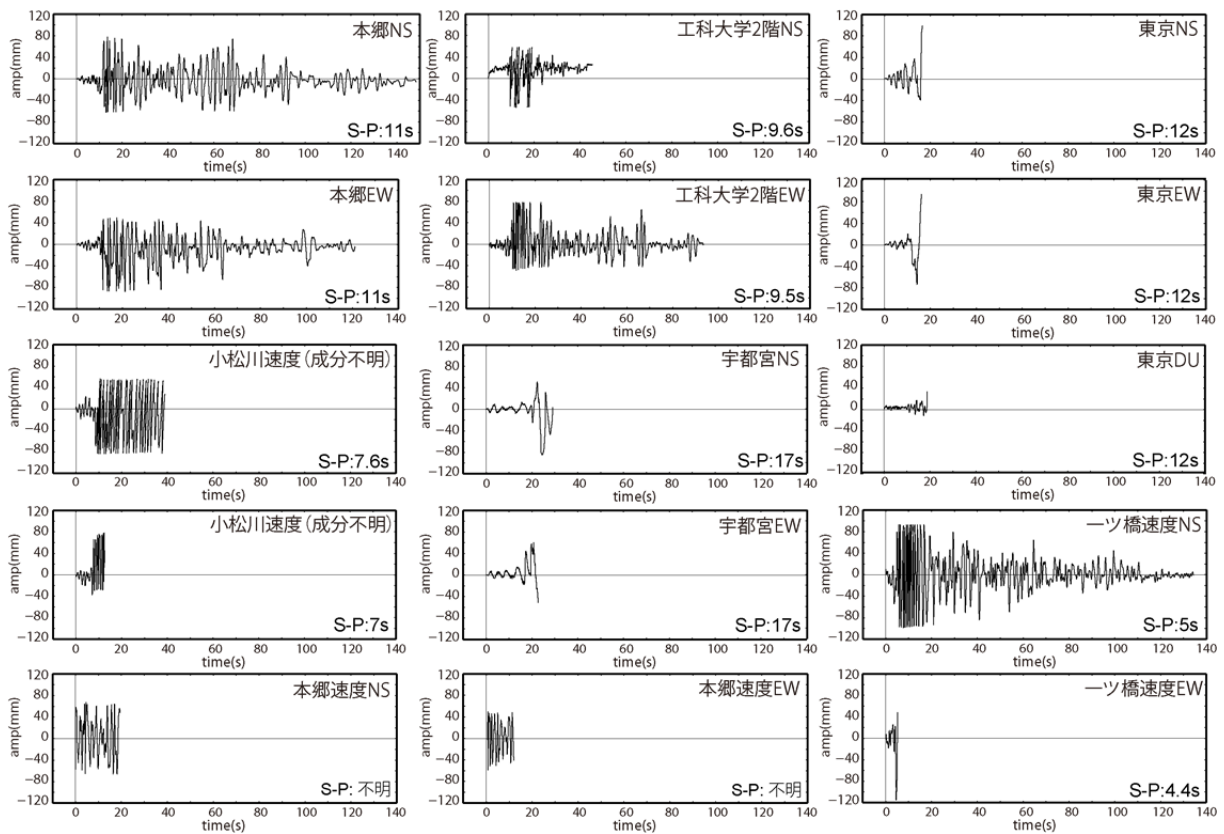


図 3. 東京周辺における 1895 年茨城県南部の地震の地震波形記録と読み取った S-P 時間。中央気象台の東京、宇都宮以外の観測点は円盤記録を復元したもの。本郷速度の記録は、S 波以降の地震動が記録されている。一ツ橋速度の記録は、円盤の回転速度が不明だったために同日の別の記録の値を用いたが、S-P 時間がかなり短いので正しくない可能性がある。宇都宮は中央気象台報告の値に合うように紙送り速度を推定して復元した。

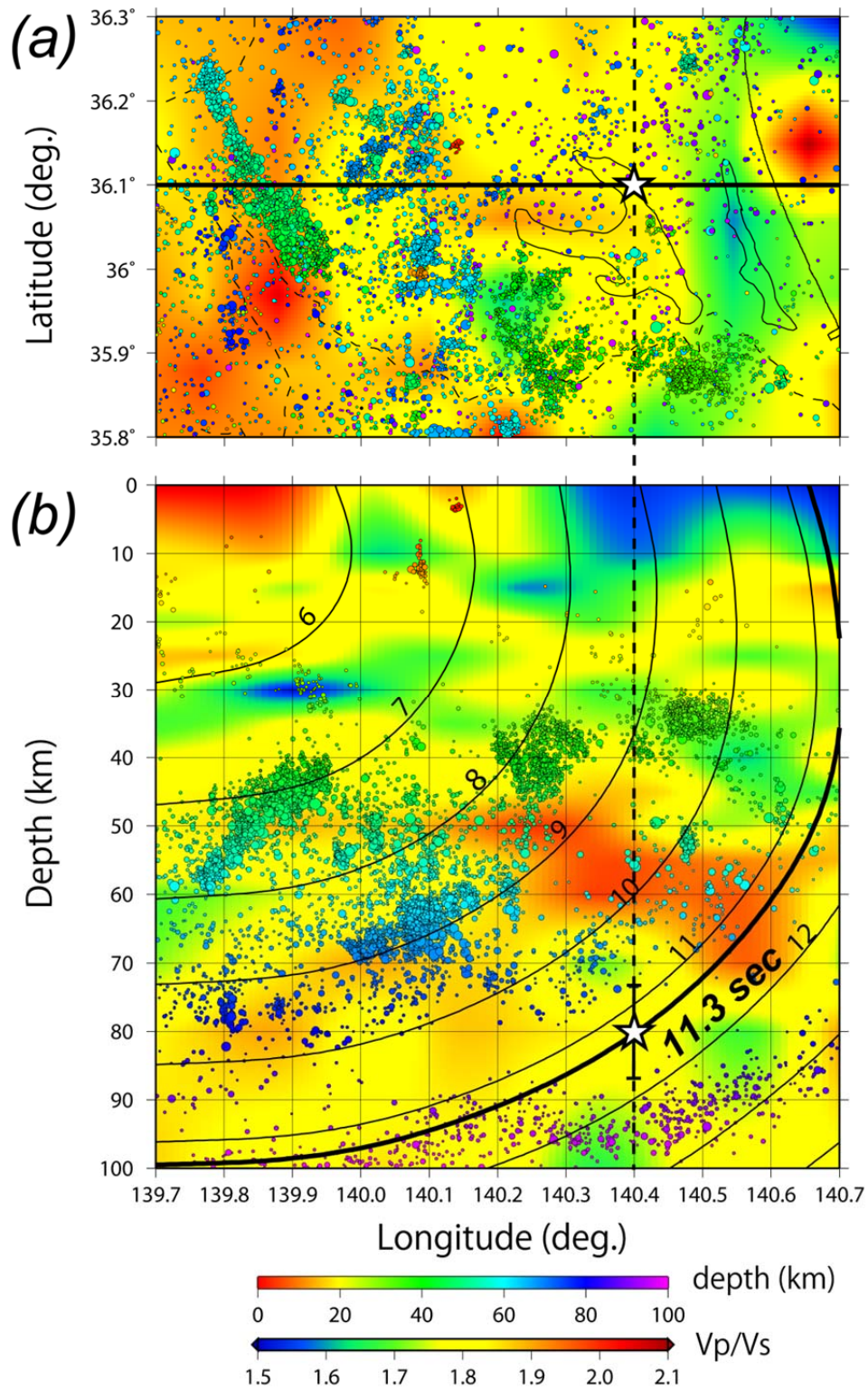


図 4. S-P 時間から宇津 (1979) ⁴⁾ の震央ならびに気象庁速度構造を仮定した場合に推定される 1895 年茨城県南部の地震の震源深さ (星印)。本プロジェクトで新たに得られた地震波速度構造((a)深さ 80 km 断面、(b)北緯 36.1 度における東西断面)ならびに気象庁一元化震源の Double-Difference 法(Waldhauser and Ellsworth, 2000²⁷⁾)による再決定震源を重ねて表示してある。

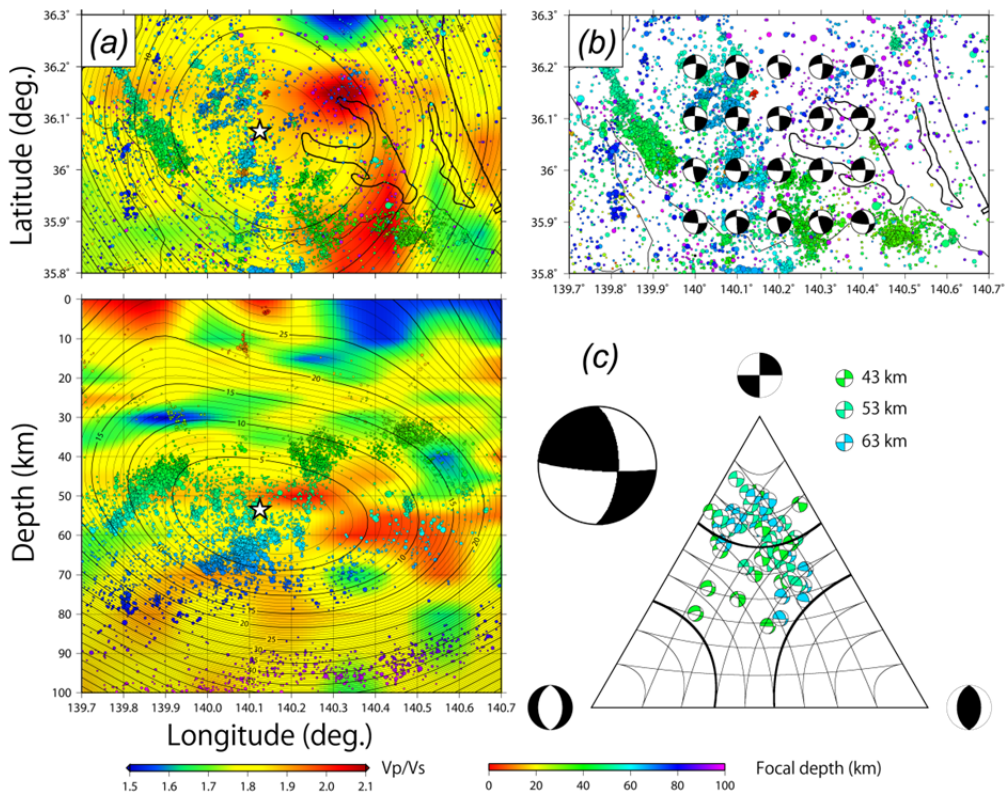


図 5. (a) S-P 時間と気象庁速度構造から推定される震源 (星印)。コンターは S-P 時間の残差の二乗和を表す。震源は気象庁一元化震源の Double-Difference 法による再決定震源。本プロジェクトで新たに得られた速度構造を重ねて表示してある。(b)1921 年茨城県南部の地震の発震機構の震源位置による変化 (深さ 53 km)。(c) (左) 1921 年茨城県南部の地震の発震機構、(右)震源位置を変化させた場合に推定された発震機構の三角ダイアグラム。

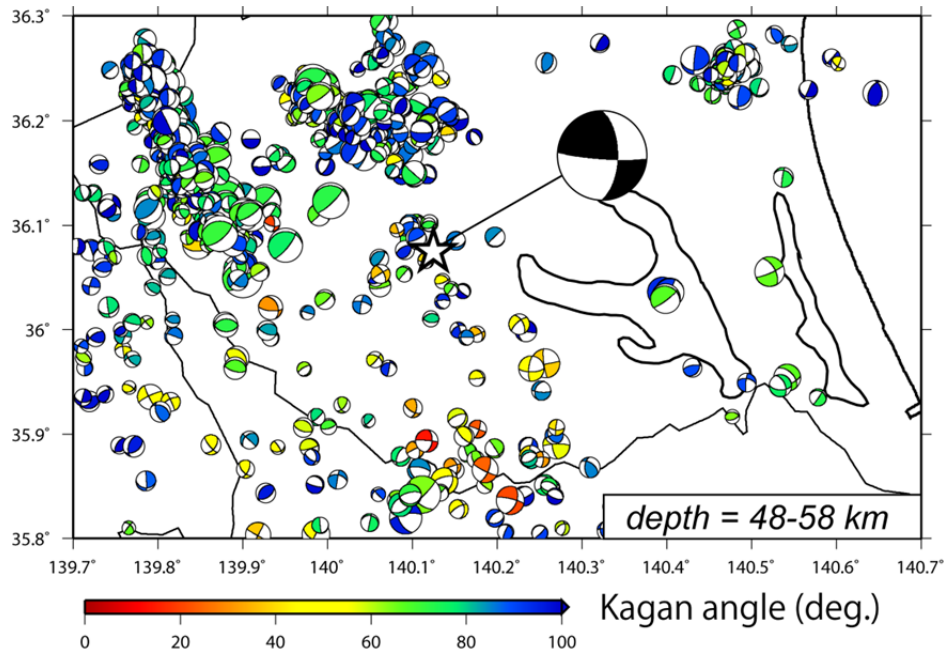


図 6. 1921 年茨城県南部の地震の発震機構と、近年に周辺で発生した地震の発震機構との Kagan 角。近年の地震の発震機構は防災科学技術研究所による。

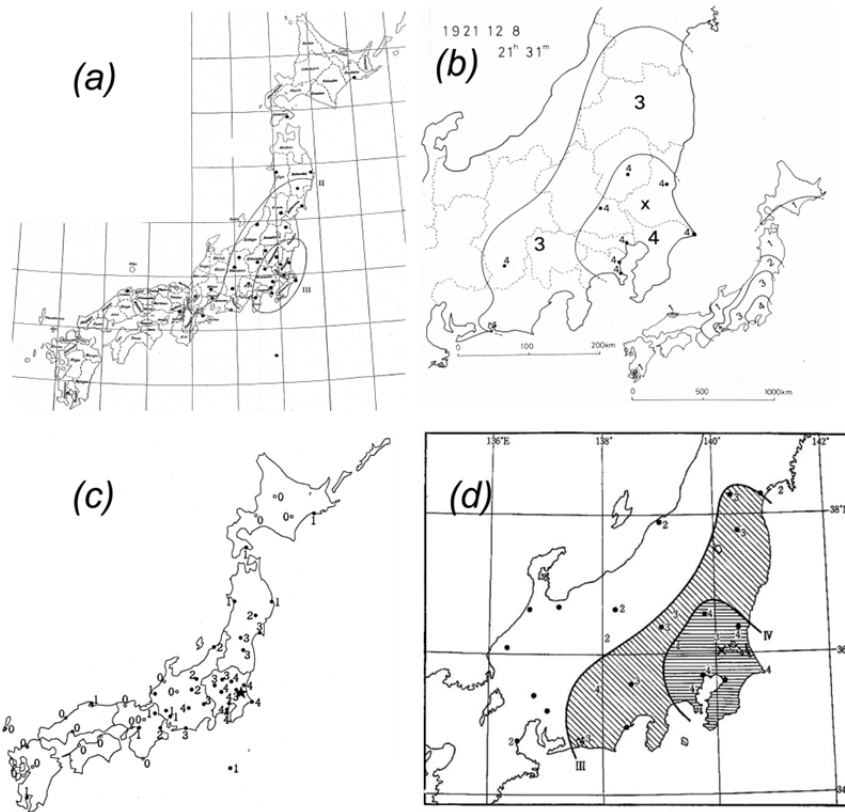


図 7. 1921 年茨城県南部の地震の震度分布 [(a) Omori (1922)²⁸⁾ (b) 神林・勝又 (1975)
 8) (c) 宇津 (1989) ²⁹⁾ (d) 宇佐美 (2003) ³⁰⁾による]

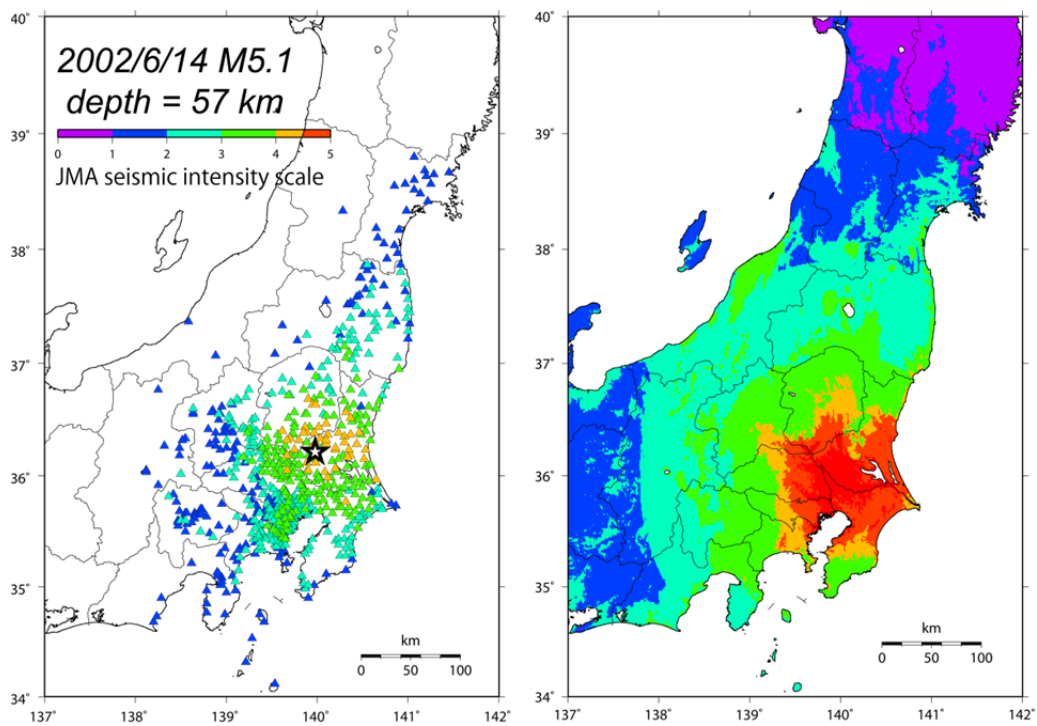


図 8. (左) 震源付近において近年に発生した地震 (2002 年 6 月 14 日 (M5.1) の地震) の震度分布。(右) 1921 年茨城県南西部の地震の簡便法による計算震度分布。

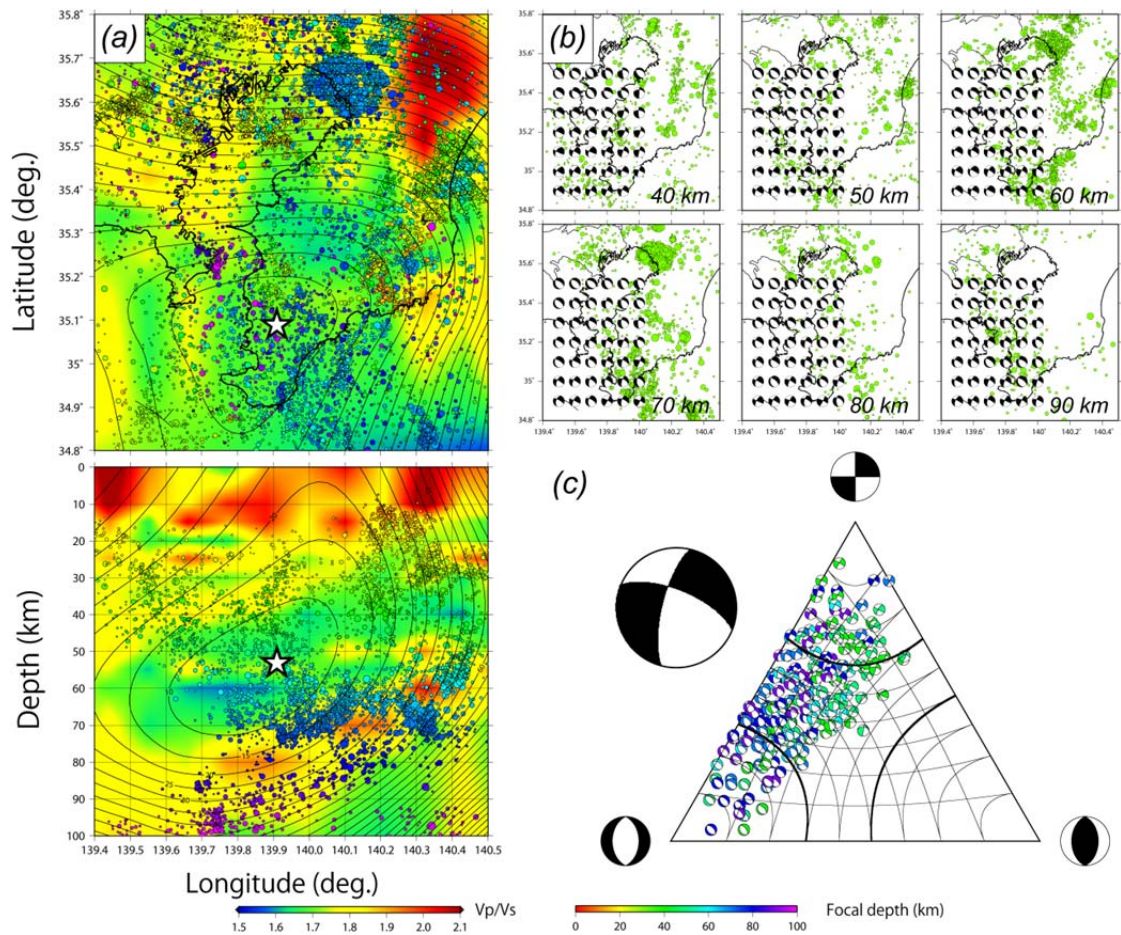


図 9. (a) S-P 時間と気象庁速度構造に基づく 1922 年浦賀水道付近の地震の震源（星印）。シンボルは図 5 と同様。(b) 1922 年浦賀水道付近の発震機構の震源位置による変化。それぞれの深さ ± 5 km の地震活動を示してある。(c) (左) 1922 年浦賀水道付近の地震の発震機構、(右) 震源位置を変化させた場合に推定された発震機構の三角ダイヤグラム。

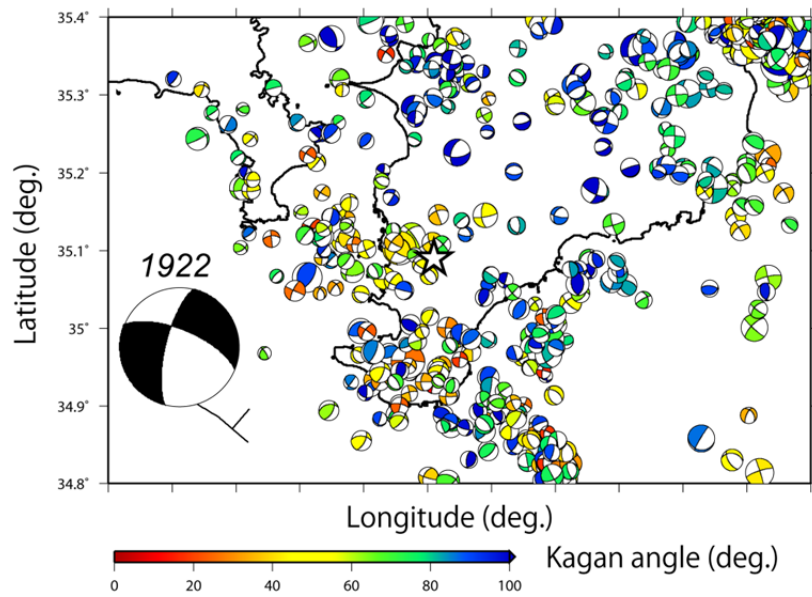


図 10. 1922 年浦賀水道付近の地震の発震機構と、近年に周辺において発生した地震の発震機構との Kagan 角。近年の地震の発震機構は防災科学技術研究所による。

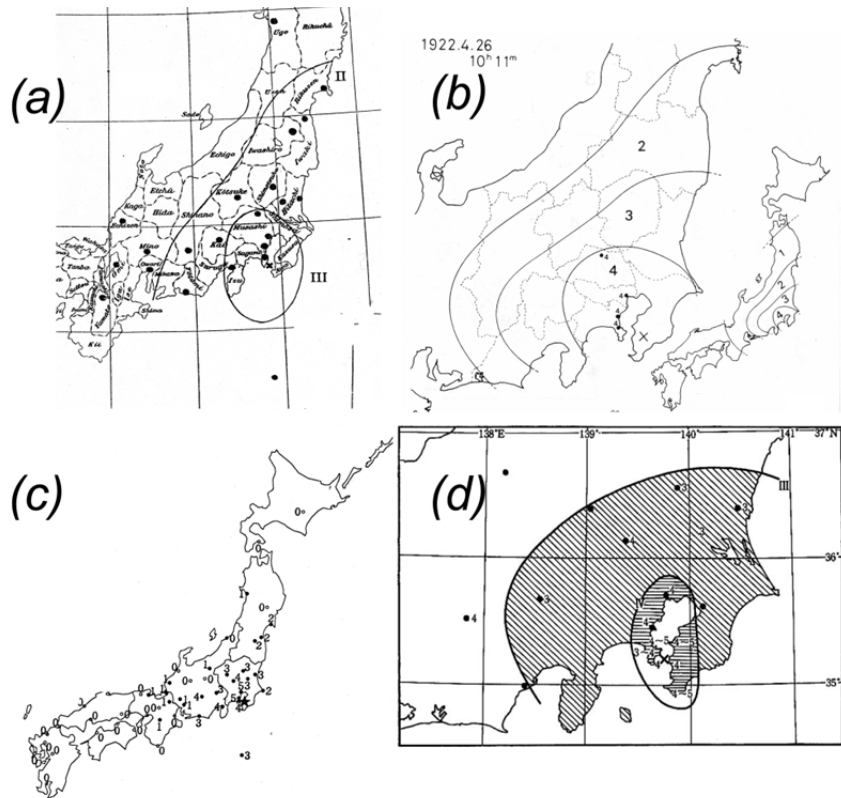


図 11. 1922 年浦賀水道付近の地震の震度分布 [(a) Omori (1922)²⁸⁾ (b) 神林・勝又 (1975)⁸⁾ (c) 宇津 (1989)²⁹⁾ (d) 宇佐美 (2003)³⁰⁾による]。

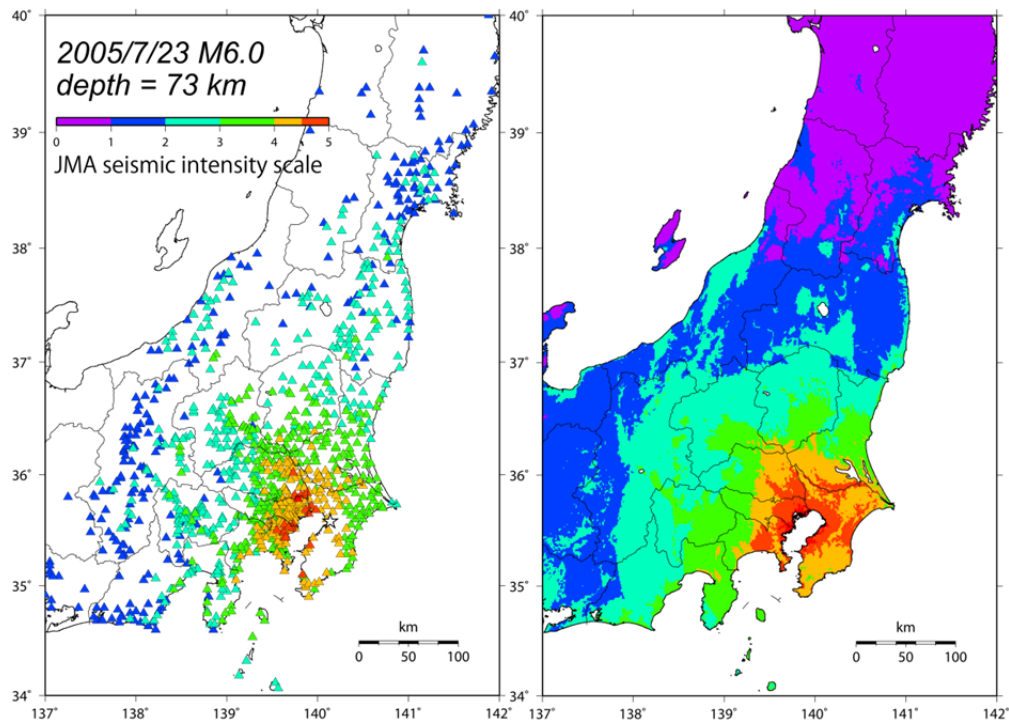


図 12. (左) 震源付近において近年に発生した地震 (2005 年 7 月 23 日 (M6.1) の地震) の震度分布。(右) 1922 年浦賀水道付近の地震の簡便法による計算震度分布