

3. 研究報告

3.1 地震計を用いた自然地震観測によるプレート構造調査

3.1.1 中感度地震観測によるプレート構造調査

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

首都圏に新たな中感度地震観測点を機動的に設置し、自然地震の稠密観測を行う。これにより、精度の高い震源分布や強震動予測に必要な地震波速度と非弾性常数の三次元的な分布を明らかにするとともに、プレート境界面の形状やプレート内における弱面の存在等を把握する。特に、フィリピン海プレート内部（スラブ内）の構造を解明する。

(b) 平成22年度業務目的

- 1) 平成21年度までに首都圏および東京湾に設置された226台中感度地震観測装置からなる観測網へ同装置23台を新たに追加して、合計249箇所における自然地震観測を行う。
- 2) 国立大学法人東京大学地震研究所の「データ収集・処理・公開センター」の整備を進めて、引き続きデータを収集・処理する。あわせて、房総半島の観測点で得られる房総半島沖の地震データも収集する。
- 3) 収集したデータを既存観測点のデータと併せ、震源決定法・地震波トモグラフィ法・地震波干渉解析法等の手法を用いて、首都圏下のプレート境界面の形状やプレート内における弱面の存在を明らかにするための解析を進める。
- 4) これまでに得られたデータを統合し、関東の地震カタログを整理する。
- 5) 収集したデータを学校教育に活かすための教育者や研究者、教育行政関係者等と連絡組織を構築とその組織運営を行う。

(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	平田 直	
東京大学地震研究所	特任教授	笠原 敬司	
東京大学地震研究所	教授	岩崎 貴哉	
東京大学地震研究所	教授	鷹野 澄	
東京大学地震研究所	教授	森田 裕一	
東京大学地震研究所	准教授	酒井 慎一	
東京大学地震研究所	准教授	飯高 隆	
東京大学地震研究所	准教授	卜部 卓	
東京大学地震研究所	准教授	鶴岡 弘	
東京大学地震研究所	特任助教	楠城 一嘉	
東京大学地震研究所	助教	蔵下 英司	
東京大学地震研究所	助教	五十嵐 俊博	

東京大学地震研究所	助教	加藤 愛太郎	
東京大学地震研究所	助教	大木 聖子	
東京大学地震研究所	助教	西田 究	
東京大学地震研究所	助教	中川 茂樹	
東京大学地震研究所	特任研究員	パナヨトプロ ス ヤニス	
東京大学地震研究所	技術専門職員	宮川 幸治	
東京大学地震研究所	技術職員	坂上 実	
東京大学地震研究所	技術職員	芹沢 正人	
東京大学地震研究所	学術支援職員	川北 優子	
宇都宮大学教育学部	教授	伊東 明彦	
桜美林大学	准教授	根本 泰雄	

(2) 平成 22 年度の成果

(a) 業務の要約

- 1) 平成 21 年度までに首都圏および東京湾に設置された 226 台の中感度地震観測装置からなる観測網へ同装置 23 台を新たに追加して、合計 249 箇所における自然地震観測を行った。
- 2) 国立大学法人東京大学地震研究所の「データ収集・処理・公開センター」の整備を進めて、引き続きデータを収集・処理した。あわせて、房総半島の観測点で得られる房総半島沖の地震データも収集した。
- 3) 収集したデータを既存観測点のデータと併せ、震源決定法・地震波トモグラフィ法・地震波干渉解析法等の手法を用いて、首都圏下のプレート境界面の形状やプレート内における弱面の存在を明らかにするための解析を進めた。
- 4) これまでに得られたデータを統合し、関東の地震カタログを整理した。
- 5) 収集したデータを学校教育に活かすための教育者や研究者、教育行政関係者等と連絡組織を構築とその組織運営を行った。

(b) 業務の成果

1) 中感度地震観測点の整備と自然地震観測

今年度は、東京都(5/58)、神奈川県(1/29)、千葉県(11/107)、茨城県(1/26)、埼玉県(5/24)に 23 観測点を設置した(表 1)。昨年度(平成 21 年度)までに 226 観測点が整備され、その観測点により 5 本の観測線が作られていた¹⁾。今年度は、首都圏全域に点在する観測点を設置した(図 1)。昨年度までに整備した観測点および今年度設置した観測点をあわせた 249 観測点で観測されたデータの収録を継続している。今年度の 23 観測点の内訳は、小学校が 19 箇所、中学校が 4 箇所である。その結果、全 249 観測点の内訳は、小学校が 168 箇所、中学校が 37 箇所、高校が 18 箇所、大学が 1 箇所、公園が 15 箇所、そのほか 10 箇所である。

今年度設置した観測点も、昨年度までと同じ仕様で設置された^{2)、3)}。深さ 20m のポアホールの中に三成分の加速度計を設置し、孔底でデジタルに変換し地上装置に送られ、

インターネット網を利用して地震研究所のデータセンターで収集されている。観測点や回線状態によってデータが届かなかったときも、再送機能によって確実にデータが届けられるため、データの欠落が無く、24時間365日の連続収録が達成できている^{4)、5)}。

2) データ解析

a) 震源分布

MeSO-net で収録したデータは、周辺のテレメータ観測点のデータ（東京大学地震研究所、気象庁、防災科技研、温泉地学研究所）と統合して、高精度処理に用いた。切り出す地震は、気象庁一元化処理震源カタログに基づき、以下の3つの基準で選んだ。

北緯 34.8 度 ~ 36.5 度、東経 139.0 度 ~ 141.0 度、マグニチュード 2.0 以上

北緯 34.5 度 ~ 37.0 度、東経 138.5 度 ~ 141.5 度、マグニチュード 2.5 以上

北緯 34.5 度 ~ 37.0 度、東経 138.5 度 ~ 141.5 度、マグニチュード 3.0 以上

これらの地震に対し、各観測点の P 波到着時刻、S 波到着時刻、最大振幅、P 波初動振動方向を読み取り、震源決定を行った。2010 年 4 月 1 日から 12 月 18 日の期間に関東地方で発生した M2.0 以上の 601 個の地震を切り出し、読み取りを行った（図 2）。読み取り数は P 相が 88,564 個、S 相が 81,015 個、最大振幅が 97,818 個、初動振動方向が 34,554 個である。震源決定には、昨年度までと同じ次元 P 波速度構造を使用した。またポアソン比を 1.73 と仮定して求めた S 波速度を用いた。

最初の震源決定後、観測走時と計算走時の差の平均値を基に観測点補正値を決定した。観測点補正値を求めるために使用した地震は、東経 138 度から 141 度、北緯 34 度から 38 度、深さ 150km 以浅で発生した地震のうち、P 相、S 相ともに 50 個以上の読み取りのある 449 イベントである。観測点補正値の分布図を以下に示す（図 3）。

b) 減衰構造

首都直下地域において沈み込むプレートの物質特性を得るため、減衰構造（Q 構造）の計算を開始した。まず、震源から観測点までの地震波の減衰効果を表す指標である t^* を求めた。観測された加速度波形を 2 回積分して変位波形にしてからスペクトルを求め、オメガ二乗（ ω^{-2} ）震源モデルによる理論スペクトルをフィッティングさせた。このようにして求めたフィッティング曲線から得られるコーナー周波数は、観測点ごとに大きくばらつく。そこで、一つの地震に対して全ての観測点のスペクトルを平均したフィッティング曲線から見掛け上のコーナー周波数を推定した。そのコーナー周波数を用いて、観測点ごとに t^* を求めた（図 4）。ひとつの地震に対してコーナー周波数は同一であるが、 t^* は観測点ごとに異なることがわかる。

このようにして、観測点ごとの t^* を求める場合、地震動がある程度大きくないと十分な精度で推定できない。そのために 2010 年 1 月 1 日から 12 月 31 日までに発生した地震のうち、地表面での地震動が大きい地震（計測震度相当値が 0.5 以上）73 個を選択した（図 5）。来年度は、得られた t^* を用いて減衰構造を推定するためのトモグラフィ解析を行う。このような密な観測点分布から得られる t^* を用いて求めた減衰構造は、地下構造の不均質を詳細に表わすことができると期待される。

例えば、観測された波形を用いて求めた計測震度相当値は、気象庁によって報告された震度に対して約 1 小さい（図 6）。これは、MeSO-net 観測点の地震計が約 20m の深さの

ボアホール底に設置されているためであるが、観測点分布が密なため、震度の地域差が良く現れている。

c) トモグラフィ解析による地震波速度構造

MeSO-net で取得したデータ及び既存のデータを用いて、二重走時差トモグラフィ法 (Double-difference tomography) ⁶⁾ による走時データ・インバージョン解析を行い、関東下の地震波速度構造の推定を試みた。群列配置された観測網に本手法を適用して地震波速度構造を推定することは、Kato et al.^{7), 8), 9)} などの研究により、震源の相対走時の精度を向上させ結果として分解能の向上に寄与することが示されている。さらに、列状配置された観測網間も、地下深部であれば精度良く推定されることが示されている。

本解析は、基本的には Hagiwara et al.¹⁰⁾ が房総半島を中心とした関東地方を対象領域として行ったトモグラフィ解析を参考にした。解析には、前項 a) で作成した MeSO-net および定常観測網の検測値データを利用した。

解析グリッドの水平位置は、東西方向 (X) と南北方向 (Y) に基本的には 10km 間隔 (外周部は一部 20km 間隔) となるようにグリッドを配置した。また、深さ方向 (Z) は、深さ 10km から 60km までは 5km 間隔に、それ以深は 70、80、100、150km にグリッドを配置した (図 7)。インバージョン解析用の初期速度構造および初期 V_p/V_s として、防災科学技術研究所高感度地震観測網がルーチン処理で用いている構造 ¹¹⁾ を採用した。インバージョン解析に使用した地震数は計 1,645 個で、気象庁一元化処理震源カタログのうちマグニチュード 2 以上の地震に相当する。使用した走時データの内訳は、絶対走時データは P 波が 206,200 個、S 波が 198,130 個であり、二重走時差データは P 波が 504,704 個、S 波が 488,141 個である。

図 8 に推定した V_p/V_s 構造の結果を東西断面図で示す。解像度の低い部分は半透明化して表示している。濃い黒丸は解析に用いた地震の震源、灰丸は 2005 年から 2010 年までの気象庁一元化処理震源を示す。また、Hagiwara et al.¹⁰⁾ によるフィリピン海プレート上面と笠原 ¹²⁾ による太平洋プレート上面を黒実線で示した。推定した V_p/V_s 構造の特徴として、フィリピン海プレート上部に厚さ数 km 程度の V_p/V_s の大きな層が帯状に見られ、沈み込むフィリピン海プレート上部の海洋性地殻に対応していると考えられる。また、スラブ内において V_p/V_s が大きい領域はたとえば Nakajima et al.¹³⁾ が指摘する蛇紋岩化領域に対応していると考えられる。さらに、海洋性地殻内やその上面付近でも地震が発生していることがわかる。以上より、地震波速度構造の推定から、首都圏下のプレート境界面とプレート内の弱面の存在が明らかにされた。

本解析結果は、現在までに取得した MeSO-net データの一部を使ったものであるが、MeSO-net のデータを用いた解析で高精度な地震波速度構造の推定が可能であることを示唆している。今後、観測データの充実に伴いトモグラフィ解析から、関東広域・深部におけるより高精度な速度構造の推定が行われることが期待される。また、フィリピン海プレート上面の位置に関しても高精度な推定が期待される。

3) 関東の地震カタログの整理

関東周辺の地震のカタログとして以下のデータセットが存在する。

1. 防災科学技術研究所「関東・東海地域の過去の地震活動データカタログ ¹⁴⁾」(NIED

カタログと呼ぶ)

2. 東京大学地震研究所が関東の微小地震観測を目的として展開した観測網に基づくカタログ「地震研究所関東カタログ(1971/06-1980/09)^{15)、16)}」(ERIカタログと呼ぶ)
3. 日本列島をカバーし、気象庁により決定されている気象庁震源カタログ(JMAカタログと呼ぶ)

なお、NIEDカタログ・ERIカタログは現在更新されていない。これらのデータを統合して、関東の地震カタログを整理したことを報告する。

図9はカタログがカバーする時期を示す¹⁷⁾。これは、カタログに収録されている最初と最後の地震を基に作成された。ただし(3)のJMAカタログは1920年代前半から現在までのデータを含んでいることに注意されたい。1980年前後が3つのカタログがカバーする唯一の時期であることが分かる。

(1)、(2)、(3)の地震カタログの統合へ向けた事前調査は楠城他¹⁷⁾により既に行われており、その結果は、三つのカタログ共に、データを統合して整理するのに十分な品質であることを示した。

図2は整理・統合したデータに基づく地震の空間分布を示す。時間差60秒、緯度・経度0.5°以内の地震は同一と判断し、それらの震源位置とマグニチュード(M)を平均してカタログを整理した。震央図(図10)は、 $M \geq 2.0$ で深さ $H < 150\text{km}$ の167683個の地震で、1971年1月1日から1999年12月31日に起きたものである。この図は、三つのデータを統合して、関東の地震カタログを整理したことを示す。

4) 学校教育への活用

平成22年度も地震計設置場所として主に学校を選択した。今年度設置の23観測点の内、小学校が19箇所、中学校が4箇所である。その結果、この4年間で設置した249観測点のうち、224か所(約9割)を学校にした。学校には、広いグラウンドがあるため地震計の設置に適しているという理由だけでなく、地震観測点があるということそのものが生徒たちの興味を引き、理科教育や防災教育に役立てられることを狙いとしている。このために「MeSO-net@スクール」(事務局:東京大学地震研究所)という組織を引き続き運営した。

学校に地震計を設置するに当たり、市区町村の教育委員会の協力を得て、どのようなことが理科教育や防災教育に必要なのかを学校の先生たちと相談した。その中で、このMeSO-netのデータがどのようなものなのか、誰でも簡単に知ることができるシステムとして「@スクール 地震学」というウェブを運用している。このウェブにより、地震計を設置した学校では、地震波形や環境測定値(温度・気圧)をいつでも見ることができる。このようにしてつながりのできた学校の先生たちと、情報交換できる仕組みとして、メイリングリストを作った。そこでは、日々の地震データの情報交換や、今後の教育向けのコンテンツの開発に関する情報交換を行った。

また、平成22年度は2010年11月17日 上小岩第二小学校(2010年11月17日、図11)と林小学校(2011年3月10日、図12)の2校において、出前授業を行い、MeSO-netのデータを児童に紹介した。

(c) 結論ならびに今後の課題

平成 22 年度は、東京都、神奈川県、千葉県、茨城県、埼玉県の 23 か所に地震観測点を設置した。これまでに設置した観測点とこれらの観測点とを統合し、周辺の観測点と共に観測された地震波を用いて震源決定を行った。そのデータを用いて、地震波トモグラフィ解析を行い、地震波速度構造を求めた。その速度構造から、首都圏下のプレート境界面の形状やプレート内の弱面の存在を明らかにした。

次に、防災科学技術研究所、東京大学地震研究所、気象庁の震源カタログを統合し、関東の地震カタログを整理した。

そのほか、地震計を設置した学校の先生たちと、収集したデータを学校教育に活かすための連絡組織を運営した。メイリングリストで情報交換をし、誰もがデータを見られるウェブを立ち上げた。

(d) 引用文献

- 1) 平田直, 酒井慎一, 佐藤比呂志, 佐竹健治, 瀧川一樹: 「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」サブプロジェクト 「首都圏周辺でのプレート構造調査, 震源断層モデル等の構築等」の概要, 地震研究所彙報, Vol. 84, pp. 41-56, 2009 .
- 2) 笠原敬司, 酒井慎一, 森田裕一, 平田直, 鶴岡弘, 中川茂樹, 楠城一嘉, 小原一成: 首都圏地震観測網(MeSO-net)の展開, 地震研究所彙報, Vol. 84, pp. 71-88, 2009 .
- 3) 森田裕一, 酒井慎一, 中川茂樹, 笠原敬司, 平田直, 鏡弘道, 加藤拓弥, 佐藤峰司: 首都圏地震観測網 (MeSO-net) のデータ伝送方式について - 自律協調型データ送信手順 (ACT protocol) の開発 - , 地震研究所彙報, Vol. 84, 8pp. 9-106, 2009 .
- 4) 中川茂樹, 鶴岡弘, 川北優子, 酒井慎一, 平田直: 首都圏地震観測網データセンターの構築と運用, 地震研究所彙報, Vol. 84, pp. 107-114, 2009 .
- 5) 川北優子, 酒井慎一: 首都圏地震観測網(MeSO-net)で見られる様々なノイズ、地震研究所彙報, Vol. 84, pp. 127-140, 2009 .
- 6) Zhang, H. and C. Thurber: Double-difference tomography: The method and its application to the Hayward fault, California, Bull. Seismol. Soc. Am., Vol. 93, pp. 1875-1889, 2003.
- 7) Kato, A., E. Kurashimo, T. Igarashi, S. Sakai, T. Iidaka, M. Shinohara, T. Kanazawa, T. Yamada, N. Hirata, and T. Iwasaki: Reactivation of ancient rift systems triggers devastating intraplate earthquakes, Geophys. Res. Lett., Vol. 36, L05301, doi:10.1029/2008GL036450, 2009.
- 8) Kato, A., S. Sakai, E. Kurashimo, T. Igarashi, T. Iidaka, N. Hirata, T. Iwasaki, T. Kanazawa, and Group for the aftershock observations of the 2007 Niigataken Chuetsu-oki Earthquake: Imaging heterogeneous velocity structures and complex aftershock distributions in the source region of the 2007 Niigataken Chuetsu-oki Earthquake by a dense seismic observation, Earth Planets Space, Vol. 60, pp. 1111-1116, 2008a.
- 9) Kato, A., S. Sakai, T. Iidaka, T. Iwasaki, E. Kurashimo, T. Igarashi, N. Hirata, T. Kanazawa, and Group for the aftershock observations of the 2007 Noto Hanto

- Earthquake: Three-dimensional velocity structure in the source region of the Noto Hanto Earthquake in 2007 imaged by a dense seismic observation, Earth Planets Space, Vol. 60, pp. 105-110, 2008b.
- 10) Hagiwara, H., T. Igarashi, N. Hirata, and S. Sakai, Velocity structure in the Kanto Region from dense array observation: A new configuration of the Philippine Sea plate, AGU 2006 Fall Meeting, 2006 .
- 11) 鶴川元雄, 石田瑞穂, 松村正三, 笠原敬司: 関東・東海地域地震観測網による震源決定方法について, 国立防災科学技術センター研究速報, Vol. 35, pp. 1-88, 1984.
- 12) 笠原敬司: プレートが三重会合する関東・東海地方の地殻活動様式, 国立防災科学技術センター研究報告, Vol. 35, pp. 33-137, 1985.
- 13) Nakajima, J., F. Hirose, and A. Hasegawa: Seismotectonics beneath the Tokyo metropolitan area, Japan: Effect of slab-slab contact and overlap on seismicity, J. Geophys. Res., 114, B08309, doi:10.1029/2008JB006101, 2009.
- 14) 岡田義光, 松村正三, 野口伸一: 関東・東海地殻活動観測網の稼働状況 - 特別研究「関東・東海地域における地殻活動に関する研究」観測成果のまとめ(その1) -, 防災科学技術研究所研究資料第 208 号, pp. 1-57, 2000.
- 15) Matsu'ura, R., Karakama and I., Tsumura, K.: List of Earthquakes in the Kanto Area and its vicinity, Part 1, Earthquake Research Institute, 578 pp, 1988a.
- 16) Matsu'ura, R., Karakama and I., Tsumura, K.: List of Earthquakes in the Kanto Area and its vicinity, Part 2, Earthquake Research Institute, 562 pp, 1988b.
- 17) 楠城一嘉, 鶴岡 弘, 笠原敬司, 酒井慎一, 平田 直, 小原一成: 首都圏の地震カタログの統合へ向けた品質評価, 地震研究所彙報, Vol. 84, pp. 141-148, 2009.

(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
首都直下の地震の姿に迫る: MeSO-netによる成果(口頭)	平田 直	日本地質学会関東支部・日本第四紀学会ジョイントシンポジウム(世田谷区)	2010年11月	国内
MeSO-netのトモグラフィ解析による首都直下のプレート構造(口頭)	中川茂樹・加藤愛太郎・酒井慎一・蔵下英司・パナヨトプロスヤニス・小原一成・笠原敬司・明田川	日本地質学会関東支部・日本第四紀学会ジョイントシンポジウム(世田谷区)	2010年11月	国内

	保・木村尚紀・平田直			
地震波干渉法によって推定された関東平野の地下構造（口頭）	吉本和生・平田直・笠原敬司・小原一成・佐藤比呂志・酒井慎一・鶴岡弘・中川茂樹・木村尚紀・棚田俊收・明田川保・中原恒・木下繁夫	日本地質学会関東支部・日本第四紀学会ジョイントシンポジウム（世田谷区）	2010年11月	国内
首都直下地震防災・減災特別プロジェクトで見えてきたもの（口頭）	酒井慎一	第47回自然災害科学総合シンポジウム（目黒区）	2010年12月	国内
「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」～プレート構造と大地震（口頭）	酒井慎一	物理探査学会（新宿区）	2010年6月	国内
首都直下地震活動10年間の震源再決定（口頭）	酒井慎一・平田直	日本地球惑星科学連合2010年大会（千葉市）	2010年5月	国内
首都圏地震観測網（MeSO-net）による関東直下の応力場（口頭）	加藤 愛太郎・酒井 慎一・笠原 敬司・楠城 一嘉・中川 茂樹・鶴岡弘・蔵下 英司・五十嵐 俊博・飯高 隆・森田 裕一・平田 直・棚田 俊收・関根 秀太郎・小原 一成	日本地球惑星科学連合2010年大会（千葉市）	2010年5月	国内
首都圏地震観測網（MeSO-net）で見た房総半島下の地震による変換波（口頭）	木村尚紀・武田哲也・関根秀太郎・小原一成・酒井慎一・笠原敬司	日本地球惑星科学連合2010年大会（千葉市）	2010年5月	国内
地震波干渉法による首都圏の地震基盤構造の推定：疑似反射断面図（口頭）	吉本和生・平田直・笠原敬司・酒井慎一・小原一成・棚田俊收・鶴岡弘・中川茂樹・	日本地球惑星科学連合2010年大会（千葉市）	2010年5月	国内

	中原恒・木下繁夫・佐藤比呂志			
首都圏地震観測網 (MeSO-net: Metropolitan Seismic Observation network)の構築(3) (ポスター)	笠原敬司・酒井慎一・中川茂樹・楠城一嘉・鶴岡弘・森田裕一・平田直・小原一成・棚田俊収・伊東明彦	日本地球惑星科学連合2010年大会 (千葉市)	2010年5月	国内
首都直下の不均質構造のイメージング(5)(ポスター)	中川茂樹・酒井慎一・蔵下英司・加藤愛太郎・萩原弘子・笠原敬司・棚田俊収・小原一成・平田直	日本地球惑星科学連合2010年大会 (千葉市)	2010年5月	国内
MeSO-netデータのレスーバ関数解析による首都圏地域の地殻構造の推定(ポスター)	五十嵐俊博・酒井慎一・平田直	日本地球惑星科学連合2010年大会 (千葉市)	2010年5月	国内
首都圏の地震カタログの統合へ向けた研究: 序報(ポスター)	楠城一嘉・鶴岡弘・笠原敬司・酒井慎一・平田直・小原一成	日本地球惑星科学連合2010年大会 (千葉市)	2010年5月	国内
Report on prospective evaluation of the 3-month CSEP-Japan earthquake forecasts(口頭)	H. Tsuruoka, K. Z. Nanjo, S. Yokoi, and N. Hirata	日本地震学会2010年秋季大会 (広島市)	2010年10月	国内
Analysis of the Completeness Magnitude and Seismic Network Coverage of Japan (口頭)	K. Z. Nanjo, T. Ishibe, H. Tsuruoka, D. Schorlemmer, Y. Ishigaki, and N. Hirata	日本地震学会2010年秋季大会 (広島市)	2010年10月	国内
地震波干渉法による東京湾北岸部の地震基盤構造の推定(口頭)	吉本和生・平田直・笠原敬司・小原一成・佐藤比呂志・酒井慎一・鶴岡弘・中川茂樹・	日本地震学会2010年秋季大会 (広島市)	2010年10月	国内

	木村尚紀・棚田俊 收・明田川保・中 原恒・木下繁夫			
MeSO_net データを利用 した地震動コーダH/V の 卓越周期と首都圏の地下 構造の関係（口頭）	津野靖士・山中浩 明・酒井慎一・平 田直・笠原敬司・ 木村尚紀・明田川 保	日本地震学会 2010年秋季大会 （広島市）	2010年10 月	国内
2010年7月23日に千 葉県北東部のプレート境 界で発生した地震は正断 層型の余震が多かった （口頭）	酒井慎一・加藤愛 太郎・平田直・中 川茂樹・笠原敬 司・佐藤比呂志・ 蔵下英司・楠城一 嘉・ヤニスパナヨ トプロス・小原一 成・明田川保・木 村尚紀	日本地震学会 2010年秋季大会 （広島市）	2010年10 月	国内
首都圏地震観測網 （MeSO_net）でとらえた 変換波より推定される房 総半島下のプレート構造 （口頭）	木村尚紀・武田哲 也・小原一成・酒 井慎一・笠原敬 司・平田直	日本地震学会 2010年秋季大会 （広島市）	2010年10 月	国内
高密度観測網による非火 山性群発地震発生域の特 徴（口頭）	加藤愛太郎・飯高 隆・酒井慎一・中 川茂樹・岩崎貴 哉・平田直	日本地震学会 2010年秋季大会 （広島市）	2010年10 月	国内
首都圏地震観測網 （MeSO_net）の展開 （ポスター）	笠原敬司・酒井慎 一・森田裕一・鶴 岡弘・中川茂樹・ 楠城一嘉・蔵下英 司・小原一成・平 田直・木村尚紀・ 明田川保	日本地震学会 2010年秋季大会 （広島市）	2010年10 月	国内
RI 地震活動モデル改良 における簡便な検定法の 活用（ポスター）	横井佐代子・楠城 一嘉・鶴岡弘・平 田直	日本地震学会 2010年秋季大会 （広島市）	2010年10 月	国内
Improvement of Likelihood Model Testing（ポスター）	T. Himeno, and K. Z. Nanjo	日本地震学会 2010年秋季大会 （広島市）	2010年10 月	国内

P wave attenuation structure below the Tokyo Metropolitan area (ポスター)	Y. Panayotopoulos, S. Sakai, S. Nakagawa, K. Kasahara, N. Hirata, T. Aketagawa, H. Kimura, and C.P. Lee	日本地震学会 2010年秋季大会 (広島市)	2010年10月	国内
Earthquake Risk Mitigation in the Tokyo Metropolitan area(口頭)	N. Hirata, S. Sakai, K. Kasahara, S. Nakagawa, K. Nanjo, Y. Panayotopoulos, and H. Tsuruoka	American Geophysical Union, Fall Meeting 2010 (San Francisco, CA, USA)	2010年12月	国際
Peeling off of the uppermost crustal layer from the subducting plate at deep extensions of the subduction zone in Japan (口頭)	H. Kimura, T. Takeda, K. Obara, and K. Kasahara	American Geophysical Union, Fall Meeting 2010 (San Francisco, CA, USA)	2010年12月	国際
Amplification and Attenuation in the Los Angeles and Kanto Sedimentary Basins using the Ambient Seismic Field (口頭)	M. Denolle, G. Prieto, J. F. Lawrence, G. C. Beroza, N. Hirata, S. Nakagawa, H. Miyake, K. Kasahara, S. Sakai, T. Aketagawa, and H. Kimura	American Geophysical Union, Fall Meeting 2010 (San Francisco, CA, USA)	2010年12月	国際
Application of an analytical testing method to improving the RI model (ポスター)	S. Yokoi, K. Nanjo, H. Tsuruoka, and N. Hirata	American Geophysical Union, Fall Meeting 2010 (San Francisco,	2010年12月	国際

		CA, USA)		
Toward Unifying Available Earthquake Catalogs for Contributing to Earthquake Disaster Mitigation in the Tokyo Metropolitan Area: Data Quality Characterization for Individual Catalogs (ポスター)	K. Nanjo, H. Tsuruoka, K. Kasahara, S. Sakai, N. Hirata, and K. Obara	American Geophysical Union, Fall Meeting 2010 (San Francisco, CA, USA)	2010年12月	国際
Seismic Basement Structure beneath the Tokyo Metropolitan Area Inferred from Seismic Interferometry (ポスター)	K. Yoshimoto, N. Hirata, K. Kasahara, K. Obara, H. Sato, S. Sakai, H. Tsuruoka, S. Nakagawa, H. Kimura, T. Tanada, T. Aketagawa, H. Nakahara, and S. Kinoshita	American Geophysical Union, Fall Meeting 2010 (San Francisco, CA, USA)	2010年12月	国際
Seismic velocity discontinuities in the crust and uppermost mantle beneath the Tokyo metropolitan area inferred from receiver function analysis (ポスター)	T. Igarashi, S. Sakai, and N. Hirata	American Geophysical Union, Fall Meeting 2010 (San Francisco, CA, USA)	2010年12月	国際
Thrust-faulting earthquake induced many normal-faulting aftershocks, in northeastern Chiba Prefecture, Japan (ポスター)	S. Sakai, A. Kato, N. Hirata, S. Nakagawa, K. Kasahara, H. Sato, E. Kurashimo, K. Nanjo, Y.	American Geophysical Union, Fall Meeting 2010 (San Francisco, CA, USA)	2010年12月	国際

	Panayotopoulos, K. Obara, T. Aketagawa, and H. Kimura			
Heterogeneous Structure and Seismicity beneath the Tokyo Metropolitan Area (ポスター)	S. Nakagawa, A. Kato, S. Sakai, K. Nanjo, Y. Panayotopoulos, E. Kurashimo, K. Obara, K. Kasahara, T. Aketagawa, H. Kimura, and N. Hirata	American Geophysical Union, Fall Meeting 2010 (San Francisco, CA, USA)	2010年12 月	国際
P wave attenuation structure below the Tokyo Metropolitan area (ポスター)	Y. Panayotopoulos, S. Sakai, S. Nakagawa, K. Kasahara, N. Hirata, T. Aketagawa, H. Kimura, and C. Lee	American Geophysical Union, Fall Meeting 2010 (San Francisco, CA, USA)	2010年12 月	国際
Distribution of Earthquake Cluster Sizes in the Western United States and in Japan (口頭)	J. G. Anderson and K. Nanjo	American Geophysical Union, Fall Meeting 2010 (San Francisco, CA, USA)	2010年12 月	国際
Relationship between dominant periods of H/V of coda waves observed by MeSO-net and underground velocity structures in the Tokyo metropolitan area (ポ スター)	S. Tsuno, H. Yamanaka, S. Sakai, N Hirata, K. Kasahara, H. Kimura, T. Aketagawa	American Geophysical Union, Fall Meeting 2010 (San Francisco, CA, USA)	2010年12 月	国際
Analysis of the	K. Z. Nanjo,	Southern	2010年9	国際

completeness magnitude and seismic network coverage of Japan (ポスター)	Ishibe, H. Tsuruoka, D. Schorlemmer, Y. Ishigaki, and N. Hirata	California Earthquake Center 2010 Annual Meeting (Palm Springs, CA, USA)	月	
Collaboration among Science, Engineering, and Social Science: Earthquake Risk Mitigation in the Tokyo Metropolitan Area (ポスター)	K. Z. Nanjo and N. Hirata	Southern California Earthquake Center 2010 Annual Meeting (Palm Springs, CA, USA)	2010年9月	国際
地震発生予測検証実験：進捗報告 (ポスター)	楠城一嘉	地震予知研究シンポジウム (京都)	2011年3月	国内

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
Seismic Evidence for Active Underplating Below the Megathrust Earthquake Zone in Japan	H. Kimura, T. Takeda, K. Obara, and K. Kasahara	Science	2010年7月	国際
Evidence of a highly attenuative aseismic zone in the active collision orogen of Taiwan	Lee, C.P., N. Hirata, B.S. Huang, W.G. Huang, and Y.B. Tsai	Tectonophysics	2010年4月	国際
Soil/Bedrock Characterization and Engineering Parameter Calculations for the Kanto Region, Central Japan	Shokry, M. M. F. and Hirata, N.	EGS Journal	2010年	国際
Vs(30), NEHRP Site Classes and Site Amplification Factor Estimations in the	Shokry, M. M. F. and HIRATA, N.	EGS Journal	2010年	国際

Kanto Region, Central Japan				
Seismicity and crustal structure in the vicinity of the southern Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line	Panayotopoulos, Y., N. Hirata, H. Sato, T. Iwasaki, A. Kato, K. Imanishi, Y. Kuwahara, and I. Cho	Earth Planets Space	2010年	国際
Reactivations of boundary faults within a buried ancient rift system by ductile creeping of weak shear zones in the overpressured lower crust: the 2004 mid-Niigata Prefecture Earthquake	Kato, A., T. Iidaka, T. Iwasaki, N. Hirata, and S. Nakagawa	Tectonophysics	2010年	国際
Variations of fluid pressure within the subducting oceanic crust and slow earthquakes	Kato, A., T. Iidaka, R. Ikuta, Y. Yoshida, K. Katsumata, T. Iwasaki, S. Sakai, C. Thurber, N. Tsumura, K. Yamaoka, T. Watanabe, T. Kunitomo, F. Yamazaki, M. Okubo, S. Suzuki, and N. Hirata	Geophys. Res. Lett.	2010年7月	国際
Non-volcanic seismic swarms triggered by circulating fluids and	Kato, A., S. Sakai, T. Iidaka, T.	Geophys. Res. Lett.	2010年8月	国際

pressure fluctuations above a solidified diorite intrusion	Iwasaki, and N. Hirata			
Analysis of the Completeness Magnitude and Seismic Network Coverage of Japan	Nanjo, K. Z., T. Ishibe, H. Tsuruoka, D. Schorlemmer, Y. Ishigaki, and N. Hirata	Bull. Seism. Soc. Am.	2010年12月	国際
Earthquake forecast models based on the RI algorithm for Italy	K. Z. Nanjo	Annals of Geophysics	2010年8月	国際
Earthquake detection capability of the Swiss Seismic Network	K. Z. Nanjo, D. Schorlemmer, J. Woessner, S. Wiemer, and D. Giardini	Geophys. J. Int.	2010年4月	国際
Earthquake forecasts for the CSEP Japan experiment based on the RI algorithm	K. Z. Nanjo	Earth Planets Space	2011年3月	国際
Overview of the first earthquake forecast testing experiment in Japan	K. Z. Nanjo, H. Tsuruoka, N. Hirata, and T. H. Jordan	Earth Planets Space	2011年3月	国際
「地震予報」ができるかも？日本初の検証実験に91モデル	平田直・楠城一嘉・鶴岡弘・横井佐代子	なみふる	2011年3月	国内
Preface	N. Hirata, T. H. Jordan, H. Tsuruoka, and K. Z. Nanjo	Earth Planets Space	2011年3月	国際
地震発生予測 -現状と課題-	平田直	電気協会報	2010年9月	国内
首都圏にくる地震の姿とプレート構造	平田直・酒井慎一・中川茂樹	科学	2010年8月	国内
地震発生予測実験	平田直	地震ジャーナル	2010年	国内

マスコミ等における報道・掲載

報道・掲載された成果 (記事タイトル)	対応者氏名	報道・掲載機関 (新聞名・TV名)	発表時期	国際・国内の別
ナマズはどこだ?	佐藤比呂志, 平田直	読売新聞夕刊	2010年8月 19日	国内
首都圏ニュース845	酒井慎一,伊 東明彦	NHK	2011年3月 10日	国内
JGN2plusアワード「社会基盤貢献賞」	鷹野澄,ト部 卓,鶴岡弘	情報通信研究機構	2011年3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

(3) 平成23年度業務計画案

- 1) 平成22年度までに首都圏および東京湾に設置された249台の中感度地震観測装置からなる観測網へ同装置47台を新たに追加して、合計296箇所における自然地震観測を行う。また、必要に応じて観測点の移設を行う。
- 2) 地震観測データ蓄積・公開装置を用いて国立大学法人東京大学地震研究所の「データ収集・処理・公開センター」の整備を進めて、引き続き1)の自然地震観測データを収集・処理する。あわせて、房総半島の観測点で得られる房総半島沖の地震データも収集する。また、必要に応じて移設を行う。
- 3) 2)で収集・整理されたデータをこれまでに国内で設置された既存観測点のデータと併せ、データ解析装置HDDおよび可搬型データ回収解析装置を用いて震源決定法・地震波トモグラフィ法・地震波干渉解析法等の手法を用いて、震源分布や地震波速度と非弾性常数の三次元的分布、首都圏下のプレート境界面の形状やプレート内における弱面の存在を把握する。
- 4) 2)および既往の地震観測データを総合的に整理・統合し、関東の地震カタログを利用可能な形でまとめる。
- 5) 1)～4)で得られた情報を震源断層モデル構築のために「震源断層モデル等の構築」グループに提供する。
- 6) 収集したデータを学校教育に活かすための教育者や研究者、行政関係者等と連絡組織

の運営を行う。

- 7) 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、統計地震学国際ワークショップ（5月、ギリシア国）、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）などに参加する。

表 1. 平成 22 年度に設置した観測点一覧。

番号	コード	名前	住所	北緯	東経
W182	E.FSMM	藤代南中学校	茨城県取手市中田	35.90657	140.11791
W110	E.OANM	大穴北小学校	千葉県船橋市大穴北	35.74764	140.03943
W119	E.IWNM	岩名中学校	千葉県野田市岩名	35.96682	139.83729
W132	E.KW8M	柏第八小学校	千葉県柏市永楽台	35.84418	139.97251
W149	E.KNDM	金田小学校	千葉県木更津市中島	35.42550	139.92554
W177	E.NTNM	仁戸名小学校	千葉県千葉市中央区仁戸名町	35.59224	140.15792
W187	E.TMHM	辰巳台東小学校	千葉縣市原市辰巳台東	35.51487	140.15293
W189	E.NNSM	南清小学校	千葉県木更津市ほたる野	35.37393	139.96912
W207	E.TMOM	富岡小学校	千葉県木更津市下郡	35.35273	140.03976
W211	E.KSHM	交進小学校	千葉県八街市八街	35.66301	140.28339
W310	E.ANSM	姉崎小学校	千葉縣市原市椎津	35.47283	140.04084
W309	E.YROM	養老小学校	千葉縣市原市松崎	35.44850	140.13405
W195	E.KD9M	小平第九小学校	東京都小平市鈴木町	35.72484	139.49334
W231	E.OBRM	桜美林中学校	東京都町田市常盤町	35.58180	139.40550
W304	E.KNMM	砧南中学校	東京都世田谷区鎌田	35.62087	139.61458
W306	E.YSKM	八坂小学校	東京都練馬区土支田	35.76924	139.61147
W307	E.SRYM	城山小学校	東京都世田谷区梅丘	35.64873	139.64996
W050	E.KNJM	川中島小学校	神奈川県川崎市川崎区川中島	35.53109	139.72673
W032	E.SKEM	栄小学校	埼玉県吉川市吉川	35.89190	139.85712
W108	E.MYMM	宮本小学校	埼玉県越谷市宮本町	35.89069	139.77431
W161	E.ST2M	杉戸第二小学校	埼玉県北葛飾郡杉戸町大字倉松	36.03525	139.74609
W193	E.HYSM	林小学校	埼玉県所沢市和ヶ原	35.80323	139.40316
W305	E.IDUM	飯塚小学校	埼玉県川口市飯塚	35.79873	139.71169

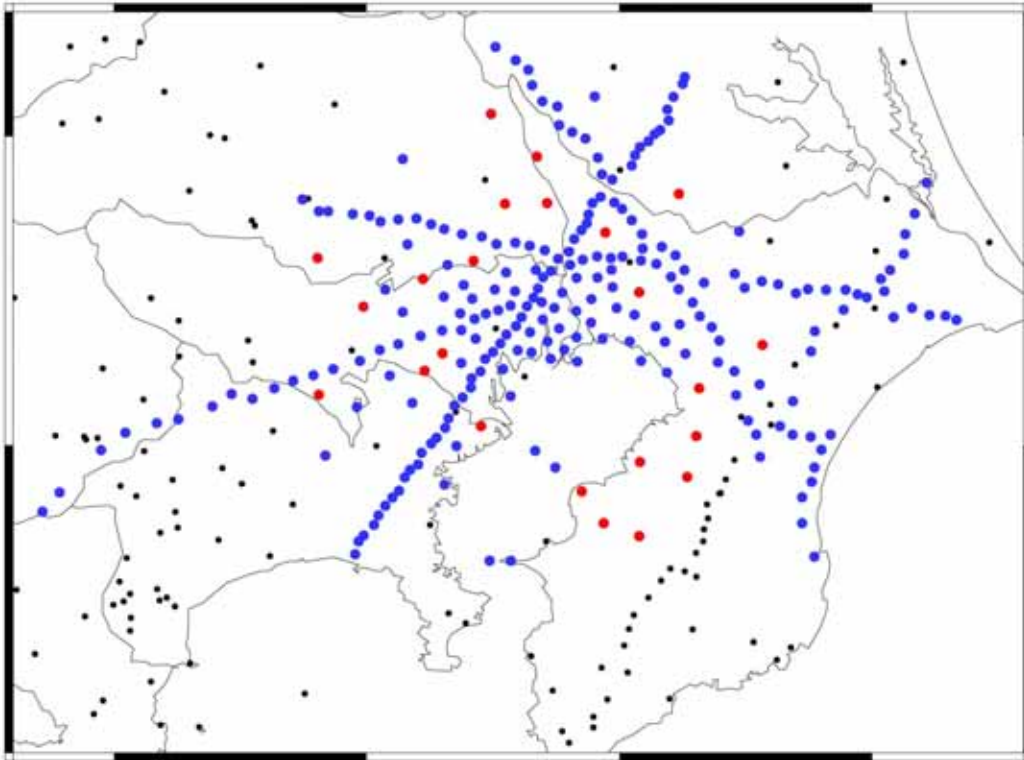


図1 MeSO-net 観測点分布
 (赤：2010年度設置、青：2007～2009年度設置、黒：既存テレメータ観測点)。

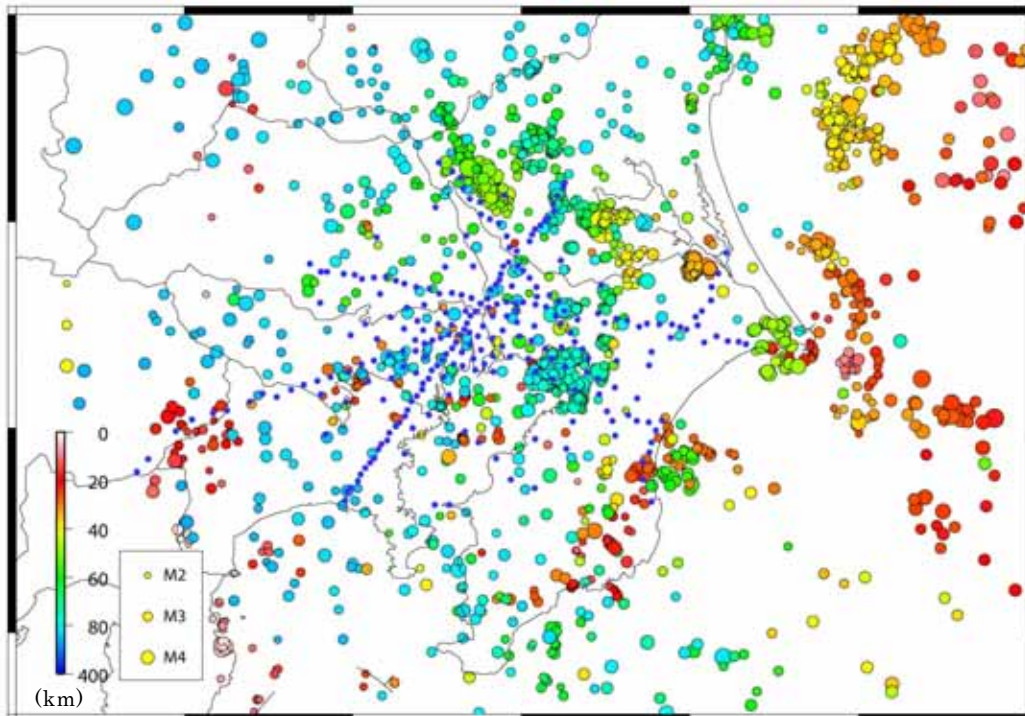


図2 MeSO-net で観測した震源分布 (2010年4月～2010年12月、M2以上)。

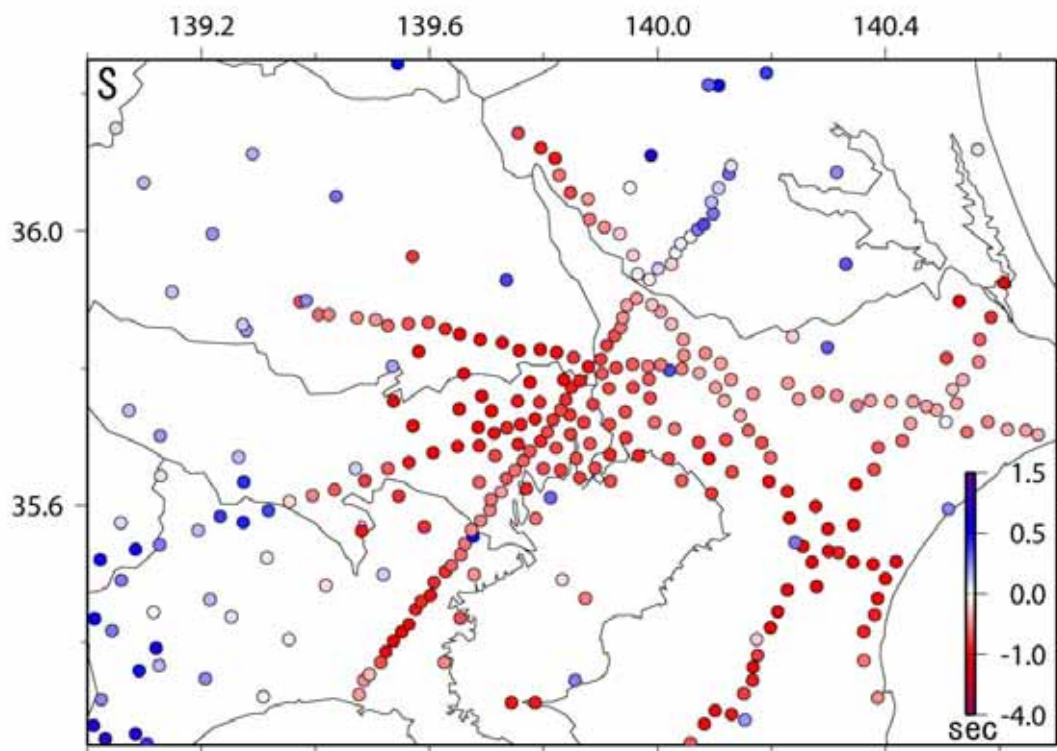
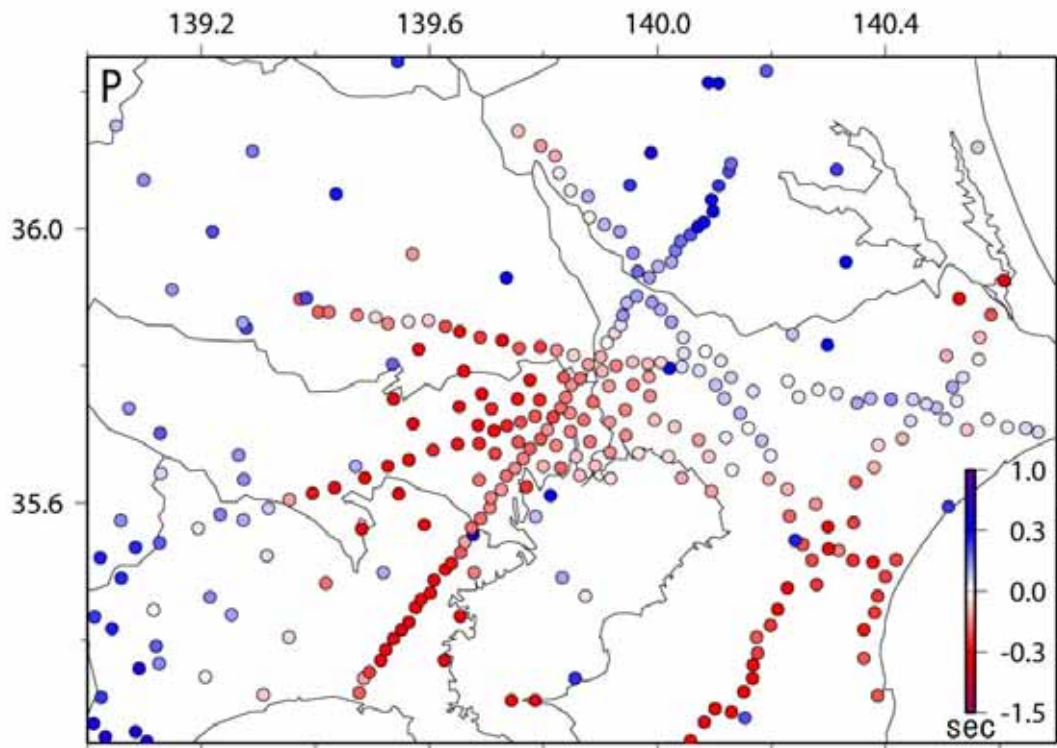


図3 観測点補正值の分布(上図:P、下図:S)。

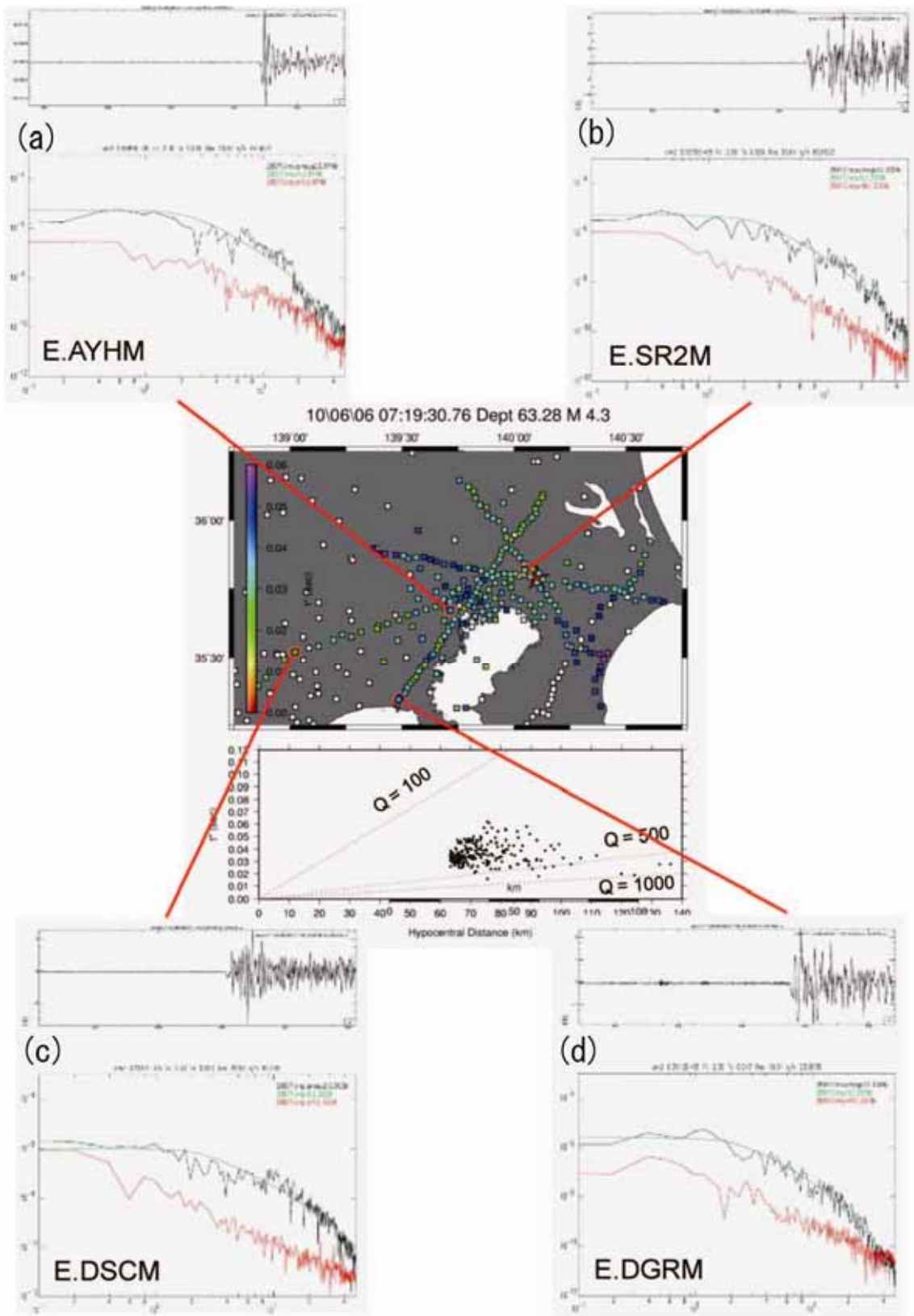


図 4 2010年6月6日の地震(M4.6)で求めた t^* の例。

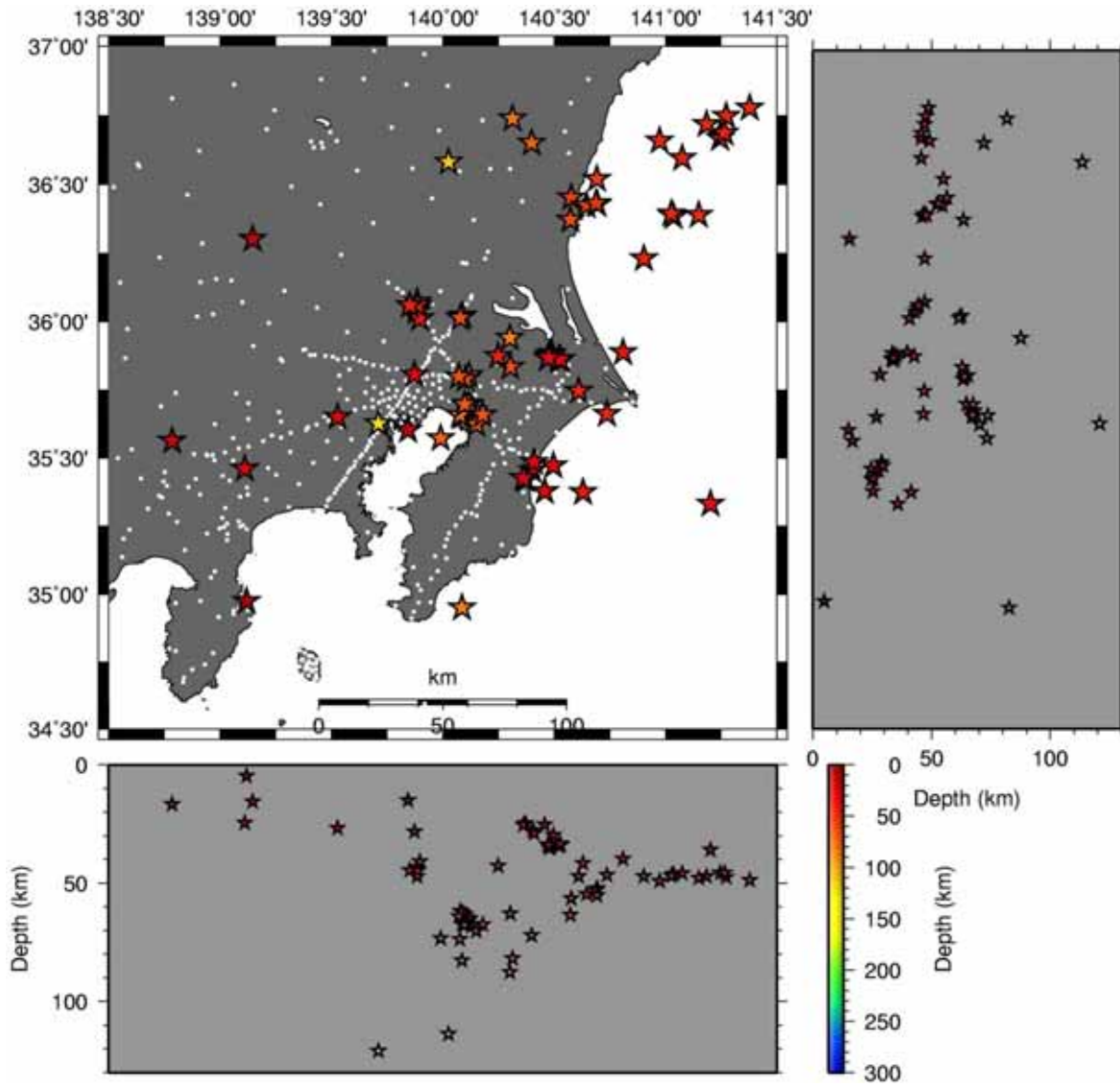


図5 t^* を求めることが可能な振動を励起した震源の分布。

10/07/23 06:06:31.62 Depth 33.65 Mag 4.9

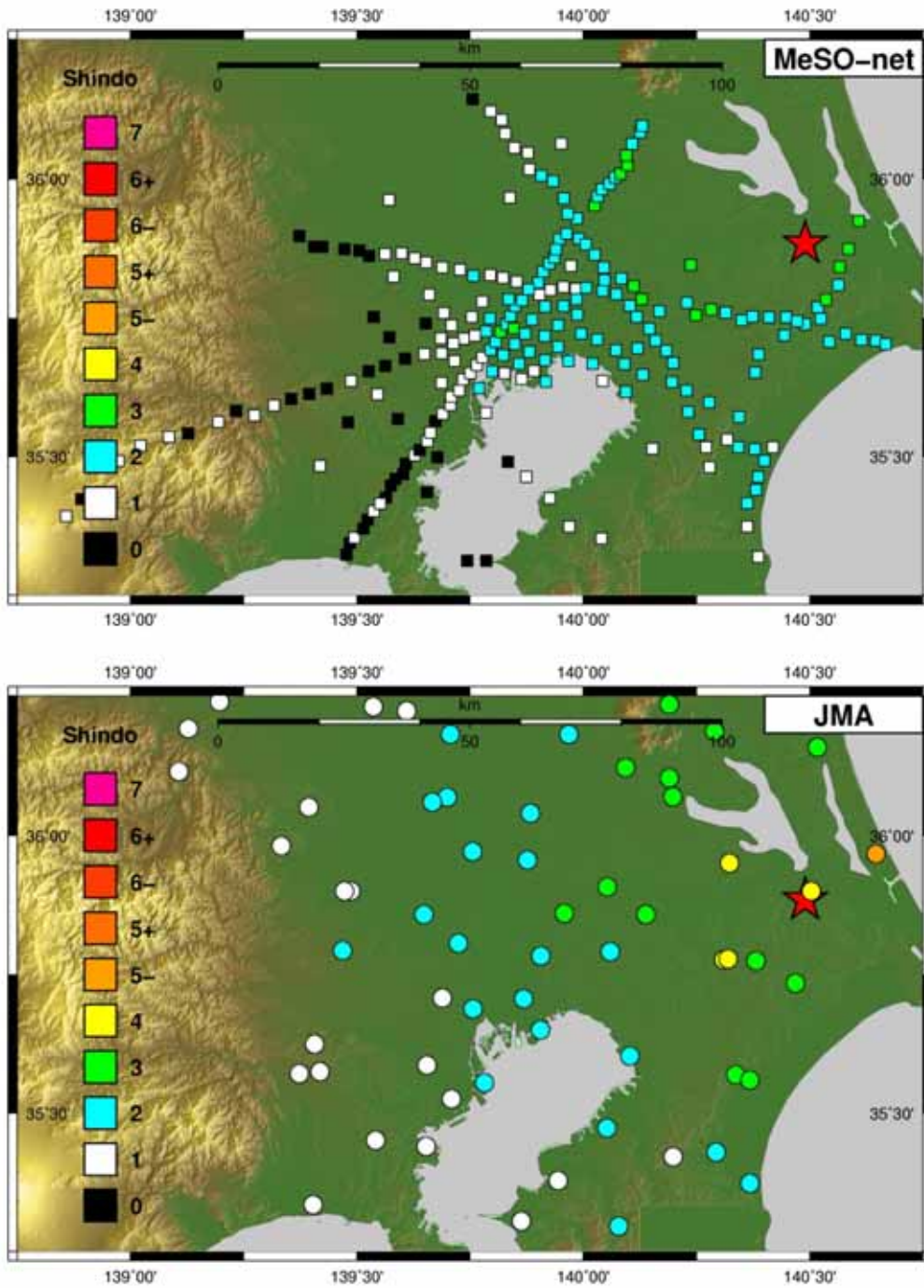


図6 MeSO-netで観測された波形から求めた計測震度相当値の分布図(上図)とそれに対応する気象庁の観測点における震度分布(下図)。MeSO-netは、深さ20mのボアホールに設置されているため地表の震度より小さな値になるが、密な観測点配置のため、震度の地域差がよくわかる。

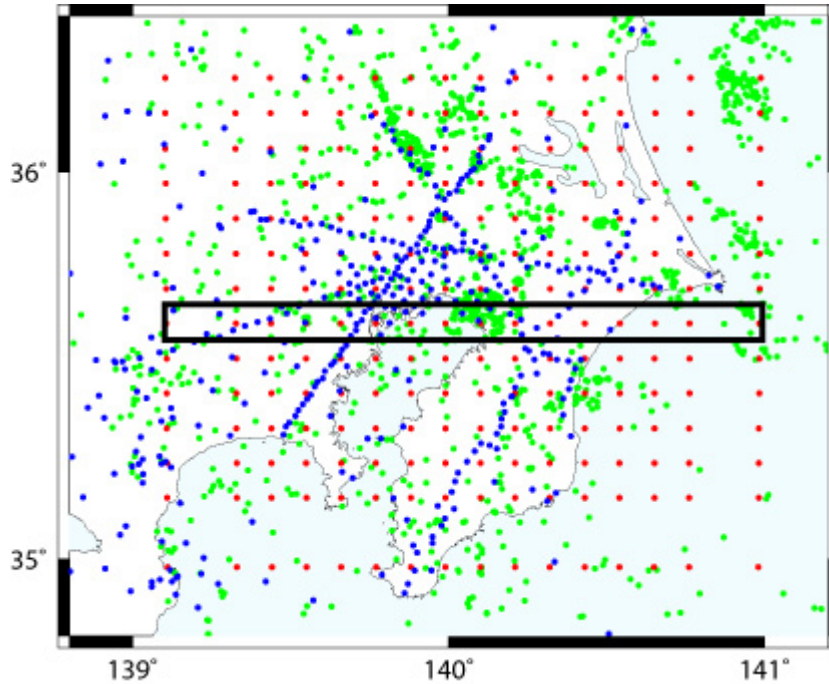


図7 グリッド配置。赤丸が設定したグリッドを示す。青丸は観測点、緑丸は解析した地震の震央を示す。

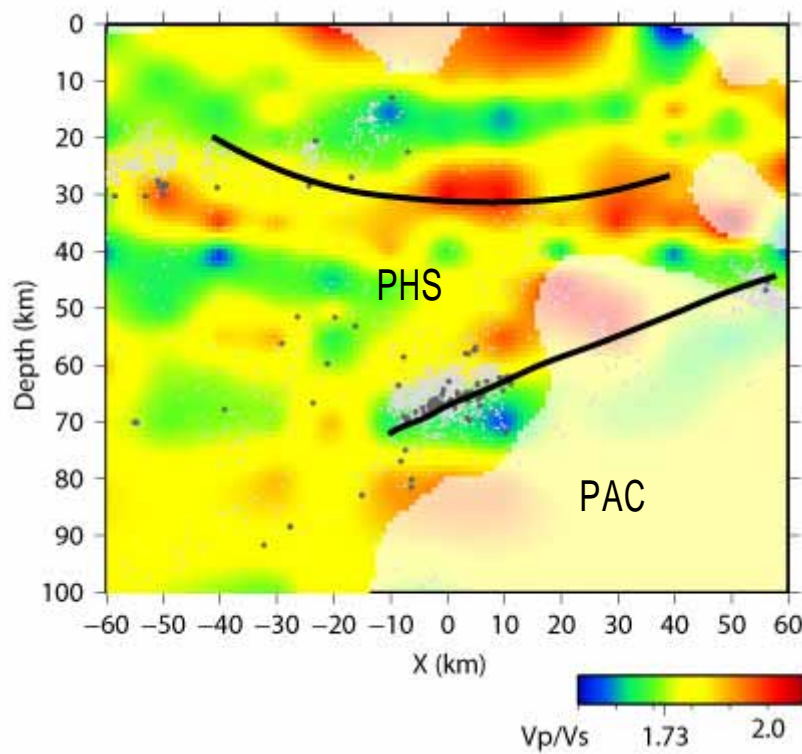


図8 推定した V_p/V_s 。図7の黒四角で囲った部分の東西断面を示す。解像度の低い部分は半透明化して表示している。濃い黒丸は解析に用いた地震の震源、灰丸は2005年から2010年までの気象庁一元化处理震源を示す。Hagiwara et al.¹⁰⁾によるフィリピン海プレート(PHS)上面と笠原¹²⁾による太平洋プレート(PAC)上面を黒実線で示した。

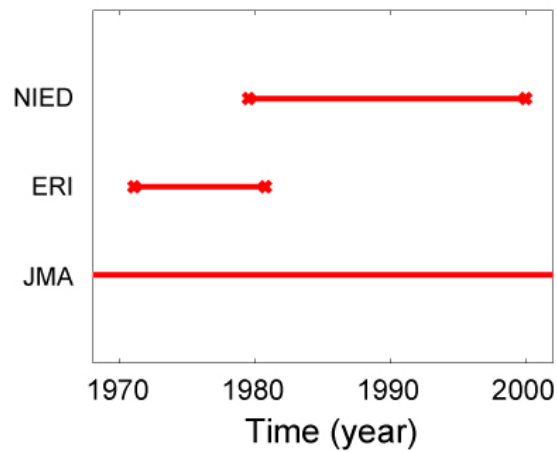


図 9 三つのカタログがカバーする時期¹⁷⁾。これは、カタログに収録されている最初と最後の地震を基に作成された。ただし JMA カタログは 1920 年代前半から現在までのデータを含んでいる。

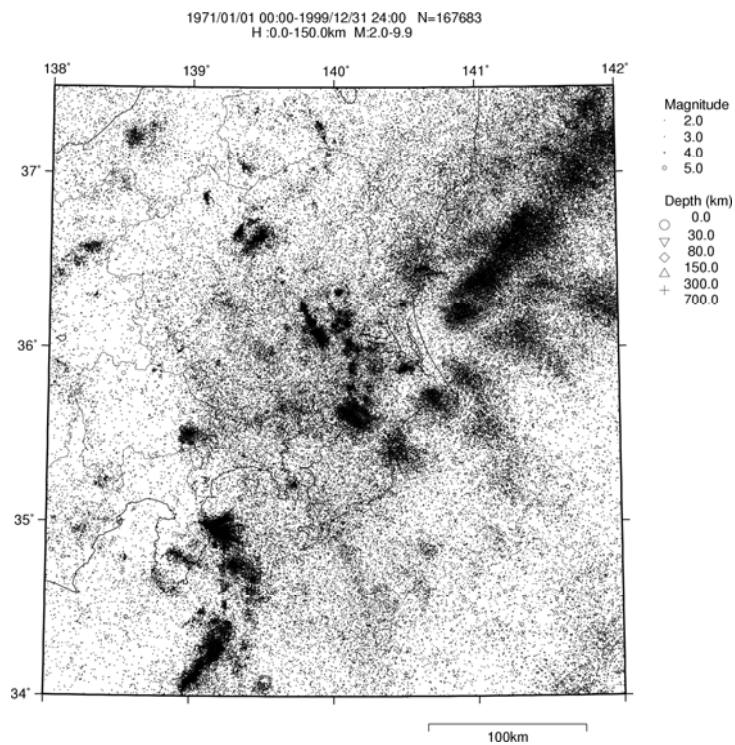


図 10 整理・統合後のカタログに基づく地震の空間分布。地震の深さ(H)はシンボルの違いで示し、マグニチュード(M)はシンボルの大きさで示す。



図 11 上小岩第二小学校での特別授業。



図 12 林小学校での特別授業。