平成 25 年 11 月 22 日

第 201 回　地震予知連絡会

記者レクチャー資料

事務局：国土地理院

平成 25 年 11 月 22 日
地震予知連絡会資料
将来検討ワーキンググループ

地震予知連絡会　将来検討ワーキンググループ　報告書

１．はじめに

地震予知連絡会（以下「本連絡会」という。）は、地震予知の実用化を促進する旨の閣議了解（昭和43年5月）及び測地学審議会建議（昭和43年7月）を踏まえて、地震予知に関する調査・観測・研究結果等の情報の交換とそれらに基づく学術的な検討を行うことを目的に、昭和44年4月、国土地理院に事務局を置き発足した。その後の変遷を経て、平成20年に建議された「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」においては、本連絡会は「地震活動・地殻変動等に関するモニタリング結果を中心とした情報交換を行い、モニタリング手法の高度化を検討する場」として位置付けられている。これを受けて、本連絡会では、モニタリングに関わる情報交換を行い、さらに平成21年には、注目すべき地震や地震予知研究に重要な問題などを「重点検討課題」として集中的な検討を行うように審議方法を変更した。

平成23年（2011年）3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、日本海溝のプレート境界で発生する巨大地震に関する我々の従来のイメージと実際のそれとが大きく異なっていたことを示した。これに対し、本連絡会では、プレート境界やそこで発生する巨大地震についての我々の認識が正しいかどうか再検討するために、「プレート境界に関するわれわれのイメージは正しいか？」を重点検討課題として議論を行なってきた。一方、科学技術・学術審議会の測地学分科会では、前述の現建議のレビューや見直しも行われ、次期建議の検討も実施されてきた。これらの状況を踏まえ、本連絡会自らも、組織の名称を含め、今後の活動に関するさらなる検討を行うために、平成24年11月21日に開催された第197回地震予知連絡会において、「地震予知連絡会 将来検討ワーキンググループ」（以下「本ワーキンググループ」という。）の設置が決定された。

２．ワーキンググループ委員

松澤暢主査他７名で構成する。

３．本ワーキンググループの検討事項

本ワーキンググループは以下の３項目を検討した。

１）地震予知連絡会の役割の再確認と今後の方向性
２）「予知」と「予測」の捉え方
３）組織名称の変更の必要性

４．検討経緯

第１回会合（平成 24 年 12 月 12 日）では、地震予知連絡会の役割の再確認と今後の方向性について議論した。まず、本連絡会発足の経緯及び位置付けの変遷について、事務局資料をもとに確認を行った。現在の本連絡会の役割は、地殻活動のモニタリング結果を中心とした情報交換とモニタリング手法の高度化を行うことであり、知見の普及にも力を入れている。学会との違いや地震調査研究推進本部及び地震・火山噴火予知研究協議会との関係・協力について議論された。一方、単なる情報交換に留まっている面があるのではないかという反省と、現在の地震予測能力について等身大の実力を伝える必要性があるとの問題意識のもと、「予測実験を試行し検証・評価する」という提案がなされ、何が実施可能であるかが議論された。

第１回会合の後、本ワーキンググループ専用のメーリングリストを開設し、モニタリングのあり方及び地震調査研究推進本部（以下「地震本部」という。）と本連絡会との役割分担について議論を行った。

第２回会合（平成 25 年 2 月 26 日）では、予測実験を試行してモニタリングとして何が重要なのかを検討していくこと、及び重点検討課題の議論によりその方向性を示していくことが確認され、主に、予測実験の試行について具体的に議論された。

第３回会合（平成 25 年 4 月 30 日）では、主として「予知」と「予測」の捉え方について議論がなされた。辞典等の調査に基づく言語学的位置付けと使用状況が紹介され、公益社団法人日本地震学会（以下「地震学会」という。）や地震本部における定義や用法の違いなどについて議論された。また、一般的・社会的に何が期待されているかが議論された。結論として、予知連という名前を変えるべきだという意見はなかったが、今後の建議の検討結果と整合させる必要があるということで一致した。

その後のメーリングリストにおいては、建議に基づく次の５か年の計画（以下「次期計画」という。）に関する測地学分科会からのアンケートへの対応が主として議論された。次の５年間での本連絡会の役割の一つとして、予知・予測に関する研究の現況を社会に伝えることも次期計画において記述すべきということで意見が一致し、その旨回答した。

第 199 回地震予知連絡会（平成 25 年 5 月 30 日）において、それまでの本ワーキンググループにおける検討結果をまとめた中間報告が提出され了承された。

その後のメーリングリストにおいては、組織名称を変更した場合と継続した場合のそれぞれについてのメリットとデメリットについて議論された。

第４回会合（平成 25 年 8 月 6 日）では、主として組織名称の変更の必要性について議論された。次期計画のタイトルは仮称として「災害軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」となっており、タイトルに「予知」も「予測」も出てこないが、本文には、予知・予測研究を進めるという基本精神は明記されていることが報告された。議論の結果、本連絡会の名称を変更する場合にも維持する場合にも、その役割や実施内容と名称が整合することと社会に対して説明できることが必要であり、また、次期計画のタイトルが仮称のう

ちは名称を確定することは時期尚早であると意見が一致した。

第５回会合（平成 25 年 10 月 30 日）では、本連絡会の名称変更と運営要綱について議論された。次期計画に対するパブリックコメントにおいてタイトルに対する強い反対意見がなかったため、「予知」も「予測」も次期計画のタイトルには入らないことがほぼ確定したことが報告された。次期計画では、理学、工学、人文・社会科学などの研究分野が協力して、地震や火山噴火が引き起こす災害の姿を「予め（前もって）知る」ことで災害軽減につなげることの重要性が指摘されている。これを踏まえて本連絡会の名称と所掌範囲、及び運営要綱について議論が行われた。その結果、本連絡会の任務は、今後も地震発生の予知・予測のための情報交換とモニタリングの高度化、及び地震の予知・予測の現状を正しく社会に伝えることにあり、そうであれば名称を変更する必要はないと意見が一致した。加えて、モニタリングの高度化の議論を進める上では、次期計画で重視している災害誘因（地震動や津波等）を視野に入れることも重要であり、災害誘因や災害素因（自然環境や社会の脆弱性）に関する専門家から話を聞く機会を設けることの重要性も確認された。また、以上の議論をもとに最終報告書案を主査がまとめ、メーリングリストでの議論を経て、平成 25 年 11 月 22 日に開催される第 201 回地震予知連絡会で報告することが確認された。

その後のメーリングリストでは、上記の方針を踏まえた本連絡会の要綱案と本ワーキンググループの最終報告書案についての議論が行われた。なお、メーリングリストでの議論中の平成 25 年 11 月 8 日に、次期計画である「災害軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」が建議された。

５．検討結果

5.1 地震予知連絡会の役割の再確認と今後の方向性

本連絡会の重要な役割は、地震発生の予知・予測を目指したモニタリング結果を中心とした情報交換とモニタリング手法の高度化である。また、地震発生の予知・予測に関する研究の現状を社会に伝えることも、本連絡会の役割の一つであることが次期計画に明示されている（別紙）。

モニタリング結果を中心とした情報交換は、地震本部の地震調査委員会や地震学会でも行われているが、モニタリングに関わる多くの機関の専門家及び関連する分野の専門家が定期的に一堂に会して、公開で地震の予知・予測を目指して議論する場は、本連絡会以外には無く、今後も継続すべきである。また、モニタリング手法の高度化の議論を進める上では、次期計画で重要視されている災害誘因も視野に入れ、適宜この分野の専門家から情報提供を受けることも検討すべきである。

一方、モニタリングとして何が重要かを検討し、また、今の予測能力の実力を把握・提示するために、今後、予測実験の試行を行うことが有効であると考えられる。具体的な実験のやり方については、例えばある時点から半年間の地殻活動を予測するがそれは公表せず、半年後の地殻活動の状況と照らし合わせて評価する、といったことが考えられる。ど

のような手法や運営がありうるのかについては、しばらくは重点検討課題の一つとして検討を進めることが適切である。この予測実験の試行においては、予測結果の正当な検証・評価が重要となるため、これらの検証・評価手法の検討も進めることが必要である。

このような予測実験の試行を行うことにより、現在の予知・予測の実力が明らかになり、モニタリングの高度化やモニタリング項目の見直しにおいて重要な役割を果たすと期待される。さらに、社会に対してその結果を示すことにより、現状の科学で何ができて何ができないのか、等身大の実力を明らかにすることができると期待される。

5.2「予知」と「予測」の捉え方

辞典を含む各種の文献・Web の調査によれば、「予知」は感覚的なものから感覚的でないものまで広く用いられているのに対して、「予測」は感覚的なものは含まれず科学的・統計的根拠に基づく定量的なものに対して用いられることが多い。また、「予知」の用例は限られており、「地震予知」を中心に、危険や災害に関することに使われることが多い。

「予知」は、現状の単純な外挿では推し量ることが困難な現象の発生を YES か NO で言い当てる場合に使われることが多く、このために「決定論的」というニュアンスと「定性的で信頼度が低い」という二つのニュアンスが生まれたと思われる。一方、「予測」は、誤差があることを前提にした科学的・統計的推定に用いられることが多い。このために「予測」には、「統計論的」というニュアンスと「定量的で信頼度が高い」というニュアンスがある。

地震学会の「行動計画 2012」の定義では、「予知」を短期の確度の高いもの、「予測」は短期～長期にわたる確率的なものとし、現状では「予測」はある程度可能かもしれないが「予知」は極めて困難であるとしている。

一方、一般市民では、人によって「予知」と「予測」の捉え方は異なり、両者を明確に区別している人は少ないと思われる。一般市民にとっては、両者を区別することに意味はなく、自分の行動の指針となるような情報（減災に役立つ情報）が得られることを望んでいることを忘れてはならない。

5.3 組織名称の変更の必要性

本連絡会は、もともと測地学審議会の建議を踏まえて設置された組織であり、建議の方針に応じて、これまでもその役割について自己点検し、様々な改革を行ってきたが、「地震予知連絡会」という名称は一貫して使用してきた。しかし、2011年東北地方太平洋沖地震の後、前述の地震学会の「行動計画2012」における「予知」と「予測」の再定義等、「予知」という用語を、短期の確度の高いものに限るべきであるとの意見が学界で表明されることが多くなってきた。また、今回建議された次期計画のタイトルにおいては「予知」はおろか「予測」という用語も使われていない。これらを踏まえ、組織の名称についても変更すべきかどうかについて、様々な角度から検討を行った。

今回の建議においては、災害軽減への貢献を目的とすることが明示されており、これま

での理学に重点をおいたものからは方針を転換した。本連絡会は、最初の建議を踏まえて設立されたものであるという歴史を考えれば、その名称についても、建議の目的に沿った名称にするのが本来は適切であると考えられる。

しかし、本連絡会の名称を、例えば「地震発生予測連絡会」としたり、あるいは「予測」すら使わず「地殻活動モニタリング連絡会」とした場合、地震発生の予知・予測を目指したモニタリング結果を中心とした情報交換を行うという、次期計画で期待されている本連絡会の役割には近くなるが、「災害の軽減に貢献する」という次期計画の目的からは、むしろ遠ざかってしまう印象を与える。一方、次期計画全体の目的を前面に出した「地震災害軽減連絡会」といった名称は、次期計画に示された本連絡会の役割を大きく超えており、これも適切とは考えられない。

また、一般市民は、自分の行動の指針となるような情報（減災に役立つ情報）が得られるような研究を予知研究と捉えており、ここで「予知」という名称をはずしてしまうと、減災に役立つ情報を提供しようとする努力を放棄したという誤ったメッセージとなりかねない。

「地震予知」という用語を使い続けることに対する主たる批判は、「避難行動に結び付くほどの確度の高い情報が得られる可能性が高いという幻想を与えてしまっている」ということにある。しかし、「予知」と「予測」の前述のニュアンスの違いを考えると、「予測」という用語を使った場合には、逆に、前より信頼度の高い推定が可能になったとの誤解を与える可能性もある。

以上を総合的に判断すれば、組織の名称を変更するよりも、5.1節で提案したような予測実験の試行を行い、災害誘因や災害素因に関する専門家の意見も考慮して、地震の予知・予測の現状と能力を正しく社会に発信していくことを本連絡会の任務の一つとするほうが、正しい方向性であると考えられる。「予知」と「予測」の名称の問題にこだわって名称の変更に多大なエネルギーを費やすよりは、中身の変更にエネルギーを使うべきであり、それこそが社会の期待に正しく応える道であろう。

６．今後の課題

今回建議された計画では、地震発生の予知・予測にとどまらず、災害軽減に貢献することが求められている。このため、本連絡会としても、地震発生の予知・予測がどのように災害軽減へ貢献できるのか、その道筋を把握できるような活動を行う必要がある。このために、本ワーキンググループでは、予測実験の試行と、災害誘因も視野に入れたモニタリングの高度化の議論を提案したが、５年後の建議では、さらに踏み込んだ対応が求められると予想されるため、それを見据えて、今後も改革を進める必要がある。

また、地震予知連絡会運営要綱の中で、本連絡会の役割が示されている前書きについては、以上の検討結果や次期計画の趣旨に沿うように改正すべきであろう。

別紙

災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画の推進について（建議）

平成２５年１１月８日

科学技術・学術審議会

（抜粋）

３．観測研究計画の長期的な方針

３－１．　基本的方針

地震・火山の観測研究計画は，国民の生命と暮らしを守るための災害科学の一部として，計画を推進すべきと考える。地震・火山災害は，地震や火山噴火の発生により生じる強震動，津波，火山灰や溶岩の噴出などの災害誘因が，人の住む自然環境や社会環境に作用し，その脆弱性により発生する。地震や火山に関する災害科学とは，災害を引き起こす地震や火山噴火の発生から災害の発生や推移を総合的に理解し，その知見を防災・減災に生かすための科学であり，理学，工学，人文・社会科学などの研究分野が学際的かつ総合的に進める必要がある。一旦発災すると被害が甚大となる地震，津波，火山噴火による災害を軽減するためには，長期的展望に基づき，災害を起こす原因にまで遡った理解に基づく方策を探る必要がある。つまり，自然現象である地震や火山噴火を理解し，それらが引き起こす災害の姿を予め知る必要がある。この際に，地震や火山噴火の発生の場所，規模，時期などの予測に始まり，災害の発生から地震や火山噴火現象の発展段階に応じて起こり得る災害の推移を予測することが重要である。観測研究計画は，以上を踏まえ，防災・減災にも貢献できる計画として機能すべきである。これまでは，地震や火山噴火の発生予測ができればおのずと防災･減災に貢献できるという考え方で計画が進められてきた。この考え方を見直し，地震・火山噴火の発生予測とともに地震・火山噴火による災害誘因の予測の研究も行い，それらの成果を活用することにより防災・減災へ貢献するという考え方へと移行する。今がまさにその転換点にあると認識する。

これまでの計画では，地震及び火山噴火「予知」という言葉を使用してきた。予知という言葉は，一般的には「予め（前もって）知る」ことに関して幅広い意味で用いられているため，地震や火山噴火に関する最近の理学研究では，定量性を念頭に置いた限定的な語感を持つ「予測」という言葉が好んで使われるようになっている。しかしながら，理学，工学，人文・社会科学の研究分野の専門知を結集して，総合的かつ学際的に研究を進める災害科学においては，むしろ「前もって認知し，災害に備える」ことを幅広く捉えて「予知」という言葉を用いる方が妥当である。災害の根本原因である地震や火山噴火の発生と，それらが引き起こす災害誘因を共に予測して，地震や火山噴火による災害の軽減につなげることの意味は重く，必要性も大きい。これからは，自然現象である地震や火山噴火の発生予測にとどまらず，災害の発生までを視野に入れた災害の予知を目指す学術研究として，計画を推進する必要がある。

Ⅲ．計画の実施内容

４．研究を推進するための体制の整備

観測研究の成果を国民の防災・減災に効果的に役立てられるように，行政機関等

の関連機関との連携の下に，適切な計画推進体制を整備し，計画を推進する。地震火山現象の理解とその予測研究に必要な，基盤となる観測網の維持・拡充を進め，データを継続的に取得するとともに，膨大なデータを効率的に運用できる体制を検討する。発生すると甚大な被害をもたらす低頻度で大規模な地震・火山現象を十分に理解して災害の軽減を図るには，防災研究に関連する工学，人文・社会科学の研究分野との連携が不可欠であることから，総合的かつ学際的研究を進める体制を構築する。また，長い時間間隔で発生する地震・火山噴火を対象とした研究の継続的な推進や研究成果の適切な利活用のために，長期的視点に立ち人材を育成する。さらに，観測事例を増やすために国際的な共同研究を推進するとともに，国際交流を進め，各国の防災研究を学ぶことにも努める。

（１） 推進体制の整備

社会の中の科学としての観点から，地震・火山防災行政，自然災害研究の中で本計画がどのように貢献するべきかを十分に踏まえた上で計画を推進する体制を整備する。計画の推進のためには，進捗状況の把握，計画の達成度の評価，計画実施に関する問題点と今後の課題の整理を常に行う必要がある。また，各機関の実行計画に関する情報交換及び協力・連携方策の検討を行い，成果が効果的に利活用される仕組みを構築することも重要である。以上の点を考慮し，計画を推進する体制を強化する。

○ 地震予知連絡会は，地震活動・地殻変動などに関するモニタリング結果や地震の予知・予測のための研究成果などに関する情報交換を行うことにより，モニタリング手法の高度化に資する役割を担う。

【平成 20 年建議】

（計画推進のための体制）

地震・火山現象を理解し，発生を予測するためには，長期にわたる継続的な観測データが不可欠であるとともに，今後発生する事象については，可能な限り高精度のデータを取得することが重要であることから，継続的な観測とそれらを実現する体制の更なる整備が必要である。地震予知・火山噴火予知のための総合的な観測研究を実施するには，大学及び関係機関がそれぞれの機能に応じて適切に役割を分担し，連携を強化することが重要である。現在も地震予知研究については，測地学分科会の中に観測研究計画推進委員会を設け，毎年の実施計画の立案，計画の進捗状況の把握，年次報告の取りまとめなどを行っているが，今後は火山噴火予知研究も含めた計画全体を組織的に推進する体制や評価する体制を一層整備する必要がある。また，地震予知連絡会の役割を，地殻活動に関するモニタリング結果を中心とした情報交換を行う場として明確化することも重要である。

（５）　社会との共通理解の醸成と災害教育

国民や行政機関の担当者などに，防災・減災に関連する地震・火山現象の科学的知見や，現在の地震・火山の監視体制，予知や予測情報の現状を正しく認識してもらうため，関連機関が協力して，研究成果を社会に分かりやすく伝えるための取組を強化する。その基礎として学校教育や社会教育などに，地震・火山噴火についての豊富で体系的な情報を，自然科学的知識のみでなく，災害史や防災学など人文・社会科学分野の知識も含めて提供する。

○　地震予知連絡会は，議事公開，重点検討課題などの検討内容の Web 配信などを通じて，モニタリングによる地殻活動の理解の状況，関連する観測研究の現状を社会に伝える。また，地震活動の予測手法の現状を報告，検討することで，地震発生の予知予測に関する研究の現状を社会に伝える。

【平成 20 年建議】

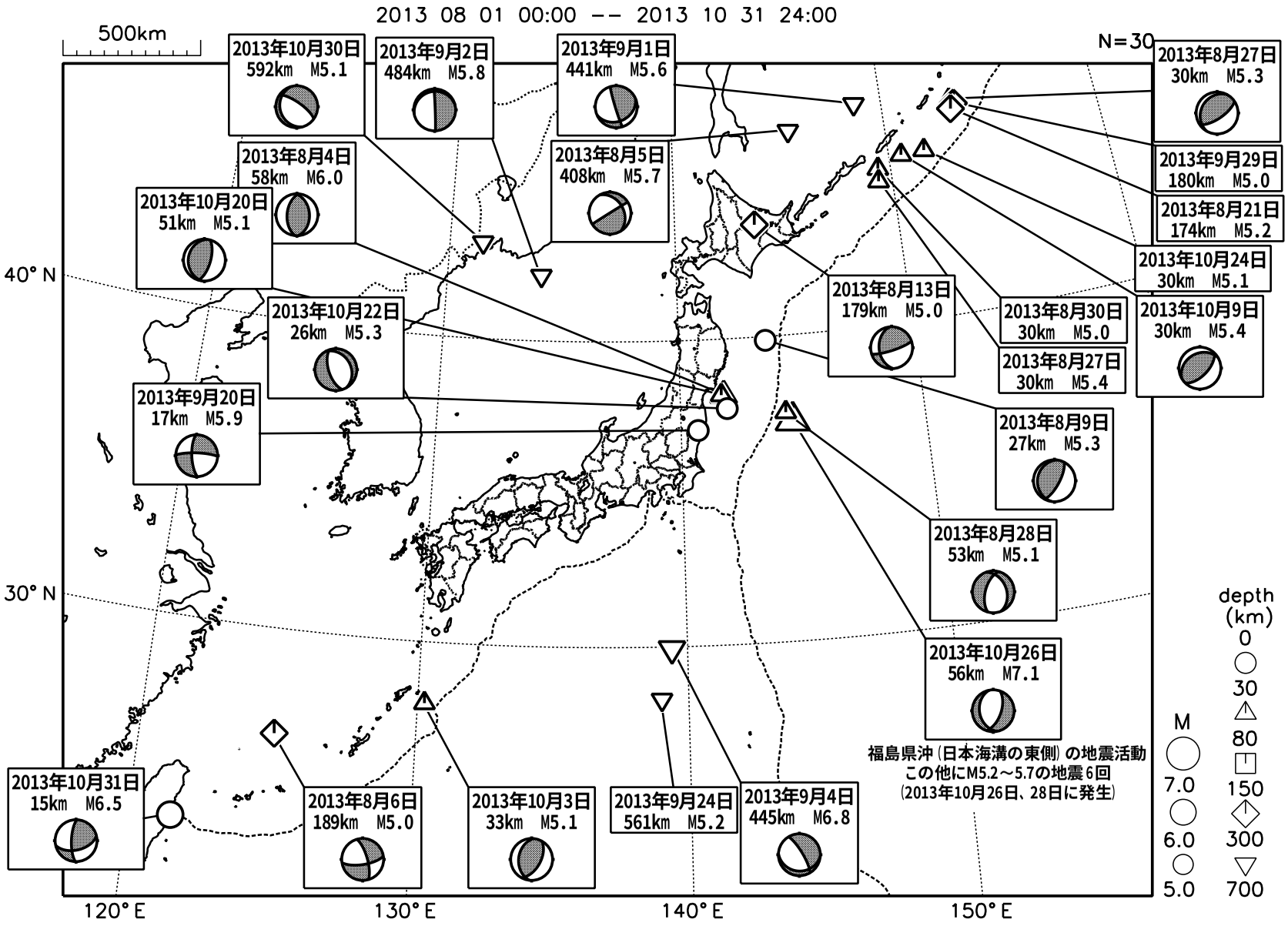
（１）　計画を推進する体制の整備

（観測研究計画推進委員会の充実及び関係機関の役割の明確化）

○ 一方，地震予知連絡会については，設立当初からこれまでの活動を積極的に評価し，今後は，観測研究計画推進委員会と適切に連携・協力しつつ，「1　地震・火山現象予測のための観測研究の推進」を図るために，地震活動・地殻変動等に関するモニタリング結果を中心とした情報交換を行い，モニタリング手法の高度化を検討する場として，その役割を明確化した上で充実する。

地殻活動モニタリングに関する検討

日本とその周辺の地震活動（2013年8月～10月、M≧5.0）

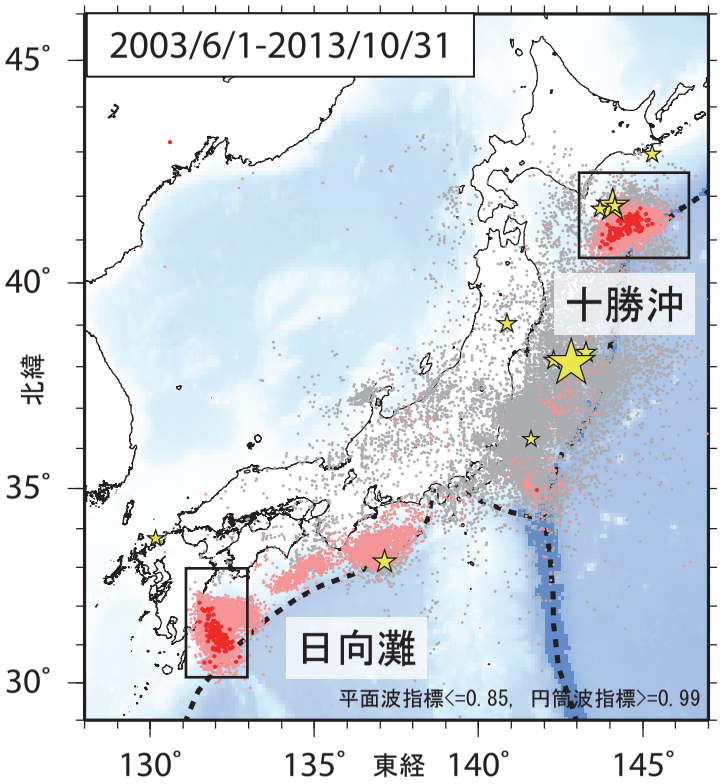


発震機構は気象庁によるCMT解

気象庁作成

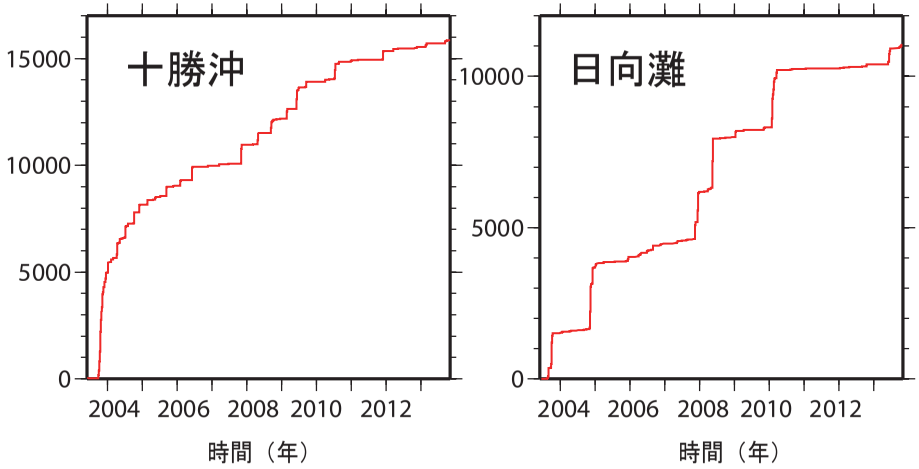
日本周辺における浅部超低周波地震活動（2013年8月～10月）

防災科学技術研究所

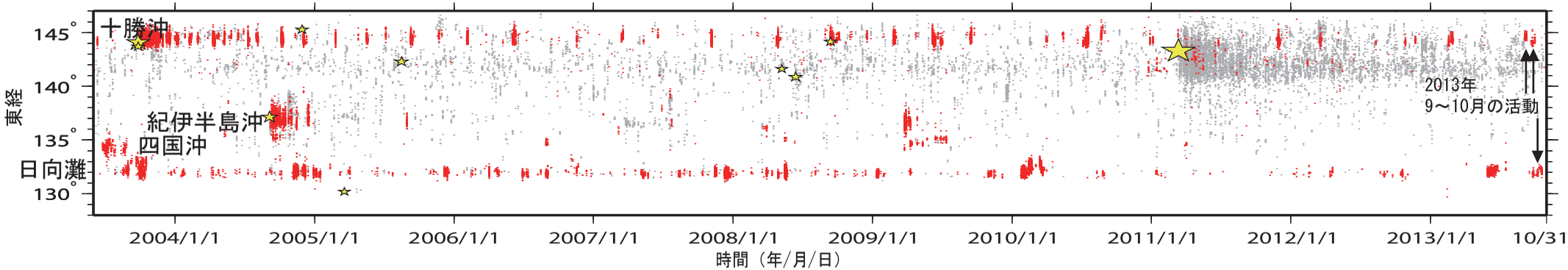


- 9月上旬，および9月下旬から10月上旬に十勝沖周辺で超低周波地震活動
- 9月中旬から10月中旬に日向灘周辺で超低周波地震活動
  （ほぼ同じ期間内に種子島沖以南においても超低周波地震活動か）

第１図．2003年６月１日から2013年10月31日までの期間にアレイ解析によって検出されたイベントの震央分布．検出イベントを防災科研Hi-net の手動，または自動験測震源と照合し，対応する地震が見出されたイベントを灰色で，それ以外を桃色（2013年 7月31日以前），および赤色（８月１日以降）の点でそれぞれ示す．これらは主として周期10秒以上に卓越する超低周波地震を表すが，東北地方太平洋沖地震の発生以降は，除去しきれない通常の地震を多数含む．期間内に発生した M 7以上の地震の震央を黄色星印で併せて示す（ただし，2011年３月11日以降は東北地方太平洋沖地震の本震のみ）．



第２図．十勝沖および日向灘周辺における検出イベントの累積カウント数の時間変化．幅60秒間の解析時間窓を15秒毎に設定し，それぞれの解析時間窓内にイベントが検出される度に１カウントと数えるよう定義した．



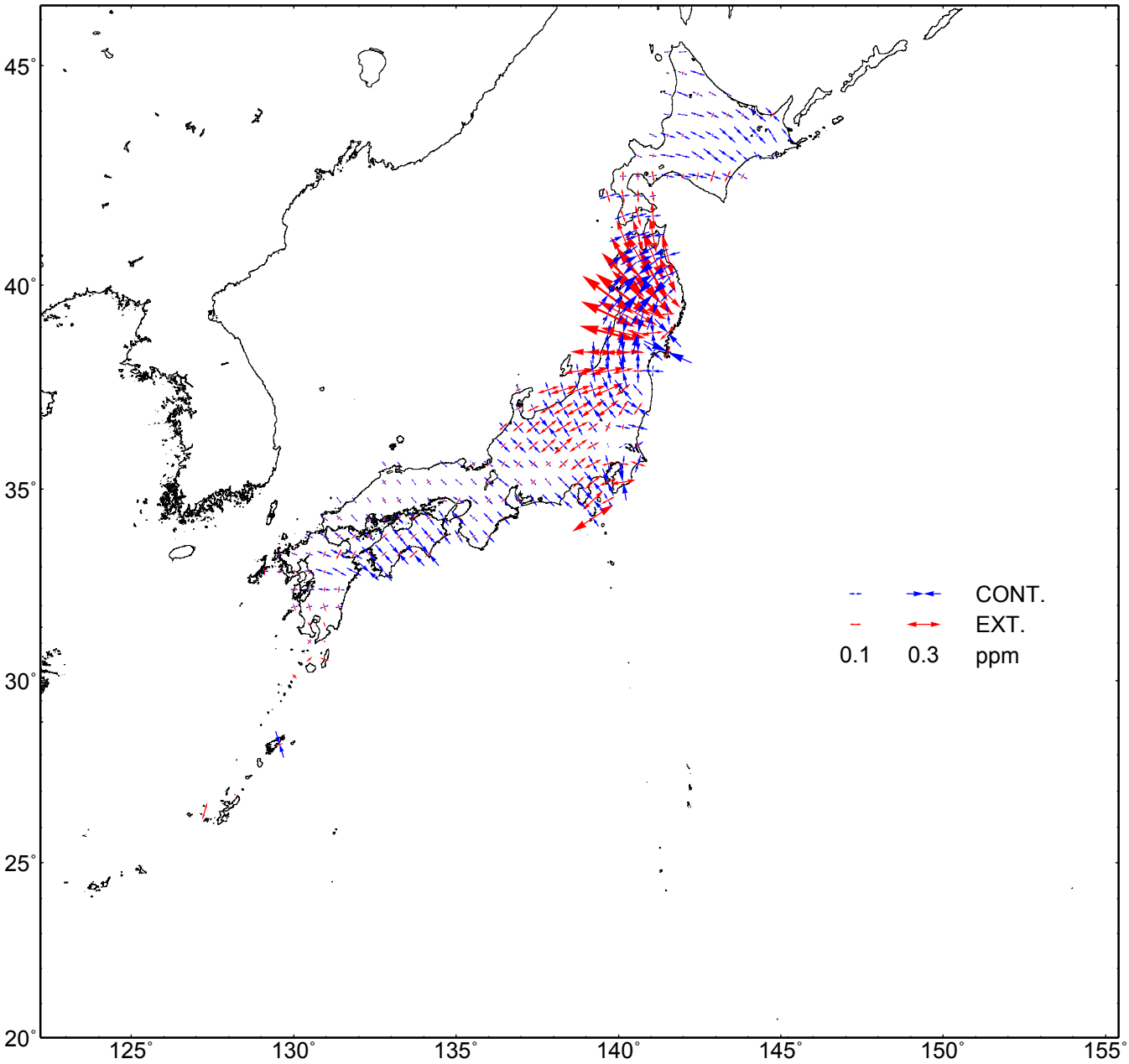
第３図．2003年６月１日から2013年10月31日までの期間に検出されたイベントの時空間分布．検出されたイベントを防災科研Hi-net手動，または自動験測震源と照合し，対応する地震が見出されたイベントを灰色で，それ以外を赤色の点でそれぞれ示す．その他は第１図に同じ．

防災科学技術研究所資料

GNSS 連続観測から推定した日本列島のひずみ変化

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震の余効変動の影響によるひずみが見られる.

基準期間：2012 年 10 月 05 日 – 2012 年 10 月 19 日［Ｆ３：最終解］
比較期間：2013 年 10 月 05 日 – 2013 年 10 月 19 日［Ｆ３：最終解］



- GNSS 座標値データに基づいて 1 年間のひずみ変化図を作成した.
- 座標値の 15 日分の平均値から 1 年間の変位ベクトルを算出し，それに基づいてひずみを計算している.

国土地理院資料

10 月 26 日　福島県沖の地震

（１）概要

平成 25 年（2013 年）10 月 26 日 02 時10分に福島県沖でM7.1 の地震（最大震度４）が発生した。この地震の発震機構（CMT 解）は東西方向に張力軸を持つ正断層型で、日本海溝の東側の太平洋プレート内部で発生した地震である。この地震は 2011 年３月 11 日の「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」（以下、東北地方太平洋沖地震という）の余震域で発生した。

気象庁は、同日 02 時 14 分に福島県に、同日 02 時 50 分に岩手県、宮城県、茨城県、千葉県九十九里・外房に津波注意報を発表した（同日 04 時 05 分に全て解除）。この地震により、宮城県の石巻市鮎川で 36cm など、岩手県から福島県にかけての沿岸で津波を観測した。

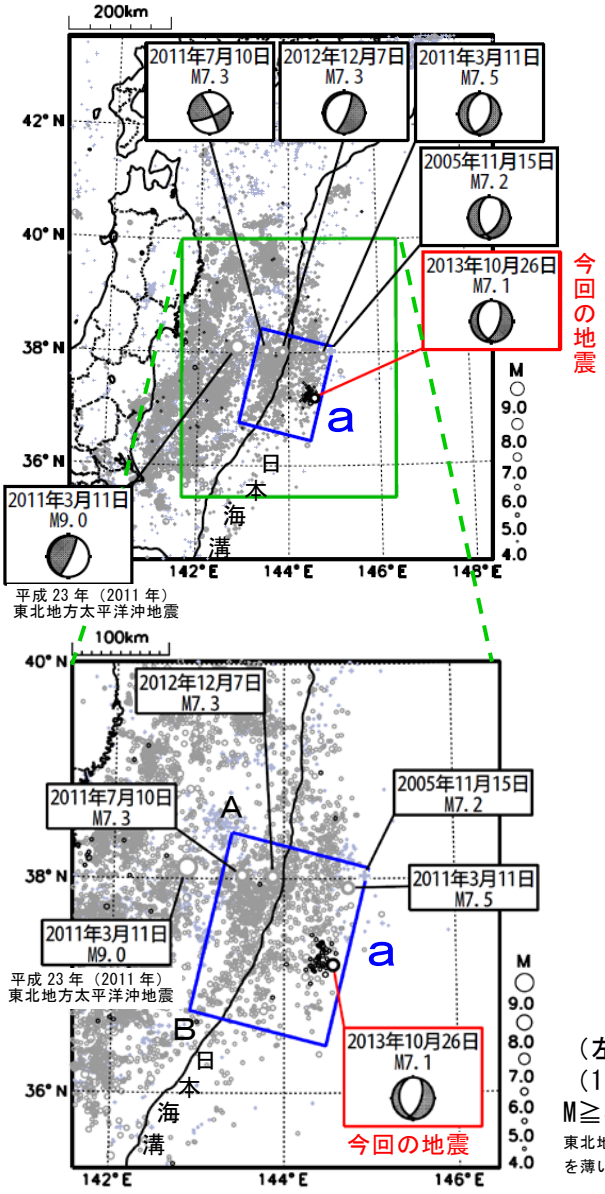
今回の地震により、負傷者１人の被害が生じた（10 月 26 日現在、総務省消防庁による）。

また、今回の地震の発生後、今回の地震の震源付近で M5.0 以上の地震が 10 月 28 日までに６回発生するなど地震活動が活発になったが、その後、徐々に低下してきている。

（２）地震活動

ア．最近の地震活動

1997 年 10 月以降の活動を見ると、今回の地震の震央付近（領域ａ）では、東北地方太平洋沖地震の発生以降、地震活動が活発化し、M7.0 を超える地震が今回の地震を含め４回発生した。このうち最近では、2012 年 12 月 7 日に M7.3 の地震（最大震度５弱）が発生し、石巻市鮎川で 98cm など東北地方の太平洋沿岸で津波を観測した。地震活動は全体的には次第に低下しているが、本震発生以前に比べて依然として活発な状態が続いている。



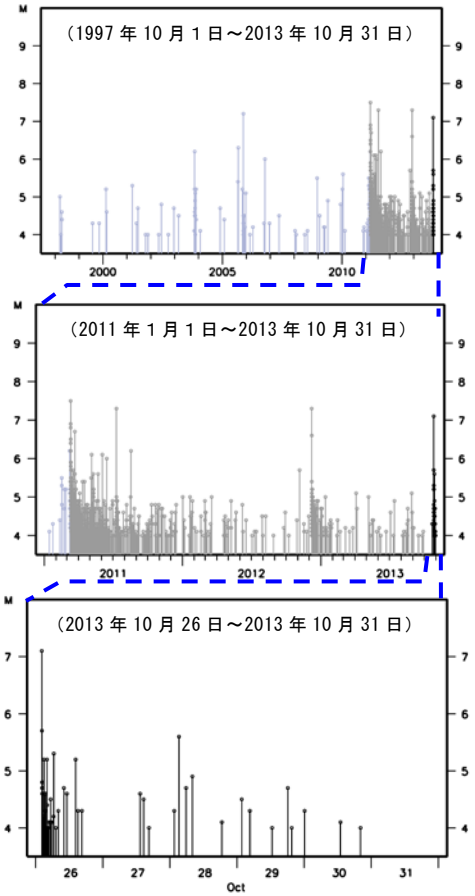


図　領域ａ内のＭ－Ｔ図

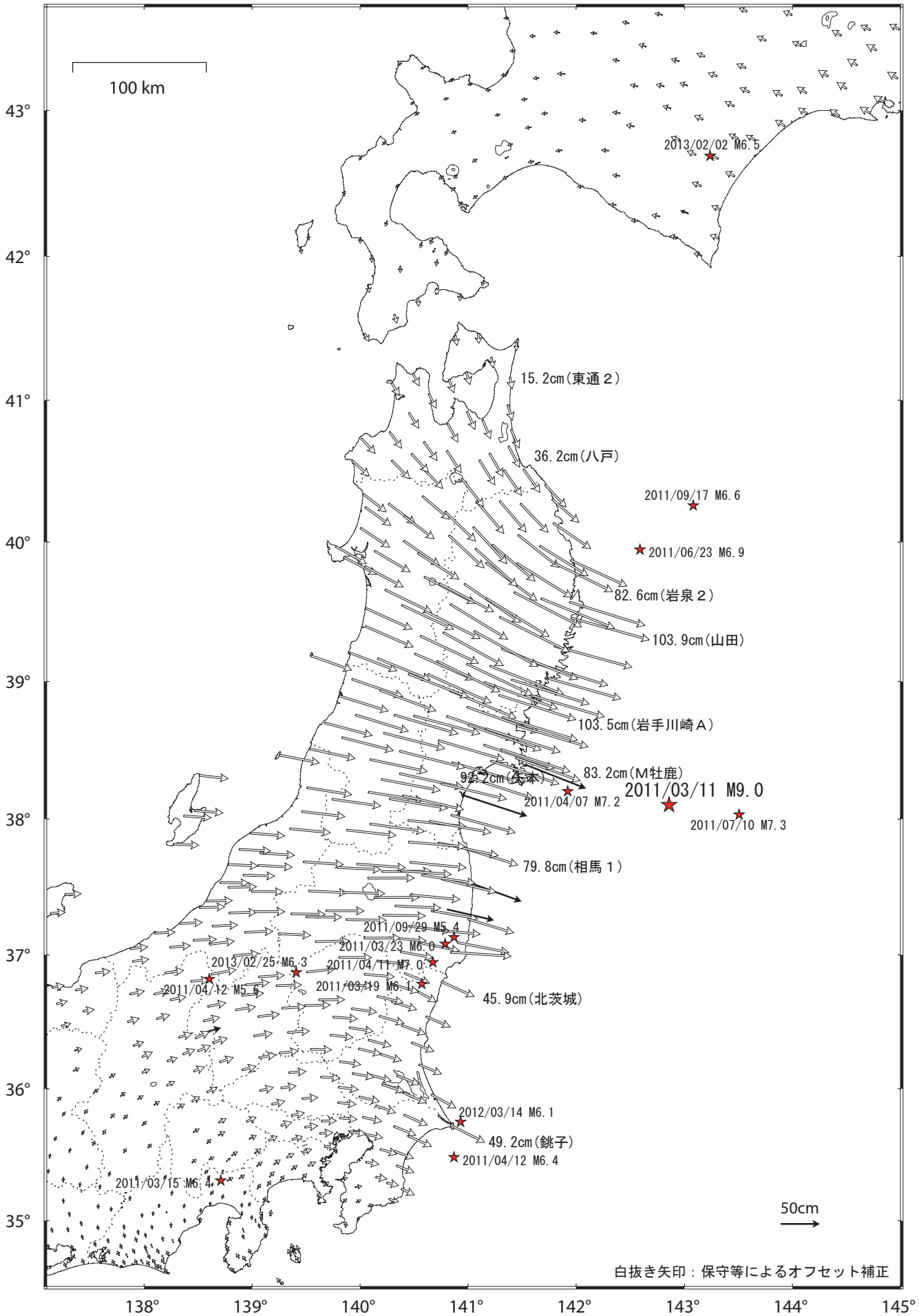
（左）図　震央分布図
（1997 年 10 月１日～2013 年 10 月 31 日、深さ０～100km、M≧4.0、発震機構は CMT 解）
東北地方太平洋沖地震以前に発生した地震を＋、東北地方太平洋沖地震発生以降に発生した地震を薄い○、2013 年 10 月の地震を濃い●で表示、

気象庁作成

東北地方太平洋沖地震（M9.0）後の地殻変動（水平）ー累積ー

東北地方から関東甲信越にかけて東向きの変動が見られる．

基準期間 ： 2011/03/12 -- 2011/03/12 ［Ｆ３：最終解］
比較期間 ： 2013/10/13 -- 2013/10/19 ［Ｆ３：最終解］



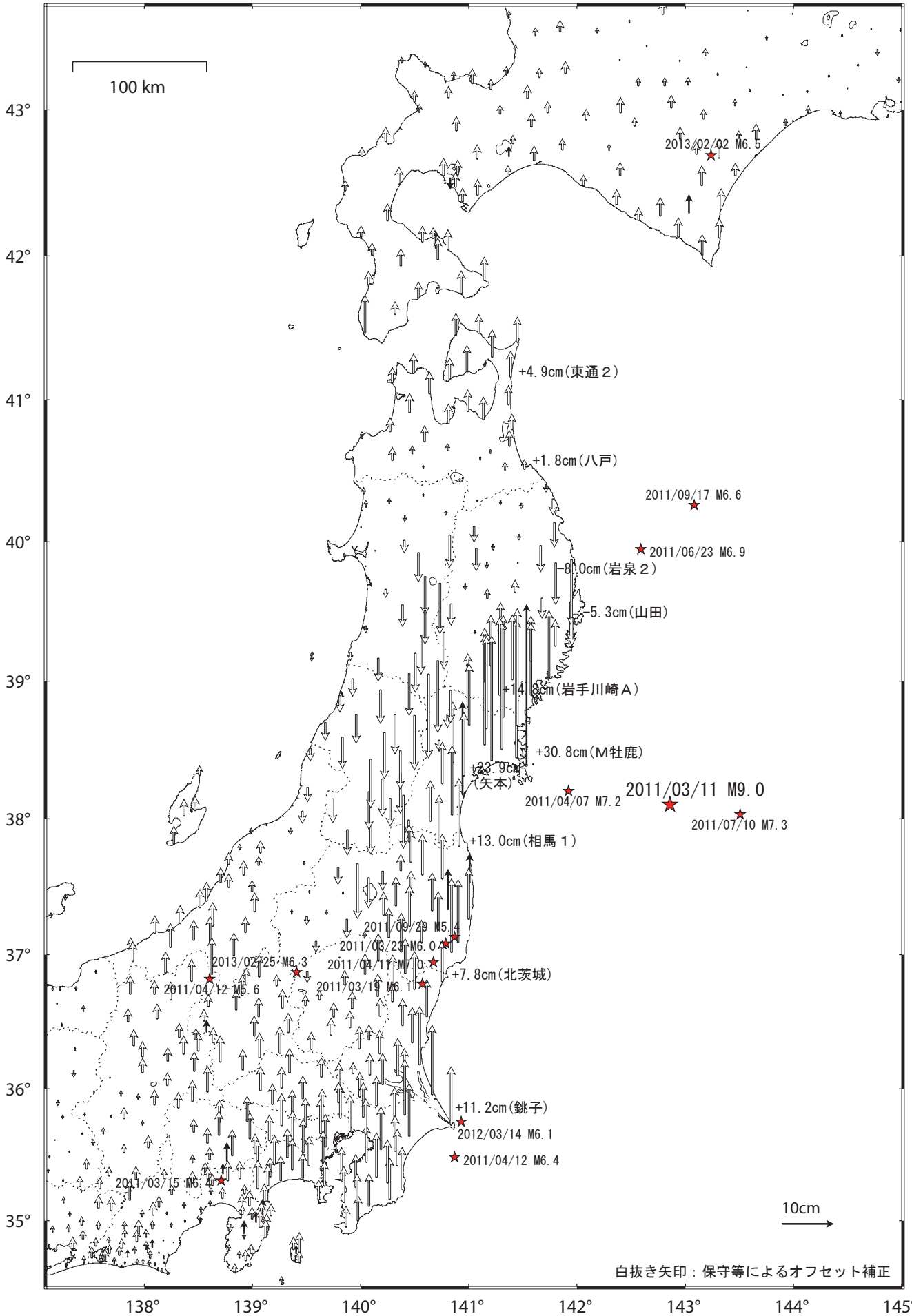
☆ 固定局：福江（長崎県）

国土地理院資料

東北地方太平洋沖地震（M9.0）後の地殻変動（上下）ー累積ー

宮城県から千葉県にかけての太平洋沿岸に隆起が，岩手県沿岸と奥羽脊梁山脈付近に沈降が見られる．
関東甲信越地方及び青森県から北海道の襟裳岬付近にかけた地域に隆起が見られる．

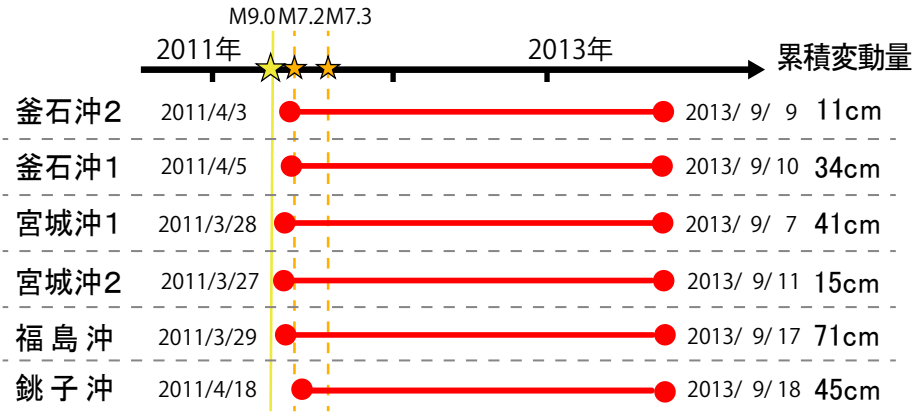
基準期間 ： 2011/03/12 -- 2011/03/12 ［Ｆ３ ：最終解］
比較期間 ： 2013/10/13 -- 2013/10/19 ［Ｆ３ ：最終解］



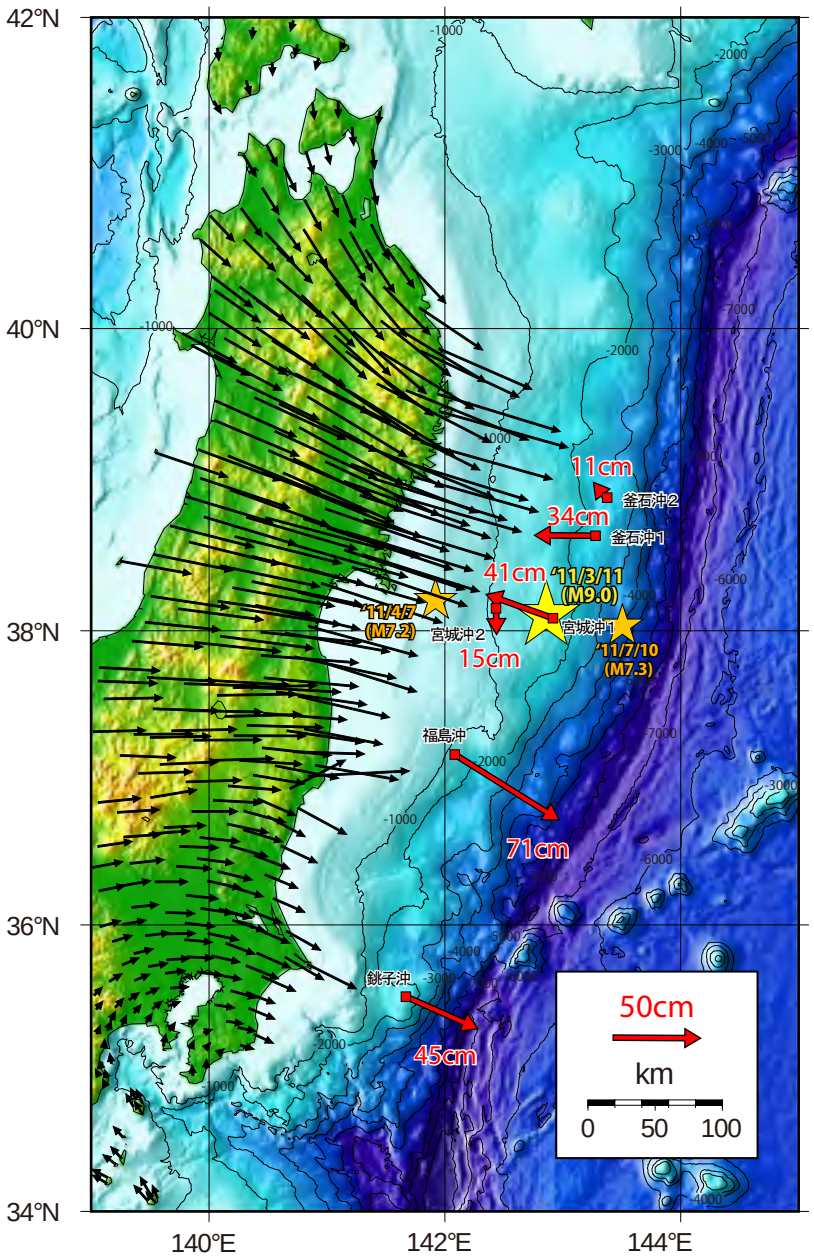
☆ 固定局：福江（長崎県）

国土地理院資料

(a)



(b)



第 2 図　東北地方太平洋沖地震後の地殻変動（累積）【電子基準点「福江」固定】
(a) 観測期間と累積変動量，(b) 累積変動ベクトル

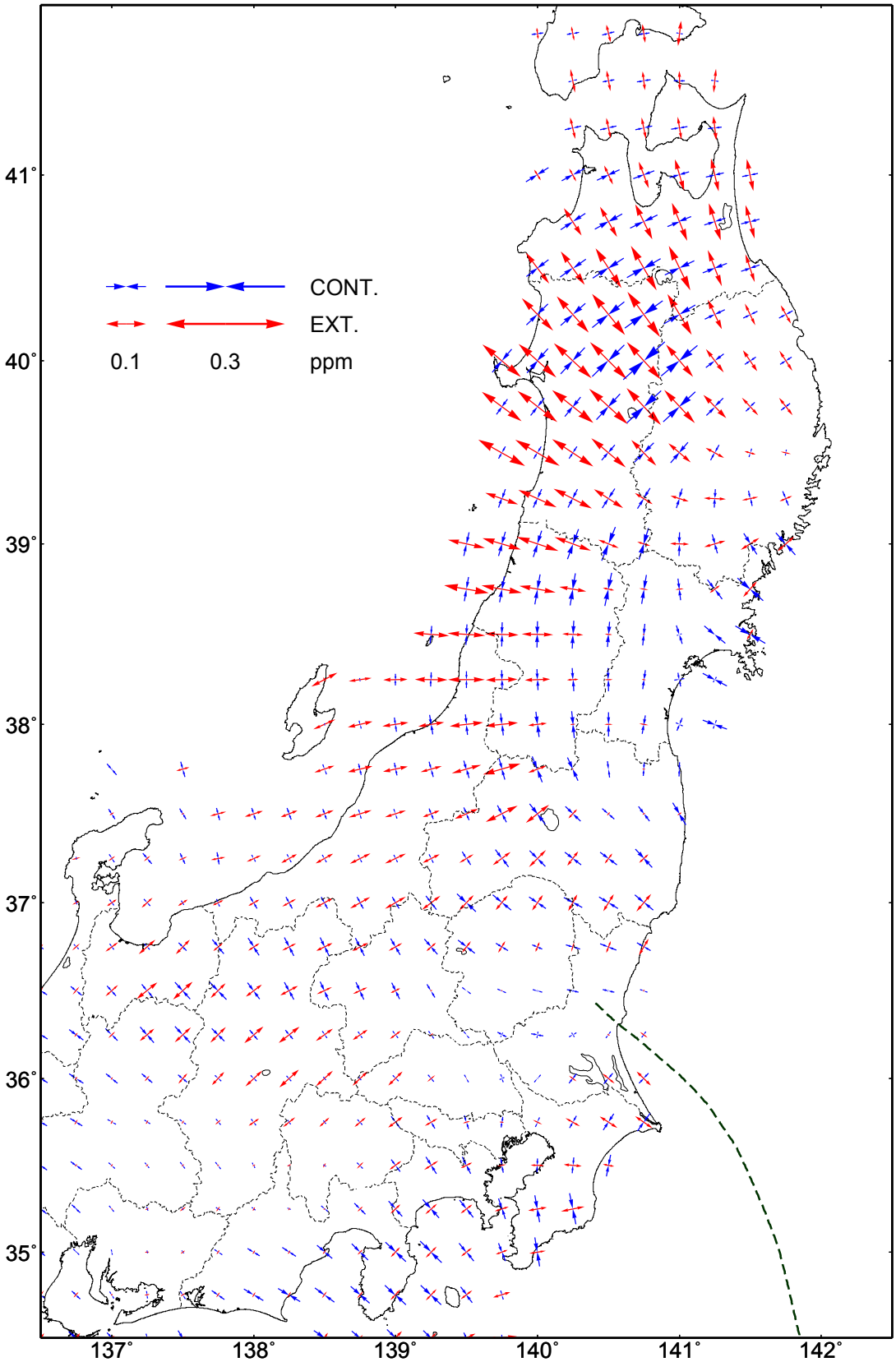
※赤の矢印は，海上保安庁の海底基準点における地震後の累積変動ベクトル，
　黒の矢印は，国土地理院の電子基準点における地震後の累積変動ベクトルを示す．
※図中の星は観測点近傍で起きた主な地震（黄色は本震，橙色は余震）を示す．
※累積変動量及び変動ベクトルには，余震による地殻変動が含まれている．

海上保安庁資料

GNSS 連続観測データから推定した地震後のひずみ変化（東日本） 3 ヶ月

東北地方太平洋沖地震後の余効変動の影響が見られる.

基準期間：2013 年 07 月 05 日 – 2013 年 07 月 19 日［F３：最終解］
比較期間：2013 年 10 月 05 日 – 2013 年 10 月 19 日［F３：最終解］

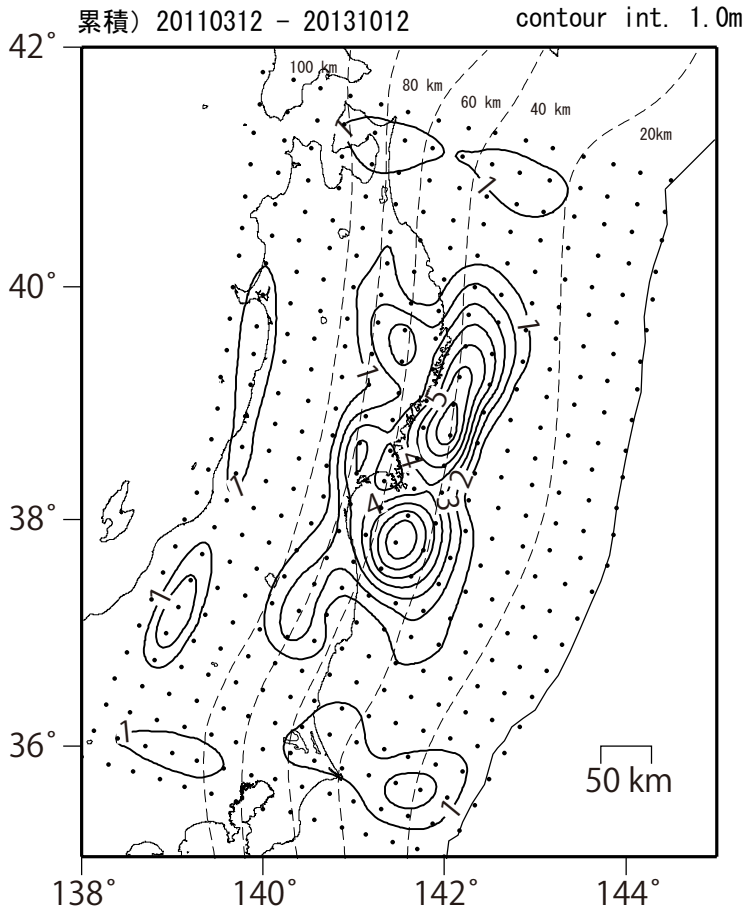


・ 太破線はフィリピン海スラブの北東端 (Uchida et al., 2010, JGR).

国土地理院資料

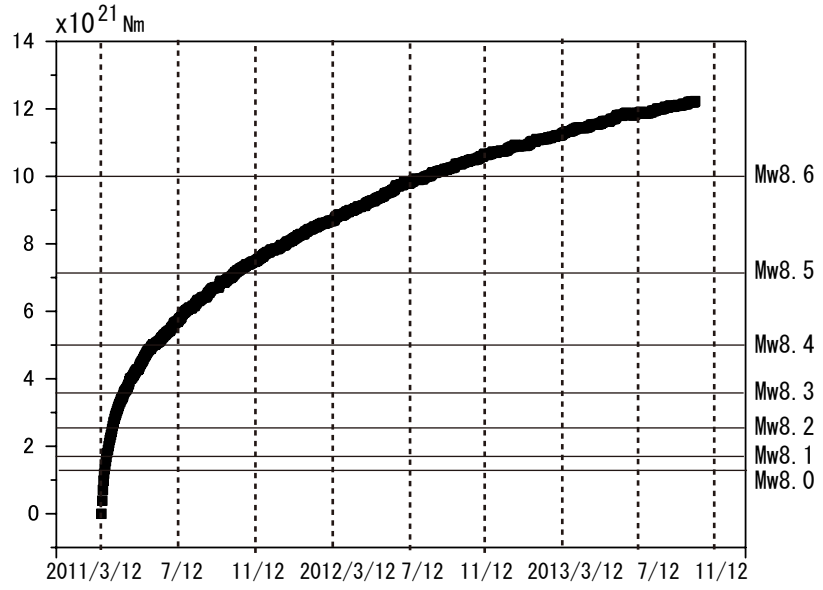
平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震後の
プレート境界面上の滑りの時間変化（3）（暫定）【モデル1】

顕著な滑りの移動は見られない．



時間と共にモーメントの解放速度が小さくなっている

データ期間　20110312 - 20131012　　[F3：最終解（R3：速報解も含む）]



地震直後の約30時間のモーメント増加量は含まれていない．　　（剛性率：40GPa）

国土地理院資料

西南日本の深部低周波微動・短期的スロースリップ活動状況（2013 年 8 月～ 10 月）その 1

防災科学技術研究所

● 顕著な微動活動：東海地方，8 月 3 日～ 12 日，9 月 29 日～ 10 月 7 日．紀伊半島北部，9 月 6 日～ 12 日．紀伊半島南部，10 月 26 日～ 11 月 1 日．四国中部，8 月 14 日～ 18 日，10 月 1 日～ 4 日．四国西部～豊後水道，10 月 25 日～ 11 月 3 日．豊後水道，7 月 29 日～ 8 月 4 日．

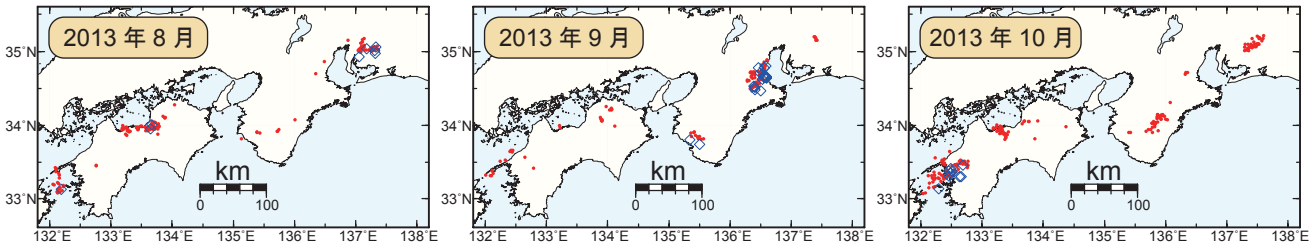


図 1. 西南日本における 2013 年 8 月～ 10 月の月毎の深部低周波微動活動．赤丸はエンベロープ相関・振幅ハイブリッド法 (Maeda and Obara, 2009) およびクラスタ処理 (Obara et al.，2010) において，1 時間毎に自動処理された微動分布の重心である．青菱形は周期 20 秒に卓越する深部超低周波地震 (Ito et al., 2007) である．

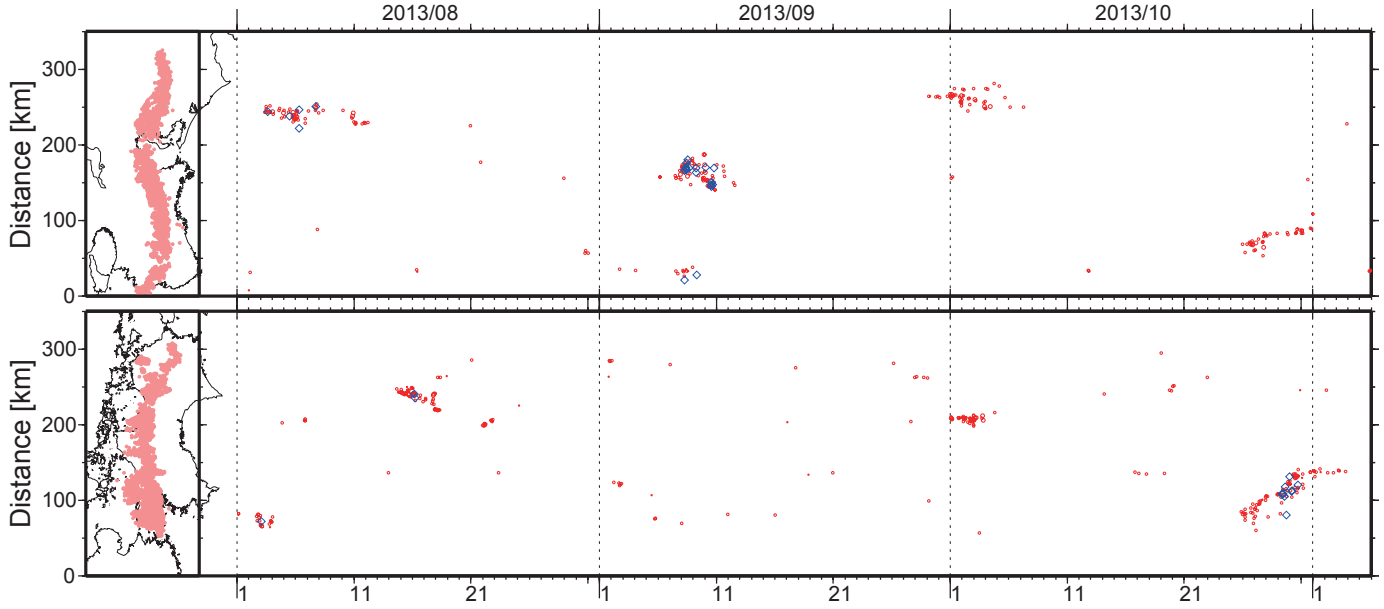


図 2. 2013 年 8 月～ 11 月 5 日の深部低周波微動（赤）および，深部超低周波地震（青菱形）の時空間分布．

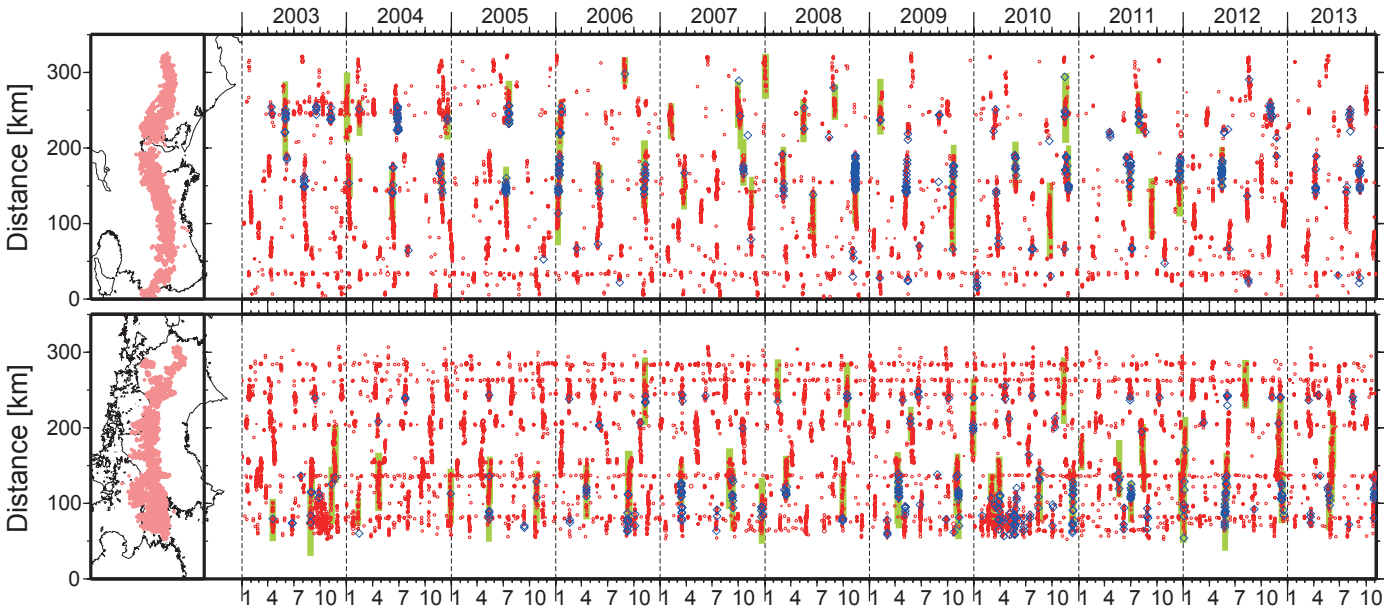


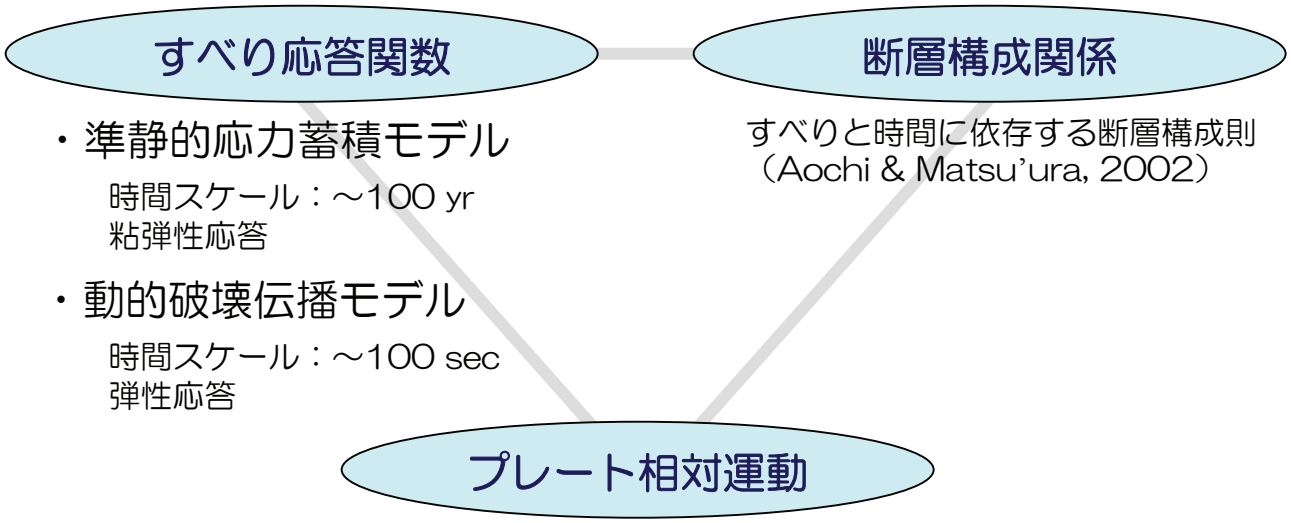
図 3. 2003 年 1 月～ 2013 年 11 月 5 日までの深部低周波微動（赤）および，深部超低周波地震（青菱形）の時空間分布．緑太線は，傾斜変動から検出された短期的スロースリップイベント (SSE).

防災科学技術研究所資料

重点検討課題の検討

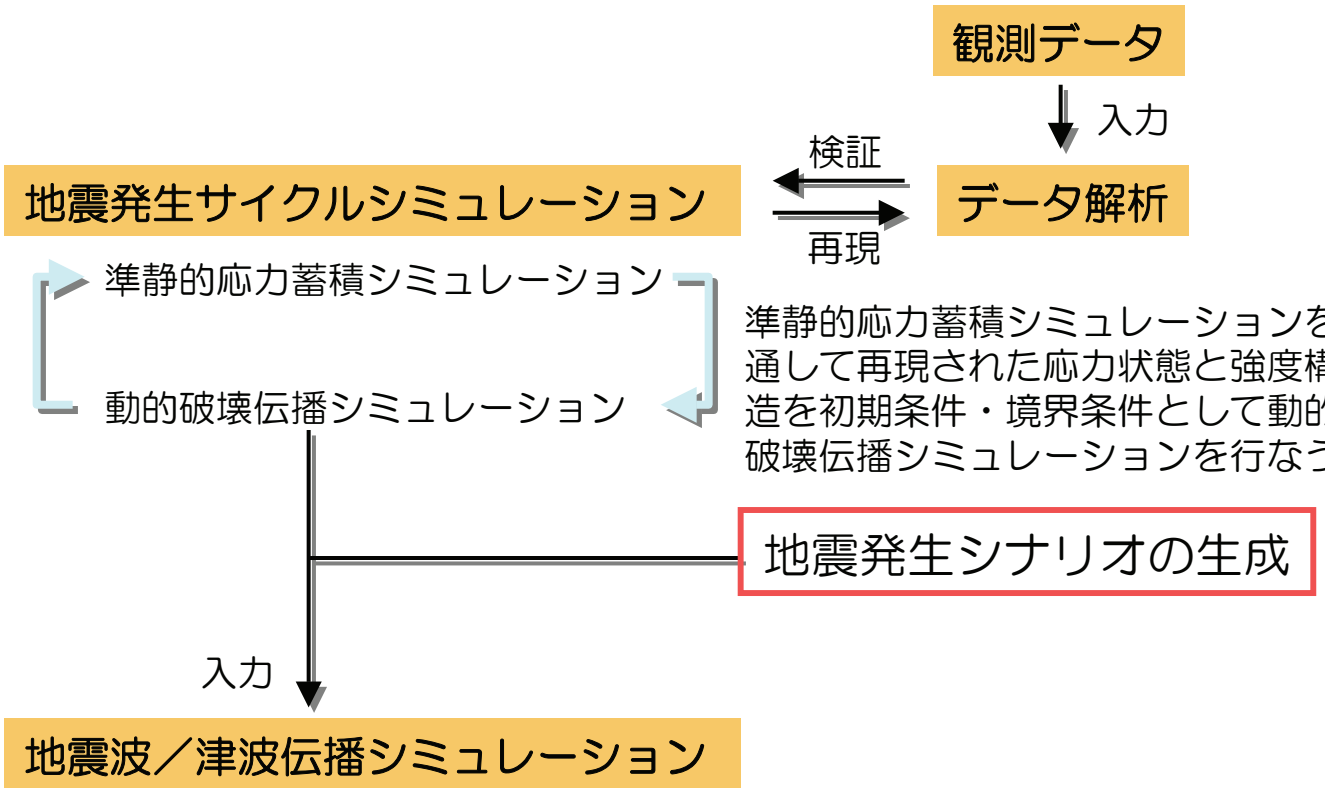
「物理モデルに基づいた
地震発生予測研究」

◆地震発生サイクル・シミュレーションモデルの構成

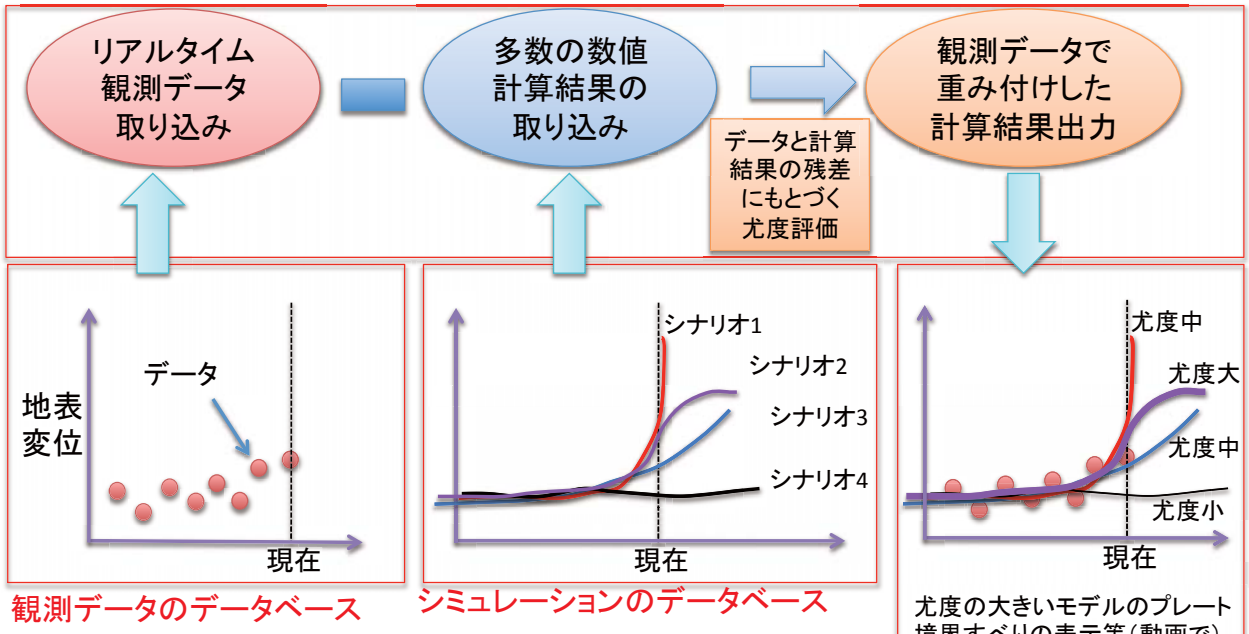


Hashimoto, Fukuyama & Matsu'ura (2013, PAGEOPH)

◆地震発生シナリオの構築



プレート境界すべり時空間変化の推移予測のイメージ



ポイント①何か変化があったらいつでも両者を比較できるように準備をしておくこと
ポイント②予測の枠組みを作ることと，観測データの質・量の充実，モデルパラメタやモデルそのものの改善を切り離して，まず枠組みを作ること

推移予測手法としての逐次データ同化

予測したい系の状態を表す確率変数の組＝プレート境界すべり速度，応力，強度，摩擦パラメタ etc.

$$x_t = F_t\left(x_{t-1}\right)$$

系の時間発展を表す数理モデル＝地震発生サイクルのシミュレーション

$$y_t = Hx_t + w_t$$

観測データ＝地表や海底での地殻変動

モデルの変数と観測量を結ぶ観測方程式＝断層すべりから地殻変動を計算

$p(y \mid x)$

尤度

観測ノイズの確率分布

残差

尤度に比例した重みをかける

データに近い所で確率密度高

事前確率 × 尤度 ∝ 事後確率

・観測ノイズを正規分布と仮定
・シナリオ数をNとし初期の各モデルの「重み」を1/Nとする
・データが加わるたびに以下を繰り返す
　・各シナリオについて現在のデータとの残差から尤度を計算
　・全シナリオの尤度の和で各尤度を規格化＝「重み」
　・各シナリオでその「重み」を前の時刻の「重み」にかける

海洋研究開発機構　堀高峰　資料

『災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画』における物理モデルに基づく地震発生予測

日野亮太
（東北大学・災害科学国際研究所）

建議における「物理モデルによる予測」

2－2　地震・火山噴火の予測のための研究

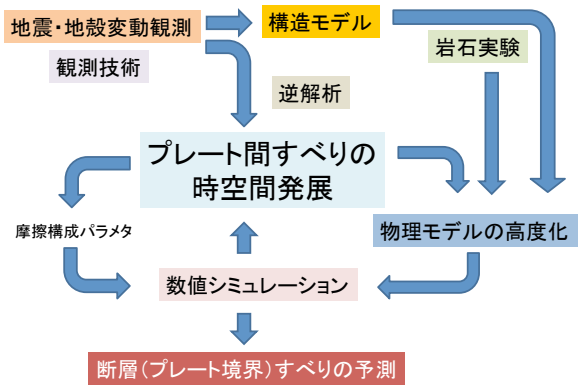
（1）地震発生長期評価手法の高度化

「地震の繰り返し特性を理解し，さらに近年の観測データや高性能計算機による数値シミュレーションなどを利用する手法を開発して，地震発生の長期評価手法の高度化を行う．」

（2）モニタリングによる地震活動予測

「地震現象のモデル化の研究で開発された物理モデルに基づき，高性能計算機などにより数値シミュレーションを実施し，観測データと比較する．これにより，地殻内の状態を定量的に推定し，地殻活動予測を試みる．」

地震発生予測に向けた研究の構成



物理モデル高度化にむけて

- ゆっくりすべり現象の多様性
- すべり現象間の相互作用
  - 実態と発生メカニズムの理解
- 対象範囲の拡大
  - 東北日本・西南日本以外への展開
- すべり速度の次に推定可能な物理量
  - 断層面状態を特徴づける新たなパラメタ

試行予測の対象候補

- 東北沖地震の本震前後変動
  - ～10年スケールから本震発生直前まで
  - 余効すべりと固着回復
- 再来が近いスロースリップイベント
  - 豊後水道長期的SSE　　2016年？
  - 房総SSE　　2016年？
  - 東海SSE

予測の試行にむけた課題

- データ同化の方針
  - 断層すべり（間接測定量）vs地表変位（直接測定量）
    - 長周期微動，活動小繰り返し地震の扱い？
  - 過去はどこまで遡る必要があるか（遡れるか）？
  - 予測・データ解析間での共通化
    - 構造モデル
    - すべり量の時空間的離散化間隔
  - 長期予測との連携
    - 長期的な地震発生履歴との整合性
- 予測結果の非唯一性
  - 観測誤差に起因するばらつき
  - 構造モデルの曖昧さに起因するばらつき
  - 使用する物理モデルの多様性によるばらつき

第 202 回　地震予知連絡会　重点検討課題

タイトル「地震・津波即時予測とリアルタイムモニタリング」

趣旨説明者　気象庁　土井恵治

近年の地震学と計算機科学の発展、観測機器及び通信技術の飛躍的向上によって、地震の発生状況が詳細かつ即時に把握できるようになり、その結果、発生した地震の情報を迅速に発表できるようになった。また、地震が発生したことをいち早くとらえられれば原理的に可能であると 100 年以上前から指摘されていた地震動や津波の予測は、わが国では緊急地震速報や津波警報という形で実現している。これらは放送・通信メディアの協力により即座に個人に届けられており、世界でも類を見ない情報提供が日常的になされている。

地震動、津波の予測は、現状では地震波を観測した直後に速やかに震源を推定した結果に基づいて行っている。また、観測データを逐次予測モデルに同化して予測の精度を高める手法も開発されつつある。いずれにしても受け手の対応行動の猶予時間をできるだけ稼ぐという観点から震源の推定は即時的、自動的に行われる必要があり、観測、データ処理のためのシステム全体がいっときも滞ることなく動作する状態にしておくことが必要である。

今回の重点検討課題においては、地震・津波の即時予測に関し、以下のようなリアルタイムモニタリングによる震源や波動場の即時推定や処理手法・システムの現状を紹介するとともに今後の技術開発を展望する。

話題提供者は未定

１．リアルタイムモニタリングシステムの構築

２．波動場の把握に基づく地震動の予測

３．強震モニタリングシステムー防災科学技術研究所の例ー

４．津波予測の技術

５．GNSS 変位データを用いた即時地震規模推定

６．地震動・津波予測の利活用

７．総合討論