

東北地方太平洋沖地震対応臨時委員会からの地震学への提言（総括） Suggestions for the future of seismology from the temporary committee (summary)

鷲谷 威^{1*}

SAGIYA, Takeshi^{1*}

¹ 名古屋大学減災連携研究センター

¹Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震とそれに伴う津波は、1923年の関東大震災以来となる甚大な被害をもたらした。この事態を受け、日本地震学会には臨時対応委員会が設置され、この地震に関する学会としての対応を検討するとともに、日本の地震学の研究上の問題点、社会との関わり方、災害科学としての地震学のあり方等に関する議論を行ってきた。さらに会員からの意見論文を募り、2012年3月に論文集を発行する予定である。本講演では、この特別セッションの導入として、上記委員会の活動について紹介し、委員会における議論をまとめた提言を提示する。さらに、地震学のケースを例として、地球惑星科学と社会との関わりについて、会場に対して議論を提起する。

キーワード: 地震学, 東北地方太平洋沖地震, 防災, 社会, アウトリーチ

Keywords: seismology, Tohoku-oki earthquake, disaster mitigation, society, outreach

東北地方太平洋沖地震を何故想定できなかったのかーこれからの地震学にむけた問題点の洗い出しー

Why we did not consider the occurrence of M9 earthquake along the Japan trench?

堀 高峰^{1*}, 八木 勇治², 松澤 暢³

HORI, Takane^{1*}, YAGI, Yuji², MATSUZAWA, Toru³

¹ 地震 LP・海洋研究開発機構, ² 筑波大・生命環境, ³ 地震噴火予知観測センター・東北大

¹SeismLP, JAMSTEC, ²Tsukuba Univ., ³Tohoku Univ.

東北地方太平洋沖地震のような M9 クラスの巨大地震やそれに伴う大規模な津波が日本海溝沿いで発生する可能性について、なぜ事前に科学的な検討がほとんどなされなかったのか？これまでの地震学のどのようなところに問題があったのか？今後の地震学を、どのような方向に発展させていくべきか？このような疑問について、科学的側面（何をどのような切り口で研究するかという観点）だけでなく、どのような体制で研究を行うかも含めて議論することを目的として、表題のような問題提起を行うとともに、学会員を対象としたアンケートやシンポジウムでの講演を依頼した。アンケートや質疑応答では、問題提起の仕方そのものについて疑問や意見が寄せられ、そのことの結果としてシンポジウムでは十分に上記のような議論ができなかった側面がある。そこで本講演では、できるだけ当初我々が目的とした上記の観点を軸に、アンケート結果とシンポジウムでの講演ならびに質疑応答、さらに本意見論文集での関連する意見を整理し、そこから浮かび上がってきた今後の課題についてまとめることを試みる。

地震予知研究計画への提言I: 短期予知

Proposal for Earthquake Prediction Program I: Short-term Prediction

上田 誠也^{1*}, 早川正士³, 茂木 透⁴, 湯元清文⁵, 服部克己⁶, 鴨川仁⁷, 高野 忠⁸, 藤縄 幸雄⁹, 児玉 哲哉¹⁰, 井筒 潤¹¹, 芳原 容英³, 長尾 年恭²

UYEDA, Seiya^{1*}, Masashi Hayakawa³, MOGI, Toru⁴, Kiyofumi Yumoto⁵, Katsumi Hattori⁶, Masashi Kamogawa⁷, TAKANO, Tadashi⁸, FUJINAWA, Yukio⁹, KODAMA, Tetsuya¹⁰, IZUTSU, Jun¹¹, HOBARA, Yasuhide³, NAGAO, Toshiyasu²

¹ 日本学士院, ² 東海大学, ³ 電気通信大学, ⁴ 北海道大学, ⁵ 九州大学, ⁶ 千葉大学, ⁷ 東京学芸大学, ⁸ 日本大学, ⁹ 藤縄地震研究所, ¹⁰ JAXA, ¹¹ 中部大学

¹Japan Academy, ²Tokai University, ³Electro Communication University, ⁴Hokkaido University, ⁵Kyushu University, ⁶Chiba University, ⁷Tokyo Gakugei University, ⁸Nihon University, ⁹FERD INC., ¹⁰JAXA, ¹¹Chubu University

地震予知研究は国家計画として数十年にわたり行われてきましたが、いまだに短期予知に成功した事はありません。その主な理由は、従来の研究が地震観測に偏重してきたためと思われます。地震予知研究に地震観測が必要なのは当然ですし、それによって、わが国には世界に誇る地震観測網が生まれ、地震学の進展に多大の貢献をしてきたことは言うまでもありません。しかし、それだけでは地震短期予知を達成することが困難であることも学界の共通認識です。

地震を短期予測するためには、地震直前の先行現象の検知が必須ですが、現在までの地震学ではそれを不可能として、予知計画ではほとんど無視されて来ましたが、それが電磁気現象、地球化学(ラドン濃度変化等)及び地下水異常(水位・温度・成分変化)などの観測によっては可能であることが、近年、我が国を含めて世界各地で報告されてきました。地震は予知の成否にかかわらず発生しますが、短期的に警報が発せられていれば、人命・火災・津波などの被害は劇的に軽減するでしょう。我が国は、電磁気学手法による地震予知研究などで世界をリードしており、東日本大震災でも先行現象の可能性のある電磁波の伝搬異常、電離圏の電子密度変動などが報告されつつあります。しかし、これらは短期予知が科学的射程内に入ってきた可能性を示すものにすぎません。その具体化には適切な予算措置、人員の確保などがどうしても必要です。地震先行現象の検知や解明には長い時間がかかると考えられますが、現在の社会情勢では短期予知のための研究費やポストの獲得は至難であり、ほとんどすべての新人たちは研究に携われなくなっています。

我々は、短期予知の目標に一步でも近づくべく、地震予知学・技術の確立に向けて、地震電磁気学的手法を中心とした21世紀のフロンティア研究を地震予知計画に取り入れることを強く提案します。短期地震予知の達成及びその技術移転は、今後爆発的な人口増加・経済発展の期待されるアジア・中東・中南米諸地域における安心・安全のためにも、我が国がなし得る最大級の国際貢献となるでしょう。

キーワード: 短期予知, 地震予知, 地震電磁気, 地震先行現象

Keywords: short-term prediction, earthquake prediction, seismo-electromagnetism, earthquake precursor

地震予知研究計画への提言II: 衛星観測

Proposal for earthquake prediction program II: Satellite observation

上田 誠也¹, 小山 孝一郎², 早川 正士³, 芳原 容英³, 湯元 清文⁴, 茂木 透⁵, 長尾 年恭⁶, 服部 克巳⁷, 鴨川 仁⁸, 児玉 哲哉^{9*}
UYEDA, Seiya¹, OYAMA, Koichiro², HAYAKAWA, Masashi³, HOBARA, Yasuhide³, YUMOTO, Kiyohumi⁴, MOGI, Toru⁵,
NAGAO, Toshiyasu⁶, HATTORI, Katsumi⁷, KAMOGAWA, Masashi⁸, KODAMA, Tetsuya^{9*}

¹ 日本学士院, ² 台湾國立成功大学, ³ 電気通信大学, ⁴ 九州大学, ⁵ 北海道大学, ⁶ 東海大学, ⁷ 千葉大学, ⁸ 東京学芸大学, ⁹ 宇宙航空研究開発機構

¹The Japan Academy, ²National Cheng Kung University, ³The University of Electro-Communications, ⁴Kyushu University, ⁵Hokkaido University, ⁶Tokai University, ⁷Chiba University, ⁸Tokyo Gakugei University, ⁹JAXA

衛星による地震電磁気研究は旧ソ連で1980年代に始まりましたが、2004年にフランスが打上げた小型衛星: DEMETERの観測により、マグニチュード4.8以上の地震9000回との統計解析の結果、地震4時間前に夜間VLF帯電波強度が顕著に減少すること報告しています(これは地上観測では100年単位の時間が必要です)。その前後にはロシア、アメリカ、ウクライナ、イタリア、台湾等が衛星や宇宙ステーションからの観測を実施し、現在ロシア、イギリス、メキシコ、インド、ペルー、中国及び韓国までも計画を進めています。

欧州連合の第7次研究枠組み(EU FP7)では、ロシアとの協力により地上-衛星連携による地震前兆研究プロジェクト: Pre-Earthquakesが進行中であり、東日本大震災の前の電子密度急増や衛星赤外放射異常等を報告しています。特に宇宙開発の進展が著しい中国は、世界最古の地震計(地動儀)を発明した「張衡」の名前を冠した中国地震電磁観測衛星: Zhangheng-1を2014年に打上げ、2017年までに更に2機追加する予定です。

これは観測領域が空間的に限定された地上観測とは違い、衛星は全球をカバーできるため、大地震の統計観測に必要な時間を劇的に短縮可能であり(我が国は稠密な測地観測網を整備して東海地震を40年近く待っている状態)、多様な観測機器によりメカニズムの解明に迫ることができる点にあります。

本計画実現のため、地震火山国の宇宙機関であるJAXAが、我が国の地震電磁気観測衛星の打上げを、国内外の研究者のみならず多くの国民が期待しています。また、本衛星システムは小型で低コストで実現可能であり、地震のみならず、気象、大気、海洋、電離圏、宇宙環境、宇宙天気等の広範な分野への貢献が可能です。

換言すれば、地震前大気圏・電離圏変動メカニズムの解明には多分野に渡る学際的研究が必要不可欠であり、地圏-大気圏-電離圏の時空間変動を包括的に観測する衛星群による観測が論理的帰結となります。

キーワード: 先行現象, 地震電磁気, 電子密度, 電子温度, GPS 掩蔽, 小型衛星群

Keywords: Precursor, Seismo-electromagnetics, Electron density, Electron temperature, GPS occultation, Small satellite constellation

初心を思いだし、学理探求と地震防災への貢献を両立させよう Remember our original purpose and try to develop the research and contribute to prevention of earthquake disaster

小泉 尚嗣^{1*}, 中川 和之²

KOIZUMI, Naoji^{1*}, NAKAGAWA, Kazuyuki²

¹ 産業技術総合研究所 活断層・地震研究センター, ² 時事通信社山形支局

¹ Active fault and earthquake research center, AIST, ² Jiji Press

1. はじめに

日本の地震学の黎明期に重要な役割を果たしたミルンは、「… 桔据黽勉地震ヲ研究シ以テ地震學ノ蘊奥ヲ究極セント欲ス。若シ之ヲ究極スルニ至ラバ、竟ニ此人類ヲシテ彼ノ不測ノ災厄ヨリ救済シ、遂ニ其安居ヲ得セシメンコト決シテ難キニ非ザルナリ。是レ余ガ諸君ニ向テ最モ希望スル所ナリ。」(和訳)と述べている(ミルン, 1884)。しかるに、その後の地震学の歴史は、学理探求に傾倒し、地震防災に関係する部分を捨てていく歴史でもあった(武村, 2010)。その結果、地震防災における地震学の占める位置は高くはないというのが実情である。地震の予知・予測の研究から地震学者が後退すれば、地震防災への貢献がさらに低くなるということを理解しておく必要がある。

2. 地震の長期予測について

東海地域を除く日本の一般的な地域では、地震防災対策特別措置法(1995年)に基づいて、地震の長期評価と耐震対策をセットにした地震防災対策が行なわれている。地震防災対策に使える予算が有限である以上、防災対策の内容や優先順位を決めるための指標となる長期評価が必要で、それが、地震調査研究推進本部が公表している想定地震の規模や長期発生確率に相当する。東北地方太平洋沖については、規模を過小評価していた訳だが、「想定」抜きで地震防災対策を行なうことは不可能である以上、長期予測の精度向上のための研究は引き続き行なうべきである。ただし、その予測は実際の防災に役立つものでなければならない。長期予測において「現実的な防災」を重視しすぎてはいけないが、科学的評価に偏りすぎてはいけないだろう。現状の地震学界の議論は、「科学的に正しいことを言えばよい。」という方向に行っているように見える。それは、結局、「社会に向き合っている」ことにはならず、地震防災における地震学の役割を更に下げることになる。

3. 地震予知(短期予知)について

東海地域では、例外的に、大規模地震対策特別措置法(大震法, 1978年)が適用されて、通常地震対策に「加えて」地震予知(短期予知)「も」防災対策に取り入れられている。海溝型巨大地震であって震源域が陸域直下に入る想定東海地震は、津波が5分以内に到達する地域も多く、強震動による被害も他の海溝型地震より大きいことが想定され、地震予知による被害軽減の効果は大きい(静岡県, 2001)。このような場所では、長期予測の精度向上に加えて、たとえ確率は低くても、地震予知に取り組むことが地震学者の使命であると考えられる。なお、静岡県民に対するアンケート調査によれば(静岡県, 2009)、静岡県下で「全く出来ないとは思わないが、予知は難しいと思う」という人は59.3%に達している。静岡県の住民は、地震予知に過剰に期待しているわけではない。

4. 求められる地震予測とは

災害は局所的なので、場所によって必要とされる地震予測の内容は異なる。東北地方太平洋沖地震では、津波に比べて地震動による被害が少ないことが知られているが、長周期地震動による被害を考えなくてよい地域においては、M8以上の地震を予測する必要はないという観点があるかもしれない。また、M9クラスの地震が起こすような津波に関しては、「命だけが助かればよい」という判断を住民側が行なうのなら、津波到達に時間がかかる地域においては、沖合に津波計を置いて津波高の逐次予測さえできればよいという考えもあるだろう。要は、地震学の学理探究だけの基準にたつてものを考えるのではなく、地域の災害の特徴をとらえて、他分野の専門家や住民と「智慧」を出し合って、各場所に適した地震防災対策を作る場に地震学者が参加するといったことが重要と思われる。これは、何も目新しいことではなく、地方大学等では、普通に行なわれている事である(西田, 2011)。「Think globally Act locally」は地震学の世界にもあって、学理探求に傾倒すると「Think globally」の方のみ評価することになりがちだが、学界として「Act locally」をもっと評価するようなシステムを作るべきと考える。

文献

ジョン・ミルン, 1884, 日本地震学会報告第一冊, 1-30.

西田良平, 2011, 地震学会ニュースレター, 23, 4, 21 - 23.

静岡県, 2001, <http://www.e-quakes.pref.shizuoka.jp/shiraberu/higai/soutei/pdf/shiryoku3.pdf>

静岡県, 2009, http://www.e-quakes.pref.shizuoka.jp/shiraberu/higai/toukei_kenmin/index.html.

武村雅之, 2010, 北海道大学地球物理学研究報告, 73, 1 - 22

Japan Geoscience Union Meeting 2012

(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



U06-05

会場:国際会議室

時間:5月22日 10:05-10:20

キーワード: 地震予知, 地震予測, 防災, 地震学

Keywords: earthquake prediction, earthquake forecasting, disaster prevention, seismology

地震学への気象学からの提言 Remarks from Meteorology to Seismology

住 明正^{1*}

SUMI, Akimasa^{1*}

¹ 東京大学サステナビリティ学連携研究機構

¹IR3S, The University of Tokyo

人間社会の基盤である地球を対象にする科学は、必然的に、人間社会にかかわりを持たざるを得ない。気象学は、その出発点から、安全な航海という視点があり、天気予報の精度向上という面と、天気現象の科学的な理解という両面の性格を持っていた。その端的な例が、リチャードソンによって提案された、物理法則の時間積分による天気予報、数値モデルによる天気予報というパラダイムである。この手法は、戦後の地球流体力学の確立と、コンピュータの実用化によって、気象学の中心的な手法になった。

その新たな応用として、気候の理解があげられる。地球温暖化は、地球の気候形成のメカニズムとして、放射 対流平衡を理解すること、3次元的なエネルギー循環、水循環を理解することの一環として取り上げられてきた。

しかしながら、地球温暖化問題が、政治課題になるにつれて、科学と政治のかかわりの中に巻き込まれることになる。困難の理由は、我々の自然の理解は不十分であるのに、それに基づいて、人間の欲望に絡む決断をしなければならないからである。そのため、気象学の立場では、現在の科学的知見を、その不確実性も含めて社会に知らせること、および、将来の気候変化に関して、その確率と影響の程度を複数示す、という手法をとっている。いうまでもなく、政治的決断は、価値判断に依存し、世の中には、複数の価値判断が存在するからである。

地球温暖化問題は、政治と科学が関係した問題といわれるが、政治のアリーナと科学のアリーナには、断絶がある。その間を埋める、専門的な機能が必要と感じている。

上のところで、気象学を地震学に、地球温暖化問題を地震予知に置き換えて、参考にしていただければ幸いである。

キーワード: 地球温暖化, 数値モデル, 気象学, 地震予知

Keywords: Global warming, Numerical model, Meteorology, earthquake prediction

地層処分における地質学会の取り組みについて-「地質環境の長期安定性研究委員会」の活動から- Role and activity of Committee for Geosphere Stability Research in The Geological Society of Japan

吉田 英一^{1*}

YOSHIDA, Hidekazu^{1*}

¹ 地質学会「地質環境の長期安定性研究委員会」

¹ Committee for Geosphere Stability Research in The Geological Society of Japan

地層処分とは、使用済み核燃料の再処理過程で生じる高レベル放射性廃棄物（ガラス固化体）を、地下300mよりも深い地質環境に処分することである。我が国の現在の計画では、2030~2040年頃に開始予定とされる。

地下環境への安全な処分を実施するには、地質学・地球化学・鉱物学・地下水学・土木工学・放射線化学・材料学などの、多岐に渡った技術や研究成果の蓄積が不可欠である。とくに地質環境に関しては、変動帯地質という日本独自の環境特性と工学技術との連携・調和が求められる。したがって、学会活動においても自然科学および土木工学あるいは材料化学などとの融合とも言える、境界領域での分野横断的な連携が重要度を増すことになる。

また地層処分では、その特徴として処分場閉鎖後の安全評価期間が最低でも数万年以上に及ぶことが挙げられる。したがって、この期間における処分場を包含する地質環境の長期的な変化の度合い（あるいは安定性）について、その科学的理解と併せて、安全評価上の期間の長期性に伴う不確実性も含めて評価することが求められる。

一方で、このような時空間的にも地球科学的と言える課題に対して、地質学会をはじめ、関連学会において十分な科学的議論がなされているとは必ずしも言えないのが実状である。また分野横断的な学際的課題に対しても、具体的に議論する場が少ないことも否めない。このような状況を背景に、「地質環境の長期安定性研究委員会」では；

- *現状において、地質学的必要課題を学会内外に具体的かつ客観的に提示すること
 - *学会内における様々な意見、考え方の共有を図ること
 - *関連する他の学会との連携役を果たすこと
 - *一般市民やマスコミに対して客観的知見を提示すること（バイアスのできるだけ少ない知見の提示と啓蒙活動；地質学会リーフレットの出版など）
- を趣旨に過去約10年間活動を行ってきている。
- これらの活動を通して、もっとも重要と思われることは；
- *地層処分に必要な地質学的知見について、科学的理解の現状を如何に客観的に提示するか
 - *市民をも含めた国内外の議論（レビュー）において、科学的データに基づいた適切なコミュニケーションを如何に遂行するか（できるか）そして；
 - *どのように次世代の研究者・技術者を育成していくかに集約されるだろう。

このような、いわゆる対社会を意識した「サイエンス・コミュニケーション」の必要性と重要性を認識し、それを実行に移すことは、地層処分に限らず、災害・環境・資源エネルギーなど社会的に影響のある課題を含む全ての学会に共通する課題であると思われる。本報告ではこれらの、地層処分における地質学会での地質環境の長期安定性研究委員会の活動内容について紹介する。

キーワード: 地層処分, 地質学会, サイエンス・コミュニケーション

Keywords: Geological Disposal of Radioactive Waste, The Geological Society of Japan, Science Communication

国の施策への向き合い方：advocates から critics へ How to deal with the policies of government: From advocates to critics

橋本 学^{1*}, 川勝 均², 鷲谷 威³

HASHIMOTO, Manabu^{1*}, KAWAKATSU, Hitoshi², SAGIYA, Takeshi³

¹ 京都大学防災研究所, ² 東京大学地震研究所, ³ 名古屋大学減災連携研究センター

¹DPRI, Kyoto University, ²Earthquake Research Institute, University of Tokyo, ³Disaster Mitigation Research Center, Nagoya University

我々は、昨年の地震学会秋季大会特別シンポジウム「地震学の今を問う - 東北地方太平洋沖地震の発生を受けて」のセッション2:「地震学会は国の施策とどう関わるのか?地震学研究者・コミュニティの社会役割はなにか?」のコンピナーを務めた。このセッションでの議論とその後投稿された意見論文を参考に、その後も議論を続けて来た。その議論を受けて、学界としての新たな活動の方向性を提案したい。

地震研究者の願いの一つが地震災害の軽減であることは間違いない。しかし、地震災害軽減の実行主体は国や自治体等の行政機関であり、かつ、地震学会において活発な研究発表を行う研究者の多くは国のプロジェクトや施策に深く関わっているため、国の施策に対して学会内部から批判がなされることは決して多くなかった。むしろ、学会が国主導のプロジェクトの成果や施策の進捗状況の広報の場に使われていたと言っても過言ではない。その最たるものが地震予知検討委員会による「地震予知の科学」であったといえる。例えば、地震学会内において極めて異論の多い「大規模地震対策特別措置法」に関しては、わずか1ページのコラムがあるだけで、学会内の異論に関しては最小限の記述に留め、積極的に推進すべきとする立場を表明している。このような取り扱いは、社会から地震学会全体の統一意見と見なされる恐れがあり、極めて危険である。宮城県沖の長期評価に対しても批判的に議論されることなく東日本大震災を迎えてしまっており、地震学会は「国の提代弁者」と言われても返す言葉がないであろう。

川勝(2012)が指摘するように、地震科学にまつわる諸施策は科学のみでは解決できないトランス・サイエンスの問題である。これを解決するためにいろんな方法が考えられている。その一つであるコンセンサス会議においては、特定の施策について一般市民が深く議論するために、賛成・反対をはじめ様々な立場からの専門家の意見を呈示することが基本となっている。このような会議の開催・運営は研究者のみの努力ではなかなか難しいが、各時点における地震の科学に関わる多様な意見を集約し社会に提供することは我々でも十分可能である。蓬田(2012)が主張するように、学会にこのような機能を持つ組織を作り、様々な社会問題に対して、国の方針に縛られない自由な立場で多様な考えを紹介してはどうだろうか。その際には、プレート境界に位置する浜岡原発の問題なども当然取り上げるべき課題となる。

昨年末に、中央防災会議より新しい南海トラフの巨大地震モデルが公表されたが、研究者コミュニティからは全く意見の表明がなされていない。筆者の一人は、このモデルに関する議論に参加しているが、周りの研究者から、批判を含めほとんど意見を聞かないことに驚きを覚える。当事者意識が欠如した研究者の意識を改革することも不可欠であり、社会との関わりをより強く意識できるよう、社会問題に関して議論する特別セッションを定期的に開催することも提案したい。

キーワード: 減災政策, 地震科学, トランスサイエンス, 学会, 社会問題

Keywords: Disaster reduction policy, earthquake science, trans-science, scientific society, social problem

未熟な科学と科学者の責任 Immature Science and Social Responsibility

泊 次郎^{1*}

TOMARI, Jiro^{1*}

¹ 東大地震研

¹ERI

日本の地震学の歴史を振り返ってみると、大地震が起きるたびに、それがどうして予測できなかったのかとの批判が湧き上がるものの、結局は地震災害を軽減するための方策として国家が地震学の研究に巨大な投資を行う、ということが繰り返されてきた。今回の東北沖大地震も例外ではない。また地震学は“焼け太った”ようである。こんな“ハッピー”な状況が地震学、とくに地震予測の研究の質の劣化を招いてきたのではないかと私は考えている。1890年の横浜地震以来、130年以上も研究が続けられているのに、地震予測の科学はいまだに未熟な段階から抜け出せないことも、こんな状況と無関係ではあるまい。地震予測が未熟な科学であるという視点から、僭越ながら、地震研究者はその社会的責任を果たすために、何をなすべきかを考えてみたい。

日本の地震学は、主に地震災害の軽減という目的を持った研究として出発した。1891年の濃尾地震以降は「国家のための地震学」としての傾向がさらに強まり、1965年からは国家事業としての地震予知計画が始まり、地震学の発展はこの計画に大きく依存してきた。研究費のほとんどが国によって支出されており、大地震があると地震予測に寄せる社会の期待が結果的には高まり、地震研究への政府予算が増えるという、繰り返してあったことはすでに述べた。

しかしながら、地震予測の科学はいまだに未熟なままである。

「成熟した科学」と「未熟な科学」との線引きに使われる指標の1つは、その科学がパラダイムを持っているか否かである。地震予測の科学は、こうやればできると研究者だれもが同意する天気予報のようなパラダイムを持たない。物理法則あるいは統計的性質、前兆にもとづいて予測できるという相異なる考え方が混在し、決着はついてはいない。

「科学」と「疑似科学」の線引きに使われる指標の1つに、「検証可能性」、「反証可能性」がある。地震予測に登場する仮説は、検証はできても、反証不可能なものがほとんどである。例えば、「大地震の前には観測可能な前兆すべりが存在する」という仮説がある。2003年十勝沖地震や2011年東北沖大地震でも、前兆すべりは観測されなかったため、ある人は仮説を「観測可能な前兆すべりが存在する地震もある」と修正した。しかし、この仮説は反証不可能である。こんな修正は科学からの退却である。

もう1つの判別基準に「実用性」がある。「科学」は役に立つが、「疑似科学」は役に立たない、というわけである。残念ながら、これまでに役に立った地震予測はほとんどない。むしろ、大森の関東地震の予測や、東海地震の予測など失敗の連続であった。予測が何故に失敗したのかについても検証された例も知らない。これでは、地震予測の科学は「疑似科学」である、といわれても仕方がない。

にもかかわらず地震研究に国が予算を投入するのは、過密都市では個人で大地震に備えるといっても限界があり、地震予測に期待するしかない、という人々の不安な思いがあるからである。国には、大地震が起こることを十分には想定せずにつくり上げられた過密都市を、耐震的に改造するには莫大な費用がかかる、という計算もあるのである。

このように甘やかされた状況にあることを地震研究者は自覚し、自らを律していくことが何よりも必要である。まずは、自分の依拠する仮説が反証可能かどうかを検討して欲しい。そして、反証された仮説にいつまでもしがみつくとなく、新たな仮説を作り出すことに力を入れて欲しい。それが、成熟した科学へと発展させる道である、と私は思う。

研究者の中には、自分の仮説が十分には検証されていないにもかかわらず、それを正しいと思い込み、社会に向けて地震予測情報を発信する人も少なくない。誤った予測情報は社会を混乱させるばかりか、地震学の社会的信用も大きく損ねる。地震予測科学の未熟さを考えれば、予測情報の発信には何らかのガイドラインないしはルールが必要であると思う。日本地震学会として、そのようなガイドライン作りに取り組んで欲しい。

地震の予測が正確に出来なくとも、地震災害を軽減するために地震学が貢献できる分野は、緊急地震速報や津波予測などのように少なからずある。こうした分野の発掘にも力を入れて欲しい。地震学から見て明らかに問題がある施策や構造物について、それに警告を發し、改善させるのも地震研究者の重要な任務である、と考える。

キーワード: 地震予測, パラダイム, 反証可能性, 検証可能性, 疑似科学

Keywords: earthquake prediction, pseudoscience, paradigm, social responsibility

地震学と地震津波防災 Seismology vs earthquake and tsunami disaster mitigation

西村 裕一^{1*}, 泉谷 恭男², 武村 雅之³
NISHIMURA, Yuichi^{1*}, IZUTANI, Yasuo², TAKEMURA, Masayuki³

¹ 北海道大学大学院理学研究院, ² 信州大学工学部土木工学科, ³ (株)小堀鐸二研究所

¹Graduate School of Science, Hokkaido University, ²Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Shinshu University, ³Kobori Research Complex INC.

地震や津波は災害要因である。災害要因を研究対象とする地震学は、よって、純粋な理学ではない。我々は好む好まないに関らず、防災ということを通して社会と密接に関係している。我々は、地震や津波のデータを使って物理モデルを構築することを最終的な目標とするのではなく、研究成果が本当に防災に役立っているのか、単に予算確保のために防災という看板を掲げているだけではないか、などについて常に内省する必要があるだろう。巨大災害を防ぐことを第一とするなら、多くの仮定に基づく地震の発生確率を公表するよりも、その地域で発生しうる最大規模の震動や津波の調査研究にもっと努力が向けられるべきではなかったか。さらに、より直接的に社会に貢献するためには、理学としての地震学を進めるだけでなく、地震工学や歴史学の考え方や手法を吸収することも大切だったのではないだろうか。ここでは、2011年11月に地震学会特別セッションとして行われた地震学と防災に関する議論とアンケート結果、さらに地震学会員からの意見論文の内容を紹介しながら、地震学の知見と防災との関係についてあらためて検討したい。

キーワード: 地震, 津波, 防災, 地震学, 社会

Keywords: earthquake, tsunami, disaster mitigation, seismology, society

地震学についての国民の認識と支持 Public's cognition and support toward seismology

中谷内 一也^{1*}
NAKAYACHI, Kazuya^{1*}

¹同志社大学心理学部
¹Faculty of Psychology

2011年の東日本大震災による甚大な被害を経験した今日、日本に住む人々は地震学をどのような学問として認識し、どの程度、支持しているのだろうか。本報告では、無作為抽出による代表的サンプルを回答者とした全国調査の結果に基づいて、国民の地震学に対する認識と資源（金、人、設備）投入への支持について検討する。さらに、地震学を理学と見るか防災科学と見るか、その見方によって資源投入への支持がどのように異なるかについて実証的に分析する。調査結果は社会の中での地震学の位置づけについて地震学者自身が理解し、地震学の目的やありように関して国民と自分たちの間にどのような認識のギャップがあるのかを検討するための基礎的な資料となるだろう。

調査の概要は以下の通りである。

調査サンプル 調査地点と対象者を無作為に選び出す層化二段階無作為抽出法により日本全体の代表的なサンプルを得た。調査地点については日本を「東京23区」「政令指定都市」「人口10万人以上の都市」「人口10万人未満の都市」「郡部」の5つのカテゴリーに分け、それぞれの居住者比率にあわせて各カテゴリーからの抽出数を設定し、無作為に地点抽出を行った。さらに、抽出された各地点において住民基本台帳に基づき20歳以上の成人を無作為抽出した。具体的な内訳は、東京23区から7地点(140名)、政令指定都市から23地点(407名)、人口10万人以上の都市から45地点(831名)、人口10万人未満の都市から27地点(431名)、郡部から13地点(191名)の合計115地点、2,000名であった。

調査期間 2012年1月下旬から2月中旬にかけて実施した。

調査方法 調査は事前に調査依頼はがきを送付した上で、調査員が戸別に出向く、訪問留め置き・訪問回収法で実施された。

質問項目 今回報告するデータは、地震を含めた51種類のハザードに対する日本人の不安を測定する調査プロジェクトの一部として収集された。地震学に関しては、以下に示す9項目に対して「まったくそう思わない」を0、「非常にそう思う」を5とする6段階リッカートスケール上で回答を求めた。(1)-(3)の3項目は理学としての地震学について評価を尋ねるものであり、続く(4)-(6)の3項目は防災科学としての地震学についての評価を尋ねるものである。最後の(7)-(9)の3項目は地震学への資源投入についての判断を問うものである。

- (1) 地震学の目標は自然現象の解明である
- (2) 地震学者は物理現象として地震に関心がある
- (3) 地震学の理論的発展それ自体に意義がある
- (4) 地震学の目標は防災である
- (5) 地震学者は地震の社会的影響に関心がある
- (6) 地震学は応用して役立つことで意義がある
- (7) 地震学の研究に多額の予算を配分すべき
- (8) 優秀な人材が地震学に集うようになればよい
- (9) 地震学の研究設備をより充実させるべき

分析はそれぞれ3項目ごとに尺度としての内的整合性を確認した後、合成変数を求め、それぞれの平均値を算出する。それぞれの平均値から国民の地震学に対する一般的な認識、特に、理学としての地震学なのか、防災科学としての地震学なのかを把握することができる。さらに、理学評価の合成変数と資源投入判断の合成変数との相関と、防災科学評価と資源投入判断との相関とを比較することで、資源投入は地震学がどのようなものとして見なされたときに妥当と判断されるのかを検討することができる。

キーワード: アウトリーチ, 社会調査
Keywords: outreach, social survey

地震学のアウトリーチはどうあるべきか How we should reach out to the public

大木 聖子^{1*}, 山田 尚幸²

OKI, Satoko^{1*}, YAMADA, Naoyuki²

¹ 東京大学地震研究所, ² 気象庁

¹Earthquake Research Institute, University of Tokyo, ²Japan Meteorological Agency

地震学の知見を社会に役立てるには、地震学者はどのような情報を、どのように発信していけばいいのか。昨秋の日本地震学会秋季大会（静岡）におけるシンポジウムでは、メディアと学校それぞれの現状を知る機会を設けた。

メディアに関しては、被災地の「生命を守る」ための情報を発信するメディアへの協力、なぜこんなことが起きたのか、次はどうなるのかという一般市民の問いに答える役割の重要性が提示された。また、医療の世界のように地域に暮らす人々に時間をかけて知見を伝えるような試みができないか、地域地震学というものがあってもよいのでは、という意見も提案された。

教育の場に関しては、大学と学校教育の共同研究の例として、都内の小学校で緊急地震速報を活用した避難訓練の取り組みが行われ、自ら主体的に身の安全を図ることができる子供たちが育ってきていることが紹介された一方、子供の保護者への引き渡しに電話連絡網によってなされていたため、通信困難に陥った3月11日にはかえって混乱が生じてしまったこと、学校の地震防災マニュアルは東海地震の警戒宣言が発令された場合しか用意されていないことが知らされた。

メディア・学校ともに、地震学からのほんの少しのサポートがあるだけで、現場は大きく改善できる、という強いエールをいただいた。

本発表では、これらの意見をふまえて、地震学の知見は社会にどう伝えられるべきなのか提示したい。

キーワード: アウトリーチ, 地震学, 防災, 報道, 学校

Keywords: outreach, seismology, disaster prevention, media, school

東日本大震災以後の科学コミュニケーション?何のためのコミュニケーションかを反省する Science communication after the Tohoku earthquake: "bilateral communication" for what?

戸田山 和久^{1*}

TODAYAMA, Kazuhisa^{1*}

¹名古屋大学情報科学研究科

¹Nagoya University

英国においては、1980年代後半から90年代にかけて牛海綿状脳症が大きな問題となった。このとき、ヒトへの感染の可能性をめぐって生じた政策判断のミスは、科学者コミュニティ全体の信頼低下という危機を招いた。このため、英国では科学コミュニケーション政策のあり方が大きく転換された。ひと言で言えば、科学技術の専門家の助言により政策を進めていくやり方から、科学技術にかんする社会的意志決定に市民を参画させるというやり方へ、そして、啓蒙的科学コミュニケーションから、双方向的対話へという流れである。じつは、阪神淡路大震災、オウム真理教地下鉄サリン事件、もんじゅナトリウム漏れ火災が相次いで起きた1995年に「日本版信頼の危機」は生じていた。これをうけて、日本でも「双方向科学コミュニケーション」が一種のブームとなった。たとえば、2006年には日本学術会議が音頭をとって、科学技術週間に全国で22ものサイエンス・カフェが一斉開催された。しかし、これらのカフェでは、対話の双方向性はしばしば活発な質問を意味するに過ぎず、なかには「コーヒー付き講演会」と揶揄されるものも少なくない。

しかしながら、今回の東日本大震災とそれに続く福島第二原子力発電所事故は、第二の「信頼の危機」を招来し、こんどこそは真剣に科学コミュニケーションのあり方が反省され、新たな動きが見られるように思われる。政府も2011年8月19日に閣議決定された「第四期科学技術基本計画」において政策の企画立案及び推進への国民参画の促進を謳っている。この動きには地震学も無関係ではいられない。

重要なのは、なぜ市民参画が必要なのか、それどころか、そもそも科学技術政策決定に市民が参画する、とはいかなることか、という問いである。あるいは、科学コミュニケーションにおける双方向性とは何か、双方向的対話によって何をめざすべきなのか、科学者は双方向的対話から何を求めることができるのか、といった一連の問いである。科学哲学の立場から、これらの問いに可能な限り原理的に答えてみたい。

キーワード: 科学哲学, 科学コミュニケーション, 科学技術政策, 市民参画

Keywords: philosophy of science, science communication, scientific policy, public engagement

地震学コミュニティへの提言～信頼の危機を乗り越えるために～

A proposal to the community of earthquake researcher - overcoming the crisis of confidence -

加藤 照之^{1*}

KATO, Teruyuki^{1*}

¹ 東京大学地震研究所

¹ Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震が日本の地震学のコミュニティにとって極めて重大な事件であることは言をまたないであろう(ここでは地震学の研究者を中心とした関係研究者の総称を「地震学コミュニティ」と呼ぶことにする。ほぼ日本地震学会会員の集合体(以下、地震学会)と同義と考えてよいがそれよりはやや広義のものである)。一部ではこのような地震が事前に想定されていたと言う研究者もいるが、大方のところ“想定外”の地震であったといっただろう。

この地震が日本の歴史上最大の地震であったこと、そして事前に的確に想定されなかったこと等について、外部からの批判はもとより、コミュニティ内部においても“これまでの地震学は何か間違えていなかったのだろうか”といった批判や反省の声が聞かれた。今後の地震学のすすむべき方向について議論すべき場を作るべきであるとの声が聞かれるようになり、地震学会の中に東北地方太平洋沖地震対応臨時委員会が立ちあげられ、同年秋の地震学会講演会において討論会が開催された。地震学の進むべき道について筆者は答えをもっていないし、そのような立場にもないが、今後、今回の地震及び引き続き現象の発現メカニズムの解明を通じて、あるいはこれまで欠けていた課題を見出すことによって、地震学のさらなる発展をはかるための契機とすべきであろう。そのためには研究者コミュニティがより深い議論を活発に行うことができるよう、体制の整備が必要である。

一方、地震学コミュニティと一般社会との関わりについて、いくつかの大きな問題が提起されている。「地震予知研究は無駄ではないのか」「地震学の成果がきちんと社会に伝えられていないのではないか」等、これらの批判は今回に限ったことではなく、例えば1995年1月の兵庫県南部地震後にも同じように問題が提起された。2012年1月23日の「首都圏直下型/4年以内70%/M7級」と題した新聞記事に端を発した騒動はこのような動きの象徴的な事件と言ってよいだろう。この事件は、単に不幸な一事件として処理されるのではなく、より根源的な一般社会における地震学への信頼の危機の表現としてとらえる必要があるように思われる。このような信頼の危機は、地震学ばかりでなく多くの科学の分野に近年共通して現れている事象であるらしい。

このような科学に対する信頼の危機の時代にあって、果たして地震学コミュニティはどのように社会と向き合っていくだろうか。簡単な解決策が存在するわけではない。かといって手をこまねいていれば事態は悪化するばかりであろう。

日本地震学会は1995年兵庫県南部地震のあと、いくつかの対応策をとってきた。具体的には一般公開セミナーの開催、学会広報紙「なみふる」の刊行、教育用ビデオの作成配布、公開メールアドレスの開設等があげられよう。こうした試みは社会への地震学の普及という観点から一定の効果を挙げたと考えられるが、地震学の知見を防災に生かす(デマ情報の防止なども含む)という観点からどれだけの効果があったかについては必ずしも十分とは言えないのではないかと思われる。より根本的な問題として、こうした広報活動が地震学コミュニティから社会への一方通行になっていて、真に市民の疑問質問に答えるものになっていなかったのではないだろうか。地震学の研究はそのほとんどが国民の税金によってまかなわれていることを考えると国民に対する十分な説明責任を果たすと同時に様々なチャネルを通じた社会還元が必要である。このための取り組みは関係の各機関においても次第にはじめられているが、地震学会としても社会に対して正面から向き合い、市民が我々に何を望んでいるのか何を知らたいのかを理解してそれに答えていくような取り組みを強化していくべきである。これはいわゆる「科学コミュニケーション」という言葉で集約されるが、「科学コミュニケーション」の技法を取り入れていく必要があるだろう。地震学における「科学コミュニケーション」の課題としておそらくもっとも重要なものは“地震予知”の問題であろう。“地震予知”をどう扱っていくかについても講演の中で触れたいと考えている。現在の危機を乗り越えて地震学が社会から真に信頼される学問になるためには、研究者もこれまでと違った様々な創意工夫をこらし、地道な努力を続けることによって社会と向き合っていくこととする意識改革が必要であろう。

キーワード: 地震学, 東北地方太平洋沖地震, 地震学会

Keywords: earthquake study, Tohoku-Oki earthquake, Seismological Society of Japan