

地震調査研究推進本部
20年の資料集

目 次

はじめに 発刊に寄せて

第二代政策委員会委員長 岡田 恒男
第二代地震調査委員会委員長 津村 建四朗

第1章 地震調査研究推進本部の10年の活動

1. 地震調査研究推進本部の概要	1
2. 地震調査研究推進本部の10年間の活動を概観して	3
3. 政策委員会の活動	5
4. 地震調査委員会の活動	9
5. 報告書等	14

第2章 地震活動の評価

1. 現状評価	17
2. 長期評価、強震動評価、津波評価	75
3. 全国地震動予測地図	82

第3章 東日本大震災を踏まえて

はじめに

座談会 地震調査研究推進本部20年の資料集における座談会	92
寄稿1 地震学の知見の一般社会への伝達と還元	100
カリフォルニア工科大学 名誉教授 金森 博雄	
寄稿2 東北地方太平洋沖地震前後の日本地震学会の取組	103
(公社)日本地震学会 会長 加藤 照之	
寄稿3 地震調査研究推進本部は覚悟を持とう	107
(独)産業技術総合研究所地質調査総合センター	
活断層・火山研究部門 総括研究主幹 小泉 尚嗣	
寄稿4 最新の科学の知見で防災を進化させる	110
(株)危機管理教育研究所 代表 国崎 信江	
寄稿5 緊急地震速報の過去・現在・未来	114
気象庁地震火山部管理課	
地震津波監視システム企画調整官 東田 進也	
寄稿6 海上保安庁の海底地殻変動観測	121
海上保安庁海洋情報部技術・国際課 地震調査官 石川 直史	
寄稿7 地震調査研究推進本部地震調査委員会の抱える課題と今後の展望	126
京都大学防災研究所 准教授 宮澤 理稔	
寄稿8 間違った学説に頼るな	132
東京大学大学院理学系研究科 教授 ロバート・ゲラー	
寄稿9 地震調査研究推進の20年に寄せて	138
静岡県危機管理監 岩田 孝仁	
寄稿10 20年間を振り返って	141
京都大学防災研究所 教授 中島 正愛	

資料編Ⅰ 10年間の地震活動

1. 10年間に起きた日本・世界の主な活動	145
2. 10年間に発生した主な地震と緊急的な調査研究	146

資料編Ⅱ 会議開催実績等

1. 各委員会の運営要領	151
2. 各委員会の委員名簿	165
3. 各委員会の開催日、主題議題	233
4. 地震調査研究関係政府予算推移	303
5. 全国の地震関連観測網	331
6. 地震調査研究推進本部関連法令	357

地震調査研究推進本部 20年の資料集

発行年月 平成27年3月

発行 文部科学省 研究開発局
〒100-8959 東京都千代田区霞が関三丁目2番2号

編集・作成 公益財団法人 地震予知総合研究振興会
〒101-0064 東京都千代田区猿樂町一丁目5番18号

寄稿 1

地震学の知見の 一般社会への伝達と還元

カリフォルニア工科大学
名誉教授 金森 博雄



1. 最近の進歩

ここ 50 年ほどの地震学の進歩には目覚ましいものがある。GPS や衛星観測によって、地殻ひずみがある地域にどの程度たまったかが分かるようになった。ただし、ひずみの絶対値は測れない。また、広帯域地震観測により大地震の際にひずみが時間、空間的にどのように解放されたかが分かるようになった。ひずみの蓄積と解放は地震現象の基本的な過程であるから、これがわかれば地震の予測ができそうに思えるが、実際には、地震のような自然現象は非常に多くの要素の間の相互作用で支配されているので、いかにモデルや観測が進んでも、そのような予測には、大きな不確定さがあることは避けられない。ある意味では最近の地震学の進歩によって、どうして不確定さが大きいかがより良く認識されるようになったともいえる。

2. 地震の予測

プレート運動が早く、プレート境界の構造が比較的簡単なところではかなり正確な予測ができた場合もある。例えば、2010 年のチリー地震については、フランスのグループなどが優れた論文を発表している¹⁾。彼らは GPS 観測によって、チリー西海岸の 175 年前に地震が起こった場所（ダーウインギャップ）で、ひずみが蓄積し続けていることを見つけた。GPS の結果から 12m のすべりが「蓄積」していることがわかり、このすべりが近い将来に一度で起これば M8.5 程度の地震が発生する可能性があるとして 2009 年の論文で予測した。実際は少し大きかったが、Mw8.8 の地震がほぼ予測通りの場所とメカニズムで 2010 年 2 月 27 日に発生した。また最近起こった 2012 年のコスタリカの地震についても同様な予測が行われた。ここでの、ひずみのたまり方から、Mw7.5 以上の地震が起こる可能性があるとして 2004 年ごろから 2012 年にかけて予測された^{2) 3)}。実際に 2012 年 9 月 6 日に Mw7.6 の地震が、予測されたとおりに起こった。しかし、この場合でも、その不確定性を定量的に知ることは困難である。

もう一つの困難は、地質現象や地震現象のタイムスケールと我々の生活のタイムスケールが大きく違うことである。最近の地球科学の進歩により、例えば日本列島近辺での地震がどのような物理過程によって起こっているかはかなりよく分かってきたので、地質学的タイムスケールでの予測はできても、地震のような突発的な現象を我々の生活のタイムスケールで正確に予測することは困難である。これは、長期的な天気予報はかなり正確にできても、何時何分何秒に雨が降り始めるかを正確に予測するのが難しいのと同じことである。

3. 予測の評価

このような予測には不確定さが示されていないので、成功か不成功かを定めることができないので、意味がないという考えもある。しかし自然現象は複雑であり、いつも簡単に白か黒と判断できるわけではない。重要なことは、これらの研究が、しっかりした科学的方法によって行われ、多くの科学者が納得のいくような経過で物事が進行したということで、必ずしも全ての人が成功と思う必要はない。実際に、2014 年 4 月にペルーとチリーの境界付近で起こった地震 (Mw8.1) は、多くの地震学者が考えていたよりずっと小さかった⁴⁾。この近辺では 1868 年と 1877 年に Mw9 に近い地震が起こっていたので、最近の GPS などの観測によって、それに近い大地震が起こると考えられていた。この場合は、“白黒” 的評価では不成功と考えられるが、私は、地震発生の多様性が学問的によく認識できたという意味で重要な出来事と考える。要するに、地震現象は複雑な要素の間の相互作用によって支配される現象である、という物理的な理解に基づけば、地震現象を単純に“白黒”で判断することはできないので、個々の地震について“成功”か“不成功”を議論するより、このような不確定性と、多様性を受け入れ

た上で地震の全体像を把握し、最も有効な地震防災対策を考えるのが建設的なやり方だと思う。

ひずみ蓄積の速さが遅く、プレート境界の構造が複雑なところでは（例えば、地殻内地震）予測に伴う不確定さが大きいので、有効な予測は極めて困難と考えられる。

4. 確率の意味

学界での議論では、この不確定さは一般によく理解されていると思うが、これを一般社会に正確に伝えることは極めて難しい。地震ハザードを表すのに確率がよく用いられる。確率は本来厳密な数学的方法によって計算されるもので、予測の不確定さを正確に伝えるには良い方法と考えられる。しかし、地震現象のような複雑な自然現象を確率という一つの量で正確に表せるかどうかは、甚だ疑問である。多くの場合、非常に長い〈数百万年〉タイムスケールから非常に短い〈数秒〉タイムスケールの現象を同時に扱わねばならないので、極めて不完全なデータに基づいて確率を計算せざるを得ない。

したがって、ここで得られる“確率”は普通の意味の数学的な確率ではなく、多くの専門家の判断が入ったかなり主観的な“確率”である⁵⁾。そのように理解した上で確率を長期の防災対策に使うのであればそれでもよいが、一般の人にはそのような確率の理解は難しく、与えられた確率に対してどのような行動をとればよいかわからないと思う。専門家であってもよく理解できないことが多い。そこで、一般の人に地震ハザードを伝えるのに“確率”を用いるのが有効かどうかを真剣に考えるべきと思う。例えば、大きな地震が起こった後に余震の確率が発表されることがある。これなどは比較的わかりやすい例かもしれないが、過去に起こった同様な地震を例にとって、余震活動とそのバラツキ〈より大きな地震が起こった例も含めて〉を普通の言葉で説明したほうがわかりやすいかもしれない。

5. 地球科学の特殊性

もう一つの問題は地球科学では多くの場合実験ができないことである。したがって、一つの研究方法は、限られたデータで作業仮説を立て、それに従って将来の予測をすることである。仮説は、新しい観測結果が得られるたびに改訂されるべきものである。仮説を立てることは研究者にとって重要な知的活動でありそれがときには当たらないからといって非難されるべきものではない。私は、仮説を立てずに漫然と観測をするより、たとえ時々間違えがあっても、はっきりした作業仮説を立てて、観測をしながら進むやり方の方が、地球科学においては、はるかに魅力的、生産的であり、そこに、地球科学研究の特殊性があるように思う。しかし、仮説はあくまで仮説であって、それを直接防災に用いることは危険で、仮説を防災に用いる場合、特にその社会的影響が大きい場合には、その意味を不確定性を含めて正確に理解した上でほかの仮説も考えあわせて用いることが重要である。要するに、仮説の修正は、学界では、日常茶飯のことであっても、一般社会に発表する予測は、その社会的影響を考えて、慎重に行うべきと考える。

もう一つの困難は、地震データが地質現象のタイムスケールと比べて極めて短い期間でしか得られていないことである。これを補うためには地質学的なデータを加えるとともに、世界に目を広げて、日本だけでなく世界中の地震について経験を積むことである。世界中の地震活動を見れば、いろいろなテクトニックな構造のもとに起こっている地震を理解できるので地震のデータベースを有意義に広げることができる。例えば、東北沖地震は日本だけで見れば想定外であってもスマトラまで考えれば必ずしも想定外ではない。

6. 社会への貢献

我々の生活のタイムスケールでの正確な予測が難しいとすれば、突発的な地震に対して我々にできる最も有効なことはリアルタイムの技術を用いて、津浪、地震の警報システムを構築することである。これは、今までにも行われていることでちっとも新しいことではなく、当たり前のように思えるかもしれないが私が強調したいのは最新の技術を用いた総括的な研究が大学などで今もって十分になされていないということである。例えば、津波予報について言えば、最近の地震学やGPSの進歩によって、地震発生後数分以内にかかなりの精度で地震の大きさやメカニズムを決めることができるようになったので、しかるべきシステムを導入し、それに伴う教育と訓練をすれば人命の被害を極めて少なくすることができると思われる。

一方、地震警報については、まだ多くの困難がある。有効な地震警報は、地震後数秒に出す必要があるが、大地震の震源過程は数分続くこともあり、数秒間のうちに地震の全体像をつかむことは難しい。したがって、警報が不正確であったり、誤りであったりすることがありうる。また、そのような短時間の間に適切な行動をとることは普通の人には難しい。したがって、そのような警報を有効に使うためには、新幹線やエレベーターなどで使われているような自動制御システムを開発する必要がある。このような包括的なシステムを開発するには、地震学だけでは無理で制御工学、コンピューター科学や社会科学との共同作業が必要不可欠と思う。

7. 結 論

地震学と測地学の進歩により、地震活動の大体の傾向を長いタイムスケールで予測できるようになった。しかし、使われるデータや我々の知識には限りがあるためそのような予測には大きな不確実性が伴う。また地震現象のような破壊現象に伴う確率的揺らぎのため決定論的な予測は困難である。従ってこのような予測は普通に考えられている予知とは異なる。言い換えれば、このような予測は長いタイムスケールの現象を理解するには役に立っても、“今日何が起こるか”というような非常に短いタイムスケールの出来事についてははっきりとしたことはいえない。この違いを正しく世間一般に伝えるコミュニケーションが大切である。

また地震学者はこのことをはっきり認識して、地震学の研究結果を、その不確実性を頭において、有効に防災に生かすよう努力すべきと思う。また、複雑な自然現象では、まれなイベントが想定外の大きな被害を及ぼすことが多い。これに対処するためには、リアルタイムの方法を発展させることが必要不可欠である。もう一つ強調したいのはリアルタイム防災は、地震の基礎研究と密接な関係を持って進められるべきことである。地震がどのように起こって、どのような不確実性があるかを知ってこそ初めて有効なリアルタイム防災を行うことができる。教育研究活動の強化と独創的かつ柔軟な考え方のできるリーダーの養成、研究結果と社会の要請のタイムスケールの違いを認識したコミュニケーションと長期防災対策の改善、及びリアルタイム地震学の手法の開発を三つの柱とした研究で地震学は社会の要請に答えるべきと思う。

文献

- 1) Ruegg, J. C. et al. (2002): "Interseismic strain accumulation in south central Chile from GPS measurements, 1996–1999." *Geophysical Research Letters* 29(11): 12-11-12-14.
- 2) Feng, L. et al. (2012): "Active deformation near the Nicoya Peninsula, northwestern Costa Rica, between 1996 and 2010: Interseismic megathrust coupling." *J. Geophys. Res.* 117(B6): B06407.
- 3) Iinuma, T. et al. (2004): "Inter-plate coupling in the Nicoya Peninsula, Costa Rica, as deduced from a trans-peninsula GPS experiment." *Earth. Planet. Sci. Lett.* 223, 203-212.
- 4) Lay, T. et al. (2014): "1 April 2014 Iquique, Chile, Mw 8.1 earthquake rupture sequence.", *Geophysical Research Letters* 41, Issue 11, 3818–3825.
- 5) Stark, P.B. and Freedman, D. (2003): "What is the chance of an earthquake? ", in *Earthquake Science and Seismic Risk Reduction*, Eds. Mulargia, F., and Geller, R.J., Kluwer, Dordrecht, pp. 201–216.

金森 博雄 (かなもり ひろお)

カリフォルニア工科大学ジョン・E・ヘイゼル・S・スミッツ地球物理学名誉教授。

1959年、東京大学理学部物理学科卒業。1961年、同大学院数物系研究科修了。1964年、理学博士。

1962年、東京大学理学部地球物理学科助手。その後、カリフォルニア工科大学研究員（1965年～66年）、東京大学地震研究所助教授（1966年～69年）、マサチューセッツ工科大学客員助教授（1969年）、東京大学地震研究所教授（1970年～72年）を経て、カリフォルニア工科大学教授（1972年～89年）。

1990年から98年にかけて、カリフォルニア工科大学地震研究所長を務めた。

1989年、カリフォルニア工科大学ジョン・E・ヘイゼル・S・スミッツ地球物理学教授。2005年より現職。