

電力業界が地震リスク評価に干渉した4つの事例 Four cases of interference by electric power industry in earthquake risk evaluation

添田 孝史^{1*}

TAKASHI, Soeda^{1*}

¹なし

¹none

原子力発電所の設計・運転継続の可否を判断するには、地震や津波のリスクを公正な手続きで評価することが不可欠である。しかし電力会社の業界団体である電気事業連合会（電事連）や東京電力が、政府や学会による地震リスク評価について、正当でない方法で干渉した事例が、1997年以降で少なくとも4例明らかになっている。

1. 建設省などが策定した「七省庁手引き」を改変しようとした（1997）

津波防災に関連する省庁（国土庁・農林水産省構造改善局・農林水産省水産庁・運輸省・気象庁・建設省・消防庁）は、「太平洋沿岸部地震津波防災計画手法調査報告書」および「地域防災計画における津波防災対策の手引き」（以下、「七省庁手引き」）を1997年にまとめた。七省庁手引きは、最新の研究成果から想定される最大規模の津波を計算して既往最大の津波と比較し、「常に安全側の発想から対象津波を選定することが望ましい」と定めていた。七省庁手引きは、日本海溝沿いで津波地震がどこでも発生すると想定し、福島第一原発の地点では、津波高さ約8.6mと推定していた。これは当時東電が想定していた3.5mを大きく上回るものだった。

電事連は七省庁手引きを改変するよう、事務局のあった建設省に圧力をかけようとした。1997年7月25日付けで電事連が資源エネルギー庁に送った文書は「最大規模の津波の数値を公表した場合、社会的に大きな混乱を生ずると考えられるから、公表は避けていただきたい」などと指示している。

2. 土木学会を利用して、安全率を削減し、津波地震を想定から外した（2002）

1990年代までに設計された原発は、既往最大の津波しか想定していなかった。また津波予測の不確定性を補う安全余裕もほとんど考慮していなかった。1993年の北海道南西沖地震以降、このようなリスク評価の問題点が明らかになりつつあった。

電事連は、これらの問題において電力業界の考え方を権威付けするため、土木学会原子力土木委員会の下に津波評価部会を1999年に設置。この部会は、津波地震を想定から外し、また不確定性を考慮した安全率を設けない「原子力発電所の津波評価技術」を2002年に策定した。部会のメンバーは過半数が電力会社など電力業界に属しており、部会の費用（約2億円）はすべて電力会社が負担した。部会に参加した研究者は、安全率を設けることを電力会社が受け入れなかったと証言している。

3. 耐震指針改訂における特定委員のサポート（2001～2006）

原発の安全審査に用いる「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」を、原子力安全委員会が2006年に改訂した。改訂作業において、特定の委員を電事連がサポートし、電力業界の考えを代弁させた。具体的には、耐震設計上考慮すべき活断層の評価期間について「大幅に拡大すべき」という考え方に対して、「特定委員をサポートし、5万年で十分であることを主張していただく」「『13万年』案の代案として、現実に運用可能で、合理的評価により既存発電所への影響も少ない代案を検討し、同様に特定委員から分科会で提示いただく予定」と電事連の資料に残されている。

4. 長期評価の表現を書き換えさせた（2011）

地震調査研究推進本部は、日本海溝の地震について、長期評価の改訂を2009年から進めていた。これを一般に公表する前（2011年3月3日）に、東電と日本原電、東北電力の3社に見せている。

東電は「貞観地震が繰り返し発生しているかのようにも読めるので、表現を工夫していただきたい」と要望した。地震本部事務局の担当者は「繰り返し発生しているかについては、これらを判断するのに適切なデータが十分でないため、さらなる調査研究が必要である」という一文を加える修正案を事務局の独断で作った。この文言を加えれば長期評価の不確実性が高いように読める。地震本部事務局は「3月3日の会合以外は、電力会社に事前に長期評価を見せたことはない」と説明しているが、十分な調査がなされたのかわからない。

電力業界は強い政治力と資金力を持つ。彼らによる不当な干渉や圧力を避けるためには、リスク評価プロセスの透明性を、一層高めなければならない。また利益相反も明確にする必要がある。東電は、原発の規制にかかわる地震の専門家と面談するたびに、「技術指導致料」（謝礼）を渡す慣習を長年続けて来た。奨学寄付金や共同研究など、すでに情報公開の対象になっている費目だけでなく、製薬業界が実施している「企業活動と医療機関等の関係の透明性ガイドライン」に準じて、技術指導致料や原稿料、講演謝礼、会食費、交通費などまで開示項目を広げるべきだろう。地球科学の研究者たちが、より社会の信頼を得るためにも望ましいと考える。

川内原発設置変更許可にみる地震学的問題—想定南海トラフ巨大地震と南九州のスラブ内大地震の影響

Seismological problems in the NRA's permission for the Sendai NPS: Effects of great interplate and intraslab earthquakes

石橋 克彦^{1*}

ISHIBASHI, Katsuhiko^{1*}

¹ 神戸大学名誉教授

¹ Emeritus Professor, Kobe University

●原子力安全行政に地震学会が直接口を挟むべきではないだろうが、地震学的に看過できないと思われる具体的問題があれば、少なくとも学会内で議論をして問題点を共有することは重要だと考えられる。そのような観点からは、九州電力川内原子力発電所（鹿児島県薩摩川内市）1・2号炉の設置変更許可処分（2014年9月10日、原子力規制委員会）のなかに、地震学的に疑問の点がある。これを考察することは本セッションに相応しいと思われるので、紹介したい。

●原発の「新規制基準」は、「基準地震動」（供用中に耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による地震動）の策定に際し、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」については、内陸地殻内地震、プレート間地震、海洋プレート内地震について、敷地に大きな影響を与えると予想される地震を「検討用地震」として複数選定し、選定した検討用地震ごとに地震動を策定することを要求している（原子力規制委員会規則第5号の第4条の解釈別記2）。

これにたいして九州電力は、九州地方の過去の被害地震のカタログを調べて、プレート間地震と海洋プレート内地震については、それぞれの最大規模の地震（前者は1662年日向・大隅地震〔M7.1/2~3/4〕、後者は1909年宮崎県西部地震〔M7.6, スラブ内地震〕）の発生位置が敷地から十分に離れており、敷地に大きな影響を与える地震ではないと考えられる（震度5弱程度以上〔九州電力が設けた目安〕とは推定されない）として、検討用地震を選定しないと結論した。

審査は、九州電力の説明を何の疑問も示さずに聞き流し、結果、震源を特定して策定する地震動では、内陸地殻内地震だけを検討用地震とした基準地震動 Ss-1（最大加速度 540 ガル）を認めた。

●だが別記2は、検討用地震の選定について、プレートの形状・運動なども含む地震発生様式の総合的な検討を求めており、過去の被害地震だけでもとづく九州電力の議論は極めて不十分だ。即ち、将来発生するプレート間地震と海洋プレート内地震が敷地に大きな影響を与えないとは断定できず、検討用地震を選定する必要がないとは言いきれない。

実際問題として、プレート間地震については、内閣府の「南海トラフの巨大地震モデル検討会」が2012年8月に公表した最大クラスの南海トラフ巨大地震の推計震度の最大値の分布図によれば、川内原発付近は震度5弱の領域に入っている。しかも同検討会は、より安全性に配慮する必要がある施設などについては個別の再推計が必要としており、保守的な震源パラメータ等で再検討すれば、川内原発で震度5強以上になる可能性もある。海洋プレート内地震に関して、フィリピン海スラブは鹿児島県の地下にも存在するから、1909年宮崎県西部地震（深さ150km、宮崎・鹿児島・大分・佐賀が震度5で各地に被害あり）と同様のスラブ内大地震が川内原発に近い鹿児島県北部あたりの深さ100~150kmで発生すれば、背弧側での地震波の減衰があっても、原発敷地で震度5弱以上になる可能性が高い。

●したがって、審査過程において、最低限、プレート間地震と海洋プレート内地震について本当に検討用地震の選定が必要ないと言えるのか、九州電力に再説明を求めるべきだった。

さらに言えば、原発の安全目標が「炉心損傷頻度 10^{-4} /年程度、格納容器機能喪失頻度 10^{-5} /年程度」で、基準地震動の年超過確率が 10^{-4} ~ 10^{-5} /年程度とされていることから、1万~10万年に1度程度かもしれない極めて稀な地震まで考慮するという意味で、内閣府の強震断層モデルよりも日向灘部分をより保守的にしたM9以上の南海トラフ巨大地震と、M7.7以上の鹿児島県内のスラブ内地震で震源断層モデルを川内原発に不利にしたもの（ディレクティブティ効果など）、を検討用地震に加えるべきだと考えられる。それらによる最大加速度は540ガルを上回る可能性があるし、仮に下回ったとしても、応答スペクトル・時刻歴波形・振動継続時間といった地震動の特性が Ss-1 とは大きく違うはずだから、基準地震動として非常に重要である。なお九州電力は、免震重要棟にたいする長周期地震動の影響を考慮して基準地震動 Ss-L を策定し、その一環として南海トラフ巨大地震による地震動を評価したが、内閣府のモデルの一部をそのまま使っただけで、きわめて不十分である。しかも、長周期地震動は免震重要棟以外の施設にとっても重要だから、Ss-L は本来の基準地震動に含めるべきであろう。

キーワード: 川内原子力発電所, 原子力規制委員会, 原子炉設置変更許可, 基準地震動, 南海トラフ巨大地震, スラブ内大地震

Keywords: Sendai nuclear power station, Nuclear Regulation Authority, permission for change in reactor installation, standard seismic motion, anticipated great Nankai trough earthquake, large intraslab earthquakes

大飯原発運転差止判決における科学の問題 Scientific issues in the ban injunction to the Oi nuclear power plant

瀨藤 一起^{1*}
KOKETSU, Kazuki^{1*}

¹ 東京大学地震研究所

¹Earthquake Research Institute, University of Tokyo

判決で挙げられている科学・技術上の問題をまとめると以下の4点となる:(1) ストレステストで得られたクリフエッジ(それを超える地震動が来れば原発全体の安全機能が喪失するレベル)である1260ガルを超える地震動が万が一にも来ないと、確実な科学的根拠に基づいて想定することは不可能である。(2) ストレステストの際に新たに算出された基準地震動(Sクラスの重要施設・設備の安全機能が保持されるレベル)である700ガルから1260ガルまでの地震動が来る危険性があり、これに対して確実に対処策が取れるか否かについては、事象の把握困難・同時多発・訓練不能などの理由で万が一の危険性が存在する。(3) 耐震設計審査指針ではB・Cクラスの施設・設備に対して基準地震動で安全機能が保持されることを要求していない。従って、700ガル未満の地震動が来た場合でも、Sクラスに入っていない外部電源や主給水の設備の安全機能が失われる危険性がある。(4) 使用済み核燃料が置かれた使用済み核燃料プールは、原子炉に対する原子炉格納容器のような、放射性物質が漏れ出さないように閉じ込めておく堅固な設備が存在しないので、事故時に放射性物質が放出される危険性がある。

これらのうち、これらのうち(1)と(2)は万が一の危険性であり、(1)や(2)が起きないと科学的に否定することはできないが、確実にいつかは起こると科学的に立証することもできない。一方、(3)、(4)にはかなり確実な危険性があると考えられる。(4)はやや具体性に欠けるので(3)を取り上げると、700ガル未満の地震動が発生することはかなりの確率で起こり得ることであり、外部電源の設備がそれにより被災することは同じくかなりの確率で起こり得ることである。外部電源設備の被災は福島原発事故の原因のひとつであったことを考えれば、これをもって大飯原発が事故を起こす危険性があることは科学的に妥当であるように見える。さらには、原子力規制委員会による新規制基準において、この問題に対して外部電源設備の重要度分類をSクラスに格上げするのではなく、Bクラスのままで独立した2系統の外部電源を用意させていることは適切ではないとこの判決では判断されていることになり、その判断は科学的に正しいように見える。

キーワード: 福井地裁判決, 大飯原発, 運転差止, 科学・技術的問題

Keywords: Fukui district court, Oi nuclear power plant, ban injunction, issue of science and technology

日本地震工学会による原子力発電所耐震安全研究のロードマップとその補遺の紹介 A guide to JAEE report and its supplement on road map for seismic safety research of nuclear power plants

香川 敬生^{1*}

KAGAWA, Takao^{1*}

¹ 鳥取大学大学院工学研究科

¹Tottori University Graduate School of Engineering

日本地震工学会に設置された「原子力発電所の地震安全問題に関する調査委員会（委員長：亀田弘行 京都大学名誉教授）」は、「原子力発電所の地震安全に関する地震工学分野の研究ロードマップ」を学会として策定すべく、日本原子力学会に設置された「原子力発電所地震安全特別専門委員会」と連携して、2008年10月から当初2011年3月までの活動期間で進捗検討を実施した。報告書を取りまとめる最終段階で2011年東北地方太平洋沖地震が発生し、福島第1原子力発電所における全電源喪失から炉心溶融に至る過酷事故に至った。これを受け、それまで準備してきた「研究ロードマップの検討結果」はそのままの形で第I部とし、第II部として「東日本大震災をふまえた補遺」を2011年10月までにとりまとめ、今後20年程度の課題を報告書として上梓した。原子力発電所の地震安全問題は地震学の範疇にとどまらず、土木・建築構造物および機械系の機器や配管の耐震安全性まで広い範囲を扱っている。

原子力発電は、2011年東北地方太平洋沖地震の発生まで国家プロジェクトとして実施されており、それに工学分野がどのような取り組みをおこない、今後の課題をどう捉えているかを知ることは、この問題を議論する前提として不可欠と思われる。原子力発電の是非について、またこれまでの発電によって多量に蓄積した放射性廃棄物への対応について社会的合意を形成するためにも、地球科学研究の成果が果たす役割は重い。

筆者もこの委員会に参加し、強震動に関する分野を共同執筆した経緯があるため、この調査報告書の一端を紹介することで、地球科学（特に地震学）がこの問題に対して何をすべきかを前向きに考える際に、理学研究分野と工学分野の情報共有になることを願うものである。

参考文献 日本地震工学会(2011), 原子力発電所の地震安全に関する地震工学分野の研究ロードマップ, 原子力発電所の地震安全問題に関する調査委員会.

キーワード: 原子力発電所, 地震安全, 日本地震工学会, 研究ロードマップ

Keywords: Nuclear Power Plant, seismic safety, Japan Association for Earthquake Engineering, road map

原子力発電所問題における地球科学者の役割 The role by earth scientists in problems about nuclear power plants

泉谷 恭男^{1*}
IZUTANI, Yasuo^{1*}

¹ 信州大学
¹Shinshu University

東日本大震災の被害が大きくなった原因の一つに、科学者による予測結果をそのまま防災対策の目標として採用し、それが安全神話を生み出してしまった、ということがある。地球科学者による津波波高の予測結果に基づいて設けられた避難所に避難しながら津波に巻き込まれてしまった人々。科学的に安全が確保されていると言われていた福島第一原発の事故によって放射能を被ってしまった人々。地球科学者は、自らの社会的役割について、根本的に考え直す必要がある。

まず、「想定」という言葉の持つ2通りの意味を峻別する必要がある。科学的推論の前提条件を設ける際に「想定」という言葉が使われる（ここではそれを「想定1」と呼ぶ）。例えば、震源断層をこのように想定して地震動を計算した、という場合の想定が「想定1」である。一方、防災対策の目標や設計基準という意味にも「想定」という言葉が使われる（ここではそれを「想定2」と呼ぶ）。例えば、津波波高をこのように想定して原発を設計した、という場合の想定が「想定2」である。「想定1」と「想定2」とは明らかに別物であり、決して混同してはならない。

「想定1」は完璧なものでなければならぬ。何故ならば、抜け落ちの多い「想定1」から導かれた科学的仮説は信用することが出来ず、それに基づいて為された科学的判断は非常に視野の狭い危ういものとなるからである。可能な限り抜け落ちの無い「想定1」に基づいて科学的推論を行うことは、真理の追究という、科学者の本来の使命である。そして、その結果に基づいた科学的判断を社会に示すことは、科学者の社会的責任である。しかし残念ながら、原発の基準地震動の問題においては、地球科学者の知識は非常に限定的であり、可能な限り抜け落ちの無い「想定1」に基づいて将来の地震に伴う地震動を予測するという努力が為されているものの、完璧には程遠い。

一方「想定2」は、原発の基準地震動の問題においては、それを満足すれば原発の稼働が可能という基準地震動の設定に相当する。上に述べたように、将来の地震に伴う地震動に関する地球科学者の知識は非常に限られている。そのような場合「想定2」は、限られた科学的知見に基づく科学的判断の結果そのものではなく、科学的知見に加えて生命や環境に対する影響その他の社会的要因を考慮して為される社会的判断の結果でなければならない。

東日本大震災の津波被害や原発被害の原因の一端は、完璧ではない「想定1」に基づいた科学的判断の結果を、科学者が科学的判断と社会的判断の境界を踏み越えてそのまま「想定2」として採用してしまったところにある。科学的知見が限定的な状態で為される「想定2」は、公共空間（身分や性別や貧富の差などを超越して、様々な考えを持つ人たちが自由に政治的・社会的問題について対話を行えるような場）における、対話を通じての結論でなければならない。

「想定1」が完璧でないという問題についても、科学者が踏み越えて「想定2」を設定しているという問題についても、「想定2」は公共空間において設定されるべきなのにそうされていないという問題についても、すべてが未解決のままでは、原発稼働に関する物事が進行してしまっているのは異常である。「想定1」に関する問題は、地球科学者が真理の追求という本来の使命を果たすことによってしか解決の道は無い。「想定2」に関する問題を解決するためには、まず地球科学者自身が、科学的判断と社会的判断との境界を踏み越えて「想定2」の設定を行ってはいけないということを、自覚する必要がある。地球科学者には更に、等身大の科学的知見を公共空間に提供し、「想定2」を設定しようとする社会を対話を通じて支援する、という重要な役割がある。

総合討論 Discussion

川勝均^{1*}; 金嶋聰²; 末次大輔³; 橋本学⁴

KAWAKATSU, Hitoshi^{1*}; KANESHIMA, Satoshi²; SUETSUGU, Daisuke³; HASHIMOTO, Manabu⁴

¹ 東京大学地震研究所, ² 九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門, ³ 海洋研究開発機構 地球内部変動研究センター, ⁴ 京都大学防災研究所

¹ Earthquake Research Institute, University of Tokyo, ² Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu, ³ Institute of Research on Earth Evolution, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ⁴ Disaster Prevention Research Institute, Kyoto

日本における原子力発電所の在り方について、地球科学的見地からの議論を行う場をオープンにかつ継続的に設けることは、地球科学と社会とのかかわりを考える上で必要な作業であると考え、2013年よりセッションを開催している。地震・火山大国日本における原子力発電所の安全確保には、地震・火山噴火現象の理解とそれに基づく災害の予測が必須である。しかしその理解はきわめて限定的であり、結果として理学的知見に基づく予測、特に低頻度巨大災害の予測には、大きな不確実性という限界が存在する。一方、原子力発電所を設計するためには、何らかの基準を定める工学的要請があり、基準の設定に際しては、大きな不確実性を持つ災害予測を何らかの形で取り込まざるを得ないという困難な状況がある。原子力発電所の立地や再稼働と無関係ではありえない私達日本の地球科学者は、この困難な状況をどう考えれば良いのだろうか？ 火山噴火や地震発生の予測に関わる研究者、地震工学の研究者等による招待講演および一般講演をふまえ、この問題を考える契機としたい。

原子力発電所の「新規規制基準」とその適合性審査における火山影響評価の問題点 Insufficient guideline and reviews on the volcanic risks to the Japanese nuclear power stations

小山 真人^{1*}
KOYAMA, Masato^{1*}

¹ 静岡大学防災総合センター
¹ CIREN, Shizuoka University

原子力規制委員会によって制定された「実用発電用原子炉の新規制基準」には火山リスクに関するガイドライン（火山影響評価ガイド）が含まれ、それに従って既存原発の適合性審査が実施されている。しかしながら、同ガイドと適合性審査の中身には、火山学・火山防災上の数多くの欠陥や疑問点がある上に、火山専門家がほとんど不在の場で議論が進められ、危うい結論が出され始めている。ここでは、火山影響評価ガイドならびに九州電力川内原子力発電所（以下、川内原発）の適合性審査書類を題材として、主要な問題点を指摘・整理する。

火山影響評価ガイドの問題点

(1) 発生可能性の恣意的基準

同ガイドでは、火砕流などの「設計対応不可能な火山事象」が原発の運用期間中に影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価できない場合は、その原発は立地不適とされる。しかしながら、どのような数値基準をもって「十分小さい」と判断するかは明記されておらず、曖昧かつ恣意的な基準となっている。「設計対応不可能な火山事象」が、活断層の変位と同等、もしくはそれ以上の厳しいダメージを原発の重要施設にもたらす可能性があることは明白だから、活断層と同様の数値基準を適用し、12-13 万年前以降に「設計対応不可能な火山事象」が達した可能性が否定できない原発を立地不適としなければ辻褄が合わない。

(2) 火山学・火山防災の現状との乖離

同ガイドにおいては、火山の時間一積算噴出量階段図（以下、階段図）やモニタリングによって将来の活動可能性を評価することになっているが、それらを用いた予測可能性評価にはさまざまな困難がある。このこと以外にも、川内原発の適合性審査においては火山学や火山防災の視点から大きな疑問を感じる考察や判断が多数なされている（後述）。こうした不合理な楽観的判断を排除できるように、同ガイドは加筆・修正されるべきである。

川内原発の新基準適合性審査の問題点

(1) 不適切な発生間隔予測

川内原発の適合性審査書では、階段図を根拠として運用期間中における VEI（Volcanic Explosivity Index）7 以上の噴火可能性は十分低いと判断されているが、噴火間隔がたまたま 9 万年程度に揃うカルデラの組み合わせを恣意的に選んで結論を導いたように見える。

(2) 巨大噴火未遂事件の問題

同審査書では、噴火には至ったが VEI7 以上にまで発展しなかった噴火、すなわち巨大噴火の未遂事件のことが全く考慮されておらず、結果としてリスクを不当に低く見積もっている。

(3) 地域防災計画との連携欠如

川内原発では VEI6 程度の噴火までは起き得るとして対策が進められているが、現行の鹿児島県の地域防災計画は VEI5 の噴火しか想定しておらず、両者の間に齟齬がある。

(4) モニタリングによる予測の困難

上記審査書は、単純な隆起速度の観測によって VEI7 のカルデラ噴火が予測できると判断しているが、VEI7 以上の噴火を機器観測した例は世界の歴史にないもので、楽観的すぎる。さらに、燃料搬出の余裕をもたせて噴火の数年前に予測することは不可能であろう。また、大規模カルデラ噴火の懸念を抱かせる異常が観測された場合、未遂に終わるか否かの見極めは困難であるが、そのつど被災に備えて原子炉から燃料を搬出することは非現実的である。

(5) 噴火で被災した原発の被害想定欠如

モニタリングに失敗して川内原発が火砕流に襲われた場合の被害想定がなされていない点は、火山影響評価ガイドのみならず原子力規制行政上の重大な欠陥である。厚い火砕流堆積物に埋まった原発には手の施しようがなく、長期にわたる放射性物質の大量放出を許すかもしれない。つまり、大規模カルデラ噴火の発生確率がいかに小さくても、その被害の甚大さと深刻さを十分考慮しなければならない。火砕流に埋まった原発がどうなるかを厳密にシミュレーションし、放射性物質の放出量や汚染の広がりを計算した上で、その被害規模と発生確率を掛け算したリスクを計算し、そのリスクが許容できるか否かの社会的合意を得るべきである。

SCG56-07

会場:103

時間:5月27日 11:00-11:15

火山専門家の利益相反

原子力行政の意思決定にかかわる専門家には、透明性・中立性が要求されている。疑いをもたれた者がいくら自分
は中立であると主張しても、社会的には公正・中立とみなされない点に、専門家は注意が必要である。火山専門家は利
益相反の問題をつよく意識して中立性の確保につとめるとともに、研究によってわかることと原理的に解明困難なこ
とを明確に区別する態度をもって臨むべきである。また、研究費獲得の方便として安易に予知実現の目的を掲げるこ
とによって、社会に過度な期待を抱かせてはならない。研究費を獲得したいがゆえに、研究の目的や成果を誇大解釈・誇大
宣伝することも利益相反行為である。

参考文献：小山真人（2015）科学，no.2

キーワード: 原子力発電所, 火山影響評価, ガイドライン, 適合性審査, 川内原発, 問題点

Keywords: nuclear power station, volcanic risk assessment, guideline, conformity review, Sendai NPS, insufficient evaluation

日本火山学会原子力問題対応委員会「巨大噴火の予測と監視に関する提言」について A suggestion on prediction of very large eruptions and volcano monitoring from the Volcanological Society of Japan

石原 和弘^{1*}
ISHIHARA, Kazuhiro^{1*}

¹ 京都大学名誉教授
¹ Kyoto University

1. 提言にいたる経緯と背景

日本火山学会には、他の地球科学関連学会と同様に、職務上あるいは火山専門家として防災行政や火山活動評価などに関わる会員も多い。2009年に発生したイタリアのラクイラ地震に関する裁判では火山学者1人を含め政府委員会のメンバーであった地球科学者が罪に問われた。この裁判は研究者の行政とのかかわり方を再考させるものであった。わが国では、内閣府が2013年5月16日に「大規模火山災害対策への提言」を取りまとめ、原子力規制委員会が2013年6月19日に制定した「原子力発電所の火山影響評価ガイド」においては、原発に影響する巨大噴火の兆候把握のために事業者が行う火山監視・火山活動モニタリング結果の評価に第三者として火山専門家が関わることが明記された。このような状況を念頭に置いて、日本火山学会では、原子力の問題と巨大噴火に関わる事項全般について、学術的な立場から意見交換・情報共有を行う必要性が認識され、原子力問題対応委員会（臨時）が設置された。同委員会は、2014年4月29日から3回の会合を開催し、「巨大噴火の予測と監視に関する提言」を取りまとめ、11月3日の総会で報告するとともに、日本火山学会会員並びに広く社会に周知・理解され、共有されることを期待して、日本火山学会のHPで公開した。

2. 原子力問題対応委員会での検討内容

委員会は、国及び自治体の火山防災に関わった経験、原発に関する知見を有する会員7名で構成されている。第1回の会合で、火山噴火と原発に関わる問題点、火山影響評価ガイド、大規模火山災害対策への提言、気象庁の噴火警報などについて活発な意見を交わし、各委員の意見をもとに論点を絞って第2回会合で集中討議、第3回会合で以下に挙げる基本的認識を全員で共有し、「巨大噴火の予測と監視に関する提言」を取りまとめた。

○内閣府の提言では、巨大噴火に関する知見は非常に限られていて、噴火予知や対応策について研究を進める体制も整っていないとしているが、火山影響評価ガイドでは、火山モニタリングにより、原子炉の停止、核燃料の搬出等の措置ができる時間的余裕をもって、巨大噴火の兆候の把握が可能であることを前提としている。また、火山影響評価ガイド作成に当たって、内閣府及び火山監視の公的機関である気象庁との事前協議はなされていない。巨大噴火の監視体制や必要となる調査研究・モニタリング等については関係省庁を含む場で検討されるべきである。

○火山研究者は、火山のモニタリングによる噴火予測の可能性、限界や曖昧さ、並びに巨大噴火の予測や監視に関わる現在の状況や今後の取り組みのあり方などを、公開の場で説明する必要がある。

【巨大噴火の予測と監視に関する提言（日本火山学会原子力問題対応委員会）】

巨大噴火の予測や火山監視は、内閣府の大規模火山災害対策への提言（平成25年5月16日）や、原子力発電所の火山評価ガイド（平成25年6月19日）等により、重要な社会問題となっている。

○巨大噴火（ \geq VEI6）の監視体制や噴火予測のあり方について

▷日本火山学会として取り組むべき重要な課題の一つと考えられる。▷巨大噴火については、国（全体）としての対策を講じる必要があるため、関係省庁を含めた協議の場が設けられるべきである。▷協議の結果については、原子力施設の安全対策の向上等において活用されることが望ましい。

○巨大噴火の予測に必要な調査・研究について

▷応用と基礎の両面から推進することが重要である。▷成果は、噴火警報に関わる判断基準の見直しや、精度の向上に活用されることが重要である。

○火山の監視態勢や噴火警報等の全般に関して

▷近年の噴火事例において表出した課題や、火山の調査・観測研究の将来（技術・人材育成）を鑑み、国として組織的に検討し、維持・発展させることが重要である。▷噴火警報を有効に機能させるためには、噴火予測の可能性、限界、曖昧さの理解が不可欠である。火山影響評価ガイド等の規格・基準類においては、このような噴火予測の特性を十分に考慮し、慎重に検討すべきである。

SCG56-08

会場:103

時間:5月27日 11:15-11:45

キーワード: 巨大噴火, 原子力発電所

Keywords: very large eruption, nuclear power plant

原子力発電所とピンポイント予知 Nuclear power plant and pinpoint earthquake prediction

猿渡 隆夫^{1*}
SARUWATARI, Takao^{1*}

¹ なし

¹ none

1. はじめに

地震の季節性が報告されているが、現代の科学でも解決できないナゾとされている。南海トラフの巨大地震が12月に多く3月から7月まで起きていないのは事実である。「事実に基づいて仮説をたててその仮説を検証していくことが科学の基本である」と言われている。言い換えれば、検証過程で矛盾があれば仮説が間違っているということである。

プレートテクトニクス理論はまだ仮説である。この仮説は地震の季節性という事実と矛盾するのでこの仮説は間違っているのである。しかし、仮説が変えられようとされていないのは、仮説が仮説であることを忘れられてしまっているかと思えない。まさかこの理論が間違っているなんて考えられたことも無いのだろうか。

科学の基本に戻って、マントル対流以外の原動力について研究した結果、この矛盾等を解決すると同時に地震を予知する方法を見出し、すでに日本地震学会およびJPGUにおいて発表している。残念ながら、この方法を含め地震予知それ自体がまだ地震学界に受け入れられていない。従って地震予知ができない前提でしかも間違った仮説に基づいて原子力発電所の安全が論じられている。

しかし、すでにこの地震予知は多くの実績もあり予知できるレベルにある。それをもとに原子力発電所の安全が論じられるべきである。以下に、科学的な地震予知方法を説明します。

2. 科学的な地震予知の方法

多くの大地震を解析した結果、台風から温帯低気圧になる時と低気圧が発達する時の下降気流の強風が地殻に衝突し、数か月後衝突地点で大地震が起こると推定された。この下降気流の強風は衛星画像においてドライスロット（雲のない領域）として見ることができる。そして、その先端（あるいは根本）が震央になっていると推定された。ドライスロットの先端の幅が震源域の大体の大きさを示す（Fig. 1 参照）。すなわち地震の大体の大きさを示す。顕著なドライスロットがある場合にはM 6.5以上、顕著なドライスロットがない場合にはM 6.5以下と推定される。大きい地震ほど確実性が高い。地震の発生時期は、1週間後から7か月後で平均的には3か月後である。

3. ピンポイント予知の導入による原発リスクの低減

福島第一原発事故では限度を超えた地震動・津波が原発を損壊し、放射能が外部に放出された。地震・津波対策として設備が強化されたといっても、稼働中に巨大地震が来れば耐えられるかどうか分からないので放射能汚染の不安がある。しかし稼働していなければ放射能汚染の不安がない。地震発生場所をピンポイントで予知する方法により大地震発生前に該当する原子力発電所のみを停止すれば、リスクの大幅な低減が可能である。もちろん、まだ完璧ではないので結果的として必要でない停止もあり得るが、原発の再稼働による放射能汚染の不安は大幅に消える。

参考文献

1. 猿渡隆夫, 2010, 最大瞬間風速からの地震予知 (5), 衛星画像の解析, 日本地震学会講演予稿集, D 31 - 03.
2. <http://www2.jpгу.org/meeting/2011/yokou/MIS036-P85.pdf>
3. <http://www2.jpгу.org/meeting/2013/session/PDF/S-SS30/SSS30-P02.pdf>

キーワード: 原子力発電所, 最大瞬間風速, 地震予知, ドライスロット, 衛星画像
Keywords: nuclear power plant, peak gust, earthquake prediction, dry slot, satellite image

SCG56-P01

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 18:15-19:30

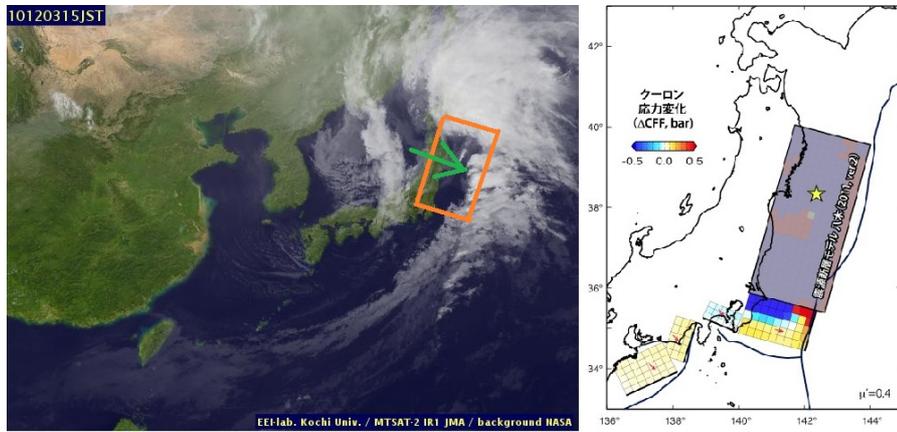


Fig.1. 2010年12月3日15時の衛星画像と3.11東北沖の震源域

東北沖地震による原子力施設周辺の津波シミュレーションから示唆される被害想定
の不確定性及び防災と地球科学研究の関連について
Uncertainty evaluated from tsunami simulation of Tohoku earthquake around Nuclear
Power Stations among Different Tsunami

藤原了^{1*}; 是永真理子¹; 橋本紀彦¹; 田宮貴弘¹
FUJIHARA, Satoru^{1*}; KORENAGA, Mariko¹; HASHIMOTO, Norihiko¹; TAMIYA, Takahiro¹

¹ 伊藤忠テクノソリューションズ 原子力・エンジニアリング部
¹ CTC Itochu Techno-Solutions, Nuclear & Engineering Department

筆者達は過去の対外発表において、2011年東北地方太平洋沖地震の複数の既往津波波源モデルを用いて福島第一原子力発電所・福島第二原子力発電所・福島県相馬市相馬港周辺域の広域津波シミュレーション解析を実施し、津波波源モデル間の性質の差異が、陸域に作用する津波波圧値に有意な差異を生じさせることを示した。本稿では、上記の対外発表などから、福島第一原子力発電所・福島第二原子力発電所における津波波圧評価の内容について触れ、東北沖地震の津波波源モデル間の性質の差異が、福島第一原子力発電所・福島第二原子力発電所に到来する津波による被害想定に及ぼす不確定性を示し、また防災の視点から、地震津波火山関連の知見やデータ活用および運用と地球科学研究がどのように関連すべきかについての私見を述べる。

(引用文献)

藤原了, 田宮貴洋, 是永真理子, 秋山伸一, 國司晴夫, 2013, 津波波源モデルの違いによる津波挙動の差異の評価, 日本地球惑星科学連合大会 2013 年大会.

藤原了, 田宮貴洋, 是永真理子, 橋本紀彦, 2013, 津波波源モデルの違いによる津波波力の差異の評価, 日本地震学会 2013 年度秋季大会.

Satoru. Fujihara, Takahiro. Tamiya, Mariko. Korenaga, Norihiko. Hashimoto, 2013, Evaluation of Difference in Tsunami Wave Pressure among Different Tsunami Source Models, Proc, the 11th SEGJ International Symposium 2013, 547-550. doi: 10.1190/segj112013-137.

キーワード: 2011年東北沖地震, 津波波圧, 福島第一第二原子力発電所, 津波波源
Keywords: Tohoku-Okai Earthquake, Tsunami wave force, Fukushima Nuclear, 1F, 1F 2F

福島第一原子力発電所周辺の強震動と SPGA の関係について Strong ground motions around the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant and the SPGA model

野津 厚^{1*}

NOZU, Atsushi^{1*}

¹ 港湾空港技術研究所

¹ Port and Airport Research Institute

福島第一原子力発電所の事故を受けて、今後の原子力発電所の安全性を検討するにあたり、まずは、事故の全体像を説明することが必須であるが、その中には、発電所周辺の強震動がどのように生成されたかの説明も含まれなければならない。東北地方太平洋沖地震の際に観測された強震動のうち、特に震源特性と関連が深いと考えられる震源に近い位置での強震動は、明瞭なパルス（強震動パルス）によって特徴付けられている（野津, 2012a; 野津他, 2012）。著者は、宮城県沖から茨城県沖にかけて9つの SPGA（Strong-motion Pulse Generation Area, 強震動パルス生成域）からなる震源モデルにより、これらのパルスを含む強震動が説明できることを示している（野津, 2012a; 野津他, 2012; 野津, 2012b）。ただし、これらの震源モデルの作成時においては、福島第一原子力発電所に近い K-NET 大熊（FKS007）と KiK-net 浪江（FKSH20）の記録は未回収であったため、使用していなかった。その後、防災科学技術研究所の尽力によりこれらの記録が回収・公開されたため、これを利用して、福島第一原子力発電所周辺の強震動と SPGA との関係を検証した。その結果によると、福島第一原子力発電所周辺の強震動と SPGA の関係について次のように整理できる。まず、14時43分43秒から14時47分26秒にかけて宮城県沖で4つの SPGA が破壊し、特に SPGA4 は9つの SPGA の中で最も強い地震波を励起したが、宮城県沖の SPGA から福島第一原子力発電所までかなり距離があったため、これらはさほど強い地震動をもたらさなかった。続いて14時47分57秒から14時48分15秒にかけて福島県沖で3つの SPGA（SPGA5～SPGA7）が破壊した。これらの SPGA は先述の SPGA4 ほど強いものではなかったが、距離が小さかったため、福島第一原子力発電所周辺に比較的強い地震動をもたらした。福島県沖の SPGA の中では SPGA7 が相対的に強かったため、福島第一原子力発電所周辺の強震動の最大振幅は SPGA7 の破壊によってもたらされた。14時48分25秒から30秒にかけてはさらに茨城県沖で2つの SPGA が破壊したが、これらは距離が大きいため、福島第一原子力発電所周辺の強震動への寄与は小さかった。

以上の分析からわかることは、東北地方太平洋沖地震の際に福島第一原子力発電所周辺で観測された地震動は、けして worst case scenario と呼べるようなものではなかったという点である。東北地方太平洋沖地震の際に最も強い地震波を励起した SPGA4 は、震央より西側であったとは言え、仙台市から見ても150kmも沖合であった。福島県沖の陸域に近い場所でも SPGA の破壊は見られたが、それらは相対的に弱いものであった。すなわち、東北地方太平洋沖地震においては、強い SPGA の破壊は比較的沖合で、相対的に弱い SPGA の破壊は陸域の近傍で生じたことになるが、このような SPGA の配置となったことは幸運な偶然と言うほか無い。なぜなら、SPGA4 のような強い SPGA の破壊が比較的沖合で生じ陸域の近傍で生じなかった理由を現代の地震学では説明できないからである。

福島第一原子力発電所の事故を受けて、今後の原子力発電所の安全性を検討するにあたり、東北地方太平洋沖地震の教訓から学ぶことが求められているが、地震動についていえば、東北地方太平洋沖地震において我々が幸運な偶然に恵まれたということがその教訓の最たるものである。原子力発電所のように、一旦事故が起これば国民生活全般を脅かしかねない重要施設の耐震性の検討のために、大規模なプレート境界地震を対象として基準地震動を策定する場合においては、東北地方太平洋沖地震の SPGA4 に相当するような強い SPGA の破壊が対象施設の近傍で生じるような条件を考慮することが必要である。別の言い方をすれば、SMGA の中で局所的に応力降下量の高い部分（例えば Kurahashi and Irikura, 2013）が対象施設の近傍に存在するケースを考慮すべきである。しかしながら、現時点で原子力規制委員会が作成している審査ガイド（案）（原子力規制委員会, 2013）においては、アスペリティ（SMGA に相当）の位置や応力降下量の不確かさには言及されているが、SPGA（もしくは SMGA の中で局所的に応力降下量の高い部分）の位置や応力降下量の不確かさには言及されていない。これでは、上述のような東北地方太平洋沖地震の教訓を反映した審査ガイドであるとは言えない。本稿で述べたような観点からの審査ガイドの改訂が望まれる。

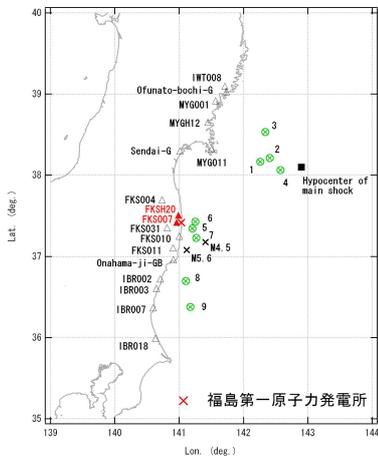
キーワード: 原子力発電所, 強震動, SPGA

Keywords: nuclear power plant, strong ground motion, SPGA

SCG56-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 18:15-19:30



地震の最大規模推定に関する研究のレビュー Review of studies on estimates of the maximum magnitude of earthquakes

橋本 学^{1*}
HASHIMOTO, Manabu^{1*}

¹ 京都大学防災研究所

¹ Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

10万年ともいわれる放射性廃棄物処理の問題を考える上で、日本列島で発生しうる地震の最大規模の推定は重要な問題である。最近、地震の最大規模推定に関する研究を調べたことがあり、このまとめを議論の材料として提供することが有効であると考えた。

日本では、垣見・ほか(2003)に代表されるような、活断層や活構造に着目した研究が主であった。しかし、世界の研究者はこのような地形・地質学的な観点とは異なる観点で最大規模の推定を行っている。これらのいくつかを紹介する。

実は世界では、少なくとも1980年代以前より、主として工学的な要請(おそらく原子力関連プラント等の建設)に基づいて行われてきた。Wheeler(2009)のまとめでは、10以上の手法が提案されているが、それぞれ一長一短がある。大きく分けて、(1)既往の観測最大地震の規模を用いるもの、(2)地震活動度に基づく推定やG-R則の外挿などの統計的手法に基づくもの、(3)テクトニクスに基づくもの、(4)物理的な原理に基づく推定、(5)地震波(Lg波) Coda Qからの推定、などである。最近の研究は、地震カタログと統計モデルに基づいた研究が多い。McCaffrey(2008)は、沈み込み帯のセグメント全体が破壊するとした場合の地震の規模を推定した。日本海溝ではM9.0としている。Kagan, Jackson, BirdらやZöllerらの研究は、地震活動データにTaperedまたはTruncated G-R則をフィッティングするもので、コーナーあるいは打ち切りマグニチュードをM9~10に設定せざるを得ないとしている。上記の研究者らが共通して主張していることは、データの期間長が長くないと推定ができず、またデータの期間が長くなれば推定される最大規模も大きくなることである。

地震科学としては、発生しうる地震の最大規模を推定することについては、科学的妥当性がない。今、最大クラスの地震の推定が求められている状況において、地震科学として何をどのように社会に発信するべきか、真摯な議論が不可欠だ。

キーワード: 最大規模地震, テクトニクス, G?R 則, 地体構造

Keywords: maximum sized earthquake, tectonics, Gutenberg-Richter's law, seismotectonic province

「臨床の学術」としての地震学・火山学 Seismology, volcanology as "academic clinical"

川勝 均^{1*}
KAWAKATSU, Hitoshi^{1*}

¹ 東京大学地震研究所

¹Earthquake Research Institute, University of Tokyo

地震や火山噴火による災害がしばしば発生する我が国における地震学・火山学のありようは、災害を引き起こす自然現象を純粋な研究対象として客体化できる欧米などでの学術のありようとは自ずから異なったものとなるのかもしれない。このような観点から学術のあり方を鑑みると、近代における科学・技術は、「対象」と「主体」を切り分けることにより飛躍的に発展したとみなすことができるかもしれない。しかしながら、対象と主体が明確に切り離せない場合、すなわち災害科学のように対象にひとが直接かかわる場合に、いわゆる科学・技術的なアプローチに適応の限界・綻びが目立つようになっているといえるかも知れない。中村雄二郎による「臨床の知」(岩波新書)とは、そのような状況への反省として提出された枠組みと考えられ、対象と主体が“かかわること”から生みだされる問題の個別的・根元的な理解と解決を目指す科学的問題解決態度と理解できる。そこには「病床に寄り添いともに考える」といったことば本来の意味合いがあり、我が国のような特殊な地学的環境に置かれた場での地震学・火山学のありようを考える上でキーワードになり得ないであろうか？

私たちは、学術のあり方を「理学と工学」または「基礎と応用」というような二項分類で分けることに慣れ親しんでいる。一方医療分野では、「基礎と臨床」という二項分類がしばしば使われる。我が国のような地震・火山大国における、関連の学術のありようを考えるとき、後者の二項分類により学術を考えてみてはどうだろうか。例えば地震学についていえば、地球深部の構造推定などは当然「基礎」に分類されるが、「地震予知」などの項目も「基礎」に分類されるであろう。一方、地震発生直後のデータ解析・現地観測などは、医療における診断のための検査・検診などと比較すると、「臨床」に分類されるかもしれない。我が国における地震学・火山学の学術活動の中で、社会との関わりが重要になる分野では多くのものが「臨床」という括りで考えると見通しがつきやすくなるということはないだろうか？ このような「臨床の学術」に於いては、社会とのコミュニケーションは不可欠と考えられ、トランスサイエンス的様々な問題が共有可能かも知れない。講演では、このような「臨床の学術」といった観点から「日本の原子力発電と地球科学」を考察してみたい。

キーワード: 地震学, 火山学, 臨床の学術

Keywords: seismology, volcanology, academic clinical