

平成23年度

文部科学省 国家基幹研究開発推進事業  
原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ

市民参加による熟慮型地震リスク分析の  
社会実験研究

成果報告書

平成24年3月  
国立大学法人 東京大学

本報告書は、文部科学省の原子力基礎基盤研究委託事業による委託業務として、国立大学法人東京大学が実施した平成23年度「住民参加による熟慮型地震リスク分析の社会実験研究」の成果を取りまとめたものです。

## 目次

1. はじめに	1
2. 業務計画	
2.1 全体計画	2
2.2 平成23年度の成果の目標及び業務の実施方法	3
3. 平成23年度の実施内容及び成果	
3.1 共同事実確認手法及び海外の実施経験の検討	4
3.2 専門家の意見分布の把握	9
3.3 ステークホルダー調査による専門家リストの作成と意見聴取	21
3.4 日本における共同事実確認の基本設計案の作成及び海外専門家からの助言聴取	25
4. 結言	31
参考文献	32
添付資料1：収集した文献・資料リスト	33
添付資料2：予備調査結果	37
添付資料3：“専門家”への個別インタビュー結果の整理表	46
添付資料4：ステークホルダー調査結果	92

表一覧

表 1	インタビュー調査を実施した“専門家”リスト	10
表 2	速記録の行数による耐震指針検討分科会における議論の集中度合い	12
表 3	共同事実確認に関する基本設計案の比較	27

図一覧

図 1	速記録の行数による耐震指針検討分科会における議論の内容の量的比較	12
図 2	事実確認とりまとめ型プロセス	26
図 3	背景情報確認型プロセス	26

略語一覧

## 1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所の過酷事故の直接的原因は、発電所側の想定を大きく超える津波であった。しかし、東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会（以下、政府事故調）による調査で、2008年には福島県沖でそれまでの想定を大きく上回る津波の可能性が指摘され、東京電力内部でも検討が行われていたこと、東北地方太平洋沖地震発生の日前には原子力安全・保安院（以下、保安院）が貞観津波への対応を指示していたことが明らかにされた（政府事故調、2011）。政府事故調が整理した津波の“想定”を巡る関係者間のやりとりやそれぞれの認識には、貞観津波に関する科学的知見が蓄積されていく中、津波対策の実施を巡る意思決定が非常に困難であったことが描き出されている。例えば、2008年には今回と同規模の津波高が試算されても、「従前の津波評価技術に基づく安全性評価を覆すものであるとされない限り、対策工事の必要はない」とした東京電力の判断は、新しい科学的知見に基づく意思決定がいかに困難であるかを示す一例であろう。しかしながら、本研究で行ったヒアリング調査によれば、貞観地震の記録は最も信頼性の高い『日本三大実録』に記録があり、貞観地震という巨大な地震で大きな津波が来たことは、地震関係の研究者の間ではほぼ共通認識であったと発言する者もいる。

このように、原子力発電所の地震・津波リスクを評価する上では、地質学や地震学などの学問的知見の不確実さやそれに基づく想定の不確実さが存在し、かつ不確実さの程度が不明確な中で、耐震設計や津波対策の意思決定をしなければならない。また、原子力施設の使用期間が数十年であるのに対して、地震の可能性は数万年単位で検討しなければならない。政府事故調の調査に対して保安院や東京電力が「切迫性を感じていなかった」との認識を回答した背景には、このような非常に大きな時間スケールの違いもある。さらに、原子力問題は価値観・世界観の論争になりやすいと言われている（吉川、1999）。不確実な情報で何らかの判断をしようとする場合は、専門家による科学的な議論の中にも価値観や世界観による判断が入り込みやすい。耐震指針見直しの過程で、断層認定や地震動評価で議論が続いたのも、「原子力施設にどこまでの安全を求めるべきか」という判断に専門家個人の価値観が影響を及ぼすためである。

本研究は、科学的議論も、科学的知見に基づく意思決定も困難な原子力施設の地震・津波リスク評価をいかに行うべきかを検討し、提案するものである。この研究の大前提は、「地震・津波リスクをどのように見積もり、どこまで対策を行えばよいかは、専門家間の技術的議論だけで決められるものではなく、社会が地震発生確率や地震による被害の程度の不確実性をどのように考え、耐震対策にどこまで費用を負担するか依存している」、つまり耐震安全性は社会的意思決定問題という考えである。しかし、社会が決定するためには、地震・津波に関する科学的知見の不確実さも含めて十分な情報が必要である。本研究は、東北地方太平洋沖地震で地震・津波関係の科学的知見や原子力発電所の安全対策に対する社会の認識が大きく変化したことを踏まえて、今後どのような専門家の議論の場が必要かを1年間のフィージビリティスタディとして検討し、設計案を提案した。本研究が提案する「専門家の熟議」により、科学技術の成果を十分に考慮した社会的意思決定が実現することを期待したい。

## 2. 業務計画

### 2.1 全体計画

#### (1) 委託業務の目的

原子力関連施設の地震リスク（津波リスクを含む）および安全対策の評価は、専門家（例えば地震学者と工学関係者）の間で意見や見解の対立が見られる。福島第一原子力発電所における原子力災害以降はより一層、この対立が国民の評価を混乱させており、まず、国民の納得が得られる形で専門知を再整理する必要がある。本研究では、専門知の再整理に有効な共同事実確認手法（Joint Fact-Finding）を用い、国民や立地自治体等のステークホルダーが信頼できる専門家を特定し、原子力政策に関して不偏的な立場からの進行のもと、地震リスクについての評価と、モデル、外生値、閾値の判断などについて、公開の場で明らかにする社会実験を実現する基本設計案の提案を目的とする。

#### (2) 業務実施計画

区分	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
(1) 共同事実確認手法及び海外の実施経験の検討						←						→
(2) 専門家の意見分布の把握						←				→		
(3) ステークホルダー調査による専門家リストの作成と意見聴取								←			→	
(4) 日本における共同事実確認の基本設計案の作成及び海外専門家からの助言聴取						←						→

#### (3) 業務の実施日程

業務項目	実 施 日 程											
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
(1) 共同事実確認手法及び海外の実施経験の検討						←						→
(2) 専門家の意見分布の把握						←						→
(3) ステークホルダー調査による専門家リストの作成と意見聴取								←			→	
(4) 日本における共同事実確認の基本設計案の作成及び海外専門家からの助言聴取						←						→

計画では、(2)の専門家ヒアリングを1月中に終了する予定であったが、ヒアリング先の都

合等で、3月までヒアリング調査を行った。また、(3)のステークホルダー調査は2月中に終了する計画であったが、(2)の専門家ヒアリング調査が継続していたことから3月まで実施した。

## 2.2 平成23年度の成果の目標及び業務の実施方法

### (1) 共同事実確認手法及び海外の実施経験の検討

文献調査等を通じて、共同事実確認手法の特色と設計上の留意点を把握するとともに、海外において共同事実確認手法の実務経験を有する専門家を招へいし、海外先行事例の経験等から、日本における原子力発電に係る地震リスク問題への適用上の課題を検討する。また、公開のシンポジウムを開催して、日本国内の幅広い関係者に共同事実確認手法に対する理解を深めてもらうとともに、その成果を共同事実確認手法による社会実験の提案に盛り込む。

### (2) 専門家の意見分布の把握

地震学・地質学や原子炉工学など、地震リスク評価に関わる専門家の意見分布を、学术论文、学会発表、メディア等での発言などから整理する。国の耐震指針や耐震安全性評価に関する委員会だけでなく、地方自治体や反原子力団体等が参照する専門家の見解等も不偏的な立場から幅広く収集・整理する。また、評価に用いられたモデルや前提条件等についても可能な範囲で確認し、意見の相違の原因を模索する。

### (3) ステークホルダー調査による専門家リストの作成と意見聴取

不偏的な立場から、関連学会、反原子力団体や地方自治体担当者へのヒアリング調査を行い、国の委員会に参加する研究者を含め、共同事実確認に参加すべき専門家リストを作成する。また、必ず参加いただきたい専門家等へのヒアリング調査により、重要な論点、議論の進め方についての意見を整理する。

### (4) 日本における共同事実確認の基本設計案の作成及び海外専門家からの助言聴取

担当研究者に加え、耐震設計、リスク評価、科学ジャーナリズム等の研究者を含む検討委員会を設け、調査対象範囲やシンポジウムに関する検討を行い(1)～(3)に反映する。また、(1)～(3)の結果を踏まえ、共同事実確認の参加者、議論の対象とする論点、進め方について計画案を作成する。国内の合意形成手法の専門家やメディア関係者、海外の専門家等から計画案に対する助言を得て、地震リスクに関する共同事実確認の実施提案書を作成する。

### 3. 平成23年度の実施内容及び成果

#### 3.1 共同事実確認手法及び海外の実施経験の検討

##### 3.1.1 目的

文献調査等を通じて、共同事実確認手法の特色と設計上の留意点を把握するとともに、海外において共同事実確認手法の実務経験を有する専門家を招へいし、海外先行事例の経験等から、日本における原子力発電に係る地震リスク問題への適用上の課題を検討する。また、公開のシンポジウムを開催して、日本国内の幅広い関係者に共同事実確認手法に対する理解を深めてもらうとともに、その成果を共同事実確認手法による社会実験の提案に盛り込む。

##### 3.1.2 調査の方法

###### (1) 基礎調査

文献調査により、共同事実確認手法が必要とされる背景と、進め方、具体事例等について把握した。具体的には、Lawrence Susskind ほかによる *Consensus Building Handbook* (Susskind, et al, 1999)などを参考に、主要文献を収集し、その内容をもとに、共同事実確認についてのとりまとめを行った。そのとりまとめ結果については、後述する国際シンポジウムで発表した。

###### (2) 国際シンポジウム

海外の学識経験者を招聘した公開シンポジウムを開催することで、特に原子力発電所の耐震リスクに係る共同事実確認方式の検討に資する情報の共有を行った。具体的には、アリソン・マクファーレン教授（ジョージメイソン大学）とジョナサン・ラブ博士（ラブアソシエーツ社）を招聘し、米国におけるエネルギー（原子力）分野における共同事実確認および関連事例についてご紹介いただいた。マクファーレン教授については、米国のNGOキーストーンセンターによる原子力共同事実確認（*Nuclear Power Joint Fact-Finding*）の取り組みにおいて委員として参加された経験があるほか、シンポジウム開催時点で、オバマ政権による原子力の将来に関するブルーリボン委員会（*Blue Ribbon Commission on America's Nuclear Future*）の委員を務められていたことから、キーストーンセンターの担当者からの推薦もあり、招聘することとした。ジョナサン・ラブ博士については、マサチューセッツ州政府のエネルギー局に勤務されていた経験もあることから、エネルギー分野における共同事実確認手法の実務に長年関わられており、マサチューセッツ州沖に建設が予定されている大規模洋上風力発電所の共同事実確認プロセスの設計と運営など、プロセス設計の実務の観点で、原子力発電所の耐震リスクに係る共同事実確認方式の検討に有益なアドバイスを得られると考え、招聘した。

##### 3.1.3 調査結果及び考察

###### (1) 基礎調査

第一に、共同事実確認の必要性について、検討を進めた。共同事実確認が過去に実践されてきた米国の事例を参照すると、多様な環境問題に関わる事例が多く探索された。それ

らの事例では、政策や事業に係る合意形成のための調整を進める過程で、科学的な知見に関わる情報が合意形成の障害要因のひとつとなっているために、共同事実確認方式が利用されている。たとえば、工場立地と健康リスクの問題を想定すると、多様なステークホルダー（利害関係者）の利害関心や懸念以前に、その工場が周辺住民にもたらす健康リスクについて、各ステークホルダーの認識が全く異なっている場合には、補償や環境対策などによる利害調整を試みても、そもそもの想定が異なるために、調整のためのコミュニケーションが成立しないという問題が考えられる。これは、原子力発電所に係る問題でも同様のことが言えるであろう。

ひとつの解決策として、科学コミュニケーションの活動として、専門家が関与し、ステークホルダーに助言することが考えられる。しかし現実には、逆に議論を混迷させることも多い。たとえば、原子力発電所立地の文脈で考えると、推進派は、事故は起きないという主張をバックアップしてくれる専門家を連れてくるだろうし、逆に反対派は、事故が起きる確率を一番高く見積もる専門家を連れてくる可能性がある。推進派、反対派それぞれ、利己的に専門家を取捨選択しようという意図を持っていないとしても、人間の心理的機制として、自身の主張と整合しない情報を忌避する傾向があるため、それぞれの主張をバックアップする専門家との連携が構築されることは、必然だと考えるべきであろう。このように、科学者、技術者などの専門家が、特定のステークホルダーを支援することを弁護科学（advocacy science）という。また、科学の論争が対立的に行われていることを対立的科学（adversarial science）という。専門的知見、科学的情報が対立して二極化すると、政策検討において、ステークホルダーは「信頼できる」科学的情報をどちらか1つ選ぶという形になる。この選択は、純粹に科学的な選択ではなく、むしろ政治的な選択であることに留意が必要である。

このような状況への対応として、共同事実確認という思想が生まれてきた。ステークホルダーが、科学的情報の取得を個別に専門家に依頼することを一旦止めて、対立するステークホルダーたちを集めて、共同作業として、事実関係の情報を整理確認してもらうことが、共同事実確認の本質である。

そのとき、複数の方法論が考えられるが、近年の共同事実確認方式では、ステークホルダーの合意に基づく専門家パネルをひとつ設定し、そのパネルが、科学的情報を整理したかたちで、ステークホルダーに供給することが行われている。これが第一の方法論である。ここで、ステークホルダーが専門家パネルの人選について合意に至ることは難しいことは想像に難くない。特に、すでに専門家を巻き込んだ状態でステークホルダーが対立関係にある場合には、両者が「信頼」できる専門家を特定することは容易ではない。

また、科学的情報には、分析の仮定と結論に至るまでの過程までを含めて、明らかにされる必要がある。専門家の中には「一般人にはわからない」と言って、分析の過程を示したがない者も多々いると想定されるが、そのような専門家は、共同事実確認の文脈では有用性が低い。分析の仮定（パラメーター推計の方法、外生値など）によって結果が大きく変わる可能性もあり、その感度分析まで含めて、ステークホルダーに提示することで、ステークホルダーが納得できる形で科学的情報が提示される必要がある。

このような形で共同事実確認を行う場合、専門家パネルは、解釈を提示しない点も重要

である。原子力発電の耐震リスクの問題でも、何が安全であるとか、何が危険であるという判断は、共同事実確認の中で専門家は示さない。つまり、専門家は、このレベルだとこの程度の確率で壊れる、このレベルにするとこうなる可能性が高い、といったような情報の提示にとどめ、これ以上が安全、これ以下は危険といった判断はステークホルダー自身が、科学的情報に基づき、政治過程の中でそれぞれの責任で行われる。

第二の方法論として、ステークホルダーが集まった状況において、科学的情報を確認するため、対立する主張をしている専門家に、公開の場で、それぞれの分析の仮定と過程を解説してもらおう場を設けることも考えられる。これは、ニューヨーク市ブルックリンのごみ焼却場建設に係る健康リスクの論争で用いられた方法で、排気に含まれるダイオキシンによる発ガンリスクについて異なる科学的情報が論争の一因となっていたことから、その仮定と過程を明らかにする公開フォーラムを実施している。その結果、結論が異なるそれぞれの分析が大きく異なる仮定をおいていたことが明らかになり、科学的情報についてその背景を吟味する必要性が関係者に認識された。

このように、共同事実確認方式については、前提として、ステークホルダーによる政策形成のため、必要とされる科学的情報を、ステークホルダー自身が取得したうえで、政策判断は科学技術の専門家ではなく、ステークホルダー自身が行うという枠組みで行われる。そして、その具体的な方法論としては、ステークホルダーによる専門家パネルの設置、あるいは公開フォーラム等による科学的情報の吟味という2つが考えられることが明らかになった。

## (2) 国際シンポジウム

国際シンポジウムは、「共同事実確認方式による原子力発電所の地震リスク分析の可能性」と題し、2011年12月16日の午前9時30分から正午まで、東京大学工学部2号館213号講義室において開催した。総参加者数は98名であった。実施内容の詳細は文献6)を参照されたい。

アリソン・マクファーレン教授からは、*The Policy-making Process for Nuclear Power: Two Examples from the United States* (原子力の政策決定プロセス～米国の2事例から学ぶ～)と題してご講演をいただいた。米国においても、原子力政策については、さまざまな議論があり、推進派と反対派が二極化しているなかで、原子力にかかわる有効な政策を形成することは困難な状況にある。そのような状況下にある米国での2事例をご紹介いただいた。キーストンセンターによる原子力JFF (Nuclear Power Joint Fact-Finding) は、原子力の懐疑派と推進派を集めて、原子力利用の経済性、気候変動への貢献、保安と安全保障、放射性廃棄物と再処理、核拡散への影響についてとりまとめた報告を作成した事例である。実際に参加された立場から、原子力JFFによる共同事実確認のポイントとして、以下の点を指摘された。

- ・プロセスにコミットできる参加者の人選が必要
- ・外部専門家も意見が二極化しており、現実には共同事実確認の理想形にならなかった
- ・事実の確認にとどめるのか、将来予測に踏み込むのか、さらに政策提言まで行うのか

について、プロセスの位置づけの明確化が必要

- ・活動資金が複数の立場から提供されたため、プロセスの成果も、公正なものとして認識されやすくなった
- ・参加者に何を求めるのか（この事例では最終報告書への署名）を早い段階で明確に伝えることが必要
- ・プロセス運営についても、専門知識を十分に有するスタッフがいたことが重要
- ・報告書のたたき台は運営スタッフが準備したことで、偏りのない報告書となった

また、米国における原子力燃料サイクルのバックエンドについての政策形成として、ホワイトハウスによって任命された、アメリカの原子力の将来を考えるブルーリボン委員会（Blue Ribbon Commission on America's Nuclear Future）についてご紹介いただいた。この委員会は、2010年1月に設置されたもので、必ずしも共同事実確認方式によって実施されたものではないが、原子力政策に関わるものであり、また類似する点も多い。以下の4つの示唆をいただいた。

- ・州政府から一般市民まで、アウトリーチを幅広く行い、会合の議事を公開とするほか、公聴会による意見聴取も行った
- ・事例等の現地視察（国内外）が非常に有効であった
- ・コンセンサスを目指すプロセスであるため、それぞれがある程度の妥協をする必要があった
- ・ブルーリボン委員会への参加は無報酬であったが、謝金などを提供するほうが、関係者からより協力を得やすかった

ジョナサン・ラブ博士からは、U.S. Experience in Using Joint Fact Finding to Improve Stakeholder Engagement in Energy Decision-making（米国のエネルギー意思決定におけるステークホルダー関与の改善に向けた共同事実確認手法活用事例）として、共同事実確認や関連する手法を通じて、ステークホルダーや市民をより意味ある形で政策や立地問題に巻き込むことで、エネルギーに関連する意思決定の有用性と正統性を同時に高める可能性についてお話いただいた。

第一の事例は、ケープウインド社による、マサチューセッツ州沖に130基の風車、400MW級の洋上風力発電所を建設する計画について、共同事実確認を行った事例である。計画に対する反対もあり、特に景観への影響が強く懸念されていた。事業者は自らコンサルタントへ委託し、景観影響予測を発表したが、反対団体も別のコンサルタントに委託し、大きく異なる景観影響予測を発表したことで、科学的な情報を巻き込んだ対立へと発展していた。共同事実確認では、それぞれの予測について、各コンサルタントを含めて再検討し、日照や風車の角度等の前提条件を変化させると、予測の結果がどう変化するかを検討した事例である。

第二の事例は、2007年にバーモント州の電力の将来について検討したものである。バーモント州の電力は、カナダにおける水力発電からの輸入と州内の原子力発電所で8割が賄われていた。原子力発電所については、州電力公社がエンタジー社に2002年に売却した際、運転免許の更新については、州議会が拒否する権限を持つという条項が付されてお

り、免許更新の是非について論争が起きていた。そこで、バーモント州の電力の将来について、州知事のイニシアチブで、地域ワークショップと討議型世論調査を実施した。地域ワークショップは共同事実確認型で、ステークホルダーと専門家パネルの間で議論を行った後、より幅広く州民の意見を把握するために討議型世論調査を実施している。

第三の事例は、ボストンの気候計画（Climate Plan）で、市としての温室効果ガス削減目標の達成についての議論が 2009 年から進められ、2010 年に提言として、市長に提出された。このプロセスの特徴も、ステークホルダーを中心としたプロセスに加えて、若者を巻き込んだワークショップの開催など、幅広い市民を対象としたアウトリーチを積極的に行った点にある。

ラーブ博士からの事例紹介のポイントは、第一のケーブルウインド洋上風力発電事例のようなステークホルダーによる事実確認のプロセスも有用であるが、今後は、第二、第三の事例のように、ステークホルダーに限定せず、より広い公衆の関与を、共同事実確認のプロセスの一部に位置づける必要性がより高まるだろうという点にあった。

#### 3.1.4 まとめ

共同事実確認手法及び海外の実施経験の検討として、文献調査等により、共同事実確認の背景にある考え方および具体的な方法論について、理解することができた。その結果として、後述する、日本における原子力発電所の耐震リスクに関する共同事実確認の方法論設計に必要とされる基礎的な情報を得ることができた。また国際シンポジウムを通じ、米国の実際の事例をベースに、現実的な運営上の課題を把握することができた。この情報収集を通じ、プロセス設計に限らず、実際の運営において注意すべき事項を確認することができた。また、公開の国際シンポジウムを通じて、これらの情報を収集し、また一部取りまとめ結果を公表したことで、共同事実確認に対する関係者の認知を高めることができたと考えられる。

## 3.2 専門家の意見分布の把握

### 3.2.1 目的

地震学・地質学や原子炉工学など、地震リスク評価に関わる専門家の意見分布を、学術論文、学会発表、メディア等での発言などから整理する。国の耐震指針や耐震安全性評価に関する委員会だけでなく、地方自治体や反原子力団体等が参照する専門家の見解等も不偏的な立場から幅広く収集・整理する。また、評価に用いられたモデルや前提条件等についても可能な範囲で確認し、意見の相違の原因を模索する。

### 3.2.2 方法

地震・津波リスク評価に関わる専門家の意見分布の把握に用いた方法は、以下の3点である。

#### (1) 予備調査の実施

地震・津波、耐震設計の基礎知識の獲得、耐震指針をめぐる論争点の把握のため、電力中央研究所地球工学研究所の研究者5名（地震学、地震工学、耐震設計、津波評価、津波堆積物）に予備的ヒアリング調査を実施した。

#### (2) 原子力安全委員会 原子力安全基準・指針専門部会 耐震指針検討分科会の速記録の分析

現在の原子力発電所の耐震安全性を評価するための「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（以下、新耐震指針）は、昭和56年（1981年）に策定した耐震設計審査指針（以下、旧耐震指針）にその後の地震学及び地震工学に関する新たな知見の蓄積並びに耐震設計技術の著しい改良及び進歩を反映して25年ぶりに改定された。この改訂作業は2001年から2006年まで計48回の“専門家”による議論を経て行われ、委員には従来このような委員会に関与しなかった専門家も選定された。そこで、耐震指針検討分科会を最近行われた“専門家”の議論の場の一つとして取り上げ、どのような論点が議論され、どう結論が出されていたのかを速記録による簡易な内容分析手法により分析した。

#### (3) 専門家への個別インタビュー調査の実施とその分析

##### ①インタビュー対象者の選定方法

(1)の予備調査で示された“専門家”や新耐震指針の策定に関わった委員のリストを作成し、予備調査の情報をもとに、地質学、地形学、地震学、地震工学、原子炉工学の各領域から複数名の研究者を選定し、個別インタビュー調査を実施した。その際、できるだけ見解が異なると考えられる研究者を各領域で選定するようにした。また、インタビュー時には「別途意見を聞く必要がある専門家」を推薦していただき、複数名からの推薦があった研究者を優先してインタビュー対象者に選定した。インタビューを行った研究者の数は計18名である。インタビュー対象者を表1に示す。

##### ②インタビューの実施方法

基本的に、本研究の担当研究者がインタビュー対象者の元へ出向き、1.5～2.5時間程

度の個別インタビューを実施した。インタビューはできるだけ“専門家”の見解の背景にある考え方も引き出すため、大きな質問項目のみを提示し、自由発言を促す形式とした。インタビュー時に提示した質問項目は以下のとおりである。なお、専門領域やこれまでの原子力との関わり方、原子力に対する考えなども適宜伺った。

- ①東日本大震災に関するご専門分野からのご見解
- ②原子力発電所の耐震設計、地震・津波対策等に対するご意見、ご見解
- ③今後の原子力発電所の耐震問題に関する論点
- ④専門家間の協議の場を設ける場合の留意点、懸念事項あるいは期待
- ⑤他に意見を伺うべき専門家の方

### ③インタビュー内容の分析方法

“専門家”から得られた情報データは、質問項目ごとに発言者が特定できない形で学問領域別に分類した。

表1 インタビュー調査を実施した“専門家”リスト

専門分野	氏名	所属（専門）	ヒアリング実施日
地質学	○杉山 雄一	産業技術総合研究所（地震地質学）	2011年11月21日
地形学	●山崎 晴雄	首都大学東京（地形学）←通産省研	2011年11月14日
	中田 高	広島大学名誉教授（変動地形学）	2011年11月23日
	渡辺 満久	東洋大学（変動地形学）	同上
	○今泉 俊文	東北大学（変動地形学）	2011年12月16日
	○隈元 崇	岡山大学（変動地形学）	2011年12月26日
地震学	○翠川 三郎	東京工業大学（強地震動予測）	2011年11月22日
	山中 浩明	東京工業大学（強震動地震学/地震工学）	2011年11月24日
	●瀬瀬 一起	東京大学（応用地震学）	2011年12月12日
	◎入倉 孝次郎	京都大学名誉教授（応用地震学）	2012年1月25日
	●石橋 克彦	神戸大学名誉教授	2012年2月16日
	○島崎 邦彦	東京大学名誉教授 地震予知連絡会会長（長期予測）	2012年2月27日
津波	○佐竹 健治	東京大学（地震学）←産総研	2011年11月17日
	○藤原 治	産業技術総合研究所（地質学）←JAEA	2012年3月1日
工学	◎高田 毅士	東京大学（建築）←清水建設	2011年11月11日
	○川瀬 博	京都大学（地震工学）←清水建設	2011年11月30日
	○釜江 克宏	京都大学（建築/強震動地震学）	2011年11月30日
	○山口 彰	大阪大学（熱流動）←JAEA	2012年3月12日

◎：国の委員会の主査、○：国の委員会委員、●：過去に国の委員会の委員

注）中田名誉教授と渡辺教授へのインタビュー調査は同時に行ったため、1件として扱う。

### 3.2.3 専門家の意見分布の把握結果

#### (1) 予備調査の結果

予備調査では、耐震安全性評価のプロセスによって知見や論争点・疑問点を整理した（詳細は添付資料2）。その結果、

- ①最も論争になるのが断層の認定（存在と長さの見積もり）である
- ②地震動評価は震源モデルに基づいて行われるが、このモデルそのものが発展過程にある
- ③断層が見つからない場合の地震の想定も論争になる
- ④東北地方太平洋沖地震はこれまでの知見やモデルの見直しを迫るものだった
- ⑤津波の評価（津波痕跡物調査を含む）はまだ十分確立されていない

ことを把握した。また、予備調査の過程では、地震学の理論の成立と浸透プロセス、津波評価の不確実性、日本の地震学の特徴と課題も明らかになった。

#### (2) 原子力安全委員会 原子力安全基準・指針専門部会 耐震指針検討分科会の速記録の分析

耐震指針検討分科会では、第4回まで論点整理を行っていた。この論点整理の項目（資料第4-3号耐震指針検討分科会において検討すべき項目の整理・分類（案））を用いて、第5回～48回までの速記録を分類整理した。発言内容が複数の内容にわたっている場合は、主査が提示した議題に沿って分類を行った。その結果、5年間に及ぶ膨大な議論の多くが基準地震動や設計用地震動の設定や考え方に費やされたこと、津波に関する議論はほとんど行われなかったことを定量的に示すとともに、委員の間で論点のずれが生じていることを確認した。また、論争になった問題は、必ずしも分科会内の議論で結論が導かれたわけではなく、意見が分かれている事柄のとりまとめの経緯も明らかになった。さらに、共同事実確認の設計にとっては、参加者が納得できる議論の場をつくる必要があり、耐震指針検討分科会の経緯は、最初の段階で決め方のルールに関する合意が必要であることを示唆している。

#### ① 定量分析結果

速記録の行数によって、耐震指針検討分科会がどの論点をどの程度議論したのかを分析した結果を、図1及び表2に示す。図1は、6年間の議論全体に対する発言量の割合を大項目レベル（確認事項やその他項目を除く）で示したものである。「設計用地震の区分と想定すべき地震」が2割を超え、「基準地震動の考え方」や「基準地震動の算定」を加えると、耐震安全性評価の最初の段階である断層認定から地震動評価に集中していることが分かる。他方、津波を含む「地震随伴事象」の議論は3.4%で、津波そのものについては0.04%の発言しか記録されていなかった。

表2には、図1で割合が多かった項目について、どの段階で議論が行われていたのかを確認するため、時系列で行数を整理したものである。これを見ると、「設計用地震の区分と想定すべき地震」は議論が多かっただけでなく、繰り返し論点になっていたことが分かる。

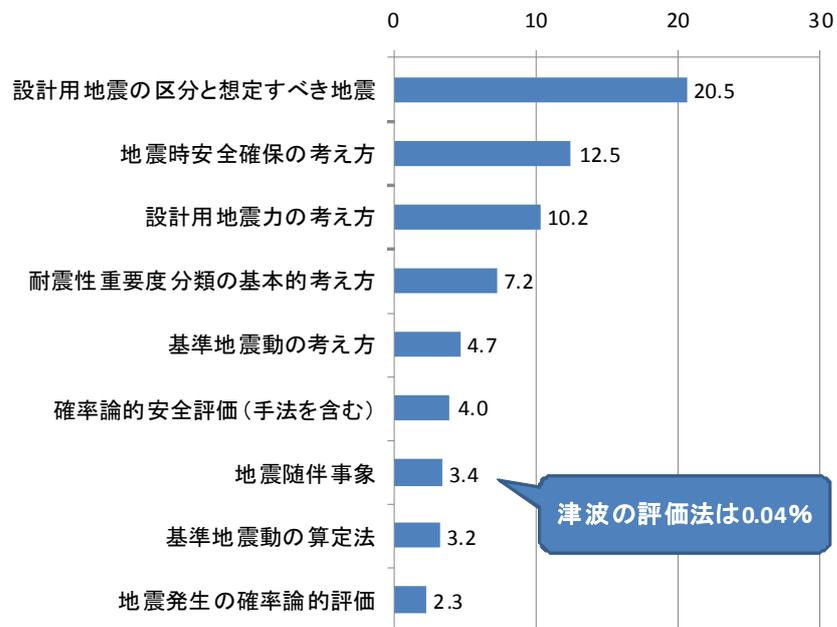


図1 速記録の行数による耐震指針検討分科会における議論の内容の量的比較

表2 速記録の行数による耐震指針検討分科会における議論の集中度合い

行数	地震時安全確保の考え方	確率論的安全評価	耐震重要度分類	基準地震動の考え方と算定法	設計用地震力の考え方	設計用地震の区分と想定すべき地震
5～10回	810	261	224	125	10	241
11～15回	1184	608	0	0	0	0
16～20回	170	45	0	0	14	1794
21～25回	0	0	1094	806	509	754
26～30回	87	12	20	532	868	609
31～35回	145	37	22	63	225	501
36～40回	828	65	88	343	633	622
41～45回	157	12	264	155	374	225
46～48回	28	46	235	130	165	867

注) 濃い網がけは500行以上、薄い網がけは200行以上を示す。

## ②内容分析結果

耐震指針検討分科会の議論は5年48回に及んでいるものの、前述したように「設計用地震の区分と想定すべき地震」に議論が集中していた。ただし、分科会の目的そのものが、地形学や地震学の知見を反映することであったから、地震の想定方法に時間が割かれたのは当然のことだろう。ただし、この項目に関する議論の経緯をたどってみると、設計用地震の議論をしているときに基準地震動について発言するなど、委員の間で論点のずれ、もしくは論点の繰り返しが発生していた。このことは、表2において、常に「設計用地震の区分と想定すべき地震」の発言が記録され、議論が決着していないことにも表れている。

他方、耐震指針検討分科会の速記録では決着がつかなかった論点が、最終的な指針案に明記されたものもある。想定すべき地震に関わる活断層の認定において確認すべき年代の長さに関するものである。新耐震指針では、旧耐震指針の「5万年前までの活動が否定できないもの」から「後期更新世以降の活動が否定できないもの」に改訂された。断層の活動性をどこまで遡ればよいかについては、従来どおり5万年とする委員と、現在の日本列島をつくった応力場を考慮して50万年前まで見るべきと主張する委員が対立し、耐震指針検討分科会では結論がでていなかった。指針に後期更新世（12～13万年前とされる）と明記されたのは、事務局判断であったように思われた。しかし、後述する専門家インタビュー調査によれば、耐震指針検討分科会やその下部組織であった地震・地震動ワーキンググループにおいても決着がつかなかったため、委員2名で別途協議する場を設けたとのことであった。公開で行われ時間制約のある議論の場では、意見対立を解消することが困難な場合がある。耐震指針検討分科会のように一定の合意を得た結論を出す必要がある場合には、特定のメンバーによる議論の場を設けることも必要であろう。

議論のプロセスの結果、どのように結論が出されたかも専門家間の議論の場を設計する上では留意しなければならない。なぜなら、パブリックコメントも終了した後の第48回になって、指針の内容というより、分科会の議論の進め方やパブリックコメントの取り扱い方を理由に1名の委員が退任したからである。実際、この委員が第48回で資料を提出してまで主張した「変動地形学の知見を用いること」は指針に明記された。後述する専門家への調査では、退任した委員と同じく分科会委員だった専門家にインタビューを行っている。この専門家は、退任した委員が学術面で優れた研究者であり、熱心に審議に参加し、その主張点にも同意することが多々あったと述べている。しかしながら、その時点までに合意していた内容も認めないという姿勢に対しては理解できないとしている。他方、主査や事務局側にも問題があった。すでに相当の時間をかけて審議されていたことから、2006年7月以降、鈴木篤之原子力安全委員長（当時）が耐震指針の改訂を急いでほしい旨の発言を分科会のたびに繰り返しており、主査や事務局には結論を急ぐ気持ちがあったことは否めない。委員の中にも「議論の蒸し返し」として意見表明を抑制しようとする発言もあった。

以上のような耐震指針検討分科会の問題は、議論の開始に先立って「いつまでに何を議論してどう決めるのか」を合意することの重要性を示唆している。耐震指針検討分科会では論点は整理し合意したものの、結論の出し方についての合意をしないまま議論が開始されたため、それぞれの委員が個々に“あるべき議論の仕方”を考えていたのではないだろう

うか。徹底的に議論を尽くしたい委員と、ある程度のところで決めてまた見直しをすればよいと考える委員では議論の進め方に対する姿勢、議論を尽くすことの重さが異なっているはずである。したがって、具体的な設計をする上では、論点整理（あるいはアジェンダセッティング）とともに議論のルール（進め方と結論の出し方）についても合意をしてから、議論を開始することが重要である。

### (3) 専門家への個別インタビュー調査の実施とその分析

専門家への個別インタビュー調査では、大きく 5 つの質問項目について意見を収集した。ここでは、協議の場の設計に関係のある①専門家間の協議の場を設ける場合の留意点、懸念事項あるいは期待について、専門家全体の意見を示した後、②東北地方太平洋沖地震による知見の変化、③地震・津波リスクに関する今後の論点、④原子力発電所の地震・津波対策に関する今後の論点を、地形・地質学、地震学、工学、津波の学問領域ごとに整理した結果を述べる（添付資料 3 参照）。

#### ①専門家間の協議の場を設ける場合の留意点、懸念事項あるいは期待

専門家間の協議の場を設ける場合の留意点等は、必要性・課題、メンバー選定、議論の進め方、公開や住民の参加について整理した。また、インタビュー中に類似の取組に関する紹介があったため、それらも参考としてまとめた。

「専門家間の議論は必要」と明確に述べた専門家は 2 名のみであったが、「論点を絞る」「他分野を理解した上で議論する」など条件を示す意見や、「異分野間で議論できていない」など問題の所在としての発言は 14 件あった。地質・地形学の専門家の発言が 6 件と多いが、地震学や工学の専門家にも発言がある。一方、「専門家間の議論は困難」と明言した専門家も 2 名であった。関連して、特定の専門家間で議論すべきとの発言は 3 件あり、地質・地形学と地震学の専門家によるものであった。(1)の予備調査や(2)の速記録分析からも示されているように、断層認定が論争になりやすく、限定した専門家間で議論すべきとの意見がある。また、工学系専門家の考え方に対する批判も出されており、地震学の専門家から「活断層や震源の話に工学系の人が入らない方が議論しやすい」との意見が出されている。

条件付きの賛意が多かった背景には、耐震指針検討分科会のように多様な専門領域の専門家による国の委員会に対する批判や問題意識がある。国の委員会の問題点を挙げた専門家は 8 名で、分野の偏りはない。具体的な問題点としては「委員会の位置づけや目的のあいまいさ」が 9 件挙げられている。特に、工学系専門家からの言及が 6 件と多い。「少数意見が反映されない」など意見の取り扱いを指摘したのは 4 件で、こちらは地質・地形学と地震学の専門家である。その他の問題点としては、メンバー選定 2 件、事務局能力 2 件があった。

このような国の委員会に対する問題意識から、本研究が検討する共同事実確認に関しても、目的の明確化が必要とする意見 3 件の他、メンバー選定、結論の出し方に関する意見が多く言及されている。

メンバー選定の重要性 6 名が発言している。前述した議論のルールの裏返しとして、

「専門ではない他の領域について発言する委員が問題」「専門性とは?」「他の分野を理解しないで発言する人は不適」といった、異なる領域間の議論における専門家の役割に関する発言が出ている。しかし、最も多いのは専門家の原子力との関わりの問題 8 件である。原子力問題に関わることで「色付けされてしまう」「色がついていない専門家がない」一方、議論において「専門家の立場が問題になる」ことが指摘されており、専門家の議論が科学的議論にとどまらない難しさが示唆されている。特に、地質・地形学の専門家からの指摘が 4 件と多い。これは、断層調査に費用がかかる反面、電力会社が原子力立地に関連して詳細な調査を必要とするため、必然的に原子力との関わりが生じてしまう研究環境を投影したものであろう。この他、変動地形学の研究者人口の少なさもあげられた。これらの解決策として、「学会推薦」「海外研究者の参加」が提案されている。

国の委員会での経験を踏まえて、議論のまとめ方、結論の出し方に関する言及が 6 件、共同事実確認において確認すべき“事実”に関する疑問が 5 件あった。様々な意見や少数意見の扱い方の言及は地質・地形学の専門家が 5 件と多く、「分野によって“事実”が異なる」などの発言は地震学と工学の専門家だけであった。まさに、地層という現物を確認することで議論が決着する地質・地形学に対して、地震波から地震を推測する地震学やそれに基づいて地震動や耐震性を評価する工学系の“事実”の違いが顕れた結果といえよう。しかし、地層という現物の確認は難しく、逆にどのモデルが地震波の観測データを説明できるかという点で、地震学は決着しやすい。地質・地形学の専門家からは「一緒に調査すればよいが、専門家同士ではそうなりにくい」との発言があった。3.1 節の国際シンポジウムにおいてマクファーレン准教授は専門家が一緒に現場を見ることの有用性を語っており、共同事実確認を実施する上で共同調査を考慮すべきであろう。

最近の国等の委員会はワーキンググループでもすべて公開となっているが、今回インタビューをした専門家は、「公開でもよい」3 名、「公開では慎重になる」3 名と意見が分かれており、その他「本音が話せるのは非公開の場」「公開の長所と短所を考えるべき」「議論はオープンにする必要」との意見が各 1 名ずつであった。前述したように、原子力に関わる議論が科学的な論争のみならず専門家の立場による論争になりかねず、外部からも色付けされるため、公開の弊害が意識されていることがうかがえる。この他、「限られた時間で上手に議論する」「事務局に高い専門性が求められる」など、国の委員会の問題に対する解決策が求められている。

市民の参加について否定的な専門家は 2 名であり、その理由は市民側の専門知識の不足であった。市民参加を否定しなかった専門家 5 名も、市民の選定や市民がどのように議論に関与するのかについては、慎重な意見を提示した。科学的な議論ではなく、市民生活に関連があり、市民側の対応も必要な防災やまちづくりをテーマにすることを提案した専門家もいた。

その他、「今、保安院などの委員会は偏っていると思われる。このプロジェクトで信頼される方法が提案でき、それが実際の議論の場の設定に反映できればなおよい。」と本研究のねらいに前向きな見解もあれば、「とにかく、電力中央研究所の人間が関わっているというだけで、アリバイづくりとみられてしまうのは仕方がない。京大原子炉実験所の小出さんが共同研究者に入っているのであれば、もう少し見方が違うかもしれない。」

「誰が主催する委員会に呼ばれるかということで、ほぼ論点は決まってくる。」と主催者の問題も指摘された。

以下には、インタビュー調査の中でこれまで試みられた事例や専門家協議に類似の提案を示す。すでに地震関係の専門家間で異なる見解の調整の試みが行なわれていたことが分かった。これは、科学的知見の不確実性が高い学問領域であることの裏返しであり、専門家間の協議の場が求められている証左ともいえる。

《先行事例や提案など》

- JNES（原子力安全基盤機構）のプロジェクトで、専門家間の意見分布を調べる研究をやったことがある。ここでは、勉強会とアンケートを組み合わせた。例えば、地震調査研究推進本部が使っている式の評価をし、ロジックツリーで確率評価を行った。まず、専門家を集めることに苦労した。国の委員会なら集まっていただけだが、単なるプロジェクトでは難しい。5名集めるのも、趣旨説明からはじまって相当苦労した。発言内容などを記録に残さないということで、何とか実施することができた。どのように頼めば協力してもらえるかということはおおよそ分かっている。
- （著書で第三者機関が全原発のリスク評価を実施することを提案されている点について）特にどのような組織というイメージはないが、原子力安全委員会や原子力安全・保安院の委員会のような既存の枠から離れたものが必要と考える。気象・地震・地質・工学・人文社会など、多様な分野の専門家により原発のリスクを評価して順位付けをするようなことを考えた。試案を有志でやることもあるのではないかな。
- 活断層学会で市民への説明会を実施したことがある。立川断層がテーマだったが、この断層の近くで生活していることをまず立川市民に知ってもらいたいと考えた。どう考えるかは立川市民が決める必要がある。三浦半島には市民による活断層調査会というのがある。地震の勉強をしつつ、どうやって共存するかを考えている。三浦半島の市民団体の人に立川市民への説明をお願いした。市民団体の力は重要。
- NUPEC（原子力発電技術機構）で、地震ハザードに対する意見分布をデルファイ法でやった研究がある。専門家を数人選んでやったようだが、関わった研究者自身が「声の大きい人の意見で決まるのは問題」と批判していた。

最後に、地震・津波に関わる領域で専門家間の議論が求められながら困難である背景には、科学研究に共通する問題があることを示唆する言及を示す。これは、複数の科学技術や学問領域が関わる社会問題には共通する課題であり、地震に限らず、他の社会問題においても専門家の議論の場が求められていることを推測させるものである。

○「前の世代はスーパーマン的だった。学問レベルがまだ低かったこともあって、自分の領域だけでなく、幅広い知識があった。また、そういう人が何人か集まってコンセンサスをつくってきた。今は学問レベルは高まったが、細分化され、研究者は各分野のトップランナーを目指すため、他の分野を見なくなっている。幅広い知識をもつ人材育成が必要。カリキュラムはあるが、卒業後に活動する環境がない。また、日本の学术界は分野を変えることにネガティブで、卒業時の専門をずっとひきずっている。専門を変えることに厳しい環境。研究と理解は違う。研究ではオリジナリティが求められる。研究資

源（人と時間）をどう配分するか。一番を目指すためには、人がやらない所をやる必要があり、研究テーマの集中を嫌う傾向がある。」

## ②東北地方太平洋沖地震による知見の変化

対象は様々であるが、「想定外」と述べた専門家は 17 名中 8 名で、うち地震学の専門家は 6 名中 5 名が「想定外」であったと述べている。この「想定外」に関連して最も指摘が多かったのは「データの制約」16 件である。これは、専門領域による違いはなく、限られたデータからモデルや仮説が構築され、それに基づく想定が行われることの問題が多く指摘されている。このため、これまで分かっていたとされていた事柄について「分かっていたいなかった」ことがあった点を挙げた発言が 10 件あり、そのほとんどは地震学専門家から挙げられている。しかも、これまでの限られたデータがアスペリティモデルなどでうまく説明できてきたとの発言が 3 件あり、限られたデータで構成されたモデルや理論の見直しの困難さを挙げた発言が 9 件あった。例えば、「どこまでのデータが分かっているのかという謙虚さが必要。持っているデータからモデルは構築される。つまり、モデルもデータに制約を受ける。また、データからモデルへというプロセスはたどりやすいが、モデルに問題があるとデータに戻る方向へのプロセスはたどりにくい。」という発言にもあるように、これまでの枠組みに当てはまらないデータが提示されても、特殊な例と考えられたり、海外のデータであれば日本にはあてはまらないとされたり、何とか既存のモデルで説明しようとしたりという作用が働く。具体例として次のような発言があった。「日本では、長期評価の科学的な根拠となったアスペリティモデルが、（日本海溝の）不思議な現象に対する一応の説明を与えたため、研究者にある種の思考停止を招いた可能性がある。」「仮定の話であるが、計算で M9.0 が出た場合、計算結果を疑ってしまったかもしれない。研究者には“もっともらしさ”の上限のようなものがある。」しかし、これは地震学に特有のものではなく、科学研究の仕組みとして他の学問領域にも共通の作用である。

この作用は未だに強く、これまでの理論やデータで何が予測できていたかについては、津波や長期予測も含めて「予測できていた／想定範囲内だった」とする発言が 9 件あった。地質・地形学の専門家による「想定できていた」との発言は 1 件であるので、地震学や地震工学の専門家は問題を認識しつつも、全く異なる理論やモデルが必要なほどのものではなかったとの認識がある。M9 の地震としては地震動が小さかった点、福島第一原子力発電所で想定していた基準地震動を何倍も超えるものではなかった点など、巨大地震にもかかわらず「想定はできている」と考えられている。

しかし、これは逆に巨大地震のメカニズムへの疑問を生じさせるものでもある。巨大地震・津波のメカニズム解明の課題としては、東北地方太平洋沖地震がこれまで考えていた以上の地殻変動を起こしたこと、日本列島の応力場が大きく変化したこと、このため多くの余震や誘発地震が起きていること、既存モデルで説明できない現象も観察されていることが挙げられている。

地震研究が抱える課題として、その研究成果が社会に影響を与えるという点がある。特に防災について影響が大きく、社会への情報発信として“知識の限界”や“不確実性”を伝えていくべきとの発言があった。これらを実現するには、工学や社会科学との連携、地

震のリスクを総合的に評価することが必要であり、本研究が検討している共同事実確認手法は解決策のひとつになる可能性をもっている。

### ③地震・津波リスクに関する今後の論点

②で整理した内容にも関連する発言が多いが、最も件数が多かったものは、東北地方太平洋沖地震の解明を通じて巨大地震の周期やメカニズムをどう構築していくかに関するもの 12 件である。うち 11 件は地震学の専門家が挙げており、今回の地震が地震学の理論やモデルに与えた影響の大きさがうかがえる。その裏返しとして、知見やデータが不足していたことを発言したものが 8 件、逆に今回の地震でも変化しない考え方や仮説についての言及は 7 件あった。次に言及が多かったのは、「断層の評価が論争になる」ことであり、断層評価に関わる変動地形学や構造地質学の重要性とともに、課題として、ダムや土木工事で自然の地形を見ることができなくなっていることや変動地形学が比較的新しい分野で専門家が限られることが指摘されている。理論やモデルについても、「様々な学説の真偽の判断が難しい」「新しい知見が取り入れられない」「研究者には“もっともらしさ”の上限がある」といった発言からうかがえるように、新しい考え方の導入には時間がかかると考えられている。他方、東北地方太平洋沖地震で注目されるようになった津波堆積物調査については、洪水との区別など判定が難しく、まだ確立されたものではないこと、失敗した調査は論文にならないことが指摘されている。

さらに、社会との接点として、我々の社会がリスクを生み出していることを認識する、地震や津波への対応は社会がどの程度リスクを許容するかに依存する、など、社会の判断との関係を言及する専門家もいた。また、専門領域が分業化されていることへの対応として、コーディネーター役、コミュニケーター役の役割とこれらの人々の評価を高めることの重要性が指摘されている。このように、社会の判断との関係を考える上では、市民が関与する形態の共同事実確認が必要であろう。また、他領域および社会との橋渡しの場として、共同事実確認を機能させることも考えられる。

### ④原子力発電所の地震・津波対策に関する今後の論点

最も多く言及があったのは、断層認定の重要性および課題に関するもの 17 件である。地質・地形学の専門家は、「12~13 万年前まで遡って活動性が否定できない断層」を考慮するという新耐震指針の考え方自体に疑問を示したり、変動地形学の考えが十分用いられていないことを指摘し、地震動や工学の専門家は断層の議論が収束しにくい点を課題として挙げている。

次に多い言及は、電力会社の対応に対する不満や不信感に関するもの 12 件である。バックチェックに関わった専門家も多いため、電力会社が専門家の意見を真摯に受け止め、迅速に対応しないとの言及がある。具体的に、「あるサイトでは敷地内に断層があるかどうかという議論になった。（専門家の）断層が第四紀層にあるという主張に対して、電力会社は膨潤によるものと回答し、7 回も議論した。」と述べた専門家もいた。同様に、国の審査体制の問題点に関して 11 件の言及があった。電力の問題を指摘する専門家には分野の偏りはなかったが、国の審査体制に対しては地質・地形学の専門家が 7 件と多くなっ

ている。関連して、専門家意見の扱いに関する言及が6件あり、すべて地質・地形学の専門家によるものであった。断層の認定が最大の論点であり、前述したような電力側の抵抗もあって、耐震安全性評価全体への疑念につながっていることを示唆している。

10件の言及があったのは、今後の想定方法に関するものである。断層の運動のように地質・地形学に関わるものもあるが、「最大級の地震・津波をどう想定するか」という地震学・津波の専門家による言及が多い。しかし、③で示したように東北地方太平洋沖地震は地震や津波に関する知見の見直しを迫るものであり、地震学の専門家は想定を上回る場合の対策につながる“残余のリスク”の考え方への期待を示している。また、福島第一原子力発電所の事故の直接原因と言われている津波の想定の高さについても、地震学の専門家の言及が多い。

地震工学を含む工学系の専門家は、事故対策の不備に関する言及が11件中9件と多い。原子力発電所では、重要度に応じて地震対策をしているが、ある工学系専門家は、中越沖地震時にトランス火災が起きたことや今回送電鉄塔が倒壊したことなどを挙げて、「原発は複合システムである。どこかだけがしっかりしていても、それに関連する機器が壊れたら問題が起きる。トータルシステムとして考えていない。」と述べている。その他、規制機関が求めなければ過酷事故対策を取らない、規制機関が求めればどのサイトも同じ対策を水平展開する、といった規制機関と電力会社との関係が「電力会社が自分で考えなくなる」問題を招いているのではないかと指摘されている。また工学系専門家は、「どこまでの安全を確保するかを決める」「電力供給をどうするかを考える」必要性を言及するという特徴もある。

以上のように、原子力発電所の耐震安全性に関する今後の論点は、専門領域の関心事によって異なっている。このため、論点別に専門家を集めて議論の方が効率的であるように思われるが、津波対策が各発電所で異なっていることを知らなかったなど、「耐震設計と地震動の専門家は別々に議論している」ことの問題点も指摘されており、論点と人選の組み合わせを考える必要がある。

### 3.2.4 まとめ

耐震指針検討分科会の速記録の行数を用いて、定量的に論点の偏りを明らかにするとともに、内容分析により議論が錯そうしている実態を整理した。また、国の委員会に関わった専門家を起点とし、地質・地形学、地震学、工学分野の専門家にヒアリング調査を行い、専門的知見と耐震問題における論点、専門家の協議の場に対する見解を収集、整理した。

本研究が検討している専門家間の議論については、条件付き賛成の意見が多かった。その背景には国の委員会に対する問題意識があり、問題点として会合目的のあいまいさ、専門外の問題への発言の仕方、メンバー選定などが挙げられた。その裏返しとして、メンバー選定の重要性が指摘され、原子力との関わりがメンバー選定を困難にするだけでなく、専門家の議論が科学的議論にとどまらないことや外部からの評価を左右することが示唆されている。また、議論のまとめ方、結論の出し方も国の委員会の問題を反映して言及された。さらに共同事実確認において確認すべき“事実”に関する疑問も提示された。公開での議論を否定する専門家は少数であったが、公開の弊害を意識した発言もあった。この他、

時間制限の問題、事務局の専門能力の問題などの指摘もあった。市民の参加について否定的な専門家は少数であったが、市民の選定や市民がどのように議論に関与するのかについて慎重な意見が出されている。その他、主催者の問題も指摘され、原子力という価値観・世界観の問題に展開されやすい対象に関わる共同事実確認では、慎重な設計が必要であることが改めて確認された。

なお、インタビュー調査では、すでに地震関係の専門家間で異なる見解の調整の試みが行なわれていたことが示され、専門家間の協議の場が求められていることも明らかになった。

東北地方太平洋沖地震を「想定外」と捉えている専門家は地震学の専門家に多く、その原因は「データの制約」との指摘がほとんどである。一方、限られたデータで構成されたモデルや理論の見直しの困難さが挙げられ、既存の理論やモデルを堅持しようとする科学研究の作用の問題も指摘されている。この作用により、地震動の予測はできていたのではないかとの見解も多いが、東北地方太平洋沖地震による大きな地殻変動や応力場の変化が多くの余震や誘発地震を起こしていること、既存モデルで説明できない現象も観察されていることの解明を通じて、巨大地震・津波のメカニズムの解明が課題とされている。また、地震研究が抱える課題として、その研究成果が社会に影響を与えるという点があり、社会へ“知識の限界”や“不確実性”を伝えていくべきとの発言があった。これらを実現するには、工学や社会科学との連携、地震のリスクを総合的に評価することが必要であり、本研究が検討している共同事実確認手法は解決策のひとつになる可能性をもっている。

今後の地震・津波リスクの論点では、東北地方太平洋沖地震の解明を通じて巨大地震の周期やメカニズムをどう構築していくかが挙げられたが、新しい考え方の導入には時間がかかることも指摘されている。社会との接点として、我々の社会がリスクを生み出していることを認識する、地震や津波への対応は社会がどの程度リスクを許容するかに依存する、など、社会の判断との関係や、細分化・分業化した学問領域の知見を統合する役割の必要性も指摘されている。このように、社会の判断との関係を考える上では、市民が関与する形態の共同事実確認が必要であり、他領域および社会との橋渡しの場として、共同事実確認を機能させることも考えられる。

原子力発電所の耐震安全性に関する今後の論点は、地質・地形学の専門家が断層認定、地震学の専門家が地震や津波の想定、工学系専門家が事故対策と、専門分野によって異なっている。このため、論点別に専門家を集めて議論する方が効率的であるように思われるが、「耐震設計と地震動の専門家は別々に議論している」ことの問題点も指摘されており、論点と人選の組み合わせを考える必要がある。

最後に、科学研究がオリジナリティによって評価されるために、研究者の視野が限定されたり、総合的な視野をもつ人材育成ができなかったりすることで、地震学としてのコンセンサスがつくりにくかったり、異なる分野間でのコミュニケーションが阻害されたりしているとの指摘を紹介したい。前述した科学の作用も含めて、科学という営みの中に専門家間の議論を困難にする要素が含まれているということであり、共同事実確認は、科学が発展し細分化・分業化することへの反作用的役割を担っていると考えられる。

### 3.3 ステークホルダー調査による専門家リストの作成と意見聴取

#### 3.3.1 目的

不偏的な立場から、関連学会、反原子力団体や地方自治体担当者へのヒアリング調査を行い、国の委員会に参加する研究者を含め、共同事実確認に参加すべき専門家リストを作成する。また、必ず参加いただきたい専門家等へのヒアリング調査により、重要な論点、議論の進め方についての意見を整理する。

#### 3.3.2 方法

原子力施設の地震・津波リスク問題の重要なステークホルダーとして、反原子力団体、地方自治体、電力会社へのヒアリング調査を行った。対象組織は以下のとおりである。

- ・反原子力団体：特定非営利活動法人原子力資料情報室、柏崎刈羽原発反対同盟
- ・地方自治体：静岡県危機管理部原子力安全対策課
- ・電力会社：中部電力株式会社 原子力本部、発電本部

質問項目は、専門家インタビュー調査と同じ内容とした。ほとんどの場合、本研究担当者が先方に出向き、2時間程度（最長4時間）意見を収集した。なお、計画では関連学会の見解を収集することとしていたが、学会として発言できる個人を特定することが難しいこともあり、重要なステークホルダーである電力会社への調査を実施した。

#### 3.3.3 注目すべき内容

時間の制約により、ステークホルダーごとに複数の組織もしくは個人に調査を実施することが困難であったため、ここでは組織別ではなく、ステークホルダー全体として、共同事実確認もしくは専門家間の協議の場の設計、市民の関わりに関する見解をまとめて示す。ただし、論点の検討に資するため、ステークホルダーごとに地震・津波リスクに関する関心事を示す。

反原子力団体の2名からは、これまで国や電力会社が情報を開示せず、異論を排してきたこと、原子力利用に反対する運動に関与している委員が加わったといっても現実には形式的な議論の場に終始しているとの批判があった。特に、柏崎刈羽原発反対同盟からは、立地前のボーリング調査の時点から東京電力が不都合な情報を出さず、反対団体のメンバー自身が様々な専門家とのネットワークを通じて地震リスクを考えるための知識を習得していったプロセスが語られた。

地方自治体からは、地震・津波リスクの評価よりも、防災についての議論が重要との認識が示された。電力会社からは、地震・津波リスクの評価の結果、どのような対策を行うかを定めることの難しさが語られた。特に、地震への対応は関連部署が狭く、比較的实施しやすい反面、津波対策は技術系の部署すべてに関わる必要があり、組織内の合意形成が困難との説明があった。それでも、浜岡原子力発電所は東海地震が想定されている立地点のため、他社に比べて、中部電力内では追加的な耐震強化の対策が承認されやすいとのことであった。また、福島第一、第二原子力発電所は、電力内では全国の立地点の中で地震による影響が最も小さい地点と見なされていたことが示された。これらは、地震・津波リ

スクの評価と意思決定とのギャップ、地震・津波研究者と電力側の知見の違いなどを示唆する例と考えられる。

共同事実確認や市民参加については、以下に示す意見が出された（詳細は添付資料 4 を参照）。まず、専門家の協議の議論の前に“専門家の定義”の問題が提示されている。これはメンバー選定のところでも指摘されており、「専門家とは誰か」とともに、社会的影響の大きい意思決定問題に対して「専門家はどう関わるべきか」という社会的役割や倫理の問題が指摘されている。また、ここでも国の委員会など公の場での議論の問題点が指摘されている。議論の場の公開については、反原子力団体が必須と考えているのに対して、自治体や電力会社は公開の弊害も指摘している。市民の関与については、否定的な意見が多い。反原子力団体からも、一般市民が関わるのではなく、専門家と議論ができる市民が参加すべきとの意見が出された。

### 1) 専門家の協議の場の必要性・重要性・課題

- ・原子力が必要という大前提を変えない中では真のどこが不確実なのかという議論は難しい。
- ・19 世紀後半から 20 世紀にかけて近代国家として変貌する国々において、知のあり方が変化してきた。それ（知のあり方）を批判的に反省することがなければ、この問題の本質に行きつかないのではないか。
- ・国家官僚の問題をどう考えるかも問題。アカデミズムにはいろいろあってよいと思うし、一色ではない方がよいと思うが、今はあまりにも国家に寄り添いすぎている。独法化をしたことによって、昔からあった懸念がもっと大きな問題として顕在化した。
- ・利益相反の委員が主査をやっており、適当に意見を切ってしまう。そうでないと間に合わないという判断が働いているのではないか。間に合う、間に合わないという思想の根本には、国家方針としての政策の決定に合わせるという志向があるのだと思う。こういう問題はつきつめていくと倫理の問題になる。
- ・市民の熟議の前に、専門家の熟議が必要。
- ・専門家の議論の場では、専門知識に忠実であるべきである。分からないことは分からないというべきである。
- ・耐震問題について共同事実確認をする前に、原子力の要否についての共同事実確認が必要ではないか？ 原子力が必要となれば、コストをかけて安全性を高めて少しでも稼働する、という方向で議論ができるが、そもそもの方針が揺らいでいる中でどこまでの安全性を高めるのかという問題が生じる。
- ・もしやるとするならば、徹底的にやる必要があり、2～3 年かかるのは当たり前である。

### 2) メンバー選定

- ・専門家の再定義が必要。
- ・本来、大学の専門家は限られた分野の識見がある人のことである。ところが、専門領域の枠をとってしまう。専門家に有識者というラベルを貼って判断することを人に預けてしまう国民性を克服するようなものを提案する必要があるのではないか。公の場で、

専門家が「分からない」とか自分の見解と区別して発言する姿を市民が見て、自分ではどう考えるかという議論を開始する。そういうプロセスをくぐらせることが必要ではないか。

- ・ 過去において誤った判断をした人は排除。
- ・ 委託研究などで利害関係のある人は排除。もし加えるなら利害関係があることを公表した上で参加させる。
- ・ 何を根拠に選んだかの説明がないことが問題。 一部にはガス抜きのために批判者を加える傾向がある。
- ・ きちんとした批判者を半分入れるべきではないか。
- ・ メンバーの選定基準は「その分野の権威は誰か」というもの。日本の英知を集めるという趣旨で、専門能力よりも見識の高さが基準となっている。
- ・ 対立軸をあえて入れていない。
- ・ 専門家の選定は、誰がきいても名前が挙がるような方を選んでる。ただし、原子力発電所の耐震に関する直接の専門家がないことが悩み。
- ・ メンバー選定は課題。誰が選ばれているかで判断されるところがある。欧米の会議では基本的に反対の人が入っているように思う。

### 3) 議論の進め方など

- ・ (国の委員会では論点が明確ではないことについて) 国の委員会では、膨大な審議資料をその場で見せられるし、時間も限られていて、消化不良になっている。 事前説明のよなものも必要ではないか。

### 4) 公開か非公開か

- ・ 公開は絶対必要である。その際の議論の進め方では、座長が非常に重要。メンツを重んじる人はだめである。
- ・ すべてを公開する必要はない
- ・ 基本は公開で、時に非公開の場もあってよいのではないか。専門家で意見調整してもらうことも必要。
- ・ 会合は非公開が基本ではないか。ただし、結果は公開する。素人的な質問や喧々諤々の議論などは非公開の場の方がやりやすいだろう。
- ・ 米国では非公開の会議が多い。問題が発生するとタスクチームをつくり、課題ごとに議論している。

### 5) 市民参加について

- ・ まず住民なり、市民なりが判断する力を持ちうるか?という問題がある。いわゆる大学や研究所に所属する専門家ではないが、学者と言われる人と議論できる市民は実際に存在する。
- ・ 普通の市民が可能かどうかは分からない。専門家から話を聞き、意見を述べる機会がない人はなかなか大変なのではないか。

- ・例えば、対話をする場があったとして、地震発生の不確実性を明らかにして議論し、そこで住民の判断を多くの人に見せる取り組みは非常に重要。
- ・市民参加を社会の中で実施することは困難ではないか。
- ・市民によるワークショップは、どういう市民が参加するかによる。結局強い意見をもつ人が参加するのであり、サイレントマジョリティは参加しにくい。

#### 3.3.4 専門家リストの作成と検討

予備調査で推薦された専門家、本研究でインタビュー調査を実施した専門家および専門家から推薦された専門家のリストを作成した。さらに、上述したステークホルダー調査において、特に反原子力団体から、これまで国の委員会等に関わってきた専門家への批判が強かったため、中央防災会議、原子力安全委員会、経済産業省の地震関連の委員会の委員リストを作成し、関与の程度を把握した。これらは、今後実際に共同事実確認の具体的な設計を検討する運営委員会やステークホルダーに提示し、参加要請専門家の選定に用いる。

#### 3.3.5 まとめ

重要なステークホルダーとして、反原子力団体、地方自治体、電力会社へのヒアリング調査を行った。

専門家の議論の前に“専門家の定義”の問題が提示されている。これはメンバー選定のところでも指摘されており、「専門家とは誰か」とともに、社会的影響の大きい意思決定問題に対して「専門家はどう関わるべきか」という社会的役割や倫理の問題が指摘されている。議論の場の公開については、反原子力団体が必須と考えているのに対して、自治体や電力会社は公開の弊害も指摘している。市民の関与については否定的な意見が多く、反原子力団体からも一般市民が関わるのではなく専門家と議論ができる市民が参加すべきとの意見が出された。しかし、反原子力団体から共同事実確認の考え方は重要との見解を得、今後の協力関係の糸口をつくることができた。

共同事実確認に参加いただく専門家の選定のための基礎情報として、予備調査、専門家インタビュー調査で推薦された専門家を整理した。また、反原子力団体からこれまで国の委員会等に関わってきた専門家への批判が強いため、中央防災会議や原子力安全委員会、経済産業省の地震関連の委員会の委員リストも作成した。

### 3.4 日本における共同事実確認の基本設計案の作成及び海外専門家からの助言聴取

#### 3.4.1 目的

担当研究者に加え、耐震設計、リスク評価、科学ジャーナリズム等の研究者を含む検討委員会を設け、調査対象範囲やシンポジウムに関する検討を行い、3.1～3.3の研究活動や調査に反映する。また、3.1～3.3の結果を踏まえ、共同事実確認の参加者、議論の対象とする論点、進め方について計画案を作成する。国内の合意形成手法の専門家やメディア関係者、海外の専門家等から計画案に対する助言を得て、地震リスクに関する共同事実確認の実施提案書を作成する。

#### 3.4.2 検討委員会の設置と議論

検討委員会は、以下のように計3回開催し、3.1～3.3の研究活動や調査を進めた。

第1回（2011年9月8日）

研究の全体計画について議論を行い、専門家インタビュー調査の調査項目を決定した。また、協力研究者間で共同事実確認に関する共通理解を深めた。

第2回（2011年12月9日）

調査進捗状況報告を報告するとともに、シンポジウムでの発表内容を確認した。また、シンポジウムでの論点についても協議した。

第3回（2012年3月26日）

最終的な調査結果のとりまとめ案を報告し、専門家インタビュー調査やステークホルダー調査から得られた議論の場に対する意見に基づいて、本研究が提案する共同事実確認の設計案について議論をした。しかし、シンポジウムで提案した2案のどちらかに絞ることは非常に困難との結論となり、2案を併記することとなった。

#### 3.4.3 基本設計案の考え方

原子力発電所の耐震リスクに関する共同事実確認プロセスについて、基本設計案を策定した。具体的には、文献調査や米国における先行事例の検討に基づき、2案を検討した。第一に「事実確認とりまとめ型」の共同事実確認（図2）が考えられ、ステークホルダーの合意に基づく専門家パネルを設置して、時間をかけ、共同事実確認を丁寧に実施するプロセスが考えられる。第二に、「背景情報確認型」の共同事実確認（図3）も考えられ、ステークホルダーが二極化して激しく対立しており、さらにその論争の中で、科学的情報が混沌としている状況において、科学的情報の背後にある仮定等を公に明らかにし、整理するプロセスも考えられる。

第一の「事実確認とりまとめ型」プロセスについては、最初に、ステークホルダーが誰かを特定し、招集する作業が必要となる。次いで、そのステークホルダー自身に、耐震リスクについて検討するうえで、どのような科学的情報が必要であるのかを整理してもらう。この段階において、科学的情報の種類についても、「専門家」が一方的に提示するのではなく、ステークホルダー自らが考え、そして責任持って定義することが必要となる。3番目の作業として、ステークホルダーが納得できる専門家パネルを特定する。

次に、ステークホルダーと専門家との協議で、具体的な調査の方法論、データ収集などについて検討する。その後、専門家が検討を進め、ステークホルダーはその結果を吟味して、仮定や感度分析などを確認する。このプロセスを経て、事務局が中心となり、ステークホルダーとして確認した科学的情報についてとりまとめ案を提示し、ステークホルダーによる加筆修正を経て、報告書を作成する。このようなプロセスを経ることで、不確実性まで含めた科学的情報が整理される。その後、さらにステークホルダーが議論を続け、科学的情報に基づく政策形成へとつながることが期待されるが、共同事実確認の取り組みとして、そこまで行う必要は必ずしもない。

1. ステークホルダーの特定・招集
2. 問題定義・整理（何について議論するか？）
3. ステークホルダーの納得できる専門家の特定  
（誰から科学的情報を得るか？）
4. ステークホルダーと専門家が話し合いで、調査の枠組みを設計  
（どのように科学的情報を生成するか？）
5. 専門家は調査結果を提示、ステークホルダーは結果を吟味
6. メディエーターによるとりまとめ案（シングルテキスト）作成、ステークホルダーによる承認
7. 不確実性を含む整理された科学的情報の提示
8. [科学的情報にもとづく政策形成]

図2 事実確認とりまとめ型プロセス

1. ステークホルダーの特定
2. メディエーターによる論点の整理と対立点の抽出
3. 公開フォーラムに、特定の論点で対立する各陣営が支持する専門家をそれぞれ招聘
4. 専門家は、見解の背景にある分析の仮定と過程を含めて、公開フォーラムで説明
5. 専門家・参加者による尋問  
（ファシリテーターによる司会〔ことばの再構成〕）
6. ファシリテーターによる論点整理
7. 異なる分析結果の原因特定
8. 各陣営の仮定の共有
9. 仮定を揃えた場合に分析結果のズレが縮まるか確認

図3 背景情報確認型プロセス

第二の「背景情報確認型」のプロセスについては、より対立的な状況を想定し、ステークホルダーによる対話を通じた問題解決や政策決定が困難である場合、混沌としている科学的情報を整理、確認するために行う方法論として設計した。まず事務局は、原子力発電所の耐震リスクについて、ステークホルダーを把握して、それぞれの論点、科学的情報の分類や特徴などを整理分類したうえで、科学的情報のなかでも特に対立が見られるポイントを把握する。このように問題設定（アジェンダ・セッティング）を行ったうえで、公開フォーラムの準備をする。具体的には、ある特定の科学的情報について、それぞれ対立する陣営の背後にいる専門家を、公開フォーラムに招聘する。公開フォーラムでは、まず、それぞれの分析の仮定と過程、両方について説明してもらう。次に反対の側、あるいは一般参加者から質問を受け、仮定についてより詳しく明らかにしていく。ここで、科学的情報とは直接関係のない個人に対する非難や態度といった問題へと議論が推移しないよう、ファシリテーターによる司会進行が必要である。相互に対立してきたステークホルダーが関わる場では、発言を再構成して、極力、科学的情報に関する議論へと焦点を絞る必要がある。このような対話を通じて、専門家が異なる結論を出すに至る過程を理解し、特にそれぞれが想定している前提条件にズレがみられる場合には、もし前提条件を一緒にした場合には、その結果が同じになるかを確認することで、前提条件について科学的情報の再確認をする。また、不確実性の高い事項については、ステークホルダーによる判断へと、つなげることができるだろう。

このように大きく異なるプロセスが、原子力発電所の耐震リスクに関する共同事実確認として考えられる。それぞれの特徴については、表3のようにまとめられる。

表3 共同事実確認に関する基本設計案の比較

	事実確認とりまとめ型	背景情報確認型
参加者	ステークホルダー（代表者）	一般市民等で関心が高い人々（不特定多数）
専門家	各専門領域における専門家数名	特定のステークホルダーの背後にいる2名（2グループ）
スタッフ	ファシリテーター、プロセスの管理運営事務局	ファシリテーター、開催事務局
主催者	大学、NGO、政府機関など	大学、NGO、マスコミなど
焦点	科学的情報の内容と限界について、複数のシナリオ検討や感度分析を通じて、ステークホルダーが十分に理解を図ること	科学的論争の背後にある隠された相違点を明らかにし、政治的意思決定における科学的情報の利用について公衆の理解を高める
予算規模	大きい	比較的小さい
資金源	複数の資金源（海外の助成財団なども考える）	複数または単一の資金源で、論争のなかでどちらかへ与していないと認識されやすい組織
期間	1～2年	1フォーラムあたり1日（テーマごとに複数のフォーラムが望ましい）
アウトリーチ	マスメディアなどと連携し、1時間のドキュメンタリーなどとしてとりまとめ	マスメディア（インターネット中継など含む）と連携
学術領域	地震リスクと耐震設計については別個の委員会を設置	各フォーラムでは単一の学術領域にのみ注目する

### 3.4.4 基本設計案に対する意見

#### (1) 海外専門家からの助言

基本設計案については、英語にてより詳細な具体化を行った後、国際シンポジウムに招聘したアリソン・マクファーレン教授、ジョナサン・ラブ博士に内容をご確認いただき、以下の通りコメントを得た。

(マクファーレン教授)

- ・なぜ共同事実確認が必要か、他の方法ではうまくいかなかったのかを、冒頭に説明する必要がある。
- ・事実確認とりまとめ型について、ステークホルダーとして研究者を加える必要もあるだろう。彼らもすでに論争の中に巻き込まれている。
- ・事実確認とりまとめ型について、国際シンポジウムで話したように、ステークホルダーが同意できる専門家パネルを特定することが非常に困難であることが想定される。キーストーンセンターの原子力共同事実確認でも、ここが最大の難所だった。
- ・背景情報確認型については、津波リスクについて議論できる古地震学者、発電所の安全性について議論する原子力工学者も対象にするとよいだろう。

(ラブ博士)

- ・原子力発電所の耐震安全というテーマ設定は漠然としており、議題、焦点、共同事実確認の成果目標などについて、より詳しく記述する必要がある。たとえば、特定の震度に耐えうる耐震基準の設定をするのか、立地可能な地域を特定するのかといった点である。これらの重要な点を明示せずに、個別のプロセス設計に進んでいる印象がある。共同事実確認の結果として、何を生成しようとしているのかを明らかにされたい。
- ・このプロセスとその成果に関心があるはずの政府がイニシアチブをとれば、最も有用なプロセスとなるだろう。その後、政府の信任の下で、大学、行政機関、NGOなどが、実際の招集や運営を行うことができるだろう（ただし、賛成反対両者から信任されるNGOがあるかどうかは疑問がある）。
- ・対象とするステークホルダーは、全国・地方・特定の地区といったレベルに応じて異なるはずである
- ・想定しているステークホルダーが少ない印象を受ける。産業界、政府、学者なども入ると考えられる
- ・事実確認とりまとめ型の場合、専門家パネルの特徴についてより詳しく検討する必要がある。複数の学術領域で成立されるのか、専門家の定義をどうするか、意見の幅など。
- ・事実確認とりまとめ型で、この問題については、学術領域ごとに委員会を設置すること自体は問題ないが、一般的にはステークホルダーが異なる学術領域についても相互学習を図るために一緒にしてしまうこともある。
- ・共同事実確認によって、発電所ごとに異なる基準を提案するような形にするのではなく、むしろ基準の包括的な原則と、個別の状況（場所、規模、技術）に応じてそれをいかに調整すべきかといった内容とすべきだろう。
- ・背景情報確認型の場合、誰を参加者とするかについて、どのように決めるのか。来た

い人は誰でも参加できる形とするのか。もし、日本国民全体のランダムサンプルから参加者を集められれば有用だろう。いずれにせよ、会場の参加者を意味ある形で巻き込む必要がある。もしそうでなければ、専門家と司会とテレビカメラだけで十分ではないか。

- 一般参加者が質問を投げかける時間を設ける必要がある。よりインタラクティブでイノベティブなものにしたければ、一般参加者を 8~10 名程度のグループで着席してもらい、そこにファシリテーターを配して、専門家が最初に発表した後で、各テーブル単位で、質問したい事項をまとめてもらうこともできる。そして司会は会場をまわり、各テーブルから質問を投げかけてもらう。さらに、終わった後で、耐震基準などについて各テーブルで議論してもらい、最後に、（討議型世論調査のように）キーパッドを使った世論調査（polling）をすることもできる。バーモント州のエネルギーの将来のプロジェクトではまさにこのようなことをした。
- どちらかの側について専門家を巻き込むのであれば、それぞれが対称的でなければならぬ。それぞれが、説得力のある説明をすることになるだろう。しかし論点によっては、専門家 2 名だけではなく、広範な視点をカバーするためにより多くの専門家を招くことも考えられるだろう。2 名とすることで、より対立的な議論へと誘導してしまっている。

## (2) 国際シンポジウム参加者からの意見

国際シンポジウムのレポートの送付と同時に、インターネットのウェブサイト経由で回答できるアンケートを行い、プロセスについては 3 件のフィードバックを得た。

共同事実確認についての必要性については基本的に賛成の意見が多かった。また、進め方については、1 名が「事実確認とりまとめ型プロセス」を推す一方、もう 1 名が「透明性のある背景情報確認型プロセスを踏んだうえで、何が問題なのか、どう進んだらいいかを多くの人に考えて頂くことが重要」と回答しており、どちらのプロセスも一長一短があると考える必要が認識された。また、「どちらも取り纏める人のスキルに依る。人材育成が必要。」という回答もあり、プロセスの実現にあたっては、結局、ファシリテーターや事務局の技能や知識に大きく依存する可能性も認識された。

### 3.4.5 本研究での提案設計

第 3 回検討委員会において、シンポジウムで提案した 2 つの設計案に対する海外招へい者からのコメント、3.2 および 3.3 の専門家インタビュー調査やステークホルダー調査の結果から得られた専門家の選定・論点の設定や議論の進め方の留意点・会合の公開の程度や市民関与の方法に関する意見を踏まえ、表に示す 2 案を論点に応じて組み合わせる設計構想を提案する。

専門家やステークホルダーの意見には市民の関与に対する懸念が示されている。特に「断層の認定」に関わる地質学や地形学の専門家は、専門家による共同調査で“事実”を確認できると考える傾向が強い。しかしながら、地震・津波リスクは市民生活に関連するものであり、原子力施設のリスク評価のみならず防災という観点でも社会に広く伝える必

要がある。このため、本研究では、専門家間の議論を中心とする「事実確認取りまとめ型」においても議論の内容を開示したり、質疑応答の機会を設けたりすることを通じて市民が関与できる機会を設けることを提案する。より“事実”の認定が困難な地震動や津波の評価、地震・津波対策の十分さやリスクの判定には、市民関与の程度が大きい「背景情報確認型」をベースに設計することが重要である。このように、論点によっても2つの設計案のどちらを選ぶか、どのように組み合わせるかを慎重に検討する必要がある。

以上の提案に基づいて共同事実確認を実践するにあたっては、専門家やステークホルダーで構成される委員会を設け、基本設計案に基づき、3.3 で作成した専門家リストを用いながら、具体的な論点と参加いただく専門家の選定、議論の進め方など、詳細な設計を行うことが必要である。また、海外招へい者2名から寄せられた“必要性あるいは目的の明確化”は、専門家および市民の協力を得るための必須事項であり、具体的な実践計画では、社会実験といえども、結果が何にどのように反映されるのかを、原子力規制機関等とも議論し明確にする必要がある。

#### 4. 結言

本研究では、専門知の再整理に有効な共同事実確認手法（Joint Fact-Finding）を用い、立地自治体や電力会社等のステークホルダーが信頼できる専門家を特定し、原子力政策に関して不偏的な立場からの進行のもと、地震リスクについての評価と、モデル、外生値、閾値の判断などについて、公開の場で明らかにする社会実験を実現する基本設計案を提案するため、耐震指針検討分科会での議論の実態、専門家やステークホルダーの専門家間の議論に対する意見を調査した。また、海外の有識者を招いた公開の国際シンポジウムを行い、共同事実確認の実践上の留意点を把握するとともに、2つの設計案について海外有識者やシンポジウム参加者から意見を聴取した。研究協力者を交えた検討委員会で議論した結果、設計した2案はそれぞれ有効な方法であり、論点に応じて実施する、あるいは組み合わせることを提案する。また、実現に向けて、改めて専門家やステークホルダーを加えた委員会を設け、具体的な設計を行う必要がある。

なお、本研究の調査の過程で、共同事実確認の重要性を理解し、自分の学問領域の長所・短所を公平に評価している専門家を見出した。共同事実確認の実施にあたっては、自分の学問領域の主張だけでなく、課題も認識し、他領域とのコミュニケーションの重要性を理解できる専門家が必要であり、詳細設計への協力を求める必要がある。

最後に、本研究の調査過程において、地震・津波リスク問題に限らず、複数の科学技術や学問領域が関係する社会問題に関して専門家間の議論が十分に行われにくい背景に、科学研究に共通する問題があることが浮かび上がったことを述べておきたい。第一に、現代の科学研究がもつ演繹的作用の強さである。科学研究では、データや事例から一般化やモデル・理論が構築されると、それに基づいて事例やデータを説明することでモデル・理論を検証する。一旦構築されたモデルや理論は検証され続けることで確立されていく。ここで特殊なデータが提示されても、モデルや理論の見直しよりも、特殊性を説明しようとしたり、特殊なものとして除外したり、同様のデータが再提示されるまで放置されたりすることが行われやすい。このため、なかなか見直しは進まない。見直しが行われるためには、異なる視点からの議論が必要であるが、ここに第二の問題が横たわっている。第二の問題点とは、オリジナリティを重視する科学研究の評価システムが、専門分野の細分化・分業化を促進し、自分の専門領域の知見しか持たない専門家を育成してしまい、他分野との交流やコミュニケーションを阻害してしまうことである。さらに、専門分野が細分化する中で、科学技術政策や社会からの要請によって、研究対象の重点化が図られる。しかし、知見の総合化や総合的な視点をもつ人材による議論が不足していると、重要な研究対象の見落としが発生する。専門家インタビュー調査の結果を総括すると、東北地方太平洋沖地震を想定できなかった背景には、非常に限られたデータしかなかった地震学・津波研究において、“一旦構築された理論やモデルの見直しが行われにくい”科学研究の作用や科学研究の評価システムによる知見の総合化や連携の阻害、重点化のリスクがあったと考えられる。本研究が検討している共同事実確認手法のような「専門家の熟議」は、専門領域を超えた議論を展開することで科学研究の発展に伴って生じる新たなリスク問題を改善できる可能性をもっているといえよう。

## 参考文献

- 1) 東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会 中間報告 (2011年12月)
- 2) 吉川肇子 (1999) 「リスク・コミュニケーション ～相互理解とよりよい意思決定をめざして～」、福村出版。
- 3) Susskind, L., McKernan, S., & Thomas-Larmer, J. (eds.) (1999) *The Consensus Building Handbook: A Comprehensive Guide to Reaching Agreement*, SAGE Publications.
- 4) Andrews, C. J. (2002). *Humble analysis: The practice of joint fact-finding*. Westport, Conn: Praeger.
- 5) Herman A. Karl, Lawrence E. Susskind, Katherine H. Wallace (2007) "A Dialogue, Not a Diatribe: Effective Integration of Science and Policy through Joint Fact Finding," *Environment*, Vol. 49, Iss. 1.
- 6) 東京大学政策ビジョン研究センター (2012) 国際シンポジウム 共同事実確認方式による原子力発電所の地震リスク分析の可能性 実施報告書。

## 添付資料 1 収集した文献・資料リスト

本研究の分担研究者は地震・津波の専門家ではなく、科学技術と社会との問題や住民関与に関する研究者であるため、専門家インタビュー調査における発言内容を正確に把握するため、以下の文献を収集し、基本的な知識を把握するとともに、各専門家の発言内容の確認を行った。

### 【文献リスト】（本研究推進のため購入した文献）

（50音順）

Andrews, J. Clinton, *Humble Analysis: The Practice of Joint Fact-Finding*, Praeger Pub. 2002.

池田俊雄（監修）、岡田勝也・池田研一・長谷川達也（共編）、活断層調査から耐震設計まで、鹿島出版会、2000年。

石橋克彦、原発震災 警鐘の軌跡、七つ森書館、2012年。

石橋克彦、大地動乱の時代 ー地震学者は警告するー、岩波新書、1994年（第17刷：2011年）。

上坂充・笠原直人・鈴木一彦・鬼沢邦雄、原子炉構造工学、オーム社、2009年。

NHK サイエンスゼロ取材班・古村孝志・伊藤喜宏・辻健（編著）、東日本大震災を解き明かす、NHK出版、2011年。

大木聖子・瀬瀬一起、超巨大地震に迫る 日本列島で何が起きているのか、NHK出版新書、2011年。

太田陽子、変動地形を探る I 日本列島の海成段丘と活断層の調査から、古今書院、1999年。

太田陽子・小池一之・鎮西清高・野上道男・町田洋・松田時彦、日本列島の地形学、東京大学出版会、2010年。

大竹政和・平朝彦・太田陽子（編）、日本海東縁の活断層と地震テクトニクス、東京大学出版会、2002年。

岡芳明、原子炉設計、オーム社、2010年。

金川久一、地球のテクトニクスII 構造地質学、（大谷栄治・長谷川昭・花輪公雄（編）、現代地球科学入門シリーズ 10）、共立出版、2011年。

原子力資料情報室、検証東電原発トラブル隠し、岩波ブックレット 582、2002年。

佐相邦英、ヒューマンファクター概論、オーム社、2009年。

寒川旭、地震の日本史 大地は何を語るのか（増補版）、中公新書 1922、2011年。

首藤伸夫・今村文彦・越村俊一・佐竹健治・松富英夫（編）、津波の事典（縮刷版）、朝倉書店、2011年。

佃為成、東北地方太平洋沖地震は“予知”できなかったのか？ 地震予知戦略や地震発生確率の考え方から明らかになる超巨大地震の可能性、サイエンスアイ新書、2011年。

都司嘉宣、千年震災 繰り返す地震と津波の歴史に学ぶ、ダイヤモンド社、2011年。

出町和之、原子力保全学、オーム社、2010年。

東京大学地震研究所（編）、菊池正幸（編）、地球科学の新展開 2 地殻ダイナミクスと地震発生、朝倉書店、2011年。

中田高・今泉俊文（編）、活断層詳細デジタルマップ、東京大学出版会。

新潟日報社特別取材班、原発と地震 柏崎刈羽「震度7」の警告、講談社、2009年。  
日本学術振興会、文部省 学術用語集 地震学編、日本学術振興会、2000年。  
平田直・佐竹健治・目黒公郎・畑村洋太郎、巨大地震巨大津波 東日本大震災の検証、朝倉書店、  
2011年。  
星谷勝・山本欣弥、演習で学ぶ地震リスクマネジメント、鹿島出版会、2009年。  
箕輪幸治・池田安隆、地球のテクトニクス I 堆積学・変動地形学、(大谷栄治・長谷川昭・花  
輪英雄(編)、現代地球科学入門シリーズ 9)、共立出版、2011年。  
山中浩明(編著)・武村雅之・岩田知孝・香川敬生・佐藤俊明、地震の揺れを科学する みえて  
きた強震動の姿、東京大学出版会、2006年(第4刷:2011年)。  
渡辺満久・鈴木康弘、活断層地形判読 空中写真による活断層の認定、古今書院、1999年。

【関連資料リスト】専門家の選定、ヒアリング内容の確認のために収集したもの。

Adler, S. Peter., Bryan, Todd., Mulica, Matthew, & Shapiro, Julie, Humble Inquiry: The Practice of Joint Fact Finding as a Strategy For Bringing Science, Policy and the Public Together, 2011.

朝日新聞取材班、活かされなかった教訓 巨大地震が原発を襲った、朝日文庫、2011年。

安藤雅孝、1605年慶長地震のメカニズム、『歴史地震』第20号、2005年。

石井紫郎、インタビュー「社会技術への期待」、『社会技術研究論文集』Vol.2, i-vii, Oct., 2004年。

石橋克彦、原発震災一破滅を避けるために、『科学』(岩波書店)、1997年10月号。

石橋克彦、迫りくる大地震活動期は未曾有の国難—技術的防災から国土政策・社会経済システムの根本的変革へ—、第162回国会衆議院予算委員会公聴会 第1号(2005年2月23日), [http://www.shugiin.go.jp/itdb\\_kaifiroku.nsf/html/kaigiroku/003016220050223001.htm](http://www.shugiin.go.jp/itdb_kaifiroku.nsf/html/kaigiroku/003016220050223001.htm), 2005年。

石橋克彦、私の視点、朝日新聞2006年9月16日朝刊オピニオン面

石橋克彦、原子力安全委員会・耐震指針検討分科会について、  
<http://historical.seismology.jp/ishibashi/opinion/bunkakai060919.html>

石橋克彦、科学を踏みにじった政府の柏崎刈羽原発「耐震偽装」、『科学』(岩波書店)、2009年4月号。

石橋克彦、柏崎刈羽原発運転再開に向けての耐震偽装 原子力安全委の言論抑圧「事件」、『原子力資料情報室通信』No.422, 2009年8月1日号

石橋克彦、「原発震災」回避が新政権の世界に対する責任、『科学』(岩波書店)、2009年11月号

石橋克彦、参議院行政監視委員会(平成23(2011)年5月23日)参考人の意見(要点)

入倉孝次郎、原子力発電所の耐震設計のための基準地震動、『日本地震工学会誌』第5号、2007年。

入倉孝次郎、2007年新潟県中越沖地震の強震動と震源断層モデル、第173回文部科学省地震調査委員会提出資料、2007年。

入倉孝次郎、耐震設計審査指針とバックチェック、『日本原子力学会誌』Vol.53, No.3, 2011

年。

蝦沢勝三，連載講座 軽水炉の確率論的安全評価 (PSA) 入門 第 6 回 地震 PSA，『日本原子力学会誌』 Vol. 48, No. 9, 2006 年。

大木聖子・瀨瀬一起，地震の科学の未来—限界を踏まえた情報発信とは，『世界』（岩波書店）別冊第 826 号「東日本大震災・原発災害特集 破局の後を生きる」，2012 年。

岡田義光，東北地方太平洋沖地震（速報），『地震ジャーナル』 51 号，2011 年。

折原浩，ヴェーバーの科学論と原発事故，  
<http://hwm5.gyao.ne.jp/hkorihara/webernokagakuron.htm>（最終閲覧 2012 年 3 月 21 日）

梶本光廣，連載講座 軽水炉の確率論的安全評価 (PSA) 入門 第 5 回 内の事象レベル 2PSA，『日本原子力学会誌』 Vol. 48, No. 8, 2006 年。

金森博雄，想定外の事態に備える、Nature ダイジェスト 7 月号、2011 年。

隈元崇・藤田雅俊・下橋優・栗山雅之，長大活断層帯から発生する地震の規模予測の不確実性に対するロジックツリー評価手法の応用事例—糸魚川—静岡構造線活断層系を対象として，『活断層研究』 No. 27, 2007 年。

原子力安全委員会，原子炉立地審査指針及びその適用に関する判断のめやすについて，昭和 39 年 5 月 27 日原子力委員会決定，一部改訂 平成元年 3 月 27 日 原子力安全委員会

原子力安全委員会，発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針，平成 18 年 9 月 19 日原子力安全委員会決定

原子力安全委員会，耐震設計審査指針の改訂～最新の知見を反映し，原子力施設の耐震安全性の一層の向上へ～，[http://www.nsc.go.jp/taishinkojo/pdf/all\\_pamph.pdf/](http://www.nsc.go.jp/taishinkojo/pdf/all_pamph.pdf/)，（最終閲覧 2012 年 3 月 26 日）

原子力安全基準・指針専門部会 地震・津波関連指針等検討小委員会，発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針及び関連の指針類に反映させるべき事項について（とりまとめ），平成 24 年 3 月 14 日

原子力安全・保安院・原子力安全基盤機構，新しい耐震設計審査指針，2007 年，  
<http://www.jnes.go.jp/kouhou/pamphlet/hyoka/>，（最終閲覧 2012 年 3 月 26 日）

原子力安全・保安院・原子力安全基盤機構，原子力発電所の耐震安全性，2007 年，  
<http://www.jnes.go.jp/kouhou/pamphlet/hyoka/>，（最終閲覧 2012 年 3 月 26 日）

原子力資料情報室，原発は地震に耐えられるか，2008 年。

原発老朽化問題研究会（編）、まるで原発などないかのように 地震列島、原発の真実、現代書館、2008 年（第 5 刷：2011 年）。

瀨瀬一起，地震の科学の行方は？～東日本大震災から 1 か月，地震学者は何を思うか～，特集：研究者インタビュー第 8 回（2011 年 4 月），Elsevier，2011 年。

鷺谷威，すべてのデータを考え合わせる，Nature ダイジェスト 2011 年 7 月号。

参議院行政監視委員会（平成 23（2011）年 5 月 23 日）参考人の意見（要点） 参考人：石橋克彦（神戸大学名誉教授）

産業技術総合研究所，活断層データベース 用語解説，  
<http://riodb02.ibase.aist.go.jp/activefault/yougo.html>，（最終閲覧 2012 年 1 月 13

日)

34 学会 (44 万会員) 会長声明「日本は科学の歩みを止めない～学会は学生・若手と共に希望ある日本の未来を築く～」, <http://www.ipsj.or.jp/03somu/teigen/seimei20110427.html> (最終閲覧 2012 年 3 月 21 日)

地震調査研究推進本部地震調査委員会, 三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価について, 2002 年, [http://www.jishin.go.jp/main/chousa/02jul\\_sanriku/index.htm](http://www.jishin.go.jp/main/chousa/02jul_sanriku/index.htm), (最終閲覧 2012 年 3 月 26 日)

杉山雄一, 耐震安全性確認のための地質調査, 『日本原子力学会誌』 Vol. 53, No. 3, 2011 年。

高田毅士, 産学官連携による耐震安全向上のためのインフラの構築と活用について, 原子力安全・保安院原子力安全規制情報会議資料, 2010 年 10 月 7 日。

田南達也・宮田浩一, 連載講座 軽水炉の確率論的安全評価 (PSA) 入門 第 2 回 リスク情報の活用事例について, 『日本原子力学会誌』 Vol. 48, No. 4, 2006 年。

中央防災会議, 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会報告, 2006 年, <http://www.bousai.go.jp/jishin/nihonkaikou/houkoku/houkokusiryoku2.pdf>, (最終閲覧 2012 年 3 月 26 日)

中央防災会議, 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告, 2011 年, <http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/higashinohon/houkoku.pdf>, (最終閲覧 2012 年 3 月 26 日)

中部電力株式会社, 浜岡原子力発電所の地震・津波対策について, 2011 年

中部電力株式会社, 浜岡原子力発電所の近況について, 平成 24 年 3 月 14 日

都司嘉宣・佐竹健治・石辺岳男・杉本めぐみ・大木聖子・西山昭仁・室谷智子・泊次郎・上野俊洋, 平成 23 年 3 月 11 日東北地方太平洋沖地震の津波について, 『地震ジャーナル』 51 号, 2010 年。

電気事業連合会, でんきの情報広場 耐震設計指針, <http://www.fepec.or.jp/present/safety/jishin/taishin/index.html>, (最終閲覧 2011 年 10 月 20 日)

土木学会原子力土木委員会津波評価部会, 原子力発電所の津波評価技術 (平成 14 年 2 月), <http://committees.jsce.or.jp/deofnp/node/5>, (最終閲覧 2012 年 3 月 26 日)

西川孝夫, 原子力発電施設の耐震設計, 『日本原子力学会誌』 Vol. 53, No. 3, 2011 年。

日本記者クラブ, 福島第一原子力発電所事故の教訓 安全確保の視点から 松浦祥次郎 公益財団法人原子力安全研究会会長・元原子力安全委員会委員長, 2011 年 5 月 10 日, 日本記者クラブシリーズ「3.11 大震災」

日本原子力学会原子力発電所地震安全特別専門委員会, 原子力発電所の設計と評価における地震安全の論理, 日本原子力学会, 2007 年。

野本敏治, 機械・電気設備への影響評価, 『日本原子力学会誌』 Vol. 53, No. 3, 2011 年。

反原発運動全国連絡会 (編)、末田一秀・武本和幸、福島・柏崎刈羽の原発震災 生かされなかった警告、七つ森書館、2011 年。

平野光将, 連載講座 軽水炉の確率論的安全評価 (PSA) 入門 第 1 回 PSA 技術活用の経緯と基本的考え方, 『日本原子力学会誌』 Vol. 48, No. 3, 2006 年。

福田護・桐本順広，連載講座 軽水炉の確率論的安全評価（PSA）入門 第4回 起因事象発生頻度，機器故障率，ヒューマンエラー等のデータベース，『日本原子力学会誌』Vol. 48, No. 7, 2006年。

藤原帰一，原発と核兵器 危険直視し具体策へ道を，朝日新聞夕刊 2011年5月17日。

本間俊充，連載講座 軽水炉の確率論的安全評価（PSA）第7回 公衆のリスクを評価するレベル3PSA，『日本原子力学会誌』Vol. 48, No. 10, 2006年。

毎日新聞，急接近 原発の安全性担う国の委員を辞めた訳は？ 震災で科学の限界痛感，2011年8月13日。

松浦正浩，Joint Fact-Finding 共同事実確認の日本導入に関する国際WS開催報告および関連資料集，2011年。

松村正三，ふたつの大震災から見た我が国の地震研究の動向と課題，『科学技術動向』No. 126, 2011年。

箕浦幸治，特集 津波災害は繰り返す，  
<http://web.bureau.tohoku.ac.jp/manabi/manabi16/mm16-45.html>（最終閲覧 2012年2月26日）

村松健，連載講座 軽水炉の確率論的安全評価（PSA）入門 第3回 内の事象レベル1PSA，『日本原子力学会誌』Vol. 48, No. 6, 2006年。

望月公廣，海山に起因する弱いプレート間カップリングと繰り返し発生するM7級地震との関係，東京大学地震研究所，<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/koho/press/kaizan2008/>，2008年。

文部科学省地震調査研究推進本部，新たな地震調査研究の推進について－地震に関する観測，測量，調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策－，2009年。

山口彰，福島第一原子力発電所事故の分析と今後に向けて，『日本原子力学会誌』Vol. 53, No. 9, 2011年。

山口彰，原子炉施設の確率論的リスク評価の動向と今後への期待 3. リスク評価を使いこなす－原子力安全の確保，『日本原子力学会誌』Vol. 54, No. 3, 2012年。

山口幸夫，制御不能から希望へむかって，『原子力資料情報室通信』451号，2012年。

山口幸夫，福島原発，地震・津波・原発の複合災害に翻弄された記録－政府の事故調査・検証委の中間報告－，『原子力資料情報室通信』452号，2012年。

渡辺満久，原発建設における特殊な活断層評価－変動地形学の視点から，『原子力資料情報室通信』403号，2008年。

渡辺満久，変動地形学から：佐渡海盆東縁断層をめぐる議論と活断層評価の問題点，「柏崎刈羽・科学者の会」リーフレット No. 5，柏崎刈羽原発の閉鎖を訴える科学者・技術者の会，2010年，[http://www.sugenami.com/kashiwazaki\\_kariwa/kkleaf0502-6.pdf](http://www.sugenami.com/kashiwazaki_kariwa/kkleaf0502-6.pdf)，（最終閲覧 2012年3月26日）

渡辺満久，原子力施設安全審査システムへの疑問－変動地形学の視点から－，『環境と公害』（岩波書店），Vol. 39, No. 3, 2010年。

渡辺満久・中田高・鈴木康弘，活断層と原子力発電所 誰が安全審査をゆがめているのか，『世界』（岩波書店），2012年1月号。

## 添付資料 2 予備調査結果

### 1) 耐震安全性評価のプロセスと論点（? : ヒアリング実施者の疑問点）

#### ①断層の認定

- ・発電所周辺の地形を空中から調査し、活断層を示唆する地形があるかどうかを判断する
  - ⇒浸食や隆起による地形の変化か、断層による変化かを見極めるのは難しい。
  - ⇒活断層の長さをどう見積もるか（隠れている部分をどう考慮するか）についても論争となりやすい。
  - ⇒海底の断層は超音波で調べる

※活断層：断層が地表面に表れているもの

? 地表面に表れていない断層の影響は基本的に考慮できない?

- ・東日本では、海溝型地震（プレート境界地震）を考慮する必要があると言われていた。
  - ⇒プレート境界地震については、文科省地震調査研究推進本部が長期評価を行っており、事業者はこれに準ずる形で震源断層を評価
  - ⇒文科省地震調査研究推進本部では、繰り返し地震を起こす活断層や海溝型地震に注目して、それぞれの活動感覚ともっとも最近の地震を調べ、今後 30 年間に発生する同規模の地震の発生確率を示してきた（ただし、発生期間は中央値で評価）。
  - ⇒日本海溝の地震は、いくつかの部分（単元/セグメント）ごとにずれると考えられていた。（分かっていた過去の地震はすべてこのタイプで、M8 クラス。なお、学術的検証は行われていないが、IAEA への追加報告書の中では地震動としては M8 クラスだったと記述されている。）
  - ⇒日本海溝に沈みこむプレートは古い海洋プレートで、陸側プレートとの固着がゆるいと考えられていたので、新しいプレート境界のチリ沖では M9 クラスが起きても日本海溝では起きないと考えられていた。（スマトラ沖地震はアジアでも M9 クラスが起こることを示した地震だったが、比較的新しいプレートだったため、知見を更新するまでには至らなかった。）
  - ⇒貞観地震の存在は知られており、セグメントをまたぐ地震のようであったが、まだどのような地震だったかが明らかになっていなかった。

? 地震調査研究推進本部の長期評価はどの程度の精度だったのか?

? 新しい仮説はどのように定説となっていくのか、どんな条件が必要か?

? 新しい定説を設計など現実問題に適用する場合、知識の不確実さはどう考慮されるのか?

? 東京電力は貞観地震を調査・検討していたというが、緊急性はどうか判断されていたのか?

? 東北電力は貞観地震を知っていたというが、女川的设计において考慮したのか?

? 耐震設計で考慮するかどうかの判断は、誰がどのような基準で行うのか?

- ・活断層の可能性のある地点の地層を調査し、活断層の有無を確認する
  - ⇒活断層があれば、現地調査を行って、いつまでその断層が動いていたか（活動期間）

を調べる

⇒断層によって切られた地層の上に切り取られていない地層が堆積しているため、どのくらい前に活動したかを判定できる。

⇒従来「5万年前までを調べて」とされていたものが、新耐震指針で「12～13万年前まで」となり判定しやすくなった（活断層の動きの周期は1千年から2～3万年と言われているため、5万年前まで動いていたか否かを判定するのは難しかったが、12～13万年となると基準となる地層や地形が広域にあるため、判定しやすくなった。）

#### ・活断層の長さを推定する

⇒様々な地形成因があるため、人によって活断層を示唆する地形の認定方法（基準、根拠）が異なる。

⇒地形学者、特に変動地形学の研究者は特異な地形だけをみて断層影響と判定する傾向が強く、断層の長さの判定が長くなりやすい。

⇒電力会社は、実際に断層による変位を地層（露頭および地下構造探査）で確認して判断する方針のため、断層の長さの判定が短くなりやすい。

⇒柏崎刈羽では、褶曲地形を活断層によるもの（活褶曲）と考えられ、断層関連褶曲の形成過程に基づく評価が求められるようになった。（反対派が主張していたもの）

⇒段丘面についても、断層運動によって段差が生じたと解釈する場合と、侵食など環境変化に伴う段丘崖と解釈する場合があります、論争となりやすい。

※地質調査では深いところまで調べることができない。

？発電所の近傍の深い地層に断層があるかもしれない？

## ②地震動の評価

・過去の地震（既往地震）を説明する経験的なモデルがつくられてきており、これらの震源モデル（震源破壊過程）を用いて、地震動を推定する。

⇒断層モデルとは、断層の長さ・幅・傾き・上端の深さ、アスペリティ（固着部分）の位置・大きさ・応力降下量（これが大きいと揺れが大きい）、破壊開始点（断層の破壊が進む方向では揺れが大きくなる）などを想定し、地震発生メカニズムを詳細にモデル化したもの。

⇒これまでは、過去の地震（既往地震）を説明する経験的モデルがいくつか提案されてきていた（地震規模と震源からの距離に基づいた経験式）。

⇒強震動予測式（応答スペクトル）と断層モデルを用いた地震動評価手法に基づいて地震動を予測する。

⇒M8クラスの地震については、おおよそどのモデルがよいかということが合意できていたが、東日本太平洋沖地震については現在のところ百花繚乱の状態。

⇒耐震指針改定の際も、最新のシミュレーション手法（経験的・統計的グリーン関数法と差分法などの理論的手法との組み合わせなど）は研究段階なので、設計の実務に用いてよいかどうかという議論があった。

⇒発電所に影響を与える地震動の大きさは、震源と発電所の距離にもっとも影響を受けるため、断層の傾きは論争点になる。

⇒アスペリティ（断層内でしっかり固着している部分、ここがずれると大きな揺れになる）の位置は分からないため、発電所の近くにあるとして保守的に地震動を計算する。

⇒地震波の伝わり方も発電所における地震動を左右する。

- ・若狭湾では固い岩があり、地震観測によれば浅い部分の岩の不均質性（亀裂など）により減衰定数（地震が伝わる間に振幅が小さくなる度合を示す定数）が地球物理学で通常考えられている値よりも大きい（減衰が大きい）ことが議論になった。

- ・中越沖地震時の柏崎刈羽原子力発電所の揺れが大きかったことは、地盤の特性が影響を及ぼしたと言われている。

⇒中越沖地震の知見反映で断層モデルの不確かさを考慮した地震動評価をすることになった。

？震源モデルの優劣は、既往地震をどれだけ説明できるかで判断？

？どこまで説明できればよいのか？ 何を説明することが最も重要なのか？

？地層が様々で、地震の起こり方も様々である場合、既往地震を説明できる多様な震源モデルが存在することになる。地震動の評価にどの震源モデルを使うのかは、どうやって決めるのか？

※地震がどのように発生するかについては、まだ議論が行われ、様々な仮説が提示されている。

（アスペリティという考え方も約10年前から提唱されるようになったもの。）

- ・発電所の近くに活断層が見つからない場合、震源を特定せず全発電所で考慮すべき地震動を考慮する。（痕跡を残さない断層があるために考慮される）

⇒従来は、「発電所から10kmでM6.5の直下型地震」と規定されていた。

⇒松田先生が「M6.5クラスの断層の長さはだいたい10キロ」と論文発表したことによる。

⇒近年起こった地震と活断層との関係の研究から、M6.5以上の活断層地震でも震源が特定できるとはいえないことが分かってきた。（活断層はないと思われていた場所でM6.5以上の地震が発生）

⇒特定の規模の地震を規定するのではなく、個々の発電所で確認できていない活断層による地震の規模（震源と活断層との関連づけが難しい地震をすべての敷地で考慮）を想定することになった。

？起きた地震の規模を想定に加えると、際限なく耐震設計をしなければならない？

？活断層がないと思われていた地震は、原子力発電所と同じ調査をすれば発見できた？

？過小評価にならないようにするとは？

- ・活断層の長さが短い場合

⇒通常の震源モデルにあてはめると地震動は小さくなる。

⇒活断層は長さが短くても、将来地震を起こす可能性をもっている。

⇒断層が隠れていると考えて、より長い断層の一部と考える必要がある。

### ③耐震設計または耐震安全性の評価

・想定される地震動（基準地震動）について、機器や設備の重要度に応じて耐震設計／耐震評価を行う。

⇒材料や動的機器（ポンプや発電機など）は耐震試験が可能で、その結果が使われる。

⇒補強工事などの効果も評価される。

？「最大級」の地震を誰がどうやって決めるのか？（理学では決まらないので、工学側で決めべきという意見もある。）

・想定を超える地震が起こりうることを考慮する。

⇒想定を超える地震により重大な事故が起こるリスクを「残余のリスク」として認定

⇒基準地震動をもたらす地震の発生確率、その地震が想定を超える確率、それによって重大な事故を起こす確率、を算出するのは困難

⇒確率論的安全評価（地震 PSA）の導入は見送られた。（米国では、全プラントで地震リスク評価を実施。ただし許認可要件ではない。）

・地震 PSA は、当初、例えば設計時には考慮しなかった新たな活断層が発見された場合、リスクが大きくなるか否かを示し、安全性を確認するのが目的だった。

・国内でも 20 年以上前から研究が行われていたが、建屋のリスク評価までにとどまっていた。

・工学系専門家の間でも意見が分かれる。

⇒低頻度の事象の不確実性は高いにも関わらず、 $10^{-6}$  オーダーの確率値を扱う。

⇒データ不足も問題。材料や動的機器は試験が可能だが、あらゆるものを試験するわけにはいかず、データが少ない。特に耐震試験ではサンプル数が少ないので統計的な評価も難しい面がある。

⇒確率分布をある仮定の下に設定するなどの評価方法も合意できていない。

⇒地震 PSA の有用性に疑問を抱く人は、（地震調査研究推進本部が作成したマップで）確率が低いとされた所に最近地震が起きていると主張する。

#### [耐震設計の論点]

①リスクによる判断という考え方が適用できるようになるか

・「現実に起きた大地震が想定を超えたことを考慮すべき」という主張が通れば、リスクに基づく合理的判断や設計は困難。

・ただし、事故の発生確率や損失額の不確実さが大きく、どの程度定量的な判断に使えるかという問題もある。

・単純なリスク比較にも課題がある。確率がきわめて低いために“リスク”が低くなる場合にも、損失がきわめて大きいものをどう扱うのかという議論をする必要がある。

②リスクにどう対応するのか

・設計における想定を超える事故にどう対応できるのか（残余のリスクをどう低減できるのか）、影響をどう低減できるのか？が見えていない。

・想定する地震動が大きくなった場合、補強して対応という対策はありうるが、設計や補強

のできることに限界がある。設計を超えたものにはアクシデントマネジメントで対応するという考え方もある。

### ③どこまでのシナリオを考えるべきか

- ・福島を検証が重要であるが、事故の展開シナリオとしてどこまで考えるかが議論になるだろう。

### ④津波リスク評価

- ・原子力安全基盤機構で津波の確率論的リスク評価を行ってきている。原子力学会では、今回の地震を受けて、津波 PRA (PSA 改め) の学会標準を作成中、今年度中に制定する見込み。

## 2) 津波の影響の考慮

### ①津波の想定

- ・基本的に、過去発生した津波（歴史津波）に基づいて想定してきた。
- ・北海道南西沖地震による津波の経験を機に“信頼性の高い”既往最大の地震（断層）に基づく「想定津波」を用いる方法に変更
  - ・北海道南西沖地震（1993 年）で奥尻島を襲った津波は遡上高 32 メートル、約 100 名の方が死亡した。この津波は過去の記録を超えるものであった。
  - ・“信頼性が高い”とは、文献などのデータが多く、痕跡も確認できるもの。
  - ・貞観地震をどう考えるかなど、信頼性のある知見かどうかについて専門家アンケートを実施（津波評価部会でも実施）して、複数の知見に重みづけをする。

⇒プレート境界付近に想定される地震に伴う津波も検討

⇒2000 年代初めから、土木学会原子力土木委員会津波評価部会が「原子力発電所の津波評価技術」をまとめ、2002 年に発表。

- ・現時点で、原子力発電所の津波評価に関する手法を示した文献はこれ以外にない。
- ・津波評価部会の資料は、各発電所の津波評価バックチェックにも使われ、福島第一原子力発電所も想定津波を 5.7 メートルに高くした。
- ・“既往最大の地震”を用いたとしても不確実性はあるため、2000 年代半ばより確率論的リスク評価の研究がすすめられ、2007 年に「確率論的津波ハザード解析の方法」がまとめられた。

### ②津波の解析

- ・波源（隆起点あるいは沈下点）の想定
  - ⇒一番危険な地震を考え、数値解析を行って、津波ハザードのデータをつくる。
- ・様々な地震を考える
  - ⇒地震の特徴を表すパラメーター（断層の長さや傾きが正確には分からないため）を変えて解析する（パラメータスタディ：パラスタ）。
  - ・津波は様々な要因で発生する。火山爆発による崩落、海底地すべりなど。同じ規模の地震が同じ場所で起きても全く異なる津波が観測された場合もある。

- ・東日本大震災をもたらした津波も、M9 クラスの本体の津波の高さに、急激に高まる波高が重なった形であったことが観測結果から分析されている。
  - ・東日本大震災の津波の本体の高さは 10 メートルだったが、急激に高くなった津波は 20 メートルあり、これが被害を大きくした。津波の高さは様々な要因によって影響を受けるため、なぜこのような津波が発生したかについて要因を解明するのは非常に難しい。
  - ・M9 クラスの地震規模だけではこのような津波をシミュレーションできないため、このような津波を想定するには新しいモデルが必要。
- ・事実による検証
- ⇒対象地点に適切な津波の痕跡高があれば、それを説明する断層モデルを作成する。合理的範囲でパラスタを行って想定津波群の中で最も高い水位になるものを設計想定津波とする。
  - ⇒対象地点に適切な津波の痕跡高がない場合、評価地点付近において、想定津波群の計算結果の包絡線が既往津波の痕跡高を上回るように設計想定津波の高さを決める。
- ※日本沿岸 185 地点の痕跡高での考え方の妥当性を検証した結果、平均的にみて、設計想定津波の高さは痕跡高の 2 倍程度、185 地点の設計想定津波はすべて痕跡高を上回っている。
- ※従来、設計用津波は、既往津波と海域活断層に想定される地震による津波のどちらか大きい方を用いており、既往津波と海域活断層による津波は対等に扱われてきた。
- ※津波評価部会が提案する手法では、既往津波を設計想定津波の妥当性の確認、および波源の断層モデル、海底地形・海岸地形等のモデル化や数値計算方法の妥当性の確認に用いており、既往津波の痕跡高という“事実”をより重視した扱いになっている。
- ・津波堆積物の扱い
- ・従来から取り組まれていたが、2000 年以降、津波堆積物調査が行われるようになってきた。ただし、比較的新しい分野であり、点情報しかなく、津波の解析に使うのは難しい。
  - ・「古くから存在していた」という先生もいるが、1960 年代ごろから取り上げられはじめたものであり、地質学分野では一部の意見だった。
  - ・津波堆積物は、洪水堆積物と良く似ており、地層中に砂が厚く堆積していても、それを津波堆積物と認定する方法がまだ確立されていない。
    - ・房総沖の地層中に深い海底にいるカキ殻を発見して津波堆積物であることを証明した研究があるが、非常に条件に恵まれた 1 地点のデータでしかない。
  - ・東北地方太平洋沖地震の津波も、海岸に砂があった場所では、一定の範囲に砂が堆積したが、水はさらに何十メートルも内陸まで押し寄せている。海岸に砂浜がないところでは、津波堆積物は観察できない。
- ・貞観地震による津波は事前に想定できたか？
- ・貞観津波についてはそういう地震があったことは知られていたが、どのような地震だったかについてはほとんど情報がなかった。2008 年、2010 年に研究発表があり、電力会

社の投稿もあった。ただし、福島周辺は断崖が多いこともあって、津波が遡上することはあまり考えられていなかった（津波は遠浅の海岸の場合ゆっくりと遡上する。海岸に砂浜などの土砂がないと、津波堆積物が形成されない。）

- ・貞観地震については、仙台平野の内陸でピンポイントで津波堆積物と思われるものが発見されていた。内陸に堆積物があるので、地震の規模は大きいと考えられていた。
- ・貞観地震のデータは3点くらいあって、それらから断層を想定した研究があり、東大の佐竹先生がシミュレーションをしていた。しかし、分かるのは日本全体、あるいは東日本全体としてどのような地震と津波の影響を受けたか、というレベル。福島をどのくらいの津波が襲う可能性があるかは検証もシミュレーションもできていなかった。（そもそも福島第一原発の前は断崖になっており、砂浜がないため、事前に調査をしていても津波堆積物はほとんど確認できなかったと思われる、）

### 3) 学術面での特徴

- ・日本は世界有数の津波被災国である上に、1300年以上にわたる古い文献（200個以上の津波記録）もある。これらをベースに津波研究は世界トップクラス。ただし、どのような津波があったかがはっきりわかるのは1500年以降のもの。
- ・日本では、経験（既往地震のデータ）と決定論が主流だった。（プレートテクトニクスなどの理論は海外研究者が提案）
- ・過去においては権威ある学者の意見が採用される傾向があった。ただし、地震のメカニズムはまだ分かっていないことが多く、いろいろな意見を議論する傾向がある。
- ・地震学は過去の地震がベース。過去の地震はすべて分割して起こっており、連動を考えなかった。
- ・そもそもデータが少ないのに、パターン化してきたことも問題。
- ・地震学や地質学では、よく「相場観」という言葉が使われる。過去のデータからおおよそのくらいだろう、という議論がなされる。帰納法でしか研究ができないことが地震学の特徴。
- ・阪神大震災以降、多くの地震計が設置されたため、今回の地震について多くの地震計データがあり、それらから波源の特徴を分析することができる。今回の津波の波形の分析もこれから様々な解析が行われる。
- ・津波と地震のモデルは別個に開発されてきた。
- ・津波のモデルは基本的に、過去の津波を説明するものとして開発、改良されてきた。
- ・津波の研究者は少ない。津波は総合的学際的な分野で、単独の学会がない。
- ・津波堆積物を専門とする研究者はいない。
- ・今思えば、スマトラの地震と津波はひとつの問題提起だった。なぜ日本近海での可能性を考えなかったのか？ 定説（日本近海でM9クラスは起こらない）を変えるプロセスに至らなかった。
- ・そもそもM9クラスは起こりにくいということもあまりいえない。すでにここ100年で5回起きている。おそらく、新しい学説が必要になるだろう。

### 4) 防災・減災について

- ・中央防災会議からも出されたが、今回のような 1000 年に 1 回という津波にハードで対策をとるのは非現実的。現在国交省や土木学会で検討しているのは、数百年に 1 回という巨大津波（レベル1）には耐えられる対策をとり、1000 年に 1 回という超巨大津波（レベル2）については避難も組み合わせて人命を守るという考え方。
- ・地震や津波の想定は非常に難しい。何かを想定してそれに対抗しようという防災ではキリがない。原子力施設周辺に巨大な防潮堤を建てればよいのか？ 自然に抗う方法ではなく、自然の力とうまくつきあったり、うまく使って、生命という最も大切なものを守るという考え方をしてもよいのではないか。
- ・地震は「最大どのくらいの地震がくるか」ということに専門家も関心があり、その長さ（周期もしくは確率）だけが問題視される。しかし、最大の地震動だけでなく、どのような地震か、どのような津波がくるのかの方が重要。
- ・ある程度の誤差範囲で地震や津波の大きさを想定できるようにしたいが、どこまでの誤差が許容可能かが問題。今回の津波であれば、M9 の影響だけしか想定しなければ 10 メートル以上の誤差が生じることになる。基本的に、現在の知見では、地震や津波をある特定のタイプとして想定できない。ただし、海溝の近くや活断層では繰り返し起こることは確か。

##### 5) 「原子力の抱える問題点と潜在的リスク（自然災害を主要因として）」

- ・放射線被ばくリスクとは別に、供給支障リスクがある。
  - ・原子力は大規模電源。ここが被災すると大規模電源の長期間停止というリスクがある。
  - ・一旦停止すると再開までに時間がかかる（輻輳した委員会体制、誰が判断し責任をとるのか)
- ・1 箇所事故が他の同型炉に波及
- ・送変電系統の事故も、たとえば鉄塔倒壊は復旧に時間がかかる。
  - ・外部電源喪失が長期化すると、放射線被ばくリスクが高まる。
- ・専門家間での“安全神話”も課題
- ・耐震問題に関わる専門家は多種多様。全体をみる人はいない。カバー範囲にぬけがあればリスク要因の抽出に漏れが生じる。
  - ・他の分野も自分たちと同等の信頼性が確保されていると信じ込みやすい。
- ・考えたくない事柄を考えるインセンティブをもつには？

添付資料 3 “専門家”への個別インタビュー結果の整理表

東北地方太平洋沖地震による知見の変化		
地質・地形学	①	<ul style="list-style-type: none"> <li>近代地震学は、明治以降の観測データからすべて分かると考えていた。わずか 100 年程度のデータに東日本で起こる地震のバリエーションはすべて含まれており、将来もそのような地震が起こると考えていたことが問題だった。今後は、500 年とか 1000 年の過去にさかのぼって多様性を考える必要がある。</li> <li>津波は貞観地震で、仙台や石巻が被災したことを研究として公表していた。ただし、社会に伝えるまでには至っていなかった。</li> <li>海溝型地震は何回も起きているため、観測が重視されていた。小規模なものが繰り返し起きており、それを説明するモデルもできていた。その成功体験が問題を生んだとも言える。</li> </ul>
	②	<ul style="list-style-type: none"> <li>津波は地学の知識で予測はできるが、対応はできない。今回は防災で考えていた範囲を超えてしまったことが問題。</li> <li>耐震指針の委員会に関わっていても、原子炉の構造は知らない。今回の事故で「冷やす」ことの難しさを実感した。（例えば、電子顕微鏡は常に冷やしておかなければならない。（耐震指針の委員会では）原子炉を冷やすためにどのような機能を維持する必要があるかという議論にはならない）</li> <li>今回のような巨大な津波は過去にもあった。しかし、それが福島に来るかどうかを判定するのは難しい。過去の歴史から関連するかどうかを判定しなければならない。</li> <li>例えば、沖縄を襲った巨大津波の話がある。30～40メートルの高さがあったとされ、津波で運ばれたという大きな津波石もあるが、この津波の原因はまだよく分かっていない。この津波により、石垣島では人口が半減したが、当時は薩摩藩の統治下にあり、復興できるだけの経済力もなかったので、およそ 100 年間復旧できなかったと言われている。</li> <li>20 世紀に入って、M9 クラスの地震は 5 回起きている。地震の大きさは断層の面積の広さに関連する。地震動は、アスペリティの大きさに依存する。これまでは、最大でも M8.3 くらいの地震動だろうと考えられていた。</li> <li>連動を考えていなかったという話があるが、断層の連動は普通のこと。</li> <li>原子力発電所で考慮する活断層では連動を主張する。</li> <li>海溝型でも、東海、東南海、南海は単独で起きることもあるが、江戸時代に連動した地震を起こしている。</li> <li>貞観地震はいくつかの断層が連動した例と目されており、地震調査研究推進本部も見直しに着手したところだった。</li> </ul>
	③	<ul style="list-style-type: none"> <li>今回の地震によって変動地形学の知見に関しては特に変化はない。</li> <li>地震学では、アスペリティなどを考え出して地震を説明しようとしてきたが、どこにアスペリティがあるかは分かっていないし、当たっていない。</li> <li>どこにあるかわからないのだから、アスペリティで地震を予測しようというのが無理</li> </ul>

	<p>な話。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• いくつかに分かれていた断層が連動したと言っているが、我々は1つの大きな断層が動いたとみている。日本海溝の海底の立体図をみれば1つのつながった大きな断層があるのがわかる。その高さは 1000 メートルくらいあるので、繰り返し地震を起していると考えるのが普通。</li> <li>• 過去 M8 クラスを起してきた地震についても、宮城沖の断層が震源であったことを説明できる。これらの断層は今回動いた長大な断層とは別モノである。海底の地形をみれば、どこに断層があるかはすぐわかること。</li> </ul>
④	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 研究者のこれまでの知識の枠をどこまでと考えるかによって、想定外だったか、想定内だったかの見解が分かれる。</li> <li>• 2011 年 5 月に地球惑星連合の大会があり、M9 の存在を考えていたか否かという議論が行われた。「思っていた」という研究者もいたが、大半の研究者は「思っていなかった」と考えていた。</li> <li>• 想定外であると考えerのには 2 つの意味がある。1 つめは、三陸・常磐地域における研究面の想定である。これまで、日本海溝付近は太平洋プレートが沈み込むために、陸側のプレートは隆起しつづけていたが、東北地方太平洋沖地震で沈降に変わったし、陸側プレートが大きくひっぱられた。今回の地震だけでここまで地殻変動が変わるとは予想していなかった。</li> <li>• もう一つの想定外は、これまで圧縮されていたのがひっぱられることになり、応力場が大きく変化し、誘発地震が増えていること。たとえば、いわき市の湯ノ岳断層と井戸沢断層が 4 月 11 日の地震で動いた。これらの断層は動かないと考えられていた。今回の誘発地震では、内陸の活断層で動きそうなものが動くというより、動きにくいものが動いている。動く前は想定していなかったが、動いた結果を踏まえて、どのようなメカニズムで動いたのかの説明ができる。</li> <li>• 自分の専門は、地学の中の理学系の地理学で、地形学である。大地がどのようにできてきたかという変動地形学の観点で断層をみている。活断層の研究は、地震がどのようにいつ起こるか、は言えないが、どこに地震の原因となる断層があるかを示してきた。ただし、日本列島の中には多くの断層があり、研究者は個々の断層に注目している。今回の地震で日本列島全体が変化したため、通常では動かないものが動いている。</li> <li>• 地形学では、個々の断層を詳しく研究しようという傾向が強く、これを展開してきた。しかし、今回の地震では思わぬことが起きており、いろいろな地殻のメカニズムに影響を与えている。地殻はつながっているので、相互作用などを通じて、広く波及すると考えられる。</li> <li>• 普通なら、北海道の地震が九州に影響するとは考えないが、百数十年前の三陸の地震（1896 年 6 月 15 日の明治三陸地震津波）と千屋断層（1896 年 8 月の陸羽地震）とは関係があると言われており、先例はある。このように、因果が分からないような地震が起きることが M9 の地震の影響力と言える。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・今回の地震はリヒタースケールでは M9 にはなりえない。M8.2～8.3 ぐらい。チリの地震と関東地震もマグニチュードの数値上は変わらないが、割れた領域がどのくらい大きいかによって放出エネルギーが大きく異なる。これを表すのがモーメントマグニチュード。今回は数 100 キロにわたって断層が破壊された。</li> <li>・このような大きな断層破壊、つまり M9 クラスの地震はこの 100 年間に 5 回起きています。それらはすべてプレート型の地震で、同じような構造をもっているところで起きているといえる。同じ構造は、北海道や西日本にもある。</li> <li>・今回多くのセグメントが連動したと言われているが、実際には割れる領域がよく分かっていなかった。また持っているデータのエリアも限られていた。研究者の時間スケールと地球の時間スケールが大きく異なることによる。</li> <li>・地震学では地球物理でメカニズムを検討するが、その理論が世界観を作ってしまう。ところが観測できるのは数 10 年から 100 年程度。</li> <li>・地形学の時間スケールは、数 10 万年から 100 万年。100 年で起きる現象はある意味ノイズである。ときには 1000 年単位のものもノイズになりうる。過去には大きな地震があったということは言われていたが、数 100 年くらいのところでは M9 の地震は見えてこなかった。</li> <li>・メディアでは 864 年の貞観地震の再来と言われている。数年前に文部科学省の研究で、貞観津波の痕跡を調べていた。自分は岩手と福島を担当し、産総研が宮城を担当していた。三陸には痕跡が見つからなかったので、南東北から霞ヶ浦あたりの調査をした。</li> <li>・浪江には津波痕跡物があり、4～5m の津波があったのではないかと推定されていた。仙台平野の津波痕跡物も発見されていた。ただし、宮古や釜石では発見されなかった。この結果を「来ていない」と考えるのではなく、「見つからないだけ」と考えるべきだったが、5 年間の研究の結論は「来ていない」というものだった。</li> <li>・そもそも貞観地震はよく分かっていない。1000 年前の地震ということでシンボリックに扱われている。しかし、1000 年単位なのかどうかも分かっていない。3000 年単位かもしれないし、5000 年単位かもしれない。巨大地震についてはこれから解明されること。</li> <li>・解明のヒントになるのは、これまで隆起していたのが 1 回で沈降に転じたこと。これが前のように戻るメカニズムを考える必要がある。どのくらいで回復するかということが推定できれば、次の巨大地震がいつ起きるのがおおよそ分かる。隆起のメカニズムは今まで 1 万年スケールで考えられていたが、これが 1000 年スケールならもっと大きく隆起しなければならない。ただし、地震だけでそれが説明されるのか、もっと異なる地殻変動が関係するのかは分かっていない。時空間の変化を見る必要がある。</li> </ul>
⑤	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東北地方太平洋沖地震が起こる前に何か言えていたかということ、南海トラフは大きな地震をたびたび起こしている、これを加えないのは疑問だと発言。</li> <li>・女川原発など東日本については、データを持っていなかった。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・連動性についても分かっていない。</li> <li>・東北地方太平洋沖地震に対してアスペリティモデルが適用されているが、100 キロの断層なら M8 クラス。M8.5 ならモデルそのものが間違っていたのでは？</li> <li>・どこまでのデータが分かっているのかという謙虚さが必要。持っているものしかない。持っているデータからモデルは構築される。つまり、モデルもデータに制約を受ける。地震の分野はモデルとデータが混在している。また、データからモデルへというプロセスはたどりやすいが、モデルに問題があるとデータに戻る方向へのプロセスはたどりにくい。非常に不安になる。</li> <li>・今回の地震を見通していなかった点を反省している研究者もいるが、喉元を過ぎたような話をしている。</li> <li>・地震はそれぞれ個別の特徴をもっている。はずれ値のような地震があったとして、なぜはずれているのかを考えなければならないが、その時モデルまで見直すかどうかという問題がある。</li> <li>・そもそも多様な比較的大きな地震に対してマグニチュードは 6.5 から 9.0 の 25 種類しかない。</li> <li>・耐震安全性の審査では、松田式という 1975 年ごろに示された式がよく使われる。これは断層の長さからマグニチュードの大きさを導き出す簡単な関係式である。多くの地震は松田式で表す関係になっており、ある意味本質的な関係式である。地震調査研究推進本部でも土木学会でも使っている。しかし、同じ 30 キロの断層でも、それが起こす地震は M7.4 も M7.5 もあるが、松田式では M7.3 となる。</li> <li>・誘発地震が浜通りの活断層で起きている。中田先生は（発電所から）30 キロ圏内の活断層を詳しく調査されている。電力側にとっては検討しなければならない範囲にかかるかかからないかということが重要。これは「距離に応じた調査」という考え方で、近い距離にある断層を詳しく調べるという方針。</li> <li>・平時に仮説を変えるのは難しい。</li> </ul>
地震学	<p>⑥</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・プレート境界地震として、福島県沖では M7.9 が想定されていた。M9 クラスは想定していない。M8.5 が起きたのではないかという議論が行われている最中である。</li> <li>・地震の想定は難しい。</li> <li>・兵庫県南部地震は内陸の活断層によって起こった。活断層は 1000 年に 1 度という頻度でしか動かないが、起きた。活断層が動くメカニズムはよく分かっていない。調査が行われているが、起きる頻度が低く、解明できていない。</li> <li>・活断層型に比べて、海溝型の地震は 100 年に 1 度というレベルで繰り返し発生しており、500 年、1000 年の過去のデータがある。そのため、分かっていると思っていたが、今回の地震で、分かっていたのは 100 年単位で起こるものだけだった。</li> <li>・海溝型の巨大地震がありうることは分かっていたが、軽視していたということだろう。古い言い伝えや地名などにそういう記憶が残っている。調べれば津波があったことなども報告されていた。</li> <li>・これらの個々の地震については、単発的に発表される。これらを総合すると、1000 年</li> </ul>

	<p>オーダーのことが分かるようになる。今後は様々な情報が出てくると思われるので、それをどう受け止めるかということが課題。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・東海・東南海・南海ではさらに2つ付け加わって5連動型の発生が議論されている。津波の痕跡が大分で発見された。</li> <li>・従来の地震動予測の方式をあてはめると、今回の断層からは非常に大きな揺れになる。M9 という大きさの地震にしては揺れはそれほどでもなかった。ただし、揺れの範囲が広く、揺れの長さが長かったため、被害が大きくなった（揺れが長いと建物破壊や液状化が起きやすい）。</li> <li>・揺れがそれほど大きくなかったことから、揺れの大きさは M8.3~8.4 で飽和する可能性が示唆されている。</li> <li>・スマトラ沖で M9 の地震は起きていたが、震源に近い場所の揺れは観測できていなかった。地震動を予測するには、揺れの強さとともに性質に関するデータが必要。</li> <li>・チリ沖の M8.8 がやっと観測できた状況だった。</li> </ul>
⑦	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震学の分業化が進んでいる。たとえば、地殻変動や地震の研究から地震の想定をして、揺れを評価する。東北地方太平洋沖地震は想定していなかったが、どこの分野の想定が問題だったのか？</li> <li>・地震動評価を行うには、科学的コンセンサスが必要。これが不十分だったために加えられなかった。</li> <li>・ただし、地震動としては福島は事前評価できていたのではないか（想定されていた地震動と実際の観測値に大きな違いがない。一部で想定を上回ったが、100 ガル程度の差。）。</li> <li>・地震動の評価（想定）では様々な地震動を包絡するように評価する。その手法が妥当だったということではないか。</li> <li>・想定地震には長期予測を使っている。確かに M9 は想定できなかったが、長期予測としての確率は評価されていた。</li> <li>・今回の震災の被害は津波の影響がほとんど。</li> <li>・津波の想定では、貞観地震のことを何人かが言っていたが、合意がなかった。</li> <li>・数人が提起しても、検証を通じて科学的コンセンサス、学会のコモンセンスがつけられる。</li> <li>・現在、想定インフレーションが起きている。何でも連動や大きめの想定をする傾向になっているが、科学的合理性はどうするのか？</li> <li>・3月以降、可能性を議論中だが、大きなパラダイムの転換になるのか検証中。</li> <li>・今、様々なところで余震や誘発地震が起きている。我々は地球の動きを 100%知っているわけではない。</li> </ul>
⑧	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「科学的に検証されたアスペリティモデルに基づく地震発生の長期評価によって、将来起こるべき大地震の場所（どこに）と規模（どのくらい大きさ）はずでに想定できている」と考えていた。</li> <li>・長期評価による地震の想定が社会的に重大なのは、この想定に基づいて「全国地震動</li> </ul>

	<p>予測地図」が作られて、政府の地震調査研究推進本部にある地震調査委員会から、「国民の地震防災への意識向上とそれに基づく効果的な対策を進めるための基礎資料として活用されることを」目的として公開されていたこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・東北地方太平洋沖地震の場所も規模もまったく想定できていなかった。</li> <li>・貞観 11 年に非常に大きな津波を伴った巨大地震が東北地方の太平洋沖で起きたことが、『日本三大実録』に記録されている。1990 年前後から、この津波が運んできた堆積物（津波堆積物）が仙台湾岸や福島県の太平洋岸で発見され、それらから推定された津波の浸水領域を用いて、当時の大地震が M8.4 の規模であることがわかった。この規模はこれまでの想定を大きく上回るものであったにもかかわらず、これら研究成果は多くの研究者に受け入れられつつあり、長期評価部会でも、貞観の地震を「どのように評価し、地震防災に役立てるか」議論を始めたところであった。</li> <li>・福島第一原発の審査の際に貞観の存在が指摘されて、事務局（保安院）が、「津波に関しては貞観地震も踏まえた検討結果が最終報告で出てくると思う」と述べている。しかし、最終報告が出る前に大津波に襲われた。</li> <li>・貞観の地震の規模は最新の震源モデルでもたかだか M8.4 であって、東北地方太平洋沖地震の 9.0 に遠く及ばない。全国地震動予測地図でも、既設原子力発電所の耐震安全性再評価でも、貞観の地震が想定されていれば大丈夫だったとはとても言うことができないうだろう。</li> <li>・アスペリティモデルは、すべての沈み込み帯（海洋プレートが大陸プレートの下に沈み込んでいる地域）で同じような地震の起こり方をするのではなく、沈み込み帯ごとに特徴的な起こり方をするので、この地域特性を説明するために考え出された。（1980 年代に提唱されたアスペリティモデルは 2000 年前後に復活し、日本における地震予知研究のもっとも重要な柱となった。その背景には、地震計が観測した揺れの記録から過去の大地震の断層すべりを復元する震源インバージョンという手法が成立、沈み込み帯のアスペリティ分布を得たり、その他の研究の進展で断層セグメントの理解が進んだことによる。）</li> <li>・日本海溝の沈み込み帯は千島列島のカテゴリに属するので、M7～8 程度の地震の震源域に対応するようなセグメントに分割され、断層破壊はひとつのセグメントの中にとどまり、複数のセグメントが連動することは稀であると考えられていた。</li> <li>・東北地方太平洋沖地震は、日本海溝沈み込み帯の三陸沖北部を除くすべてのセグメントで断層破壊を起こし、その規模は M9.0 に達した。しかも、地震による揺れの観測記録から復元した断層すべりの分布図の中の大きな断層すべりの部分は、小さなアスペリティが多数寄せ集まったものには見えず、広い面積を占める 2～3 の、特にすべりが大きかった領域しか見えない。</li> <li>・アスペリティモデルは沈み込み帯ごとに固有な地震の起こり方を説明する理論というより概念であり、地震発生の地域特性をアスペリティ分布の地域特性に言い換えたもの。東北地方太平洋沖地震が想定外であったのは、アスペリティモデルの理論的誤りというよりは、地震発生の地域特性の認定の仕方に誤りがあったということ。過去に</li> </ul>
--	--

	<p>超巨大地震が起きたと認定できる地球物理学的な観測事実、地質学的な証拠、古文書の記述などをこれまで見出せなかった。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・金森教授は 2006 年の論文で、日本海溝のプレート運動で蓄積されるひずみのうち地震で解放されるひずみの割合が小さいことを取り上げ、巨大地震の可能性を言及。一方、日本では、長期評価の科学的な根拠となったアスペリティモデルが、（日本海溝の地震カップリング（地震で解放されるひずみの割合）が小さいという）不思議な現象に対する一応の説明、あるいは言い換えを与えたため、研究者にある種の思考停止を招いた可能性がある。</li> <li>・地震の科学が限界を超えるためには、新たなデータや観測はもとより、モデルの危険性をわきまえたうえで不思議な現象に向き合う研究者の態度を可能にする制度の充実が必要。</li> <li>・今後は、過去の地震に関するデータ収集に優先順位を与えるべきではないか（貞観の地震の津波堆積物の調査はいろいろな困難さのために三陸海岸や茨城県太平洋岸に及んでいない。）</li> <li>・東北地方太平洋沖地震を踏まえた新たな地震発生 of 長期評価方法の策定にはかなりの時間がかかることが予想されるので、それまでは当面、既往最大の津波や揺れに備えるように検討すべき。どんな既往最大に備えるかは、検討対象の重要度による。</li> <li>・革命が起こるような話ではない。</li> <li>・地震学自体が未熟であり、経験科学であるにもかかわらず、経験のデータが少ない。問題はそれに尽きる。</li> <li>・経済予測や天気予報も難しいとは思いますが、データは豊富にあるところが地震・津波と異なるところ。</li> <li>・地震学として特別なことが起きたわけではない。東日本で M9 が起きたことが特別。チリやアラスカでは M9 クラスの地震が起きていたし、2004 年のスマトラでも同様に規模の地震が起きた。それから東日本の可能性を考えることがあればよかったが、そうしなかった。</li> <li>・これまで、地震学の専門家はその知見に限界があることを明示してこなかったことが最大の問題である。</li> <li>・経済予測でも現実を捨象していることがあると思うが、それを使う政策担当者はそういう限界があることを知って使っていたのではないか。地震に関してはそういう限界をわかっていなかったのではないか。</li> </ul>
⑨	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1995 年の兵庫県南部地震を契機に、地震調査研究推進本部が長期予測をするようになった。これは、2000 年の少し前に総合基本施策に位置付けられた。この施策で、基盤観測の充実と地震ハザードマップの作成を提案した。総合基本施策は 10 年計画で、10 年を迎える前に見直しが必要であり、1 年前倒しで 2009 年に新施策を作成した。見直しがあるということで、成果を出したいという意向があった。</li> <li>・新施策では、南海トラフの緊急性が指摘され、津波の評価も加えることになっていった。新施策は海溝型地震を重視し、海域の観測の充実を謳っていた。つまり、新施策</li> </ul>

	<p>では、ゆれと津波の予測が書き込まれていた。予算化は 2010 年からで、結局今回の震災には間に合わなかった。今後総合基本施策を見直すことになると思う。特に津波については間に合わず、我々も切迫感がなかった。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・間に合わなかった一因は、南海トラフでの地震の起こりやすさに注目し、目がそちらに向いており、日本海溝は手薄だったこと。起りやすさだけに注目したことが問題。</li> <li>・そういう意味で、予測の限界を考える必要がある。全体を評価しているというより、何に取り組むかという重点化をするために見落としが生じるという問題がある。</li> <li>・瀬戸先生は「科学の限界」と発言しているが、自分自身は「科学の限界」とは思わない。地震学における予測評価の在り方に問題があったのであり、「予測の限界」である。この予測の限界を踏まえることが重要。リスクの観点も必要で、確率だけに注目してはいけない。リスク分析が必要で、それを施策に生かさなければならない。リスク分析を行う上では総合科学としての取組が重要。</li> <li>・総合施策で「当面南海地震を注視、地震動と津波をセットで予測、緊急地震速報の活用」を謳い予算化していたが、これらは理学系の研究者が中心になって議論した。一方、地震防災の予算は工学系研究者にしか流れていなかった。</li> <li>・例えば、強震動観測には予算がつかず、自分でやるしかなかった。しかし、1995 年以降は理学が中心になって長期予測を行ってきた。今後は、工学系や社会科学系研究者とも議論をすべきであろう。特にリスク分析で何が重要か、切迫感をもって取り組むべきものは何かを議論することが必要。</li> </ul>
⑩	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東北地方太平洋沖の地震発生論、予測研究をしていた研究者にとっては、かなり衝撃を受ける地震だったであろう。昨年の日本地震学会秋の大会でもそういう議論が行われた。ただし、自分自身は東北の地震に深く関わっていなかったもので、特にショックを受けたわけではない。コミットメントの強さによるのではないか。</li> <li>・そもそも私は地震学が確立した学問とは思っていなかった。アスペリティモデルや固有地震説は一つの考え方として学び、地震を説明するときにも使うこともあるが、それですべての地震が説明できるかというところには多くの疑問をもっていた。</li> <li>・地震調査研究推進本部では、日本海溝はいくつかのセグメントに分かれていると考えていて、そうではなかったということで衝撃を受けたと言っているが、自分としてはその考えを信じきっていたわけではないので、大きな衝撃を受けたわけではない。</li> <li>・ただし、日本列島で M9 クラスは起こらないのではないかと思っていた。そもそも地震は地殻の岩石の破壊によるものであり、そのエネルギーは岩石の大きさに依存する。大地の地下に巨大な地震エネルギーの入れ物がなければ巨大地震は起こらない。チリやアラスカには大きな入れ物があるけれども、日本列島にはそこまでの入れ物はないと考えていた。東海・南海地震、1707 年の宝永地震は M9 だったかもしれないと言われており、過去に連動したこともあったので M9 クラスもありうるかもしれないと考えていたが、日本海溝の地下はズタズタに分かれていると考えられており、自分も M9 クラスは起こらないと思っていた。</li> <li>・千島列島の方いくと、佐竹先生が早くから研究し連動型で巨大地震が起こるとい</li> </ul>

	<p>予測をしていた。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地震学の常識が崩れることはありうると考えていた。すべて分かったということではなく、地震のことは1つ分かれると10ぐらい分からないことが生じると考えていた。</li> <li>・学生にも教育していたが、自分の信条は「定説を疑え」である。例えば、かつて駿河湾はフィリピン海プレートとユーラシアプレートががっすり組み合わさっているのので、駿河湾一帯にはプレート間地震は起こらないと言われていた。これを提唱したのは金森博雄先生（カルフォルニア工科大名誉教授）と安藤雅孝先生の1973年の論文である。多くの地震学者もそうだろうと思っていた。それはおかしいのではないかと考えて研究し提唱したのが東海地震説である。常に疑問をもつ方なので、これまで考えてきたことが根底から崩れた、という感じではない。</li> <li>・近代科学としての地震学は明治以降にはじまった。明治13年の地震をきっかけに世界で初めて「日本地震学会」が誕生した。それ以降の学問的蓄積しかない。それに対して現在の地球の応力場は、最近50万年は同じメカニズム。つまり、50万年くらいを考えなければならない。</li> <li>・さらに、現代地震学はたかだか20～30年ぐらい。もちろん理論も発展したし、計測もできるようになり、シミュレーション技術も発達したが、地震そのもののデータは非常に限られている。</li> <li>・歴史地震学が重要なのは、古い地震の観測を通じて、短い観測データしかない今の地震学の制約となっている“観測の窓”を広げることができるからである。これによって、今観測できていないけれども、トンデモナイコトが起こる可能性を考えることができる。古文書を調べる学問ではなく、過去の地震を現代地震学の目で分析することで、国際的な視点もあるし、観測の窓を広げるといっても魅力的な分野である。今回脚光をあびた貞観地震も歴史地震のひとつ。もちろん歴史自身も（地球科学と比較すれば）短い期間のデータであるので、最近では考古地震学、地震地質学など、数10万年遡って考える学問が登場している。</li> <li>・南海トラフにはタービダイト（乱泥流堆積物）があり、巨大地震が起こると巨大な海底地滑りが起こって、ものすごいスピードで土石流を起こすことがわかってきた。3月11日以降、津波堆積物の研究が注目された。これも20～30年前から研究は行われていたが、地震学の主流からははずれていた。東北大の箕浦さん（箕浦幸治教授）は注目されないとか、研究費がなかなかつかないと言っていた。自分は、そういう研究成果にも興味をもってみたい。</li> <li>・震災については、広域でいろいろな現象が同時多発的に生じ、揺れによる被害、津波による被害、（あまり報道されていないが）ダムの決壊や地滑り、都市型災害などが組み合わさって、広域複合大震災が起きることは言っていた。大変なことが起こると気にしていたが、それは東海・南海地震で起きるだろうと考えていた。東北地方で起こるとは想像できなかった。ただ研究というのはいろいろなデータを調べてそれに基づいて発言するわけであり、日本中の地震をみていたわけではないので、想像できなかったことも致し方ないと思う。</li> </ul>
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震調査研究推進本部の長期予測部会長の島崎邦彦さんは、長期予測部会は東北地方での巨大地震と津波を予測して報告書に書いたのに、発表直前に中央防災会議の横やりで「繰り返し発生しているかは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」との表現になってしまったことを批判している。島崎氏は、このような表現になった裏には原子力の問題があるのではないかと語っている。証拠はないが、原子力の側から福島第一原発を念頭において横やりが入ったのではないかと語っている。島崎氏は、このような地震が起これる事が分かっていて予測した、と主張しているが、それは言いすぎではないか。長期予測にはまだいろいろ問題があった。（茨城新聞 2012 年 2 月 26 日 3 面、電力会社からの要求で地震調査委員会事務局が表現を変えたとの記事が掲載された。）</li> <li>・（地震調査委員会は）日本海溝沿いでは、明治三陸地震のような地震がどこで起こってもおかしくない、と語っているが、彼らの指摘する震源域の南の方は日本海溝ではない。茨城県沖では日本海溝が南にいくと伊豆・小笠原海溝となっており、福島県沖から茨城県沖にかけて海山列があり、第一鹿島海山が今まさに日本海溝から地下に沈み込もうとしているが、全体が同じように沈みこむことができずに割れて段差が生じている。まさに海山が飲み込まれている現場があって、その南は伊豆・小笠原海溝になっている。茨城県沖から南も連動すると言われていたが、自分は起きている現象から連動する可能性は低いと考えている。</li> <li>・日本海溝寄りの津波地震では、1611 年の慶長地震、1896 年の明治三陸地震、1677 年延宝地震がある。延宝地震は海溝南部で起きたと考えられているが、延宝地震についてはまだ解明されていないことがある。そういう問題はたくさんあるので、常に疑問を持ち続けている。</li> </ul>
⑪	<ul style="list-style-type: none"> <li>・M9 の地震には驚いた。宮城県沖の地震は予測していたが、この規模の地震は予測していなかった。</li> <li>・日本海溝のプレート境界は浅いため、あまり強く固着していないと考えられており、津波は大きい地震の揺れは小さいと考えられていた。それが予想以上に強く固着していた。</li> <li>・固着しているかいないかを陸の観測網で捉えられるか、についてもっと吟味すべきだった。今回分かったことは、陸の観測網では固着状態を十分とらえられていなかったということ。</li> <li>・陸からは見えていなかったにもかかわらず、浅いので固着は強くないだろうと考えていた。この仮説を疑いをもって見ていなかった。</li> <li>・もし海底 GPS のデータが沢山あり、陸と同じくらい海のデータがあれば議論がなされたことだろうが、やっと海底 GPS が設置されたところだった。海底に観測機器を設置するのは難しい。</li> </ul>
工学	<ul style="list-style-type: none"> <li>⑫ 地震学の基礎にある地球物理では、本当の所は知りえない。いろいろ計測はできるようになったが、結局推測である。そのため、現象に対して謙虚な姿勢がある。</li> <li>・東北地方太平洋沖地震で上部構造（建屋）の被害はほとんどなかった。我々は事実、</li> </ul>

	<p>つまり被害から組み立てている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ E-ディフェンス（実大三次元震動破壊実験施設）は単に大きくしているだけ。ここまでの力では壊れないという分かっているものを確認しているだけ。部材の強度も同様</li> <li>・ 地盤の中は間接的にしか知りえない。様々な解釈が可能でコンセンサスを得られないのは仕方がない。</li> <li>・ M9 が予測できなかったと反省していることが言われているが、140年のデータで予測するには大胆な仮説を示すしかない。</li> <li>・ 地震の揺れは M8.3 ぐらいだった。M9 による津波は非常に大きかったが、海溝型地震の揺れの強さと言う点で、強震動的にはあまり変わらない。</li> <li>・ 今回の震源の個々の地域は M7.8 ぐらい。パッチワークのように壊れている。</li> <li>・ 震源の壊れ方は均質ではない。平均的に、内陸型では震源域全体の 22%、海溝型では 30%、スラブ内地震では 10%の部分が壊れる。</li> <li>・ 今回の地震も強震動を起こしたのは震源域の 10%。個々の揺れは M8 クラス。ある意味、普通の揺れだった。振動の生成領域は予測の範囲内でもある。</li> <li>・ このように大きな地震を全体の中に入れられなかったことは問題だが、強震動的には想定内。</li> <li>・ 津波が大きくなったのは連動のため。</li> <li>・ 海溝型地震の場合、短周期のランダムな地震波になると考えられていた。これを踏まえて超高層建築の耐震性は標準化されている。しかし、今回の地震波は（考えられていたようではなく）ツルツルしている。</li> <li>・ 兵庫県南部地震やノースリッジ地震ではそうではなかったが、1例しかないのでは、震源域の特徴と考えられてしまう。</li> <li>・ 兵庫県南部地震では、盆地になっていてそれによるキラーパルスが考えられ、これによって震災の帯を説明することが重要だった。</li> <li>・ 建築物は小刻みに揺れている分には問題がない。戻ること大きく変形することがない。しかし、今回のように大きな力が長い時間かかると、ずっと変形し続けることになり、破壊されることがある。</li> <li>・ 建物への影響という点では、内陸型の方が重要。</li> <li>・ 震源域の真上に建設されている原発もあるが、当時は配慮されなかったため。今の耐震レベルではこのような場所の建物の健全性を確保することはできない。</li> <li>・ 津波は難しい。東海地震は 36 年周期で起きている。90~150 年の繰り返しの記録がある。東北地方の場合、前回の地震が小規模だった。15~25 年後まで危険な時期が続くだろう。</li> <li>・ 東北で大きな地震が起こるという警告を出していた人もいたが、少数派だった。</li> <li>・ 今後は、M9 がベースになり、今の想定より大きなものを考えるという意見が強まるだろう。</li> <li>・ 10 回以上の記録があれば、活動域が分かると思われる。</li> <li>・ 関西には大きな地震はないという安全神話があった。阪神大震災の後、「なぜ言っ</li> </ul>
--	---

	<p>くれなかったのか」と言われたが、実際、関西では大きな地震が3回しか起きていなかった。しかし、阪神後は3回以上起きている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ゲラー氏は、「予測はすべてはずれている」と主張している。ただし、ネイチャーに掲載された図は意図的だと思う。予測がはずれた図として死者10名以上の被害を出した地震を選択しているが、地震調査研究推進本部は被害地震の発生確率を予測したわけではない。</li> <li>・なぜはずれたのかを分析して、今後に反映すべき。</li> <li>・地震調査研究推進本部の、宮城沖と十勝沖地震の予測はあたっていた。特に宮城沖地震は78年の再現だった。人間は「当たった」ことはあまり覚えていないが、「はずれた」ことは記憶に残りやすい。当たったかどうかの判断基準が問題。</li> <li>・日本地震学会では、推進本部の予測は50%当たっていると評価している。</li> <li>・過去、東海地震の予知のための研究が進められてきたが、兵庫県南部地震以降、「予知はできない」という合意がなされ、長期予測に切り替えた。</li> <li>・地震調査研究推進本部の予測評価に対しては意見が分かれている。自分は、科学的事実を基礎に予測するのが推進本部の役割だと思う。推進本部も、これまでに得られた事実に基づいた等身大の予測を目的にしている。根拠があるかないかが重要。</li> <li>・世論、特にマスメディアの批判を受けて、専門家の中にも「過大評価がよい」という風潮が高まっている。</li> <li>・気象庁の津波警報は失敗したと思う。そもそも津波の速報システムではM8が最大で、それ以上は扱わないものだった。これで津波の高さの速報が避難を遅らせた可能性はある。</li> <li>・マスコミ取材を受けた先生たちは責められるので、反省の弁を述べているが、外の人間は冷静にみているのではないか。確率に対する考え方が間違っていると感じる。1000年に1回起きる確率も含めている。たとえば、明日M9が起こらないということではなく、確率はきわめて低いということである。確率を出すことが無駄だという議論にはならない。</li> <li>・海溝型地震の場合、アスペリティは10キロ程度の深さまではないと考えられていた。つまり、アスペリティは浅いところにはないと仮定していた。しかし、今回の地震では、結果として浅いところでも大きな地震動を生み出して固着していたのではないかとされている。もちろん、サイズとしては大きくない。固着していたのは深いところで、浅いところは連なって動いたのかもしれないが、地震動の生成には寄与した。</li> <li>・津波で決める震源域と地震動で決める震源域がある。</li> <li>・地震動でも生成域は50mすべっている。同じ場所が何度もすべっている。</li> <li>・これまでの「すべりモデル」では、1回すべるとエネルギーを放出して終わると考えていた。なぜそうなのかについては、いくらでもモデルがありえる。岩石を使った実験で確認されているが、実際の地層は不均質だし、空間的な広がりも考える必要がある。すべり構成説というものもある。</li> </ul>
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・今回は 50m 滑った後も遅れて滑り続けている。逆に、50m も滑る地層を何が固定していたのが説明できない。今回だけの特異なことなのか、巨大地震に共通することなのかも未解明な点。</li> </ul>
⑬	<ul style="list-style-type: none"> <li>・東北地方太平洋沖地震のデータをとって分析した。大きな地震だったが、揺れは大きくなかった。揺れの強さは予測の範囲内。震源から遠いので M9 の地震であったが、揺れは大きくなかった。</li> <li>・強震動予測では、地震の大きさ（震源の広がりとすべりの大きさに依存）から揺れの強さを導き出す。地震の揺れは不均質で、震源域全体が同じように揺れを発生させるのではない。震源域の中に特に強い地震を発生させる部分、アスペリティ（強震動生成域）がある。地震の波形からどこにアスペリティがあるかを推測することもできる。地震動予測としては、東北地方太平洋沖地震は特別なものではなかった。</li> <li>・地震調査研究推進本部の予測では、個々の震源域での地震を予測しており、連動は想定していなかった。</li> <li>・福島のバックチェックでも、推進本部の情報がベースになっていた。</li> <li>・しかし、今回の地震について各地の波形を詳細にみると、地震の波形は近く地震の大きさで決まっていた。例えば、女川では M8.6、福島では塩屋崎の M8.0、東海第二では M7.5 程度の地震の揺れを観測していて、福島までくると、破壊開始地点の波形は非常に小さいものになっている。つまり、距離による減衰があるということ。</li> <li>・ただし、これまで各地で想定していた地震動よりも少しずつ大きな値が観測されている。これは複数の断層が連動した影響だろう。</li> <li>・巨大地震のモデルは今後の検討課題である。これまでは、強震動生成域の近くが一番揺れると考えられていた。原子力発電所の基準地震動は距離の減衰を考えている。しかし、今回最も大きく揺れた場所から計算された強震動生成域と津波を起こした震源域は異なっている。</li> </ul>
⑭	<p>(1)津波の被害をほとんど考慮していなかったことを反省</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・三陸は、数十年おきに津波の被害を受けており、堤防で防ぐのは無理だと考えられていた。</li> <li>・スマトラ沖津波の被害を受けて、建築学会は避難ビルの課題を議論していたところであった。東日本大震災を受けて議論を加速化する。</li> <li>・ただし、津波についてはまだよくわかっていなかったという面がある。</li> <li>・津波に対応するには、建築だけではだめ。土木の方で港湾でどのくらい対策するか、都市計画でどう災害に強くするなど、いっしょに考えなければならない。しかし、震災後も各学会が協力して、という体制になっていない。</li> <li>・各分野ではしっかりやっていると思うが、人の生活の問題まで含めると社会問題であり、意思決定問題である。意思決定には選択肢が必要であって、社会科学分野との協力も必要。</li> <li>・日本学術会議の会長に都市計画の大西先生が就任されたことは一つの変化かもしれない。</li> </ul>

	<p>(2)工学系全体でビジョンをまとめた</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・震災後、東大の工学系全体で何が問題だったのかについて議論し、ビジョンをまとめた。</li> <li>・重要なことは、工学系の研究が特定の分野に集中し、俯瞰的な議論が必要だったこと。</li> <li>・例えば、ロボット工学では、エンターテインメント性が追求されすぎていて、福島で使えるロボットがなかった。防災に使える技術を開発してこなかった。これは、ビジネスになる分野に研究が集中してしまうという問題ともいえる。</li> <li>・原子力を保有するためには、利用する技術とともに、負の問題に関する技術をセットでもっていることが必要。</li> <li>・PSAにしても、基本のデータも基礎的な技術や考え方も米国のもの。</li> <li>・原子力はモノが壊れるデータを持っていない（壊れる前に交換しているため。それが安全対策だった。）</li> <li>・原子力開発に対しては中立的立場であるが、徐々に減らす方向なのではないか。</li> <li>・減らすといっても安全確保とメンテナンスは必要であり、工学全体で取り組む必要がある。</li> <li>・今回の震災で、工学や地震学を一生懸命やってきた人ほど虚無感をもったのではないか？ 工学は役にたっているのか？という根本的な問いかけをした。学問のみならず、人間としての生き方、研究者の姿勢も問われたと思う。</li> <li>・実は、工学系全体として行き末が見えなくなっているのが現状。98%ぐらい完成していて、さらに2%を追及するののかという状況だった。しかし、実は手をつけていない様々な課題がある。</li> <li>・原子力は最先端と言われていたが、実は古い技術こそ信頼できるという考え方で、信頼できる技術を使っているから大丈夫という論理があった。そのために、技術や安全に対する取り組みが進歩しなかった。</li> <li>・宇宙飛行士の話を聞く機会があった。今使っているシャトルはあれだけ先端技術の固まりのようにみえて、完全に自動化されておらず、飛行士が手動で操作しなければならないところがたくさんあるそうだ。</li> <li>・原子力技術も変える必要がある。例えば、避難しやすさということから、技術の要求事項を考えるとということも検討すべきだろう。</li> </ul>
⑮	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震については、地震動の専門家と安全工学の専門家の連携が悪かった。</li> <li>・これまでの審議では、上物の前に地震・津波を考えるという進め方だった。しかし、どう設計するかによって対策は異なるはずであるのに、上物の安全目標を決めることなく、地震・津波の想定ばかり議論されてきた。</li> <li>・今後は3連動も考える必要があるだろう。断層の長さも長くなる。揺れの成分にも今回の地震が反映される。</li> <li>・原子炉の設計には応答スペクトルが用いられ、Ssを包含しているかどうか重視され</li> </ul>

	<p>るが、一部が超えている場合に、よりロバストにするのは工学側の役割。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ハザードの専門家は、ハザードだけを考えるのではなく、設計も考える必要がある。</li> <li>・原子炉設計の側にも安全目標に対する理解不足があった。深層防護は、生命、健康、環境を守るためのものだが、安全目標は生命を守るためのもの。</li> <li>・原子力発電所の安全対策は、異常の発生、進展、拡大を防止することが重要で、異常を検出することによって防ごうとしていた。これらはすべて炉を守るための方策。これが深層防護の1層目で、ここだけを考えていた。異常の緩和措置として ECCS などを用意し、安全に止める対策が取られている。格納容器や非常用電源などのバックアップは、影響を出さないための対策。深層防護の2層目は、異常が拡大しても放射性物質を閉じ込めるといったもの。3層目は、閉じ込めにも失敗した場合の緊急の対処となっている。これが原子力の専門家にもあまり理解されていない。</li> <li>・安全目標とは公衆を守ることであり、そのための設計目標が必要。</li> <li>・ベントや海水注入をやるべきか、やらざるべきかという問題は、財産を守るという視点。安全工学側の考え方の理解不足があった。</li> <li>・深層防護は前段否定の論理。格納容器をもうひとつ造るという考え方ではなく、対策をとっても未知の部分が残ることを前提にするということ。</li> <li>・メーカーは安全系を強化しようとしているが、これはエンドレスな対策。防護すべきものは何かを考えると同時に、破られるシナリオを多面的に用意して対応することが必要。</li> <li>・福島第一の2号機ではブローアウトパネルが開き、建屋の水素爆発に至らなかった。6月のIAEAの前に判明したことだが、東京電力は、中越沖地震の際にパネルが開き、地元から批判されたため、パネルが容易に開かないような対策をとっていた。しかし、本当に公衆を守るとはどういうことを考えれば、このような対策をとることはない。一般の人はこういうことを知りたいのではないか。何を守るのかを理解してもらうことが必要。</li> <li>・ベントは、少し放射性物質を出しても、こういう風に安全を守っていると説明すればよいこと。</li> <li>・米国では、あるやり方をする場合に既存システムにどのように影響を及ぼすか、を審査していた。（注：つまり、ブローアウトパネルを自動的に開かないようにすると、何が起きるかを原子力安全・保安院は審査していなかったということ。）</li> <li>・リスクを言うのは簡単だが難しい。安全目標の部会では、何を守るのかを議論した。中長期対策に関する委員会では、「それでは安全になっていない」「万全になっていない」という意見が出る。こういう質問が出るのが失敗につながるのか。</li> </ul>
津波	<p>⑩</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・想定外と言われるが、津波については、過去の津波が忘れられていただけである。</li> <li>・複数の断層が連動するというのは想定外だった。個々の断層による地震ならM7.5ぐらいだったが、連動したためM9になった。エネルギーは1000倍になる。</li> <li>・海溝型地震の長期評価ですでに検討されていた。</li> <li>・貞観津波は、『日本三大実録』に掲載されている津波で、これを説明するモデルを</li> </ul>

	<p>2008年に作成していた。今回の津波はこのモデルで説明できる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>地震の方は、貞観と明治三陸地震が同時に起きた規模で、これは想定していなかった。</li> <li>福島第一原発の津波は、波が重なったために非常に高いものになった。福島第二の津波は波がずれていたため、高くならなかった。</li> <li>貞観津波については、まだ研究途中であったが、情報は出していたし、電力会社も知っていた。</li> <li>M9クラスの地震は滅多に起きないと考えられていたが、よく調べると、300～600年周期で繰り返していることがやっと分かってきた。例えば、2004年のスマトラ津波の堆積物と同じものが見つかり、昔の話を調べるとやはり以前にも大きな津波に襲われたことが分かった。</li> <li>田老町を襲った津波は想定内である。ハザードマップと同じ浸水をしている。しかし、大きな地震による津波ではないハザードマップを用いていた町もあった。どの想定を用いるかは自治体に任されている。</li> <li>これらのハザードマップに関する課題は、中央防災会議でも議論となった。今後の教訓となるであろう。</li> </ul>
⑱	<ul style="list-style-type: none"> <li>変えなければしょうがない。震災によって世の中が求めていることが変化してしまった。</li> <li>震災前は、地質をみて、非常に大きな地震があったことが分かっても、そこまで大きくないだろうと小さく見積もる方向へ想定していた。</li> <li>震災後は、ボトムアップで積み上げて、理論上はM10もありうるなど、想定外をなくすために理論上の最大を考える方向になってきた。</li> <li>こういう考えは世の中の的には受けるが、それを裏付ける観測事実があるかどうか。</li> <li>現実的な天井をどう科学的に示すかが重要。</li> <li>地震学は理論と言われるが、観測事実、データ解析、そして理論構築をしている。</li> <li>地質学は現物主義で、どういう地質が現にあるかを重視する。</li> </ul>

地震・津波の今後の論点	
地質・地形学	<p>①</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>今後は、観測だけでなく、地質学、地層、考古学なども合わせて検討される必要がある。</li> <li>しかし、地質学と地震学や設計の研究者は主張が対立する。学術レベルでも交流は難しい。たとえば「変位」という言葉の定義も異なっている。</li> <li>自然を扱うというところで、現時点の知見はまだ不足している。たとえば、1900年代以降に起きたM9クラスの地震は1950年代以降に起きている。巨大地震は起きにくいわけでもなく、集中して起きるのかもしれない。</li> <li>今後はやはり連動を考えることになるだろう。海溝型と活断層型があるのではなく、断層がずれるという点でメカニズムは同じなのではないか？</li> </ul>

②	<ul style="list-style-type: none"> <li>・津波の想定は大きめに見積もる傾向がある。</li> <li>・活断層があるかないかについては専門家の中で意見が異なる。これは、見積もりの仕方が異なるため。内陸の活断層による地震でM8以上はこれまで起きていない。</li> <li>・想定では、“現実的でない”かどうか議論になる。今までは活断層による地震はM7クラスを考えていた。</li> <li>・地形学は経験重視の学問である。断層の限界をどう考えるかについて論争となりやすい。ここはあまり科学的ではないのではないかと感じている。</li> <li>・いつ断層がずれるかという時期は扱わない。</li> <li>・東北地方では、今回の地震の後、普段動かない断層が地震を起こしている。</li> <li>・今回の地震ではプレートがひっぱられたので、正断層による地震が起きている。</li> <li>・断層の中には何万年も動かない断層がある。科研費で研究したことがあるが、これらの地震は自ら動くのではなく、何らかの環境変化によって動くのではないかと考えている。</li> <li>・東北地方についても、2 万年前には海の中だった。沿岸部は沈んでいたが、今は隆起して海岸線をつくっている。ところが内陸 30 メートルの所にも海岸線の後がある。いつ何によって持ち上げられたのか、まだわかっていないことが多い。</li> <li>・地震については、実験ができないし、調査をしても今の断面は見えるが、昔のことは分からない。様々な学説の真偽を判断するのは難しい。</li> <li>・地学は、未熟なものを使って仮定をしていたところがある。</li> </ul>
③	<ul style="list-style-type: none"> <li>・変動地形学は 1970 年代以降発展してきた分野。</li> <li>・地震の起こり方は様々である。アスペリティで事後的に説明しようとしているが、それでは予測や想定は困難。我々は“いつ”という時期は言えないが、“どこで”起こりえるかは地形の変化から言うことができる。</li> <li>・地形学は表面しか見ていないという批判はあるが、地層内部も全てを掘り起こして調査するわけにはいかないの、全部は分からない。例えば、断層の近くを掘っても、断層のところを掘らないと断層は見つからない。隣の地層を見ても断層の有無は分からない。</li> <li>・きちんと調査をすれば、我々はそこに断層がないことも証明できる。</li> </ul>
④	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震の強さは 6 強。地震の強さはこのくらいだが、長時間揺れたことが問題。東北地方の多くで震度 6 弱を観測した。丘陵地では耐震が進んでいなかったところもあって地震の被害がある。火災もあまり報道されていないが 7000 軒が焼失した。</li> <li>・また、余震による被害も考える必要がある。仙台市では、3 月 11 日より、4 月 7 日の 30 秒の揺れで、すでに傷んでいた建物などが被害を出した。</li> <li>・東北地方太平洋沖地震は、今後長期にわたって影響を及ぼすだろう。</li> <li>・4 月 11 日に動いた湯ノ岳断層と井戸沢断層は、井戸沢断層が南北に、湯ノ岳断層が北から南東に斜めになっており、お互いに止め合っているように見える断層である。福島県には双葉断層という 70 キロの長さの断層があるが、南の 40~50 キロは活動性が低いとされている。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・断層をどう認定するかは、調べれば調べるほど分からないことが出てくる。そもそもトレンチ調査はそれほど深く調査はできない。超音波による調査でも 1~2 キロまでの深さである。ところが、多くの地震は 10 キロ以上深いところの断層で起きている。地層がずれているだけで断層である。</li> <li>・変動地形学とは、その地形がどのようにして出来たかを説明する学問。地質学の中でも構造地質学という分野にあたる。変動地形学や構造地質学のデータが少なくなっている。変動地形学では、自然の地形を見て知見を引き出すことが重要。山を削った場所などの露頭が、最近ではコンクリートで固められてしまったり、逆に藪になってしまったりして、見えなくなっている。ダム建設で海へ土砂が運ばれなくなり、海岸が浸食されて、自然の地形が分からなくなっている。仙台平野では川が流れ込んできている。（川から運ばれたのではなく）巨大地震の後沈降した海岸に土砂が入ってきて埋まったのではないか。</li> <li>・今沈降している東北沿岸部が隆起するのはいつかが問題。4 月の地震で金華山が少し隆起したと言われている。</li> <li>・地震学には人も資金も相当入っている。「予知」という出来もしないことに予算をとっている。予測という意味では、どこに断層があるかは分かる。そこから地震の大きさや間隔を地元で説明する。</li> <li>・科学的不確実性については、「分からない」ということを正直に書くことが重要。分かっていることと分かっていないことの境目を知ることこそが重要。分かっていることは説明すればよい。</li> <li>・防災については、防災計画やハザードマップをつくって地域で防災に取り組むことは重要だが、誰かに依存している。押付教育の弊害かもしれない。ハザードマップも上から指示されたいという気持ちの裏返しではないか？ 本来自分で考えるべきところを行政の責任に転嫁している。自分のことは自分で守る、という判断力が必要。</li> <li>・1986 年に日本海中部地震で、男鹿半島の海岸を津波が襲い、遠足に来ていた生徒と教師が犠牲になった。彼らは津波が来るのは地震からしばらくたってであると思っていたが、このときは数分後に津波が来襲した。（過去、地震によって津波を体験しなかったことや、地震があまり大きくなかったことも被害を生んだ要因とされている）。</li> <li>・三陸地域では「津波てんでんこ」という一人でも多く生き残るための言い伝えがあった。</li> </ul>
⑤	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地形学の学術的知見に基づいて、断層がありそうな場所をトレンチ調査するが、実は掘って断層が出ないこともある。ただし、論文には出なかったことは示されない。しかし、それは断層がないことを示しているわけでもない。</li> <li>・地震の規模の不確実性の評価は行われるようになったが、断層の存否の議論は十分行われていない。</li> </ul>
地震学	⑥ <ul style="list-style-type: none"> <li>・M9 が想定できなかった。地震には分からないものはいつでもある。こういう不確実性があるから、工学では安全裕度を考える。昔は精度がよくなかったので安全裕度を大きくとっていた。地震に関する知見が出てきたので安全率は小さくなっていた。不</li> </ul>

	<p>確実性が残っている部分はどこにどれだけか、ということが論点になるだろう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>地震の揺れについて平均は予測できるが、分散がどのくらいあるかは分からない部分。</li> <li>地震学は基本的に経験科学である。過去の経験を大切にしなければならない。古文書や言い伝え、堆積物、液状化の後などを調べる必要がある。ただし、これらはまだらな情報である。1000ピースのジグソーパズルの数枚があっても全体像が分からない。どうやって不足している情報を埋めていくか、全体像をどう描くかが課題。</li> <li>不確実性がどのくらいあるのかも論点になる。M8の地震でも、揺れが小さいものもあれば大きいものもある。平均は分かるが、どう想定すればよいのか？</li> </ul>
⑦	<ul style="list-style-type: none"> <li>大きな地震が起きると思われていなかったが、なぜなのか？ モデルの検証も必要。</li> <li>耐震工学では、地震動の評価方法は正しかったか？</li> <li>宮城県沖の M7~8 については準備ができていた。そのモデルは M9 にも適用できるのか？</li> <li>地震力からすると長周期地震動が発生して、もっと揺れると思われていたが、あまり揺れていない。なぜなのかというメカニズムの解明が重要。</li> <li>西日本では 3/11 以前に連動型を計算していた。地震の大きさは M8 の後半で、かなり大きな揺れになるという結果だった。</li> </ul>
⑧	<ul style="list-style-type: none"> <li>石橋氏やロバート・ゲラー氏による経過説明のベースには、巷間言われるように M9.0 の東北地方太平洋沖地震は 1000 年に一度の地震で、その 1 回前の地震が 869 年の貞観地震であるとの考え方が、科学者の中で定着しつつあったという認識がある。この貞観地震を想定地震の一つとして取り入れて津波を計算し、その結果に福島第一原発が耐えられるような対策をしていれば今回の原発事故はあり得なかったというのが、両者の論調である。</li> <li>「貞観地震が M9.0 の東北地方太平洋沖地震の 1 回前の超巨大地震である」という考え方には、重大な科学の限界が含まれている。もっとも最近の研究でも貞観地震に与えられた M は 8.4 にすぎない。地震のエネルギーでいえば東北地方太平洋沖地震のわずか 8 分の 1 である。</li> <li>(地震の起こり方は非常に多様で一般論が言えるのか、これから起こる地震について何か言えるのか?) 地震学は非常に単純。「ある場所で、ある規模の地震がある周期で繰り返し起こっている」という前提。そういう前提が正しいかどうかについての議論はあるが、過去のデータを見る限りこの前提は適合している。また、地震は岩盤の破壊現象であり、岩盤の強度は時間とともにそれほど変化するわけではない。日本でも世界でも同じような現象が起きている。</li> <li>もちろん岩盤の破壊にはバラツキがあるが、それはある範囲に収まっている。地震を引き起こす物理現象はプレート運動というのも長期にわたって一定だと考えられている。インプットも一定だし、それに基づいて壊れる方も一定なので、前提は正しいと思っている。</li> <li>その程度幼稚な科学なので、バラツキが非常に大きいのは確かであるが、それを明示</li> </ul>

	<p>的に言ってこなかったことが問題。例えば、関東地震も 200 年周期と言われているが、1923 年と 1703 年の元禄地震のわずか 2 つのデータから言っている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・今回のもうひとつの問題は、ここ（東北地方太平洋沖）で地震が起こるのかが分かっていなかった。それさえ分かっていたら、関東地震 200 年に 1 回程度くらいのことは言えた。</li> <li>・（限られた証拠しかない場合の知見の活用については？）すでに貞観地震の知見は取り入れようということに決まっている。2006 年の委員会でも考慮することになった。ただし、津波は扱っていなかった。</li> <li>・佐竹モデルで M8.4 となっており、揺れはそう大きくないということは、そうだと思う。</li> <li>・2003 年に北海道で大きな地震があったという論文がネイチャーに掲載され、その後、多くの研究者が古い大規模地震の論文を発表するようになった。地質学的に地震を研究している人はそういう論文を発表していた。</li> <li>・地震学は事実を大事にする学問なので、事実を示されると比較的それを受け入れやすいのではないかと。乏しいデータは貴重であり、データを大切に使う。それでも M8.4 のイメージしか出せなかった。仮定の話であるが、計算で M9.0 が出た場合、計算結果を疑ってしまったかもしれない。研究者には“もっともらしさ”の上限のようなものがある。</li> </ul>
⑨	<ul style="list-style-type: none"> <li>・総合基本施策において、日本海溝の地震に対する切迫感がなく、十分な津波評価が行われなかった。防災は臨場感をもたなければ対策が進まない。そういう意味で、地震の長期評価がミスリードしたと考えることもできる。長期評価をやっただけで防災につなげていなかったし、M9 は日本近海では起らないと暗黙のうちに考えていた。</li> <li>・島崎先生は、津波地震は指摘していたが、防災の観点が必要だったと発言しておられる。</li> <li>・地震動は 1995 年から評価をはじめ、予測地図を作成した。これは自治体の防災に役立ててもらおうと考えたのであり、国の役割ではない。自治体の責任逃れの行政になるため、国がやるべきではない。</li> <li>・新しい知見が反映されない点も課題。地震学会では、評価法が旧態依然。本来、国として最善の方法を提供すべき。</li> <li>・一方、津波ハザードの調査は自治体で行われており、国への（予測に関する）要望はなかったし、津波の専門家から意見が出なかった。また、津波行政は国交省が担当していることも問題。</li> <li>・長期評価に関わった専門家がこういった問題点も訴える必要がある。</li> </ul>
⑩	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最も重要な論点は、社会が地震や津波に対してどう考えるのかという点である。</li> <li>・科学否定ではないが、今の科学技術文明は、人間の欲望をできるだけ実現させる方向に進んできた。人は自然の一部として自然の中に生かされ、自然の脅威は限りなくある中で、人間の欲望を満たす、快適で楽しく、極力便利にしようとしてきた。（科学技術は）人間に恩恵をもたらすこともあるが、自然に対してきわどいことをやること</li> </ul>

	<p>もある。どこまできわどくやっても大丈夫か、という限界を科学技術に求めているのではないか。安全のためには少し引いた方がよいのではないかというのが自分の根本的な考えである。(科学技術をめぐる)あらゆる質問が、ぎりぎりきわどいことをやるためにどんな問題があるか、を問うているのではないか。それはそれで答えることはできるだろうが、基本的にはきわどいことをやらないで、一步二歩退いた方がよいのではないかというものである。地震・津波について言えば、どこでどういう津波が起こってくるか、それにどう備えるかになるが、究極的には 3.11 の規模に備えるということだろう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ (地震の予測の困難さについて) 岩盤の破壊は震源物理学などでかなり分かったと専門家は思っており、アスペリティモデルが提唱された。そういう研究者は相当ショックを受けている。しかし、地震学は、地震波から震源の破壊を再現して、何が起きたかを推測する学問である。</li> <li>・ どこでどんな地震が起きるかは、3つの要素に依存する。まず、震源での破壊がどのくらいの規模か(リソース)、それがどのように伝わっていくか(パス)、伝わった先にどのようなものがあるか(受け皿の性質)に依存する。たとえ震源を的確に予測したとしても、伝わり方や伝わった先でどのような被害が起こるかは不確実。</li> <li>・ 例えば、関東平野などのような堆積平野では、長周期地震動が起きやすい。これは金森先生が1973年に提唱した共振現象である。これも傾向としては分かるが、個々のビルがどのように揺れるかを予測するのは難しい。都市部に多くの人々が居住するために超高層ビルが建設されているが、関東のようなところでは建設をやめた方がよいのではないか? ニューヨークのマンハッタン島は、日本(東京)の地盤とは異なり、かなりカチカチでしっかりした地盤である。住宅文化の問題も出てくるが、神戸の復興住宅が高層になっているのはどうなのだろうか? ヨーロッパでは高さ制限をしている。何が何でも超高層ビルを建てて住むということには疑問である。</li> <li>・ しかも震源の破壊を正しく知ることは現時点では難しい。3つの要素をいかに信頼性高くできるか、技術開発できるかどうかが今後の課題だろう。</li> <li>・ 地震 PSA については、余震をどう考慮するのかという問題がある。今回のような大地震の場合、本震だけでなく、余震が問題になる。本震にはもちこたえたが、大きな余震でだめになることもありうる。</li> <li>・ とにかく、地震・津波の現象についてはよく分かっていない。ところが、工学の人は分かっていると考えている。物を造る立場ではあるところで割り切ることは必要だとは思いますが、やはり、不確実であることをいつも念頭に置いて慎重に考えることが必要。断層の長さが 35km で地震動は 700 ガルというだけではなく、「ここまで考えています」というところまでやるべき。</li> </ul>
⑪	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 社会に対する発信の仕方に問題があったのではないか。研究者は、科学的に正しい知見を追求するのが本来の仕事であり、真理の追求に邁進している。しかし、科学的に正しい知見も時間がたてば変化する。</li> <li>・ 地震に関する知見は社会と密接な関係がある。社会は正しいことは受け入れる。しか</li> </ul>

	<p>し、社会のやっていることが地震研究者にも影響を及ぼす。例えば、防災では、地震が起こるか起らないかの確率が重視され、確率の高いところだけに注目して、リスクを見ないということがある。つまり、確率は低い被害が甚大なものを無視するということ。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地震調査研究推進本部は、防災に資する情報の提供を目指していた。</li> <li>・リスクを見る必要がある。推進本部の情報が“確率の低い災害に備えない”という傾向を促していたのではないかと。万一起きれば大きな被害に備えることが必要だった。</li> <li>・どこまで許容するのか、という議論の土俵、ものさしがない。</li> <li>・地震調査研究推進本部では、地震動の予測も行おうとしていた。津波地震は、揺れは小さいが津波の被害が大きい。津波の場合、余裕がない。想定を超えると大きな被害が起きる。</li> <li>・日本人は地震のリスクが分かっていない。例えば、大震災は何年に1回発生しているか考えるか？ 50年以上で1回起こるような確率の場合、一生のうちに1回遭遇するかどうかである。日本の大震災の発生確率は20～30年に1回。1000人以上の人が亡くなる地震は、平均すると10年に1回起きている。このことをほとんどの日本人が知らない。</li> <li>・ところが、たまたまこの50年は大きな地震がなかった。1995年の阪神淡路大震災の前の大きな地震は1948年の福井地震。しかし、その前には、43年鳥取地震、44年東南海地震、45年三河地震、46年南海地震が立て続けに発生していた。ただ、この期間は戦争中で、地震の被害よりも戦災の方がもっと大変だった。</li> <li>・南海地震後20～30年のうちに、若い人は大きな地震が発生したことを知らない状態になった。</li> <li>・今回の地震で、誘発地震が起きており、これはどこで起きても不思議ではない。</li> <li>・津波にはまだ分かっていないことがある。</li> <li>・津波地震は海底の地形に依存するし、津波は複雑な伝わり方をする。物理学を使って単純化することで、津波の本来の姿が分からなくなるのではないかと。</li> <li>・地震波は津波に比べれば均質である。</li> </ul>
工学	<p>⑫</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・今後推進本部の予測は大きめになるかもしれないが、そうなると信頼性(credibility)の問題になる。</li> <li>・例えば、M8.3と考えられると、プラスマイナス0.5とするのは、官僚的な保険の考え。</li> <li>・過小評価を危惧する傾向が強い。活断層が長くなる傾向がある。あいまいなものはすべていっしょに動く断層とすることがあるが、実は多少長くなっても地震動的には変わらない。</li> <li>・アスペリティはドップラー効果が大きくなる部分。平均として考えているが、大きいだけでなく、小さいものも重要だし、浅いものも重要。特に真上にあるものは危険。理論から期待されるほど動かないものもある。それぞれ違う地震が発生。</li> </ul>

	<p>⑬</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・断層の長さから地下構造の説明をすることが必要。構造が分かって規模の話につながっていく。</li> <li>・課題は反対意見・少数意見をどう反映するか。たとえば、東日本は太平洋プレートによって圧縮されていたので、「正断層地震は起らない」とされてきた。このため、正断層であるため想定からはずされていた。</li> <li>・4月11日の余震では、これまで活断層ではないとされてきたところで地震がおき、断層が地表面に出てきた。この断層は正断層で動かないとされていたもの。つまり、今後は動くかもしれないと考える必要がある。</li> <li>・変動地形学の専門家が少ないことが問題。</li> </ul>
	<p>⑭</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・理学の人の決定方法には「包絡」という考え方しかない。平均で考えるなどもってのほか。</li> <li>・調査を重視し、地震動では、最大値、つまり最悪を考えていることをもって「安全」を説明しようとしている。よく分かっていない場合に不確実性を考慮しようとして、最大値の見積もりは際限なく大きくなりがち。</li> <li>・決定方法として、建築物のことも考慮すべきだと考える。性能設計ということが理解されない。</li> <li>・安全目標の議論が十分行われないうままできたことは残念。社会の要求として安全目標が合意されれば、我々はそれを達成できるような建築・設計をすることができる。</li> <li>・基本的に原子力研究はいろいろな面で進んでいる。</li> <li>・建築の常識は、人工物に絶対の安全はない、ということ。</li> <li>・阪神淡路大震災が内陸活断層の地震によるものだったため、その後は内陸活断層が議論になり、海溝型地震が重視されなくなった。</li> <li>・どのような学問でも「定説」をくつがえすのは困難。</li> </ul>
	<p>⑮ 言及なし</p>
津波	<p>⑯</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地震学の立場では、M8 の繰り返しとM9 の繰り返しは異なるし、確率が低くてもこれらの繰り返しは存在する。原子力発電所だけではなく、様々な建築物、土木構造物、防災で確率を考えることが重要。</li> <li>・現在の地震学の知見は、最近 20～30 年の知識に基づいている。過去の地震をベースにしており、不確定さが含まれていない。</li> <li>・既往津波についても、専門家の見解は分かれるので、アンケートを実施して重みづけをするということが行われる。平成 21 年に、土木学会が地震学と工学の専門家にアンケートを実施した。</li> <li>・今後の地震の想定では、起こり得る最大地震として今回の地震規模が用いられるだろう。</li> </ul>
	<p>⑰</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・津波堆積物はまだ新しい学問であり、台風や洪水との区別も十分できない。</li> <li>・津波堆積物なのか分からないものが多い。</li> <li>・判定は一朝一夕にはできない。失敗することもあるが、論文には失敗は書けない。</li> <li>・とにかく調査し続けることが重要。</li> </ul>

- ・地質学会で地質コンサルタントへ指針を提供するため、「堆積物とは何か」というワークショップを開いたくらい。応用地質学の勉強会も行われている。津波痕跡では遺跡調査も重要で、歴史的な情報、さらに気候変動に関する知識も必要。
- ・津波痕跡物の調査では、別のものを認定してしまうエラーが付きもの。洪水と津波の区別は難しい。確実なのは水が何らかの理由で氾濫したという認定。
- ・本当は津波痕跡物であるのに見落としてしまうエラーもありうる。調査には限界があって、「津波痕跡物がない」ことをどうやって証明するかは難しい。例えば、証明するためには海岸から連続的に地質を調査することが必要だが、そのような調査はなかなか難しい。そういう意味で、津波痕跡物が見つからなかったからといって「津波がない」ことにはならない。
- ・さらに、海岸域はいつも同じ環境ではないことに留意する必要がある。海岸の絵図をみると、500mくらい浜ができた時期がある。そこに江戸時代以降新田開発が進んだ。これは地震による隆起で陸地が広がったせいかもしれない。
- ・今まで日本の津波リスクは高いことは知られていた。重要なのは、地域によってリスクが違うということ。また、リスク自体が変化（進化）している。
- ・我々の社会がリスクをつくっているという側面もある。
- ・山があるということは、山をつくる地下の構造があるということ。山と平野の間には活断層があると考えた方がよい。昔の人は、平地に家をたて、田畑とは分けて住むようにし、うまくリスクと付き合ってきた。ところが田畑を埋め立てて住宅地になると、そこが液状化してしまう。人の暮らしがリスクを生み出している面を考えなければならない。人々は暮らしがリスクを生み出すことを知らないで生活していて、リスクが共有されていない。本来はリスクとの付き合い方を知る上で知識が必要。
- ・地震や津波の研究結果がリスク評価に使われることを考える必要がある。
- ・総合的に検討すべきだがコーディネートする人がいない。
- ・事業者は設計に使える数字がほしい。研究者の成果を事業者が使えるようにする人が重要。
- ・自治体の担当者は、地質や地震を学んだ人は出てこない。しかし、こういう人が首長や議会に説明する。科学的方法論や誤差の考え方を知ってほしい。
- ・県から市町村への連携もうまくいっていない。セクト主義もある。例えば、ある町のハザードマップも、行政区域が異なると同じ港や海岸でも白地図になってしまう。国、県、市町村が連携できていない。ユーザーである市民をみていない。自治体には安心してもらうためのだめであるし、間違った想定も問題。多くのデータからユーザーに伝える人の役割の価値を高める必要がある。
- ・役割分担をするからこそ、コーディネータを育てる必要がある。相手が分かるように伝える役割が必要。
- ・国の機関の研究費は税金であるから、研究成果のユーザーは納税者。研究機関の資産は報告書であり、それは情報産業。この情報の使われ方や扱い方を考えた対処が必要。

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最低知ってほしいことがある</li> <li>・研究成果が製品として出ていくことを考えると製造者責任がある</li> <li>・研究が一番尊いと思っている人が多い。こういう人がいてもよいが、会社の形になるようにコーディネートが必要。</li> </ul>
--	---

原子力発電所の耐震安全性の論点	
地質 ・ 地形学	<p>①</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・活断層の調査はよくやられるようになっているが、解釈の仕方、結果の読み方という点で、事業者は断層を短く評価しようとする意識が強く、あまり変わっていない。例えば、上関では連動を考慮していない。</li> <li>・いろいろな地震が起きているため、審査側は厳しくなっている。敦賀は平成 16 年から審査をしたが、活断層を活断層と示していない。</li> <li>・電力会社は地質学の知識はないので、地質コンサルタントの結果を説明しているだけ。</li> <li>・審査体制の改革が必要だろう。</li> <li>・審査には、現時点の知見を踏まえていろいろな判断がありうる。</li> <li>・活断層についてはまだよく分かっていない。日本海側には、再活動の断層が普通にある。中越地震を起こした断層は正断層だったが、200 万年前の地層には逆断層型がある。</li> <li>・白亜紀以降、再活動することはよくあって、動かないと思っているものも動く可能性がある。</li> <li>・中田先生は、宍道湖でこれまでないと言われていたところに断層を発見している。異論も尊重する必要がある。</li> <li>・原子力発電所で想定する地震動については、最大級をどう想定するかという問題がある。</li> <li>・断層の連動には 5km ルールがある（5 km未満なら断層はいっしょに動くと考え）。しかし、トルコの地震では、10 km離れていても連動した例がある。</li> <li>・短周期の長時間のゆれによるダメージをどう評価するかも問題。特に、余震の影響は注意する必要がある。</li> <li>・とにかく、日本の原子力発電所のほとんどの近くに断層がある。近くにないのは玄海くらいである。</li> </ul> <p>②</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電力会社は科学的に進めたいようだが、知識に頼っていても進められない。科学的判断は難しい。</li> <li>・新潟県の委員会の主査が「軟弱地盤」と言ったと新聞報道された。周囲より多少柔らかいという意味で使ったのだが、反対派はこれだけを取り上げて反対する。</li> </ul> <p>③</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・初期の原子力発電所の設計時には考慮されなかったとしても、耐震指針の見直しで、変動地形学の知見を活用し、断層の調査（特にトレンチ調査）を徹底すべき。</li> <li>・島根原子力発電所では、不十分なボーリング調査で断層がないと主張していたので、変動地形学の観点から断層があると考えられる地点を指摘し、トレンチ調査の結果断</li> </ul>

	<p>層を発見した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・大間の立地点では、海岸に波の浸食でできた典型的な地形が階段状に存在し、しかもそれらの地形の高さが異なっているため、津軽海峡に断層があるはずだと主張した。電力会社側はこの地形をゆっくり隆起した地層が浸食されたもの（海岸段丘）と主張するが、そのようなメカニズムでは現在観察できる地形を説明できない。</li> <li>・電力会社の主張を支持する専門家がいる。彼らに頼って断層評価をしていることが、今回の事故につながる問題であり、電力は意見を聞く専門家を間違えている。</li> </ul>
④	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1986年に原子力土木委員会が出した方法にのっとして電力各社は評価をしていたが、少なくとも原子力土木の委員は活断層について素人であり、素人が判断することに対して強い批判があった。そもそも活断層の本質が分かっておらず、それが不信感につながった。</li> <li>・例えば、活断層と認定する場合の定義として、旧耐震指針は過去5万年以内、現行耐震指針は12～13万年前までの活動性を判定するとしているが、この数値には何の根拠もない。4月11日に動いた井戸沢断層は活断層とは認定していなかった。</li> <li>・10万年に限定すること自体が問題。断層の専門家にとって、20万年前でも30万年前でも動いていれば、今後も動く可能性がある。</li> <li>・専門家間の時間スケールが異なる点が問題。工学系の人にとっては1万年も10万年も同じことで、どのくらいの地震動になるかが重要。保安院にとっては法律をつくるのが重要で、そのためには数字で示す必要があった。しかも12～13万年と幅をもたせているが、どこにも根拠はない。しかも、この数字に依存して活断層を評価しようとしている。ある意味、保安院も原子力発電所を造ること、現状を認めることが前提となっていた。</li> <li>・このようなやり方に異議申し立てをして石橋先生は委員を辞められた。</li> <li>・今回の地震災害を受けて保安院も活断層の考え方を変わるだろう。</li> <li>・東通原発周辺には、5万年～10万年前の地層で切れていないという説明があったが、調査をすると12万年前に動いている。長期間ねむっていた断層の境を見極めなければならぬが、そこまでやらずにミイラにしておもうという考え方。</li> <li>・耐震バックチェックの間いくつかの原発で問題がおきた。浜岡では敷地内で発電所のゆれ方が異なるということがあった。</li> <li>・福島第一は津波で事故を起こしたと言われているが、地震動の影響はまだ未解明。送電鉄塔が倒れた理由として、側面の盛土が土砂崩れを起こしたためと言われているが、本当にそうなのか検証すべき。そもそも崖を削った土を置いただけの盛土は地震に弱いのであるから、近くにあることが問題。また、実際に現場を見ると、土砂だけで倒れたのかどうか、疑問をもつ程度の土砂崩れしかしていない。送電鉄塔は、河川改修した川の上に立っており、地盤の問題もあったのではないかと。</li> <li>・非常用発電機も地震動の影響を受けたかどうかを検証すべきだが、津波が証拠を押し流している。</li> <li>・原子力発電所の設計や安全評価は、原子炉を特に注目していたが、そのために周囲を</li> </ul>

	<p>見ていないという感じである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2007 年の中越沖地震では、柏崎刈羽原発の緊急対策室の扉が開かなくなった。女川原発でも道路の被害があり、支障を生じている。設計の段階で環境アセスメントをすべきではないか。重要な機器が基準地震動の耐えられるように設計することは重要だが、他を見ていないので、復旧の障害になっている。今、ストレステストが行われようとしているが、弱いところへの目配りがどれだけできているかが課題。また、サイトだけでなく、周囲も含めて検証すべきではないか。</li> <li>・ 例えば、福島第一では鉄塔が倒れて外部電源が失われ、非常用発電機が 40 分後に来た津波で被害を受けて事故を起こしたと言われているが、どこの鉄塔がなぜ倒れたのかという質問をすると、盛土の話が出てくるように、どんどん異なる情報が出てくる。技術が高くて、弱い部分への目配り、気配りがなければリスクは高い。</li> <li>・ 事故調査委員会の検証能力にも疑問。どんな調査をしているのか？福島原発の廃炉には 30～40 年かかるが、だれが責任をもつのか？</li> <li>・ 放射線の問題も重要。長崎に行けば数mSv の放射線がある。きちんと教育する必要がある。</li> <li>・ 原子力の安全神話も問題。防衛のために情報を出さないといった言い訳が通る。</li> <li>・ 女川原発では重要な壁にひびが入ったという問題があった。原因はねじの締め方の問題だった。つまり、設計はしっかりできているが、施工のところで問題があったという例。すべてをトータルに考えるということになっていない。</li> <li>・ 福島第一の 1～4 号機では、地盤にひび割れができていないのか。そうでなければ大量に注入している水がどこに行ったのか分からない。地下のひび割れから海へ流れているのではないかと懸念している。</li> <li>・ 遮へい堰を造ろうとしている。</li> <li>・ 強い地震で構内に地割れが発生し、消防車が近づけなかった。</li> <li>・ 原発については、設計用の最大震度を上回っていたことが分かっており、地震と津波の想定を間違っていたということ。</li> <li>・ 原子力安全・保安院の審議では、「よく分からない」場合は、「断層はない」という結論になる。原発をつくるのが前提になっている。</li> <li>・ 個人的には、電源確保の観点から火力発電所のそばに原子力発電所を建設したらよいのではないかと思う。</li> <li>・ 活断層の観点から、日本で一番安全なのは玄海原発であるが、ヤラセ問題で再稼働できなくなっている。これは人間の知恵で何とかしなければならない問題。</li> <li>・ 地形学の知見を使って評価をしているが、断層と認定する基準の作り方が問題。誰がつくっているか？断層の研究者コミュニティをうまく活用しているのかも問題。</li> <li>・ 電力会社は地質コンサルタントに調査や分析を委託している。この中には変動地形学を学んだ者もいるが、クライアントに都合の悪い結果を出すはずはない。審議の場にコンサルタントは出てこず、電力の提出したデータを見た保安院の説明を聞くという状況。コンサルタントも同席して、はっきり意見を言うべきだと思うが、彼らは本音</li> </ul>
--	---

	<p>は言わない。保安院が電力の報告書の表紙を変えただけ、という報道があったが、まさにそうである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・東通の審査でも、断層の専門家から見ると明らかに地層にずれが認められるにもかかわらず、電力会社は「膨潤」であると主張した。</li> <li>・保安院の職員には能力はあると思う。断層の考え方や理屈は単純なので、耳学問で分かっているつもりになっている。</li> <li>・福島第一原発の事故対応の様子を見てみると、地元では「また嘘を言っている」という受け取り方。情報提供も遅かった。</li> <li>・安全・安心を訴えるために、しっかり説明するのではなく、嘘をつく傾向、情報隠しをする傾向がある。</li> </ul>
⑤	<ul style="list-style-type: none"> <li>・島根原発で中田先生が断層を発見されたが、当初 5 月のトレンチ調査でははっきりした結果が得られなかった。そこで、夏に反対側からほって発見した。これらは、経験と実績に裏付けされたもの。</li> <li>・電力会社の追加調査は、地層のスケッチであり、適宜色分けをしていた。そのスケッチでは地層に区切りがないということだったが、中田先生が調査継続を提案した。</li> <li>・ボーリング調査は非常に限られたデータから地層を予測するもの。いかようにでも解釈は可能。</li> <li>・現行の耐震指針や耐震評価は、考え方や手続きはよいものの、絵に描いた餅になっている。審議では、科学的な判断というより中庸な意見が採用される傾向がある。</li> <li>・残余のリスクは、想定を上回る確率を評価するという話だった。たとえば 15m の津波を想定してそれに耐えられるように 16m の堤防を造るとしても、16m を超える津波の可能性はゼロではないので、想定を超過した際の防護のリスクを評価するという話になっていた。このリスク評価の方法論を高度化しようという意見があるが、モデルの話より、むしろ謙虚な見直しが必要なのではないか。</li> <li>・耐震指針の運用面では、委員の発言を尊重することと判断の仕方が問題。</li> <li>・活断層は、原発の耐震評価全体の信頼性にとって重要。証拠があれば断層の認定が正しいか間違っているかを地震発生前に 100% 言うことができる。地震そのものについては、事後的にしか分からない。</li> <li>・中田先生は写真を見ておおよそ断層がありそうな地点が分かる人。電力会社の追加調査は「観察」となっているが、中田先生は実際に掘って確認すべきだと主張している。現在は、活断層の存在を否定するために手続きが用いられている。</li> <li>・活断層の存否が起点となって地震動が評価され、設計につながっていく。地震動評価にはバラツキがある。</li> <li>・事業者から問い合わせを受けることがあるが、多くは上司を納得させたいといった組織内の問題に起因している。原子力安全委員会が、どのような判定をすればよいかの指導をすることは効果的。</li> <li>・残余のリスクは、地震を想定するといっても、地震そのものにバラツキがあるため、どこまでを考えるべきかを検討した結果、不確実性を考慮するという考え。シナリオ</li> </ul>

		<p>をたくさんつくって考えるというが、どこまで考えるのか、またその判断ができるのか？</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ロジックツリーは様々な状況があって、多様な組み合わせがある場合の評価手法のひとつ。</li> <li>・専門家を特定すればどう判断するかはおおよそ分かる。</li> <li>・様々な意見や少数意見をどう採用するかは難しい。</li> <li>・津波については、最悪を考えるとというのがバックチェックでやっていること。断層も連動することを前提としている。</li> <li>・まともなことを発言する専門家の最大予測は尊重すべきではないか？</li> </ul>
地震学	⑥	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2007年の中越沖でも今回のように想定を超えた。場所によって想定の2.3倍の揺れを観測したが、安全裕度が考えられていたので、重要な機器の損傷はなかった。だいたい一般建築物の3倍という裕度が考えられている。</li> <li>・津波も5.7mの想定だったが、ここには安全裕度がほとんどなかった。</li> <li>・原子力の安全は、止める、冷やす、閉じ込めるが基本。冷やすためには電力が必要。外部電源は送電鉄塔が倒れて失われたが、非常用発電機や電源車を用意していたので、これは想定内だった。しかし、非常用発電機が2台とも津波で使えなくなるとか、電源車がつかげられないとかといった事態は想定外だった。</li> <li>・今回の事故はトリプルエラーである。まず、地震動や津波の想定が十分ではなかった。そこに多重防護が徹底していなかったことが、事故を拡大させたと思う。</li> <li>・中越沖地震は、地震の大きさに比べて揺れが大きかった。バックチェックでは、この教訓を踏まえて地震動を1.5倍に設定。</li> <li>・最近では、地盤の調査はしっかりやるようになっている。</li> <li>・震源の想定には、過去の経験が反映されている。地質学はいろいろな解釈をする学問なので、十人十色の意見がでる。ただし、断層によっては議論が収束するものもある。</li> <li>・地震動予測のモデルにもいろいろあるが、いろいろな方法でやってみて比較して、現実の地震データをどれが一番よく説明できるかという方向で議論が収束する。</li> <li>・活断層の評価は議論の収束が難しい。ターゲットとする断層をどう説明するかは多様。</li> </ul>
	⑦	<ul style="list-style-type: none"> <li>・福島県沖に震源をもってきたときの揺れとして、福島の地震動の想定はそこそこだった。アスペリティから出る短周期の揺れが中心だった。</li> <li>・想定と異なったのは、揺れの時間が長かったことである。通常 M8 クラスの地震の揺れは30~40秒程度。今回は2~3分も揺れていた。耐震上どうだったのか？ 機器はどうだったのか？ しかし、原発事故のために調べられない。</li> <li>・電力会社によると、計算上は大丈夫だったはずだと主張している。</li> <li>・耐震の専門家と地震動の専門家は別々に議論している。耐震設計上何の問題があるのか、共通に議論すべきではないか。</li> </ul>
	⑧	<ul style="list-style-type: none"> <li>・M8.4の規模しかないと、貞観地震の震源モデルはかなり沖合に設定されているので、</li> </ul>

	<p>東電が「地震動を見積もり、安全基準を下回ると論じた」としても大きな誤りはなかったはずである。もし津波のバックチェックが行われていても、出てくる津波の高さは、東北地方太平洋沖地震の際に福島第一原発で観測した浸水高に遠く及ばない可能性が高い。福島第一原発近くの浪江町請戸地区において津波堆積物から推定された遡上高 4.6m、それからシミュレーションした浸水高は 6.5m 程度にしかならない。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最新の研究で 869 年にかかなり大きな津波を伴った巨大地震が発生したと解明されたことと、それを原発審査の場で岡村委員が指摘してことは、科学の希望ある側面を表している。しかし、その地震の M がやや小さく、原発サイトでの津波が、実は東北地方太平洋沖地震の津波を下回るとわかっていなかったことは、科学の限界を表していると考える。原発の耐震安全性を科学的知見からだけで判断することは困難。</li> <li>・科学的に正しい耐震安全性が適用されるようにという信念の下、自分では努力したつもりだった。しかし、科学の方に限界があって、こうした信念も空回りしてしまった。今回の原発事故の最大の教訓は、どんなに一生懸命、科学的な耐震性の評価を行ったとしても、それを上回るような現象が起こる国だとわかったことであろう。それを考えれば、これから起こるすべての現象に備えられるような原発は造れない。</li> <li>・結果論でいえば、津波の審査が後回しになっていた。</li> <li>・2009 年時点で 2011 年 3.11 の巨大地震と巨大津波が起こることを考えていた地震学者はいないと思う。責任を負えという声もあるだろうが、審査委員にそこまでの責任はないと思う。</li> <li>・津波が原発に影響を及ぼした経験が全くなかったことが、（津波対策の議論を後回しにしてきた）原因ではないか。それに比べると、揺れの方は、バックチェックの後ではあるが中越沖地震の経験があった。</li> <li>・耐震指針の見直し時には、女川原発や志賀原発で想定を上回る揺れを観測したことがきっかけになった。揺れが問題の前面にあり、その経験にひっぱられていたのではないか。</li> <li>・福島第一原発で外部電源が止まった原因は地震の揺れである。鉄塔の倒壊、変電所の被災も地震の影響である。これらが健全であれば、津波で非常用発電機がやられても、冷却することができた可能性がある。配電盤がやられているので、外部電源がすぐに復旧してもだめだったかもしれないが、地震の揺れも問題のひとつである。柏崎刈羽原発では、ぎりぎり大丈夫だったが、地震の揺れでそれなりに被害を受けている。その教訓を踏まえて耐震設計と対策をしっかりとったかどうかという審査は行われていない。</li> <li>・原子炉の設計や装置類の配置などを考慮して耐震性に関する審査をすべきではないと思う。「最大これくらいの揺れを想定する」という考え方で設計していればよかったが、現実には「確からしい」ものを想定していた。今回の教訓でいえば、想像を超えるものもあることを陽に言うておかなければならなかった。</li> <li>・残余のリスクという概念が導入されたが、定量的にどうやってよいのかは明確になっていなかった。審査側も電力会社もどうやって評価するのか分かっていなかった。</li> </ul>
--	--

- ・電力側は、確率論的安全評価（PSA）で  $10^{-4}$  とか  $10^{-5}$  になっていればよい、という資料を出してきた。我々としてもどう評価すればよいか明確なことが分かっていなかった。電力会社のやり方に対して積極的に意見を言えなかった。
- ・確率的な考えを入れることはよいことだと思う。ただ基準はあいまいだった。米国か IAEA かの基準も  $10^{-4}$  とか  $10^{-5}$  であるという説明を受けた。それに対して  $10^{-7}$  とか  $10^{-8}$  の事象まで考慮しろと言うことは難しかった。
- ・そもそも原発の問題に、確率的な考え方を入れることに対して電力会社は積極的ではなかった。電力会社としては絶対安全とか、100%安全と説明したがっていた。地震の想定も、結局のところ、もっとも確からしい“最大級”の地震を想定していたのであり、本当に稀な確率の低い“最大級”ではなかった。
- ・審査当時もっとも問題だと思っていたのは、基本的な考え方が異なるという点である。自分自身は、サイトごとに最大限の努力をして国民の安全を最優先した対策をとるべきだと考えていたが、そう考えない委員もいた。
- ・どこかのサイトが特別に非常に厳しい基準にしてしまうと、それが全国に広まってしまうと困るという主張もあった。水平展開しなければならなくなるという意見があった。
- ・活断層の認定がもっとも論争になる。どこまでを活断層とするかは、ほとんど場合グレーである。それを疑わしきは罰せずで対策をとらないか、疑わしいから対策をとりましようとするかは、意見が分かれるところである。自分としては、国民の安全を考えて疑わしきは対策をとるべきと考えていたが、それは他と同じやり方で白と判定すべきという意見もあった。それが最も困った点である。
- ・（原発は）危険なものなので念のための対策をとるべきという主張と、そうであっても全国一律の基準でよいと思うという意見の対立である。ある委員は一律の基準で考えようという意見だった。別の委員は最初、自分の同じ意見かと持っている、最後の方には意見が変わってしまうことがあった。ただし、今回の事故は活断層の認定が原因ではないので、そういう意見を言った委員に責任があるわけではない。
- ・結局、あるサイト周辺の活断層をみて、危険と思うかどうかは委員の考え次第。一律基準を主張する委員の意見が通ればそうなるし、そういう委員がいなければ慎重に判定するという事になっていった。ところが、各ワーキングの結果が全体会議に出てくると、「もう少し慎重にした方がよいのではないか」という意見が出たり、自分も出したりしたが、猛反発に合っていた。
- ・2009年の福島第一原発のバックチェックのときも双葉断層について同様の論争があった。
- ・保安院としては、推進意見を言ってくれる委員を入れたいと思う。審議会委員は首になることがない点も問題。一度委員になると、審議会がつぶれない限り、同じ人が委員を務めることになる。
- ・佐竹さんの計算でも M8.4 にしかなっていない。M9.0 に比べれば 8 分の 1 にしかならない。それこそ科学の限界である。福島第一も貞観の地震を考慮していれば大丈夫だ

	<p>ただらうという議論があるが、そういうことは言えない。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・（地震の揺れは M9.0 にしては小さかったが）それでも原子力発電所が被害を受けたことは問題。送電線は置いておいても、変電所のむき出しのガイシが揺れで壊れたことなど、原発関係以外でも同様の事例はあるはずなのに、なぜ対策が講じられていなかったのか、疑問である。</li> </ul>
⑨	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 残余のリスクは、想定に関して一定の限界を認め、想定を超える可能性を評価した上で、そのリスクを減らすことが求められていた。しかし、議論が不足して、耐震指針には地震動のみしか書かれていない。外力すべてをカバーすると思っていたが、人の評価の限界でもある。</li> <li>・ 津波についてはバックチェックが行われていない。畑村委員会で、耐震指針見直しに関する説明をしたが、中間報告では説明した内容が読み取れない。</li> <li>・ 津波の対策については、事務局の文書提出を求めている。保安院の分科会のワーキングの意見交換で、津波が想定以上であっても水密化など対策が行われていると説明を受けた。当然、すべての原発でそのような対策をやっていると思っていた。その後、地震・津波小委に事務局の文書は再提出され、どこでも行われていると誤認した。実は、原子力安全委員会が調査して、対策例としてあったものを提出したとのこと。説明を聞く側もよく認識できていなかった。</li> <li>・ 耐震指針見直し後のバックチェックは、すべて地震動に関するものだった。津波の審議をしていれば、対策が不十分であることが分かったかもしれない。</li> </ul>
⑩	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 原子力発電所では、起こり得る最大の地震や津波を想定すべき。</li> <li>・ 耐震指針の検討では、特定できる地震としてプレート間地震と活断層型地震を考慮することになり、活断層地震は、地表に出ている断層で判断することになったが、実際に震源となる断層がどのような構造を地下でしているのかは分からないところが問題。また、特定しない地震として既往最大の地震を考慮すべきだと主張した。</li> <li>・ 例えば、柏崎刈羽原子力発電所では、1699 ガルを観測している。これを踏まえて東電は 2300 ガルを基準にすることにした。他のすべての原発に 2000 ガル以上の想定を求めるつもりはないが、実際に 1699 ガルを観測しているのであるから、これをデフォルトとすべきだと考える。我々はまだどのような地震が起きうるかについて知見が少ないのであるから、経験を踏まえて改定していくことが必要であり、観測値を基準にすべきではないか。</li> <li>・ 設置許可の法律では、想定地震が絶対起らないことを証明する必要があるかのような書き方である（注：立地指針には、「大きな事故の誘因となるような事象が過去においてなかったことはもちろんであるが、将来においてもあるとは考えられないこと。また、災害を拡大するような事象も少ないこと。」と記載されている。）。</li> <li>・ 今、緊急安全対策として、福島並みの 15m の津波への対策が行われているが、これを緊急ではなく、基礎体力として耐えられるようにすべき。非常用発電機などを備えて、実力として 15m の津波への対策がとれるようにすべき。</li> <li>・ 新規立地では、地震動や津波への対応を科学的に説明すべき。</li> </ul>

- ・耐震指針検討分科会では、揺れだけでなく、地殻変動も考慮すべきであることを主張した。WGの主旨は理解していたようだが、他の委員はよく分かっていなかったではないか。地震は断層のずれによる地殻の破壊現象である。それに伴う揺れは一時的なものであるが、実際にはかなり広い範囲で地盤に歪みが生じ、応力場が変化する。地表も変形するが、地殻変動は長期に続く。例えば、隆起は地下では一様に起きてても、地表にどのような影響を及ぼすかは地表の状態に依存する。
- ・中部電力浜岡原子力発電所の耐震評価では、中部電力は地盤は一枚岩で一様に変位すると説明したが、実際地震が起きた時には敷地内の変位は異なっていた。原子炉だけでなく、復水器や燃料プールにどのような影響を及ぼすかも重要。
- ・柏崎刈羽原子力発電所の場合、そもそも最重要設備も岩盤に建設されていない。だから掘って深い位置に施設を建設している。軟岩、泥岩上にあるから掘れる。欧米の原子力発電所はかなり硬い地盤に建設されているところが異なる。
- ・福島第一原子力発電所の1号機の設置許可申請書では、「泥岩」であることを認めている。
- ・さらに敷地内に活断層が走っていれば大変なことになる。敦賀原子力発電所の場合、浦底断層が導水管がある場所を横切っている可能性が指摘されている。浦底断層には枝分れ断層があり、現在は別々に動くと言われているが、連動する可能性もゼロではない。
- ・下北半島についても、断層の認定に不確実性があり、地震動が低く見積もられている可能性がある。地殻変動も考慮されていない。六ヶ所再処理工場の基準地震動は450ガルであるが、実は断層が近くにある。しかし、ホット試験を始めてしまったため、今や改造できない施設になってしまい、450ガル以上の想定を認めることができない。近くにある断層の活動性を認めてしまうと、大間や東通の評価にも影響を与えるため、この2つの発電所も450ガルを想定している。(変動地形学の中田名誉教授などは海底活断層の存在も主張。)
- ・原子力発電の利用をやめた後でも、国営の原子力発電所を残すことはあるかもしれない。世界のためにも原子力工学の知識は必要だろう。途上国での利用を考えると、原子力の技術者は必要であるし、世の中から尊重されるべきだと思う。
- ・また、利用のための技術だけでなく、環境科学的視点を入れた研究開発が重要。除染技術などは今回の事故を教訓に高めていく必要がある。
- ・米国原子力規制委員会では、自前の技術力を持ち、独立性を維持する仕組みがある。日本の電力会社、特に大きな会社の技術はメーカー依存だった。原子力規制庁の人材確保という意味でも原子力科学は必要。原子力技術を残し、これまでとは異なる方向に発展させることはあるだろう。
- ・先日のクローズアップ現代で、学校のプールの水が流せない問題を取り上げていた。放射性物質の降下によりプールの水が汚染されているため、これまでのように流してしまうと、それらが農地を汚染してしまうという。このような解決の困難な問題が今後も起きてくる。これらに対応することと、「万一に備える」ための原子力規制行政

	<p>をやっていく必要がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• どのように余震が起こるかは様々である。2004 年の中越地震では余震が多かった。2007 年の中越沖地震では余震が少なかった。今回も M9 にしては福島は余震が少ない。4/7 宮城沖のスラブ内地震では女川原子力発電所が一時停電した。（NISA 速報によれば、4/711：32 の宮城沖地震により、六ヶ所再処理工場と東通原子力発電所の外部電源が遮断、非常用発電機で給電、女川原子力発電所では 5 回線中 3 回線が遮断（1 回線は工事中）して、1 回線での給電となった。いずれも 4/8 中に復旧。）</li> <li>• 福島の場合、スラブ内地震の評価は重要であり、700 ガルと考えられている。しかし、各サイトの基準地震動が小さい。2003 年と 2005 年の三陸のスラブ内地震が M7.1 だったということから評価しているようだが、スラブ内地震は可能性として M8.2 も起こり得るもの。もし科学的に反論できるならよいが、しっかり反論せずに低めに設定することは問題。</li> <li>• 今回の事故からも明らかのように、原子力災害への備えは、一般の防災よりも高い水準で備える必要がある。</li> <li>• ストレステストの評価が行われている大飯原子力発電所の場合、これまで別々としてきた海底活断層の FOA 断層と FOB 断層が連動することを認めた。連動により 35km の断層が動くことになり、700 ガルの基準地震動となった。しかし、柏崎刈羽では 1200 ガルも経験して設備に問題が起きている。また、FOB、FOA の陸側には熊川断層があって、よく似ているため、ここまで連動すると約 60km の断層となる。断層がどのように連動するかはよく分かっていないので、思いもかけない連動があるかもしれない。基準地震動として 700 ガルでは小さいのではないか。</li> <li>• 事故が起こることを前提に、防災に取り組むことも重要。市民団体がコネティカット州の防災のしおりを翻訳したものを見た。米国では事故が起こり得ると考えて備えていると感じた。</li> </ul>
	<p>⑪</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 福島原発事故は津波が原因とされ、各原子力発電所では津波への対策が重視されているが、地震動も慎重に考える必要がある。地震動は複雑で、地質によって増幅する場合がある。</li> <li>• 地震や津波についてはまだ分かっていないことがある。しかし、それを言う「設計できない」と言われる。</li> <li>• 浜岡原子力発電所についても、地震を外から見て評価している。地震の現場、つまり地下で何が起きているかを見ていないし、実際に地震がどう起きているかを知らない。我々は地震波から推測しているにすぎない。浜岡原発は想定震源域の中に立地している。</li> </ul>
工学	<p>⑫</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 原子力発電所の耐震バックチェックの枠組みでは、推進本部の予測が標準スタートラインになっていて、事業者はこれを使っている。しかし、推進本部の予測はコンセンサスベースのものであり、もう少し予測のバラツキを考慮すべき。</li> <li>• 中越沖地震で揺れが大きかったことを受けて、最終的な結果に対して 1.5 倍の安全率を考慮するようになっているが、バラツキを考慮していない。想定バラツキについて</li> </ul>

	<p>は、新耐震指針にも手引きにも入っていない。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・福島原発の建屋は、建築工学的には特に問題ないと思われる。むしろ、上部構造は鉄骨で組んだ程度でよいのか疑問。水素爆発は想定していない構造だった。</li> <li>・「事故は起きない」という前提でいるから「対策がとれない」という理屈はおかしい。格納容器が重要であれば、それを守るという発想が必要。</li> <li>・事故が起こる確率を抑えるためにはシビアアクシデント対策をエンジニアリングとして考えなければならなかった。</li> <li>・全電源喪失を想定しなくてよいとなっても、事業者は当然考えておくべきだった。対外的に対策をとっていることを言わなくても、エンジニアリングとしてはやるべき。</li> <li>・工学はどうしてもすべてを知っていると考えてしまう。しかし、自然は制御できない。ありのままに物を見ることを忘れてはいけない。福島原発はGEが設計しているので、本当はすべてが分かっていたのではないか。</li> <li>・原子力発電所の耐震レベルのクラス分けも問題。原発は複合システムである。どこかだけがしっかりしていても、それに関連する機器が壊れたら問題が起きる。送電鉄塔が倒れて外部電源が失われたのは問題。当然、多重化し、多重化したライン全体の安全を確保できていなければならなかった。中越沖地震でもトランスの火災が起きたが、トランスは潤滑油が漏れる可能性があるので、地盤沈下が考えられるようなところに設置すべきではない。トータルシステムとして考えていない。</li> </ul>
⑬	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子力発電所の耐震設計では、まず活断層を地質学の人認定し、地震学でモデル化して揺れの想定を出し、それを基に構造工学で設計をする。新耐震指針で12~13万年前までさかのぼることになったが、これは地質学の限界に依存している。断層があるだけでなく、いつ動いたかを認定し、想定に入れるかどうかを判断する。しかし、理想と現実異なる。グレーゾーンは黒にしようという主張をする人もいる。</li> <li>・自分自身としては、耐震バックチェックの中で海溝型地震を見落としとしていたと感じている。活断層の議論に集中して、時間がなくなって海溝型は十分議論されていなかった。</li> <li>・安全委員会は今回の知見を踏まえた見直しを原子力安全・保安院に指示し、保安院は事業者に見直しを求めている。</li> <li>・変動地形学の中田先生は手引きに関わられたが、運用が問題。グレーな場合は掘って確認することが必要。一層、断層の認定は慎重になっていくだろう。審査中のものも、今回の地震も踏まえて見直すことになる。</li> <li>・電力会社は、設計に使う地震動を大きくしたくないために、いろいろな説明をする。短い断層がなぜ出来たのかをきちんと説明しなければならない。巨大地震が起きるとは言わないのだから。</li> <li>・電力会社には専門家がない。人材育成も課題。</li> <li>・原子力発電所の審査では、国策の中で、安全なように設計する方向に議論が進む。</li> <li>・地震動予測には誤差がつきもの。構造は余裕をとって設計している。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・あるサイトでは敷地内に断層があるかどうかという議論になった。断層が第四紀層にあるという主張に対して、電力会社は膨潤によるものと回答し、7回も議論した。</li> <li>・このように審査の入口のところで議論が長期化するため、津波の精度の議論が行われなかった。津波の想定にも誤差がある。浸水しても大丈夫なように設計すべきだった。ところが、原子炉の話は別のグループが議論していて、こちらには情報が入らない。そもそも原子炉がどのような設計になっているかを知らないで議論している。加えて、誤差を考えるという発想ではなく、起こったことにしか対応しないのが、原子力村の特徴。</li> <li>・揺れには余裕があったが、津波は少しでも上回れば影響がある。そのリスクはゼロにはできない。</li> <li>・地震動は場所（サイト）ごとに違うので、機械側は想定以上の揺れについても機能を維持するように考えている。ただし、津波は入ってこないという前提。多重設備も3台あれば大丈夫という考え方だった。浸水すれば3台同時にだめになる可能性があるのに、その確率を考えていなかった。しかし、津波対策を考えるのは土木屋の仕事で、揺れは建築屋の仕事。学問の縦割りも問題。</li> </ul>
⑭	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建築では、どこまでの安全を確保するのかということを決めて、どこまでなら大丈夫と地震力を決める。ところが、地震評価では、理学側委員の数が多く（20人の委員のうち、工学系は5～6人）、最大の地震力を設定することだけが議論される。建築物で安全を確保するということが理解されない。</li> <li>・現在は地震学の専門家が地震動を決める、という形になっているが、本来は工学系が決めるものだと思う。</li> <li>・委員会の主査はこれまで理学系だった。</li> <li>・意見聴取会や合同WG（現在中断中）が公開で開催されており、地震や地質の専門家による細部の議論になっている。</li> <li>・残余のリスクは今後重要になると考える。</li> <li>・よく「恩恵を受けるためにはリスクを受け入れなくてはならない」と言われるが、リスク対応ができてはじめて恩恵を得ることができる。原子力は、誘致する際に自治体や住民に十分説明すべきであり、意思決定においてリスク対応も考慮すべき。</li> </ul>
⑮	<ul style="list-style-type: none"> <li>・福島事故の検証はまだ終わっていないが、中越沖地震の対策に資源を注ぎ込みすぎた面もあるのではないか。東海第二や女川では津波対策が済んでいた。</li> <li>・東京電力は津波対策をしなかったのではないか。前面はやっていたが、後ろがだめ</li> <li>・電力の経営層も保安院もバランスよく考えることが必要。</li> <li>・原子力発電では、何かトラブルが起きるとその対策を水平展開するが、そこにはリスクもある。もちろん教訓に学ぶことは大事であるが、教訓を学ぶことと水平展開とは意味が違う。</li> <li>・米国の原子炉の場合は洪水対策が求められているが、ハザードの特性とプラントの守り方はそれぞれであり、対策をしない場合は、なぜやらなくて良いかを説明する。</li> <li>・日本の水平展開は、すべて同じようにやる。一番効果的な方法は何かの説明をしてい</li> </ul>

	<p>ない。なぜやっていなかったかの説明も行われていない。同じ対策を水平展開で実施することで、電力会社は自分で考えなくなってくる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ストレステストの誤字脱字問題も同様。東京電力は特別に章を設けて、「横並びでよいのか」をしっかりと議論して書こうとしていた。ところが議論に時間がかかり、スケジュールの問題で、他の章の確認がおろそかになったもの。どちらが重要なことか？水平展開の弊害を考えることが必要。ところが、誤字脱字問題で、電力会社がいかげんな組織と思われた。</li> <li>・ 全員にとっての教訓を引き出すことが必要。</li> <li>・ 技術的には、たとえば地震のような自然災害の新知見をどう反映させるか。多少バッファをもたせることが必要。設計用津波も1つの数値で良いのか疑問。</li> <li>・ 残余のリスクは、<math>S_s</math> を超える地震の可能性を考え、そこでのリスクを低減することを求めている。</li> <li>・ 中越沖地震では、<math>S_s</math> の3倍もの振動を観測した。これは、キラースパイクによるもので1点のみの観測値である。しかし、応答ペクトルで設計していると説明していたため、ピークの値がスペクトル値を超えたことだけを見てしまっていた。</li> <li>・ (1つの数値を超えるか超えないかではなく) フレキシビリティを持たせる考え方が必要。</li> <li>・ 地震や津波の想定はなかなか決められない。だから、設計や対策も決められない。数値ではない形で設定することはできないか？</li> <li>・ 設計の想定を超える可能性はゼロではなく、そのための対策はアクシデントマネジメント。たとえば電気がなくなったら、何らかの電源がつながるようにする、水がなくなったら外部から注入できるよう給水口をつける、などが考えられる。</li> <li>・ 今は、<math>S_s</math> を上げることが議論されているが、<math>S_s</math> を超える場合にどうやってプラントを守るかを提案する必要がある。それが物の設計ということ。</li> <li>・ 確率論的安全評価は内的事象（原子力施設内設備の不具合など）を対象としており、外部事象によるアクシデントマネジメントが出来ていなかった。ただし、福島で起きたことは WASH1400 の全電源喪失のシナリオと同じである。この起因事象を内的事象、外的事象で区別することは不要。</li> <li>・ 阪神淡路大震災の後、トランス設計ということが言われるようになった。これは、建物が多少壊れても人を守ることを重視する考え方で、想定が難しい外的事象のアクシデントマネジメントの考え方。</li> <li>・ 今後の安全原則では、テロ対策や外部事象対策を考えないといけないだろう。米国では、TMI以降、アクシデントマネジメントをやるようになり、設計基準をつくってきた。ただし、どこまでやれば十分かを判断できない。9.11 で変わったが、3.11 でも変えていく必要がある。国民への説明が必要。</li> <li>・ どこまでやればよいかは、地域住民との約束事であり、時代に応じて決める必要がある。住民が納得できるレベルはどこか。これを避けると、安全目標が合意できない。つまり、どこまで安全対策が必要かが決まらない。</li> </ul>
--	---

		<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震に対して守ることが合意できないのは、連動を考えると安全を保証できない状況だから。</li> <li>・もう一つの約束事として、電力の供給をどうするかを考える必要がある。</li> <li>・福井県はもし再稼働されなければ経済のダメージが大きい。原子力発電をやらなくてすむなら楽。いろいろな問題をどうやって両立させるかが課題。</li> <li>・今原子力界は、福島事故を防げなかったことから、反省を求められているが、先のことを考えつつ、問題を解決することが必要ではないか。</li> </ul>
津波	⑩	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子力発電所では「既往津波の最大」を想定することになっていた。つまり、過去に起きたことが起きえろと考えようということだ。今回の地震で、「起きえろ」ではなく、「起きろ」と考え、既往地震も1000年まで考えることになるだろう。</li> <li>・海溝型地震では津波の問題を考えなければならず、2003年に政府は大きな津波が起きえろと言っていた。</li> <li>・ストレステストもよくわからない。電源を喪失すると冷やすことが非常に困難。意見聴取会でも議論になっている。（大飯原発の津波の高さの想定は2.85mだったが、これを4.65mに引き上げ、防潮堤で11mの高さに耐えられるとの電力の主張）</li> <li>・これまで予測は失敗している。これに対して、2002年ごろ土木学会は地震PSAの考えを取り入れようと議論した。新しいことをやっていたが、これらの新しい知見が政策に反映されなかった。</li> <li>・最大の地震や津波を想定するのは決定論的考えである。確率論、つまり地震PSAでは想定を超える可能性も考慮する。クリフエッジを考えている。ただし、工学系にも確率論では設計できないという意見をもっている人がいる。</li> <li>・想定を超える災害をハードで守るのは無理。30～100年程度なら大丈夫だが、1000年間の安全を守るといことは難しい。しかし、原子力発電所はハードで守ろうとしている。</li> <li>・想定を超えることについて、保安院は「残余のリスク」を認めた。1000年に1回起こる事象に対して、原子力発電所を守れるように設計しようとしてきた。炉心損傷が起きる確率を下げることは可能だろう。外的事象も内的事象も同じ程度に下げることが必要。</li> <li>・決定論でいくなら想定が議論になる。ストレステストも想定をして、どこで壊れるか、安全対策が失敗しても大丈夫かどうかを確認しているもの。（大飯原発であれば、2002年には2.85mで大丈夫だと言っていたということ）</li> </ul>
	⑪	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子力は、電力供給に必要とされており、それは快適さを維持するためのもの。しかし、我々はそれを前提に冷房なしでは暮らせないシステム（建物）を造ってしまっている。</li> <li>・巨大システムは、造り始めたのだから「大丈夫」と説明するための調査になりやすい。いろいろ指摘してもそれらに抵抗する。</li> <li>・リスクを認めて対策をするということにならず、経済性の問題を取り上げて反論する。しかし、株主は福島事故を見てどう判断するのか？</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・反論や評価に科学的事実を使うことが必要ではないか。</li> <li>・断層や津波について、知らないということはあるが、知っていて隠すのは論外。</li> <li>・一方で、浜岡のように、根拠もなく、13mから 15mへさらに 18mへと想定を変えるのはいかなものか。（浜岡の地殻変動は、3m 隆起している。東海地震での隆起は 1m 程度。だから 3 倍という説明で、3 倍まで引き上げたという説明だった。）</li> <li>・何かやらなくてはいけなかったのであろうが、そもそも想定を大きくすると対策ができるまで時間がかかる。</li> </ul>
--	---

専門家の協議について		
地質 ・ 地形学	①	<ul style="list-style-type: none"> <li>・守秘義務という問題もあり、どこまで話してよいかという問題はある。それほど気にすることもないが。</li> <li>・いろいろな立場があるので、一般論としての議論はできる。</li> <li>・中越沖地震のときには、議論が紛糾した。お互い相手の手法をよく理解した上で議論することが必要。</li> </ul>
	②	<ul style="list-style-type: none"> <li>・公開でやってもよいが、ポイントをしばって議論する必要がある。たとえば、TVなどの議論は、単に主張をぶつけあっているだけ。</li> <li>・専門家同士の議論は重要。ただし、専門家にも立場があるので、それが問題になる。</li> <li>・活断層評価では、「同じメンバーがやっているのはけしからん」という批判が出された。</li> <li>・政府/事務局としても、結論を出したり、政策を通したいと考えているので、反対派を少数入れるけれども、全体の意見が変わるような設定はしない。時には学会推薦をすることもある。</li> <li>・委員会では、結論を出し、その理屈を示す。分からないままにしておけない。</li> <li>・検証をするとおかしいではないか、という意見があるが、エネルギーのことを考えると決めなくてはいけない。難しい問題。</li> <li>・枠組みの議論をする必要があるのではないか。本音の話ができるのは非公開の場。問題点はクリアになる。公開にすると反対派のパフォーマンスも大きくなる。</li> <li>・科学では分からないことを示す、結論は出さないというのは理想。学校教育の問題があって一般の人のベース（基礎知識）は低い。全体像が見えないこともあるので、答えを求められるかもしれない。</li> <li>・地学では、子供時代からの経験が重要で、断層という概念について経験からイメージできるほどセンスがよくなる。</li> <li>・土砂ダムが最近問題になったが、昔は「天然ダム」と言っていた。ある時、天然や自然は美しいものだから適当ではないということで土砂ダムになった。しかし、自然は美しいだけでなく恐ろしさもある。自然に両面があることを知るのは、防災にとって重要。</li> <li>・絶対安全も絶対危険もない。</li> </ul>

	<p>※アスペリティはかつて震源核と呼んでいた。10年以上前から唱えられるようになった概念。</p>
③	<ul style="list-style-type: none"> <li>・我々の主張に反対したり、電力を支援していた専門家は出てこないだろう。出てきても我々と議論できるレベルにはない。</li> <li>・断層について慎重な発言をすると、すぐに「原子力を止める気か」とか「電力は必要」とか別の次元の発言が出てくる。本来は、電力供給やエネルギー安全保障とは別に、断層をどう想定するかということが、専門家に求められている議論のはず。しかし、政府の委員会などはそのようになっていない。</li> <li>・そもそも研究者人口は、地震学が圧倒的に多い。地形学は地理学のひとつであり、多くの大学では文系学部位置づけられている。東日本では理系の地形学があるが、所属はやはり文系である。主張が異なる場合、社会はやはり理系の先生を信頼してしまう。</li> <li>・我々が事実（断層による地形変化）に基づいて議論しようとしても、よくわからない理屈で断層の長さが短く設定されてしまう。なぜそこで断層が消えるのか、なぜそれが地震を起こさない断層と言えるのかの説明が不十分だし、納得できないことが多い。</li> <li>・市民は、このような専門家の議論を理解できるとは思わない。今は関心があるかもしれないが、そのうち関心は薄れるだろうし、専門家の話を理解しようと勉強する人は稀。多くの場合関心が高い人は反原発である。また、理系の先生と文系の先生の話聞いてどちらを信じるかという、やはり理系の先生の方なのではないか。</li> <li>・「議論すれば分かりあえる」ことを前提にしているのかもしれないが、それは幻想。我々と主張を異にする専門家が出てきて、どの地形について議論するのかターゲットを明確にすれば議論はできるだろうが、彼らは自らの失敗を認めざるをえないから出てこないだろう。</li> <li>・とにかく、電力中央研究所の人間が関わっているというだけで、アリバイづくりとみられてしまうのは仕方がない。京大原子炉実験所の小出さんが共同研究者に入っているのであれば、もう少し見方が違うかもしれない。</li> </ul>
④	言及なし
⑤	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震調査研究推進本部では、分からない問題については研究を待つ姿勢。しかし、原子力安全保安院は実際の審査に使っている。</li> <li>・審査の委員会で問題なのは、自分の専門ではない他の領域に対して発言する委員の意見。例えば、松田式に代わる式を提案する委員がいるが、本当に他の式を知って判断した結果の意見なのかどうか？</li> <li>・専門性とはどういうことか？</li> <li>・委員の公平性、中立性にも問題がある。4割の人が電力と仕事をした経験がある。</li> <li>・現行の耐震指針もバックチェックの内容も、地震動についてはきちんと書かれている。</li> <li>・耐震安全性評価の一番の基礎である活断層の認定の方法を知らない専門家が判断を下</li> </ul>

	<p>すというのは問題。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・例えば 20 人 専門家を集めたとして、各領域で十分なのか？ 本来、活断層なら同じ 専門家とおして議論すべきであるが、人数の制約で 2~3 人になる。他の領域の 専門家は極端な意見は言わず、保守的であるので、意見が“薄まってしまう”。</li> <li>・事故が起きてても委員会の見解が変わらない背景にはこういう事情もある。</li> <li>・バックチェックでも、地震学、工学、機械の人が入っているが、建物や機器の 専門家にとっては、活断層をどう認定するかという方法はどうでもよい。このため、地震・津波の 専門家で議論をすることになるが、意見が異なる場合はまとめ方が難しい。</li> <li>・活断層の 専門家は人材が少ないし、誰が入っているかを見れば、発言内容は想像できる。</li> <li>・専門家の間の意見分布を調べる研究をやったことがある。ここでは、勉強会とアンケートを 組み合わせた。例えば、地震調査研究推進本部が使っている式の評価をし、ロジックツリーで 確率評価を行った。ロジックツリーは様々な状況があつて、多様な組み合わせがある場合の 評価手法のひとつ。</li> <li>・まず、専門家を集めることに苦労した。国の委員会なら集まっていただけが、単なる プロジェクトでは難しい。5 名集めるのも、趣旨説明からはじまって相当苦労した。発言 内容などを記録に残さないということで、何とか実施することができた。どのように頼めば 協力してもらえるかということはおおよそ分かっている。</li> <li>・そういう意味で、誰を集めるか、原子力とのつながりをどうするかが課題になるだろう。</li> <li>・専門家にどんな答えを求めるといふのも重要なポイント。最初は学会での主要な考え方を 質問したが、個人と学会とは異なる場合があるということで、個人的考えと学会の主流の 考え両方をたずねた。</li> <li>・専門家を集めれば意見は様々。逆に、専門家を特定すればどう判断するかはおおよそ 分かる。</li> <li>・公平さという点では、学会の推薦を求めるのがよいのではないか。</li> <li>・国の委員会でも専門性と中立性が問題になっている。保安院の回答は、中立的でない からといって専門家を活用しないのもマイナスであるということだった。</li> <li>・国の委員会の問題点は、委員に選んでおいて、保安院が発言を遮るなど、意見を聞か ないという点。活断層評価は小さめになっていく。そもそも、意見聴取会は保安院が意見を 聞いているだけであり、判断は保安院が行う。保安院の職員は能力があるかもしれないが、 自然現象を扱っているという慎重さに欠ける。</li> <li>・岡村先生が貞観津波を検討するように発言したが、保安院も電力も知識がないわけでは なく、このようなものを想定したくないという考え方を押し通す。</li> <li>・メンバー選定のほかに、主催者が誰かということも重要なポイント。誰が主催する委員 会に呼ばれるかということで、ほぼ論点は決まってくる。</li> <li>・専門家の議論を実施する上では、主旨ややり方の説明をていねいにすべき。</li> <li>・委員の意見の取り扱い方も重要。何かを作る場合と判断する場合では異なる。</li> </ul>
--	---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・結論の出し方については、JNESの研究で米国の事例を調査したものがある。</li> <li>・こういった問題に初めて関わる先生への説明が重要。</li> <li>・全体の論点は、科学的な議論をするのか、判断をするのかを分ける必要がある。例えば、ある断層の長さが20キロと想定されているとき、28キロではないかという意見が出る場合もあって、一緒に調査をすればよいのだが、専門家同士でそういうことにはなりにくい。</li> <li>・海外の研究者を入れてもよいかもしれない。</li> <li>・様々な意見や少数意見をどう採用するかは難しい。</li> </ul>
地震学	<p>⑥</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・保安院の意見聴取会ではテレビカメラも入って公開で行われている。何でも公開すればよいとは思わない。やはり発言は慎重になる。</li> <li>・限られた時間で上手に議論できるかどうか問われる。国の委員会では、専門家が保安院に意見を述べるだけで一方通行である。保安院がそれらの意見をどう受け止めるかは事務局に依存している。いろいろな分野の専門家の意見をどうまとめていくかについては、事務局側に高い専門性が求められる。</li> <li>・委員会などで専門的議論をしようとする専門家もいるが、それは学会などでやるべきこと。学会では提示された材料をベースに議論ができる。ただし、学会では事業者のデータを扱った議論ができない。</li> <li>・原子力発電所の耐震問題については、サイトごとに固有の問題がある。</li> <li>・震源を特定しない地震も考慮するが、これは一般論で議論される。ただし、この地震動が大きすぎればサイトごとに調査をするインセンティブがなくなるし、小さすぎれば意味がない。</li> <li>・一般論でやっても、設計で考慮すればよい。</li> <li>・専門家の考えは対立しているが、不確実性の幅がよく分かっていた。受け手側も勉強してもらいたい。</li> </ul>
	<p>⑦</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・耐震問題には様々な専門家が関わっている。聞く側が他の分野の研究を理解している必要がある。断層のことはいろいろ主張するが、その後どう設計するのかについては「知らない」というのではだめ。専門分野を超えて理解しあうことが必要。</li> <li>・そもそも専門家は耐震のすべてを知っているわけではない。</li> <li>・公開での議論では、やはり発言には気をつける。発言が保守的になるし、知らない分野には発言できない。科学的にフリーな議論ができる場が必要。</li> <li>・物事を決める委員会と科学的な議論をする場は区別すべき。科学的合理性が十分でない分野もあって、知見・判断基準があいまいなところでは、考慮するかしないかという議論に終始。</li> <li>・建築では性能設計が基本。重要度を考慮して、命を守るための性能としてどこまでを求めるかである。例えば、10年間は機能するように、50年間は人が死なないように、そしてそれ以上は建て直すという考え方。</li> <li>・福島原子力発電所の場合、機能を保持するために何重ものバックアップがあるという話だったが、それぞれの機能のレベルを上げる必要がある。総合的なバリアの考え</li> </ul>

	<p>方も必要。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・工学は、建てるための対策を考えるが、設計の話聞く機会はない。専門家の知見がどう使われているかは不明。</li> <li>・保安院の能力不足も問題。専門家の意見を統合する力が必要だが、個々の専門能力も必要。</li> <li>・前の世代はスーパーマン的だった。学問レベルがまだ低かったこともあって、自分の領域だけでなく、幅広い知識があった。また、そういう人が何人か集まってコンセンサスをつくってきた。</li> <li>・今は学問レベルは高まったが、細分化され、研究者は各分野のトップランナーを目指すため、他の分野を見なくなっている。</li> <li>・幅広い知識をもつ人材育成が必要。カリキュラムはあるが、卒業後に活動する環境がない。また、日本の学术界は分野を変えることにネガティブで、卒業時の専門をずっとひきずっている。専門を変えることに厳しい環境。</li> <li>・研究と理解は違う。研究ではオリジナリティが求められる。研究資源（人と時間）をどう配分するか。一番を目指すためには、人がやらない所をやる必要があり、研究テーマの集中を嫌う傾向がある。</li> <li>・3/11以降、いろいろな地震が起きているので、研究者もさまざまな調査や研究に取り組んでいる。</li> <li>・JFFは学会のような場か？</li> <li>・国の委員の多くは年配の有名な先生が選ばれるが、最先端の研究をやっているのは若手。若手の研究から新しい知見が生まれる。若手研究者の活用も必要。</li> <li>・我々が見ているものは一部分。だから想定外が生まれる。</li> <li>・「よい設計者はいろいろなことが想定できる、悪い設計者は決められたとおりに設計する」と言われてきた。</li> <li>・工学屋は人工物についてすべて分かっていると思っている。地球は分からない。全部見えていないことを認識すべき。</li> </ul>
⑧	<ul style="list-style-type: none"> <li>・（共同事実確認：様々な専門家が科学的な情報について意見交換する場で共通事項や相違点を明らかにする手法について）地震学でそういうレベルの議論ができるかどうか疑問。データもモデルもその判定（見方）も同じであるが、それをどういう結論にもっていくかが異なっている。だからこそ、反対派の一般市民でも意見を言うことができる。</li> <li>・（専門家間の議論は）結局水かけ論になってしまう。委員の思想信条に依存しており、バックに科学的な知見があるわけではない。そのため、委員の人选が非常に重要になる。</li> <li>・地震については単純な話。原子炉内部の耐震性は難しい。元物理学者や技術者の人は原子炉内のことも指摘するが、それは一般市民には難しい。しかし、活断層については一般市民でも意見を言う人は多い。地震の科学が幼稚であり、要するに思想信条だから市民も発言できる。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・自分自身は公開だろうが非公開だろうが、自分の意見をはっきり言う。もちろん、事業者や行政は公開での議論を避けたがるのではないか。</li> <li>・工学系の委員は保守的。班目発言に代表されるように、物が造れなくなると困るといいう主張である。活断層や震源の話をする場合には工学系の人はいらない方が議論がしやすいだろう。</li> <li>・自然現象なのに、人間が作っている物のサイドから決めるということはおかしいと思う。</li> <li>・（設計はできるという意見もあるが）設計はできるかもしれないが、経済性が問題だろう。世界最大の地震と世界最大の津波に対して大丈夫のように世界中の原発を設計できればよいだろうが、それは経済的に見合わないだろう。そこまでできるのなら原発を建設してもよいと思う。</li> <li>・自然の問題を扱っているときには、余計な入力（配慮）が入らない方がよいと考えている。</li> <li>・自分が関わっている分野はシンプルなものなので、市民の方も十分理解できるだろう。マスコミも「活断層を短く認定した」といったことしか取り上げない。それは分かりやすいからでもある。</li> </ul>
⑨	<ul style="list-style-type: none"> <li>・津波単独ではだめ。津波への対応には地震学や海岸工学も関連</li> <li>・地球科学と海岸工学が津波問題について一堂に会して議論するとよいのではないか。地球惑星連合は年々盛んになっている。</li> <li>・1995年以降国の委員会に関わるようになった。それまでは発言する場がなかった。</li> <li>・文科省は理学系と工学系があり、地震は理学系が担当。</li> <li>・原子力は意見が分かれる問題で、委員会に参加するだけで推進側と思われる。一方で、批判的意見は取り入れられにくい世界でもある。</li> <li>・活断層について、従来地表の長さだけを評価していたが、「地下のことも考えるべき」と発言したら、呼ばれなくなった。</li> <li>・事務局のご都合主義も問題であり、マイノリティの意見が反映されていなかった。自分が委員長になったとき、多様な意見を反映させようと考え、様々な委員を加えるようにした。</li> <li>・これまでダブルチェックと言っていたが、実際には原子力安全委員会が機能していなかった。今後、調査委員会が規制庁の中に入ってしまい、独立性がなくなると思う。</li> </ul>
⑩	<ul style="list-style-type: none"> <li>・時間の制約の問題がある。耐震指針検討分科会でも議論をするのに必要な時間がなく、不完全燃焼のまま推移した。合宿でもして議論すればよいのだろうが、そういう時間を割くことも難しいだろう。何回もいろいろな専門家の組み合わせで議論を行う必要がある。</li> <li>・異なる分野間でのディスカッションについては自分自身、原子力分野での議論に関心があり、原子力学会の地震 PSA の議論を傍聴しに行ったことがある。そこでいくつか質問をした。その際、電気新聞か何かの記者が原子力学会員に「皆さんが地震学会に行って議論してはどうか？」と質問していた。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・（著書に第三者機関が全原発のリスク評価を実施することを提案されている点について）特にどのような組織というイメージはないが、原子力安全委員会や原子力安全・保安院の委員会のような既存の枠から離れたものが必要と考える。気象・地震・地質・工学・人文社会など、多様な分野の専門家により原発のリスクを評価して順位付けをするようなことを考えた。試案を有志でやることもあるのではないか。</li> </ul>
	<p>⑪</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 専門家間の協議は困難</li> <li>・ 長期評価には分野の異なる様々な人が関わっているが、どうやって事実を確認するかが課題</li> <li>・ 地震学の人には地震波というものからその元となる震源はどうなっているかを推測する。それが事実。しかし、地質学や地形学の人には物（実物）を見ないかぎり信じない。</li> <li>・ 認識の仕方によってどこまで確実かの判断が異なる。</li> <li>・ 日本の教育システムにも問題がある。多様な見方、相手の見方を理解するにはダブルメジャーが必要で、1つの専門ではなく両方の見方が出来る人が橋渡し役になる必要がある。</li> <li>・ 地震の問題では防災も考慮する必要がある。</li> <li>・ 両方の意見がよく分かる人が必要</li> <li>・ 市民参加では、市民をうまく選ぶ必要がある。極端な人をどう避けるかが重要。</li> <li>・ 活断層学会で市民への説明会を実施したことがある。立川断層がテーマだったが、この断層の近くで生活していることをまず立川市民に知ってもらいたいと考えた。どう考えるかは立川市民が決める必要がある。三浦半島には市民による活断層調査会というのがあって、地震の勉強をしつつ、どうやって共存するかを考えている。三浦半島の市民団体の人に立川市民への説明をお願いした。市民団体の力は重要。</li> </ul> <p>※三浦半島活断層調査会 2007年3月時点までの活動は確認。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 工学の人は地震について大雑把には理解できているが、本当のところは分かっていないと思う。</li> <li>・ 異なる分野の専門家の議論をするにはかなりのエネルギーが必要。</li> <li>・ 議論の場は公開でもよいと思う。</li> </ul>
工 学	<p>⑫</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 昔は、地震も構造も含めて建築工学が耐震問題を仕切っていた。今は、耐震指針の改訂でもバックチェックでも、工学や建築の人はほとんど出てこない。地震動のことまで、活断層の人が意見を言う。</li> <li>・ 建屋の人とプラント内の機械や設備の人が議論できないのも問題。建屋の揺れのシミュレーションで非常に細かいところまで要求されるが、現実にはそこにどのような設備があり、それがどのような耐震設計になっているのか、が重要。主要配管は大丈夫でも、たまたま非常に厳しい状況の配管がシステム的につながっていることがある。（条件の）厳しい配管がどのくらい余裕をもっているかが重要。</li> <li>・ 議論をする上では、メンバー構成での qualification が重要。委員会のメンバーには3タイプの専門家がいる。自分の専門についてしか話さない人、全体の話はするが政</li> </ul>

	<p>治的発言をする人、他分野に対しても意見を述べる人である。委員会の役割は何かを明確にすべきだし、自分自身は専門だけでなく、異なる分野に対しては国民としての発言をすべきだと思う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・専門のことだけ議論するなら、専門家だけでというのは問題。他の分野のことを理解しようとせず、批判するだけの人もだめ。</li> </ul>
⑬	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新しい仮説や少数意見も反映するため、入倉先生が慎重な専門家を委員会に入れた。</li> <li>・科学は決定や合意を必ずしも求めている（対立していてもよい）。委員会は科学的議論をする場ではないが、科学的議論をする委員もいる。</li> <li>・公開の場では発言が難しい。というのも、どんな発言をするかで色づけされてしまうから。</li> <li>・地震学の専門家はあまり色づけされていない。地震データという事実があり、それに基づいて議論ができる。設計は考え方が確立している。問題は、断層の認定で、ここはあいまい。</li> <li>・専門知を整理することは重要。どの知見を反映するかをどう決定するのか？ まだ確立していない知見を工学の設計に取り入れるのは困難。確立していないものは不確実性が高い。</li> </ul>
⑭	<ul style="list-style-type: none"> <li>・意見聴取会や合同 WG が公開で開催されており、地震や地質の専門家による細部の議論になっている。</li> <li>・本来の会合のミッション、論点、道筋、決定方法が見えない中で、また何を議論して何を決定するのかという基本的合意がない中で細かい議論が行われている。</li> <li>・メンバーの選び方は重要。意見聴取会では、震災以降新しい委員が追加される一方、中心的に関わってきた人が抜けている。新しい委員の意見は重要であるが、過去の情報や議論、調査が生かされないという継続性の問題がある。</li> <li>・意見聴取会や WG では、当日その場で議題が分かるという状態で、その議題が出されている理由、つまり会合の目的が示されない。このため、委員は思いついたことを述べるだけになってしまう。</li> <li>・「原子力規制について公開で意見を聞く」という NRC のマネをしているようだが。会の位置づけが明確でないため、共通の議論ができない。また、公開で行うことの長所と短所をよく考えるべき。公開でやるために、過去の発言を撤回できないなどの問題が生じて、有益な議論になりにくい。</li> </ul>
⑮	<ul style="list-style-type: none"> <li>・共同事実確認というが、“事実”にもいろいろなレベルがある。根っこの部分の事実確認が必要。共同事実確認では、どの事実を確認するのか？ 個別の知見を持ち寄ってもまとまらない。</li> <li>・ラウンドテーブルで、何が議論されているかをオープンにする必要がある。</li> <li>・国の委員会は政策決定権が「ある」と「ない」ものがある。意見聴取会は「ない」もののひとつで、自由闊達に議論をする場であるはずなのだが、そうになっていないことが問題。意見聴取会の目的が理解されていない。</li> <li>・今、保安院などの委員会は偏っていると思われる。このプロジェクトで信頼され</li> </ul>

		る方法が提案でき、それが実際の議論の場の設定に反映できればなおよい。
津波	⑩	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中越沖地震の後、日本活断層学会が公開シンポジウムを開いたが、研究者は自分の主張につながる発言しかなかった。何を議論するかというそもそも論のところ議論が始まってしまった。議論を前に進める設計が必要。</li> <li>・メンバーの選び方を批判した研究者は「市民も入れるべき」と主張したが、市民参加となると、市民に様々な基礎知識を提供することが必要になる。専門知識がないとなかなか参加できないだろう。</li> <li>・専門家を集めれば議論できるということでもない。地震学、地質学、工学はそれぞれの専門の狭い範囲しか知らない。議論をするためには、相手の学問や考え方などを理解する必要がある。</li> </ul>
	⑪	<ul style="list-style-type: none"> <li>・メンバー選定が難しい。色がついて見える。色がついていない専門家がない。</li> <li>・石橋先生は歴史地震にも詳しいが、反原発の専門家と見られている。</li> <li>・国の審議会では御用学者がまかり通っていた。</li> <li>・調査には費用がかかる。資金源に不都合な調査結果は出せないだろう。</li> <li>・公開でやる場合、メディアが問題。報道機関が情報をつまみぐいして報道する。メディアは注意書きなどを読まない</li> <li>・ただ議論を戦わせるだけでなく、次の社会のビジョンを描いて、新しい夢をつくることが重要ではないか。</li> <li>・専門家の議論で気になるのは、普通の人の感覚とのギャップがある点。</li> <li>・世の中は脱原発の流れであるが、CO2 の問題はどうか？ 原子力開発は脱石油というセキュリティの問題の中で進められてきた面もある。メタンを利用するのは温暖化にマイナスかもしれない。とはいえ、核融合は無理だろうし、FBR も無理だろう。環境負荷の問題をどう考えるか。日本が原子力をやめても中国はつくる。そういう意味で、周辺の調査技術とセットで原子力技術を提供することは考えられる。</li> <li>・市民参加という点で、一般の人とのコミュニケーションに役立つのは、防災やまちづくりに関するテーマではないか。そのために、地域の人のために調査をすることが重要で、行政や地元の大学が中心になるべきだと思う。いつも中央から調査に行くのではなく、できるだけ地元の調査能力を高めるように進言している。</li> <li>・地震の情報を出すことによってリスクと付き合えるようにすることが重要</li> </ul>

## 添付資料 4 ステークホルダー調査結果

共同事実確認の設計上重要な事柄についての意見を以下のとおり整理した。

<b>1. 専門家の協議の場の必要性・重要性・課題</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>・（原子力が必要という大前提を変えない中では真のどこが不確実なのかという議論は難しいということか？）そうである。それをやってしまうと進めなくなる。</li><li>・19世紀後半から20世紀にかけて近代国家として変貌する国々において、知のあり方が変化してきた。それ（知のあり方）を批判的に反省することがなければ、この問題の本質に行きつかないのではないか。1960年代の大学闘争の時期に、大学を見限って外に出た人がたくさんいる。そういう体制を批判する側、山本義隆を含めて、そういう人たちの知に対する考え方をきちんと整理する必要がある。彼らが提起した問題を素直に受け止めて、深めることが必要だったが、そういう方向にはなかなか向かわなかった。</li><li>・国家官僚の問題をどう考えるかも問題。アカデミズムにはいろいろあってよいと思うし、一色ではない方がよいと思うが、今はあまりにも国家に寄り添いすぎている。独法化をしたことによって、昔からあった懸念がもっと大きな問題として顕在化した。</li><li>・利益相反の委員が主査をやっており、適当に意見を切ってしまう。批判派の委員が2名おり、重要な問題に対して厳しい意見を言っているが、それを切ってしまう傾向がある。そうでないと間に合わないという判断が働いているのではないか。間に合う、間に合わないという思想の根本には、国家方針としての政策の決定に合わせるという志向があるのだと思う。こういう問題はつきつめていくと倫理の問題になる。</li><li>・高レベルの議論でも、30分報告した後議論しているが、なかなか深まらない。熟議になっていない。市民の熟議の前に、専門家の熟議が必要。</li><li>・新潟県の技術委員会の小委員会（「設備・耐震小委員会」「地震・地質小委員会」）は、今までにない議論をしようとしている。各6名の委員のうち、原子力に批判的な委員が2名ずつ入っている。</li><li>・専門家の議論の場では、専門知識に忠実であるべきである。分からないことは分からないというべきである。</li><li>・耐震問題について共同事実確認をする前に、原子力の要否についての共同事実確認が必要ではないか？ 電力としては、原子力だけでなくLNGや石炭火力もバランスよく稼働させてきた。いきなり原子力なしとなると、「今年（の電力供給）はどうするのか？」という課題が浮上する。</li><li>・原子力が必要となれば、コストをかけて安全性を高めて少しでも稼働する、という方向で議論ができるが、そもそもの方針が揺らいでいる中でどこまでの安全性を高めるのかという問題が生じる。</li><li>・もしやるとするならば、徹底的にやる必要があり、2～3年かかるのは当たり前である。</li></ul>
<b>2. メンバー選定</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>・国側の代表的な専門家である委員は、「学術範囲の話だから学会で行うべき」と発言し</li></ul>

た。住民は専門的なことは分からないが、疑問を投げかける。しかし、この委員は自分が答えられなくなると、「この場でなく学会でやるべき」と発言する。ところが、小委員会では、他の委員の（学術的な）議論を封じようとする。どうしてそのような人を委員に選んでいるのか？

- ・ 専門家の再定義が必要。藤原帰一氏（東京大学公共政策大学院教授）は 2011 年 5 月 17 日の朝日新聞夕刊のコラム「時事小言」で、原発の危険性を警告する人々が無視されることを黙って見ていたと述懐している。これは非常に興味深いメッセージである。彼は国際政治の専門家であろう。そういう人が国の大事なエネルギーに関する政策で原子力を採用していることを誰かに任せていた。我が身のことと考えてこなかった。専門家というのはある種そういう制約があるものであるが、日本列島に住んでいる人たちの命や連綿とつながってきた歴史や自然に対する影響の大きさを考えない。何が一番大事なことを考えるとき、専門家はある意味ジェネラリストをやめる。ジェネラリストでいると専門家になれないということでもある。そういう矛盾がある。
- ・ 本来、大学の専門家は限られた分野の識見がある人のことである。ところが、専門領域の枠をとってしまう。これは日本の特殊性ではないか？ 例えばノーベル物理学賞をとったということで江崎玲於奈は日本を代表する知識人ということになった。ごく普通の人なのに、いつのまにか“エライ”人になり、日本を代表して論を述べるということになった。今では田中耕一氏も同様。本人がそのような扱いを断らない。
- ・ （日本だけではないだろうが、日本にはそういう傾向がある。専門家に有識者というラベルを貼って判断することを人に預けてしまうことはあるだろう）そういう国民性をうまく絵解きをして、それを克服するようなものを提案する必要があるのではないか。（公の場で「分からない」とか、もし間違いを指摘されれば「自分の意見は感想でした」と発言できるようにする必要があるだろう。）そういうやりとりを市民が見て、自分はどうか考えるかという議論を開始する。そういうプロセスをくぐらせることが必要ではないか。
- ・ 過去において誤った判断をした人は排除。バックチェックでの過ちは学会から追及すべき。福島も東海第二も女川も“津波を考えなくてよい”としていた。このような判断の誤りは社会的に許されない。
- ・ 委託研究などで利害関係のある人は排除。もし加えるなら利害関係があることを公表した上で参加させる。
- ・ 何を根拠に選んだかの説明がないことが問題。一部にはガス抜きのために批判者を加える傾向がある。
- ・ 被害エイズは、利害関係者が委員長だったことから引き起こされた。原子力以外では、利害関係者を排除することが社会的ルールになっているのではないか？ 他の分野では一定の基準が出来たのに、原子力は旧態依然だった。そういう体制そのものが 3.11 の背景にあると考える。
- ・ ストレステストの委員会（意見聴取会）には、反原発の立場から、2 名の委員が入った。しかし、全体の委員の中では少数派でしかない。きちんとした批判者を半分入れる

べきではないか。

- 平成 22 年度からの防災原子力学会のメンバーの選定基準は「その分野の権威は誰か」というもの。日本の英知を集めるという趣旨で、専門能力よりも見識の高さが基準となっている。
- 対立軸をあえて入れていない。
- 専門家の選定は、誰がきいても名前が挙がるような方を選んでいる。ただし、原子力発電所の耐震に関する直接の専門家がないことが悩み。今相談している先生は免震の専門家であって、原子力の専門家ではない。他方、原子力の専門家となると、核物理や安全解析の専門家になってしまう。
- 電力としても相談する第 3 者は必要。大御所の先生だけでなく、若手の専門家も欲しいところ。
- メンバー選定は課題。誰が選ばれているかで判断されるところがある。欧米の会議では基本的に反対の人が入っているように思う。
- スウェーデン・ウプサラに滞在していたとき、高レベル放射性廃棄物処分のタウンミーティングに陪席させてもらった。数名での議論だったが、グリーン側の人も入っていた。

### 3. 議論の進め方など

- (国の委員会では論点が明確ではないことについて) 国の委員会では、膨大な審議資料をその場で見せられるし、時間も限られていて、消化不良になっている。事前説明のようなものも必要ではないか。

### 4. 公開か非公開か

- 公開は絶対必要である。その際の議論の進め方では、座長が非常に重要。メンツを重んじる人はだめである。近藤駿介原子力委員長が座長で、原子力政策大綱の議論をしているが、我々としてはもう少し突っ込んで議論してほしい論点があっても、彼がやりたくないことは時間をかけないかもしれない。公開の場の議論ではなく、意見発表の場になっている。
- すべてを公開する必要はない
- 基本は公開で、時に非公開の場もあってよいのではないか。専門家で意見調整してもらうことも必要。
- 会合は非公開が基本ではないか。ただし、結果は公開する。素人的な質問や喧々諤々の議論などは非公開の場の方がやりやすいだろう。
- 米国では非公開の会議が多い。問題が発生するとタスクチームをつくり、課題ごとに議論している。

### 5. 市民参加について

- まず住民なり、市民なりが判断する力を持ちうるか？という問題がある。新潟の運動を見ていると、少なくとも新潟については可能であるように思える。この本（「原発は地震に耐えられるか」）の執筆者は、いわゆる大学や研究所に所属する専門家ではないが、学者と言われる人と議論し、書きあげたものである。そういう市民は実際に存在する。

- ・新潟では、住民運動家が専門家と専門的な議論を行っている。
- ・別の市民は、闘争の中で鍛えられ、国が出すいろいろな資料を読み解ける。こういう人が市民の中に育っており、十分専門家と議論することができると思うし、専門家の話も理解できると思う。ただし、普通の市民が可能かどうかは分からない。専門家から話を聞き、意見を述べる機会がない人はなかなか大変なのではないか。
- ・再稼働については、アカデミズムではなく、住民が関わるべきだと考える。専門家と十分議論できる力を持った住民が対峙して、やっぱりやめようという結論を出すかどうか重要。そのことを知事がどう判断するかであり、知事の力量が問われる。
- ・（例えば、対話をする場があったとして、地震発生の不確実性を明らかにして議論し、そこで住民の判断が見えるようにすると知事も考えざるをえなくなるのではないか）そういうことがあれば、知事もその結果を重く受け止めざるをえないだろう。
- ・（知事だけに知らせるのではなく、それを多くの人に見せる取り組みがあれば、圧力になり、意味があるのではないか）非常に重要。中越沖地震の後、住民はたびたび知事にちゃんとした対話集会を求めてきた。議事録が公開されているとはいえ、委員会は委員会でやって結論を出すのではなく、あくまでも住民は傍聴という外側にいるのではなく、直に対話をやりたいと申し入れてきた。しかし、委員が反対していることを理由に新潟県は行わなかった。確かに反対する委員もいただろう。住民に追及された場合に答えられないと思っていた委員もいたのではないか。中にはやってもよいと考えていた委員もいたと思う。しかし、そういう委員は他の委員を説得するだけの努力はしなかった。新潟県の技術委員会には批判的な委員も含まれていたこともあるだろう。
- ・結局、住民との対話集会は開かれないままだったが、一度類似のことをやったことがある。刈羽村でやったものであるが、壇上の委員に対する批判が激しく、対話にならなかった。司会が耐震問題について知識のない人だったため、しどろもどろになってしまった。（論点が分からなくなったため）交通整理ができず立ち往生してしまい、県の役人があわてて閉会にもっていった。会場の住民はせっかく疑問を投げつけても、まともな答えが返ってこない、ということを経験することになった。
- ・市民参加を社会の中で実施することは困難ではないか。今、浜岡周辺にも住民投票の動きがある。対立軸でやるなら、テレビで徹底討論をすることが考えられる。
- ・ただし、テレビの影響力が3.11以降増大していると感じている。報道の翌日に、全く同じような質問をしてくる電話が多数かかってくるようになった。
- ・市民によるワークショップは、どういう市民が参加するかによる。結局強い意見をもつ人が参加するのであり、サイレントマジョリティは参加しにくい。
- ・反対派が訴訟を起こすと、非常に議論がやりにくくなる。