

Planning Lecture | Board and Committee : Board of Directors[Co-organized by Nuclear Safety Division]

📅 Thu. Sep 12, 2024 1:00 PM - 2:30 PM JST | Thu. Sep 12, 2024 4:00 AM - 5:30 AM UTC 🏛️ Room E(Recture RoomsA 2F A200)

## **[2E91\_PL] Safety of Nuclear Power Plants against Earthquakes and Tsunamis - Lessons from the Noto Peninsula Earthquake -**

Chair:Seiichi Koshizuka(UTokyo)

[2E91\_PL01]

Assessments and long-term evaluation of earthquakes in Japan since the 2011 Great East Japan Earthquake Disaster

\*Kenji Satake<sup>1</sup> (1. UTokyo)

---

[2E91\_PL02]

Tsunami generation and impacts caused by the 2024 Noto Peninsula earthquake

\*Fumihiko Imamura<sup>1</sup> (1. Tohoku Univ.)

---

[2E91\_PL03]

Current state of seismic and tsunami resistance at nuclear power plant based on the 2024 Noto Peninsula earthquake

-

\*Susumu Nakamura<sup>1</sup> (1. Nihon Univ.)

---

[2E91\_PL04]

Discussion

All Presenters, Hiroyuki Oigawa<sup>1</sup>, Akio Yamamoto<sup>2</sup> (1. JAEA, 2. Nagoya Univ.)

---

## 理事会セッション

地震・津波に対する原子力発電所の安全性～能登半島地震から学ぶ～  
Safety of Nuclear Power Plants against Earthquakes and Tsunamis  
- Lessons from the Noto Peninsula Earthquake-

**(1) 東日本大震災以降の我が国の地震の想定・長期評価**

(1) Assessments and long-term evaluation of earthquakes in Japan since the 2011 Great East Japan  
Earthquake Disaster

\*佐竹健治<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学地震研究所

**1. はじめに**

1995年阪神淡路大震災を契機に設置された地震調査研究推進本部では、全国地震動予測地図を作成する(2005年に刊行、その後改訂を続けている)ために、全国の主要活断層(内陸部の約100個)及び海溝型地震の長期評価を行ってきた。活断層や海溝付近では、ほぼ同じ規模の地震が繰り返し発生するという固有地震モデルを仮定し、過去の地震発生履歴がよくわかっている場合には更新過程(BPTモデル)を採用、過去の発生履歴データが十分に得られない場合にはポアソン過程(地震は時間的にランダムに発生するというモデル)を用いて、長期的な発生確率を計算する。2011年3月の時点では、全国で最も高い発生確率は、宮城県沖地震(M7.5程度)で30年確率が99%とされていた。2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、宮城県沖で発生したが、その規模はM9.0と想定を大きく上回るものであった。

**2. 東日本大震災以降の地震調査研究推進本部の長期評価****2-1. 海溝型地震**

東北地方太平洋沖地震が、それまでの長期評価の想定外の規模であったことから、海溝型地震の長期評価の見直しが行われ、南海トラフ(2013年)、相模トラフ(2014年)、千島海溝(2017年)、日本海溝(2019年)、日向灘及び南西諸島海溝(2022年)で発生する海溝型地震の長期評価が改訂された。これらの改訂に当たっては、以下の3点が考慮された。

- ① それまで考えられてきた固有地震モデルに基づく評価ではなく、発生しうる最大クラスも含めた地震の多様性を考慮した評価。
- ② 不確実性が大きくても防災に有用な情報は、これに伴う誤差やばらつき等を検討した上で、評価に活用。
- ③ データの不確実性などにより、地震の発生確率などは、解釈が分かれる場合がある。そのように解釈が分かれるものについては、複数の解釈について併記。

その結果、千島海溝では超巨大地震(17世紀型、M8.8程度以上)の30年確率が7~40%、根室沖地震(M7.8~8.5程度)が80%程度、青森県東方沖及び岩手県沖北部ではM7.9程度が10~30%、南海トラフではM8~9クラスが70~80%程度と評価されている。

**2-2. 活断層の地域評価**

地震調査研究推進本部では、M7以上の地震を発生する可能性のある全国主要活断層について評価を行ってきたが、それ以外の内陸の地震によっても被害が生じたことから、「地域評価」を導入し、より小さな(M6.8程度以上)の活断層も含め、地域ごとの活断層を総合的に評価している。これまでに、九州地域(2013年)、関東地域(2015年)、中国地域(2016年)、四国地域(2017年)について公表し、現在は中部地域(近畿地方)について審議を行っている。これらの地域評価では、個別の活断層ごとの評価(発生確率)に加え、各地域を細分した地域ごとに、活断層評価ならびに地震活動に基づいて地震の発生確率を算定している。

### 2-3. 海域活断層の評価

M7.0以上の地震を引き起こす可能性のある断層長さ20km程度以上の海域活断層を主な評価対象とし、対象とする海域ごとに「海域活断層の長期評価」を実施しており、2022年に日本海南西部の海域活断層の地域評価を発表した。現在、日本海側の海域活断層について審議を進めているが、令和6年能登半島地震の発生を受けて、8月に兵庫県北方沖～新潟県上越地方沖の海域活断層について、評価の一部（位置・長さ・形状・発生する地震の規模）を公表した。ただし、地震発生確率については評価を行っていない。

### 3. 内閣府の最大クラス地震の想定

中央防災会議では、「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」において、想定できなかったM9の巨大地震により甚大な人的・物的被害が発生したという反省と教訓に基づき、あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な地震・津波を検討することとした。津波に関しては二つのレベルを想定し、発生頻度が高く、津波は低いものの大きな被害をもたらす津波（L1津波）に対しては、人命・財産・経済活動の保護のためのハード対策で、発生頻度は極めて低いものの甚大な被害をもたらす最大クラスの津波（L2津波）に対しては、生命を守ることを最優先してハザードマップ・防災教育などのソフト対策で対応することとした。

最大クラスの地震として、南海トラフでは、地下構造や深部低周波地震などの地震学的知見に基づきM9.1の地震を、日本海溝・千島海溝においては、津波堆積物などの古地震学的痕跡に基づき、それぞれM9.1、M9.3の地震を想定した。これらの想定地震による震度分布や津波高さを計算、それにもとづく被害想定を行い、被害を軽減するための防災対策を推進している。

### 4. 日本海東縁部の地震の評価

#### 4-1. 日本海における大規模地震に関する調査検討会

日本海東縁に沿って、海域活断層が確認されている。2014年、国土交通省、文部科学省、内閣府による「日本海における大規模地震に関する調査検討会」（以下ではMLITモデル）は、その時点までの研究をまとめ、60個の海底活断層を想定した。能登半島北側にはF42（富山トラフ西縁断層）、F43（能登半島北岸断層帯）の活断層があり、これらはそれぞれ2つのセグメントに分かれている。これらの断層において発生する地震の規模はそれぞれM7.3、M7.6とされ、それらによる津波の高さや浸水域の想定がなされ、ハザードマップなどとして公表されていた。

#### 4-2. 日本海地震・津波調査研究プロジェクト

2013年～2020年にかけて、文部科学省によって「日本海地震・津波調査プロジェクト」が実施され、反射法地震探査などによって海底・沿岸断層モデル（以下ではJSPJモデル）が提案された。能登半島北部ではNT2～NT9断層が指摘されていた。能登半島北東沖のNT2とNT3断層（富山トラフ西縁断層）は北西に傾斜した逆断層であり、それ以外の断層は南東に傾斜した逆断層である。NT2-NT3断層による地震規模はM7.1、津波高さは最大3.2m、NT4-NT5-NT6断層の連動による地震規模はM7.3、津波高さを2.9mと想定された。

### 5. 令和6年能登半島地震

令和6年能登半島地震の津波は、能登半島北岸断層帯で想定された断層モデル（JSPJモデルのNT4+NT5+NT6断層、MLITモデルのF43断層）からの予測とほぼ一致していた。震源域の北東に隣接する富山トラフ西縁断層（JSPJモデルのNT2+NT3、MLITモデルのF42断層）のすべり量は、これらの断層における最大規模の地震に比べて小さく、より大きな地震としてすべる可能性をまだ持っている。そのような地震が発生した場合、新潟県沿岸や佐渡島に影響を与える津波が発生する可能性がある。

---

\*Kenji Satake<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Earthquake Research Institute, the University of Tokyo.

地震・津波に対する原子力発電所の安全性～能登半島地震から学ぶ～  
Safety of Nuclear Power Plants against Earthquakes and Tsunamis  
- Lessons from the Noto Peninsula Earthquake-

(2) 能登半島地震による津波の発生と影響

(2) Tsunami generation and impacts caused by the 2024 Noto Peninsula earthquake

\*今村文彦<sup>1</sup>, 増田英敏<sup>1</sup>, 菅原大助<sup>1</sup>, サッパシー・アナワット<sup>1</sup>, 鄭 安棋<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東北大学災害科学国際研究所

1. はじめに

3年前から連続地震が生じていた能登半島において、今年1月1日午後4時10分にMj7.6の大地震が発生し、観測された最大震度は石川県羽咋郡志賀町や輪島市で震度7が記録された。この地震の2分後には、気象庁から山形県・新潟県上中下越・佐渡島・富山県・石川県能登・加賀・福井県・兵庫県北部の各津波予報区に津波警報、その他日本海沿岸各地の津波予報区にも津波注意報が発表になった。その10分後には、石川県能登では津波警報が大津波警報に切り替えられた。

本文は、能登半島地震による津波の発生について、得られた痕跡データを元に波源モデルを選定し、志賀原発サイト周辺での観測波形との対応を確認した上で、波源からの詳細な伝播過程を推定する。現在、周辺での詳細地形や構造物データが未入手のために、沖合での波形の再現に留まるが、周辺での津波の特性について報告するものである。

2. 日本海側での津波の特徴 —早い到達と長時間の継続

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、日本列島陸側の北米プレートとその下に潜り込むように動いている海側の太平洋プレートの境界付近で発生したタイプであり震源は陸地からも遠く、津波が沿岸部に到着するまでに一定での時間猶予があった。一方で、日本海側での地震は、陸地に近い海域の活断層で起こることが多く、震源も比較的浅いため、津波が起きればすぐに沿岸部に到達することになる。実際に、2024年能登半島地震による津波では、珠洲市、輪島市、能登町、七尾市などでは、1から2分以内に津波の初動（沿岸での影響開始）が到達したと数値シミュレーションで推定されている（Pakoksung et al., 2024; Masuda et al., 2024; 今村, 2024）。

我が国での大津波警報の発表は、2011年（平成23年）3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震（東日本大震災を引き起こした巨大地震）以来になる。大津波を起こすような大地震は、一般的には、太平洋側に多く発生しているが、過去6回の事例の中で、1983年日本海中部地震津波、1993年北海道南西沖地震津波を含めて、実に半数が日本海側で発表されている。また、日本海という閉鎖空間で発生した津波であるので、発生から収束までの継続時間が長く、最大波出現時間も遅れる傾向がある。

今回の能登半島地震では、図1に示したように、今回の地震断層は主に2つが推定されており、半島陸部の西側と半島東部沖の東側に分かれる。主に東側での断層が津波を発生したと考えられるが、志賀原発周辺の半島西側では、もう1つの断層による津波の影響も考える。そのため、全体での分布に加えて、特にサイト周辺での半島西側での津波痕跡記録および観測波形を説明出来る波源モデルを選定することとした。

\*Fumihiko Imamura<sup>1</sup>, Hidetoshi Masuda<sup>1</sup>, Daisuke Sugawara<sup>1</sup>, Suppasri Anawat<sup>1</sup>, and Anchi Cheng<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IRIDeS, Tohoku Univ.

能登半島の地形特性としては、概ね標高 300m 以下の低山地と丘陵地が大部分を占めており、能登外浦は各所に海岸段丘が発達し、一方で、能登内浦は沈降性の入り組んだ静かな海岸線が続く海岸地形がみられる（産総研，2019）。また、能登半島沿岸の海底地形は、能登外浦では島や瀬といった天然礁も存在し、舢倉島までの水深が 100m 程度と比較的浅い海域であり、一方で、能登内浦は急激に深くなっており、1,000m より深い海盆になっている。



図一 1 推定された能登半島地震の東西断層モデル

### 3. 津波による被害状況—震源付近 珠洲市沿岸での事例

国土交通省(2024)によると、震源に近かった石川県珠洲市、能登町、志賀町では、津波で浸水した面積が少なくとも計 190 ヘクタールになったと報告している。特に浸水範囲の広い珠洲市における津波浸水深は航空写真から約 4m に達したと想定され、実際に土木学会海岸工学の令和 6 年能登半島地震津波調査グループによれば、約 2-5m の浸水高が報告されている。

石川県能登半島を中心に津波が来襲したが、他に、富山湾、新潟県上越や佐渡の周辺でも痕跡が残されている。日本海沿岸では、2m から 5m 程度の津波浸水高が報告されており (Yuhi et al., 2024a; 2024b)、津波警報レベルの規模であったことが判断できる。なお、新潟県中越市では 7m 以上の痕跡も得られている。

沿岸への被害を見ると、珠洲市飯田湾、能登町、志賀町、上越市などが挙げられる。特に、珠洲市沿岸（宝立地区）では、津波被害が大きく、海岸線にはえぐられたような痕跡があり、津波が侵食したことがわかる（写真一 1）。強いパワーがある津波が海岸に押し寄せた証拠になる。さらに、船や車を持ち上げ（写真一 2）、弱い建物を壊し（写真一 3）、瓦礫を押し流していった。流れが早かった証拠の 1 つが削られたアスファルトであり道路も壊れている。さらに、液状化によるマンホールの隆起（写真一 3）なども見られ、津波避難時に道路上がかなり悪い状況であったことが推察される。このように複合的な災害の代表事例となった (Suppasri et al., 2024)



写真一 1 航空写真による珠洲市宝立町での沿岸の様子 (BOIS 提供)



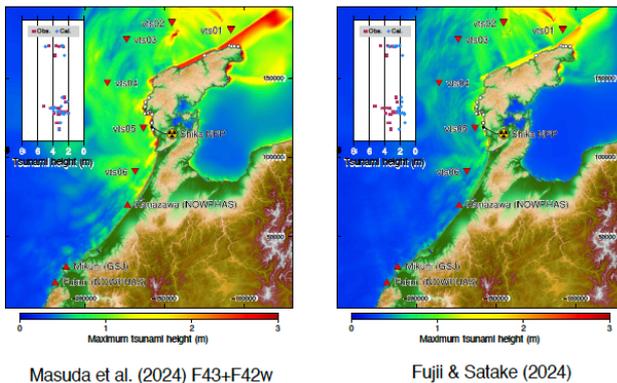
写真一 2 珠洲市宝立地区での漁港付近（著者撮影） 写真一 3 珠洲市宝立地区での住宅域（著者撮影）

#### 4. 志賀原発周辺での津波挙動解析について

##### 4.1 津波の解析モデル選定と津波痕跡データ比較

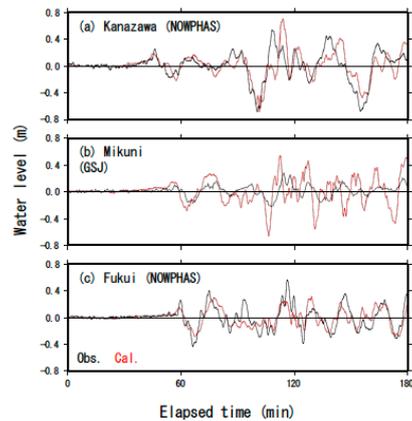
地震断層が半島陸部の西側と半島沖の海域の東部に分かれおり、志賀原発には位置的には近い西部の影響があり、一方で今回の津波を起こした断層は東部が主であるので両方を考慮する必要がある。特に、西部の断層は主に陸上にあり、その位置関係によっては海域にも広がるため、津波の発生に影響する。現在まで有力な津波モデルとしては、Masuda et al. (2024) および Fujii・Satake (2024) があり、このモデルによる結果を半島西部で調査された津波痕跡データ（土木学会海岸工学委員会能登半島地震津波グループによる津波浸水高や遡上高 (Yuhi et al., 2024a; 2024b) との比較により、選定する事とした。津波数値解析の詳細は、Masuda et al. (2024) を参照されたい。

この結果を図一 2（津波高の比較では、赤が実測値、青が計算値になる）に示す。Masuda et al. (2024) および Fujii・Satake (2014) の再現性を見ると、半島西側 (n=29) では  $K=1.02$ ,  $\kappa=1.31$ , および、 $K=1.64$ ,  $\kappa=1.37$  さらにサイト周辺に絞ると (n=23) では  $K=1.02$ ,  $\kappa=1.23$ , および、 $K=1.71$ ,  $\kappa=1.32$  となった。半島西部の比較を見ると、前者の方が再現性が高いと判断できる。この後の津波解析ではこのモデルを用いて、津波の伝播過程と波形の変化を見る。



Masuda et al. (2024) F43+F42w

Fujii & Satake (2024)



図一 2 2つの断層モデルによる最大津波高と痕跡高比較 図一 3 Masuda et al. (2024)断層モデルによる解析波形(赤線)と観測波形(黒線)の比較

##### 4.2 志賀原発付近（金沢、三国、福井）での津波の沖合い観測波形と解析波形の比較

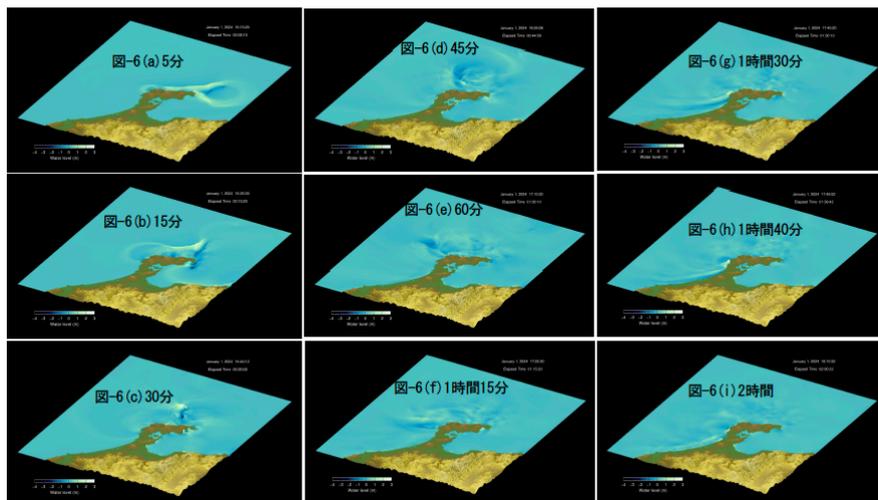
図一 3には、志賀原発付近（金沢、三国、福井）で入手できる津波の観測波形と解析波形の比較を示す。この3点は志賀原発の西側に位置しており、発生場所から遠い地点になるが、ここでの波形が再現できるということは途中地点の結果の信頼性も高いと判断できる。なお、金沢と福井はNOWPHASシステム（超音波式波高計）による観測値であり、沖合での短周期の成分も精度高く計測できる。一方で、三国はフロート式検潮儀による観測値であり、短周期成分については若干精度は低くなる。いずれも、3時間の波形において良好な

一致を示していると判断出来る。第一波の押し波から、第二、第三、第四など後続波形の再現性も高いと考えられる。特徴としては、初動より後続波の波高が大きくなり、境界波的な挙動を示している。最大波高の出現は津波発生から2時間前後となる。

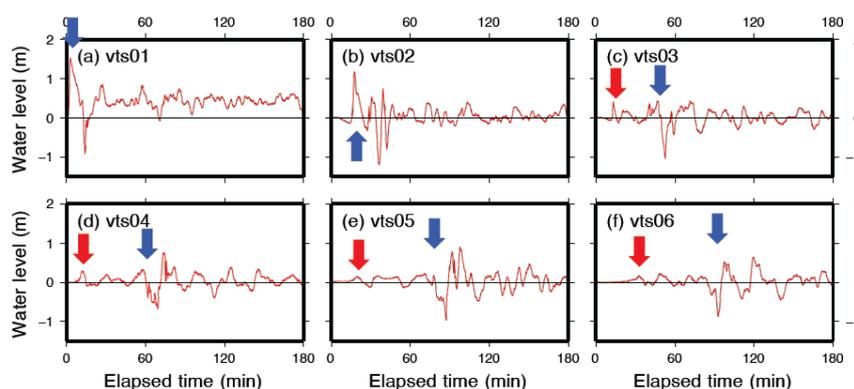
#### 4.3 志賀原発への津波伝播の過程

今回の解析結果を一定の時間間隔で再現した空間波形を図一4に、時間波形を図一5に示す(図一2に示す代表点6点での結果であり、東断層に近い地点から番号付けている。vts05が発電所サイト手前になる)。今次津波は、半島西部で発生した津波成分が直接に志賀原発サイトに向かう成分と、東側断層により生じた津波が能登外浦(半島北側)での浅い陸棚を通じて伝播してくる成分が確認できる。前者は、発生から15分程度でサイト沖に到達しており、図一5のvts05地点での波形でも第一波の押し波(赤色の矢印)を確認いただきたい。後者は、能登半島を東から北の陸棚を通じて回り込み、サイトに複雑に伝播している過程が示されている。発生15分、30分、45分と見て頂きたいが、舳倉島付近に集中する押し波の津波が確認できる。その後、60分後以降になると押し波成分から引き波成分が卓越し、サイトには、少し沖から回り込む成分と一緒に、集中効果による波形増幅が1時間半及び1時間40分当りに見られる。この様子は、図一5(青色の矢印)のvts02から04の時間波形でも確認できる。

今回は、サイトの周辺での詳細な海底および陸上地形や防波堤などの構造物を含んだ数値解析ではないので、北陸電力(2024)が報告している津波観測(最高水位上昇や最高水位下降)と比較することはまだ出来ない。データや情報を得た後での課題としたい。



図一4 能登半島周辺での津波伝播の様子



図一5 能登半島西岸沖での津波波形(数値解析)  
赤矢印が西側断層からの初動, 青色矢印が東側断層からの初動

## 5. 今後の志賀原発オペレーションへの提言

北陸電力からの報告によれば、サイト内での津波は防波堤内での波高計と取水ピット内での水位計で観測された。ここでは、水位上昇と水位下降の観測値および計測値が示されており、いずれも施設の安全性に影響を与えるものではないと判断できる。なお、このような観測値は、実際に津波来襲後に確認出来るのであって、今後は、地震発生後で津波来襲前に、一定の津波情報を得ておきたい。公的には気象庁による津波情報になるが、広域での代表値であり、発電所サイトでの詳細情報にはならない。独自の予測情報を持ちたい。

そこで、今回のような周辺でのリアルタイム情報を活用しながら、その規模の程度や到達予想を行い、津波来襲前にオペレーション対応の参考とすることを提案したい。今次津波も含めて、複数のシナリオの下、サイト周辺（NOWHPAS などの詳細なリアルタイム情報）とサイトでの津波波形の関係を把握しておくことができる。実際、津波発生した時に、沖合からの状況については監視カメラなども活用も有用である（Shirai T. et al., 2024）。最後に、様々なシナリオの下に、津波の影響を事前に把握することも重要である。どの位の規模の津波が、サイト内へどのような場所（防波堤、物揚場、敷地、取水ピット、防潮壁）を通じて影響を与えるのか？、さらに継続時間も一定予測できれば、緊急対応時の作業マニュアル作成にも役立つはずである。

### 参考文献；

- 国土交通省 (2024), 令和 6 年能登半島地震 津波による浸水および海岸保全施設の被害状況 (速報)  
[https://www.mlit.go.jp/river/bousai/240101\\_noto/pdf/tsunamishinsui\\_higai\\_240423.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/bousai/240101_noto/pdf/tsunamishinsui_higai_240423.pdf)
- 産総研 (2019), 能登半島北部周辺に刻まれた日本海発達の歴史,  
[https://www.aist.go.jp/aist\\_j/new\\_research/2019/nr20190823/nr20190823.html](https://www.aist.go.jp/aist_j/new_research/2019/nr20190823/nr20190823.html)
- 土木学会海岸工学委員会 (2024), 令和 6 年能登半島地震津波調査情報 <https://coastal.jp/info/library/noto20240101/>
- 北陸電力 (2024), 令和 6 年能登半島地震以降の 志賀原子力発電所の現況について (3 月 25 日現在)  
[https://www.rikuden.co.jp/nw\\_press/attach/24032599.pdf](https://www.rikuden.co.jp/nw_press/attach/24032599.pdf)
- Fujii Y, Satake K (2024), Slip distribution of the 2024 Noto Peninsula earthquake (MJMA 7.6) estimated from tsunami waveforms and GNSS data. *Earth Planets Space* 76:44. <https://doi.org/10.1186/s40623-024-01991-z>
- Masuda H. et al., Modeling the 2024 Noto Peninsula earthquake tsunami: implications for tsunami sources in the eastern margin of the Japan Sea, *Geoscience Letters* 11(1) 2024 年 6 月 14 日, <https://doi.org/10.1186/s40562-024-00344-8>
- Pakoksung, K., Suppasri, A. & Imamura, F. (2024), Preliminary modeling and analysis of the Tsunami generated by the 2024 Noto Peninsula earthquake on 1 January: Wave characteristics in the Sea of Japan.
- Shirai T. et al. (2024), Potential for tsunami detection via CCTV cameras in northeastern Toyama Prefecture, Japan, following the 2024 Noto Peninsula earthquake, *Geoscience Letters* 11(1) 2024 年 6 月 5 日, <https://doi.org/10.1186/s40562-024-00343-9>
- Suppasri A. et al. (2024), The 2024 Noto Peninsula Earthquake: Preliminary Observations and Lessons to be Learned, *International Journal of Disaster Risk Reduction* 104611-104611 2024 年 6 月, <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2024.104611>
- Yuhi M. et al. (2024), Dataset of Post-Event Survey of the 2024 Noto Peninsula Earthquake Tsunami in Japan, *Scientific Data* volume 11, Article number: 786
- Yuhi M. et al., Post-event survey of the 2024 Noto Peninsula earthquake tsunami in Japan, *Coastal Engineering Journal* 1-14 2024 年 7 月 2 日, <https://doi.org/10.1080/21664250.2024.2368955>

地震・津波に対する原子力発電所の安全性～能登半島地震から学ぶ～  
Safety of Nuclear Power Plants against Earthquakes and Tsunamis  
- Lessons from the Noto Peninsula Earthquake-

**(3) 原子力発電所の耐震・耐津波の現状 ～能登半島地震を踏まえて～**

(3) Current State of Seismic and Tsunami Resistance at Nuclear Power Plant based on the 2024 Noto Peninsula Earthquake

\*中村 晋<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 日本大学工学部

**1. はじめに**

マグニチュード(Mj)7.6 の令和 6 年能登半島地震が 2024 年 1 月 1 日に発生した。ハザードとして能登半島における地震の特徴は、輪島市や志賀町の震度 7 を含み広い範囲で 6 強や 6 弱の揺れが生じたこと、津波により能登町などの浸水高 4m 以上を含み広い範囲で浸水が生じたこと、さらに、輪島市西部で最大 4m 程度の隆起などの地殻変動が生じたことである。

志賀原子力発電所は、震源から 70km の位置に立地している。近年の地震が原子力発電所に及ぼす影響として、2007 年新潟県中越沖地震による事例や 2011 年東北地方太平洋沖地震による東京電力福島第一原子力発電所の事故が挙げられる。ここでは、原子力発電所の耐震安全性評価のこれまでの経緯を示した上で、令和 6 年能登半島地震の志賀原子力発電所への影響を踏まえた耐震・耐津波の現状について示す。

**2. 原子力発電所の耐震安全性評価の経緯**

原子力発電施設に対する耐震安全性の観点からの要求事項を明確化したものとして、1978 年 9 月 29 日に、はじめて「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」が策定された。1995 年兵庫県南部地震後、海外の基準類や文献の収集整理等や検討を踏まえて、2006 年 9 月 19 日に耐震設計審査指針の改訂を決定した。主な改定の内容は、①活断層の活動性評価に係る期間を 5 万年前から 12～13 万年前に拡大する、②基準地震動の評価方法を高度化する、③「残余のリスク」の存在を認識し、それを小さくする努力を行うなどである。2011 年東北地方太平洋沖地震後、事故を踏まえ、新規制機関として設置された原子力規制委員会の規則に関連する内規として新規制基準を決定し、2013 年 7 月 8 日に施行された。耐震を含む新たな要求事項として、基準津波の設定、耐震設計上考慮する活断層の認定基準、シビアアクシデント対策等を加えている。

**3. 令和 6 年能登半島地震の志賀原子力発電所への影響を踏まえた耐震・耐津波性能の評価**

志賀原子力発電所では、1 号原子炉建屋地下 2 階で最大値 399gal の揺れを観測した。その分析より、観測波は、新規制基準を踏まえて 2014 年に申請された基準地震動の加速度応答スペクトルより全周期で下回ることを確認している。原子炉建屋の耐震健全性確認より、各階の耐震壁に発生した層せん断力が許容値以下であることなどが確認された。また、基準津波として敷地高さ+11m の津波を設定しており、取水ピット内で観測された津波高さ+3.3m は基準値内であった。さらに、放水槽の周囲に設置した防潮壁の南側壁が数 cm 傾いていることを確認したが、変形は軽微であり、機能に影響はないことが確認されている。一方、耐震重要度区分が C クラスの変圧器からの絶縁油漏れが発生した。変圧器等の被害の影響により、外部電源 5 回線のうち 2 回線が使用できないものの、電源の信頼性確保の対策により、3 回線が使用可能となっている。さらに、高圧電源車のアクセスルートに数箇所段差の発生を確認したが、通行に支障ないことが確認されている。

これまでの地震の影響も合わせると、新規制基準への対応による頑健性の向上などの効果は認められるものの、懸案の耐震重要度区分の見直し(立地地点ごとのリスク情報の利活用など)、残余のリスクの有効活用、さらに今回は健全化していない多数基立地への対応など不断の安全性向上への見直しが必要である。

\*Susumu Nakamura<sup>1</sup>

<sup>1</sup>College of Engineering, Nihon Univ.

Planning Lecture | Board and Committee : Board of Directors[Co-organized by Nuclear Safety Division]

📅 Thu. Sep 12, 2024 1:00 PM - 2:30 PM JST | Thu. Sep 12, 2024 4:00 AM - 5:30 AM UTC 🏢 Room E(Reecture RoomsA 2F A200)

## [2E91\_PL] Safety of Nuclear Power Plants against Earthquakes and Tsunamis - Lessons from the Noto Peninsula Earthquake -

Chair:Seiichi Koshizuka(UTokyo)

### [2E91\_PL04] Discussion

All Presenters, Hiroyuki Oigawa<sup>1</sup>, Akio Yamamoto<sup>2</sup> (1. JAEA, 2. Nagoya Univ.)

2024年1月1日に発生した能登半島地震により、我が国が地震の多発する地域であり、原子力発電所における地震・津波対策がきわめて重要であることがあらためて認識された。一方で、東日本大震災以降、原子力発電所の地震対策及び津波対策は大幅に強化されている。そこで、本セッションでは地震・津波の専門家を招いて、最近の我が国における地震・津波の発生状況や、原子力発電所における地震対策・津波対策の現状をご講演いただくとともに、総合討論にて議論を深める。