

南海トラフ巨大地震に伴う伊方原発 過酷事故のシミュレーション

市立八幡浜総合病院 麻酔科・救急部 越智元郎

はじめに

市立八幡浜総合病院は八幡浜市など人口約5.3万人をカバーする地域の救急告示病院、災害拠点病院、初期被ばく医療機関（註1）であり、伊方原子力発電所から直線距離11kmに立地している。

当院の上記の役割は地域唯一のものであり、代行していただける他の医療機関はない。入院患者数は150～180人、6階建てで、非常発電装置は病院建て替えにより最上階に置かれた。標高は1階床面で5.9mとなっている。

南海トラフ巨大地震が当地を襲う場合、震度は6強（註2）、病院への最大津波到達は地震の約75分後で海拔8.9m²⁾、病院1階天井まで浸水する高さである。このとき市内中心部のほぼ全域が津波浸水域になる。

30年以内に70%以上の確率で襲来すると言われる南海トラフ地震が東南海地震さらには東海地震と連動する場合、揺れ・津波規模ともに約100年ごとに訪れる南海地震を遙かに上回る規模となり、上記のような状況もたらされる。しかし、このような状況で伊方原発過酷事故が同時発生することが、対応すべきシナリオに加えられることは少ない。

同様に原子力発電所の過酷事故は通常、津波のない直下型地震を念頭に対応計画が策定されており、南海トラフ巨大地震に伴って発生した場合、いわゆる「想定外」として思考停止に陥る可能性がある。

今回、南海トラフ巨大地震を原因に原発事故が発生した場合に、その対応計画がどう修正されるかを検討した。その視点は第一に緊急被ばく医療、すなわち被ばくした原発施設内の従業員や周辺住民への対応、もう一つは過酷事故時の入院患者を含む住民避難である。

南海トラフ巨大地震に伴う伊方原発過酷事故のシミュレーション

1. 発災から津波到来まで

2018年1月（註3）の深夜、南海トラフ巨大地震が発生。気象庁によると震源は高知県沖、東南海・東海地震も同時発生したと伝えられる。また、直後に大津波警報が発令される。

地震による建物倒壊により、管轄地域夜間人口の0.49%に当たる約240人が死亡する²⁾他、重症傷病者約440人のほぼ全員が当院への搬送対象となる。

（註1）この制度は終了予定であり、2016年度中に原子力規制庁が定める「原子力災害拠点病院」¹⁾に登録される見込みである。

（註2）県被害想定による八幡浜市の最高震度は7であるが、該当面積は市の0.1%のみである。

（註3）今回のシミュレーションにおいて1年後を想定する理由は、第1に災害拠点病院である当院の建て替え終了後で、屋上ヘリポートが完成するなど、今後長期の体制を想定し易くなる。第2に、現在県内で協議中の「原子力災害拠点病院」などの新しい原子力防災体制が正式スタートしていることを想定することができる。

院内や地域の被災状況が次第に明らかとなる。市内医療機関はかなりの損壊を受け、また津波に備え上層階への垂直避難が必要となる。

免震構造である当院の損壊は軽微で、最低限のライフライン・通信は確保される。そして、当院災害医療計画に基き、発災30分後以降は浸水域となる病院入り口からの職員登院や患者収容を停止し、背面斜面からの出入りに限定する。常勤職員のみが津波浸水予定域を避けて病院へ向かうとすると、発災1時間以内に到着できる職員は看護師14.0%、医師72.8%、医師・看護師以外の医療職7.2%、事務職19.7%にとどまる。当院と県内災害拠点病院、伊方原発などとの陸路交通は瓦礫、土砂崩れ、トンネル崩落などのために途絶する。

2. 緊急被ばく医療を要する傷病者の発生

やがて伊方原発の管理区域内で転落事故があり、下肢開放性骨折に放射線汚染を伴う傷病者が出たことが愛媛県へ報告される。そして県の災対本部に被ばく医療担当部署が設置される。

県は傷病者の、県内原子力災害拠点への陸路搬送は困難と判断する。そして、南海トラフ巨大地震による影響が比較的軽い広島県または島根県のドクターヘリなどに依頼し、高度被ばく医療支援センターである広島大学病院への搬送を要請する。

3. 大津波到来

地震から75分後に、結果的に最大津波高となる津波が到来し、当院は1階天井まで浸水する(図1)。一方、山の斜面の鉄筋ビルである当院1階の窓には火の着いた自動車や小型船、家屋などが叩きつけるようにぶつかって来る(表1、特殊シナリオ(1): 液化酸素タンク損壊)。

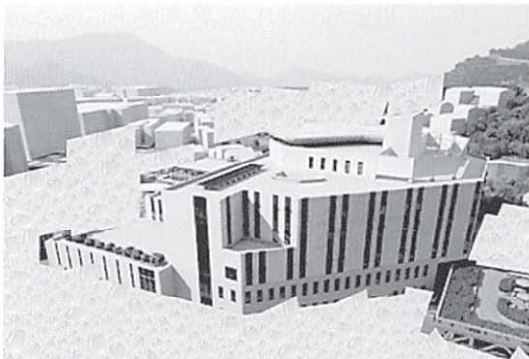


図1. 最大津波襲来時の当院と八幡浜市内(想像図)

表1. 特殊シナリオ(1): 液化酸素タンク損壊

当院の酸素保有量は500Lボンベが37本、7KL(キロリットル)ボンベが4本、液化酸素タンクに3500KLある。タンクはおよそ半量に減った段階で補充されているので、発災時に少なくとも約1800KLの酸素がある。これは2015年度の1日当たり酸素使用量90.3KL/日の20日分に当たる(ボンベのみでは46.5KL)。

液化酸素タンクは病院背面の海拔5.6mの地面(下は免震構造ではない)に設置されており、その高さは4.9m。上から見て海側を頂点とする「へ」の字型に防御壁が設置されており、津波の勢いを左右に逃がす構造となっている。防御壁の高さは3.5mで、八幡浜湾で予想されている最大津波を0.2m上回る高さとなっている。もし想定通りの大津波が流出家屋や自動車、

船、材木などを巻き込んでタンクに衝突した場合、タンクが転倒あるいは損壊、配管が断裂するなどして、液化酸素が失われることが起こらないとは言えない。

この状況では酸素ボンベがすべてフル充填されていても、必要酸素量の半日分に過ぎず、本院としては酸素補充のための公的支援要請、酸素を要する患者の緊急転院などを考える必要がある。

本院背面の臨時出入り経路（写真1）は一時浸水する。本院裏の高台（写真2）で本院DMATなどによるトリアージ・救護活動が開始される。完全停電は免れるが、エレベーターは停止する（表2. 特殊シナリオ(2)：エレベーター長期停止）。屋上ヘリポートからの患者搬出やDMAT・物資の受け入れに関する調整は進展しない。

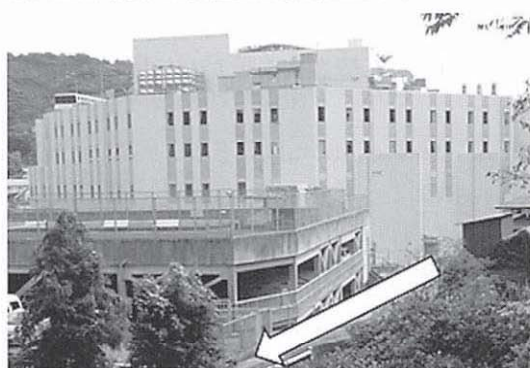


写真1. 本院背面から山側高台へ向かう経路
(矢印)



写真2. 名坂地藏前空地
(大津波を想定した救護所設置場所)

表2. 特殊シナリオ(2)：エレベーターの長期停止

1) 最初の大地震によるエレベーターの一時停止（半日～1日?）

エレベーターは一般に震度4相当の揺れ加速度で停止するとされる。一方、免震構造により震度で2程度、揺れが減免されると言われるが、震度6強を想定する場合、エレベーターが緊急停止することは考えられる。この場合、松山市にあるエレベーター会社から職員が本院へ派遣され再稼働するまでに、半日～1日停止したままになることを覚悟する必要がある。地震によって道路が損壊する可能性があり、また会社として地域の多数のエレベーターに対応する必要があるからである。

2) 2回目以降の地震によるエレベーターの頻回あるいは連続停止(1週間程度?)

熊本地震(2016年)のように本震の後、大きな余震が頻発する場合、エレベーターの頻回あるいは連続停止を招く恐れがある。

3) 津波被害によるエレベーターの長期停止(1カ月以上?)

大津波来襲時にかご(人や物を乗せる部分)が上層階にあっても、1階部分にある基板が塩水に浸かった場合、工事によりこれを取り替えない限り再稼働できないという。このとき、大災害後という状況を考えると、復旧までに1カ月以上を要すると考えられる。

この場合、屋上ヘリポートを用いた患者搬出やレントゲン撮影、入院患者への配膳下膳などに多大な労力が必要になる。

気象庁からの大津波警報解除がなされない段階において、市・病院の判断で警報解除と見なし た対応を開始する。一方、病院構内や幹線道路の損壊が確認され瓦礫撤去などが開始されるのは、 発災翌日以降に遅延する。

陸路が部分的に啓開された後には、100人を超える重症傷病者が当院へ搬入され、損壊・汚染の 少ない2階一般外来において、少ない職員数で対応する(医師の多くは参集できる)。広域搬送拠 点となる松山空港へ向け、患者を徐々にヘリ搬出する。この際、エレベーターが停止する場合に は、院内での患者搬送や上層階への配膳などには多大な労力が必要となる。自衛隊・緊急援助隊 等の主力は愛媛県でも、愛南町・宇和島市など南部のより被害の大きい地域に投入され、当地で の活動開始は遅延する。

4. 原子力発電所過酷事故が発生

伊方原発で過酷事故が発生したことが発表され、やがて国から屋内退避、避難指示が出る。一 部住民は徒歩や自家用車で汚染圏外へ退避を開始する。通行可能な道路は大渋滞となる。一方、 病院を含む公共ビルなどは、大津波被災者でもある住民の、被ばく防止のための退避を受け入れ る。

病院では次第に食料や、酸素を含む薬剤の不足を来たす。原子力災害発災により、広域展開す る自衛隊などが物品搬入と患者・住民の陸空海路での搬出を行う。愛媛県は被害軽微な府県へ入 院・入所者を含む住民の受け入れを要請する。

国は2015年3月の南海トラフ巨大地震対応計画(内閣府)³⁾を修正し、原発立地道県の警察、消 防、自衛隊の一部を原発周辺地域からの避難のために、愛媛県へ追加派遣するように命じる。

その後の展開として、まず、重症・急性の地震・津波被災者救援が被ばく防止のための避難支 援などよりも優先されることが関係者の間で確認される。そして、急性放射線障害の傷病者は全 国の高度被ばく医療支援センターなどに分散搬送される。一方、被ばく防止のための全病院避難 の受け入れ先としては、被災地外の原子力災害拠点病院や協力施設などが名乗りを上げる。搬送の ための要員などもこれらの施設から提供される。

伊方原発30km圏内の住民は13万人に上る。このうち入院患者は1800人、入所者2400人⁴⁾、在宅の 要援護者は八幡浜市内のみでも約4000人に上る。被ばく防止のための要援護者避難についても、 被災地外の原発立地道県へ協力要請する。原子力災害医療派遣チームや緊急援助隊、警察災害派 遣隊などが全国から派遣される。

大災害に向けた、医療機関の食料や医薬品の備蓄は通常3日分であり、屋内退避あるいは避難指示地域内への食料などの供給は著しく制限されるため、発災4日目以降は重症患者も含め入院・入所者の避難が急がれることになる。

考 察

原発立地道県である当県では毎年原子力防災訓練が実施されている。その想定は伊方原発近くで発生した直下型地震により同原発が損傷されるというもので、例年、通信の途絶や地域医療機関の損壊は少なく、また近隣県の多くや関西、関東などは被災地外にあり通常機能を維持しているとの想定となっている。伊方原発事故を来す直下型地震は震源が浅く、強い揺れを来す可能性があるものの、被災地域は狭いためである。一方、南海トラフ巨大地震に伴って原子力災害が起こった場合には、津波により八幡浜市中心街が壊滅的な被害を受けるとともに、愛媛県内、四国、近畿、東海地方など、広い範囲に甚大な被害が発生する。

愛媛県としてこのような状況に対処するための準備不足の項目を列挙する。まず、原子力災害拠点病院や協力施設など、新しい原子力防災の仕組みができていない（2016年度中に整備される予定）。また、愛媛県内の原子力災害拠点病院は、通常の災害拠点病院を兼ねる見込みである。これらの施設における、大災害対応、原子力災害対応の業務の切り分けはまだ検討されていない。一方、県外医療施設への事前の入院患者受入れ要請や協議がなされていない。また、自衛隊等への、県外搬送に関する事前の支援要請や搬送計画策定がなされていない。他方、自衛隊員、災害医療派遣チームなどの、被ばく限度に関する検討がなされておらず、被災地外から放射線汚染地域への支援が躊躇なく実施されるかどうか、不安がある。

当院に関する準備不足の項目は以下になる。まず、病院の換気装置へのHEPAフィルターの設置がごく一部（12床のハイケアユニット（HCU）をカバーするのみ）であり、多数の入院患者や職員が屋内退避する上で、放射性物質吸入による内部被ばくを低減できる体制とは言えない。院内で保有する個人線量計はわずか15台であり、屋内退避中の患者の治療・ケアに当たる職員個人の被ばくモニターを実施できる体制になっていない（部署ごとの代表者が線量計を装着し、累積値を記録することになる）。また、患者・職員の食料備蓄が3日分のみであり、それ以上の屋内退避が必要となった場合に、被災地外から食料・医薬品などを供給して貰える体制が準備されているかどうか不明である。地域が停電になった場合の重油入手、液化酸素タンクが損壊した場合の酸素の入手に関しても、愛媛県石油商業組合や医療ガス協会⁵⁾が原発過酷事故の場合でも汚染地域内へ搬入していただけるかどうか、具体的な協議はなされていないと思われる。他方、津波予想区域を避けた通勤・患者搬入の経路や救護所設営予定地の整備は未着手である。さらにエレベーター長期停止時の屋上ヘリポートの利用や治療レベル・患者サービスの維持にはかなりの困難が予想される。

原子力災害時の入院患者避難に関しては、受入れ施設との明確な事前協定が交わされていないことが上げられる。当院に関しては協力を申し出て下さっている病院はあるが、最終的には受入側の災害医療計画にも受入計画を記載していただくことや、原子力災害を想定した受入れ訓練や通信訓練などを実施していただくことが必要と考えられる。一方で、県の計画では入院患者に関しても避難手段としては大型バスが想定されており、特に座位をとれない担送患者で搬送中に体力消耗を招くことが懸念される。また搬送中の看視や医療継続のためにDMAT[®]や医師会救援チーム、赤十字救護班などの支援を受けたいと考えているが、放射線汚染環境での活動ということで、協

議に応じてくれる組織等は未だ現れていない。結局は国レベルの支援が投入される必要があるが、その具体的な計画を、発災前の段階から策定していただくことが強く望まれる。

以上、結論として、南海トラフ地震に伴う原発過酷事故を「残余リスク」ととらえ、地域・国として備える必要がある。また、災害医療・搬送などのリソースをどう配分するかについて、全国的な計画立案が求められる。この状況においては、住民の被ばく防止対策は実質的に強い制約を受けるものと考えられる。

参考文献

1. 原子力規制委員会：原子力災害対策指針（2015年8月26日全部改正）。
<https://www.nsr.go.jp/data/000024441.pdf>
2. 愛媛県地震被害想定調査（最終報告）、2013年12月
<https://www.pref.ehime.jp/bosai/higaisoutei/higaisoutei25.html>
3. 中央防災会議：南海トラフ地震防災対策推進基本計画、2014年3月28日
<http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/>
4. 越智元郎：原発30km圏内医療機関の入院患者と職員の避難について、
全自病協雑誌 55: 208-215, 2016
<http://plaza.umin.ac.jp/~GHDNet/A223.pdf>
5. 愛媛県：大規模災害時における民間との協定一覧（2015年3月27日現在）
<https://www.pref.ehime.jp/bosai/kyoutei/documents/kyouteiitiran270327.pdf>
6. 越智元郎：愛媛DMAT連絡協議会への要望－原子力災害時の患者搬送への関与について
（2015年4月3日提出）
<http://plaza.umin.ac.jp/~GHDNet/sennyu/z402.pdf>

本稿の要旨の一部は第21回日本集団災害医学会総会（2016年2月28日、山形）、シンポジウム「南海トラフ関連地震を俯瞰するII」で発表した。