

令和2年度放射線安全規制研究戦略的推進事業費  
（福島原発事故の経験に基づく防護措置に伴う  
社会弱者の健康影響と放射線リスクの比較検討に関  
する研究）事業

報告書

福島県立医科大学

令和3年3月

本研究は放射線安全研究戦略的推進事業費(JPJ007057)の助成を受けたものです。

# 目次

I. 研究要旨 .....	4
II. 研究目的 .....	6
III. 研究方法 .....	7
1. 災害時における医療・介護施設からの避難の影響について・過去報告の systematic review .....	7
2. 福島原発事故後の地域弱者の緊急避難状況を明らかにするための症例集 積研究及びインタビュー調査 .....	8
3. OSCAAR(off-site consequence analysis code for atmospheric release in reactor accident)を用いた、福島第一原発周辺の医療・介護施 設における被ばく線量評価シミュレーションとその結果を用いたワークショップ .....	9
IV. 研究結果と考察 .....	10
1. 災害時における医療・介護施設からの避難の影響について・過去報告の systematic review .....	10
① 論文の検索結果 .....	10
② それぞれの報告からの教訓について .....	12
2. 福島原発事故後の地域弱者の緊急避難状況を明らかにするための症例集 積研究及びインタビュー調査 .....	13
① インタビュー対象者について .....	14
② 20-30km 圏内の病院避難状況に関して .....	14
③ 原発直近の病院避難状況に関して .....	17
3. OSCAAR(off-site consequence analysis code for atmospheric release in reactor accident)を用いた、福島第一原発周辺の医療・介護施 設における被ばく線量評価シミュレーションとその結果を用いたワークショップ .....	20
V. 参考資料 .....	25
VI. 参考文献 .....	26

## 1. 研究要旨

原子力災害時における避難などの防護措置は、放射線リスク低減のために最も重要な対策の一つである一方、住民に対し大きな精神的・心理的・身体的負担を与える。本研究は、過去の災害を参考にしながら、東京電力福島第一原子力発電所（以下、福島原発という。）事故時の避難に伴うリスク及び困難をまとめ、福島原発周辺の医療・介護施設における被ばく線量評価シミュレーションにより被ばくリスクを定量化し、避難に伴うリスクと比較検討し、その結果を用いたワークショップを行い他の原子力発電所立地地域でのより効果的な防護措置立案のための情報を生成することを目的とする。

当該研究は3つのパートから成り立つ。

①災害時における医療・介護施設からの避難の影響について・過去報告の systematic review  
今年度は、PubMed データベースを用いて災害+避難+医療施設に関する文献を収集した。結果、避難に伴う影響についての報告はハリケーン及び原発事故のみに限られ、各文献からの災害前後での教訓の取りまとめを行った。来年度は、検索対象の文献データベースを拡張し、避難に伴う影響の文献リストを学術的にまとめる。

②福島原発事故後の地域弱者の緊急避難状況を明らかにするための症例集積研究及びインタビュー調査

今年度は、福島原発事故後、実際に避難に従事した医療者、行政、自衛隊、DMAT（災害派遣医療チーム）関係者など、40名にインタビューを行い、協力を得られたPAZ及びUPZ内の医療機関の避難状況について取りまとめた。来年度は、インタビュー結果をPAZ及びUPZ別に取りまとめ、緊急避難を行う際の課題・困難について抽出する。

③ OSCAAR を用いた、福島第一原発周辺の医療・介護施設における被ばく線量評価シミュレーションとその結果を用いたワークショップ

今年度は、福島原発周辺のそれぞれの医療・介護施設における、防護措置の有無に伴う、実効線量と甲状腺線量を計算した。来年度は、本結果及び、本結果から推定される損失余命を計算の上、実際に避難に従事した医療者を含むワークショップを行うことで、必要な防護対策についての情報を生成する。

キーワード：社会弱者、防護措置、避難、レベル 3PSA

## 主任研究者

坪倉正治（福島県立医科大学医学部放射線健康管理学講座・主任教授）

## 研究協力者

高原省五（国立研究開発法人日本原子力研究開発機構・研究副主幹、グループリーダー），小野恭子（産業技術総合研究所・主任研究員），内藤航（産業技術総合研究所・研究グループ長），保高徹生（産業技術総合研究所・主任研究員），村上道夫（福島県立医科大学・准教授），野村周平（慶應義塾大学医学部・特任准教授），尾崎章彦（ときわ会常磐病院・医員），西川佳孝（ひらた中央病院・医員），森田知宏（相馬中央病院・医員），野中沙織（南相馬市立総合病院・研修医），妹尾優希（スロバキアコメニウス大学・医学生），三浦訓子（特定非営利活動法人医療ガバナンス研究所・事務員），関家一樹（特定非営利活動法人医療ガバナンス研究所・事務員），原田恭子（特定非営利活動法人医療ガバナンス研究所・事務員），澤野豊明（福島県立医科大学医学部・大学院生），齋藤宏章（福島県立医科大学医学部・大学院生），樋口朝霞（福島県立医科大学医学部・大学院生），小橋友理江（福島県立医科大学医学部・大学院生），園田有紀（福島県立医科大学医学部・大学院生），西村有代（福島県立医科大学医学部・事務員），朱旭瑾（福島県立医科大学医学部・事務員），原田由佳（福島県立医科大学医学部・事務員），趙天辰（福島県立医科大学医学部・事務員）

## II. 研究目的

原子力災害時における避難や屋内退避などの防護措置は、放射線被ばくによるリスクを低減するために最も重要な対策の一つである。その一方で、避難は病院や施設に入所している患者や高齢者など、様々な社会弱者をあぶり出し、社会・身体・経済的などの側面で弱者がより被害を受ける事態を引き起こす。<sup>1</sup>福島原発事故の教訓からも多くの弱者が防護措置に伴う健康リスクを負った。

実際に福島原発事故後の避難の過程において、老人ホームなどの施設入所者、在宅医療を受ける住民、透析患者、高齢者などは健康被害を受けやすく、十分なケアと対策が必要な社会弱者の典型例であった。野村らは、震災時に南相馬市で避難を余儀なくされた老人ホームの入所者に対する震災前後における生存解析を行ったが、老人ホーム入所者の震災後の相対死亡率は震災前に比べ約2.7倍に上昇していた。<sup>2</sup>また、この避難による死亡率の上昇は、福島原発事故から数年間の中での様々な健康リスクの中で、最大のものであったことが示されている。<sup>3</sup>そのため、このような社会弱者における、放射線リスク・放射線以外の避難に伴うリスクを具体的に提示し、定量化することは、原子力防災上非常に重要である。

その一方で、原子力防災の観点から、社会弱者の防護措置に伴うリスクについての検討は十分に行われていない。施設敷地緊急事態以降におけるPAZ(Precautionary Action Zone)圏内や、全面緊急事態におけるUPZ(Urgent Protective action planning Zone)圏内外の社会弱者は、緊急時において屋内退避及び適当なタイミングで避難をすることになっているが、防護措置に伴う放射線以外のリスク要因の特定、定量化、そのリスクを低減するために必要な方策、並びに避難前及び避難後にそのような弱者をケアするためのスタッフの維持とその対策など検討が必要な課題は多い。

本研究は、1) 福島原発事故時の避難において、実際に起こったリスク及び困難をまとめ、上述の防護措置に伴う放射線以外のリスクを俯瞰し定量化すること、及び2) 確率論的安全評価(レベル3PSA[Probability Safety Assessment])を用いることにより、防護措置による健康リスクと、放射線リスクを死亡率や損失余命によって比較する事により、原子力発電所立地地域でのより効果的な防護措置立案のための情報を生成することを目的とする。

本研究は避難しないことを正当化することを目的とはしない。実際にどのような事故が起こりえるか、住民の被ばく量がどの程度となるかは事故の規模により千差万別である。その一方で、福島原発事故の経験は、避難及び防護措置に伴う健康影響の重大さを露呈している。防護措置に伴う多様な健康リスクがある中で、どのような対策が重要か、ありえるかを明らかにすることを目的とする。

### III. 研究方法

本研究は3つのステップで構成される。

#### 1. 災害時における医療・介護施設からの避難の影響について・過去報告の systematic review

避難リスクの疫学研究について事例をまとめ、メタ解析を行った。それによってこれまで報告されている、放射線被ばく以外のリスクを俯瞰・リスト化し、防護措置に伴うリスクとその対策を明らかにすることを目標とした。具体的には様々な災害時における医療（入院患者に加え、外来透析患者含む）・介護施設からの避難を扱ったデメリットに関する既報を体系的に整理した。

本年度は、PubMed を用いた文献検索と整理を行ったため、その方法論について以下に示す。  
使用した検索式は以下である（2020. 12. 28 時点）

```
(((((Disaster*) OR (Hazard)) OR ( "Natural Disaster*" )) OR (Disasters[MeSH Terms]))  
AND (((evacuat* OR ("Emergency Shelter*")) OR ("Evacuation Shelter*")) OR (Emergency  
Shelter[MeSH Terms])))  
AND (((("Health Facilit*" ) OR (Health Facilities[MeSH Terms])) OR (Hospital*)) OR  
(Hospitals[MeSH Terms])) OR ( "Medical Facilit*" ))
```

補足：[MeSH Terms]とはPubMedのデータベース内で、それぞれの論文がどのカテゴリーかを識別するために与えられるラベルである。evacuat\*とはevacuatの後ろにどのような言葉が来ても含まれるということを示す。例えばevacuation, evacuateなどである。

上記の検索式により、災害に関すること+避難に関すること+病院及び介護施設に関することの3つの用語で文献の絞り込みを行った。その後、一般的なsystematic review方法に基づき、該当した論文を2名の独立した調査者がタイトルと抄録で適格性を審査した。相違が生じたものは合議の上判定を決定した。（1<sup>st</sup> screening）そして、本文取得可能であったものを7名の調査者で分担し適格性を審査した。（2<sup>nd</sup> screening）対象言語は英語に限定し、組入論文を量的研究と質的研究、事例報告に分類し、記述された災害の種類や発生地、発生時期、避難に伴う影響、今後の教訓をまとめた。

最終的な解析に含めた論文は、実際に起こった災害後の病院及び医療施設の避難を扱い（防災・避難計画や事前のアンケートに関するものは除外した）、その避難する場合と避難しない場合の両方について量的または質的に評価あるいは考察している論文のみを対象とした。戦争・内戦等に伴う爆破等の人為災害や、内容として避難の過程のみを述べている論文についても除外した。

## 2. 福島原発事故後の地域弱者の緊急避難状況を明らかにするための症例集積研究及びインタビュー調査

地域の弱者の緊急避難の状況を明らかにするため、現在までに福島原発事故に関する避難についての公開資料(市町村が公開している資料・書籍、医療法人・個人の出版物、裁判資料等)を用いて、症例集積研究等としてまとめた。加えて、病院スタッフ、患者本人や家族の承認が得られた場合にはインタビューを行い、避難の状況についてのデータを収集した。また、病院に保管されている診療録を用いた患者の身体的情報についても記載した。

今年度は、福島原発事故後、実際に避難に従事した医療者、行政、自衛隊、DMAT 関係者など、40 名にインタビューを行い、協力を得られた PAZ 及び UPZ 内の医療機関の避難状況について取りまとめた。来年度は、インタビュー結果を PAZ 及び UPZ 別に取りまとめ、緊急避難を行う際の課題・困難について抽出する。

実際のインタビュー時には、浜通り地域における医療・介護施設の避難に、実際に現場で携わった方々（医療・行政・自衛隊・警察・消防・DMAT の関係者）に対して、当時が 1) どのような状況にあったかに加え、2) 緊急避難時に患者さんに課された医学的な問題はどのようなものだったか、3) 患者さんに限らず、病院スタッフにも課された医学的以外の困難な点はどのようなものだったか、4) それを解決するための方法やサポートとしてどのようなものが実施あるいは今後必要と考えられるかについて重点的に聞き取りを行った。

聞き取り時間は一人あたり約 30 分から 1 時間であり、対面または新型コロナウイルス感染症対策のため、zoom などのソフトを用いてオンラインで行った。インタビュー内容は、同意いただける場合録音し文字起こしを行い、匿名化した上で研究班内において共有した。「インタビューについては、一度同意頂いた後でも、答えたくない質問には答えなくて構わないこと、いつでもインタビューを終わらせることができること、いつでもこの研究について質問することができること、研究結果を論文等にするために提出する前であれば、いつでもこのプロジェクトへの参加を取りやめることができること。その場合には、インタビューデータは消去すること。」について説明の上行った。上記のインタビューは、福島県立医科大学及び南相馬市立総合病院の倫理委員会の承認を得た上で行われた。



### 3. OSCAAR(off-site consequence analysis code for atmospheric release in reactor accident)を用いた、福島第一原発周辺の医療・介護施設における被ばく線量評価シミュレーションとその結果を用いたワークショップ

OSCAAR (off-site consequence analysis code for atmospheric release in reactor accident) を用いて福島第一原発周辺の医療・介護施設における被ばく線量をシミュレーションした。その推定に伴う住民の健康影響及び、弱者をケアするためのスタッフにおける被ばく量を推定し、放射線による健康リスクは放射線防護の概念に基づいてLQ (linear-quadratic dose-response) モデルなどを用いて仮想的に計算することを目標とした。その結果に基づき、実際に避難対応に関わった方々を含む医療者とのワークショップを行うことで、今後の防護対策及び必要な知識や訓練についての情報を生成する。

福島原発周辺の医療・介護施設における被ばく線量評価のために使用した計算条件は以下である。

炉内インベントリ	JAEA-Data/Code 2012-018 福島第一原子力発電所の燃料組成評価 2号機炉心、短期放射能 (表31) より0hの値を使用
放出点	福島第一原子力発電所
気象条件	福島サイトにおける1年間 (2018年1~12月まで計8760通り) の気象シーケンスを使用
被ばく経路	外部被ばく (クラウドシャイン、グランドシャイン) 及び内部被ばく (吸入被ばく)
防護対策	陽圧化したRC造建屋への屋内退避 (クラウドシャイン80%低減、グランドシャイン95%低減、吸入被ばく99%低減)
対策実施期間	放出開始時点から1週間 (168時間)
対策実施範囲	放出点から30km圏内

計算は、福島第一原発事故を再現するものではなく、沸騰水型 (BWR) 原子炉の大規模事故を想定した以下の事故シーケンスについて実施した。

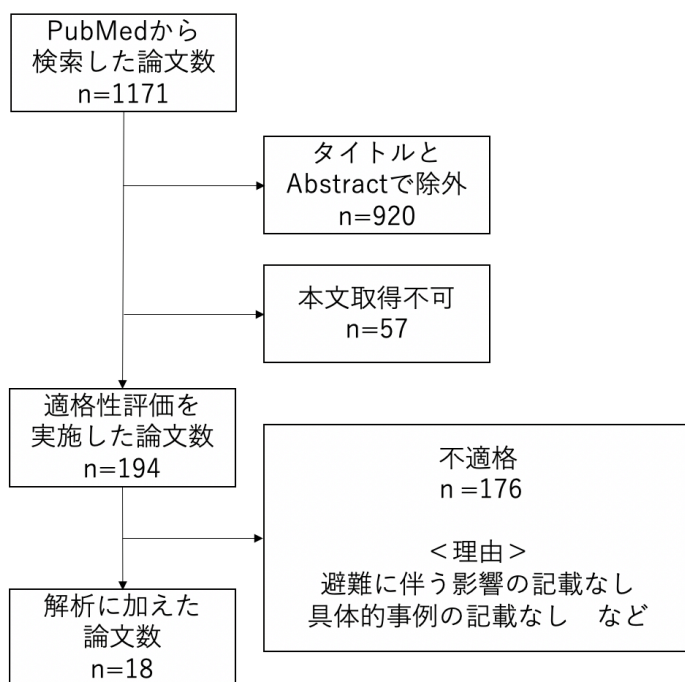
事故シーケンス	放出開始時間 (h)	放出継続時間 (h)	放出点高さ(m)	放出分類別の全放出割合(-)							
				希ガス	有機ヨウ素	無機ヨウ素	Cs-Rb	Te-Sb	Sr-Ba	Ru	La
後期大規模放出	27	7	40	9.5E-01	1.6E-03	3.1E-02	2.8E-02	2.8E-04	1.2E-08	2.4E-11	5.2E-12

今年度は、福島原発周辺のそれぞれの医療・介護施設における、防護措置の有無に伴う、実効線量と甲状腺線量を計算した。来年度は、本結果及び、本結果から推定される損失余命を計算の上、実際に避難に従事した医療者を含むワークショップを行うことで、必要な防護対策についての情報を生成する予定とする。

## IV. 研究結果と考察

### 1. 災害時における医療・介護施設からの避難の影響について・過去報告の systematic review

今年度は、PubMed データベース (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) を用いて災害+避難+医療・介護施設に関する文献を収集した。



図：論文選択の経過について

#### ① 論文の検索結果

方法で示した検索式によって、1171 件の論文が該当となった。1<sup>st</sup> スクリーニングとして、2 名の独立した調査者がタイトルと抄録で適格性を審査した結果、920 件の論文が除外となった。多くの論文が、実際の避難の経験を扱うよりも、災害前の防災・避難計画や、アンケート調査によるものであった。その後、1<sup>st</sup> スクリーニングを通過した論文すべての本文の取得を試みたが、57 件は取得不能であった。本文が取得できなかった論文は、古い年代の紙媒体でしか存在しないものが多かった。本文の取得が可能であった 194 件の論文全文を精査し、7 名の調査者で分担し適格性を審査 (2<sup>nd</sup> スクリーニング) した結果、176 件が不適格と判定され、最終的に 18 件の論文が解析の対象となった。2<sup>nd</sup> スクリーニングで不適格と判断した理由は主に、避難に伴う影響の記載が無い、具体的な事例の記載が無い、避難せずにその場に留まることを選択肢として考慮していない、本文が英語以外であった、戦争や内戦に伴う人為災害であった、などであった。

対象となった 18 件の論文一覧 (筆頭著者、タイトル、災害の種類、避難発生国と避難発生年、研究の種類) は以下である。各論文のアウトカムの種類及び、具体的記述に関しては本報告書末尾に添付する。

No.	First author	タイトル	災害の種類	避難発生国	避難発生年	研究の種類
1	Nomura S	A Comparative Survival Analysis Between Evacuees and Nonevacuees Among Dialysis Patients in Fukushima Prefecture After Japan's 2011 Fukushima Nuclear Incident.	原発事故	Japan	2011	量的研究
2	Shimada Y	Balancing the risk of the evacuation and sheltering-in-place options: a survival study following Japan's 2011 Fukushima nuclear incident.	原発事故	Japan	2011	量的研究
3	Igarashi Y	Long-term outcomes of patients evacuated from hospitals near the Fukushima Daiichi nuclear power plant after the Great East Japan Earthquake.	原発事故	Japan	2011	量的研究
4	Nomura S	Post-nuclear disaster evacuation and survival amongst elderly people in Fukushima: A comparative analysis between evacuees and non-evacuees.	原発事故	Japan	2011	量的研究
5	Murakami M	Was the Risk from Nursing-Home Evacuation after the Fukushima Accident Higher than the Radiation Risk?	原発事故	Japan	2011	量的研究
6	Nomura S	Mortality risk amongst nursing home residents evacuated after the Fukushima nuclear accident: a retrospective cohort study.	原発事故	Japan	2011	量的研究
7	Brown LM	The effects of evacuation on nursing home residents with dementia.	ハリケーン	USA	2008	量的研究
8	Mason WL	The incomplete circle of the National Disaster Medical System: what Arkansas hospitals learned from hurricane Gustav.	ハリケーン	USA	2008	量的研究
9	Dosa D	To evacuate or shelter in place: implications of universal hurricane evacuation policies on nursing home residents.	ハリケーン	USA	2008 2005	量的研究
10	Cacchione PZ	Disaster strikes! Long-term care resident outcomes following a natural disaster.	ハリケーン	USA	2005	量的研究
11	Anderson AH	Missed dialysis sessions and hospitalization in hemodialysis patients after Hurricane Katrina.	ハリケーン	USA	2005	量的研究
12	Castro C	Surviving the storms: Emergency preparedness in Texas nursing facilities and assisted living facilities.	ハリケーン	USA	2005	量的研究
13	VanDevanter N	Challenges of nurses' deployment to other New York City hospitals in the aftermath of Hurricane Sandy.	ハリケーン	USA	2012	量的研究/質的研究
14	Blanchard G	A comparison of the nursing home evacuation experience between hurricanes Katrina(2005) and Gustav(2008).	ハリケーン	USA	2008 2005	質的研究
15	Claver M	Comprehensive care for vulnerable elderly veterans during disasters.	ハリケーン	USA	2005	質的研究
16	Mangum WP	Hurricane Elena and Pinellas County, Florida: some lessons learned from the largest evacuation of nursing home patients in history.	ハリケーン	USA	1985	質的研究
17	Jarrett MP	Evacuate or shelter in place: A view from the water's edge.	ハリケーン	USA	2017	事例報告
18	Yanagawa Y	Medical evacuation of patients to other hospitals due to the Fukushima I nuclear accidents.	原発事故	Japan	2011	事例報告

上記の 18 件をその種類別にカウントした表が以下である。

変数		災害の種類 (論文件数)	
<b>発生国</b>	<b>(N=18)</b>	<b>原発事故 (7)</b>	<b>ハリケーン (11)</b>
アメリカ	11 (61.1%)	死亡率 (5)	死亡率 (3)
日本	7 (38.9%)	損失余命 (1)	入院率 (1)
<b>災害の種類</b>	<b>(N=18)</b>	診療情報の喪失 (1)	せん妄スコア (1)
ハリケーン	11 (61.1%)	communication lineの崩壊 (1)	透析をできなかった割合 (1)
原発事故	7 (38.9%)	介護保険利用率 (1)	医療費等 (1)
<b>発災年 (複数回答可)</b>	<b>(N=18)</b>		居住者の外傷 (1)
1985	1 (5.6%)		居住者の心理的苦痛・PTSD (2)
2005	6 (33.3%)		認知機能の低下 (1)
2008	4 (22.2%)		看護師のストレス
2011	7 (38.9%)		
2012	1 (5.6%)		
2017	1 (5.6%)		

今年度の調査の結果、避難と避難しない場合の影響についての報告は米国におけるハリケーン 11 件、及び日本における原発事故 7 件の合計 18 件のみに限られた。災害の発生年は 1 件を除い

て、2005年以降であり、ハリケーン・カトリーナ（2005年）、東日本大震災（2011年）を扱ったものが多くを占めた。

論文内で調査している影響に関しては、上記右図の通りであり、死亡率について扱っているものが10件、ハリケーンでは入院率や居住者の心理的苦痛、認知機能の低下などを扱っている論文も見られた。

各文献からの災害前後での教訓の取りまとめ（国・自治体レベル、施設レベル、個人レベルに行うこと別）を行った。下記では、それぞれの論文番号は、解析の対象となった18件の論文を指す。

## ② それぞれの報告からの教訓について

### a) 災害前に実施すべきこと

#### ・国、自治体レベル：

各施設の現状をレビューすること<sup>\*6</sup>

災害・避難計画（人的・物的・移動手段）をレビュー・策定すること<sup>\*8, 9, 12, 13, 16</sup>

病院避難時の医療費保証の計画を策定すること<sup>\*8</sup>

被災リスクの高い場所に施設建設を許可しないこと<sup>\*9</sup>

#### ・施設レベル：

避難計画の立案<sup>\*16</sup>、物的・人的資源の確保をすること<sup>\*12</sup>

避難訓練<sup>\*12</sup>（災害時に臨時で関わるスタッフ、運転手を含め<sup>\*16</sup>）を実施すること

外部組織との災害時協力の締結をすること<sup>\*4</sup>

即時避難を避けるための備蓄をすること<sup>\*4</sup>

サイコロジカル・ファーストエイドについて学ぶこと<sup>\*7</sup>

#### ・個人レベル：

災害への意識向上<sup>\*12</sup> 避難訓練へ参加すること<sup>\*12</sup>

### b) 災害中に考慮すべきこと

#### ・避難の有無の決断について

避難するかどうかは、リスクとベネフィットを鑑みた決断を行うべきである<sup>\*5, 6, 15</sup>

全施設避難ではなく、ハイリスク or ローリスク群のみの避難も考慮される<sup>\*4</sup>

避難を決断するタイミングははやいほうが良い<sup>\*17</sup>

メリット：天気・電気・交通状況・スタッフ配置・転院先と患者に関するコミュニケーションを十分に取れるなど

#### ・避難の有無の決断後

十分な準備ができるまでは各施設がシェルターの役割を果たすことができる<sup>\*4</sup>

避難の有無に関わらず、必要な措置を講じること

避難する場合：避難援助者への検問通過パス発行<sup>\*16</sup> 自治体による避難先の調整援助が必要<sup>\*4</sup>

顔見知りの患者・入所者及びスタッフの避難先を同じにすること<sup>\*16</sup>

避難しない場合：外部からの物資供給<sup>\*4</sup> 入居者の心理的ストレスを減らす工夫をすること<sup>\*7</sup>

- 避難を受け入れる施設側の準備<sup>\*1</sup>

避難者のせん妄対策<sup>\*15</sup> やスペース確保<sup>\*16</sup> が必要である

- その他

災害時は平時よりも多いスタッフ数が必要とされる<sup>\*17</sup>

普段と異なる環境で働くスタッフのケアが必要とされる<sup>\*13</sup>

医療情報を含んだ IC チップ入りリストバンドや身体への埋め込みが考慮される<sup>\*18</sup>

c) 災害後に行われるべきこと

- 国、自治体レベル

一つの災害での教訓を活かせるように、防災計画の見直しと水平展開を行うこと<sup>\*6</sup>

- 施設レベル

事例の検証と災害計画のブラッシュアップをすること<sup>\*15, 17</sup>

医療者・介護スタッフのストレス調査<sup>\*13</sup>、ストレスケアを行うこと<sup>\*16</sup>

避難者のマネージメント・元の施設への復帰の手順を改善すること

手荷物を避難者ととともに戻すこと<sup>\*10</sup>

避難者の親族のために避難先での滞在先手配すること<sup>\*17</sup>

短期間入院患者は、もとの入院先に戻さず、避難先施設から退院させること<sup>\*17</sup>

- 個人レベル

患者の日常生活への復帰支援をすること<sup>\*10</sup>

心理的トラウマのケアを行うこと<sup>\*15</sup>

令和2年度に行った医学系の学術論文データベースを用いた災害後の避難を扱った報告の収集及び、災害前後での教訓の取りまとめをベースとして、令和3年度は、その方法論を踏襲し、検索対象の文献データベースを拡張し、避難に伴う影響の文献リストをまとめる。さらに文献の分析を行い、避難及び避難せずにその場にとどまることに伴う課題・困難を抽出する予定である。

## 2. 福島原発事故後の地域弱者の緊急避難状況を明らかにするための症例集積研究及びインタビュー調査

### ① インタビュー対象者について

インタビューについては、今年度は下記の40名に行った。対象者は下記の通りである。個人情報保護のため、下記では正確な記載を避けている。

- ・国・県・市町村にて担当者 5名（福島県庁の関係者 3名 国の避難対策担当者2名）
- ・福島第一原発から5km内に存在する病院・医療施設の関係者及びその避難に実際に関わった方6名（A病院の関係者 3名 B病院の関係者1名、自衛隊関係者1名、外部医療者1名）
- ・福島第一原発から20-30km内に存在する病院及び医療施設の関係者 17名（C病院の関係者 3名、D病院の関係者 4名、E病院の関係者 10名）
- ・その他の避難区域の病院及び医療施設の関係者 5名（F病院の関係者 2名、G病院の関係者 2名、H診療所の関係者 1名）
- ・受け入れ側の医療施設の担当者 7名（県外での受け入れ担当の医療者1名 県内の受け入れ病院の医療者3名、福島医大の担当者3名）

インタビュー内容は、同意いただける場合録音し文字起こしを行い、匿名化した上で研究班内において共有したが、個人情報保護のため、個別の詳細な内容については非公開とする。これらのインタビューをベースにしながら、協力を得られたPAZ及びUPZ内の医療機関の避難状況について取りまとめた。

### ② 20-30km圏内の病院避難状況に関して

福島原発事故後、20-30km圏内に位置した病院は2011年3月22日までに全入院患者を退院あるいは避難（県内外への広域転院搬送）させた。本研究では20-30km圏内に位置した公立・私立あわせて3つの病院を対象として、医療関係者へのインタビューと公開資料を用いて、この過程で生じた困難と工夫を記述し、避難が確定しない状況での病院機能維持及び避難確定後の円滑な避難のための方策を探った。以下の結果は今後のUPZの医療機関の避難を考える際に示唆に富むと考えられる。

#### ■ 困難点及びそれに対する工夫等

##### a) 震災初期の患者受入：

震災直後から、津波による溺水・外傷患者が数多く運ばれた。通常、緊急搬送時は事前に救急隊から病院に受け入れ要請の連絡がある。しかし、震災直後は混乱を極めており、無連絡での患者搬送・受け入れが許容された。搬送時の状態にあわせて、受け入れ・他院への搬送・死亡確認等が行われた。震災とその後の津波に伴う搬送は震災当日～数日後まで続けられた。

病院によっては、海岸からの距離が近く、津波の可能性を考慮した受け入れ患者の収容先確保（2階以上に収容する必要があった）も必要であった。病院2階の廊下や会議室等にマットレスを敷いて対応されたが、エレベーターが使えない等、通常よりも多くの人手を必要とした。スタッフの対応可能患者数を超過していた病院もあり、十分な医療提供は不可能であった。余震の中、外科系の医師を中心に応急処置や必要な場合は手術も行われた。震災直後は放射線被ばくに関して

は特に対策は行われていなかった。このエリアにおいて、継続的な DMAT 派遣は行われなかった。震災直後に公的病院に数隊が来院し、数名の高次医療機関への転院搬送を担当したが、被ばくへの懸念が生じてからは、DMAT の派遣は中止された。

また、20km 圏内の介護施設や入院患者、スタッフも受け入れたが、災害前から非常時の協力協定等が締結されていたわけではなく、スタッフ間の軋轢も生じた。スタッフ間の交流や協力体制は特に整備されず、各々の施設の患者・利用者を担当し、各病院は場所を貸しているような状態であった。

b) 初期の退院・転院調整：

各病院は独歩可能、家族の送迎が可能、急性期治療が終了したなど、自力退院可能な患者（主に若年～壮年層）から退院させたが、医療・介護依存度が高い患者や、社会的背景のために退院できない患者の転院調整は各病院スタッフが持つコネクションに委ねられた。東北地方の各病院は自身も被災しており、20～30km 圏内の病院で対応できない重症患者が発生した場合や、数名ずつの小規模転院等を受け入れるにとどまった。このため、20～30km 圏内の病院にとどまっていた入院患者は、医療・介護依存度が高い高齢者が大多数を占めた。

c) スタッフの減少と混乱：

職員自身も被災者であり、原子炉の水素爆発後は避難者が続出したため、十分なケアは提供できなくなった。各病院は 3/14 の 3 号機水素爆発翌日時点で 1/2～1/3 程度しか職員が残らず、避難しない選択をした職員は役職についていた者が多かった。職員個人の考えだけでなく、その家族の要請も職員の避難には大きく影響した。この頃から、警備・清掃・給食等の委託業者は大半が業務を停止し、各病院が直接雇用している職員は委託業者が担っていた業務もまかなう必要が生じた。これらの業務は医療機関の機能維持及び患者の生命維持に必須であり、職員の持つ医療資格と関係なく遂行された。また、線量測定器を持つ公的病院では、定時の空間線量測定が行われるようになった。このため、この期間の医療の質は必要最低限に制限された。震災から避難完了までの約 10 日間の間、十分なリハビリを行うことはできず、患者の廃用は進行したという証言もあった。

スタッフの人数が減少し、個々人の負担が増大したこと、また、初期被ばくに関する情報が錯綜し、病院運営も先の見通しが立たないことから、スタッフの焦りや苛立ちが日に日に募っていった。各病院では、院内への職員家族の避難を認めたり、定期的な集会を設けたりなど、スタッフの士気を維持するための試みが行われた。

d) インフラの状況・物流の停止

屋内退避指示（3/15）以降、各病院は深刻な物資不足に陥った。各卸業者は物資の運搬を停止し、自衛隊や担当者の個人的な動きのみとなった。薬品や炭水化物を中心とした食料は自衛隊が運搬したが、生鮮食料品はほとんど手に入らなかった。一部病院では職員の自宅からも食料を手に入れる必要があった。その他、患者の生命維持に必要な酸素や、暖房設備に使用する重油の供給も

十分ではなかった。これらの物資不足とスタッフ不足は病院機能維持が困難となった大きな要因であった。

#### e) 病院避難決定の過程

各病院によって避難が決定されるまでの過程は異なるが、いずれも混乱を極めた。1つの病院は病院上層部のコネクションからの大規模避難受け入れの申し出が避難決定の大きな契機となった。残りの2つの病院は、国が病院避難を決定したことが決定打となった。後者では、避難先は最終的に避難先県での調整となり、各スタッフが個別に交渉する必要がなくなった。

#### f) 避難決定以降の搬送準備

避難決定から開始までの時間はいずれも半日未満と極めて短く、十分な準備は困難であった。各病院はこの期間で搬送順序や搬送手段（救急車・マイクロバス・自衛隊車両・多目的ヘリ等）の計画を立てる必要があった。計画の立案と並行して、患者情報提供の準備も進められた。3病院のうち、1病院は患者情報として患者自身に診療録をもたせることを選択した。他の2病院は診療情報提供書を作成したが、主治医がすでに避難あるいは震災に伴って当該病院へ戻ることができなくなったケースもあり、治療方針や経過等を転院先に過不足なく伝えることはできなかった。病院避難に関して、患者家族への情報提供も避難元病院からは連絡手段がなく、十分に行うことはできなかった。エリア内の病院連携はなく、エリア全体の搬送計画も各病院に伝わっていなかった。公的病院からの搬送開始となったため、私立病院のスタッフは焦燥感に駆られ、ストレスは増大した。

#### g) 避難実施

避難を実施する段階でも、急ごしらえの避難計画では不十分な点が多くあった。当日の天候の影響を受け、搬送手段が変更になり、搬送中に身体状況が悪化・搬送先を変更したケースもあった。廃用や拘縮等、元の身体状況が脆弱な患者も多く、長時間の移動による患者の身体へのダメージを最小限にするため、毛布やクッション等を用いて工夫が行われた。被ばくスクリーニング及び身体状況を確認・搬送先を決定する中継地点では、上記に加え、搬送患者の名簿づくりも必要となった。当初の想定より、患者の乗降に時間がかかったこともあり、各病院の避難完了には各々3日程度を要した。

#### h) その他

病院避難を行う傍らで、近隣住民の医療需要にも応える必要があった。近隣医療機関の大半は閉鎖されており、調剤薬局もほぼ全てが休止していた。このため、公的病院では、津波や震災の混乱で内服薬を紛失したり、定期受診を控えていた近隣住民の緊急調剤を行ったりした。震災当日が金曜日で院内分の調剤は1週間分程度の余裕があったため、薬剤師は近隣住民の緊急調剤と、他院分の薬剤鑑定や代替調剤の提案を行った。



### ③ 原発直近の病院避難状況に関して

福島原発事故後、5km 圏内に位置した病院は全入院患者を緊急で避難させた。この避難は現場の医療従事者の尽力はもちろんのこと、DMAT 及び自衛隊など様々な関係者の総力を挙げて行われた。本研究は 5km 圏内に位置した病院の医療関係者へのインタビューと公開資料を用いて、この過程で生じた困難を記述し、避難が確定しない状況での病院機能維持及び避難確定後の円滑な避難のための方策を探ることを行った。

以下では、今年度主に情報を収集した 2 病院について、避難の経緯とその教訓について示す。

#### (ア) 病院 1

2011 年 3 月 11 日午後 2 時 46 分の地震発生後、病院から約 700m の範囲で津波が発生したが、病院は影響を受けなかった。病院の電力供給は途絶えることなく、ガスや水道も応急処置を施した後に復旧し、酸素や吸引装置も機能していた。震災当日、病院は地震と津波で負傷した 56 名の救急患者を受け入れ、病院は医療提供を継続した。

2011 年 3 月 12 日午前 6 時 40 分頃、自衛隊員を伴った防護服を着た警察官 2 名が病院を訪れ、病院長に患者の避難を含む病院の避難を要請した。その際、避難の明確な理由は説明されなかったが、報道で福島第一原子力発電所から 10km 以内の住民に避難命令が出ていることが判明した。院長はこれらの事実を考慮し、患者数を減らすために入院患者の一部を避難させることを決定した。当時の病院には、入院患者 136 名、職員 150 名がいた。

2011 年 3 月 12 日午前 8 時 30 分頃、自立して移動できる患者さんの避難を開始した。6 人の患者は自発的に退院した。自立歩行可能な患者 53 名と従業員 90 名をバスで、また自衛隊のトラックで 35 名の患者（病院スタッフは同行せず）を避難させた。避難当初は原発の状況が分からなかったが、2011 年 3 月 12 日午後 2 時頃、福島県災害対策本部から病院長に電話があり、原発の状況が極めて深刻であることを知らされ、院長は病院の建物内に残っている患者さんとスタッフの避難を決定した。

最初の避難後、重症患者 40 人と病院スタッフ 56 人が病院の建物内に残った。2011 年 3 月 12 日午後、院長が再度の避難を決定後、残っていた全員の避難を開始した。原発事故を想定した患者の避難計画は作成されていなかったが、病院スタッフが力を尽くし、手を取り合って残った患者を安全に避難させた。自衛隊のヘリコプターを使って、病院から二本松市に残った人たちを搬送した。病院のスタッフは、自衛隊トラックを使って、病院から 2km 離れたランデブーポイントに患者を運ぶ作業を行っていたが、患者搬送中の午後 3 時 36 分、福島第一原発で水素爆発が発生した。

午後 6 時過ぎに自衛隊のヘリコプター（大型 2 機、中型 5 機）が到着し、病院内の人々はグループ（患者、医師、その他の医療スタッフ、事務スタッフ）に分かれて搬送され、グループごとにヘリコプターに乗り込んだ。21 名以上の患者さんと 21 名の病院職員が最初のヘリコプターに乗

り込み、二本松市へ向かった。2機目のヘリコプターには、患者12名と病院職員25名が乗り込んだが、燃料不足と夜間の視界不良のため、宮城県仙台市の飛行場に移動した。配備されていた救援ヘリでは残りの人々を搬送することができなくなったため、患者7名と病院職員9名がランデブーポイントに残った。不十分な医療機器の中で、残されたスタッフは一晩中、残った患者に可能な限りの治療を続けた。3月13日朝、患者と病院職員は最終的に宮城県の飛行場に搬送され、その後、宮城県の飛行場から再度、自衛隊のヘリコプターで二本松市に搬送された。

患者が別々に避難したため、病院スタッフは患者がどこに避難したか把握出来ない状態となったが、2011年3月16日にすべての患者の場所と状況が確認された。患者に付き添っていた医療スタッフは、お互いに助け合って患者の転院先を手配した。転院の手配は非常に困難だったが、医師の個人的なネットワークにより、入院が必要な患者は数日後には他の病院に受け入れられた。

避難を開始したのは2011年3月12日であるが、同日末期がんの患者さん2名と重症の患者さん1名が亡くなった。2011年3月13日には、重度の心不全の患者さんが死亡。避難してから1週間以内に亡くなった患者さんは、上記を含めて5名(3.7%)であった。病院の調査によると、避難後1ヶ月以内に9名(6.6%)、3ヶ月以内に17名(12.5%)の患者さんが死亡している。

#### (イ) 病院2

福島第一原発事故当時、病院には338名の患者が入院しており、約40%の患者が高齢者(年齢65歳以上)で、20名以上の患者が経口栄養剤の静脈内投与を必要とし、40名以上の患者が経腸栄養チューブを装着していた。病院2に入院していた患者は大きくは以下の3つのグループで避難が行われた。

グループ1: バスで避難した自立歩行可能な患者さん(n=209)で、2011年3月12日午後2時頃に病院から搬送された。避難者の中には高齢者や精神科の患者さんも含まれており、病院の医療スタッフのほとんどが患者さんと一緒に乗車していた。しかし、避難先が整理されていなかったため、患者は公共施設を転々とし、最終的には病院から西に50km離れた福島県田村市三春町の一時避難所に5.5時間かけて移動した。これらの患者さんは、三春町の避難所で一晩過ごし、その後、最終目的地であるいわき市の病院に搬送された。

グループ2: 2011年3月14日、自衛隊は、単独行動が困難な患者の一部である34名をコーチバスで避難させた。病院の医療スタッフは患者と一緒に搭乗しておらず、3名の患者が途中で死亡し、さらに11名の患者が翌日に死亡した。

グループ3: 上記2つのグループに含まれず、2011年3月15日に自衛隊による支援による避難した94名の患者がいた。このうち4名は、避難前の病院で3月14日から15日の間に亡くなった。また、避難先の施設への避難が完了するまでに24名の方が亡くなった。このグループの患者さんの避難時に病院のスタッフは同乗していない。

■ 困難点 UPZ の例と比較して異なる点

- ・避難時にゴールが見えていることが医療スタッフの士気の維持につながっていた。
- ・対応すべき患者数と医療者数のバランスが保てていない事例があった。
- ・情報伝達手段が、UPZ に比べてさらに確保が厳しい状態であった。
- ・行政との連携が前もってなされていたかどうか。
- ・医療関係者間のネットワークがワークしたかどうか。
- ・患者さんのケアを連続的に行うことが出来たかどうか。
- ・医療者の権利保障 (ex. DMAT vs ボランティア)

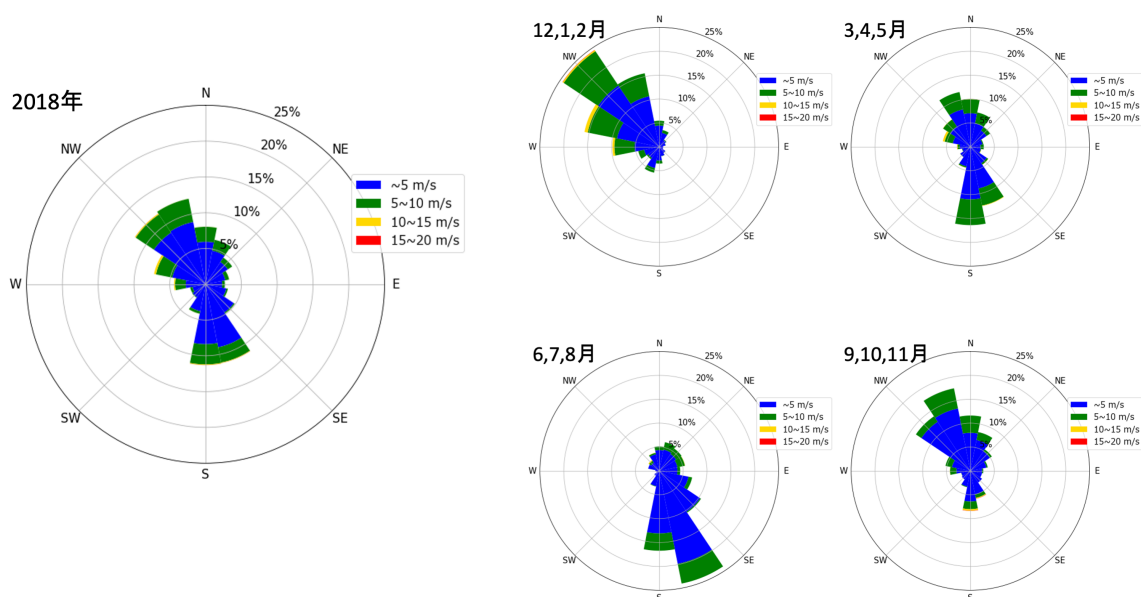
上記困難点に関しては、今後 PAZ 内のもう一つの病院の状況をまとめた上で、3つの病院を比較する形で示す予定である。

令和2年度行った東京電力福島第一原子力発電所事故後、実際に避難を支援した医療者、行政、自衛隊、DMAT 関係者へのインタビューの結果を用いて、令和3年度は、追加のインタビュー調査の実施によりその不足分を補いながら、結果を PAZ 及び UPZ 別に取りまとめ、緊急避難を行う際の課題・困難について抽出する予定である。

### 3. OSCAAR(off-site consequence analysis code for atmospheric release in reactor accident)を用いた、福島第一原発周辺の医療・介護施設における被ばく線量評価シミュレーションとその結果を用いたワークショップ

OSCAAR (off-site consequence analysis code for atmospheric release in reactor accident) を用いて福島第一原発周辺の医療・介護施設における被ばく線量をシミュレーションした。

#### 福島第一原子力発電所サイトにおける風配図(風上)



上記は2018年における福島第一原子力発電所周囲における風配図である。時期によって風向きが大きく異なることが分かる。

下記に実際にインタビューを行った

- ・20-30km 圏内の病院の存在する地域
- ・20km 圏内に存在する病院
- ・5km 圏内に存在する病院 3つ

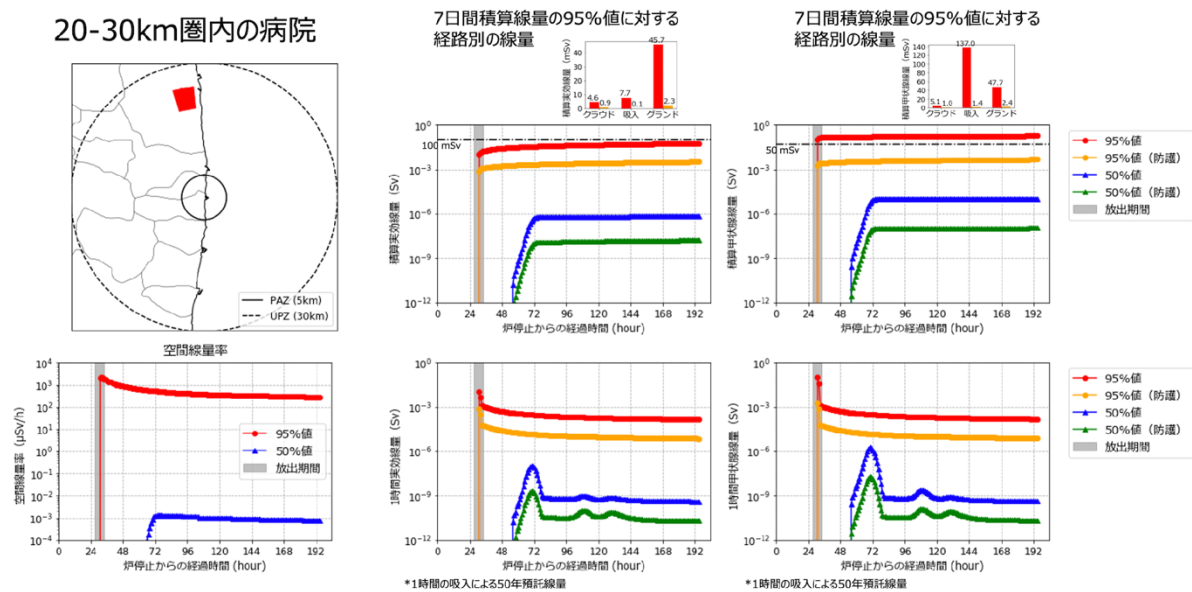
の計5地点におけるOSCAARによる被ばく線量シミュレーション結果を示す。

それぞれ炉停止からの時間における、空間線量率の変化、1時間あたりの実効線量、1時間あたりの甲状腺線量、積算の実効線量、積算の甲状腺線量について、防護措置のあるなしごとに95%タイル値および中央値を示した。棒グラフは、7日間の積算線量の95%タイル値に対する経路別線量である。なお、いずれの線量も成人に対する値を示している。

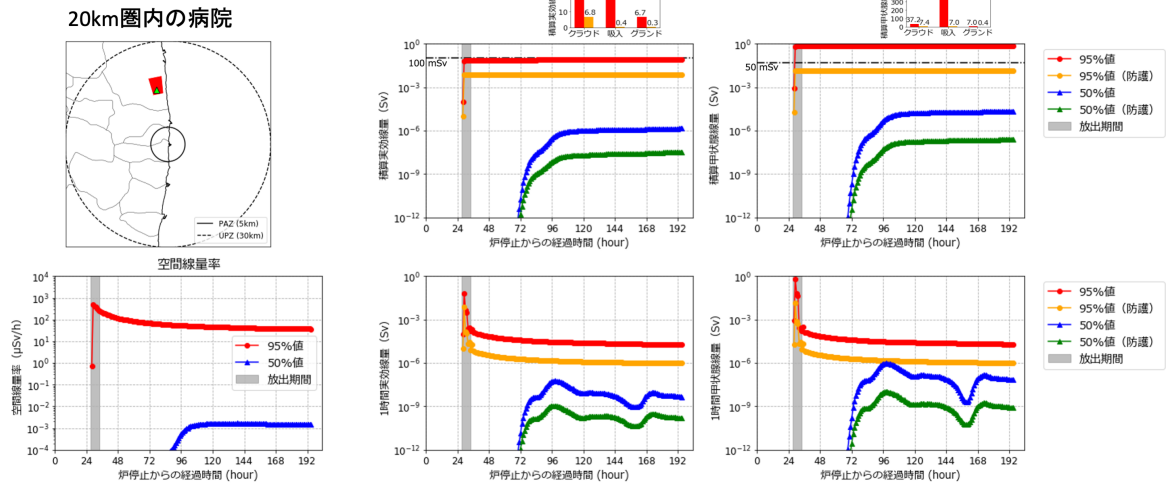
まず、20-30km 圏内及び20km 圏内の病院について防護措置を何も行わない場合の線量を、国際原子力機関 (IAEA) の定めた包括的判断基準である実効線量 100 mSv 及び甲状腺 50 mSv と比較

してみると、いずれの病院についても実効線量で 100 mSv を上回る箇所は見られなかった。一方、甲状腺に対する包括的判断基準については、いずれの病院においてもこれを上回る線量となった。ただし、防護措置を講じた場合の線量と比較すると、実効線量と甲状腺等価線量のいずれも包括的判断基準よりも低い値となった。次に、5km 圏内の 3 つの病院に対して、同様の比較を行うと、2 つの病院については 20-30km 圏内及び 20km 圏内の病院と同様に甲状腺等価線量のみ、包括的判断基準を上回っていた。一方、1 つの病院については実効線量でも包括的判断基準を上回っており、今回解析条件として設定した事故シナリオの場合には、施設の有する潜在的なリスクとしてこれらの包括的判断基準を超え得ることが分かった。

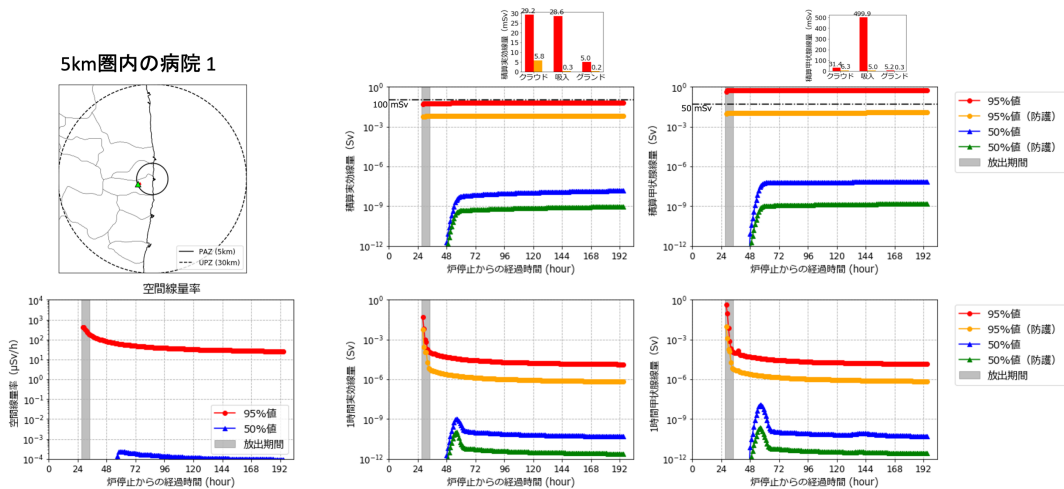
このほか、経路別の寄与を棒グラフで見ると、グラウンドが支配的な場合と、吸入及びクラウドが支配的な場合に大別することができる。前者の例としては 20-30km 圏内の病院、後者の例としてはその他の病院が該当する。これは、放射性物質が飛来した時に降雨が生じ、放射性物質がその場に沈着したか否かによる違いによるものである。すなわち、放射性物質が飛来しても降雨がなければその場に沈着する放射性物質は比較的少なく、吸入とクラウドが支配的な被ばく経路となる。一方、降雨によって大量の放射性物質が沈着すると、それらの沈着物からの外部被ばくがその後も継続的に生ずることとなり、グラウンドが支配的な被ばく経路となる。



図：20-30km 圏内の病院（左上：地図、左下：炉停止からの経過時間と地点の空間線量率 灰色の線は放射性物質の放出期間を示す、真ん中上：炉停止からの経過時間と積算実効線量、真ん中下：炉停止からの経過時間と1時間あたりの実効線量、右上：炉停止からの経過時間と積算甲状腺線量、右下：炉停止からの経過時間と1時間あたりの甲状腺線量）  
棒グラフ中の「クラウド」とは飛来した放射性物質からの外部被ばくを指し、「グラウンド」は沈着した放射性物質からの外部被ばくを指す。以下同様。

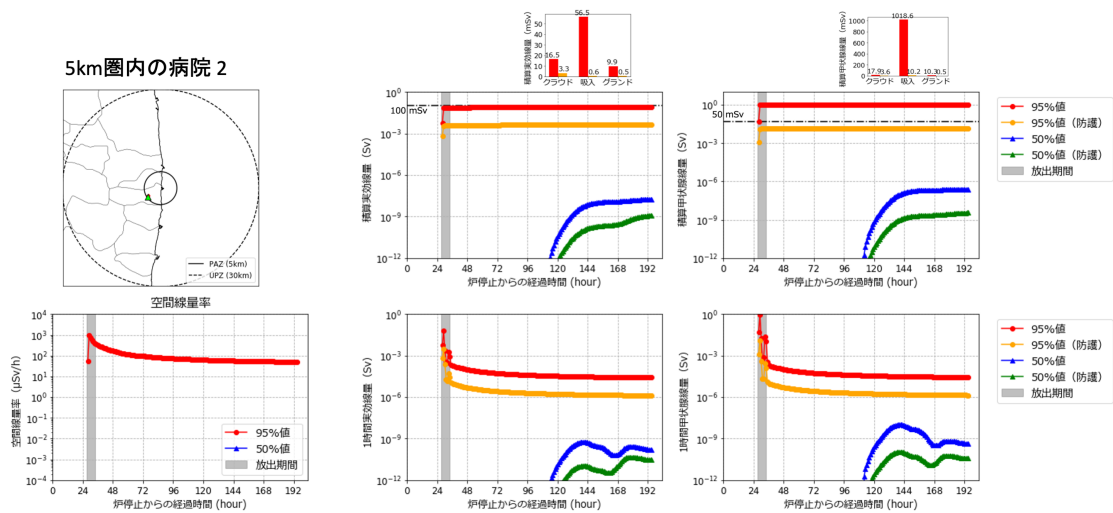


図：20km 圏内の病院（左上：地図、左下：炉停止からの経過時間と地点の空間線量率 灰色の線は放射性物質の放出期間を示す、真ん中上：炉停止からの経過時間と積算実効線量、真ん中下：炉停止からの経過時間と1時間あたりの実効線量、右上：炉停止からの経過時間と積算甲状腺線量、右下：炉停止からの経過時間と1時間あたりの甲状腺線量）



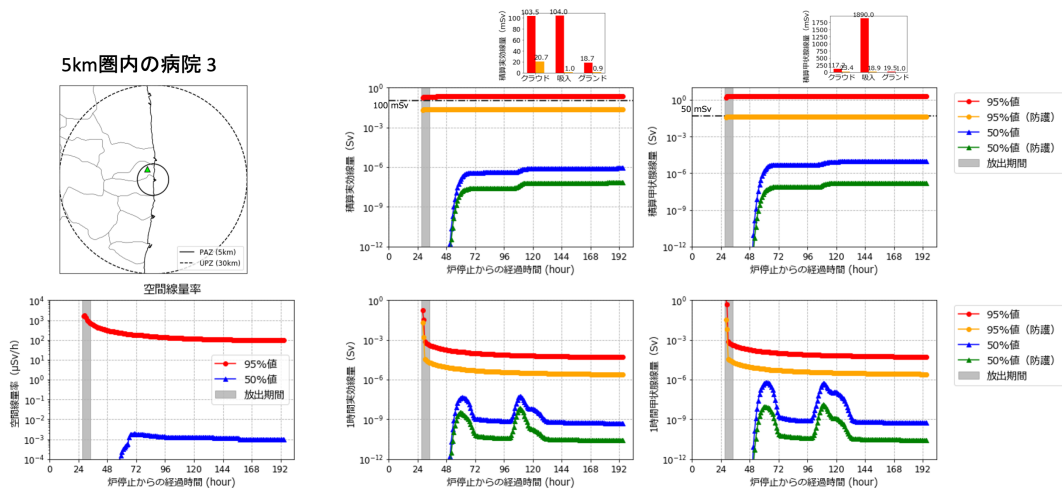
図：5km 圏内の病院1（左上：地図、左下：炉停止からの経過時間と地点の空間線量率 灰色の線は放射性物質の放出期間を示す、真ん中上：炉停止からの経過時間と積算実効線量、真ん中下：炉停止からの経過時間と1時間あたりの実効線量、右上：炉停止からの経過時間と積算甲状腺線量、右下：炉停止からの経過時間と1時間あたりの甲状腺線量）

### 5km圏内の病院2



図：5km 圏内の病院2（左上：地図、左下：炉停止からの経過時間と地点の空間線量率 灰色の線は放射性物質の放出期間を示す、真ん中上：炉停止からの経過時間と積算実効線量、真ん中下：炉停止からの経過時間と1時間あたりの実効線量、右上：炉停止からの経過時間と積算甲状腺線量、右下：炉停止からの経過時間と1時間あたりの甲状腺線量）

### 5km圏内の病院3



図：5km 圏内の病院3（左上：地図、左下：炉停止からの経過時間と地点の空間線量率 灰色の線は放射性物質の放出期間を示す、真ん中上：炉停止からの経過時間と積算実効線量、真ん中下：炉停止からの経過時間と1時間あたりの実効線量、右上：炉停止からの経過時間と積算甲状腺線量、右下：炉停止からの経過時間と1時間あたりの甲状腺線量）

今年度の計算結果として、場所によって被ばく線量が大きく異なることが示されている。この令和2年度に行った東京電力福島第一原子力発電所周辺のそれぞれの医療・介護施設における、防護措置の有無に伴う実効線量と甲状腺等価線量の計算結果をベースとして、令和3年度は、本結果から推定される損失余命や死亡率を用いて、実際に避難措置に従事した医療者を含むワークショップにて、参加者と議論・検討を行うことで、必要な防護対策についての情報を生成する予定である。



## V. 参考資料

Systematic Review の対象となった 18 件の論文におけるアウトカムの種類及び、その具体的記述

No.	First author	タイトル	災害の種類	アウトカムの種類 (判定期間)	具体的記述
1	Nomura S	A Comparative Survival Analysis Between Evacuees and Nonevacuees Among Dialysis Patients in Fukushima Prefecture After Japan's 2011 Fukushima Nuclear Incident.	原発事故	透析患者の死亡率 (約2200日)	Hazard ratio (95%CI) [ref=非避難者] 避難者=1.17 (0.77-1.74)
2	Shimada Y	Balancing the risk of the evacuation and sheltering-in-place options: a survival study following Japan's 2011 Fukushima nuclear incident.	原発事故	入院患者の死亡率 (約2200日)	Hazard ratio (95%CI) 内科部門 [ref=事故前] 非避難者: 1.57 (1.11-2.18) 避難者: 0.53 (0.42-0.66) 事故後入院者: 0.64 (0.49-0.82) 精神科部門 [ref=事故前] 非避難者: 3.83 (0.08-15.75) 避難者: 1.36 (0.45-3.29) 事故後入院者: 1.39 (0.53-2.99)
3	Igarashi Y	Long-term outcomes of patients evacuated from hospitals near the Fukushima Daiichi nuclear power plant after the Great East Japan Earthquake.	原発事故	入院患者の死亡率 (約300日)	介護施設入所者と比較 [ref=6の論文] して死亡率が有意に高い (p < 0.00001)
4	Nomura S	Post-nuclear disaster evacuation and survival amongst elderly people in Fukushima: A comparative analysis between evacuees and non-evacuees.	原発事故	介護施設入所者の死亡率 (約2年半)	Hazard ratio (95%CI) 避難者=1.82 (1.22-2.70) [ref=非避難者] 災害経験あり=1.10 (0.84-1.43 有意差なし) [ref=災害経験無] 性別等調整後 避難者=3.37 (1.66-6.81) [ref=非避難者]
5	Murakami M	Was the Risk from Nursing-Home Evacuation after the Fukushima Accident Higher than the Radiation Risk?	原発事故	介護施設入所者の損失余命	早期避難: 11,000 persons-d, 意図的避難: 27 persons-d 20 mSv被ばく: 1100 persons-d, 100 mSv被ばく: 5800 persons-d
6	Nomura S	Mortality risk amongst nursing home residents evacuated after the Fukushima nuclear accident: a retrospective cohort study.	原発事故	介護施設入所者の死亡率 (約300日)	地震前後の全相対死亡リスク 2.68 (95% CI: 2.04-3.49) [施設によるばらつき: 0.77 (95% CI: 0.34-1.76) ~ 2.88 (95% CI: 1.74-4.76)] 避難距離による死亡率の有意差はなし 元の施設からの初回避難のHazard Ratio: 1.94 (95% CI: 1.07-3.49). [ref= 2回め以降の避難]
7	Brown LM	The effects of evacuation on nursing home residents with dementia.	ハリケーン	介護施設入所者の死亡率 (避難後30日 90日)	重度認知症患者が避難した場合、ハリケーンの2年前と比較して30日目の死亡率が2.8%、90日目の死亡率が3.9%上昇
8	Mason WL	The incomplete circle of the National Disaster Medical System: what Arkansas hospitals learned from hurricane Gustav.	ハリケーン	避難時の医療費等	NA
9	Dosa D	To evacuate or shelter in place: implications of universal hurricane evacuation policies on nursing home residents.	ハリケーン	介護施設入所者の死亡率/入院率 (避難後30日 90日) ※統計解析では90日	90日での死亡率の増加: 2.7-5.3% [ref=同施設の過去2年間の死亡率] 90日での入院率の増加: 1.8-8.3% [ref=同施設の過去2年間の入院率]
10	Cacchione PZ	Disaster strikes! Long-term care resident outcomes following a natural disaster.	ハリケーン	介護施設入所者のせん妄スコア (避難後1週 2週)	NEECHAM confusion scale score 平均値 避難前: 4.53 避難当日: 3.94 1週後: 3.03-3.26 2週後: 6.06 mCAM score 平均値 避難前: 2.71 避難当日: 2.79 1週後: 4.09-4.35 2週後: 2.91
11	Anderson AH	Missed dialysis sessions and hospitalization in hemodialysis patients after Hurricane Katrina.	ハリケーン	血液透析患者の透析しなかった回数 (避難後30日 90日)	Odds 比 1-2回欠席 非避難者: 0.96 (95%CI: 0.34-2.74) [ref= 避難] 3回以上欠席 非避難者: 2.05 (95%CI: 0.60-6.99) [ref= 避難]
12	Castro C	Surviving the storms: Emergency preparedness in Texas nursing facilities and assisted living facilities.	ハリケーン	居住者の死亡 (避難中)	NA
13	VanDevanter N	Challenges of nurses' deployment to other New York City hospitals in the aftermath of Hurricane Sandy.	ハリケーン		
14	Blanchard G	A comparison of the nursing home evacuation experience between hurricanes Katrina(2005) and Gustav(2008).	ハリケーン		
15	Claver M	Comprehensive care for vulnerable elderly veterans during disasters.	ハリケーン		
16	Mangum WP	Hurricane Elena and Pinellas County, Florida: some lessons learned from the largest evacuation of nursing home patients in history.	ハリケーン		
17	Jarrett MP	Evacuate or shelter in place: A view from the water's edge.	ハリケーン		
18	Yanagawa Y	Medical evacuation of patients to other hospitals due to the Fukushima I nuclear accidents.	原発事故		

## VI. 参考文献

1. Tsubokura M. Secondary health issues associated with the Fukushima Daiichi nuclear accident, based on the experiences of Soma and Minamisoma Cities. *Journal of the National Institute of Public Health* 2018; **67**(1): 71–83.
2. Nomura S, Gilmour S, Tsubokura M, et al. Mortality Risk amongst Nursing Home Residents Evacuated after the Fukushima Nuclear Accident: A Retrospective Cohort Study. *PloS one* 2013; **8**(3): e60192.
3. Morita T, Nomura S, Tsubokura M, et al. Excess mortality due to indirect health effects of the 2011 triple disaster in Fukushima, Japan: a retrospective observational study. *J Epidemiol Community Health* 2017; **71**(10): 974–80.