

令和3年度放射線安全規制研究戦略的推進事業
研究成果報告（継続課題）

重点テーマ2：原子力災害に対する防護措置のリスク・ベネフィット評価

研究課題名：

「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」

主任研究者：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 坪倉正治

令和4年2月14日 令和3年度研究成果報告会

1

目次

1. 研究全体の概要	.....	P3
2. 研究体制	.....	P4
3. 今年度の研究概要	.....	P5-7
4. 今年度の進捗	.....	P8-12
5. 今年度の成果	.....	P13
6. 今年度の自己評価	.....	P14
7. 参考資料1-4	.....	P15-P18

2

1. 研究全体の概要

課題名

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
研究期間 令和2年度～令和3年度（2年間）

背景目的

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、過去の災害を参考とし、福島原発事故時の避難に伴うリスク及び困難をまとめる。そして、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。

実施状況

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

昨年度のpubmedから拡張し、Scopusを含めた5つの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。合計23編の論文が最終的に採用された。避難に伴う影響についての報告はハリケーンおよび原発事故に集中し、各文献からの災害前後での教訓のとりまとめを行った。

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およびインタビュー調査

福島原発事故後、実際に避難に従事した関係者へのインタビュー（昨年度）に加え、今年度は追加インタビューおよび他地域での災害（熊本地震と佐賀水害）時の病院避難の状況と比較することで、福島原発事故時の原発周辺地域の病院の避難時の困難をまとめた症例報告、および医療から見た法律上の問題点をまとめた報告を行った。

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WS

今年度は、福島第一原子力発電所事故当時、南相馬市内の医療機関に勤務していた医療従事者を招き、本研究のこれまでの成果を伝え、グループワーク形式で避難オペレーションを振り返った。今後の原発事故に対する備えとして、患者の意思の確認と選択肢、管理とシステムの改善のポイントが明らかになった。

期待される効果

- 原子力災害だけに留まらず、災害時の避難に関する網羅的なリスクの評価を行うことが出来る。
- 実際の福島原発事故後の医療・介護施設避難に伴うリスクを詳細に記述し、地域別に取りまとめることが出来る。
- 実際に避難に従事した方々を交えて、被ばくシミュレーションと実際の経験に基づいた、必要な防護対策について情報を取りまとめることが出来る。

3

2. 研究体制

総括・坪倉（福島県立医科大学）

プロジェクトチーム

■ 防護措置に伴う健康リスクの明確化・リスト化

①. Systematic Review および ②. インタビュー

研究参加者（データの収集）

澤野/齋藤/樋口/小橋/西村/朱/原田/趙（福島県立医科大学）



公立大学法人
福島県立医科大学
FUKUSHIMA MEDICAL UNIVERSITY

主に、福島医大の研究者と浜通りで勤務する医療者

尾崎/園田（ときわ会常磐病院）
西川（ひらた中央病院・川内村診療所）
野中（南相馬市立総合病院）
森田（相馬中央病院）
妹尾（コメニウス大学）

■ ③. OSCAARを用いた福島原発周辺の線量評価およびそれを用いたワークショップ

高原（JAEA）/安井（福島県立医科大学）/南相馬市立総合病院の方々

統計処理

■ 疫学統計・死亡率・損失余命の計算

村上（福島県立医科大学）
小野/内藤/保高（産業技術総合研究所）
野村（慶應義塾大学）

予算管理・事務処理

三浦/関家/原田（医療ガバナンス研究所）

4

3.今年度の研究概要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

目的
方法

福島第一原子力発電所事故当時、南相馬市内の医療機関に勤務していた医療従事者を招き、本研究のこれまでの成果を伝え、グループワーク形式で避難オペレーションを振り返った。このワークショップは今後、再び原子力災害が発生した場合に備え、対応力を向上させるための要件を抽出することを目的として開催した。

開催日時

2021年11月30日 17:30-20:30

開催場所

南相馬市立総合病院

参加者

14名 (医師1、看護師6、放射線技師3、検査技師1、薬剤師1、リハビリテーション技師1、医療事務1)
※. 全員が福島第一原発事故時、実際に病院に勤務し、病院避難のオペレーションにあたった病院幹部

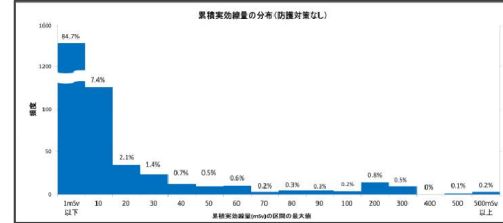
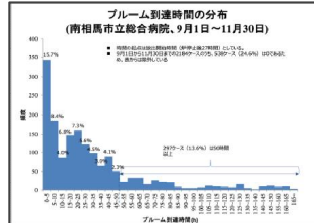
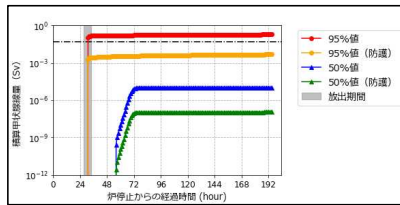
プログラム
アジェンダ

- 1 開会式 主旨説明
- 2 グループワーク① 原発事故後に困ったこと、足りなかったこと。
- 3 講義 **OSCAARを用いた被ばく量の計算結果と本研究成果の報告**
- 4 グループワーク② 事故後のQOLを上げるために何が必要か。
- 5 閉会式 全参加者が本日の内容について感想を述べる。アンケート記入。

「3.講義」の概要

- ①. 施設入所の避難後の高齢者の死亡リスクと避難後生存率
- ②. 原発20-30kmの3病院の避難概要
- ③. 原発事故後の放射性プルームと被ばく量 (OSCAARによる線量評価シミュレーションの提示)

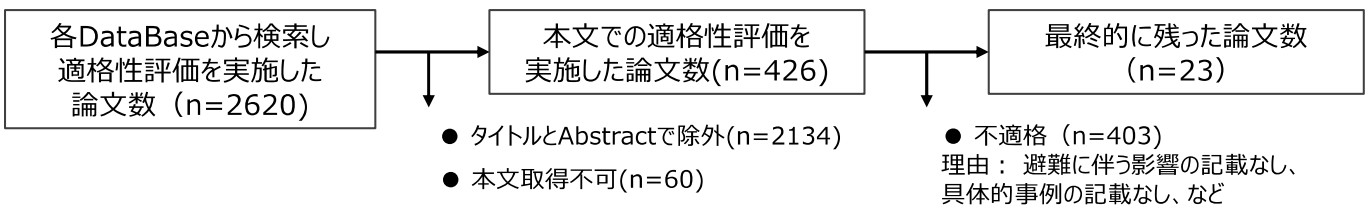
講義にて、プルーム到達時間、累積実効線量分布について提示



4.今年度の進捗①-1

論文組入結果およびその特性、災害と影響の種類、今後の教訓について

論文組入結果



災害と影響の種類

組入論文の特性

種類
の影響

災害の種類 (論文件数)

原発事故 (8)	ハリケーン (13)
死亡率 (5)	死亡率 (3)
損失余命 (1)	入院率 (1)
診療情報の喪失 (1)	せん妄スコア (1)
communication lineの崩壊 (1)	透析をできなかった割合 (1)
介護保険利用率 (1)	医療費等 (1)
	居住者の外傷 (1)
	居住者の心理的苦痛・PTSD (2)
	認知機能の低下 (1)
	看護師のストレス (1)

変数

発生国	(N=23)
アメリカ	13(56.5%)
日本	8(34.8%)
その他	2(8.7%)
災害の種類	(N=23)
ハリケーン	13(56.5%)
原発事故・地震	8(34.8%)
その他	2(8.7%)

発災年 *複数回答可	(N=23)
1998	1 (4.3%)
2002	1 (4.3%)
2005	6 (26.1%)
2008	4 (17.4%)
2011	8 (34.8%)
2012	2 (8.6%)
2017	1 (4.3%)

4.今年度の進捗①-2

※論文番号については「7.参考資料」参照

今後の教訓について

時期	主体	すべきことの概要
震災前	国・自治体レベル	<ul style="list-style-type: none"> ■各施設の現状レビュー^{*14} / ■災害・避難計画（人的・物的・移動手手段）レビュー・策定^{*5,8,19,22} ■病院避難時の医療費保証の計画策定^{*9} / ■被災リスクの高い場所に施設建設を許可しない^{*22}
	施設レベル	<ul style="list-style-type: none"> ■避難計画の立案、物的・人的資源の確保^{*5} / ■避難訓練^{*5}（災害時の臨時スタッフ、運転手を含め）実施 / ■外部組織との災害時協力の締結^{*16} / ■即時避難を避けるための備蓄^{*16} / ■サイコソジカル・ファーストエイドについて学ぶ^{*10}
	個人レベル	<ul style="list-style-type: none"> ■災害への意識向上^{*5} 避難訓練への参加^{*5}
	避難の受け手	<ul style="list-style-type: none"> ■避難者のせん妄対策 やスペース確保が必要である
震災中	避難の有無の 決断について	<ul style="list-style-type: none"> ■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^{*13, 14} ■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^{*20} ■避難を決断するタイミングは、はやいほうが良い^{*20}
	避難側	<ul style="list-style-type: none"> ■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^{*16} ■避難の有無に関わらず、必要な措置を講じる（※）
その他	避難の有無の 決断後	<ul style="list-style-type: none"> ■ 災害時は平時よりも多いスタッフ数が必要とされる^{*20} ■ 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^{*19} ■ 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

※. 震災中に避難者が「避難の有無に関わらず、必要な措置を講じる」の具体例

避難する場合	避難しない場合
○避難援助者への検問通過パス発行	○外部からの物資供給 ^{*16}
○自治体による避難先の調整援助 ^{*16}	○入居者の心理的ストレスを減らす工夫をする ^{*10}
○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	

9

4.今年度の進捗②-1

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およびインタビュー調査

結果の概略①

PAZ内の病院の避難時の状況比較および困難まとめ

	双葉病院	双葉厚生病院	福島県立大野病院
最終的に避難を決断した要因	政府からの避難指示	災害対策本部からの助言	政府からの避難指示
緊急避難時の交通手段	バス、自衛隊車両	バス、自衛隊車両・ヘリ	バス、救急車、自家用車
インフラの供給（水・電気・ガス）	全壊	一時的な障害（水・ガス）	全壊
避難指示の時間		3月12日午前5時44分	
避難決定の時刻	3月12日午前8時00分	3月12日午前6時40分	3月12日午前6時00分
避難を開始した時刻	3月12日午後2:00	3月12日午前8時30分	3月12日午前7時40分
避難完了の時刻	3月16日午前0時35分	3月13日午前8時00分	3月12日午前8時10分
避難に要する時間	82.5時間	23.5時間	0.5時間
避難直後に死亡した人数	39 (11.5%)	4 (2.9%)	0 (0%)
避難中の医療ケア提供	途絶	持続	持続
事故後3ヵ月時点での死亡者数	不明	17 (12.5%)	不明
放射能災害を想定した訓練	なし	年に1回実施	年に1回実施
放射線に関する専門家の確保	なし	なし	なし

- 避難中から直後の死亡とその後続く二峰性の死亡がありえる。
- 入院患者数(特に重症や寝たきり患者)が多いと移動手手段を確保するのが難しく、避難にも時間がかかる
- 複合災害では、建物やインフラの損傷もあり、実際には避難しないという選択肢は取りづらい
- 放射線量が極めて高い場合を除き、病院避難のdecision makingには、放射線量以外の多くの変数が関与する
- 私立と公立など、病院のシステムが異なる場合、その後の対応に差が生じてしまっている。

10

4.今年度の進捗②-2

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およびインタビュー調査

結果の概略①

20～30km圏内の3病院の病院避難時の状況比較および困難まとめ

	南相馬市立：新潟	渡辺病院：県内	大町病院：群馬
受入患者数	震災初期：33名程 小高病院：68名	震災初期：40名程 施設一時避難：160名程	震災初期：40名程 西病院透析患者：1名
最大在院数	211名	250名超	210名程度
病院避難患者数	104名	80名程度	124名
避難先詳細	新潟 92 (32病院) 福島 68 (6病院) 他県 2、合計162人	竹田：約20名 西多賀：約10名 白河医師会：約40名 その他重症者：8名 記録は存在しない	外来透析約45名 (2病院) 入院透析4名 (県立医大) 群馬124名
各日の避難者数	18日5名 19日49名 20日に38名		19日62名 20日13名 21日62名
避難後病院機能	入院機能閉鎖。 4/4外来診療再開	完全閉鎖	一時閉鎖、4/4外来再開

- 原子力関連施設に近い(PAZおよびUPZ)医療機関では時として避難が避けられないのに、事故を想定した避難計画がない場合がある。
- 施設の決断をサポートする仕組みが手薄である。
- 現実的に屋内退避を続けるために物的・人的資源を支援する手段・方法の検討が不十分な場合がある。
- 特に入居者数が多い施設や体の不自由な方が多くいる施設では、避難に時間がかかるため、施設や避難を支援する機関が事前に具体的な避難の移動手段を準備が必要。
- 実際に避難を行うか行わないかという大方針が変わる可能性がある。という状況に対して職員の士気の維持が非常に難しい。(他災害との差)¹¹

4.今年度の研究進捗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

今後の原発事故に対する備えとして、患者の意思の確認と選択肢、管理とシステムの改善のポイントが明らかになった。今後、全国の原発所在地にある病院・福祉施設の関係者に対して、原発事故時の避難に関するセミナー（事故時のリスクや線量評価、放射線の基礎知識）を提供するメリットはあると考える。

グループワーク内容

①：原発事故後に困ったこと、足りなかったこと

個人・組織・地域の3つの視点から議論を行った。
抽出されたポイントは以下の表の通り。

管理	意志決定の難しさ。短時間での病院避難。避難計画がなかった。避難が患者にとって正しかったかわからなかった。病院がスタッフを避難させることは大丈夫だと判断。統一された決断を下すのは難しかった。
情報	放射線の健康被害について知らなかった。相談先がなかった。患者の避難先が不明だった。他のユニットや部門の状況が分からなかった。SPEEDIは利用されなかった。
不足	医療資源の不足。人手不足。慣れない仕事をする必要性。情報シートの作成が困難。外部からの助けがなかった。
患者	慢性患者への対応が困難。重病の患者が残った。患者の避難先が決められない。避難先で汚染されているとされた。

②：震災後のQOLを上げるために

講義後に本テーマでディスカッションを行った。
講義の情報を知った上で、今後何が必要と考えるか。

災害前に	患者情報を詳細に理解しておく。患者に避難に関する考えを事前に尋ねておく。
管理とシステムの改善	避難計画とスタッフの周知。備蓄を増やす。電子カルテのバックアップ。外部患者との遠隔医療。リアルタイムの地域情報。
原発事故が起これば	高齢者や重傷者の遠方への移送について熟慮する。患者は避難に関する選択肢を与えられるべき。



グループワークは職種別に3チームに分かれ、KJ法で実施

※. 参考アンケート結果：今後も同様の原発事故が発生したら避難しますか、とどまりますか。留まる= 8名/状況による= 6名/避難する/ 0名

5.今年度の成果

論文発表

- Emergency Hospital Evacuation From a Hospital Within 5 km Radius of Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant: A Retrospective Analysis of Disaster Preparedness for Hospitalized Patients. Sawano et al. Disaster Med Public Health Prep. 2021 Oct 14;1-4.
- Importance of individualized disaster preparedness for hospitalized or institutionalized patients: Lessons learned from the legal revisions made to the Basic Act on Disaster Management in Japan following the Fukushima nuclear disaster
Yoshida et al. J Glob Health. 2021 Oct 2;11:03108.
- 病院避難に関する症例報告を現在投稿中

口頭発表

- Process of emergency evacuation at medical institutions in Fukushima disaster and lesson for future nuclear disaster preparedness 澤野豊明 坪倉正治 ERPW 2021 2021年10月
- 放射線事故時の避難のリスクに関する研究結果 坪倉正治 澤野豊明 内閣府原子力防災研修会 2021年10月
- Overview of secondary health issues after the Fukushima incident, 坪倉正治 IAEA International Conference on a Decade of Progress after Fukushima-Daiichi: Building on the Lessons Learned to Further Strengthen Nuclear Safety 2021年11月
- Overview of secondary health issues after the Fukushima incident, 坪倉正治 SFRP FUKUSHIMA 10 years later 2021年11月
- 新型コロナと原発事故の類似点 坪倉正治 現場からの医療改革推進協議会シンポジウム 2022年11月
- 原子力災害下の入院入所者の「健康」を考える 坪倉正治 災害講演会（八幡浜）webinar 2022年1月
- 原発事故に伴う二次的な健康影響について 坪倉正治 災害関連死シンポジウム（災害関連死の本質 現場で感じるこれからの課題） 2022年2月

13

6.今年度の自己評価

評価の視点	自己評価	コメント
評価時点までの研究の実施が研究計画に沿って行われているか	<ol style="list-style-type: none"> 1 計画を上回る 2 <u>概ね計画どおり</u> 3 計画を達成できない 4 計画を達成できないが代替手段によって今年度の目標を達成した 	福島原発事故時の病院や医療施設の避難に伴う困難に直面した関係者の多くにインタビューし、その経験をまとめることができた。今後はこのような知見を他の原発立地周辺の施設へ啓発し、可能な対応を検討する必要があると考える。
今年度の進捗や達成度を踏まえて、次年度の研究計画に変更が必要か ^{※1}	<ol style="list-style-type: none"> 1 必要ない 2 軽微な変更が必要^{※2} 3 大幅な変更が必要^{※2} 	

14

7. 参考資料-1

No.	Title	First author	災害の種類	発生国	発生年	研究の種類
1	Small but mighty. In the face of an impending natural disaster, you need a great plan, an electronic patient record and community cooperation.	McGinty J	ハリケーン	USA	1998	事例報告
2	Emergency evacuation of the Dresden Heart Centre in the flood disaster in Germany 2002: Perceptions of patients and psychosocial burdens	Nitschke M	洪水	Germany	2002	量的研究
3	A comparison of the nursing home evacuation experience between hurricanes katrina (2005) and gustav (2008).	Blanchard G	ハリケーン	USA	2005	量的研究
4	Missed dialysis sessions and hospitalization in hemodialysis patients after Hurricane Katrina.	Anderson AH	ハリケーン	USA	2005	量的研究
5	Surviving the storms: Emergency preparedness in Texas nursing facilities and assisted living facilities.	Castro C	ハリケーン	USA	2005	量的研究
6	Evacuate or 'hunker down?' ED experts ponder options as Katrina wreaks havoc: hurricane veterans say the decision is not as easy as it may appear		ハリケーン	USA	2005	事例報告

15

7. 参考資料-2

No.	Title	First author	災害の種類	発生国	発生年	研究の種類
7	DISASTER STRIKES!	Cacchione PZ	ハリケーン	USA	2005	量的研究
8	The incomplete circle of the National Disaster Medical System: what Arkansas hospitals learned from hurricane Gustav.	Mason WL	ハリケーン	USA	2008	量的研究
9	Effect of forced transitions on the most functionally impaired nursing home residents.	Thomas KS	ハリケーン	USA	2008	量的研究
10	The effects of evacuation on nursing home residents with dementia	Brown LM	ハリケーン	USA	2008	量的研究
11	Balancing the risk of the evacuation and sheltering-in-place options: a survival study following Japan's 2011 Fukushima nuclear incident.	Shimada Y	原発事故	Japan (福島)	2011	量的研究
12	Long-term outcomes of patients evacuated from hospitals near the Fukushima Daiichi nuclear power plant after the Great East Japan Earthquake.	Igarashi Y	原発事故	Japan (福島)	2011	量的研究

16

7. 参考資料-3

No.	Title	First author	災害の種類	発生国	発生年	研究の種類
13	Was the Risk from Nursing-Home Evacuation after the Fukushima Accident Higher than the Radiation Risk?	Murakami M	原発事故	Japan (福島)	2011	量的研究
14	Mortality risk amongst nursing home residents evacuated after the Fukushima nuclear accident: a retrospective cohort study.	Nomura S	原発事故	Japan (福島)	2011	量的研究
15	Successful emergency evacuation from a hospital within a 5-km radius of Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant: the importance of cooperation with an external body.	Sawano T	原発事故	Japan (福島)	2011	事例報告
16	Post-nuclear disaster evacuation and survival amongst elderly people in Fukushima: A comparative analysis between evacuees and non-evacuees	Nomura S	原発事故	Japan (福島)	2011	量的研究
17	Evacuation Decision Making and Expanded Roles of Adult Daycare Services in the Great East Japan Earthquake: Qualitative Analysis Using Semistructured Interviews.	Mori H	地震	Japan (宮城)	2011	質的研究
18	Delayed recovery of caregivers from social dysfunction and psychological distress after the Great East Japan Earthquake.	Sawa M	地震	Japan (福島)	2011	量的研究

17

7. 参考資料-4

No.	Title	First author	災害の種類	発生国	発生年	研究の種類
19	Challenges of nurses' deployment to other New York City hospitals in the aftermath of Hurricane Sandy.	VanDevanter N	ハリケーン	USA	2012	量的研究
20	Evacuate or shelter in place: A view from the water's edge.	Jarrett MP	ハリケーン	USA	2017	事例報告
21	Assisted Living Communities During Hurricane Irma: The Decision to Evacuate or Shelter in Place and Resident Acuity.	Peterson LJ	ハリケーン	USA	2017	量的研究
22	To evacuate or shelter in place: Implications of universal hurricane evacuation policies on nursing home residents	Dosa D	ハリケーン	USA	2008, 2005	量的研究
23	Exploring factors affecting the decision of emergency hospital evacuation in disasters: A qualitative study	Yaghoubi T	—	イラン	—	質的研究

18