

原子力災害に対応できる診療放射線技師の人材育成の要点—福島第一原子力発電所事故の経験と教訓から

Human Resource Development for Radiological Technologists who can Respond to Nuclear Accident-Experience and Lessons Learned from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident

大葉 隆¹⁾, 真船 浩一²⁾, 菅野 修一³⁾, 佐藤 健一⁴⁾, 長谷川 有史⁵⁾

1) 博士 (医学) 福島県立医科大学 医学部放射線健康管理学講座

2) 修士 (医科学) 公立岩瀬病院 放射線科

3) 修士 (医科学) 田村市立都路診療所

4) (学術教員) 博士 (理学) 滋賀大学 データサイエンス学部

5) (医師) 博士 (医学) 福島県立医科大学 医学部放射線災害医療学講座

Key words: Education, Fukushima Daiichi nuclear power station accident, Qualitative analysis, Radiation protection, Radiological Technologist

【Abstract】

Our purpose is to organise the disaster response experiences of Radiological Technologists (RT) during the Fukushima Daiichi nuclear power station (FDNPS) accident by subjects' background and to suggest our outcomes for human resource development. We conducted the focus group interview with five groups of 23 RTs in Fukushima Prefecture, who differed in terms of the working place, position, and gender. We carried out a comparison of the coded phrase rates and correspondence analysis of the notable words. Our results showed different characteristics of the phrases and words depending on the working place due to the distance from the FDNPS, and gender in the same area. It was considered that the content of human resource development for RTs in the event of a nuclear accident should include, in addition to the existing content, the flexibility of education due to the distance from a nuclear power plant and the radiation protection skills of daily life such as family members.

【要 旨】

本研究の目的は、福島第一原子力発電所（福島第一原発）事故における診療放射線技師の災害対応経験を背景別に整理し、結果を人材育成に活用することである。勤務地域・職位・性別の異なる福島県内の診療放射線技師（5グループ計23人）を対象にフォーカスグループインタビューを実施し、コード化した発話割合の比較と発話内容の対応分析を実施した。その結果、福島第一原発からの距離による勤務地域と性別の違いにより、発話内容に異なる特徴があった。原子力災害時の診療放射線技師への人材育成コンテンツは、既存に加え、原子力発電所からの距離による教育の柔軟性と、家族を含んだ日常生活の放射線防護を加えた教育が必要であると考えられた。

1. 緒 言

原子力災害における住民の効果的な放射線防護は、避難や一時移転、屋内退避などが方法として示されており¹⁾、そのための人材育成が日本国内外問わず実

施されている。例えば原子力災害対応のための国際的人材育成施設としては、アメリカ合衆国のREAC/TS (Radiation Emergency Assistance Center/Training Site) の活動が代表的である²⁾。国内では、原子力規制庁を中心に原子力災害に関する人材育成活動が進められている^{3, 4)}。

加えて、原子力災害において医療従事者は、住民に対する放射線防護に実際に関与することがICRP (International Commission on Radiological Protection) などの国際機関から期待されている⁵⁾。診療放射線技師は医療従事者の一つの職種であり、体表面汚染測定や所属施設における被ばく線量測定などの領域で重要な役割を期待されている^{3, 6)}。しかし、原子力災害で活動が期待される診療放射線技師人材育成のコンテンツは画一的であり、原子力災害での放射線防護の対応に当たる診療放射線技師一人一人の背景（勤務地域や職位、性別など）が必ずしも考慮されていない。

OHBA Takashi, Ph.D.¹⁾, MABUNE Koichi, M.Sc.²⁾, KANNO Shuichi, M.Sc.³⁾, SATOH Kenichi, Ph.D.⁴⁾, HASEGAWA Arifumi, Ph.D.⁵⁾

1) Department of Radiation Health Management, Fukushima Medical University, School of Medicine

2) Department of Radiation Technology, Iwase Hospital

3) Miyakoji Clinic

4) Faculty of Data Science, Shiga University

5) Department of Radiation Disaster Medicine, Fukushima Medical University, School of Medicine

Received February 25, 2022; accepted June 24, 2022

診療放射線技師は、2011年3月に発生した東京電力福島第一原子力発電所（福島第一原発）事故において、住民の放射線防護のために体表面汚染の測定および除染などの多様な役割を担った^{7, 8)}。診療放射線技師による福島第一原発事故の教訓は活動記録として多く報告されているが、これらは断片的な情報であった。一方で、福島県内には、福島第一原発事故を経験した多くの診療放射線技師がさまざまな医療関連施設で勤務しており、これらの診療放射線技師の当時の活動を系統的に整理することにより、診療放射線技師の人材育成におけるコンテンツの改善に向けた重要な視点を提供できる可能性がある。

このような背景を踏まえ、本研究においてわれわれは、診療放射線技師の福島第一原発事故時の経験について、福島第一原発事故時の勤務地域・職位・性別の背景をベースに系統的に整理することを試みた。本研究の成果は、原子力災害対応を担う診療放射線技師の人材育成に応用可能であり、今後の実効性のある人材育成に示唆を与えるものと考ええる。

2. 方 法

2-1. 研究デザインと対象者

本研究は、福島第一原発事故当時に福島県内で勤務していた診療放射線技師を対象として、テキストマイニングの手法を用いた質的研究のアプローチによる想起的な横断研究である。

本研究の対象者は、2011年3月11日に福島県内の医療施設で医療業務に従事していた、福島県3地方（会津地方、中通り地方、浜通り地方）在住の診療放射線技師である。対象者の選定については以下に留意した。福島県は地勢上、浜通り地方（Area 1）、中通り地方（Area 2）、会津地方（Area 3）の3地域に大きく区分される（Fig.1）。浜通り地方（Area 1）は太平洋沿岸部に位置し福島第一原発が立地している。本研究では、福島第一原発より20km～30km圏内の医療

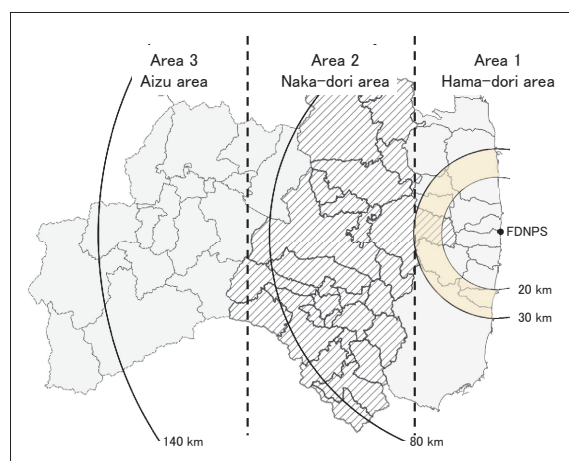


Fig.1 Three local areas (Area 1: Hama-dori area, Area 2: Naka-dori area, and Area 3: Aizu area) in Fukushima Prefecture are clarified by the dotted lines. Distance lines from the Fukushima Daiichi nuclear power station (FDNPS) are the zone from 20 km to 140 km. The light-yellow marker on this map depicts the zone of 20-30 km radius from the FDNPS. The detailed municipalities of Naka-dori area (Area 2) are shown as the diagonal line.

施設で勤務する診療放射線技師をArea 1グループの対象者、30km～80km圏内の医療施設で勤務する診療放射線技師をArea 2グループの対象者、80km圏外の距離にある医療施設で勤務する診療放射線技師をArea 3グループの対象者とした（Fig.1）。

選定された対象者計23人を、勤務地域・職位・年齢から福島県の3地域5グループに分類した。対象者とグループの内訳をTable 1に示す。Area 1グループは、主任クラスと管理職の40～50歳代の男性4人であった。Area 2グループは、管理職クラスの50歳代男性5人（Area 2管理職）、主任クラスの30～40歳代の女性5人（Area 2女性主任スタッフ）、同様の男性5人（Area 2男性主任スタッフ）であった。Area 3グループは、若年スタッフや主任スタッフ、管理職など、多様な職位からなる20～50歳代の男性4人であった。

Table 1 General character of the interviewees

Working area in Fukushima Prefecture	Position at the FDNPS accident	Gender	Age group (number of interviewees)
Area 1	Department manager and section chief	Male	40s (2), 50s (2)
Area 2	Department manager	Male	50s (5)
	Section chief	Male	30s (3), 40s (2)
	Section chief	Female	30s (3), 40s (2)
Area 3	Department manager, section chief, and section staff	Male	20s (1), 40s (1), 50s (2)

2-2. フォーカスグループインタビュー

Table 1の対象者に対して、フォーカスグループインタビュー（Focus group interview：FGI）を実施した。FGIの実施期間は2017年10月から11月までであった。FGIとは、4～6人の集団に対するインタビューであり、インタビュー対象者間における発話の相乗効果性、雪だるま性、刺激性、安心感、自発性などが期待でき、1対1のインタビューと比較して発話者の内面に潜む潜在要因の掘り起こしに有用とされ、ナラティブな情報収集に有用であるとされる⁹⁾。FGIの所要時間は1グループ当たり90分とした。

FGIでは、「①東日本大震災（Great East Japan Earthquake：GEJE）と仕事や家庭での役割について」と「②GEJEと健康について」の2項目について、GEJE初期（福島第一原発事故発生直後）とGEJE後6年目（インタビュー時）の2つの時期に分けて意見交換した¹⁰⁾。上記に加えて、「③GEJE時の記憶にある活動」や「④頼られた経験」の2項目について時期を問わず質問しグループ内で意見交換した。FGIのファシリテーター（司会者）は男性もしくは女性1人が担当し、インタビュー対象者の発話内容を誘導しないようオープンクエスションを用いて質問を行い、発話が特定の対象者に偏らないよう対象者各位に均等な発話機会を提供するよう留意し、対象者が時系列的な意識にとらわれず思いつくままに自由に話し合えるよう配慮した。FGIには補助員1人が同席し、FGI中の音声と画像の記録を担当した。

2-3. 解析方法

2-3-1. 発話内容のコーディング

Fig.2に、本研究における解析方法の概略を示す。最初に、録音した各グループのFGI発話音声文字起こしテキスト情報に変換した。次に、文字起こしされたテキスト上の表記の揺れ（例：サーバイやサーベ、診療放射線技師や放射線技師・技師など）を補正統一するとともに、固有名詞などのテキストを発話者個人が特定できないよう加工した。最後に、おのおのの文のコーディングを行った。本論文著者2人（T.O. and K.M.）がおのおのの個別に、発話1文ごとに文の内容を精査し文の意図する意味に基づき、文をサブトピックに振り分けた。次いで、各サブトピックをより大きな概念であるメイントピックへと分類することで、全ての発話文に2つのメイントピック{A, B}、6つのサブトピック{a, b, c, d, e, f}からなるコードを付して、発話内容をつかむことを目指した（Fig.2）。次に、コー

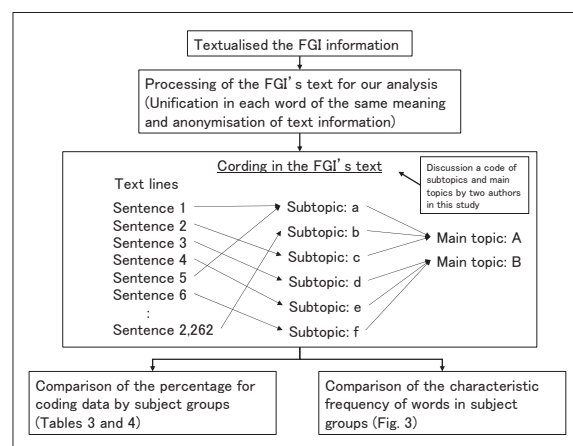


Fig.2 Flow of our research methods

ディング担当者2人の結果を照合し、相違があった場合には、前後の文章を参考にしながら、2人の間で協議の上、サブトピックのコードを割り付けた。

上記の作業には、コンピューター支援/支援型の定性的データ分析ソフトウェア（Computer Assisted/Aided Qualitative-Data-Analysis Software：CAQDAS）であるNVivo Release 1.1（QSR International Inc., MA, US）を使用した¹¹⁾。また本論文著者2人のコード化の一致性を評価するために、一致性の検定をSPSS version 28（IBM Corp., IL, US）により実施した。本研究の有意水準は5%に設定した。

2-3-2. コーディングデータに基づく発話内容とインタビューグループの関連の解析

メイントピックに関するコードの発話全体に対する関連した文章数とその出現割合を、FGIグループの背景ごとに以下の2つの観点から比較・検討した。①Area 1-3の3つの勤務地域間でメイントピックに関するコードの発話全体に対する出現割合②対象をArea 2に限定し、職位や性別の異なる3グループ間でメイントピックに関するコードの発話全体に対する出現割合—である。

3つのメイントピック（メイントピック：「Unknown（Not classifiable）」を含む）と3つの勤務地域間あるいは3グループ間の関連を調べるために、上記を3×3のクロス集計表に展開し、Pearsonの χ^2 検定を適用してp値を求めた。また χ^2 検定後の各セルの出現割合を独立性の下での期待値と比較し、z検定を用いて残差分析を行った。本研究の有意水準は5%であり、残差分析で用いたz検定による調整済み残差（Adjusted residual）は絶対値が±1.96以上ならば有意に高いあ

るいは低いという傾向を示していた。統計解析はSPSS version 28を用いて行った。

2-3-3. 頻出語句に基づく発話内容とインタビューグループの関連の解析

コーディングしたメインピック別に、頻出語句の抽出を行った。分析の対象とした語の品詞は、あいまいな使用による分析の混乱を回避するため、名詞一般（漢字を含む2文字以上の語）・サ変名詞・形容動詞・組織名・地名・未知語・タグ・動詞・形容詞・副詞・名詞C（漢字1文字の語）に限定した。タグ（指定語句の抽出）は、診療放射線技師・除染・浜通り・南相馬・仮設・ホールボディーカウンター・モニタリングポスト・ガラスバッジ・サーベイメーターとした。上記の条件に基づき、最小出現数13回以上の出現頻度上位100語前後の語をメインピックごとに抽出した。次に頻出語句とインタビューグループとのクロス集計表を作成し、対応分析を用いて視覚化した。

対応分析は、フリーソフトであるKH Coder version 3.Beta.01.a (<https://khcoder.net/>)を用いて実施した¹²⁾。対応分析結果の視覚的評価を容易にするためにKH Coderのプラグインシステムとして、

文錦[®] レポーティング for KH Coder 1.0.0（株式会社SCREENアドバンストシステムソリューションズ）を使用した。

2-4. 研究における倫理的配慮

本研究は、福島県立医科大学の一般倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号No.2573）。研究協力の任意性と撤回の自由、途中辞退の自由、調査協力に伴う利益と不利益、プライバシーの確保、調査結果の公表に際しては個人名を特定しないことを説明し同意を得ることで、対象者へ不利益が生じないよう配慮した。

3. 結 果

3-1. コーディングによる発話内容の把握

Fig.2の解析手順を通して実施した発話文のコーディング結果をTable 2に示す。記録された発話文の総数はFGIの5グループ全体で2,262文であった。本論文著者2人におけるコーディング結果、一致性の度合い（カッパ係数）は0.82（ $p < 0.01$ ）であった。

発話文全体の96.0%が以下のトピックとしてコーディングされた（Table 2）。メインピックA：「放

Table 2 The coding list of main and sub topics with the number of appearances in the FGI by the qualitative analysis

Code		Number of sentences relating to subtopics in the overall FGI data(%)
Main-topic	Subtopic	
A : Anxiety about health effects of radiation exposure and changes in their daily life	a. Health effects with their family	Relationships with family members, Implementation of evacuation, Anxiety of health effects of radiation exposure, Risk assessment of radiation exposure 583 (25.8)
	b. Interest in the radiation exposure situation	Decontamination work, Personal radiation exposure dose, Radioactive contamination for food and water, Measurement of thyroid dose 164 (7.2)
	c. Reconstruction and harmful rumours	Fading issues, Changing landscapes by reconstruction, Daily life during the evacuation, harmful rumours 215 (9.5)
B : Changes in their work and the facing issues	d. GEJE related works	Works of immediately after the GEJE, Evacuation of hospitals, Counselling for medical exposure, Improvement of daily workflows after the GEJG 494 (21.8)
	e. The measurement of radiation exposure dose	Ambient dose rate, Body surface contamination, Internal radiation exposure dose measurement 495 (21.9)
	f. Communication and lessons learned from the accident	Activities to alleviate anxiety for radiation exposure, Dissemination of information using SNSs, Face-to-face talks about radiation knowledge, Lack of our knowledge for radiation protection, Evaluation of previous training for a nuclear disaster, Sharing experiences to next generation 221 (9.8)

Focus group interview: FGI, Great East Japan Earthquake: GEJE

放射線被ばくへの健康影響不安と日常の変化」は3項目のサブトピックコード（FGIの発話全体に対するサブトピックの関連した文章の割合%）、a.「家族と健康（25.8%）」、b.「被ばく状況への関心（7.2%）」、c.「復興と風評（9.5%）」から構成された。サブトピックの発話文中の注目すべき語句は以下の通りであった。a. 家族との関わり、避難の実施、被ばくによる健康影響不安、被ばくのリスク判断、b. 除染作業、個人被ばく線量、食品や水の放射能汚染、甲状腺の線量測定、c. 風化していく課題、復興事業、避難生活、風評被害。

またメイントピックB：「業務変化と直面した課題」も3項目のサブトピックコード（発話全体に対する割合%）、d.「GEJE関連の業務（21.8%）」、e.「被ばく線量測定（21.9%）」、f.「コミュニケーションと教訓（9.8%）」から構成された。これらのサブトピックの発話文中の注目すべき語句は以下であった。d. GEJE発生直後、病院避難、医療被ばく相談、GEJE後の日常業務の改善、e. 空間放射線量率、表面汚染、内部被ばく測定、f. 被ばくに関する不安解消に向けた活動、SNSを使用した情報提供、対面的な放射線知識に関する会話、放射線防護の知識不足、過去の原子力発電所（原発）事故対応訓練の検証、将来への伝えたい経験。

さらに発話文全体の90文（4.0%）は相づちやコーディング不能な発話文であったため、コーディングの対象から除外した。

3-2. コーディングに着目した発話内容の比較

メイントピックA：「放射線被ばくへの健康影響不安と日常の変化」、メイントピックB：「業務変化と直面した課題」とコーディング不能な発話文において、発話全体に対する各メイントピックの発話出現割合をArea 1-3の地域別に示す（Table 3）。各メイントピックに関する地域別の発話出現割合は、 χ^2 検定で有意に異なる傾向を示した（ $p < 0.01$ ）。特に、メイントピックA：「放射線被ばくへの健康影響不安と日常の変化」に関してArea 1グループのFGI発話全体に対する割合は、Area 2グループやArea 3グループの割合よりも低い傾向にあることがz検定により示された（ $p < 0.05$ ）。一方で、メイントピックB：「業務変化と直面した課題」に関して、Area 1グループのFGI発話全体に対する割合は、Area 2グループやArea 3グループの割合よりも高い傾向にあることがz検定により示された（ $p < 0.05$ ）。

同様に、対象者の背景が多様であったArea 2グルー

Table 3 The proportion rate of interview sentences related to the main-topics using coding analysis in the three areas of Fukushima Prefecture

Category	Group	Area 1	Area 2	Area 3	Total
Main-topic A	Frequency (%)	185 (33.4)	540 (47.2)	237 (42.1)	962 (42.5)
	Adjusted residual (z-test)	-5.01*	4.51*	-0.24	
Main-topic B	Frequency (%)	340 (61.4)	578 (50.4)	292 (51.9)	1,210 (53.5)
	Adjusted residual (z-test)	4.28*	-2.91*	-0.89	
Unknown	Frequency (%)	29 (5.2)	27 (2.4)	34 (6.0)	90 (4.0)
	Adjusted residual (z-test)	1.74	-3.99*	2.89*	
Total	Frequency (%)	554 (100)	1,145 (100)	563 (100)	2,262 (100)

* $p < 0.05$

Table 4 The proportion rate of interview sentences related to the main-topics using coding analysis in the position at work and gender of three groups of Area 2

Category	Group	Chief Male	Chief Female	Manager	Total
Main-topic A	Frequency (%)	126 (27.0)	273 (74.6)	141 (45.2)	540 (47.1)
	Adjusted residual (z-test)	-11.4*	12.7*	-0.82	
Main-topic B	Frequency (%)	328 (70.2)	86 (23.5)	164 (52.6)	578 (50.5)
	Adjusted residual (z-test)	11.1*	-12.5*	0.86	
Unknown	Frequency (%)	13 (2.8)	7 (1.9)	7 (2.2)	27 (2.4)
	Adjusted residual (z-test)	0.79	-0.68	-0.16	
Total	Frequency (%)	467 (100)	366 (100)	312 (100)	1,145 (100)

* $p < 0.05$

プに解析対象を絞り、各メインピックの発話全体に対する出現割合を職位・性別の異なる3グループ間で比較した結果を示す (Table 4)。メインピックA・Bの両方に関してFGI発話全体に対する出現割合は、 χ^2 検定で各グループ間で有意に異なる傾向を示した ($p < 0.01$)。メインピックA:「放射線被ばくへの健康影響不安と日常の変化」に関して、Area 2女性主任グループのFGI発話全体に対する割合は、3グループ中で最も高い割合の傾向であることがz検定により示された ($p < 0.05$)。メインピックB:「業務変化と直面した課題」に関して、Area 2男性主任グループの発話全体に対する出現割合は、3グループ中で最も高い割合の傾向であることがz検定により示された ($p < 0.05$)。

3-3. 発話出現頻度の高い語に着目した発話内容の比較

FGIの頻出語句と対象グループの勤務地域・職位・性別との関連を解析するため、各メインピックに対して頻出語句とFGIグループの関連を対応分析により解析した (Fig.3)。対応分析では、大局的には図中の語やFGIグループの位置が近接するほど特徴的であり関連が強いと考えられる。

Fig.3-①のメインピックA:「放射線被ばくへの健康影響不安と日常の変化」に関する対応分析では、Area 1グループとArea 3グループにおいて「南相馬」「津波」「水」など、避難に関して特徴的な頻出語が重複する傾向が認められた (Fig.3-①の第二象限)。一方、Area 3グループのみに特徴的な頻出語として「浜通り」「逃げる」など、避難者の受け入れに関する語が認められた。そしてArea 1グループのみに特徴的

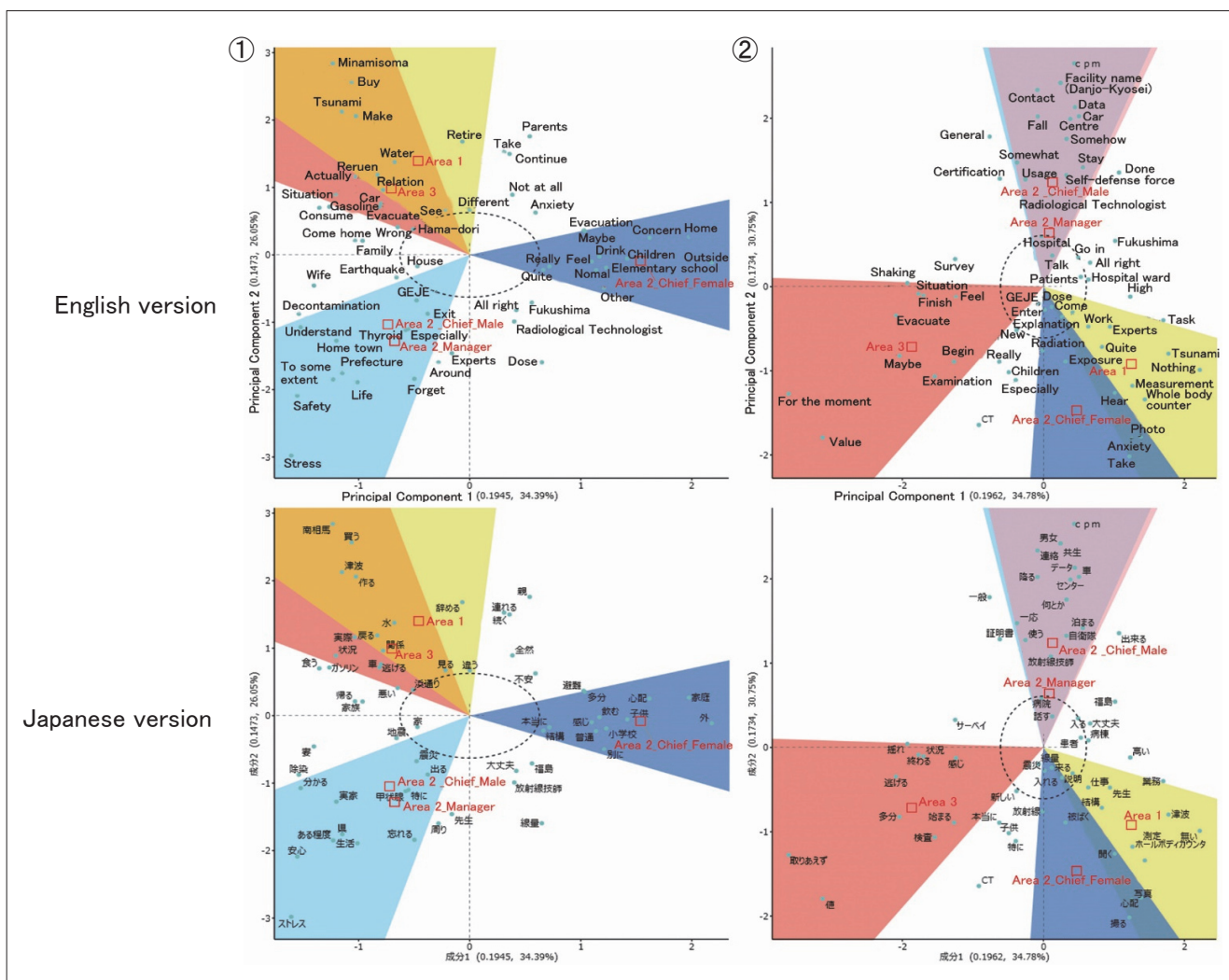


Fig.3 The correspondence analysis using KH coder in 5 groups

- ① : Anxiety about health effects of radiation exposure and changes in their daily life at the main-topic A
 ② : Changes in their work and the facing issues at the main-topic B

な頻出語として「辞める」に関連して避難と仕事への葛藤に関する語が認められた (Fig.3-①の第二象限)。またArea 2管理職グループとArea 2男性主任グループの特徴的な頻出語は重複が多く、「安心」「ストレス」「生活」「甲状腺」など、対象者の日常生活や業務の急激な変化を示す語が認められた (Fig.3-①の第三象限)。一方、Area 2女性主任グループの特徴的な頻出語は他のグループから独立しており、「子ども」「小学校」「避難」「家庭」など、子どもや家族に関連した放射線被ばくの心配事を反映する語から構成されていた (Fig.3-①の第一・第四象限)。

Fig.3-②のメインピックB:「業務変化と直面した課題」に関する対応分析では、Area 2管理職グループとArea 2男性主任グループの特徴的な頻出語は類似性が非常に強く、「病院」「自衛隊」「cpm (count per minute)」など、体表面汚染検査や勤務施設に関する語が認められた (Fig.3-②の第一・第二象限)。Area 1グループとArea 2女性主任グループ間では、「来る」「説明」「聞く」「写真」「心配」などの医療被ばくに関する相談について特徴的な頻出語が重複する傾向を認めた (Fig.3-②の第四象限)。Area 1グループのみに特徴的な頻出語は「津波」「無い」「業務」など、災害の危機的状況を示す語に加え、「ホールボディーカウンター」「測定」「聞く」などの内部被ばく測定に関する語が示された (Fig.3-②の第四象限上方)。さらにArea 2女性主任グループに特徴的な頻出語は、「放射線」を含み「子ども」という語が近く、家族への被ばくに関する心配が挙げられた (Fig.3-②の第三象限上方)。一方、Area 3グループに特徴的な頻出語は他のグループと独立しており、「逃げる」「検査」「値」などが挙げられ、体表面汚染検査に関連した語として示された (Fig.3-②の第三象限)。

4. 考 察

本研究では、福島第一原発事故の直後から現在までの診療放射線技師における福島第一原発事故に関する経験を、背景の異なる5つのグループからFGIによって得られた発話内容を基に、テキストマイニングの手法を用いて解析した。その結果、インタビュー対象者の背景ごとに発言割合や発話内容に特徴があることが明らかになった。本研究の結果は、福島第一原発事故の経験と教訓を含み、後世に伝えるべき重要な情報と考えられる。本研究の結果を将来の原子力災害に対応する診療放射線技師への啓発として国内の人材育成事

業に反映することで、福島第一原発事故の教訓を生かした特徴のある診療放射線技師の人材育成コンテンツの構築につながることが期待される。

4-1. FGI発話トピック出現率から見た地域差の特徴

本研究の結果から、福島第一原発事故に対応した診療放射線技師の業務に地域的な特性があることが示唆された。

Area 1グループは、病院避難をはじめとしたGEJE関連業務や内部被ばく検査業務などの福島第一原発事故の影響が抽出された。結果より、Area 1グループのメインピックB:「業務変化と直面した課題」における発話出現割合は61.4%と、他のグループの割合と比較して高かった (Table 3)。Area 1グループにおいて、メインピックB:「業務変化と直面した課題」に関連した特徴的な頻出語として「災害の危機的状況」と「内部被ばく測定実施」に関する語が出現していた (Fig.3-②)。ここから、Area 1グループの発話内容はTable 2のメインピックB:「業務変化と直面した課題」にあるサブトピックd.「GEJE関連の業務」とe.「被ばく線量測定」に強く関連していることが考えられた。Area 1グループは、GEJEにおいて病院避難などを余儀なくされ医療従事者は強いストレスにさらされており、「災害の危機的状況」にあったことが上記の一因と考えられた¹³⁾。上記に加え、医療施設における屋内退避も同様に、「災害の危機的状況」に関連していたことが発話内容からうかがわれた。屋内退避は、原子力災害時の放射線防護のための有効な手段の一つであり¹⁾、診療放射線技師は原子力災害時の実効的な屋内退避を可能とするために苦慮したことがうかがわれた。また「内部被ばく測定実施」に関する頻出語が出現していることから、Area 1が含まれる福島第一原発から20km~30km圏内において (Fig.1)、福島第一原発事故の早期からホールボディーカウンターによる内部被ばく検査が実際されていたためと考えられた¹⁴⁾。このように、Area 1グループの対象者には過去に経験したことの少ないような多様な業務対応が求められ、彼らは福島第一原発事故の影響を強く受けていた。よって福島第一原発事故の教訓より、UPZ (緊急防護措置を準備する区域: Urgent Protective action planning Zone) 内となる原発から30km圏内の自治体の診療放射線技師への教育プログラムにおいては、危機的な状況や内部被ばく検査などの、突発的で特殊な業務を想定した知識や技術の教育コンテンツを提供する必要性が考えられた。

Area 2グループには、GEJEにおける院内医療提供能力の維持だけではなく、院外における住民・家族の放射線防護対応が求められたことが本研究結果から示唆された。結果より、Area 2のグループは、メインピックA:「放射線被ばくへの健康影響不安と日常の変化」の発話出現割合がArea 1よりも高く、メインピックB:「業務変化と直面した課題」の発話割合がArea 1より低かった (Table 3)。対応分析 (Fig.3-①, ②) の結果からは、その特徴的な頻出語は対象者の日常生活や、業務の急激な変化 (Area 2管理職グループ, Area 2男性主任グループ) や子どもや家族に関連する日常の心配事 (Area 2女性主任グループ) が抽出された。これらの発話内容はTable 2のサブトピックa.「家族と健康」、d.「GEJE関連の業務」とe.「被ばく線量測定」に関連していた。このうちd.「GEJE関連の業務」の出現した理由としてArea 2の地方は、多くの医療施設でGEJEの被害を受けたものの避難指示には至らなかったため、GEJEによる災害医療と日常医療の双方を維持することを求められ過大な負荷が加わる中で、通常の医療提供レベル維持のための努力が行われたためと考えられた。e.「被ばく線量測定」の理由としては、福島第一原発事故当時、Area 2のさまざまな自治体に体表面汚染検査会場が設置され¹⁵⁾、Area 2の診療放射線技師が体表面汚染の検査員や除染員として動員されたことを反映したものと考察した⁸⁾。一方で、a.「家族と健康」については、医療従事者は職場を離れれば家庭や地域との関わりがあり、業務以外でも「日常生活に放射線被ばくへの心配事に対応するための放射線防護の知識が必要」であったことが発話内容から確認された。よってUPZ外となる原発から30km圏外の地域において、診療放射線技師は原子力災害対応の知識や技術だけではなく、日常生活の中で対策可能な放射線防護に関する知識を持ち合わせておく必要性が示唆された。

Area 3グループには、原子力災害時の放射線防護に関する知識と、その知識を伝えるコミュニケーションが求められたことが示された。結果より、Area 3グループではメインピックA:「放射線被ばくへの健康影響不安と日常の変化」の発話出現割合がArea 1よりも高く、メインピックB:「業務変化と直面した課題」の発話割合がArea 1より低かった (Table 3)。対応分析 (Fig.3-①) の結果からは、特徴的な頻出語に「避難者の受け入れ」に関する語が出現していることがうかがわれる。これは、Table 2のサブトピックe.「被ばく線量測定」の体表面汚染検査に由来する事項と考

えられた。実際に、GEJEの急性期において、Area 3では医療関連施設の損壊や福島第一原発事故による放射能汚染が、Area 1やArea 2と比較して軽度であり、「避難者の受け入れ」による体表面汚染検査を行うための体制構築を求められたことが上記の理由として考えられる。またArea 3グループの発話内容には、「体表面汚染検査時に放射線被ばくに関する対処方法についての質問が多くあった」との発言が認められた。よって原発から比較的遠距離 (例えば福島第一原発事故のケースでは80km圏外) の地域における教育カリキュラムにおいては、体表面汚染のある避難者への放射線防護に関するコミュニケーションを含んだ教育が重視されるべきと考えられた。

上記をまとめると、原子力災害に対応する診療放射線技師の人材育成は、原発からの距離に応じた役割の違いを意識した、知識と技術のコンテンツを提供する柔軟性が必要であることが示唆された。

4-2. FGI発話トピック出現率から見た職位・性別の特徴

本研究の結果から、勤務地域が同じであっても、職位や性別の違いにより、FGI発話トピック出現率に特徴があることが示された。

Area 2管理職グループとArea 2男性グループの、各メインピックの発話全体に対する出現割合は有意に異なっていた (Table 4)。しかし、対応分析よりこの2つのグループに関する特徴的な頻出語の出現傾向は類似・重複する傾向にあった (Fig.3-①, ②)。上記に特徴的な頻出語の傾向は、Table 2のサブトピックd.「GEJE関連の業務」やe.「被ばく線量測定」に関連していた。ただし、本研究のArea 2管理職グループのメンバーは男性のみであった (Table 1)。従ってFig.3-①, ②においてArea 2管理職グループとArea 2男性グループの関連が強い理由として、男性の場合、職位に関係なく業務として、福島第一原発事故による緊急事態のため、体表面汚染測定や空間放射線量率測定など⁸⁾、住民や医療施設の入院患者と職員の放射線防護活動が求められたことを反映したものと考えた。

一方で、Area 2女性グループのメインピックA:「放射線被ばくへの健康影響不安と日常の変化」の発話全体に対する出現割合は、他のグループに比べて有意に高かった (Table 4)。これは、Table 2のサブトピックa.「家族と健康」と関連の強い発話内容であった。また対応分析より、Area 2女性グループの特徴的な頻出語は日常生活における子どもや家族に関連す

る放射線被ばくの心配事が中心であることがFig.3-①、②から推測された。上記の理由として、本研究のArea 2女性グループは30～40歳代の子育て世代であり、他の世代と比較して「家族と健康」に最も関心の高い年代であったことが影響を与えたのではないかと考察した。過去の研究によると、放射線関連業務に従事する女性は放射線リスク認知に関する放射線被ばくの許容レベルが、男性よりも保守的であることが示されている¹⁶⁾。よって本研究のArea 2女性グループの発話内容は、家族や子どもの放射線防護への高い関心が反映されたものであると考えられた。

上記より、福島第一原発事故時の診療放射線技師の役割における職位・性別の特徴をまとめると、男性の場合は職位に関係なく地域住民や医療施設関係者の放射線防護を業務としていかに遂行するかに関心が高いことが示唆された。一方、女性の場合は、家族や子どもに対する日常生活上の放射線防護にも関心が高いことが示唆された。近年、原子力災害に関連する研修は体系化が進んでいるが³⁾、地域住民や医療施設関係者の放射線防護を遂行するための教育や研修内容が主となっており、必ずしも受講者が置かれている背景を勘案したものではない。そのため本研究により得られた成果を基に、今後の原子力災害に対応する診療放射線技師の人材育成は、既存の確立された教育コンテンツだけではなく、生活者目線での日常生活上の放射線防護を意識した包括的な知識や技術の提供が考慮されるべきである。

4-3. 本研究における限界点と今後の展望

本研究においては、少なくとも以下の4つの限界点が考えられた。1) 本研究は福島第一原発事故に対応した診療放射線技師を対象として、その経験を整理した報告である。そのため対象者の発話が福島県特有の地域的な特徴に影響される可能性は否定できない。しかし、原発からの距離による福島第一原発事故時の活動傾向は、原子力災害時の人材育成の参考になると考える。2) 本研究はArea 1とArea 3の女性の診療放射線技師へFGIを実施しておらず、性別に関する人材育成の検討には不確定要素を含んでいる。しかし、Area 2は福島第一原発からの距離で見るとArea 1とArea 3の中間地点であり、Table 3やFig.3-②のように、Area 1とArea 3の活動に関する共通点を多く含んでいる可能性がある。そのため原発からの距離に関

わらず、日常生活で可能な放射線防護の方策を包括した教育が必要であると考え。3) 本研究の原発からの距離に関する考察は、福島第一原発事故からの教訓のため、実用発電用原子炉を対象とした施設の事故に適用可能であると考え。その他の原子力関連施設はPAZ(予防的防護措置を準備する区域:Precautionary action zone)やUPZの範囲が施設の種類や規模により異なるため⁴⁾、原子力施設の規模に応じた教育の柔軟な変更が必要であると考え。4) 本研究は対象者数が比較的少数であり質的研究の手法を用いた内容であるため、必ずしも本研究の結果を一般化できるとは限らない。今後、われわれは診療放射線技師の背景において、人材育成の適切な教育プログラムを提案するために、本研究を一般化するアンケート調査を実施する予定である。

5. 結 語

本研究では、原子力災害において、原子力発電所からの距離による勤務地域の違いや家族を含めた日常生活の放射線防護を含んだ、包括的教育コンテンツによる人材育成に焦点を当てるべきであることを示した。原子力災害時の対応者の人材育成は、国内において原子力規制庁などが中心となり教育コンテンツが標準化されつつあるが^{3,6)}、福島第一原子力発電所事故の経験に基づく現場レベルでの特色も反映し、それを次世代に伝える必要がある。本研究が原子力災害時に適切に対応できる診療放射線技師の人材育成の一助となれば幸いである。

6. 謝 辞

本研究の対象者としてご参加いただいた皆さまへ、心より感謝を申し上げます。また本研究を円滑に遂行するに当たり、福島県立医科大学医学部放射線災害医療学講座 主事の根本真実氏にご尽力を頂き、心より感謝致します。

本研究は環境省の放射線の健康影響に係る研究調査事業(平成27年度～29年度)「放射線被ばく不安に関連した潜在的要因の解析によるオーダーメイドな放射線リスクコミュニケーションに向けて」により実施されました。

表の説明

Table 1	インタビュー対象者に関する情報
Table 2	質的分析を用いたFGIの発言頻度のメインピックとサブピックのコーディングリスト
Table 3	3地域におけるコード分析を用いたメインピックが関連した文章の割合
Table 4	エリア2のグループにおける職位や性別に関連したコード分析を用いたメインピックが関連した文章の割合

図の説明

- Fig.1 福島県の3つの地域（エリア1：浜通り地方，エリア2：中通り地方，エリア3：会津地方）を点線で示す。福島第一原発からの距離線を20kmから140km圏内を示す。図の薄い黄色のゾーンは福島第一原発から半径20km～30kmの地域を示す。中通り地方（エリア2）の詳細な市町村は対角線で示している。
- Fig.2 本研究方法のフロー
- Fig.3 5グループによるKHコーダーを用いた対応分析
- ①：メインピックAの放射線被ばくへの健康影響不安と日常の変化
 - ②：メインピックBの業務変化と直面した課題

参考文献

- 1) Ohba T, et al.: Evacuation after a nuclear accident: Critical reviews of past nuclear accidents and proposal for future planning. *Environ Int*, 148, 106379, 2021.
- 2) U.S. Department of Energy. Radiation emergency assistance center/training site. <https://orise.orau.gov/reacts/> (30 September 2022, date last accessed).
- 3) 富永隆子：原子力災害時の医療に関する教育研修の現状. *Isotope News*, 770, 18-20, 2020.
- 4) 原子力規制委員会：原子力災害対策指針. <https://www.nra.go.jp/activity/bousai/measure/index.html> (30 September 2022, date last accessed).
- 5) ICRP: Application of the commission's recommendations for the protection of people in emergency exposure situations. *Ann ICRP*, 39(1), 1-67, 2009.
- 6) Tsujiguchi T, et al.: Survey on training of the nuclear emergency medical assistance team and their educational needs. *Radiat Environ Med*, 8(1), 16-20, 2019.
- 7) 土佐欽雄：特集・第27回診療放射線技師総合学術大会より：放射線サーベイへの取り組み. *日放技誌*, 58(12), 1143-1146, 2011.
- 8) 遊佐 烈：特集・第28回日本診療放射線技師学術大会より：東日本大震災への取り組みと今後の対応_福島県放射線技師会の取り組みと今後の対応. *日放技誌*, 59(12), 1541-1545, 2012.
- 9) 安梅勅江：ヒューマン・サービスにおけるグループインタビュー法_科学的根拠に基づく質的研究法の展開. 1-138, 医歯薬出版, 2001.
- 10) Hasegawa A, et al.: Lexical analysis suggests differences between subgroups in anxieties over radiation exposure in Fukushima. *J Radiat Res*, 59(2_suppl), ii83-ii90, 2018.
- 11) 古川亮子：看護研究のためのNvivo入門. 1-232, 新曜社, 2019.
- 12) 樋口耕一：社会調査のための計量テキスト分析—内容分析の継承と発展を目指して. 1-264, ナカニシヤ出版, 2020.
- 13) Sawano T, et al.: 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. *Disaster Med Public Health Prep*, in press, 1-4, 2021.
- 14) Hayano RS, et al.: Whole-body counter survey results 4 months after the Fukushima Dai-ichi NPP accident in Minamisoma City, Fukushima. *J Radiol Prot*, 34(4), 787-799, 2014.
- 15) Kondo H, et al.: Screening of residents following the Tokyo electric Fukushima Daiichi nuclear power plant accident. *Health Phys*, 105(1), 11-20, 2013.
- 16) Miura M, et al.: Perception of radiation risk by Japanese radiation specialists evaluated as a safe dose before the Fukushima nuclear accident. *Health Phys*, 110(6), 558-562, 2016.