

医療放射線の適正管理に関する検討会 議事録に関するテキストマイニング分析

Text mining analysis of the minutes of the review meeting on the appropriate management of medical radiation

齋藤 祐樹, 徳重 佑美子, 丸山 星, 岩井 譜憲, 加藤 英樹, 星野 修平

群馬パース大学 保健科学部放射線学科

Key words: Text mining, minutes, cluster analysis, correspondence analysis, appropriate management of medical radiation

[Abstract]

In April 2020, a ministerial ordinance came into effect to revise a portion of the Ordinance for Enforcement of the Medical Care Act.

This established the requirement for facility managers to appoint an individual to take responsibility for a system to ensure that radiation treatments are being managed safely, formulate guidelines, train staff members, and manage and record the radiation dosages of patients.

The Ministry of Health, Labour, and Welfare started the Review Conference on Appropriate Management of Medical Radiation, for which meeting minutes are uploaded to the website of the Ministry of Health, Labour, and Welfare as text data.

In this study, the meeting minutes from this review conference were text mining analyzed (cluster analysis, correspondence analysis) using KHcoder3.

The cluster analysis was set up to have 10 clusters to prevent the keywords for the ministerial ordinance revision, which are record, training, and responsible, from being in the same cluster.

Each cluster appeared with dependence on the meeting count.

Correspondence analysis was carried out to shed light on the relationships that the terms record and responsible had with other terms.

It was described that record was used to conduct the UNSCEAR global survey smoothly, while responsible was used to promote the WHO/IAEA International Action Plan for the Radiological Protection of Patients.

With regard to the Review Conference on Appropriate Management of Medical Radiation, relevant laws were explained during the 1st meeting, the necessity to record radiation dosages and individuals who need training on the system for safe management were discussed during the 3rd, 4th, and 5th meetings, and definitions for responsible party, record, training, and other terms in the safe management system guidelines were discussed during the 6th, 7th, and 8th meetings.

【要旨】

2020年4月に医療法施行規則の一部を改正する省令が施行された。施設管理者は放射線診療に係る安全管理体制の責任者を配置し、指針を策定、職員研修および患者線量の管理・記録を行うことが定められた。厚生労働省は「医療放射線の適正管理に関する検討会」を発足させ、その議事録がテキストデータとして厚生労働省のホームページ上にある。

この研究は、検討会の議事録をKHcoder3を用いてテキストマイニングを行い内容分析を行うことで、患者線量の記録および安全管理体制の確立に至った経緯を明らかにする。

クラスター分析では、省令改正のキーワードである「記録」「研修」「責任」が同一のクラスターにならないように10のClusterを設定した。各Clusterは会議回数に依存して出現していた。対応分析では、「記録」「責任」に対して他の「語」との関連を明らかにするためにいった。「記録」はUNSCEARのグローバルサーベイを円滑に進めるため、「責任」はWHO/IAEAの患者防護に関する国際行動計画を推進するために進められていたことが記述されていた。

「医療放射線の適正管理に関する検討会」は第1回に関係法令の説明があり、第3、4、5回で線量記録に関する必要性および安全管理体制における研修の対象者が議論され、第6、7、8回で安全管理体制の指針について、責任者・記録・研修などについての規定が議論されていた。

1. 緒言

2020年4月に医療法施行規則の一部を改正する省令が施行された（平成31年厚生労働省令第21号）¹⁾。医療施設管理者は放射線診療に係る安全管理体制の責任者を配置し、指針を策定、職員研修および患者線量の管理・記録を行うことが定められた。これまでの放射線管理は医療法をはじめとする関係法令で設備構造等の防護基準、ならびに立ち入る者に対しての線量限度を規

SAITO Hiroki, TOKUSHIGE Yumiko,
MARUYAMA Sho, IWAI Tsugunori,
KATOU Hideki, HOSHINO Syuhei

Gunma Paz University School of Radiological
Sciences, Faculty of Health Science

Received June 24, 2021; accepted February 15, 2022

定して一般公衆・従事者の被ばく線量を下げよう努めてきた。これに対して、患者に対する医療被ばくは線量限度を設定せず、国際放射線防護委員会 (International Commission on Radiological Protection: ICRP) の ALARA (As Low As Reasonably Achievable) の原則により、できる限り少ない線量で X 線検査が行われてきた²⁾。これらの放射線防護の流れは原子放射線の影響に関する国連科学委員会 (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: UNSCEAR) の調査を基に、ICRP が放射線防護に関する勧告を行い、国際原子力機関 (International Atomic Energy Agency: IAEA) ではそれを安全原則・要件・指針というかたちでガイドラインをまとめて、各国の法令体系に取り込まれている³⁾。これにより、国際的水準にのっとった放射線管理を実施してきた。そこで今回の改正も同じ流れをくみ、厚生労働省は 2017 年 4 月に「医療放射線の適正管理に関する検討会」を発足させ、8 回の会議を経て省令改正へ至った⁴⁾。しかし、この省令改正における情報は少なく、線量管理ソフトウェアの紹介⁵⁾ や米倉による巻頭言での紹介しかない⁶⁾。幸いに検討会の議事録がテキストデータとして厚生労働省のホームページ上にある。

テキストデータを用いた内容分析は古くから試みられており、多数の研究成果を上げている^{7,8)}。また解析ソフトウェアの普及により計量的にテキストデータを解析することが可能になっている。その一つに KHcoder3 がある⁹⁾。テキストマイニングを用いた報告は社会学分野で多く見られ、議事録データと KHcoder3 により渡部は階層クラスター分析¹⁰⁾、桑畑は共起ネットワーク分析¹¹⁾ を行った事例など多数報告されている。放射線分野では報告が少ないものの、徳重らが診療放射線技師養成校のアンケート調査を計量的に分析した報告がある¹²⁾。

この研究は、検討会の議事録を KHcoder3 を用いてテキストマイニングを行い、内容分析を行うことで、患者線量の記録および安全管理体制の確立に至った経緯を明らかにする。

2. 方法

PC に KHcoder3 windows 版をインストールした。KHcoder3 には茶筌 (WinCha 2000 R2)・MySQL 5.6・Perl 5.14・R 3.1・ggplot2 2.1 がパッケージとして同梱されており、Windows 7 以上の PC で動作する¹³⁾。

2.1 テキストデータの作成と前処理

「医療放射線の適正管理に関する検討会」の第 1 回から第 8 回までの議事録 (.docx) を、厚生労働省のホームページからダウンロードした。議事録は毎回、事務局による出席者の紹介に始まり、議長の開会宣言、事務局からの資料の説明、質疑応答の流れになっている。この適正管理に関係する議題のみをテキストマイニングの対象とした。

テキストデータを EXCEL ワークシート形式 (.xlsx) で作成した。議事には発言者が記されており、その後に発言内容が続いている。EXCEL の 1 行目はヘッダで <テキスト>、<部>、<章> を入力し、2 行目から議事を入力した。<テキスト> には実際の議事を入力し、<部> には番号、<章> には事務局の説明を「1」、質疑応答を「2」として、議長のあいさつは省略した。なお、第 2 回の議題は「適正な管理」から「適正管理」に変えた質疑であったため、今回の解析からは除外した。

KHcoder3 でプロジェクトの登録を行い、テキストデータがそのまま分析できるかをチェックするため「前処理」を実行した。議事録中で「DRL」と「診断参考レベル」が存在したため、同一の用語として検出させるために「語の取捨選択」に「DRL」と「診断参考レベル」を指定してから、「前処理」「前処理の実行」を行った。次に、その 2 つの用語を吸収させる z1_edit_words3.pm (<https://github.com/ko-ichi-h/khcoder/issues/101>) プログラムを Plugin_jp フォルダにインストールし、「DRL」と「診断参考レベル」を同一の用語として検出させるためにその「プラグイン」「表記のゆれ」を実行した。これにより、解析する文および段落数、抽出語とその出現頻度を取得した。

2.2 クラスタ分析

抽出された語句の出現パターンを確認するためにクラスタ分析を行った。KHcoder3 にデフォルトとして「階層的クラスタ分析」があるが、出現数の小さい語の出現位置情報を考慮するため¹⁴⁾、「エクスポート」「抽出語×文脈ベクトル」表でデータ作成した。抽出条件は、最小出現数を 55 (デフォルト値) として CSV 形式のデータを出力させ、R を起動し、CSV データを読み込み、hclust 関数で階層的クラスタ分析を行った。このときのクラスタ間の距離は ward.D2 を指定した。

2.3 会議番号と各クラスターのバブルプロット

各クラスターで抽出された語の会議番号での出現頻度を確認するため、コーディングルールを作成した。テキストデータ (.txt) に Table 1 で示すように各クラスターで抽出された語句を指定した。「ツール」「コーディング」「クロス集計表」を行い、クロス集計表を基に会議番号とクラスターのバブルプロットを作成した。

2.4 特徴語「記録」「責任」における対応分析

適正管理の在り方では、患者線量の記録および安全管理体制の確立が省令改正のポイントになる。3.1の

結果で「記録」はCluster1, 「責任」はCluster10に含まれている。また3.2の結果でCluster1は第3, 4, 5回に、Cluster10は第6, 7, 8回に高頻度で出現していた。そこでこれらの「語」の会議番号との関係を確認するため対応分析を行った。議事録のテキストデータから「記録」が含まれる第3, 4, 5回のテキストを抽出し、「ツール」「抽出語」「対応分析」を行った。このとき最小出現回数は5 (デフォルト値) とした。同様に「責任」が含まれる第6, 7, 8回のテキストを抽出し対応分析を行った。

3. 結果

3.1 前処理とクラスター分析の結果

前処理の結果は文:1,890, 段落:907, 総抽出語:76,829 (例 医療:出現数587, 放射線:出現数478など)であった。Fig.1にクラスター分析の結果を示す。文中で近くに存在した語句同士が近くに配置され階層を成していた。クラスター数は任意で決めことができ、省令改正のキーワードである「記録」「研修」「責任」が同一のクラスターにならないようにするため、今回は高さ (Height) 2.68で10個のクラスターに分類した (Table 1 参照)。

各クラスターの抽出語はCluster1:6, Cluster2:18, Cluster3:6, Cluster4:9, Cluster5:15, Cluster6:5, Cluster7:3, Cluster8:7, Cluster9:2, Cluster10:4であった (Fig.1)。

Table 1 Coding rules

Cluster	Words
1	検査 or CT or 線量 or 記録 or 被ばく or 適正
2	実際 or 患者 or 受ける or 使う or 先ほど or 必要 or 言う or 非常 or 今 or 思う or 見る or 問題 or 出る or 影響 or データ or 年 or 日本 or DRL
3	具体 or 対応 or 場合 or 防護 or 基準 or 定める
4	今後 or 検討 or 議論 or 事務 or 先生 or 意見 or ページ or 資料 or 説明
5	最適 or 正当 or 研修 or 実施 or 部分 or 基本 or 考える or 今回 or 形 or 観点 or それぞれ or 規定 or 行う or 放射線 or 診療
6	施設 or 病院 or 機器 or 医療 or 機関
7	治療 or 装置 or 照射
8	医薬品 or 放射 or 対象 or RI or 障害 or 規制 or 関係
9	医師 or 技師
10	責任 or 体制 or 管理 or 安全

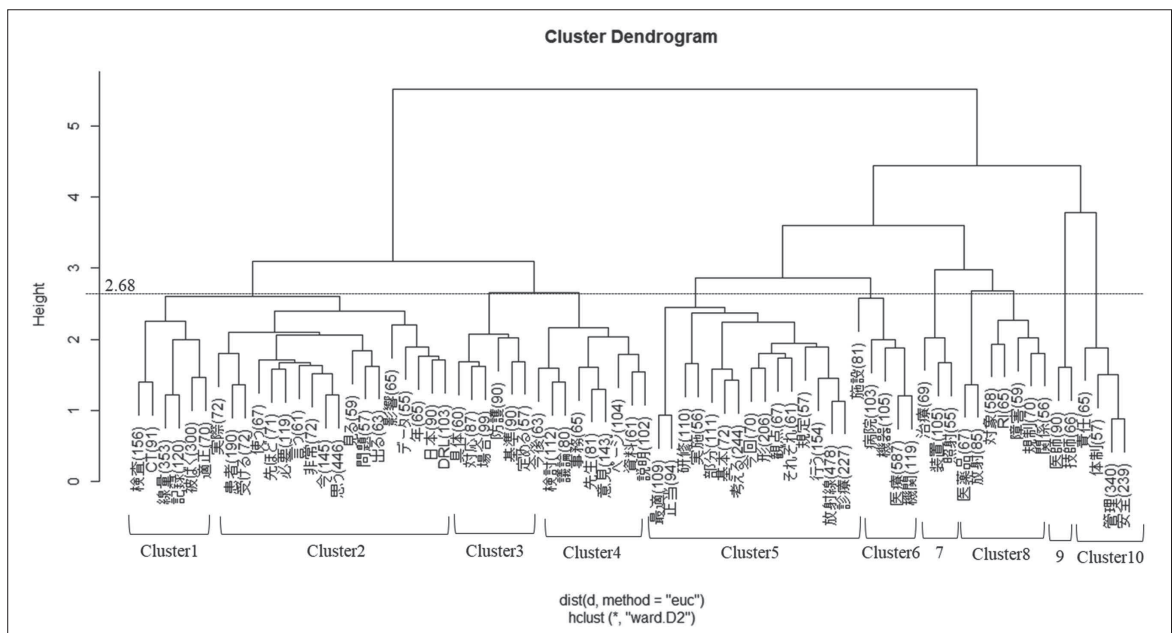


Fig.1 Cluster analysis

3.2 会議番号と各クラスターのバブルプロット

Table 2に、コーディングルールで作成した語を含むClusterが、どの会議で出現していたのかを表すクロス表を示す。 χ^2 は χ^2 検定結果を表し、 $p < 0.05$ でその統計量を95%有意水準で示した。次に、このクロス集計表を基に、Fig.2に会議番号における各クラスターの出現割合（パーセント）を示した。出現割合は各会議番号の度数をケース数で除し（例えばCluster1の場合、51/252）、正方形の大ききで示した。色は標準化残差：Pearson rsd. ($\sqrt{\text{平均値} \times (\text{度数} - \text{平均値})} \div \text{平均値}$ で相関を示している)を表し、どの会議番号でクラスターが多く（または少なく）出現しているか、出現回数が多ければ暖色系で表示している。このときの平均値は総文数に対する出現行数である。

Cluster1は第3, 4, 5回で頻出し標準化残差も大きかった。Cluster2, 5は全ての会議で出現割合が大き、標準化残差は、Cluster2は第3回、Cluster5は第

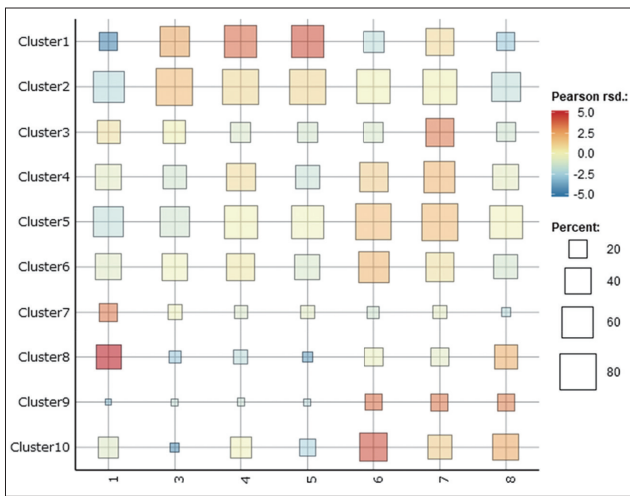


Fig.2 Bubble plot of meeting numbers and clusters

6, 7回に正の値であった。Cluster3は出現割合が小さいが第7回に優位に出現し、標準化残差も大きかった。Cluster4, 6は出現割合は中程度であるが、第6, 7回に出現傾向があった。Cluster7, 8は出現割合は小さいが、第1回の標準化残差が大きかった。Cluster9, 10は出現割合は小さいが、第6, 7, 8回の標準化残差が大きかった。

3.3 特徴語「記録」「責任」における対応分析

Fig.3に、特徴語「記録」の対応分析の結果を示す。対象となった抽出語は73で、それぞれの会議における総語数は第3回：1,870、第4回：1,934、第5回：1,944であった。対応分析は3×73のクロス集計表で、各語間または各会議番号間の出現数の割合（プロファイ

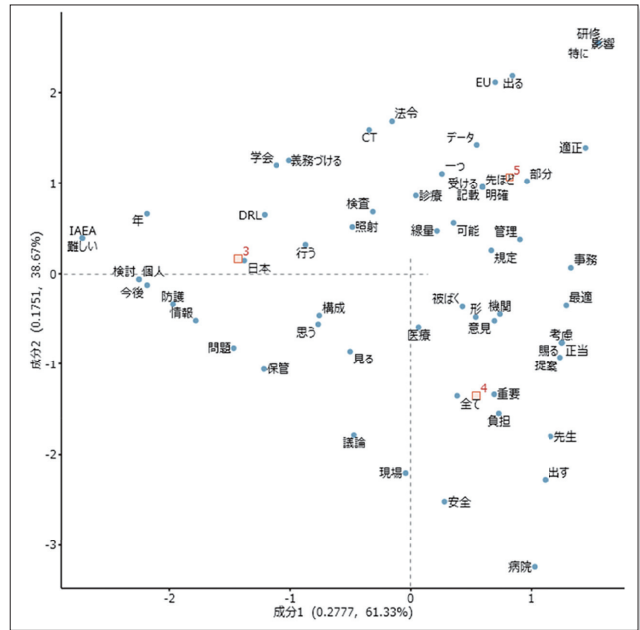


Fig.3 Correspondence analysis : record

Table 2 Cross-accumulation table of number of meetings held and clusters

Meeting Number	Cluster										n
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	51	149	81	108	143	104	51	95	5	63	252
3	59	93	33	39	60	46	13	9	3	5	106
4	63	79	24	51	68	47	9	12	3	28	99
5	90	115	35	52	97	56	16	9	4	24	146
6	34	89	30	66	99	70	10	26	20	59	123
7	43	68	46	56	78	46	10	18	16	33	93
8	17	47	19	37	60	31	4	30	15	37	88
合計	357	640	268	409	605	400	113	199	66	249	907
χ^2	128.95	52.66	26.43	22.97	39.25	15.34	22.73	82.52	61.41	75.61	
$p < 0.05$	6.94E-30	3.97E-13	2.74E-07	1.65E-06	3.73E-10	9.00E-05	1.86E-06	1.05E-19	4.63E-15	3.45E-18	

ル)を χ^2 距離で求めている¹⁵⁾。x軸(成分1)は語または会議番号の第1次元結果、y軸(成分2)は語または会議番号の第2次元結果を表し、それを基に散布図で同時布置した。また軸に記載されている(0.2777, 61.33%)は寄与率で、成分1, 2の累積寄与率は100%であった。

原点(0, 0)は平均プロファイルの座標を表し、原点に近いほど、どの会議でも均等に出現する語が布置される。「線量」「被ばく」「医療」「照射」などがそれに当たる。原点から会議番号マークの直線上で、会議開催マークの外側にあるものほど特徴的な語(その番号しか出現していない)である。

x軸に対して右側に第4, 5回が布置され多くの「語」が共通に出現していた。原点から見て第3回に「日本」「IAEA」「難しい」、4回に「病院」「現場」「負担」、5回に「EU」「適正」「研修」などの特徴的な「語」があった。第3回の「IAEA」から4回の「病院」、第4回から5回の「研修」、第3回の「IAEA」から5回の「研修」の間にいくつかの「語」が直線状に布置された。

Fig.4に、特徴語「責任」の対応分析の結果を示す。対象となった抽出語は43で、それぞれの会議における総語数は第6回:2,176、第7回:982、第8回:1,285であった。対応分析は 3×43 のクロス集計表で成分1, 2の累積寄与率は100%であった。x軸に対して左側に位置している第6, 7回が布置されていた。原点(0, 0)付近には「責任」「管理」「記録」「体制」が布置していた。原点から見て第6回に「病院」「職種」、

7回に「説明」「考える」、8回に「規定」「係る」などの特徴的な「語」があった。第6, 8回に「技師」「医師」「歯科」「正当」「資格」、第7, 8回に「方針」「指針」「策定」のクラスターがあった。第6回の「病院」から7回の「考える」の間にいくつかの「語」が直線状に布置されていたが、第7, 8回、第6, 8回間には見られなかった。

4. 考察

今回の省令改正により、初めて患者線量の記録が義務化され、線量管理体制の確立が求められた。われわれには省令改正の2年前(2019年1月9日から2月7日まで)にパブリックコメントにより意見を求められ、2019年3月に局長通知(医政発0312第7号)があった。そのためこれらの経緯を議事録からテキストマイニングを行い、内容分析を行った。

4.1 クラスタ分析と会議番号の関係

クラスタ分析では、「語」の出現位置が近いもの同士がクラスタリングされていく。今回、われわれは主観的ではあるが、省令改正のキーワードにより10のクラスターを決めた。この方法はクラスタ分析では一般的である¹⁶⁾。この距離(Height = 2.68)より高くするとクラスターは6に集約され1つのクラスターに含まれる「語」が多くなり、逆にこの距離より小さくすると極端に1つのクラスターに含まれる「語」が少なくなる。このクラスターの取り方により分析結果が変わる可能性があるが、省令改正のキーワードに配慮した。

Cluster1に「線量」「記録」「被ばく」、Cluster2に「DRL」があり、Cluster1, 2には今回の省令改正のポイントとなる「語」が含まれていた。これらは8回行われた会議の第3, 4, 5回で出現していたことから、患者被ばく線量管理はDRLを用いて行い、記録に関する議論が行われていたことが示唆された。Cluster3に「防護」「基準」、Cluster9に「医師」「技師」、Cluster10に「責任」「体制」があり、第6, 7, 8回で安全管理体制の責任者の議論が行われていたことが示唆された。Cluster4, 5, 6は「ページ」「資料」「基本」「考える」「医療」「機関」など、事務局が説明するときの言葉や会議議題の中心である医療施設・機器の「語」が挙げられていたことから、会議全般に出現していたためと考えている。Cluster7, 8は第1回で放射線関連法の説明があり、特に放射性同位元素等の規制に関する法律

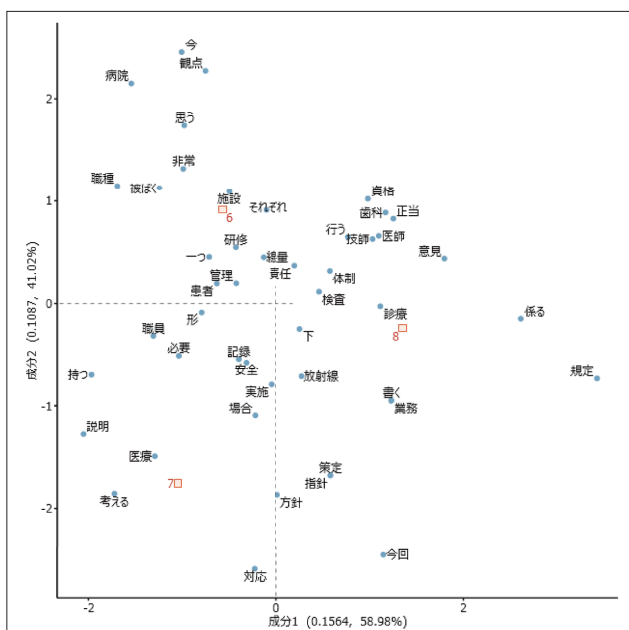


Fig.4 Correspondence analysis : responsibility

(RI法)の説明がなされていたことが観測された。この会議の参加者には放射線の有識者以外にも参加しているため、前半には放射線管理の動向などが説明され、後半に管理体制整備に向けての方法論が検討されていたことが分かる。

4.2 特徴語「記録」「責任」における対応分析

テキストマイニングの多くは、頻出語数を指標としてのテキストの主題を分析・評価していることが多いが、主題の背景を捉えることは難しいと考えている。

KHcoder3の優れている点は、分析者が主体的に「語」を抽出して分析できることにある。今回、先のクラスター分析を通して、著者は患者線量の記録に注目するためCluster1の「記録」、安全管理体制の責任者専任に注目するためCluster10の「責任」を選び、それらの「語」がどこでどのように議論されていたのかを明確にするために対応分析を行った。

4.2.1 特徴語「記録」について

今回の省令改正の大きなポイントに患者線量の記録がある。対象機器は被ばく線量の多いCT・IVR・SPECT・PETである。簡便に患者線量を管理するため、臨床では管理ソフトウェアの導入が普及している¹⁷⁾。第3回に「IAEA」があった。議事録によると第3回の会議では国際的動向が紹介されていた。その中で、UNSCEARのグローバルサーベイの際¹⁸⁾、線量データを収集することに苦慮している旨の記載がある。一方でIAEAでは、スマートカードプロジェクトによって患者IDにより線量の管理が行われていることが紹介されていた¹⁹⁾。国が目指すのは、IAEAで取り組まれている医療被ばくを記録し、履歴を追跡するシステム(スマートカードプロジェクト)を構築し、医療被ばく低減を目標にしている。この履歴追跡に関しては、マイナンバーをうまく利用していきたいと抱負が述べられていた。第4回に「負担」があった。これは「記録」を行うことでの「現場」への「負担」を懸念していた。また「記録」されたデータをいかに外に出しやすくするか意見を求められていた。このため現場の負担を考慮して、医療機器の性能をアップさせ、機器から患者さんの線量情報を放射線科情報システムや照射記録・電子カルテに記録される機能を持つようにできれば、診療の現場の負担が少なくなり実施が可能になると考えられていた。国際電気標準会議(International Electrotechnical Commission: IEC)では2000年以降、装置への線量表示が行われ、X線CT装置には

Computed tomography dose index (CTDI_{vol})、Dose length product (DLP)²⁰⁾、IVR装置には患者照射基準点での基準空気カーマ率、積算基準空気カーマおよび積算面積線量を表示している²¹⁾。その情報をDICOM Radiation Dose Structured Report (DICOM RDSR)を介し線量管理ソフトで一元管理を行っている。しかし、臨床現場からは検査プロトコルの名称などの未整備のため苦慮している報告もある²²⁾。よって線量管理を円滑に進め、各検査部位における日本の代表値を簡単に得ることができるよう医療情報分野の標準化が大切である。第5回には「研修」がある。これは事務局から、放射線診療従事者に対して「研修」および線量の「記録」を行うことで、放射線防護の正当化と最適化を適正に管理できる旨の記載があった。

これらより、第3, 4, 5回の会議を通じて、線量の記録および研修を通じて放射線診療の適正管理を行うことが了承されていた。

4.2.2 特徴語「責任」について

安全管理責任者を選任し、体制を確立することが求められている。第6回に「職種」があった。議事録から、責任者には人体に放射線を照射できる(放射線装置のボタンを押すことができる)医師・歯科医師・診療放射線技師がなり得る、また責任者は放射線診療の正当化に対して責任を負うものではなく、指針や体制を構築することから、診療放射線技師でも責任者になり得ることが説明されていた。第7回に「説明」があった。安全管理体制の指針を作る際に、患者説明の担当者を明確にすることが求められていた。チーム医療の観点から、患者への説明は医師への負担が大きくなるため看護師が説明を行えるように意見があったが、診療と説明は1セットであると明記されていた。これは、世界保健機関(WHO)とIAEAは患者防護に関する国際行動計画である「Bonn Call for Action」次の10年において医療放射線防護を向上させる10の行動²³⁾で求められていることで²⁴⁾、関連団体のガイドラインにも医療従事者と患者の情報提供に関する指針が反映されている^{24, 25)}。第8回に「規定」がある。第8回はパブリックコメントを受けて開催された会議である。安全管理責任者の規定に関する意見が多かった旨の記載があった。事務局からは、医師・歯科医師によって正当化がなされ、診療放射線技師に対して指示を行える体制の場合に限って診療放射線技師が安全管理責任者になれるように提案があった。そして責任者

の役割は、放射線検査の正当化に対する責任を負うものではなく、指針の策定や研修の実施など、安全管理体制の構築に係る責任を負うことである旨が記載されていた。

これらから、第6, 7, 8回の会議では責任者の選出および管理体制の構築について議論されていた。

結語

「医療放射線の適正管理に関する検討会」では、第1回に関係法令の説明があり、第3, 4, 5回で線量記録に関する必要性および安全管理体制における研修の対象者が議論され、第6, 7, 8回で安全管理体制の指針について、責任者・記録・研修などについての規定が議論されていた。

医療放射線の適正管理に関する検討会議事録についてテキストマイニング分析を行った結果、患者線量管理および安全管理体制の確立は国際的動向を踏まえ、放射線診療における正当化と最適化を適正に管理するために行われていることが明らかになった。

表の説明

Table 1 コーディングルール

Table 2 会議番号とクラスターのクロス集積表

図の説明

Fig.1 クラスタ分析

Fig.2 会議番号とクラスターのバブルプロット

Fig.3 対応分析 (記録)

Fig.4 対応分析 (責任)

参考文献

- 1) 日本核医学学会：医療法施行規則の一部を改正する省令の施行等について。 http://jsnm.sakura.ne.jp/wp_jsnm/wp-content/uploads/2019/03/0b991eb1e78fb147b7db007c53e1d308.pdf (2021年3月31日)
- 2) ICRP: Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 26, Ann. ICRP, 1, 1977.
- 3) 佐々木康人：国際放射線防護委員会 (ICRP) 元委員としての考察。学術の動向, 第25巻第3号, 2020.

- 4) 厚生労働省：医療放射線の適正管理に関する検討会。 https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/other-isei_436723.html (2021年3月28日)
- 5) 陳 徳峰, 他：医療被ばく線量管理システム「FINO, XManage」の開発。Konica Minolta technology report, 2020.
- 6) 米倉義晴：放射線防護の国際的枠組みと安全管理。日本放射線安全管理学会誌, 19巻2号, 2020.
- 7) Speed, John Gilmer: Do newspapers now give the news?. Forum, Vol.15, 1893.
- 8) MATHEWS, Byron C: A study of a New York daily. Independent, 68, 82-86, 1910.
- 9) 樋口耕一：テキスト型データの計量的分析—2つのアプローチの峻別と統合—。理論と方法, Vol.19, No.1, 101-115, 2004.
- 10) 渡部春佳：地方議会議事録分析による話題抽出についての一試論—地方議会・委員会での公の施設「劇場・音楽堂等」に関する議論を事例に。社会情報学, 第9巻1号, 2020.
- 11) 桑畑洋一郎：病に対する公的対策はいかに決定されるのか：HTLV-1対策推進協議会議事録への計量テキスト分析より。梅光学院大学論集50巻, 48-70, 2017.
- 12) 徳重佑美子, 他：診療放射線技師における臨床実習の実施状況に関する調査。日放技誌, 68巻4号, 33-40, 2021.
- 13) KHcoder 3：必要なソフトウェア/ハードウェア。 <https://khcoder.net/spec.html> (2021年4月18日)
- 14) 樋口耕一：社会調査のための計量テキスト分析。ナカニシヤ出版, 42-43, 2020.
- 15) Michael Greennacre 著, 藤本一男 訳：対応分析の理論と実践。オーム社, 33-40, 2020.
- 16) H. C. Romesburg 著, 西田英郎, 他 訳：事例クラスター分析。内田老鶴圃, 28, 1992.
- 17) 江川公伸：グループ病院におけるクラウド型被ばく線量管理システム「MINCAD」導入のメリット。INNERVISION, 第35巻10号, 54-55, 2020.
- 18) 神田玲子, 他：『職業被ばくの線量把握に関する国際活動を考える』開催報告。保健物理, 52巻3号, 212-217, 2017.
- 19) IAEA: Smart Card/SmartRadTrack Project. <https://www.iaea.org/resources/rpop/resources/smart-card> (2021年4月18日)
- 20) JIS Z 4751-2-44：医用電気機器—第2-44部：X線CT装置の基礎安全及び基本性能に関する個別要求事項。日本産業規格。
- 21) JIS Z 4751-2-43：医用電気機器—第2-43部：IVR用X線装置の基礎安全及び基本性能に関する個別要求事項。日本産業規格。
- 22) 今野雅彦, 他：どこでも「Radimetrics」～パッと見える線量情報～。INNERVISION, 第35巻10号, 56-57, 2020.
- 23) WHO/IAEA: BONN CALL FOR ACTION 10 Actions to Improve Radiation Protection in Medicine in the Next Decade. <https://www.iaea.org/sites/default/files/17/12/bonn-call-for-action.pdf> (2021年4月18日)
- 24) 日本放射線公衆安全学会：医療放射線の適正管理に関する医療機関ならびに地方医療行政機関の対応ガイド。 <http://www.jart.jp/news/ibOrgt0000006cgw-att/ibOrgt0000006cie.pdf> (2021年4月18日)
- 25) 日本医学放射線学会：診療用放射線に係る安全管理体制に関するガイドライン。 http://www.radiology.jp/content/files/20191004_01.pdf (2021年4月18日)