

■原著

質問紙票を用いた放射線治療における診療放射線技師の ヒューマンエラー分析

Analysis of human errors caused by radiological technologists during radiotherapy
with using of the questionnaire and text mining

五十嵐 博¹, 福士 政広²

Hiroshi Igarashi¹, Masahiro Fukushi²

要 旨：放射線治療業務は、高度化、多様化し、さまざまなヒューマンエラーが発生している。本研究では、質問紙調査の結果について、エラーと多忙度との関係・テキストマイニングを用いて放射線治療で発生するエラーを分析した。診療放射線技師 665 名（群馬県内の診療放射線技師 553 名および東京都内 A 大学系列病院 112 名）に質問紙調査を実施し、これまでに経験したエラー内容を回答してもらった。分析には形態素解析ソフト「茶釜」を用いて形態素の抽出等を行った。また、クラスター分析を実施した。その結果、経験したエラー内容としては、「入力ミス等によって過剰・過少照射をしたこと」が最も多かった。また、発生したエラーの状況の形態素は出現頻度順に「患者」、「照射」、「治療」であった。発生原因については「患者」、「確認」、「照射」であった。これらの方法を用いることで、エラーが発生した状況や原因について量的・質的に分析することができた。

キーワード：放射線治療，診療放射線技師，ヒューマンエラー，多忙度，テキストマイニング・クラスター分析

I はじめに

現在の医療は専門分化が進み、分業体制となっており、医師、看護師、診療放射線技師などの様々な職種が専門をもって業務を行っている。また、患者に注目してみると、患者ひとりに対してさまざまなスタッフが関わって治療や検査を実施している。このため、患者に関する情報は業務を担当する全スタッフが共有することが必要になる。しかし、これだけ多様な医療専門職がいると、情報の共有を行うことが困難になり、情報伝達の

ヒューマンエラーが発生する。

なかでも、放射線治療業務は、放射線科医師、診療放射線技師（放射線治療専門放射線技師含む）、看護師、医学物理士、放射線治療品質管理士等の多くの専門スタッフが連携をしながら的確な治療を実践している。しかし、放射線治療計画装置やライナックへの MU 値をはじめとする治療に必要な情報の入力ミス等により、過剰照射や過少照射事例の報告が世界的に発生している¹⁾。また、放射線治療では高エネルギー放射線を用いた

1 群馬県立県民健康科学大学診療放射線学部 School of Radiological Technology, Gunma Prefectural College of Health Sciences

2 首都大学東京大学院人間健康科学研究科 Graduate School of Human Health Sciences, Tokyo Metropolitan University

め、放射線治療業務のヒューマンエラーは患者の生命に係わる重大な問題であるといえる。

II 研究目的

診療放射線技師は、放射線治療のみならず、一般撮影、回診撮影、血管造影、エックス線 CT 検査、MRI 検査、核医学検査、超音波検査等にかかわり、多様な放射線機器を活用し、患者へ医療サービスを提供している。よって、放射線関連業務は通常のヒューマン-マシン・システム²⁾に「患者」という最も重要な因子が加わる複雑な環境となる。このような環境下で、患者の苦痛が最小限になり、より正確な治療等が提供できるよう、そして事故が起こらないように各人が注意・努力している。しかし、日進月歩で機器が多機能化するとともに、操作や機能の複雑化等によって業務量も増加していることも事実である。

最近では、現場の業務が高度化、多様化、そして複雑化し、様々なインシデントおよびアクシデントが起こっている。

そこで、本研究では放射線治療業務におけるインシデントやアクシデントを含むエラーの発生状況および原因について、エラー内容と多忙度およびテキストマイニング手法とクラスター分析を行い、ヒューマンエラーについて明らかにした。

III 用語の定義

1. 用語の定義

1) エラー

計画された知的または物理的な活動過程で、意図した結果が得られなかったときで、これらの失敗が他の出来事によるものでないときの、すべての場合を包含する本質的な項目である³⁾。

2) インシデントとアクシデント

「インシデント」とは、患者に傷害を及ぼすことがなかったが、日常診療の場でヒヤリとしたりハッとしたりした事象である。たとえば、事故が起こりそうな状況に前もって気づいた事例や、誤った措置が実施される前に気づいた事例、誤った措置が実施されたが何ら影響がなかった事例などである。

「アクシデント」とは、事の大小や過失の有無を

問わず、医療従事者が予想しなかった悪い結果が患者に発生した事象である。このため、不可抗力による事例や患者自身による自傷行為なども含まれる。また、極めて微少な擦過傷から死亡まで、患者にわずかでも何らかの影響が生じたものすべてを対象とする⁴⁾。

3) 多忙度

多忙度とは、忙しさの度数を示すものであり、数値は個人によって異なる主観的な指標である。忙しさは、作業を行う人間の経験年数、知識・技術、心理、疲労等の様々な因子によって評価が異なるものである。このため、同じ業務量・業務内容であっても、経験や知識の有無、疲労の有無等で多忙度は変化するといえる。本研究では、多忙度の状態を「非常に多忙」、「多忙」、「普通」、「やや余裕がある」、「余裕がある」の5段階の順位尺度を用いて分析を行うこととした⁵⁾。この尺度を用いることによって、どのような忙しさのときに事例が発生しているのかを把握することができる。

4) 形態素

形態素とは、「意味を持つ最小の言語単位」であり、形態素解析(テキストマイニング)とは、文字列としてのテキストを形態素ごとに分解することである⁶⁾。

5) クラスター分析とデンドログラム

クラスター分析とは、多変量データを元に類似したケースをまとめていくつかのグループ(クラスター)に分けていく分析である。デンドログラムとは、クラスター分析の結果を視覚化したものであり、クラスターを形成していく過程を示している⁷⁾。なお、デンドログラムの横軸の数値は、クラスター間の距離(類似度)を示している。

IV 研究方法

1. 研究対象・実施時期

対象者は、(社)群馬県放射線技師会員 553 名(2008 年 2 月末現在)および東京都内 A 大学系列病院に勤務する診療放射線技師 112 名(2009 年 9 月末現在)の合計 665 名とした。研究を開始するにあたり、群馬県放射線技師会長および理事会の承諾を得たほか、A 大学系列病院の各放射線技師長の許

可を得て実施した。なお、調査実施時期は、群馬県が2009年4月、東京都内A大学系列病院は2009年10月である。

2. 質問項目

質問項目は、担当する業務について、エラーの具体的内容、発生時の対応、原因等を記述回答し

てもらった(複数回答可)。今回の研究で実際に使用した放射線治療に関する質問紙は図1のとおりである。

3. 研究方法

データの収集には質問紙法を用いた。また、質問紙票の配布および回収については郵送法を用いた。

あなたが担当した業務(過去の担当も含む)の中で、あなたが経験・遭遇した事例(エラー、事故、未然に防ぐことができたヒヤリ・ハット事例も含む)に該当するものを選んでください。複数回答していただいても結構です。また、該当するものがない場合は「その他」にご記入ください。また、そのときの多忙度、状況(経緯、患者の状態、対応、原因等を具体的に記入ください。

放射線治療について

1. 患者が装置と接触、衝突したりしたこと。
2. 患者が治療台から落下したこと。
3. 装置の器具・補助具等を患者の上に落下させたこと。
4. 治療計画の入力ミス等によって過剰・過小照射をしたこと。
5. 患者を間違えて治療したこと。
6. 患者から苦情を受けたこと。
7. その他

・エラー事例を体験したときの状況の多忙度を教えてください。

1. 非常に多忙
2. 多忙
3. 普通
4. やや余裕がある
5. 余裕がある

太字内はクラスター分析に利用した記述部分

エラーの内容	多忙度	そのときの状況 (経緯、患者の状態、対応等)	エラーが発生した原因

図1 使用した質問紙票の一例

4. 分析方法

- 1) 収集したデータから、エラー内容と多忙度のクロス集計表を作成した。なお、分析には SPSS for Windows 10.1.3J および Microsoft Excel 2002 を使用した。
- 2) 収集したデータのうち、多忙度に注目し、多忙度とエラーの関係を Kruskal Wallis 検定を用いて検証した⁸⁾。
- 3) エラー発生時の対応のうち、「治療計画の入力ミス等によって、過剰・過少照射をしたこと」について記述回答にて得た原因を表にした。
- 4) 一般撮影および回診撮影ともに、収集したデータから記述による回答のあったエラー発生状況とその原因について茶釜(WinCha2000)を用いて回答部分の文章を形態素に分解した。
- 5) 形態素の中から、「形容詞(自立, 接尾, 非自立)」と「名詞(サ変接続, 一般, 形容動詞語幹, 固有名詞語幹)」のみを選択し、2回以上の出現頻度表を作成した。
- 6) 4.5の形態素について SPSS for Windows 10.1.3J および Microsoft Excel 2002 を用いて Ward 法によるクラスター分析を行い、デンドログラムを作成した^{9,10)}。

5. 研究対象者への倫理的配慮

(社)群馬県放射線技師会の名簿を使用することについては、会長に了承を得た。また、東京都内 A 大学系列病院については、研究者が直接、各放射線技師長に趣旨説明を実施し、協力を得た。質問紙は無記名とし、調査結果は個人が特定されないようにすることを明記し、本人の自由意志によって調査への参加が得られるようにした。なお、回収に際しては、個人名が特定できないよう、回答者個々で完封の上、研究者宛に個別送付すること

とした。また、質問紙の内容等については群馬県立県民健康科学大学倫理委員会にて審査を経て承認されたものを使用した。

6. 本研究の信頼性

本研究では、信頼性を確保するために以下の手続きをとった。①研究者間で診療放射線業務において発生すると考えられるエラーを検討し質問項目とした。②28名にプレテストを実施し、追加項目の有無、理解が困難な表現の有無について意見を収集し、修正を行った⁵⁾。

V 結果

質問紙の回収率は30.8%であり、回収された質問紙のすべてに経験したエラーの記載があったため、205名すべてを分析対象とした。この中から放射線治療にエラー経験の記載のあった21事例を分析対象とした。

1. 発生したエラーと多忙度との関係

表1に示すとおり、21事例のうち、7例が「治療計画の入力ミス等によって、過剰・過少照射をしたこと」であった。次いで、「患者が装置と接触・衝突したこと」、「患者が治療台から落下したこと」、「患者から苦情を受けたこと」が各2例であった。エラー発生時の多忙度については、「普通」15例、「多忙」および「非常に多忙」が、それぞれ3例であったが、統計的有意差はなかった($p > 0.05$)。

2. 「治療計画の入力ミス等によって、過剰・過少照射をしたこと」7事例の詳細

表2に示すとおり、機械的な要因(データ登録、投与量・期間・リーフ変更等)と人為的な要因(ダブルチェック未実施、皮膚マーカの不鮮明等)等の様々な要因で発生していることがわかる。

表1 発生したエラーと多忙度との関係

	多忙度			合計	
	非常に多忙	多忙	普通		
エラー内容	患者が装置と接触・衝突したこと		2	2	
	患者が治療台から落下したこと		2	2	
	装置の器具・補助具等を患者の上に落下させたこと		1	1	
	治療計画の入力ミス等によって、過剰・過小照射をしたこと	3	1	3	7
	患者から苦情を受けたこと			2	2
	その他		2	5	7
合計	3	3	15	21	

表2 治療計画の入力ミス等によって、過剰・過少照射をした7事例の内訳(各1例ずつ)

ダブルチェックをせずに投与してしまった。
通常使用している装置が故障により、別装置に登録したが、エネルギー変更せず実施してしまった。
予定患者の実施をしなかった(未治療日になった)。
皮膚マーカの不鮮明により、治療部位がずれてしまった。
計画変更したものの投与量の変更をしなかった。
2門照射の1門のみしか実施しなかった。
祝祭日・週休日の関係で、一時的に投与量を変更したが(増量)、その後、元に戻さないまま継続してしまった。

表3 分析対象の詳細について

種別	回答人数	記述者数	全形態素数	採用の形態素数
エラー発生状況	34	20	616	163
エラーの原因	34	20	491	121

表4 エラー発生状況の記述で用いられている形態素

形態素	頻出頻度
患者	12
照射	11
治療	7
照射野	5
Gy	3
ガントリ	3
技師	3
接触	3
落下	3
1回量	2
エネルギー	2
データ	2
リーフ	2
回転	2
主治医	2
縮小	2
照合	2
説明	2
装置	2
点滴	2
登録	2
非常	2
部位	2
変更	2

表5 エラー発生原因の記述で用いられている形態素

形態素	頻出頻度
患者	6
確認	5
照射	4
ライナックグラフィ	3
技師	3
治療	3
不足	3
ダブルチェック	2
チェック	2
作業	2
撮影	2
室内	2
照射野	2
人	2
線量	2
操作	2
装置	2
体制	2
付近	2
変更	2
名前	2

3. テキストマイニングの分析対象

回答者数、記述者数、全形態素数、分析に採用した形態素数は、表3に示すとおりである。放射線治療に関するエラーについては、記述回答が20例、全形態素数は491～491、採用の形態素は121～163であった。

4. 放射線治療におけるエラー発生状況および発生原因の形態素数

表4に示すとおり、エラー発生状況については、出現頻度順に「患者(12回)」、「照射(11回)」、「治療(7回)」、「照射野(5回)」、「Gy(3回)」、「ガントリ(3回)」、「技師(3回)」、「接触(3回)」、「落下(3回)」であった。

表5に示すとおり、エラーの発生原因につい

ては出現頻度順に「患者(6回)」、「確認(5回)」、「照射(4回)」、「ライナックグラフィ(3回)」、「技師(3回)」、「治療(3回)」、「不足(3回)」であった。

5. 放射線治療におけるエラー発生状況および発生原因のデンドログラム

図2から、大きく「部位」から「技師」までのクラスター1, 「治療」、「照射野」のクラスター2, 「患者」、「照射」のクラスター3の3つを構成している。

図3から、大きく「変更」から「チェック」ま

でのクラスター1, 「治療」、「不足」、「ライナックグラフィ」、「技師」のクラスター2, 「確認」、「照射」、「患者」のクラスター3の3つを構成している。

VI 考察

1. 放射線治療におけるエラー内容と多忙度

今回の研究から、「入力ミス等によって、過剰照射・過少照射をした」経験が最も多いことがわかった。また、その原因についても容易に分類が

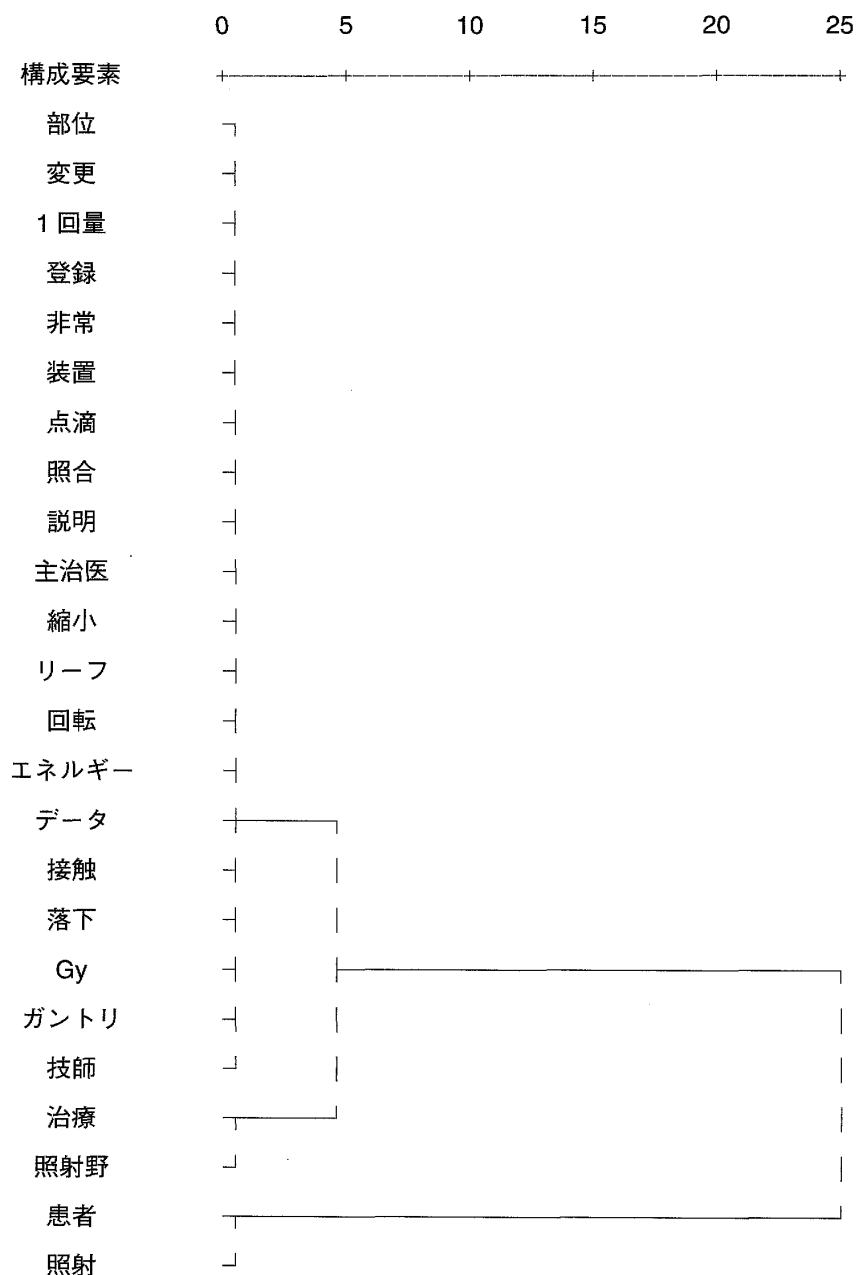


図2 エラー発生状況のデンドログラム

可能なほど、単純なものではなく、機械的、人為的等の複数の要因が関係してエラー発生に参与していることが考えられる。これは、治療計画から実際の治療実施までに、シミュレーション、照射野設定、照射方法、投与線量等の複数のステップを放射線科医師、診療放射線技師らが関係している放射線治療独特のエラーであるといえる。WHOの報告¹⁾においても、過剰・過少照射が世界的に発生していることがうかがえる。しかし、群馬県では、県内の病院133施設¹¹⁾に対して放射線治療が可能な施設は7施設¹²⁾であり、約5%の医療機関に限られている。このことから、本研究にて得られた事例についても21例となり、十分なデータ数が得られなかった。今後は、調査規

模を拡大していく必要がある。

2. エラー発生状況および発生原因の形態素数とデンドログラム

放射線治療におけるエラー発生状況は、表4に示すように、「患者(12回)」、「照射(11回)」、「治療(7回)」、「照射野(5回)」、「Gy(3回)」、「ガントリ(3回)」、「技師(3回)」、「接触(3回)」、「落下(3回)」といった形態素の出現頻度が高いことから、患者の治療時に照射野やガントリ等に関係したエラーやトラブルが発生していると示唆される。図2のデンドログラムからは、大きく「部位」から「技師」までのクラスター1、「治療」、「照射野」のクラスター2、「患者」、「照射」のクラスター3このことから、同様に治療時に照射に関するエ

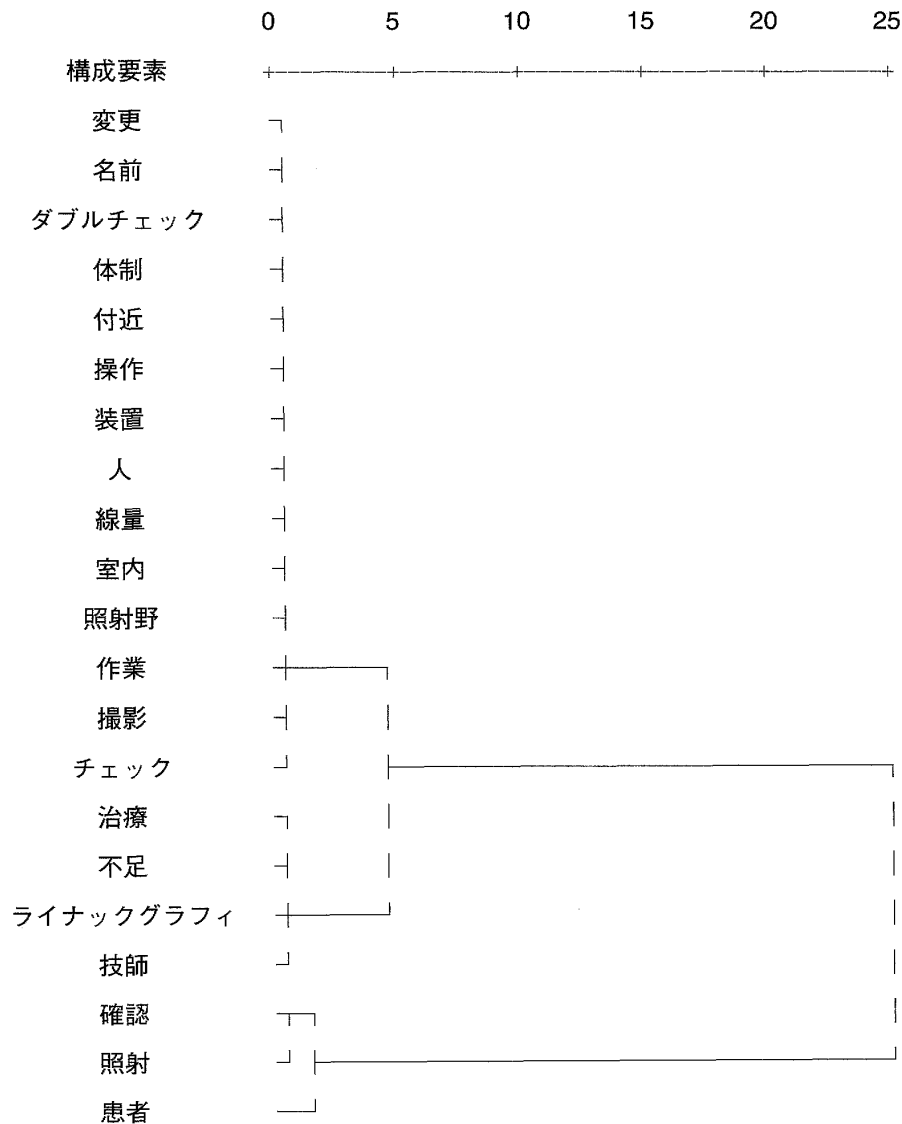


図3 エラー発生原因のデンドログラム

ラーが発生していることがうかがえる。

放射線治療におけるエラー発生原因は、表5に示すとおり、「患者(6回)」、「確認(5回)」、「照射(4回)」、「ライナックグラフィ(3回)」、「技師(3回)」、「治療(3回)」、「不足(3回)」であった。出現頻度から患者やライナックグラフィ、照射の確認に関係したエラーの発生原因が示唆される。また、図3のデンドログラムからも同様のエラー発生原因が考えられる。

VII 結論

質問紙調査の結果から放射線治療業務について統計を行い、発生しているエラーが明らかになった。中でも、治療実施までに多くの手順を要することから、各ステップ間や実際に業務を行う診療放射線技師間のエラーによる結果として、過剰・過少照射に関係した事例が多いといえる。

また、質問紙調査の記述回答に対して、形態素解析を実施することでエラー発生状況と発生原因を把握することができた。

謝辞：本研究を実施するにあたり、質問紙調査にご協力いただきました(社)群馬県放射線技師会の皆様ならびに、東京都内A大学系列病院の皆様に感謝申し上げます。なお、本研究は科学研究費補助金 若手研究(B) (課題番号：21790503)の助成を受けたものである。

文献

- 1) World Health organization (WHO): An international review of patient safety measures in radiotherapy practice. RADIOTHERAPY RISK PROFILE Technical Manual : 75-83, World Health organization (WHO), 2008.
- 2) Marilyn S B : Error Reduction as a Systems Problem. MUMAN ERROR in MEDICINE : 67-71, Lawrence Erlbaum, New Jersey, 1994.
- 3) James R : Some working definitions. Human Error : 9-10, Cambridge University Press, New York, 1990.
- 4) 相楽有美, 岩波浩美, 定廣和香子, 他 : 医療事故に関連する用語の定義の現状と特徴—看護基礎教育課程における安全管理教育の充実に向けて—. 群馬県立県民健康科学大学紀要, 3 : 83-99, 2008.
- 5) 五十嵐博, 宮本晃, 福士政広, 他 : 診療放射線技師のヒューマンエラーに関する基礎的研究—エラー内容の把握と多忙度との関係に焦点を当てて—. 群馬県立県民健康科学大学紀要, 4 : 13-24, 2009.
- 6) 藤井美和 : テキストマイニングで広がる福祉・心理・看護研究の世界. 藤井美和, 小杉考司, 李政元編著, 福祉・心理・看護のテキストマイニング入門 : 10-11, 中央法規, 東京, 2005.
- 7) 石村貞夫, デズモンド・アレン : すぐわかる統計用語 : 73, 173, 東京図書, 東京, 1997.
- 8) Marjorie A P : NONPARAMETRIC STATISTICS FOR HEALTH CARE RESEARCH Statistics for Small Samples and Unusual Distributions : 212-222, SAGE Publications, California, 1997.
- 9) 李政元 : 「茶筌」とExcelを使って多変量解析用データをつくる. 藤井美和, 小杉考司, 李政元編著, 福祉・心理・看護のテキストマイニング入門 : 76-93, 中央法規, 東京, 2005.
- 10) 石村貞夫 : 第13章 クラスター分析. 石村貞夫, SPSSによる多変量データ解析の手順, 第2版 : 172-181, 東京図書, 東京, 2001.
- 11) 群馬県保健福祉部医務課 : 群馬県病院要覧, <http://www.pref.gunma.jp/02/d1010004.html>. (アクセス日 : 2011年4月28日)
- 12) 日本放射線腫瘍学会 : 【関東】認定施設一覧, http://www.jastro.or.jp/recognition/center_area.php?area=5. (アクセス日 : 2011年4月28日)

Abstract : Modern radiotherapy has been improved and diversified, however, various human errors occur during treatment. Relationship between errors and workload was examined using text mining. A questionnaire survey was conducted executed with radiological technologists (n = 665) that were working in Gunma Prefecture (n = 553) and at hospitals affiliated with a university in Tokyo (n = 112), in order to investigate errors made by the technologists. The results were analyzed using morphological analysis software “Win Cha 2000” and morphemes were extracted. Cluster analysis was also conducted. The results indicated that the errors of over, or under irradiation caused by input mistakes were the most frequent type of error. Morphemes of error conditions were “patient,” “irradiation,” and “therapy” according to the order of the frequency of these errors, and morphemes of the cause of error were “patient,” “confirmation,” and “irradiation.” The method of analysis used in the present study made it possible to analyze the causes and conditions of errors both quantitatively and qualitatively.

Key words : radiotherapy, radiological technologist, human error, degree of busyness, text mining

(2011年3月2日 原稿受付)