

厚生労働科学研究費補助金

医療技術評価総合 研究事業

医療機関における放射線安全の確保に関する研究

(課題番号:H16-医療-009)

平成16年度 総括・分担研究報告書

主任研究者 伊東 久夫

(千葉大学大学院医学研究院)

平成17(2005)年4月

目次

I. 総括研究報告		
医療機関における放射線安全の確保に関する研究	-----	3
伊東久夫		
II. 分担研究報告		
1. 放射線治療の事故防止と安全確保に関する研究	-----	9
伊東久夫、池淵秀治、成田浩人、戸川貴史、中川恵一		
(資料1-1) 放射線治療施設の001定期構造調査結果	-----	15
(資料1-2) 放射線治療における診療実態調査	-----	21
(資料1-3) 放射線治療安全管理のための指針	-----	25
(資料1-4) 高エネルギー放射線治療システム装置 受渡ガイドライン	-----	29
(資料1-5) 放射線治療における医療事故防止のための 安全管理体制の確立に向けて(提言)中間報告	-----	47
2. 医療被ばくの国際機関の指針及び勧告の解析並びに医療安全対策 の基本要件の検討に関する研究	-----	81
池淵秀治		
(資料2-1) 医療放射線の防護体系	-----	87
(資料2-2) 医療機関における放射線防護と医療安全対策の基本要件	-----	89
3. 放射線診断・Interventional Radiologyにおける医療被ばく の安全確保に関する研究	-----	95
成田浩人		
(資料3-1) 放射線診断・Interventional Radiologyの安全確保	-----	99
4. 放射線治療における医療被ばくの安全確保に関する研究	-----	107
中川恵一		
(資料4-1) 放射線治療における医療被ばくの安全確保	-----	111
5. 核医学における医療被ばくの安全確保に関する研究	-----	133
戸川貴史		
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	-----	141
IV. 研究成果の刊行物・別冊	-----	143

医療機関における放射線安全の確保に関する研究

代表研究者 伊東 久夫 千葉大学大学院医学研究院教授

研究要旨

医療放射線被ばくの防護・安全管理は、国際的に大きな問題となっており、多くの指針や手引き書が出版されている。わが国でもこの問題に対して従来から検討が行われ、各領域で各種の指針等が作成されてきた。本研究は従来の研究とは異なり、国際的な視野に立って、包括的な医療放射線被ばくの安全管理に関する指針を作成することを目的とした。

初年度は、最近頻発する放射線治療の誤照射事故を防止・低減するため、わが国における放射線治療の構造、事故の原因、放射線治療の現況、を解析し、問題点を抽出した。その結果、放射線治療誤照射事故の多くは、ヒューマンエラーに関連することが示唆された。放射線治療の持つ構造的問題を含めて、事故防止のための指針を作成した。各施設は指針に基づき事故防止に役立つマニュアルを整備し、2重チェックの推進等の事故防止策に取り組むことが期待される。また、医療における放射線被ばくの防護と安全管理に対する包括的な指針を作成するため、可能な限りの資料収集を行った。

分担研究者・所属機関・職位

池淵秀治・(社)日本アイソトープ協会・室長
成田浩人・東京慈恵会医科大学附属病院・技師
長補佐
戸川貴史・千葉県がんセンター・部長
中川恵一・東京大学医学部・助教授

において活発に検討されている。国際放射線防護委員会(ICRP)は1990年新たな防護の概念に基づく勧告を行った。国際原子力機関(IAEA)・世界保健機構(WHO)はこの概念に基づいて、2002年医療における放射線防護の指針を発表した。わが国もこの指針を守ることが要求されている。IAEA・WHOの公表した指針は多少抽象的であったが、英国の医療物理工学協会(IPEM)はこの指針をいち早く取り入れ、世界に先駆けて医療における放射線防護の明確な指針を発表した。この指針は各国が医療の放射線防護を考える上で、教科書とすべきものと評価されている(分担研究2資料1-1参照)。

本研究はわが国における医療の放射線防護・安全管理のため、国際的ハーモニゼーションを図りつつ、わが国の医療の実態に即した実践的な医療放射線の安全対策指針を作成し、医療機関における医療被ばく行為の標準化を図り、医療過誤の再発防止に寄与するなど、医療放射線の安全利用の達成に資することを目的とした。

A. 研究目的

患者はもとより医療従事者に対する安全管理は、医療機関が積極的に取り組むべき課題の1つであり、医療機関には安全指針の整備が義務づけられている。現在の医療において、放射線を用いた検査と治療は不可欠となり、使用可能な機器の進歩も日進月歩である。わが国においても、最新の診断用あるいは治療用機器の普及が目覚ましい。これらの使用にあたっては、患者と医療従事者に対する放射線被ばくの防護・安全管理が、きわめて重要な課題となっている。

最近、医療被ばくの防護・安全管理にはいろいろの問題が提起され、国際機関及び諸外国に

B. 研究方法

本研究課題には2つの主要な課題が含まれている。すなわち、(1)最近わが国で頻発した放射線治療における誤照射事故を防止するための研究と、(2)医療全般における放射線防護・安全管理に対する研究である。上記目的を達成するため、全体で3年間の研究計画を立案した。

(1)の放射線治療における誤照射事故の防止は緊急課題であり、参加研究者全員が本年度最初に取り組む研究課題とした。研究方法として、日本放射線腫瘍学会が最近行った、(1)わが国における放射線治療の構造、(2)事故の原因、(3)放射線治療の現況、等の資料を解析して、問題の抽出を行った。これに基づき、(4)各施設が事故防止のためのマニュアルを整備する場合、参考とすべき指針を作成することとした(分担研究1)。

(2)の医療全般における包括的放射線防護・安全管理に対する研究は、分担研究者毎に3年間で提言をまとめ、最終的に医療被ばく行為の標準化を趣旨とする指針を作成する。分担研究者毎の分担研究課題は、(1)医療被ばくの安全確保に関する基本要件の検討(池淵秀治)、(2)放射線診断における医療被ばくの安全確保に関する研究(成田浩人)、(3)核医学における医療被ばくの安全確保に関する研究(戸川貴史)、(4)放射線治療における医療被ばくの安全確保に関する研究(中川恵一)、とした。上記方針に従って、初年度(平成16年度)は資料の収集を行った。具体的には、わが国ですでに刊行された各種指針を収集し、その特徴と問題点を解析した。また、IAEAの安全指針(RS-G-1.5)(2002)と、英国の「医療領域の放射線防護における実践ガイド」(2002)を加味した提言と指針を作成するため、これら専門書の日本語訳を作成した。

来年度以降、(1)放射線治療機器を提供する機器メーカーの事故防止指針、小線源治療に関する事故防止指針、等を追加し、国際的な規準とも整合性をとり、放射線治療全体にわたる医療安全に関する指針を作成する。(2)放射線診断、核医学診断に関する事故防止のために指針を作成する。この作成には、昨年度調査・研究を

行った資料を使用し、国際的に評価され、かつ、本邦の実状に合うものとする。最終的には、外部の専門家を研究協力者として、全ての指針とマニュアルに対して評価を受ける。その結果を基に国際的にも認められ、本邦の実状にも合致した、医療放射線防護・安全取り扱いの指針とマニュアルを完成させる。

C. 研究成果

研究計画に従って、平成16年度の成果は以下の様に要約できる。

1. 緊急性課題の放射線治療外部照射における誤照射事故を予防するための研究では、以下の様な結果を得た(分担研究1)。

- 1-1) 構造調査の結果、過去10年間に治療機器は約1.3倍に増加した。一方、放射線治療を専任とする技師数は増加したが、医師数に増加はなかった。そのため、わが国の放射線治療の構造として、事故防止に役立つような変化は認められなかった。現状の人員や構成で事故防止に積極的に取り組むためには、日進月歩の放射線治療に対して、医療従事者の全体的なレベルの向上が必要である。
- 1-2) 過去7年間に公表された外部照射放射線治療の誤照射事故の原因は、(1)機器の新規購入や改修時、治療計画装置に登録する基本データの入力ミス、(2)治療を行う異職種間での連携の不備、に分類される。前者が圧倒的に多かったが、後者は国民に大きな不安感を与えた。機器導入・改善時の業者と受け入れ側の対応に改善が必要である。
- 1-3) 放射線治療の現状調査から、線量評価等の重要項目に対する定義の不統一、医師の口頭による指示、線量の実測をマニュアルに従って施行していない、等の問題点が明らかになった。これらは将来誤照射につながる可能性があり、改善策が必要と考えられた。医療従事者間の連携不備を含めて、ヒューマンエラー防止に対する構造的な改善が求められた。
- 1-4) 上記の様な状況において、医療機関の安全管理による一般的なヒューマンエラーに

対する対策に加えて、放射線治療の持つ課題に対する対策が必要である。事故防止と安全管理のための1手法として、2重チェック体制の確立を含めて、直ちに改善すべき問題に関する指針を作成した(分担研究1資料1-3)。

2. 医療全般における包括的放射線防護・安全管理に対する研究では、以下のような結果を得た。

2-1) IAEA の国際基本安全基準(BSS)、IAEA等の医療被ばくに関する安全指針(RS-G-1.5)、ICRP 勧告及び英国の臨床と歯科ガイダンスノート (IPEM) 等の諸外国における医療被ばくの安全対策に関して調査、解析を行った(分担研究2)。

2-2) 放射線診断の適用範囲、放射線防護の原則、放射線設備の構造、装置及び施設のメンテナンス並びに品質保証、患者の防護、診断参照レベルに関する調査を行い、これらについてのマニュアルの素案を検討した(分担研究3)。

2-3) 核医学診断について、診断の適用範囲、管理原則、従事者の役割と責任、患者の防護、装置の搬入とメンテナンス及び品質管理、放射線防護装置等の準備、放射性医薬品の品質保証、訓練及び事後的医療被ばくの調査などの事項を網羅したマニュアルの素案を検討した(分担研究4)。

2-4) 放射線治療の適用範囲、装置、操作上の考慮、線源の校正、臨床上の線量計測と治療計画、放射線治療の品質保証、訓練及び事後的医療被ばくの調査などを網羅したマニュアルの素案を検討した(分担研究5)。

(倫理面への配慮)

研究の主目的が医療放射線の安全対策に関するマニュアル作成等であるが、個人情報等の収集が必要となる場合には、個人の了解を得るようにして、かつ、個人の情報が外部に漏えいしないよう配慮する。

D. 考 察

医療技術の急速な高度化や治療内容の複雑化は、医療の専門分化を招いている。現在の医

療は多くの医療関係者、様々な職種の連携によって提供されるようになってきた。こうした中、医療提供システムを見通した医療の安全管理を行うためには、行政、医療界、医薬品・医療機器業界等の連携の下での組織的、体系的な安全対策の取組みが不可欠となっている。

最近発生した放射線治療に関する事故の原因は、機器への基本データ入力ミスと異職種間の情報伝達の不備で、いずれもヒューマンエラーと言い換えることが出来る。ヒューマンエラーは厚生労働省の医療安全管理でも極めて重要な課題とされ、事故防止に向けて検討が行われている。ヒューマンエラーの予防・低減には、(1)医療機関の管理者及び医療安全管理者の資質の向上、(2)ITを利用した医療安全対策、(3)事故を起こしにくい環境の整備、が提案されている。また、医療機器に関する安全性確保の取り組みとして、(1)医療機器の適切な管理及び情報提供の促進(2)人間の行動特性を考慮した製品改良の促進、(3)医療事故情報収集、があげられている。

放射線治療の事故防止は、上記のヒューマンエラーの予防・低減に対する取り組みを積極的に取り入れ、改善していく必要がある。一般的ヒューマンエラーに対する取り組み以外に、現状調査から明らかになった放射線治療の問題点として、医師の口頭による指示、同一用語に対する異なる定義の適応、1人による業務の遂行などがある。これらの課題に対しても対策が必要となる。また、放射線治療には構造的に慢性的人的資源不足があり、日進月歩の放射線機器の進歩に十分に対応できていない。さらに、放射線治療機器は数種類の機器を組合せて使用するため、施設毎に独自の調整が必要である。しかし、病院管理者や治療を専任としていない医師・技師は、この点の認識が不足している。これらの因子も放射線治療事故の原因となる危険性を持っている。そのため、上記の危険因子に対して、機器の安全使用と医療関係者間のコミュニケーションを促進するための指針を作成した。各施設は指針に沿ってマニュアルを作成し、事故防止に積極的に取り組むことが期待される。また、施設内での検討会や院外の勉強会への参加促進、等、技量の向上も重要な課題と考えられる。これらの対策と共に、放射線治療における構造上の問題を解決する方法として、放射線の品質を管理する第三者組織を構築していくことが必要と考えられる(分担研究1資料1-5)。

放射線防護・安全管理は放射線に関連した被ばく事故防止以外に、放射線の適正使用を促進し、医療被ばくを軽減することも極めて重要な課題である。欧米各国で医療放射線の安全管理指針・マニュアルが完成されている。しかし、わが国の医療はいろいろの点で欧米と異なり、欧米の手法をそのまま導入することは出来ない。わが国の実態に即した医療機関における医療安全を推進するためには、利用可能な実践的医療放射線の安全マニュアルを構築し、医療放射線の医療安全対策に寄与することが極めて重要である。従来、各種の学会や関連機関が同様な目的で研究を行ってきた。本研究が従来の研究と異なるのは上述の如く、(1)国際的な視野に立って、国際的に重視されている点を十分加味する、(2)上記の目的を達成するため、国内の各種関連学会と慎重に協議して、実行可能なものとする、ことである。

E. 結 論

医療における放射線安全の確保は、国際的に大きな問題となっており、多くの指針や手引き書が出版されている。わが国でもこの問題に対して従来から検討が行われ、各領域で各種の指針等が作成されてきた。本研究は従来の研究とは異なり、国際的な視野に立って、包括的な医療における放射線の安全確保に関する指針を作成する。初年度は、最近頻発する放射線治療の医療事故を減らすため、わが国における放射線治療の構造、事故の原因、放射線治療の現況、をアンケート調査・資料に基づき解析し、事故防止のための指針を作成した。また、包括的な医療における放射線の安全確保に対する指針を作成するため、出来る限りの資料収集を行った。

F. 健康被害情報

現在のところ報告すべき情報はない。

G. 本研究の成果 (予定を含む)

著 書 :

1. 宇野 隆、磯部公一、伊東久夫 (2004) 術後照射の適応と方法・治療結果について教えてください。放射線治療 専門医に聞く最新の臨床 pp218-220.
2. 宇野 隆、磯部公一、伊東久夫 (2004) 子宮頸部断端癌の治療について教えてください。放射線治療 専門医に聞く最新の臨床 pp221-222.

論 文 :

3. Kawata T, Ito H, Uno T, et al.(2004) G2 chromatid damage and repair kinetics in normal human fibroblast cells exposed to low- or high-LET radiation. *Cytogenet Genome Res* 104:211-215.
4. Uno T, Ito H, Isobe K, et al.(2005) Postoperative pelvic radiotherapy for cervical cancer patients with positive parametrial invasion. *Gynecol Oncol* 96:335-340.
5. Mitsuhashi A, Uno T, Tanaka et al. (2005) Phase 1 study of daily cisplatin and concurrent radiotherapy in patients with cervicla carcinoma. *Gynecol Oncol* 96:194-197.
6. Ogawa K, Shikama N, Ito H, et al. (2004) Long-term results of radiotherapy for intracranial germinoma: a multi-institutional retrospective review of 126 patients. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 58(3):705-713, 2004.
7. Takeda A, Shigematsu N, Ito H, et al. (2004) Evaluation of novel modified tangential irradiation technique for breast cancer patients using dose-volume histograms. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 58(4): 1280-1288.
8. Isobe K, Uno T, Ito H, et al. (2004) Radiation therapy for idiopathic orbital myositis: two case reports and literature review. *Radiat Med* 22(6):429-31.
9. Ikeda M, Motoori K, Ito H, et al. (2004) Warthin tumor of the parotid gland: Diagnostic value of MR imaging with histopathologic correlation. *Am J Neuroradiol* 25:1256-1262.
10. Motoori K, Yamamoto S, Ito H, et al. (2004) Inter- and intratumoral variability in magnetic resonance imaging of pleomorphic adenoma. An attempt to interpret the variable magnetic resonance findings. *J Comput Assist Tomogr* 28(2):233-246.
11. Ueda T, Tobe T, Ito H, et al. (2004) Selective intra-arterial 3-dimensional computed tomography angiography for preoperative evaluation of nephron- sparing surgery. *J Comput Assist Tomogr* 28:496-504.

関連業績

著 書 :

1. 伊東久夫、宇野 隆、川田哲也、磯部公一 (2004) 子宮頸癌・子宮体癌・卵巣癌の診断と治療 IV 卵巣癌、卵巣癌の治療、放射線療法Ⅰ概論Ⅰ。日本臨床増刊号 62(10):560-564.
 2. 伊東久夫、宇野 隆、川田哲也 (2005): J.女性生殖器 1.子宮頸癌。放射線治療グリーンマニュアル(久保敦司、土器屋卓志、安藤 裕編)、金原出版、東京、pp238-245
 3. 伊東久夫、宇野 隆、川田哲也 (2005): J.女性生殖器 2.子宮体癌。放射線治療グリーンマニュアル(久保敦司、土器屋卓志、安藤 裕編)、金原出版、東京、pp245-248
 4. 伊東久夫、宇野 隆、川田哲也 (2005): J.女性生殖器 3.卵巣癌。放射線治療グリーンマニュアル(久保敦司、土器屋卓志、安藤 裕編)、金原出版、東京、pp249-252
 5. 伊東久夫、宇野 隆、川田哲也 (2005): J.女性生殖器 4.腔癌。放射線治療グリーンマニュアル(久保敦司、土器屋卓志、安藤 裕編)、金原出版、東京、pp252-254
 6. 伊東久夫、宇野 隆、川田哲也 (2005): J.女性生殖器 5.外陰癌。放射線治療グリーンマニュアル(久保敦司、土器屋卓志、安藤 裕編)、金原出版、東京、pp255-259
 7. 磯部公一、宇野隆、伊東久夫 (2004)胃リンパ腫治療と放射線治療の時期と役割を教えてください。放射線治療 専門医に聞く最新の臨床 pp262-264, 2004.
 8. 磯部公一、宇野隆、伊東久夫 (2004)新 WHO 分類について教えてください。放射線治療 専門医に聞く最新の臨床 pp271-273, 2004.
- 論 文 :
9. Uno T, Isobe K, Kawakami H, et al. (2004) Efficacy and toxicities of concurrent chemoradiation for elderly patients with esophageal cancer. *Anticancer Res* 24(4): 2483-6.
 10. Kazama T, Faria SC, Ito H, et al. (2005) FDG PET in the evaluation of treatment for lymphoma: clinical usefulness and pitfalls. *Radiographics* 25(1):191-207.
 11. Shimofusa R, Fujimoto H, Ito H, et al. (2005) Diffusion-weighted imaging of prostate ca. *J Comput Assist Tomogr* 29:
 12. Isobe K, Uno T, Kawakami H, et al. (2004) A case of bronchiolitis obliterans organizing pneumonia syndrome with preceding radiation pneumonitis after breast-conserving therapy. *Jpn J Clin Oncol* 34(12):755-758
 13. Kawata T, Ito H, George K, et al. (2005) Chromosome aberration induced by high-LET radiations. *Biol Sci Space* 18(4):216-223.
 14. Hosoi Y, Watanabe T, Nakagawa K, et al.(2004) Up-regulation of DNA-dependent protein kinase activity and Sp1 in colorectal cancer. *Int J Oncol* 25:461-468.
 15. Iwase S, Murakami T, Nakagawa K, et al.(2004) Steep elevation of blood IL-6 associated with only late stages of cachexia in cancer patients. *The European Cytokine Network*, 15:312-316.
 16. Tago M, Terahara A, Nakagawa K, et al (2004) Gamma knife radiosurgery for hemangioblastomas. *J Neurosurg (Suppl)* 102, 171-174.
 17. Nakagawa K (2004) Current status and future prospects of radiation therapy and medical accelerator. *Proceedings of the 1st annual meeting of particle accelerator society of Japan and the 29th linear accelerator meeting of Japan* 25-29.
 18. Uozaki H, Fukayama , Nakagawa K, et al. The Pathology of multi-organ involvement: Two autopsy cases of Tokaimura criticality accident. *Brit J Radiol* (in press).
 19. Nakagawa K, Fukuhara N, Kawakami H: A packed building-block compensator (TETRIS-RT) for IMRT delivery. *Medical Phys*, (in press).
 20. Yamashita H, Nakagawa K, Tago M, et al.: Pathological changes after radiotherapy for primary pituitary carcinoma: A case report. *J Neuro-Oncol*. (in press).
 21. Yamashita H, Nakagawa K, Tago M, et al.: Treatment results and prognostic analysis of radical radiotherapy for locally advanced uterine cervical cancer. *Brit J Radiol* (in press).
 22. Yamashita H, Nakagawa K, Tago M, et al. : Comparison between conventional surgery and radiotherapy for FIGO stage I-II cervical carcinoma: a retrospective Japanese study. *Gynecol Oncol* (in press).
 23. 伊東久夫、宇野 隆、磯部公一、川田哲也 (2004) : 子宮体がん治療の CONTRO- VERSY 6. 放射線療法の適応と限界。産科と婦人科、71(2):183-188.
 24. 磯部公一、宇野 隆、伊東久夫 (2004) : 放射線医学と病理学連載 9 総論、現代の放射線治療。病理と臨床、22(3)309-315.
 25. 上野直之、磯部公一、伊東久夫、高野英行 (2004) リンパ節:悪性リンパ腫の画像による病期診断。臨床画像 20(11):174-185.
 26. 中川恵一 (2004) 緩和医療の現状と展望。現代医療 vol36, no6. (編集)
 27. 中川恵一: 放射線治療の光と影。インナービジョン vol19, no 8. (編集)
 28. 岩瀬哲、村上忠、中川恵一、他 (2004) モルヒネ代謝物の活性一少量のモルヒネ投与で呼吸抑制が発現した膀胱癌末期患者の報告一 臨床医薬 20(9), 977-981.
 29. 多湖正夫、辛正広、中川恵一、他 (2004) 聴神経腫瘍に対するガンナイフ治療における腫瘍制御に関する検討。定位的放射線治療、8:93-101.
 30. 山下英臣、中川恵一、大友邦: 胃 MALT リンパ腫における放射線治療の適応 消化器内視鏡 Vol 16(9), 2004

1. 放射線治療の事故防止と安全管理に関する研究

主任研究者 伊東久夫（千葉大学大学院医学研究院放射線腫瘍学 教授）
分担研究者 池淵秀治（日本アイソトープ協会 室長）
成田浩人（東京慈恵会医科大学附属病院 技師長補佐）
戸川貴史（千葉県がんセンター 部長）
中川恵一（東京大学医学部放射線医学 助教授）

研究要旨

医療における安全管理は極めて重要な課題であり、厚生労働省は精力的に対策を検討している。その中で放射線被ばくの防護・安全管理は、国際的にも大きな問題となっている。本項では放射線被ばくの安全管理の中、最近頻発する放射線治療による医療事故の防止・低減を目的に検討した。わが国における放射線治療の構造、事故の原因、放射線治療の現況、を資料に基づき解析し、問題点を抽出した。その結果、事故原因は主にヒューマンエラーに由来すると考えられ、事故防止のための1つの方法として指針を作成した。各施設が指針を参考にしてマニュアルとチェックリストを作成し、積極的に防止に取り組むことが期待される。また、日進月歩の放射線治療機器に対して、医療従事者の質的向上と2重チェックの励行も重要な課題と考えられた。

A. 研究目的

わが国における放射線治療の歴史は長く、ラジウムによる密封小線源治療や深部エックス線治療装置によって行われてきた。その後の技術革新により、1950年代に超高压エックス線治療装置が生まれた。いわゆる直線加速放射線治療装置による放射線治療は、現在、全国約750施設で行われている(文献1-2)。昨今の放射線治療機器は高度化され、コンピュータ制御による精度向上により、強度変調照射にも耐えうる操作性が得られるようになった。しかし、近年、放射線治療における過剰照射や過小照射による医療事故は、高度化された放射線治療システムに起因するとの報告がある(文献3)。また、放射線治療に携わる医師と診療放射線技師のコミュニケーション不足による誤解や、日々発展する医療技術を吸収する機会の欠如、奉仕的な精度品質管理の慣習など、多くの問題が指摘されている(文献4-8)。このような問題を抱え、相次ぐ医療事故のなか、「診療用放射線の過剰照射の防止等の徹底について」医政指発第

0409001号（平成16年4月9日）、医政指発第0525001号（平成16年5月25日）が発せられ、放射線治療の安全管理体制を再点検することが、各医療施設に対して緊急要請された。

放射線の誤照射は、時に多数の患者の生命に関わるほど重要な問題である。当研究班ではこのような状況を踏まえ、放射線治療を行う医療機関における放射線治療に関する安全管理のあり方等について緊急的に研究・検討を行った。

今般、放射線治療に関する安全管理のあり方等の中で早急に呈示すべきものについての検討・結果を取りまとめ、中間報告とすることとした。

B. 研究方法

放射線治療に関する安全管理のあり方等について検討を行うにあたり、以下のことを行った。

- (1) 日本放射線腫瘍学会は日本の放射線治療施設の構造調査を2年毎に定期的に行っ

てきた。2003 年度に行った構造調査の結果を解析し、放射線治療の構造的問題点を抽出した。

- (2) 放射線治療事故の調査報告から事故原因を解析した。
- (3) 多くの事故発生が報道されたため、2004 年 6 月日本放射線腫瘍学会は放射線治療施設の現状について、アンケート調査を行った。本アンケート調査の結果を解析し、問題点を抽出した。
- (4) 放射線治療機器導入や改修に関する問題点の解析を行った。
- (5) 放射線治療に関連する各学会・団体(放射線治療、医学物理、放射線防護等)の関係者が参画して、学会横断的に組織された「放射線治療の品質管理に関する委員会」が提案した、「放射線治療における医療事故防止のための安全管理体制の確立に向けて(提言)」を検討した。

C. 研究結果

1. 放射線治療事故に関連する要因

(1) 放射線治療の構造

日本放射線腫瘍学会は10年以上に渡って、2年毎わが国の放射線治療の構造を調査してきた(資料1-1)。過去10年間の構造の推移をみると、治療患者数は5年間で約2倍に増加している。治療機器の台数は1.3倍程度に増加し、治療専任の技師数は一昨年度からやっと増加の傾向となった。しかし、放射線治療を専任とする医師数に大きな変化はない。したがって、放射線治療の質の改善を人的資源の改善から期待することは難しい。

(2) 最近の放射線治療事故

最近7年間にわが国で報道された放射線治療に関する事故は10件である。国際的にはパナマで1件報告されている。事故の原因として、(1)くさび係数の入力ミスがパナマの事故を含めて4件、(2)治療計画装置の設定ミスが3件、(3)治療装置の操作ミス1件、(4)線量評価法のミスが1件、(5)密封小線源に関する事故2件、であった。すなわち、外部照射に関連するものでは、

コンピュータから出力される数値を信頼し過ぎて起こった事故が8件、医師と技師の連携不足によるものが1件となる。密封小線源の紛失や取り扱いの不注意は古くから報告され、十分注意しているところであるが、相変わらず発生した。

最近の事故の多くは、治療計画装置のコンピュータ・システムへ基本データを入力する際に、誤ったデータを入力していることが特徴的である。この事故は誤りの発見が難しく、多くの患者が治療を受けた後発見されるため、極めて重大な事故となる。

1人の患者の放射線治療には医師、放射線技師をはじめ、数人の医療従事者が係わるが、その間の連絡・意思疎通に齟齬をきたす場合がある。特に、医師の診察室と放射線治療室が隣接していない場合、この危険性が大きくなる。

(3) 放射線治療の実情

日本放射線腫瘍学会は2004年6月、放射線治療における誤照射事故を重視し、わが国の放射線治療施設に対してアンケート調査を行った(資料1-2)。601の施設から回答を得て、回答率は78%であった。回答した施設は放射線治療に対して関心が高い施設とも考えられるが、一応、回答内容はわが国の放射線治療のレベルとした。

質問は1)放射線治療体制、2)治療計画、3)治療の品質管理、の3項目に分けて行われた。このアンケート結果の解析から抽出された問題点は以下の様になった。

- (1) 放射線治療体制では、1)治療の専任医師は33%の施設にしかいない、2)約15%の施設は治療を誰が責任を持っているのか不明、3)治療を専門に担当する技師は約半数の施設にしかいない、4)約15%の施設は治療を片手間に行っている。
- (2) 治療計画では、1)線量計算にコンピュータを用いる施設が約60%、手計算が約30%、2)線量計算値の2重チェックは約60%しか行っていない、3)医師の指示を口頭のみで行う施設が約20%、4)医師と技師の協議は約15%で行われていない。
- (3) 治療の品質管理では、1)品質管理が約20%で行われていない、2)治療を担当する医

師・技師は約75%の施設で品質管理に不安を感じている、3)約20%の施設では極めて危険と感じている、ことである。

今回のアンケート調査では、施設の規模や治療する患者数と、各項目の関係は不明である。したがって、わが国で治療を受けている患者の中、どの程度が不安を伴う治療を受ける可能性があるか不明である。また、今回事故の報告された施設が、どの分類になっているかも不明である。

日本放射線腫瘍学会の構造調査(資料1-1)によると、全大学病院やがんセンターが全施設の約20%で、放射線治療患者中約40%がこの様な施設で治療を受けている。一方、年間治療患者数100名以下の施設が全体の約35%で、約10%の患者はこの様な施設で治療を受けている。

(4) 放射線治療装置導入時の問題

放射線関連機器には放射線診断装置と放射線治療装置がある。前者は国内のメーカーと海外のメーカーが製品を提供している。一方、後者には海外のメーカーの機器しか存在しない。さらに、治療装置は加速器、位置決め装置、治療計画装置からなり、それぞれ異なるメーカーの製品を組合せて使用する。海外メーカーは自社製品に対する品質責任を持っている。しかし、コンピュータに基本データを搭載することや、他社製品との接続に対する責任の所在は不明瞭である。海外ではこれらは購入者の責任とされている。すなわち、治療装置は基本的に購入者(医療機関側)の自己責任で整備・調整(コミッショニング)し、使用することが求められている。

わが国の医療機関は、購入者の自己責任で治療装置を整備する体制に乏しい。そのため、国内の輸入業者が販売後、一応の整備・調整を行ってきた。しかし、異なるメーカー間の接続や不一致に対する責任体制は、極めて不明瞭なままであった。

病院管理者や放射線治療に従事する医療従事者は、“放射線治療装置は単にハードのみが販売されており、購入者が購入後に自己責任で整備して使用する”、ということを充分認識する必要がある。従来、わが国の病院管理者等にはこの認識に乏しく、機器の購入＝安全な使用状態と誤解されてきた様相がある。

(5) 放射線治療にかかわる医療従事者の意識の統一

放射線治療に携わる医療従事者は、主に医師と診療放射線技師である。放射線治療に携わる医師は修練した技量を認定するため、日本医学放射線学会の専門医と日本放射線腫瘍学会の認定医制度がある。両者の関係は必ずしも明瞭ではないが、放射線治療に携わる医師の約98%は片方または両方に所属し、資格を取得している。したがって、両組織を通じて会告を公表すると、緊急課題に対する意思の伝達は可能である。

放射線治療に携わる診療放射線技師等は、日本放射線技師会、日本放射線技術学会、日本放射線腫瘍学会等に所属し、それぞれの認定や検定制度を受験してきた。このように放射線治療に携わる技師の研修制度、認定制度も統一性に問題があった。そこでこの3団体は2003年末から協議を重ね、2005年3月に放射線治療に特化した放射線技師の認定制度を発足し、統一した基準と所定の研修を課して更新する制度を創設した。

放射線治療に携わる医療従事者は、上記の問題が医療従事者間に混乱を引き起こし、医療事故の一因ともなる可能性を危惧していた。そのため、2004年5月以後、放射線治療に関連する各学会・関連団体の代表者が協議する委員会を発足させ、放射線治療の事故防止・安全確保に関する検討を開始した。従来、医療従事者間の意思の不統一が問題とされたが、今後はこの問題が解決し、緊急課題に対する意思の統一が図れると期待されている。

(6) 放射線治療の安全管理に関する指針

上記の様な状況において、放射線治療における事故防止と安全管理のための1手法として、直ちに改善すべき問題に関する指針を作成した(資料1-3)。この中で、放射線治療の構造上の問題、放射線治療の現状、機器購入・改修時の課題、また職員間の連携強化と職員の技量向上などを明示した。各放射線治療施設は指針を参照して、事故防止のマニュアルとチェックリストを作成し、2重チェックを励行しつつ事故防止に取り組むことを期待している。

D. 考 察

平成16年版厚生白書は医療安全に関して以下の様に述べている。

医療技術の急速な高度化や治療内容の複雑化は、医療の専門分化を招いている。現在の医療は多くの医療関係者、様々な職種の連携によって提供されるようになってきた。しかし、高度に訓練された医療従事者であっても、人である以上過ちを犯すものである、との前提で安全管理を構築する必要がある。医療提供システムを見通した医療の安全管理を行うためには、行政、医療界、医薬品・医療機器業界等の連携の下で、組織的・体系的な安全対策の取組みが不可欠となっている。ヒューマンエラーの予防・低減には、(1)医療機関の管理者及び医療安全管理者の資質の向上、(2)ITを利用した医療安全対策、(3)事故を起こしにくい環境の整備が重要であるとされている。また、医療機器に関する安全性確保の取組みとして、(1)医療機器の適切な管理及び情報提供の促進、(2)人間の行動特性を考慮した製品改良の促進、(3)医療事故情報収集等事業の導入、があげられている。一方、専門家集団である医会・学会の安全対策への取組みや、医療機関の第三者評価も必要とされている。

上記の厚生労働省から示されている安全管理体制構築への取組みと、過去の放射線治療における事故への反省から、放射線治療事故の防止と軽減について考察した。

最近報道された外部照射の線量や照射範囲(照射野)の誤りによる事故は、2つの原因に大別される。第1は放射線治療装置の導入・更新時、コンピュータに基本データ登録を行うが、このデータ入力に誤りがあった場合である。多くの事故がこれに属する。第2は複数の医療従事者が同一の業務を分担する場合、医療従事者間の意思疎通の不備である。この原因による事故は過去にもあまり報告がない。

(1)第1の原因による事故は、安全性を確保するため導入されたコンピュータが、利用者の理解不足で、かえって多くの患者を巻き込んだ事故に発展したものである。行政は国民の要請に対して、多くの領域で規制の緩和を行い、さ

らに拡大しつつある。しかし、放射線治療装置に関する限り、医療機関の管理者や放射線治療を専らとしない医療従事者が、放射線治療装置のコミッショニングに対する問題を認識し、医療機関自らが安全体制整備を重視するまで、安全確保に対するある程度の規制は残すべきであると思われる。

1) 短期的対策として以下の様なことが考えられる。

1. 欧米で製造された医療機器がわが国でも使用される。しかし、わが国と欧米では医療制度の構造が異なるが、このことへの認識不足がある。この点に関して、最近、日本の放射線機器工業会も責任体制を明確にする指針の作成を行い、改善に着手しつつある(資料1-4)。医療機関側が行うべきこととして、1) 異なるメーカーの機器を組み合わせて使用する場合、全ての機器の整備・調整に対して責任を持つメーカーを明確にする、2) 医療機関毎に放射線治療に対する制度が異なるため、各医療機関に適した安全性確保に関する契約をメーカーとの間で締結する、3) 医療機関は導入・更新機器の受入れに際し、出来る限り線量の実測を行い、検証して安全性を確認する、があげられる。
 2. 機器の受入れ後も、再度、定期的品質保証プログラムに沿った実測・検証を行う。
 3. 機器の導入・更新直後は、コンピュータによる計算と手計算を併用し、両者が一致することを充分確認する。
 4. コンピュータの導入は個々の患者に対するヒューマンエラーを減少し、安全性の確保に著しく貢献した。しかし、コンピュータを盲信することは出来ない。アンケート調査ではわが国も25%の施設は、コンピュータのデータを完全に信用して検証を行っていなかった。データの入力ミスもあるため、治療経過中に再度計算し直す。
 5. 医療機関は放射線治療に関して、複数のヒトによる二重、三重のチェック機構を早急に構築する。
- 2) 再発防止のための中期的対策として以下の様なことが示唆される。
1. 高度に発達した放射線治療計画装置がともすれば「目に見えないエラー」を発生させる危険性が高くなっている。

再発防止のためには、医師、診療放射線技師や医学物理士が、放射線治療全般や放射線治療計画装置の実務、コマンドやアルゴリズムなどについて一層習熟する必要がある。これを確実に実行するため、関係各学会において相応の教育研修システムを構築し、何らかの義務規定を盛り込む。

2. 放射線治療領域では機器の進歩により、品質管理(QA/QC)の重要性がとみに増加している。そのため、専門の知識を持った者により、独立した品質管理を行う機構を構築し、品質管理を強化する必要である。わが国の実情からすると直ちに実現困難ではあるが、その確立をめざした方策を各学会においても実施し、構築していくことが必要と考えられる(資料1-5)。

(2) 同一業務をいくつかの異なる業務内容の医療従事者が分担する場合、その間の意思疎通をスムーズに確実にすることは、全ての医療現場で共通の最も重要な課題の1つである。種々の領域でこの問題に関連した医療事故が発生しているが、放射線治療も例外ではなく重大な事故が発生した。放射線治療に関連する項目では、この解消を目指して幾つかの試みが行われている。

1. 放射線治療で用いられる用語の定義に不明瞭な点があった。アンケート調査でも全国の約90%の施設は同一の定義を採用していたが、約10%は同一の用語を異なる定義で用いていた。いずれも誤りではないが、今後、施設毎の違いが事故の原因となることを避けるため、広く使用されている定義に統一し、徹底を図ることにした。
2. 第三者による病院の評価を積極的に進めることは、放射線治療部門での安全管理の確保にも極めて有用である。(財)日本医療機能評価機構(以下「評価機構」)が医療機関に対して行う機能評価は、放射線診断・治療部門の安全管理についても詳細な報告を求めている。医療機関が評価機構の求める管理体制を厳密に遂行すれば、放射線治療に関する事故減少に役立つと推定される。
3. ヒューマンエラーは必ず発生するが、重大な事故とならない管理体制の整備が重要とされている。放射線治療では“思いこみ”による事故も発生している

と推定される。国際原子力機関(IAEA)は必ず複数の医療従事者により、二重チェックを行うことを勧告している。しかし、わが国では業務の忙しいことを理由に、2/3の施設が二重チェックを行っていない。放射線治療に関連する各学会等は、病院管理者に二重チェックが行える制度の導入を要請している。行政からも医療監視時にこの点を指導することが望まれる。

4. 放射線治療に従事する医療従事者のレベルアップの必要である。そのため、地域にある放射線治療に関する研究会を中心に、地域ごとのネットワークを構築する必要がある。全国規模の学会や研究会には、業務の都合で参加できない医療従事者も多い。また、加入学会によっては重要な緊急情報が届いていない可能性がある。そのため、医療機関間の情報交換と業務内容を確認するため、地域の中心的医療機関を軸に地域毎にネットワークを構築して、その活用を推進する。
5. 他医療機関の事故事例を知ることにより、当該施設における予測外の事故が発見されている。国立大学病院は2004年度からヒアリング事例の公表を明言した。放射線治療に関連した事例がどの程度提供されるか不明であるが、重大な事故の予防や事故を早期に発見するのに役立つと考えられる。
6. 医師の指示が文書では無く、口頭で行われている施設が約20%存在した。これは従来から厳に戒められてきたことであるが、重大な事故に繋がる可能性がある。他の職種などとのコミュニケーション不足が指摘されているが、きちんとした書面による指示が徹底すれば、かなりの事故は防げる可能性がある。なお、放射線治療に関して書面に記すべき項目は、多くの指針に記載され公表されている。

E. 結論

医療における安全管理は極めて重要な課題であり、厚生労働省は精力的に対策を検討している。その中で放射線被ばくの防止・安全管理は、国際的に大きな問題となっており、多くの

指針や手引き書が出版されている。本項では放射線被ばくの安全管理の中、最近頻発する放射線治療の医療事故を防止・低減を目的に検討した。わが国における放射線治療の構造、事故の原因、放射線治療の現況、を資料に基づき解析し、問題点を抽出した。事故原因は主にヒューマンエラーに由来すると考えられるが、事故防止のための1つの方法として指針を作成した。指針を参考にして、各施設がマニュアルとチェックリストを作成し、積極的に防止に取り組むことを期待する。

F. 健康被害情報

現在のところ報告すべき情報はない。

G. 参考文献

1. 日本放射線腫瘍学会・データベース委員会：全国放射線治療施設の2001年定期構造調査結果。日本放射線腫瘍学会誌. 15: 51-59, 2003
2. Shibuya H, Tsujii H : The structural characteristics of Radiation Oncology in Japan in 2003. Int J Radiat Oncol Biol Phys. (in press)
3. 池田 恢他：放射線治療システムの品質保証・品質管理. 映像情報. 36: 1352-1356, 2004
4. 医学放射線物理連絡協議会：東京都内某病院における過線量照射事故の原因及び再発防止策に関する医学放射線物理連絡協議会による調査報告書. 日本医学放射線学会誌, 61: 817-825, 2001
5. 早瀬尚文：時論「多発する放射線治療事故とその対策」. 日本医事新報. 4194: 59-61, 2004
6. 池田恢：わが国の放射線治療の現況と展望. 医療. 53: 284-288, 2004
7. 医学放射線物理連絡協議会：国立弘前病院における過線量照射事故の原因及び再発防止に関する調査報告書. 2004
8. 医学放射線物理連絡協議会：山形大学病院における過小照射事故の原因及び再発防止に関する調査報告書. 2004

全国放射線治療施設の2001年定期構造調査結果

日本放射線腫瘍学会・データベース委員会

資料1

アンケート時の分類	集計時の分類
U: 大学附属病院	U: 大学附属病院
N: 国立病院・国立療養所(がんセンター等を除く)	G: 国立がんセンター・地方がんセンター・成人病センター
P: 公立(都道府県市町村立)病院(がんセンター等を除く)	N: 国立病院・国立療養所
G: がんセンター・成人病センター	P: 公立(都道府県市町村立)病院
S: 赤十字病院・済生会病院	O: 赤十字病院・済生会病院・企革/公社病院・国保/社保/
C: 企業/公社病院	共済/労災/組合/厚生連病院等
L: 国保/社保/共済/労災/組合/厚生連病院等	H: 医療法人・医師会病院・福人病院・その他
H: 医療法人・医師会病院・個人病院等	
O: その他	

Table 1 地域と施設数

地域(都道府県数)	郵送施設数	回答施設数(%)	解析施設数(%)	解析施設数/全国(%)
北海道(1)	28	24(85.7)	23(82.1)	4%
東北(6)	56	52(92.9)	48(85.7)	8%
関東(8)	209	175(83.7)	162(77.5)	27%
信越・北陸(5)	54	48(88.9)	47(87.0)	8%
東海(4)	94	79(84.0)	74(79.8)	12%
近畿(6)	119	99(83.1)	95(79.8)	16%
中国(5)	56	52(92.9)	51(91.1)	8%
四国(4)	35	26(74.3)	25(71.4)	4%
九州・沖縄(8)	95	82(86.3)	78(82.1)	13%
全国都道府県(47)	746	637(85.4)	603(80.8)	100%

*2003年放射線治療実施施設数は707施設と准走され、603施設は85.3%に該当

Table 2 施設組織区分と施設規模別の施設数(100人単位)

施設規模 (年間新患者)	施設組織区分						total	(%)
	U	G	N	P	O	H		
A (99人以下)	11	0	37	79	63	20	210	34.8%
B (100-199人)	14	0	21	74	58	19	186	30.9%
C (200-299人)	20	3	10	27	23	8	91	15.1%
D (300-399人)	21	2	4	5	10	4	46	7.6%
E (400-499人)	15	5	1	3	2	3	29	4.8%
F (500人以上)	24	7	2	4	2	2	41	6.8%
total	105	17	75	192	158	56	603	
(%)	17.4%	2.8%	12.4%	31.9%	26.2%	9.3%		100%

施設組織区分の内容

U: 大学附属病院

G: 国立がんセンター・地方がんセンター・成人病センター

N: 国立病院・国立療養所

P: 公立(都道府県市町村立)病院

O: 赤十字病院・済生会病院・企業/公社病院/国保/社保/共済/労災/組合/厚生連病院等

H: 医療法人・医師会病院・個人病院・その他

Table 3 施設規模別の年間新患数

施設規模 (施設数)	施設組織区分 (施設数)						total	(%)	施設平均 新患数
	U (105)	G (17)	N (75)	P (192)	O (158)	H (56)			
A (210)	478	0	2, 186	4, 434	4, 099	1, 178	12, 375	10.5%	58. 9
B (186)	2, 186	0	2, 849	10, 450	8, 524	2, 747	26, 756	22.7%	143. 8
C (91)	5, 055	694	2, 363	6, 442	5, 310	2, 010	21, 874	18.5%	240.4
D (46)	7, 266	675	1, 322	1, 745	3, 428	1, 377	15, 813	13.4%	343.8
E (29)	6, 662	2, 210	472	1, 309	819	1, 284	12, 756	10.8%	439.9
F (41)	15, 187	5, 921	1, 265	2, 444	1, 784	1, 841	28, 442	24.1%	693.7
total (603)	36, 834	9, 500	10,457	26, 824	23, 964	10,437	118, 016		
(%)	31.2%	8.0%	8.9%	22.7%	20.3%	8.9%		100%	
施設平均患者数	350.8	558.8	139.4	139.7	151.7	186.4			195.7

Table 4 地域別施設数と年間新患数

地域 (都道府県数)	解析施設数	新患数	全新患数比(%)	施設平均新患数
北海道 (1)	23	6, 562	5.6%	285.3
東北 (6)	48	8, 508	7.2%	177.3
関東 (8)	162	38, 45	32.7%	238.5
信越・北陸 (5)	47	7, 352	6.3%	156.4
東海 (4)	74	12, 624	10.7%	170.6
近畿 (6)	95	19, 301	16.4%	203.2
中国 (5)	51	8, 068	6.8%	158.2
四国 (4)	25	3, 340	2.8%	133.6
九州・沖縄 (8)	78	13, 616	11.5%	174.6
全国都道府県 (47)	603	118, 016	100.0%	195.7

Table 5 施設規模と治療周辺機器

治療周辺機器	A (210)	B (186)	C (91)	D (46)	E (29)	F (41)	total (603)
X-ray Simulator	1 62	135	68	34	26	39	464
CT- Simulator	47	75	48	26	20	31	247
RTP computer(2 or more)	171(9)	189(20)	110(17)	71(19)	43(11)	96(29)	680(105)
X-ray CT(2 or more)	297(79)	350(134)	239(79)	149(45)	99(28)	172(37)	1,306(402)
(for RT only)	(23)	(58)	(42)	(30)	(21)	(31)	(205)
MRI (2 or more)	217(28)	242(61)	156(56)	95(38)	59(21)	83(27)	852(231)
(for RT only)	(1)	(0)	(3)	(11)	(1)	(2)	(8)
Computer use for RT recording	171	189	110	71	43	96	680
Water Phantom(2 or more)	130(8)	144(8)	70(3)	45(5)	31(3)	52(11)	472(38)
Film Densitometer (2 or more)	96(3)	98(7)	62(8)	40(5)	27(4)	46(9)	369(36)
Dosemeter (3 or more)	352(39)	367(49)	213(33)	167(23)	63(9)	164(26)	1,326(179)
Computer use for data recording	136	174	83	44	28	40	505

Table 6 治療施設とスタッフ数

施設の構造とスタッフ数	A (210)	B (186)	C (91)	D (46)	E (29)	F (41)	total
施設規模年間新患数	<99	100-199	200-299	300-399	400-499	500<	
施設数/全施設数 (%)	34.8	30.9	15.1	7.6	4.8	6.8	100.
年間新患総数	12,375	26,756	21,874	15,813	12,756	28,442	118,016
1施設当り平均年間新患数	58.9	143.8	240.4	343.8	439.9	693.7	195.7
年間治療部位数	14,819	33,009	28,339	19,828	15,661	38,310	149,966
1新患数当り治療部位数	1.20	1.23	1.30	1.25	1.23	1.35	1.27
施設総病床数	77,292	92,054	59,427	33,546	20,146	32,755	315,220
放射線科病床保有施設数(%)	69(33)	86(46)	55(60)	38(83)	20(69)	36(88)	304(50)
放射線科総病床数	347	547	608	542	327	719	3,090
放射線科病床/施設病床数 (%)	0.4	0.6	1.0	1.6	1.6	2.2	1.0
1施設当り放射線科病床数	1.7	2.9	6.7	11.8	11.3	17.5	5.1
放射線科病床保有施設当り病床数	5.0	6.4	11.1	14.3	16.4	19.9	10.2
日医放専門医修練認定機関数 (%)	37(18)	82(44)	60(66)	36(78)	26(90)	39(95)	280(46)
日医放専門医修練協力機関数 (%)	60(29)	50(27)	18(20)	7(5)	1(3)	3(7)	139(23)
日医放会員数	184	190	146	114	98	192	924
日医放専門医数	148	160	113	84	64	132	701
JASTRO会員数	67	114	111	103	90	181	666
JASTRO認定医数	21	40	57	50	48	92	308
1施設当りJASTRO会員数	0.3	0.6	1.2	2.2	3.1	4.4	1.1
常勤治療医勤務施設数 (%)	137(65)	146(78)	81(89)	46(100)	26(90)	39(95)	475(79)
常勤治療担当医総数	202	199	148	125	98	193	965
1施設当り常勤治療担当医数	0.96	1.07	1.63	2.72	3.38	4.71	1.60
常勤治療担当医専任度(%)	5695	9605	9709	8435	7118	16730	57292
1施設当り常勤治療担当医専任度	27	51	107	183	245	408	95
非常勤治療担当医総数	138	121	41	13	20	30	363
1施設当り非常勤治療担当医数	0.66	0.65	0.45	0.28	0.69	0.73	0.60
非常勤治療担当医専任度(%)	3545	3690	1190	420	660	1160	10665
1施設当り非常勤治療担当医専任度	17	20	13	9	23	28	18
合計(常勤+非常勤)治療担当医専任度(%)	9240	13295	10899	8855	7775	17890	67957
1施設当り合計治療担当医専任度(%)	44	71	120	193	268	436	113
常勤診断担当医総数	220	342	378	329	228	328	1,825
非常勤診断担当医総数	225	135	113	96	55	112	736
専任治療担当技師数 (full time)	144	210	153	117	90	204	918
兼任治療担当技師数 (part time)	462	302	137	79	24	35	1,039
合計治療担当技師数*	375	361	221	157	102	221	1,436
1施設当り合計治療担当技師数	1.8	1.9	2.4	3.4	3.5	5.4	2.4
看護婦・看護助手・事務員総数	236	223	182	99	102	161	1,003
常勤医学物理士数+ (非常勤数)	12+ (1)	10+ (2)	2+ (5)	4+ (4)	2+ (2)	16+ (5)	46+ (19)
常勤線量測定士数+ (非常勤数)	16+ (4)	12+ (1)	4+ (0)	4+ (1)	0+ (0)	0+ (1)	36+ (7)
常勤工作担当者数+ (非常勤数)	10+ (1)	11+ (0)	7+ (0)	6+ (0)	2+ (0)	3+ (1)	39+ (2)

*part timeは0.5人として換算

Table 7 一般的な外部照射以外の照射

施設規模と特殊照射	A(210)	B(186)	C(91)	D(46)	E(29)	F(41)	Total(603)
全身照射							
10例以上施行した施設数	3	4	11	10	5	20	53
1-9例施行した施設数	11	19	25	20	17	15	107
未施行施設数	196	163	55	16	7	6	443
治療例数	84	116	266	261	156	507	1,390
術中照射							
10例以上施行した施設数	1	1	3	4	4	7	20
1-9例施行した施設数	16	14	13	8	8	13	72
未施行施設数	193	171	76	34	17	21	511
治療例数	43	48	87	77	90	220	565
定位(脳)照射							
20例以上施行した施設数	4	7	15	14	9	18	67
1-19例施行した施設数	10	124	14	11	9	8	176
未施行施設数	196	55	62	21	11	15	360
治療例数	171	674	1,467	1,982	1,544	1,899	7,737
定位(体幹部)照射							
20例以上施行した施設数	2	0	1	3	1	3	10
1-19例施行した施設数	3	8	6	4	4	12	37
未施行施設数	205	178	84	39	24	26	556
治療例数	154	42	288	101	40	176	801
温熱併用照射							
20例以上施行した施設数	0	3	1	1	4	7	18
1-19例施行した施設数	5	5	11	9	2	9	51
未施行施設数	205	168	79	36	23	25	536
治療例数	31	141	89	47	155	250	713
Sr-90翼状片治療							
20例以上施行した施設数	0	0	0	0	1	1	2
1-19例施行した施設数	0	1	1	1	0	1	4
未施行施設数	210	185	90	45	28	39	597
治療例数	0	2	2	10	60	191	265

2. 放射線治療の構造の推移(1990-2003年)

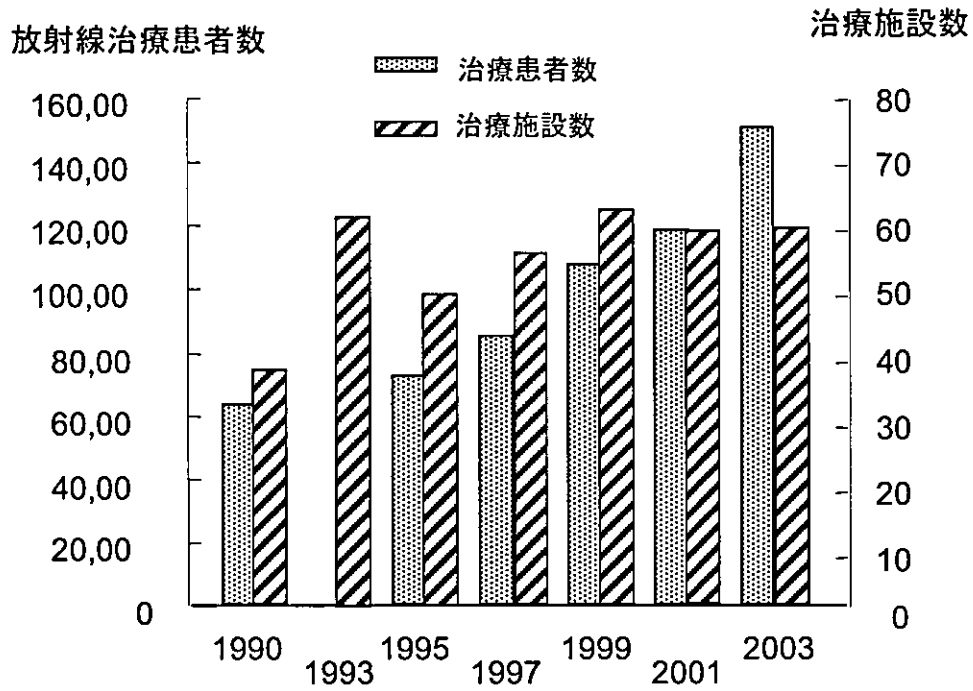


図1. 放射線治療施設数および患者数の推移

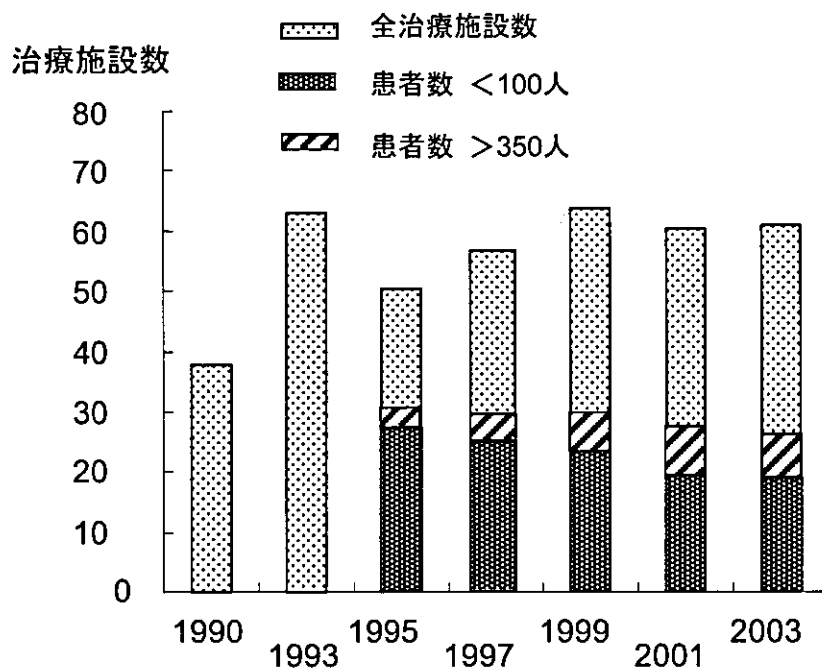


図2. 放射線治療施設数および規模の推移

従事者数

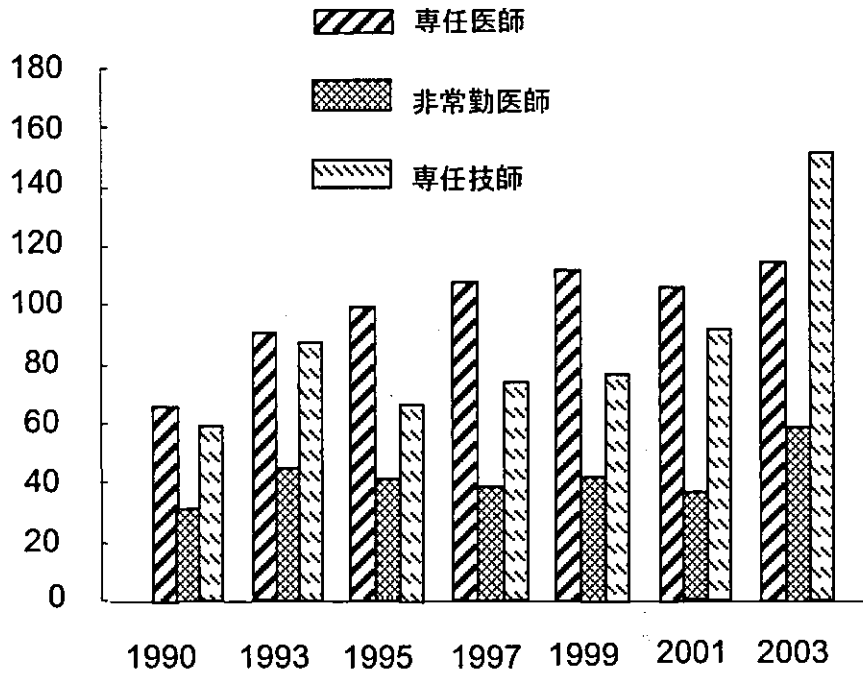


図3. 放射線治療従事者数の推移

機器数

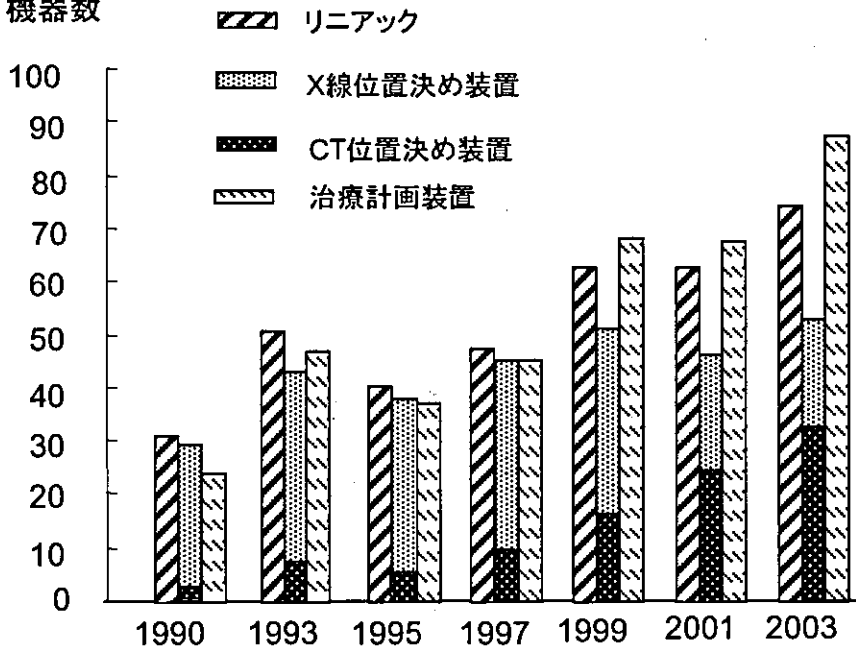


図4. 放射線治療関連機器の推移