

診療情報管理職務の品質改善と職能拡張に関する研究

—医学物理士について—

Study on Quality Assurance and Duty Extension of Medical Information

Management Professionals —in case of medical physicists—

関西国際大学 稲邑清也

Kansai University of International Studies

Kiyonari INAMURA

Abstract

As one of important professionals in practice of medical recording, medical physicist is raised to be the target of research and investigation in Japan. First, present status of medical physicists and job elements related to medical physics done in hospitals in United States, Europe and Australia were scrutinized by literatures. Then, comparison of level, volume and quality between the result of investigation and result of research of job elements done by radiological technologists in Japan was made. Many items of important jobs which were not fulfilled by Japanese technologists were found, even though the field of research was limited to radiation therapy. Especially, patient's clinical records in the process of cancer treatment were one of the weakest points. The result of assessment, evaluation and validation of quality assurance was found not to be clearly described by technologists in Japan. In United State, reimbursement of medical care done by medical physicists is conducted through health insurances organization such as Medicare based on such patient's records.

Difference of education and training was also searched, and the lack of many items in 4 Universities in Japan was found. The one of most remarkable weak points was training item regarding risk management against catastrophic accidents such as unexpected radiation leakage and/or radiation source missing. Also education and training in the field of medical physics in graduated course of school of allied health sciences in universities in Japan is strongly recommended to be carried out.

はじめに

診療情報管理職種・職務の一つである医学物理士と医学物理業務の必要性を抽象的・概念的に認識・議論する事から脱却し、出来るだけ具体的に国際標準的医学物理業務があるかどうかを調査する。あるとすれば日本国内の診療放射線技師業務と比較し、どうしてもカバーできない医学物理業務があるかどうかを考察する。国内の診療放射線技師・医学物

理教育機関での教育・訓練の海外との比較も行い、今後の対策を考える。

先ず欧米豪で発展してきた医学物理士の標準的業務の例を放射線治療分野で調査する。続いて外国の医学物理業務の日本での必要性についてのアンケート調査を行う。

更に教育訓練の欧米豪との比較について調査する。国内の4つの大学の医学部、大学院医学系研究科保健学専攻にアンケート調査を行う。

1. 米での標準的な医学物理業務

AAPM と ACMP が調査を依頼した Abt 社の報告¹⁾とそれに基づいた Mayo Clinic の Herman らの論文がある²⁾。医学物理業務を共通業務 (Non-Procedural) と患者毎の業務 (Procedural) に分類してタイムスタディしている。前者は毎日、毎週、毎月、毎年の機器較正や QA, QC やコミッショニング (機器の性能要求と性能評価) の業務であり、後者は患者毎に行う臨床サービス業務 (当該業務) である。筆者らが 1999 年に病院での看護師業務をタイムスタディしてバックグラウンドジョブと患者毎ジョブに分けて分析したのと同じである³⁾。(なお筆者らは外科病棟でタイムスタディを実施分析し、放射線治療でも試みた⁴⁾。) そしてこの AAPM と ACMP と Abt 社の報告では、

有資格医学物理士の業務の価値(Work Values)=時間×業務難度 (intensity) (ここで業務難度とは業務を達成に要する精神的集中力、判断力、技術的スキル、心理的ストレスから成る。) としている。これも業務難度 (intensity) を筆者らは看護度と定義して分析したのと似ている^{3), 4)}。

この AAPM と ACMP と Abt 社の報告では、当該業務コード 77925~77370, 773xx に対する医学物理業務を次の様に定義した。

- 77925 三次元的シミュレーションによる位置決めと照射野決定とそれらの検証
- 77300 基礎的な線量分布計算 (TDF, NSD, 不均質補正その他を含み、治療医の指示による)
- 77301 IMRT 治療計画 (標的の DVH を含み、健常組織への許容線量指示に基づく)
- 77305 単純な外部照射線量分布計画 (1 門または対向 2 門、一つの関心領域)
- 77310 中等度の外部照射線量分布計画 (3 門以上の線量分布計画、一つの関心領域)
- 77315 複雑な外部照射線量分布計画 (マントル、接線、回転、ウエッジ、ブロック、特殊ビーム)
- 77321 特殊外部照射計画 (粒子線、半身照射、全身照射)
- 77326 単純な小線源治療線量分布計画 (1~8 線源、I 平面上の線量分布計算)
- 77327 中等度の小線源治療線量分布計画 (9~12 線源、複数平面上の線量分布計算)
- 77328 複雑な小線源治療線量分布計画 (12 以上の線源、複数平面上、立体的密封線源線量分布計算)
- 77331 特殊線量測定 (例えば TLD によるマイクロドシメトリ) で治療医から仕様が指示された場合。
- 77332 単純な治療用補助具の設計製作 (1 個のブロック、1 個のボラス)

77333 中等度の治療用補助具の設計製作（複数のブロック、ステント、咬みブロック、特殊ボークラス）

77334 複雑な治療用補助具の設計製作（不整形ブロック、特殊遮蔽、ウェッジ、モールド、キャスト）

77336 連続的な医学物理コンサルテーション（治療パラメータ評価、線量投与の QA、患者毎治療記録レビューなど。後述 *1）

77370 特殊放射線物理コンサルテーション（後述*2）

773xx IMRT 治療計画、特殊物理コンサルテーション ここで、

*1 業務定義コード 77336 「連続的な医学物理コンサルテーション」の内訳は次の通りである。

- ・患者毎の医療記録の最初の参照
- ・週 1 回のカルテのチェック（全ての図表、検査・診断記録、ポータルフィルム、線量計算等を含む）
- ・患者管理チームの他のメンバー作成のカルテのチェック
- ・患者位置決めと機器・装置のセットアップ
- ・治療戦略の調査・研究

・最終のカルテのチェックと治療の評価・確認 また、

*2 77370 特殊放射線物理診療業務の内訳と要する時間とコストを例示した²⁾。

患者毎の医学物理業務	患者毎に 要する時間	コストの例 (1\$=0.120 千円)	非メディケア 診療報酬額
電子線全身照射	10 時間	86 千円	1 律 54 千円
全身照射	5	46	以下同じ
高線量率遠隔式後充填法	3	25	
低線量率小線源治療	3	30	
前立腺の組織内照射	7	61	
術中照射	5	42	
定位手術的照射	5	48	
定位放射線治療	7	61	
電子線円弧照射	12	107	
ペースメーカー利用患者の治療	2	16	
三次元治療計画	4	32	
特殊計算	3	21	
治療寝台上の患者のレビュー	0.6	5	
定位小線源治療	11	100	
血管内小線源治療	3	29	
IMRT	12	109	

2. 欧での医学物理業務

IAEA から出版された 650 頁に及ぶ放射線治療の医学物理教科書⁵⁾には医学物理業務の分類、名称、手順、到達目標が明記されている。例えば米での当該業務用語コード 77925 に相当する患者毎のシミュレーション業務を次の様に定義している。

従来型シミュレーション ステップ 1.X線テレビで患者の治療位置決め、ステップ 2.ビーム角度形状寸法の決定、ステップ 3.照射野端寸法形状、アイソセンタ位置の決定、ステップ 4.体輪郭の取得、ステップ 5.beam's eye view (BEV)の決定とライナックグラフィ撮影、ステップ 6.患者への皮膚マーク

CT シミュレータ使用型シミュレーション ステップ 1.スカウトフィルムで患者の治療位置決め、ステップ 2.参考用アイソセンタの決定とマーキング、ステップ 3.CT 画像取得とワークステーションへの移送、ステップ 4.標的と健常組織の輪郭決定、ステップ 5.標的と参考用アイソセンタから治療用アイソセンタの決定、ステップ 6. ビーム角度形状寸法の決定、ステップ 7. 照射野端・遮蔽寸法形状の決定、ステップ 8.CT 画像とビームデータを治療計画システムへ移送、ステップ 9. beam's eye view (BEV)とデジタル再構成画像の取得。

また、外部照射と小線源治療のコミッショニング業務を次の様に定めている。

(1) 全てのビームデータの取得 (2) これ等のデータを線量測定データとして記録 (3) 治療計画コンピュータシステムに入力 (4)全ての線量測定、治療計画、治療の実行 (5) これ等の正確度の証明 (7)QC テストと実行の完成 (8)教育訓練 勿論機器の修理を含む。そして品質保証の行為のみならず、それらを審査し、記録し報告する事を求めている。(quality audits) TLD の郵送による較正も訪問による較正も含め、traceability を要求している。

3. 豪での医学物理業務

オーストラリアでは標準的業務を明確に定義している文書は見当たらないが、放射線治療医学物理臨床訓練項目を competency (能力・資格)別に詳しく具体的に述べている⁶⁾。JSMP の RCA(Regional Cooperative Agreement)アドホック委員会と国際交流委員会ではこの文書に記載されている訓練項目で日本の訓練にない項目の調査を行った⁷⁾。多くの項目で欠けている事が判明した。

オーストラリアでは大学院修士課程終了後の3年間、病院での医学物理訓練あるいは博士課程での臨床医学物理訓練を要求している。例えば超高压フォトンの線量計較正業務ではエア・カーマの方法と水への吸収線量測定法の両方法を実行出来、両者の長所・短所を使い分けられる事を要求している。勿論再結合係数や電極の極性効果補正など電離箱較正のあらゆる較正係数の測定と駆使を要求する。

4. 日本での診療放射線技師業務との比較

日本での診療放射線技師の日常業務でカバーできないと考えられる項目は例えば下記がある。

- (1) 米での業務コード 77336 の中の、・患者毎の医療記録の最初の参照、・周1回の患者カルテのチェック、・患者管理チームの他のメンバー作成のカルテのチェック、・治療戦略の調査・研究、・最終のカルテのチェックと治療の評価・確認。
- (2) 業務コード 77370 特殊放射線物理コンサルテーションの中の有資格医学物理士が行う診療業務に対する診療報酬請求。
- (3) 欧での QA, QC 行為の審査・記録・報告。
- (4) 豪での超高压フォトンの線量計校正業務のエア・カーマの方法と水への吸収線量測定法の両方法を実行出来、両者の長所・短所を使い分けられる事。
- (5) 予測されない破壊的 (catastrophic) 事故発生時の処理と再発防止提案・実行

上記(1)～(5)以外の業務は高難度であっても、本人の勉強と職場での訓練さえあれば実行可能である。大学でもそのような教育・訓練はやらないとの明記はない。実行する要員数と時間が不足しており、やりたくても診療報酬に反映されないからやれないものもある。また上記の業務の中で医師がやる業務は法律上できないのであり、現在の診療放射線技師のレベルや意欲が不足しているとは言えない。逆に、やれると言う事と、実際にやっていると言う事とは大きな違いである。実際に実行して記録して審査を受け、診療報酬請求するのが有資格医学物理士である。上記の(5)については日本のこれまでの線量計算の事故では外部からの調査者により事故原因の究明が行われた。医学物理士はいたが日常臨床業務に勤務していなかった。

5. 医学物理士の必要性に関する予備アンケート結果

掲題の両委員会委員ならびに関係者 12 名から回答があった。内訳は医師 1, 大学教授 5, 医学物理研究者 2, 診療放射線技師の資格を有する医学物理学者・大学教員 4 である。

- (1) 「診療放射線技師が出来なくて、医学物理士が出来る臨床業務は存在すると考える。」

○7 名. ×5 名 (内、診療放射線技師の資格を有する医学物理学者・大学教員 3)

- (2) 上記(1)で○の人が挙げた臨床業務例を要約すると、次のようになる。

1) 放射線治療関連では

- ・個々の患者に対する最適化、精度管理・QA の適切性の審査・承認・記録
- ・複雑な照射のセットアップ立ち会い、検証。
- ・データベースの運営、保守、管理、統計処理

2) CT, MRI, 核医学検査関連では、QA, QC

3) 臨床研究では他の職種と連携した、治療方法と成績の関係を問う医療統計利用の研究

4) 放射線安全管理や事故の処理能力では、特に事故発生時の調査・評価・報告・再発防止対策

- (3) 上記 1. で×の理由は 12 名の回答者の内、3 名が次を挙げている。
- 1) 診療放射線技師の生涯教育を徹底指せる事により、必要な全ての業務はカバーできる様になる。
 - 2) 放射線治療専門放射線技師の養成と認定など、新しい制度で十分にレベル確保できる。
 - 3) 欧・米・豪の臨床医学物理士のレベルは日本の優秀な診療放射線技師のレベルとほぼ等しい。
- (4) 診療放射線技師が出来なくて、医学物理士が出来る臨床業務を実際に調査する事は可能かについて。
- 8 名. ×4 名 であり、その方法は「欧・米・豪で臨床医学物理士がこなしている臨床業務の要素を具体的に列挙し、必要かどうか臨床医にアンケート調査する。」や「診療放射線技師にアンケート調査する。」が挙げられた。
- (5) 放射線治療計画や画像診断支援などの実際の臨床業務で具体的な症例の課題を出し、その答を募集し、チェックリストに従って採点するコンクールを開催する提案に対しては、マンマの技師のコンクールや医師の画像診断コンクールを参考にすべきとの意見があるも、否定的意見が多かった。まず医学物理士の臨床業務に関する教育と訓練の標準的な内容を明らかにすべき事、医学物理的な臨床業務の結果を文書に残す事を優先すべきとのアドバイスがあった。
- (6) 医学物理士に期待することについては 12 名中 9 名以上が次をあげている。
- 1) 治療計画や画像診断支援などで、臨床医と対等の立場で物理・技術面からアドバイス
 - 2) 「癌放射線治療認定看護師」などの他の専門職種と連携し、チーム医療に貢献
 - 3) 個々の患者の最適治療や画像診断支援の個別化についてデータを集め、標準化への基礎を形成する情報処理
 - 4) 現場の診療放射線技師、看護師や医師への教育訓練に貢献
 - 5) 研究資金の獲得の申請のためのアイデア提供、研究成果のまとめや発表の支援
 - 6) 新しく購入する装置/システムなどの機器選定や、職場環境の改良設計に貢献

6. 教育・訓練における比較

国内の診療放射線技師・医学物理教育機関での教育・訓練の海外との比較を行い今後の対策を提案する。JSMP 内の RCA (Regional Cooperative Agreement) プロジェクトサポートアドホック委員会並びに国際交流委員会での合同の作業を中心に、RCA との連携を含めて報告する。最初は放射線治療について、カリキュラムの比較から始めた。欧は EMERALD/EMIT/ IAEA のテキスト、米は AAPM report79 他、豪は Australasian College of Physical Scientists and Engineers in Medicine (ACPSEM) の教育プログラムを取り上げる。更に両委員会の委員に「医学物理士の必要性に関する予備アンケート」を行った。これは今後各学会協会などに本格的アンケートを行い、今後の提言を練る為の準備である。欧米豪から収集した資料の内主たるものを参考文献に挙げる。欧米の教育・訓練資料は

EMERALD/EMIT を除いては抽象的・概念的で具体性、詳細さに乏しいので主として豪の ACPSEM との比較の回答が主となった。

6-1. EMERALD / EMIT との比較

EMERALD/EMI は European Medical Radiation Learning Development Training / European Medical Imaging Technology Training の略で医学物理臨床訓練のための電子教科書である。豊富な図表・写真からなり、最終試験を通れば資格が与えられる。放射線治療、X線画像診断、核医学、CT 画像診断、MRI 画像診断、超音波診断の6つの科目からなる。各科目には述べ80時間、合計480時間の訓練時間が必要とされる。日本の短大、大学の臨地実習に比べると量が多い。大学院修士課程での訓練の時間を設けると仮定する。週2回で各回半日の4時間取れば1学期15週・2年間4学期60週・480時間なのでカバーできる。学部1年間を入れるとすると修士は1年で済む。

治療領域では、欧米豪のように治療専門物理士などの専門訓練が学部では出来ない日本では無理である。診断領域を含めて日本の放射線計測学、機器工学、画像工学、放射線管理学などの各科目の実験や実習内容に比べてレベルは同程度とみなすこともできるが、網羅性においては日本の現実では不可能である。外部放射線治療に限れば JASTRO の放射線治療認定病院では測定器、機器で不足するものは無い。しかし、病院での組織的な訓練を行うには医師の研修医制度の様な制度を設けない限り、無理である。将来日本に医学物理士の養成コースが大学院に出来、理工学部出身者を受け入れるとすれば格好の教材である。しかし教員と受け入れ病院の問題がついてまわる。

6-2. ACPSEM との放射線治療に関する比較

4つの大学の保健学科の5名から調査資料の提供があった。ACPSEM にある教育・訓練内容で日本では欠けている内容が多く、多くの点で不十分である事が判った。特に1)臨床訓練においては短大時代の診療放射線技師の臨地実習そのまま、豪の医学物理臨床訓練との質・量の格差が著しい。2)大学院では医学物理・訓練が皆無である

ACPSEM には有って日本の4つの大学では共に欠けている主な項目は次の通りである。

- (1) 放射線治療のためにCTシミュレータなどを用いる時のQA
- (2) 遮蔽ブロック、などのアクセサリの設計製作のQA
- (3) 機器の性能要求と性能評価の実行
- (4) 線量計算に考慮されていない物理を理解し、正確性に影響していることを治療計画に反映できる。
- (5) 新しい治療計画プロトコルを取り入れ正確性を評価する。
- (6) 治療計画全体に亘っての精度の分布を理解し、最適化とQAに反映させる。
- (7) ビームデータを測定しコンピュータに組み込む。
- (8) 治療計画に患者毎CT画像を利用する時の精度管理と評価・記録

(9) 小線源治療の QA 手順の最適化

(10) 治療計画の最適化におけるフォトンと電子線の使い分け

(11) 線源管理・防護管理の理論を実行に反映させる訓練、特に各職場環境への最適化法。

これは ACPSEM で 12 項目に亘って訓練しているものが 4 大学では全て欠けている。怖い話である。

(12) 他の医療専門職とのコミュニケーション能力の取得訓練

(13) 研究計画のイニシアティブと立案の訓練、専門学術雑誌に筆頭著者として投稿する訓練

(14) 治療方法を標準化していく (template) 訓練

7. IAEA/RCA との連携

2005 年 10 月の RCA リードカントリのオーストラリアの日本訪問で二つの大学を視察したが、パイロットプログラムの臨床評価に適する環境ではないとの結論であった。日本の医学物理臨床業務のレベルは低く、失望したとの表現があった。タイ国の大学病院に検討を依頼することになった。

8. 結果のまとめと討論

8-1. 欧米豪に比べて量、質において劣り、多くのものが欠けている。特に臨床訓練で格差が著しい。

8-2. 欧米豪では大学院で行われている臨床訓練は日本の大学院では皆無である。

8-3. 治療計画では線量計算の物理の理解が不足し、患者毎の QA 実行とその記録がされていない。

8-4. 線源管理・防護管理の理論を実行に反映させる訓練が欠如し、事故の処理能力に問題あり。

8-5. 医学物理士に期待する臨床業務は、臨床医と対等の立場で物理・技術面からアドバイスし、患者毎に他の専門職と連携してチーム医療に貢献するなど、多くの項目に亘っている。

8-6. 今後の更なる調査と提案が必要

9. 結論：今後の方向

日本における診療情報管理の一面としての医学物理士あるいは診療放射線技師の役割については、肝要の記録、評価、診療報酬請求と言う最も重要な作業項目で放射線治療の分野に限っても、欧・米・豪に比べて劣っている項目が多くあることが明白に指摘された。

東南アジアでも香港の Prince of Wales 病院での IMRT を用いた前立腺癌などの治療では医学物理士が完全に治療計画のイニシアティブを取っている。アメリカでもニューヨークのメモリアルホスピタルでは医学物理のラフリン氏が外科手術や化学療法を含めた総合

的治療戦略を策定していたと言う話は有名である。日本の放射線腫瘍医も患者毎の最適戦略の検討に医学物理専門家と連携すべきである。患者にとって必要と考えられる検討項目を臨床医が知らなければやなくて良いとは言えない。記録、審査、検証、評価は最も重要である。

欧米豪の臨床訓練プログラムを調査すると日本では欠けている項目が多い。看護師の大学院教育が充実してきている事や診療情報管理士、医療情報技師などの新職種の台頭、外科部門の理工学者の活躍ぶりから考察すると、日本でも医学物理の大学院での臨床訓練は開始すべきである。然し臨床訓練を受け入れる病院と教員の確保、研修医と似た制度の確立など課題は多い。

<参考文献>

- 1) ACMP and AAPM, "The Abt Study of Medical Physicist Work Values for Radiation Oncology Physics Services: Round II. *Final Report* June, 2003. 全 70 頁
- 2) Michael G.Herman, Michael D. Mills, Michael T. Gillin: Reimbursement versus effort in medical physics practice in radiation oncology: *J.Appl. Clin. Med. Phys.*4.: 179-187, 2003
- 3) 稲邑清也: タイムスタディの明日: 業務合理化の分析から業務科学へ。看護・医療の研究におけるタイムスタディ第 7 章。看護研究 37 : 359-363, 2004
- 4) K. Inamura, H. Harauchi, S. Sugita, et al.: Standardization of job analysis and cost analysis in departments of radiotherapy and surgery by employing computerized database. *J. J. Med. Phys.* 19 Suppl. 61 .316-319. 1999
- 5) IAEA. E.B. Podgorsak Editor."Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students". Sponsored by the IAEA and endorsed by the EFOMP, ESTRO, IOMP, PAHO and WHO. 2005.全 650 頁
- 6) TEAP ACPSEM (The Teaching, Education and Accreditation Programs of the Australasian College of Physical Scientists and Engineers in Medicine) "Competency Based Clinical Training Program For Training Radiation Oncology Medical Physicists" 2005.全 133 頁
- 7) 稲邑清也、RCA プロジェクトサポートアドホック委員会委員並びに国際交流委員会委員: 医学物理教育・訓練に関する日本国内と欧米豪との比較の作業と将来への提言。第 93 回日本医物理学学会学術大会報文集 2007
- 8). AAPM Report No. 79 "Academic Program Recommendations for Graduate Degrees in Medical Physics" November 2002. American Association of Physics in Medicine 全 75 頁
- 9). EMERALD/EMI: European Medical Radiation Learning Development Training / European Medical Imaging Technology Training. King's College London, Univ. of London, 2004. CD-R 5 巻有料購入、あるいはインターネットからの有料ダウンロード。www.emerald2.net, slavik.tabakov@kcl.ac.uk
- 10). ESTRO. "Practical Guidelines for the Implementation of Quality System in Radiotherapy". A project of the ESTRO Quality Assurance Committee. 1997

- 11). IAEA-TECDOC. "Design and implementation of a radiotherapy program: Clinical, medical physics, radiation protection and safety aspects" 2005 全 160 頁
- 12) C. Roberts, S. Tabakov, C. Lewis, : Medical Radiation Physics- a European Perspective. Based on the contributions to the European Conference on Post-Graduate Education in Medical Radiation Physics, Kings College, School of Medicine and Dentistry London, 1995 全 208 頁