

国際比較に基づく我が国における
診療放射線技師の教育制度の
発展可能性に関する研究

Study on the Expanding Potential
of the Education System
for Radiological Technologists in Japan
Based on International Comparison

2021年2月

松浦 由佳

Yuka MATSUURA

国際比較に基づく我が国における
診療放射線技師の教育制度の
発展可能性に関する研究

Study on the Expanding Potential
of the Education System
for Radiological Technologists in Japan
Based on International Comparison

2021 年 2 月

早稲田大学大学院先進理工学研究科
および
東京女子医科大学大学院医学研究科
共同先端生命医科学専攻
先端治療機器設計・開発評価研究

松浦 由佳

Yuka MATSUURA

目次

| | |
|----------------------------------|----|
| 第1章 序論 | 1 |
| 1.1 研究背景 | 2 |
| 1.1.1 診療放射線技師の歴史と現状 | 2 |
| 1)黎明期の X 線撮影 | 2 |
| 2)日本における専任技術者の誕生と変遷 | 2 |
| 3)診療放射線技師の就労実態 | 6 |
| 4)診療放射線技師の国際活動とその課題 | 7 |
| 5)診療放射線技師の国際意識 | 8 |
| 1.1.2 厚生労働省「医師のタスク・シフト/シェア」政策の動向 | 12 |
| 1)医師の働き方改革の動向 | 13 |
| 2)中間職創設に関する動向 | 16 |
| 1.2 研究目的 | 17 |
| 1.3 本論文の構成 | 17 |
| 第2章 放射線技師制度の国際比較 | 19 |
| 2.1 研究背景および目的 | 20 |
| 2.2 方法 | 20 |
| 2.2.1 調査対象 | 20 |
| 1)各国放射線制度の概要調査 | 20 |
| 2)日米の放射線技師制度の比較 | 21 |
| 2.2.2 調査項目 | 21 |
| 1)各国放射線制度の概要調査 | 21 |
| 2)日米放射線技師制度の比較 | 21 |
| 2.3 結果 | 21 |
| 2.3.1 各国の放射線技師制度概要 | 21 |
| 2.3.2 日本の診療放射線技師制度 | 23 |
| 1)資格の種類 | 23 |
| 2)教育制度 | 24 |
| 3)資格試験 | 26 |

| | |
|---|----|
| 2.3.3 米国の放射線技師制度..... | 28 |
| 1)全米共通資格の種類..... | 28 |
| 2)教育制度..... | 33 |
| 3)資格試験..... | 34 |
| 2.4 考察..... | 39 |
| 2.4.1 各国放射線技師制度の比較..... | 39 |
| 2.4.2 日米の放射線技師制度比較..... | 41 |
| 2.4.3 日米間における放射線技師免許の互換性の検討..... | 44 |
| 2.5 小括..... | 46 |
| 第3章 本邦への Radiologist Assistant (RA) 制度導入に関する検討 | 47 |
| 3.1 研究背景および目的..... | 48 |
| 3.2 方法..... | 48 |
| 3.2.1 視察調査..... | 48 |
| 3.2.2 文献調査..... | 49 |
| 3.3 結果..... | 49 |
| 3.3.1 米国の放射線科領域における PE (Physician Extender) の種類 | 49 |
| 1)PA (Physician Assistant) | 49 |
| 2)NP (Nurse practitioner)..... | 50 |
| 3)RA (Radiologist Assistant)..... | 52 |
| 4)NMAA (Nuclear Medicine Advanced Associate)..... | 55 |
| 3.3.2 米国における RA の実態 | 55 |
| 3.3.3 RA による手技の診療報酬..... | 64 |
| 3.4 考察..... | 65 |
| 3.4.1 米国における RA 制度の意義 | 65 |
| 3.4.2 本邦への RA 導入の課題..... | 68 |
| 1)診療放射線技師により既に実施されている業務..... | 70 |
| 2)現行制度において体制強化が必要な業務..... | 70 |
| 3)導入には詳細な検討を要する業務 | 71 |
| 4)RA の教育制度..... | 73 |
| 3.5 小括..... | 74 |
| 第4章 総括 | 76 |

| | |
|--|-----|
| 4.1 本研究の成果..... | 77 |
| 4.2 本研究の意義..... | 79 |
| 4.3 今後の展望..... | 80 |
| 4.3.1 診療放射線技師の国際化..... | 80 |
| 4.3.2 診療放射線技師の高度教育..... | 81 |
| 参考文献..... | 82 |
| A. 付録..... | 88 |
| A.1 医用放射線画像の歴史..... | 89 |
| 1) X線の発見..... | 89 |
| 2) X線の医学応用..... | 92 |
| 3) 放射線医学の確立..... | 96 |
| 4) 日本におけるX線の医学利用..... | 96 |
| 5) 自然放射線の発見..... | 98 |
| 6) 人工放射能の発見..... | 100 |
| 7) 核医学の誕生..... | 101 |
| 8) 断層撮影の誕生..... | 102 |
| 9) コンピュータ断層撮影の誕生..... | 104 |
| A.2 診療放射線技師法の沿革..... | 106 |
| A.3 医師から既存職種へタスク・シフト/シェア可能な業務一覧..... | 109 |
| A.4 Certification Board of Radiology Practitioner Assistants (CBRPA) による RPA の実務基準..... | 127 |
| 謝辞..... | 131 |
| 研究業績..... | 134 |

図題目次

| | |
|--|----|
| 図 1-1 日本診療放射線技師会の会員構成..... | 6 |
| 図 1-2 アンケート回答者の年齢層..... | 8 |
| 図 1-3 アンケート回答者の勤務施設..... | 9 |
| 図 1-4 興味のある国外活動..... | 9 |
| 図 1-5 最も興味のある国外活動..... | 10 |
| 図 1-6 臨床勤務希望者の興味のある国・地域..... | 11 |
| 図 1-7 臨床勤務希望者の最も興味のある国・地域..... | 12 |
| 図 1-8 本論文の構成..... | 18 |
| 図 2-1 各国制度の分類..... | 40 |
| 図 3-1 RA (Radiologist Assistant) の沿革..... | 56 |
| 図 3-2 州別 RA (Radiologist Assistant) と放射線科医の人数..... | 67 |
| | |
| 図 A-1 世界初の X 線画像..... | 90 |
| 図 A-2 東京醫事新誌 第 935 号..... | 91 |
| 図 A-3 世界初の動脈造影画像..... | 93 |

表題目次

| | |
|--|----|
| 表 1-1 島津レントゲン技術講習所規定..... | 3 |
| 表 1-2 業務拡大にともなう法改正..... | 5 |
| 表 1-3 診療放射線技師関連団体の主な国際活動..... | 7 |
| 表 1-4 医師からタスク・シフト/シェア可能な業種..... | 14 |
| 表 1-5 現行制度で診療放射線技師に移管可能な業務..... | 15 |
| 表 1-6 診療放射線技師に移管可能とする場合は法改正が必要な業務..... | 15 |
| 表 2-1 各国放射線技師制度の概要..... | 22 |
| 表 2-2 認定・専門技師制度の種類と認定機関..... | 24 |
| 表 2-3 診療放射線技師養成学校の種類..... | 25 |
| 表 2-4 診療放射線技師養成カリキュラム..... | 26 |
| 表 2-5 診療放射線技師国家試験..... | 27 |
| 表 2-6 米国の放射線技師資格一覧..... | 29 |
| 表 2-7 ARRT(American Registry of Radiologic Technologists)の認定資格..... | 30 |
| 表 2-8 基本資格別の追加資格..... | 31 |
| 表 2-9 米国放射線技師養成プログラム..... | 33 |
| 表 2-10 ARRT (American Registry of Radiologic Technologists) 試験の分野別 出題数..... | 35 |
| 表 2-11 ARMRIT (American Registry of Magnetic Resonance Imaging Technologists) 試験..... | 35 |
| 表 2-12 NMTCB (Nuclear Medicine Technology Certification Board) 試験..... | 37 |
| 表 2-13 ARDMS (American Registry for Diagnostic Medical Sonography) 試験 | 39 |
| 表 3-1 RA (Radiologist Assistant) を承認している州..... | 57 |

| | |
|---|----|
| 表 3-2 RA (Radiologist Assistant) 養成プログラム | 58 |
| 表 3-3 CBRPA (Certification Board of Radiology Practitioner Assistants) による RPA (Radiology Practitioner Assistant) の試験..... | 59 |
| 表 3-4 ARRT (American Registry of Radiologic Technologists)による R.R.A (Registered Radiologist Assistant) の試験 | 59 |
| 表 3-5 RA (Radiologist Assistant) の分布 | 60 |
| 表 3-6 RPA (Radiology Practitioner Assistant) の実務基準 | 61 |
| 表 3-7 RPA (Radiology Practitioner Assistant) の業務範囲 | 62 |
| 表 3-8 医師による監督 (supervision) の定義..... | 65 |
| 表 3-9 RA (Radiologist Assistant) の基本職務の分類..... | 69 |

略語一覽

| 略語 | 正式名称 |
|--------|---|
| AAPA | American Academy of Physician Assistants |
| ACGME | Accreditation Council for Graduate Medical Education |
| ACLS | Advanced Cardiovascular Life Support |
| ACNP | American College of Nurse Practitioners |
| ACR | American College of Radiology |
| Ai | autopsy imaging |
| AI | artificial intelligence |
| AMA | American Medical Association |
| AOA | American Osteopathic Association |
| APPs | advanced practice providers |
| APRN | advanced practice registered nurse |
| ARDMS | American Registry for Diagnostic Medical Sonography |
| ARMRIT | American Registry of Magnetic Resonance Imaging Technologists |
| ARRT | American Registry of Radiologic Technologists |
| A.S. | Associate of Science |
| ASRT | American Society of Radiologic Technologists |
| ASUM | Australasian Society of Ultrasound in Medicine |
| B.S. | Bachelor of Science |
| CAD | computer aided detection/diagnosis |
| CBRPA | Certifying Board for Radiology Practitioner Assistants |
| CCI | Cardiovascular Credentialing International |
| CHEA | Council for Higher Education Accreditation |
| CMA | Canadian Medical Association |
| CMS | Centers for Medicare & Medicaid Services |
| CQR | Continuing Qualifications Requirements |
| CRCS | Canadian registered cardiac sonographer |
| CRGS | Canadian registered generalist sonographer |
| CRVS | Canadian registered vascular sonographer |

| 略語 | 正式名称 |
|--------|--|
| CT | computed tomography |
| DMU | diploma of medical ultrasonography |
| DO | Doctor of Osteopathic Medicine |
| FNA | fine-needle aspiration |
| FPD | flat panel detector |
| HSO | Canadian Health Standards Organization |
| IGRT | image-guided radiation therapy |
| ISRRT | International Society of Radiographers and Radiological Technologist |
| IVR | interventional radiology |
| M.S. | Master of Science |
| MARCA | Medicare Access to Radiology Care Act |
| MD | Medical Doctor |
| MRI | magnetic resonance imaging |
| NDA | non-disclosure agreement |
| NMAA | Nuclear Medicine Advanced Associate |
| NMTCB | Nuclear Medicine Technology Certification Board |
| NP | nurse practitioner |
| NPP | nonphysician providers |
| PA | physician assistant |
| PE | physician extender |
| PET | positron emission tomography |
| R.R.A. | registered radiologist assistant |
| R.T. | registered technologist |
| RA | radiologist assistant |
| RCCS | Registered Congenital Cardiac Sonographer |
| RCEEM | Recognized Continuing Education Evaluation Mechanism |
| RCPSC | Royal College of Physicians and Surgeons of Canada |
| RCS | Registered Cardiac Sonographer |
| RDCS | Registered Diagnostic Cardiac Sonographer |
| RDMS | Registered Diagnostic Medical Sonographer |

| 略語 | 正式名称 |
|-------|--|
| RI | radioisotope |
| RMSKS | Registered Musculoskeletal Sonographer |
| RPA | Radiology Practitioner Assistant |
| RPE | radiology physician extenders |
| RVS | Registered Vascular Specialist |
| RVT | Registered Vascular Technologist |
| SNMTS | Society of Nuclear Medicine Technologist Section |
| SPI | Sonography Principle and Instrumentation |
| SRPE | Society of Radiology Physician Extenders |
| USDOE | United States Department of Education |

第1章 序論

1.1 研究背景

1.1.1 診療放射線技師の歴史と現状

- 1) 黎明期の X 線撮影
- 2) 日本における専任技術者の誕生と変遷
- 3) 診療放射線技師の就労実態
- 4) 臨床放射線技師の国際活動とその課題
- 5) 診療放射線技師の国際意識調査

1.1.2 厚生労働省「医師のタスク・シフト/シェア」政策の動向

- 1) 医師の働き方改革の動向
- 2) 中間職創設に関する動向

1.2 研究目的

1.3 本論文の構成

1.1 研究背景

1.1.1 診療放射線技師の歴史と現状

1) 黎明期の X 線撮影

X 線発見直後、黎明期の X 線撮影技術は、医学というよりも写真術の新領域とされ、X 線撮影には従来の写真家 (photographer) や、写真を趣味とする医師が多く携っていた。1890 年代後半の欧州に多く設置された X 線撮影装置では、医療目的以外に宝石などの撮影も行われており、当時の論文に頻出する radiographer という言葉は、写真家、物理学者、工学技術者、医師など全てを含む、いわば X 線取扱者のようなものであった。(当時の欧州における X 線撮影の詳細は付録 A.1 に示すので、そちらを参照されたい。) しかし、医療目的の撮影については、医学知識のない理工系技術者による患者の撮影には限界があり、彼らの中には医学校に入学し直し、放射線科医となった者も少なくない。初期に行われていた内科医、外科医、整形外科医などによる X 線撮影は、X 線所見と臨床所見の対比による知識の蓄積にはたいへん有用であった。しかし、当時の X 線装置は現在よりはるかにも手間がかかるものであり、次第に兼業が難しくなったため、X 線撮影は専門に扱う放射線科医 radiologist に委ねられるようになった [1].

2) 日本における専任技術者の誕生と変遷

明治時代末の本邦において、X 線撮影の専門技術者が求められるようになり、X 線装置の製作会社が講習会を開始した。東京電気 (現 東芝) が 1918 年 (大正 7 年) 5 月に、島津製作所が 1921 年 (大正 10 年) 6 月に開催した講習会が始まりであった。講習会は 8-10 日間の会期で、医科大学にはない講義を効率よく学べ、実地操作もできるものであった。主として大学病院での徒弟制度

的教育もしくは軍隊における短期養成によって行われるもので、1940年（昭和15年）まで毎年開催され、受講者は1,858名に及んだとされる。

しかし、X線装置の技術発展に伴い、数学、物理、電気などの基礎知識の習得と技術習得の両立には無理が生じるようになり、長期間での養成が必要となった。そこで、修業年限を6か月とした、私立学校令による教育施設「島津レントゲン技術講習所」が設立された（表1-1）。1927年（昭和2年）9月19日に認可された同校は、同年12月に初の入学者を迎えて開校、1931年（昭和6年）には修学期間を3か月延長して9か月とし、全236名の卒業生を輩出した。1935年（昭和10年）2月1日からは「レントゲン技術専修学校」と改称され、修学期間も1年に変更された。

当時は職域身分制度としての資格はなかったことから、技術者の多くは無給で2-3年の徒弟式養成を受けた後、所属長の推薦により就職するのが一般的であった。この卒業生らが他の技術者に伝授する形で全国に技術が広がって行ったものと思われ、1927年（昭和2年）当時のX線技術者は500名程度との記録もある。尚、資格制定以前においても業務の重要性は社会的に認識されており、戦時中の動員は免除されていたという。

表 1-1 島津レントゲン技術講習所規定

| | |
|--------|---|
| 授業科目 | レントゲン物理学及管球、数学、電気理論及電気機械器具、解剖生理概要、電気事業法例、レントゲン装置及付属品、レントゲン測定法、レントゲン撮影法、レントゲン治療法、実習。特別講義として修養講座。 |
| 入学期 | 年2回（6月、12月） |
| 入学金 | 5円 |
| 授業料 | 月10円 |
| 入学試験科目 | 国語、英語またはドイツ語、数学 |
| 場所 | 京都市中京区木屋町二条南 島津製作所本店跡 |

出典：「エックス線発見120年のあゆみ」（一部改訂）

その後、資格制定運動の拡がりとともに、現行制度による診療放射線技師の起源である「診療エックス線技師法」が1951年（昭和26年）6月11日に公布、同年8月10日に施行された [2]。これにより、以降エックス線技師となるには、法の規定に基づく学校または養成所を卒業した後、国家試験に合格することが必要となった。同時に、届出済みの者以外の就業は禁止され、また結核予防法の実施によりエックス線技師の需要が急増した。現業者に対しては、技術水準の統一を目的とした結核予防職員養成所が開設され、研修・教育が行われた。レントゲン技術専修学校は本邦初の厚生省指定校として認可され、全国各地の国立大学で養成機関の設置が検討された。実現に至ったのは1952年（昭和27年）大阪大学附属診療エックス線技師学校のみであったが、複数の関連学会等より養成所または教育機関の設立促進が決議されている。1955年（昭和30年）には厚生大臣認可として初の東京診療エックス線技師養成所が開設され、国立大学における技師学校の設立を含め、その後多くの技師学校が創設されることとなった。

1960年代より、RI (Radioisotope; 放射性同位元素) を用いた診断や治療が急速に発展し、取り扱う放射線がX線に限定されなくなるとともに、技師の教育内容の見直しも求められた。1966年（昭和41年）には駒澤大学が初めて短期大学部の中に放射線科を設置し、続いて大阪大学が国立として初の短期大学を設置した。1968年（昭和43年）5月23日（同年9月21日施行）には「診療エックス線技師法」から「診療放射線技師及び診療エックス線技師法」に改題され、診療放射線技師が区分として新設された。この結果、修学期間は3年以上となり、3年制の短期大学（2年制短期大学では暫定措置として1年間の専攻科併設）あるいは3年制の専門学校として改組された。1987年（昭和62年）の藤田学園保健衛生大学を皮切りに、1991年（平成3年）には鈴鹿医療科

学技術大学、次いで1993年（平成5年）には大阪大学が国立大学として初の4年制大学として開学しており、以降、国公立私立ともに大学移行や新設が進んでいる。しかし、法律上の修学年限は、1968年制定の3年以上との規定から変更はない [3]。

1983年（昭和58年）12月10日（施行は翌年10月1日）、「診療放射線技師法」への法の改題とともに診療エックス線技師の区分が廃止されたことで診療放射線技師に一本化され、現在に至る。直近の2014年（平成26年）6月25日の改正まで、本法はこれまでに計22回の一部改正が繰り返されており [4]、このうち医療技術の発展による医療の高度化、複雑化に伴う、診療放射線技師の業務範囲拡大のための法改正は、大きく3度である（表1-2、歴代全22回の法改正は末尾の付録A.2に示す）。また、一層の医療の効率化、質の向上に向け、さらなる業務拡大に向けた動きも引き続き進行している [3]。

表 1-2 業務拡大にともなう法改正

| | | |
|------------------|--|--|
| 1993年 （平成5年） | <ol style="list-style-type: none"> 1) 核磁気共鳴検査、超音波検査、無散瞳眼底写真検査を業として追加（第24条） 2) 守秘義務規定の創設（第29条） 3) チーム医療規定の創設（第27条） 4) 罰則規定の見直し | 1970年代：X線CT装置および超音波画像診断装置の普及 1980年代：MRI装置およびデジタル画像技術の普及 |
| 2007年 （平成17年） | 取扱い対象に（第2条第1項第5号）電磁波又は粒子線の追加 <ol style="list-style-type: none"> 1) 陽子線及び重イオン線 2) 中性子線 | 重粒子線治療装置の開発および普及 |
| 2014年 （平成26年） | <ol style="list-style-type: none"> 1) 核医学診断装置を業として追加（第24条第2項(1)） 2) 診療の補助として、造影剤の血管内投与に関する業務、下部消化管検査に関する業務、画像誘導放射線治療に関する業務を追加（第24条第2項(2)） 3) 病院・診療所以外での集団X線撮影に関する規制の見直し | 「地域における医療及び介護の総合的な確保を推進するための法律の整備に関する法律案（医療・介護制度改革の一括法案）」 |

尚、医用放射線の専任技術者の誕生背景と今日に至るまでの経緯については、X線発見当時にまで遡って知る必要がある。別途調査の上、医用放射線画像の歴史を付録 A.1 に示すので、そちらを参照されたい。

3) 診療放射線技師の就労実態

診療放射線技師免許の所有者は 88,728 名、このうち、医療従事者数は 54,213 名である [5]。職能団体である日本診療放射線技師会の会員構成（図 1-1）によれば、年齢構成は比較的一定であるが、40 代以下で女性技師が急激に増加しており、かつては 9 割以上を男性が占めていた職業も、現在の 20 代では女性の割合が半数に迫っていることがわかる。

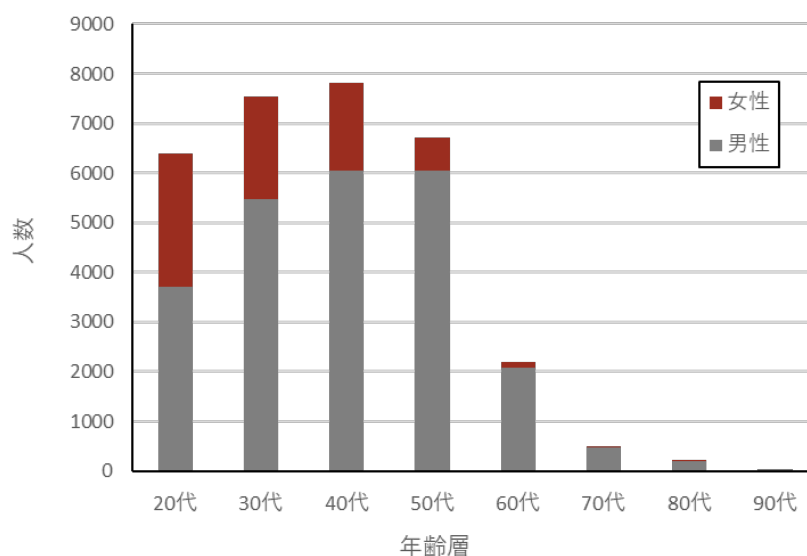


図 1-1 日本診療放射線技師会の会員構成

4) 診療放射線技師の国際活動とその課題

近年の日本全体に見られる国際化の流れと同様に、診療放射線技師業界においても国際的な活動を推進する傾向は認められる。代表例として、診療放射線技師の関連団体による国際活動を表 1-3 に示す。

表 1-3 診療放射線技師関連団体の主な国際活動

| 団体名称 | 事業 | 対象国 |
|----------------|--|------------------------------|
| 日本診療放射線技師会 | 役員交流 技術支援 国際専門放射線技師認定機構 | 欧州、アジア、オセアニア マレーシア アジア |
| 日本放射線技術学会 | 短期海外留学（資金助成） 国際研究集会派遣（資金助成） 学会交流 | 任意 任意 韓国、中国、タイ、台湾 |
| 放射線医療技術・国際連携協会 | 人的・教育支援 国際交流 | ウズベキスタン 台湾、タイ |

各種団体の国際活動において、事業対象の多くはアジア圏の国や地域である。また、団体同士の交流が多く、団体の構成員（会員）への国外の情報提供はほとんど行われていない。日本国内の個々の診療放射線技師に対する国際活動の支援ではなく、団体同士の交流や発展途上国への技術・教育支援に重点がおかれているといえる。日本放射線技術学会の短期留学や国際研究集会については個人の国際的活動の支援に該当し、これらについては対象国の定めや制限はない。しかしながら、個人で実現した活動への資金（渡航費程度）支援であり、潜在的に海外（特に欧米）志向を持った個々人の挑戦を後押しし得る事業とは言い難いものである。

5) 診療放射線技師の国際意識

診療放射線技師およびその学生を対象に、国際的な活動に対する意識調査を行った。インターネット上での公開アンケートであるが、国外での活動に興味のある者は多く、国外の情報についての需要が高いことが判明した。尚、アンケートは継続して回答募集中である。2021年1月19日現在の回答状況を集計し、以下に示す [6]。

対象者：日本の診療放射線技師免許所有者および診療放射線技師養成課程に通う学生（不特定多数）

回答数：242名（2021年1月19日現在）

回答者のバックグラウンド：

性別：男性 146名、女性 96名

年齢層：10代～60代（内訳は図 1-2 参照）

勤務施設：図 1-3 参照

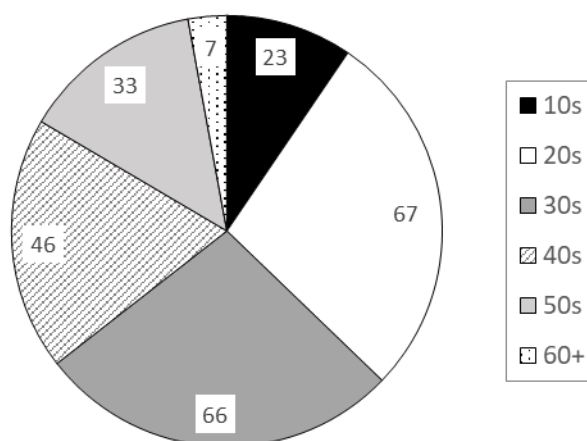


図 1-2 アンケート回答者の年齢層

※ 参考文献 6 より引用（一部改変）

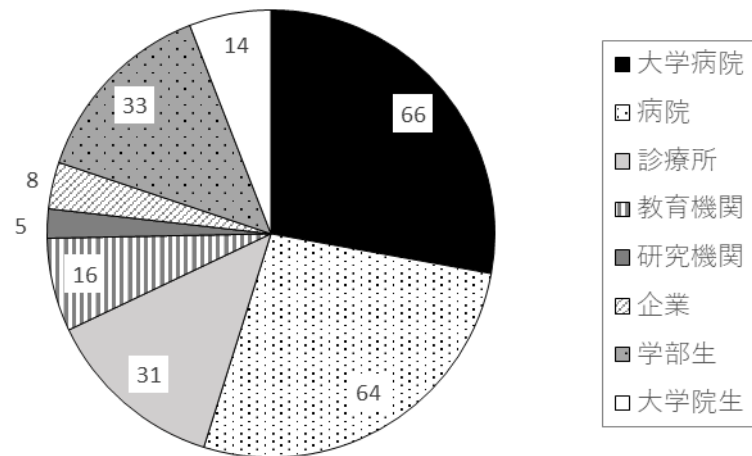


図 1-3 アンケート回答者の勤務施設

※ 参考文献 6 より引用 (一部改変)

Q.1 あなたはどのような国外活動に興味がありますか？ (回答者 242 名)

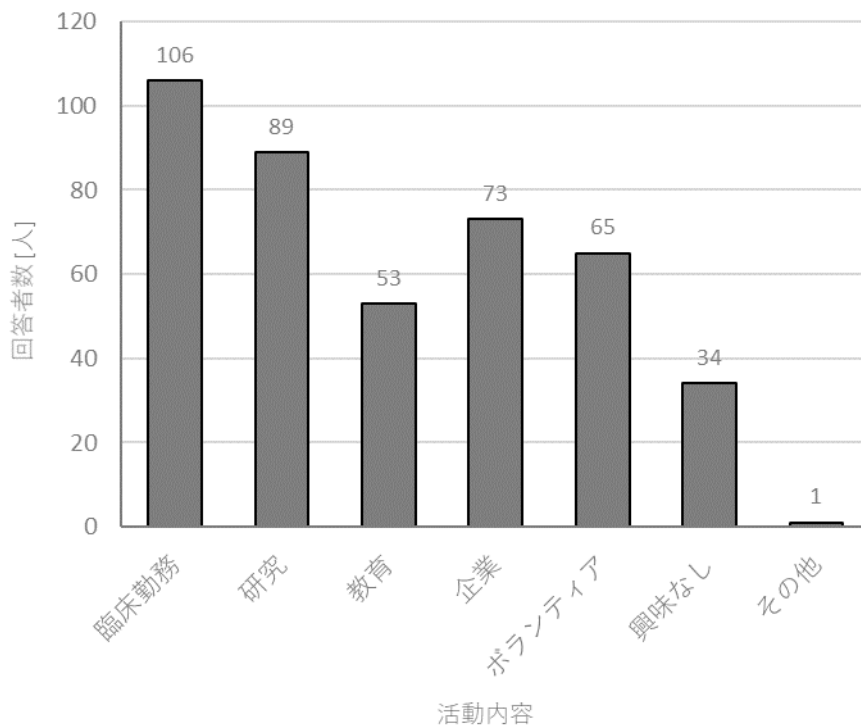


図 1-4 興味のある国外活動

※ 参考文献 6 より引用 (一部改変)

Q.2 そのうち、もっとも興味があり、実際に挑戦したいものはどれですか？

(回答者 242 名)

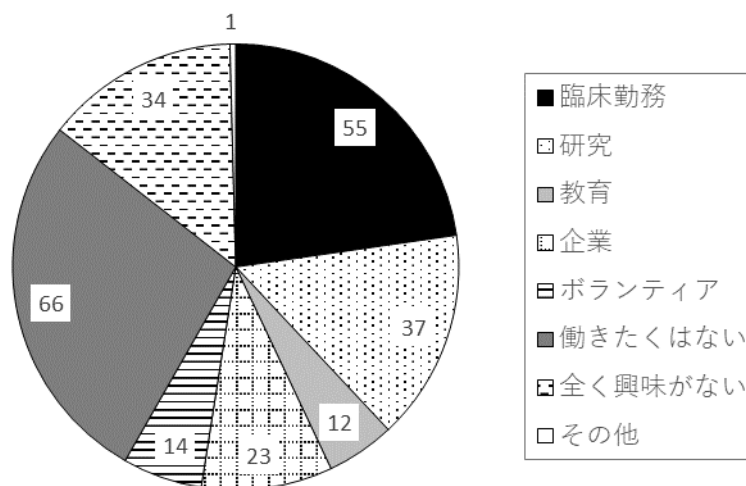


図 1-5 最も興味のある国外活動

※ 参考文献 6 より引用 (一部改変)

Q.1 および Q.2 より、85.9%の回答者が「何らかの国外での活動」について興味を持っており、58.7%の回答者は、実際に自らが活動することに意欲を持っていることがわかる。「国際意識調査」に任意回答している時点で回答者にバイアスがかかっている可能性は否定できないものの、それでも 242 名の回答者数に対して約 60%という割合は予想よりかなり多い。また、自らが海外に出る希望はなくとも、他国の情報を得ることに興味のある人も 27.3%おり、国外での活動に対する意欲の有無に関わらず、日本の診療放射線技師 (学生) からの国際情報に関する需要は大きいことがわかった。

国外活動に興味があると回答した人のうち 51.0%は放射線技師としての臨床勤務に興味があると回答しており、最も多くの興味を集めていることがわか

る。ここから、本研究（第2章）で取り上げた諸外国の放射線技師制度や、それらと日本の資格との互換性に関する情報は、日本国内における需要が高いと言えよう。このうち、「最も興味がある活動」として臨床勤務と回答した人を対象に、勤務地として興味のある国（地域）を尋ねたものがQ.3、その中でも最も興味のある国（地域）を尋ねたものがQ.4である。

Q.3 海外活動にあたって、興味のある国（地域）はどこですか？（回答対象者：55名）

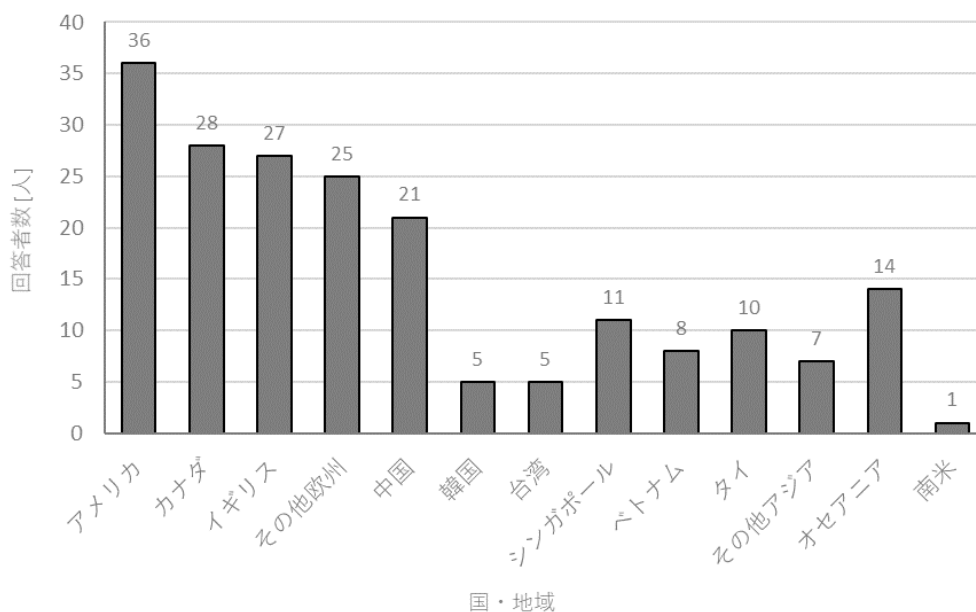


図 1-6 臨床勤務希望者の興味のある国・地域

※ 参考文献 6 より引用（一部改変）

Q.4 そのうち、最も興味のある国（地域）はどこですか？（回答対象者：55名）

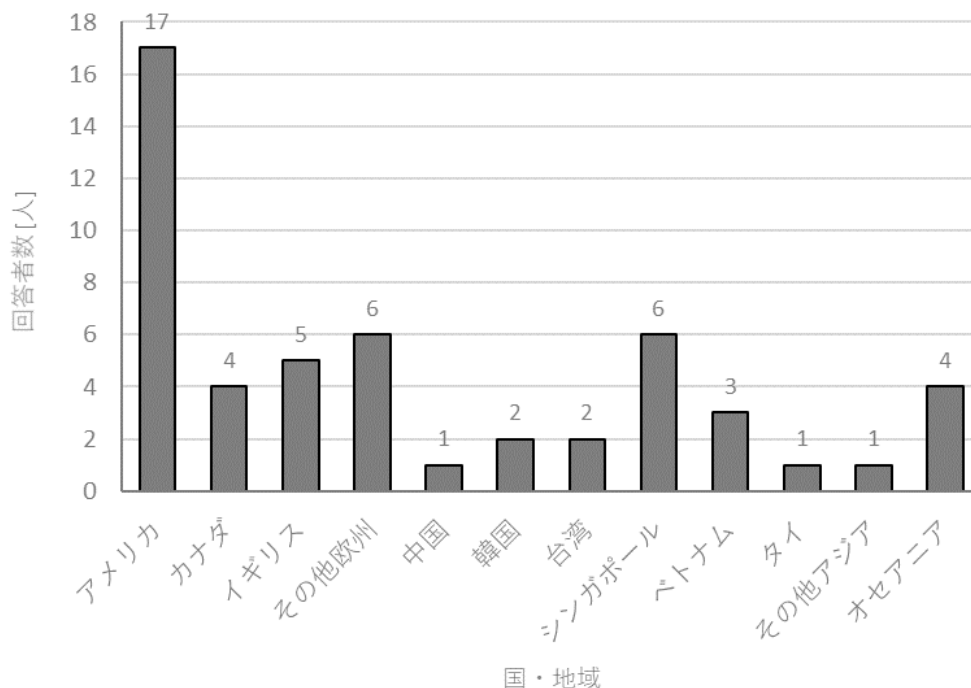


図 1-7 臨床勤務希望者の最も興味のある国・地域

このように、臨床勤務希望者の多くは米国での活動を想定しており、日本国内における放射線技師の関連団体による現行の国際活動とは合致していないと言える。国内の需要に応じた情報提供の拡充が必要であると考えられる。

1.1.2 厚生労働省「医師のタスク・シフト/シェア」政策の動向

近年の医療技術の高度化、複雑化に伴い、医療の質や安全性の向上にむけた各医療専門職間の連携の重要性は一層高まっており、「チーム医療」の推進が叫ばれて久しい。2017年（平成29年）6月の閣議決定「経済財政運営と改革の基本方針2017」においても、医療現場における業務の移管（タスク・シフ

ト) や業務の共同化 (タスク・シェア) の推進が謳われており、医師－他職種間のタスク・シフト/シェアを進めることは急務とされている [7]。

1) 医師の働き方改革の動向

2017年(平成29年)3月28日に働き方改革実現会議において決定された「働き方改革実行計画」では、全労働者に時間外労働の上限規制を設けるとされており、これは2024年4月より医師にも適用される。2016年末時点で約40%にあたる推計8.1万人の医師が年間上限を超える目安である週20時間以上の時間外労働に就いており [8] [9]、2024年3月を期限とした解消に向けて、医師の長時間労働の要因や背景が分析された。その要因として、救急対応や長時間手術による診療時間外の対応の必要性や応召義務、求めに応じて質の高い医療を実践したいという個々の医師の職業意識の高さや、患者都合による診療時間外の患者対応のほか、医療機関・制度側の要因として、タスク・シフティング(業務の移管)が十分に進んでいない現場の勤務環境が挙げられた [10]。これらの指摘を受け、厚生労働省では「医師の働き方改革を進めるためのタスク・シフト/シェアの推進に関する検討会」を設置し、幅広い医療関係職種とともにタスク・シフト/シェアに関する議論を行うことで、医師の労働時間短縮に向けた具体的方策の一つとして検討を進めている。

医師の働き方改革を進めるためのタスク・シフト/シェアの推進に関する検討会に先立ち、各職種の関連団体へのヒアリングが行われ、医師からタスク・シフト/シェア可能な行為がリストアップされた(付録A.3)。職種別にその項目数をまとめたものを表1-4に示す [11]。

表 1-4 医師からタスク・シフト/シェア可能な業種

| | |
|--------------|----------------|
| 看護師 (86) | 視能訓練士 (2) |
| 臨床工学技士 (45) | 薬剤師 (26) |
| 救急救命士 (13) | 義肢装具士 (7) |
| 診療放射線技師 (23) | 助産師 (5) |
| 臨床検査技師 (48) | 医師事務作業補助者 (33) |
| 作業療法士 (4) | 理学療法士 (7) |
| 言語聴覚士 (4) | 精神保健福祉士(2) |
| 公認心理師 (2) | |

(括弧内：具体的業務の項目数)

看護師の 86 項目を筆頭に、各職種へ移管可能な行為として全 286 項目が挙げられており、このうち診療放射線技師へ移管可能な行為は 23 項目であった。(全 286 項目の内容と、それぞれの移管先の職種については、付録 A.3 に一覧で示すので、そちらを参照されたい。) 現行制度において実施の可否が明確に示されていない項目を含め、現行制度でも実施可能な 14 項目は 10 の業務に分類された(表 1-5) [12]。そのうち 4 の業務は時間短縮効果や業務実態の観点から「特に推進するもの」として指定されて早急なタスク・シフトが進められている。現行制度上は実施できない業務(8 項目)については、その適否を含め、更なる検討が進められており(表 1-6) [13]、これらを実施可能とする場合には、各種法改正および養成カリキュラムの改定や既卒者への追加教育が必要となる。

表 1-5 現行制度で診療放射線技師に移管可能な業務

| No. | ヒアリングで提案された業務 | 特に推進するもの |
|-----|---|----------|
| 1 | 検査（CT、MRI、RI）前の同意書取得・副作用説明・問診 放射線検査に関する説明・相談 IVR（画像下治療）手技前回診での検査説明 | ★ |
| 2 | 血管造影・IVR診療の補助行為 | ★ |
| 3 | イメージガイド下放射線治療(IGRT)での位置照合画像の一次照合 | |
| 4 | CT/MRI造影剤の注入確認、抜針・止血 | |
| 5 | (IVR)術前の採血結果の確認、リスクファクター、服薬状況のチェック | |
| 6 | RI核種投与後、安静待機室への誘導 | ★ |
| 7 | 超音波スクリーニング検査施行、異常を疑った際の放射線科医への連絡 胃透視施行、注腸透視施行、異常を疑った際の放射線科医への連絡 | |
| 8 | 包括指示（疑義照会含む）における業務（撮影部位確認・追加撮影オーダー・ 緊急性の高い死につながる疾患や検査目的以外で偶発的に認められた異常所見 等に医療安全を鑑みた対応） | ★ |
| 9 | 病院又は診療以外の場所における検査 （医師又は歯科医師が診察した患者を対象とする出張でのエックス線撮影） | |
| 10 | 医療放射線の安全管理責任者 | |

表 1-6 診療放射線技師に移管可能とする場合は法改正が必要な業務

| No. | ヒアリングで提案された業務 |
|-----|---|
| 1 | 放射線部門の検査関連の静脈確保注射 |
| 2 | 造影剤注入装置からの動脈への造影剤注入行為（抜針及び止血を行う行為を含む） |
| 3 | RI検査医薬品注入後の抜針及び止血 |
| 4 | CTコロノグラフィの検査手技（空気の吸引） |
| 5 | 上部消化管造影におけるカテーテルを用いた鼻腔からのバリウム投与（カテーテル挿入を含む） |
| 6 | RI核種投与（RI検査医薬品の投与・投与のための静脈路確保を含む） |
| 7 | X線検診車で胃がん検診並びに乳がん検診の撮影についての包括指示での撮影 |
| 8 | 病院又は診療以外の場所における検査（健診で行うエックス線の照射以外の検査） |

2) 中間職創設に関する動向

2017年（平成29年）度の厚生労働科学特別研究事業において、タスク・シフティングの国内先行事例として、国立病院機構東京医療センター、聖路加国際病院、東京ベイ・浦安市川医療センターにおける看護師へのタスク・シフトの調査が行われた。これらの施設では、特定行為研修等の組み合わせにより、高度教育を受けた看護師等による、従来の業務の枠にとらわれない医療が行われている。これらは米国の「中間職種」に相当する体制であり、タスク・シフティングの方向性として、医師の指示の下、医師の業務について医学的な考え方に基づき、高度な診療補助を行う役割が示されたと言える [7]。

これらの先進事例として、同研究事業では米国の看護領域における中間職の調査が行われた。米国の中間職としては Nurse Practitioner (NP) や Physician Assistant (PA) が良く知られているが、実際には Advanced Practice Registered Nurse (APRN) と呼ばれる大学院（主に修士号）教育を受けた正看護師等を含め、Advanced Practice Providers (APPs) と総称されており、麻酔看護師、助産師等その専門性は多岐に渡る。米国ハワイ州、カリフォルニア州における、看護領域の中間職の実態調査が行われ、2019年までに報告されている [14]。しかし、放射線科領域における米国の中間職については、本年度（2020年度）の同事業として「診療放射線技師、臨床検査技師、臨床工学技士の業務範囲拡大のための有資格者研修の確立及び学校養成所教育カリキュラム見直しに向けた研究」がまさに実施されている段階である。未だ調査報告はされておらず、本邦においてタスク・シフティングの方向性として参照可能な、放射線科領域における高度な診療補助の実態に関する情報は足りていない。

1.2 研究目的

診療放射線技師の将来性として国際化および高度教育の2点を柱として検討すべく、本研究の目的は以下の通りである。

- ① 本邦とその他世界各国の放射線技師制度を比較調査することにより、それぞれの国の制度の利点と欠点を明確化し、本邦の診療放射線技師制度の在り方を提示すること。また、診療放射線技師の国際化に向け、日本国内の診療放射線技師が国外で活躍するための一助となるよう、技師教育や卒後教育、関連団体の在り方について提言すること。
- ② 放射線科領域における高度な診療補助の先進事例として、米国の中間職（放射線科領域）について実態を調査し、その背景である放射線技師制度の違いによる本邦の実情との差異を明確にすること。また本邦における診療放射線技師の業務拡大、医師のタスク・シフティング/シェアリング、および中間職の創設に向け、業務および教育の観点より課題をまとめること。

1.3 本論文の構成

本論文の構成を図1-8に示す。第1章（本章）では、序論として、診療放射線技師の歴史的背景と現状を示すとともに、厚生労働省の掲げる「医師のタスクシフト/シェア」政策の動向に基づき、医療技術職全般の業務拡大に関する方向性を整理した。これらより、診療放射線技師の国際化、および業務拡大政策を推進する上で抱える問題点を明確化し、本研究の意義を示した。第2章では、放射線技師の現行制度について日米を軸に世界各国の現状を調査し、国際比較により各国制度の利点・欠点を考察するとともに、放射線技師制度の国際的互換性について検討し、本邦の診療放射線技師の国外進出に向けた提言を行

った。第3章では、先進事例として米国のRA制度に関する調査を行い、本邦へのRA制度の導入に際しての課題について明確化した。第4章では、総括として、本邦へのRA制度導入を含めた診療放射線技師の将来展望について言及した。

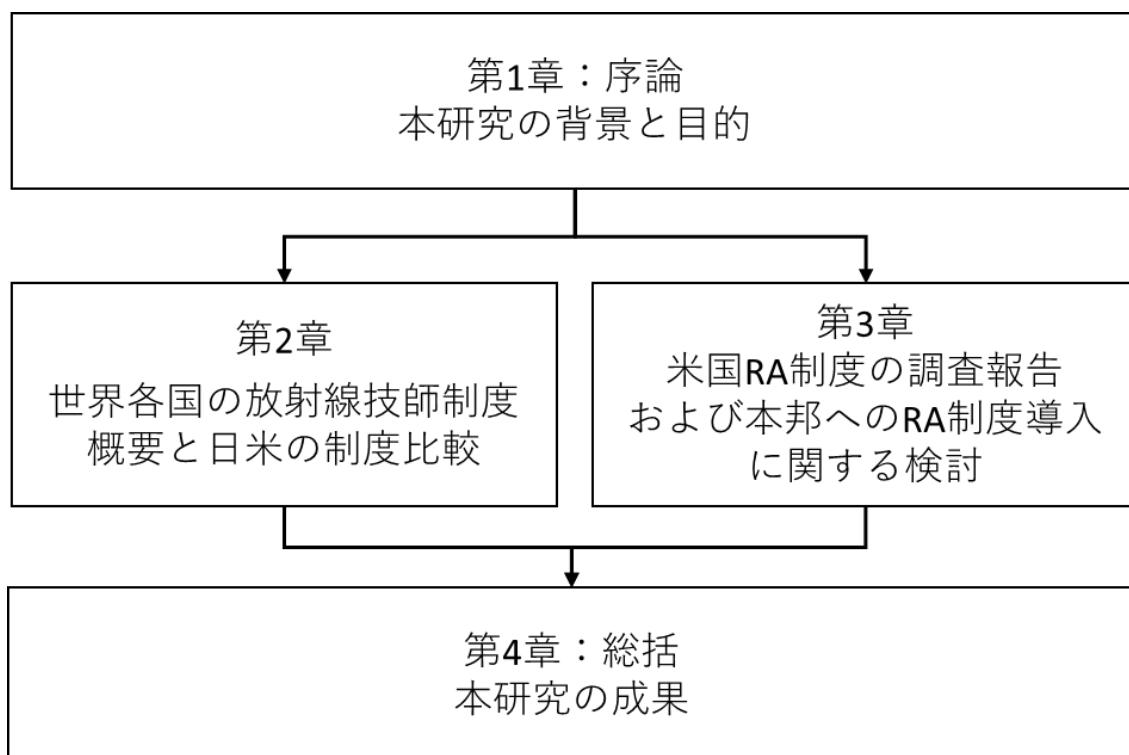


図 1-8 本論文の構成

第2章 放射線技師制度の国際比較

2.1 研究背景および目的

2.2 方法

2.2.1 調査対象

- 1) 各国放射線制度の概要調査
- 2) 日米の放射線技師制度の比較

2.2.2 調査項目

- 1) 各国放射線制度の概要調査
- 2) 日米の放射線技師制度の比較

2.3 結果

2.3.1 各国の放射線制度概要

2.3.2 日本の診療放射線技師制度

- 1) 資格の種類
- 2) 教育制度
- 3) 資格試験

2.3.3 米国の放射線技師制度

- 1) 全米共通資格の種類
- 2) 教育制度
- 3) 資格試験

2.4 考察

2.4.1 各国放射線技師制度の比較

2.4.2 日米の放射線技師制度比較

2.4.3 日米間における放射線技師免許の互換性の検討

2.5 小括

2.1 研究背景および目的

各種医用画像診断や放射線治療を担う医療技術職は世界各国に存在するが、その名称や資格制度は各国や地域によって様々である。本邦の診療放射線技師制度の特徴を客観的に評するためにも諸外国の同制度との比較は重要であるが、他国の制度に関する報告は少なく、多様な制度を有する米国については、これまでメジャーな資格以外に報告がなされていない [15] [16] [17] [2] [18]。第1章に示した通り、医師のタスク・シフト/シェアの先進事例として、米国のRA制度を参照する動きがあるが、そのベースとなる放射線技師制度について本邦との違いを明確に示した報告はないのが現状である。

そこで第2章（本章）では、以下の3点を目的とし、各国の放射線技師制度の概要および日米の制度の詳細を比較調査した。

- ① 各国の制度の特徴を明確化すること
- ② 日米それぞれの制度の利点と欠点を明確化すること
- ③ 本邦の診療放射線技師の国際化に向け、業界としての将来的方向性を提示すること

2.2 方法

2.2.1 調査対象

1) 各国放射線制度の概要調査

International Society of Radiographers and Radiological Technologist (ISRRT) に加盟する82の国と地域より、資格制度に関する情報が公式にウェブサイトで公表されている29カ国（地域）を対象とした。このうち、日本語もしくは英語によって情報収集が可能であった13カ国（地域）を対象として概要調査を行った。

2) 日米の放射線技師制度の比較

日米それぞれの放射線技師制度を調査した。ただし、米国制度について、州資格は各州においてそれぞれに細かく規定されており、極めて多様となるため、全米共通資格のみを対象とした。

2.2.2 調査項目

1) 各国放射線制度の概要調査

調査項目は以下の4項目とした。

- ① 名称
- ② 業務の領域区分
- ③ 教育体制
- ④ 上級資格の有無

尚、国（地域）によっては、ウェブサイト上から全ての情報を収集することは困難であったため、収集可能な範囲での調査とした。

2) 日米放射線技師制度の比較

調査項目は以下の3項目とした。

- ① 資格の種類
- ② 放射線技師養成の教育制度（教育機関とカリキュラム）
- ③ 資格試験

2.3 結果

2.3.1 各国の放射線技師制度概要

14か国（地域）の制度概要を表2-1に示す。日本、韓国、台湾およびケニアにおいて1種類のみ資格制度であり、それ以外の全ての国（地域）において

は、複数の領域区別の資格制度であることがわかった。尚、ケニアについては、核医学や放射線治療が普及していないことに起因する、診断領域のみの資格であった。修学年数については、イギリスやカナダ、香港を始め多くの国で4年制の教育を課していることがわかった [19] [20]。最も長いのはオーストラリアの6年制のプログラム、最も短いものは米国の9か月のプログラムであった。また、アイルランドでは4年で資格取得は可能であるが、臨床施設での需要が少なく、修士や博士の取得に向けて進学する者が多いようであった [21]。上級資格についてはいくつかの国で設定されているが、その内容は様々であった [22]。

表 2-1 各国放射線技師制度の概要

| 国・地域 (略表記) | 名称 | 資格の領域区分 | | 技師教育 | 上級資格 |
|---------------|---|---------|------------------|--|---|
| | | 種類 | 領域 | | |
| 日本 | Medical radiation technician (診療放射線技師) | 1 | 全て | 3-4年 Diploma or bachelor | 各種認定 |
| 香港 | Radiographers (放射師) Radiation therapists (放射治療師) | 2 | 診断 治療 | 4年 | |
| 韓国 | Radiological technician | 1 | 全て | 3-4年 | Specialty RT |
| 台湾 | Radiologic technologist | 1 | 全て | 3-4年 | |
| オーストラリア | Medical radiation practitioner | 4 | 診断、核医学 治療、超音波 | bachelor or master (超音波はpost-graduate) | |
| アイルランド | Diagnostic radiographer Radiation therapist | 2 | 診断 治療 | 4年 | |
| ケニア | Radiographer | 1 | 診断のみ | Diploma | |
| マルタ | Medical radiographer | 1 or 2 | 診断、治療 | 4年 | |
| ニュージーランド | Medical radiation technologist | 2 | 診断 治療 | | |
| トルコ | Medical radiology technician | 3 | 診断、核医学 治療 | | |
| 南アフリカ | Radiographer | 4 | 診断、核医学 治療、超音波 | | |
| イギリス | Radiographer | 2 | 診断、治療 | bachelor | Advanced practitioner (master level) Consultant practitioner radiographers (PhD level) |
| カナダ | Medical radiation technologist | 4 | 診断、MRI 核医学、治療 | Diploma or degree | Advanced Practice Registered Technologist |
| アメリカ | Radiologic technologist | 多数 | モダリティ別 | Certification, diploma, associate, bachelor | Radiologist Assistant Nuclear Medicine Advanced Associate |

※ 参考文献 6 より引用 (一部改変)

このうち、日本および米国を取り上げ、それぞれの放射線技師制度について詳細に調査した。調査結果を以下に示す。

2.3.2 日本の診療放射線技師制度

1) 資格の種類

日本における放射線技師資格は、「診療放射線技師」という単一の国家資格である。英語名について、厚生労働省発行の英文免許証では Medical Radiology Technician とされているが、一般には Radiological Technologist の呼称が多く使われており、職能団体である日本診療放射線技師会も後者を使用している。単一資格で全ての放射線医療の領域を担うため、その業務範囲は極めて広い。具体的には、X線撮影、X線透視、骨密度測定、血管造影、乳房X線撮影、CT、核医学、放射線治療といった放射線医療に加え、放射線を用いないMRI、超音波、無散瞳眼底検査といった画像診断検査も担う。さらに特徴的であるのは、検査（撮影）のみならず、各種機器の品質管理や線量管理、放射線治療における線量計算までもが業務範囲として規定されていることである。診療放射線技師国家試験に合格した後に、厚生労働大臣により免許が発行され、本籍地の保健所を經由して厚生労働省の診療放射線技師籍に登録されることで業務に従事することが可能となる。

診療放射線技師免許を取得した後、各分野の知識や経験を積むことで、より専門性の高い、各種認定試験を受けることができる（表2-2）。診療放射線技師免許は永久ライセンスであるが、各種認定のほとんどは5年ごとの更新制であり、更新条件は認定資格によって異なる。

表 2-2 認定・専門技師制度の種類と認定機関

| 資格 | 更新 | 認定機関 |
|-------------------------|----|-------------------------------|
| X線CT認定技師 | 5年 | 日本X線CT専門技師認定機構 |
| X線CT専門技師 | 5年 | 日本X線CT専門技師認定機構 |
| 血管撮影・インターベンション専門診療放射線技師 | 5年 | 日本血管撮影・インターベンション専門診療放射線技師認定機構 |
| 肺がんCT検診認定技師 | 5年 | 肺がんCT検診認定機構 |
| 救急認定技師 | 5年 | 日本救急撮影技師認定機構 |
| 医用画像情報専門技師 | 5年 | 日本医用画像情報専門技師共同認定育成機構 |
| 検診マンモグラフィ撮影診療放射線技師 | 5年 | 日本乳がん検診精度管理中央機構 |
| 核医学専門技師 | 5年 | 日本核医学専門技師認定機構 |
| 放射線治療専門放射線技師 | 5年 | 日本放射線治療専門放射線技師認定機構 |
| 胃がん検診専門技師 | 5年 | 日本消化器がん検診精度管理評価機構 |
| 磁気共鳴 (MR) 専門技術者 | 5年 | 日本磁気共鳴専門技術者認定機構 |
| 血管診療技師 | 5年 | 血管診療技師認定機構 |
| 医学物理士 | 5年 | 医学物理士認定機構 |
| 超音波検査士 | 5年 | 日本超音波医学会 |
| 大腸CT専門技師 | 5年 | 日本大腸CT専門技師認定機構 |
| Ai 認定診療放射線技師 | 5年 | 日本診療放射線技師会 |
| 下部消化管（注腸）認定診療放射線技師 | 5年 | 日本診療放射線技師会 |
| 画像等手術支援認定診療放射線技師 | 5年 | 日本診療放射線技師会 |
| 災害支援認定診療放射線技師 | 5年 | 日本診療放射線技師会 |

※ 参考文献 6 より引用（一部改変）

2) 教育制度

2020年現在、日本全体では52の教育機関において54種の養成プログラムが提供されている（表 2-3） [23]。いずれも文部科学省もしくは都道府県知事により承認されたプログラムであり、全課程の修了（卒業）をもって国家試験の受験資格が与えられる。診療放射線技師法上は3年の教育を受けることが受験資格授与の条件であるが、近年では高学歴化が進んでおり、すべての短期大学は4年制大学への移行が完了している。また、4年制大学においては大学院の設置も進んでおり、その数も年々増加している。各プログラムの定員は33人から120名までと、比較的大人数を対象としていることが特徴である。

表 2-3 診療放射線技師養成学校の種類

| 種別 | 年数 | 学位 | 数 |
|--------------|--------|-----|----|
| 大学 | 4年 | 学士 | 39 |
| 専門学校 | 3年 | 専門士 | 13 |
| | 4年 | 専門士 | 2 |
| | 4年（夜間） | 専門士 | 4 |
| 大学院（修士・博士前期） | 2年 | 修士 | 26 |
| 大学院（博士後期） | 3年 | 博士 | 25 |

(2020年4月1日現在)

※ 参考文献 6 より引用（一部改変）

全ての養成プログラムにおいて、診療放射線技師国家試験の受験資格を得るために、厚生労働省指定の内容を網羅するカリキュラムが組まれている。当該カリキュラムに既定されている単位数を表 2-4 に示す。近年では、医療機器の発展に伴う教育内容の増大や業務拡大に伴うカリキュラムの変更が繰り返されており、これも診療放射線技師の高学歴化の一因となっている。特に臨床実習については授業時間数（単位数）を増やすことで、在学中から少しでも多くの臨床経験を積むことが求められており、これに対応したカリキュラムへと移行する傾向にある。

表 2-4 診療放射線技師養成カリキュラム

| 教育内容 | | 単位数 (45時間/単位) |
|--------|--------------------------------|------------------|
| 基礎分野 | 科学的思考の基盤 | 14 |
| | 人間と生活 | |
| 専門基礎分野 | 人体の構造と機能及び疾病の成り立ち | 13 |
| | 保健医療福祉における理工学的基礎ならびに放射線の科学及び技術 | 18 |
| 専門分野 | 診療画像技術学 | 17 |
| | 核医学検査技術学 | 6 |
| | 放射線治療技術学 | 6 |
| | 医用画像情報学 | 6 |
| | 放射線安全管理学 | 4 |
| | 医療安全管理学 | 1 |
| | 臨床実習 | 10 |
| 合計 | | 95 |

3) 資格試験

本邦における資格試験は診療放射線技師国家試験が唯一である [24]。試験科目と各分野の出題数を表 2-5 に示す。国家試験は年 1 回、全国 8 か所で開催され、全 200 問の複数選択方式でマークシート形式の試験である。試験時間は、午前・午後あわせて 5 時間 10 分で、60%以上の正答によって合格であるが、0 点の科目が 2 つ以上ある場合は正答率に関わらず不合格となる。不合格の場合には翌年以降の国家試験を再受験することとなり、受験回数に制限はない。試験後 1-2 か月ほどで一斉に合格発表がなされる。

表 2-5 診療放射線技師国家試験

| 試験科目 | 問題数 |
|------------|-----|
| 基礎医学大要 | 30 |
| 放射線生物学 | 10 |
| 放射線物理学 | 10 |
| 医用工学 | 7 |
| 放射化学 | 8 |
| 放射線計測学 | 10 |
| エックス線撮影技術学 | 20 |
| 診療画像機器学 | 20 |
| 診療画像検査学 | 20 |
| 核医学検査技術学 | 20 |
| 放射線治療技術学 | 20 |
| 画像工学 | 5 |
| 医用画像情報学 | 10 |
| 放射線安全管理学 | 10 |

国家試験の受験資格は以下の通りである。

- (1) 学校教育法（昭和 22 年法律第 26 号）第 90 条第 1 項の規定により大学に入学することができる者（法第 20 条第 1 号の規定により文部科学大臣の指定した学校が大学である場合において、当該大学が学校教育法第 90 条第 2 項の規定により当該大学に入学させた者又は法附則第 11 項の規定により学校教育法第 90 条第 1 項の規定により大学に入学することができる者とみなされる者を含む。）であって、文部科学大臣が指定した学校又は都道府県知事が指定した診療放射線技師養成所において、3 年以上診療放射線技師として必要な知識及び技能の修習を終えたもの（当該年度末までに修業し、又は卒業する見込みの者を含む。）

- (2) 外国の診療放射線技術に関する学校若しくは養成所を卒業し、又は外国で法第3条の規定による免許に相当する免許を受けた者であって、厚生労働大臣が(1)に掲げる者と同等以上の学力及び技能を有するものと認めたもの
- (3) 58年改正法の施行の際（昭和59年10月1日）現に診療エックス線技師又は診療エックス線技師試験を受けることができた者であって、旧法第20条に規定する文部大臣が指定した学校又は厚生大臣が指定した診療放射線技師養成所において、1年以上診療放射線技師として必要な知識及び技能の修習を終えたもの（58年改正法の施行の際現に修習中の者であって、同法施行後にその修習を終えたものを含む。）

2.3.3 米国の放射線技師制度

1) 全米共通資格の種類

合衆国である米国において、医療従事者の資格に限らず、運転免許証や弁護士資格等、あらゆる免許（ライセンス）は州法に基づき州ごとに発行される。放射線技師の資格についても、医療機関での勤務にはその医療機関が属する州資格の取得が求められる。75%の州において放射線技師に関する州法が制定されており、詳細こそ各州によって異なるものの、大半の州では州資格の取得あるいは受験条件として全米共通資格の所有が求められている。従って、米国放射線技師は、以下に挙げる全米共通資格の取得により専門家としての認定を受けた後、さらに州免許の取得により労働許可を得ることとなる。

米国放射線技師資格は各関連団体より認定されており、全米共通資格に限ったとしても多くの発行者が存在する。全米共通資格の一覧を表2-6に示し、その資格制度を認定機関別に以下に示す [25] [26]。

表 2-6 米国の放射線技師資格一覧

| institutions | Licenses | |
|--------------|--|--|
| ARRT | Bone Densitometry (BD) | Breast Sonography (BS) |
| | Cardiac Interventional Radiography (CI) | Cardiovascular Interventional Radiography (CV)* |
| | Computed Tomography (CT) | Magnetic Resonance Imaging (MR) |
| | Mammography (M) | Nuclear Medicine Technology (N) |
| | Quality Management (QM)* | Radiation Therapy (T) |
| | Radiography (R) | Registered Radiologist Assistant (R.R.A.) |
| | Sonography (S) | Vascular Interventional Radiography (VI) |
| | Vascular Sonography (VS) | |
| ARDMS | Registered Diagnostic Medical Sonographer (RDMS) | Registered Diagnostic Cardiac Sonographer (RDCS) |
| | Registered Vascular Technologist (RVT) | Registered Musculoskeletal Sonographer (RMSKS) |
| ARMRIT | ARMRIT | |
| CCI | Advanced Cardiac Sonographer (ACS) | Certified Cardiographic Technician (CCT) |
| | Certified Rhythm Analysis Technician (CRAT) | Registered Congenital Cardiac Sonographer (RCCS) |
| | Registered Cardiac Electrophysiology Specialist (RCES) | Registered Cardiovascular Invasive Specialist (RCIS) |
| | Registered Cardiac Sonographer (RCS) | Registered Phlebology Sonographer (RPhS) |
| | Registered Vascular Specialist (RVS) | |
| NMTCB | NMTCB(NM) | NMTCB(CT) |
| | NMTCB(RS)** | Positron emission tomography (PET) |
| | Nuclear Cardiology Technology (NCT) | Nuclear Medicine Advanced Associate (NMAA) |

* No longer accepting new applicants

** For radiation safety

※ 参考文献 6 より引用（一部改変）

A) ARRT (American Registry of Radiologic Technologists)

放射線技師全般の全米共通資格を認定する米国最大の機関であり、米国内で放射線技師業務に従事する者の大半は、この機関に登録されている。カリフォルニア州とフロリダ州以外の州に対しては、州資格の試験も提供している。ARRT では現在 15 種類の資格を認定しており、基本資格 6 種と、それらを取得後に追加教育の受講で得られる追加資格 8 種および上位資格 1 種とに大別される（表 2-7）。基本資格のうち 4 資格については、次いで取得可能な資格が規定

されている（表 2-8）。ARRT 認定の放射線技師は Registered Technologist (R.T.) を称し、取得資格ごとに略称を併記する。例： R.T. (R) (CT)

基本資格・追加資格ともに免許はいずれも 2 年ごとの更新制であり、更新には 24 単位の継続教育の受講が必須である [27]。

表 2-7 ARRT(American Registry of Radiologic Technologists)の認定資格

| | 資格 | 略称 |
|------|---------|--------|
| 基本資格 | X線撮影 | R |
| | 核医学 | N |
| | 放射線治療 | T |
| | 超音波検査 | S |
| | MRI | MR* |
| | 血管超音波検査 | VS* |
| 追加資格 | 骨密度 | BD |
| | 乳房超音波 | BS |
| | 心臓IVR | CI |
| | CT | CT |
| | マンモグラフィ | M |
| | 血管IVR | VI |
| | MRI | MR* |
| | 血管超音波検査 | VS* |
| | 心臓血管IVR | CV** |
| | 品質管理 | QM** |
| 上位資格 | 放射線科医補佐 | R.R.A. |

* 基本資格・追加資格いずれでも取得可能

** 現在、新規認定は行っていない資格

※ 参考文献 26 より引用（一部改変）

表 2-8 基本資格別の追加資格

| 基本資格 | 取得可能な追加資格 |
|----------|---|
| X線撮影 | マンモグラフィ CT MRI 骨密度 心臓IVR 血管IVR 血管超音波 乳房超音波* 放射線科医補佐 |
| 核医学** | CT MRI 骨密度 血管超音波 |
| 放射線治療 | CT MRI 骨密度 血管超音波 |
| 超音波検査*** | MRI 血管超音波 乳房超音波 |

* X線撮影およびマンモグラフィの両資格が必要

** ARRTまたはNuclear Medicine Technology Certification Board (NMTCB) による認定

*** ARRTまたはAmerican Registry for Diagnostic Medical Sonography (ARDMS) による認定

※ 参考文献 26 より引用 (一部改変)

B) ARMRIT (American Registry of Magnetic Resonance Imaging Technologists)

MRI 専門の技師資格認定機関である。ARMRIT 認定の MRI 技師は 3 年ごとの更新制であり、更新には 8 単位/年（計 24 単位）取得が必須である。2018 年現在約 39,000 人が認定されている [28]。

C) NMTCB (Nuclear Medicine Technology Certification Board)

核医学検査技師専門の認定機関である。NMTCB（核医学技師）を基本資格とし、追加資格として以下の 5 つの資格が取得可能である。

- ① NMTCB(CT)：核医学 CT 技師
- ② NMTCB(RS)：放射線安全技師
- ③ PET Technologist：PET 技師
- ④ Nuclear Cardiology Technology (NCT) Technologist：核医学循環器技師
- ⑤ Nuclear Medicine Advanced Associate (NMAA)：Physician Extender (PE, 準医師資格)

尚、NMTCB は 2 年ごとの更新で、24 単位取得が必要となる。③および④は 7 年、⑤は 10 年の期間限定資格であり更新はできない。ただし、再受験により資格を再取得することは可能である [29]。

D) ARDMS (American Registry for Diagnostic Medical Sonography)

超音波診断に関する 5 種類の資格を認定している。

- ① 超音波診断認定技師 (RDMS)：超音波検査全般
- ② 循環器超音波認定技師 (RDCS)：成人・小児・胎児心臓専門
- ③ 血管超音波認定技師 (RVT)：血管専門

④ 骨軟部超音波認定技師 (RMSKS)：筋骨格専門

⑤ 助産師に対する産科超音波免許

このうち⑤については助産師を対象としているため、放射線技師に該当する資格は4種類である [30]。

2) 教育制度

1) に示した通り、米国放射線技師資格は装置種（モダリティ）別であるため、各資格の認定機関や資格の種類により、教育プログラムや認定プログラムも異なり、その種類は非常に多岐に渡る。認定機関別の養成プログラムを表 2-9 に示す。多くのプログラムが1年から2年の修了証明や準学士レベルのものである。各プログラムの定員は8名から多くても20名程度と少人数制の教育であり、いずれのプログラムにおいても臨床実習には1,000時間から2,000時間が充てられていることが特徴的である。これらは基本資格取得のために必要となる教育プログラムであり、追加資格の取得には主に臨床経験および最低16時間の系統立った講習の受講が必要となる。4年制大学のような長期プログラムにおいては、複数の資格が取得可能なものも提供されている。

表 2-9 米国放射線技師養成プログラム

| Institutions | Category | number |
|--------------|-------------------|--------|
| ARRT | Radiography | 732 |
| | MRI | 66 |
| | Nuclear medicine | 114 |
| | Radiation therapy | 108 |
| | Sonography | 190 |
| ARMRIT | MRI | 16* |
| NMTCB | Nuclear medicine | 95* |

* 米国外のプログラムを含む

※ 参考文献 6 より引用（一部改変）

この他、ARMRIT では米国労働省や国もしくは州の実習機関によって認定を受けたプログラムも承認している [28]。

また ARDMS では Council for Higher Education Accreditation (CHEA) や米国教育省 (USDOE)、カナダ医師会 (CMA) や the Canadian Health Standards Organization (HSO) など他の医療団体による教育プログラムも承認している [31]。

3) 資格試験

A) ARRT (American Registry of Radiologic Technologists)

ARRT の認定する基本資格の取得には、準学士以上の学位を持つ者で、出願分野に関する ARRT 認定の教育プログラムを修了し、ARRT 試験に合格する必要がある。追加資格については、教育プログラム (Recognized Continuing Education Evaluation Mechanism : RCEEM または州資格供与機関により認定されているものもしくは ARRT 認定機関によるもの) を修了し、臨床実習 (分野ごとに所定の症例数) 修了後 24 か月以内に ARRT 試験に合格することで取得することが可能である。

ARRT 試験はコンピュータベースで、申請者の申し込みのタイミングにて通年開催される。各資格の試験分野と出題数を表 2-10 に示す。これらの試験問題の他、練習問題、パイロット問題、秘密保持契約書(NDA)の署名、および試験後のアンケート調査があり、受験者には試験問題に関する守秘義務が発生する。試験は 1 から 99 までのスケール範囲で点数化され、調整スコア 75 以上で合格となる。試験終了直後に点数の速報値が表示され、最終確定した点数は数週間後に受験者に郵送される。受験は 3 回までに限られており、最初の ARRT 試験から 3 年以内に合格しなければならない [27]。

表 2-10 ARRT (American Registry of Radiologic Technologists) 試験の分野別出題数

| License Category | Patient Care | Safety | Image Production | Procedures | Total |
|-------------------------------------|--------------|--------|------------------|------------|-------|
| Radiography | 33 | 53 | 50 | 64 | 200 |
| Nuclear Medicine Technology | 20 | 22 | 38 | 120 | 200 |
| Radiation Therapy | 47 | 49 | - | 104 | 200 |
| Magnetic Resonance Imaging | 18 | 20 | 105 | 57 | 200 |
| Sonography | 29 | - | 115 | 216 | 360 |
| Mammography | 14 | - | 33 | 68 | 115 |
| Computed Tomography | 22 | 20 | 55 | 68 | 165 |
| Bone Densitometry | 16 | - | 21 | 38 | 75 |
| Vascular-Interventional Radiography | 35 | - | 30 | 80 | 145 |
| Cardiac-Interventional Radiography | 30 | - | 25 | 105 | 160 |
| Vascular Sonography | - | - | 75 | 85 | 160 |
| Breast Sonography | 14 | - | 101 | 70 | 185 |
| Registered Radiologist Assistant | 60 | 25 | - | 115 | 200 |

B) ARMRIT (American Registry of Magnetic Resonance Imaging Technologists)

ARMRIT の試験はコンピュータベースの複数選択式試験である。240 問中 70%以上の得点で合格となり、受験は 3 回までに限られる。ARMRIT 試験の詳細を表 2-11 に示す。

表 2-11 ARMRIT (American Registry of Magnetic Resonance Imaging Technologists) 試験

| | Number of questions | subjects | Format |
|--------------------|---------------------|--|--|
| Section 1 | 80 | MR Physics: Basic, Intermediate and Advanced physics, Tissue Characteristics, Electromagnetism | Multiple choice, TRUE/FALSE |
| Section 2 | 80 | Clinical Applications: Pulse sequences, Image Parameters, Spatial Localization, Image Quality, Enhancement Agents, types of MR magnets, Coils and peripheral equipment | Multiple choice, TRUE/FALSE |
| Section 3 (Part I) | 30 | Bioeffects, Safety and Patient Care | multiple choice, TRUE/FALSE |
| (Part II) | 50 | MR Cross-sectional Anatomy | matching anatomical structures on MRI images |

受験資格は以下の①から⑥のいずれかに該当する者である [32]。

- ① 3年以内に ARMRIT 認定プログラムを修了した者
 - 1-2年の認定プログラムもしくは準学士プログラム
 - 1,000時間の臨床実習を含む
- ② 3年以内に MRI の公認実習プログラムを修了した者
 - 米国労働省もしくは州の実習機関により公認されているもの
 - 最低 2,000 時間の臨床実習を含む
- ③ 3年以内に ARMRIT 以外の認定 MRI 技師プログラムを修了した者
 - 州により認可を受けたもの
 - 最低 2,000 時間の MRI 臨床実習を含む 1 年以上の保健関連教育
- ④ 医用画像もしくは保健関連分野の異分野指導者
- ⑤ 上記と同等の要件を満たす者
 - 4年間もしくは 6,240 時間のフルタイムの MRI 臨床業務経験または 2,000 時間のフルタイムの MRI 臨床業務経験を持つ準学士
- ⑥ 外国の教育機関で学位を取得した者：正式な成績証明書を個別審査

C) NMTCB (Nuclear Medicine Technology Certification Board)

NMTCB 試験はコンピュータベースの 5 者択一式試験である。NMTCB 試験の詳細を表 2-12 に示す。

受験資格は以下のいずれかひとつに該当する者 [29]。

- ① 5年以内に NMTCB 認定の核医学教育プログラムを修了した者。
- ② 5年以内に、認定・準学士・学士・修士の学位を取得できる公認の核医学教育プログラムを修了した者。

表 2-12 NMTCB (Nuclear Medicine Technology Certification Board) 試験

| Exam | Number of Questions | Contents | Time (minutes) | Format |
|------------------|---------------------|--|----------------|-------------------------------|
| Nuclear Medicine | 90 | Radiation Physics & Detection, Radiation safety and Regulations, Pharmaceutical and Radiopharmaceutical Agents, Instrumentation Operation & Quality Control, and Clinical Procedures | 115 | 5-option multiple choice |
| CT | 200 | | 210 | 4 or 5-option multiple choice |
| Radiation Safety | 200 | RAM License, Computed Tomography, X-Ray & Fluoroscopy, MRI, and Optimizing Radiation Exposure/Other Safety Topics | 210 | 4 or 5-option multiple choice |
| PET | 200 | Diagnostic Procedures, Instrumentation/Quality Control, Radiation Protection, and Radiopharmaceuticals | 225 | 4-option multiple choice |
| Cardiology | 150 | Nuclear Medicine Imaging Procedures, Anatomy/Physiology/Pathology, Radiopharmaceuticals and Interventional Drugs, Non-pharmacologic (Exercise) Stress Testing, and Patient Care | 180 | 4-option multiple choice |

D) ARDMS (American Registry for Diagnostic Medical Sonography)

認定している 5 種類の資格のうち、放射線技師に該当する 4 資格において、超音波検査の原理や機器に関する共通試験 (Sonography Principle and Instrumentation: SPI) と、それぞれの専門試験を課している。ARDMS 試験詳細を表 2-13 に示す [31]。

SPI 試験の受験資格は以下のいずれかを満たす者である [33]。

- ① 2 年間の保健関連学（ペイシェントケアに関わるもの）の教育プログラムを修了し、12 か月のフルタイム（週 35 時間以上かつ年 48 週以上：以下同じ）での臨床経験を有する者
- ② Council for Higher Education Accreditation (CHEA), United States Department of Education (USDOE), Canadian Medical Association (CMA), もしくは Canadian Health Standards Organization (HSO) 公

認の医学超音波、診断用心臓超音波、血管超音波に特化して構成されたプログラムの卒業生（卒業見込みを含む）。臨床経験は不要。

- ③ 学士（専攻不問）もしくは、米国・カナダの学士に同等の外国の学位を持ち、12 か月間フルタイムの臨床経験を有する者
- ④ 超音波もしくは血管超音波を専攻する学士（学生を含む）または米国・カナダの学士（超音波もしくは血管超音波技術専攻）と同等の外国の学位を持つ者。臨床経験は不要。
- ⑤ 米国もしくはカナダ国内における Medical Doctor (MD) もしくは Doctor of Osteopathic Medicine (DO) の学位取得者で
 - A) Accreditation Council for Graduate Medical Education (ACGME), Royal College of Physicians and Surgeons of Canada (RCPSC) もしくは American Osteopathic Association (AOA) において、超音波もしくは血管医療に関する講義および臨床を含むレジデントもしくはフェローシップのプログラムを修了している者。申請予定の分野で最低 800 症例の経験を要する。
 - B) 12 か月フルタイムの超音波もしくは血管医療の臨床経験を有する者
- ⑥ 米国・カナダ以外の国において、米国・カナダの MD もしくは DO に同等の学位を取得した者で、
 - A) 申請予定の分野に関して最低 800 症例の経験を有する者
 - B) 12 か月フルタイムの超音波もしくは血管医療の臨床経験を有する者
- ⑦ 以下のうち、いずれかの有効な資格を有する者。ただし、各団体の認定基準を満たす臨床経験を要する。
 - A) Cardiovascular Credentialing International (CCI) による Registered Cardiac Sonographer (RCS), Registered Congenital

Cardiac Sonographer (RCCS) もしくは Registered Vascular Specialist (RVS)

- B) ARRT による超音波検査技師、血管超音波検査技師もしくは乳房超音波検査技師
- C) Sonography Canada による Canadian Registered Generalist Sonographer (CRGS), Canadian Registered Cardiac Sonographer (CRCS) もしくは Canadian Registered Vascular Sonographer (CRVS)
- D) Australasian Society of Ultrasound in Medicine (ASUM) による Diploma of Medical Ultrasonography (DMU)

表 2-13 ARDMS (American Registry for Diagnostic Medical Sonography) 試験

| License | Physics Examination | | Specialty examinations |
|---------|---------------------|---|--|
| RDMS | SPI | + | Abdomen, Breast, Fetal Echocardiography, Obstetrics & Gynecology, Pediatric Sonography |
| RDCS | SPI | + | Adult Echocardiography, Fetal Echocardiography, Pediatric Echocardiography |
| RVT | SPI | + | Vascular Technology |
| RMSKS | SPI | + | Musculoskeletal Sonographer |

※ 参考文献 26 より引用（一部改変）

2.4 考察

2.4.1 各国放射線技師制度の比較

調査結果（表 2-1）を基に、各国の制度を分類してマトリクス図を作成した（図 2-1）。マトリクス図は、横軸を専門性、縦軸を養成カリキュラムとし各国の特徴を示すものとした。横軸の専門性の分類として、業務領域別の免許の区分数（表 2-1 中、「資格の領域区分 種類」に該当する項）により、包括型（免

許区分が1つのみであるもの)、中間型(免許区分が2-4種であるもの)、分業型(免許区分が5種以上であるもの)の3段階とした。また縦軸には、技師養成プログラムの性質を表すものとして、養成カリキュラムを技術型と学術型とに分類した。本来であれば養成カリキュラムを、座学と臨床実習との割合により算出したいところではあるが、カリキュラム詳細の調査が難しかったため、ここでは養成期間(カリキュラムの修学年数)による区分とし、短期間教育(certification, diploma レベル)を技術型、長期間教育(degree レベル)を学術型とした。尚、修学年数が不明な国については、中央(横軸上)への仮配置にて対応した。

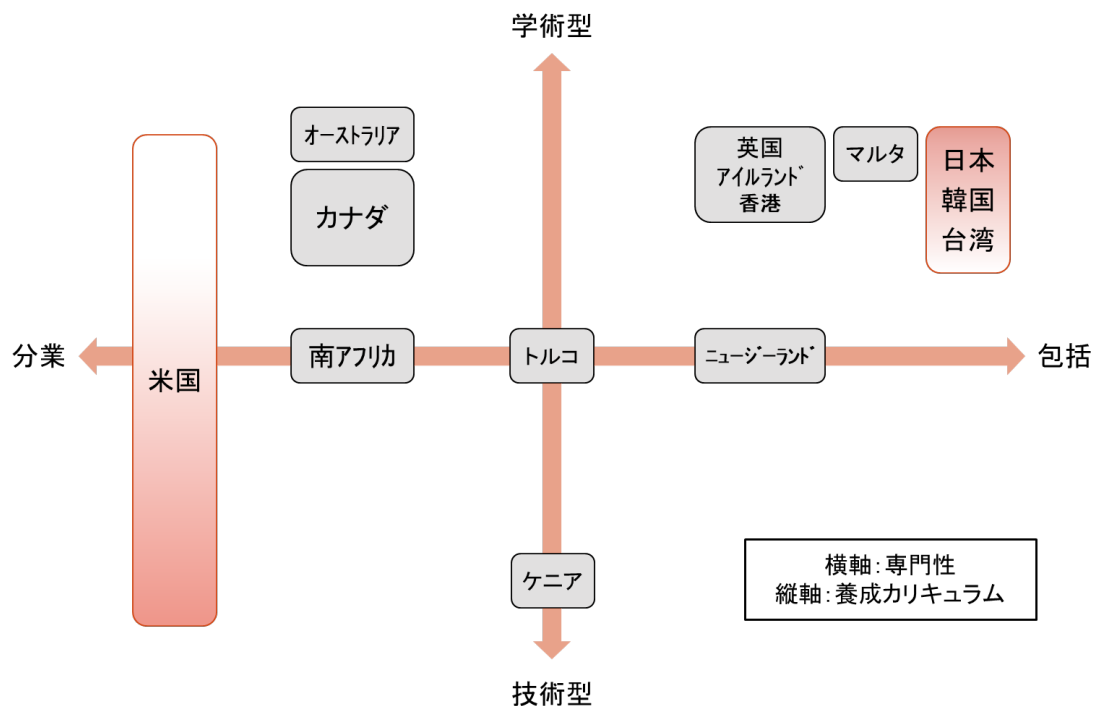


図 2-1 各国制度の分類

※ 参考文献 6 より引用 (一部改変)

このように、少なくとも調査範囲においては、モダリティ別資格とする米国方式も、また全ての業務を一括して担う日本方式も、ともに極めて異例であることがわかる。領域別の資格とする中間型の制度を取る国（地域）が多く、欧州各国が事実上の共通資格としていることを鑑みると、世界の大半でこの方式が取られていると考えられる。米国のモダリティ別資格の背景としては、放射線技師制度や医療制度（分野）に限らず、広く一般的な文化としての分業文化（担当制）が考えられる。飲食店やホテル等に見られる厳格な分業制を常としている米国において、放射線技師もまたモダリティごとの分業制であることは当然のこととされているものと考察する。本邦と米国とでは最も対照的な制度を取っている国同士と言え、タスク・シフト/シェア政策において米国制度を先進事例として参照する場合、その基礎となる放射線技師制度の背景を十分に精査し考慮することが極めて重要であると言える。

一方で、ケニアの状況に見られるように、発展途上国においては、資格制度が十分に整備されていないことが多いことと推測される。例えばバングラディッシュ（ウェブサイトの公開がなかったため、今回の調査では対象外とした）については、現地の技師への聞き取り調査によると、4年制の教育プログラムは用意されているものの、資格制度は存在しないという。将来的にこれらの国において放射線技師制度を法整備するにあたり、世界中で異なる制度について、どの国（地域）の制度を参考とすべきかは、その地域の事情に合わせた考慮が必要となるであろう。

2.4.2 日米の放射線技師制度比較

日米の放射線技師制度の最大の違いは、技師としてのバックグラウンドの多様性であると言える。日本の診療放射線技師は同一試験により同一資格を取得しておりほぼ単一の経歴と言えるが、米国の放射線技師の経歴は教育も試験も

取得資格も実に様々である。各資格が担う業務の範囲やスキルアップの方向性もまた日米で大きく異なる点である。日本の診療放射線技師は基本がジェネラリストであり、各専門分野の知識や経験をより深めていくことでスキルアップを図るのに対し、米国の放射線技師は基本が各分野のスペシャリストであり、他の分野に知識と経験を広げていくことでスキルアップを図ることとなる。

日本方式（包括型）の最大の利点としては、PET-CT や PET-MR、MR-Linac のような新たに開発された複合装置への対応が、極めて円滑に行えることである。米国方式では、新しい複合装置の操作のためには、それぞれの分野の資格を持った二人の技師が必要となる。実際、PET-CT が開発された当時、米国の施設では PET 技師もしくは核医学技師と、CT 技師の 2 名を雇用していた。長時間の PET-CT 検査において一瞬の CT 撮影部分を操作するためだけに、CT 技師が必要だったためである。後に PET 技師や核医学技師が post-primary 資格として CT の資格を取得できるようになり、PET-CT 技師や核医学 CT 技師が誕生した。米国の主任技師によれば、現在では両方の資格を持った技師の需要が高まっており、人材不足により採用が難しくなっているという。近年では PET-MR の登場により、同様の問題が再び発生した。新たな複合装置が開発される度に、関連団体は当該装置を操作可能な資格について検討し、声明を出さなければならない [34] [35]。これからの時代は同様の複合装置の開発がより一層進むと推測され、将来的には単一モダリティの専門技師だけでは立ち行かなくなる可能性さえ考えられる。診断領域と核医学領域のみならず、放射線治療領域までをも包括している日本方式は、複合型の治療装置（Tomotherapy や MR-Linac）についても円滑に対応できる唯一の資格制度と言えよう。本邦において、各種複合装置が全く問題なく臨床現場に普及していることこそが、この制度の大きな優位性を証明している。

日本方式の別の利点として、技師が疾患中心の思考で検査に当たることができ、臨床医の思考を理解しやすい点が挙げられる。全モダリティの検査知識に基づき、対象患者（疾患）に最善の検査手法を提案・実施することで、医師の求める画像の提供が可能となる。

一方、米国方式の利点としては、資格の分野を絞ることにより学生時分の履修内容が必然的に絞られ、特定分野の知識や経験を集中的に得られる点である。教育プログラム中の臨床実習の単位数に着目すると、日本のカリキュラムが全分野で450時間であるのに対し、米国カリキュラムでは特定の分野に1,000時間以上であり、学生の臨床経験に大きな差があることは明白である。このため、米国の新人技師は即戦力として卒業直後から臨床現場で活躍するが、日本の新人技師は入職後から新人教育が始まる。毎年大人数の新人を迎えることとなる大学病院等では、丸1年かけての新人教育も珍しくなく、教育係として余分に人員を確保しなければならないことが大きな負担になっているとも言われる。ただし、これは日本の技師が臨床経験以上に科学的・学問的な知識を備えて卒業してくることを意味し、そこで養われる応用力についてはむしろ現場での強みとなる。従って、長期的に捉えると、決して欠点とは言いきれないことにも留意されたい。

また、試験方式についても日米間において大きく異なることが注目される。本邦では年に1回、マークシート方式の一斉受験となるのに対し、米国では、いずれの団体においても、コンピュータベースの試験を通年開催している。本邦の年に1回限り（追試なし）の試験開催は、試験ごとに試験問題を開示し広く評価を受ける点で公平性は高く保たれるものの、先の震災や今般のパンデミックを一例とする非常事態発生時については、主催者側にも受験者側にも非常にリスクが高い。国家資格と団体認定資格という、資格の性質の違い（試験主催機関の違い）による情報開示義務の有無や機動性の違いのみならず、過去問

対策や新卒一括採用等といった文化的背景による利便性の都合もあると考えられる。それらを考慮してもなお、米国方式の高い利便性は非常に有用であると考えられ、本邦においても、まずは認定試験等から、米国の方式を参照することに一考の価値はあると言える。

2.4.3 日米間における放射線技師免許の互換性の検討

日米両国とも、放射線技師の臨床勤務にあたっては、自国免許の取得を義務付けている。従って、他国において技師教育を受けた者あるいは他国の放射線技師免許を所有する者についても、それぞれの国の資格試験を受験しなければならない。

まず、米国放射線技師が日本の診療放射線技師免許を取得するケースを検証する。本邦の診療放射線技師国家試験では、高度な日本語能力を有し、かつ日本の診療放射線技師と同等以上の教育を受けたと認められた者について、日本国外で教育歴を受けた国外の放射線技師免許所有者に対しても受験資格を認めており、法律上は診療放射線技師免許取得への道が開かれていると言える。しかしながら、現実問題として、日本の資格と同等の領域に関して米国で教育を受けている事例は考えにくく、また（米国で教育を受けた日本出身者を除き）日本語を母語としない者が言葉の壁を超えて日本の資格を取得して日本で働くことを希望するかは甚だ疑問である。

一方、1.1.1の5)に示した通り、我々の調査によると、日本の診療放射線技師の一定数は国外（特に米国）において臨床勤務に就くことに関心を示している。そこで、次に、本邦の診療放射線技師免許取得者が米国の放射線技師免許を取得するケースを考える。米国最大手であるARRTの技師免許の取得には、ARRT認定の教育プログラムの受講、つまり技師教育の受け直しが必須であり、現実的ではない。対して、その他各モダリティ団体の認定資格であれば、

米国外の学位や教育プログラムも受験資格として考慮されることがある。具体的には、ARRMRIT 認定の MRI 技師、ARDMS 認定の超音波検査技師について、これに該当する受験資格が明記されている。いずれも学士以上の学位を要し、個々の成績証明書を翻訳した上での個別審査となるが、成績が一定の基準を満たしていれば、受験資格を得られる可能性はある。さらに、これら各モダリティの認定機関においては、外国の教育プログラムを認定しているものが見受けられ、カナダやオーストラリアのプログラムが対象となっている。いずれも英語圏のプログラムであり、言語が障壁にならないという背景こそあるが、他国医療との互換性を認めている点で、本邦の放射線技術教育との交流に大いに期待できる。

そこで、本邦においても、例えば大学が提供する特定の教育プログラムについて、米国の教育プログラムとしての承認を得ることで、国際的に活躍できる人材を育成することを提案する。具体的には、米国外プログラムの認定実績がある ARRMRIT および NMTCB について、日本の大学の特定プログラムを登録することで、日本の学生が日本国内で日本の教育を受けつつ、日本の診療放射線技師資格と同時に米国の MRI 技師もしくは核医学技師への挑戦が可能となる。現時点で、日本で提供されている診療放射線技師教育プログラムはいずれも日本の国家試験にしか対応しておらず、米国資格の受験資格を得られるものはない。仮に海外志向を持った学生がいたとしても、個人で見つけた申請先に個人申請することにより各種書類の個別審査をもって受験を得ることしかできず、あくまでも個人の挑戦に留まってしまう。これでは後進の育成は見込めない。業界全体としての国際化を促進するためにも、大学や学会等の単位で道を開くことは必須であると考え。もちろん、本邦における診療放射線技師教育の主目的は、日本国内への放射線医療提供であり、全ての教育プログラムが国際的な承認を得る必要は到底ない。例えば国際活動に注力するような、特定の

大学等で充分であろう。ある程度のまとまった人数の学生に対して、国際的な活躍の後押しとなり、業界全体の国際化の弾みにもなることと考える。当然、従来のカリキュラムに加えて米国対応プログラムの相当分を上乗せする必要がある。類似の教育制度としては、看護師教育における助産師の育成や、MBAの国際認証制度が存在する。これらを先行事例として参照することで、決して無謀な提案ではなく、診療放射線技師教育への国際的付加価値として実現できることと考える。尚、これに先立ち、各大学においては各種証明書やシラバスの英語版を用意されることが望ましい。それらは米国対応プログラムに必須となるのみならず、当該プログラムの整備以前より個別審査による海外進出を目指す個人の諸手続きを円滑化することが期待される。

2.5 小括

本章では、世界の放射線技師制度を調査し、各国制度をパターン分類することで、それぞれの特徴を示した。また米国の放射線技師制度について、これまで日本国内で報告されていなかったマイナーな制度までを含めて調査することで、本邦とは対照的な米国の制度を包括的に報告し、互いの利点を明確化した。さらに、日米の放射線技師免許の互換性を検討し、そこから診療放射線技師の国際化に向けた技師教育に関する方向性を提案した。

第3章 本邦への Radiologist Assistant (RA) 制度導入に関する検討

3.1 研究背景および目的

3.2 方法

3.2.1 視察調査

3.2.2 文献調査

3.3 結果

3.3.1 米国の放射線科領域における PE (Physician Extender) の種類

- 1) PA (Physician Assistant)
- 2) NP (Nurse practitioner)
- 3) RA (Radiologist Assistant)
- 4) NMAA (Nuclear Medicine Advanced Associate)

3.3.2 米国における RA の実態

2.3.3 RA による手技の診療報酬

3.4 考察

3.4.1 米国における RA 制度の意義

3.4.2 本邦への RA 導入の課題

- 1) 診療放射線技師により既に実施されている業務
- 2) 現行制度において体制強化が必要な業務
- 3) 導入には詳細な検討を要する業務
- 4) RA の教育制度

3.5 小括

3.1 研究背景および目的

第1章で述べた通り、本邦における医師のタスク・シフト/シェア政策として、各種医療技術職の業務拡大が推進されている。本邦の臨床現場の実情や要望に合わせた議論が重ねられているが、診療放射線技師へのタスク・シフト/シェアについては、国外における先進事例として、米国 RA 制度が報告されている（第6回 医師の働き方改革を進めるためのタスク・シフト/シェアの推進に関する検討会） [36]。しかしながら、現在、日本国内で報告されている米国 RA 制度については、断片的な情報に限られており、また正確な情報が極めて少ない。そこで本章では、米国 RA 制度に関する調査を通じ、情報を包括的に報告することを目的とした。併せて、RA 制度の背景となる放射線技師制度の違いについて、第2章の調査結果をもとに本邦の実情との差異を明確化することで、本邦への RA 導入にあたっての有用性や課題を整理することを目的とした。

3.2 方法

現地視察および文献により実態調査を行った。

3.2.1 視察調査

2019年12月9日から14日の5日間、米国カリフォルニア州を訪問し、現地医療機関の視察調査を行った。訪問先は Stanford University Medical Center、UC Davis Medical Center、Modesto Radiology Imaging, Inc. の3施設、調査内容は放射線科および関連領域における各職種の実態として、観察、インタビューおよびシャドウイングによる調査を実施した。

3.2.2 文献調査

Radiologist Assistant、Radiology Practitioner Assistant、Physician Extender のキーワードを中心に、文献を検索し、情報収集を行った。また、RA の関連団体 (ARRT、CBRPA、SRPE) より公開されている公式情報について、インターネット上で調査を行った。

3.3 結果

3.3.1 米国の放射線科領域における PE (Physician Extender) の種類

放射線科領域における PE としては RA が知られており、日本国内においてもそれが紹介されている [2] [36]。しかしながら、実際に米国の医療機関において放射線科領域で活躍する PE は RA だけではなく、4 種の PE が存在する。多くの他分野と同様に PA や NP についても放射線科領域における活躍は認められ、また放射線科に特化した PE として、RA のみならず NMAA が存在する。ここではまず、その 4 種の PE について、その概要と放射線科における職務の実態を報告する。

1) PA (Physician Assistant)

医師の管理下において医療を直接提供する免許を持った医療従事者であり、1960 年代より存在している。Duke University において初の PA 教育プログラムが設立され、1965 年に最初の卒業生を輩出した。一般的な教育プログラムは約 26 か月で、130 ある米国内のプログラムのうちのほとんどにおいて、学士の学位と入学前の臨床経験が必要となる。PA の職能団体は American Academy of

Physician Assistants (AAPA) であり、認定を受けた PA は Physician Assistant, Certified (PA-C) のタイトルを得られる。Centers for Medicare & Medicaid Services (CMS) では、PA の資格について、各州それぞれに法整備を任せているため、PA は国および州の両方の条件を満たす必要がある。PA の業務範囲は、監督医師の業務および関連州法に合致するものでなければならない。米国内、全 50 州において雇用されており、通常は診察や診断、治療、放射線検査を含む検査の依頼や説明および手術の助手を行うことが認められている。また 50 州中 48 州では薬の処方も認められている。詳細は the American Medical Association (AMA) House of Delegates によって 1995 年に制定された AAPA ガイドラインで確認できる。尚、国や州の定めとは別に、PA の業務範囲は各医療機関においても規定されるため、各施設の規定が国や州のそれよりも厳しかった場合には、そちらに従わなければならない。見学施設 (Stanford Hospital) におけるヒアリングによると、カリフォルニア州では比較的医師が充足しているため、他の州に比べて PA の業務範囲はかなり厳しく制限されており、多くの州で認められている手術の助手についても、認められていないとのことであった。必然的に Stanford Hospital においても PA による手術助手は認められず、PA の業務はその他に限られていた。

放射線科領域における PA の役割として、主には IVR (中心静脈アクセスや血管形成、血管塞栓術等) が挙げられる。手技自体の施行や助手、手技中の患者観察等を担当することが多い [37]。ただし、他の領域同様、PA の業務範囲は施設の方針による部分が大きく、施設によってその役割は異なる。

2) NP (Nurse practitioner)

修士 (看護領域における、NP としての臨床実習を含む課程) 以上の学位を取得した臨床経験を持つ看護師であり、NP は看護師および NP の両方の免許を

有することとなる。NP の教育プログラムは 1965 年に University of Colorado に
おいて開始された。現在の教育プログラムは American College of Nurse
Practitioners (ACNP)、American Nurses Credentialing Center、National Certification
Board of Pediatric Nurse Practitioners and Nurses、American Academy of Nurse
Practitioners 等、いくつかの団体によって認定されており、米国全土に 200 以上
のプログラムが存在する。勤務地のある州により、当該州の条件を満たすと認
められたプログラムを履修する必要がある。PA 同様、CMS では NP の資格に
ついて、各州に法整備を任せている。従って、NP もまた国および州の両方の
条件を満たす必要がある。NP の業務範囲は基本的には PA の業務範囲に類似し
ており、診察や診断、治療、放射線検査を含む検査の依頼や説明および患者教
育が一般的である。NP は個々人ごとに、小児科、家庭医療、産婦人科、急性
医療などの特定分野における専門性を有していることが多い。米国内全 50 州
において雇用されており、少なくとも 42 の州では薬の処方を認められてい
る。NP は通常、監督医師との同意書（書面）によって定義された業務を行
う。詳細は ACNP による NP の業務範囲の定義を参照されたい [37]。

放射線科領域における NP の役割は、基本的に PA と同じである。近年では
非血管性の侵襲検査についても、穿刺、胸腔穿刺、細針吸引(FNA)、表在リン
パ節生検、肺生検等において PA や NP による手技が増加しており、業務範囲
は拡大傾向にある [38]。しかし、全米中の医療において nonphysician providers
(NPPs) の役割が増加しているにも関わらず、画像診断領域における NPPs の活
躍は非常に少なく、そのわずかな中でも圧倒的に多いのは X 線撮影や X 線透
視における手技であり、それらは PA や NP ではなく、以下に示す RA によっ
て行われるものである [39]。実際、自身の米国勤務を振り返っても、PA や NP と
の放射線科内での協働は経験がない。一方、循環器内科においては NP が活躍
しており、自身との接点もあった。循環器内科の医師たちが、NP に対しては

一般の看護師とは一線を画し、一目を置いているのが印象的であった。また見学施設 (UC Davis EXPLORER Molecular Imaging Center) では、核医学部門であるため IVR 手技は行われていなかったが、動脈採血が必要となる検査があるとのことで、その要員として NP が雇用されていた。尚、米国では、静脈確保は放射線技師の業務範囲である。

尚、NP については、本邦における中間職創設の先進事例としても一般社団法人日本 NP 教育大学院協議会による「ナースプラクティショナー (NP)」の認定制度がある。協議会では 2011 年より認定資格として試験を開始し、2020 年 3 月までに 487 名の合格者を輩出している。日本語名称として、従来から通称として用いられていた「診療看護師」を正式に用いる旨が 2020 年 11 月に表明された。現在は 11 校の大学院修士課程において養成されており、国立病院機構東京医療センターや東京ベイ・浦安市川医療センター等における実働の様子も報告されている [7]。2020 年 9 月には一般社団法人日本 NP 教育大学院協議会より自由民主党看護問題小委員会へ「ナース・プラクティショナー (仮称) 制度の創設に関する要望書」が提出されており、今後の制度拡充の促進が期待される [40]。

3) RA (Radiologist Assistant)

Radiology Physician Extenders (RPEs) とも称され、放射線科における PE にあたる資格であり、Radiology Practitioner Assistant (RPA) と Registered Radiologist Assistant (R.R.A.) の総称である [41]。日本国内外を問わず、極めて多くの文献や報告において RA と R.R.A とが混同されており、RA とのタイトルの下に R.R.A.の説明がされているもの、また RA を R.R.A.と誤認しているもの等が多く見受けられ、正確な情報があまりに少ない。解説記事にさえ RPA と RA とを比較するものが目立つが、正確には RPA との比較対象は R.R.A.とされるべきで

ある。認知度の低さの表れとも言えるが、インターネット上での資料検索においては、その読解および真偽の見極めには十分な注意が必要である。

A) RPA (Radiology Practitioner Assistant)

RPA が初めて展開されたのは、1970 年代のことである。コンセプトは、放射線技師の業務および教育の拡大であり、University of Kentucky および Duke University によって放射線技師向けの上級トレーニングプログラムが開発された。しかし、フェデラル・ファンド (federal funds) の終了と共に、このプログラムも終了した。現存する RPA は、1994 年、米軍の放射線科医不足を背景に国防総省からユタ州の Weber State University に持ちかけられて創設されたものである。フェデラル・ファンドは再び終了したが、Weber State University は 1996 年に開校し、1998 年に最初の卒業生に対する試験が開催された。

この資格は、ARRT 認定の X 線撮影技師 R.T.(R) が CBRPA 認定の RA 教育プログラムを受講した後、CBRPA 認定の試験に合格することで認定される。RPA は放射線科医の監督下に放射線医療に関するプライマリー・ヘルスケアを担当する。PA や NP が放射線科以外の専門領域においても従事するのに対し、RPA は放射線医療もしくは他の画像診断の領域での従事に限られる。PA や NP と同様、CMS では RPA の資格について、各州に法整備を任せている。PA や NP ほどに州法の整備は広がっていないが、テネシー州、ケンタッキー州、ワシントン州等から法整備の動きが広がっている [37]。

教育カリキュラム自体が CBRPA の認定 (3 年から 5 年ごとの更新制) を受けており、2020 年 6 月 20 日現在、全米で 2 つのプログラムが提供されている (いずれも後述の ARRT 認定プログラムと重複)。認定試験には申請時点で X 線撮影における 3 年以上の臨床経験を有し ARRT 認定の R.T. (R) であることおよび Advanced Cardiovascular Life Support (ACLS) の修了証明書が求められる。

また、RPA の認定は毎年の更新制であり、更新には2年ごとに24時間の継続教育を受講すること、および R.T.(R) と ACLS のステータスを保持していることが求められる [42]。

B) R.R.A (Registered Radiologist Assistant)

2003年に制定された、ARRT認定のRAの呼称である。2003年にASRTがLoma Linda University、Midwestern State University、University of North Carolina at Chapel Hill、University of Medicine and Dentistry of New Jerseyの4つの教育機関に対してRA教育プログラムの立ち上げ資金を提供したのが始まりである [37]。

この資格は、ARRT認定のRA教育プログラムを受講した後、ARRTの試験に合格することで認定される。ARRTによる教育プログラムの認定は3年から5年ごとの更新制であり、2004年の制度制定以来、その数は頻繁に増減を繰り返している。2020年3月16日現在では、全米で7つのプログラムが提供されている。これらは基本的に修士プログラムであり、入学時には学士もしくはそれ以上の学位およびR.T.(R)としての1年以上の臨床経験が求められる。認定試験は毎年1月と7月の各第2木曜日（年2回）に開催され、受験にはR.T.(R)の資格が申請時点で有効であることが求められる。R.R.A.の認定は毎年の更新制であり、2年ごとに50単位の継続学習と10年ごとにContinuing Qualifications Requirements (CQR) プログラムの受講が課せられる。

ACRとASRTの共同声明により開始された資格であること [43]、またR.R.A.を認定するARRTが放射線技師認定における最大機関であることから、現在はRAの主流がR.R.A.となっている。RPAとの違いは、認定機関の違いによる試験や更新条件程度であり、基本的にはほぼ同じ資格であると考えて良い。

4) NMAA (Nuclear Medicine Advanced Associate)

NMTCB が認定する、核医学分野における PE であり、本研究において調査した限り、PE の中で最も新しい資格である。1999 年に行われた調査において、核医学検査技師による本来の業務範囲を超えた日常的な業務実態が明らかとなった [44]。この調査が教育およびトレーニングの両面に問題提起した形となり、2008 年に Society of Nuclear Medicine Technologist Section (SNMTS) により核医学領域における上級資格の指針が制定された。この指針に沿ったカリキュラムのドラフト策定を経て、2010 年に NMAA のカリキュラム採用と共に業務範囲が承認された [45]。

2021 年 1 月現在、NMAA に関する実臨床での業務実態が報告された学術文献はない。比較的新しい資格であるため人数が少ないことに加え、従来から日常的に行われていた業務の実情に制度を合わせたとの背景もあり、NMAA に新たに与えられた業務範囲が比較的少ないものと推測される。しかしながら、近年になって NMAA の有用性を説く文献 [46] [47] は散見され、今後の拡がり期待される。

3.3.2 米国における RA の実態

米国における RPA および R.R.A のそれぞれの歴史は 3.3.1 で述べた通りであるが、両者を合わせて時系列に並べたものを図 3-1 に示す。

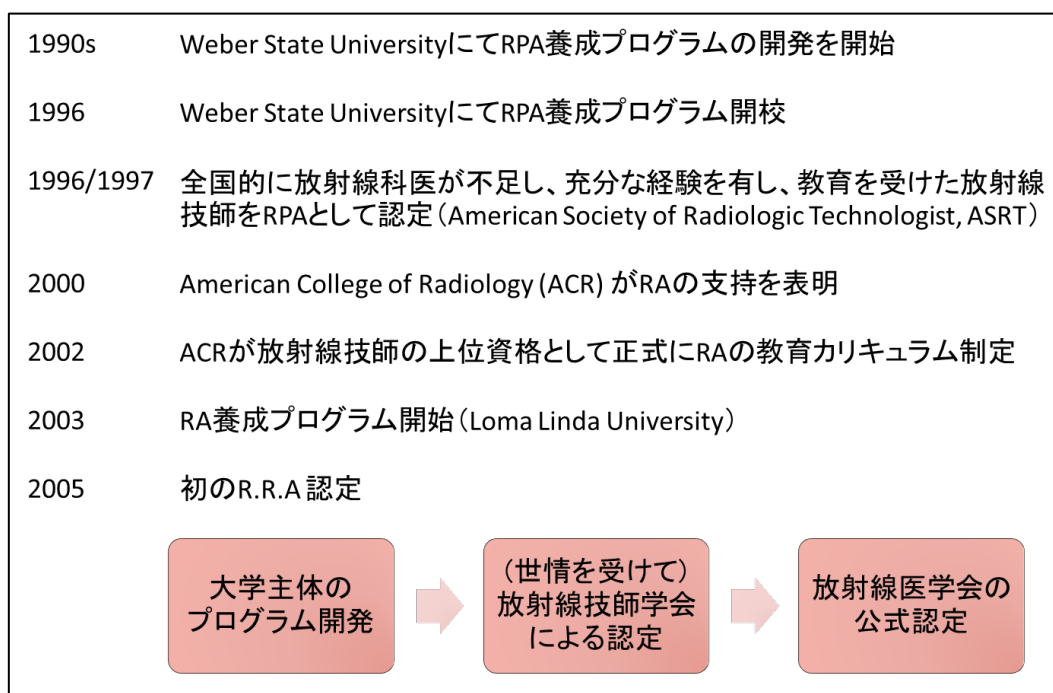


図 3-1 RA (Radiologist Assistant) の沿革

2020年5月22日現在、米国内の31州（表3-1）において認定されており、657名のRAが登録されている。前項でも述べた通り、RPAはCBRPA、R.R.AはARRTにより認定されているという違いこそあるが、基本的には同じ資格と言え、ともにRPEとしてSRPE (Society of Radiology Physician Extenders) において情報が統括されている。いずれもARRT認定のX線撮影技師R.T.(R)であり、RA教育カリキュラムを修了する必要がある。

表 3-1 RA (Radiologist Assistant) を承認している州

| | | | |
|------------|-----------|------------|----------|
| アリゾナ州 | アイオワ州 | アラスカ州 | イリノイ州 |
| ウェストバージニア州 | オクラホマ州 | オハイオ州 | オレゴン州 |
| ケンタッキー州 | コネティカット州 | コロラド州 | ジョージア州 |
| テネシー州 | ニュージャージー州 | ニューハンプシャー州 | ニューメキシコ州 |
| ニューヨーク州 | ノースダコタ州 | バージニア州 | フロリダ州 |
| ベルモント州 | ペンシルバニア州 | マサチューセッツ州 | ミシシッピ州 |
| ミネソタ州 | メリーランド州 | モンタナ州 | ユタ州 |
| ロードアイランド州 | ワイオミング州 | ワシントン州 | |

※ 参考文献 26 より引用（一部改変）

表 3-2 に示す通り、RPA の教育プログラム 2 種はいずれも R.R.A. の教育プログラムと重複するものであり、当該プログラムの受講者は、修了時点で RPA もしくは R.R.A. を自らの意志で選択することができる。実際、現地調査におけるインタビューおよびシャドウイングの対象者 (RA) は Weber State University の修了生であり、既に ARRT の会員であったために R.R.A. を選択したとのことであった。RPA の受験資格に ARRT 認定の R.T.(R) であることが含まれているため、全ての RA 受験者が ARRT の会員である。従って、RPA 認定の教育プログラムの履修者であっても、現実にはほぼ全員が R.R.A. を選択するとのことである。RPA は R.R.A. に先行して開始された制度であるため、当時の受験者は RPA を取得し現在でも更新を続けていると考えられるが、R.R.A. 制定以降は RPA を新規に取得する者が減り、現在では R.R.A. が多く活躍しているものと推察される。このあたりが、RA と R.R.A. とが混同される一因でもあると考えられる。

表 3-2 RA (Radiologist Assistant) 養成プログラム

| | Course | State | R.R.A. | RPA | Term | degree |
|---|--|----------------|--------|-----|--------|--------|
| 1 | Loma Linda University | California | X | | 2years | Master |
| 2 | Midwestern State University | Texas | X | X | 2years | Master |
| 3 | Quinnipiac University | Connecticut | X | | 2years | Master |
| 4 | University of Arkansas for Medical Sciences | Arkansas | X | | 2years | Master |
| 5 | Rutgers – The State University of New Jersey | New Jersey | X | | 2years | Master |
| 6 | University of North Carolina at Chapel Hill | North Carolina | X | | 2years | Master |
| 7 | Weber State University | Utah | X | X | 2years | Master |

(2020/5/24 現在)

RA 養成プログラムでは、入学時に特定の指導医（放射線科専門医）を指名し、当該医師の承諾書を提出することが求められる [42]。当該医師による臨床現場における実務指導とオンライン講義がプログラムの主体であり、スクーリングは2か月おき程度と、通学日数が占める割合は少ない。多くの場合、自身の勤務先の放射線科医を指導医として指名しており、技師としての勤務と RA プログラムの受講とを両立するとのことであった。従って、全米でわずか7つ程度のプログラムであっても、米国内各地からの履修が可能であり、また各施設の実情や要請に合わせた RA の育成が実現可能とのことである。またスクーリングでもケーススタディやケースプレゼンテーションが行われており、養成プログラム全体を通じて臨床業務に即した、実務重視の教育であることがわかった。

CBRPA および ARRT それぞれの RA 認定試験の概要を以下に示す（表 3-3, 3-4）。いずれの試験も、多肢選択問題とケーススタディとで構成される [48] [49]。

表 3-3 CBRPA (Certification Board of Radiology Practitioner Assistants) による
RPA (Radiology Practitioner Assistant) の試験

| 出題分野 | 多肢選択 出題数 | ケーススタディ |
|------------------------|-------------|--------------------|
| 患者教育 | 6 | |
| 患者評価および患者管理 | 25 | |
| コミュニケーション | 10 | |
| 薬理学、造影 | 20 | |
| 解剖学、生理学、病態生理学、画像評価 | 75 | 9症例のケース スタディを含む |
| 画像診断手技 | 40 | |
| 放射生物学、保健物理学 | 8 | |
| X線透視の機器と操作 | 8 | |
| 医療上の書類と記録 | 4 | |
| 医療の法律 | 4 | |
| 合計： 出題数 試験時間 | | 200 3.5時間 |

表 3-4 ARRT (American Registry of Radiologic Technologists)による
R.R.A (Registered Radiologist Assistant) の試験

| 出題分野 | 多肢選択 出題数 | ケーススタディ |
|------------------------|--------------|---------|
| ペイシェントケア | | |
| 患者管理 | 34 | |
| 薬理学 | 26 | |
| 安全性 | | |
| 患者の安全、放射線防護、機器操作 | 25 | |
| 検査手技 | | |
| 腹部 | 43 | |
| 胸部 | 29 | |
| 筋骨格系および内分泌系 | 20 | |
| 神経系、血管系、リンパ系 | 23 | |
| 合計： 出題数 試験時間 | 200 3.5時間 | 2.5時間 |

表 3-1 に示した通り、米国内で RA を認定しているのは 31 州のみであるが、それ以外の州の医療機関においても雇用主の判断で RA として勤務することは可能であり、RA としての勤務者は表 3-5 に示す通り、米国内外に広く分布している。尚、米国外の勤務実態については、軍の関連施設であることが推察される。

表 3-5 RA (Radiologist Assistant) の分布

| 州名 | RA数 | 州名 | RA数 | 州名 | RA数 |
|----------|-----|------------|-----|-----------------------|-----|
| アラバマ州 | 4 | メリーランド州 | 7 | ロードアイランド州 | 3 |
| アラスカ州 | 0 | マサチューセッツ州 | 14 | サウスカロライナ州 | 7 |
| アリゾナ州 | 12 | ミシガン州 | 10 | サウスダコタ州 | 0 |
| アーカンソー州 | 20 | ミネソタ州 | 10 | テネシー州 | 20 |
| カリフォルニア州 | 40 | ミシシッピ州 | 11 | テキサス州 | 50 |
| コロラド州 | 28 | ミズーリ州 | 18 | ユタ州 | 15 |
| コネチカット州 | 13 | モンタナ州 | 6 | バーモント州 | 1 |
| デラウェア州 | 0 | ネブラスカ州 | 2 | バージニア州 | 15 |
| フロリダ州 | 46 | ネバダ州 | 6 | ワシントン州 | 13 |
| ジョージア州 | 24 | ニューハンプシャー州 | 2 | ウェストバージニア州 | 5 |
| ハワイ州 | 0 | ニュージャージー州 | 12 | ウイスコンシン州 | 3 |
| アイダホ州 | 4 | ニューメキシコ州 | 2 | ワイオミング州 | 2 |
| イリノイ州 | 12 | ニューヨーク州 | 37 | ワシントンDC | 2 |
| インディアナ州 | 17 | ノースカロライナ州 | 30 | グアム | 0 |
| アイオワ州 | 4 | ノースダコタ州 | 3 | 北マリアナ諸島連邦 | 0 |
| カンザス州 | 7 | オハイオ州 | 18 | バージン諸島米国領 | 1 |
| ケンタッキー州 | 11 | オクラホマ州 | 22 | プエルトリコ | 1 |
| ルイジアナ州 | 8 | オレゴン州 | 13 | サモア米国領 | 0 |
| メイン州 | 0 | ペンシルベニア州 | 40 | ブリティッシュ コロンビア(カナダ) | 1 |

※ 参考文献 26 より引用（一部改変）

RA の業務に関する実務基準として、CBRPA より掲げられている 6 項目を要約したものを表 3-6（CBRPA 「Standard of Practice and Standards of Professional

Performance for the Radiology Practitioner Assistant」より著者要約) に示す。尚、これら 6 項目はそれぞれに詳細な基準が記述されている。それらについては、付録 A.4 に原文和訳版を示す [42]。

表 3-6 RPA (Radiology Practitioner Assistant) の実務基準

| | |
|----|------------------------------|
| 1. | 患者情報および評価 |
| a. | 本人確認 |
| b. | 検査（手技）目的の確認：不一致の場合は医師に確認 |
| c. | 当日の患者状態の確認（既往、妊娠状態、投薬状況等） |
| d. | 必要に応じて当日の診察（問診） |
| e. | 検査（手技）の最適性の評価 |
| 2. | 患者教育およびインフォームドコンセント |
| a. | 検査説明および質問への対応（必要に応じて医師への照会） |
| b. | 同意書の確認 |
| c. | 造影剤に関する説明 |
| 3. | 最適な診療計画の分析と決定 |
| a. | プロトコル変更の必要性の判断 |
| b. | 検査等に必要な器具（医療材料、造影の有無）の判断 |
| c. | 造影剤の投与（ライン確保を含む） |
| d. | 造影剤投与後の急変対応 |
| 4. | 検査手技の施行 |
| a. | インターベンションを含む侵襲的手技の施行 |
| b. | 医師の指示の下、造影剤その他医薬品（麻酔薬等）の投与 |
| c. | 緊急時の応急処置 |
| d. | 装置のパラメータ調整 |
| e. | 手技に関する所見の分析 |
| 5. | 画像評価 |
| a. | 検査画像の分析と、緊急報告の必要性の判断 |
| b. | 追加検査の要否の決定 |
| c. | 退院後のケアに関する指示 |
| d. | 正常・異常の判断と症状に関連する所見の特定 |
| e. | テクニカルレポート（仮所見に関するサマリーを含む）の作成 |
| 6. | 書類作成 |
| a. | 手技に関する記録（プロトコル変更の有無） |
| b. | 静脈注射に関する記録 |

RA の業務範囲として、CBRPA より挙げられているのは表 3-7 (CBRPA 「Scope of Practice for the Radiology Practitioner Assistant」より著者和訳) に示す 8 点である [50]。

表 3-7 RPA (Radiology Practitioner Assistant) の業務範囲

| | |
|----|---|
| 1. | 医師の監督下における、幅広い放射線医療の提供 |
| 2. | 各患者の生理学的および心理学的反応性の評価 |
| 3. | 画像診断手技に関する規定権限を含む患者管理への参画 |
| 4. | 医師の監督下における医薬品や造影剤の静脈内投与およびカルテへの記録 |
| 5. | X線透視手技(動態撮影および静止撮影) |
| 6. | 技能の実証の後、医師の監督下における侵襲的手技を含む特殊画像検査の施行 |
| 7. | 正常または異常の評価とテクニカルレポートの作成および監督医師への報告 |
| 8. | 倫理規定に準拠した価値観の維持および患者ケアのための国や施設・部署の基準や方針・手順の順守 |

尚、CBRPA では RPA の業務範囲に含めることができる行為として、これらとは別に以下の 4 点を掲げることも表明している [51]。

① 画像診断における学生の監督：

臨床現場における放射線技師や RPA の学生に対しての監督指導や評価

② 静脈注射による薬剤投与：

静脈穿刺および薬剤（造影剤および医師による処方薬）投与

③ 静脈注射手技の監督：

放射線技師による非経口投与の造影剤や他の処方薬の投与の監督

④ 意識下鎮静剤の静注：

画像検査前の患者教育や患者評価、医師の指示もしくは監督下での鎮静剤の静注、検査中の患者モニタリング、検査後の患者評価、退院指導、カルテへの情報入力

(CBRPA「Position Statements」より著者和訳)

尚、業務実態としては、すべての RA が RA 教育プログラムを通して特定の放射線科指導医による臨床指導を受けていることから、当該放射線科医の所属する施設においてその監督下に勤務を続けていることが多い。そのため、従事業務の内容は指導医の意向による部分が大きく、所属する医療機関や RA 個人によって、業務内容は大きく異なる。

具体的な業務の一例として、X線透視下の検査手技や治療手技、読影レポートの作成が挙げられる。ここで、放射線科医の業務範囲が日米では異なることに注意が必要である。X線透視下組織生検や子宮卵管造影、神経ブロック等、本邦においては各診療科の医師によって行われることの多い手技についても、米国では放射線科医の業務となる。このため、これらについても PA や NP ではなく RA の業務範囲となることがわかった。これらの手技は、予め放射線科指導医からの指導を受けていることから、放射線科医の検査室内立ち合いはなく RA の手技を R.T.(R) が補助する形で実施することが可能である。今回の見学施設 (Modesto Radiology Imaging, Inc.) においては、検査の施行および手技レポートの作成までを RA が担当し、最後に放射線科医によるレポートの確認および承認が行われていた。通常の画像診断読影レポートについては、見学施設では RA の業務としていなかったが、隣接する施設においては RA の業務であるとのことであった。これについても、RA が記載した読影レポートを放射線

科指導医が確認・承認の上、最終レポートとして報告されるとの情報が得られた。

3.3.3 RA による手技の診療報酬

2019年3月28日付 H.R.1970 - Medicare Access to Radiology Care Act (MARCA) of 2019 において、RA による手技をメディケアの支払い対象とする法の整備が認められた。対象となる手技は、病院や診療所における非画像検査、および病院における画像検査である。

これまで、PA や NP とは異なり、RA はあくまでも追加教育を受けた R.T.(R) であり super-tech 程度とみなされていたため、独立した中間職として扱われなかった。この法が制定されることにより、MARCA よりメディケアに対し、医師の監督下で（医師と技師の）中間レベルの医療技術を提供する職種として RA を認定するよう進言がなされ、PA や NP と同等の中間職として認められることとなる。これにより、現在 31 州のみでしか認められていない RA の資格について、国家レベルでの認識の後押しとなることが期待される。

2018年11月には、メディケイドおよびメディケアが、医師による RA の監督基準として、それまで“personal supervision”であった基準を“direct supervision”に変更するよう、診療報酬の支払い基準を見直している [41]。これにより、放射線科医の立ち会いのない RA による検査手技が、診療報酬の支払い対象となった。尚、表 3-8 に、医師による監督 (supervision) の程度の定義を示す。これらは、PA や NP 等、他の PE に対する医師の監督についても共通する基準である [42]。

このように、SRPE をはじめとする各種関連団体の CMS への働きかけにより、RA の認識や業務範囲、およびその独立性は徐々に拡大している。

表 3-8 医師による監督 (supervision) の定義

| | |
|----------------------|--|
| General Supervision | 手技は医師の全体的な指示と管理の下で行われ、医師の立ち会いは必要ない。 監督医師は、監督対象の個人の手技を確認し、相談を受け、記録を確認し、さらなる教育をするために、定期的に対応可能な状況を予定しなければならない。 |
| Direct Supervision | 手技の施行中に監督医師が室内にいる必要はない。ただし、手技中に支援や支持の要請があった場合、即座に対応できる体制でなければならない。 対応手段は、直接対面によるコミュニケーションのほか、無線、電話、FAX、電子メール、遠隔通信等でも良い。 |
| Personal Supervision | 手技中に監督医師が室内にいる必要がある。 |

3.4 考察

3.4.1 米国における RA 制度の意義

本章の目的である、放射線技師の業務拡大の先進事例として RA 制度を考える。本邦の検討会の識者たちの認識として、放射線医療の専門職として「放射線科医」と「放射線技師」との 2 者があり、その中間職として RA を検討しているように思う。しかしながら、真の RA 制度を考えるにあたっては、第 2 章に述べた、日米の放射線技師制度の違いを背景として考えることが不可欠である。米国の RA は、「放射線技師」の上位資格ではなく、「X 線撮影技師 (Radiographer)」の上位資格である。従って、少なくとも現時点では、RA の業務として CT や MRI に関連する手技は非常に少ない [38]。また、核医学部門には専門の PE として NMAA がおり、放射線治療は Radiation Therapists の業務で

ある。これは、この資格がその名の通り、Radiologist（放射線科医）の Assistant（業務補助者）であることにも起因する。放射線技師側の制度のみならず、放射線科医側の体制も日米間では異なっており、画像診断部門、放射線治療部門、核医学部門はそれぞれ全く別の部署であることが多いためである。

一方で、3.3.2 に述べた通り、画像診断部門における放射線科医の日米間での役割の違いにもまた留意する必要がある。日本では各診療科の医師が行っている手技（X線透視下の各種診断・治療、各種画像ガイドによる生検等）を米国では放射線科医が担っていることから、ここでは逆に、本邦の制度に基づく想定では拡大対象として含まれていないであろう行為が、RAの業務となり得るのである。超音波ガイドの乳房組織生検やマンモグラフィガイドの吸引式組織生検、MRIガイドの組織生検等である。一見すると、前述の「X線撮影技師」の業務領域を超えているように思えるが、現実には、R.T.(R)を保有する技師が post-primary 資格として CT や MRI、マンモグラフィ等の資格を取得した上で RA プログラムへと進むこともあるため、それら関連手技を担うことも可能となる。資格取得者に同一の権限を与えるのではなく、あくまでも RA 個人の能力や、所属先の医療機関の意向に沿った業務を担当するのである。これは、個別裁量権の大きい米国ならではの制度であり、放射線技師以上に多様性のある RA がそれぞれに適した形で活躍できることがよく現れていると言える。

このように、米国では放射線科医の担う業務が日本よりも多く、放射線科医の不足が深刻な地域も多い。そのため、本来の RA 導入の目的であった放射線科医不足の解消および人件費の削減については大いに効果をあげているという。人口 10 万人に対する RA と放射線科医の人数を州ごとに算出したものを図 3-2 に示す。（RA は 2020 年時点 [41]、放射線科医は 2013 年時点 [52]、人口は 2019 年時点 [53] のデータによる。）図 3-2 中に青丸で示した、人口 10 万人あたりの放射線科医が 11 名未満の州の一部（アーカンソー、コロラド、ミシシッ

ピ、モンタナ、ノースダコタ、オクラホマ、ユタ、ワイオミング)において、RAの割合が突出しており、その有用性が裏付けられる。しかしながら、都市部には人口10万人あたり15人以上もの放射線科医を有する州も多く、現状のRAの人数ではそれに匹敵する充当には到底及ばない。また、放射線科医とRAの人数が負の相関を示すとは言えないことから、放射線科医の少ない州においても必ずしも多くのRAが活躍しているとも言えず、米国内のRAの需要はまだ満たされていないことと推察する。

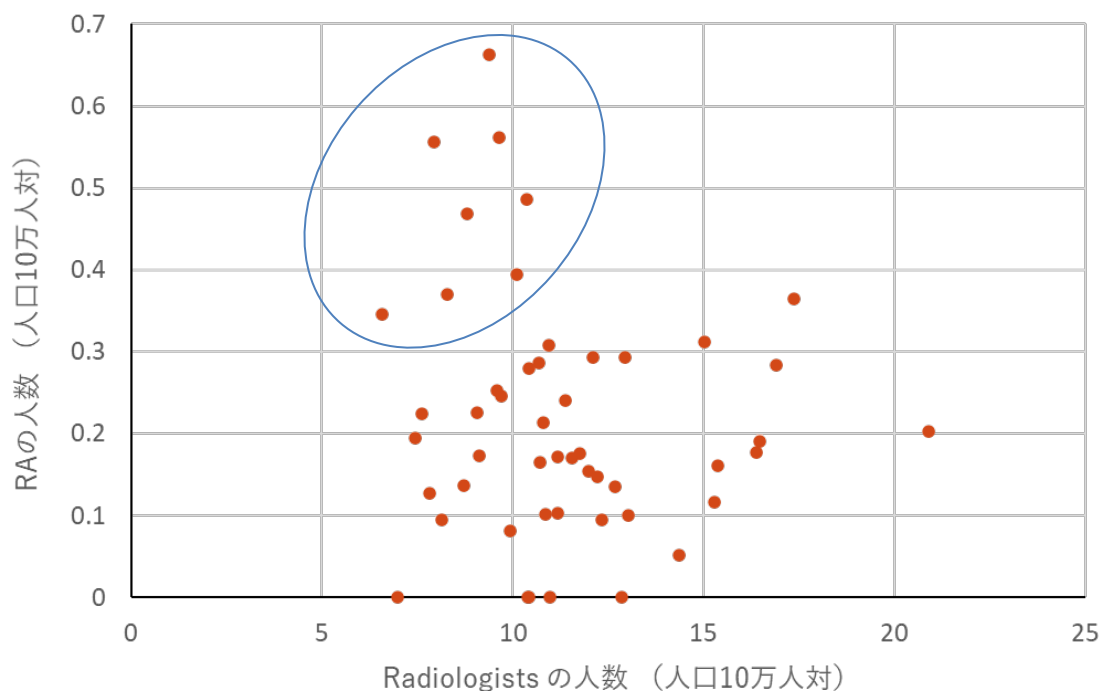


図 3-2 州別 RA (Radiologist Assistant)と放射線科医の人数

米国においてRAが制定されてから、まもなく20年を迎える。関連団体の活動により、徐々にその認知度や業務範囲が拡大しているとは言え、カリフォルニア州やテキサス州のような大きな州における認定がなされていない現在、RAの普及率は他のPEに比較するとかなり低いのが実情である。現代の米国医療

において十分な市民権を得ている PA や NP が、それぞれ 50 年以上の歴史を持つことから、RA の歴史は始まったばかりであり、今後の展開が大いに期待されるところである。

3.4.2 本邦への RA 導入の課題

米国において、放射線科医不足の解消を目的に RA 制度が制定された経緯と同様、本邦における診療放射線技師の業務拡大もまた、医師の負担軽減を目的に議論が始まったものである。繰り返し述べている通り、同じ目的の下に進める政策ではありながら、日本と米国とでは医師側も技師側も制度の異なる職種であり、米国の RA 制度をそのまま日本に取り入れることは現実的でない。ここでは、米国 RA 制度について、本邦への導入にあたって参照できる点と、変更が必要な点とに分けて検討し、さらに本邦に最も適した形式を考える。

RA の実務基準 6 項目について、表 3-6 に示した要約項目を 4 パターンに分類したものを表 3-9 に示す。RA 導入に関わらず、現行の診療放射線技師制度の下に検討可能な項目を青および緑で、診療放射線技師の上級教育もしくは RA 等の上位資格の導入を伴って検討すべき項目を赤および黒で示している。

表 3-9 RA (Radiologist Assistant) の基本職務の分類

| 現時点で既に行われている項目 |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1-a. 本人確認 1-b. 検査（手技）目的の確認：不一致の場合は医師に確認 1-c. 当日の患者状態の確認（既往、妊娠状態、投薬状況等） 2-a. 検査説明および質問への対応（必要に応じて医師への照会） 2-b. 同意書の確認 4-b. 装置のパラメータ調整 |
| 現行制度で即時実施可能だが、体制強化が必要な項目 |
| <ul style="list-style-type: none"> 1-d. 必要に応じて当日の診察（問診） 2-c. 造影剤に関する説明 3-d. 造影剤投与後の急変対応 (ACLS) 4-c. 緊急時の応急処置 5-a. 検査画像の分析と、緊急報告の必要性の判断 5-c. 退院後のケアに関する指示 6-a. 手技に関する記録（プロトコール変更の有無） |
| 導入の適否を含め、詳細を検討する必要がある項目 |
| <ul style="list-style-type: none"> 3-a. プロトコール変更の必要性の判断 3-c. 造影剤の投与（ライン確保を含む） 4-a. インターベンションを含む侵襲的手技の施行 4-b. 医師の指示の下、造影剤その他医薬品（麻酔薬等）の投与 4-e. 手技に関する所見の分析 5-b. 追加検査の要否の決定 5-d. 正常・異常の判断と症状に関連する所見の特定 5-e. テクニカルレポート（仮所見に関するサマリーを含む）の作成 |
| その他（単独検討不可） |
| <ul style="list-style-type: none"> 3-b. 検査等に必要器具（医療材料、造影の有無）の判断 6-b. 静脈注射に関する記録 |

1) 診療放射線技師により既に実施されている業務

本邦において現時点で既に診療放射線技師により実施されており、特段の変更なく導入可能な項目を表 3-9 に青字で示した。施設により実施状況に差は見られるものもあるが、基本的には診療放射線技師の責務に含まれるものである。技師自身の判断で何かを決定することはないが、主治医等への確認により検査内容の変更や、より適した検査を実施する一助となっており、特に米国制度を取り入れるまでもなく、本邦の現行制度の継続が望ましいと考える。

2) 現行制度において体制強化が必要な業務

現行制度において実施可能もしくは実施すべきであるが、現時点で全施設において十分な体制で実施できるとは言えず、教育体制を含め、整備強化を要する項目を表 3-9 に緑で示した。特に、造影剤投与による患者急変は一定数発生し得る状況であり、診療放射線技師にも応急処置の心得が求められるべきであるが (3-d, 4-c)、現状では十分な教育を受けているとは言い難い [54]。2015 年に新設された科目「医療安全管理学」により、一次救命処置が養成カリキュラムに盛り込まれ、現在はさらに単位数の見直しも検討されている [55]。今後の診療放射線技師には、緊急時の対応力が向上することが期待される。

緊急所見の至急報告についても、診療放射線技師業務として明示はされていないものの、現実問題として、実施すべき業務である [56] [57]。各施設においてその努力はなされていると推察されるが、教育体制には一層の強化を要すると考える (5-a)。

検査手技に関連する患者への指示・教育 (2-c, 5-c) は、現在は医師による部分が多い。しかしながら、これらは現行の診療放射線技師法の下に実施可能な業務であり、タスク・シフト/シェアに関する検討委員会でも、早急に進めるべき項目として挙げられている (表 1-5)。また手技に関する記録 (6-a) につい

ては、超音波画像診断やマンモグラフィのような一部の画像検査において、「撮影時所見」として既に実施されているものである [58]。これらを他のモダリティについても拡充することは大いに意義があると思う。

3) 導入には詳細な検討を要する業務

表 3-9 中に赤字で示した 8 項目については、本邦への導入の適否を含め、詳細な検討と慎重な議論を要すると思う。また黒字で示した項目については、単独で検討する意味をなさないため、これらと併せて検討する必要がある。

まず、5-d および 5-e については、日本医学放射線学会や日本診療放射線技師会等を中心に検討されている「読影の補助」に相当し、本邦の関連団体でも議論が重ねられている。現在本邦で問題となっている読影医の負担の最大の要因は、画像診断機器の高性能化による診断画像の膨大化にある。現時点で「読影補助」の定義は定まっていないが、米国 RA の業務範囲である「正常・異常の判定」や「仮所見の拾い上げ」とした場合、放射線科医の負担軽減策は必須であるものの、診療放射線技師や RA による読影補助を導入したところで、その解消には限界があると思う。増員によるキャパシティの拡大を遥かに凌ぐスピードで、読影画像は増大していくことであろう。従って読影補助に関しては、診療放射線技師や RA のみならず、長時間の高速処理を得意とする人工知能 (AI) の活用を併せて検討することが望ましいと思う。昨今の AI の発展が凄まじいことはいうまでもないが、コンピュータと画像診断（読影）とは極めて相性の良いものであると言える。AI 台頭のずっと以前より、この分野では CAD (Computer Aided Detection/Diagnosis: コンピュータ支援検出/診断) が開発 [59] [60] [61] されており、実臨床でも利用されている。さらに米国では CAD による一次読影が正式に認められ、診療報酬の支払い対象となっている [62] ことも、その効果を裏付けていると言えよう。

一方で、AIでは充足することのできない業務として、検査記録(4-e, 一部6-aにも相当)の充実を提案する。診療放射線技師によるレポートの最大の利点は、検査時に患者に直接会っていることである。検査中のみならず、その前後を含めた患者の様子や、検査中の所見、また画像には描写されない皮膚所見や意識レベル、患者の動作等、撮影者だけが知り得る情報は多い。これらの情報を放射線科医やAIへ提供することで、読影の質が高まる症例は間違いなく存在する。既に「撮影時所見」の報告が実施されている一部の検査によって、担当技師からのコメントの有用性は示されており[58]、これはAIや他の職種では代わることのできない価値である。従って、RAではなく診療放射線技師の検査業務の一環として、検査記録の報告強化を図ることにより、検査の質の向上と効率化を期待したい。

最後に、「検査手技の施行(4-a)」について考察する。本邦へのRAの導入に際し、最も検討を重ねる必要があると同時に、医療制度の背景が最も影響する項目がこの「検査手技」の定義であると言える。3.4.1で述べた通り、米国RAが対象とする検査手技は米国放射線科医によって画像診断部門で施行される検査であり、日本の放射線科医が施行する検査よりも範囲が広い。従って、本邦へのRAの導入に際してはまず、制度導入による補助対象を明確化することが必要であると考え。具体的には、放射線科医の補助を目的とするか、画像診断を用いた検査・治療を施行する医師の補助を目的とするかである。後者の一例となる米国RAの業務として、術後透視がある。透視手技の施行のみならず、手技後には定型の様式に沿った報告書を作成し、放射線科医の承認を得るものである。本邦ではこの一連の検査が、透視手技は外科系(手術を実施した診療科)の医師、手技後の読影は放射線科の医師によって実施される。従って、日本のRAが同一の業務を担当した場合、外科系医師および放射線科医師

の双方のタスク・シフトにつながることで、医師の負担軽減のインパクトは大きいと考える。

一方で、技師制度の側から見ると、核医学や放射線治療が除外される分、日本の診療放射線技師が担当する領域よりも、米国 RA の担当する領域は狭い。核医学領域における NMAA の業務範囲の取り扱いについて、併せて検討する必要があると言える。

尚、本邦における RA のアシスト対象を放射線科医に限定せず、各診療科に広げる場合、日本では RA の名称が業務実態にそぐわない事態が発生する。米国の名称に倣うとすれば、RPA (Radiology Practitioner Assistant) もしくは RPE (Radiology Physician Extenders) とする方が本邦の RA の目指す方向性に近いと思われるが、もちろん日本独自の名称を検討する価値も大いにある。この新たな制度の検討にあたっては、その方向性について、名称を含めより多くの議論が待たれるところである。

4) RA の教育制度

業務範囲とは別に、RA の養成にあたり、その教育制度の整備も課題となる。現行の診療放射線技師養成カリキュラムとは別の追加教育プログラムが必要となり、当該プログラムの様式としては、以下の 3 種が考えられる。

① 認定講習会：

既存の各種認定技師制度と同様の、認定団体による講習会

② 長期（6 年制）教育：

現存の診療放射線技師教育（4 年）に RA の職務相当分を加えた長期カリキュラム（栄養士と管理栄養士のように、既存の診療放射線技師と RA とを履修プログラムにより差別化をはかるもの）

③ 大学院教育：

診療放射線技師養成プログラムの修了後、修士課程等において養成

実際には、米国の実例として RA の養成には 2 年程度を要し、修学の前提として臨床経験が必須となる。従って、認定団体による 2 年間の講習や臨床未経験の学生への 2 年間の追加教育は意味をなさないと考える。つまり現実的に実現可能なのは大学院（修士課程）教育であり、入学条件として臨床経験を要求する、社会人向けの修士課程とすることを提案する。尚、これは 3.3.1 で述べた、本邦における診療看護師 (NP) の養成 [40] と同等の手法である。

3.3.2 で述べた通り、米国の RA 養成プログラムにおいて、指導を担当する放射線科医の果たす役割が非常に大きい。本邦に導入する RA の役割をどう結論付けたとしても、その教育には医師の多大なる協力が必須である。医師の負担軽減を目的とする以上、実臨床での医師による育成は現実的ではなく、やはり教育機関における育成が必要となるものの、実技指導の環境確保を鑑み、医師や医療機関との強固な協力体制を確実に担保しなければならない。医学部内もしくは医学部併設の保健学科や、教育体制の構築可能な附属病院を有する大学等、医師の協力が得られやすい環境確保を設置基準とすることが望ましいと考える。

3.5 小括

本章では、米国の放射線科領域に従事する各種 PE の制度を調査し、特に RA については現地視察を行うことで、その業務実態を調査した。これまで断片的にしか報告されていなかった RA の制度について、直接的に関連する団体全て

を調査対象として情報を収集し、体系的にまとめることで、包括的に RA 制度を示すことができた。

また、米国の RA を先進事例とした場合の本邦の現制度との合致点や、養成プログラムを含めた導入に向けての課題を整理して示した。

終わりに、本章では主に RA 制度に着目した調査報告を行ったが、3.3.1 で述べた通り、放射線科領域の業務に従事する PE は RA のみならず、PA や NP、NMAA も存在する。PA や NP については職業背景が異なるが、NMAA については基本資格が核医学技師であり、日本の診療放射線技師の業務に該当する。従って、本邦への RA の導入に際しては、米国 NMAA の動向も併せて注視する必要があることを忘れてはならない。

第4章 総括

4.1 本研究の成果

4.2 本研究の意義

4.3 今後の展望

4.3.1 診療放射線技師の国際化

4.3.2 診療放射線技師の高度教育

4.1 本研究の成果

放射線技師制度の国際比較に基づく診療放射線技師の将来的な発展性の検討について、本研究の成果は、以下の4点である。

① 世界の放射線技師制度の調査による、各国制度のパターン分類

放射線医療分野における医療技術職は、放射線技師として世界中に存在する職種でありながら、その制度は国や地域ごとに全く異なる。これまでは個々の国や地域の制度が部分的に報告されることはあったが、多か国の制度を比較分類したものはなかった。本研究では、複数の国の制度を調査し、それらをパターン分類することにより、それぞれの国（地域）の制度の特徴を明らかにすることができた（2.4.1）。

② 日米の放射線技師制度の比較による両制度の特徴の明示と、日本の診療放射線技師の米国進出に向けての提案

米国の放射線技師制度について、これまでは最大機関である ARRT の制度に関する報告が散見される程度であったが、本研究ではその他の各種認定機関を含めたすべての全米共通資格を調査し、包括的に報告した（2.3.3）。これにより、極めて複雑な米国放射線技師制度の全容理解に近づく資料を提供できた。また、それらと本邦の診療放射線技師制度とを比較することで、互いの制度の利点と欠点を整理し、明確に示すことができた（2.4.2）。

両国の放射線技師資格の互換性について検討したことで、日米間では相互に相手国の資格取得の道が存在すること、しかしながらそれが決し

て十分に開かれた道とは言えないことを示すことができた。ここから、より多くの診療放射線技師の海外挑戦を後押しするような体制を整備すべく、日本の教育機関に対し、米国対応の教育プログラムの提供を提案した（2.4.3）。

③ 米国 RA 制度の実態調査による包括的情報の提供

米国の放射線医療における PE として、RA のみならず、PA や NP、NMAA が存在することを示し、本邦における診療放射線技師の業務拡大の先進事例として、NMAA をも参照する必要性を指摘した。また日本国内において正確な情報が不足している RA 制度について、現地視察を含めて詳細に調査することにより、全体像を体系的にまとめ、情報を提供することができた（3.3 および 3.4.1）。

④ 本邦への RA 制度の導入における課題の明示

本邦における RA 制度導入の検討について、先進事例としての米国 RA 制度調査に際しては、RA そのもののみならず、その背景である放射線技師制度の違いを念頭におく必要性を指摘した。放射線技師制度という背景情報を基に RA 制度を検討することで、RA 制度自体のより深い理解が可能となるだけでなく、本邦への RA 導入に際しての大幅な修正や変更の必要性についても理解が可能となる。本研究では、米国制度からの変更を要する点について、現時点で想定できる範囲で整理し、その際の課題を明示した。その中で、現在検討されている「読影の補助」についてはその効率化に向けた一つの策として AI 併用の検討を、また検査の質の向上に向けては、現制度下で既に一定の有用性を示している診療放射線技師による検査報告の一層の強化を提案した。さらに RA 制度導入時の

教育体制について、米国 RA および本邦の診療看護師を先進事例とし、一案を示した (3.4.2)。

4.2 本研究の意義

本研究の意義は、以下の4点である。

- ① 本邦の放射線技師制度について、世界各国の制度の中での位置付けを明確に示すことができたこと。これにより本邦の診療放射線技師が自身を世界基準で客観的に評価することが可能となり、本研究成果は国際的な活動の基盤となり得るものである。
- ② 本邦の診療放射線技師免許取得者に対し、米国資格取得への道を示すことができたこと。また、個人ではなく、関連団体（特に教育機関）でそれに対応する手法を示したこと。これらは本邦の診療放射線技師の国外（特に米国）での活動を促進する礎である。
- ③ 米国 RA 制度について、その全体像および実態を本邦で初めて報告したこと。
- ④ 本邦への RA の導入に向け、米国 RA を参照した場合の課題を明示したこと

これらはいずれも日本の診療放射線技師の発展性として、国際化および高度教育のふたつの観点から、将来的な職域や活動のフィールド、また医療における存在価値の拡大可能性を示すものである。

4.3 今後の展望

4.3.1 診療放射線技師の国際化

- ① 国際化の第一歩は、己を客観的に評価し、世界における位置付けを知ることにあると考える。その点、本研究によって世界の放射線技師制度の概要が明らかとなり、本邦の放射線技師制度の国際的な位置づけを示したことは、放射線技師制度の国際化の第一歩といえる。長年、本邦では当然のこととされている包括型のこの資格が、世界的には極めて珍しく、また今後到来するであろう複合装置の時代において、特段の制度変更も無く円滑に対応できる唯一の方策であることを示せた意義は大きい。これは本邦が世界に誇れる制度であり、この方式の利点を対外的に大きく発信すべきであると考え。特に、未だ放射線技師制度が法整備されていない発展途上国において、先進国からの技術支援、教育支援が果たす役割は大きく、それらの国や地域に向けた発信は、彼らの制度制定に大きく影響を与えることとなろう。我々の医療技術や物的支援に限らず、資格政策についても国際的な客観データに基づいて伝授することは非常に重要であると考え。本研究の結果に加え、さらに多くの国のデータを加えることで、より強固なデータとして利用されることに期待したい。
- ② 加えて、本邦の診療放射線技師免許の取得者が、国外（特に先進国）で活躍し、その実力を示すことでも国際化が推進されることがある。多くの診療放射線技師個人が国外での臨床勤務に興味を示しているというポテンシャルがありながら、それを実現するための手段はこれまであまりに情報が少なかった。今回、米国に絞ってはいるものの、その手段を個人および団体（業界）別に明確に示すことができた。今後、諸外国の制度についてもその道を画策し、業界レベルでその整備をすることができれば、日本の診療放射線技師が世界に羽ばたく道は大きく開かれ、各国において日本の診療

放射線技師の存在感を示すことができると考える。本研究の成果がその一助となれば幸いである。

4.3.2 診療放射線技師の高度教育

世界に誇れる本邦の放射線技師制度も、もちろん万全ではない。本研究で対象とした米国に限っても、試験制度や臨床経験重視の教育カリキュラム等、参考となる点は多く、RA 制度についてはその最たる例と言える。当然のことながら、背景となる制度の違いから、米国の制度を日本にそのまま取り入れるのは非現実的であるが、本研究によって留意すべき点は明示された。どのように本邦に取り入れるのか、あるいは取り入れないのか、他の関連職種とのさらなる議論が待たれるところである。日本人は元来より、他国の文化を取り入れることに極めて長けた民族である。そこにはほぼ必ず、自国文化に合わせたアレンジがなされており、その多くが見事に日本中に浸透し、新たな日本文化として根付いている。本領域においても、その特性を大いに発揮し、日本独自の RA 制度の導入に向けた活発な議論と、本邦の実情に合わせた的確なアレンジ、そして臨床現場での柔軟な受け入れによる新たな日本の医療制度としての定着が期待される。

参考文献

- [1] 慶応義塾大学医学部放射線科学教室, “最初期の放射線医学,” <http://radiology-history.online/history-earlydays.html>. [accessed 1/1/2021].
- [2] 中澤靖夫, “診療放射線技師教育の在り方,” 日本診療放射線技師会誌, 2017, 第64巻, 第773号, p. 246
- [3] 公益社団法人 日本診療放射線技師会, エックス線発見 120年のあゆみ, 2015.
- [4] “日本法令索引,” <https://hourei.ndl.go.jp>.
- [5] 厚生労働省, “医療施設調査・病院報告,” 2017.
- [6] Y. Matsuura, Y. Oribe, T. Kitamura, K. Ueda, E. Sato, M. Umezu, “The Pathway of Multinational Licensed Technologist Based on International Comparative Study on Licensing Systems of Radiologic Technologists,” Japanese Journal of Education for Radiological Technology, 2021 (in press)
- [7] 今村知明, 岡本左和子, 小野孝二, 宮田裕章, 磯部陽, 戒初代, 山内英子, “医療職種間におけるタスク・シフティング等についての研究 平成29年度 総括・分担研究報告書,” 2018.
- [8] 渡邊由美子 (厚生労働省医政局 医療経営支援課), “資料 2-1 医師の働き方改革について,” 第1回医療政策研修会及び第1回地域医療構想アドバイザー会議, 2019.
- [9] 厚生労働省医政局, “資料 4 医師の勤務実態について (宿日直、自己研鑽を中心とした整理・分析),” 第9回 医師の働き方改革に関する検討会, 2019.
- [10] 医師の働き方改革に関する検討会, “医師の働き方改革に関する検討会 中間的な論点整理,” 医師の働き方改革に関する検討会, 2018.
- [11] 厚生労働省医政局, “資料 3 ヒアリングで医師から既存職種へタスク・シフト/シェア可能とプレゼンテーションされた項目まとめ,” 第1回 医師の働き方改革を進めるためのタスク・シフト/シェアの推進に関する検討会, 2019.
- [12] 厚生労働省医政局, “資料 5 現行制度上実施可能な業務について (別添 2),” 第7回医師の働き方改革を進めるためのタスク・シフト/シェアの推進に関する検討会, 2020.
- [13] 厚生労働省医政局, “資料 2-2 現行制度上実施できない業務のうち、実施可能とする場合は法令改正が必要な業務について,” 第2回 医師の働き方改革を進めるためのタスク・シフト/シェアの推進に関する検討会, 2019.

- [14] 今村知明, 岡本左和子, 小野孝二, 宮田裕章, 磯部陽, 戒初代, 山内英子, “医療職種間におけるタスク・シフティング等についての研究 平成 30 年度 総括・分担研究報告書,” 2019.
- [15] M.D. Ward, “Current Status of Post-Primary Credentials: Benefits versus Disadvantages,” 日本診療放射線技師会誌, 2020, Vol. 67 No. 807, p. 44-55,
- [16] S.C. Weiss, 佐藤幸光, “アメリカにおける核医学技師の現状,” 核医学技術, 1995, Vol.15, No.1
- [17] 土屋文宏, “シンガポール医療事情～診療放射線技師編～,” 日本診療放射線技師会誌, 2018, Vol.65, No.794, p. 51-60
- [18] 五十嵐博, 根岸徹, 平野邦弘, “米国における安全管理教育の現地調査 -アトランタ・エモリー大学に焦点を当てて-,” 診療放射線学教育学, 2008, Vol. 1, p. 23-28
- [19] R. Board, “Registration,” https://www.smp-council.org.hk/rg/en/content.php?page=reg_quareg. [accessed 1/17/2021]
- [20] U. o. Malta, “Bachelor of Science (Honours) in Radiography,” <https://www.um.edu.mt/courses/overview/UBSCHRDTFT-2020-1-O>. [accessed 1/17/2021]
- [21] U. C. D. S. o. Medicine, “Radiography,” <https://www.ucd.ie/medicine/studywithus/undergraduatecourses/radiography/>. [accessed 1/17/2021]
- [22] C. Cowling, “A global overview of the changing roles of radiographers,” Radiology, 2008, Vol.14, p. e28-e32
- [23] 厚生労働省医政局医事課, “令和 2 年養成所名簿”
- [24] “Ministry of Health, Labour and Welfare,” https://www.mhlw.go.jp/kouseiroudoushou/shikaku_shiken/shinryouhoushasengishi/. [accessed 11/23/2020]
- [25] “American Society of Radiologic Technologists,” <https://www.asrt.org/>. [accessed 7/10/2019]
- [26] 松浦由佳, 織部祐介, 北村貴明, 上田克彦, 梅津光生, “米国の放射線技師に関する資格制度および教育の現状,” 診療放射線学教育学, 2020, Vol.8
- [27] “ARRT official website,” <https://www.arrt.org/>. [accessed 6/5/2020]
- [28] ARMRT, “ARMRT Handbook,” <https://www.armrit.org/pdf/APP01152020.pdf>. [accessed 4/8/2020]
- [29] “Nuclear Medicine Technology Certification Board,” <https://www.nmtcb.org/>. [accessed 3/16/2020]

- [30] “American Registry for Diagnostic Medical Sonography,” <https://www.ardms.org/>. [accessed 3/16/2020]
- [31] ARDMS, “ARDMS General Prerequisites,” <https://www.ardms.org/wp-content/uploads/pdf/ARDMS-General-Prerequisites.pdf>. [accessed 11/23/2020]
- [32] “ARMRIT MRI Examination Candidate Handbook,” <https://www.armrit.org/pdf/APP08152020.pdf>. [accessed 11/23/2020]
- [33] “ARDMS SPI EXAM,” <https://www.ardms.org/get-certified/spi/>. [accessed 11/23/2020]
- [34] Society of Nuclear Medicine, “Fusion Imaging: A New Type of Technologist For a New Type of Technology,” *Journal of Nuclear Medicine Technology* December, 2002, Vol.30, No.4, p. 201-204
- [35] D.C. Gilmore, C.R. Comeau, A.M. Alessi, M. Blaine, G.N. El Fakhri, J.K.E. Hunt, D.W. Jordan, B.J. King, A.J. Sicignano, C.T. Stanley, J.T. Timpe, N. Wenzel-Lamb, “PET/MR Imaging Consensus Paper: A Joint Paper by the Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging Technologist Section and the Section for Magnetic Resonance Technologists,” *Journal of Nuclear Medicine Technology*, 2013, Vol.41, No.2, p. 108-113
- [36] 厚生労働省医政局, “第 6 回 医師の働き方改革を進めるためのタスク・シフト/シェアの推進に関する検討会 議事録,” 第 6 回 医師の働き方改革を進めるためのタスク・シフト/シェアの推進に関する検討会, 2020.
- [37] G. Strickland, “Physician extenders: Which one is right for you?,” *Applied Radiology*, 2005, Vol.30, No.8, p. 23-28
- [38] R. Duszak Jr, D.G. Walls, J.M. Wang, J. Hemingway, D.R. Hughes, W.C. Small, M.A. Bowen, “Expanding Roles of Nurse Practitioners and Physician Assistants As Providers of Nonvascular Invasive Radiology Procedures,” *J Am Coll Radiol*, 2015, Vol.12, No.3, p. 284-289
- [39] V. Makeeva, C.M. Hawkins, A.B. Rosenkrantz, D.R. Hughes, L. Chaves, R. Duszak Jr, “Diagnostic Imaging Examinations Interpreted by Nurse Practitioners and Physician Assistants: A National and State-Level Medicare Claims Analysis,” *Am J Roentgenol*, 2019, Vol.213, No.5, p. 992-997
- [40] 一般社団法人日本 NP 教育大学院協議会, <https://www.jonpf.jp/>. [accessed 1/29/2021]
- [41] “Society of Radiology Physician Extenders,” <https://www.srpeweb.org/about-us/about-radiology-physician-extend.html>. [accessed 3/15/2020]
- [42] Certification Board for Radiology Practitioner Assistants, “Standards of Practice and Standards of Professional Performance for the Radiology Practitioner Assistants,”

- <https://www.cbrpa.org/wp-content/uploads/2017/06/2013-StandardsofPractice.pdf>. [accessed 12/5/ 2020]
- [43] C.D. Williams, B. Short, “ACR and ASRT development of the radiologist assistant: concept, roles, and responsibilities,” *J Am Coll Radiol*, 2003, Vol.1, No.6, p. 392-397
- [44] M.W. Pickett, K. Waterstram-Rich, L.W. Turner, “The Future of Nuclear Medicine Technology: Are We Ready for Advanced Practice?,” *Journal of Nuclear Medicine Technology*, 2000, Vol.28, No.4, pp. 280-286
- [45] N.E. Bolus, “History of the Nuclear Medicine Advanced Associate (NMAA),” *Journal of Nuclear Medicine Technology*, 2020, Vol.48, Supplement 1, p. 66S
- [46] M.A. Owen, K.N. Sinotte, N. Bolus, R. Siska, J. Jacob, V. LaRue, B. Norton, D. Pucar, “Nuclear Medicine Advanced Associates: Physician Extenders in Nuclear Medicine-Now Is the Time,” *J Nucl Med Technol*, 2020, Vol.48, No.3, p. 241-245
- [47] M.A. Owen, C.D. Gilmore, R. Henkin, J. Baldwin, A.M. Bires, K.P. Nelson, D. Wilkinson, S. Holbrook, W. Hubble, A. Mann, K. Sobey, N.A. Wintering, “Examining the Nuclear Medicine Advanced Associate: Past, Present, and Future—A White Paper Presented by Members of the Graduate Stakeholders Committee of the SNMMI Technologist Section,” *Journal of Nuclear Medicine Technology*, 2014, Vol.42, No.3, p. 223-227
- [48] The Certification Board for Radiology Practitioner Assistants, “Content Specifications for the Radiology Practitioner Assistant Examination,” <https://www.cbrpa.org/wp-content/uploads/2017/06/2013-CBRPACContentSpecs-1.pdf>. [accessed 1/18/2021]
- [49] The American Registry of Radiologic Technologists, “2021 Registered Radiologist Assistant Handbook,” 2021. [online] <https://assets-us-01.kc-usercontent.com/406ac8c6-58e8-00b3-e3c1-0c312965deb2/60e45bb8-1415-4b25-882e-c2a0d4e3f937/registered-radiologist-assistant-handbook-2021.pdf>. [accessed 1/18/2021]
- [50] Certification Board of Radiology Practitioner Assistants, “Scope of Practice for the Radiology Practitioner Assistant,” [online] <https://www.cbrpa.org/wp-content/uploads/2017/06/2014-RPAScopeofPractice.pdf>. [accessed 1/9/2021]
- [51] Certification Board of Radiology Practitioner Assistants, “Position Statements,” [online]. <https://www.cbrpa.org/about/position-statements/>. [accessed 1/9/2021]
- [52] Harvey L. Neiman Health Policy Institute, “Total Number of Radiologists,” [online]. https://www.neimanhpi.org/data_series/total-number-of-radiologists/#/map/2013. [accessed 1/21/2021]
- [53] United States Census Bureau, “State Population by Characteristics: 2010-2019,” [online]. https://www.census.gov/data/tables/time-series/demo/popest/2010s-state-detail.html#par_textimage_673542126. [accessed 1/21/2021]

- [54] 奥中雄策, 鈴木賢昭, 小山敦司, 河野洋介, 谷光太郎, “糖施設における患者急変に対する対応と予測,” 日本救急撮影技師認定機構 機関誌, Vol.8, pp. 4-5, 2017.
- [55] “診療放射線技師学校養成施設カリキュラム等改善検討会報告書(案),” 第4回 診療放射線技師学校養成所カリキュラム等改善検討会, 2019.
- [56] 安部威彦, 橋本英久, 田城孝雄, 日本農村医学会雑誌, Vol.65, No.6, pp. 1157-1167, 2017.
- [57] 市川宏紀, 山口均, 野田孝浩, 田中敬介, “夜間・休日救急診療における診療放射線技師による CT 読影補助の効果,” 日本臨床救急医学会雑誌, Vol.17, No.4, pp. 535-542, 2014.
- [58] 後藤由香, 田中利恵, 古谷悠子, 前里美和子, 秋田富二代, 白石順二, “マンモグラム読影における 診療放射線技師レポートの有用性の検証,” 日本放射線技術学会雑誌, Vol.76, No.10, pp. 997-1008, 2020.
- [59] H.P. Chan, K. Doi, S. Galhotra, C.J. Vyborny, H. MacMahon, P.M. Jokich, “Image feature analysis and computer-aided diagnosis in digital radiography. I. Automated detection of microcalcifications in mammography,” *Med Phys*, Vol.14, No.4, pp. 538-548, 1987.
- [60] M.L. Giger, K. Doi, H. MacMahon, “Image feature analysis and computer-aided diagnosis in digital radiography. 3. Automated detection of nodules in peripheral lung fields,” *Med Phys*, Vol.15, No.2, pp. 158-166, 1988.
- [61] C. Abe, C.E. Kahn Jr, K. Doi, S. Katsuragawa, “Computer-aided detection of diffuse liver disease in ultrasound images,” *Invest Radiol*, Vol.27, No.1, pp. 71-77, 1992.
- [62] C.D. Lehman, R.D. Wellman, D.S.M. Buist, K. Kerlikowske, A.N.A. Tosteson, D.L. Miglioretti, Breast Cancer Surveillance Consortium, “Diagnostic Accuracy of Digital Screening Mammography With and Without Computer-Aided Detection,” *JAMA Intern Med*, Vol.175, No.11, pp. 1828-1837, 2015.
- [63] 青柳泰司, 安部真治, 小倉泉, 根岸徹, 沼野智一, 改訂新版 放射線機器学(I) 診療画像機器, コロナ社, 2017.
- [64] 大場覚, “レントゲンの X 線発見前後 –ノーベル物理学賞受賞 100 周年に因んで–,” *日獨医報*, 2002, Vol.47, No.2, p. 226-250
- [65] 大場覚, “X 線発見後間もないウィーンと日本の対応,” *日獨医報*, 2003, Vol.48, No.4, p. 568-586
- [66] 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 (JAEA), “自然放射能の発見,” https://atomica.jaea.go.jp/data/detail/dat_detail_16-02-01-04.html. [accessed 1/1/2021]

- [67] 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 (JAEA), “ α 線、 β 線、 γ 線の発見,” https://atomica.jaea.go.jp/data/detail/dat_detail_16-02-01-03.html. [accessed 1/1/2021]
- [68] 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 (JAEA), “チャドウィックによる中性子の発見,” https://atomica.jaea.go.jp/data/detail/dat_detail_16-03-03-09.html. [accessed 1/1/2021]
- [69] 国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 (JAEA), “人工放射能の発見,” https://atomica.jaea.go.jp/data/detail/dat_detail_16-02-01-05.html. [accessed 1/1/2021]
- [70] G. Hevesy, “The Absorption and Translocation of Lead by Plants: A Contribution to the Application of the Method of Radioactive Indicators in the Investigation of the Change of Substance in Plants,” *Biochem J.*, 1923, Vol.17, No. 4-5, p. 439-445
- [71] 慶応義塾大学医学部放射線科学教室, “放射性物質の医学応用,” <http://www.radiology-history.online/history-nm2.html> [accessed 1/1/2021]
- [72] H.L. Blumgart, O.C. Yens, “Studies on the velocity of blood flow. I. The Method Utilized,” *J Clin Invest*, 1927, Vol.4, No.1, p. 1-13
- [73] 日本メジフィジックス株式会社, “核医学の歴史,” <https://www.nmp.co.jp/public/nuclear/index2.html>. [accessed 1/1/2021]
- [74] 慶応義塾大学医学部放射線科学教室, “断層撮影,” <http://radiology-history.online/history-tomo.html>. [accessed 1/1/2021]
- [75] D.G. Grant, “TOMOSYNTHESIS: A Three-Dimensional Radiographic Imaging Technique,” *IEEE Trans Biomed Eng.*, 1972, Vol.19, No.1, p. 20-28
- [76] P. Haaker, E. Klotz, R. Koppe, R. Linde, H. Möller, “A new digital tomosynthesis method with less artifacts for angiography,” *Medical Physics*, 1985, Vol.12, No.4, p. 431-436
- [77] L.E. Antonuk, J. Boudry, W. Huang, D.L. McShan, E.J. Morton, J. Yorkston, M.J. Longo, R.A. Street, “Demonstration of megavoltage and diagnostic x-ray imaging with hydrogenated amorphous silicon arrays,” *Medical Physics*, 1992, Vol.19, No.6, p. 1455-1466
- [78] 慶応義塾大学医学部放射線科学教室, “X 線 CT,” <http://radiology-history.online/history-ct.html>. [accessed 1/1/2021].

A. 付録

- A.1 医用放射線画像の歴史
- A.2 診療放射線技師法改正の沿革
- A.3 医師から既存職種へタスク・シフト/シェア可能な業務一覧（第1回医師の働き方改革を進めるためのタスク・シフト/シェアの推進に関する検討会参考資料3より抜粋）
- A.4 Certification Board of Radiology Practitioner Assistants (CBRPA) による RPA の実務基準

A.1 医用放射線画像の歴史

第2章において、「包括型」の免許制度を取る本邦の診療放射線技師制度が世界的に見て極めてユニークであることを示した。なぜ本邦だけが包括型的方式を取っているのか、疑問に感じるところである。そこで1.1.1に示した診療放射線技師の歴史を遡ると、前身である診療エックス線技師時代のみならず、資格制定前の養成プログラムにさえX線撮影とX線治療が共に含まれており、その頃から既に包括型の教育を行っていたことがわかる。改めて、なぜこの養成プログラムに、撮影のみならず治療までもが含まれていたのかが疑問となった。この疑問を解消すべく、X線が発見されてから、日本の医療にX線が使用されるようになるまでの経緯や時代背景を調査した。X線発見当時にまで遡った結果、X線が発見された直後の欧州で、まさにX線撮影とX線治療とがほぼ同時に同施設において同グループ内で開始されており、そこで学んだ日本人留学生がそのままの体制を日本に伝え広げたであろうことを考えると、ごく自然な流れであっただろうことが想像でき、途端に納得できた。本研究の本筋とは逸れるものの、今日の放射線医療の起源として極めて重要な歴史であり、現行の診療放射線技師制度の背景としても大いに参考になることから、医用放射線画像の歴史を付録としてここに示す。

1) X線の発見

1895年（明治28年）11月8日、ヴィルヘルム・コンラート・レントゲン（Wilhelm Conrad Röntgen）博士によりX線が発見され、わずか7週間後の12月28日、その一報が「Über eine neue Art von Strahlen」（新しい種類の放射線について）とのタイトルで地元のヴェルツブルク物理医学協会会報に論文投稿された。それまでまったくの未知であった新種の放射線「X線」を、レントゲンは発見からわずか7週間でその性質のほとんどを詳細に調べ上げ、第1報として

発表したのである [63]。中央雑誌ではなく地元誌が選ばれたのは、論文掲載までの所要時間を優先したためであったという。当該論文の重大さは編集者たちに即刻認識され、論文はただちに採用、同年 12 月 31 日に別冊が完成した。論文タイトルや著者名にさえも脱字が認められる出版物は、これが校正する時間もないままに作成されたことを示唆しており、暮れも押し迫った時期の編集者たちの慌てぶりがうかがえる。翌 1896 年（明治 29 年）1 月 1 日に刷り上がった論文は、ドイツ、オーストリア、スイス、イギリス、フランス、オランダ、スウェーデンの約 90 名の物理学者に送付された [64]。

同年 1 月 4 日、ベルリン大学物理学研究所で開催されていたベルリン物理学会創立 50 年祭において、ベルリン大学ワールブルク (Emil Warbrug) 教授に届いた論文別冊と X 線写真（図 A-1, Wellcome Library, London）が展示された。当時ベルリンに留学中であった長岡半太郎

（帝国大学助教授）が偶然これを見つけ、恩師である日本の山川健次郎（東京帝国理科大学物理学主任）へ知らせたのが、X 線発見の本邦への情報伝来である。この第一報の送付が船便であったため、日本への情報到達は 2 月 20 日頃であったと言われている。2 月 29 日付の東京醫事新誌における「不透明体を通過する新光線の発見」が X 線発見に関する本邦における初の記事であり（図 A-2, 明治 29 年 2 月 29 日記事抜粋）、日刊新聞としての最初の報道は 3 月 7 日付の時事新報「学術進歩の大発見」であった [65]。



図 A-1 世界初の X 線画像

ベルリン物理学会創立 50 年祭の翌日である 1 月 5 日にはウィーンの日刊紙 Die Presse が「Eine sensationelle Entdeckung」（センセーショナルな発見）という見出しでこの発見の経緯と将来の医学的応用について、大スクープとして朝刊で報じている。この記事が大西洋海底通信にてロンドンおよびアメリカへと送られ、1 月 6 日には Dily Chronicle が朝刊で、New York Sun が夕刊で報じた。ドイツでは 1 月 7 日にフランクフルト新聞に Die Presse のコピーが、フランスでは 1 月 13 日に Le Martin に Die Presse の翻訳記事が掲載されたことで世界中にこのニュースが広まることとなる。

Die Presse の記事とともに Vossische Zeitung に報道されたこのニュースは

ドイツ皇帝ウィルヘルム 2 世の関心を呼び、1 月 12 日には御前講義に招待されたレントゲンが、皇帝や貴族、高官、学者たちを前に無生物体の X 線撮影と講義を行った。X 線発見に関し、公衆に対してレントゲン本人による講義が行われたのは、1 月 23 日ヴュルツ物理医学協会主催の公開講演会においての 1 回のみである。ノーベル賞受賞講演もキャンセル、またドイツ帝国議会からの要請による講演も辞退しており、これ以外には一切行われていない。

○不透明体を通過する新光線の発見

1896 年（明治 29 年）1 月 6 日ベルリン内科学会に於いて、ヤストロウイツ氏は新発見の報告をなせり、此の発見にして尚進歩するときは、今時の新期限となすものと謂うべきものなり、此の発見は純粹の理学的性質に属するものなれども、内科にも外科にも大なる關係を有せり、氏は其の証として人手の写真を示せり、是れ實際生活せる人の手を写真せるものなれども、あたかも骨格を写したるものの如く見えたりとぞ、消極管の為に空なき場所にて電流起る時の光線現象は、誰も知る所なるが、ヴュルツブルグ大学教授レントゲンは、今ここに掲げる新発見者にして、氏は暗室に於いて板紙にて消極管を覆い、電流を解放するときは、白金「チアニューール」にて披いたる壁上に人のかつて見ざりし所の光輝を映すことを見たり、氏はまた、此の光線の他物体をも通過するを見出せり、即ち千ページの厚き書籍又は三仙迷の厚ある縦の板をも通過し、充分薄きときは如何なる物体も全く通過せずということなし、物体愈々緻密なれば光線の通過、愈々少なし、此の理に由りて光線手の柔軟組織を通過し、写真にはただ骨格と二つの金属指環とのみ現れたるなり、此の光線の化学的性質を検したるに、これにて写真を取り得べきことを知れり、而して写真器械と写真せんと欲する物体との間に閉鎖する板戸あるとも、能く物像を写真するを得べく、又物体を箱の中に蔵し置きて、其の物体のみを写真することを得べし、又此の新光線は、反射の規則にも屈曲の法則にも従わず、屈曲せずしてプリズムを通過し、又磁石の為に傾曲することなし、レントゲン氏は未だ基本性に適當なる名称を与えること能わざるを以て、仮に「エックス」光線と命名せり、而して氏は、恐らくは此の光線は、普通と異なる面内に在て振動するものならんと云えり。



図 A-2 東京醫事新誌 第 935 号

その後、レントゲンは追加研究を行い、1896年（明治29年）3月9日に「新しい種類の線について」の第2報としてヴェルツブルク物理医学協会会報へ投稿、第1報で書き残した結果を報告した。第2報ではX線の電離作用、X線を発生する放電装置、様々な物体におけるX線発生の違い、テスラ変圧器の交流を用いた実験に触れて終わっている。翌1897年（明治30年）3月10日にプロイセン科学アカデミーへ送付された「X線の性質に関する追加観察」（第3報）は、1898年（明治31年）の物理化学年報に第1報、第2報と一括して掲載され、以後レントゲンはX線に関する研究を行っていない。

X線が縦波であると考えられていた当時、電磁波も波長が短くなると、長い波長の電磁波とは性質が異なることはまだ理解されていなかった。X線が横波であることが証明されたのは、1905年（明治38年）イギリスのチャールズ・バークラ (Charles G. Barkla) によってである。さらにX線が電磁波の一種であることが証明されたのは1912年（明治43年）のことであり、ミュンヘン大学マックス・フォン・ラウエ (Max von Laue) によって発見されたX線の回折現象と波動性により、X線が100分の $1\mu\text{m}$ 程度の波長をもつ電磁波であることが確認された [64]。

2) X線の医学応用

X線が発見された19世紀末当時、陰極線の実験装置はほとんどの大学の物理学教室に備えられていたため、その放電管からX線が出ていると知った物理学者、医学者たちによりすぐにX線撮影が試みられた。X線発見の翌1896年には、1年間だけで1,044報のX線に関する研究論文が報告されている。

ウィーン大学物理学研究所ではいち早くに X 線撮影が行われた。X 線撮影装置の第 1 号機はウィーン国立写真・複製技術教育研究所に設置され、1896 年 2 月にはここから小動物の X 線写真図鑑が出版されている。人体への X 線撮影については、生理学教授ジークムント・エクスナー (Sigmund Exner) が 1 月 10 日に医師会の集会にて行った講義の中で、左手第 5 指中節骨の外傷患者の手の X 線撮影を供覧した。後に放射線科医のパイオニアのひとりとなるグスタフ・カイザー (Gustav Kaiser) によって撮影されたこの写真が、ウィーンで最初に撮影された X 線写真であると言われている。彼らは次いで手の銃創、前腕の複雑骨折、拇趾の重複の 3 症例の X 線撮影についても 1 月 17 日のウィーン医師会学術集会で公表している。1 月 24 日の集会ではこの銃創症例について、触診では銃弾破片はわからなかったが X 線写真でその局在がわかり、外科的にその銃弾破片を摘出したとして、摘出後の X 線写真が供覧された。また、同研究所ではハシェック (Eduard von Haschek) とリンデンタール (O. Th. Lindenthal) により、死体の手の動脈に Teichmann 液（白亜、辰砂、石油の混合液）を注入する世界で最初の動脈造影が行われており [65]、1 月 17 日にはその造影写真も報告された（図 A-3 [1]）。ウィーン大学の皮膚科医フロイント (Leopold Freund) が治療を目的とした X 線の生物学的反応に関する最初の研究を行ったのもこの研究所であり、この研究結果をもとに 5 歳女兒の有毛性色素性母斑症に対して世界で最初の X 線治療が施されたのは X 線発見からわずか半年後、1896 年 11 月 24 日のこと



図 A-3 世界初の動脈造影画像

である。尚、アメリカでは、2月3日に Dartmouth 大学のフロスト (Edwin Frost) によって行われた前腕骨骨折症例の X 線撮影が最初であり、これを皮切りに、次々と人体、主に骨の X 線撮影が行われていた。

X 線の臨床利用の始まりもまたウィーンであった。ウィーン大学医学部附属病院であるウィーン総合病院 (Allgemeines Krankenhaus) では 1896 年 3 月 12 日に第 2 内科外来に、同年中には第 3 内科外来に、それぞれ X 線撮影装置を設置した。第 1 内科ではウィーン 1 区 Franziskanerplatz の外来診療所に X 線装置を設置、ウィーン総合 Poliklinik でも 1897 年末に X 線室が作られ、日常的に X 線装置が稼働するようになった。ウィーンでは 1901 年 (明治 34 年) までに X 線装置を有する外来診療所が計 11 か所開業している。1898 年 (明治 31 年) 11 月、ウィーン総合病院管理者によって全科のためのレントゲン部門「Röntgen-Zentrale」(レントゲンセンター) が創設された。後に中央レントゲン研究所 (Zentral-Röntgen-Institut) に発展したこの部門こそが、現在の放射線部門 (Department of Radiology) の始まりである。X 線発見直後には医学生であったカイザーが、1898 年の学位取得の後にレントゲンセンターの主任に就任し、X 線撮影の技術的改良や装置の保守・改善に尽力した。当時、ウィーンをはじめとするヨーロッパ各地の施設から、X 線を使用した様々な研究報告がなされたが、まだ方法論や報告の表現がまちまちであったため、カイザーは表現を専門用語として統一し、また撮影技術や撮影室、X 線コントラスト等の多種多様の技術的問題を研究し、講習会の開催により主に技術的な教育に努めた。

カイザーによる講習会の聴講生でもあり、共に X 線撮影を委任されていたホルツクネヒト (Guido Holzkecht) は 1899 年の学位取得の後、1901 年ウィーン総合病院の皮膚科梅毒部門の医師となった。同年に記した「胸部疾患の X 線診断学」は、胸部 X 線診断の基本所見が網羅されており、現在もなお引用される名著と言われている。1902 年にはレントゲンセンターの主任に就任し、消化器

疾患の X 線診断について、数々の症例を系統的にまとめて医学専門誌に多くの論文を発表した。またリーダー (Rieder) と協力し、X 線管と蛍光板を連動させることにより、今日のような消化管透視や撮影が行えるようにした。消化管透視では、1900 年頃までは消化管造影剤として次硝酸ビスマスが用いられていたが、1900 年頃からは硫酸バリウムの懸濁液を使用するようになり、今日に至っている。ホルツクネヒトはまた、1902 年 (明治 35 年) に X 線測定装置として Chromoradiometer (X 線の照射量により色素の変色強度を測定するもの) を考案し、X 線の線量単位を導入して X 線治療をより科学的に遂行することを試みた。十数年の間はこの方法が使用されていたが、のちに X 線照射線量と変色の度合いが必ずしも相関しないことが判明し、使用されなくなった。

当時の放射線科では放射線防護を行わず、素手で患者の X 線透視を行っていた。このため、カイザーは両手に重度の X 線傷害を受け、左腕および右手指の多くを切断した。ホルツクネヒトもまた、1899 年の学位取得時には既に手に放射線皮膚炎を、さらに 1905 年には皮膚癌を患い、1925 年には全手指の切断、1927 年には肺転移、1928 年には右腕の切断と、生涯に 64 回の手術を受けている。当初は X 線の皮膚反応の原因は X 線の電気作用によるものと考えられていた。しかし 1900 年 (明治 33 年)、キーンベック (Robert Kienböck) によって異論の余地のない一連の実験をもって、皮膚の X 線による反応が皮膚の X 線吸収線量に依存していることが証明された。その後キーンベックは、骨疾患の X 線診断と同時に X 線治療や X 線障害の研究を行い、1903 年 (明治 36 年) には X 線の写真作用を利用した X 線線量計 Quantimeter を考案、1907 年 (明治 40 年) には著書「放射線治療」を出版している。

3) 放射線医学の確立

1902年当時、ウィーンでは約30か所の施設でX線撮影が行われるまでに広まっていたが、いずれも医師たちが日常の診療の片手間に独学でX線撮影の勉強をしていたに過ぎなかった。ホルツクネヒトとキーンベックは専門的にX線を扱い、臨床に応用することを目的とした、独立した教育部門や診療科が必要であると訴え、1903年（明治36年）1月24日の医学部教授総会において、放射線医学部門の教授資格創設が承認された。教授資格の承認とは、医学の中で独立した分野として放射線医学が認められたことを意味する。保守派の多い教授会において、最終的にフロイントを加えた3名の放射線医学の教官に任命されたのは、1904年（明治37年）5月6日のことであった。これが放射線医学の将来を切り開く礎となった。

1905年（明治38年）、ウィーン総合病院のレントゲンセンターはウィーン総合病院中央レントゲン研究所として発展的に独立し、1913年（大正2年）には中央レントゲン研究所(Zentral-Röntgen-Laboratoriums)として再編成された。ウィーン総合病院の放射線科は欧州の模範的教育施設となり、研修のため参集した国内外から多くの医師、工学者、物理学者、レントゲン技師に対して、X線物理学、X線撮影技術、X線解剖、系統的外傷患者の扱い方・診断法、X線透視術、X線診断、放射線生物学や放射線治療等の教育が行われた。日本からも藤浪剛一、浦野多門治、小池才一らが留学しており、ここで研修を積んだ各国の研究者らが、それぞれの自国において放射線医学の普及、発展に貢献した[65]。

4) 日本におけるX線の医学利用

X線発見の一報を日本で受け取った山川は、直ちに鶴田賢次（帝国大学理科大学助教授）や、水野敏之丞（第一高等学校教授）、山口鋭之助（第一高等学

校教授)などに伝えられ、すぐに追試実験が行われた。日本初の人に対する X 線撮影は 1896 年 (明治 29 年) 5 月 15 日に発行された山口と水野の共著「れんとげん投影寫真帖」に掲載された、人の手の X 線写真と言われている。同書には小動物や文具の X 線写真 16 枚も共に掲載された。しかし、当時の日本で X 線発見のニュースに反応したのは物理学者のグループであり、追試の一環として X 線撮影を行い物理現象として X 線の確認を終えると、それ以上 X 線の応用を追求することはなかった。また当時の日本には X 線発生装置が第一高等学校、学習院、鹿嶋という個人の所有する計 3 台しか存在しなかったため、臨床に利用できる装置はなく、また輸入に頼っていたため、X 線撮影の臨床利用は欧米から遅れをとった。

日本で X 線撮影を最初に臨床応用したのは、東京帝国大学のドイツ人教授ユリウス・スクリバ (Julius Karl Scriba) であった。1898 年 (明治 31 年) にドイツに一時帰国したスクリバが X 線装置を持ち帰り、同年 3 月に臨床応用、丸茂文良および芳賀榮次郎 (軍医) に X 線撮影法を指導した。1896 年より 2 年有余のドイツ陸軍軍医学校研修の折に X 線の医学的利用法を研究していた芳賀により、日本でも軍陣医療への有益性が啓蒙され、日本陸軍でも 1899 年 (明治 32 年) には 3 台のみであった X 線撮影装置が、1901 年 (明治 34 年) には 13 台にまで増えた。しかし、当時の日本にはまだ放射線を専門に扱う医師の出現はなく、医学教育の規模としては微々たるものであった。国産初の実用医療用 X 線撮影装置が開発されたのは 1909 年 (明治 42 年)、島津製作所にて開発され、千葉国府台衛戍病院に納入された。2 年後の明治 44 (1911) 年には、交流電源を直流電源に変えた「誘導コイル式エックス線装置」が開発され、日本赤十字社大津支部病院に納入された。これが、日本国内初の大型医療用 X 線撮影装置であった [3]。

日本の放射線医学を興したのは、ウィーンの中央レントゲン研究所に留学しホルツクネヒトのもとで研修を積んだ藤浪剛一（1880～1942年）であった。1912年（明治45年）1月に帰国し、同年3月に順天堂醫院に創設された日本初のレントゲン科の初代科長として就任している。在任中は1914年（大正3年）「れんとげん學」（南山堂）をはじめ、論文44編、講演7回、著作7冊の業績を残し、その他X線初心者の心構えなどの教育やX線の啓蒙活動に尽力した。1920年（大正9年）7月、大学令により慶應義塾大学が発足し、医学部が創設された際に、日本初の放射線医学教室である「理学診療科」の初代教授として招聘された。ウィーン大学医学部における放射線医学の独立から遅れること16年であった。慶應義塾大学時代の藤浪は、1923年（大正12年）に日本レントゲン学会および日本医史学会を創立、1933年（昭和8年）に日本放射線医学会を設立、1940年（昭和15年）に日本医学放射線学会を設立し、日本の放射線科学の礎を築いた [65]。

5) 自然放射線の発見

レントゲンによるX線の発見を契機に、多くの科学者が放射線の性質や応用技術を研究することとなった。翌1896年（明治29年）2月にはフランスのベクレル (H. Becquerel) が、ウラン化合物（硫酸ウラニルカリウム）から自然に放射線が放出されていることを報告した。この放射線の性質はフランスのマリー・キュリー (Marie Curie)、ピエール・キュリー (Pierre Curie) 夫妻によりさらに調査され、放射線を出す物質は、ウラン元素を含んでさえいれば物理的・化学的状态には無関係であること、透過線の強さは試料中のウランの含量に比例することが明らかとなった。またこの現象はキュリー夫妻によって「放射能」と名付けられた。

種々の化合物のもつ放射能を調査していたキュリー夫妻は、1898年（明治31年）7月、ビスマス (Bi) に似た性質を持つ新たな元素を発見し、ポロニウム (Po) と名付けた。さらに同年12月、バリウム (Ba) に似た性質を持ちウランやポロニウムよりも放射能の強い放射性物質があることを発表し、これをラジウム (Ra) と命名した。しかしこの時点ではまだ純粋なラジウムが抽出されておらず、純粋ラジウム塩が抽出されたのは4年後の1902年（明治35年）3月のことであった [66]。

ケンブリッジ大学キャベンディッシュ研究所において陰極線の実験を行っていた J.J. トムソン (Joseph John Thomson) は、1897年（明治30年）、電気の運び手であり物質の基本的構成要素の一つである「電子」を発見した。その下で共同研究に従事していたアーネスト・ラザフォード (Ernest Rutherford) は1898年（明治31年）、X線と放射性物質から放出される放射線が本質的に同じ振る舞いであることを示した。またウラン (U) やトリウム (Th) から少なくとも2種類の放射線が出ていることを発見し、このうち電離能力が非常に大きく、そのため物質に吸収されやすく、薄い紙でも止まってしまうものを「 α 線」、これより電離能力が小さく、透過力の大きいものを「 β 線」と命名した。 α 粒子が正の電荷を持つヘリウム原子核であること、 β 線が負の電荷を持つ電子であることは後の追実験によって判明した。次いで1900年（明治33年）にはフランスのヴィラール (Paul Ulrich Villard) は X線に似た透過性の強い別の放射線を発見し、ラザフォードによって「 γ 線」と名付けられた。 γ 線が波長の短い光であることが証明されたのは、1914年（大正3年）のことであった [67]。

ラザフォードは1920年（大正9年）の英国王立協会の講演で中性子の存在を予想し、種々の実験を試みたが、約10年間、中性子を発見することはできなかった。1930年にドイツのボーテ (Walther Bothe) が、 α 線でベリリウム (Be) を衝撃した際に、透過力の極めて強い放射線「ベリリウム線」が放出され

ることを報告した。当初は γ 線の一種であると考えられていたが、1931年（昭和6年）、キュリー夫妻によりベリリウム線の性質が調べられると、ベリリウム線を γ 線と仮定すると説明のつかない結果となった。1932年（昭和7年）、ラザフォードの弟子であるイギリスのチャドウィック (James Chadwick) は、これが水素原子とほぼ同じ質量を持つ中性粒子であることを示し、師ラザフォードの予想した中性子を証明した [68]。

6) 人工放射能の発見

最初の人工的な原子核変換実験は、1919年（大正8年）にラザフォードによって行われた。ラザフォードは窒素14 (^{14}N) の原子核に α 線 (^4He の原子核) が衝突し、酸素17 (^{17}O) の原子核と陽子に変わり、陽子が蛍光板を光らせること（シンチレーション）を発見した。

元素が初めて人工的に作られたのは、1937年（昭和12年）のことである。ラザフォードの「原子はプラス電荷をもった1個の原子核とその周囲を回る多数の電子からできている」ことの発見を契機に、原子核は陽子と中性子からできており、元素の性質は陽子の数で決まることも明らかになった。陽子の数を人工的に変えることで新しい元素ができるはずだと考えた科学者たちは、1929年（昭和4年）、粒子に高いエネルギーを与えて原子核を壊すための装置（サイクロトロン）を考案した。イタリアの物理学者エミリオ・セグレは、1936年（昭和11年）の夏、サイクロトロンで原子番号42のモリブデン (Mo) に重陽子を照射した。モリブデンの原子核が陽子を1個取り込み、陽子数43（原子番号43）の未発見元素となることを確認し、「人工」を意味する「テクネシウム (Tc)」と名付けた。これが最初の、人工放射性元素（人工放射能）である。

1938年（昭和13年）12月、ドイツのハーンは、ウランを遅い中性子で衝撃した際に生ずる放射性同位元素の中に、従来考えられていたラジウムではな

く、原子番号 56 のバリウム (Ba) を確認した。それまでは、核反応で新しくできる原子核は初めの原子核に近い種類のものに限られると考えられており、この発見はその考えを完全に覆すものであった。そこでオーストリアのマイトナーは、これはウランの原子核が 2 つの核に割れたためであると考え、2 つの破片粒子が放射線測定器で直接観測されることを確認した。このように、原子核が同程度の大きな破片に割れる現象は「核分裂」と名付けられ、割れてできた物質は「核分裂生成物」と呼ばれることとなった [69]。

7) 核医学の誕生

1913 年 (大正 2 年)、ハンガリーの科学者ヘヴェシー (Georg Charles de Hevesy) は、天然の鉛の放射性同位元素 (ラジオアイソトープ: RI) を用いて鉛化合物の溶解度を測定することに成功し、「放射性トレーサー法」を開発した [70]。対象は植物であったが、RI を生物学的トレーサーとして利用した点で画期的であった [71]。1927 年 (昭和 2 年) にはアメリカのブラムガート (Hermann Ludwig Blumgart) がビスマス 214 (^{214}Bi) をヒトに静注し、血液循環時間を測定しており、これが世界初の RI の臨床応用であった [72]。1929 年の初のサイクロトロン建設により、テクネシウムをはじめとする様々な人工 RI が製造されるようになると、1936 年 (昭和 11 年) 以降、カリフォルニア大学のローレンス (Ernest Orlando Lawrence) の研究グループにより、サイクロトロンで生成した人工 RI の医学応用の試みが始まった。これ以降、核医学が急速に発展することとなる。

1946 年 (昭和 21 年)、第二次世界大戦が終結したアメリカにおいて、軍用に使用されていた原子炉で生成された RI の医学利用が可能となった。これにより 1948 年 (昭和 23 年) には企業による RI の供給が始まり、政府や大学の研究所で開発された核医学技術が、医療現場へと普及していくこととなる。

1957年（昭和32年）にはテクネチウム (^{99m}Tc) ジェネレータが開発されてモリブデン 99 からテクネチウム 99m が容易に得られるようになり、測定装置の分野でも 1958年（昭和33年）にアンガーによりガンマカメラが発明されたことで、核医学は大きく進展した。日本で初めて RI が輸入されたのは、1950年（昭和25年）のことであった [73]。

8) 断層撮影の誕生

通常の X 線画像は、X 線束の投影方向のすべての被写体構造の陰影が重なった重積像として写される投影画像 (projection image) である。そこで、目的とする断面以外の深さの像を幾何学的にぼかすことにより、検出面に平行な特定の断面にある構造のみを明瞭に撮影する方法が研究された。このように得られた画像を、投影画像に対して断層画像 (tomographic image) と呼ぶ。

初めて断層画像の基本が示されたのは、1914年（大正3年）フランスの医師ボカージュ (André-Edmund-Marie Bocage) による特許申請書の中であった。X 線管とフィルムの運動軌跡として、円、らせん、球面が記載されており、断層撮影の基本的な事項がほとんどすべて記載されていたが、試作には至らなかった。その数か月後にはフランスの Felix Protes & Maurice Chaussé が、さらに 1927年（昭和2年）にはドイツの技術者 Ernst Pohl がそれぞれ特許を取得している。1929年（昭和4年）、アメリカの技術者 Jean Kieffer が円形、正弦波、らせん形などの軌道を持ちグリッドも使用できる「X-ray focusing machine」を考案して特許を取得、10年後の 1939年（昭和14年）に Laminagraph として製品化された。1930年（昭和5年）にはイタリアの Vallebona が Stratigraphy と称する同様の原理の装置および管球およびフィルムを固定して被写体を回転させる方法を考案した。

1931年（昭和6年）、ボカージュとは全く独立に、オランダの放射線科医プランテス（Bernard Ziedses des Plantes）が、ほぼ同じ構造で直線、円、らせんの運動軌道を持つ装置 Planigraphy を考案し、実機を製作、頭蓋標本の撮影にも成功した。1932年（昭和7年）には、同じくオランダの Dirk Leonard Bartelink も類似の特許を申請し、実機を製作している。

1935年（昭和10年）、ドイツの Gustav Grossman は、円やらせんの運動軌跡は線形運動に比較して被曝が大きくなること、通常の目的には一方向のみの線形運動で十分であることを示した。それに伴い装置の単純化とグリッド使用の容易化を主目的に、円弧状を一方向のみに動く装置を製作し、これを Tomograph と命名した。この装置はその後広く用いられ tomography は断層撮影の一般的名称となった。

その後も断層装置の開発は続いたが、1947年（昭和22年）、これら先行研究の特許が切れると、フランス人技師の Raymond Sans らが Massiot 社の協力のもとに汎用断層装置 Polytome を開発し、これがコンピュータ断層撮影（computed tomography: CT）の登場まで臨床で広く使用されていた [74]。

X線CTの登場により、断層撮影はほぼ臨床で使用されることがなくなったが、1972年（昭和47年）には、フィルム画像の重ね合わせによる新たな断層撮影としてトモシンセシス（Tomosynthesis）が提唱された [75]。トモシンセシスとは断層撮影（tomography）と合成（synthesis）から作られた造語であり、従来の断層撮影では断層面ごとにX線を照射していたのに対し、1度のX線照射で任意の複数断面画像を再構成する技術である。技術的問題もあり当時は実用化されなかったが、1985年（昭和60年）にはX線透視装置を用いたデジタルトモシンセシスが発表された [76]。1992年（平成4年）に発表されたX線の平面検出器（flat panel detector: FPD）[77]と組み合わせて使用されることにより、その有用性は格段に向上し、2000年以降にデジタルトモシンセシス機能を

搭載した X 線撮影装置の開発が加速した。現在では、主に歯科、整形外科、乳腺外科の領域において断層撮影（デジタルトモシンセシス）が再び臨床で使用されている。

9) コンピュータ断層撮影の誕生

X 線 CT 装置の基本原理は、1917 年（大正 6 年）に発表された、物体を全ての角度から X 線で投影すれば、これらのデータから元の画像を再構成できるという、オーストリアの数学者 J. Radon の原理に基づいている。

1930 年代より、従来の断層撮影法を用いて横断像（対軸に垂直な軸位像：axial image）を得る試みはいくつかあったが、デジタルコンピュータが存在しない時代のものであり、いずれも実用化には至らなかった。そのような中で、1947 年（昭和 22 年）頃から開始された東北大学放射線科の高橋信次の研究は質・量ともに優れており、1953 年（昭和 28 年）島津製作所との共同研究による臨床機の試作を経て、1970 年（昭和 45 年）には東芝から実用機「廻転横断撮影装置」（通称 Takahashi Tomography）が発売された。主に放射線治療計画用として国内外約 70 の施設に導入されたが、この直後に Hounsfield の X 線 CT が登場し、ほとんど活躍することはなかった。また、1963 年（昭和 38 年）にアメリカの物理学者 A. M. Cormack が X 線の投影データから画像を再構成する理論的考察を数学的に解析したが、これも実用には至らなかった [63]。

現在使用されている X 線 CT の起源は、これらとは全く別に、英国 EMI 社の技術者ハウズフィールド (Godfrey Hounsfield) により事実上単独発明・開発された Computerized Transverse Axial Scanning (Tomography) である。当時は頭部専用機で、多数の角度から頭部を透過する X 線を読み取り、そのデータから頭部に含まれる物質の吸収値をコンピュータで計算することで、頭部の断面画像として提示する技術であった。1968 年（昭和 43 年）頃より開発が進めら

れ、1972年に初の臨床機が英国ロンドンの Atkinson Morley Hospital で稼働、正式な論文としての発表は1973年のことであった [78]。

その後、このCT装置は各国で研究され、X線管と検出器の構造は第1世代から第2、第3、第4世代へと発展し、電子ビームスキャンによる超高速CTの登場によって大幅な撮影時間の短縮が可能となった。現在では第3世代の装置が多く普及し、スリッピングによるX線管の連続回転と寝台移動によるヘリカルスキャンが可能となったことによりマルチスライスCT装置が主流となっている [63]。

A.2 診療放射線技師法の沿革

1.1.1 で述べた通り、診療放射線技師法はこれまでに 22 回の改正が繰り返されている。全 22 回の法改正の歴史を以下に示す。

1. 昭和 28 年 1 月 20 日 法律第 3 号
あん摩師、はり師、きゆう師及び柔道整復師法及び診療エックス線技師法の一部を改正する法律二条による改正
2. 昭和 28 年 8 月 15 日 法律第 213 号
地方自治法の一部を改正する法律の施行に伴う関係法令の整理に関する法律四二条による改正
3. 昭和 43 年 5 月 23 日 法律第 63 号〔第一次改正〕
題名改正：診療放射線技師及び診療エックス線技師法
4. 昭和 45 年 6 月 1 日号外 法律第 111 号
許可、認可等の整理に関する法律一六条による改正
5. 昭和 56 年 5 月 25 日 法律第 51 号
障害に関する用語の整理のための医師法等の一部を改正する法律六条による改正
6. 昭和 57 年 7 月 23 日号外 法律第 69 号
行政事務の簡素合理化に伴う関係法律の整理及び適用対象の消滅等による法律の廃止に関する法律二〇条による改正
7. 昭和 58 年 12 月 10 日号外 法律第 83 号
行政事務の簡素合理化及び整理に関する法律二二条・附則一七条による改正
題名改正：標題に同じ

8. 平成3年4月2日号外 法律第25号
学校教育法等の一部を改正する法律附則六項による改正
9. 平成5年4月28日 法律第29号〔第二次改正〕
10. 平成5年6月18日号外 法律第74号
精神保健法等の一部を改正する法律五・九条による改正
11. 平成5年11月12日号外 法律第89号
行政手続法の施行に伴う関係法律の整備に関する法律一〇八条による改正
12. 平成7年5月12日号外 法律第91号
刑法の一部を改正する法律附則九条による改正
13. 平成8年6月26日号外 法律第107号
民間活動に係る規制の改善及び行政事務の合理化のための厚生省関係法律の一部を改正する法律一条による改正
14. 平成11年7月16日号外 法律第87号
地方分権の推進を図るための関係法律の整備等に関する法律一七八条による改正
15. 平成11年12月22日号外 法律第160号
中央省庁等改革関係法施行法六二五条による改正
16. 平成13年6月29日号外 法律第87号
障害者等に係る欠格事由の適正化等を図るための医師法等の一部を改正する法律九・二三条・附則七条による改正

17. 平成 13 年 7 月 11 日号外 法律第 105 号
学校教育法の一部を改正する法律附則七条による改正
18. 平成 13 年 12 月 12 日号外 法律第 153 号
保健婦助産婦看護婦法の一部を改正する法律附則三四条による改正
19. 平成 19 年 6 月 27 日号外 法律第 96 号
学校教育法等の一部を改正する法律附則八条による改正
20. 平成 21 年 4 月 22 日 法律第 20 号
あん摩マツサージ指圧師、はり師、きゆう師等に関する法律等の一部を
改正する法律四・五条による改正
21. 平成 26 年 6 月 4 日号外 法律第 51 号
地域の自主性及び自立性を高めるための改革の推進を図るための関係法
律の整備に関する法律一五条による改正
22. 平成 26 年 6 月 25 日号外 法律第 83 号
地域における医療及び介護の総合的な確保を推進するための関係法律の
整備等に関する法律一二条による改正

A.3 医師から既存職種へタスク・シフト/シェア可能な業務一覧 (第1回医師の働き方改革を進めるためのタスク・シフト/シェア の推進に関する検討会 参考資料3より抜粋・一部改訂)

1.1.2 に示した通り、医師の働き方改革を進めるためのタスク・シフト/シェアの推進に関する検討会において、医師から他職種へ移管可能な具体的な業務内容がリストアップされた。全286項目について、それぞれの業務を内容別に分類し、移管先の職種を示したものを以下に示す。(本研究の対象となる診療放射線技師に関する業務については、表中に太字で示した。)ここでは医師側団体からの提案が明示されており、これにより医療技術職側からの要望(当事者が求める業務拡大)と、医師側からの要望(当事者が求められる業務拡大)とが明白となっている。

1. 処置、検査、手術、健診等

【採血・輸液路確保/抜去・穿刺】

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|---|---|--------------|------------|
| 1 | 直接動脈穿刺法による採血 | 看護師 | ※ |
| 2 | 直接動脈穿刺法による採血 | 看護師 | ※ |
| 3 | 人工呼吸が施行されている(施行が予定されている)患者に対する直接動脈穿刺法による採血 | 臨床工学技士 | |
| 4 | 救急室(救急外来、初療室)を主とする院内・集中治療室における診療補助(動脈穿刺による採血) | 看護師 | ※ |
| 5 | (医師の具体的指示を受けて行わなければならない)動脈留置カテーテルからの採血 | 臨床工学技士 | |
| 6 | 専門病棟(NICU/PICU/血液腫瘍など)での動脈ライン採血 | 看護師 | ※ |
| 7 | 外来・一般小児病棟・専門病棟(NICU/PICU/血液腫瘍など)での採血 | 看護師 | ※ |

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|----|--|----------------|------------|
| 8 | 外来・一般病棟・専門病棟（NICU/PICU/血液腫瘍など）での静脈路確保 | 看護師 | ※ |
| 9 | 救急現場における末梢静脈路の確保（ヘパリンロック含む） | 臨床検査技師 | |
| 10 | 救急室（救急外来、初療室）を主とする院内での診療補助＜静脈路確保（輸液）の実施＞ | 救急救命士 | ※ |
| 11 | CT/MRI 造影剤・IVR 手技前ルート確保 | 看護師 | ※ |
| 12 | 放射線部門の検査関連の静脈確保注射 | 診療放射線技師 | |
| 13 | 救急室（救急外来、初療室）を主とする院内・集中治療室における診療補助（橈骨動脈ラインの確保） | 看護師 | ※ |
| 14 | 中心静脈カテーテルの抜去、末梢留置型中心静脈注射用カテーテルの挿入、橈骨動脈ライン の確保 | 看護師 | ※ |
| 15 | 人工呼吸が施行されている（施行が予定されている）患者に対する橈骨動脈ラインの確保 | 臨床工学技士 | |
| 16 | 輸液ポンプ等を用いた薬液投与のための皮静脈穿刺によるラインの確保、不要カニューラの抜去 | 臨床工学技士 | |
| 17 | 末梢挿入中心静脈カテーテル挿入 | 看護師 | ※ |
| 18 | 専門病棟（NICU/PICU/血液腫瘍など）での末梢留置型中心静脈注射用カテーテルの 挿入 | 看護師 | ※ |
| 19 | 専門病棟（NICU/PICU/血液腫瘍など）での末梢留置型中心静脈注射用カテーテル・動脈ラインの抜去 | 看護師 | ※ |
| 20 | 輸液ポンプ等を用いた薬液投与のための中心静脈カテーテルの留置時の清潔補助 | 臨床工学技士 | |
| 21 | 輸液ポンプ等を用いた薬液投与のため中心静脈カテーテルの、不要カテーテルの抜去 | 臨床工学技士 | |
| 22 | 皮下埋め込み式 CV ポートの穿刺 | 看護師 | ※ |
| 23 | シース抜去後の止血補助 | 看護師 | ※ |
| 24 | CT/MRI 造影剤の注入確認、抜針・止血 | 看護師・診療放射線技師 | ※ |
| 25 | RI 検査医薬品注入後の抜針及び止血 | 診療放射線技師 | |

【検査関連（結果の解析含む）】

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|----|---|--------------|------------|
| 26 | SPP（皮膚灌流圧）測定 | 看護師 | ※ |
| 27 | 各種超音波検査 | 臨床検査技師 | |
| 28 | 視力測定、眼圧測定（非接触）、視野検査、色覚検査 | 臨床検査技師 | |
| 29 | OCT（optical coherence tomography：光干渉断層計） | 臨床検査技師 | |
| 30 | 直腸肛門機能検査（肛門内圧検査・直腸バルーン知覚検査） | 臨床検査技師 | |
| 31 | 経肛門超音波検査 | 臨床検査技師 | |
| 32 | 経膈超音波検査 | 臨床検査技師 | |
| 33 | 神経学的検査のうち、運動、感覚、高次脳機能、ADL、IADL 等に関する検査 | 作業療法士 | |
| 34 | 発達検査（新版 K 式・WISC・ASOS など） | 公認心理師 | ※ |
| 35 | 筋電図検査の針電極の穿刺（体幹を除く） | 臨床検査技師 | |
| 36 | 食道内圧、胸腔内圧、横紋筋活動電位、膀胱温を計測するモニター・センサー等の体内への挿入、不要センサーの抜去 | 臨床工学技士 | |
| 37 | CT コロノグラフィの検査手技（空気の吸引） | 診療放射線技師 | |
| 38 | RI 核種投与 | 看護師・診療放射線技師 | ※ |
| 39 | 造影剤注入装置からの動脈への造影剤注入行為 | 診療放射線技師 | |
| 40 | 上部消化管造影におけるカテーテルを用いた鼻腔からのバリウム投与 | 診療放射線技師 | |
| 41 | （呼吸機能検査や心電図検査、超音波検査などの生理学的検査や内視鏡検査における）口腔内の喀痰等の吸引 | 臨床検査技師 | |
| 42 | 検査のための採痰（誘発採痰含む） | 臨床検査技師 | |
| 43 | 検査のための眼脂等の採取 | 臨床検査技師 | |
| 44 | 検査のための外耳道から耳漏等の採取 | 臨床検査技師 | |
| 45 | 検査のための泌尿器・生殖器からの検体採取 | 臨床検査技師 | |
| 46 | 子宮頸がん検査のための細胞診用の検体採取 | 臨床検査技師 | |
| 47 | 持続血糖測定のための穿刺・抜針 | 臨床検査技師 | |
| 48 | X 線検診車で胃がん検診並びに乳がん検診の撮影についての包括指示での撮影 | 診療放射線技師 | |
| 49 | 病院又は診療所以外の場所における検査 | 診療放射線技師 | |

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|----|--|--------------|------------|
| 50 | 鎮静が必要な患者、アレルギーのある患者の検査立会い | 看護師 | ※ |
| 51 | 術後各種機器の回収・保守点検、鎮痛薬投与ポンプデータの解析 | 臨床工学技士 | ※ |
| 52 | 高次脳機能障害（認知症含む）、失語症、言語発達障害、発達障害などの評価に必要な臨床心理・神経心理学検査種目の選択・実施及び検査結果の解釈 | 言語聴覚士 | |
| 53 | 嚥下検査全般の適応の判断と実施、結果の解釈 | 言語聴覚士 | |

【手術・麻酔】

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|----|---|----------------|------------|
| 54 | 手術の際の手術部位（創部）の消毒 やドレープがけ | 看護師 | ※ |
| 55 | 手術の器械出し | 臨床工学技士 | ※ |
| 56 | IVR（画像下治療）助手 | 看護師 | ※ |
| 57 | 心・血管カテーテル治療時、医師が行うカテーテル操作などの補助（カテーテルの保持、身体への電氣的負荷等） | 臨床工学技士 | |
| 58 | 血管造影・IVR 診療の補助行為 | 診療放射線技師 | |
| 59 | 心・血管カテーテル業務における、清潔野で使用する生命維持管理装置及びカテーテル関連の操作及び接続 | 臨床工学技士 | |
| 60 | 内視鏡外科手術における医師が行う手術手技の補助（助手） | 臨床工学技士 | |
| 61 | 心臓血管外科手術や整形外科等における医師が行う手術手技の補助（助手） | 臨床工学技士 | |
| 62 | 内視鏡（軟性鏡）検査・治療時の処置具の操作などの補助 | 臨床工学技士 | |
| 63 | 消化器内視鏡検査・治療の介助（組織採取を含む） | 臨床検査技師 | |
| 64 | 肝悪性腫瘍マイクロ波凝固法、肝悪性腫瘍ラジオ波焼却療法に係る機器の操作・管理 | 臨床検査技師 | |
| 65 | 白内障及び屈折矯正手術におけるオペレーター業務 | 視能訓練士 | |
| 66 | 術中抹消ルート確保、薬剤・薬液準備、バイタルサイン・処置記録、既設置ルートからの動脈採血と測定 | 看護師 | ※ |

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|----|---|--------------|------------|
| 67 | (医師の具体的指示を受けて行わなければならない) 人工心肺業務における血液、補液及び薬剤の投与量の設定及び変更 | 臨床工学技士 | |
| 68 | 手術室関連の業務支援 (周術期に使用する薬剤の薬学的管理等) | 薬剤師 | |
| 69 | 術中 薬剤払い出し、残薬回収 | 薬剤師 | ※ |
| 70 | 麻酔科医が術前に行う麻酔管理の補助 <麻酔器、気管挿管や使用薬剤の準備 (麻酔計画に 従い) > | 臨床工学技士 | |
| 71 | 麻酔科医が術中に行う麻酔管理の補助 <麻酔作動薬や循環作動薬、輸液の準備及び投与> | 臨床工学技士 | |
| 72 | 麻酔科医が術後に行う麻酔管理の補助 (集中治療を含む) <硬膜外麻酔薬の準備と投与> | 臨床工学技士 | |
| 73 | 麻酔科医が術中に行う麻酔管理の補助 <バイタルサインの確認、麻酔記録の記入> | 臨床工学技士 | |
| 74 | 麻酔科医が術後に行う麻酔管理の補助 (集中治療を含む) <各種ラインの整理、麻酔医とともに患者退室の誘導> | 臨床工学技士 | |
| 75 | 集中治療室における診療補助 (ドレーン類の管理、抜去) | 看護師 | ※ |
| 76 | 補助循環に用いる各種カテーテルの挿入時の清潔補助 | 臨床工学技士 | |
| 77 | 麻酔科医が術前に行う麻酔管理の補助 (麻酔導入時の各種モニターの装着、気管挿管や中心静脈カテーテル・胃管挿入等の介助) | 臨床工学技士 | |
| 78 | 血管撮影・血管内治療後の圧迫止血・止血確認・圧迫解除 | 看護師 | ※ |
| 79 | 血管内治療の介助業務 (血管撮影における圧迫止血・止血確認・圧迫解除を含む) | 看護師 | ※ |
| 80 | 内視鏡検査・治療の際の準備作業 (咽頭麻酔等) | 臨床工学技士 | |
| 81 | 各種再建手術における関連各科との調整業務 | 看護師 | ※ |
| 82 | 術後 鎮痛薬調製・投与器具準備 | 薬剤師 | ※ |
| 83 | 術後管理 | 看護師 | ※ |
| 84 | 術後ラウンド、術後疼痛管理 | 看護師 | ※ |

【創処置・ドレーン関連処置等】

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|---|--------------|------------|
| 85 | 創傷治癒遅延症例に対する創管理業務 | 看護師 | ※ |
| 86 | 創管理（ドレッシング抜去、抜糸） | 看護師 | ※ |
| 87 | 病棟・周術期の創傷処置 | 看護師 | ※ |
| 88 | 体表面の切創・挫創の洗浄と縫合処置 | 看護師 | ※ |
| 89 | ドレーン抜去 | 看護師 | ※ |
| 90 | 創部ドレーンの抜去 | 看護師 | ※ |
| 91 | 救急室（救急外来、初療室）を主とする院内での診療補助＜縫合を除く創傷処置（一定の面積までの擦過傷の洗浄とドレッシング）＞ | 救急救命士 | ※ |
| 92 | 切断術後のドレッシング等、断端形成 | 義肢装具士 | |
| 93 | 足部ケア足底部潰瘍の免荷 | 義肢装具士 | |
| 94 | 軟膏処置 | 看護師 | ※ |
| 95 | 爪切り、鶏眼処置 | 看護師 | ※ |
| 96 | 足部ケア（糖尿病患者等の）足趾の爪切り・胼胝等の研磨 | 義肢装具士 | |
| 97 | ギプスの介助 | 義肢装具士 | ※ |
| 98 | 一般小児病棟での胃管挿入 | 看護師 | ※ |
| 99 | 胃管・ED チューブの挿入・管理・抜去 | 看護師 | ※ |
| 100 | 一般小児病棟・一般病棟・専門病棟（NICU/PICU/血液腫瘍など）での胃ろうカテーテル若しくは腸ろうカテーテル又は胃ろうボタンの交換 | 看護師 | ※ |
| 101 | 輸液ポンプ等を用いた薬液投与のための胃管の挿入、交換及び抜去 | 臨床工学技士 | |
| 102 | IVR（画像下治療）手技前の尿道カテーテル留置 | 看護師 | ※ |
| 103 | 専門病棟（NICU/PICU/血液腫瘍など）での光線療法開始・中止（検査結果プロット・判断） | 看護師 | ※ |

【人工呼吸関連】

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|-------|--------------|------------|
| 104 | 呼吸器管理 | 看護師 | ※ |

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|---|--------------|------------|
| 105 | 集中治療室における診療補助（人工呼吸器の設定、人工呼吸器からの離脱） | 看護師 | ※ |
| 106 | 専門病棟（NICU/PICU/血液腫瘍など）での非侵襲的陽圧換気の設定変更 | 看護師 | ※ |
| 107 | 持続陽圧呼吸療法における適切な陽圧の設定 | 臨床検査技師 | |
| 108 | 人工呼吸器からのウィーニング | 臨床工学技士 | |
| 109 | 人工呼吸器使用時の吸引による喀痰等の除去 | 臨床工学技士 | |
| 110 | 一般小児病棟・一般病棟・専門病棟（NICU/PICU/血液腫瘍など）での気管カニューレ交換 | 看護師 | ※ |
| 111 | 気管カニューレの交換 | 臨床工学技士 | |
| 112 | 気管チューブの位置の調整 | 看護師 | ※ |
| 113 | 経口用・経鼻用気管チューブの挿入時の補助 | 臨床工学技士 | |
| 114 | 経口用・経鼻用気管チューブ、気管カニューレの抜去 | 臨床工学技士 | |
| 115 | 専門病棟（NICU/PICU/血液腫瘍など）での経口用又は経鼻用気管チューブの位置の調整 | 看護師 | ※ |
| 116 | 経口用・経鼻用気管チューブの位置の調整 | 臨床工学技士 | |
| 117 | 食道閉鎖式エアウェイ・ラリングルチューブの挿入及び抜去 | 臨床工学技士 | |
| 118 | 鼻咽頭エアウェイの挿入及び抜去 | 臨床工学技士 | |

【輸血・血液細胞処理】

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|----------------|--------------|------------|
| 119 | 輸血実施 | 臨床検査技師 | |
| 120 | 血液製剤の洗浄・分割 | 臨床検査技師 | |
| 121 | 血液細胞（幹細胞等）処理業務 | 臨床検査技師 | |

【病理関連】

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|---------------------------|--------------|------------|
| 122 | 手術検体等に対する病理診断における切り出し補助業務 | 臨床検査技師 | ※ |
| 123 | 手術材料の切り出し | 臨床検査技師 | |

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|---|--------------|------------|
| 124 | 画像解析システムによるコンパニオン診断（免疫染色）等に対する計数・定量判定補助 | 臨床検査技師 | ※ |
| 125 | デジタル病理画像の取り込み・機器の調整・データ管理等 | 臨床検査技師 | ※ |
| 126 | 病理診断報告書のチェック | 臨床検査技師 | ※ |
| 127 | 生検材料、特殊染色、免疫染色等のスクリーニング（所見の下書きの作成） | 臨床検査技師 | |
| 128 | 病理解剖業務 | 臨床検査技師 | |

【透析関連】

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|--|--------------|------------|
| 129 | 急性血液浄化療法における血液透析器又は血液透析濾過器の操作及び管理 | 看護師 | ※ |
| 130 | 集中治療室における診療補助（急性血液浄化療法における血液透析濾過機器の操作と管理） | 看護師 | ※ |
| 131 | （医師の具体的指示を受けて行わなければならない） 血液浄化業務における血液、補液及び薬剤の投与量の設定及び変更 | 臨床工学技士 | |
| 132 | 血液浄化施行時のバスキュラーアクセスへの穿刺によるカニューレの留置及び不要カニューレの抜去（動脈表在化等を含む） | 臨床工学技士 | |
| 133 | 血液浄化装置の先端部（穿刺針）のバスキュラーアクセスへの穿刺及び抜去 | 臨床工学技士 | |
| 134 | 血液浄化に用いるカテーテル留置時の清潔補助 | 臨床工学技士 | |
| 135 | 血液浄化に用いる留置カテーテルの不要カテーテルの抜去 | 臨床工学技士 | |
| 136 | 血液浄化に用いるバスキュラーアクセスの機能維持のためのエコー等による評価 | 臨床工学技士 | |

【妊婦健診・院内助産】

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|---------------------------------|--------------|------------|
| 137 | 低リスク妊娠を対象とした妊婦健診の一部（助産師外来） | 助産師 | ※ |
| 138 | ローリスク妊産婦の妊婦健診 | 助産師 | |
| 139 | 低リスク妊娠を対象とした分娩管理業務の一部（院内助産システム） | 助産師 | ※ |
| 140 | 妊産婦の保健指導業務 | 助産師 | |

【放射線治療関連】

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|----------------------------------|--------------|------------|
| 141 | イメージガイド下放射線治療(IGRT)での位置照合画像の一次照合 | 診療放射線技師 | |

【救命関連】

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|---|--------------|------------|
| 142 | 救命処置の補助 | 臨床検査技師 | |
| 143 | （医療機関内で）救急救命処置の範囲に示される 33 項目の実施 | 救急救命士 | |
| 144 | 救急救命士が現行救急用自動車等内（自動車に乗せるまでを含む）で実施可能な救急救命処置（33 項目）を医療機関内でも行えるようにする | 救急救命士 | |
| 145 | 救急室（救急外来、初療室）を主とする院内での診療補助 <心肺蘇生> | 救急救命士 | ※ |
| 146 | 救急室（救急外来、初療室）を主とする院内での診療補助 <医師による緊急処置の一部介助> | 救急救命士 | ※ |

2. 薬剤関連

【薬剤等投与・薬剤管理】

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|--|--------------------|------------|
| 147 | 処方薬の変更・他院持参薬の処方 | 薬剤師 | ※ |
| 148 | プロトコールに基づいた投薬（医師の包括的指示と同意がある場合には医師の最終確認・再確認を必要とせず実施する） | 薬剤師 | |
| 149 | 術後 24 時間以内の疼痛管理目的での麻薬性鎮痛薬（フェンタニル等が必要になった場合）の投与 | 看護師 | ※ |
| 150 | 人工呼吸管理がなされている者に対する鎮静薬の投与量の調整 | 看護師 | ※ |
| 151 | 人工呼吸が施行されている患者に対する鎮静薬の投与量の調整 | 臨床工学技士 | |
| 152 | 専門病棟（NICU/PICU/血液腫瘍など）での人工呼吸管理がなされている者に対する鎮静薬の投与量の調整 | 看護師 | ※ |
| 153 | 抗不安薬の臨時的投与 | 看護師 | ※ |
| 154 | 抗精神病薬の臨時的投与 | 看護師 | ※ |
| 155 | 訪問看護時の抗精神病薬持続性注射剤の筋肉内投与 | 看護師 | ※ |
| 156 | 抗けいれん剤の臨時投与 | 看護師 | ※ |
| 157 | 救急室（救急外来、初療室）を主とする院内・集中治療室における診療補助（抗けいれん剤投与） | 看護師 | ※ |
| 158 | 持続点滴中のカテコラミンの投与量の調整 | 看護師 | ※ |
| 159 | 持続点滴中の降圧剤の投与量の調整 | 看護師 | ※ |
| 160 | RI 核種投与 | 看護師・診療放射線技師 | ※ |
| 161 | 救急室（救急外来、初療室）を主とする院内・集中治療室における診療補助（脱水症状に対する輸液） | 看護師 | ※ |
| 162 | 救急室（救急外来、初療室）を主とする院内での診療補助 <一部の緊急薬剤の投与> | 救急救命士 | ※ |
| 163 | 外来・一般小児病棟・専門病棟（NICU/PICU/血液腫瘍など）での抗生剤等の静注 | 看護師 | ※ |
| 164 | 専門病棟（NICU/PICU/血液腫瘍など）での皮下注射、筋肉注射 | 看護師 | ※ |
| 165 | 輸液ポンプ等を用いた静脈ラインからの薬剤の投与 | 臨床工学技士 | |

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|---|--------------|------------|
| 166 | 療養上の世話をタイムリーに行うための薬剤の処方 (排便コントロール(下剤・浣腸剤・止痢剤・整腸剤など) スキンケア(軟膏・ドレッシング剤・目薬など) 疼痛緩和(湿布・麻薬以外の鎮痛剤)など) | 看護師 | |
| 167 | 外来でのワクチン接種 | 看護師 | ※ |
| 168 | 糖負荷試験のブドウ糖液の投与 | 臨床検査技師 | |
| 169 | 尿素呼気試験の尿素錠の投与 | 臨床検査技師 | |
| 170 | 脳波検査時の睡眠導入剤の投与 | 臨床検査技師 | |
| 171 | 呼吸機能検査(気道可逆性検査)時の気管支拡張剤の投与 | 臨床検査技師 | |
| 172 | 眼底検査の散瞳剤の投与 | 臨床検査技師 | |
| 173 | 眼振電図検査における温度刺激検査のための外耳道への温令水の注入 | 臨床検査技師 | |
| 174 | 造影超音波検査の超音波造影剤の投与(ソナゾイド等) | 臨床検査技師 | |
| 175 | 上部内視鏡検査の際の前処置(消泡剤・咽頭麻酔剤の投与) | 臨床検査技師 | |
| 176 | 薬剤管理(ミキシング・残薬管理・薬剤の準備・在庫管理等) | 薬剤師 | |

【処方確認・処方変更・処方提案等】

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|---|--------------|------------|
| 177 | 処方医の事前の指示に基づき、問題が認められない場合は、薬局薬剤師が分割調剤(同一薬剤の継続投与)を実施 | 薬剤師 | |
| 178 | 事前に作成・合意されたプロトコールに基づく、含量規格や剤形等の処方内容の変更 | 薬剤師 | |
| 179 | 事前に作成・合意されたプロトコール及び薬剤師による専門的知見に基づき、薬剤の種類、投与量等の変更～薬物療法のモニタリングの実施とその結果に伴う処方内容の見直しの提案～ | 薬剤師 | |
| 180 | 術前服薬内容チェック・処方提案 | 薬剤師 | ※ |

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|---|--------------|------------|
| 181 | 抗菌薬の治療コントロール処方提案（医師の包括的指示と同意がある場合には医師の最終確認・再確認を必要とせず実施） | 薬剤師 | |
| 182 | 薬剤選択、多剤併用薬に対する処方提案（医師の包括的指示と同意がある場合には医師の最終確認・再確認を必要とせず実施） | 薬剤師 | |
| 183 | 術後痛評価・鎮痛薬調製提案・術前中止薬再開確認 | 薬剤師 | ※ |
| 184 | 入院、外来における患者面談情報（服用中の薬剤情報、副作用や残薬の有無等）に基づく処方支援（処方の提案や仮オーダー入力） | 薬剤師 | |
| 185 | 医師の診断・検査結果に基づく処方支援 | 薬剤師 | |
| 186 | 抗がん薬や抗菌薬、向精神薬等の投与後の服薬状況や副作用を継続して確認した上で、必要に応じて処方医等へ情報提供～薬物療法のモニタリングの実施とその結果に伴う処方内容の見直しの提案～ | 薬剤師 | |
| 187 | 患者の服薬状況を確認すると共に、必要に応じてフィジカルアセスメントを実施し、副作用の発現状況を確認した上で、処方医等へ情報提供～薬物療法のモニタリングの実施とその結果に伴う処方内容の見直しの提案～ | 薬剤師 | |
| 188 | 処方歴や薬物アレルギーの有無等の医薬品関連情報について、医師の診療情報提供書の作成支援～薬物療法に関する説明や薬に関する患者情報の提供等のサポート～ | 薬剤師 | |
| 189 | 分割調剤の都度（すなわち定期的）、処方医の事前の指示に基づき、処方箋を応需した薬局薬剤師が患者の副作用の発現状況や服薬状況の確認等を実施（必要に応じて処方医への情報提供）～定期的に患者の副作用の発現状況や服薬状況の確認等を行うための分割調剤～ | 薬剤師 | |

3. 患者観察、説明、指導、搬送等

【患者観察・状態確認など】

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|--|--------------|------------|
| 190 | (IVR) 術前の採血結果、リスクファクター、服薬状況のチェック | 看護師・診療放射線技師 | ※ |
| 191 | 検査の際の患者バイタル確認 | 臨床検査技師 | |
| 192 | 輸血副作用確認 | 臨床検査技師 | |
| 193 | 救急室（救急外来、初療室）を主とする院内での診療補助（病歴聴取、バイタルサイン測定、その結果より軽症と中等症・重症をトリアージ） | 看護師・救急救命士 | ※ |
| 194 | 患者への問診 | 医師事務作業補助者 | ※ |
| 195 | 病歴（予診）聴取 | 医師事務作業補助者 | ※ |

【患者への説明と同意】

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|--|---------------------------------|------------|
| 196 | リハビリテーション保険診療に関する各種書類の説明、交付業務（リハビリテーション総合実施計画書、計画提供料に関わる書類、目標設定等支援・管理シート等） | 理学療法士・作業療法士・言語聴覚士・看護師等 | ※ |
| 197 | リハビリテーション実施計画等の作成と患者への説明 | 理学療法士 | |
| 198 | 専門病棟（NICU/PICU/血液腫瘍など）での輸血、放射線検査などの医行為の典型的な説明補助 | 看護師 | ※ |
| 199 | 検査に関する説明・相談 | 診療放射線技師 | |
| 200 | 非侵襲的検査の検査説明・同意書の取得 | 看護師・理学療法士・作業療法士・言語聴覚士・医師事務作業補助者 | ※ |
| 201 | IVR（画像下治療）手技前回診での検査説明 | 看護師・診療放射線技師 | ※ |
| 202 | 検査（CT、MRI、RI）前の同意書取得・副作用説明・問診 | 看護師・診療放射線技師・医師事務作業補助者 | ※ |
| 203 | 輸血承諾書の取得（医師の説明の補足） | 臨床検査技師 | |
| 204 | パッチテスト、プリックテストの試薬等の準備、説明 | 看護師 | ※ |

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|----------------------------|--------------|------------|
| 205 | 術前オリエンテーション・リスク評価、麻酔に関する説明 | 看護師 | ※ |
| 206 | 輸血関連検査結果説明 | 臨床検査技師 | |
| 207 | 検査手順の説明業務 | 医師事務作業補助者 | |
| 208 | 入院の説明・同意書の取得 | 医師事務作業補助者 | ※ |

【患者指導・支援・運用など】

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|--|--------------|------------|
| 209 | 外来での薬の説明や服薬指導 | 薬剤師 | ※ |
| 210 | 外用（薬）指導 | 看護師 | ※ |
| 211 | 外用（薬）指導の補助 | 看護師 | ※ |
| 212 | 副作用の状況把握、服薬指導（医師の包括的指示と同意がある場合には医師の最終確認・再確認を必要とせず実施） | 薬剤師 | |
| 213 | 糖尿病患者の自己血糖測定やインスリン等の自己注射等に関する、患者や家族への薬剤を適切に使用するための実技指導～薬剤の適正使用のための実技指導の実施～ | 薬剤師 | |
| 214 | 患者の薬物療法全般に関する理解の推進～薬物療法に関する説明や薬に関する患者情報の提供等のサポート～ | 薬剤師 | |
| 215 | 心理的問題を抱える子どもに保護者及び家族への心理的支援に関する業務 | 公認心理師 | ※ |
| 216 | 退院時における地域移行支援業務 | 精神保健福祉士 | ※ |
| 217 | 精神科入院時における支援業務 | 精神保健福祉士・看護師 | ※ |
| 218 | 切断者への断端管理に関する指導 | 義肢装具士 | |
| 219 | 急性期病棟における疾患別リハビリテーションの指示に関する運用 | 理学療法士 | |
| 220 | 訪問リハビリテーションにおける医師の診察の運用 | 理学療法士 | |
| 221 | 生活状況（ADL、IADL、本人の趣味・興味・関心領域等）、療養上の課題の聞き取り、把握 | 作業療法士 | |

【患者誘導・患者搬送】

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|--------------------------------------|--------------|------------|
| 222 | R I 核種投与後、安静待機室への誘導 | 看護師・診療放射線技師 | |
| 223 | 専門病棟（NICU/PICU/血液腫瘍など）での搬送に伴う看護業務 | 看護師 | ※ |
| 224 | 救急室（救急外来、初療室）を主とする院内での診療補助 <院内の患者移送> | 救急救命士 | ※ |
| 225 | 救急車での患者移送の際の同伴（重症例は除く） | 看護師 | ※ |
| 226 | 病院救急車での患者の観察と処置 | 救急救命士 | ※ |

4. 機器操作及び介助・機器管理・機器保守

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|---|--------------|------------|
| 227 | 点滴、輸液ポンプ、シリンジポンプの操作・安全管理 | 臨床検査技師 | |
| 228 | 心臓・血管カテーテル検査・治療に係る検査装置の操作・管理 | 臨床検査技師 | |
| 229 | 術中モニタリングに係る電極装着（針電極含む）、検査装置の操作・管理 | 臨床検査技師 | |
| 230 | 成分採血装置（末梢血ラインから連続成分採血装置による体外循環を行う機器）の運転 | 臨床検査技師 | |
| 231 | 心臓植込みデバイスに対する遠隔モニタリングのデータ読み込み及び記録 | 臨床工学技士 | |
| 232 | 術前シリンジポンプ・フットポンプ、麻酔関連機器の保守点検と準備 | 臨床工学技士 | ※ |
| 233 | 医療機器の管理（機器の取り寄せ・管理・補充・返却） | 臨床工学技士 | |
| 234 | 在宅医療に関わる医療機器管理 | 臨床工学技士 | |
| 235 | 術中麻酔関連機器の修理・対応 | 臨床工学技士 | ※ |

5. 書類作成、入力指示など

【指示入力・代行入力など】

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|------------------------|--------------|------------|
| 236 | 脳卒中の初期対応（病歴聴取、検査オーダー等） | 看護師 | ※ |
| 237 | 定型的血液検査の指示入力 | 看護師 | ※ |

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|---|--------------|------------|
| 238 | 患者教育・放射線治療看護に必要な簡易処方（皮膚炎や腸炎に対する処方など）・放射線治療に関わる検査オーダー | 看護師 | ※ |
| 239 | 看護師が状況を即座に見極め、医師が予め指示した状態増に該当するかを判断して、指示されていた検査（採血・培養検査・レントゲン検査など）の代行入力 | 看護師 | |
| 240 | 救急室（救急外来、初療室）を主とする院内での診療補助（包括的血液検査オーダーと採血・採尿、包括的放射線検査オーダー） | 看護師 | ※ |
| 241 | 入院決定後の入院時指示 | 医師事務作業補助者 | ※ |
| 242 | 救急室（救急外来、初療室）を主とする院内での診療補助 <診療経過の記録> | 救急救命士 | ※ |
| 243 | 診療録作成補助・救急外来における病歴聴取の電子カルテ記載 | 医師事務作業補助者 | ※ |
| 244 | 医療記録（電子カルテの記載） | 医師事務作業補助者 | |
| 245 | カルテ記載補助業務 | 医師事務作業補助者 | ※ |
| 246 | 診察や検査の予約、診療録への記録 | 医師事務作業補助者 | ※ |
| 247 | カンファレンス・回診の記録・オーダーなど入院業務の補助 | 医師事務作業補助者 | ※ |
| 248 | 外来初診時、退院時、認知行動療法など精神科特殊療法としての精神療法施行時における診療記録代行入力 | 医師事務作業補助者 | ※ |
| 249 | 診療録・手術記録の入力 | 医師事務作業補助者 | ※ |
| 250 | 臨床写真の整理、電子カルテへの取り込み | 医師事務作業補助者 | ※ |
| 251 | 予約関連（入力、変更連絡）、処方箋の捺印 | 医師事務作業補助者 | ※ |
| 252 | 病名仮入力（DPCの一部の入力代行・各種サマリーの訂正） | 医師事務作業補助者 | ※ |
| 253 | 病名入力、コスト入力、DPC入力 | 医師事務作業補助者 | ※ |

【書類等作成・資料作成・秘書業務など】

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|--------------------------------|--------------|------------|
| 254 | 障害者総合支援法に基づく補装具費支給制度に関する意見書の作成 | 理学療法士 | |

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|---|--------------|------------|
| 255 | 診断書作成補助業務 | 医師事務作業補助者 | ※ |
| 256 | 特定疾患書類や診断書などの下書きもしくは仮作成 | 医師事務作業補助者 | ※ |
| 257 | 書類・診断書・入退院サマリーの作成 | 医師事務作業補助者 | ※ |
| 258 | リハビリテーション診療に関係する各種書類の草案作成 (廃用症候群に関わる評価票、身体障害者手帳申請書類、入院証明書、診療情報提供書、介護保険主治医意見書、診断書等) | 医師事務作業補助者 | ※ |
| 259 | 意見書・申請書および行政への書類の下書き(診断書下書き・定型診断書の作成・紹介状返書の下書き) | 医師事務作業補助者 | ※ |
| 260 | 診断書(殊に年金診断書など手書きのもの)・意見書の作成 | 医師事務作業補助者 | ※ |
| 261 | 義肢装具の提供に伴う事務業務 | 医師事務作業補助者 | |
| 262 | 症例登録等の各種統計資料の作成 | 医師事務作業補助者 | |
| 263 | 診療データ入力、抽出、解析業務 | 医師事務作業補助者 | ※ |
| 264 | 手術件数と内容のまとめ | 医師事務作業補助者 | ※ |
| 265 | 新患台帳作成補助業務 | 医師事務作業補助者 | ※ |
| 266 | 全国調査の患者情報記載 | 医師事務作業補助者 | ※ |
| 267 | 市販後調査の EDC 入力 | 医師事務作業補助者 | ※ |
| 268 | 他院が主施設の臨床研究の申請書類の作成 | 医師事務作業補助者 | ※ |
| 269 | 医師の当直表作成業務 | 医師事務作業補助者 | ※ |
| 270 | カンファレンス準備業務 | 医師事務作業補助者 | ※ |

6. その他

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|---|--------------|------------|
| 271 | 嚥下訓練・摂食機能療法における食物形態等の選択 | 言語聴覚士 | |
| 272 | 時間外で侵襲的な専門的処置の必要のない入院患者の初期対応 | 他科診療科医師 | ※ |
| 273 | 特定行為とは別に侵襲性の低い医行為であれば病棟・在宅・介護施設等における包括的指示モデルを示し看護師が患者の状態に応じて柔軟に対応できるようにする | 看護師 | |
| 274 | 救急室(救急外来、初療室)を主とする院内での診療補助 <救急車の受入要請への対応> | 救急救命士 | ※ |

| | 業務内容 | タスク・シフト/シェア先 | 医師側団体からの提案 |
|-----|---|----------------|------------|
| 275 | 検診業務における視機能管理業務 | 視能訓練士 | |
| 276 | 障害者総合支援法による補装具費支給における完成用部品の選択等、義肢装具等補助具の仕様に関する決定 | 義肢装具士 | |
| 277 | 障害者総合支援法による補装具費支給における義肢装具等補装具の適合判定 | 義肢装具士 | |
| 278 | 医療放射線の安全管理責任者 | 診療放射線技師 | |
| 279 | 胚培養全般、培養室の実務・運営 | 臨床検査技師 | |
| 280 | 超音波スクリーニング検査施行、異常を疑った際の放射線科医への連絡 | 診療放射線技師 | ※ |
| 281 | 胃透視施行、異常を疑った際の放射線科医への連絡 | 診療放射線技師 | ※ |
| 282 | 注腸透視施行、異常を疑った際の放射線科医への連絡 | 診療放射線技師 | ※ |
| 283 | RI 核種投与後、安静待機室への誘導 | 看護師・診療放射線技師 | ※ |
| 284 | 包括指示（疑義照会含む）における業務（撮影部位確認・追加撮影オーダー・緊急性の高い死につながる疾患や検査目的以外で偶発的に認められた異常所見等に医療安全を鑑みた対応） | 診療放射線技師 | |
| 285 | 検査所見の臨床検査技師による報告 | 臨床検査技師 | |
| 286 | 外来リハビリテーション患者に対する診察とカンファレンス業務の削減 | 理学療法士 | |

A.4 Certification Board of Radiology Practitioner Assistants

(CBRPA) による RPA の実務基準

第3章(3.3.2)において、CBRPAにより発表されているRPAの実務基準6か条を紹介した。同文書内では、それぞれの条項に詳細基準が併せて記されている。本文中では紹介しきれなかった全文を、著者による和訳にて以下に示す。

1 患者情報および評価：

診断情報の提供には、患者の既往歴と現在の生理学的・心理的な状態が不可欠である。従って、診断プロセスに関連する患者の既往歴（家族歴を含む）等の適切なデータを収集し、関連する画像手技や患者管理のために、可能であれば文書化（記録）しなければならない。

- 1.1 患者の本人確認を行い、要求された手技と患者の病歴および現在の状態との相関を検証すること。症状と手技との相関が認められない場合は、医師に通知すること。
- 1.2 客観的および主観的な評価手法を用い、患者本人もしくは保護者や代理人、診療録や医療従事者より、病歴や健康状態に関連する情報を収集すること。
- 1.3 投薬内容や準備不足、自身の手技への対応力、手技に対する患者の消極性等、指示された手技を妨げる兆候がないかを見極めること。
- 1.4 患者の安全性、快適性、寛容性とコスト効率を最適化し、疑われる病状を最もよく表現する画像手技を決定するためのデータを評価すること。
- 1.5 出産可能年齢にある患者の妊娠状態を確定すること。
- 1.6 患者の状態に関する追加情報を取得するため、必要に応じて患者の診察を行うこと。

2 患者教育およびインフォームドコンセントの確保：

良好なコミュニケーションや教育を通じて患者本人や家族、保護者または

代理人との良好な関係を構築することは、患者の協力や理解を得るために不可欠である。

- 2.1 患者本人や家族、保護者または代理人が容易に理解できるよう手技の説明や指示を行うこと。
- 2.2 手技に関する患者の質問や不安に対応すること。
- 2.3 患者がその手技に同意し、リスク、利益、代替手段、フォローアップについて明確に理解していることを確認すること。適切であれば、同意書を確認すること。
- 2.4 造影剤の必要性和副作用について説明すること。
- 2.5 患者の症状に関する診断や治療、予後についての質問を患者の主治医もしくは監督医師に照会すること。
- 2.6 患者の倫理的・文化的背景を考慮した上、患者への教育や準備、患者の状態や要求への配慮を通じ、質の高いペイシェントケアを提供すること。

3 最適な診療計画の分析と決定：

診断目的を達成するための検査モダリティの選択および費用対効果の考慮において、臨床所見や患者の評価、データ分析に基づく最適な診療計画が患者の安全性および快適さの最適化につながる。

- 3.1 年齢や性別を考慮した診療計画の決定において、患者評価データ、病歴および関連情報を分析し、監督医師に相談すること。
- 3.2 最適な検査結果を保証するために、検査を改良や変更するか否か、監督医師による *personal supervision* もしくは *direct supervision* のいずれか、施設の定めた方針の下で独立した専門的判断を行うこと。
- 3.3 検査結果を最適化するため、必要であれば適切な医療スタッフに相談し、別の医療者による補助の必要性を決定すること。
- 3.4 診断情報を補足するため、医用画像機器の機能を拡張もしくは変更する付属設備の必要性を決定すること。
- 3.5 造影剤の使用により医用画像の診断価値を高め追加情報が得られると判断した場合、適切であれば医師に相談すること。

- 3.6 造影剤の使用が正当である場合、静脈確保および造影剤の静注は確立されたガイドラインと手順に準拠すること。
- 3.7 造影剤の注射後、患者の身体的・精神的な状態を評価・観察し、緊急時には生命維持のための措置を取れること。

4 検査手技の施行：

適切な画像検査手技の安全で正確な施行を通じ、質の高いペイシエントケアの質を提供する。

- 4.1 画像検査やインターベンションもしくは診断のための侵襲的手技のための機器および必要な付属設備の準備を保証すること。
- 4.2 実施する画像検査や手技については確立されたプロトコールに従うが、患者の疾患経過や耐性、状態によってプロトコールを変更しても良い。
- 4.3 監督医師により指示があった造影剤やその他の医薬品について、適切であれば投薬し、副作用に備え患者を十分に観察すること。
- 4.4 患者の協力を引き出すため、手技を通じ患者への指示を行うこと。
- 4.5 手技のプロトコールを変更した場合は文書化すること。
- 4.6 患者への被ばくを最小限に抑え、透視手技の実施は効率的に行うこと。
- 4.7 手技中は患者の身体的、精神的状態を観察し評価すること。
- 4.8 医療機関の方針に従い、緊急時には応急処置および生命維持措置を行うこと。
- 4.9 組織、構造、血流に関する正常・異常の特性を認識し、装置のパラメータを画像に最適な状態に調整すること。
- 4.10 包括的な検査を提供し、監督医師が適切な患者管理および最終診断を提供するための十分なデータを得られるよう、手技を通じて医用画像の所見を分析する

5 画像評価：

患者の病歴と手技の状況に応じた画像手技の結果の分析は、手技が目的を達成したか追加の画像検査が必要かを決定するうえで重要である。

- 5.1 実行された手順が該当するプロトコールに準拠していることを明確にし、プロトコールに変更が加えられた際には記録すること。また追加の画像検査が手技の診断的価値を高めるかどうかを判断すること。
- 5.2 正常像と異常所見、および画像所見と患者の臨床所見や症状との相関を識別すること。
- 5.3 検査結果の評価時に、監督医師への通常より緊急な報告の必要性を認識し、適切な措置を取ること。
- 5.4 検査所見や患者の症状に基づき、緊急の治療が必要な場合は監督医師に知らせること。
- 5.5 追加の画像手技の必要性を判断し、監督医師への相談の後、その手技の指示を開始すること。
- 5.6 画像診断部門からの退院に先立ち、患者の身体的・精神的状態を評価し、医師により決定された退院後のケアについて指示を与えること。
- 5.7 仮所見に関するサマリーを含む内部用（非公開）のテクニカルレポートを作成し、医師に提供すること。
- 5.8 医療施設等の決定した方針によって、医師によるレビューのため、口述されたテクニカルレポートを提供すること。

6 記録（文書作成）：

ケアの継続および正確性、品質保証のためにも、明確で簡潔な文書管理が必要である。

- 6.1 診断や治療、患者データを、雇用主である施設の方針に沿った適切な診療録の中に記録すること。
- 6.2 適時に正確で簡潔かつ完全な記録であることを保証すること。
- 6.3 確立されたプロトコールを変更した場合や、手技前もしくは手技中に行われた静脈注射について容量を含めて診療録に記録すること。
- 6.4 診断の解釈の円滑化および保管を目的とし、記録文書を医師へ提供すること。
- 6.5 患者へ質の高い医療を提供するため、画像の所見について医療チームのメンバーと効果的なコミュニケーションを取ること。

謝辞

本論文の作成にあたり、多大なるご指導とご支援を賜りました、指導教員ならびに主査である早稲田大学教授 梅津光生先生に、最大限の敬意を表し、深く感謝申し上げます。本研究へのご指導はもちろんのこと、研究者として、教育者としての姿勢を間近で拝見し、またご意見や信念を拝聴できたことは、この大学院で得られたもう一つの財産です。研究室へ伺うといつも暖かく迎えて下さり、また電話越しにでもわかる優しさ溢れる暖かい笑顔に、何度も救われて参りました。研究内容にとらわれず、非常に多くのお話をさせて頂く中で、先生の人間性に深く感銘を受け、また先生の元で学ばせて頂けたことを本当に有難く思っております。到底書き表せない程の感謝の思いでいっぱいではありますが、休日でも深夜でも、時も場所も問わずに非常に多くのご指導とご助言を賜りましたこと、ここに改めて厚く御礼申し上げます。

本論文の副査である早稲田大学教授 岩崎清隆先生に感謝申し上げます。研究室に伺うと、いつも満面の笑顔で迎えて下さり、また暖かいお言葉で励まして下さいました。また研究指導やゼミの中では、ブレイクスルーとなるお言葉を度々頂戴し、先へ先へと導いて下さいました。大変ご多忙な中で多くのご指導を賜りましたことに深謝致します。

同じく副査である東京女子医科大学教授 正宗賢先生に感謝申し上げます。研究に行き詰る度に、根本に立ち返ることのできる、また大切な気付きとなる一言を下さいました。先生の一言がきっかけとなった思い切ったテーマ変更が、本研究のみならず、今後の人生にとっても、大正解であったと確信しております。多くのご指導をありがとうございました。

同じく副査である早稲田大学特命教授 笠貫宏先生に感謝申し上げます。非常に広い視野と深い見識からご指摘頂く数々のご指導に、レギュラトリーサイエンスという学問の奥深さを痛感して参りました。この分野において先生から直接のご指導を賜れましたことを、大変有難く、また誇りに思っております。ありがとうございました。

同じく副査であり、また本研究テーマを深めるきっかけを下さいました、東京医療保健大学教授 小野孝二先生に感謝申し上げます。それまでの米国での個人的な活動を、研究としてまとめることができたのは、先生にお目にかかれ

たことがきっかけでした。学位論文として終わることなく、引き続きさらなる研究を積んで参りますので、今後ともどうぞよろしく願いいたします。

大学院生活を通じ、多くのご指導を賜りました、専攻教員の全ての先生方に感謝致します。武岡真司先生、有賀 淳先生、大和雅之先生、池田康夫先生、伊関洋先生、研究指導で弱気になっている私を、いつも激励するかのようなご指導で立ち直らせて下さいました。ありがとうございました。そして南部恭二郎先生、数少ない放射線の識者として、頂戴する数々のお言葉が大変心強く、また非常に多くを勉強させて頂きました。ありがとうございました。加えて、日々の大学院生活や各種手続きに際し、手厚いサポートを賜りました、軽部裕代先生、松橋祐輝先生、弓場充先生に心より感謝申し上げます。

本研究にあたりまして、多くのご助言を頂戴致しました、日本診療放射線技師会会長ならびに国際医療福祉大学教授 上田克彦先生に感謝申し上げます。Stanford 大学在勤中にお声がけ頂いて以来、放射線技術学の世界で「国際化」のキーワードと私を結び付け、皆様に印象付けて下さったのは先生でした。自身の専門領域の確立に悩んでいた私に、この上ない最適な領域を与えて頂き、心より感謝致しております。先生のご期待に沿えるよう、また先生のお役に立てるよう、今後も精進して参ります。

本研究にあたり多大なるご協力を賜りました、Ms. Lorinna Mendoza Dimayuga ならびに Mr. Brad Bacich, R.R.A. そして Modesto Radiology Imaging, Inc. の皆様に深く感謝申し上げます。また本研究の資料集めやデータ作成に際し、多大なるご協力を賜りました、9期 織部祐介氏、京都大学医学部附属病院 放射線科 北村貴明氏に感謝致します。私の数々の疑問や依頼に、実に的確かつ迅速に対応してくれたお二人の協力なくして、この論文は仕上がりにませんでした。本当にありがとうございました。

東京女子医科大学・早稲田大学共同大学院 共同先端生命医科学専攻 第七期同期生の植村展生氏、宿澤孝太氏、大竹正規氏、野村健一氏、神尾直氏、杉浦真理子氏、中島亮氏に感謝申し上げます。それぞれに多様な背景でありながら非常に団結力の強い、また仲の良い同期生に恵まれ、このメンバーと共に7期生であることを大変嬉しく、有難く、また誇らしく思いながら過ごして参りました。それぞれに多忙を極める日々を送っているはずなのに、発表の瞬間に合わせて全員が集合してくれた、日本環境感染学会総会のポスター発表は、数々の学会発表を経ても決して忘れることのない、貴重な思い出です。この素晴ら

しい出会いに感謝しつつ、同じ志を持った仲間として、今後ともどうぞよろしくお願いいたします。

同じく東京女子医科大学・早稲田大学共同大学院 共同先端生命医科学専攻の諸先輩方に感謝申し上げます。Stanford 大学在勤中よりお世話になりました6期 池野文昭先生のご紹介により、本大学院に出会うことができました。おかげで大変多くの新たな素晴らしい出会いがあり、一段と世界を拡げることができました。そして入学以来、常に気にかけて下さいました、2期 越後雅博氏、3期 小野村章氏、4期 松本徹氏、6期 井上智子氏より、多くのご助言や応援を頂きましたおかげで、ここまで続けることができました。同じ経験されてきた先輩方ならではの、タイミングの良いお気遣いの数々に、ことあるごとに励まされて参りました。ありがとうございました。

最後に、私生活を顧みず仕事と研究に没頭する私を、支え続けてくれた家族に感謝致します。博士論文完成間近で追い詰められ、娘としての務めを放棄する私に代わり、子の務めを一手に引き受けてくれた弟夫妻 佑樹・みな子に心から感謝します。締切間際の切羽詰まった状況で、思いがけず二人が届けてくれた大量の食糧と加湿器は、最後の追い込みの時期に確実に私の QOL を上げてくれました。本当にありがとう。

そして誰より、こんなにも奔放に生きるこの人生を、一時の例外もなく応援し続けてくれた両親、母 克枝と父 茂樹に、心より感謝いたします。幼い頃から、文章を書く際の言葉選びの楽しさを教えてくれたのは、お母さん、あなたでした。お陰でこの長い博士論文も、一言一句にこだわりを持って、書き上げることができました。ありがとう。そして、時に周囲が呆れるほどの私のこの知的好奇心は、お父さん、間違いなくあなたから受け継いだものです。幼少の私に光の反射と屈折を説いたあの日の入浴中の出来事が、この探求心の始まりだったと思っています。手塩にかけて育てた娘が、最後の学び舎として宿敵早稲田を選んだと知ったら、どんな顔をしたのだらうと、思いを馳せながら大学院生活を過ごしてきました。きっと笑いながら喜んでくれていることと信じ、この論文を父の墓前に捧げます。最大の尊敬と感謝をこめて。

2021年2月
東京女子医科大学・早稲田大学共同大学院
共同先端生命医科学専攻
松浦 由佳

研究業績

| 種類別 | 題名、 発表・発行掲載誌名、 発表・発行年月、 連名者（申請者含む） |
|-----|---|
| 論文 | <p>○ 1) The Pathway of Multinational Licensed Technologist Based on International Comparative Study on Licensing Systems of Radiologic Technologists, Japanese Journal of Education for Radiological Technology, (in press), Y. Matsuura, Y. Oribe, T. Kitamura, K. Ueda, E. Sato, and M. Umezu.</p> <p>2) 米国の放射線技師に関する資格制度および教育の現状, 診療放射線学教育学, 2020 年 8 巻 p.41-47 松浦由佳, 織部祐介, 北村貴明, 上田克彦, 梅津光生.</p> <p>3) 基礎研究から臨床応用研究へ, 日本放射線技術学会雑誌, 2019 年 75 巻, 12 号 p.1464-1469 松浦由佳.</p> <p>4) 真の国際化に向かって, 日本放射線技術学会関東支部雑誌, 2019 年 第 22 号 p.11-12 松浦由佳.</p> <p>5) 放射線技術学が拓く生命科学研究の可能性, 日本放射線技術学会雑誌, 2017 年 73 巻 10 号 p.1081-1086 齋藤茂芳, 松浦由佳.</p> |
| 講演 | <p>1) 米国における放射線技師の資格試験制度. 日本診療放射線学教育学会 第 14 回学術大会 2020 年 9 月 14 日 (WEB) 松浦由佳, 織部祐介, 北村貴明, 上田克彦, 梅津光生.</p> <p>2) レギュラトリーサイエンスとは～診療放射線技師の新たな活躍の場を探る～ 国立大学病院技師会 第 3 回学術サミット 2020 年 1 月 30 日 (東京) 松浦由佳.</p> <p>3) レギュラトリーサイエンスってなに?～診療放射線技師の新たな活躍の場を探る～ 第 38 回 大塚ゼミ 2019 年 1 月 13 日 (山口) 松浦由佳.</p> <p>4) 真の国際化に向かって. 日本放射線技術学会 関東・東京支部合同研究発表大会 2018 国際化推進シンポジウム 2018 年 12 月 15 日 (埼玉) 松浦由佳.</p> |

- 5) What are advantages of research by Asian radiological technologists?
The 6th Annual Conference of Vietnam Association of Radiological Technologists. Aug 2018,
(Hanoi, Vietnam) **Y. Matsuura.**
- 6) 研究で世界を広げる. 第45回 日本放射線技術学会 秋季学術大会 シンポジウム
「研究を始めよう」2017年10月20日 (広島) 松浦由佳.
- 7) Knowing the world, Knowing Japan - 世界を知って日本を知る- 群馬県立県民健康科学大学
第2回国際交流セミナー 2016年11月2日 (群馬) 松浦由佳.
- 8) 国際化の第一歩. 東京都放射線技師会 第14回ペイシエントケア学術大会
2016年6月26日 (東京) 松浦由佳.