内閣府 御中

令和4年度 今後の原子力分野の人材の確保及び育成に向けた基盤的調査 報告書

2023年2月28日

MRI 三菱総合研究所
セーフティ&インダストリー本部

目次

1. はじめに 1

1.1 目的 1
1.2 業務概要 1
1.3 実施期間 2

2. 大学・大学院での教育が見据える核医学関連の業界・業種に関する調査 3

2.1 調査結果の概要 3
2.2 核医学診断業界に属する業種の詳細整理結果について 6
2.3 核医学治療業界に属する業種の詳細整理結果について 16
2.4 製造業界の詳細整理結果について 18
2.5 輸送業界の詳細整理結果について 20

3. RIや放射線の医療利用分野に関連する大学・大学院の状況調査 22

3.1 調査票の設計 22
3.2 調査対象リストの作成 22
3.3 アンケートの実施及びとりまとめ 23
3.3.1実施方法 23
3.3.2 実施期間 23
3.3.3 送付数・回答数 23
3.3.4 回答結果 24
3.3.5 アンケートの回答から得られた示唆 60
3.4 個別の大学に対するRI・放射線関連の教育環境の経年変化等のヒアリング調査 61
3.4.1ヒアリング調査の目的・概要 61
3.4.2 【ヒアリング結果】東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター（CYRIC） 61
3.4.3 【ヒアリング結果】大阪大学大学院医学研究科保健学専攻 63
3.4.4 ヒアリング結果から得られた示唆 65

4. RIや放射線の医療利用分野に関連する資格・職種の状況調査 67

4.1 医療 RI・放射線利用の全体フロー 67
4.2 詳細マッピング 67
4.3 ニーズ（医療現場）とシーズ（資格や教育環境）のマッチング 69

5. まとめ 71

6. 別添資料 72

図 目次

図 2-1 核医学専門医試験問題の領域（日本核医学会ホームページ http://jsnm.org/archives/2004/より引用）.....7
図 2-2 各医学物理士の認定試験の試験項目.....15
図 2-3 PET/CT 装置の国内シェア図.....19
図 2-4 Mo-99 精製から医薬品までの流れ図.....21
図 3-1 この学科・専攻に所属する研究室の総数(左).....25
図 3-2 この学科・専攻に所属する研究室数、過去5年間の増減の変化(右).....25
図 3-3 この機関に所属する研究室総数(左).....25
図 3-4 この機関に所属する研究室数、過去5年間の増減の変化(右).....25
図 3-5 この学科・専攻に所属する教員の総数 (左).....26
図 3-6 この学科・専攻に所属する教員数、過去5年間の増減の変化(右).....26
図 3-7 この機関に所属する教員の総数 (左).....27
図 3-8 この機関に所属する教員数、過去5年間の増減の変化(右).....27
図 3-9 この学科・専攻に所属する学生の総数 (左).....27
図 3-10 この学科・専攻に所属する学生数、過去5年間の増減の変化 (右).....27
図 3-11 この機関に所属する学生の総数 (左).....28
図 3-12 この機関に所属する学生数、過去5年間の増減の変化 (右).....28
図 3-13 問 3～問 7 に挙げた学科・専攻が設置・管理施設（アイソトープセンター等）の総数 (左).....29
図 3-14 この施設数について、過去5年間の増減の変化(右).....29
図 3-15 貴施設に設置されている設備（装置）の数 (左).....29
図 3-16 この施設数について、過去5年間の増減の変化 (右).....29
図 3-17 問 3～問 7 に挙げた学科・専攻の RI・放射線分野の*座学*講義数 (左).....30
図 3-18 問 3～問 7 に挙げた学科・専攻が実施する RI・放射線分野の*実験・実習*講義数(右).....30
図 3-19 問 3～問 7 に挙げた機関が実施する RI・放射線分野の*座学*講義数(左).....31
図 3-20 問 3～問 7 に挙げた機関が実施する RI・放射線分野の*実験・実習*講義数(右).....31
図 3-21 問 3～問 7 に挙げた学科・専攻が実施する RI・放射線分野の*座学*講義数の変化 (左).....31

図 3-22　問 3～問 7 に挙げた学科・専攻が実施する RI・放射線分野の*実験・実習*講義数の変化(右) 31
図 3-23　*座学*講義数の過去5年間の増減の変化(左) 32
図 3-24　*実験・実習*の講義数の過去5年間の増減の変化(右) 32
図 3-25　医学系、RI・放射線分野*座学*講義の受講者概数(左) 33
図 3-26　医学系、RI・放射線分野*実験・実習*講義の受講者概数(右) 33
図 3-27　理工薬学系、RI・放射線分野*座学*講義の受講者概数(左) 33
図 3-28　理工薬学系、RI・放射線分野*実習*実験*講義の受講者概数(右) 33
図 3 29　医学系、*座学*の受講者数、過去5年間の増減の変化(左) 34
図 3-30　医学系、*実習・実験*の受講者数、過去5年間の増減の変化(右) 34
図 3-31　理工薬学系、*座学*の受講者数、過去5年間の増減の変化(左) 35
図 3-32　理工薬学系、*実習・実験*の受講者数、過去5年間の増減の変化(右) 35
図 3-33　医学系、*座学*で扱ったテーマ（複数回答）(左) 35
図 3-34　医学系、RI 分野（ラジオアイソトープ、放射性同位体）に関連するテーマ（複数回答）(右) 35
図 3-35　理工薬学系、*座学*で扱ったテーマ（複数回答）(左) 37
図 3-36　理工薬学系、RI 分野（ラジオアイソトープ、放射性同位体）に関連するテーマ（複数回答）(左) 37
図 3-37　医学系、*実験・実習*で扱ったテーマ（複数回答）(左) 38
図 3-38　医学系、RI 分野（ラジオアイソトープ、放射性同位体）に関連するテーマ（複数回答）(右) 38
図 3-39　理工薬学系、*実験・実習*で扱ったテーマ（複数回答）(左) 39
図 3-40　理工薬学系、RI 分野（ラジオアイソトープ、放射性同位体）に関連するテーマ（複数回答）(右) 39
図 3-41　医学系、問 9-5（座学）で回答されたテーマ、過去5年間の増減の変化(左) 40
図 3-42　医学系、問 10-5（実験・実習）で回答されたテーマ、過去5年間の増減の変化(右) 40
図 3-43　理工薬学系、問 9-5（座学）で回答されたテーマ、過去5年間の増減の変化(左) 42
図 3-44　理工薬学系、問 10-5（実験・実習）で回答されたテーマに、過去5年間の増減の変化(右) 42
図 3-45　医学系、問 9-7（座学）で回答された RI 分野（ラジオアイソトープ、放射性同位体）のテーマ、過去5年間の増減の変化(左) 43
図 3-46　医学系、問 10-7（実験・実習）で回答された RI 分野（ラジオアイソトープ、放射性同位体）のテーマに、過去5年間の増減の変化(右) 43

図 3-47　理工薬学系、問 9-7（座学）で回答された RI 分野（ラジオアイソトープ、放射性同位体）のテーマ、過去5年間の増減の変化(左) 45
図 3-48　理工薬学系、問 10-7（実験・実習）で回答された RI 分野（ラジオアイソトープ、放射性同位体）のテーマ、過去5年間の増減の変化(右).....45
図 3-49　医学系、問 9-5（座学）回答のテーマのうち、RI 分野以外（＝放射線分野）、過去5年間の増減の変化(左).....46
図 3-50　医学系、問 10-5（実験・実習）回答のテーマのうち、RI 分野以外（＝放射線分野）、過去5年間の増減の変化(右) 46
図 3-51　理工薬学系、問 9-5（座学）回答のテーマのうち、RI 分野以外（＝放射線分野）、過去5年間の増減の変化(左).....47
図 3-52　理工薬学系、問 10-5（実験・実習）回答のテーマのうち、RI 分野以外（＝放射線分野）に、過去5年間の増減の変化(右) 47
図 3-53　 RI や放射線分野における講義等の教育及び研究活動において、*貴学内の学部、専攻、学科間*で、連携を行っている例（複数回答） 48
図 3-54　今年度貴施設を利用した各大学の RI や放射線分野における講義等の教育及び研究活動において、*各学内の学部、専攻、学科間*で連携を行っている例（複数回答） 49
図 3-55　 RI や放射線分野における講座等の教育及び研究活動において、*他大学や国公立研究機関と*連携を行っている例（複数回答） 49
図 3-56　今年度貴施設を利用した各大学の RI や放射線分野における講義等の教育及び研究活動において、*他大学や国公立研究機関と*の連携を行っている例(複数回答) 50
図 3-57　 RI や放射線分野における講座等の教育及び研究活動において、*民間企業や民間の研究機関と*連携を行っている例（複数回答） 51
図 3-58　今年度貴施設を利用した各大学の RI や放射線分野における講義等の教育及び研究活動において、*民間企業や民間の研究機関と*連携を行っている例（複数回答） 51
図 3-59　医学系、RI や放射線分野における講義を過去に履修した、昨年度の卒業生の進路について（複数回答） 52
図 3-60　理工薬学系、RI や放射線分野における講義を過去に履修した、昨年度の卒業生の進路について（複数回答） 53
図 3-61　医学系、過去 5 年間で増加した進路（複数回答） 54
図 3-62　理工薬学系、過去 5 年間で増加した進路（複数回答） 55
図 3-63　医学系、過去 5 年間で減少した進路（複数回答） 56

図 3-64　理工薬学系、過去 5 年間で減少した進路（複数回答）.....57
図 4-1　医療用RI／放射線利用の全体フロー図.....67

表 目次

表 2-1 核医学診断.....3
表 2-2 核医学治療.....4
表 2-3 業界ごとの業種の一覧.....5
表 2-4 講義カリキュラム(1/4).....8
表 2-5 核医学診療看護師の研究項目.....14
表 2-6 核医学診療実施件数.....18
表 2-7 JRPA 加盟会社.....18
表 2-8 放射性薬品メーカの人材募集状況.....19
表 3-1 理工薬学系アンケート回答機関の組織形態.....24
表 3-2 医学系、問 9_5,7 における「その他」回答.....36
表 3-3 理工薬学系、問 9_5,7 における「その他」回答.....37
表 3-4 医学系、問 10_5,7 における「その他」回答.....38
表 3-5 理工薬学系、問 10_5,7 における「その他」回答.....39
表 3-6 医学系、問 9,10_6 における「1.変化があった」の内容.....41
表 3-7 理工薬学系、問 9,10_6 における「1.変化があった」の内容.....42
表 3-8 医学系、問 9,10_8 における「1.変化があった」内容.....44
表 3-9 理工薬学系、問 9,10_8 における「1.変化があった」内容.....45
表 3-10 医学系、問 9,10_9 における「1.変化があった」内容.....46
表 3-11 理工薬学系、問 9,10_9 における「1.変化があった」内容.....47
表 4-1 RI検査役割マッピング.....68
表 4-2 RI治療役割マッピング.....68
表 4-3 放射線検査役割マッピング.....69
表 4-4 放射線治療役割マッピング.....69
表 4-5 放射線や RI を用いる医療施設数に対する各職種保有人数の割合.....70

1. はじめに

1.1 目的

原子力は、大量かつ安定的にカーボンフリーの電力を供給できるエネルギー源としての利用のみならず、工業、農業、医療等の幅広い分野における放射性同位元素（RI）や放射線の利用が行われており、社会を支える重要な技術インフラとなっている。一方で、東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故以降、原子力分野における人材不足が懸念されており、今後の原子力政策について政府としての長期的な方向性を示唆する「原子力利用に関する基本的考え方」（平成29年7月原子力委員会決定）においても、原子力分野を担う人材の確保及び育成の重要性について言及している。また、「医療用等ラジオアイソトープ製造・利用推進アクションプラン」（令和4年5月原子力委員会決定）において、アクションプランとして研究人材や医療現場で活躍するための人材育成の強化を挙げている。

RIや放射線の医療利用に分野を絞り、関連する資格制度の状況等の情報収集を実施した令和3年度調査の結果（https://wwwa.cao.go.jp/oaep/dl/search_houkoku2022.pdf）も踏まえ、本調査では、今後の具体的な取組方策を検討する際の基礎データとするため、RIや放射線の医療利用分野に関連する大学・大学院の状況等について情報収集を実施する。

1.2 業務概要

本業務の概要は以下のとおり。

（1） 大学・大学院での教育が見据える核医学関連の業界・業種に関する調査

大学・大学院でのRIや放射線関連の講義・実験・実習の経験を有することが望ましいとされている、核医学関連の業界・業種を調査・整理した。核医学関連の業界・業種としては、医療機関での核医学を用いた検査・治療現場などの直接的なものだけでなく、核医学に利用される装置メーカーなども含めて調査・整理した。

（2） RIや放射線の医療利用分野に関連する大学・大学院の状況調査

以下（ア）～（エ）の作業を含めて、国内の大学・大学院（医学、理学、工学、薬学）の学部・専攻単位において、RIや放射線を扱う講義・実験・実習を実施している数やその開講数・受講者数及び内容を網羅的なアンケートで調査した。また、個別の大学をピックアップし、それらの経年変化や学内外との連携の状況等を調査した。

（ア） 調査票の設計

（イ） 調査対象リストの作成

（ウ） アンケートの実施及びとりまとめ

（エ） 個別の大学に対するRI・放射線関連の教育環境の経年変化等のヒアリング

（3） RIや放射線の医療利用分野に関連する資格・職種の状況調査

放射線科専門医や核医学専門医等の医師、診療放射線技師等の技師、医学物理士等の様々な関連資格・職種について、令和3年度調査の結果も活用しつつ、役割分担（業務範囲の重複や業務上のフロー等の関係性）や関係団体、根拠法令等の整理を実施する。結果は、視覚的にわかりやすい形で図示（マッピング）した。

（4）進捗の報告、成果報告書の作成

調査の実施状況や方法等に関して、随時、進捗報告を行い、本成果報告書を作成した。

1.3 実施期間

令和 4 年 11 月 7 日～令和 5 年 2 月 28 日

2. 大学・大学院での教育が見据える核医学関連の業界・業種に関する調査

2.1 調査結果の概要

核医学の分野において、国内では主に表 2-1～表 2-2 に示すような診断及び治療が行われている。これらの診断及び治療を行う業界・業種の調査に当たり、業界として(1)診断、(2)治療、(3)製造、(4)輸送の4種類を設定し、業界ごとに職種の洗い出しを行った。洗い出した職種についてはその職務内容をできる限り具体的に調査し、職種ごとに主に人材の確保及び育成といった側面からどのような課題を持っているかを整理した。

今回、洗い出した業界ごとの業種の一覧を表 2-3 に示す。

調査は主に公開資料・文献等を参照し、また、過年度の知見である「令和 3 年度　今後の原子力分野の人材の確保及び育成に向けた基盤調査　報告書」(2022 年 3 月 18 日　一般財団法人　日本原子力文化財団)の内容も参考にした。

表 2-1 核医学診断

診断の種類	使用核種	核種の供給について	備考
PET/CT 検査	F-18	国内生産・供給	
SPECT や SPECT/CT 検査などの放射線画像診断	I-123	国内生産・供給	
骨シンチグラフィや SPECT な診断	Mo-99/Tc-99m	海外からの輸入に頼っている核種	供給不安定のリスク
前立腺がん PET 画像診断	Ga-68	日本での医学利用に向けた取組がなされている最中	

表 2-2 核医学治療

診断の種類	使用核種	核種の供給について	備考
放射免疫療法	Y-90	海外からの輸入に頼っている核種	供給不安定のリスク
放射性ヨード内用療法(バセドウ病)	I-131	海外からの輸入に頼っている核種	供給不安定のリスク
ペプチド受容体放射性核種治療(PRRT)	Lu-177	海外からの輸入に頼っている核種	供給不安定のリスク
骨がん治療(内服)	Ra-223	海外からの輸入に頼っている核種	供給不安定のリスク
密封小線源治療	Ir-192、Au-198	一部国内生産・供給	・有用性の認知不足 ・取扱医療機関の不足
アルファ線内用療法	At-211	日本での医学利用に向けた取組がなされている最中	世界的に俯瞰しても入手が困難
アルファ線内用療法	Ac-225	日本での医学利用に向けた取組がなされている最中	
アルファ線内用療法	Th-227	日本での医学利用に向けた取組がなされている最中	炉規法による二重規制[1]

[1] 細野 眞他 医療に用いられる Th-227 に関する海外の規制状況の調査(令和2年度厚生労働科学研究費補助金(地域医療基盤開発推進研究事業)新規及び既存の放射線診療に対応する放射線防護の基準策定のための研究)

表 2-3 業界ごとの業種の一覧

業界分類	業種	備考
診断	放射線科専門医	日本医学放射線学会(JRS)が認定
	放射線診断専門医	日本医学放射線学会(JRS)が認定
	核医学専門医	日本核医学会(JSNM)が認定
	医学物理士	医学物理士認定機構(JBMP)が認定
	診療放射線技師	日本放射線技師会(JASTRO)が資格試験を実施
	放射線機器管理士	日本放射線技師会(JASTRO)が認定
	放射線管理士	日本放射線技師会(JASTRO)が認定
	核医学診療看護師	日本核医学会(JSNM)が認定
	核医学専門技師	核医学専門技師認定機構(JBNMT)が認定
治療	放射線科専門医	日本核医学会(JSNM)が認定
	放射線治療専門医	日本医学放射線学会(JRS)が認定
	核医学専門医	日本核医学会(JSNM)が認定
	医学物理士	医学物理士認定機構(JBMP)が認定
	治療専門医学物理士	医学物理士認定機構(JBMP)が認定
	診療放射線技師	日本放射線技師会(JASTRO)が資格付与
	放射線機器管理士	日本放射線技師会(JASTRO)が認定
	放射線管理士	日本放射線技師会(JASTRO)が認定
	放射線治療専門技師	日本放射線治療専門技師認定機構(RTT)が認定
	放射線治療品質管理士	放射線治療品質管理機構が認定
	核医学診療看護師	日本核医学会(JSNM)が認定
	核医学認定薬剤師	日本核医学会(JSNM)が認定
製造	放射線医薬品メーカ	日本メジフィジックス、PDRファーマ(2022 年 3 月富士フィルム富山化学より放射性医薬品関連事業を移管)
	PET・SPECT 装置メーカ	シーメンスヘルスケア株式会社など
	RI 製造装置メーカ	住友重機械工業など
輸送	航空	–
	陸送	日本通運、日本アイソトープ協会など
	放射線取扱主任者	原子力安全技術センターが資格試験を実施

2.2 核医学診断業界に属する業種の詳細整理結果について

（1） 放射線科専門医、放射線診断専門医

放射線科専門医は、「医の倫理、放射線生物学、医学物理学、放射線防護・安全管理、画像診断学、核医学、IVR、放射線治療学の全般に関して、「放射線科専門医研修ガイドライン」に基づく専門医研修カリキュラムにより3年以上の研修終了後、専門医試験に合格した医師」（日本医学放射線学会放射線科専門医制度規程より引用）に対して認定がなされる。

放射線科専門医の認定を受けたのち、上記ガイドラインに定められた 2 年間の研修を修了することで放射線診断専門医に認定される。診断専門医は、画像診断（X 線、CT、MRI、超音波等）、核医学、インターベンショナルラジオロジー（IVR）の専門的知識と診療技術を有し、この知識と技術に基づいた検査の選択、検査の指示・実施・管理等を行い、得られた画像情報から全身の様々な疾患の状態を解析し、結果を主治医に正確に伝える能力を有するとともに、また、画像情報をもとに、カテーテル等を用いた IVR を行う能力も備えている。放射線や磁気・超音波に関する有用性、危険性、安全管理に関する広い知識も身につけており、これらの専門的知識と練磨された技術を活用し、安全で高水準の医療を提供することを役割（日本医学放射線学会放射線診断専門医制度規程より引用）とする。

（2） 核医学専門医

核医学診断において、核医学専門医は放射性医薬品を取り扱い、PET 検査、SPECT 検査、一般核医学などの核医学診療を行うとされている。核医学専門医については、地域ごとの専門医の上限数、核医学のカリキュラムを扱う教育機関の不足、核医学診療の受入医療機関が極めて少ないことからその人材不足が指摘されており、さらに核医学を専門とする医師は前述の放射線科専門医の教育を受けたことが前提となる。従って放射線科専門医の不足により核医学専門医がさらに不足していることは令和 3 年度の報告の通りである。後述する医学物理士との役割分担等により合理的な人材活用が望まれる。

日本核医学会は図 2-1 に示すように核医学専門医試験の認定試験の問題の領域を公開している。

1. 放射線物理・測定原理の基礎知識
   (1) 放射性核種に関する知識
   (2) 核医学測定機器に関する知識(機器の精度管理を含む)
   (3) 画像構築・データ解析法に関する基礎知識
2. 放射性医薬品の基礎知識(製造, 集積機序, 体内動態, 代謝)
3. 放射性医薬品の安全取扱
4. 核医学診療に伴う線量計算(MIRD 法)に関する知識
5. 放射線関連法規についての知識
6. 核医学検査の実践に必要な基礎知識
   (1) 放射性医薬品の選択
   (2) 適応疾患と検査法の実際
   (3) 正常像と読影法
7. 核医学内用療法の実践に必要な基礎知識
   (1) 原理と放射性医薬品
   (2) 適応疾患と治療法の実際
   (3) 治療効果と副作用
8. 脳神経核医学
   (1) 脳神経核医学に関連する神経放射線学を含めた脳神経系の解剖と脳循環・代謝などの生理学の基礎知識
   (2) 放射性医薬品の集積原理と適応
   (3) 脳負荷試験(薬剤, 賦活試験, 他)
   (4) 定量的測定法と画像解析法
   (5) 脳核医学イメージングの読影
   (6) 脳血管障害, 脳腫瘍, 神経変性疾患, てんかん, 水頭症等, 主な疾患の病態生理と臨床
9. 循環器核医学
   (1) 循環器核医学に関連する心血管系の解剖と生理学の基礎知識
   (2) 放射性医薬品の集積原理と適応
   (3) 心臓負荷試験(運動, 薬剤, 他)
   (4) データ収集法と画像解析法
   (5) 心臓核医学イメージングの読影
   (6) 虚血性心疾患, 心筋症, 弁膜症, 先天性心疾患, 不整脈, 等, 主な疾患の病態生理と臨床
   (7) 末梢循環障害における核医学イメージングの読影
   (8) その他循環器疾患に関連する核医学イメージングの読影
10. 腫瘍核医学・一般核医学
   (1) 腫瘍核医学に関連する腫瘍の病理・病態生理・腫瘍免疫・腫瘍関連抗原の基礎知識
   (2) 放射性医薬品の集積原理と適応
   (3) データ収集法と画像解析法
   (4) 腫瘍核医学イメージングの読影
   (5) 核医学内用療法の実践
   (6) 以下の各臓器・組織の病態と機能に関する基礎知識および関連する核医学検査の基礎と臨床(放射性医薬 品, データ収集法と画像解析, 読影)
      1) 呼吸器系
      2) 消化器・泌尿器・生殖器系
      3) 骨・関節・軟部組織・炎症系 4) 内分泌・血液造血器・リンパ

図 2-1 核医学専門医試験問題の領域(日本核医学会ホームページ http://jsnm.org/archives/2004/より引用)

(3) 医学物理士

核医学診断において、医学物理士は、診断装置、画像診断の品質向上や画像・被ばく線量の管理等を行い、放射線防護や適切な安全管理により放射線の害を最小限に抑えることを担っている。専門医との役割分担による人材資源の最適化が期待されている。医学物理士は専任で業務を行う者もいるが、後述の診療放射線技師と兼務する場合もあり、人材が不足している。また、受入医療機関が極めて少なく、キャリアパスに選択肢が少ないことも担い手が少ない理由であると考えられる。

医学物理教育カリキュラムガイドライン(2020 年度版)に示される、教育機関における医学物理士教育コースに設置すべき講義カリキュラムは表 2-4 のとおりである。

表 2-4 講義カリキュラム(1/4)

科目			最小単位数	教育目標
基礎教育科目	基礎物理学 (注 1)	力学 電磁気学 熱力学・統計力学 量子力学 原子核物理学 物理数学 (注 2)	8 以上 (力学、電磁気学は必修とする。)	医学物理学の基礎となる基礎物理学系科目の履修を通して医療に応用できる物理的思考を身につける。
	基礎医学 (注 1)	解剖学 生理学 腫瘍病理学	4 以上 (解剖学、生理学は必修とする。)	医学物理学の基礎となる基礎医学系科目の履修を通して臨床に応用できる人体の構造と機能及び疾病を系統立てて理解し、関連科目を習得するための基礎能力を養う。
専門科目	放射線物理学		2	医療に応用される放射線及び放射性同位元素の物理的性質に関する知識を習得する。基礎物理学で得た知識に基づく特殊相対論、量子論、原子と原子核の構造、X 線の発生、放射能、放射線と物質との相互作用及び放射線量について理解する
	統計学		1	科学的根拠に基づいた意思決定を行うために、客観的な立場から情報<データ>を分析する医療統計をはじめとする統計的方法を習得し、データ分析の方法について学修する
	保健物理学/放射線防護学		1(2) この分野を主専攻とする場合は、2 単位履修することが望ましい。	各種放射線の特性と人体への影響を学ぶとともに、医療における放射線安全管理の基本的考え方(目標、方策等)を理解し、放射線安全管理システム構築と運用に必要な基礎を学修する。医療現場で必要とされる医用放射線安全管理の基礎知識を身につける。また、最新の技術、ガイドライン、研究など新たな知見にも目を向け、広い視点から保健物理学/放射線防護学について学修する。

表 2-4 講義カリキュラム(2/4)

科目		最小単位数	教育目標
	放射線診断物理学	1(2) この分野を主専攻とする場合は、2 単位履修することが望ましい。	電離放射線、超音波、核磁気共鳴(NMR)等、主に疾患による形態上の変化を画像化して診断に用いる技術の原理を理解し、臨床現場でどのように適用されているのかを学修する。また、最新の技術、ガイドライン、研究など新たな知見にも目を向け、広い視点から放射線診断物理学について学修する。
	核医学物理学	1(2) この分野を主専攻とする場合は、2 単位履修することが望ましい。	核医学検査の検査法から放射性医薬品について学修する。検査の原理及びシンチカメラ(SPECT)や PET といった撮像装置については撮像原理だけでなく、その画像再構成法、各種補正法、品質管理も含め、放射性医薬品については使用する核種の物理的性質や集積機序などの化学的性質について学修する。さらに、最新技術の情報・知識を提供し、核医学検査に伴う内部被ばく線量評価についても理解する。

表 2-4　講義カリキュラム(3/4)

科目		最小単位数	教育目標
	放射線診断物理学	1(2) この分野を主専攻とする場合は、2 単位履修することが望ましい。	電離放射線、超音波、核磁気共鳴(NMR)等、主に疾患による形態上の変化を画像化して診断に用いる技術の原理を理解し、臨床現場でどのように適用されているのかを学修する。また、最新の技術、ガイドライン、研究など新たな知見にも目を向け、広い視点から放射線診断物理学について学修する。
	核医学物理学	1(2) この分野を主専攻とする場合は、2 単位履修することが望ましい。	核医学検査の検査法から放射性医薬品について学修する。検査の原理及びシンチカメラ(SPECT)や PET といった撮像装置については撮像原理だけでなく、その画像再構成法、各種補正法、品質管理も含め、放射性医薬品については使用する核種の物理的性質や集積機序などの化学的性質について学修する。さらに、最新技術の情報・知識を提供し、核医学検査に伴う内部被ばく線量評価についても理解する。
	放射線治療物理学	1(2) この分野を主専攻とする場合は、2 単位履修することが望ましい。	放射線治療(X 線・電子線・小線源)について、その特徴、放射線治療装置、放射線治療計画法(計算アルゴリズムを含む)、線量校正、照射方法、品質管理を物理的現象に基づいて理解する。また、放射線治療時に使用される患者固定具、位置決め装置等についても理解する。さらに、最新の治療技術(定位放射線治療や強度変調放射線治療などの高精度放射線治療、粒子線治療、中性子捕捉療法など)、関連するガイドライン、研究など、新たな知見にも目を向け、広

表 2-4　講義カリキュラム(3/4)

科目		最小単位数	教育目標
			い視点から放射線治療物理学について学修する。
	放射線計測学	2	放射線計測の基礎となる放射線と物質との相互作用を学び、そこから生じる物理量の定義と単位を理解し、医療分野で必要とされる放射線量の測定、エネルギー測定、放射能測定など、放射線計測の原理から応用まで系統的に学修する。放射線治療の放射線測定や医療被ばく線量測定に加え、環境放射能測定などの医療分野以外の応用計測や計測システムに関する具体例も学修する。
	医療・画像情報学	1	医療画像情報及びそのシステム構成を理解し、医療画像に用いられる画像処理及び画像評価に関する情報理論、信号理論、画像の数式表現、画像変換を学修する。画像や情報の医療における運用に必要な知識を習得し、標準規格、関連法規、セキュリティ管理を含めて理解する。
	放射線診断学	1	X 線撮影、CT、MRI、超音波などの診断機器で取得された画像から人体の各部位における正常画像解剖と異常像について学修する。
	核医学	1	放射性医薬品の薬理作用及び集積機序と適応疾患を関連させて理解する。また、各部位のシンチグラフィ(SPECT を含む)とその適応疾患及び各種 PET とその適応疾患について検査手法及び機能・代謝画像について理解する。さらに、試料測定、内用療法及び核医学における QC について理解する。

表 2-4　講義カリキュラム(4/4)

科目		最小単位数	教育目標
	放射線腫瘍学	1	放射線治療の各種照射方法と、処方(線量と分割法)の決め方について理解する。また各論として、対象疾患ごとの具体的な照射法や、照射に伴う有害事象について学修する。
	放射線生物学	1	医療で放射線を有効かつ安全に用いるために、放射線による生物効果・障害について理解する。悪性腫瘍の放射線治療に対する照射方法の改良は現在も活発に行われており、これらの理解に必要な知識を習得する。
	放射線関連法規及び勧告/医療倫理	1	放射線関連法規及び勧告を学修し、臨床医学と科学研究における、医療従事者としての心構えや倫理上の問題を解決できる素養を身につける。
	科学英語(選択)(注 2)	1	国際学会での発表と討論、英語の学術論文作成に必要な英語力を身につける。国際学会での発表と討論、英語の学術論文作成に必要な英語力を身につける。科学全般及び医学物理学で必要とされる英語表現を学び、その上で論文やプレゼンテーションで用いる英語表現及び構成を学修する。
	実習・演習 (保健物理学/放射線防護学、放射線診断物理学、核医学物理学、放射線治療物理学、放射線計測学、医療・画像情報学) (注 3)	2	実習と演習により、講義内容の理解を深める。保健物理学/放射線防護学、放射線診断物理学、核医学物理学、放射線治療物理学、放射線計測学、医療・画像情報工学の実習と演習を通して、医学物理士として具有すべき知識・技術を学修する。
	臨床研修	1(修士) 10(博士)	別紙 2「臨床研修カリキュラムガイドライン」を参照すること。
	特別研究(課程論文)	2(修士) 5(博士)	医学物理学に関連するテーマについて大学院生が主体的に研究を行い、問題解決能力を習得する。
日本の大学院設置基準に適合しなければならない。			
注 1:基礎教育科目の内容は、物理系(応用物理系含む)、医学系の学部教育科目相当以上であることが望ましい。腫瘍病理学はその内容を放射線腫瘍学に含むことも可能である。			
注 2:物理数学、科学英語は必修ではないが、強く履修を勧める。			
注 3:全ての分野が含まれていることが望ましいが、配分は各教育施設で定めることが可能である。			
注 4:学部あるいは修士課程において履修した科目は、履修を免除できるシステムが構築されていることが望ましい。			
注 5:上記内容が履修されていれば、その他の科目立ては各教育施設で独自に可能である。			
注 6:各科目の詳細については、表 2-1 から表 2-21 を参照のこと。			

(出所)医学物理教育カリキュラムガイドライン(2020 年度版)

(4)　診療放射線技師・放射線機器管理士・放射線管理士

診療放射線技師は医師以外で人体に放射線を照射できる限られた職種であり、診療現場において期待される役割は大きい。核医学診断においては、RI検査における放射性同位元素投与後の撮影が平成 23 年度の診療放射線技師法の改正により診療放射線技師の業務に追加された。

診療放射線技師の指示・依頼に基づいて放射線機器管理士や放射線管理士が機器の維持、被ばく管理及び日常訓練を実施することにより、技師にかかる負担を軽減している。

放射線機器管理士は、機器分野の特性を理解し、性能を維持し、安全を確保する役目を担い、工学的な素養が求められる。一方で放射線管理士は、被ばく管理、汚染除去といった放射線管理の実務・運用を担い、大学等での学科・カリキュラムが必ずしも整備されている分野とは言えない。

（5） 核医学診療看護師

核医学診断の現場にて、核医学診療看護師は、検査の流れを患者に説明し、必要な介助を行い、また、検査室等の環境整備を行う。核医学診療看護師の認定要件は以下である。

核医学診療看護師制度研修カリキュラムによると表 2-5 に示す広範囲な分野、項目について知識分野については自ら説明でき、検査や症例経験の経験（一部セミナー参加でも可能）を有することが求められている。

表 2-5 核医学診療看護師の研究項目

分類	項目	達成目標
総論	1. 放射線物理・測定機器の基礎知識	知識を説明できるレベル
	2. 放射性医薬品の特徴に関する知識	知識を説明できるレベル
	3. 放射性医薬品の安全取扱	知識を説明できるレベル
	4. 核医学診療に伴う被ばくに関する知識	知識を説明できるレベル
	5. 放射線関連法規に関する知識	知識を説明できるレベル
	6. 核医学検査の実践に必要な基礎知識	知識を説明できるレベル 検査を経験する事
	7. 核医学内用療法の実践に必要な基礎知識	知識を説明できるレベル 検査・治療を経験
各論	1. 脳神経核医学	知識を説明できるレベル
	2. 循環器科核医学	知識を説明できるレベル
	3. 腫瘍核医学	知識を説明できるレベル
看護	1. PET検査	知識を説明できるレベル 症例を経験するかセミナー参加
	2. SPECT検査	知識を説明できるレベル 症例を経験するかセミナー参加
	3. RI治療	知識を説明できるレベル 症例を経験するかセミナー参加
	4、接遇	知識を説明できるレベル 症例を経験するかセミナー参加

（核医学診療看護師制度研修カリキュラムをMRIが大項目のみ抜粋）

（6） 核医学専門技師

核医学専門技師は、核医学検査の放射線安全管理、医療安全対策の企画・立案、高度な核医学検査の円滑な実施及び医療情報の提供を担っている。医学物理士同様、受入れ医療機関の不足等により人材不足が指摘されている。各医学物理士の認定試験の試験項目が日本核医学専門技師認定機構により図 2-2 の通り公開されている。

1）核医学に関連する理工学等に関する基礎知識
① 放射線物理学（放射性同位元素、相互作用、他）
② 放射線生物学
③ 放射線測定（測定器、エネルギー測定、放射能測定、他）
④ 医療統計学（標準偏差、検定、相関と回帰、他）
⑤ 検査結果の画像データ通信と画像管理
2）核医学検査の安全管理
① 法的基準
② 施設管理のあり方
③ 検査の安全実施（接遇等も含む）
④ 核医学治療における安全管理
3）核医学検査装置の QC ＆ QA
① 装置の性能評価と品質管理
② 周辺機器（ドーズキャリブレータなど）の品質管理
③ 検査の安全実施上の保守点検
4）核医学に関連する臨床医学知識
① 一般的な臨床医学知識
② 核医学検査の必要性に関する医学知識
③ 他検査法との特徴比較と相補性
5）放射性医薬品に関する知識
① 放射性医薬品の安全管理・関連法規
② 放射性医薬品の薬学的知識および調製
6）核医学測定機器に関する知識
① シンチカメラ関係
② SPECT, SPECT/CT 関係
③ PET, PET/CT, PET/MR ， PEM 関係
④ 半導体装置関係
⑤ その他の測定機器
7）核医学技術学に関する知識
① 核医学画像の特性
② 画像処理
③ 画像再構成
④ 各種補正法
⑤ 動態機能検査解析法
⑥ 画像表示と出力
8）核医学検査学に関する知識（検査の選択、検査実施の最適化、検査結果の解釈）
① 脳神経系
② 内分泌系
③ 呼吸器系
④ 循環器系
⑤ 消化器系
⑥ 泌尿器・生殖器系
⑦ 血液・リンパ系
⑧ 骨・関節系
⑨ 腫瘍・炎症系
⑩ PET 検査
⑪ インビトロ検査
⑫ 核医学治療

日本核医学専門技師認定機構公式ホームページ試験項目のガイドライン（2022 年 2 月改訂）より引用

図 2-2 各医学物理士の認定試験の試験項目

2.3 核医学治療業界に属する業種の詳細整理結果について

（1） 放射線科専門医、放射線治療専門医

放射線科専門医の認定を受けたのち、「放射線科専門医研修ガイドライン」に定められた 2 年間の研修を修了することで放射線治療専門医に認定される。治療専門医は、悪性腫瘍および一部の良性疾患に関して、放射線治療の効果、照射術式とその計画、有害事象、治療前中後の管理などについての専門知識と診療技術を駆使して適正な放射線治療を実施するとともに、腫瘍学の知識を基盤とした手術や抗がん化学療法の併用などの集学的治療および放射線の安全管理に関する広い知識に基づいたチーム医療を通じて全人統合的ながん治療を患者に提供することを役割（日本医学放射線学会放射線治療専門医制度規程より引用）とする。

（2） 核医学専門医

核医学専門医等が行う核医学治療の代表的なものを表 2-2 に示す。

（3） 医学物理士、治療専門医学物理士

核医学治療においても医師との役割分担が望まれており、例えば放射線治療計画作業においては、諸外国に倣い医学物理士に移管することが可能との意見がある。[2]医学物理士として一定期間臨床の経験を積むことで治療専門医学物理士の認定を受けることができる。医学物理士の中でも臨床医学物理業務を高い水準で遂行することが期待され、放射線治療システムの品質管理・治療計画を行う。治療専門医学物理士は医学物理士と比較してさらに人材が少ない。

（4） 診療放射線技師・放射線機器管理士・放射線管理士・放射線治療専門技師・放射線治療品質管理士

核医学治療において診療放射線技師は一定期間の診療の実務経験や認定単位の取得により放射線治療専門技師の認定を受けられる。治療専門放射線技師は放射線治療品質管理士とともに安全で確実な放射線治療の立案・実施に従事する。

（5） 核医学診療看護師

核医学治療の現場にて、核医学診療看護師は、診断と同様に治療の流れを患者に説明し、必要な介助を行いまた、検査室等の環境整備を行う。

（6） 核医学認定薬剤師

[2] 厚生労働省　第 2 回　医師の働き方改革を進めるためのタスク・シフティングに関するヒアリング　日本医学放射線学会資料

2017 年に日本核医学会が立ち上げた認定薬剤師の制度[3]。悪性リンパ腫治療薬「ゼバリン」、前立腺癌治療薬「ゾーフィゴ」等の核医学治療薬の登場を受け、放射性医薬品の取り扱いに詳しい薬剤師の関与を深めるために発足。PET検査や放射線ヨウ素内用療法等に用いる放射性医薬品の調製、品質管理・動態評価を行う。核医学治療において、医師だけでなく、核医学認定薬剤師を含めた専門職の不足を指摘する意見[4]もある。

日本核医学会によって定められている認定単位表によると、新規の認定申請時には日本核医学会総会への参加に加え、放射性医薬品の製造・調製または品質検査に 50 件以上従事していることが条件となっている。

[3] 薬事日報報道記事 【日本核医学会】放射性医薬品の管理促す-核医学に強い薬剤師養成へ
https://www.yakuji.co.jp/entry62831.html

[4] 原子力委員会　4回医療用等ラジオアイソトープ製造・利用専門部会　資料 5 核医学治療薬に対する本邦の課題（2022 年 2 月 1 日）

2.4 製造業界の詳細整理結果について

（1） 放射線医薬品メーカー

放射線医薬品の製造を行う。国内等の製造拠点にサイクロトロン加速器を所有し、PET製剤及びSPECT製剤、並びに放射性治療薬の製造出荷を行っている。国内における放射性医薬品を用いた診療の実施状況については日本放射性医薬品協会により表 2-6 のようにまとめられている。

表 2-6 核医学診療実施件数

	2012 年度[件]	2017 年度[件]	備考
＜インビボ検査＞			
シングルフォトン検査	1,149,900	1,083,800	年間推定
PET 検査	575,800	711,800	年間推定
＜非密封 RI 治療＞	10,500	14,100	年間推定
＜インビトロ検査＞	10,185,090	5,929,856	流通数量

日本放射性医薬品協会「医療に貢献する放射性医薬品」[5]より作成

JRPAに加盟している会社は表 2-7 の通りである。

表 2-7 JRPA 加盟会社

JRPA加盟会社
株式会社コスミック コーポレーション
GE ヘルスケア・ジャパン株式会社
DENIS ファーマ株式会社
テリックスファーマジャパン株式会社
日本メジフィジックス株式会社
ノバルティスファーマ株式会社
バイエル薬品株式会社
PDR ファーマ株式会社
富士レビオ株式会社
ヤマサ醤油株式会社

製造からデリバリー投与までの各工程によりRI法規制及び医療法規制による制約を受けるため、法体系が複雑化している。

[5] http://www.houyakkyou.org/hou_kibo.html

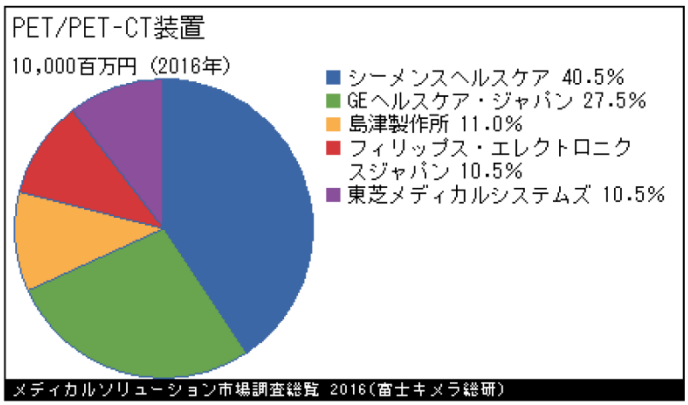
一例として、資本金約 30 億円、社員数 818 名の医薬品メーカの公式ホームページ採用情報から、募集している出身学科を表 2-8 に示す。

表 2-8 放射性薬品メーカの人材募集状況

部門・職種	募集学科
生産部門　製造管理	有機化学系、放射化学系、分析化学系、微生物学系、放射物理学系、原子力工学系、機械工学系、電気工学系、量子科学系、薬学系他
生産部門　品質管理	薬学系（薬剤師免許取得予定者または免許取得者）、有機化学系、微生物学系
研究部門　創薬研究	生化学系、有機合成化学系、薬物動態学系、分析化学系、放射化学系、獣医学系、分子生物学系、生物工学系、細胞生物学系、他理系学部（修士以上）

（2） PET・SPECT 装置メーカ

PET 診断、SPECT 診断装置の製造を行う。PET/CT 装置の場合、2016 年のデータにおいて図 2-3 に示すように上位 2 社の外資系メーカによってシェアの約 70％を占めており、供給、メンテナンス体制を海外に依存している状況である。



企業名	販売高 見込	シェア
シーメンスヘルスケア	4,050	40.5
GEヘルスケア・ジャパン	2,750	27.5
島津製作所	1,100	11.0
フィリップス・エレクトロニクスジャパン	1,050	10.5
東芝メディカルシステムズ	1,050	10.5
合計	10,000	100

図 2-3 PET/CT 装置の国内シェア図
（富士キメラ総研　メディカルソリューション市場調査総覧 2016 から引用）

（3） RI 製造装置メーカ

研究用・医学用の RI 核種製造機械（サイクロトロン）の製造を行う。国内シェアトップのPET用サイクロトロンの製造を行っているのは総合機械メーカである。

メーカーで加速器の製造・開発に当たる人材の統計的なデータはまとめられていないが、一例として大学で核物理（加速器ビームを持ちいた原子核の構造研究）を学んだ技術者が紹介されている。[6]

2.5 輸送業界の詳細整理結果について

（1） 運送業者

わが国には核医学検査を行う医療機関が 1,301 箇所あり、放射性医薬品の供給量は F-18 で 10 TBq、Mo-99 のジェネレータが 160TBq、Tc-99m で 316 TBq、I-131 で 11 TBq の量が扱われている。輸送件数では日々約 1000 件程度の輸送が行われている。[7]輸送に当たっては、「道路運送車両法」、「航空法」、「労働安全衛生法（電離放射線障害防止規則）」及び「薬事法（輸送部分）」が関係する。

国内で陸運輸送業務に従事するドライバーや仕分け作業員等の労働者は、被ばく線量測定バッジをつけ、年間 1mSv を超えないように管理が行われている。ただし、扱う数量が少なく、あきらかに年間 1mSv になる可能性が無い人は、測定バッチの着用を不要とすることもある。また、管理者に対しては年に 1 回の法定教育を行い、放射性物質の取り扱い手順を確認している。

海外からの輸入核種を空輸する事業では空輸が行われる。例えば、Tc-99m 製剤のジェネレータとなる Mo-99 の精製から医薬品の輸入の流れを図 2-3 に示す。

Mo-99 の場合、半減期が約 66 時間。Tc-99m の半減期が約 6 時間であることから、各プロセス間の輸送を迅速に行う必要がある。

放射性物質の航空機での輸送に当たっては火薬類、高圧ガス、腐食性液体、引火性液体その他の放射性輸送物の安全な輸送を損なうおそれのある物件と混載してはならない。（「航空機による放射性物質等の輸送基準を定める告示」第 15 条 2 項）とされているが、この要求はIAEA、ICAOといった国際機関が定める要求事項よりも厳しい基準となっているため、この混載禁止を解除してほしいとの要望が、航空会社より出ている。[8]

放射性医薬品を含めた放射性物質の輸送については、運送業界では危険物運搬の一環として扱われること、から必要な危険物等に係る知識を有し、IAEAやIATA及びICAO等の国際機関が定めるガイドラインを理解し、遵守する素養が求められていると考えられる。

---

[6] 加速器・ビーム技術：技術者の素顔 | エネルギーシステム技術開発センター | 東芝エネルギーシステムズ
https://www.global.toshiba/jp/technology/energy/erd/engineer/basic-technologies/detail-01.html

[7] 放射性医薬品の輸送と放射線安全　日本通運株式会社　東京航空支店　国内貨物　営業開発第二課へのインタビュー記事
https://ndrecovery.niph.go.jp/trustrad/transportation.html

[8] https://www.mlit.go.jp/common/000212982.pdf

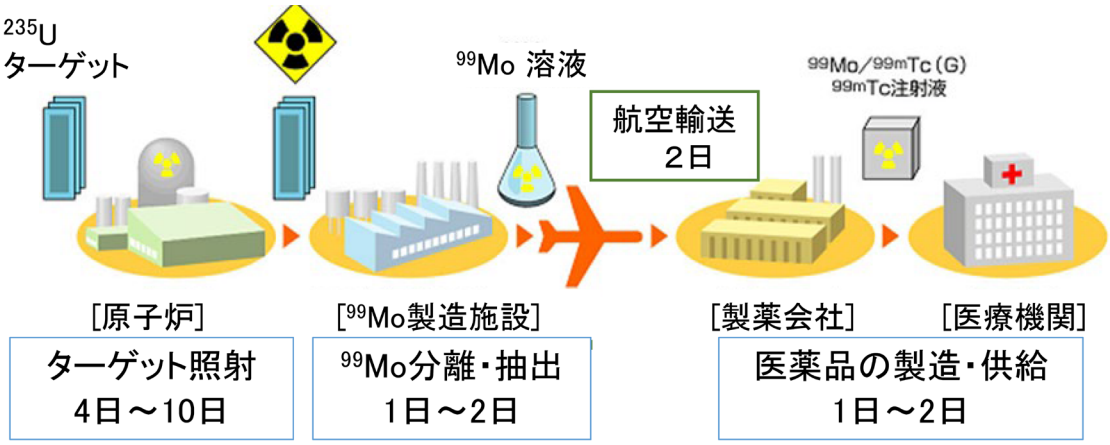


図 2-4　Mo-99 精製から医薬品までの流れ図

内閣府原子力委員会 2021 年 11 月 22 日第 1 回医療用等ラジオアイソトープ製造・利用専門部会 資料 4「医療用RIの需要と供給について」より引用

（2） 放射線取扱主任者

放射線医療品については、その原材料の運搬時は放射性同元素の規制に関する法律（RI法）による規制を受け、未承認済み医薬品等についても医療機関への運搬までは同法の対象となる。従ってその放射能量（数量）又は放射能濃度に応じて取扱主任者の選任が必要となる。RI法によれば放射線取扱主任者が果たすべき役割は以下とされている。

・放射線障害予防規程の制定及び改廃への参画
・放射線障害予防上重要な計画作成への参画
・法令に基づく官辺手続きの審査
・立入検査等の立会い
・異常及び事故の原因調査への参画
・事業者に対する意見の具申
・使用状況、施設、帳簿及び書類等の審査
・関係者への助言、勧告及び指示
・その他放射線障害予防に関し必要な事項

3. RIや放射線の医療利用分野に関連する大学・大学院の状況調査

3.1 調査票の設計

- 医学系機関

医学系機関に対しては、全国の医学部及び大学院医学系研究科を対象に、RI・放射線分野の講座に関して調査する内容の設問を構成した。(別添資料 1)

- 理工薬学系機関

理工薬学系機関に関しては、次の「3.2 調査対象リストの作成」に記載した通り、大学等放射線施設協議会の会員となる 238 の施設の管理先に対し、当該施設を利用する大学・大学院の学科・専攻について質問するという主旨で調査票を設計した。(別添資料 2)

なお、大学等放射線施設協議会の会員となる 238 の施設の管理先は、基本的に、施設が設置されている大学の下部組織であるが、他大学に対しても利用を開放している。

なお、両機関への調査票とも、3.4 にてヒアリングを行った 2 名の有識者から事前にご意見を伺って作成した。

3.2 調査対象リストの作成

- 医学系機関

医学系機関は、全国の医学部及び大学院医学系研究科を対象に、187 機関の学科・専攻を対象に連絡先を調査した。

その結果、146 機関については連絡先が明らかになったため、この 146 機関をアンケート送付先としてリスト化した。

- 理工薬学系機関

理工薬学系機関に関しては、全国の理工薬学部及び大学院理工薬学系研究科の中から、RI 及び放射線分野を扱っている学科・専攻を抽出する必要があったが、医学系の学科・専攻がほぼ全て RI 及び放射線分野の講座を有していることと比較して、理工薬学系機関については、学科・専攻名に基づいて、RI 及び放射線分野の取扱いを判断することは困難という問題があった。

そこで、理工薬学系機関が RI 及び放射線分野の講座を行う場合に使用することとなる専用の施設を調べた。その結果、RI 及び放射線分野の施設を管理している大学については、大学等放射線施設協議会が網羅的に把握していることがわかり、同協会からの協力も得られたため、同協会の会員となる 238 の施設をアンケート送付先とした。

3.3 アンケートの実施及びとりまとめ

3.3.1 実施方法

アンケートは Microsoft Forms にて作成した WEB 画面で実施した。調査対象先へのアプローチは、医学系機関と理工薬学系機関で以下のように分けた。

- 医学系機関

医学系機関に関しては、146 のアンケート送付先に対して、直接メールで回答を依頼した。ただし、FAX もしくは郵送での実施依頼を求めてきた機関に対しては、対応した。

なお、アンケート実施期間中の 2/8 に、未回答機関に対してメールでの回答督促を行った。

- 理工薬学系機関

理工薬学系機関に関しては、大学等放射線施設協議会の協力が得られたため、同協会を経由して、会員となる 238 の施設を管理する機関に対して、アンケートを送付した。

なお、大学等放射線施設協議会には、アンケート実施期間中に回収状況を報告し、必要な支援を依頼した。

3.3.2 実施期間

実施期間は、2023/1/23 から 2023/2/10 とした。

3.3.3 送付数・回答数

- 医学系機関

146 機関にアンケートを送付し、48 機関からの回答を得た。回答率 32.9%となる。

なお、以下の通り、理工薬学系機関を対象としたアンケートから、医療系学科・専攻を回答対象としたもの 3 機関 7 学科分の回答全てと、2 学科・専攻の問 3 から問 7 までの回答を、医学系機関の回答に追加して集計した。

- 理工薬学系機関

大学等放射線施設協議会の会員となる 238 の施設を管理する機関に対してアンケートを送付し、17 の機関から回答を得た。この施設ベースでは、回答率は 7.1%となる。参考までに、回答機関の組織形

態を表 3-1 に示す。国立大学が 9 機関、私立大学が 6 機関、公立大学が 2 機関であった。また、多くの組織が、各学部を横断した全学的組織（単科大学の場合を含む）であった。

表 3-1 理工薬学系アンケート回答機関の組織形態

国立／公立／私立	組織形態	機関数
国立	全学的組織（単科大学を含む）	8
	理学系学部内組織	1
公立	全学的組織（単科大学を含む）	2
私立	全学的組織（単科大学を含む）	4
	理学系学部内組織	1
	工学系学部内組織	1

なお、回答した施設管理機関のうち、3 機関は、当該施設を利用する学科・専攻（延べ 7 学科・専攻）が全て医療系であったため、当 3 機関の問 3 から問 13 までの回答内容を、医療系機関の回答に移動して集計した。

また、2 機関については、当該施設を利用する学科・専攻の中にそれぞれ 1 つの医療系学科・専攻（延べ 2 学科・専攻）が含まれていたため、問 3 から問 7 の該当する医療系学科・専攻に関する回答のみ、医療系機関の回答に移動して集計した。一方、問 8 から問 13 については、利用する学科・専攻に関わらず管理施設として 1 つの回答となるため、理工薬学系機関の回答として処理した。

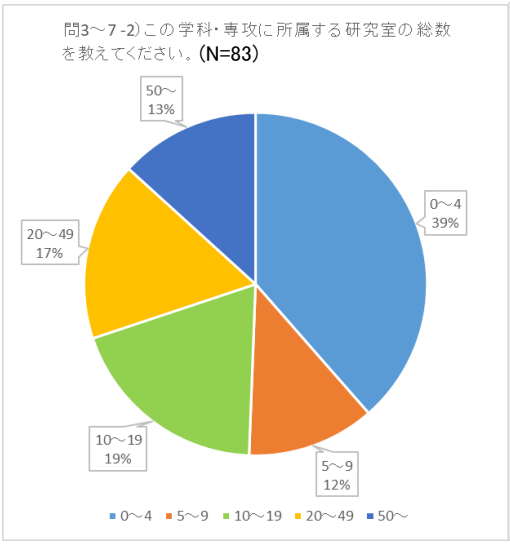
3.3.4 回答結果

（1） 研究室数と増減傾向【問3～7_2),3)】

- 医学系機関

医学系の学科・専攻において、RI・放射線を扱う研究室数は、約半数が 10 室未満と回答しており、特に約 4 割が 5 室未満との回答であった。

また、研究室数の増減は変化がないと答えた機関が約 7 割を占めたが、増加しているとの回答は減少の 2 倍あり、傾向として廃止や統合による減少は全体に大きな影響を及ぼしていないと考えられる。



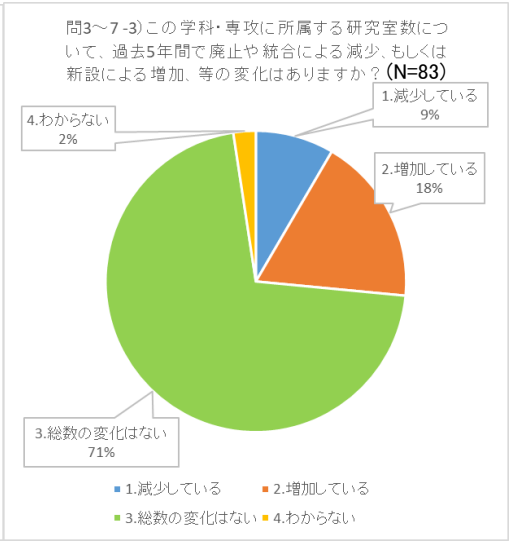
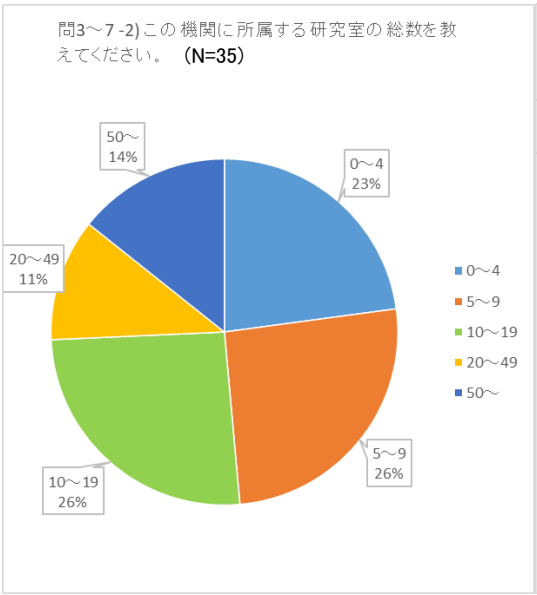


図 3-1　この学科・専攻に所属する研究室の総数(左)
図 3-2　この学科・専攻に所属する研究室数、過去5年間の増減の変化(右)

- 理工薬学系機関

理工薬学系の学科・専攻において、RI・放射線を扱う研究室数は、0-4 室、5-9 室、10-19 室の区間でほぼ同数の回答となり、医学系と比較して、特に 10-19 室の区間での研究室の割合が多くみられている。

一方、研究室数は増加という回答がなく、医学系と比較し廃止や統廃合の傾向がみられる。



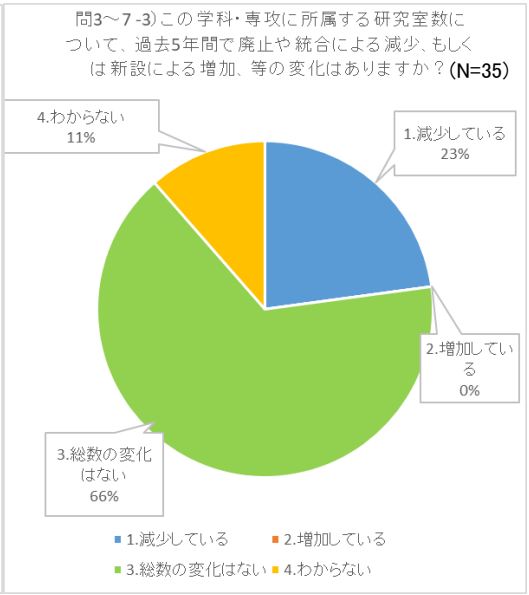


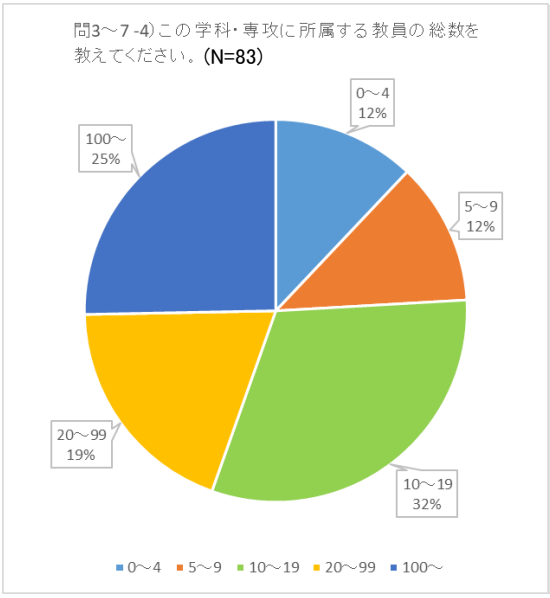
図 3-3　この機関に所属する研究室総数(左)
図 3-4　この機関に所属する研究室数、過去5年間の増減の変化(右)

(2) 教員総数と増減傾向【問3～7_4),5)】

- 医学系機関

医学系の学科・専攻において、RI・放射線を扱う教員の総数は、20 人未満との回答で 56%を占めた。

また、教員数の増減は変化がないと答えた機関が 4 割超を占め、増加の回答が減少よりも若干多い。



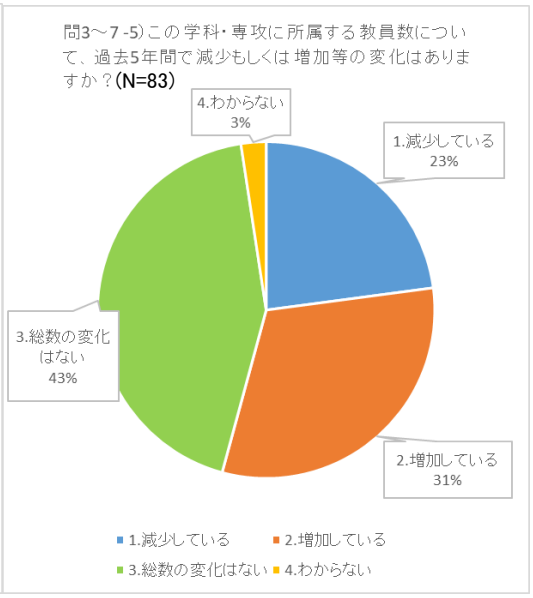
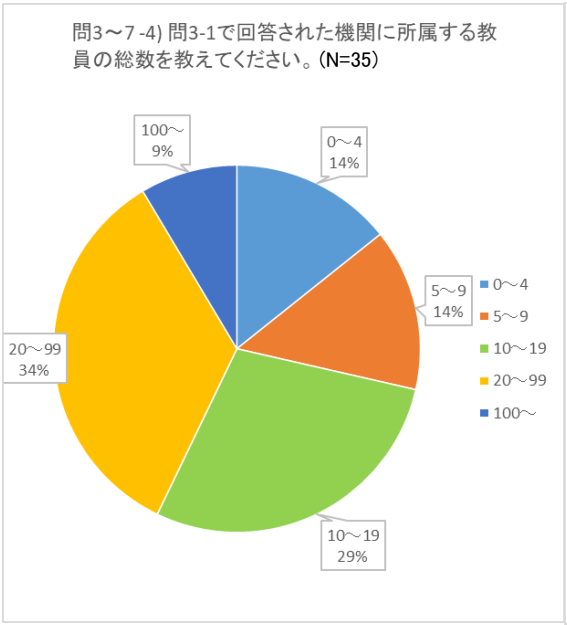


図 3-5 この学科・専攻に所属する教員の総数 (左)
図 3-6 この学科・専攻に所属する教員数、過去5年間の増減の変化(右)

- 理工薬学系機関

理工薬学系の学科・専攻において、RI・放射線を扱う教員の総数は、20 人未満と回答が 57%を占め、医学系とほぼ同規模である一方、20-99 人の区間の回答比率が 34%と医学系よりも多かった。

教員数の増減については、医学系と比較しても減少との回答が明確に多い。



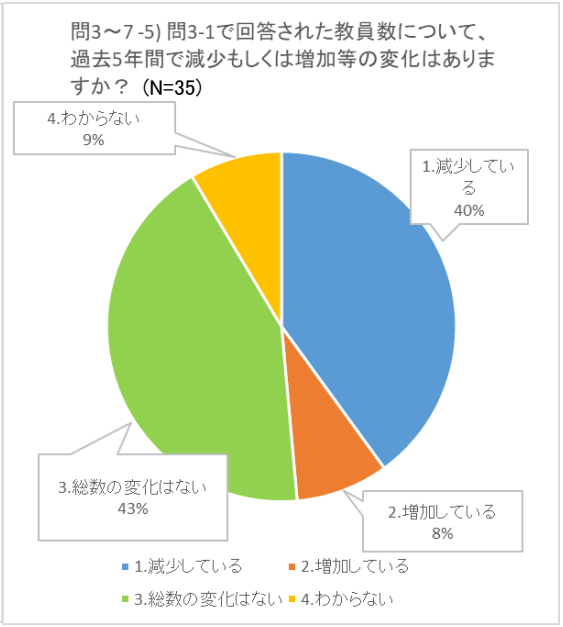


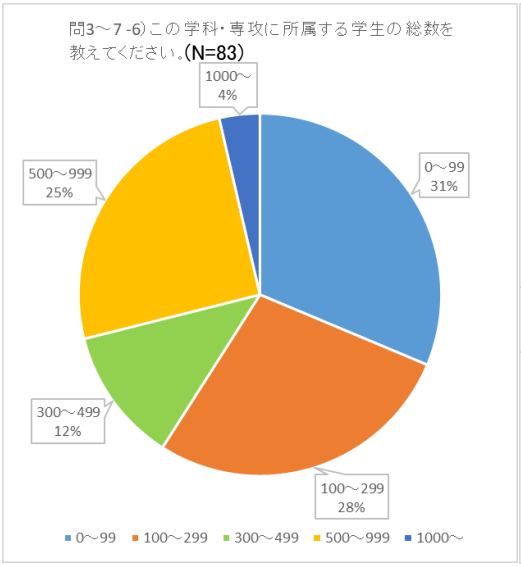
図 3-7　この機関に所属する教員の総数 (左)
図 3-8　この機関に所属する教員数、過去5年間の増減の変化(右)

(3) 学生総数と増減傾向【問3～7_6),7)】

- 医学系機関

医学系の学科・専攻において、学生の総数は、100 人未満、100-500 人、500 人以上の各区間の回答がほぼ同数となった。

また、学生総数の増減としては、変化がないとの回答が半数近くを占める一方、増加との回答が約 3 割となり、理工薬学系よりも明確な傾向として現れている。



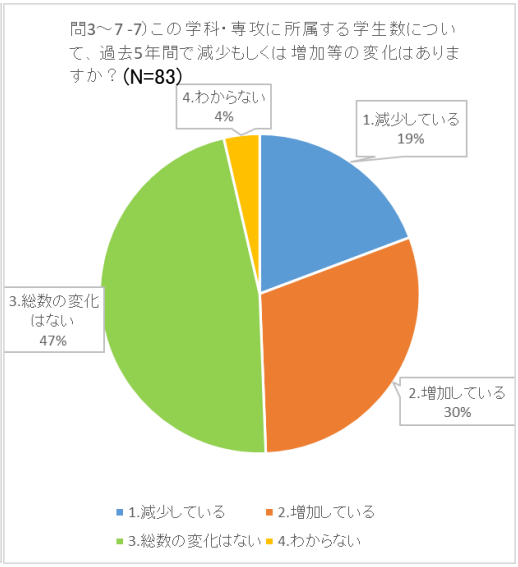
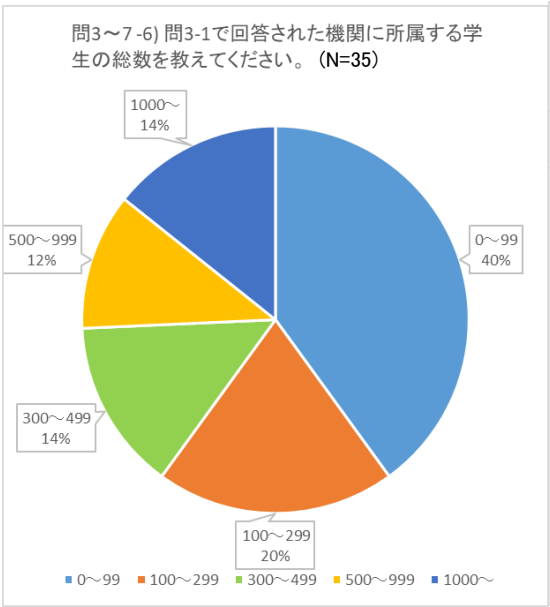


図 3-9　この学科・専攻に所属する学生の総数 (左)
図 3-10　この学科・専攻に所属する学生数、過去5年間の増減の変化 (右)

- 理工薬学系機関

理工薬学系の学科・専攻において、学生の総数は、100 人未満が 4 割と、医学系と比較して割合が多い。

また、学生総数の増減としては、変化がないとの回答が半数を超え、医学系と比較しても減少の回答が増加を上回っている。



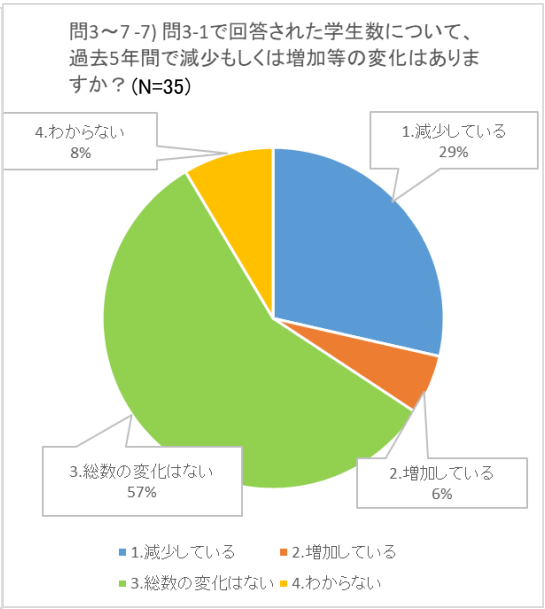


図 3-11 この機関に所属する学生の総数 (左)
図 3-12 この機関に所属する学生数、過去5年間の増減の変化 (右)

(4) 施設数と増減傾向【問 8_1),2)】

- 医学系機関

医学系の学科・専攻において、施設数は 1 以下が 65%に達し、1 大学 1 施設の傾向が見て取れる。

また、施設数の変化はほとんどみられない。

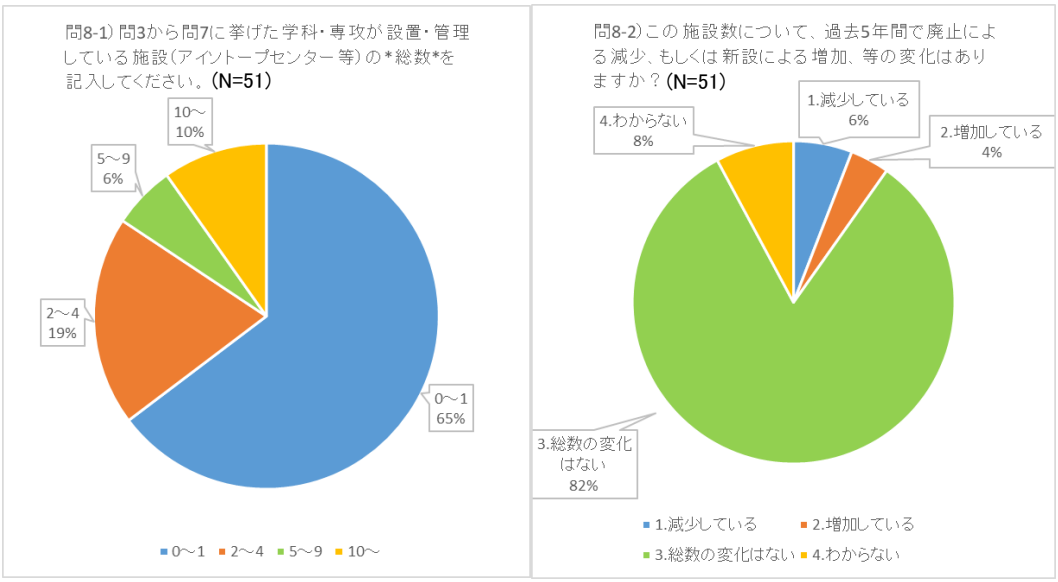


図 3-13　問 3～問 7 に挙げた学科・専攻が設置・管理施設(アイソトープセンター等)の総数 (左)
図 3-14　この施設数について、過去5年間の増減の変化(右)

- 理工薬学系機関

理工薬学系の施設に関しては、大学等放射線施設協議会の会員である施設の管理機関に対して質問していることに留意する。施設数としては、10 未満との回答が 43%を占めるが、10-19、また 50 以上という回答も 2 割から 3 割あり、施設の管理機関毎による違いがみられる。

また、施設数の増減としては、減少しているが 43%を占め、実験・実習の講座数や学生数、教員数の減少傾向との関連も示唆される。

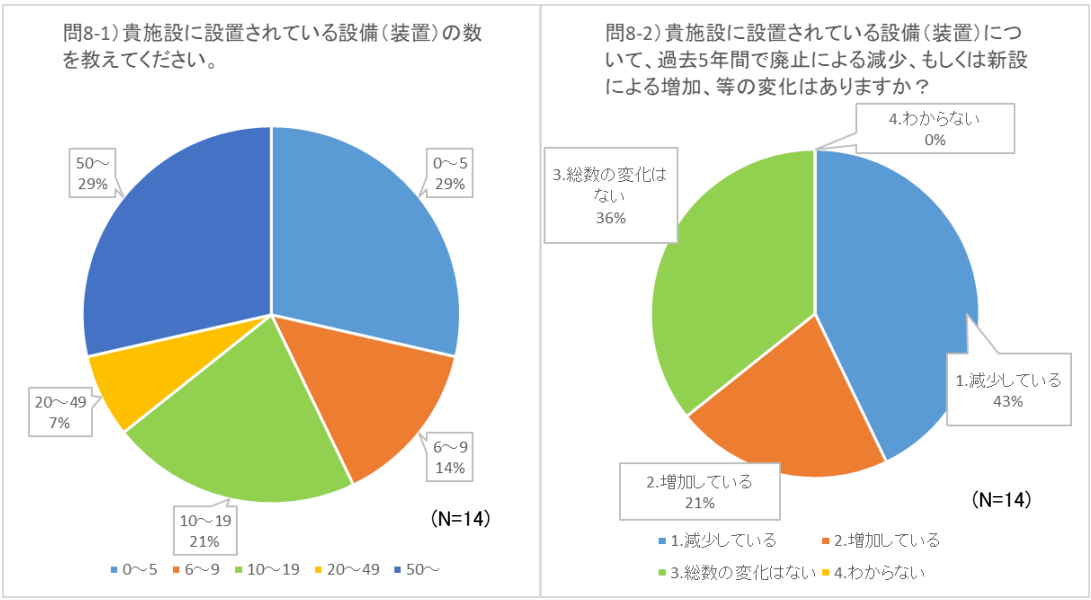
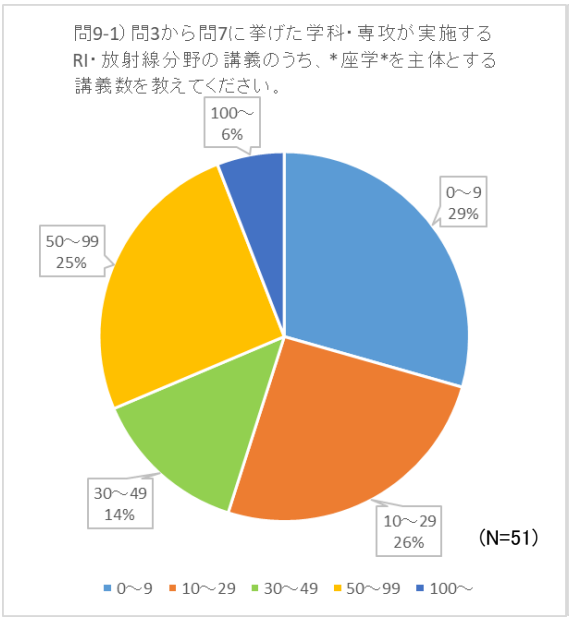


図 3-15　貴施設に設置されている設備(装置)の数 (左)
図 3-16　この施設数について、過去5年間の増減の変化 (右)

（5）座学及び実験・実習の講義数【問 9,10_1)】

- 医学系機関

医学系の学科・専攻において、座学の講義数は 30 未満で 55%を占めた。また、10 未満、10-29、50-99 がほぼ同規模であり、大学によるばらつきがみられる。一方、実験・実習に関しては、30 未満で 9 割を超え、ばらつきは少ない。



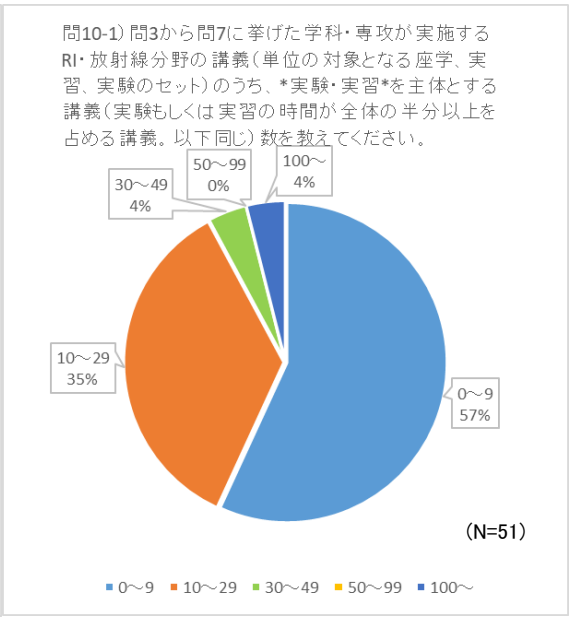
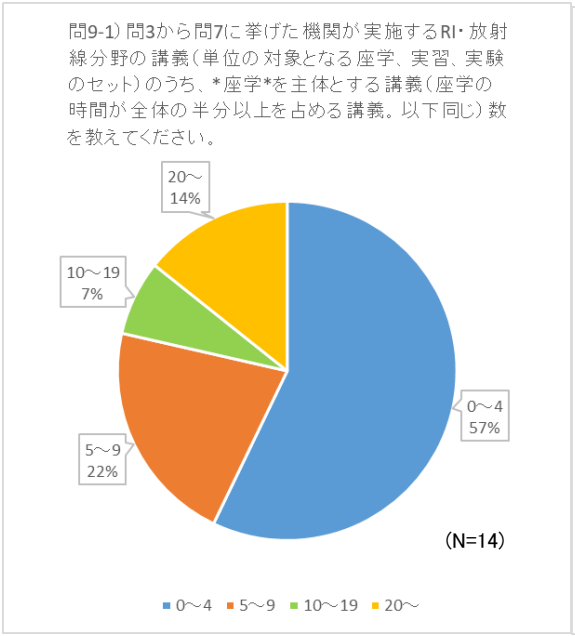


図 3-17　問 3～問 7 に挙げた学科・専攻の RI・放射線分野の*座学*講義数 (左)
図 3-18　問 3～問 7 に挙げた学科・専攻が実施する RI・放射線分野の*実験・実習*講義数(右)

- 理工薬学系機関

理工薬学系の学科・専攻において、座学の講義数は 5 未満で 57%を占め、実験・実習でも 5 未満で 93%を占めるなど、医学系と比較して少ない傾向が顕著となっている。(4)の設備数を考慮すれば、設備の利活用の状況に関する課題点が示唆される。



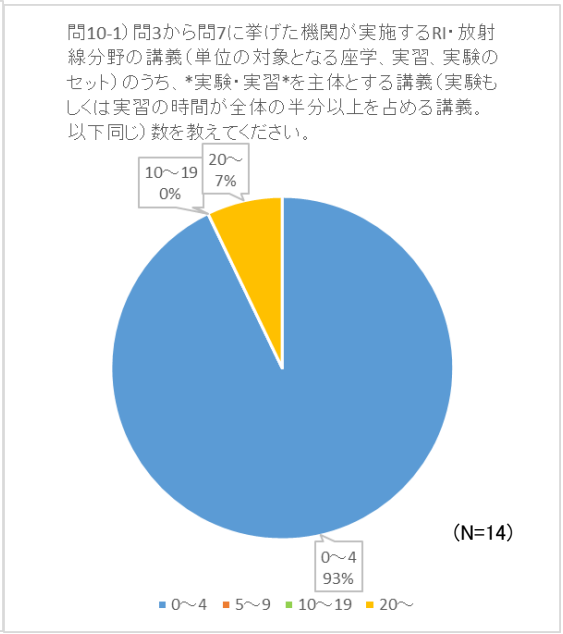
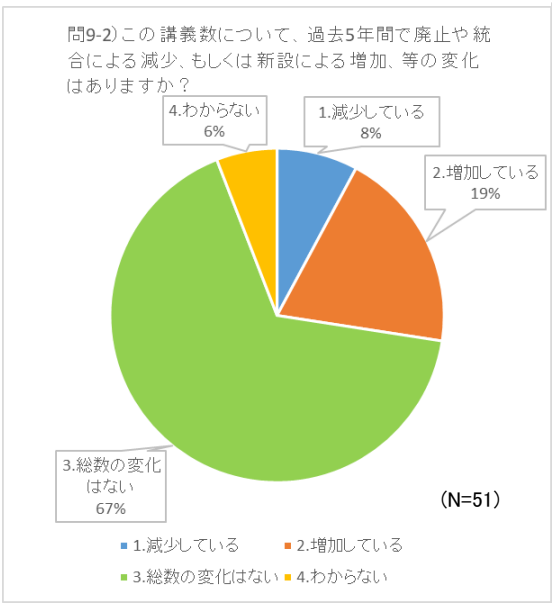


図 3-19　問 3～問 7 に挙げた機関が実施する RI・放射線分野の*座学*講義数(左)
図 3-20　問 3～問 7 に挙げた機関が実施する RI・放射線分野の*実験・実習*講義数(右)

（6）座学及び実験・実習の講義数の増減【問 9,10_2)】

- 医学系機関

医学系の学科・専攻において、座学、実験・実習ともに、講義数の増減に関しては変化がないとの回答が 7 割弱に達しており、増加の割合も含め、ほぼ同じ傾向を示している。



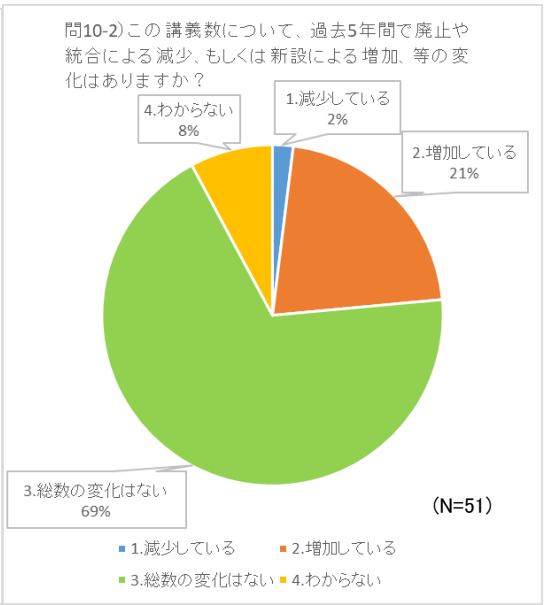
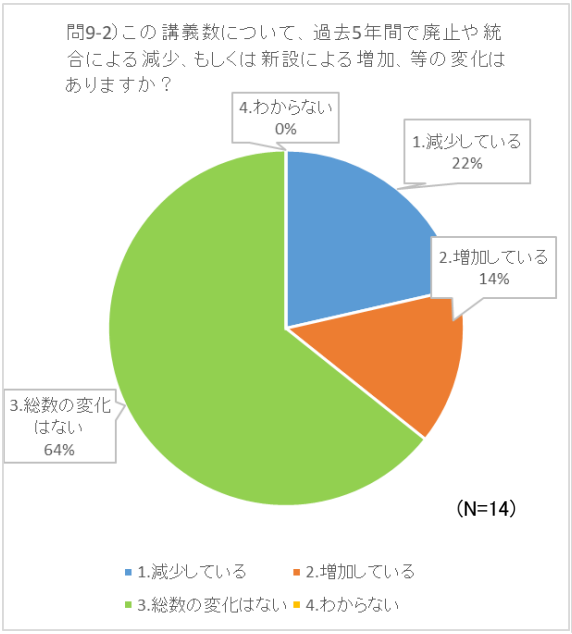


図 3-21　問 3～問 7 に挙げた学科・専攻が実施する RI・放射線分野の*座学*講義数の変化 (左)
図 3-22　問 3～問 7 に挙げた学科・専攻が実施する RI・放射線分野の*実験・実習*講義数の変化(右)

- 理工薬学系機関

理工薬学系の学科・専攻においても、座学、実験・実習ともに、講義数の増減に関しては変化がないとの回答が大半となっている一方、増加の回答は実験・実習についてはなく、医療系機関と比較すれば減少の傾向が強いとうかがえる。



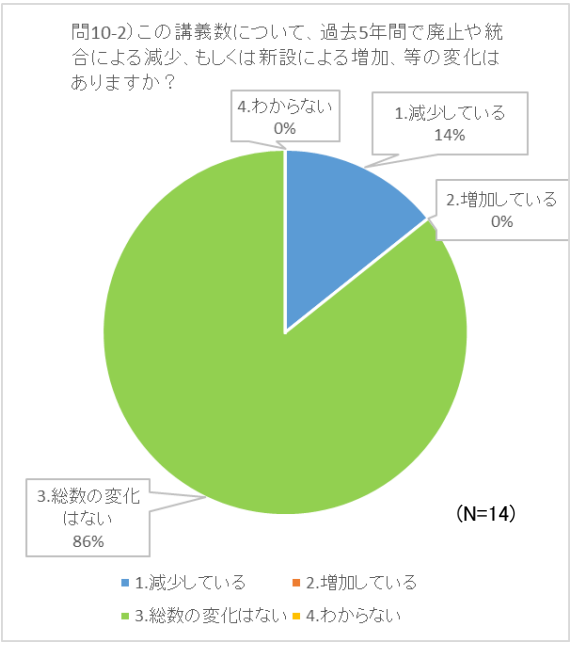


図 3-23 *座学*講義数の過去5年間の増減の変化(左)
図 3-24 *実験・実習*の講義数の過去5年間の増減の変化(右)

(7) 座学及び実験・実習の受講者数【問 9,10_3)】

- 医学系機関

医学系の学科・専攻において、座学の受講者数では 100-199 人で全体の約 1/3 となる一方、実験・実習の受講者数は 100 人未満が全体の約 1/3 となっている。

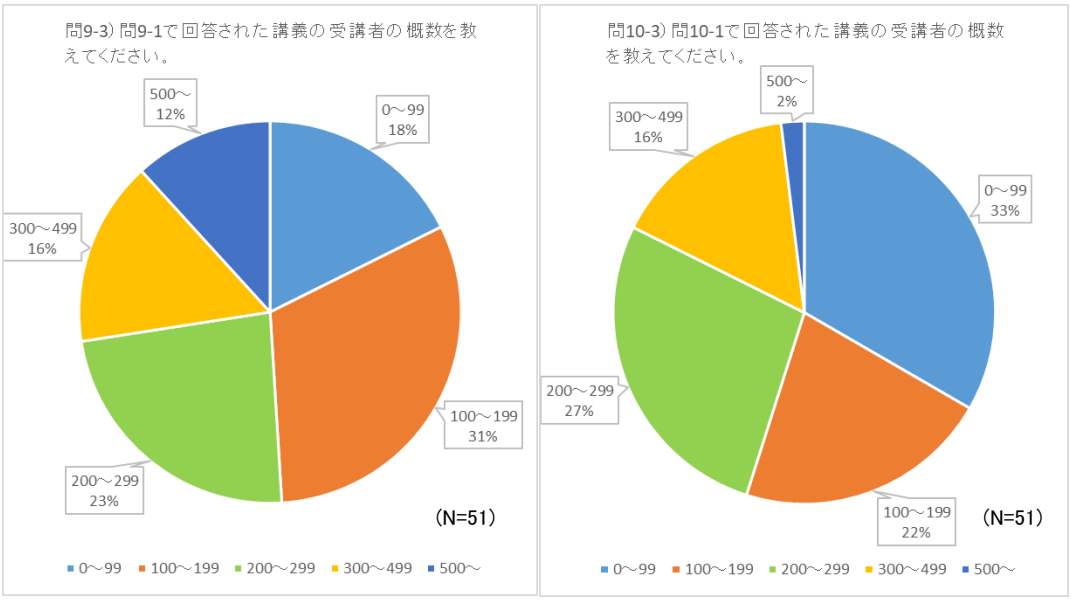


図 3-25　医学系、RI・放射線分野*座学*講義の受講者概数(左)
図 3-26　医学系、RI・放射線分野*実験・実習*講義の受講者概数(右)

- 理工薬学系機関

理工薬学系の学科・専攻においては、座学の受講者数では 50 人未満で全体の 7 割を超える一方、実験・実習の受講者数は 20 人未満で 4 割を超え、医学系と比較して規模は小さいといえる。

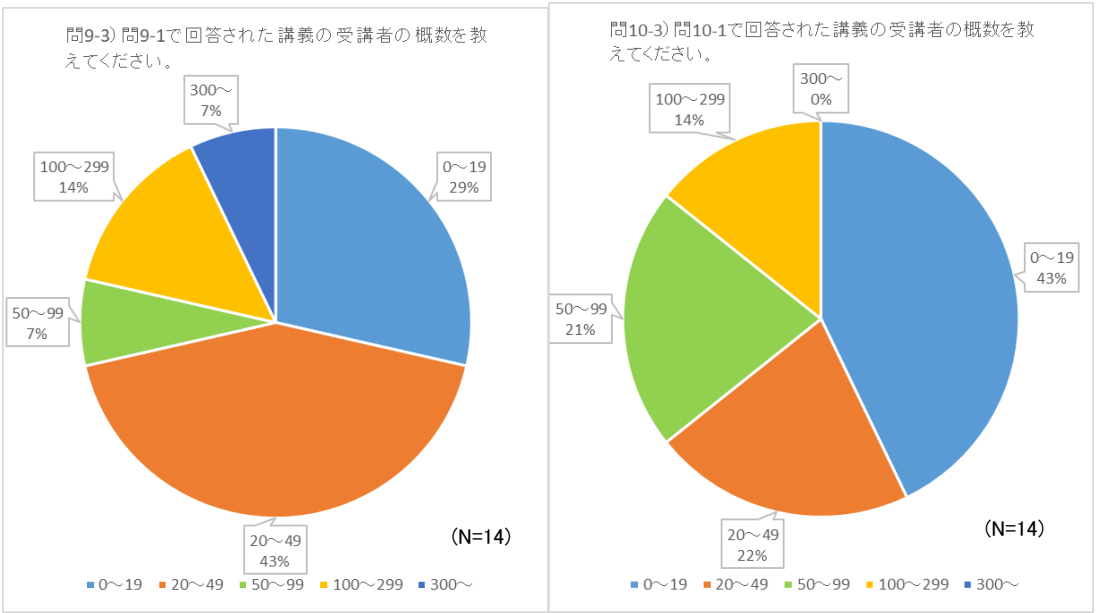
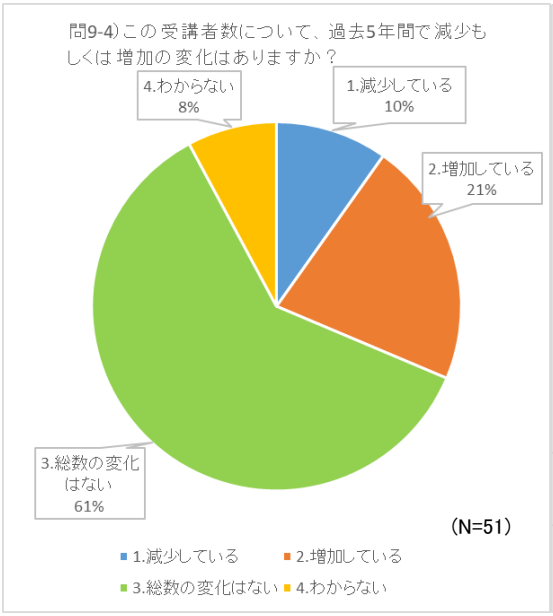


図 3-27　理工薬学系、RI・放射線分野*座学*講義の受講者概数(左)
図 3-28　理工薬学系、RI・放射線分野*実習*実験*講義の受講者概数(右)

(8) 座学及び実験・実習の受講者数の増減【問 9,10_4)】

- 医学系機関

医学系の学科・専攻において、受講者数の増減については、座学で約 6 割、実験・実習で 7 割が変化はないと回答している。



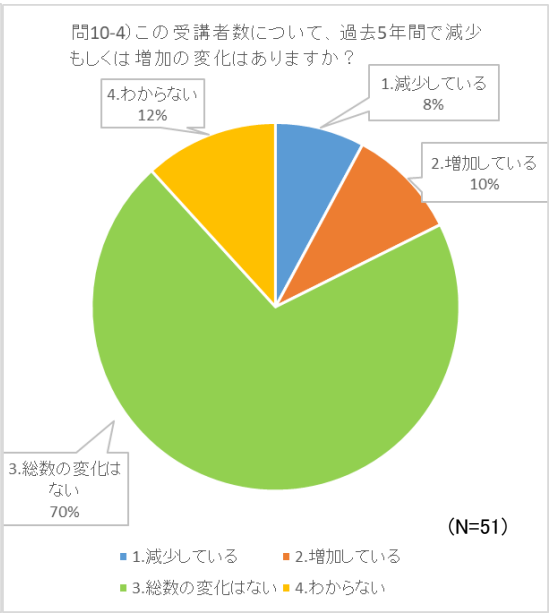
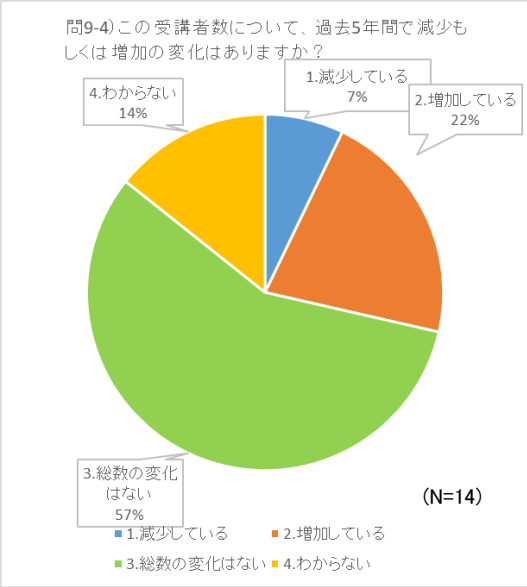


図 3 29 医学系、*座学*の受講者数、過去5年間の増減の変化(左)
図 3-30 医学系、*実習・実験*の受講者数、過去5年間の増減の変化(右)

- 理工薬学系機関

理工薬学系の学科・専攻において、受講者数の増減については、座学で約 6 割、実験・実習で約 7 割が変化はないと回答しており、医学系と共通しているが、特に実験・実習で増加の回答がなかった点は、講義数の増減傾向と共通している。



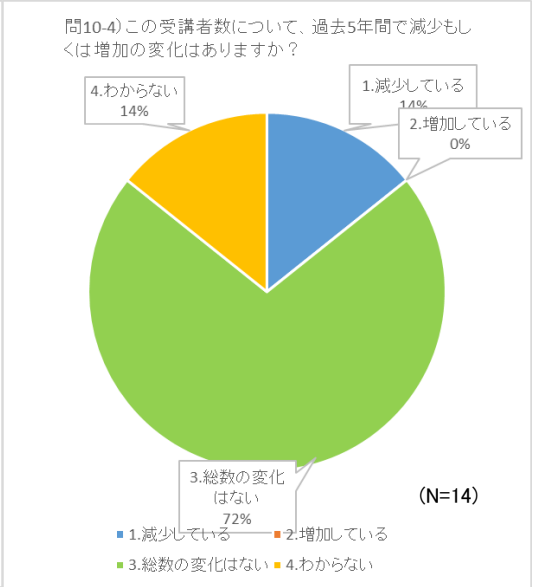
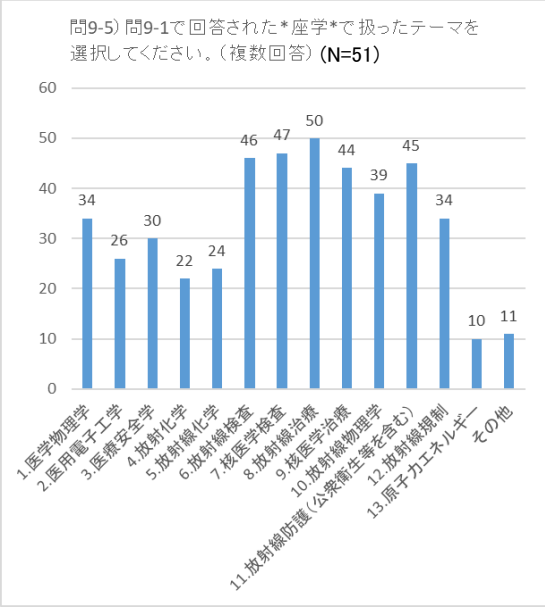


図 3-31　理工薬学系、*座学*の受講者数、過去5年間の増減の変化(左)
図 3-32　理工薬学系、*実習・実験*の受講者数、過去5年間の増減の変化(右)

(9) 座学のテーマ【問 9_5,7)】

- 医学系機関

医学系の学科・専攻において、座学のテーマとしては、放射線治療 50 件、核医学検査 47 件、放射線検査 46 件の順に多いが、特に RI 分野に限ると、核医学検査 44 件及び核医学治療 42 件が多い。



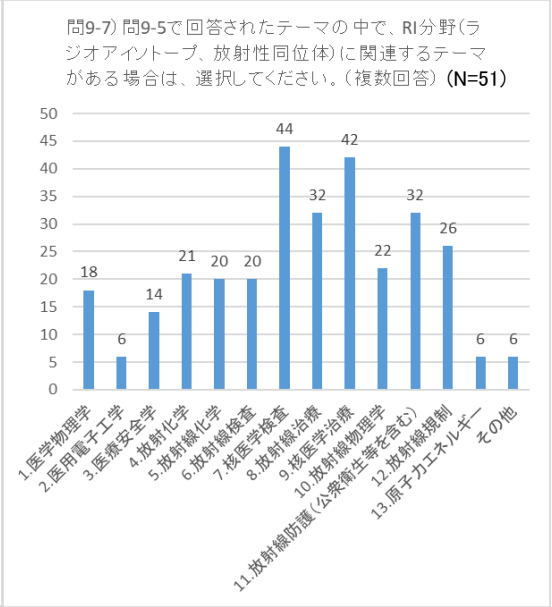


図 3-33　医学系、*座学*で扱ったテーマ(複数回答)(左)
図 3-34　医学系、RI 分野(ラジオアイソトープ、放射性同位体)に関連するテーマ(複数回答)(右)

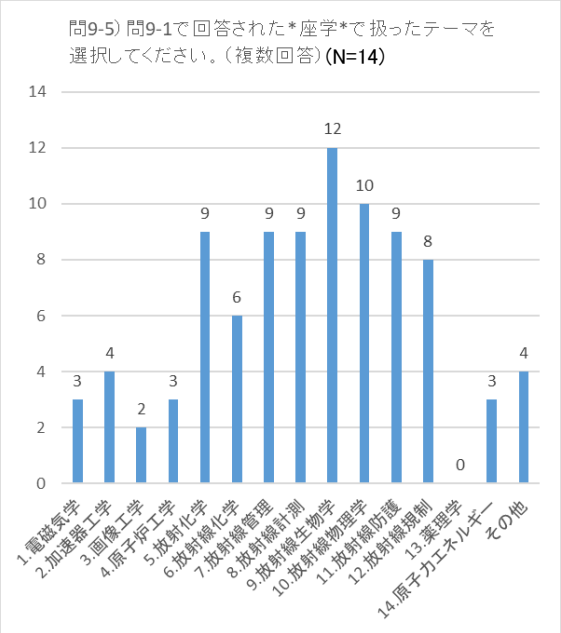
ちなみに、問 9_5,7 における「その他」としては、表 3-2 の回答があった。放射線生物学、薬理学等については、座学全般と RI 分野に共通している。

表 3-2 医学系、問 9_5,7 における「その他」回答

問 9_5	問 9_7
放射線生物学	放射線生物学
原子力災害医療	RI 内用療法
放射線健康リスク科学	公衆被ばく
死後画像、考古学	薬理学
放射線生物	薬理学、核医学検査
緊急被ばく医療	
放射線経営学、放射線治験管理、AI 画像診断プログラミング、新規 RI 治療、創薬	
放射線生物、放射線腫瘍学、放射線治療物理学	
がん, がん治療	
薬理学、放射線医学、画像診断学、放射線腫瘍学、放射線診断学、放射線治療学、核医学　他	
薬理学、原発問題、医療分野における放射線利用	

- 理工薬学系機関

理工薬学系の学科・専攻において、座学のテーマとしては、放射線生物学 12 件、放射線物理学 10 件、放射線管理 9 件、放射線防護 9 件、放射化学 9 件、放射線計測 9 件、放射線規制 8 件などに多いが、このうち、放射線生物学以外のテーマは、RI 分野の回答とほぼ同数となっている。



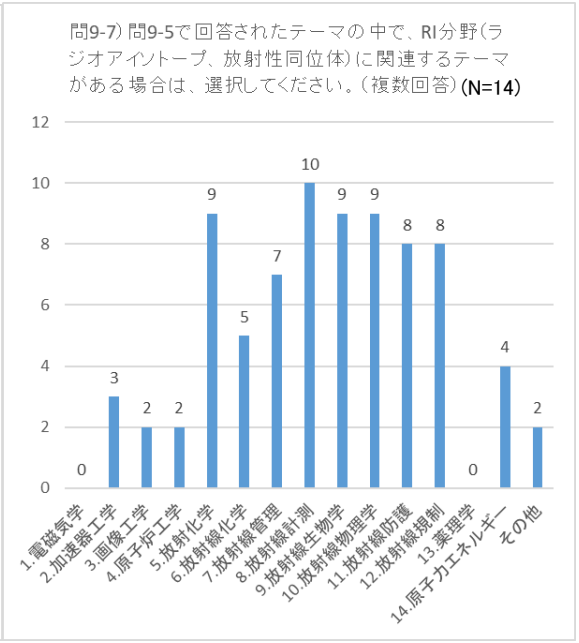


図 3-35　理工薬学系、*座学*で扱ったテーマ(複数回答)(左)
図 3-36　理工薬学系、RI 分野(ラジオアイソトープ、放射性同位体)に関連するテーマ(複数回答)(左)

ちなみに、問 9_5,7 における「その他」としては、表 3-3 の回答があった。医学物理等については、座学全般と RI 分野に共通している。

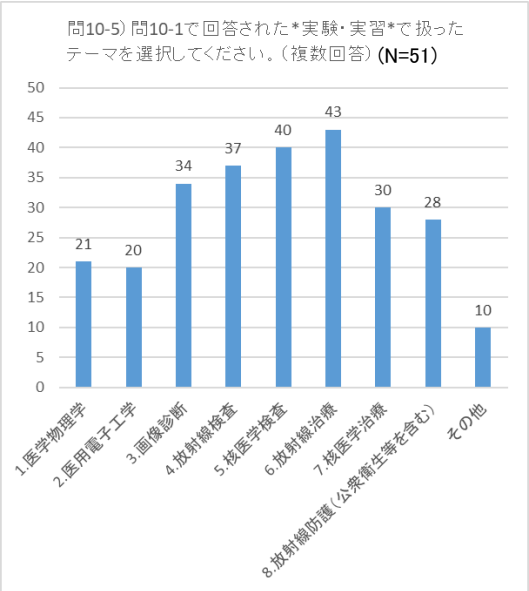
表 3-3　理工薬学系、問 9_5,7 における「その他」回答

問 9_5	問 9_7
放射線治療学・放射線診断学など 学生実験の枠内で講義 医学物理 イオンビーム応用工学	学生実験の枠内で講義 医学物理

(10)　実験・実習のテーマ【問 10_5,7)】

- 医学系機関

医学系の学科・専攻において、実験・実習のテーマとしては、放射線治療 43 件、核医学検査 40 件、放射線検査 37 件の順に多いが、このうち、核医学検査は RI 分野のテーマである。



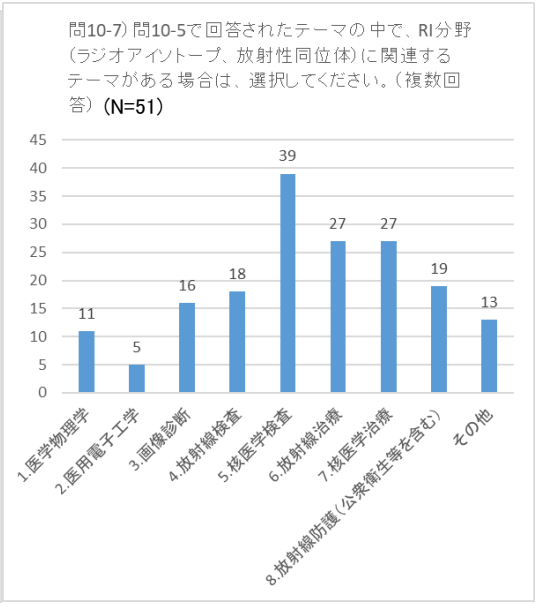


図 3-37　医学系、*実験・実習*で扱ったテーマ(複数回答)(左)
図 3-38　医学系、RI 分野(ラジオアイソトープ、放射性同位体)に関連するテーマ(複数回答)(右)

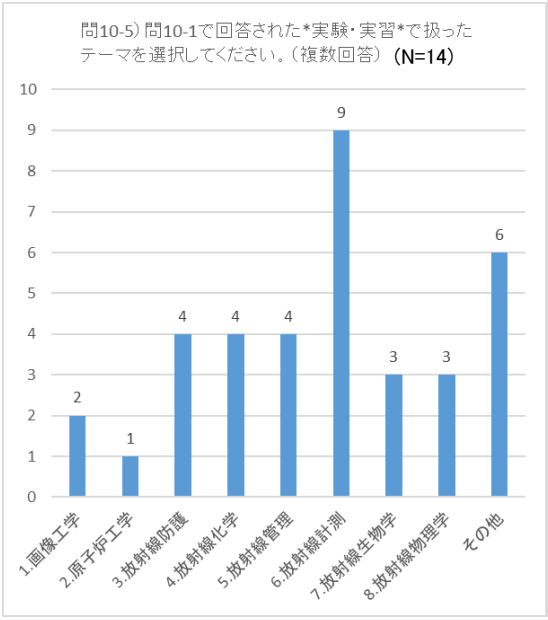
ちなみに、問 10_5,7 における「その他」としては、表 3-4 の回答があった。放射線生物学、放射線計測、創薬、治験、薬物動態については、座学全般と RI 分野に共通している。

表 3-4　医学系、問 10_5,7 における「その他」回答

問 10_5	問 10_7
放射線生物学 放射線計測 創薬、治験 放射線生物、放射線計測、放射線品質管理、薬物動態 エックス線撮影・撮影補助・診断	放射線生物学 放射線計測 創薬、治験 薬物動態 放射線計測学実験

- 理工薬学系機関

理工薬学系の学科・専攻において、実験・実習のテーマとしては、放射線計測 9 件が多く、次いで放射線防護 4 件、放射線管理 4 件、放射線化学 4 件となっているが、これらは、RI 分野のテーマである。



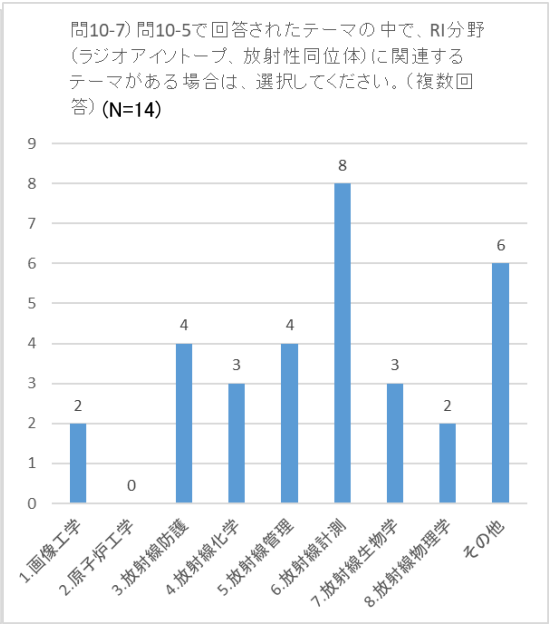


図 3-39　理工薬学系、*実験・実習*で扱ったテーマ(複数回答)(左)
図 3-40　理工薬学系、RI 分野(ラジオアイソトープ、放射性同位体)に関連するテーマ(複数回答)(右)

ちなみに、問 10_5,7 における「その他」としては、表 3-5 の回答があった。放射化学については、座学全般と RI 分野に共通している。

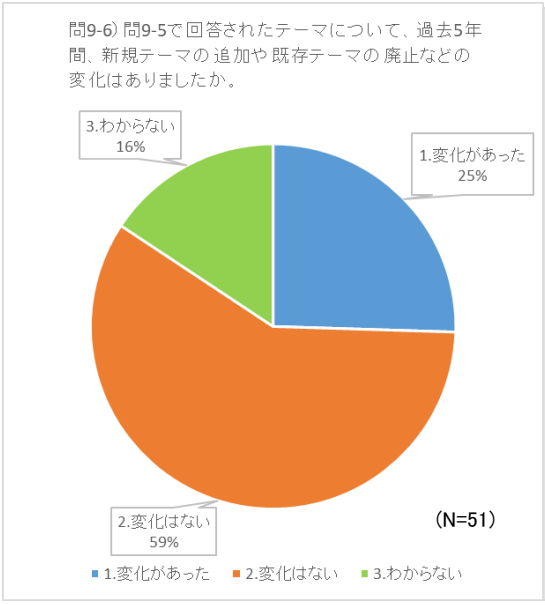
表 3-5　理工薬学系、問 10_5,7 における「その他」回答

問 10_5	問 10_7
放射線治療学・放射線診断学など 放射化学	核医学治療学・核医学診断学・放射性薬品科学 放射化学

(11)　RI・放射線分野全体のテーマの変化【問 9,10_6)】

- 医学系機関

医学系の学科・専攻において、RI・放射線分野全体としては、座学及び実験・実習ともに、変化がないとの回答が 6 割程度となっている。



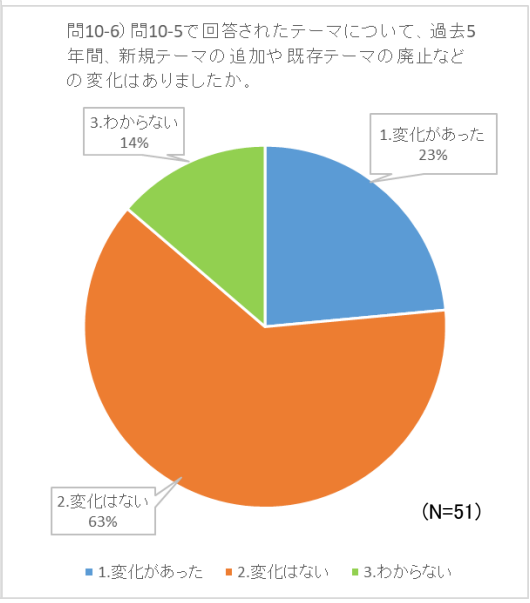


図 3-41　医学系、問 9-5(座学)で回答されたテーマ、過去5年間の増減の変化(左)
図 3-42　医学系、問 10-5(実験・実習)で回答されたテーマ、過去5年間の増減の変化(右)

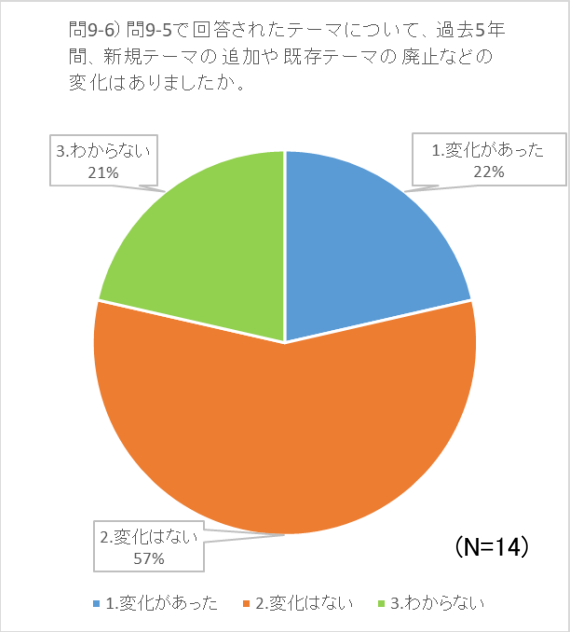
ちなみに、問 9,10_6 における「1.変化があった」の内容としては、表 3-6 の回答があった。座学、実験・実習ともに、テーマの増加が挙げられている。実験・実習では、具体的に、3D プリンタ、AI、臨床画像学等のテーマが挙げられた。

表 3-6 医学系、問 9,10_6 における「1.変化があった」の内容

問 9_6_1（座学）	問 10_6_1（実験・実習）
従来は医師や看護師が行ってきた業務内容の一部が診療放射線技師でも可能となり、学習範囲が広がっていく傾向にある。 診療放射線技師の業務拡大に伴う法改正により科目数（テーマ）が増加した。 新規開設学科のため増加 医療に用いられる放射線診断における進歩があるため、新規テーマが増えている。 増加した 診療放射線技師法施行令等の一部を改正する政令の公布に伴う教育課程の変更 新たな検査や治療法を取り上げた 2020 年の医療法施行細則改正に関する内容を追加した 臨床的内容の増加 放射線治療のテーマに関し、より充実した講義へと変化している。 新規テーマの追加あり	従来は医師や看護師が行ってきた業務内容の一部が診療放射線技師でも可能となり、学習範囲が広がっていく傾向にある。 診療放射線技師の業務拡大に伴う法改正により科目数（テーマ）が増加した。 新規開設学科のため増加 コロナによる在宅学習として iPad を導入するなど、学習環境やハードウエア的な変化に伴いテーマも変化した。 診療放射線技師法施行令等の一部を改正する政令の公布に伴う教育課程の変更 新規テーマとして医用工学（3D プリンタ）、人工知能の実習（特に RMCP）を組み込んだ。 増加 実践臨床画像学，臨床実習を増やした。 新規テーマの追加 実習の場及び時間の増加。

- 理工薬学系機関

理工薬学系の学科・専攻において、RI・放射線分野全体としては、座学は 57%、実験・実習は 72%が変化がないとの回答であった。



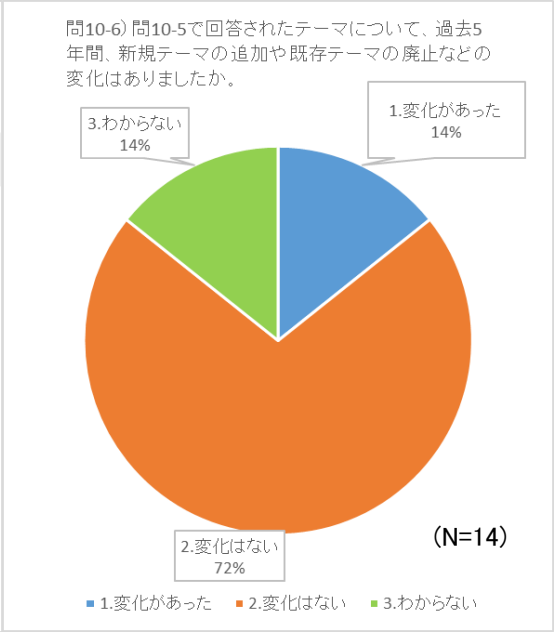


図 3-43　理工薬学系、問 9-5(座学)で回答されたテーマ、過去5年間の増減の変化(左)
図 3-44　理工薬学系、問 10-5(実験・実習)で回答されたテーマに、過去5年間の増減の変化(右)

ちなみに、問 9,10_6 における「1.変化があった」の内容としては、表 3-7 の回答があった。講義が増えたとする意見の一方、減少したという意見もあった。

表 3-7　理工薬学系、問 9,10_6 における「1.変化があった」の内容

問 9_6_1(座学)	問 10_6_1(実験・実習)
放射線治療・放射線診断における AI に関する講義が増加 核医学治療(RI 内用療法)に関する講義が増加 減少及び廃止 大学院物理学コースについて、医学物理人材育成プログラム開始に伴い新規開設した。理学部・工学部については変更なし。	原発事故に由来する発電所での作業者以外への有意な放射線障害は無かったのに、古い報道に由来する自覚に乏しい差別感情と差別される側の被害者意識が残って地域復興の妨げとなっていることにはっきりと言及するようになった。 減少及び廃止

(12)　RI 分野のテーマの変化【問 9,10_8)】

- 医学系機関

医学系の学科・専攻において、RI 分野に限定した場合でも、座学、実験・実習共に、全体と比較して大きな違いは見られない。

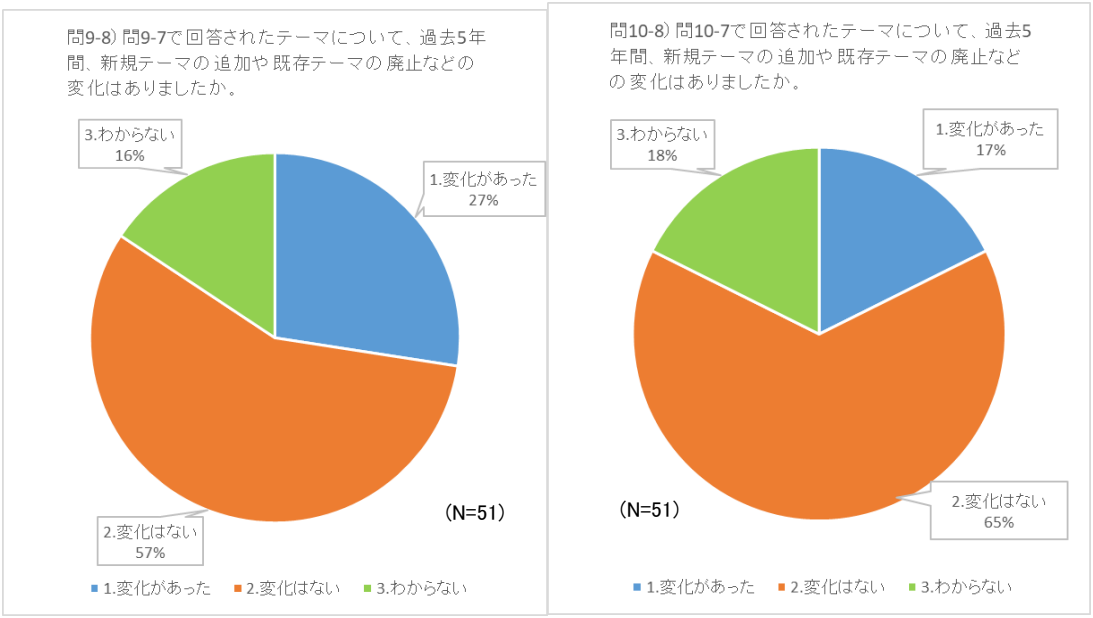


図 3-45　医学系、問 9-7（座学）で回答された RI 分野（ラジオアイソトープ、放射性同位体）のテーマ、過去5年間の増減の変化(左)
図 3-46　医学系、問 10-7（実験・実習）で回答された RI 分野（ラジオアイソトープ、放射性同位体）のテーマに、過去5年間の増減の変化(右)

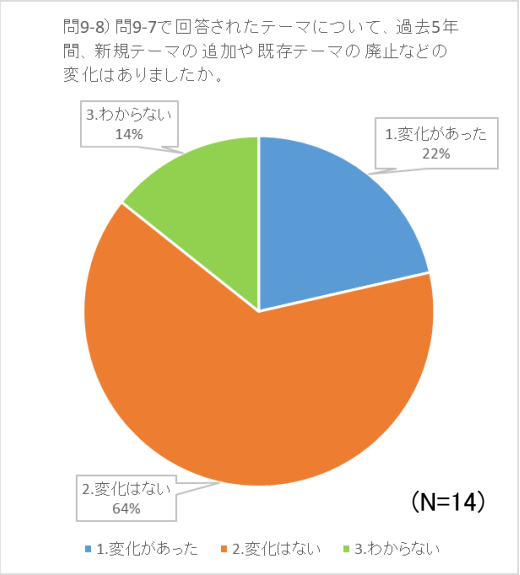
ちなみに、問 9,10_8 における「1.変化があった」の内容としては、表 3-8 の回答があった。増加傾向の意見が多く、具体的テーマとしては、座学では核医学治療、実験・実習では臨床画像学等が挙げられた。

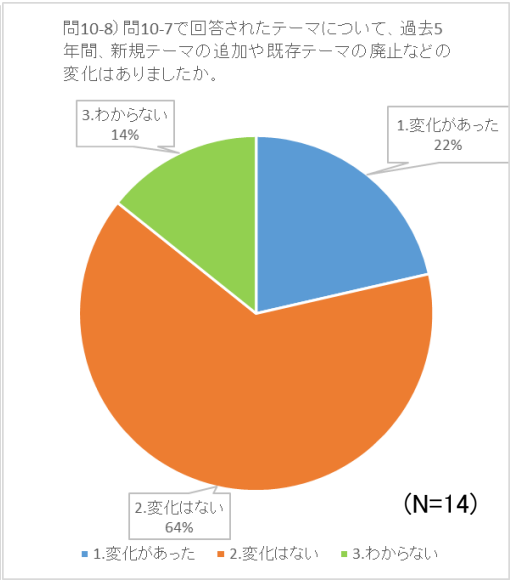
表 3-8 医学系、問 9,10_8 における「1.変化があった」内容

問 9_8_1（座学）	問 10_8_1（実験・実習）
従来は医師や看護師が行ってきた業務内容の一部が診療放射線技師でも可能となり、学習範囲が広がっていく傾向にある。 診療放射線技師の業務拡大に伴う法改正により科目数（テーマ）が増加した。 新規開設学科のため増加 医療に用いられる放射性同位元素による新しい診断方法や治療方法 増加した 診療放射線技師法施行令等の一部を改正する政令の公布に伴う教育課程の変更 核医学内用療法の進歩に合わせ、「核医学治療」の座学は取り扱うトレーサが年々増えており、それに合わせて講義内容をアップデートしている。 2020 年の医療法施行細則改正に関する内容を追加した 科目増に伴う増加 新たな核医学治療の追加を行い，最新の状況を講義している。 講義数は増加傾向となっている。	従来は医師や看護師が行ってきた業務内容の一部が診療放射線技師でも可能となり、学習範囲が広がっていく傾向にある。 診療放射線技師の業務拡大に伴う法改正により科目数（テーマ）が増加した。 新規開設学科のため増加 新規検査や治療などの医療分野に新しく導入された内容を追加している。 診療放射線技師法施行令等の一部を改正する政令の公布に伴う教育課程の変更 新たな検査や治療法を取り上げた 増加 実践臨床画像学，臨床実習を増やした。 新規テーマの増加

- 理工薬学系機関

理工薬学系の学科・専攻においても、RI 分野に限定した場合、座学は「変化がない」、実験・実習は「変化があった」との回答が、全体と比較して若干多く見られた。





(n=14)

図 3-47　理工薬学系、問 9-7(座学)で回答された RI 分野(ラジオアイソトープ、放射性同位体)のテーマ、過去5年間の増減の変化(左)[9]
図 3-48　理工薬学系、問 10-7(実験・実習)で回答された RI 分野(ラジオアイソトープ、放射性同位体)のテーマ、過去5年間の増減の変化(右)[10]

ちなみに、問 9,10_8 における「1.変化があった」の内容としては、表 3-9 の回答があった。座学、実験・実習ともに、核医学治療等のテーマの増加が挙げられた一方、減少と回答したものもあった。

表 3-9　理工薬学系、問 9,10_8 における「1.変化があった」内容

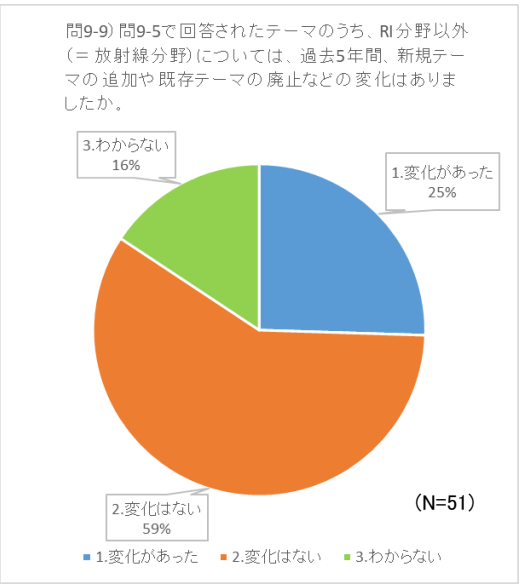
問 9_8_1(座学)	問 10_8_1(実験・実習)
核医学治療(RI 内用療法)に関する講義が増加 減少及び廃止 大学院物理学コースについて、医学物理人材育成プログラム開始に伴い新規開設した。理学部・工学部については変更なし。	核医学治療学に関する実習が増加 原子力発電所が戦争に巻き込まれる事例について言及することとなった。 減少及び廃止

(13)　放射線分野のテーマの変化【問 9,10_9)】

- 医学系機関

RI 分野と同様、医学系の学科・専攻において、放射線分野に限定した場合でも、座学、実験・実習共に、全体と比較して大きな違いは見られない。

[9] なお、理工薬学系機関のテーマの変化については、座学において、図 3-43(RI・放射線分野全体)≠図 3-47(RI 分野)＝図 3-51(放射線分野)という状態になっており、実験・実習においても、図 3-44(RI・放射線分野全体)≠図 3-48(RI 分野)＝図 3-50(放射線分野)という状態になっている。これは、2 つの回答者における回答のエラーである。
[10] 脚注 9 と同様。



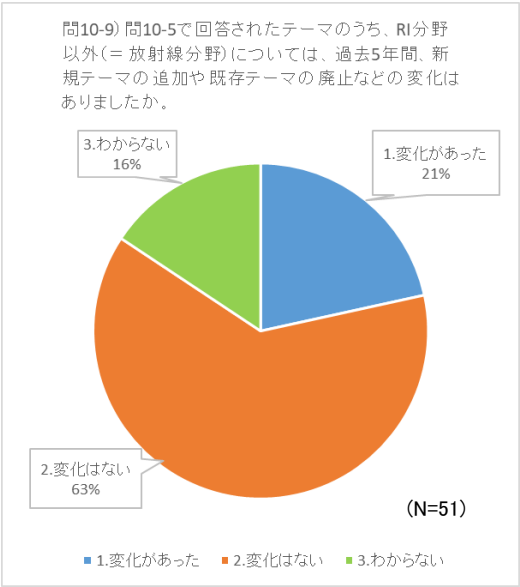


図 3-49　医学系、問 9-5(座学)回答のテーマのうち、RI 分野以外(＝放射線分野)、過去5年間の増減の変化(左)
図 3-50　医学系、問 10-5(実験・実習)回答のテーマのうち、RI 分野以外(＝放射線分野)、過去5年間の増減の変化(右)

ちなみに、問 9,10_9 における「1.変化があった」の内容としては、表 3-10 の回答があった。増加傾向の意見が多く、具体的テーマとしては、実験・実習では医学物理学、放射線防護が挙げられた。

表 3-10　医学系、問 9,10_9 における「1.変化があった」内容

問 9_9_1(座学)	問 10_9_1(実験・実習)
従来は医師や看護師が行ってきた業務内容の一部が診療放射線技師でも可能となり、学習範囲が広がっていく傾向にある。	従来は医師や看護師が行ってきた業務内容の一部が診療放射線技師でも可能となり、学習範囲が広がっていく傾向にある。
診療放射線技師の業務拡大に伴う法改正により科目数(テーマ)が増加した。	新たな検査や治療法を取り上げた
新規開設学科のため増加	新規テーマの増加
医療に用いられる放射線診断における進歩があるため、新規テーマが増えている。	新規開設学科のため増加
増加した	新規検査や治療などの医療分野に新しく導入された内容を追加している。
診療放射線技師法施行令等の一部を改正する政令の公布に伴う教育課程の変更	診療放射線技師の業務拡大に伴う法改正により科目数(テーマ)が増加した。
新たな検査や治療法を取り上げた	診療放射線技師法施行令等の一部を改正する政令の公布に伴う教育課程の変更
2020 年の医療法施行細則改正に関する内容を追加した	増加
臨床的内容の増加	放射線治療分野において当院に小線源治療器の導入と共に実習にも組み込まれた。
講義数は増加傾向となっている。	医学物理学・放射線防護の追加。
新規テーマの追加あり	

- 理工薬学系機関

RI 分野と同様、理工薬学系の学科・専攻において、放射線分野に限定した場合でも、座学、実験・実習共に、全体と比較して大きな違いは見られない。

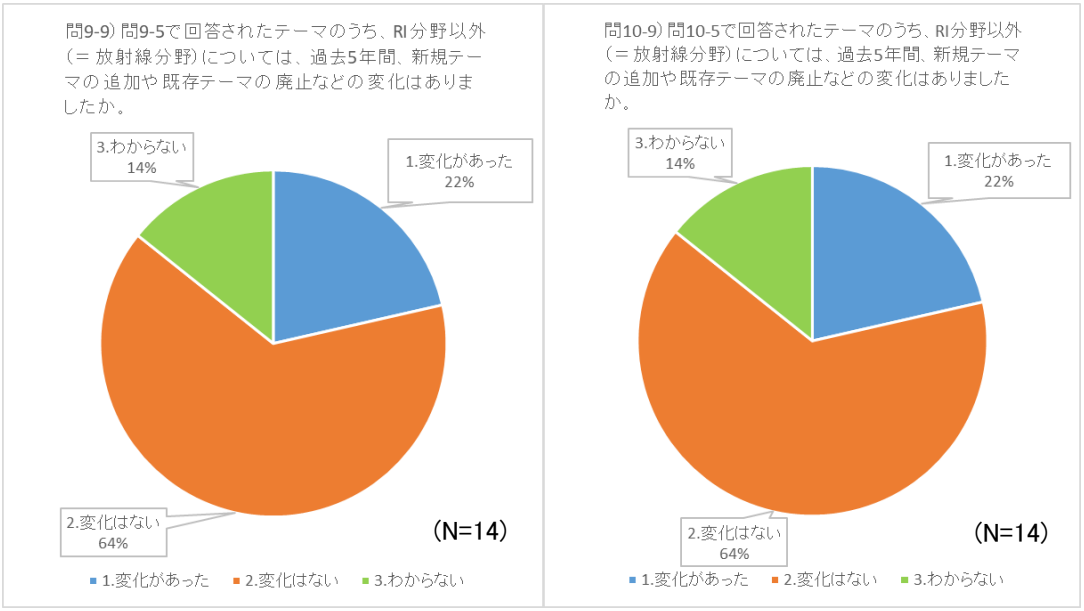


図 3-51　理工薬学系、問 9-5(座学)回答のテーマのうち、RI 分野以外(＝放射線分野)、過去5年間の増減の変化(左)
図 3-52　理工薬学系、問 10-5(実験・実習)回答のテーマのうち、RI 分野以外(＝放射線分野)に、過去5年間の増減の変化(右)

ちなみに、問 9,10_9 における「1.変化があった」の内容としては、表 3-11 の回答があった。座学、実験・実習ともに、核医学治療等のテーマの増加が挙げられた一方、減少と回答したものもあった。

表 3-11　理工薬学系、問 9,10_9 における「1.変化があった」内容

問 9_9_1(座学)	問 10_9_1(実験・実習)
放射線治療・放射線診断における AI に関する講義が増加 減少及び廃止 大学院物理学コースについて、医学物理人材育成プログラム開始に伴い新規開設した。理学部・工学部については変更なし。	放射線治療・放射線診断における AI の利用に関する実習が増加 減少及び廃止

（14）　教育・研究活動の学内での連携【問 11_1)】

- 医学系機関

医学系の学科・専攻において、各学内での他学部・専攻・学科間とは、共同研究（放射線分野 22 件）、講義共有（放射線分野 21 件）、施設・設備の共有（RI 分野・放射線分野ともに 20 件）、教育・研究の情報共有（放射線分野 20 件）などに回答が多いが、RI／放射線分野で比較すると、特に放射線分野での回答が多い。また、回答機関数は 51 であることを考慮すると、約 4 割が各選択肢に挙げた連携を行っていると回答している。

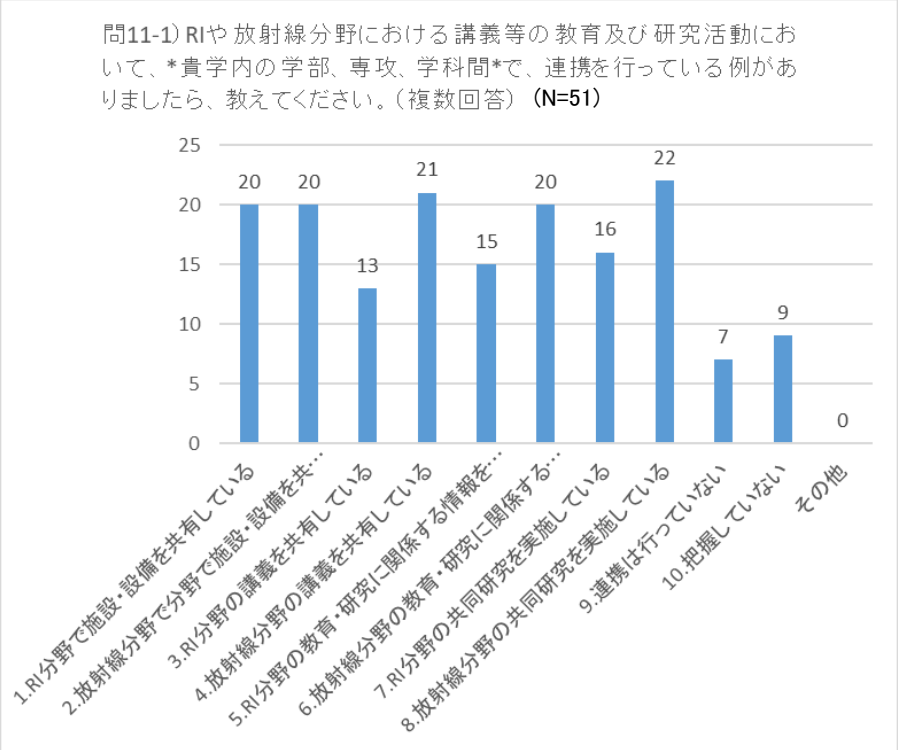


図 3-53　RI や放射線分野における講義等の教育及び研究活動において、*貴学内の学部、専攻、学科間*で、連携を行っている例（複数回答）

- 理工薬学系機関

医学系の学科・専攻において、各学内での他学部・専攻・学科間とは、施設・設備の共有（RI 分野 10 件、放射線分野 8 件）をおこなっているとの回答が多い。回答施設数は 14 であることを考慮すると、半数以上がこうした連携を行っていると回答している。

一方、医学系と比較すれば、講義の共有（RI 分野 7 件、放射線部 5 件）と共同研究（RI 分野 5 件、放射線分野 6 件）は少ない。

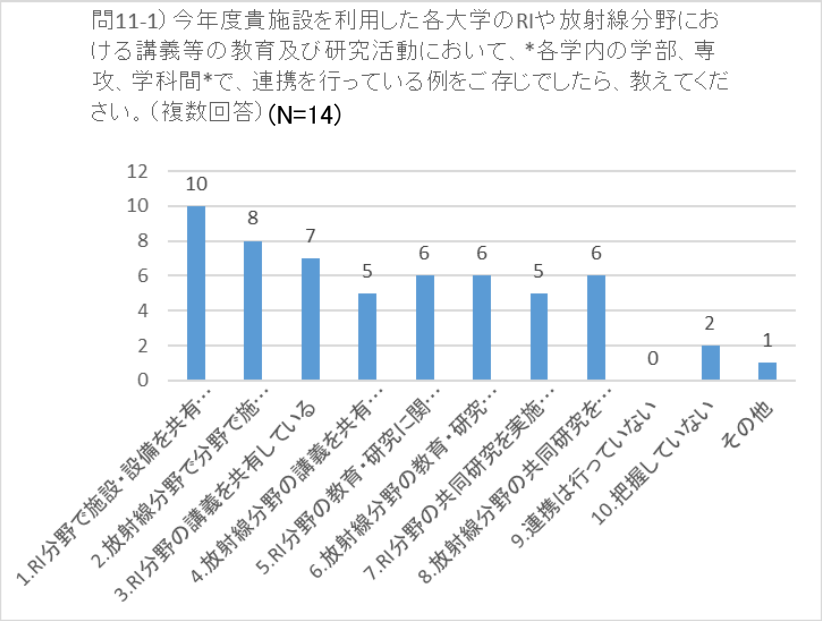


図 3-54　今年度貴施設を利用した各大学の RI や放射線分野における講義等の教育及び研究活動において、*各学内の学部、専攻、学科間*で連携を行っている例(複数回答)

(15)　教育・研究活動の他大学・国公立研究機関との連携【問 11_2)】

- 医学系機関

医学系の学科・専攻において、他大学・国公立研究機関とは、共同研究をおこなっているとの回答が 30 件と多いが、これは、放射線分野での回答であった。

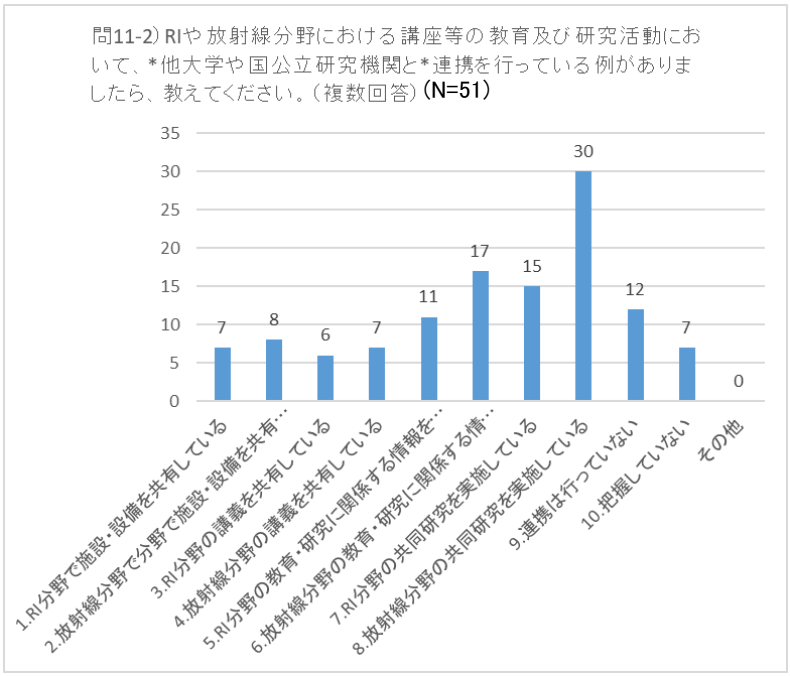


図 3-55　RI や放射線分野における講座等の教育及び研究活動において、*他大学や国公立研究機関と*連携を行っている例(複数回答)

- 理工薬学系機関

理工薬学系の学科・専攻において、他大学・国公立研究機関とは、共同研究をおこなっているとの回答（RI 分野 7 件、放射線分野 5 件）が多いが、医学系と比較すると、回答数は少ない。

なお、その他としては、「他大学の教員で、本学の客員研究員として登録されている者を放射線業務従事者として登録している。その内の一人は実験を行い施設を使用している」との回答があった。

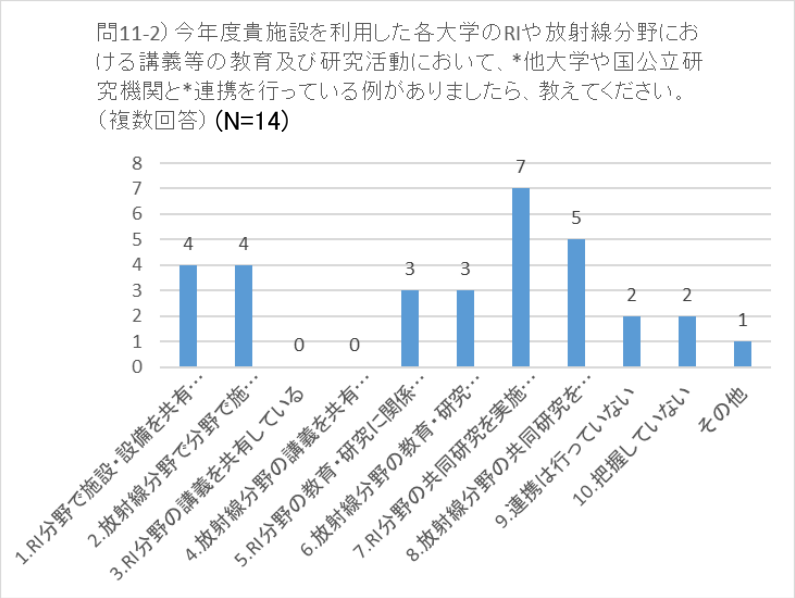


図 3-56　今年度貴施設を利用した各大学の RI や放射線分野における講義等の教育及び研究活動において、*他大学や国公立研究機関と*の連携を行っている例(複数回答)

（16）　教育・研究活動の民間の企業・研究機関との連携【問 11_3)】

- 医学系機関

医学系の学科・専攻において、民間の企業・研究機関とは、共同研究をおこなっているとの回答（RI 分野 14 件、放射線分野 20 件）が多いが、これは、他大学・国公立の研究機関と同様、放射線分野での回答であった。

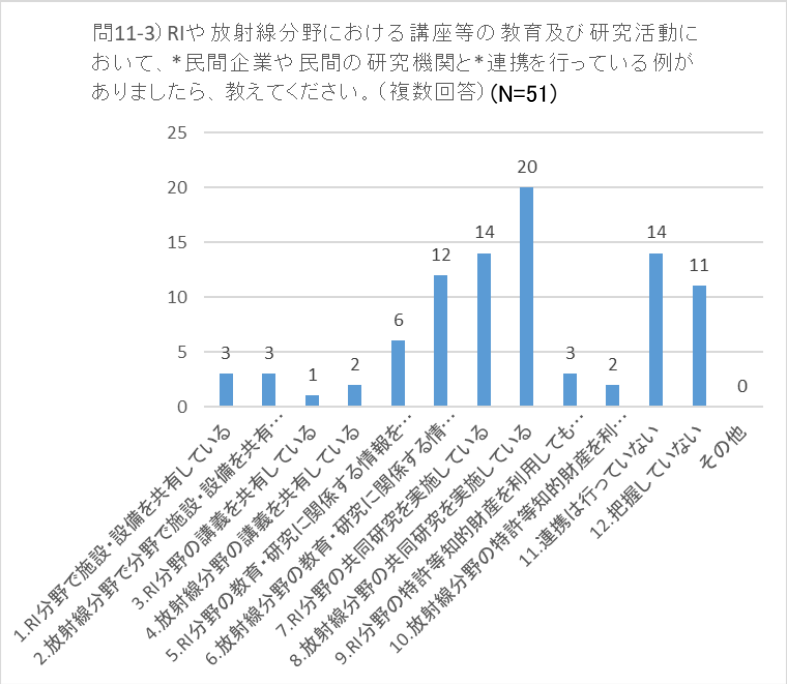


図 3-57　RI や放射線分野における講座等の教育及び研究活動において、*民間企業や民間の研究機関と*連携を行っている例(複数回答)

- 理工薬学系機関

理工薬学系の学科・専攻においては、民間の企業・研究機関とは、行っていない」(4 件)との回答傾向が強い。

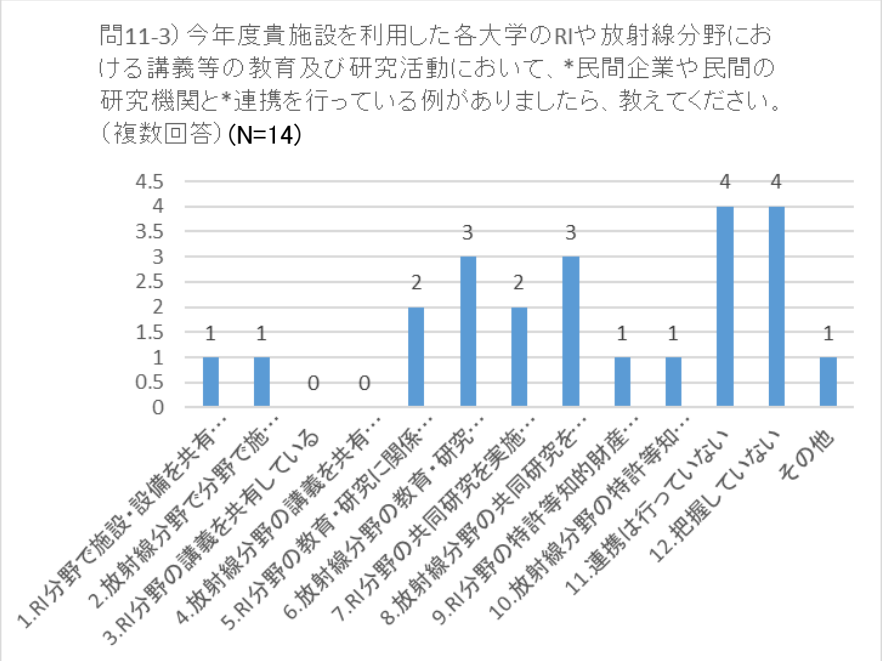


図 3-58　今年度貴施設を利用した各大学の RI や放射線分野における講義等の教育及び研究活動において、*民間企業や民間の研究機関と*連携を行っている例(複数回答)

（17）　履修生の進路【問 12_1)】

- 医学系機関

医学系の学科・専攻において、RI・放射線分野の講義を履修した昨年度の卒業生の進路としては、医師（27 件）及び技師・テクニカルスタッフ（29 件）が多かった。

なお、その他の回答としては、「大学院進学」「保健師、助産師」「臨床研修医」「事務」「「国家試験再受験」「未定」「企業」「卒業生は出ていない」「起業」があった。

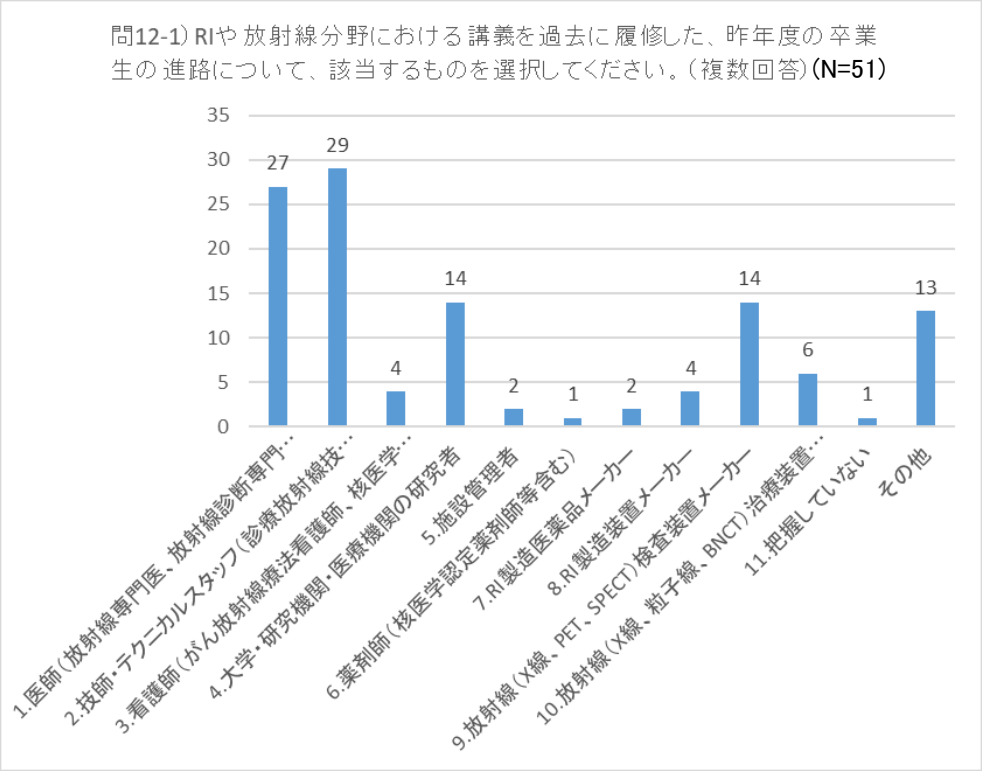


図 3-59　医学系、RI や放射線分野における講義を過去に履修した、昨年度の卒業生の進路について（複数回答）

- 理工薬学系機関

理工薬学系の学科・専攻において、RI・放射線分野の講義を履修した昨年度の卒業生の進路としては、研究者（9 件）及び技師・テクニカルスタッフ（4 件）が多かった。

なお、その他としては、「歯科医師」「歯科衛生士」「大学院進学」「事務」等の回答があった。

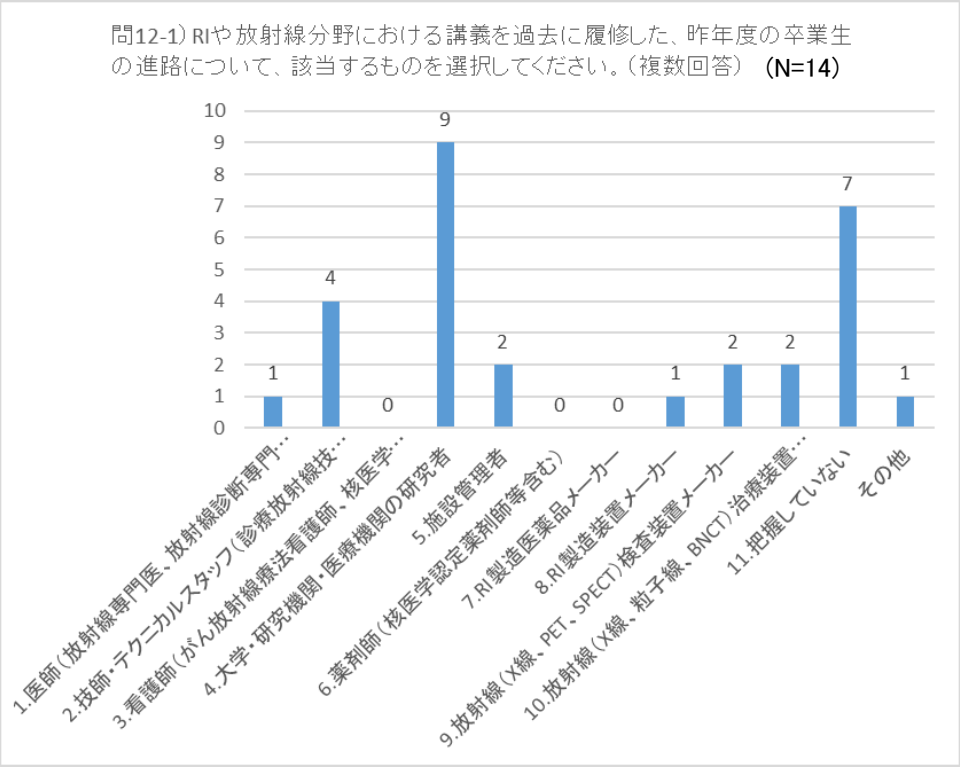


図 3-60　理工薬学系、RI や放射線分野における講義を過去に履修した、昨年度の卒業生の進路について（複数回答）

（18）　増加した履修生の進路【問 12_1)】

- 医学系機関

医学系の学科・専攻において、RI・放射線分野の講義を履修した昨年度の卒業生の進路のうち増加したものとしては、その他が多いが、具体的内容を見ると、「なし」に関する回答であり、変化はないといってよい。

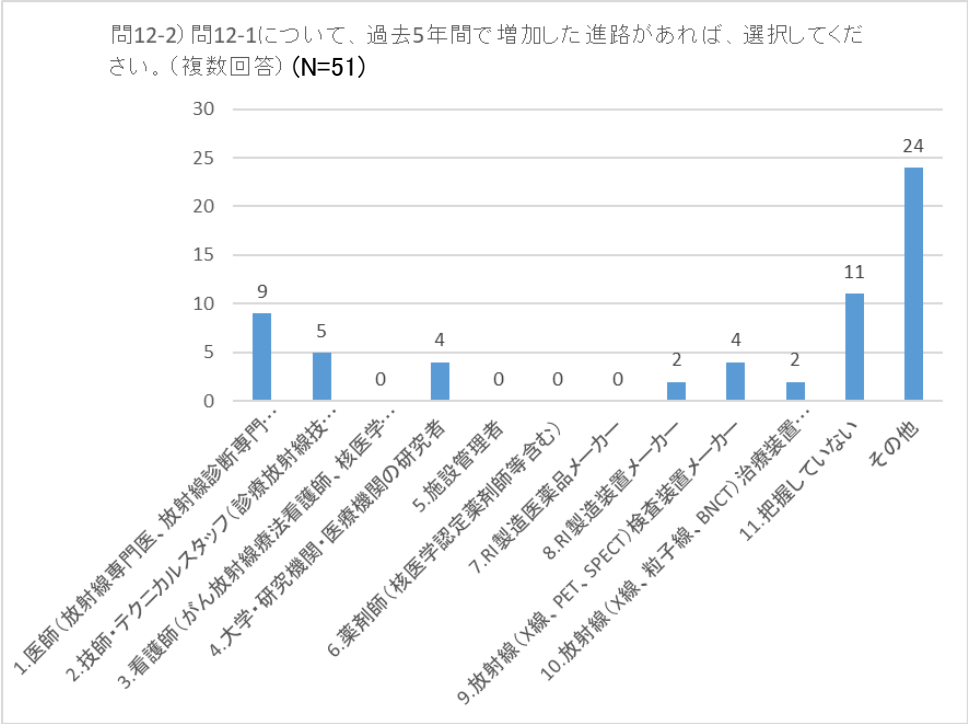


図 3-61　医学系、過去 5 年間で増加した進路(複数回答)

- 理工薬学系機関

理工薬学系の学科・専攻において、RI・放射線分野の講義を履修した昨年度の卒業生の進路の増加したものは、各施設管理者には把握されていない。

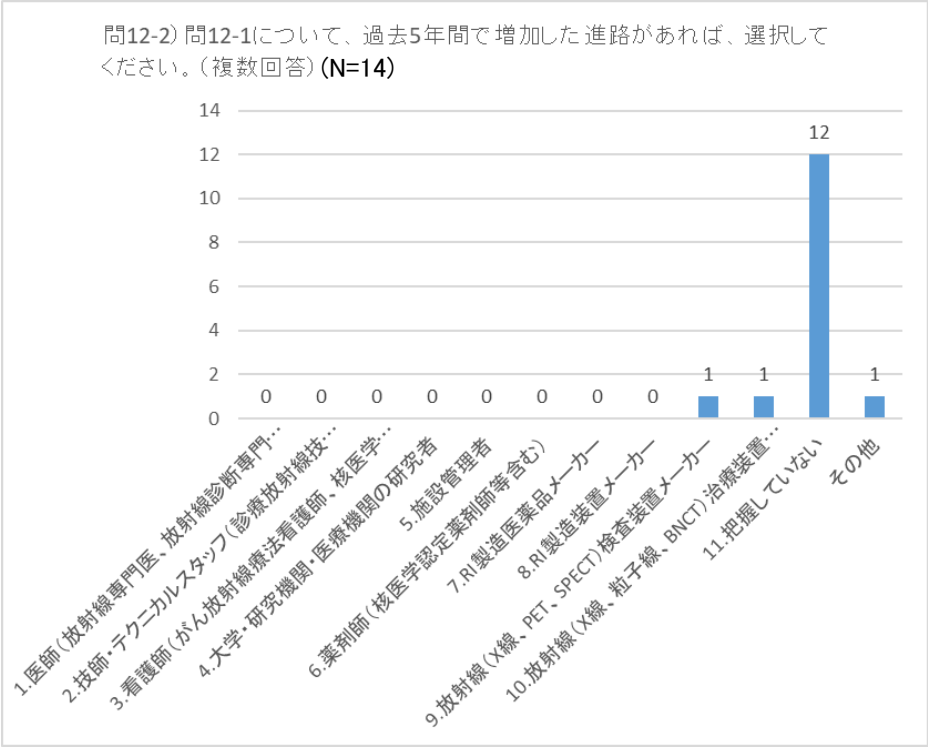


図 3-62　理工薬学系、過去 5 年間で増加した進路(複数回答)

(19)　減少した履修生の進路【問 12_1)】

- 医学系機関

医学系の学科・専攻において、RI・放射線分野の講義を履修した昨年度の卒業生の進路のうち減少したものとしては、その他が多いが、具体的内容を見ると、増加したものと同様、「なし」に関する回答であり、変化はないといってよい。

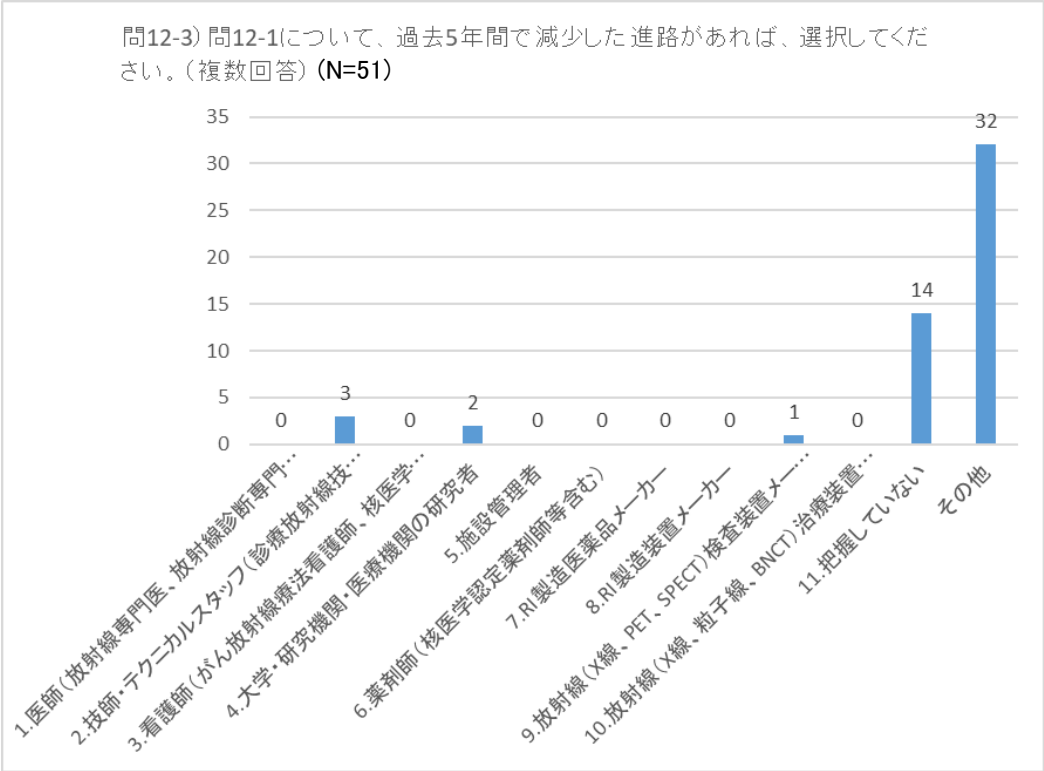


図 3-63　医学系、過去 5 年間で減少した進路(複数回答)

- 理工薬学系機関

理工薬学系の学科・専攻において、RI・放射線分野の講義を履修した昨年度の卒業生の進路の減少したものは、増加したものと同様、各施設管理者には把握されていない。

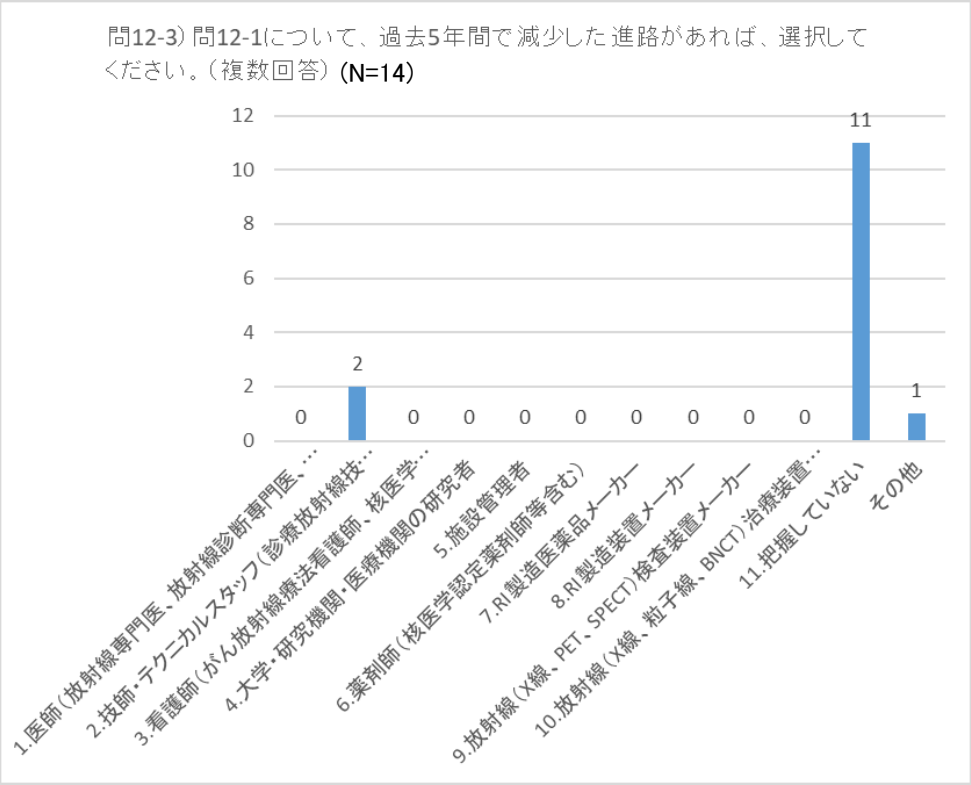


図 3-64　理工薬学系、過去 5 年間で減少した進路(複数回答)

(20)　RI や放射線分野の人材育成に関して課題【問 13)】

RI や放射線分野の人材育成に関する課題としては、以下の回答があった。

- 医学系機関

医学系機関では、志望する学生や教員の減少等の人材不足、機器・設備・施設の利用、人材育成プログラムの整備や改善点に関する意見が挙げられた。

- ✓ 人材不足(志望学生減少、教員の減少)
  - ✧ 原子力分野および医療分野における RI 管理等の職を目指す人材が慢性的に不足していることが課題である。
  - ✧ 近年、RI の医学利用の進歩は目覚ましく、診断および治療の目的で利用されていますが、我が国では核医学の分野に進む若手が以前と比べて減少しています。国内での臨床核医学の有効利用を進める上で今後の課題の一つと思われます。
  - ✧ 実習設備の不足、教員の不足
  - ✧ 研究期間における雇用が非常勤であることが多いため、学生に研究の魅力を伝えても研究職への就職の動機づけにならない。よって、研究を志す学生も減っている。
  - ✧ 医学物理士を取得する放射線技師が不足している。
  - ✧ 近年研究用非密封 RI の多くが蛍光物質に置き換えられており RI を使用する教員が少なくなっている。そのため RI を新たに使う大学院生も少なくなっており後進の人材育成が進みにくい状況にある。

- ✧ RI の管理ができる人材が不足しており、人材育成の重要性を実感している。それが、本アンケートに出てくるような教育なのか、その他の要素なのかは分からない。

✓ 機器・設備・施設の利用

- ✧ RI や放射線分野の人材育成は、機器や施設の整備に大きく左右されると思います。
- ✧ 大学病院など臨床以外に医師、メディカルスタッフの教育も行う施設にはもう少し機器整備しやすいように別途配慮いただければ大変有り難いと思います。
- ✧ 機器や施設の整備が高額でそのために短期間での償却が難しいため、技術革新があっても容易には導入や更新は行えません。
- ✧ 施設の規則や専門医制度のプログラム・カリキュラムを考慮すると若手医師は他施設での研修に少しハードルがあります。
- ✧ また医学生が他施設で研修を受けるのはもう少し難しいと思います。
- ✧ 医学研究にRIを使用する必要性が少なくなり、施設利用者が減少し、人材育成ができなくなってきている。

✓ 人材育成プログラムの整備・改善

- ✧ 若手教育者、研究者育成のプログラムの確立
- ✧ 本学には診療放射線技師を養成するコースが存在しない
- ✧ 現在医学部では RI や放射線分野の講義等が極めて少なく、人材育成が困難である。
- ✧ 専門医に関して、取得のために要求される実地経験の内容が、現在の業務内容と合致していない（現在ほとんど行われていない技術に対する経験を要求するなど）。
- ✧ 診療放射線技師養成の学科であるが、被ばく相談等のリクスコミュニケーション教育が必要
- ✧ 3 年過程の専修学校では、教授期間が短期間で、詰め込み教育になってしまっている。
- ✧ 放射線科医としての人材育成については、放射線科医の確保が必須条件ですが、シーリング制度（後期研修医の受け入れ制限）の対象となっている都道府県においては、放射線科医の獲得に制限があります（シーリング制度によって年間の受け入れ後期研修医数の制限がある都道府県では放射線科医の確保の妨げとなっています（都道府県によっては後期研修医が放射線科に入局したくてもできません））。

✓ その他

- ✧ 放射線治療分野に興味を持つ学生が少ないなど課題は多数あるが、最も重要な問題は国内で生産できておらずほとんどの RI を輸入に頼っている点である。リスクを分散させて供給停止問題は対策すべきと考える。
- ✧ 医学科や医学院というより、保健科学院や保健科学研究院、医理工学院などが重要な印象もある。
- ✧ 特になし（4 件）

● 理工薬学系機関

理工薬学系機関からも、志望する学生や教員の減少等の人材不足、機器・設備の整備、他施設の利用、人材育成プログラムの整備や改善点に関する意見が挙げられたが、医学系と比較すると、拠点整備やキャリアパスの提示等に関する意見が見られた。

- ✓ 人材不足（志望学生減少、教員の減少）
  - ✧ 教育の機会、施設、予算、指導者・教育者、学生の減少
  - ✧ 非密封放射性同位体を取り扱える人材の減少
  - ✧ 若手教職員の育成と資格取得が急務だと思います。
  - ✧ 専門教員、専門職員の不足感。
  - ✧ 実験ツールとしての使用が激減してから時間もかなり経過したため、RI の使用経験を持つ教員自体が減少しており、学生の指導が難しい状況になっています。
- ✓ 機器・設備・施設の利用
  - ✧ 利用施設の老朽化による管理コストの増大。
  - ✧ RI 施設・設備の維持管理費用の確保
  - ✧ また、放射線施設の保有が財政的にかなり大きな負担となっている事業所も増加しているのではないかと思います。
  - ✧ 医学研究にRIを使用する必要性が少なくなり、施設利用者が減少し、人材育成ができなくなってきている。
- ✓ 人材育成プログラムの整備・改善
  - ✧ 初等教育において、自然放射線を気候や地理の一環として学ぶ機会を設けていただきたい。
  - ✧ 放射線の基礎的教育の充実（一般化）
- ✓ その他
  - ✧ 原発事故に由来する被害を研究する研究室があったが大きな被害が無いままに環境中の放射線量が減少しつつあることを受けて研究にも区切りをつけつつある。研究成果は報道されず（過剰報道が原発事故被害の本体であったことを報道機関が認めるはずがない）、学生の定数削減が教員の定数削減に直結し、数年後には専任職員の定数を1から0に減らす見込みである。予算を減らしてどうして人材を求めようとするのかわれわれには理解できない。
  - ✧ RI や放射線分野を仕事とした場合の、魅力的なキャリアパスが明確に示せるようになる必要があると思います。
  - ✧ RI センター長会議や日本学術会議の提言にあるように、拠点化構想に基づく各大学・事業所の連携を早期に確立し、それぞれの事業所での教育から、拠点での教育に移行していかねばならない時期にあるのかもしれません。
  - ✧ また、放射性医薬品に携わる薬剤師は、各大学の薬学部卒業生の 1%に満たない状況（2020 年 9 月時の核医学認定薬剤師は 69 名）ではないかと思います。このため、医療におけるその重要性を実感させることができない状況にあります。もちろん放射線や放射性物質の基礎的な知識は座学で習得してもらわねばなりません。しかし、実技的および法的なことに関しては、必要と予想されるあるいは必要となった薬剤師に全薬学部（あるいは地域の薬学部）の担当教員が分担し、拠点を利用して研修をする、という方が、現状では、薬学部の社会貢献としては実効性があるのかと思います。（もちろん、将来、放射性医薬品の使用が増加し、医薬品の中でのウェイトが高くなった場合は、各薬学部で指導するべきことになりますが。）

3.3.5 アンケートの回答から得られた示唆

(1) 研究室数、教員総数、学生総数、施設数、講義数、受講者数における医学系と理工薬学系の変化

研究室数、教員総数、学生総数、施設数、講義数、受講者数について、医学系と理工薬学系で変化に一定の傾向の差が見られた。いずれも、変化がないという回答が最も多かった[11]ものの、医学系においては増加しているという回答が減少しているという回答をほぼ上回っているが、理工薬学系の場合、減少しているという回答が、増加しているという回答をいずれも上回っていた。

理工薬学系については、回答数が少ないこともあり、これを全国的傾向と一概に判断することは適当ではないが、ヒアリングの結果も踏まえ、理工薬学系の教育の近年の傾向については、3.4.4 で改めて検討する。

(2) 講義テーマの変化

講義テーマについては、変化がないという回答が大半を占め[12]、近年変化があったという回答は、医学系、理工薬学系、また、RI 分野、放射線分野に関わらず、1-2 割程度である。ただし、近年の変化としては、医学系においては、テーマの増加を挙げる意見で占められたが、理工薬学系では、テーマの増加と減少の両方の意見があり、明確な傾向は現れなかった。

(3) 教育・研究活動の連携

教育・研究活動における学内や学外との連携については、学内においては医学系、理工薬学系ともに 4-5 割程度の学科・専攻において、共同研究や講義・施設の共有等、連携を行っているとの回答が得られた。一方、学外においては、他大学・国立研究機関との共同研究に回答が多くみられたが、民間の企業・研究機関とは、医学系の共同研究以外は、特に連携の回答が集まらなかった。

(4) 履修生の進路

履修生の進路については、医学系が医師もしくは技師、理工薬学系が研究者もしくは技師という傾向がみられた。また、進路に近年の変化の傾向はみられなかった。

(5) 人材育成に関する課題

自由記述からは、人材育成に関する課題として、医学系、理工薬学系ともに、志望する学生や教員の減少等の人材不足、機器・設備・施設の利用、人材育成プログラムの整備や改善点に関する意見

[11] 過去 5 年間の変化がないというという回答は多かったが、過去 5 年間うち 3 年間は新型コロナの影響を受けており、講義のオンライン化などへの対応のため、教育カリュキュラムの大きな変更は困難という状況も想定される。
[12] 上に同じ。

が挙げられた。なお、理工薬学系からは、拠点整備やキャリアパスの提示等に関する意見も見られた。

3.4 個別の大学に対するRI・放射線関連の教育環境の経年変化等のヒアリング調査

3.4.1 ヒアリング調査の目的・概要

ヒアリングは、RI・放射線分野における教育環境の現状と近年の変化について、アンケート調査よりも個別かつ相互関連性の高い情報を得ることを通じて、アンケート調査を補足して教育環境の把握を詳細に進める目的で実施した。ヒアリング先としては、RI・放射線分野における教育・研究活動を長年実施され、RI 学会等の関連組織においても活動されている有識者という観点から、以下の 2 機関に所属する方に依頼した。

- 【理工薬学系】東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター

担当：センター長　渡部浩司教授
実施日：2023/2/17

- 【医学系】大阪大学大学院医学研究科保健学専攻

担当：西尾禎治教授
実施日：2023/2/22

3.4.2 【ヒアリング結果】東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター（CYRIC）

（1）CYRIC の概要・特徴

CYRIC は、1977 年に東北大学の学内共同教育研究施設として設立され、サイクロトロンの多目的利用（高レベルRIやサイクロトロン生成短寿命 RI の利用、RI 安全取扱など）に関する教育・訓練の場を提供しており、学外にも利用を開放している。組織としては、加速器研究部、測定器研究部、核薬学研究部、サイクロトロン核医学研究部、放射線管理研究部から構成され、理学研究科、薬学研究科、医学系研究科、工学研究科、医工学研究科における講座での利用実績がある。

特に、加速器を有しているという特徴から、他の RI 施設と比較しても、学外からの利用が多いと言われている。学内／学外からの利用は、ほぼ同数である。

（2）CYRIC における近年の教育環境の変化：非密封 RI 分野の縮小

CYRIC の利用は主に実験・実習となるが、近年は特に、非密封 RI 分野（放射化学）における利用が減っている。以前は、毎年実験を行っている研究室が一定の利用期間をキープしていたが、教授の代替わり等の機会を経て、利用が減少している。教員数、学生数、講義数も非密封 RI 分野は減少してい

る。アンケート結果からは、理工薬学系での教員数、学生数、講座数の一部には減少傾向が現れているが、少なくとも、非密封 RI 分野では同じ傾向である。教える側／教えられる側ともに、人材不足といえる。

ホットでの実習は、汚染検査など事前・事後の準備に手間がかかるため避けられる傾向にあり、机上での検討で済ませる方向になってしまうと推測される。

また、放射化学自体が、学問的に成熟していることも関係している。隣接する放射線生物学では、1970 年代に標準だった RI による細胞標識も現在では利用されなくなった。学生の興味が AI や量子コンピューターなどの新分野に向かい、その分野の受講者は増えていると言われている。既存の学問分野は、新分野に学生を取られてしまっている。

（3）人材不足の解消に向けた取組

チョルノービリ原発事故や東電福島第一原発事故以降、原子力や放射線に関わる学問に対する国民意識が後ろ向きになった。多くの大学において、原子力という語句を学科や専攻の名称から外した。東北大学でも原子力エネルギー工学を量子エネルギー工学へと名称を変更した。研究テーマとして、原子力エネルギーの学生への訴求力は落ち、また、廃止措置や廃棄物といったバックエンドは学生にはあまり刺さらなくなった。

昨年あたりから、原子力エネルギーの必要性が再認識されるようになり、政府が GX（グリーントランスフォーメーション）実行会議等において、原子力発電所の再稼働、運転延長や革新炉開発の推進を打ち出した。核融合についても国内では以前から研究に取り組んでいるが、原子力や放射線の推進に向けた機運がようやく高まりつつある。担い手となる人材をどのように確保するか、今後の重要な課題となってきた。

そもそも日本には、原子力や放射線を忌避する傾向がある。そういった意識を変革するため、ひとつには、リスコミ等の社会科学分野においても、原子力に関する研究が求められると考える。フィンランドでは、若者も最終処分場の問題に対して知識・理解があると言われている。情報精査やリテラシーの問題が、日本に影響を及ぼしているように思われる。一方、東電福島第一原発事故から 12 年が経過し、国内でも若者から原子力への嫌悪感は薄れてきているような印象もある。原子力の利用に関する問題を社会科学の側面からも研究が進むことで、世論の形成や人材の確保に拍車がかかることを期待している。

（4）施設の利用促進

人材不足の問題は、施設の利用の停滞にも通じる。施設の維持管理にはコストがかかる（廃止にもコストはかかる）ため、近年は施設の集約管理が進んでいる。その中で、活用度の低い RI 施設は他の施設に代替するとか、集約した施設の利用を促進して、教育の効率性を高める工夫は必要。

一方、各施設管理組織は、組織風土が異なることから、学外の施設を利用する際の手続が煩雑という面がある。施設の利用を促進するという観点からは、この点を改善したい。例えば、DX を活用などによって、利用の簡便化が図れるとよい。

大学等放射線施設協議会は、放射線施設を持っている大学が会員となっているため、放射線施設を持っている大学が学内の施設をどのように使用しているかについては、当然把握している。しかしその反面、施設を持ってない大学は基本的に会員となっていないため、施設を持ってない大学が学外の施設をどのように利用しているかについてはなかなか把握できない。施設の集約管理が進めば、学外の施設利用の機会も増えるはずなので、学外の施設利用の現状についても、把握したい。

(5) その他

今回のアンケートについては、実験・実習のテーマとしても、放射化学の現状を把握したいので、今後、同様のアンケートを行う機会があれば、選択肢に加えてもらえるとよい。また、理工薬学系については、今回は大学等放射線施設協議会の会員の施設を通じて調査したが、今後機会があれば、RI・放射線を扱う学科・専攻を別途調査して、その結果を基に、医学系と同様、直接アンケートを行うとよい。上記のような、施設を持っていない大学の教育の現状を把握することができる。

国に対しては、医療 RI や医療放射線の人材不足等の問題に関心を持っていただいていることに感謝している。被ばく量の一元管理など、国が主導していただけると効率的に進む領域もある。海外の取組も参考にしつつ、今後もご協力をお願いしたい。

3.4.3 【ヒアリング結果】大阪大学大学院医学研究科保健学専攻

(1) 医学系教育の特徴

現在の医学部は、学生に国家資格を取得させることが主なカリキュラムとなっていて、学生も、卒業後は病院に就職してしまい、医療放射線分野の研究に進む者は数少ない。そのため、医療分野において、放射線を専門とする人材は少ない。

また、医学系における現在の原子力分野の研究者の多くは、放射線防護や放射線の健康影響といったリスクに関するテーマにしている傾向がある。広島大や長崎大の研究所においても放射線の生物影響などの研究が盛んな印象がある。核医学の治療分野での研究者は非常に数少ない状況にある。

(2) 近年の教育環境の変化

原子力分野は、人気の上下傾向がはっきりしている。東電福島第一原発事故前はクリーンエネルギーとして原子力に対する学生の関心も高かった。特に医学物理系の講座は超人気で、東京大学大学院の原子力関係の専攻で医学物理学研究室を設けた時は定員の 3 倍に達する程の受験生が集まった。それが、東電福島第一原発事故以降は下火となった傾向にある。最近になり、脱炭素の動きの中で政府が原子力推進の方針を示しているので、復調の兆しは見えつつある。

(3) 人材不足の解消に向けた取組①:理工学との連携を図る教育プログラムの構想

この調査が、RI・放射線分野の人材育成の現状を把握するという目的を持っていることを念頭に置くと、理工薬学系の人材や施設利用の減少は課題として認識される。

医学系の教育においても、理工学系の知識は必要となる。アルファ核種内用療法は現状の医学系の人材だけではカバーできない。同じ放射能であっても、放出する放射線の種類やそのエネルギーによって人体への影響は異なってきて投与量も変わってくる。理工学系の放射線生物学の知識も必要になってくる。

また、近年は AI を活用した画像診断の開発などは学生にとって魅力的に見えているかもしれない。こうした技術に対し医学部はあくまでユーザー側であり、学生のニーズを満たすには、工学系の学部と共同した教育が必要である。

医学系と理工学系の教育の連携は、これまで以上に必要となってきているように思う。

学生自身の交流も必要だろう。阪大には、原子力工学を専攻している学生で、医学部保健学科との共同研究や研究室での活動に参加している者もいる。ただし、これはあくまで個人的な活動であり、学部・学科の教育制度に基づくものではない。他の学部・学科の活動に自主的に参加しようとする学生はほとんどいない。

医学系で修士をとった学生が理工学系の博士課程に進むキャリアがあってもよい。一方、理工系の学生でも、医学に貢献したいと考える学生は多いと思うので、理工系から医学系にコミットできるパスがあるとよい。もちろん、現在でも、理工系学部を卒業して、医学部に再入学したり、医学系の大学院に進学することは制度的にはできるが、実績は少ない。

教授サイドと学生サイドの両方において理工系・医学系が協力する活動が増えるように、相互単位の認定や、一定期間・一定数の学生交換制度など、制度面から支援するよう、整備できないかと思う。

東京大学の原子力国際専攻で医学物理学に関する研究を行うと募集した際に、学内外から多くの学生からの大学院応募があった。

また、2023 年度から 6 年計画の第 4 期が始まる文部科学省「多様な新ニーズに対応するがん専門医療人材（がんプロフェッショナル）養成プラン」では、過去の研究において、北海道大学が医学系と理工系で連携して取り組んでいたが、理工系の学生が少なかった。医学系と理工系で連携して施設の整備から運用、教育（単位の相互認定など）まで含めた教育プログラム（学部生向け／大学院生向け）が整備されるとよい。

これまで、がん医療に対する医学系と理工系の連携による教育体制プログラムの取り組みは行われてきたが、理工系の学生がプログラムに参加することは少なかった。また、こうした教育プログラムを受けると、資格取得が近づくというメリットを与えることもできる。例えば、医療放射線技師や医師は国家資格なので医学部等の専門の教育課程を経る必要があるが、医学物理士は学部問わずに取得できるので、新設の教育プログラムの受講によって、こうした資格の取得にとって一定の条件を満たすように設計してはどうか。

（4）人材不足の解消に向けた取組②：高校生への働きかけ

また、大学としては、学生が入学しないことには教育もできないので、高校生への魅力のアピールも重要。その際には、「原子力」という分野だけでは志望者が増えにくいので、「放射線」等医学系のキーワードも加えて、原子力の人材が医療の現場や全体を発展させる仕事につけるキャリアパスを確立して高校生にも知らせれば、入学志望者が増えるのではないか。

（5）施設の利用促進：事業化の模索

今回のアンケート結果からも、理工系での RI・放射線施設の利用は減っている状況下にある。病院の放射線装置は診療利用のため、装置が更新されているが、その一方、医療系教育用の RI・放射線装置は更新されず、古いまま、利用されずに残っている。教育用の RI・放射線施設を活用して、装置の更新による RI・放射線教育の環境を整備することは非常に重要。病院の臨床で用いられている RI・放射線装置は、薬事承認装置であるため、その用途は臨床利用である。そのため、原則、教育や研究用に用いることはできず、研究教育・開発目的に装置の改造などは一切できない。

RI・放射線施設の管理コストは高いので、教育用の小型加速器等による放射線発生源を地域の拠点となる大学に整備することも非常に重要。加速器を用いた放射線発生源設備は少なくなっている。管理コストに関しては、施設の管理機関が、その施設の必要性を十分理解することが前提だが、医療や教育での利用に供する小型加速器の貸出サービスの事業化など、コストを捻出する仕組みを作ることで、管理機関を支援することも検討するべき。小型加速器を使える環境があれば、事業化の目途も立つ。

放射線を計測する線量計には定期的な校正が必要だが、この校正は、現在、国内では産総研と量研しかできず、毎年大量の線量計の校正の依頼があり、手が足りていない状況である。そういった校正の事業化も考えられる。

宇宙開発ベンチャー向けに、放射線による劣化やダメージの確認を行う事業も考えられる。

（6）その他

今回のアンケートは、医学系で 3 割強の回答率が得られているが、実施期間 3 週間程度でこの回答率は、決して低くはない。また、医学系での RI 用施設や放射線用施設は増えているという実感はあるので、今回のアンケート結果については違和感がない。

一方、今回のアンケートに係る回答依頼・内容確認を当研究室では受けていない[13]。大学の事務室で回答していて、研究室で回答していない例は、他の大学にもあると思う。

RI・放射線分野の施設、企業等の側からしても、放射線測定を行ったことのない学生が来たら困ると思う。一から OJT で教育するより、大学で教育できることはしてもらった上で、学生に就職してほしいと思うはず。一方、大学の側としては、座学の講義は現在でも工夫次第で実施できるが、RI・放射線を扱う教育環境整備は学生への教育として不可欠。学部レベルの講義から、実験・実習に十分な時間と施設が確保できるようにしたい。

企業のインターンに関しては、学部生では単位取得ができ、院生ではテーマが合致すれば活用が進むと思う。

3.4.4 ヒアリング結果から得られた示唆

[13] 大阪大学医学部保健学科には庶務担当宛にアンケートを送付している。

（1）「人材不足」への取組

アンケートからは、特に理工薬学系において、研究室数、教員総数、学生総数、施設数、講義数、受講者数の減少という回答傾向が伺えたが、ヒアリングにおいては、医学系・理工薬学系ともに、教員数、学生数、講義数が減少しているという意見が聞かれた。

放射化学（理工薬学系）の分野においても、教員数、学生数、講義数が減少しているという。その要因としては、学問的に成熟したテーマであることが挙げられている。AI や量子コンピューターなど、新分野の学問領域に学生が多く集まっているという傾向である。

医学物理（医学系）の分野においても、東電福島第一原発事故前は研究室の志望者が定員の 3 倍に上っていた。この傾向が変わったのは、東電福島第一原発事故であるが、この事故により、各大学は、組織の名称から「原子力」等の語句を使わなくなり、学生が減ったと指摘されている。

昨年あたりから、政府が原子力推進の方針を示したことにより、今後、学生の人気が復調するのではないかという見通しも立ちつつある。

人材の確保ついては、以下のアイデアが得られた。

- リスコミ等、社会科学系の研究の促進
- 医学系と理工学系との連携教育プログラムの確立
- 高校生への働きかけ

社会科学系の研究の促進や高校生への働きかけについてはその具体的方法、連携教育プログラムについては既存の先行プログラムとの役割分担など、構想を具体化させるための検討が今後必要となる。

（2）施設の管理・利用

施設の利用が減少しているという意見も、放射化学（理工薬学系）の分野からは聞かれた。管理コストを削減するために、利用状況に応じて施設を統合するという傾向は一般的になっていると伺える。そのため、学外の施設が利用しやすいものであるよう、制度・運用面の検証も今後必要なると想定される。

また、医学系からは、大学等の教育用の設備は、病院の設備と比較して更新されにくいとの指摘があった。教育用の小型加速器等による放射線発生源を地域の拠点となる大学に整備し、校正や計測サービス機能も付加し、事業化によってコストを拠出するというアイデアは、理工学系からの利用にも資するものと考えられる。今後の施設の整備を構想する上で、検討すべきポイントといえる。

4. RIや放射線の医療利用分野に関連する資格・職種の状況調査

4.1 医療 RI・放射線利用の全体フロー

関連資格や職種を整理するにあたり、まずは核医学・放射線利用の全体像をフローで示した。続いて、各職種と資格ごとの主な役割分担のマッピングを行った。

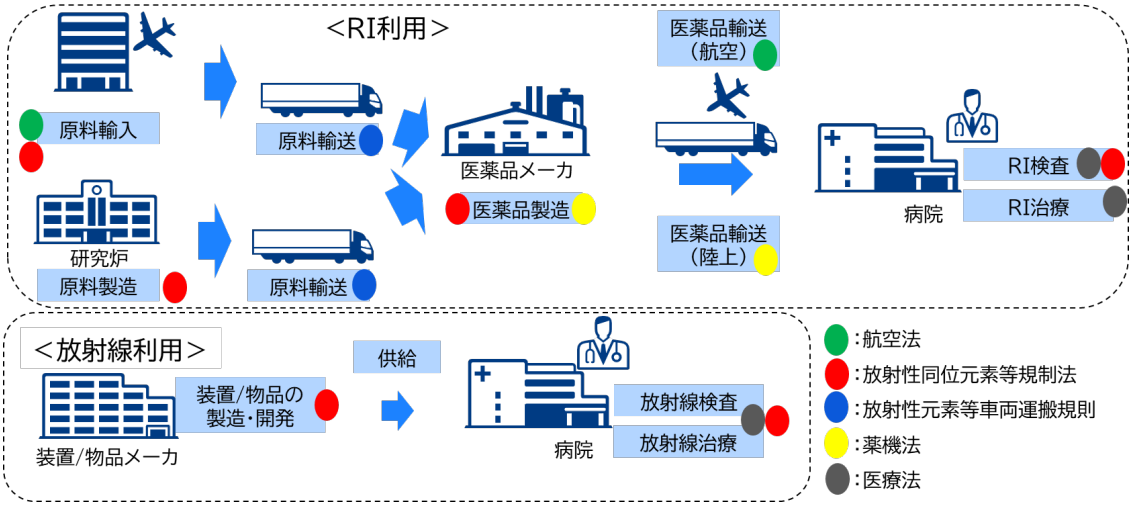


図 4-1 医療用RI／放射線利用の全体フロー図

（出所）第4回放射性同位元素使用施設等の規制に関する検討チーム会合資料 1-3 日本放射性医薬品協会「放射性医薬品 原料輸入及び製造から製品出荷まで」（2016 年）、第1回医療放射線の適正管理に関する検討会資料 3 原子力規制委員会「放射性同位元素使用施設等の規制の見直しについて」（2017 年）、第2回医療放射線の適正管理に関する検討会資料 3 厚生労働省「医療分野における放射性廃棄物について」（2017 年）等より作成

4.2 詳細マッピング

RI治療、RI検査、放射線治療、放射線検査に係る資格・職種の役割分担をマッピングしたものを表 4-1～表 4-4 に示す。職種の色については、表 4-3 に説明を記載している。

表 4-1 RI検査役割マッピング

	放射線科(治療)専門医 核医学専門医	医学物理士	核医学専門技師	診療放射線技師	放射線管理士 放射線機器管理士	核医学診療看護師	核医学認定薬剤師	主任者・責任者等
診察	診察し、検査内容・方針を説明					検査の流れの説明		
検査計画		医師との連携した計画の最適化	安全管理や安全対策を立案・実行					
薬剤調整							RI 検査薬の製造	
検査	RI 検査(PET、SPECT)を実施		RI 検査を実施	RI 検査を実施		FDG の投与、環境整備、患者のケア		
検査後の対応	検査結果の分析・説明		予後、診断、予防の必要性の把握			患者のケア		
品質管理		治療計画の品質管理					RI 検査薬の品質管理(薬物動態評価)	
放射線関連機器の管理		装置の開発	機器の品質管理保障		機器管理を実施			
被ばく管理	放射線防護・安全管理	被ばく線量の管理			被ばく管理を実施			
施設全体の管理			教育訓練を実施		・緊急時、災害時の安全確保や被ばく防護 ・教育訓練を実施 ・住民への相談対応			・選任され、現場の監督。 ・放射性廃棄物の管理

(出所)第1回医療放射線の適正管理に関する検討会資料 3 原子力規制委員会「放射性同位元素使用施設等の規制の見直しについて」(2017 年)、第2回医療放射線の適正管理に関する検討会資料 3 厚生労働省「医療分野における放射性廃棄物について」(2017 年)、日本原子力文化財団「令和 3 年度今後の原子力分野の人材の確保及び育成に向けた基盤的調査報告書」(2022 年)等より作成

表 4-2 RI治療役割マッピング

	放射線科(診断)専門医 核医学専門医	医学物理士 治療専門医学物理士 放射線治療品質管理士	診療放射線技師 放射線治療専門技師	放射線管理士 放射線機器管理士	核医学診療看護師	核医学認定薬剤師	主任者・責任者等
診察	診察し、治療内容・方針を説明						
治療計画の策定・検証	計画の立案	医師との連携した計画の最適化	高度な治療計画を修得し実行				
薬剤調整						RI 医薬品の調整	
治療	RI 医薬品の投与				環境整備、患者のケア		
治療後の対応	予後の観察				患者のケア		
品質管理		治療計画の品質管理				RI 医薬品の品質管理(薬物動態評価)	
放射線関連機器の管理		機器の品質管理	品質保証・品質管理	機器管理を実施			
被ばく管理	放射線防護・安全管理	被ばく線量の管理	高度な放射線計測を修得し実行 放射線安全管理の適切な実効	被ばく計算を実施			
施設全体の管理				・緊急時、災害時の安全確保や被ばく防護 ・教育訓練を実施 ・住民への相談対応			・選任され、現場の監督。 ・放射性廃棄物の管理

(出所)第1回医療放射線の適正管理に関する検討会資料 3 原子力規制委員会「放射性同位元素使用施設等の規制の見直しについて」(2017 年)、第2回医療放射線の適正管理に関する検討会資料 3 厚生労働省「医療分野における放射性廃棄物について」(2017 年)、日本原子力文化財団「令和 3 年度今後の原子力分野の人材の確保及び育成に向けた基盤的調査報告書」(2022 年)等より作成

表 4-3 放射線検査役割マッピング

	放射線科(治療)専門医 放射線診断専門医	医学物理士	診療放射線技師	放射線管理士 放射線機器管理士	主任者・責任者等
診察	診察し、検査内容・方針を説明				
検査計画	計画の立案	医師との連携した計画の最適化			
検査	体外放射線照射(X 線撮影、X 線 CT 検査、造影 X 線等)を実施	検査の補佐	体外放射線照射(X 線撮影、X 線 CT 検査、造影 X 線等)を実施		
検査後の対応	画像の解析・各診療科への報告				
品質管理		検査計画の品質管理			
放射線関連機器の管理		装置の開発	機器管理を実施	機器管理を実施	
被ばく管理	放射線防護・安全管理	被ばく線量の管理		被ばく管理を実施	
施設全体の管理				・緊急時、災害時の安全確保や被ばく防護 ・教育訓練を実施 ・住民への相談対応	・選任され、現場の監督。 ・放射性廃棄物の管理

(出所)第1回医療放射線の適正管理に関する検討会資料 3 原子力規制委員会「放射性同位元素使用施設等の規制の見直しについて」(2017 年)、第2回医療放射線の適正管理に関する検討会資料 3 厚生労働省「医療分野における放射性廃棄物について」(2017 年)、日本原子力文化財団「令和 3 年度今後の原子力分野の人材の確保及び育成に向けた基盤的調査報告書」(2022 年)等より作成

表 4-4 放射線治療役割マッピング

	放射線科(治療)専門医 放射線治療専門医	医学物理士 治療専門医学物理士	診療放射線技師 放射線治療専門技師	放射線管理士 放射線機器管理士 放射線治療品質管理士	がん放射線療法看護師	主任者・責任者等
診察	診察し、治療内容・方針を説明					
治療計画	計画の立案	医師との連携した計画の最適化	安全管理や安全対策を立案・実行	計画立案		
治療	放射線治療を実施		放射線治療を実施	作業指示	環境整備、患者のケア	
治療後の対応	予後の観察				患者のケア	
品質管理		治療計画の品質管理				
放射線関連機器の管理		装置の開発	機器の品質管理保障	機器管理を実施		
被ばく管理	放射線防護・安全管理	被ばく線量の管理	放射線計測、安全管理を実施	被ばく管理を実施	放射線防護	
施設全体の管理				・緊急時、災害時の安全確保や被ばく防護 ・教育訓練を実施 ・住民への相談対応		・選任され、現場の監督。 ・放射性廃棄物の管理

(出所)第1回医療放射線の適正管理に関する検討会資料 3 原子力規制委員会「放射性同位元素使用施設等の規制の見直しについて」(2017 年)、第2回医療放射線の適正管理に関する検討会資料 3 厚生労働省「医療分野における放射性廃棄物について」(2017 年)、日本原子力文化財団「令和 3 年度今後の原子力分野の人材の確保及び育成に向けた基盤的調査報告書」(2022 年)等より作成

4.3 ニーズ(医療現場)とシーズ(資格や教育環境)のマッチング

放射線や RI を用いる医療現場におけるニーズとシーズのギャップを調査するため、放射線や RI を利用している医療施設数に対する各資格の保有人数の割合を計算した。この計算値は、医療施設の立地場所と資格保有者の勤務地の偏りがあるとは考えられるが、1 つの医療施設における資格保有者が所属しうる可能性を相対的に評価できる指標である。なお、放射線や RI を用いる医療施設とは、ここでは病院及び診療所の放射線科を指す。資格ごとの指標の値は表 4-5 の通りである。

表 4-5 放射線や RI を用いる医療施設数に対する各職種[14]保有人数の割合

放射線専門医	1.01
核医学専門医	0.21
放射線診断専門医	0.94
放射線治療専門医	0.21
医学物理士	0.22
治療専門医学物理士	0.01
放射線治療品質管理士	0.30
核医学専門技師	0.11
診療放射線技師	8.52
放射線治療専門技師	0.34
核医学診療看護師	0.05
がん放射線療法看護師	0.05
核医学認定薬剤師	0.01

（出所）厚生労働省「令和2（2020）年医療施設（静態・動態）調査（確定数）・病院報告」（2022 年）[15]、日本原子力文化財団「令和 3 年度今後の原子力分野の人材の確保及び育成に向けた基盤的調査報告書」（2022 年）等より作成

この割合をもって、詳細マッピングにおいて、相対的な色付け（1.0 以上：青、0.5～1.0：緑、0.1～0.5：橙、0.1 以下：赤）を実施した。

さらに、割合が小さく（つまり、人材として不足している状況が考えられ）、また、今後の人材拡充が目指されている医学物理士に着目し、講義カリキュラム（表 2-4）とアンケート結果（3.3）を比較した。医学系の学科・専攻において、医学物理士教育コースに設置すべき講義カリキュラムを座学および実験・実習のテーマとして扱っている大学は半数以上であった。

医学物理士は医学系に限らず理工系からのキャリアパスも想定され、理工系の学科・専攻においてもカリキュラムで求められている放射線防護や放射線物理学などについての座学を実施している大学が半数ある。一方で、放射線防護や放射線物理学を実験・実習で扱っている大学となると 3 分の1程度以下となり、RI 施設等で実際に放射線や RI を扱う機会が少ないことが示唆される。

[14] 放射線管理士、放射線機器管理士は保有人数に関するデータが得られなかったため、含めていない。また、主任者・作業者等は医療に限定された資格でないため、含めていない。

[15] 2023 年 2 月末時点において、本統計は令和 3 年度版が公開されているが、令和 3 年度版では診療所における放射線科のデータが掲載されていないため、令和 2 年度版の値を用いている。

5. まとめ

(1) 核医学業界・業種、RI・放射線の医療利用分野の資格・職種と大学教育

本調査においては、核医学関連の業界・業種を整理した。診断、治療、製造、輸送という分野ごとに、各専門医や医学物理士、放射線医薬品メーカー、放射線取扱主任者などの業種を明らかにした。

また、RI治療、RI検査、放射線治療、放射線検査に係る資格・職種を整理し、各資格・職種の役割分担を明らかにした。

一方、大学に対するアンケートを実施したところ、医学系では医師や技師、理工薬学系では研究者や技師などに進む履修生が多いとの結果が得られた。核医学関連の業界・業種、RI・放射線の医療利用分野の資格・職種に履修生が進んでいるという回答は、顕著には見られなかった。有識者へのヒアリングからも、医学系では国家資格を取得して医師になる進路が主流との指摘があり、一部の業種を除いて、現状の核医学関連の業界・業種に多くの履修生が進むには、課題があることが示唆されている。

さらに、放射線やRIを利用している医療施設数に対する各資格の保有人数の割合を計算し、特に割合が小さい医学物理士について、講義カリキュラムと大学アンケート結果を比較した。

次年度以降は、特に理工薬学系の大学教育について、全国的な動向を把握するための情報収集の継続が望ましい。また、RI・放射線分野における海外諸国の人材育成方法を調査することにより、我が国の人材育成における課題の対策を検討するための示唆を得られるとよい。

(2) 人材確保に関する対策

核医学関連の業界・業種の調査からも、大学に対するアンケートやヒアリングからも、RI・放射線分野の人材が不足しているという結果が得られた。学生が、RI・放射線分野から新分野の学問を志望するようになり、教員や講座が減少するという大きな傾向である。ヒアリングからは、人材の確保に関してのアイデアが得られたので、今後、各対策の構想を検討することが求められる。

次年度以降、本年度整理した核医学関連の業界・業種、各資格・職種の実務者に対するヒアリング等を行い、本年度実施した、大学に対するアンケート結果と医学物理士の講義カリキュラムの比較を、他の資格や業種全体に拡大し、業界が求める人材と大学教育及び職場教育の関係を明らかにすることが必要となると考える。これらの情報収集および分析を通じて、今年度示唆されたRI・放射線分野の人材を育成・確保するための課題を、さらに詳細に把握し、係る対応策を導出できると考える。

(3) 教育施設に関する対策

人材の確保と関連して、教育施設の管理、運用に関しても課題が明らかになった。施設を活用してRI・放射線分野の人材を育成するために、既存施設の更新、運用、管理方法の見直し、新規施設の整備等について、施設運営の事業化等、次年度以降に具体的な検討を進めることが求められる。

6. 別添資料

別添資料１　医学系機関対象アンケート調査票
別添資料２　理工薬学系機関対象アンケート調査票

別添資料1　医学系機関対象アンケート調査票

問	質問文	必須	回答欄
1	ご回答者様所属先の入力をお願いいたします。「学校名」	○	
2	ご回答者様所属先の入力をお願いいたします。「学科・専攻」	○	
3(1)	RI・放射線分野を扱う研究室がある学科及び専攻名を5機関まで記入してください。（1機関目）	○	
3(2)	この学科・専攻に所属する研究室の総数を教えてください。	○	
3(3)	この学科・専攻に所属する研究室数について、過去5年間で廃止や統合による減少、もしくは新設による増加、等の変化はありますか？	○	1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
3(4)	この学科・専攻に所属する教員の総数を教えてください。	○	
3(5)	この学科・専攻に所属する教員数について、過去5年間で減少もしくは増加等の変化はありますか？	○	1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
3(6)	この学科・専攻に所属する学生の総数を教えてください。	○	
3(7)	この学科・専攻に所属する学生数について、過去5年間で減少もしくは増加等の変化はありますか？	○	1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
4(1)	RI・放射線分野を扱う研究室がある学科及び専攻名を5機関まで記入してください。（2機関目）		
4(2)	この学科・専攻に所属する研究室の総数を教えてください。		
4(3)	この学科・専攻に所属する研究室数について、過去5年間で廃止や統合による減少、もしくは新設による増加、等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
4(4)	この学科・専攻に所属する教員の総数を教えてください。		
4(5)	この学科・専攻に所属する教員数について、過去5年間で減少もしくは増加等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
4(6)	この学科・専攻に所属する学生の総数を教えてください。		
4(7)	この学科・専攻に所属する学生数について、過去5年間で減少もしくは増加等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
5(1)	RI・放射線分野を扱う研究室がある学科及び専攻名を5機関まで記入してください。（3機関目）		
5(2)	この学科・専攻に所属する研究室の総数を教えてください。		
5(3)	この学科・専攻に所属する研究室数について、過去5年間で廃止や統合による減少、もしくは新設による増加、等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
5(4)	この学科・専攻に所属する教員の総数を教えてください。		
5(5)	この学科・専攻に所属する教員数について、過去5年間で減少もしくは増加等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
5(6)	この学科・専攻に所属する学生の総数を教えてください。		
5(7)	この学科・専攻に所属する学生数について、過去5年間で減少もしくは増加等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない

問	質問文	必須	回答欄
6(1)	RI・放射線分野を扱う研究室がある学科及び専攻名を5機関まで記入してください。（4機関目）		
6(2)	この学科・専攻に所属する研究室の総数を教えてください。		
6(3)	この学科・専攻に所属する研究室数について、過去5年間で廃止や統合による減少、もしくは新設による増加、等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
6(4)	この学科・専攻に所属する教員の総数を教えてください。		
6(5)	この学科・専攻に所属する教員数について、過去5年間で減少もしくは増加等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
6(6)	この学科・専攻に所属する学生の総数を教えてください。		
6(7)	この学科・専攻に所属する学生数について、過去5年間で減少もしくは増加等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
7(1)	RI・放射線分野を扱う研究室がある学科及び専攻名を5機関まで記入してください。（5機関目）		
7(2)	この学科・専攻に所属する研究室の総数を教えてください。		
7(3)	この学科・専攻に所属する研究室数について、過去5年間で廃止や統合による減少、もしくは新設による増加、等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
7(4)	この学科・専攻に所属する教員の総数を教えてください。		
7(5)	この学科・専攻に所属する教員数について、過去5年間で減少もしくは増加等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
7(6)	この学科・専攻に所属する学生の総数を教えてください。		
7(7)	この学科・専攻に所属する学生数について、過去5年間で減少もしくは増加等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない

問	質問文	必須	回答欄
8(1)	問3から問7に挙げた学科・専攻が設置・管理している施設（アイソトープセンター等）の*総数*を記入してください。		
8(2)	この施設数について、過去5年間で廃止による減少、もしくは新設による増加、等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
9(1)	問3から問7に挙げた学科・専攻が実施するRI・放射線分野の講義（単位の対象となる座学、実習、実験のセット）のうち、*座学*を主体とする講義（座学の時間が全体の半分以上を占める講義。以下同じ）数を教えてください。	○	
9(2)	この講義数について、過去5年間で廃止や統合による減少、もしくは新設による増加、等の変化はありますか？	○	1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
9(3)	問9(1)で回答された講義の受講者の概数を教えてください。	○	
9(4)	この受講者数について、過去5年間で減少もしくは増加の変化はありますか？	○	1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
9(5)	問9(1)で回答された*座学*で扱ったテーマを選択してください。（複数回答）	○	1.医学物理学 2.医用電子工学 3.医療安全学 4.放射化学 5.放射線化学 6.放射線検査 7.核医学検査 8.放射線治療 9.核医学治療 10.放射線物理学 11.放射線防護（公衆衛生等を含む） 12.放射線規制 13.原子力エネルギー 14.その他（自由記述：　　）
9(6)	問9(5)で回答されたテーマについて、過去5年間、新規テーマの追加や既存テーマの廃止などの変化はありましたか。ある場合は、変化の傾向を教えてください。	○	1.変化があった（自由記述：　　） 2.変化はない 3.わからない
9(7)	問9(5)で回答されたテーマの中で、RI分野（ラジオアイソトープ、放射性同位体）に関連するテーマがある場合は、選択してください。（複数回答）	○	1.医学物理学 2.医用電子工学 3.医療安全学 4.放射化学 5.放射線化学 6.放射線検査 7.核医学検査 8.放射線治療 9.核医学治療 10.放射線物理学 11.放射線防護（公衆衛生等を含む） 12.放射線規制 13.原子力エネルギー 14.その他（自由記述：　　）
9(8)	問9(7)で回答されたテーマについて、過去5年間、新規テーマの追加や既存テーマの廃止などの変化はありましたか。ある場合は、変化の傾向を教えてください。	○	1.変化があった（自由記述：　　） 2.変化はない 3.わからない
9(9)	問9(5)で回答されたテーマのうち、RI分野以外（＝放射線分野）については、過去5年間、新規テーマの追加や既存テーマの廃止などの変化はありましたか。ある場合は、変化の傾向を教えてください。	○	1.変化があった（自由記述：　　） 2.変化はない 3.わからない

問	質問文	必須	回答欄
10(1)	問3から問7に挙げた学科・専攻が実施するRI・放射線分野の講義（単位の対象となる座学、実習、実験のセット）のうち、*実験・実習*を主体とする講義（実験もしくは実習の時間が全体の半分以上を占める講義。以下同じ）数を教えてください。	○	
10(2)	この講義数について、過去5年間で廃止や統合による減少、もしくは新設による増加、等の変化はありますか？	○	1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
10(3)	問10(1)で回答された講義の受講者の概数を教えてください。	○	
10(4)	この受講者数について、過去5年間で減少もしくは増加の変化はありますか？	○	1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
10(5)	問10(1)で回答された*実験・実習*で扱ったテーマを選択してください。（複数回答）	○	1.医学物理学 2.医用電子工学 3.画像診断 4.放射線検査 5.核医学検査 6.放射線治療 7.核医学治療 8.放射線防護（公衆衛生等を含む） 9.その他（自由記述：　　）
10(6)	問10(5)で回答されたテーマについて、過去5年間、新規テーマの追加や既存テーマの廃止などの変化はありましたか。ある場合は、変化の傾向を教えてください。	○	1.変化があった（自由記述：　　） 2.変化はない 3.わからない
10(7)	問10(5)で回答されたテーマの中で、RI分野（ラジオアイソトープ、放射性同位体）に関連するテーマがある場合は、選択してください。（複数回答）	○	1.医学物理学 2.医用電子工学 3.画像診断 4.放射線検査 5.核医学検査 6.放射線治療 7.核医学治療 8.放射線防護（公衆衛生等を含む） 9.その他（自由記述：　　）
10(8)	問10(7)で回答されたテーマについて、過去5年間、新規テーマの追加や既存テーマの廃止などの変化はありましたか。ある場合は、変化の傾向を教えてください。	○	1.変化があった（自由記述：　　） 2.変化はない 3.わからない
10(9)	問10(5)で回答されたテーマのうち、RI分野以外（＝放射線分野）については、過去5年間、新規テーマの追加や既存テーマの廃止などの変化はありましたか。ある場合は、変化の傾向を教えてください。	○	1.変化があった（自由記述：　　） 2.変化はない 3.わからない

問	質問文	必須	回答欄
11(1)	RIや放射線分野における講義等の教育及び研究活動において、*貴学内の学部、専攻、学科間*で、連携を行っている例がありましたら、教えてください。（複数回答）	○	1.RI分野で施設・設備を共有している 2.放射線分野で分野で施設・設備を共有している 3.RI分野の講義を共有している 4.放射線分野の講義を共有している 5.RI分野の教育・研究に関係する情報を共有している 6.放射線分野の教育・研究に関係する情報を共有している 7.RI分野の共同研究を実施している 8.放射線分野の共同研究を実施している 9.連携は行っていない 10.把握していない 11.その他（自由記述：　　）
11(2)	RIや放射線分野における講座等の教育及び研究活動において、*他大学や国公立研究機関と*連携を行っている例がありましたら、教えてください。（複数回答）	○	1.RI分野で施設・設備を共有している 2.放射線分野で分野で施設・設備を共有している 3.RI分野の講義を共有している 4.放射線分野の講義を共有している 5.RI分野の教育・研究に関係する情報を共有している 6.放射線分野の教育・研究に関係する情報を共有している 7.RI分野の共同研究を実施している 8.放射線分野の共同研究を実施している 9.連携は行っていない 10.把握していない 11.その他（自由記述：　　）
11(3)	RIや放射線分野における講座等の教育及び研究活動において、*民間企業や民間の研究機関と*連携を行っている例がありましたら、教えてください。（複数回答）	○	1.RI分野で施設・設備を共有している 2.放射線分野で分野で施設・設備を共有している 3.RI分野の講義を共有している 4.放射線分野の講義を共有している 5.RI分野の教育・研究に関係する情報を共有している 6.放射線分野の教育・研究に関係する情報を共有している 7.RI分野の共同研究を実施している 8.放射線分野の共同研究を実施している 9.RI分野の特許等知的財産を利用してもらっている 10.放射線分野の特許等知的財産を利用してもらっている 11.連携は行っていない 12.把握していない 13.その他（自由記述：　　）

問	質問文	必須	回答欄
12(1)	RIや放射線分野における講義を過去に履修した、昨年度の卒業生の進路について、該当するものを選択してください。 （複数回答）	○	1.医師（放射線専門医、放射線診断専門医、放射線治療専門医、核医学専門医等含む） 2.技師・テクニカルスタッフ（診療放射線技師、放射線治療専門放射線技師、放射線治療品質管理士、核医学専門技師、医学物理士等含む） 3.看護師（がん放射線療法看護師、核医学診療看護師等含む） 4.大学・研究機関・医療機関の研究者 5.施設管理者 6.薬剤師（核医学認定薬剤師等含む） 7.RI製造医薬品メーカー 8.RI製造装置メーカー 9.放射線（X線、PET、SPECT）検査装置メーカー 10.放射線（X線、粒子線、BNCT）治療装置メーカー 11..把握していない 12その他（自由記述：　　）
12(2)	問12(1)について、過去5年間で増加した進路があれば、選択してください。（複数回答）	○	1.医師（放射線専門医、放射線診断専門医、放射線治療専門医、核医学専門医等含む） 2.技師・テクニカルスタッフ（診療放射線技師、放射線治療専門放射線技師、放射線治療品質管理士、核医学専門技師、医学物理士等含む） 3.看護師（がん放射線療法看護師、核医学診療看護師等含む） 4.大学・研究機関・医療機関の研究者 5.施設管理者 6.薬剤師（核医学認定薬剤師等含む） 7.RI製造医薬品メーカー 8.RI製造装置メーカー 9.放射線（X線、PET、SPECT）検査装置メーカー 10.放射線（X線、粒子線、BNCT）治療装置メーカー 11.把握していない 12.その他（自由記述：　　）
12(3)	問12(1)について、過去5年間で減少した進路があれば、選択してください。（複数回答）	○	1.医師（放射線専門医、放射線診断専門医、放射線治療専門医、核医学専門医等含む） 2.技師・テクニカルスタッフ（診療放射線技師、放射線治療専門放射線技師、放射線治療品質管理士、核医学専門技師、医学物理士等含む） 3.看護師（がん放射線療法看護師、核医学診療看護師等含む） 4.大学・研究機関・医療機関の研究者 5.施設管理者 6.薬剤師（核医学認定薬剤師等含む） 7.RI製造医薬品メーカー 8.RI製造装置メーカー 9.放射線（X線、PET、SPECT）検査装置メーカー 10.放射線（X線、粒子線、BNCT）治療装置メーカー 11.把握していない 12.その他（自由記述：　　）
13	RIや放射線分野の人材育成に関して課題がありましたら、教えてください。		

別添資料2　理工薬学系機関対象アンケート調査票

問	質問文	必須	選択肢等
1	ご回答者様所属先の入力をお願いいたします。「施設名」	○	
2	ご回答者様所属先の入力をお願いいたします。「部署」	○	
3(1)	貴施設を今年度利用した大学・大学院（貴施設の管理元大学及び貴施設を利用した他大学の両方を含みます）、学部・研究科、学科・専攻等（RI・放射線分野に限ります）の名称を5機関まで記入してください。（1機関目）	○	
3(2)	この機関に所属する研究室の総数を教えてください。	○	
3(3)	この機関に所属する研究室数について、過去5年間で廃止や統合による減少、もしくは新設による増加、等の変化はありますか？	○	1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
3(4)	問3で回答された機関に所属する教員の総数を教えてください。	○	
3(5)	問3(1)で回答された教員数について、過去5年間で減少もしくは増加等の変化はありますか？	○	1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
3(6)	問3で回答された機関に所属する学生の総数を教えてください。	○	
3(7)	問3(1)で回答された学生数について、過去5年間で減少もしくは増加等の変化はありますか？	○	1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
4(1)	貴施設を今年度利用した大学・大学院（貴施設の管理元大学及び貴施設を利用した他大学の両方を含みます）、学部・研究科、学科・専攻等（RI・放射線分野に限ります）の名称を5機関まで記入してください。（2機関目）		
4(2)	この機関に所属する研究室の総数を教えてください。		
4(3)	この機関に所属する研究室数について、過去5年間で廃止や統合による減少、もしくは新設による増加、等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
4(4)	問4で回答された機関に所属する教員の総数を教えてください。		
4(5)	問4(1)で回答された教員数について、過去5年間で減少もしくは増加等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
4(6)	問4で回答された機関に所属する学生の総数を教えてください。		
4(7)	問4(1)で回答された学生数について、過去5年間で減少もしくは増加等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
5(1)	貴施設を今年度利用した大学・大学院（貴施設の管理元大学及び貴施設を利用した他大学の両方を含みます）、学部・研究科、学科・専攻等（RI・放射線分野に限ります）の名称を5機関まで記入してください。（3機関目）		
5(2)	この機関に所属する研究室の総数を教えてください。		
5(3)	この機関に所属する研究室数について、過去5年間で廃止や統合による減少、もしくは新設による増加、等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
5(4)	問5で回答された機関に所属する教員の総数を教えてください。		
5(5)	問5(1)で回答された教員数について、過去5年間で減少もしくは増加等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
5(6)	問5で回答された機関に所属する学生の総数を教えてください。		
5(7)	問5(1)で回答された学生数について、過去5年間で減少もしくは増加等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない

問	質問文	必須	選択肢等
6(1)	貴施設を今年度利用した大学・大学院（貴施設の管理元大学及び貴施設を利用した他大学の両方を含みます）、学部・研究科、学科・専攻等（RI・放射線分野に限ります）の名称を5機関まで記入してください。（4機関目）		
6(2)	この機関に所属する研究室の総数を教えてください。		
6(3)	この機関に所属する研究室数について、過去5年間で廃止や統合による減少、もしくは新設による増加、等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
6(4)	問6で回答された機関に所属する教員の総数を教えてください。		
6(5)	問6(1)で回答された教員数について、過去5年間で減少もしくは増加等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
6(6)	問6で回答された機関に所属する学生の総数を教えてください。		
6(7)	問6(1)で回答された学生数について、過去5年間で減少もしくは増加等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
7(1)	貴施設を今年度利用した大学・大学院（貴施設の管理元大学及び貴施設を利用した他大学の両方を含みます）、学部・研究科、学科・専攻等（RI・放射線分野に限ります）の名称を5機関まで記入してください。（5機関目）		
7(2)	この機関に所属する研究室の総数を教えてください。		
7(3)	この機関に所属する研究室数について、過去5年間で廃止や統合による減少、もしくは新設による増加、等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
7(4)	問7で回答された機関に所属する教員の総数を教えてください。		
7(5)	問7(1)で回答された教員数について、過去5年間で減少もしくは増加等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
7(6)	問7で回答された機関に所属する学生の総数を教えてください。		
7(7)	問7(1)で回答された学生数について、過去5年間で減少もしくは増加等の変化はありますか？		1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
8(1)	貴施設に設置されている設備（装置）の数を教えてください。	○	
8(2)	貴施設に設置されている設備（装置）について、過去5年間で廃止による減少、もしくは新設による増加、等の変化はありますか？	○	1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない

問	質問文	必須	選択肢等
9(1)	問3から問7に挙げた機関が実施するRI・放射線分野の講義（単位の対象となる座学、実習、実験のセット）のうち、*座学*を主体とする講義（座学の時間が全体の半分以上を占める講義。以下同じ）数を教えてください。	○	
9(2)	この講義数について、過去5年間で廃止や統合による減少、もしくは新設による増加、等の変化はありますか？	○	1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
9(3)	問9(1)で回答された講義の受講者の概数を教えてください。	○	
9(4)	この受講者数について、過去5年間で減少もしくは増加の変化はありますか？	○	1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
9(5)	問9(1)で回答された*座学*で扱ったテーマを選択してください。（複数回答）	○	1.電磁気学 2.加速器工学 3.画像工学 4.原子炉工学 5.放射化学 6.放射線化学 7.放射線管理 8.放射線計測 9.放射線生物学 10.放射線物理学 11.放射線防護 12.放射線規制 13.薬理学 14.原子力エネルギー 15.その他（自由記述）
9(6)	問9(5)で回答されたテーマについて、過去5年間、新規テーマの追加や既存テーマの廃止などの変化はありましたか。ある場合は、変化の傾向を教えてください。	○	1.変化があった（自由記述） 2.変化はない 3.わからない
9(7)	問9(5)で回答されたテーマの中で、RI分野（ラジオアイソトープ、放射性同位体）に関連するテーマがある場合は、選択してください。（複数回答）	○	1.電磁気学 2.加速器工学 3.画像工学 4.原子炉工学 5.放射化学 6.放射線化学 7.放射線管理 8.放射線計測 9.放射線生物学 10.放射線物理学 11.放射線防護 12.放射線規制 13.薬理学 14.原子力エネルギー 15.その他（自由記述）
9(8)	問9(7)で回答されたテーマについて、過去5年間、新規テーマの追加や既存テーマの廃止などの変化はありましたか。ある場合は、変化の傾向を教えてください。	○	1.変化があった（自由記述） 2.変化はない 3.わからない
9(9)	問9(5)で回答されたテーマのうち、RI分野以外（＝放射線分野）については、過去5年間、新規テーマの追加や既存テーマの廃止などの変化はありましたか。ある場合は、変化の傾向を教えてください。	○	1.変化があった（自由記述） 2.変化はない 3.わからない

問	質問文	必須	選択肢等
10(1)	問3から問7に挙げた機関が実施するRI・放射線分野の講義（単位の対象となる座学、実習、実験のセット）のうち、*実験・実習*を主体とする講義（実験もしくは実習の時間が全体の半分以上を占める講義。以下同じ）数を教えてください。	○	
10(2)	この講義数について、過去5年間で廃止や統合による減少、もしくは新設による増加、等の変化はありますか？	○	1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
10(3)	問10(1)で回答された講義の受講者の概数を教えてください。	○	
10(4)	この受講者数について、過去5年間で減少もしくは増加の変化はありますか？	○	1.減少している 2.増加している 3.総数の変化はない 4.わからない
10(5)	問10(1)で回答された*実験・実習*で扱ったテーマを選択してください。（複数回答）	○	1.画像工学 2.原子炉工学 3.放射線防護 4.放射線化学 5.放射線管理 6.放射線計測 7.放射線生物学 8.放射線物理学 9.その他（自由記述）
10(6)	問10(5)で回答されたテーマについて、過去5年間、新規テーマの追加や既存テーマの廃止などの変化はありましたか。ある場合は、変化の傾向を教えてください。	○	1.変化があった（自由記述） 2.変化はない 3.わからない
10(7)	問10(5)で回答されたテーマの中で、RI分野（ラジオアイソトープ、放射性同位体）に関連するテーマがある場合は、選択してください。（複数回答）	○	1.画像工学 2.原子炉工学 3.放射線防護 4.放射線化学 5.放射線管理 6.放射線計測 7.放射線生物学 8.放射線物理学 9.その他（自由記述）
10(8)	問10(7)で回答されたテーマについて、過去5年間、新規テーマの追加や既存テーマの廃止などの変化はありましたか。ある場合は、変化の傾向を教えてください。	○	1.変化があった（自由記述） 2.変化はない 3.わからない
10(9)	問10(5)で回答されたテーマのうち、RI分野以外（＝放射線分野）については、過去5年間、新規テーマの追加や既存テーマの廃止などの変化はありましたか。ある場合は、変化の傾向を教えてください。	○	1.変化があった（自由記述） 2.変化はない 3.わからない

問	質問文	必須	選択肢等
11(1)	今年度貴施設を利用した各大学のRIや放射線分野における講義等の教育及び研究活動において、*各学内の学部、専攻、学科間*で、連携を行っている例をご存じでしたら、教えてください。（複数回答）	○	1.RI分野で施設・設備を共有している 2.放射線分野で分野で施設・設備を共有している 3.RI分野の講義を共有している 4.放射線分野の講義を共有している 5.RI分野の教育・研究に関係する情報を共有している 6.放射線分野の教育・研究に関係する情報を共有している 7.RI分野の共同研究を実施している 8.放射線分野の共同研究を実施している 9.連携は行っていない 10.把握していない 11.その他（自由記述）
11(2)	今年度貴施設を利用した各大学のRIや放射線分野における講義等の教育及び研究活動において、*他大学や国公立研究機関と*連携を行っている例がありましたら、教えてください。（複数回答）	○	1.RI分野で施設・設備を共有している 2.放射線分野で分野で施設・設備を共有している 3.RI分野の講義を共有している 4.放射線分野の講義を共有している 5.RI分野の教育・研究に関係する情報を共有している 6.放射線分野の教育・研究に関係する情報を共有している 7.RI分野の共同研究を実施している 8.放射線分野の共同研究を実施している 9.連携は行っていない 10.把握していない 11.その他（自由記述）
11(3)	今年度貴施設を利用した各大学のRIや放射線分野における講義等の教育及び研究活動において、*民間企業や民間の研究機関と*連携を行っている例がありましたら、教えてください。（複数回答）	○	1.RI分野で施設・設備を共有している 2.放射線分野で分野で施設・設備を共有している 3.RI分野の講義を共有している 4.放射線分野の講義を共有している 5.RI分野の教育・研究に関係する情報を共有している 6.放射線分野の教育・研究に関係する情報を共有している 7.RI分野の共同研究を実施している 8.放射線分野の共同研究を実施している 9.RI分野の特許等知的財産を利用してもらっている 10.放射線分野の特許等知的財産を利用してもらっている 11.連携は行っていない 12.把握していない 13.その他（自由記述）

問	質問文	必須	選択肢等
12(1)	RIや放射線分野における講義を過去に履修した、昨年度の卒業生の進路について、該当するものを選択してください。（複数回答）	○	1.医師（放射線専門医、放射線診断専門医、放射線治療専門医、核医学専門医等含む） 2.技師・テクニカルスタッフ（診療放射線技師、放射線治療専門放射線技師、放射線治療品質管理士、核医学専門技師、医学物理士等含む） 3.看護師（がん放射線療法看護師、核医学診療看護師等含む） 4.大学・研究機関・医療機関の研究者 5.施設管理者 6.薬剤師（核医学認定薬剤師等含む） 7.RI製造医薬品メーカー 8.RI製造装置メーカー 9.放射線（X線、PET、SPECT）検査装置メーカー 10.放射線（X線、粒子線、BNCT）治療装置メーカー 11.把握していない 12.その他（自由記述）
12(2)	問12(1)について、過去5年間で増加した進路があれば、選択してください。（複数回答）	○	1.医師（放射線専門医、放射線診断専門医、放射線治療専門医、核医学専門医等含む） 2.技師・テクニカルスタッフ（診療放射線技師、放射線治療専門放射線技師、放射線治療品質管理士、核医学専門技師、医学物理士等含む） 3.看護師（がん放射線療法看護師、核医学診療看護師等含む） 4.大学・研究機関・医療機関の研究者 5.施設管理者 6.薬剤師（核医学認定薬剤師等含む） 7.RI製造医薬品メーカー 8.RI製造装置メーカー 9.放射線（X線、PET、SPECT）検査装置メーカー 10.放射線（X線、粒子線、BNCT）治療装置メーカー 11.把握していない 12.その他（自由記述）
12(3)	問12(1)について、過去5年間で減少した進路があれば、選択してください。（複数回答）	○	1.医師（放射線専門医、放射線診断専門医、放射線治療専門医、核医学専門医等含む） 2.技師・テクニカルスタッフ（診療放射線技師、放射線治療専門放射線技師、放射線治療品質管理士、核医学専門技師、医学物理士等含む） 3.看護師（がん放射線療法看護師、核医学診療看護師等含む） 4.大学・研究機関・医療機関の研究者 5.施設管理者 6.薬剤師（核医学認定薬剤師等含む） 7.RI製造医薬品メーカー 8.RI製造装置メーカー 9.放射線（X線、PET、SPECT）検査装置メーカー 10.放射線（X線、粒子線、BNCT）治療装置メーカー 11.把握していない 12.その他（自由記述）
13	RIや放射線分野の人材育成に関して課題がありましたら、教えてください。		