

医学物理士の役割・人材育成・今後



大学院医学系研究科保健学専攻
医療画像技術科学分野生体物理工学講座



医学物理学研究室
西尾 禎治

日本のがん事情

「2020年のがん統計予測」

https://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/stat/short_pred.html



1. がん罹患数予測

●がん罹患数予測（2020年）

男女計		男性		女性	
部位	罹患数	部位	罹患数	部位	罹患数
全がん	1,012,000	全がん	582,200	全がん	429,900
大腸	158,500	前立腺	95,600	乳房	92,300
胃	135,100	胃	93,300	大腸	68,600
肺	130,000	大腸	90,000	肺	43,100
前立腺	95,600	肺	86,800	胃	41,800
乳房	92,900	肝臓	27,800	子宮	28,200

- 2020年のがん罹患数予測は約101万2千例（男性58万2千200例、女性42万9千900例）。
- 2019年のがん統計予測（約101万7千200例）と比較すると、男女計で約5千200例減少。
- 大腸、胃、肺、前立腺、乳房の順にがん罹患数が多い。
- 2019年のがん統計予測（大腸、胃、肺、乳房、前立腺の順）から乳房と前立腺の順位が入れ替わった。（2019年予測の乳房は女性のみ）。

2. がん死亡数予測

●がん死亡数予測（2020年）

男女計		男性		女性	
部位	死亡数	部位	死亡数	部位	死亡数
全がん	379,400	全がん	220,500	全がん	158,900
肺	75,600	肺	53,200	大腸	25,200
大腸	54,000	大腸	28,800	肺	22,300
胃	43,500	胃	28,300	膵臓	18,400
膵臓	36,700	膵臓	18,400	乳房	15,500
肝臓	24,900	肝臓	16,300	胃	15,200

- 2020年のがん死亡数予測は、約37万9千400人（男性22万500人、女性15万8千900人）。
- 2019年のがん統計予測（約38万300人）と比較すると、約900人の減少。
- 肺、大腸、胃、膵臓、肝臓の順にがん死亡数が多い。
- 2019年のがん統計予測（肺、大腸、胃、膵臓、肝臓の順）から順位の変更はなかった。

● 日本の超高齢化社会と共にがん患者数は年々増加傾向。
● 現在、国民の三人に一人が、がんで亡くなる時代（2020年：38万人（がん）/138万人（全））。

がんの三大療法

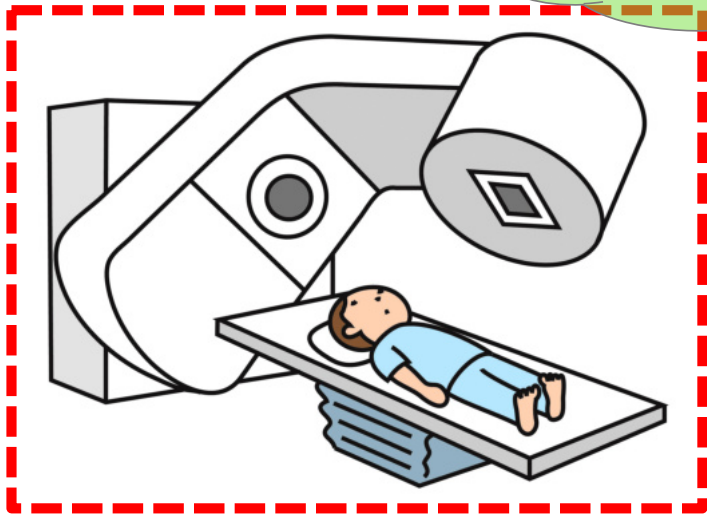
- 手術療法
- 化学療法（抗がん剤治療）
- 放射線療法（放射線治療）



放射線治療は
QOLが高い治療である

働きながら治療できる
体力の少ない高齢者にも適している

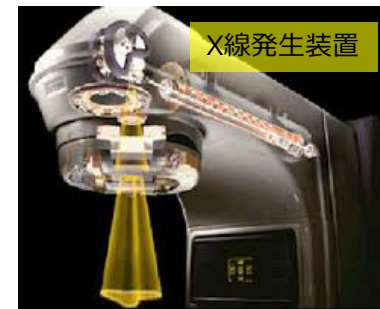
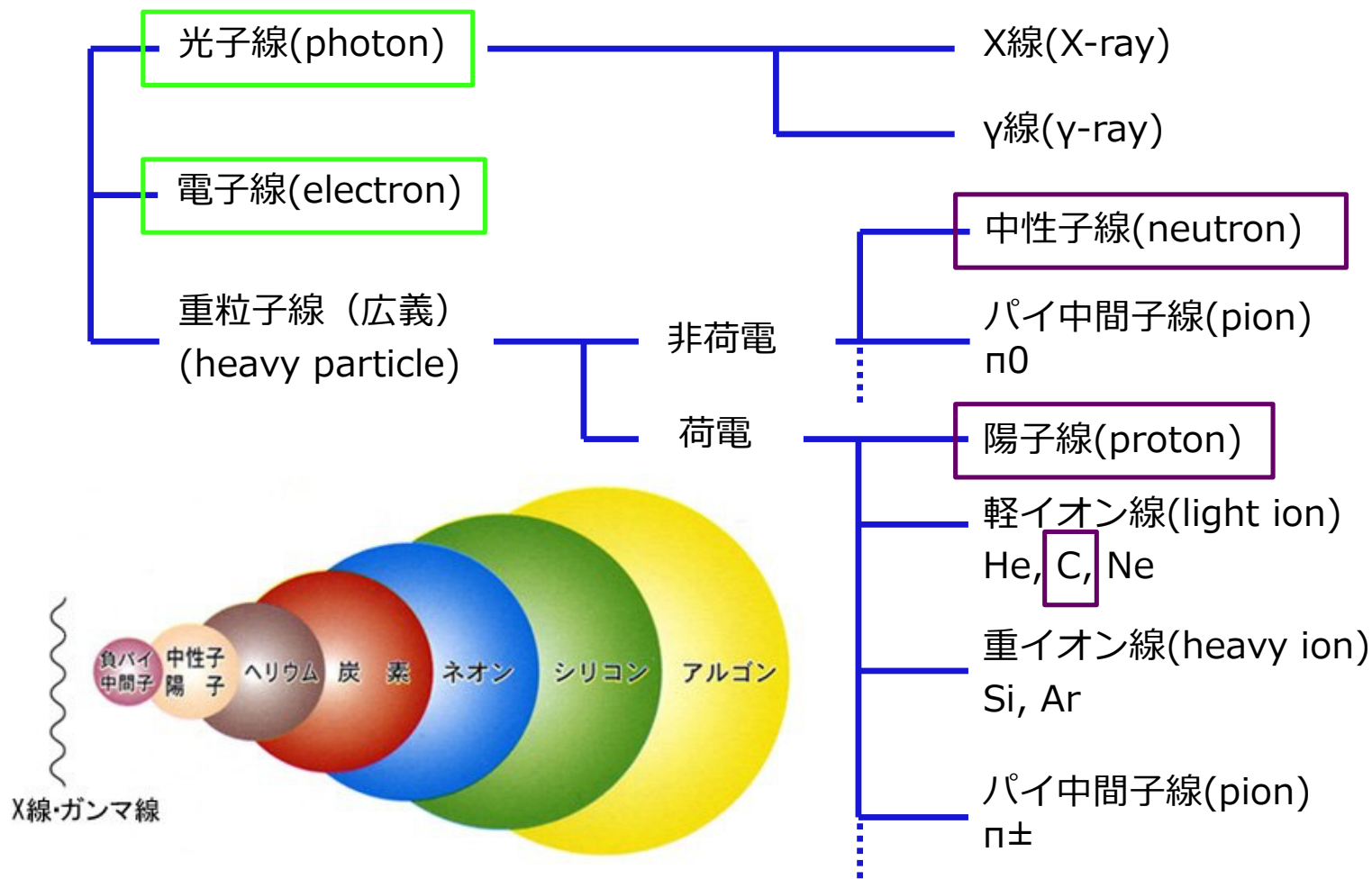
単に治療するのみではなく、
高いQOL（quality of life : 生活の質）
の維持が必要不可欠



がん患者の放射線治療実施率
日本では約30%
欧米では60-80%

我が国では
がんの放射線治療
の実施率が低い

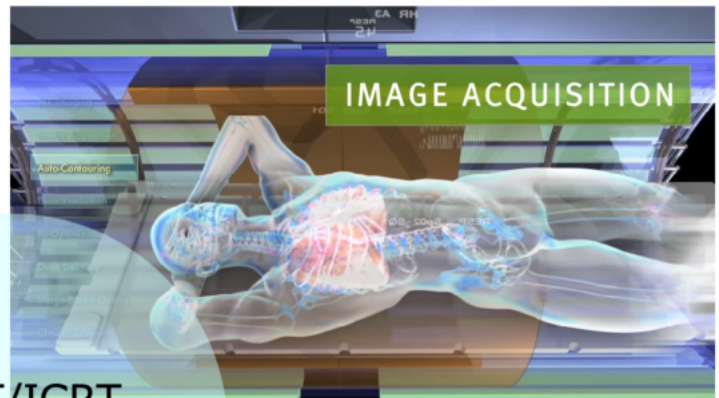
がん治療で利用されている放射線



高度技術を駆使した放射線治療法

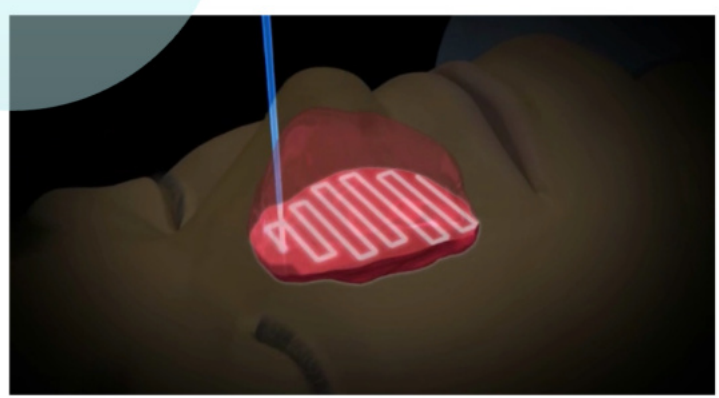
「X線治療」

近年の様々な技術進歩に伴い、放射線治療の高精度化が急速に進んだ。



IMRT/IGRT
陽子線治療

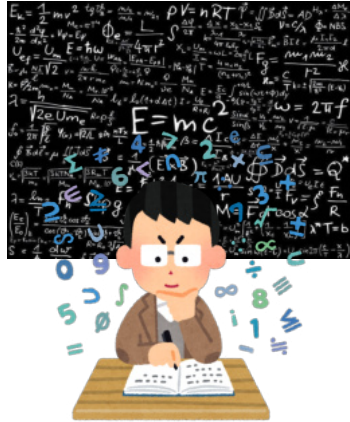
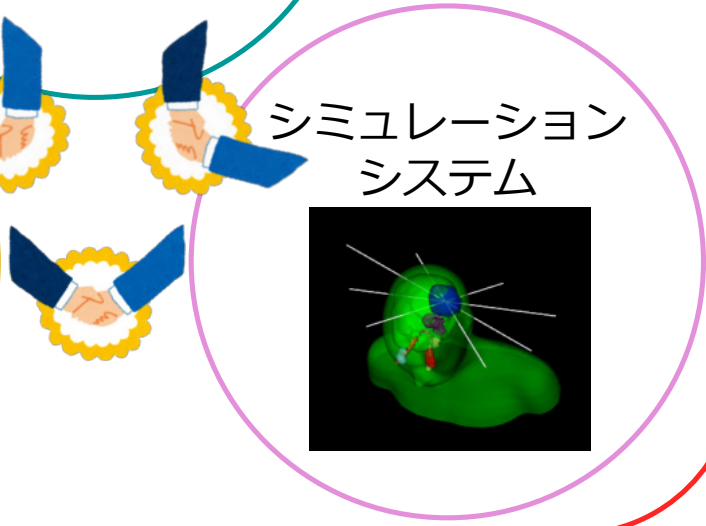
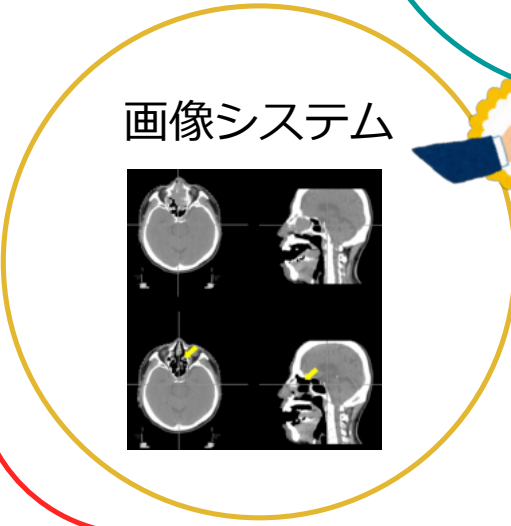
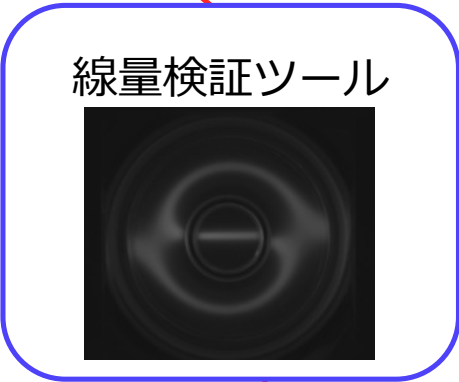
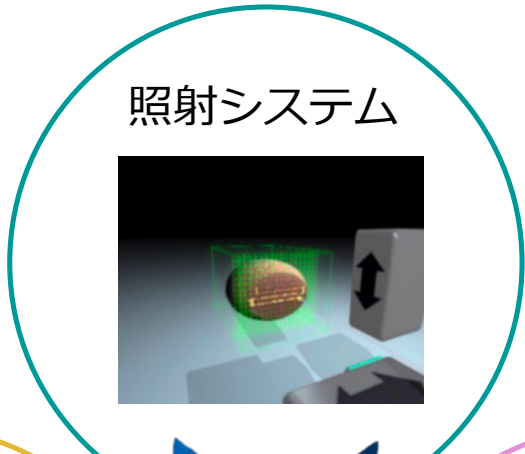
「陽子線治療」



- 高精度放射線治療は、
- 放射線物理学
 - 放射線計測学
 - 電磁気学
 - 加速器物理工学
 - 統計物理学
 - 原子核物理学
 - ...
- 幅広い物理学及び工学の結集体

要求される医学物理学研究

「4つの先端技術の柱に関する研究開発」



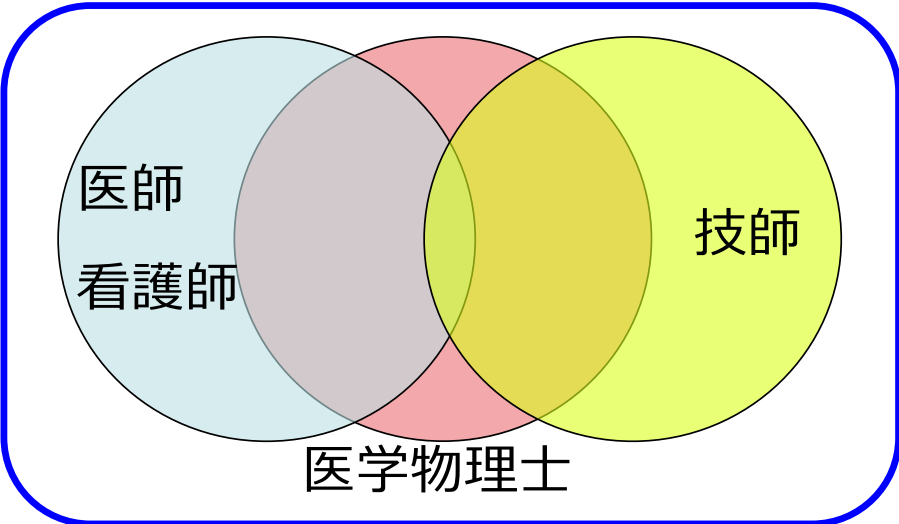
医学物理学の研究開発を行える人材育成を、大学等で実施することが重要

研究開発ができる「医学物理士」が必要不可欠

医学物理士とは

病院、学校、研究所に所属し、理工学の面から医学および医療に貢献し、かつ医学物理士の試験を受けて合格した人々を「医学物理士」といいます。(現在、国内に約1,300名。米国では10倍以上の医学物理士がいる。)

高精度な放射線治療



- ❑ 患者ごとの治療計画実施や投与線量精度管理。
- ❑ 臨床現場において、治療装置の精度や性能の維持管理及び向上に貢献すること。
- ❑ 医学物理学分野の発展・進歩において、研究開発面で貢献すること。
- ❑ 医学物理士の人材育成や教育に貢献すること。

治療装置や技術の向上だけでは、精度の高い放射線治療を患者へ提供出来ない

がんの放射線治療は、CT・PET・MRIの画像を基に、腫瘍の位置や大きさ、周囲の臓器との位置関係などを正確に把握し、放射線の照射位置や照射量を正確に設定し、患者に最適な治療を提供する。医学物理士は、放射線治療の計画・実施・評価の各段階において、医師、看護師、技師と連携して、患者の安全と治療効果の向上に貢献する。

仕事人 医学物理士



放射線治療より精度高く 医師と技師のすき間埋める

放射線治療の計画・実施・評価の各段階において、医師、看護師、技師と連携して、患者の安全と治療効果の向上に貢献する。医学物理士は、放射線治療の計画・実施・評価の各段階において、医師、看護師、技師と連携して、患者の安全と治療効果の向上に貢献する。

放射線治療の計画・実施・評価の各段階において、医師、看護師、技師と連携して、患者の安全と治療効果の向上に貢献する。医学物理士は、放射線治療の計画・実施・評価の各段階において、医師、看護師、技師と連携して、患者の安全と治療効果の向上に貢献する。

医学物理士の試験・資格認定



- 医学物理士認定機構により、年1回（秋）に医学物理士認定試験が行われている。
- 多肢選択式：物理工学系、医学生物系、記述式：物理工学系
 - 受験資格：日本医学物理学会の正会員である理工学系及び放射線技術学系修士以上の学位を有するまたは修士の学位を取得見込みの者。
 - 試験合格率は30%ほど（毎年50名ほどの合格者）。
 - 試験合格5年以内に、医学物理に関わる経験年数1-3年で医学物理士認定となる。
 - 資格の維持には、5年に一度の資格更新を行う必要がある。

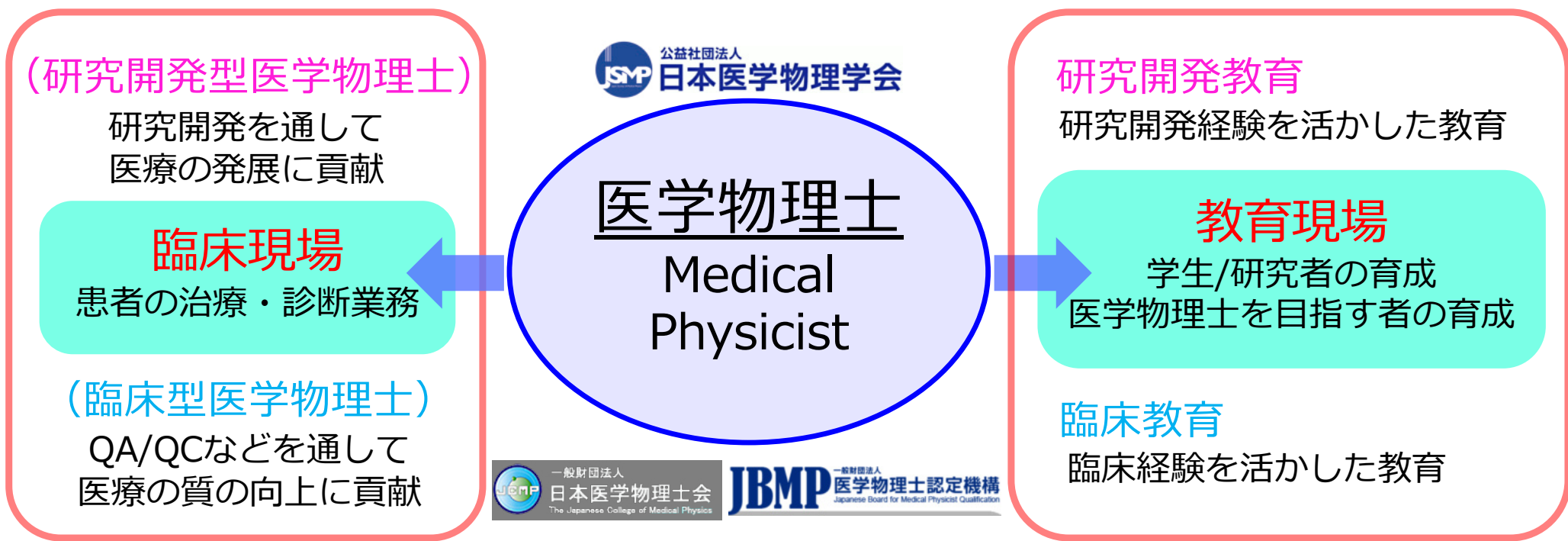
医療系の資格としては
難易度が高い（合格率が低い）



様々な理系の修士2年生から受験可能
受験資格の閾は低い

医学物理士が携わる臨床・研究・教育

「医学物理士の業務は**臨床**、**研究**、**教育**の3本の柱を基本とする」



医学物理士に関連する団体として、医学物理学の学術団体である**日本医学物理学会 (JSMP)**、医学物理士の職能団体である**日本医学物理士会 (JCMP)**、医学物理士の資格認定団体である**医学物理士認定機構 (JBMP)**の3つが存在する。

医学物理士に要求される能力

医学物理士には、以下の6つの能力が必要とされる

- 臨床現場での問題点を的確に見つけ出す : 洞察力
- 臨床における物理・技術的問題に対する解決 : 解決能力
- 不確かさに対する臨床実施への判断 : 判断能力
- 新しい治療法や治療装置を十分に理解する : 理解能力
- 装置の性能・精度向上へのアプローチ
及び新治療技術や評価法の研究及び開発 : 研究開発能力
- 若手への医学物理学の教育 : 教育能力

臨床現場において、

- 的確に目的を定める
- 解決のロジックを組める
- 実行し結果を出せる



これらの能力は
大学教育の中で
十分身に付けて
おく必要がある
(理想的である)



知識と経験から知恵を
生み出せる人材育成が重要

基礎学問をどれだけ理解し、それを活用できるか？

個人が臨床現場で学ぶことの多い少いは、基礎学問の理解が
どれだけできているかに大きく左右される。

医学物理士の人材育成の取り組み

「国（文科省）の支援による医学物理士育成支援」

□ がんプロフェッショナル人材養成プログラム（H19-R3：現在、第3期）

対象は大学院生。
 医師、技師、看護師等、大学と地域拠点病院等との連携により人材を育成する。
 医学物理士の育成も主軸の一つ。
 現在、11主幹大学81連携大学で実施中。

- がんプロ第一期では、主に理工学系の複数のポスドクががんプロ医学物理士育成教員として各大学で採用され、教育基盤の整備が行われた。
- がんプロ第二期及び三期では、各大学で多くの医学物理士の育成が行われた（行われている）。

現がんプロ参画大学

札幌医科大学連携	連携4大学
東北大学	連携4大学
筑波大学	連携13大学
東京大学	連携6大学
東京医科歯科大学	連携8大学
金沢大学	連携6大学
京都大学	連携5大学
大阪大学	連携7大学
近畿大学	連携7大学
岡山大学	連携11大学
九州大学	連携10大学

□ 粒子線がん治療に係わる人材育成プログラム（H19-H23：1期のみ）

対象は社会人。
 医師、技師、看護師、医学物理士の人材育成を既存粒子線施設を中心に実施。
 粒子線治療を専門とする医学物理士の育成が主軸の一つ。

- 粒子線治療に係わる多数の医学物理士を育成、その後、その多くが国内粒子線治療施設で活躍中。

医学物理士の人材育成の取り組み



「医学物理教育コースにおける医学物理士育成」

医学物理教育コースの設置を教育機関で幅広く展開する。
 数多くの医学物理士を育成及び輩出することで、患者へ提供する放射線医療の質の向上に努める。

- 医学物理士認定機構により、2012年4月からコース認定を開始。
- 現在、25大学が医学物理士教育コースの認定を受けている。
- その内、2大学のみが理工学系との連携でコースを立ち上げている。

機関名	専攻・分野等	修士課程	博士課程	臨床研修課程
1 筑波大学大学院	医学系	★	★	★
2 大阪大学大学院	医学系、放射線技術学系	★	★	
3 東北大学大学院	医学系、放射線技術学系	★	★	
4 茨城県立医療大学大学院	放射線技術学系	★		
5 北海道大学大学院	医学系、理学系、工学系、放射線技術学系	★	★	
6 京都大学大学院	医学系、工学系	★	★	
7 東京都立大学大学院	放射線技術学系	★	★	
8 北里大学大学院	放射線技術学系	★		
9 九州大学大学院	放射線技術学系	★		
10 東京大学大学院	医学系		★	
11 国際医療福祉大学大学院	放射線技術学系	★		
12 東海大学大学院	医学系	★		
13 広島大学大学院	医学系	★		
14 新潟大学大学院	放射線技術学系	★		★
15 神戸大学大学院	医学系	★		
16 近畿大学大学院	医学系		★	
17 帝京大学大学院	放射線技術学系	★		
18 群馬大学大学院	医学系	★		
19 駒澤大学大学院	放射線技術学系	★		
20 東京女子医科大学大学院	医学系		★	
21 帝京大学福岡大学院	放射線技術学系	★		
22 群馬県立県民健康科学大学大学院	放射線技術学系	★		
23 名古屋大学大学院	放射線技術学系	★		
24 藤田医科大学大学院	放射線技術学系	★		
25 徳島大学大学院	放射線技術学系	★		

https://www.jbmp.org/course_educational/decision/

日本における医学物理士の現状

Jpn. J. Med. Phys. Vol. 36 No. 1: 2-17 (2016)

2014年医学物理士就労状況アンケート報告

遠山尚紀^{*1}, 岡本裕之², 西尾禎治³

日本の医学物理士は
医療の現場及び教育現場
で明らかに不足している

- 病院での医学物理士職での雇用が**25%**とまだ少ない。
(本アンケートでの未回収分を考慮すると、この25%は**10%**ほどになると予測される)
- 医学物理士職のある病院では高精度放射線治療 (IMRT等) の実施率は**96%**。
(粒子線治療の実施率はほぼ**100%**と予測される)
- 医学物理職に就いている理工系は医学物理士有資格者の内で**10%**に満たない。
(本アンケートでの未回収分を考慮すると、この10%は**3%**ほどになると予測される)
- 大学教員は上記の病院での医学物理士職とほぼ同様な傾向を示す。

赤色% : 医学物理士有資格者の総数の1/3となるアンケート回答数からの算出値

水色% : 医学物理士有資格者の総数を想定した算出予測値

医学物理士の普及において何をすべきか

我が国におけるがんの放射線治療関連施設で働く医学物理士の数の不足は、高品質の放射線がん治療を患者へ提供する上で深刻な問題である。

理工系の若手研究者に放射線医療における医学物理学分野へ積極的に参画する

放射線物理学の基礎を十分に学んできた理工系出身の若手研究者にとって、医学物理士は新たなキャリアパスになる。
特に放射線医療における医学物理学分野の研究開発や放射線管理は原子力分野と多くの共通点がある。

医療現場での医学物理士の業務内容≒原子力事業に係わる専門家の業務内容

- 放射線物理学に関する基礎的研究
- 放射線の基礎特性の把握に関する計測及びシミュレーション等の研究開発
- 放射線の管理に関する手法や技術の研究開発
- …

医学物理士の人材育成の新たな取り組み

医療のニーズを知ることでシーズを生み出すことができる、
研究実施能力を持った人材を数多く輩出する仕組みを整備する。



公益社団法人

日本医学物理学会



一般社団法人 Atomic Energy Society of Japan

日本原子力学会

学会同士の密な連携体制

放射線物理学の専門知識を必要とする医学物理士という医療分野で活躍できる専門職があることを原子力分野の若手研究者にも広く知って貰う。



医学物理士認定機構により、医学物理教育コースの認定を受けている大学が25大学で、その内、理工学系との連携でコースを立ち上げているのは2大学のみしかない。

2大学 (理工学系と連携している認定大学数) / 25大学 (全認定大学数) = 8%

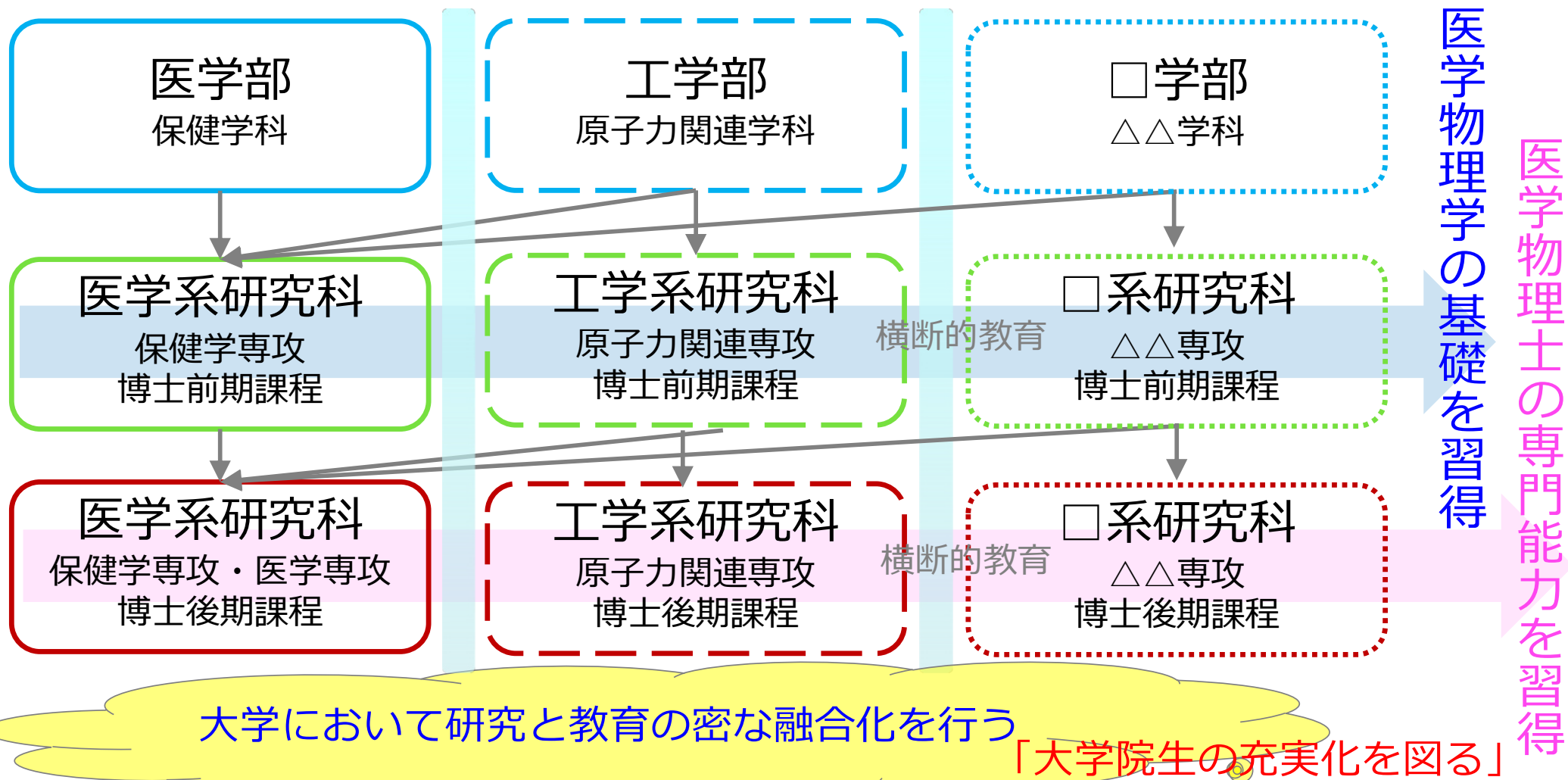


「理工系連携のコース認定大学数を増やす」...

学内での医学と工学の連携体制構築

10大学 (理工学系と連携している認定大学数) / 25大学 (全認定大学数) = 30%

大学での医学物理士の人材育成の他学部連携体制



医学物理士レジデントコースの構築

「米国における医学物理士レジデントコース」



CAMPEP
Commission on Accreditation of Medical Physics Education Programs, Inc.

CAMPEP Accredited Residency Programs in Medical Physics
Entries Last Updated February 24, 2021

* Indicates Institutions that also offer a nuclear medicine physics option
 ***Indicates residency programs that may be greater than 24 months in duration. Such programs may include a research component. Please consult the websites of the individual programs for details.
 † Indicates institutions that are accredited but have been found to be non-compliant with one or more CAMPEP standards. Public disclosure statements can be found at: www.campep.org/PublicDisclosure.asp
 **Provisional accreditation for a period of up to three years may be granted at the discretion of the CAMPEP Board if circumstances preclude awarding of initial or full accreditation. The most common reason for such provisional accreditation is in the case of a residency program that is reviewed for initial award of accreditation before a resident has been enrolled in the program. Such a program requires a site visit once a resident has been enrolled for a period of time. The site visit team can subsequently recommend to the Board that full accreditation be awarded.

Institution	Initial Accreditation	Expiration
Therapy		
Augusta University	2016	2021
Banner MD Anderson Cancer Center	2017	2022
Baylor Scott & White	2009	2023
BC Cancer	2011	2020
Beaumont Health	2017	2021
CancerCare Manitoba	2009	2023
Cancer Centre of Southeastern Ontario	2014	2024
(CARTI) Central Arkansas Radiation Therapy Institute	2011	2025
Cleveland Clinic***	2012	2021
Columbia University/NY Presbyterian***	2013	2022
Cross Cancer Institute - University of Alberta***	2005	2025
Duke University Medical Center	2009	2023
East Carolina University	2019	2022
Emory University School of Medicine*	2012	2025
Fox Chase Cancer Center***	2013	2022
Geisinger Health System	2010	2024
Genesis Healthcare Partners and Affiliate**	2016	2021

計105施設

医療機関における医学物理士業務のOJTを主軸に行い、（臨床型）医学物理士を養成する。

- コース期間は2-3年間。
- 対象者は医学物理士を目指す者（修士以上）。
- コース所属中は給与支給。
- 米国では医学物理士レジデントコース修了者のみ医学物理士受験資格とする方向で進んでいる。（日本ではそうになっていない）

日本で医学物理士レジデントコースは3施設（2大学、1医療機関）のみ。

医学物理士レジデントコースを増やすことが、理工系からの医学物理士へのキャリアパスを大きく後押しさせる近道の一つである。

原子力のプロを養成する専門職大学院と同じような仕組みで、医学物理学のプロを養成する医学物理士専門職コースを構築できないものだろうか…。

医学物理士の魅力とは

理工系研究者が医学物理学分野へキャリアパスをした場合、その魅力は様々である。

- **“がん患者の治療のため”**といった明確な目的を持つことが出来る。
- **“医療人としての自覚と責任感”**を持つことが出来る。
- 様々な職種の方との協力体制の基で、研究面だけでなく人格形成面でも**“幅広い視野”**を養うことが出来る。
- 短期間で結果が出せるものから結果が出るまで長期間必要となるものなど**“研究テーマが数多く存在”**する。
- 国内では確立されていない分野であるので、努力次第では、若くして**“医学物理学分野における研究者のパイオニア”**になることが出来る。

医学物理学の研究は宇宙物理学などの基礎的な研究に似ている側面を持ち、基礎研究から技術応用、更には臨床に至るまでの幅広い研究及び開発が可能であることも魅力の一つである。

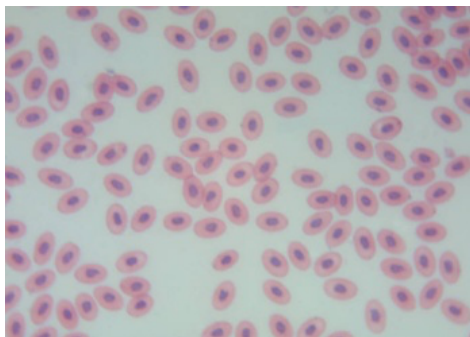
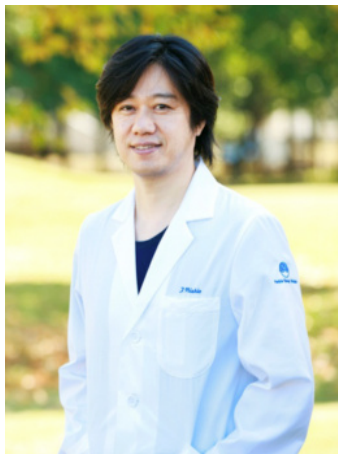
放射線医療における医学物理学の研究とは

宇宙



巨視的な世界からより微視的な世界へ

人体



基礎や技術の応用から臨床までの幅広い研究が可能



- 原子力分野から多くの医学物理士を -

