

**先端研究拠点事業**  
**平成 26 年度 実施計画書**  
**(国際戦略型)**

1. 日本側拠点機関名 大阪大学

2. 研究交流課題名 (和文) 医学物理研究教育拠点の形成

(英文) Forming research and educational hubs of medical physics

研究交流課題に係るホームページ <http://sahswww.med.osaka-u.ac.jp/~rad-onc/JSPSctoC/toppage.html>

3. 採用期間 平成 23 年 4 月 1 日 ~ 平成 28 年 3 月 31 日 ( 60 ヶ月)

4. 実施体制

○日本側実施組織

拠点機関	大阪大学
実施組織代表者 職・氏名	学長・平野 俊夫
コーディネーター 所属部局・職・氏名	大学院医学系研究科・教授・小泉雅彦
協力機関数	6
協力機関名	兵庫県立粒子線医療センター・大阪府立成人病センター・国立循環器病研究センター・東京大学・京都大学・順天堂大学
拠点機関事務組織： 事務総括責任者	国際交流オフィス国際交流課長・満尾俊一
事務総括担当者	国際交流オフィス国際交流課交際交流推進係長・赤坂真弓
経理管理責任者	医学系研究科保健学科事務室長：池本 忠雄
経理管理担当者	医学系研究科保健学科事務室会計係長：岡 浩司

○相手国側実施組織 1

国名	米国
拠点機関	インディアナ大学
コーディネーター 所属部局・職・氏名	医学部・教授・Indra J DAS
協力機関数	2
協力機関名	パデュー大学・ミネソタ大学

○相手国側実施組織 2

国名	オランダ
拠点機関	Groningen 大学
コーディネーター 所属部局・職・氏名	原子核研究所・教授・Sytze BRANDENBURG

(様式 1)

協力機関数	1
協力機関名	パウル・シュラー研究所 (スイス)

○相手国側実施組織 3

国名	
拠点機関	
コーディネーター 所属部局・職・氏名	
協力機関数	
協力機関名	

※交流相手国が多数の場合、適宜、枠を追加して記入すること。

5. 先端研究拠点事業としての全期間を通じた交流目標 (\*申請書に記入した交流目標を転載すること)

わが国の死因のトップはがんであり、がん克服は国民的課題である。本研究では、欧米の最先端施設の研究者と交流し、がん治療で重要な役割を果たす粒子線・放射線治療を世界的規模で推進する。また高精度放射線治療、粒子線治療に関する最先端の研究開発を通して、未来の放射線治療を担う若い医学物理士育成の研究拠点を形成する。

日本は粒子線治療の研究・治療では世界に先駆ける成果を上げている。しかし、医学物理士の養成では大きく後れを取っている (米国約 6,000 人、日本約 120 人)。本計画によって、アメリカでの先端研究機関での医学物理士養成に関してのノウハウを習得し、研究教育現場に大学院学生を派遣し、日本で国際競争力を備えた若い医学物理士を養成する。

ヨーロッパは PET、核スピニング・イメージングなどの基礎研究では先んじている。しかし、粒子線治療の導入は、現在、まさに行われている渦中である。基礎研究、実用研究両面での協力関係を強化し、互いのメリットを共有出来る。日米欧における実用的研究、基礎科学的研究の戦略的推進で、医学物理分野の先端研究を加速する。並行して、先端核物理研究成果を迅速に医学応用する研究拠点を形成する。更に、そのプロセスの中に学生を絡ませることにより、現場での医学物理の実践が可能となる教育を行い、医学物理の拠点形成を目指す。

6. 前年度までの交流活動による目標達成状況

平成 25 年度は、米国・インディアナ大学、ミネソタ大学、およびオランダ・ Groningen 大学へ、教員、学生、医学物理士、医師を合わせて、それぞれ 3 名 6 ヶ月、1 名 11 ヶ月、4 名 7 ヶ月 (延べ) 派遣して、共同研究を遂行した。具体的なテーマは多岐にわたり、いくつかは論文にまとめられ、海外の学会での発表も多数行われている。

派遣された学生らは、相手国研究者と積極的にコミュニケーションを取りながら自主的に研究を進めており、また滞在先の施設で得た臨床経験、研究経験を持ち帰って、海外の臨床業務や研究への姿勢などの情報を共有するなど、周囲の学生らに良い影響を与えている。「国際的な場で活躍できる、高い研究能力を持った人材」は、医学物理分野で着実に育成されてきていると言える。

8 月にはインディアナ大学にてシンポジウムを開き、研究の成果や進捗の報告、今後の共同研究に関する議論を行った。日本からは、連携施設である東京大学、順天堂大学からの参加もあった。

9 月には医学物理学会とジョイントで国際スクールを開催し、150 名以上の参加があった。本事業の最も主要な課題の一つである粒子線治療に重点を置き、海外から 4 名の講師を招き、講演を行った。学生に対する、粒子線治療に関する教育的な面で大いに役に立った。

## 7. 本年度の交流計画の概要

### (共同研究)

大阪大学、および関連機関の研究者を米国・インディアナ大学、ミネソタ大学、オランダ・ Groningen 大学に派遣し、以下の共同研究課題を推進する。

1. **次世代粒子線治療装置開発**：高温超電導素材を使った小型ガントリーによる小型加速器開発の基礎研究を行う。装置小型化は国民がその最先端技術を楽しむ為に不可欠で、非常に重要な技術となる。ガントリーのイオン光学検討を進める。種々のビーム条件に対する最適化を行うとともに、スポットスキニングのモンテカルロ計算を行う。小型スポットスキニング装置開発に向けた高温超電導線磁石の基礎開発を行い、実用化を目指す。また、新しい概念に基づく粒子線治療用小型加速器及びビームスキニング法の開発に着手する。
2. **粒子線シミュレーション研究**：インディアナ大学陽子線治療センターのビームラインのモデル化、深部線量百分率曲線の計算はほぼ終わり、次は 2 次中性子線量の計算を行う。
3. **次世代診断法・装置の開発**：陽子線治療における照射野イメージングや、PET、SPECT への使用の実用化を目指す。
4. **適応放射線治療・画像誘導放射線治療、呼吸性移動を有する腫瘍に対する放射線治療に関する研究**：放射線治療期間における腫瘍や個々の患者状態変化に応じて最適化した治療が可能となる。交流を行う日米欧の 3 大学ではこれまで核物理の基礎研究を行ってきた。その基礎研究に診断技術を結合させ、総合的な治療法の開発を目指す。
5. **がん情報システムの開発**：インターネットを用いた即時性の高いオンラインデータ集積・還元システムを構築する。
6. **粒子線生物効果研究**：がん細胞への粒子線の影響は光子とは大きく異なる。今後の治療成績向上のための照射法開発や分子標的薬を含む他療法との併用効果の分析にも役立つ。平成 25 年度の研究成果として、炭素イオン線照射によりがん細胞の接着および細胞運動に重要な働きをもつタンパク群が抑制されることを確認した。これは粒子線照射によりがん転移能が抑制されたことを示唆する。本年度は、炭素イオン線、陽子線を照射した細胞のタンパクの振る舞いに関する研究を中心に行う。

### (セミナー)

7 月下旬にミネソタ大学で、8 月下旬に Groningen 大学にてシンポジウムを行う。日本からは、これまで本事業によりインディアナ大学、ミネソタ大学、Groningen 大学に滞在し、共同研究を行ってきた学生、教員、医学物理士、医師などが参加し、共同研究の進捗状況や成果の発表、今後の共同研究の方針などに関して議論を行う。

### (研究者交流)

人材育成では、大阪大学、および協力機関（東京大学、順天堂大学など）の学生を相手国拠点機関に 1-6 ヶ月程度短期派遣し、滞在期間中に担当する共同研究の推進、医学物理先進国での臨床トレーニングを行わせる。

前年度中に相手国拠点機関に派遣した学生、教員や、その他の学生、教員を、7 月に米国テキサス州で行われる米国医学物理学会年会 (AAPM)、9 月にサンフランシスコで行われる米国放射線腫瘍学会年会 (ASTRO)、6 月に中国で行われる粒子線治療世界会議、9 月に韓国で行われる医学物理学会日韓大会、4 月にトルコで行われる超伝導と磁性の国際会議に参加させ、研究成果の発表を行う。

6 月に米国バーモント大学で行われる米国医学物理学会 (AAPM) のサマースクールに参加させる。米国インディアナ大学パーデュー大学インディアナポリス校からの研究者の受入を行う。

(様式 1)

8. 本年度交流人数総表

派遣先 派遣元	日本 <人/人日>	米国 <人/人日>	オランダ <人/人日>	トルコ (第3国) <人/人日>	中国 (第3国) <人/人日>	韓国 (第3国) <人/人日>	合計 <人/人日>
日本 <人/人日>		15/ 534	16/ 668	1/ 7	1/ 7	2/ 8	35/ 1224
米国 <人/人日>	1/ 2		2/ 10				3/ 12
オランダ <人/人日>							0/ 0
合計 <人/人日>	1/ 2	15/ 534	18/ 678	1/ 7	1/ 7	2/ 8	38/ 1236

※各国別に、研究者交流・共同研究・セミナーにて交流する人数・人日数を記載してください。

(なお、記入の仕方の詳細については「記入上の注意」を参考にしてください。)

※交流相手国以外への渡航計画については、文書により本事業において実施する必要性を示すこと。

9. 共同研究による交流計画

【研究課題・テーマ別の内容】(研究課題・テーマ別に作成してください。)

整理番号	R26-1	
研究課題・テーマ名	(和文) 次世代粒子線治療装置開発	
	(英文) Development of the next generation particle radiotherapy device	
代表者 国名	日本	
氏名・所属・職	(和文) 畑中 吉治・大阪大学核物理研究センター・教授	
	(英文) Kichiji HATANAKA, Research Center for Nuclear Physics, Osaka University, Professor	
主に共同研究を行う 協力機関	日本(機関名)	兵庫県立粒子線医療センター
	外国(機関名・国名)	パウル・シュラー研究所・スイス
26年度の研究計画 の予定(特徴及び期 待される成果)	ガントリ及び加速器の小型化を目指した高温超電導電磁石に関する基礎研究を行う。特に、高温超電導線材を用いたスポットスキャンニング装置、ガントリ及び加速器用偏向電磁石などの基礎開発を行い、小型のガントリ及び加速器の実用化に必要な高温超電導電磁石技術の確立を目指す。開発した高温超電導線材を用いた双極磁石、スキャンニングマグネットにおける性能評価をさらに進める。更には、高温超電導線材を用いた新しい概念の AVF サイクロトロン電磁石の設計も進める。これらは、小型ガントリ、サイクロトロン開発の基盤となる。平成 25 年度から始めたガントリーのイオン光学検討をさらに進める。種々のビーム条件に対する最適化を行うとともに、スポットスキャンニングのモンテカルロ計算を行う。また、腫瘍形状に合わせた新しいビームスキャンニング法の検討も行う。	

## (様式 1)

整理番号	R26-2	
研究課題・テーマ名	(和文) 粒子線シミュレーション研究	
	(英文) Particle simulation	
代表者 国名	日本	
氏名・所属・職	(和文) 高階 正彰・大阪大学大学院医学系研究科・特任助教(常勤)	
	(英文) Masaaki TAKASHINA, Osaka University Graduate School of Medicine, Specially Appointed Assistant Professor	
主に共同研究を行う協力機関	日本(機関名)	兵庫県立粒子線医療センター
	外国(機関名・国名)	インディアナ大学・米国
26年度の研究計画の予定(特徴及び期待される成果)	これまでに、インディアナ大学陽子線治療センターのビームラインのモデル化を行い、深部線量百分率曲線などの、シミュレーションコード間の比較を行った。今後は2次中性子発生シミュレーションを行い、中性子被ばくを低減する方法などの研究を行う。	

整理番号	R26-3	
研究課題・テーマ名	(和文) 次世代診断法・装置の開発	
	(英文) Development of the next generation diagnostic devices	
代表者 国名	日本	
氏名・所属・職	(和文) 谷森 達・京都大学大学院理学研究科・教授	
	(英文) Toru Tanimori, Graduate School of Science, Kyoto University, Professor	
主に共同研究を行う協力機関	日本(機関名)	国立循環器病研究センター研究所
	外国(機関名・国名)	グローニンゲン大学・オランダ
26年度の研究計画の予定(特徴及び期待される成果)	陽子線治療における照射野イメージングや、ポジトロン断層法(PET)、単一光子放射断層撮影(SPECT)への使用の実用化を目指して研究を行っていく。	

## (様式 1)

整理番号	R26-4	
研究課題・テーマ名	(和文) 適応放射線治療・画像誘導放射線治療、呼吸性移動を有する腫瘍に対する放射線治療に関する研究	
	(英文) Adaptive, Image-guided, Respiratory gated Radiotherapy	
代表者 国名	日本	
氏名・所属・職	(和文) 武川 英樹・市立貝塚病院・医学物理士	
	(英文) Hideki TAKEGAWA, Kaizuka Hospital, Medical Physicist	
主に共同研究を行う協力機関	日本(機関名)	大阪府立成人病センター・東京大学
	外国(機関名・国名)	グロニンゲン大学・オランダ
26年度の研究計画の予定(特徴及び期待される成果)	<p>25年度で回転型強度変調放射線治療(VMAT: Volumetric Modulated Intensity Radiotherapy)を用いた非小細胞肺癌に対する定位照射の4次元線量計算法を開発した。26年度では治療計画時と照射時の呼吸変化が患者体内に付与される線量分布の変化に及ぼす影響を解析し、呼吸性移動に対してロバストな治療計画作成へと繋げる。更にVMAT治療時のビームを用いた治療時CBCT(Cone-beam CT)の取得法を開発しており、治療時の患者データからフィードバックし治療計画に変更を加える適応放射線治療のモデル作成を推進する。</p> <p>また、グロニンゲン大学で導入が予定されている陽子線治療装置を想定し、呼吸性移動を有する腫瘍への強度変調陽子線治療と光子線治療の治療計画比較研究を開始する。</p>	

## (様式 1)

整理番号	R26-5	
研究課題・テーマ名	(和文) がん情報システムの開発	
	(英文) Development of cancer information systems	
代表者 国名	日本	
氏名・所属・職	(和文) 手島 昭樹・大阪府立成人病センター・主任部長	
	(英文) Teruki TESHIMA, Osaka Medical Center for Cancer and Cardiovascular Diseases, Chairman of Radiological Department	
主に共同研究を行う協力機関	日本 (機関名)	大阪府立成人病センター
	外国 (機関名・国名)	インディアナ大学・米国
26年度の研究計画の予定 (特徴及び期待される成果)	インターネットを用いた即時性の高いオンラインデータ集積・還元システムを構築し、放射線治療計画の検証や国際比較を行ったり、施設構造や診療過程、治療成績の国際比較を行うことによって、がん診療の質評価を行えるようにする。	

整理番号	R26-6	
研究課題・テーマ名	(和文) 粒子線生物効果研究	
	(英文) Research on particle beam radiation biology	
代表者 国名	日本	
氏名・所属・職	(和文) 松浦 成昭・大阪大学大学院医学系研究科・特任教授	
	(英文) Nariaki MATSUURA, Osaka University Graduate School of Medicine, Professor	
主に共同研究を行う協力機関	日本 (機関名)	兵庫県立粒子線医療センター
	外国 (機関名・国名)	グローニンゲン大学・オランダ、パデュー大学・米国
26年度の研究計画の予定 (特徴及び期待される成果)	粒子線照射ががんの浸潤・転移能に与える影響、正常組織への影響を分子生物学的に解明する。これらは治療成績向上の為に照射法開発や分子標的薬を含む他療法との併用効果の分析にも役立つ。昨年の研究の結果、炭素イオン線のがん転移能、浸潤能抑制に関わるタンパクを特定した。今年度は、炭素イオン線、陽子線照射の段階的線量照射を行い、特定したタンパクに関わる影響を明らかにする。この成果は、粒子線治療を行う際のがん転移抑制を考慮した線量決定の生物学的指標となり得る。	

## (様式 1)

## 10. セミナー開催予定

整理番号	S26-1		
セミナー名 (和文)	日本学術振興会先端研究拠点事業「大阪大学－ Groningen 大学 医学物理シンポジウム」		
(英文)	JSPS Core-to-Core Program “Osaka University – University of Groningen Medical Physics Symposium”		
開催予定期間 (日数)	平成 26 年 8 月 25 日 ～平成 26 年 8 月 26 日 ( 2 日間)		
開催国・場所 (和文)	オランダ・ Groningen 大学		
開催国・場所 (英文)	University of Groningen, the Netherlands		
日本側開催責任者 (所属・職・氏名)	大阪大学大学院医学系研究科・教授・小泉雅彦		
相手国側開催責任者 (所属・職・氏名)	Groningen 大学原子核研究所・教授・Sytze Brandenburg		
参加者数	本事業参加者 (参加者リスト の研究者等)	日本	6 人
		(オランダ) 国	10 人
		( 米 ) 国	2 人
		( ) 国	人
	一般参加者 (参加者リスト 以外の研究者等)	日本	0 人
		(オランダ) 国	5 人
		( ) 国	人
		( ) 国	人
合計	23 人		
開催の目的	これまでの共同研究の進捗状況、成果の発表。また、今後の共同研究に関する方針等の議論を行う。		
期待される成果	各テーマにおける研究の状況、成果、方針を共有できる。		
運営組織	Groningen 大学原子核研究所		
開催経費 分担内容 と概算額	日本側	内容	金額
		外国旅費	1,724,400 円
		外国旅費・謝金等に係る消費税	137,952 円
	(オランダ) 側	内容	
		会議費	
		その他 (印刷製本費・物品費等)	
	(米国) 側	内容	
		外国旅費	
特記事項			

## (様式 1)

整理番号	S26-2			
セミナー名 (和文)	日本学術振興会先端研究拠点事業「大阪大学－ミネソタ大学 医学物理シンポジウム」			
(英文)	JSPS Core-to-Core Program “Osaka University – Minnesota University Medical Physics Symposium”			
開催予定期間 (日数)	平成 26 年 7 月 25 日 ～平成 26 年 7 月 25 日 ( 1 日間)			
開催国・場所 (和文)	米国・ミネソタ大学			
開催国・場所 (英文)	Minnesota University, USA			
日本側開催責任者 (所属・職・氏名)	大阪大学大学院医学系研究科・教授・小泉雅彦			
相手国側開催責任者 (所属・職・氏名)	ミネソタ大学・准教授・Susanta Hui			
参加者数	本事業参加者 (参加者リスト の研究者等)	日本	8	人
		( 米 ) 国	2	人
		( ) 国		人
		( ) 国		人
	一般参加者 (参加者リスト 以外の研究者等)	日本	2	人
		( 米 ) 国	10	人
		( ) 国		人
		( ) 国		人
合計		22	人	
開催の目的	これまでの共同研究の進捗状況、成果の発表。また、今後の共同研究に関する方針等の議論を行う。			
期待される成果	各テーマにおける研究の状況、成果、方針を共有できる。			
運営組織	ミネソタ大学			
開催経費 分担内容 と概算額	日本側	内容	金額	
		外国旅費	748,200 円	
		外国旅費・謝金等に係る消費税	59,856 円	
	(米国) 側	内容		
		会議費		
		その他 (印刷製本費・物品費等)		
	( ) 側			
特記事項	当研究費で参加する者は皆 直前の AAPM (米国医学物理学会) に参加するので、旅費は半額ずつ、宿泊費は日数割で、研究者交流とセミナーに計上する。			

## (様式 1)

## 11. 研究者交流（共同研究・セミナー以外の交流）の実施計画

※「9. 共同研究による交流計画」及び「10. セミナー開催予定」として研究者の交流を行う場合は、こちらには計上しないでください。

## 〈派遣予定研究者〉

番号	派遣国	派遣研究者				訪問先		派遣時期	日数	備考
		氏名	所属機関	職名	参加区分	機関名	受入研究者氏名・職			
1	トルコ	畑中吉治	大阪大学	教授	拠点機関			4/26-5/2	7	超電導磁石国際会議
2	中国	黒須圭太	大阪大学	博士後期課程1年	拠点機関			6/8-14	7	粒子線治療世界会議
3	米国	井上達也	順天堂大学	助手	協力機関			6/21-27	7	アメリカ医学物理学学会サマースクール
4	米国	高階正彰	大阪大学	特任助教（常勤）	拠点機関			7/19-23	5	アメリカ医学物理学学会
5	米国	黒須圭太	大阪大学	博士後期課程1年	拠点機関			7/19-23	5	アメリカ医学物理学学会
6	米国	姉帯優介	大阪大学	博士後期課程1年	拠点機関			7/19-23	5	アメリカ医学物理学学会
7	米国	馬込大貴	東京大学	研究員	協力機関			7/19-23	5	アメリカ医学物理学学会
8	米国	中野正寛	東京大学	博士課程3年	協力機関			7/19-26	8	アメリカ医学物理学学会
9	米国	高階正彰	大阪大学	特任助教（常勤）	拠点機関			9/13-18	6	アメリカ放射線腫瘍学会年会
10	米国	篠原靖弘	大阪大学	博士前期課程2年	拠点機関			9/13-18	6	アメリカ放射線腫瘍学会年会
11	米国	上田悦弘	大阪府立成人病センター	技術吏員	協力機関			9/13-18	6	アメリカ放射線腫瘍学会年会
12	米国	大平新吾	大阪府立成人病センター	技術吏員	協力機関			9/13-18	6	アメリカ放射線腫瘍学会年会
13	韓国	高階正彰	大阪大学	特任助教（常勤）	拠点機関			9/24-27	4	医学物理学学会
14	韓国	武川英樹	市立貝塚病院	医学物理士	研究協力者			9/24-27	4	医学物理学学会
15	米国	今泉大将	大阪大学	博士前期課程1年	拠点機関	IUPUI	Hiroki Yokota・教授	8/1-9/30	60	
16	米国	吉崎啓太	大阪大学	博士前期課程1年	拠点機関	IUPUI	Hiroki Yokota・教授	2/1-3/25	53	
17	米国	中谷香菜	大阪大学	博士前期課程1年	拠点機関	IUPUI	Hiroki Yokota・教授	2/25-3/25	30	
18	オランダ	川内丸亮介	大阪大学	博士前期課程2年	拠点機関	グロニンゲン大学	Sytze Brandenburg・教授	6/1-11/30	180	
19	オランダ	姉帯優介	大阪大学	博士後期課程1年	拠点機関	グロニンゲン大学	J. A. Langendijk・教授	10/15-12/15	60	
20	オランダ	高津淳	大阪大学	博士後期課程2年	拠点機関	グロニンゲン大学	Sytze Brandenburg・教授	1/1-3/20	80	
21	オランダ	濱谷紀彰	大阪大学	博士後期課程2年	拠点機関	グロニンゲン大学	Sytze Brandenburg・教授	1/1-3/20	80	
22	オランダ	中野正寛	東京大学	博士課程3年	協力機関	グロニンゲン大学	J. A. Langendijk・教授	12/1-2/28	90	