

課題の概要

- 提案構想名 「「光医療産業バレー」拠点創出」
- 総括責任者名 「岡崎 俊雄」
- 提案機関名 「(独)日本原子力研究開発機構」
- 協働機関名 「浜松ホトニクス株式会社, ウシオ電機株式会社, 株式会社東芝, 兵庫県立粒子線医療センター, 株式会社島津製作所, 株式会社豊田中央研究所, ペンタックス株式会社, 株式会社フジクラ, 日本アドバンステクノロジー株式会社, 有限会社HOC」

機関の現状

日本原子力研究開発機構（原子力機構）の研究者は、世界に先立って、レーザー駆動の超小型加速器を提唱（1979年）、実証（95年）するとともに、そのがん治療への応用を提唱してきている。95年には先進的レーザーの研究を展開する関西研究所を開設した。

2001年からは5ヵ年計画で、放射線医学総合研究所（放医研）を中核に当提案機関（原子力機構）、京都大学、などの共同研究として「先進小型加速器の要素技術開発」事業を開始し、MeVエネルギー級の陽子生成に関する基礎試験を完了させた。レーザー生成イオンビームの特性改善に関しては原子力機構、京都大学が協力し、位相回転等の新しいアイデアに基づく実証実験を成功させた。また、科学技術振興機構（JST）の支援事業（2003～07年）により、原子力機構と兵庫県立粒子線医療センターは、レーザー駆動粒子線の特性を利用した治療、眼などへの治療について治療計画作成などの研究開発を行った。原子力機構は大阪大学レーザーエネルギー学研究所などと協力し光源の開発・利用研究を行っている。

この間、原子力機構の幹部は、原子力委員会加速器専門部会（2004年）や文部科学省量子放射線研究課（当時）「粒子線がん治療普及に向けた勉強会」（阿部会長、2004年）で、当課題であるレーザー駆動超小型加速器による粒子線がん治療の全国普及やその波及としての光産業創生の可能性を先見的に指摘した。

2000年の米国ローレンスリバモア研究所での約60 MeVのレーザー駆動イオン発生成功以降、全世界でレーザー駆動イオン加速とそのがん治療への利用研究が急速に進展した。上記の日本における先見性にも関わらず、現状では欧米でのレーザー加速器開発の各種プロジェクトの立ち上げは、今や日本を圧倒する勢いになっている。

原子力機構は、多くのレーザー及び加速器科学、並びに粒子線治療計画に関わる若手研究者を育成している。また原子力機構では、機会があるごとに外国人若手研究者、女性研究者などの雇用など広い人材活用施策を早くから採用している。また、原子力機構は、日韓中3国文部科学省・教育省による高強度レーザーに関する協力の日本拠点に指名されており、AILN（Asian Intense Laser Network）でも議長や役員を務めるなど指導性を発揮し、「アジア若手夏の学校」を共同開催するなど、人材交流と育成策に携わっている。

拠点化の対象とする先端融合領域及び研究開発

レーザーを導入することでがん粒子線治療器の著しい小型化をもたらし、それによる普及への扉を開く可能性は、先端の光科学と医療の融合におけるイノベーションである。この領域の研究開発は投資効果が著しく、広範な光医療産業の振興につながる基盤の構築の中軸となる。

原子力機構は他の機関と共同して、エネルギーの広がり大きい陽子線の単色化、加速器への入射を可能にする位相回転を世界に先駆けて実証し、発生した陽子線の特性評価、利用研究を進めている。放医研を核にした共同研究により世界に先駆けて2001年から粒子線がん治療のための「先進小型加速器」事業が実施され、レーザー駆動陽子線の発生実証などの成果が得られている。

その後世界では、米国で著名なフォックスチェースがんセンター、フランス応用光学研究所（LOA）を核にしたレーザーイオン源のがん治療への応用を目指したプロジェクトなどが相次いで開始され、中国、韓国の台頭など厳しい競争環境となっている。世界に先駆けて実施した先進小型加速器計画の成果を無駄にしないためにも、国の支援が強く望まれる。

現在の粒子線がん治療はコストが大きいため普及が妨げられている。X線治療器のインフラを利用した当提案は、コストを一桁下げるなどががん治療の体系にインパクトを与えるものであり、従来の粒子線治療の普及に対する問題点をみごとにクリアできる。また、小型化に伴う装置の簡素化により、PETなどをモニターとして「病巣を見ながら治療」する新しい技術の導入により、粒子線治療の一層の高度化が図られる。付随して創出される光医療機器を含め、その潜在的市場は巨大である。

拠点化構想

協働参画者や発明者の知的資産を保護するため、簡略で迅速な手続きとその運用慣習を確立し、知的資産の蓄積を促進する。一方、こうした知的資産の更なる展開のため、先取り権の原則の下で一定の手続きを踏めば途中段階での参画を許容するなどの柔軟性を確保する。こうした原理を制度化した多数の機関、企業、個人が往来できる場として「**リサーチ・コモンズ**」のシステムを構築し、光医療産業の創出を目指した産学連携、人材交流・育成を推進する。これは**先端光医療産業**におけるいわば**“楽市楽座”**の確立である。

「リサーチ・コモンズ」の中に、融合研究体としての研究プロジェクトを組織する。この融合研究体は、企業などが一定の簡単な手続きで協働機関として参画できる柔軟な組織とする。参画者は研究融合体のメンバー内でお互いに認知されていて、そのメンバー内では知的資産を共有できる一方でメンバー内で共有された知的資産は他へは開示されない、そして参画の企業はその知的資産を事業展開可能とする。参画する際には、現メンバーの賛意を得た上「秘密保持契約」（1ページ位の簡単な様式）に署名し参加が表明される。協働機関以外にも、連携機関として国の研究所や大学も加わり強靱な融合研究体を形成する。

また、柔軟な兼職制度を設け、長期短期の両方で「コモンズ」に人材の結集策をとる。具体的には企業やアジアなど国外からの優秀な人材を確保するほか、研究補助員制度を設け若手研究者の確保を図る。同程度の能力を有する場合には優先的に女性研究者や外国人研究者を採用するなど、人口減の日本の現状に対応すべくこれら人材の積極的活用や流動化を図る。「拠点」はこれらの機能を全うするため、新たな柔構造の組織「プロジェクト推進室」（仮称）を導入して、拠点の柔軟で多様な運営の要望に応える。本拠点で育成した医学物理士やレーザー技師などの人材は、レーザーがん治療の普及を通じ、広がる学際的人材雇用の必要に応じ、自治体と協力し病院、企業や国外で活躍することを助成する事業を行う。また、参加した研究者等の起業の支援制度としてベンチャー投資会社を「リサーチ・コモンズ」内に入れることなどで整備し、**新たな市場創出**に貢献する。

ミッションステートメントの概要

3年目の目標：

エネルギー5～10 MeVの陽子発生が可能なレーザー駆動の**超小型加速装置**とそのために必要な高性能レーザーを開発する。またこれらを応用した**放射化測定装置**、レーザー計測機器を開発し、光医療産業の振興の基盤技術を固める。

7年目の目標：

浅部がん・黄斑変性症や頭けい部の疾患等に適用可能なエネルギー40～80 MeVの陽子ビームを発生するレーザー駆動超小型加速器を開発し、それを応用して小型の治療機器とその付随診断機器を開発する。これより光医療産業に資すると共に、そのために必要な若手人材を輩出する。

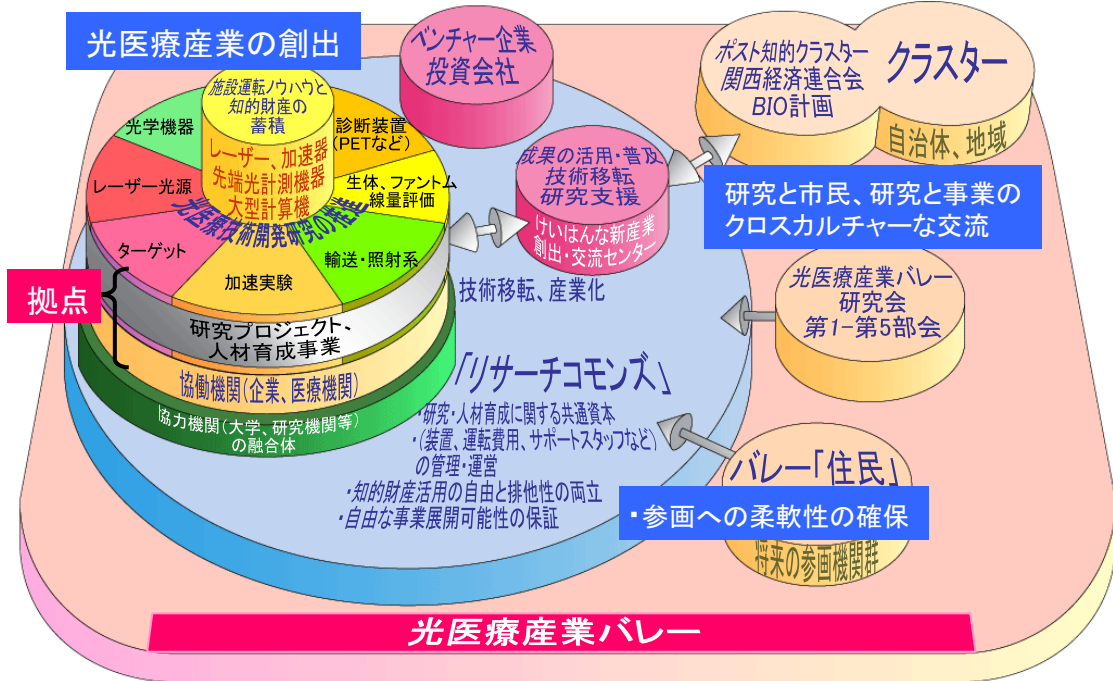
10年後の目標：

深部がんに適用可能で全国普及、量産に適したレーザー駆動**小型がん治療器**、**新型医用レーザー**など光医療産業機器を開発・製品化し、光医療産業創出の起爆剤とする。拠点から学際的（光と医療の接点）な人材を我が国はもとよりアジア各国における医療産業界、病院、大学、などに広く供給する。

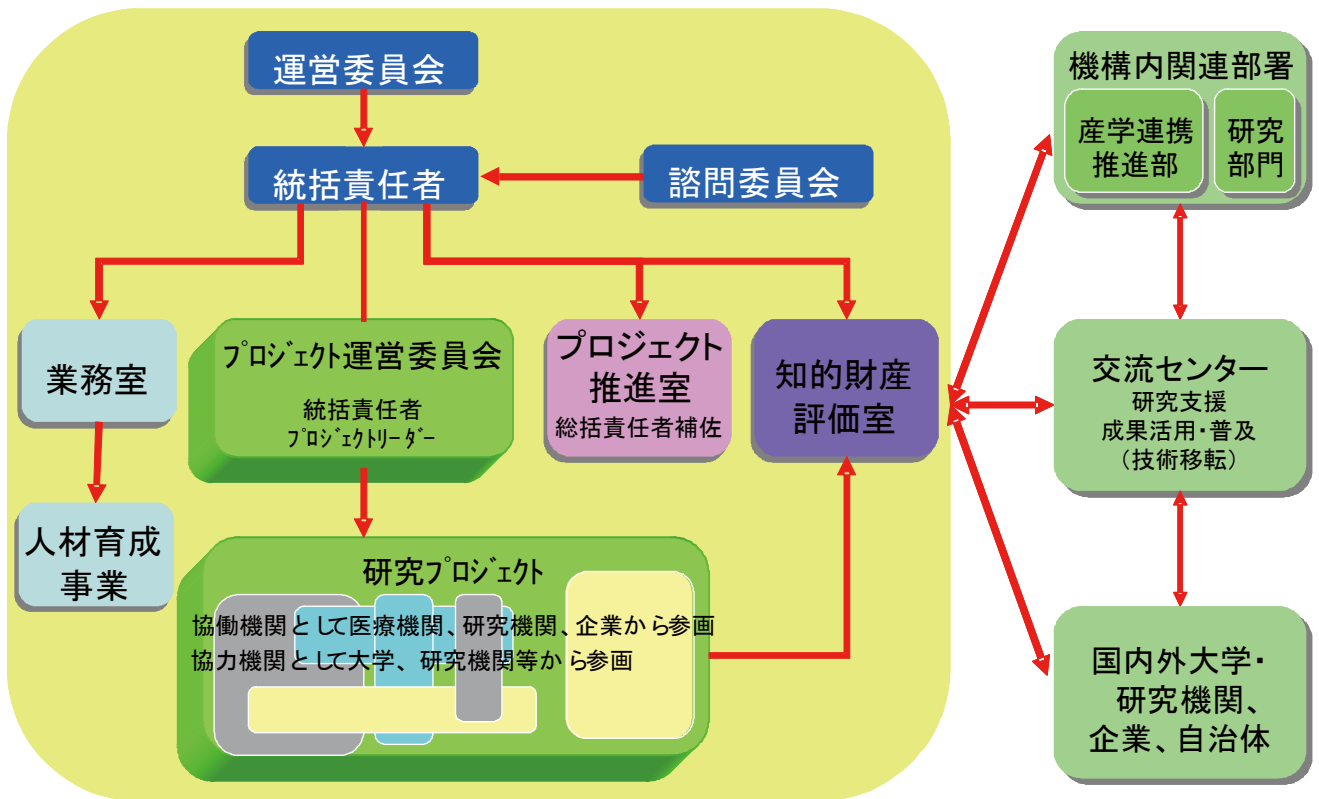
課題の実施体制

拠点の目指す体制

リサーチ・コモンズと「光医療産業バレー」の創出



リサーチコモンズの体制



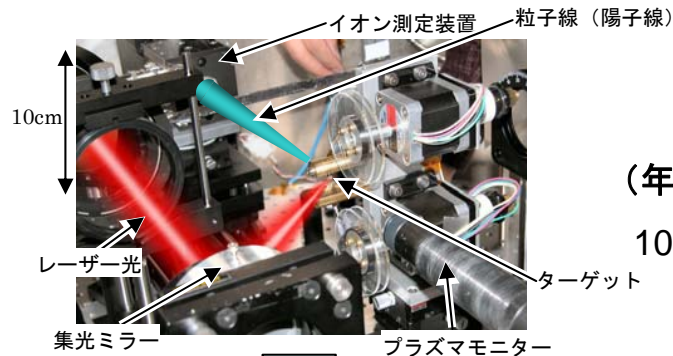
拠点の運営体制

課題の実施内容

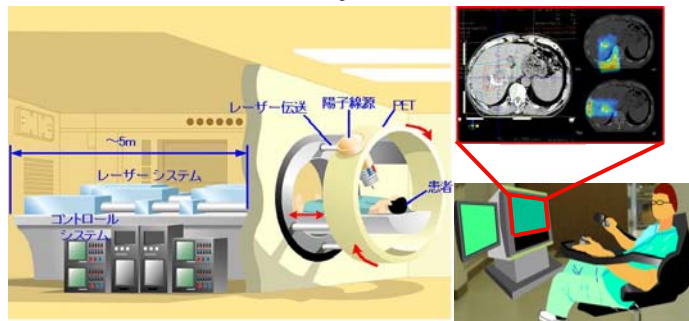
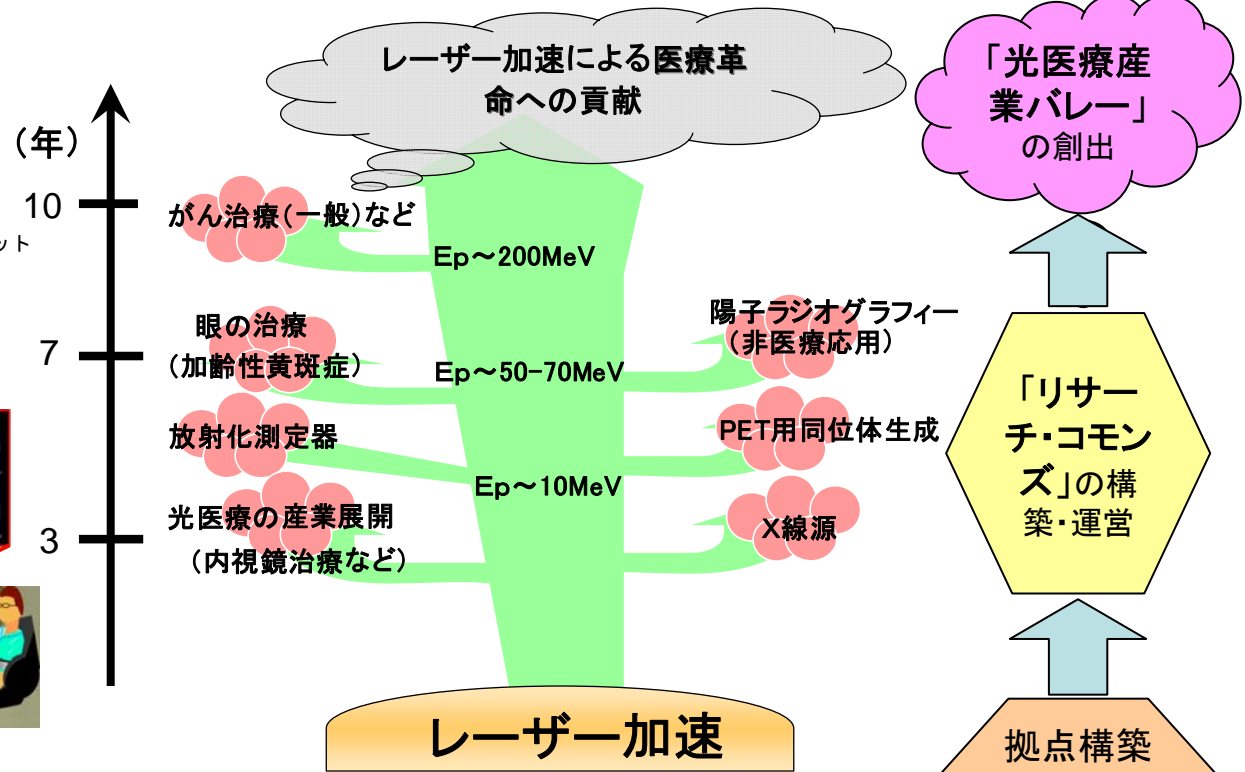
拠点が目指す10年後のイノベーション

- I. 「切らずに治せる」コンパクトな粒子線治療器
- II. 「小さなうちに見つけ早く治す」治療技術
- III. 「病巣を確認しながら照射する」精密・安全治療
- IV. 医工融合領域での実践的養成
- V. レーザー駆動粒子線がん治療器の普及を通じた人材雇用

レーザー陽子加速器



医療イノベーションへの道程とその過程で派生する種々の技術群



レーザー駆動陽子線治療器

ミッションステートメント

- 提案構想名 「「光医療産業バレー」拠点創出」
- 総括責任者名 「岡崎 俊雄」
- 提案機関名 「(独)日本原子力研究開発機構」
- 協働機関名 「浜松ホトニクス株式会社, ウシオ電機株式会社, 株式会社東芝, 兵庫県立粒子線医療センター, 株式会社島津製作所, 株式会社豊田中央研究所, ペンタックス株式会社, 株式会社フジクラ, 日本アドバンステクノロジー株式会社, 有限会社HOC」

課題の概要と目標

(1)拠点化構想の概要

レーザー駆動小型粒子加速器によるがん治療器などの光医療機器の開発し、それらを通じて関連研究者、技術者、企業家などの人材を育成し、その成果による光医療産業の創出を目的とする。このための「光医療産業バレー」拠点として、原子力機構 関西光科学研究所を中心に、計画の進展に即し企業が自由に参加表明出来るオープンなコンセプトを有する現代版「楽市楽座」とも言うべき「リサーチ・コモンズ」のシステムを構築する。この下に組織される融合研究体としての研究事業では、生み出された知的資産の保護と集積を保証することと、同時にそれを増大するために一定の手続きの下で途中段階での事業参画を許す柔軟性の確保を図り、参画の企業の事業展開を促進する。

(2)絞り込み期間終了時(3年目)における具体的な目標

医療応用に向けた新しい照射法の開発として、従来の陽子加速器を活用した高品質陽子ビームの実現と、それをういた精密照射技術の開発、治療室の整備、従来型を含む粒子線の導入とPET診断装置の設置、PET診断と連携したスポット治療法などの予備試験を実施する。また、レーザー駆動小型加速での陽子線発生数の増大を図るとともに、陽子線のビーム品質を既存の加速器と同等以上なレベルまで向上させ、商品化が可能な装置へと展開する。さらに、陽子スペクトロスコープなど各種の測定装置の創出を目指す。これと並行して、陽子線照射の際の線量評価法を確立し、また、レーザー駆動法特有の放射線発生特性のデータベース化と放射線遮蔽技術開発を推進し、安全な取り扱い基準作りを開始する。これら技術の産業への技術移転を目指し、機械工業における金属材料磨耗のリアルタイム計測器として放射化装置を作り上げる。また、医用に適合したレーザーのシステムの実証機を開発する。

(3)中間時(7年目)における具体的な目標

医療応用に向けた新しい照射法の開発として、スキャン法、強度変調法、PET診断と連携したスポット治療法などを確立する。生体を模擬したファントムへの照射法の開発、および、新しい照射野形成の研究を行う。新しい治療領域に向けたファントムでの実証試験を実施し、治療体系を構築する。また、開発の過程で医療利用の前段階としてラジオグラフィ、材料照射などへの応用を目指す。新しい治療法や照射野形成の研究を行い、産業への移転を図る。

(4)終了時(10年目)における具体的な目標

眼の治療などの低エネルギー治療器および治療計画の構築に続き、体の深部がん治療を目指した高エネルギーの陽子線発生とそのビーム輸送、照射技術を確立する。並行して治療計画を開発する。ここでは本格的治療器および治療システムとしての技術的基礎を固め、産業移転可能なプロトタイプ的设计・製作を目指す。これを支える医用に適したレーザーシステムの完成と製品化を図る。

(5)実施期間終了後の取組

小型レーザー駆動陽子線がん治療器の開発と付随した一連の医用機器、システムの開発により人材、技術の集積、開発組織、開発した試作機器、産業移転により形成された市場が残る。これはこのプロジェクトの財産であり引き続き自立的に拡大発展させて行くべきものである。その原動力は、上述したように、この研究開発が点火する(20兆円とも概算される)超小型のレーザー駆動粒子線がん治療器の他、さらに大きく広汎な光医療産業の展開と市場の出現である。こうした活動に誘引されながら京都府の計画している「先進診断治療センター(仮称)」に当拠点の主たる機能を移入し、中軸的役割として貢献して行く。拠点の取りまとめ機関である原子力機構に事務局を置く体制は実施期間終了後も継続する。これに必要な資金は原子力機構をはじめとする参加機関の持ち出しによるものとする。そのもとに、以下に記載した計画を引き続き行う。まず技術、人材の一部は京都府が中心となって提唱されている先進医療機器による治療とその治療器開発を行う「先進診断治療センター」計画や自治体が紹介する病院に合流し、その中で医療機器開発、治療活動を継続させる。人材は企業家、開発研究者、医療従事者等となり引き続きこのプロジェクトの発展・深化を担っていただく。特に企業化に関しては、わが国のこの分野の優位性を確保するためにも経済的育成支援は官・民を挙げて行うことが望まれる。開発組織は参加団体の持ち寄りにより、引き続き機能させ、新課題立ち上げの拠点として機能できるように力を保ち続ける。開発した試作機は引き続き装置の改良等に用いる。この資金は原子力機構の装置共用化の収入や自治体等によりまかなう。

(6)期待される波及効果

拠点を形成する各研究機関は現時点においても、高出力レーザー、放射線医療、光産業等で高い実力を有している。今回、拠点化してネットワークを形成し、それぞれの力を結集してプロジェクト推進に向かうことになる。拠点の取りまとめ機関である原子力機構 関西光科学研究所は、けいはんな学術研究都市に位置しており、京都大学、同志社大学、連携企業などとともにレーザーによる超小型粒子線治療システム開発計画実施に伴う集中的な施設整備、人材育成等により関連分野の地域の中のセンターとしての機能が育まれ、学際的かつ産業界も巻き込んだ共同利用研究施設として実質的に機能していくことが期待できる。地域に立地する他の研究機関に対して、レーザーを基軸とした医療工学の牽引的役割が期待できる。また、大阪大学とは、既に原子力機構とレーザー開発やそれに伴う放射線源の開発で「連携融合事業」や共同研究、また、提案中の「グローバルCOE」事業での連携を結んで、日本における高強度レーザーの開発の中軸となり、この研究力量を地域や産業化へと技術移転してゆく土台を有する。こうした努力は、現在検討中の国の「イノベーション25」における施策とか、文部科学省において検討中の「光施策」などに積極的貢献ができるものと考えられる。また、けいはんな地区に立地しない研究機関や企業とも開発分担・人的交流を通じて集中した研究開発を実施することにより、拠点ネットワークとして成果を積み上げ、内外の高出力レーザーの関連研究機関に対し、医療利用の牽引車としての役割を担ってゆくことが期待される。以上が期待される波及効果である。前述したレーザー駆動粒子線治療器の市場ニーズに加え、それをサポートしガイドしてゆく診断器や付属光機器の創出が大きく広がり、この研究開発を通じ広く多彩な光医療産業が創出されることが考えられる。これを通じ、国内、国外市場の殆ど全てを失った治療機器(特に現在のX線等のがん治療放射線機器一数千億の市場一)の失地回復に寄与することになるであろう。また、新しいより広い光医療機器やそれを支える産業の発展につながるであろう。同時に、医療応用を超えた、広い産業利用(機械工業へなど)が始まるであろう。