

課題番号	LR035
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)
実施状況報告書(平成24年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	革新的レーザー駆動イオン加速手法の開発
研究機関・ 部局・職名	独立行政法人日本原子力研究開発機構・ 量子ビーム応用研究部門・研究副主幹
氏名	福田 祐仁

1. 当該年度の研究目的

<p>1. クラスターターゲット評価装置の開発 (担当：神野)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ノイズ低減などデータの質の向上を目的とした装置の改良を行う。 ・周波数領域干渉計を用い、クラスターターゲットのドライネス (=クラスター/モノマー比を示すパラメータ) を求める。 ・陽子線発生を目的として、「水素を含むクラスターターゲット」を生成させるためのシミュレーションを実施し、水素クラスターターゲット発生装置を開発する。 <p>2. レーザー光波面制御装置開発 (担当：福田、西内、下村)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・波面制御ミラーと波面センサーをJ-KAREN レーザー装置に設置し、波面制御を実施する。これにより、200 MeV級のイオン加速に必要な10^{20} W/cm²以上の集光強度の達成を目指す。 <p>3. リアルタイムイオン計測器開発 (担当：榎、金崎)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・100-200 MeV級イオンのリアルタイム検出器の開発に取りかかる。 <p>4. リアルタイム電磁場計測装置の開発 (担当：福田、神野、ファエノフ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・レーザープラズマ中の電磁場構造の観測を行うため、プロトンバックライト法、ファラデー回転法、及び、プラズマサテライト法を用いた計測装置の開発に着手する。

2. 研究の実施状況

<p>1. クラスターターゲット評価装置開発 (担当：神野)</p> <p>前年度に開発した評価装置に対し、ノイズ低減などデータの質の向上を目的とした装置改良を施した。始めに、標準シリカ粒子を用いた評価装置の較正実験を行い、開発した装置は10%以内の誤差で粒子サイズを決定できる能力があることを確認した。この後、三段コニカルノズルを用いて、6 Mpa 圧のCO₂(30%)/H₂(70%)、及び、CO₂(10%)/He(90%)の混合ガスから生成されるCO₂クラスターのサイズ計測を実施した。</p> <p>図1(a)に評価装置の概略図を示した。三段コニカルノズルを通して真空中にパルス噴射したクラスターガスターゲットに、Nd:YAG レーザーの第二高調波(532 nm)を照射し、散乱光の角度分布を測定した。図1(b)は背圧6 MPaのCO₂(30%)とH₂(70%)、及び、CO₂(10%)とHe(90%)の混合ガスから生成したクラスターガスターゲットに対する散乱光の角度分布を示している。散乱平面に対して垂直偏光を照射した場合を示した。Mie 散乱の特徴である強い前方散乱が起きていることが分かる一方、90度以上の範囲でRayleigh 散乱の特徴が現れている。この結果から図1(c)に示すように、ターゲット中に約0.22-0.25 μmのCO₂クラスターが生成されていることが明らかとなり、三段コニカルノズル設計に用いたBoldarevモデルの有効性を証明した(S. Jinno et al., Appl. Phys. Lett. 102, 164103 (2013).)。</p>

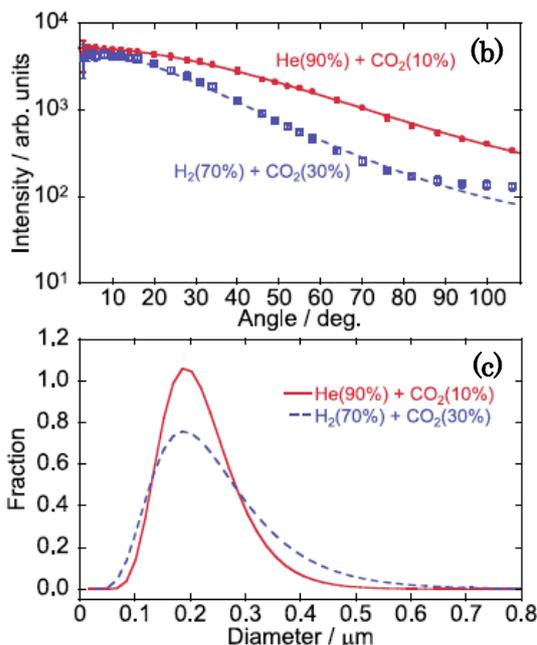
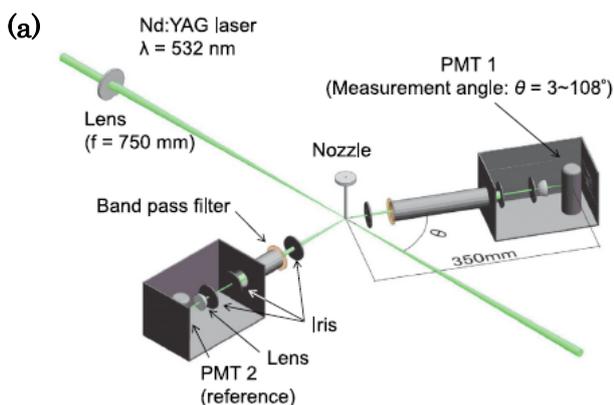


図 1 (a). 評価装置の概略図。(b) クラスターターゲットにレーザー光を照射した際の散乱光強度の角度分布。(c) Mie 散乱モデルに基づいて求めた CO₂ クラスターのサイズ分布。

上記の結果以外に、マイケルソン干渉計を組み立て、ターゲットのガス密度分布を測定し、クラスターターゲットのドライネスを約 0.08 と評価した。この値は、Boldarev モデルによる予想値の 1/5 と小さいため、現在その理由について検討を進めている。また、冷却ノズルを用いた水素クラスターターゲット発生装置の開発に着手した。

次年度は、開発した評価装置を用いて、水素クラスターターゲットの評価を実施する。

2. レーザー光波面制御装置開発 (担当：福田、西内、下村)

ビーム径 φ 150 mm の J-KAREN レーザー光の波面歪みを補正するデフォーダブルミラーシステムを真空コンプレッサー直後にインストールし (図 2(a))、集光チャンバー直前に構築したテストベンチを用いて、デフォーダブルミラーシステムの動作チェックを実施した。

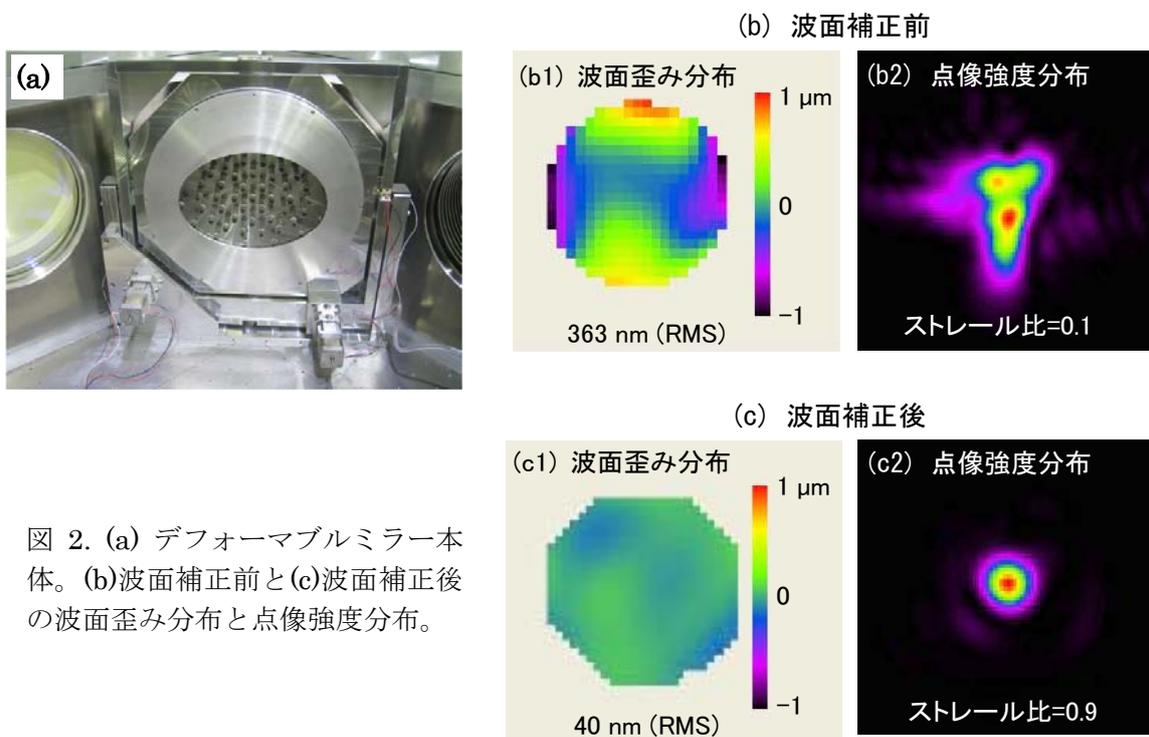


図 2. (a) デフォーダブルミラー本体。(b)波面補正前と(c)波面補正後の波面歪み分布と点像強度分布。

図 2(b1)に示したとおり、テストベンチに設置した波面センサーを用いて計測した（波面補正を施す前の）レーザー光の典型的な波面歪みは 363 nm (RMS) であった。これをもとに計算された点像強度分布（集光スポットに相当）のストレール比（=点像強度分布の最大強度比）は 0.1 と求めた（図 2(b2)）。一方、図 2(c1)に示すとおり、デフォーダブルミラーによる波面補正後のレーザー光の典型的な波面歪みは 40 nm (RMS) であった。これをもとに計算された点像強度分布（集光スポットに相当）のストレール比（=点像強度分布の最大強度比）は 0.9 と求めた（(図 2(c2)）。ツェルニケモードの解析から、デフォーダブルミラーにより低次のツェルニケモード（非点収差、コマ収差、球面収差）については、ほぼ完全に補正されることを実証した。

次年度は、集光チャンバー内に設置してある軸外し放物面鏡（F/10）を用いて、デフォーダブルミラーによる波面補正を行い 10^{20} W/cm² 以上の集光強度の達成を目指す。

3. リアルタイムイオン計測器開発（担当：榊、金崎）

特殊蛍光スクリーンと CCD カメラを用いたリアルタイムトムソンパラボラ（H. Sakaki et al., Rev. Sci. Instrum. **84**, 013301 (2013).）を用いた 50-100 MeV 級イオンのリアルタイム検出を試みたが、高エネルギー電子線、X線に起因するノイズが予想以上に大きく、イオンシグナルのリアルタイム検出は容易でないことが明らかとなった。この経験を元に、ノイズ対策を強化した 100-200 MeV 級イオンのリアルタイム検出器の設計に取り組んだ。しかしながら、当初試算以上のコストと時間がかかるという見通しが得られたため、リアルタイムイオン検出器のあり方について再検討し、下記に示すような方策を取ることにした。

リアルタイムイオン検出の主要なノイズ源となっている高エネルギー電子線が、実験装置を構成する物質中に入射した際、制動放射により高エネルギーγ線を放出する。このγ線は、物質中の原子核との光核反応により中性子を発生することが、固体飛跡検出器 CR-39 の解析、及び、モンテカルロ粒子輸送計算コード PHITS によるシミュレーションから明らかとなった。イオン加速は、高エネルギー電子が作り出すプラズマ中の電荷分離電場により引き起こされることから、イオン加速と高エネルギー電子発生との間には何らかの相関があると考えられる。

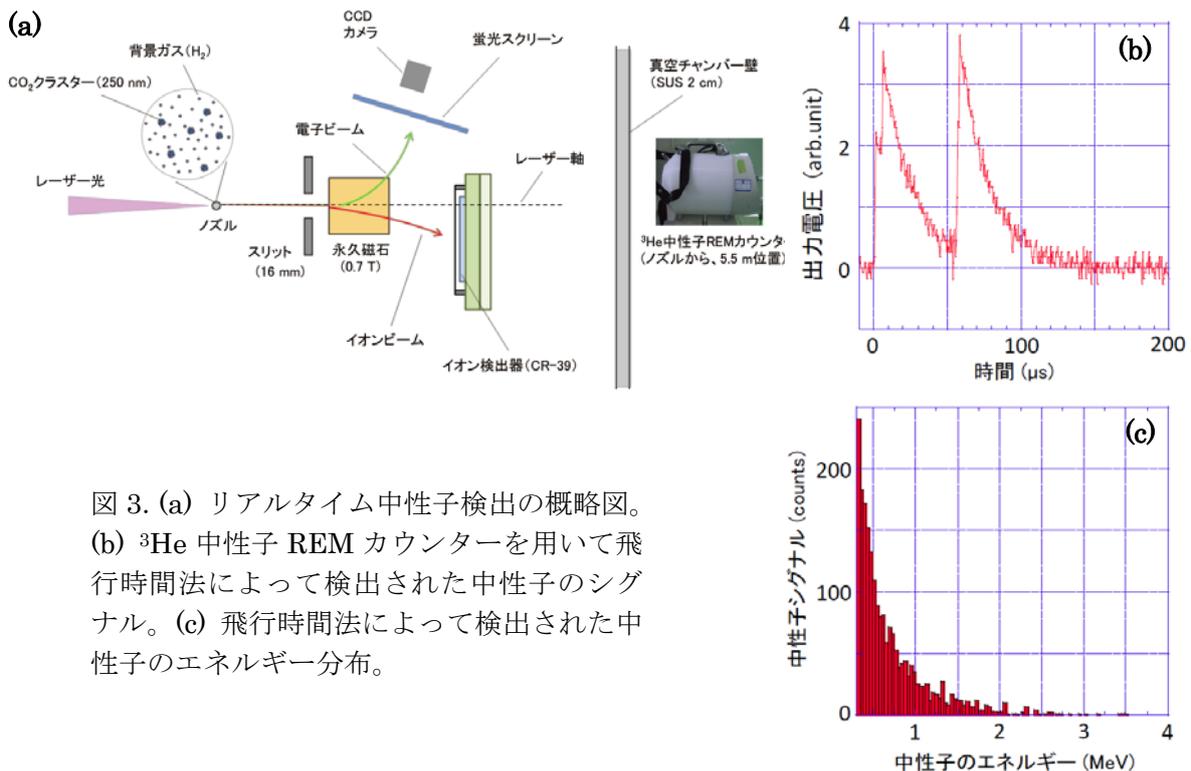


図 3. (a) リアルタイム中性子検出の概略図。
 (b) ³He 中性子 REM カウンターを用いて飛行時間法によって検出された中性子のシグナル。
 (c) 飛行時間法によって検出された中性子のエネルギー分布。

そこで、光中性子を ^3He 中性子 REM カウンター (ALOCA: TPS-451) を用いてリアルタイム検出することで、間接的に、イオンのリアルタイム検出が可能になると考え、 $\text{CO}_2(30\%)/\text{H}_2(70\%)$ を用いたレーザー駆動イオン加速実験において、光中性子が最もよく発生するパラメータ領域を特定した (図3 参照)。

このパラメータ領域において、500 MeV 陽子線まで計測可能な CR-39 スタックを設計し、陽子線検出を試みた。エッチング後の CR-39 上にはエッチピットが観測されたが、高エネルギー電子線に起因する光中性子が、バックグラウンドノイズとして検出器に影響していることが分かった。すなわち、発生した光中性子が CR-39 に入射すると、CR-39 内部の水素原子を反跳することで間接的に飛跡を残しエッチピットを形成してしまい、レーザーによって加速された本来のプロトンのエッチピットと区別がつかず、正確なイオンビーム診断が行えないという問題が生じた。現在、この問題を解決するために、エッチピットの成長挙動に着目し、中性子起因のエッチピットと陽子線起因のエッチピットを弁別する解析作業をおこなっている。

次年度は、二次次発生中性子を高精度で計測し、より正確にイオン加速が効率よく起こるパラメータ領域が特定できる手法について検討を進める。

4. リアルタイム磁場計測装置開発 (担当: 福田、神野、ファエノフ)

プロトンバックライト法による電磁場計測に関する実験技術習得のため、この手法の開拓者である英国クーンズ大の M. Borghesi 教授グループ主催の実験 (英国ラザフォードアップルトン研究所で行われた「希薄磁化プラズマ中での無衝突ショック波の計測」) に参加した。この経験をもとに、原子力機構において、プロトンバックライト計測システムの装置設計に着手した。

次年度は、プロトンバックライト法、ファラデー回転法、プラズマサテライト法をイオン加速実験に導入し、プラズマ中に生成する電磁場の計測を試みる。

5. その他

- シミュレーション研究において進展が有り、イオン加速におけるクラスターの役割を明確にするシミュレーション結果が得られた。京都大学の岸本教授の協力を得て、クラスターターゲットによるイオン加速の新たなモデル開発を開始し、背景ガスを含むマルチクラスターのシミュレーションが可能となるようにコードの改良を行った。いくつかのシミュレーションを実施した結果、背景ガスが、クラスターのクーロン爆発電場による加速とシース電場による加速の“二段階加速”を受けることにより、より高いエネルギーにまで加速されるという新しい加速メカニズムが存在することを見いだした (図4 参照)。

● 炭素イオン (背景ガス(He)+炭素クラスター)
 ● ヘリウムイオン (背景ガス(He)+炭素クラスター)
 ● ヘリウムイオン (背景ガス(He)のみ)

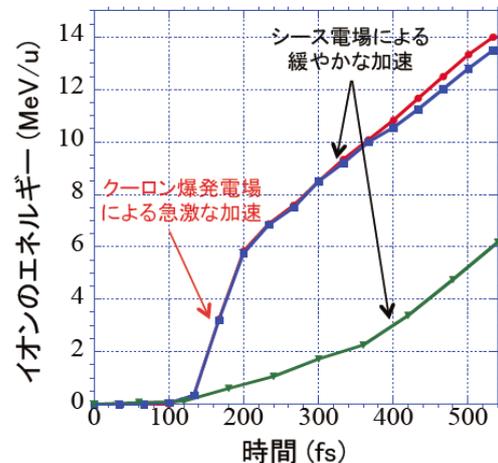


図4. 新たなモデルに基づいて行ったシミュレーションによるイオンエネルギーの時間発展。背景ガス (ヘリウム) のエネルギーは、背景ガス単独の場合 (緑線) に比して、背景ガス中にクラスターが存在する場合 (青線) の方が、“二段階加速”機構により、高いエネルギーにまで加速されることが明らかとなった。

様式19 別紙1

- 「レーザー加速器」のプロトタイプ機の開発（担当：余語）では、10 TW クラスの JLITE-X レーザー装置に対し、プレパルスを抑減させコントラスト比を向上させる改良に着手し、3 段の Ti: Sap.増幅器からなるレーザーシステムにおいて、2 段目から過飽和吸収体を用いたダブル CPA のバイパスラインを組込んだ。その結果、過飽和吸収体の直後でクロスコレクタによりレーザーパルスの時間プロファイルを測定したところ、主パルスの 500 ps 手前におけるコントラスト比として、 2×10^{-10} を達成した。

3. 研究発表等

雑誌論文	(掲載済み一査読有り) 計 8 件
計 9 件	<ol style="list-style-type: none"> 1. Y. Fukuda, H. Sakaki, M. Kanasaki, A. Yogo, S. Jinno, M. Tampo, A. Ya. Faenov, T. A. Pikuz, Y. Hayashi, M. Kando, A.S. Pirozhkov, T. Shimomura, H. Kiriya, S. Kurashima, T. Kamiya, K. Oda, T. Yamauchi, K. Kondo, S. V. Bulanov, “Identification of high energy ions using backscattered particles in laser-driven ion acceleration with cluster-gas targets”, <i>Radiat. Meas.</i> 50, 92 (2013). http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350448712003058 2. S. Jinno, Y. Fukuda, H. Sakaki, A. Yogo, M. Kanasaki, K. Kondo, A. Ya. Faenov, I. Yu. Skobelev, T. A. Pikuz, A. S. Boldarev, and V. A. Gasilov, “Characterization of submicron-sized CO₂ clusters formed with a supersonic expansion of a mixed-gas using a three-staged nozzle”, <i>Appl. Phys. Lett.</i> 102, 164103 (2013). http://apl.aip.org/resource/1/applab/v102/i16/p164103_s1 3. H. Sakaki, M. Kanasaki, Y. Fukuda, M. Nishiuchi, T. Hori, A. Yogo, S. Jinno, and K. Niita, “Development of a single-shot-imaging thin film for an online Thomson parabola spectrometer”, <i>Rev. Sci. Instrum.</i> 84, 013301 (2013). http://rsi.aip.org/resource/1/rsinak/v84/i1/p013301_s1 4. M. Kanasaki, A. Hattori, H. Sakaki, Y. Fukuda, A. Yogo, S. Jinno, M. Nishiuchi, K. Ogura, K. Kondo, K. Oda, T. Yamauchi, “A high energy component of the intense laser accelerated proton beams detected by stacked CR-39”, <i>Radiat. Meas.</i> 50, 46 (2013). http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350448712003046 5. 福田祐仁、「クラスターターゲットを用いた高効率高エネルギーイオン発生」、レーザー研究 Vol. 40, p863 (2012). http://www.lsj.or.jp/laser/40/40_11.pdf 6. 金崎真聡, 福田祐仁, 榊泰直, 西内満美子, 近藤公伯, 倉島俊, 神谷富裕, 服部篤人, 小田啓二, 山内知也、「イオンビーム特性評価を目的とした固体飛跡検出器CR-39の利用」、プラズマ・核融合学会誌 Vol. 88, p261 (2012). http://www.jspf.or.jp/Journal/PDF_JSPF/jspf2012_05/jspf2012_05-261.pdf 7. M. Kanasaki, T. Yamauchi, Y. Fukuda, H. Sakaki, T. Hori, M. Tampo, S. Kurashima, T. Kamiya, K. Kondo, “A diagnosis of intense ion beam by CR-39 detectors analyzing the back scattered particles”, in <i>Proceedings of International Symposium on Laser-Driven Relativistic Plasmas Applied for Science, Industry and Medicine, AIP Conf. Proc.</i> 1465, 142 (2012). http://www.deepdyve.com/lp/american-institute-of-physics/a-diagnosis-of-intense-ion-beam-by-cr-39-detectors-analyzing-the-back-l3kwx3WWkh 8. A.Ya. Feenov, I.Yu. Skobelev, T.A. Pikuz, S.A. Pikuz, Jr., V.E. Fortov, Y. Fukuda, Y. Hayashi, A. Pirozhkov, H. Kotaki, T. Shimomura, H. Kiriya, S. Kanazawa, Y. Kato, J. Colgan, J. Abdallah, Jr., M. Kando, and J-KAREN Laser Operation Group, “X-ray spectroscopy diagnoses of clusters surviving under prepulses of ultra-intense femtosecond laser pulse irradiation”, <i>Laser Part. Beams</i> 30, 481 (2012). http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=8661443

	<p>(掲載済み－査読無し) 計 0 件</p> <p>(未掲載) 計 1 件</p> <ol style="list-style-type: none"> H. Sakaki, <u>Y. Fukuda</u>, M. Nishiuchi, S. Jinno, M. Kanasaki, A. Yogo, K. Kondo, F. Saito, T. Fukami, M. Ueno, K. Niita, “Evaluation of dose level in a laser-driven ion accelerator using PHITS code”, <i>Progress in Nuclear Science and Technology</i>, In Press (2013).
<p>会議発表 計 26 件</p>	<p>専門家向け 計 26 件</p> <p>国際学会 (招待講演、口頭発表)</p> <ol style="list-style-type: none"> <u>Y. Fukuda</u>, “Laser particle acceleration”, 11th International Symposium on Ultrafast Intense Laser Science (ISUILS 11), Jeju, Korea, October 2012. <u>Y. Fukuda</u>, “Laser-driven ion acceleration using molecular cluster gas targets”, The 7th Asian Symposium on Intense Laser Science (ASILS7), Tokyo, Japan, November 2012. <p>(一般講演、口頭発表)</p> <ol style="list-style-type: none"> <u>Y. Fukuda</u>, “Identification of high energy ions using backscattered particles in laser-driven ion acceleration with cluster-gas target”, Instrumentation for Diagnostics and Control of Laser-Accelerated Proton (ion) Beams, Paris, France, June 2012. H. Sakaki, <u>Y. Fukuda</u>, M. Nishiuchi, S. Jinno, M. Kanasaki, A. Yogo, K. Kondo, F. Saito, T. Fukami, M. Ueno, K. Niita, “Evaluation of dose level in a laser-driven ion accelerator using PHITS code”, 12th International Conference on Radiation Shielding (ICRS-12) and 17th Topical Meeting of the Radiation Protection and Shielding Division of the American Nuclear Society (RPSD-2012), Nara, Japan, September 2012. Y. Kishimoto, N. Iwata, Y. Sugiyama, T. Uchida, <u>Y. Fukuda</u>, “Interaction between high power laser and clustered medium-propagation, acceleration, radiation-“, 54th Annual Meeting of the Division of Plasma Physics, Providence, USA, October-November 2012. <p>(一般講演、ポスター発表)</p> <ol style="list-style-type: none"> S. Jinno, <u>Y. Fukuda</u>, H. Sakaki, A. Yogo, M. Kanasaki, K. Kondo, A. Ya. Faenov, I. Yu. Skobelev, T. A. Pikuz, A. S. Boldarev, V. A. Gasilov, “Characterization of Sub-micron Sized Clusters in a Supersonic Gas Jet using Mie Scattering”, 11th International Symposium on Ultrafast Intense Laser Science (ISUILS 11), Jeju, Korea, October 2012. M. Kanasaki, <u>Y. Fukuda</u>, H. Sakaki, A. Yogo, S. Jinno, M. Nishiuchi, A. Hattori, K. Matsukawa, K. Kondo, K. Oda, T. Yamauchi, “Design of a wide energy range stacked CR-39 detector diminishing contaminant photo-neutrons using Monte Carlo particle transport simulations”, 11th International Symposium on Ultrafast Intense Laser Science (ISUILS 11), Jeju, Korea, October 2012. H. Sakaki, <u>Y. Fukuda</u>, M. Kanasaki, M. Nishiuchi, S. Jinno, A. Yogo, T. Fukami, Y. Watanabe T. Sato, K. Niita, “Evaluation of neutron properties from the (γ, n) reactions caused by laser-accelerated electron beam”, 11th International Symposium on Ultrafast Intense Laser Science (ISUILS 11), Jeju, Korea, October 2012. <p>国内学会 (一般講演、口頭発表)</p> <ol style="list-style-type: none"> 神野智史、<u>福田祐仁</u>、榑 泰直、余語覚文、金崎真聡、近藤公伯、A. Ya. Faenov, I. Yu. Skobelev, T. A. Pikuz, A. S. Boldarev, V. A. Gasilov, 「クラスターターゲットによるイオン加速－電子スペクトルのターゲット状態依存性－」、第 60 回応用物理学会春季学術講演会、厚木、2013年3月。 金崎真聡、<u>福田祐仁</u>、榑 泰直、余語覚文、神野智史、西内満美子、服部篤人、松川兼也、近藤公伯、小田啓二、山内知也、「レーザー駆動イオンビーム計測における光中性子の影響評価」、第 60 回応用物理学会春季学術講演会、厚木、2013年3月。 榑 泰直、<u>福田祐仁</u>、金崎真聡、西内満美子、神野智史、余語覚文、深見智代、前田祥太、渡辺幸信、佐藤達彦、仁井田浩二、「レーザー駆動型加速における(γ, n)反応による中性子発生の評価」、日本物理学会第 68 回年次大会、東広島、2013年3月。 岸本泰明、杉山裕一、岩田夏弥、内田智之、<u>福田祐仁</u>、「強度レーザーとクラスター媒質との相互作用と粒子加速・輻射特性II」、日本物理学会第 68 回年次大会、東広島、2013

- 年3月。
13. 金崎真聡、福田祐仁、榊 泰直、余語覚文、神野智史、西内満美子、近藤公伯、小田啓二、山内知也、「クラスターターゲットを用いたレーザー駆動イオン加速実験における光中性子の評価」、第 27 回固体飛跡検出器研究会、神戸、2013年3月。
 14. 金崎真聡、福田祐仁、榊 泰直、余語覚文、神野智史、倉島 俊、神谷富裕、近藤公伯、小田啓二、山内知也、「後方散乱粒子によるレーザー駆動イオンビームの簡易診断法」、第 27 回固体飛跡検出器研究会、神戸、2013年3月。
 15. 金崎真聡、福田祐仁、榊 泰直、余語覚文、神野智史、西内満美子、小倉浩一、赤城卓、近藤公伯、小田啓二、山内知也、「CR-39 および ZnS(Ag) 蛍光膜による固体ターゲットを用いたレーザー駆動イオンビームの計測」、第 27 回固体飛跡検出器研究会、神戸、2013年3月。
 16. 服部篤人、金崎真聡、福田祐仁、榊 泰直、余語覚文、神野智史、堀 利彦、倉島 俊、神谷富裕、近藤公伯、小田啓二、山内知也、「飛跡検出器の重イオンに対する真空効果を考慮した応答特性」、第 27 回固体飛跡検出器研究会、神戸、2013年3月。
 17. 神野智史、福田祐仁、榊 泰直、余語覚文、金崎真聡、近藤公伯、A. Ya. Faenov, I. Yu. Skobelev, T. A. Pikuz, A. S. Boldarev, V. A. Gasilov、「ミー散乱を用いたクラスターサイズ評価におけるガス密度依存性の検討」、レーザー学会学術講演会第 33 回年次大会、姫路、2013年1月。
 18. 金崎真聡、福田祐仁、榊 泰直、余語覚文、神野智史、西内満美子、服部 篤人、松川兼也、近藤公伯、小田啓二、山内知也、「レーザー駆動イオン加速実験における光中性子を考慮したイオン計測」、レーザー学会学術講演会第 33 回年次大会、姫路、2013年1月。
 19. 榊 泰直、福田祐仁、金崎真聡、西内満美子、神野智史、余語覚文、深見智代、渡辺幸信、佐藤達彦、仁井田浩二、「レーザー駆動型イオン加速における(γ , n)反応による中性子特性の評価」、レーザー学会学術講演会第 33 回年次大会、姫路、2013年1月。
 20. 余語覚文、井上典洋、榊泰直、福田祐仁、神野智史、金崎真聡、桐山博光、下村拓也、小倉浩一、森道昭、Paul R. Bolton、近藤公伯、「レーザー駆動イオン加速のための 10TW 級高コントラストレーザーの開発」、レーザー学会学術講演会第 33 回年次大会、姫路、2013年1月。
 21. 神野智史、福田祐仁、榊 泰直、余語覚文、金崎真聡、近藤公伯、A. Ya. Faenov, I. Yu. Skobelev, T. A. Pikuz, A. S. Boldarev, V. A. Gasilov、「Mie散乱によるマイクロメートルサイズクラスターの同定」、日本物理学会2012年秋季大会、横浜、2012年9月。
 22. 岸本泰明、杉山裕一、岩田夏弥、内田智之、福田祐仁、「強度レーザーとクラスター媒質との相互作用と 粒子加速・輻射特性」、日本物理学会2012年秋季大会、横浜、2012年9月。
 23. 神野智史、福田祐仁、榊 泰直、余語覚文、金崎真聡、近藤公伯、A. Ya. Faenov, I. Yu. Skobelev, T. A. Pikuz, A. S. Boldarev, V. A. Gasilov、「レーザー駆動イオン加速のためのクラスターターゲット診断装置の開発」、秋季第73回応用物理学会学術講演会、松山、2012年9月。
 24. 金崎真聡、榊 泰直、福田祐仁、余語覚文、神野智史、近藤公伯、赤城 卓、服部篤人、松川兼也、小田啓二、山内知也、「レーザー駆動イオンビーム・オンラインイメージング解析用ZnS(Ag)蛍光膜の発光応答特性評価」、秋季第73回応用物理学会学術講演会、松山、2012年9月。
 25. 服部篤人、金崎真聡、福田祐仁、榊 泰直、余語覚文、神野智史、堀 利彦、倉島 俊、神谷富裕、近藤公伯、小田啓二、山内知也、「飛跡検出器の重イオンに対する真空効果を考慮した応答特性評価」、秋季第73回応用物理学会学術講演会、松山、2012年9月。
 26. 福田祐仁、「高強度レーザーとクラスターターゲットとの相互作用によるイオン加速」、プラズマ転移研究会、品川、2012年8月。

一般向け 計 0 件

様式19 別紙1

<p>図書</p> <p>計0件</p>	
<p>産業財産権 出願・取得状況</p> <p>計1件</p>	<p>(取得済み) 計0件</p> <p>(出願中) 計1件</p> <p>1. 産業財産権の名称:イオン加速方法、イオン加速装置、及び、イオンビーム照射装置、医療用イオンビーム照射装置、核破砕用イオンビーム照射装置 発明者:福田祐仁、榊 泰直 産業財産権の種類番号:特願 2012-163410 出願年月日:2012年7月24日 国内・外国の別:国内</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>該当無し。</p>
<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<p>1. 標題:「夢のメス、超小型粒子線がん治療装置の実現をめざして」 実施日:2013年3月16日(土)~17(日) 場所(施設名):京都パルスプラザ 大展示場(京都市伏見区) 対象者:小・中・高・大学生、一般 参加者数:170名程度 内容:内閣府等主催で京都パルスプラザで開催された「科学・技術フェスタ 2013」において、最先端の科学の話題として、レーザー駆動の超小型加速器開発に関する発表を行った。発表は、「光とは?」という基本的な質問に答える形で進め、光にも圧力があることを説明し、太陽光の光圧によって推進する「イカロス」を取り上げた。さらに、レーザー光の光圧で粒子を加速することで、粒子線がん治療に用いることが可能な小型レーザー駆動粒子加速器を作ることにも夢ではない、という話をおこなった。さらに、参加型イベント「CDを使って虹を見よう」というタイトルの工作教室の説明補助を行った。</p> 
<p>新聞・一般雑誌等掲載</p> <p>計0件</p>	
<p>その他</p>	

4. その他特記事項

2012年9月に奈良で行われたアメリカ原子核学会主催の国際会議「17th Topical Meeting of the Radiation Protection and Shielding Division of the American Nuclear Society (RPSD-12)」において、榊 泰直、福田祐仁、西内満美子、他8名が行った口頭発表論文「PHITSコードを用いたレーザー駆動イオン加速器の線量評価」が優秀論文賞を受賞した。

実施状況報告書(平成24年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されます

1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	118,000,000	79,998,000	24,082,000	13,920,000	0
間接経費	35,400,000	23,999,400	7,224,600	4,176,000	0
合計	153,400,000	103,997,400	31,306,600	18,096,000	0

2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を除 く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	38,900,597	24,082,000	0	62,982,597	55,060,190	7,922,407	0
間接経費	3,223,565	7,224,600	0	10,448,165	4,249,060	6,199,105	0
合計	42,124,162	31,306,600	0	73,430,762	59,309,250	14,121,512	0

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	46,174,332	実験用光学機器等
旅費	2,092,964	国内旅費、外国出張旅費(ISUILS11)
謝金・人件費等	6,419,464	特定課題推進員人件費
その他	373,430	論文別刷料等
直接経費計	55,060,190	
間接経費計	4,249,060	
合計	59,309,250	

4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
パルスバルブ	パーカーハネフィン社製 型番: 009-0442-900 009-0347-900 009-1669-900 009-PEEK-KIT	1	539,700	539,700	2012/4/23	独立行政法人日本原子力研究開発機構
フィルム厚み測定器 計太郎G	ミリマール1240 1301/Se0.14N 演算測定用プレート付 824NT+827b34 速度制御付 R6接触面超硬 902H R30接触面超硬	1	1,085,700	1,085,700	2012/7/27	独立行政法人日本原子力研究開発機構

オブティカルフラットミラー	エドモンド・オブティクス・ジャパン株式会社製 1/10λ 101.6MMAU ゼロデュア 31392566-L 1/10λ 101.6MMAU ゼロデュア 43420566-L	1	631,522	631,522	2012/9/28	独立行政法人日本原子力研究開発機構
軸外し放物面鏡	SORL社製 型番: OAP18-05-04Q Bare goldコーティング付き	1	927,360	927,360	2012/12/5	独立行政法人日本原子力研究開発機構
ターボ分子ポンプ	大阪真空機器製作所製 TG450FCAB 空	1	1,596,000	1,596,000	2012/12/11	独立行政法人日本原子力研究開発機構
NDフィルター	光伸光学社製 低反射NDフィルターセット サイズ: 100×100×6.35mm 入射角: 0° OD: 0.1, 0.3, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 材質: 合成石英 平行度: 3分以下 面積度: λ/4 S/D: 60/400 コート有効エリア:	1	1,470,000	1,470,000	2012/12/27	独立行政法人日本原子力研究開発機構
固体飛跡検出器	ハーツラス TD-1 サイズ: 280×280×0.9mmt バリオトラックP(CR) サイズ: 280×280	1	641,550	641,550	2013/1/9	独立行政法人日本原子力研究開発機構
デフォーダブルミラー用ミラーホルダー	イマジンオブティクス社製 ILA0180-45用ミラーホルダー	1	1,732,500	1,732,500	2013/2/22	独立行政法人日本原子力研究開発機構
デフォーダブルミラー格納用真空チャンバー	アルミ製角ダクト: 900×900×t75mm アルミ製底板フランジ: 900×900×t20mm	1	2,209,200	2,209,200	2013/3/13	独立行政法人日本原子力研究開発機構
デフォーダブルミラーシステム	イマジンオブティクス社製 ILA0180-4	1	28,350,000	28,350,000	2013/3/27	独立行政法人日本原子力研究開発機構