

2. 現在までの研究状況 (図表を含めてもよいので、わかりやすく記述してください。様式の変更・追加は不可(以下同様))

- ① これまでの研究の背景、問題点、解決方策、研究目的、研究方法、特色と独創的な点について当該分野の重要文献を挙げて記述してください。
- ② 申請者のこれまでの研究経過及び得られた結果について、問題点を含め①で記載したことに関連づけて説明してください。
なお、これまでの研究結果を論文あるいは学会等で発表している場合には、申請者が担当した部分を明らかにして、それらの内容を記述してください。

本研究のテーマは **Lorentz 不変性の高精度検証** である。

① 【研究の背景、問題点】

特殊相対性理論の原理の一つである「光速度不変の原理」は、光速が Lorentz 変換に対して不変であるという光子の Lorentz 不変性を表す原理である。このように**光子の Lorentz 不変性は相対性理論や標準模型など多くの現代物理学の理論において採用されている基本的な対称性**である。ところが、量子重力理論の研究 [1,2]や、宇宙マイクロ波背景放射の観測 [3]から **Lorentz 不変性が破れている可能性が示唆されており、高精度で実験的に Lorentz 不変性の検証をすることが必要**とされている。したがって、現代物理学の原理検証、新しい理論の構築や既存の理論の修正などの観点から Lorentz 不変性を高精度で検証することは非常に興味深く重要なことであることがわかる。

光子の Lorentz 不変性の破れは光速の異方性を意味することから、世界中で光速の異方性探査が活発に行われている。光速の異方性には主に往復光速の異方性と片道光速の異方性の二種類がある(図 1)。往復光速の異方性は Michelson-Morley の実験と同様の手法で、光の往復する方向による光速差 $\delta c/c$ が 10^{-18} の高い精度で検証されている [4]。一方、片道光速の異方性は Michelson 干渉計や通常の光共振器では異方性信号がキャンセルされてしまう。

そこで我々のグループは図 2 のように光路の一部に媒質を入れ、非対称化した光リング共振器を用いて**片道光速の行きと帰りによる光速差 $\delta c/c$ を 10^{-15} の世界最高精度で検証し、また高次の光子の Lorentz 不変性の破れに世界初の上限值をつけた** [5,6]。片道光速に異方性があれば、光リング共振器の反時計回りと時計回りの共振周波数がずれる。ダブルパスと呼ばれる構成によって片道光速の異方性信号であるこの二つの共振周波数の差 $\delta\nu$ を取得することを可能にした(図 2)。

共振器長変動は両回りの共振周波数を同相で変化させるため、差動測定によって環境変動による共振周波数変動に対して同相雑音除去が効き、**原理的には共振器長変動は信号には現れず高い精度を出すことができる**。しかし先行研究では、信号に変調を加えるために、回転台を用いて**装置全体を回転させることに起因する振動雑音によって感度が制限**されてしまっていた。

【解決方策、研究目的、研究方法】

異方性信号は変調を加える回転周波数に現れるので、感度向上には回転周波数における雑音を低減すればよい。そこで**高精度異方性探査のための振動雑音の低減が研究目的**であった。そのために主に以下の二つの研究方法をとっている。

(I) モノリシック光学系による振動感度の低減

モノリシック光学系とは通常の光学系のようなミラーマウント等を用いず、光学系を構成する鏡等を直接一枚の光学土台に直付けし、土台と光学素子が一体となった光学系である。重力波検出器の LIGO や宇宙重力波望遠鏡技術実証衛星 LISA Pathfinder などに変位読み取り光学系として使用されている [7]。これによって振動を抑制し、同相雑音除去を高めることで、振動感度を低減できる。

(II) 連続回転機構による回転の安定化

先行研究では電気配線の都合上、回転台の回転を左右交互に繰り返すという方式をとっていた。同一方向に連続的に回転台を回転させる連続回転機構の導入によって、回転を安定化させることで回転に伴う雑音を低減できる。

【特色と独創的な点】

片道光速の異方性を非対称光リング共振器やダブルパス構成によって、テーブルトップでコンパクトな実験で高精度探査できるのが本研究の特色である。モノリシック光学系の低変位性、回転機構の改良に着眼し、異方性探査実験で感度を制限する回転に起因する雑音低減を試みている点が独創的である。

② 【これまでの研究経過及び得られた結果】

上の(I)(II)に対応してこれまでに振動感度低減のために以下の研究・開発に取り組み、これを達成した。

(I) セミモノリシック光学系を用いた光リング共振器制御系の開発

モノリシック光学系は低変位であるが故に、製作後のアラインメントの調節や仕様の変更ができない。

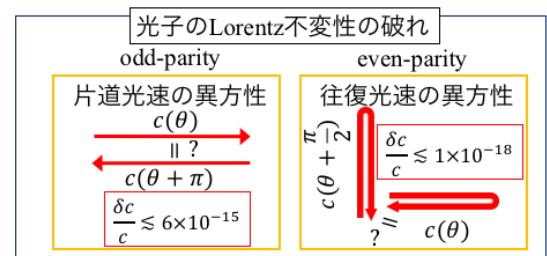


図 1 光速の異方性

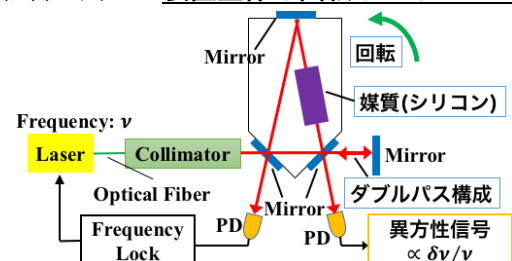


図 2 片道光速の異方性探査実験概念図

(現在までの研究状況の続き)

そこでまずモノリシック光学系のプロトタイプである、光軸を低くし一枚のアルミプレートに光学素子をネジで直留めした金属製のセミモノリシック光学系を用いて、Lorentz 不変性の検証に用いる光リング共振器制御系の開発を行った(図 3)。さらに実際にセミモノリシック光学系の異方性信号の雑音レベルを、レーザーの周波数制御を行って評価した(4. 研究業績[6,7])。申請者はこの成果において、制御系等の開発、理論計算、実際の測定やデータ解析を行った。

(II) 回転台の連続回転機構の開発

ロータリーコネクタによる電源供給と無線データロガーによる信号取得によって、回転台を連続的に回転させられる機構を開発した。また、環境磁場の影響で回転周波数に現れる雑音のピークを取り除く解析手法を確立した(図 4)。この成果は共同研究者の酒井譲氏と行った。申請者は実際の測定、連続回転に必要な回路系の製作や雑音源特定のための議論を行った(4. 研究業績[6,8])。

現在までに Lorentz 不変性高精度検証に必要とされる、感度向上のための光リング共振器制御系と回転台の連続回転機構がそれぞれすでに開発済みである(4. 研究業績[1,6,7,8])。

[1] V. A. Kostelecký & S. Samuel, Phys. Rev. D **39**, 683 (1989).

[2] R. Gambini & J. Pullin, Phys. Rev. D **59**, 124021 (1999).

[3] C. H. Lineweaver *et al.* Astrophys. J. **470** (1996) 38.

[4] M. Nagel *et al.* Nat. Commun. **6**, 8174 (2015).

[5] Y. Michimura *et al.* Phys. Rev. Lett. **110**, 200401 (2013).

[6] Y. Michimura *et al.* Phys. Rev. D **88**, 111101(R) (2013).

[7] M. Armano *et al.* Phys. Rev. Lett. **116**, 231101 (2016).

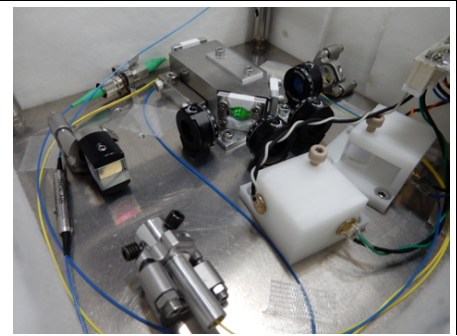


図 3 セミモノリシック光学系
(光リング共振器; 写真中央上)

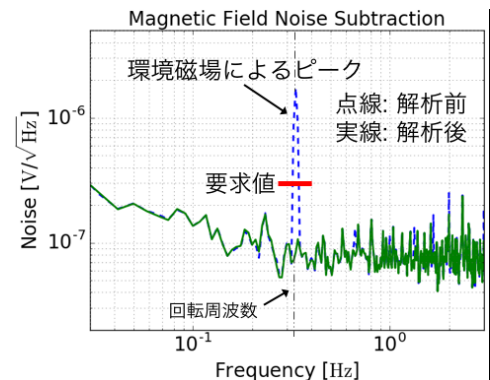


図 4 環境磁場による雑音の除去

3. これからの研究計画

(1) 研究の背景

2. で述べた研究状況を踏まえ、これからの研究計画の背景、問題点、解決すべき点、着想に至った経緯等について参考文献を挙げて記入してください。

着実に要素開発を進めたので、これからは実際に Lorentz 不変性の破れである異方性探査を行う。

【研究計画の背景と問題点】

これまで世界中で片道光速の異方性と往復光速の異方性はそれぞれ主にリング共振器、Fabry-Perot 共振器を用いて独立に探査されてきた。片道光速の異方性は $\delta c/c \leq 10^{-15}$ 、往復光速の異方性は $\delta c/c \leq 10^{-18}$ の精度で探査されているが Lorentz 不変性の破れは見つかっていない。ところがプランクスケールと電弱相互作用のスケールとの比である 10^{-17} 程度のレベルから Lorentz 不変性が破れている可能性が量子重力理論の研究 [8] から示されており、Lorentz 不変性探査の精度をより一層上げることが必要である。

片道光速の異方性探査において、現在の感度は静止時に対して 2 桁大きい回転時の振動に伴う雑音によって感度が制限されている(図 5)。往復光速の異方性探査においても信号に変調を加えるために装置の回転が必要とされ、回転に起因する雑音の低減は片道光速の異方性探査だけでなく、往復光速の異方性探査でも感度を決定する主要因になっている。

【解決すべき点、着想に至った経緯】

そこで開発した振動感度低減のための制御系と光学系や、回転の安定化のための連続回転機構を用いて片道光速の異方性だけでなく往復光速の異方性の探査も行い、片道・往復光速の異方性を高精度同時検証 ($\delta c/c \leq 10^{-20}$) し、光子の Lorentz 不変性を全面から探査する。

しかし、Michelson 干渉計や通常の共振器は往復光速の異方性に感度があるが、片道光速の異方性には感度がないように、基本的には同時に片道・往復光速の両方の異方性に感度を持たせることは難しいという問題がある。そこで、今まで行ってきた片道光速の異方性に感度を持つ系を二つ組み合わせることで往復光速の異方性にも感度を持たせるという着想に至った。

[8] D. Colladay & V. A. Kostelecký, Phys. Rev. D **58**, 116002 (1998).

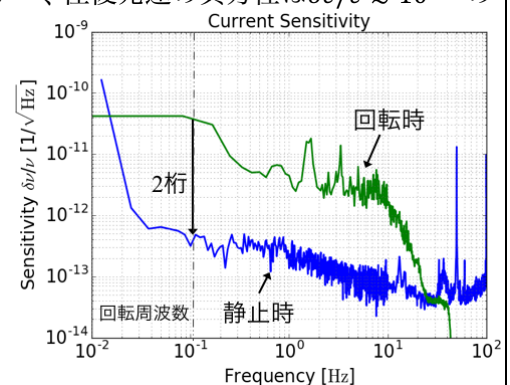


図 5 静止時と回転時における感度

(2) 研究目的・内容 (図表を含めてもよいので、わかりやすく記述してください。)

- ① 研究目的、研究方法、研究内容について記述してください。
- ② どのような計画で、何を、どこまで明らかにしようとするのか、具体的に記入してください。
- ③ 所属研究室の研究との関連において、申請者が担当する部分を明らかにしてください。
- ④ 研究計画の期間中に異なった研究機関 (外国の研究機関等を含む。) において研究に従事することを予定している場合はその旨を記載してください。

① 【研究目的、研究方法、研究内容】

本研究の目的は片道・往復光速の異方性探査の精度向上・同時探査である。

研究方法としては図6のような媒質によって非対称化した光リング共振器を二つ組み合わせることで、片道・往復光速の異方性の両方に感度を持たせ、同時異方性探査を行う。片道光速の異方性については、ダブルパス構成によって信号取得が可能である。往復光速の異方性については、それぞれの光リング共振器での共振周波数でレーザーの周波数を制御し、その干渉を読み取ることで、ダブルパス構成では左回りと右回りの共振周波数の差を取得する際にキャンセルされてしまう往復光速の異方性信号を取得することができる。実際には二つの光リング共振器を同一のスペーサーで構成することで、往復光速の異方性探査についても同相雑音除去を効かせ、高感度化させることができる。片道・往復光速の異方性を $\delta c/c \leq 10^{-20}$ の世界最高精度で同時探査する。

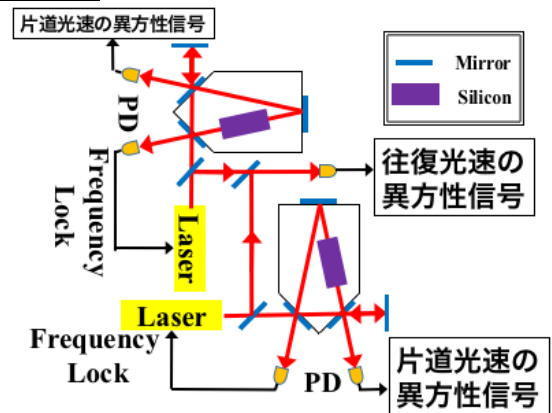


図 6 本研究の実験概念図

② 【計画と、何をどこまで明らかにしようとするのか】

本研究の目的達成のための手段として、(i) 「モノリシック光学系を用いた片道光速の異方性探査」 (ii) 「モノリシック光学系を用いた片道・往復光速の異方性同時探査」の二段階を経る。以下に詳細を述べる。
(i) まず、先行研究での静止時における雑音レベル $\delta\nu/\nu \leq 4 \times 10^{-13} / \sqrt{\text{Hz}}$ を目標値とし(図5)、2.で述べたような非対称光リング共振器とダブルパス構成を用いた図2の構成による一年間の測定で、片道光速の異方性を世界最高精度 $\delta c/c \leq 10^{-17}$ で探査する。これは現在の世界最高精度から 2 桁高い精度であり、Lorentz 不変性の破れの可能性が示唆されているレベルでの初探査になる。
(ii) 次に、図6の構成を用いて片道・往復光速の異方性を $\delta c/c \leq 10^{-20}$ の世界最高精度で同時探査する。これは片道光速の異方性については 5 桁、往復光速の異方性については 2 桁現在の世界最高精度から高い精度であり、その精度に一つの測定から到達できる。これによって、特殊相対性理論の修正理論である Robertson-Mansouri-Sexl 理論や、標準模型に Lorentz 不変性を破る項を加えた Standard Model Extension といった Lorentz 不変性の検証理論のパラメータ全てに実験的な評価を一つの測定から与えることができる。一年間の観測を想定すると、この実現には $\delta\nu/\nu \leq 4 \times 10^{-16} / \sqrt{\text{Hz}}$ の感度が目標値となる。

本研究は同相雑音除去のために様々な環境変動に強い構成であるが、同相雑音除去が効かない雑音や同相雑音除去が現実的には無限大にならないことに起因する雑音が存在する。これらの雑音の見積もりが図7である。(i)の段階では回転の振動雑音以外の雑音は影響しないので、光学系のモノリシック化、独立に開発を進めてきた制御系と連続回転機構を組み合わせて振動感度を低減し、回転時における回転周波数の雑音レベルを 2 桁低減することで実現できる。

(ii)の精度を実現するためには各種の雑音を散雑音レベルまで低減する必要がある。モノリシック光学系によって同相雑音除去比を 10^{-6} にすることで、地面振動雑音と温度変動雑音は図7よりも4桁小さい値にでき、要求値まで下げられる。 10^{-6} の同相雑音除去比はこれまでの予備実験で

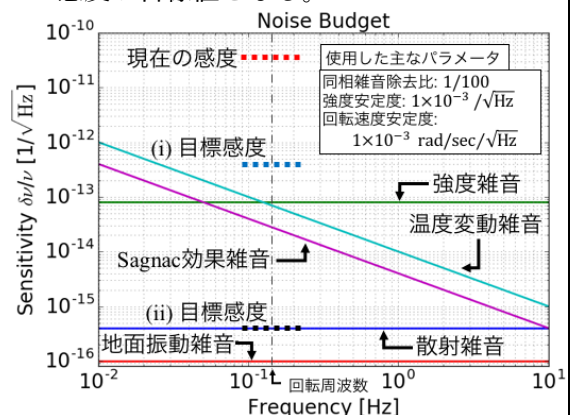


図 7 異方性探査の雑音見積もり

到達可能なことがわかっている。また、強度雑音は強度安定化によって強度安定度を2桁上げることで、回転速度の変動による Sagnac 効果雑音は、連続回転機構に伴う回転の安定化や回転軸などの最適化によって回転速度安定度を $1 \times 10^{-5} \text{ rad/sec} / \sqrt{\text{Hz}}$ 程度に抑えることで要求値を満たせる。これらについても同程度の安定化が我々の過去の実績において達成されている [9,10]。したがって、全ての雑音に関して要求値の散雑音レベルまでの雑音低減が見込め、(ii)の片道・往復光速の高精度同時探査が実現できる。

このように本研究はこれまで行った開発をもとに、順を追って着実にステップアップすることができるものになっている。また各ステップでも物理学の根幹に迫ることができる重要な成果を得ることができる。

[9] Y. Michimura Master's Thesis(2012). [10] Y. Michimura Ph. D. Thesis(2014).

(3) 研究の特色・独創的な点

次の項目について記載してください。

- ① これまでの先行研究等があれば、それらと比較して、本研究の特色、着眼点、独創的な点
- ② 国内外の関連する研究の中での当該研究の位置づけ、意義
- ③ 本研究が完成したとき予想されるインパクト及び将来の見通し

① 【本研究の特色、着眼点、独創的な点】

本研究は現代物理学における宇宙の基本的な対称性である Lorentz 不変性を検証するものである。片道・往復光速の異方性のいずれの先行研究でも 主要な雑音源となっている回転に伴う雑音を、モノリシック光学系と連続回転機構によって低減し、光子の Lorentz 不変性の破れを全て同時に探査 することができるのが本研究の特色である。片道光速の異方性に高い精度を持つ構成を二つ組み合わせ、周波数制御されたレーザー光の干渉を見ることで 往復光速の異方性信号も取得できるセットアップを提案 している点が独創的である。またファイバーコリメータを用いたモノリシック光リング共振器も世界で他に類を見ない。

② 【本研究の位置づけ、意義】

本研究は、世界中で活発に行われている Lorentz 不変性検証実験の中で、片道光速の異方性だけでなく往復光速の異方性にも高い感度を持つ という点で極めて独自性の高い位置づけである。Lorentz 不変性を高精度で検証することは現代物理学における 理論的側面から重要 であるだけでなく、使用されたモノリシック光学系などの光学の技術やアイディアは重力波実験などの 精密測定が要求される各分野でも応用が期待 され、実験・測定的側面からも重要 である。

③ 【本研究が完成したとき予想されるインパクト及び将来の見通し】

本研究の完成は 片道・往復光速の異方性の世界最高精度同時探査 を意味する。この一つの実験によって初めて $\delta c/c \leq 10^{-20}$ 以上の高精度で片道・往復光速の異方性の双方から「光速度不変の原理」、光子の Lorentz 不変性を論じることができるようになる。Lorentz 不変性の破れの発見は、Lorentz 不変性を基本的な対称性として採用している 現代物理学の多くの理論にブレイクスルーをもたらす。また Lorentz 不変性の破れがなくとも、光子の Lorentz 不変性に制限を与えることで、量子重力理論などの基本的な四つの相互作用を統一する理論的な研究などに 実験的な知見と制限を与える ことができる。

(4) 年次計画

申請時点から採用までの準備状況を踏まえ、DC1 申請者は 1～3 年目、DC2 申請者は 1～2 年目について、年次毎に記載してください。元の枠に収まっていれば、年次毎の配分は変更して構いません。

申請時点から 1 年目までは (i) 「モノリシック光学系を用いた片道光速の異方性探査」を行い片道光速の異方性を世界最高精度 $\delta c/c \leq 10^{-17}$ で検証し、2 年目から 3 年目までは (ii) 「モノリシック光学系を用いた片道・往復光速の異方性同時探査」を行い、片道・往復光速の異方性を世界最高精度の $\delta c/c \leq 10^{-20}$ で同時検証する(表 1)。

(申請時点から採用までの準備)

セミモノリシック光学系を用いて 各種パラメータを最適化する試験探査を行う。同時にさらなる 振動感度低減のためのモノリシック光学系設計、開発 を行う。詳細は以下の通りである。

- ・これまでに開発した制御系、連続回転機構を組み合わせ、回転時でのセミモノリシック光学系における異方性信号の雑音評価を複合的に行う。
- ・一般に低周波側は雑音が大きいため、回転が安定的な範囲で回転周波数をあげる(現在は 0.1~0.3 Hz)。
- ・周波数制御のための偏光解析法の各種パラメータや、光学系のパラメータを調節、最適化する。
- ・上の最適化の結果を元に、モノリシック光学系の設計、開発を行う。
- ・これらの振動感度の低減によって雑音レベルを 2 桁下げ、片道光速の異方性の試験探査を行う。

(1 年目)

上での試験探査を受けて、モノリシック光学系を用いた長期の片道光速の異方性探査 を行う。感度は測定時間のルートに逆比例するので、長期測定によって感度を高めることができる。

- ・試験探査の結果をもとに、制御系、光学系、回転機構のパラメータ等を調節する。
- ・真空容器を特注し、真空度を現在の 1 kPa から数 Pa 程度に高め、温度変動、音や風の影響を低減する。
- ・モノリシック光学系を用いて一年間の長期片道光速の異方性探査を行い、測定結果を Lorentz 不変性の検証理論で解析することで、片道光速の異方性を世界最高精度 $\delta c/c \leq 10^{-17}$ で検証する。

この片道光速の異方性探査の成果で 1 本目の論文執筆を予定している。

(2 年目)

片道・往復光速の異方性同時探査のモノリシック光学系、制御系、データ取得系を構成する。片道・往復光速の異方性の試験同時探査 を行う。

- ・片道・往復光速の異方性同時探査のモノリシック光学系の設計、開発を行う。モノリシック光学系によって同相雑音除去比を 10^{-6} まで高め、地面振動雑音と温度変動雑音の要求値を達成する。
- ・強度雑音の要求値を満たすため、回転周波数の 0.1 Hz 付近で $1 \times 10^{-5} / \sqrt{\text{Hz}}$ のレーザー強度安定化を行う。

申請者登録名

武田 紘樹

・ Sagnac 効果雑音の要求値を満たすために、連続回転機構や回転軸の最適化等の回転速度の安定化を行い、 $1 \times 10^{-5} \text{ rad/sec}/\sqrt{\text{Hz}}$ の回転速度安定度を回転周波数の 0.1 Hz 付近で達成する。

・ 各雑音源に対して要求値を達成し、一週間の片道

往復光速の異方性の同時試験探索を行う。

表 1 年次計画

モノリシック光学系で片道・往復光速の異方性の

・モノリシック光学系を用いた一年間の片道・往復光速の異方性の長期同時探査を行い、測定結果を Lorentz 不変性の検証理論で解析することで、片道・往復光速の異方性を同時に世界最高精度 $\delta c/c \leq 10^{-20}$ で検証する。

(5) 人権の保護及び法令等の遵守への対応

なお、該当しない場合には、その旨記述してください。

本研究は上記のような人権の保護及び法令等の遵守への対応を必要とする研究に該当しない。

申請～採用	1年目	2年目	3年目
■ ■ ■ ■ ■ ▶	回転時感度評価と片道光速の試験探査(セミモノリシック光学系)		
■ ■ ■ ■ ■ ▶	モノリシック光学系開発		
	■ ■ ■ ■ ■ ▶ 片道光速の異方性探査(モノリシック光学系)		
片道・往復光速の異方性探査のための開発	■ ■ ■ ■ ■ ▶		
モノリシック光学系開発	■ ■ ■ ■ ▶		
	強度安定化、回転機構の最適化 ■ ■ ■ ▶		
	片道・往復光速の異方性同時探査(モノリシック光学系) ■ ■ ■ ■ ■ ▶		

4. 研究業績（下記の項目について申請者が中心的な役割を果たしたもののみ項目に区分して記載してください。その際、通し番号を付すこととし、該当がない項目は「なし」と記載してください。申請者にアンダーラインを付してください。業績が多くて記載しきれない場合には、主要なものを抜粋し、各項目の最後に「他〇報」等と記載してください。査読中・投稿中のものは除く）

(1) 学術雑誌等（紀要・論文集等も含む）に発表した論文、著書（査読の有無を区分して記載してください。査読のある場合、印刷済及び採録決定済のものに限ります。）

著者（申請者を含む全員の氏名（最大 20 名程度）を、論文と同一の順番で記載してください。）、題名、掲載誌名、発行所、巻号、pp 開
始頁－最終頁、発行年をこの順で記入してください。

(2) 学術雑誌等又は商業誌における解説、総説

(3) 国際会議における発表（口頭・ポスターの別、査読の有無を区分して記載してください。）

著者（申請者を含む全員の氏名（最大 20 名程度）を、論文等と同一の順番で記載してください。）、題名、発表した学会名、論文等の番号、場所、月・年を記載してください。発表者に〇印を付してください。（発表予定のものは除く。ただし、発表申し込みが受理されたものは記載しても構いません。）

(4) 国内学会・シンポジウム等における発表

(3)と同様に記載してください。

(5) 特許等（申請中、公開中、取得を明記してください。ただし、申請中のもので詳細を記述できない場合は概要のみの記述で構いません。）

(6) その他（受賞歴等）

(1) 学術雑誌等に発表した論文、著書 なし

(2) 学術雑誌等又は商業誌における解説、総説 なし

(3) 国際会議における発表

(口頭 査読あり)

[1] ○Y. Michimura, H. Takeda, Y. Sakai, N. Matsumoto, M. Ando: “Optical Cavity Tests of Lorentz Invariance”, Light driven Nuclear-Particle physics and Cosmology(LNPC’17), Pacifico Yokohama, April 2017

(4) 国内学会・シンポジウム等における発表

(口頭 査読なし)

[2] ○小野隼人, 中村正吾, 武田紘樹, 日野陽太, 八木大介, 笠見勝祐, 斎藤究, 佐々木慎一, 俵裕子, 春山富義, 三原智: 「液体キセノンの赤外発光の測定-3」, 『日本物理学会第 71 回年次大会』, 21aCA-8, 東北学院大学, 2016 年 3 月

[3] ○中村正吾, 小野隼人, 武田紘樹, 日野陽太, 八木大介, 笠見勝祐, 斎藤究, 佐々木慎一, 俵裕子, 春山富義, 三原智: 「液体キセノンの発光波長変換の可能性」, 『日本物理学会第 71 回年次大会』, 21aCA-9, 東北学院大学, 2016 年 3 月

[4] ○中村正吾, 小野隼人, 武田紘樹, 日野陽太, 八木大介, 笠見勝祐, 斎藤究, 佐々木慎一, 俵裕子, 春山富義, 三原智: 「液体キセノンの赤外発光の測定-4」, 『日本物理学会 2016 年秋季大会』, 24aSG-4, 宮崎大学, 2016 年 9 月

[5] ○武田紘樹, 中村正吾, 小野隼人, 日野陽太, 八木大介, 笠見勝祐, 斎藤究, 佐々木慎一, 俵裕子, 春山富義, 三原智: 「液体キセノン中の散乱長の測定-1」, 『日本物理学会 2016 年秋季大会』, 24aSG-5, 宮崎大学, 2016 年 9 月

[6] ○武田紘樹, 道村唯太, 松本伸之, 安東正樹: 「光リング共振器を用いた Lorentz 不変性検証の信号取得無線化による感度向上」, 『日本物理学会 2016 年秋季大会』, 24pSR-6, 宮崎大学, 2016 年 9 月

[7] ○武田紘樹, 酒井譲, 道村唯太, 松本伸之, 安東正樹: 「Lorentz 不変性検証のための光リング共振器制御系の開発」, 『日本物理学会第 72 回年次大会』, 19pK25-9, 2017 年 3 月

[8] ○酒井譲, 武田紘樹, 道村唯太, 安東正樹: 「Lorentz 不変性検証のための連続回転機構の開発」, 『日本物理学会第 72 回年次大会』, 19pK25-10, 2017 年 3 月

(口頭+ポスター 査読なし)

[9] ○狩野芳樹, 中村正吾, 小野隼人, 武田紘樹, 安達佑哉, 笠見勝祐, 斎藤究, 佐々木慎一, 俵裕子, 春山富義, 三原智: 「液体キセノンの散乱長と赤外発光の測定」, 『研究会「放射線研究会とその応用」(第 31 回)」, short oral: 21, ポスター: P2, 高エネルギー加速器研究機構 小林ホール, 2017 年 1 月

(5) 特許等 なし

(6) その他(受賞歴)

[10] 2014 年度横浜国立大学理工学部数物・電子情報系学科物理工学 EPI 実習優秀ポスター賞

[11] 2015 年度卒業生横浜国立大学理工学部数物・電子情報系学科成績優秀賞

[12] 2015 年度卒業生横浜国立大学横浜物理工学会同窓会優秀賞

[13] 他 3 報 横浜国立大学理工学部数物・電子情報系学科物理工学 EP 春秋学期成績優秀賞

申請者登録名

武田 紘樹

5. 自己評価

日本学術振興会特別研究員制度は、我が国の学術研究の将来を担う創造性に富んだ研究者の養成・確保に資することを目的としています。この目的に鑑み、申請者本人による自己評価を次の項目毎に記入してください。

① 研究職を志望する動機、目指す研究者像、自己の長所等

② 自己評価する上で、特に重要と思われる事項（特に優れた学業成績、受賞歴、飛び級入学、留学経験、特色ある学外活動など）

① 【研究職を志望する動機】

私が研究職を志望するのは物理学の持つ強力な創造力に惹かれたからである。物理学とは物の理に触れる学問である。実際の世界と数学という言葉で記述される世界とを多種多様な着想から結びつけ、論理的な推論によって人類の知的財産を創出する営みは、まるで考察対象である世界そのものを直に触って何物であるかを探っているかのような心躍る魅力を感じる。私は物事を論理的に熟考し、様々な人と議論を通し、問題を解決していくのが好きである。私も自身の持つ知に対する積極性を活かして、この人類の物の理に触れる研究というプロセスに携わり、同時に物理学の帰結や可能性を発信し、科学という分野の継承の一端を担いたいと思う。これらが、私が研究職を志望する動機である。

【目指す研究者像】

高い専門的素養と分野横断的視野の二つを有する研究者が私の目指す研究者像である。今日学術研究における分野の細分化が進行し分野の専門性が高まる一方で、一つの研究対象が複数の領域に跨る問題の多様化も進行している。このような状況では、自分の専門分野のような一つの論考対象を深く考察する「縦」への力と、自分の専門分野に限らず論考対象そのものを広げ、多面的視点から考察する「横」への力の二つの総合力が重要であると私は考える。自分の知の領域を縦にも横にも広げ、総合的な力を持つことで広い視野を持った影響力とリーダーシップを持つ研究者になりたい。

また最先端で活動する研究者が科学の魅力や成果を必ずしも科学に携わっていない人々にも伝え、日本の科学教育を推進することは非常に重要である。このような教育、発信活動にも積極的に携わりたい。

【自己の長所】

私の長所としては特定の分野に限らず、論理的に理論や問題を処理するインプットに対する積極性と、自分の考えや意見を述べながら議論し、新しい科学的価値を生み出すアウトプットに対する積極性の二つの積極性を持っていることが挙げられる。広い視野を保ちたいという信念のために、「理論」や「実験」に固執せず積極的な姿勢を取り続けてきた。専攻は物理工学ながら、学部 1,2 年次では理論物理学、純粋数学を深く広く自学し、自然科学における基礎や精神を積極的にインプットする一方で、一般相対論、量子論などに関するゼミを自主的に開催し、積極的に学習した見識をアウトプットし合うように努めた。また学部時代には、研究室配属は通常学部 4 年次からだったが、学部 2 年次の冬から特別に高エネルギー系の研究室に配属させて頂いた。そこでは素粒子実験や宇宙観測に置いて重要な役割を持つシンチレータに関する実験を行なった。そこで挙げた様々な成果は共同研究者と分担して学会発表を行った(4. 研究業績[2,3,4])。中でも液体キセノン中の Rayleigh 散乱長の測定に関しては新しい測定手法を自ら提案し、理論計算から実際の測定、解析の全てを行い、Einstein によって与えられた Rayleigh 散乱長の波長依存性を実験的に再現する結果を得、新手法の有用性を示した(4. 研究業績[5,9])。このときの実験に関する技術や、研究目的を見据えながら研究計画をたてる経験と能力は、本研究においても役立っている。

② 【受賞歴】

4. 研究業績[10] 2014 年度横浜国立大学理工学部数物・電子情報系学科物理工学 EPI 実習優秀ポスター賞: 学部 3 年次の研究テーマを各々が決めてポスター発表を行う実習において、重力波の波動域に関する理論物理の発表が評価され、91 名の学生の中から優秀ポスター賞を受賞した。

4. 研究業績[11] 2015 年度卒業生横浜国立大学理工学部数物・電子情報系学科成績優秀賞: 横浜国立大学における物理学への研究や学業に対する姿勢が評価され、91 名の卒業生の中から毎年度 5 名選ばれる成績優秀者に選ばれ表彰を受けた。

4. 研究業績[12] 2015 年度卒業生横浜国立大学横浜物理工学会同窓会優秀賞: 横浜国立大学における研究や学業成績が評価され、91 名の卒業生の中から毎年度 2 名選ばれる成績優秀者に選ばれ同窓会より表彰を受けた。

4. 研究業績[13] その他の学業成績優秀賞: 物理学に対する積極性と学業成績を評価され横浜国立大学では年度ごとに発表される成績優秀者に全て選ばれ横浜国立大学副学長より表彰を 3 度受けた。

【学外活動】

数物セミナーという大学、学部、学年を越えた交流を目的としたセミナーに所属し、数学や物理学を志す全国の学生達とセミナー、ゼミ、研究発表会等を行なった。また 2015 年 1 月に早稲田大学で開催した数理・物理交流会では時空の微分幾何学分類である Petrov 分類に関する発表を行ったり、自分の専門分野と異なる専門分野の大学院生達と交流や議論をしたりした。このような様々な活動に対する行動力も上述した研究に対するインプット、アウトプットに対する積極性によるものである。

申請者登録名

武田 紘樹