

平成 29 年度卒業論文

同色レーザーを用いた誘導共鳴散乱による
Axion 探索に向けた信号光抽出手法の検証

広島大学理学部物理科学科
クォーク物理学研究室
学籍番号 B144707

尾崎 堯弥

2018 年 2 月 22 日
指導教官 杉立 徹 教授
主査 本間 謙輔 助教
副査 高橋 徹 准教授

目次

1	序論	6
1.1	Axion	6
1.2	Axion 探索実験	6
1.3	光子光子散乱による Axion 探索	7
1.4	準平行衝突系	8
1.5	Axion と交換する光子の偏光	9
1.6	エネルギー非対称正面衝突	9
1.7	重心系での正面衝突	11
1.8	重心系衝突における信号光の切り分け	12
2	実験セットアップ	14
2.1	1 光子光源	14
2.2	セットアップ	14
3	解析手法	17
3.1	1 光子相当電荷量	17
3.2	ガウス分布とポアソン分布	18
3.3	フィッティング	19
4	予備測定	20
4.1	1 光子感度	20
4.2	1 光子相当電荷量測定	21
5	信号光抽出実験	26
5.1	測定条件	26
5.2	波形データ	26
5.3	測定結果	30
5.4	条件の比較	32
5.5	ランダウ関数によるフィッティング	34
5.6	要求されるオプティクスとその配置	37
6	結論と今後の課題	38
7	謝辞	39

7 謝辞

本研究を行う上で様々な方のご助力をいただきました。本間先生には、お忙しいにも関わらず常に丁寧に時に厳しく指導していただきました。様々な知識が不足しており、さらに要領も悪い私が今回の研究を行うことが出来たのは、本間先生の根気強い指導のおかげです。

研究室の他の先生方にもお世話になりました。杉立先生にはミーティングでいくつもの助言をいただきました。志垣先生には4年前期のラボエクササイズで実験の基礎を習得する機会をいただきました。三好先生にはゼミで指導をしていただきました。先生方のご助力に感謝致します。

京都大学化学研究所レーザー物質科学研究領域の方々には、実験施設を貸していただきレーザーに関する技術を学ばせていただきました。学部生のうちに高強度レーザー実験の現場に触れるという貴重な経験を積む機会をいただき本当にありがとうございます。

同じ研究室の博士1年の信廣さんと修士2年の豊田さんには様々なことを教えていただきました。信廣さんには光学系の設計に使用するCADの使い方の指導に始まり、京都での実験に用いるモニター系の作成などのご助力をいただきました。豊田さんには京都での実験系の原案を考案していただいたり、光学系に関する基本的な知識を教えていただきました。

また同期の5人にも感謝を。私と同じく本間先生に指導を受けている平原君はレーザーの扱いや実験に関する相談からたわいもない話まで何度も付き合ってくれました。大佐古君、中原さん、星野君、吉川君とはテーマは全く違うけれど同じ部屋での研究は、雑談などの息抜きも含め、とても楽しいものでした。本当にありがとう。

このように本研究は様々な方々の支えのもと行われました。この場で名を挙げていない先輩や友人、家族等にも感謝しています。本当にありがとうございました。

参考文献

- [1] K.Homma,Y.Toyota,Prog. Theor. Exp. Phys. 063C01(2017) .
- [2] 長谷部孝,Search for low mass particles coupling to two photons via four-wave-mixing in the vacuum (2014) 広島大学理学研究科修士論文
- [3] 松浦佳代, 2色レーザーを用いた sub-eV 光子衝突実験のバックグラウンド評価 (2014) 広島大学理学部物理科学科卒業論文
- [4] The section DARK MATTER in J.Beringer et al.(Particle Data Group) , Phys. Rev. D86, 010001(2012).
- [5] R.D.Peccei and H.R.Quinn, Phys.Rev.Lett.38,1440(1977).
- [6] Mark P.Hertzberg, Max Tegmark, and Frank Wilczek, Phys.Rev.D 78, 083507 (2008).
- [7] Y.Fujii and K.Maeda, The Scalar-Tensor Theory of Gravitation Cambridge Univ. Press (2003)
- [8] P.Sikivie, Phys. Rev. Lett. 51, 1415 (1983).
- [9] Zioutas, K. et al.,Phys.Rev.Lett, 94, 121301 (2005).
- [10] Y.Inoue. et al.,arXiv:0806.2230 [astro-ph] (2008).
- [11] K.Ehret et al. (ALPS Collab.),Phys.Lett. B689, 149 (2010).
- [12] K.Homma, Prog. Theor. Exp. Phys. 04D004 (2012).
- [13] S.A.J.Druet and J.P.E.Taran, Prog. Quant. Electr. 7,1(1981).