

2017
おもろ
チャレンジ

極低温分子の量子系に対する制御および 測定技術を用いた素粒子物理学への画期的な 応用に関する研究

理学部 3年

高橋 唯基

アメリカ合衆国

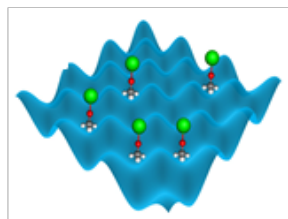
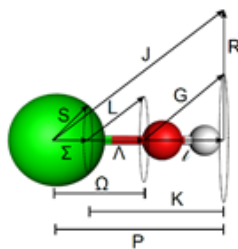
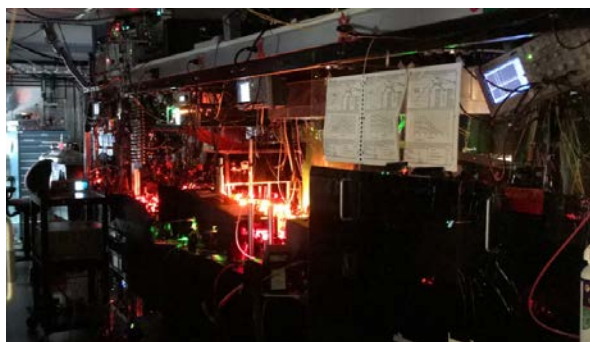
2018年2月1日-

2018年4月7日



渡航概要と内容

今回の渡航では、原子物理学の世界的権威の一人である、Harvard大学のJohn Doyle教授のLabで、分子のレーザー冷却およびトラップに関する研究を行った。より具体的には、世界中の研究者が素粒子物理学への検証、量子コンピューター、化学、そして量子テクノロジーへの応用材料として注目している、CaOHという分子の直接冷却、トラップ、レーザー光源の開発、およびそれに関する計算を行った。



進捗はすこぶるよく、① 650 nm の波長で発振する、Steck-style と呼ばれる最新型のレーザーを作成することに成功し、② 分光実験を行って、CaOH のリポンプ周波数を 5 MHz の不確かさで正確に決定することに成功した。これは先行研究での精度と比べると約 50 倍も正確なものである。また、この遷移の線幅は約 7 MHz であることから、今回の測定の精度で十分、レーザー冷却やトラップを行うことが可能である。さらに、③ Harvard大学の学部生2人（同じ学年の3年生）が、京都大学の冷却原子の研究と一緒に参加することになったほか、④ Caltech（カ

リフォルニア工科大学)で冷却分子について今年の秋から研究させていただけることも決定した。

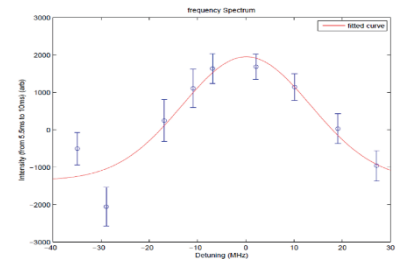
今回の成果については、Harvard大学のミーティングにおいてプレゼン発表を行ったほか、報告書を作成して、教授に提出した。



Generation of repumping light for direct laser cooling and trapping of polyatomic CaOH

Yoshi Takahashi
Department of Physics, Kyoto University, Kyoto 606-8501, Japan and
Department of Physics, Harvard University, Cambridge, Massachusetts 02138, USA and
Research Center for Element Science, Gakko, Maebashi 371-8501, Japan
(Received April 15, 2014)

The direct laser cooling and trapping of polyatomic CaOH species has been demonstrated by using a repumping laser system. However, despite highly efficient repumping scheme for both 1S_0 and 3P_1 electronic transitions, generation of the repumping light is still necessary to realize a low-temperature trap. In order to minimize the number of laser diode channels, we have developed a repumping system. It has a structure of a multiplexed, non-linear, frequency-multiplexed external cavity diode laser (ECDL) to drive the $\lambda=844.611(80)$ $v=0$ 0_0^0 \rightarrow $v=1$ 0_0^0 transition at 850 nm. We used this laser system to perform laser-cooled



渡航を通じて感じたこと・学んだこと

今回の渡航では、たくさんの貴重な出会いがあった。

まず、Doyle Groupのスタッフや学生たちとの出会いは、自分にとって大きな刺激となった。彼らはみな、プロフェッショナルとしての高い意識を持ち、研究への情熱を忘れることなく、常に他グループの最新の情報に目を光らせて、世界の第一線で活躍しているのみならず、おひるごはんの時間などは、ジョークを交えながら、時にはたわいもない会話を、時には政治的な話題について議論することもあった。また、趣味も多彩で、オーケストラに所属してヴァイオリンを発表会で演奏したり、語学を何か国語も勉強してペラペラに話す学生もいた。自分の印象としては、彼らはみな総じて明るく、たとえ実験がうまくいかなくとも、「きつとうまくいくから、次はこれとこれを変えて試してみよう」というように、どちらかというと楽観的であったようにも感じた。一方で、物理の話については、一切妥協がなく、見込みのない提案などをすると、「それはこれこれこういう理由で全く無理だと思う」と、はっきりと言う印象も受けた。つまり、ただ適当に楽観的なのではなく、常にうまくいかない原因を考え、改善できる見込みがある場合は試し、全くダメならすぐ諦めるという風に振舞っているように感じた。

また、Doyle Groupのスタッフや学生たちだけでなく、他の研究室の教授や学生とも交流する機会を得られたことは、非常に貴重であった。特にDoyle研の横にある、Markus Greiner教授

の研究室は、いま量子気体顕微鏡の研究で世界で一番リードしており、有名科学雑誌にどんどん論文を載せているほどの勢いがある lab であるが、実際、研究室を見学させていただいたときは、また新たな実験が始動しており、世界の最先端の研究を見ることができた。

さらに、今回の渡航では、物理学部以外の人たちとも交流する機会を得ることができ、他の専攻の学部生や留学生とも仲良くなれたことは自分にとって大きな刺激となった。特に、日本に興味のある Harvard の学生が作っている Japan Society のメンバーにはとても仲良くしてもらい、Dormitory に招いて日本の饅頭やお茶、羊羹などを振舞ってもらったり、ボストンを離れる前日には自分のために鍋パーティを企画してもらい、手紙とプレゼントまでもらったのはとても嬉しかった。これらの友達とは、今でも Skype で連絡を取りあうほど仲良く、次の夏休みに日本に遊びに来る時に会うのがとても楽しみである。



今回の経験をどのように今後生かしていくか

短期的には、京都大学の研究室において、引き続き分子に関連した研究を行い、大きな成果を上げるべく全力で実験を推し進めていきたいと考えている。また、今年の秋からカリフォルニア工科大学で研究することを踏まえ、十分な知識と経験を蓄え、今回の渡航を超えるような大きな成果を現地で上げたいと考えている。

長期的には、今回の経験を生かして、今後は分子のレーザー冷却やトラップの研究を行うことも、自分の将来のキャリアパスの一つの選択肢として考えている。特にこの分野は、今後 10 年、20 年で大きく発展すると考えられる。そのような分野において、世界に先駆けて何かしらの業績をあげることは、非常に意義深いものであると考えられる。そのような観点から、今回の渡航の経験はとてつもなく自分にとってプラスのものになると考えている。

また、研究だけでなく、世界トップレベルの学生との交流の中で、大きく広がった自分の価値観や、得られた新たな視点を大切に、将来困難に直面した際にはこれらの経験を思い出して、自信を持って乗り切っていきたいと思う。

■ 今後本プログラムを希望する学生へのアドバイス

本プログラムへの参加を検討している学生は、ぜひともこのプログラムを利用して、真に価値のある研究テーマを見つけ、世界の最先端に触れて大きな刺激を受けてほしいと切に願う。

■ 主な奨学金の使途

*渡航費

*宿泊費

*食費 など