

**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22年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	ホログラフィックに制御された光ポテンシャルによる大規模 2 次元量子計算機の実現
研究機関・ 部局・職名	東京工業大学・大学院理工学研究科・准教授
氏名	上妻 幹男

1. 当該年度の研究目的

2次元アレイ状に配列した Yb 原子集団を、1 サイトの空間分解能をもってイメージングする系を構築することを目的とした。イメージングは、2次元光格子のポテンシャルを mK のオーダーにまで上昇させ、冷却用のレーザーを照射して、原子からの蛍光を結像することで達成することにした。平成 22 年度は、縮退原子ではなく、通常の熱原子を対象として、イメージング系を完成させることにした。光ポテンシャルとしては、 $^1S_0 \rightarrow ^1P_1$ (399nm)遷移から 10GHz オーダーの離調をとった光を利用する。また冷却には $^1S_0 \rightarrow ^3P_1$ (556nm)遷移の光を利用する。

2. 研究の実施状況

平成 22 年度、我々はまず、イメージングの心臓部となるソリッドイマージョンレンズを作成し、それを石英製ガラス真空装置にとりつけ、 10^{-11} Torr 台の超高真空を達成することに成功した。

続いて、作成された超高真空装置内において、Intercombination 遷移(556nm)に共鳴するレーザーを用いて ^{174}Yb の磁気光学トラップを作成した後、これを 10W、532nm のレーザーを使って光トラップすることに成功した。さらに、トラップ光のビームウェスト位置を空気式移動台を用いて移動することで、原子をソリッドイマージョンレンズの数 mm 下方まで移動することを達成した。

移動した原子集団のソリッドイマージョンレンズ下における寿命を測定したところ、寿命 84 秒が得られた。この値は、532nm のレーザーを用いた Yb の光トラップとしては、他グループに比べて一桁程度長いものであり、今後蒸発冷却によってボース凝縮、フェルミ縮退を得るうえで十分な値である。イオンゲージを用いた真空チェックは、ゲージ設置部の真空しかはかれないため、十分な評価とはならない。上記した光トラップの実験を通し、ソリッドイマージョンレンズ下において、本研究を遂行する上で必要な真空が得られていることを直接的に確かめることが出来た。

さらに我々は、2次元光格子を生成する上で必要となる $^1S_0 \rightarrow ^1P_1$ (399nm)遷移から 10GHz 程度の離調をとった光を生成することにも成功した。この遷移はゼーマン減速にも利用しているが、十分なパワーを確保するため、ゼーマン減速用の光源とは独立して、別途チタンサファイアレーザーからの出力光を使って、BiB O 結晶を用いたポウタイ型 2 次高調波発生を行うことで、目的の光を得た。

様式19 別紙1

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 1 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計1件 Y. Eto, A. Noguchi, P. Zhang, M. Ueda, M. Kozuma, "Projective measurement of a single nuclear spin qubit by using two-mode cavity QED", Phys. Rev. Lett. 106,160501 (2011). http://prl.aps.org/abstract/PRL/v106/i16/e160501</p> <p>(掲載済み一査読無し) 計 0 件 (未掲載) 計 0 件</p>
<p>会議発表 計 3 件</p>	<p>専門家向け 計 3 件 以下は地震のため、学会が開催されず概要集提出のみとなった 1.中本顕正, 野口篤史, Miranda Martin, 衛藤雄二郎, 上田正仁, 上妻幹旺、BiBO 結晶を用いた Yb ゼーマンスローワー用高出力 399nm 光源の開発、日本物理学会第 66 回年次大会、平成 23 年 3 月 27 日、新潟大学。 2. Miranda Martin, 野口篤史, 中本顕正, 衛藤雄二郎, 上田正仁, 上妻幹旺、超狭線幅レーザーを用いた光トラップ中での蒸発冷却の実現、日本物理学会第 66 回年次大会、平成 23 年 3 月 27 日、新潟大学。 3. 野口篤史, 中本顕正, Miranda Martin, 衛藤雄二郎, 上田正仁, 上妻幹旺、表面 2 次元光格子中 Yb 原子集団の生成と観察、日本物理学会第 66 回年次大会、平成 23 年 3 月 27 日、新潟大学。 一般向け 計 0 件</p>
<p>図書 計 0 件</p>	
<p>産業財産権 出願・取得状 況 計 0 件</p>	<p>(取得済み) 計 0 件 (出願中) 計 0 件</p>
<p>Webページ (URL)</p>	
<p>国民との科学・技術対話 の実施状況</p>	<p>今回は無し</p>
<p>新聞・一般雑誌等掲載 計 0 件</p>	
<p>その他</p>	

4. その他特記事項

実施状況報告書(平成22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
直接経費	125,000,000	0	59,022,000	65,978,000
間接経費	37,500,000	0	17,706,600	19,793,400
合計	162,500,000	0	76,728,600	85,771,400

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
直接経費	0	59,022,000	0	59,022,000	425,250	58,596,750
間接経費	0	17,706,600	0	17,706,600	127,575	17,579,025
合計	0	76,728,600	0	76,728,600	552,825	76,175,775

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	425,250	各種測定器等
旅費	0	
謝金・人件費等	0	
その他	0	
直接経費計	425,250	
間接経費計	127,575	
合計	552,825	

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
				0		
				0		
				0		