

様 式 C - 3 3

平成 2 2 年度科学研究費補助金実績報告書（研究実績報告書）

1. 機 関 番 号

14603

(該当者のみ)

2. (a)研究機関名

(b)勤務先の名称

奈良先端科学技術大学院大学

3. 研 究 種 目 名

奨励研究

4. 研 究 期 間

平成 2 2 年度

5. 課 題 番 号

22914008

6. 研 究 課 題 名

高強度レーザー場中の原子による高次高調波生成の理論解析

7. 研 究 代 表 者

研 究 代 表 者 名		所 属 部 局 名	職 名／職 業
オカジマ	ヤスオ	教育研究支援部 研究協力課	技術職員
岡島	康雄		

8. 研究実績の概要

下欄には、本年度に行った研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、交付申請書に記載した「研究の目的」、「研究実施計画」に照らし、600字～800字で、できるだけ分かりやすく記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。

レーザー技術の進展により、原子分子内のクーロン相互作用に匹敵する電場強度をもつ $10^{14}\text{W}/\text{cm}^2$ 程度の高強度の近赤外レーザーが開発され利用されている。こうした高強度レーザーを原子や分子に照射すると、その数十倍から数百倍の振動数をもつ高次高調波が生成される。この高次高調波生成(HHG)はコヒーレントな X 線源として応用できるほか、原子分子中の電子をアト秒 (10^{-18} 秒) の時間スケールで観察するという超微小超高速顕微鏡 (分子トモグラフィ) に応用できると期待されている。そこで HHG のメカニズムを正しく理解することが欠かせない。定性的には、半古典力学的な三段階模型によって理解されている。不明瞭な点は適用条件と精度である。信頼できる物理量は時間依存のシュレーディンガー方程式を厳密に数値的に解いて得られるが、その背後にある現象の理解は計算結果から物理的直観によって推測する。そうして HHG 強度は標的 (原子分子) のみによる項と、レーザー場のみによる項との積で表される (分離公式) と提案されており、これを確かめる必要がある。

本研究では HHG のメカニズムを理解するため、「断熱理論」による解析的な手法を用いた。断熱理論は原子に束縛された電子の運動に比べてレーザー場の変化が圧倒的に遅いという事実に基づき、断熱パラメタ $\epsilon \ll 1$ を導入して構成する。 $\epsilon \rightarrow 0$ での漸近展開を用いて、1次元の模型で双極子モーメントの解析的計算から HHG 生成効率の表式を導いた。この表式は三段階模型と合致するが、HHG の最大エネルギー (カットオフ) は量子力学的な補正を受けることが自然に導かれた。三段階模型の正しさと限界を示すことができたと考えられる。この結果から得られる HHG スペクトルは厳密な数値計算結果とよい一致を示し、有効な近似方法であることが確かめられた。また適当な条件のもとで分離公式を導くことができた。3次元に拡張することが今後の課題である。

※ 成果の公表を見合わせる必要がある場合は、その理由及び差し控え期間等を記入した調書(A4 判縦長横書 1 枚)を添付すること。

9. キーワード

(1) 高強度レーザー (2) 高次高調波 (3) 断熱理論

(裏面に続く)

10. 研究発表（平成22年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計（ 0 ）件 うち査読付論文 計（ 0 ）件

著 者 名	論 文 標 題			
雑 誌 名	査読の有無	巻	発 行 年	最初と最後の頁

著 者 名	論 文 標 題			
雑 誌 名	査読の有無	巻	発 行 年	最初と最後の頁

著 者 名	論 文 標 題			
雑 誌 名	査読の有無	巻	発 行 年	最初と最後の頁

〔学会発表〕 計（ 1 ）件 うち招待講演 計（ 0 ）件

発 表 者 名	発 表 標 題		
岡島康雄	高強度レーザー場中の単一原子による高次高調波発生の断熱理論：分離公式の解析的導出		
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
日本物理学会	2010年9月25日	大阪府立大学	

〔図 書〕 計（ 0 ）件

著 者 名	出 版 社		
書 名			総ページ数

11. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

〔出願〕 計（ 0 ）件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別

〔取得〕 計（ 0 ）件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別

12. 備考

※ 研究代表者、所属研究機関または勤務先が作成した研究内容又は研究成果に関するwebページがある場合は、URLを記載すること。