

電子の波の干渉効果 整列した分子で観測

—酒井・東大助教授ら実験手法開発—

東京大学大学院理学系研究
科物理学専攻の酒井宏文・助
教授らは、超短パルスレ
ザーを分子に照射して発生す
る高次高調波と、その過程で

のイオン化とを同時観測する
実験手法を新たに完成させ
た。これを使って二酸化炭素
を試料に実験を進めた結果、
理論的に予言されていた「電
子の波」の干渉効果を初めて
観測した。この効果を調べる
ことで、分子構造を十の十五
乗分の一という短時間で撮影
できる手法の開発につなが
る。英科学雑誌『ネイチャー』
に五月二十六日付けで掲載さ
れた。

気相で高強度超短パルス
レーザーを気体原子や分子に
照射すると、波長が非常に短
い紫外領域の高次高調波が生
まれる。この波は様々な分析
での利用が指摘され、高調波
の発生特性を解明する研究が
進む。酒井助教授らは今回、
独自の分子操作技術で向きが
そろった分子を試料にするこ
とに注目。分子を刺激する超

短パルスレーザーと分子の変
化を調べる超短パルスレ
ザーを駆使して、高次高調波
の発生特性の解明を進めた。

具体的には、分子がイオン
化して再結合することで、高
調波が発生するメカニズムに
沿って実験系を構築した。高
調波のエネルギーが電子の運
動エネルギーとイオン化のな
りやすさで決まることを利用
し、高調波とイオンの信号を
同時に観測した。

その結果、まず窒素分子や
酸素分子を試料に進めると、
ある時、イオン化信号と高調
波信号が共に大きくなるとい
う関連した特性が観察され
た。その一方で二酸化炭素を
試料にすると、イオン化信号
が大きくなると高調波信号が
小さくなる逆相関の特性が見
いだされた。

酒井助教授らは、逆相関の

理由について詳細に調べたと
ころ、原子間距離によって相
関、逆相関の違いが現れるこ
とを発見。ある特定の原子間
距離を持つと電子のド・ブロ
イ波長を基にした電子の波が
干渉効果を示し、高調波の発
生特性が変化したという。

光の一周期の内の現象で電
子の波の干渉効果が直接観測
されたのは初めて。これに基
づいて分子構造を十の十五乗
分の一の分解能で分析できる
手法も開発できる可能性が出
てきた。酒井助教授は「この
観測からは高調波が偶数の次
数の時にも発生できる可能性
が示されている。向きを持っ
た分子で同様な実験を進める
ことで明らかになる。アト秒
パルスレーザー発生のための
手法開発の知見にもなる」と
強調した。