

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 光共振器増幅された光格子中での冷却分子の精密分光

2. 個人研究者名

小林 淳（北海道大学大学院工学研究院 准教授）

3. 事後評価結果

総合評価 期待以上

総合コメント

電子・陽子質量比の恒常性検証実験および極低温分子の化学反応研究を進めることを目的として、光共振器増幅により大きくて深い光格子トラップを造る技術を開発し、それを用いて実際に光格子トラップによる原子の冷却と分子生成という戦略で研究を進めた。結果、当初の計画よりも高性能な光共振器の作成に成功し、 3×10^7 個という大きな原子数をトラップすることに成功した。これは光共振器の採用によりレーザー光を 2×10^4 倍に高めたことに相当する。先行研究のように弱い光格子を用いた場合に比べて、3次元光格子のトラップ原子数は 10^3 個から 3×10^7 個へと飛躍的に高まった。ラマンサイドバンド冷却と圧縮を繰り返して密度は9倍に、そして温度は550 nKとBECまで後一歩というところまで迫っている。これまで誰も試みなかった多数の原子をトラップしてから冷却圧縮をするという方式は、小林氏の研究によって可能になっただけでなく、きわめて有望な方法だということが実証された。残された問題も明らかとなっており、これまでと桁違いに多い個数の原子を使ったBECが実現して、分子生成の研究が始まるのも間近と評価できる画期的な成果である。

準備段階の実験でも、電子・陽子質量比という自然界にとって重要な物理量の恒常性検証で

$$(1/\mu) \times (d\mu/dt) = (0.3 \pm 1.0) \times 10^{-14}/\text{year}$$

と分子を用いたもっとも高精度な検証実験に成功した。今後さらなる高精度化が達成されることは確実である。

さらに大量の原子を冷却トラップできたことで、反応熱の小さい極低温化学反応 Efimov 状態の緩和プロセスの研究が可能になった。元来、目標が高く、遠い課題であって、さきがけ期間中に達成できる成果だけでは、本研究の評価が定まらない種類の研究でありながら、ここまで達成したのは見事というしかない。何よりも、他の研究者が純粋にきれいな系を追求しながら研究を進めていく原子冷却、圧縮という分野で、ある意味正反対といえる大きくて深い光格子に大量の原子をトラップする方向からアプローチした独創性と先駆性は高く評価できる。