

福島トリチウム汚染水問題解決を目指した

核力第一計算による基礎研究

A fundamental research for the tritium contaminated water problem by
nuclear ab-initio calculation

青山茂義
東京農工大学

1. 研究目的

福島第一原発の放射性原子核汚染水問題は、現代日本の抱える大きな問題である。放射性原子核は吸着法等により水から分離可能であり、その除染処理が東京電力により進められている。しかしながら、トリチウム（三重水素）は陽子と電子の数が水素と同じであるので、化学的手法によって水から分離することができずに最後にトリチウム水が残る。また、希釈して海洋投棄する手法も、漁業被害や国内外の反発を考えると現実問題として出来ない。現在でも、原発建屋への地下水の流入は続き、汚染水が日々増大し続けているが、問題解決のための糸口すら見出せていない状況である。この問題解決を子供や孫の世代に先送りしないために、本研究では、新たな可能性として、トリチウムそのものを核種変換により消失させるための基礎研究を行う。筑波大学計算科学センターの COMA スーパーコンピュータを用いた先行研究(Phys.Rev.C97, 054305, pp.1-6(2018))では、全角運動量 J が 0 のときに 3-10MeV のエネルギー領域で陽子をトリチウムに照射すると 100%の核種変換がおきることがわかっているので、より詳細な分析を行うことが本研究の目的である。

2. 研究成果の内容

本研究では、トリチウム汚染水問題を解決するための糸口として、核種変換によりトリチウムを消失させるための基礎反応である $t+p \rightarrow {}^3\text{He}+n$ 反応を分析し、どのようなエネルギーで陽子をトリチウムにぶつけるのが変換効率がよいのかを理論的に明らかにする。これにより、「トリチウム消失実験のための基礎データ(断面積等)を提供する」のが目的である。

2020年度には、トリプルグローバルベクトル法に微視的 R 行列理論を組み合わせた核力第一原理計算の手法を用いて、全角運動量 $J=1$ と $J=2$ の場合の計算を行った。これにより、本研究課題で興味のある低エネルギー領域での全断面積を求めた。その結果、低エネルギー領域では、既に判明していた 0^+ と 0^- の $t+p \rightarrow {}^3\text{He}+n$ の完全変換に加えて、 2^- の共鳴状態経由での核種変換反応を非常に大きいことがわかった。共

鳴状態の分析には、複素座標スケーリング法が有用であることが知られているが、この方法を適用した分析を行なった。それにより、2-の共鳴構造がより明らかになった。

3. 学際共同利用が果たした役割と意義

学際共同利用の高速な計算機を用いることにより、大規模数値計算が可能な計算コードの調整・開発を行なった。これにより、全角運動量 $J=1$ と $J=2$ の場合など、先行論文で不可能であった状態の分析が可能になった。又、複素座標スケーリング法は、微視的 R 行列理論より、計算コストがかかるが、Oakforest-PACS 計算機を利用していなければ、実現困難であったことが予想されるので、大きな意義があった。

4. 今後の展望

複素座標スケーリング法を適用した 2-共鳴状態の分析について、国際会議での発表を計画している。

5. 成果発表

(1) 学術論文

なし

(2) 学会発表

S. Aoyama, “Ab initio calculation of nuclear clusters”, CCS International Symposium, 2020.10.8

(3) その他

使用計算機	使用計算機 に○	配分リソース※	
		当初配分	追加配分
Cygnus			
Oakforest-PACS	○	175950	0
※配分リソースについてはノード時間積をご記入ください。			