



Title	Cluster Structure and Resonance States of 13C [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	申, 承憲
Citation	北海道大学. 博士(理学) 甲第15277号
Issue Date	2023-03-23
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/89532">http://hdl.handle.net/2115/89532</a>
Rights(URL)	<a href="https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/">https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/</a>
Type	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	Seungheon_Shin_review.pdf (審査の要旨)



[Instructions for use](#)

# 学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(理学) 氏名 申承憲

審査担当者 主査 教授 木村 真明  
副査 教授 小林 達夫  
副査 准教授 平林 義治  
副査 客員准教授 堀内 渉

## 学位論文題名

$\alpha$  Cluster Structure and Resonance States of  $^{13}\text{C}$   
(炭素 13 のアルファクラスター構造と共鳴状態)

### 博士学位論文審査等の結果について (報告)

炭素同位体は、原子核が複数の部分系 (クラスター) に分かれたような、クラスター構造を持っている。このクラスター構造は、天体での元素合成反応に重要な役割を果たすなど、非常に興味深い研究対象であり、多くの研究が行われている。

本博士論文では、炭素 13 原子核のアルファクラスター構造に関して、2つの問題が議論されている。第一の問題は、炭素 13 原子核の波動関数が持つ、空間的な対称性の問題である。先行研究では、炭素 13 原子核の構造を説明するために、正三角形が持つと同じ対称性 ( $D_{3h}$  対称性) を仮定したモデルが提案され、観測されている励起スペクトルの一部がうまく説明されることが議論されている。一方、それを否定する論文も提出されているが、いずれの先行研究も、単純な代数的モデルが用いられており、結論が出ていなかった。著者は、この問題を解決するために、空間的対称性を一切仮定しないモデルを用いて、炭素 13 原子核の性質を調べ、そのような対称性が本当に実現しているのかを検証した。観測されているスペクトルを再現するように、注意深く数値計算を行い、波動関数の対称性を検証した結果、基底状態では  $D_{3h}$  対称性が近似的に成立しているものの、励起状態では対称性の破れが大きいことを示した。その結果、 $D_{3h}$  対称性に基づいたスペクトルの説明は正しくないことを示した。

第二の問題は、炭素 12 原子核で知られているホイル状態に類似した構造が、炭素 13 の励起状態に存在するかどうかという問題である。ホイル状態は、3つのアルファ粒子がボーズ・アインシュタイン凝縮した状態であると考えられている。炭素 13 では、そこに中性子が一つ不純物として加わることで、ボーズ粒子 (3つのアルファ粒子) とフェルミ粒子 (中性子) とが混合した状態になると期待されている。この状態の励起エネルギーは高く、共鳴状態になっていると予想される。そこで著者は、結合定数解析接続法を実時間発展法に適用することで、共鳴状態の記述を実現した。その結果、幾つかの共鳴状態は非常に大きな半径と単極遷移強度を持っており、ボーズ・アインシュタイン凝縮の候補と考えられることを示した。

以上の結果は、これまで議論されてきた事柄をより精密な理論によって検証するものであり、将来の実験計画に指針を与えるなど、高い研究水準にあると言える。従って著者は、北海道大学博士(理学)の学位を授与される資格あるものと認める。