

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月31日現在

機関番号：82401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2011

課題番号：22740186

研究課題名（和文） 変形中性子過剰核領域における新魔法数の探索

研究課題名（英文） Study of the new magic number of nuclei in the island of inversion region

研究代表者

武智 麻耶 (TAKECHI MAYA)

独立行政法人理化学研究所・櫻井R1物理研究室・客員研究員

研究者番号：40570172

研究成果の概要（和文）：

変形中性子過剰領域 "Island of Inversion"における新魔法数の存在および不安定原子核殻構造の重大な変化を、この領域の Ne, Mg 同位体核半径及び最外殻核子運動量分布の測定を通して探索する事が本研究の目的である。Ne, Mg 同位体についての実験は成功し、この領域における原子核構造の重大な変化を指摘する研究成果を発表した。

研究成果の概要（英文）：

Nuclear structures of unstable nuclei in the "island of inversion" region have been investigated experimentally. Nuclear radii and the information about the valence nucleon have been measured and studied using radio active beam. The important changes of the nuclear structure of the nuclei in this region have been reported in the Physcs Letter B.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,900,000	870,000	3,770,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：物理学・素粒子・原子核・宇宙線・宇宙物理

キーワード：魔法数 変形 核構造 中性子過剰核

1. 研究開始当初の背景

中性子（陽子）の個数が "2", "8", "20", "28", "50", "82", "126" の「魔法数」に閉殻を生じる安定原子核の殻模

型は1939年にMayerとJensenによって提起されて以来、原子核構造の最も標準的なモデルである。ところが近年、RIビームを用いた軽い不安定核同位体核半径および運

動量分布測定実験により、新魔法数”16”が発見された [1]。さらに中性子数 20 近辺の中性子過剰核領域 (Island of inversion) において、球形であることが期待される閉殻 ”20” 近傍の原子核群に大変形が起きていることが分かり始め、この領域での実験的研究が世界的に競争されている。これら不安定核における新魔法数や、既存の魔法数を無視した大変形は標準的模型で説明できず、新しい模型による説明が試みられており、その実験的検証が待たれている。

2. 研究の目的

本研究では Island of inversion 領域の Ne, Mg 同位体反応断面積測定による核半径導出、及びこれらの同位体の最外殻中性子運動量分布測定により最外殻核子の占める軌道を明らかにしていく。その結果を独立粒子模型と比較しながら重大な殻構造変化をつきとめ、新魔法数の存在を明らかにすることが本研究の目的である。

3. 研究の方法

本研究では特に、非常に弱く束縛された最外殻中性子が原子核ポテンシャルの外にしみ出して形成される中性子ハロー構造が研究の手がかりとなる。この中性子ハローの広がり具合は中性子の占める軌道の軌道角運動量によって大きく異なり、軌道角運動量が小さいほど巨大なハローを形成し、大きな核半径が観測される。また、ハロー核子の空間的広がりが大きい程、その運動量分布は狭くなる。これらを同時に測定する事で中性子の占める軌道について情報が得られる。例えば通常の殻構造の場合、 ^{29}Ne , ^{31}Ne の最外殻中性子は f 軌道に入り、遠心力ポテンシャルにハローの形成を阻害される。しかし、殻構造の変化により低軌道角運動量成分が外殻に移動するならば、 ^{29}Ne , ^{31}Ne は大きなハロー構造を形成し、従って隣接する原子核と比較して大きな核半径と狭い運動量分布が観測されるはずである。このように、本研究では核半径および最外殻核子運動量分布を測定し、その結果を独立粒子模型と比較しながら重大な殻構造変化をつきとめ、新魔法数の存在を明らかにする。

4. 研究成果

本研究は 2010 年度と 2011 年度の 2 年度に渡って行われるように計画されたものであった。2010 年度末までに、RIBF において、island of inversion 領域の Ne および Mg 同位体の実験を行った。この実験は世界で初めて、この領域における核半径および最外殻

中性子についての情報を得るデータの取得に成功したものである。2011 年度はデータの解析を行い データは国際会議において発表した。また、理論計算との比較等も順調に進め、当初の目的通り island of inversion 領域における変形による核構造の異常、新魔法数の存在を示唆する研究成果を誌上発表することができた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

① **Physics Letter B 707 (2012) 357-361**
“**Interaction cross sections for Ne isotopes towards the island of inversion and halo structures of ^{28}Ne and ^{30}Ne** ” (査読有)

M. Takechi, T. Ohtsubo, M. Fukuda, D. Nishimura, T. Kuboki, T. Suzuki, T. Yamaguchi, A. Ozawa, T. Moriguchi, H. Ooishi, D. Nagae, H. Suzuki, S. Suzuki, T. Izumikawa, T. Sumikama, g M. Ishihara, H. Geissel, N. Aoi, Rui-Jiu Chen, De-Qing Fang, N. Fukuda, I. Hachiuma, N. Inabe, Y. Ishibashi, Y. Ito, D. Kameda, T. Kubo, K. Kusaka, M. Lantz, Yu-Gang Ma, K. Matsuta, M. Mihara, Y. Miyashita, S. Momota, K. Namihira, M. Nagashima, Y. Ohkuma, T. Ohnishi, M. Ohtake, K. Ogawa, H. Sakurai, Y. Shimbara, T. Suda, H. Takeda, S. Takeuchi, K. Tanaka, R. Watanabe, M. Winkler, Y. Yanagisawa, Y. Yasuda, K. Yoshinaga, A. Yoshida, and K. Yoshida

[学会発表] (計 5 件)

① **Advances in Radioactive Isotope Science - ARIS 2011 (Leuven, Belgium) 2011,5,29**

“**Interaction cross section for Ne-Al isotopes to the vicinity of neutron drip line**”

M. Takechi, T. Ohtsubo, S. SUZUKI, M. FUKUDA, D. NISHIMURA, T. KUBOKI, T. SUZUKI, T. YAMAGUCHI, A. OZAWA, T. MORIGUCHI, H. OOISHI, D. NAGAE, H. SUZUKI, T. IZUMIKAWA, T. SUMIKAMA, H. GEISSEL, N. AOI, CHEN, Rui-Jiu, FANG, De-Qing, N. FUKUDA, S. FUKUOKA, H. FURUKI, I. HACHIUMA, N. INABE, Y. ISHIBASHI, T. ITO, Y. ITO, D. KAMEDA, T. KUBO, K. KUSAKA, M. LANTZ, LEE, CheongSoo, MA, Yu-Gang, K. MATSUTA, M. MIHARA, Y. MIYASHITA, S. MOMOTA, K. NAMIHIRA, M.

NAGASHIMA, R, Ryo, T. NIWA, Y. OHKUMA, T. OHNISHI, K. OKOMURA, M. OHTAKE, K. OGAWA, T. OGURA, H. SAKURAI, K. SATO, Y. SHIMBARA, T. SUDA, H. TAKEDA, S. TAKEUCHI, K. TANAKA, H. UENISHI, R. WATANABE, W. MARTIN, Y. YANAGISAWA, Y. YASUDA, K. YOSHINAGA, A. YOSHIDA, K. YOSHIDA

② Rutherford Centennial Conference (Manchester, UK) 2011,8,9

“Precise Measurements of Interaction cross section for Ne-Al Isotopes to the vicinity of neutron drip line”

M. Takechi, T. Ohtsubo, S. SUZUKI, M. FUKUDA, D. NISHIMURA, T. KUBOKI, T. SUZUKI, T. YAMAGUCHI, A. OZAWA, T. MORIGUCHI, H. OOISHI, D. NAGAE, H. SUZUKI, T. IZUMIKAWA, T. SUMIKAMA, H. GEISSEL, N. AOI, CHEN, Rui-Jiu, FANG, De-Qing, N. FUKUDA, S. FUKUOKA, H. FURUKI, I. HACHIUMA, N. INABE, Y. ISHIBASHI, T. ITO, Y. ITO, D. KAMEDA, T. KUBO, K. KUSAKA, M. LANTZ, LEE, CheongSoo, MA, Yu-Gang, K. MATSUTA, M. MIHARA, Y. MIYASHITA, S. MOMOTA, K. NAMIHARA, M. NAGASHIMA, R, Ryo, T. NIWA, Y. OHKUMA, T. OHNISHI, K. OKOMURA, M. OHTAKE, K. OGAWA, T. OGURA, H. SAKURAI, K. SATO, Y. SHIMBARA, T. SUDA, H. TAKEDA, S. TAKEUCHI, K. TANAKA, H. UENISHI, R. WATANABE, W. MARTIN, Y. YANAGISAWA, Y. YASUDA, K. YOSHINAGA, A. YOSHIDA, K. YOSHIDA

③ 日本物理学会秋季大会（弘前大学）2011, 9, 18

“中性子過剰 Mg 同位体における相互作用断面積の測定”

鈴木伸司, 大坪隆, 武智麻耶, 福田光順, 三原基嗣, 西村太樹, 新原佳弘, 長島正幸, 小倉聡之, 伊藤健, 鈴木健, 山口貴之, 久保木隆正, 上西秀和, 佐藤加奈恵, 古木悠敬, 李清秀

④ 日本物理学会第 67 回年次大会（関西学院大学）2012/3/24

“中性子過剰 Na 同位体の相互作用断面積の測定”

鈴木伸司, 武智麻耶, 西村太樹, 福田光順, 大坪隆, 長島正幸, 鈴木健, 山口貴之, 小沢頭 E, 大石寛人, 森口哲朗, 炭竈聡之, H. Geisse, 青井考, Rui-Jiu Chen, De-Qing FangH, 福田直樹, 福岡翔太, 古木悠敬, 稲辺尚人, 石橋陽子, 伊藤健, 泉川卓司, 亀田大輔, 久保敏幸, M. Lantz, C. S. Lee, Yu-Gang Ma, 三原基嗣, 百田佐多生, 長江大輔, 錦織良, 丹

羽崇博, 大西哲也, 奥村公威, 小倉聡之, 櫻井博儀, 佐藤加奈恵, 新原佳弘, 鈴木宏, 竹田浩之, 竹内聡, 田中鐘信, 上西秀和, M. Winkler, 柳澤善行

⑤ 日本物理学会第 67 回年次大会（関西学院大学）2012/3/24

“中性子過剰 Al 同位体の相互作用断面積測定”

長島正幸, 武智麻耶, 西村太樹, 福田光順, 大坪隆, 鈴木伸司, 鈴木健, 山口貴之, 小沢頭 E, 大石寛人, 森口哲朗, 炭竈聡之, H. Geisse, 青井考, Rui-Jiu Chen, De-Qing FangH, 福田直樹, 福岡翔太, 古木悠敬, 稲辺尚人, 石橋陽子, 伊藤健, 泉川卓司, 亀田大輔, 久保敏幸, M. Lantz, C. S. Lee, Yu-Gang Ma, 三原基嗣, 百田佐多生, 長江大輔, 錦織良, 丹羽崇博, 大西哲也, 奥村公威, 小倉聡之, 櫻井博儀, 佐藤加奈恵, 新原佳弘, 鈴木宏, 竹田浩之, 竹内聡, 田中鐘信, 上西秀和, M. Winkler, 柳澤善行

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

武智 麻耶 (TAKECHI MAYA)

独立行政法人理化学研究所・櫻井R I 物理研究室・客員研究員

研究者番号：4 0 5 7 0 1 7 2