

## 二国間交流事業 共同研究報告書

平成24年4月3日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

共同研究代表者所属・部局 独立行政法人理化学研究所・偏極RIビーム生成装置開発チーム

職・氏名 <sup>(ふりがな)</sup> チームリーダー・<sup>うえの ひでき</sup> 上野 秀樹

1. 事業名 相手国（フランス）との共同研究 振興会対応機関（仏外務省）

2. 研究課題名 核モーメント測定を通じた閉殻構造異常性の研究

3. 全採用期間

平成 22 年 4 月 1 日 ~ 平成 24 年 3 月 31 日 ( 2 年      ヶ月)

4. 経費総額

(1) 本事業により執行した研究経費総額 1,800 千円

初年度経費 800 千円、 2年度経費 1,000 千円、 3年度経費     0 千円

(2) 本事業経費以外の国内における研究経費総額 12,000 千円

## 5. 研究組織

### (1) 日本側参加者（代表者は除く）

氏名 (ふりがな)	所属・職名	研究協力テーマ
よしみ あきひろ 吉見 彰洋	独立行政法人理化学研究所・専任研究員 (2011/10月より岡山大学・准教授)	基底状態の核モーメント測定
いちかわ ゆういち 市川 雄一	独立行政法人理化学研究所・基礎科学特別研究員 (2012/1月より東京工業大学・特任助教)	高核スピン整列 RI ビーム生成のための新手法開発及び励起状態の核モーメント測定
いしばし ようこ 石橋 陽子	独立行政法人理化学研究所・JRA	中性子数核 $^{33}\text{Al}$ 及び $^{43}\text{S}$ の核電気四重極モーメント測定
あさひ こういちろう 旭 耕一郎	国立大学法人東京工業大学・教授	$^{33}\text{Al}$ の核電気四重極モーメント測定
いししい ゆうじ 石井 裕司	国立大学法人東京工業大学・修士課程	$^{43}\text{S}$ 及び $^{69}\text{Cu}$ のアイソマー準位の核モーメント測定
よしだ なおき 吉田 直貴	国立大学法人東京工業大学・修士課程	基底状態の核モーメント測定及び制御系開発

### (2) 相手国側研究代表者

所属・職名・氏名

CEA/DAM/DIF・Research Scientist・Jean-Michel Daugas

### (3) 相手国参加者（代表者は除く）

氏名	所属・職名（国名）	研究協力テーマ
Tatjana Faul	CEA/DAM/DIF・ Postdoctoral Researcher (フランス)	$^{43}\text{S}$ のアイソマー準位の核モーメント測定
Raphael Chevrier	CEA/DAM/DIF・ Ph.D student (フランス)	$^{43}\text{S}$ 、 $^{69\text{m}}\text{Cu}$ のアイソマー準位の核モーメント測定、中性子数 $N=20$ 近傍核 $^{33}\text{Al}$ の核電気四重極モーメント測定、及び高核スピン整列 RI ビーム生成のための新手法開発

6. 研究実績概要（全期間を通じた研究の目的・研究計画の実施状況・成果等の概要を簡潔に記載してください。）

当該研究は、i) 日本では理研の所有する RIBF 施設において  $E/A \sim 250$  MeV の高エネルギー RI (Radioactive Isotope: 放射性同位核種) ビームを用い、ii) フランスでは GANIL 国立重イオン加速器研究所の所有する加速器施設において  $E/A \sim 60$  MeV の中間エネルギー RI ビームを用いることで、核電磁モーメント測定を通じた遠不安定核の構造研究を日仏共同研究チームによって実施しようとするものであった。特に、中性子魔法数  $N = 20$  及び 28 領域で重点的に測定を行い、微視的立場に基づく殻構造研究により中性子閉殻の異常性を調べることに、及びこれに必要な核スピン整列 RI ビーム生成技術を開発することが中心課題であった。

i) 日本での共同研究：中性子魔法数  $N = 28$  近傍核の励起状態の核モーメント測定及び新規手法の開発

理研の RIBF 加速器施設を利用し日本での国際共同研究を実施した。ここでは 2010 年 5-6 月に当該研究の主要テーマである 2 課題についてビーム実験を遂行した。両実験ともフランスから 3 名（当プログラムのフランス側パートナー 2 名を含む）・ブルガリアから 1 名・ベルギーから 1 名の研究者が来日し、合計 20 名の研究者による共同研究として実施された。実験課題番号 NP0702-RIBF18（報告者が実験責任者）では、技術的なブレイクスルーが必要とされていた高核スピン整列 RI ビームの生成法として、二回の核破碎反応を利用する新たな手法の開発に成功した。これにより世界最高強度の RI ビームを生成する RIBF 施設を利用した遠不安定核領域で核モーメント測定を行う道が拓けた。もう一方の実験 NP0906-RIBF06（相手国代表者が実験責任者）では、 $N = 28$  近傍核である  $^{43}\text{S}$  核の準安定励起状態の核電気四重極モーメント測定を行った。 $^{43}\text{S}$  核は最近の研究から  $N = 28$  閉殻異常の候補に挙げている  $^{44}\text{S}$  や  $^{43}\text{P}$  に隣接する  $N = 27$  の核であり、 $N = 28$  へ至る直前の核として重要な原子核である。測定された実験値は、低励起状態において異なる核変形状態が共存することを示唆しており非常に興味深い。また、準安定中性子数  $N = 40$  領域に観察を広げるため、2011 年 12 月には、同じく RIBF 加速器施設を用い  $^{69}\text{Cu}$  の準安定励起状態の核電気四重極モーメント測定を行った。フランスから 5 名（うち 2 名は当プログラムのパートナー）、ブルガリアから 1 名、スイスから 1 名が参加し、日本チームと共同で実験を行った。

ii) フランスでの共同研究：中性子魔法数  $N=20$  近傍核の基底状態の核モーメント測定

上記励起状態の核モーメント測定と相補的に、基底状態の核モーメント測定を行なうことが当研究では極めて有効である。そこで、フランス GANIL 研究所加速器施設にて、実験課題番号 E437b（報告者が実験責任者）として課題採択された  $^{33}\text{Al}$  核の核電気四重極モーメントの測定を行った。2010 年 7 月に日本チームから 5 名が渡仏し、当プログラムのフランス側パートナー 3 名を含めたフランス、ベルギー、スイス、イギリス、ブルガリアなど欧州のメンバーと共に実験準備を進めていたが、実験直前に加速器施設が故障したため実験が中止された。翌 2011 年 7 月に再度実験がスケジュールされ、5 名が渡仏し実験を実施し  $^{33}\text{Al}$  の核電気四重極モーメントの測定に成功した。 $^{33}\text{Al}$  核について得られたデータは  $N = 20$  閉殻の消失を示唆しており極めて興味深い。特に、従来知られていた Ne, Na, 及び Mg 以外の Al で初めてこの現象が観測されたこと、消失の影響が中間的であり核構造変化の途上にある状態を調査できること、及び核モーメントが核配位に先鋭な観測量であるが故に核構造変化の機構を解明する重要な知見を得たことについて核構造研究上重要であり大きな成果といえる。