

2013 年 2 月 21 日

研究室:RI 物理研究室

評価委員

Bradley SHERRILL  
Chief Scientist  
FRIB、 Michigan State University

Tadashi SHIMODA  
Professor  
Graduate School of Science、 Osaka University

Hirokazu TAMURA  
Professor  
Graduate School of Science、 Tohoku University

Hiroaki UTSUNOMIYA  
Professor  
Faculty of Science and Engineering、 Konan University

以下の報告は委員会的一致した見解である。

### 一般的意見

委員会は、事前に提供された資料および 2013 年 1 月 21 日に仁科センターで行われた 1 日工程の会合で示された資料について検討した。我々は、延興センター長および櫻井主任の発表を聞き、RI 物理研究室で櫻井主任の下で働く研究者と議論し、櫻井主任の成績とリーダーシップについて検討した。以下の報告で、我々は、研究室の研究目的、研究成果、管理運営および研究の将来計画について意見を述べる。

我々の総合的結論は、櫻井主任は類まれな成績をあげており、RI 物理研究室はその研究分野で世界を主導している、というものである。研究室では、原子核の本質が追求され、最前線の研究がなされ、仁科センター RIBF において重大な国際的参画を促進するうえで重要な役割が果たされている。

### 研究目的

櫻井主任のグループにより探求されている主たる研究分野は、核構造進化、中性子スキン及びハローの動力学、主に  $r$ -過程に関係する原子核合成、並びに非対称原子核物質の状態方程式である。これらのプログラムの全てが、原子核物理学において最前線の重要なテーマである。世界最強の RI ビームと、理研で開発されたユニークな実験施設 (DALI2、CAITEN、WAS3Bi、SAMURAI-TPC 及び SHOGUN のような) 及び外国の共同研究者から短期的に貢献を受けている実験施設 (EURICA、MINOS、MUST2 のような) との組み合わせにより、櫻井主任

の研究室は世界を主導する役割を確保している。加えて、櫻井主任の超流動ヘリウムレーザー分光のような斬新な実験の探求および南極氷柱における銀河系超新星の痕跡の探索により、研究室が絶えず革新を続け新分野へ踏み出している兆候が見て取れる。これらの活動は良いリーダーシップの兆候であり、推奨されるべきものである。

## 研究成果

櫻井主任のもとで、RI 物理研究室では、7 年間に 215 の査読済み論文とおよそ 140 の招待講演が科学的成果として記録されている。これには 2012 年の *Physical Review Letters* に掲載された 6 論文およびここ数年の年平均 5~6 論文が含まれている。これらの成果は、RIBF 施設により提供された途方もなく大きな研究能力が反映されたものであるが、また、櫻井主任による最もインパクトを与える科学の追及を反映したものである。また、これらの研究成果は上述した研究室での装置の革新の結果でもある。

$\gamma$  線分光の分野で、仁科センターは数多くのインパクトの大きい成果をあげている。これらの中には、重い炭素同位体における励起エネルギーと遷移強度間の通常の相関関係の異常な差があることがわかり、この発見がおそらく原子核内の中性子と陽子の自由度の分離を示す最初のものであろう。より最近の成果では、重い F、Mg および Si 同位体の構造変化についての理解をより深めていること、また  $^{54}\text{Ca}$  の第 1 励起状態の最初の測定がある。10 年近くにわたり、原子核モデルを識別する上で重要なため、 $^{54}\text{Ca}$  の状態が世界中の研究者により追求されてきた。

$\beta$  崩壊で重要で興奮させる数多くの成果が出された。これらの中には、2011 年にプレス発表されたものが 2 件ある。1 つは、r-過程における元素合成に決定的役割を果たす原子核が予測よりも小さな半減期を持つという発見である。他の 1 つは、重いジルコニウム同位体における新しい魔法数の発見である。今のところ発表された論文はないが、これまでの EUROBALL ガンマ線検出器プロジェクトに基づく新規の EURICA 共同研究により、多くのブレークスルーをもたらす成果が必ずや得られるに違いない。

弾性、非弾性散乱ばかりでなく、種々の核子の移動と除去反応を用いることにより、エキゾチック同位元素の構造について多くの重要な成果が得られている。 $^8\text{He}$  に関する陽子のたたき出し反応から、 $^6\text{He}$  コアの修正に関する証拠が得られている。原子核の反応、輸送、たたき出し、電荷交換等に関する他のプログラムが進行中であるが、いまのところ発表は限られている。原子核の状態方程式に言及している重要な将来計画については以下で議論される。

## 研究室の運営

櫻井主任の運営スタイルは、定年制スタッフに「プロジェクトリーダー」として彼ら自身の研究プログラムに集中することを奨励するものである。櫻井主任が主任研究員として理研に来る前から多年にわたり彼ら自身の研究プロジェクトに携わってきた定年制スタッフの幾人かは、その研究を継続することを許されている。櫻井主任は、毎週のミーティングと個人的な議論を通して助言することにより、一人一人を支援し励ましている。その結果は広範に満足のいくものであり、スタッフの気持ちは、成功する上で必要な支援を十分与えられているというものであった。

櫻井主任の運営方針は、各プロジェクトから最大の科学的成果を生み出すためにうまく働い

ている。生産性を保ち、さらにあげるために、櫻井主任は、各プロジェクトを注意深く監視し続け、必要ならば成果の上がないプロジェクトについては方向を変えたり研究を再配置する必要がある。

さらに、種々の研究活動を支援する櫻井主任のスタイルは、海外の主導的物理学者の参加を促進する上で効果的である。この努力によりこの分野の発展が世界的になされてきた。しかし、定年制スタッフの幾人かは、外国からの訪問研究員の世話をし、実験条件、データ解析および論文準備の援助にかなりの時間をとられている。これらの付加的な役割により、スタッフに過剰な負荷がかかる結果になりうる。櫻井はこれらの状況を注意深く監視すべきである。

櫻井の運営スタイルの1つの結果は、研究室の科学的方向性が普通よりも多方面にわたることである。しかし、我々は、これは一時的な状況であり、近い将来予定されているように新しい主任研究員が仁科センターに着任したとき、研究活動のいくつかが他の研究室へ移管されることに留意している。それゆえ、将来においては、櫻井主任が研究活動を絞ることがより妥当な線であろう。

東京大学の教授として、櫻井主任は東大において大学院生を彼の分野にうまく引き込み、RIBFの世界最良の刺激的環境で育てている。学生の勧誘はこの分野の将来の発展を確実にする上で特に重要である。理研の経営者が櫻井の2重の役割を受け入れていることに、我々は力づけられ、研究室の科学的インパクトを最大にするために正しい行為であると思う。そのような共有の役割を許容することにより、東大とよい関係を保つことができ、双方の機関にとって利益になるであろう。

## 将来の研究計画

櫻井主任が、彼が主導している新装置開発を中心とする短期的研究計画と仁科センターのより長期の戦略的ビジョンとをうまく混合していることが分かった。我々は、これらの各分野について簡単に述べる。

### 短期的計画

研究室の短期的研究の重点は、SHOGUNとSAMURAI-TPCの開発におかれている。前者の機器は、ビーム中ガンマ線分光およびベータ崩壊の研究のためのmulti-LaBr<sub>3</sub>(Ce)アレイである。その費用は、韓国および中国を含む東アジア共同研究により賄われる予定である。費用工面以外に、共同研究は、将来においてEU-FAIRおよびUSA-FRIBと比肩する研究基盤を形成するという観点で戦略的に重要である。櫻井研の過去の実績を拡張することにより、科学的成果の輩出が強く見込まれる。

SAMURAI-TPCは、大規模な国際的共同研究により非対称原子核物質の状態方程式の研究への貢献が期待される。このプロジェクトは、この問題を解くことが精巧な実験的努力と実験結果の理論的解釈を必要とするという観点から大変挑戦的なものである。しかし、この研究活動により将来最高インパクトの科学的結果が研究室にもたらされるであろう。

### 長期的計画

ウラン1次ビームの強度が2012年の現在の値(1pnA)から2016年に100pnAに、そして将来は500pnAに増大することが計画されている。その目的は、r-過程経路に近いかそれを超えた中性子過剰な原子核を生成できる到達領域を劇的に拡張することにある。これは将来、EU-FAIRおよびUSA-FRIBに比肩するRIBF後継施設のための加速器という観点から戦略的要素である。RIBF後継施設の物理的目標を戦略的に立てるために適切な回数のワークショップを企画することを推奨する。

## 総合評価

総合的結論は、櫻井は比類ないレベルで成し遂げており、RI物理研究室はその研究分野において世界を主導するものである、というものである。研究室は、原子核の特性を追求して最先端の研究を行っており、仁科センターRIBFにおいて重要な国際参画を促進する重要な役割を果たしている。

## その他の意見

特になし。