

## 14th International Symposium on Nuclei in the Cosmos (NIC XIV)

元日本原子力研究開発機構  
核データ研究グループ  
福井 徳朗  
tokuro@rcnp.osaka-u.ac.jp

### 1. はじめに

14th International Symposium on Nuclei in the Cosmos (NIC XIV) が 2016 年 6 月 19 日から 24 日の日程で新潟市の朱鷺メッセで開催された<sup>1</sup>。本会議は天体核物理を中心に、関連する分野を広範にカバーする大きな国際会議である。筆者は会議の後半 23, 24 日のみ参加したため、この期間の会議内容を中心に報告する。

また、会議期間前には NIC XIV School が 2016 年 6 月 13 日から 17 日まで新潟大学で開催された<sup>2</sup>。さらに 3 つの Post Symposium (The second Sicily-East Asia (SEA) Workshop on Low Energy Nuclear Physics<sup>3</sup>, 2nd NAOJ-ECT\* Workshop on “Many Riddles About Core-Collapse Supernovae: 1 Bethe and Beyond”<sup>4</sup>, International Symposium on MODern Technique and its Outlook in Heavy Ion Science (MOTO16)<sup>5</sup>) も企画された。このうち筆者が参加した MOTO16 についても本報告で簡単に紹介する。

### 2. NIC XIV

#### 2.1 筆者の発表

筆者は 23 日に“Determination of the  ${}^8\text{B}(p, \gamma){}^9\text{C}$  reaction rate through direct nuclear reaction theories”という標題でポスター発表を行った。研究内容の詳細は以下の論文を参照されたい<sup>6</sup>。特定の条件の恒星 (supermassive and low-metallicity) では、hot pp chain と呼ばれる

<sup>1</sup> <http://nic2016.jp/>

<sup>2</sup> <http://indico2.riken.jp/indico/conferenceDisplay.py?confId=2103>

<sup>3</sup> <http://www.cns.s.u-tokyo.ac.jp/crib/SEA2/>

<sup>4</sup> <https://sites.google.com/site/mraccs2016/home>

<sup>5</sup> <https://indico2.riken.jp/indico/conferenceDisplay.py?confId=2276>

<sup>6</sup> T. Fukui, K. Ogata, K. Minomo, and M. Yahiro, Phys. Rev. C **86**, 022801(R) (2012),  
T. Fukui, K. Ogata, and M. Yahiro, Phys. Rev. C **91**, 014604 (2015).

陽子捕獲によって CNO 元素が合成されるが、この引き金となる反応が  ${}^8\text{B}(p, \gamma){}^9\text{C}$  であると考えられている。極低エネルギーにおけるこの反応の断面積を測定するのは困難なため、代替反応を用いて反応率を間接的に決定する実験的研究がいくつか行われた。しかし、これらの代替反応の実験から見積もられた反応率は互いに整合しておらず、不定性が存在する状況であった。その主な原因として考えられるのが、実験の解析に用いられた反応モデルが不十分なもので、反応過程を適切に描写できていない点である。そこで我々は精密な反応モデルを用いて代替反応を再解析し、高次の効果、特に中間状態における反応粒子の連続状態への励起の効果を詳細に分析した。

代替反応は 2 種類の  ${}^9\text{C}$  分解反応（排他的分解反応  ${}^{208}\text{Pb}({}^9\text{C}, p){}^8\text{B}$  および包括的分解反応  $({}^9\text{C}, {}^8\text{B})$ ）と移行反応  ${}^8\text{B}(d, n){}^9\text{C}$  である。先行研究では 1 段階の遷移を仮定したモデルを用いて 2 種類の分解反応が解析され、それぞれ整合しない天体核物理因子  $S_{18}$ （断面積に比例し  ${}^8\text{B}(p, \gamma){}^9\text{C}$  の反応率を本質的に決定する物理量）が報告されている。中間状態における入射粒子  ${}^9\text{C}$  の連続状態への多段階の遷移を、continuum-discretized coupled channels (CDCC) を用いて厳密に扱い、分解反応を再解析した結果、2 つの分解反応から  $S_{18}$  の整合した値を得た。また、多段階遷移の効果が重要であることが判明した。移行反応における先行研究の状況も同様で、単純な 1 段階遷移を仮定した distorted-wave Born approximation (DWBA) による解析から  $S_{18}$  が算出されていた。我々は移行反応における始・終状態の波動関数を共に CDCC で記述した CCBA 模型を開発した。これにより、DWBA では決して考慮されなかった高次の遷移を取り入れることが可能となり、その効果は  ${}^8\text{B}(d, n){}^9\text{C}$  では極めて重要であることが判明した。しかしながら、CCBA 計算によって算出された  $S_{18}$  の値は先の分解反応の再解析から得られた結果のおよそ 3 分の 1 であり、整合していない。さらなる分析が求められる。

## 2.2 会議中の発表

会議中、筆者が気になった発表として関澤一之氏（Warsaw University of Technology）の発表（23 日）を紹介する。関澤氏の研究は天体現象の理解に微視的核構造模型を適用したものである。中性子星内部では中性子は超流動状態にあると考えられている。また、中性子星の回転により星内部に量子渦が生成される。この中性子流と量子渦により、中性子星内部に存在する任意の質量数を持つ原子核は Magnus 力を受ける。この Magnus 力を原子核と量子渦の相互作用として、time-dependent Hartree-Fock (TDHF) 法を用いて微視的に分析した研究である。計算の結果として原子核-渦相互作用は斥力的に働くことが報告された。原子核-渦相互作用の解明はグリッチ現象（中性子星の回転速度が急に上昇する現象）の理解の鍵となると期待されている。なお、研究の詳細は arXiv で見る事ができる<sup>7</sup>。写真 1 は関澤氏の発表の様子である。

---

<sup>7</sup> G. Wlazłowski, K. Sekizawa, P. Magierski, A. Bulgac, and M. M. Forbes, arXiv:1606.04847 (2016).

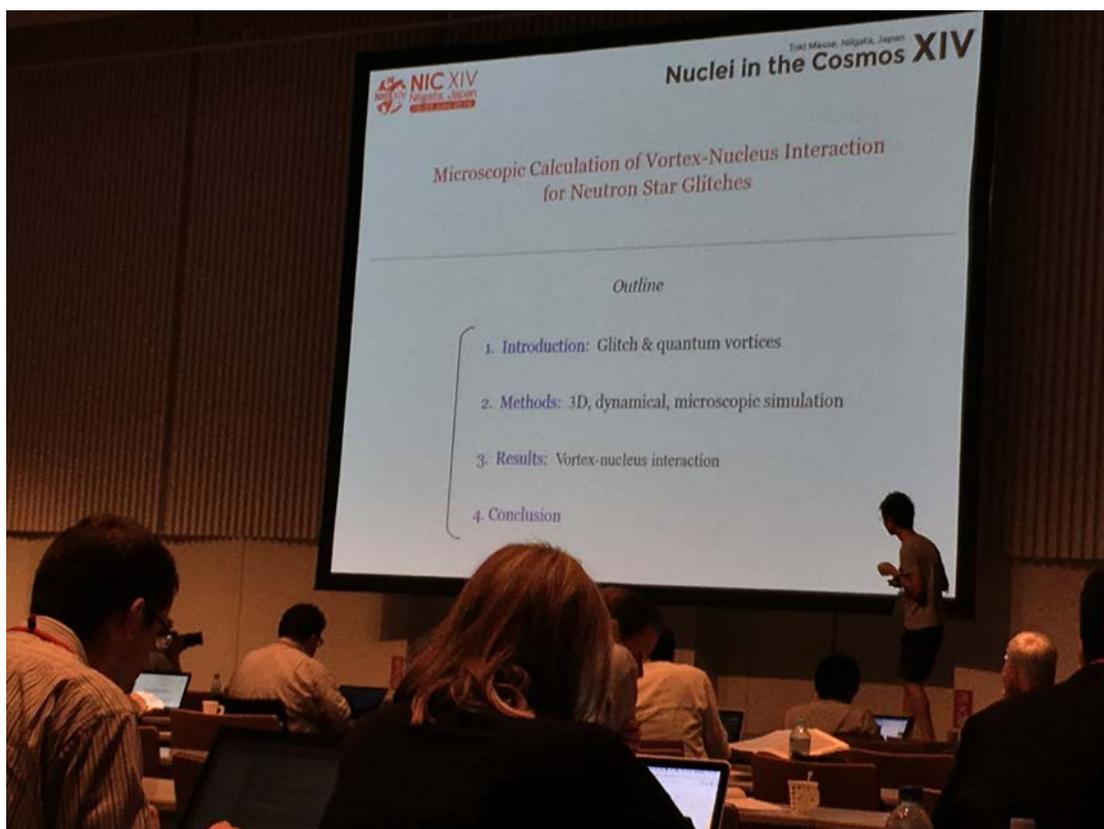


写真1. 関澤氏の発表の様子。



写真2. NIC XIVのSymposium Banquetにおける新潟万代太鼓による和太鼓演奏。

### 2.3. Symposium Banquet

23日の Symposium Banquet は会場から近いホテルオークラで執り行われた。海外からの参加者を意識した内容で、最初に舞妓・芸妓らによる歓迎の催しがあった。また終盤には、新潟万代太鼓福鵬会による和太鼓の演奏が会を盛り上げた（写真2）。

### 3. MOTO16

NIC XIV の Post Symposium の1つとして2016年6月26, 27日に開催された MOTO16 には、2015年度仁科記念賞を受賞した本林透氏（理化学研究所）のこれまで研究業績を称えるために国内外から本林氏に縁のある多くの研究者が参加した。筆者は NIC XIV の発表と同様の内容を口頭発表した。会議初日の最終講演者として、本林氏は主な業績の1つである不安定核ビームを用いた天体核物理の実験的研究に関するレビュートークを行った。会議後の Symposium dinner では、プロのリコーダー奏者としてもご活躍された本林氏によるリコーダー演奏を、この日のために特別に結成された四重奏（主に RIKEN 所属のメンバーで構成される）の演奏と共に拝聴することができた（写真3）。



写真3. （左）案内板にはリコーダーを持った本林氏のイラストが。  
（右）Symposium dinner での本林氏らによる演奏の様子。

### 4. おわりに

本稿で紹介した関澤氏は筆者と同期であり、博士号取得後2年目であるが、NICのような大きな国際会議で plenary talk として発表する業績を挙げている。焦っても仕方がないが、彼の活躍に負けないよう筆者も努力しなければならないと思った。