

課題名 (タイトル) :

高エネルギー原子核物理学

利用者氏名 : ○延與 秀人, 市原 卓\*, 四日市 悟, 池田 義雅, 渡邊 康, 荒巻 陽紀, 庄司 幸平,  
山口 頼人, 岡田 謙介\*\*, Seidl Ralf, 中村 克朗

理研での所属研究室名 :

- 和光研究所 仁科加速器研究センター 素粒子物性研究部門 延與放射線研究室
- \* 和光研究所 仁科加速器研究センター RIBF 研究部門 櫻井 RI 物理研究室
- \*\*和光研究所 仁科加速器研究センター 素粒子物性研究部門 理研 BNL 研究センター  
実験研究グループ

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

延與放射線研究室では内外の高エネルギー粒子加速器を用いた原子核の実験的研究を行っている。

研究の主目的として、RHIC/PHENIX 実験では超高温高密度状態化でのクォーク・グルーオンの振る舞いを明らかにするとともに、陽子スピンの担い手としてのグルーオンの分担を明らかにすることである。

高エネルギー粒子加速器を用いた実験と計算機の関わりは多岐にわたるが、実験で生成するデータが大量であることが大きな特徴である。特に昨年度末に理研が主導して導入したシリコンバレー検出器は 400 万チャンネルと、導入以前に比べ 20 倍のチャンネル数を持ち、生成データ量も大幅に増えている。もちろんリアルタイムでデータの取捨選択を行うが、それでもデータ収集速度は年を追うごとに増大し、今や 200MB/s 以上でデータが出力され、それを記録している。またそのデータ量だけでなく、400 万チャンネルにも及ぶ大規模で複雑な検出器の性能を評価するためのシミュレーションなど計算機を大量に利用することが不可欠である。そこで我々は 13 年前より計算機センターである RIKEN-CCJ を独自に運営していたが、増大するデータ量、要求計算能力などに対応するため、2004 年度から RSCC の一部を占有利用させて頂き、RICC においても同様に利用させてもらっている。必要とする大量のディスクについては、約 100TB のディスクを我々が独自に用意し RICC と接続している。

2. 具体的な利用内容、計算方法

今年度は BNL 側からの大量データ転送は行われなかったため HPS のデータ貯蔵量は微増で、引き続き 1.5PB 程度となっている。HPS 内に貯蔵されたデータは適宜引き出され、計算ノードのローカルハードディスクにコピーされた上で解析される。一度に解析するファイル数は 1 万ファイル以上に達し、それらすべての解析結果を一つの統計情報としてまとめることにより物理現象を明らかにする。昨年度に引き続き、RIKEN-CCJ が独自に開発した大量データ処理専用クラスターを増強し、その大量ローカルディスク (380TB) にデータを常駐させたため、データの出し入れは必ずしも多くはない。しかしローカルディスクを大量に利用しているだけに度々故障し、バックアップである HPS の重要性はより高くなっている。

3. 結果

別添の利用研究成果リストに記したように、原著論文 11 報、プロシーディング 1 報、口頭発表 2 報という成果が出ている。なお、これらには研究の性格上、以前の実験データや解析に基づいた結果も含まれる。

4. まとめ

RICC を利用することによって、我々放射線研究室が特に押し進めている”陽子スピン研究”のための大量データ解析及び大量シミュレーションを迅速に行うことが可能となっている。特に 1.5PB ものデータを安定して保持し、随時出し入れ出来る HPS の存在は大きい。

大量データ解析については、RIKEN-CCJ が独自に開発した大量データ処理専用クラスター

の導入により、多くのジョブがそちらに移っているが、大量シミュレーションは精力的に R I C C で行われており要求度は高い。実験データ解析とシミュレーション、それら双方の結果があつて初めて、物理現象の探求を目指した解析に進むことが出来るため、是非とも R I C C は引き続き利用させてもらいたい。

5. 今後の計画・展望

R H I C 実験は少なくとも今後 3 年間は継続することになっており、データの貯蔵及び解析、シミュレーションなどあらゆる点において R I C C の利用は不可欠である。

現在でも約 1.5 ペタバイトという大量なデータを貯蔵し、その処理を行っているが、年々より多くのデータを処理する必要に迫られることは確実である。

6. RICC の継続利用を希望の場合は、これまで利用した状況（どの程度研究が進んだか、研究においてどこまで計算出来て、何が出来ていないか）や、継続して利用する際に行う具体的な内容まとめにも記したが、大量シミュレーションのための利用が主でありかつ重要。ただし、常に大量のシミュレーション要求があるとは限らないので、占有ノード数の柔軟な増減法を確立することが急務であり、R I C C スタッフと協力しながら実現を目指したい。

平成 23 年度 RICC 利用研究成果リスト

【論文、学会報告・雑誌などの論文発表】

"Measurement of neutral mesons in p+p collisions at  $\sqrt{s} = 200$  GeV and scaling properties of hadron production", Phys. Rev. D 83, 052004 (2011), 2011-03-16

<http://prd.aps.org/pdf/PRD/v83/i5/e052004>

"Azimuthal Correlations of Electrons from Heavy Flavor Decay with hadrons in Au+Au and p+p Collisions at  $\sqrt{s} = 200$  GeV", Published: Phys. Rev. C 83, 044912 (2011), 2011-04-26

<http://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevC.83.044912>

"Identified charged hadron spectra in p+p collisions at  $\sqrt{s} = 200$  and 62.4 GeV", Phys. Rev. C 83, 064903 (2011), 2011-06-23

<http://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevC.83.064903>

"Event Structure and Double Helicity Asymmetry in Jet Production from Polarized p+p Collisions at  $\sqrt{s} = 200$  GeV", Phys. Rev. D 84, 012006 (2011), 2011-07-28

<http://prd.aps.org/abstract/PRD/v84/i1/e012006>

"Suppression of away-side jet fragments with respect to the reaction plane in Au+Au collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV", Phys. Rev. C 84, 024904 (2011), 2011-08-09

<http://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevC.84.024904>

"Cold Nuclear Matter Effects on J/psi Yields as a Function of Rapidity and Nuclear Geometry in Deuteron-Gold Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV", Phys. Rev. Lett. 107, 142301 (2011), 2011-09-27

<http://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevLett.107.142301>

"Production of omega mesons in p+p, d+Au, Cu+Cu and Au+Au collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV", Phys. Rev. C 84, 044902 (2011), 2011-10-08

<http://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevC.84.044902>

"Heavy Quark Production in p+p and Energy Loss and Flow of Heavy Quarks in Au+Au Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV", Phys. Rev. C 84, 044905 (2011), 2011-10-10

<http://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevC.84.044905>

"Suppression of back-to-back hadron pairs at forward rapidity in d+Au Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV", Phys. Rev. Lett. 107, 172301 (2011), 2011-10-18

<http://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevLett.107.172301>

"J/psi suppression at forward rapidity in Au+Au collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV", Phys. Rev. C 84, 054912 (2011), 2011-11-21

<http://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevC.84.054912>

## 平成 23 年度 RICC 利用報告書

"Measurements of Higher-Order Flow Harmonics in Au+Au Collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 200$  GeV", Phys. Rev. Lett. 107, 252301 (2011), 2011-12-15

<http://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevLett.107.252301>

### 【国際会議などの予稿集、proceeding】

T Nakamura, H En'yo, T Ichihara, Y Watanabe and S Yokkaichi, "Data oriented job submission scheme for the PHENIX user analysis in CCJ", 2011 J. Phys.: Conf. Ser. 331 072025

[http://iopscience.iop.org/1742-6596/331/7/072025/pdf/1742-6596\\_331\\_7\\_072025.pdf](http://iopscience.iop.org/1742-6596/331/7/072025/pdf/1742-6596_331_7_072025.pdf)

### 【国際会議、学会などでの口頭発表】

### 【その他】