

課題名 (タイトル) :

高エネルギー原子核物理学

利用者氏名 :

○延興秀人
荒巻陽紀
Yang Ruizhe
中村克朗

市原卓
庄司幸平
*岡田謙介

四日市聡
大樂誠司
**竹谷篤

中村智明
山口頼人
**Seidl Ralf,

渡邊康,
深尾祥紀
池田義雅,

所属 :

仁科加速器研究センター 延興放射線研究室

* 仁科加速器研究センター 理研BNL研究センター実験研究グループ

** 仁科加速器研究センター 実験装置運転・維持管理室 計測技術チーム

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

延興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。実際、我々が利用している加速器RHICでは1秒間に1~100万回の頻度で高エネルギー粒子同士が正面衝突し、その度20万チャンネルに及ぶ検出器(PHENIX)から信号が出力される。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、20万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12年前より計算機センター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ず、HPSSのデータ貯蔵量も引き続き1.5PB程度となっている。HPSS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。今年度は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持つ大量ローカルディスク(180TB)にデータを常駐させたため、データの出し入れも昨年度に比べて減っている。

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12報、口頭発表4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。また今年度から250GeVのエネルギーを持つ陽子同士の衝突実験が本格化し、世界で初めて偏極陽子同士の衝突によってW粒子の生成に成功した。これをプレスリリースしている。

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推し進めている”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HPSSの存在は大きい。

平成 22 年度 RICC 利用報告書

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り、結果 RICC の利用率が下がってしまっている（特に年度の後半）。一方、大量シミュレーションは RICC で行われており、瞬発的な要求度は高い。それら双方の結果があって初めて、個別の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、RICC は引き続き利用させてもらいたい。

5. 今後の計画・展望

RHIC 実験は少なくとも今後 4 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 RICC 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。

特に現在行っている実験では、理研が主導して導入した新たな検出器が稼働しており、それが取得する大量なデータを迅速に処理する必要がある。このデータは来年度早々に和光に送られてくる予定であり、データ受け入れも含めて RIKEN-CCJ 側ではすでに準備を進めている

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、瞬間的な大量利用を可能にしつつ利用率の低さを解消するためには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、RICC スタッフと協力しながら実現を目指したい。

平成 22 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】

"Enhanced production of direct photons in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV and implications for the initial temperature", Phys. Rev. Lett. 104, 132301 (2010), 2010-03-29

<http://prl.aps.org/abstract/PRL/v104/i13/e132301>

"Detailed measurement of the e^+e^- pair continuum in p+p and Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV and implications for direct photon production", Phys. Rev. C 81, 034911 (2010), 2010-03-29

<http://prc.aps.org/abstract/PRC/v81/i3/e034911>

"Transition in yield and azimuthal shape modification in dihadron correlations in relativistic heavy ion collisions", Phys. Rev. Lett. 104, 252301 (2010), 2010-06-21

<http://prl.aps.org/abstract/PRL/v104/i25/e252301>

"Transverse momentum dependence of J/psi polarization at mid-rapidity in p+p collisions at $\sqrt{s}=200$ GeV", Phys. Rev. D 82, 012001 (2010), 2010-07-07

<http://prd.aps.org/abstract/PRD/v82/i1/e012001>

"Transverse momentum dependence of eta meson suppression in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV", Phys. Rev. C 82, 011902 (2010), 2010-07-27

<http://prc.aps.org/abstract/PRC/v82/i1/e011902>

"Elliptic and hexadecapole flow of charged hadrons in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV", Phys. Rev. Lett. 105, 062301 (2010), 2010-08-04

<http://prl.aps.org/abstract/PRL/v105/i6/e062301>

"Azimuthal anisotropy of neutral pion production in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV: Path-length dependence of jet quenching and the role of initial geometry", Phys. Rev. Lett. 105, 142301 (2010), 2010-09-27

<http://prl.aps.org/abstract/PRL/v105/i14/e142301>

"High p_T Direct Photon and π^0 Triggered Azimuthal Jet Correlations in $\sqrt{s}=200$ GeV p+p Collisions", Phys. Rev. D 82, 072001 (2010), 2010-10-04

<http://prd.aps.org/abstract/PRD/v82/i7/e072001>

"Measurement of Transverse Single-Spin Asymmetries for J/psi Production in Polarized p+p Collisions at $\sqrt{s} = 200$ GeV", Phys. Rev. D 82, 112008 (2010), 2010-12-30

<http://prd.aps.org/abstract/PRD/v82/i11/e112008>

"Cross section and double helicity asymmetry for eta mesons and their comparison to neutral pion production in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 200$ GeV", Phys. Rev. D 83, 032001 (2011), 2011-02-01

<http://prd.aps.org/abstract/PRD/v83/i3/e032001>

"Cross Section and Parity Violating Spin Asymmetries of $W^{+/-}$ Boson Production in Polarized p+p Collisions at $\sqrt{s}=500$ GeV", Phys. Rev. Lett. 106, 062001 (2011), 2011-02-11

<http://prl.aps.org/abstract/PRL/v106/i6/e062001>

"Nuclear modification factors of phi mesons in d+Au, Cu+Cu and Au+Au collisions at $\sqrt{S_{NN}}=200$ GeV", Phys. Rev. C83, 024909 (2011), 2011-02-18

<http://prc.aps.org/abstract/PRC/v83/i2/e024909>

【国際会議などの予稿集、proceeding】

【国際会議、学会などでの口頭発表】

Saturation, the Color Glass Condensate and Glasma: What Have we Learned from RHIC?, BNL, Upton NY, May 10-12, 2010

Tomoaki Nakamura: "Multiplicity fluctuations and negative binomial distributions"

日本物理学会 2010年度秋 9月11日ー14日 九州工業大学

Yoki Aramaki: "Study of parton energy loss with high-pT π^0 in Au+Au collisions at PHENIX"

Kensuke Okada: "Measurement of Longitudinal Spin Asymmetries from W^{\pm} Boson Decay in polarized pp Collisions"

International Spin Physics Symposium, Julich, Germany, September 27-October 2, 2010

Kensuke Okada: "PHENIX $W \rightarrow e$ Results"

【その他】

プレスリリース: 「米・偏極陽子衝突型加速器「RHIC」でW粒子を生成」

<http://www.riken.jp/r-world/research/results/2011/110214/index.html>