

令和 5 年 6 月 29 日現在

機関番号：14602

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K03887

研究課題名(和文) 極小クォーク・グルーオン・プラズマを作り出すメカニズムの解明

研究課題名(英文) Study of the mechanism that produces ultra-small quark-gluon plasma

研究代表者

下村 真弥 (Shimomura, Maya)

奈良女子大学・自然科学系・助教

研究者番号：70555416

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：重イオン衝突実験において、初めて「生成粒子数」と、「衝突に関与しなかった核子数」とを別の軸として扱うことで、これまでより詳細な分類を可能にした。それによって、楕円型方位角異方性を測定し、複数のパートン衝突(MPI)の効果を世界で初めて原子核原子核衝突で検証することを試みた。その結果、中心衝突事象において、MPIの効果の傾向と矛盾しない結果が得られた。さらに、この研究は、新しいイベントエンジニアリングに利用できるとして注目を集めており、この分野の研究の発展につながる成果である。これらの結果が評価され、複数の国際学会で招待講演を行うと共に、国際ソロプチミストの2つの支部からクラブ賞を受賞した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

重イオン衝突実験において、クォーク・グルーオンプラズマの性質をより詳細に調べるため、新しいイベントエンジニアリングが提案されている。多くは、生成粒子のみを使っているが、今回我々が開発した手法は、生成粒子と、衝突に関与しなかった粒子を両方使うことで、衝突のサイズとMPIなどによる到達エネルギー密度とを分けたイベント分類を行うことが可能な点が画期的である。今回の研究結果は、MPIの効果と矛盾がない結果を得ただけでなく、このような分類によってよりQGPの状態を限定して分類することができ、それによって不確かさの少ない理論との比較が可能になる点で、非常に学術的意義が大きい。

研究成果の概要(英文)：In heavy-ion collision, the "number of produced particles" and the "number of nucleons not participated in the collision" are treated as separate axes for the first time, enabling a more fine classification than that in the previous studies. With this categorization, we measure elliptical azimuthal anisotropy and attempt to detect the effect of multiple parton interactions (MPI) in heavy-ion collisions for the first time. The results are consistent with the trend of MPI effects in central collision events. Furthermore, this method has attracted the attention since it can be used as new event engineering, that will lead to the development of research in this field. In recognition of these results, we were invited to some international conferences and received club awards from two Soroptimist International chapters.

研究分野：高エネルギー原子核衝突実験

キーワード：QGP イベントエンジニアリング MPI効果 重イオン衝突

1. 研究開始当初の背景

2000年から米国ブルックヘブン国立研究所の加速器RHICではじまった高エネルギー原子核衝突実験では、生成粒子の方位角異方性やパートンのエネルギー損失など、これまでの我々の研究[1,2]などによって、クォークやグルーオンが核子に束縛されていない「高温QCD物質」であるクォーク・グルーオンプラズマ(QGP)が生成されたことと、その性質が実験前の予想と異なり強く相互作用する強結合QGPであることがわかってきた。

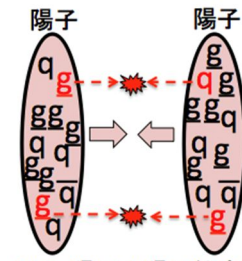


図1 陽子+陽子衝突でのMPIのイメージ図。

さらに実験を進めていった結果、本研究開始当初は、RHICや欧州原子核機構の加速器(LHC)における陽子・陽子(p+p)や、陽子・原子核(p+A)といった小さな衝突系での実験結果[3,4]から、重い原子核同士の高エネルギー衝突反応でしか作り出せないと考えられていたQGPが、小さな衝突系でも作られている可能性を示めず実験結果が出てきており、「小さな衝突系では、QGPは生成できない」というこれまでの大前提が崩れる可能性が出てきたことで、これまで積み上げてきた「QGP生成」という概念そのものの再考が必要かと、非常に注目を集めていた。[1]

そのようなことが起こる機構として「核子内の複数のパートンが同時に衝突する(Multiparton interaction, MPI)」(図1)が有力で、この現象の実験的確認が急務として盛んに行われ始めていた。世界中では、この研究は小さな系で行われており、大きな系の中心衝突では生成粒子が多く確認ができないと考えられていたが、我々はこれを大きな系でシグナルの見やすい楕円方位角異方性の強度( $v_2$ )を測定することで、検証できると考えた。

2. 研究の目的

小さなQGP生成機構の有力候補が、MPIであった。陽子内には、そのパートン分布関数からわかる様に、 $x$ (陽子の運動量に対して当該パートンの持つ運動量の比)の小さなパートン(特にグルーオン)が多く存在し、高エネルギーの陽子内ではこれらのパートンも比較的高いエネルギーを持つため、陽子+陽子の衝突で、陽子内の複数のパートンが高いエネルギーで初期衝突するMPIが起こる可能性が高くなる。そのような衝突では、ただか陽子程度の大きさである半径数fmの範囲に、高い衝突エネルギーが注ぎ込まれ多数の粒子生成が起こり、小さなQGPになりえる。このようなMPIの効果は、核子当たりの衝突エネルギー同じ大きな衝突系でもあらわれるはずであり、これを検出できるか検証した。

3. 研究の方法

本研究では、「衝突に関与しなかった核子数(Number of Spectators, 以下Ns)」でイベントを分類した上で、生成粒子数(Multiplicity, 以下Nm)の関数として $v_2$ を測定することで、MPIの効果を検証する。方法は以下の通りである。

まず、重イオン衝突(A+A)において、衝突に関与せず前方に飛んでいった核子(Ns)を前方のカロリメータ(ZDC)で(より正確には、その中の中性子のみ)、衝突で生成された粒子を別の荷電粒子カウンター(BBC)で測定すると図2のような相関をもつ。「衝突に関与した核子数(Number of participants, 以下Np)」とNsの合計は、Aの核子数(一定)になるので、Nsが同程度の衝突事象を選ぶと、Npが同程度の事象を選ぶことになる。Npが同程度の衝突において、MPIが多く起こっていればいるほど、Nmは大きくなるはずである。そこで、図2の領域の様に、Ns(Np)が同程度の衝突事象を選び、Nmと $v_2$ の相関を測定する。

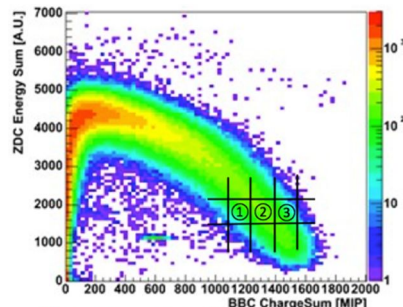


図2 ZDC vs. BBC. ①、②、③の様にZDC(Ns)が同じで、BBC(Nm)が違う領域の $v_2$ を比較する。

これまでの我々の研究から、図3に示すようにNmが同じ時に、衝突に関与した核子の初期の幾何学的な楕円率( $\epsilon$ )が大きくなると $v_2$ は大きくなること、さらに $\epsilon$ が同じ時は、Npが大きくなるにつれ、 $v_2$ も大きくなることわかっていて[1,5]。これまでに我々は、Npが同じで、 $\epsilon$ も同じ時に、Nmだけを変えて $v_2$ を測定することはしたことがなかったが、先行研究から考えて、 $\epsilon$ が同じ時、Nmが増えるということは、同じ形状でエネルギー密度が増加しているため $v_2$ が増えると考えられた。まとめると図4のような関係がある。

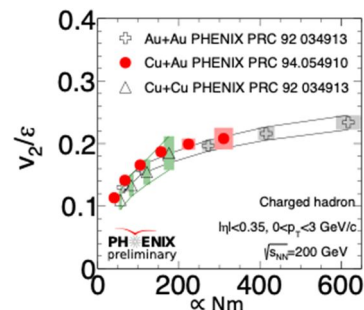


図3  $v_2/\epsilon$ と生成粒子数(Nm)の相関。 $v_2/\epsilon$ は、 $\epsilon$ の違う衝突系でも一定になる。また、 $v_2/\epsilon$ は、Nmと正の相関を持つ[1,5]

Npが同じイベントを選択するために、ZDCでイベントをクラス分けし、それぞれのクラスにおいて、 $v_2$  vs. Nmの分布を確認して、ZDCでクラス分けしない時の分布と比較する。そ

の結果が同じであれば、MPI の効果は、検出できていないことになる。分布に違いがあり、ZDCでクラス分けした時のほうが、クラス分けしていない時に比べて、分布の傾きが緩やかになるか、傾きが正に反転すれば、MPI の効果と矛盾ないものが検出できたことになる。さらに違いが検証できた場合、この新しいイベント分類の手法が  $N_p$  の依存性と  $N_m$  の依存性を分けて  $v_2$  などの測定をすることで、これまでより詳細な物質の状態の分類と測定量に対応させての物理解析が可能になる。

また、この測定を  $N_m$  を測定する検出器のラピディティを変更することで、 $N_m$  測定のラピディティ依存性も測定した。これは、研究を進めていくうちに、当初、ラピディティによる大きな違いが見えたため、研究項目に追加して行った測定である。結果として、検出器と測定方法によるバイアスがかかる条件を発見することができた。

#### 4. 研究成果

RHIC-PHENIX 実験での 2016 年に取られた金 + 金衝突のデータを用いた。衝突に関与していない核子 ( $N_s$ ) のうち中性子が前方のハドロンカロリメータ (ZDC) に入るので、その数を限定したクラス分けを行い、楕円型方位角異方性 ( $v_2$ ) と生成粒子数の相関を測定した。その結果、図 5 で示すように、ZDC でクラス分けをした時としない時で、中心衝突事象において、有意な違いが観察された。ZDC でクラス分けをしない時には、 $v_2$  vs. 生成粒子数に負の相関が見え、限定した時は、正の相関にはならなかったが、傾きが小さくなった。これにより、MPI の効果と矛盾しない結果を検出することに成功した。

さらに、図 5 の青のデータ同士を比較すると図 6 で見られるように、ZDC 値が違う (つまり  $N_s, N_p$  が違う) と、同じ  $N_m$  のイベントでも、 $v_2$  に違いが見えることがわかった。これも、比較的中心衝突事象でのみ観測された。これは、 $N_s$  が違う、すなわち衝突初期の衝突に関与した核子の作る幾何学的異方性が違うためであると考えられる。 $N_s$  が違うということは、 $N_p$  が違うということで、そのようなイベントが同じ  $N_m$  を示しているということは、核子あたりの生成粒子数が違うイベントを見ることに成功したことを示しており、これも MPI の効果があった時に起こる現象と矛盾しない。

また、 $N_m$  をラピディティの違う検出器で測り、比較をしたところ、最初は結果が大きく異なったが、検証を重ねた結果、検出器のアクセプタンスが方位角方向に 2 rad 覆っていないことによって生れるバイアスであることがわかった。そこで、2 rad を覆っている前方・後方においてある検出器 (FVTX) を使って、 $v_2$  測定のための反応平面のキャリブレーションをやり直したところ、ラピディティの違う検出器を使っても結果は一致したため、ラピディティには依存していないことがわかった。

さらに我々は、この研究結果は、衝突事象をより細かく分けるイベントエンジニアリングに利用できると考えており、これも今後のこの分野の研究の発展につながる大きな成果の一つである。我々がこれまで取り組んできた  $v_2$  の測定においても、 $N_p$  が増える効果と  $N_m$  が増える効果は、区別せずにこれまで測られてきた。これは、平均的には、 $N_p$  が増えると  $N_m$  が必ず増えるからで、すなわち  $N_p$  と  $N_m$  の関係は、原因と結果だと考えられてきていた。しかしながら、MPI のような効果があると必ずしもそうは言えなくなり、 $N_p$  が同じで、 $N_m$  が違うイベントも  $N_p$  が違って、 $N_m$  が同じになるイベントもありえる。 $N_p$  と  $N_m$  が増えると  $v_2$  は増加するのだが、それは、同じ の時でも、 $N_m$  が増えているということは、高いエネルギー密度に到達したことを示しており、そのような時に圧力勾配が大きくなり、大きな  $v_2$  を取ると考えられてきた。しかしなが

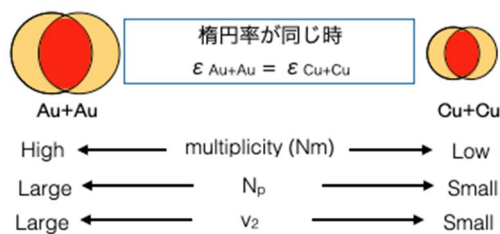


図4 楕円率が同じ時の  $N_m, N_p, v_2$  の大小関係

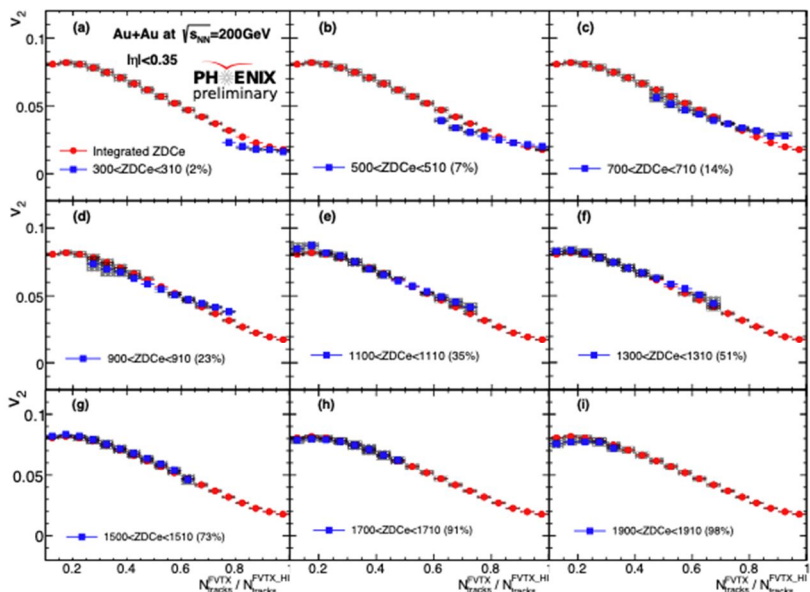


図5 ZDCでクラス分けしていない(赤)イベントと、クラス分けした(青)イベントでの  $v_2$  の比較。X軸は、 $N_m$ 。 $N_m$  が大きく、 $N_s$  が小さい中心衝突で、赤より青の傾きが小さくなっているのがわかる。

ら、衝突のエネルギーが上がると、エネルギー密度が上がるはずなのだが、これまでの我々の研究によると衝突エネルギーが1~2桁違うLHCとRHICでの $v_2$ の結果はほとんど値が変わらないことがわかっている。一方、図7で示すように、Cu+CuとAu+Au衝突を比較するなど、同じで $N_p$ が違う時に $v_2$ を比較すると $N_p$ の1/3乗で $v_2$ が変化することがわかっており、比較的大きく変化する[1]。これらのことから $N_p$ と $N_m$ の軸を別々に取って $v_2$ の値を検証することは、どちらの依存性が $v_2$ により大きな影響を与えるか、その機構は何かなどを議論することができ、新たな知見をもたらすため、大変意義があると考えている。

これらの結果が評価されて、代表者や共同研究者らがこの結果を複数の国際学会の招待講演として発表しており、さらに招待講演の声がかかっている。特に研究代表者は、我々の分野で権威ある国際学会であるHardProbe2023でもこの結果について報告を行った。これらの研究成果等が評価され、研究代表者は、2022年12月国際ソロプチミストの2つの支部からクラブ賞を受賞した。

#### 参考文献

- [1] PHENIX Collaboration, Phys. Rev. C 92, 034913 (2015)
- [2] PHENIX Collaboration, Phys. Rev. C 93, 034904 (2016)
- [3] PHENIX Collaboration, Nature Phys. 15, 3, 214-220(2019)
- [4] ALICE collaboration, Phys. Lett. B 719 29-41 (2013)
- [5] PHENIX Collaboration Nucl. Phys. A 967 405-408 (2017)

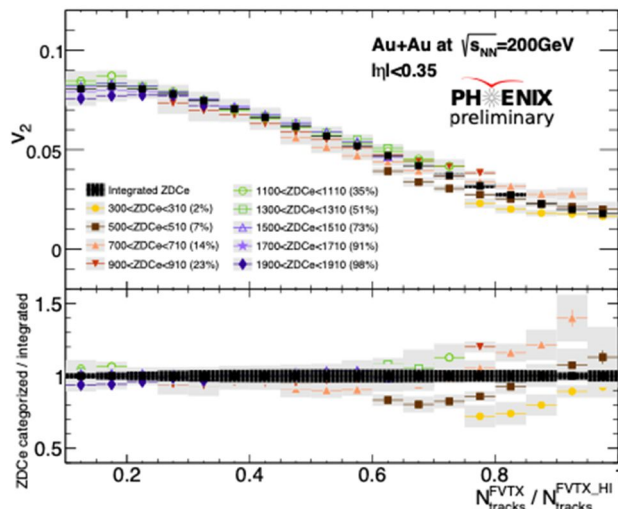


図6 ZDCの値( $N_s$ )でクラス分けをした時の $v_2$  vs.  $N_m$ 。  $N_m$ が大きいく所で、 $N_s$ による $v_2$ の変化が大きいことがわかる。 $N_m$ の値は、違う検出器間で比較するために比に直してある。

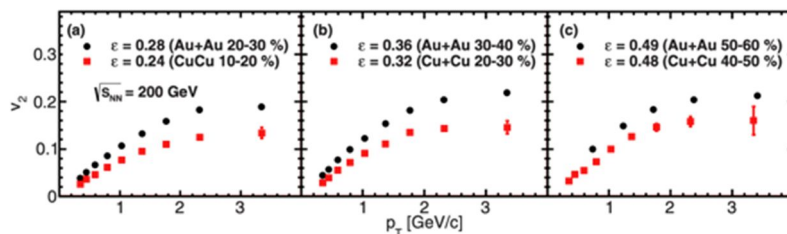


図7 Au+Au衝突とCu+Cu衝突で、同じぐらいの $\epsilon$ のイベントでの $v_2$ の比較[1]

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計88件（うち査読付論文 88件 / うち国際共著 88件 / うちオープンアクセス 14件）

1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 827
2. 論文標題 Nuclear modification factor of light neutral-meson spectra up to high transverse momentum in p+Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 8.16\text{TeV}$	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 136943
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.physletb.2022.136943	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 81
2. 論文標題 Energy dependence of phi meson production at forward rapidity in pp collisions at the LHC	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The European Physical Journal C	6. 最初と最後の頁 772
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1140/epjc/s10052-021-09545-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 10
2. 論文標題 First measurements of N-subjettiness in central Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76\text{ TeV}$	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 3
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/JHEP10(2021)003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 127
2. 論文標題 Measurement of the Cross Sections of $\Lambda^0$ and $\Lambda^+$ Baryons and of the Branching-Fraction Ratio $BR(\Lambda^0 \rightarrow e^+ e^-)/BR(\Lambda^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-)$ in pp collisions at 13TeV	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 272001
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1103/PhysRevLett.127.272001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 829
2. 論文標題 Investigating the role of strangeness in baryon-antibaryon annihilation at the LHC	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 137060
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2022.137060	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 827
2. 論文標題 Production of $\Lambda$ and $\bar{\Lambda}$ baryons in jets in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=5.02$ TeV and pp collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 136984
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2022.136984	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Shibata Mika for the PHENIX collaboration	4. 巻 2022
2. 論文標題 Systematic study of energy loss in the quark-gluon plasma at RHIC-PHENIX	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PoS PANIC2021	6. 最初と最後の頁 249
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.22323/1.380.0249	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 10
2. 論文標題 Measurement of the production cross section of prompt $c_0$ baryons at midrapidity in pp collisions at $\sqrt{s}=5.02$ TeV	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 159
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP10(2021)159	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 127
2. 論文標題 Experimental Evidence for an Attractive p- Interaction	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 172301
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.127.172301	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 822
2. 論文標題 Kaon-proton strong interaction at low relative momentum via femtoscopy in Pb-Pb collisions at the LHC	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 136708
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2021.136708	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 81
2. 論文標題 Charged-particle multiplicity fluctuations in Pb-Pb collisions at $s_{NN} = 2.76\text{TeV}$	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The European Physical Journal C	6. 最初と最後の頁 1012
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1140/epjc/s10052-021-09784-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 828
2. 論文標題 Measurement of $K^*(892)^\pm$ production in inelastic pp collisions at the LHC	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 137013
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2022.137013	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 105
2. 論文標題 Charm-quark fragmentation fractions and production cross section at midrapidity in pp collisions at the LHC	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 L011103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.105.L011103	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 128
2. 論文標題 Measurement of Prompt D0, c+, and c0++(2455) Production in Proton-Proton Collisions at s = 13 TeV	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 12001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.128.012001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 ALICE Collaboration	4. 巻 605
2. 論文標題 Direct observation of the dead-cone effect in quantum chromodynamics	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 440 ~ 446
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41586-022-04572-w	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 PHENIX Collaboration	4. 巻 105
2. 論文標題 Kinematic dependence of azimuthal anisotropies in p + Au, d + Au, and 3He + Au at s <sub>NN</sub> = 200 GeV	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 24901
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.105.024901	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する



1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 10
2. 論文標題 Anisotropic flow of identified hadrons in Xe-Xe collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.44$ TeV	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP10(2021)152	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 5
2. 論文標題 Measurements of the groomed and ungroomed jet angularities in pp collisions at $\sqrt{s} = 5.02$ TeV	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 61
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP05(2022)061	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 128
2. 論文標題 Polarization of $\Lambda$ and $\bar{\Lambda}$ Hyperons along the Beam Direction in Pb-Pb Collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 172005
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.128.172005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 81
2. 論文標題 $K_S^0$ - and (anti-) $\Lambda$ -hadron correlations in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The European Physical Journal C	6. 最初と最後の頁 945
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1140/epjc/s10052-021-09678-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 128
2. 論文標題 Measurement of the Groomed Jet Radius and Momentum Splitting Fraction in pp and Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 102001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.128.102001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 81
2. 論文標題 Inclusive J/ψ production at midrapidity in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The European Physical Journal C	6. 最初と最後の頁 1121
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1140/epjc/s10052-021-09873-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 3
2. 論文標題 Prompt and non-prompt J/ψ production cross sections at midrapidity in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 5.02$ and 13 TeV	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 190
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP03(2022)190	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 1
2. 論文標題 Production of light (anti)nuclei in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 106
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP01(2022)106	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 1
2. 論文標題 Measurement of inclusive charged-particle b-jet production in pp and p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 178
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP01(2022)178	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 PHENIX Collaboration	4. 巻 105
2. 論文標題 Transverse single spin asymmetries of forward neutrons in p + p, p + Al and p + Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV as a function of transverse and longitudinal momenta	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 32004
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.105.032004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 1
2. 論文標題 Prompt D0, D+, and D*+ production in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 174
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP01(2022)174	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 82
2. 論文標題 Investigating charm production and fragmentation via azimuthal correlations of prompt D mesons with charged particles in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The European Physical Journal C	6. 最初と最後の頁 335
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1140/epjc/s10052-022-10267-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 827
2. 論文標題 Measurement of prompt $D_s^+$ -meson production and azimuthal anisotropy in Pb-Pb collisions at $s_{NN} = 5.02$ TeV	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 136986
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2022.136986	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 829
2. 論文標題 Observation of a multiplicity dependence in the pT-differential charm baryon-to-meson ratios in proton-proton collisions at $s = 13$ TeV	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 137065
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2022.137065	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 ALICE collaboration	4. 巻 82
2. 論文標題 Production of light (anti)nuclei in pp collisions at $s = 5.02$ TeV	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The European Physical Journal C	6. 最初と最後の頁 289
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1140/epjc/s10052-022-10241-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 PHENIX Collaboration	4. 巻 105
2. 論文標題 Transverse-single-spin asymmetries of charged pions at midrapidity in transversely polarized p+p collisions at $s = 200$ GeV	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 32003
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.105.032003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 The ALICE Collaboration	4. 巻 811
2. 論文標題 Search for a common baryon source in high-multiplicity pp collisions at the LHC	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 135849 ~ 135849
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135849	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 The ALICE collaboration	4. 巻 2020
2. 論文標題 J/ $\psi$ production as a function of charged-particle multiplicity in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{\mathrm{NN}}} = 8.16$ TeV	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 162
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP09(2020)162	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 The ALICE collaboration	4. 巻 810
2. 論文標題 Multiplicity dependence of inclusive J/ $\psi$ production at midrapidity in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 135758 ~ 135758
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135758	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 The ALICE collaboration	4. 巻 102
2. 論文標題 Elliptic and triangular flow of (anti)deuterons in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{\mathrm{NN}}} = 5.02$ TeV	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 55203
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.102.055203	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 The PHENIX Collaboration	4. 巻 103
2. 論文標題 Transverse momentum dependent forward neutron single spin asymmetries in transversely polarized p+p collisions at $\sqrt{s}=200$ GeV	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 32007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.103.032007	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 The ALICE collaboration	4. 巻 2021
2. 論文標題 Centrality dependence of $J/\psi$ and $\psi(2S)$ production and nuclear modification in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 8.16$ TeV	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP02(2021)002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 The ALICE collaboration	4. 巻 126
2. 論文標題 Elliptic Flow of Electrons from Beauty-Hadron Decays in Pb-Pb Collisions at $\sqrt{s_{NN}}=5.02$ TeV	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 162001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.126.162001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 The ALICE collaboration	4. 巻 818
2. 論文標題 Measurements of mixed harmonic cumulants in PbPb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=5.02$ TeV	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 136354 - 136354
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2021.136354	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 The ALICE collaboration	4. 巻 2020
2. 論文標題 J/ $\psi$ elliptic and triangular flow in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{\mathrm{NN}}} = 5.02$ TeV	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 141
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP10(2020)141	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 The ALICE collaboration	4. 巻 102
2. 論文標題 Elliptic and triangular flow of (anti)deuterons in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{\mathrm{NN}}}=5.02$ TeV	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 55203
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.102.055203	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 The PHENIX Collaboration	4. 巻 102
2. 論文標題 Production of $\phi$ and $\omega$ mesons in U+U collisions at $\sqrt{s_{\mathrm{NN}}}=192$ GeV	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 64905
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.102.064905	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 6
2. 論文標題 Coherent photoproduction of $\rho^0$ vector mesons in ultra-peripheral Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{\mathrm{NN}}} = 5.02$ TeV	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP06(2020)035	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 5
2. 論文標題 Higher harmonic non-linear flow modes of charged hadrons in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 85
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP05(2020)085	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya U.A., Shimomura M. and et al for the PHENIX Collaboration	4. 巻 101
2. 論文標題 J/ $\psi$ and $\psi(2S)$ production at forward rapidity in p+p collisions at $\sqrt{s} = 510$ GeV	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.052006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 805
2. 論文標題 Investigation of the p- $\Lambda$ interaction via femtoscopy in pp collisions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135419	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 101
2. 論文標題 Production of (anti-) $^3\text{He}$ and (anti-) $^3\text{H}$ in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135225	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する



1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 4
2. 論文標題 Underlying event properties in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 192
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP04(2020)192	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 805
2. 論文標題 Centrality and transverse momentum dependence of inclusive J/ψ production at midrapidity in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135434	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 804
2. 論文標題 Longitudinal and azimuthal evolution of two-particle transverse momentum correlations in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135375	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 2
2. 論文標題 Measurement of electrons from heavy-flavour hadron decays as a function of multiplicity in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 77
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP02(2020)077	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 101
2. 論文標題 Jet-hadron correlations measured relative to the second order event plane in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=2.76\text{TeV}$	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.101.064901	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 804
2. 論文標題 Measurement of electrons from semileptonic heavy-flavour hadron decays at midrapidity in pp and Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=5.02\text{ TeV}$	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135377	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 805
2. 論文標題 Measurement of the (anti-)3He elliptic flow in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=5.02\text{TeV}$	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135414	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 802
2. 論文標題 Evidence of rescattering effect in Pb-Pb collisions at the LHC through production of K(892)0 and (1020) mesons	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Phys.Lett.B	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135225	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 101
2. 論文標題 Measurements of inclusive jet spectra in pp and central Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=5.02\text{TeV}$	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.101.034911	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 2
2. 論文標題 Studies of J/ψ production at forward rapidity in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02\text{ TeV}$	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP02(2020)041	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 101
2. 論文標題 Global polarization of $\Lambda$ -bar hyperons in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}= 2.76$ and $5.02\text{ TeV}$	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.101.044611	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 80
2. 論文標題 Multiplicity dependence of (multi-)strange hadron production in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=13\text{ TeV}$	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The European Physical Journal C	6. 最初と最後の頁 167
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1140/epjc/s10052-020-7673-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 797
2. 論文標題 H 3 and H- ~3 lifetime measurement in Pb-Pb collisions at sNN=5.02 TeV via two-body decay	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2019.134905	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 123
2. 論文標題 Measurement of (1S) Elliptic Flow at Forward Rapidity in Pb-Pb Collisions at sNN=5.02TeV	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.123.192301	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Aidala C., Shimomura M. and et al for the PHENIX Collaboration	4. 巻 101
2. 論文標題 Nuclear-modification factor of charged hadrons at forward and backward rapidity in p + Al and p + Au collisions at sNN=200GeV	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.101.034910	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 12
2. 論文標題 Measurement of prompt D0, D+, D*+, and DS+ production in p-Pb collisions at sNN = 5.02 TeV	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 92
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP12(2019)092	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 800
2. 論文標題 Multiplicity dependence of light (anti-)nuclei production in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=5.02$ TeV	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2019.135043	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 79
2. 論文標題 Measurement of the inclusive isolated photon production cross section in pp collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The European Physical Journal C	6. 最初と最後の頁 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1140/epjc/s10052-019-7389-9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 802
2. 論文標題 Evidence of rescattering effect in Pb-Pb collisions at the LHC through production of K(892)0 and (1020) mesons	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135225	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 124
2. 論文標題 Scattering Studies with Low-Energy Kaon-Proton Femtoscopy in Proton-Proton Collisions at the LHC	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.124.092301	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 10
2. 論文標題 Inclusive J/ production at mid-rapidity in pp collisions at $\sqrt{s} = 5.02$ TeV	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 84
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP10(2019)084	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 79
2. 論文標題 Charged-particle production as a function of multiplicity and transverse sphericity in pp collisions at $\sqrt{s} = 5.02$ and 13TeV	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The European Physical Journal C	6. 最初と最後の頁 857
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1140/epjc/s10052-019-7350-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 797
2. 論文標題 Study of the $\rho$ - interaction with femtoscopy correlations in pp and p-Pb collisions at the LHC	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2019.134822	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 9
2. 論文標題 Production of muons from heavy-flavour hadron decays in pp collisions at $\sqrt{s} = 5.02$ TeV	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP09(2019)008	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 8
2. 論文標題 Measurement of the production of charm jets tagged with D0 mesons in pp collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 133
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP08(2019)133	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 802
2. 論文標題 Exploration of jet substructure using iterative declustering in pp and Pb-Pb collisions at LHC energies	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135227	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 100
2. 論文標題 Measurement of charged jet cross section in pp collisions at $\sqrt{s}=5.02$ TeV	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.100.092004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 796
2. 論文標題 Measurement of jet radial profiles in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=2.76$ TeV	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 204~219
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2019.07.020	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 123
2. 論文標題 First Observation of an Attractive Interaction between a Proton and a Cascade Baryon	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.123.112002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 798
2. 論文標題 Coherent J/ $\psi$ photoproduction at forward rapidity in ultra-peripheral Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=5.02$ TeV	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2019.134926	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 100
2. 論文標題 One-dimensional charged kaon femtoscopy in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.100.024002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 123
2. 論文標題 Nuclear Dependence of the Transverse Single-Spin Asymmetry in the Production of Charged Hadrons at Forward Rapidity in Polarized p+p, p+Al, and p+Au Collisions at $\sqrt{s_{NN}}=200$ GeV	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.123.122001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する



1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 802
2. 論文標題 Measurement of strange baryon-antibaryon interactions with femtoscopic correlations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2020.135223	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 123
2. 論文標題 Investigations of Anisotropic Flow Using Multiparticle Azimuthal Correlations in pp, p-Pb, Xe-Xe, and Pb-Pb Collisions at the LHC	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.123.142301	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 794
2. 論文標題 Multiplicity dependence of (anti-)deuteron production in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physics Letters B	6. 最初と最後の頁 50-63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physletb.2019.05.028	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 14
2. 論文標題 Calibration of the photon spectrometer PHOS of the ALICE experiment	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Instrumentation	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1748-0221/14/05/P05025	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Aidala C., Shimomura M. and et al for the PHENIX Collaboration	4. 巻 99
2. 論文標題 Measurement of charm and bottom production from semileptonic hadron decays in p+p collisions at $s = 200\text{GeV}$	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physical Review D	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.99.092003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 79
2. 論文標題 Measurement of $D_0$ , $D^+$ , $D^{*+}$ and $D^+s$ production in pp collisions at $s = 5.02\text{ TeV}$ with ALICE	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The European Physical Journal C	6. 最初と最後の頁 388
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1140/epjc/s10052-019-6873-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 9
2. 論文標題 Event-shape and multiplicity dependence of freeze-out radii in pp collisions at $s = 7\text{ TeV}$	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of High Energy Physics	6. 最初と最後の頁 108
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/JHEP09(2019)108	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Acharya S., Shimomura M. and et al. for the ALICE Collaboration	4. 巻 101
2. 論文標題 Production of charged pions, kaons, and (anti-)protons in Pb-Pb and inelastic pp collisions at $s_{NN}=5.02\text{ TeV}$	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Review C	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevC.101.044907	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計17件（うち招待講演 12件 / うち国際学会 8件）

1. 発表者名 Maya SHIMOMURA for the PHENIX Collaboration
2. 発表標題 PHENIX overview
3. 学会等名 Nucleus 2021（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 下村 真弥
2. 発表標題 ~女性研究者の生き方~ 巨大加速器で作り出すビッグバン、見えない粒子、見えない偏見
3. 学会等名 集まれ！理系女子 第13回女子生徒による科学研究発表交流会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Runa Takahama for the PHENIX Collaboration
2. 発表標題 重イオン衝突実験における $v_2$ を用いた Multi-Parton Interaction (MPI)の観測
3. 学会等名 日本物理学会秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mika SHIBATA for the PHENIX Collaboration
2. 発表標題 The systematic study of path-length dependence of energy loss in PHENIX
3. 学会等名 PANIC 2021（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mika SHIBATA for the PHENIX Collaboration
2. 発表標題 Fractional momentum loss of high-pT hadrons in QGP at RHIC-PHENIX
3. 学会等名 The 8th Asian Triangle Heavy-Ion Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takashi Hachiya
2. 発表標題 Development of Long and High Density Flexible Cable for INTT
3. 学会等名 6th Korea-Japan PHENIX/sPHENIX/RHICf/EIC Collaboration Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 蜂谷 崇
2. 発表標題 高エネルギー重イオン衝突で見るクォーク・グルーオン・プラズマ物性
3. 学会等名 東北大学ELPHセミナー (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mika SHIBATA
2. 発表標題 RHIC-PHENIX実験での $s_{NN} = 200$ GeV 金 + 金衝突と銅 + 銅衝突におけるQGP中のエネルギー損失の系統的研究
3. 学会等名 日本物理学会第77回年次大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 下村 真弥
2. 発表標題 高エネルギー原子核衝突でつくられる超高温クォーク物質の粘性流体的集団運動
3. 学会等名 第7回「物質階層を横断する会」(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 下村 真弥
2. 発表標題 Detection of the multi parton interaction (MPI) producing the minimal quark gluon plasma (QGP)
3. 学会等名 新学術領域研究「量子クラスターで読み解く物質の階層構造」第5回領域研究会(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 柴田 実香
2. 発表標題 Systematic study of energy loss in quark-gluon plasma at RHIC-PHENIX
3. 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 下村 真弥
2. 発表標題 超大型の粒子加速器で作り出すビッグバン
3. 学会等名 奈良ゾンタクラブ アメリア・イアハート記念講演会(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 下村 真弥
2. 発表標題 国際大型加速器実験と 海外生活と子育てと共働き
3. 学会等名 第5回 やっぱり物理が好き！ ～物理に進んだ女子学生・院生のキャリア～（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takashi Hachiya for the PHENIX Collaboration
2. 発表標題 J-PARC Heavy Ion Experiment
3. 学会等名 8th International Conference on New Frontiers in Physics (ICNFP 2019)（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takashi Hachiya for the PHENIX Collaboration
2. 発表標題 PHENIX Heavy Flavor Highlights
3. 学会等名 8th International Conference on New Frontiers in Physics (ICNFP 2019)（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ayaka Suzuki for the sPHENIX Collaboration
2. 発表標題 Performance evaluation of INTT silicon sensor detector at RHIC- sPHENIX
3. 学会等名 Quark Matter 2019（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takashi Hachiya for the PHENIX Collaboration
2. 発表標題 PHENIX measurements of Bottom and Charm in A + A collisions
3. 学会等名 Quark Matter 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>奈良ゾンタクラブ理系若手女性研究者奨励賞(2019)          ソロプチミスト奈良 女性研究者賞(2022)          ソロプチミスト奈良まほろば クラブ賞(2022)</p> <p>衝突型高エネルギー原子核加速器による クォーク・グルーオンプラズマの研究 物理学コース 下村 真弥  <a href="https://www.nara-wu.ac.jp/rigaku/coursestaff_pdf/phys_shimomura.pdf">https://www.nara-wu.ac.jp/rigaku/coursestaff_pdf/phys_shimomura.pdf</a>          奈良女子大学 研究院 自然科学系 物理学領域 下村 真弥  <a href="http://koto10.nara-wu.ac.jp/Profiles/16/0001501/profile.html">http://koto10.nara-wu.ac.jp/Profiles/16/0001501/profile.html</a>          奈良女子大学 高エネルギー研究室 研究活動紹介 sPHENIX  <a href="https://webhepl.cc.nara-wu.ac.jp/newweb/blog/blog_list/bloglist.html">https://webhepl.cc.nara-wu.ac.jp/newweb/blog/blog_list/bloglist.html</a>          奈良女子大学 高エネルギー研究室 研究内容紹介 PHENIX  <a href="http://webhepl.cc.nara-wu.ac.jp/study/phenix.html">http://webhepl.cc.nara-wu.ac.jp/study/phenix.html</a>          奈良女子大学 高エネルギー研究室 研究内容紹介  <a href="https://webhepl.cc.nara-wu.ac.jp/study.html">https://webhepl.cc.nara-wu.ac.jp/study.html</a>          奈良女子大学 高エネルギー研究室 研究内容紹介 ALICE  <a href="http://webhepl.cc.nara-wu.ac.jp/study/alice.html">http://webhepl.cc.nara-wu.ac.jp/study/alice.html</a>          sPHENIX  <a href="https://wiki.bnl.gov/sPHENIX/index.php/SPHENIX">https://wiki.bnl.gov/sPHENIX/index.php/SPHENIX</a>          PHENIX  <a href="http://www.phenix.bnl.gov/">http://www.phenix.bnl.gov/</a>          LHC ALICE実験 日本グループ  <a href="http://alice.jlab/">http://alice.jlab/</a></p>
---

6. 研究組織			
	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	蜂谷 崇 (HACHIYA TAKASHI)  (10589005)	奈良女子大学・自然科学系・助教  (14602)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
米国	Brookhaven National Laboratory	Iowa State University	RIKEN BNL Research Center	他31機関
ドイツ	Eberhard Karls Universitat Tübingen	Excellence Cluster Universe	Frankfurt Institute for Advanced Studies	他8機関
フランス	欧州原子核研究機構	LPSC	Centre de Calcul de l'IN2P3	他4機関

共同研究相手国	相手方研究機関			
イタリア	Centro Fermi	Sezione INFN	Dipartimento di Fisica	他20機関
ロシア連邦	IHEP Protvino	Institute for Nuclear Research	National Research Center	他3機関
中国	台湾中央大学			