研究成果報告書 科学研究費助成事業

今和 6 年 6 月 1 4 日現在

機関番号: 32620

研究種目: 基盤研究(C)(一般)

研究期間: 2019~2023

課題番号: 19K03830

研究課題名(和文)「 中間子の重力形状因子はJ-PARCで観測できるか?」のQCDに基づく研究

研究課題名(英文)"Can we observe the gravitational form factors of the pion at J-PARC?": studies

based on QCD

研究代表者

田中 和廣 (Tanaka, Kazuhiro)

順天堂大学・医学部・教授

研究者番号:70263671

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文):未知であったツイスト4の重力形状因子の前方極限(ゼロ運動量移行)の値を、トレース異常に基づく厳密式を用い、その摂動効果は3ループ、非摂動効果は実験データおよび格子QCDからの最新のインプットで求めた理論予言値として定量計算し、核子と 中間子で世界最高精度(核子は誤差2%、 中間子は誤差50%)を得た。これは、核子については当初の目標を超えた精密化であり、 中間子についても今後の実 験データおよび格子QCD計算の進展によって同様な高精度の予言ができる理論である。この結果を応用して、核子と、中間子の質量のクォーク、グルーオンそれぞれからの寄与への分解に、新しい結果とそれが示唆する描像 の提案もした。

研究成果の学術的意義や社会的意義 我々の世界を構成する基本要素である陽子を、その内部の素粒子(クォーク、グルーオン)を用いて表現し、素粒子の基礎理論であるQCDに基づいて計算した。特に、重力形状因子と呼ばれる、陽子内でのクォークの空間分布およびグルーオンの空間分布を表す形状因子の前方(運動量移行がゼロ)での値を誤差2パーセント以下の高精度で決定することに成功した。この値は陽子の全エネルギーと関連するため、陽子の質量を、ほぼ質量ゼロである素粒子それぞれの作用を起源とする成分の合計として表す公式を導くことへの応用や、今後の新しい実験データとの比較が待たれるなど、発展性のある結果である。 中間子に対する拡張や関連する他の成果も得た。

研究成果の概要(英文):Previously unknown values of the twist-4 gravitational form factor in the forward limit are quantitatively calculated using an exact formula based on the trace anomaly. In this formula, we incorporate the perturbative effects up to three loops and the nonperturbative effects using the inputs for matrix elements from recent empirical and lattice QCD results. This resulted in our theoretical prediction of the values of the twist-4 gravitational form factor in the forward limit, with the world's highest accuracy of 2% and 50% for nucleons and pions, respectively. This level of precision for nucleons surpasses our initial goals, and our theory would allow similar high accuracy predictions for pions when experimental data or lattice QCD calculations were improved in the future. These results have also led to a new mass decomposition formula, for nucleons as well as for pions, into the contributions originating from quarks and from gluons, providing new insights into structure of hadrons.

研究分野: ハドロン物理、素粒子物理の理論

キーワード: 重力形状因子 QCD J-PARC エネルギー・運動量テンソル GPD 3ループ QCD和則 高次ツイスト

1.研究開始当初の背景

- (1) QCD のエネルギー・運動量テンソルのハドロン行列要素は、ハドロンと重力子との相互作用を決定し重力形状因子と呼ばれる。重力形状因子は、ハドロン内部での圧力の分布やハドロン深部環境下でクォーク、グルーオンが感受する力の"ずれ応力"の分布をも表現し、ハドロンがクォークとグルーオンの非摂動効果によってどのように形づくられているかに対して新しい視点を与える量である。QCD のエネルギー・運動量テンソルのハドロン行列要素を表す重力形状因子に、ツイスト 2、3、4 に対応する形状因子があることはハドロンの種類によらずあてはまり、ツイスト 3 と 4 のものについては、核子や 中間子をはじめあらゆるハドロンで振る舞いが未知であった。
- (2) J-PARC の 2 次 中間子ビームを 中間子の "標的代わり"にした散乱データから 中間子の重力形状因子検出が可能かどうかの検討、 中間子の重力形状因子それ自体の理論の整備、また、それらを総合して物質深部の構造・安定性についての新しい視点・理解として何が目指せるのか、の解明が未解決の重要な課題として浮かび上がった。

2.研究の目的

- (1) ハドロンの重力形状因子は、(実および仮想)光子あるいは他のハドロンとの高エネルギー散乱実験のデータから「歪化(非前方パートン分布あるいは一般化パートン分布関数、GPD))関数」を検出すれば、これを通してその振舞いを割り出せる。J-PARC の 2 次荷電 中間子の大強度・高エネルギービームを、金など原子番号 Z 1 の原子核標的と超辺縁衝突させる場合の断面積の理論計算を行い、Z の 2 乗に比例するシグナルから 中間子の歪化関数の検出が可能か、定量的に明らかにする。さらにそこから重力形状因子まで求めるのに十分なシグナルが得られるかを明らかにすることを目的とする。
- (2) 断面積の計算とその理論誤差の評価、さらに重力形状因子決定へのインパクトの評価には、中間子の歪化関数や重力形状因子それ自体の理論の整備も不可欠で、これも並行して進めていく。ハドロン内部の描像と安定性の理解を書き改める成果を目指す。

3.研究の方法

- (1) J-PARC の 2 次 中間子ビームを、金など原子番号 Z 1 の原子核標的と超辺縁衝突させる場合について理論計算を行う。入射する荷電 中間子の側から見ると、原子核の電荷 Ze は高速で運動し光子のフラックスを発生させる。この光子と荷電 中間子の高エネルギー散乱として、光子のフラックスが荷電 中間子の深部のクォークと相互作用することによって引き起こされる排他的(exclusive)散乱に注目し、QCD の短距離効果と長距離効果への因子化(演算子積展開)の手法で計算する。短距離効果は摂動 QCD で計算できる。長距離効果は 中間子の歪化関数で表される。歪化関数は、主要項(ツイスト 2)とツイスト 3 補正項までの精度で扱い、これらの振幅への寄与を特定する。この排他的"深部散乱"振幅と競合(干渉)するプロセスを、次に計算する。競合過程に現れるソフトな QCD 効果は、光円錐 QCD 和則の方法で評価する。競合過程の振幅の方が深部散乱振幅よりも大きい可能性があり、断面積は、競合過程振幅の絶対値の 2 乗、深部散乱振幅と競合過程振幅の干渉項、深部散乱振幅の絶対値の 2 乗、の和で書ける。この各項が、終状態粒子の角分布について特有のパターンをもつ可能性を検討する。また、最も大きいと予想される競合過程振幅の絶対値の 2 乗は、測定例が豊富でないソフトな QCD 効果の検出に使えるので、J-PARC で期待されるシグナルを検討しておく。以上は、代表者と分担者で互いに突き合わせて進める(次に述べるパラメトリゼーション関連は分担者が主に担当)。
- (2) 中間子のツイスト 2 歪化関数については、モデル化したパラメトリゼーションがあるので、不定性を付加して用いる。ツイスト 3 歪化関数について、同様なパラメトリゼーションが先行研究でつくられているか調査し、無い場合には自前で用意する。これら歪化関数のパラメトリゼーションを上記の断面積計算に用い、ツイスト 2、3 の歪化関数を検出できるか、観測量がパラメトリゼーションのどのパラメーターに敏感か調べ、有効なスキームを検討する。歪化関数をアイソスカラー成分とアイソベクター成分に分解する方法も検討する。また、J-PARC の大強度ビームの場合のシグナルの大きさ、 Z の 2 乗への依存性のスロープを理論誤差を明確にして計算し、 中間子の歪化関数が J-PARC でどれだけの精度で検出できるか、さらに重力形状因子へのインパクトはどうか検討する。
- (3) 代表者は重力形状因子自体を理論的に解明する研究も進め上記の計画に利用・反映する。 重力形状因子の繰り込みスケール依存性と QCD のトレース・アノマリーとの間に新しい関係が あることを見出しているので、3 ループレベルで 中間子の重力形状因子に適用する。この結果 は運動量移行がゼロのときの厳密な関係を与えることになるので、運動量移行への依存性は、別

4. 研究成果

(1) 前方極限(ゼロ運動量移行)でのツイスト4の重力形状因子については、繰り込みスケールに対する依存性のみならずスケールが大きいときの漸近的値が、QCDのトレース・アノマリーに関係づけられることを、2ループまでの近似で本研究課題開始以前の研究結果として得ていたが、この結果を3ループレベルに拡張することができた。3ループにおいても、漸近値は、クォーク質量およびシグマ項と呼ばれる量に比例する効果を除き、カラーの数とフレーバー数で確定する値として求めることができた。

この前方極限(ゼロ運動量移行)での繰り込みスケール依存性の式を、核子行列要素の場合に定量計算した。繰り込みスケール無限大極限では、QCDのトレース・アノマリーに関係した漸近的値になることがわかっていたが、この漸近値への接近は当初の予想よりずっと緩やかで、現象論的に重要なエネルギースケールでは3ループ補正まで取り入れれば精密な予言ができることがわかった。3ループ補正まで取り入れた精密な計算を核子の場合に行った。クォーク質量とシグマ項と呼ばれる量に比例する効果からの影響(不定性)を含めた数値予言を得た。また、同様な3ループ定量計算を中間子の場合に拡張し数値予言を求めたところ、QCDのトレース・アノマリーに関係した漸近的値への接近はやはり緩やかだが、クォーク質量に比例する寄与が主要項を与え、核子の場合とは異なる特徴が明らかとなった。

以上のように、QCD のトレース異常に起因する厳密な式を用い、摂動効果は3ループ、非摂動効果は実験データおよび格子 QCD からの最新のインプットで求めた NNLO QCD 予言値として、ツイスト4の重力形状因子の前方極限(ゼロ運動量移行)での定量計算を核子と 中間子のそれぞれの場合について、現時点で実行可能な世界最高精度(核子は誤差2%、 中間子は誤差50%)で完了することができた。これは、核子については当初の目標を超えて精密化することができたものであり、 中間子についても、今後の実験データあるいは格子 QCD 計算の進展によって同様な高精度の理論予言が実現できる理論を提示することができた。

さらに、定量計算結果を応用し、核子や 中間子の質量構造(全質量へのクォーク、グルーオンそれぞれからの寄与への分解)の新しい結果とそれが示唆する描像を提案することができた。

(2) 重力形状因子と歪化関数との関係を与える理論式の整備を行った。重力形状因子の母関数となる歪化関数について、エルミート性、パリティ保存、時間反転不変性を用いた考察から、従来知られていなかった新奇なトランスバーシティ歪化関数をスピン 3/2 ハドロンに対して求めた。また、歪化関数はハドロン内の光的(light-like)2点関数であるので、これをローレンツ変換とスケール変換を用いて空間的2点関数と関係付けそのマッチング係数関数を1ループ計算することも行った。また、ハドロンが重いクォークを含む(例えばB中間子)場合の光的2点関数に現れるカスプ特異性に由来する強いスケール依存性について、2ループ異常次元も含めた次主要次数(NLO)で扱う方法を開発した。

歪化関数や空間的 2 点関数とは異なるタイプのハドロン内 2 点関数として重要なものに、横運動量依存分布関数 (TMD 関数)が知られているが、これについて当初予定していなかった進展があった。スピン 1 のハドロンに対する横運動量依存クォーク分布関数(クォーク TMD 関数)について、クォーク相関関数の独立なテンソル構造への分解として QCD 演算子に基づく定義を与え、特に、ツイスト3と4においてこれまで知られていなかった新しい TMD 関数を明らかにし、全部で32の TMD 関数が存在することを示した。これらの TMD 関数の中に、横運動量で積分すると時間反転不変性からゼロになる総和則を満たすものが存在することも見付けた。また、スピン1のハドロンの、高次ツイストパートン分布関数を分類し、そのツイスト2部分を抽出する関係式を導いた。ツイスト2部分を抽出したあとの残りの部分を、クォーク場の QCD 運動方程式を用いることにより3体以上の多体パートン分布関数で表す関係式も導いた。スピン1粒子の例として重陽子に対して、ツイスト3と4において可能な TMD 関数とパートン分布関数を示し、テンソル偏極パートン分布関数とツイスト3の多体パートン分布関数の間の関係式を研究して、将来の実験研究の重要性を説明した。

(3) 中間子ビームを用いた J-PARC プロセスの断面積を評価するための光円錐 QCD 和則の扱いでは、和則の分散公式の導出を行い、非連結なカレント行列要素と連結なものとを含む公式を導出して非連結なカレント行列要素の役割を明らかにし、非連結なカレント行列要素の寄与を 中間子の歪化関数を用いて表す公式を得た。J-PARC プロセスの断面積の計算については、計算式に当初の想定を越えた項の存在が明らかになり、その扱いについての先行研究も無かったが、分散公式の一般理論に基づき対処法を検討して扱った。

米国フェルミ研究所のニュートリノビームを利用して核子の歪化関数および重力形状因子を観測する可能性の検討は、当初の計画にはなかった内容であるが進展があった。ニュートリノ反応を利用して、核子の歪化関数および重力形状因子を求める可能性を、Goloskokov-Kroll の歪化関数のパラメトリゼーションを用いて $v+N \rightarrow \mu+N'+\pi$ の断面積を計算して検討し、断面積へのクォークとグルーオンそれぞれの寄与を求めた。このニュートリノ反応における 中間子生成過程の断面積の計算結果から、荷電 生成と中性 生成はそれぞれ、グルーオン歪化関数とクォーク歪化関数の決定に役立つことを示した。

- (4) J-PARC での観測では、重力形状因子の非前方(有限運動量移行)の振る舞いも重要となるので、有限運動量移行の場合に QCD の非摂動効果を扱って重力形状因子の振る舞いを求める試みとして、ツイスト3と4、および2のものも含め 中間子の重力形状因子を、QCD 和則を用いて評価するための定式化を行った。QCD の非摂動効果と摂動効果を一貫した手法で扱うため、形状因子を3点関数のQCD 和則で計算する従来の方法を改良し、2点関数のQCD 和則を構成して、大運動量移行のみならず低い運動量移行の領域にも適用範囲を拡張できた。和則の分散公式の導出および演算子積展開主要項の計算を行い、ツイスト2と3と4のテンソル構造の抽出をすることができた。2点関数の演算子積展開の補正項として、 中間子の高次ツイスト光円錐波動関数で表される寄与の定量評価を行い、重力形状因子が低運動量領域で抑制あるいは負になる特徴的振る舞いを示すことができた。
- (5) B 中間子のような軽い反クォークと重いクォークからなる系に対する重力形状因子を考え、重いクォークの質量が無限大の極限において成り立つ関係を導出した。また、このような系についても、質量構造を表現する基本非摂動パラメーターをトレース・アノマリーに関係づける公式を求めることができた。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計24件(うち査読付論文 24件/うち国際共著 19件/うちオープンアクセス 23件)

[雑誌論文] 計24件(うち査読付論文 24件/うち国際共著 19件/うちオープンアクセス 23件)	
1.著者名	4.巻
Dongyan Fu, Yubing Dong, S. Kumano	109
	- 7×/- /-
2.論文標題	5.発行年
Transversity generalized parton distributions in spin-3/2 particles	2024年
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Physical Review D	96006, 1-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1103/PhysRevD.109.096006	有
·	
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	該当する
1 . 著者名	4 . 巻
V. D. Burkert et al. (S. Kumano 71st author)	131
2 . 論文標題	5.発行年
Precision Studies of QCD in the Low Energy Domain of the EIC	2023年
2. 2. 2. 2. 2. 2. 2. 2. 2. 2. 2. 2. 2. 2	
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Progress in Particle and Nuclear Physics	104032, 1-74
掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子)	 査読の有無
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
10.1016/j.ppnp.2023.104032	有
オープンアクセス	国際共著
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	該当する
1.著者名	4 . 巻
F. Gross et al. (S. Kumano, 45th author)	83
	- 3× /= -
2.論文標題	5.発行年
50 years of Quantum Chromodynamics	2023年
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
European Physical Journal C	1125, 1-636
European Inysteat Southar C	1123, 1-000
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1140/epjc/s10052-023-11949-2	有
ナープンフクセフ	同
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
カープラブラ 巨人としている (また、との)がたてのる)	成当する
1 . 著者名	4 . 巻
K. Tanaka	2303
2.論文標題	5.発行年
Twist-four gravitational form factor at NNLO QCD from trace anomaly constraints	2023年
- ADAL 6-	
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Journal of High Energy Physics	013(1-33)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1007/JHEP03(2023)013	有
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	"
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	

	. w
1.著者名	4 . 巻
K. Tanaka	37
2.論文標題	5 . 発行年
······	
Three-loop Corrections to the Quark and Gluon Decomposition of the QCD Trace Anomaly and Their	2022年
Applications	
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
JPS Conference Proceedings	020405(1-5)
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	<u> </u>
10.7566/JPSCP.37.020405	有
10.7000701 001 .07.020400	F
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	-
1.著者名	4 . 巻
S. Kumano	4
2.論文標題	5
	5.発行年
J-PARC hadron physics and future possibilities on color transparency	2022年
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Proceedings of the workshop on The Future of Color Transparency, Hadronization and Short-Range	565-577
Nucleon- Nucleon Correlation Studies, Physics	303-377
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)	 査読の有無
10.3390/physics4020037	有
10.3390/phys1cs402003/	1
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	-
1.著者名	4 . 巻
S. Kumano, Qin-Tao Song	8
o. Ramano, with rac cong	
2 . 論文標題	5.発行年
Transverse-momentum-dependent parton distribution functions for spin-1 hadrons	2022年
Transverse-momentum-dependent parton distribution functions for spin-1 hadrons	20224
3 . 雑誌名	6.最初と最後の頁
SciPost Physics Proceedings	174(1-7)
och ost Thysics Troceedings	174(1-7)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.21468/SciPostPhysProc.8.174	有
ナーゴンマクセフ	国際共業
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
オープンデクセスとしている(また、その)をこのも)	該当する
1.著者名	4 . 巻
S. Kumano, Qin-Tao Song	8
2.論文標題	
Possible studies of gluon transversity in the spin-1 deuteron at hadron-accelerator facilities	2022年
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
SciPost Physics Proceedings	
och ost mystes riodeedings	100(1-6)
掲載論文のDOI (デジタルオプジェクト識別子)	査読の有無
10.21468/SciPostPhysProc.8.100	有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	該当する

1.著者名	4 . 巻
S. Kumano, Qin-Tao Song	3
- AA A ITOT	- 3× (= +-
2.論文標題	5 . 発行年
Gluon transversity and TMDs for spin-1 hadrons	2022年
ን ሥራትላ	6.最初と最後の頁
3.雑誌名	
Suplemento de la Revista Mexicana de Fisica	0308097(1-6)
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	☆読の有無
10.31349/Sup1RevMexFis.3.0308097	有
10.31349/3up1nevmexr15.3.030009/	i i
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	該当する
	•
1.著者名	4 . 巻
S. Kumano, Qin-Tao Song	37
-	
2.論文標題	5 . 発行年
Useful relations and sum rules for PDFs and multiparton distribution functions of spin-1	2022年
hadrons	
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
JPS Conference Proceedings	020308(1-5)
·	, ,
掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子)	査読の有無
10.7566/JPSCP.37.020308	有
オープンアクセス	国際共著
	国际共者 該当する
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	該当りる
1.著者名	4 . 巻
S. Kumano, Qin-Tao Song	37
5. Kulland, Will-rad Song	37
2 . 論文標題	5.発行年
TMDs for spin-1 hadrons	2022年
······································	
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
JPS Conference Proceedings	020130(1-5)
·	, ,
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.7566/JPSCP.37.020130	有
オープンアクセス	国際共著
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)	国际共者 該当する
オープンデクセスとしている(また、との)たとのなり	以当りる
1.著者名	4 . 巻
・有目白 Shunzo Kumano, Qin-Tao Song	4 · 글 2021
Onunzo Nullano, Vini-Tao Oung	2021
2.論文標題	5.発行年
Twist-2 relation and sum rule for tensor-polarized parton distribution functions of spin-1	2021年
hadrons	20217
3 . 雑誌名	6.最初と最後の頁
Journal of High Energy Physics	1-24
Souther of myn Energy rhydrod	1 27
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1007/JHEP09(2021)141	有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	該当する

	T
1.著者名	4 . 巻
永江知文他、熊野俊三	66
2.論文標題	5.発行年
日本の核物理の将来レポート 2021年版7章「核子構造の物理」	2021年
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
原子核研究	1-316
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
なし	有
's U	[
オープンアクセス	
=	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	-
1.著者名	4 . 巻
Shunzo Kumano, Qin-Tao Song	826
and the second process of the second	
2 . 論文標題	5.発行年
Equation-of-motion and Lorentz-invariance relations for tensor-polarized parton distribution	2022年
functions of spin-1 hadrons	6 = -
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Physics Letters B	136908 ~ 136908
B載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1016/j.physletb.2022.136908	有
10.1016/1.19.101618.12012	
t − プンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	該当する

	4 . 巻
1.者者名	4.2
1 . 者者名 Shunzo Kumano, Roberto Petti	4 · 글 NuFact2021
Shunzo Kumano, Roberto Petti	NuFact2021
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2.論文標題	NuFact2021 5.発行年
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2.論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino	NuFact2021 5.発行年
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2.論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions	NuFact2021 5.発行年 2022年
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2.論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3.雑誌名	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2.論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions	NuFact2021 5.発行年 2022年
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2.論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3.雑誌名	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2 . 論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3 . 雑誌名 Proceedings of Science	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁 092, 1-7
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2. 論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3. 雑誌名 Proceedings of Science	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2. 論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3. 雑誌名 Proceedings of Science	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁 092, 1-7
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2 . 論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3 . 雑誌名 Proceedings of Science	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁 092, 1-7
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2 . 論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3 . 雑誌名 Proceedings of Science	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁 092, 1-7 査読の有無 有
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2. 論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3. 雑誌名 Proceedings of Science 引載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.22323/1.402.0092	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁 092, 1-7 査読の有無 有
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2. 論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3. 雑誌名 Proceedings of Science 引載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.22323/1.402.0092	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁 092, 1-7 査読の有無 有
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2 . 論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3 . 雑誌名 Proceedings of Science	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁 092, 1-7 査読の有無 有 国際共著 該当する
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2. 論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3. 雑誌名 Proceedings of Science	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁 092, 1-7 査読の有無 有
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2. 論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3. 雑誌名 Proceedings of Science 郵載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.22323/1.402.0092 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)	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁 092, 1-7 査読の有無 有 国際共著 該当する
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2. 論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3. 雑誌名 Proceedings of Science 引載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.22323/1.402.0092 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)	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁 092, 1-7 査読の有無 有 国際共著 該当する
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2. 論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3. 雑誌名 Proceedings of Science 弱戦論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.22323/1.402.0092 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) 1. 著者名 Shunzo Kumano, Qin-Tao Song	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁 092, 1-7 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 101
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2. 論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3. 雑誌名 Proceedings of Science	NuFact2021 5.発行年 2022年 6.最初と最後の頁 092,1-7 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 101 5.発行年
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2. 論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3. 雑誌名 Proceedings of Science 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.22323/1.402.0092 オープンアクセスとしている(また、その予定である) 1. 著者名 Shunzo Kumano, Qin-Tao Song 2. 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁 092, 1-7 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 101
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2. 論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3. 雑誌名 Proceedings of Science 引載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.22323/1.402.0092 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) 1. 著者名 Shunzo Kumano, Qin-Tao Song 2. 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁 092, 1-7 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2. 論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3. 雑誌名 Proceedings of Science 引載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.22323/1.402.0092 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) 1. 著者名 Shunzo Kumano, Qin-Tao Song 2. 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3. 雑誌名	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁 092, 1-7 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2. 論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3. 雑誌名 Proceedings of Science 引載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.22323/1.402.0092 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) 1. 著者名 Shunzo Kumano, Qin-Tao Song 2. 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁 092, 1-7 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2. 論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3. 雑誌名 Proceedings of Science	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁 092, 1-7 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2. 論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3. 雑誌名 Proceedings of Science	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁 092, 1-7 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2 .論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3 .雑誌名 Proceedings of Science 日本	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁 092, 1-7 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013, 1-8
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2 . 論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3 . 雑誌名 Proceedings of Science B載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.22323/1.402.0092 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) 1 . 著者名 Shunzo Kumano, Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名 Physical Review D	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁 092, 1-7 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013, 1-8
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2 .論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3 .雑誌名 Proceedings of Science 日本	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁 092, 1-7 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013, 1-8
Shunzo Kumano, Roberto Petti 2. 論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3. 雑誌名 Proceedings of Science 哥載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.22323/1.402.0092 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) 1. 著者名 Shunzo Kumano, Qin-Tao Song 2. 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3. 雑誌名 Physical Review D 哥載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.094013	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁 092, 1-7 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013, 1-8 査読の有無 有
2.論文標題 Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors in neutrino reactions 3.雑誌名 Proceedings of Science 曷載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.22323/1.402.0092 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) 1.著者名 Shunzo Kumano, Qin-Tao Song 2.論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3.雑誌名 Physical Review D	NuFact2021 5 . 発行年 2022年 6 . 最初と最後の頁 092, 1-7 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013, 1-8

1.著者名	4.巻
Shunzo Kumano, Qin-Tao Song	103
2.論文標題	r
······	5 . 発行年
Transverse-momentum-dependent parton distribution functions up to twist 4 for spin-1 hadrons	2021年
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Physical Review D	014025, 1-18
rilysical Review D	014025, 1-16
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1103/PhysRevD.103.014025	有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	該当する
1.著者名	4 . 巻
A. Arbuzov et al. (Shunzo Kumano 17th author)	in press
(charze hamane in the action)	
2 50分析福時	5 整仁在
2.論文標題	5.発行年
On the physics potential to study the gluon content of proton and deuteron at NICA SPD	2021年
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Progress in Nuclear and Particle Physics	1-48
Progress in Nuclear and Particle Physics	1-40
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1016/j.ppnp.2021.103858	有
10.1010/j.ppnp.2021.100000	
ナープンフクセフ	
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	該当する
1.著者名	4 . 巻
1.著者名 P. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author)	4.巻
1.著者名 R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author)	4.巻 2103.05419
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author)	2103.05419
	2103.05419
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2 .論文標題	2103.05419
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author)	2103.05419
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2 .論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report	2103.05419 5.発行年 2021年
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2 .論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3 .雑誌名	2103.05419 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2 .論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report	2103.05419 5.発行年 2021年
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2 .論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3 .雑誌名	2103.05419 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2. 論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3. 雑誌名 arXiv:2103.05419	2103.05419 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2. 論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3. 雑誌名 arXiv:2103.05419	2103.05419 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 1-902
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2. 論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3. 雑誌名 arXiv:2103.05419 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子)	2103.05419 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 1-902 査読の有無
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2. 論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3. 雑誌名 arXiv:2103.05419	2103.05419 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 1-902
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2. 論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3. 雑誌名 arXiv:2103.05419 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) なし	2103.05419 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 1-902 査読の有無 有
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2. 論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3. 雑誌名 arXiv:2103.05419 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし オープンアクセス	2103.05419 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 1-902 査読の有無 有
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2. 論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3. 雑誌名 arXiv:2103.05419 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) なし	2103.05419 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 1-902 査読の有無 有
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2. 論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3. 雑誌名 arXiv:2103.05419 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし オープンアクセス	2103.05419 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 1-902 査読の有無 有
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2. 論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3. 雑誌名 arXiv:2103.05419 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) なし 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)	2103.05419 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 1-902 査読の有無 有 国際共著 該当する
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2. 論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3. 雑誌名 arXiv:2103.05419 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) なし 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)	2103.05419 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 1-902 査読の有無 有 国際共著 該当する
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2. 論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3. 雑誌名 arXiv:2103.05419 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) なし 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)	2103.05419 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 1-902 査読の有無 有 国際共著 該当する
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2. 論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3. 雑誌名 arXiv:2103.05419 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし 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) 1. 著者名 Shunzo Kumano	2103.05419 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 1-902 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 2019 version
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2. 論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3. 雑誌名 arXiv:2103.05419 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) なし 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)	2103.05419 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 1-902 査読の有無 有 国際共著 該当する
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2. 論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3. 雑誌名 arXiv:2103.05419 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし 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) 1. 著者名 Shunzo Kumano 2. 論文標題	2103.05419 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 1-902 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 2019 version 5.発行年
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2. 論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3. 雑誌名 arXiv:2103.05419 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし 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) 1. 著者名 Shunzo Kumano	2103.05419 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 1-902 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 2019 version
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2. 論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3. 雑誌名 arXiv:2103.05419 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし 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) 1. 著者名 Shunzo Kumano 2. 論文標題 Gravitational sources in the microscopic world and novel hadron physics by gluon transversity	2103.05419 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 1-902 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 2019 version 5.発行年 2020年
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2 . 論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3 . 雑誌名 arXiv:2103.05419 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし 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) 1 . 著者名 Shunzo Kumano 2 . 論文標題 Gravitational sources in the microscopic world and novel hadron physics by gluon transversity 3 . 雑誌名	2103.05419 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 1-902 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 2019 version 5.発行年 2020年 6.最初と最後の頁
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2. 論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3. 雑誌名 arXiv:2103.05419 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし 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) 1. 著者名 Shunzo Kumano 2. 論文標題 Gravitational sources in the microscopic world and novel hadron physics by gluon transversity	2103.05419 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 1-902 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 2019 version 5.発行年 2020年
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2 . 論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3 . 雑誌名 arXiv:2103.05419 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし 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) 1 . 著者名 Shunzo Kumano 2 . 論文標題 Gravitational sources in the microscopic world and novel hadron physics by gluon transversity 3 . 雑誌名	2103.05419 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 1-902 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 2019 version 5.発行年 2020年 6.最初と最後の頁
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2 . 論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3 . 雑誌名 arXiv:2103.05419 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし 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) 1 . 著者名 Shunzo Kumano 2 . 論文標題 Gravitational sources in the microscopic world and novel hadron physics by gluon transversity 3 . 雑誌名	2103.05419 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 1-902 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 2019 version 5.発行年 2020年 6.最初と最後の頁
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2.論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3.雑誌名 arXiv:2103.05419 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし 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) 1.著者名 Shunzo Kumano 2.論文標題 Gravitational sources in the microscopic world and novel hadron physics by gluon transversity 3.雑誌名 KEK Annual Report	2103.05419 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 1-902 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 2019 version 5.発行年 2020年 6.最初と最後の頁 50-51
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2. 論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3. 雑誌名 arXiv:2103.05419 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし 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) 1. 著者名 Shunzo Kumano 2. 論文標題 Gravitational sources in the microscopic world and novel hadron physics by gluon transversity 3. 雑誌名 KEK Annual Report	2103.05419 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 1-902 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 2019 version 5.発行年 2020年 6.最初と最後の頁 50-51 査読の有無
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2.論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3.雑誌名 arXiv:2103.05419 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし 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) 1.著者名 Shunzo Kumano 2.論文標題 Gravitational sources in the microscopic world and novel hadron physics by gluon transversity 3.雑誌名 KEK Annual Report	2103.05419 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 1-902 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 2019 version 5.発行年 2020年 6.最初と最後の頁 50-51
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2. 論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3. 雑誌名 arXiv:2103.05419 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし 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) 1. 著者名 Shunzo Kumano 2. 論文標題 Gravitational sources in the microscopic world and novel hadron physics by gluon transversity 3. 雑誌名 KEK Annual Report 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし	2103.05419 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 1-902 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 2019 version 5.発行年 2020年 6.最初と最後の頁 50-51 査読の有無 有
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2. 論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3. 雑誌名 arXiv:2103.05419 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし 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) 1. 著者名 Shunzo Kumano 2. 論文標題 Gravitational sources in the microscopic world and novel hadron physics by gluon transversity 3. 雑誌名 KEK Annual Report	2103.05419 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 1-902 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 2019 version 5.発行年 2020年 6.最初と最後の頁 50-51 査読の有無
R. Abdul Khalek et al. (Shunzo Kumano 150th author) 2. 論文標題 Science Requirements and Detector Concepts for the Electron-Ion Collider: EIC Yellow Report 3. 雑誌名 arXiv:2103.05419 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし 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) 1. 著者名 Shunzo Kumano 2. 論文標題 Gravitational sources in the microscopic world and novel hadron physics by gluon transversity 3. 雑誌名 KEK Annual Report 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし	2103.05419 5.発行年 2021年 6.最初と最後の頁 1-902 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 2019 version 5.発行年 2020年 6.最初と最後の頁 50-51 査読の有無 有

1.著者名	4 . 巻
Kazuhiro Tanaka	26
2.論文標題	5 . 発行年
Operator Relations for Gravitational Form Factors	2019年
sporator relations for craft attornal relations	2010 1
	6.最初と最後の頁
JPS Conference Proceedings	021003 (1-4)
	*** o + m
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.7566/JPSCP.26.021003	有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	該当する
1.著者名	4 . 巻
S. Kumano,Qin-Tao Song	101
o. Namano, aminato oung	
	5.発行年
Gluon transversity in polarized proton-deuteron Drell-Yan process	2020年
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Physical Review D	054011 (1-22)
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1103/PhysRevD.101.054011	有
10.1160/11lyGNGVE.101.604011	F
オープンアクセス	国際共著
ナー プンフクトフレーテンス (また) スのマウでも 2)	
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	該当する
1.著者名	4 . 巻
1.著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song	4.巻
1.著者名	4 . 巻
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題	4.巻
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon	4 . 巻 101 5 . 発行年
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity	4.巻 101 5.発行年 2020年
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity	4.巻 101 5.発行年 2020年
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名 Physical Review D	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013 (1-8)
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名 Physical Review D	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013 (1-8) 査読の有無
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名 Physical Review D	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013 (1-8)
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名 Physical Review D 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.094013	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013 (1-8) 査読の有無 有
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名 Physical Review D 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.094013	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013 (1-8) 査読の有無 有
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名 Physical Review D 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.094013	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013 (1-8) 査読の有無 有
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名 Physical Review D 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.094013	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013 (1-8) 査読の有無 有
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名 Physical Review D 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.094013	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013 (1-8) 査読の有無 有
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名 Physical Review D 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.094013 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) 1 . 著者名	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013 (1-8) 査読の有無 有 国際共著 該当する
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名 Physical Review D 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.094013 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)	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013 (1-8) 査読の有無 有 国際共著 該当する
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名 Physical Review D 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.094013 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) 1 . 著者名 熊野俊三	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013 (1-8) 査読の有無 有 国際共著 該当する
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名 Physical Review D 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.094013 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) 1 . 著者名 熊野俊三 2 . 論文標題	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013 (1-8) 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 第64巻 5 . 発行年
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名 Physical Review D 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.094013 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) 1 . 著者名 熊野俊三	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013 (1-8) 査読の有無 有 国際共著 該当する
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名 Physical Review D 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.094013 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) 1 . 著者名 熊野俊三 2 . 論文標題 ハドロンの重力形状因子	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013 (1-8) 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 第64巻 5 . 発行年 2019年
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名 Physical Review D 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.094013 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) 1 . 著者名 熊野俊三 2 . 論文標題 ハドロンの重力形状因子 3 . 雑誌名	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013 (1-8) 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 第64巻 5 . 発行年 2019年 6 . 最初と最後の頁
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名 Physical Review D 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.094013 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) 1 . 著者名 熊野俊三 2 . 論文標題 ハドロンの重力形状因子	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013 (1-8) 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 第64巻 5 . 発行年 2019年
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名 Physical Review D 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.094013 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) 1 . 著者名 熊野俊三 2 . 論文標題 ハドロンの重力形状因子 3 . 雑誌名	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013 (1-8) 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 第64巻 5 . 発行年 2019年 6 . 最初と最後の頁
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名 Physical Review D 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.094013 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) 1 . 著者名 熊野俊三 2 . 論文標題 ハドロンの重力形状因子 3 . 雑誌名 原子核研究	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013 (1-8) 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 第64巻 5 . 発行年 2019年 6 . 最初と最後の頁 76-89
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名 Physical Review D 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.094013 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) 1 . 著者名 熊野俊三 2 . 論文標題 ハドロンの重力形状因子 3 . 雑誌名	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013 (1-8) 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 第64巻 5 . 発行年 2019年 6 . 最初と最後の頁
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名 Physical Review D 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.094013 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) 1 . 著者名 熊野俊三 2 . 論文標題 ハドロンの重力形状因子 3 . 雑誌名 原子核研究	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013 (1-8) 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 第64巻 5 . 発行年 2019年 6 . 最初と最後の頁 76-89
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名 Physical Review D 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.094013 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) 1 . 著者名 熊野俊三 2 . 論文標題 ハドロンの重力形状因子 3 . 雑誌名 原子核研究	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013 (1-8) 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 第64巻 5 . 発行年 2019年 6 . 最初と最後の頁 76-89
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名 Physical Review D 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.094013 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) 1 . 著者名 熊野俊三 2 . 論文標題 ハドロンの重力形状因子 3 . 雑誌名 原子核研究 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013 (1-8) 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 第64巻 5 . 発行年 2019年 6 . 最初と最後の頁 76-89
1 . 著者名 S. Kumano,Qin-Tao Song 2 . 論文標題 Deuteron polarizations in the proton-deuteron Drell-Yan process for finding the gluon transversity 3 . 雑誌名 Physical Review D 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevD.101.094013 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) 1 . 著者名 熊野俊三 2 . 論文標題 ハドロンの重力形状因子 3 . 雑誌名 原子核研究 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)	4 . 巻 101 5 . 発行年 2020年 6 . 最初と最後の頁 094013 (1-8) 査読の有無 有 国際共著 該当する 4 . 巻 第64巻 5 . 発行年 2019年 6 . 最初と最後の頁 76-89

〔学会発表〕 計72件(うち招待講演 35件/うち国際学会 46件)
1.発表者名
Shunzo Kumano
2.発表標題
Novel hadron phsics by 3D and spin-1 structure functions
3 . 学会等名
Yonsei workshop series on Nuclear Hadron Physics-3, Yonsei University, Seol, South Korea, April 6, 2023(招待講演)(国際学
会)
2023年
1. 発表者名
Shunzo Kumano
2 . 発表標題
Structure functions of the deuteron
3 . 学会等名
CFNS workshop on Electron-Nuclei Interaction at EIC, CFNS, Stony Brook University, Stony Brook, New York, USA, July 7, 2023
(招待講演)(国際学会)
4. 発表年
2023年
1.発表者名
Shunzo Kumano
2 . 発表標題
Structure functions of the spin -1 deuteron
3 . 学会等名
ECT* workshop on Tensor Spin Observables, ECT*, Trento, Italy, July 10, 2023(招待講演)(国際学会)
4.発表年
2023年
1.発表者名
Shunzo Kumano
2 . 発表標題
2 . 光衣标题 Progress on GPD tomography and spin-1 structure functions
2
3 . 学会等名 Seminar at Institute of Modern Physics, Chinese Academy of Sciences, Huizhou, Guangdong, China, August 15, 2023(招待講演)
ocinitial at institute of wodern rhysics, offices readely of sefences, flutzhoù, duanguong, offila, August 13, 2023(指行碘/炔)
4.発表年
2023年
2023年

1.発表者名
Shunzo Kumano
2.発表標題
GPD program with hadronic beams
3.学会等名
ECT*-APCTP joint workshop: exploring resonance structure with transition GPDS, ECT*, Trento, Italy. August 23, 2023(招待講
演)(国際学会)
4.発表年
2023年
1.発表者名
田中和廣
2.発表標題
重力形状因子に対するQCD関係式
3.学会等名
第20回高エネルギーQCD・核子構造勉強会,理化学研究所(和光市),2023年9月19日(招待講演)
4.発表年
2023年
1.発表者名
1.発表者名 Kazuhiro Tanaka
Kazuhiro Tanaka
Kazuhiro Tanaka 2 . 発表標題
Kazuhiro Tanaka
Kazuhiro Tanaka 2 . 発表標題
Xazuhiro Tanaka 2 . 発表標題 QCD relations for gravitational form factors
Kazuhiro Tanaka 2 . 発表標題
 X表標題 QCD relations for gravitational form factors 3 . 学会等名 KPS-JPS Joint Symposium on EIC (Electron-Ion Collider) physics of Korean Physical Society Fall Meeting, Changwon, Korea,
Xazuhiro Tanaka 2 . 発表標題 QCD relations for gravitational form factors 3 . 学会等名
Xazuhiro Tanaka 2 . 発表標題 QCD relations for gravitational form factors 3 . 学会等名 KPS-JPS Joint Symposium on EIC (Electron-Ion Collider) physics of Korean Physical Society Fall Meeting, Changwon, Korea, October 24-27, 2023 (招待講演) (国際学会)
 X表標題 QCD relations for gravitational form factors 3 . 学会等名 KPS-JPS Joint Symposium on EIC (Electron-Ion Collider) physics of Korean Physical Society Fall Meeting, Changwon, Korea,
Kazuhiro Tanaka 2 . 発表標題 QCD relations for gravitational form factors 3 . 学会等名 KPS-JPS Joint Symposium on EIC (Electron-Ion Collider) physics of Korean Physical Society Fall Meeting, Changwon, Korea, October 24-27, 2023 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年
Kazuhiro Tanaka 2 . 発表標題 QCD relations for gravitational form factors 3 . 学会等名 KPS-JPS Joint Symposium on EIC (Electron-Ion Collider) physics of Korean Physical Society Fall Meeting, Changwon, Korea, October 24-27, 2023 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2023年
Kazuhiro Tanaka 2 . 発表標題 QCD relations for gravitational form factors 3 . 学会等名 KPS-JPS Joint Symposium on EIC (Electron-Ion Collider) physics of Korean Physical Society Fall Meeting, Changwon, Korea, October 24-27, 2023 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2023年
Kazuhiro Tanaka 2 . 発表標題 QCD relations for gravitational form factors 3 . 学会等名 KPS-JPS Joint Symposium on EIC (Electron-Ion Collider) physics of Korean Physical Society Fall Meeting, Changwon, Korea, October 24-27, 2023 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2023年
Kazuhiro Tanaka 2 . 発表標題 QCD relations for gravitational form factors 3 . 学会等名 KPS-JPS Joint Symposium on EIC (Electron-Ion Collider) physics of Korean Physical Society Fall Meeting, Changwon, Korea, October 24-27, 2023 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2023年
Z . 発表標題 QCD relations for gravitational form factors 3 . 学会等名 KPS-JPS Joint Symposium on EIC (Electron-Ion Collider) physics of Korean Physical Society Fall Meeting, Changwon, Korea, October 24-27, 2023 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2023年 1 . 発表者名 Kazuhiro Tanaka
Kazuhiro Tanaka 2 . 発表標題 QCD relations for gravitational form factors 3 . 学会等名 KPS-JPS Joint Symposium on EIC (Electron-Ion Collider) physics of Korean Physical Society Fall Meeting, Changwon, Korea, October 24-27, 2023 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2023年
Z . 発表標題 QCD relations for gravitational form factors 3 . 学会等名 KPS-JPS Joint Symposium on EIC (Electron-Ion Collider) physics of Korean Physical Society Fall Meeting, Changwon, Korea, October 24-27, 2023 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2023年 1 . 発表者名 Kazuhiro Tanaka
Xazuhiro Tanaka 2 . 発表標題 QCD relations for gravitational form factors 3 . 学会等名 KPS-JPS Joint Symposium on EIC (Electron-Ion Collider) physics of Korean Physical Society Fall Meeting, Changwon, Korea, October 24-27, 2023 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2023年 1 . 発表者名 Kazuhiro Tanaka
Xazuhiro Tanaka 2 . 発表標題 QCD relations for gravitational form factors 3 . 学会等名 KPS-JPS Joint Symposium on EIC (Electron-Ion Collider) physics of Korean Physical Society Fall Meeting, Changwon, Korea, October 24-27, 2023 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2023年 1 . 発表者名 Kazuhiro Tanaka
Xazuhiro Tanaka 2 . 発表標題 QCD relations for gravitational form factors 3 . 学会等名 KPS-JPS Joint Symposium on EIC (Electron-Ion Collider) physics of Korean Physical Society Fall Meeting, Changwon, Korea, October 24-27, 2023 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2023年 1 . 発表者名 Kazuhiro Tanaka
Xazuhiro Tanaka 2 . 発表標題 QCD relations for gravitational form factors 3 . 学会等名 KPS-JPS Joint Symposium on EIC (Electron-Ion Collider) physics of Korean Physical Society Fall Meeting, Changwon, Korea, October 24-27, 2023 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2023年 1 . 発表者名 Kazuhiro Tanaka
Xazuhiro Tanaka 2. 発表標題 QCD relations for gravitational form factors 3. 学会等名 KPS-JPS Joint Symposium on EIC (Electron-Ion Collider) physics of Korean Physical Society Fall Meeting, Changwon, Korea, October 24-27, 2023 (招待講演) (国際学会) 4. 発表年 2023年 1. 発表者名 Kazuhiro Tanaka 2. 発表標題 Perturbative QCD constraints on the gravitational form factors 3. 学会等名 6th Joint Meeting of the American Physical Society Division of Nuclear Physics and the Physical Society of Japan, Waikoloa,
2. 発表標題 QCD relations for gravitational form factors 3. 学会等名 KPS-JPS Joint Symposium on EIC (Electron-Ion Collider) physics of Korean Physical Society Fall Meeting, Changwon, Korea, October 24-27, 2023 (招待講演) (国際学会) 4. 発表年 2023年 1. 発表者名 Kazuhiro Tanaka 2. 発表標題 Perturbative QCD constraints on the gravitational form factors
2.発表標題 QCD relations for gravitational form factors 3.学会等名 KPS-JPS Joint Symposium on EIC (Electron-Ion Collider) physics of Korean Physical Society Fall Meeting, Changwon, Korea, October 24-27, 2023 (招待講演) (国際学会) 4.発表年 2023年 1.発表者名 Kazuhiro Tanaka 2.発表標題 Perturbative QCD constraints on the gravitational form factors 3.学会等名 6th Joint Meeting of the American Physical Society Division of Nuclear Physics and the Physical Society of Japan, Waikoloa, USA, November 26-December 1, 2023 (招待講演) (国際学会)
 Xazuhiro Tanaka 2. 発表標題
2.発表標題 QCD relations for gravitational form factors 3.学会等名 KPS-JPS Joint Symposium on EIC (Electron-Ion Collider) physics of Korean Physical Society Fall Meeting, Changwon, Korea, October 24-27, 2023 (招待講演) (国際学会) 4.発表年 2023年 1.発表者名 Kazuhiro Tanaka 2.発表標題 Perturbative QCD constraints on the gravitational form factors 3.学会等名 6th Joint Meeting of the American Physical Society Division of Nuclear Physics and the Physical Society of Japan, Waikoloa, USA, November 26-December 1, 2023 (招待講演) (国際学会)

1.発表者名 Kazuhiro Tanaka
2.発表標題 Pion gravitational form factors from QCD sum rules
3.学会等名 6th Joint Meeting of the American Physical Society Division of Nuclear Physics and the Physical Society of Japan, Waikoloa, USA, November 26-December 1, 2023 (国際学会)
4 . 発表年 2023年
1 . 発表者名 Shunzo Kumano
2.発表標題 3D tomography of hadrons with hadron and lepton beam
3.学会等名 6th Joint Meeting of the American Physical Society Division of Nuclear Physics and the Physical Society of Japan, Waikoloa, USA, November 26-December 1, 2023(招待講演)(国際学会)
4 . 発表年 2023年
1.発表者名
Shunzo Kumano
2. 発表標題 TMDs and PDFs for spin-1 hadrons up to twist 4
3.学会等名 6th Joint Meeting of the American Physical Society Division of Nuclear Physics and the Physical Society of Japan, Waikoloa, USA, November 26-December 1, 2023 (国際学会)
4 . 発表年 2023年
1 ※主字々
1.発表者名 Kazuhiro Tanaka
2 . 発表標題 Twist-four quark/gluon gravitational form factor Cbar{q,g} at NNLO QCD from trace anomaly constraints

3.学会等名 RIKEN-BNL Research Center Workshop on Generalized Parton Distributions for Nucleon Tomography in the EIC Era, Upton, USA, January 17–19, 2024(招待講演)(国際学会)

4.発表年 2024年

1.発表者名 田中和廣
2 . 発表標題 中間子の重力形状因子に対するQCD和則:ツイスト4補正の効果
3 . 学会等名 日本物理学会2024年春季大会、オンライン開催、2024年3月18日-21日
4.発表年 2024年
2024+
1.発表者名 川村浩之,田中和廣
2.発表標題
B中間子波動関数のNLO発展方程式の配位空間での解析
3.学会等名
3 - 子云守石 日本物理学会2024年春季大会、オンライン開催、2024年3月18日-21日
4 . 発表年
2024年
1.発表者名 董宇兵,付東彦,熊野俊三
2.発表標題
2 · 光な信題 スピン3/2 ハドロンの一般化パートン分布の研究
3. 学会等名
3 - 子云守石 日本物理学会2024年春季大会、オンライン開催、2024年3月18日-21日
4.発表年
2024年
1.発表者名
陳旭栄,熊野俊三,國友理紗,呉思雨,謝亜平
2 . 発表標題
ニュートリノ反応におけるパイ中間子生成断面積を用いた一般化パートン分布の研究
3 . 学会等名 日本物理学会2024年春季大会、オンライン開催、2024年3月18日-21日
日 1 1 10 元 1 日 子 7 1 A 1 A 1 A 1 A 1 A 1 A 1 A 1 A 1 A 1
4 . 発表年 2024年

1.発表者名
Shunzo Kumano
2 . 発表標題 The PPE and multiporter distributions of opin 1 hadrons and their relations
TMDs, PDFs, and multiparton distributions of spin-1 hadrons and their relations
3.学会等名
29th International Workshop on Deep-Inelastic Scattering and Related Subjects(国際学会)
4 . 発表年
2022年
4
1.発表者名 Shunzo Kumano
STUTIZU KUIIIATU
つ び 主 4本 日本
2 . 発表標題 Recent progress on TMDs and PDFs of spin-1 hadrons
הפספות פוספופסס טוו וווושס מווע דערס טו ספוווייו וומעוטווס
2 × 4 4 7 7
3 . 学会等名 6th International Workshop on Transverse Polarization Phenomena in Hard Processes(招待講演)(国際学会)
oth international moreonep on manoverse rotalization flictionicia in hald flocesses (拍付語,例)(国际子云)
4.発表年
2022年
1 ※主之々
1.発表者名 Shunzo Kumano
OTATIZO TARRIGITO
2
2 . 発表標題 Studies of GPDs and gravitational form factors at KEKB, J-PARC, and Fermilab-LBNF
Station S. S. Do and gravitational form factors at NERD, OFFINIO, and Formitian-LDM
2.
3 . 学会等名 Workshop on Origin of the Visible Universe: Unraveling the Proton Mass (招待講演) (国際学会)
потколор он оттупн от the visible оптverse. оптаvering the гтотон wass (заплииж,) (四际子云)
4.発表年
2022年
1
1.発表者名 Shunzo Kumano
OTIGINAL INCIDITO
2. 艾丰福昭
2 . 発表標題 Gravitational form factors of hadrons from GPDs
STATELETISHAE TOTHE TAULIONS OF HAUTONS FIRME OF DS
2.
3 . 学会等名 Workshop on Revealing emergent mass through studies of hadron spectra and structure(招待講演)(国際学会)
morkanop on Neveating emergent mass through studies of hadron spectra and structure (百行語次)(国际子云)
4.発表年
2022年

1.発表者名
Shunzo Kumano
2.発表標題
2 . 光衣宗题 Prospects on GPDs and structure functions of spin-1 deuteron
and the second s
2
3.学会等名 APCTP Workshop on the Physics of Electron Ion Collider(招待講演)(国際学会)
Artir Workshop on the rhysics of Electron for Corrider (由市确决)(国际子云)
4 . 発表年
2022年
1. 発表者名
Shunzo Kumano
2 . 発表標題
Progress on structure functions of the spin-1 deuteron
3.学会等名
3 · チ云寺日 Workshop on Tomography of light nuclei at an EIC(招待講演)(国際学会)
norkshop on Tomography of Tight hucter at an Elo(由市确度)(国际于云)
4 . 発表年
2022年
1. 発表者名
Kazuhiro Tanaka
2.発表標題
Twist-four gravitational form factor $\text{Ybar}\{C\}_{q,g}$ at NNLO QCD from trace anomaly constraints
3.学会等名
The 30th international workshop on deep-inelastic scattering and related subjects (DIS 2023)(国際学会)
The count international morkshop on deep-inerastic souttering and letated subjects (DIO 2020) (国际于云)
4 . 発表年
2023年
1.発表者名
田中和廣
2.発表標題
中間子の重力形状因子に対するQCD和則
3.学会等名
3.字云寺台
U ¹¹ 171吐于云 1/1/子八云
4.発表年
2022年

1.発表者名 川村浩之,田中和廣
/川13/A之,山门YNI灰
2.発表標題
プースト変換した非局所演算子に基づく準(擬)パートン分布関数の因子化
3 . 学会等名 日本物理学会 秋季大会
4 . 発表年 2022年
1.発表者名 熊野俊三,宋勤涛
2.発表標題
クォークの運動方程式を用いたスピン1粒子のパートン分布関数の関係式
3.学会等名
日本物理学会 秋季大会
4 . 発表年 2022年
1.発表者名
田中和廣
2 . 発表標題 核子および 中間子のツイスト4重力形状因子のNNLO QCD計算とシグマ項
3.学会等名
日本物理学会 春季大会
4 . 発表年 2023年
1 . 発表者名
川村浩之,田中和廣
2.発表標題 ブースト変換した非局所演算子に基づく準(擬)パートン分布関数の因子化II
3.学会等名
日本物理学会 春季大会
4.発表年 2023年

1.発表者名 熊野俊三,國友理紗
2 . 発表標題 ニュートリノ反応を用いた核子の重力形状因子に関する理論研究
3 . 学会等名 日本物理学会 春季大会
4 . 発表年 2023年
1.発表者名 熊野俊三,松本理惠子
2.発表標題 量子コンピュータを用いた重いクォーク束縛系の研究
3 . 学会等名 日本物理学会 春季大会
4 . 発表年
2023年
1.発表者名
Shunzo Kumano
2.発表標題
Possible studies of gluon transversity in the spin-1 deuteron at hadron-accelerator facilities
3 . 学会等名
28th International workshop on Deep-Inelastic Scattering and Related Subjects (DIS2021), (Online) Stony Brook, New York, USA, April 14, 2021 (国際学会)
05A, APITI 14, 2021 (国际子云) 4.発表年
2021年
1.発表者名
熊野俊三
2.発表標題
Electric quadrupole moment of -
3 労会等を
3.学会等名 Meeting of the K10 Task Force at J-PARC, (Online) Tokai, Japan, April 15, 2021 (招待講演)
mosting of the Kie lask refee at errane, (emille) lokal, eapail, april 10, 2021 (1月) 時次)
4 . 発表年
2021年

1、発表者名
Shunzo Kumano
つ 改主価明
2 . 発表標題
Hadron tomography and gravitational form factors
3.学会等名
3.字云寺石 Workshop on Mass in the Standard Model and Consequences of its Emergence, (Online) ECT*, Trento, Italy, April 20, 2021 (招待)
imass in the standard model and consequences of its emergence, (offine) Ecr., frento, italy, April 20, 2021 (指持 講演) (国際学会)
4.発表年
2021年
1
1 . 発表者名 Shares Karasa
Shunzo Kumano
つ 改革価値
2.発表標題
TMDs for spin-1 hadrons
2.
3.学会等名
QCD Evolution Workshop 2021, (Online) UCLA, Los Angeles, USA, May 14, 2021 (国際学会)
A 改革在
4 . 発表年
2021年
1 . 発表者名
Shunzo Kumano
2. 発表標題
J-PARC hadron physics and future possibilities on color transparency
3 . 学会等名
Workshop on The Future of Color Transparency and Hadronization Studies at Jefferson Lab and Beyond, (Online) USA-eastern
time, MSU/Orsay/FIU/Penn State, June 7, 2021(招待講演)(国際学会)
4. 発表年
2021年
1.発表者名
Shunzo Kumano
2.発表標題
Gluon transversity and TMDs for spin-1 hadrons
3 . 学会等名
19th International Conference on Hadron Spectroscopy and Structure (Haron2021), (Online) Mexico City, Mexico, July 28, 2021
(国際学会)
4 . 発表年
2021年

1.発表者名
Shunzo Kumano
2. 及主 1 西 日 百
2 . 発表標題 Structure functions of spin-1 deuteron
3.学会等名
8th EicC workshop in Lanzhou, (Online) Lanzhou, China, August 27, 2021(招待講演)(国際学会)
4.発表年
2021年
1.発表者名 Shunzo Kumano
OTOTALO TOTOTALO
2 . 発表標題
Possible studies on generalized parton distributions and gravitational form factors by high-energy LBNF neutrino beam
3. 学会等名
22nd International Workshop on Neutrinos from Accelerators (NuFact 2021), (Online/In person) Cagliari, Italy, September 9, 2021(国際学会)
4 . 発表年
2021年
1.発表者名
I . 完衣有台 Kazuhiro Tanaka
2.発表標題
Three-loop corrections to the quark and gluon decomposition of the QCD trace anomaly and their applications
3.学会等名 The 24th International Spin Symposium (SDIN2024) bubrid (Nataua, Japan and Anline) October 18.22, 2021 (国際学会)
The 24th International Spin Symposium (SPIN2021), hybrid (Matsue, Japan and online), October 18–22, 2021(国際学会)
4. 発表年
2021年
1.発表者名
Shunzo Kumano
2.発表標題
TMDs for spin-1 hadrons
3.学会等名 The 24th International Spin Symposium (SPIN2021), hybrid (Matsue, Japan and online), October 18–22, 2021(国際学会)
4 . 発表年
2021年

1.発表者名
川村浩之,田中和廣
2.発表標題
B中間子の光円錐波動関数と擬波動関数への輻射補正の解析
2.
3 . 学会等名 ロ本物理学会 秋季大会 オンライン (700m) 関併 2024年0月14日 17日
日本物理学会 秋季大会, オンライン (Zoom) 開催, 2021年9月14日-17日
4.発表年
2021年
1.発表者名
田中和廣
2.発表標題
2 : 光衣信題 核子のツイスト4の重力形状因子に対する3ループQCD補正の効果
ンコペン・ソニュペモンルがはコピソコシののなっとはの間正ながは、
3 . 学会等名
日本物理学会 秋季大会, オンライン (Zoom) 開催, 2021年9月14日-17日
4.発表年
4 . 免表中 2021年
4V41 +
1.発表者名
熊野俊三,宋勤涛
2.発表標題
スピン 1 粒子のツイスト 3 パートン分布関数
3 . 学会等名
日本物理学会 秋季大会,オンライン(Zoom)開催,2021年9月14日-17日
4 . 発表年
2021年
1
1.発表者名 Shuggo Kumana
Shunzo Kumano
2 . 発表標題
Polarized PDFs and TMDs for spin-1 hadrons
3.学会等名
5. 子云寸石 5th Workshop on QCD Structure of the Nucleon, (In person/Online) Alcala de Henares, Madrid, Spain, October 6, 2021 (国際学
会)
4 . 発表年
2021年

1 . 発表者名 Shunzo Kumano
2. 発表標題 Novel hadron physics by structure functions of spin-1 hadrons
3.学会等名 Light Cone 2021 Conference: Physics of Hadrons on the Light Front, (In-person/Online) Jeju Island, South Korea, November 30, 2021 (招待講演) (国際学会)
4.発表年 2021年
1.発表者名 Kazuhiro Tanaka
2.発表標題 Operator relations for the GPDs and the gravitational form factors of hadrons
3.学会等名 High Energy Accelerator Research Organization (KEK) theory-center workshop on GPDs and related topics at J-PARC, online, Tsukuba, Japan, December 22, 2021(招待講演)(国際学会)
4 . 発表年 2021年
1.発表者名 Shunzo Kumano
2.発表標題 Possible GPD studies at the Fermilab long-baseline neutrino facility
3.学会等名 High Energy Accelerator Research Organization (KEK) theory-center workshop on GPDs and related topics at J-PARC, online, Tsukuba, Japan, December 22, 2021 (国際学会)
4 . 発表年 2021年
1.発表者名 Shunzo Kumano
2. 発表標題 Hadron physics from baryon structure

Second International Workshop on Extension Project for the J-PARC Hadron Experimental Facility (2nd J-PARC HEF-ex WS), (Online) J-PARC, Tokai, Japan, February 18, 2022(招待講演)(国際学会)

3 . 学会等名

4.発表年 2022年

1.発表者名 田中和廣
2.発表標題 クォークおよびグルーオンのエネルギー運動量テンソルのそれぞれへのトレースアノマリーと 中間子の質量公式・重力形状因子への応用
3.学会等名
日本物理学会 第77回年次大会, オンライン (Zoom) 開催, 2022年3月15日-19日
4 . 発表年 2022年
1.発表者名 川村浩之,田中和廣
2 . 発表標題 B中間子の光円錐波動関数と擬波動関数の摂動的マッチングについて
3 . 学会等名 日本物理学会 第77回年次大会, オンライン (Zoom) 開催, 2022年3月15日-19日
4 . 発表年 2022年
1.発表者名 田中和廣
2 . 発表標題 QCDトレースアノマリーのクォークおよびグルーオンのエネルギー運動量テンソルの寄与への分解の3ループ公式
3 . 学会等名 日本物理学会 秋季大会, オンライン (Zoom) 開催, 2020年9月14日-17日
4.発表年 2020年
1.発表者名 Kazuhi ro Tanaka
2 . 発表標題 Accessing nucleon GPDs with the exclusive pion-induced Drell-Yan process at J-PARC
3.学会等名 日本物理学会 第76回年次大会シンポジウム Japan-Korea symposium on high-energy reactions and flavors in quark matter, オンライン(Zoom)開催, 2021年3月12日-15日(招待講演)(国際学会)
4 . 発表年 2021年

1.発表者名 田中和廣
山下仰便
2 . 発表標題
核子のツイスト4の重力形状因子に対する3ループQCD補正の効果
3 . 学会等名
日本物理学会 第76回年次大会, オンライン (Zoom) 開催, 2021年3月12日-15日
4.発表年
2021年
·
1.発表者名
Shunzo Kumano
2.発表標題
Possible studies of polarized structure functions for the spin-1 deuteron at hadron accelerator facilities
3.学会等名
Online seminar, Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics, Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia, May 21,
2020(招待講演)(国際学会)
4. 発表年
2020年
1.発表者名
熊野俊三,宋勤涛
2 . 発表標題
グルーオン・トランスバーシティ分布を用いた重陽子の新たな構造研究
3 . 学会等名
日本物理学会 秋季大会,オンライン (Zoom) 開催,2020年9月14日-17日
4 改丰左
4 . 発表年 2020年
2√2√ T
1.発表者名
Shunzo Kumano
2.発表標題
Gluon transversity and tensor-polarized gluon distribution in the deuteron
The state of the s
2
3.学会等名
Online workshop, Gluon content of proton and deuteron with the Spin Physics Detector at the NICA collider, Dubna, Russia, October 1, 2020(招待講演)(国際学会)
4. 発表年
2020年

1.発表者名 Shunzo Kumano
Stutizo Ruillatio
2.発表標題
Polarized structure functions of spin-1 deuteron in proton-deuteron Drell-Yan processes
2.
3.学会等名 Online 17th International Workshope on Hodron Structure and Spectropoppy Tricate Italy, November 18, 2020(切结珠宝)(国
Online, 17th International Workshops on Hadron Structure and Spectroscopy, Trieste, Italy, November 18, 2020(招待講演)(国際学会)
<u>際学会)</u> 4.発表年
4 . 死衣 牛 2020年
ZUZU '†
1.発表者名
I. 光衣有有 Shunzo Kumano
OTATIZO TAIRIATO
2.発表標題
Structure functions for the spin-1 deuteron
3.学会等名
Online, 7th workshop on Resummation, Evolution, Factorization 2020, Edinburgh, United Kingdom, December 9, 2020(国際学会)
4.発表年
2020年
1 . 発表者名
Shunzo Kumano
2. 森丰博昭
2.発表標題 Possible studies on gravitational form factors of badrons by high energy LBNE poutring beam
2 . 発表標題 Possible studies on gravitational form factors of hadrons by high-energy LBNF neutrino beam
Possible studies on gravitational form factors of hadrons by high-energy LBNF neutrino beam
Possible studies on gravitational form factors of hadrons by high-energy LBNF neutrino beam 3 . 学会等名
Possible studies on gravitational form factors of hadrons by high-energy LBNF neutrino beam 3 . 学会等名 Online workshop on Beta decay, r process, and related weak-interaction processes, Tsukuba, Japan, February 19, 2021 (招待講
Possible studies on gravitational form factors of hadrons by high-energy LBNF neutrino beam 3 . 学会等名 Online workshop on Beta decay, r process, and related weak-interaction processes, Tsukuba, Japan, February 19, 2021 (招待講演) (国際学会)
Possible studies on gravitational form factors of hadrons by high-energy LBNF neutrino beam 3 . 学会等名 Online workshop on Beta decay, r process, and related weak-interaction processes, Tsukuba, Japan, February 19, 2021 (招待講
Possible studies on gravitational form factors of hadrons by high-energy LBNF neutrino beam 3 . 学会等名 Online workshop on Beta decay, r process, and related weak-interaction processes, Tsukuba, Japan, February 19, 2021 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年
Possible studies on gravitational form factors of hadrons by high-energy LBNF neutrino beam 3 . 学会等名 Online workshop on Beta decay, r process, and related weak-interaction processes, Tsukuba, Japan, February 19, 2021 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2021年
Possible studies on gravitational form factors of hadrons by high-energy LBNF neutrino beam 3 . 学会等名 Online workshop on Beta decay, r process, and related weak-interaction processes, Tsukuba, Japan, February 19, 2021 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2021年
Possible studies on gravitational form factors of hadrons by high-energy LBNF neutrino beam 3 . 学会等名 Online workshop on Beta decay, r process, and related weak-interaction processes, Tsukuba, Japan, February 19, 2021 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2021年
Possible studies on gravitational form factors of hadrons by high-energy LBNF neutrino beam 3 . 学会等名 Online workshop on Beta decay, r process, and related weak-interaction processes, Tsukuba, Japan, February 19, 2021 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2021年
Possible studies on gravitational form factors of hadrons by high-energy LBNF neutrino beam 3 . 学会等名 Online workshop on Beta decay, r process, and related weak-interaction processes, Tsukuba, Japan, February 19, 2021 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 熊野俊三,宋勤涛
Possible studies on gravitational form factors of hadrons by high-energy LBNF neutrino beam 3 . 学会等名 Online workshop on Beta decay, r process, and related weak-interaction processes, Tsukuba, Japan, February 19, 2021 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 熊野俊三,宋勤涛
Possible studies on gravitational form factors of hadrons by high-energy LBNF neutrino beam 3 . 学会等名 Online workshop on Beta decay, r process, and related weak-interaction processes, Tsukuba, Japan, February 19, 2021 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 熊野俊三,宋勤涛
Possible studies on gravitational form factors of hadrons by high-energy LBNF neutrino beam 3 . 学会等名 Online workshop on Beta decay, r process, and related weak-interaction processes, Tsukuba, Japan, February 19, 2021 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 熊野俊三,宋勤涛
Possible studies on gravitational form factors of hadrons by high-energy LBNF neutrino beam 3 . 学会等名 Online workshop on Beta decay, r process, and related weak-interaction processes, Tsukuba, Japan, February 19, 2021 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 熊野俊三,宋勤涛
Possible studies on gravitational form factors of hadrons by high-energy LBNF neutrino beam 3 . 学会等名 Online workshop on Beta decay, r process, and related weak-interaction processes, Tsukuba, Japan, February 19, 2021 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 熊野俊三, 宋勤涛
Possible studies on gravitational form factors of hadrons by high-energy LBNF neutrino beam 3 . 学会等名 Online workshop on Beta decay, r process, and related weak-interaction processes, Tsukuba, Japan, February 19, 2021 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 熊野俊三,宋勤涛 2 . 発表標題 スピン 1 粒子の横運動量依存パートン分布関数 3 . 学会等名
Possible studies on gravitational form factors of hadrons by high-energy LBNF neutrino beam 3 . 学会等名 Online workshop on Beta decay, r process, and related weak-interaction processes, Tsukuba, Japan, February 19, 2021 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 熊野俊三, 宋勤涛
Possible studies on gravitational form factors of hadrons by high-energy LBNF neutrino beam 3 . 学会等名 Online workshop on Beta decay, r process, and related weak-interaction processes, Tsukuba, Japan, February 19, 2021 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 熊野俊三, 宋勤涛 2 . 発表標題 スピン 1 粒子の横運動量依存パートン分布関数 3 . 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会, オンライン (Zoom) 開催, 2021年3月12日-15日
Possible studies on gravitational form factors of hadrons by high-energy LBNF neutrino beam 3 . 学会等名 Online workshop on Beta decay, r process, and related weak-interaction processes, Tsukuba, Japan, February 19, 2021 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 熊野俊三, 宋勤涛 2 . 発表標題 スピン 1 粒子の横運動量依存パートン分布関数 3 . 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会, オンライン (Zoom) 開催, 2021年3月12日-15日
Possible studies on gravitational form factors of hadrons by high-energy LBNF neutrino beam 3 . 学会等名 Online workshop on Beta decay, r process, and related weak-interaction processes, Tsukuba, Japan, February 19, 2021 (招待講演) (国際学会) 4 . 発表年 2021年 1 . 発表者名 熊野俊三, 宋勤涛 2 . 発表標題 スピン 1 粒子の横運動量依存パートン分布関数 3 . 学会等名 日本物理学会 第76回年次大会, オンライン (Zoom) 開催, 2021年3月12日-15日

1 . 発表者名
Kazuhiro Tanaka
2.発表標題
Operator relations for gravitational form factors
3.学会等名
9th International Conference on Physics Opportunities at an Electron-Ion-Collider (POETIC 2019), Berkeley, USA, September
16-21, 2019 (国際学会)
4. 発表年
2019年
1.発表者名
田中和廣
o 7V-1-4F0E
2.発表標題
ハドロンの重力形状因子に対するQCD関係式
3. 学会等名
研究会「クォーク模型からみたエキゾチックハドロン研究の進展とQCDの新展開」,理化学研究所 和光キャンパス,2019年7月6日(招待講
演)
4 . 発表年
2019年
1.発表者名
Kazuhiro Tanaka
2.発表標題
Accessing GPDs with the exclusive pion-induced Drell-Yan process at J-PARC
3 . 学会等名
11th Circum-Pan-Pacic Symposium on High Energy Spin Physics, Miyazaki, Japan, August 27-30, 2019(招待講演)(国際学会)
4.発表年
2019年
1.発表者名
Kazuhiro Tanaka
2.発表標題
2 . সংগ্ৰেছায় Gravitational form factors and light-cone distributions for pseudoscalar mesons
oravitational form factors and fight-come distributions for pseudoscatal mesons
3. 学会等名
Mainz Institute for Theoretical Physics Program "Light-Cone Distribution Amplitudes of Hadrons in QCD and Their
Applications", Mainz, Germany, January 13-24, 2020(招待講演)(国際学会)
4.発表年
2020年

1.発表者名 Kazuhi ro Tanaka
2.発表標題 Accessing nucleon GPDs with the exclusive pion-induced Drell-Yan process at J-PARC
3.学会等名 日本物理学会 第75回年次大会シンポジウム Japan-Korea symposium on high-energy reactions and flavors in quark matter, 名古屋大学現地開催中止によるオンライン開催, 2020年3月16日-19日(招待講演)(国際学会)
4 . 発表年 2020年
1.発表者名 田中和廣、八田佳孝、Abha Rajan
2.発表標題 QCDトレースアノマリーのクォークおよびグルーオンのエネルギー運動量テンソルの寄与への分解公式
3.学会等名 日本物理学会 第75回年次大会,名古屋大学現地開催中止によるオンライン開催,2020年3月16日-19日
4 . 発表年 2020年
1.発表者名 Shunzo Kumano
2. 発表標題 Gravitational form factors for finding mass and pressure distributions in hadrons
3.学会等名 11th Circum-Pan-Pacic Symposium on High Energy Spin Physics, Miyazaki, Japan, August 27-30, 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年
1.発表者名 Shunzo Kumano
2.発表標題 Generalized distribution amplitudes and gravitational form factors of hadrons

3. 学会等名 XVth Rencontres du Vietnam "Perspectives in Hadron Physics", Quy Nhon, Vietnam, September 22-28, 2019 (招待講演) (国際学

会) 4.発表年 2019年

1. 発表者名	
Shunzo Kumano	
2.発表標題	
Quark and gluon transversity distributions	
3.学会等名	11 2020 (団吹告合 \
KEK workshop on Nucleon electric dipole moments and spin structure in 2020, KEK, Tokai, Japan, January	11, 2020(国际子云 <i>)</i>
4.発表年	
2020年	
1	
1.発表者名 Shunzo Kumano	
STORES ROMAND	
2 . 発表標題	
2 . 完衣標題 Partonic structure of tensor-polarized deuteron	
. a. to o ottactare of toncor polarizon douteron	
3.学会等名	
3.子云寺石 Workshop on Exploring QCD with light nuclei at EIC, Stony Brook, New York, USA, January 21-24, 2020 (招	待講演)(国際学会)
	1915年7八(国際子女)
4.発表年	
2020年	
1.発表者名	
Shunzo Kumano	
2 . 発表標題	
Internal structure of exotic-hadron candidates by hard reactions	
·	
3.学会等名	
KEK workshop on Physics of heavy-quark and exotic hadrons, KEK, Tokai, Japan, January 27-29, 2020 (招待	講演)(国際学会)
4. 発表年	
2020年	
熊野俊三,宋勤涛	
2.発表標題	
陽子・重陽子衝突におけるグルーオン・トランスバーシティ分布研究	
3. 学会等名	
日本物理学会 第75回年次大会, 名古屋大学現地開催中止によるオンライン開催, 2020年3月16日-19日	
4 . 発表年 2020年	
۷۷۷۷ 	

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

_

6.研究組織

0	. 丗允組織		
	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	熊野 俊三 (Kumano Shunzo)	日本女子大学・理学部・教授	2020年度まで:高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・教授 2021年度:高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・シニアフェロー 2022年度から:日本女子大学・理学部・教授
	(10253577)	(32670)	
	川村 浩之	順天堂大学・医学部・准教授	追加:2022年4月20日
研究分担者	(Kawamura Hiroyuki)		
	(30415137)	(32620)	

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		
中国	Chinese Academy of Sciences		
中国	Zhengzhou University		
	Ecole Polytechnique		
米国	University of South Carolina		
米国	Brookhaven National Laboratory		