

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)	氏名	中宮 義英									
学位授与の要件	学位規則第4条第1・②項該当											
<p>論文題目</p> <p style="text-align: center;">Measurement of light vector mesons via di-electron decays in Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV and measurability in central Pb+Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.5$ TeV</p> <p style="text-align: center;">(核子対当たり重心系エネルギー200 GeV 金+金衝突における電子対崩壊を用いた低質量ベクトル中間子測定と核子対当たり重心系エネルギー5.5 TeV 鉛+鉛中心衝突における測定可能性)</p>												
<p>論文審査担当者</p> <table style="width: 100%; margin-left: 100px;"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">主 査</td> <td style="padding-right: 20px;">教 授</td> <td>杉立 徹</td> </tr> <tr> <td>審査委員</td> <td>教 授</td> <td>大川 正典</td> </tr> <tr> <td>審査委員</td> <td>教 授</td> <td>深澤 泰司</td> </tr> </table>				主 査	教 授	杉立 徹	審査委員	教 授	大川 正典	審査委員	教 授	深澤 泰司
主 査	教 授	杉立 徹										
審査委員	教 授	大川 正典										
審査委員	教 授	深澤 泰司										
<p>[論文審査の要旨]</p> <p>私たちの宇宙はビッグバンから暫くの時間、裸のクォークやグルーオンにより充たされていた。宇宙が膨張し冷却されると真空構造が変化し、カイラル対称性の自発的破れを伴う QCD 相転移を引き起こした。宇宙開闢から数マイクロ秒後のことである。その結果、裸のクォークは陽子などの殻の中に閉じ込められ、137億年を経て現在の宇宙の姿を形成した。私たちが手にする物質の質量の95%以上はこの QCD 相転移に起因する真空構造の変化によって生じている。現代物理学は宇宙開闢後の時空発展シナリオをこのように記述するがあくまで仮説であり、実験的事実によって検証されなければならない。</p> <p>QCD 相転移を実験的に引き起こし解明する研究が1980年代から米国ブルックヘブン国立研究所及び欧州 CERN 研究所を中心として精力的に繰り広げられてきた。本学理学研究科グループはその先頭に立って米国及び欧州での実験研究を牽引し、本著者は本学グループの一員としてブルックヘブン国立研究所相対論的原子核衝突型 RHIC 加速器 (Relativistic Heavy-Ion Collider) を用いた PHENIX 国際共同実験に参画し、実験準備と実施、データ収集並びに物理解析に大きな役割を果たした。本論文は、前半で PHENIX 実験により取得したデータの解析及び物理解析について詳細を議論し、そこから得られた新たな知見を踏まえ、後半で欧州 CERN 研究所最新鋭 LHC 加速器により今後期待される物理データについてその優位性を議論している。</p> <p>私たちが良く知る陽子などのハドロン物質に対して、QCD 相転移前の裸のクォークやグルーオンが創る物質をクォーク・グルーオン・プラズマ (QGP) と呼ぶ。</p>												

両者を分ける秩序変数はクォーク・反クォーク対の真空凝縮である。真空凝縮発現と粒子質量は強く関わり合うため、短寿命ベクトル中間子 (ϕ 、 ω 、 ρ) の質量変化に注目して複数の崩壊チャネルを通じた研究が進められている。本研究もそのひとつであり、ベクトル中間子の検出方法として電子対崩壊チャネルを選択することにより、強く相互作用する物質層に影響されない透過的プローブを通じた物理情報を直接引き出したことが画期的な点である。

著者は、RHIC 加速器が提供する核子対あたり重心系衝突エネルギー200GeVの金+金原子核衝突実験を実施し、約 9.0×10^8 のミニマムバイアス事象を解析した。高エネルギー原子核衝突特有の膨大な多重粒子生成時における検出器応答特性の較正や背景事象の除去に独自の解析技法を工夫しながら徹底して行い、同衝突系で初めて電子対に崩壊する ϕ 及び ω の生成量を決定した。本結果をハドロン崩壊チャネルによる結果と併せることで、充分低い運動量までこれらの粒子の横運動量分布を明らかにした。

カイラル対称性の回復に伴う質量変化の情報を引き出すため、著者は質量分布変化と崩壊分岐比変化の二つの視点から実験結果を慎重に考察した。質量分布変化は信号対雑音比及び統計量の制限から現状の統計では定量化が困難であるという結論に達した。他方、崩壊分岐比変化については、本研究結果とハドロン崩壊チャネルによる収量の比較から分岐比に有意な違いがないことが判明した。これらの考察に基づき、核子対あたり重心系エネルギー200GeVの金+金原子核衝突において ϕ 及び ω 中間子の質量変化、即ちカイラル対称性回復の有意な現象を直接観測することには至らなかったと結論づけている。

欧州 CERN 研究所最新鋭 LHC 加速器を用いた史上最高エネルギーの鉛+鉛原子核衝突実験が 2010 年から開始された。前述の PHENIX 実験データ解析により得られた知見及び本研究過程において独自に構築したベクトル中間子電子対崩壊事象計算シミュレータを駆使して、LHC 加速器領域のベクトル中間子に注目した物理解析の優位性について分析を進めた。衝突エネルギーが RHIC 加速器実験に比較して約 28 倍も増加するため、より高いエネルギー密度並びに長寿命の QGP 層が出現すると期待でき、カイラル対称性回復に伴う質量変化もより顕著に現れると期待される。他方、生成粒子数の大幅な増加に伴い背景事象も増大するため測定はより困難さを増す。そこで、測定装置の物質質量、荷電ハドロン除去能力、検出器の幾何学的アクセプタンス、電子識別能力などをパラメータ化し、信号対雑音比及び統計的有意性に注目して検討した結果、既存の検出器技術で有意な信号として測定することができる実験パラメータが存在することを見出し提言している。PHENIX 実験における実験データ解析結果と併せてこれらの研究成果は、クォーク物理学分野の発展に大きく資するものとして、高い学術的価値が認められる。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（理学）の学位を授与される十分な資格があるものと認める。

公表論文

- Measurability of ϕ , ω , and ρ mesons via di-electron decays in high-temperature states produced in heavy-ion collisions, *Progress Theoretical and Experimental Physics*, 2013, 113H01 (25 pages), DOI: 10.1093/ptep/ptt088
Yoshihide Nakamiya and Kensuke Homma

参考論文

- Nuclear modification factors of ϕ mesons in d+Au, Cu+Cu, and Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV *Physical Review C* 83, 024909 (2011)
A. Adare, S. Afanasiev, C. Aidala, N. N. Ajitanand, Y. Akiba, H. Al-Bataineh, J. Alexander, A. Al-Jamel, A. Angerami, K. Aoki, N. Apadula, L. Aphecetche, Y. Aramaki, R. Armendariz, S. H. Aronson, J. Asai, E. T. Atomssa, R. Averbeck, T. C. Awes, B. Azmoun, V. Babintsev, M. Bai, G. Baksay, L. Baksay, A. Baldisseri, K. N. Barish, P. D. Barnes, B. Bassalleck, A. T. Basye, S. Bathe, S. Batsouli, V. Baublis, F. Bauer, C. Baumann, A. Bazilevsky, S. Belikov, R. Belmont, R. Bennett, A. Berdnikov, Y. Berdnikov, J. H. Bhom, A. A. Bickley, M. T. Bjorndal, D. S. Blau, J. G. Boissevain, J. S. Bok, H. Borel, N. Borggren, K. Boyle, M. L. Brooks, D. S. Brown, D. Bucher, H. Buesching, V. Bumazhnov, G. Bunce, J. M. Burward-Hoy, S. Butsyk, S. Campbell, A. Caringi, J.-S. Chai, B. S. Chang, J. L. Charvet, C. H. Chen, S. Chernichenko, J. Chiba, C. Y. Chi, M. Chiu, I. J. Choi, J. B. Choi, R. K. Choudhury, P. Christiansen, T. Chujo, P. Chung, A. Churnyn, O. Chvala, V. Cianciolo, Z. Citron, C. R. Clevon, Y. Cobigo, B. A. Cole, M. P. Comets, Z. Conesa del Valle, M. Connors, P. Constantin, M. Csanád, T. Csörgő, T. Dahms, S. Dairaku, I. Danchev, K. Das, A. Datta, G. David, M. K. Dayananda, M. B. Deaton, K. Dehmelt, H. Delagrange, A. Denisov, D. d'Enterria, A. Deshpande, E. J. Desmond, K. V. Dharmawardane, O. Dietzsch, A. Dion, M. Donadelli, L. D'Orazio, J. L. Drachenberg, O. Drapier, A. Drees, K. A. Drees, A. K. Dubey, J. M. Durham, A. Durum, D. Dutta, V. Dzhordzhadze, S. Edwards, Y. V. Efremenko, J. Egdemir, F. Ellinghaus, W. S. Emam, T. Engelmöre, A. Enokizono, H. En'yo, B. Espagnon, S. Esumi, K. O. Eyser, B. Fadem, D. E. Fields, M. Finger, Jr., M. Finger, F. Fleuret, S. L. Fokin, B. Forestier, Z. Fraenkel, J. E. Frantz, A. Franz, A. D. Frawley, K. Fujiwara, Y. Fukao, S. Y. Fung, T. Fusayasu, S. Gadrat, I. Garishvili, F. Gastineau, M. Germain, A. Glenn, H. Gong, M. Gonin, J. Gosset, Y. Goto, R. Granier de Cassagnac, N. Grau, S. V. Greene, G. Grim, M. Grosse Perdekamp, T. Gunji, H.-Å. Gustafsson, T. Hachiya, A. Hadj Henni, C. Haegemann, J. S. Haggerty, M. N. Hagiwara, K. I. Hahn, H. Hamagaki, J. Hamblen, J. Hanks, R. Han, H. Harada, E. P. Hartouni, K. Haruna, M. Harvey, E. Haslum, K. Hasuko, R. Hayano, M. Heffner, T. K. Hemmick, T. Hester, J. M. Heuser, X. He, H. Hiejima, J. C. Hill, R. Hobbs, M. Hohlmann, M. Holmes, W. Holzmann, K. Homma, B. Hong, T. Horaguchi, D. Hornback, S. Huang, M. G. Hur, T. Ichihara, R. Ichimiya, H. Iinuma, Y. Ikeda, K. Imai, M. Inaba, Y. Inoue, D. Isenhower, L. Isenhower, M. Ishihara, T. Isobe, M. Issah, A. Isupov, D. Ivanischev, Y. Iwanaga, B. V. Jacak, J. Jia, X. Jiang, J. Jin, O. Jinnouchi, B. M. Johnson, T. Jones, K. S. Joo, D. Jouan, D. S. Jumper, F. Kajihara, S. Kametani, N. Kamihara, J. Kamin, M. Kaneta, J. H. Kang, H. Kanou, J. Kapustinsky, K. Karatsu, M. Kasai, T. Kawagishi, D. Kawall, M. Kawashima, A. V. Kazantsev, S. Kelly, T. Kempel, A. Khanzadeev, K. M. Kijima, J. Kikuchi, A. Kim, B. I. Kim, D. H. Kim, D. J. Kim, E. J. Kim, E. Kim, Y.-J. Kim, Y.-S. Kim, E.

Kinney, Á. Kiss, E. Kistenev, A. Kiyomichi, J. Klay, C. Klein-Boesing, L. Kochenda, V. Kochetkov, B. Komkov, M. Konno, J. Koster, D. Kotchetkov, D. Kotov, A. Kozlov, A. Král, A. Kravitz, P. J. Kroon, J. Kubart, G. J. Kunde, N. Kurihara, K. Kurita, M. Kurosawa, M. J. Kweon, Y. Kwon, G. S. Kyle, R. Lacey, Y. S. Lai, J. G. Lajoie, A. Lebedev, Y. Le Bornec, S. Leekey, D. M. Lee, J. Lee, K. B. Lee, K. S. Lee, M. K. Lee, T. Lee, M. J. Leitch, M. A. L. Leite, B. Lenzi, P. Lichtenwalner, P. Liebing, H. Lim, L. A. Linden Levy, T. Liška, A. Litvinenko, H. Liu, M. X. Liu, X. Li, X. H. Li, B. Love, D. Lynch, C. F. Maguire, Y. I. Makdisi, A. Malakhov, M. D. Malik, V. I. Manko, E. Mannel, Y. Mao, L. Mašek, H. Masui, F. Matathias, M. C. McCain, M. McCumber, P. L. McGaughey, N. Means, B. Meredith, Y. Miake, T. Mibe, A. C. Mignerey, P. Mikeš, K. Miki, T. E. Miller, A. Milov, S. Mioduszewski, G. C. Mishra, M. Mishra, J. T. Mitchell, M. Mitrovski, A. K. Mohanty, H. J. Moon, Y. Morino, A. Morreale, D. P. Morrison, J. M. Moss, T. V. Moukhanova, D. Mukhopadhyay, T. Murakami, J. Murata, S. Nagamiya, Y. Nagata, J. L. Nagle, M. Naglis, M. I. Nagy, I. Nakagawa, Y. Nakamiya, K. R. Nakamura, T. Nakamura, K. Nakano, S. Nam, J. Newby, M. Nguyen, M. Nihashi, B. E. Norman, R. Nouicer, A. S. Nyanin, J. Nystrand, C. Oakley, E. O'Brien, S. X. Oda, C. A. Ogilvie, H. Ohnishi, I. D. Ojha, K. Okada, M. Oka, O. O. Omiwade, Y. Onuki, A. Oskarsson, I. Otterlund, M. Ouchida, K. Ozawa, R. Pak, D. Pal, A. P. T. Palounek, V. Pantuev, V. Papavassiliou, I. H. Park, J. Park, S. K. Park, W. J. Park, S. F. Pate, H. Pei, J.-C. Peng, H. Pereira, V. Peresedov, D. Yu. Peressouanko, R. Petti, C. Pinkenburg, R. P. Pisani, M. Proissl, M. L. Purschke, A. K. Purwar, H. Qu, J. Rak, A. Rakotozafindrabe, I. Ravinovich, K. F. Read, S. Rembeczki, M. Reuter, K. Reygers, V. Riabov, Y. Riabov, E. Richardson, D. Roach, G. Roche, S. D. Rolnick, A. Romana, M. Rosati, C. A. Rosen, S. S. E. Rosendahl, P. Rosnet, P. Rukoyatkin, P. Ružička, V. L. Rykov, S. S. Ryu, B. Sahlmueller, N. Saito, T. Sakaguchi, S. Sakai, K. Sakashita, H. Sakata, V. Samsonov, S. Sano, H. D. Sato, S. Sato, T. Sato, S. Sawada, K. Sedgwick, J. Seele, R. Seidl, V. Semenov, R. Seto, D. Sharma, T. K. Shea, I. Shein, A. Shevel, T.-A. Shibata, K. Shigaki, M. Shimomura, T. Shohjoh, K. Shoji, P. Shukla, A. Sickles, C. L. Silva, D. Silvermyr, C. Silvestre, K. S. Sim, B. K. Singh, C. P. Singh, V. Singh, S. Skutnik, M. Slunečka, W. C. Smith, A. Soldatov, R. A. Soltz, W. E. Sondheim, S. P. Sorensen, I. V. Sourikova, F. Staley, P. W. Stankus, E. Stenlund, M. Stepanov, A. Ster, S. P. Stoll, T. Sugitate, C. Suire, A. Sukhanov, J. P. Sullivan, J. Sziklai, T. Tabaru, S. Takagi, E. M. Takagui, A. Taketani, R. Tanabe, K. H. Tanaka, Y. Tanaka, S. Taneja, K. Tanida, M. J. Tannenbaum, S. Tarafdar, A. Taranenko, P. Tarján, H. Themann, D. Thomas, T. L. Thomas, M. Togawa, A. Toia, J. Tojo, L. Tomášek, H. Torii, R. S. Towell, V.-N. Tram, I. Tserruya, Y. Tsuchimoto, S. K. Tuli, H. Tydesjö, N. Tyurin, C. Vale, H. Valle, H. W. van Hecke, E. Vazquez-Zambrano, A. Veicht, J. Velkovska, R. Vértesi, A. A. Vinogradov, M. Virius, V. Vrba, E. Vznuzdaev, M. Wagner, D. Walker, X. R. Wang, D. Watanabe, K. Watanabe, Y. Watanabe, F. Wei, J. Wessels, S. N. White, N. Willis, D. Winter, C. L. Woody, R. M. Wright, M. Wysocki, W. Xie, Y. L. Yamaguchi, K. Yamaura, R. Yang, A. Yanovich, Z. Yasin, J. Ying, S. Yokkaichi, G. R. Young, I. Younus, Z. You, I. E. Yushmanov, W. A. Zajc, O. Zaudtke, C. Zhang, S. Zhou, J. Zimányi, L. Zolin

- Production of ω mesons in p+p, d+Au, Cu+Cu, and Au+Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV

Physical Review C84, 044902 (2011)

A. Adare, S. Afanasiev, C. Aidala, N. N. Ajitanand, Y. Akiba, H. Al-Bataineh, A. Al-Jamel, J. Alexander, A. Angerami, K. Aoki, N. Apadula, L. Aphecetche, Y. Aramaki, R. Armendariz, S. H. Aronson, J. Asai, E. T.

Atomssa, R. Averbeck, T. C. Awes, B. Azmoun, V. Babintsev, M. Bai, G. Baksay, L. Baksay, A. Baldisseri, K. N. Barish, P. D. Barnes, B. Bassalleck, A. T. Basye, S. Bathe, S. Batsouli, V. Baublis, F. Bauer, C. Baumann, A. Bazilevsky, S. Belikov, R. Belmont, R. Bennett, A. Berdnikov, Y. Berdnikov, J. H. Bhom, A. A. Bickley, M. T. Bjorndal, D. S. Blau, J. G. Boissevain, J. S. Bok, H. Borel, K. Boyle, M. L. Brooks, D. S. Brown, D. Bucher, H. Buesching, V. Bumazhnov, G. Bunce, J. M. Burward-Hoy, S. Butsyk, C. M. Camacho, S. Campbell, A. Caringi, J.-S. Chai, B. S. Chang, J.-L. Charvet, C.-H. Chen, S. Chernichenko, C. Y. Chi1, J. Chiba, M. Chiu, I. J. Choi, J. B. Choi, R. K. Choudhury, P. Christiansen, T. Chujo, P. Chung, A. Churnyn, O. Chvala, V. Cianciolo, Z. Citron, C. R. Cleven, Y. Cobigo, B. A. Cole, M. P. Comets, Z. Conesa del Valle, M. Connors, P. Constantin, M. Csanád, T. Csörgő, T. Dahms, S. Dairaku, I. Danchev, K. Das, A. Datta, G. David, M. K. Dayananda, M. B. Deaton, K. Dehmelt, H. Delagrangé, A. Denisov, D. d'Enterría, A. Deshpande, E. J. Desmond, K. V. Dharmawardane, O. Dietzsch, A. Dion, M. Donadelli, J. L. Drachenberg, O. Drapier, A. Drees, K. A. Drees, A. K. Dubey, J. M. Durham, A. Durum, D. Dutta, V. Dzhordzhadze, L. D'Orazio, S. Edwards, Y. V. Efremenko, J. Egdemir, F. Ellinghaus, W. S. Emam, T. Engelmö, A. Enokizono, H. En'yo, B. Espagnon, S. Esumi, K. O. Eyser, B. Fadem, D. E. Fields, M. Finger, M. Finger, Jr, F. Fleuret, S. L. Fokin, B. Forestier, Z. Fraenkel, J. E. Frantz, A. Franz, A. D. Frawley, K. Fujiwara, Y. Fukao, S.-Y. Fung, T. Fusayasu, S. Gadrat, I. Garishvili, F. Gastineau, M. Germain, A. Glenn, H. Gong, M. Gonin, J. Gosset, Y. Goto, R. Granier de Cassagnac, N. Grau, S. V. Greene, G. Grim, M. Grosse Perdekamp, T. Gunji, H.-Å. Gustafsson, T. Hachiya, A. Hadj Henni, C. Haegemann, J. S. Haggerty, M. N. Hagiwara, K. I. Hahn, H. Hamagaki, J. Hamblen, R. Han, J. Hanks, H. Harada, E. P. Hartouni, K. Haruna, M. Harvey, E. Haslum, K. Hasuko, R. Hayano, X. He, M. Heffner, T. K. Hemmick, T. Hester, J. M. Heuser, H. Hiejima, J. C. Hill, R. Hobbs, M. Hohmann, M. Holmes, W. Holzmann, K. Homma, B. Hong, T. Horaguchi, D. Hornback, S. Huang, M. G. Hur, T. Ichihara, R. Ichimiya, J. Ide, H. Iinuma, Y. Ikeda, K. Imai, M. Inaba, Y. Inoue, D. Isenhower, L. Isenhower, M. Ishihara, T. Isobe, M. Issah, A. Isupov, D. Ivanischev, Y. Iwanaga, B. V. Jacak, J. Jia, X. Jiang, J. Jin, O. Jinnouchi, B. M. Johnson, T. Jones, K. S. Joo, D. Jouan, D. S. Jumper, F. Kajihara, S. Kametani, N. Kamihara, J. Kamin, M. Kaneta, J. H. Kang, H. Kanou, J. Kapustinsky, K. Karatsu, M. Kasai, T. Kawagishi, D. Kawall, M. Kawashima, A. V. Kazantsev, S. Kelly, T. Kempel, A. Khanzadeev, K. M. Kijima, J. Kikuchi, A. Kim, B. I. Kim, D. H. Kim, D. J. Kim, E. Kim, E. J. Kim, S. H. Kim, Y.-J. Kim, Y.-S. Kim, Y. J. Kim, E. Kinney, K. Kiriluk, Á. Kiss, E. Kistenev, A. Kiyomichi, J. Klay, C. Klein-Boesing, L. Kochenda, V. Kochetkov, B. Komkov, M. Konno, J. Koster, D. Kotchetkov, A. Kozlov, A. Král, A. Kravitz, P. J. Kroon, J. Kubart, G. J. Kunde, N. Kurihara, K. Kurita, M. Kurosawa, M. J. Kweon, Y. Kwon, G. S. Kyle, R. Lacey, Y. S. Lai, J. G. Lajoie, A. Lebedev, Y. Le Bornec, S. Leckey, D. M. Lee, J. Lee, K. Lee, K. B. Lee, K. S. Lee, M. K. Lee, T. Lee, M. J. Leitch, M. A. L. Leite, E. Leitner, B. Lenzi, X. Li, X. H. Li, P. Lichtenwalner, P. Liebing, H. Lim, L. A. Linden Levy, T. Liška, A. Litvinenko, H. Liu, M. X. Liu, B. Love, R. Luechtenborg, D. Lynch, C. F. Maguire, Y. I. Makdisi, A. Malakhov, M. D. Malik, V. I. Manko, E. Mannel, Y. Mao, L. Mašek, H. Masui, F. Matathias, M. C. McCain, M. McCumber, P. L. McGaughey, N. Means, B. Meredith, Y. Miake, T. Mibe, A. C. Mignerey, P. Mikeš, K. Miki, T. E. Miller, A. Milov, S. Mioduszewski, G. C. Mishra, M. Mishra, J. T. Mitchell, M. Mitrovski, A. K. Mohanty, H. J. Moon, Y. Morino, A. Morreale, D. P. Morrison, J. M. Moss, T. V. Moukhanova, D. Mukhopadhyay, T. Murakami, J. Murata, S. Nagamiya, Y. Nagata, J. L. Nagle, M. Naglis, M. I. Nagy, I. Nakagawa, Y. Nakamiya, K. R. Nakamura, T. Nakamura, K. Nakano, S. Nam, J. Newby, M. Nguyen, M. Nihashi, B. E. Norman, R. Nouicer, A. S. Nyanin, J. Nystrand,

C. Oakley, E. O'Brien, S. X. Oda, C. A. Ogilvie, H. Ohnishi, I. D. Ojha, M. Oka, K. Okada, O. O. Omiwade, Y. Onuki, A. Oskarsson, I. Otterlund, M. Ouchida, K. Ozawa, R. Pak, D. Pal, A. P. T. Palounek, V. Pantuev, V. Papavassiliou, I. H. Park, J. Park, S. K. Park, W. J. Park, S. F. Pate, H. Pei, J.-C. Peng, H. Pereira, V. Peresedov, D. Yu. Peressouko, R. Petti, C. Pinkenburg, R. P. Pisani, M. Proissl, M. L. Purschke, A. K. Purwar, H. Qu, J. Rak, A. Rakotozafindrabe, I. Ravinovich, K. F. Read, S. Rembeczki, M. Reuter, K. Reygers, V. Riabov, Y. Riabov, E. Richardson, D. Roach, G. Roche, S. D. Rolnick, A. Romana, M. Rosati, C. A. Rosen, S. S. E. Rosendahl, P. Rosnet, P. Rukoyatkin, P. Ružička, V. L. Rykov, S. S. Ryu, B. Sahlmueller, N. Saito, T. Sakaguchi, S. Sakai, K. Sakashita, H. Sakata, V. Samsonov, S. Sano, H. D. Sato, S. Sato, T. Sato, S. Sawada, K. Sedgwick, J. Seele, R. Seidl, A. Yu. Semenov, V. Semenov, R. Seto, D. Sharma, T. K. Shea, I. Shein, A. Shevel, T.-A. Shibata, K. Shigaki, M. Shimomura, T. Shohjoh, K. Shoji, P. Shukla, A. Sickles, C. L. Silva, D. Silvermyr, C. Silvestre, K. S. Sim, B. K. Singh, C. P. Singh, V. Singh, S. Skutnik, M. Slunečka, W. C. Smith, A. Soldatov, R. A. Soltz, W. E. Sondheim, S. P. Sorensen, I. V. Sourikova, N. A. Sparks, F. Staley, P. W. Stankus, E. Stenlund, M. Stepanov, A. Ster, S. P. Stoll, T. Sugitate, C. Suire, A. Sukhanov, J. P. Sullivan, J. Sziklai, T. Tabaru, S. Takagi, E. M. Takagui, A. Taketani, R. Tanabe, K. H. Tanaka, Y. Tanaka, S. Taneja, K. Tanida, M. J. Tannenbaum, S. Tarafdar, A. Taranenko, P. Tarján, H. Themann, D. Thomas, T. L. Thomas, M. Togawa, A. Toia, J. Tojo, L. Tomášek, H. Torii, R. S. Towell, V.-N. Tram, I. Tserruya, Y. Tsuchimoto, S. K. Tuli, H. Tydesjö, N. Tyurin, C. Vale, H. Valle, H. W. van Hecke, E. Vazquez-Zambrano, A. Veicht, J. Velkovska, R. Vértesi, A. A. Vinogradov, M. Virius, V. Vrba, E. Vznuzdaev, M. Wagner, D. Walker, X. R. Wang, D. Watanabe, K. Watanabe, Y. Watanabe, F. Wei, R. Wei, J. Wessels, S. N. White, N. Willis, D. Winter, J. P. Wood, C. L. Woody, R. M. Wright, M. Wysocki, W. Xie, Y. L. Yamaguchi, K. Yamaura, R. Yang, A. Yanovich, Z. Yasin, J. Ying, S. Yokkaichi, Z. You, G. R. Young, I. Younus, I. E. Yushmanov, W. A. Zaje, O. Zaudtke, C. Zhang, S. Zhou, J. Zimányi, L. Zolin