

平成21年 3月31日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2005年度～2008年度
 課題番号：17540475
 研究課題名（和文） 多次元高エネルギー粒子計測によるヘリカルプラズマのスペクトルの空間構造の研究
 研究課題名（英文） Study of the spatial dependence of the energy spectrum by the multi-dimensional high energy particle measurement in the helical plasma.

研究代表者
 尾崎 哲（OZAKI TETSUO）
 核融合科学研究所・大型ヘリカル研究部・准教授
 研究者番号：50183033

研究成果の概要：

ヘリカルプラズマはトカマクに比べて安定性の面で極めて優れた特徴を持つ半面、ピッチ角を持った粒子の一部が軌道損失（ロスコーン）をする欠点がある。大型ヘリカル装置（LHD）ではこれを低減する様々な工夫がなされているが、ロスコーンについてこれまで実験的には十分には検証されてこなかった。我々はこの目的のため、（低エネルギーの粒子も観測できる）X線用多チャンネル検出器をイオン計測に応用すること、及び集積度の高いプリアンプを開発することにより空間分解能、小型化の点ですぐれた角度分解型多視線中性粒子検出器（ARMS）を開発した。20チャンネル空間分解能を確保することにより、荷電交換粒子のピッチ角分布を視覚的に得られるようになり、ロスコーンの様相をさまざまなプラズマにおいて比較しやすくなった。垂直入射のNB I印加することにより、捕捉粒子の閉じ込めの様子を明確に比較できた。異なる磁気軸でのエネルギースペクトルを測定したところ磁気軸を外寄せにした場合は内寄せに比べて、閉じ込めが明らかに改善されロスコーンが低減していることがわかった。外寄せにした場合、ロスコーンでの損失が大きくピッチ角散乱する前に粒子が散逸するため全角度に亘って観測される粒子は減っている。これは内寄せにすることにより磁気面と粒子軌道面が近接するためであり、理論から予測される結果と一致することを確認した。また85度付近に観測されるロスコーンは強力なECHを用いてプラズマ中心を加熱することにより消滅し、捕捉粒子の閉じ込めが改善されることがわかった。同じ条件のプラズマにおいて、HIBPで電場を測定したところ正の径電場が形成されており、電場の形成により捕捉粒子の閉じ込めが改善されたことを示している。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
17年度	1,400,000	0	1,400,000
18年度	800,000	0	800,000
19年度	700,000	210,000	910,000
20年度	700,000	210,000	910,000
年度			
総計	3,600,000	420,000	4,020,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：プラズマ科学・プラズマ科学

キーワード：ロスコーン、ARMS、垂直、イオン源、入射角度、LHD、スペクトル、ヘリカル装置

科学研究費補助金研究成果報告書

1. 研究開始当初の背景

高温プラズマ、特に大型ヘリカル装置(LHD)のような3次元的に複雑な構造をもつプラズマでは、各種のプラズマパラメータについて2次元もしくは3次元的な情報を得ることが、プラズマの挙動、プラズマの閉じ込め特性を理解する上で非常に重要になってきている。X線、可視、輻射などは比較的早くから、トモグラフィーを用いた2次元、3次元計測が行なわれてきた。また、温度・密度計測にも多次元計測が試みられるようになってきた。一方、高エネルギー計測ではいくつかの問題により、多次元計測は困難と見られてきた。第一に、高エネルギー粒子には、粒子種を弁別する必要があることである。第2にエネルギーレンジが広く分離に電磁場を使うなど大掛かりな装備が必要なことである。第3に、高エネルギー粒子が中性粒子としてプラズマから放出されるまでに、プラズマ中の様々な原子過程を経ており生成時の情報に焼きなおすのが困難である。第4にエネルギーフラックスの空間的な変化だけでなく、高エネルギー粒子に方向性があることである。本研究はこれらの困難さのいくつかを克服することによって多次元計測を試みるものである。

2. 研究の目的

ヘリカルプラズマはトカマクに比べて安定性の面で極めて優れた特徴を持つ半面、ピッチ角を持った粒子の一部が軌道損失(ロスコーン)をする欠点がある。大型ヘリカル装置(LHD)ではこれを低減する様々な工夫がなされているが、ロスコーンについてこれまで実験的には十分には検証されてこなかった。我々はこの目的のため、(低エネルギーの粒子も観測できる)X線用多チャンネル検出器をイオン計測に応用すること、及び集積度の高いプリアンプを開発することにより空間分解能、小型化の点ですぐれた角度分解型多視線中性粒子検出器(ARMS)を開発した。20チャンネル空間分解能を確保することにより、荷電交換粒子のピッチ角分布を視覚的に得られるようになり、ロスコーンの様相をさまざまなプラズマにおいて比較しやすくなった。

3. 研究の方法

我々はこの目的のため、(低エネルギーの粒子も観測できる)X線用多チャンネル検出器をイオン計測に応用すること、及び集積度の高いプリアンプを開発することにより空間分解能、小型化の点ですぐれた角度分解型多視線中性粒子検出器(ARMS)を開発した。

この検出器はピッチ角40から85度まで20チャンネルの空間分解能、1.5keV以上1MeVまでを測定できる。ノイズ低減のため検出部は液体窒素にて冷却されている。時間分解能は5msに設定したPHAにより、スペクトルの時間変化を観測している。20チャンネル空間分解能を確保することにより、荷電交換粒子のピッチ角分布を視覚的に得られるようになり、ロスコーンの様相をさまざまなプラズマにおいて比較しやすくなることが期待される。ARMSはAm241のγ線により源正を行った後、LHDプラズマ実験で測定を行った。垂直入射のNB I印加することにより、捕捉粒子の閉じ込めの様子を明確に比較できる。

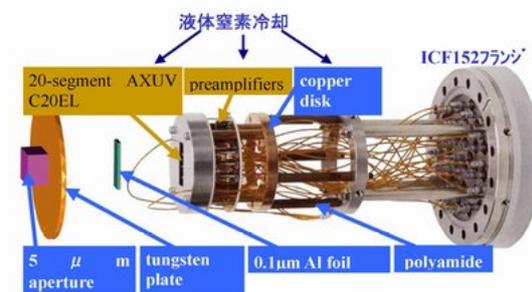


図1. ARMS-NPA

4. 研究成果

垂直入射のNB I印加することにより、捕捉粒子の閉じ込めの様子を明確に比較できる。異なる磁気軸でのエネルギースペクトルを測定したところ磁気軸を外寄せにした場合は内寄せに比べて、閉じ込めが明らかに改善されロスコーンが低減していることがわかった。外寄せにした場合、ロスコーンでの損失が大きくピッチ角散乱する前に粒子が散逸するため全角度に亘って観測される粒子は減っている。これは内寄せにすることにより磁気面と粒子軌道面が近接するためであり、理論から予測される結果と一致することを確認した。また85度付近に観測されるロスコーンは強力なECHを用いてプラズマ中心を加熱することにより消滅し、捕捉粒子の閉じ込めが改善されることがわかった。同じ条件のプラズマにおいて、HIBPで電場を測定したところ正の径電場が形成されており、電場の形成により捕捉粒子の閉じ込めが改善されたことを示している。

入射角の少し異なるNB I #4のイオン源(AとB)からの入射を用いてその違いを調べた。その結果、イオン源Aに較べてBのほうが、2割程度大きいパワーにも拘わらずフラックスとしては小さいことがわかった。(ただしこれについては視線方向の違いを

考慮する必要がある)。また、角度的にも90度から小さくなるにつれて閉じ込めが悪化する傾向がイオン源Bの方では顕著であった。このことから、90度にロスコーンが存在すること、ただしロスコーンは小さく垂直入射ビームは概ね閉じこまっていることがわかった。また85度付近に観測されるロスコーンは強力なECHを用いてプラズマ中心を加熱することにより消滅し、捕捉粒子の閉じ込めが改善されることがわかった。

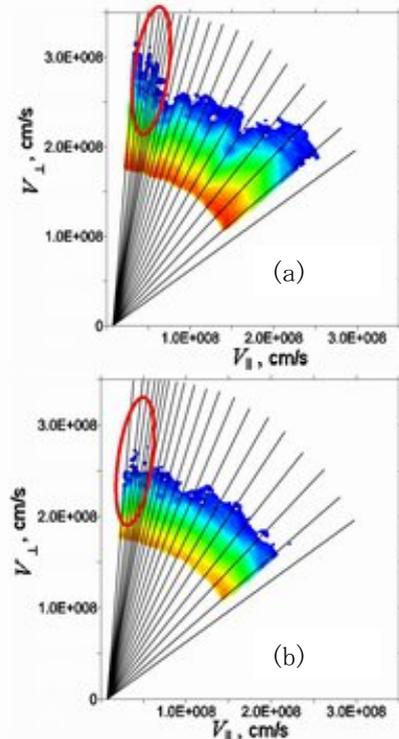


図2. 高エネルギー粒子のピッチ角分布
(a) ECHの印加によるロスコーンの改善
(b) ECHの印加しない場合。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 件)

- (1) "Helium ion observation during 3rd harmonic ion cyclotron heating in Large Helical Device", Tetsuo Ozaki, Pavel R. Goncharov, Evgeny A. Veshchev, Shigeru Sudo, et al., PFR 3 Spec., S1084 (2008).
- (2) "Pellet Charge Exchange Helium measurement Using Neutral Particle Analyzer in Large Helical Device", T. Ozaki, P. Goncharov, E. Veshchev, N. Tamura, S. Sudo, et al., RSI, 79, 10E518 (2008).
- (3) "Calculation of Light Impurity Pellet

Induced Fluxes of Charge Exchange Neutral Particles Escaping from Magnetically Confined Toroidal Plasmas", P. Goncharov, T. Ozaki, I. Tolstikhina et al., RSI, 79, 10E312 (2008).

(4) "Analysis of Anisotropic Suprathermal Ion Distributions Using Multidirectional Measurements of Escaping Neutral Atom Fluxes", P. Goncharov, T. Ozaki, E. Veshchev et al., RSI, 79, 10E311 (2008).

(5) "Ion Distribution Function Evaluation Using Escaping Neutral Atom Kinetic Energy Samples", Goncharov P.R., Ozaki T., Veshchev E.A. and Sudo S., PFR, (with referee) Vol. 3, S1083 (2008)

(6) "Core electron temperature rise due to Ar gas-puff in EC-heated LHD plasmas", N. Tamura, S. Inagaki, K. Ida et al., Journal of Physics: Conference Series, 123, 012023-1, 2008, September, IAEA Technical Meeting on H-mode Physics and Transport Barriers 2007.

(7) "Analysis of the Impurities Influence on the Attenuation of Fast Particles and the Shape of the Measured Fast Ion Spectra in the Large Helical Device (LHD)", E. Veshchev, T. Ozaki, P. Goncharov, et al., RSI, 79, 10E310 (2008).

(8) "Simulation of Angle and Energy Resolved Fluxes of Escaping Neutral Particles from Fusion Plasmas with Anisotropic Ion Distributions", E. Veshchev, P. Goncharov, T. Ozaki et al., PFR S 3, S1035 (2008).

(9) "High-energy neutral particle measurements simulating α particle diagnostics in Large Helical Device", T. Ozaki, P. Goncharov, E. Veshchev, S. Sudo, T. Seki and N. Tamura, Fusion Engineering and Design, , vol. 82 (2007), pp. 1251-1257

(10) "Helium measurements using the pellet charge exchange in Large Helical Device", T. Ozaki, P. Goncharov, E. Veshchev, S. Sudo, N. Tamura, JPFPR Series, vol.9(2007) S1072-1.

(11) "Helium measurements simulating alpha-particle diagnostics by the pellet charge exchange in Large Helical Device", T. Ozaki, P. Goncharov, E. Veshchev, S. Sudo, N. Tamura, et al., Proc. of INTERNATIONAL WORKSHOP ON BURNING PLASMA DIAGNOSTICS, Villa Monastero, Varenna, Italy, (査読無) September 24 - 28, (2007) 339-342.

(12) "A Method for Reconstruction of the Neutral Particle Source Function in Helical Magnetically Confined Plasma", P.R. Goncharov, T. Ozaki, E.A. Veshchev,

- S. Sudo, JPFR Series, 2 (2007) S1074.
- (13) "Steady-state operation and high energy particle production of MeV energy in the Large Helical Device", T. Muto, R. Kumazawa, T. Seki, K. Saito, H. Kasahara, Y. Nakamura, S. Masuzaki, S. Kubo, Y. Takeiri, T. Shimozuma, Y. Yoshimura, H. Igami, T. Watanabe, H. Ogawa, J. Miyazawa, M. Shoji, N. Ashikawa, K. Nishimura, M. Osakabe, K. Tsumori, K. Ikeda, K. Nagaoka, Y. Oka, H. Chikaraishi, H. Funaba, S. Morita, M. Goto, S. Inagaki, K. Narihara, T. Tokuzawa, R. Sakamoto, T. Morisaki, B. J. Peterson, K. Tanaka, H. Nakanishi, M. Nishiura, T. Ozaki, et al., Nuclear Fusion, 47, 9, 1250, 2007.
- (14) "Statistical Analysis of Neutral Particle Diagnostic Data", P. Goncharov, T. Ozaki, S. Sudo (査読無). European Physical Society Conferences on Plasma Physics 2007.
- (15) 「プロジェクトレビュー プラズマ燃焼実験のための先進計測 2. 核反応計測 2. 1 閉じ込められたアルファ粒子計測」, M. Sasao, Y. Kusama, T. Kondoh, H. Sakakita, T. Ozaki, et al., プラズマ・核融合学会誌 (JPFR), 83, 12, 962, 2007 .
- (16) "Multi-functional Diagnostic Method with Tracer-encapsulated Pellet Injection, S. Sudo, N. Tamura, D. V. Kalinina, I. Vinyar, K. Sato, E. A. Veshchev, P. R. Goncharov, T. Ozaki, et al., JPFR Series, vol. 2 (2007) S1013.
- (17) "Stellarator Impurity STRAHL Code Development in NIFS", P. R. GONCHAROV1), Y. IGITKHANOV, S. SUDO, R. DUX, H. FUNABA, D. KALININA, M. YOKOYAMA, S. MURAKAMI, A. WAKASA, N. TAMURA, et al., Plasma and Fus. Res., 2, Special Issue, S1132-4, 2007.
- (18) "Impact of nonlocal electron heat transport on the high temperature plasmas of LHD" N. Tamura, S. Inagaki, K. Tanaka et al., Nuclear Fusion, 47, 5, 449, 2007, May.
- (19) "New 20-channel Diagnostic for Angle-Resolved Fast Particles Measurements in LHD", E. Veshchev, T. Ozaki, P. Goncharov, S. Sudo, et al., JPFR Series 2 (2007) S1073.
- (20) "Horizontal, vertical and radial high-energy particle distribution measurement system in Large Helical Device", Ozaki T., Goncharov P., Sudo S., Seki T., Murakami S., Veshchev E., Lyon J. Review of Scientific Instruments, , 77, 10E917 (2006)
- (21) "Neutral particle measurement in high Z plasma in Large Helical Device", T. Ozaki, P. Goncharov, T. Amano, I. Yamada, T. Saida, S. Murakami, S. Sudo, et al., JPFR Series, , vol. 7 (2006), pp. 22-26.
- (22) "Local pellet based and line-integrated non perturbing charge exchange measurements with a compact neutral particle analyzer on Large Helical Device", Goncharov P.R., Ozaki T., Sudo S., Tamura N., Veshchev E.A., Sergeev V. Yu., Krasilnikov A.V., RSI, 77, 10F119 (2006)
- (23) "High Energy Particle Measurement using Compact Neutral Particle Energy Analyzer in Large Helical Device", T. Ozaki, P. Goncharov, N. Tamura, et al., 812 , 399, (2006), January, , International Conference on Research and Applications of Plasmas 2005.
- (24) "Active Neutral Particle Diagnostics on LHD by Locally Enhanced Charge Exchange on an Impurity Pellet Ablation Cloud", Goncharov P.R., Ozaki T., Sudo S., Tamura N., Kalinina D.V., Veshchev E.A., Sergeev V. Yu., Fus. Sci. and Tech., , 50(2), pp. 222-228 (2006)
- (25) "Diagnostics of Charge Exchange Neutrals from Multi-Ion-Species NBI-Heated Plasmas on LHD", P. R. Goncharov, T. Ozaki, J.F. Lyon, S. Sudo and LHD Experimental Group, Journal of Plasma and Fusion Research Series, vol. 7, 18-21 (2006).
- (26) "Study of High-energy Ion Tail Formation with Second Harmonic ICRF Heating and NBI in LHD", K. Saito, S. Murakami, M. Osakabe, M. Nishimura, T. Seki, T. Ozaki, et al., IAEA-CN-149, , EX/P6-17, 2006, October, , IAEA Fusion Energy conference 2006.
- (27) "Control, data acquisition and remote participation for steady-state operation in LHD", S. Sudo, Y. Nagayama, M. Emoto, et al., Fusion Engineering and Des., 81, 15-17, 1713, 2006, .
- (28) "Chord integrated neutral particle diagnostic data analysis for neutral beam injection and ion cyclotron radio frequency heated plasma in a complex Large Helical Device geometry", Veshchev E. A., Goncharov P.R., Ozaki T., Sudo S., Lyon J.F., RSI, 77, 10F116 (2006)
- (29) "Initial angle resolved measurements of fast neutrals using a multichannel linear AXUV detector system on LHD", Veshchev E. A., Ozaki T., Goncharov P.R., Sudo S., RSI, , 77, 10F129 (2006).

(30) "Horizontal and Vertical Structure of the High-Energy Particle Distribution in large Helical Device" , T. Ozaki, P. Goncharov, S. Murakami, E. Veshchev, S. Sudo, et al., Proceedings of a Technical Meeting Takayama, (査読無), 9-11 Nov. 2005 IAEA-TM-27024.

(31) "Progress in the Pellet Charge Exchange Diagnostics on LHD and Local Neutral Particle Spectra Analysis" , P.R. Goncharov, T. Ozaki, E. A. Veshchev, V. Yu. Sergeev, S. Sudo, N. Tamura, et al., Proc. of a Technical Meeting Takayama, (査読無), 9-11 November 2005 IAEA-TM-27024.

(32) "Experiment of Magnetic Island Formation in Large Helical Device" , Y. Nagayama, K. Narihara, Y. Narushima, N. Ohyabu, T. Hayashi, K. Ida, S. Inagaki, D. Kalinina, R. Kanno, A. Komori, T. Morisaki, R. Sakamoto, S. Sudo, N. Tamura, et al., Nuclear Fusion, 45(2005) 888-893. .

(33) "New Multi-functional Diagnostic Method with Tracer-encapsulated Pellet Injection on LHD" , S. Sudo, N. Tamura, D.V. Kalinina, K. Sato, A. Matsubara, S. Inagaki, P.R. Goncharov, T. Ozaki, et al., AIP Conference Proc., , vol. 771 (2005), pp. 13-22.

(34) "Observations of macroscopic oscillations of the detachment front for injection of H₂, He, and Ne into the simulated baffled divertor" , A. Matsubara, T. Watanabe, T. Sugimoto, S. Sudo and K. Sato, Journal of Nuclear Materials, , vol. 337-339, 181-185 (2005)

(35) "Tracer-encapsulated pellet injector for plasma diagnostics" , S. Sudo, I. Vinyar, A. Lukin et al., Review of Scientific Instruments, 76, 5, 053507-1, 2005, May, .

(36) "Observation of core electron temperature rise in response to an edge cooling in toroidal helical plasmas" , Tamura, N., et al., Physics of Plasmas, , 12 (11), art. No. 110705, (2005) pp. 1-4.

(37) "High throughput ultrasoft X-ray polychromator for embedded impurity pellet injections" , D. Stutman, M. Finkenthal, L. F. Delgado-Aparicio, K. Tritz, N. Tamura, D. Kalinina, A. Matsubara, K. Sato and S. Sudo., RSI vol. 76 (2005), pp. 013508.

(38) "Computational Analysis of Neutral Particle Fluxes from Non-Axisymmetric Magnetically Confined Plasmas" , E. A. Veshchev, P. R. Goncharov, T. Ozaki, S. Sudo, J. F. Lyon, Proc. of a Technical

Meeting Takayama, (査読無), 9-11 November, 2005, IAEA-TM-27024.

(39) "Energy and fluence dependences of helium retention in stainless steel" , Y. Nobuta, Y. Yamauchi, Y. Hirohata, T. Hino, N. Ashikawa, K. Nishimura, A. Sagara, S. Masuzaki, T. Ozaki, et al., J. of Nucl. Mater., Vol. 337-339, 1(2005)932-936.

(40) "A global simulation study of ICRF heating in the LHD" , S. Murakami, A. Fukuyama, T. Akutsu et al., Nuclear Fusion, 46, 7, S425, 2006, July.

[学会発表] (計 19 件)

(1) T. Ozaki, P. Goncharov, et al., Pellet charge exchange helium measurement using neutral particle analyzer in Large Helical Device

High Temperature Plasma Diagnostics, 2008. 5. 11-5. 15, Albuquerque, NM

(2) 尾崎 哲、ゴンチャロフ・パベル、他
「ペレット荷電交換計測から得られた NBI および ICH 加熱プラズマ中の高エネルギーイオン空間分布」、20 年連合講演, 20 年 6 月 19-21 日, 青森市民ホール

(3) T. Ozaki, P. Goncharov, et al., Radial Profiles of High-Energy Particles in NBI and ICH Plasmas Measured by Pellet Charge Exchange Technique on Large Helical Device

ICPP 2008. 9. 8 -9. 12 Fukuoka (Japan)

(4) 尾崎 哲、ベシエフ・エフゲニ、他
「LHD における角度分解型中性粒子分析器を用いたロスコーンの研究」
プラズマ核融合学会, 2008. 12. 2-5, 宇都宮 栃木県総合文化センター

(5) T. Ozaki, P. Goncharov, et al., Comparison of neutral particle flux decay times on the NBI plasmas in Large Helical Device, Toki Conference, 2008. 12. 9-12, Toki.

(6) T. Ozaki, P. Goncharov, S. Sudo Horizontal, Vertical and Radial High-Energy Particle Distribution Measurement System in Large Helical Device HTPD 2006. 5. 7-11, Williamsburg, Virginia.

(7) T. Ozaki, P. Goncharov, S. Murakami, E. Veshchev, S. Sudo Horizontal and vertical structure of the high-energy particle distribution in large helical device

IAEA-TM 2005. 11. 8-11, Takayama, Japan

(8) Tetsuo Ozaki, Pavel R. Goncharov, Evgeny A. Veshchev, Shigeru Sudo

Helium ion observation during 3rd harmonic ion cyclotron heating in Large Helical Device Toki Conf., 2007.10.16-19, Toki

(9) T.Ozaki, P. Goncharov, E.Veshchev, S.Sudo, N.Tamura, Helium measurements using the pellet charge exchange in Large Helical Device ITC16 2006.12.5-8 Toki.
(10) T.Ozaki, P. Goncharov, N.Tamura, et al., High Energy Particle Measurement using Compact Neutral Particle Energy Analyzer in Large Helical Device, PLASMA 2005, hotel KORAB, Turawa n. Opole, Poland, 9/6-9, 2005.

(11) T.Ozaki, P. Goncharov, E.Veshchev, S.Sudo, High-energy neutral particle measurements simulated alpha-particle diagnostics in Large Helical Device SOFT 2006.9.11-15 Warsawa.

(12) T.Ozaki, P. Goncharov, E.Veshchev, S.Sudo, N.Tamura Helium measurements simulating alpha-particle diagnostics by the pellet charge exchange in Large Helical Device Alpha Particle 2007.9.24-28 Varenna.

(13) OZAKI Tetsuo, GONCHAROV Pavel, TAMURA Naoki Passive and active charge exchange particle measurements in Large Helical Device, First Korea-Japan Joint Seminar on Atomic and Molecular Data for Plasma 8/31 - 9/2, 2005, Ramada Plaza Hotel, Jeju, Korea

(14) 尾崎 哲, ゴンチャロフ・パベル, 村上定義, ベシエフ・エフゲニ, 須藤滋 LHD における水平・垂直方向の高エネルギー粒子分布, プラ核年会 2005.11.29-12.2, タワーホール船堀 (東京) .

(15) 尾崎 哲, ゴンチャロフ・パベル, ベシエフ・エフゲニ, 田村直樹 LHD におけるコンパクト中性粒子分析器を用いた高エネルギー粒子計測 (I I) 18 年連合講演会平成 18 年 6 月 13 - 14 日 富山大学.

(16) 尾崎 哲, ゴンチャロフ・パベル, ベシエフ・エフゲニ, 須藤滋, 田村直樹 LHD における中性粒子分析器を用いた高エネルギー粒子計測プラ核学会 2006.11.27-12.1 筑波大学.

(17) 尾崎 哲, ゴンチャロフ・パベル, ベシエフ・エフゲニ, 須藤滋, 田村直樹 LHD におけるペレット荷電交換粒子手法を用いた高エネルギー粒子計測 19 年物理学会年会 2007.3.21 鹿児島大学

(18) 尾崎 哲, ベシエフ・エフゲニ, ゴンチャロフ・パベル, 須藤滋, 田村直樹 LHD に

おける角度分解型中性粒子分析器を用いた高エネルギー粒子計測プラ核学会 2007.11.27-11.30 姫路

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

尾崎 哲 (OZAKI TETSUO)

大型ヘリカル研究部・准教授

研究者番号: 5 0 1 8 3 0 3 3

(2) 研究分担者

成原 一途 (NARIHARA KAZUMICHI)

核融合科学研究所・大型ヘリカル研究部・教授

研究者番号: 9 0 1 0 9 3 5 6

須藤 滋 (SUDO SHIGERU)

核融合科学研究所・大型ヘリカル研究部・教授

研究者番号: 5 0 1 4 2 3 0 2

田村 直樹 (TAMURA NAOKI)

核融合科学研究所・大型ヘリカル研究部・助教

研究者番号: 8 0 3 9 0 6 3 1

ウエチエフ エフゲニ (VESHCHEV EVGENY)

核融合科学研究所・大型ヘリカル研究部・COE 研究員

研究者番号: 7 0 4 6 9 6 0 9

(3) 連携研究者

村上 定義 (MURAKAMI SADAYOSHI)

京都大学大学院・工学研究科・准教授

研究者番号: 4 0 2 4 9 9 6 7