

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月24日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21560857

研究課題名（和文） 非誘導電流駆動を用いた回転変換制御

研究課題名（英文） Control of Rotational Transform by Using Non-inductive Current

研究代表者

長崎 百伸（NAGASAKI KAZUNOBU）

京都大学・エネルギー理工学研究所・教授

研究者番号：20237506

研究成果の概要（和文）：

新しく開発した入射システムを用い、Heliotron Jにおいて70GHz第2高調波X-modeによるECCD実験を行い、EC駆動電流が磁場配位に強く依存することを実験的に示した。平行運動量を保存する理論計算結果は実験結果と定量的に良い一致を示し、捕捉粒子の効果について明確な結論を与えた。NBIプラズマで励起される大域的アルフベン固有モード（GAE）にECCDを印加したところ、GAEを抑制することに成功した。モード強度はある磁気シアの強さにおいてモード強度が急激に減少することがわかり、モードの安定化に磁気シアの閾値があることを実験的に示した。

研究成果の概要（英文）：

Second harmonic 70GHz X-mode Electron cyclotron current drive experiment has been made in Heliotron J by using a newly developed launching system. The Experimental results show that the EC driven current strongly depends on the magnetic field structure, and the results quantitatively agree with a theoretical result including parallel momentum conservatio, indicating that trapped particles have an important role on determining the ECCD. An Global Alfvén Eigenmode (GAE) has successfully suppressed by ECCD in an NBI plasma. The mode intensity is quickly reduced when the magnetic shear reaches a certain value, resulting that there is a threshold magnetic shear for the mode stabilization.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：総合工学・核融合学

キーワード：電子サイクロトロン電流駆動、Heliotron J、捕捉粒子、磁気シア、GAE

1. 研究開始当初の背景

非誘導駆動電流の制御は高性能プラズマの実現や定常プラズマ維持に向けての重要な課題の一つである。オーミック電流を用いないヘリカル系では、有限のプラズマ圧力によってブートストラップ（BS）電流と呼ばれる非誘導電流が駆動され、ポロイダル磁場の発生により回転変換分布が変化

するため、低次の有理面が炉心プラズマ中に生じる。結果として、有理面における磁気島形成によるエネルギー閉じ込めの劣化の発生、トロイダルアルフベン固有モード（TAE）励起による高速イオン損失が生じる。電子サイクロトロン電流駆動（Electron Cyclotron Current Drive, ECCD）は、オーミック電流を用いない完全非誘導電流駆動

プラズマの定常維持に利用されている。線形理論によれば ECCD の電流駆動は低域混成波電流駆動と同程度の駆動効率が予測されたが、実際の駆動効率は 1 桁程度低く、電流駆動効率低下の要因を探ることは電流駆動のための入射パワーを低減するために必要不可欠である。

2. 研究の目的

本研究では、非誘導駆動電流である BS 電流及び EC 電流を実験的に定量評価し、磁場配位・電子密度・入射パワー・平行屈折率 $N_{||}$ 等に対する依存性を調べることにより、その特性を明らかにする。3 次元磁場構造呼び平行運動量保存を考慮した adjoint approach による電流駆動理論解析との比較を行い、Fisch-Boozer 効果、Ohkawa 効果の役割を明確にする。また、非誘導電流を用いた回転変換制御により、MHD 不安定性の回避・抑制を行った。局在化された電流駆動により、負磁気シア及びゼロ回転変換配位の形成を試み、MHD 不安定性への影響を調べる。

3. 研究の方法

Heliotron J 装置において ECCD 実験を行い、磁場配位依存性、磁場強度依存性等を調べることにより ECCD の物理過程を明らかにする。閉じ込め磁場の方向を反転することにより、非誘導電流の一つであるブートストラップ電流をトータルのトロイダル電流から切り分け、EC 駆動電流を理論の仮定無しで評価する。3 次元磁場配位を考慮に入れたレイトレーシング計算コードを用い、平行運動量を考慮に入れた adjoint approach により EC 電流を理論的に評価し、実験との比較を行う。ECCD を NBI プラズマに印加し、回転変換分布を制御する。

4. 研究成果

Heliotron J では非誘導電流を調べるため 70GHz ECH を用いており、プラズマは第 2 高調波 X-mode ECH で生成・加熱されている。ヘリカル系の中型プラズマ実験装置である Heliotron J 装置では、コイルの電流比を変えることによって、EC 共鳴位置、回転変換・プラズマ体積をほぼ一定に保ったまま、EC パワー吸収位置での磁場リップルを柔軟に制御することが可能である。図 4.1 はトロイダル方向に沿った磁気軸上の磁場の変化である。ここで、プラズマ体積、回転変換ができるだけ一定になるようにしている。磁場リップル $h = B_{str}/B_{cor}$ は、直線部 ($\phi=0$ deg) とコーナー部 ($\phi=45$ deg) での磁場強度の比で定義した。プラズマ体積と回転変換をほぼ一定に保ちつつ、EC パワー吸収位置での磁場を極大(リップルトップ加熱)から極小(リ

ップルボトム加熱)にまで変えることができる。

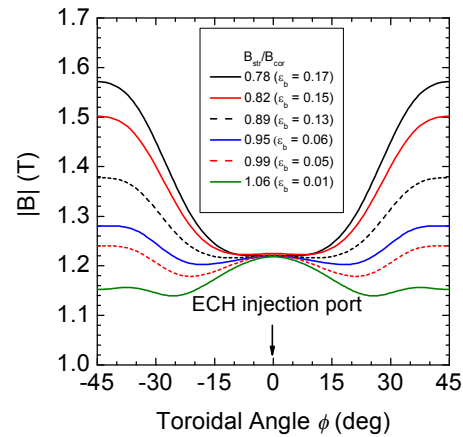


図 4.1 磁気軸におけるトロイダル方向磁場強度分布

トラスプラズマにおける ECCD の電流駆動物理を探るためには、制御性に優れた ECH/ECCD システムの開発が不可欠である。Heliotron J において、集束されたガウスビームをトロイダル・ポロイダル双方向に入射角が制御可能な入射システムの開発・整備を進めた。図 4.2 に導入した入射システムの概要を示す。入射システムのミラーは集束ミラーと可動フラットミラーから構成されている。ガン発振器を用いた低パワー (13dBm) 試験では、入射ビームは設計されたようにガウス分布形状となっており、 $1/e^2$ パワーのビーム半径が磁気軸において 3 cm であり、プラズマ小半径 $a \sim 20$ cm よりも十分に小さい。また、可視光レーザーも用いた試験では $N_{||}$ の範囲が -0.05 から 0.6 までと設計通りの範囲となっていることを確認した。この $N_{||}$ の範囲は EC 駆動電流の $N_{||}$ 依存性を調べる上で十分に広い。偏波計算によれば、X-mode の割合は 80% 以上であり、特に、 $0.1 < N_{||} < 0.6$ の範囲では 90% 以上である。

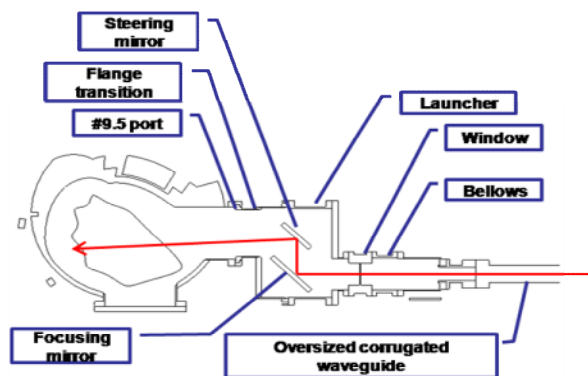


図 4.2 ECH/ECCD 入射システム概要図

本研究で導入した入射システムを用いて、Heliotron Jにおいて ECCD 実験を開始した。入射したパワーは 270 kW、最大パルス幅は 120 msec である。まず標準配位において実験を行い、 $N_{||}=0.38$ でのトロイダル電流の時間発展を調べた。本研究での実験では、回転変換、プラズマがほぼ同じ 3 種類の磁場配位 $h=1.06, 0.95, 0.82$ ($h = B_{str}/B_{cor}$, B_{str}, B_{cor} はそれぞれ直線部 ($\phi = 0$ deg)、コーナー部 ($\phi = \pm 45$ deg) における磁場強度) を選んだ。ECH プラズマではトロイダル電流はブートストラップ (BS) 電流と EC 駆動電流から成っており、この 2 成分は閉じ込め磁場方向が時計回り方向と反時計回り方向の実験結果を比較することで分離することができる。

レイトレーシング計算コード TRAVIS を用いて Heliotron J 磁場配位におけるパワー吸収及び電流駆動の理論計算を行い、Heliotron J における実験結果との比較を行った。TRAVIS は任意の 3 次元磁場形状における ECH/ECCD 及び ECE 計測のためのレイトレーシング計算コードである。ECH/ECCD の計算では、通過粒子と捕捉粒子のそれぞれが担う吸収に分けることで捕捉粒子の役割について調べることができるようになっている。電流駆動は平行運動量の保存を考慮に入れて計算している。

図 4.3 は 3 つの配位における EC 駆動電流の $N_{||}$ 依存性である。高 h 、中 h 配位において EC 駆動電流は $N_{||}$ の増大と共に Fisch-Boozer 方向に流れ、 $N_{||} \sim 0.5$ においてそれぞれ $I_p = 2.3$ kA, 1.8 kA の最大電流値が得られている。低 h 配位では EC 駆動電流はほぼゼロであり、 $N_{||}$ にほとんど依存しない。3 つの配位における $N_{||}$ 依存性の違いは、EC 駆動電流が EC パワーの吸収される位置での磁場構造に強く依存しており、磁場リップルの谷近くで吸収された場合は EC 駆動電流が抑制されることを示している。図 4.3 には捕捉粒子を考慮に入れた理論計算結果もプロットしている。TRAVIS 計算は実験結果の $N_{||}$ 依存性をよく再現するとともに絶対値についても良い一致が見られている。

Heliotron J では、ECCD が磁気軸近傍に局在化された場合、数 kA の EC 駆動電流で回転変換分布を変えることが可能である。図 4.4 は ECCD を行ったときの回転変換分布の数値計算結果である。EC 駆動電流分布はレイトレーシング計算コード TRAVIS によって求めた。回転変換を下げる方向に相当する $N_{||} < 0$ の場合、counter-ECCD の効果により中心領域の回転変換が下がり、強い正磁気シアが形成されることがわかる。この 70GHz ECCD システムを用いて、回転変換分布の変化が MHD mode に及ぼす影響について実験的に調べた。平行屈折率が $N_{||}=0.0$ の場合、非誘導電流は -0.5 kA 流れ、ブートストラップ電流と NB 電

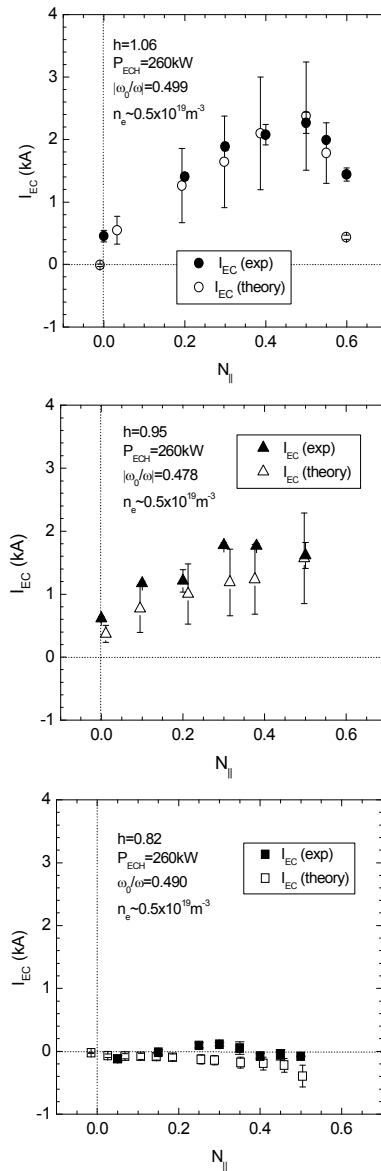


図 4.3 3 配位における EC 駆動電流の $N_{||}$ 依存性。

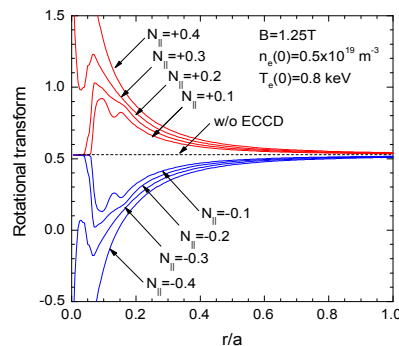


図 4.4 Heliotron J における ECCD 印加時の回転変換分布。

流から成っている。Mimov コイルの FFT 解析によれば、 $m/n=4/2$ のコヒーレントモードが周波数 $f = 80$ kHz で励起されており、マルチチャンネルビーム放射分光法 (BES) による電子密度揺動計測の結果、プラズマ小半径 $r/a \sim 0.6$ に局在化していることがわかっている。これらの実験結果から、観測されたモードは高エネルギー粒子駆動固有モードと考えられる。 $N_{||} = -0.3$ に設定することで ECCD を行い、このモードを抑制することに成功した。TRAVIS によって評価される EC 駆動電流は 2.4 kA であり、回転変換を下げる方向に働く。安定化の物理機構としては、モードが励起される小半径位置において磁気シアが強くなったことによるものと考えられる。

MHD モードに対する ECCD の効果を $N_{||}$ をスキャンすることによって調べた。 $N_{||}$ が大きくなるにつれて、EC 駆動電流は大きくなり回転変換を下げる方向に働く。図 4.5 はモード振幅の磁気シア依存性である。磁場配位、磁場強度は図 4.4 と同じである。ここで、磁気シアは TRAVIS によって求めた EC 駆動電流分布を考慮に入れて計算した回転変換分布から評価している。EC 駆動電流は $0.3 < N_{||} < 0.0$ の範囲で 0.3 kA から 2.4 kA まで単調に増加する。 $|N_{||}| > 0.2$ では 2.0 kA 以上の EC 電流が駆動され、モード振幅は NBI のない ECH プラズマと同程度の値まで下がっており、EPM が完全に抑制されていることを示している。ECCD を用いた。この回転変換分布制御実験結果は、EPM を抑制する磁気シアに閾値があることを示唆している。

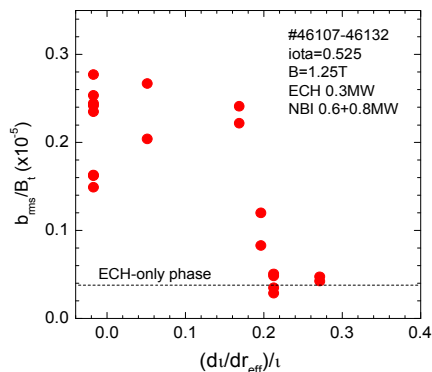


図 4.5 AE モード振幅の磁気シア依存性。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 13 件) 全て査読あり

1. Y. Yoshimura, S. Kubo, T. Shimozuma, H. Igami, H. Takahashi, M. Nishiura, S. Sakakibara, K. Tanaka, K. Narihira, T. Mutoh, H. Yamada, K. Nagasaki, et al., “Dependence of EC-Driven Current on the EC-Wave Beam Direction in LHD”, *Plasma Fus. Res.*, 6 (2011) 2402073, http://www.jspf.or.jp/PFR/PDF/pfr2011_06-2402073.pdf
2. K. Nagasaki, S. Yamamoto, H. Yoshino, K. Sakamoto, N.B. Marushchenko, Y. Turkin, T. Mizuuchi, H. Okada, K. Hanatani, T. Minami, K. Masuda, S. Kobayashi, et al., “Influence of trapped electrons on ECCD in Heliotron J”, *Nucl. Fusion* 51 (2011) 103035, DOI: 10.1088/0029-5515/51/10/103035
3. F. Sano, T. Mizuuchi, K. Nagasaki, et al., “Physics of Heliotron J Confinement” *Plasma Fus. Res.*, 5 (2010) S2003, http://www.jspf.or.jp/PFR/PDF/pfr2010_05-S2003.pdf
4. Y. Yoshimura, S. Kubo, T. Shimozuma, H. Igami, H. Takahashi, S. Kobayashi, S. Ito, Y. Mizuno, Y. Takita, Y. Nakamura, K. Ohkubo, R. Ikeda, K. Ida, M. Yoshinuma, S. Sakakibara, T. Mutoh, K. Nagasaki, et al., “Progress Toward Steady-State Operation in LHD Using Electron Cyclotron Waves”, *Fus. Sci. and Technol.* 58 (2010) 551-559, http://www.new.ans.org/pubs/journals/fts/a_10842
5. H. Igami, S. Kubo, T. Shimozuma, Y. Yoshimura, T. Notake, H. Takahashi, H. Idei, S. Inagaki, H. Tanaka, K. Nagasaki, et al., “Research of Electron Cyclotron Resonance Heating Methods and Relevant Experiments”, *Fusion Sci. Technol.*, 58 (2010) 539-550, http://www.new.ans.org/pubs/journals/fts/a_10841
6. K. Nagasaki, K. Sakamoto, K. Minami, H. Yoshino, T. Mizuuchi, H. Okada, K. Hanatani, T. Minami, K. Masuda, S. Kobayashi, S. Yamamoto, S. Konoshima, Y. Nakamura, S. Ohshima, K. Mukai, S. Kishi, H. Y. Lee, Y. Takabatake, G. Motojima, et al., “ECCD Experiments Using the Upgraded Launching System in Heliotron J”, *Contrib. Plasma Phys.* 50, No. 6-7, (2010) 656-660, DOI: 10.1002/ctpp.200900018
7. K. Nagasaki, G. Motojima, S. Kobayashi, S. Yamamoto, et al., “Effect of magnetic field ripple on electron cyclotron current drive in Heliotron J”, *Nucl. Fusion* 50 (2010) 025003, DOI: 10.1088/0029-5515/50/2/025003
8. K. Mukai, K. Nagasaki, V. Zhuravlev, T. Fukuda, T. Mizuuchi, T. Minami, H. Okada, S. Kobayashi, S. Yamamoto, et al., “Electron Density Profile Measurement in Heliotron J with a Microwave AM Reflectometer”, *Contrib. Plasma Phys.* 50, 646 – 650 (2010), DOI:

- 10.1002/ctpp.200900023
9. H. Igami, R. Ikeda, H. Takahashi, Y. Yoshimura, T. Shimozuma, S. Kubo, H. Tanaka, K. Nagasaki and T. Mutoh, "Investigation of Experimental Configuration for EBW Heating on LHD" 2009 Plasma Sci. Technol. 11 430-438, DOI: 10.1088/1009-0630/11/4/13
 10. G. Zhang, K. Nagasaki, et al., "A Polarizer with Sinusoidal Grooves in the Electron Cyclotron Resonance Heating System of the HL-2A Tokamak", Plasma Sci. Technol. 11 (2009) 619-624, DOI:10.1088/1009-0630/11/5/20
 11. T. Mizuuchi, S. Kobayashi, H. Okada, K. Nagasaki, S. Yamamoto, G. Motojima, et al., "Configuration Control Experiments in Heliotron J", Journal of Plasma and Fusion Res. SERIES, 8 (2009) 0981-0986, http://www.jspf.or.jp/JPFERS/PDF/Vol8/jpfrs2009_08-0981.pdf
 12. H. Igami, Y. Yoshimura, S. Kubo, T. Shimozuma, H. Takahashi, H. Tanaka, K. Nagasaki, et al., "Electron Bernstein wave heating via the slow X-B mode conversion process with direct launching from the high field side in LHD", Nucl. Fusion 49 (2009) 115005, http://www-pub.iaea.org/mtcd/meetings/fec2008/ex_p6-13.pdf
 13. G. Motojima, K. Nagasaki, H. Okada, K. Watanabe, T. Mizuuchi, A. Matsuyama, K. Hanatani, S. Yamamoto, S. Kobayashi, et al., "Experimental Study of Non-Inductive Current in Heliotron J", Journal of Plasma and Fusion Res. SERIES, Vol. 8 (2009) pp.1010-1014, http://www.jspf.or.jp/JPFERS/PDF/Vol8/jpfrs2009_08-1010.pdf
- [学会発表] (計 33 件)
1. 長崎百伸, 他、「ヘリオトロン J における ECCD を用いた回転変換制御」, Plasma Conf. 2011, 石川県立音楽堂, 平成 23 年 11 月 22 日-25 日, 23P037-P
 2. K. Nagasaki and E. Ascasibar, "Recent Plasma Startup Experiments in TJ-II and Heliotron J", 7th Integrated Operation Scenario Topical Group Meeting, Kyoto Univ., Oct. 18-21, 2011
 3. K. Nagasaki, et al., "Development of Advanced Helical Fusion System", 2nd Int. Symp. of Advanced Energy Science, Zero-emission energy, Kyoto Univ., Sep. 27-28, 2011
 4. K. Nagasaki, et al., 8th Int. Workshop on "Strong Microwaves and Terahertz Waves: Sources and Applications", Nizhny Novgorod, Russia, July 9-16, 2011 (Invited talk)
 5. 長崎百伸, 他、「ヘリオトロン J における電子サイクロトロン電流駆動時の ECE 挙動」, 第 66 回日本物理学会、新潟大学、平成 23 年 3 月 25 日-28 日、27pGY10
 6. K. Nagasaki, et al., "Experimental and Simulation Results on ECCD in Heliotron J", US-Japan Workshop on RF Physics, Toba, Feb. 8-9, 2011
 7. 吉野隼生, 長崎百伸, 他、「ヘリオトロン J における 2 つのラジオメータを用いた ECE 計測」, 第 27 回プラズマ・核融合学会年会、北海道大学、平成 22 年 11 月 30 日-12 月 3 日、02P48
 8. 長崎百伸, 他、「ヘリオトロン J における ECCD に対する捕捉粒子の役割」, 第 27 回プラズマ・核融合学会年会、北海道大学、平成 22 年 11 月 30 日-12 月 3 日、02P47
 9. 諏訪勝重, 山本聡, 他、「ヘリオトロン J における MHD 不安定性の空間構造に関する研究」, 第 27 回プラズマ・核融合学会年会、北海道大学、平成 22 年 11 月 30 日-12 月 3 日、02P54
 10. 水野浩志, 長崎百伸, 他、「ヘリオトロン J におけるマイクロ波反射計を用いた電子密度揺動計測」, Plasma Conf. 2011, 石川県立音楽堂, 平成 23 年 11 月 22 日-25 日, 23P029-P
 11. S. Yamamoto, et al., "Studies of MHD stability in Heliotron J plasmas", International Symposium of Advanced Energy Science, Obaku Plaza, Kyoto University, Nov. 18-19 (2010) PQ-3
 12. K. Nagasaki, et al., "Experimental Study of Second Harmonic ECCD in Heliotron J", Proc. 23rd IAEA Fusion Energy Conf., Daejeon Convention Center, Daejeon, Korea, Oct. 11-16, 2010, EXW/P7-19
 13. S. Yamamoto, S. Kobayashi, K. Nagasaki, et al., "Results and Status of Profile Measurements in Heliotron J", 7th CWGM, Greifswald, Jun. 30 - Jul. 2 (2010)
 14. 小林進二, 他、「ヘリオトロン J における高速イオン励起 MHD 揺動による高速イオン応答」, 第 8 回核融合エネルギー連合講演会、2010 年 6 月 10 日~11 日、高山市民文化会館 (岐阜県高山市) 10A-01p
 15. 山本聡, 他、「低磁気シアヘリカルプラズマにおける高速粒子励起 MHD 不安定性研究」, 第 8 回核融合エネルギー連合講演会、2010 年 6 月 10 日~11 日、高山市民文化会館 (岐阜県高山市)、10A-02p
 16. K. Nagasaki, et al., "Study of 70GHz Second Harmonic X-mode ECCD in Heliotron J", Proc. EC-16, Sanya, China, April 12-15, 2010, p. 137-142

17. 長崎百伸, 他, 「先進ヘリカル配位における電子サイクロトロン電流駆動実験」、日本物理学会第 65 回年次大会、2010 年 3 月 20 日-23 日、岡山大学、20pTK5
18. 向井清史, 長崎百伸, 他, 「ヘリオトロン J プラズマにおける電子密度分布の加熱特性依存性」、第 65 回日本物理学会、2010 年 3 月 20-23 日、岡山大学、20pTK11
19. K. Nagasaki, et al., "ECCD Experiment Using Upgraded Launcher in Heliotron J", Korea-Japan Joint Workshop on RF Heating Physics in Fusion Plasmas, NFRI, Daejeon, Korea, March 8-9, 2010
20. F. Sano, et al., "Physics Research on the Heliotron J Confinement", Int. Toki Conference 19, Toki, Dec. 8-11, 2009, I-5
21. 南桂史, 長崎百伸, 他, 「ヘリオトロン J における改良された電子サイクロトロン波入射システムによる電流駆動実験」、第 26 回プラ・核学会年会、2009 年 12 月 1-4 日、京都市国際交流会館、4pD17P
22. 山本聡, 他, 「ヘリカル軸ヘリオトロン磁場配位の最適化研究」、第 26 回プラズマ・核融合学会年会、2009 年 12 月 1 日 - 4 日、京都市国際交流会館、4aD07
23. K. Nagasaki, et al., "Study of Non-Inductive Current in Heliotron J", APFA2009 and APPTC2009, Aomori, Japan, October 27-30 2009, P27p2-03
24. K. Nagasaki, et al., "Study of ECCD Physics and Iota Profile Control in Heliotron J", Proc. 17th Int. Stellarator/Heliotron Workshop, Princeton Plasma Phys. Lab., 12-16 Oct., 2009, P01-19
25. T. Mizuuchi, F. Sano, K. Nagasaki, H. Okada, T. Minami, S. Kobayashi, S. Yamamoto, et al., "Study of Improved Confinement Modes in Heliotron J", Proc. 17th Int. Stellarator/Heliotron Workshop, Princeton Plasma Phys. Lab., 12-16 October, 2009, I24
26. S. Kobayashi, et al., "Energetic particle transport in NBI plasmas of Heliotron J", Proc. 17th Int. Stellarator/Heliotron Workshop, Princeton Plasma Phys. Lab., 12-16 October, 2009, I31
27. K. Nagasaki, et al., "ECCD Experiments Using Upgraded Launcher in Heliotron J", US-EU-Japan RF Workshop, September 16th-18th, 2009, Kyshu National Musium, Japan
28. K. Nagasaki, et al., "Recent Results on ECCD Experiment in Heliotron J", The 3rd Japan-Korea Workshop on Plasma Heating and Current Drive Systems, NIFS, August 5-7 (2009)
29. 長崎百伸, 南桂史, 坂本欣三, 本島巖, 小林進二, 山本聡, 他, 「ヘリオトロン J における ECCD 実験」、平成 21 年度「ミリ波・サブミリ波応用の新展開のための調査研究」作業会、平成 21 年 8 月 5 日、NIFS
30. 下妻隆, 長崎百伸, 「小特集 核融合プラズマにおける電子サイクロトロン加熱・電流駆動の進展 3.3 ヘリカル装置における ECH・ECCD の進展」、プラズマ・核融合学会誌 Vol. 85, No.6 (2009) 368-377
31. K. Nagasaki, G. Motojima, et al., "ECCD Experiments and Possibilities of Iota Profile Control in Heliotron J", US-J and Korea-Japan Workshop on RF Plasma Phys., March 16-18, 2009, NIFS
32. B. D. Blackwell, D. G. Pretty, S. Yamamoto, K. Nagasaki, F. Detering, "Initial Results from a Comparative study of Configurational Effects and Alfvén Range activity in H-1 and Heliotron J", 8th Japan-Australia Plasma Diagnostics Workshop, 2-5 Feb. 2009, Australia
33. K. Nagasaki, et al., "Millimeter Wave Diagnostics for Heliotron J", 8th Japan-Australia Plasma Diagnostics Workshop, 2-5 Feb. 2009, Australia

〔その他〕

ホームページ等

http://www.iae.kyoto-u.ac.jp/beam/index_j.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

長崎 百伸 (NAGASAKI KAZUNOBU)
京都大学・エネルギー理工学研究所・教授
研究者番号：20237506

(2) 研究分担者

無し

(3) 連携研究者

小林 進二 (KOBAYASHI SHINJI)
京都大学・エネルギー理工学研究所・助教
研究者番号：70346055

山本 聡 (YAMAMOTO SATOSHI)
京都大学・エネルギー理工学研究所・助教
研究者番号：70397529

本島 巖 (MOTOJIMA GEN)
核融合科学研究所・助教
研究者番号：00509507