

令和元年6月21日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15H04231

研究課題名(和文) 先進核融合炉を指向した高強度ミリ波によるプラズマ電流立ち上げの研究

研究課題名(英文) Non-inductive plasma start-up using intense millimeter-wave beam toward advanced tokamak reactor

研究代表者

出射 浩 (Idei, Hiroshi)

九州大学・応用力学研究所・教授

研究者番号：70260049

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,400,000円

研究成果の概要(和文)：28 GHz 新ランチャー・準光学偏波器システムを開発し、低電力試験装置、さらに QUEST 装置内で重ねて低電力で性能評価し、良好なビーム集束・入射角、偏波面制御性を確認した。斜め入射で 93 kA (世界最高値) の非誘導電流立ち上げに成功した。共鳴条件検討で、斜め入射時に強い相対論効果、ドップラー拡がり、高速電子のアップシフト高調波共鳴が連続的に起きることを明らかにし、高効率電流駆動実現の可能性を示した。垂直入射ではバルク電子吸収によって電子温度 200 eV、電子密度 $5 \times 10^{20} \text{ m}^{-3}$ (遮断密度近傍) の 20-30 kA プラズマを生成し、0.2 秒程度、維持することに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

トカマク型炉で電流立ち上げ時にしか用いない中心ソレノイド(CS)コイル設置が、経済性や中性子問題と対峙することから、CS コイルを用いない非誘導電流立ち上げが重要課題となっている。本研究では、高強度ミリ波ビームを用いた高効率・非誘導プラズマ電流立ち上げのシナリオ検討、その実現を目的とする。高効率非誘導電流駆動には、入射ビームの一回通過吸収(局所加熱・電流駆動)が重要であり、ビーム集束・入射角制御、入射偏波面を実現する伝送・入射系を開発・実装した。電流駆動に関する理論解析の評価を加え、炉で切望されている非誘導プラズマ電流立ち上げを実証し、高効率化へのシナリオを提示した点で学術・社会的に意義深い。

研究成果の概要(英文)：New 28 GHz launcher and quasi-optical polarizer systems have been designed and developed, and its excellent beam focusing and steering, and polarization controllability were verified at a low power test-bench and also in the QUEST tokamak at a low power level. A world record of non-inductive plasma ramped current of 93 kA has been achieved in the oblique injection. The resonance region was remarkably shifted to high field side due to the relativistic mass effect, and was widely expanded due to Doppler shift effect for the energetic electrons. Up-shift resonance conditions on the higher harmonics were considered to be continuously satisfied for the 60 keV electrons in the low field side injection, indicating potential of realization of the highly efficient current drive. In the perpendicular injection, relatively high electron temperature (~200 eV) and density [$\sim 5 \times 10^{20} \text{ m}^{-3}$ (almost cutoff)] have been attained, and the non-inductive plasma current of 20-30 kA was sustained for 0.2 s.

研究分野：核融合プラズマ理工学

キーワード：電子サイクロトロン加熱電流駆動 トカマク 非誘導プラズマ電流立ち上げ

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

トカマク型核融合研究は、国際熱核融合実験炉（ITER）実験で、核融合研究は「燃焼」という大きな節目を迎える。炉ではダイバータへの熱負荷に加えて、経済性、中性子の問題がある。経済性の観点では、高ベータ値が達成できる低アスペクト比の球状トカマク（ST）が有利であるが、ダイバータ熱負荷の観点では、球状トカマク型はダイバータの受熱面積が小さくなるために不利となる。NSTX-U ではスノーフレークダイバータや液体リチウムダイバータ、MAST-U ではスーパーX ダイバータが採用され、ダイバータ熱負荷軽減実験が予定されている。中性子問題でセクター括での引き抜き保守を考えれば、ST が有利である。

日本では欧州との幅広いアプローチ活動のもと、JT-60SA 実験計画が進んでいる。JT-60SA 装置では、比較的アスペクト比を低くし、高ベータプラズマ維持を目指すことで、原型炉への指針を与えることを大きな目標としている。炉設計では、経済性と中性子問題の解決のため、低アスペクト比を指向した革新的な VECTOR 炉が提案された。コンパクトな VECTOR 炉ではトロイダル磁場を比較的強くし、中性子問題を克服するために、CS コイルを用いない非誘導方式でプラズマ電流立ち上げる設計となっている。JT-60SA 装置同程度のアスペクト比で設計された SlimCS 炉でも「その名の通り」、CS コイル部を極力小さくしている。

電流立ち上げ時にしか用いない CS コイル設置が経済性や中性子問題と対峙するため、CS コイルを設置するのが本質的に困難な ST 炉に限らず、トカマク炉でも CS コイルを用いない非誘導電流立ち上げが喫緊の課題となっている。九州大学は、平成 24 年度から筑波大学、核融合研究所（NIFS）と連携研究を開始した。筑波大学は、NIFS との共同研究でミリ波（77/154GHz）大電力ジャイロトロン管を開発し、1.5 MW 発振に成功した。QUEST では、電子バーンシュタイン波加熱・電流駆動機構を調べるために高密度プラズマ生成が必須で、高周波数のミリ波入射が求められていた。筑波大学で開発された 28 GHz ジャイロトロン管を用いたシステムで、主周波数である 8.2 GHz の遮断密度を超える高密度プラズマの生成に成功し、28 GHz 単独入射で 66 kA という高いプラズマ電流の立ち上げに成功したが、1 回通過吸収による局所加熱効果が期待できない伝送・入射系であった。

比較的、低磁場の LATE 実験、QUEST 実験等では、電子サイクロトロン周波数が低く、電流立ち上げに用いられてきた高周波周波数は 2.45 - 8.2 GHz と低周波数である。VECTOR 炉で磁場は 4.3T となり、電子サイクロトロン周波数はミリ波領域の 120 GHz となる。ミリ波を用いたプラズマ電流立ち上げ実験は限られており、MAST 実験、米国の DIII-D 実験、原子力開発機構 JT-60U 実験で断片的に行われているが、例が少ない。JT-60U 実験では、LATE 実験との比較で decay index で整理した良好な結果が得られている。ミリ波領域では、QUEST でこれまでに実現できていないものの、1 回通過吸収による局所加熱効果が期待できる入射ビーム制御が可能であり、高強度ミリ波ビームを用いて、高効率非誘導プラズマ電流立ち上げできると期待される。

QUEST 計画では、定常電流駆動プラズマを用いたプラズマ-壁相互作用研究が主たる研究課題であるが、本研究課題は CS を用いない先進核融合炉開発へ大きなインパクトを与える研究課題として推進する。

2. 研究の目的

ST での非誘導プラズマ立ち上げにおいて、有効で高効率な電子サイクロトロン波プラズマ加熱・電流駆動に関し、特長的なことは高調波共鳴位置がプラズマ中に複数、存在することである。通常トカマクより主半径に対して小半径が大きいいため、ST では高次高調波を考慮すべき広範囲な磁場強度分布となる。QUEST 実験では、第 2 高調波共鳴位置が内側センタースタック位置近傍で、第 4 高調波共鳴位置がポロイダル中心付近に存在しており、高次高調波加熱の非誘導電流立ち上げへの効果を有効に検証できる。電子サイクロトロン波プラズマ電流立ち上げ実験では、高速電子生成が数多く報告されている。高速電子生成・加熱される場合は、高次高調波加熱が有効となる。入射される磁場に平行方向屈折率 N_{\parallel} によって、加熱される電子の磁場に平行方向速度 v_{\parallel} が異なる。 N_{\parallel} 制御するためには集束ビームを形成し、入射角制御する必要がある。集束ビーム制御では屈折率制御するばかりか、空間的に加熱位置を制御することができる。有効な高次高調波加熱効果を視野に入れ、ミリ波技術を駆使して制御された大強度ミリ波ビームを用いることで、高効率に非誘導プラズマ電流を立ち上げることを目的とする。

3. 研究の方法

高効率なミリ波を用いた電流立ち上げのため、高速電子の生成・加熱を扱う。有効な高速電子の生成・加熱のため、入射ビームの集束性・入射角制御が可能な大型集束鏡を用いたランチャーシステムを開発する。ビームの一回通過吸収で良好な高速電子の生成・加熱を実現するには、入射偏波面制御が重要となる。ランチャーシステムに加え、任意楕円偏波を励起できる偏波器システムを開発する。強い相対論効果、マルチ高次共鳴効果など、ビーム一回通過吸収でのプラズマ-波動相互作用を光線追跡法で解析する。また共鳴条件の相対論的ドップラー効果の解析的考察で、高効率電流立ち上げのシナリオを検討する。入射 N_{\parallel} 制御・偏波面制御のもと、開発された実験シナリオにて、強集束ビーム入射による高効率な電流立ち上げを実現する。

4. 研究成果

4. 1 大型集束鏡を用いたランチャーシステムの開発

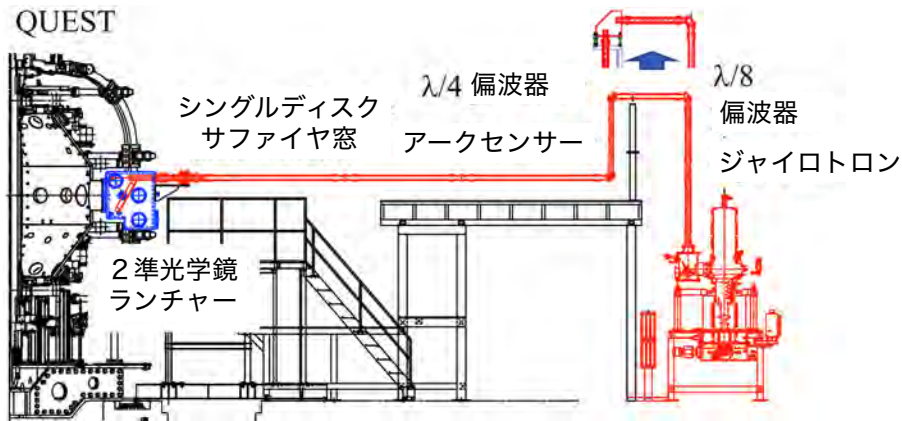


図 1 : 大型集束鏡を用いたランチャーシステムを設置した 28 GHz 第二世代伝送系

図 1 に大型集束鏡を用いたランチャーシステムを設置した 28 GHz 第二世代伝送系を示す。後述される準光学偏波器への変更も示されている。強集束ビーム入射による入射 $N_{//}$ 制御を実現するために 2 準光学鏡からなるランチャーシステム、入射偏波面制御を行うための $\lambda/4 \cdot \lambda/8$ 偏波器が新たに開発・設置し、入射ビーム制御に向け第一世代から大幅に改良した。

ランチャーは主半径 1.5 m 程度の位置に設置した。第 2 高調波加熱位置は主半径 0.32 m 位置にあり、1.2 m 程の比較的長い伝搬後にビーム集束する必要がある。第 2 高調波加熱位置は、内側センタースタック位置である 0.22 m に近く、入射ビームをセンタースタックと干渉せずに斜め入射するために、入射ビームを 0.05 m 径程度まで集束する必要がある。必要となる集束鏡 (第 2 鏡) の大きさは、ガウス光学で共鳴位置から鏡位置までビーム伝送して評価した。円形コルゲート導波管からの放射ビームを、第 1 鏡 (凸面鏡) にて第 2 鏡で必要なビーム径まで拡げる。導波管からの放射ビームは開発したキルヒホッフ積分コードで評価し、第 1 鏡反射鏡面は、第 2 鏡で必要なガウスビームが得られるように設計した。第 2 鏡の反射鏡面は、第 1 鏡反射のガウスビームが共鳴位置で 0.05 m のビーム径をもつガウスビームに変換されるように設計した。反射鏡面の設計は、キルヒホッフ積分・ガウス光学で評価されるビーム伝搬位相を入射で整合するよう、新たに設計コードを開発して進めた。

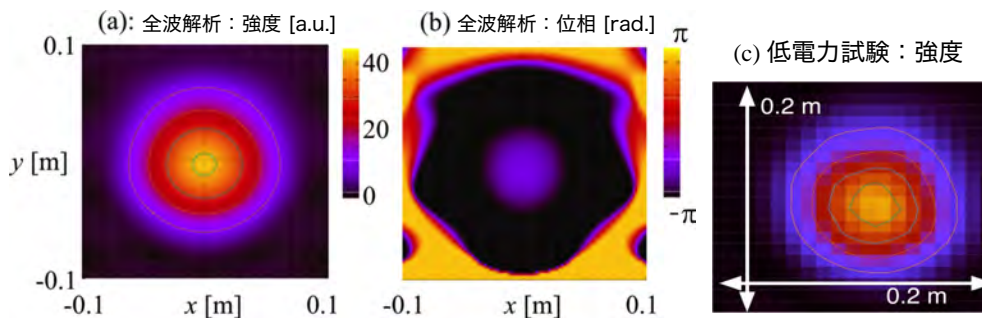


図 2 : (a) 全波解析 : 強度 (b) 全波解析 : 位相 (c) 低電力試験 : 強度

設計・開発したランチャーシステムの動作・性能を、全波解析、低電力試験で確認した。図 2 に共鳴位置での集束ビームの全波解析、低電力試験結果が示されている。設計通りの良好な 0.05 m 径のビーム形成を確認した。さらに低電力試験にて、垂直入射から接線入射までの良好な入射角制御性を確認した。第 2 世代でのランチャーシステムは 8.56 GHz クライストロンシステムランチャーと共用で、大型集束鏡の両面を活用するランチャーとして開発された。ジャイロトロン管、クライストロン管を同一電源で運転することで、共用ランチャーが整備されたが、その後、クライストロン管電源を新たに整備したため、第 3 世代伝送系では、個別のランチャー (28 GHz 用 2 準光学鏡面は同じ) システムとした。

4. 2 準光学偏波器の開発

第 2 世代伝送系用に 2 つのコルゲート反射板を有するマイターバンド型偏波器を開発した。いずれのコルゲート反射板も抵抗損を軽減するように、ワイヤーカット加工でなくマシニング加工とした。コルゲート反射板形状は全波解析で設計された。第 2 世代伝送系を用い、140 kW 入射で 70 kA の非誘導プラズマ電流立ち上げに成功するといった一定の成果を得たが、より高電力の入射実験で偏波器でのアーキングが頻発した。偏波面制御するためのコルゲート板回転で、板の隙間からの漏れ電力で回転に必要な O リングが溶損し、導波管真空度が劣化したためであった。隙間を狭める対策を講じたが、その隙間でアーキングが発生した。狭い空間のマイターバンド構造を止め、新たな準光学偏波器を提案し、開発した。図 3 (a) に準光学偏波器の概要を示す。2 つのコルゲート反射板に加え、円形コルゲート導波管からの放射 HE_{11} モードビームを、再びコルゲート導波管へ HE_{11} モードで結合させる準光学鏡が必要となる。準光学鏡の反射

鏡面は、2 準光学鏡ランチャシステム同様に、キルヒホッフ積分を用いた位相整合コードで設計した。しかし準光学偏波器の試験運用時に、回転するためのコルゲート反射板の隙間で再びアーキングが発生した。回転する際は隙間をつくるものの、回転しない時は、コルゲート反射板を背板との隙間がないように押し当てる駆動機構を開発し、アーキングを回避した。また、図 3 (b) に 2 つのコルゲート反射板回転角度に対する、偏光楕円長軸の回転角度 α 、長短軸比を示す角度 β の依存性が示されている。低電力試験で評価された α 、 β 値の依存性から、理論解析通り、任意楕円偏波面が 2 つのコルゲート反射板回転角制御で実現できることを確認した。

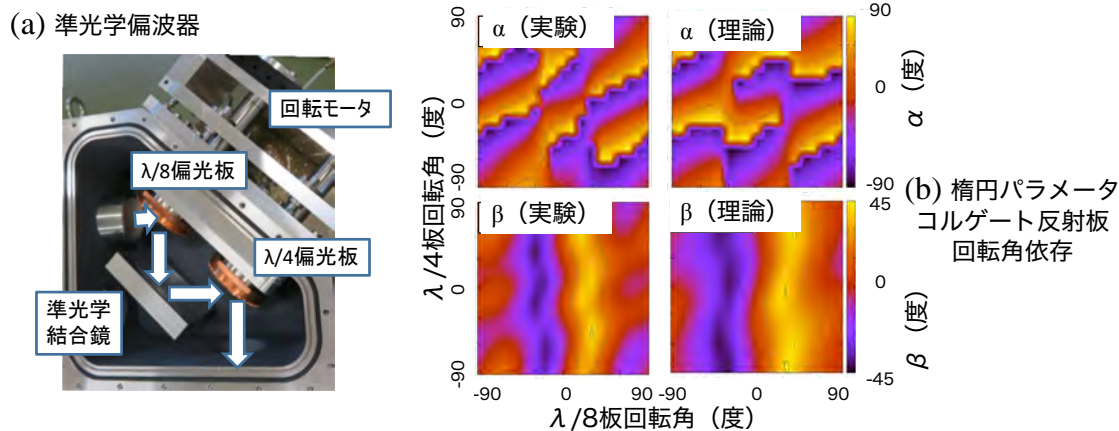


図 3 : (a)準光学偏波器概要 (b) コルゲート反射板回転角度に対する偏光楕円長軸の回転角度 α 、長短軸比を示す角度 β の依存性 (理論解析・低電力実験)

4. 3 非誘導プラズマ電流立ち上げ実験

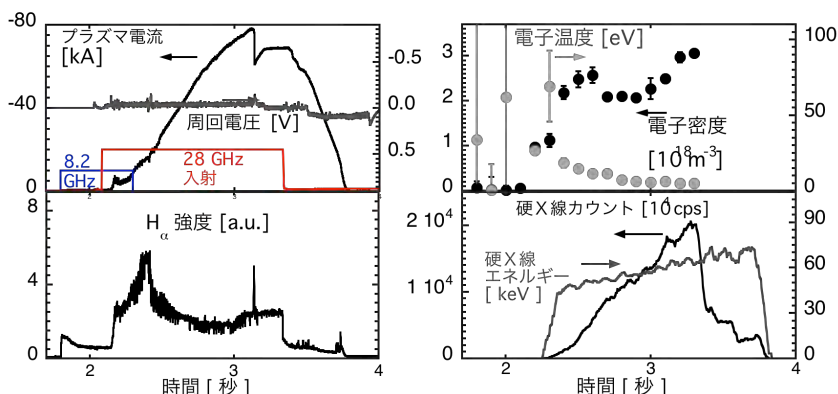


図 4 : 斜め入射による非誘導プラズマ電流立ち上げ実験 : パラメータの時間発展

斜め入射 (共鳴位置で $N_{//}=0.78$) による非誘導電流立ち上げ実験で得られたパラメータの時間発展を図 4 に示す。この際、入射偏波面は最適化 (制御) されていないものの、80 kA レベルの非誘導プラズマ電流立ち上げに成功した。共鳴位置近く (主半径 : 0.34 m) にてトムソン散乱で計測された電子密度はカットオフ密度近傍まで上昇している。電流立ち上げ時、60 keV 程度の高速電子からの硬 X 線が観測され、そのカウント数は電流と共に増加する。第 3 世代の伝送系では、マイターバンド反射時に伝送偏波面が変化する配置となった。実伝送路での偏波面変化を評価するために、QUEST 装置内で入射偏波面を測定し、最適化した。図 5 には、入射偏波面制御した斜め入射 (共鳴位置で $N_{//}=0.78$) で非誘導立ち上げた電流の時間発展を示す。図 4 で観測されている電流ドロップを回避するため、0.3 V 程度の微弱な周回電圧を掛けているものの、120 kW の入射電力で 93 kA の高効率非誘導プラズマ電流立ち上げに成功した。垂直入射時にはドップラー効果が弱くバルク電子による有効な一回通過吸収が期待される。垂直入射時に、トムソン散乱にて電子温度 200 eV、電子密度 $5 \times 10^{18} \text{m}^{-3}$ が計測された $\sim 25 \text{kA}$ プラズマの生成・維持に成功している。

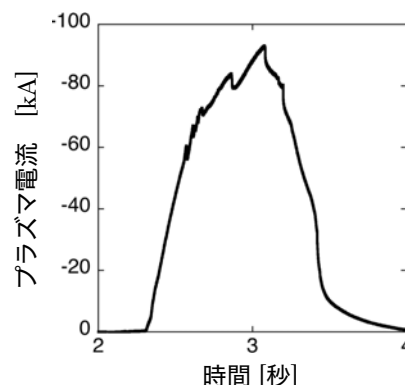


図 5 : 入射偏波面制御した斜め入射 (共鳴位置で $N_{//}=0.78$) によって非誘導立ち上げされた電流の時間発展

4. 4 高次高調波共鳴を含む光線追跡解析・高効率電流立ち上げシナリオ検討

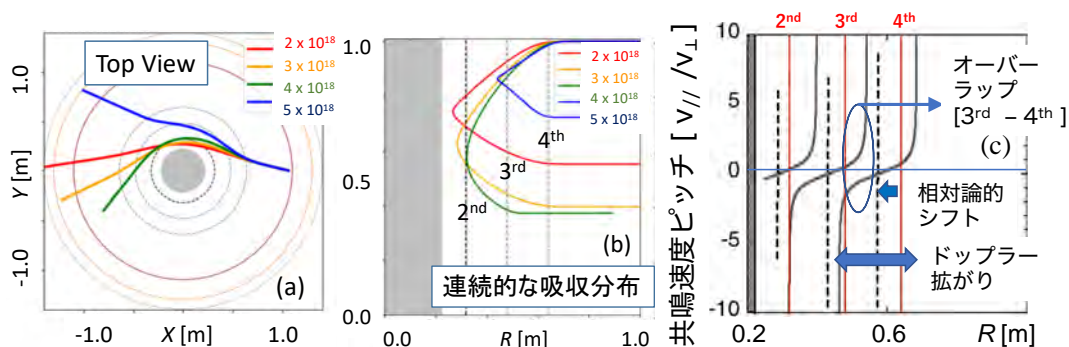


図6 : (a) 斜め入射時の赤道面投影での光線軌道 (b) 伝搬電力径方向変化 (c) 共鳴速度ピッチ径方向分布

図4に示された密度、硬X線（高速電子）エネルギー等の実験パラメータを用い、TASK-WRコードで高次高調波共鳴を含む光線追跡解析を進めた。ここで、高速電子密度はバルク電子の3%と仮定した。図6(a)に斜め入射時（第2高調波共鳴位置で $N_{||}=0.78$ ）の赤道面投影での光線軌道を示す。実験で得られた密度はカットオフ密度に近く、軌道はセンタースタックに巻き付くように曲げられるが、さらに密度が高くなると第2高調波共鳴位置まで到達しない。図6(b)には光線の伝搬電力の径方向変化が示されている。第4高調波領域から吸収が始まり、第3、第2高調領域と連続的な吸収の径方向変化が評価され、30-40%程度の1回通過吸収が見込める。

実験で得られた高効率電流駆動、光線追跡で得られた第4次共鳴から始まる連続的な吸収を、共鳴条件の観点から検討した。相対論ドップラー共鳴条件は、磁場に平行・垂直方向の運動量空間で楕円として表される。等エネルギー半円と共鳴楕円で交点があれば、そのエネルギー、運動量で共鳴条件を満たす。60 keV エネルギーの高速電子につき、共鳴条件を満たす速度ピッチの径方向分布を図6(c)に示す。ここで、 $N_{||}$ は「 $RN_{||} = \text{一定}$ 」を満たすとした。電子が60 keVといった高いエネルギーを持つため、顕著な相対論シフトが現れ、その上で強いドップラー拡がり効果が現れる。その結果、異なる高調波次数で吸収領域のオーバーラップが生ずる。第4高調波共鳴で電流駆動に有効なアップシフト共鳴から不利なダウンシフト共鳴に移る領域で、第3高調波共鳴のアップシフト共鳴領域が現れ、オーバーラップする。通常、1回通過吸収がそれほど強くない場合、アップシフト・ダウンシフト共鳴加熱で、駆動電流がキャンセルされてしまう。しかしダウンシフト共鳴が、より吸収の良い低次のアップシフト共鳴とオーバーラップすることで、連続的にアップシフト共鳴領域が繋がり、高効率な電流駆動が実現可能と考えられる。光線追跡で評価された連続的な吸収分布も、オーバーラップが生ずる広い共鳴領域から説明できる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 (計 5 件)

- ① Y. Takase, A. Ejiri, T. Fujita, N. Fukumoto, A. Fukuyama, K. Hanada, H. Idei, *et al.*, Overview of spherical tokamak research in Japan, Nuclear Fusion **57** 102005、査読有、2017、DOI: 10.1088/1741-4326/aa62c1
- ② H. Idei, T. Kariya, T. Imai, K. Mishra, T. Onchi, O. Watanabe, H. Zushi, K. Hanada, J. Qian, A. Ejiri, M.M. Alam, K. Nakamura, A. Fujisawa, Y. Nagashima, M. Hasegawa, K. Matsuoka, A. Fukuyama, S. Kubo, *et al.*, Fully non-inductive second harmonic electron cyclotron plasma ramp-up in the QUEST spherical tokamak, Nuclear Fusion **57** 126045、査読有、2017、DOI: 10.1088/1741-4326/aa7c20
- ③ H. Idei, T. Onchi, M. Hasegawa, K. Nakamura, R. Ikezoe, O. Watanabe, K. Kuroda, K. Hanada, Y. Nagashima, A. Higashijima, T. Nagata, S. Shimabukuro, T. Kariya, T. Imai, T.I. Tsujimura, S. Kubo, *et al.*, FULLY NON-INDUCTIVE 2ND HARMONIC ELECTRON CYCLOTRON CURRENT RAMP-UP WITH POLARIZED FOCUSING-BEAM IN THE QUEST SPHERICAL TOKAMAK, Proceedings of the 27th IAEA Fusion Energy Conference (FEC 2018)、査読無（審査有）、2018
- ④ H. Idei, T. Onchi, T. Kariya, T.I. Tsujimura, S. Kubo, *et al.*, 28-GHz ECHCD system with beam focusing launcher on the QUEST spherical tokamak, Fusion Engineering and Design、査読有、2019、DOI: 10.1016/j.fusengdes.2019.02.027
- ⑤ M. Fukuyama, H. Idei, T.I. Tsujimura, S. Kubo, *et al.*, Quasi-optical polarizer system for ECHCD experiments in the QUEST, Fusion Engineering and Design、査読有、2019、DOI: 10.1016/j.fusengdes.2019.02.099

〔学会発表〕 (計 11 件)

- ① 出射 浩, QUESTにおけるECHシステムの開発、「マイクロ波、ミリ波、テラヘルツ波の技術とそのプラズマ加熱・計測への応用」作業会、2016
- ② Y. Takase, A. Ejiri, T. Fujita, K. Hanada, H. Idei, M. Nagata, Y. Ono, H. Tanaka, A. Fukuyama, *et al.*,

Overview of Spherical Tokamak Research in Japan、26th IAEA Fusion Energy Conference (国際学会)、2016

③ H. Idei, T. Onchi, T. Kariya, K. Hanada, T. Imai, A. Ejiri, O. Watanabe, K. Mishra, K. Nakamura, M. Hasegawa, S. Kawasaki, H. Nakashima, A. Higashijima, H. Zushi, Y. Takase, and A. Fukuyama, *et al.* Non-inductive Electron Cyclotron Heating and Current Drive with Dual Frequency (8.2{28 GHz) Waves in QUEST、26th IAEA Fusion Energy Conference (国際学会)、2016

④ H. Idei, T. Onchi, T. Kariya, M. Hasegawa, K. Nakamura, A. Ejiri, N. Matsumoyo, Y. Kawamata, K. Mishra, M. Fukuyama, M. Yunoki, S. Kojima, K. Kuroda, O. Watanabe, K. Hanada, T. I. Tsujimura, S. Kubo, *et al.* Fully non-inductive electron cyclotron plasma ramp-up with focusing mirror launcher system in the QUEST spherical tokamak、Plasma Conference 2017 (国際学会)、2017

⑤ 出射 浩、恩地 拓己、假家 強、長谷川 真、中村 一男、江尻 晶、松本 直希、K. Mishra、福山 雅治、柚木 美羽、小島 信一郎、黒田 賢剛、渡辺 理、花田 和明、辻村 亨、久保 伸、他、QUESTにおける28 GHz 電子サイクロトロン加熱システムを用いた非誘導プラズマ電流立ち上げ実験、日本物理学会年会、2018

⑥ M. Fukuyama, H. Idei, T. Tsujimura, S. Kubo, *et al.* Quasi-optical polarizer system for ECH/ECCD experiments in the QUEST spherical tokamak、30th Symposium on Fusion Technology (SOFT 2018) (国際学会)、2018

⑦ H. Idei, A. Higashijima, A. Ejiri, A. Fukuyama, G. Taylor, K. Hanada, K. Nakamura, K. Nagata, K. Kuroda, K. Mishra, M. Hasegawa, M. Fukuyama, M. Ono, M. Yunoki, N. Matsumoto, N. Bertelli, O. Watanabe, R. Yoneda, S. Murakami, S. Kobayashi, S. Kubo, *et al.* Fully Non-inductive 2nd Harmonic Electron Cyclotron Current Ramp-up with Focused Polarized Beams in the QUEST Spherical Tokamak、27th IAEA Fusion Energy Conference (FEC 2018) (国際学会)、2018

⑧ H. Idei, T. Onchi, T. Kariya, T. I. Tsujimura, S. Kubo, *et al.* (AAPPS-DPP2018) (招待講演) (国際学会)、2018

⑨ 福山 雅治、辻村 亨、久保 伸、小林 策治、柚木 美羽、芦田 竜一、尾形 大地、恩地 拓己、池添 竜也、出射 浩、QUESTにおけるECH/CD実験のための準光学偏波器システム開発、第35回 プラズマ・核融合学会 年会、2018

⑩ H. Idei, T. Onchi, T. Kariya, T. Tsujimura, S. Kubo, *et al.* System of 28GHz ECHCD with beam focusing launcher on the QUEST spherical tokamak、30th Symposium on Fusion Technology (SOFT 2018) (国際学会)、2018

⑪ 出射 浩、福山 淳、久保 伸、他、QUESTにおける入射ビーム制御による複合高調波次数・周波数の電子サイクロトロン加熱・電流駆動検討、日本物理学会第74回年会、2019

〔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〕

ホームページ等 <https://www.triam.kyushu-u.ac.jp/ideiken/index.html>

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：福山 淳 (平成26-28年度：28年度で退職)

ローマ字氏名：Atushi Fukuyama

所属研究機関名：京都大学

部局名：工学研究科

職名：教授

研究者番号 (8桁)：60116499

研究分担者氏名：久保 伸

ローマ字氏名：Shin Kubo

所属研究機関名：核融合科学研究所

部局名：ヘリカル研究部

職名：教授

研究者番号 (8桁)：80170025

(2)研究協力者 なし

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。