

# TASK/WRを用いたQUEST電流立ち上げ実験の28GHz-電子サイクロトロン波解析 Analysis of electron cyclotron wave in the current ramp-up experiment on QUEST spherical tokamak using TASK/WR code

恩地拓己<sup>1)</sup>, 出射浩<sup>1)</sup>, 池添竜也<sup>1)</sup>, 福山雅治<sup>2)</sup>, 長谷川真<sup>1)</sup>, 花田和明<sup>1)</sup>, 江尻晶<sup>3)</sup>, 小野雅之<sup>4)</sup>, 福山淳<sup>5)</sup>  
T. Onchi<sup>1)</sup>, H. Idei<sup>1)</sup>, R. Ikezoe<sup>1)</sup>, M. Fukuyama<sup>2)</sup>, M. Hasegawa<sup>1)</sup>, K. Hanada<sup>1)</sup>, A. Ejiri<sup>3)</sup>, M. Ono<sup>4)</sup>, A. Fukuyama<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup>九大応力研, <sup>2)</sup>九大総理工, <sup>3)</sup>東大新領域, <sup>4)</sup>PPPL, <sup>5)</sup>京大原子核工

<sup>1)</sup>RIAM Kyushu Univ., <sup>2)</sup>IGSES Kyushu Univ., <sup>3)</sup>Univ. of Tokyo, <sup>4)</sup>PPPL, <sup>5)</sup>Kyoto Univ.

## 28 GHz高周波による電流立ち上げ実験

球状トカマクQUESTにおいて、28 GHzジャイロトロンを用いた電子サイクロトロン加熱 (ECH) 単独の非誘導プラズマ電流立ち上げ実験が進められている。EC波は低磁場側から入射され、QUEST装置では第二から第四高調波による加熱が起きる。近年、28 GHz高周波 (RF) システムに集光ミラーが導入され、RFのビームウ

エストは直径約5 cmまで絞られた。200 kWのRF入射があれば、ビーム電力密度は第二高調波共鳴層付近で80 MW/m<sup>2</sup>程度となる。

実験ではビームを斜め入射 (磁場平行方向の屈折率 $N_{||} = 0.78$ ) することによって、ECH単独で80 kA以上のプラズマ電流立ち上げが可能になった。生成されたトカマクプラズマは電子密度上昇が観測され、中心電子密度は $n_e = 4.0 \times 10^{18} \text{ m}^{-3}$ を超え、高磁場側ではX-modeカットオフ密度を超えるデータもある。一方、電子温度は上昇せず中心部でも50 eVに満たない。また硬X線のカウント数及びエネルギーはプラズマ電流と共に上昇することがわかり、高速電子の電流駆動への寄与が示唆された。観測された硬X線の平均エネルギーは約60 keVである。

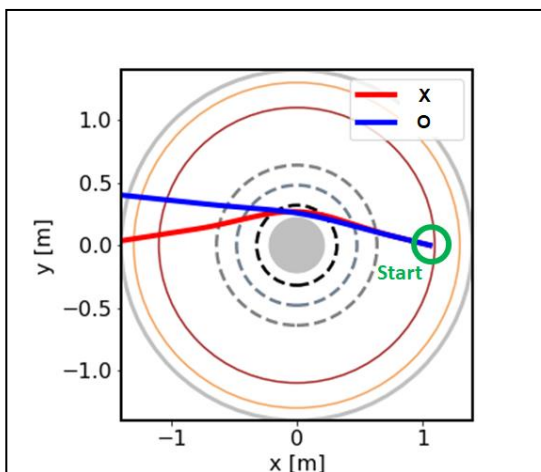


図1: QUEST装置における28 GHz光線追跡結果の上面図。

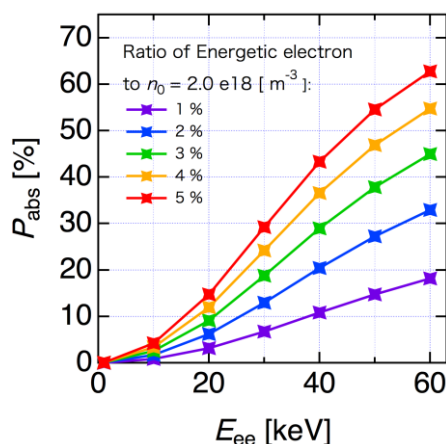


図2: 高速電子の割合を変化させた時のシングルパス X-mode の吸収率

## TASK/WRによるEC波解析

非誘導電流駆動実験の結果及びEC波による電流駆動機構の理解を目的として、TASK/WRコードを用いた光線追跡・波動吸収解析を進めている。図1にX-modeとO-modeの光線追跡計算結果の一例を示す。このときバルク電子の中心密度を $n_0 = 2.0 \times 10^{18} \text{ m}^{-3}$ とし、60 keVの高速電子の割合が全体の3%であると仮定した。低磁場側から入射された光線は第四、第三、第二高調波共鳴層を順番に二回ずつ通過する。この場合、X-modeのシングルパスで約45%、O-modeで約10%の波動パワーが吸収されると見積もられる。

さらに温度が数十keVの高速電子の分布を仮定したX-modeの波動吸収の計算結果を図2に示す。高速電子の割合・温度が低いと波動の吸収がほとんど無い一方、数%あれば十分な波動パワー吸収が起きる。数値計算からも高速電子が入射電力を支配的に吸収する傾向にあることがわかった。

発表ではQUESTの実験データと共に解析結果の詳細を示す。