

自然科学研究機構核融合科学研究所
運営会議(第83回:2023年3月14日)資料

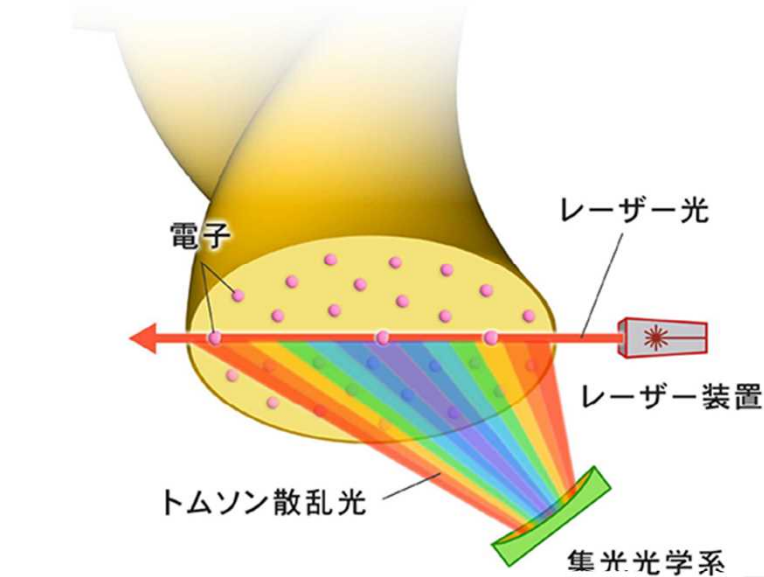
LHDプロジェクトの2022年度研究成果

～計測の進歩がもたらした新しい研究成果～

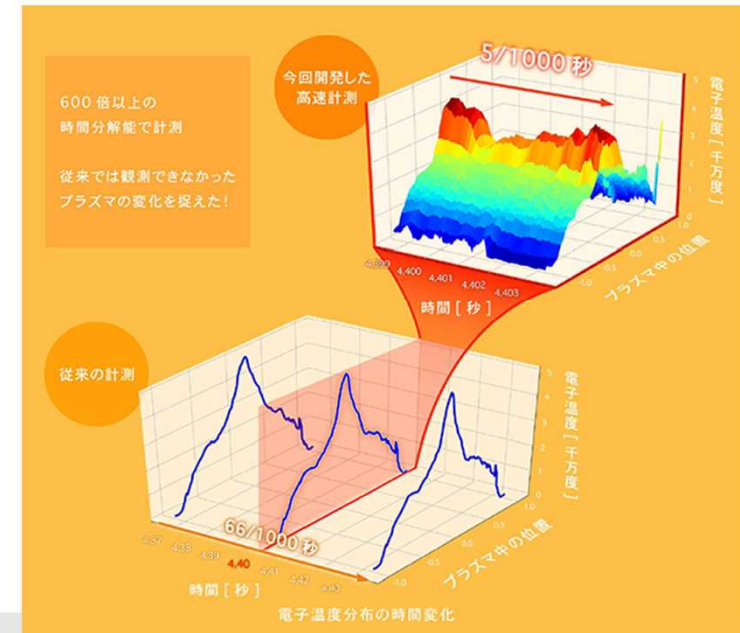
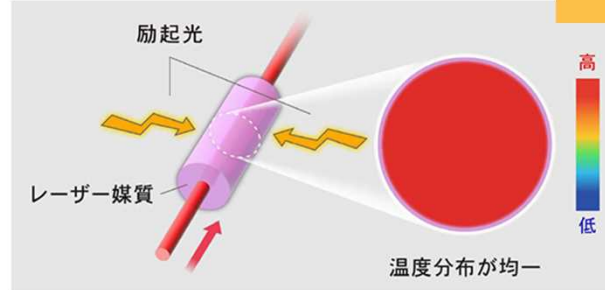
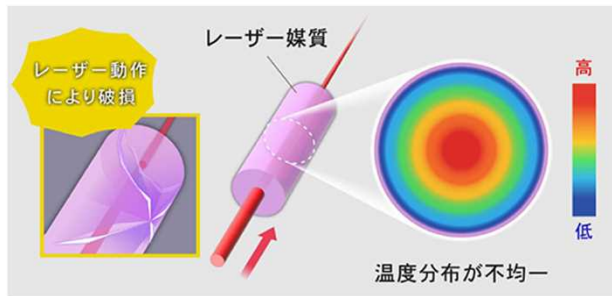
大型ヘリカル装置計画・研究総主幹

居田克巳

プラズマ変化を高速で捉える温度計を開発- 突発的なプラズマ物理現象の理解へ向けた強力なツールを開発 -



レーザー光をプラズマに入射して、プラズマの温度を計測する



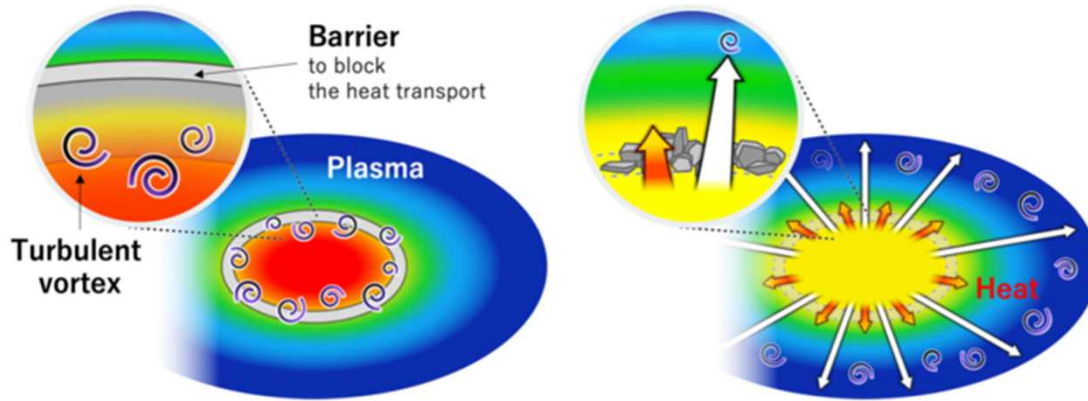
計測の高速化に成功

30Hz → 20kHz

600倍

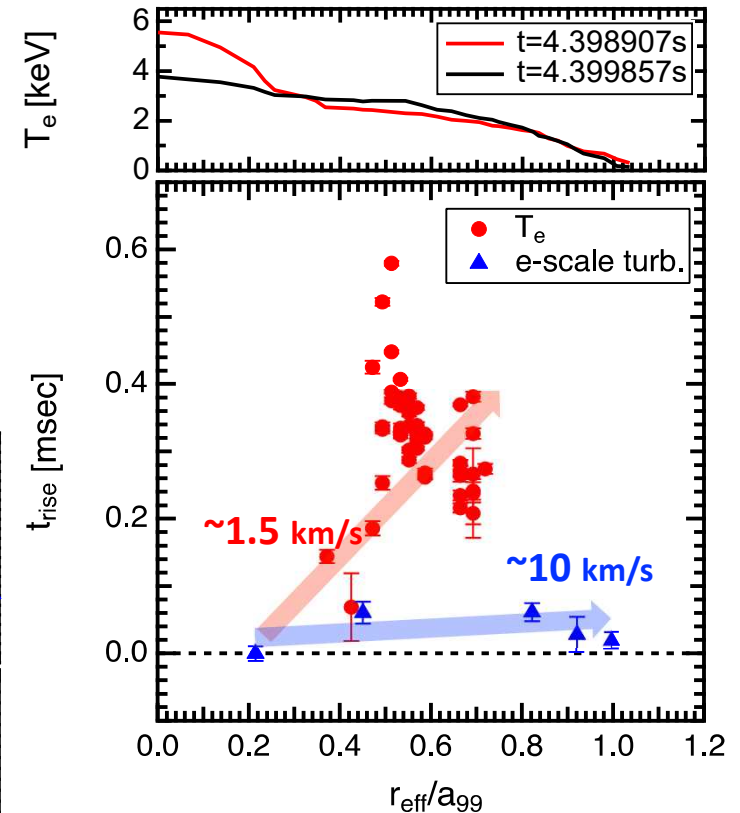
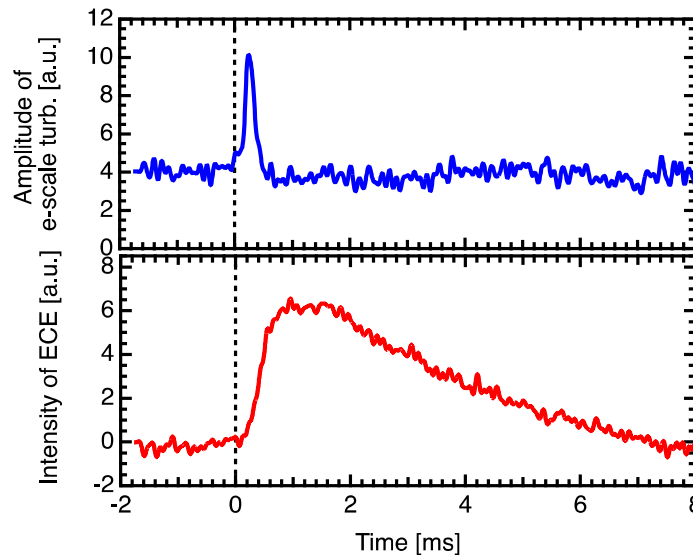
H.Funaba, et al., Electron temperature and density measurement by Thomson scattering with a high repetition rate laser of 20 kHz on LHD [Sci. Rep. 12, 15112 \(2022\)](https://doi.org/10.1038/s41598-022-15112-0)

輸送障壁の崩壊に伴う高速乱流伝播の発見



ヒートパルス: 理論で予想されるスピードで伝播

乱流: 理論(雪崩モデル)では、ヒートパルスと同じ伝播スピードが予測されていたが、観測では一桁近く速いスピードの伝播が観測された



乱流伝播の速さ : 10 km/s
ヒートパルスの伝播速度: 1.5 km/s.

プラズマの速度分布関数の歪みを計測する装置を開発

波がプラズマの熱を運ぶプロセスを世界で初めて観測

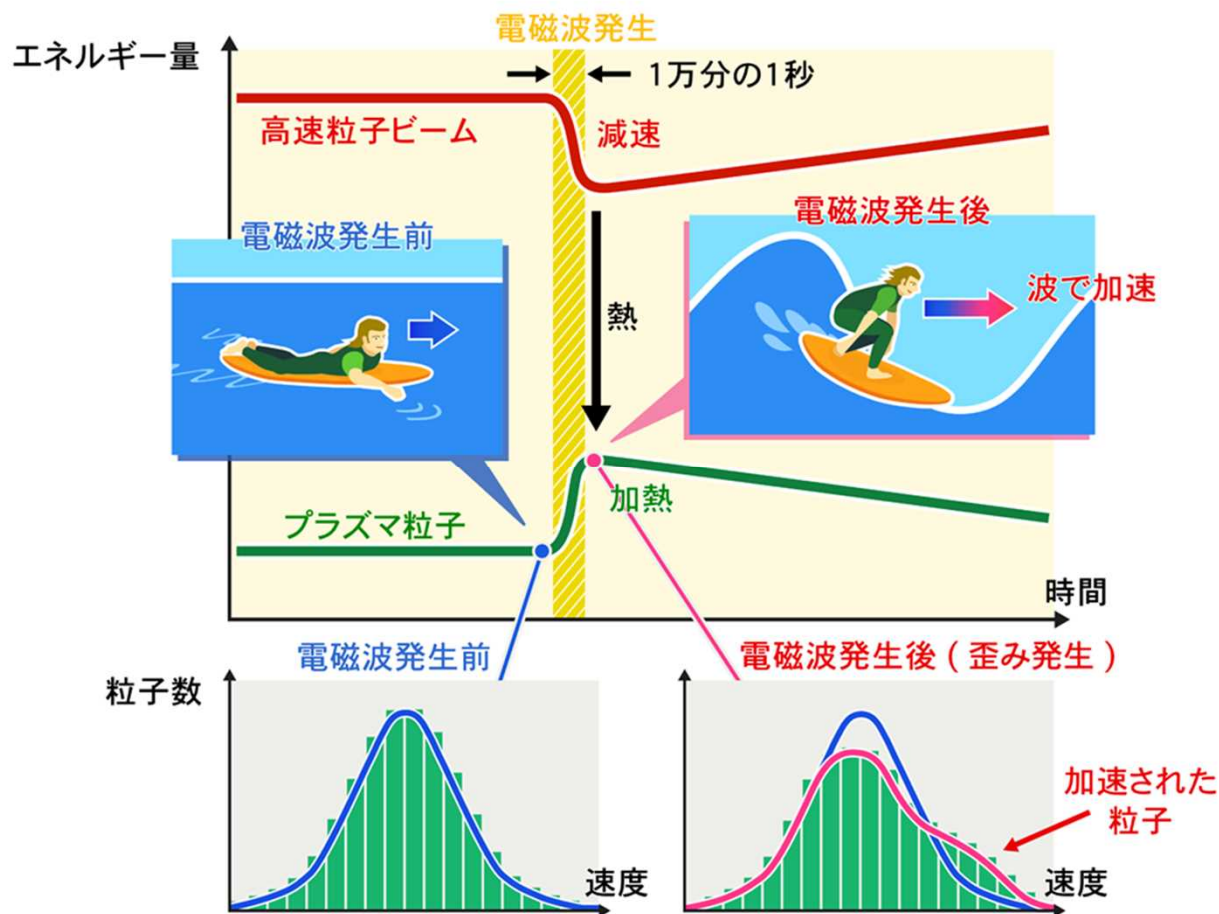
高速分光システム



メーカーと共同開発
特許 第4883549号 取得

イメージインテンシファイヤーと高速カメラを組み合わせることで高速化に成功

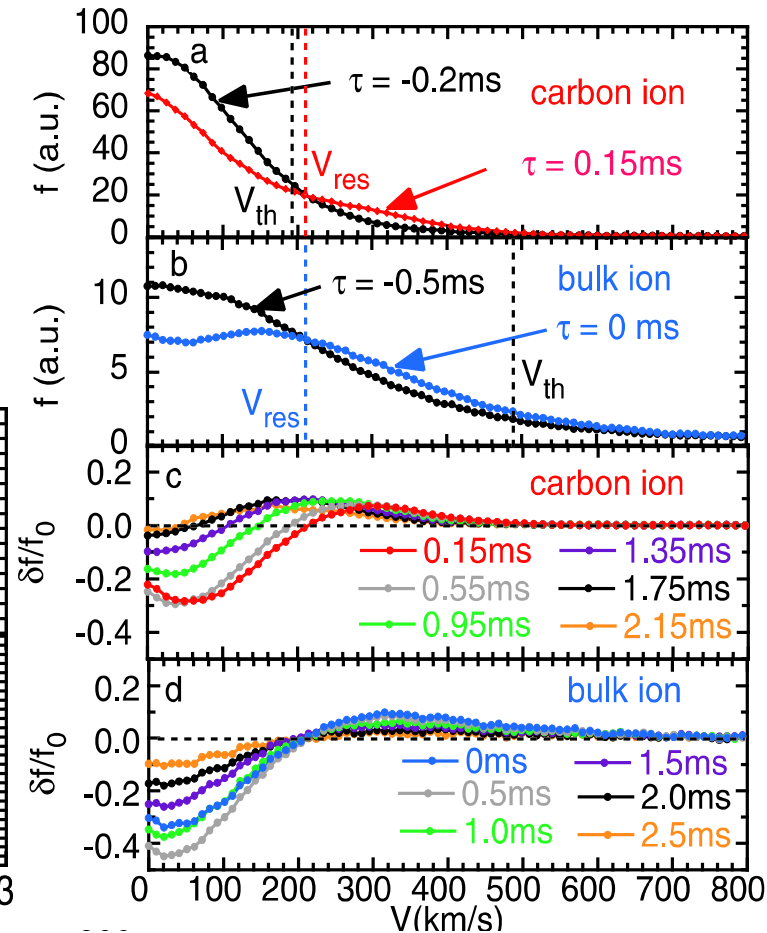
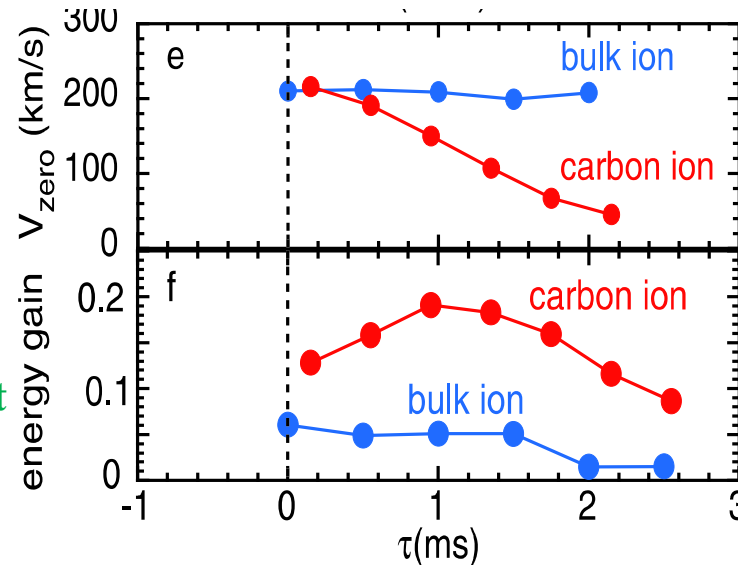
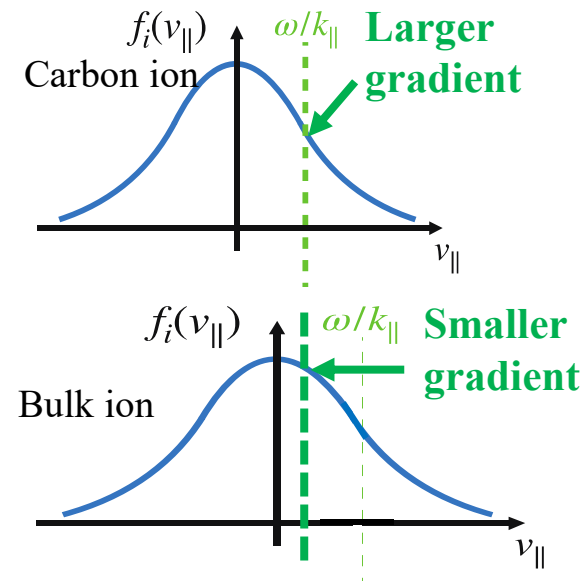
200Hz → 10 kHz **50倍**



1万分の1秒という速い現象を観測

無衝突エネルギー移送の質量依存性を発見

- 両極性特徴が炭素とバルク粒子(重水素)で観測された。
- 炭素のエネルギー移送の量(エネルギーゲイン)は重水素の数倍であることが観測された



K.Ida, et. al., Direct observation of mass-dependent collisionless energy transfer via Landau and transit-time damping Communications Physics 5 (2022) 228

核融合科学研究所のプレスリリース13件のうち、7件がLHDプロジェクト

2022年

- ・4月27日「重水素を用いてプラズマ断熱層の高性能化に成功」
(小林達哉助教、清水昭博助教ら)
- ・5月19日「高速で移動するプラズマ乱流を世界で初めて発見」
(釧持尚輝助教、居田克巳教授ら)
- ・9月29日「波がプラズマの熱を運ぶプロセスを世界で初めて観測」
(居田克巳教授、小林達哉助教ら)
- ・10月3日「プラズマ変化を高速で捉える温度計を開発」
(舟場久芳助教、安原亮准教授ら)
- ・12月23日「氷の粒で巨大な1億度のプラズマを冷やす」
(松山顕之 (QST)、坂本隆一教授ら)

2023年

- ・1月10日「プラズマと半導体材料の相互作用を活用して 高機能な発光デバイスを実現」
(上原日和助教、シーチュエンら)
- ・3月9日 先進的核融合燃料を使った核融合反応の実証
—中性子を生成しない軽水素ホウ素反応を利用したクリーンな核融合炉への第一歩—
(大舘暁教授とTAE Technologies社との共同研究の成果)