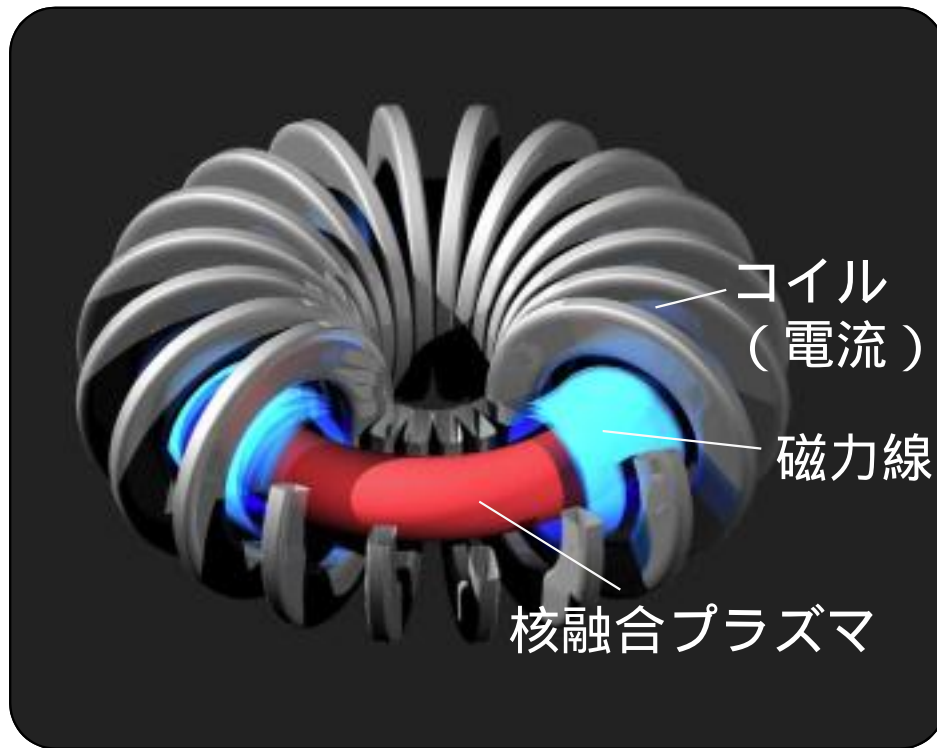


磁場核融合とレーザー核融合の比較

磁場核融合



固体密度の10億分の1
燃料直径：10 m
定常炉

日本原子力研究開発機構、
核融合科学研究所、
ITER国際核融合エネルギー機構他

レーザー核融合

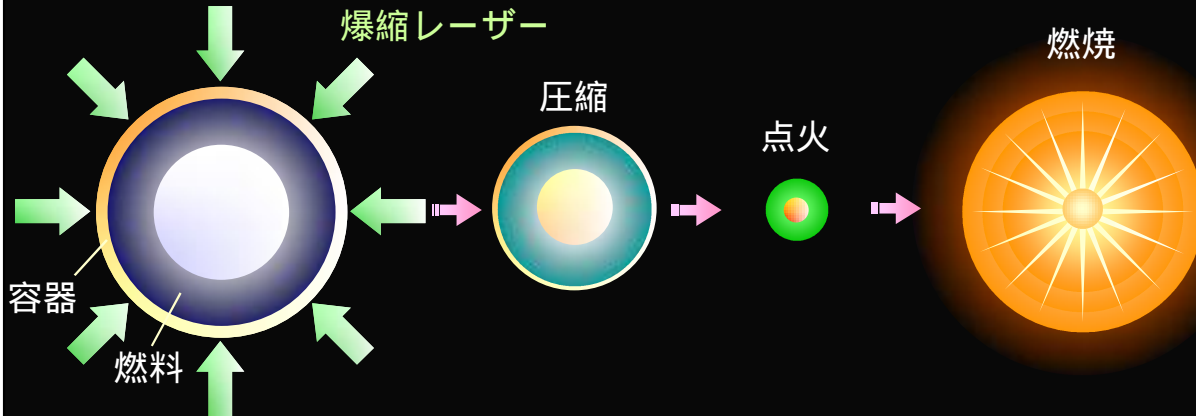


固体密度の1000倍
燃料直径：mm
パルス炉

大阪大学、
ローレンス・リバモア米国立研究所
仏国原子力庁他

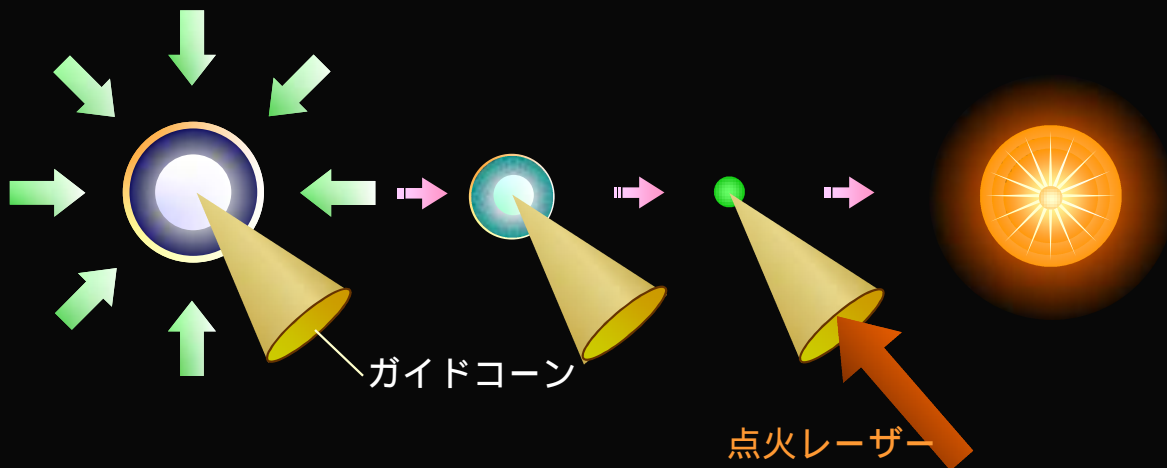
中心点火（従来方式）

燃料を多数の強力なレーザーを照射することで圧縮（爆縮）し、中心にできる高温プラズマで核融合反応を起こす

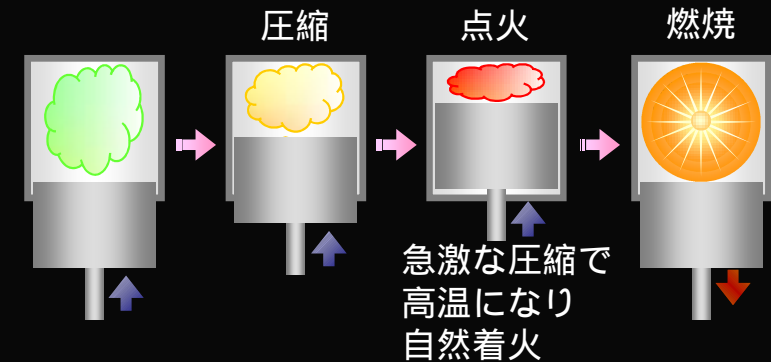


高速点火（新方式）

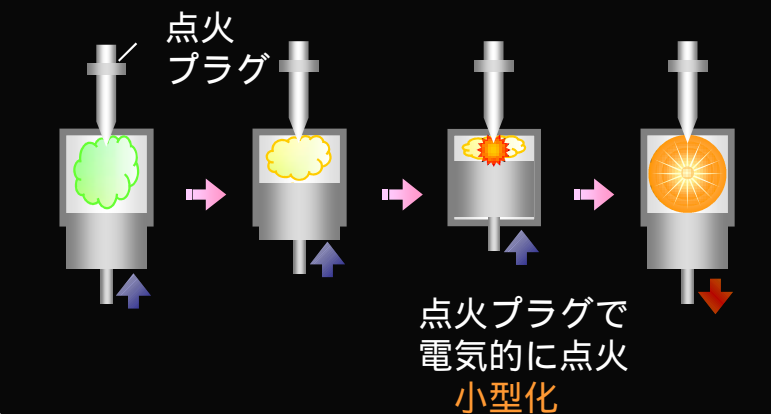
従来の中心点火に必要なレーザーエネルギーの1/10で核融合点火を起こすことができる。



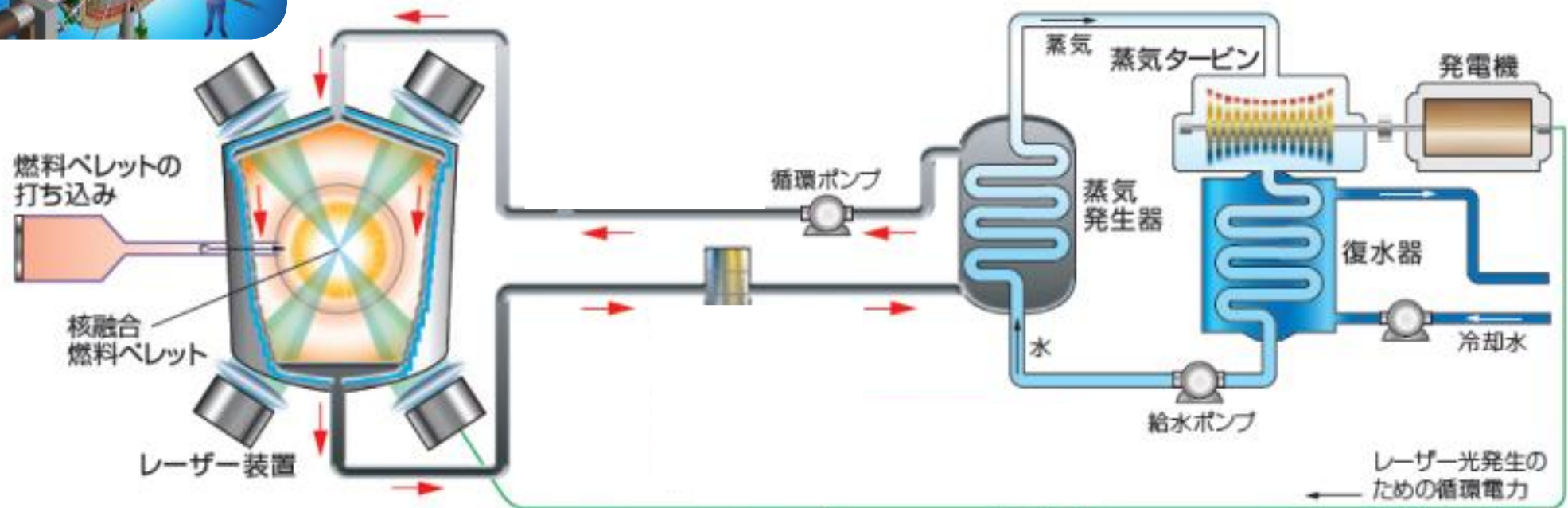
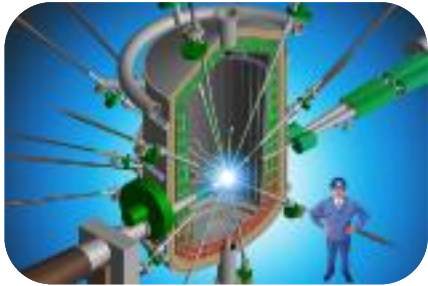
ディーゼルエンジン



ガソリンエンジン



レーザー核融合実験炉 LIFT



- 炉内に燃料ペレットを打ち込み、レーザー光を照射
- これを一秒間に数回繰り返す。
- この反応により生じたエネルギーでタービンを回転させ電力を得る。

我が国の現状 ~ 高速点火実証実験

FIREX Fast Ignition Realization EXperiment

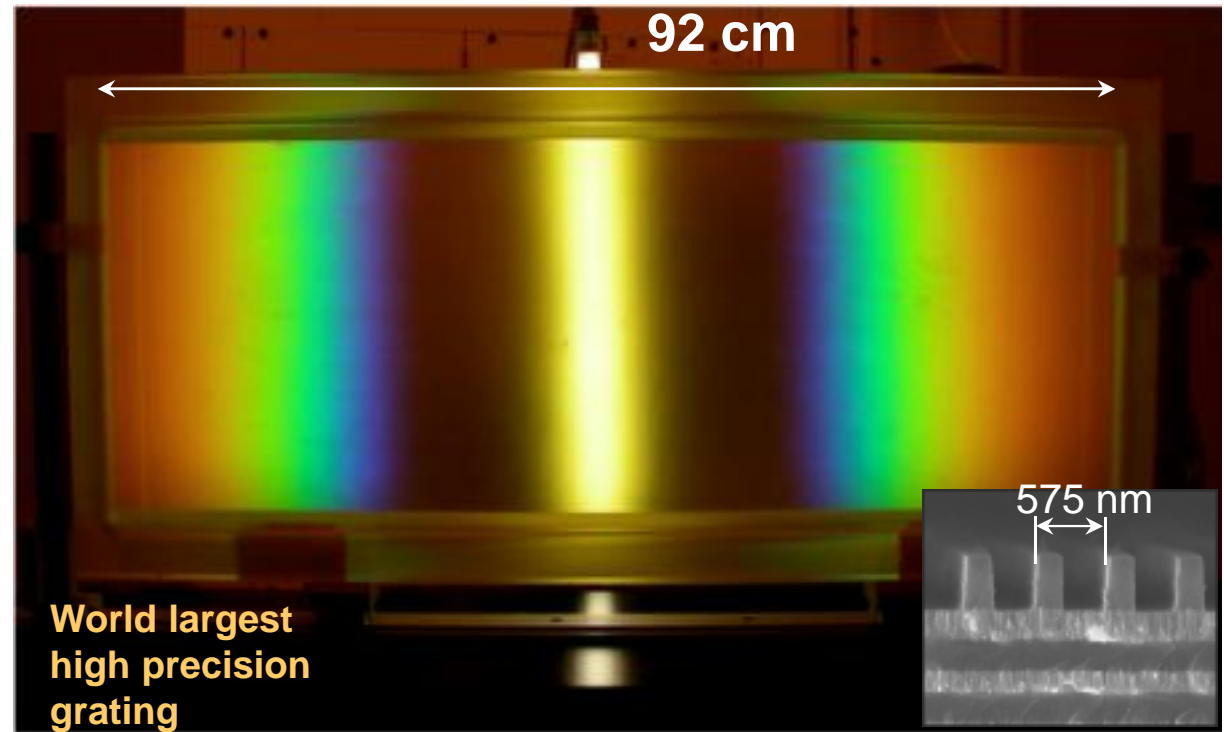
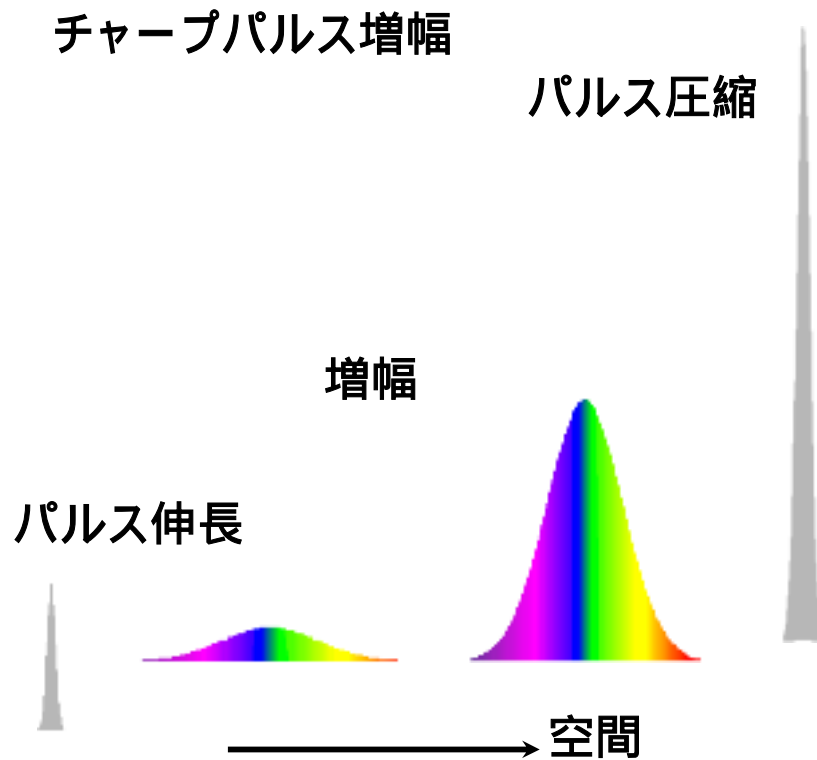
FIREX-I 点火温度への加熱
FIREX-II 点火の実証



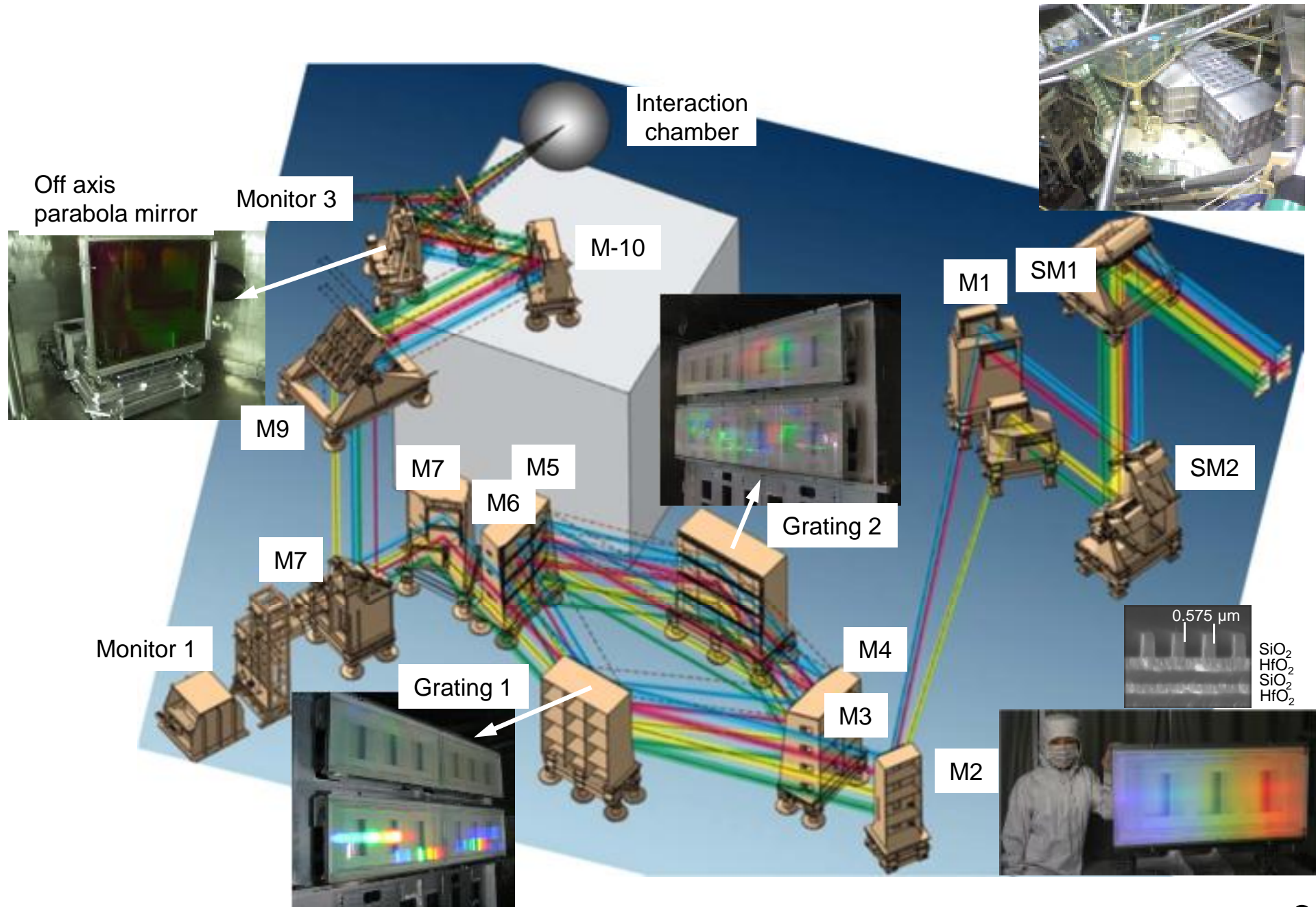
これまでに1千万度までの加熱を実証．
点火温度（5千万度）への見通しを得た． 4/23

加熱レーザーの心臓部：大型精密回折格子

ナノの精度をメートルサイズまで拡張



LFEX パルス圧縮システム

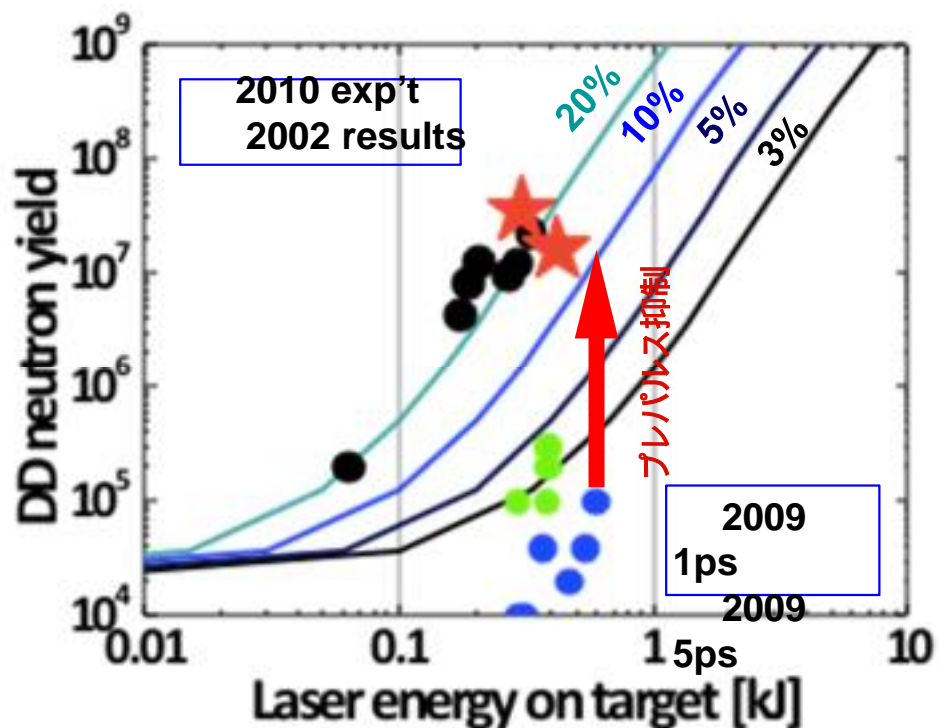


2014年度に全4ビームの調整を終える予定

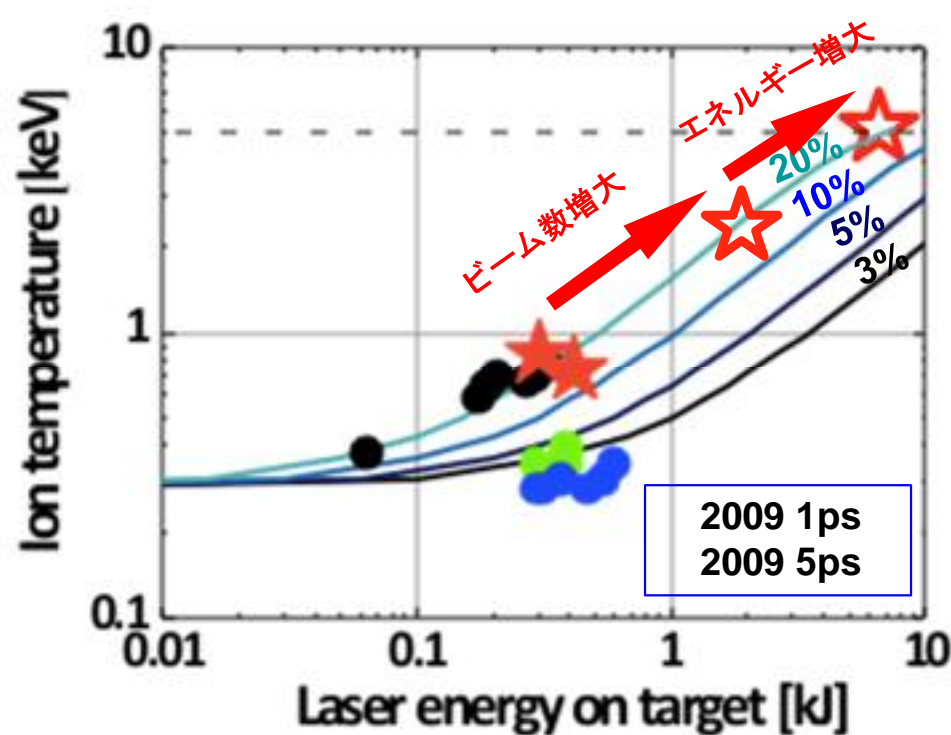
FIREX-I: 中性子発生数とイオン温度

中性子発生数，イオン温度ともに2002年の記録を確認・凌駕。

中性子発生数

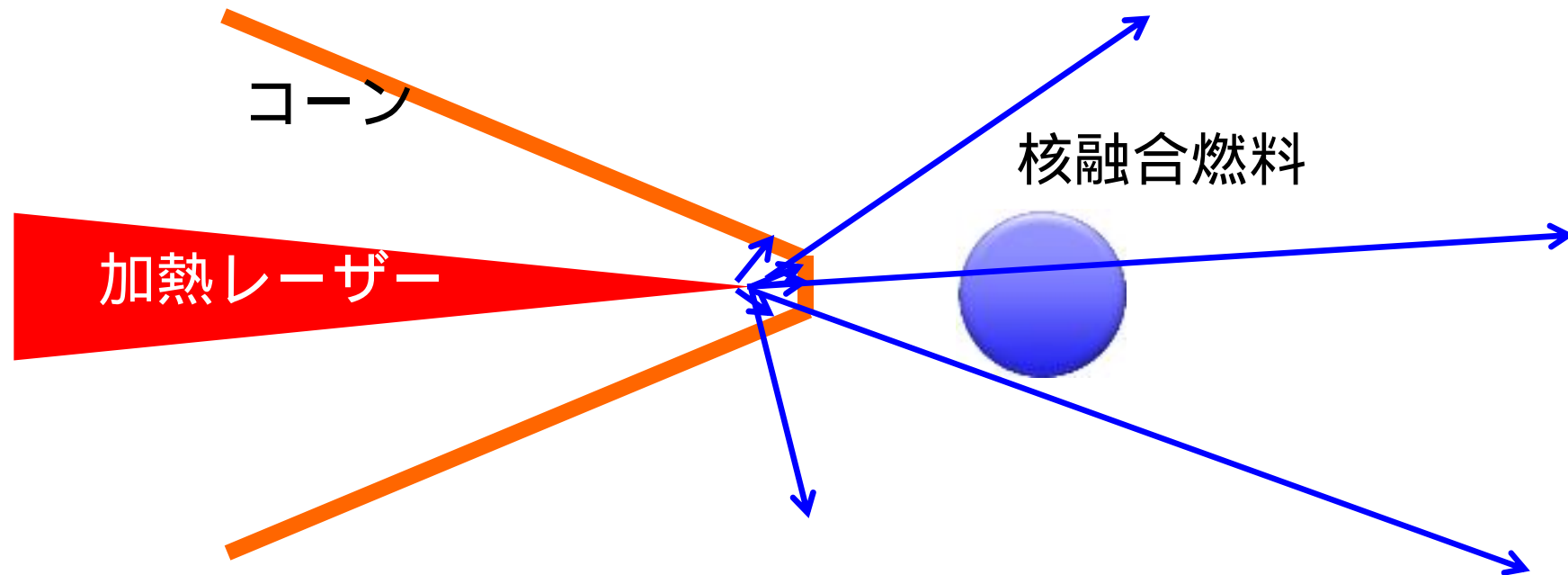


イオン温度



5千万度加熱への障害は結合効率の低下の可能性

結合効率低下の可能性



✓ 高速電子が「発散する」

レーザー強度が上がると、高速電子は大きな発散角($> 100 \text{ deg.}$)を持ち、核融合燃料に当たらない。

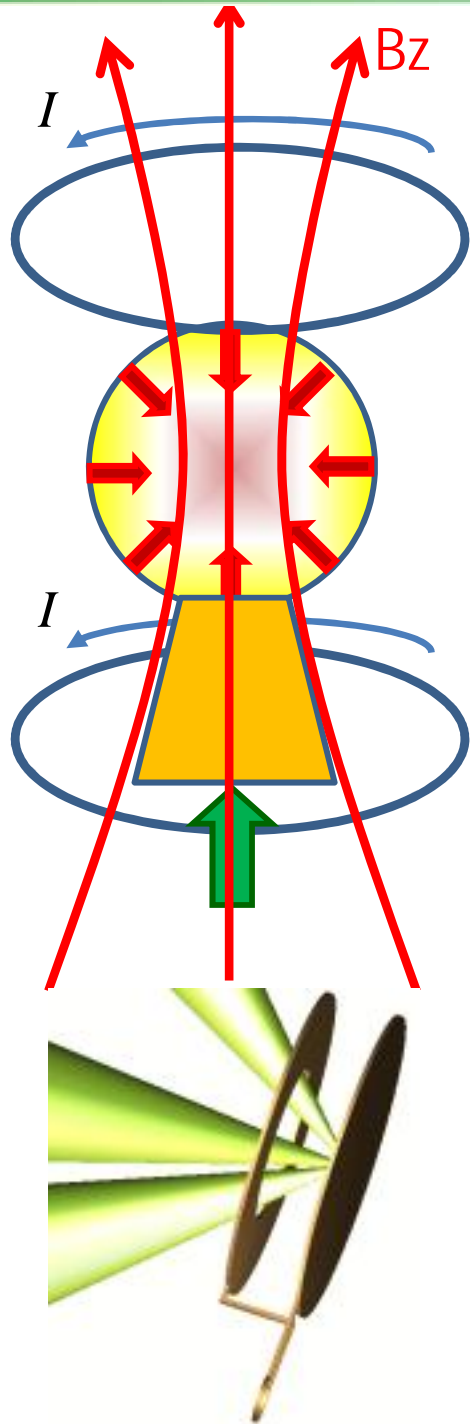
高速電子が「止まらない」

レーザー強度が上がると、高速電子のエネルギーが上昇し、核融合燃料で止まらない。

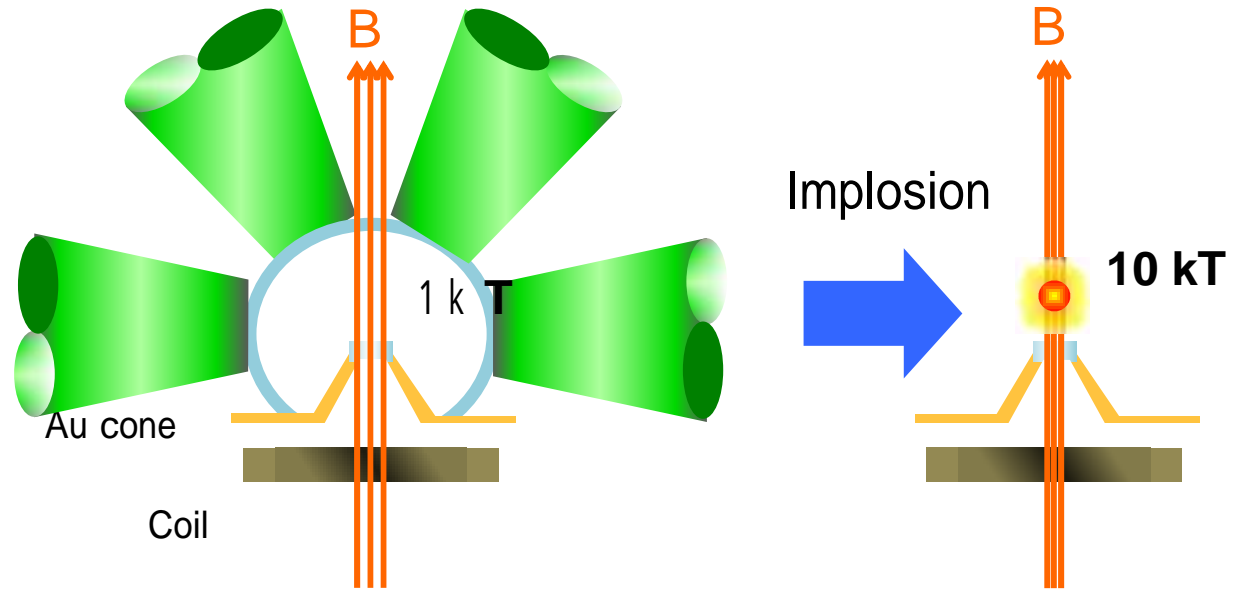
高速電子が「閉じこもる」

加熱に有効な中程度のエネルギーの電子は、コーンで減速・散乱を受け、出て来れない。

高強度磁場による電子収束



爆縮による磁場の増強

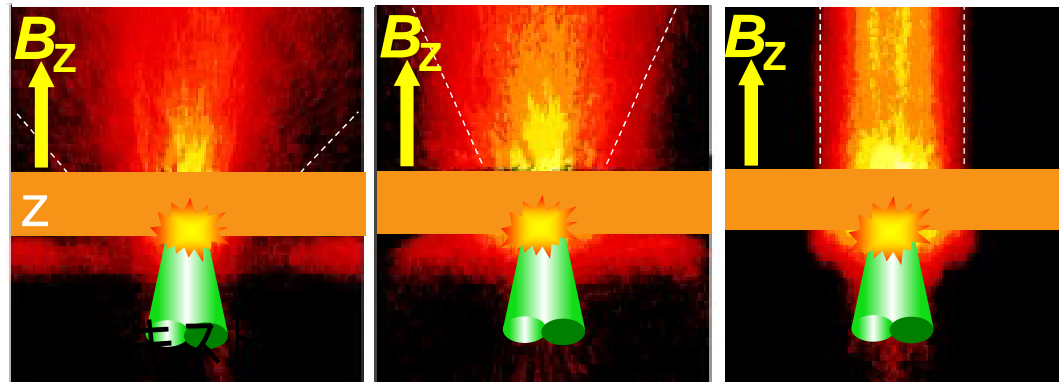


PIC予測: 高速電子のコリメーション

$B_z = 0\text{ T}$

$B_z = 1\text{ kT}$

$B_z = 10\text{ kT}$

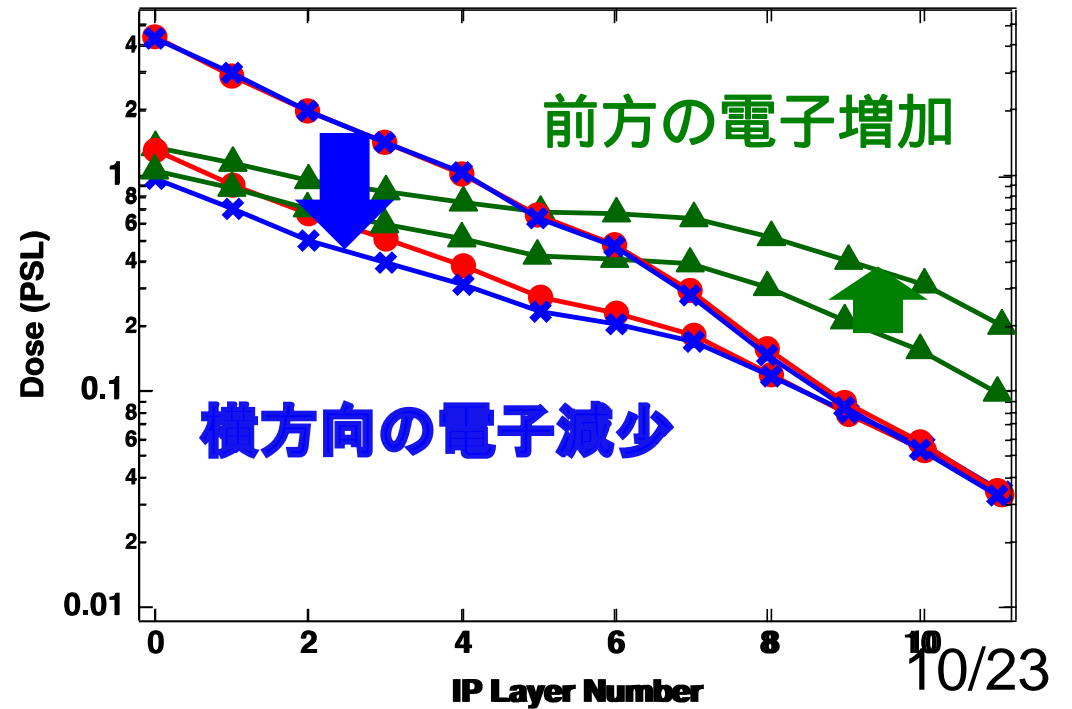
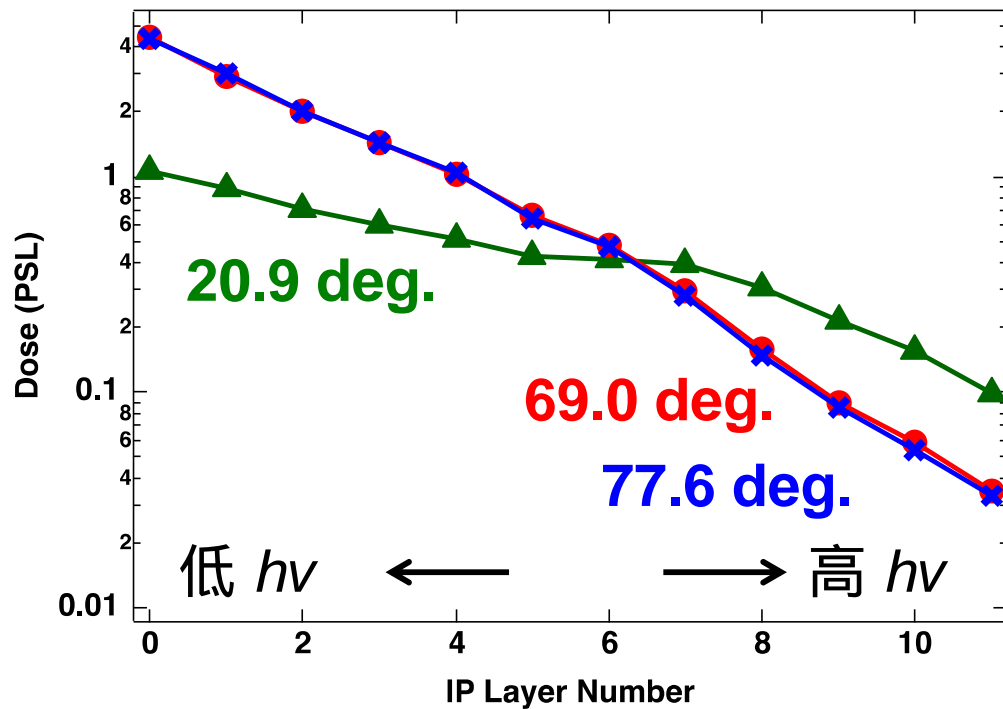
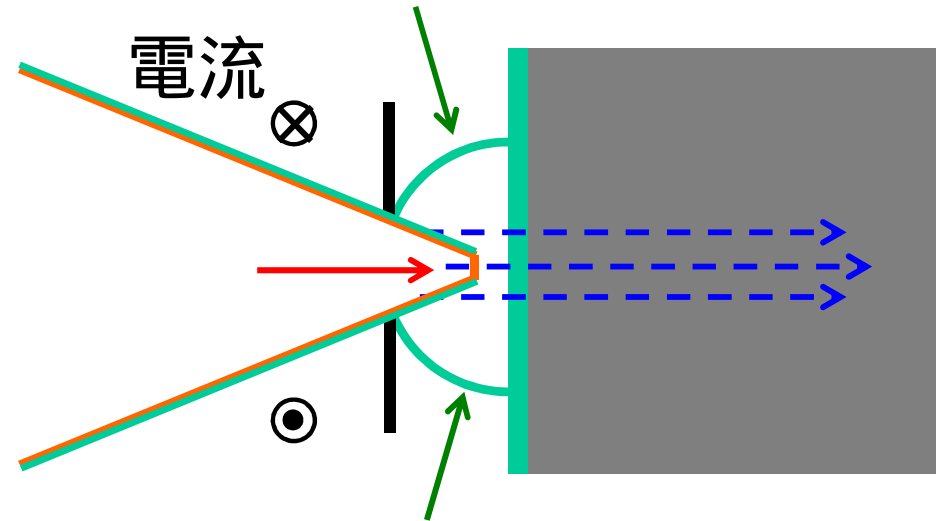
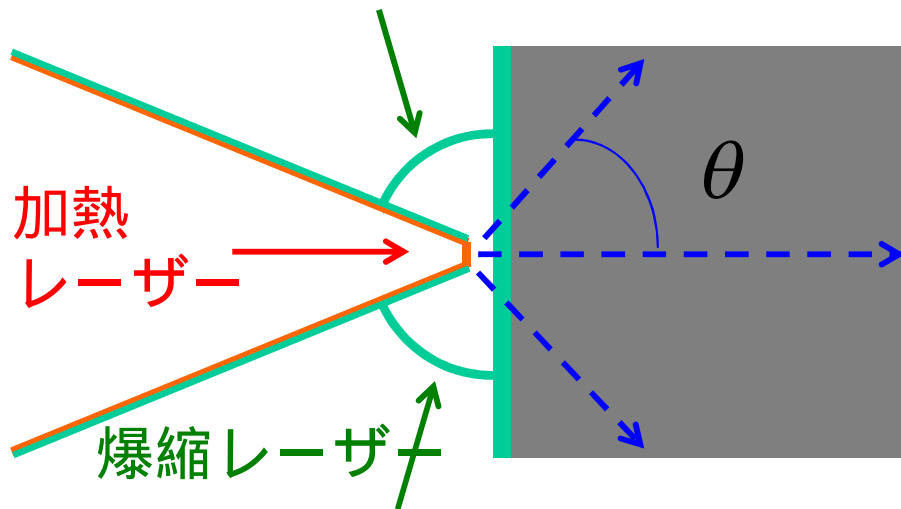


世界最強度の1.5キロテスラ磁場を実現

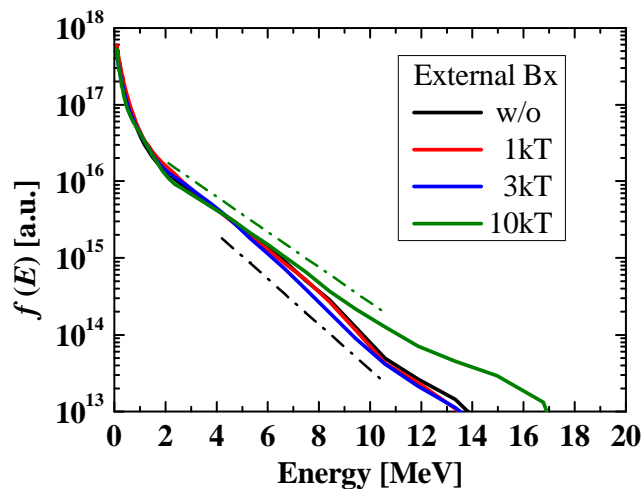
高強度磁場による電子収束

外部磁場無し

外部磁場有り

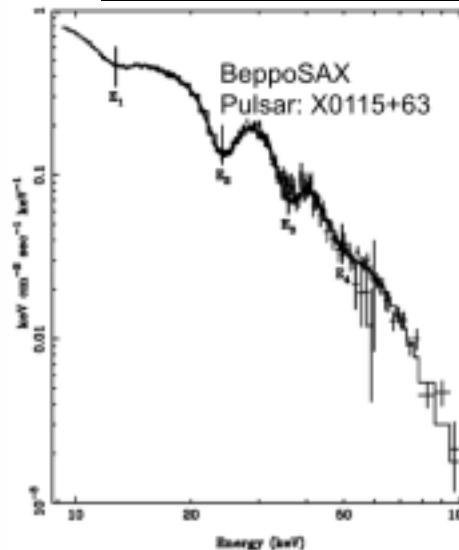


Laser ECR heating



$$\omega_c \sim \omega_L$$

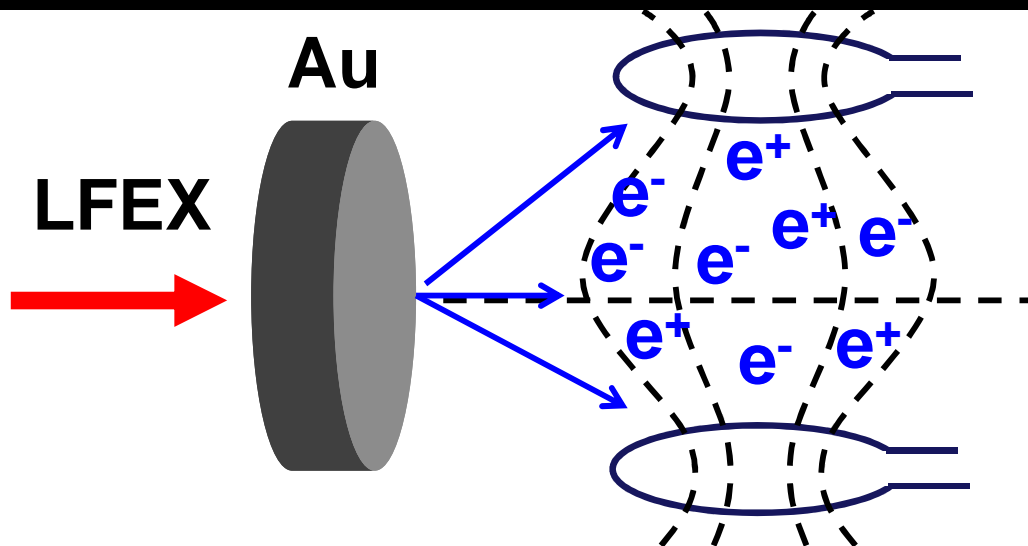
Landau quantization



$$r_c \sim \lambda_{\text{de Broglie}}$$

$$E = n\hbar\omega_c = n\hbar \frac{eB}{m}$$

Relativistic/e⁻e⁺ plasma confinement



Magnetized material science

