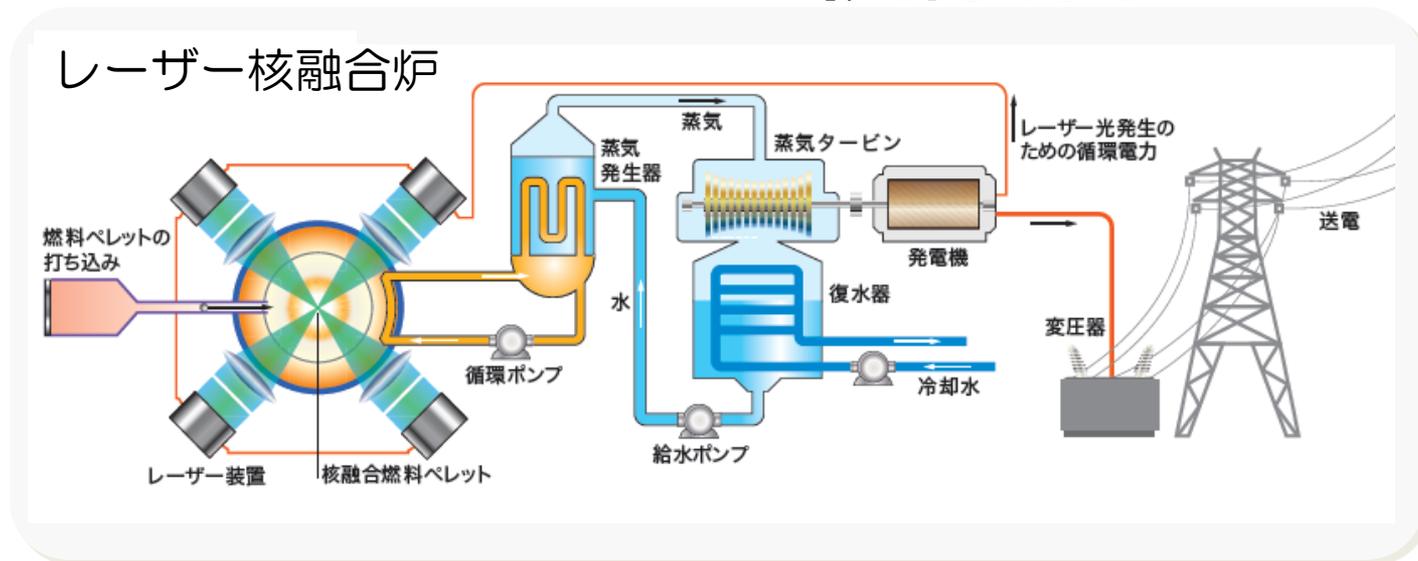


原型炉概念の構築と設計作業

— レーザー核融合 —



乗松孝好

平成24年5月31日

於 科学技術・学術審議会研究計画・評価分科
会原子力科学技術委員会核融合研究作業部会

評価項目



ILE, Osaka

- 超伝導コイル用新素材開発

→チェンバーでは不要。レーザーのファラデーローテータは現存技術で可

- ブランケット開発

→本格的な研究は今後。全立体角の95%をブランケット使用可。液体LiPbを想定

- ダイバータ開発

→該当する物無し。熱、粒子負荷は等方的。真空排気は50cmφ×4でOK

- 理論・計算機シミュレーション研究

→物理プロセスの解明と統合コードの開発が必要

- 炉心プラズマ研究

→中心点火方式では減速時のRT、高速点火では5keVと20%の結合効率

- 核融合燃料システム開発と規格・基準・信頼性

→技術的見通しはあるが、信頼性を議論するレベルにはない

- 加熱・電流駆動システム(レーザーと解釈)

→レーザーは冷却Yb:YAGセラミックレーザーで建設可能。

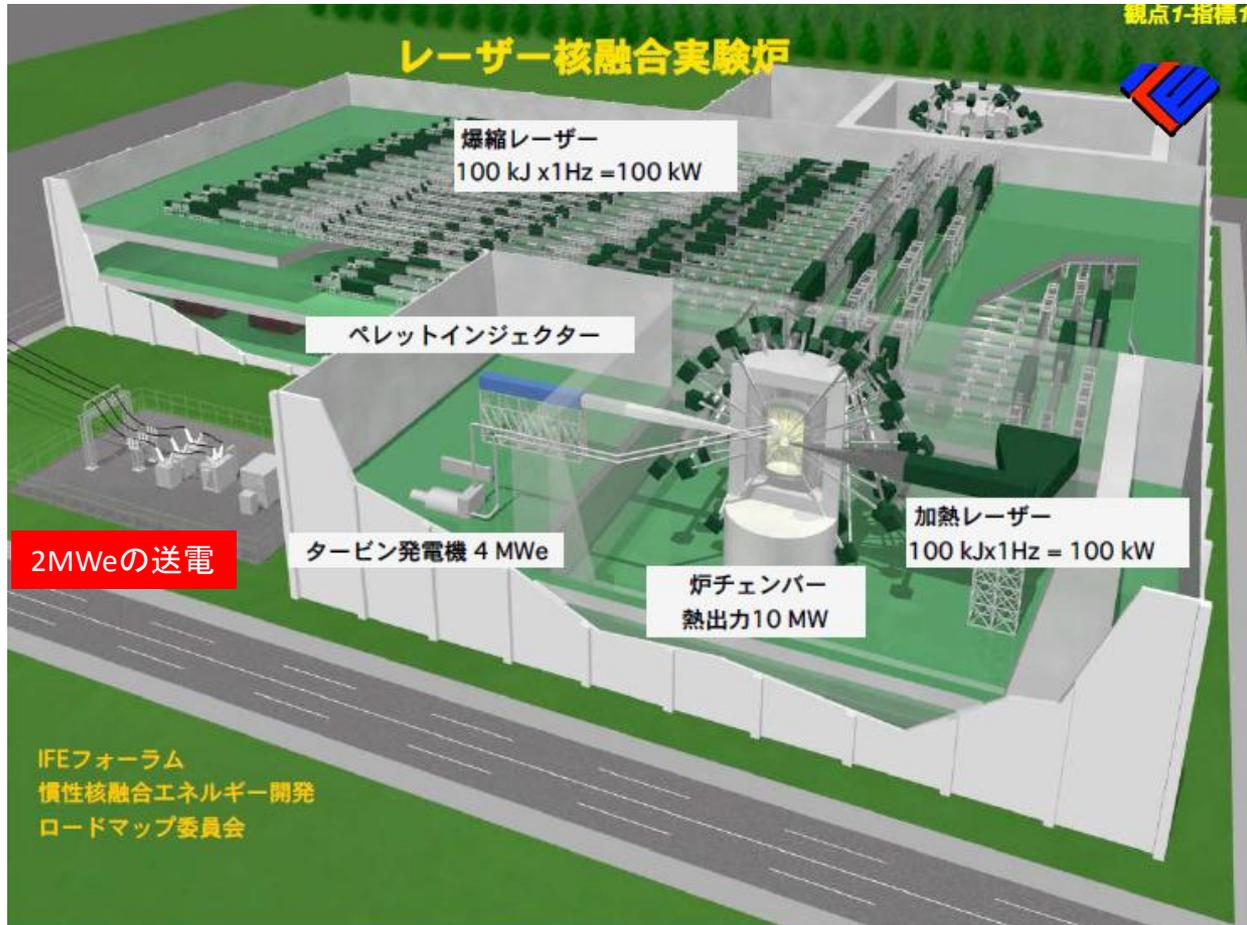
→小型装置では20μmの精度で投入、追尾、照射可能。大型は？

 技術見通有
 検証が必要

レーザー核融合実験炉



ILE, Osaka



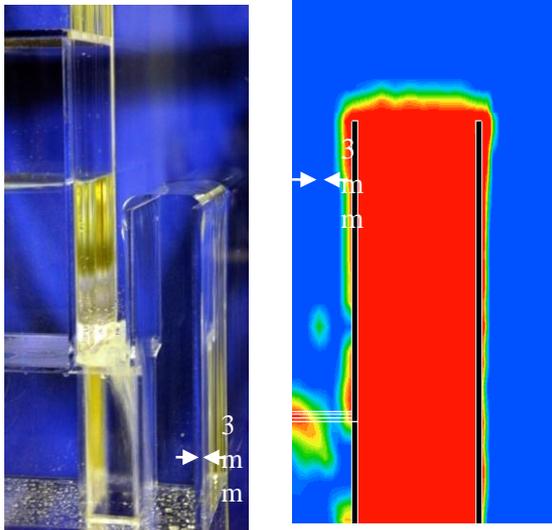
- 当初は高繰り返しの実証と材料開発、発電実証を目的
- 固体壁で2～6ヶ月の連続運転
- 最終的には液体壁の検証

ブランケット開発(炉システム)

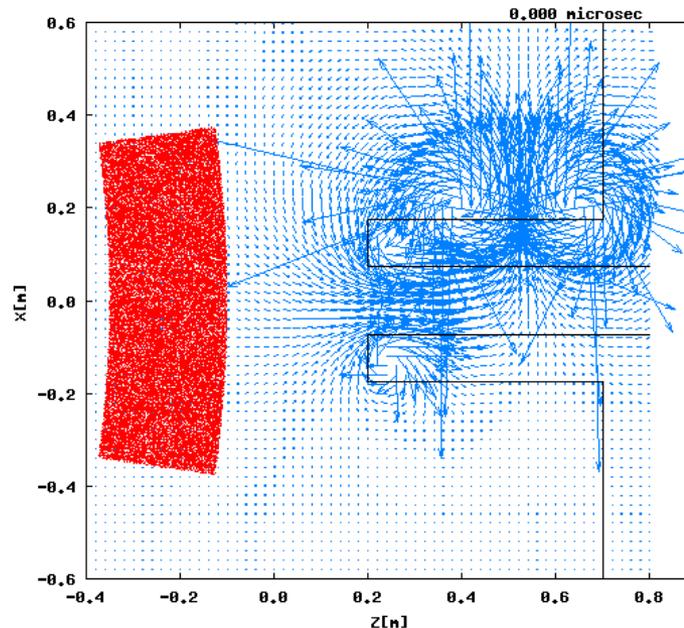


ILE, Osaka

- 実験炉の第一期は固体壁+液体LiPbブランケットを想定。第二期では液体壁+液体LiPbブランケットを想定。
- 現在、本格的なブランケット研究は行われていないが、双方向共同研究で、液体壁の解析が進められている。
- **液体壁の高繰り返し(4Hz)は要研究。特にエアロゾルのスタグネーション**



水を使った第一壁の安定性研究by京大功刀



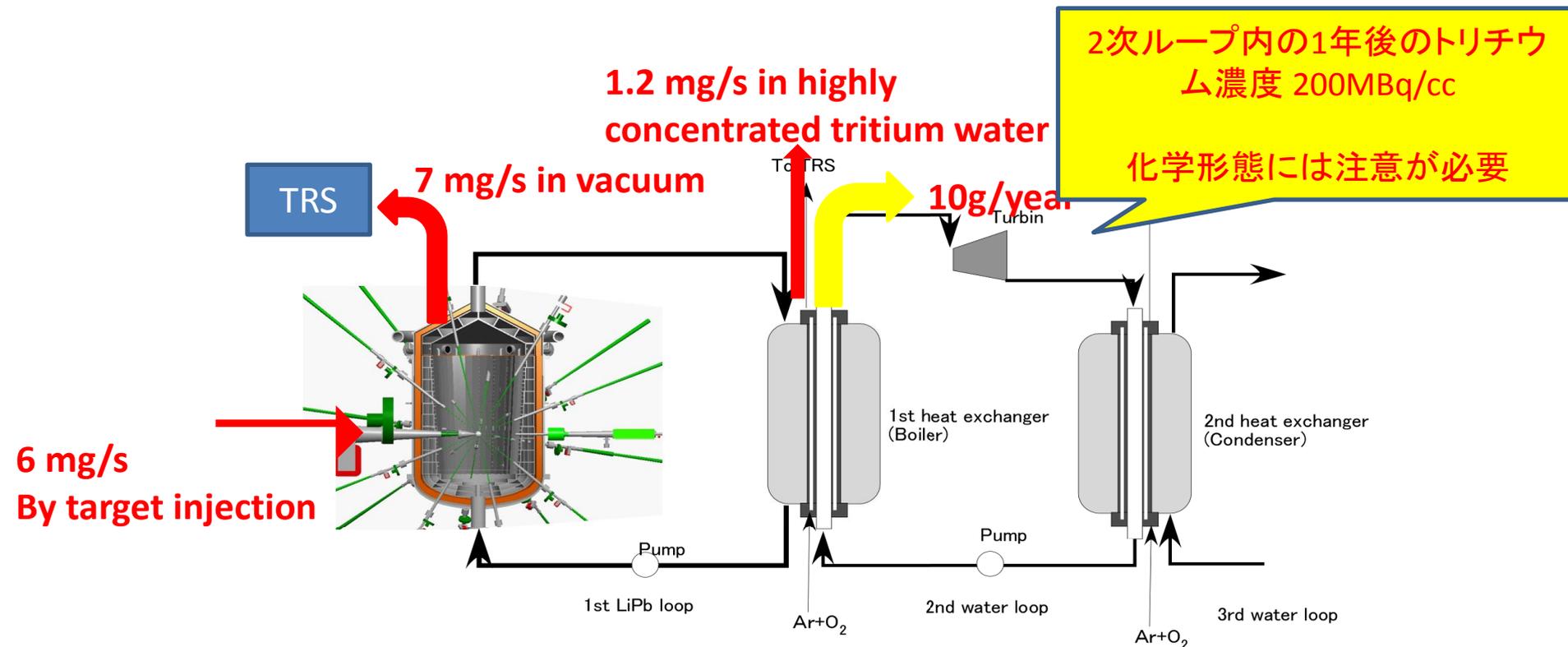
磁場によるビームポートの保護by梶村

熱サイクルを通してのトリチウム拡散漏洩は二重管とコーティングで 10^{-8} に



ILE, Osaka

- 商用炉の液体壁では許容レベルに。
- (運転時間の短い) 実験炉における固体壁での挙動、ブランケット背面での断熱とトリチウム遮蔽、それによる炉体への溶け込みの低減は今後の重要課題。

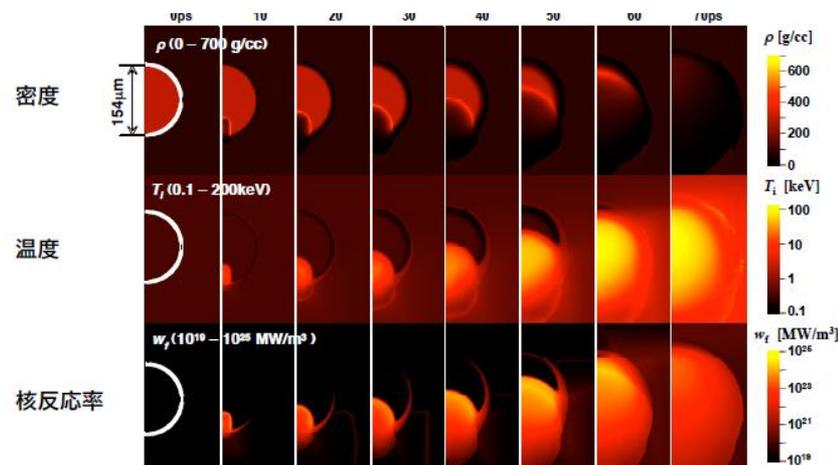
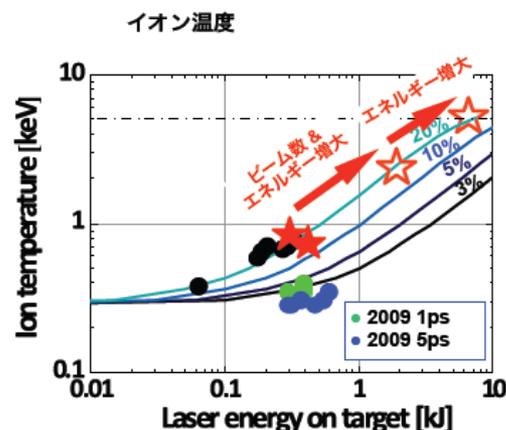
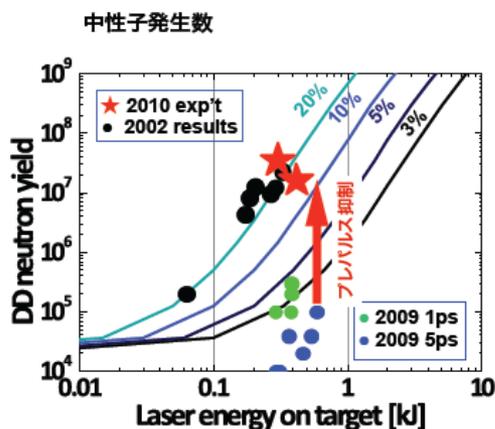


理論・計算機シミュレーション研究



ILE, Osaka

- 高速点火方式では加熱効率の検証が必須。
- 圧縮プラズマを5keVまで加熱し、 ρR を上げれば点火。
- 物理プロセスの解明、モデル化、統合コードの開発が必要。
- 中心点火では減速時のRT



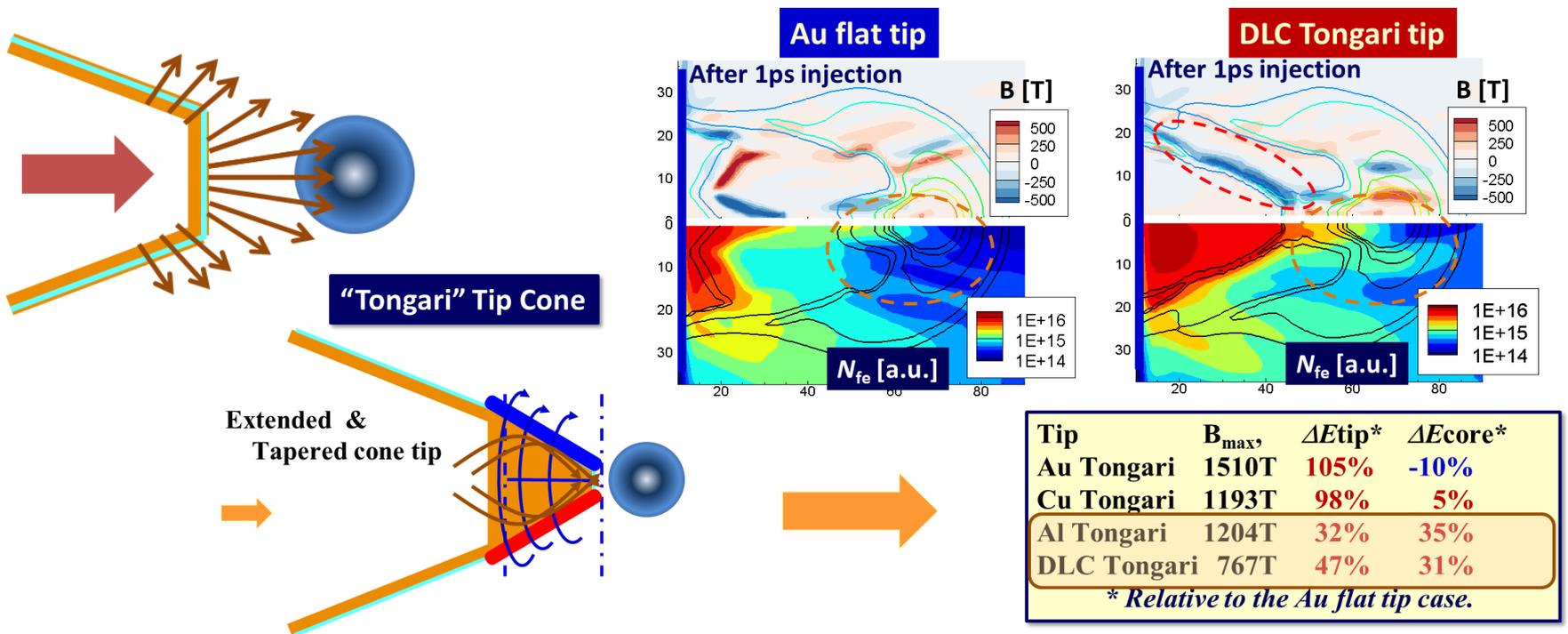
FIREX-1の現状

理論・計算機シミュレーション研究



ILE, Osaka

- 大型ターゲットでも高いカップリング効率を維持する方法が検討されている。
- 高速電子のWコーン、急激な勾配等による収束効果



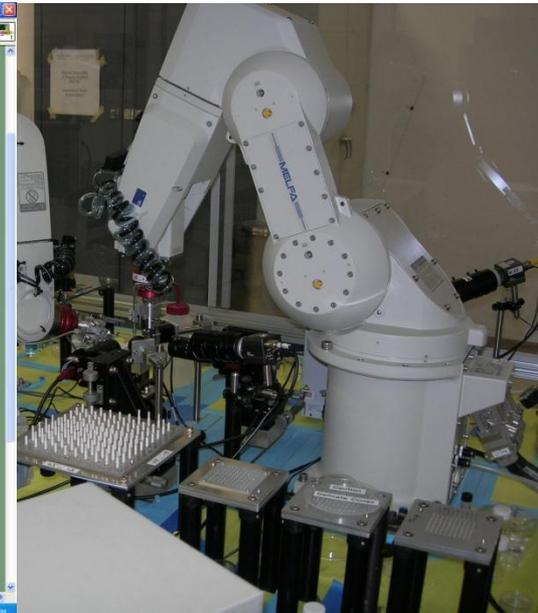
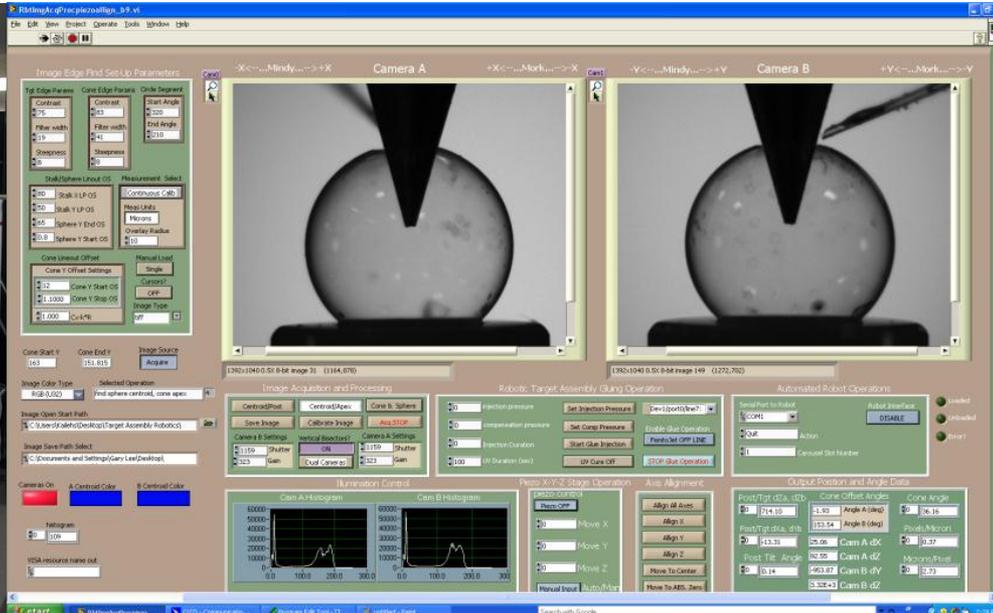
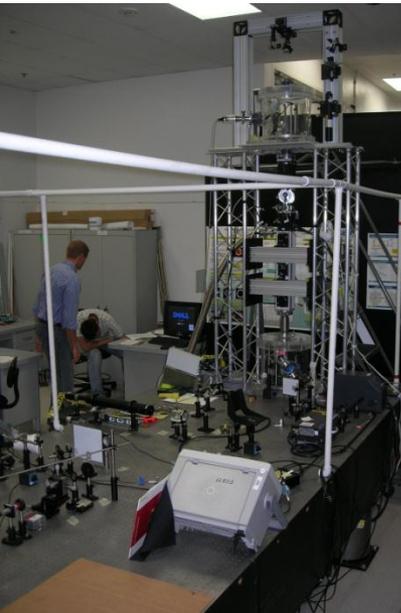
コーン材料、形状による加熱効率の改善

燃料系：米国では燃料連続供給、 照射の基礎実験もスタート



ILE, Osaka

- **ターゲット投入、追尾、レーザー照射**
 - 小型(3cm ϕ)装置であるが、実用炉と同じ時間タイミングで軌道検出、計算、ミラー調整を行い、20 μ mの照射精度を実証
 - **大型(70cm ϕ)で実証する必要有り。特にダンピングが課題。**
- **ターゲットの量産**
 - 日本製の産業ロボットを用い高速点火ターゲットの組み立てを精度10 μ mで実証。

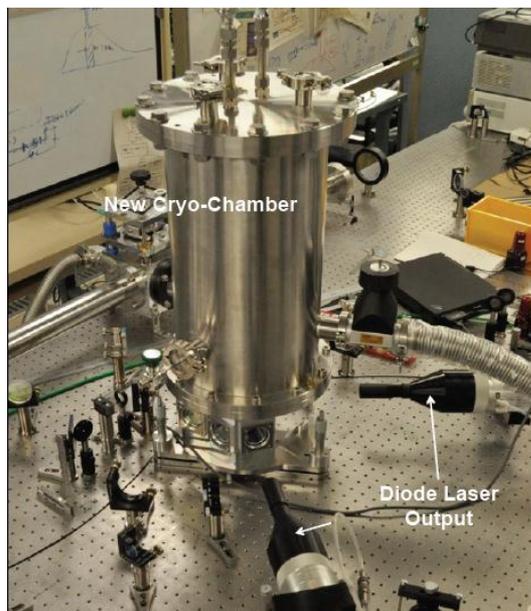


加熱システム(レーザー)

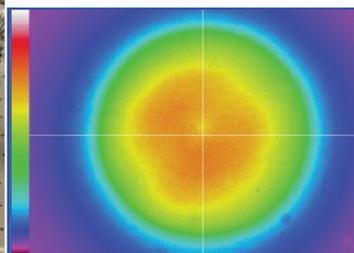


ILE, Osaka

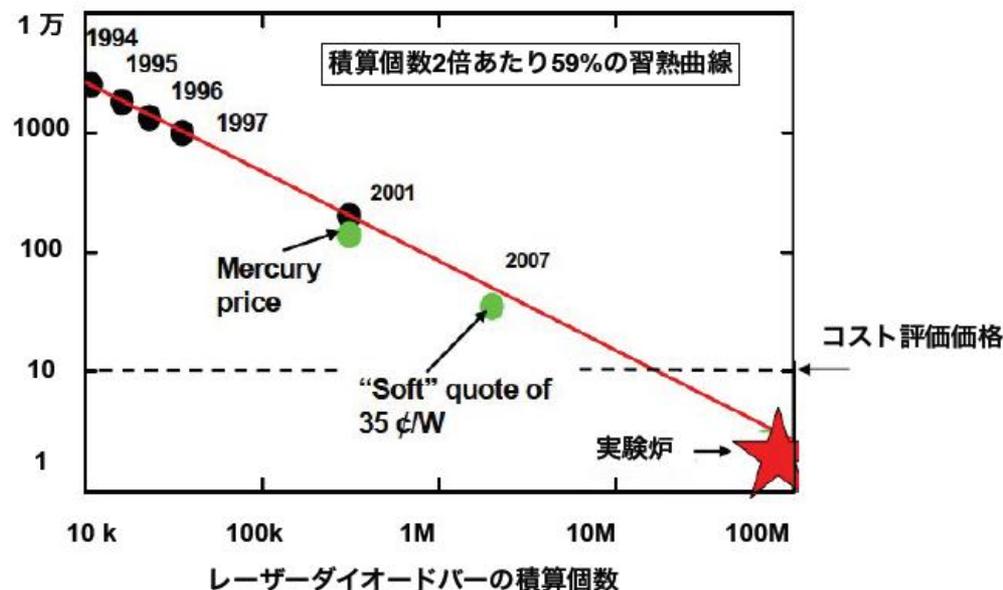
- 冷却Yb:YAGセラミックレーザーで高速点火に必要な炉用レーザーは建設可能。
- LDのコストは順調に下がっていて、**高速点火のみならず、中心点火用のレーザーも視野に。**



GENBU-Kid は 1J 100 Hz
繰り返しを実現。



低温での動作特性の測定



点火燃焼実現後、高繰り返し実験へ 進むための条件



ILE, Osaka

- 開発研究項目は残す物の、**現存する材料**で発電実証炉までは**建設可能**。本格的な材料試験はこの装置で行う。
- 検証すべき項目は
 - 単ショットベース、直接照射で利得 >100 の見通し
 - ターゲット製作、投入、追尾の基礎技術
 - 100m/s、追尾システム、照射精度 $30\mu\text{m}$ (主に大型ミラーのダンピング)
 - 炉システムのシナリオ
 - 液体壁炉の排気(エアロゾルの滞留)、トリチウム回収、管理
- これらの課題を明確にするために、レーザー核融合実験炉設計委員会が平成24年3月からスタートしている。