



革新的パワーレーザーの開発

- 10 J x 100 Hz アクティブミラーレーザー -

河仲 準二



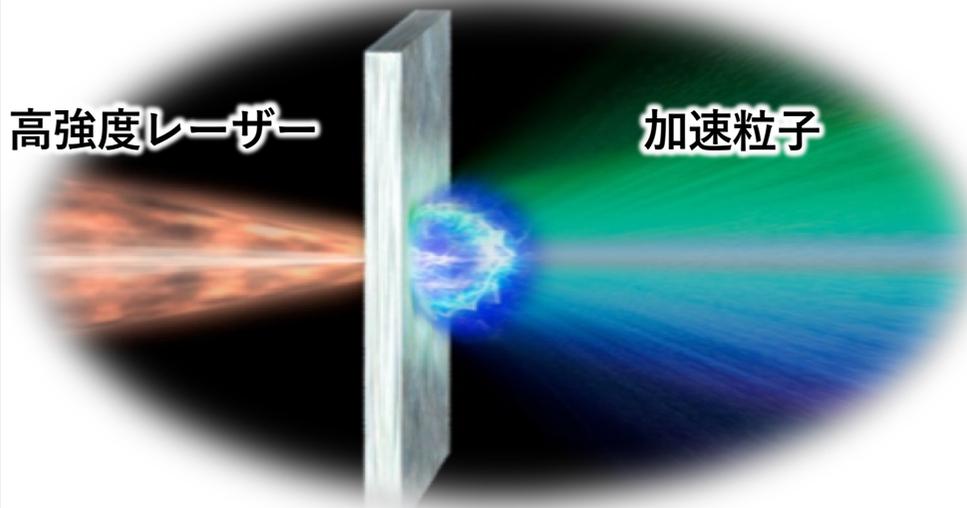
大阪大学レーザー科学研究所

ILE / Osaka





【加速用高強度レーザー】



高強度 10^{20} W/cm²
 パルス時間幅 70 fs
 エネルギー 10 J on Target
 繰り返し周波数 10 Hz

- 高安定
- 小型
- 堅牢



チタンサファイアレーザー

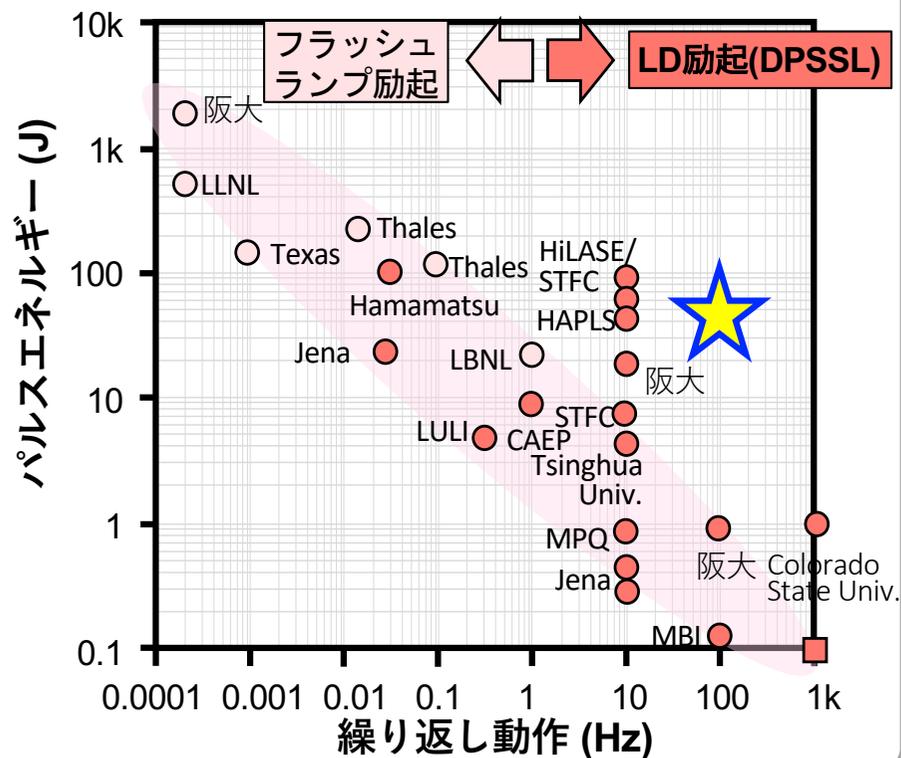
最大の課題は熱による不安定性

【励起レーザー】

パルスエネルギー 50 J (基本波 1μm)
 パルス幅 10 ns
 繰り返し周波数 100 Hz

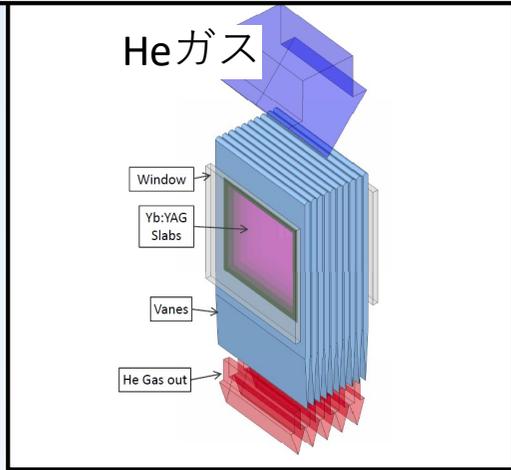
- 10 Hzで安定動作
- 将来を見据えて

世界におけるパワーレーザー開発

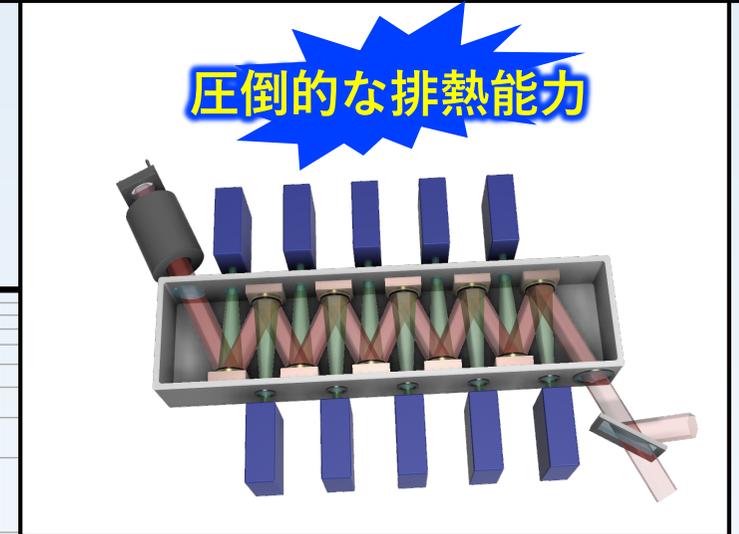




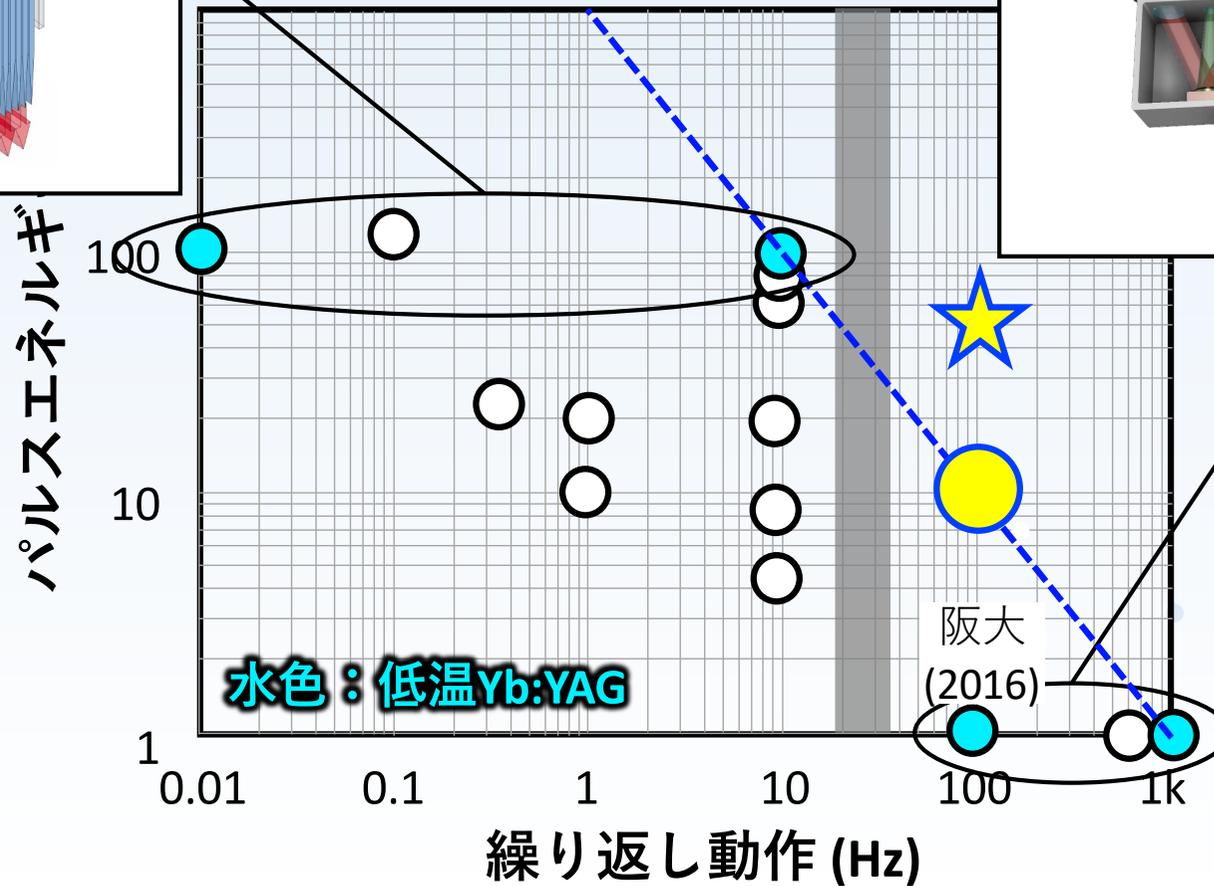
ガス冷却マルチディスク



熱伝導冷却アクティブミラー

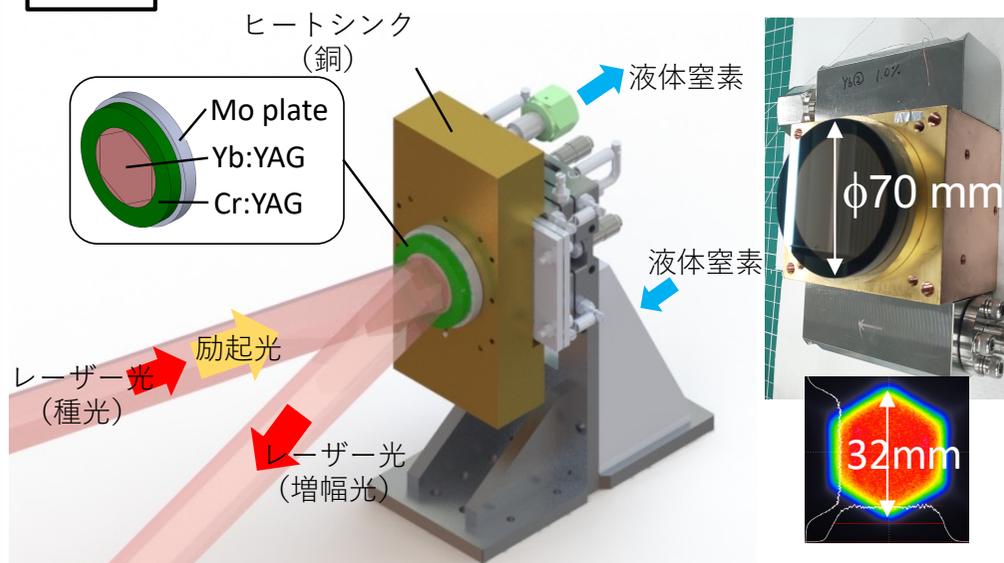


DPSSL開発



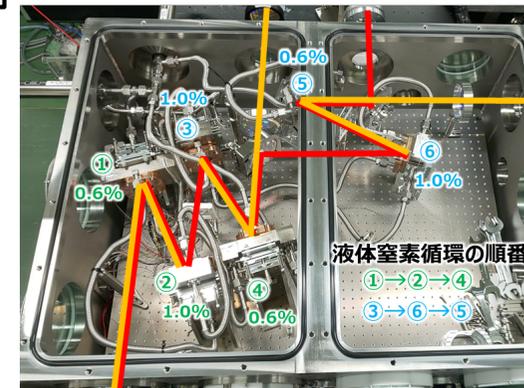


構造



小型化・堅牢

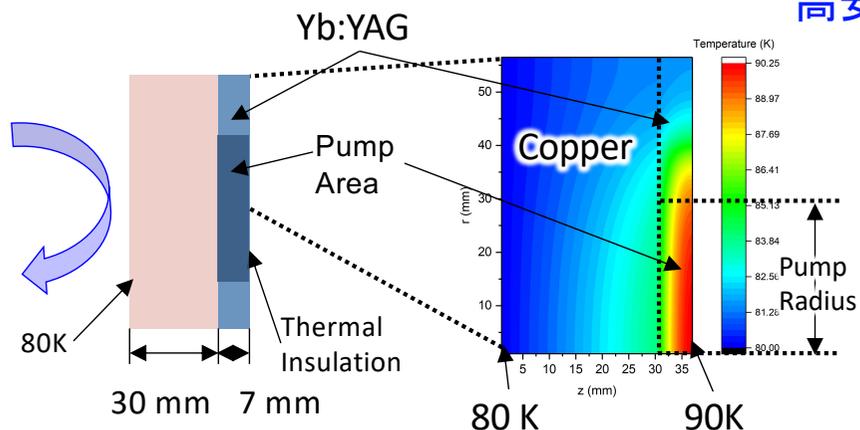
プロトタイプ
(これまで)



3D配置・一体化ホルダー

温度分布

温度上昇は **6K** (@100Hz)
高安定

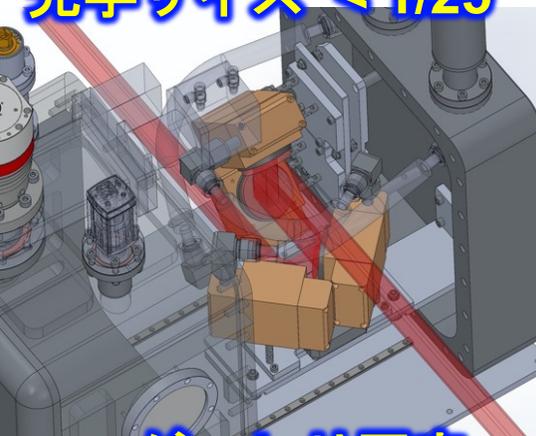


小型

光学サイズ < 1/25



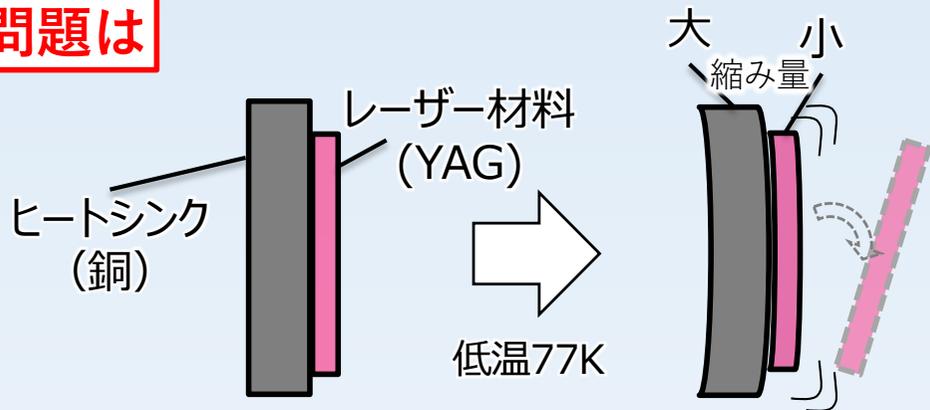
30cm x 35 cm x 40 cm



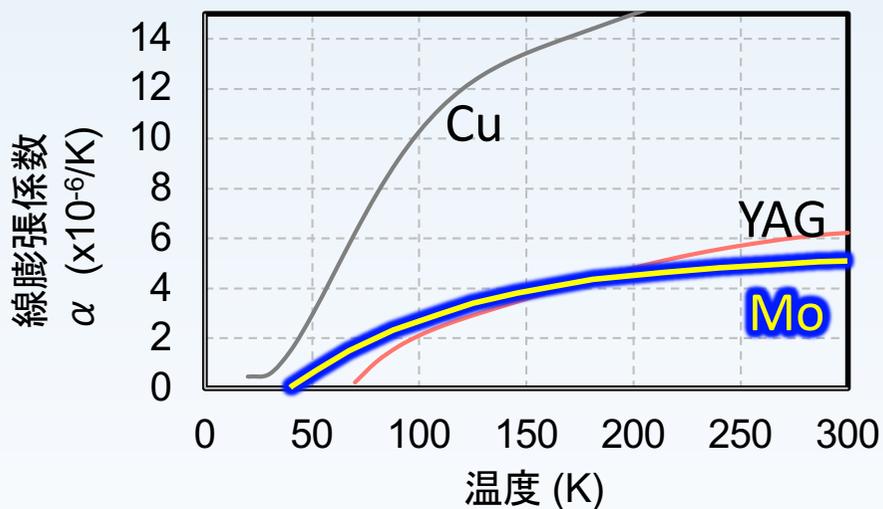
堅牢 がっしり固定



問題は



【熱線膨張係数】



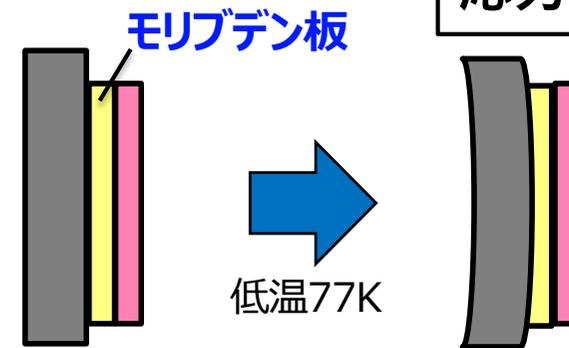
レーザー材料に強い圧縮応力が発生

- ・ レーザー材料が変形
- ・ 複屈折



ビーム品質 不良

応力緩和構造

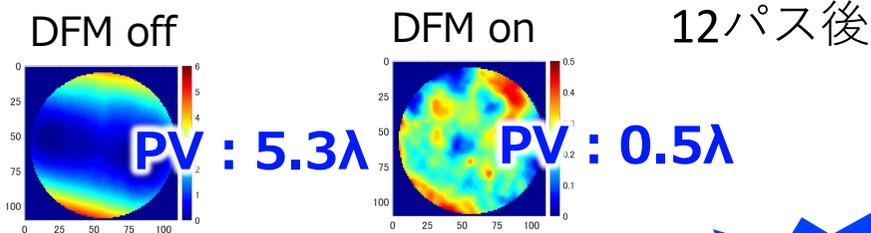


構造：特許Jumpei Ogino, et al., PCT/JP2019/031386

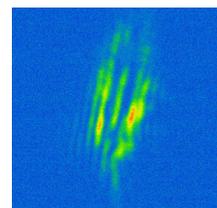
【剛性】

	モリブデン	銅
ヤング率 (Gpa)	324	129.8

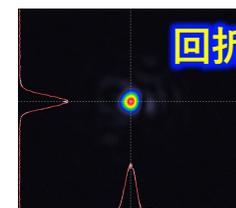
【冷却後の波面】



FFP



FFP



ビーム品質 良好

回折限界

Spot Size

Cal. 235.6μm

Meas. 243.3μm



Nd: CaF₂ セラミック

フェムト秒

高パルス
エネルギー

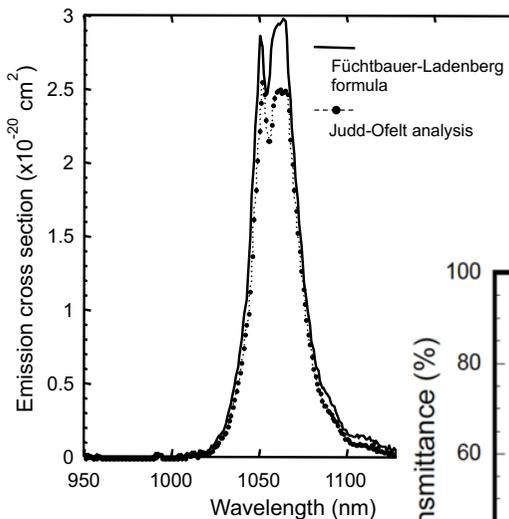
LD 励起

高繰り返し

セラミックで
解決

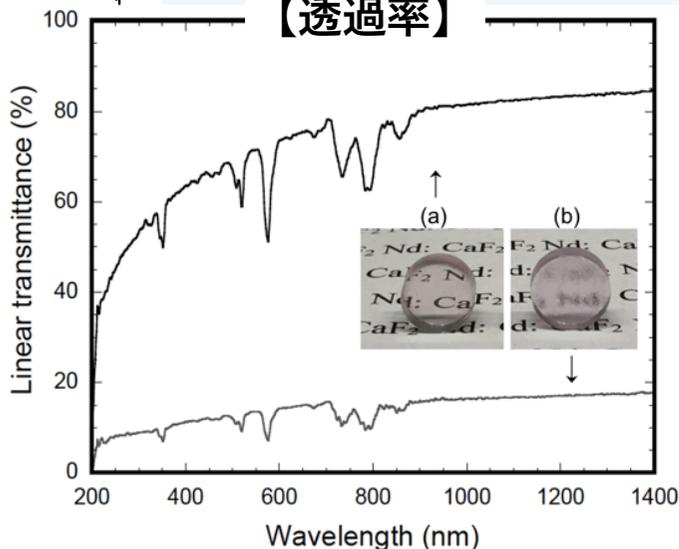
	中心波長 (μm)	波長幅 (nm)	飽和フルーエンス (J/cm^2)	吸収波長 (nm)	蛍光寿命 (μs)	熱伝導率 ($\text{W}/\text{m K}$)	dn/dT ($\times 10^{-6}/\text{K}$)	線膨張係数 ($\times 10^{-6}/\text{K}$)	劈開性
Nd:CaF ₂	1.06	25	4.2~5.4	796	350~450	9.7	-11	19	有
Nd:YAG	1.06	0.6	0.5	808	220	11.7	9.1	8	無

【蛍光スペクトル】



液相法による
高品質セラミック

【透過率】

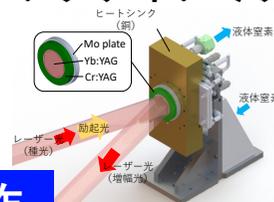


チタンサファイアシステム (現在)



・効率5倍UP!!
・サイズ1/4以下

アクティブミラー



室温動作

次々世代高強度レーザー





【革新的パワーレーザー】

装置（ハード） ・ 安定 ・ 堅牢 ・ 小型

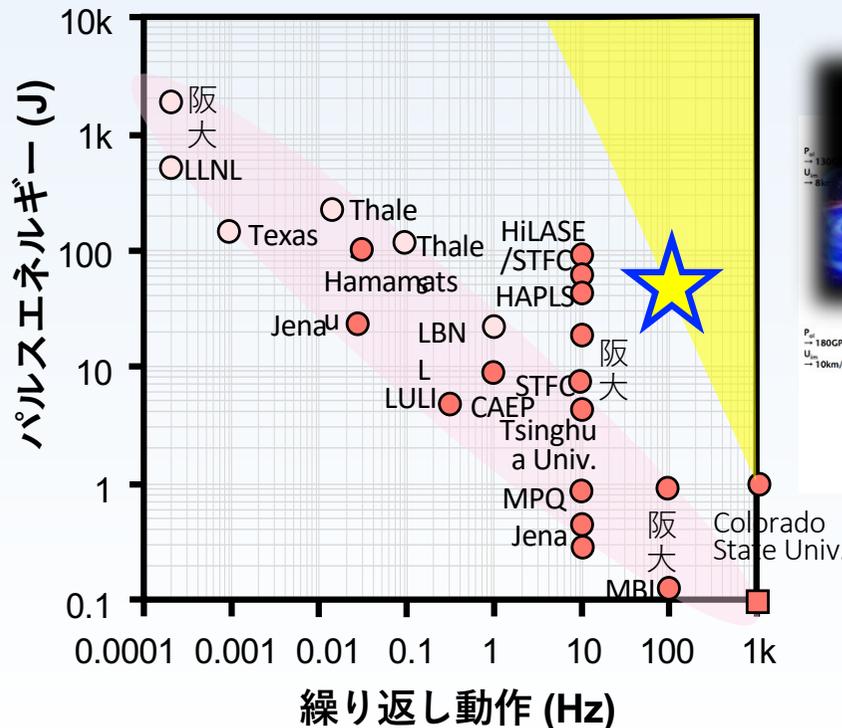
十分な基本性能 ← **本研究**

操作性（ソフト） ・ 誰にでも使える ・ 手法の推奨 ・ どこからでも（遠隔操作）

先端情報技術との融合

BigData, AI, IoT, Cyber-Physical, DX

新規の 科学 / 産業 / 医療 の創生



真空の物理

移動式量子ビーム源による治療

宇宙デブリ除去

地球惑星科学

低摩擦表面処理

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

中性子源・BNCT

γ線 非破壊検査

新物質創生



・ レーザー加速用光源のボトルネック

- ・ チタンサファイアレーザーの励起光源：50 J, 100 Hz

・ cm級低温動作アクティブミラー

- ・ 高排熱・小熱影響の増幅器
- ・ **cm級アクティブミラー**
- ・ **広い温度領域に耐えるヘテロ材料（結晶/金属）の低応力の面接合技術**

世界初

特許

独自ノウハウ

・ 次々世代の高強度レーザー用新セラミック開発

- ・ **液相法によるフッ化物セラミック**
- ・ 現状システムの**1/4以下のサイズ、5倍の効率**

独自技術

・ 将来の革新的パワーレーザー

- ・ ハード/ソフト
- ・ 新エネルギー・新産業・新医療を創出しSDGsを目指した持続社会を実現