

TILAコンソーシアム研究会
2025年7月2日（水）@ 分子研

ハイティラ株式会社 活動紹介

ハイティラ株式会社
代表取締役

平野 嘉仁

会社概要

ハイティラ株式会社 **HyTILA (Hyper Tiny Integrated Laser) Corporation**

【会 社 名】	ハイティラ株式会社
【英 訳 名】	HyTILA Corporation
【法 人 番 号】	5 1 8 0 3 0 1 0 3 8 0 3 4
【e-Rad 機関番号】	6 7 3 2 0 6 6 9 8 8
【代表者の役職氏名】	代表取締役CEO 平野 嘉仁
【本店の所在の場所】	愛知県岡崎市明大寺町西郷中 3 8 番地 自然科学機構 分子科学研究所内
【設 立】	2023年11月10日
【資 本 金】	950万円（2023年12月1日現在）
【発行済株式数】	950株（2023年12月1日現在）
【事 業 内 容】	レーザおよびその関連製品の研究、開発、製造、販売 レーザおよびその関連製品設計及び開発・評価の受託業務 レーザ応用技術の研究開発およびコンサルティング
【取引銀行】	住信SBIネット銀行、三菱UFJ銀行、岡崎信用金庫

III 自然科学研究機構（NINS）はハイティラ株式会社をNINSベンチャーとして認定し、授与式を開催しました

このたび自然科学研究機構（NINS）は、2024年2月8日（木）に高性能小型集積レーザー（Hyper Tiny Integrated Laser (HyTILA)）の実現により広く社会貢献を目指すハイティラ株式会社（愛知県岡崎市、代表取締役・社長 平野 嘉仁（ひらの よしひと））に対し、NINSベンチャーの称号を授与いたしました。自然科学研究機構では、2019年8月に制定した「大学共同利用機関法人自然科学研究機構発ベンチャーの称号授与に関する規程」に基づき、機構の研究成果等を活用して起業された企業に対し「NINSベンチャー」の称号の授与を行っています。式典において、川合 眞紀 自然科学研究機構長は、「機構で開発された技術を用いた事業の実現に向けてご尽力いただきたい。」と期待を述べました。自然科学研究機構は、研究成果等の実用化を促進することにより、社会経済への貢献を図ることを期待しています。



左より、高柳英明（自然科学研究機構理事）、川合眞紀（自然科学研究機構長）、平等拓範（ハイティラ株式会社CTO・分子科学研究所特任教授）、平野嘉仁（ハイティラ株式会社代表取締役・社長）、渡辺芳人（自然科学研究機構副機構長・分子科学研究所長）

会社設立の背景

～分子研 平等G 成果の発展・社会実装～

技術革新:

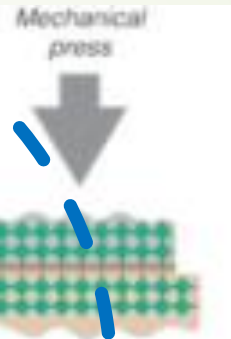
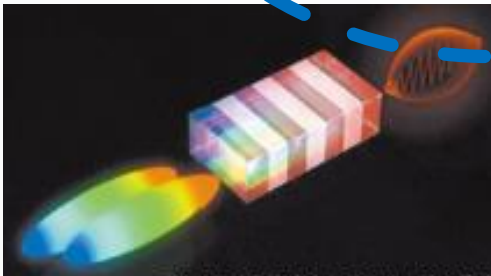
光学セラミック技術

特許第5281282号
特許第5688102号
特許第5688102号 他



光学機能集積技術

特許第4530348号
特許第5105358号
特許第6324452号 他



常温接合技術

特許第6245587号
特許第6955302号

誘電体

半導体

融合

フォトリソ結晶技術
Siフォトリソ技術など

超小型・軽量で、MWクラスの高ピークパワーレーザ

- ・高繰返し、高輝度（高ビーム品質・高スペクトル純度）
- ・各種波長に対応

(応用)

- ・レーザイメージング普及（宇宙、航空、車載）
- ・エネルギー、量子装置の実用化

高性能小型集積レーザ

HyTILA: Hyper Tiny Integrated Laser

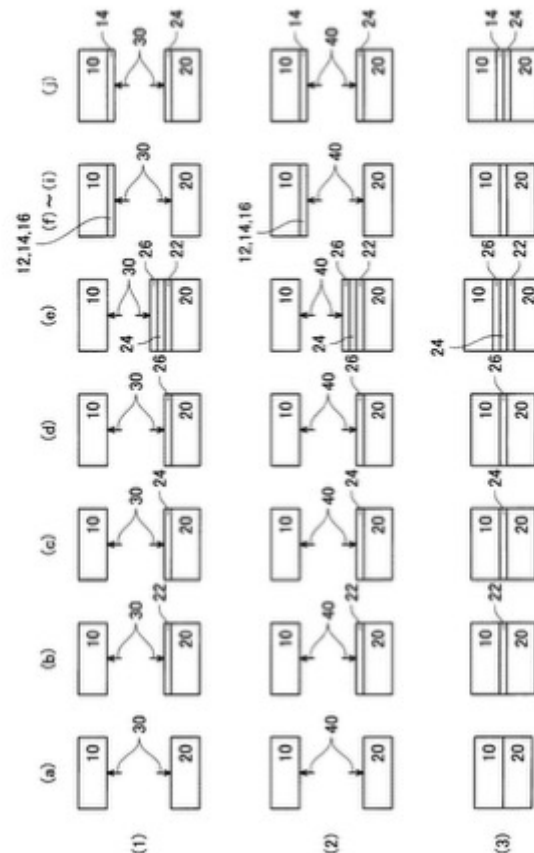


特許使用権について

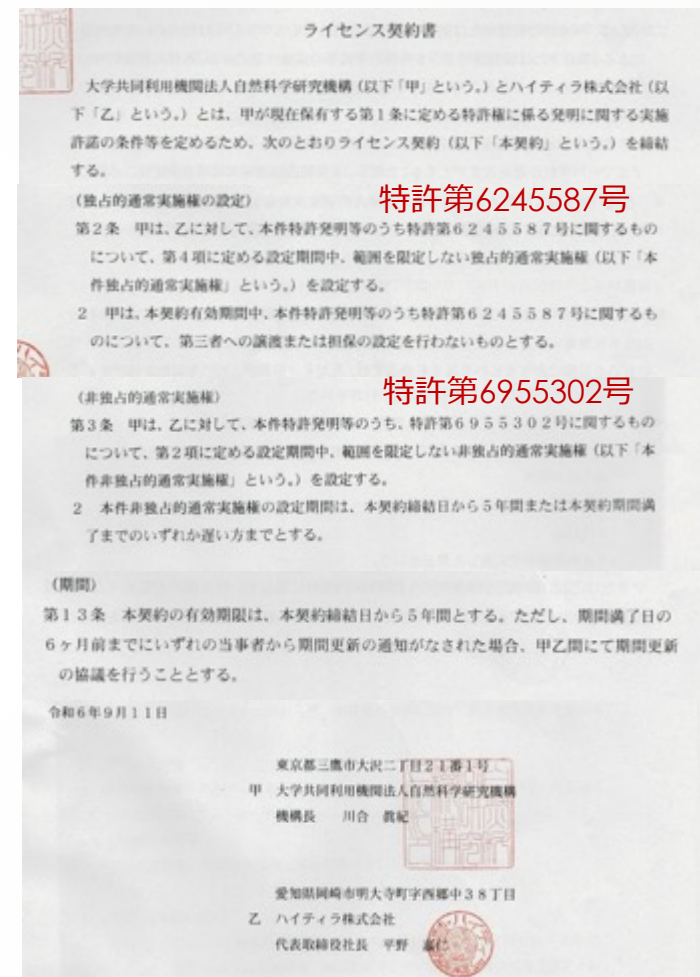
特許第6245587号

(19) 【発行国】 日本国特許庁(JP)
 (12) 【公報種別】 公開特許公報(A)
 (11) 【公開番号】 特開2018-73984(P2018-73984A)
 (43) 【公開日】 平成30年5月10日(2018.5.10)
 (54) 【発明の名称】 レーザー部品
 (51) 【国際特許分類】
 H 0 1 S 3/06 (2006.01)
 H 0 1 S 3/042 (2006.01)
 G 0 2 F 1/35 (2006.01)
 G 0 2 B 1/02 (2006.01)
 [F I]
 H 0 1 S 3/06
 H 0 1 S 3/042
 G 0 2 F 1/35
 G 0 2 B 1/02
 【審査請求】 有
 【請求項の数】 21
 【出願形態】 O L
 【全頁数】 20
 (21) 【出願番号】 特願2016-211991(P2016-211991)
 (22) 【出願日】 平成28年10月28日(2016.10.28)
 (11) 【特許番号】 特許第6245587号(P6245587)
 (45) 【特許公報発行日】 平成29年12月13日(2017.12.13)
 【国等の委託研究の成果に係る記載事項】(出願人による申告) 革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) 「マイクロチップレーザーの開発」委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願
 (71) 【出願人】
 【識別番号】 504261077
 【氏名又は名称】 大学共同利用機関法人自然科学研究機構
 (74) 【代理人】
 【識別番号】 110000110
 【氏名又は名称】 特許業務法人快友国際特許事務所
 (72) 【発明者】
 【氏名】 平等 拓範
 (72) 【発明者】
 【氏名】 カウシャス, アルヴィダス
 (72) 【発明者】
 【氏名】 鄭 麗和

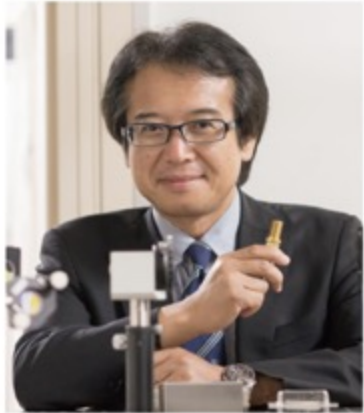
(57) 【要約】
 【課題】 少なくとも一方が酸化物であるレーザー媒質と透明伝熱部材を接合したレーザー部品であり、両者間の熱抵抗が低く、レーザー媒質に大きな残留応力が作用しておらず、接合界面の透明度が高く、両者が安定的に接合した部品を提供する。
 【手段】 レーザー媒質10の接合面と透明伝熱部材20の接合面を酸素プラズマ30に晒し、その接合面を表面活性接合する。レーザー媒質と透明伝熱部材が原子レベルで接合するために熱抵抗が低く、常温で接合するために大きな残留応力が作用せず、酸素プラズマに晒す処理をするので接合界面の透明度が損なわれない。アモルファス層を介して安定的に接合する。
 【選択図】 図1



特許使用権の設定（契約書抜粋）



小型集積レーザーの可能性



社会連携研究部門
特任教授 平等 拓範



HyTILA
Hyper Tiny Integrated Laser



ビジョン

次世代の高性能小型集積レーザの開発を通じて
宇宙・計測・量子・エネルギー技術に革命を起こす



宇宙



計測

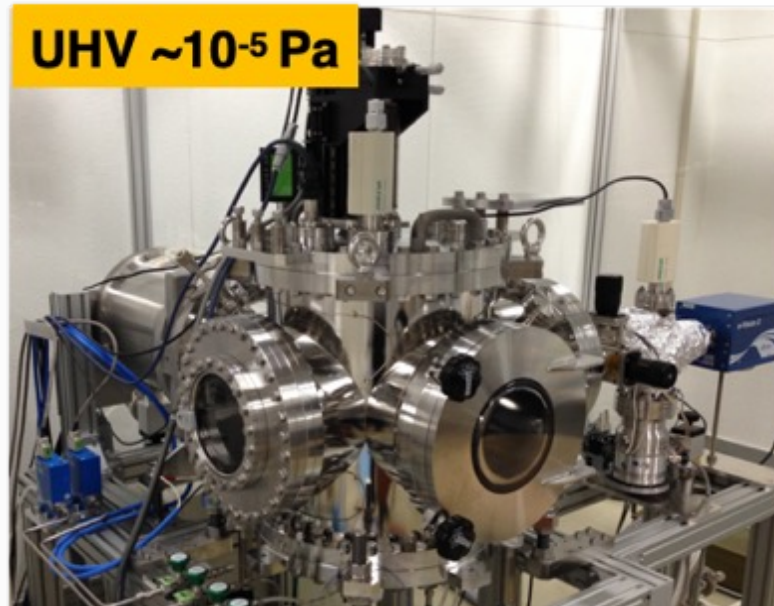


量子



エネルギー

表面活性接合 (inter-layer assisted surface activated bonding : il-SAB)

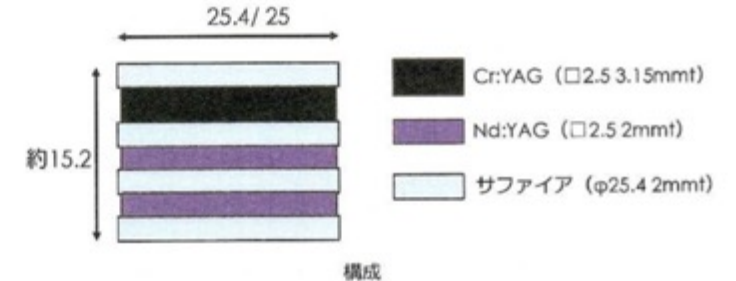


接合品



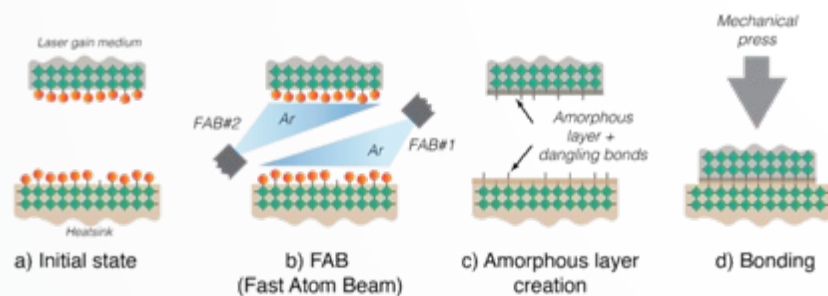
側面から見た様子

□25と○25.4がセンター合わせて
計7枚が接合されている。



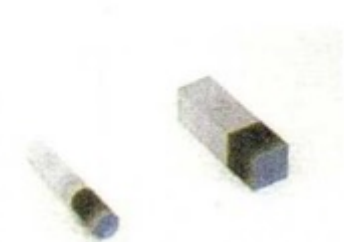
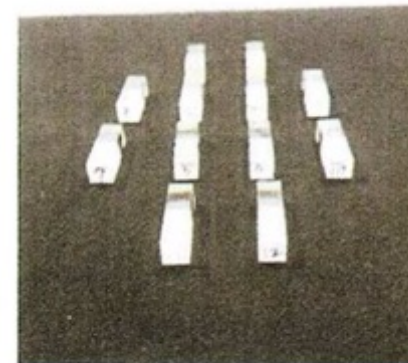
下側を上にした様子
HyTILA Proprietary and Confidential

DFCチップ形成 (切断・整形・コーティング)



特許第6245587号：独占的使用実施権

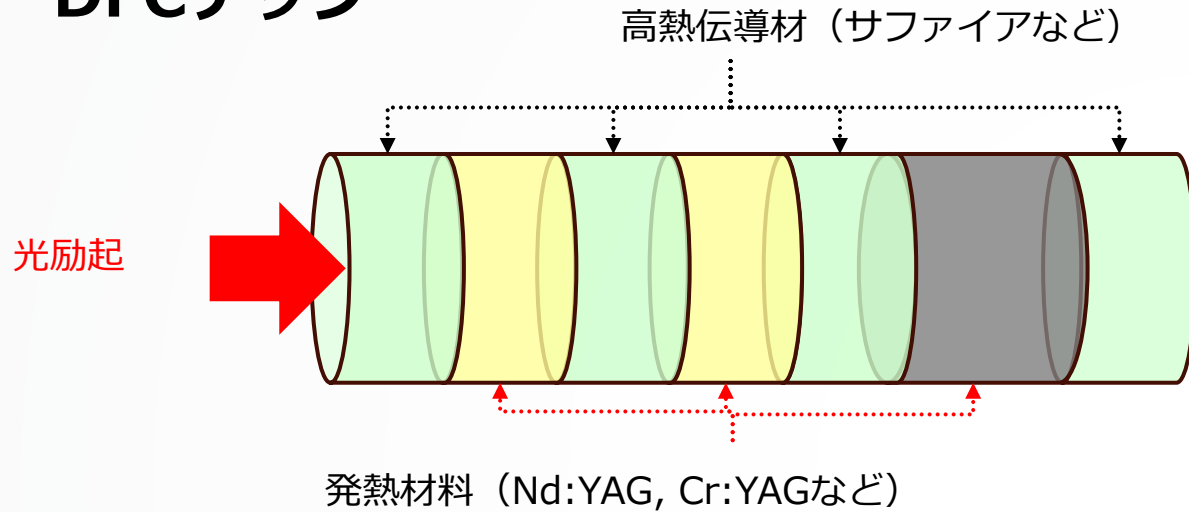
特許第6632644号：使用実施権



φ3 円柱 (φ3 0/-0.05) □4.5 角柱 (□4.5 0/-0.05)

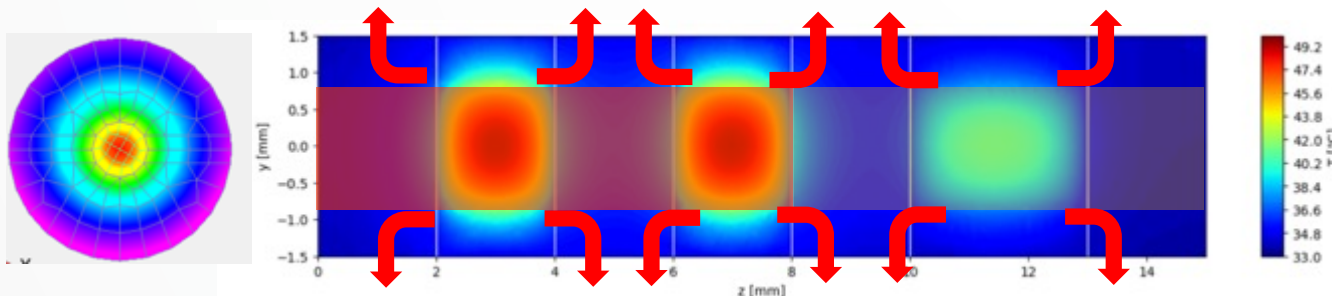
※側面研削仕上げ(粗面)

DFCチップ

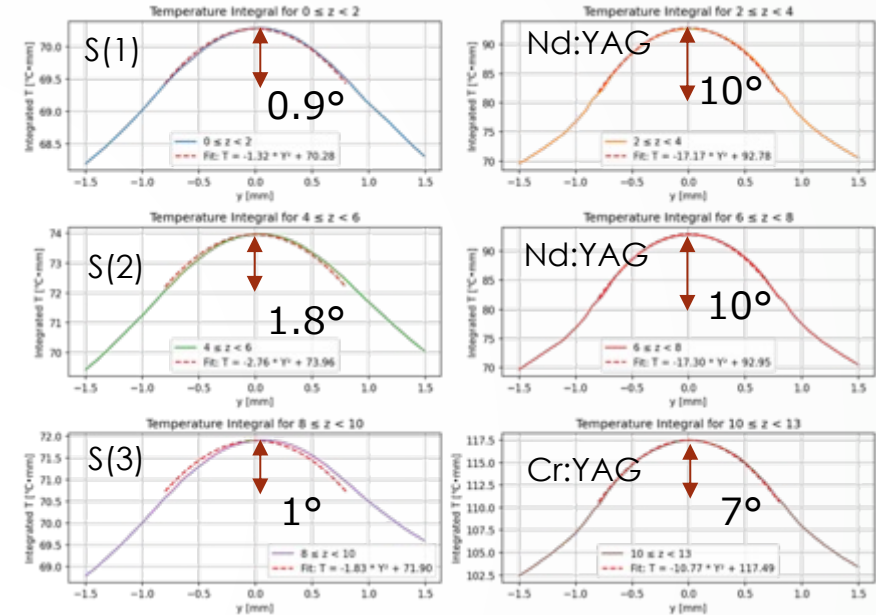


温度分布 (側面冷却の場合)

発熱 : 4.78W at Nd:YAG
1.26W at Cr:YAG
発熱分布 : 1.6mmΦ
ロッド径 : 3.0mmΦ



チップ内の材料別の積分温度分布



個別チップで発生する光路差 (熱レンズ、熱複屈折など)

$$OPD_{r,\phi}(r) = \left(\frac{\delta n}{\delta T} + (n-1)\alpha + n^3 \alpha C_{r,\phi} \right) \int_0^L \Delta T(r,z) dz$$

①材料の光学特性

②熱伝導特性で決まる
温度分布

②を小さくしレーザの熱特性を大幅に改善 !!

DFCチップの有効性

DFC: Distributed Face Cooling

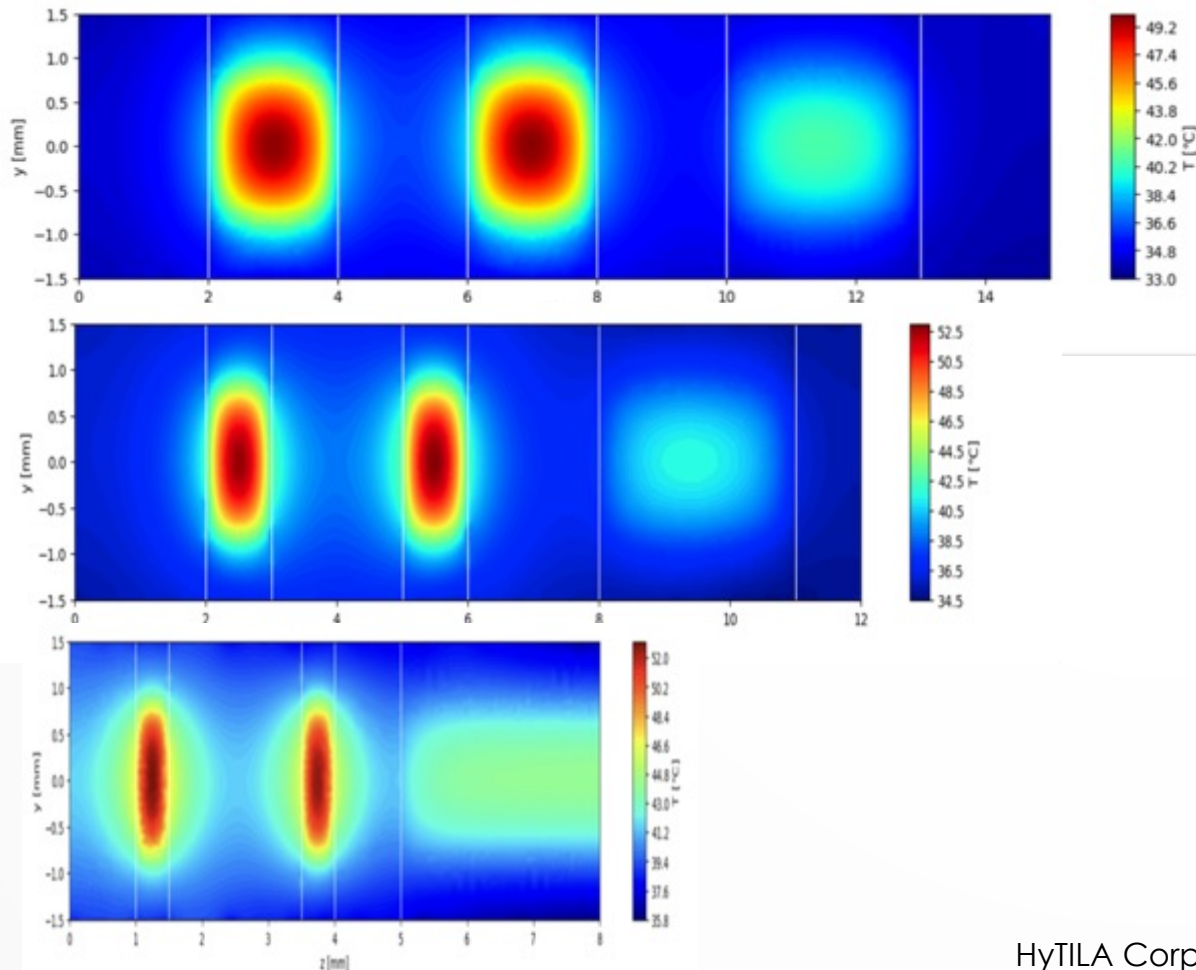
計算条件

発熱 : 4.78W at Nd:YAG
1.26W at Cr:YAG

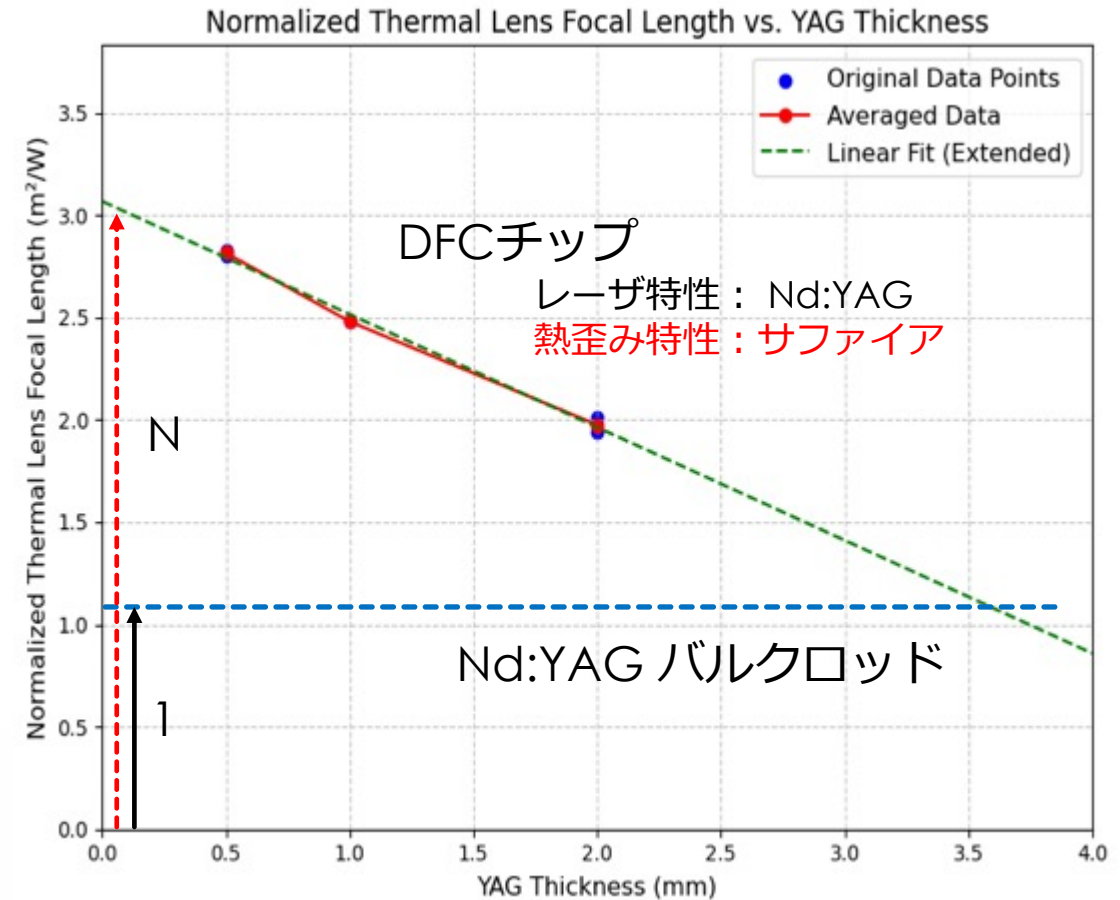
発熱分布 : 1.6mmΦ トップハット

ロッド径 : 3.0mmΦ

発熱領域を薄くしていくことでレーザ媒質の熱物性をエンジニアリングできる!!

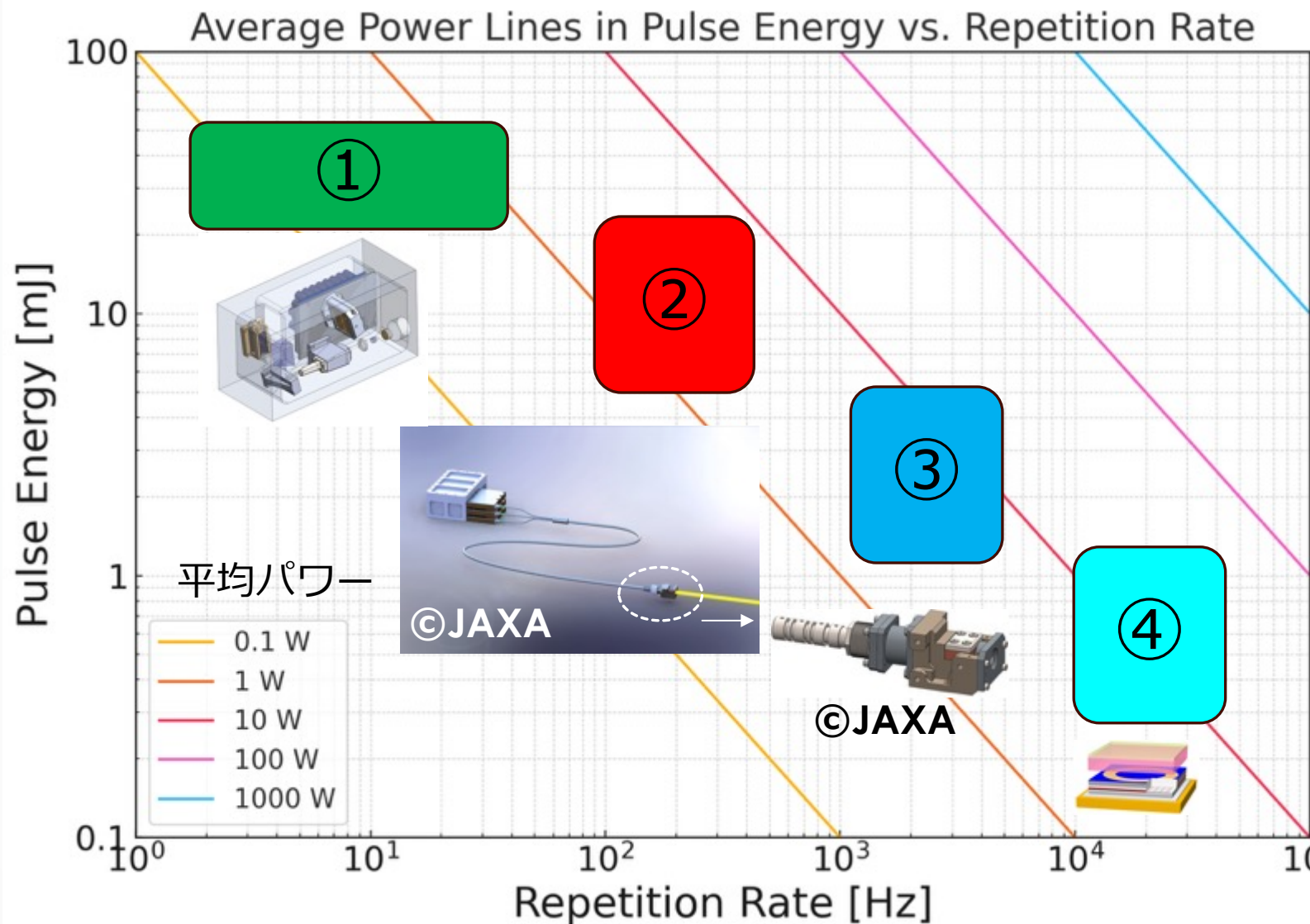


規格化熱レンズ焦点距離 ($f \propto 1/\text{OPD}$)



Nd:YAGの厚み (mm)

小型・短パルス (<1ns) レーザ発振器 (MOPAではない) 開発を指向



① Stack LD励起 固体

応用:

LBS, レーザピーニング

② Pulsed Fiber LD/M励起
DFC (サファイア)

応用:

衛星搭載高度計ライダー

③ CW Fiber LD/M励起
DFC (高熱伝導)

応用:

THzイメージング他

④ PCSEL 励起
DFC (高熱伝導)

応用:

衛星搭載イメージングライダー
車載LiDAR

これまでの受注・採択実績

宇宙関連レーザ開発

2023年度

JAXA殿 研究開発契約

地球観測用高度計ライダー衛星に向けた小型集積レーザの活用検討

2024年度, 2025年度

JAXA殿 研究開発契約

高度計ライダー衛星に向けた小型集積レーザの概念設計及び試作評価

2024年度 ~ 2029年度

文科省 JAXA宇宙戦略基金 高出力レーザの宇宙適用による革新的ライダー技術

“フォトリック結晶レーザと固体結晶融合による革新的衛星ライダー技術の開発”

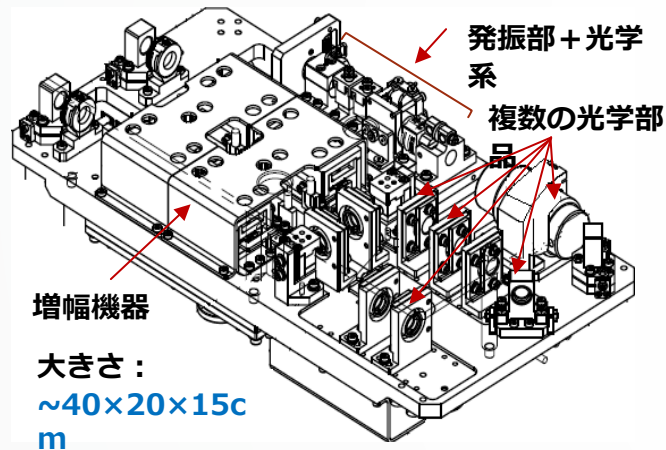
研究代表機関 京都大学 (野田先生)

研究分担機関 分子科学研究所、大阪大学、ハイティラ株式会社

衛星ライダーの構想

文部科学省『官民連携による光学観測事業構想』
衛星開発・実証小委員会資料 '25.1.22 より改変

宇宙環境(ISS) での技術実験 (MOLI)

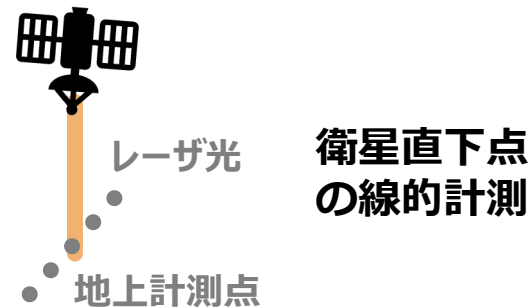


[LRSJ 1(2), 45 (2020)]

2020年後半

高度計ライダー衛星 第一世代

打上げ想定
2028年 試作機 2029年 実証機

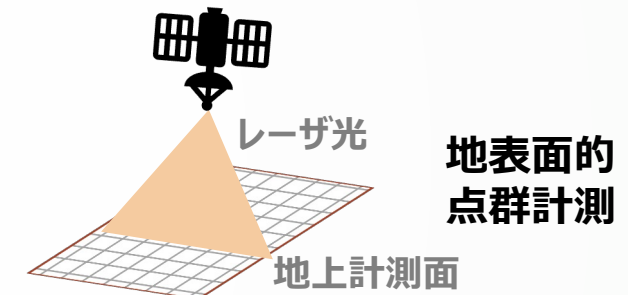


衛星搭載可能な高効率・小型レーザ

理化学研究所との共同研究
HyTILAとの共同開発契約

2030年前半～

高度計ライダー衛星 第二世代



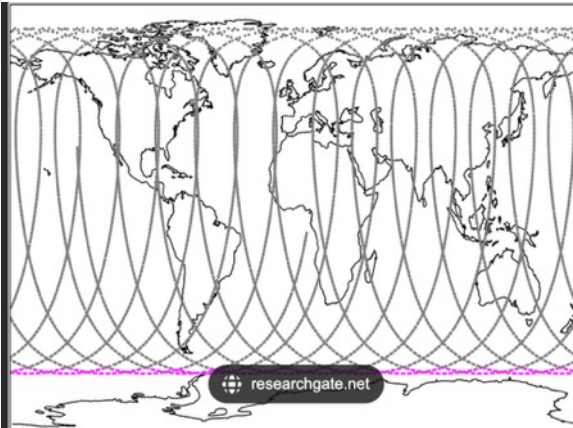
- ★ 超小型・短パルスレーザ
- ★ 高繰り返しスキャニング
- ★ 高感度受信システム

革新的な高度計ライダー衛星に
向けた技術開発・実証
(大学・民間等主体)

衛星高度計ライダーの計測（3D地図の作成）

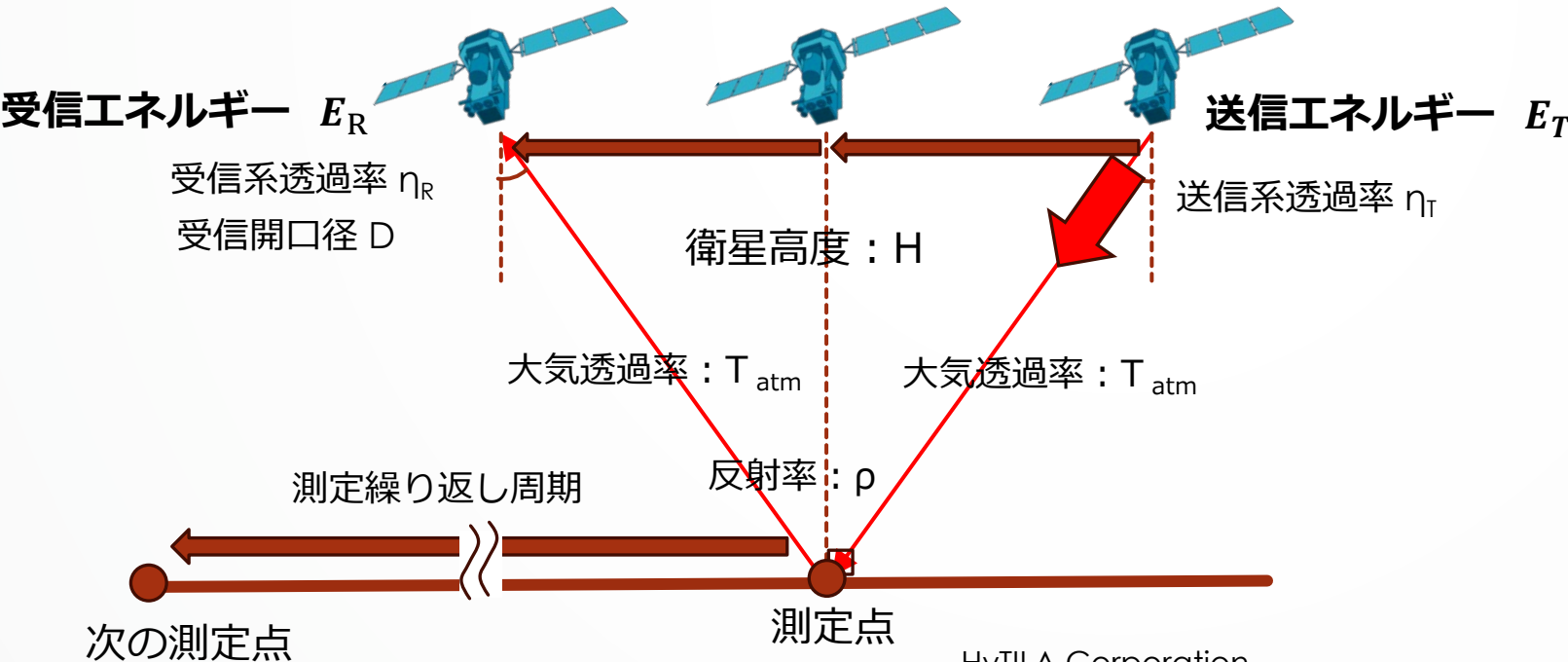
衛星軌道直下点の距離（高度）をTOF : Time of Flight方式で取得

衛星直下点の
線的計測



極周回軌道衛星
（90~100分で1周）

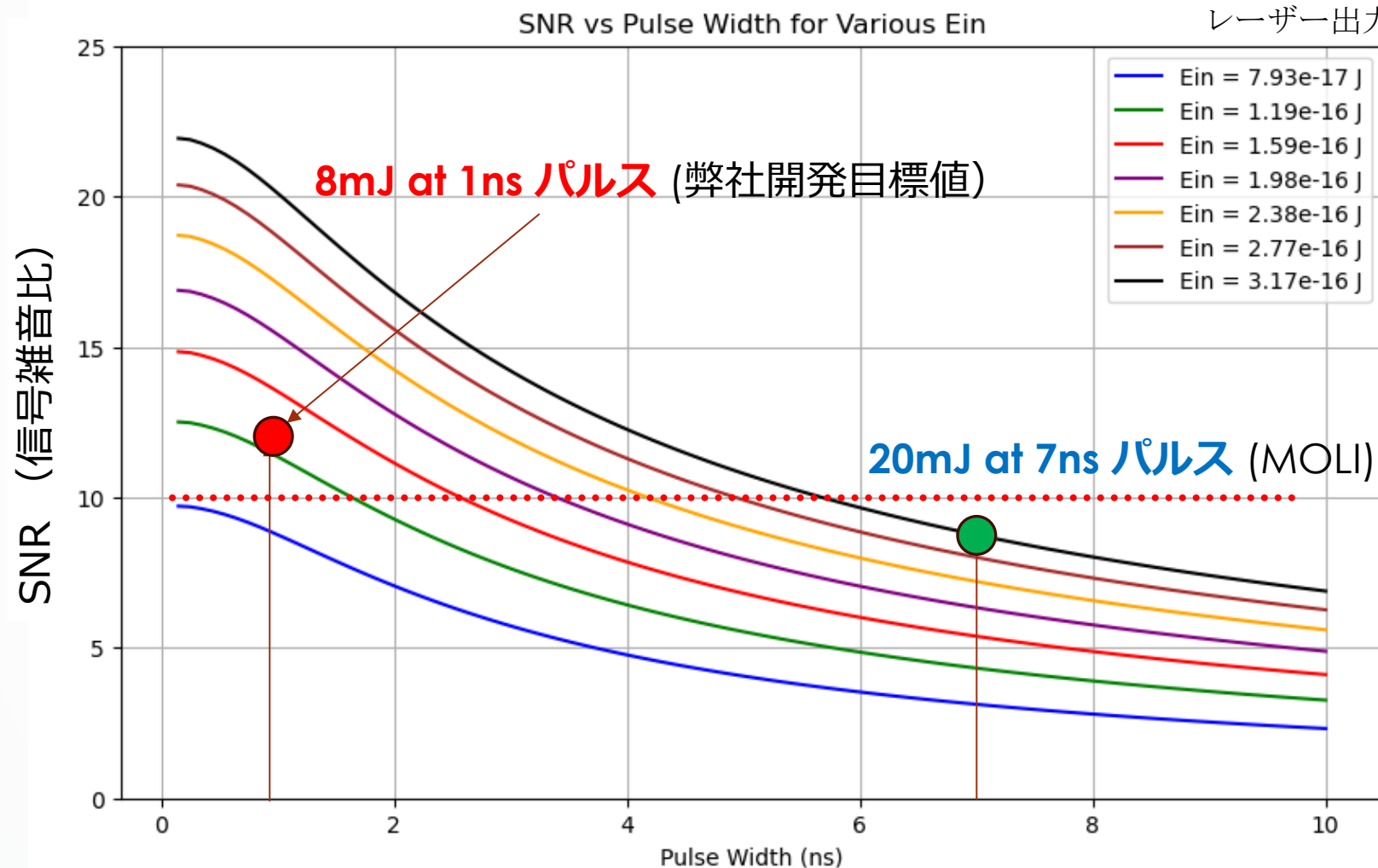
回線（ライダー方程式）



$$E_R = E_T \cdot \eta_T \cdot T_{atm} \cdot \frac{\rho}{\pi} \cdot T_{atm} \frac{\pi D^2}{4H^2} \cdot \eta_R$$

衛星高度	H
受信開口径	D
地表反射率	ρ
送信系透過率	η_T
受信系透過率	η_R
大気透過率	T_{atm}
測定波長	λ
受信エネルギー	E_R
送信エネルギー	E_T

小型集積レーザは、小型軽量（ヘッド < 1kg）で搭載に向くとともに、短パルスであることも省エネルギーとなり衛星搭載に有効



@

SNR10

$P_d : > 0.99$

$FAR : < 0.01$

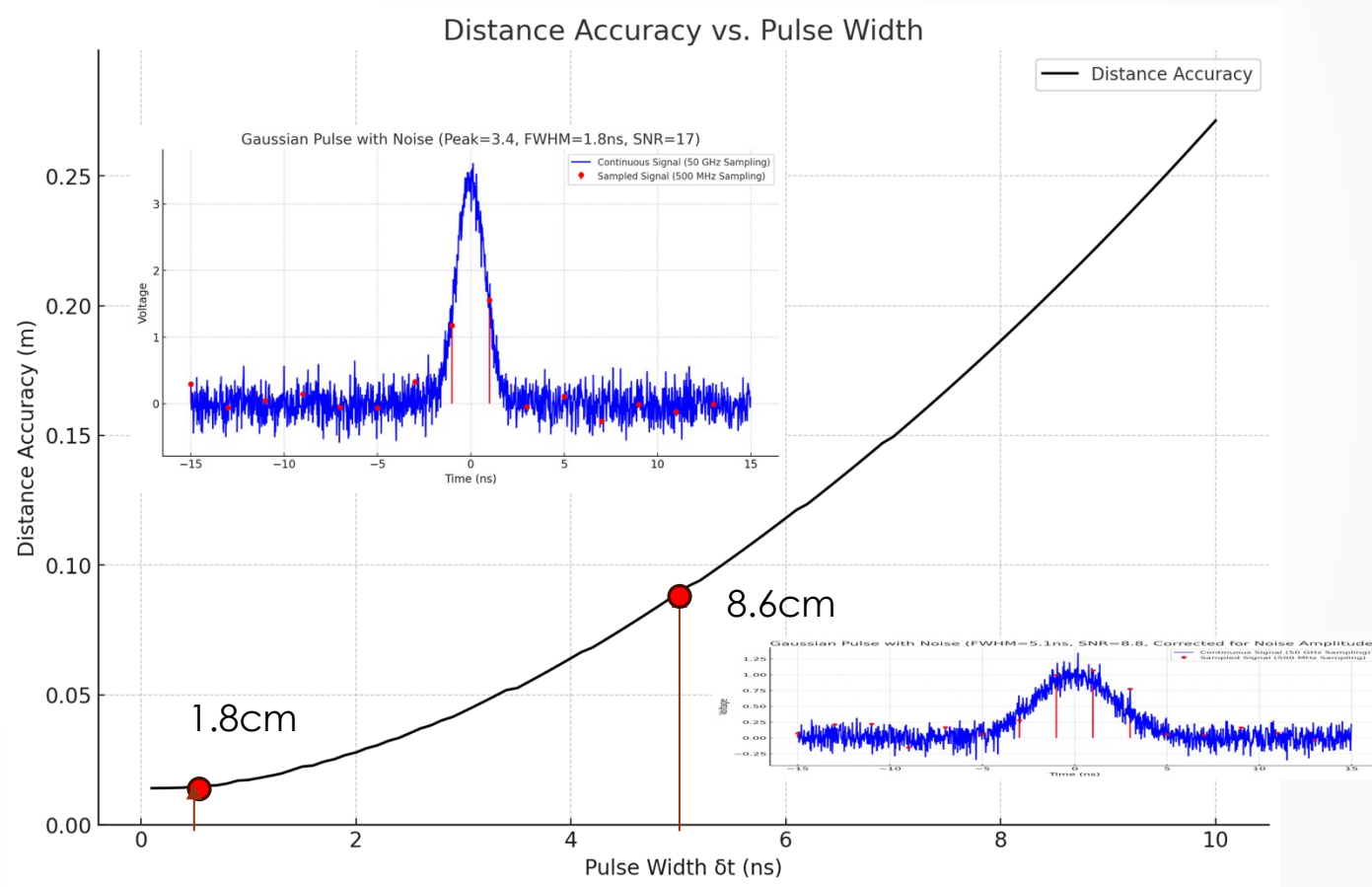
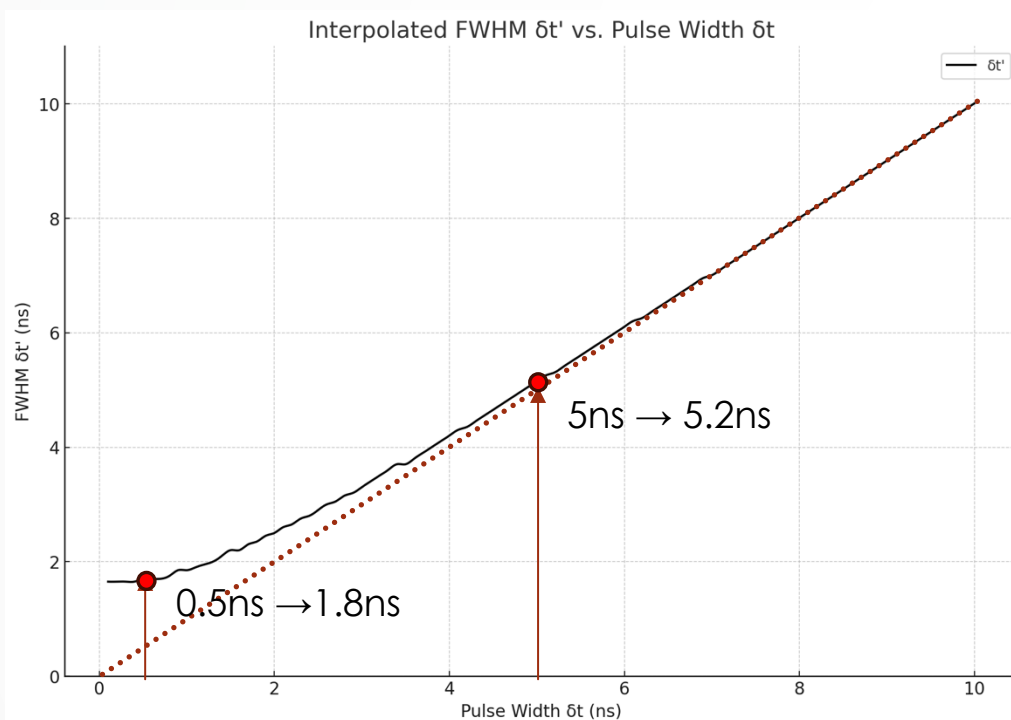
計測距離精度: 10cm 以下

小型集積レーザの短パルス性能は測距精度の向上にも有効

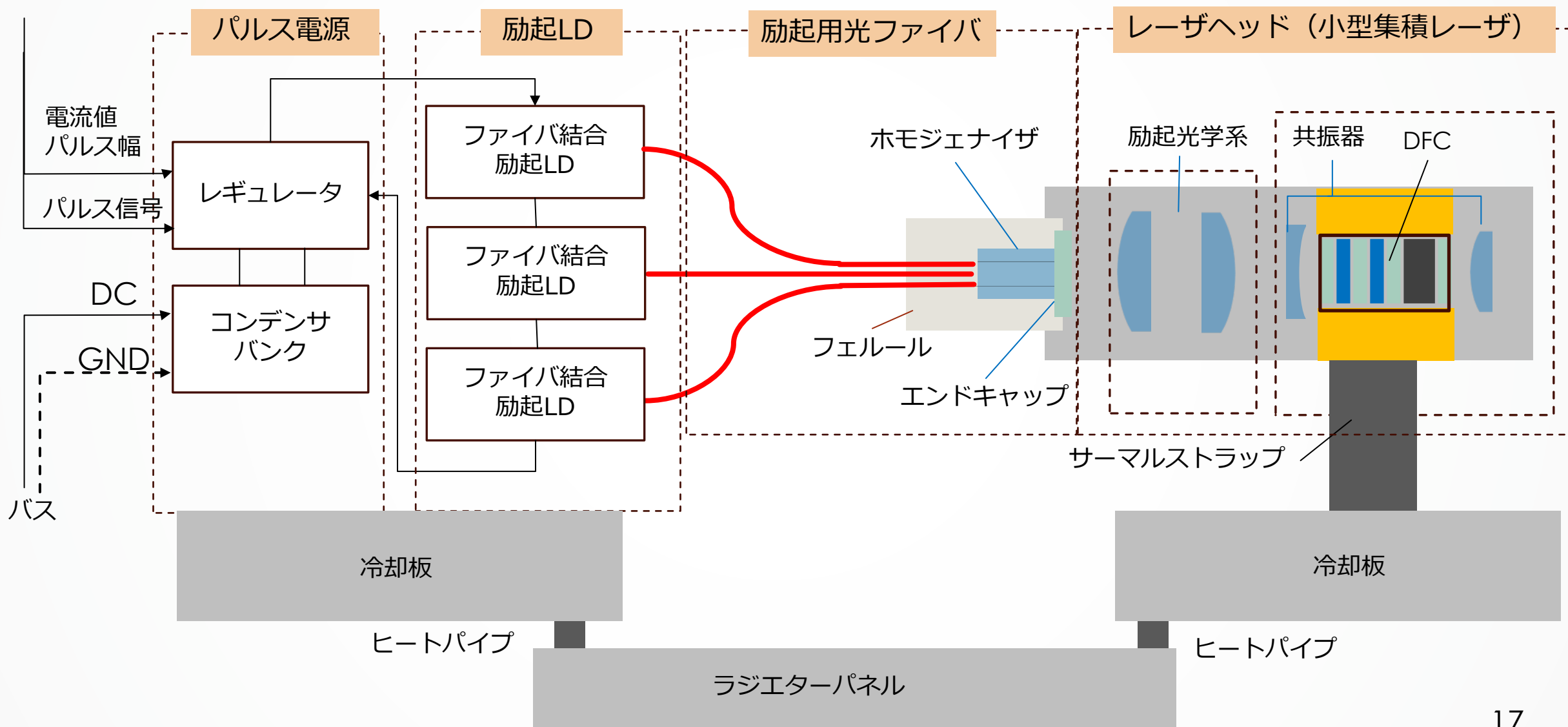
距離精度 (RMS) アナログレベル

フィルタリングされた受信信号のパルス幅

B:220MHz



ライダ信号処理



レート方程式解析による設計

$$\left. \begin{aligned} \frac{dN_2}{dt} &= W_p - c\sigma_{21}(f_2N_2 - f_1N_1) \cdot \phi - \frac{N_2}{\tau_{21}} - \frac{N_2}{\tau_{20}} \\ \frac{dN_1}{dt} &= c\sigma_{21}(f_2N_2 - f_1N_1) \cdot \phi + \frac{N_2}{\tau_{21}} - \frac{N_1}{\tau_{10}} \\ \frac{d\phi}{dt} &= c \frac{l_{rod}}{l_{cav}} \sigma_{21}(f_2N_2 - f_1N_1) \cdot \phi - c \frac{L - \ln R}{2l_{cav}} \cdot \phi + C_{cp} \frac{N_2}{\tau_{21}} - c \frac{d_{SA}}{l_{cav}} (\sigma_{GSA}N_{SA0} + \sigma_{ESA}N_{SA1}) \cdot \phi \end{aligned} \right\} \text{レーザ反転分布}$$

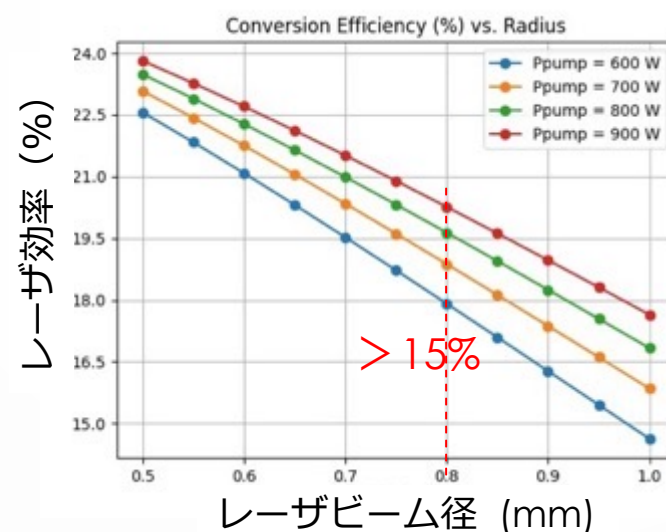
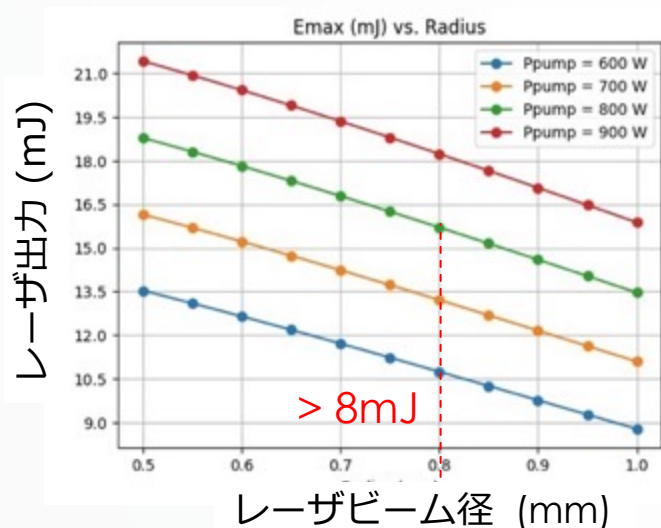
$$\left. \begin{aligned} \frac{dN_{SA0}}{dt} &= -c\sigma_{GSA}N_{SA0} \cdot \phi + \frac{N_{SA1}}{\tau_{SA10}} \\ \frac{dN_{SA1}}{dt} &= c\sigma_{GSA}N_{SA0} \cdot \phi - \frac{N_{SA1}}{\tau_{SA10}} \end{aligned} \right\} \text{受動Qスイッチ}$$

レーザ光

ベンチトップ試験での確認

励起ビーム半径：0.8mm
QSW初期透過率：30%
ミラー反射率：30%

- パラメータ決定：
- ・励起パワー、励起パルス幅
 - ・ミラー反射率・QSW OD
 - ・利得径・レーザビーム径、共振器長



出力: 9.7mJ
効率: 16%



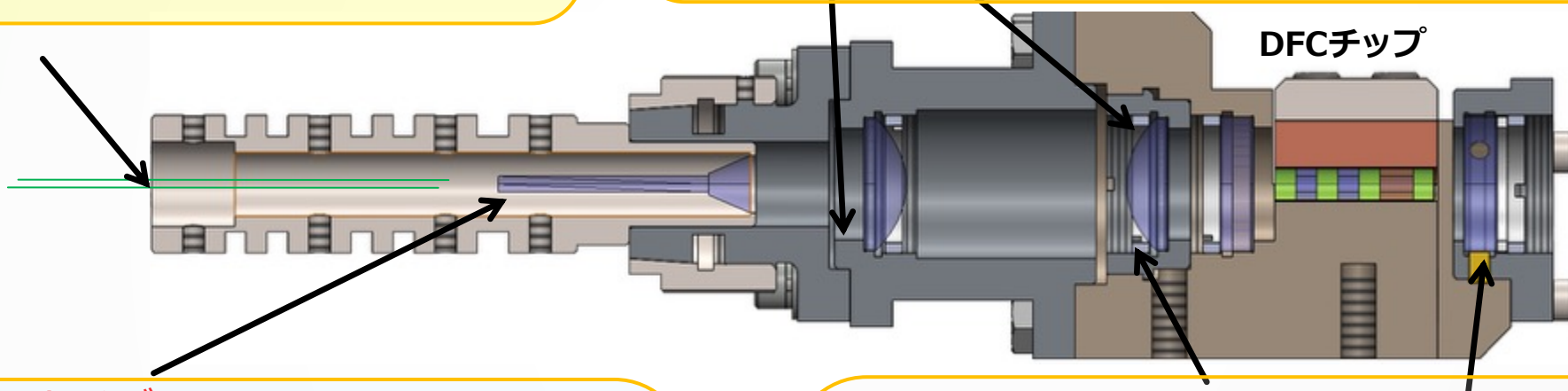
ファイバ

シリカコア、フッ素ドーピングクラッド、ポリイミドジャケット

- 放射線耐性 : トータルドーズ : 1000krad
- 耐真空 : 10^{-9} torr
- 低アウトガス : ポリイミドジャケット

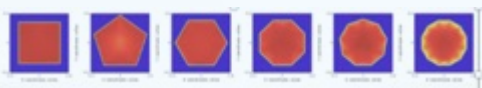
励起光学系

コリメート
レンズ 集光
レンズ



ホモジナイザー

形状



励起光

内部を全反射して伝搬

L

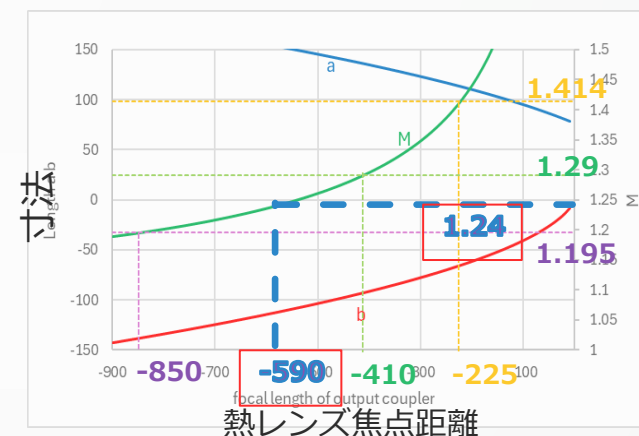
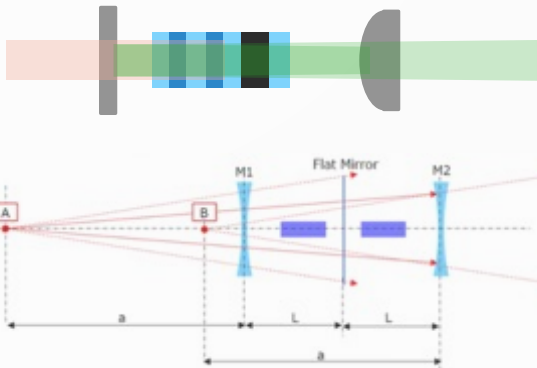
入射端

様々な入力に対して
均一性を確認

出射端

不安定共振器

リアミラー ガウシアンミラー



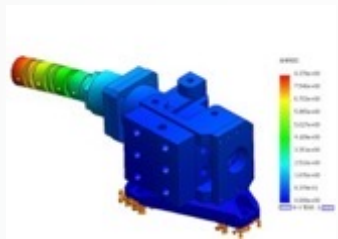
有限要素法を用いた構造解析

固有値解析例

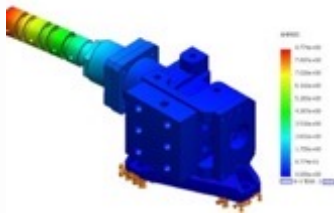
部材：SUS

部材：Al

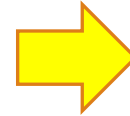
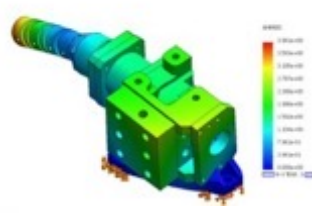
1次モード
1284 Hz



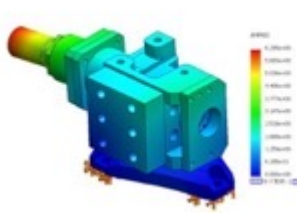
2次モード
1364Hz



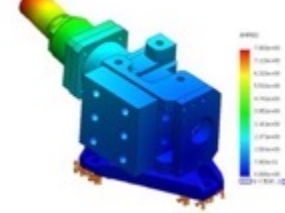
3次モード
2499 Hz



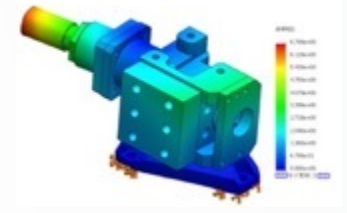
1次モード
2099 Hz



2次モード
2545 Hz



3次モード
2860 Hz



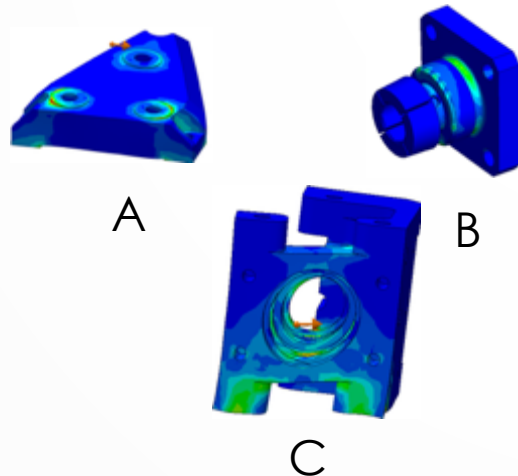
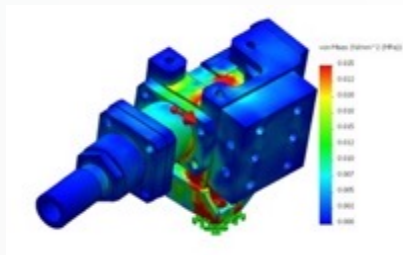
上下方向の1次屈曲揺れ 左右方向の1次屈曲揺れ

2次屈曲揺れ
(斜め方向倒れ含む)

上下方向の1次屈曲揺れ 左右方向の1次屈曲揺れ

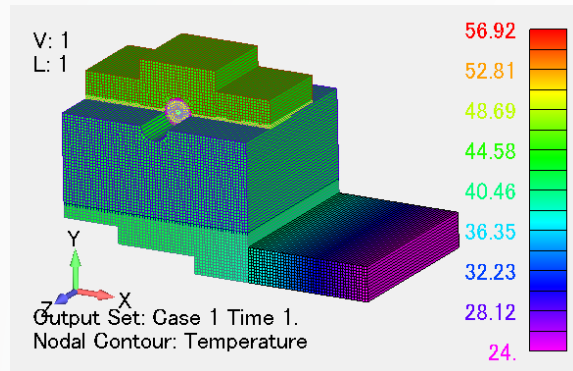
2次屈曲揺れ
(斜め方向倒れ含む)

部材各部の応力検討例

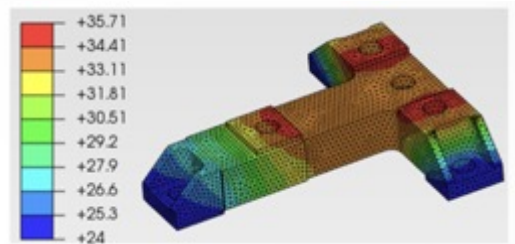


記号	加振方向 (X/Y/Z)	1G 負荷 時応力 [MPa]	最大加 速度 [G]max	発生応 力 [MPa]	部材の許 容応力 [MPa]	安全率
A	X、Y	0.04	100	4	325	81.25
B	Z	0.2	100	20	888	44.4
C	Z	0.2	100	20	355	17.75

有限要素法を用いた熱解析

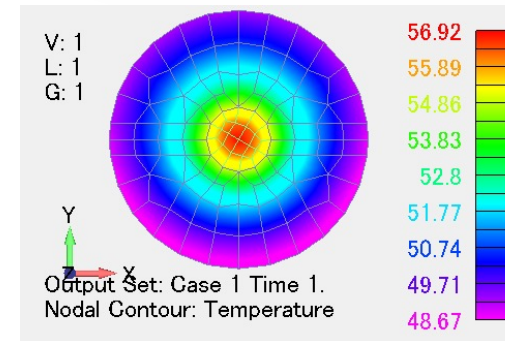


2D モデル

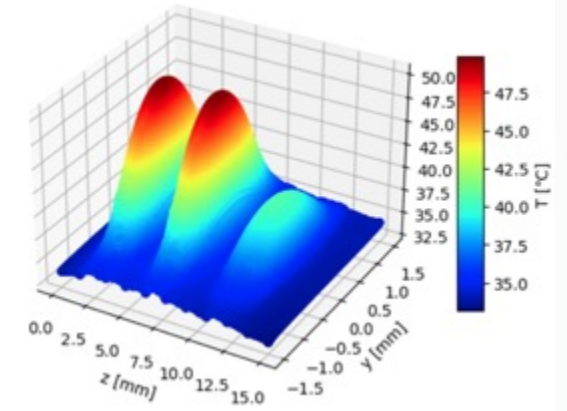


3D モデル

DFC内の温度分布

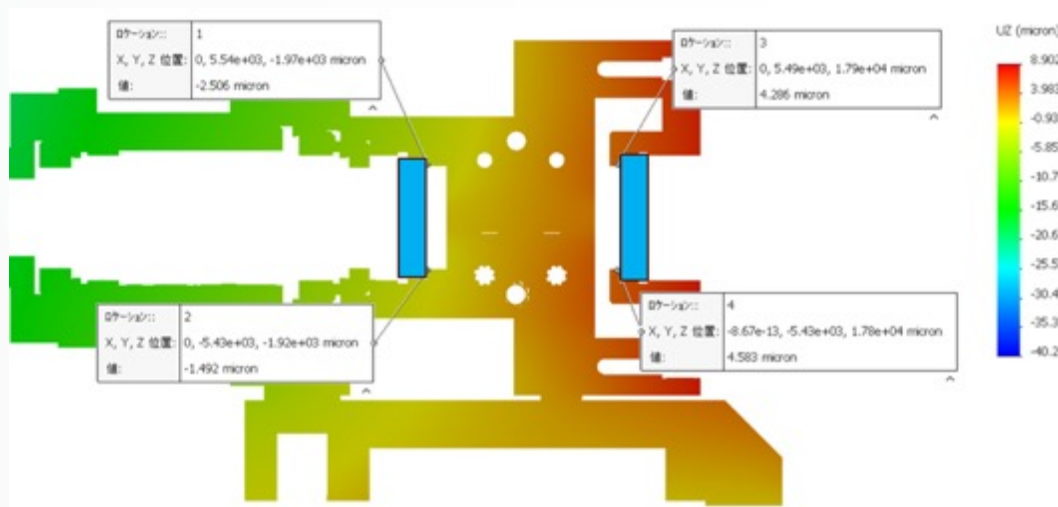


2D モデル

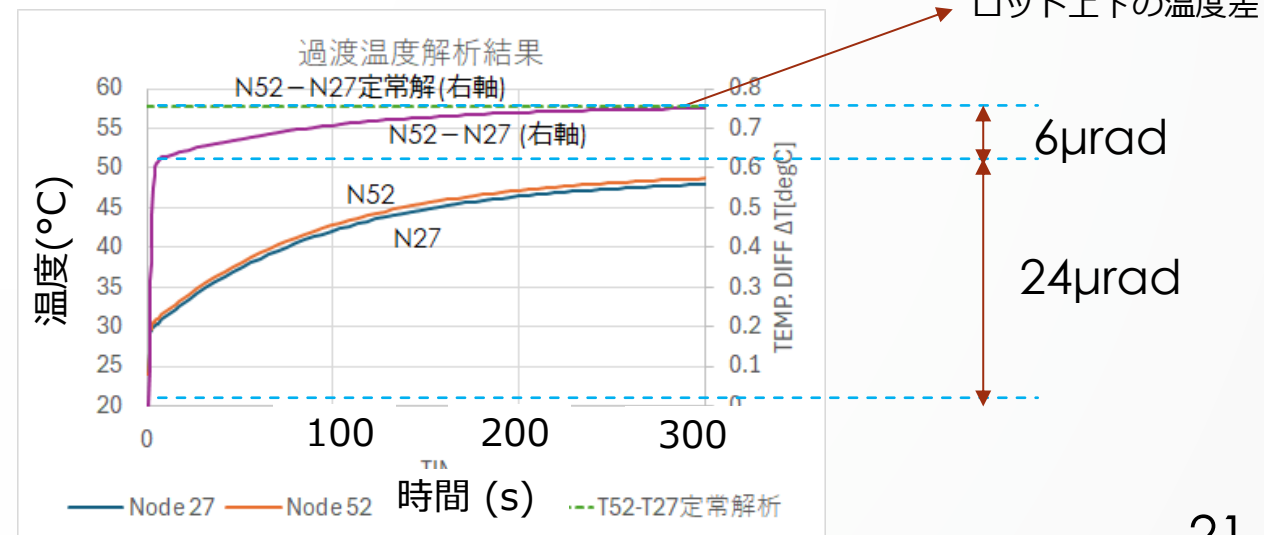


3D モデル

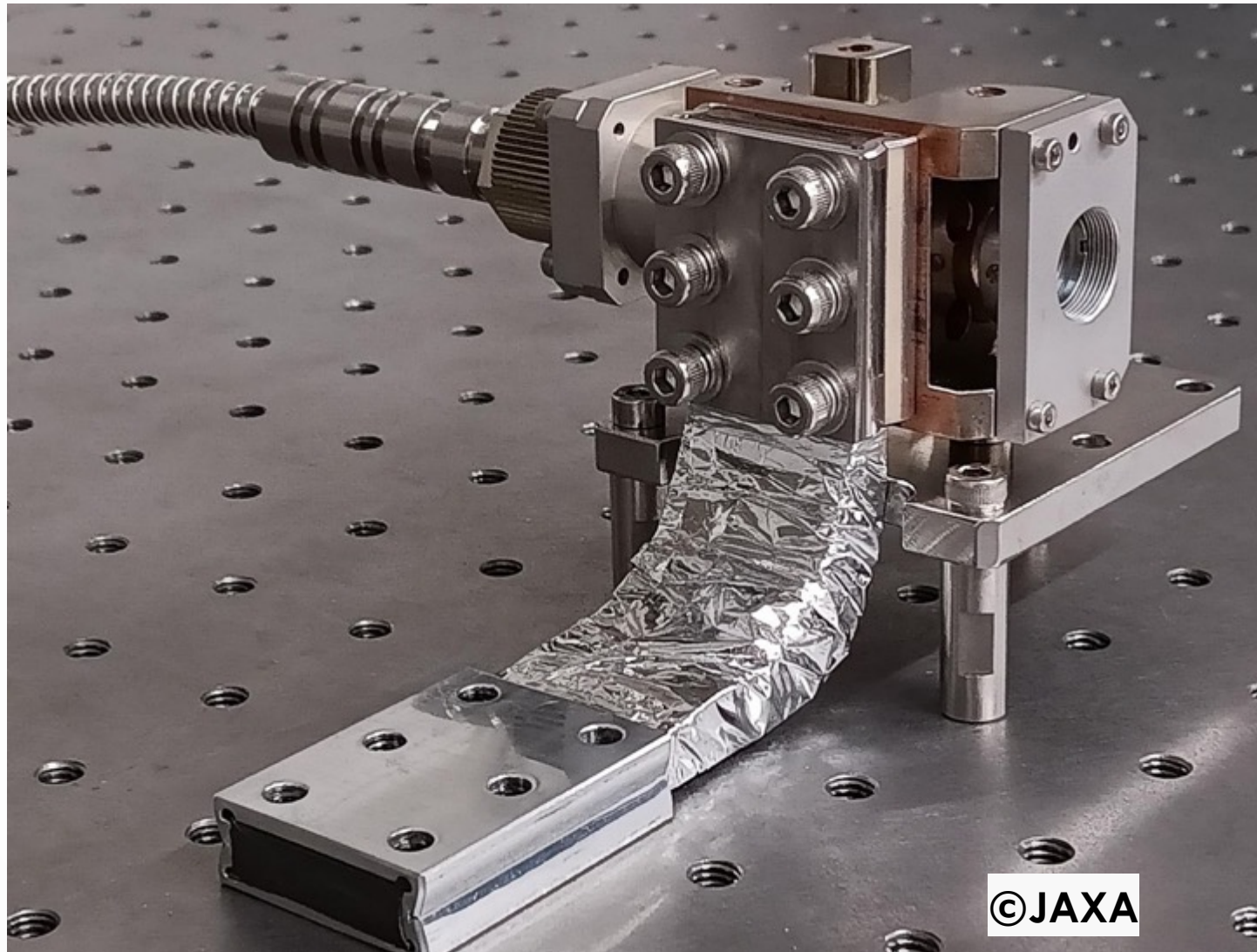
レーザミラー間の熱変形解析例



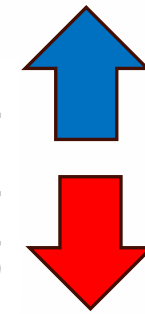
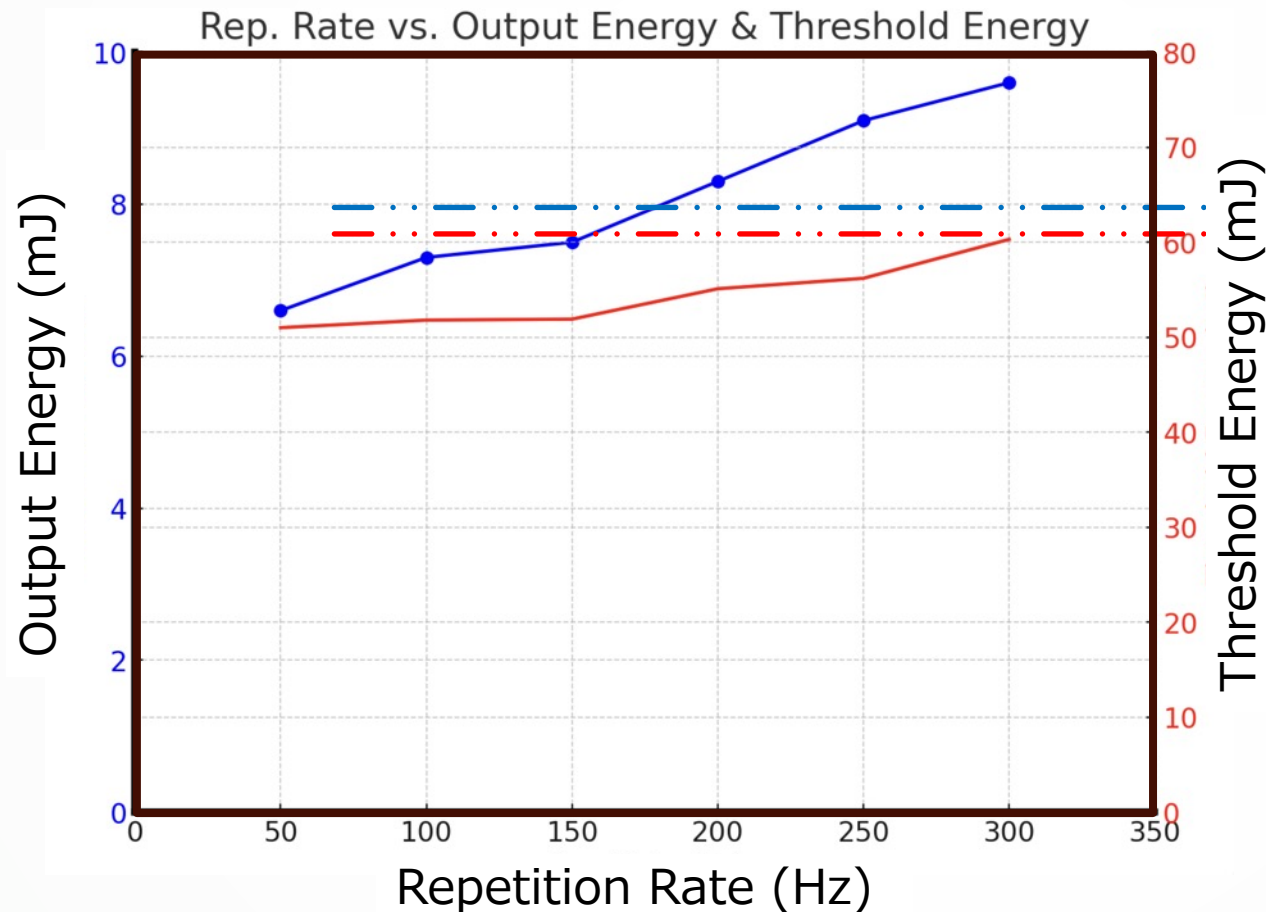
過渡的なレーザ光軸の傾き計算例



小型集積レーザ試作例



(1) しきい値エネルギーと出力エネルギー



出力：8mJ以上

しきい値：60mJ以下

300Hz

出力：9.5mJ

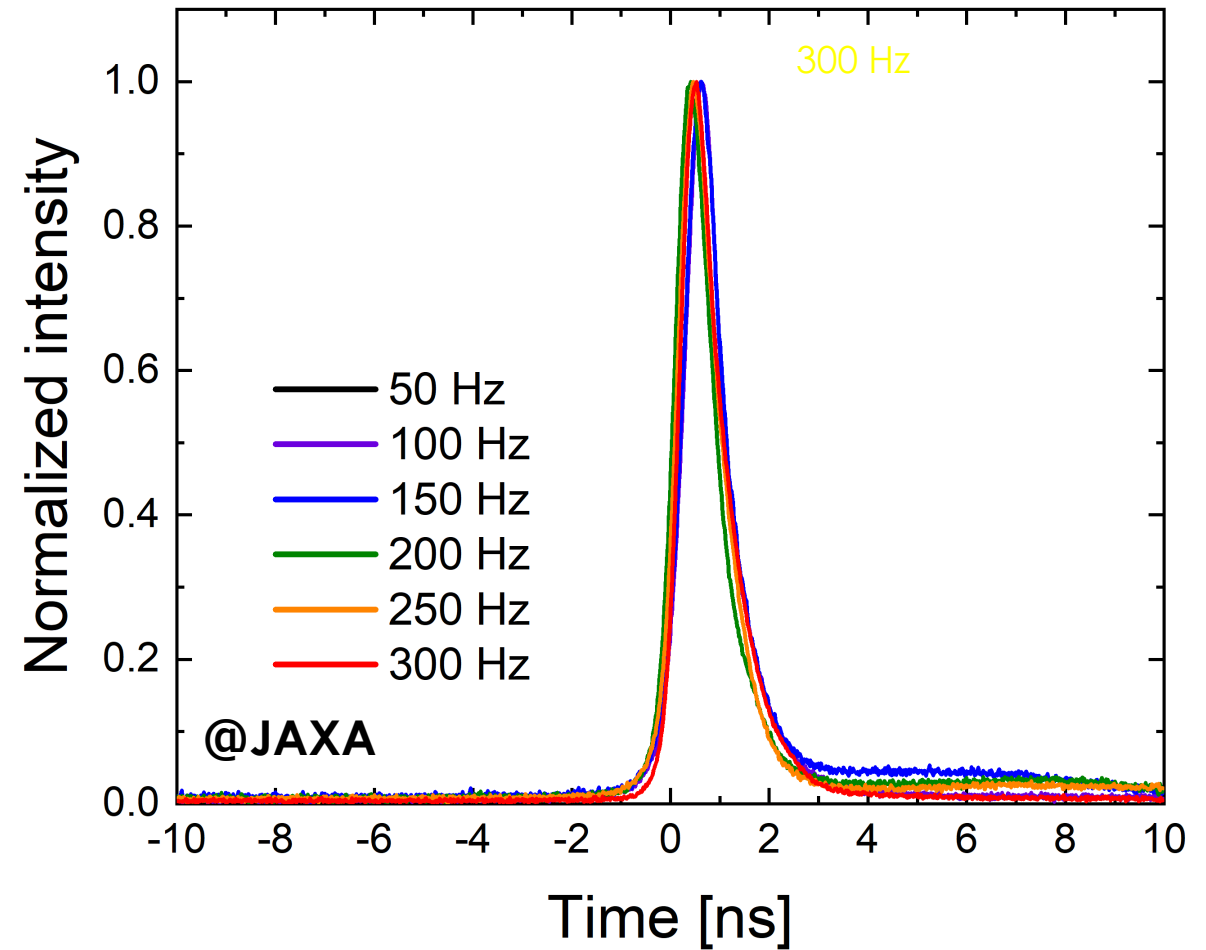
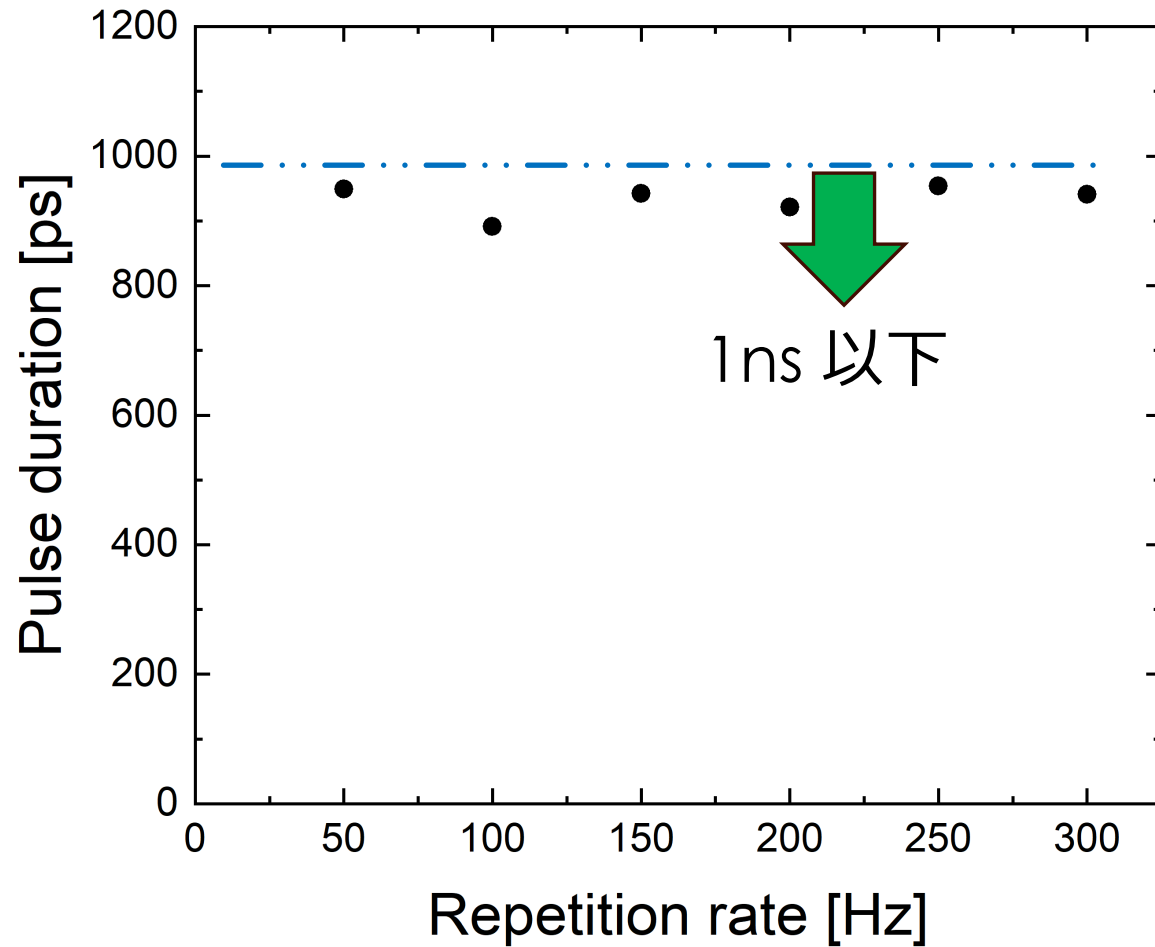
閾値励起エネルギー：60mJ

光変換効率：16%

推定電気効率：5.1%

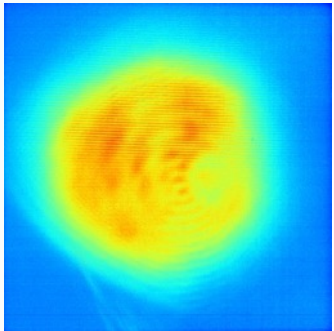
- ・電源 80%
- ・LD 50%
- ・励起光学系 80%

(2) パルス幅

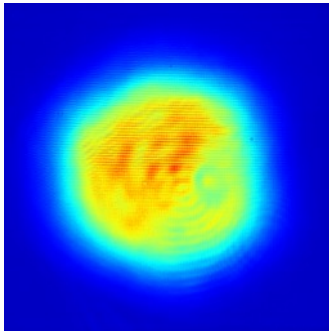


(3) ビームプロファイル(FFP)

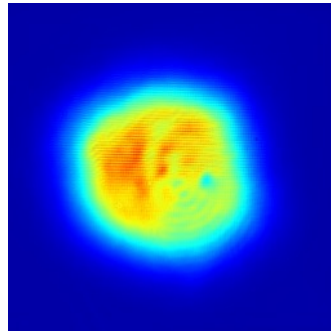
50Hz



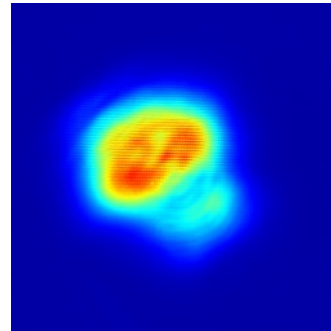
100Hz



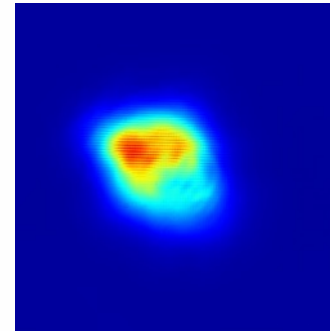
150Hz



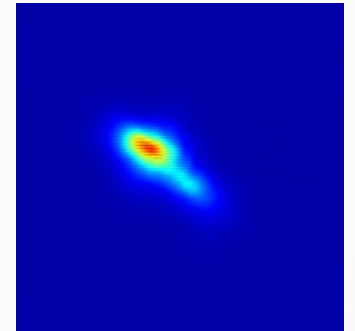
200Hz



250Hz

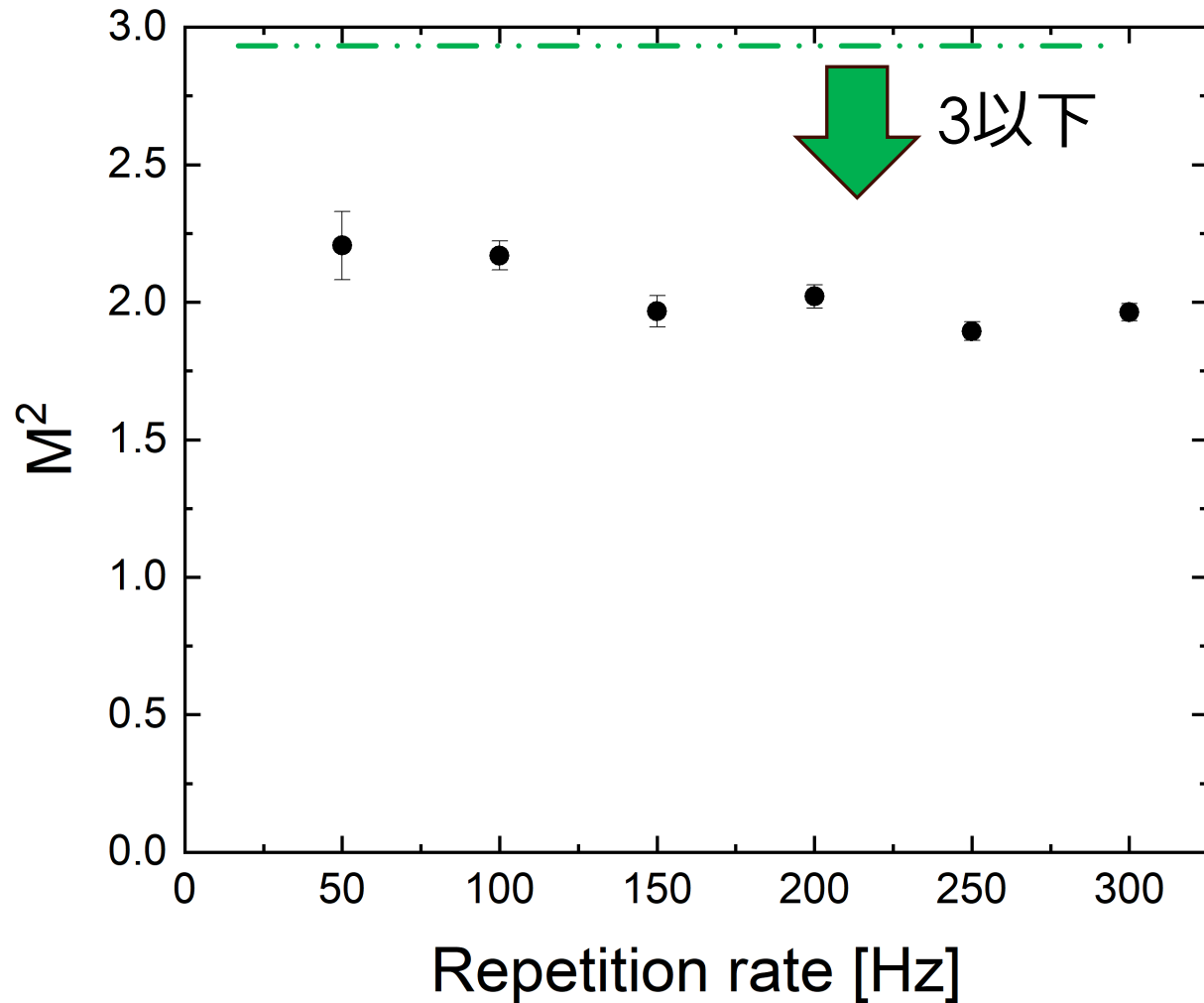


300Hz

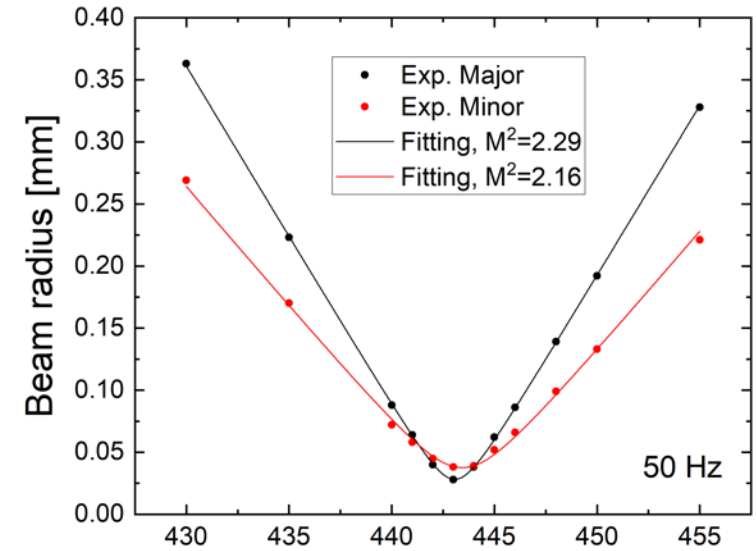


150Hz以上で、熱複レンズの影響が出てきて非点収差が発生している。

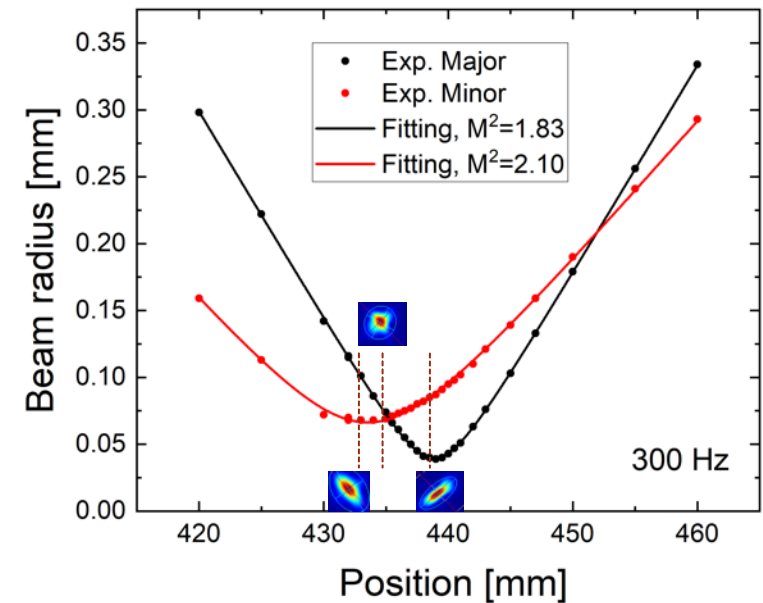
$$(5) M^2 = \sqrt{M_{\text{maj}}^2 \cdot M_{\text{min}}^2}$$



50Hz

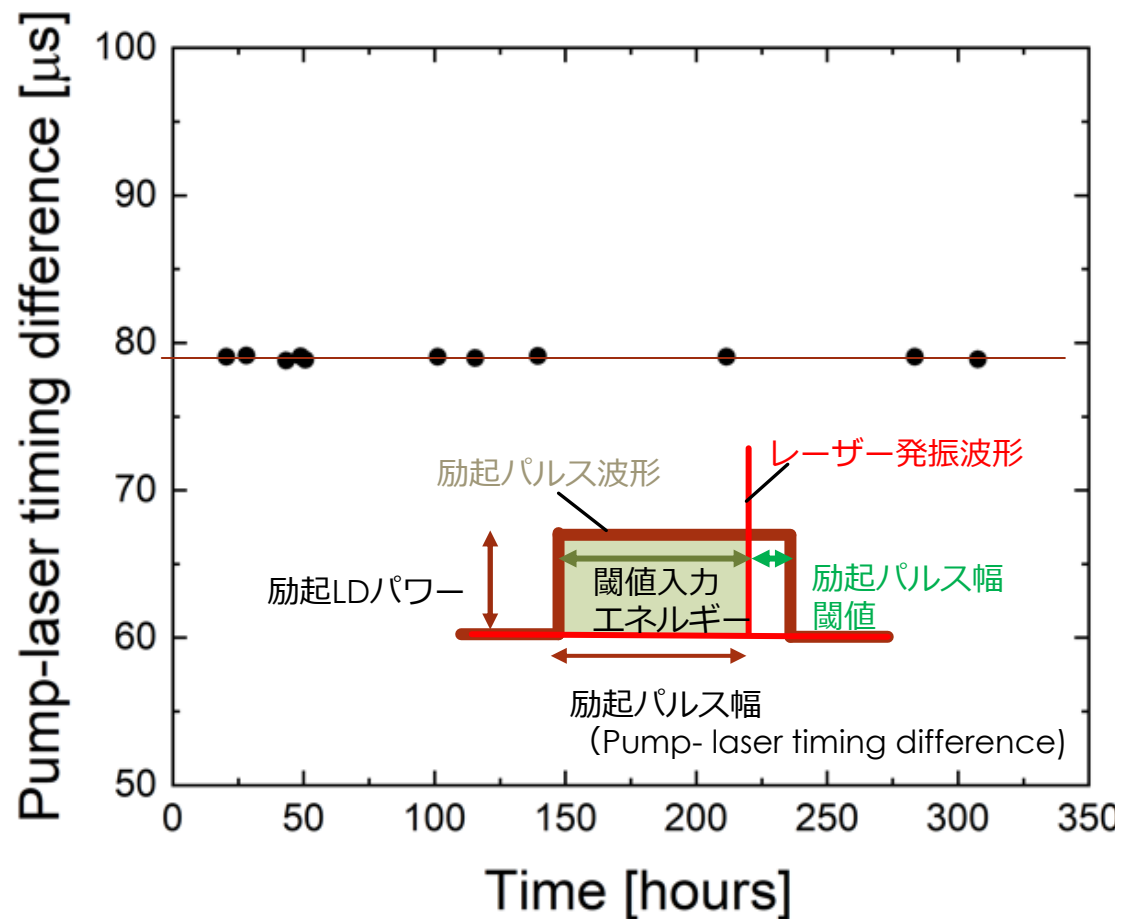


300Hz

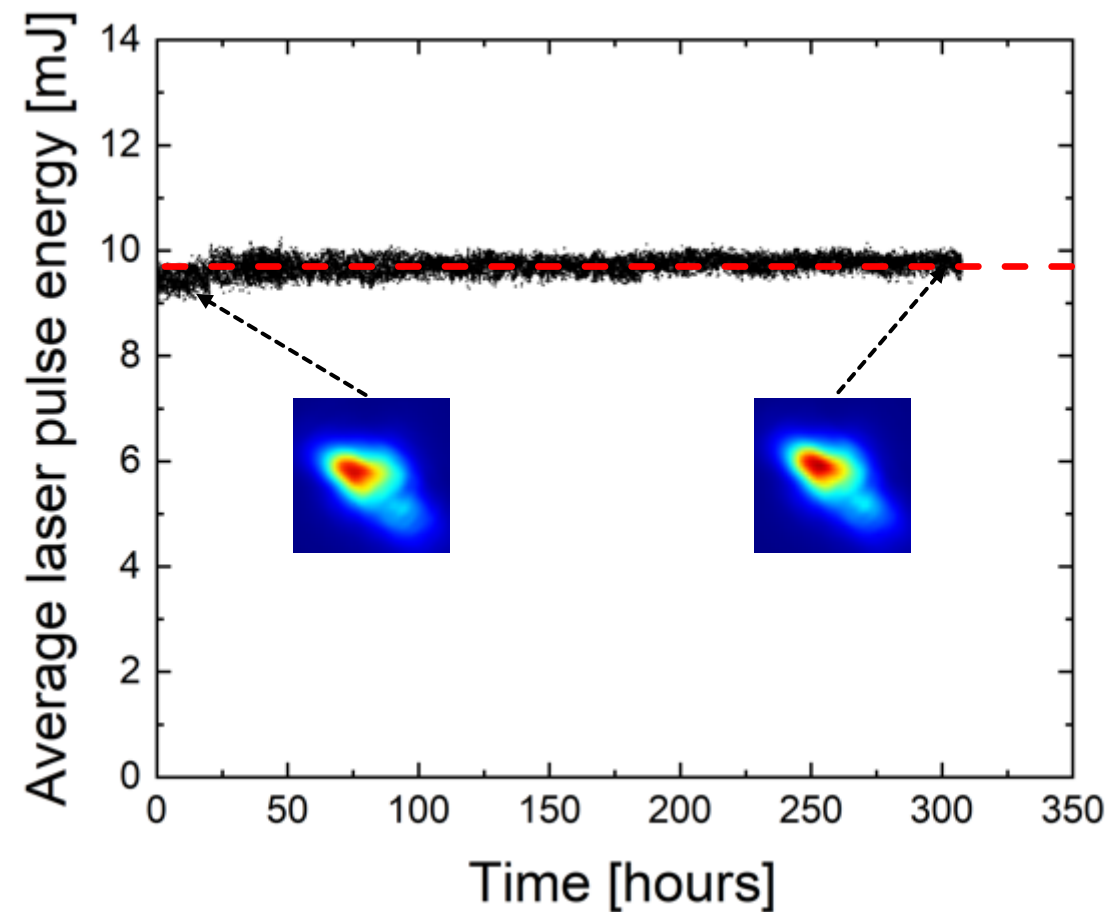


3.24×10^8 shots

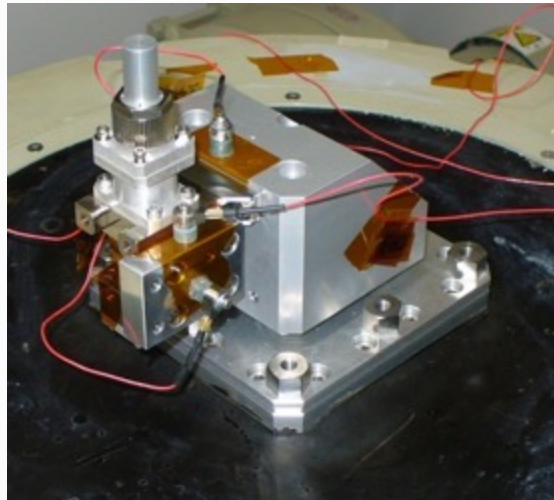
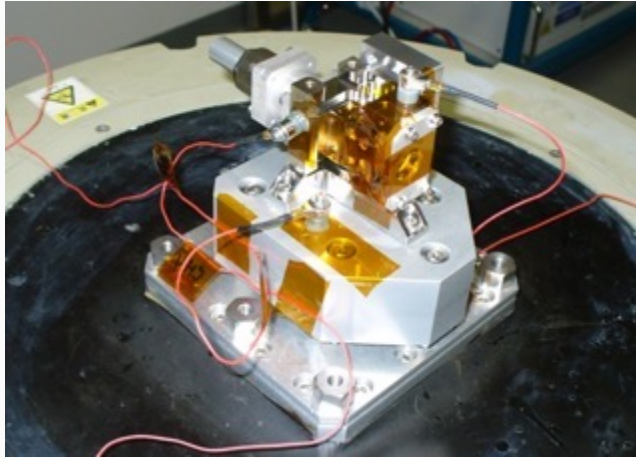
閾値エネルギーの初期変動はなし



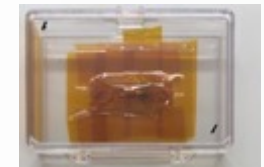
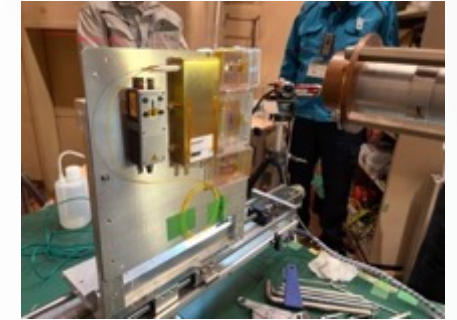
初期値からの変化はなし
9.5 mJ ~ 10 mJ



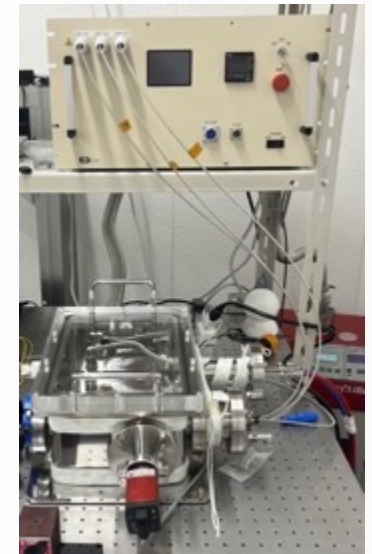
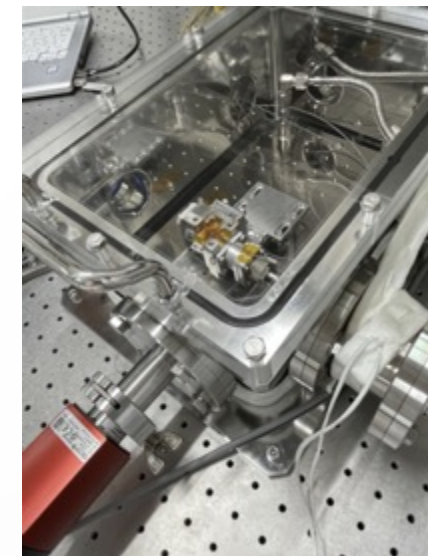
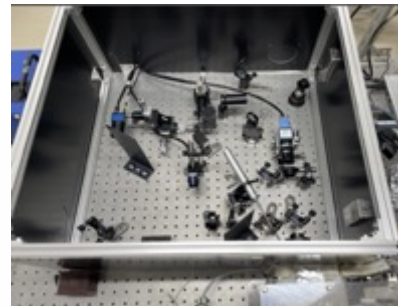
振動試験



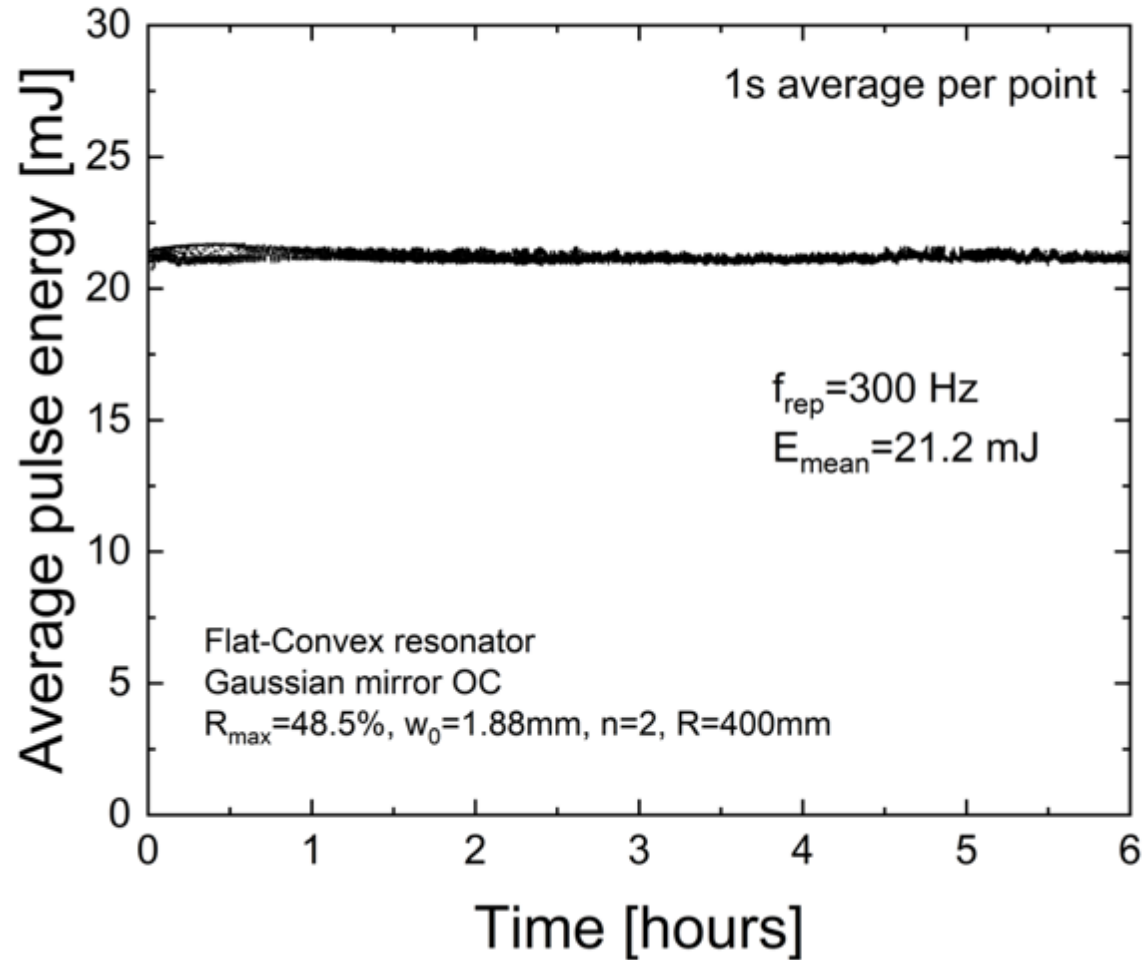
プロトン照射試験



真空動作試験



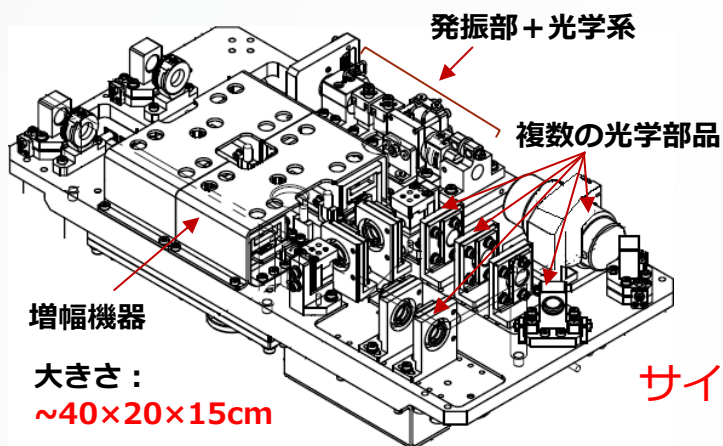
6 時間連続動作試験



Repetition rate	300Hz
Energy [mJ]	21.2
RMS E stability [%]	2.4
Pulse duration [ns]	0.75
M^2	3.3
Conversion efficiency [%]	18.8
Pulse Peak Power (MW)	28.3

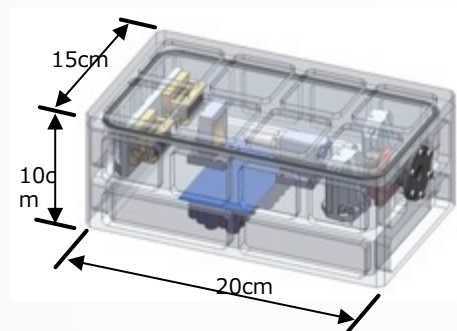
今後の開発の流れ

JAXA 現行ライダー用レーザ



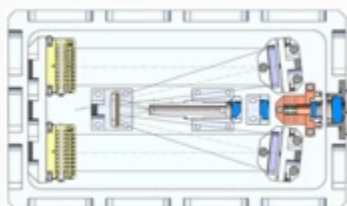
サイズ1/100

2023 システム・概念設計検討
2024 設計・製作・試験（真空・放射線、振動）
2025 改良設計・試験（EM検討）

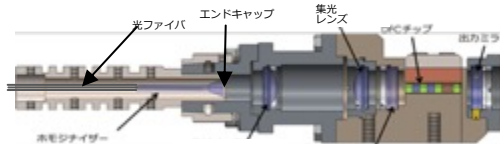
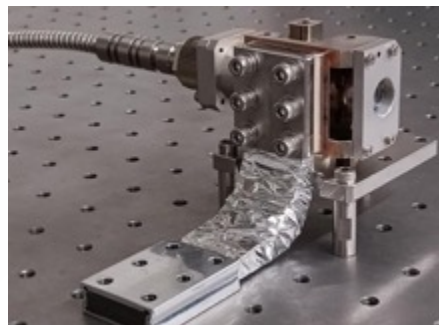


派生検討
LIBSなど

高エネルギー化



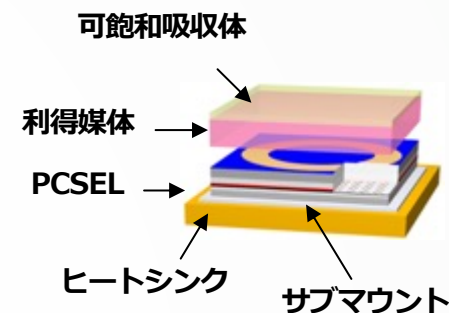
宇宙用小型集積レーザ 10mJ x 300Hz



サイズ1/10

超小型集積レーザ（HyTILA） 0.5mJ x 10 kHz

JAXA基金：京大、阪大、分子研、HyTILA



2024~2026 超小型集積レーザの開発
2027~2029 超小型3Dライダー装置の検証

小型・量産化

派生検討

車載LIDAR用光源

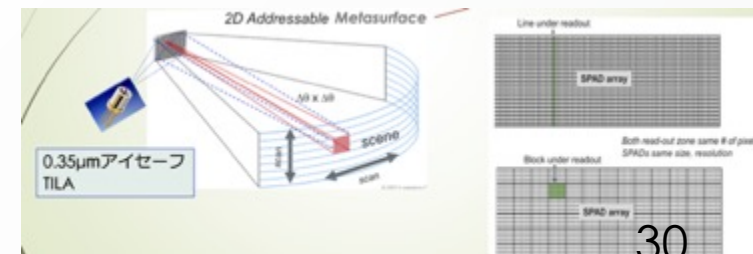
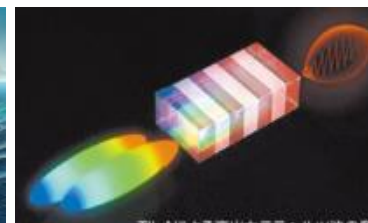
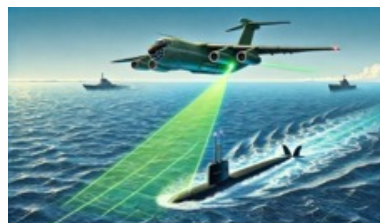


Flash or addressable
100W → 100kW

派生検討

海底イメージング・THzイメージングなど

高繰り返し化



コンソーシアムの皆さまへ

◆ 超小型・高ピーク出力レーザ応用システムに向けて

高性能小型集積レーザの(共同)開発相談を承ります。

◆ 高性能小型集積レーザ開発に向けて

関連技術の(共同)開発・サポートをお願いします。



HP作成中

info@hytila.com