

レーザー技術

～物理学が生んだ未来の兵器～

電子装備研究所 システム研究部
電子戦システム研究室
防衛技官 古味 孝夫

発表項目

1. 研究の背景
2. 諸外国の動向
3. 技本におけるレーザ技術の歩み
4. これからのレーザ技術
5. まとめ

1. 研究の背景

1. 研究の背景 防衛用途としての高出力レーザー

✓ステルス機の登場

✓ミサイル等の高速化、低高度飛しょう化

➡ 目標の発見が遅れ、対処時間が短くなる
今後、さらに厳しい対処が求められる

一方、近年のレーザー技術

十数～百kWキロワット級のレーザー出力が達成

➡ 今後、さらに高出力化

レーザーの防衛用システムへの研究に期待

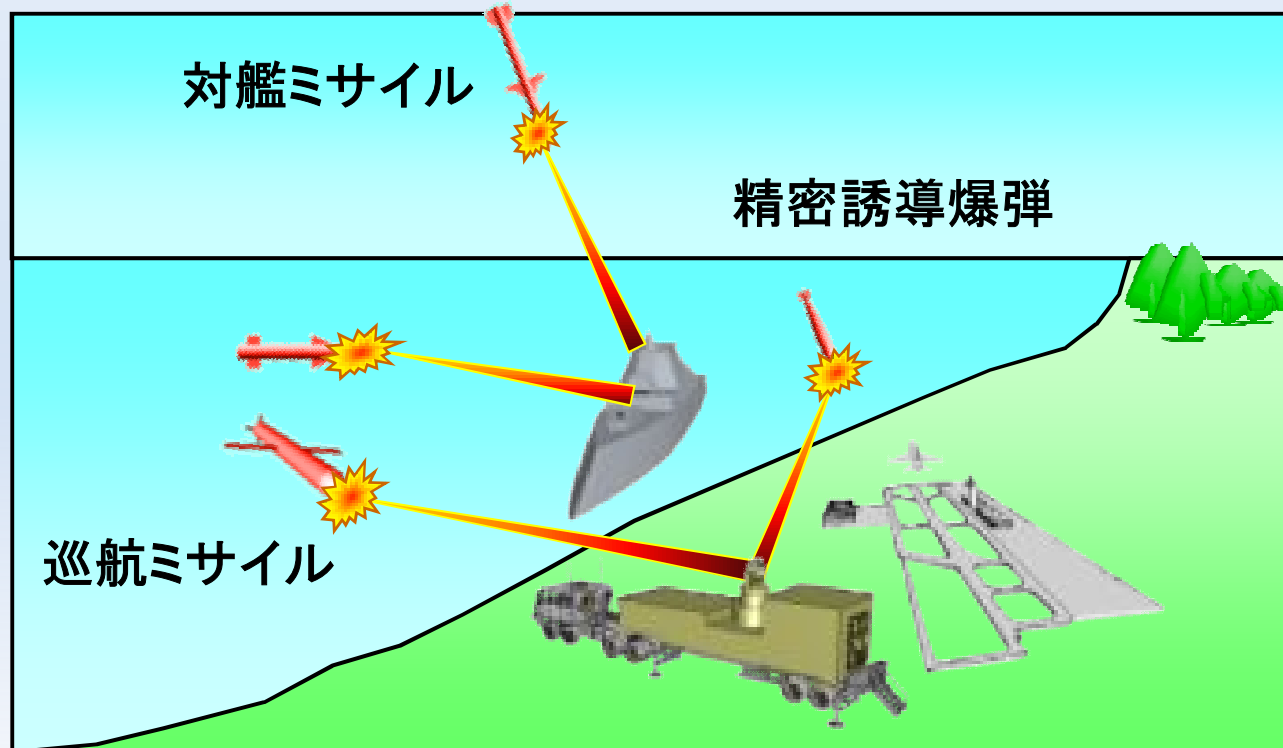
1. 研究の背景 高出力レーザシステムの特長

瞬間対処

- ・瞬時に高エネルギーを目標にピンポイントで照射することができる。
- ・弾道計算は不要。
- ・リアクション時間の短縮

低コスト

- レーザ1回当たりの照射コストは、
- ・高価格な迎撃ミサイル比べ、お得。
 - ・弾幕のような無駄弾が無いいため、お得。
- エネルギーなので、弾のような地上落下物がない。

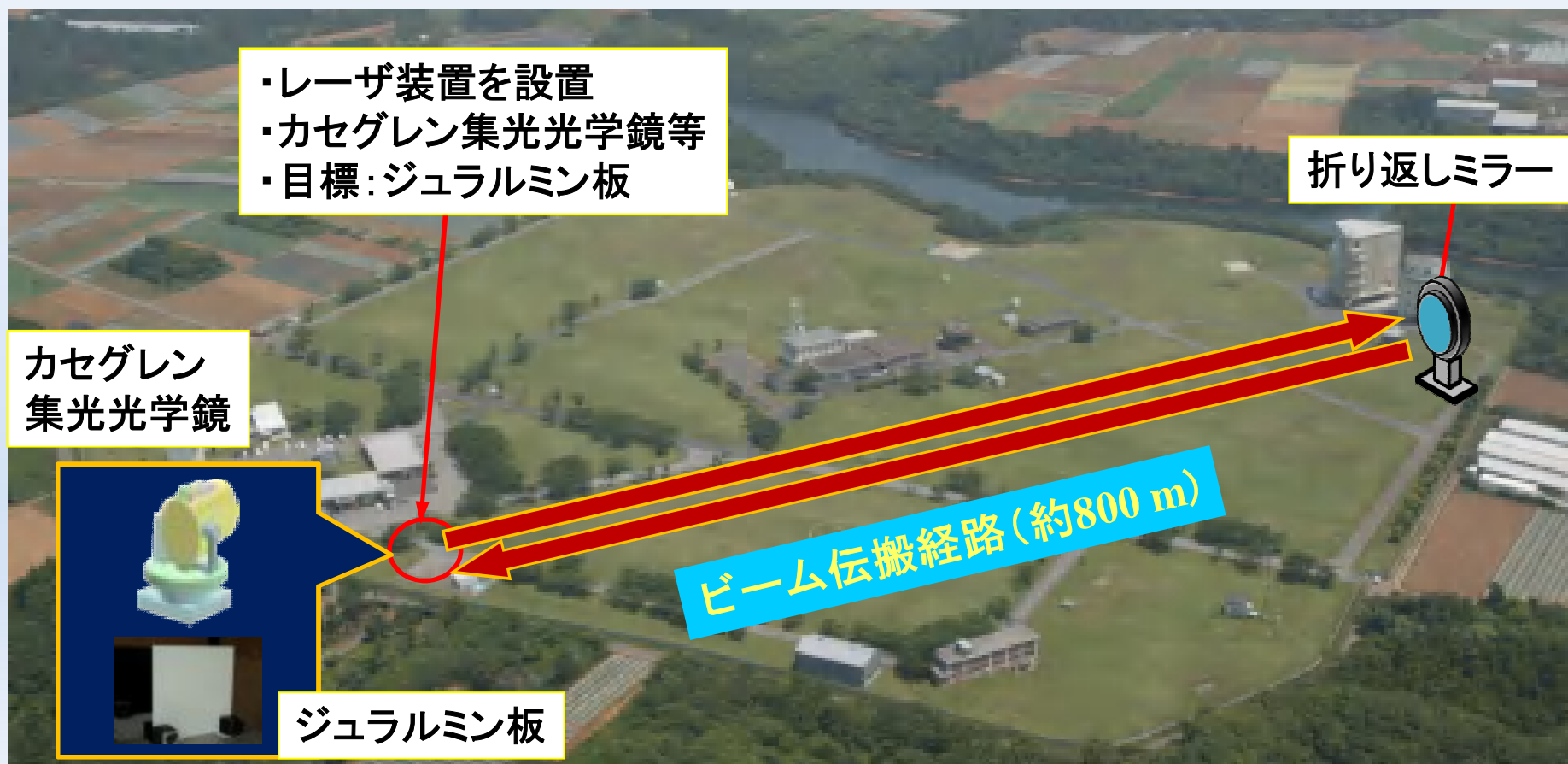


高出力
レーザ
システム

1. 研究の背景 レーザ光の効果

レーザー光の効果を見てみましょう。

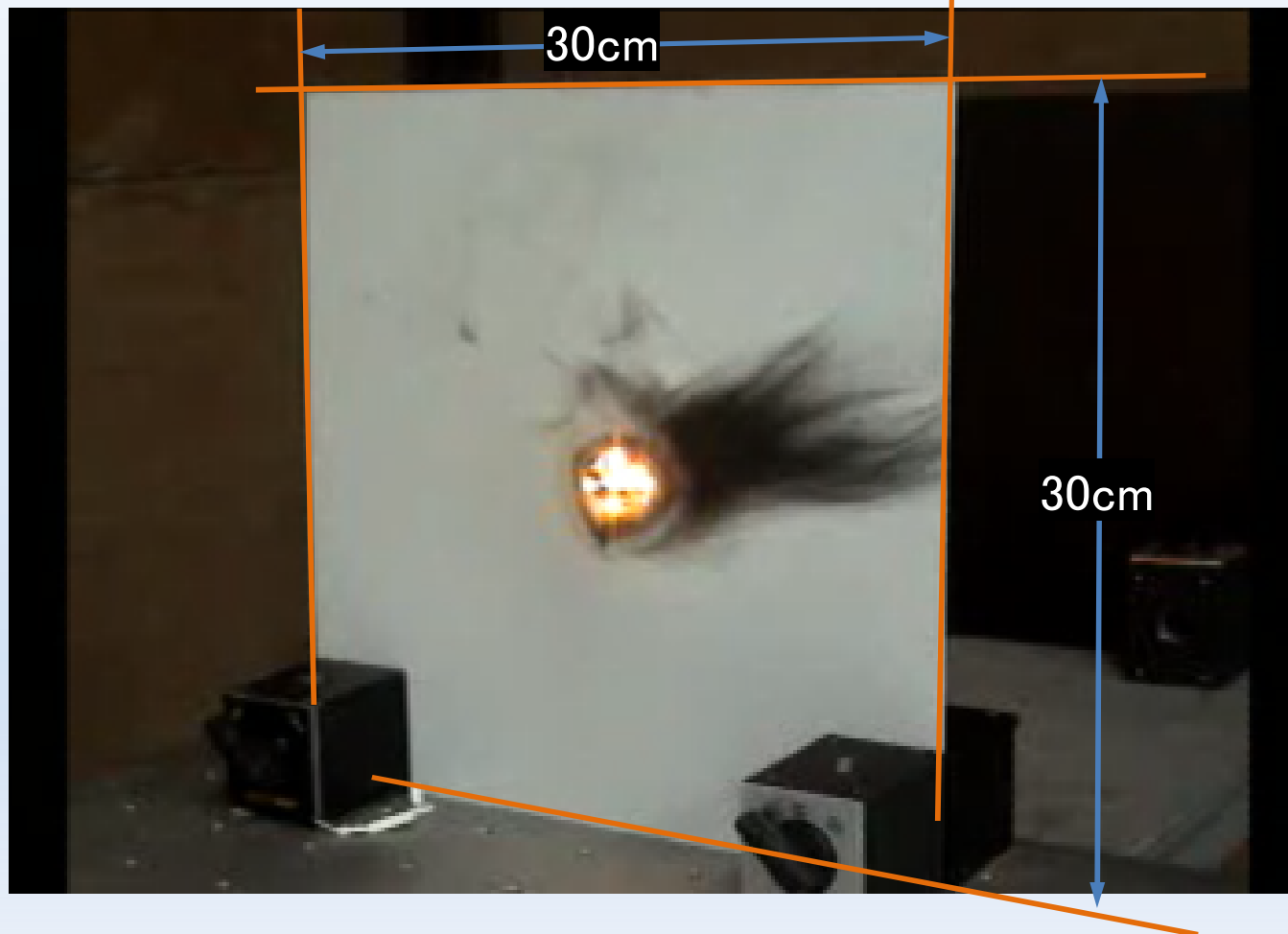
キロワット級のレーザー光(ヨウ素レーザー)を約800mに伝搬、集光させました。
目標のジュラルミン板のそこにおいてある目標はどうなったでしょう？



場所:電子装備研究所飯岡支所

1. 研究の背景 レーザ光の効果

800m先に、30cm × 30cm、厚さ1mm のジュラルミン板を置き、
レーザ光を照射しました。



レーザの照射と同時にピンポイントで瞬時に効果が得られる。

高出力レーザシステムに必要な技術

小型・高出力化
技術

小型化は可搬性・搭載性に優れ、
高出力化は瞬間撃破を可能

捕捉・照射
技術

正確な捕捉と追尾は、高エネルギーを
ピンポイントに集中させ照射、撃破する

伝搬特性・
目標破壊の
効果を把握

様々な気象環境下での伝搬特性、各種
脅威目標に対する破壊の効果を把握

これら3つの技術を乗り越えることが必要

2. 諸外国の動向

実施機関	米国ミサイル防衛庁	米陸軍	米海軍	独国
研究開発 事業名称	ALTB*1	HEL-TD*2	LaWS*3	Rheinmetall社
設置方式	航空機搭載型	車載移動型	不明	車載移動型
レーザ 発生方式	ヨウ素	固体	ファイバー	不明
レーザ波長	近赤外域	近赤外域	近赤外域	不明
レーザ出力	メガワット級	百キロワット級	不明	1kW型及び10kW型 (3～5年後100kW)
主な 対象目標等 (有効距離)	ブースト段階 弾道ミサイル (数百km)	ロケット弾、 迫撃砲弾等 (～数km)	UAV*4等 (距離不明)	ロケット弾、 迫撃砲弾等 (距離不明)
事業進捗	2010年2月に弾道 ミサイルの迎撃に 成功、運用は中止	固体レーザの高出 力化に向けた研究 を実施中	2010年5月にUAV を破壊(距離不 明)	2011年11月にUAV の破壊に成功と発 表(距離不明)

*1: AirBorne Laser Test Bed *2: High Energy Laser-Technology Demonstrator *3: U.S. Navy's Laser Weapon System Program
*4: Unmanned Aerial Vehicle 出典: Missile Defense Agency Fact Sheet

3. 技本におけるレーザ技術のあゆみ

レーザ関連技術のあゆみ



3. 技本におけるレーザ技術のあゆみ

光波レーダ

正確に相手を捕まえる
(補足と追尾)

レーザレーダ実験装置の研究試作



研究試作:昭和54~55年度
(1979~1980)

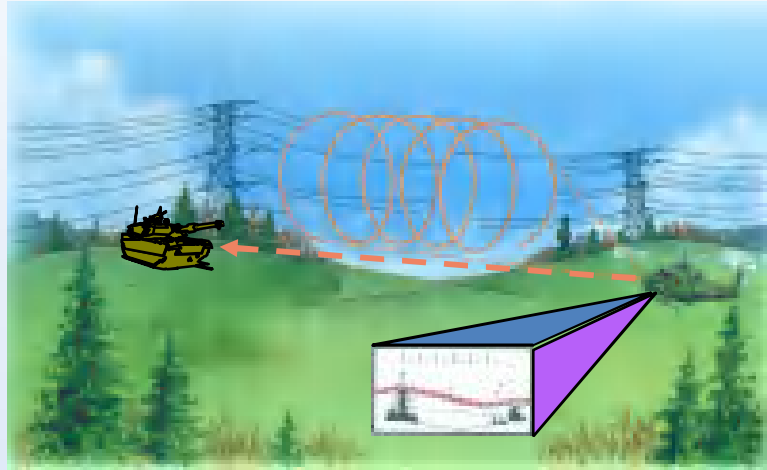
装置の概要

- ・送信レーザ
Nd:YAG(基本,高調波)
CO₂レーザ
- ・受信光学口径
500 mm
- ・最大追尾距離
7 km
(アクティブ画像追尾)
- ・最大追尾精度
10 μ rad

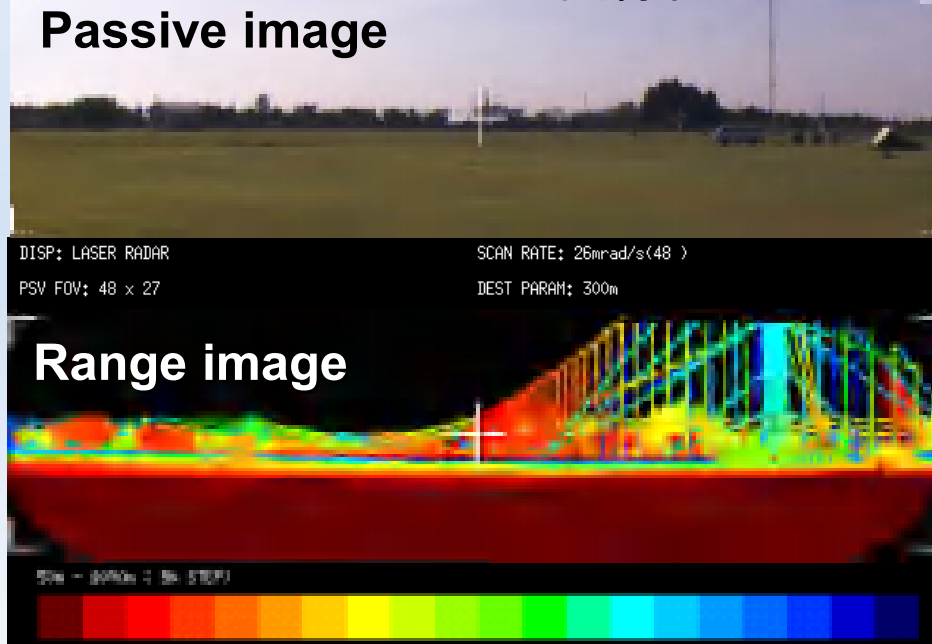


アイセーフ・レーザレーダの研究

運用構想図



レーザレーダ画像例



研究試作:平成7~9年度
(1995~1997)

性能概要

波長	2 μ m帯
ピーク出力	≥ 10 kW
繰り返し周波数	≥ 10 kHz
パルス幅	≤ 30 ns

研究試作装置(レーザ光源部)

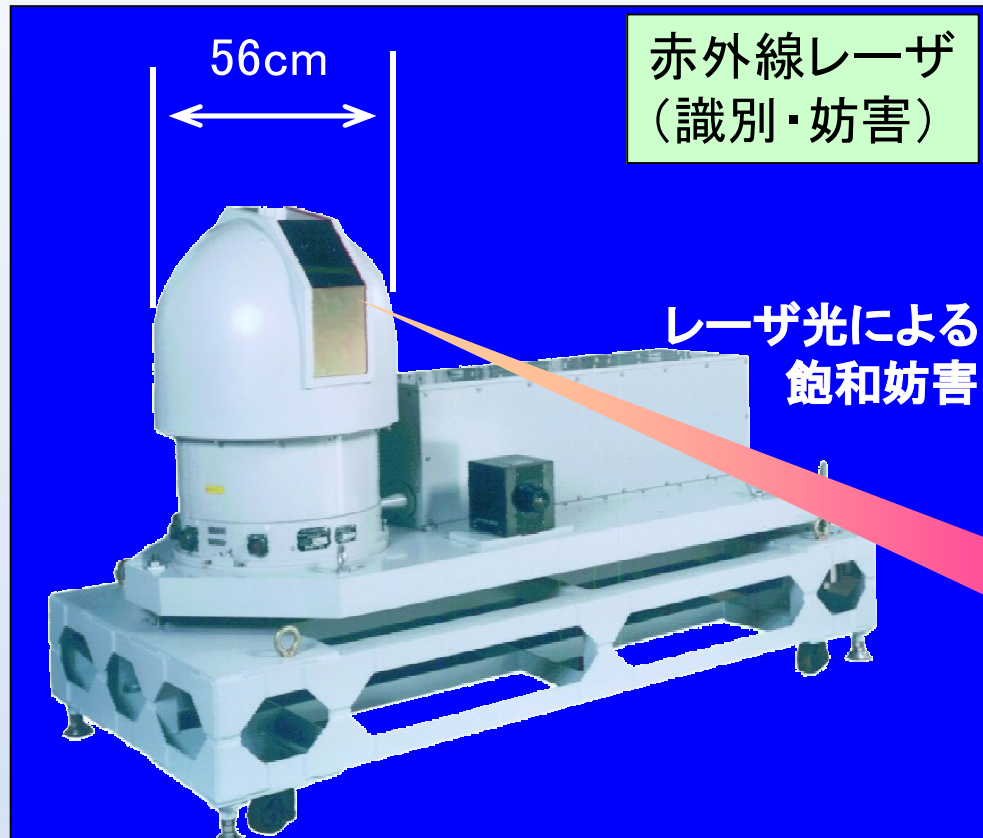


3. 技術におけるレーザ技術の歩み

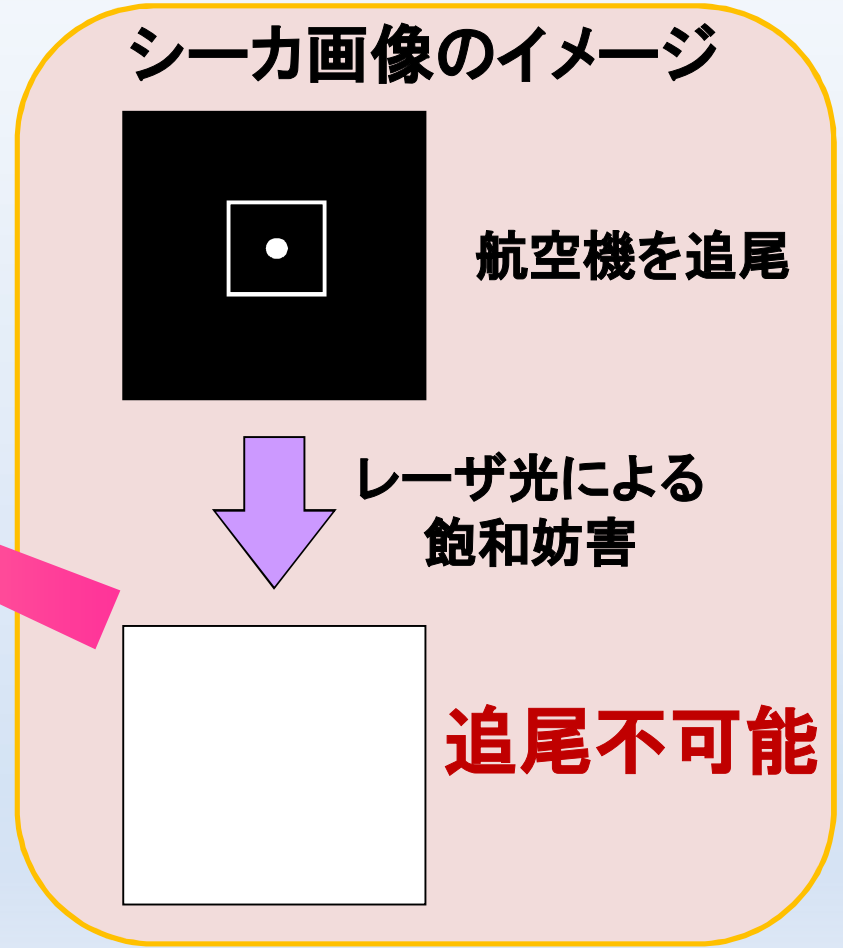
光波電子戦

正確に相手を捕まえ、邪魔をして、自分を守る
(補足と追尾、照射)

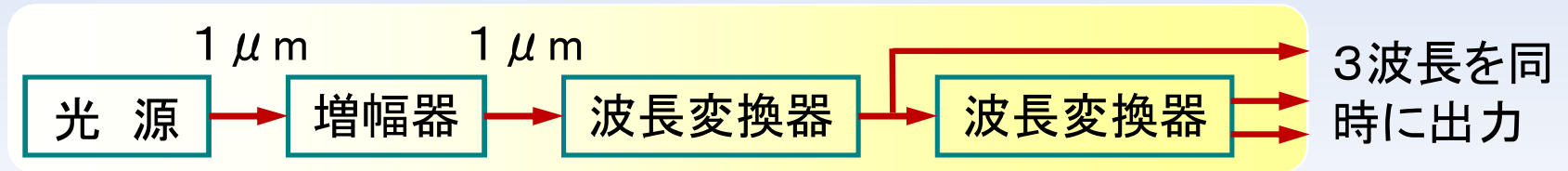
統合光波電子戦システムの研究



妨害装置
(追尾照準装置及びレーザー発生部)

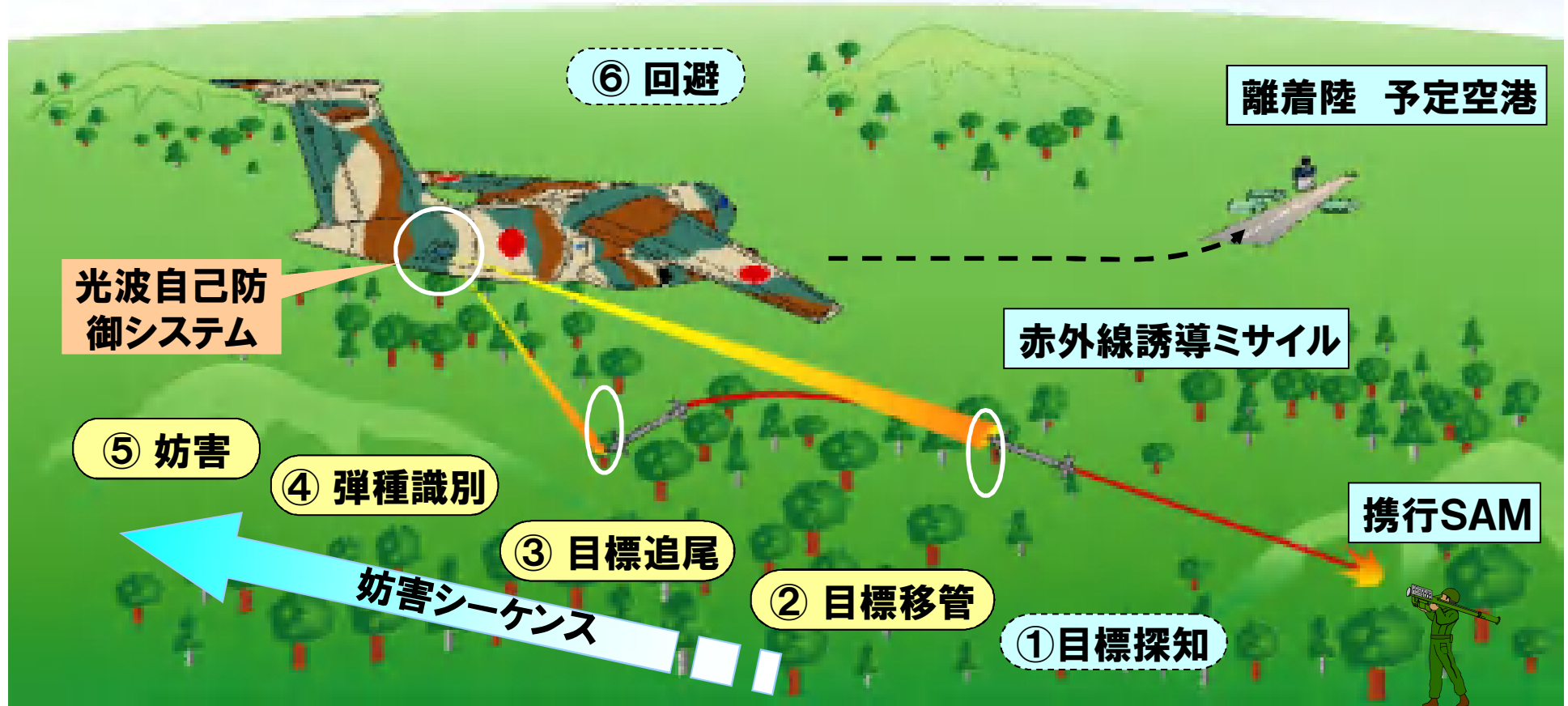


しくみ



光波自己防衛システム

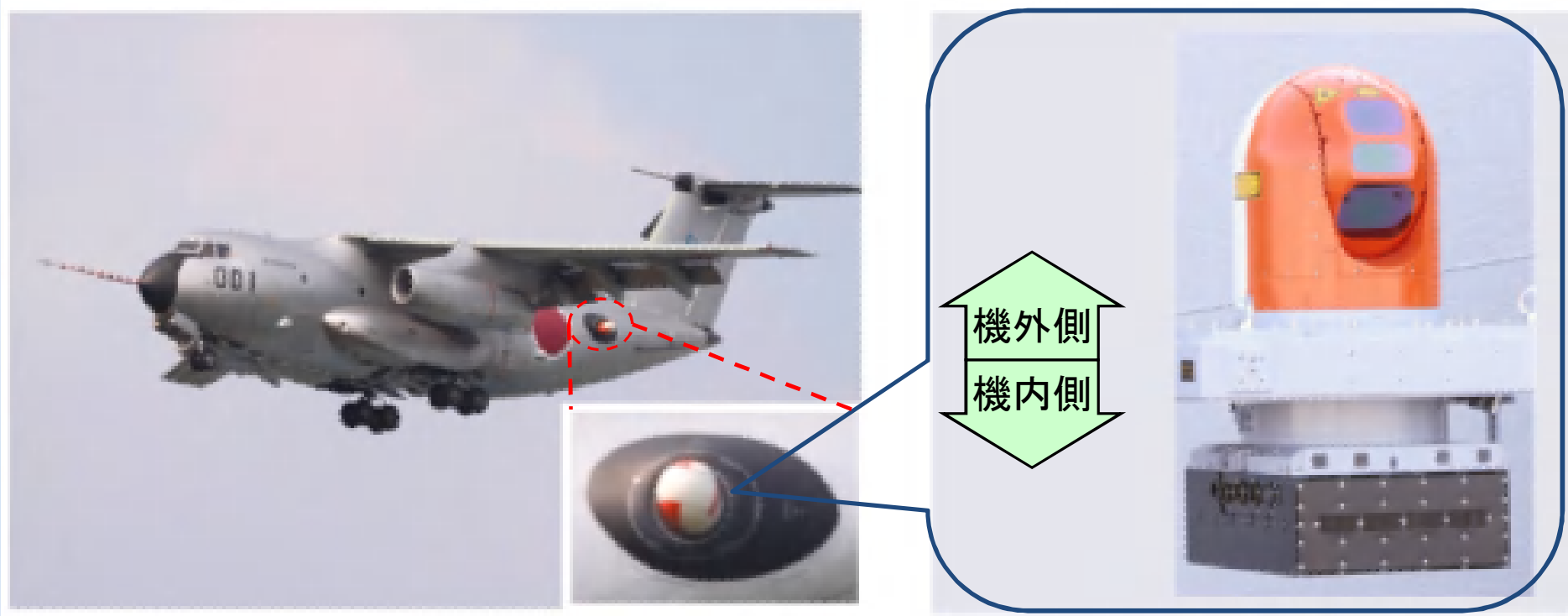
個人携行型の赤外線誘導ミサイルの脅威に有効に対処



①赤外線誘導ミサイルが発射された方向を探知 →②高精細なセンサに目標を移管し、③追尾 → レーザ光を照射しつつ、④ミサイルの種類を識別 →適切な妨害用レーザ光をミサイルに照射 →⑤ミサイルシーカの誘導機能を欺瞞し、⑥自機への命中を回避

光波自己防御システム

航空機への搭載状況



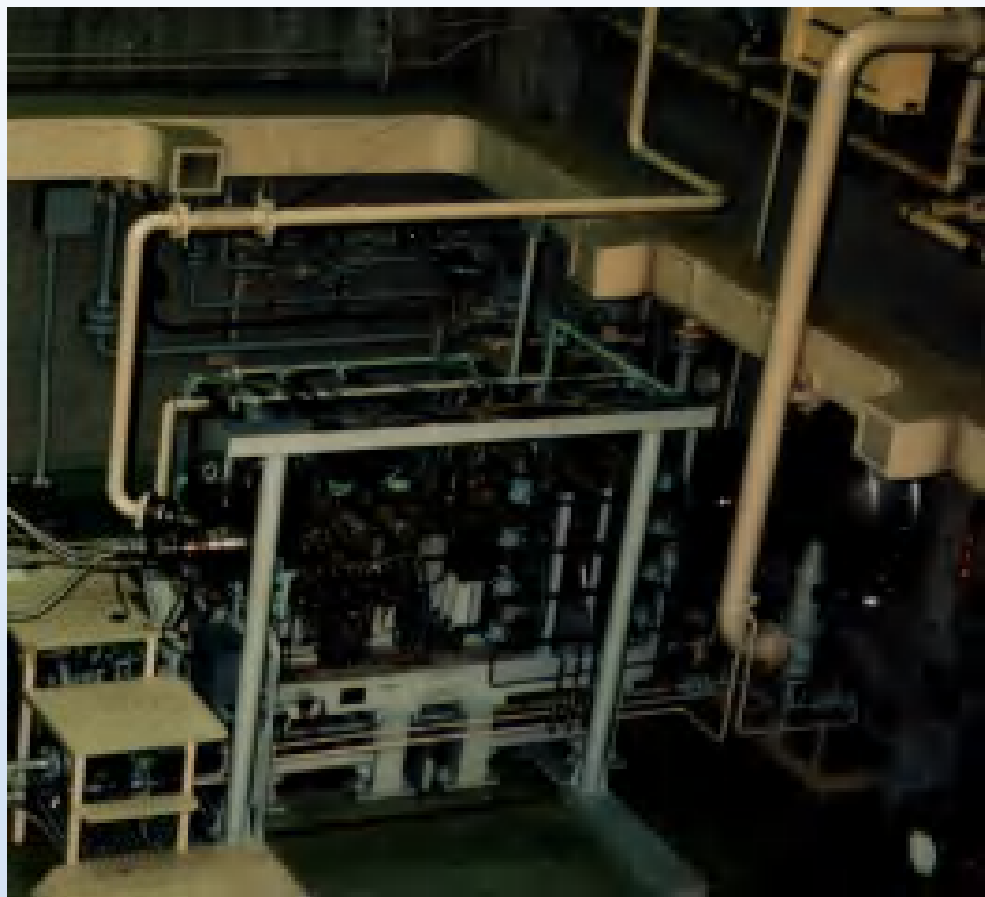
3. 技本におけるレーザー技術のあゆみ

高出力レーザー

正確に相手を捕まえ、壊して、自分を守る
(補足と追尾、照射、高出力)

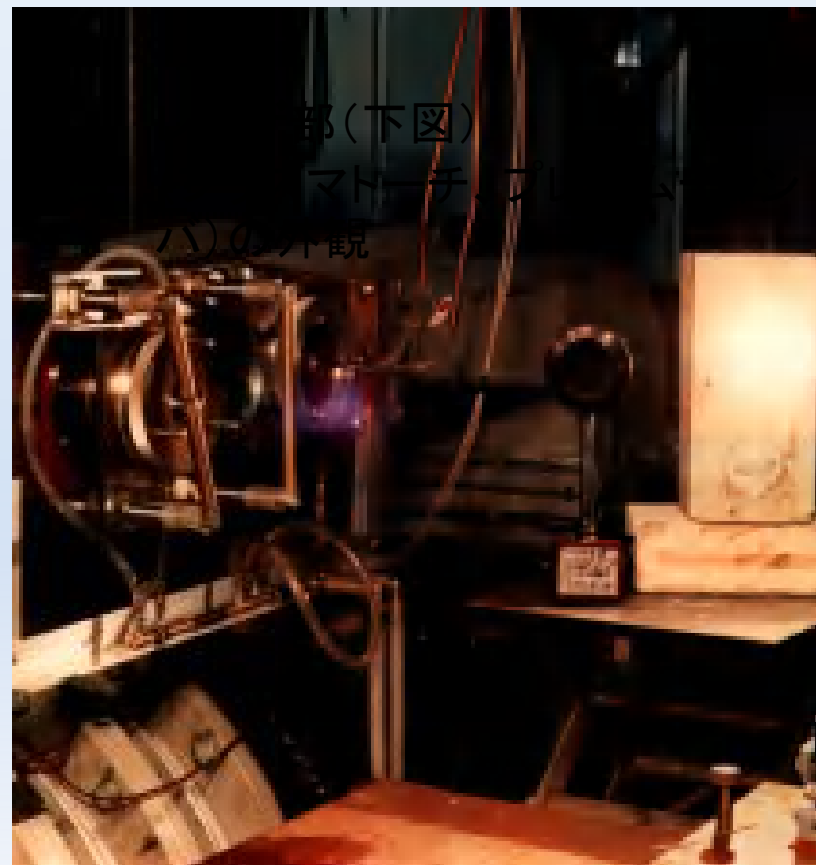
励起実験装置(熱方式)

研究試作:昭和50~51年度
(1975~1976)

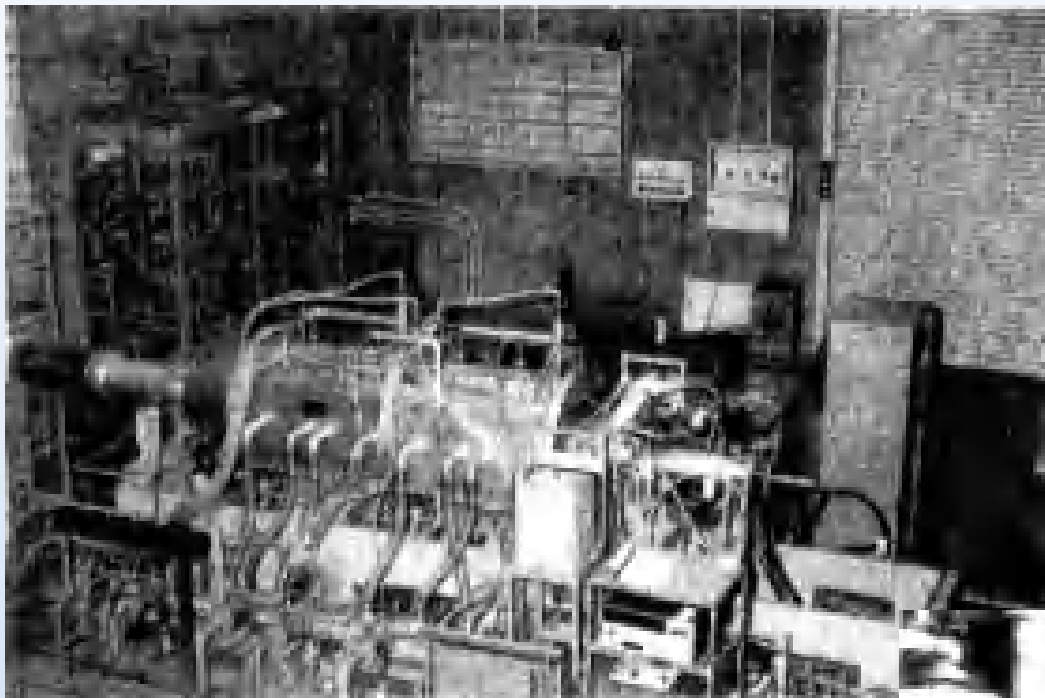


ガスダイナミックレーザ(GDL)の試作装置
の外観(上図)
励起実験装置(熱方式)
最大出力10kWの連続レーザ出力
(当時我が国最大の出力)

レーザの共振器ダクトの外観(下図)



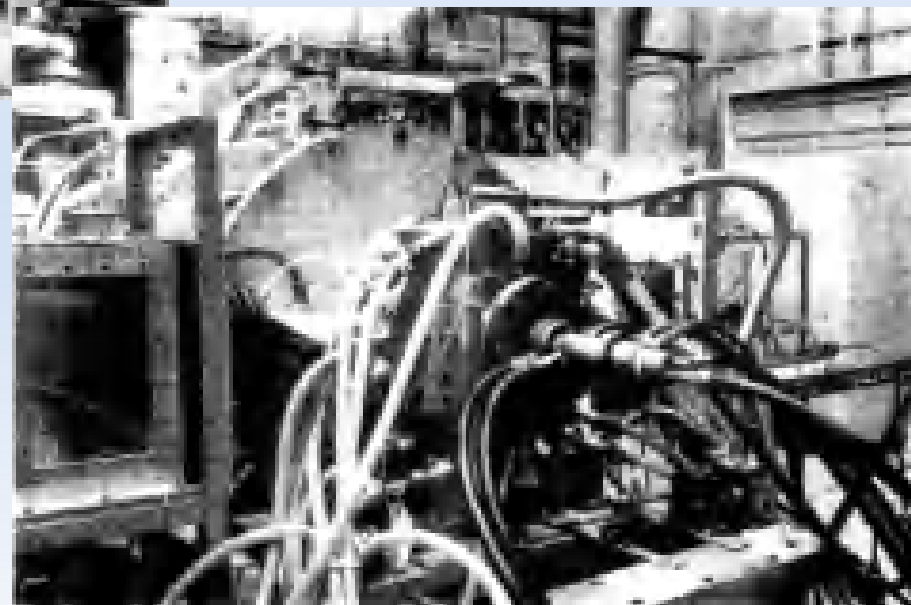
励起実験装置(化学方式)



HFレーザー部の外観(上図)
励起実験装置(化学方式)
最大出力215W

研究試作:昭和51年度
(1976年)

レーザー部(下図)
(プラズマトーチ、プレナムチャンバ)の外観

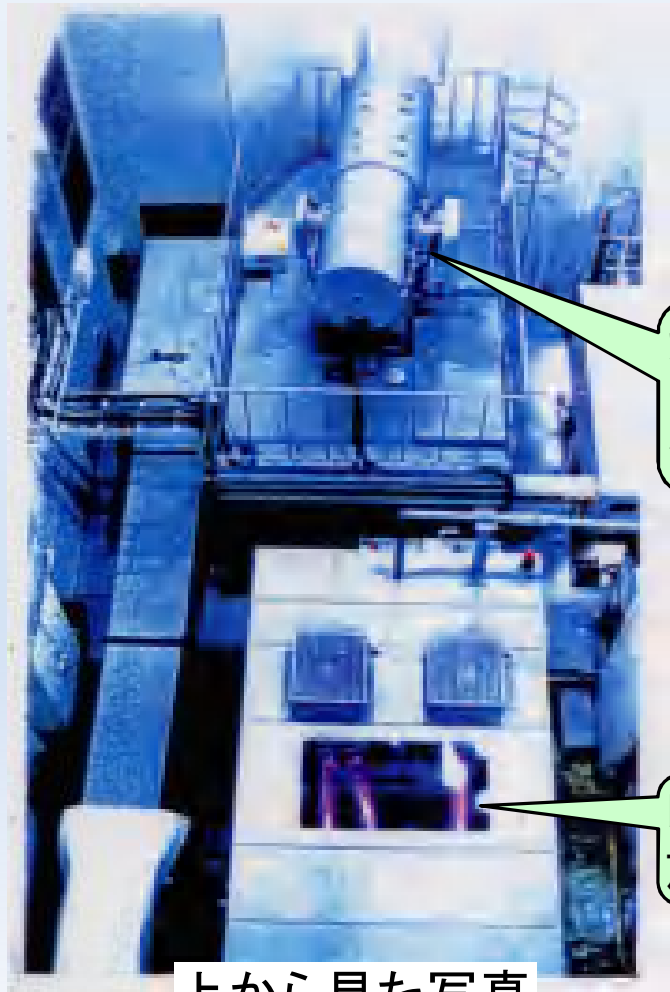


高出力レーザー集光実験装置

- ・レーザー発生部
放電励起CO₂レーザー 最大出力10 kW
- ・集光光学部
カセグレン型光学鏡(口径50cm)

研究試作:平成元~2年度
(1989~1990)

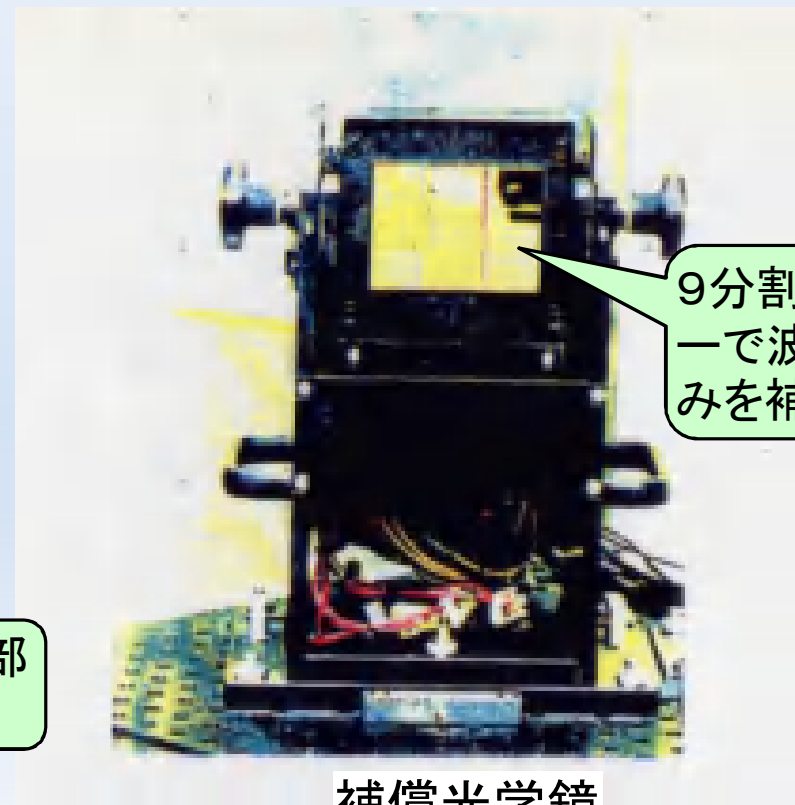
レーザー波面の擾乱を補正し、ターゲット上で高い集光強度を得ることを目的。野外実大気で起こる動的波面歪みの実時間補正を確認



カセグレン
型光学の
鏡筒部分

レーザー発生部
放電の様子

上から見た写真



9分割のミラ
ーで波面歪
みを補正

補償光学鏡

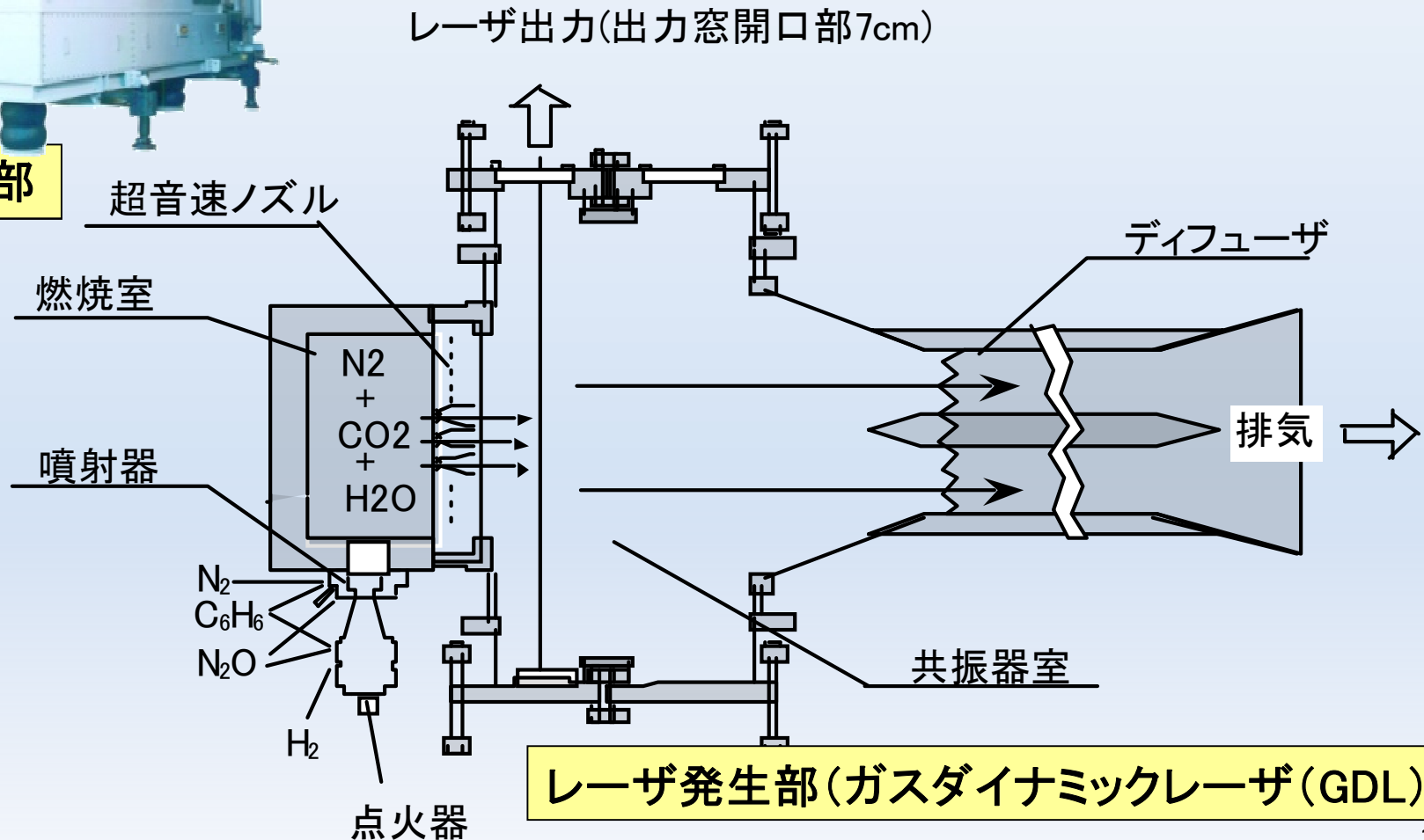
統合光波電子戦システム

炭酸ガス燃焼による8~12 μ m帯レーザの発生

レーザ発生部: GDL-CO₂レーザ
最大出力20kW



照射光学部



高出力レーザーシステム構成要素

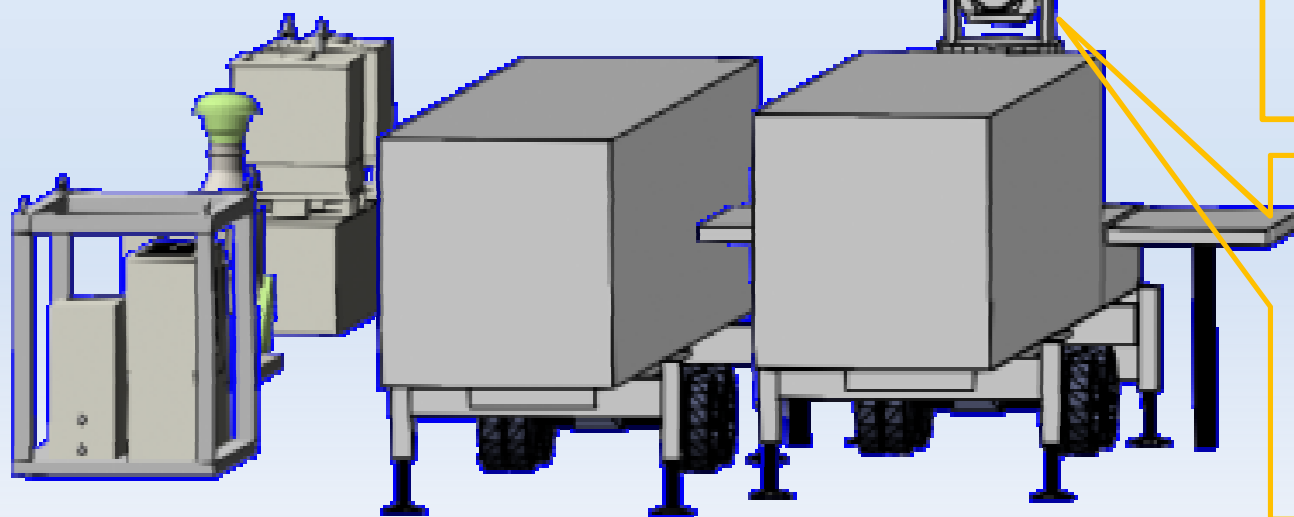
研究試作:平成22~26年度
(2010~2014)

概要

主として艦艇等の近接防御への適用を見据えつつ、プロトタイプシステムとして、高出力、高ビーム品質のレーザー光の発生、高精度追尾、照準、ビーム指向、集光特性、耐光強度の高い光学系等の構成要素を解明する。

試作品概要図

レーザー発生方式:化学励起ヨウ素レーザー
レーザー出力、集光性能の向上
追尾・照準システム

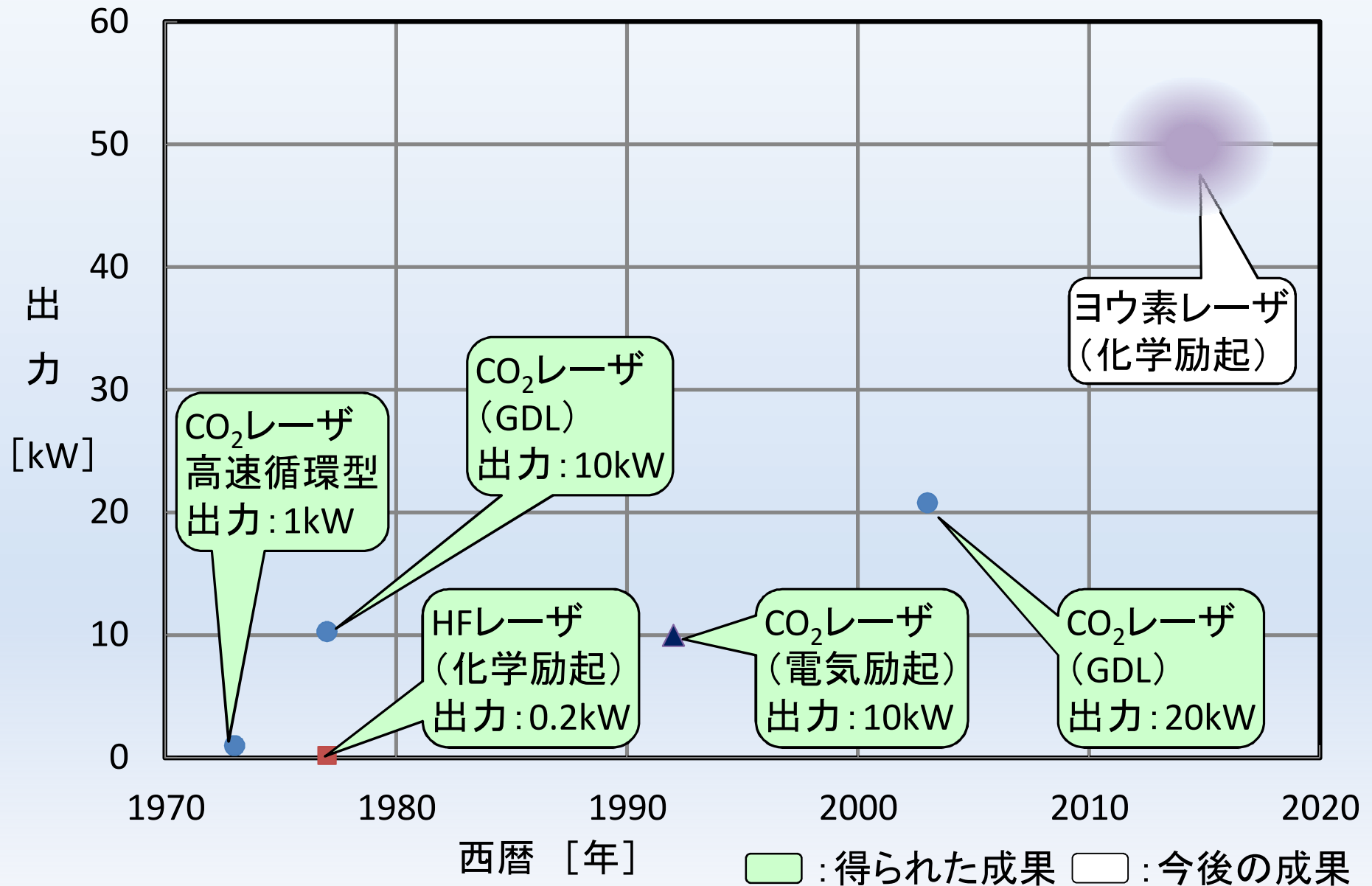


追尾照準装置

ビーム指向装置

高出力レーザー発生装置

高出力レーザー技術の推移



4. これからのレーザー技術

レーザの装備化のために

小型・高出力化
技術

可搬性・搭載性に優れ、さらに小型化、操作性に優れたレーザ光源を追求（半導体、固体レーザ等）

一方で、瞬間撃破を可能とする高出力、集光性の優れたレーザ光源を追求

捕捉・照射
技術

発生したレーザ光の効果を上げるため、より高精度な捕捉と追尾は必要

伝搬特性・
目標破壊の
効果を把握

高出力レーザによる大気の熱的影響も含め伝搬特性を把握、各種脅威目標に対する破壊の効果を把握

レーザ光の優位性を活かし、要求に応える研究を促進

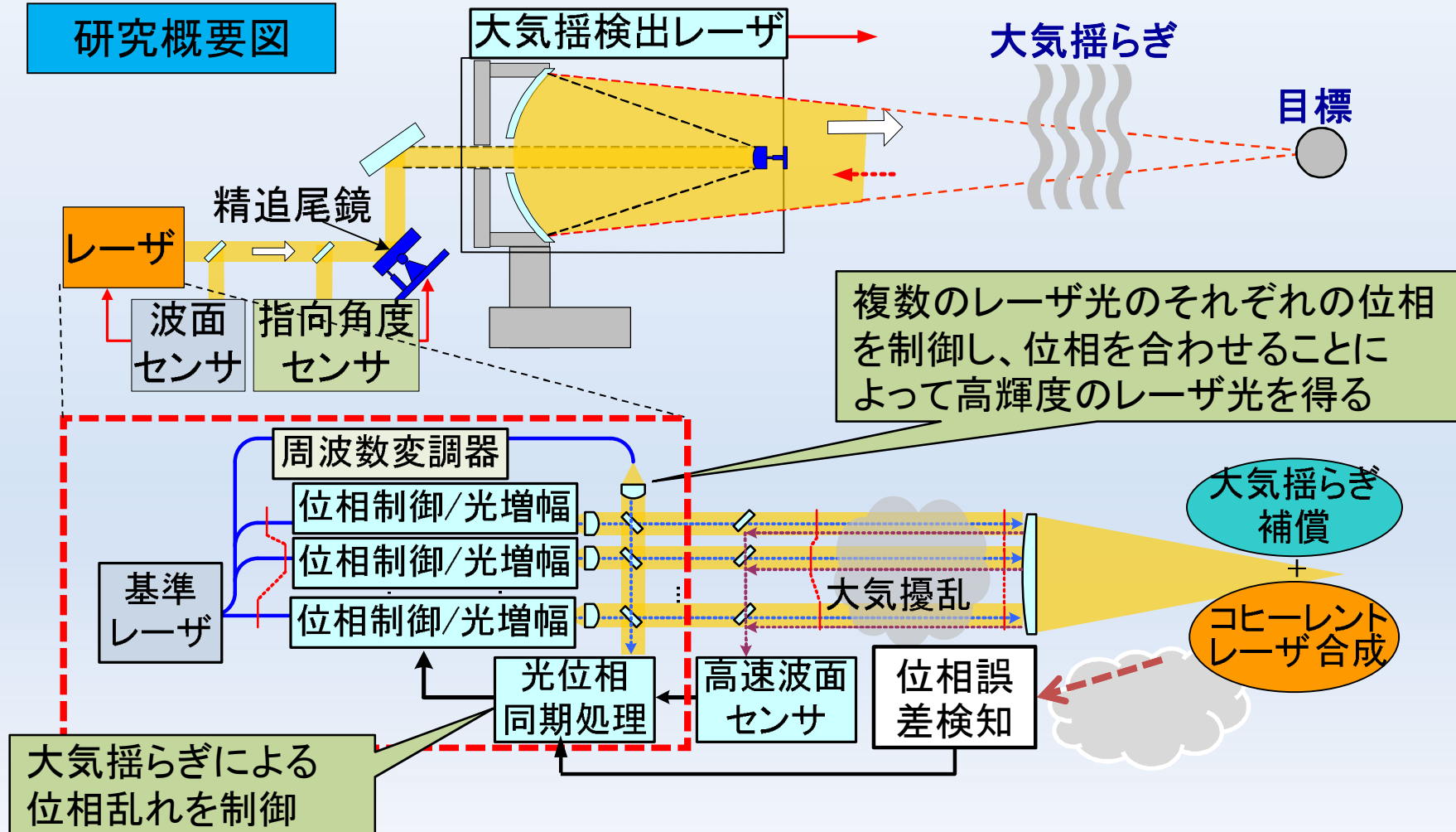
研究の一例

概要

特別研究：位相同期型固体レーザー技術の研究

固体レーザー等のレーザー光の位相を同期させることによって、高輝度化を図る。

研究概要図



5. まとめ

- ✓ レーザ光のメリットを紹介
- ✓ 自己防衛など、レーザ技術の取り組みを紹介
- ✓ レーザシステムの研究
 - 照準追尾、耐光強度の光学系
 - 小型・高出力レーザ装置
- ✓ 更に、装備化を図るため、小型化、操作性に優れたレーザ光源の追求
- ✓ 瞬時対応の向上のため、高出力化、高品質化を推進