

高出力レーザー兵器の 早期戦力化への挑戦

武藤 正美 陸自80

1 はじめに

レーザー (LASER) は誘導放出による光の増幅を意味する英語 Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation、の頭文字から作られた学術用語です。

その歴史は1960年にヒューズ研究所のメイマン博士が、ルビーをフラッシュ光ランプで励起して波長0・6953μmパルス状コヒーレント光を発生させたことに始まり、レーザー技術の軍事へのスピノフは、1980年にレーガン大統領が打ち出した戦略防衛構想SDIにより加速し、米ソ冷戦に終焉をもたらす要因のひとつになったことが良く知られています。

本稿では、米中新冷戦を背景にゲームチェンジャーとして注目されている高出力レーザー兵器について、防衛省・自衛隊のこれまでの挑戦を振り返るとともに、高出力レーザー兵器の早期戦力化への挑戦に当たり、

今やるべきことを提言したいと思えます。

2 防衛省・自衛隊のレーザー開発を振り返る

防衛省・自衛隊がレーザー技術を軍事にスピノフしたのは、74式戦車射撃統制装置のレーザー測距器等が最初ですが、本稿では高出力レーザーに焦点を当て、図1に示す昭和・平成・令和の区分で、防衛省・自衛隊に於ける高出力レーザー開発の歴史を振り返ってみます。

区分	昭和の黎明期	平成の過渡期	令和の発展期
目的	レーザーの発生方式	① 補正光学系 ② 高出力化	整備化
主要研究	励起方式の研究 (熱・化学・放電等)	① 高出力レーザー集光 実験装置 ② 高出力レーザー構成 要素の研究	車両搭載 高出力レーザー装置

図1 防衛省・自衛隊の高出力レーザー開発の歴史
(出典：筆者作成)

術研究本部 (現在の防衛装備庁、以下、旧技術研究本部という) が、熱励起、化学励起及び電気 (放電) 励起による「高出力レーザー発振方式の調査研究」を開始したのが、防衛省・自衛隊におけるレーザー開発の「黎明期」です。

同時代、米空軍はボーイングKC-135に搭載した波長10・6μmガスダイナミック炭酸ガスレーザーCO₂GDL (Gas Dynamic LASER) で地对空ミサイル撃墜実験に成功していましたが、我が国では、一般工業加工用レーザーの開発が緒についたばかりでした。

このような時代背景の下、旧技術研究本部は1975 (昭和50) 年度から、熱励起方式のCO₂GDL実験装置及び化学励起方式のHFレーザー実験装置を試作して、レーザーの装備化に向けた技術課題の解明に着手し、熱励起方式のCO₂GDLでは、当時としては国内最大級の発振出力10⁴Wを達成していました。

1981 (昭和56) 年には、液体燃料/酸化剤を用いた液体燃焼型CO₂GDLの研究試作を開始し、レーザー装置の小型化に必要な技術課題の解明にも着手しました。

1987 (昭和62) 年7月1日、政府「行政改革方針」に基づき、黎明期を牽引してきた旧技術研究本部第1研究所 (目黒) のレーザー・赤外線・ミリ波等の光波技術を研究する部署 (第4部、第5部及び飯岡支所等) が、新編された第2研究所 (三宿) に集約された以降は、防衛省・自衛隊のレーザー研究は第2研究所 (後の電子装備研究所、次世代装備研究所、現在の新世代装備研究所) の所掌となりました。

(2) 平成の過渡期

1990 (平成2) 年2~3月、旧技術研究本部第2研究所が主催した「レーザー研究会」には、自衛隊の各職種学校及び防衛関連企業等から多くの研究員が集まり、会場となった三宿の大講堂は熱気に溢れていました。

本研究会の目的は、レーザー開発の黎明期に第2研究所が蓄積した基礎的な研究成果と、図2に示す国内企業の技術を融合させて、高出力レーザーの装備化を目指すことにあり、防衛省・自衛隊のレーザー開発が、基礎研究主体の「黎明期」から、装備化を目指す開発へと変わっていく「過渡期」を予感させるものでした。

(1) 昭和の黎明期

1972 (昭和47) 年、防衛庁技

この頃の旧技術研究本部第2研究所は、レーザ発生部に放電励起のCO₂レーザ、集光光学部に口径50^{mm}のカセグレン型光学鏡を使った高出力レーザ集光実験装置を試作して、「レーザ波面の大気による擾乱を補正する研究」を実施し、図2に示した国内企業では、例えば、三菱重工業(株)が波長5 μ mの放電励起のCO₂レーザで当時としては世界トップレベルの4時間連続動作での発振出力5^kWを達成して、平成3年度「レーザ学会論文賞」を受賞する等、徐々にですが欧米にもキャッチアップしつつありました。

年/月/日	発表テーマ	担当企業
1990/2/6	YAG(Nd+3)レーザ	東芝
	放電励起パルスCO ₂ レーザ	NEC
1990/2/22	放電励起CW-CO ₂ レーザ	日立
	化学励起ヨウ素原子レーザ	KHI
	放電励起CW-COレーザ	MHI
1990/3/12	ガス・ダイナミック CO ₂ レーザ	IHI

図2 「レーザ研究会」の主要発表テーマと担当企業
(出典：筆者作成)

された以降も、防衛省・自衛隊はレーザの研究を継続して、2010(平成22)年～2016(平成28)年には、レーザ発生部に波長1・316 μ m SOIL (Chemical Oxygen Iodine LASER) を使った写真1の「高出力レーザシステム構成要素の研究」を、2018(平成30)年からは、レーザ発生部を波長1 μ m帯のファイバレーザに替えた「電気駆動型高出力レーザシステムの研究」を開始しました。

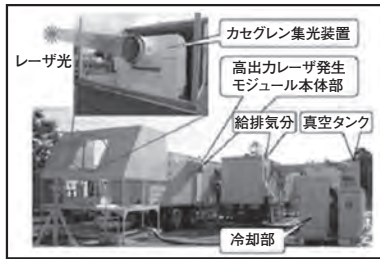


写真1 高出力レーザシステム構成要素の研究
(出典：防衛装備庁HP)

「発展期」を迎えた証左です。同年、装備開発官(陸上装備担当)が、ドローン対処を目的とした図3の「車両搭載高出力レーザ実証装置」の研究試作を事業化し、現有の自衛隊車両に搭載した高出力レーザ防空システム(10^kW級)実現性の検証を始めたことは、「黎明期」と「過渡期」を通じて研究所が主導した基礎研究とは一線を画するものであり、防衛省・自衛隊のレーザ開発が「発展期」を迎えた証左です。

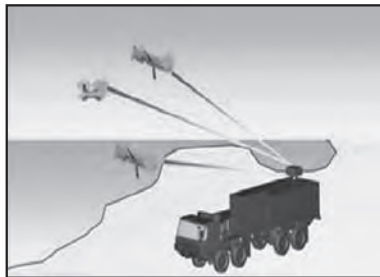


図3 車両搭載高出力レーザ実証装置の研究試作
(出典：防衛省HP)

を初出展したことも、防衛省・自衛隊のレーザ開発が「発展期」を迎えたことを確信させる出来事でした。DSEI JAPANに出展したレーザは、同社が誘導弾システム向けに長年開発してきた画像処理やAI技術等を応用した目標精密追尾照準システムと、出力10^kW級レーザの社内試作品を統合したプロトタイプモデル(写真2左)であり、同じく各種無人機の管制システムとして社内開発したCos Tiranの技術を適用した操作コンソールや、鹿児島県種子島等で実施した社内試験で、1・2^kW先を飛行するドローンを撃墜した動画や残骸(写真2右)も展示されました。

2006(平成18)年7月、第2研究所が電子装備研究所に名称変更

(3) 令和の発展期
2021(令和3)年4月、防衛装備庁傘下の先進技術推進センターと電子装備研究所の廃止・統合により、次世代装備研究所が新設され、防衛省・自衛隊のレーザ研究を引き

2023(令和5)年3月15～17日、幕張メッセで開催された防衛セキュリティ総合展「DSEI JAPAN (Defense Security Equipment International JAPAN)」に三菱重工業(株)がドローン対処用レーザ



写真2 三菱重工業(株)が、DSEI JAPANに出展した出力10kWレーザのプロトタイプ(左)と撃墜したドローン(右)
(出典：「日経エレクトロニクス」2023年7月号)

これらの成果に基づき、防衛装備庁が令和6年11月9日の「自衛隊70周年記念観閲式」に於いて初公開したのが、写真3の「車両搭載高出力レーザー実証装置」です。



写真3 車両搭載高出力レーザー実証装置
(出典：防衛装備庁HP)

令和6年度末からは同レーザーの所内試験が開始され、これらの試験での評価が、高出力レーザー兵器の早期戦力化に向けた試金石となります。

3 高出力レーザー兵器の早期戦力化への挑戦

2019（令和元）年8月、防衛装備庁が公表した「研究開発ビジョン」は、高出力レーザーを電磁波領域に於ける「対処」の中核と位置付け、その開発に当たっては、図4の技術を重視するとしました。

主要構成技術	技術の概要	技術的課題	期待できる効果
高出力レーザー	レーザー光源技術	単一のレーザー光源の出力を向上させる方式の実現に必要な要素技術	小型かつ取り扱いが容易な電気駆動型のレーザーは、物理的な出力限界があることから、出力を最大限高める技術が必要
	ビーム結合技術	複数のレーザー光源から発生する出力を、エネルギー及びビーム品質の低下を抑制しつつ合成する方式の実現に必要な要素技術	複数のレーザーを束ねた場合、ビーム品質の低下等を招く要因を均一に除去する技術等が必要
	目標精密追尾照準技術	大気の状態を加味した精密追尾、目標上への的確な集光の実現に必要な要素技術	安定した精密追尾照準を高速目標に対して実施
			各種ミサイル等対処にも活用可能な高い目標破壊能力
			各種ミサイル等への正確な照射

図4 高出力レーザーの開発で重視する技術
(出典：防衛装備庁HP)

／cm程度での破壊限界があり、シングルモードでの物理的な出力限界は数10⁵W以下との報告があることから、100⁵W超の高出力レーザー兵器では、複数のファイバーレーザーをビーム結合する方式が主流になると考えられます。

ビーム結合技術には、レーザーの波長・位相等を精密に同期させるコヒーレント結合と、波長・位相等が異なる複数のファイバーレーザーを一点に集光して高出力を得るノンコヒーレント結合の二つの方式があります。いずれの方式でも、実験では良好な成果を得ていることから、今後は、結合するレーザーの本数や個々のレーザー出力を増大させる研究が主流になると考えられます。

目標精密追尾照準技術は、三菱重工業（株）がDSEI JAPANに出展したレーザーのように、誘導弾システム用に開発した画像処理やAI技術を適用することで、概ね実用化のレベルに達しています。今後は、ドローンの発見・識別用のセンサーや指揮統制システムのAI化、レーザーの射程延伸を目的とした大気補償技術等の研究が主流になると考えられます。防衛装備庁が公表した「研究開発

ビジョン」では、これらの技術を獲得・強化するため、図5の開発ロードマップを定めて、短期的にはドローンの脅威に対し、高出力レーザー対空システムを早期に装備化すると、中・長期的にはレーザー搭載プラットフォームの多様化やミサイル対処用レーザーシステムを念頭に、段階的に高出力化する計画です。

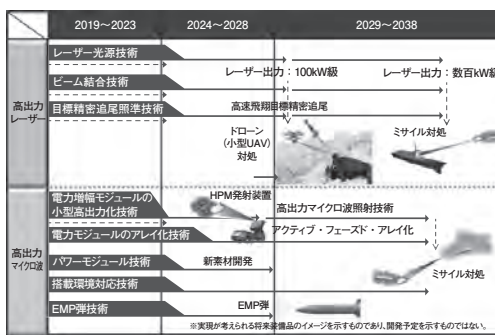


図5 高出力レーザー等の開発ロードマップ
(出典：防衛装備庁HP)

政府が2022年12月16日に策定した「防衛力整備計画」でも、ドローンの脅威が顕在化する現状に鑑み、2027年度までに既着手の事業を概成させ、各種ドローンに対処可能な高出力レーザー対空システムの装備

化を早期に実現するとしています。

2023年5月2日、防衛省は、与那国と台湾の間に侵入した中国のドローンに対し、航空自衛隊F-15戦闘機を緊急発進させたことを公表しました。

多くの識者が警鐘を鳴らすように、中国のドローンは、広大な海域での偵察活動に加え、戦闘爆撃機を先導する状況も確認されていることから、我が国周辺でのグレーゾーン事態では、中国が各種ドローンを使って台湾と我が国を威嚇してくることは、蓋然性の高いシナリオと考えられます。

更に、近年のドローンは小型化・自律化が進展し、暗号化通信やAI制御によって機能・性能を著しく向上させていることから、ジャミングでの対処は困難です。

したがって、開発中の車両搭載高出力レーザの早期戦力化はもとより、既存の対空機関砲やミサイル等を同レーザと組み合わせた図6のような「多層のドローン対処システム（ドーム）」の構築についても検討すべきと思います。

2024（令和6）年10月1日、防衛装備庁は、次世代装備研究所を

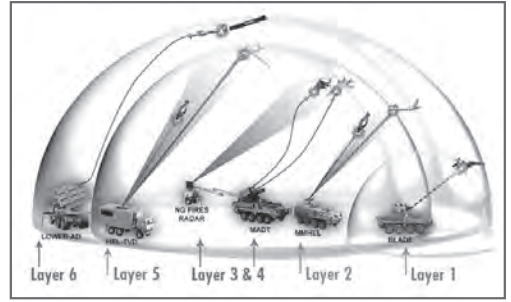


図6 多層のドローン対処システム（ドーム）のイメージ
（出典：防衛技術ジャーナル2023年12月号）

「新世代装備研究所」に名称変更するとともに、日本版DARPAとして「防衛イノベーション」科学研究研究所」を新設しました。

防衛装備庁には、米国等に於ける高出力レーザ兵器が、実戦や部隊実験での教訓を重視した開発としていくことに倣って、「部隊強靱化」を第一義に、各自衛隊とのタッグをより強固にして、高出力レーザ兵器の早期戦力化に挑戦して欲しいと思います。

4 おわりに
高出力レーザ兵器の早期戦力化に

は、「運用開発」と「装備開発」の融合が必要です。

防衛省・自衛隊の「運用開発」は、「装備開発」に比べ予算的にも規模的にも低調ですが、教育訓練研究本部など「運用開発」を主導する組織には、約半世紀前に、洋上の敵艦船を陸上から撃破する革新的な戦い方を創造して、世界初の地对艦ミサイルシステムの玉成を成し遂げた先人の努力に思いを致し、これまで以上に「部隊強靱化」に貢献されることを老兵として願うばかりです。

昭和の黎明期、平成の過渡期を経て、令和の発展期を迎えた防衛省・自衛隊の高出力レーザ兵器の早期戦力化への挑戦は、今こそ正念場です。老兵として今やるべきことは、高出力レーザ兵器開発を牽引する若い自衛官と技術者が、持てる力を存分に発揮できるよう助力し続けることだと思っています。（完）

だれでも
手軽に作れて
手軽に食べられる



災害時の非常食に ハイキング・アウトドアの携行食に

話題の「ミリメシ」の元祖

株式会社

武蔵富装

相談役：志摩 篤（陸自57 防大1）

TEL 03-5296-2833

FAX 03-3256-7388

- 陸上自衛隊戦闘糧食
- ミリメシ

防災あつあつロングライフ
防災丸かじりセット
- 食品用加熱剤「サバイバルヒーター」