

暗視装置とイメージ・インテンシファイア市場

"Veni, Vidi, Vici"「来た、見た、勝った」とユリウス・カエサルは紀元前47年、彼が収めた勝利の中で特に迅速かつ決定的な戦いだったものについて言いました。かの有名なローマの軍人も、現代に存在していたら「来た、暗闇の中で見た、勝った」と言ったでしょう。それほど現代の軍事組織において夜間で視認できることは重要な利点になっています。

より「最近」の話では...アメリカを中心とした多国籍軍とイラク軍との間で起こった最後の大規模通常戦であった湾岸戦争の「砂漠の嵐」作戦において、元海軍長官ジョン・レーマン氏は1991年の議会聴聞会で「全世界の他の国の防衛能力が昼間の10%にまで低下する夜間に我々が攻撃できる能力を有していたのが大幅に有利になる直接的な要因だった。」と述べています。<https://taskandpurpose.com/night-rise-fall-us-militarys-night-vision-dominance/>

暗闇の中で見えるようになるには3つの軍用の電気光学 (EO)技術のうちのどれかを要します。それぞれ:(A)-熱画像/サーマルイメージング(一般的には赤外線 (IR)で知られています)、(B)-CMOSを使用したデジタルセンサ、そして(C)-イメージ・インテンシファイア(I₂)です。

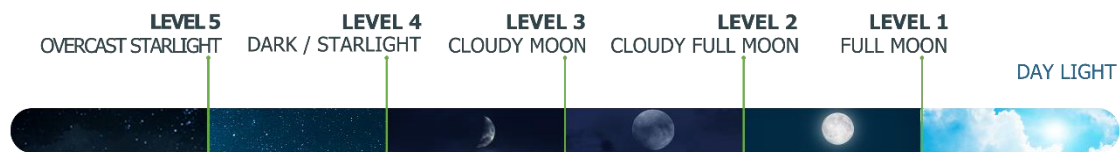
(A)-従来の熱画像/サーマルイメージング (TI)装置といえどかさばり、大電力を要し、高価で一般的にはプラットフォーム上に据え置いて使用したり戦闘部隊内で1ユニットのみ保有したりするものでした(例として狙撃手のサーマル照準器など)。検出器非冷却型の物でも使用前に温度を安定させる必要があり、それに必要な熱電子冷却モジュール (TEC)は非常に大量のエネルギーを要します。それでも、遠くから(わずかに数百メートル先から、検出器冷却型なら数キロ先まで) 目標を補足する熱画像/サーマルイメージング能力は戦場では必要不可欠なのです。

(B)-CMOS (相補型金属参加膜半導体)を使用した技術の台頭はソフトウェアによるデータ精製(ノイズ除去やドット抜け補正) や他のデバイス(本部の端末など) への出力、そして他(方位や戦術状況) の情報との結合や熱画像などの他の技術との重ね合わせが可能になるデジタル信号という利点をもたらしました。CMOS 技術は大きく二つのグループに分けられ、それぞれ: (1) 暗視能力がCMOS センサ本体の感度に依存する低光レベル(LLC)CMOS と、(2)EBCMOS(電子衝撃型CMOS)やICMOS(I₂連携CMOS)など、暗視能力がCMOS センサへの“アドオン”に依存する増幅CMOS があります。

(1) 低光レベル(LLC)CMOS 技術は比較的低い消費電力で昼間と夜間両方の視認能力を与えます。しかし夜間の暗視能力は増幅CMOS やI₂などと同様に限界があります。暗視用に開発され、(I₂並のスピードの)120Hz 以上の周波数で作動し、少なくとも2 Mpx の解像度を誇る業界最高レベルのLLC CMOS センサは夜間レベル2(曇り満月__図1)の段階ですで見えにくくなりますが、最新鋭のイメージ・インテンシファイアは夜間レベル5(星空に空一面の曇り__図1)まで見えます。いずれにしても、LLC CMOS 技術は高度な暗視技術を要さない分野で、利用できるデジタル出力機能がトップクラスと認められており、使用されています。(小口径銃の照準や運転システム、そして熱画像など他のデータと重ね合わせ表示など)

(2)増幅CMOS 技術は光源が非常に限られている暗闇下でもはっきりとした視界(イメージ・インテンシファイア並みの暗視能力を夜間レベル5)を提供するに加え、デジタル信号として出力できる能力の二つの利点があります。この信号はソフトウェアによってデータ精製(ノイズ除去やドット抜け補正等々)や他のデバイスやディスプレイ(本部の端末など)への出力、そして他の情報(方位情報など)との重ね合わせが可能です。サーマルイメージングほどかさばらず消費電力も大きくはありませんが、機器本体のサイズや消費電力はLLC CMOS やイメージ・インテンシファイアより大きいです。このため、増幅CMOS 技術は個人の携帯機器ではなく(装甲車やヘリコプターなどの)プラットフォーム上で主に使用されています。

図1: 夜間レベル分け



(C)- イメージ・インテンシファイア(I₂) 又は暗視機器 (NVD)は現在、手持ちサイズからクリップオンタイプの照準器、そして単眼・双眼のヘルメット搭載タイプまで存在します。この機器はアメリカ海軍特殊部隊Navy Seals やデルタフォース、フランスやイギリスの特殊部隊によってアフガニスタン、イラク、シリア、リビアやマリなどの武力衝突の現場で幅広く使用されてきました。正規の陸軍や海軍個人兵員なども、I₂を状況認識や目標補足訓練などに使用しています。また他にもI₂の重要な応用先として夜間における車両や固定翼機、そして回転翼機の運転や操縦が挙げられます。イメージ・インテンシファイア技術は完全な暗闇から戦場や都市部などの特殊戦闘状況下において圧倒的な暗視能力を与えるだけでなく、小型・軽量そして低消費電力を誇り、歩兵に対して最高の暗視能力を与えてきました。この業界における研究開発が絶え間なく今も続いていることを踏まえると、この技術による利点はしばらく続くでしょう。より詳しく見てみましょう。

I₂の核心部分であるセンサ技術

I₂のアーキテクチャ(サイズや形式) は基本的にこの20年間で変わっていませんが、取り扱える限られたサプライヤーの製造技術などの向上により、最新の高パフォーマンス機器の性能は10年前のものに比べると2倍近く向上しています。このサプライヤーにはL3-Harris と(最近HarrisのI₂工場を取得した)ELBIT USAのアメリカの2社、そしてヨーロッパのPHOTONISの1社があります。この3社が現在トップレベルのメーカーになっています。ロシアと中国でも生産されていますが、依然として性能と信頼性が低いままです。イメージ・インテンシファイアの製造に関する技術を修得するのは非常に複雑ですが、もっと複雑なのは歩留まりの達成や稼働コストを抑えながらの(お手軽な価格でイメージ・インテンシファイアを提供する)工場運営などです。このため、莫大な投資と収益化までの長い年月を要することが避けられないほど、新規参入には非常に高額のコストがかかってしまいます。

図2: I₂の出力映像例



I₂技術の仕組み

I₂が増幅させる光(光子)の発生源として月や星、大気圏の夜光や人工の光源などがあります。これには可視光から(星から来る)紫外線の一部、そして月や(条件が限られますが)夜光から来る赤外線の一部が含まれます。イメージ・インテンシファイアは暗視装置の対物レンズで存在する光を収集します。光子からなる低量の光は入力口を通じて光電陰極に衝突します。この光電陰極はI₂の入力口内に敷かれている光に反応する薄い層であり、光子のエネルギーを電子に変換しI₂内の真空管に放出します。分散しないまま電子移動の実現や光電陰極の酸化や急激な消耗を防ぐため、現代のI₂はすべて10⁻⁹から10⁻¹⁰トルの真空下で作動します。光電陰極から放出された後、光電子は強い電場によって加速されマイクロチャンネルプレート(MCP)に移動します。

MCPは0.5mm以下の非常に薄いガラス製の円板で、数百万の小さな管(マイクロチャンネル)を有しています。光電陰極から来た電子がチャンネルの内壁に入射すると、複数の二次電子が生成され飛び出ます。光電場によってそれぞれの電子はMCPのチャンネル内で加速され、再び内壁に衝突し、更に二次電子を発生させます。このプロセスはMCPチャンネル内で雪崩の如く増幅します(アバランシェ効果)。MCPに入射する電子一つあたりにつき約1000の電子が生成され、MCP出口から3つ目の電場によって蛍光スクリーンめがけて加速されます。蛍光スクリーンはイメージ・インテンシファイア出口内部(主に光ファイバー)に設置されているリン製の発光層で、電子の運動・量子エネルギーを使って光子を発生させます。

MCP から来る大量の加速された電子の流れがこの層に到達し接触すると、最初に光電陰極から放出された分の何十倍も何十万倍もの光子が放出されます。この多段階のプロセスはすべて電源ユニットによって給電・制御されており、最終的には元の映像よりもずっと明るい“増幅”された映像が出力され、暗視装置の接眼レンズを通じて肉眼で見えるようになります。

図3: I₂の仕組み



このようにして、イメージ・インテンシファイアは非常に鮮明ではっきりとした(高解像度、低ノイズの)映像を低照度レベル環境下でも映すことができます。高画質に加えて、I₂ は熱画像やCMOS センサなど他のデジタルセンサ類に比べて非常に軽く、消費電力も少ないです。I₂ は暗視装置(NVD)の接眼レンズを通じてただ見るだけで直接映像を確認することができ、電力を消費するLCD やOLED ディスプレイやスクリーンを必要しません。AA(単三)電池二本もあれば1週間分の夜間の軍事作戦に十分使用可能です。

実際、I₂ は歩兵用暗視装置業界を独占しています。現在もそして当面の間も、同じサイズ・重量・電力(SWaP)パフォーマンスで機動性、状況把握能力、敵の特定などでI₂ に代わる技術はありません。ヘルメット/ヘッドマウント型、小火器マウント型などの歩兵用の暗視装置分野は今後数十年I₂ によって独占されるでしょう。

I₂ を熱画像(TI)と融合させ、前者の高い画質や自然な出力と後者の“無光量”状況性能や優れた敵探知能力の利点を合わせようとする試みは十分な技術力や資金力を有するいくつかのメーカーによって行われてきましたが、少々かさばり、消費電力も大きいデバイスがいくつか製造されただけに留まっています。この融合技術は照準器や双眼鏡、観測装置など多機能デバイスなどに適用され、I₂ 映像の上に重ね合わせられた熱画像などによって従来では発見できなかった目標や標的が(ホットスポット検出などで)見えるようになりました。融合処理機能付きのNVD は依然高価で重く(ヘルメット装着型で1kg 程度)、更にかさばるため、多くの場合、現代の軍隊の特殊部隊などの限られた数でしか使用されていません。融合処理機能付きNVD に代わる選択肢として、クリップ式のサーマル・イメージャーCOTI(双眼鏡や単眼鏡の前に着脱できるアドオン式のサーマル装置)が挙げられます。COTI の主な利点として、使用しない際は取り外して置ける点があります。欠点として、特に暗い状況下ではNVD の検出・認識・識別(DRI)距離を10~15%程度下げてしまいます。

I₂ 暗視装置市場を動かす原動力

高い性能指数(FOM)の追求、誤った“世代”分けの終焉

最近の光電陰極は主にヒ化ガリウムGaAs 製の(L-3 HARRIS, ELBIT USA によって“第3 世代,Gen3”と名付けられている)ものとハイブリッド・マルチアルカリHyMa 製の(PHOTONIS によって“4G”と名付けられている)ものの2

種類によって構成されています。長い年月をかけて両種の光電陰極は更に開発・改良されてきており、きっとこの流れは今後数十年も続くことでしょう。

2001年にアメリカ政府はイメージ・インテンシファイア(又はI₂ 暗視装置)の第2世代、第3世代などの“世代”分けなどはイメージ・インテンシファイアの性能の決定的要素ではないということを結論付け、“世代”分けはイメージ・インテンシファイアの性能に無関係であるとししました。このため、アメリカ政府は“世代”という単語を暗視装置関連の輸出規則ITAR(国際武器取引規則) CatVII パート(e) § 7 から削除しました。その代わりに、輸出可能性を検討する際は性能指数(Figure of Merit, FOM)が重要なカギとなりました。

性能指数(FOM)はイメージ・インテンシファイアの性能を最初に推算する際に信頼できる指標で、信号雑音比(SN比)と(大きいほど良いとされていた)限界分解能の掛け算から構成されています。一方“世代”分けは性能ではなく、主に使用材料などによって区別されていました。

図4: USAF 分解能テストターゲット

どんなセンサーシステムでもノイズレベルが最小限(つまり信号雑音比が最大)であることが望ましいです。これは特にとても暗い(夜間レベル3-5)、いわゆる“低光レベル”(一部曇り、満月以下の条件)で特に言われています。簡単な例えとして、信号雑音比はテレビの受信に比べられます。テレビがケーブルに接続されている場合、画像は鮮明で接続が不安定ではないです。しかし、屋根上の古いアンテナなどから受診すると受診映像には無数のドット状のノイズが乗ります。また限界分解能もテレビの画素数のように、できるだけ大きくあって欲しいものです。限界分解能を測る方法として、3本の白線の模様からなるUSAF 1951 分解能テストターゲットが最も一般的に使用されています。同じ例えは限界分解能とテレビ解像度の間でもできます。

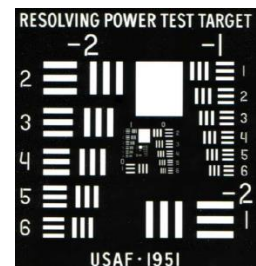


図5: 信号雑音比と解像度の例



信号雑音比と限界分解能を掛け合わせ、性能指数(FOM)が算出されます: 1600 から2400 FOM の範囲にあるI₂は夜間レベル1~3 では検出範囲にほとんど差はありませんが、夜間レベル4~5 では大きな差が現れます(FOM 値が高い機器は検出・認識・識別距離に45%以上の差が出ました)。

このFOM は過去5年間に於ける国際入札において、重要な基準値として使用されてきました。現代の軍は戦場において常に“敵”よりも戦術的な優位性を保っていたいため、アメリカやヨーロッパのI₂メーカー間でより高いFOM 値を巡って競争が繰り広げられてきました。4G 技術を駆使したPHOTONIS 社はこの競争に勝てる十分なポテンシャルを持っており、最小でも2400 FOM は誇るI₂を大量に供給することができます。

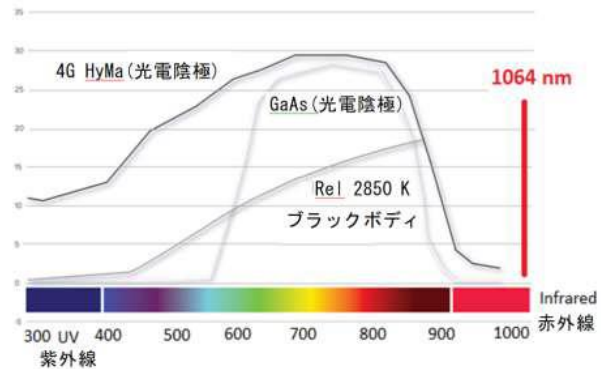


そしてヨーロッパの企業として、PHOTONIS のI₂はアメリカの国際武器取引規則 (ITAR)によるアメリカ国外への輸出可能なFOM の厳しい制限や、輸出後のI₂の在庫管理の制限を受けません。もっとも、ITAR の制限そのものは輸出製品の品質を保証するものではありません。

光子一つ一つ逃さず捉え、レーザー光を捉えるまで使用可能なスペクトル幅を最大にする

FOMはI²の良い性能指標と考えられていますが、夜間の残留光の構造はとて複雑なため(月の満ち欠け、星の量、雲など)、あらゆる種類(波長)の光を検出できるようになるということは大きな利点になります。GaAsとHyMa光電陰極の大きな違いは帯域幅、またはスペクトル範囲にあります。すなわち、光電陰極が“吸収”して電子化できる光(紫外線から赤外線まで)の種類に大きな違いがあるということです。GaAsの帯域幅はおよそ500nm(青に近い色)から900nm(赤に近い色)の波長までです。対するHyMaは350nm(紫外線)から1100nm(赤外線)まであります。このことから、HyMa光電陰極を搭載したイメージ・インテンシファイアの方がGaAs光電陰極を搭載したものよりも広いスペクトル幅・波長で観測ができるということがわかります。

図6: HyMa (4G) 型とGaAs 型の反応スペクトル範囲の



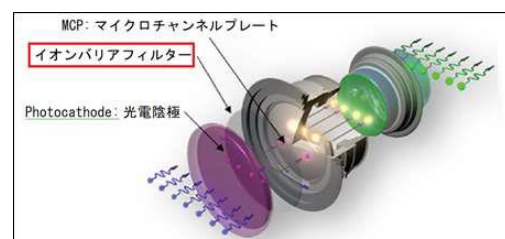
その拡張帯域幅、HyMa光電陰極のスペクトル範囲には使用するにあたり、2つの重要な点があります。一つ目は、イメージ・インテンシファイアは、世界中の様々な戦域で発生するあらゆるタイプの光の中でも、この上ないパフォーマンスを行うことを保証しています。砂漠のような青色/紫外線 (UV)スペクトルが高い場所から、ジャングルのような、赤色/赤外線(IR)スペクトルの高い空の環境下でも使用可能です。光子が最も活発で、光電陰極によって電子を生成する過程の中で最も役に立つ、青色(紫外線)部分のスペクトルにおいて、HyMa光電陰極は、GaAsに対し、とても大きな強みを持っているということが特筆すべき点と言えるでしょう。二つ目は、視覚できない光源を見ることを可能にする能力を備えている(つまり、GaAs光電陰極付きのイメージ・インテンシファイアが見ることのできない光を見ることができます。)点です。もちろん、全てのイメージ・インテンシファイアは、光線(ビーム)や従来型の各々の歩兵の赤外線レーザー光線の標的(800-950nm)を映し出すことができます。しかし、さらにHyMa光電陰極はJTAC-統合末端攻撃統制官部隊で使用されている目標指示装置(例えば、フランス シーラス社のDHY208やアメリカ エルビット・システムズの AN/PEQ-17があります)が発するレーザー等GaAs光電陰極では見ることができない帯域幅も見ることができます。HyMa光電陰極は(赤外線側・紫外線側のスペクトル問わず)戦闘においての次世代のレーザーやイルミネーター、ポインターやビーコン等を視認することにより歩兵の隠密性を保ち、攻撃されることを防ぐことにより、作戦行動の幅を広げる事を可能としています。

製品寿命か性能か:保護膜(イオンバリア)の有無について

I₂で使用し始められて以来、GaAs は電子放出プロセスに必要なセシウム活性化層にダメージを与えてしまう正イオンのポジティブフィードバックに対して非常に弱いことが知られています。GaAs 光電陰極が劣化するのを防ぐため、MCPにはイオンバリアという薄膜が必要です。この保護膜はHyMa 光電陰極搭載のI₂よりも長い製品寿命を実現するためのものではなく、単にGaAs 光電陰極の寿命を数百時間延ばすためのものです。この“イオンバリア”薄膜は、より頑丈で光電陰極の材質により化学的に結合しやすいセシウム活性化層を使用しているHyMa(4G) 光電陰極では必要ありません。つまり、PHOTONIS のイメージ・インテンシファイアはすべて保護膜がありません。

この保護膜の最大の欠点はGaAs光電陰極から発せられる電子を大量にとらえることにあります。より高いFOMを目指すという観点でL3-Harris社はGaAs製で保護膜無しのイメージ・インテンシファイアを提唱しています。しかし物理の法則的にGaAs技術はすでに限界を迎えており、一方HyMa技術(4G) はまだまだ改良の余地があります。製品寿命を犠牲にしても保護膜の撤去をするのはアメリカのメーカーに残されている最後の

図7: GaAs型I²のイオンバリア膜



手なのです。4G イメージ・インテンシファイアは製品寿命に関して言えば恐ろしいほどの進化をこの10年間で遂げてきました。PHOTONIS 製品はすべてMIL規格の基準で10000時間以上の寿命を保証し、経年による劣化がほとんどありません。4G に関しては最近ドイツのFraunhofer 研究機構によっても証明されましたが、SN比は製品寿命の間では平均5%以下の減少程度であり、アメリカのMIL規格の基準を大きく超える性能になっています。

瞬きと同じくらいの速さの電子アイリスをあらゆる光の条件下で

操作者にとってあらゆる光の条件下(そしてできるだけ広い輝度範囲)で常に最高の性能で作動するイメージ・インテンシファイアは必要ですが、同時にいわゆる動的光条件下(爆発による強い光、銃撃戦中の炎上、暗闇での突然の爆発、街灯などの特定の光源など)での性能も求められています。これは市街地や建物内の戦闘で行動する際に特に重要視されます。自動ゲーティング(ATG)機能はカメラの電子アイリスに匹敵するもので、イメージ・インテンシファイアが作戦に重要な詳細情報を、夜間から明け方(そして場合によっては日中)まで常に捉えられる(途切れることなく目標を補足し続ける)ようにします。

4G 電源ユニット(PSU)は超高速自動ゲーティング(SFATG)機能を有しています。ATGは光電陰極とMCPにかかる電圧を、あらゆる光の条件下で常にイメージ・インテンシファイアが最適に動作するように調整する電氣的な機能です。4GSFATGの典型的な利点は武器の照準器から銃撃戦中の爆発/炎上を見るときに最も見られます。SFATGは爆発・炎上を見るときに通常のイメージ・インテンシファイアでは起こる一時的に画面が見えなくなるのを防止し、常に“目標を見続ける”ことができます。4G向けにPHOTONIS社が開発及び製造を行っているSFATGは現在市場で提供されているものでは最も速く、名目MTF値と解像度が高光レベル条件下でも57lp/mm以上という高い数値を維持します。旧世代のGen 3 I2は高光レベル条件下だと解像度が45lp/mm、大多数は35lp/mmほど下がってしまいます。たとえ爆発が起こっても、4GSFATGは瞬きするよりも速く反応し常に最高の画像を出力するので、問題がありません。従来のもっと遅いATGイメージ・インテンシファイアは画面上に明るいフラッシュが発生し、使用者が一瞬だけ何も見えなくなってしまう、また画面がもとに戻るまで数秒ほど待たないといけません。現在の4GSFATGはこれを数十ミリ秒単位で行えるので、より自然な見え方に近くなります。

日本の自衛隊のパートナーとしてのPHOTONIS

現行のイメージ・インテンシファイアはすべて同じ原理で作動し、光子の探知、電子の倍増、そしてPSUによって給電された電子-光子変換の3段階を経ます。“世代”分けは(アメリカ政府が確認した通り、)性能の指標としてもはや用いられません。3段階のプロセスとPSUの組み合わせが、イメージ・インテンシファイアの総合的な性能につながるのかというのが本当に重要なのです。そしてその性能は実験室で性能指数、信号雑音比、限界分解能、MTF値、レイアウト、自動ゲーティングなどを測定することで定められることができます。

エンドユーザーにより良い運用パフォーマンスを提供しようとするPHOTONISの取り組みは、工場で新しい発明や実験室で理論の評価をするだけではありません。性能は戦闘状況・戦場で評価されます。まず、PHOTONISはあらゆるコンポーネントや工程因子の改良を突き詰め、検出・認識・識別(DRI)距離を向上させることで兵士がより遠く、より暗い状況でも見るように製品のFOM値を大幅に向上させました。より広いスペクトルレンジに対応しているため、4G I2はあらゆる自然光を利用するだけでなく、戦場の他の誰も見えないレーザー光やその他の光源もNVDで“見る”ことができます。

PHOTONISの4G技術は新たな能力を増やし、性能仕様上では現行の(アメリカの)Gen3イメージ・インテンシファイアを超えているだけでなく、現行のGen3暗視装置がとらえきれない、現在また将来現れる明白な戦場の脅威にも対応できるようになります。

PHOTONISの4Gイメージ・インテンシファイアは350nmから1100nmまでの幅広いスペクトル反応範囲、1800から(ITAR制約なしで)2400の性能指標(FOM)、57lp/mm以上の高い解像度と映り込んでしまう暈を0.7mm以下に抑えられるという性能を誇ります。SF-ATG(超高速ATG)も“瞬き並に速く”、すべての(動的)光の条件で最適な動作に対応します。

この数年ですべてのNATO加盟国は保有する軍用暗視ゴーグルを一新しており、特に夜間でより高画質な映像や奥行き間隔を得られる双眼タイプ(I2を二個使用)が好まれています。ドイツ、イギリス、フランス、デンマーク、アメリカ、カナダ、ポーランドなどが(しかし同時にUAE、ヨルダン、モロッコ、サウジアラビアも)より高い

FOM 値、より軽い(450g 以下の)重量、そしてより少ない消費電力への大規模な導入計画が進行中です。すでに旧式化したI2を使用している機器は主に訓練などに使われ、新しい機器は戦闘や軍事行動に使用されています。

PHOTONIS は各種の小さな契約を通じて日本の自衛隊に10年以上イメージ・インテンシファイアを供給し続けてきましたが、4G イメージ・インテンシファイアが開発されて以来より大規模な契約を獲得しており、日本国内の市場を変えてきました。4G イメージ・インテンシファイアの高い性能はITAR に制限されている旧式のGen.3 暗視装置に対する新しいスタンダードとして認識され始めています。(性能向上の改良を除く) 最新の開発では従来よりも30%ほど小さく軽い、軽量・小型の16mm イメージ・インテンシファイアに取り組まれています。

図8: 16mm サイズのI² (18mm サイズよりも30%小型)



敵の戦闘員も(NATO 軍から盗んだり中国・ロシアから支給されたりすることで)I2やTI システムを戦場で使用し始めただけでなく、多国籍軍のI2やIR センサの効果的な使用に対抗する戦術や技術、手順を編み出してきました(例として、民間人に紛れて行動したりカモフラージュしたりするなど、攻撃前に確実な判別を要する確率が高くなる行動など)。かつては(敵は何も見えない)夜間に自分は見える、という能力が自軍にあるだけで戦場において

決定的に有利になれるものでした。関連技術が軍や準軍組織を超えて民間人や、そして避けられないことに犯罪者やテロリストにまで世界中に広まってしまった今、かつてのような技術的有利性を持つ日々は終わりました。現代では夜間での先進的な暗視能力が効率的に、そして安全に作戦を遂行するには欠かせないものになっています。

PHOTONIS は今後ともOEM 各社やエンドユーザーと密接に協力し、イメージ・インテンシファイアに新しい機能や進化を加え続けることで、夜間におけるいかなる敵に対する戦術的優位性を維持させます。PHOTONIS 4G イメージ・インテンシファイア(及び現在進行中の様々な研究開発プロジェクト)にその能力があり、日本の自衛隊の最新の要求仕様を満たし、歩兵が効果的かつ安全に作戦を遂行することができます。また、10年以上続く自衛隊との長年のパートナーシップを更に伸ばし、密接に連携しながら暗視装置用の各種センサやシステムを更に改良するのがPHOTONISの深い願いです。密接に連携することで、PHOTONIS は日本の自衛隊が想定する敵よりも常に技術的に優位になれるように支援いたします。かの有名な戦国大名の織田信長、豊臣秀吉、徳川家康が詠んだとされる:

「鳴かぬなら 殺してしまえ ホトギス」
 「鳴かぬなら 鳴かせてみよう ホトギス」
 「鳴かぬなら 鳴くまで待とう ホトギス」
 とありますが、PHOTONIS ならここでこう言うでしょう。
 「鳴かぬなら 闇から探せ ホトギス」(たとえ闇の中にも探し出す) と。



図9: 戦国大名 織田信長「鳴かぬなら殺してしまえホトギス」



お問い合わせ
Frederic Hosatte
 アジア地区営業部長
 電話: +65 9815 1370 (シンガポール)
f.hosatte@photonis.com

