

対地攻撃巡航ミサイル (LACM) の現状と趨勢

(藤岡智和 2004.09.29)

1 巡航ミサイルの歴史

(1) 世界初の巡航ミサイル V-1

第2次大戦末期に、ドイツは最終報復兵器として V-1 及び V-2 を開発した。V-2 が弾道ミサイルであるのに対し、V-1 はパルス ジェットエンジンで推進し、慣性航法装置を用いて目標上空まで水平飛行した後、目標上空に到達すると降下突入するシステムで、今日の巡航ミサイルの原型となった。

ドイツ軍は1944年6月から1945年3月にかけて V-1、V-2 ミサイルを用いてロンドンとベルギーを攻撃し、合わせて死者14,000、負傷者34,000の損害を与えている。

当初はこの様に大きな損害を与えた V-1 も、水平飛行をするために防護ネットに捕捉されたり、戦闘機に迎撃されたりして、殆ど効果がなくなってしまった。

(2) 米国の初期の巡航ミサイル

巡航方式の無人攻撃機の構想は、第2次大戦中の1943年に始まっていたが、戦後、戦略爆撃機以外に有効な核運搬手段を持たなかった米国は、ターボジェット推進の巡航方式無人攻撃機（巡航ミサイル）を核運搬手段として利用しようとして、各種のシステムを開発し、実用化した。

しかしながら、1950年代末に ICBM 開発に目処が立ったことから、巡航ミサイルの必要性は薄れ、1960年代には殆ど姿を消すことになった。

Regulus

1947年8月に海軍は巡航方式ミサイルの要求を取りまとめ、その名称を 'Regulus' と決めた。

海軍の要求は500nmを Mach 0.85で飛行し、3,000-lbの弾頭を飛行距離の0.5% (CEP) の精度で運搬するというものであった。また、機体の全長は30ft、全幅は10ft、胴径は4ftで、重量は10,000~12,000-lbが要求された。

この様にして開発された Regulus I は、米国の初の戦略ミサイルとなり、1950年代末から Polaris SLBM が本格的に戦列化した1964年まで、西太平洋の水上戦闘艦及び潜水艦に装備された。

Matador

Matador は、米空軍が最初に装備化した GLCM (Ground-Launched Cruise Missile) で、1947年に開発が開始され、1949年1月に初の発射試験が White Sands Missile Range で行われ、1951年までに空軍に引き渡されフロリダの空軍基地で試験が続けられた。

Matador には Matador A (B-61A 後に TM-61A) と、Matador C (TM-61C) の2種類があった。"TM" というのは、"Tactical Missile" の意味で、TM-61C は誘導装置が新型になった物であった。

Matador は合計 1,200発生産され、その内 200発がヨーロッパ及び韓国に配備された。

Mace

Matador の誘導装置の不具合から、1954年に Matador B の開発が始まり、Matador B が完成するまでの暫定処置として誘導装置を改良して生産されたのが Matador C であった。

Matador B の最初の発射試験は1956年に行われ、翌年生産が開始されたが、移動型の発射機が使われ射程も延長されるなど、Matador とは大きく変わったため名称は Mace (TM-76A) となった。

量産型の Mace には、Mace A (TM-76A) と Mace B (TM-76B) の2種類があり、Mace B は誘導装置の改善により射程が2倍に延びている。Mace B の最初の発射試験は1960年に実施された。

Mace は 1,000発以上生産され、その内 400発がヨーロッパ及び沖縄に配備された。主要性能諸元は以下の通りである。

- ・全長：44ft 9in
- ・全幅：18ft 2in
- ・速力：650mph
- ・上昇限度：40,000+ft
- ・最大射程：800 mile (Mace A)
1,500 mile (Mace B)
- ・弾頭：通常弾頭又は核弾頭(W-28 2 Mt)

Snark

Snark は、1946年に開発が開始された GLCM で、1956年に量産型の発射試験が開始された。

1959年には空軍で装備が開始され、最初の Snark が1960年3月にアラートに入り、翌1961年に Snark を装備する第702戦略ミサイル航空団は 'fully operational' になった。

しかしながらその1ヶ月後にケネディ大統領が「Snark は時代遅れで使い物にならない」としたため、同年6月に第702戦略ミサイル航空団は任務解除になった。1958年12月に米国は ICBM アトラスの発射試験に成功していた。

(3) 初期のソ連製ASM

第2次大戦直後、米ソの圧倒的な海軍力の格差、とりわけ米海軍空母機動部隊の存在が脅威となったソ連は、その対応が重要課題となり、爆撃機に長距離空対艦ミサイルを装備して、その任に当たらせようとした。

このため空対艦ミサイルには、艦船の対空火器に対してばかりか、空母艦載機に対してもスタンドオフ性を確保できる長射程と高速飛翔、艦船に命中させる精度を得るためのアクティブ/パッシブ・レーダホーミング方式の終末誘導が求められている。

対艦ミサイルと言っても対地攻撃ができないわけではないが、その場合はホーミング誘導が期待できないため、誘導精度が極端に悪く、核弾頭に頼らなければならないことになる。

この様な、「対艦ミサイル」「長射程」「高速飛翔」「レーダホーミング誘導」は、第2次大戦直後から今日までソ連/ロシアの巡航方式ASMを特徴付けるキーワードとなっている。これは、米国の巡航ミサイルの歴史が、Matador, Regulusの時代とTomahawkの時代間に大きな断裂があり、全く継続性がないのと対照的である。

AS-1 Kennel

SSC-2 (AS-1) はレーダ誘導のターボジェット推進亜音速対艦ミサイルで、1956年に運用が開始された。射程は100kmで、発射重量は6,030-lb、弾頭は通常弾頭で2,020-lbである。

Badger B爆撃機から発射された後、プリプログラムのオートパイロットにより上昇し、ビーム乗り方式で中間誘導されセミアクティブレーダホーミングで終末誘導される。

生産は1953年に開始され、1956年には運用が開始されたと見られている。

誘導精度は、対艦攻撃の場合 CEP 150ft、陸上目標の場合 1.0nmである。

AS-2 Kipper

AS-2 は、全長4.6~4.88m、全幅9.5m、発射重量4.2tのターボジェット推進長距離空対艦ミサイルで、最大速度 Mach 1.3、最大射程 260~350km、低空接近及び1,000kgの核又は通常弾頭を運ぶ能力を有する。

AS-2 は、発射後プリプログラムのオートパイロットにより上昇し、修正指令誘導で中間誘導をされた後、アクティブレーダホーミングで終末誘導される。

誘導精度は、対艦攻撃の場合で CEP 150ft、陸上目標の場合で1~2nmである。

AS-2 は1961年に運用が開始され、1965年には生産が終了している。

AS-3 Kangaroo

AS-3 は、全長14.9m、全幅9.2m、発射重量11tのアフターバーナ付きターボジェット推進長距離空対艦ミサイルで、Mach 2.0、最大射程 650km、上昇限度18,000m、2,300kgの通常弾頭又は800ktの核弾頭を運ぶ能力を有する。

初中期誘導は AS-2 と同じであるが、終末では予めプログラムされたダイブにより目標に突入する。誘導精度は、対艦攻撃の場合で CEP 150ft、陸上目標の場合で1~3nmである。

AS-2 は1960年に運用が開始され、1965年には生産が終了している。

AS-4 Kitchen

Kh-22 (AS-4) は、1961年に運用が開始されたが現在も運用されており、2001年には推進装置を固体ロケットに代えた改良型が再び生産され始めた高速巡航ミサイルである。

1960年代の初めには、実験用の Kh-22B が、高度 70,000mで Mach 6 を記録している。AS-4 の主要性能諸元は以下の通りである。

- ・全長：11.3~11.65m
- ・全幅：3.0m
- ・発射重量：5,780~6,000kg
- ・最大速度：Mach 3.5
- ・上昇限度：24,000m
- ・最大射程：460~500km
- ・弾頭：1,000kg通常弾頭又は350kt核弾頭

また、AS-4 には以下の3種類の型がある。

Kh-22N：慣性誘導、核弾頭型

Kh-22M：終末誘導にアクティブレーダホーミングを使用する通常弾頭、空対艦型

Kh-22MP：敵の防空レーダを制圧する ARM 型

(4) 戦略長距離巡航ミサイルの出現

米国は1960年代初め Snark を最後に、戦略核運搬手段を巡航型のミサイルから弾道弾に移したが、1970年代になって新しい技術を基に、超低空を飛行する巡航ミサイルとして、再び巡航型戦略ミサイルの開発を開始した。

1974年、米空軍は空中発射巡航ミサイルの原型である AGM-86A の発射試験を開始し、1977年には核弾頭型の AGM-86B の本開発を開始した。

一方海軍は、1981年に艦載型巡航ミサイルである BGM-109 Tomahawk の運用評価試験を開始している。

これらの新世代巡航ミサイルは、Mace B などの初期巡航ミサイルに比べ小型であることと、TERCON (Terrain Contour Matching) 誘導により、地形を回避しながらレーダに捕捉されない超低空での接近を行うことが可能になったこと、及びターボファンエンジンの採用により射程が 2,500km (AGM-86B) と画期的に伸びた。

この結果、巡航ミサイルは、ICBM、SLBMと並んで、米国の戦略核兵器の重要な一翼を担うことになった。

これに対してソ連も、同様の巡航ミサイルの開発を行い、1980年代の中頃には3,000km~2,500kmの射程を有する Kh-55 (AS-15) や、その艦載型である RK-55 (SS-N-21)、改良型 AS-15 の Kh-55SM 等を相次いで戦列化した。

2 各種対地攻撃巡航ミサイル

(1) 対地攻撃巡航ミサイルの発展、拡散

当初は戦略核兵器として開発された巡航ミサイルには、通常弾頭の対艦型や対地攻撃型もあったが、主たる用途はあくまでも戦略核兵器の運搬手段であった。

ところが1991年の湾岸戦争で TLAM (Tomahawk Land Attack Missile) が初めて使用されて、そのスタンドオフ攻撃能力が高く評価され、その後1993年のイラク攻撃、1995年のボスニア紛争、1996年のイラク攻撃と、合計400発の TLAM が使用された。

特にコソボ紛争以降米軍は、空爆による味方航空機の損害をゼロにする必要に迫られ、空爆に代わる手段として LACM の様な長距離攻撃兵器へ大きく依存することになった。
更に近年、GPS の出現によりミサイルの中期誘導が安価容易になり、シーカや情報処理技術の発展により目標の自動捕捉信頼性が向上するなどの技術的背景が、先進諸国ばかりでなく開発途上国でも容易に LACM の開発製造が可能になるため、これら諸国への拡散が懸念されている。

2000年秋の報道によると、米情報筋は、近いうちに、GPS/INS を取り付けた巡航ミサイルは、単価が \$50,000～\$100,000程度になると見積もっており、このような安価な巡航ミサイルの大量襲来を受けると、防空システムは対処不可能となるか、又は高価な SAM を撃ち尽くしてしまう恐れがあると懸念している。

2001年春の報道によると、米国の民間研究所「Institute for Foreign Policy Analysis」の分析専門家は諸外国の巡航ミサイルに関する現状について、対艦用から対地攻撃用への転換が進んでいると警告した。

これによると、巡航ミサイルは現在、少なくとも 81ヶ国が75種類 80,000発を保有し、90% が対艦用であるが、近い将来少なくとも ロシア、中国、インド及びイラクを含む 9～10ヶ国が射程 100～1,000km の対地攻撃用への変換を行うと分析している。

又、同年秋の別の報道でも、現在 CM は世界で 75種類が運用され、42種類が開発中であり、少なくとも 82ヶ国が70,000発以上を保有している。その大部分は対艦用であるが、比較的簡単に対地用に改修できるとしている。

(2) 戦略核巡航ミサイルの通常弾頭対地攻撃型

当初は戦略核兵器として開発された米ソの巡航ミサイルは、冷戦構造崩壊後の核兵器削減の流れもあって、その役割が大きく変化し、その多くが LACM として再出発している。

3,000km の射程を有し Mach 4.5 で飛行すると言われていたロシアの Kh-90 (AS-X-19) は、1992年に開発が中止された。同じく射程3,000kmの Kh-55 (AS-15) は、射程を300km (高度15,000mで飛行すると射程600km) の Kh-SD として、LACM に変身した。

米空軍では1980年から射程2,500kmの核弾頭 ALCM AGM-86B を生産していたが、1986年に射程 1,200kmの通常弾頭 CALCM AGM-86C を装備化し、侵徹弾頭の AGM-86D を近く装備化しようとしている。

更に現在、核弾頭の AGM-86B のを AGM-86C 化する計画が進められており、1998～1999年にかけてイラク、ユーゴで使用したため現在 在庫は100発程度となっている AGM-86C の補完として、322発の AGM-86B を AGM-86C 化されようとしている。

AGM-86B の後継として、射程3,000kmの AGM-129 ACM (Advanced CM) を開発し、核通常弾頭合わせて1,000発の装備を計画していたが、1993年までに460発を生産し生産を終了している。

米海軍は Tomahawk 巡航ミサイルシリーズとして、

- ・ RGM-109A TLAM-N (Tomahawk Land Attack Missile)
射程2,500km 核弾頭対地攻撃用
- ・ RGM-109B TASM (Tomahawk Anti-Ship Missile)
射程 450km対艦ミサイル
- ・ RGM-109C TLAM-C
射程1,700km対地攻撃用破片榴弾頭
- ・ RGM-109D TLAM-D
射程1,300km対地攻撃用散布子弾頭

の4種類を保有してが、現在は TLAM の最新型である Tomahawk Block IIIの後継となる Tactical Tomahawk (Block IV) へ移行しようとしている。現在核弾頭型 Tomahawk 後継機種種の計画はない。

(3) 米国の LACM

SLAM-ER

米国が、当初から LACM として開発した最初のミサイルは海軍の AGM-84H SLAM-ER である。SLAM-ER は Harpoon 対艦ミサイルのレーダシーカを取り外し、代わりに AGM-65D Maveric に取り付けられていた IIR シーカを取り付け対地攻撃用にした AGM-84E SLAM (Stand-off Land Attack Missile) の有翼長射程型で、ターボジェット推進で270km以上の射程を有する。

2001年4月に米海軍は ATA (Automatic Target Acquisition) 機能付き SLAM-ER の試験に成功した。

ATA 機能付き SLAM-ER ではシーカの画像がリアルタイムで母機に送られ、パイロットは Stop Motion Aimpoint Update 機能で、コックピットのスクリーンに現れた画像にカーソルをあわせて目標を照準できる。

JSOW

AGM-154 JSOW は低価格、高性能、スタンドオフ兵器として、米海軍が開発した有翼誘導爆弾であるが、高々度発射で200kmを飛翔する推進装置付きのものは一種の LACM と見ることが出来る。

JSOW には散布子弾を弾頭とする JSOW-A、>SFW を弾頭とする JSOW-B、侵徹弾頭を搭載する JSOW-C の 3種類があったが、JSOW-B は調達が行われなかった。

JSOW-A の初の実戦使用は、1998年1月25日に行われたイラク空爆で、3発が米海軍の F/A-18C Hornet から発射された。その後1999年の Operation Allied Force では、JSOW-A が本格的に使用され、防空施設、砲兵陣地、兵員などの軟目標に BLU-97 bomblet を散布し、100%の戦果をおさめた。

しかしながら2001年 2月16日に行われたイラク空爆で、AGM-154A JSOW による軍事施設の攻撃は極めて惨めな結果となった。これは、Predator による偵察で確認されたもので、14発のうち 12発が目標を外れていた。

この年の夏には、JSOW の精度が落ちた問題を解決する改良を行った JSOW の投下試験が行われ、改良が有効であることを確認した。

JASSM, JASSM-ER

JSOW は海軍が開発したのに対して、空軍が開発を進めているのが AGM-158 JASSM である。

JASSM は最大射程370kmのターボジェット推進有翼ミサイルで、中期誘導には GPS/INS を利用し、終末段階では IIR と画像照合自動目標認識システムにより、照準点を定め追従し弾着する。弾頭搭載能力は450kgで、侵徹単弾頭を始めとする各種弾頭を搭載できる。

推進装置をターボジェットからターボファンに替えて、且つ電子機器等を小型化して燃料搭載量を70kg増すことにより、弾頭とシーカはそのままで、射程を2.5倍以上の900kmに延ばす JASSM-ER の開発も続けられており、開発が完了し次第既に発注済みの JASSM の生産は JASSM-ER に切り替わる。

米空軍は JASSM-ER を CALCM の後継に位置付けている。

(4) 英、独、仏の LACM

英、独、仏の LACM 開発計画は、冷戦終了後にいずれもフランス製の Apache ウェポンディスペンサに推進装置を付け、侵徹弾頭を搭載する HDBT 攻撃用兵器として開始された。

TAURUS KEPD-350

ドイツはユーロファイタ戦闘機に搭載する武器を、当初地域制圧用としてフランス製の Apache ウェポンディスペンサを考えていたが、価格が大幅に上昇したため、スウェーデンと共同開発中の DWS-24 (或いは DWS-39) 滑空型のウェポンディスペンサを基本にし、ターボジェットで推進する巡航ミサイルを計画し、1998年にドイツ国防省は KEPD-350 と命名した。

冷戦終了後に軍事環境に変化が生じ、点目標とりわけ厚いコンクリート等で掩蔽された目標を攻撃対象とするようになってきたため、KEPD-350 は単一又はタンデム侵徹弾頭を装備することとなった。

KEPD-350 は2004年に開発を完了し、ドイツ及びスウェーデン空軍で装備が開始される。

SCALP-NG/Storm Shadow

英国は冷戦の終了と共に CASOM (Conventionally Armed Stand-Off Cruise Missile) 計画をスタートさせた。CASOM は、主として堅固に掩蔽されたり、敵の縦深深くに配置された重要目標に対し、我が航空機を侵攻させずに攻撃することを狙った計画である。

1997年に英国は Matra社の Storm Shadow を CASOM に採用した。Storm Shadow は、既にフランスで実績のある Apache を英国要求に合わせたもので、ステルス性を有しスタンドオフ性を確保するに十分なレンジを有するシステムになっている。

英国の Storm Shadow 採用により、フランスは同じく Bae Matra が提案する、SCALP-EG という名称の Storm Shadow を基本としたシステムを採用することにした。Storm Shadow と SCALP-EG は 99% が共通で、両者は同一プロジェクトとして進行している。

Storm Shadow は2003年のイラク戦争において、英空軍が初めて実戦使用した。

(5) ロシアの LACM

ロシアの巡航ミサイルは、当初から対艦ミサイルとして開発されてきたが、1970年代末には米国の Tomahawk と類似で大型の射程3,000 kmの空中発射型核弾頭巡航ミサイル AS-15 (Kh-55) を開発した。

しかしながら、その後もロシアの巡航ミサイル開発の焦点は対艦ミサイルで、Kh-31、Kh-41、P-800 Yakhont などの高性能対艦ミサイルを完成させた。

Kh-555

ソ連邦崩壊後、ウクライナから約600発の AS-15 (Kh-55) の返還を受けたため、その機体を使用して Kh-555 を開発し、2002年秋から遠距離空軍で運用始されている。

Kh-555 は対艦ミサイル Kh-101 用に開発した EO ホーミングシーカを搭載し、コンフォーマル式の外部増槽により射程を Kh-55SM の 3,000kmから3,500kmに延伸している。

Kh-65

Kh-65 も Kh-555 同様に Kh-55 を元に開発した空中発射通常弾頭巡航ミサイルで、対地攻撃用の Kh-65 のほかに対艦攻撃用の Kh-65S がある。

基本的に RCS が300㎡以上の大型目標を攻撃する物で、410kg HE 弾頭を搭載する戦術巡航ミサイル Kh-65SE Kentの最大射程は250~280kmである。

一説では、Kh-101 と同じホーミングヘッドを搭載しているとも伝えられている。

Kh-101

Kh-101 は、本格的に LACM として開発されたミサイルで、ステルス性を考慮して RCS が0.01㎡となっているのが大きな特色である。

元々はプロップファンを搭載する予定であったが問題があり、現在は暫定的に Kh-555 と同様にターボファンエンジンを胴体下に取り付けている。

中期飛行は高度15,000mを Mach 0.75 で飛行し、射程は5,000kmになると言われている。

3M14TE

陸上の固定目標攻撃用の巡航ミサイルで、潜水艦発射型 (3M14E) と水上艦発射型 (3M14TE) がある。

3M14TE はキャニスタ発射機 (全長8.916m、胴径64.5cm) に納められ、水平発射のほか垂直発射も可能である。

陸上における中期誘導では地形追従飛行を行い、終末誘導はレーダシーカで行う。

(6) その他諸国の LACM

7 各国の Styx 派生 LACM

ロシアの SS-N-2 Styx は、1950年代中頃に開発を開始、1959年に配備が開始し、1983年過ぎまで生産された。Styx には地対艦型の SSC-3 と艦載型の SS-N-2C がある。

1959年に中国は Styx の技術をソ連から購入し、1960年代に中国産の Styx を完成し HY-1 (Hai-Ying 1) と名付けた。HY-1 には艦上発射型と、沿岸防備用の陸上発射型があり、NATO は艦上発射型に CSS-N-2、陸上発射型に CSS-C-2

とのコード名を付け、CSS-N-2 は Safflower、CSS-C-2 は Silkworm のニックネームで呼ばれた。
中国は HY-1 を改良して射程を延ばした液体ロケット推進の HY-2 (95~100km)、ターボジェット推進の HY-4 (150km)、液体ロケット推進の YJ-6 (Ying Ji 6 : 110km、YJ-61、YJ-62 (200km) を開発して、対艦ミサイルを充実させている。

Styx/Silkworm を装備する各国には、これを LACM に改造して使用しようとする動きがある。

Ra' ad

イランが開発中の Styx を改造した対艦ミサイルで、国産開発のターボファンジェットエンジンを搭載する。

艦船若しくは陸上のどちらからも発射可能で、適当な終末誘導装置を取り付ければ陸上攻撃用にも改修が可能である。

Al Faw

イラクで開発された Styx を改良した対地攻撃巡航ミサイルで、10発を製造し、そのうち2発がイラク戦争で発射され1発がクウェートに着弾した。

Jenin

2003年のイラク戦争までイラクで開発されていた Styx を改良した対地攻撃巡航ミサイルで、液体ロケットエンジンを、Mi-8 ヘリの TV-2-117 または Mi-17 ヘリの TV-3-117 タービンエンジンに換装した。

北朝鮮の LACM

2003年2月24日、3月10日、4月1日、10月20日には、Silkworm を改良して射程を延伸した対艦ミサイルと見られるミサイルを、日本海及び黄海に向け発射した。

このミサイルはイランから輸入され、北朝鮮が射程を延長した可能性があるとも伝えられている。

LACM 型があるかについては不明である。

イ 中 国

C-603/YJ-63

中国初の LACM で Silkworm を基礎とした C-601/YJ-6 の空中発射対地攻撃型で、TV 誘導方式の低空飛行巡航ミサイルである。H-6 爆撃機から発射する。

TV シーカは、射程15km、発射重量 100kgの対艦ミサイル C-701 のものを使用している模様である。

HN-1

ロシアの Kh-65SE/SD (射程3,000km の Kh-55 (AS-15) の短距離型) の発展型で、1992年に装備化されている。折り畳み式の直線翼を持ち、慣性誘導と電波高度計による地形追従誘導で飛行し、終末には画像照合誘導を行う。

HN-2

HN-1 のエンジンを改良し射程を延ばした型で、1996年に装備化している。2001年6月には艦載型の発射試験が初めて行われ、1000km を飛行している。

HN-2 も HN-1 と同じく慣性誘導と電波高度計による地形追従誘導で飛行する。

HN-3

現在開発中の Tomahawk に似た巡航ミサイルで、2005年頃実用化すると見られている。一説では3,000kmの射程があるとも言われている。HN-3 は以下のほか、H-6 爆撃機や HJ-7/FBC-1 爆撃機からも発射できる。

ウ イスラエル

空中発射 Delilah の陸上発射型として開発した巡航ミサイルで、データリンクを装備しているため、遊弋索敵攻撃ができるほか、偵察用の UAV としても使用できる。

終末誘導には FLIR/CCD を使用し、最大射程300+km、最大速度 Mach 0.9 の性能を持つ。

発射重量182kgのかなり小型のミサイルである。

エ 南アフリカ

TURGOS

南ア共和国が2005年以降装備化する LACM で、諸外国への輸出を目指している。

終末誘導は IIR で行い、最大射程300kmの性能を持つ。発射重量は980kg、弾頭重量は450kgである。

MUPSOW

TORGOS に次ぐ ALCM として計画中の ALCM で、形状は TORGOS に似ているものの、先端部の窓はない。尾部のフィンの形状はより複雑で、空気取り入れ口は胴体の横になっている。

オ BrahMos

インドとロシアが共同開発しているラムジェット推進、Mach 2.0~2.5の BrahMos 対艦ミサイル計画には、対地攻撃型計画も存在すると伝えられている。

BrahMos の LACM 型は2005年に発射試験が行われる。2003年11月には誘導飛行ではないが、LACM 型の試験が行われている。

陸上発射型の BrahMos LACM は、トラック搭載の TEL (Transporter Erector-Launcher) から発射され、空中発射型の LACM は、Tu-22MR 爆撃機から発射される。

この他にインドには、射程600kmの LACM を独自開発する計画もある。

3 現在進められている新たな構想

(1) JASSM の発展型

JASSM-XR

JASSM-XR は Lockheed Martin社の計画で、より効率の高いエンジンを採用すると共に、機体の軽量化を図り射程を1,000nmまで延伸する。弾頭は現在の破片/侵徹両用の J-1000 より小型化された、7.5mの強化コンクリート侵徹能力を持つ HDBT 弾頭になる。

1,000nm射程の代わりに中距離を長時間策敵遊弋する事も検討されており、そのために JASSM-ER で採用する双方向データリンクを搭載する。

対艦 JASSM

米海軍はデータリンクを搭載して man-in-the-loop 誘導能力を付与した対艦仕様の JASSM も検討している。空軍もこれを HDBTD 用 に考えている。

mini JASSM

JASSM を F/A-22 やF-35 搭載用に小型化するもので、弾庫に1発ずつ、計2発を搭載できる。機体が小型であるのかかわらず最大射程は1,000nmと、ペイロードが幾分少ないものの AGM-158 の200nmを大きく上回っている。

更に双方向データリンクを装備し、観視線内にいる他のプラットフォームやセンサのデータを中継して NCW (Network Centric Warfighting) におけるノードの機能を果たすことができることもめざしている。

(2) Affordable Weapon

Affordable Weapon は、誘導砲弾と Tomahawk の間隙を埋める兵器として開発している発射重量240kg、射程1,090kmの巡航ミサイルで、弾頭重量は90kg、巡航速度は76m/sである。実用型は重量を増加し射程が1,460kmとなる。誘導は GPS によるほか、データリンクを搭載して man-in-the-loop を実現し発射後の目標変換が可能になっただけでなく、目標が指定されるまで、目標空域に滞空することができる。

Affordable Weapon は、量産コストを同種兵器の数十分の一とすることを開発目標にしており、その結果弾頭を除く単価は \$45,000に抑えられた。

(3) SMACM

SMACM (Surveilling Miniature Attack Cruise Missile) は mini-JASSM 同様に F/A-22 やF-35 搭載用の小型 LACM で、Lockheed Martin社が計画を進めている。

単価は mini-JASSM の1/5、射程は250nm、又は一ヶ所で1時間以上滞空する能力を持つことを狙っている。

SMACM は LOCAAS の推進装置、弾薬と、JCM のシーカを利用し、F-35 は機内弾庫に8発搭載できる。

(4) MCM

MCM (Miniature CM) は Boeing社が米空軍との契約で研究している MCM は、高々度で母機から発射され、敵の空域に近づくと低高度に降下して短時間索敵して、子弾を投下して複数の敵を撃破しようとするミサイルである。発射重量450kg、最大射程数百^{km}を目指している。

(5) Dominator

Boeing社が米空軍との契約で研究している、次世代滞空索敵型 ALCM である Air Dominator は、戦場上空を24~48時間、或いはそれ以上の期間滞空索敵し、装甲車両、ミサイル発射機、不意に出現する SAM などを攻撃する。

Air Dominator は複数の子弾を搭載して逐次投下すると共に、最終的には自機も目標に突入する。

Boeing社は SDB 用に開発した4発投下システムの搭載を検討している。また、Textron社製 STS (Selectively Targeted Skeet) の投下試験も計画されている。

(6) HN-2000

中国の Hong Niao シリーズの LACM で、高々度超音速巡航能力を持つ射程4,000kmの巡航ミサイルと伝えられている。

(7) HsiungFeng II E

台湾が開発中と伝えられている、対艦ミサイル Hsiung Feng II の改良型の LACM で、射程は1,000kmと言われている。

4 近年に計画、開発されている LACM の主な特色

(1) 自動目標捕捉、追跡、打撃

Styx派生型の初期 LACM や、アクティブレーダホーミング誘導を用いた大型固定目標攻撃を目的とする一部のロシア製 LACM を除き、長距離飛翔し精密打撃をする近年の LACM にとって、目標の自動捕捉、追跡は必須要件になっている。

これら目標の自動捕捉、追跡は、EO/IIR シーカと画像認識、照合アルゴリズムによるが、一部の ASM等ではレーザレーダを用いた三次元目標認識 (LOCAAS) や、SAR を用いたシーカが検討されており、今後 LACM 用として出現する可能性もある。

(2) HDBT 対応

中部ヨーロッパ正面での大規模な機甲戦を想定していた冷戦時代に開発された LACM は、機動中の装甲車両を主たる攻撃対象とし、対戦車誘導子弾やスキート弾を弾頭とするものが多かったが、冷戦終了と湾岸戦争などに見られるその後の新たな戦略環境は、何層もの厚いコンクリート等で防護された地下基地等、いわゆる HDBT (Hard and Deeply Buried Target) に対応する必要に迫られるようになった。

また GPS/INS 誘導などの技術の進歩が、侵徹単弾頭によるピンポイント攻撃を可能にした。

このため JSOW の様に、当初散布子弾やスキート弾弾頭で開発された LACM も JSOW-C では BAE社製 BROACH 侵徹弾頭搭載型になる。 BROACH は2個の弾頭がタンデムに配置された複合弾頭で、英、仏の SCALP-EG/Storm Shadow にも搭載されている。

現在、破片／侵徹両用の J-1000 弾頭を搭載している JASSM も、JASSM-XR では7.5mの強化コンクリート侵徹能力を持つ HDBTD (HDBT Defeat) 弾頭搭載が計画されている。

実戦装備が開始された米海軍の Tactical Tomahawk (Tomahawk Block IV) は、侵徹弾頭を搭載するタイプと、スマート子弾を搭載するタイプの2種類が考えられており、侵徹弾頭型の TTPV (Tactical Tomahawk Penetrator Variant) には弾頭には HTSF (Hard Target Smart Fuze) 信管が装着されている。空軍の AGM-86D (CALCM Block II) は、弾頭を BLU-116B AUP (Advanced Unitary Penetrator) にしており、精密誘導装置と併用され、地中目標の破壊に使用される。

更に、欧州の SCALP-EG/Storm Shadow や TAURUS KEPD-350 などは、開発当初から侵徹弾頭搭載で計画が進められている。

イスラエルの Delilah は30kgの HE弾頭を搭載しているが、IMI社は新型の侵徹弾頭を開発中である。

(3) ネットワーク対応

従来の Tomahawk Block III の後継として装備が開始された Tactical Tomahawk (Tomahawk Block IV) の特色には、エンジンをターボ ジェットへ変更することなどによる安価化と並んで、衛星を使用した UHF 帯の双方向データリンクの採用がある。これにより飛行中の攻撃目標の再指定が可能になり、敵状に応じた攻撃目標の変更が可能になると共に、目標が指定されるまで2~3時間の間滞空する事ができるようになる。

この様な LACM への双方向データリンク搭載には、以下のような効果が期待されている。

man-in-the-loop 誘導

ミサイルが目標に突入する直前に、操作員が目標画像を最終的に確認し、誤目標への攻撃を防止することができる。

IFTU (in-flight target updates)

発射した後のミサイルに対して、発射母機又は地上基地から目標情報の更新を行い、移動中の目標への対応能力を高めると共に、より優先度の高い目標の不意出現に対し、目標変換を行うことができる。

遊弋策敵攻撃

ミサイルの発射時点で目標情報が不確定であった場合、発射後に目標が消滅した場合、目標地域に到達したものの目標を捕捉できなかった場合などに、目標を捕捉するまで当該空域で遊弋策敵し目標を捕捉し次第突入することができる。

また、TBM 発射機の様に不意に出現し対応に時間の暇のない敵が予想される場合に、予め当該空域にミサイルを滞空させ、遊弋策敵攻撃をさせることができる。

他のセンサとの連携

米国 DARPA が開発した AMSTE (Affordable Moving Surface Target Engagement) の様な目標情報ネットワークと接続する事により、ミサイルシーカの目標情報をネットワークセンサの一部として活用できるほか、EO/IIR シーカを搭載する LACM が悪天候等により目標を捕捉できなくても、ネットワーク情報で目標に突入できる。因みに AMSTE では、ミサイルや爆弾の指向誤差を1mとしていた。

戦闘結果解析の補助

Tactical Tomahawk では、目標に命中する直前の画像データを、戦闘結果解析に生かそうとしている。

LACM への双方向データリンク搭載して、かつて SLAM-ER が初期の誘導爆弾 Walleye に取り付けられていたデータリンクが取り付けられていた。

最近では Affordable Weapon が双方向データリンクを搭載して man-in-the-loop を実現すると共に、発射後の目標変換が可能になっただけでなく、目標が指定されるまで、目標空域に滞空する事ができることを売り物にしている。

Delilah は双方向データリンクを装備して遊弋策敵攻撃ができるほか、偵察用の UAV としても使用できる。

JASSM-XR は 1,000nm射程の代わりに中距離を長時間策敵遊弋する事も検討されており、そのために JASSM-ER で採用する双方向データリンクを搭載する。また miniJASSM では双方向データリンクを装備し、視目線内にいる他のプラットフォームやセンサのデータを中継してノードの機能を果たすことを目指している。

計画中の Dominator は、戦場上空を24~48時間、或いはそれ以上の期間滞空索敵し、装甲車両、ミサイル発射機、不意に出現する SAM などを攻撃する。

(4) 長射程、長時間滞空

他の各種ウエポンと同様に LACM にも長射程化の要求が強く、エンジンの効率化、搭載燃料の追加などにより長射程化が図られている。

JASSM は原型では370kmである射程が、JASSM-ER では倍以上の900km、JASSM-XR では更に倍の1,800kmになる。Affordable Weapon は、発射重量240kgとかなり小型であるのにもかかわらず1,090kmの最大射程を持ち、実用型では1,460kmが要求されている。

SCALP-EG/Storm Shadow は250km射程であるが、その発展型で艦上／潜水艦発射の SCALP Naval には1,000kmが要求されている。

双方向データリンクを搭載しての遊弋策敵攻撃能力を得ることにより、LACM には長時間滞空性能が要求されるようになってきている。

JASSM-XR には、1,000nm射程の代わりに中距離を長時間策敵遊弋できる事も要求されている。

Dominator には、戦場上空を24~48時間、或いはそれ以上の期間遊弋索敵できる長時間滞空能力が要求されている。

(5) 安価、大量生産、大量使用

2003年のイラク戦争で米海空軍は、Tomahawk、AGM-86 CALCM を合わせて955発使用している。これは1991年の湾岸戦争で使用された 282発、1998年のイラク空爆の325発、1999年のセルビア攻撃での238発に比べ、顕著な増大傾向が見られる。この傾向は誘導爆弾等、他の精密誘導兵器においても同じことが言え、米軍がイラン戦争で使用した精密誘導兵器は、湾岸戦争では爆弾全体の約7.5%、コソボ空爆では約三分の一、アフガン戦争では約6割であるのに対し、は8~9割に達した。

この様に LACM は大量使用する必要性から、安価で大量生産に適することが強く求められてきた。

Tactical Tomahawk は従来のターボファンエンジンを、安価なターボジェットエンジンに換装することで量産単価を \$569,000 に設定されている。

Affordable Weapon は量産コストを同種兵器の数十分の一とすることを目標に開発し、弾頭を除く単価は \$45,000、弾頭を含めても \$55,000~\$60,000 に抑えようとしている。

5 要素技術毎の趨勢

(1) 推進装置

米国では Tactical Tomahawk がそれまでターボファンエンジンであったのを、安価化のためターボジェットエンジンに変えているのと、Affordable Weapon がやはり安価化のためターボジェットを採用しているのを除き、一般には射程延伸のため燃料効率の良いターボファンエンジンに移行する傾向にある。

JASSM は JASSM-ER から長射程化のためターボファンに切り替えられる。SCALP-EG/Storm Shadow や TAURUS KEPD-350 もターボファンを採用している。ロシアでも Kh-55 ファミリーや Kh-101 がターボファンを使用している。

ただ、Kh-101 は現在ターボファンを搭載しているものの、最終目的はターボプロップであるのが興味ある。長射程化のため更に効率の良いプロップエンジンを搭載しようとしているものと思われる。

ここで、ターボファンを積み900kmの射程を持つ JASSM-ER が、機体がやや大型化するとは言え1,800kmへと射程を倍増するのが注目される。エンジンの効率化だけでは考え難く、燃料に工夫が施される可能性も否定できない。即ちケロシンを主剤とする従来の燃料を、軽油などの中質油やA重油の様な重質油に切り替えることで、燃費の画期的な改善が予想される。

ただし、エンジン始動のためのスタータを持たず、ブースタ推進の初速がもたらすラム圧でエンジンを始動するこの種ミサイルは、着火製の悪い中/重質油を燃料とした場合、何らかの工夫が必要になると思われる。

特異な例としてインドとロシアが共同開発中である Bra Mos 対艦ミサイルの LACM 型がある。このミサイルはロシアの P-800 Yakhont を元に開発中の超音速巡航ミサイルで、P-800 Yakhont の場合は Mach 2.0~2.5 で巡航する。

ただし Bra Mos は高速であることから、誘導方式に EO/IIR は困難と見られ、レーダアクティブホーミングになると思われる。

(2) 誘導方式、装置

中期誘導は全ての LACM で GPS/INS を使用している。

終末誘導は IIR/EO シーカと目標識別アルゴリズムが用いられているが、レーザーダを用いた三次元画像認識技術が導入される可能性もある。また、SAR を用いたシーカも検討されている。

Styx 派生型の LACM やロシアの一部の LACM には、アクティブレーダホーミングシーカを装備するものがあるが、これらは攻撃目標が大型構築物に限られ、精密誘導武器には適さないと思われる。

(3) 弾頭

散布子弾型弾頭

JSOW-A に搭載されている BLU-97 や、ATACMS に搭載している M-74 の様なボムレットを多数搭載し、目標地域に散布するもので、JSOW-A は BLU-97 を145発搭載する。主たる目標は人員や非装甲の車両などの軟目標である。

しかしながら1999年にコソボで使用された JOW-A が大量の不発弾を残し、これが対人地雷事件と同様の事件となり、大きな問題となった。

このため海軍では BLU-97 の信頼度を、現在の96%から99%まで引き上げ（海軍は99.9%を希望している）、不発弾の発生を減らそうとしているが、今後は各国ともこの種の弾頭の使用には慎重になると見られる。

スキート弾型弾頭

スキート弾とは SFW (Sensor Fuzed Weapon) のことで、現在米軍が使用している BLU-108/B である。BLU-108/B にはそれぞれ発ずつのスキート弾が積まれていてパラシュートで姿勢を保つ。スキート弾には装甲車両検知用の IR シーカが付いている。

BLU-108 子弾は、予め決められた高度に達したことを電波高度計で検知すると、ロケットモータに点火し弾体を回転させながら上昇を始める。その後4発のスキート弾を放出し、スキート弾は目標地域の上空に飛び上がる。

スキート弾が車両の赤外線を検知すると、EFP (explosively formed penetrator) の炸薬に点火する。もし、決められた時間内に目標が検知されない場合には、スキート弾は自爆し人員や、その他の資材等に損傷を与える。

米海軍は当初、このスキート弾を弾頭とする JSOW-B を開発していたが、空軍が計画から撤退し、海軍も調達を中止した。

しかしながら米空軍はスキート弾の実用化は押し進めており、BLU-108 10発ずつを搭載して CBU-97 クラスタ爆弾とし、更に WCMD を取り付け CBU-105 として採用している。

誘導子弾型弾頭

米国ではミサイルの弾頭用誘導子弾として、BAT や LOCAAS などの自動索敵兵器の開発を行ってきたが、精密なセンサーと索敵装置を必要とするため技術課題が多く、価格も高騰するため、計画は頓挫しつつある。

BAT は ATACMS 用の自律誘導式の子弾であったが、運用環境の変化から必要性が低下した反面開発経費が増大し、計画は中止となった。現在は誘導方式を SAL に変えた Viper Strike が UAV 搭載用の ASM 計画として進行している。

BAT 同様に ATACMS などの誘導子弾として進められていた LOCAAS も、現在ではやはり UAV 等に搭載する ASM 計画に変わっている。

侵徹弾頭

LACM の HDBTD 指向に伴い、各種侵徹弾頭が開発されている。

>BROACH は BAE社の開発による450-lbのタンデム複合弾頭で、成形爆薬構造の前方弾頭が掩体に穴を開け、その穴を本体となる後方弾頭が通り抜けるものである。

この構造により BROACH は、同重量の他の弾頭に比べて約二倍の侵徹能力を持つという。

BROACH は、英仏の SCALP-EG/Storm Shadow 及び米海軍の AGM-154C JSOW-C に搭載されている。

JSOW-C の弾頭として BROACH と競争した単弾頭方式の BLU-111 を弾頭とした AGM-154 は、Raytheon社が AGM-154C Block II (AGM-154+) として再び売り込んでいる。

AGM-154+ はこの他にデータリンクを付加し、各種シーカを取り付け、単価を \$100,000、悪くても \$200,000 にしようとしている。

英国 SEI社が、500kg級 MWS (Multi-Warhead System) である Lancer を開発し2001年に動爆試験に成功した。Lancer は成形爆薬段とそれに続くペネトレータ段で構成され、6mの強化コンクリートを貫徹する能力を有する。

2001年に行われたロケットスレッド試験では、Tomahawk の先端形状と似せた外殻に組み込まれた Lancer が、6mの強化コンクリートを貫徹したのちに、10mの盛り土を突き抜け、更に2枚のコンクリート壁を貫通した後に800m飛行して止まった。

その他の弾頭

LACM に出現が予想される弾頭には、気体爆薬、サーモバリック爆薬、EMP 弾頭などが考えられる。これらを弾頭とする LACM の報告 は今のところ無いが、個々は主に爆弾としてその存在が報じられており、LACM 用弾頭として出現する可能性はある。

また、送電システムを麻痺させる目的に、細いアルミ箔からなるブラックアウト弾頭が取り付けられることも考えられる。

(4) データリンク

米国は、ミサイルや爆弾にデータリンク装置を装備し、対地(艦)攻撃を正確に行う研究を進めている。自動策敵型の誘導子弾であった LOCAAS も自動索敵を止め、安価なデータリンク装置で外部情報を伝送する誘導制御方式に変更されようとしている。

海空軍は共同で、2年間の ACTD (Advanced Concept Technology Demonstration) 計画として、多目的データリンクの研究を行っており、2年間の ACTD を\$30Mで進めている。このデータリンクには JTRS (Joint Tactical Radio System) や Globalstar Stacom システム の利用も検討されている。

当面对象となるのは SDB Increment II と呼ばれる Phase II の SDB で、逐次 JASSM 及び WCMD-ER での使用が考えられている。