

日本記者クラブ会報

東京都千代田区内幸町二丁目
日本プレスセンタービル9階
◎社団法人 日本記者クラブ
電話〇三二五〇三二七二一

◆シリーズ研究会『軍事技術』(Ⅱ)

ミサイルのすべて

戦術ミサイルから戦略ミサイルまで



上原 祥雄

(防衛庁装備局開発計画官)

ご承知のようにミサイルが最初に出現したのは、第二次世界大戦中でした。ドイツが発射したV1はバタバタと大きな音をたてて飛ぶもので、バルスジェットを使っていました。ジャイロと時計機構を持ったオートパイロットで操縦し、ロンドンの上空到着の時間で作動して爆発するものでした。次にV2という液体ロケットを使ったものが出てくる。これにはイギリスも相当困ったのですが、それが大量に使われる前に戦争が終わってしまいました。

独のロケットが米ソへ技術移転

戦後、このドイツのロケット技術がアメリカとソ連

へ技術者とともに、最近はやりのテクノロジ・トランスファーといいますが、技術移転ということで入って行き、ICBMや宇宙ロケット技術の基盤になったといわれています。

戦術ミサイルの領域では、それまで飛行機から撃っていた空対空のロケット弾に、目玉のようなものを付けて飛ばしたらいけないかという発想が、空対空誘導弾、サイドワインダーなどになっていった。戦車に対しては、装甲を撃ち抜くバズーカ砲とか対戦車砲があったが、それが射手が誘導する対戦車ミサイルになる。SS10、パンタムなど、目視線誘導の対戦車ミサイルが出現してきた。さらに航空機を地上から撃ち落とす高射砲に替わるものとして、ナイキやホー

クなどの地对空ミサイルが出現した。しかし、当初は火砲のほうがまだ費用対効果の面ですぐれているといわれて、これらのミサイルが実戦に使われる機会はあまりなかった。

最初の実戦で使われたのはベトナム戦争だと考えられます。ベトナム戦争は一九六四年から七三年くらいまで続いたわけですが、まず北ベトナムにSS-2(ガイドライン)という、ソ連製の地对空誘導弾が現れます。長さ一〇・七メートル、直径七〇センチという非常に大きなものです。発射のときの重量が二・三トン、ナイキ級と考えられますが、非常に命中率が悪くて、六か月間に約一五〇発撃つて、撃墜した飛行機が約一〇機といわれています。これが使われ始めた頃に、アメリカは、この誘導電波を妨害する方法を考え出し積極的に妨害する一方、大きなミサイルなので目でも見えますから、飛行機を急激に旋回させるとか、急降下させるとかいう方法で回避して逃げた。そういうこともあって命中率が悪かった。

一方、アメリカは空対空のサイドワインダー、スパーローというミサイルを持っていた。実はF-104——スターファイターという戦闘機で、航空自衛隊も持っています。——が出たときには、これが最後の有人飛行機になるといわれた。そのときにはまだミサイルと機関砲を備えていたのですが、F-4ファントムが出現する頃には、もう航空機を持つべき武器は全部ミサイルだ、機関砲なんか要らないというので、初期のF-4は機関砲を機体に装備していませんでした。

ベトナム戦ではさんざんの撃墜率

ところが、いざベトナム戦で期待通りミサイルが使えたかという点、当時の命中率は実に惨憺たるものだった。サイドワインダーの撃墜率の期待値は二割八分五厘くらいあるだろう、スパーローも同じくらいあるだろうといわれていたが、実戦で使ってみると、サイドワインダーが一八%、スパーローはその半分、九%の撃墜率ということで、がく然としたわけです。

命中率が悪かった理由としては、一つには十分にミサイルを使った訓練が出来ていなかったことと、ミサイルそのものがまだまだプリミティブという点か、十分な実戦経験を持っていなかった、ということがいえるのではないかと。

やはり、格闘戦に入ったときには機関砲がいいのだという点で、F-4の翼の下とか胴の下に機関砲をつけたのですが、逆に抵抗がふえて格闘戦が出来なくなってしまう。非常に困って、その改造型が、レーダーの下に機関砲を内装したF-4Eになったわけです。近接戦闘をやる場合には、ミサイルはもとより機関砲も必要だということが、証明されたということですね。

そのほか、ベトナム戦で現れたミサイルとしては、対レーダーミサイルというものがあります。地上でレーダーを動作させますと、電波を出します。ですから、その電波をキャッチして、それに向かっていく。シュライクというミサイルです。このシュライクは電波が消えると、どこへ行っていいかわからなくなってしまう。それで記憶装置をつけて、最初に電波を

つかんだら、それがどの場所から来ていたかを覚えておくような、スタンダード・アンチ・レーダー・ミサイルをのちに使い始める。これによって対空レーダーを破壊していった。

中東戦争とミサイル

第三次中東戦争では、SA-2も現れましたし、休戦期間の一九六七年十月には、長さ六・三メートル、直径七五センチのソ連製スティックスが使われました。船からの指令で途中まで誘導して、そのあとは自分で電波を出しながら、その反射波を捉えて相手の船に向かっていく。そういうアクティブ・レーダー・ホーミングのミサイルを、アラブの哨戒艇からイスラエルのエイラートという駆逐艦に向けて四発撃ちました。三発命中して沈没した。あとの一発は沈没したあとに到着したものですから、実際には有効にならなかったのですが、いざにせよ、ミサイルで船を撃沈出来るということが、このときははっきり立証されたわけです。これが一つの大きなショックになって、それ以来、各国とも対艦ミサイルの開発に力を入れるようになってきた。

第四次中東戦争では、SA-2、SA-3、SA-6、SA-7など幾つかの地对空ミサイルが使われました。アラブ側は、こういうミサイルと二五ミリの対空機関砲とで防空網を組んだわけです。それによって、イスラエルが航空攻撃しようと思って来襲すると、まず長、中射程の対空ミサイルを発射する。それを避けるために高度を下げると、射程の短いミサイルと機関砲とで撃ち落とすということで、実に一日三〇機くら

いイスラエルの飛行機が撃墜された。しかも全戦闘の中で撃墜された一〇七機のうち、八〇%がSAM(地对空ミサイル)でやられたということが、イスラエルにとって大きなショックであった。

対戦車ミサイルでは、ソ連製のスナッパとかサガーが出てきた。これによって相当数のイスラエルの戦車が破壊された。イスラエルは、それに対抗するものとして、SS11というフランス製の対戦車ミサイルを持つていたが、これは重量的には三〇キロくらいある大きなものでした。スナッパは二二キロ、サガーは一キロと歩兵が持つて歩けるような軽量なものだったので、イスラエルは非常に苦戦する。休戦の一週間前くらいですが、アメリカからトウという最新の対戦車ミサイルを導入することが出来て、それによってこの危機を切り抜けることが出来たといわれています。

一九八一年八月、リビアの沖合で、米軍機とリビア軍機の空戦問題がありました。米海軍のF-14二機がリビアのほうに向かって飛行中、リビアのほうからスホイ-22二機が上がってきて、スホイがミサイルを発射したけれどもミスした。そのあとF-14が追い駆けて行って、AIM-9Lという最新のサイドワインダーで、二機とも撃墜した。空対空ミサイルの有効性が、このときにもいわれたわけです。

フォークランドと戦術ミサイル

フォークランド紛争では、ご承知のようにハリヤーに積んだサイドワインダーが奮闘して、二七発発射して二四発がスカイホークとかミラーージュに命中した。三発はロック・オン(ミサイルの目玉が相手の目標を

つかむ)の前に発射してしまつたため、命中しなかつたといわれています。

アルゼンチン側からは、シュペール・エタンダールという攻撃機に積載のエグゾセが駆逐艦シエフィールドに命中して、まったく使えなくさせてしまつた。そのほかアトランティック・コンペアという輸送船にも命中した。陸のほうからはM38という陸上型のエグゾセも撃たれて、ミサイル巡洋艦グラモーガンが大破した。

そういうことで最近戦術ミサイルが非常に大きくクローズアップされてきたわけですが、それとともに戦略ミサイルの分野でも動きが急で、アメリカはSS-18に対抗するMXをいま開発しています。ピース・キーパーという名前でも呼ばれていますが、これは戦略ミサイルのうちのICBMです。また、中距離核戦力削減交渉で問題になってきている、ソ連のSS-20とアメリカのパーシングIIの配備問題もあります。一方、中国もSLBMの発射に成功した。おそらく中国では初めてのソリッド・プロペラント(固体推進)を使った、大型ミサイルの開発に成功したと考えられます。こういうことで非常にミサイルに対する関心が高まってきたということを背景に置いて、細かい話に入っていきます。

ミサイルの定義

まずミサイルというのは、いったい何かということですが、ミサイルというものの上に、大きな一つの広い概念として、誘導兵器という概念があります。誘導兵器というのは、まず軍事用であるということが一つ

の要件、それから無人の飛翔体、航走体(水上・水中を走る)であるということ、発射後の経路変更の手段を有する、ということと定義されます。

さらに推進装置がその中でどういう役割を果たしているか。空中を飛ぶ場合に、推進装置のあるものを誘導飛翔体(guided missile)、俗称ミサイルといいますが。空中を飛ぶが、推進装置のないもので、誘導兵器に入るものが誘導砲弾や誘導爆弾。水中を走るもので推進装置を持っているものは、誘導魚雷やホーミング魚雷など。したがってミサイルとは、誘導兵器の中で特に空中を推進装置を持って飛ぶもの、と考えていただきたい。

ちょうどベトナム戦争が終わった頃から、PGM(Precision Guided Munition)という言葉が出てきました。精密誘導兵器と日本語に訳しています。これはランド研究所にいたジェームス・ディグビーが、国際戦略研究所の「アデルファイ・ペーパー」の中ではじめて触れたものです。

まず誘導兵器であるということ。射程にかかわらずSSHP(single shot hit probability)、すなわち一発の弾が命中する確率が五〇%以上であるもの。敵から妨害を受けることがないという条件で、そのまま撃つても二発に一発は当たるくらいの命中率を持っている。さらにわりあい安く操作が容易であるものをいうわけです。ミニションというのは弾薬という意味ですが、安価で操作が容易というところに、ミニションの意味があるわけです。最近のミサイルはほぼそれに近い状態で、ミサイル・イコール・精密誘導兵器と考えていただいてもよろしい。

初期のサイドワインダーとかスパローは、まだ精密

誘導兵器の部類に入るところまでは行っていないなかつた。

ミサイルのシステム構成

次にミサイルのシステム構成について触れます。基本的にはミサイルは機体構造、誘導制御装置、推進装置、制御する装置からなり、頭のほうには弾頭と弾頭を破裂させる信管がある。それを地上、船、飛行機から発射する発射機が別にあり、地上、機上、艦上から誘導する誘導装置も別にあります。これから信号をもらって、目標に向けて誘導するのが、ミサイル内の誘導制御装置です。

ミサイルといいますが、誘導制御とか機体関係が主として話題にされますが、これらのすべての装置は、弾頭を目標のより近くに持って行って炸裂させて破壊する、という一つの目的で統合されています。そういう意味で弾頭信管の効果も、ミサイルの開発設計のときにはよく考えなければいけない。

これを具体的に説明します。初期のナイキの誘導制御システムを例にとりますと、まず敵の飛行機を見つめるレーダーがある。高出力レーダーは非常に遠くまで見えるレーダーですが、敵がある程度まで近づいてきますと、捕捉レーダーで目標をつかんで、目標の方位角と距離を目標追尾レーダーに流してやる。一方、目標追尾レーダーは、ある距離まできますと、目標を自分のほうに受けとって、追い駆け始める。

目標測距レーダーが相対的な距離を測る。これらの情報は全部、高射統制トローラーへ入って行く。高射統制トローラーから、ミサイルヘジャイロの方位角、

発射指令信号を送ります。ミサイルはそのデータに従い飛びながら目標に向かって進んで行く。ミサイル追尾レーダーでミサイルの位置を知り、目標測距レーダー、目標追尾レーダーの二つの信号から経路修正量を計算しながら、要撃点に向けてミサイルを誘導する、というのが基本的な原理です。

ただ、ある種のはミサイル追尾レーダーを持たないで、目標を電波で照射して、その反射波に対してミサイルが自分で飛んで行く——ホークのシステムがこれですが、——そういうものもあります。が、基本的には、目標とミサイルの相対関係を検知し、ミサイルを誘導するという機能を、全体のシステムの中に持っているというところで理解していただきたい。現在のすべてのミサイルシステムが、いま申しあげたような構成になっているということではありませんが。

弾の構成と分類の仕方

弾の中の構成を見ますと、まず誘導装置が頭の部分にある。次に制御装置、近接信管がある。そのあとに、操舵装置（羽根を動かして空中を飛んで行くわけですから、その羽根を動かす装置）、目標にぶつかったときに爆発する弾頭、推進装置（普通はロケットモーター）というように構成されています。

ミサイルの分類の仕方にはいろいろの方法があるが、発射点と目標存在位置の二つで分類するやり方がよくとられている方法です。たとえば発射点が空中にあるときには、これをA (air) と示します。地上とか水上の場合には、S (surface) で表す。U (under water) は水中。同じように目標の存在位置を空中、

地表、海面、海中と分け、この二つを組み合わせて、あとにミサイルのMをつけて、AAM (空対空ミサイル) とか、ASM (空対艦ミサイル、空対地ミサイル) といった具合に表します。

任務によって、戦車を攻撃する対戦車ミサイルはATM (Anti Tank Missile)、対艦ミサイルはASM (Anti Ship Missile)、先ほどちょっと話したシュライクは対レーダーミサイルということで、ARM (Anti Radar Missile) と呼ばれる場合もあります。

飛翔経路と誘導方式

ミサイルでは、射程、命中精度、弾頭の効果等が非常に重要な性能になっていますが、射程と飛翔経路と推進機関はどうなっているか、ということを考えてみたいと思います。長距離のものには弾道型と巡航型があります。

縦軸に高度、横軸に水平距離をとりますと、弾道型は弧状の飛び方をして、基準弾道からのズレを、翼とか、あるいは大気圏外で翼の使えないところではロケットを使って、自分で姿勢とか経路を修正します。ICBM (大陸間弾道弾)、IRBM (中距離弾道弾)、MRBM (準中距離弾道弾) はほとんど弾道型です。推進装置はロケットが主になっています。

巡航型は、最近よく話題になるトマホークとか、ALCMとかの巡航ミサイルがそうですが、これは大気圏内を水平に、ほとんど高度を同じにして飛んで行く。ジェットエンジンを使っている場合がほとんどです。

空対空ミサイルとか、対戦車ミサイルのような短距

離のものは、高度ではなく水平距離と速度で考えたほうがいい。加速して一定速度で飛んで行く。ちょっと巡航に似ています。加速するときにロケットを使い、そのあと長時間使うためにジェットエンジンを使うこともあるし、もちろんロケットで低速で飛ぶ場合もあります。加速だけして、あとは惰性で飛んでいくというパターンを持ったものもあり、これはロケットだけで飛びます。サイドワインダーは、急激に加速して、あとは惰性で飛んで行くというふうなものです。飛翔経路で見た相違は以上のようなものです。

次に命中精度に一番密接に関係するものとして、誘導方式があります。どういふものがあるかというところ、指令誘導、プログラム誘導、ホーミング誘導の三つがあります。誘導に使う媒体は、電波、光、その他ですが、最も多いのは、やはり、電波を使ったものです。指令誘導は、家に誰かいます、子供をお使いに行かせるとき、その子に「あっちに行け、こっちに行け」と言葉で指令してやる。間違っていると、「あ、そこは左に曲がって、そこを右に行って」という調子で道案内してやるものです。

プログラム誘導は、あらかじめ「こういうふうに行きなさいよ」と地図を渡しておいてやる。出かけて行くほうが、地図と自分のいまいる位置を、何歩行ったら、この地図と幾つの違いが出るから、そこでこれだけ修正してという形で、自分で歩数をカウントしながら歩いて行く。

ホーミング誘導は、たとえば、これから行くマーケットに電灯がついておるとします。その電灯をめぐって行くように、相手の持っている信号なり特性を利用して、これに向かって行くやり方です。ホーミングと

いうのは「鳩が巢に帰る」行動で、これとの類似でミサイルの運動を表現するのに使われています。

指令誘導のいろいろ

具体例として指令誘導にはどういふものがあるか。

子想会敵点——目標が飛んできていて、それに対してミサイルを発射したときに、そのままで行ったら、どのへんに行つたときにミサイルが目標と会えるだろうかというところ——に向かつてミサイルを誘導して行くやり方が、会敵点を想定した指令誘導です。これにはナイキ、スタンダード（昔はターターといわれていたアメリカの艦対空ミサイル）、最近SAM-X候補として話題になったペトリオットという地对空ミサイルなどがあります。ただ、全経路で会敵点誘導を使っているのは、自由圏ではナイキとペトリオットだけで、スタンダードはセミアクティブの誘導も使っています。

目視線誘導というのは、誘導する位置から、目標を追い駆けるために見ている視線の上に、ちょうどミサイルをのせてやるように誘導信号を送る方式です。短SAM論議のときに候補になったユーロミサイル開発のヨーロッパは、電波による目視線誘導を採用しているわけです。

光で誘導するものとしては、わが国の七九式ATM（重MAT）があります。目標をこちらの眼鏡でのぞいていて、その視野の中にミサイルが入ってきた場合、ミサイルはうしろに赤外線を出すフレヤーをたいていますから、その赤外線の位置と眼鏡のまん中——ちょうどターゲットを見ている点——との角度の差を

検知して、必要修正量をコンピュータで計算し、その信号を有線でミサイルに送り経路データを修正するという方式です。同じような方式を採用して、アメリカが開発したものに、トウという対戦車ミサイルがあります。

ビーム乗りというのもあります。こちらから電波とかレーザ等のビームを出して、その上にミサイルを乗せてやる方式です。シーラッグというイギリスの艦対空ミサイルは、電波を使ったビーム乗りです。光を使ったものとしてはRBS70という、スウェーデンの短距離の肩撃ち携行SAMがあります。以上が指令誘導の主なものです。

戦略ミサイルはほとんど慣性誘導

ではプログラム誘導にはどういふものがあるか。大韓航空機撃墜事件で問題になっているINS、これに相当するものを積んでいるのが慣性誘導になるわけです。もちろん、これは電波とか光を使いません。ASM-1、エグゼ、ICBMとして代表的なミニットマンその他の戦略ミサイルは、ほとんど慣性誘導を使っている。

天測といえますのは、星の位置をベースにして、自分の位置を測りながら飛んで行く方式ですが、これも基本的には経路をどういふふうか、飛んで行くか、という地図を持っているわけです。昨日（九月二十日付）の新聞でしたか、アメリカの国防省が、ナブスター人工衛星を使ったGPS装置（全地球位置決定システム）の電波を、民間にも使わせようではないかという話が出ていましたが、それによりますと、非常に精度が高

くて、世界中どこでも誤差一六メートルくらいの精度で、位置情報が得られるようになっております。将来、トマホークという巡航ミサイルに使おうかと、アメリカも考えているようです。これなども一種の天測とみることも出来るわけです。

地測というのは、実際の地上の形状を自分で電波で測定しながら、自分の持っている地図と電波で測った形状とを重ね合わせてみて、そのズレを修正していく方式です。これはトマホークもやっていますし、パーシングIIは、これを使った初めての弾道ミサイルです。

エグゼはホーミング誘導

ホーミング誘導には、アクティブ、セミアクティブ、パッシブとあります。

アクティブは、ミサイルが自分で電波とか光とか、そういうものを出して、それが目標に当たって反射してくる波に向かつて、自分が追尾して行くというものです。人間が懐中電灯を持って、光を目標に当てながら近づいて行くのと同じです。国産のASM-1は、最初は慣性で飛びながら、最後の段階はアクティブ・レーダー、すなわち、電波を使ったホーミングの方式をとっています。外国のものではエグゼとか、F-14に積んでいるわりあい長距離の空対空ミサイル、フエニックスなどがこの方式を使っています。

セミアクティブでは、地上とか母機から電波を出して、その目標からの反射に向かつてホーミングして行く。陸上自衛隊のホークとか、航空自衛隊のスパローなどがセミアクティブ・レーダー・ホーミングです。

フェニックスは慣性誘導とセミアクティブ、そして最後にアクティブと三段階の誘導方式を持った、いわゆる複合誘導ミサイルの一例です。同じセミアクティブでも光波を使ったものがMAT（いま防衛庁で開発しているのですが）、これはレーザーの照射器を兵隊が持つていて、その光を戦車に当てて、そこからはね返ってくるレーザー波に向かって、ミサイルがホーミングして行くというものです。同じようなものには、アメリカのヘルファイアーがあります。これはヘリコプターに載せた対戦車誘導弾で、レーザーを使っています。

パッシブは、ミサイルのほうは何も出さないで、相手が出しているものに対して飛んで行くという方式です。HARMはアンチ・レーダー・ミサイルということで、レーダー波を出している目標に対して、ホーミングをして行くわけです。そのほか赤外線を使うものとしては、サイドワインダーとか、八一式短SAM——陸上自衛隊がいま装備し始めています——あるいは肩撃ちミサイルのステインガーなどがある。航空機が出している赤外線を探知して、それに向かって飛んで行くわけです。

自衛隊配備のミサイル

具体的に現在自衛隊が持つていているミサイルを見てみたいと思います。

ナイキは会敵点指令誘導のミサイルです。これも装備してから相当長くなるので、更新しなければいけない段階になっていますが、地对空の誘導弾です。

スタンダードは艦対空のミサイルです。ある程度の

ところまでは指令で飛んで行くが、途中でこちらの船から投射したレーダーの相手からの反射波をつかめるくらいの距離になったとき、セミアクティブ・レーダー・ホーミングに変わるといって、二つの誘導方式を持ったミサイルです。これには最も射程の短いSM-1と、これにブースター（加速用ロケットエンジン）をつけて射程を延ばしたものの、さらにこれを高性能化したSM-2、そしてブースターでSM-2の距離を延ばしたものの四種類があります。いずれも指令誘導とセミアクティブ・レーダー・ホーミングです。海上自衛隊はDDG（ミサイル搭載護衛艦）にブースターをつけないSM-1を装備している。

七九式対舟艇・対戦車誘導弾、これは先ほど方式のところでも説明したように別に誘導装置を持つていて、その視野にミサイルがちょうど入ってくるような弾道で発射すると、半自動で飛んで行くというものでして、いま相当数の調達を始めています。

改良ホーク（ホークの最新型）は、地上からレーダーを照射して、飛行機からはね返ってくる電波にホーミングして行くという、セミアクティブ・レーダー・ホーミングのミサイルです。現在、陸上自衛隊が装備しています。

同じ原理を戦闘機から航空機への関係に応用したスパロー、最新のAIM-7F、これらもやはりセミアクティブ・レーダー・ホーミングを使ったミサイルです。航空自衛隊のF-15戦闘機に四発積む予定で、ライセンス生産を始めています。

八一式短距離地对空誘導弾、これはプログラム誘導と赤外線ホーミングを併用します。最初はフェーズド・アレイ・レーダーといっていますが、電子走査アン

テナを使います。アンテナは回らないでジッと置いて、相当の角度の範囲に対して、電子的にビームを振らして目標を見つける。そういう仕組みを持ったレーダーです。それで見つけると、敵機がどういう飛行経路をとるかが大体予測出来ます。その予測した会敵点に向けて、ミサイルを発射する。途中で相手を見つけて、赤外線の目玉がパッと開いて、自分で相手を見つけて、その赤外線に向かってホーミングして行くわけです。

一つの射撃ユニットにレーダー一つ、ランチャー二つにそれぞれ四発ずつミサイルが搭載されていて、八発で構成されている地对空誘導弾です。昨日出た「週刊現代」に国産ミサイルが紹介されていて、その中にこれが出ておりました。現在、陸上自衛隊が装備している。

弾頭の種類

HEAT弾（High Explosive Anti Tank）は、主として戦車のような装甲を持ったものに対して使われます。弾頭がぶつかると、爆薬が外にはじけるのではなくて、燃えながら高温の細いジェット流になって前に噴き出し、相当厚い鉄板でも溶かしながら入って行く。戦車の中に入ると、そこで広がって中の乗員を殺傷する、という恐るべき弾です。戦車には、これが非

常に有効です。

徹甲弾という、装甲を突き抜いてしまうものもある。戦車に対して突き抜いて行くものと、船の中に突っ込んで入って行くものと二通りあります。装甲を突き抜いて、そのときのショックで戦車の中を破壊し、乗員を殺傷する。船の場合も同様のものがあります。

榴弾。破片効果を狙うものです。飛行機に直撃しなくても、空中で破片が飛び散ることによって、その破片が飛行機の部分を壊してしまふ。船に対しても、この破片効果を利用する。実はASM-1は、これを使っているわけです。装甲をぶち抜いて、船の中に入ってから、非常に短い時間ですが、中で爆発する。その破片と爆風で、そのへんのものを破壊し吹き飛ばしてしまふ、船の機能を失わせてしまふ。

普通よくいわれる爆弾。これは爆風効果を使ったもので、建造物とか人に対して効果がある。ミサイルの場合、その破壊目標から考えて爆弾を使うということはほとんどない。HEAT弾とか榴弾を使うことが多いわけです。

粘着榴弾。これは対戦車に使います。ぶつかりますと、装甲板にくっついてしまふ、そのショックのエネルギーがそのまま装甲板の中へ伝わって行き、そのときに装甲板の反対側が割られるという効果を持ったものです。当たっても何も起こらないと思っていれば、反対側がめくられて中をめちゃめちゃにされてしまふ。

焼夷弾。対可燃物、対人ということで、われわれもB29から落とされた焼夷弾を経験したことがあります。燃やすということを狙ったものです。一部では、例のエグゼなども榴弾ではなくて焼夷弾だったのでないか、というようなこともいわれています。実際にあ

のときは大火災を起こしていますが、ロケット弾の燃え残りが焼夷効果をもたらしたのか、実際の弾頭が焼夷弾だったのか、そのへんはまだよく分かりません。

最後に核弾頭。ICBM等の弾頭になる。そのエネルギーの総量がTNT、いわゆる高性能炸薬の何トンに相当するというところで、その破壊力が何キロトンとか何メガトンとかいわれます。標準的には爆風効果がエネルギーの五〇%、熱線が三五%、放射線が一五%というように、エネルギーが分散されると考えられている。これが中性子弾頭になると、爆風よりも放射線を主としたものになる。大体核弾頭の効果は、標準的にはこういうように考えられています。

弾頭の効果と命中精度

実際に弾頭が当たった場合の破壊確率や、壊し方の程度はどのように考えるのかということですが、二通りあります。対戦車ミサイルや対艦ミサイルなどの直撃ミサイルでは、目標を半径 r の円と考えますと、それに命中する確率と、ぶつかったときの弾頭の威力と目標の弱さの二つから出てくる破壊係数を掛けると、破壊確率が出ます。一方、破片や核弾頭を使うもの、たとえば対空ミサイルとか戦術ミサイルですと、ほとんど有効半径 r に命中する確率でもって破壊確率とする。

その計算式は $P_{hit} = e^{-\pi \times \rho \times (1 - 0.693)(r/CEP)^2}$ となります。この中でエクスポネンシャルのインデックスになる r とCEPが重要なファクターになるわけです。CEPというのは半数必中界といって、五〇%当たると考えていいと思いますが、弾着全弾のうちの半数が入っている円の半径をいいます。このCEPが非

常に小さいと、命中確率が上がる。 r が大きいと、同じように命中確率が上がる。したがって、この r とCEPの関係はどういうふうにしたらいいか。 r を大きくするとすることは、弾頭の効果を大きくするということです。CEPを小さくするということは、命中精度を高めるといふことです。この二つの兼ね合いで、いろいろ工夫しなければならぬ問題があるわけです。これで総論的な話を終わります。今度は戦略ミサイルについて話したいと思います。

戦略ミサイルの種類

ここでいう戦略ミサイルは、例のSALT(戦略兵器制限交渉)で問題になっている戦略ミサイルではありませんで、どう表現したらいいか困って、やむを得ず戦略という言葉を使いましたが、弾道ミサイルとか巡航ミサイルとか、核を使うようなものを想定していると考えていただきたい。

通常、戦略ミサイルは、弾道ミサイル、巡航ミサイル、対弾道ミサイル・ミサイル(要撃するミサイル)の三種類に分けられます。

弾道ミサイルは、ICBM、IRBM、MRBM、SRBMとあります。ICBM(International Ballistic Missile 大陸間弾道弾)は地上から発射するものと、場合によっては船から発射するものがある。射程は三、五〇〇カイリ以上といわれています。キロメートルに直すときは一・八五を掛ければよい。

IRBM(Intermediate Range Ballistic Missile 中距離弾道弾)は一、一〇〇〜三、五〇〇カイリ、MRBM(Medium Range Ballistic Missile 準中距離弾道弾)

第1表 話題になった核ミサイルの比較表

名 称	SS-20			PEACE KEEPER	PERSHING II	TOMAHAWK
	MOD 1	MOD 2	MOD 3			
就役年	1977			1986	1983	1983
全 長 (m)	16.5			21.6	10	5.5
最大径 (m)	2.0			2.34	1	0.54
段 数	2			4	2	2
推進機関	固体			固体	固体	固体 JET
射 程 (km)	5,000	5,000	7,400	11,000	1,500	3,200
CEP (m)	不明	400	不明	120	45 (25)	30
弾 頭	1×1.5MT	3×150KT MIRV	1×50KT	10×330KT MIRV	1×250KT MaRV	1×200KT

は七〇〇〜一、一〇〇カイリ、SRBM (Short Range Ballistic Missile 短距離弾道弾) は七〇〇カイリ以下の射程です。

巡航ミサイルには、GLCM (Ground Launched Cruise Missile 地上発射巡航ミサイル)、ALCM (Air Launched Cruise Missile 空中発射巡航ミサイル)、SLCM (Sea Launched Cruise Missile 海上(中)発射巡航ミサイル)があります。ソ連のAS-3とかAS-6やB52に積んでいるボーイングのAGM-86B等は、空中発射巡航ミサイルになります。トマホークは地上からも海上(中)からも発射出来る。たとえばニュージャージーに積むのは、海上発射巡航ミサイルになるわけです。

そのほか弾道ミサイルを要撃するミサイルということで、核を積んだものがありますが、戦略的なミサイルには、この三種類があると考えていただきたい。

SS-20、MX、パーシングII、トマホーク

最近、特に話題になっているミサイルが四つくらいあります(第一表参照)。SS-20。MX(ピース・キーパー)、パーシングII、トマホークです。SS-20はすでに配備されているが、ピース・キーパーとかパーシングIIはまだ配備されていない。ヨーロッパのSS-20の一部を極東に移すとか、削減するということが、パーシング

IIの配備がからまって議論されているわけですが、第一表で大きさとか、径とか、段数とかを見ていただければ分かるように、大体中距離のものは段数が二段くらいのもことになるわけです。推進機関は全部固体ロケットです。ただトマホークは発射のときは固体ですが、巡航するときにはジェットエンジンを使って飛んでいきます。

射程は、SS-20が五、〇〇〇キロくらい。ピース・キーパーは一万一、〇〇〇キロ、パーシングIIが一、五〇〇キロ、トマホークが三、二〇〇キロといわれています。CEP(半数必中界)の半径が、SS-20で四〇〇メートル、ピース・キーパーは一万一、〇〇〇キロの射程がありながら、一二〇メートルと非常に高精度のものになっている。パーシングIIのCEP(半数必中界)は四五メートルです。第一表のカッコの中の二五というのは、いままで一八発試験をしているのですが、それでCEP(半数必中界)が二五ということにすでに実証したということです。トマホークも三〇メートルと非常に精度が高い。

弾頭はどうかといいますと、SS-20の代表的なものでは一五〇キロトンが三発のMIRV(複数目標弾頭)です。ピース・キーパーは三三〇キロトンを一〇発、頭に持っていて、やはり、MIRV。パーシングIIは一発ですが、MaRV(ホーミング弾頭)で、これは画期的なミサイルになっているわけです。

弾頭部の誘導技術の進歩

弾道弾の弾頭部の誘導技術が、最近、非常に進歩してきています。最初にICBMが出来て、改良され、

配備されているときに、A B M (Anti Ballistic Missile) が出てきたわけです。目標の側から攻撃を受けるというところで、一つの弾頭だけでは、A B Mに要撃されてしまうと、一発で終わりということになります。そこで弾頭を幾つかに分けて、中にオトリを入れたらいいのではないかと考えた。それでごまかして、たとえば二発撃ったら一発はオトリで、一発は本当の弾だというようにしたらいいのではないかと、という考え方が出てきたわけです。

そのうちに、せっかくやるなら幾つかの弾頭を軌道を変えて、一つの目標に向かって放出したらいいのではないかと、ということになった。これが多弾頭 (Multiple Re-entry Vehicle)、M R Vの起こりです。

ところが、さらに誘導技術が進んできて、目標をいろいろ変えた場合も考えられるのではないかと、ということとで、複数目標弾頭 (Multiple Independently Targetable Re-entry Vehicle)、M I R Vと呼んでいます。弾頭収納部が慣性誘導装置とか天測航法装置を用いて、軌道を変更しながらつぎつぎに弾頭を落として行って、それぞれ違った目標に対して攻撃する方式が考え出された。

たとえばM R V (多弾頭) は、野球のボールを幾つか持つてバスに乗って、空き地に設けた標的に投げて当てるという場合、走っているバスの中からボールを一つ投げ、しばらく走ってまた一つ投げ、またもう一つ投げるといふように、一つの目標に対して、走っているバスの中から、場所を変えてボールを投げていくというやり方です。M I R V (複数目標弾頭) は、幾つかの標的に向かって、走っているバスの中からボールを一つずつ投げていくというやり方です。

最近では、弾頭そのものが自分で目標のほうに向かって、経路修正して行くような装置が出来るのではないかと、いわれるM a R V (Maneuverable Re-entry Vehicle)——ホーミング弾頭と呼んでいます

が——が考え出されています。すでに戦術ミサイルではホーミング技術は確立されているわけです。その技術を何とか使えないものだろうかという発想があり、実をいいますと、S S—20に対抗していろいろ議論されているパーシングⅡが、この技術をはじめ使っているわけです。いままでも概念としてはありましたが、実用化している戦術ミサイルはありませんでした。

個々の弾頭が大気圏に入ったあと、地形を照合しながら目標に向けて軌道修正して落ちてくるということとで、所定の目標に確実に命中するというシステムになっています。これはまさに投げるボールに、相手を見つけて飛んで行くような仕掛けをつけたもの、と考えていただきたいと思います。

弾道弾の弾頭の誘導技術は、こんなところまでできています。

戦略ミサイルの命中精度

具体的に戦略ミサイルの命中精度が、どのように変わってきているのか。一九六〇年代のS S—4とか、S S—5のC E P (半数必中界) は一、〇〇〇〜一、二〇〇メートルです。それに対してS S—20は四〇〇メートルくらい。一方、パーシングⅡ、トマホークは三〇〇〜五〇〇メートルと極めて高い精度を持ったものになっている。トライデントは四〇〇メートル、ポセイDONは四五〇メートルとなっています。一般的にいっ

てS L B M (潜水艦発射弾道ミサイル) のC E P (半数必中界) はあまりよくない。ミニットマンは約二六〇メートルといったところですが、これらのC E P (半数必中界) を射程で割ったものを相対命中精度ということとで、標準化してみたいと思います。

アメリカのI C B Mの系列は、この二〇年間に一〇〇キロメートル当たり一〇メートルから一メートルに上がってきています。一〇〇キロはちょうど東京から宇都宮までに相当しますが、この間を飛んで目標の一メートル以内当たる確率が五〇%くらいの精度です。トマホークは、それよりもさらに進んで、九〇センチになってきている。ソ連のI C B Mは、まだ二・七メートル程度です。

I R B M (中距離弾道弾) で見ますと、ソビエトのS S—20が八メートル、それに対してアメリカのパーシングⅡが二メートルといった具合です。S L B Mでは六メートルくらいです。パーシングⅡの相対命中精度は、絶対値では非常にいいのですが、M Xと比較して見ますと、相対的にまだ低い。

米ソの間には相当大きなギャップがある。この精度のギャップを何とかして埋めたいというのが、ソ連の非常に強い願望です。盛んに西側の進んだ技術、たとえばジャイロの技術とか、誘導部を小さく小型化したコンピューターの計算能力、そういうものの分野で追いつきたいと努力しているようです。

目標は都市からサイロへ

ここで弾頭効果と命中精度の関係を考えるに当たり、rとC E P (半数必中界) の比をとってみたいと思

ます。rという有効半径は、 Y (CEP 弾頭効果) —
たとえ一キロトンとか一メガトンとか——に対してある係数をもって $Y = kY^2$ と表される。これが重要な指標になるわけですが、この比率でいろいろ考えて行くと、どっちが得かということが分かってくると思います。

たとえば $Y = kY^2$ / CEP を二倍にするためには、 Y (弾頭効果) は倍乗すなわち立方根でできてきますから、八倍にしなければならぬ。弾頭威力を八倍にするのと、CEP (半数必中界) を半分にするのが同じ効果をもたらすわけです。

SS-18のモード1は二〇メガトンの弾頭を積んでいて、CEP (半数必中界) は四五〇メートルです。一方、ピース・キーパーというMXは、一〇個の弾頭で七五〇キロトン持っています。いま、この一〇個を考えなくて、二〇メガトンと七五〇キロトンとで、そのCEP (半数必中界) を比較すると、一発の破壊確率は七七%と七五%で、ほぼ同じくらいになる。ということは、四分の一くらいの小さい弾頭でもCEP (半数必中界) が小さいと、ほぼ同じくらいの破壊確率が得られるということです。

MIRVでは本来、各弾頭はそれぞれ目標が違うわけですが、全部を同じ目標に当てるということで考えますと、最低どれかが当たる確率を考えればよい。そういう総合破壊確率は、単弾頭七五%というMXでは、一〇個で計算すると、ほとんど一に近い数値が出てきます。命中精度を高めるといことが、非常に大きな効果を持つてくるということが分かると思えます。

ICBM、IRBM、SLBMについて弾頭の数を

考えて、その破壊確率を、あるミサイルのサイロが二、〇〇〇PSI (pound per square inch)、大気圧にして一四〇気圧くらいのものに耐えるという前提で、計算してみますと、ICBMについてはアメリカとソ連の間に大きな差異はない。ソ連は弾頭威力が非常に大きいということと、弾頭の数とで精度に劣る面をカバーしているといえます。IRBM、SLBMでは、米ソ間にまだ相当のギャップがあります。

昔のICBMの核弾頭は、都市破壊が目標だったわけですが、最近では、都市よりも、相手のミサイルのサイロを破壊する方向に変わってきて、CEP (半数必中界) を小さくせざるを得なくなってきた。それでいま命中精度の向上競争になっているわけです。

ピース・キーパー

ここで具体的にピース・キーパーとか、パーシングIIなどについて若干説明したいと思えます。

MXのリエントリ・ビークルの中には一〇発の弾頭がついています。それぞれの弾頭は三三〇キロトンの能力を持っています。が、この弾頭が自分自身を誘導することはありません。リエントリ・ビークルが姿勢を変えながら、一発ずつ弾頭を撃ち出して行く。このMXの誘導方式は、慣性誘導を使っています。

最初、カーターの頃に問題になって、レーガンになって最終的に決定したこのMXを、どう配置するかですが、最初は競馬場方式が考えられた。残存性を高めるために、幾つかのサイロの中をあちへ行ったり、こちへ行ったり、列車の上に乗せて発射するというような方式を考えただけですが、最終的にはデンス・パッ

クといえますか、密集方式になった。

たとえば短冊型の配置ということで縦二・四キロ、横一・六キロのところに、五五〇メートル間隔で一〇〇基の単発カプセルに一〇〇発のMXミサイルを配備する。そんなに密集しておく、一べんにやられるではないかと思われるのですが、実はこれは核弾頭の効果を逆手に使っているわけです。どういふことかといいますが、これを全部を破壊しようと思うと、五五〇メートル間隔ですから、SS-20にしろSS-18にしろ、四〇〇メートル程度のCEP (半数必中界) がありますと、大体一サイロに向かって、二発ずつ撃ち込まなくてはいかんということになります。一べんに何発か撃ち込みますと、最初に到着したのが爆発し、その次に到着する弾頭に対して核爆発の効果をよぼします。爆風と、当然放射線が出ます。もちろん、爆風によって経路がズレますし、放射線によって中のエレクトロニクスなどがやられてしまうということになる。敵の撃つてくる弾頭を無効にする効果があるというところで、こういう方法を考えた。

それでは弾頭を軟着陸させて、一発ずつ確実にやればいいではないか、ということになるわけですが、そこまでソ連の誘導装置が、ミサイルの最終段を誘導出来るようになるのは、一九九〇年のだいぶあとのほうになるだろうという見通しです。それは二〇〇〇年を出てきてはいるようです。

そのほか台形型のところに埋め込む、というような考え方もあります。

いまアメリカのICBMの基地にあるミニットマンのサイロは、大体一〇キロずつくらい離れている。一

第1図 中距離核ミサイルの比較

	USSR			U.S.	
	SS-4	SS-5	SS-20	PERSHING II	GLCM
WARHEADS	1	1	3 MIRV	1	1
RANGE(KM)	2,000	4,100	5,000	1,800	2,500
OPERATIONAL FLIGHT TIME	MINUTES	MINUTES	MINUTES	MINUTES	HOURS
OPERATIONAL MODE	FIXED	FIXED	MOBILE	MOBILE	MOBILE
GLOBAL NUMBERS DEPLOYED (DECEMBER 1981)	300	35	260+	0	0
YEAR OPERATIONAL	1960	1961	1977	1983	1983

米国統参議長「1983会計年度国防報告」

SS-20はMIRV一五〇キロトン三発を積んで、五、〇〇〇キロの射程です。

第1図のように、SS-20はこれまでのSS-4とか、SS-5に対して、非常に小さくなっている。小型になって、弾頭数がふえて、かつ射程はSS-5よりも長い。小型で長距離飛ぶ。しかもいままでのSS-4、SS-5は固定基地だったが、SS-20は機動性を持っている。発射してから、すぐほかの場所へ移って、またそこから次弾を発射出来る。発射

○発ごとにまとめて一つの管制センターがあって、それが五つくらいで一つの中隊をつくるという形になっている。ですから、MXの五五〇メートルに対し、約二〇倍の分散度を持っているわけです。

ミサイルを設置する場合、広い場所に置くとなれば、それだけ設備費が高くなる。施設をつくる費用も高くなるので、コストの問題で最終的にこの密集方式が採用されたと考えてよろしいのではない

機動性を持ち長射程の

SS-20

ホーミング装置をつけたパーシングII

パーシングIIは一、五〇〇キロ程度の射程で、一発のMIRV(ホーミング弾頭)を持っている。MIRVが具体的にどういう方法で誘導されるのかを説明します。

実はパーシングIAという一段の戦術ミサイルがあります。大体七〇〇キロくらい飛びます。それを二段にしたのがパーシングIIです。

その内部ですが、一段のロケットがまずあって、その上に二段目があり、最終的にはその部分が高度三〇〇キロくらいまで上がるわけです。大気圏は七〇キロないし八〇キロといわれていますが、三〇〇キロくらいまで上がったあと、ロケット部分が切り離され、頭部が落下してきます。

大気圏に再突入するときには、まだ頭にカプセルを

地点を発見されても、たとえばアメリカが報復のためそこにミサイルを撃ち込んでも、もうそこにはSS-20はない、ということになるわけです。そういう機動性を持ち、しかも射程が非常に長いということが特徴です。

また、アメリカのパーシングIIは、射程が一、五〇〇キロと短いのですが、非常に小型になってきているということが分かると思います。

実際の射程から見ると、SS-20の五、〇〇〇キロというのは、ヨーロッパ全土、北アフリカ、東南アジアの一部から極東全部をカバー出来るわけです。この点が、いま大きな脅威として問題にされているわけです。SS-20は慣性誘導方式です。

かぶって、その中にレーダーがあります。その下が弾頭部になっている。その次が制御部で最下部に翼がある。こういうシステムで、そのまま頭から高度一万五、〇〇〇メートルくらいまで入ってきます。そのときにはもう頭にかぶっていたカプセルは全部放出してしまつて、完全にレーダー・ドームが現れており、その中のレーダーが走査を始めます。

そして電波を使って、地上の地形を写しとって行くわけです。誘導装置の中にはあらかじめ、相手の目標付近の地形が全部コンピュータのメモリーの中に入っていますから、そのメモリーと、写しとったマップングデータとを照合して、必要な軌道修正をする。しかもその照合、軌道修正する段階が幾つかある。高度を四つくらいのバンドに分けてあって、そこで何回か照合しながら降りてくる。そして最終的に目標を確実につかまえる。このときの精度がCEP(半数必中界)二五メートルくらいになるわけです。

したがって、いままでの弾道ミサイルと違って、最終段階の誘導にホーミング装置をつけたミサイルになっているということですが、これは慣性航法装置もまだ持っているもので、コンピュータのメモリーと照合しながら、そのデータをベースにして、いままで持っていた慣性航法装置のメモリーも変えて行く。これをアップデイトするといえます。もしマップングしているレーダーが故障したときでも、それまでのレーダーで得たデータでホーミングして行くということになるわけです。したがって、これは非常に画期的なものになっているわけです。

精度の高いトマホーク

トマホークがまた面白い誘導の仕方をしていきます。途中まではやはり慣性航法装置で飛んで行きます。相手の目標の存在している地域に入ったときには、低空高度一〇〇〇メートルくらいではうようにして飛びまわす。そのときにどうするかといいますが、パーシングIIが持っていたようなレーダーとはまた違うのですが、電波高度計を持っていて、下向きにある範囲を電波で走査するわけです。そして、その周辺の標高の地図をとる。自分の標高地図と、電波高度計でとった標高地図とを照合する。

それでは自分の持っている標高地図はどこからとってくるのか。実は偵察衛星その他の人工衛星で撮った写真をもとに、所定の目標の付近までの経路の上で、どういふ地形になっているかを調べ、それらの標高を全部符号化してあるわけです。このうちいくつかの点とその付近を選定して、機上のコンピュータのメモリーに入れておきます。まず最初の点は非常に広範囲にとつて、慣性航法装置の誤差からくるズレを、最初にそこで修正します。

しばらく飛んでいるうちに、次の地点のところへきて、また走査して、その付近の標高地図と照合する。いくらかのズレがあったとすると、そのズレを飛行しながら修正していくということ、次第に精度を高めて、最後に目標に当たる。これをTERCOM(Terrain Contour Matching)と呼んでいます。そういう誘導装置をつけている。したがって、三〇メートルという信じられないような高い精度が得られるわけです。

戦術ミサイル

次に戦術ミサイルです(第2表参照)。

対艦ミサイルのエグゾセ。フォークランドで駆逐艦とか輸送船等を大破させたミサイルですが、そのときに使われたのはAM39です。全長四・七メートル、重量約六五〇キロ、射程約六〇キロ、誘導方式は慣性航法、アクティブ・レーダー・ホーミングです。

エグゾセ搭載のシニペール・エタングダールは、目標の船の位置データを、別にいたアルゼンチン海軍の対潜哨戒機P2Hからもらったようです。これをベースにズーッと低空を飛行し接近したあと、一度上昇してレーダーで目標を確認し、インブットをエグゾセに入れて発射した。そのときの目標が駆逐艦シニペールだったわけです。シニペールは、ちょうど単艦でピケット任務で前方へ出ていたために、航空護衛もなく裸のままやられた。ミサイルは実際には二発撃たれ、一発が当たったといわれています。

エグゾセには、このほかに幾つかの型があり、潜水艦から水上艦を攻撃するSM39、MM38という艦対艦のものもあります。この艦対艦のMM38は、ちょっと手を加えると、地对艦にもなる。MM40が最新のものですが、地・艦対艦で、重量も大きくなっています。艦対艦のMM38をトラックに積んだのが、やはりグラモガンというミサイル巡洋艦を大破している。したがって、あのときには空対艦と地对艦の両方が使われた。

次にアメリカの開発したハブーンがあります。いま海上自衛隊は、この空対艦、艦対艦、潜対艦の全部を

第2表 対艦ミサイル

	名称	型式	用途	諸元		飛翔速度 M	射程 km	誘導方式	推進機関	備考
				全長m	重量kg					
仏	EXOCET	AM39	空対艦	4.7	655	0.9	50-70	慣性	ロケット	MM38よりトモローター改良
		SM39	潜対艦	5.8	666 開発中		50		+ ARH (デュアル)	ロケット
		MM38	艦対艦	5.2	735		42			
		MM40	地、艦対艦	5.8	855		65+			MM38の改良型
米	HARPOON	AGM-84	空対艦	3.8	522	0.9	110	慣性+ ARH	ジェット	
		RGM-84	艦対艦	4.6	667		90+		ロケット+ ジェット	
		UGM-84	潜対艦				90+			
日	80式空対艦誘導弾	ASM-1	空対艦	4.0	610	高亜音速	□	慣性+ ARH	ロケット	
	地対艦誘導弾	XSSM-1	地対艦	5.0	640		□		ロケット+ ジェット	

装備していません。新しい潜水艦には全部搭載するようになっていいます。わが国が開発した八〇式空対艦誘導弾、いま開発中の地対艦誘導弾も第2表にあげておきました。

いずれも性能、大きさは大体同じようなものですが、一番大きく違うところは、エグゼセは、見ていただくとうかがいますように、長さが全部違います。ハブーンですと、空対艦のミサイルにブースターをつけられ、艦対艦、潜対艦にすぐ変わります。もちろん、潜対艦の場合にはカブセルをつけなければいけません、共用性がある。エグゼセでは空対艦以外はロケットがデュアルになっていて、発射のときのブースターと速度を維持するサステーナ（速度維持用ロケットエンジン）が

同じチェーンバーの中で燃えているわけです。したがって、たとえば艦対艦のものを空対艦として航空機に載せようと思うと、大きさと重量が全然合わない。要するに互換性がまったくありません。

わが国の八〇式の空対艦誘導弾は、ロケットを使っていますが、開発中の地対艦誘導弾は発射するときブースターとしてロケットを使い、あとジェットエンジンにする。それによって射程を、空対艦よりも大幅に伸ばしている。わが国の内陸部から発射して、しかも沿岸沖にきている船団とか、侵攻艦隊を撃破することを目的にしたものです。

撃沈よりは中枢破壊

それでは対艦ミサイルは、なぜ魚雷のような使い方をしないのかということなのですが、いまの船は全部ブリッジのところに中枢があるわけです。船を撃沈するよりも、その中枢部、司令部を破壊してしまえば戦闘能力を失ってしまうから、それでもいいではないかということなのです。必ずしも撃沈することを目的としていない。撃沈を目的とするのなら魚雷でいいのです。しかし、魚雷はスピードが遅い。迅速に効果的に撃破するためには、むしろそれでいいということ。ミサイルは開発されています。すでにステイクス三発で、駆逐艦を沈めてしまうという有効性も示されているわけです。

弾頭は、魚雷の弾頭の大きさとそう違わない。昔は四〇〇キロくらいの魚雷弾頭がありました、このへんのミサイルは一五〇キロから二五〇キロくらいのあるの弾頭で、大きさとしては魚雷と比較してそう見

劣りするものではなく、中樞を撃破するという任務ではまったく問題はありません。

ハブーンはうしろにブースターがついています。あるところまで上がりますと本体から切り離されて、そのあと本体はジェットエンジンに着火して飛行する。

本体部は、空対艦ミサイルとしてP3Cに積むことが出来るものと同じものです。

八〇式空対艦誘導弾には航空機搭載用のフックがあり、後方の四枚の翼でコントロールしながら飛んで行く。頭部にはアクティブ・レーダー・ホーミング用のレーダーがあります。

フォークランドやその前のリビアなどで使用されたAIM-9Lは、サイドワインダーの実用化されている最新型です。アメリカは9Mという次の改良型を開発していますが、まだ実戦配備されておりません。頭部に赤外線を検知する目玉がついていて、赤外線を出しているジェットに向かっていくのですが、9L以前のサイドワインダーはうしろからしか狙えなかった。しかし9Lになりますと、前のほうからもそれが見えるようになり、前方攻撃が出来るようになった。しかも運動性が向上して旋回能力が非常に高まった。赤外線ホーミングの空対空ミサイルでは、一番進んだものだといわれています。

ソ連にもこのテクノロジーを入れた、空対空ミサイルのアトールというのがありますが、そういうものに前方攻撃能力を付与しつつある、という情報もあります。9Lは長さ約三メートル、直径一三センチ、重さ七〇キロくらいです。これは航空自衛隊でもF-15に積みまます。スパロー四発とこのサイドワインダーを四発計八発を積んで、中距離ではスパローを、近距離

に入ったらサイドワインダーを使う、という戦法をとるわけです。

ミサイルからの防御法

それでは、こういう驚異的な進歩を遂げているミサイルからどうディフェンスするか、というミサイルの防御法に話を移したいと思います。それにはアクティブ、積極的に要撃するものと、ごまかしながら逃げて行くパッシブの二つの方法があります。

要撃するほうの代表は、ミサイルを使って要撃するという方法で、一つはABM (Anti Ballistic Missile) 対弾道ミサイル・ミサイル) ということになります。弾道ミサイルそのものが非常に高速で入ってくるし、しかも大変サイズが小さいということに難しいわけですが、最初にこれをどう防ぐかということで開発されたのは、大気圏外で核弾頭を使って要撃しようというものです。ソ連のガロシュがこれに相当します。

もし大気圏内に入ってきたときに核弾頭を使うと、自分のところにフォールアウトが入ってくるだけでなく、自分のほうの機材まで破損してしまうので、この場合は当然非核でなければならぬ。非核にするには、高速で入ってくる小さいものを発見して、すぐそれに対応出来るような高速のミサイルが必要だということ、いろいろな研究がされています。

まだ実験段階ですが、アメリカが研究中のものにHOE (Homing Overlay Experiment) というのがあります。これはミニットマンの一段、二段を使って、そして最終段が、宇宙空間に対して弾道ミサイルは当然ある温度を持っていますから、その赤外線をつかまえ

てホーミングして行くという装置を持ったものです。非核でミニットマンを要撃して成功した、という実験結果が出ています。

そのほかスバルタン改良型の研究とか、スモール・レーダー・ホーミング・インターセプターなども研究されています。いま普通ホーミングの際に使われている電波の波長は、数ギガとか一〇ギガオクターのマイクロ波といわれるものです。ミリ波になると、それが三〇ギガとか九〇ギガとか、非常に高い周波数のものになります。ミリ波は、非常に波長が短いものですから、小さな目標をよく識別出来る。そういう能力のレーダーを持ったミサイルで、相手のミサイルを要撃しようという技術も研究されているわけです。これは完全に大気圏内で使うということで、研究されているわけです。

そのほかAMM (Anti Missile Missile) があります。弾道ミサイル相手ではなくて、たとえばエグゼクテラスを防ぐものです。フォークランドでイギリスはずいぶん苦労したわけですが、そのときに一つの決め手はシーウルフだといわれた。シーウルフというのは、ミサイルを防御するミサイルで、他にシースパローも対ミサイル性能を持っているといわれています。いままでのソ連のAS-5とかAS-6とかいうものは、海上スレスレには入ってこなかった。一〇〇メートルとか二〇〇メートルとか、ある程度の高度から斜めに突っ込んできて、まさに飛行機と同じような攻撃をするので、海面からの電波反射がほとんどない。そういうものに対しては、シーウルフとか、シースパローは有効だといわれている。ところが、海面上を低高度で、たとえば一〇メートルくらいのところをはって来るよ

うなものに対しては、こういうミサイルで要撃するのは非常に難しい。

したがって、海上自衛隊がいま装備しているシースポローは、飛行機も落とせますし、わりあいのほうから突っ込んでくるタイプのミサイルも要撃出来るという事です。

アメリカは、いま7Mという、シースポローの最新型を開発しています。これは海上を相当低く入ってくるものでも撃墜出来る能力を持っている、といわれています。

しかし、まだまだミサイルでミサイルを撃墜するという事は、特にシースキミングのミサイルについては、難しいとされております。

機関砲やビームでの要撃

それに替わるものとして、火砲で防御するやり方があります。クロス・イン・ウエポン・システムといって、機関砲で要撃しようとするものです。一つの例がファランクスです。海上自衛隊の「くらま」とか「しらね」とかのDDH（ヘリコプター搭載護衛艦）に積んでいますし、一昨日（九月十九日）進水した「いそゆき」というDDにも二基積んでいます。二〇ミリの機関砲で、砲身を六本くらい持っているわけです。レーダーがついていて、それでミサイルをつかまえて飛翔経路を予測しながら、そこに機関砲弾を一分間三、〇〇〇発ぐらいの発射速度で撃ち込んでやる。その機関砲の弾がミサイルを破壊してしまう。特に弾頭のところにあたる、対艦ミサイルそのものがそこで爆発してしまいます。ファランクス以外では、シーガードが二

五ミリで四門、ゴールキーパーは三〇ミリで七門です。

そのほかよく最近話題になるビーム兵器。高出力レーザーのパワーを使ってやろうというもので、たとえばサイドワインダーの目玉を破壊してしまう。ミサイルそのものを撃墜するのではなくて、ホーミングの機能を失わせるために、目玉をレーザーのパワーで破壊する方法に最近成功したといわれています。宇宙でこれを使って、人工衛星や弾道弾を破壊しよう、ということも研究されています。

そのほか荷電粒子を飛ばす方法もあります。ソ連は、これにもつばら力を入れてるようです。こういうものでミサイルを無能化してしまうわけです。

媒体を利用しての妨害

またミサイルは、慣性誘導以外の誘導方法のものだったら、大概なんらかの媒体を使っている、その使っている電波とか光に対して、妨害を与えるというやり方もあります。これにはエレクトロニクス・カウンタ・メジャー（電子妨害）の技術を全部使います。たとえばシースキマーのミサイルが飛んできて電波を出す。その周波数を調べて、自分のほうからはね返って行く電波より強い電波を出してやっつて、相手の電波がはね返っていくのをマスクしてしまおう。こちらが強い電波を出しながら、はね返っていく時間をちょっと遅らせる。そしてだんだんに遅らせて行くと、船はそこにいるのに、実際はより遠くにいるように見える。ミサイルはそういうことが分からないから、もうちょっと先へ行つてはじめて命中のための準備をする

わけです。これは距離ゲートステイラーというものですが、こういう技術を使って、いろいろ電波の妨害をしてやる。

しかし、あまり強い妨害を与えると、ミサイルは、その妨害電波に向かかっていくというホーム・オン・ジャムの機能をたたらかせることになる。その場合には、逆にほかの船からまたそれを妨害してやると、そっちのほうにミサイルは向く。そっちへ行き始めたら電波を切るとか、ほかにもいろんなやり方が応用問題としてあるわけです。

赤外線の場合はどうするか。ミサイルに追い駆けられているとき、飛行機はほかの赤外線を出すようなものを使って、そちらのほうに引きつけるわけです。

レーザーの場合、ほかのミサイルと一緒に使うときには、誘導しているところからレーザーの光を調整した、いわゆるコーディングをやっているわけです。あるミサイルは、たとえば一一一というコードが入っているものしかつかまえない、ということになっていきますから、そのコーディングをこちらが盗んで、逆と同じ波長の、しかもコーディングの違うものを当ててやると、ミサイルはごまかされてしまおう、といった光波妨害もあります。

パッシブな防御方法

パッシブな方法としては、放射エネルギーを低くするやり方があります。たとえば放射している赤外線の強度を低くしてやる。船が海水を噴き上げて、煙突とかブリッジに振りかけると、赤外線の強度が大幅に

下がってくる。それによって赤外線にホーミングして
くるミサイルから逃げて行く。戦車の場合なら上にネ
ットを張って赤外線を出さないようにする。

それから最近話題になつてきているステルスですが、こ
れは反射エネルギーを低くするという事で、電波吸
収材を飛行機や船の上に張るわけです。また電波の反
射面積を少なくしていく発汗法というものもある。たと
えばレーザー光線を当てられたときに戦車が汗を出
す。つまり、液体を吹き出してレーザーの光を吸収し
てしまう。そうすると、反射しませんから、ミサイル
はどこへ行つていいか分からなくなるわけです。煙幕
とか、カムフラージュとかいうやり方で、光でホーミ
ングしてくるものをごまかしてしまふという方法もあ
ります。

そのほか欺瞞といいますが、騙す。同じような赤外
線を放射するものを、ミサイルを撃たれたときに、自
分のほうから発射してやる。オトリですが、そっちの
ほうにミサイルが引つ張られていくようにする方法で
す。電波を反射する細かい金層片をバラ撒いたり、あ
るいはフレヤーという非常に赤外線を強く出すものを
撒く。こういういろいろな方法で、ミサイルを自分の
ほうからそれで行かせるのが、パッシブの技術です。

戦略ミサイルの今後

そこで今後の動向ですが、ミサイルの将来動向とし
て、戦略ミサイル型のもとと戦術ミサイル型のもと
に分けて考えるべきだと思いますが、戦略ミサイルの
弾道型のものでは、M a R V化が相当進んで行くので
はないか。弾道ミサイルに最終のホーミング誘導技術

を使うということ、一説によると、M Xが配備され
る頃には、M Xの各弾頭が全部M a R V化されるので
はないか、ともいわれています。

残存性、生存性を高めるといふことで、地上発射ミ
サイルに機動性を持たせる。核弾頭が爆発したとき
に、それから自分自身を守る防護力を持たせる。I C
B Mのサイロでは、アメリカの軍の要求は二、〇〇〇
P S Iといいますが、一四〇キロ気圧くらいに耐え
られるようなものにしるということです。実際にはM
Xのサイロは五、〇〇〇P S Iに耐えるともいわれて
います。三五〇気圧くらいに耐えるということになる
わけですが、サイロそのものが非常に強くなつてきま
すと、それを破壊するのがまた大変です。M Xのサイ
ロがそれぞれが五五〇メートル離れているということ
は、五五〇メートル離れたところに一メガトンクラス
のものが落ちて、生き残れるということ、ちょ
つと試算してみますと、四五〇メートルくらい離れて
いれば大丈夫という感じもします。ともかく防護力を
高めるといふことが強く要請される。

防護力を高めるといふことは、一方において報復す
るときに、ミサイルがすぐ発射出来ないという問題を
持つわけです。すぐ発射するためにはあまりガードを
固くしないほうがいい。しかし、自分のほうを守ると
いうことからすると、なるべくガードを固くしたい。
相矛盾するわけですが、どういふサイロの構造にした
らいいかということ、M Xもいろいろ試行錯誤をや
っているようです。

巡航型のもので、非常に低高度で飛ぶので、レー
ダーに見えないようにするため、ステルス性を付
与するという事で、電波吸収材を使うとか構造その

ものを変える。実はボーイングの開発したA L C Mも
何発か買うことにしたのですが、ステルス性を付与す
るために、もう一つほかの型のA L C Mを開発しよう
ということになり、調達をある数だけにして、もうや
めようということになりました。これも今後の主要な
開発動向になってきます。もちろん、誘導精度の向上
も当然あります。

スタンド・オフ・ジャマーというのは、対地攻撃す
る飛行機が飛んでくると、それから離れたところで、
地上のレーダーに妨害をかけてやる方法です。それが
地上のミサイルから届かないところでやられると、妨
害を受けたほうからは反撃のしようがない。ホーム・オ
ン・ジャム機能を持たせたとしても、射程が十分でな
い場合は非常に困る。そういうふうなものに、地对空
誘導弾はどう対処したらいいか。いろいろ考えなけれ
ばなりません。

艦対空の場合には、当然スキマーミサイル、海上ス
レスレに飛んでくるミサイルにどう対処するか。

空対空のミサイルでは、戦闘機の運動性を上回り、場
合によっては母機が狙っていないくても、ここだとい
うことで指示してやれば、ミサイルが勝手に運動して飛
んで行けるような、非常に高い運動性を持つものが要
求されるようになった。

対艦ミサイルはどうなるか。いまのはブリッジを破
壊するミサイルですが、命中寸前にこれを潜らせて水
中で爆発させるといふのは非常に効果があるわけ
です。特に水圧をうまく利用しますと、その圧力がその
まま伝わって行くので、船殻を破壊することが出来る
わけです。そういう水中攻撃能力を、ミサイルに持た
せたらという考え方もあります。

それから高速直上攻撃能力。マッハ三くらいの高速度で飛んできて、真上から攻撃する。船は横に対しては強いのですが、真上から狙われると非常に弱い。上から高速で入ってくる攻撃に対しては、船は非常に弱いので、こういうやり方も今後は出てくるだろう。最近新しくラム・ロケットというような技術が出てきました、長射程で高速で飛ぶミサイルを可能にするようになってきてあります。そういうものを使って船を上から攻撃する。戦車についても同じようなことがいえるわけです。戦車も前と横は装甲が厚くて強いのですが、上は極めて弱い。赤外線を見つけて、戦車を上からエンジンに向かって攻撃すれば、一ぺんでかく座してしまふ。今後はこういう攻撃がなされる。

いまアメリカは、アソールト・ブレイカーとかいう、ミサイルシステムを開発中ですが、これは大量の戦車に、赤外線が目玉をつけた小さなミサイルをホーミングさせて破壊しようというものです。これも全部上から攻撃するやり方です。地対地では、精度を上げるといふこと、あるいは生残性を向上するといふことで機動性を持たせる、ということがどんどん図られていくだろうと思います。

戦術ミサイルの発展動向

戦術ミサイルは一般的なすう勢としてどうなっているか。大量に同時攻撃する、多方向から同時にやってくる、全天候下の攻撃、スタンド・オフ攻撃、低空高速侵入、直上高速侵入、電磁波による妨害、欺瞞、こういうふうな脅威が考えられるわけです。それについて運用要求としては、当然、多目標対処とか、個別四

標の識別。幾つかの目標があるときは、おまえはこれに行くんだというように、ミサイルに指定してやる。またミサイルがそれを自分で識別するような能力を持たせるということ。

いちいち面倒を見なくても、一度発射すれば、勝手にその目標に向かって飛んで行ってくれる、いわば撃ち放し性を持たせる。瞬間交戦能力を持たせる。多方向の対処能力。対ミサイル能力。夜でも悪天候下でも使える。目標、オトリ、背景に対する識別能力、対妨害能力（妨害に対してどう処理するか）。長射程化と高速化。こういうような運用要求が当然出てくるわけです。

それを実際に具体化する技術分野はどうなるか。まず第一にロボット化。人工知能化が進み、人間が頭の中でやるのと同じようなことを、ミサイルが自分でやるようになる。第二にはセンサー能力。目標等を見つけてる手段も、電波から光まで、そのほか磁気とかいろいろなものを利用するマルチスペクトルで、しかもセンサーそのものもいろいろなものを組み合わせた複合的なものになる。

次にパワーを高めていく。たとえば長射程化と高速化の関係でいえば、いまのロケットモーターは、一〇〇キログラムのロケット推進薬があると、そのうちの八五％が酸素で、一五％が燃料です。空中で使うのであれば、酸素に当たる八五％分は空気中から取り入れたいではないか。そういう考え方が当然出てくるわけです。

全部を非常に燃料濃度の高いものにして、最初にもよつと燃やしてやる。まだ燃料が非常に多いガス状態のものに、外から圧縮した空気をそのチェンバーの中

に吹き込んでやって、そこで燃焼させる。ラム・ロケットと呼んでいます。そういうものになると、いままで一五％で一〇〇キロ飛んだものが、その約七倍の距離まで伸びるわけです。

コンプレッサーなんか使わないで、外から入ってくる空気をそのまま圧縮して使えるような状態というのは、大体マッハ3以上の速度にならないと無理なんです。ともかく高速・長射程化が一緒に実現できるようなロケット技術が開発されつつある。最近、フランスがこの技術を応用した対艦ミサイルを開発し始めている、と聞いております。こういうようにパワーの向上も進められています。

まとめますと、ミサイルは基本的には最も進んだロボット兵器だと思えます。特に最近では電子技術が非常に速いスピードで進歩しつつありますが、そういうものがすぐに応用出来るウェポン・システムになっているわけで、今後さらにミサイルの人工知能化が進み、自力で敵に向かって飛んで行き、これを撃破するといふ時代に入りつつあると考えます。

質疑応答

質問 S S-20のモード3の射程が七、四〇〇キロとありますが、七、四〇〇キロというのと、ウルル山脈の東から狙ってヨーロッパは楽に射程に入りますね。そうすると、例のINFの交渉と非常に関係が出てくると思うんですが、その点はどうか。

それからバージョンIIの射程が一、五〇〇とか一、八〇〇とかいわれていますが、西ドイツの基地から撃つた場合、モスクワを直撃出来ないかと、私は聞いていたのですが、出来るという説もある。どちらなのか教

えていただきたい。

もう一つは、グロムイコの発言でしたか、SS-20は、アメリカの基地とか、艦船、第七艦隊を狙っているといわれていますけれども、艦隊を狙う場合に、SS-20ははたして有効なのかどうか。

上原 射程については、私も細かく分析したわけではないのですけれども、モード3は射程七、四〇〇キロ、そのかわり弾頭が非常に小さくなっていますね。従って射程を長くすれば、その分だけ効果が少なくなる。それにCEP（半数必中界）がよく分からない。

七、〇〇〇キロくらいになりますと、サイロなり、ハードポイントを確実に破壊出来るのかどうか、という問題が出てくると思います。そのへんについてはよく分からない点があります。ウラルの東側からヨーロッパのほうを狙えるということについては、それは出来るというでしょうが、問題はターゲットを何にするのかということも関連してくると思います。

SS-20が艦隊を攻撃出来るかということなんですけれども、問題は艦隊の移動速度によります。たとえば港内停泊している場合、位置が分かっているれば、あれだけの核弾頭を持っていけば、確実に撃破出来るのではないか。ただ問題は移動している場合です。SS-20は発射から弾着まで二〇分くらいかかりますから、その間に船が二〇ノットで動いていたとしますと、大体六ノティカルマイルくらい動いているわけで、十キロくらいになります。移動しているものに、もし当てようと思うと、途中の修正が必要ですが、SS-20では全く出来ないと思います。艦隊の移動している先を、何ノットでどのくらい行っているという予測をつけて発射すれば別ですが、もし現在の位置はこ

うだということでは発射した場合には、命中しないということになるのではないかと思います。

ですから、たとえば偵察衛星でよく見ている——偵察衛星がどこまで見えるかというのも、いろいろ議論がありますけれども、即座に位置や速度情報を地上で得て経過時間との関係で予測点はここだ、ということでは発射すれば命中させることも可能でしょう。しかし、艦隊は相当の広がりを持っているので、その効果のほどは疑わしいところがあります。

パーシングⅡの射程は、モスクワくらいまでは入るのではなかったでしょうか。私も、そこまで細かくは検討しておりません。

質問 一説によると、あれは最初の設計段階から、モスクワを射程におさめないようにしてあるんだというのを、どこかで読んだような記憶があるのですけど。

上原 そうですねえ……。いまの目標が戦術目標なり戦略目標、戦略でも、都市を除くような形になりつつあるということから、そういう設計をしたということが出来るということだろうと思うのですが。逆に使いたい方の問題として、そういうことも可能なのではないかと思えます。たとえば弾頭を小型化すれば射程は伸びますし、しかも移動性があるということは、相対的距離を短く出来るということです。

質問 レーガン政権はMXミサイルの時代が終わったあとに、小型の移動可能な単弾頭のICBMをつくるというわけですね。そういうふうに移動可能な小型のICBMを米ソとにつくった場合には、現在、START（戦略兵器削減交渉）でやっているようなお互いの数の確認が出来なくなるのではな

いか。そういう心配はないのか。

上原 例のミジェットマンというやつですね。たしかに難しくなってくるという事はあります。いままでの交渉の前提は、サイロがあつて、それに入れるところまで人工衛星の監視の下で一応見せるんだ、というところからスタートしていたわけですから、その意味では、そういう点の困難性をどう克服するのか、ということが出てくると思います。どのように対処するのか、私にもちょっと分かりかねます。

質問 ABMというのは、実際に敵のミサイルを要撃して命中した場合、迎え撃つたほうと、入ってくるほうと、両方が同時に核爆発を起こすんですか。

上原 入ってきたほうは核爆発を起こしません。こちらが核爆発を起こして破壊してしまふ場合と、非核の場合はめっちゃめっちゃにしてしまふだけです。向こうの核弾頭がそのときに爆発するということは、まずないのではないかと思います。

質問 迎え撃つほうは核爆発を起こして、相手のニュークリアーの機能を抹殺する。

上原 そういうことです。それから破壊してしまふ。

質問 その場合に、相手の核弾頭は必ずしも核爆発を起こすというわけではない……。

上原 はい。核爆発を起こさせるためには、核弾頭の中に入っている放射性物質を臨界にしなければいけない。その機構をやられてしまふわけですから、まづほとんど核爆発を起こさないと考えていいのではないかと思います。

質問 最後のミサイル兵器の今後のすう勢の中で、ミサイルは最も進んだロボット兵器であり、電子技術

をすぐに応用出来、ますます人工知能化していくと述べられた。日本のロボット技術、電子技術はかなり進んでいると思うのですけれども、世界的に見て、日本のミサイル開発の水準はどの程度で、今後の可能性はどうなのか。アメリカが日本に兵器技術を要求している中に、そういうものが入っているのかどうか。

上原 現在の日本のミサイル技術は、先ほど触れた対艦ミサイル、空対空、対戦車、地対空でも短SAMのクラスなど、中型ないし小型のミサイルについては、諸外国に引けを取らないレベルまでできていると考えています。

アメリカからの武器技術供与要請の問題ですが、具体的に何をという話はまったく出ておりません。ですから何がほしいのか、われわれにも分からないという状況です。

質問 次のことについて教えていただきたい。ミサイルの精度として二つ指摘された。一つはジャイロの精度。これはどういうことなのか。しろうとに分かり易く説明していただきたい。第二にコンピュータの精度といわれた。コンピュータの精度は分かるけれども、さてスピードはどうなのか。これから先五年、十年くらいのレンジで見たら、どんなふうにスピードが速まっていくのか。そうすれば、アンチ・ミサイル・ミサイルがどうなるのか。要するに技術格差の問題を教えてください。

上原 ジャイロというのは回転しているわけですね。当然メカニカルに作動しているわけですから、時間が経つと、完全に同じ軸でグルグル回転しているのではなくて、少しずつズレてくる。それをドリフトとわれわれは呼んでいるのですが、だんだんそのドリフ

トが大きくなりますと、時間とともにその誤差が大きくなって行くということが一つあるわけです。そのドリフトをなるべく減らすために、ジャイロの軸を空気で浮かせたりしています。一方、最近、レーザー・ジャイロというものが開発されつつありますが、これを使おうかということにもなっています。これは電子工学を応用した非常にドリフトの少ないものです。ジャイロには、そういうドリフトの問題があります。

コンピュータですが、高速で非常に精度の高い計算をやらせるためには、大きければそういうことが可能なわけですけど、高速で、しかもいろいろな情報を同時に処理して、しかもそれを小型にパッケージしなければなりません。また、置かれる環境が非常に厳しい振動とか、衝撃とか、加速度とか、そういうところですので、それにも耐えるものでなければなりません。そういうものをつくり出すために、いまアメリカはVHSIC (Very High Speed Integrated Circuit) の開発を行っています。これに相当する技術が、日本がやっています。超LSIの二五六キロビットとか、一メガビットといったメモリーの製造技術に関係するものです。これらを使いますと、非常にコンパクトで高性能の、しかも高速のものが出来てくる。

精度につきましては、計算精度と信頼性の問題があると思います。そこで何かのビットのエラーがありますと、すぐそれが誤差に繋がってくる。そのへんの問題もあって、コンピュータの進歩、特に半導体技術が直接的にミサイルの人工知能技術に絡まってくると考えています。

質問 二五六とか一メガとか、二メガという高集積と高容量というのがありますが、超格子素子のな、三

次元素子といったような質的な転換と対環境強化素子みたいなものが複合化してパッと出れば、ものすごく強力になると考えてよろしいですか。

上原 そうです。そういうふうに考えてよろしいと思います。

質問 その可能性は五年とか一〇年以内とか……。

上原 これは非常に難しい問題ですね。超格子素子とか、三元素素子は、まだようやくアイデアが試作になっただけの段階で、これが本当に実用化されるまでにどれだけかかるだろうか。いままでのLSIの技術は、わりあい過去の実績がありますから、何年くらいという予測は出来るのですけど、新しいイメージでつくれる新しい素子については、たとえ五年以内に実用化出来るのかということになりますと、私には、まだ確信が持てません。

レストランメニュー

(以下のグランドメニューのほか、2日毎に替わるランチメニュー(洋食コース3種類、和食2種類)および4種類の特別一品料理、果物を用意しております)

APPETIZERS

アラスカ特製フォアグラ	800円
小海老のカクテル	600円

鮭の燻製	900円
蟹のつめバター焼	800円

SOUPS

ポタージュ	250円
オニオングラタン	350円

コンソメ	250円
コーンチャウダー	400円

SEA-FOOD

車海老のフライ	800円
鮭の網焼	700円
舌平目のバター焼	700円

車海老トマトソース煮	800円
舌平目ホーレン草敷グラタン	700円
伊勢海老のクリーム合えチーズ焼	3,000円

CHARCOAL BROILER

サーロインステーキ	3,000円
ハムステーキ	1,500円
グリルチキン	700円

テンダーロインステーキ	3,000円
ハンバーグステーキ	700円
仔羊背肉のグリル	900円

SALADS

ハートレタス	400円
トスサラダ	400円

スライストマト	400円
---------	------

ENTREE

ウィーン風仔牛肉のカツレツ (バターソース)	800円
フランクフルトソーセージ サワークラウト	750円
牛舌肉の煮込み	1,000円
ジャリアピンステーキ	2,300円

グリルフランクフルトソーセージ	750円
仔牛肉黄金焼	800円
ビーフソテーハンガリー風	900円
牛肉ストロガノフ風	900円
チキンソテーイタリー風 スパゲッティ添え	700円

SANDWICH, SPAGHETTI and RICE

取合せサンドウィッチ	700円
アラスカ風スパゲッティ	600円
ビーフカレーライス	650円

スパゲッティミートソース	600円
チキンカレーライス	600円
ピラフ(チキン・海老)	600円

DESSERTS

アイスクリーム(バニラ・グリーンティ)	150円
コーヒー	120円
小コーヒー	60円

シャーベット	150円
紅茶	120円
プリン	150円

ラウンジメニュー

トースト.....150円

■ 酒類のおつまみとして次のものを用意しております。値段は200円~700円です。

ポテトチップ 品川巻 ミックスナッツ 骨せん 各種チーズ オイルサーデン
スライスオニオン ドイツ風ソーセージ シューマイ ピザパイ

■ また、日替りで和風のおつまみも5~10品程度用意しております。値段は300~500円です。