

本文は AIAA Aerospace America 誌の許可に基づく次の記事の翻訳である。(This article was reprinted with the permission of Aerospace America.) James W. Canon: "Timing in battle: The T-Sat edge", Aerospace America, pp.39-43, Jan. 2006.

## Timing in battle: The T-Sat edge

(戦闘におけるタイミング: T-Sat の威力)

米軍再編のための衛星通信システムは、明日の素早い攻撃・  
反撃に革新的な速度と戦力を約束する

ジェームズ・W・キャンノン (James W. Canon), 寄稿ジャーナリスト

米軍をネットワーク中心の軍隊に再編するという国防総省の野心的計画の成否は、今や開発中の再編衛星通信システム(T-Sat)にかかっているというのが常識である。防衛計画の担当者は、革命的な T-Sat 衛星の衛星群が提供する宇宙通信なしでは、軍の全面的再編とネットワーク中心の作戦を達成するのは不可能であると確信している。

軍では、無人航空機(UAV)のような自律または半自律システムの数を増やすことを含む高度な移動、素早い反撃・攻撃、ネットワーク中心の軍隊への変換が始まっている。それ故、あらゆる種類の監視システム、武器プラットフォーム及び全世界の陸海空の司令所の間の高信頼かつ超高速通信を必要とする。

ペンタゴンの文書によると、T-Sat は軍が計画中の GIG (全世界情報グリッド)に不可欠な宇宙部分、即ち、「空のインターネット」である。それ故、T-Sat システムは、「国防総省の将来の情報活動の基礎」であり、「将来のすべての作戦に必須の国防総省のネットワーク中心作戦環境の概念の心臓部」と見なされている。

### 衛星群

計画によると、T-Sat の運用時の衛星群は、静止軌道上の5つの高度通信衛星から構成される。6番目の T-Sat は不具合の場合の非動作予備として展開される。

各 T-Sat は、他の宇宙プラットフォームへの衛星間通信と陸海空のプラットフォームへの下り回線を有し、光通信(lasercom)及び先進的な高周波(RF)通信を提供する。また、各 T-Sat は、通信に関して超高速で優先順位付けと分配を行うために、いわゆる次世代信号プロセッサ/ルータ(NGPR)を組み込んでいる。

これらの革新的な特徴として、T-Sat システムは、世界のいかなる固定または移動中の軍及び国家諜報ユーザに対して、素早く、高速度で、宇宙経由で、または、宇宙から豊富な情報を分配することを可能にする。T-Sat は、ジャミング及びその他の破壊的または攻撃

衛星に耐えるように設計される。

ボーイングとロッキード・マーチンは、推定 160 億ドルのプログラムにおいて T-Sat の製造契約を争っている。2004 年 1 月に、空軍は T-Sat 開発の設計及びリスク軽減フェーズを実行するために、各々の会社におよそ 5 億ドルの契約を与えた。当局は、2006 年度後半に勝者を選ぶ。T-Sat の最初の打上げは、2013-2015 年に予定される。また、T-Sat 衛星群の完全な運用は、2018 年に予定されている。

### システムの稼働

T-Sat ミッション運用システム(T-MOS)は、T-Sat を稼働させるための地上の光ファイバ・ネットワーク基盤を提供する。当局によると、T-MOS ネットワークは、軍及び諜報ユーザが要求する膨大な通信を管理し、調整するように設計される。そして、それらのユーザは迅速に、能率的かつ効率的に戦闘状況を判断して、対応することができる。レイセオン、ノースロップ・グラマン及びロッキード・マーチンの各社は、20 億ドルの T-MOS システムの契約獲得競争をしている 3 チームのリーダーである。

レイセオンの T-MOS プログラム・マネージャのトリップ・カーター(Trip Carter)氏は、T-Sat/T-MOS の主要なゴ



支持者は T-Sat は最近開発中の AEHF システムより 10 倍効率的であると言う。

ールは、「移動戦闘力のための世界的な情報システム」を作ることであると言っている。彼は次の見解を持っている。米軍は「情報収集の多くの手段を持っているが、それらは適切な時間に適切なユーザに情報を取得させる通信基盤ではない。T-MOS は、バンド幅をダイナミックに割り当て、再配分するためにネットワーク・アーキテクチャを構築するのが役目である。T-MOS は、この T-Sat システムだけでなく、あらゆる他のネットワークも結びつける。その鍵となるのは、全ての情報システムの間で、インターオペラビリティを達成することである。」

同じ趣旨で、ロサンゼルス空軍宇宙・ミサイル・システム Milsatcom ジョイント・プログラム・オフィスの T-Sat/T-MOS プログラム部長のトロイ・マインク (Troy Meink) 氏は次のように説明している。つまり、「T-Sat は、移動中の陸軍と海兵隊部隊等の端末に通信サービスを提供し、それらすべてを結びつけるように設計されている。このようなことができる通信システムは他にない。」

マインク氏は、「我々は、近い将来、我々の戦闘集団にとって、非常に良い衛星通信システムを実現はするが、戦闘集団がどこに行く必要があるかを知るためには、T-Sat は非常に重要である。」と言っている。

その大きな要因は、光通信 (lasercom) である。光通信により、T-Sat は ISR (諜報、監視、偵察) データなどの情報を宇宙及び大気高々度にある通信端末に超高速伝送ができるようになる。「lasercom はファイバなしの光ファイバとみなされる。」と、マインク氏は説明する。「我々は、望遠鏡を使った衛星通信を行うことにより、自由空間の中を通す光通信を 4 年間経験している。我々は、光通信をどう扱えばいいか知っている。コントラクターは必要な運用信頼性を得ることができると確信している。そして、T-Sat が運用に入るとき、成果が確実になるように多くの試験をしている。」

しかし、T-Sat システムにおいては、長い間できなかった移動中の地上軍との通信 [Cotm]—比較的高速度で移動している部隊への高速通信—が光通信により可能になるのではなく、高周波ペイロードと NGPR により Cotm が可能となる。」とプログラム・マネージャは指摘している。

軍再編の主な目標は、部隊が戦闘に対してより移動性を高め、より素早く対応すること、移動中に情報及び画像通信をネットワーク化することである。このためには、これらの部隊が宇宙から信号を受け、保持することができるより小さなアンテナを備えることを必要とする。このためには、T-Sat がより大きな送信アンテナを持つことが必要である。

また、T-Sat システムにより、空軍のすべての ISR と武器プラットフォームを結ぶ自動化した情報ネットワークが必要という空軍の切迫した要求を満たすことが期待される。空軍の「作戦の情報概念 [conops]」の一環として、「有人、無人及び宇宙のすべてのシステムの機械対機械の継ぎ目のない統合」を達成しなければならないと空軍は言っている。これが T-Sat である。

## 空のインターネット

T-Sat プログラムの重要なコンポーネントは、次世代のプロセッサ/ルータ (NGPR) である。NGPR の先進技術を開発し、それをきちんと働かせることは、プログラムの成功に「非常に重要である」。それはまた、「インターネット・プロトコル [IP] による空のネットワーク」という T-Sat の概念を実行する上でのキーであると、クレイグ・クーニング (Craig Cooning) 退役少将 (前空軍宇宙捕捉部長) は断言している。

クーニング退役少将は次のように説明する。「地上、空中または任意の場所にある端末はメッセージに IP アドレスを追加して、T-Sat に送る。そして、衛星のプロセッサ/ルータはそれらを目的の受取人に回送する。ネットワークである T-MOS は、メッセージの優先順位を制御する。例えば、特定のメッセージが他より重要であり、先に送る必要があかどうか決定する。」

一部の当局者は、信号プロセッサ/ルータの技術的な複雑さをマスターしないと、T-Sat の最初の打上げに間に合うように開発を完了することができないことになるかもしれないという懸念を表明した。しかし、マインク氏は楽観視している。

「技術的に見ると、我々はかなり良い状態にいると思う。」と、プログラム・マネージャは言っている。彼は、コントラクターはいわゆる衛星の資産という点で、同じような技術に関してかなりの経験を有していることに注意している。

「私は、このどれもが簡単であると言っていない。」と、マインク氏は主張する。「我々にはまだ多くの作業がある。しかし、我々の作業は我々の目的に合致している。我々は、技術的には、予定どおりか、予定より進んでいる。我々は、lasercom とプロセッサ/ルータのいくつかのデモンストレーションを行った。コントラクターは、意図したことを達成した。」

リスクの軽減は、T-Sat の設計/開発段階において、非常に高いプライオリティを持つとマインク氏は言う。T-Sat プログラムが最初から、近年の他のいくつかの宇宙計画を苦しめた問題を避けるように慎重に構成された。

「我々は、正しいことを確認し、技術が開発段階において通常より高いレベルに成熟しているか確かめるために、プログラムの初期に通常より多くの時間をかけた。」と、彼は言っている。

また、プログラムは全ての先進技術要素について独立した、契約によらない試験を含む点に注意している。

### 新しいアーキテクチャの心臓部

T-Sat システムはペンタゴンの再編通信アーキテクチャ(TCA)の心臓部である。それは、前空軍次官のピーター・ティーツ(Peter Teets)氏の指導の下で 2004 年に防衛学者によって考案された。TCA は、2002 年に防衛部門によって行われた再編通信研究(TCS)の結果である。

このアーキテクチャは、とりわけ、光通信;通信と中継衛星;地上端末;作戦中の管理システム;及び通信インターフェイスのための共通の標準を使う広帯域の宇宙対宇宙及び宇宙対高空の航空機通信について記述している。TCA は、新しい、再編通信衛星システムが宇宙に存在しているかまたは遺産となっているシステムに接続することができることを確認する。

空軍が管理する T-Sat/T-MOS システムは、以上のことを行うために開発されている。マインク氏は次のように説明する。つまり、T-Sat は「容量、管理、適応性、対応と覆域に関して通信制約を取り除く手段」で、NASA を含む防衛、諜報と民間コミュニティをまたがる通信に対する全地球的な米国の要求条件を満たすことであると説明している。

「T-Sat は、軍の理想的なネットワーク中心の戦備を行えるかどうかの軍の鍵である。」と、マインク氏は言っている。「T-Sat は、我々の軍隊が、将来できることではなく、今できることとして極めて大切である。我々は、今できることで最大限のことをしようとしている。」

T-Sat の再編能力の鍵は、回線交換通信よりもパケットルーティングにあるとプログラム・ディレクターが述べている。彼は、回線交換が比較的静的でポイント・ツー・ポイントかマルチポイントかの接続性だけを提供するのに対して、パケットルーティングは、GIG を使って「誰にでも誰でもダイナミックな、継ぎ目のない完全なメッシュ接続」になると説明している。

### 通信衛星の遺産

T-Sat は、豊かな軍の宇宙遺産を有している。通信衛星(comsats)は、米国防衛遂行力にとって不可欠となった。その重要性が益々増大していることは、最近の



Milstar 衛星は、イラク自由作戦の間、情報分配と通信の鍵であった。

戦闘活動において十分示されている、つまり、1988 年の米のパナマ侵攻、1991 年の砂漠の嵐作戦(湾岸戦争)及び、現在の、アフガニスタンの不朽の自由作戦とイラクのイラク自由作戦においてである。

「衛星通信[satcom]の容量は、各々の連続した作戦展開の配備を劇的に増やした。この増加した能力により新しい再編戦争能力が可能になった。」と機密扱いでないペンタゴン・宇宙政策文書が説明している。それはまた、展開された1つの軍隊の戦闘活動が、「非常に小規模」になったときでも、通信能力に対する要求が増加した点にも注目している。

「作戦遂行における衛星通信支援は、効率的な指令・制御に重要な複合体を構成し、作戦に埋め込まれている。」とその文書は説明している。軍事作戦を支援するための通信衛星のバンド幅に対する要求は、湾岸戦争では 100Mbps であったが、アフガニスタン作戦では 700Mbps、そして、イラク戦争では 3,200Mbps まで増加したと言う。

湾岸戦争後、コリン・パウエル将軍、後の統合参謀本部議長は、「衛星は、我々の指令・制御と通信ネットワークを構築することができる唯一の要素であった。」と断言した。

米軍隊の成功とUAVの作戦への通信衛星の貢献例が無数にあり、通信衛星は、すべての軍事行動において素速く対応し、高度移動攻撃力に必要なISRデータの収集とリアルタイム分配に不可欠になった。

UAV は、アフガニスタンとイラクで連合軍によって「攻撃時間が限定され他の攻撃時間では無意味となるような

ものも攻撃目標とする(time-sensitive and time-critical targeting)ことができた」としている。ペンタゴン宇宙政策文書は次のように述べている。「LOS[見通し]限度のため、130 マイルの距離を越えるプレデター(Predator)のような UAV を制御する唯一の方法は、通信衛星を通してである。多くの場合、プレデターUAV を飛ばしているパイロットと搭載兵器の操作は米国本土で行った。UAV の ISR プラットホームは、非常に通信衛星のバンド幅を消費する。飛行中の4機のプレデターでは12Mbps 必要であったが、アフガニスタン上空のグローバル・ホーク1機で50Mbps 必要である。」

宇宙通信により、空軍が動く目標に対する効果的攻撃を行うために必要な「攻撃するまでの時間が重要な目標」を攻撃することが可能になった。過去には、そのような攻撃には、何時間または何日もかかった。イラク戦争においては、空軍当局によると、15 分かかっただけであった。また、捜索救出作戦は、宇宙通信のお陰で非常な利益を得た。何故なら、山とか都市の谷間のために、墜落した航空機及び孤立した人が救出部隊と見通し無線通信を通して連絡を取ることができないことがしばしば起こったからである。

イラクの自由作戦では、米軍事衛星と商業通信衛星は、連合軍に以前にも増してより広いバンド幅とより良いアクセスを提供した。Milstar 2 の最初の通信衛星が Milstar 1 と DSCS 通信衛星に戦争の直前に加わった。通信衛星は、武器システム、監視センサ、指揮所と前線部隊に情報を分配するための鍵である。それらの通信衛星は戦場と戦闘現場の通信を提供する。そして、見通し限界を超えて、ISR 及びタイムリーな指令と制御に不可欠な音声とデータの伝送の範囲を拡大する。

信頼性の高い通信衛星は「指揮系統を通して、イラクの自由作戦において、状況認識と対応を強化し、戦場という環境で特に重要な役割を演じた。」とペンタゴンの文書は述べている。連合陸上部隊の指揮官デビッド・マッキーマン(David McKiernan)中將は次のように言う。「今日の我々の軍隊の技術進歩という、戦術衛星[tacsat]通信と他の手段を使って、私は数百マイルにも亘る戦場全体と話すことができるということを引合いに出します」。そして、連合地上指揮官が「どんな敵よりもより速く決定し実行する」ことが可能となった。

米第 3 歩兵連隊部門指揮官のバフォード・ブラント

(Buford Blount)少將は、「我々は前方 230km に亘る部隊を持ち、基本的に 2 つの別々の戦いにおいて攻撃(attack)と戦闘(fighting)を行った。」と、アル・ナジャフの1 日を思い出す。我々は分散した資源で優先順位を決める指令と制御を行い、各指揮官と話し、その部隊がどこにいるのか、戦闘現場で何が起きているのかを見て、我々が移動している間にすべてを行うことができた。」

戦術衛星(Tacsat)通信 —「我々の新しいシステム」— はそれをすべて可能とし、「軍のための相当な能力、相当な成功」を提供すると、ブラント少將は言っている。

現在軌道上の軍事通信衛星には、Milstar, DSCS, UHF Follow-On システムがある。さらに、ボーイング・ワイドバンド・ギャップファイラー衛星システム及びより新しいロッキード・マーチン/ノースロップ・グラマンの Advanced Extremely High Frequency (AEHF)システムが今や稼働し、ここ数年にわたって増強されている。しかし、T-Sat を支持する者は、その RF 能力は AEHF システムより 10 倍効率的であると言っている。

ペンタゴン文書も、T-Sat なしでは、戦闘力は AEHF の非ネットワーク中心の 1000 回線を持つにすぎないが、T-Sat があると、それらは「7,000 以上の柔軟な、インターネット・プロトコルに基づく、ネットワーク中心の接続」をすることができる。また、「AEHF は空中でも宇宙でも ISR 能力を提供できないが、T-Sat は 30 以上の高速 ISR リンクを提供する。」と付け加える。

マインク氏は次のように説明している。AEHF を含む現在および近い将来の通信衛星システムは、「今日の電話網と類似の回線ベースのシステムである。一方、T-Sat はインターネットと類似の IP ベースのシステムであり、強力な接続性と効率を提供する。T-Sat は、ワイドバンドシステムと歴史的にも関連するデータ伝送速度を提供するが、Milstar や AEHF と同様のセキュリティを有している。」

実際、T-Sat の主唱者によると、他のどのシステムも、ネットワーク中心の部隊の再編を実現し、支援するという点で匹敵するようなシステムは他にないと言う。

(翻訳:飯田尚志, SJR 特別編集顧問)