

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.) J. R. Wilson: "Satellite System F6 Divide and Conquer", Aerospace America, Vol.47, No.2, pp.30-37, Feb. 2009.

衛星システム F6 分割して達成

J・R・ウィルソン (J. R. Wilson) 寄稿ジャーナリスト

DARPA ではブレークスルーということが今日の要請であるが、衛星の打上げ・運用・保守に関する極めて新しい手法を開発中である。これは、今日のモノリシックな衛星を小型で無線で結ばれ、各々がユニークな機能を有する衛星のクラスタに替えることを目論むものである。その能力は、柔軟性が高くコストが低いという点で、今日の衛星以上のものであろう。新たに衛星をクラスタに加えるだけで、ネットワークのアップデート及びミッションの変更ができ、必要なインフラストラクチャを提供することができる。

DARPA では、低地球軌道から惑星間空間までの衛星の設計・打上げ・運用の方法を、絶えず変えることができる急進的な新しい考え方に注目している。

将来の短期間で製作され、柔軟性があり、分割されて飛翔し、情報交換によって統合された衛星、略してシステム F6 が、大型で全能の衛星をより小型でミッション特有のプラットフォームのクラスタで代替することになるであろう。このプラグ&プレイ・ネットワークは、クラスタへの衛星の単純な追加によってミッションのアップデート及び変更が可能である。

「基本的な概念は、マルチペイロード衛星が目標であるが、ミッションとか規模にかかわらず統一された衛星とすることができることをデモすることである。衛星を無線で接続したモジュールまたはクラスタかつ緊密にネットワーク化された小型衛星のネットワークに分解し、1つの衛星と同等以上の能力が提供できる。」と DARPA プログラム・マネージャ兼概念創造者のオーエン・ブラウン氏が言う。「従って、これは過去に試みられた編隊飛行実験とは異なるものである。」と、ブラウン氏がエアロスペースアメリカ誌に話す。「これは、より小型の衛星を一緒に飛翔させ、各々はペイロードやミッション機能ばかりでなくインフラストラクチャ支援をも行う独特な機能を有する。例えば、一つがミッションデータのダウンリンクを担当し、他が特定のペイロードのミッションを実行している間、もう一つのモジュールはデータ処理を実行することができる。これはプラグ&プレイであるが、プラグはない。」

機能の分割

ブラウン氏は、2006年4月にロサンゼルスで開催された第4回即応スペース会議(Fourth Responsive Space Conference)において、ブーズ・アレン・ハミルトン社^{([脚注](#))}の航空宇宙兼防衛戦略部門のポール・エレメンコ氏と共同の論文で彼の概念を概説した。その発表では、「不確実性に素速く反応するスペース・システムの能力」として定義される「即応スペース」を開発するのに最善のアプローチとして機能分割を力説した。

2008年2月に、DARPAはシステムF6フェーズ1の1年契約を4つの契約チーム：オービタル・サイエンス(1364万8758ドル)、ボーイング・先進ネットワーク及びスペース・システムズ(1289万1049ドル)、ノースロップ・グラマン・スペース・アンド・ミッション・システムズ(615万9866ドル)とロッキード・マーチン・スペース・シス

テムズ (576 万 2781 ドル) に与えた。契約選定と契約額は、契約者が技術開発を行い望ましい結果を生むために必要とするものは何なのか、また、どれくらい提案が達成可能で、それらの経費を正当化すると DARPA が認めたかに基づいている。

.....
「設計・調達から配備・運用を通して我々はどうするのかということに高機能化の出発点がある。」 ロッキード・マーチン先進技術センター科学技術部長ネルソン・ペドレイコ
.....

オービタル・サイエンスは、IBM、JPL、ジョージア工科大学、スペース・デブ及びオーロラ・ライト・サイエンスとチームを組んでいる；ボーイングは L3 通信、千年紀スペース・システムズ、オクタル・テクノロジー及び SAIC とチームを組んでいる；ノースロ

ップ・グラマンはアリント・テク・システムズ、オーロラ・ライト・サイエンス、ジュピタ・ネットワークス、L3 通信、BAE システムズ、コーネル大学、JPL、MIT、南カリフォルニア大学及びヴァージニア大学を組んでいる；ロッキード・マーチンはオーロラ・ライト・サイエンス、コルボー&ハインシャイマーコンサルティング、ロッキード・マーチン・統合グローバルシステムズ、及びヴァンダービット大学と組んでいる。

DARPA によると、第 1 フェーズの期間に、各々の契約チームは：

- 分割のアプローチを可能にするための主要技術の開発。例として、強いネットワーク、信頼できる無線通信、フォールト・トレラント分散コンピューティング、無線電力伝送及び自律クラスタ・航行など。
- 国家安全保障関連の宇宙投資家にとって価値のある宇宙システム・ミッションを選定し、そのミッションを達成するシステム設計を行うこと。
- 同等の能力で記録する分割された宇宙システムと一体のプログラムの両方のリスク調整コストと価値を決定する計量経済学のツールを使用する革新的な分析アプローチを開発すること。
- ネットワーク化された一群のコンピュータを使用して設計された分割衛星をエミュレートする発展型のハードウェアをループの中に入れたテストベッドを開発すること。

「フェーズ 1 の重要な部分は、数値中心の設計方法ツール---経済学の質問に答えるための数学的なツール----を開発するプログラムである。フェーズ 1 の各実施者は、ドル価格で、柔軟性の価値がいくらなのかという問題に答える手法を開発している。柔軟性というのは、システムの良さの質的な測度ではない；実施者は、柔軟性は衛星能力の価値を引き出すという事実に基づいて、システムに組み立てることができるいろいろなレベルの柔軟性にドルの価値を当てはめることができるような方法がある。」と、ブラウン氏が説明している。そして、DARPA のフェーズ 1 と 2 を出来るだけ緊密に関連付けたいと考えていると付け加えた。

「フェーズ 2 の目的は最終段階で CDR [詳細設計審査] を実施することであるので、我々は DARPA のフェーズ 3 及びフェーズ 4 での軌道上デモのためのハードウェア製作の準備を行う。我々は、これらのフェーズ期間の長さを指定しないが、2012 年 2 月に開始する 4 年間のプログラムの中で最初の打上げを行うことを目標としている。各フェーズの終わりで、多くのツールの開発・生産が行われ、各種知識を獲得する。全体のシステムへの接着剤となるのはネットワークである；そこで、一旦ネットワークが出来上がるとオープン・ソース無線データ通信プロトコルが開発され、それらを利用することができる。

.....
「最終的に、F6 は重要なデモンストレーション・プログラムです。しかし、多くの場合、1つのもの以下でもなく、また、1つの方法以上のものではない。」 DARPA システム F6 プログラム・マネージャー オーエン・ブラウン
.....

