

航空宇宙技術研究所 高速ネットワーク環境整備概要*

藤田 直行^{*1} 平林 由美子^{*1} 大川 博文^{*1}

Overflow of High-speed Network Infrastructure Improvement at National Aerospace Laboratory*

Naoyuki FUJITA^{*1}, Yumiko HIRABAYASHI^{*1}, Hirofumi OHKAWA^{*1}

ABSTRACT

The local area network of the National Aerospace Laboratory, originally constructed for mainframe computer users, has been improved and extended into a “high-speed network system” for NAL, and is also used as a core information infrastructure for processing data. In addition, a new Numerical Simulator system (NS-system) is to be installed in 2002, so further improvements to network capabilities are necessary to ensure the whole system is utilized effectively. In this report, we show a network upgrade carried out by the CFD Technology Center in 2001.

Keywords: Network, Infrastructure, Upgrade, Security, High-Speed, Numerical Simulator

概 要

大型電子計算機システムユーザを対象とした LAN として構築された航空宇宙技術研究所構内ネットワークは、拡張整備、高速ネットワーク改修作業を実施して「高速ネットワーク」としての整備が図られ、更に、現在では、事務業務を行うための情報基盤としても利用されている。また、平成 14 年には、処理能力が大幅に向上する次期システム(数値シミュレータシステム)の導入が予定されており、システムの能力を十分に活用するためには、ネットワーク環境の整備が急務となっている。本稿では、CFD 技術開発センターが平成 13 年に行ったネットワーク環境の整備について述べる。

1. はじめに

当初、大型電子計算機システムユーザを対象とした LAN として構築された航空宇宙技術研究所構内ネットワークは、拡張整備、高速ネットワーク改修作業を実施して「高速ネットワーク」としての整備が図られてきた。昨今、業務におけるネットワークの利用が一般化したことにより、提供サービスの増加、安定稼働確保への要求等から、ネットワークのコアとなるサーバ群は質量共に充実してきている。航技研におけるネットワーク整備の経緯から、これらのサーバ群は CFD 技術開発センター内に設置して運用してきているが、安全性、運用効率の両面から早急なサーバ設置環境の改善が望まれている。また、大型電子計算機シ

ステムの利用はネットワーク利用が前提であり、同システムの設置場所である計算科学 1 号館及び 3 号館には、大型電子計算機間の各種処理の高速化、ユーザ端末とサーバ間の大容量データ転送等に対応することができるネットワーク環境が必須である。さらに、平成 14 年には、処理能力が大幅に向上する次期システム(大型電子計算機システム)の導入が予定されており、システムの能力を十分に活用するために不可欠なネットワーク環境の整備を早急に実施する必要がある。このような状況から、平成 13 年に、CFD 技術開発センターでは、以下のようなネットワーク環境の整備を行った。

1. ネットワークサーバの設置環境整備
2. 数値シミュレータシステムのネットワーク環境整備

* 平成 13 年 9 月 14 日受付 (Received 14 September 2001)

^{*1} CFD 技術開発センター

本稿では、これら環境整備の概要について述べる。なお、本稿においては、本環境整備以前である平成 13 年 2 月までを「従来」、本環境整備後である平成 13 年 3 月以降を「現状」と表現する。

2. 背景と基本方針

2.1 従来のネットワークの状況

航空宇宙技術研究所(以下、「航技研」と略記)構内ネットワーク(以下、「構内ネット」と略記)は、「数値シミュレータシステム」と呼ばれる大型電子計算機システムのユーザを対象とした小規模 LAN として構築された。

平成 5 年度補正予算による拡張整備及び平成 12 年度の「高速ネットワーク改修作業」によって高速ネットワークとしての端末収容部の整備を図ってきたが、構内ネットの中核部であるネットワークサーバや数値シミュレータシステムの設置場所(計算科学 1 号館及び 3 号館)のネットワーク環境整備は、その安全性及び運用性の両面から十分とは言えない状況にあった。本節では航技研のネットワークの環境整備前の状況について述べる。

2.1.1 従来のネットワーク構成

環境整備前の航技研構内 LAN の構成を図 1 に示す。

2.1.2 従来のネットワークサーバの設置環境

平成 9 年度から推進された事務情報化とともに、構内ネットの使用目的は、従来の数値シミュレータシステムの利用に加えて、「電子メール」、「航空宇宙技術研究所イン

ターネットホームページ」、「航空宇宙技術研究所イントラネットホームページ」を利用しての情報伝達手段としても利用されることとなった。さらに、平成 13 年度からは「事務業務オンライン総合システム」の運用が開始された。このようなネットワークを媒体とした提供サービスの増加に伴い、ネットワークサーバの台数も増加し 20 数台のサーバが常時稼働していた。これらのサーバは現状でも常時稼働している。

構内ネットにおける「事務用ネットワークとしての利用」の割合が増加するに従い、ネットワーク及びサーバ群の安定稼働の確保がますます重要視されるようになってきた。航技研におけるネットワーク整備の経緯から、ネットワークシステムの中核装置やネットワークサーバ群は CFD 技術開発センター内に設置して運用してきているが、台数の増加と共に設置場所の確保が難しくなり、センター内に分散して設置せざるを得ない状況となった。このような状況下での運用においては、運用要員の負担増加もさることながら、セキュリティの確保といった安全面での問題発生も懸念された。

2.1.3 従来の数値シミュレータシステムのネットワーク環境

CFD 技術開発センターにおいては、昭和 62 年度以来、数値シミュレータシステムと呼ばれる大型電子計算機システムの構築を図り、平成 5 年 2 月には数値風洞(NWT)を中核とするスーパーコンピュータシステムを導入して、数値シミュレータシステムとして運用を開始し、航技研の

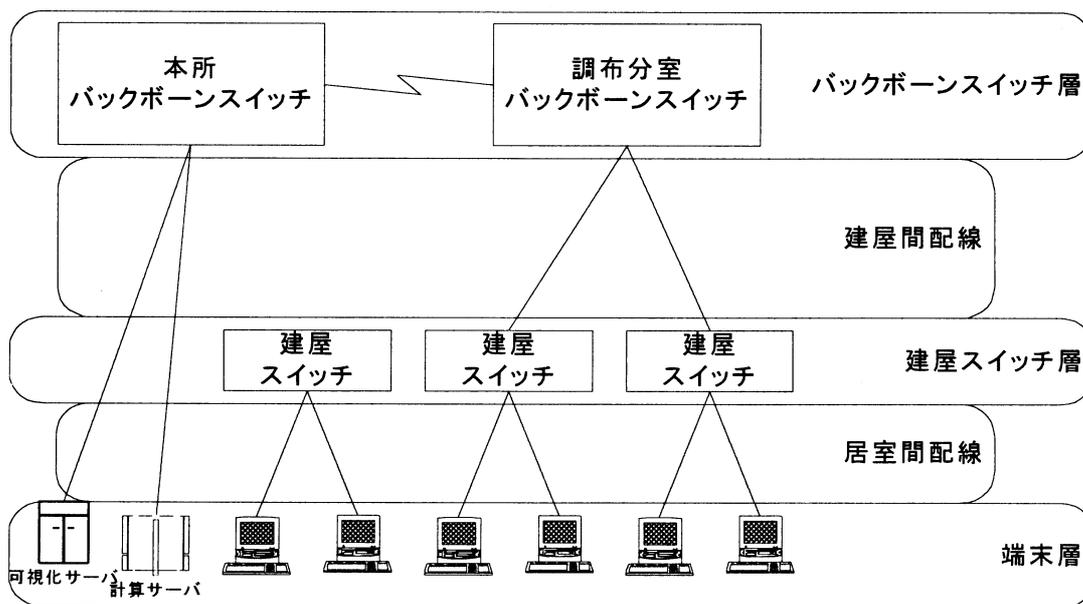


図1 航技研構内ネット構成概念図(環境整備前)

数値流体力学(CFD)研究の飛躍的な発展、さらには世界最先端の研究開発活動を維持するための母体として貢献してきた。

平成12年度には、画像処理システムの更新が実施され、大型三次元表示装置を有する三次元可視化システムが導入され、平成13年4月から本格運用が開始された。さらに、平成14年には、現有NWTの30倍以上の計算処理性能を有し、航技研研究者が保有する数値計算コードを高速に実行できる性能及び機能を有するスーパーコンピュータシステム(数値シミュレータシステム)の導入が予定されている。

平成13年4月の組織改編により発足した独立行政法人航空宇宙技術研究所にあっては、数値シミュレータシステムの利用について広く外部に広報し、新規分野での利用も含めた外部ユーザによる利用を積極的に推進する必要があるが、外部ユーザの数値シミュレータシステム利用においては、ネットワーク経由での利用が大前提であり、利用しやすくかつセキュリティの確保されたネットワーク環境の整備がユーザの確保に直結するといっても過言ではない。

数値シミュレータシステム及び外部ネットワークとの接続窓口となるファイアウォールの設置場所である計算科学1号館及び3号館のネットワーク環境は、高速性、安全性が確保され、なおかつ状況に応じて設計変更が可能な信頼性及び機能性の高いシステムとして構築されなければならない。

2.2 ネットワークの基本要件

上記に述べたような経緯から、現状は計算科学1号館及び3号館に、ネットワークサーバと数値シミュレータシステムが設置・運用されているが、これらはその役割を考慮してネットワーク上では別セグメントとして構築されており、これら複数のセグメントを効率的に、かつ、セキュリティを確保した上で管理することが要請されている。本節では、ネットワークサーバの設置環境及び数値シミュレータシステムのネットワーク環境整備における基本要件について述べる。

2.2.1 ネットワークサーバの設置環境

ネットワークサービスの中核部であるサーバ群は、重要情報のデータベースを保持・管理している。このサーバ群への不正侵入や設置場所への部外者の物理的侵入といった事態はなんとしても避けなければならない。また、年中無休の安定稼働を要求されるサーバには、温度・湿度管理がなされ、埃や振動等への対策が施された環境が不可欠である。更に、多くのクライアントからのアクセスが集中するネットワークサーバ設置セグメントのネットワーク速度は

十分に高速でなければならない。以下に、これらネットワークサーバ設置環境の基本要件を具体的に列挙する。

(1) 不正侵入の阻止

サーバ群へのネットワークを経由した不正侵入は、重要データベースの消失や漏洩を発生させる。また、航技研以外の第三者組織ネットワークへの不正侵入のための踏み台として、不正侵入された航技研のサーバが使用されてしまう危険性もある。これは、第三者組織から見れば航技研が不正侵入をしていると認識されてしまう。

これらの被害を予防するために、サーバ群のソフトウェアの設定を常にセキュリティの高い状態に保っておくと共に、ファイアウォールや不正侵入検知システムを設置し、ネットワークを経由した不正侵入を阻止する必要がある。

(2) セキュアサーバ室の設置

ネットワークを経由した不正侵入は、上述のように、ソフトウェアに関係する対策を施す必要があったが、不正侵入はネットワークを経由したものばかりではない。サーバのハードウェアに直接接触し、その中のソフトウェアの設定などを改竄したり、ハードウェアを破壊・窃盗することも考えられる。

これらの被害を予防するために、サーバ群の物理的設置場所のセキュリティを確保することが重要である。物理的セキュリティとは、サーバ群を格納するための専用のサーバ室を設置し、その設備への物理的アクセスを制限することである。

(3) ネットワーク速度

Webサーバでの情報発信が一般的になり、Webコンテンツの更新作業が頻繁に行われるようになり、また、事務連絡の手段として電子メールや構内Webサーバの利用が定着してきた。これらは、HTTP(Hyper Text Transfer Protocol)、SMTP(Simple Mail Transfer Protocol)、更にはPOP(Post Office Protocol)の通信量を劇的に増加させることとなった。これらの通信は数台のネットワークサーバにその通信が集中する形態の通信(クライアント-サーバモデル)となる。ひとつのクライアントからの通信は数百キロビット毎秒であっても、数百台のクライアントが一斉に通信を行うと、ネットワークサーバ近傍のネットワークでは、100メガビット毎秒を越える通信量が発生することとなる。この通信を延滞無く処理するためには、ネットワークサーバ近傍のネットワークを1000メガビット毎秒程度の高速度ネットワークに増強することが必要である。

2.2.2 数値シミュレータシステムのネットワーク環境

(1) ネットワーク速度

数値シミュレータシステムは、現時点でその計算性能が 280GFLOPS あり、この計算能力が出力する膨大なデータを、数値シミュレータシステム自体の記憶装置やネットワーク接続されたグラフィックワークステーション等を用いて解析を行っている。出力データが膨大になれば、それが流れるネットワークの通信速度も高速なものが必要になってくる。環境整備前のネットワークでは、100メガビット毎秒の FDDI が主に使用されていた。一方、研究者の操作するグラフィックワークステーションや、計算機端末は Ethernet に接続されており、先だって行われたネットワーク改修作業(平成 13 年 1 月末日完了)においては、研究者端末まで 100 メガビット毎秒ないしは 1000 メガビット毎秒の Ethernet が敷設されている。これら端末側のネットワーク性能を十分に利用できる数値シミュレータシステム

のネットワーク環境を整備する必要がある。

(2) システムエリアネットワークの高速化

数値シミュレータシステム内には、NFS サーバ (Network File System サーバ)、NIS サーバ (Network Information System サーバ)、計算サーバ、可視化サーバ等が存在し、有機的に結合されて機能している。これら数値シミュレータシステム内のサブシステム間でのデータ転送は、システムエリアネットワークで行われており、その通信量は膨大である。この部分の強化も必要となる。また、平成 14 年度には数値シミュレータシステムの計算エンジン(数値風洞)の強化も計画されており、ネットワーク速度向上の必要性は増している。

3. 機能と構成

基本要件を整理すると、表 1 のようになる。

表 1 ネットワークの基本要件

対象	基本要件
ネットワークサーバ の設置環境	①不正侵入の阻止 ②セキュリティサーバ室の設置 ③1000メガビット毎秒のネットワーク速度の実現
数値シミュレータシステム のネットワーク環境	④1000メガビット毎秒以上のネットワーク速度の実現 ⑤数値シミュレータ内システムエリアネットワークの高速化

これらの要件を満たすために以下のような整備を行った。

3.1 ネットワーク構成整備

基本要件 及び を実現するために、図 1 の建屋間配線の増強を行った。具体的には、以下の環境整備を行った。

- (1) ネットワークサーバの設置場所である計算科学 1 号館まで複数の 1000 メガビット毎秒の通信に対応する光ケーブルを敷設した。
- (2) (2) 数値シミュレータシステム内サブシステム間の接続を 1000 メガビット毎秒に対応する光ファイバー及びネットワーク機器で構成した。

また、基本要件 を実現するために、数値シミュレータシステム内の各サブシステムを収容するための専用高速ネットワーク機器を設置する構成とした。これは、システムエリアネットワークをこの専用高速ネットワーク機器で構成することと同義であり、システムエリアネットワーク内に閉じた通信を他の通信から分離することにより、システムエリアネットワークの高速化を期待できる。また、バックボーンスイッチから切り離れた専用機器に数値シミュレータシステムを収容することで、バックボーンスイッチの保守や障害の影響を受けることなくシステムエリ

アネットワークを稼働できる環境も構築することができる。

環境整備後のネットワーク構成を図 2 に示す。

3.2 ネットワーク機器整備

前節でも述べたが、基本要件 を実現するために、数値シミュレータシステム専用のネットワーク機器を設置した。この機器は 1000 メガビット毎秒のネットワークセグメントを複数相互接続する能力があり、更に、複数本の 1000 メガビット毎秒のセグメントを束ね、あたかも一本の数千メガビット毎秒のセグメントが存在するかのように動作することができるものである。これらの機能によりシステムエリアネットワークの高速化が実現できた。

3.3 不正侵入阻止ソフトウェア整備

基本要件 を実現するためには、サーバ群のソフトウェアの設定を常にセキュリティの高い状態に保っておくと共に、ファイアーウォールや不正侵入検知システムを設置し、ネットワークを経由した不正侵入を阻止する必要がある。具体的には、セキュリティパッチの情報を常に入手し、必要なパッチを迅速にあてること、不正侵入検知システム

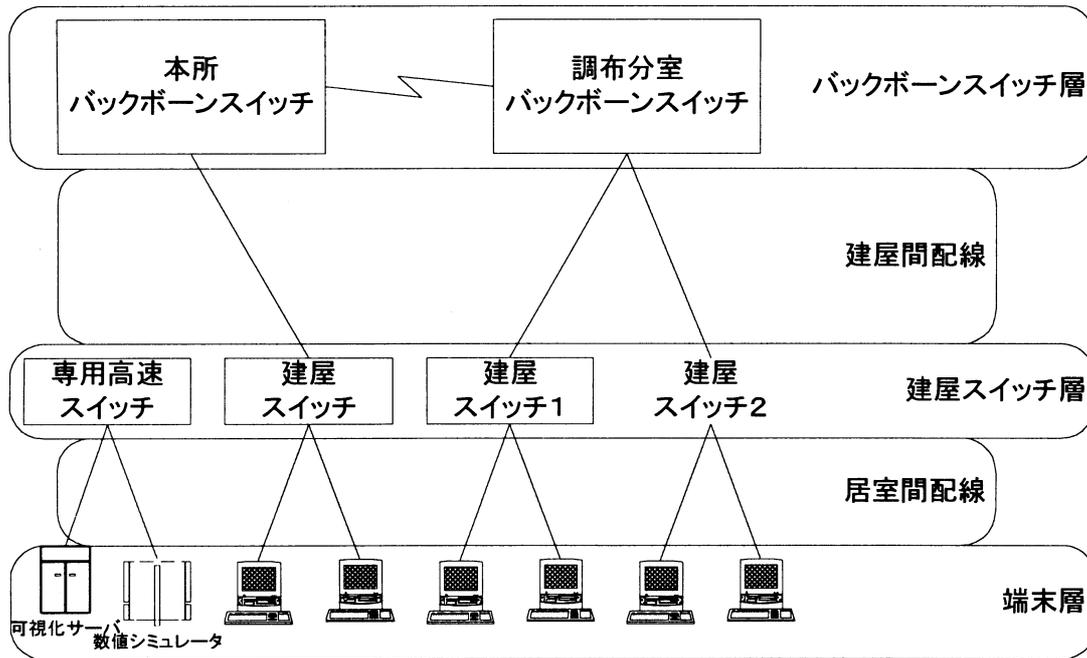


図2 航技研構内ネット構成概念図（環境整備後）

を設置し、そのログを常に監視すること、定期的に疑似不正行為を発生させ、システムの強靱性チェックを行うこと、等が考えられる。これらの対策は、本ネットワーク環境整備に先立ち、既の実現されていたため、本環境整備においては、特段の措置は行わず、従来を維持することを確認した。

3.4 セキュアサーバ室整備

基本要件の実現に、もう一つ重要な観点がある。上記3.3の整備は、ネットワークを経由した不正侵入を阻止するためのソフトウェア的な措置であると言える。しかし、不正侵入はネットワークを経由したもののばかりではない。サーバのハードウェアに直接アクセスし、その中のソフトウェアの設定などを改竄したり、ハードウェアを破壊・窃盗することも考えられる。

これらの被害を予防するために、サーバ群の物理的設置場所のセキュリティを確保することが重要となる。物理的セキュリティとは、サーバ群を格納するための専用のサーバ室を設置し、その設備への物理的アクセスを制限することである。現状は、サーバ群は必ずしも隔離されたスペースには配置されておらず、多数の人がサーバのコンソールに接触できる環境となっていた。このため、本ネットワーク環境整備においては、この物理セキュリティを確保するため、専用のサーバ室を設置し入退室管理をすることにした。

4. 具体的環境整備内容

本章では、3章で述べた機能と構成が具体的にどのように実現されたかを具体的な機器名や配線仕様を挙げて説明する。まず最初に、本環境整備のスケジュールについて記す。

4.1 スケジュール

独立行政法人航空宇宙技術研究所の発足準備の一環として、平成12年度には航技研内の建屋整備が行われ、老朽化した建屋の撤去や新建屋の建設が行われた。

CFD技術開発センターにおいても、三次元可視化システム本体の設置場所及び、三次元大型スクリーンによるデモンストレーション等の提供スペースとして、計算科学3号館南側に「三次元可視化センター」の建設が実現した。さらに計算科学1号館においても、調布分室の新建屋建設により、他部が使用していた実験室を「サーバ室」として確保することができ、第1章に述べた現状を改善するための第一条件である「各システムを機能的に設置できる場所の確保」がクリアされたため、建屋整備スケジュールと調整し、ネットワークの増強を図ることとなった。

平成12年12月～平成13年3月

三次元可視化センター建設工事、サーバ室整備工事
平成13年3月9日～16日
高速ネットワーク増強工事

平成 13 年 3 月 10 日

数値シミュレータシステム用共用ワークステーション及びネットワーク関連サーバ移設準備

平成 13 年 3 月 17 日

数値シミュレータシステム用共用ワークステーション及びネットワーク関連サーバ移設作業

4.2 建屋間配線及び建屋スイッチの増強

計算科学 3 号館のバックボーンスイッチと計算科学 1 号館サーバ室、計算科学 3 号館サーバ室及び三次元可視化センター間の建屋間配線及び建屋スイッチの増強を行った。

- (1) 計算科学 3 号館～計算科学 1 号館及び計算科学 3 号館～三次元可視化センター間の建屋間配線を、冗長構成の 1000Base-SX と、監視・管理用配線の 100Base-FX (MMF、コア径 50、ダブルウインドウ) に増強した。
- (2) 計算科学 1 号館の既存建屋スイッチを Extreme 社製 Summit48 に増強した。
- (3) 増強した建屋間配線を、バックボーンスイッチへ接続した。
- (4) 計算科学 3 号館～三次元可視化センター 1 階及び 2 階に間に、100Base-FX (コア径 50、ダブルウインドウ) 建屋間配線を敷設した。
- (5) 計算科学 3 号館 CVCF 室内スプライスボックスから、計算科学 1 号館セキュアサーバ室及び計算科学 3 号館セキュアサーバ室へ、光ケーブル 1000Base-SX (MMF、コア径 50、ダブルウインドウ) を敷設し、各サーバールームには建屋に固定した光パッチパネルを設置した。
- (6) 計算科学 3 号館 CVCF 室内スプライスボックスから、本所バックボーンスイッチまで光ケーブル 1000Base-SX (MMF、コア径 50、ダブルウインドウ) を敷設した。

4.3 数値シミュレータシステムのシステムエリアネットワーク用専用高速スイッチ設置

数値シミュレータシステムは多くの外部ユーザを有しており、定められた運用停止日を除き 24 時間体制で運用を行っている。前述のように、数値シミュレータシステムの運用がバックボーンスイッチの状況に引きずられることを排し、運用の安定化、システムセキュリティの確保を図るために、数値シミュレータシステムのシステムエリアネットワークスイッチとしてイーサネットスイッチを設置し、数値シミュレータシステム内の各種サブシステムを収容した。

- (1) 数値シミュレータシステム用専用高速イーサネットスイッチとして、Extreme 社製 Alpine3808 を設置した。
- (2) 数値シミュレータシステム用ルータ (LR550) と上記イーサネットスイッチを 100Base-TX で接続した。

- (3) 上記イーサネットスイッチとバックボーンスイッチを 1000Base-SX (MMF、コア径 50、ダブルウインドウ) の 2 系統冗長系と、監視・管理用配線の 100Base-FX にて接続した。

- (4) NFS サーバと上記イーサネットスイッチを 1000Base-SX (MMF、コア径 50、ダブルウインドウ) で接続した。

5. まとめ

CFD 技術開発センターが平成 13 年に行ったネットワーク環境の整備について述べた。高速ネットワークとしての信頼性や処理能力向上のため、具体的には以下の 5 つの基本要件を実現するためのネットワーク環境整備を行った。

不正侵入の阻止

セキュリティサーバ室の設置

1000 メガビット毎秒のネットワーク速度の実現

1000 メガビット毎秒以上のネットワーク速度の実現

数値シミュレータ内システムエリアネットワークの高速化

この整備内容概要を図 3 に示す。この整備により、上記 5 つの基本要件を満たすネットワーク環境整備ができた。

6. 今後の課題

平成 13 年 4 月 1 日に独立行政法人航空宇宙技術研究所が発足し、達成すべき業務運営の目標 (中期目標) の 1 つとして、「航技研の有する航空宇宙研究開発用施設・設備の利用を促進する等により、我が国全体としての航空宇宙科学技術分野の水準の向上に資すること。」があげられており、施設・設備の利用促進の「航空宇宙統合シミュレーションの研究開発」の項には、下記のように明記されている。

航空機や宇宙機の開発等、航空宇宙科学技術に関する研究開発には従来は多大な時間と経費を投入する必要があったが、近年の計算機の性能向上と計算技術の進歩と、ITBL ネットワーク (IT-Based Laboratory: ITBL) の整備により、従来は困難であった統合的なシミュレーションを比較的容易に実施できる環境が整いつつある。中期目標期間においては、航技研のスーパーコンピュータと ITBL ネットワークを効果的に活用し、航空機や宇宙機の研究開発に資する高度シミュレーション技術を確立することを目標とする。具体的には、以下を目標とする。

- (1) 平成 14 年度までに空力と熱及び空力と飛行運動の各々に関する連成シミュレーションのソフトウェアを開発する。
- (2) 平成 16 年度までに空力と熱、飛行運動、構造の全てを統合した連成シミュレーションのソフトウェアを開発する。

航技研ネットワークは、物理的に1つのネットワークで、業務用、研究用という性格を異にした役割を受け持っているため、中期目標を達成するために不可欠な「ITBL ネットワークの効果的な活用」を行うためには、解決しなければならない問題点が山積している。

- (1) 業務用と研究用ネットワークに求められるセキュリティレベルの把握。異なるセキュリティレベルを達成するための技術的検討。
- (2) 航技研ネットワークポリシーの策定。
- (3) 安定運用と、実験的運用を両立させ得る技術的裏付けを持った運用体制。

ITBL 構想の中で航技研に課せられている「各機関が所有する資源の共有化試験」実施にむけて、これら問題点の解決を早急に図らなければならないが、技術要員の確保なくしては、日進月歩のネットワーク技術に対応することはできない。

7. 終わりに

Web サーバでの情報発信が一般的になり、ネットワーク回線の負荷は増大する一方である。ネットワークを使って情報を交換する際、回線速度不足で情報が十分に交換できない事態になってはネットワークサービスとして不十分なものになってしまう。また、情報交換に長時間を費やす場合、その通信が第三者によって傍受され悪用される可能性も高くなる。通信時間が短い程、第三者による傍受の危険性は低下し安全なネットワーク環境となる。ネットワークサービスの質の向上とセキュリティの向上を目的として、今後、インターネットまでの専用回線速度を1.5メガビット毎秒から100メガビット毎秒へと増速する必要がある。

また、ネットワーク障害は原因の特定が難しいうえに、業務への影響が甚大である。回線費用の確保はもとより、保守体制の充実が中期目標達成への大前提といっても過言ではない。