

内之浦宇宙空間観測所のネットワーク設備

齋藤宏^{*1}，三浦昭^{*1}，本田秀之^{*1}，長木明成^{*1}，周東晃四郎^{*1}
下村和隆^{*2}，感応寺治城^{*2}
広瀬智紀^{*3}，永田修司^{*3}，神林康喜^{*3}

1. はじめに（内之浦宇宙空間観測所でのネットワーク幕開け～現在まで）

ネットワークについては、「宇宙科学研究所報告 特集 第47号，M-V型ロケット（1号機から4号機まで）」に記載されていないので，本項に黎明期から現在までの状況を概説する。

1.1. M-Vロケット系のネットワーク伝送予備回線を利用した汎用ネットワークの開通

内之浦宇宙空間観測所（以下，USCと記す）のネットワークは，M-V計画が進行しつつあった平成6年にロケットのテレメトリ伝送を従来のモデム及びGPIBを使用したシステムからネットワークを利用した伝送システムに大きく舵をきった時に始まる。

M-Vロケット打上げ時のテレメトリデータをロケットテレメータセンタ（以下，ロケットTLM棟と記す）からM台地のM管制室及びM本部（or M会議室）に伝送する手段として，10Mbpsを伝送できる光ケーブルを敷設（平成7年度）してあったが，その後の再検討により，M本部にロケットのテレメトリモニタを設置しない事になった。

この（M組立室M本部近くまで延長してあった）モニタ回線LAN回線を，USC内の汎用LAN回線として活用した。さらに，相模原－内之浦間を直接接続している衛星運用回線のわずかな帯域（最初は，多重化回線中の64Kbpsで開始）に汎用ネットワークに割り当て，平成8年夏のM-V-1フライトオペでインターネットを使用できるようにした。

M-Vネットワーク構築では，相模原ネットワークを幕開けした松方助教授^{*4}に相談して，設備・回線数を準備してあったことが幸いした。その後，ネットワーク利用が急激に拡大する時代が到来し，USC内のネットワークも逐次拡大していくことになる。

1.2. USC内の汎用ネットワーク拡大と回線容量増強

USCでの当初接続場所は，科学衛星テレメータセンタ（以下SA-TLM棟と記す），ロケットTLM棟，コントロールセンタ（以下コントロール棟と記す），M管制室，M本部，M組立室のロケット班・ランチャ班・タイマ

* 1 The Institute of Space and Astronautical Science (ISAS) / JAXA

* 2 Office of Space Flight and Operation / JAXA Uchinoura Space Center (USC)

* 3 富士通株式会社

* 4 (故)松方 純 助教授 = 前 情報・システム研究機構国立情報学研究所助教授 現行，衛星運用系ネットワークの基本構想も担当

/点火管制班・計測班・TVC班・SA班・映像記録班（各班の略称はロケット関係の略称表を参照）の各室とした。M組立室の各室配線では、建物構造材の位置関係により、予想以上の時間がかかった。

管理棟事務室とは、回線工事費用を捻出できず、既設64KbpsのISDN回線にて接続した。

そして、衛星運用回線のわずかな帯域を使用しての汎用ネットワークを開通したが、電子メール/Webの利用者が大幅拡大したため、利用制限する必要があった。

その対策として、「のぞみ」(M-V-3) 打上げ前に、汎用ネットワーク部分を鹿児島大学経由の学術情報ネット(SINET) 接続1.5Mbpsデジタル専用線に変更(平成9年1月)し、USCの汎用ネットワークの本格運用が開始された。

USC内の汎用ネットワーク接続場所拡大は、その後、平成11年にM台地誘導制御室(CNE班・SJ班)を既設ペア線接続のEtherエクステンダにて接続、平成12年10月に新設された34mφアンテナ局舎(以下、34m棟と記す)と光ケーブル接続、平成11年に旧宮原(旧精測)レーダを既設ペア線接続のmDSLモデムにて接続、平成14年2月に新宮原(新精測)レーダを新旧レーダ間のデータ伝送用光ケーブルで接続、KS台地も既設ペア線接続のmDSLモデムにて接続、平成15年は管理棟事務室も既設ペア線接続のmDSLモデムで接続し、現在に至っている。

汎用ネットワークの回線容量は、その後、ATM接続5Mbps(2.5Mbps保証、平成15年5月)、Ether接続5Mbps(平成18年5月)に増強され、平成19年2月には、JAXA各施設接続の一環としての広域Ether回線接続になる予定である。

1.3. M-Vロケットのテレメトリ処理システムにおけるネットワーク利用

M-V計画が進行しつつあった平成6年に、ロケットのテレメトリ伝送を従来のモデム及びGPIBを使用したシステムからネットワークを利用した伝送システムに変更し、M-Vロケット打上げ時のテレメトリデータをロケットTLM棟からM台地M管制室及びM本部or M会議室まで伝送する手段として、10Mbpsを伝送できる光ケーブルを敷設(平成7年度)した。その後の再検討で、M本部等にはロケットのテレメトリモニタを設置せず、M管制室でのCNデータモニタ表示及びSJ/TVC管制卓へのCNデータの伝送のみに変更された。

当初のM-Vロケットテレメトリ処理システムは、「宇宙科学研究所報告 特集第47号」第19及び20章に記載されているUNIXミニコンを核とし、MS-DOSで動作する表示PCをネットワーク的に構成したものである。システム図中等には、ネットワーク関係は、取り立てて記載されていないが、ネットワーク回線は、自然の要害を利用したルートを取り、光ケーブルの延長接続を現地にて職人作業するなど、当時としては相当な難工事だったと聞いている。

現行システムではギガネットを使用し、サーバ/クライアントから構成されるCN表示システムに改修されているが、ネットワークに関する考え方は当初から変更されていない。

1.4. 衛星運用系ネットワーク

USCの衛星運用系ネットワークは、ロケット系より約半年前にSA-TLM棟からM台地Mチェックアウト室経由で、M組立室衛星チェックアウト室へまで、光ケーブルを敷設していた(担当会社=NEC株、衛星試験設備の一環として敷設)。

しかしながら、衛星運用管制系は、まだミニコンの時代で、「はるか」(M-V-1号機で打上げ)衛星ミッション側にて、内之浦-相模原・相模原-臼田の衛星運用回線の一部を利用して、相模原/臼田を含む「はるか」の衛星運ネットワークを構築していた。

その後、衛星管制系もネットワーク化が進み、「のぞみ」(M-V-3) 打上げ前に、ワークステーション(WS)型の衛星管制装置、データ分配/蓄積及び共通QL表示装置等を使用し、内之浦-相模原-臼田を直接接続した科学衛星運用系ネットワークが構築された。

「のぞみ」打上げ前には、臼田からの衛星データを相模原経由で内之浦に送り、逆に、内之浦から臼田64mφ

アンテナを使用して、「のぞみ」へコマンド送信する試験も実施した（「はやぶさ」打上げ時は、これを前提とする衛星運用計画で実施されている）。

以後の衛星では、すべて、ワークステーションとネットワークをベースとする科学衛星運用システムで運用されており、（地球周回衛星である）「あかり」「ひので」も相模原管制センターからリアルタイムで運用している。

このように、衛星運用においても、ネットワーク化することにより、運用の自由度が増し、「あかり」打上げ前には、内之浦局において、「衛星管制20mφ/アンテナ及び送受信系34mφ」、且つ、「衛星管制34mφ/アンテナ及び送受信系20mφ」、という「ダブルクロス」運用/衛星試験するまでになり、（セキュリティのあるネットワークや設置場所のセキュリティ等の条件はあるものの、技術的には）“どこでも管制室”可能となっている。

衛星運用系のネットワーク回線は、当初フレームリレー方式であったが、内之浦局がEther回線サポート範囲になった機会にEther回線に変更された。

現在、内之浦～相模原間4Mbps、臼田～相模原間は1Mbpsで接続されている。

また、「あかり」「ひので」では、基幹システム本部統合追跡ネットワーク技術部管轄の新GN局とも、相模原設置のSLE-GW経由で接続し、新GN局での運用も始まっている。

2. M-V-5号機以降の研究開発（ギガネットワーク導入）

2.1. M-Vロケットテレメトリシステムの更新とギガネットワーク導入

導入後10年以上を経た平成16年度にM-Vロケットのテレメトリ処理システムの更新が行われ、ロケットTLM棟-Mチェックアウト室-M組立室衛星チェックアウト室間にギガネットワークを導入した。

旧線路を利用して、論理的に異なるサブネットを多数収容する必要があったため、ギガネットワークを導入して、本数を減らす収容サブネット数は増やす手法をとり、その帯域を仮想LAN（VLAN）構成とし、論理的に独立なネットワーク扱いとした。

このギガネットワーク上で伝送しているデータは、M-Vロケット関係のデータ、（衛星の打上げ前の試験で使用する）衛星運用系ネットワーク、及び汎用ネットワークである。

導入した結果は良好で、すべて当初計画通りの性能を発揮し、6号機以降のM-Vロケット打上げ及び打上げた科学衛星の試験・運用に威力を発揮している。

また、汎用ネットワーク部分は、USCのネットワーク基幹部分として稼働した。

2.2. ギガネットワークの運用及びUSC汎用ネットワーク管理

ギガネットワークを利用して、M-V-6号機以降のロケット打上げ及び内之浦での打上げ前の衛星試験並びに打上げ後の衛星運用を実施してきた。

ギガネットワークの各拠点に設置しているスイッチには、汎用ネットワークのIPアドレスも割り振り、相模原から常時モニタ可能なようにしており、メンテナンス効率も向上されている。

さらに、相模原SE及び内之浦に勤務している納入メーカー関連の衛星運用関係者の支援も受けられるように配慮している。

USCの汎用ネットワークIPアドレス管理は、相模原汎用ネットワークと同様にPLAINセンターにて管理し、各オペ時のIP管理も担当している。JAXA統合後は射場セキュリティ管理関係強化も追加実施している。

2.3. M-Vロケット系データ伝送及び衛星運用系ネットワーク

M-Vロケット系データ伝送関係は、従来通り、ロケット関係のみに閉じた系として管理・運用されている。また、衛星運用系ネットワークは、相模原・臼田を含む「科学衛星運用系ネットワーク」の一部として運用・管理されている。

3. M-V-5号機以降の成果（USCの諸ネットワーク）

USCにおけるギガネットワーク導入前の諸ネットワークの概要図を図1に示す。この中の、汎用ネットワーク部分には、拡張していった状況(時期)を略期してある。また、現行のギガネットワーク導入後の構成を図2に示す。

導入した結果は良好で、すべて当初計画通りの性能を発揮し、6号機以降のM-Vロケット打上げ及び打上げた科学衛星の試験・運用に使用されている。

また、汎用ネットワーク部分は、USCのネットワーク基幹部分として稼働した。

4. 新型固体ロケットへのシステム上の反映事項

M-Vロケットと共に成長してきたUSCの諸ネットワークは、今後とも稼働し、新型固体ロケット打上げの際も、基幹部分は、現状通り機能するであろう。

但し、汎用ネットワーク系では、構築後10年を経た支線系や、旧ペア線（MDF回線）を利用したmDSLモデム接続部分等、更新の必要な部分もある。USC内の建物更新・移設の際に、各系のネットワーク配線を事前にさせていただく事で、更新しやすさの度合いが異なるので考慮していただきたい。

これらの部分を更新し、設備を日常メンテナンスすることで、新型固体ロケット 各オベ時における、汎用ネットワーク/ロケット関係/衛星運用系の各ネットワーク信頼性を確保可能と考えられる。

ロケットや支援サブシステムのように、脚光を浴びることは大変少ないと思われるが、各システム間の意志疎通の役目を果たす意味で、USCの諸ネットワークは、いわゆる縁の下の力持ち的な位置を今後とも果たすつもりである。

5. まとめ

M-Vロケットと共に成長してきたUSCの諸ネットワークは、今後とも稼働し、新型固体ロケット打上げの際も、基幹部分は、現状通りの機能であろう。

以上のように、M-Vロケットと共に成長してきたUSCのネットワークについて記載してきたが、多くの方々の御支援・御協力により、正常運用している。関係の方々に謝意を表す。

参考文献

[1] 宇宙科学研究所報告 特集 第47号 M-V型ロケット（1号機から4号機まで）

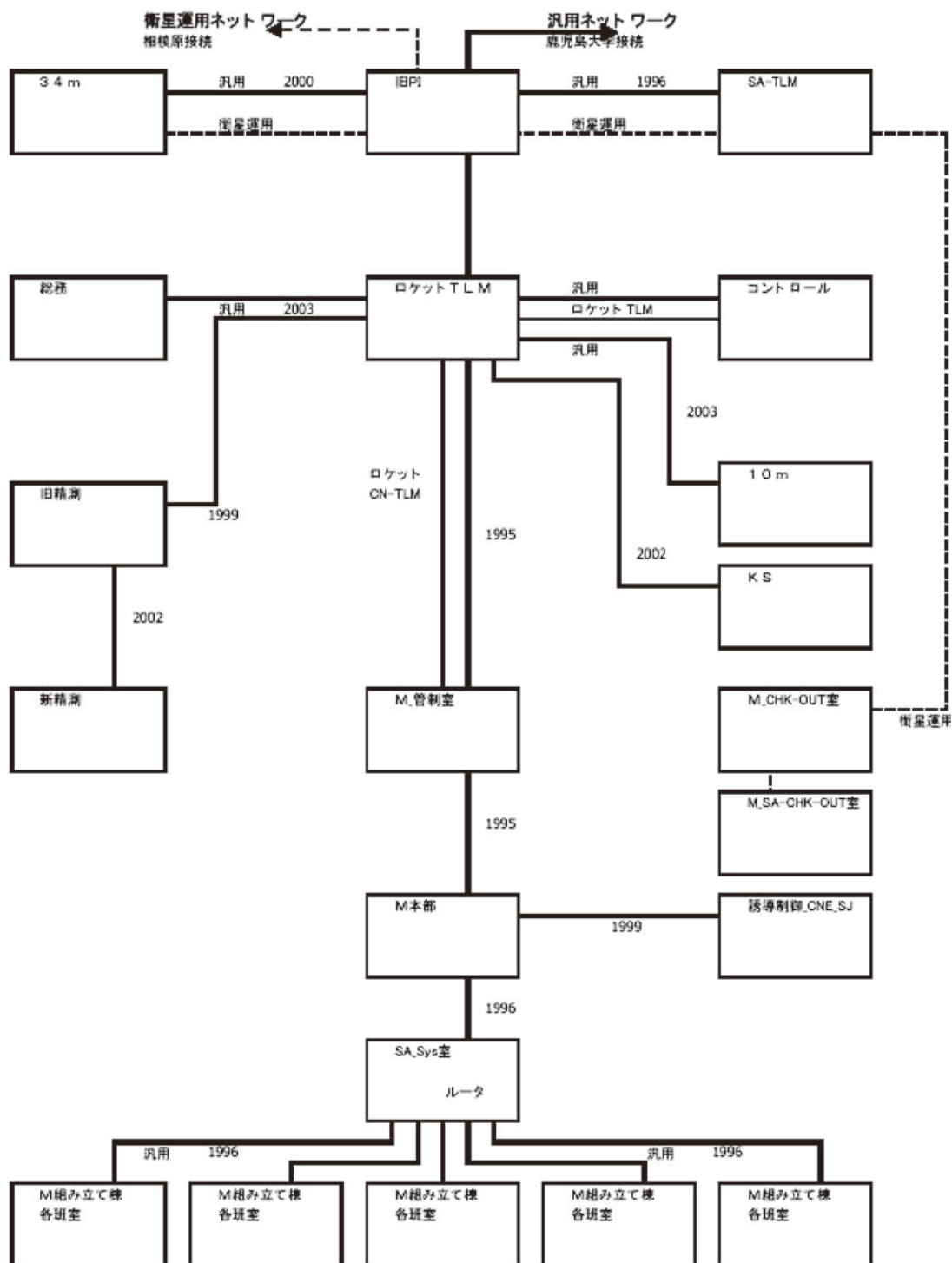


図1 内之浦宇宙空間観測所 諸ネットワーク 概要図 (ギガネット導入前)

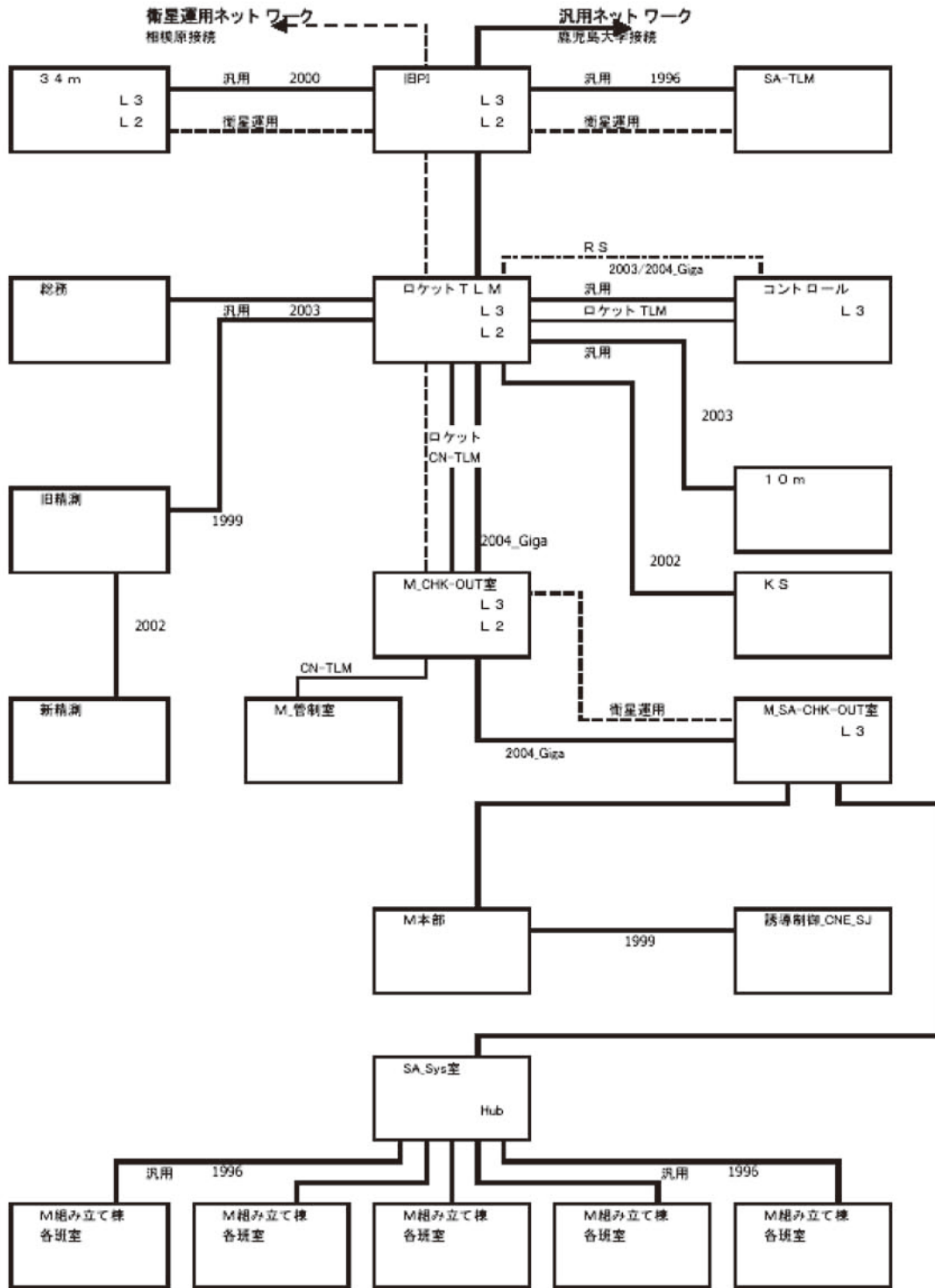


図2 内之浦宇宙空間観測所 MVロケット ギガネットワークLAN概要図