



MIL-STD-1553B オンボードサブネットワーク 設計標準

平成 27 年 4 月 22 日制定

宇宙航空研究開発機構

免責条項

ここに含まれる情報は、一般的な情報提供のみを目的としています。JAXA は、かかる情報の正確性、有用性又は適時性を含め、明示又は黙示に何ら保証するものではありません。また、JAXA は、かかる情報の利用に関連する損害について、何ら責任を負いません。

Disclaimer

The information contained herein is for general informational purposes only. JAXA makes no warranty, express or implied, including as to the accuracy, usefulness or timeliness of any information herein. JAXA will not be liable for any losses relating to the use of the information.

発行

〒305-8505 茨城県つくば市千現 2-1-1

宇宙航空研究開発機構 安全・信頼性推進部

JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency)

目次

1 適用範囲	1
2 関連文書	2
2.1 適用文書	2
2.1.1 CCSDS 勧告文書	2
2.1.2 MIL 文書	2
2.1.3 JAXA 文書	2
2.1.4 JIS 文書	2
2.2 参考文書	2
3 用語の定義および略語	3
3.1 用語の定義	3
3.1.1 この書の用語	3
3.1.2 MIL-STD-1553B の用語	5
3.2 略語	5
3.3 コンベンション	6
3.3.1 ビット番号	6
3.3.2 データ長の表記	6
3.3.3 最小伝送単位	6
4 背景およびこの書の構成	7
4.1 背景	7
4.2 この書の構成	9
5 要求事項	10
5.1 MIL-STD-1553B 適用のガイドライン	10
5.1.1 物理層	10
5.1.1.1 データバス結合	10
5.1.1.2 データバス構成(含：冗長構成)	10
5.1.2 データリンク層	12
5.1.2.1 ワード	12
5.1.2.2 メッセージ	14
5.1.2.3 フレーム構造	15
5.1.2.4 再送(ARQ)	16
5.2 サービス	17
5.2.1 全般	17
5.2.1.1 サービスの種類	17
5.2.1.2 フレーム同期サービス	17
5.2.1.3 宇宙機時刻サービス	17

5.2.1.4	パケットサービス	18
5.2.1.5	ターミナルマネジメントサービス	19
5.2.2	フレーム同期サービス	20
5.2.2.1	サービスの定義	20
5.2.2.2	概要	20
5.2.2.3	サービスプリミティブ	21
5.2.2.4	プロトコル規定	22
5.2.3	宇宙機時刻サービス	23
5.2.3.1	サービスの定義	23
5.2.3.2	概要	23
5.2.3.3	サービスプリミティブ	25
5.2.3.4	プロトコル規定	26
5.2.4	TC パケットサービス	28
5.2.4.1	サービスの定義	28
5.2.4.2	サービスプリミティブ	29
5.2.4.3	プロトコル規定	30
5.2.5	TM パケットサービス	31
5.2.5.1	サービスの定義	31
5.2.5.2	サービスプリミティブ	32
5.2.5.3	プロトコル規定	33
5.2.6	RT-RT 間パケットサービス(オプション)	34
5.2.7	ターミナルマネジメントサービス	34
5.2.8	マネジメントパラメータ	35
6	試験および検証	36
6.1	一般	36
6.2	試験仕様	36
6.3	その他	36
付録 1	Information Transfer Format	37
付録 2	サブアドレスの一例	38

1 適用範囲

この標準は、オンボードサブネット(適用文書[J1]参照)に MIL-STD-1553B(適用文書[M1])^{注1}を使用する場合に適用する。

MIL-STD-1553B を使用するオンボードサブネットとは、図 1-1 に示すように、CDH システムのプロセッサ(BC を持つ)と一つまたは複数のサブシステム^{注2}/ペイロードのプロセッサ(RT を持つ)間を MIL-STD-1553B を使用して、ユーザアプリケーション間のデータ転送を行う系である。

ユーザアプリケーション間を転送する、コマンド、HK データ等の宇宙機監視制御(SM&C)に必要なデータ、およびペイロードデータ(観測データ等)は、スペースパケットで伝送する場合を標準とする。

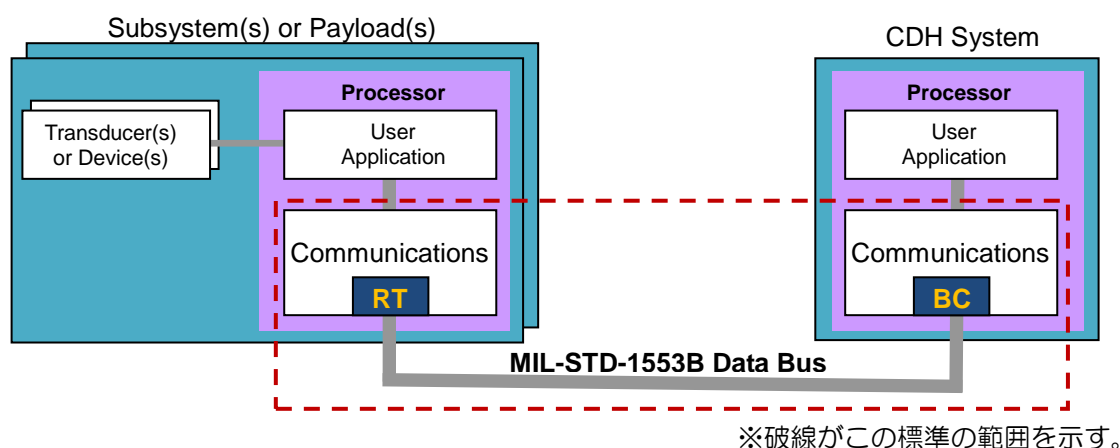


図 1-1 この標準の範囲

注1： MIL-STD-1553B とは、表 1-1 に示した特性(概要)をもつ、Digital Time Division Command/Response Multiplex Data Bus である。

注2： この節の「サブシステム」は適用文書[M1]定義のサブシステムではない。宇宙機に搭載された電源系サブシステム、姿勢制御系サブシステム等のサブシステムである。

表 1-1 MIL-STD-1553B 特性の概要

項目	規格
トポロジ	バス
ドライバ / レシーバ	トランス結合
伝送ケーブル	シールド付ツイストペア
クロック速度	1MHz
符号化	マンチェスタⅡ bi-phase
ターミナルタイプ	BC、RT、BM
最大 RT 数	31
冗長構成	伝送ケーブル (待機冗長)
伝送方式	半二重
ワード長	20 ビット
データ長/ワード	16 ビット
動作	同期方式
プロトコル	コマンド/レスポンス方式
データ転送方向	BC to RT(s), RT to BC, RT to RT

BC: Bus Controller RT: Remote Terminal BM: Bus Monitor

2 関連文書

2.1 適用文書

2.1.1 CCSDS 勧告文書

[C1] CCSDS 850.0-G-2 : Spacecraft Onboard Interface Services

[C2] CCSDS 133.0-B-1 : Space Packet Protocol

[C3] CCSDS 301.0-B-4 : Time Code Formats

2.1.2 MIL 文書

[M1] MIL-STD-1553B : Interface Standard for Digital Time Division Command/Response
Multiplex Data Bus,
Notice 2, 8th September 1986
Notice 3, 31th January 1993
Notice 4, 15th January 1996

[M2] MIL-HDBK-1553A : Military handbook. Multiplex application handbook,
1st November, 1988

2.1.3 JAXA 文書

[J1] JERG-2-400A : 通信設計標準

[J2] JERG-2-400-HB003 : 通信設計標準ガイドライン(スペースコミュニケーション・エンドツーエンドプロトコル編)

2.1.4 JIS 文書

[JIS1] JIS X5003-1987 : 開放型システム相互接続の基本参照モデル
Open Systems Interconnection – Basic Reference Model

2.2 参考文書

[1] CCSDS-851.0-M-1 : Spacecraft Onboard Interface Services – Subnetwork Packet Service

[2] CCSDS-853.0-M-1 : Spacecraft Onboard Interface Services – Subnetwork
Synchronisation Service

[3] CCSDS-855.0-M-1 : Spacecraft Onboard Interface Services – Subnetwork Test Service

[4] ECSS-E-ST-50-13C : Interface and Communication Protocol for MIL-STD-1553B Data Bus
Onboard Spacecraft, 15 November 2008.

3 用語の定義および略語

3.1 用語の定義

3.1.1 この書の用語

以下に示す用語は、OSI 参照モデルで定義(適用文書[JIS1])された用語をこの書に合うように書き直したものである。厳密な定義は適用文書[JIS1]を参照のこと。

(1) サービス(Service)

サービスとは、<N>層およびそれより下の層の能力であって、<N>層と<N+1>層の境界において<N+1>層エンティティに提供されるもの、のことである。

この書においては、<N+1>層エンティティがユーザアプリケーションであり、<N>層およびそれより下の層がサブネットワークである。

すなわち、この書におけるサービスは、サブネットワークがユーザアプリケーションに提供する能力(機能)である。

(2) サブネットワーク(Subnetwork)

サブネットワークとは、中継機能を持つ一つまたは複数の開放型システムの集合のことである。

宇宙通信システムは、オンボードサブネットワーク、スペースリンクサブネットワークおよびグラウンドサブネットワークの3つのサブネットワークで構成する(図 4-1 参照)。

(3) プロトコル(Protocol)

送信側と受信側の同じ層が、その層の機能を実行するとき、送信側の層と受信側の層間で行う通信を規定する規則および形式(意味および構文)の集合である。

(4) 層(Layer)

通信の分野での層とは、OSI が定義した通信を行うための機能の単位である。OSI 参照モデルは、7つの層(第1層から第7層)を定義している。

CCSDS の層(すなわち宇宙通信の層)は、第1層が物理層、第2層がデータリンク層、第3層がネットワーク層、第4層がトランスポート層であり(第4層までは OSI 参照モデルと同じ名称で同様の機能を持つ)、OSI 参照モデルの第5層から第7層をまとめて応用層と呼ぶ。

なお、スペースデータリンクサブネットワークの CCSDS 層第2層データリンク層は、データリンク副層(Sublayer)と同期・チャンネルコーディング(Sync and Channel Coding)副層の2つの副層を持つ。

(5) PDU(Protocol Data Unit)

送信側と受信側の同じ層間を転送する、プロトコルで定義された、データユニットのことである。

(N-1)層の PDU は、(N-1)層の PCI と(N-1)層の SDU で構成される(図 3.1-1)。

(N-1)層の PCI(Protocol Control Information)とは、送受の(N-1)層の機能を実行するために必要な情報であり、一般に、(N-1)層のヘッダと呼ぶ。(N-1)層の SDU は、一般に、ユーザデータ(User Data)と呼ぶ。(N-1)層の SDU は N 層の PDU である。

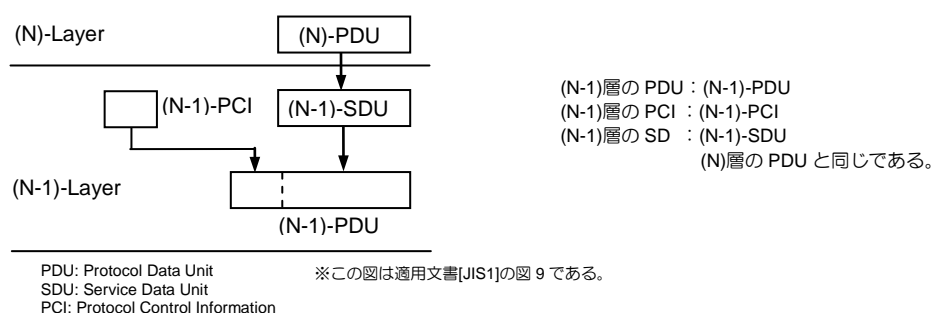


図 3.1-1 PDU、SDU および PCI 間の関係

(6) SAP(Service Access Point)

サービスを提供する点である。この書の SAP は、ユーザアプリケーションとサブネットワークの境界に位置する(図 3.1-2 の●印)。

SAP において、サービスのインターフェース(サービスの定義、プリミティブおよびプロトコル)を規定する。

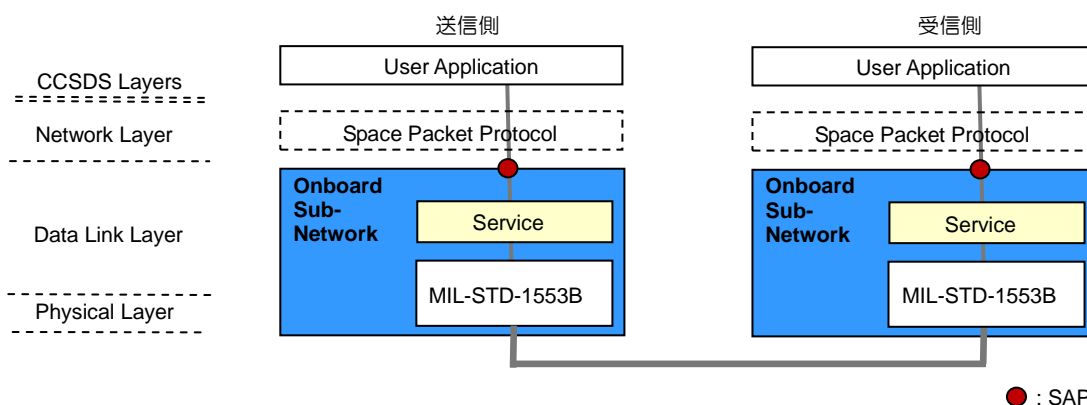


図 3.1-2 SAP(Service Access Point)

(7) SDU(Service Data Unit)

SAP におけるデータユニットである。PDU との関係は、図 3.1-1 に示したとおりである。

3.1.2 MIL-STD-1553B の用語

以下に示す用語は、適用文書[M1]の3節で定義された用語である。この書は、その定義をそのまま適用する。

Asynchronous Operation	; 適用文書[M1] の3.14 節で定義。
Bit	; 適用文書[M1] の3.1 節で定義。
Bit Rate	; 適用文書[M1] の3.2 節で定義。
Broadcast, Mode Code	; 適用文書[M1] の3.18 節で定義。
Bus Controller(BC) (Controller と同義語である)	; 適用文書[M1] の3.11 節で定義。
Bus Monitor	; 適用文書[M1] の3.12 節で定義。
Command/Response	; 適用文書[M1] の3.16 節で定義。
Data Bus	; 適用文書[M1] の3.9 節で定義。
Dynamic Bus Control	; 適用文書[M1] の3.15 節で定義。
Half Duplex	; 適用文書[M1] の3.5 節で定義。
Message	; 適用文書[M1] の3.7 節で定義。
Mode Code	; 適用文書[M1] の3.1 節で定義。
Pulse Code Modulation(PCM)	; 適用文書[M1] の3.3 節で定義。
Redundant Data Bus	; 適用文書[M1] の3.17 節で定義。
Remote Terminal(RT)	; 適用文書[M1] の3.13 節で定義。
Subsystem	; 適用文書[M1] の3.8 節で定義。
Terminal	; 適用文書[M1] の3.10 節で定義。
Time Division Multiplexing(TDM)	; 適用文書[M1] の3.4 節で定義。
Word	; 適用文書[M1] の3.6 節で定義。

3.2 略語

以下に、この書で使用する略語を示す。

APID	: Application Process Identifier
ARQ	: Automatic Repeat Request
BC	: Bus Controller
BM	: Bus Monitor
CCSDS	: Consultative Committee for Space Data Systems
CDH	: Central Data Handling
CUC	: CCSDS Unsegmented Code
FRM	: Frame
GPS	: Global Positioning System
LDP	: Logical Data Path
OSI	: Open Systems Interconnection ; 開放型システム相互接続
PDU	: Protocol Data Unit
RT	: Remote Terminal
SAP	: Service Access Point
SDU	: Service Data Unit
SLE	: Space Link Extension
SM&C	: Spacecraft Monitor and Control ; 宇宙機監視制御
SOIS	: Spacecraft Onboard Interface Services
SYNC	: Synchronization (Synchronisation)
TDM	: Time Domain Multiplexing ; 時分割多重
PKT	: PACKET

3.3 コンベンション

3.3.1 ビット番号

CCSDS 勧告と MIL-STD-1553B では、ビット番号の定義が異なる。この標準は CCSDS 勧告のビット番号の定義(図 3.3-1)を用いる。

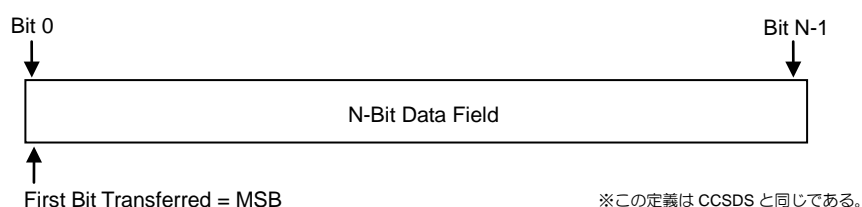


図 3.3-1 ビット番号コンベンション

【注記】 MIL-STD-1553B は、First Bit Transferred=Bit 1 である。

3.3.2 データ長の表記

CCSDS は 8 ビット長をオクテット(octet)と呼ぶ。この標準は、CCSDS に従い、データ長はオクテットで表記する。

3.3.3 最小伝送単位

エンドツーエンドプロトコルに適用するスペースパケットプロトコル(適用文書[C2])のスペースパケット長は、オクテット(8 ビット)の整数倍である。一方、MIL-STD-1553B のユーザデータの最小伝送単位は 2 オクテット(16 ビット)である(一回のユーザデータ転送量は 2 オクテットである)。

この標準は、ユーザアプリケーションが転送するパケットの長さが奇数オクテットの場合、オンボードサブネットワークの送信側がスペースパケットの後尾に 1 オクテットのフィル(Fill)を付加して送信する(2 オクテットの整数倍で送信する)。このフィルはオンボードサブネットワークの受信側で廃棄する。

すなわち、スペースパケット長は、CCSDS 勧告の通り、オクテット(8 ビット)の整数倍である。MIL-STD-1553B メッセージのデータ長(ユーザデータ長)は、MIL-STD-1553B 規定の通り、2 オクテットの整数倍である。

4 背景およびこの書の構成

4.1 背景

CCSDS は、宇宙通信に、地上で使用している OSI 参照モデル(適用文書[JIS1])と同様な層(Layer)を定義した(この層を CCSDS 層という)。そして、地上で使用している、または宇宙に転用できる通信プロトコルはそのまま使用することで宇宙通信を開発した。

宇宙通信のネットワークは、3 つのサブネットワーク(オンボードサブネットワーク、スペースリンクサブネットワーク、グラウンドサブネットワーク)で構成される。図 4-1 に宇宙通信のプロトコル構成(Protocol Configuration を示す)^{注1}。

注 1: CCSDS 層は、物理層、データリンク層、ネットワーク層、トランスポート層、応用層で構成する。通常の宇宙機は、エンドツーエンドプロトコルにスペースパケットプロトコルを適用する。この場合、使用する層は下位 3 層(物理層、データリンク層、ネットワーク層)である。図 4-1 はエンドツーエンドプロトコルにスペースパケットプロトコルを適用する前提で記載してある。

CCSDS は、従来、宇宙通信に無かったプロトコル(エンドツーエンドプロトコルと宇宙機-地上局間プロトコル)を開発した(図 4-1 の太枠のプロトコル)。

オンボードサブネットワークとグラウンドサブネットワークのプロトコルは標準化していない(この部分は、地上で使用しているまたは宇宙に転用できる通信プロトコルがあるからである)。しかし、まったく任意であると、上位プロトコルとつながらない/つながりにくいので、オンボードサブネットワークには SOIS 勧告(適用文書[C1])を、グラウンドサブネットワークには SLE 勧告を作成した。オンボードサブネットワークおよびグラウンドサブネットワークは、これらの勧告を併用する。

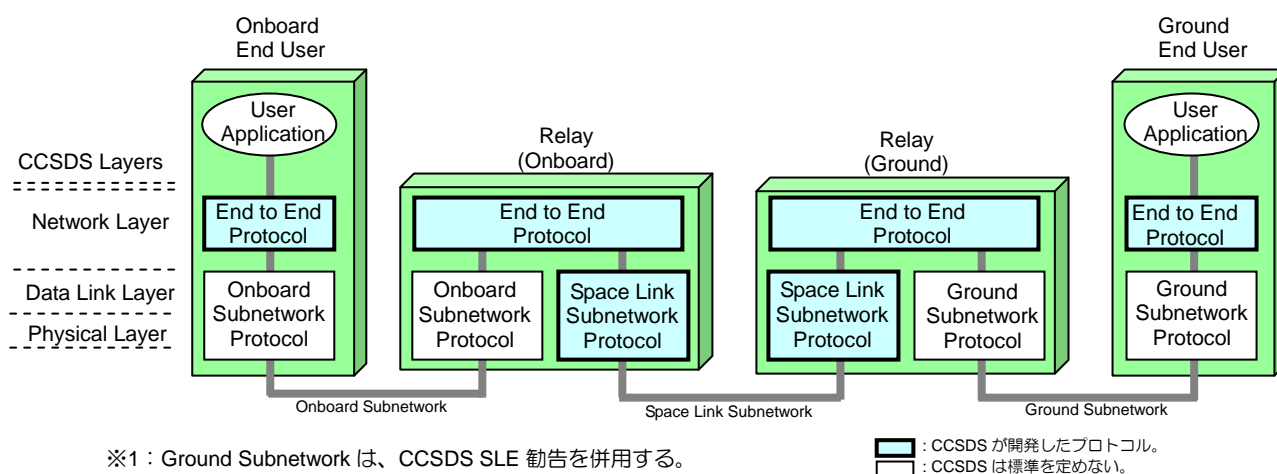
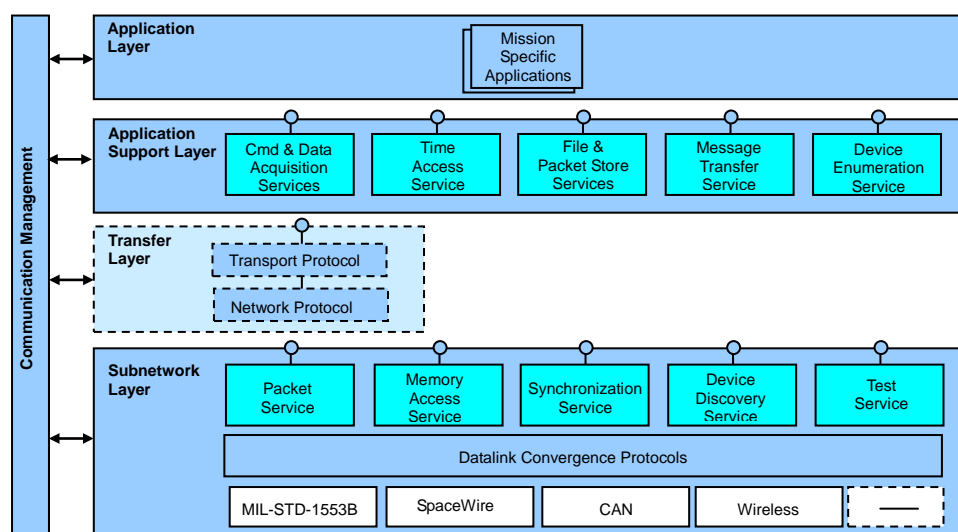


図 4-1 宇宙通信のプロトコル構成

オンボードサブネットワークは、OSI 参照モデルの第 1 層(物理層)と第 2 層(データリンク層)相当の機能を有する。

現在、オンボードサブネットワークには、世界的に、MIL-STD-1553B、CAN Bus、SpaceWire などのプロトコルが多く使用されている。MIL-STD-1553B と SpaceWire は OSI 参照モデルに対応して開発されていないが、機能的には同様に見なせる。

このようなオンボードサブネットワークに使用するプロトコルは、当然、スペースパケットを伝送するために作られたものではなく、また、上位(ユーザアプリケーション)に対するサービス(OSI 用語である)の規定がない。CCSDS の SOIS 勧告は、このサービスの標準を規定したものである(図 4-2)。MIL-STD-1553B、CAN Bus、SpaceWire などの上位に SOIS 勧告に従ったサービスが位置して、宇宙通信のオンボードサブネットワークになる。



(通用文書[C1]の Figure 2-1)

図 4-2 SOIS Reference Communications Architecture

この書は、オンボードサブネットワークに MIL-STD-1553B を使用する場合のサービスの標準を規定したものである。

この標準が定義するサービスは、SOIS Subnetwork の Packet Service、Synchronization Service および Test Service に対応している。なお、Synchronization Service はフレーム同期サービスと宇宙機時刻サービスの 2 サービスを用意し、Test Service はターミナルマネジメントサービスと名称を変えている。

図 1-1 の適用範囲を示した Communication 部は、図 4-2 のサブネットワーク層(Subnetwork Layer)に対応する。サブネットワーク層は、CCSDS 層(CCSDS Layer)の物理層(Physical Layer)、データリンク層(Data Link Layer)とネットワーク層(Network Layer)に相当する(図 4-3 参照)。

MIL-STD-1553B(適用文書[M1])は、物理層とデータリンク層内の下部に相当する。データリンク層内の上部はサービス(Service)が存在する。

ネットワーク層(Network Layer)は、CCSDS のスペースパケットプロトコル(Space Packet Protocol)(適用文書[C2])を適用する。

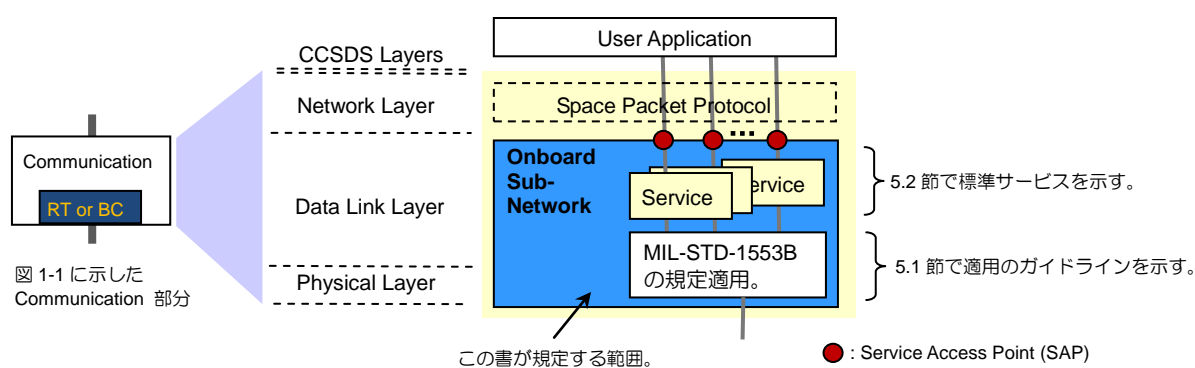


図 4-3 標準の範囲とこの書の構成

4.2 この書の構成

この書の 5.1 節で、宇宙機がオンボードサブネットワークに MIL-STD-1553B を適用する場合の標準的なガイドラインを示す。

- MIL-STD-1553B 規格適用部は、MIL-STD-1553B に記載された規格をすべて適用することはない(MIL-STD-1553B 規定には、複数方式の規定、多くのオプションがある)。
- そのため、JAXA 宇宙機が適用する標準的なガイドラインを示す。

この書の 5.2 節で、オンボードサブネットワークに MIL-STD-1553B を適用する宇宙機の標準サービスを規定する。

- サービスは、CCSCS SOIS 勧告に従い、JAXA が作成したものである。

5 要求事項

5.1 MIL-STD-1553B 適用のガイドライン

この 5.1 節に記載した以外の規格は、すべて、適用文書[M1]の規格をそのまま適用すること。

5.1.1 物理層

5.1.1.1 データバス結合

5.1.1.1.1 規格

(1) MIL-STD-1553B バス結合(Bus Coupled)の方式は、図 5.1.1-1 に示すように、トランス結合(Transformer Coupled)と直接結合(Direct Coupled)の 2 つの方式がある。

(2) トランス結合は適用文書[M1]の 4.5.1.5.1 節、直接結合は適用文書[M1]の 4.5.1.5.2 節で規定している。

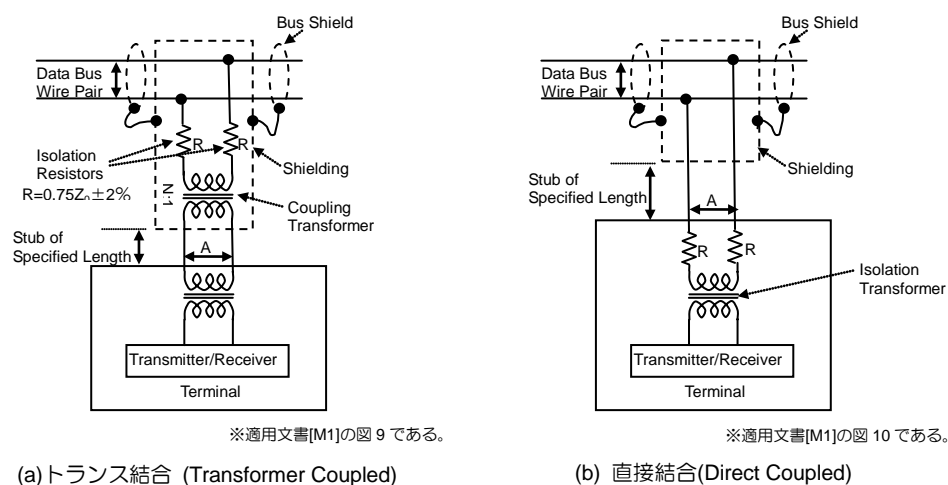


図 5.1.1-1 MIL-STD-1553B のバス結合(Bus Coupled)方式

5.1.1.1.2 ガイドライン

(1) トランス結合(図 5.1.1-1(a))を標準とする。

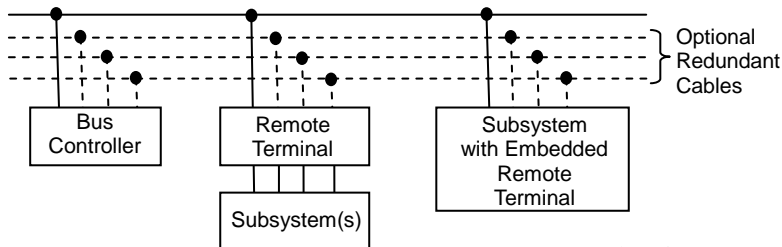
(2) もしも、直接結合(図 5.1.1-1(b))を行う場合は、バスケーブルの故障やターミナルの故障等に十分な注意をすること。

5.1.1.2 データバス構成(含：冗長構成)

5.1.1.2.1 規格

(1) MIL-STD-1553B は、図 5.1.1-2 に示すように、バスケーブルの冗長系をオプションで規定している。

(2) バスに接続する機器の冗長は、MIL-STD-1553B の範疇ではないので、規定はない。



※適用文書[M1]の図 1 である。

図 5.1.1-2 データバスの構成例

5.1.1.2.2 ガイドライン

宇宙機の搭載機器は、単一故障点(Single Failure Point)を除去するために、待機冗長系を構成することが多い。この節は、データバスと機器の冗長構成の標準を示す(図 5.1.1-3 参照)。

- (1) データバスは、主系と従系による待機冗長構成とする。
- (2) データバスに接続するすべての搭載機器(主系、従系とも)は、トランス結合で主系と従系のデータバスに接続する。
- (3) 内部冗長構成の機器(電氣的に独立した主系と従系を一つの筐体の実装したもの)であっても、内部の主系、従系ともにトランス結合で主系と従系のデータバスに接続する。
- (4) 単系の搭載機器が存在する場合、その機器はトランス結合で主系と従系のデータバスに接続する。
- (5) 主系バスと従系バスに接続するコネクタは、互いに独立したコネクタであること(同一コネクタに主系と従系の信号を混在しないこと^{注1})。

注 1：冗長系信号の基本要件は、「主系信号と従系信号は、互いに、物理的、機械的、熱的、EMC 的に分離して独立していること」である。

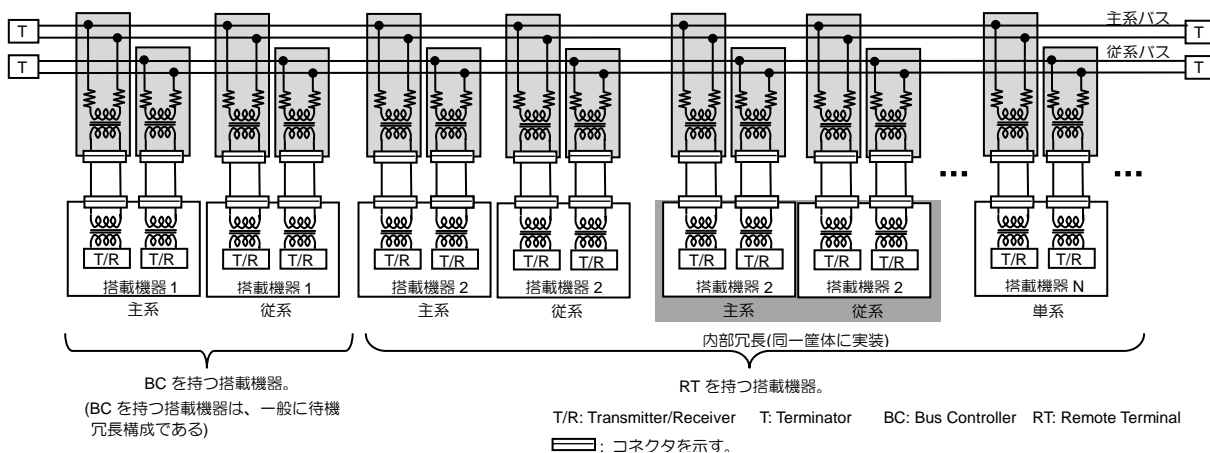


図 5.1.1-3 宇宙機搭載 MIL-STD-1553B データバスの構成

5.1.2 データリンク層

5.1.2.1 ワード

5.1.2.1.1 規格

- (1) MIL-STD-1553B で使用するワードの種類、各ワードのデータ構造は、MIL-STD-1553B の 4.3.3.4 節、4.3.3.5 節および 30.5 節で規定している。この書の標準もこれに従う。
- (2) コマンドワード中のサブアドレス^{注1}(5ビット)の使い方は規定していない。

注1：サブアドレスは RT アドレスごとに定義できる。RT アドレスは RT の物理アドレスであるが、サブアドレスは物理アドレスではない。
- (3) コマンドワード中のモードコード(表 5.1.2-1)は、すべてを使用しなくてよい。
- (4) ステータスワード中のステータスビットにはオプションのビットがある(表 5.1.2-2)。

5.1.2.1.2 ガイドライン・サブアドレス

以下に、サブアドレスの使い方のガイドラインを示す。

- (1) サブアドレスは、サービス(5.2 節)の識別に使用する^{注1}。

注1：アプリケーションデータの識別は、APID で行われる。
- (2) データ伝送方向が BC to RT のサブアドレスと、RT to BC のサブアドレスは独立である(一つのサブアドレスは、BC to RT、RT to BC で異なったサービスを識別してよい)(付録 2 参照)。
- (3) BC およびすべての RT で共通化できるサブアドレスは、共通値にすること (付録 2 参照)。
- (4) 64 オクテット より長いアプリケーションデータを 64 オクテットで分割^{注2}したときの分割情報の識別として使用する。
- (5) この分割情報として使用するサブアドレスの値は、連番であり、一つの宇宙機で共通であること(付録 2 参照)。

注2：MIL-STD-1553B が伝送するデータ長は、2 オクテット×n(N=1,2,…32)である(最大 64 オクテット)。そこで、64 オクテットより長いアプリケーションデータは、64 オクテットで分割して伝送する。分割した最初の 64 オクテットをサブアドレスnとし、次の64 オクテットをサブアドレスn+1、…とする。
- (6) この標準は、サブアドレス値の標準を定めない。宇宙機プロジェクトごとにプロジェクト標準を定めること。

5.1.2.1.3 ガイドライン・モードコード

表 5.1.2-1 にモードコード(Mode Code)の適用のガイドラインを示す。

(1) 次のモードコードは必ず使用する(カッコ内はモードコードの十進表記)。

10001(17): Synchronize

(2) 次のモードコードは使用しない(カッコ内はモードコードの十進表記)。

00000(0) : Dynamic bus control

00110(6) : Inhibit terminal flag bit

00111(7) : Override terminal flag bit

10010(18) : Transmit last command

10100(20) : Selected transmitter shutdown

10101(21) : Override selected transmitter shutdown

(3) その他のモードコードはオプションである。この標準は、オプションの適用標準を定めない。宇宙機プロジェクトごとにプロジェクト標準を定めること。

表 5.1.2-1 モードコード

T/R	Mode Code	機能	データワードの有無	ブロードキャストの可否	MIL-STD-1553B の規定箇所	この文書の標準
1	00000	Dynamic bus control	無	否	4.3.3.5.1.7.1 節	使用しない
1	00001	Synchronize	無	可	4.3.3.5.1.7.2 節	オプション
1	00010	Transmit status word	無	否	4.3.3.5.1.7.3 節	オプション
1	00011	Initiate self-test	無	可	4.3.35.1.7.4 節	オプション
1	00100	Transmitter shutdown	無	可	4.3.3.5.1.7.5 節	オプション
1	00101	Override transmitter shutdown	無	可	4.3.3.5.1.7.6 節	オプション
1	00110	Inhibit terminal flag bit	無	可	4.3.3.5.1.7.7 節	使用しない
1	00111	Override terminal flag bit	無	可	4.3.3.5.1.7.8 節	使用しない
1	01000	Reset remote terminal	無	可	4.3.3.5.1.7.9 節	オプション
1	10000	Transmit vector word	有	否	4.3.3.5.1.7.11 節	オプション
0	10001	Synchronize	有	否	4.3.3.5.1.7.12 節	使用する
1	10010	Transmit last command	有	否	4.3.3.5.1.7.13 節	使用しない
1	10011	Transmit built-in-test word	有	否	4.3.3.5.1.7.14 節	オプション
0	10100	Selected transmitter shutdown	有	可	4.3.3.5.1.7.15 節	使用しない
0	10101	Override selected transmitter shutdown	有	可	4.3.3.5.1.7.16 節	使用しない

5.1.2.1.4 ガイドライン・ステータスビット

表 5.1.2-2 にステータスビット(Status Bit)の適用のガイドラインを示す。

(1) 次のステータスビットは必ず使用する。

ビット番号 8 : Message Error

ビット番号 18: Terminal Flag

(2) 次のステータスビットは使用しない。

ビット番号 9 : Instrumentation

ビット番号 16: Subsystem Flag

ビット番号 17: Dynamic Bus Control Accept

(3) その他のステータスビットはオプションである。この標準は、オプションの適用標準を定めない。宇宙機プロジェクトごとにプロジェクト標準を定めること。

表 5.1.2-2 ステータスビット

ビット番号	Status Bit	MIL-STD-1553B の規定箇所	この文書の標準
8	Message Error	4.3.3.5.3.3 節	使用する。
9	Instrumentation	4.3.3.5.3.4 節, optional	使用しない('0')
10	Service Request	4.3.3.5.3.5 節	オプション
14	Broadcast Command Received	4.3.3.5.3.7 節	使用する。
15	Busy	4.3.3.5.3.8 節, optional	オプション
16	Subsystem Flag	4.3.3.5.3.9 節, optional	使用しない('0')
17	Dynamic Bus Control Accept	4.3.3.5.3.10	使用しない('0')
18	Terminal Flag	4.3.3.5.3.11 節, optional	使用する。

5.1.2.2 メッセージ

5.1.2.2.1 規格

(1) メッセージの転送は、表 5.1.2-3 の行番 1 から行番 6 および行番 8 から行番 11(ブロードキャスト)の 10 種類の規定がある。

(2) MIL-STD-1553B データバスを使用するユーザは、必要とする転送を行う。

5.1.2.2.2 ガイドライン

(1) 次の転送は必ず行う。()内の行番は表 5.1.2-3 の行番を示す。

a. BC to RT(行番 1) ; TC パケットサービスに使用する。

b. RT to BC(行番 2) ; TM パケットサービスに使用する。

c. BC to RT(s)(B) (行番 8) ; 宇宙機時刻サービスに使用する。

d. Mode Command with Data Word (行番 11) ; フレーム同期サービスに使用する。

(2) 次の転送は行わない。

a. 表 5.1.2-3 の行番 4、5、6、9 および 10。

(3) 次の転送はオプションである。宇宙機プロジェクトごとにプロジェクト標準を定めること。

a. RT to RT(表 5.1.2-3 の行番 3)。

表 5.1.2-3 メッセージの転送

行番	メッセージの転送	MIL-STD-1553B の規定箇所	この文書の標準
1	BC to RT	4.3.3.6.1 節	使用する。
2	RT to BC	4.3.3.6.2 節	使用する。
3	RT to RT	4.3.3.6.3 節	オプション
4	Mode Command without Data Word	4.3.3.6.4 節	使用しない。
5	Mode Command with Data Word(T)	4.3.3.6.5 節	使用しない。
6	Mode Command with Data Word(R)	4.3.3.6.6 節	使用しない。
7	Optional Broadcast	4.3.3.6.7 節, 10.6 節	---
8	・ BC to RT(s)(B)	4.3.3.6.7.1 節	使用する。
9	・ RT to RT(s)(B)	4.3.3.6.7.2 節	使用しない。
10	・ Mode Command without Data Word	4.3.3.6.7.3 節	使用しない。
11	・ Mode Command with Data Word	4.3.3.6.7.4 節	使用する。

(T): Transmit, (R): Receive, (B): Broadcast

5.1.2.3 フレーム構造

フレーム構造とは、この書の 5.1.2.2 節で規定したメッセージを TDM(Time Division Multiplexing)で伝送するタイムスロット(事前設定(Preconfigure)する)である。

5.1.2.3.1 規格

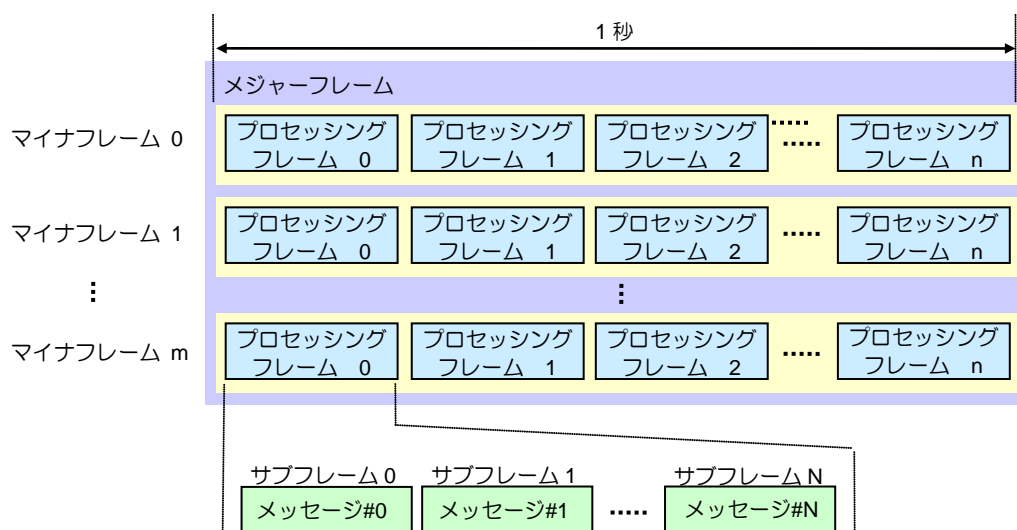
(1) フレーム構造は、MIL-STD-1553B を使用するユーザが規定する。

5.1.2.3.2 ガイドライン

フレーム構造のガイドラインを図 5.1.2-1 に示す。

- (1) N 個のメッセージ(サブフレーム)で一つのプロセッシングフレームを構成する。メッセージとは、MIL-STD-1553B メッセージであり^{注1}、この書の 5.1.2.2 節で規定したものである。
- (2) n 個のプロセッシングフレームでマイナフレームを構成する。マイナフレームの周期は 1 秒とする。
- (3) m 個のマイナフレームで一つのメジャーフレームを構成する。
- (4) メジャーフレームはオプションとする。メジャーフレームを使用しない場合、マイナフレームは単にフレームと呼ぶ。
- (5) n、m、N の値は標準化しない。宇宙機プロジェクト毎に定めてよい。

注 1: この書では、メッセージと MIL-STD-1553B メッセージは同義語である。



注：マイナフレームはオプションである。
メジャーフレームを使用しない場合、マイナフレームはフレームと呼ぶ。

図 5.1.2-1 フレーム構造

5.1.2.4 再送(ARQ)

5.1.2.4.1 規格

- (1) 適用文書[M1](MIL-STD-1553B)には ARQ(Automatic Repeat Request)の規定はない。
- (2) 適用文書[M2](MIL-HDBK-1553A)の 50.6.2.1 節に Automatic Retries の記載がある。

5.1.2.4.2 ガイドライン

- (1) 再送(ARQ)は標準としない(MIL-HDBK-1553A 50.6.2.1 節は適用しない)。

5.2 サービス

5.2.1 全般

5.2.1.1 サービスの種類

5.2 節は、データリンク層内に存在する、サービスの「サービスの定義」とその「プロトコルの規格」を示す。標準化するサービスは、図 5.2.1-1 に示すように、6 つのサービス(内、一つはオプション)である。フレーム同期サービスは、他のすべてのサービスが共通して使用する。

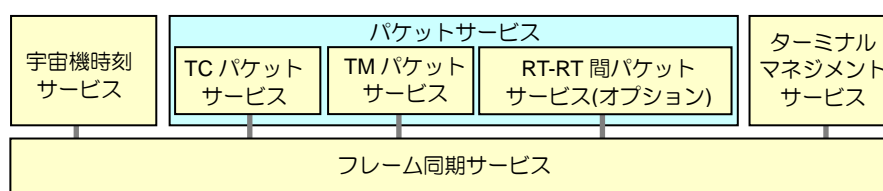


図 5.2.1-1 標準サービスとサービス間の関連

5.2.1.2 フレーム同期サービス

- データベースの多重化方式は時分割多重である。そのため、BC、BC ユーザアプリケーションおよび全 RT、全 RT ユーザアプリケーション間は、時分割多重化のための同期を行う必要がある。
- フレーム同期サービスは、多重化の基本フレームであるプロセッシングフレームの多重化情報(プロセッシングフレーム ID 番号)を BC からすべてのユーザアプリケーションへ伝送するサービスである。
- BC アプリケーションおよび全 RT ユーザアプリケーションは、このサービスを使用して時分割多重の同期を行う。
- このサービスによる多重化情報の伝送はブロードキャストで行う。
- このサービスは、他のすべてのサービスが共通して使用するサービスである。

5.2.1.3 宇宙機時刻サービス

- 宇宙機時刻は BC ユーザアプリケーションがマスタであり、RT ユーザアプリケーションはスレーブである。
- そのため、宇宙機時刻は、BC ユーザアプリケーションからすべての RT ユーザアプリケーションへ、リアルタイムで伝送する必要がある。
- 宇宙機時刻サービスは、すべての RT ユーザアプリケーションが、BC ユーザアプリケーションから転送される時刻情報および時刻タイミングで、BC ユーザアプリケーションの宇宙機時刻(マスタ)との同期を確立するために使用するサービスである。
- このサービスによる宇宙機時刻の伝送は、ブロードキャストで行う。

5.2.1.4 パケットサービス

- a. BC ユーザアプリケーションおよび RT ユーザアプリケーション間は、データベースを使用して、スペースパケットで情報を転送する。
- b. パケットサービスは、BC ユーザアプリケーションおよび RT ユーザアプリケーション間でスペースパケットを転送するサービスである。
- c. ブロードキャストでデータを転送することもある。

5.2.1.4.1 パケットサービスの種類

パケットサービスは、パケットの転送方向により、次の3つに分類する。

- (a) **TC パケットサービス**：BC ユーザアプリケーションから RT(s) ユーザアプリケーションへ転送するサービスである。
- (b) **TM パケットサービス**：RT ユーザアプリケーションから BC ユーザアプリケーションへ転送するサービスである。
- (c) **RT-RT 間パケットサービス(オプション)**：一つの RT ユーザアプリケーションから他の RT ユーザアプリケーションへ転送するサービスである。

5.2.1.4.2 パケット伝送サブフレームの割り当て

一つのパケット^{注1}またはパケットを分割したデータ^{注2}は、一つのサブフレームで伝送する。このサブフレームは、一般に、次の3つのタイプを使用する(表 5.2.1-1 参照)。すべてのサブフレームは、これらのいずれかのタイプに事前設定(Preconfigured)する。

注1：64 オクテット長以下のパケットである。

注2：64 オクテット長を超えるパケットの伝送は、パケットを 64 オクテット単位で分割して、複数のサブフレームで伝送する(5.2.4.3 節参照)。

タイプ1：RT アドレス固定、パケットデータ長固定。

RT アドレスを1つに固定したサブフレームである。伝送データ(パケット)の長さは固定長である。

タイプ2：RT アドレス固定、パケットデータ長可変。

RT アドレスを1つに固定したサブフレームである。伝送データの長さは可変である。

タイプ3：RT アドレス可変、パケットデータ長可変。

RT アドレスを固定しないサブフレームである。伝送データの長さは可変である。

表 5.2.1-1 サブフレームのタイプ

サブフレーム	TC パケットサービス		TM パケットサービス		備考
	BC to RT		RT to BC		
	受信 RT アドレス	伝送データ (パケット)の長さ	送信 RT アドレス	伝送データ (パケット)の長さ	
タイプ 1	---	---	固定	固定長	
	固定(すべて)	固定長	---	---	ブロードキャスト
タイプ 2	固定	可変長	固定	可変長	
タイプ 3	可変	可変長	可変	可変長	

RT アドレス

固定 : 一つのみを事前設定する。

可変 : 事前設定しない。

伝送データ(パケット)の長さ

固定長 : 一つの長さのみを事前設定する。

可変長 : 事前設定しない。

伝送データ(パケット)長が固定で、伝送するサブフレームが周期的に固定してアサインされる場合、その伝送データの伝送帯域は固定である。

伝送データ長が可変、もしくは伝送するサブフレームが周期的に固定してアサインされない場合、その伝送データの伝送帯域は可変である。

5.2.1.5 ターミナルマネジメントサービス

- a. ターミナルマネジメントサービスは、データベースにおける異常や故障に対する処置のサービスである。

5.2.2 フレーム同期サービス

5.2.2.1 サービスの定義

5.2.2.2 概要

MIL-STD-1553B データバスは、時分割(TDM)でデータを伝送する。そのため、送信側と受信側は、データの送受について、同期が必要である。フレーム同期サービスは、この同期を行うためのサービスである。

データバスは、5.1.2.3 節に示したフレーム構成でデータを伝送する。フレーム同期サービスは、各プロセッシングフレームの先頭で、プロセッシングフレームの先頭タイミングとプロセッシングフレームの番号を、すべてのターミナル(BC と全 RT)へ、ブロードキャストで通知する。

この通知は、BC ユーザアプリケーションユーザが発生する FRM SYNC. request で開始し^{注1}、FRM SYNC. indication で全ターミナルへ通知される(図 5.2.2-1 および図 5.2.2-2)。

注 1：停止は、一般に BC 機器の電源 OFF または主従切り替えで行われる。

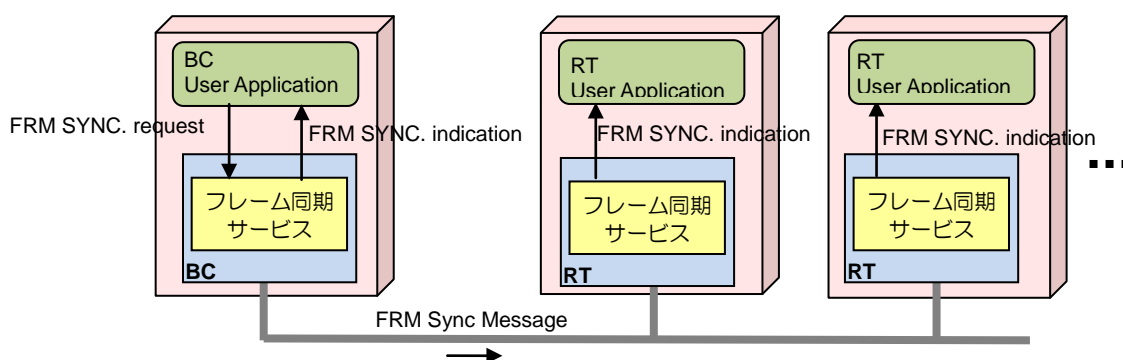
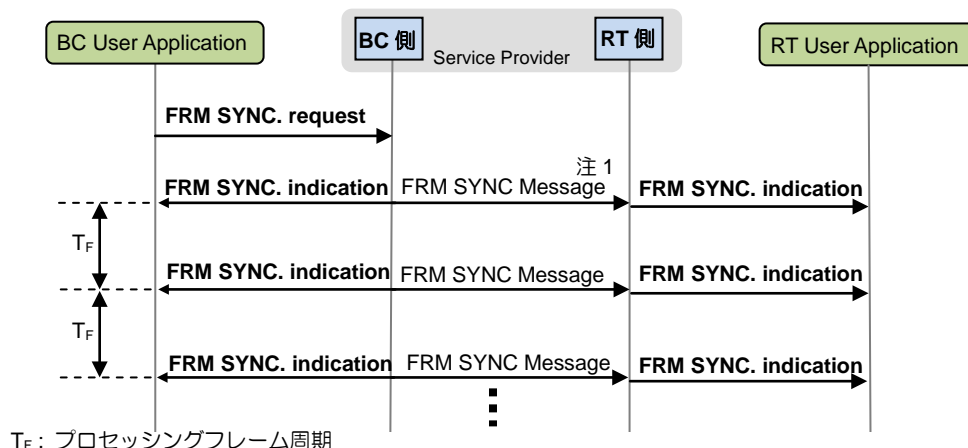


図 5.2.2-1 フレーム同期サービスの構成



T_F：プロセッシングフレーム周期

注 1：適用文書[M1] Figure 7(Broadcast)の Mode Command with Data Word である。

図 5.2.2-2 フレーム同期サービス

5.2.2.2.1 サービスパラメータ

5.2.2.2.1.1 一般

同期サービスのサービスパラメータは、プロセッシングフレーム番号とマイナフレーム番号(オプション)である。

5.2.2.2.1.2 プロセッシングフレーム番号

メッセージを伝送するプロセッシングフレームの番号である。

5.2.2.2.1.3 マイナフレーム番号(オプション)

マイナフレーム(オプション)を使用する場合、マイナフレームの番号である。

5.2.2.3 サービスプリミティブ

5.2.2.3.1 一般

フレーム同期サービスのプリミティブを次に示す。

- a. FRM SYNC. request
- b. FRM SYNC. indication

5.2.2.3.2 FRM SYNC. request

5.2.2.3.2.1 機能

サービスプロバイダは、フレーム同期の情報をフレーム同期サービスの利用者(BC および RT ユーザアプリケーション)へ配信する。このフレーム同期の情報を配信開始するために FRM SYNC. request プリミティブをサービスプロバイダへ出力する。

FRM SYNC. request プリミティブは、フレーム同期サービスのサービス要求のプリミティブである。

5.2.2.3.2.2 セマンティック

FRM SYNC. request (プロセッシングフレーム番号、
マイナフレーム番号(オプション))

5.2.2.3.2.3 When Generated

BC ユーザアプリケーションが、サービスプロバイダに対して、フレーム同期メッセージの周期的転送の開始することを要求するときに FRM SYNC. request を送出する。

【注記】フレーム同期メッセージの周期的転送の停止は、通常、BC 機器の電源オフや主従切り替えで行われる。

5.2.2.3.2.4 Effect on Receipt

FRM SYNC. request を受理したサービスプロバイダ(送端側)は、事前設定された(Preconfigured)プロセッシングフレームで、事前設定された宛先 RT(この場合は全 RT)アドレ

スへ、フレーム同期メッセージの周期的転送を開始する。

5.2.2.3.2.5 Additional Comment

なし。

5.2.2.3.3 FRM SYNC. indication

5.2.2.3.3.1 機能

サービスプロバイダは、フレーム同期の情報をフレーム同期サービスの利用者(BC および RT ユーザアプリケーション)へ転送するために、FRM SYNC. indication を送出する。

FRM SYNC. indication プリミティブは、フレーム同期サービスのサービス indication プリミティブである。

5.2.2.3.3.2 セマンティック

FRM SYNC. indication (プロセッシングフレーム番号、
マイナフレーム番号(オプション))

5.2.2.3.3.3 When Generated

サービスプロバイダ(受端側)は、FRM SYNC Message を受理したとき、BC ユーザアプリケーションおよび RT ユーザアプリケーションに同期情報を通知するために FRM SYNC. indication を送出する。

5.2.2.3.3.4 Effect on Receipt

FRM SYNC. indication を受理した BC アプリケーションおよび RT ユーザアプリケーションは、TDM の同期を行う。

5.2.2.3.3.5 Additional Comment

なし。

5.2.2.4 プロトコル規定

5.2.2.4.1 プロトコルデータユニット

- FRM SYNC Message は、一つのデータワード(ユーザデータ長:2 オクテット)で伝送する。
- FRM SYNC Message を伝送するデータワードの構造を図 5.2.2-3 に示す。

Bit 0.....Bit 7	Bit 8.....Bit 15
all '0' 注 1	プロセッシングフレーム番号

注 1：マイナフレーム(オプション)を使用する場合は、マイナフレーム番号領域に使用する。

注 2：使用しない Bit は、'0'とする。

図 5.2.2-3 FRM SYNC Message のデータワード

- データワード中の Bit 8 から Bit 15(LSB)をプロセッシングフレーム番号領域とする。
- プロセッシングフレーム番号は、必ず'0'からカウントする(0,1,2, ..., n,0,1,2, ...)。

- e. マイナフレーム(オプション)を使用する場合、データワード中の Bit 0 から Bit 7(LSB)をマイナフレーム番号の領域とする。
- f. 使用しないビットの値は'0'とする。

5.2.2.4.2 送信側(BC)手順

- a. BC 側は、各プロセッシングフレームの先頭で FRM SYNC Message を送信する。
- b. FRM SYNC Message は、ブロードキャストモードで伝送する。
- c. プロセッシングフレームの周期は、次のいずれかに事前設定する(Pre-Configured)。
 - (1) すべてのプロセッシングフレームの周期を同一にする。
 - (2) すべてのプロセッシングフレームの周期を同一にするが、少なくとも一つのプロセッシングフレーム周期は可変長とする。
 【注記】 上述の(1)および(2)は、宇宙機時刻配信の方法に依存する。

5.2.2.4.3 受信側(RT)手順

- a. RT 側は、FRM SYNC Message を受信して、フレーム同期のタイミングとプロセッシングフレーム番号情報を BC および RT ユーザアプリケーションへ通知する。

5.2.3 宇宙機時刻サービス

5.2.3.1 サービスの定義

5.2.3.2 概要

宇宙機時刻のマスタ(タイムマスタ)は BC ユーザアプリケーションである。RT ユーザアプリケーションのタイムは、タイムマスタにスレーブする。宇宙機時刻サービスは、RT ユーザアプリケーションの時刻をタイムマスタにスレーブさせるためのサービスである。

一般に、タイムマスタのクロック(GPS 衛星が発生するクロックが使用される場合が多い)とデータバスのクロックは異なる。

時刻を正確に伝送するには、時刻データ(Time Data)とその時刻のエポックの伝送が必要である。そこで、時刻データはデータバスで伝送し(図 5.2.3-1(a))、時刻のエポックは専用線で伝送する(図 5.2.3-1(b)) (この信号をタイムマーカ(Time Maker)と呼ぶ)^{注 1} ことを標準とする(図 5.2.3-2)。

注 1：タイムマーカは、一般に、パルス信号である。時刻精度を必要としない場合(データバスで伝送するクロックの精度で十分な場合)は、タイムマーカを使用しないこともある。

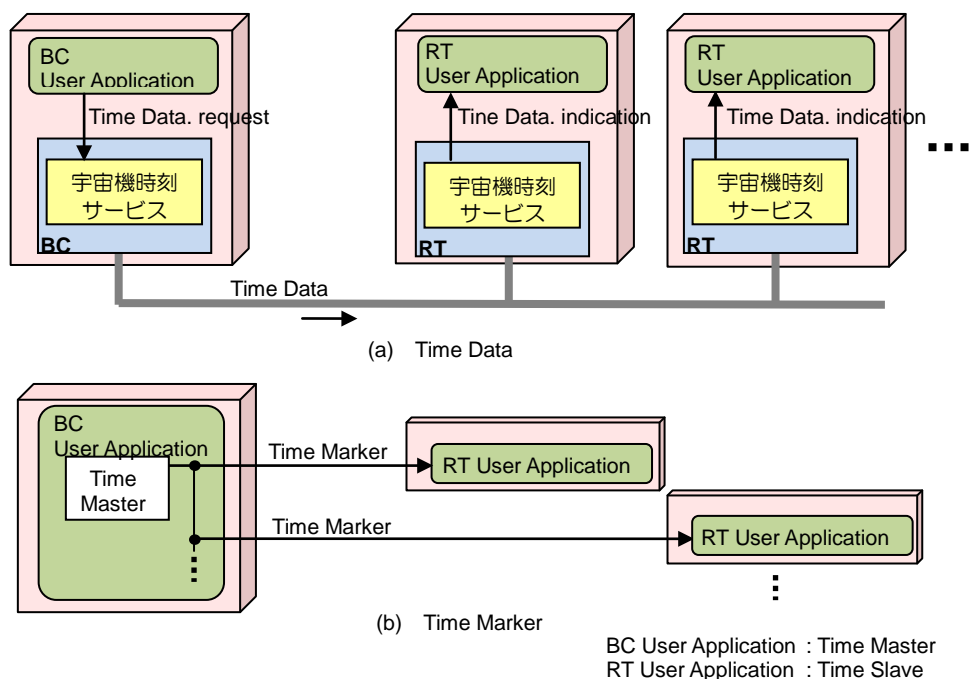
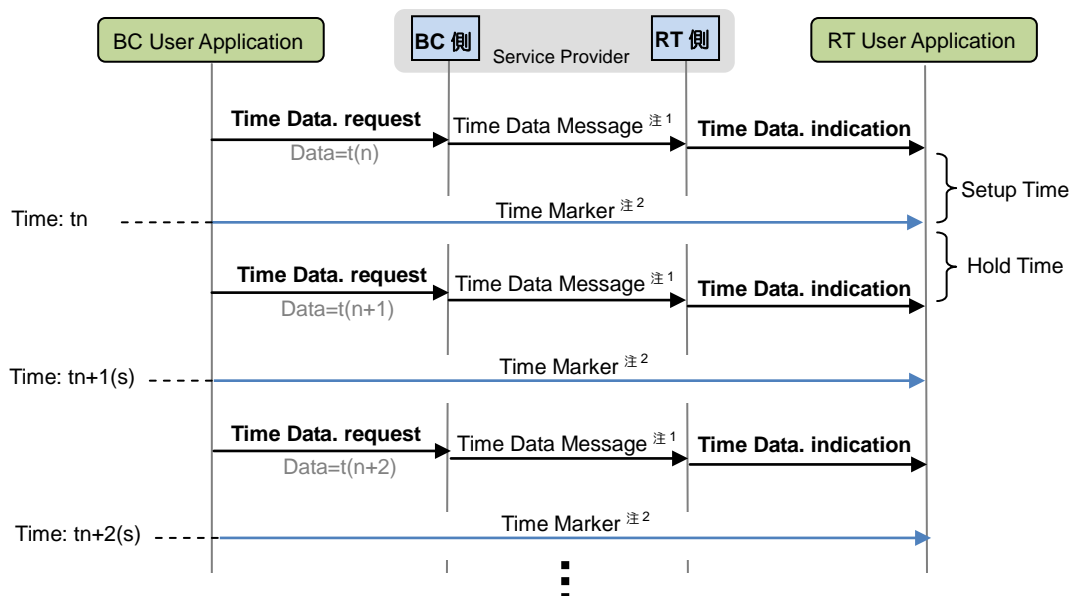


図 5.2.3-1 宇宙機時刻サービスの構成



注 1 : 適用文書[M1] Figure 7(Broadcast)の Controller to RT(s) Transfer である。
注 2 : BC Application と RT Application 間(機器間)を直接伝送するパルス信号である。

図 5.2.3-2 宇宙機時刻サービス

前述したように、一般に、タイムマスタのクロックとデータバスのクロックは異なる。すなわち、タイムマーカはタイムマスタに同期しているが、データバスはタイムマスタに同期していない。そこで、時刻データとタイムマーカを同期させる必要がある。

同期の方式は、つぎに示すような方法があるが、この標準は同期をとることが要求であり、その方式は規定しない。方式は、宇宙機プロジェクト毎に方法を標準化すること。

- a. **(マイナ)フレーム長を調整(増減)する**：(マイナ)フレームはメッセージで隙間なく満たしていることはない。そこで、データバス生成クロックで発生した(マイナ)フレームの周期(1秒)とタイムマスタのクロックの周期(1秒)の間にズレが生じた場合、(マイナ)フレームの周期を調整(増減)して、タイムマスタのクロックで生成した(マイナ)フレームに一致させる。この場合、セットアップタイム/ホールドタイムは固定値である。
- b. **タイムデータを伝送するプロセッシングフレームを2つ用意する**：(マイナ)フレーム周期はデータバス生成クロックで発生する。そうすると、タイムデータとタイムマーカの位置関係はズれてくる。そのため、一つの(マイナ)フレーム中にタイムデータを伝送するプロセッシングフレームを、適当な間隔で、2つ用意する。2つ用意することで、タイムデータとタイムマーカの関係は維持される。この場合、セットアップタイムとホールドタイムは固定値にならない。

5.2.3.2.1 サービスパラメータ

5.2.3.2.1.1 Spacecraft Time

BC ユーザアプリケーションが持つタイムマスタの宇宙機時刻(Spacecraft Time)である。

5.2.3.3 サービスプリミティブ

5.2.3.3.1 一般

宇宙機時刻サービスのプリミティブを以下に示す。

- a. Time Data. request
- b. Time Data. indication

5.2.3.3.2 Time Data. request

5.2.3.3.2.1 機能

宇宙機時刻サービス利用者の送端(BC ユーザアプリケーション)が、宇宙機時刻サービス利用者の受端(RT ユーザアプリケーション)へ宇宙機時刻を配信するために、Time Data. request プリミティブをサービスプロバイダへ出力する。

Time Data .request プリミティブは、宇宙機時刻サービスのサービス要求のプリミティブである。

5.2.3.3.2.2 セマンティック

Time Data. request (Spacecraft Time)

5.2.3.3.2.3 When Generated

BC ユーザアプリケーションが、サービスプロバイダに対して、タイムデータの配信を要求するときに Time Data. request を送出する。

【注記】宇宙機時刻配信の停止は、通常、BC 機器の電源オフや主従切り替えで行われる。

5.2.3.3.2.4 Effect on Receipt

Time Data. request を入力したサービスプロバイダ(送端)は、事前設定された(Preconfigured) プロセッシングフレームで、事前設定された宛先 RT(この場合は全 RT)アドレスへ、Time Message の配信を開始する。

5.2.3.3.2.5 Additional Comment

a.PDU が宇宙機時刻パケット(5.2.3.3.1 節)の場合、TC パケットサービスと同様である。

5.2.3.3.3 Time Data. indication

5.2.3.3.3.1 機能

サービスプロバイダは宇宙機時刻を宇宙機時刻サービスの利用者へ転送するために、Time Data. indication を出力する。

Time Data. indication プリミティブは、宇宙機時刻のサービス indication プリミティブである。

5.2.3.3.3.2 セマンティック

Time Data. indication (Spacecraft Time)

5.2.3.3.3.3 When Generated

サービスプロバイダ(受端側)は、Time Data Message を受信したとき、RT アプリケーションへ宇宙機時刻を通知するために、Time Data. indication を送出する。

5.2.3.3.3.4 Effect on Receipt

Time Data. indication を受理した RT 側アプリケーションは、タイムマーカ受信のタイミングでそのタイムデータをセットする。

5.2.3.3.3.5 Additional Comment

- a.PDU が宇宙機時刻パケット(5.2.3.3.1 節)の場合、TC パケットサービスと同様である。
- b.時刻精度を要求しないユーザアプリケーションは、タイムマーカを使用しなくても良い。

5.2.3.4 プロトコル規定

5.2.3.4.1 プロトコルデータユニット

- a. 宇宙時刻サービスの PDU は、宇宙機時刻パケットまたは CUC タイムコード(T フィールドのみ)とする。宇宙機プロジェクトは、いずれかを選定して、自プロジェクトの標準とすること。なお、ミッションライフ中にコードを変えてはいけない。

- b. 宇宙機時刻パケットは、スペースパケットプライマリヘッダとセカンダリヘッダの構造で、セカンダリヘッダはCUC(適用文書[C3]の3.2節)である(図5.2.3-3)。6ワード(1ワードは2オクテット)で伝送する。
- c. CUC タイムコード(T-フィールドのみ)は、CUC の T-フィールドのみである(図5.2.3-5)。2ワード(1ワードは2オクテット)で伝送する。

Word No	Bit 0.....Bit 7	Bit 8.....Bit15
0	Packet Primary Header	Packet Primary Header
1	Packet Primary Header	Packet Primary Header
2	Packet Primary Header	Packet Primary Header
3	P-Field	T-Field Basic Time $2^{31}\text{-}2^{24}\text{s}$
4	T-Field Basic Time $2^{23}\text{-}2^{16}\text{s}$	T-Field Basic Time $2^{15}\text{-}2^8\text{s}$
5	T-Field Basic Time $2^7\text{-}2^0\text{s}$	all '0' 注1

注1：BCが付加して、RTが削除する。

※：Packet Primary Header および P-Field の値は、図5.2.3-4を参照のこと。

図5.2.3-3 データワードのワード構造 (宇宙機時刻パケット)

Packet Primary Header							Packet Secondary Header				
Packet Ver. No.	Packet Type	Sec. HDR. Flag	APID	Seq. Flag	Packet Seq. Count	Packet Data Length	CUC				
							P-Field				T-Field
							Ext. Flag	Time Code ID	Basic Time Length	Fractional Time Length	Time Data $2^{31}\text{-}2^0\text{s}$
'000'	'1'	'1'	注1	'11'	可変	0x0004	'0'	'001'	'11'	'00'	可変

注：宇宙機プロジェクトが定める値。

図5.2.3-4 宇宙機時刻パケットの構造

Word No	Bit 0.....Bit 7	Bit 8.....Bit15
0	T-Field Basic Time $2^{31}\text{-}2^{24}\text{s}$	T-Field Basic Time $2^{23}\text{-}2^{16}\text{s}$
1	T-Field Basic Time $2^{15}\text{-}2^8\text{s}$	T-Field Basic Time $2^7\text{-}2^0\text{s}$

図5.2.3-5 データワードのワード構造 (CUC タイムコードのみ)

5.2.3.4.2 送信側(BC)手順

- a. 時刻 t のタイムマーカが発生する前(Previous)の宇宙機時刻伝送の処理フレームで、時刻 t 秒の Time Message を伝送する。

5.2.3.4.3 受信側(RT)手順

- a. RT 側は、Time Message を受信して、その Time Message を RT ユーザアプリケーションへ転送する。

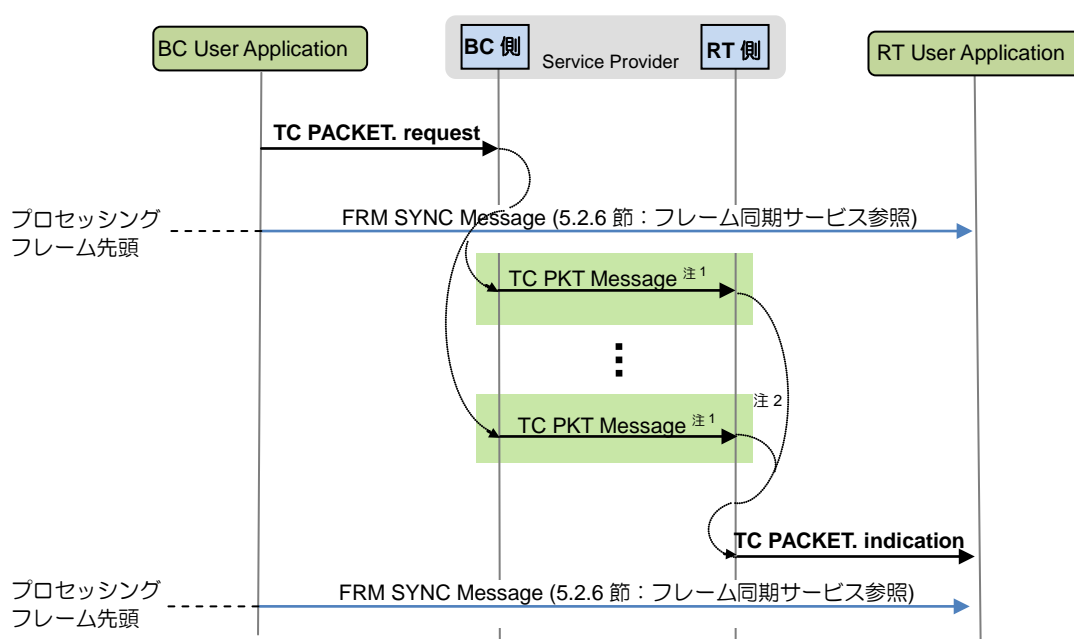
5.2.4 TC パケットサービス

5.2.4.1 サービスの定義

5.2.4.1.1 概要

BC ユーザアプリケーションから RT ユーザアプリケーションへ、スペースパケットを転送するサービスである。

MIL-STD-1553B データバスは、一つのデータワードで 2 オクテットのユーザデータ(スペースパケット)を送信し、一つのメッセージで最大 32 データワードを送信する。すなわち、一つのメッセージで最大 64 オクテット(512 ビット)までを送信する。ユーザデータ長が 64 オクテットを超える場合は、ユーザデータを 64 オクテットごとに分割し、サブアドレスを識別子として、複数のメッセージで送信する(図 5.2.4-1)。



注 1: 適用文書[M1] Figure 6 の Controller to RT Transfer または Figure 7 の Controller to RT Transfer(Broadcast)である。一つの Message で最大 32 データワード(ユーザデータ 2 オクテット/データワード)を送信する。

注 2: パケット長が 64 オクテットを超える場合、サブアドレスで識別して(n,n+1,...)、複数のメッセージで送信する。

図 5.2.4-1 TC パケットサービス

5.2.4.1.2 サービスパラメータ

5.2.4.1.2.1 スペースパケット

スペースパケットパラメータは、TC パケットサービスで転送されるサービスデータユニットである。

5.2.4.1.2.2 APID

APID は LDP(Logical Data Path)の識別子である。この APID により次の伝送先(RT)がマネジメントパラメータとして事前設定される。

5.2.4.2 サービスプリミティブ

5.2.4.2.1 一般

TC パケットサービスのプリミティブを以下に示す。

- a. TC PACKET. request
- b. TC PACKET. indication

5.2.4.2.2 TC PACKET. request

5.2.4.2.2.1 機能

BC ユーザアプリケーションが、サービスプロバイダに対して、スペースパケットの転送を要求するために、TC PACKET. request プリミティブを送出する。

TC PACKET. request プリミティブは、TC パケットサービスのサービス要求のプリミティブである。

5.2.4.2.2.2 セマンティック

TC PACKET. request (Space Packet、
APID)

5.2.4.2.2.3 When Generated

BC ユーザアプリケーションは、サービスプロバイダに対して、スペースパケットの送信要求が発生したときに TC PACKET. request プリミティブを送出する。

5.2.4.2.2.4 Effect on Receipt

TC PACKET. request を受理したサービスプロバイダ(送端側)は、事前設定された(Preconfigured)プロセッシングフレームで、事前設定された宛先 RT(この場合は全 RT)アドレスへ、TC PKT Message を転送する。

5.2.4.2.2.5 Additional Comment

なし

5.2.4.2.3 TC PACKET. indication

5.2.4.2.3.1 機能

サービスプロバイダは、スペースパケットを TC パケットサービスの利用者(RT ユーザアプリケーション)へ転送するために、TC PACKET. indication を送受する。

TC PACKET. indication は、TC パケットサービスのサービス indication プリミティブである。

5.2.4.2.3.2 セマンティック

TC PACKET. indication (Space Packet, APID)

5.2.4.2.3.3 When Generated

サービスプロバイダ(受端側)は、TC PKT Message を受理したとき、RT ユーザアプリケーションにパケット転送を通知するために TC PACKET. indication を送出する。

5.2.4.2.3.4 Effect on Receipt

TC PACKET. indication を入力したパケットの利用者(RT ユーザアプリケーション)の Effect は規定しない。

5.2.4.2.3.5 Additional Comment

なし

5.2.4.3 プロトコル規定

5.2.4.3.1 プロトコルデータユニット

適用文書[J2]の 4.3 節および適用文書[C2]の 4.1 節の規定を適用する。

5.2.4.3.2 送信側(BC)手順

- a. スペースパケット長が奇数 octets の場合は、スペースパケットの後尾に 1 オクテットのフィル('0)を付加する(伝送データを 2 オクテットの整数倍にする)。
- b. 転送するデータ(スペースパケット(+フィル))長が 64 オクテット(512 ビット)以下の場合、MIL-STD-1553B の規定に従い、MIL-STD-1553B メッセージを生成する。
- c. 転送するデータ(スペースパケット(+フィル))長が 64 オクテットより長い場合(長さは既知)は、スペースパケット(+フィル)を 64 オクテットごとに分割する。分割した各データは、MIL-STD-1553B メッセージをサブアドレスで識別して、順次送信する。

5.2.4.3.3 受信側(RT)手順

- a. 入力したスペースパケット長が 64 オクテット以下の場合、MIL-STD-1553B メッセージのデータワードからデータを抽出し、スペースパケット(+フィル)を再生する。スペースパケットプライマリヘッダのパケット長情報が奇数 octet の場合は、スペースパケット(+フィル)の後尾(1 オクテット)を廃棄する。
- b. 入力したスペースパケット長が 64 オクテットより長い場合は、64 オクテットごとに分割して送信されたデータからスペースパケット(+フィル)を再生する。スペースパケットプライマリヘッダのパケット長情報からスペースパケット長が奇数オクテットの場合は、スペースパケット(+フィル)の後尾(1 オクテット)を廃棄する。

【注記】データが一つのメッセージで送信(パケット長:64 オクテット以下)されたか、または複数のメッセージで送信されたか(パケット長:64 オクテットより長い)

かは、サブアドレスで識別される。

5.2.5 TM パケットサービス

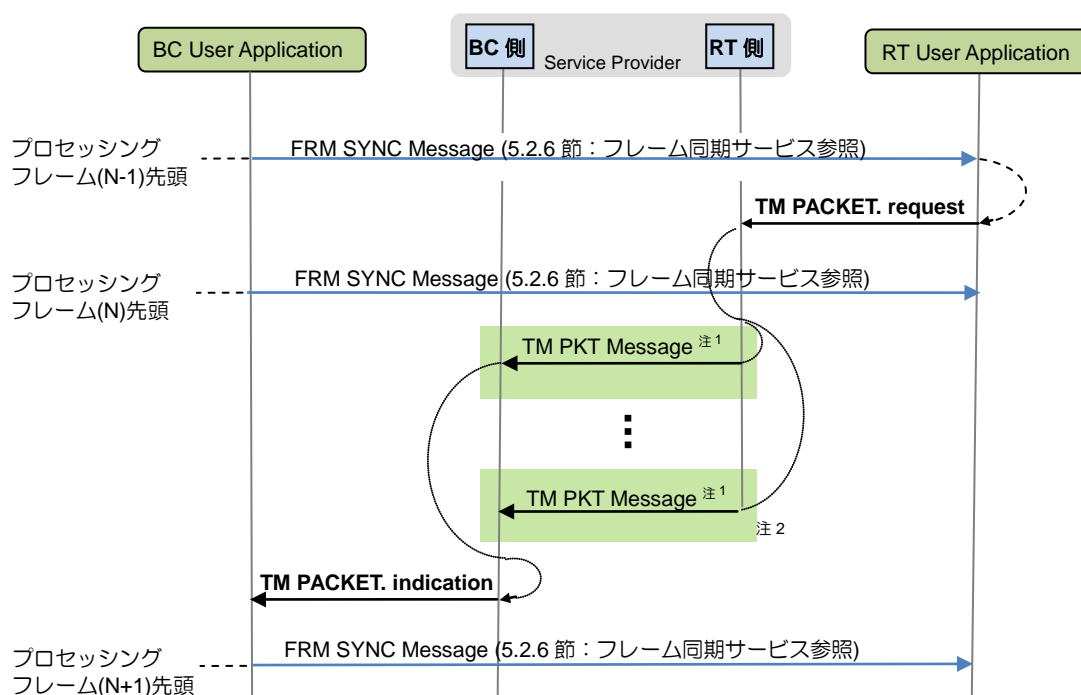
5.2.5.1 サービスの定義

5.2.5.1.1 概要

RT ユーザアプリケーションから BC ユーザアプリケーションへ、スペースパケットを転送するサービスである。

MIL-STD 1553B は Command-Response 方式のため、RT ユーザアプリケーションの転送要求の TM パケットを BC 側が収集する。

MIL-STD-1553B データバスは、一つのデータワードで 2 オクテットのユーザデータ(スペースパケット)を収集し、一つのメッセージで最大 32 データワードを伝送する。すなわち、一つのメッセージで最大 64 オクテット(512 ビット)までを収集する。ユーザデータ長が 64 オクテットを超える場合は、ユーザデータ(スペースパケット)を 64 オクテットごとに分割し、サブアドレス(5.2.4.3 節参照)を識別子として、複数のメッセージで伝送する(図 5.2.5-1)。



注 1: 適用文書[M1] Figure 6 の RT to Controller Transfer である。

1 つの Message で最大 32 データワード(ユーザデータ 2 オクテット/データワード)を伝送する。

注 2: パケット長が 64 オクテットを超える場合、サブアドレスで識別して(n,n+1,...)、複数のメッセージで伝送する。

図 5.2.5-1 TM パケットサービス

5.2.5.1.2 サービスパラメータ

5.2.5.1.2.1 スペースパケット

スペースパケットパラメータは、TM パケットサービスで転送されるサービスデータユニットである。

5.2.5.1.2.1 APID

APID は LDP(Logical Data Path)の識別子である。この APID で次の伝送先(RT またはスペースリンクサブネットワーク)が、マネジメントパラメータとして事前設定される。

5.2.5.2 サービスプリミティブ

5.2.5.2.1 一般

TM パケットサービスのプリミティブを以下に示す。

- a. TM PACKET. request
- b. TM PACKET. indication

5.2.5.2.2 TM Packet. request

5.2.5.2.2.1 機能

RT ユーザアプリケーションが、サービスプロバイダに対して、スペースパケットの転送を要求するために、TM PACKET. request プリミティブを送出する。

TM PACKET. request プリミティブは、TM パケットサービスのサービス要求のプリミティブである

5.2.5.2.2.2 セマンティック

TM PACKET. request (Space Packet、
APID)

5.2.5.2.2.3 When Generated

RT ユーザアプリケーションは、サービスプロバイダに対して、スペースパケットの送信要求が発生したとき TM PACKET. request プリミティブを送出する。送出は、スペースパケットを転送するプロセッシングフレームの一つ前(previous)のプロセッシングフレームのタイミングで出力する。

5.2.5.2.2.4 Effect on Receipt

TM PACKET. request を受理したサービスプロバイダ(送端側)は、事前設定された(Preconfigured)サブフレームで、事前設定された宛先 RT(この場合は BC)アドレスへ、TM PKT Message を転送する。

5.2.5.2.2.5 Additional Comment

なし

5.2.5.2.3 TM PACKET. indication

5.2.5.2.3.1 機能

サービスプロバイダはスペースパケットを TM パケットサービスの利用者(BC ユーザアプリケーション)へ転送するために、TM PACKET. indication を送出する。

TM PACKET. indication は、TC パケットサービスのサービス indication プリミティブである。

5.2.5.2.3.2 セマンティック

TM PACKET. indication (Space Packet, APID)

5.2.5.2.3.3 When Generated

サービスプロバイダ(受端側)は、TM PKT Message を受取したとき、BC ユーザアプリケーションにパケット転送を通知するために TM PACKET. indication を送出する。

5.2.5.2.3.4 Effect on Receipt

TM PACKET. indication を入力したパケットの利用者(BC ユーザアプリケーション)の Effect は規定しない。

5.2.5.2.3.5 Additional Comment

なし

5.2.5.3 プロトコル規定

5.2.5.3.1 プロトコルデータユニット

適用文書[J2]の 4.3 節および適用文書[C2]の 4.1 節の規定を適用する。

5.2.5.3.2 送信側(RT)手順

- a. スペースパケット長が奇数オクテットの場合は、スペースパケットの後尾に 1 オクテットのフィル('0)を付加する(伝送データを 2 octets の整数倍にする)。
- b. 転送するデータ(スペースパケット(+フィル))長が 64 オクテット(512 ビット)以下の場合は、MIL-STD-1553B の規定に従い、MIL-STD-1553B メッセージを生成する(図 5.2.4-1 参照)。
- c. 転送するデータ(スペースパケット(+フィル))長が 64 オクテットより長い場合で、長さが既知(固定長、または長さを問い合わせた既知となった場合は)、スペースパケット(+フィル)を 64 オクテットごとに分割して、事前設定された分割を示すサブアドレス(複数)で、複数の MIL-STD-1553B メッセージを生成して送信する。
- d. 転送するデータ(スペースパケット(+フィル))長が 64 オクテットより長い場合で、長さが未知で、常に最大パケット長を転送する場合は、スペースパケットの後尾にフィルを付加し

て(最大パケット長にする)、64 オクテットごとに分割して、事前設定された分割を示すサブアドレス(複数)で、複数の MIL-STD-1553B メッセージを生成する。

5.2.5.3.3 受信側(BC)手順

- a. 入力したスペースパケット長が 64 octets 以下の場合、MIL-STD-1553B メッセージのデータワードからデータを抽出し、スペースパケット(+フィル)を再生する。スペースパケットプライマリヘッダのパケット長情報が奇数 octet の場合は、スペースパケット(+フィル)の後尾(1 octet)を廃棄する。
- b. 入力したデータ(スペースパケット(+フィル))長が 64 オクテットより長い場合で、長さが既知(固定長、または長さを問い合わせた既知となった場合)の場合は、スペースパケット(+フィル)を 64 オクテットごとに分割して、事前設定された分割を示すサブアドレス(複数)で、複数の MIL-STD-1553B メッセージからスペースパケット(+フィル)を再生する。スペースパケットプライマリヘッダのパケット長情報からパケット長が奇数 octet の場合は、スペースパケット(+フィル)の後尾(1 octet)を廃棄する。
- c. 入力したデータ(スペースパケット(+フィル))長が 64 オクテットより長い場合で、長さが未知で、常に最大パケット長で送信された場合は、事前設定された分割を示すサブアドレス(複数)で、複数の MIL-STD-1553B メッセージから(スペースパケット(+フィル))を再生する。スペースパケットプライマリヘッダのパケット長情報からパケット長がフィルのワードを廃棄し、さらにパケット長が奇数 octet の場合は、スペースパケット(+フィル)の後尾(1 オクテット)を廃棄する。

5.2.6 RT-RT 間パケットサービス(オプション)

- a. RT-RT 間パケットサービスは、MIL-STD-1553B の"RT to RT Transfers"を使用して、RT から他の RT へスペースパケットを転送するサービスである。このサービスは、オプションである。
- b. この RT-RT 間パケットサービスを使用する場合は、TC パケットサービスおよび TM パケットサービスを参考にして、宇宙機プロジェクトごとにサービスを定義して使用することとする。標準は定めない。

5.2.7 ターミナルマネジメントサービス

ターミナルマネジメントサービスはデータバスにおける異常や故障に対する処置のサービスであるが、異常や故障の程度および処置の程度は宇宙機毎に異なる。したがって、宇宙機プロジェクトごとにサービスを定義して使用すること。ただし、以下の a 項は、一般に、適用すること。

- a. BC 側は、RT 側から返送されるステータスワードの Message Error(ビット番号 8)と Terminal Flag(ビット番号 18)にエラーや異常があった場合、受信メッセージにフォーマ

ット誤りがあった場合、および無応答(Response Time Out)が発生した場合に、BC 側ユーザーアプリケーションへ事象を通知すること。

【参考】a 項のような事象発生時、一般に、該当 RT への TC パケットサービスを停止して、TC パケットサービスの再開は BC ユーザーアプリケーションの指示による等の処置が行われる。

5.2.8 マネジメントパラメータ

マネジメントパラメータとは、送信側と受信側の間での約束事である。 マネジメントパラメータは、図 4-2 の Communication Management が持ち、この Communication Management からプロトコルへ伝える必須情報である。

表 5.2.8-1 に、この標準のマネジメントパラメータを示す。

- a. 最大パケット長 : 宇宙機プロジェクト毎の最大パケット長である^{注1}。
注 1 : CCSDS 勧告の最大パケット長は 65,542 オクテットである。MIL-STD-1553B で伝送できる最大パケット長は、64 オクテット×割り当てサブアドレス数である。
- b. パケット長 : サブフレームのタイプ 1 で伝送するパケット(複数)の個々のパケット長である。
- c. 多重化テーブル : フレーム構成(図 5.1.2-1)を定義し、各サブフレームのタイプ(表 5.2.4-1)を定義し、転送するデータを割り付けたテーブルである。
- d. 転送テーブル : APID 毎およびデータ ID ごとに、次の(Next)転送先 RT アドレスおよびサブネットワーク(スペースリンクサブネットワークへ転送するか否かの識別)を定義したテーブルである。
- e. サブアドレス : サービス(5.2 節)を定義したサブアドレス値である(付録 2 参照)。

表 5.2.8-1 マネジメントパラメータ

LN	Managed Parameter	Allowed Values	Remarks
1	最大パケット長	宇宙機プロジェクト毎に定める。	
2	パケット長	宇宙機プロジェクト毎に定める。	
3	多重化テーブル	宇宙機プロジェクト毎に定める。	
4	転送テーブル	宇宙機プロジェクト毎に定める。	
5	サブアドレス	宇宙機プロジェクト毎に定める。	

6 試験および検証

6.1 一般

- a. MIL-STD-1553B を使用したオンボードサブネットワーク製品^{注1}は、適用した要求に合致していることを試験で検証すること。
- b. RT、BC、バスカップラ、ターミネータ等の共通構成部品およびサービスは、一種類の試験仕様(試験規格および手順)で試験すること^{注2}。

注1：データバスを構成する部品(RT、BC、データバスケーブル、バスカップラ、ターミネータ等)および構成されたオンボードサブネットワーク。

注2：例えば、RT ごとに異なった試験仕様で試験しないこと。

6.2 試験仕様

- a. MIL-STD-1553B 規格で制作された、データバスを構成する部品(RT、BC、データバスケーブル、バスカップラ、ターミネータ等)は、適用文書[M2]の Section 100 を適用すること。ただし、適用文書[M2]の Section 100 を適用した試験で検証されて出荷された部品は製造メーカ等の試験データまたは試験結果を品質証拠として検証しても良いが、適用文書[M2]の Section 100 の 5.1 Electrical Test と 5.3 Noise Rejection Tests は実施することが望ましい。
- b. 通信サービスは共通試験仕様が存在しないが、宇宙機プロジェクト毎に共通試験仕様を作り、その試験仕様で検証すること。

6.3 その他

- a. データバス(データバス、カップラ、ターミネータ)に、すべての RT および BC を持つ機器を接続して行う試験では、宇宙機プロジェクト毎に定める(Mission Unique)項目(RT アドレス、サブアドレス、マネジメントパラメータ等)の検証、適用するすべてのサービスの試験を行い、要求を満足していることを検証すること。

付録 1 Information Transfer Format

～ この付録は、適用文書の抜粋であり、参考情報である ～

この付録は、適用文書[M1]の Figure 6 と Figure 7 から、この標準で使用する Information Transfer Format を抜粋して、説明を加筆したものである。

この書の、図 5.2.6-2、図 5.2.7-2、図 5.2.8-1、図 5.2.9-1 で引用した適用文書[M1]の Figure 6 と Figure 7 の図である。

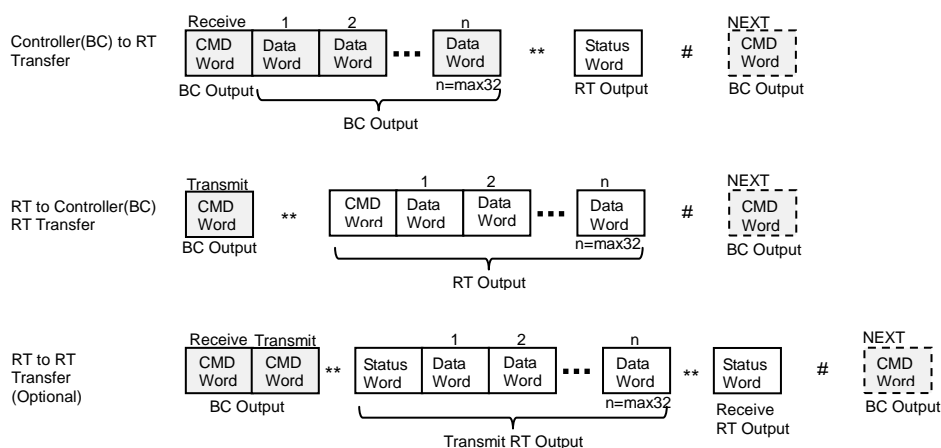


Figure 6 Information Transfer Format

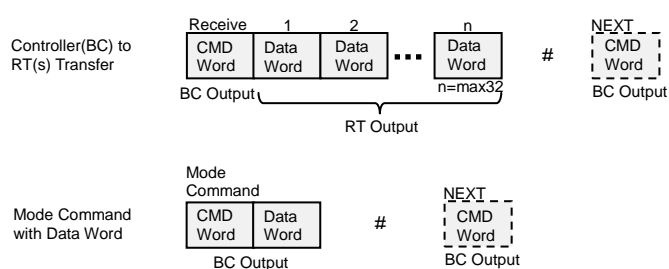


Figure 7 Broadcast Information Transfer Format

NOTE
 CMD: Command
 **: Response Time
 #: Intermessage Gap

付録 2 サブアドレスの一例

～ この付録は、一例であり、参考情報である ～

この付録は、サブアドレス(Subaddress)割り当て(この書の 5.1.2.1.2 節)の説明のための一例である。

Sub-address	BC to RT	RT to BC
0	Mode Code Commands	
1		
⋮	⋮	⋮
11	TC Packet (1/5)	TM Packet (1/8)
12	TC Packet (2/5)	TM Packet (2/8)
13	TC Packet (3/5)	TM Packet (3/8)
14	TC Packet (4/5)	TM Packet (4/8)
15	TC Packet (5/5)	TM Packet (5/8)
16		TM Packet (6/8)
17		TM Packet (8/8)
18		TM Packet (8/8)
19		
20	Time Data 配信	
21	Ancillary Data (1/3) 配信	
22	Ancillary Data (2/3) 配信	
23	Ancillary Data (3/3) 配信	
⋮	⋮	⋮
31		

- 一つのサブアドレスで、最大 32 データワードが伝送できる。
- ユーザデータは 2 octets/データワードなので、一つのサブアドレスで最大 64 octets のユーザデータが伝送できる。

TM パケットサービス

- 64 octets より長いユーザデータ(Space Packet)伝送のサブアドレスアサイン例。
- n 個のサブアドレスをアサインすると、最大 n×64 octets のユーザデータ(Space Packet)を伝送できる。(8 サブアドレスを使用すると、8×64 octets=512 octets のユーザデータ(Space Packet)を伝送できる)
- n 値は事前設定である。