

お客様各位

この資料は、Abaco Systems社（旧GE Intelligent Platforms社）が作成したTutorial（技術解説書）を日本語に訳した資料の**サンプル**です。内容は次のようになります。

MIL-STD-1553	2-7ページ	（正式版は全63ページ）
ARINC429	8-11ページ	（正式版は全23ページ）
AFDX/ARINC664	12-16ページ	（正式版は全39ページ）

正式版の入手を希望の方は、弊社の営業へコンタクトしてください。

メール： sales@nacelle.co.jp
電話： 03-5921-5099

『アビオニクスデータベースの日本語チュートリアル希望』
と伝えてください。

株式会社ナセル システム営業部

MIL-STD-1553チュートリアル

文書バージョン：2010年1月
文書番号： GFT-711A

サンプル



目次と図表

目次

第1章 概要

■ インタフェースの説明	6
■ 背景	6
■ デジタル技術の到来	7
■ データ・バスの到来	7
■ 歴史と応用	8
■ 附属書1と附属書2	9
■ MIL-STD-1553の応用	9
■ MIL-STD-1553Bの定義	10

第2章 [ハードウェア要素](#)

■ 伝送媒体	11
■ マルチスタブ・カプラー	13
■ リモート・ターミナル	13
■ バス・コントローラ	16
■ ワード制御装置	16
■ メッセージ制御装置	16
■ フレーム制御装置	17
■ バス・モニター	17
■ 端末ハードウェア	18

第3章 [プロトコル](#)

■ ワード型	19
■ 同期部	20
■ コマンド・ワード	21
■ データ・ワード	22
■ ステータス・ワード	23
■ ステータス・ワードのリセット	23
■ 端末アドレス	23
■ メッセージ・エラー	24
■ インスツルメンテーション	24
■ サービス要求	24
■ 予備	25
■ ブロードキャスト・コマンド受信	25
■ ビジー	25
■ サブシステム・フラグ	26
■ 動的バス制御受諾ビット	26

■ 端末フラグ	27
第4章 メッセージ・フォーマット	
■ 初めに	28
■ バス・コントローラからリモート・ターミナルへ	29
■ リモート・ターミナルからバス・コントローラへ	30
■ リモート・ターミナルからリモート・ターミナルへ	30
■ RT-RT確認	31
■ モード・コマンド・フォーマット	31
■ ブロードキャスト情報送信フォーマット	31
■ コマンドとメッセージの確認	32
■ 不正コマンド	32
■ 例1	33
■ 例2	33
■ 例3	34
■ 端末応答時間	34
■ メッセージ間ギャップ	34
■ コマンド上書き	35
第5章 モード・コード	
■ 初めに	36
■ モード・コード識別子	37
■ 動的バス制御	37
■ 同期	38
■ ステータス・ワード送信	38
■ 自己試験始動	39
■ 送信機シャットダウン	40
■ 送信機シャットダウン無効	40
■ 端末抑制フラグ	40
■ 端末抑制フラグ無効	41
■ リモート・ターミナルのリセット	41
■ ベクトル・ワード送信	42
■ データ・ワードとの同期	43
■ 最終コマンド・ワード送信	43
■ Built-in-Test (BIT)ワード送信	43
■ 選択送信機シャットダウン	44
■ 選択送信機シャットダウン無効	44
■ 予約モード・コード	44
■ 要求モード・コード	45
■ ブロードキャスト・モード・コード	45
第6章 システム問題	
■ サブアドレスの使用	46
■ 拡張サブアドレス	46

■ データ・ラップアラウンド	47
■ データ・バッファリング	48
■ 可変メッセージ・ブロック	48
■ サンプル一致	49
■ データ確認	49
■ メジャー/マイナー・フレーム・タイミング	50
■ バス負荷	52
■ エラー処理	52
第7章 バス接続	
■ 初めに	54
■ 直接結合バス	54
■ 変圧器結合バス	55
■ 混合バス結合	55
■ プライマリー及びセカンダリー・バス	56
■ 2つ以上の端末	57
■ 警告	58
■ 単一バス配線短絡	58
■ クロス・バス配線短絡	58
■ 2つのバス/1つのコントローラの短絡	59
■ 非常に長いスタブの短絡	59
■ ターミネータなしの短絡	59
■ 接続カプラーの短絡	59
■ ジャンク配線短絡	60
第8章 試験	
■ 初めに	61
■ 政府及びSAE試験計画	61
■ 試験機器	61
第9章 補足情報	
■ 情報源	63
図一覽	
■ 図1 システムの外形	8
■ 図2 端末接続方法	12
■ 図3 簡単な多重アーキテクチャ	14
■ 図4 端末定義	15
■ 図5 ワード・フォーマット	19
■ 図6 データのエンコード及びデコード	20
■ 図7 情報送信フォーマット	29
■ 図8 情報送信フォーマット(ブロードキャスト)	29

■ 図9	メジャー/マイナー・サイクル.....	51
■ 図10	直接結合.....	54
■ 図11	変圧器結合.....	55
■ 図12	混合バス結合.....	56
■ 図13	プライマリー及びセカンダリー・バス	57

表一覧

■ 表1	MIL-STD-1553の特性の概要	10
■ 表2	伝送媒体特性の概要.....	11
■ 表3	端末電気特性の入力特性	18
■ 表4	端末電気特性の入力特性	18
■ 表5	モード・コード.....	36
■ 表6	バス負荷数値.....	52
■ 表7	試験計画.....	61

第1章 概要

インタフェースの説明

MIL-STD-1553は、データ・バス用の電氣的及びプロトコル特性を定義する軍用標準です。データ・バスは、各種システム間のデータ及び情報の交換のための媒体を提供するために使用されます。パソコンとOA業界がローカル・エリア・ネットワーク（LAN）と称するものに似ています。

このガイドは、MIL-STD-1553データ・バス、その歴史、応用、及び使用を紹介します。ガイドは、以下のことを叙述します。

- バスを構成する物理的要素
- メッセージ・フォーマット、ワードの型、並びにコマンド及びステータス・ワードを含むプロトコル
- リモート・ターミナル及びバス・コントローラの両視点からのステータス・ワード・ビット及びモード・コマンドとその定義及び使用
- バス・ロード、メジャー及びマイナー・フレーム・タイミング、及びエラー回復のような問題

加えて、このガイドは、各種試験計画を紹介し、GE Intelligent PlatformsのMIL-STD-1553製品ラインがあなたの試験及び応用の需要のいくつかをいかに解決できるかを議論します。

背景

1950年代から1960年代、アビオニクスとして言及される航空電子装置は、単純なスタンドアロン・システムでした。航法、通信、航空管制、及びディスプレイは、アナログ・システムから成りました。しばしば、これらのシステムは、単一システムを形成するために接続された多数のボックス、又はサブシステムから構成されました。システム内の各ボックスは、ポイント・トゥー・ポイント配線で接続されました。信号は、主としてアナログ電圧、シンクロ/レゾルバ信号、及びスイッチの接触から成りました。航空機内のこれらのボックスの位置は、オペレータの需要の機能、利用できるスペース、並びに機体重量及びバランスの制約でした。システムが加われば加わるほど、コックピットはますます込み合い、配線は複雑なものとなり、機体の総重量は増加しました。

1960年代後半から1970年代前半までに、各システムが要求するブラック・ボックスの数を減らすために、各システム間で情報を共有する必要性が生じました。例えば、方向及び速度情報を提供する単一センサーは、航法システム、兵器システム、航空管制システム、及びパイロットのディスプレイ・システムに該当データを提供し得ました（**図1A**参照）。

ARINC 429チュートリアル

文書バージョン：2010年1月
文書番号： GFT-639A

サンプル



目次と図表

目次

第1章 ARINC 429チュートリアル

■ <u>初めに</u>	4
■ <u>ARINCについて</u>	5
■ <u>ARINC 429とは何か?</u>	5
■ <u>ARINC 429の利用</u>	5
■ <u>ARINC 429の電気特性</u>	7
■ <u>プロトコル</u>	8
■ <u>ビット・タイミングとスルー速度</u>	8
■ <u>ARINC 429のワード・フォーマット</u>	9
■ <u>パリティ</u>	9
■ <u>SSM</u>	10
■ <u>データ</u>	10
■ <u>SDI</u>	10
■ <u>ラベル</u>	10
■ <u>送信順序</u>	11
■ <u>ARINC 429データ型</u>	11
■ <u>BCDデータ・エンコーディング</u>	11
■ <u>BNRデータ・エンコーディング</u>	12
■ <u>混成フォーマット</u>	13
■ <u>ディスクリート・データ・フォーマット</u>	13
■ <u>データ翻訳方法</u>	14
■ <u>ビット指向プロトコル</u>	16

第2章 他のARINCプロトコル

■ <u>ARINC 419</u>	19
■ <u>ARINC 453</u>	19
■ <u>ARINC 561/568</u>	20
■ <u>ARINC 575</u>	21
■ <u>ARINC 615</u>	21
■ <u>ARINC 629</u>	22
■ <u>ARINC 708</u>	22
■ <u>ARINC 717</u>	22

別紙A 参考文献書

■ <u>参考文献書のリスト</u>	23
--------------------------	----

図一覧

■ 図1 ARINC 429のビット・エンコーディングの例	7
■ 図2 スルー速度とビット・タイミング・ダイアグラム	9
■ 図3 概括的ARINCワード・フォーマット	9
■ 図4 概括的BCDワード・フォーマット	11
■ 図5 BCDワード・フォーマットの例	12
■ 図6 概括的BNRワード・フォーマット	12
■ 図7 模範的BNRエンコーディング	12
■ 図8 ファイル転送スキーム Version 1(非Windows)	17
■ 図9 ARINC 561 6線ビット・エンコーディング	20
■ 図10 Harvard Bi-phaseビット・エンコーディング	21

表一覧

■ 表1 機器IDの一部リスト	6
■ 表2 ARINC 429の特性概要	8
■ 表3 ARINCのビット特性	8
■ 表4 BCDデータ用のSSMコード	10
■ 表5 BNRデータ用のSSMコード	10
■ 表6 専用ディスクリートの例	13
■ 表7 BCDラベルの 例	14
■ 表8 BNRラベルの例	14
■ 表9 表6及び7用の機器ID	15
■ 表10 ラベル241のメッセージ・シーケンス	15
■ 表11 ビット指向通信を使用するシステムとそのアドレス・ラベル	17

第1章 ARINC 429チュートリアル

初めに

この文書は、ARINC 429と他のARINCプロトコルの概要を提供します。ARINC 429は、商業機及び輸送機で最も一般的に使用されているデータ・バスです。この文書は、ARINC社の起源、データ・バスの特性、ARINC 429がどこで使用されているかを説明します。そして、仕様で定義される主要電気及びデータ特性を要約します。

この文書は、ARINC 429の完全な説明ではありません。簡潔なチュートリアルとしての目意図されており、ARINCから購入できる完全な仕様（コンタクト情報については、[別紙A](#)、「[参考文書](#)」を参照。）に置き換わるものではありません。

ARINC 429は、バイポーラRZフォーマットを使用する2線ツイスト・ペア上での32ビット・ワードの単方向送信を使用します。このチュートリアルは、スルー・タイムとビット・タイミングを図示するチャートを含みます。各ワードにおける5部を叙述し、ラベルの使用を説明します。メッセージは、メッセージのグループ又はフレームを送る典型的なアプリケーションで指定された間隔で反復されます。事例は、BNR、BCD、ディスクリット・データのような一般に使用されるワード・フォーマット、及びその他のフォーマットに割り当てられます。また、データのファイルを送信する改善された方法を提供するために導入され、時折Williamsburgプロトコルと呼ばれる新しいビット指向プロトコルが説明されます。加えて、文書は、419、561、573、582、615、及び717のような他のARINC仕様の簡単な説明を含みます。

ARINC 429仕様への参照が頻繁に行われ、多くの例がそこから取られています。このチュートリアルは、主題を紹介することを意図されています。より詳細を必要とする個人は、ARINCから仕様のコピーを入手し、参考文書のリストで認められる他の情報源を考慮することも考えるべきです。

この文書は、GE Intelligent Platformsにより、その従業員と顧客による利用のために準備されています。GEは、アビオニクス・データ・バス用の試験、シミュレーション、及びインターフェース製品の全サービス製造業者です。ハードウェアとソフトウェアは、バス動作の分析及びシミュレートのために、データ・バス・メッセージを監視又はシミュレートするために使用できます。GE製品のフルラインについて学ぶためには、ナセルのWebサイトを訪問するか、電話又はFAXでコンタクトしてください。情報は、e-mail経由でも入手できます。最新のコンタクト情報については、このマニュアルの最終ページを参照。詳細なインストール及びユーザ・マニュアルが各製品に提供されており、デモ・ソフトウェアは、無償で利用できます。

AFDX / ARINC 664チュートリアル

文書バージョン : 2010年1月
文書番号 : GFT-640A

サンプル



目次と図表

目次

第1章 概要

■ 前史	5
■ AFDXとは何か？	5
■ 他のアビオニクス・バス	7
■ ARINC 429	7
■ MIL-STD-1553	7

第2章 [イーサネット](#)

■ イーサネット	9
■ ALOHAネット	9
■ ALOHAプロトコル	9
■ 問題	9
■ イーサネット・ローカル・エリア・ネットワーク(ブロードキャスト・メディア)	10
■ イーサネットのプロトコル	10
■ 問題	10
■ カテゴリ5 UTP銅ツイスト・ペアを使用したイーサネット	10
■ イーサネットのフレーム・フォーマット	11
■ 全二重交換イーサネット	11
■ シナリオ	11
■ ドゥーイング・アウェイ・ウィズ・コンテンション	12
■ 配線と重量の減少	14

第3章 [エンドシステムとアビオニクス・サブシステム](#)

■ エンドシステムとアビオニクス・サブシステム	16
---	----

第4章 [AFDX通信ポート](#)

■ AFDX通信ポート	18
-----------------------------------	----

第5章 [仮想リンク:AFDXにおけるパケット・ルーティング](#)

■ 仮想リンク	20
-------------------------------	----

第6章 [メッセージ・フロー](#)

■ メッセージ・フロー	21
-----------------------------------	----

第7章 [冗長性管理](#)

■ 冗長性管理	23
-------------------------------	----

第8章 [仮想リンク分離](#)

■ 仮想リンク分離	25
---------------------------------	----

■ 仮想リンクに対するBAGとLmaxの選定	26
第9章 仮想リンク・スケジューリング	
■ 仮想リンク・スケジューリング	27
第10章 ジッタ	
■ ジッタ	30
第11章 AFDXメッセージ構造	
■ 初めに	31
■ 暗示メッセージ構造	31
■ ARINC 429ラベル	33
第12章 AFDXプロトコル・スタック	
■ AFDXプロトコル・スタック	34
■ 送信	34
■ 受信	35
別紙A AFDXフレーム・アドレッシング及びヘッダー構造	
■ イーサネット・アドレッシング	37
■ IPヘッダー・フォーマット及びアドレッシング	37
■ UDPヘッダー・フォーマット	38
別紙B 参考文献	
■ 参考リスト	39



■ 図1 AFDXネットワーク.....	6
■ 図2 ARINC 429通信プロトコル	7
■ 図3 MIL-STD-1553バス通信プロトコル.....	7
■ 図4 ALOHAネット.....	9
■ 図5 イーサネット・ローカル・エリア・ネットワーク(ブロードキャスト・メディア) ア).....	10
■ 図6 イーサネット・フレーム・フォーマット	11
■ 図7 全二重交換イーサネットの例.....	13
■ 図8 AFDX対ARINC 429アーキテクチャ.....	15
■ 図9 エンドシステムとアビオニクス・サブシステムの例.....	16
■ 図10 受信機のサンプリング・ポート	18
■ 図11 受信機のキューイング・ポート.....	19
■ 図12 AFDXネットワークにおけるイーサネット宛先アドレスのフォーマット.....	20
■ 図13 パケット・ルーティングの例.....	20
■ 図14 アビオニクス・サブシステムによりポート1に送信されるメッセージ	21
■ 図15 IP及びUDPヘッダ及びペイロードを有するイーサネット・フレーム	22
■ 図16 A及びBネットワーク.....	23

■ 図17 AFDXフレームとシーケンス番号.....	24
■ 図18 イーサネット・フレームの受信処理	24
■ 図19 物理リンクにより運ばれる3つの仮想リンク	25
■ 図20 仮想リンク・スケジューリング	27
■ 図21 仮想リンク・スケジューリング	29
■ 図22 仮想リンク規則の役割.....	30
■ 図23 2つのメッセージ構造.....	32
■ 図24 ARINC 664メッセージ構造	33
■ 図25 AFDX Txプロトコル・スタック.....	35
■ 図26 AFDX Rxプロトコル・スタック	36
■ 図27 イーサネット送信元アドレスフォーマット.....	37
■ 図28 IPヘッダ・フォーマット.....	37
■ 図29 IPユニキャスト・アドレス・フォーマット.....	37
■ 図30 IPマルチキャスト・アドレス・フォーマット	37
■ 図31 UDPヘッダ・フォーマット	38

表

■ 表1 許容可能BAG.....	26
■ 表2 参考文書	39

第1章 概要

前史

機上アビオニクス・サブシステム間の情報の移動は、決して重要ではなく、ここでは、電子データ転送が以前よりも大きな役割を演じています。1988年のエアバスA320の商業機サービスへのその導入以来、全電化フライバイワイヤ・システムは、新しい旅客機で使用される唯一の制御システムとなりつつあるくらい、人気を得ています。

しかし、高信頼性、高速通信等を必要とする機上の慣性プラットフォーム、通信システム等、他のシステムのホストが存在します。特に制御システムとアビオニクスは、送信元からタイムリーに受信機に配送される完全かつ最新のデータを有することに依存します。安全性重視システムにとって、信頼できるリアルタイム通信リンクが不可欠です。

そこが、AFDXが役立つところです。そのA380機の発展においてエアバスにより始められたものは、アビオニクス全二重交換イーサネット、AFDXという用語を創り出しました。AFDXは、高速データ伝送のような数多くの改善を、ホスト・エアフレームに関しては、配線の著しい減少、それ故、配線と付随重量の減少をもたらしています。

AFDXとは何か？

アビオニクス全二重交換イーサネット（Avionics **F**ull **D**uple**X** Switched Ethernet、AFDX）は、アビオニクス・サブシステム間のデータ交換用の電気及びプロトコル仕様を定義する標準（IEEE 802.3及びARINC 664、第7部）です。その前身であるARINC 429よりも1千倍早く、エアバスにより導入されたオリジナルのAFDXの概念を確立しました。

AFDXがそのように魅力的な技術である理由の1つは、1972年のその発端以来、断続的に改善されている成熟した技術であるイーサネットに基づいていることです。実際、イーサネットへの商業投資と進歩は、ARINC 429、MIL-STD-1553、及び他の専用データ通信技術と比較して言えば、莫大なものです。