

8. DAPs利用のための 有効性評価と課題

監視通信領域

松永 圭左, 古賀 禎

航空交通管理領域

瀬之口 敦

平成25年度(第13回) 電子航法研究所 研究発表会

平成25年6月6-7日

- 発表内容 -

1. DAPs (Downlink Aircraft Parameters)の概要

- 航空機動態情報のATCへの利用
- SSRモードSによるDAPsの概略
- 導入時の問題点

2. DAPs評価試験の内容

3. 試験結果

4. 今後の検討事項

5. まとめ

1.1 (1) DAPsのATCへの利用

- ✓ **SSR(二次監視レーダー)モードS**
 - … 監視機能(3次元位置, 識別番号) + データリンク機能
- ✓ **DAPs (Downlink Aircraft Parameters)**

航空機の動態情報(選択高度, 速度, 等)をダウンリンク

用途

- 管制画面表示
(状況認識の向上, 管制指示の確認)
- システムツールの入力データ
 - 衝突予測
 - トラッキング, 軌道予測計算

1.1 (2) DAPsレーダ表示画面(例)

実際の管制卓レーダー画面



航空局
HPより

便名
指示高度 **気圧高度**
対地速度

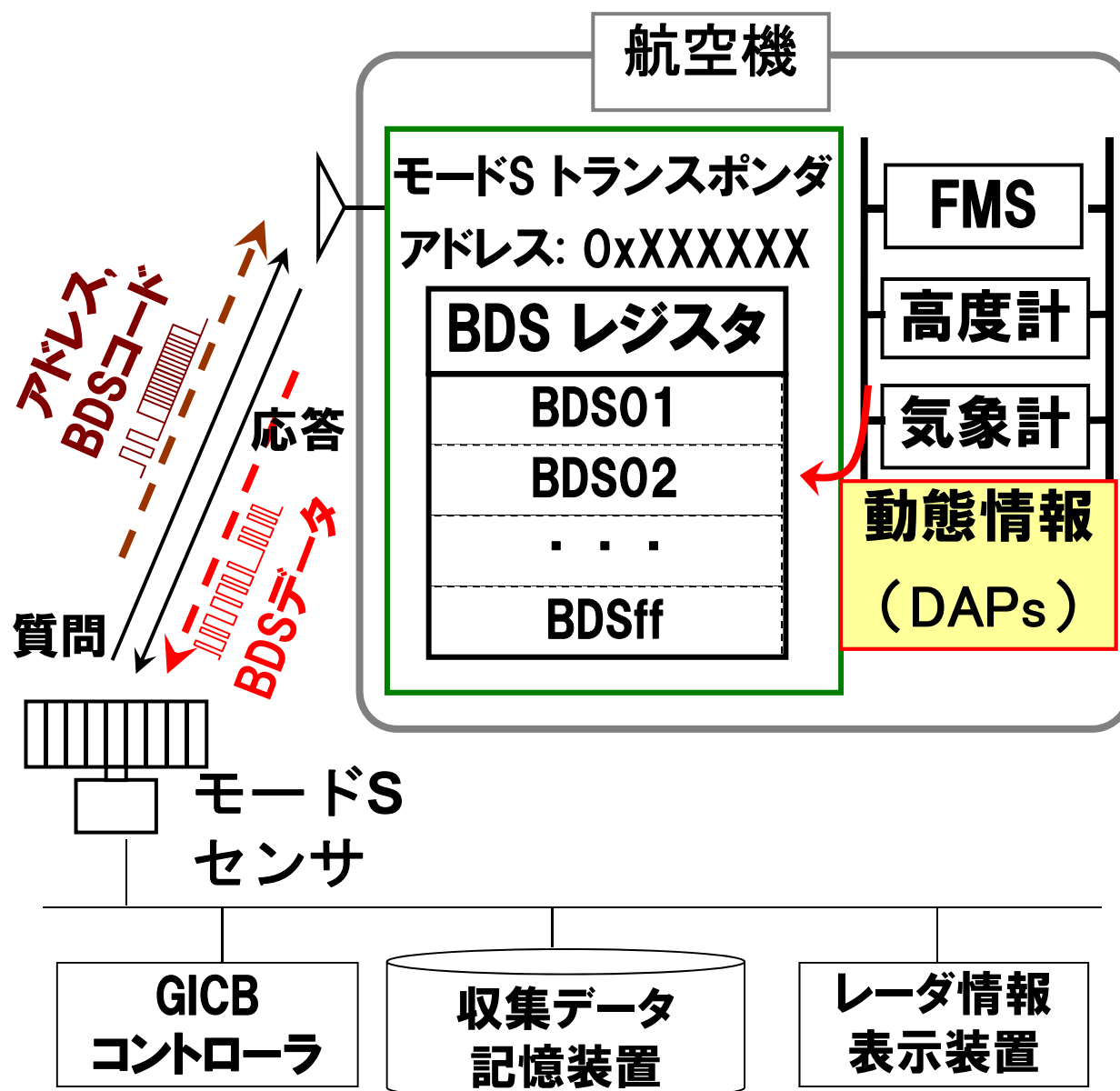
実験システムのレーダー情報表示



便名
モードSアドレス
気圧高度 **選択高度**
対地速度 **対気速度** **Heading**

DAPs

1.2 (1) SSRモードSによるDAPsの仕組み



- 255 個の記憶領域
(**BDSレジスタ**)
- … 接続された
機上装置の
動態情報を格納
- 個別質問に
要求するBDSを
指定

1.2 (2) BDSレジスタ概要

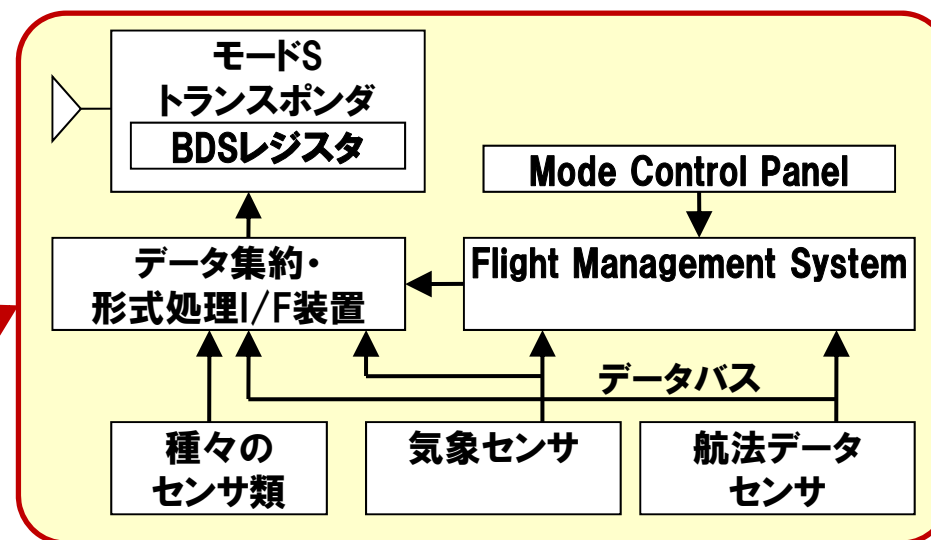
BDSレジスタ(56bit × 255)		
BDSコード (Hex)	データ内容	利用
10/17/18/19	データリンク能力通報	EHS対応機
20	航空機ID(便名)	
40	航空機選択高度意図	
50	トラック・転回通報	
60	磁方位・速度通報	
30	ACAS RA	
05	拡張スキッタ・位置(飛行中)	(将来利用)
44	気象情報(定期情報)	
65	拡張スキッタ状態情報	

1.3 DAPs導入時の問題点

異常なDAPsデータが存在 (ICAO作業部会等で報告)

データの**信頼性**の確保が必要

多数の装置・複雑な構成,
機体による多様性



⇒ 運用中の機体からのダウンリンクデータをモニタする,

DAPsの有効性評価システムを開発

- ✓ 実データを用いた異常データ検出能力の検証
- ✓ 異常データ発生頻度の確認

- 発表内容 -

1. DAPs (Downlink Aircraft Parameters)の概要

- 航空機動態情報のATCへの利用
- SSRモードSによるDAPsの概略
- 導入時の問題点

2. DAPs評価試験の内容

3. 試験結果

4. 今後の検討事項

5. まとめ

2.1 DAPs評価試験の内容

➤ MIT-DAPs評価試験 (全44項目)

EHSに必要なBDSレジスタに関する試験

- ・ 静的情報試験(27項目)・・・ 構成・能力・状態等
- ・ 動的情報試験(9項目)・・・ 速度等の値

<新規試験項目>

➤ 追加静的情報試験 (22項目)

- ・ BDS10に関する試験(1項目)
- ・ 将来利用BDS (BDS05/44/65)に関する試験(4項目)
- ・ レジスタ間の相関事項に関する試験(17項目)

➤ 通信・データ処理エラー検出試験 (2項目)

2.2 静的情報試験(MIT試験, 追加試験)の例 – BDS10 –



BDS10(データリンク能力通報レジスタ)

ビット番号	内容	ICAO規定	試験番号
1: 8	BDSコード	= 0x10	TM13
10:14	予約領域	= 0	TE02
16	ACAS稼働状況	= 1	TE24
17:23	モードSサブネットバージョン	= 3, 4, 5	TM14
25	モードS固有サービス能力	= 1	TM15
33	便名情報能力	= 1	TM16
35	SIC(監視識別コード)能力	= 1	TM17

各ビット／領域値のICAO規定値との適合を確認

2.3 DAPs評価試験

— 通信・データ処理エラー検出試験（新規） —

- ゼロBDS

BDSレジスタの全56ビットが'0'

- BDSスワップ

同スキャンで、同一機体からダウンリンクした複数のBDSレジスタ間で、全56ビットが同じ値となる

BDSスワップ発生例

BDS	スキャン時刻		
	08:05:35	08:05:45	08:05:55
05	605f80c056966f	a3280030a40000	605f845303ce8d
40	a3280030a40000	a3280030a40000	a3280030a40000
50	fff8cf1f800489	a3280030a40000	ffb8cf1f80048a
60	cc299f1b7ffc00	cc399f1b600401	cc399f1ba00400

- 発表内容 -

1. DAPs (Downlink Aircraft Parameters)の概要

- 航空機動態情報のATCへの利用
- SSRモードSによるDAPsの概略
- 導入時の問題点

2. DAPs評価試験の内容

3. 試験結果

4. 今後の検討事項

5. まとめ

3.1 試験に使用した収集データ

■ 調布SSRモードS実験局

覆域：250 NM

周期：10 sec

□ 解析対象データ期間

2011年6月～2012年10月

(17ヶ月分)

機数： 3, 192

航跡数： 256, 536

ターゲット数： 39, 091, 727



覆域

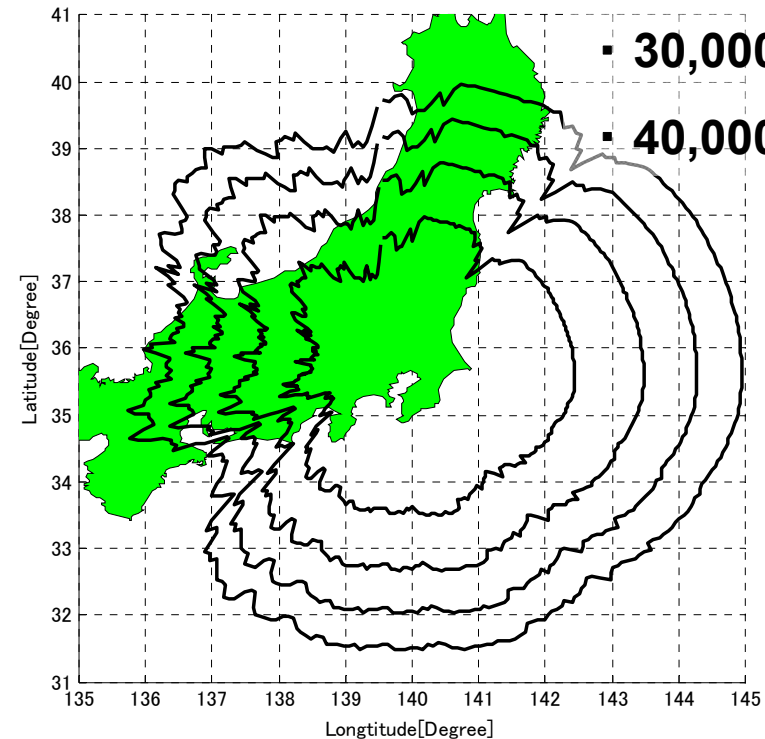
高度：

▪ 10,000 ft

▪ 20,000 ft

▪ 30,000 ft

▪ 40,000 ft



3.2 (1) 静的情報試験結果 —結果例—

BDS20関連試験項目例

〈TM23〉 : BDSコード (BDS20中) = '0x20'

〈TE12〉 : BDS20データ有効フラグ (BDS17中)
= BDS20実装済みフラグ (BDS18中)

試験 番号	試験回数		機数		
	総回数	異常 回数	総機数	異常発生機数	
				全試験異常 (2回以上)	
TM23	405,619	0	3,173	0	0
TE12	384,281	1,274	3,187	73	5

3.2 (2) 静的情報試験結果

試験20項目(／全試験49項目中)でエラー検出

- 不適切な機上装置の**設定**によるエラー
 - 機体で一貫したエラー
 - 偶発的な(情報の設定タイミングに起因する)エラー
- 機上装置の**故障**によるエラー
- 不適切な**入力データ**(便名情報)によるエラー
 - 入力データ／入力ツールの不具合

3.3 通信・データ処理エラー検出試験結果

発生頻度

- ゼロBDS 約 10,000分の1 (0.01%)
- BDSスワップ 約 百万分の1

試験 番号	試験内容	試験回数	
		総回数	異常回数
TE62	ゼロBDS	39,091,727	3,022
TE63	BDSスワップ	39,091,727	27

評価試験の有効性が確認できた

- 発表内容 -

1. DAPs (Downlink Aircraft Parameters)の概要

- 航空機動態情報のATCへの利用
- SSRモードSによるDAPsの概略
- 導入時の問題点

2. DAPs評価試験の内容

3. 試験結果

4. 今後の検討事項

5. まとめ

4. DAPs利用に向けた検討事項 –最終的な対処方法–

エラー発生原因

- … 不適切な設定, 不適切なデータ入力,
偶発的(通信・データ処理)エラー, 機器故障

評価試験

- ✓ 試験項目毎のエラー検出

アプリケーションからの性能要件

- … 精度, 更新頻度, 許容誤り/欠損率, 等

対処方法

- … 異常判定(使用不可)対象の範囲/期間

5. まとめ

- DAPs有効性評価システムを開発
 - ー 静的情報試験(MIT試験項目＋新規試験項目)
 - ー 通信・データ処理エラー検出試験
- 実データを用いた評価を実施
 - ➡ 試験によるエラー検出が可能であることを確認
 - ✓ ゼロBDS, BDSスワップの存在(発生頻度)
 - ✓ 発生原因の分析

□ 今後の課題

原因／性能要件を踏まえた対処方法の開発・検証

(Backup slides)

Annex10

Mode S interrogation pulse sequence

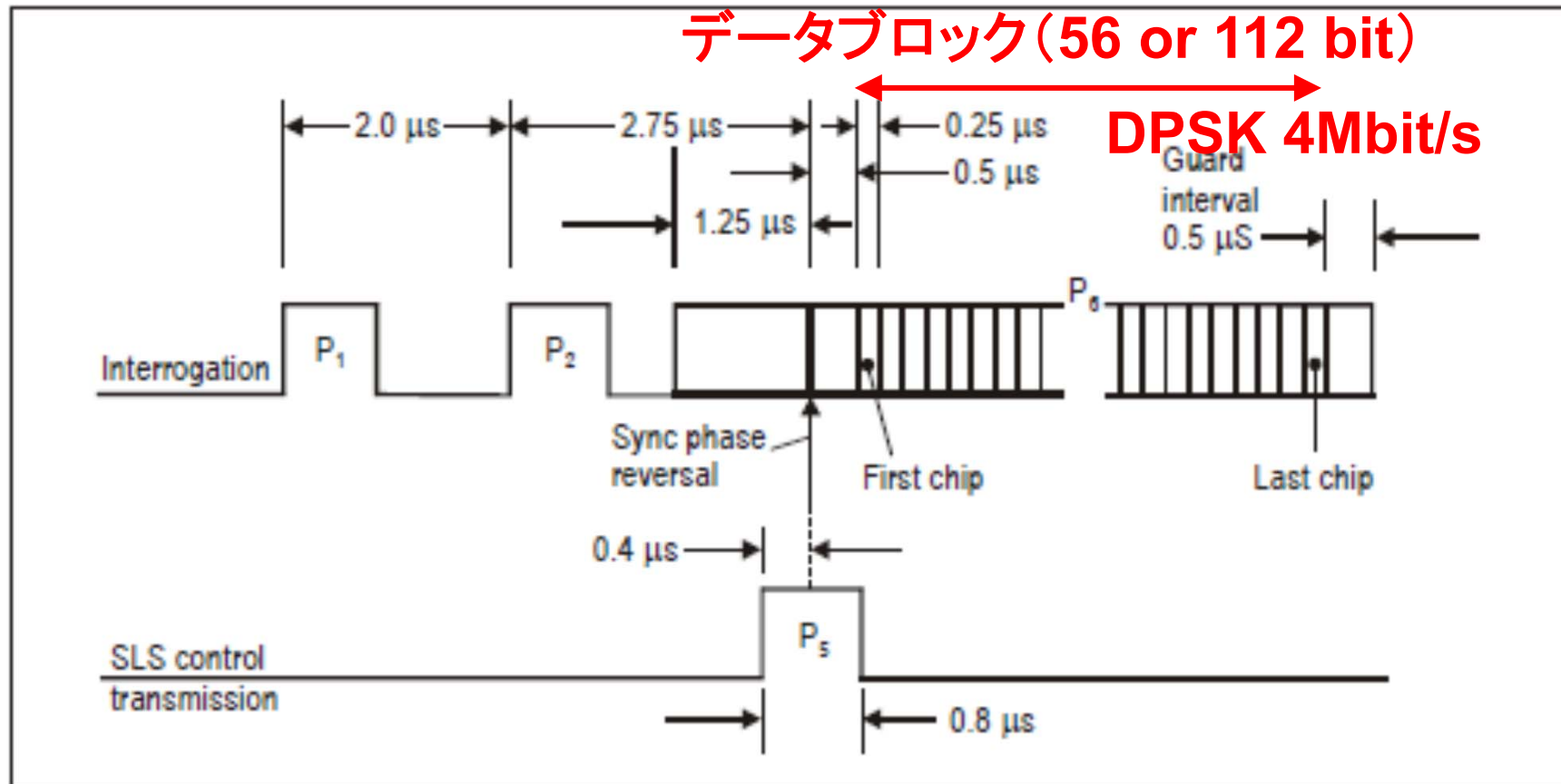


Figure 3-4. Mode S interrogation pulse sequence

Annex10

Mode S reply

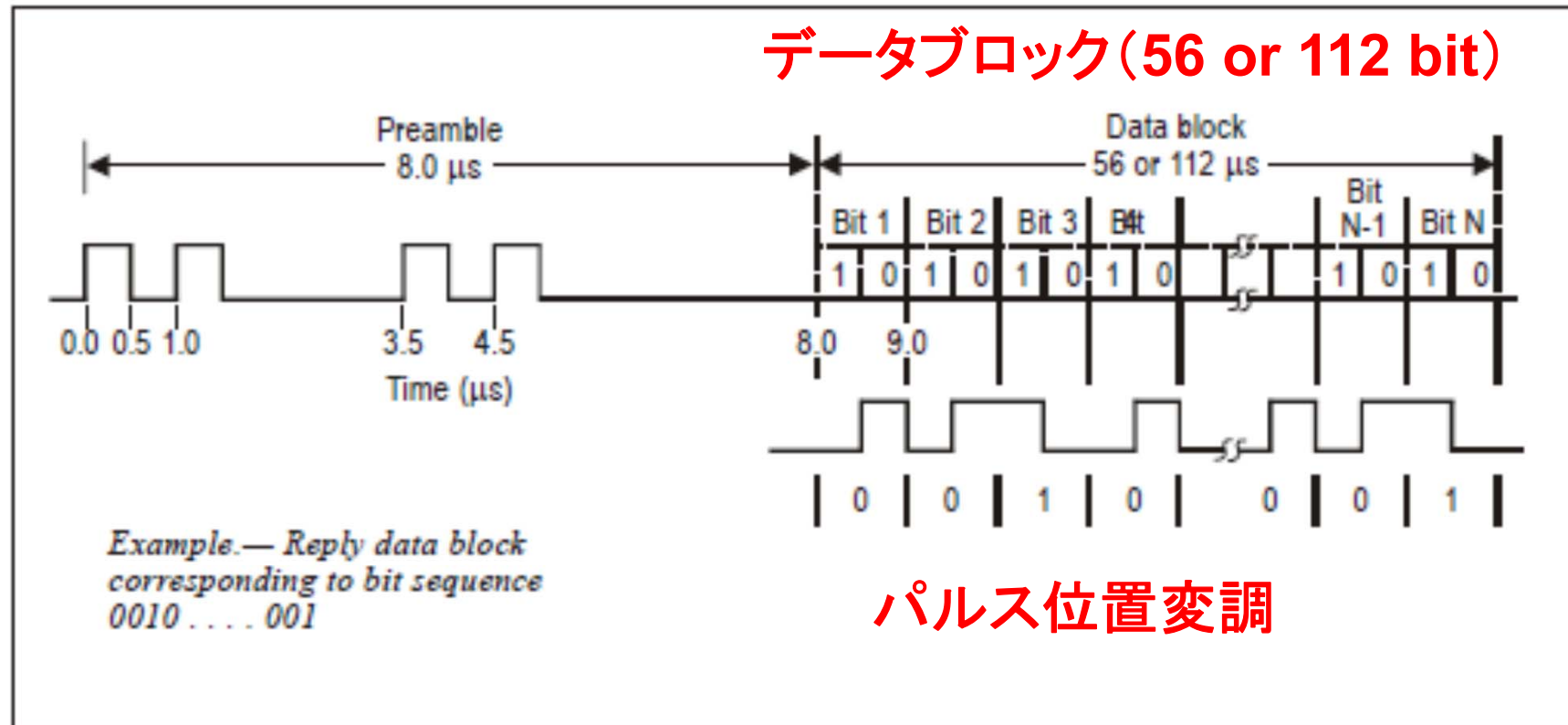


Figure 3-6. Mode S reply

Annex10

Mode S formats

interrogation or uplink formats

4	00100	PC:3	RR:5	DI:3	SD:16	AP:24	... Surveillance, altitude request
5	00101	PC:3	RR:5	DI:3	SD:16	AP:24	... Surveillance, identify request
11	01011	PR:4	IC:4	CL:3	16	AP:24	... Mode S only all-call

reply or downlink formats

4	00100	FS:3	DR:5	UM:6	AC:13	AP:24	... Surveillance, altitude reply	
5	00101	FS:3	DR:5	UM:6	ID:13	AP:24	... Surveillance, identify reply	
11	01011	CA:3	AA:24	PI:24			... All-call reply	
20	10100	FS:3	DR:5	UM:6	AC:13	MB:56	AP:24	... Comm-B, altitude reply
21	10101	FS:3	DR:5	UM:6	ID:13	MB:56	AP:24	... Comm-B, identify reply

3.1.2.3.2.1.3 *AP: Address/parity.* This 24-bit (33-56 or 89-112) field shall appear in all uplink and currently defined downlink formats except the Mode S-only all-call reply, DF = 11. The field shall contain parity overlaid on the aircraft address according to 3.1.2.3.3.2.

Maximum Update Interval of Registers

BDS code	The maximum update Interval [sec]
40	1.0
50	1.3
60	1.3

- The maximum update Interval
= The time between availability of data that causes a change in Register and the time that the change is made to Register
- The parameter data will be expired (status bit and data field be set to '0') in twice of maximum update interval.