

飛行実験による航空機監視応用システム (ASAS)の一検討

大津山卓哉, 小瀬木滋(監視通信領域)
伊藤恵理(航空交通管理領域)

安全かつ効率的な航空機運用を行うためにパイロットと管制官による**交通情報の共有**が提案されている

交通情報を得るために必要な

監視方法の運用方式として

航空機監視

ASA(Aircraft Surveillance Application)

航空機間隔の相互確認
判断支援

ADS-B, ADS-R, TIS-B

地上監視

GSA(Ground Surveillance Application)

航空管制: 航空機間隔の設定

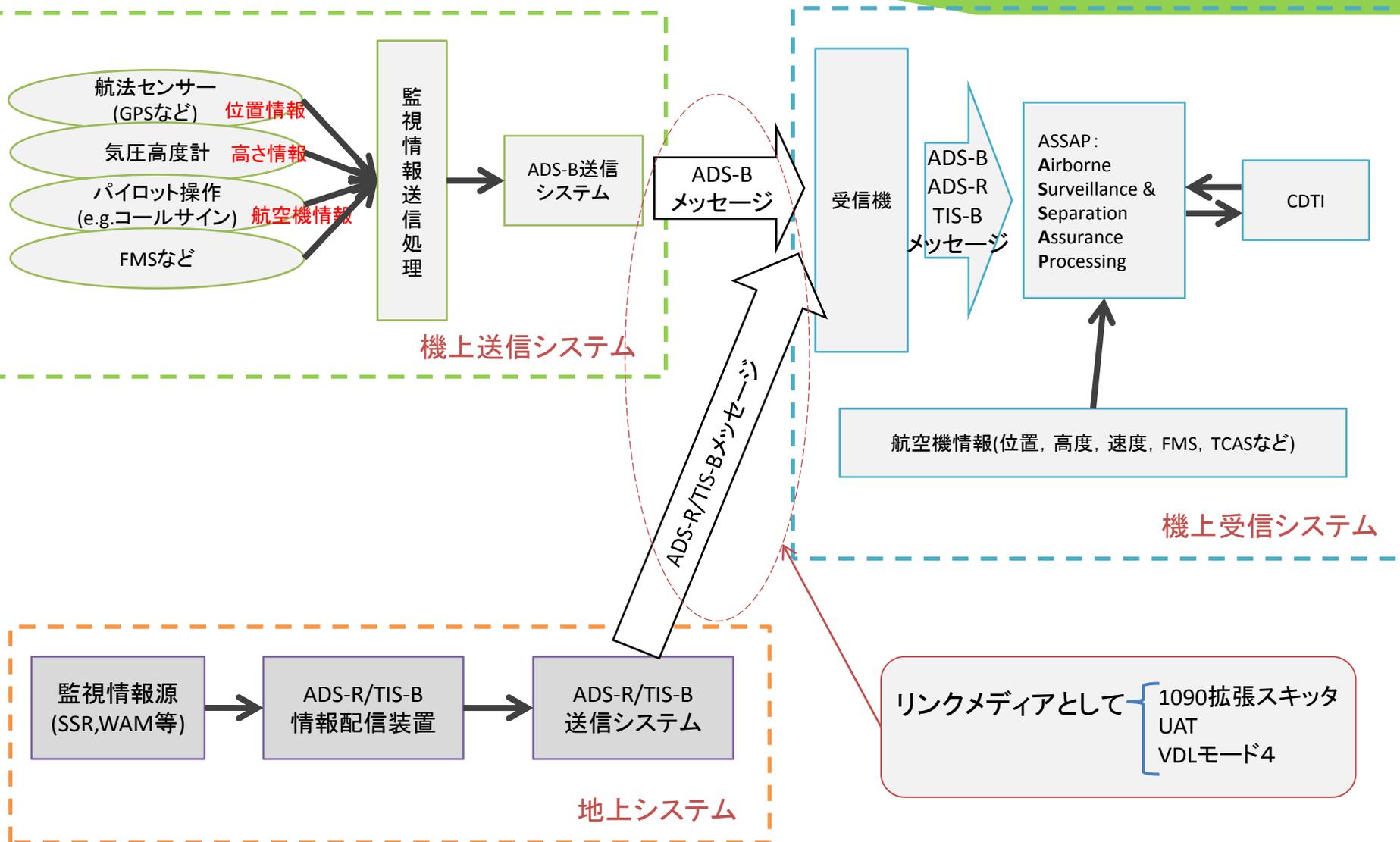
SSR, WAM, MLAT, ADS-B

機上監視と地上監視の比較

監視応用	地上監視	機上監視
監視機器	SSR,ADS-B,MLAT,WAM	ADS-B, ADS-R, TIS-B
監視者	管制官	操縦者
監視対象	多数、広範囲	少数、自機周辺
制限要素	<ul style="list-style-type: none">・管制官-操縦者間の通信・調整時間・監視情報更新周期・遅延時間	<ul style="list-style-type: none">・コックピットリソース・他操縦者との判断の整合性
特徴	全体最適化	局所的、即応性

- AIRB (Airborne application, EVAcq: Enhanced Visual Acquisitionを含む)
 - 飛行中の交通状況認識向上
 - ADS-B/TIS-Bを使用して、周辺交通情報を自動で機上にて取得する
- SURF (Surface application)
 - 滑走路および誘導路上での空港面相互監視支援
 - 着陸時の滑走路面監視も含む
- VSA (Visual Separation Approach)
 - 着陸経路目視間隔付け支援
 - Visual方式による着陸の運用条件緩和
 - 先行機の位置情報等をADS-B/TIS-Bで取得して、間隔を維持するための情報を得る
- FIM (Flightdeck Interval Management)
 - 飛行中の航空機間の間隔付を機上装置にて行う

必要なシステム



飛行実験概要



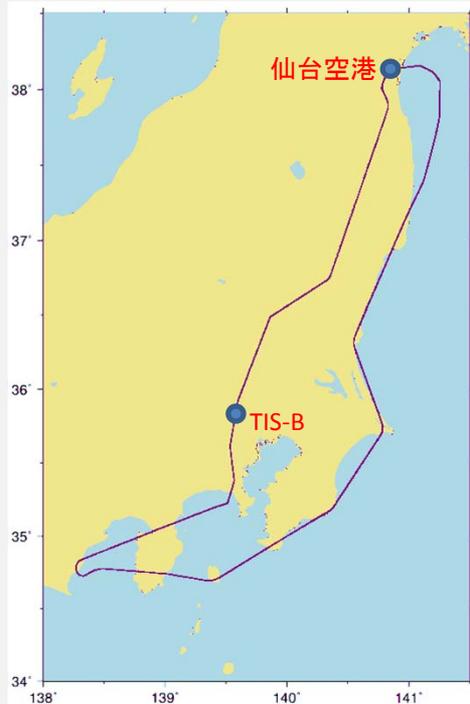
実験用航空機：よつば



実験用航空機搭載 受信システム



同時に搭載した
信号環境記録装置



飛行経路

他テーマの実験と合同に行ったため、仙台空港から関東上空を通り、折り返すコースで飛行した。

TIS-Bサーバと送信機は調布に設置。TIS-Bの情報源として調布SSRを使用。



ADS-B受信機

干渉防止装置

TIS-Bサーバおよび
信号生成装置

高周波増幅部

TIS-B 送信システム

飛行実験での取得データ

```
emacshaydn.enri.go.jp
File Edit Options Buffers Tools Help

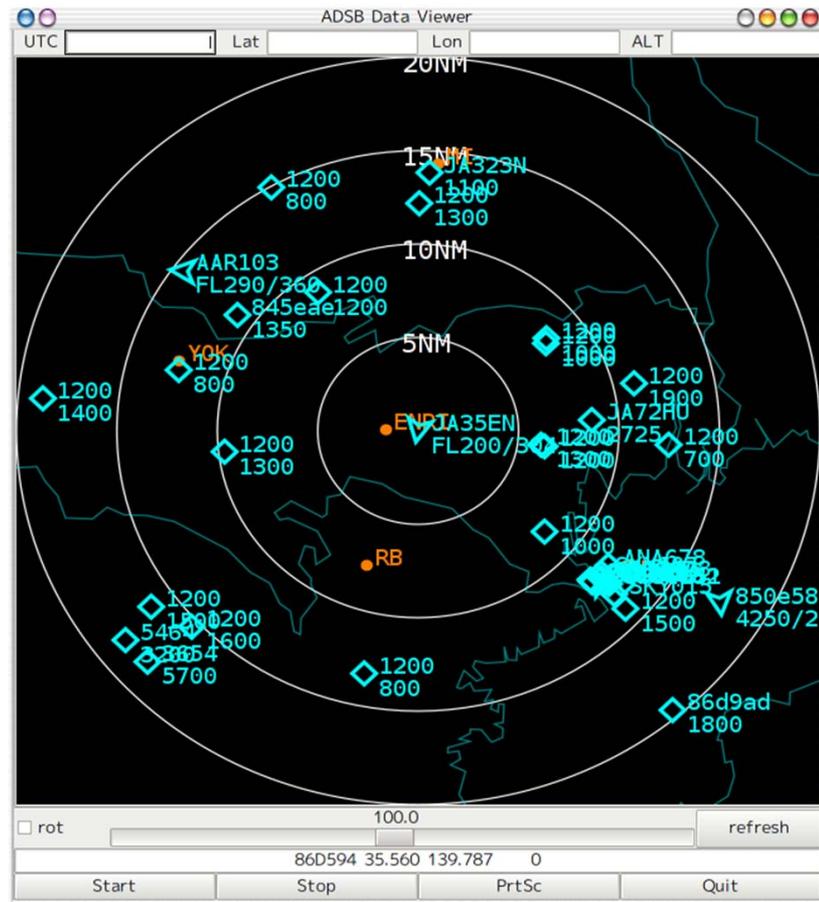
1:AA4411100C37B08465D861E12B200FFFFFFFFFFFFCC
0:AA4411100C44499F02C18D180025F4FFFFFFFFFFFFFD
1:AA4411100C444588F02C18D180025F4FFFFFFFFFFFFFD
1:AA4411100C4D1B846304260000409449FFFFFFFFFFFF02
1:AA4411100C4FFB85C000007362C4E34DF7E7FFDDFFF79
1:AA4411200C6435D0FF8D8520FC9B061EA678040024C636FFFFFFFFFFFFFFFFFFF4
1:AA4411100C6496784D0000000003A039F6891EC75FF3B0D39
0:AA4411100C5C1F99F820000D18438197FFFFFFFFFFFF5E
0:AA4411200C6434E1FF8D8520FC9B061EA678040024C636FFFFFFFFFFFFFFFFFFF4
0:AA4411100C71BA8DF820000D18438197FFFFFFFFFFFFC2
1:AA4411100C7DA4BC62280001BE86EF0CDE7FFFFFFFFFFFF48
1:AA4411100C816D09525D71C216AC312FFFFFFFFBFBF772C1
0:AA4411100C7C8809F420000D18438197FFFFFFFFFFFF75
0:AA4411100C875585FE20000D18438197FFFFFFFFFFFFD5
1:AA4411200C88A4DC658C7803F740DD553659E9064420CEFFFFFFFFFFFFE4BA75FFFF63
0:AA4411100C922305F820000D18438197FFFFFFFFFFFF30
1:AA4411100CB1E6E0690241009A514204FFFFFFFFFFFFF0C
1:AA4411200CB9C73C5093865A1418F30001CA107A9D9862FFFF7FFFFFFFFFFFF7F8776A
1:AA4411100CBA4324A620000B8662FFA2FFFFFFFFFFFFC5
1:AA4411100CBC737055F867A1A330F2B7FFFFFFFF7DFFF0
1:AA4411100CBDE8F058A1000095220C587FFFFFFFF77FDF8B
1:AA4411200CBF54FC648C8514F838B8A2C91B1AADF040CFFFFFFFFFFFFFFFFFFF7E
0:AA4411100CBA423D7020000B3662FFA2FFBF497FFFFFFFFD
1:AA4411200CFB814FF8D8520FCF803000002008D0C944FFFFFFFFFFFFFFFFFFF16
0:AA4411200CFBA21FF8D8520FCF803000002008D0C944FFFFFFFFFFFFFFFFFFF22
1:AA4411100CD652F45A28000F08000402FFFFFFFFD0DF7DD280
1:AA4411200D03735C53936809B6180E6001DE00E208930EFFEDFDBFEAF7778F3FF7DF8B8F07
1:AA4411100D043350540204201FEE2FAFFCDE5EFFFFFFFF62
1:AA4411200D0A30E0638DA49929903B278CF65E441811F3FFFFFFFFFFFFFFFFFFF5
1:AA4411200D122878481017CC408670001CC9F8B2A6E1ED7BFFFEF7FDFFEFFFFFFF4
1:AA4411200D1282404E8D850E7A583B73C81363DC333FB1FFFFFFFFFDB7FFFFFFFFF7D
1:AA4411100D1CD0502028110A0F83617FFFFFFFFFFFF35
1:AA4411200D1D0374668C820028288005380280460853C48E6B536DEBB7DFD97E4FE7FFF8C
1:AA4411200D1DADD44F93841A4818E8001DEC09989C624FFFFFFFFF8FFBFFBFF73709
1:AA4411200D1A8F8538D71C2575891C3E0D72DCC14DF81FFFFFFFFFFFFFFFFFFF31
0:AA4411200D1408B1FB8D8520FC9069876C3873188849CDFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF1E
:--- adsbLog0129_1.dat 32% L79499 (Fundamental)
```

ADS-Bデータ

TIS-Bデータ

自分自身が
送信したデータ

受信アンテナ(上0, 下1)



受信データを地図にプロット

- 2011年12月に DO-317A が発行 → 2012年2月 TSO-C195A
 - ATSA(周辺状況監視)に関するMOPS
 - 扱う応用方式: AIRB, SURF, VSA, ITP
 - EUROCAEのED-194 も同じ内容で発行された
- 現在, DO-317BとDO-3xx (FIM MOPS)の作成が平行して行われている
 - DO-317B: 現在の317Aに TSAAやCAVSなどを追加したもの
 - 今年中に発行予定
 - DO-3xx: DO-317Aから分岐してFIMのMOPSを作成
 - 現在作業中. 来年早々に完成か?

Table 2-4 Traffic Application Specific Requirements Summary

Requirement Category	Requirement	Applicable Subsystem Interfaces (See Figure 1-1)	EVAcq/AIRB		SURF				VSA	ITP
			Traffic On ground when Ownship is On ground	All other traffic	Traffic On ground	Traffic Airborne		Outside Surface Volume		
						Inside Surface Volume				
						Ownship On ground	Ownship Airborne			
State Data	Horizontal Position Uncertainty (95%)	A1→B1	< 0.1 NM (NACp ≥ 7)	< 0.5 NM (NACp ≥ 5)	< 30 m (NACp ≥ 9)	< 0.1 NM (NACp ≥ 7)	< 0.3 NM (NACp ≥ 6)	< 0.5 NM (NACp ≥ 5)	< 0.3 NM (NACp ≥ 6)	< 0.5 NM (NACp ≥ 5)
	Horizontal Velocity Uncertainty (95%) (Note 1)	A1→B1	< 10 m/s (NACv ≥ 1)		< 3 m/s (NACv ≥ 2)	< 10 m/s (NACv ≥ 1)		< 10 m/s (NACv ≥ 1)	< 10 m/s (NACv ≥ 1)	
	Vertical Position Uncertainty (95%)	A1→B1	On Ground or Valid Pressure or Valid Geo (Note 3)		On Ground or Valid Pressure or Valid Geo (Notes 3 & 4)				Valid Pressure or Valid Geo (Note 3)	Valid Pressure (Note 3)
	Vertical Velocity Uncertainty (95%)	A1→B1	N/A		N/A				N/A	N/A
State Data Integrity	Source Integrity Level	A1→B1	N/A		N/A				1e-3/hr (SIL ≥ 1)	1e-5/hr (SIL ≥ 2)
	Navigation Integrity Category	A1→B1	N/A		N/A				< 0.6 NM (NIC ≥ 6)	< 1.0 NM (NIC ≥ 5)
	System Design Assurance (Note 2)	A1→D	1e-3		1e-3				1e-3	1e-5
State Data and Status Timing	Maximum Total Latency (Note 6, 8)	A1→G	5.5 s		5.5 s				5.5 s	5.5 s
		A1→B1	0.9 s		0.9 s				0.9 s	0.9 s
		B1→D	1.1 s		1.1 s				1.1 s	1.1 s
		D→E	0.5 s		0.5 s				0.5 s	0.5 s
		E→F	2.5 s		2.5 s				2.5 s	2.5 s
		F→G	0.5 s		0.5 s				0.5 s	0.5 s
	Maximum Position Data Age until Dropped	at E	11 s (moving) 25 s (static)	25 s	11 s (moving) 25 s (static)	11 s	15 s	25 s	15 s	25 s

実際のデータで確かめる

(RTCA DO-317A より)

飛行実験によるADS-B評価

- 本年1月30日に実施した飛行実験での結果

- ADS-B機の送受信数 **148機**

- うち ADS-B v1 (DO-260A)以上の機体

- うち ADS-B V2 (DO-260B)の機体

- 受信したデータの位置精度

22機

6機

FIMはまだまだ実施できる環境にない v2以上を要求

TYPE	位置精度	NUCp (ADS-B v0) (Navigation Uncertainty Category for Position)	機数	NIC (ADS-B v1,2) (Navigation Integrity Category)	機数
11	< 0.1NM	7	106	8	18
12	< 0.2NM	6	18	7	0
13	< 0.5NM	5	1	6	0
18	> 20NM	0	3	0	2

- ADS-Bv1以上で送信されるNACp (Navigation Accuracy Category for Position)

NACp	機数	精度
0	2	> 10NM
7	1	RNPO.1
9	19	GPS (SA off)
10	2	WAAS

注)飛行中に9→7, 9→10への移行あり

ほぼすべての航空機が良好な位置情報を提供していることがわかる

TIS-BによりADS-B未搭載機の情報配信を行えばAIRB, SURF, VSAは実現可能

- ASASによって地上と機上で情報共有が可能となる
 - より安全で効率的な航空機運航
 - 地上と機上の役割分担
- いくつかの航空機監視応用方式
 - 周辺状況把握に関する運用要件が決まった
 - 航空機の間隔付はこれから
- 実環境での航空機監視
 - 新しい実験用航空機に受信機などを搭載
 - TIS-B(以前製作したもの)も含めて飛行実験の実施
 - ほとんどの航空機は良質な情報を放送して飛行している
 - 一部不十分な航空機がある
 - 周辺状況把握に関する応用方式は受信機材が対応すれば可能では？
 - FIMはまだ遠い