



空地統合SWIMに関する研究開発

○呂 曉東, 森岡 和行, 住谷 泰人, 長縄 潤一, 米本 成人

電子航法研究所 監視通信領域

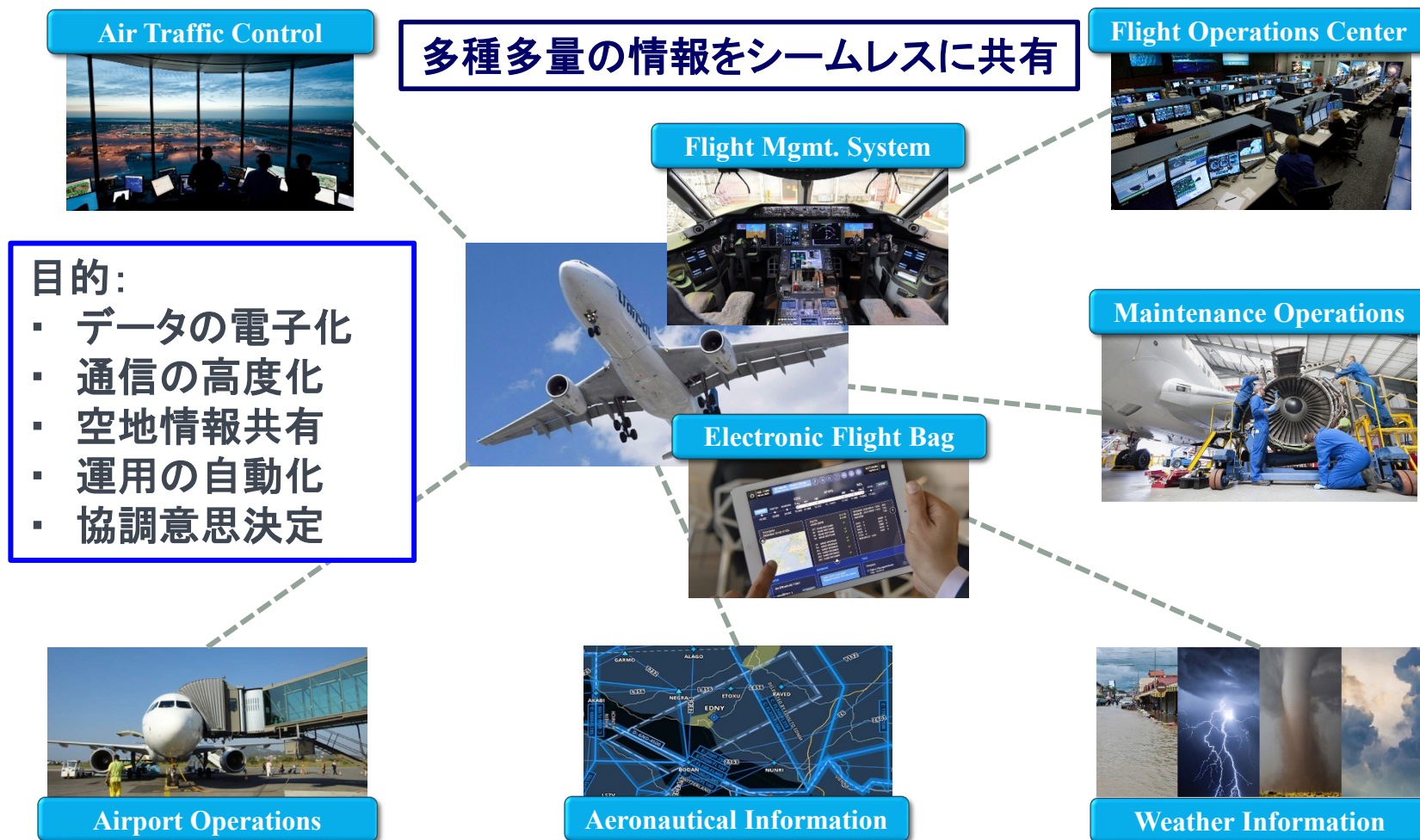
2019年6月6日

Agenda

1. 背景
2. 空地統合SWIMの概念
3. 空地統合SWIMシステム
4. 地上走行実証実験
5. 分析と課題
6. まとめ

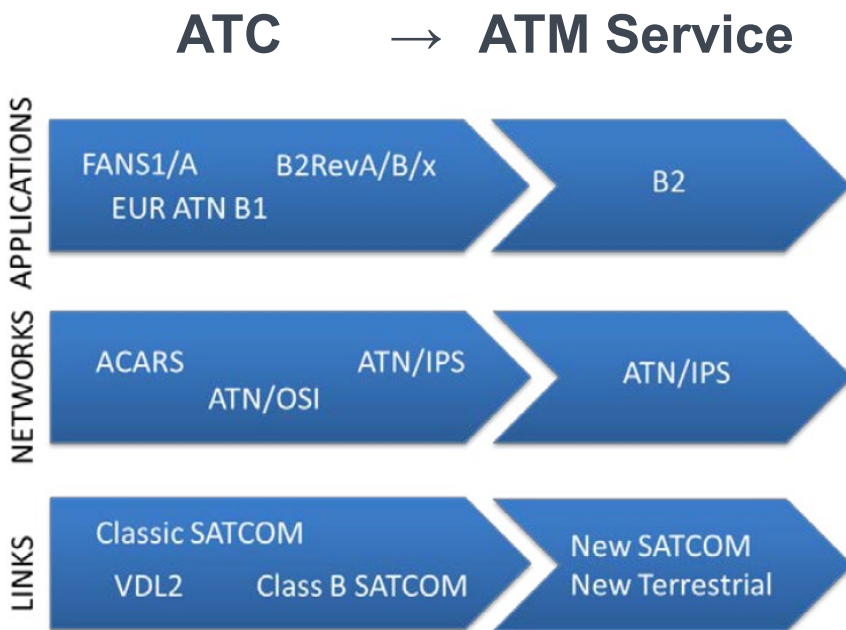
背景：技術動向

➤ 高度な情報化



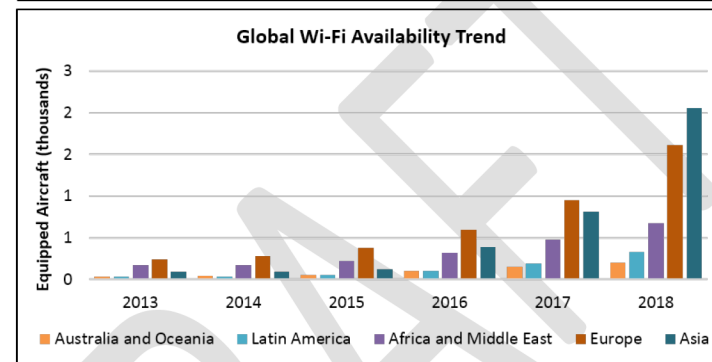
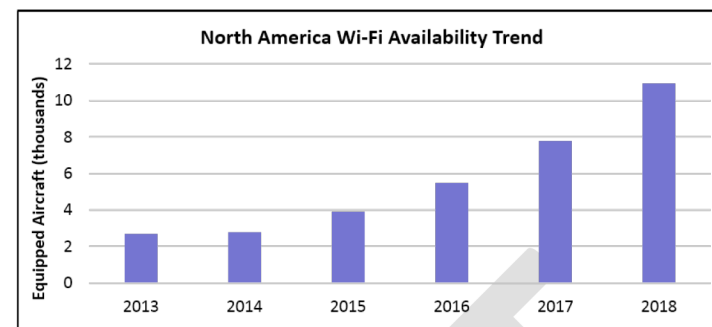
背景：技術動向

空通信技術



低速，低容量 → 高速，大容量

空地通信技術の進展



機内Wi-Fiの普及状況

(<http://www.ipass.com/wifi-growth-map/>)

背景:運用方式

➤ Flight and Flow-Information for Collaborative Environment (FF-ICE)

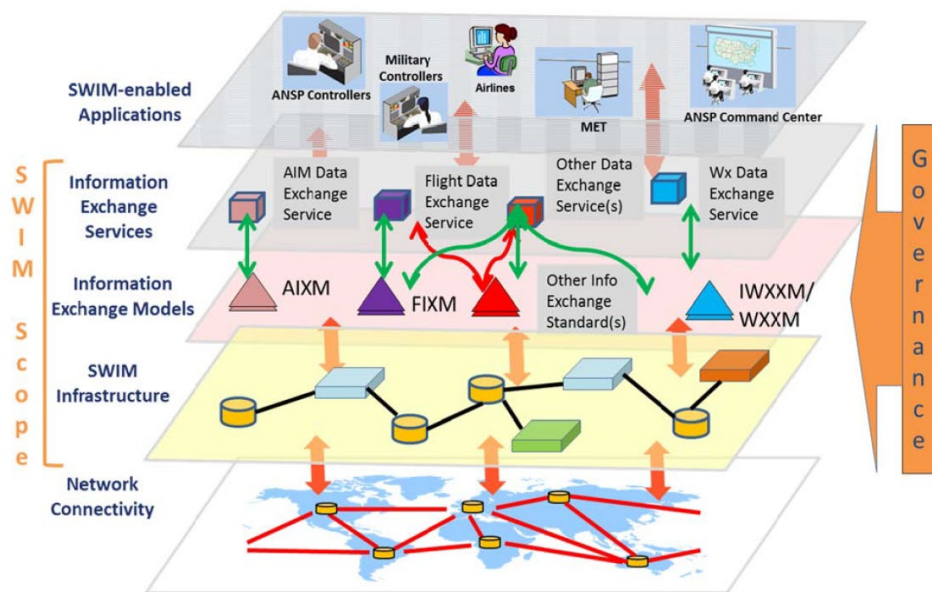


Agenda

1. 背景
2. 空地統合SWIMの概念
3. 空地統合SWIMシステム
4. 地上走行実証実験
5. 分析と課題
6. まとめ

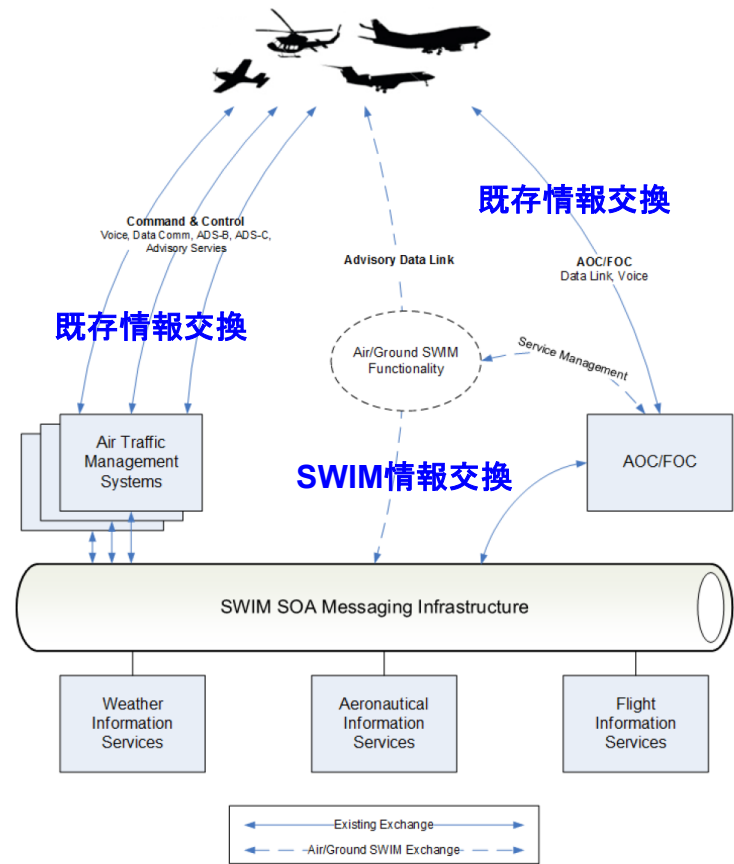
空地統合SWIMの概念

System Wide Information Management (SWIM)



ICAO SWIM Framework

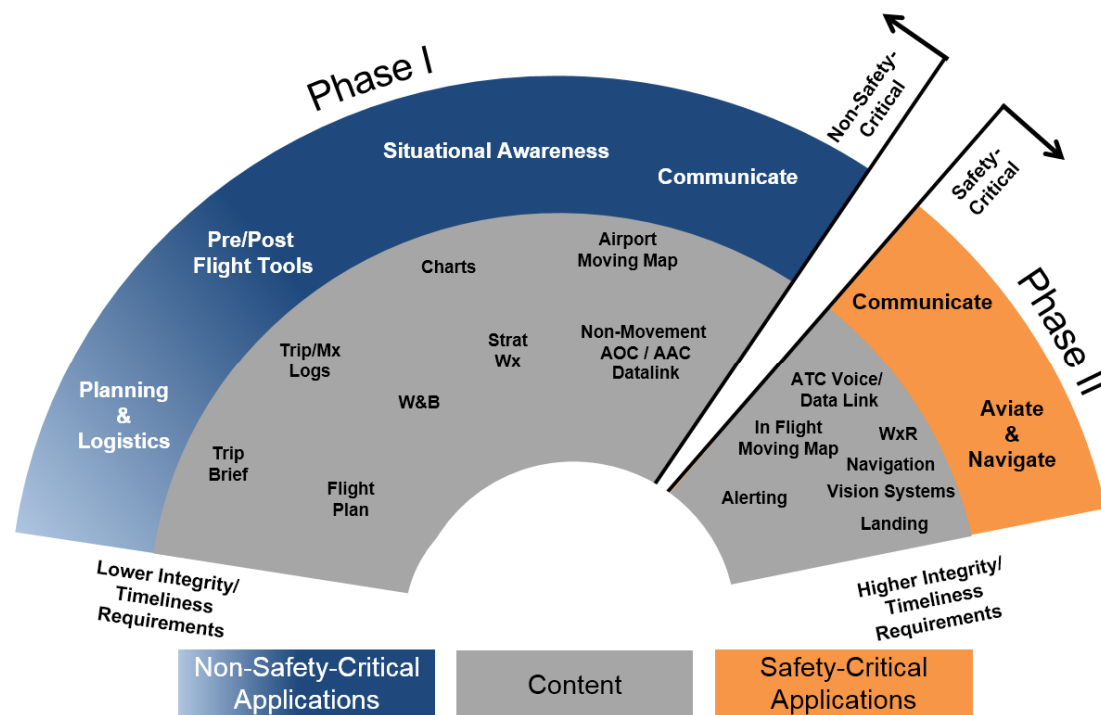
- FIXM (Flight Information eXchange Model) 運航情報交換モデル
- AIXM (Aeronautical Information eXchange Model) 航空情報交換モデル
- IWXXM (ICAO Weather Information eXchange Model) 気象情報交換モデル



SWIMに基づいた空地情報交換例

空地統合SWIMの概念

➤ アプリケーションフェーズ



▪ Critical data
→ 高リスク

▪ Essential data
→ 中リスク

▪ Routine data
→ 低リスク

- Phase I: non-safety-critical情報の共有による事前調整や状況感知の強化
- Phase II: safety-critical情報の共有による協調意思決定やTBOの実現

空地統合SWIMの概念

➤ Technical Framework

		Avionics Connection Level		
		Avionics Connection	A. No Connection to Avionics	B. Connection from Avionics Only
SWIM Connection Level	SWIM Connection			
	1. No Connection to A/G SWIM	1A. No Connection to A/G SWIM, No Connection to Avionics	1B. No Connection to A/G SWIM, Connection from Avionics Only	1C. No Connection to A/G SWIM, Connection to/from Avionics
	2. Connection to A/G SWIM Uplink Only	2A. Connection to A/G SWIM Uplink Only, No Connection to Avionics	2B. Connection to A/G SWIM Uplink Only, Connection from Avionics Only	2C. Connection to A/G SWIM Uplink Only, Connection to/from Avionics
3. Connection to/from A/G SWIM Uplink/Downlink	3A. Connection to/from A/G SWIM Uplink/Downlink, No Connection to Avionics	3B. Connection to/from A/G SWIM Uplink/Downlink, Connection from Avionics Only	3C. Connection to/from A/G SWIM Uplink/Downlink, Connection to/from Avionics	

地上SWIMとの接続:

- ・ 地上SWIMとの接続無
- ・ 地上SWIMから機上情報端末への単方向
- ・ 地上SWIMと機上情報端末間の双方向

機上システムとの接続:

- ・ 機上システムとの接続無
- ・ 機上システムから端末への単方向
- ・ 機上システムと端末間の双方向



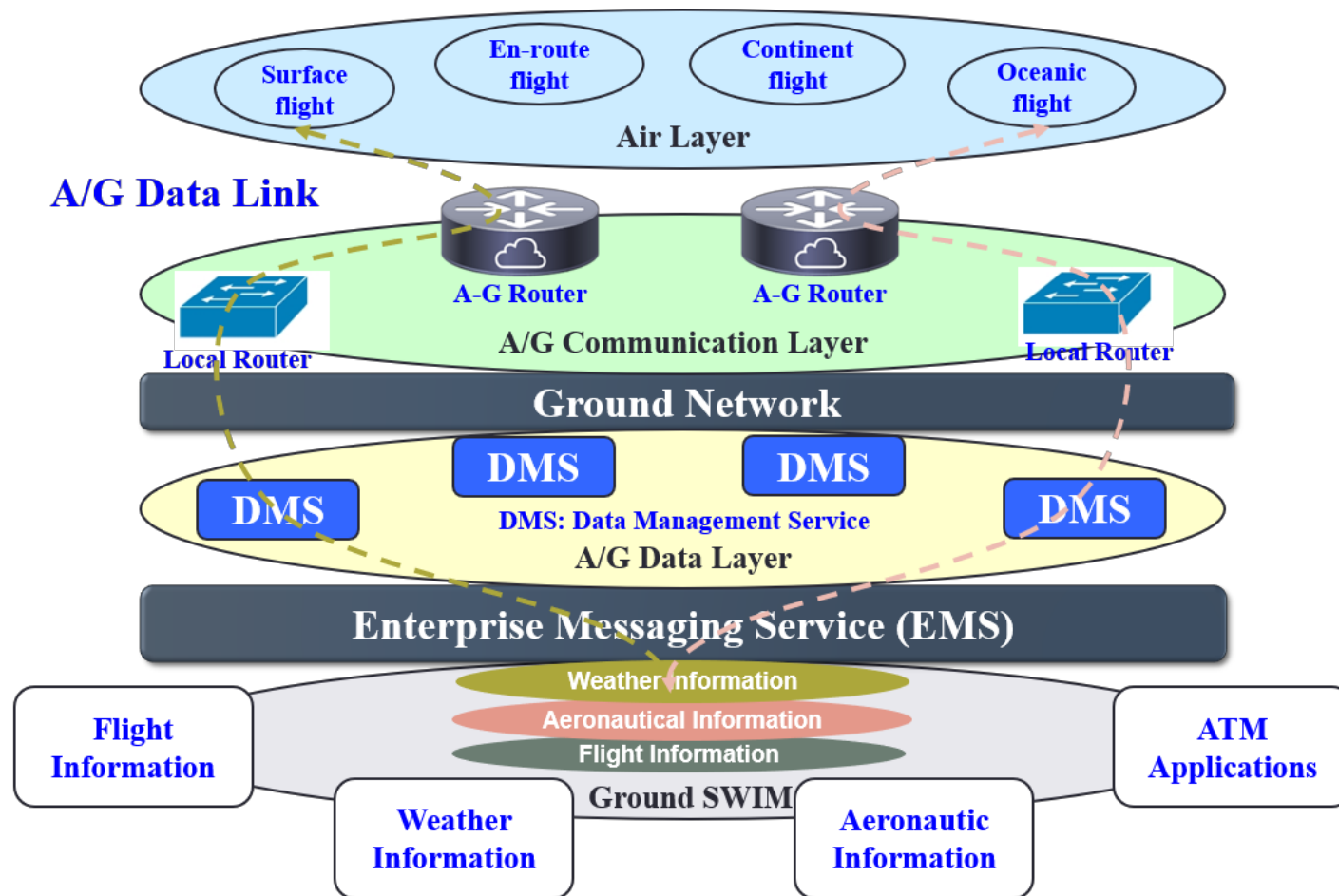
機上情報端末
(Electronic Flight Bag)

Agenda

1. 背景
2. 空地統合SWIMの概念
- 3. 空地統合SWIMシステム**
4. 地上走行実証実験
5. 分析と課題
6. まとめ

空地統合SWIMシステム

システムアーキテクチャ



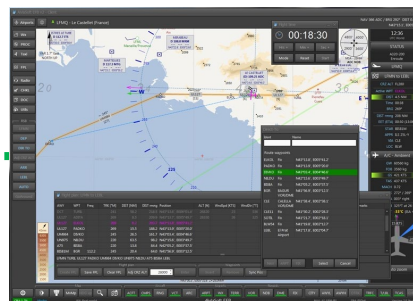
空地統合SWIMシステム

システムアーキテクチャ

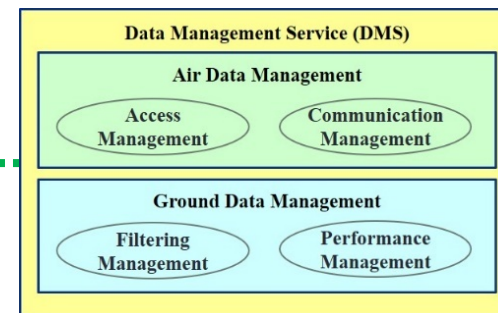
A/G SWIM Integration via EFB



On-board Flight Management System (FMS)



Electronic Flight Bag (EFB)



Data Management Service (DMS)

課題	解決技術
情報の同一化と過剰化	情報差別化技術(フィルタリング技術, メッセージ交換技術)
無線通信の不安定性	情報保証技術(Data Link as a Service, 空地同期技術)
通信や情報のセキュリティ	データ保護技術(Data-in-Motion, Data-at-Rest)

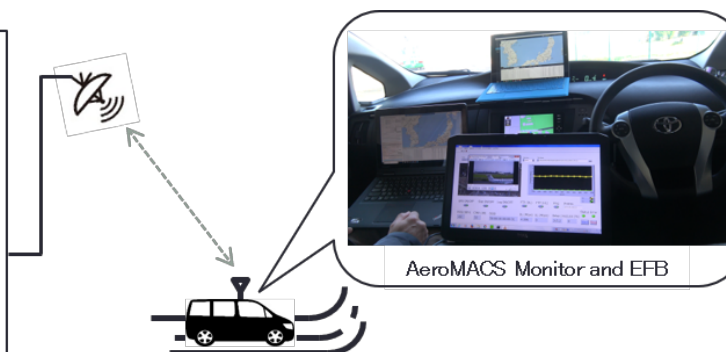
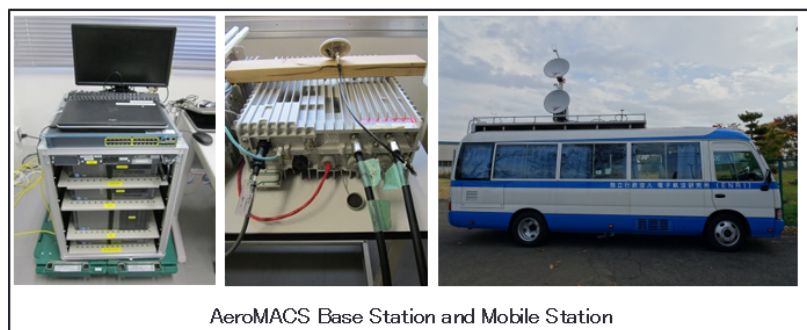
Agenda

1. 背景
2. 空地統合SWIMの概念
3. 空地統合SWIMシステム
4. 地上走行実証実験
5. 分析と課題
6. まとめ

地上走行実証実験

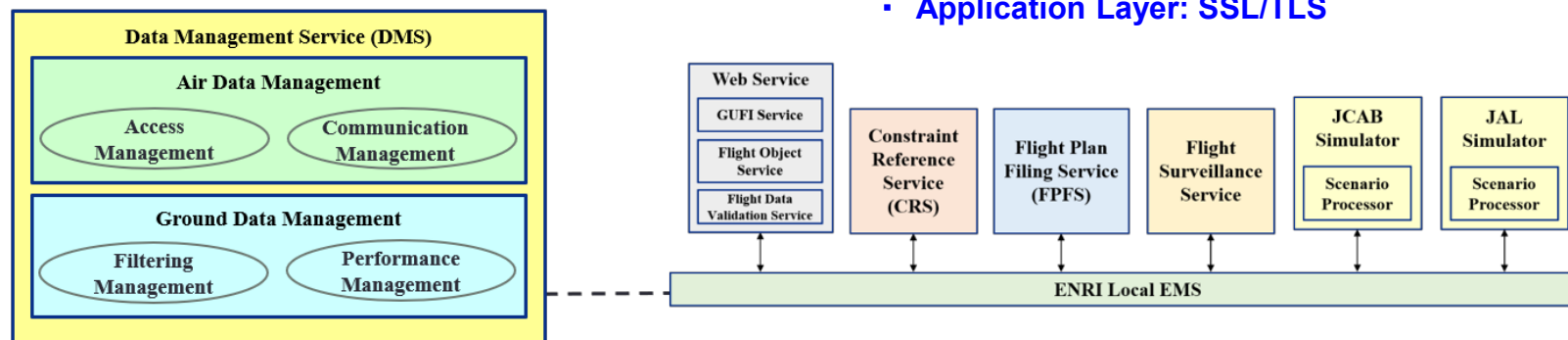
➤ 実験システムの構成

AeroMACS実験システム@仙台空港



AATS (Aircraft Access to SWIM)

- Network Layer: VPN over Internet
- Application Layer: SSL/TLS



SWIM実験システム@調布

地上走行実証実験

地上走行実験の結果

Electronic Flight Bag for SWIM

↑↓ (Wi-Fi) JAL5 UTC 2018-10-03 07:44:52

通信状況監視

ユーザ認証管理

4次元軌道情報

非同期Pub/Sub通信による飛行計画の取得

No.	Time (Local)	Status	Header	Body	GUFI	Fixm Message Id	Ver	SOURCE	RECIPIENT	CATEGORY	CATEGORY_VERSION	SYSTEM	TYPE	PHASE	ACID	AIRL
1820	10-03 15:43:14.255	RECV	OK	OK	b204dae1-344f-4243-ac78-193da3e195c4	40d10832-4420-495a-85a0-904fa0cb2102	1	JAL	JCAB.DMS	FIXM	FIXM_4.1_FF_ICE	JAL	E_PFP	PRELIM	JALS	JAL
1821	10-03 15:43:18.178	RECV	OK	OK	b204dae1-344f-4243-ac78-193da3e195c4	554811cf-234d-4366-bb0c-778dd84cf087	1	JCAB	JAL_JCAB.DMS	FIXM	FIXM_4.1_FF_ICE	FPFS	SUB_RESP	PRELIM	JALS	JAL
1822	10-03 15:43:19.322	RECV	OK	OK	b204dae1-344f-4243-ac78-193da3e195c4	6abfd3ef-7889-42d2-8ccb-6ce0a4de8996	1	JCAB	JAL_JCAB.DMS	FIXM	FIXM_4.1_FF_ICE	FPFS	PLAN_STATUS	PRELIM	JALS	JAL
2306	10-03 16:24:21.713	RECV	OK	OK	b204dae1-344f-4243-ac78-193da3e195c4	74b98411-5068-4106-beef-e09f98319a8b	1	JAL	JCAB.DMS	FIXM	FIXM_4.1_FF_ICE	JAL	E_FPL	FILED	JALS	JAL
2307	10-03 16:24:26.167	RECV	OK	OK	b204dae1-344f-4243-ac78-193da3e195c4	71c0f7e4-d8e5-412a-a1fc-d99a40fbb8e5	1	JCAB	JAL_JCAB.DMS	FIXM	FIXM_4.1_FF_ICE	FPFS	SUB_RESP	FILED	JALS	JAL
2310	10-03 16:24:28.810	RECV	OK	OK	b204dae1-344f-4243-ac78-193da3e195c4	67b0318f-36eb-4132-baf5-480acd4cfd50	1	JCAB	JAL_JCAB.DMS	FIXM	FIXM_4.1_FF_ICE	FPFS	FIL_STATUS	FILED	JALS	JAL

地上走行実証実験

地上走行実験の結果

EFBforSWIM (version: 3.0.0)

Electronic Flight Bag for SWIM JAL5 UTC 2018-10-04 01:42:22

FLIGHT
AIRCRAFT
TAKEOFF
LANDING
AIRPORT
GOVERNANCE
MESSAGE

空港面地図の取得

空港面監視システムとの連携によりPub/Subでリアルタイム監視データの取得

MESSAGE Auto Scroll Hide Loopback Type Filter All CLEAR MESSAGE MAP Route AXIM/WXXM AXIM

No.	Time (Local)	Status	Header	Body	GUFI	Fixm Message Id	Ver	SOURCE	RECIPIENT	CATEGORY	CATEGORY_VERSION	SYSTEM	TYPE	PHAS
158	10-04 10:37:36.670	RECV	OK	OK	db51c12e-266b-4076-95e3-408a1132028e			JCAB	Any	FIXM	FIXM_4.1	ASSS	TRACK	
159	10-04 10:37:37.815	RECV	OK	OK	db51c12e-266b-4076-95e3-408a1132028e			JCAB	Any	FIXM	FIXM_4.1	ASSS	TRACK	
160	10-04 10:37:38.699	RECV	OK	OK	db51c12e-266b-4076-95e3-408a1132028e			JCAB	Any	FIXM	FIXM_4.1	ASSS	TRACK	
161	10-04 10:37:39.699	RECV	OK	OK	db51c12e-266b-4076-95e3-408a1132028e			JCAB	Any	FIXM	FIXM_4.1	ASSS	TRACK	
162	10-04 10:37:40.699	RECV	OK	OK	db51c12e-266b-4076-95e3-408a1132028e			JCAB	Any	FIXM	FIXM_4.1	ASSS	TRACK	
163	10-04 10:37:41.695	RECV	OK	OK	db51c12e-266b-4076-95e3-408a1132028e			JCAB	Any	FIXM	FIXM_4.1	ASSS	TRACK	
164	10-04 10:37:42.809	RECV	OK	OK	db51c12e-266b-4076-95e3-408a1132028e			JCAB	Any	FIXM	FIXM_4.1	ASSS	TRACK	
165	10-04 10:37:43.724	RECV	OK	OK	db51c12e-266b-4076-95e3-408a1132028e			JCAB	Any	FIXM	FIXM_4.1	ASSS	TRACK	
166	10-04 10:37:44.729	RECV	OK	OK	db51c12e-266b-4076-95e3-408a1132028e			JCAB	Any	FIXM	FIXM_4.1	ASSS	TRACK	
167	10-04 10:37:45.739	RECV	OK	OK	db51c12e-266b-4076-95e3-408a1132028e			JCAB	Any	FIXM	FIXM_4.1	ASSS	TRACK	

10:42
2018/10/04

地上走行実証実験

地上走行実験の結果

EFBforSWIM (version: 3.0.0)

Electronic Flight Bag for SWIM

↑ (Wi-Fi) JAL5 UTC 2018-10-04 01:04:31

FLIGHT AIRPORT INFORMATION

AIRCRAFT Airport ICAO RJSS IATA SDJ

TAKEOFF Name Sendai Airport

LANDING Country RJ City Sendai

AIRPORT Latitude 38.140 Longitude 140.917

GOVERNANCE Elevation 15.0

MESSAGE

Runway	Length (M)	Heading	Lat	Lon	ILS
09	3000	91	38.138770	140.898720	0
12	1200	126	38.139460	140.914750	0
27	3000	271	38.142270	140.932660	1
30	1200	306	38.134430	140.926870	0

Chart -- None --

Map All

WEATHER REFRESH

METAR 2018-10-04T00:00:00Z
RJSS 040000Z 08003KT 010V130 9999 FEW050 BKN// 19/13 Q1027

TAF 2018-10-03T23:06:00Z
TAF RJSS 032306Z 0400/0506 11008KT 9999 FEW030

SHOW METAR/TAF

METAR

2018-10-04T00:00:00Z: RJSS

Temperature: 19.0°C (66°F)
Dewpoint: 13.0°C (55°F) [RH = 68%]
Pressure (altimeter): 30.32 inches Hg (1027.0 mb)
Winds: from the E (80 degrees) at 3 MPH (3 knots; 1.5 m/s)
Visibility: 6 or more sm (10+ km)
Ceiling: at least 12,000 feet AGL
Clouds: few clouds at 5000 feet AGL

TAF

Issued on 2018-10-03T23:06:00Z: RJSS

Forecast period: 0000 UTC 04 October 2018 to 0600 UTC 05 October 2018
Forecast type: FROM: standard forecast or significant change
Winds: from the ESE (110 degrees) at 9 MPH (8 knots; 4.1 m/s)
Visibility: 6 or more sm (10+ km)
Ceiling: at least 12,000 feet AGL
Clouds: few clouds at 3000 feet AGL

空港面気象情報の取得

制限空域情報 (NOTAM) の取得

MESSAGE Auto Scroll Hide Loopback Type Filter All CLEAR MESSAGE MAP Route All

No.	Time (Local)	Status	Header	Body	GUF1	Fixm Message Id	Ver	SOURCE	RECIPIEN
1	10-04 09:51:40.797	RECV	OK	OK	b686b9ba-0f69-4665-b1bf-4155b29d8ff6	a0b252b7-6154-4467-8089-4eeaa6be4a1f	1	JAL	JCAB.DM
2	10-04 09:51:42.515	RECV	OK	OK	b686b9ba-0f69-4665-b1bf-4155b29d8ff6	58d2d3e0-e788-4fdd-95b6-f79dd7733af9	1	JCAB	JAL.JCAB
3	10-04 09:51:43.472	RECV	OK	OK	b686b9ba-0f69-4665-b1bf-4155b29d8ff6	0635679d-eeb6-4ff5-950d-07ad9f2e5f02	1	JCAB	JAL.JCAB
4	10-04 09:53:16.436	RECV	OK	OK	b686b9ba-0f69-4665-b1bf-4155b29d8ff6	0358c217-d4ab-4ffa-8cbf-be9a715ecaaf	1	JAL	JCAB.DM
5	10-04 09:53:19.207	RECV	OK	OK	b686b9ba-0f69-4665-b1bf-4155b29d8ff6	ds401e92-5501-49fc-bfdd-3629a76c9b36	1	JCAB	JAL.JCAB
6	10-04 09:53:19.532	RECV	OK	OK	b686b9ba-0f69-4665-b1bf-4155b29d8ff6	c650434a-7dec-4066-87d2-5a018ad4860a	1	JCAB	JAL.JCAB
7	10-04 09:56:06.679	RECV	OK	OK				JCAB	DM
8	10-04 09:58:26.166	SEND	OK	OK	b686b9ba-0f69-4665-b1bf-4155b29d8ff6	32382b42-f7e9-464a-8ed7-2d8a31c3c06	1	JAL5	JAL.JCAB
9	10-04 10:00:05.103	RECV	OK	OK				JCAB	DMS
10	10-04 10:00:18.036	RECV	OK	OK				JCAB	DMS

Agenda

1. 背景
2. 空地統合SWIMの概念
3. 空地統合SWIMシステム
4. 地上走行実証実験
5. 分析と課題
6. まとめ

分析と課題

➤ サービス品質(QoS: Quality of Service)の分析

QoS	Current Approach	A/G SWIM
可用性	限られたデータ交換	豊富な情報共有
容量	限られたアクセス方法	多様な情報交換方法
スループット	低通信容量	高通信容量
応答性	データ通信の保証が困難	通信品質管理が可能
回復性	専用設備による困難	汎用技術による容易
セキュリティー	困難かつ高コスト	容易かつ低コスト

分析と課題

➤ 研究課題

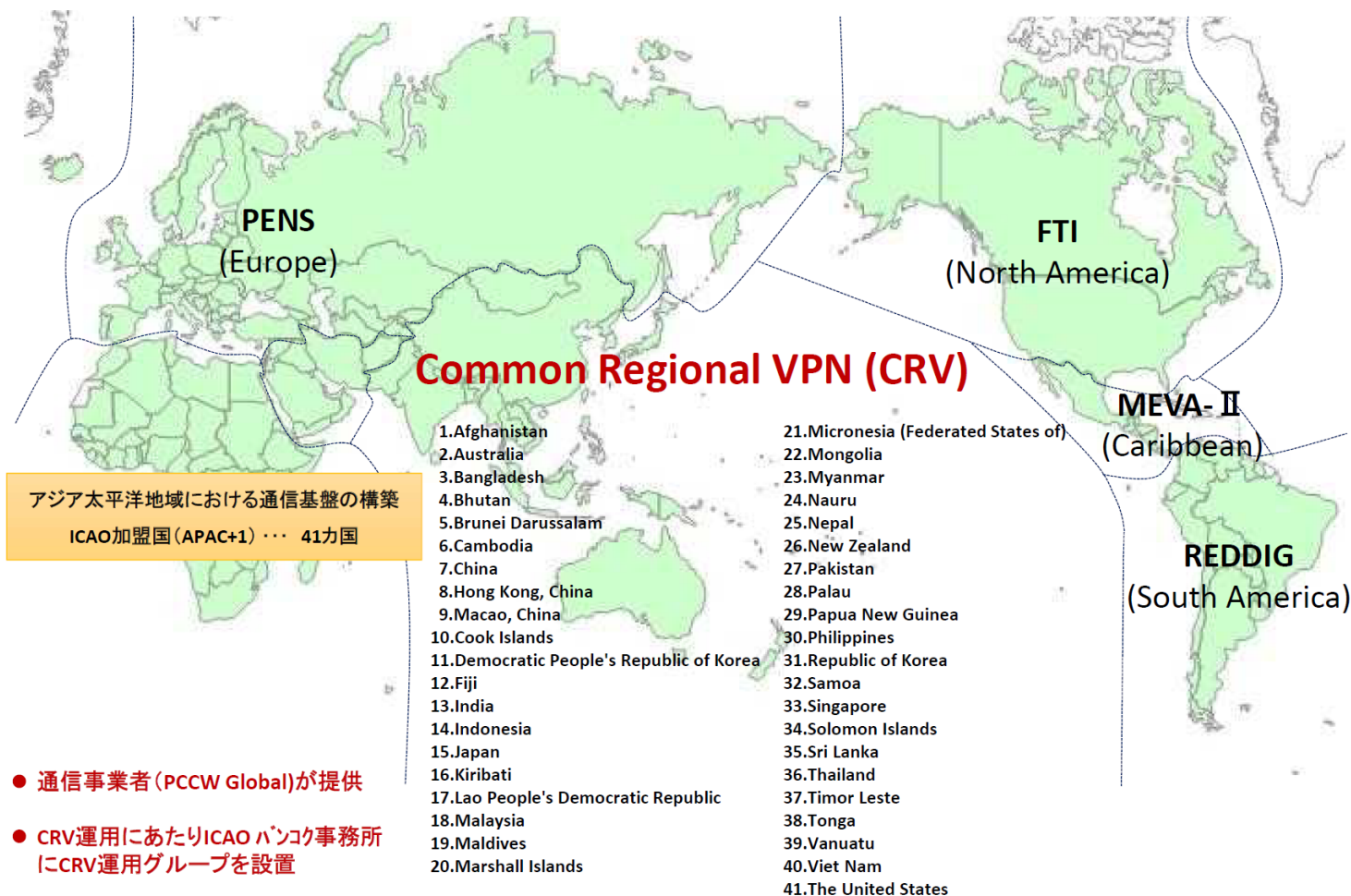
システムニーズ	実際の問題	研究課題
利便性 → 機上システム	<ul style="list-style-type: none">異なるデータ要求異なるインターフェース	<ul style="list-style-type: none">機上情報融合機上システム間の連携
信頼性 → 空地データリンク	<ul style="list-style-type: none">異なる通信方式異なる設備性能	<ul style="list-style-type: none">空地情報交換データリンク間の連携
Interoperability → 地上SWIM通信基盤	<ul style="list-style-type: none">異なるネットワーク接続異なる通信性能	<ul style="list-style-type: none">地上情報共有ネットワーク間の連携
Harmonization → 空地SWIMサービス	<ul style="list-style-type: none">異なるサービス品質異なる管理レベル	<ul style="list-style-type: none">空地SWIMサービスの管理アプリケーション間の連携

Agenda

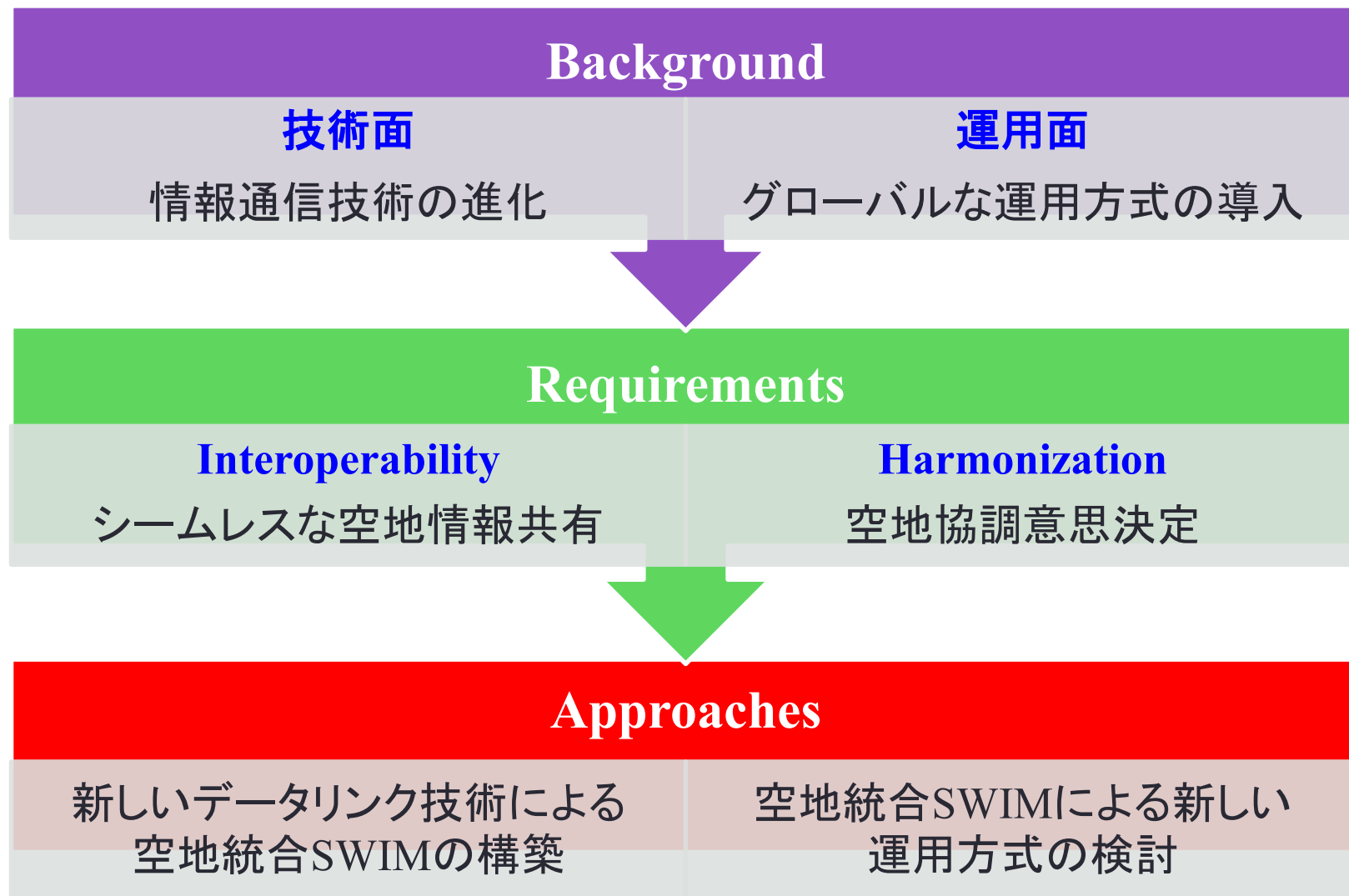
1. 背景
2. 空地統合SWIMの概念
3. 空地統合SWIMシステム
4. 地上走行実証実験
5. 分析と課題
6. まとめ

まとめ

▶ アジア太平洋地域共有VPNの導入



まとめ



ご清聴



ありがとう

ございました



M P A T

Appendix: Acronyms and Terminology

Term	Definition
4DT	4 Dimension Trajectory
AAtS	Aircraft Access to SWIM
AeroMACS	Aeronautical Mobile Airport Communications System
AIXM	Aeronautical Information Exchange Model
DMS	Data Management Service
EFB	Electronic Flight Bag
EMS	Enterprise Messaging Service
FF-ICE	Flight and Flow Information for a Collaborative Environment
FIXM	Flight Information Exchange Model
GUFI	Globally Unique Flight Identifier
IWXXM	ICAO Weather Information Exchange Model
METAR	Meteorological Aerodrome Report
NOTAM	Notification to Airman
QoS	Quality of Service
SSL/TLS	Secure Sockets Layer/Transport Layer Security
TAF	Terminal Aerodrome Forecast
VPN	Virtual Private Network