

航空衛星通信システムの動向

住谷 泰人、石出 明
独立行政法人電子航法研究所



* 欧州NexSAT会議

- Next Generation Satellite System Steering Group
- 主催: ユーロコントロール、欧州の衛星・航空関連企業が中心
- 開催時期: 2002年秋 ~ ほぼ半年に1回(春・秋)。(但し昨年度は1回)
- 最近は、AGCFG (Air Ground Communication Focus Group: 欧州の次世代航空通信システム関連の検討会議)と同時開催

* ICAO ACP: 国際民間航空機関の航空通信パネル

- ◇ International Civil Aviation Organization
- ◇ Aeronautical Communication Panel
- WG-C: Working Group – Communication
 - ◇ 主に、航空通信関連の技術動向
 - ◇ 次世代航空通信関連技術の開発 等
 - ◇ 開催: ほぼ半年に1回
- WG-M: Working Group – Maintenance
 - ◇ 主に、国際標準(SARPs)の変更・修正
 - ◇ 開催: ほぼ半年に1回
 - ◇ Iridium サブWG

- * 将来の衛星通信サービスにおける欧州の方向性を検討
- * 将来の移動通信システム構想の要素
 - サービス、仕様
 - 制度・ビジネスモデル
 - 技術検証
- * 将来の衛星通信サービスに求められるものは。。。
 - 通信能力をいつでもどこでもグローバルに提供
 - 高いアベイラビリティ、信頼性、連続性
 - 航空通信サービスの安全性と定常性
 - ◇ 音声 / データ
 - ATS (Air Traffic Service)等
 - インフラ: 既存のLバンドに対応
 - ◇ 早急な開発とグローバルなサービス
 - フレキシビリティ: 特定エリアでの容量増加
 - ◇ 例: 局所的なビームの利用
 - 新技術による利益
 - 低価格なAES(航空機地球局)

第7回NexSAT会議

- * 2006年3月9日 フランス ツールーズにて開催
- * 参加者: 約40名
 - Eurocontrol、ESA、DSNA(フランス)、DLR、QinetiQ、インマルサット、THALES、ALCATEL、Airbus、JCAB、JRANSA、Iridium、ENRI等
- * 議題:
 - 将来の通信インフラについて <Action Plan 17>
 - エアバスによる将来の航空衛星通信の展望
 - AeroBGANの動向
 - ICAOの動向
 - その他研究動向
 - ◇ NAVISAT
 - ◇ ATMのためのSATCOMシステム
 - ◇ MTSAT
 - ◇ IPを利用した次世代AMSS用シミュレータ開発計画
 - ◇ IRIDIUM
 - その他の議論
 - ◇ 新標準の必要性
 - ◇ AGCFGとの関係
 - ◇ 衛星周波数の分割問題



- * 2006年3月13日~17日 カナダ モントリオールにて開催
- * 参加者: 約20名(うち1/2が前週の第7回NexSAT会議参加者)
 - ICAO、FAA、EUROCONTROL、QinetIQ、NASA、DSNA、DLR、ALCATEL、JCAB、ENRI等
- * 議題
 - ICAO、ITU関連動向
 - 新技術関連
 - Action Plan17動向
 - 周波数関連等



第11回ICAO ACP WGC・第8回NexSAT ・第3回AGCFGジョイント会議

- * 2006年9月18~22日 ベルギー ブラッセルにて開催
 - ICAO ACP WGC、AGCFGと議題を分割せず同時開催
- * 参加者：最大約50名
 - ICAO、FAA、Eurocontrol、ESA、DSNA(フランス)、QinetiQ、DLR、インマルサット、THALES、ALCATEL、JCAB、JRANSA、Iridium、ENRI等
- * 議題：
 - SESAR関連
 - 将来の通信インフラの動向
 - 衛星関連の動向
 - その他研究動向



* 将来の通信インフラ関連

- ActionPlan17
- FCS : Future Communication Study
- COCR : Concept of Communication Requirement

* 航空に利用できる衛星通信の動向

- 次世代衛星通信
 - ◇ Inmarsat SwiftBroadband、Iridium
- その他衛星通信の動向
 - ◇ MTSAT、NAVISAT

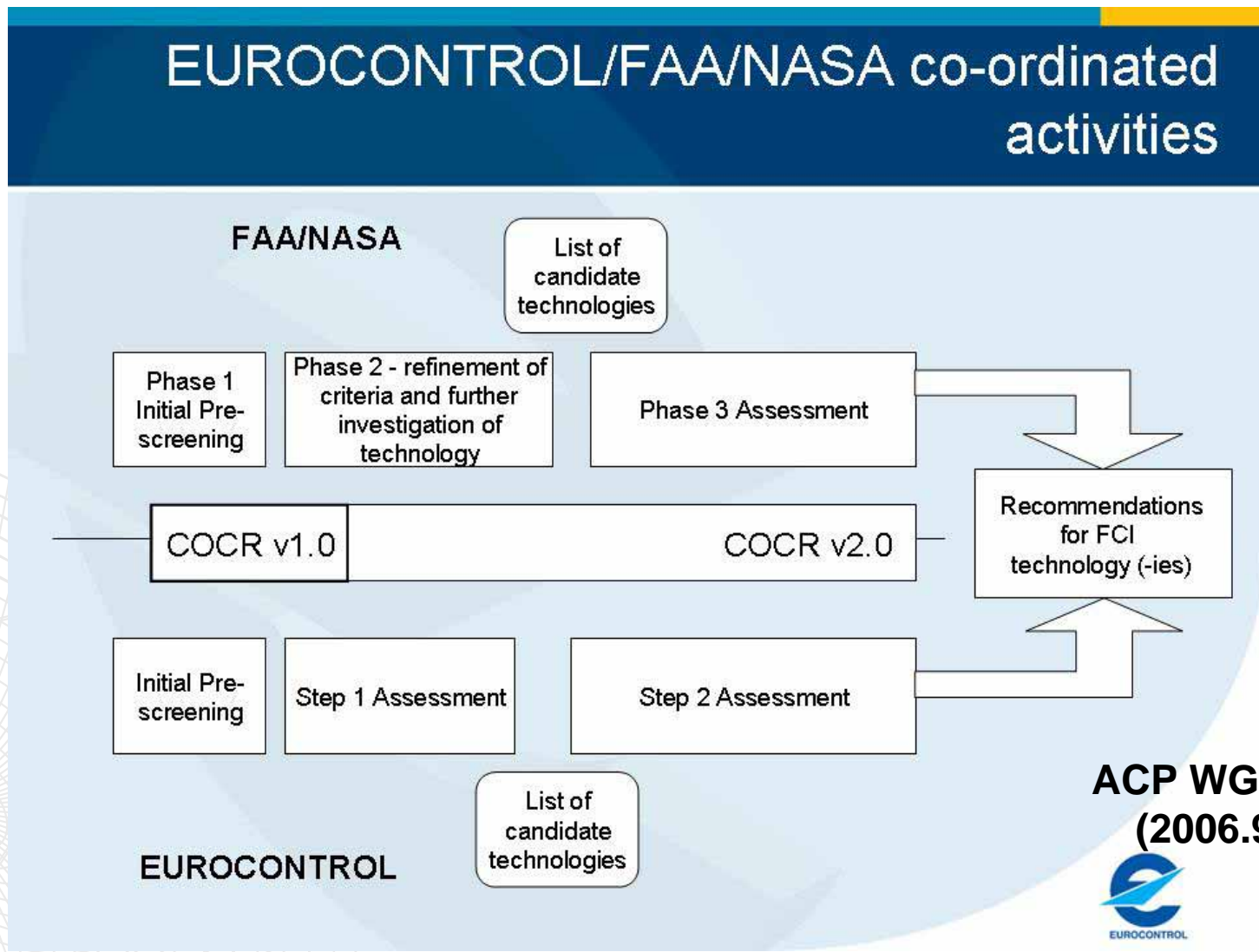
* 航空機材の対応動向

* ICAO、ITU関連の動向

- 標準化、周波数問題

将来の通信インフラ関連 ～次世代通信システムに関する調査研究

- * FAA/NASA: FCS (Future Communication Study)
- * EUROCONTROL: FCI (Future Communication Infrastructure)



ACP WGC#11資料
(2006.9)より



将来の通信インフラ ~ Action Plan17

* ユーロコントロールとFAAの協同調査計画

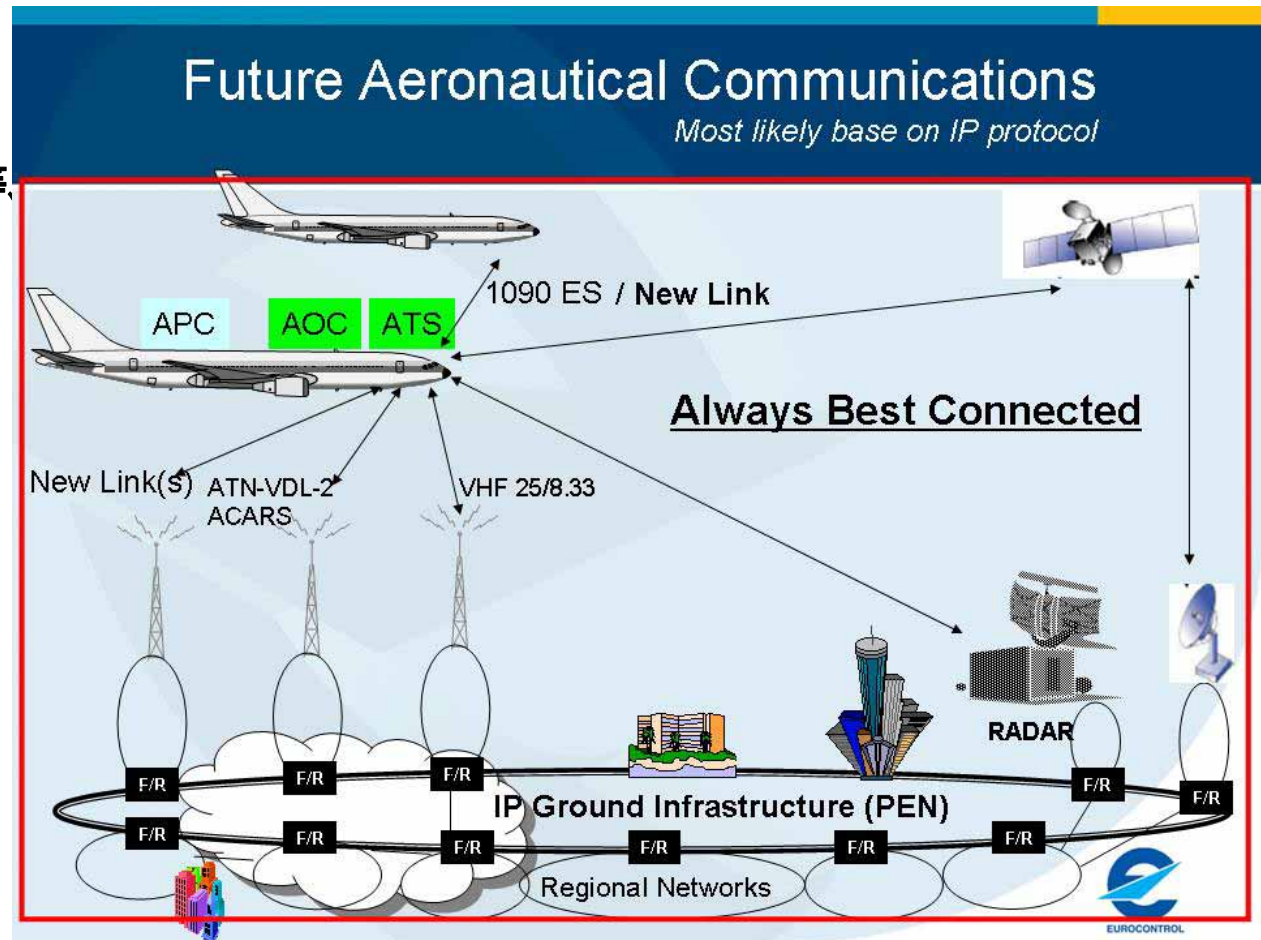
- 要件や運用の概念、新しい移動通信技術、将来の通信のロードマップ等
- 覆域、アベイラビリティ、優先度等要求されるQoS (Quality of Service)に対応する地対空通信を構築

* 衛星関連の活動

- ESAとの研究
- AeroBGANフェージビリティスタディ
- ICAO ACP
- EUが出資するプロジェクト関係
- NexSAT会議

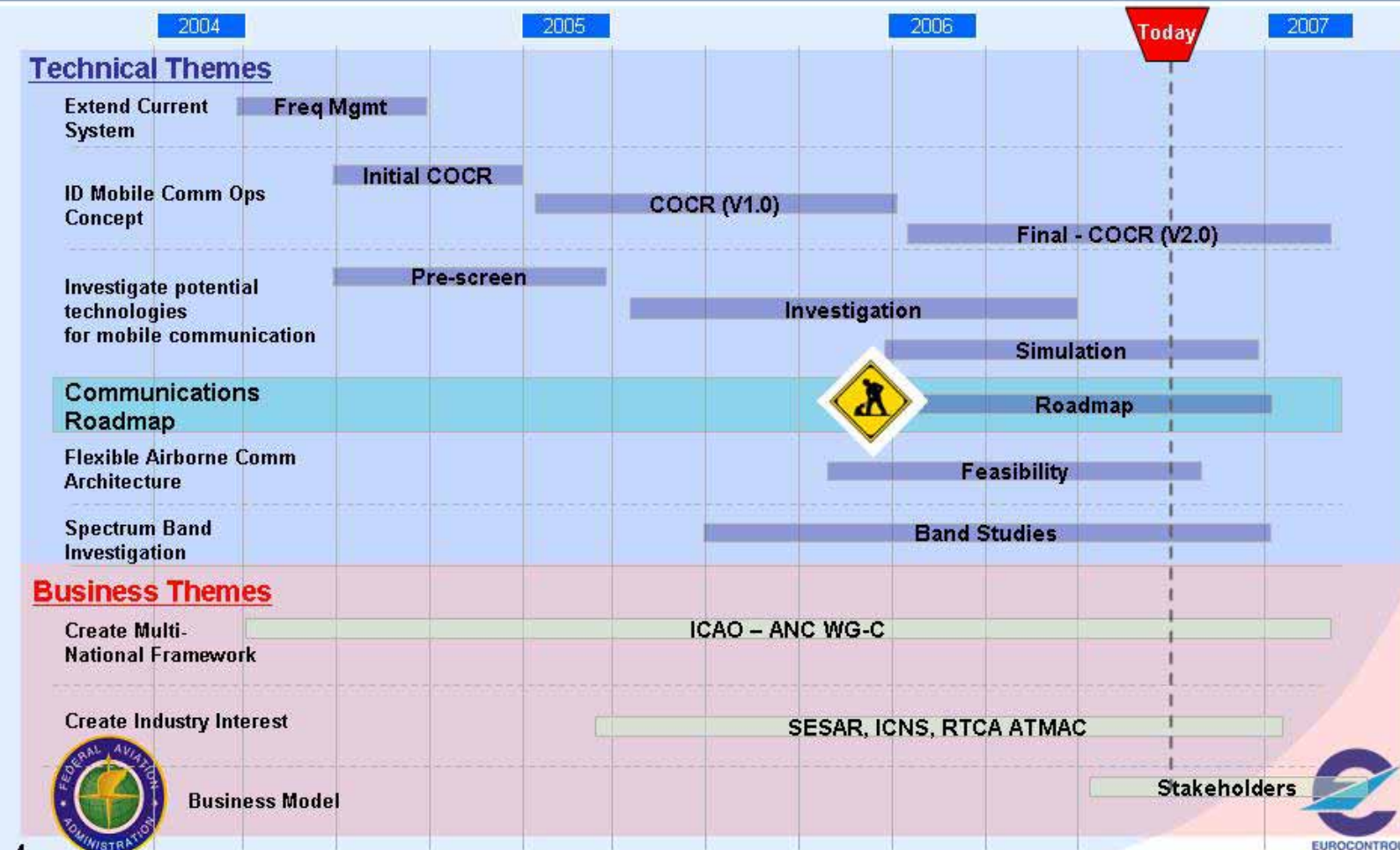
* 2020年頃

- ターミナルやエンルート
- 併用
 - ◇ Lバンドの衛星通信
 - インマルサット-4 (スイフトブロードバンド)
 - イリジウム等
 - ◇ 狭帯域化(25kHz 8.33kHz)された地上VHF網
 - ◇ 拡張型のモードS



NexSAT#7資料より抜粋

Future Communications Study AP 17 – Communications Roadmap



将来の通信システム

~ FCI Step1の調査結果

Step 1: List of Promising Technologies

Evolution of existing aeronautical systems or concepts	<ul style="list-style-type: none"> • (x)DL3 • ETDMA • (x)DL4
Terrestrial systems	<ul style="list-style-type: none"> • B-VHF • 3G systems (WCDMA) • P34
Satellite systems	<ul style="list-style-type: none"> • INMARSAT Swift • <u>New satellite Sys</u>
Airport/surface systems	<ul style="list-style-type: none"> • 802.16

Red text = not analysed in Step 1

NexSAT#7, AGCFG#2資料
(2006.3)より

AGCFG#2

Step 1: Short List of Technologies

Evolution of existing aeronautical systems or concepts	<ul style="list-style-type: none"> • (x)DL3 • ETDMA • (x)DL4
Terrestrial systems	<ul style="list-style-type: none"> • B-VHF • 3G systems (WCDMA) • P34
Satellite systems	<ul style="list-style-type: none"> • INMARSAT SwiftBroadband • <u>New satellite System(s)</u>
Airport/surface systems	<ul style="list-style-type: none"> • 802 derivatives .11x, .16 and .20 • Airport Data Link

XXX: no information yet available

ACP WGC#11資料(2006.9)より

Step 1: List of Promising Technologies

Evolution of existing aeronautical systems or concepts	<ul style="list-style-type: none"> • <i>(x)DL3</i> • <i>ETDMA</i> • <i>(x)DL4</i>
Terrestrial systems	<ul style="list-style-type: none"> • B-VHF • 3G systems (WCDMA) • P34
Satellite systems	<ul style="list-style-type: none"> • INMARSAT SwiftBroadband • <i>New satellite System(s)</i>
Airport/surface systems	<ul style="list-style-type: none"> • 802.16

Red text = not analysed in Step 1



NexSAT#7, AGCFG#2資料 (2006.3)より

AGCFG#2 Short List of Technologies

<ul style="list-style-type: none"> • <i>(x)DL3</i> • <i>ETDMA</i> • <i>(x)DL4</i>
<ul style="list-style-type: none"> • B-VHF • 3G systems (WCDMA) • P34
<ul style="list-style-type: none"> • INMARSAT SwiftBroadband
<ul style="list-style-type: none"> • <i>New satellite System(s)</i>
<ul style="list-style-type: none"> • 802 derivatives .11x, .16 and .20 • Airport Data Link

ACP WGC#11資料(2006.9)より

Airport/surface systems

XXX: no information yet available



Spectrum Considerations

NeXSAT#7, AGCFG#2資料
(2006.3)より

BAND	AIRSPACE	CURRENT COM TECHNOLOGY	POTENTIAL FUTURE COM TECHNOLOGY
VHF band (including upper VOR band)	Airport/Surface, TMA, Enroute	8.33/25KHz DSB-AM, VDL4	
L Band (Lower part)	TMA, Enroute	1090 ES UAT	
C Band	Airport/Surface		
L Band – Sat	TMA, Enroute, Oceanic	AMSS S Iridium	

AGCFG#2 Spectrum Considerations - Draft

BAND	AIRSPACE	CURRENT TECHNOLOGY	POTENTIAL FUTURE TECHNOLOGY
VHF band (including upper VOR band)	Airport/Surface, TMA, Enroute	8.33/25KHz DSB-AM, VDL2, VDL4	B-VHF, xDL4
L Band (Lower part)	TMA, Enroute	1090 ES UAT	xDL3, ETDMA, B-VHF, WCDMA, P34,
C Band	Airport/Surface		B-VHF, WCDMA, 802.xx, ADL
L Band – Sat	TMA, Enroute, Oceanic	AMSS SATCOM	SwiftBroadband, Iridium?, <i>New Satellite System(s)</i>

ACP WGC#11資料(2006.9)より



Spectrum Considerations

BAND	AIRSPACE	CURRENT COM TECHNOLOGY	POTENTIAL FUTURE COM TECHNOLOGY
VHF band (including upper VOR band)	Airport/Surface, TMA, Enroute	8.33/25KHz DSB-AM, VDL2, VDL4	B-VHF, (x)DL4
L Band (Lower part)	TMA, Enroute	1090 ES UAT	(x)DL3, (x)DL4, ETDMA, B-VHF, WCDMA, P34,
C Band	Airport/Surface		B-VHF, WCDMA, 802.16
L Band – Sat	TMA, Enroute, Oceanic	AMSS SATCOM, Iridium	Swiftbroadband, New Satellite System(s)

NeXSAT#7, AGCFG#2資料 (2006.3)より

AGCFG#2 Considerations - Draft

CURRENT TECHNOLOGY	POTENTIAL FUTURE TECHNOLOGY
8.33/25KHz DSB-AM, VDL2, VDL4	B-VHF, xDL4
1090 ES UAT	xDL3, ETDMA, B-VHF, WCDMA, P34,
	B-VHF, WCDMA, 802.xx, ADL
L Band – Sat	SwiftBroadband, Iridium?, <i>New Satellite System(s)</i>

ACP WGC#11資料(2006.9)より

L Band – Sat	TMA, Enroute, Oceanic	AMSS SATCOM	SwiftBroadband, Iridium?, <i>New Satellite System(s)</i>
--------------	-----------------------	-------------	----------------------------------------------------------



Comparison of Screened Technologies

NASA – ITT	Common Recommendations		Eurocontrol
Continental <ul style="list-style-type: none"> • INMARSAT • Swift Broadband • Custom Satellite • Link 16 	<ul style="list-style-type: none"> • P-34 • Broadband-VHF • Wideband CDMA • Enhanced TDMA • L-band Datalink [(x)DL3] 	<ul style="list-style-type: none"> • P-34 • Broadband-VHF • Wideband CDMA • Enhanced TDMA • L-band Datalink [(x)DL3] 	Continental <ul style="list-style-type: none"> • [(x)DL4]
Oceanic	<ul style="list-style-type: none"> • INMARSAT • Swift Broadband • Custom Satellite 	<ul style="list-style-type: none"> • INMARSAT • Swift Broadband • Custom Satellite 	Oceanic
Airport	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.16 	<ul style="list-style-type: none"> • IEEE 802.xx 	<ul style="list-style-type: none"> • ADL Airport

ACP WGC#11資料(2006.9)より

* ATM通信におけるフェージビリティスタディ調査

→ QinetIQ(英国)を中心とするコンソーシアムが実施

✧ SITA、Thales Avionics UK、EADS Astrium、
インマルサット

* ワークパッケージ(WP)

→ WP1:技術的な特徴

→ WP2:制度上の問題

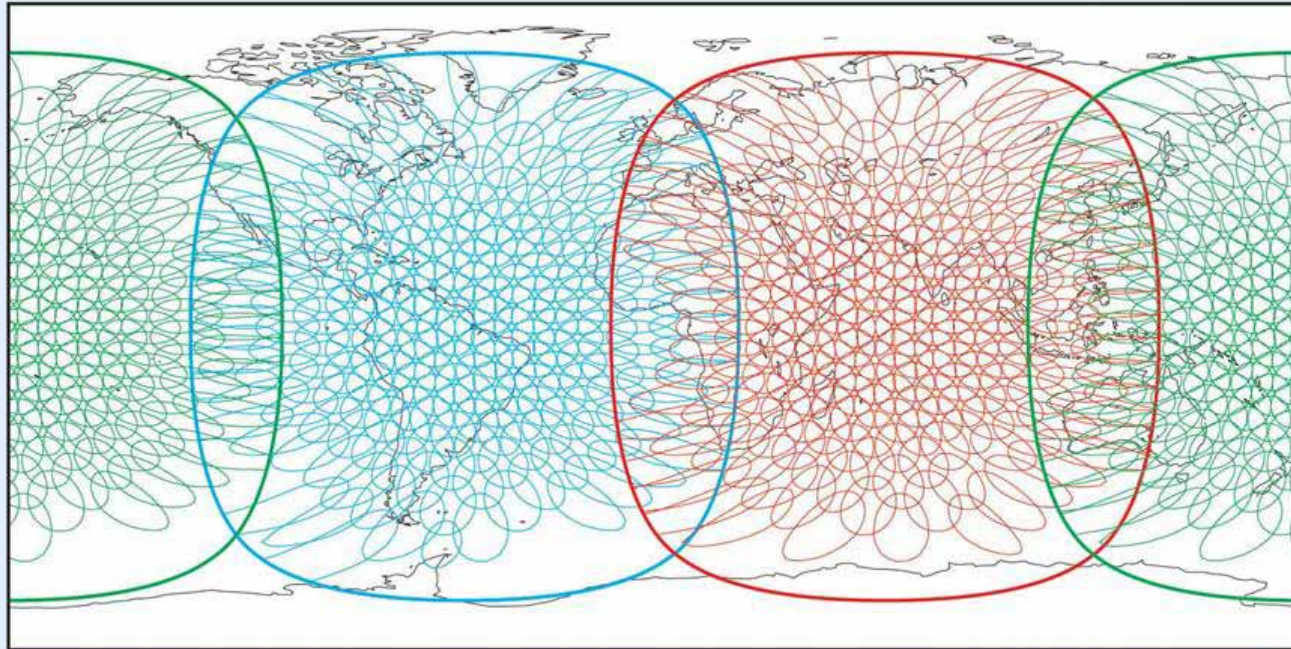
→ WP3:航空機のアーキテクチャの問題

→ WP4:コスト等の問題

→ WP5:まとめ

* Inmarsat 4衛星を利用した航空通信サービス

Inmarsat-4 Proposed Coverage Map SwiftBroadband Coverage – 3 Ocean Regions



The map depicts Inmarsat's expectations of coverage but does not represent a guarantee of service. The availability of service at the edge of coverage areas fluctuate depending upon a variety of conditions. The launch of the 4F-3 satellite will be determined in due course.

7



NexSAT#7資料(2006.3)より

WP4 - Costs and Charges

- Infrastructure costs -

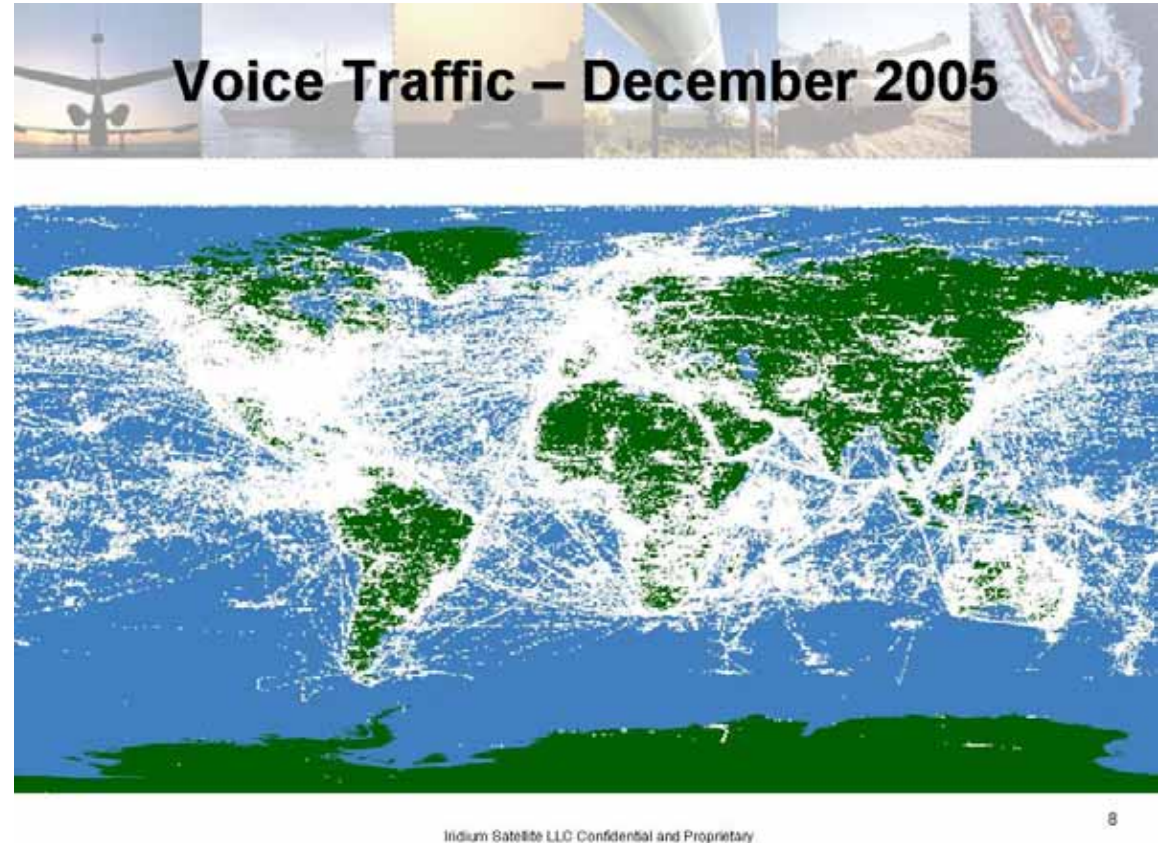
Stakeholder	Infrastructure
INMARSAT	Space Segment (satellite), Network Control Centres, Network Operations Centres, Ground Earth Stations and 'core' network systems, Avionics partner's development.
DPs/CSPs	Network infrastructure, application-specific processing, service-related processing, i.e.; billing, reporting, etc. management of customer support.
Airlines	Cockpit Avionics, Cabin Equipment – current ARINC 871 avionics only designed to interface with cabin equipment. Development needed for interface to cockpit systems.

- SwiftBroadband service support will be more complex (and expensive) due to:
 - Higher traffic levels, higher data rates
 - A much broader range of services

次世代衛星通信の動向 ～ Iridium

* 性能

- 2.4kbps
- ポイントツーポイントサービス
- 対象: モバイルユーザ
 - ◇ 小型アンテナ
 - ◇ 低コストモバイル端末
 - ◇ 極地域を中心
- 現用衛星: 2014年半ばに拡張予定
 - ◇ 電話
 - ◇ SBD (Short Burst Data)
- 今後(2006年以降)の予定
 - ◇ ゲートウェイ局の増設:
アラスカ
 - 既存はアリゾナ州タンパ
 - ◇ SBD用システムの拡張
 - SBD用機材
 - ネットワークの冗長
 - IPインターフェース 等
 - ◇ 次世代アーキテクチャの開発



NexSAT#7資料(2006.3)より

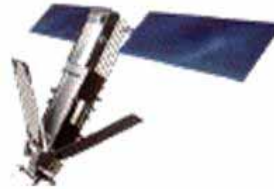
次世代衛星通信の動向

~ Iridium



Satellite Network Overview

- Satellite constellation
 - 66 fully operational satellites and 10 in-orbit spares
 - Global 24 hour real time coverage
 - Full constellation life to mid-2014
 - Replenishment plan initiated to ensure constellation robustness beyond 2014



Capabilities

- Gateways
 - Provide terrestrial interconnection and back office
 - Commercial gateway in Tempe, Arizona
 - Redundant architecture
 - Backup facilities in Chandler, Arizona
 - New gateway under construction in Alaska
- Satellite Network Operations Center
 - Main facility in Leesburg, VA
 - Back-up facility in Chandler, AZ



Iridium Satellite LLC Confidential and Proprietary

5

Signal network

- Minimal call set-up time and low latency



NexSAT#7資料(2006.3)より

Confidential and Proprietary

6

次世代衛星通信の動向

～ Iridium サービス動向

Iridium Aviation Customers

Airlines

- Aloha Airlines
- Caribbean Sun and Caribbean Star
- Horizon
- Evergreen Cargo
- World Airways
- PT Travira
- Tyrolean Airways
- EI AI
- First Air
- Hawkair
- Frontier
- Canadian North
- Mesaba
- Rockwell Airshow

Charter

- World Airways
- Primaris
- NetJets
- Flight Options

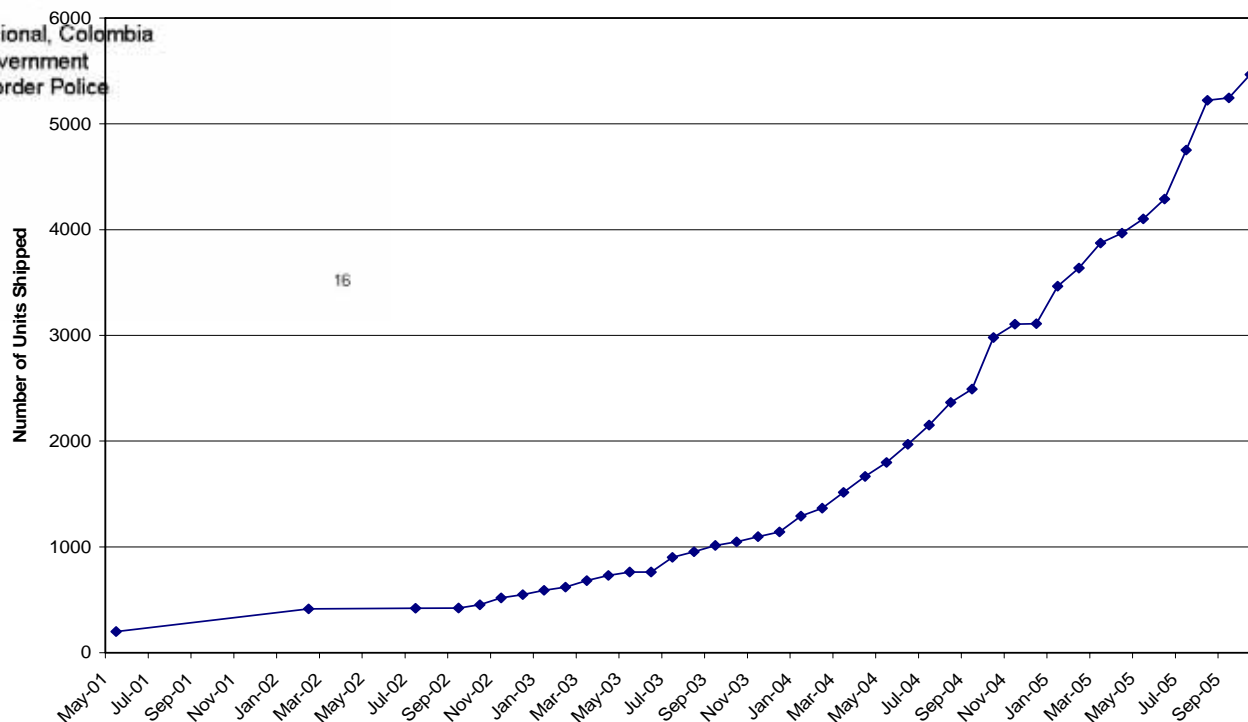
Helicopters

- Air Logistics
- Eagle Med
- MedStar
- Air Evac
- ERA Aviation
- Erickson AirCrane
- HeliFlite Shares, NYC

Government

- USDA Forest Service
- Alaska Capstone
- U.S. State Department
- U.S. DOD
- Policia Nacional, Colombia
- Alberta Government
- German Border Police

Numbers of LBT Units shipped to Aero VAMs and VARs



Iridium Satellite LLC Confidential and Proprietary

NexSAT#7資料(2006.3)より

その他衛星通信

～ MTSATの動向

- * 運用サービスは2006年を計画
- * 2006年3月時点で、音声やデータ通信のフライトテストにより、異なる航空会社、機材、アビオニクスによる確認が終了
- * 次世代衛星サービス
 - 2015年頃の次世代MTSATサービス概念
 - 将来のMTSATシステムの実施計画の開発
 - 評価プロジェクトのコスト評価

* アフリカ・中東上空の衛星航法と通信

◇ DGAC(フランス)、AVIT(Aviation Information Technology)(エジプト)、ICAO regional office等

→ 調査研究(Phase 1) ~2006年3月現在

◇ 現在のインフラと予測

- CNSサービスの改善
- 既存インフラの再活用
- 他地域との相互運用可能性

◇ 通信の必要性

◇ システムアーキテクチャ

◇ 経済分析

- 運用コスト(衛星軌道の維持費等を含む)
 - 付加価値の開発
 - 運用後5年での資金回収を目標

→ 今後

◇ Phase 2:NAVISATの運用会社の設立

◇ Phase 3:開発フェーズ

◇ Phase 4:運用



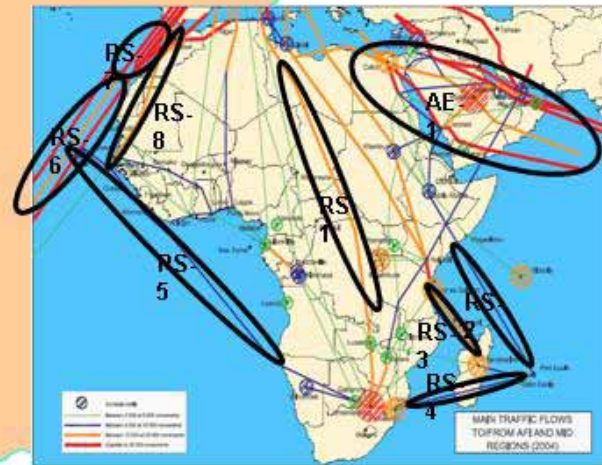
NAVISAT - A modern and global infrastructure for Aeronautical communications over Africa and Middle East

■ The Methodology

- Analysis of existing infrastructure and forecasts
- Collection of communication needs
- System Architecture definition
- Economic analysis

Validation by Steering Committee

Radar Coverage in 2010

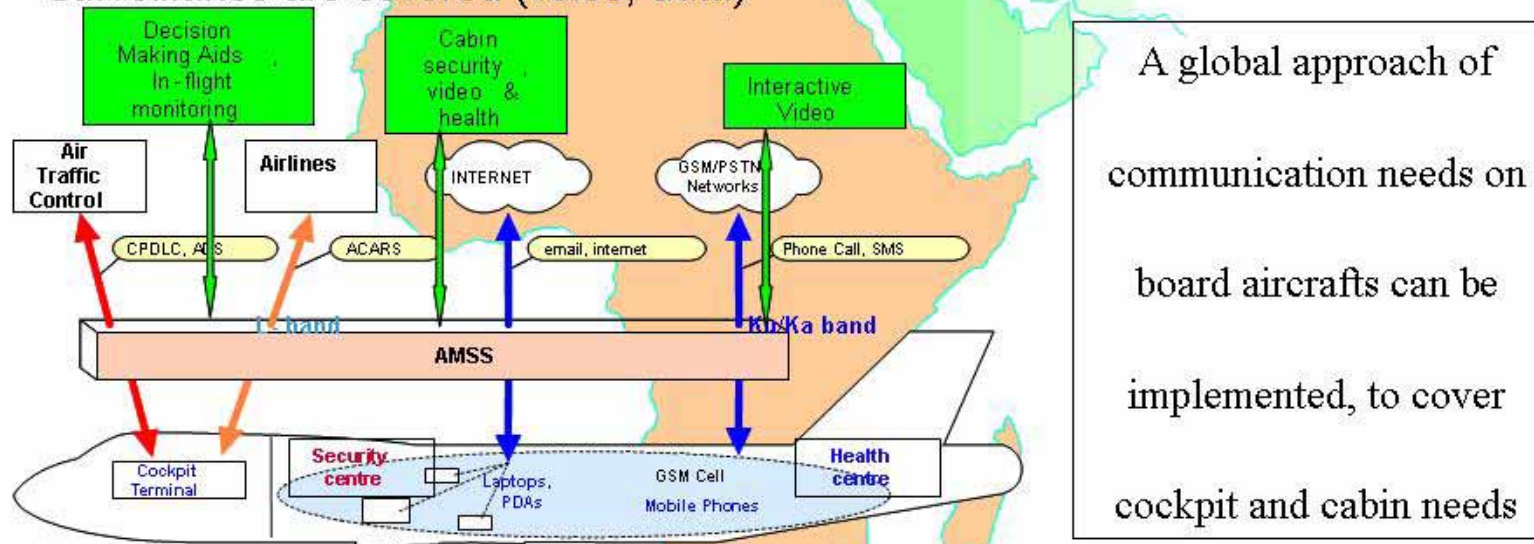


Main Target Routes for Satellite

NAVISATサービス(1 / 2)

Services portfolio

- A one stop shopping approach
- Actual and future needs for aeronautical communications, navigation and surveillance are covered (voice, data)



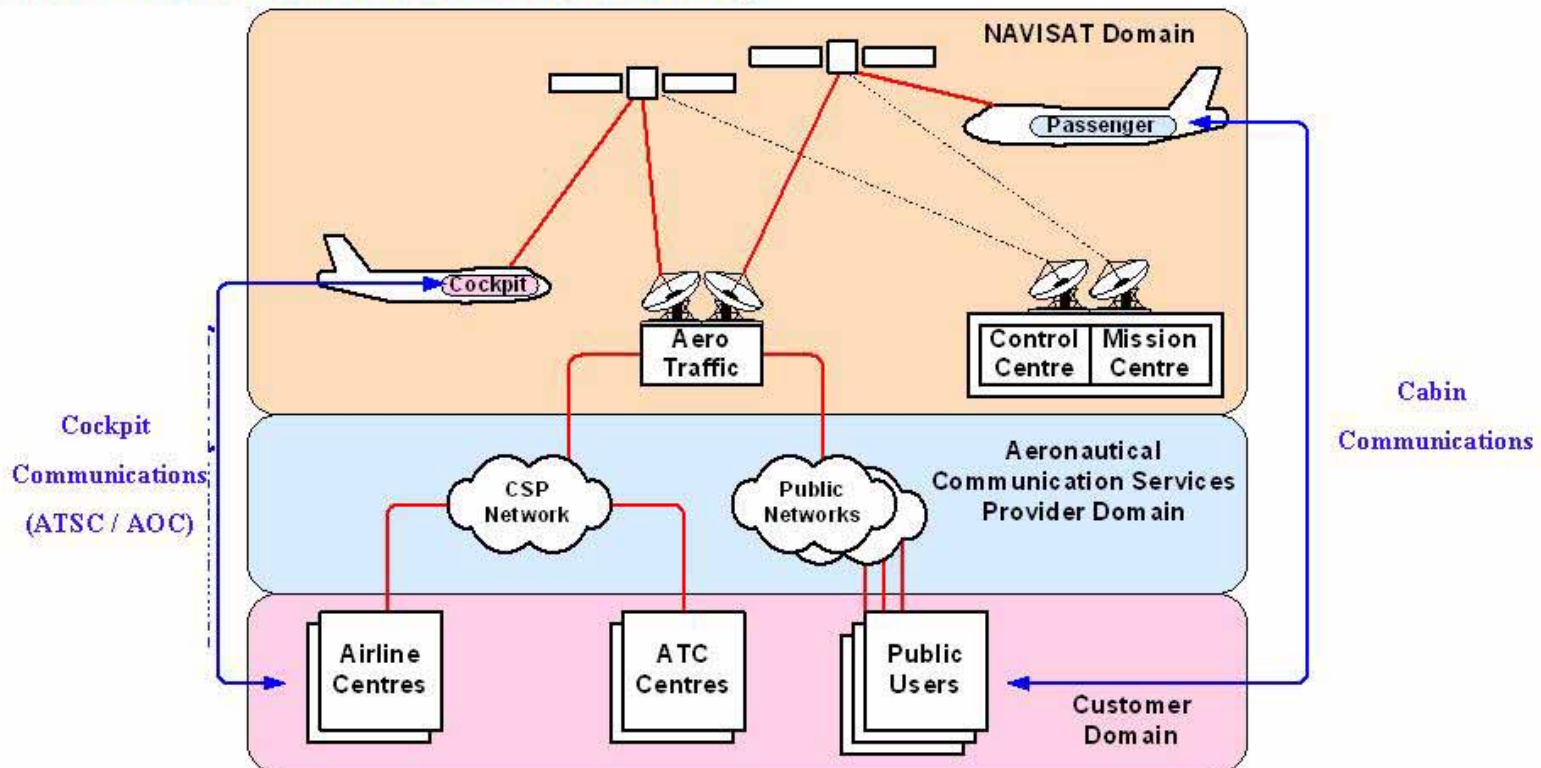
- Broadcast of GNSS Augmentation signals
- Communication links (space capacity) for ground system facilities (VSAT)

NAVISATサービス(2 / 2)



NAVISAT - A modern and global infrastructure for Aeronautical communications over Africa and Middle East

Mobile Communications Positioning



March 2006



All rights reserved © 2006, Alcatel Alenia Space

NeXSAT#7資料(2006.3)より

* インマルサット衛星をベースに展開予定

→ 現用のインマルサット3でも利用できるシステム

→ インマルサット4(次世代衛星[Inmarsat SwiftBroadband])には対応

◇ 衛星を利用し、ATMシステムを解決

* 問題点:

→ 航空機の更新サイクル

◇ 追加機能や安全性とコストベネフィットのバランス

◇ 旧式機材へのレトロフィット化は不可欠

→ 衛星システム: 地域限定では既に利用可能

安全性の改良や追加性能が鍵

→ 衛星システムを利用したVHFシステムのサポートに期待

◇ 2015～2020年頃?

* 今後の技術開発への期待

→ 適正な性能、容量、運用、コスト等を考慮

* AMS (R) S SARP s : 航空移動衛星通信の新標準策定

→ 討議: ACP WG-M中心

◇ 将来技術: ACP WG-C中心

→ 現用AMSSとNGSS(次世代AMSS)をまとめた標準策定

◇ コアSARP sとテクニカルマニュアルから構築:
ICAOの最近の新SARP s形式

➤ コアSARP s: システムと性能要件

➤ テクニカルマニュアル: 特定システムの詳細な技術情報

- Iridium

- MTSAT + Inmarsat

➤ 他の標準(RTCAやEUROCAE等)を参照

➤ システムや技術仕様のボリュームを最小化

- 資料参照の注、個々のマニュアルの必要性への調査、意見

- 2006.6.9までにドラフト版へのコメント

(NexSATでもコメント収集)

- * 随時見直し検討、現在最終ドラフトが完成。
 - ATNの空地サブネットについても WGNのサブグループで検討中
 - 次回サブグループ会議は10月24日～26日
 - 来年春のACP会議に向け作成、調整中。
- * イリジウムマニュアル
 - Chapter 1 Introduction
 - ◇ includes potential benefits that can be expected from the use of a satellite communication service for AMS(R)S and an overview of how the Iridium Satellite Network supports AMS(R)S
 - Chapter 2 Services, User requirements and Operational
 - Chapter 3 Standardization activities
 - Chapter 4 ICAO Activities
 - Chapter 5 Iridium Satellite Network
 - Chapter 6 Iridium AMS(R)S System
 - Chapter 7 Iridium AMS(R)S Standardization Activities
 - Chapter 8 Comparison of AMS(R)S SARPs and Expected Iridium Performance
 - Chapter 9 Implementation Guidance

* ITU: International Telecommunication Union

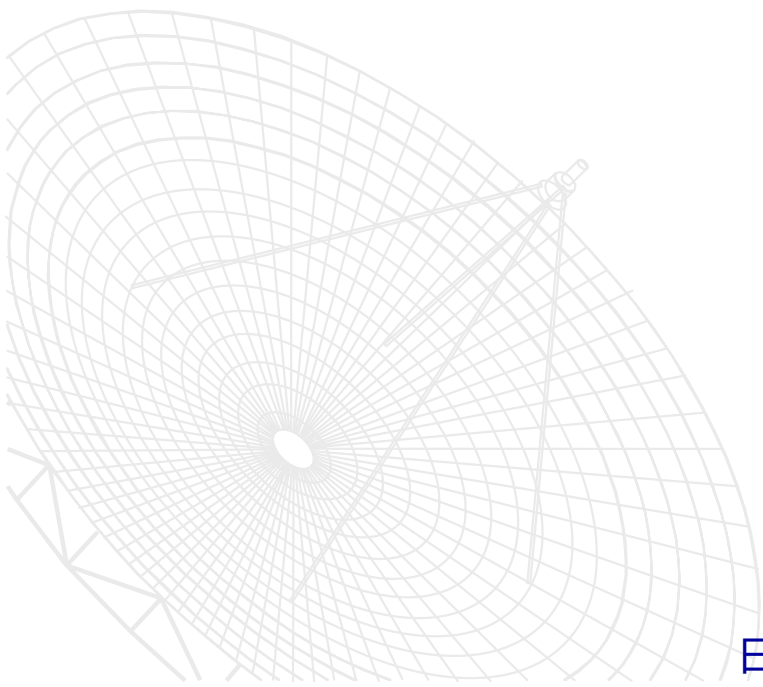
- 国際電気通信連合: 電気通信に関する国際標準の策定
- WRC07: World Radio Communication 2007
 - ◇ 2007年世界無線通信会議
 - 航空用無線通信に関する次回討議(前回は2003年)

* ITUにおけるAMS(R)Sの周波数への影響

- 航空の安全通信の重要性
- 衛星通信やWRC07の周波数保証のための活動
- WRC07 Agenda item 1.6への対応
 - ◇ 航空用周波数

* ATM専用の衛星通信におけるビジネスモデル開発

- ESA: European Space Agency (欧州宇宙連合)
 - ◇ CNESと共同出資:700kユーロ(9ヶ月):2006年9月開始
- ATC要件を満足する専用の衛星通信システム
- 経済的に実現可能かどうか調査
- SESARにも対応

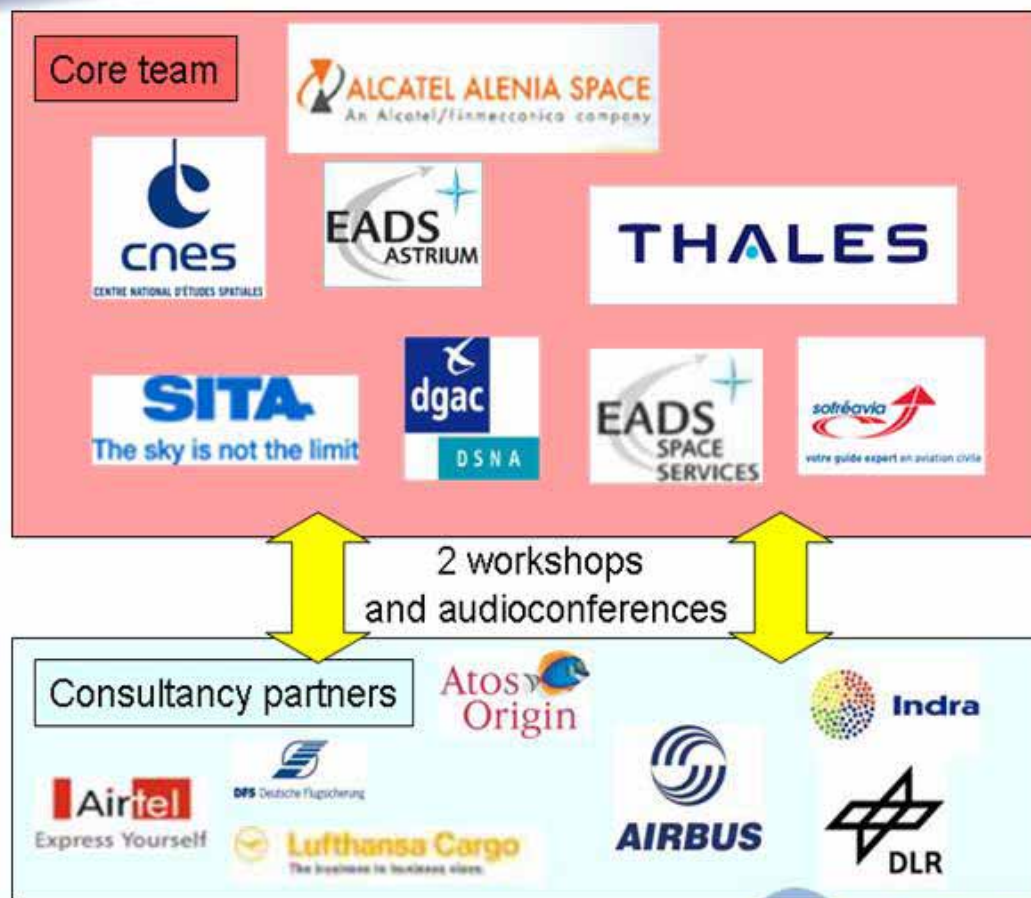


ESA: ATM専用の衛星通信システム



Organisation

- Budget: 715 k€
 - ESA: 450 k€ (63%)
 - CNES: 265 k€ (37%)
- Partners:
 - Core team: 8
 - Consultancy: 7
- Duration: 9 months



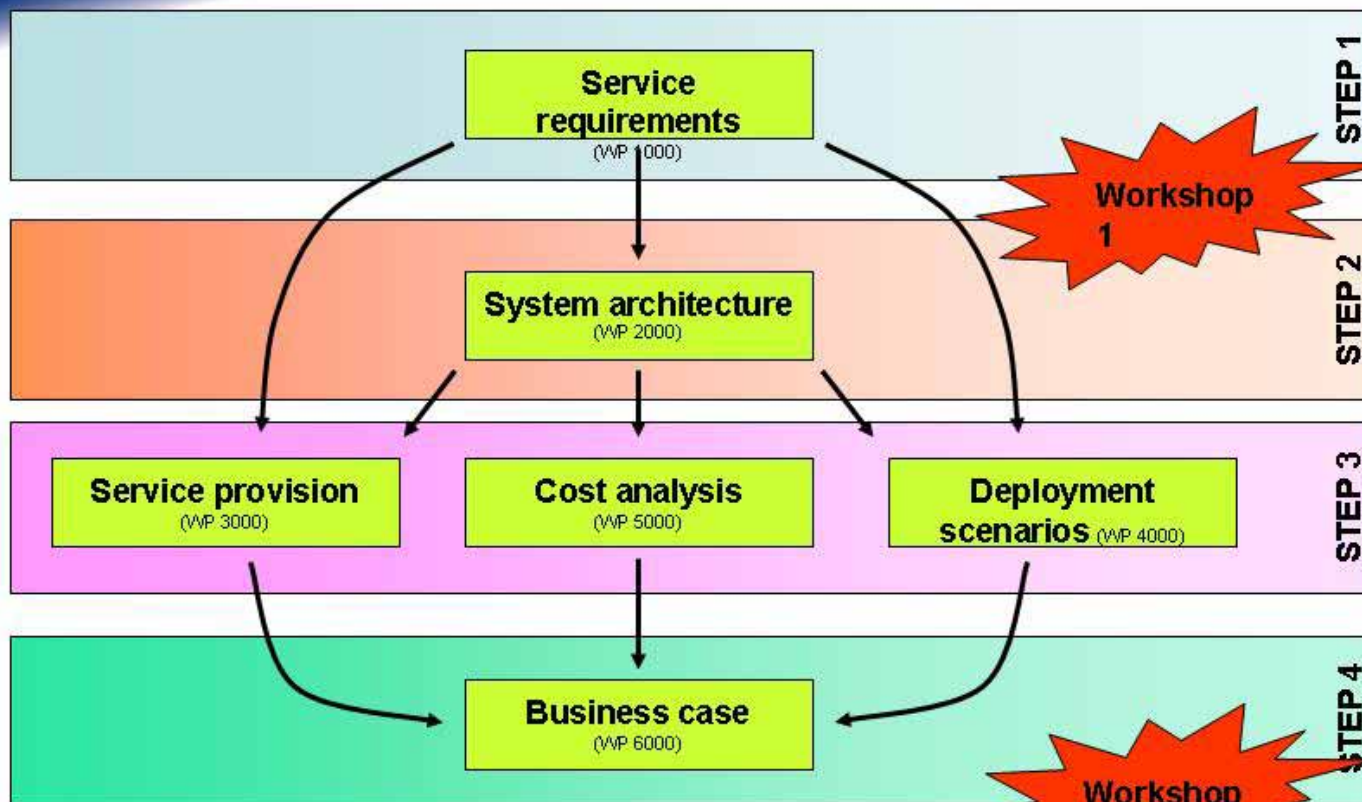
AGCFG/NEXSAT : Satcom for ATM

ACP WGC#11資料(2006.9)より

ESA: ATM専用の衛星通信システム



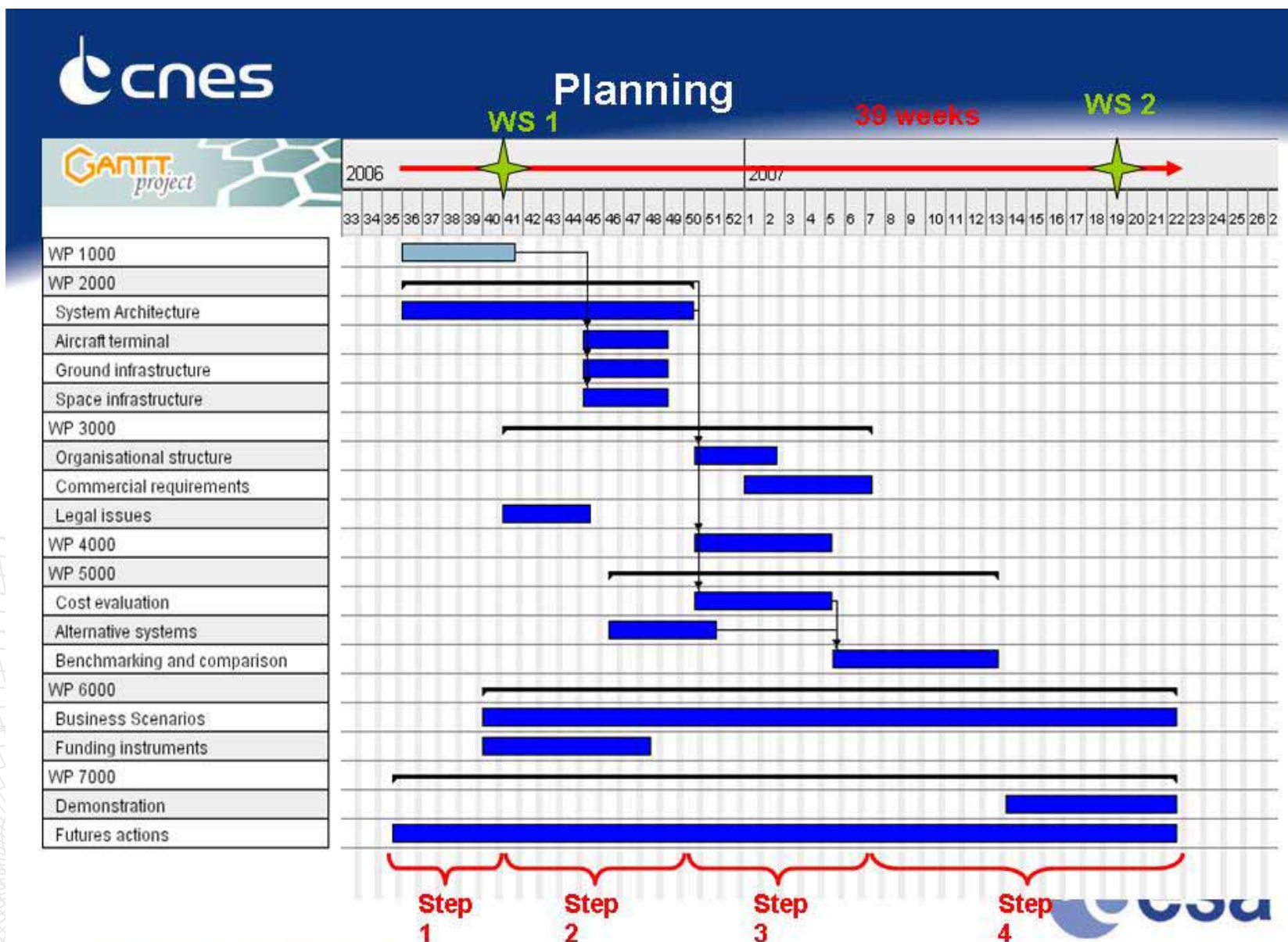
Study logic



AGCFG/NEXSAT: Satcom for ATM

ACP WGC#11資料(2006.9)より

ESA: ATM専用の衛星通信システム



AGCFG/NEXSAT: Satcom for ATM

ACP WGC#11資料(2006.9)より

* IP(インターネット・プロトコル)を利用した 次世代衛星通信システム用シミュレータ開発

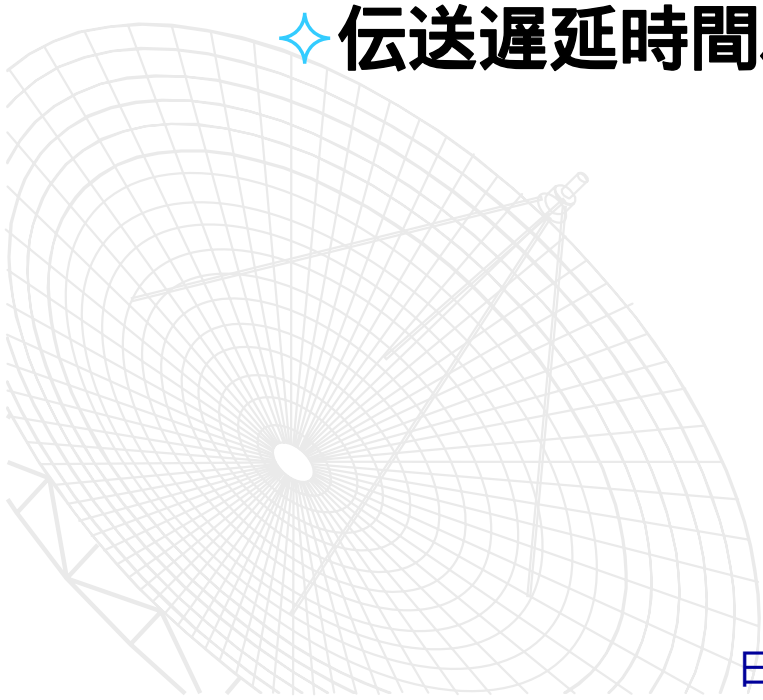
→ ENRI

→ IPモデルや衛星通信モデル、航空トラフィックモデルの開発

◇ IP利用: 高速通信 通信容量の増加

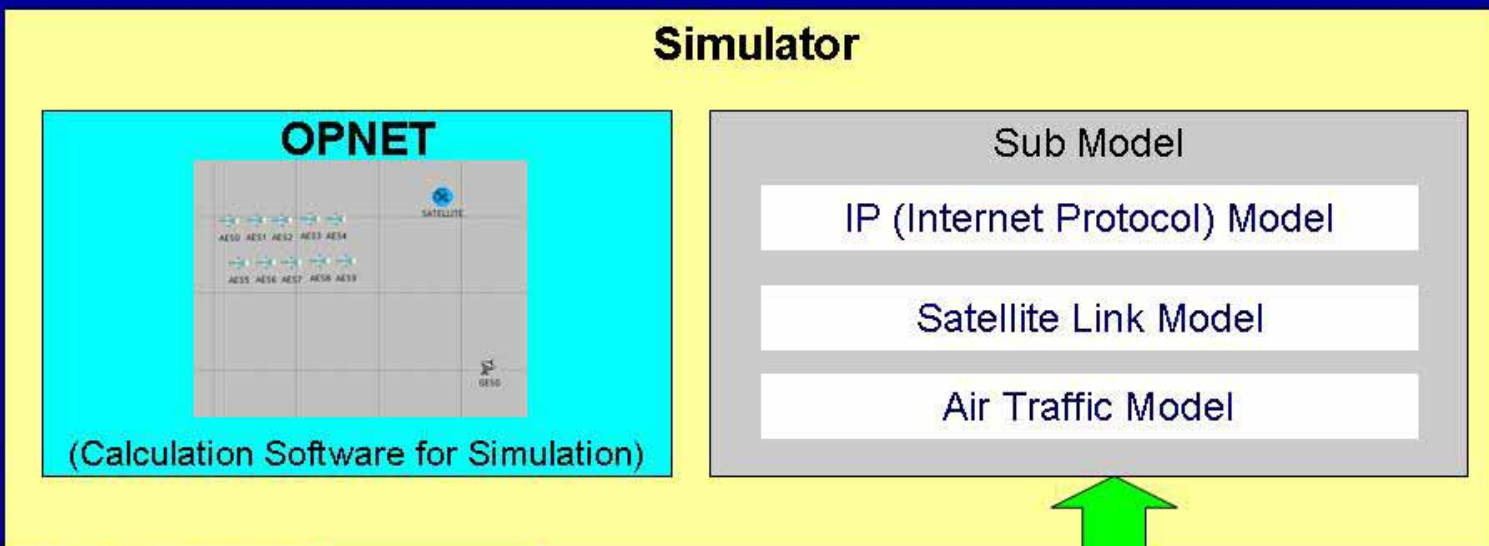
→ Opnetを用いた通信トラフィック分析

◇ 伝送遅延時間、通信性能評価



Concept of New Simulator

ENRI
No. 4



Evaluate

Performance
(Delay, Throughput, etc.)

Technical information
on the protocol of NGSS

Service Providers

NexSAT 7 WP (9 Mar. 2006)

Thank you!

