



平成30年度（第18回）
電子航法研究所 研究発表会



航法システムに関する研究について

平成30年6月1日
航法システム領域長
福田 豊

RNAVの利用の拡大

◆ 航空路

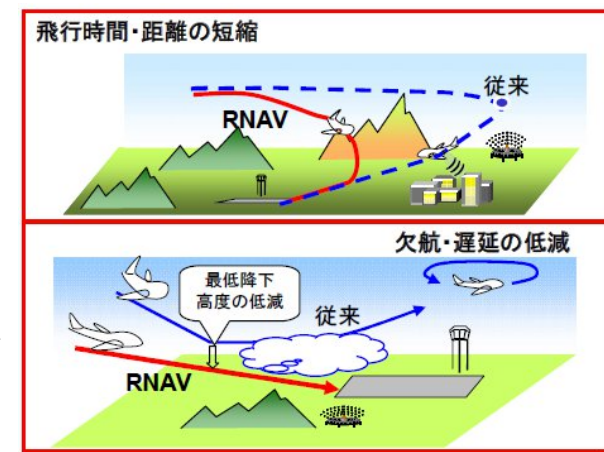
- 平成4年 試行運用開始、RNAV5:250本(H29.12現在)

◆ ターミナル

- 平成11年 暫定運用開始、RNAV1:33空港、RNP1:36空港

◆ 進入

- 平成17年 運用開始、RNAV進入:17空港、RNP進入:23空港
RNP AR進入:26空港
- 位置情報:衛星航法(GNSS)
- 高度情報:気圧高度計
- 柔軟な飛行ルートの設定が可能
- 進入限界高度はILS進入より比較的高い
(非精密進入)



出展:航空保安業務の概要(2016)国土交通省

RNAV: 機上性能監視警報機能を含まない

RNP: 機上性能監視警報機能を含む

性能準拠型航法 (PBN) 導入展開計画 (案)

平成30年 3月13日
第8回CARATS推進協議会

PBN導入展開計画 (案)

【期間の設定と目標】
 短期(～H32(2020)年度) : RNAV・RNP経路の全国展開
 中期(H33(2021)～H36(2024)年度) : 全飛行フェーズにおけるRNP化の推進
 長期(H37(2025)年度以降) : 軌道ベース運用の実現

重点 : 重点的取組施策
 ◆ : 意思決定年度
 ● : H29 意思決定
 ○ : 今後、意思決定

別紙1-2

RNAVロードマップ(H19年第2版)の改訂版として策定

	現 状(これまで)	短 期(～H32(2020)年度)	中 期(H33(2021)～H36(2024)年度)	長 期(H37(2025)年度～)																			
	<p>プロジェクト名 個別施策名 導入済み施策</p>	RNAV・RNP経路の全国展開	全飛行フェーズにおけるRNP化の推進	軌道ベース運用の実現																			
航空路	<p>H4年～：試行運用開始(3本のRNAV経路を設定) H7年～：評価運用開始(暫定実施基準を策定) H20年～：RNAV5経路 正式運用開始(航法精度±5NM指定) RNAV5経路：250本 を設定(H29.12現在)</p> <p>スカイハイウェイ(H22年度～) 29,000ft以上の高度帯において、 VOR経路飛行とRNAV5経路飛行 を運用的に垂直分離し、 RNAV経路を全国展開</p>	<p>RNAV5</p>	<p>全飛行フェーズでの衛星航法サービスの提供(EN-7) 管制空域再編(H30～36年度) 【新規】RNP2導入、RNAV5→RNP2移行(H30検討)</p> <p>RNP2 (OI-10:◆H30予定)</p> <p>RNAV5 / RNP2 (オーバーレイ)</p> <p>RNAV5→RNP2 (順次移行)</p>	<p>将来のTBO運航実現に向けて 最終的に「Advanced RNP」への 移行を目指す</p> <p>高精度かつ時間軸を含むRNP (OI-10) 以降 Advanced RNP (OI-10:◆H32予定)</p>																			
ターミナル	<p>H11年～：暫定運用開始(羽田空港の深夜時間帯の到着機を対象) H16年～：暫定RNAV経路設定(5空港:函館、大阪、高松、福岡、鹿児島) H19年～：RNAV1 SID/STAR 正式運用開始(航法精度±1NM指定) RNAV1：33空港 330本 RNP1※：36空港 131本 を設定(H29.12現在)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>RNAV1</th> <th>RNP1※</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SID</td> <td>76</td> <td>58</td> <td>134</td> </tr> <tr> <td>TR</td> <td>98</td> <td>15</td> <td>113</td> </tr> <tr> <td>STAR</td> <td>156</td> <td>58</td> <td>214</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>330</td> <td>131</td> <td>461</td> </tr> </tbody> </table> <p>※現在設定されているBasic RNP1は、RNP1へ名称変更予定</p>		RNAV1	RNP1※	合計	SID	76	58	134	TR	98	15	113	STAR	156	58	214	合計	330	131	461	<p>RNP1</p> <p>RNP1 設定空港拡大(RNP進入方式の展開に合わせ、4～6空港/年)</p> <p>RNAV1</p> <p>既設の33空港</p> <p>RNAV1→RNP1 (順次移行)</p> <p>【新規】RNAV1→RNP1移行</p> <p>RNAV1のRNP移行(4～6空港/年)</p> <p>PBNを利用した高精度な出発方式(曲線経路) (OL9:◆未定(H30から検討開始))</p>	<p>RNP1の展開</p> <p>【新規】RNAV1→RNP1移行</p> <p>RNAV1のRNP移行(4～6空港/年)</p> <p>RNAV1→RNP1 (順次移行)</p> <p>高精度かつ時間軸を含むRNP (OI-10) 以降 Advanced RNP (OI-10:◆H32予定)</p>
	RNAV1	RNP1※	合計																				
SID	76	58	134																				
TR	98	15	113																				
STAR	156	58	214																				
合計	330	131	461																				
空港周辺エリア	<p>H17年～：RNAV進入方式 運用開始(3空港:新千歳、那覇、函館) H18年～：Baro-VNAV進入方式 運用開始(3空港:新千歳、那覇、広島) H24年～：RNP AR進入方式 運用開始 (5空港:羽田、大館能代、函館、高知、北九州)</p> <p>非精密進入 RNAV進入：17空港 19本 RNP進入：23空港 34本 RNP AR進入：26空港 49本 を設定(H29.12現在)</p> <p><大館能代空港の例> 飛行距離:16NM(30km)減 (約5分短縮)</p>	<p>RNP進入</p> <p>RNP進入・RNP AR進入 設定空港拡大(4～6空港/年)</p> <p>RNAV進入</p> <p>既設の17空港</p> <p>RNAV進入→RNP進入 (順次移行)</p> <p>【新規】RNAV進入→RNP進入移行</p> <p>RNAV進入のRNP移行(4～6空港/年)</p>	<p>RNP進入・RNP AR進入の展開</p> <p>【新規】RNAV進入→RNP進入移行</p> <p>RNAV進入のRNP移行(4～6空港/年)</p> <p>RNAV進入→RNP進入 (順次移行)</p> <p>重点 H36年度～ SBAS-LP/LPV進入 (OI-9,12,EN-7:◆H29予定)</p> <p>重点 H35年度～ 衛星航法による(曲線)精密進入(EN-8)</p> <p>重点 H32年度～ 直線精密進入 GLS(CAT-I)進入 (OI-9,EN-8:◆H26)</p> <p>重点 H32年度～ GLS(CAT-I)進入 (OI-9,EN-8:◆H26)</p> <p>重点 H35年度～ 曲線精密進入 RNP to ILS進入 (OI-9,EN-8:◆H30予定)</p> <p>重点 H35年度～ RNP to GLS進入 (OI-9,EN-8:◆H26)</p> <p>重点 以降 GLS(CAT-III)進入 (OI-9,EN-8:◆H32予定)</p> <p>重点 以降 GLS(CAT-III)進入 (OI-9,EN-8:◆H32予定)</p>																				
小型航空機	<p>低高度RNAV経路 H26大島～八丈島方面 RNAV5経路導入</p> <p>へり専用飛行方式 なし</p>	<p>H30～ 全国(太平洋側、日本海側、北海道方面)へ順次展開予定 (OI-11)</p> <p>H30年度～ PinS CAT-H (OI-12:◆H22)</p> <p>へり専用飛行方式(PinS, CAT-H) H30～評価運用開始予定 以降、追加導入検討予定</p>	<p>低高度航空路の設定(OI-11)、小型航空機に適した出発及び到着・進入方式の設定(OI-12)</p> <p>H30～ 全国(太平洋側、日本海側、北海道方面)へ順次展開予定 (OI-11)</p> <p>H30年度～ PinS CAT-H (OI-12:◆H22)</p> <p>へり専用飛行方式(PinS, CAT-H) H30～評価運用開始予定 以降、追加導入検討予定</p>	<p>重点 以降 GLS(CAT-III)進入 (OI-9,EN-8:◆H32予定)</p> <p>重点 以降 GLS(CAT-III)進入 (OI-9,EN-8:◆H32予定)</p>																			

PBN導入展開計画（案）拡大図

	短期 （～2020年度）	中期 （2021～2024年度）	長期 （2015年度～）
目標	RNAV・RNPの全国展開	全飛行フェーズにおけるRNP化の推進	軌道ベース運用の実現
航空路	RNAV5	RNP2導入、移行（H30検討） RNAV5/RNP2 RNAV5→RNP2	高精度かつ時間軸を含むRNP Advanced RNP
ターミナル	RNP1 RNAV1	RNAV1→RNP1	
進入	RNP進入 RNAV進入	RNAV進入→RNP進入 SBAS-LP/LPV	GLS(CAT-Ⅲ)
	直線精密進入 GLS(CAT-Ⅰ)	曲線精密進入 RNP to ILS RNP to GLS	

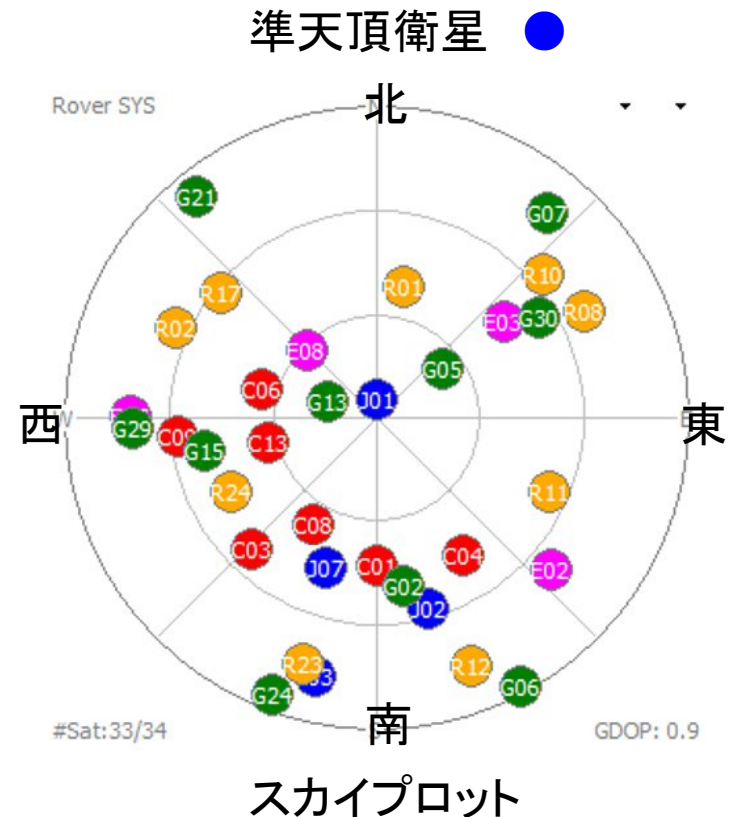
GNSSの航空利用の拡大に向けて

◆ コア衛星

- 地球全体で衛星測位が可能な衛星群
- 航空機の航法に使用して良いコア衛星はGPSとGLONASS
- 新たなコア衛星の追加を検討



- 周波数の増加: L1 (1575.42MHz)
L5 (1176.45MHz)

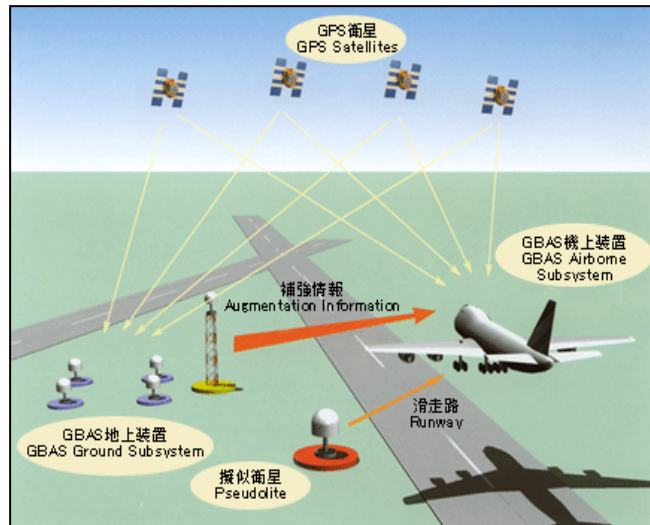


GNSS補強システム

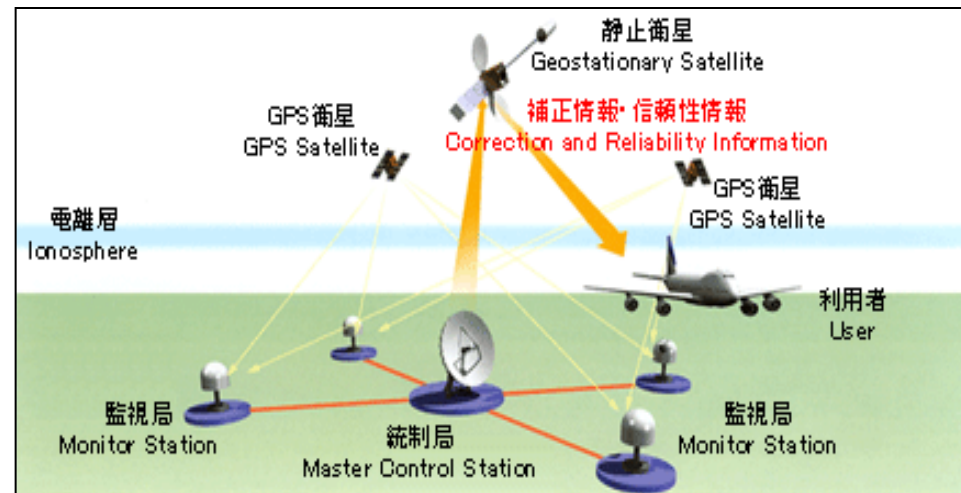
◆ GNSS補強システム

- コア衛星単体での航法使用は禁止
- コア衛星を補強し、全体として所要の性能(インテグリティ、位置精度等)を得る。

ABAS: 機上装置による
補強システム
RAIMなど



GBAS: 地上基地局による
狭域補強システム



SBAS: 静止衛星による
広域補強システム

ABAS: Aircraft-based augmentation system
SBAS: Satellite-based augmentation system
GBAS: Ground-based augmentation system
RAIM: Receiver Autonomous Integrity Monitoring

GNSS関連の最近の話題 (SBAS)

- ◆ 国際民間航空機関 (ICAO) の国際標準化作業
 - 航法システムパネル (NSP)
 - 次世代SBAS (複数のコア衛星 (MC)、二周波数 (DF)、傾斜対地同期軌道) の検証、2019年のSARPS改訂案の承認を目指して活動
- ◆ 準天頂衛星「みちびき2,3,4号」打上げ (2017)
 - みちびきを利用して次世代SBASの世界初の実験を実施 (国際標準策定への貢献)
 - CARATS: みちびきの静止軌道衛星 (3号機) から L1 SBAS信号を配信予定 (2020年頃より)
 - 第3回日EU宇宙政策対話 (2017.10)
 - 「みちびき」と「ガリレオ」との具体的な協力の在り方について 担当部署間で作業部会を立ち上げ、更に議論を進めていく



みちびき出典: qzss.go.jp

MC: Multi Constellation
DF: Dual Frequency

GNSS関連の最近の話題 (GBAS)

◆ GBAS運用に向けた活動

- CARATS: 2020年度にGBAS初号機の運用開始を計画
- GPSを計器飛行方式に使用する運航の実施基準(2017.6改正)
 - GBAS運航基準の追加
 - 本邦航空会社による諸外国でのGBASの利用の開始
- 総務省 情報通信審議会 情報通信技術分科会 航空・海上無線通信委員会(第20回 2018.3)
 - GBASの技術的条件に係る検討開始(周波数共用)
 - 答申後、省令改正等、所用の制度整備を実施

◆ ICAOの国際標準化作業

- GBASカテゴリⅢ(GAST-D)国際標準を含むSARPS改訂(2016.11NSP承認済、2018.11発効予定)
- GBASによる同時平行進入が可能となるPANS-OPS改訂予定

平成30年度 航法システム領域の研究テーマ

重点研究

- 次世代GNSSに対応したアベイラビリティの高い航法システムに関する研究[4/5]
- ◎PBNとGBASを活用した高度な計器進入方式に関する研究[1/4]

指定研究

- 地上型衛星航法補強システムの運用性能評価に関する研究[4/4]
- 新たな後方乱気流管制方式の設定に関わる安全性評価と気象・運航データベースの構築[3/3]
- 我が国におけるGBAS性能向上のための電離圏脅威モデルの最適化[2/3]

基盤的研究

- GNSS障害時の代替（APNT）に関する研究[4/4]

競争的資金研究

- 新・衛星=地上ビーコン観測と赤道大気レーダーによる低緯度電離圏の時空間変動の解明[4/4]
- 次世代宇宙天気予報のための双方向システムの開発[4/5]
- 多地点からの地上大気光観測を用いたプラズマバブル成長過程の解明[2/5]

◎は新規研究、[X/Y]はY年計画のX年目

CARATS重点7施策への対応（航法）

重点的に取り組むべき施策（重点7施策）（H29年度決定）

①軌道の時間管理

～4DTの実現にむけたCFDTにより時間管理の導入～

②気象予測の高度化等

～気象予測の高度化による高精度な時間管理の実現～

③航空機動態情報の管制機関における活用

～航空機動態情報の把握による監視能力の向上～

④SBAS性能の検討

⑤GBASを活用した精密進入の検討

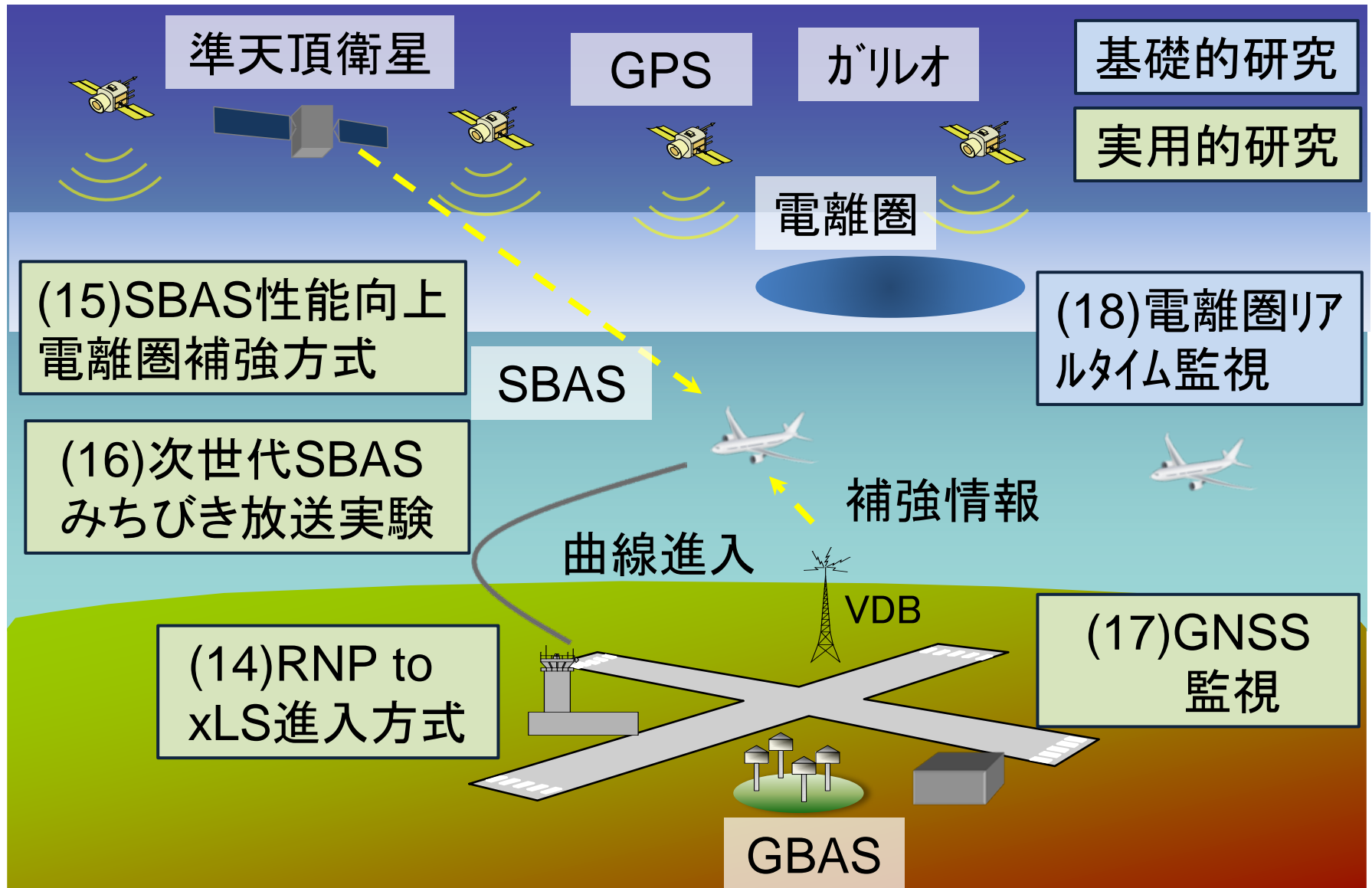
～衛星を活用した柔軟な経路設定及び進入方式の設定～

⑥新たな通信システム（AeroMACS）による空港における高速大容量通信の実現

⑦SWIM実現に向けた取り組み強化 ～4DTを支える情報基盤の構築～



本日の発表



本日の発表題目

14. 浅い降下角の中間セグメント伴うRNP to xLS進入方式の設計条件

○福島荘之介, 森亮太 (航空交通管理領域), 齊藤真二

15. SBAS性能向上のための電離圏補強方式

○坂井丈泰, 北村光教, 麻生貴広, 星野尾一明

16. 次世代SBAS開発と準天頂衛星による放送実験

○北村光教, 麻生貴広, 坂井丈泰

17. GNSS監視に関する運用コンセプトの提案

○麻生貴広, 坂井丈泰, 齊藤真二, 毛塚敦, 北村光教

18. 衛星航法のための電離圏リアルタイム監視

○斎藤享, 山本衛 (京都大学), 齊藤昭則 (京都大学)

パネル展示. Evaluation of Quasi-Zenith Satellite System L5S Signal (準天頂衛星L5S信号評価) 公募型研究成果発表

○Chiu-Mei Wu, Shau-Shiun Jan (台湾国立成功大学) 坂井