

衛星を利用した新進入方式の萌芽

テクノロジーの進化に伴い、航空機の運航方式は飛躍的に進化してきました。今や、人工衛星は航空機の運航に不可欠なものとなっており、航空機の運航における人工衛星の重要性はこれまで以上に高まっています。

そんな中、人工衛星を利用した、さらに精度の高い進入方式の構築が世界中で進行しており、日本でもこれまでの RNP 進入や RNP AR 進入方式に加え、新進入方式の試行運用や Interim 運用が始まるなど、パイロットを取り巻く環境が徐々に変化しています。そこでここでは、皆さまにこれら新しい進入方式の概要を分かりやすく解説していきます。

1. 全地球をカバーするGNSS、特定地域をカバーする静止衛星

航空機の運航に関係する人工衛星は、主に通信 (Communication) と航法 (Navigation) があります。ここでは、航空機の航法に利用される人工衛星の種類を確認していきます。

(1) 全地球測位システム = GNSS (Global Navigation Satellite System)

米国や欧州、ロシアや中国といった「世界的大国」は、それぞれ全地球測位システム (GNSS) を開発し、それらの衛星電波を利用して様々な分野で幅広く活用しています。各国が運用を行っている GNSS の名称は以下の通りです。

米国 :	GPS = Global Positioning System
欧州 :	Galileo
ロシア :	GLONASS = GLObal Navigation Satellite System
中国 :	BeiDou Navigation Satellite System = 北斗衛星測位システム

航空機の航法における GNSS の活用としては、SID の RNP1 方式や高高度の RNP2、4、5、10 運航など航空路での飛行方式や、RNP APP 及び RNP AR APP による進入方式など、飛行の大部分において活用されているのはご存知の通りです。航空機はこれら複数の GNSS を統合して利用している訳ではなく、それぞれ運用方法が異なります。ちなみに日本の航空機は、主に米国の GNSS である GPS を利用して運航が行われています。

(2) 衛星航法補強システム = SBAS (Satellite Based Augmentation System)

日本では、更に高い精度で位置を把握するための衛星測位システムとして、「準天頂衛星システム (QZSS = Quasi-Zenith Satellite System)」と呼ばれる技術開発が進んでいます。前述の GNSS は諸外国が運用しているのに対し、この準天頂衛星システムは日本独自で開発運用を行っており、準天頂衛星を「みちびき」と呼称することから、公式名は「MSAS (Michibiki Satellites Augmentation System)」と呼んでいます¹。

¹ MSAS という名称は、MTSAT (運輸多目的衛星用生成広報補強システム) による運用が開始された 2005 年から使用されていますが、現在では「みちびき」の略として使用されています。

ICAO では静止衛星による測位システムを SBAS と呼称しており、日本以外にも世界各国で SBAS の導入が進められています。

アジア太平洋地域および欧米で導入、または導入予定の地域と名称は以下の通りです。

日本：	MSAS =Michibiki Satellites Augmentation System
韓国：	KASS =Korea Augmentation Satellite System
中国：	BDSBAS (BeiDou Satellites Based Augmentation System)
インド：	GAGAN =GPS Aided GEO Augmentation System
豪州：	SouthPAN =Southern Positioning Augmentation Network
米国：	WAAS=Wide Area Augmentation System
欧州：	EGNOS=European Geostationary-Satellite Navigation

GNSS も導入当初に比べ格段に精度が向上しましたが、1m 以下の精度を保証するまでの性能は有していないのが実情です。そこで、SBAS を追加導入することによって精度を更に向上させ、これまでの RNP 進入方式よりも更に低高度まで進入出来る精密進入方式を導入することが可能となります。

2. MSASを利用した新たな進入方式の設定

2022 年 9 月、北海道の丘珠空港と奥尻空港、利尻空港、釧路空港に MSAS を利用した新進入方式である LPV 進入方式が公示され、運用可能となりました。これを受け、機上装置に SBAS 受信機を搭載した北海道エアシステムの ATR 機が運航を開始しています。

LPV (Localizer Performance with Vertical guidance) 進入方式とは、GNSS に加えて SBAS による位置補正データを取得しながら、航空機が進入方向と降下角度のガイダンスを受けて進入を行う新たな進入方式です。従来の RNP 進入方式よりも正確な位置補正データを取得出来るため、CAT-I 運航方式と同等の水準まで最低降下高度を設定することが可能と

なります。そのため、ILS 装置が装備されていない滑走路でも CAT-I 運航レベルの進入方式が可能となり、就航率の向上が期待されています。

なお、9 月から北海道エリアで運用可能となった LPV 進入方式は Interim (暫定) 進入方式として設定されており、CAT-I Minima よりも高い決心高度になっています。



<北海道システム ATR42 機 (HAC ホームページより)>

3. GNSSに地上補正信号を付加したGBASシステム

CAT-I 運航と同等の精度を有する LPV 進入方式は SBAS システムと呼ばれますが、GNSS に地上補正信号を付加し、CAT-III 運航と同等の精度を有する運航システムは GBAS (Ground Based Augmentation System) システムと呼ばれます。これは、空港周辺に 3~4 つ程度の地上アンテナを設置し、GNSS による位置情報を増強させることで、より正確な位置情報を航空機に提供するというものです。

日本では現在、東京国際空港(羽田)において GBAS を利用した進入方式 (GLS=GPS Landing System) の試験運用が継続して実施されています。この試験運用期間中、多くのデータが集積され、日本における GBAS システム展開の課題抽出に貢献し、システム向上に寄与することが期待されています。この試験運用は深夜時間に限定されており、さらに対象航空会社が本邦航空会社 (JAL、ANA) のみとなっていることから、当該進入方式が実施可能なパイロットの皆様は、積極的にリクエストしてみてください。

4. SBAS/GBASの活用によるメリット

現在、精密進入方式の主流は ILS 進入方式ですが、ILS 無線施設の定期的な維持管理作業が必須であることに加え、CAT-II や CAT-III 進入を実施する場合は電波障害を発生させないために Critical Area を設ける必要があるなど、細心の注意を払わなければならないことはご存知の通りです。また、航空機側でも擬似電波の影響を受けていないか確認が求められます。

今後、SBA/GBAS の活用が進むことにより従来の留意点が解消されるだけでなく、精密進入方式が設定されていない滑走路に対して、費用をかけることなく CAT-I 相当の進入方式を設定することが可能になることとなります。また GBAS が設置された空港では、複数滑走路に対してその進入方向に関わらず CAT-III 相当の進入方式を設定することが可能となり、Critical Area の設定も不要となります。このように、SBAS/GBAS を活用することで様々なメリットがあることがご理解いただけると思います。

一方で、これらの実現に向けた課題もありますので、その幾つかをご紹介します。

5. SBAS/GBASに関する課題

従来の進入方式である RNP 進入方式は、複数の衛星電波を同時受信することで位置情報を取得していましたが、その特性上、RAIM Hole と呼ばれる空白時間帯が存在することが分かっており、その予測される時間帯に RNP 進入を実施する時間が重ならないよう確認する作業が必須となっています。

これに対して SBAS/GBAS は、静止衛星による衛星航法補強システムのため RAIM Hole が発生しないという点で有利に働きますが、従来よりも精密な運航方式に対応するため、衛星電波の僅かな乱れも許されないという高い正確性が求められます。しかし、SBAS/GBAS を運用する過程において、低緯度地方では欧米などの高緯度地方に比べ、衛星電波の伝搬に乱れが発生しやすいことがすでに明らかになっています。原因は電離層擾乱による「プラズマバブル」と呼ばれる現象で、アジア太平洋地域では、日本の低緯度地方から東南アジアの赤道地域等において、この影響が大きいことが知られています。

これまで様々な研究機関によって解析が行われており、その対応が図られることになっています。従って、SBAS/GBAS の本格運用は今後、その進捗状況を睨みながら進められていくこととなります。

6. 地上施設における課題

近い将来、SBAS を活用した LPV 進入方式が普及していくと、地上無線施設を装備していない滑走路においても、CAT-I 相当の精密進入方式が可能になることは前述した通りです。これにより就航率の向上が見込まれるのは確かですが、一方で、運航するパイロットの立場から考えると、それに対応した航空灯火施設の装備が求められます。例えば、精密進入に対応した進入灯や接地帯灯が装備されていない場合、CAT-I 相当の決心高度まで降下したとしても、適切な Visual Reference が視認出来ず進入が継続出来ないことになり、LPV 進入方式に合わせて航空灯火施設を追加しなければ、LPV 進入方式のメリットを享受出来ないことが予想されます。こうした観点を踏まえ、どの滑走路に LPV 進入方式を導入することが効果的か、また航空灯火施設はどうすべきか等について、十分な議論が必要であることは言うまでもありません。

これに関しては ICAO でもまだ本格的な議論が開始されていないようですが、いずれ話題になることは想像に難くありません。空港の近傍に丘陵地帯が多い日本では、LPV 進入方式の導入は欧米よりは遅れているものの、NPA（非精密進入）滑走路における LPV 進入方式の普及は世界の中でも早いタイミングで導入されることが予想されるため、日本からこうした課題に対して声を挙げていく必要があるでしょう。

7. ICAO主催の国際会議にパイロットが出席することの意味

ICAO（International Civil Aviation Organization = 国際民間航空機関）は言わずと知れた国連の専門機関であり、世界の航空に関する全てのルール作りに携わっています。

ここ最近、日本でも話題になっている「ドローン」や「空飛ぶタクシー」などは、ICAO において RPAS（Remotely Piloted Aircraft System）という名称で統一化されていますが、日本では馴染みのない名称となっているように、ICAO の動きが日本国内ではなかなか見えないのが現状です。

IFALPA は ICAO における恒久オブザーバーという地位を確立していることもあり、ICAO が主催する会議へ積極的に参加しており、その活動は欧米にとどまらず、アジア太平洋地域や中東、アフリカ地域など世界各地で行われています。こうした会議にパイロットの代表が出席することで、世界の航空に関するルール作りの過程において様々な議論に参画し、より高い安全性が達成されるよう声を挙げ、尽力しています。

コロナ禍の 2020 年から、「GBAS/SBAS Implementation Task Force」が ICAO アジア太平洋事務所主催でオンライン開催されており、IFALPA の代表として、ALPA Japan 所属のパイロットが毎回参加しています。今回のニュースは、そうした会議で議論されている内容を日本人パイロットの視点から皆様に分かりやすく解説していますが、この活動は日本のみならず、アジア太平洋地域のパイロットの声を代弁し発信することにも繋がっています。

日本はアジア太平洋地区における航空分野の先端を担っていることもあり、IFALPA や ICAO における日本人パイロットの活躍がますます期待されています。

以上