

航空機の運航に関する技術の紹介

山田 伸一 ワシントン国際問題研究所研究員

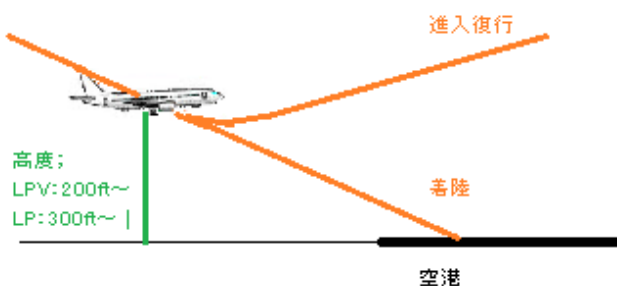
1 安全かつ効率的な運航を実現するための新たな進入方式等に関する技術

欧米では、日本においてまだ導入されていない運航方式など新しい技術を用いた運航が行われている。本レポートでは、航空機の運航において安全性や効率性の向上が見込まれる技術として、LPV (Localizer Performance with Vertical Guidance) 運航とその派生である LP (Localizer Performance) 運航及び RF (Radius to Fix) レグについて紹介を行う。

2 LPV/LP 運航

2.1 概要

LPV 運航とは、衛星 (SBAS : Satellite Based Augmentation System) から送られる位置補正データを活用して、航空機が水平方向と垂直方向のガイダンスを受けながら滑走路への進入を行うことができるようにする運航方式である。また、LP 運航とは、衛星の位置補正データによる垂直方向のガイダンスが地理的な理由、障害物などによって十分にすることができない場合に行われるものであり、水平方向のみのガイダンスを受けながら滑走路への進入を行う方式である。



LPV/LP 運航のイメージ

LPV 運航では、滑走路へ進入する際に、空港にもよるが最

大で高度 200 フィートまで降下を行い、その時点で滑走路等の視認性により、最終的に着陸するか進入復行をするかを決めることとなる。これは、現在、日本で行われている精密進入のうち、カテゴリーI 運航と同レベルの高度まで降下して判断することができるものである。また、LP 運航では、降下できるのは、最大で高度 300 フィートまでとなっており、その時点で最終的に着陸するかどうかを決める。

2.2 LPV/LP 運航の利点

この運航方式のメリットはいくつかあるが、おおむね整理すると以下のとおりである。

○運航者サイド

より低高度まで降下してから着陸するかどうかを判断できるということは着陸の可能性が高まることに繋がるため、運航率の向上が期待できる。また、当該運航方式で用いる機上装置は、他のナビゲーション用の装置と統合することができるため、このためだけの追加装置とならず、機上装置のコスト削減等を図ることができる。

○空港施設サイド

精密進入などで必要となる地上施設は、本運航方式では不要であり、多少空港運用のための整備を行ったとしても、コスト (初期コスト、メンテナンスコスト) が余り発生することがなく、導入が行いやすい。

2.3 欧米における活用状況

米国においては、非常に多くの空港で導入されている。2019 年 1 月 31 日現在で、LPV 運航を設定している滑走路は 3969 本である。このうち ILS (Instrument Landing System) のない滑走路は 1938 本であり、地上施設によらず導入できる本運航方式の利点が発揮されていると見受けられる。なお、LP 運航は、概要でも述べたように LPV 運航が行えない場合の補助的な位置づけのものであるため、522 本となっている。

一方で、欧州においては、2018 年 12 月 31 日現在で、LPV

運航を設定している滑走路は450本である。なお、LP 運航は、将来的に導入の可能性はあるものの、現時点では設定されていない。

いずれの地域も毎年、空港・滑走路への導入を増加させており、多くの運航者によって活用されているものと考えられる。

2.4 導入に必要な事項

新しい技術の導入となるため、その安全性を担保するための技術的事項などの整備が必要となる。

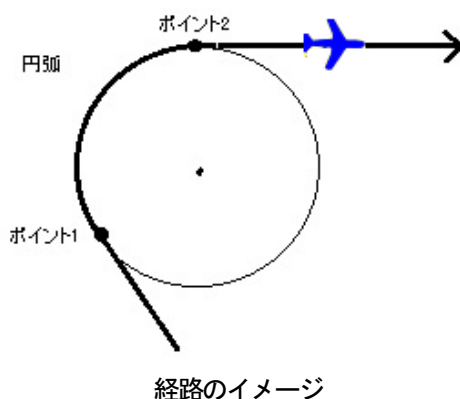
大きく分けると、衛星サイドとしては、必要なデータを計算して送信する機能の追加、運航者サイドとしては、航空機においてデータを入手し、パイロットへ正確にガイダンスするための装置の導入（ナビゲーション装置への機能の追加）、当該運航を行うための手順等の作成、パイロットが正しい操作の理解・ガイダンスの認識ができるようにするための訓練の実施等が必要である。欧米では、これらの内容が制度として整理されており、日本において導入する場合には、同様の制度設計を行なうことが必要である。

3 RF レグ

3.1 概要

RF レグとは、航空機があるポイントから他のポイントまで飛行する際に円弧を描くように飛行する経路のことであり、特に、高い航法精度で飛行する際に用いられる経路のことである。基本的には、航法精度が±1 マイル（飛行時間の 95% 以上の時間において、経路中心線から 1 マイル以内の幅を飛行することができる精度のこと）以上の経路として設定される。

これまで、より高機能な FMS (Flight Management System) の搭載によって、こうした高い航法精度の飛行について、曲線経路の導入も可能になってきたものである。



3.2 利点

こうした経路設定は、特に、空港周辺における細かな経路設計を行う際に役立つこととなる。従来では、地理的理由や障害物によって経路設定できなかったところを、一定の航法精度を前提とすることにより、経路設定できるようになり、その結果として経路の短縮を図ることができる。

これは、運航者サイドとしては燃料消費量の削減をできるということである。一方で、空港・空域管理者サイドとしては有効な空域の活用ができるということであり、空域ひいては空港の効率性の向上に繋がるものである。また、空港毎の地域性にもよるが、住宅密集地の上空を避けるような経路設計ができる可能性があり、その場合には騒音の減少等にも繋げることができる。

3.3 欧米における活用状況

欧米においては、RF レグは、高い航法精度で飛行する方式の付加要素という扱いになっており、既に様々な空港周辺等で用いられている。

最近では、高い航法精度によって空港周辺まで飛行を行い、RF レグを経由して、直接精密進入へと繋げる手法である曲線精密進入が開発されてきている。こうすることにより、常に高い航法精度をもったまま着陸するまで飛行できることとなり、安全性や信頼性の向上にも繋がる発展である。

3.4 導入に必要な事項

新しい技術の導入となるため、その安全性を担保するための技術的事項などの整備が必要となるが、既に高い航法精度で飛行する技術自体は確立していることから、付加的な要素が必要となるものである。

RF レグを飛行するためのナビゲーション及び飛行機の経路維持を行う能力が必要となるが、特に、曲線を飛行することから、飛行機のバンク角（飛行機を円弧の内側に傾ける角度）が過度になりすぎないようにしつつ経路を維持して飛行できることが重要である。また、付加的なものとはいえ新しい要素であることから、パイロットとしては、こうした経路に関する理解・操作に関する知識が必要である。

4 まとめ

昨今、航空関係では、無人航空機や E-VTOL のように航空機自体の技術革新も目ざましいところではあるが、一方で、飛行機をどのように飛行させるのか、どのように管理するのか、といった手法についても従来から継続した研究開発が進めら

れている。こうした様々な角度から技術を発展させることにより、より空の自由度や利便性が高まり、また環境や地域との親和性が高まることが望ましい。

参考資料

航空局調査報告書

平成 30 年度「新たな進入方式等の安全かつ効率的な運航を実現するための運航要件に関する調査」報告書

米国の LPV の実施状況：

https://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/gnss/approaches/

欧州の LPV の実施状況：

https://egnos-user-support.essp-sas.eu/new_egnos_ops/resources-tools/lpv-procedures-map

サンフランシスコにおける RNP to GLS のデモンストレーション

https://laas.tc.faa.gov/documents/Docs/KSFO_RNP_to_GLS_Report_13_Dec_16.pdf