

航空大学校訓練機ホーカー・ビーチクラフト式 G58 型機による
RNAV 航行に係る日本の許可基準への適合性について

成田 直木

Compliance with Licensing Standards of Japan for RNAV
Operations, Using Hawker Beechcraft Type G58
Operated by Civil Aviation College

By

Naoki NARITA

1 まえがき

日本では NDB や VOR が縮退する一方で RNAV 経路の設定が全国に拡大している。仙台空港においても、航法精度の指定がない RNAV 進入に加え、航法精度が指定された RNAV 標準計器出発方式（以下「SID」という。）及び RNAV 標準計器到着方式（以下「STAR」という。）が設定されている。

これらの経路を航行するためには、航空法第 83 条の 2¹⁾に基づく航行許可（航法精度の指定がない RNAV の運航については RNAV 運航承認基準²⁾による運航承認）を受ける必要がある。

航空大学校で RNAV 航行を導入できれば飛行可能な経路が増えるため、より効率的で安全な運航が実施できるようになるが、平成 25 年 3 月 31 日現在、G58 型機により、日本の航行許可を受け RNAV 航行を実施している運航者はいない。

このような状況の中、G58 型機による RNAV 航行許可取得に向け必要となるプロセスを検証するため、最重要課題である「日本の RNAV 航行許可基準に定められた『航空機の要件』に対する適合性を証明できるかどうか」について検討したので報告する。

2 G58 型機の RNAV システム

2-1 概要

G58 型機は、全世界衛星航法システム - Global Navigation Satellite System (以下「GNSS」という。) を利用し RNAV を可能とする機上装置 (以下「RNAV システム」という。) を搭載している。

2-2 G1000 統合アビオニクス・システム

ホーカー・ビーチクラフト式 G58 型 型式証明飛行規程³⁾ (以下「飛行規程」という。) 第 7 章システムの概要 25. アビオニクス項に、次のように記載されている。

「搭載されている米国 Garmin International Inc. の G1000 統合アビオニクス・システム (以下「G1000」という。) は、飛行、発動機、通信装置、航法装置、オートパイロットシステム及び監視インストルメンテーション・システムを完全に統合している。

このシステムは、計器板にあるプライマリー・フライト・ディスプレイ、マルチファンクション・ディスプレイ及びオーディオパネルから構成される。」

2-3 独立型衛星航法装置

搭載されている GPS は、サーキュラー No. 5-005 「GPS を計器飛行方式に使用する運航の実施基準」⁴⁾ (平成 23 年 6 月 30 日一部改正) の 1-2 定義、1-2-3 項に記載された独立型衛星航法装置に該当する。
(図 1)

1-2-3 この基準において「独立型衛星航法装置」とは、他の航法センサーや航法装置と結合されないうで使用する GPS を利用した機上装置 (SBAS により補強を受けるものを含む。) をいう。

図 1 1-2 定義 1-2-3 項

2-4 適合する技術基準

G58 型機の RNAV システムは、機体の製造時期の違いから、適合する技術基準により 2 つに区分される。(図 2)

TSO-C145a⁵⁾ Class3 に適合する GIA63W GPS 受信機により構成された TSO-C146a⁶⁾ Class 3 に適合する RNAV システム
SBAS による補強を受ける GPS を装備した G58 型機(以下「SBAS 対応機」という。) JA5801、JA5809、JA5810 が該当

TSO-C129a⁷⁾ Class A1 に適合する GIA63 GPS 受信機により構成された TSO-C129a Class A1 に適合する RNAV システム
SBAS による補強を受けない GPS を装備した G58 型機(以下「SBAS 非対応機」という。) JA5806、JA5807、JA5808 が該当

図 2 G58 型機の RNAV 機上装置の区分

技術基準への適合性は、Garmin GDU 104X Installation Manual⁸⁾で確認することができる。

TSO は Technical Standard Orders の略で米国の航空機搭載品認証技術基準のことである。同様の基準に ETSO があるが、これは欧州の航空機搭載品認証技術基準であり頭文字の E は European を示す。

2-5 計器飛行方式での使用

搭載されている GPS は、「ホーカー・ビーチクラフト式 G58 型 追加飛行規程(1)⁹⁾の限界事項、2. GPS 項」に記載されたとおり、サーキュラー No. 5-005「GPS を計器飛行方式に使用する運航の実施基準」¹⁰⁾(平成 20 年 1 月 18 日)第 2 章の装置要件の基準に適合する。そしてこの実施基準に従うことにより、計器飛行方式に使用することができる。(図 3)

2. GPS

<注>

本機のGPSは、サーキュラーNo. 5-005「GPSを計器飛行方式に使用する運航の実施基準」（平成20年 1月18日）第2章 装置要件の基準に適合する。

図3 追加飛行規程(1)の限界事項 2. GPS 項

3 RNAV 航行許可基準

航空法第83条の2¹⁾に定められた「特別な方式による航行」のうち、航空法施行規則第191条の2第1項¹¹⁾に基づく「許容される航法精度が指定された経路または空域における広域航法による飛行」（以下「RNAV 航行」という。）については、国土交通大臣の許可を受けなければ実施できない。

日本では ICAO Doc9613 Performance-Based Navigation Manual¹²⁾（以下「PBN Manual」という。）に準拠し、RNAV 航行を行おうとする航空機について航空法施行規則第191条の4¹³⁾に定める基準に適合することを審査するための要領として、サーキュラーNo. 5-017「RNAV 航行の許可基準及び審査要領¹⁴⁾（平成23年10月5日一部改正）」（以下、「RNAV 航行許可基準」という。）が定められている。

さらに RNAV 航行許可基準においては、指定される航法精度等の性能要件に応じ適用される運航基準が異なるため、附属書として8種類の運航基準が設定されている。（図4）

附属書 1	RNAV10 (RNP10) 航行に関する運航基準
附属書 2	RNAV5 航行に関する運航基準
附属書 3	RNAV1 及び RNAV2 航行に関する運航基準
附属書 4	P-RNAV 航行に関する運航基準
附属書 5	RNP APCH 航行に関する運航基準
附属書 6	RNP4 航行に関する運航基準
附属書 7	Basic-RNP1 航行に関する運航基準
附属書 8	RNP AR APCH 航行に関する運航基準

図 4 附属書

国内における RNAV 航行の一般的な概念図を示す。(図 5)

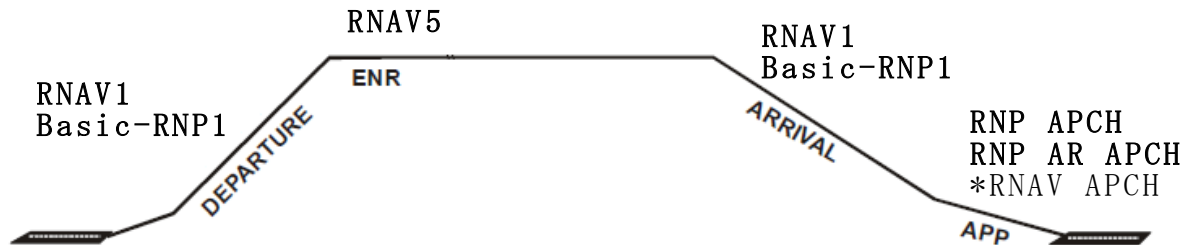


図 5 RNAV 航行の概念図

これらの航行(*RNAV APCHを除く)をすべて満足するためには、附属書 2、附属書 3、附属書 5、附属書 7、附属書 8に基づく航行許可が必要となる。

附属書 7については平成 25 年 3 月 31 日現在、仙台課程で使用する空港に当該経路が設定されていないこと、また附属書 8については G58 型機が航空機の要件を満たさないことから今回の検討対象から除外した。

4 RNAV 運航承認基準

日本では、RNAV 航行許可基準とは別にサーキュラーNo.5-011「RNAV 運航承認基準」²⁾(平成23年9月2日一部改正)が定められている。この中で、RNP APCH 航行の許可を受けている航空機により単独進入にかかる RNAV 運航を実施する場合は、航空局安全部長の承認を必要としない旨の記載がある。すなわち附属書5 RNP APCH 航行の運航基準に基づく航行許可を受けることで RNAV 進入も実施可能となる。(図6)「“RNP”が、“RNAV”の性能を有し、更に性能監視及び警報要件を追加したものであることから RNP は RNAV を包括するため」

第1章 総則

1-1 目的

この基準は、航空機が RNAV 経路を固定広域航法（以下「固定 RNAV」という。）により飛行する場合（許容される航法精度が指定された経路又は空域において飛行する場合を除く。）の当該航法に係る装置、運航方式等を定めることを目的とする。

1-2 定義

- (1) 「RNAV (Area Navigation; 広域航法)」とは、航法援助施設の覆域内若しくは自蔵航法装置の能力の限界内、又はこれらの組み合わせで、任意の飛行経路を航行する航法をいう。
- (2) 「固定 RNAV」とは、航空路誌に公示された RNAV 経路を航行する航法をいう。
- (3) 「RNAV 装置」とは、外部航法援助施設を利用する航法装置若しくは自蔵航法装置、又はこれらの組み合わせにより RNAV 航法を可能にする装置をいう。
- (4) 「ウェイポイント (Way-point)」とは、RNAV 経路を構成する地理上の点をいう。

第2章 運航の承認

2-1-1 RNAV 運航（許容される航法精度が指定された経路又は空域において行うものを除く。以下同じ。）を実施しようとする者は、航空局安全部長の承認を受けなければならない。ただし、以下の場合はこの限りではない。

- (1) 本邦航空運送事業者が3-2項の規定に従い、運航規程及び整備規程に必要事項を定め国土交通大臣の認可を受けた場合
- (2) 「RNAV 航行の許可基準及び審査要領」(国空航第195号、国空機第249号、平成19年6月7日制定)によるRNP APCH航行の許可を受けている航空機により、単独進入（「GPSを計器飛行方式に使用する運航の実施基準」(空航第877号、空機第1278号、平成9年11月25日制定)に規定する単独進入をいう。)にかかるRNAV運航を実施する場合

図6 RNAV 運航承認基準 一部抜粋

5 航空機の要件への適合性

RNAV 航行許可を受けるためには、G58 型機が各附属書に定められた航空機の要件、すなわち性能及び機能等に関する適合性を確認し、その資料を国土交通大臣に提出しなければならない。

第 3 章で述べたとおり、調査対象とした附属書 2、附属書 3 及び附属書 5 について、各運航基準の構成について確認しながら、航空機の要件への適合性を検証するプロセス及び検証結果を示す。

5-1 附属書 2 RNAV5 航行に関する運航基準¹⁵⁾

本邦空域では、航空路が RNAV5 経路として設定されている。また欧州における B-RNAV 経路もこの基準により運航可能である。

航行中全飛行時間の 95%における航法精度は±5nm 以内でなければならない。

1) 附属書 2 は次のとおり構成されている。

第 1 章 総則

第 2 章 航空機の要件

2.1 測位センサー

2.2 精度要件

2.3 特定の航法サービスに対する基準

2.3.1 INS または IRS に対する基準

2.3.2 DME に対する基準

2.3.3 GNSS に対する基準

2.4 機能要件

第 3 章 運用手順

第 4 章 操縦者の知識及び訓練

第 5 章 航法用データベース

2) 第 1 章の総則の中で、「AC90-96¹⁶⁾に適合するシステムは、この附属書の第 2 章の要件にも適合するとみなしてよい」と記載されている。(図 7)

RNAV 5 航行の許可を受けるためには、以下の対応が必要となる。

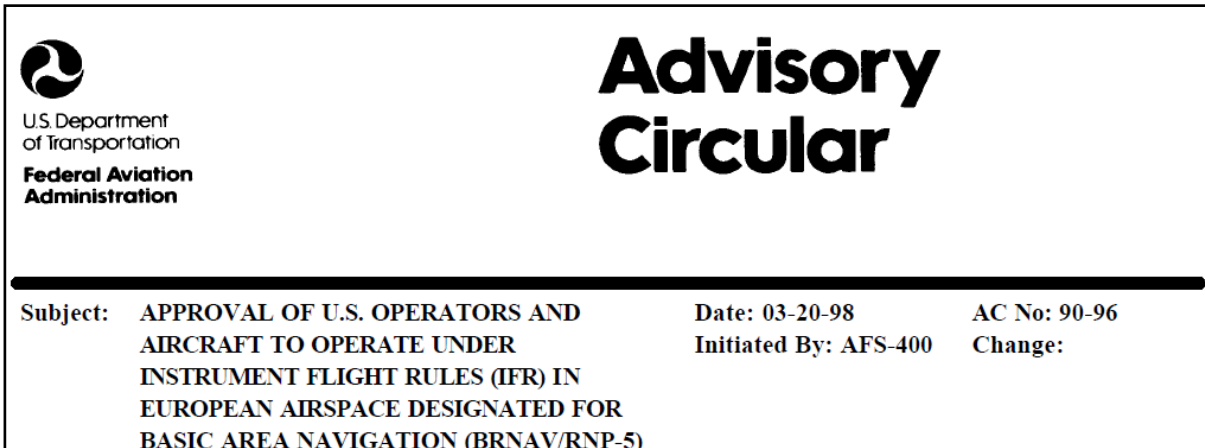
a) 航空機の適合性を示す書類を準備する。

AMC 20-4 又は AC 90-96 に適合するシステムは、この附属書の第 2 章の要件にも適合するとみなしてよい。

なお、耐空性当局 (例えば EASA、FAA 等) により適合性が実証されていることについて、装備品製造者又は STC (追加型式設計証明) 保有者等の発行する文書 (例えばサービスマスタ) により確認できる場合には、飛行規程においてその適合性が記載されている必要はない。

図 7 附属書 2 一部抜粋

3) AC90-96 は、欧州の Basic RNAV (B-RNAV) で運航する、米国国籍の航空機のための RNAV 要件に関する運航承認と耐空性のガイダンスを示したものである。(図 8)



The image shows the header and subject information of Advisory Circular 90-96. On the left is the logo of the U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration. On the right, the title 'Advisory Circular' is written in large, bold, black letters. Below a thick horizontal line, the subject, date, and AC number are listed in a structured format.

Subject: APPROVAL OF U.S. OPERATORS AND AIRCRAFT TO OPERATE UNDER INSTRUMENT FLIGHT RULES (IFR) IN EUROPEAN AIRSPACE DESIGNATED FOR BASIC AREA NAVIGATION (BRNAV/RNP-5)	Date: 03-20-98	AC No: 90-96
	Initiated By: AFS-400	Change:

図 8 AC90-96 一部抜粋

4) 飛行規程には、第 2 章 航空機の限界事項、15 アビオニクス、15-3 GPS 航法 (4) に、「ヨーロッパの B-RNAV 空域での運航は AC90-96 に適合している」旨の記述がある。(図 9)

ホーカー・ビーチクラフト式 G58 航空局承認 平成 22 年 1 月 28 日	
(3)	GPS システムを使用した航法は、航法データベースの有効日を照合するか、現在承認されているデータを参照して、選択した各ウェイポイントの精度を検証しなければ禁止される。航法データベースのバージョンは、システムパワーアップ直後 MFD パワーアップページに表示されており、確認しなければならない。
(4)	ガーミン G1000 GPS 受信機が十分利用できる GPS 信号を受信しているならば、それは以下の精度要件を満たすことが示されている。
ア.	AC 20-138A に適合しており、全米航空システム内の VFR/IFR エンルート、洋上、及びターミナルでの運航。
イ.	AC 20-138A に適合しており、全米航空システム内の VFR/IFR 非精密計器進入。 (「GPS」、「または GPS」、及び「RNAV(GPS)」進入を含む)。
ウ.	AC 90-100 に適合しており、標準計器出発 (SIDs) (RNAV1) 及び標準計器到着 (STARs) (RNAV1) による VFR/IFR 運航。
エ.	AC 20-138A のアペンデックス I に適合しており、VFR/IFR 洋上及び遠隔地運航。 ガーミン予測プログラム、または同等のものが満足の結果をもたらすように作動している必要がある。これは運航承認を与えるものではない。
オ.	<u>ヨーロッパの B-RNAV 空域での運航は AC 90-96、AC 20-138A、JAA 仮ガイダンス・マテリアル (リーフレット No. 2, Rev. 1) に適合している。これは運航承認を与えるものではない。</u>

図 9 飛行規程 一部抜粋

5) 2) 及び 4) より、G58 型機の「附属書 2 第 2 章 航空機の要件」への適合性は証明される。

5-2 附属書 3 RNAV1 及び RNAV2 航行に関する運航基準

本邦ターミナル空域では SID 及び STAR が RNAV1 経路として設定されている。米国におけるターミナル・エンルートの RNAV1 および RNAV2 経路、欧州における P-RNAV 経路もこの基準により運航可能である。

航行中全飛行時間の 95% における航法精度は ±1 または ±2nm 以内でなければならない。

1) 附属書 3 は次のとおり構成されている。

第 1 章 総則

第 2 章 航空機の要件

2.1 測位センサー

2.2 精度要件

2.3 特定の航法サービスに対する基準

2.3.1 GNSS に対する基準

2.3.2 DME (DME/DME RNAV システム) に対する基準

2.3.3 DME 及び IRU (DME/DME IRU システム) に対する基準

2.4 機能要件-航法用表示装置及び機能

第 3 章 運用手順

第 4 章 操縦者の知識及び訓練

第 5 章 航法用データベース

2) 「附属書 第 1 章 総則」の中で、米国 RNAV AC90-100A¹⁷⁾ に適合するシステムは、この附属書の第 2 章の要件にも適合するとみなしてよい旨の記述がある。(図 1 0)

RNAV 1 及び RNAV 2 航行の許可を受けるためには、以下の対応が必要となる。

a) 航空機の適合性を示す書類を準備する。

P-RNAV (TGL-10) と米国 RNAV (AC 90-100) の双方に適合するシステム又は米国 RNAV (AC 90-100A) に適合するシステムは、この附属書の第 2 章の要件にも適合するとみなしてよい。また、P-RNAV (TGL-10) と米国 RNAV (AC 90-100) のいずれかに適合するシステムについては、ICAO 基準と相違する要件 (ICAO マニュアル参照) についての適合性を示すこととしてよい。

なお、耐空性当局 (例えば EASA、FAA 等) により適合性が実証されていることについて、装備品製造者又は STC (追加型式設計証明) 保有者等の発行する文書 (例えばサービステター) により確認できる場合には、飛行規程においてその適合性が記載されている必要はない。

図 1 0 附属書 第 1 章 総則 一部抜粋

3) AC90-100A は、米国における航空路及びターミナル (SID 及び STAR) に関する RNAV の運用及び耐空性に関するガイダンスを示したものである。(図 1 1)

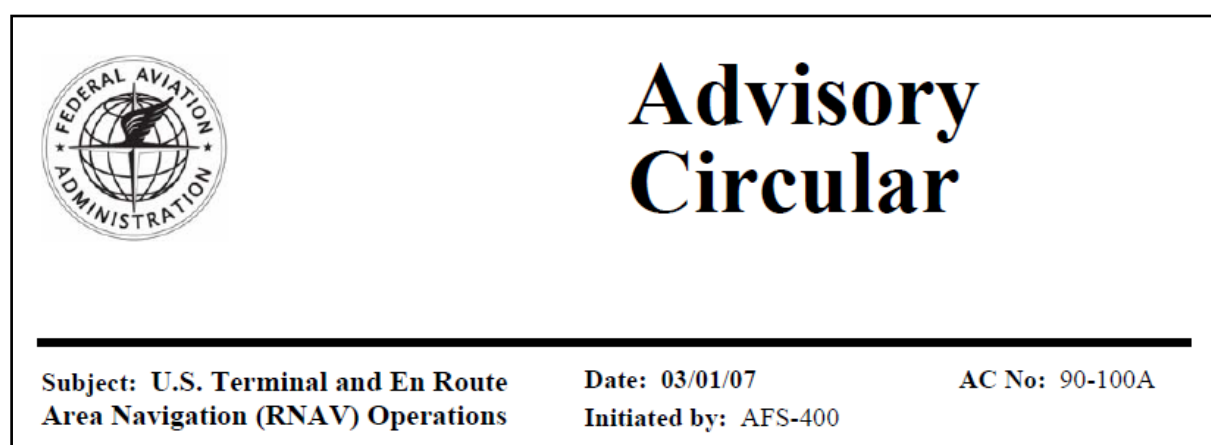


図 1 1 AC90-100A 一部抜粋

4) 米国 FAA の Performance-Based Flight Operations Branch の Web Site に AC90-100A Compliance Table¹⁸⁾ (準拠表) が掲載されている。(図 1 2)

FAA Home » Offices » Aviation Safety » Offices » Flight Standards Service » Flight Technologies & Proc Operations Branch » Policy & Guidance

Performance-Based Flight Operations Branch

Policies & Guidance

 Print

Advisory Circulars (AC)

Number	Title
AC 90-96A(PDF)	Approval of U.S. Operators and Aircraft to Operate under Instrument Flight Rules (IFR) in European Airspace Designated for Basic Area Navigation (B-RNAV) and Precision Area Navigation (P-RNAV)
AC 90-100A	U.S. Terminal and En Route Area Navigation (RNAV) Operations AC 90-100A Compliance Table (MS Excel)
AC 90-105	Approval Guidance for RNP Operations and Barometric Vertical Navigation in the U.S. National Airspace System
AC 90-107	Guidance for localizer performance with Vertical Guidance and Localizer
AC 90-108	Use of suitable Area navigation (RNAV) system on Conventional Routes and Procedures
AC 120-108	Continuous Descent Final Approach

図 1 2 Performance-Based Flight Operations のサイト

WEB アドレスは以下のとおりである。

http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/avs/offices/afs/afs400/afs470/policy_guidance/

5) AC90-100A Compliance Table の中で、G1000 System 「TSO-C146a based system, Class 3」 または 「TSO-C129a based system, Class A1」 が、AC90-100A に適合する旨の記述がある。(図 1 3)

Manufacturer	System	Part #	Softw Versi	Approval using GPS
Accepted 22 February 2010				
	G1000 Systems	ALL TSO-C129a based systems	ALL	YES, <u>TSO-C129a Class A1</u> . Type 2 LOA can be viewed at www.garmin.com under the Aviation Databases page. System is AC 90-100A compliant when installed and approved for IFR use in accordance with Garmin installation instructions and applicable Garmin service bulletins and when operated in accordance with the AFM/AFMS.
Manufacturer	System	Par	Sof Ver	Approval using GPS
Accepted 22 February 2010				
	G1000, Embraer Prodigy, Cirrus Perspective, G950, and G900X Systems	ALL TSO-C146a based systems	ALL	YES, <u>TSO-C146a Class 3</u> . Type 2 LOA can be viewed at www.garmin.com under the Aviation Databases page. System is AC 90-100A compliant when installed and approved for IFR use in accordance with Garmin installation instructions and applicable Garmin service bulletins and when operated in accordance with the AFM/AFMS. For

図 1 3 AC90-100A Compliance Table 一部抜粋

6) 2)及び 5)より、G58 型機の「附属書 3 第 2 章航空機の要件」への適合性は証明される。

5-3 附属書 5 RNP APCH 航行に関する運航基準

本邦において RNP 進入は、一般的にノンレーダー空港に設定されている。

航行中全飛行時間の 95% における航法精度は、初期進入、中間進入、進入復行において ±1nm 以内、最終進入において ±0.3nm 以内でなければならず、レーダー覆域外での航行を可能とするため機上性能監視及び警報機能を含む航法機能が必要となる。

附属書 5 の第 2 章 航空機の要件については記載されたすべての項目の適合性を確認する。

1) 附属書 5 は次のとおり構成されている。

第 1 章 総則

第 2 章 航空機の要件

2.1 測位センサー

2.2 システム性能、監視及び警報

2.2.1 精度要件

2.2.2 性能監視及び警報

2.3 特定の航法サービスに対する基準

2.3.1 GNSS に対する基準

2.4 機能要件-航法用表示装置及び必要機能

第 3 章 運用手順

第 4 章 操縦者の知識及び訓練

第 5 章 航法用データベース

2) 飛行規程には、G58 型機が AC20-138A¹⁹⁾に適合しており米国における非精密計器進入の精度要件を満たすことが示されている。

(図 1 4)

(4) ガーミンG1000 GPS受信機が十分利用できるGPS信号を受信しているならば、それは以下の精度要件を満たすことが示されている。

ア. AC 20-138A に適合しており、全米航空システム内のVFR/IFR エンルート、洋上、及びターミナルでの運航。

イ. AC 20-138A に適合しており、全米航空システム内のVFR/IFR 非精密計器進入。
(「GPS」、「またはGPS」、及び「RNAV(GPS)」進入を含む)。

ウ. AC 90-100 に適合しており、標準計器出発 (SIDs) (RNAV1) 及び標準計器到着 (STARs) (RNAV1) によるVFR/IFR運航。

エ. AC 20-138A のアペンデックス1 に適合しており、VFR/IFR 洋上及び遠隔地運航。ガーミン予測プログラム、または同等のものが満足のいく結果をもたらすように作動している必要がある。これは運航承認を与えるものではない。

オ. ヨーロッパのB-RNAV 空域での運航はAC 90-96、AC20-138A、JAA 仮ガイダンス・マテリアル (リーフレットNo. 2、Rev. 1) に適合している。これは運航承認を与えるものではない。

カ. 下記の緯度及び経度の範囲の運航。

- 1) 東経0° ~ 180° では、北緯70°、南緯70°まで。
ただし東経120° ~ 165° では南緯55°まで

図 1 4 飛行規程 一部抜粋

進入手順については、飛行規程の第 4 章で規定されている。

3) 附属書 5、第 2 章「2.1 測位センサー」への適合性

RNP APCH 航行に使用する G58 型機の RNAV 機上装置は、GNSS を使用し水平面における航空機の位置を自動的に決定できるから、G58 型機の RNAV システムは「2.1 測位センサー」に対する要件を満たす。

4) 附属書 5、第 2 章「2.2 システム性能、監視及び警報 2.2.1 精度要件」への適合性

附属書 5、第 2 章、2.3 項において、G58 型機の RNAV システム「TSO-C129a, Class A1 または TSO-C146a, Class 3 に従って承認された独立型 GNSS 装置」が「2.2 システム性能、監視及び警報 2.2.1 精度要件」に対する要件を満たすことが示されている。(図 1 5)

2.3. 特定の航法サービスに対する基準
2.3.1. GNSS に対する基準
(1) 以下のシステムは、精度、完全性及び継続性についての要件に適合する。
a) TSO-C129a/ETSO-C129a クラス A1 又は E/TSO-C146() クラス Gamma 及びクラス 1、2 若しくは 3 に従って承認された、独立型 GNSS 装置

図 1 5 第 2 章 2.3 項 一部抜粋

G58 型機の進入時の CDI Scaling は図 1 6 のとおりである。

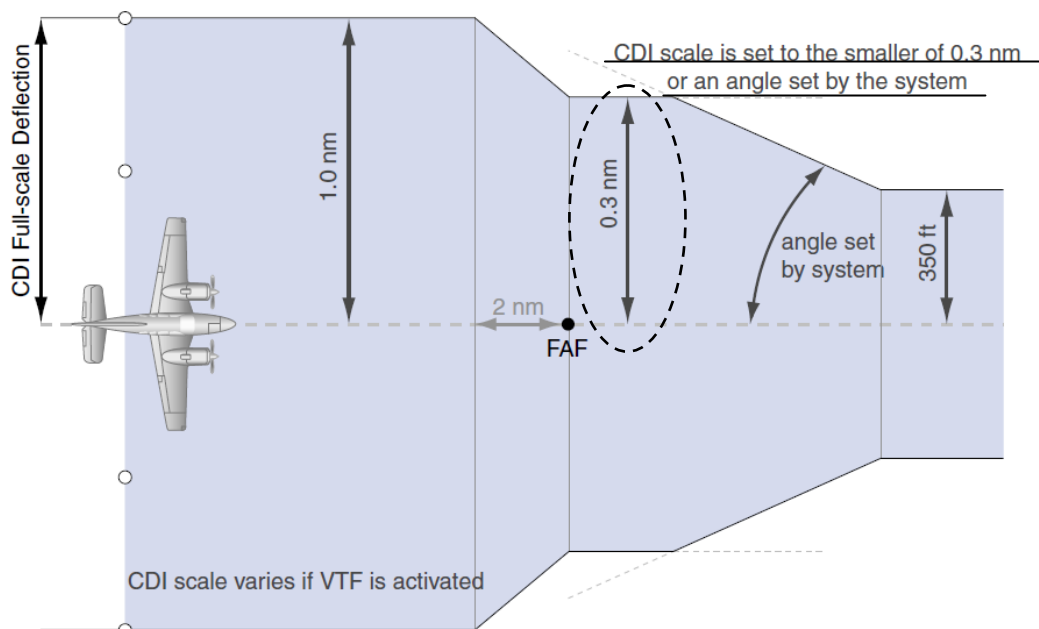


Figure 2-28 Typical LNAV and LNAV+V Approach CDI Scaling

図 1 6 G1000 Pilots Guide(G58) 一部抜粋

「TSO-C129a, Class A1 または TSO-C146a, Class 3 に従って承認された独立型 GNSS 装置」が「2.2 システム性能、監視及び警報 2.2.1 精度要件」を満たすことは、PBN Manual の II-C-5-7 ページ, Volume II IMPLEMENTING RNAV AND RNP, Chapter 5 IMPLEMENTING RNP APCH, 5.3 NAVIGATION SPECIFICATION, 5.3.3 Aircraft requirements, 5.3.3.1 System Performance monitoring and alerting, Note 3 の記載からも確認することができる。(図 1 7)

Part C. Implementing RNP Chapter 5. Implementing RNP APCH	II-C-5-7
<p>Note 3.— <u>The following systems meet the accuracy, integrity and continuity requirements of these criteria:</u></p> <p>a) GNSS stand-alone systems, equipment should be approved in accordance with TSO-C129a/ ETSO-C129a Class A1 or E/TSO-C146() Class Gamma and operational class 1, 2 or 3;</p>	

図 1 7 Note 3 一部抜粋

5) 附属書 5、第 2 章「2.2 システム性能、監視及び警報 2.2.2. 性能監視及び警報」への適合性

AC90-105²⁰⁾ は米国における RNP 航行及び Baro-VNAV 許可基準に関するガイダンスを示したものであり、米国で RNP 運航を実施する者に適用される。また、同附属書にあたる APPENDIX1 おいて、RNP APCH 航行に関する認定基準が定めてられている。(図 1 8)


 <p>U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration</p>	<h1 style="margin: 0;">Advisory Circular</h1>	
	<p>Subject: Approval Guidance for RNP Operations and Barometric Vertical Navigation in the U.S. National Airspace System</p>	<p>Date: 1/23/2009 Initiated by: AFS-400</p>

図 1 8 AC90-105 一部抜粋

AC90-105 APPENDIX1²¹⁾ 「2. Aircraft and System Requirements」において、①RNAV(GPS)またはGPS進入の実施が承認されている航空機がAC90-105の性能及び機能要件(Performance and Functional Requirements)に適合すること、及び②独立型GNSS装置は「TSO-C129a, Class A1またはTSO-C146a, Class 3」に従って承認されたものでなければならず、それらはAppendix1の機能性要件(Functionality Requirements)に適合することが示されている。(図19)

<p>2. Aircraft and System Requirements. Notes below apply to entire paragraph.</p> <p><u>a. Aircraft with approval to conduct RNAV (GPS) or GPS approaches meet the performance and functional requirements in this AC for RNP instrument approaches without RF legs.</u></p> <p>b. Aircraft with a statement of compliance with the criteria in this AC in their Aircraft Flight Manual (AFM), AFM Supplement, pilot operating handbook (POH), or the operating manual for their avionics meet the performance and functional requirements of this AC.</p> <p>c. Aircraft with a statement from the manufacturer documenting compliance with the criteria in this AC meet the performance and functional requirements of this AC. These statements should include the airworthiness basis for compliance. Compliance with the sensor requirements will have to be determined by the equipment or aircraft manufacturer, while compliance with the functional requirements in Appendix 1 and, if applicable Appendix 2 may be determined by the manufacturer or by inspection by the operator.</p> <p><u>d. GPS stand-alone systems should be approved in accordance with TSO-C129 (or subsequent revision) Class A1 or TSO-C146a (or subsequent revision) operational class 1, 2 or 3 and meet the functionality requirements of this Appendix.</u></p>

図 1 9 AC90-105 APPENDIX 1 一部抜粋

AC90-105 APPENDIX1 の 2 ページ、3. Performance and Functionality Requirements for RNP Systems において、G58 型機が適合する要件の一つとして「d. Performance Monitoring and Alerting.」が示されている。(図 20)

3. Performance and Functionality Requirements for RNP Systems.

a. Accuracy. The aircraft must comply with section 2.1.1 of RTCA/DO-236B. During operations on the initial and intermediate segments and for the missed approach of a RNP approach procedure, the lateral total system error must be within ± 1 NM for at least 95 percent of the total flight time. The along-track error must also be within ± 1 NM for at least 95 percent of the total flight time.

(1) During operations on the final approach segment, the lateral total system error must be within ± 0.3 NM for at least 95 percent of the total flight time. The along-track error must also be within ± 0.3 NM for at least 95 percent of the total flight time.

(2) To satisfy the accuracy requirement, the FTE should not exceed 0.5 NM on the initial, intermediate and missed approach segments of a RNP approach procedure. The FTE should not exceed 0.25 NM on the final approach segment of the approach.

NOTE: Where the navigation system provides for RNP performance monitoring and alerting and where the integration of operational modes and configurations account for accuracy and FTE, this requirement is considered satisfied as long as the TSE for each segment is not exceeded.

NOTE: The use of a deviation indicator with 1 NM full-scale deflection on the initial, intermediate and missed approach segments and 0.3 NM full-scale deflection on the final approach segment is an acceptable means of compliance.

b. Integrity. Malfunction of the aircraft navigation equipment that causes the total system error (TSE) to exceed 2 times the RNP value is classified as a major failure condition under airworthiness regulations (i.e., 10^{-5} per hour).

c. Continuity. Loss of function is classified as a minor failure condition if the operator can revert to a different navigation system and safely proceed to a suitable airport.

d. Performance Monitoring and Alerting. During operations on the initial, intermediate segment and the missed approach segment, the RNP system or the RNP system and pilot in combination shall provide an alert if the accuracy requirement is not met or if the probability that the lateral TSE exceeds 2 NM is greater than 10^{-5} . During operations on the final approach segment, the RNP system or the RNP system and pilot in combination shall provide an alert if the accuracy requirement is not met or if the probability that the lateral TSE exceeds 0.6 NM is greater than 10^{-5} .

図 20 AC90-105 APPENDIX 1 一部抜粋

附属書 5、第 2 章「2.2 システム性能、監視及び警報 2.2.2. 性能監視及び警報」の記述は図 2 1 のとおりであり、図 2 0 の d 項と一致するため、G58 型機の第一パラグラフに記載された要件への適合性は証明される。

2.2.2. 性能監視及び警報

RNP APCH の初期進入セグメント及び中間進入セグメントにおける運航並びに RNAV 進入復行において、精度要件に適合しなくなった場合、又は、横方向のトータル・システム・エラーが 2 NM を超える可能性が 10^{-5} 毎時を超える場合には、RNP システム又は RNP システムと操縦者の組み合わせにより、警報を提供しなければならない。RNP APCH の最終進入セグメントにおける運航において、精度要件に適合しなくなった場合、又は、横方向のトータル・システム・エラーが 0.6 NM を超える可能性が 10^{-5} 毎時を超える場合には、RNP システム又は RNP システムと操縦者の組み合わせにより、警報を提供しなければならない。

性能監視及び警報の要件への適合とは、FTE を自動監視することを意味するものではない。機上の監視警報機能は、少なくともナビゲーション・システム・エラー (NSE) 監視警報アルゴリズムと、乗組員が FTE を監視することを可能にするラテラル・デビエーション・ディスプレイから構成されているべきである。

図 2 1 2.2.2. 性能監視及び警報

次に、図 2 1 の第二パラグラフについて、原文を PBN Manual 及び AC90-105 で確認する。

PBN Manual の II -C-5-6 ページ、Volume II IMPLEMENTING RNAV AND RNP, Chapter 5 IMPLEMENTING RNP APCH, 5.3 NAVIGATION SPECIFICATION, 5.3.3 Aircraft requirements, 5.3.3.1 System Performance monitoring and alerting, Note 2 (図 2 2)

Note 2.— Compliance with the performance monitoring and alerting requirement does not imply automatic monitoring of a flight technical error. The on-board monitoring and alerting function should consist at least of a navigation system error (NSE) monitoring and alerting algorithm and a lateral deviation display enabling the crew to monitor the flight technical error (FTE). To the extent operational procedures are used to monitor FTE, the crew procedure, equipment characteristics, and installation are evaluated for their effectiveness and equivalence as described in the functional requirements and operating procedures. Path definition error (PDE) is considered negligible due to the quality assurance process (5.3.6) and crew procedures (5.3.4).

図 2 2 Note 2

NOTE: Compliance with the performance monitoring and alerting requirement does not imply an automatic monitor of FTE. The on-board monitoring and alerting function should consist at least of a NSE monitoring and alerting algorithm and a lateral deviation display enabling the crew to monitor the FTE. To the extent operational procedures are used to monitor FTE, the crew procedure, equipment characteristics, and installation are evaluated for their effectiveness and equivalence as described in the functional requirements and operating procedures. PDE is considered negligible due to the quality assurance process and crew procedures. (See Figure 1.)

図 2 3 NOTE

PBN Manual の II-A-2-3 ページ, Volume II IMPLEMENTING RNAV AND RNP, Chapter 2 ON-BOARD PERFORMANCE MONITORING AND ALERTING, 2.3 ROLE OF ON-BOARD PERFORMANCE MONITORING AND ALERTING, 2.3.4 では、NSE 監視警報機能 (RAIM) 及びラテラルデビエーションディスプレイ (CDI) で構成される機上のナビゲーションシステムが機上の監視警報機能の要件を満たす根拠が示されている。(図 2 4)

2.3.4 The monitoring and alerting requirements could be satisfied by:

- a) an airborne navigation system having an NSE monitoring and alerting capability (e.g. RAIM or FDE algorithm) plus a lateral navigation display indicator (e.g. CDI) enabling the crew to monitor the FTE. On the assumption that PDE is negligible, the requirement is satisfied because NSE and FTE are monitored leading to a TSE monitoring; or
- b) an airborne navigation system having a TSE monitoring and alerting capability.

図 2 4 2.3.4 項

G58 型機の機上ナビゲーションシステムには RAIM 及び CDI が含まれるため図 1 9 の第二パラグラフの構成要件を満たす。

以上のことから、附属書 5、第 2 章「2.2 システム性能、監視及び警報 2.2.2. 性能監視及び警報」に対する要件を満たすことが証明される。

6) 附属書 5、第 2 章「2.4 機能要件-航法用表示装置及び必要機能」への適合性

G58 型機が AC90-105 APPENDIX 1 の Functional Requirements を満たすことは 5) で示したとおりである。そして「AC90-105 APPENDIX1 Performance and Functionality Requirements、g 項、h 項、及び i 項」と「附属書 5 第 2 章 2.4 機能要件-航法用表示装置及び必要機能」に記載されている項目は一致する。(図 2 5)

2.4. 機能要件－航法用表示装置及び必要機能	AC90-105 APPENDIX 1 3. Performance and Functionality Requirements for RNP Systems.
(1)	g.
a)	(1)
b)	(2)
c)	(3)
d)	(4)
e)	(6)
f)	(5)
g)	i
h) a)~g)をサポートしているため非該当	
(2)	h.
a)	(1)
b)	(2)
c)	(3)
d)	(4)
e)	(5)
f)	(6)
1)	(e)
2)	(g)
3)	(f)
g)	(6)
1)	(a)
2)	(b)
3)	(c)
4)GNSS以外のセンサーが無いため非該当	
h)	(7)
i)	(8)
j)	(9)
k)	(10)
.	(a)
.	(b)
.	(c)
l)	(11)
m)	(12)

図 2 5 一致する項目の対比表

よって G58 型機は「2.4 機能要件-航法用表示装置及び必要機能」に対する要件を満たすことが証明される。

7) 2) ~6) より G58 型機の「附属書 5 第 2 章航空機の要件」への適合性は証明される。

6 結論-今後の展望

G58 型機について、日本の RNAV 航行許可基準の附属書 2、附属書 3 及び同附属書 5 に定められた「航空機の要件」に対する適合性は証明される。

1) RNAV 航行許可の取得

許可を取得する上で、最重要課題となる「航空機の要件への適合性」が証明されたことから、許可を取得していく。許可を取得するプロセスについては本報告書とは別に報告する。

2) 教育内容の変更

RNAV 航行を実施するにあたり、Flight Director 及び Autopilot Operation の導入が不可欠となる。エアラインのニーズとも合致していることから FTD を最大限に活用したカリキュラムの再編が必要となるであろう。

3) 品質の管理

G58 型機は、空域容量の増大のため国が推し進める高規格 RNAV に対応した性能を装備している。乗組員だけでなく整備に携わる要員、運航管理従事者に対する定期的な訓練が必要であり、高い品質を維持するための施策が不可欠である。

引用・参考文献

- 1) 航空法、鳳文書林、東京、平成 24 年、P.67
- 2) サーキュラーNo. 5-011 RNAV 運航承認基準、国土交通省
- 3) ホーカー・ビーチクラフト式 G58 型型式証明飛行規程、ホーカー・ビーチクラフト社、平成 20 年、P.7-64
- 4) サーキュラーNo. 5-005 GPS を計器飛行方式に使用する運航実施基準、国土交通省、平成 23 年
- 5) TSO-C145a AIRBORNE NAVIGATION SENSORS USING THE GLOBAL POSITIONING SYSTEM(GPS) AUGMENTED BY THE WIDE AREA AUGMENTATION SYSTEM(WAAS)、FAA、2002
- 6) TSO-C146a STAND-ALONE AIRBORNE NAVIGATION EQUIPMENT USING THE GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS) AUGMENTED BY THE WIDE AREA AUGMENTATION SYSTEM (WAAS)、FAA、2002
- 7) TSO-C129a AIRBORNE SUPPLEMENTAL NAVIGATION EQUIPMENT USING THE GLOBAL POSITIONING SYSTEM(GPS)、FAA、1996
- 8) Garmin GDU 104X Installation Manual 190-00303-01、Revision V、米国ガーミン社、P.1-10~1-11
- 9) ホーカー・ビーチクラフト式 G58 型 追加飛行規程(1)、ホーカー・ビーチクラフト社、平成 22 年、追 P.1-2
- 10) サーキュラーNo. 5-005 GPS を計器飛行方式に使用する運航実施基準、国土交通省、平成 20 年
- 11) 航空法施行規則、鳳文書林、東京、平成 24 年、P.370
- 12) ICAO Doc9613 Performance-Based Navigation Manual、ICAO、2008
- 13) 航空法施行規則、鳳文書林、東京、平成 24 年、P.371
- 14) サーキュラーNo. 5-017 RNAV 航行の許可基準及び審査要領、国土交通省、平成 23 年
- 15) 附属書 2 RNAV5 航行に関する運航基準、国土交通省
平成 23 年
- 16) AC90-96 APPROVAL OF U. S. OPERATORS AND AIRCRAFT TO OPERATE

UNDER INSTRUMENT FLIGHT RULES (IFR) IN EUROPEAN AIRSPACE DESIGNATED FOR BASIC AREA NAVIGATION (BRNAV/RNP-5)、FAA、1998

- 17) AC90-100A U. S. Terminal and En Route Area Navigation (RNAV) Operations、FAA、2007
- 18) AC90-100A Compliance Table、FAA、2011
- 19) AC20-138A AIRWORTHINESS APPROVAL OF GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM(GNSS) EQUIPMENT、FAA、2003
- 20) AC90-105 Approval Guidance for RNP Operations and Barometric Vertical Navigation in the U. S. National Airspace System、FAA、2009
- 21) AC90-105 APPENDIX1、FAA、2009、P.1

略語表

NDB	Non Directional Radio Beacon	無指向性無線標識
VOR	VHF Omni Directional Radio Range	超短波全方向式無線標識
RNAV	Area Navigation	広域航法
SID	Standard Instrument Departure	標準計器出発方式
STAR	Standard Terminal Arrival	標準計器到着方式
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
SBAS	Satellite-Based Augmentation System	静止衛星型衛星航法補強システム
INS	Inertial Navigation System	慣性航法装置 (機械式 Gyro)
IRS	Inertial Reference System	慣性航法装置 (レーザー Gyro)
DME	Distance Measuring Equipment	距離測定装置
AC	Advisory Circular	
ICAO	International Civil Aviation Organization	
EASA	European Aviation Safety Agency	
FAA	Federal Aviation Administration	

正誤表

40 ページ 本文 後から4行目

【誤】

図19の第二パラグラフの構成要件を満たす

【正】

図21の第二パラグラフの構成要件を満たす