

HondaJet World Tour in Japan 2015



公益社団法人 日本航空機操縦士協会
運航技術委員会 奥貫 博

2015.4.30

ホンダジェットが、ワールド・ツアー (HondaJet World Tour in Japan 2015) として日本に飛来し、2015年4月24日に成田空港で開催された日本初公開記念式典に、JAPAの運航技術委員として参加する機会を得ましたので、以下にホンダジェットについての報告をさせていただきます。

本田技研工業株式会社 (以下ホンダ) の航空との関わりの原点には、1962年の純国産軽飛行機設計募集があります。この時、募集する軽飛行機には、協賛会社として参画したホンダの HONDA 倒立 V 型 8 シリンダ、空冷 4 サイクル 100 馬力のエンジンが指定されていました。

その後ホンダは、1964年に埼玉県桶川市荒川河川敷の陸軍飛行学校桶川分教場跡地を買収して本田航空 (株) を設立し、各地での航空事業活動を拡大しつつ、現在に至っています。

更にホンダは、傘下のツインリンクもてぎ主催による FAI (国際航空連盟) の曲技飛行ワールドグランプリを 1998 年以降、計 8 回開催し、また 1993 年からの、熱気球ホンダグランプリの継続開催等、スポーツ航空においても、大きな貢献をしてきました。

ホンダは、二輪車からスタートし、四輪車が主軸の企業として現在に至っていますが、決して自らを二輪、或いは四輪メーカーとして位置付けているわけではありません。ホンダの目指すものは、移動手段を提供するモビリティ・カンパニーであって、その延長に航空があり、また、ホンダジェットがあるという訳です。

民間機の国際分業生産や、防衛庁事業等を主軸とする航空機メーカーとは、その辺の姿勢が基本的に異なっているのです。

ホンダのジェット機開発の歴史

その様なホンダの、航空機の基礎研究は、1986年から始動します。ホンダでは、その年に「基礎技術研究所」が開設され、課せられた4つの研究テーマが「ロボット」「エネルギー」「バイオ」、そして「航空機」であったのです。

そのテーマの航空プロジェクトは、翼の実験機 MH-01 を経て実験用小型ジェット機 MH-02 からスタートし、1993年3月の初飛行から 1996年8月まで、170時間の飛行試験を実施して多くの基礎データを収集しました。

この実験機は全複合材製で、主翼上面にエンジンを配置するコンセプトは、現在のホンダジェットと同じです。飛行試験は米国で実施されたのですが、試験終了後は、栃木県のツインリンクもてぎのラボに展示されています。



実験用小型ジェット機 HONDA MH-02

ホンダジェットの開発から量産機の完成まで

ホンダジェットの開発は、実験用ジェット機 MH-02 の 1996 年の試験終了を受け、翌年から以下のスケジュールで進められてきました。

1997 年-1998 年：基本設計

1999 年-2000 年：詳細設計

2001 年-2002 年：製造及び地上試験

2003 年-2005 年：飛行試験

2006 年：販売決定、会社設立(*1)、受注開始

2006 年-2009 年：量産設計、製造、地上試験

2010 年：量産型初号機初飛行

2012 年：納入用量産 1 号機製造開始 (10 月)

2014 年：納入用量産 1 号機初飛行 (6 月)

2015 年：FAA の事前型式証明取得(*2)(3 月)

*1: Honda Aircraft Company

*2: PTC=Provisional Type Certificate

エンジンについても、GE 社との共同による、小型軽量、低燃費、低エミッションの HF118 型ターボファンエンジンを同時進行で開発し、6 年後の 2003 年 12 月から、飛行試験を開始しました。更に、2004 年には、米国 GE 社と GE Honda Aero Engines 社を設立し、量産機用エンジンの共同開発及び製造販売にあたる体制が確立されました。この量産型の HF120 エンジンは、2010 年のホンダジェット量産型初号機に搭載され、地上及び飛行試験の後、2013 年末に FAA の型式承認を得ています。



量産仕様ホンダジェットの成田空港での展示飛行

ホンダジェットのワールド・ツアー

このようにして、2015 年 3 月の FAA 事前型式証明取得により、ホンダジェットは、晴れて、ワールド・ツアーによる公開が可能となったものですが、ここまで、基本設計開始から 18 年、販売決定から 9 年を経過していました。

長い長い夢の実現であった訳ですが、今回の HondaJet World Tour in Japan 2015 において、The Power of Dreams を掲げるホンダの伊東孝紳社長は、「ホンダジェットは、創業者本田宗一郎が持ち続けた夢の実現であり、新しい技術に向かって果敢にチャレンジするモビリティ・カンパニーの象徴である」と述べ、また開発責任者の Honda Aircraft Company の藤野道格社長は、最新の技術と安全基準による、クラス最高の高速性能／燃費／胴体内スペースの機体であることを、熱く語られました。

このワールド・ツアーは 2015 年 4 月 23 日に羽田に到着後、成田、仙台、神戸、熊本、岡南の各飛行場で公開を行い、その後は、初めての訪問となるヨーロッパへ出かけるものです。

総飛行距離は 48,000Km を超え、訪問先は計 13 か国の文字通りのワールド・ツアーです。ヨーロッパでは、スイスのジュネーブで開催されるヨーロッパ・ビジネス航空展示会 EBACE (European Business Aviation Convention and Exhibition 2015) からスタートして、スイス、イギリス、ベルギー、フランス、ドイツ、ポーランドの各国を回る予定です。

この FAA 事前型式証明の取得と、ワールド・ツアーは、先進のホンダジェットを市場に送り出す最終のプロセスとなるものです。

既に、2,500 時間を超える飛行試験を経て、FAA が要求する各種の試験報告や書類審査は、ほぼ完了し、12 機のホンダジェット量産機が最終組み立てラインに並んでいますので、最終の型式証明審査会が終了し、正規の型式証明書が発行された時点から、ホンダジェットは、いよいよ顧客の手に渡って、世界の空を羽ばたくこととなります。

ホンダジェットの技術と特徴

ホンダは、独自の技術により、ビジネスジェットの市場に新価値を創造することを目標として、航空機事業に参入しました。

そのホンダジェットの特長を端的に表現しますと、クラス最高の高速性能、低燃費、及び、胴体内スペースとなります。

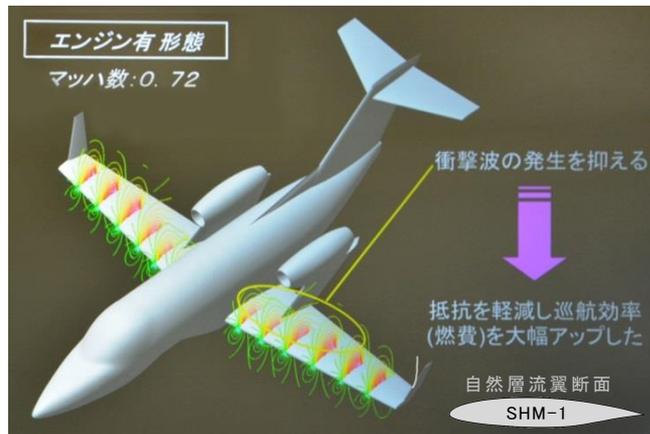
ホンダジェットの最大の技術チャレンジは、空力設計にあります。世界で初めてビジネスジェット機に採用した、主翼上面エンジン配置 OTWEM (Over the Wing Engine Mount) は、高速飛行時の造波抵抗を低減して、速度向上と低燃費化を実現すると共に、後部胴体のエンジン取付け構造を不要として、クラス最大の静かで振動の少ないキャビンを実現しました。

それまで、主翼上面へのエンジン配置は、空気抵抗及び振動等の点で不利とされてきたのですが、ホンダジェットでは、解析と風洞実験での実証を繰り返して、抵抗を減少させる最適な配置を発見することが出来たものです。

この成果に対し、主翼上面エンジン配置 OTWEM の技術と、それをホンダジェットとしてまとめ上げた藤野道格社長には、AIAA(米航空宇宙学会) から、「エアクラフト・デザイン・アワード」が授与されました。この賞は、航空機設計者にとって、世界で最も榮譽があるといわれる賞で、1966年の創設以来、日本人が受賞するのは初めてのことです。



主翼上面のエンジンとパイロン



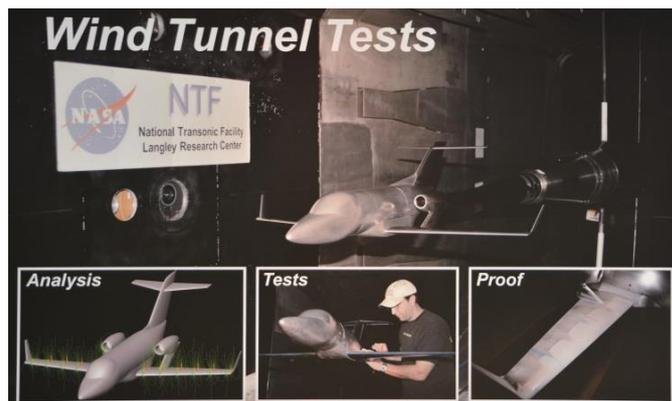
主翼上面エンジン配置形態空力シミュレーション

また、この主翼の上面と胴体の機首部分には、物体の周りをスムーズに流れる空気の領域を最大化して、空気抵抗の大幅な低減を目的とする、自然層流 NLF(Natural Laminar Flow)の技術が適用されています。

主翼の断面には、独自に開発した、広い自然層流領域を持つ SHM-1 が使用されていますが、この SHM-1 は、翼の断面積を大きくして、燃料搭載量及び強度上の利点を得ながら、揚力の増大と、抵抗の減少を実現させたもので、合わせて、ピッチのモーメント変化が少なく、良好な失速特性が実現されているとのこと。

この翼断面の性能を活かすため、主翼には、滑らかに削り出された金属外販が使用され、また、独自の形状の機首部分はハニカム複合材で滑らかに仕上げられています。

これらの表面の仕上げは、従来の航空機の表面のレベルでは無く、高級乗用車にも匹敵する滑らかなもので、高速飛行と低燃費の両立の実現に大きく寄与しています。



数値解析と風洞試験での実証による開発

ホンダジェットエンジンの開発

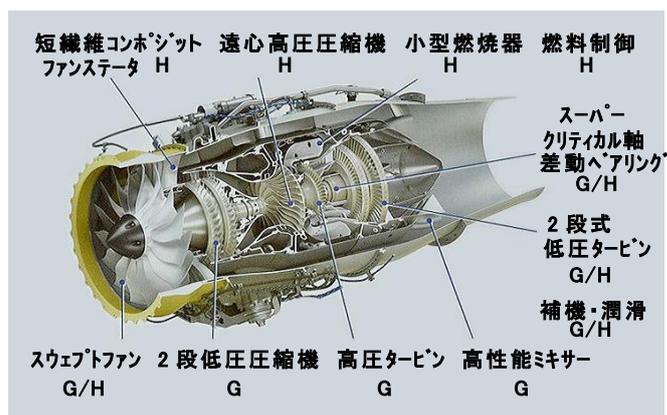
ホンダジェットには、GE社との共同開発による HF120 ターボファン・エンジンが 2 基装備されています。このエンジンは、最新のフォワードスウェプト・ワイドコードファンによる世界最高レベルの効率を持つファン・圧縮機を備え、クラストップの低燃費・高推力重量比を達成しています。また、NOx など有害な燃焼排出物を抑えた低エミッション燃焼器により、大型エンジンと同様なエミッション（排ガス）の基準に適合したエンジンとなっています。

ホンダは、1986 年より航空機エンジンの研究開発をスタートさせ、部品の素材や、エンジンの形態について、様々な試行を繰り返してきました。その中には、ターボプロップや、アフターファン仕様のエンジンもありましたが、現在のホンダジェットにつながる、ターボファンエンジンは、1998 年の HF118 の研究開発からスタートします。

このエンジンは、推力 1600 ポンドのビジネスジェット機クラスのもので、従来のエンジンに対し、推力重量比 20% 向上、巡航燃料消費率 10% 低減、及び、エミッションについては、大型旅客機並みの ICAO 基準の 80% 以下を目標とした、小型軽量、低燃費、低エミッションを目標とするものでした。

2001 年に台上運転試験を開始したこのエンジンは、2002 年からは飛行試験用ビジネスジェット機の片側に搭載され、2004 年までに 110 時間の飛行試験を含む 1400 時間の運転試験の後、2003 年 12 月より、ホンダジェットに搭載して、飛行試験が実施されました。

そして、2004 年 2 月には、航空機エンジンメーカーである米国 General Electric (GE) 社と、対等な出資比率での合弁会社「GE Honda Aero Engines」を設立し、ホンダジェットの市販機体に搭載する HF120 の開発と事業化を決定しました。これは、HF118 まで自社開発を進めてきたホンダの企業の姿勢が評価された、画期的なことでした。



HF120 エンジンの開発製造分担 (H: Honda G: GE)

推力 2050Lbs の 2 軸ターボファンエンジン HF120 の開発製造分担は、ホンダと GE 社の得意分野に従って定められ、会社設立から 5 年後の 2009 年夏に、エンジンの台上運転試験を開始しました。その後、開発及び型式承認取得の試験を両社が分担して実施し、2010 年には、HF120 を搭載したホンダジェットの量産型初号機の初飛行が実施されました。

更に、様々な試験を経て、2013 年 12 月の型式承認取得に至るのですが、その間、氷吸い込み試験での、ファンの損傷対策のため、ファン前縁の強度向上の設計変更等、様々な試練を乗り越える必要がありました。

このエンジンの製造及び整備は、米国ノースカロライナ州の Honda Aero Inc. が担当し、2014 年 11 月から出荷が開始されています。

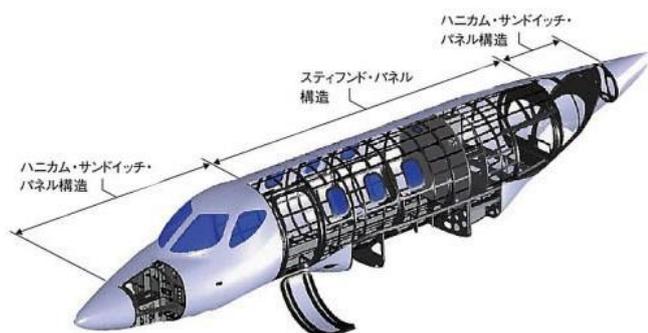
また HF120 エンジンは、低燃費・高推力重量比に加え、5000 時間のオーバーホール間隔等の魅力的な特徴から、ホンダジェット以外の機種への搭載計画が発表されています。



ホンダジェットの HF120 ターボファンエンジン

ホンダジェットの構造

ホンダジェットの主翼は、表面平滑度維持のための削り出し一体外板を使用した、ジュラルミン合金製の構造ですが、胴体部分は、軽量化と、自然層流技術による滑らかな自由曲面形状を実現するための、カーボン複合材製の構造となっています。



ホンダジェットのカーボン複合材胴体構造

機首から操縦席後方部までは、自然層流技術による滑らかな自由曲面の形状を維持するため、カーボン外板のハニカム・サンドイッチ・パネルで構成されています。

また、客室部分の円筒部は、カーボン繊維のフレームと縦通材をカーボン繊維の積層外板に一体成型で接着して組み立てた構造として、軽量で広い客室空間を確保しています。

後方耐圧隔壁よりも後方の尾部部分は、機首と同様なハニカム・サンドイッチ・パネルで構成されています。



機首部と客室部のカーボン複合材構造

ホンダジェットの胴体艙装

ホンダジェットは、シングル・パイロットによる運航が可能です。コックピットには、次世代のアビオニクスシステム、Garmin G3000が装備されています。

正面の計器盤には、3台の14inch高解像度ディスプレイが配置されています。主要飛行計器を表示するPFDは比率40:60のもので、表示の分割が可能となっていて、パイロットが必要とする様々な情報を表示することが出来ます。また、2台のタッチスクリーン・コントローラにはアイコンが用いられていて、アビオニクスと飛行システムのあらゆる操作が、直感的に実施できるように配慮されています。

操縦輪は、床からのコラムに取り付けられた、通常タイプのもので、操縦舵面には、プッシュプル・ロッドと、ケーブルで結合されています。ラダーペダルはアジャスタブル式のもので、舵面とはケーブルで結合されています。

客室は最大5席で、窓には、電子調光式のシェードが備えられ、また、ドアで仕切られた、完全なプライバシーを確保できる化粧室が備えられています。



ホンダジェットの計器盤



ホンダジェットの胴体配置

おわりに

ホンダジェットは、既に FAA の事前型式証明を受領していますので、この日本とヨーロッパでのワールド・ツアーの後には、FAA による最終の型式審査会を経て、型式証明を受領し、機体納入への段階となります。

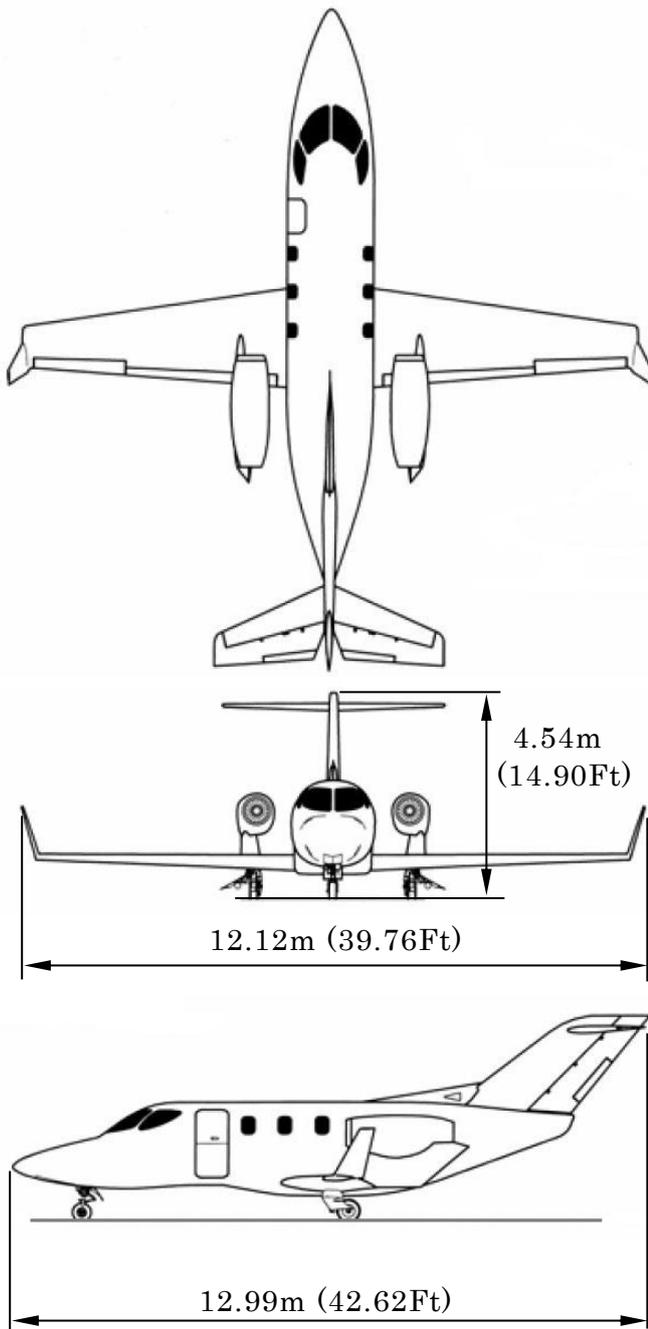
これまでに公表された情報では、重量データや、ペイロード・レンジ等の巡航性能等の細部は、まだ明らかにされていませんので、同級他機との細かい比較はできませんし、また、このクラスの機体は、プロペラ機からの移行も多いでしょうから、操縦の容易さ等の評価情報が無いのも気にはなりますが、このクラスにおいて、ここまでの技術的なチャレンジをして、それを達成した機体は、先ずありません。

また、新規に型式証明を取得する航空機には、最新の審査基準の適用が義務付けられますので、ホンダジェットが世界で最も新しい設計及び安全基準に従って開発され、適合性が証明された機体となることは、言うまでもありません。

ホンダジェット開発の長い歴史は、これからユーザーによる評価の、新しい段階を迎えます。ホンダジェットの今後に、大いに期待をしたいと思います。

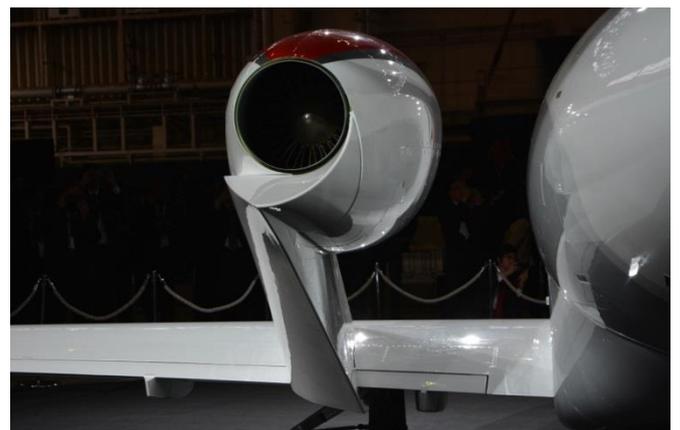
参考資料等

- ・ホンダジェット・ワールドツアー配布/掲示/説明情報
- ・ホンダ HP のホンダジェット情報
- ・ICAS 2004-1.7.2 Development of the HondaJet.



最大巡航速度	420Kt-TAS@30,000Ft
最大巡航高度	43,000Ft
MMO	0.72
海面上昇率	3,990Ft/Min.
航続距離	1,180Nm
離陸距離	4,000Ft 以下
着陸距離	3,000Ft 以下
定員 - 標準仕様	乗員 1 人+乗客 5 人
定員 - 最大仕様	乗員 1 人+乗客 6 人
荷物室	機首 9+後部 57Cu.Ft
客室与圧	8.7psi
エンジン	GE Honda / HF 120
エンジン推力	2,050Lbs-f (9,119N)

ホンダジェットの三面図及び主要性能



解析と試験で磨き上げられた形状のパイロン