

小型機の航空ガソリンに関する現状

令和4年2月26日
 運航技術委員会
 (運営委員 奥貫 博)

ピストンエンジンを装備する小型機の燃料には、これまで、専用の有鉛航空ガソリンが使用されてきましたが、特殊な仕様の航空機用燃料であること、及び、含有される鉛の有害性の環境問題等から、以下に示す、様々な動きが存在してきました。

- ・ 日本国内での航空ガソリン精製中止に伴う税の適用の変更
- ・ 米国の FAA と産業界の共同による、無鉛航空ガソリン燃料開発への取組み
- ・ 自動車用燃料の使用を可能とさせる取組みと、追加型式証明 (STC) の取得
- ・ ジェット機用燃料等の使用が可能な航空機用ディーゼルエンジンの誕生
- ・ 日本国内での航空ガソリン取り扱い空港の減少

小型機による使用事業会社の運航、及び、自家用運航等にとって、航空機用のガソリンは無くしてはならない存在で、これらの変化による影響を受けることとなりますので、個々の事項について、それぞれの現状を整理して、以下にまとめてみました。

1. 日本国内での航空ガソリン精製中止に伴う税の適用の変更

● 航空機燃料税適用から揮発油税適用への変更

平成 26 (2014) 年 4 月、和歌山県の東燃ゼネラルが国産航空用ガソリンの製造を終了し、輸入の航空用ガソリンが流通するようになったことに伴い、従来の、揮発油税を免税として、航空機燃料税を課税する特例扱が無くなって、本来の揮発油税が課税されるようになりました。

ここで、揮発油税を免税として、航空機燃料税を課税する特例扱いと、輸入燃料の揮発油税の扱いを整理してみますと、以下のようになります。

- (1). 全ての揮発油には、揮発油税が掛かるのが基本。
- (2). これに対し、国産の航空機燃料については、揮発油税を免税扱いとして、その代わり、航空機燃料税を課税することとする特例扱いが認められてきた。
- (3). この特例扱いは、揮発油税法第 16 条の三に、「国産燃料は、製造者が「航空機燃料」をその用途に使用する場合には、揮発油税を免税する。」として、定められている。
- (4). 揮発油税法のこの内容は、国産燃料に対して適用されるものなので、輸入燃料の海外の製造者は、上記の適用を受けることは出来ない。
- (5). これにより、輸入航空ガソリンについては、航空機燃料税適用から揮発油税適用への変更となって、使用者の税負担の増大を招くこととなった。

これまでの特例扱いは、国産燃料が、課税の点で有利になるようにする扱いとも理解できるものですが、その国産燃料の製造中止により、消費者、即ち、航空用ガソリン燃料を必要とする消費者としては、以下の、税の負担増が生じる結果となっています。

まずは揮発油税ですが、これは $53.8 \text{ 円/L} \times \text{消費税 } 1.10(10\%) = 59.2 \text{ 円/L}$

次は航空機燃料税ですが、これは 18 円/L

従って、税の負担増は $59.2 \text{ 円/L} - 18 \text{ 円/L} = 41.2 \text{ 円/L}$ となります。

尚、この輸入燃料の揮発油税は、自分が必要とする量を、輸入して使用する場合は適用になりませんので、使用事業会社等は、この方法で節税に努めていますが、止むを得ない事情がある場合を除き、自社以外の使用者に、その燃料を提供してはならないとされています。

2. 米国 FAA と産業界の共同による、無鉛航空ガソリン燃料開発への取り組み

FAA は鉛の有害性の環境問題対策のため、ジェネラル・アビエーション用航空ガソリンの、無鉛化への移行に関するプログラムを 2014 年 9 月 8 日のプレスリリースで公表しました。

これは、PAFI(FAA/Industry Piston Aviation Fuels Initiative)と呼ばれ、FAA と航空関係産業界の共同による航空ガソリンへの取り組みとして、無鉛航空燃料への移行を目指すものです。

最終的には、無鉛航空ガソリン燃料の航空機とエンジンの使用を可能とさせるための、FAA の方針決定及び仕様策定を目指す、以下のプログラムが、米国議会及び産業界に支えられて、5 年計画で推進されてきましたが、最終評価の段階で計画通りには進まず、現時点(2022. 2)では、まだゴールには至っていません。

- ・ 2014 年 7 月 : 6 業者の 17 の候補燃料を検討
- ・ 2014 年 9 月 : フェーズ 1 用として 3 業者の 4 種の候補燃料を選定
- ・ 2014 年 12 月-2015 年 11 月 : フェーズ 1 試験プログラム
- ・ 2016 年 1 月 : 認定された燃料によるフェーズ 2 評価
- ・ 2018 年 12 月 : 市場での承認をサポートするための、最終決定燃料の PAFI 作業完了

Path To Unleaded Avgas – Where We Are Going



FAA の無鉛航空ガソリンへの取り組みの現状と見通し

プログラムのフェーズ 1 のテストは、燃料単体について、その特性等を評価するもので、SHELL 社と TOTAL 社のそれぞれ 1 種の燃料、及び、SFIFT FUELS 社の 2 種の燃料が選定されて、FAA のウィリアム・J・ヒューズテクニカルセンターでの試験が 2015 年の秋にかけて実施されてきました。

その後、フェーズ 1 のテストを通過した燃料について、エンジン及び機体への適合性等を評価するフェーズ 2 のテストに移行しましたが、その最終段階で技術的な問題が生じた模様で、ジェネラル・アビエーション全体を対象とした無鉛航空用燃料の完成には至らず、2022 年 1 月の時点において、FAA は GAMI G100UL ハイオク無鉛航空用燃料の使用は承認したものの、限定された範囲のエンジンのみの適合性承認にとどまっています。(次ページ下の図参照)

米国では、このプログラム開始の時点で、ジェネラル・アビエーション用の航空ガソリンを必要とする航空機が約 167,000 機存在していて、その、安全な運用のために、現在では、有鉛航空ガソリンを利用している状況にありますが、この航空ガソリンは、有害物質の鉛を含むものとして、米国で唯一残っている輸送用燃料であることから、航空ガソリンの無鉛化は、環境面からも、急務とされているものです。

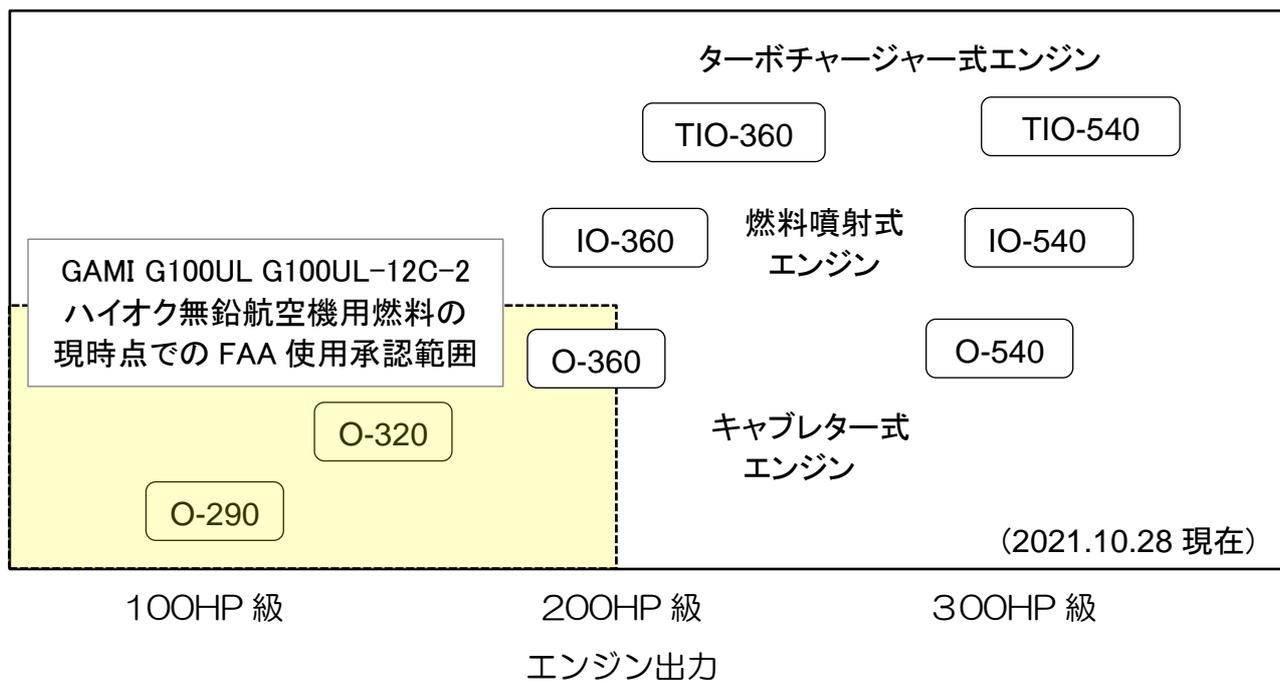
このような現状に対し、米国環境保護庁 (EPA: Environmental Protection Agency) では、これまでの10年間、延期されてきた有鉛燃料のピストン航空機から排出される有害物質の危険性問題について、その対策の完成は 2023 年との見解を述べています。

有鉛燃料からの鉛の排出は、公衆衛生と福祉を危険にさらす大気汚染の要因となり、鉛燃料の完全な禁止の基礎を確立する必要があることから、「子供たちの健康を保護し、鉛の暴露を減らすことは、EPA の中核にある優先事項。」として、その対策完了の期限を述べたものです。

また、EPA は、米国の空中鉛は 1980 年以來 99%減少していますが、有鉛燃料で動作するピストンエンジン航空機は鉛排出の最大の残りの源であると指摘し、空港近くのピストンエンジン航空機からの鉛排出の大気質への影響を調査しており、この汚染の人間の健康と福祉を危険にさらすかどうかを判断するためにその情報を分析、との見解を述べています。

その一方、環境保護団体は米国環境保護庁 EPA への働きかけを強めると共に、その一部の団体では、独自の有鉛燃料禁止について FAA に働きかけ、一部の空港での 100LL 有鉛燃料の使用禁止の動きもあるとのこと。

現時点で、PAFI 活動の成果として FAA に承認された GAMI G100UL-12C-2 ハイオク無鉛航空機用燃料は、0-320, 0-360 等、100~200 馬力クラスのキャブレター式エンジンに限られていて、0-540 等の 300 馬力クラスのエンジンは含まれていません。また、燃料噴射式エンジンや、ターボチャージャー付のエンジンも、まだ、承認燃料の表には含まれていません。



GAMI G100UL-12C-2 ハイオク無鉛航空機用燃料の FAA 承認範囲

3. 自動車用燃料の使用を可能とさせる取組と追加型式証明 (STC) の取得

ピストン航空機への、自動車用燃料の使用を可能とさせる取組として、最も多くのエンジンが市場に出回っている米国ライカミング社エンジンの例を紹介させていただきます。

この内容は、Lycoming Service Instruction No. 1070ABとして示されるもので、そこには、同社のエンジンには、以下の燃料を使用することができるとされています。

航空機用燃料の仕様及びグレード

燃料の仕様		燃料のグレード	着色
有鉛	DEF-STAN 91-090: 有鉛航空ガソリンの標準仕様	100LL	ブルー
	ASTM D910: 有鉛航空ガソリンの標準仕様	100 100LL / 100VLL	グリーン ブルー
	TU 38.5901481-96: 有鉛ハイオクガソリン Ukrainian National Standard	91	イエロー
	GOST 101272: 有鉛航空ガソリンの仕様 Russian National Standard	B91/115 B95/130	グリーン アンバー
無鉛	ASTM D7547: 無鉛航空ガソリンの標準仕様	UL 91 / UL 94	無色～イエロー (無着色)
	DEF-STAN 91-090: 無鉛航空ガソリンの標準仕様	UL 91	無色～イエロー (無着色)
	HJELMCO Oil, INC: HJELMCO 91/96 UL (スウェーデンのHJELMCO Oil, Inc.社製、無鉛、無着色燃料の登録商標)	HJELMCO 91/96 UL	無色～イエロー (無着色)

利用可能な自動車用燃料の仕様及びグレード

燃料の仕様	燃料のグレード
ASTM D4814-09b: スパークプラグ式エンジン用自動車燃料の標準仕様 購入仕様: ベーパープレッシャー: Class A-4 酸素化合物の含有量: 容積比で1%を超えてはならない。 禁止の含酸素化合物: エタノール、メタノール	91 AKI 93 AKI
EN 228:2014: 自動車用無鉛燃料の要求仕様及びテスト仕様 購入仕様: ベーパープレッシャー: Class A 酸素化合物の含有量: 容積比で1%を超えてはならない。 禁止の含酸素化合物: エタノール、メタノール	Super Plus 88Mon又は 98RON以上

AKI : Anti Knock Index

尚、無鉛航空ガソリン及び、自動車用無鉛ガソリン使用の場合は、ライカミング社のオイル添加剤LW-16702又は、Aeroshell 15W-50等の指定オイルを使用しなければならないとされています。

これらの内容が公表されていますが、日本では、航空機に使用可能な燃料は、ASTM D910の有鉛航空ガソリン(100LL)のみの状況にあるのが現状です。

また、米国等では、自動車用ガソリン利用の追加型式証明(STC)を取得して運用している例もありますが、その場合は、使用可能な仕様の燃料が入手可能な環境にあることが前提になります。

市販の自動車用の燃料は、ベーパープレッシャー、エタノール等の含有値等は示されていないので、自動車用ガソリンの利用を可能とさせる追加型式証明(STC)を取得していたとしても、詳細な仕様の確認ができない自動車用ガソリンを、航空機に使用することはできません。

Table 3
Fuels and Fuel Grades Approved for Use in Lycoming Engine Models

Engine Models	Leaded Aviation Fuels (Table 1)					Unleaded Aviation Fuels (Table 1)			Automotive Fuels (Table 2)		
	DEF-STAN 91-090	ASTM D910	TU 38	GOST 1012		ASTM D7547	DEF-STAN 91-090	HJELMCO	ASTM D4814		EN228
	100LL	100* 100LL 100VLL	91*	B91/115*	B95/130*	UL 91 UL 94	UL 91	91/96	91 AKI	93 AKI	Super Plus
O-235											
-C, -E, -H	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●
-F, -G, -J	●	●			●						
-K, -L, -N	●	●			●	●	●			●	●
-M, -P	●	●				●	●			●	●
O-290											
-D	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●
O-320											
-A, -B, -C, -D, -E	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●
-H	●	●									
IO-320											
-A, -B, -D, -E	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●
-C, -F	●	●			●						
AIO-320											
-A, -B, -C	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●
LIO-320											
-B	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●
-C	●	●			●						
AEIO-320											
-D, -E	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●
O-360											
-A, -B, -C, -D, -F, -G, -J	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●
-E	●	●									
HO-360											
-A, -B	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●
-C	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●

Lycoming エンジン場合の各種承認燃料の例

(全ての内容は Lycoming Service Instruction No.1070AB を参照下さい)

日本国内での航空機の無鉛自動車ガソリンの利用の例

日本国籍機においても、日本規格の自動車ガソリンでの使用が、追加飛行規程により承認された例があります。

- ・最初の機体は 1972 年製の、パイパー PA-28-140
- ・エンジンは Lycoming O-320 150Hp
- ・キャブレター式の自然吸気エンジン
- ・航空燃料場合の燃料の最低等級は 80/87
- ・使用が承認された自動車用無鉛ガソリンは以下のもの（燃料注入孔の表示）

エタノール及び MTBE が含まれていない自動車用無鉛ガソリン
最低96オクタン（JIS K 2202）
航空ガソリンと混ぜて使用しても良い

MTBE: Methyl Tertiary Butyl Ether メチル ターシャリー ブチル エーテル

- ・運用者は、飛行安全確保のため、注入する自動車用無鉛ガソリンが、上記に該当するものかを確認することが必要となりますが、一般のガソリンスタンド等で、この情報は、すぐにはわかりませんので、あらかじめ適合ガソリンの銘柄等を調べておく必要があります。

また、使用可能な自動車用無鉛ガソリンであったとしても、空港の中で、それが給油していただけかとは別な話です。事前の確認又は調整が必要になります。

自分の機体の駐機場所では、自動車無鉛ガソリン給油の体制を整えておけば良いとして、出先の空港では、補給可否のことを、常に考えておく必要があります。

4. ジェット機用燃料等の使用が可能な航空機用ディーゼルエンジンの誕生

ジェット機用燃料等の使用が可能な航空用ディーゼルエンジン開発の動きは、15年以上前から活発になり、その先陣として、ドイツのティーラート航空エンジン会社(Thielert Aircraft Engines GmbH)のセンチュリーシリーズ航空用ディーゼルエンジンが、2004年に欧州EASA及び米国FAAの型式証明を取得しました。

このエンジンは、メルセデス・ベンツAクラス用ディーゼルエンジンをベースとした、ターボチャージャー式直列4気筒、液冷、4ストローク、4バルブ、DOHC、燃料噴射式、全自動デジタルエンジンコントロール装備、最大出力99kW(135HP)、気筒容積1991CCのディーゼルエンジンです。

ディーゼルエンジン開発の背景には、航空用有鉛ガソリンの環境問題、入手性、価格高騰、将来性等があげられますが、それと共に、ディーゼルエンジンの運用経済性、FADEC と低騒音可変ピッチプロペラの装備による高性能と経済性の両立、操作の容易性、快適性等、先進技術の恩恵が受けられる時代になりました。

そのエンジンは、まずは、ダイヤモンド社の双発機、DA42 に装備され、2009 年以降、現在まで、計6機が輸入されて日本の空を飛んでいます。また、その他に、セスナ 172 型機の、ディーゼルエンジン換装機体も、耐空証明を取得して日本の空を飛んでいます。

この、最初の航空機用ディーゼルエンジンは、ティーラート航空エンジン会社の 135HP のものでしたが、その会社の倒産による生産中止を受けて、新たに、最新の技術を用いて開発された 167HP のディーゼルエンジン Austro Engine AE300 が販売になり、ダイヤモンド社の双発機 DA42 NG 及び単発機 DA40 NG に搭載されて型式証明を取得し、日本にも輸入されている現状にあります。

その他、ダイヤモンド社では、出力を 180Hp に向上させた、Austro Engine AE330 双発の、DA62 型も販売していますが、こちらは、まだ、日本には輸入されていません。

また、米国のセスナも航空機用ディーゼルエンジンの搭載に興味を示し、2017 年 6 月には、4 人乗りの C172 に、155 馬力の Continental CD-155 ディーゼルエンジンを装備して発売し、日本にも 5 機輸入されて運用していますが、発売後わずか 1 年で、ディーゼルエンジン装備の C172 の製造販売は終了となって、現在に至っています。

製造販売終了の理由は、販売の不良と伝えられています。ディーゼルエンジン搭載機は、約 50Kg 程度の自重の増大があって、その分、有効搭載量が減少しますから、これが嫌われたのでしょうか。あるいはコストでしょうか。詳細はわかりません。ユーザーとしては、長年にわたって扱い慣れている、ライカミングやコンチネンタル等のガソリンエンジンの方を好んだということのようです。

その他、米国のパイパー社も、Continental CD-155 ディーゼルエンジンを装備した Archer DX 型機を発売していますが、日本にはまだ輸入されていません。



ダイヤモンド社のディーゼルエンジン双発 DA42



セスナ 172 ディーゼルエンジン換装機

5. 日本国内での航空ガソリン(AVGAS)取り扱い空港の減少

日本では、航空ガソリン(AVGAS)の給油が可能な空港が、次第に少なくなっている状況にあります。AIP等の情報によれば、航空ガソリンの扱いがあるのは以下の表にある32の空港等のみで、極端に少ないのは、首都圏関東の周辺です。

東京都の調布空港はありますが、燃料補給の目的での利用を禁止していますから、特別に認められた駐在機以外は、利用できません。

その結果、首都圏の関東地方で航空ガソリンの補給が可能なのは、企業が運営する竜ヶ崎飛行場、本田エアポート、あるいは、場外離着陸場の大利根飛行場等になります。これらの、公営ではない、使用事業等が運営する飛行場の場合は、航法計画の際は、航空ガソリン補給の目的での利用可否について、事前の情報確認又は調整が、特に重要になります。また、滑走路の長さは、800m又は600mですので、離着陸距離には注意が必要です。

首都圏に、航空ガソリンの補給が可能な公共飛行場等が存在しないのは困った事態ですが、これが現状です。

関東に比較的近い存在の静岡空港は、2018年3月以降、「業務効率化の一環として、一般ユーザーへのAVGAS販売を終了させていただきます。尚、空港をベースに活動している一部団体へは専属給油とし、その他のユーザーへは販売いたしません。」とのことで、航空ガソリン燃料補給が出来なくなってしまいました。燃料業者が存在し、タンクローリーがあるのに、「その他のユーザーへは販売いたしません。」では、どうにもなりません。

これと同様に、ガソリンエンジンの使用事業等の常駐機体の運用があるのに、補給していただけない空港は、他にもあります。

これにより、関東平野から西へ向かう場合は、名古屋、但馬、八尾等の、関西の空港まで燃料補給が出来ないことになり、困ったことになってしまいました。曲技飛行用の機体等、航続距離が短い機体の場合は、河川敷で、グライダー曳航用飛行機の運航をしている団体等に依頼をして、場外離着陸の申請の後、燃料補給に立ち寄らせていただいているような現状です。

帯広空港	新潟空港	八尾空港	北九州空港
丘珠空港	竜ヶ崎飛行場	南紀白浜空港	大分県央空港
鹿部飛行場	本田エアポート	岡南空港	熊本空港
青森空港	大利根飛行場(場外)	出雲空港	宮崎空港
秋田空港	福井空港	高知空港	鹿児島空港
花巻空港	松本空港	高松空港	種子島空港
山形空港	名古屋空港	松山空港	奄美空港
仙台空港	但馬空港	福岡空港	那覇空港

航空ガソリン(AVGAS)の給油が可能な空港等

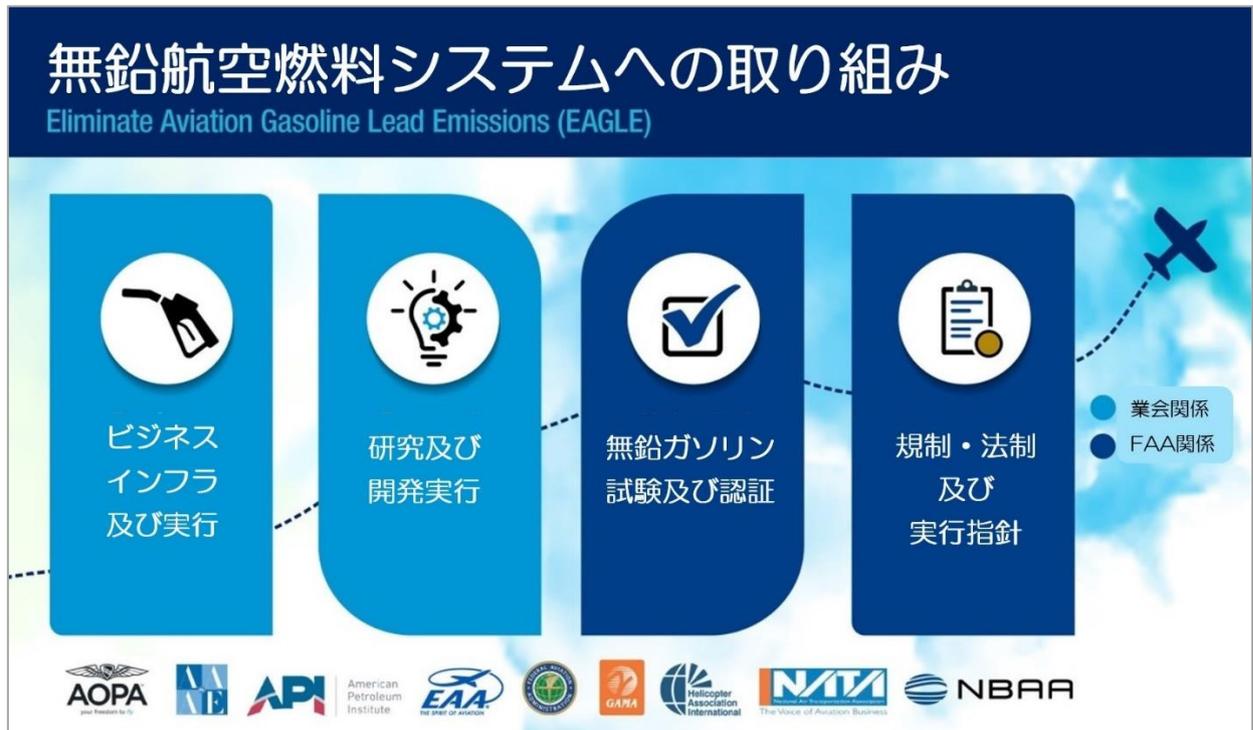
この表は、AIPに航空ガソリンの情報がある空港等の中から、調布等、実質的に燃料の補給はできない空港等を除いて記入していますが、福岡空港のように、航空燃料ガソリンの記載はあっても、小型機の離着陸そのものの制約により、事前の確認、又は、手続き等が必要な空港もあります。

6. まとめ

航空ガソリン燃料に関する様々な動向、及び情報は、日本の小型機の運用にも深くかかわるものですので、その現状を、まとめてみました。

その中で急務とされているものに、現在の有鉛航空ガソリンの環境問題があり、米国連邦航空局 FAA がその中心となって、業界と共に対策を推進してきましたが、その現状は、まだ満足すべきものではなく、今年 2 月末になって、FAA 等から、新たな取り組みの始動が伝えられてきました。

そのプロジェクトは、下の図の、EAGLE(Eliminate Aviation Gasoline Lead Emissions)と呼ばれるもので、FAA と業界との共同活動により、既存のピストンエンジン航空機に影響を与えることなく、2030 年末までに有鉛航空燃料の使用を安全に廃止する方法の確立を目指すものです。



このような動きに対し、米国環境保護庁(EPA: Environmental Protection Agency)は、有鉛燃料のピストン航空機から排出される有害物質の危険性問題を大きくとらえ、一部の地方の空港では、FAA の反対を押し切って、今年の 1 月から、有鉛燃料による運航を禁止する状況となっています。

ピストンエンジン航空機の、有鉛航空ガソリンの問題は、技術的にも、環境問題的にも、課題が多いようで、根本的な解決までには、まだ期間を要するようです。

注：このページの出典

FAA, Industry Chart Path to Eliminate Lead Emissions from General Aviation by the end of 2030
<https://www.faa.gov/newsroom/faa-industry-chart-path-eliminate-lead-emissions-general-aviation-end-2030>
February 23, 2022

FAA and aviation stakeholders launch unleaded fuel initiative
<https://www.flightglobal.com>
February 24, 2022