

新春 航空機シンポジウム2011(第3回航空機産業セミナー)航空宇宙産業の過去現在未来

主催 (株)大垣共立銀行、岐阜県技術士会、中部機械部会 (共催)(株)共立総合研究所 (協賛) 岐阜県工業会 (後援)中部航空会

日時 H23年1月26日(水) 13:30~17:00 場所 名古屋銀行協会 2F 会議室 名古屋市中区丸の内2丁目4番2号

航空工業を自動車工業のように 盛んにする案

2011年1月26日1530-1605

西脇技術士事務所所長

西脇英彦

<http://nswkpe.ninpou.jp/>

自己紹介

- 1965年～1999年 川崎重工業株式会社在職
この間、**T-4** 中等練習機の開発計画、
開発設計、維持設計、運用後方支援などに従事。
この他、**P-2J**対潜哨戒機、**T-33**練習機の維持設計。
三菱重工社**T-2**超音速高等練習機開発設計に参画。
- 1993年～1996年 京都大学工学部非常勤講師
- 1999年～2005年 川重岐阜エンジニアリング(株)取締役
- 2003年～2006年 消防庁、NEDOより受託、小型飛行ロボットの研究開発
- 2005年 愛地球博に**小型飛行ロボット**展示
- 2005年～2009年 合同会社ITエアシステム代表
- 2006年～2009年 立命館大学客員教授
- 2010年4月 西脇技術士事務所開設、同代表

もくじ

- はじめに
- 自動車工業と航空工業の現状
- 小型飛行機の現状
- これからの小型飛行機
- 道路飛行機の提案
- 道路飛行機の設計・計画
 - ・空力 ・動力 ・構造 ・システム
- 航空交通システム

はじめに

- 航空工業の閉塞感
- 自動車工業と航空工業は似たところがある。
- 民需が産業を盛んにする基本

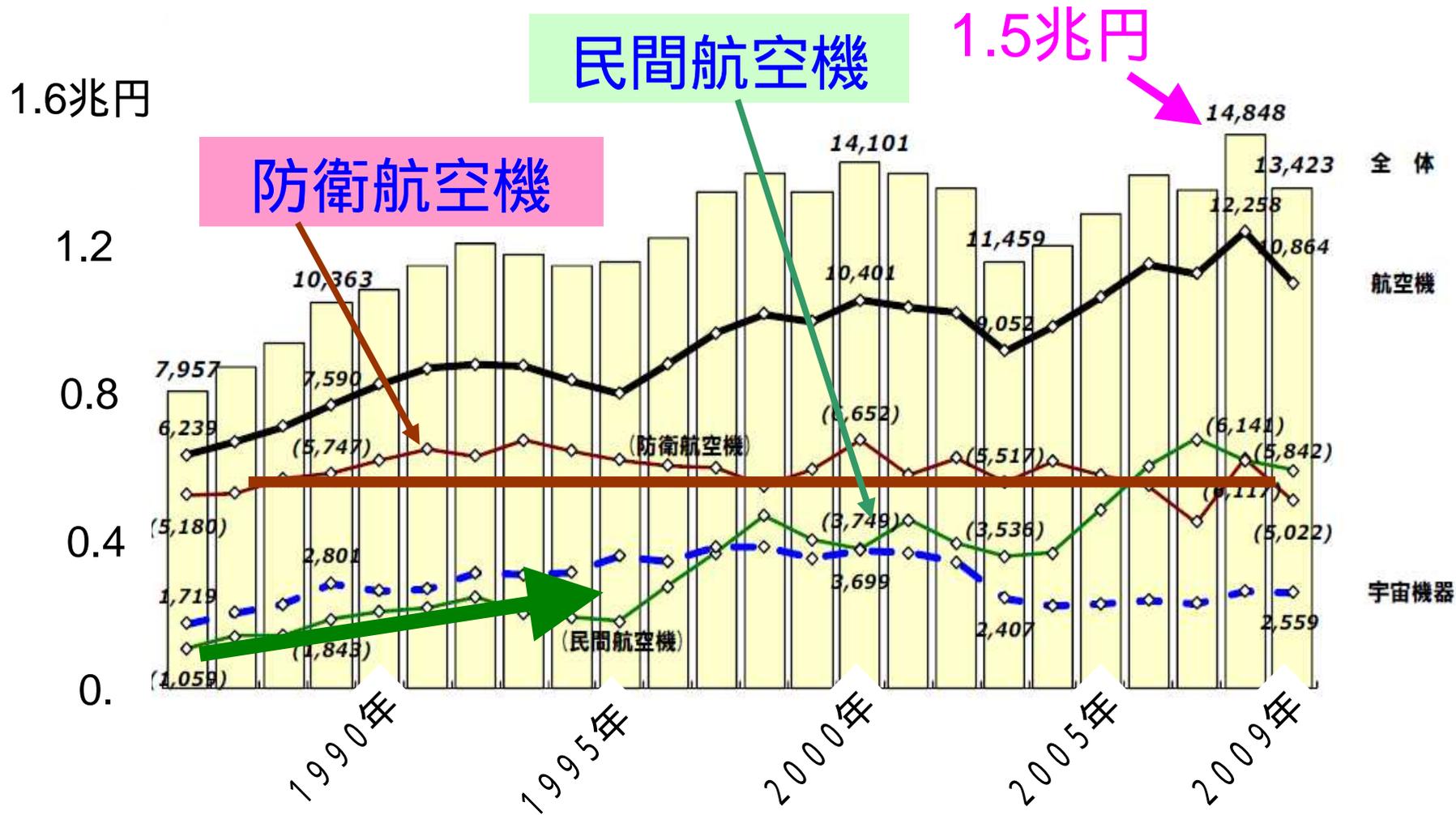
自動車工業と航空工業の現状

- 売り上げ規模：

日本の自動車工業	48.0兆円
航空・宇宙工業	1.5兆円
- アメリカの航空・宇宙工業 20.0兆円
- ドイツの航空・宇宙工業 3.4兆円

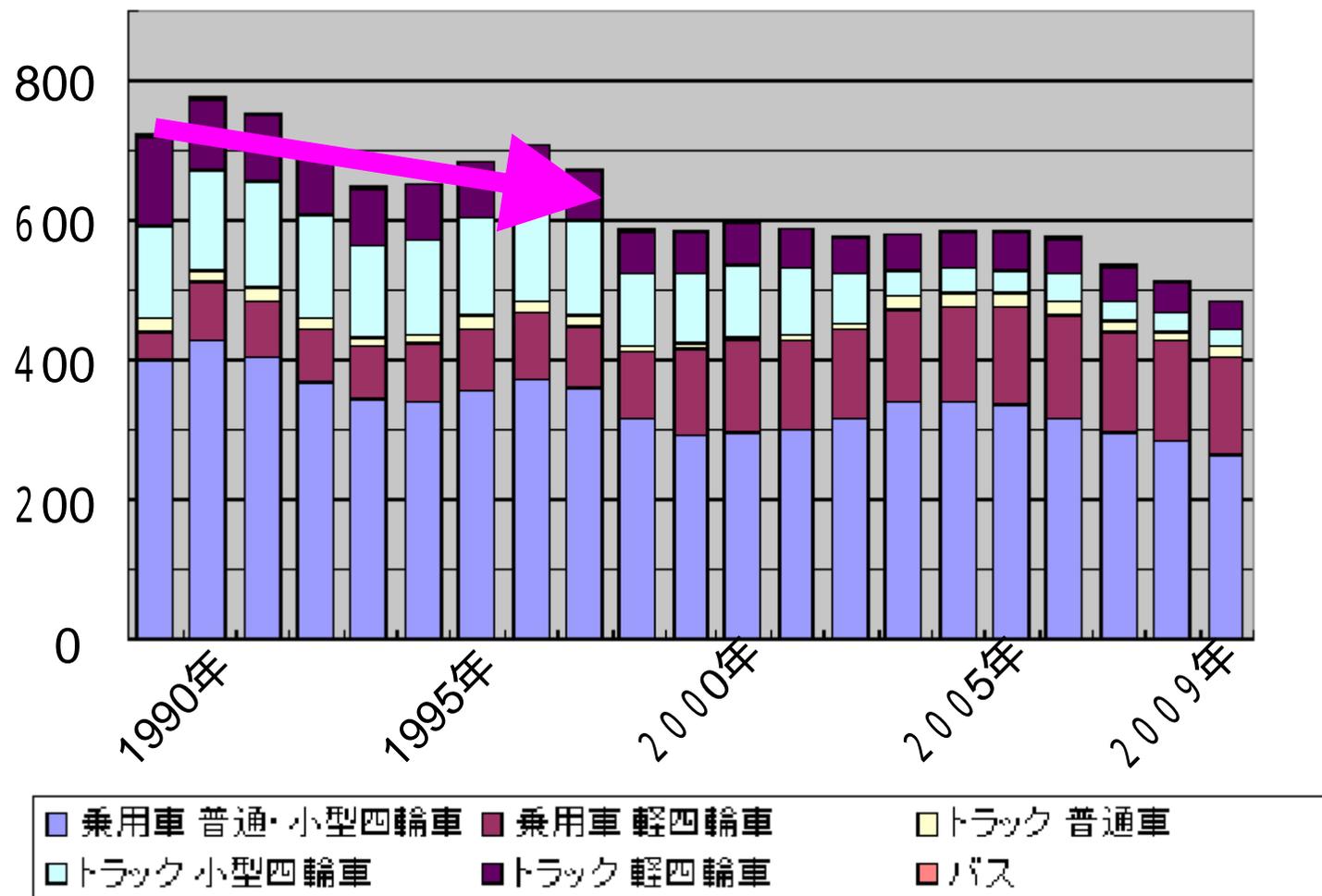
日本の航空・宇宙産業の売上高推移

日本航空宇宙工業会_航空宇宙産業データベース_平成22年7月より



国内自動車需要台数推移

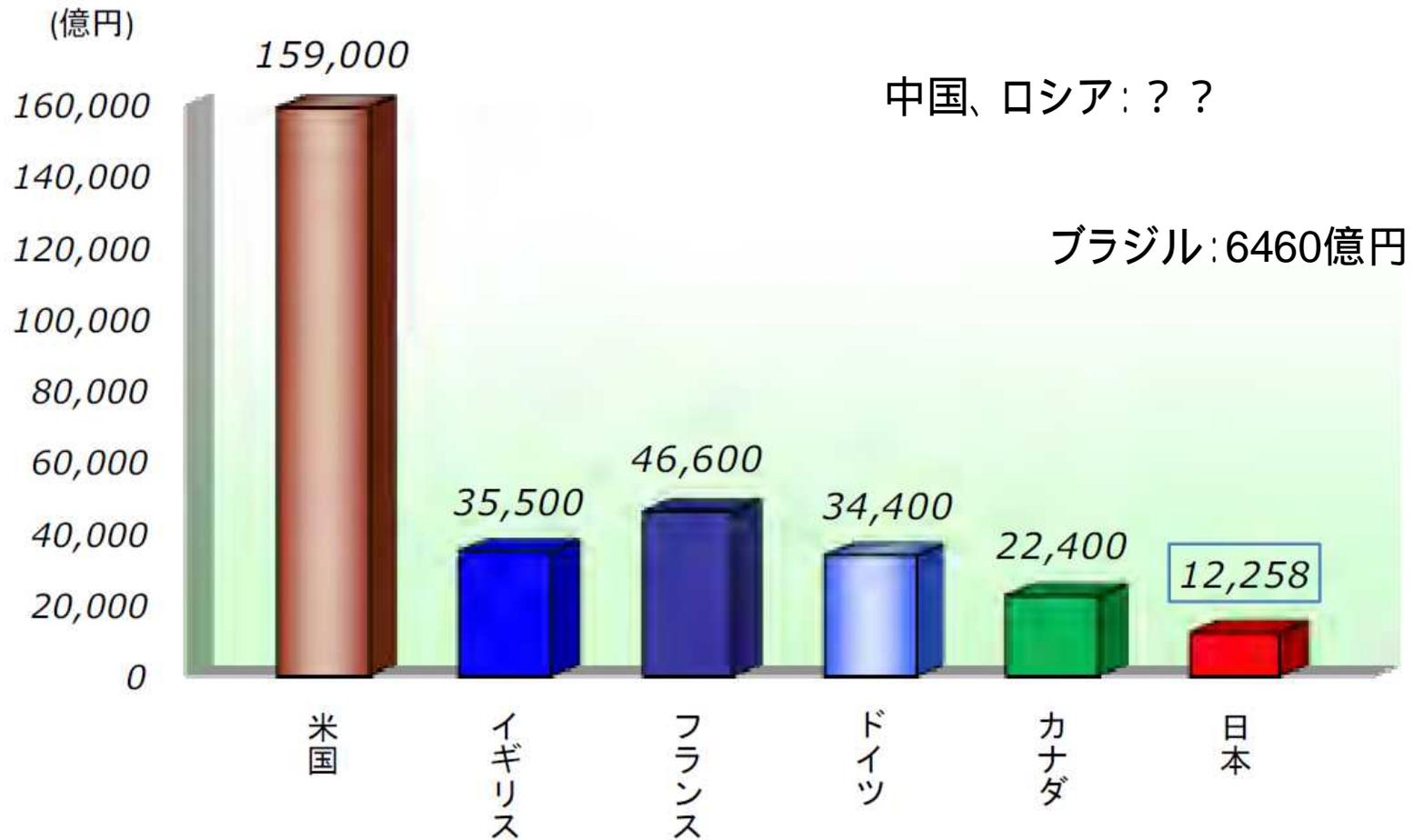
万台



http://www.gamenews.ne.jp/archives/2008/12/post_4324.html

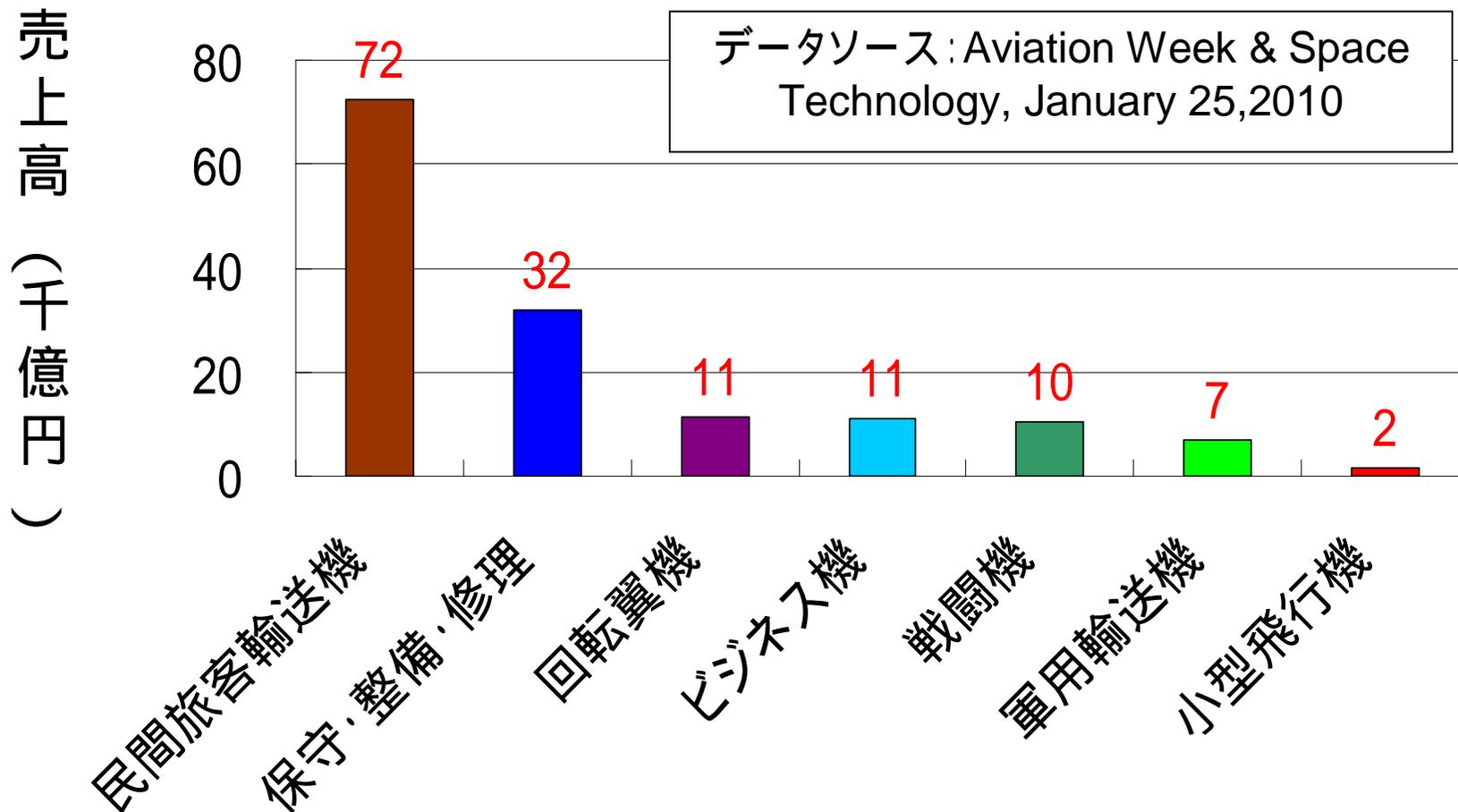
主要国の航空機生産額__平成20年

日本航空宇宙工業会_航空宇宙産業データベース_平成22年7月より



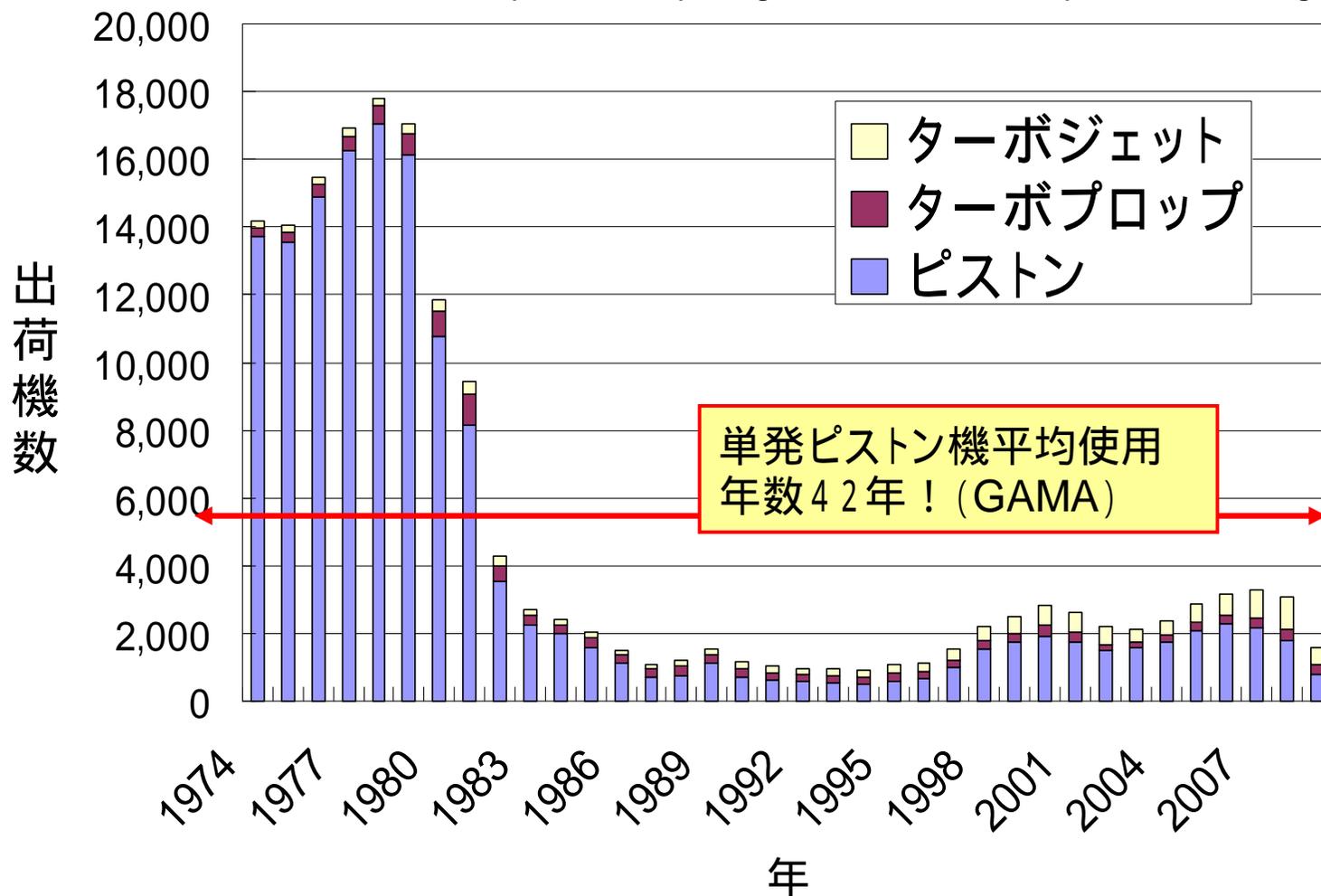
世界の航空工業__機種別売上予想

2010-2014年の1年平均



米国小型飛行機出荷機数

データソース <http://www.aopa.org/whatsnew/stats/shipments.html#registrations>



米国における小型飛行機の過去・未来

- 現在、小型飛行機の売り上げ規模は小さい。
- 1970年代は現在の10倍近い機数の売り上げがあった。
- 現用機の平均使用年数は42年と、驚くべき古さ。
これらは1970年代に製造されたもの。
- この状態はもう長く続くまい。新型小型飛行機の出番である。

日本の小型飛行機工業の現状

- 民間航空機売上高は上昇傾向だが、その内容は、日本独自の機体開発ではなく、ボーイングの下請け。
- 小型飛行機を含む「汎用航空機=General Aviation=軍用・民間定期航空機除く航空機=ジェネラルエビエーション=ジェネアビ」の市場は現在のところ非常に小さい。
- 過去にジェネアビの開発が日本で行われたが、航空機工業を支える規模の事業になっていない。

FA200,FA300,MU-2,MU300(いずれも製造終了)

BK117(製造継続中)

日本の小型飛行機の現状

日本では小型飛行機があまり活躍していない。理由をあげれば、国土がせまい。狭い国土に多くの飛行場を確保できない。

航空管制上では、空港民間定期航空機等は過密。小型飛行機が入り込む余地なし。

小型飛行機が国産されていない。

環境問題からくる逆風もある。若者は自動車離れ、飛行機ではなおさら。

飛行機は怖いという若者がいる。残念ながら小型飛行機の事故は民間定期旅客機の事故率に比べると一桁大きい。

……………こんな言い訳をする。

小型飛行機の現状(続き)

しかし、

狭いというが、自動車並みの過密でもなかるう。

国土面積あたり飛行機機数は英国の1/10以下。

最近のIT技術活用で管制の困難を乗り切れ。

市場競争力のある飛行機を国産すれば良い。

良いもの面白いものには若者は飛びつく。空は元気の源。交通機関として実用面だって自動車に優れる点がある。

落ちない飛行機を作る。

小型飛行機数,パイロット人口,空港数

	日	米	英
機数	約2,050 *	231,607	21,331
機数/国土面積	54	241	870
パイロット人口	約3,000 *	613,746	約40,000
パイロット人口/機数	1.46	2.64	1.87
空港数	約100	13,678	322
空港数/国土面積	2.6	5.4	13
機数/空港数	20.5	16.9	66.2
国土面積一万km ²	37	963	25
	* ジェネアビに限る、推定		2002年データ

(ジェネアビの勧め, IADF航空機等の動向調査事業の調査概要による)

これからの小型飛行機

- ・課題解決策と考えられる航空機形態として、
 - 通常形態
 - V / STOL / ヘリコプター
 - 空飛ぶ自動車 / 道路走行飛行機を検討する。
- ・は、「現状のセスナ機の形態で何故だめか」、への答え。
- ・は、「現状のヘリコプターでどうか」、への答え。
- ・は現用実用機が無い。しかし、ほぼ実用に成り、少しばかりの機数売れたが、事業として不成立の機体は過去にアメリカにあった。そして**実用になりそうな機種が現在アメリカにある。**

通常形態機の限界

- セスナ機に代表される通常形態軽飛行機は40年前製造の機体でも現役で飛行中で、中古機市場でいい値段で取引されている。
- エンジンや装備品を最新にしていけば、当分飛行可能だろう。
- そのエンジンは米国コンチネンタル、ライカミング2大メーカー製が独占。しかし、いつまでこの状態が続くか。そろそろ更新の時期だろう。
- 中国製の安い軽飛行機、エンジンが出現したらどうするか。中国製とはいえ、これからの設計だから新しいシステムが盛り込まれるに違いない。
- 革新的軽飛行機が安い値段で出現することがありうる。

Cessna for sale ▶ Cessna 172 for sale ▶ 62 matches found

Pages: 1 | 2

Year	Description	Price	TTAF	Location	Reg. No.	Serial No.
1961	CESSNA 172 SKYHAWK	\$39,500.00	4238	US-MI	N7776X	17248276
1965	Cessna 172	\$46,000.00	4188	US-LA	N5665R	
1966	CESSNA 172 SKYHAWK	\$46,613.00	4050	CA-ON	C-FUEX	17254201
1969	CESSNA 172	\$48,500.00	2971	US-VA	N7058G	17258758
1969	CESSNA 172 SKYHAWK	\$49,000.00	7640	US-VA	N79054	17257846
1972	Cessna 172L	\$45,600.00	5400	US-LA	N7259Q	
1973	Cessna 172M	\$49,900.00	6800	US-IL	N20155	17261052
1973	Cessna 172 Skyhawk	\$64,900.00	1847	US-OK	N3514Q	N3514Q
1973	CESSNA 172M SKYHAWK	\$29,900.00	12707	CA-ON	C-GWCZ	17260916
1974	Cessna C-172 M Skyhawk II	\$29,900.00	11092	US-VA	N72FB	
1974	Cessna 172M	\$42,500.00	3561	US-LA	13330	
1974	Cessna 172 180 Conversion	\$39,900.00	1923	US-IL	N5244R	17263458
1974	CESSNA 172M SKYHAWK	\$5,269.00	6796	CA-ON	C-GGNQ	17262054
1974	Cessna 172M Super Hawk 180 HP	\$58,900.00	4775	US-CA	N12470	17262002
1974	Cessna 172M	\$5,000.00	5300	US-VA	N1457V	
1974	CESSNA 172M SKYHAWK	\$5,000.00	6796	CA-ON	C-GGNQ	17262054
1975	CESSNA 172M SKYHAWK	\$61,490.00	4846	CA-ON	C-GMME	17264987
1975	Cessna 172M	\$37,000.00	1725	US-VA	N64327	
1976	CESSNA 172	\$58,500.00	6383	US-VA	N80810	17266757
1977	CESSNA 172N SKYHAWK	\$42,017.00	10301	CA-AB	C-GVFD	172-68910
1977	CESSNA 172N SKYHAWK	\$37,074.00	10407	CA-AB		
1977	CESSNA R172 HAWK XP	\$121,500.00	1496	US-ME	N66ME	R1722289
1977	CESSNA R172 HAWK XP	\$49,995.00	1959	US-NV	N1009V	R1722077
1977	CESSNA 172N SKYHAWK	\$43,000.00	0	US-CA		
1977	CESSNA 172/180 CONVERSION		8106	US-IA	N301DP	17268863
1977	Cessna R172K XP	\$52,500.00	1785	US-LA	N1233V	
1977	CESSNA 172N SKYHAWK	\$69,500.00	3200	US-NV	N75925	17268047
1977	Cessna 172 Hawk XP-R172	\$72,500.00	2593	US-MA		
1978	Cessna C172N	Auction - \$40,000 min bid	0	US-AZ		
1978	Cessna R 172K Skyhawk XP	Inquire	2939	US-VA	N758AQ	
1978	Cessna 172N IFR Certified	\$36,500.00	4013	US-OK	N739DW	N739DW
1978	CESSNA 172N SKYHAWK		4444	CA-AB		

1974年セスナ172M
\$45,000.00

いつまでもこんな計器でいいのだろうか





ボロボロのグレアシールドと
キズだらけの風防ガラス





中国・軽飛行機に関する航空ニュース

- コンチネンタル買収

2010年12月14日、Teledyne_Technologies社は中国のAVIC International へジェネアビ用エンジンメーカー **Continental Motors** を\$186 million で売却する、と発表した。AVICは中国でのジェネアビ市場の成長を期待しているものと、思われる。

China's AVIC International is to buy U.S. general-aviation engine manufacturer **Continental Motors from Teledyne Technologies** for \$186 million in cash. Anticipated growth in the Chinese general aviation market is cited as reason for the purchase.

http://en.wikipedia.org/wiki/Teledyne_Continental_Motors

中国・軽飛行機に関する航空ニュース

電気動力LSA:

Yuneec International E430は、市販をめざす中国製2人乗りLSA電気飛行機である。

上海近郊同社工場で、2009年6月12日初飛行した。



The Yuneec International E430 is a Chinese two-seat electric aircraft designed for commercial production. The first flight of the E430 took place from the Yuneec factory near Shanghai, China on June 12, 2009.

http://en.wikipedia.org/wiki/Yuneec_International_E430

通常形態機の限界(続き)

- 小型機での空力的改善程度には限界がある。旅客機では境界層制御による摩擦抗力減少の試みが運航会社の収益に寄与するであろうが、
- 小型飛行機ではコスト上昇につながる。また、コスト上昇を嫌い固定脚とすれば、折角の摩擦抗力減少努力が、たちまちは無意味となる。
- より革新的軽飛行機を、競争力ある製品にするべく開発する必要が迫られている。
- コスト競争では中国に負ける。
- そこで、**小型機での先進空力形状を狙う。**

通常形態機の限界(続き2)

「小型機での先進空力形状とは」を考えるまえに、**現用小型機の運用を考える。**

・飛行機は飛行場格納庫 / エプロンに駐機。

— **高い駐機料** (例: 単発機、格納庫、年間: 約190万円)

・パイロット・乗客: 自宅または職場から飛行場へ車で行く。

— **時間と面倒。**

・搭乗前手続き、飛行前点検など実施、搭乗。

・離陸—飛行—着陸

・パイロット・乗客: 飛行場から目的地へ車で行く。

— **時間と面倒。**

・通常形態機であるかぎり、

性能がすこしばかり良くなってもこの運用方式は変わらない。

ヘリコプター

ヘリコプターは狭い離発着場でよいから飛行場問題の解決策になりそうに思われるが、

- 通常形態機に比べコストがかかる。
- これに尽きる。
- 安く運用できればこれでも良いが実現無理。

しかも、騒音・振動の大きさを飛行機には敵わない。

- 飛行場問題解決のために、ホバリング性能は必ずしも必要ない。ヘリのホバリング性能は災害救助など特殊用途。

空飛ぶ自動車 / 道路飛行機の提案

- 厳密には「空飛ぶ自動車」ではなく「道路走行可能飛行機 (Roadable Airplane) とすべき。長たらしいので以下「RA」とする。
- 小型(軽)飛行機普及の鍵は、「自動車のようになり、乗換えなしに運用できるRA をコスト安く実現出来ること。」
- 自動車を飛ばすようにするという発想は、重量を最大限切り詰める飛行機の発想と相容れない。飛行機を一般道路で走れるようにすることが現実的。

空飛ぶ自動車 / RA道路走行飛行機(続き)

- ヘリコプター (VSTOL) や軽飛行機は自宅車庫から出発できない。騒音、離陸エリア。
- RAは、乗り換えなし、載せ換えなしに、
自宅・会社車庫 一般道路走行 飛行場離陸 巡
航 着陸 一般道路走行 目的地着
ができる。
- 「ドアからドア」乗り換えなしという利点は計り知れないくらい有利。

機体計画

- ・名古屋 大阪間ドアからドア時間100分以内
- ・県営名古屋飛行場 八尾空港間の飛行55分
- ・飛行航続距離200km、空港アクセス時間

20分x2

- ・搭乗者2名



性能計算

全備重量 (kgf)	750	対全備重量比率	エネルギー密度 250 Wh/kgf	発生エネルギー 72,750 Wh	モーター効率 0.9			
モーターと関連装備	84	0.112	推進に使える全エネルギー 55,654 Wh	プロペラ効率 0.85	最大揚抗比 12.65			
バッテリー	291	0.298	離陸上昇用エネルギー 5,147 Wh	最大出力 105 HP 77 kW	巡航用エネルギー 39,149 Wh			
構造	210	0.280						
手荷物	15		離陸上昇最大出力時間 4分	最大揚抗比速度 153.8 km/h 42.7 m/s	最大揚抗比時仕事率 25 kW			
搭乗者2名	150							
主翼面積 (m ²)	9.6		最小抗力 59.3 kgf					
零揚力抗力係数 0.027	飛行機効率 1	アスペクト比 5.5	最大揚力係数 1.7	失速速度 (km/h) 97.5	地上走行時間(分) 40	同左エネルギー(Wh) 3,025	航続時間余裕(分) 20	同左エネルギー(Wh) 8,333
揚抗比最大揚力係数 0.6830	上昇率最大揚力係数 1.1830	同左速度 116.9 km/h 32.5 m/s		最大上昇率 5.07 m/s 998 fpm		右記巡航速度 (km/h) 154 219	飛行時間 (分) 95 55	航続距離 (km) 250 200

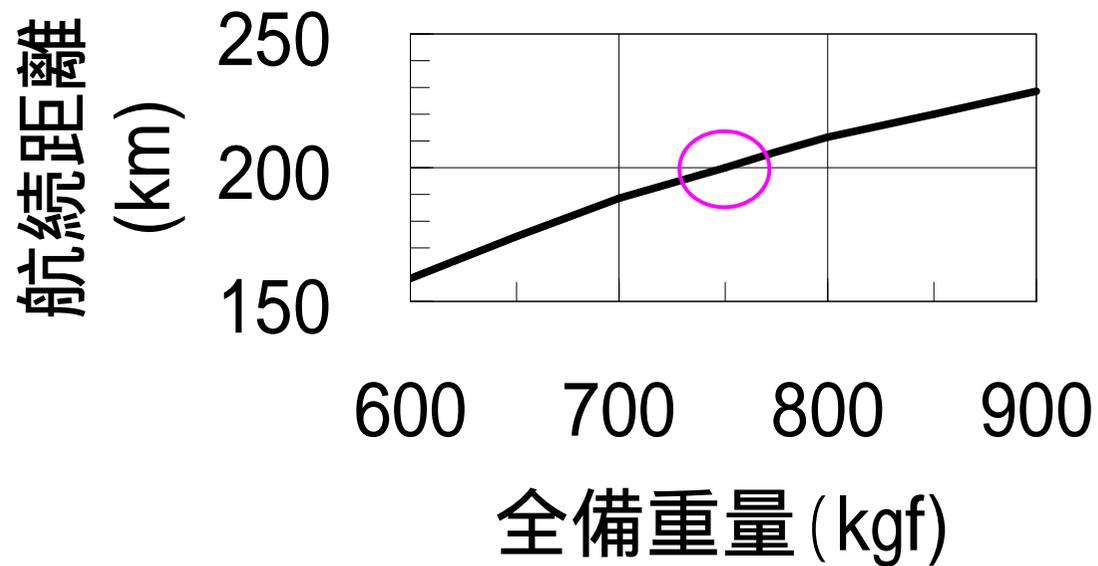
$$= \sqrt{\pi A e c_{D0}}$$

性能・諸元

- ・全備重量 750kgf ・搭乗者2名 ・主翼面積 9.6m²
- ・全幅 9.6m (ウインググリッド含む)、7.3m (主翼本体)、
2.0m (道路走行時) ・全長 6.7m
- ・最大上昇率 5.07m/s (998ftm)
- ・失速速度 97.5km/h
- ・離陸距離 (15m越え) 418m
- ・航続距離(飛行距離) 200km (219km/h)、250km (150km/h)
(飛行距離の他に20分待機飛行余裕、地上40分走行可能)

全備重量と航続距離

(巡航速度219km/h)
(エネルギー密度250Wh/kgf)
(アスペクト比5.5)

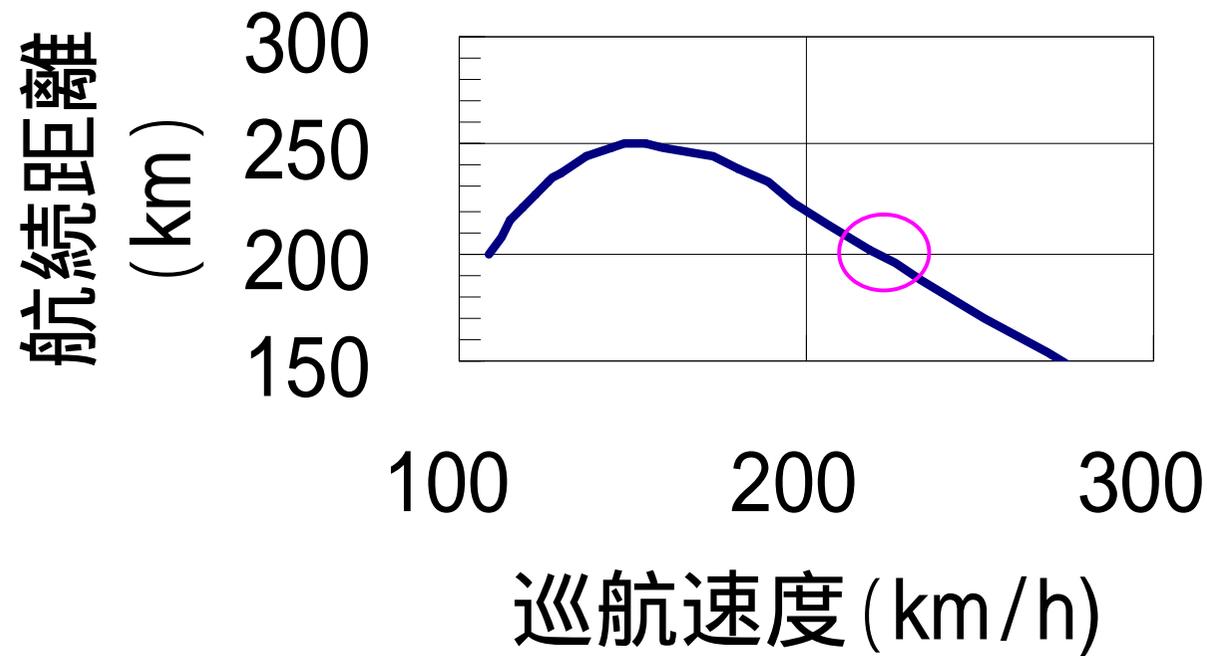


巡航速度と航続距離

(全備重量750kgf)

(エネルギー密度250Wh/kgf)

(アスペクト比5.5)

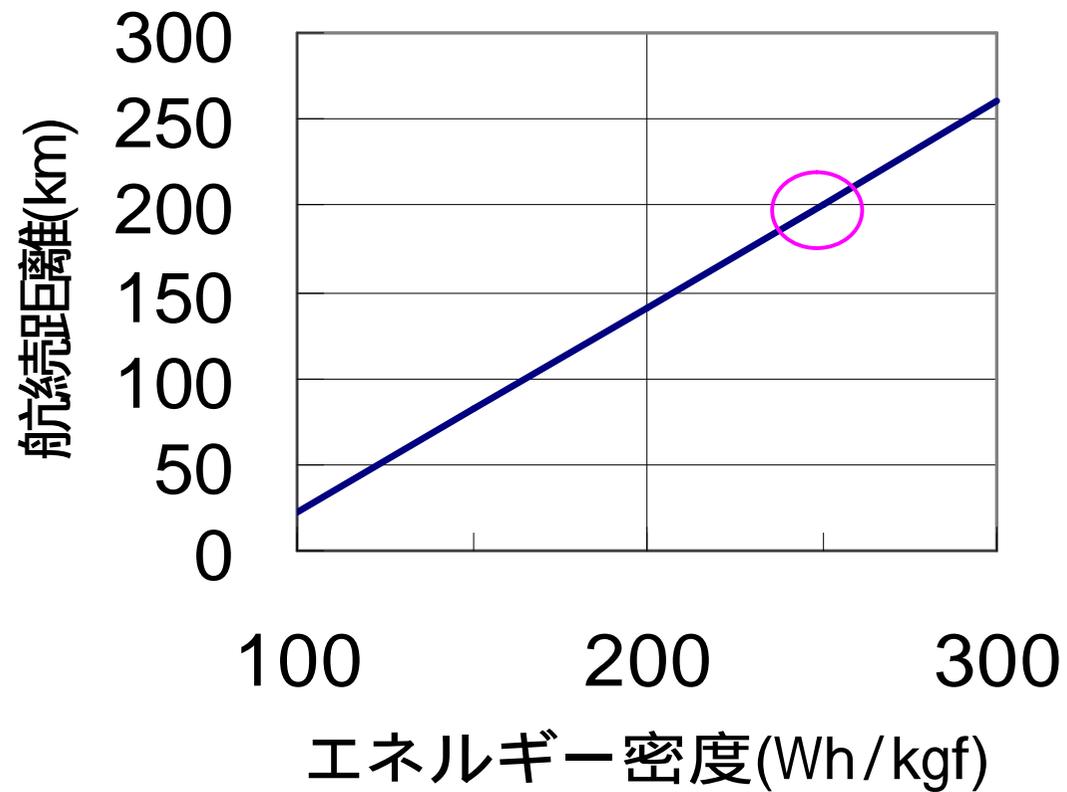


エネルギー密度と航続距離

(全備重量750kgf)

(巡航速度219km/h)

(アスペクト比5.5)

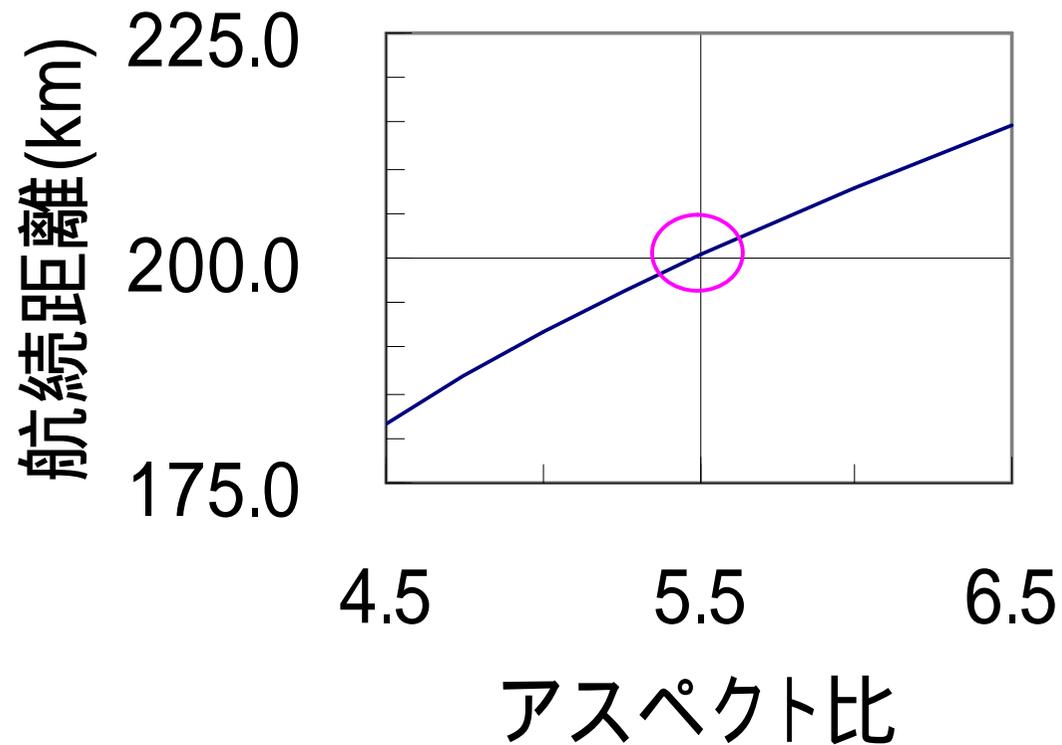


アスペクト比と航続距離

(全備重量750kg)

(エネルギー密度250W/h)

(巡航速度219km/h)



RAの機体空力形状

- RAのために、通常形態機より空力的に不利になっても、運用面の利点がそれを補って余りある。(ようにしたい。)
- 道路走行のため翼幅を増やさない空力形状が求められる。
- 翼幅が小さくとも誘導抗力が増えない工夫の例：
 - ウイングレットで代表される翼端デバイス
 - ウインググリッドも翼端デバイスの一つ
 - エアカーの例
- これらはまだまだ改良の余地がある。
- しかし、限界があるので、折りたたみ等の形状変化が必要。
機体構造課題

翼端形状－Wing Grid



- ・ Wing Gridをウィングレットをはじめとする、誘導抗力減少翼端形状研究の一環と捉え、さらに改良をする。

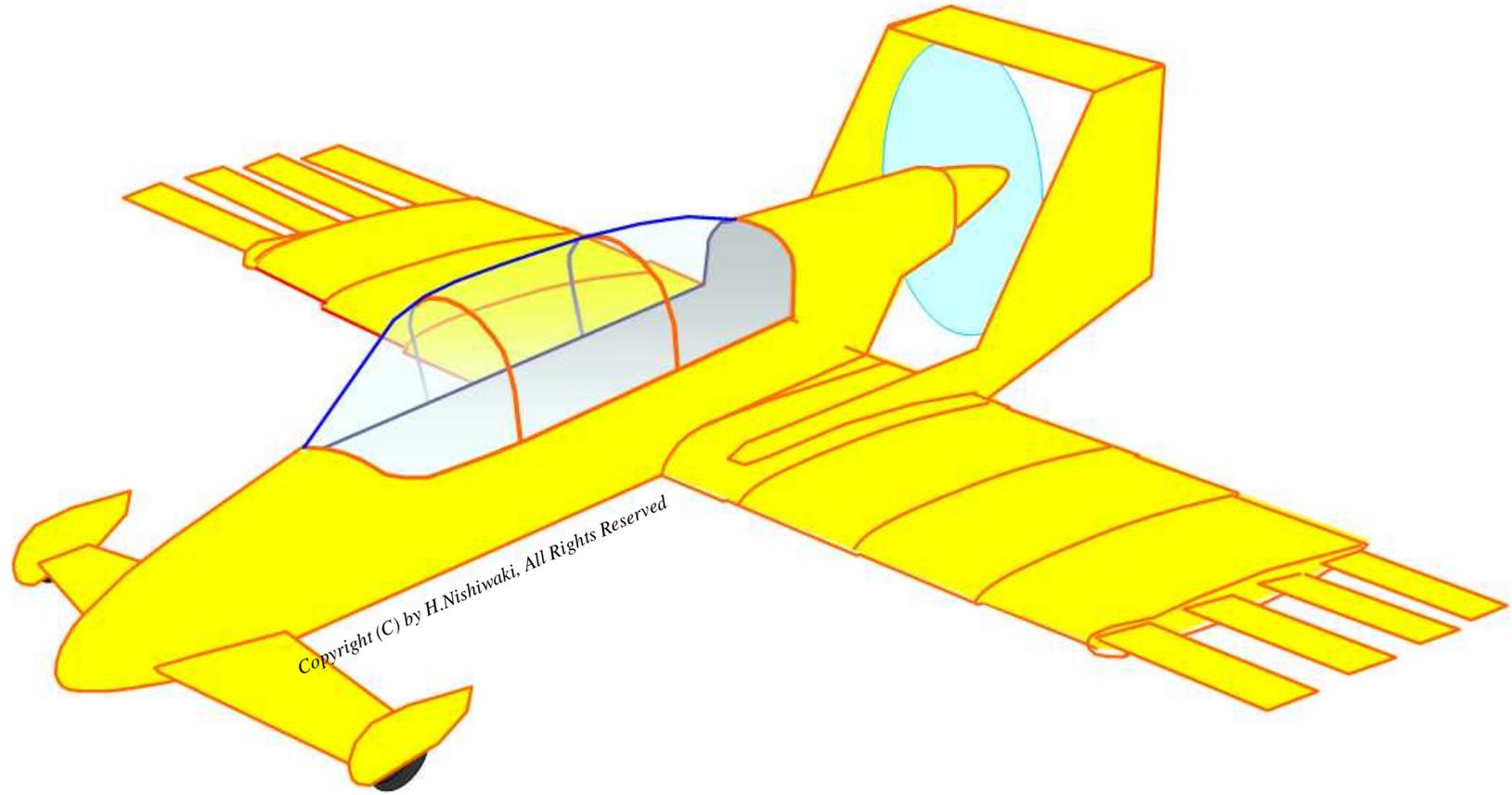


<http://www.allstar.fiu.edu/aero/winggrid1.html>

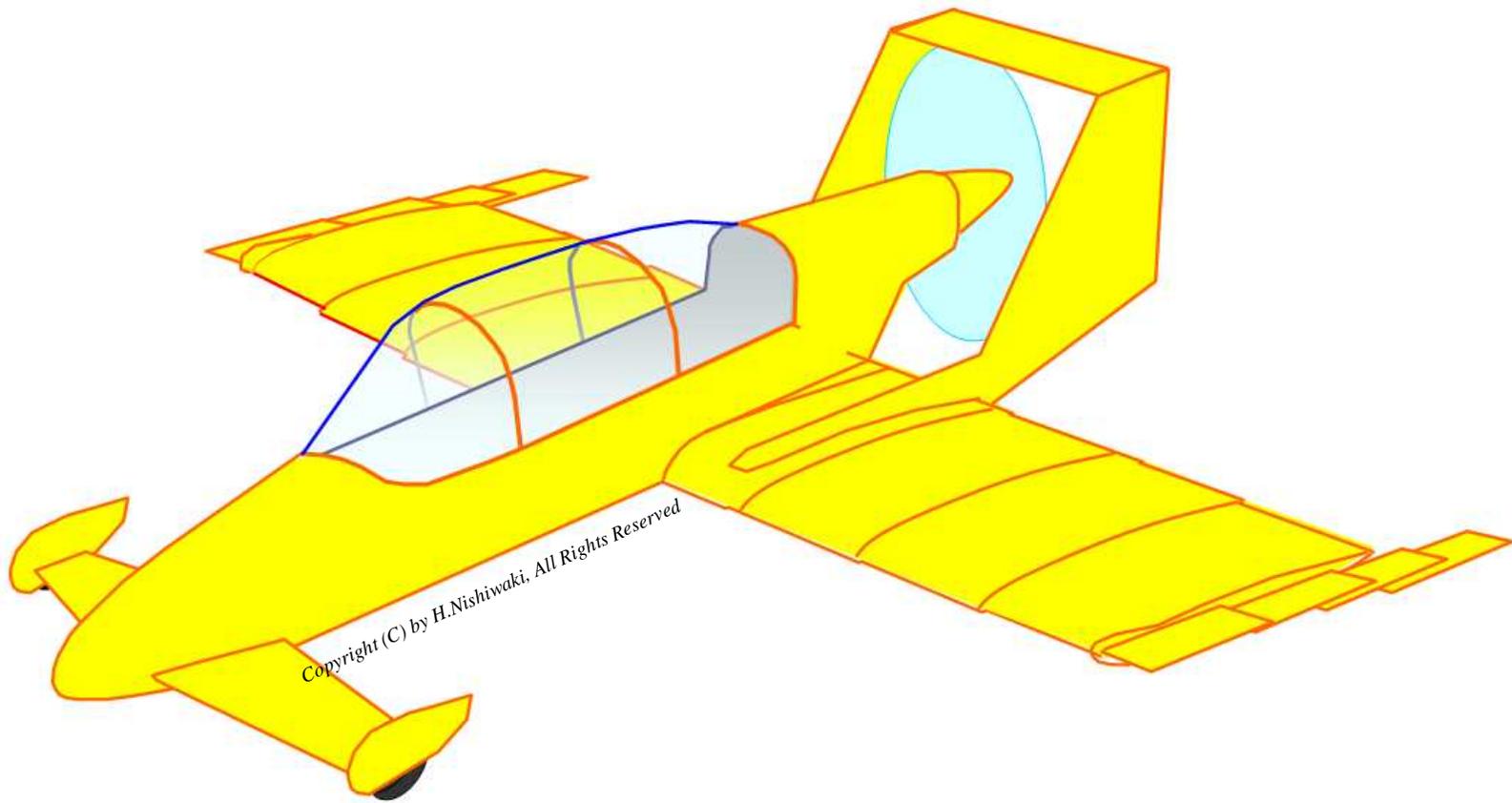
翼幅減少を空力的に解決



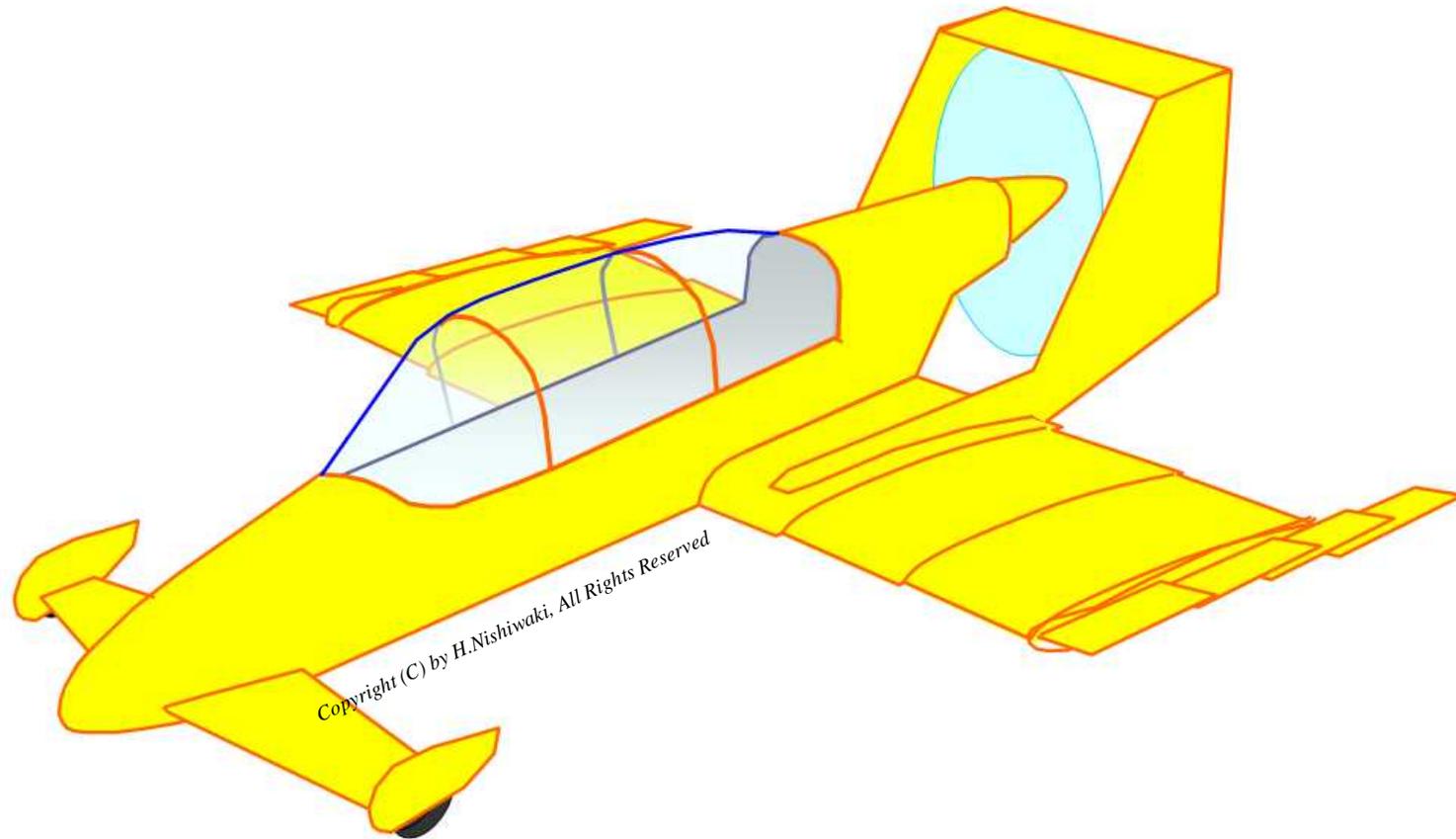
Air Car ; Kenneth Wernicke (Mr.Tiltrotor)
Sky Technology Vehicle Design and Development
1994
モックアップ製作



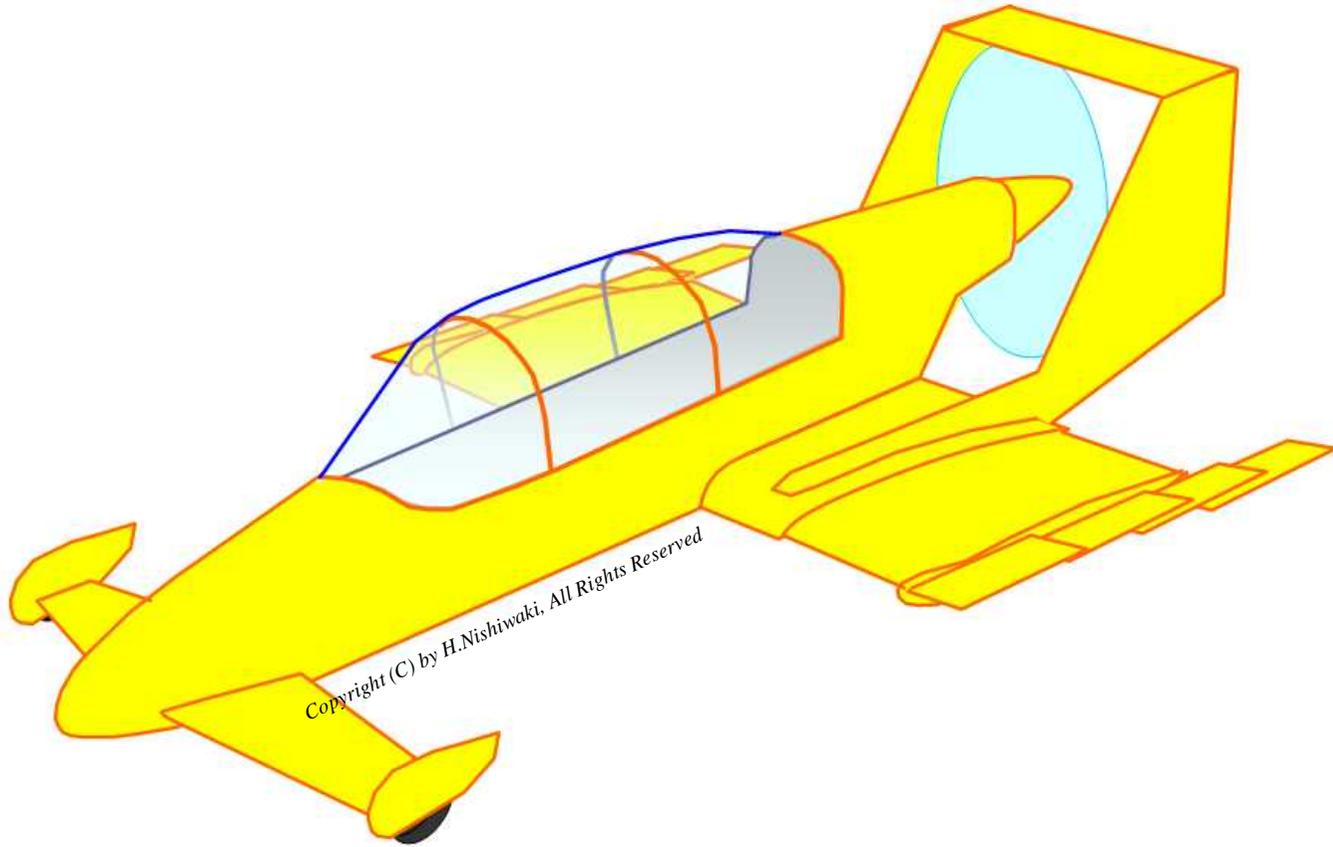
Copyright (C) by H.Nishtwaki, All Rights Reserved



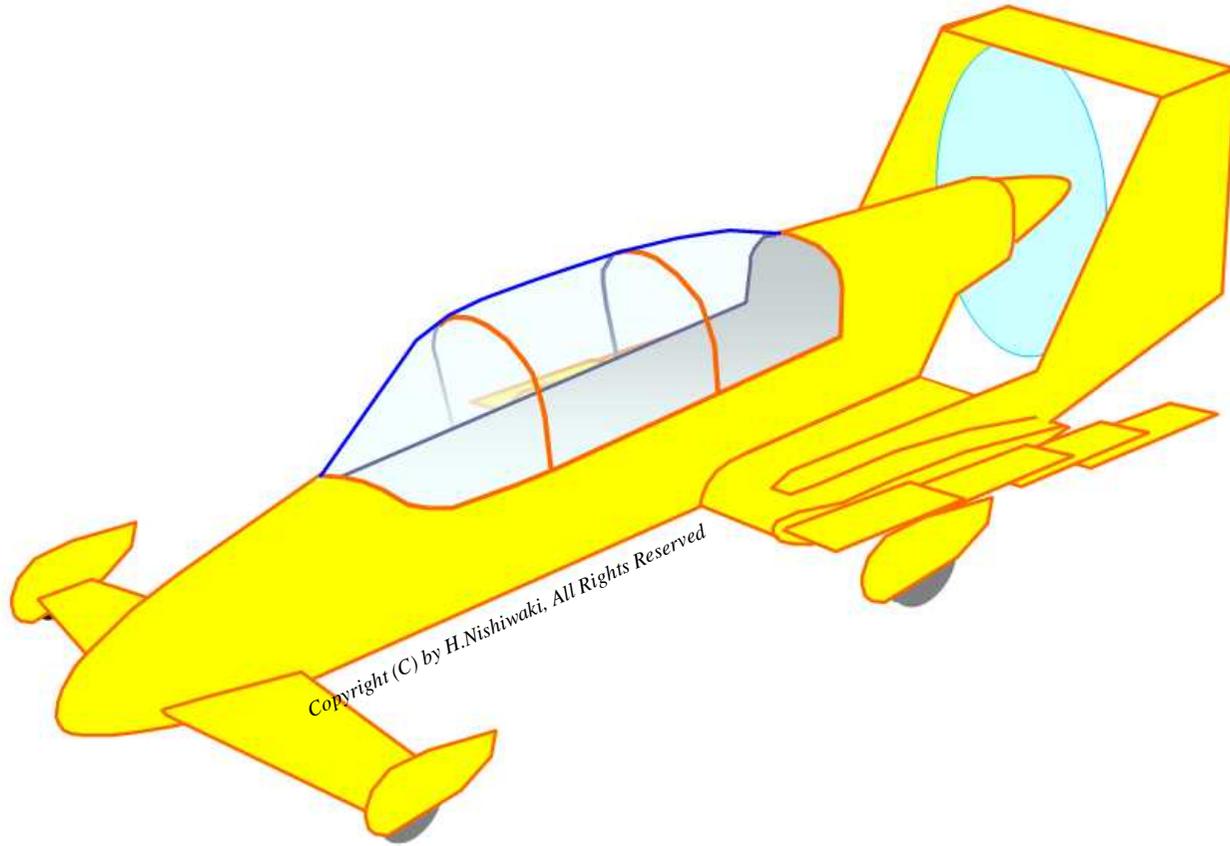
Copyright (C) by H.Nishtwaki, All Rights Reserved



Copyright (C) by H.Nishiwaki, All Rights Reserved



Copyright (C) by H.Nishiwaki, All Rights Reserved



Copyright (C) by H.Nishiwaki, All Rights Reserved

動力システム

- **電気化**は、石油資源枯渇対応、地球温暖化対応低排出量化、低騒音化のために、**小型機用主動力**として、進めるべき。
- 小型機用主動力として、諸外国ではすでに実験機、試作機はできているが、実用化が課題。
- 方式として、リチウム・イオン電池式、ハイブリッド式、燃料電池式等のうち、どれを選ぶかは、電池開発進捗状況、機体開発の時期による。

動力システム(続き)

- 現状の電池性能(下記)はまだ不足である。
- 自動車用としてすら不足。
- 動力システム全体のエネルギー密度、出力密度の向上がさらに望まれる。その牽引力は自動車産業に期待する。特にエネルギー密度の向上が課題である。
- 現状： エネルギー密度：200Wh/kg,
出力密度：2500W/kg
- 将来： エネルギー密度：1000Wh/kg以上欲しい。

参考：<http://www.meti.go.jp/press/20060828001/press2.pdf>

電動化の利点

- ・**信頼性向上**: ガソリンエンジンではスパークプラグ失火、発電機故障、キャブレター氷結など運転不調要因が極めて多い。
- ・**安全性向上**: ほとんどの軽飛行機事故はパイロットエラー、多くは燃料残量、不適切なエンジン運転に起因。
- ・**環境適合性**: 電気最大の利点。騒音が小さい。排出物なし。
- ・**簡易な運用、快適性**: ドレイン、切替えバルブ、燃料ポンプ、フィルター点検の必要なし。エンジンランアップ、混合気調整不要。
- ・**入手性、ライフサイクルコスト**: 電気モータの寿命は極めて長い。バッテリーは6～7年ごと交換だが、エンジン交換よりは安い。

電動化の課題

- 航空ガソリンの発熱量=10,390kcal/kg=12,084Wh/kg
- リチウムイオン電池エネルギー密度 = 200Wh/kg
- エネルギー変換率の比が3倍ある。それを見込んででもエネルギー密度はガソリンの1 / 20
- 離陸など瞬発力が必要な出力密度は現状でも何とか足りる。これでなければ、電動化の発想はもともと無かった。
- 長距離旅客機用など、エネルギーを多く必要とする用途には適さない。
- 電化による利点は大きいですが、エンジン機と異なる面からの安全配慮が重要。下手をすると電気化普及を妨げる。
 - ・不意始動
 - ・漏電
 - ・ショート
 - ・電池発熱、発煙

機体構造

RAにするための技術 = 翼幅減少可変機構

- 方式例

主翼取外し、胴体後部に縦長配置。

左右各翼を3～4分割、外翼を内翼内にスライド収納。

－テレスコープ式, Pegasus

左右翼根で上方折りたたみ。片翼中央で下に折り曲げ。

－Transition

左右翼根で前縁90度下げ回転、後方折りたたみ。

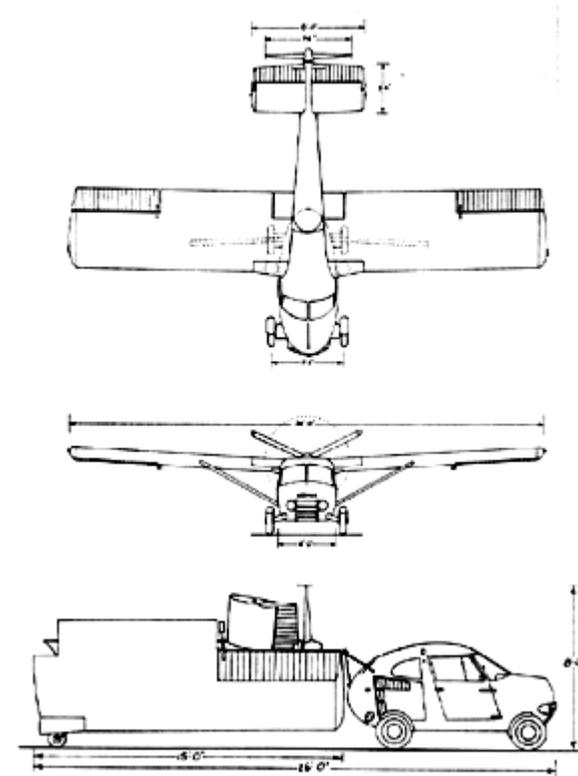
- Hawkeye

Morphing Aircraft 技術 (上記を包括する形状変化航空機)

主翼取外し胴体後方配置



Flying Car ; Moulton Taylor
1949 年
1956 年CAA承認
6機製作、500機量産計画中途挫折



<http://www.aerocarforsale.com/>

テレスコープ

Roadable Aircraft , Pegasus ;



Verginia Tech(USA)とLoughborough Univ.(England)
の25人の学生からなる設計チーム設計報告書による。
2002年

AIAA 2002-5877 A Design for a Dual-Mode Personal Vehicle

上折り曲げ翼中央下折り曲げ



Terrafugia ,Transition ;
Terrafugiaは米マサチューセッツ
工科大学を卒業した5人のパイ
ロットが設立した企業
2009年3月初飛行





機体システム

- 小型機の事故率は、定期旅客機の事故率の10倍。
- 落ちない飛行機システムを目指す。
- パイロットの技量と現状の操縦装置にたよる安全性向上には限界がある。
- 飛行制御システムにあらゆる飛行情報、安全性向上情報を取り込み、統合化するために全電気操縦システムを目指す。
- エンジン：軽飛行機事故原因で大きな割合を占める。
- 操縦関係も動力関係も電化により、動力を飛行制御の支配下に置いた全電気操縦システムが可能になる。

詳しくは：<http://kookuu-system.com/sub10.html>

航空交通システム

- 小型機も将来航空交通システムに組み入れられるべき。
- 「将来の航空交通システムに関する研究会_議事録_国交省平成21年」によれば、小型機以外の分野での課題が山積、この研究会でようやく小型機についても取り上げられた。
- 空域管理: 小型機の特長や運航特性を考慮した経路設定ができていない。
- 小型機に対するIFR の環境の整備: 山岳地帯が多いため、低高度区域の電波覆域が必ずしも確保されていない。など。国土交通省はそれなりの認識を示している。
- IT化、行政手続き簡素化の案(一例): コックピットからインターネットによるフライトプラン提出など。

詳しくは: http://www.mlit.go.jp/koku/koku_CARATS.html

おわりに

- 航空工業(技術)の閉塞感
- かつて動力が航空機の革新をもたらしてきた。
 ジェット戦闘機(プロペラからジェット)
 旅客機(純ジェットから高バイパス・ターボファン)
- これからは、小型飛行機の電動化で革新を狙うものの、これだけでは物足りない。 道路飛行機
- 民需が産業発展を主導する。民需が自動車工業の隆盛を支えたことにあやかりたい。