

# 家庭科学何故々々問答

## 飛行機はどこ迄速くなるか

東大助教 山本峰雄

### 先月の話

問 先月の『飛行機はどこ迄速くなるか』は、随分むづかしい理論を、非常に面白く、わかりやすくお話しいただきましたので、讀者諸君から「大變よかったです」と感謝の手紙が山來しました。

答 それは仕合せでした。飛行機の理論は今日でも研究の部分が多く、且つ非常にむづかしいのですが、あれで幾分でもわかつて頂ければ、私もお話しができたといふものです。

問 それで、この前のお話では、どうしてそんなに重い飛行機が、空中に浮き上がるかといふと、それは翼の下に働く風の押し上げる力と、翼の上に働く風の吸ひ上げる力の合作による。然し、押し上げる力は小さく、吸ひ上げる力が

大きいといふことでした。それで最後に問題になつたのは、風は飛行機の翼の上にも下にも流れてゐるのに、どうして翼の上には吸ひ上げる力、翼の下には押し上げる力と、反對の力が出来るかといふことから、翼の前後に出来る渦の語になつたのでね。

答 さうでした、その渦がくせ物でしたね。

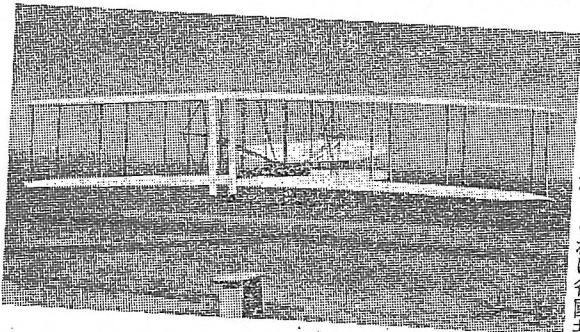
問 それで今度は、その渦の語を解決して頂くわけですが、あまり理論的な話がつまみずから、こゝで一冊飛行機の歴史を編みて頂いて、それから、また渦の語に歸ることにしてはどうでせう。

答 それもよいでせう。

### 驚くべき速度の發達

う。あれは浮舟を持つてゐるから空気の抵抗も一層大きいわけではないですか、それが、抵抗の少ない陸上機より速度が出るといふことは一す、わかりませんか。

答 疑問は尤です。これには主なる理由を二つあげることが出来ます。その第一は着陸場の關係です。御承知の如く、飛行機は速度が早い程、着陸の際の滑走距離といふものが長くなるのです。これは皆さんが非常に速い速度で走つてゐる時は急に停止することが出来ない、あれと同じです。



人類最初の動力飛行機ライト機

その爲に着陸から停止するまで随分長い距離、しかも平の、廣い飛行場が必要です。ところが、さうく飛行場を廣くするわけにもゆかない。飛行場を廣くしないので、飛行機の速度を早くといふわけには一寸ゆかないのです。ところが水上機ですと、海とか、湖とか、廣い滑走場が得られるものから、これはいくらでも速度を早くすることが出来るのです。

それからもう一つの理由は、一九一三年、佛

國のシユナイダーといふ人が實用水上機の性能を向上する目的で考案した「ライターの競争」有名なシユナイダー競争といふものを始めました。これに各國共政府が夢中になつて競争を行つたのです。それで、水上機が急速に發達しまして、一九三四年にはイタリアのマツキー七二型といふのが、時速七〇九浬といふレコードを作つて、世間をアツといはせました。

問 陸上機はその後どうしましたか。

答 陸上機は一九二五年以來は、ほとんど記録に残る程の發達はしませんでした。最近になつて目覚ましい發達を見せ、一昨年の一九三九年三月にドイツのハインケル一三〇型の競争用の飛行機が七四六・六〇四浬になり、更に同年四月には同じくドイツのメッサーシュミットの一〇九R型の競争機

問 それでは何ひますが、機械力を用ひて、初めて飛行機を飛ばしたのは誰ですか。

答 それは米國のライト兄弟です。一九〇三年（明治三十六年）、大西洋岸のノースカロライナ州の Kitty Hawk で、一六馬力の發動機を持つた複葉機を飛ばせました。滑空五十九秒、飛行距離二百六十メートルといふのがその時の記録です。それで、兎も角も、人類が始まつて以來常にそこが飛んで来た青空征服への第一歩を踏み出したわけですね。一九〇三年です。昭和十七年（一九四二年）からいへば、三十九年前です。

問 四十年にも足らず、今日の飛行機となつたわけですから、随分長足の進歩ですね。

答 實際飛行機位メキ／＼進歩したものはないでせう。ライト兄弟が初めて飛ばしてから一一年、一九一四年（大正三年）世界大戦が始まる前年にはもう、時速二〇三・八五浬の記録が出来るに至りました。それが世界大戦で血みどろに出来てゐました。それから更に十年目研究されたもので、それから更に十年目研究されたもので、一九二四年には四四八浬に達しました。

問 それで、これまでは陸上、水上併行して速度が發達して来たのですが、陸上機はこの四四八浬に釘付けされ、水上機の速度だけが大幅な勢で發達して行きました。

問 水上機といふと、あの『下駄履き』でせ

が七五五・二浬の記録を作りました。七五五・二浬と云ひますと時計の秒針がカチカチと一目盛動く僅かの時間に約二一〇米も走ります。超特急のつばめ號の最大時速が九五浬ですから一秒間二六米走るのに比べて如何に早い速度かわかるでせう。

問 それで飛行場の問題は、どうになりましたか。

答 それは、最近飛行機に下げ翼といふのが發明されたのです。即ち、飛行機の主翼の後縁に、細長い小さいもう一つの翼をつけて置きまして、飛行機が着陸しようとする時、これを下げることによつて、飛行機の着陸速度を遅くすることが出来るやうにしたのです。それからブレーキで車輪を押へることも工夫されて、これも着陸滑走距離を短くすることが出来る様になつたのです。それで着陸場を廣くしなくとも済むやうになつたのです。

現在の實用機の速度

問 現在實用機の速度はどの位ですか。

答 一番速い實用機は戦闘機ですが、現在では、イギリスのスーパーマリン、スピットファイヤー戦闘機の速いのは五九一浬、ドイツのメッサーシュミット一〇九型、ハインケル一三二

型戦闘機が大體五七〇斤以上で、最近出来たハインケルの一二三型は六〇〇斤以上六六五斤です。米國ではベルのE三九型(エヤラコブラ)が大體六四五斤と稱されてゐます。又重機に來て居るといはれるカーチスのP四〇型は五二八斤です。

以上綜合しまして、大體戦闘機の速度は、遅いもので五〇〇斤、速いもので六五〇斤、普通は五五〇斤から六〇〇斤位と考へて行けば間違ひないと思ひます。

問 普通どの位の速度ですか。  
答 普通の戦闘機ですと大體五〇〇斤から五五〇斤と思へばよいでせう。

ドイツのドルニエの二一五型は五〇〇斤、エンカースの八〇八型は五二五斤位です。米國の最新型、空の要緊といはれるB一七が最大速度五二三斤、米國のコンソリデーテッドP二四型が五三六斤以下です。

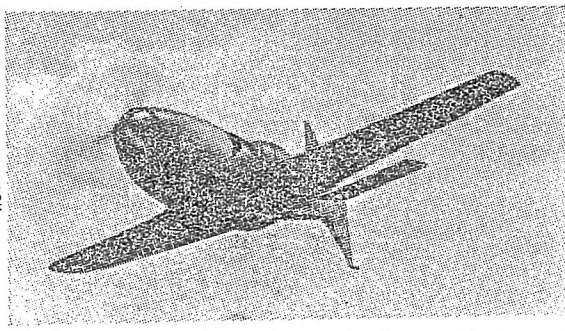
問 さうすると、戦闘機と戦闘機は、今日のところ時速にして五〇〇斤位と考へると思へばよいですね。偵察機とか旅客機などはどの位ですか。  
答 偵察機は大體三五〇斤から四〇〇斤位です。旅客機はそれより少し速く、三五〇斤から四五〇斤と考へてゐればよいと思ひます。

この外、練習機は、あまり早いと操縦の技術を習ふのが困難ですから大體現在では一五〇斤、速いもので三五〇斤で、つまり軍用の高等練習機が三五〇斤位の速度です。

### 速度を増す急所

問 飛行機が速度を速くするために必要な急所はどこですか。  
答 その急所の主なるものとして、三つの方法がある事が出来て、第一は空気の力学的改良です。いひ換へると空気の抵抗をなるべく少なくすること、第二は發動機の改良で、小さくて、強力な馬力を出す發動機をつくること。第三は構造を改良して軽くして強靱な機體を造ることです。

問 空気の抵抗を減ずる方法といふのは、具體的にいふとどんなことですか。  
答 これには薄山ありますが、主なる二、三の例を申しますと、始めは、すべての飛行機が複葉でした。複葉は主翼が二枚もあるばかりでなく、翼と翼の間には、翼間支柱とか、張線だとか



メ ッ サ ー ジ ャ ミ ッ ト Me 109 R 型 競 争 機

色々なものがあつて空気の抵抗を受けたのです。現在は単葉で主翼が一枚、それに胴體も流線型になり、脚も飛び立つてしまへば引込むやうになりました。この足を引込めるだけでも今までの十七パーセント位の抵抗を少なくすることが出来ました。

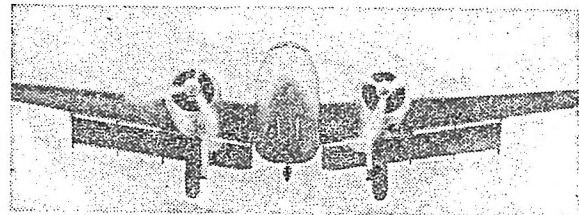
又干渉抵抗と云ふものが少くなるやうに工夫されました。干渉抵抗といふのは何かと申しますと、すべて空気の抵抗といふものは、二つの物體が組合された場合は、その一つ一つのものが單獨にある時の空気の抵抗の和より一般に大きいので、その差を干渉抵抗といふのです。例へば、前には飛行機の脚と車輪は二つのものがむき出しに組合されてゐましたが、今ではこれを流線型で覆つて何んで一つのものにして居るでせう。

### 無尾翼飛行機

問 近頃、翼だけの飛行機が研究されてゐるやうですが。  
答 大體胴體は發動機を入れたり、人間を入れたり、尾翼をそれに付ける處にあるのであつて、これは揚力を起さない部分ですから、無くて済むならそれに越したことはないのです。又尾翼は飛行機の安定の爲につけてあるので、主翼だけで安定が保てれば尾翼はいらないわけ

と車輪が別々になつて、組合されてゐる場合は、本來その脚のうけるべき空気の抵抗と、車輪のうけるべき空気の抵抗を合せたものよりも、大きい抵抗をうけることになるのです。ですから今のやうに脚と車輪を流線型のものに圍んで一つのものにする、はるかにその空気の抵抗を少なくすることが出来るのです。

問 さういふ眼で見ると、昔の飛行機に比べて、今の飛行機が外部から見ると、非常に単純な、まともな形になつてゐるわけが、なるほどどうなつて居るでせう。  
答 それから今の飛行機は、昔の飛行機に比べて翼が非常に小さくなつて居ります。これも空気の抵抗を少なくするのに大變役に立つて居ります。



下げ翼を下げて着陸するロッキード 14 型旅客機

問 どうして、今の飛行機は翼の面積が小さくなったのですか。  
答 大體、飛行機が高速に飛んでゐる時は、その翼は割合に小さくてよいのです。といふのは、前回にもお話ししたやうに、翼の上を流れる

風が非常に速いので、従つて、風の吸ひ上げる力も非常に大きいのです。ところが、これから着陸しようとする時には、ずつと速度を落さないといふ危険です。速度を落とす揚力が落ちてしまひます。ですから、飛行機の着陸速度を落す爲には、揚力の大きな翼を使へばよいのですが、翼の一面積の最大揚力には制限がありますから、翼面を廣くして、空気の支へる力を大きくするより外ありません。それで昔の飛行機は翼が大きかつたのです。ところが、前にもお話ししましたやうに最近になつて下げ翼といふものが出来ました。

下げ翼は、平素は翼の一部として働いてゐますが、着陸しようとする時は、この下げ翼を下げますと、このために翼の下側に當つた空気がひどく下向きに壓曲げられますので、その反動の揚力も大きくなります。したがつて速度が遅くなつても充分な揚力を持つ事になり、安全に着陸出来るの

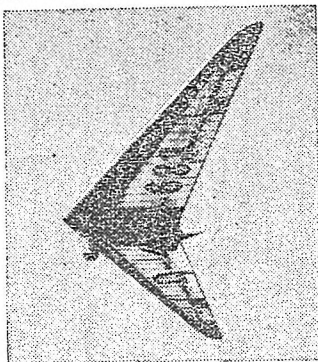
問 一機主翼、尾翼、胴體などの空気の抵抗はどんな割合ですか。  
答 普通用ひられてゐる主翼だけでは安定が得られませんから、安定を保つ爲に翼の後退角(翼の平面形をA型とする)といふものをつけます。さうして翼端に尾翼の働きをさせるのです。

問 既に今から二十数年前に、ドイツのエンカースと云ふ人が主翼だけの飛行機の特許をとつてゐます。これは非常に大きな主翼の中にお客を入れる客室だとか、エンジンだとか、全部納めてしまつて、その主翼だけで飛ぶ計画になつてゐます。  
答 その場合の安定はどうしますか。  
答 普通用ひられてゐる主翼だけでは安定が得られませんから、安定を保つ爲に翼の後退角(翼の平面形をA型とする)といふものをつけます。さうして翼端に尾翼の働きをさせるのです。

答 發動機の冷却装置がないものとして、胴體の車輪を引込めてしまふと小型の戦闘機級のものでは、主翼の抵抗は全體の五十パーセント、胴體の抵抗が三十五パーセント、それから尾翼の抵抗が残り十五パーセント位の割合になるのです。

問 さうすると、主翼だけで飛べれば、抵抗は現在の半分になるわけですね。

答 ところが實際はさう簡単には行きません。翼の後退角をつけると、主翼の空気抵抗が少し減ります、また小型の飛行機ですと、薄翼の中に入間や發動機も入れられませんが、翼の上に胴體の一部のやうなものをはみ出さなければなりません。その爲に相當大きな抵抗が起るので、小型飛行機では二割位しか抵抗を少なくすることは出来ないでせう。大型機だとエンジンも人間も翼の中に入れ得るので、すから、もつと抵抗を少なくすることが出来ます。



ホルテン IV 型無尾翼機

問 現在無尾翼機と云ふのは實用されてゐますか。

答 完全な無尾翼機は用ひられて居ませんが、それを目指して造つた飛行機はあります。一九三一年に作つたドイツの G 三八型といふ旅客機などもそれで、今でも飛んでをって軍隊輸送などに使つてをります。上圖は獨逸のホルテン無尾翼機として有名なものです。之はまだ研究用の域を出て居りません。

發動機の發達

問 發動機の發達は、前にお話したメッサージュミットのレコード機の馬力は一七〇〇馬力位、それからイタリアのマッキエの水上機が大體、三三〇馬力の發動機です。始めて飛んだ飛行機の發動機の一六馬力(最大馬力の二四馬力)から考へると

如何に發達したか驚く外はありません。しかもそんなに澤山の馬力を出す發動機の大きさは何うかといふと、これも戦後の血みどろな研究の結果、比較的小型で重量も軽く、それで馬力は大いに出るやうに考案されてゐますから、いよいよ飛行機の速度が増して来たわけですね。

プロペラの改良

問 それから可變ピッチプロペラが出来、速度の向上に大變役立つといはれるのは、何うしてですか。

答 今までのプロペラは、固定ピッチプロペラと云つて、飛行機が上空に行つて最大速度の附近を出す場合とか、巡航速度(發動機とか燃料關係で最も都合の良い速度)の場合とかに最も都合のよい角度で、プロペラの翅を回轉軸に固定してゐたのです。つまり相當の速度の時に適當するやうに出来てゐますから、速度の遅い時、例へば離陸の時などは、プロペラの迎ひ角が大きくなつてゐますから空気抵抗が多く、従つて回轉數が遅いのです。回轉數が遅いと馬力も回轉數に比例するやうに出来てゐますから

十分に出ません。従つて上昇が遅いといふことになりまます。その缺點を補つたのが可變ピッチプロペラです。これは讀んで字の如く、プロペラのピッチを自由に變更することが出来るのです。即ち、離陸の時などは、空氣の抵抗を少くするためにプロペラの角度を少くし、上昇するに従つて、適當な角度にまで大きくするので、さうした關係で、例へば四七五馬力の發動機の場合、普通のプロペラでは地上で飛行機が靜止して居る時では、三〇〇馬力しか出なかつたのが、可變ピッチプロペラでは全馬力も出るやうになり、飛行機の離陸が樂になり上昇速度が大變に早くなつてきました。更に一層上空に行つて、空氣の薄いところになると前の固定プロペラでは馬力を出すことが出来なかつたのが可變ピッチプロペラですと、角度をそれだけ大きくすることによつて、そこでも十分に働くことが出来るやうになりました。

將來の速度

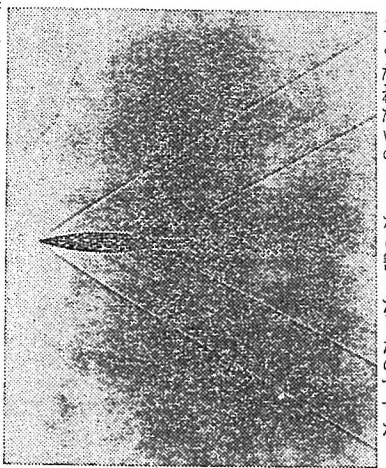
問 將來飛行機の速度はどのくらゐまで發達するでせうか。現在世界で一番速い飛行機は、

答 前にいつたメッサージュミットですが、これの速度七五・一一ノットといふものは、丁度音波の速度の大體九分に當るのですが、大體

飛行機の速度といふものは、音波の速度の七割乃至八割が極限だといはれてゐます。音波の速度は御承知の如く一秒間に三三〇米ですからこれを一時間に直すと、まあ二二〇〇ノットです。その七、八割といふのですから、時速八〇〇ノット乃至九〇〇ノットが最高でせう。

問 何故、音波の速度より、早く走れないのですか。

答 下圖を御覽下さい。これは彈丸によつて生ずる空氣の壓縮波を撮つたもので、飛行機が高速で飛ぶ時、やはり、これに似た空氣の壓縮波が出来るのです。それが音波の速度以下であると、さして障害を起さないのですが、いよいよ音波の速度に近づくと、著しく壓縮波の抵抗が増大して、飛行機の推進をばむと共に、今まで機體に添うて流れてゐた風が、<形に機體を離れて流れる、機體に添うた部分の空氣が著しく、稀薄になるため、氣壓が非常に低くなり、従つて、揚力が著しく減少し、飛行機は失速状態に陥るので。



一秒速六六五米の小銃彈を、露出時間一約一億分の一秒で撮影せるもの

戰術機が急降下などやつてゐる時ピーンと金屬性の音を出すことがありますね、あれはプロペラの先端が音波の速度になつてゐる時で、それを耳に感ずるわけですね。あの音が出ると、今のプロペラの効率は非常に落ちてしまふのです。

問 音波の速度の七、八割といふことはどこから割りだしたのですか。

答 飛行機が飛んでゐる時は、前にいつたやうに翼の上の空氣の流れるは、局部的に飛行機の速度より二割とか、三割とか速い速度で流れてゐます。ですから、音波の七、八割の速度で飛んでゐても、翼の上の空氣の速度位になつてゐるのです。ですから現在の科學の發達の程度では、音波の七、八割が、飛行機の速度の限界であらうと考へられてゐます。この極限を破る爲に色々考へられるが、ロケットなどはその一例です。(つゞく)