

538.54-024ㄅ



1200500745893

7.54

4

朝日科學新輯  
第五成層圈飛行  
小川太一郎著



始



輯新學科日朝  
5

# 行飛圈層成

著郎一太川小



30



538.54  
0.24

著 郎 一 太 川 小

# 成 層 圈 飛 行

◁ 輯 新 學 科 ▷

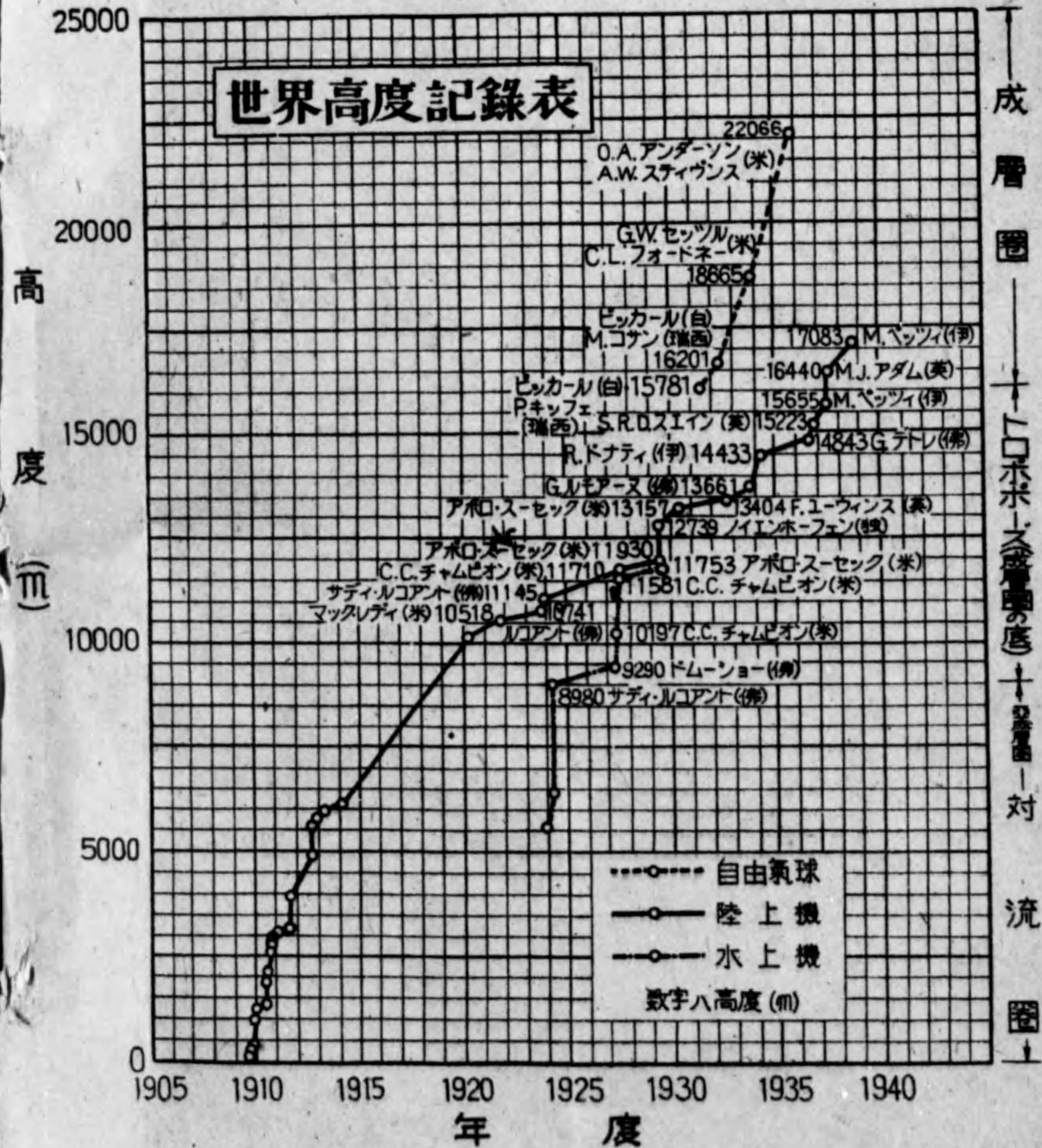
( 5 )

刊 社 聞 新 日 朝



發 行 所 寄 贈 本

## 世界高度記録表





### 朝日科學新輯發刊の趣旨

科學は一國文化の筋金であり、またその水準を示す尺度である。大東亞戰爭以來いはゆる科學する心々は國民の間に旺盛として昂揚され、官民共に科學日本の再建設に眞劍な努力を傾けてゐるが、優れた學者や専門家の多い割合に、國民一般の間に科學知識と科學思想が缺けてゐるのは、現下日本の大きな缺陷である。

朝日新聞社は曩に雜誌『科學朝日』を創刊し、科學知識の普及徹底に努めつゝあるが、さらにこの意圖を擴めてここに『朝日科學新輯』を創始することとした。

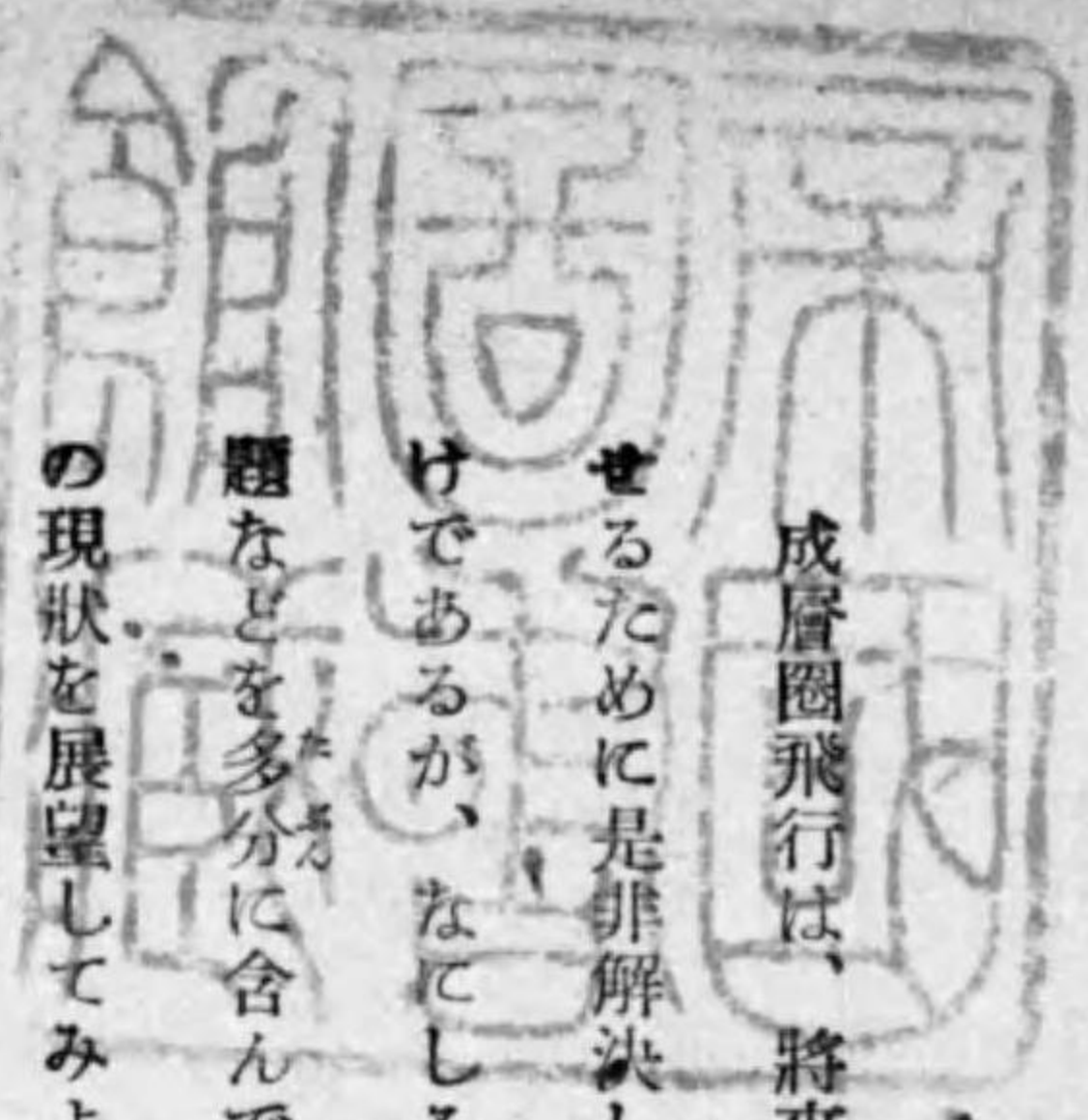
この新輯では、時局、ニュース、季節等に即應して——即ち、一般人が必然的に興味を持つ個々の題目を取り上げてこれを科學的に解明するもので、何れも一流權威者に委嘱し、能ふ限り平易簡明な敘述により、戰時下の我が國民に一人でも多く科學知識を供給せんとするものである。

目次

一	成層圏飛行の目標	一頁
1	速度の向上	一
2	巡航航続距離の増大	六
3	成層圏の氣象状態	八
4	氣象状態から來る利益	一五
5	用法上の利益	一七
二	高度飛行の現状	一九
三	各國の研究	三五
1	アメリカ	三五
2	イギリス	三九
3	フランス	三〇
4	ソヴェト	三一
5	ドイツ	三三

四 成層圏飛行の技術

6	イタリア	三
1	酸素吸入	三
2	電熱飛行服	四
3	氣密服	四
4	酸素氣密室	五
5	與壓氣密室	五
6	低溫に關する問題	六
7	其の他の機體關係の問題	六
8	發動機の問題	七
9	燃料及び燃料系統の問題	七
10	點火系統の問題	七
11	冷却系統の問題	七
12	むすび	七



一 成層圏飛行の目標

成層圏飛行は、將來の軍用機は勿論、一般の飛行機を性能上、用法上において飛躍的に進歩させるためには是非解決しなければならぬ問題である。随つて各國とも熱心に研究を進めてゐるわけであるが、なにしてこの問題は飛行機發動機自體の困難な問題以外に、氣象學、衛生工學の問題などを多分に含んでゐるのでなかなか解決されない。成層圏飛行の目標から始めて、この研究の現状を展望してみよう。

1 速度の向上

成層圏飛行が實現された暁、飛行機の性能がどれ程向上するかといふ問題の答へは簡單ではな

しかし、その性能向上の唯一の原因は、高空に昇れば昇るほど、空気の密度が減少するといふ事実にある。

圏界面——對流圏から成層圏へ移行する境界面(一頁参照)——の高度は、地球上の中緯度の地帯で、一年の平均が一十桿であるが、この高度で既に空気の密度が地上の値の三分の一になる。成層圏に入れば、空気の密度は益々小さく二〇桿の高度では、これが一四分の一になる。

飛行機がある速度で飛行するときに受ける空気の抵抗は、空気の密度に比例するから、地上近くの低空を飛ぶ場合と、上記のやうな高空を飛ぶ場合とでは、發動機の馬力を同じにすることが出来れば——發動機の馬力もまた本來高空へ行くほど低下するものであり、これを防止することは、いろいろの難問題を含んでゐて、必しも容易ではないが——高空を飛ぶ方が、それだけ速く飛べることはいふまでもない。何割速く飛べるかといふことになるかと初めに斷つたやうに答へは簡單でない。飛行機が飛ぶのに必要な馬力は空気の密度に比例し、同時に又速度の三乗に比

例するから高空で發動機の馬力低下がない理想の場合には、

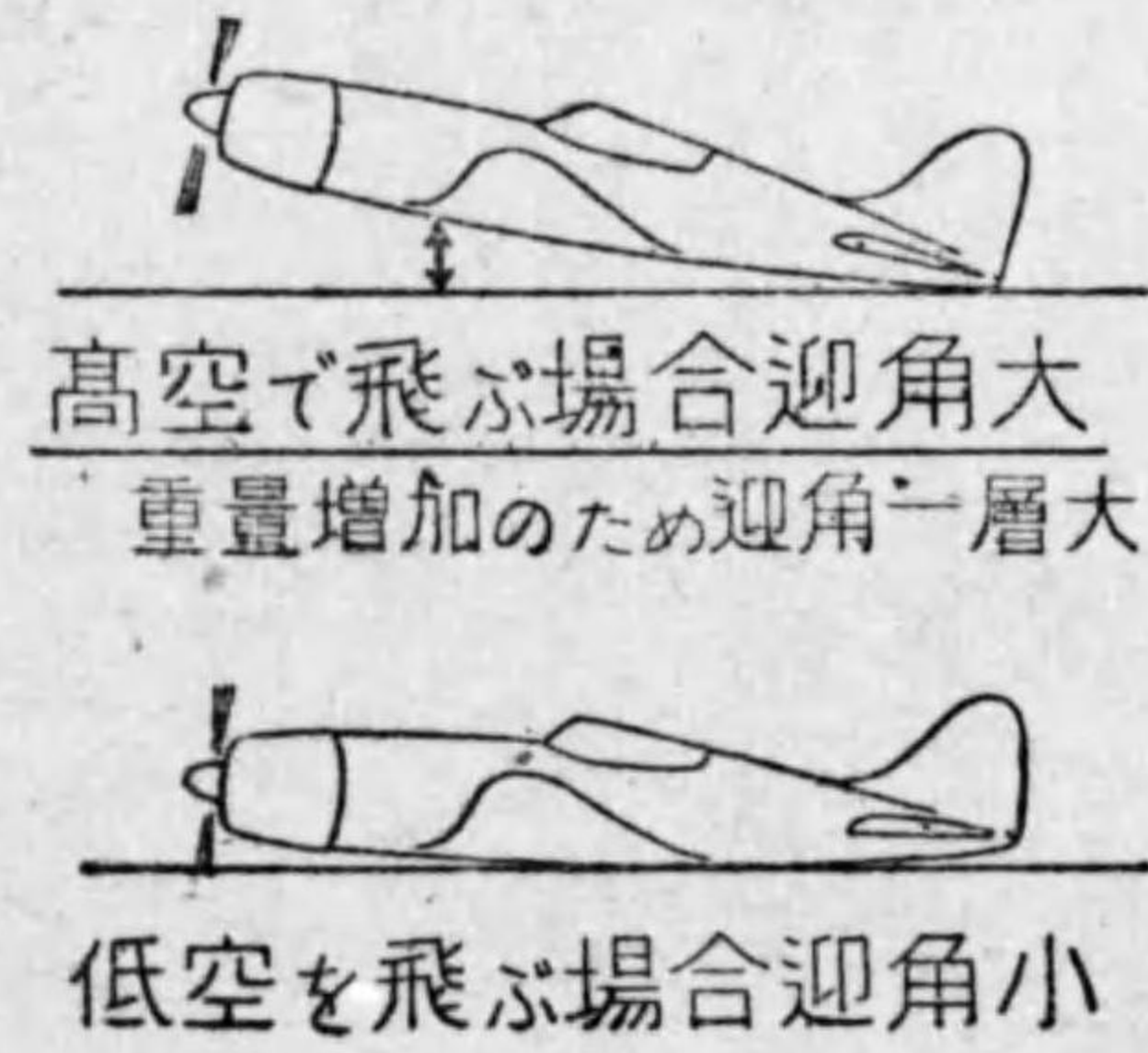
$$\text{高や}11\text{桿の} \sqrt{3} = 1.38\text{倍} \quad (\text{空気密度}1/3)$$

$$\text{高や}10\text{桿の} \sqrt{14} = 2.41\text{倍} \quad ( \quad 1/14 )$$

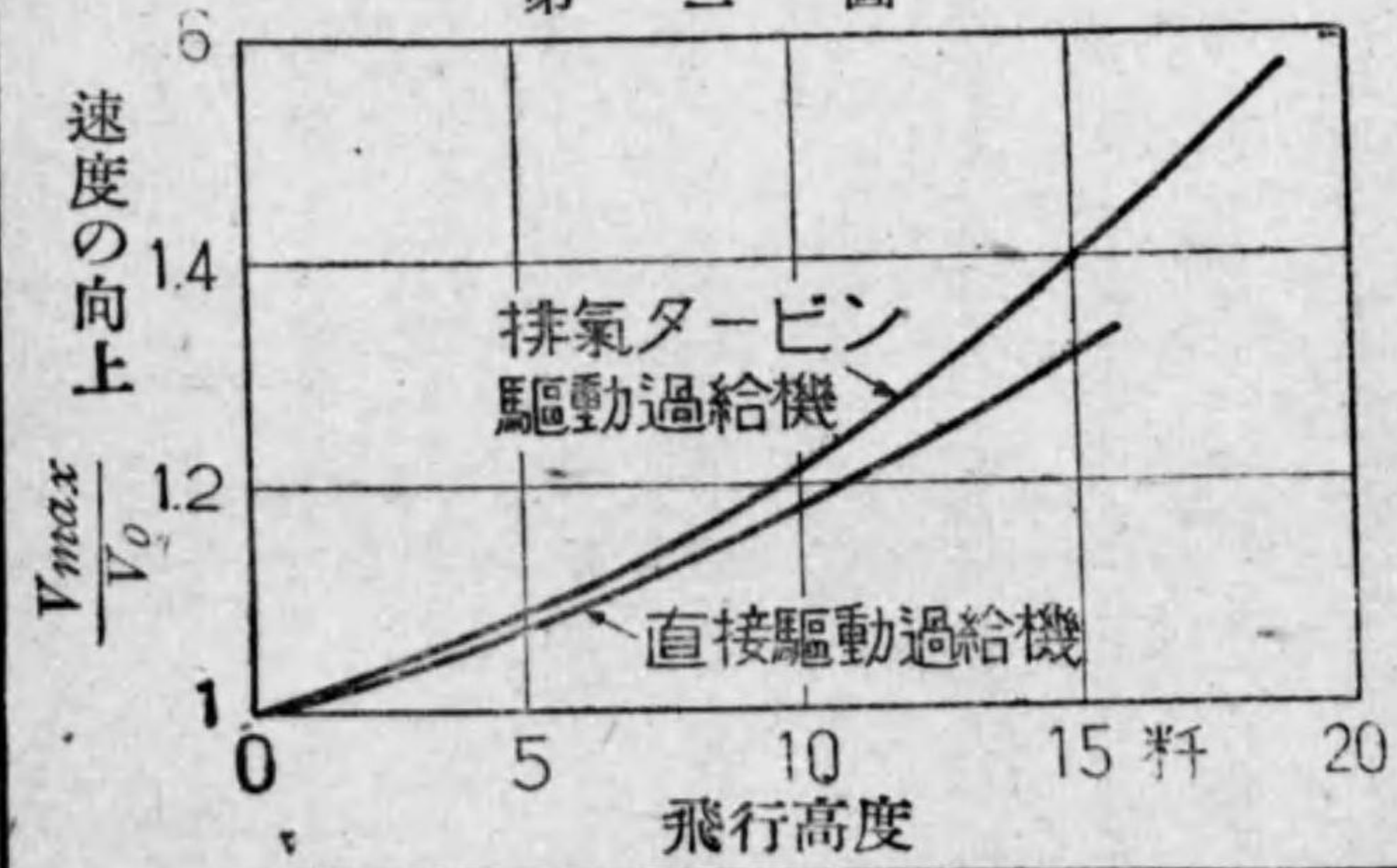
だけの速度向上があるわけである。

しかしこれは、低空でも高空でも、全然同じ迎角で飛ぶ場合のことである。実際には揚力もまた、空気密度に比例し、速度の二乗に比例するから、高空で低空と同じ重量を支へるためには、大分大きい迎角で飛ばねばならない(第一圖)。大きい迎角では必然的に抵抗も増大するから、上に算出したやうな大きい速度の向上は得られない。實際問題としては、發動機の馬力を高空まで保持するために必要な、主として過給機關係の重量増加、冷却器の重量増加、プロペラの重量増加及び氣密室關係のいはゆる高空裝備の重量増加が相當な額にのぼり、これがため迎角は一層大となり、その上、空氣抵抗も、これらのために——特に冷却器の増大のため——増大する

第一圖



第二圖



のが普通であるから、速度の向上はなほ少い。

第二圖に示したのは、ドイツのワイゼといふ人がいろいろな假定をして、成層圏飛行の速度向上を理論的に計算した結果である。これで見ると、過給機を排氣瓦斯タービンで駆動する場合と、主軸から直接駆動する場合とでやゝ違ふが、現在の最高六籽を正規高度とするものと比較しても、大體二割乃至四割位の速度向上は得られさうである。

圖中、發動機の主軸から直接齒車で駆動する過給機の場合は下の曲線で示し、排氣瓦斯タービンで駆動する場合は上の曲線で示してゐる。この差は、普通徒に逃がしてゐる排氣のエネルギーを利用することによつて生ずる。

このほか、アメリカのオスワルド、イギリスのヒルなどの計算結果も大同小異の結果を示してゐる。



## 2 巡航航続距離の増大

飛行機が、その搭載してゐる燃料で、最も長距離を飛ぶためには、揚抗比最大の迎角で飛ばねばならない。この時の速度が経済速度と呼ばれるものである。ところが、この迎角は、翼型の性質上相當大きいところにある。従つてこの経済速度は實用の見地から餘り小に過ぎる。即ち現在の飛行機は、この経済速度より遙かに大きい速度で巡航しなければ實用にならないのであつて、そのために揚抗比の小さい迎角で飛び、航続距離を犠牲にしてゐるわけである。

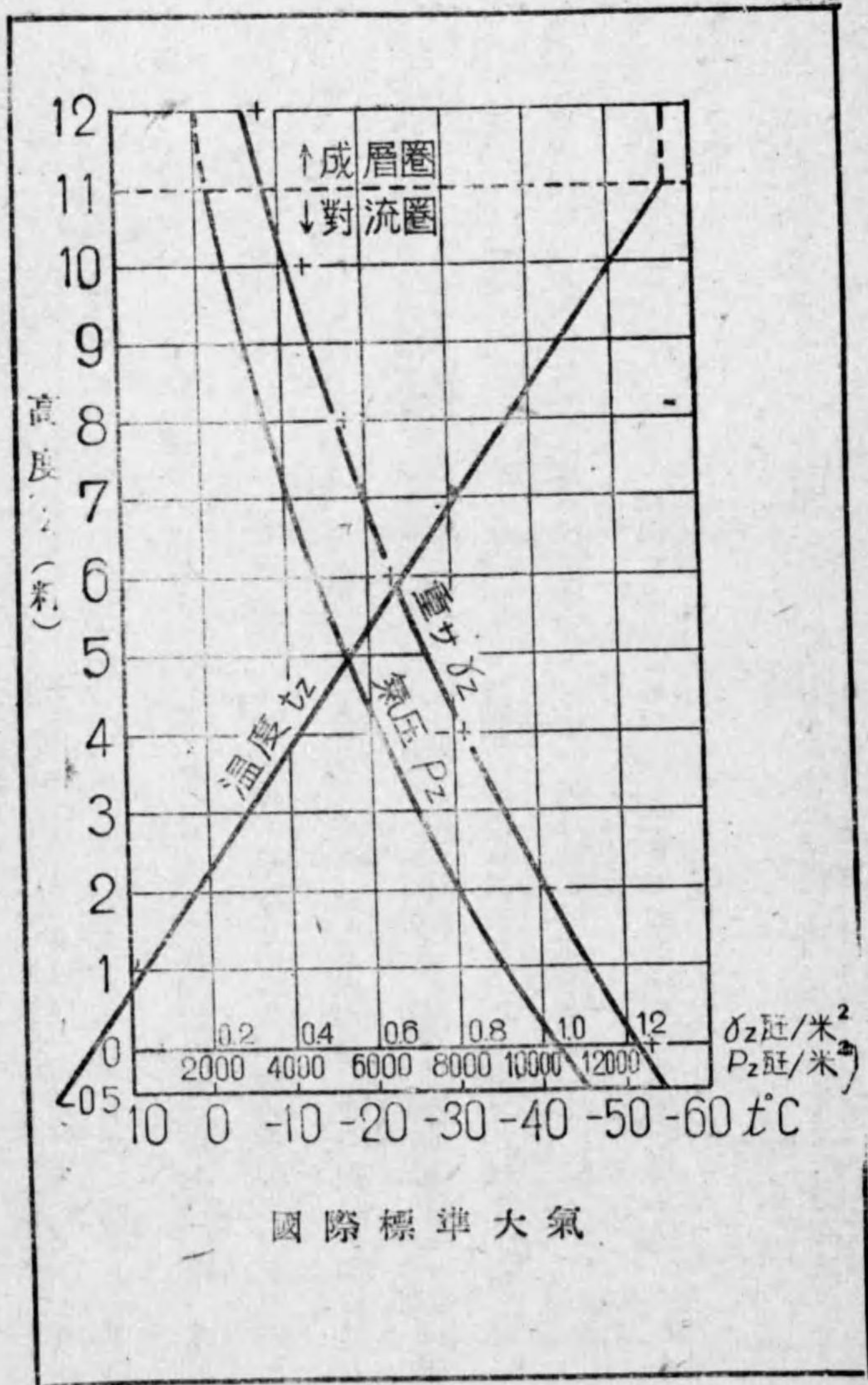
成層圏飛行では、前に述べた通り、低空飛行と同じ——いや寧ろやゝ大きくなる——重量を支へるためには、大きい迎角で飛ばねばならないから、揚抗比最大の迎角に近いところで巡航飛行が行はれる。そして、その時の速度は空氣密度の減少のために、二乃至四割方大きいのである。つまり低空飛行に比較して、實用の航続距離は著しく増大する。前記のワイゼが第二圖と同

様の計算を行つた結果は、三割から五割の増加を示してゐる。勿論、いくら低速でもよい、経済速度で飛ぶといふ距離記録機の場合には低空飛行の方が有利である。

結局、今日までの高度記録飛行のやうに、離陸してから一生懸命に上昇して成層圏に突進し、一六籽昇つた、一七籽昇つた、そして後をも見ずに命からがら降りて來るといふのは、本格的な成層圏飛行ではないのである。成層圏飛行の本領は高空長距離飛行(Hochweitflug)にあつて、高度飛行(Höhenflug)にはない。従つてまた氣密服のやうな一時逃れの高空装備では不充分であつて、是非快適な氣密室を作る必要がある。この意味からいつて、飛行機の高度記録は一七・一籽ではあるが、成層圏飛行は未だ實現されてゐないのである。

つまり、速く速くへ飛ぶために、どうしても成層圏飛行の問題を解決しなければならぬわけである。

以上が大體、今日まで餘りよく一般に説明されてゐない成層圏飛行の目標である。數式を省い

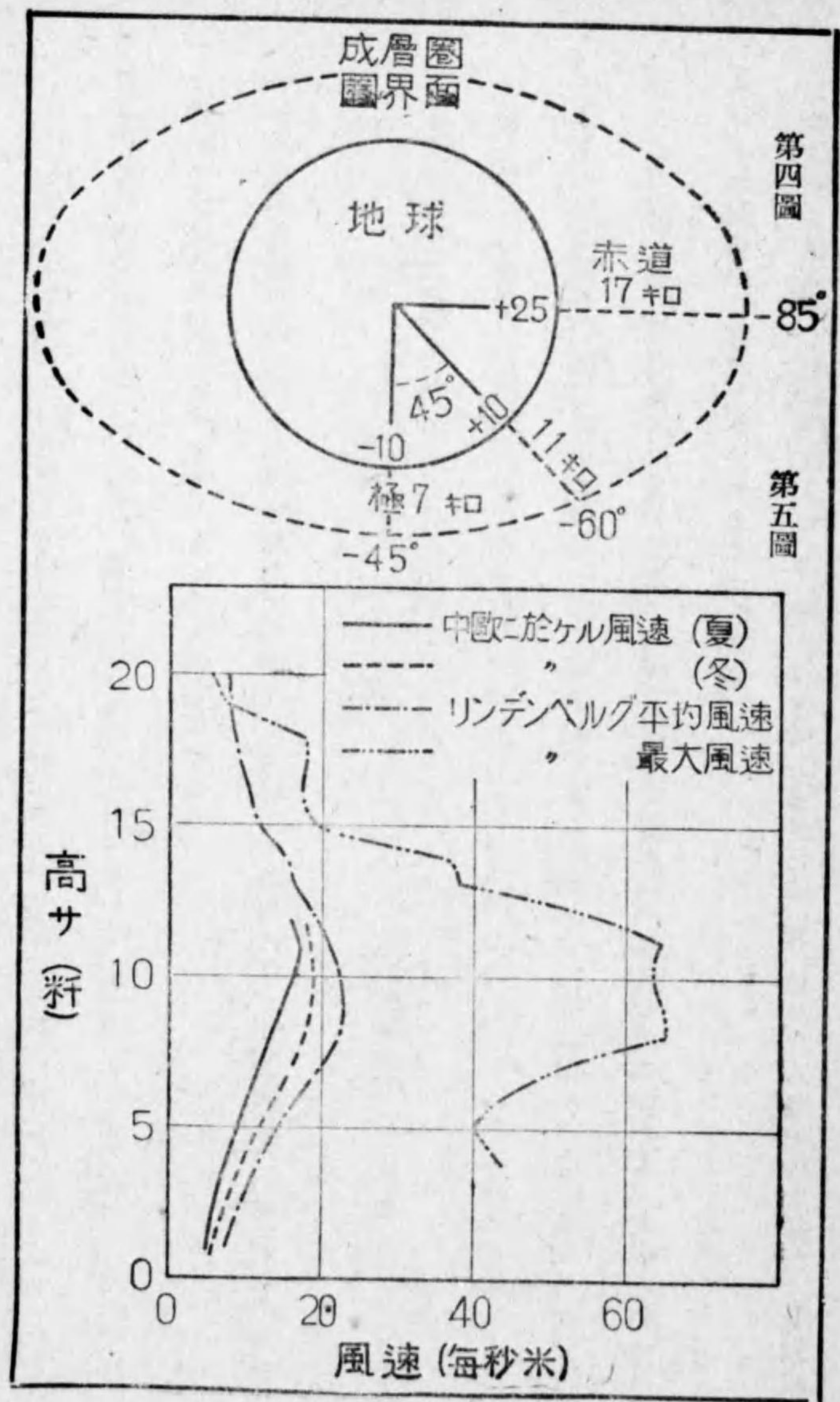


ての説明には相当苦心したつもりであるが、落ちついて読んで貰はないと、或ひははつきりしないかも知れない。

以下、順序としていまままでに大體いひ盡されてはゐるが、性能向上以外の成層圏飛行の目標を簡単にまとめてみよう。

### 3 成層圏の氣象状態

高いところの空氣の氣壓、溫度、密度などがどういふふうに変つてゐるか、これについては萬國共通に定められた標準大氣（第三圖）がある。溫度は圖に示すやうに、地上のプラス一五度から一、〇〇〇米につき攝氏六・五度といふ割合で直線的にどん／＼下つてゐる。一、一〇〇〇米まで大體この割合で下つて來て、攝氏マイナス五六・五度になり、この邊から溫度が略々一定になつて來る。こゝが對流圏と成層圏の境で、學術的には圏界面といはれてゐる。對流圏には對流



第四圖

第五圖

盛んにあがり、この圏界面を超えると、上は空氣が對流しないで、層をなしてゐる成層圏がある。それから氣壓は地上では一氣壓（毎平方米約一〇、〇〇〇砵）であるが、それがどんどん下つて来て、大體一二、〇〇〇米邊りでは地上の約二割位になる。一氣壓は水銀柱で七六〇耗、水柱で一〇米であるから、地上で我々人間は深さ〇・七六米の水銀の海の底、深さ一〇米の水の底といふ相當な壓力の中に生きてゐる。それが二割の低壓で生きることの困難は充分豫想されることである。結局かやうな攝氏マイナス五〇度乃至六〇度といふ低溫と、〇・二氣壓以下といふ低壓から人間を保護しようといふ問題、これが高々度飛行の衛生工學の主なる問題である。飛行機の性能に直接關係のある空氣密度は、氣壓ほど下らないが、やはり高空ではどんどん小さくなる。氣壓に比例しない理由は、高空で低溫になるため、この理由では逆に寧ろ密度が増す傾向にあるからである。

前記の圏界面といふものは何故出来るか、又その高さは地球上の各所でどんなに變化するか。

第四圖はこの圏界面の高さを非常に誇張したものである。實際は地球の直径が一三、〇〇〇軒あり、圏界面の高さが一〇、〇〇〇米であるから、直径一米の球で一耗足らずの厚さのものであつて圖の地球の周圍を示す線よりもつと低い筈である。

この線から外へ出られるか出られないか盛んに焦躁つてゐるのが、成層圏飛行の現状なのである。

圏界面の生因は、上述の如く太陽の熱エネルギーにあるから、赤道附近のやうに太陽熱を非常に多く受ける所は、この圏界面の高さが一年の平均一七、〇〇〇米で、それから兩極に近づくに従つて次第に低く、極においては七、〇〇〇米位である。我々の住んでゐる中緯度の地方では一一、〇〇〇米位が圏界面になつてゐる。同じ場所で圏界面が冬低く夏高いのも、太陽の熱エネルギーの關係から當然豫想されることである。

對流圏では太陽の輻射熱によつて、熱せられた空氣が上昇し、そのため地表の水分が水蒸氣の形で上昇し、凝結し、霧、雲、雨、雪等、あらゆる氣象變化を起して、また地表に歸つて循環する。對流に伴つて垂直、水方向の突風が起るのはもちろんである。水面のある風呂の水、天井のある室内の空氣が下降して對流を起すのは當然であるが、天井のない大氣の場合でも、上昇の場合の空氣斷熱膨張による溫度低下と、空氣中の水分の凝結による溫度上昇との平衡から、それ以上空氣が上昇し得ない天井が出来る。これが圏界面なのである。昇るほど冷い空氣があれば、空氣は上昇し得るが、大氣の溫度遞減がなくなれば上昇はやむのは當然である。もつとも、この神の巧な配劑による天井がなければ、とつくに地球の水分は天外遠く飛び散つてしまつて、地球は乾燥し、水分八〇パーセントの人間は勿論あらゆる生物は生き得なかつた筈である。

成層圏にはこの對流が及ばない。従つて氣象變化はなく、いつも晴天である。突風はないが、地球の自轉に伴ふ西風はいつも吹いてゐる。

第五圖は地表から高度二〇千までの一年の平均風速の分布を示すもので、低空では毎秒五米であるが、圏界面まではどんどん風速が増して——これは中部ヨーロッパの観測の結果であるが——そこでは一年中平均秒速二〇米、時速七二千といふやうな強風が吹いてゐるのである。なほ風向は四千以上の高さでは年中殆ど西風である。

日本の近くの上空では冬季アジア大陸から吹出すシベリア氣團の西風と前の西風とが一緒になつて、非常に強い西風が吹いてゐると言はれてゐる。しかし、この圏界面を超えて更に上に昇ると、また風速は徐ろに落ちて、高度二〇、〇〇〇米では地上と同じ位の弱さになつて来る。

空氣の組成はどうなつてゐるかといふと、攪拌のある對流圏では勿論、二〇、〇〇〇米位の高さまでは酸素が二一パーセント、窒素が七八パーセント、その残りがアルゴン、水素といふやうな容積割合で、幸ひ殆ど變つてゐない。しかし、その邊から更に上に行くと、即ち成層圏をどんどん高く昇ると、段々重い瓦斯が少なくなつて、上のはうになると軽い瓦斯ばかりになる。さうし

て一〇〇千といふやうな非常に高い空では、水素が殆ど九八パーセントと言はれてゐるが、それはロケットが飛ぶまでは、問題にならない高さである。

次に水分の問題であるが、飽和水蒸氣壓は上空では低温になるから常に低くなり、濕氣ももちろん昇つて來ないから、地上に較べて一〇〇分の一以下といふ程度になる。従つて今後相當高く昇る飛行機は、この濕氣の供給について考へて置かないと、乗員が粘膜炎をいためるといふやうないろいろの故障が起るわけである。

#### 4 氣象状態から來る利益

今までで大體成層圏飛行の背景である大氣の状況を述べたわけであるが、この氣象状態から豫想される利益について説明してみよう。

成層圏はいつも晴天であつて、雲もなければ霧もなく、雨や雪もない、又突風も全然ないとい

ふことは、先程述べた通りである。飛行機でいつも晴天の、動揺のない飛行、これほど安全快適な飛行はあるまい。家際飛行機に乗ってみて、ひどくかぶられた経験のある人なら、すぐにこれ

第六圖

に同感することと思ふ。



それから低い空では、時々飛行機に結氷または着氷の現象が起る。つまり過冷却された水分の多い雲の中に急に飛行機が飛び込む場合、また地上で非常に冷えた飛行機が濕氣の多い雲の中に入る場合など、よく翼の前縁、プロペラなどに氷がつく。かうなると翼の性能が著しく害されたり、振動が起つたりして飛行機が不時着したり或ひは墜落することさへある。第六圖は主翼の前縁の着氷を示す。一耗否一〇分の一耗を争つて正確に製作されねばならない翼の前縁の變形は、忽ち重大な結果を招く。

しかし、こんな事故は成層圏では全然起らない。但し成層圏に昇る時に、下の方の一、〇〇〇

米以内の高度の氣象條件が悪い場合には、一度はどうしてもさういふ層を突き抜けて上に出る必要がある。

酷寒零下六〇度の低温に對しては、電熱飛行服を着るか、氣密室に暖房をすれば問題はない。それから東行の飛行には圏界面の強い追風を利用する。時速七〇軒の速度増加は、近い將來の成層圏飛行機が更に二割近くスピード・アップされることになる。但し西行の場合には一五軒から二〇軒まで上昇して、逆風の小さい所を飛ぶ。成層圏飛行の高度は少くも一五軒乃至二〇軒を目標とすべしと主張する理由はこゝにある。

## 5 用法上の利益

次に用法上の利益も亦大きいのである。たとへば空中戦の場合を考へると、味方のはうが五〇〇米も上を飛んでゐて敵に遭遇したといふことは非常に利益であつて、逆に下から敵に向つて行

くといふことは、ポテンシャル・エネルギーが少い意味で苦戦するわけである。

それからもう一つ大事なことは、いはゆる隠密飛行、即ち敵に全然知られずに近づいて奇襲が出来ることである。成層圏飛行で敵地に近づくと、最近では、ラヂオ・ローケーターの進歩が著しいが、普通の聴音機では恐らく一〇軒以上は當分捕捉不可能であらうし、照空燈の光芒も到達すまい。高射砲も一〇軒以上は届かないか、少くも高い命中率は望まれまい。

しかし、爆撃機がこんな高度から盲爆をしてゐてはいけない。出来ればやはり成層圏から發動機の回轉を緩め、滑空で目標に近づいて奇襲しなければならぬ。偵察機は赤外線寫眞を撮る。萬一下で發見しても防空戦闘機がこの高度に上昇するまでに少くも十分、二十分の餘裕がある。即ち海軍の潜水艦と同じやうなものが今や航空機にも現はれやうとしてゐるのである。但し潜水艦の場合には、隠密性のために空氣の八〇〇倍の密度の水の中に潜るので、性能の低下を免れないのであるが、飛行機のはうは密度の小さい高空の空氣の中に潜るのであるから、隠密性プラス

性能の向上、それと同時に安全で乗心地がよいといふあらゆる利益が揃つてゐるのである。

爆撃機、偵察機の運用高度が成層圏になると、戦闘機もまたこの成層圏を戰場としなければならぬ。戦闘機相互間の空中戦においても、絶対優位の高度を保持するはうが絶対不敗の地位を占めるのはもちろんである。現在の軍用機では、速度で敵を少しでも引離さうといふ懸命の努力が拂はれてゐるが、それと同じ眞剣さで高度の優越を競はねばならないわけである。

## 二 高度飛行の現状

成層圏飛行は上に述べたやうな目標を以て解決されねばならない。しかしいろいろの困難のため、まだ解決されてゐない。然らば高度飛行の現状は如何。

第七圖（表紙裏）は、飛行機の高度記録の年々の進歩を示すものであるが、この高度記録とい

ふのは、先にも述べたやうに、非常に不愉快な氣密服を着た唯一人の操縦者が、命からがら昇つて作つた記録であるから、實際の飛行機の性能としての意味はないのである。現在の記録は、

#### 第八圖

一九三八年にイタリーのベヂイといふ人が作つた一七、一〇〇米であつて、それ以來まだ新記録は現はれてゐない。



飛行機は發動機の馬力保持といふむづかしい問題を解決しながら、その馬力で以て昇らねばならないが、自由氣球のはうは水素瓦斯の浮力を利用してどん／＼昇るのであるから、一九三五年に既に二二、〇〇〇米まで昇つてゐる。飛行機の他の記録、たとへば速度とか航續距離とかは、どん／＼伸びてゐるのであるが、第七圖でも見る通り、高度の記録はあまり進歩してゐない。一一、

〇〇〇米の圏界面を一九二三年に突破して、二〇年たつた今日まで一七、〇〇〇米邊りを彷徨してゐるのである。

第八圖は、前記の自由氣球（アメリカのエキスプロアラ二號）が二二、〇〇〇米の記録飛行への出發の實況である。氣球がしぼんでゐるが、これは初めから一杯にふくらましてゐたのでは氣壓が二〇分の一の高空へ行くまでに二〇倍に膨張して破裂を免れないから、地上で瓦斯囊に二〇分の一位の水素を入れて昇つて行き、昇るに従つてどん／＼囊が擴がるのである。擴がつた時の容積は一五、〇〇〇立方米ある。

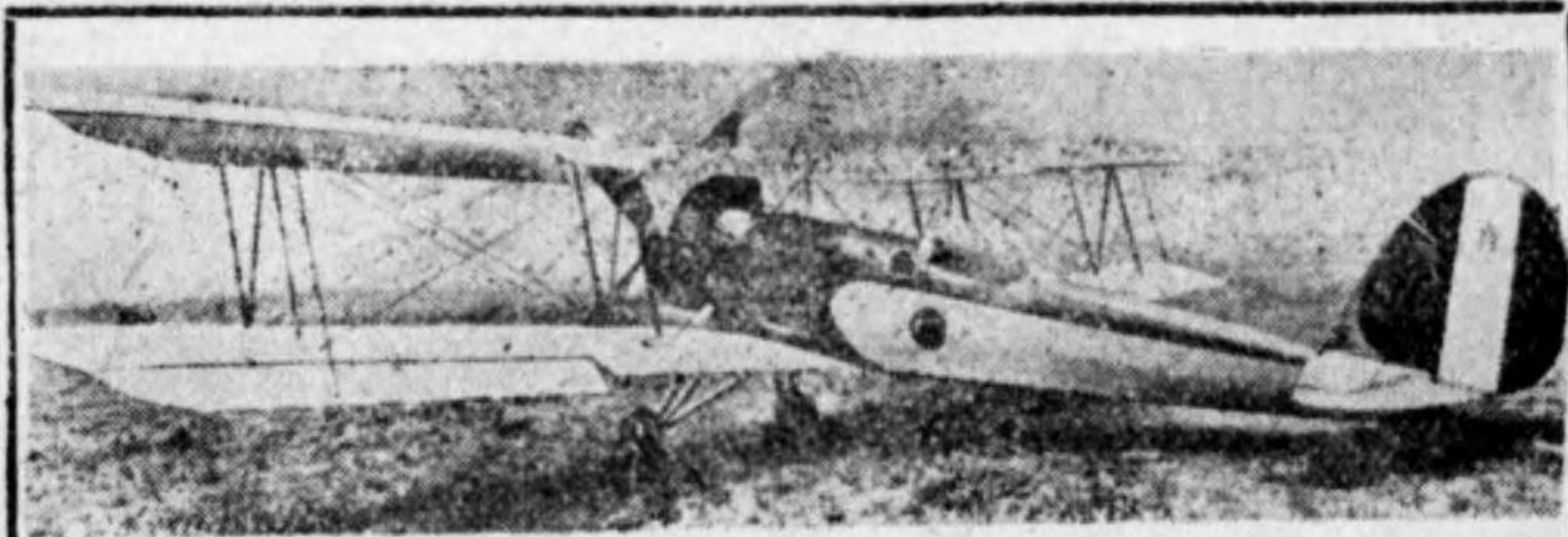
第九圖は、ベヂイが高度記録を作つたイタリアのカプロニー一六B型複葉機である。飛行機の形から見てもいろ／＼面白い點があるが、唯一目見て判ることは、普通の飛行機に較べてプロペラの直徑が並外れて大きく、且つ四枚羽根であり（普通のプロペラは二枚羽根か三枚羽根が多い）その羽根の幅も廣いことである。かうした大きなプロペラをつけないと、高空の密度の小さ



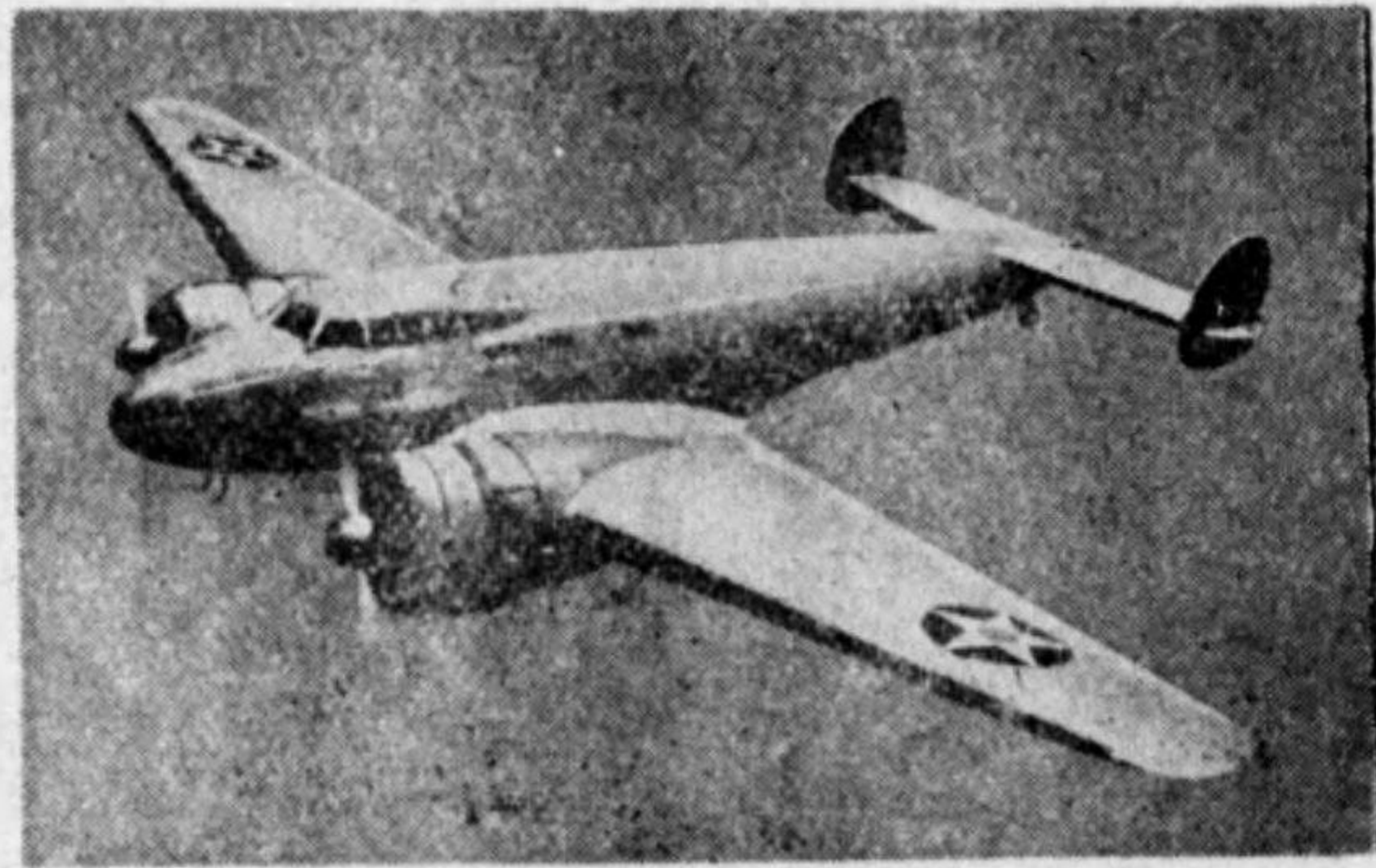
い空気の中で充分發動機の馬力を吸収して推力を出し得ないからである。

上昇力を大にするためには、勿論發動機の馬力とプロペラの効率を大にしなければならないが機體側としては、翼面積を大にし、重量を小にしなければならない——このために、燃料搭載量が制限され長くは飛べない——。空気抵抗を小にしなければならないのは、これ又勿論であるが上空では大きい迎角で飛ぶのであるから、胴體脚などの抵抗を減らすよりも、寧ろ翼を細長くして縦横比を大にすることが重要である。これらの設計上の要求は、この舊式の飛行機にも大體折込まれてゐるやうである。

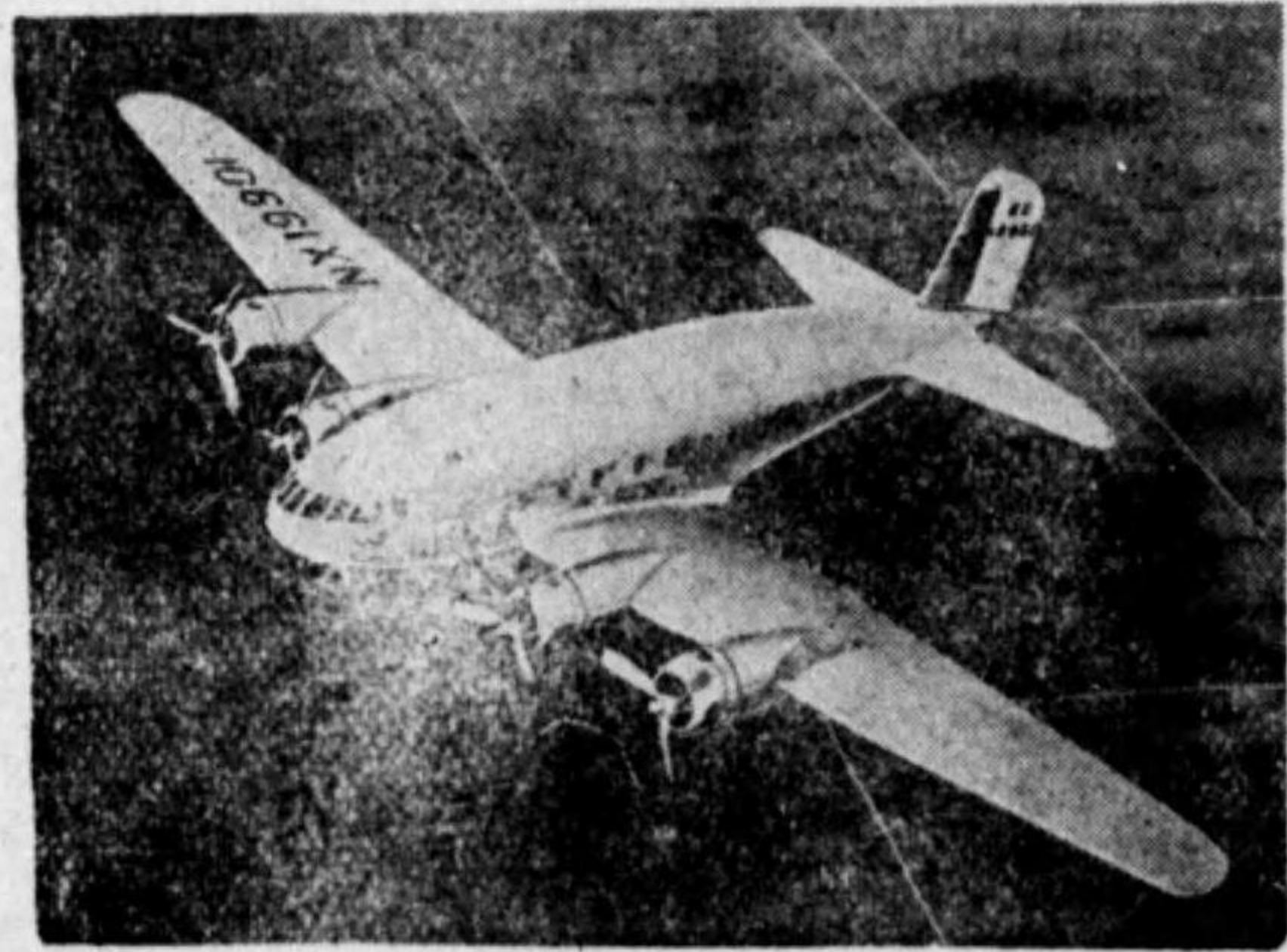
實用機としては亞成層圏機が各國で作られてゐる。成層圏まで行かなくても七、〇〇〇米乃至八、〇〇〇米邊りの所謂亞成層圏に行くと、種々の條件が大體成層圏に近いものになる。例へば氣象條件も、九五パーセントは晴天といふ工合になり、地上からも略と發見されないといふ利益も出て来る。空気の密度も、地上の五分の一までにはならないが、大體四割程度位薄くなる。従



第九圖



第十圖



第十一圖

つて、速度の向上(第二圖参照)、巡航航続距離の増大といふ性能向上の目標も一部達せられる。一足飛びに成層圏を狙はないで、一步一步これに到達しようといふ行き方が、亞成層圏飛行機である。

第十圖は、一九三七年にアメリカの陸軍が作ったロッキードXC三五型の双發亞成層圏飛行機である。この胴體の中は人間が長時間耐へられるところのいちばん低い壓力、即ち大體高度三、〇〇〇米の壓力を保持してゐるから、七、〇〇〇米の高度を飛んでゐる場合には、機外と胴體內とは〇・三氣壓位の壓力差が出来るが、それに耐へ得るやうに氣密室(プレッシュア・キャビン)を持つてゐる。

更にアメリカでは、一九三八年ボーイング・ストラトライナー(第十一圖)といふ亞成層圏旅客機が作られた。二年程前からニューヨーク、ロスアンゼルス間の米大陸横斷定期航空に従事してゐる。この飛行機によつて大陸横斷旅行をして戦前歸朝した日本人もある。同機は四發動機で

——B一七爆撃機と翼其の他は共通——四十人乗りの旅客機であつて、昔は十三時間程掛つたこのコースを、最近では十一時間位に短縮してゐる。しかも、衛生工學的な設備がよいのと、氣象條件がよいために、この旅行は極めて快適であるといはれ、座席はいつも満員といふ話である。大體高度六千を飛び、巡航速度は三八六軒/時の程度である。

第十二圖は同機の内部であつて、これも同様氣密室となつてゐる。

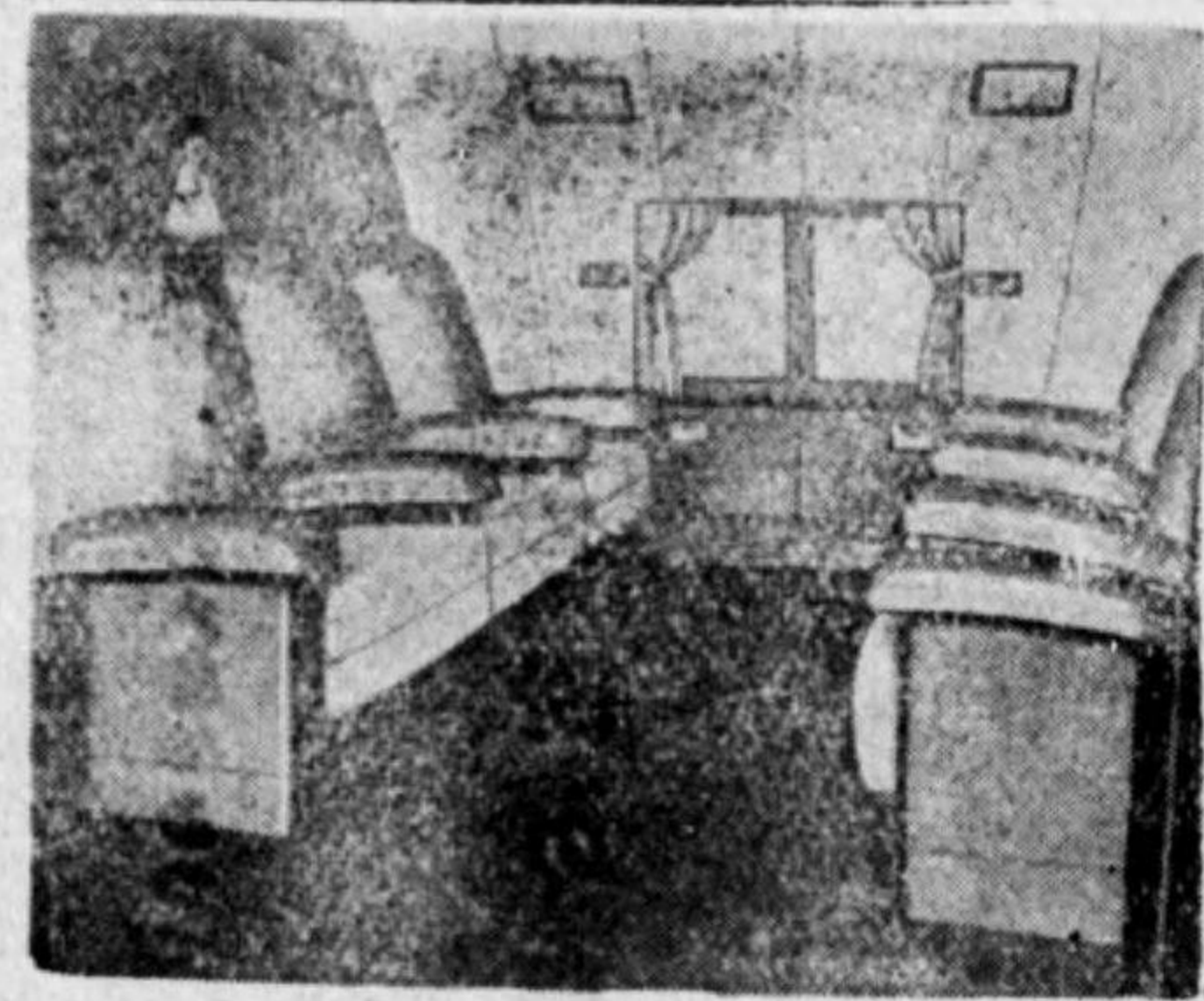
### 三 各國の研究

#### 1 アメリカ

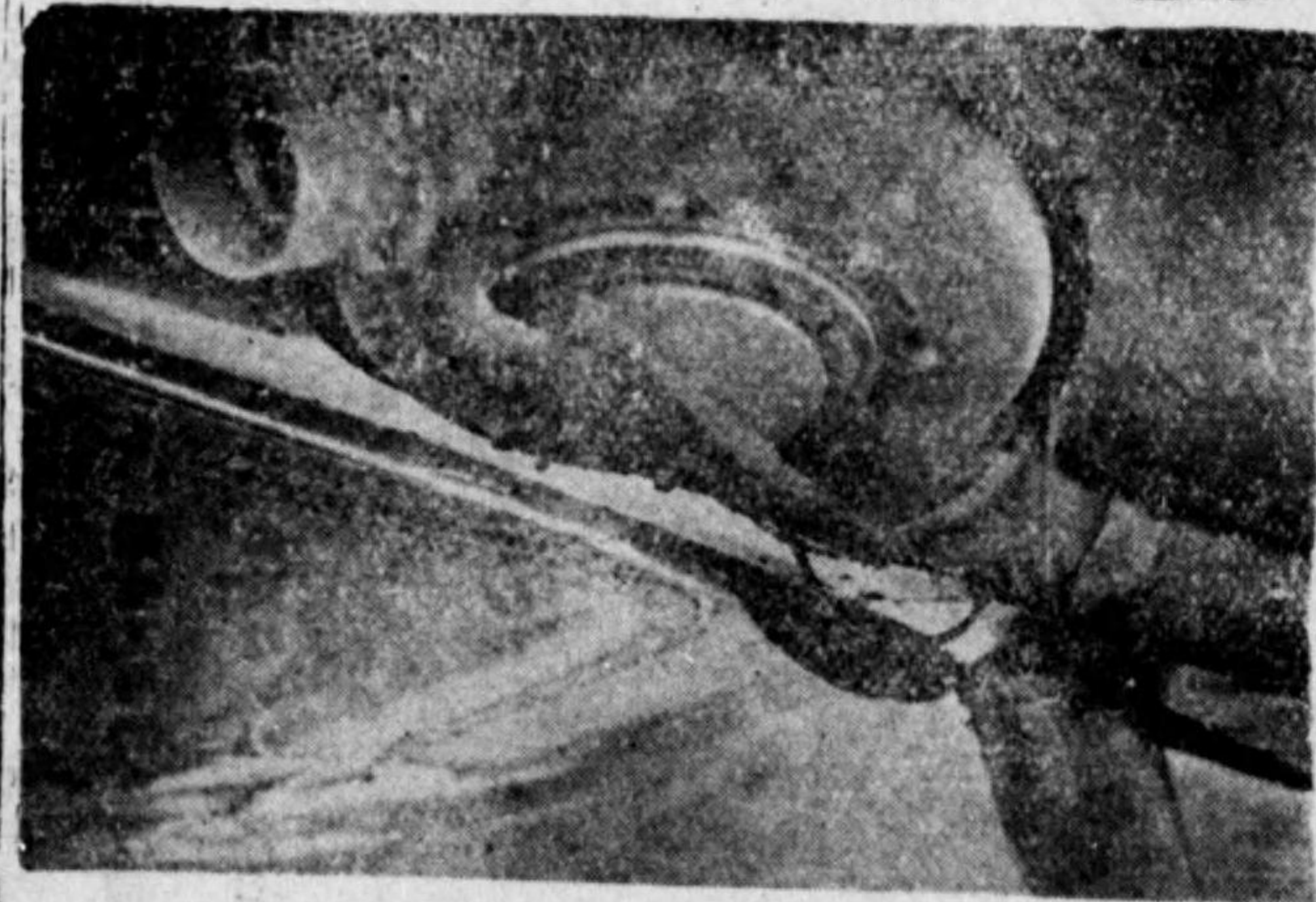
前大戰のすぐ後、一九二〇年に既に陸軍の手で氣密室の飛行實驗を開始し、三年間に亘つて實

驗を行つてゐる。その後十三年間も研究は中絶したが、一九三五年にはT・W・A航空輸送會社  
 が、技師長トムリンソンの主唱で、定期航空の見地から亞成層圏飛行の研究を開始した。  
 まづダグラスD・C一型輸送機に二段過給機附の發動機を搭載して、高度六千乃至八・五千の  
 飛行を実施した。次に排氣タービン駆動の過給機をつけてサイクロンD發動機を積んでノースロ  
 ップ・ガンマー機——わが國にも輸入された——で、九千以上の高空飛行を実施した。どちらの  
 飛行機にも氣密室はなく、酸素吸入には液體酸素を積み込んで氣化させた。  
 一方陸軍でも中絶した研究を一九三五年に再開した。この時にはロッキード會社の設計課とカ  
 リフォルニア大學のヤンガー教授に共同の研究を委嘱した。この研究はやはり氣密室を中心とす  
 るものであつて、その成果を採り入れたのが前述のロッキードX・C三五型機で、完成は一九三  
 七年の春である。同機は建造後三年間に互つて數千時間の亞成層圏飛行を実施し、氣密室の實用  
 性を實證した。

第十二圖



第十三圖 (ボーイングB-17の排氣タービン過給機)



第十四圖



その後一九三八年夏には、前記のボーイング三〇七型亞成層圈旅客機（ストラトライナー）が完成したわけであるが、續いてカーチス・ライト會社でもC・W二〇型の輸送機（第十四圖）の建造に着手した。氣密胴體内部の容積利用率を高める考へで、圓を二個上下に、瓢箪型に重ねた形の胴體斷面を持つた點が目新しい。普通の氣密胴體は強度の要求上、斷面は正圓に近い。試験飛行までにいろいろ問題があつたらしく開戦前までの雑誌には、脚を出したまゝ低空飛行中の寫眞が發表されたのみである。

一九三九年春、ボーイング會社がストラトライナーに引續いて、大西洋横斷定期航空用として二、五〇〇馬力發動機六臺搭載、全備一二〇トン、巡航三〇〇浬時の「シューパー・クリツパー」巨人艇の設計を發表したが、やはり六浬の亞成層圈を狙つたものであつて、氣密の艇體をもつてゐた。

成層圈飛行に對する醫學方面の研究も、陸軍研究所及びプロチエスターにあるメイヨー大學病院

で盛んに行はれてゐる。なほビュロー・オブ・エア・コンマース（航空局）には、將來の發展を期待してストラトスファイア・セクション（成層圈課）が設けられてゐる。

## 2 イギリス

イギリスにおいては成層圈飛行に對する關心は比較的薄く、一九三二年（一三・四浬）、一九三六年（一五・二浬）、一九三七年（一六・四浬）の三回に互つて、高度の世界記録を獲得してゐるに過ぎない。第一回はヴィツカース・ヴェスバ複葉機で、第二回、第三回はプリストル一三八型單葉機であつた。一九三八年度のウィルバー・ライト記念講演には、アメリカから前記ロツキードXC三五型の試作研究を擔當したヤンガー教授を招聘して、成層圈飛行に對する研究の蘊蓄を傾けさせたが、これは頽勢挽回の一手段と見なければならぬ。

開戦前からフェアリー會社で、氣密室裝備の四發大型輸送機を試作させてゐたらしいのである

が、開戦と同時に工事中止を嚴命した。當時ドイツの成層圏爆撃機の風説に恟々としてゐた國民から猛烈な非難を浴びせてゐたのを、同國の航空雜誌フライトの論説で讀んだことがある。

### 3 フランクス

アメリカの研究が相當根強く、且つ亞成層圏機といふ中間目標を目指して、歩一步確實な歩みを續けて來たに對し、一舉に氣密室裝備の成層圏機を完成しようといふのは、いかにもフランスらしいやり方である。即ち數ヶ年の豫備研究はもちろん行はれたであらうが、一九三二年七月にフルマンF-1000型の二座單葉の成層圏機を完成してゐる。

これは、四〇〇馬力のフルマン發動機にラトール式排氣タービン驅動三段過給機がついてゐた點及びプロペラが當時としては珍しい可變節四翼のものであつた點など、かなり進取的な設計であつて、上昇限度二〇千と呼號したものであつた。氣密室は直徑一米の圓筒形の胴に半球形の端

板をつけた全長二米、デュラルミン外板の厚さ二耗、出入口は上部にあつて窓は二個、離着陸にはその出入口から首を出す、上空飛行中は盲目飛行に近いといふ不完全なものであつた。

翌一九三三年には第二號試作機ともいふべきD-1001型が完成したが、上昇中九千の高度から墜落した。原因は氣密室の不完全と推定されてゐる。この失敗に意氣消沈したか、フランスのこの方面の研究は以來杳として消息を斷ち、第二次大戰の勃發直前にフルマン二二三四型高翼双發單葉がパリから南米まで亞成層圏飛行に成功したといふ新聞電報があつたのみである。この飛行については詳しいことは分らない。高度記録の獲得戦にも一時華々しい活躍を見せたが、それも一九三六年までのことであつた。

### 4 ソヴェト

ソヴェトの成層圏飛行に對する活動は、高空の大氣と宇宙線の研究から始つてゐる。即ち一九

三二年氣球「ソ聯號」の一九九昇騰の記録がある。軍用の方面では、高空飛行のための酸素吸入の重要性を確認して、一九三五年以來その實用化に邁進した。また亞成層圏飛行の方面では、一九三八年モスコウ、浦鹽間に行はれた高度六乃至七・七千の二十四時間飛行がある。これらが秘密に閉ざされたロシアの研究の片鱗であつて、詳しいことは分らない。

## 5 ドイツ

最初に氣密室裝備の飛行機を建造したのはドイツである。即ち一九三一年に試作されたユンカース高度研究機（第十五圖(a)）（八〇〇馬力重油發動機（第十五圖(b)）搭載）は胴體の中に別に氣密室を持ち、煖房裝置さへも持つてゐたらしい。この飛行機も寫眞が發表された位で、それ以來ドイツの成層圏飛行の研究は秘密の奥に潜んでしまつた。

ドイツの専門雜誌を見てゐても、高空飛行に關する自國の機材の紹介は全然なく、他國のものは詳細に紹介してゐる。研究論文なども、高々度飛行に關するものは過去十數年を通じて、たゞ二、三の綜合報告的のものが發表されたに過ぎない。しかし、この綜合報告の論旨の正しさ、批判の鋭さはドイツの研究の進歩を想像させるに充分である。

その他、「フルーグシュポルト」誌の特許欄（パテント・ザンムルング）に現はれる氣密室關係の獨國特許の技術的内容、高々度飛行に關する航空醫學の研究の旺盛さなども同様な暗示を與へるものであつた。

ドイツのこの沈黙に最も不氣味を感じてゐるのは、もちろんイギリスであつて、一九四〇年末の「フライト」誌の論説欄などにも、獨空軍の燃料噴射發動機の採用と、水平爆撃（エリア・ボンピング）の重要視との二つの論據から、成層圏からの空襲が何時あるかも知れないと警告を發してゐた。

イタリアの研究は今日まで外界に現はれたところから見ると、單に高度記録の獲得に終始してゐる。一九三四年七月、高度記録の獲得を第一の目標として高空飛行研究所が開設され、爾來、數次記録を更新し、一九三八年以來一七・一籽の國際記録を保持してゐる。

一九四二年の輸送機建造計畫に四發の成層圏機が含まれてをり、既に設計に着手したといふ短い情報が、イタリアの本格的の研究に關して與へられた唯一の手掛りである。

超々超々  
之印名 敬化子  
（高古） 班 藤 保  
様

東京市麹町區有樂町二丁目二番地

朝日新聞社

出版局業務部

電話東京一七三〇番  
（代）丸の内一三二番

出陣風景  
 山崎 誠  
 昭和十一年  
 三月  
 東京

成層圏飛行の技術  
 酸素吸入

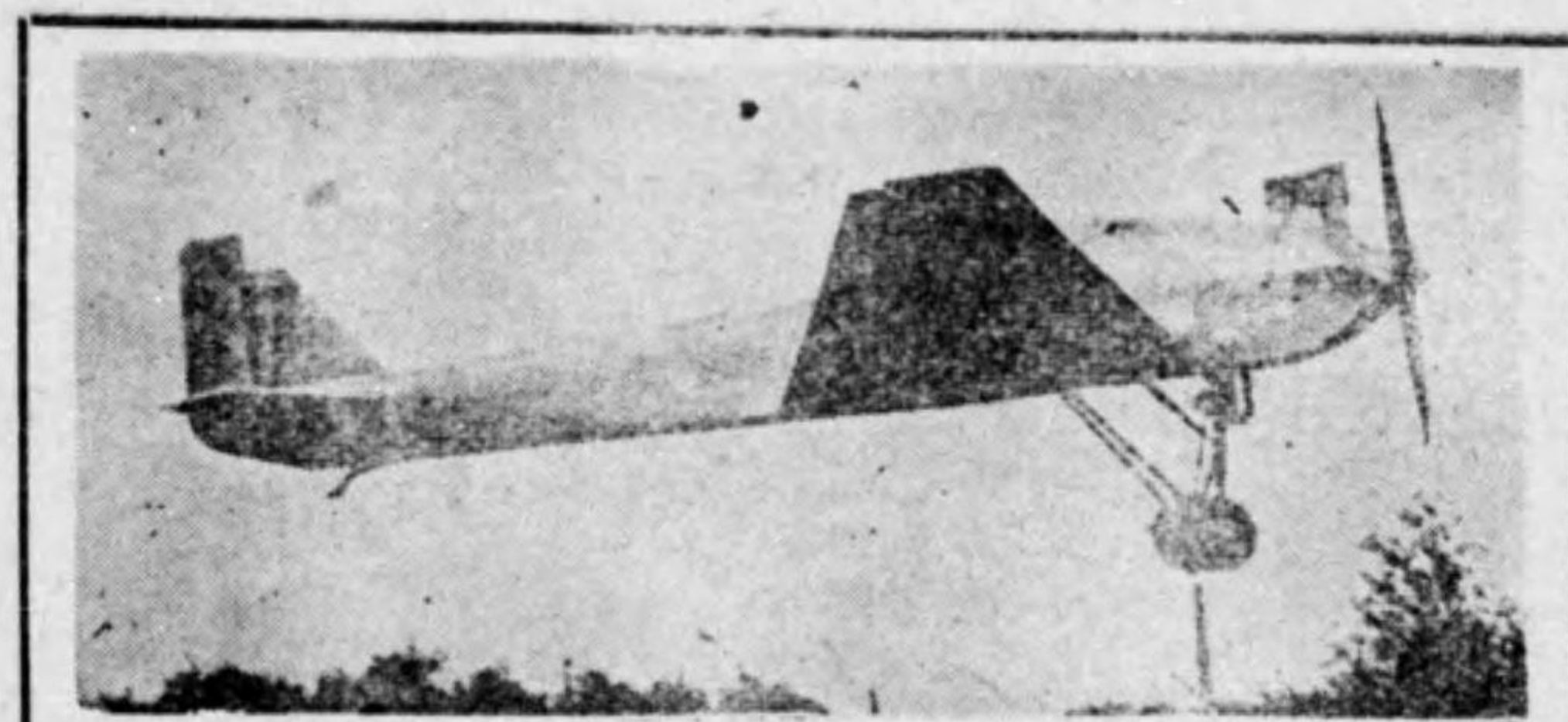
#### 四 成層圏飛行の技術

##### 1 酸素吸入

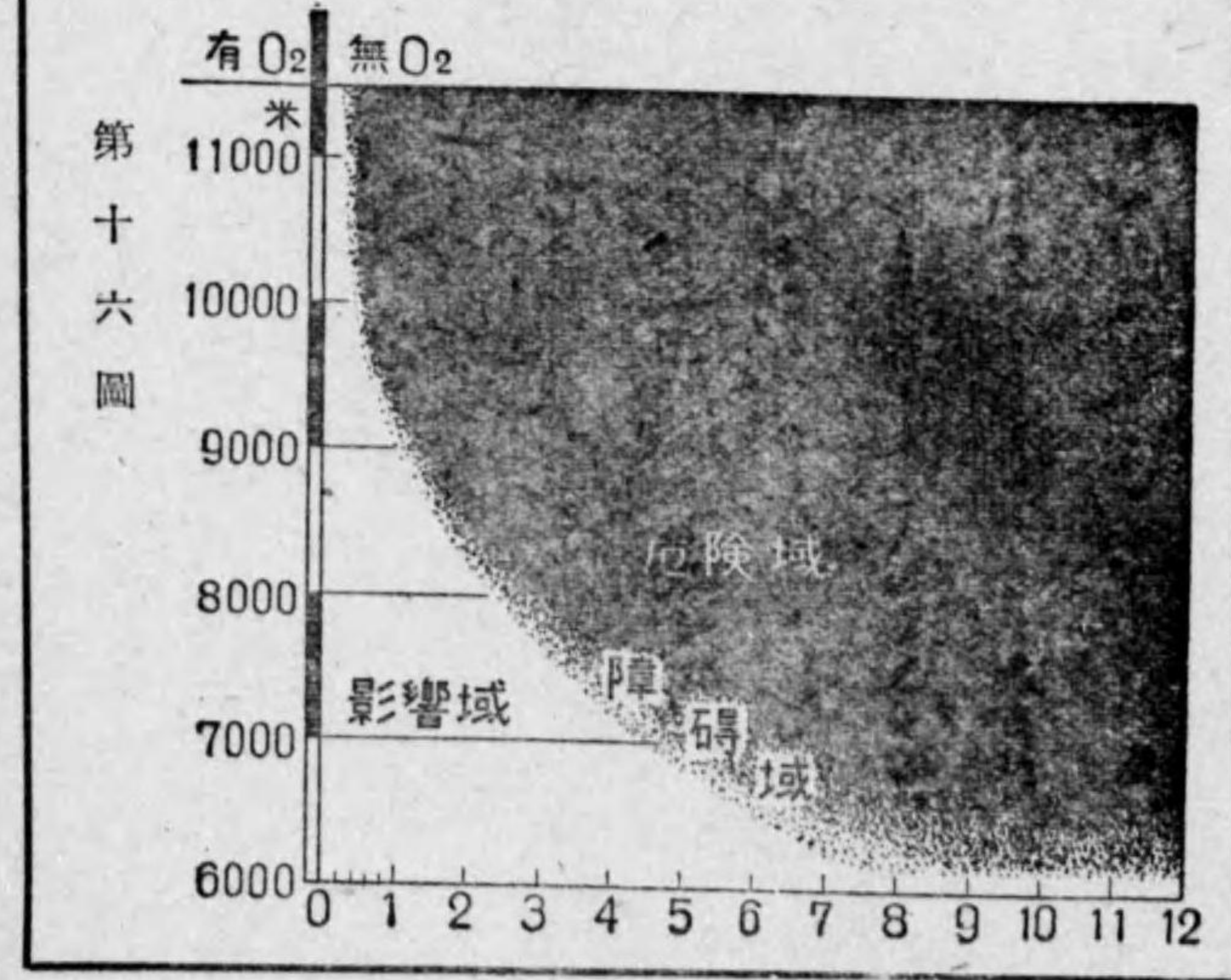
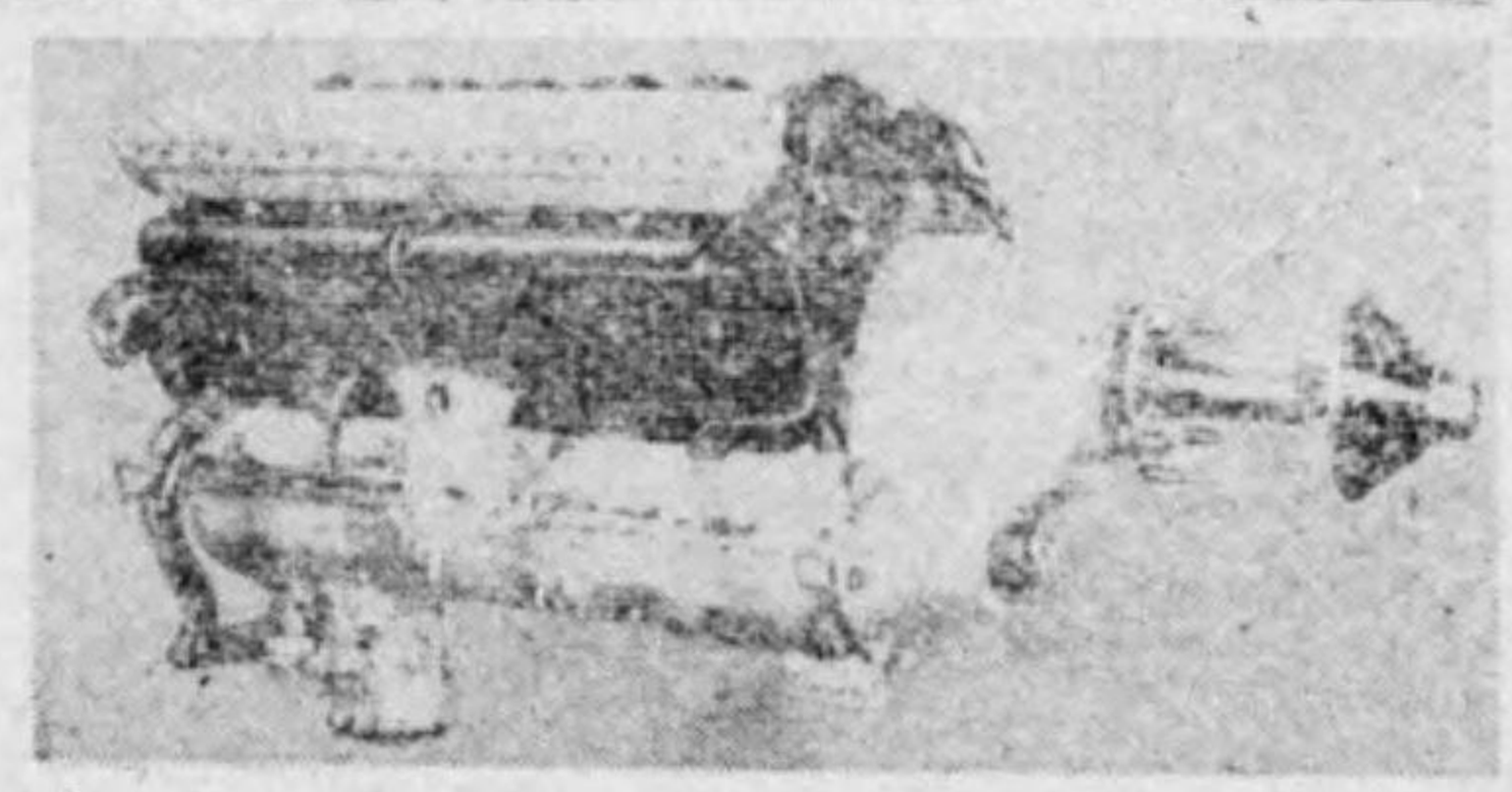
上述の如く、成層圏飛行にはいろいろの利益があり、また各國で盛んに研究を行つてゐるのに、まだその實現まで行つてゐないのは、種々の技術的困難があるからである。

第十六圖は、酸素缺乏により人間が死ぬまでの時間が高度と共にどん／＼短くなる關係を示す圖である。大氣の酸素の容積割合は、二〇、〇〇〇米邊りまで二一パーセントであるが、全體の空氣の密度が高空では薄くなるから、結局肺胞の酸素分壓が缺乏して、一一、〇〇〇米では十數秒で人間は死ぬ。





第十五圖



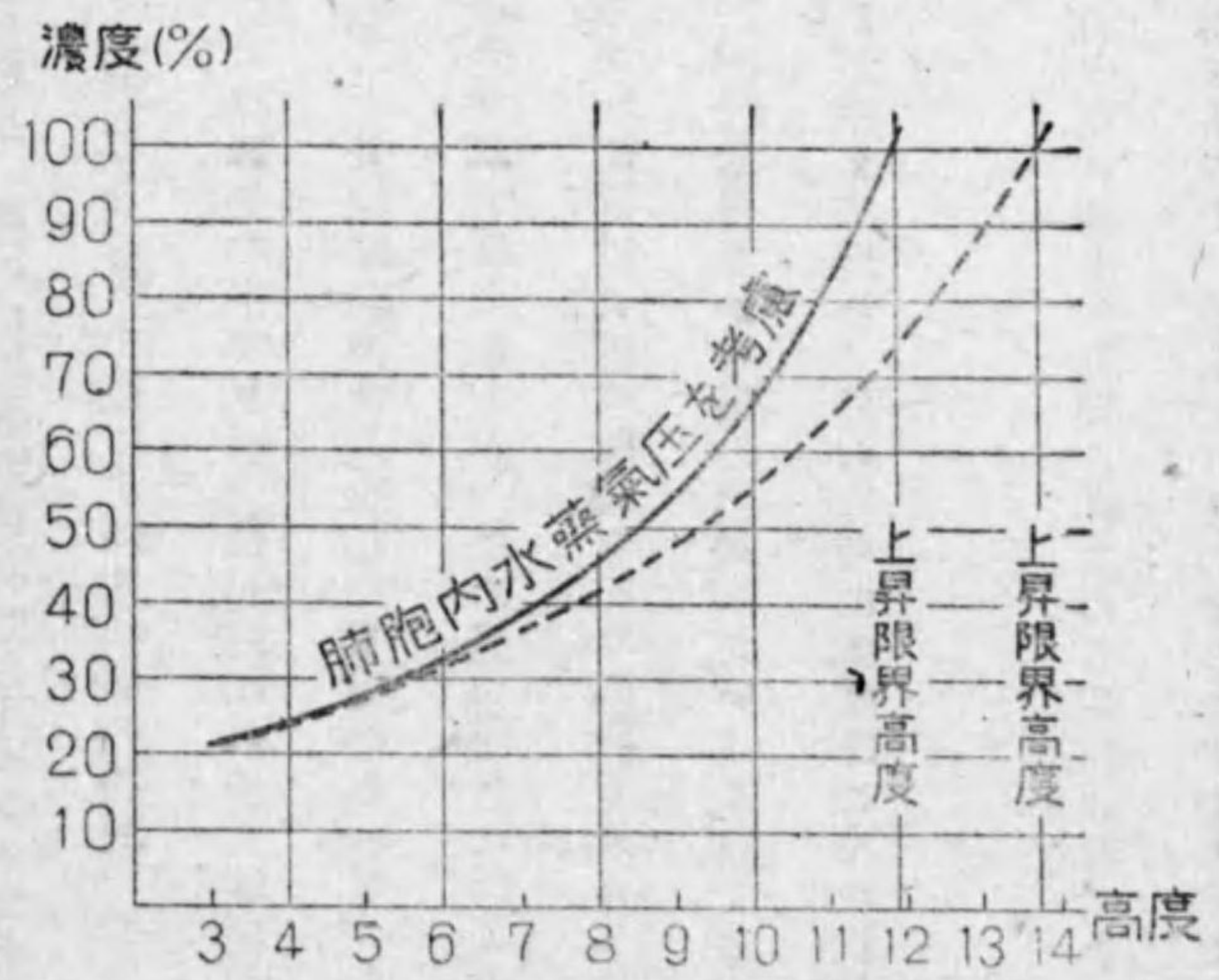
第十六圖

一一、〇〇〇米の氣壓は〇・二二氣壓であり、その中の酸素は二一パーセントであるから、その中の酸素の分壓は水銀柱で  $0.22 \times 760 \text{ 毫} \times 0.21 = 35 \text{ 毫}$  である。肺胞の中の體溫、攝氏三七度での飽和水蒸氣壓は四七毫であるから、これでは肺胞の中で瓦斯交換が行はれず、酸素が吸収されない。六、〇〇〇米位の高度ならば、大體二十分位は酸素吸入なしでも耐へられる。

尤も死ぬ範圍は、この圖中まつ黒な部分で示されてゐるが、この黒い部分に行くまでにはだいぶん時間があつて、白い部分との境の薄黒い範圍は人體に障礙を起す範圍を示してゐる。低壓室で斯ういふ實驗を行ふのであるが、四、〇〇〇米邊りから眼の周圍がだいぶん暗くなつて、視野はだん／＼狭くなつて来る。さうして手足が冷えて来る。恐らく死ぬ直前はこんな状態だらうと想像されるのである。

第十七圖は、航空研究所の報告中に田中寛一博士が發表されてゐる實驗結果である。人間を低壓室に入れて字を書かせてみた結果を示すもので、地上ではIのやうな立派な字を書ける人が、

- 第十七圖
- I. Candidates may specialise in one of the two subjects taken, or treat each subject as of equal value. In the former case two-thirds of the total marks obtainable in the examination will be allotted to the subject of choice.
  - II. Candidates may specialise in one or one or one subject taken or treat each subject as of equal value. In the former case two-thirds of the total marks obtainable in the examination will be allotted to the subject of choice.
  - III. Candidates may specialise in one of the two subjects taken, or treat each subject as of equal value. In the former case two-thirds of the total marks obtainable in the examination will be allotted to the subject of choice.



上昇高度と生理上必要とする酸素濃度との関係

第十八圖

六、〇〇〇米位の高度に相當する低壓ではIIのやうな亂暴な筆跡になり誤字も多く、且つ時間も約三倍掛つてゐる。もちろん書いた當人は、苦しいことは苦しいが、これで立派に書いたつもりである。IIIは氣壓を元に戻してから書體で、時間は殆ど初めと同じくらゐしか掛らないが、まだ低壓の影響が残つてゐてあまり綺麗な字とは言へない。

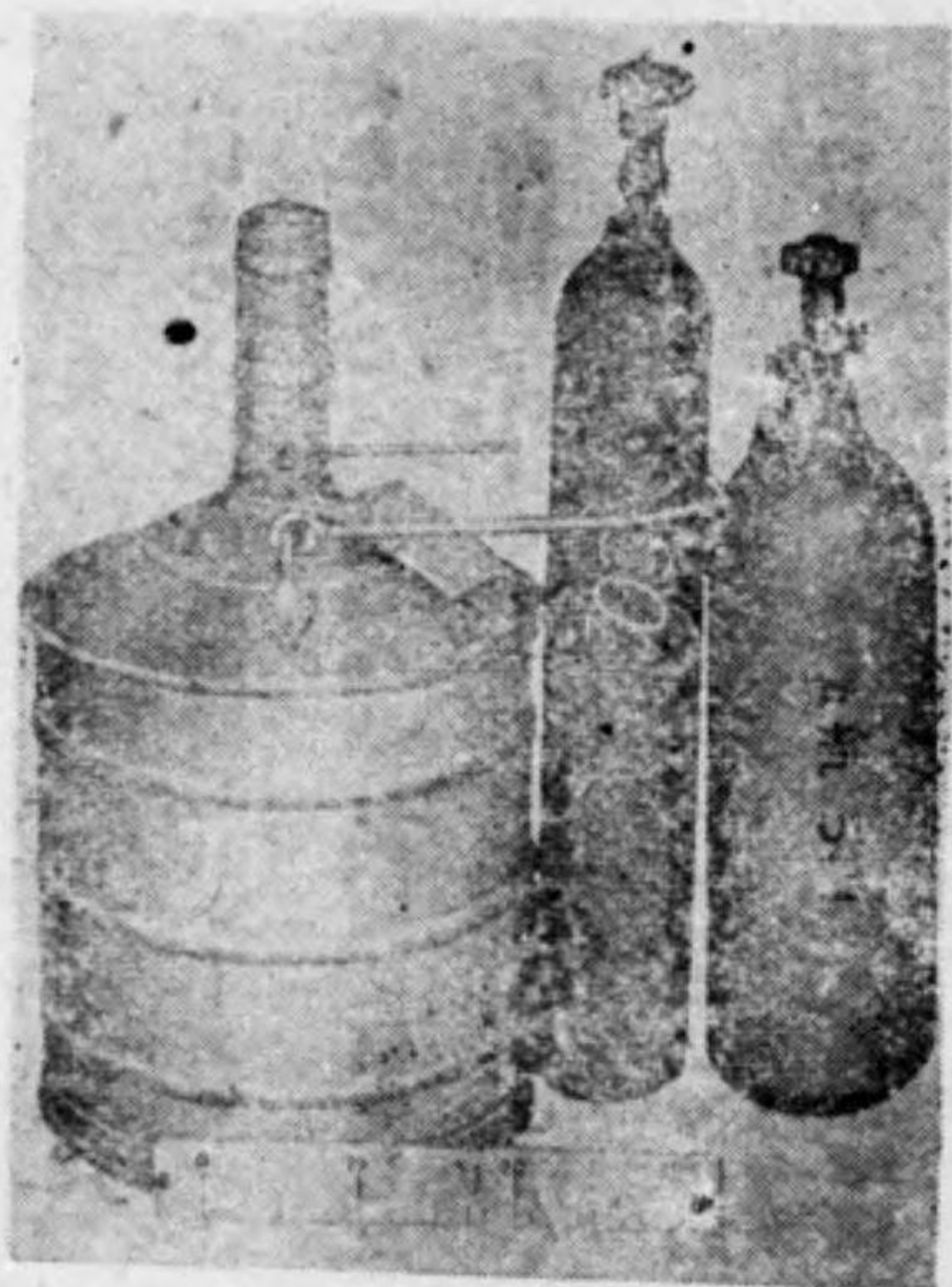
この酸素缺乏症に對しては、酸素吸入が最も手近い解決である。現在の軍用機は既に下から發見されないやうに、又高射砲で撃たれないために、爆撃目標に向つて急降下する時以外は、五、〇〇〇米乃至七、〇〇〇米の上空を飛んでゐるのであるから、軍用機の乗員は殆どいつも酸素吸入の用意をして飛んでゐるわけである。さうして四、〇〇〇米、五、〇〇〇米以上になると、マスクを掛けて酸素吸入を開始する。

しかし、この酸素吸入では上昇限界がある。長時間人間が滞在しても酸素缺乏の影響を受けな

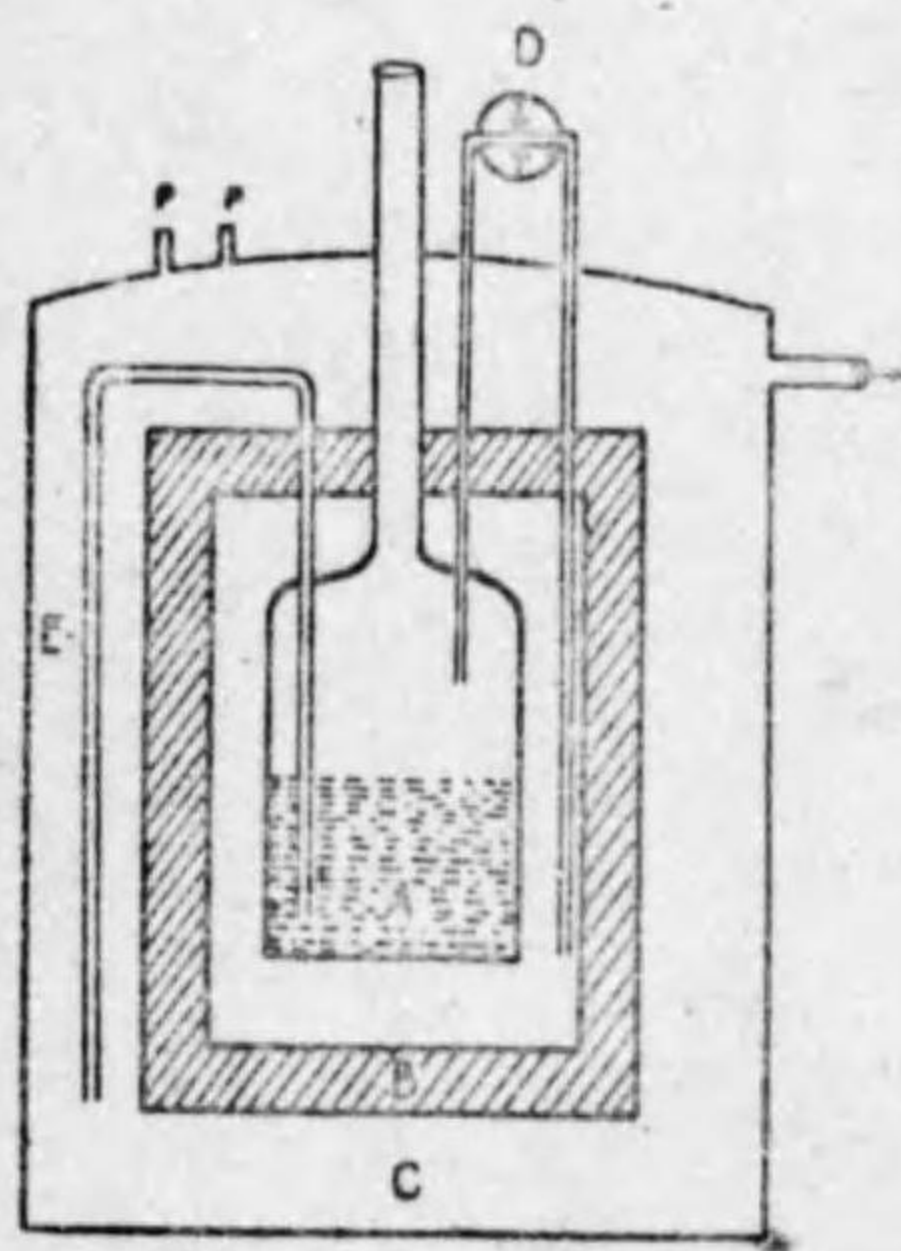
の酸素分圧がないと、酸素吸入をしても障害が起るわけである。従つて一〇〇パーセントの酸素を吸つてちやうどこの分圧になるところ、即ち氣壓が水銀柱一一二耗になる高度が酸素吸入の實際上の有効限界になるわけである。この結果から、大體一一、八〇〇米以上には酸素吸入だけでは昇れないといふことになる(第十八圖)。

それでは酸素携行の方法はどうするかといふと、普通は、第十九圖の真中にあるやうな鋼製のポンベに入れて、一五〇氣壓に壓縮して携行する。長さ六〇釐位のポンベで三・五リットル内外の酸素を詰めることが出来る。重量を軽くするために、近頃ではデュラルミン鍛造のポンベを使つてゐるが、更に軽いのは魔法瓶式の容器に液體酸素を詰めて持つて行くことである(第十九圖左)。

この場合は毎秒必要な量だけ氣化させる仕掛に一應の工夫が必要であるが、一人の酸素必要量が一時間三〇リットルとすれば圖の大きさの一〇リットル容器で約二百八十時間は充分足りる。



第十九圖



第二十圖

五人乗の爆撃機でも五〇時間以上もつ譯である。液體酸素が氣化する場合には、八百四十倍ぐらゐに膨脹するから、ポンベの場合の百五十倍と比較して、格段に小さい容器で足りるわけで、機上の窮屈になり勝ちな容積の節約になる。その上、容器に高壓が掛かつてゐないから、重量も軽いわけで、射撃されて爆発することもない。同じ量の酸素を持つて行くと假定して比較すると、液體酸素の場合の重量一に對してデュラルミンのポンベ四、鋼のポンベ五といふ工合に、非常に重量

の差がある。

この液體酸素は攝氏マイナス一八三度といふ低温であるから、魔法瓶に入れる。第二十圖はアメリカの考案になる酸素瓦斯流出量自動調節式の容器である。液體酸素は鐵の容器(A)に入れて熱の傳はらないやう、グラス・ウール(B)で包む。Bには多數の孔があり、液體酸素が適度に氣化して外側の容器Cから出てゆくわけである。氣化し過ぎて容器が破裂しないやうに五氣壓で開く安全瓣(D)がついてをり、壓力が下がり過ぎて三氣壓以下になると、もう一つの瓣(E)が自動的に閉まつて、中の液體酸素がサイフォン(F)で外側に流れ出し、又壓力が上るといふやうな仕組になつてゐて、結局全然自動的に氣化した酸素が適當な壓力で供給される。

酸素は管を通じてマスクに流れ込んで行く。第二十一圖はアメリカ軍用機の乗員用のBLVMマスクを示すものである。九、〇〇〇米までは適當に混ぜた空氣と酸素とを吸入し、それから上では純粹の酸素のみを吸入するが、吸入及び呼出する空氣を蓄める袋があり、口の前にはスポンヂ・



第二十一圖

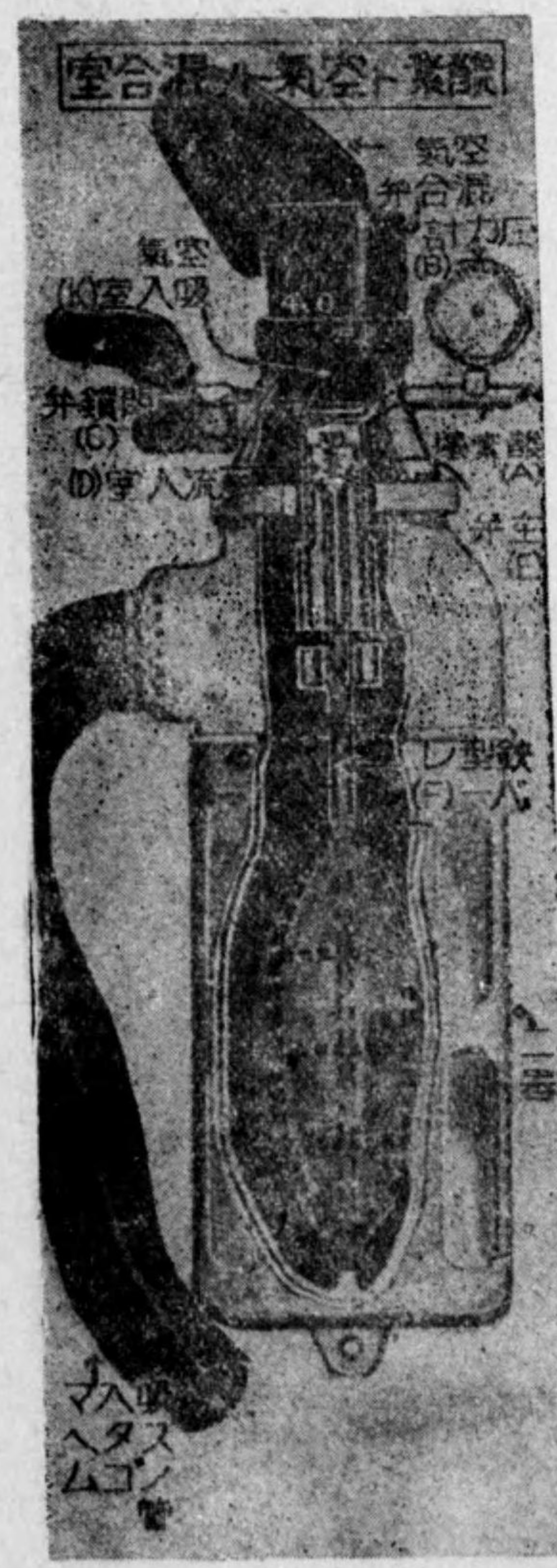


第二十二圖

ゴムバルブのやうなものがついてゐる。これによつて呼氣の初めに呼出する炭酸瓦斯で汚れてゐない空氣と酸素との混合氣は再び酸素と混ぜて吸ひ、呼氣の終りに呼出する炭素瓦斯の多い空

氣は口の前のバルブから外に吐出すといふ形になつてゐる。

第二十二圖は、イギリスの雑誌『イラストレーテッド・ロンドン・ニュース』から轉載した圖であるが、墜したドイツの飛行機を調査してその酸素吸入の装置を想像



第二十三圖



したものである。徒らに酸素を漏洩させないやうマスクは顔全體を包んでをり、下のはうに混合室があり、こゝで胴體の後端にある酸素瓶(ボンベ)から來る酸素と空氣を高度に應じて適當に混ぜて送る。

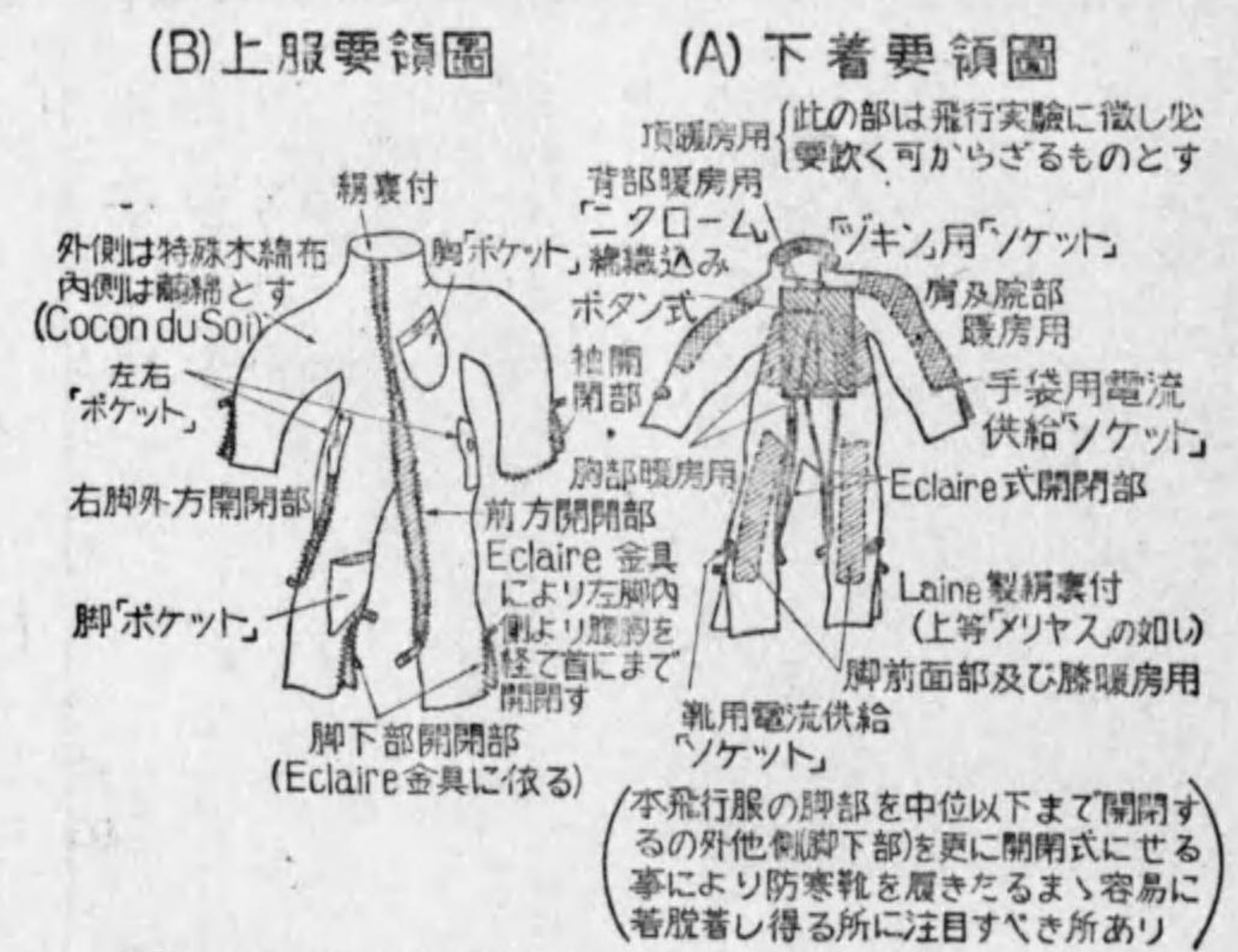
大體人間の一呼吸の間に吸つてゐる時間は四分の一くらいで、あとは吐き出す時間である。従つていつも酸素がどん／＼出るのでは不經濟であるから、混合室にはノン・リターン・バルブ(戻り止めの瓣)があつて、吐く時には別の口から出るやうにし、吸ふ時にだけ開く團扇のやうな瓣で、適當に吸氣が入つて來る仕掛けになつてゐる。燃料がまだ残つてゐるが、酸素がなくなつて高空で行動が出来ないと困るから、酸素の消費量を少くするためにも苦心が拂はれてゐる(第二十三圖)。

2 電熱飛行服

高空における攝氏マイナス五〇度といふ低溫から乗員を保護するためには、普通は電熱の飛行服を着せる。第二十四圖に見る如く、ニクロム線が張つてあつて、首、背中、腕、胸、肩、脚などを暖める。更に手袋、靴に行くソケットがついてゐるといつたやうな工合に作られてゐる。本圖は佛國式のものであるが、ニクロム線が短絡し火傷をさせるといふやうな問題もあつて、この飛行服だけでも相當研究を要する。

### 3 氣 密 服

酸素吸入だけでは一二、〇〇〇米までしか行けないのに先に述べた高度の記録が一七、〇〇〇米以上まで上つてゐるのはなぜか。これには人間に氣密服を着せて、その内部に壓力を與へて酸素吸入をする方法が使はれてゐるからである。即ち第二十五圖に示す如き潜水服様のものを着用して、内部の壓力を外部の壓力に對して〇・二氣壓位まで上げて、この中で酸素吸入をするのであ



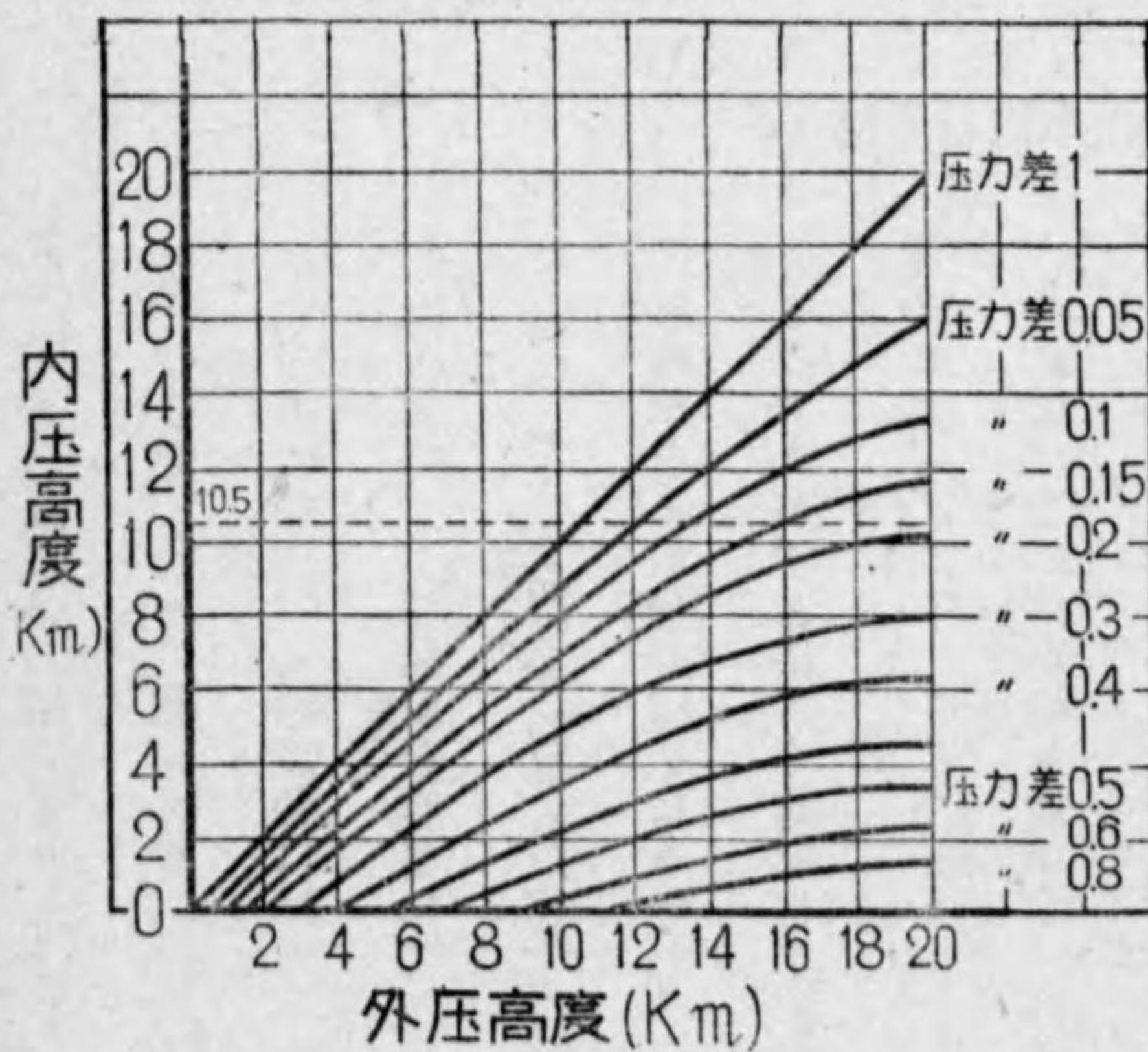
第二十四圖  
 (「航空事情」より轉載)

る。〇・一五氣壓の壓力差ならばなんとか動けるが、〇・二氣壓の壓力差を與へると、手の屈伸、足の屈伸は殆ど意の如くならない。この運動を容易にするためにも、いろいろ研究が行はれて居り、服の内部にたまる水分の吸収にもいろいろ工夫を要するが、とにかく非常に不愉快なものである。それで、この氣密服を着用するのは、高度記録獲得のためとか、或は實用上では防空戦闘機用とか、或は氣密室から出

第二十五圖



第二十七圖 壓力差と内外高度



第二十六圖



て機關砲を撃つためとか、短時間に限られてゐる。

第二十六圖は、一七、一〇〇米の世界記録を作つた際、イタリーのベヂイが用ひた氣密服で、頭にはガラス窓のある兜を被るのであるが、寫真ではこれを脱いでゐる。

第二十七圖は、氣密服または氣密室に與へる壓力差をパラメーターにとつて、外界の高度いくらの時、内部ではいくら高度の氣壓を感じるかを示す圖である。たとへば内部の壓力を三、〇〇〇米にして、一六、〇〇〇米まで昇るには〇・五氣壓の壓力差を與へねばならぬことがこの圖から判る。現在の高度記録一七、〇〇〇米の場合をとつてみると、酸素を一〇〇パーセント近く出して耐へ得る高度即ち一〇、五〇〇米における低壓で我慢するとして、氣密服の壓力差が〇・一五と〇・二氣壓の間にあることが、この圖から読み取れる。これ以上の壓力差では、もう手足を動かすことは殆ど出来ないから、一七、〇〇〇米邊りが氣密服の實際上の極限であるといふことになる。

氣密服は高度記録の場合には實際に着用されたが、まだ軍用機には實用されてゐないやうであ



く軍用機でも實用されると思はれる。

る。

第二十八圖は、爆撃機の銃手が着た場合の想像圖であり、この場合、酸素はフレキシブル・チューブで服の内側に供給されてゐる。服の中の壓力を上げるためには、もちろん小さい與壓機を使ふか、または發動機の過給機の壓力を共用することになる。この程度の氣密服は間もな

氣密服の内部の換氣をするのは相當に面倒であるから、普通は潜水艦の場合と同じやうに苛性ソーダの中を通して、炭酸瓦斯と水分とを吸収して、同じ空氣を絶えず循環させて、その中で酸素吸入をさせるといふ形式が一般に採用されてゐる。その苛性ソーダは、一、二時間も経てば捨て、取換へねばならない。

#### 4 酸素氣密室

酸素吸入をしてゐると、高空では食事を攝ることも困難であるし、酸素瓶からのゴム・ホースで自由を束縛される。そこで考へられるのは、部屋一杯に高度に應じて適度の濃さの酸素を充滿することである。この時に壓力差は與へないが、飛行機が空中を速く飛んでゐるから、胴體の周りに二〇分の一氣壓程度の壓力差が出來て、少しでも孔があると、高壓の部分から外氣が流れ込み低壓の部分から酸素がどん／＼漏出する。この漏洩がないやう、充分氣密に胴體を作つたのが



はゆる酸素氣密室である。

長時間、濃人體に障害を齎らさない三、〇〇〇米の酸素分壓を保つための酸素濃度は、第十八圖に示したやうに六、〇〇〇米では三三パーセント、一一、〇〇〇米では八二パーセントであつて、一一、八〇〇米では一〇〇パーセントになる。これが酸素吸入で到達し得る極限の高度である。即ち酸素氣密室も酸素吸入と同じ極限高度を持つことになる。結局マスクの必要もなく、中で自由に話も出来れば食事も出来るのが酸素氣密室の利點である。

この酸素氣密室が一五立方分の容積を持つて八、〇〇〇米の高度を飛ぶ場合の必要な酸素を見當つけてみる。まづこの高度において必要な酸素の濃度(四五・七パーセント)にするための必要量は、地上の壓力で二、九〇〇リットルである。普通飛行機の外板は厚さ一耗位のものであるから、二十分の一氣壓程度の壓力差には強度上から言つて充分耐へられる。鋸の継ぎ目は塗料で丹念に塗るが、やはり幾分かの漏洩はあるのであつて、經驗によると、一五立方分の胴體で百平方

耗の孔があるのと同じぐらゐの分量は漏れるといふことになつてゐるから、一時間についておよそ二九〇リットルづつ補給しなければならない。

次に乗員五名の呼吸による酸素消費は、一時間一五〇リットル。従つて十時間の飛行ではこれが一、五〇〇リットル、更に漏洩の分も十倍となつて、二、九〇〇リットル、この兩方を合せて約四、四〇〇リットルといふことになり、初めの酸素濃度を増すために要するもの二、九〇〇リットルと合せて、總計七、三〇〇リットルといふことになる。

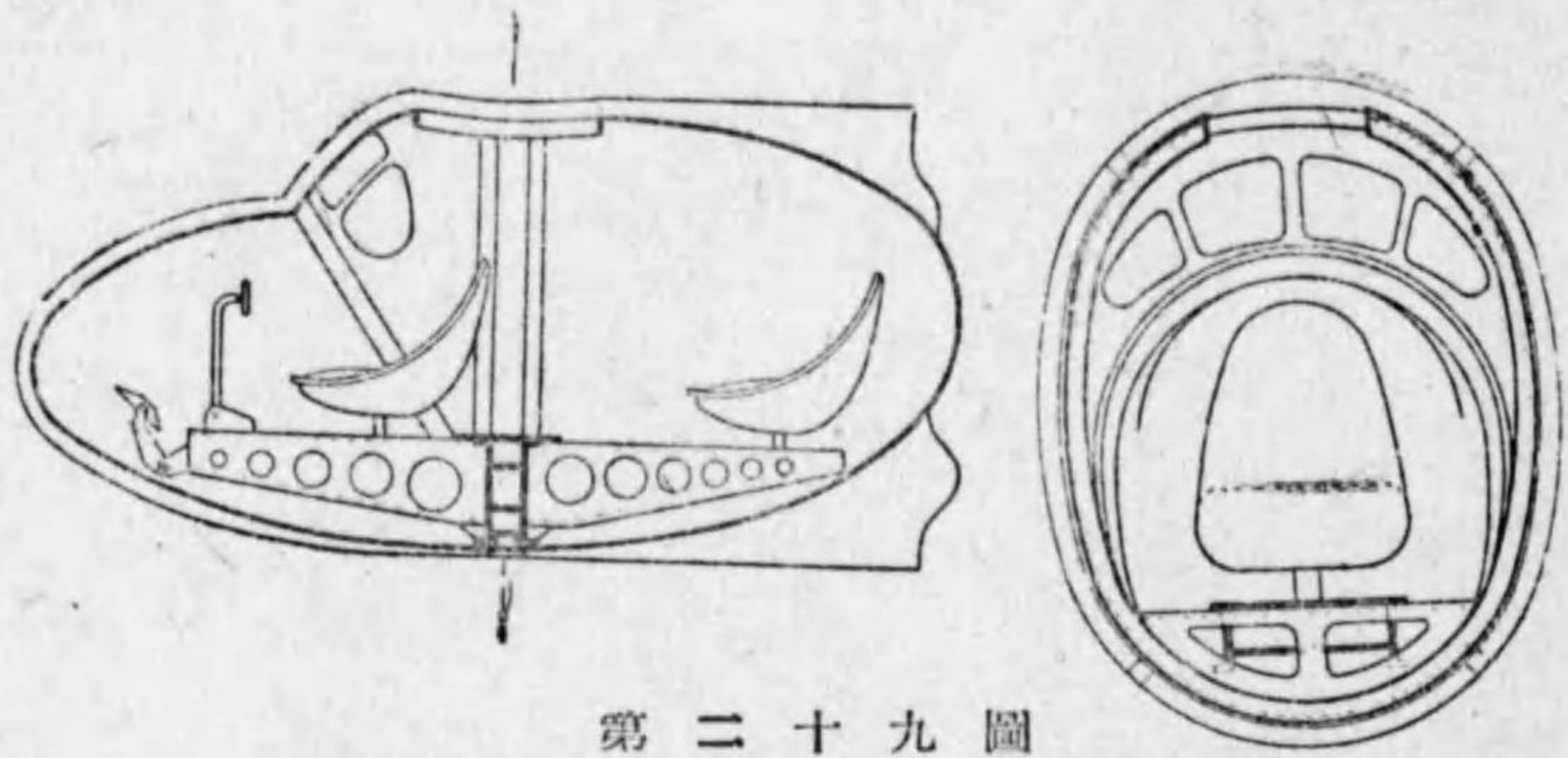
前述の一〇リットルの液體酸素容器を一個持つて行くと、氣化して八、四〇〇リットルになるから大體これで賄へるわけである。但し高度が一〇〇パーセント酸素の必要な極限高度に近くなると、濃度を上げるための酸素が無限大に必要なになるから、酸素氣密室の實際上の極限高度は一〇、〇〇〇米乃至一一、〇〇〇米といふことになる。將來本式の與壓氣密室で二〇、〇〇〇米にも昇らうとする場合には、胴體の壓力差も極めて大きくなり、また與壓機が極めて大きいものに

なるので半ば酸素気密室半ば與壓氣密室といふ丁度氣密服のやうな形式のものも出現するであらうと想像される。

酸素氣密室で炭酸瓦斯をとる方法としては、潜水艦のやうに、苛性ソーダで吸収する法が普通であるが、液體酸素のマイナス一八三度の低温があるから、これに通して炭酸瓦斯——固化温度はマイナス七八・五度——をドライアイスとして固化させる。それから酸素が氣化して出るのをインゼクターに使へば、室内の空氣を循環させるための送風機も要らない。

### 5 與壓氣密室

最後は胴體を氣密にして、それに與壓機で壓力を與へる本式の氣密室である。第二十九圖はドイツのヘンシエル會社の特許であつて、胴體全部を氣密にしないで、内壓力に耐へるゴム袋のやうなものに人間を入れ、胴體そのものには壓力を掛けないといふ與壓氣密室の最も原始的なもの

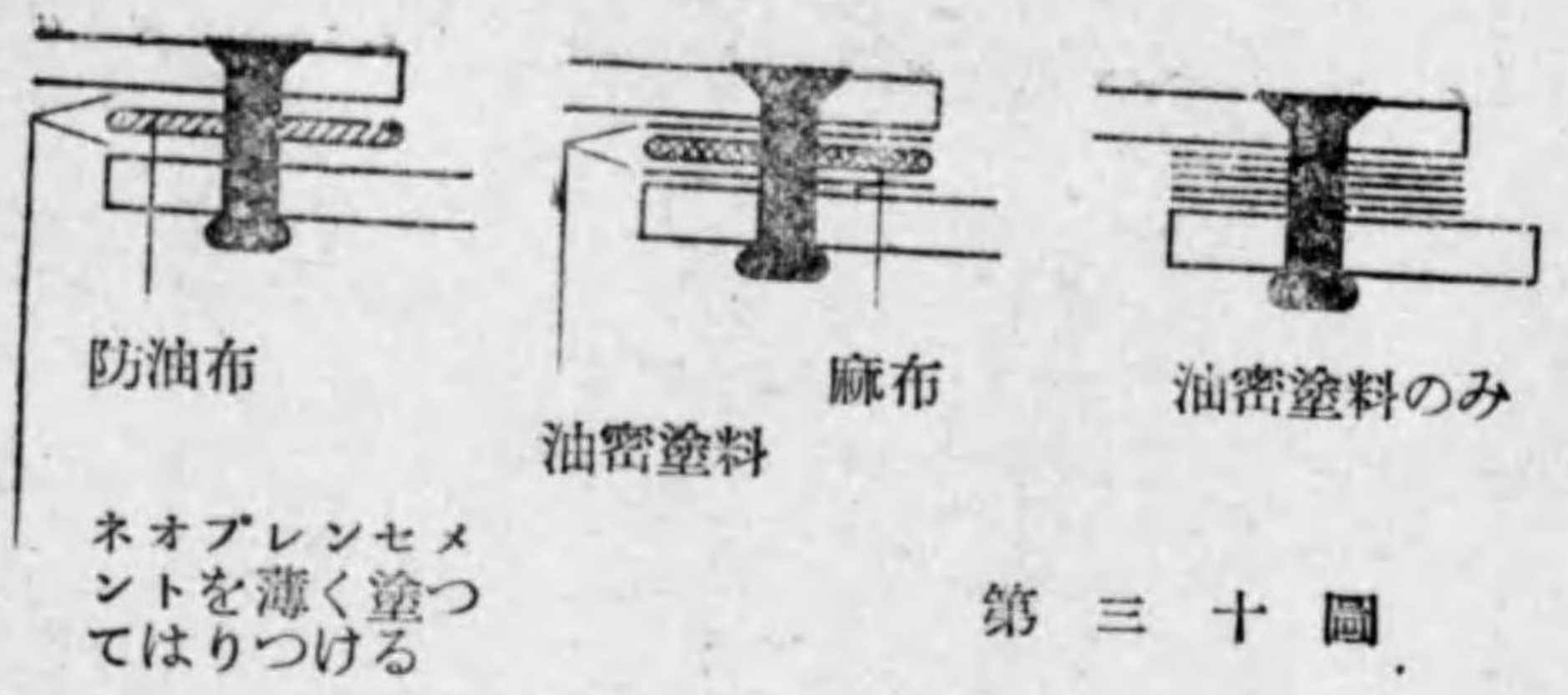


第二十九圖

であるが、これは寧ろ非常に大きい氣密服と考へてよい。

本格的な與壓氣密室は、胴體の全部或は一部を第三十圖に示すどれかの形式で耐壓銲接して外板の縫目から壓力が漏らないやうにしたものである。内壓を三、〇〇〇米として、二〇、〇〇〇米を飛ぶと、内外の壓力差〇・六五氣壓、一二、〇〇〇米を飛ぶと内外の壓力差〇・五一氣壓になる。しかし、この壓力は内から外へ働く壓力であるから、胴體の斷面を正圓に近くしてやれば大して重量を増さないで作ることが出来る。胴體の外板の厚さでいへば一耗のものが一・二耗になる程度である。

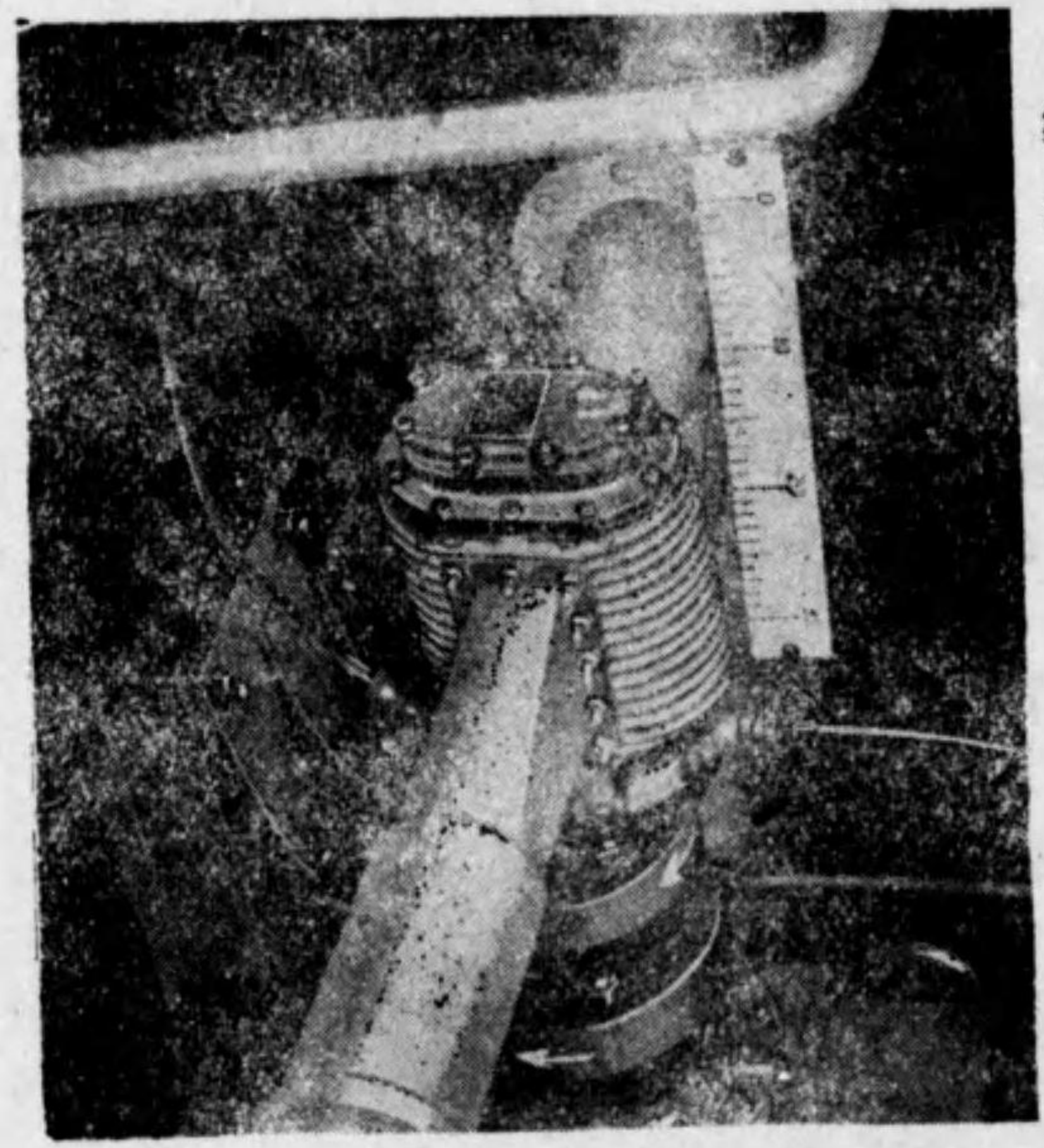
外界の薄い空氣を壓縮して、三、〇〇〇米の壓力にするためには、發動機に直結したルーツ與壓機を使用するのが最も簡單であ



第三十圖

る。第三十一圖中の物指は糧目盛であるが、これ位の大きさのものを一時間に三、〇〇立方メートルの送風量がある。ルーツ與壓機は、油が管を通つて室内に入るから、まづサイクロン（遠心分離器）で大きな粒を取り、それでも取れない一ミクロンといふやうな小さい粒は、電気收塵器（コットレル）を使つて落す必要がある。ルーツ與壓機で空氣が壓縮される際、八、〇〇〇米邊りを飛んでをつても、大體六十度位の高温となるから、それを熱源にして煖房を行ふ。もちろん胴體の外板は、内側から厚さ十糧位に壓縮した羽毛を入れて温度の絶縁をしなければ熱量は足りない（第三十二圖）。結局ルーツ與壓機は空氣の壓力を高めること、漏洩を補つて換氣をすることのほかに、煖房の熱を與へる熱源ともなるわけである。

第三十一圖



しくなることを示す表である。

次に自動調壓器といふものが必要である。これは操縦者、機關士を煩はさないで、飛行機が上

溫度を調節するためには、パイパス・バルブ（二又弁）を通して、直接室内に入れる熱空氣と、表面冷却器を通して入れるものとの割合を加減する必要がある。この方法によつてうまく調節すると、室内の溫度はちやうど適當にすることが出来る。第三十三圖は四糧、六糧、八糧の各高度で室内溫度が丁度適當（プラス十度乃至七度）になつた時、入る熱量と出る熱量とが丁度等

第三十三圖 各部の通過熱量 kcal/h

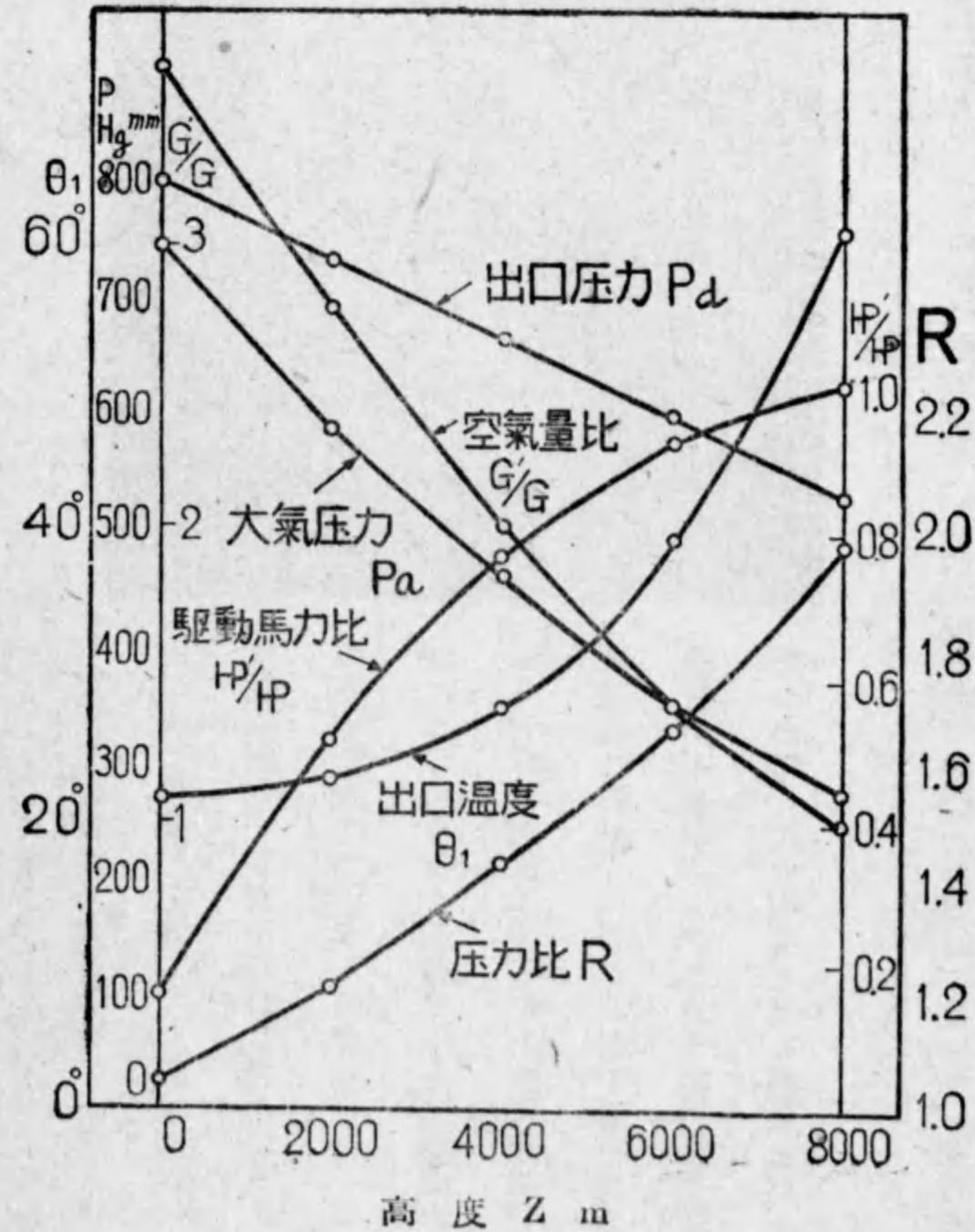
Z 高度 km	入		出					計	
	Q 昇圧器		Q <sub>Tl</sub> 太陽熱	Q <sub>P</sub> 6人	Q <sub>fz</sub> 冷→外	Q <sub>iz</sub> 胴→外	Q <sub>ib</sub> 胴→後		Q <sub>w</sub> 蒸發熱
	Q 冷却器	Q 直接							
8	1069	1943	49	720	1865	1256	69	591	3781
6	1254	1234	46	720	1657	953	53	591	3254
4	963	823	42	720	1216	700	41	591	2548

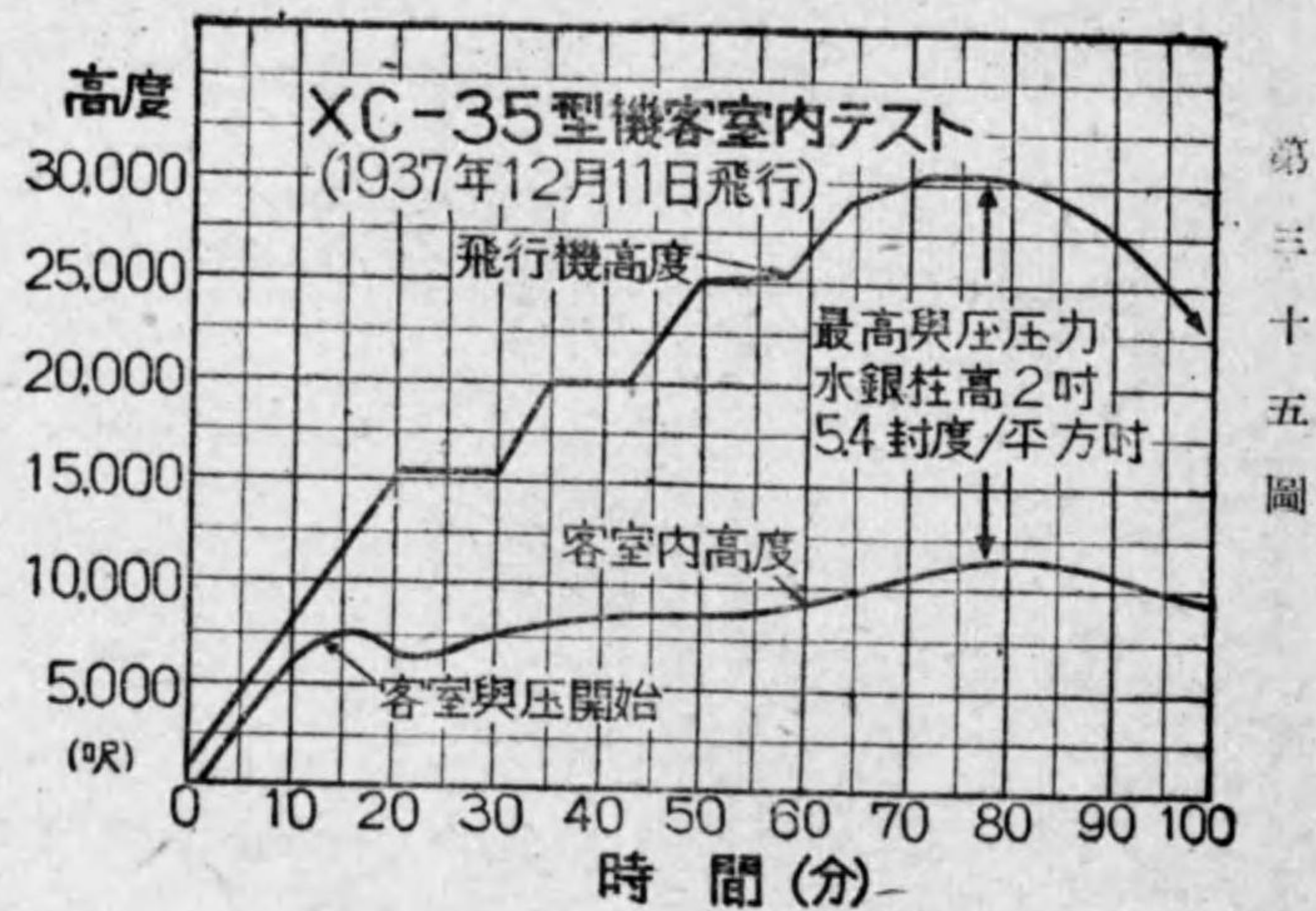
つたり下つたりしても常に室内の壓力を三、〇〇〇米の高度に相當する壓力に保つ。さうして必要な換氣量と與へるといふ機能のものである。壓力はアネロイドの空盒を利用し、換氣量のはうはベンチュリ管を利用して瓣の開閉を自動的に行ふ仕組となつてゐる(第三十四圖)。

第三十五圖は、前に述べたアメリカのロツキードの亞成層圏機でこの自動調壓器の機能を実験した結果である。これで見ると、七、〇〇〇米まで昇つても、内部は三、〇〇〇米近くの壓力に保たれてゐることが判る。九、〇〇〇米近くで内壓が少し下つてゐるのは、内外壓差があまり大きくなると、氣密胴體の強度がもたないで、壓

第三十二圖

ROOTS型與壓機の高空性能





第三十五圖

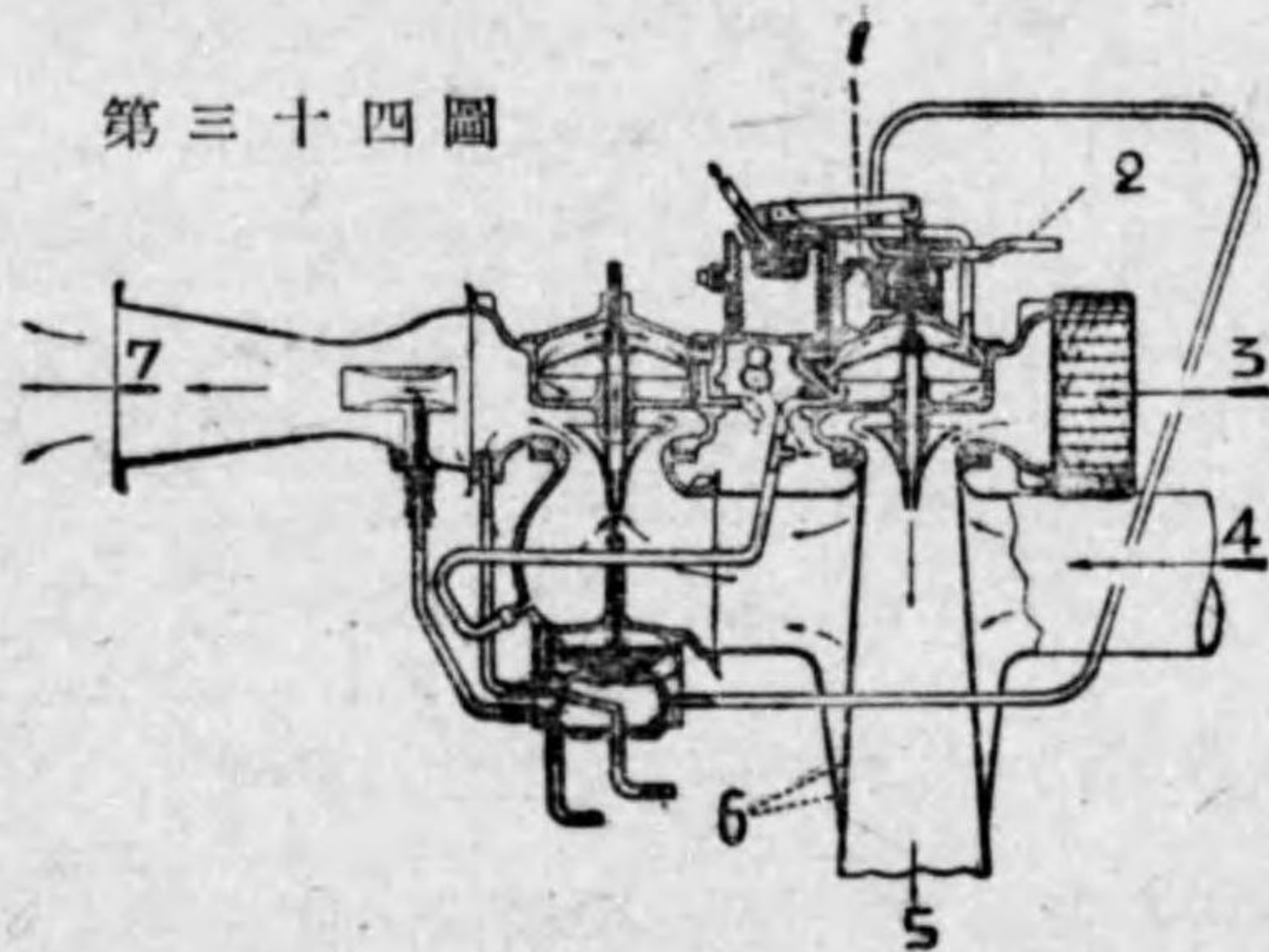
の扉を内開きになると、周邊全體でこの力を受けることになるから構造は容易であるが、内開きでは非常時の脱出の邪魔になる。外開きにすると、蝶番部にこの二・五トンの力が集中してかかるから、強度の點及び漏洩の點から構造が著しく困難になる。

窓の耐壓構造も、視界の要求の厳しい軍用機では特に困難な問題を提出する。なほ窓の内面には氣密室内の人體から發散する水分が凍結する恐れがあり、低空の氣象條件の悪いところを突破して上空に出るまでに窓の外面に氷が着く危険がある。

前者に對しては、真空の二重窓、電熱線を配線した

まだこのほかに與壓氣密室關係の研究問題としては、扉の耐壓構造の問題がある。一米×〇・五米の扉であつても、それに〇・五氣壓の壓力差が働くと、全體で二・五トンの力がかかる。こ

第三十四圖



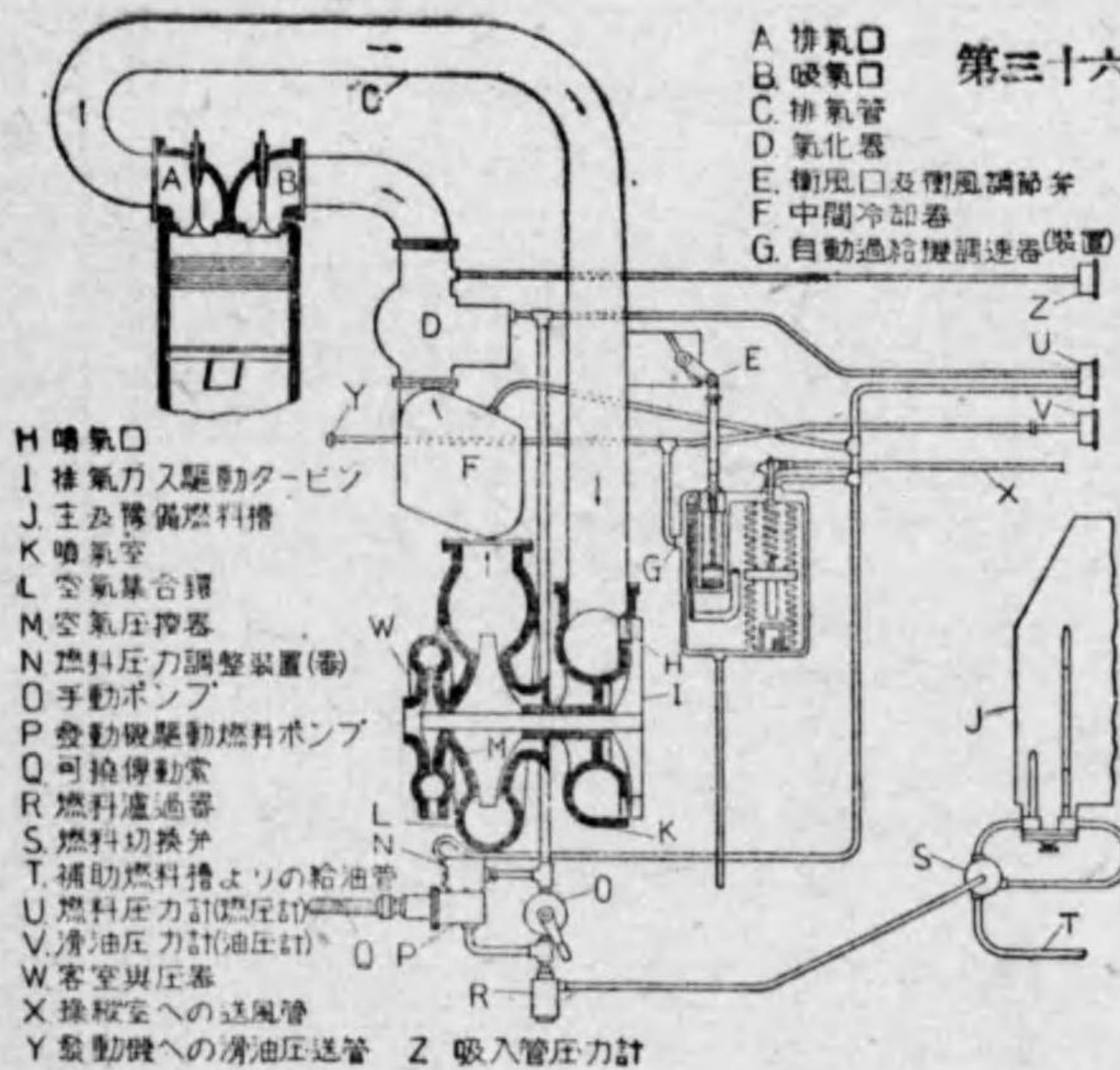
ボーイング・ストラトライナー亜成層圏機の自動調壓装置、これによつて氣密室内の壓力を自動的に調節する。

1 氣密室へ開口、2 外氣へ開口、3 氣密よりの空氣の入口、4 與壓機よりの空氣の入口、5 外氣へ流出、6 與壓機よりの熱空氣で熱して氷結を防ぐ、7 氣密室への空氣流入口、8 氣密室へ開口。

力差の方も自動的に最高値に押へてゐるからである。

與壓機にはルーツ與壓機を用ひる以外、前に言つたやうに排氣で瓦斯タービンを廻して、それで遠心過給機を廻し、發動機の吸氣を與壓すると同時に、同じ軸で氣密室用の遠心與壓機を廻す方法もある(第三十六圖)。

排氣タービン過給機配置圖



第三十六圖

窓等が問題となり、後者に對しては熱空気を送る二重窓が装着されねばならない。このほか、各種の操縦装置、操作装置の管棒、線などが氣密胴體の壁を貫通してゐる部分は、低溫に於ても機能の障害を起さない耐壓構造が必要となる。

氣密室内の機關銃、機關砲を射つことは困難だから、室外にこれらを裝備して氣密室内で照準、室外で發射するための遠隔操作装置なども重要な研究項目である。

最後に機關砲、高射砲などで射撃され被彈

した場合の危険防止の問題も、軍用機としては深刻な問題である。榴彈の炸裂にあつて、胴體が飛散するやうな場合に普通の胴體でも氣密胴體でも、どうせ破壊して墜落を免れないが、氣密胴體では、機銃彈、高射砲の破片などのために直徑二乃至三糎程度の孔があいても急激な壓力降下のために乗員に危害が及ぶ。これに對する對策としては餘剩能力のある與壓機の採用、孔の應急閉鎖——完全に閉鎖出來なくても大部分閉ぢればそれでよい——應急用の氣密服、酸素吸入などいろいろの研究問題を探り上げねばならない。

6 低溫に關する問題

乗員の防寒については既に述べた。金屬の材料のうちには高炭素鋼のやうに低溫脆性をおこすものも稀にあるが餘り問題にならない。

ゴム材料、氣密塗料などが零下四〇度、五〇度で脆くなる問題、下げ翼や引込脚や可變節ブ

ペラやそのほかいろいろの部分動かすための作動油が凍つたり粘つたりする問題等化學の分野の協力を求めて解決しなければならぬ問題が多い。

機體構造としては、地上で適當な硬さ、重さに調整された操縦系統がこはばる問題がある。この原因は方々の軸受が、軸受材料と貫通材料との收縮率の差のために低温で硬くなることと軸受の給油（グリース）がかたまることにある。

又一方デュラルミン構造の機體では、胴體、翼などの收縮と操縦索の收縮の差から、高空の低温で操縦系統が弛んで尾翼が翼振れを起すといふやうな現象も既に觀察され報告されてゐる。嘗つてボーイングのストラトライナーが墜落したことがあるが、原因は大體これであつたやうである。

## 7 其の他の機體關係の問題

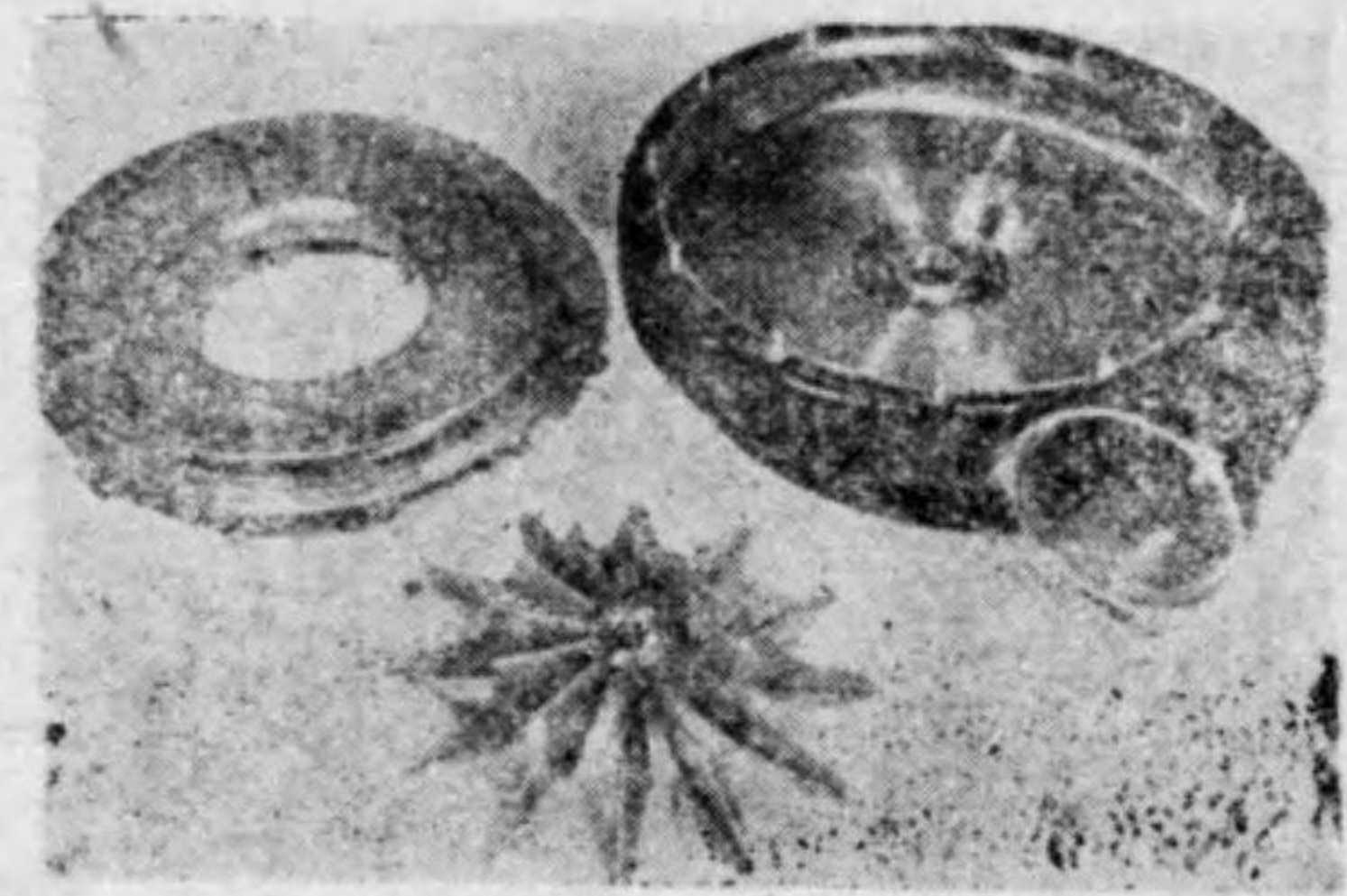
機體關係の残りの問題としては、高空の空氣密度低下のために動安定が著しく悪くなる問題、舵の効きが悪くなる問題がある。

動安定が悪くなつて高空では動揺の週期が長くなつたり又振幅が半分に減衰する時間が著しく長くなつたりするといふ事實は既に操縦者からも指摘され、方々の學者、技術者によつて理論的に又實驗的に研究されてゐる。

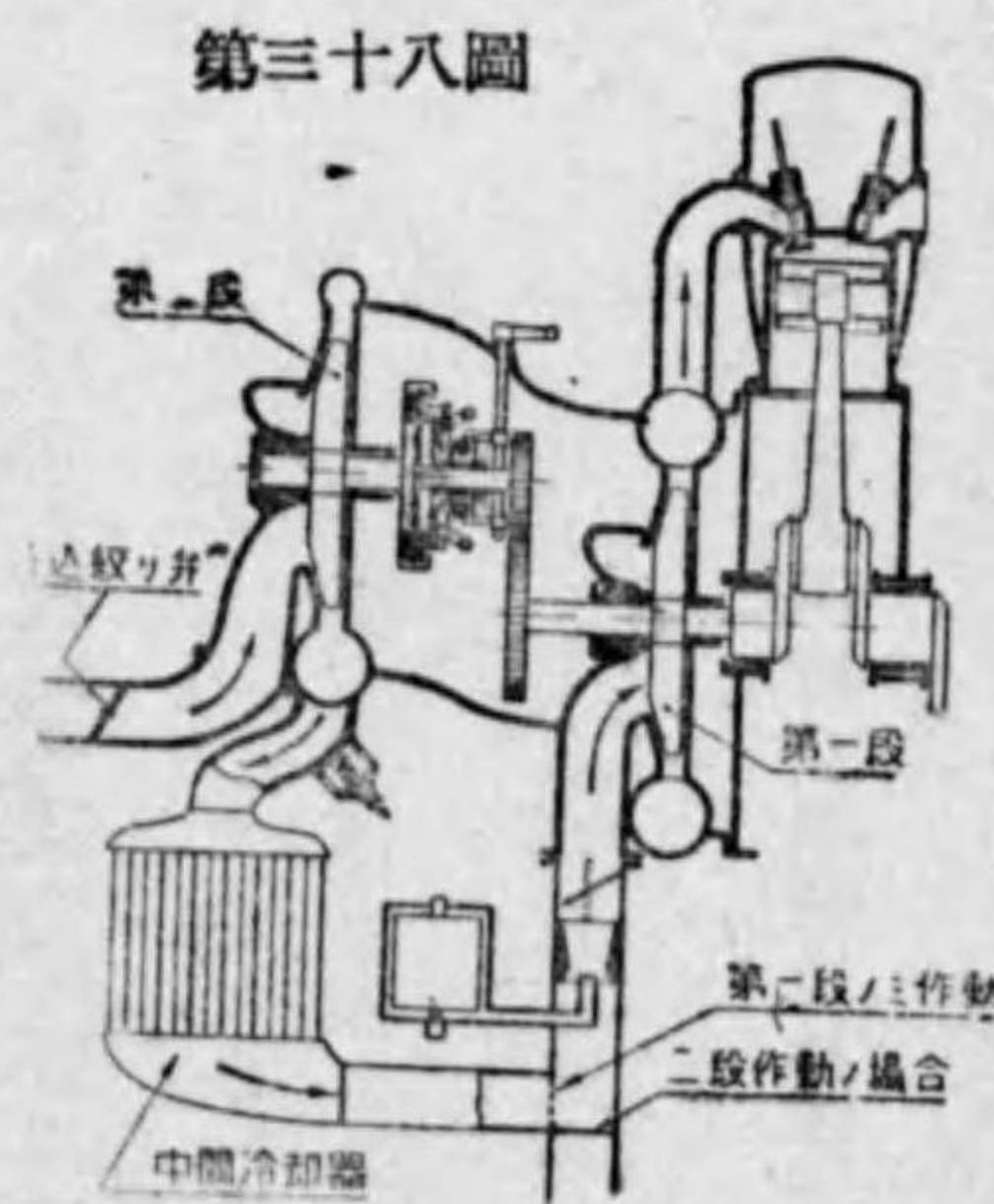
舵の動きが悪くなる事實は、前項に述べた低温による操縦系統の障害と一緒になつて一層顯著に認められてゐる。

## 8 發動機の問題

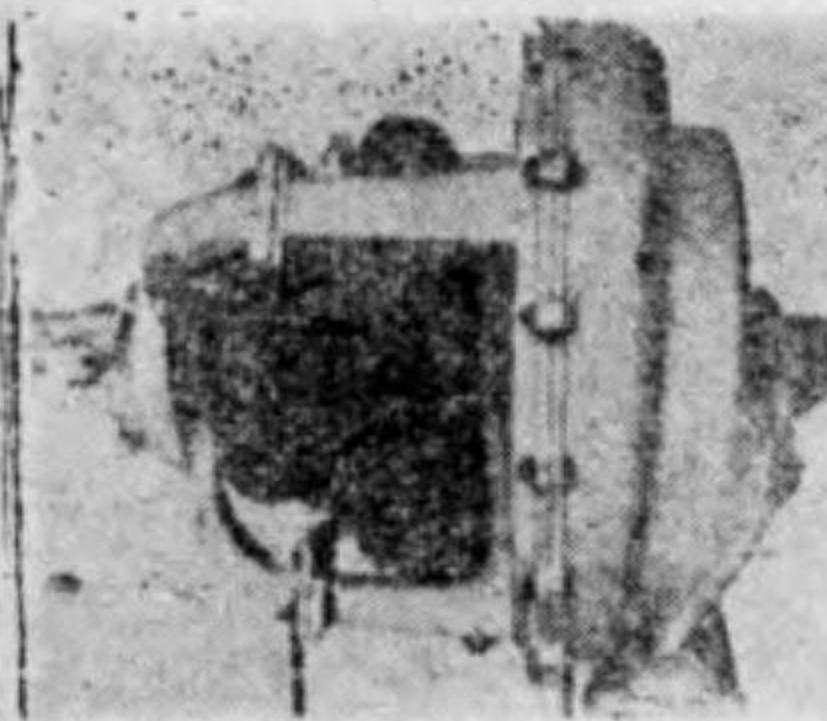
高々度飛行の先決問題は、高空に於ける發動機の馬力保持の問題である。地上の五分の一、一分の一の低壓の外氣を吸入して、馬力低下がないやうにするためには、先づ過給機で外氣を五



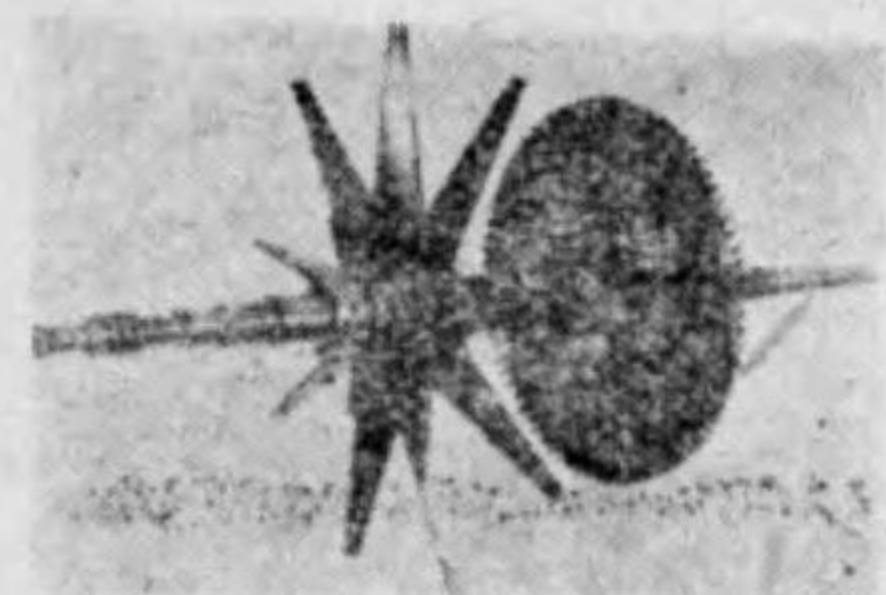
第三十七圖



第三十八圖



第三十九圖



倍、一〇倍に壓縮しなければならぬ。現在普通の過給機は遠心式のものであり(第三十七圖)驅動の方法には發動機主軸から齒車驅動するものと、排氣タービンで驅動するもの(第三十六圖)とがある。

一つの過給機で、五倍、一〇倍の壓縮比を得ることは機械的に困難であるから、現在では過給機一段のもの、二段のものまで實用され間もなく三段のものが實用されさうである。

斯くの如く高空用發動機になればなるほど、過給機驅動に必要な馬力が、一、〇〇〇馬力の發動機で一〇〇馬力から二〇〇馬力といふ風に増大する。故にこの過給機驅動馬力を減らすためにいろいろの方法が採られてゐる。

又一段過給機の場合低空から一定の速度で必要以上に回轉して、外氣を必要以上に壓縮し、これを又絞つて使ふことは損であるから、低空では低回轉數、高空では高回轉數に所謂二速で驅動する。この回轉數を機の上昇に伴ひ、徐々に増すことが出来れば理想的である。この問題は、



イツの代表的發動機ダイムラー・ベントツDB六〇一型のフルカン式の流體接手にほど完全に解決されてゐる。二段過給機ならば低空では一段だけを駆動し、ある高度以上になるとクラッチを入れて二段目をも駆動することは勿論である(第三十八圖)。

排氣タービン駆動の過給機は、大體第三十六圖の如き方式で働く。第三十九圖はラトー式の寫眞である。上圖は全體、下圖は翼車のみを寫眞(右はタービン、左は過給機)。排氣の攝氏一、〇〇〇度に近い高温に曝され、且つ高速回転するタービン翼車の材質などにいろいろの問題があつたが最近に至つて實用の域に達し、ボーイングB一七型四發爆撃機などにも既に採用されてゐる。排氣のエネルギーを全然利用しないで過給機を齒車駆動する場合に比較して、この方が有利であるのは當然であるが、將來飛行機全體の高速化に伴ひ、排氣のエネルギーは當然排氣噴流推進の形で回收されることになるから、その場合にはより有利で機構簡潔な齒車駆動のものになることと思はれる。

過給機で低壓の外氣が壓縮されるときに、吸氣の温度が一〇〇度乃至二〇〇度も上昇する。

このために吸入空氣量が減少して馬力減少を來し、且つノッキング(劇爆)を起す。これを防ぐためには、吸氣冷却器を裝備しなければならぬ。二段又は三段過給機の場合には、その中間に所謂中間冷却器を入れて、同時に第二段以上の過給器の過熱を防ぐ。このために機體の空氣抵抗増加、重量増が、そのほか吸入管内の壓力降下を來す。成層圏飛行の高空發動機としては、主として上述のやうな難問題を解決しなければならぬ。これらの問題が乗員關係、機體關係の諸問題と同様或は寧ろそれ以上に困難なところに、成層圏飛行への進歩遅々たる原因がある。

## 9 燃料及び燃料系統の問題

高空の低壓下では、燃料の揮發のための損失が著しい。又過給機で壓縮される際吸入混合氣が高温になつて劇爆を起し易い。揮發性の少い、同時に劇爆防止のための高オクタン價の燃料を目

標として化学の分野の研究が要望される。もう一つは低圧下、燃料系統中で揮發したガソリンの蒸氣が管を閉塞する所謂ヴェーバー・ロック（蒸氣閉塞）の問題がある。燃料をタンクから發動機に送る燃料ポンプ及び燃料系統全體にも艤装方面の技術の進歩が待望される。

## 10 點火系統の問題

磁石發動機（マグネット）自體及びそれから發動機點火栓までの電纜が高空の低下では絶縁困難となり放電する。成層圏飛行ではこれらの電氣系統まで、また前項の燃料系統まで、全部氣密器に入れて、與壓しなければならぬといふ論者もあるが、やはりこれはそれ／＼艤装及び電氣技術の問題として、根本的な解決が望ましく。

## 11 冷却系統の問題

空冷發動機は冷却の不完全なため氣筒の温度が上昇して特に複列のものなどは、成層圏飛行には使用不可能などといふ悲觀論もあつたが、最近の空冷發動機の冷却の發達、特に冷却能力を數倍にしたと云はれる鑄込冷却片などの技術によつて、解決に曙光が見えたやうに思はれる。しかし、冷却は空氣密度の〇・七八乗に比例するから、速度増加が相當あるとしても、やはり成層圏飛行用空冷發動機は強制冷却などの根本的對策を採用しなければならぬと想像される。

液冷發動機の場合も、水の沸騰點降下（高度一二千で六九度）はあるが外氣の温度の下りの方が一層劇しいために、温度差は三割以上増加する。しかしやはり空氣密度の法則に支配されて、地上に比較して三倍以上の冷却能力を要求されることとなり、空氣抵抗と重量の増加が相當大き

50

以上で極めて簡單ながら成層飛行機の現況と、その研究の現状とを述べたつもりである。成層飛行が實現した際には軍用機の用法は根本的の變革が豫想されるのであるから、この方面の研究の立遅れは長期戰の將來に取返しのない暗影を投ずることにならう。輿論喚起のために敢て筆を執つた次第である。(了)

本書執筆者

小川 太一郎

大正十一年東大工學部卒業  
東大助教授、航研所員  
大正十五年昭和三三年歐米出張

昭和十八年五月廿五日初版印刷  
昭和十八年五月廿日初版發行

成層飛行  
定價三十錢

不許複製

出版協承認あ四七〇一七  
(一萬五千部)

編輯兼發行  
兼印刷者

山本 榮

印刷所

株式會社 朝日新聞社

發行所

株式會社 朝日新聞社

配給元

東京市神田區波路町二丁目九番地  
日本出版配給株式會社

日本出版文化協會會員番號一〇一五〇三

973  
112

製本控  
 書名 973 朝日科学新輯  
 著者 朝日新聞社發行  
 受入者 年 月 日  
 備考  
 第 何 號  
 年 月 日  
 冊

朝 日 科 學 新 輯

既刊	超短波	米澤滋著 定價・三〇
	飛行機の知識	佐波次郎著 定價・三〇
	日食の話	上田穰著 定價・三〇
	成層圏飛行	小川太一郎著 定價・三〇
近刊	潜水艦の知識	科學朝日編

朝 日 新 聞 社 發 行

973  
112

終