



## 変革されるラジコンの世界

ラジコンと言うのは単に Radio・Control を日本風に略した言葉で、人によってはデパート等で売られているラジコン・カー等、おもちゃ的なイメージしか思い浮かばない方もおられるようです。その昔、エンジン付模型飛行機は、上空を飛行させた後で無事に機体を回収するのが最大の目的でラジコン機器を使用したのですが、確かにそんな時代にはシンプルな無線機しかありませんでした。

しかし最近は、信じられないほどの性能を持ったラジコン装置が開発され、むしろそのすべての機能を使いきる事が大変な時代となりました。同時に飛行機も無事回収するのは当然の事で、自分の思った飛び方を自由にコントロールする楽しみ方が普通となりました。

特に電波は、AM方式からFM方式へ、そして今日ではPCM（パルス・コード・モジュレーション）方式となり、その送信情報もデジタル化されているのが実情です。また、送信機は、AMやFM方式においては、各種調整ノブやトリマーに直接ボリュームを使用していたのですが、現在のPCM方式では、大型液晶画面を送信機のパネル前面に備えPF（ファンクション）キーにより各種調整を行う方式へと変わり、その調整も画面の内容を確認しながらインプットを行う応答選択式のコンピューター内蔵プロポーショナルとなりました。

## モデル・エンジンもGE社製？

変革された物は、無線装置ばかりではありません。模型全般に高性能なラジコン用品が次々と開発され、本モデルの成功においても大きく貢献した物は少なくありません。特に、このモデルの特長であるダクトテッド・ファン・ユニットは、昔では考えられない

# ラジコン ボーイント747-400

安藤 由隆\*

ほど高性能となり、フライト成功の“カギ”となりました。ちなみに、このファン・ユニットは米国製で「GE（ゼネラル・エレクトリック）社のエンジニアが設計した」と説明書に書かれていました。これを読んだとき、日本航空のボーイント747-400（スカイ・クルーザー）にもGE社のエンジンが使われている事を思い出し、何とも奇妙な縁を感じてしまいました。

また、このユニットのファンをドライブするエンジンは国産の物で、OS 91 VR-DF と言うダクトテッド・ファン専用エンジンを使用しました（「91」と言うのは、 $0.91 \text{ in}^3$  の排気量を表しており、ccに換算すると約15ccとなります）。このエンジンは、上記ファンを 20,000 rpm でコンスタントにドライブさせる事ができる性能を有しており、やはり本モデルの成功のささえとなりました。

## 役に立ったボーイント767 モデル のノウ・ハウ

本機 747-400 (1/20) フライング・モデルを「実機が就航する前に飛ばそう」と、模型仲間の誰とはなしに口から出た言葉に、私は資金集めに走りました。これと同時に設計も開始したのですが、まず縮尺はどのくらいに、主翼のアレンジはどのように等、次から次へと難問の山積みができるばかりです。しかし私には、“かならず飛ぶ”と



747-400 1/20 モデルの成功に導いた前作 767 1/25 モデル

\*Yoshitaka ANDO

日本航空㈱羽田整備工場点検重整備部

言う心のささえがありました。それは以前にも767の1/25のモデルを飛ばした経験があった事です。

この767のモデルは、宇田川芳雄氏（現在羽田整備工場機体整備第3課課長）がリーダーとなり、製作されました。このとき私は、設計と図面を担当していましたが、この767の1/25モデルも今回とほぼ同じメンバーの協力でフライトを実現させる事ができました。そして、この経験で得たノウハウは、本モデルに大変役立てる事ができたのを忘れる事はできません。

また、もうひとつの心のささえは、メンバー全員の協力態勢の良さと信頼感の高さにあったと考えています。特にその中でも、日本航空のOBの大野政美氏は、実機グライダーの設計や製作の経験を持ち、空力や機体構造面で多大なコメントを頂くことができました。そのおかげで、本モデルを4ヶ月間という短期間に完成させるだけでなく、フライトの成功にも導けたと思っています。

## 見た目で分からぬ機体設計

本モデルのスケール尺度は1/20で全長が3.5m（実機は70m）ですが、これは比較的大型のラジコン機となります。特にダクトテッド・ファンを4基装備したモデルとしては、世界一ではないかと考えています。それからこの1/20と言う尺度は、どのようにして決定したかと言うと、ダクトテッド・ファン・ユニットの外径から割り出したもので、実機のエンジン外径が1/20で約15cmとなり、ユニットの外径が14cmにカウルを付けて15cmで、ちょうどよい寸法となります。

ところが、これだけの単純な割り出し方では模型飛行機は飛ばないので。まず表1・2を見て下さい。これは実機と模型の比較なのですが、これを見ただけでも、ただスケール・ダウンしただけでは飛ばない事が分かると思います。確かに一定の空気密度の中で機体が小さくなれば飛ぶための効率は下がる一方なのは、誰が考えても想像できる事だと思います。

ちなみに本モデルの重量は26kgで、これを離陸させるのに0.4~0.5倍の推力が必要と考えていました。そして1基当たりのダクトテッド・ファンの推力が悪くとも3.5kg（TTL 14kg/4基）というデータもあったので、確実に浮き上がらせる自信を持つ

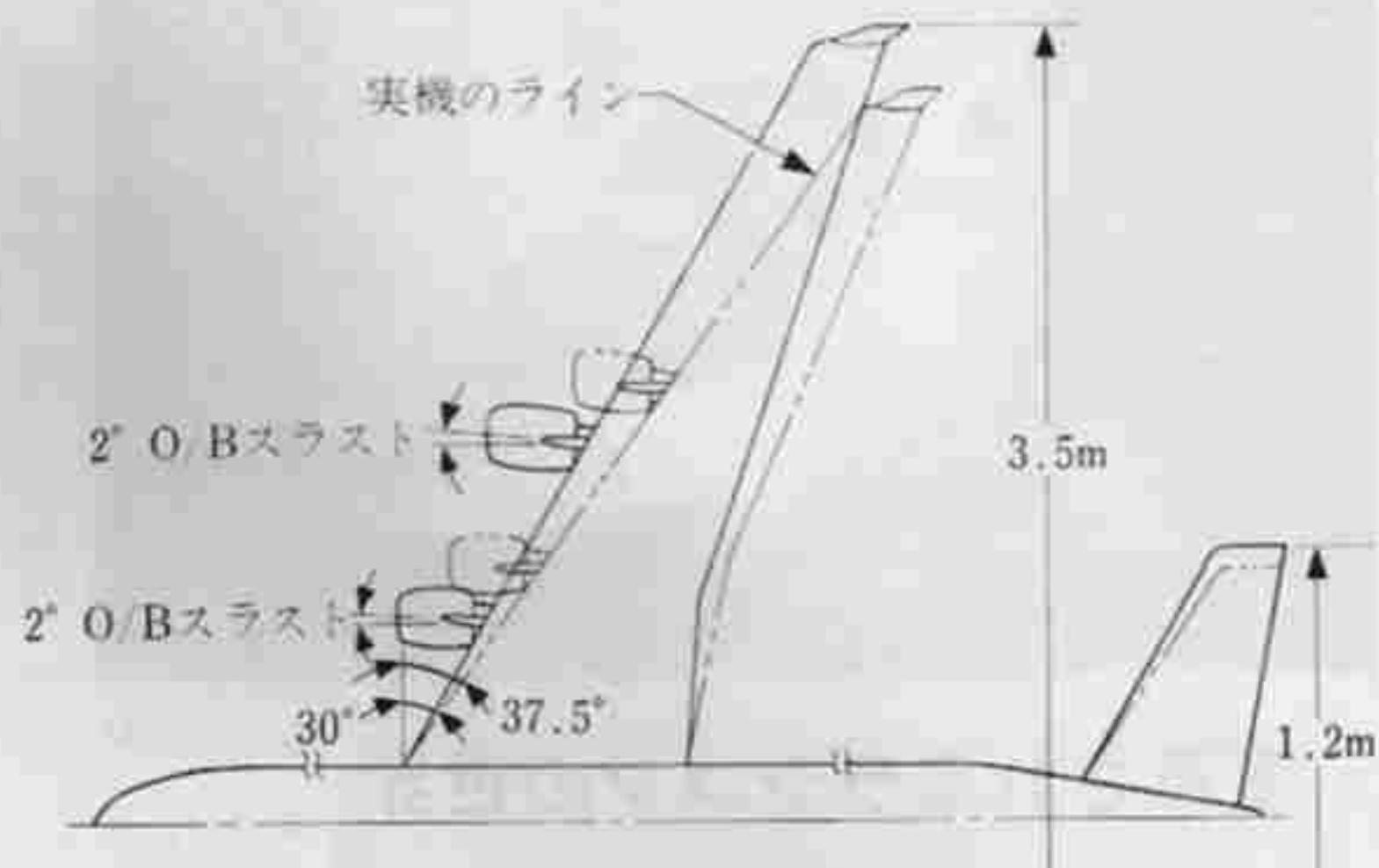


図1 本モデルと実機の比較

事ができました。

効率の低下は、主翼の平面形状にも影響を与えます。まず私の考えでは、そのまま実機の主翼と水平尾翼をスケール・ダウンしただけでは、安定したフライトは望めないと考え、これをアレンジする事にしました。また、翼型についても然り、実機の層流翼型を使ってあまり価値のある事ではありません。まず主翼平面は図1のように、後退角を減らし翼端を延ばしました。また、テーパー比を落とし模型としての性能向上をはかる事にしました。そして製作期間の短縮のためにフラップは取り付けない事になったので、翼型で対処する方法を考えました。

翼型は、胴体の付け根を実機と同じとし、一段目のテーパーに向けてNACA 23012翼型へと変化させて一段目テーパーから翼端へはそのままNACA 23012を使用する事にしました。このNACA 23012

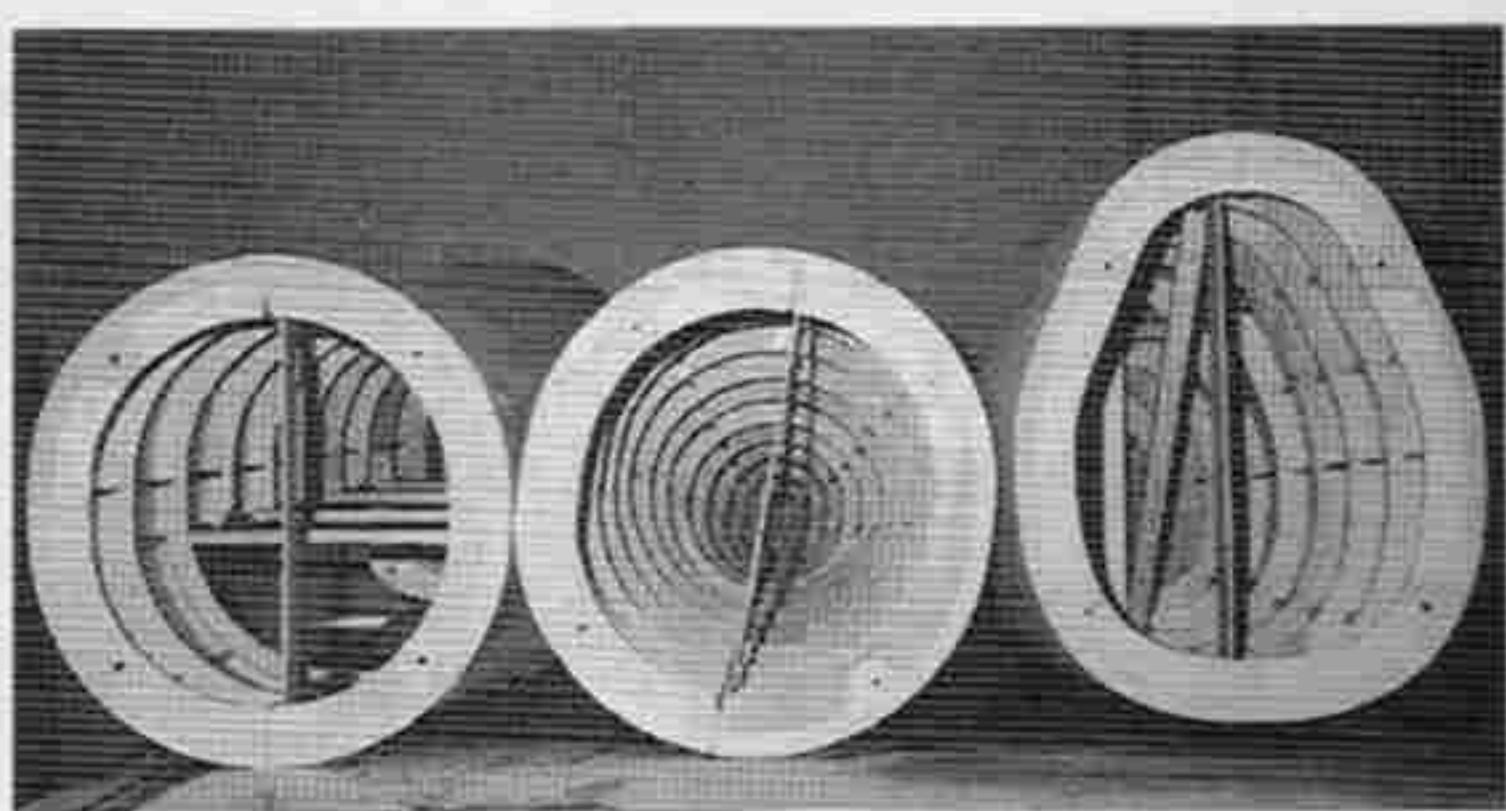
表1

747-400	機体重量	エンジン推力	重量/推力対比
実機の1/20の値	40,000 lb (18,144 kg)	11,600/4 lb (2,557/4 kg)	0.29倍
1/20 モデル	57.32 lb 26 kg	31/4 lb 14/4 kg	0.54倍

表2

747-400	機体重量	エンジン推力	速度
実機	800,000 lb	58,000 lb(1基)	900 km
モデル	57.32 lb	7.75 lb(1基)	80 km
実際の対比	1/13,957	1/7,484	1/11.25

※この表を見ても分かるように、寸法を1/20しただけでは、実機と同じ飛ばし方ができないのが理解できる。格好は747-400でも全く違った飛行機となる。



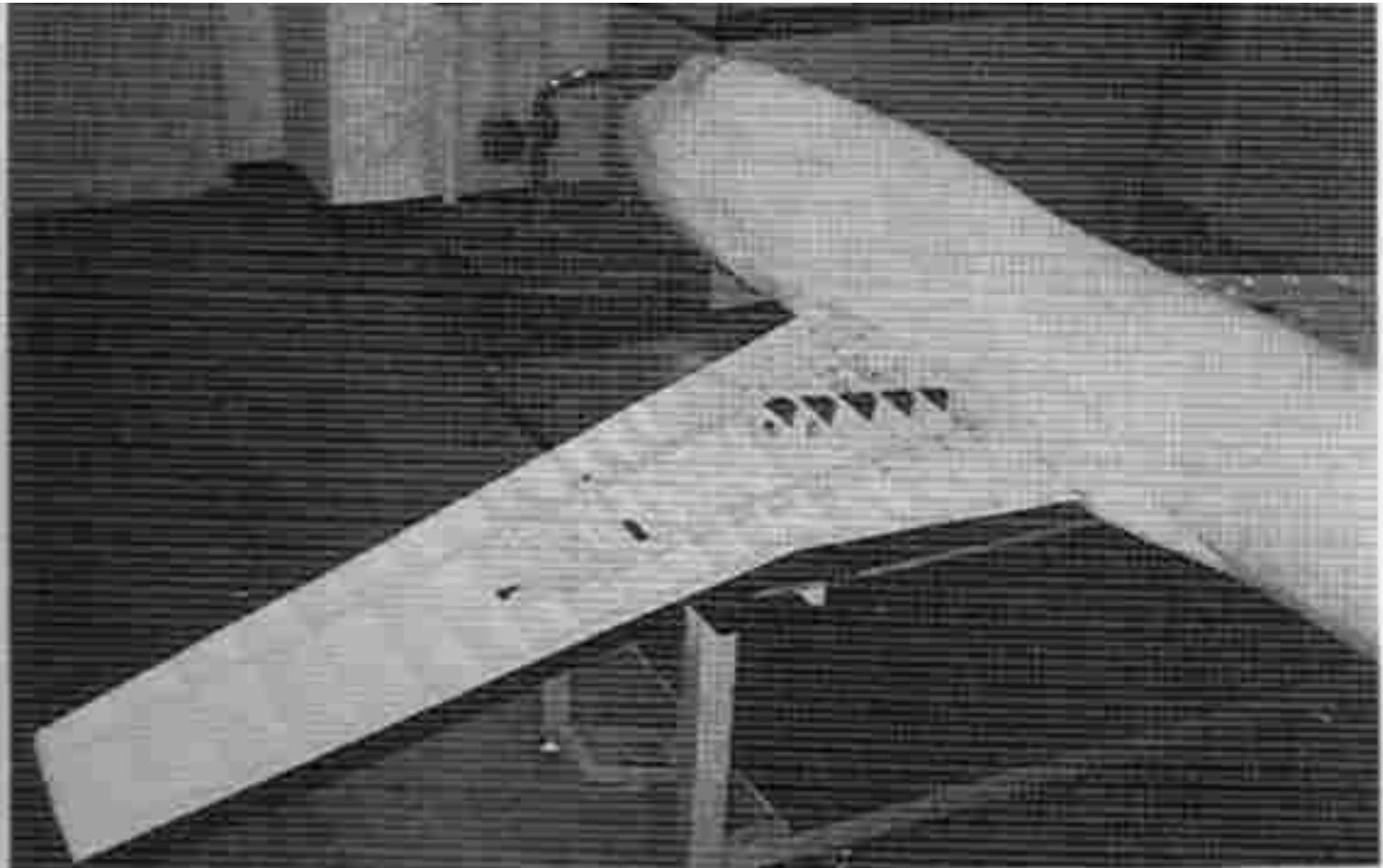
三分割された胴体断面でセミモノコック構造がよく分かる

は、大迎え角になっても風圧中心の移動が少ないというデータ通り、失速特性が良いようで、767の1/25モデルにも使用して、大変良い結果を得ています。

また、後退角が30°というのは、模型としては大変にきついもので、翼端失速が起こりやすいと考え、翼端で3°のねじり下げを付ける事で対処しました。それから翼面積が平面形状を変更して増した分、水平尾翼の面積も増やしてピッチ安定を確保するようにしました。

胴体については、側面形状と垂直尾翼を含め1/20の縮尺どおりとしました。これで胴体外径がコンスタント部分で35cm、2階の“コブ”部分の高さで45cmにもなりました。垂直尾翼は、片方のエンジンが停止した場合において役に立つように、実機でも少々大きめとなっていますが、模型ではありません。なにせ実機が400t近い重量で直進している慣性力は大きなもので、急に一基のエンジンが停止してもヨーイングに影響を及ぼすには時間がかかるため、実機ではパイロットが適性な操作で機体を安全に立て直す事ができるのですが、模型ではそう簡単にいきません。

実機の縮尺よりはるかに軽い重量の、やっと空気に張り付いている4発機で、そのうちの一基のエンジンが止まってしまったのでは、停止と同時にスピラルに、運が悪ければスピンドルにまで入ってしまいます。これは、スケール機として飛ばすには仕方のない問題として残ってしまいます。少しでもスピンドルにまでは至らせない気持ちで垂直尾翼面積を増す方法よりも、エンジンをインボードへ寄せる事で対処する事にしました。これで一発停止してもヨーイング・モーメントを減少させる事になりますが、さらにエンジンの推力線に2°のアウト・ボード方向へのスラストを加えて、その効果を高める事にしました。



ウイング上面をブランク前で構造が分かりやすい

## メンテナンス性を考えた構造に

根本的な設計意図は決定しましたが、今度は構造面と製作方法を考えなくてはいけません。まず機体の運搬を考えて胴体は3分割とし、主翼も左右2分割、水平尾翼も左右取り外し式としました。胴体中央部の主翼取付部分も箱型に取り外せるように考え、組み立ての簡素化とメンテナンス性を向上させる事にしました。

製作上メインとなる材料に南米産のバルサ材を多用する事で軽量化を計ることにし、強度が必要な部分にシナ・ベニアやヒノキ材を用いる方法としました。これで全体的な構造も決定されるのですが、特にエンジンのスケール化に、大変手を焼いてしまいました。しかし本機製作メンバーの一人、上原義明氏（羽田整備工場点検整備第2課A/E係）の努力で立派なスケール化を実現させる事ができ、"ホッ"と胸をなでおろした次第です。

## 分業による製作活動

構想が決定すれば製作となります。まず完成目標を決める事にしました。そして、その完成日を10月末日とし、平成元年11月3日に全国のマニアが一同に会する「第4回模型航空ペーパーショット」に的を絞り出展する事としました。とは言っても期間は、あと4ヶ月弱しかありません。おまけに製作する全メンバーは、シフト勤務で全員が集まる事は不可能に近いために、最初はおののが自宅で図面や仕様書に合わせて各部の製作をしてもらい、最後に持ち寄って組み上げる方法としました。

その内訳は上原氏に尾翼部分を、浮島正博氏（羽田整備工場機体構造第3課）にダクトテッド・ファン・ユニットの組み立てを、そして多井修氏（羽田整備工場点検第3課）に翼型リブの切り出し、大野氏に

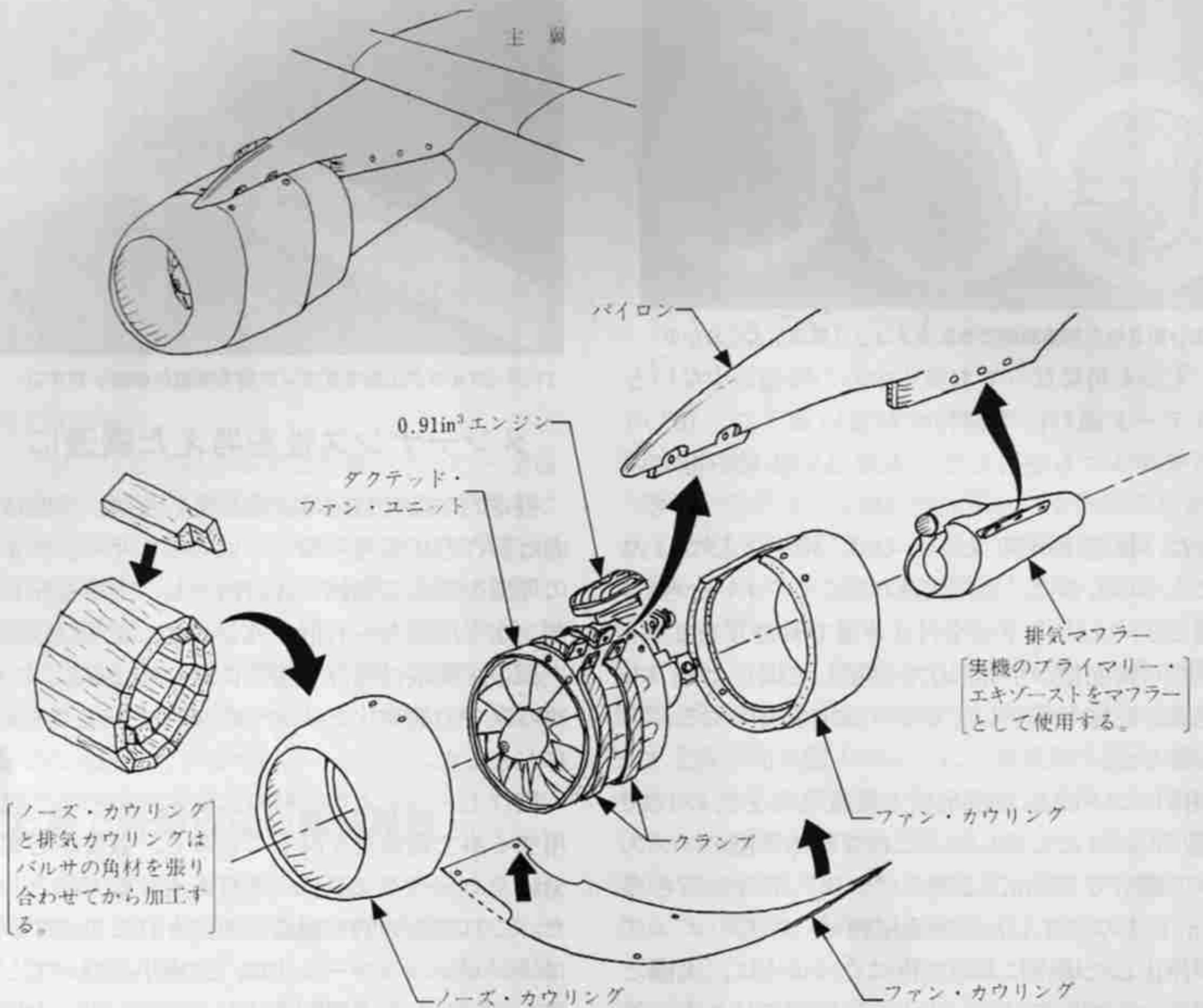


図2 本モデルのエンジン部（リアルなエンジン部は本図のようになっている）

は胴体の製作をそれぞれ分担することにしました。私は主翼の製作を担当したのですが、自宅では場所がなく、大野氏の自宅の工作室を使わせてもらいました。主翼工作に使った接着剤は、胴体では木工ボンドが主体で加重のかかる部分はエポキシ系のものを使用しました。そして主翼は、ヒノキ材やシナ・ベニアが多く使われますのでエポキシ系接着剤を主体として組み上げました。

全体の組み上げは、羽田整備工場のハンガー内の部屋を借りて行いました。組み上げ後、今度は細部の工作です。パイロンやランディング・ギアの取り付け等、ノートによって申し継ぐ方法で製作し、完成させました。それから胴体は、写真で見る限り木製品には見えないと思いますが、これは全体にマイクロ・グラスをレジンで張り付け、グラスの目をエポキシ・サフェーサーで埋めて塗装したものです。また翼はすべて模型用フィルム・コーティングをアイロンを用いて張り付け、ウレタン塗装を行いました。

## ダクト・ファンの正体は？

特に製作上苦労したのは、先述したようにエンジン部分の製作です。これは図2のような形で結果的におさまつたのですが、その中でも実機で言うプライマリー・エキゾースト部分を排気マフラー（モデルはレシプロ・エンジン）として使用するために、そのマフラーの形状加工と溶接が必要となりました。これは口で言うほど簡単ではなく、担当者の上原氏も職場内の仲間にかなり協力して頂いたようです。

このエンジン部分は、本モデルの一番の特徴となる部分で誰もが最初に目を向ける所のようです。確かに一般的には模型飛行機と言うとプロペラと考えてしまうようですが、そのプロペラが見当たりません。これがダクト・ファンと言ってしまえば、それで終わってしまいます。それで誰も納得してくれませんので、少々説明を加えてみる事にします。

まずダクトの中でプロペラが回転していると言う

考えは持たないで下さい。プロペラと言うのは、それ自体に揚力を発生させる事で推進力を得るのですが、このダクトテッド・ファンは、ダクトの中で空気を圧縮して排出する事で推力を得ます。まさに実機のターボファン・エンジンのファンのみの部分を考えた事と同じなのです。そして本物のファン・エキゾースト同様に、本モデルのダクト・ファンにもファン・ブレード後方に整流翼（スタティック・ペーン）が設けられています。

ただし実機と同じ効率でないために、モデルの場合ファンを20,000 rpmほどで回さなければ上限の推力を得られず、回転低下と同時に急激な推力低下を起こしてしまいます。ちなみに、このダクトテッド・ファンの性能は説明書によると20,000~22,000 rpmで約10 lbの推力が出せると書かれていました。

## 模型でもフライバイワイヤ方式

フライト・コントロールでは、おののの動翼に1個のサーボ・モーターを使用しました。また、各エンジンにも1個ずつと、ステアリングに1個で計10個のサーボ・モーターを使用しました。そしてサーボはすべて可動部分のそばに取り付け、ダイレクト・リンク方式で可動させる事にしました。

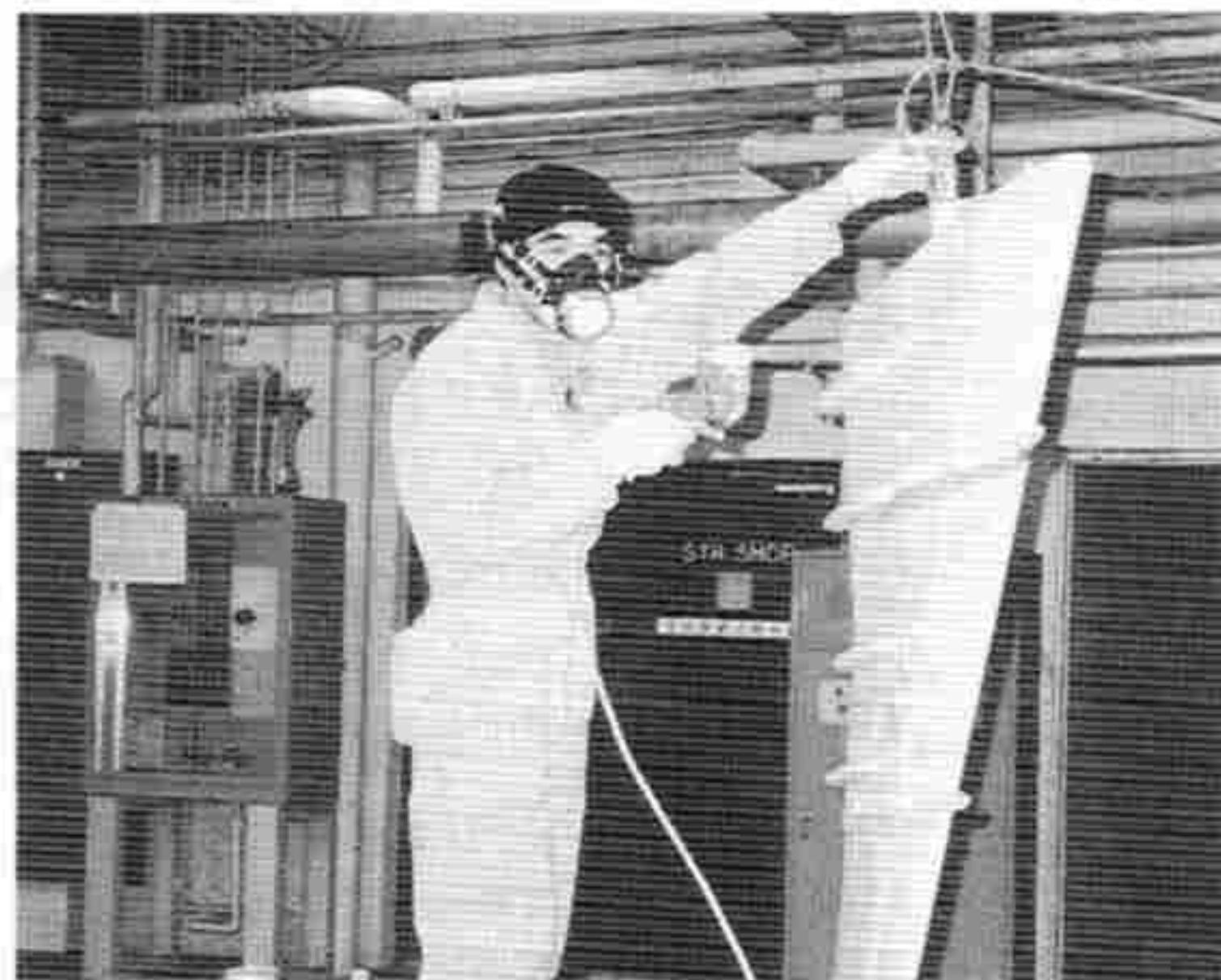
受信機やバッテリーは胴体中央部に搭載し、そこから各サーボ・モーターへ、エレキとデータ・シグナルを送るフライバイワイヤ方式としました。まさに、模型飛行機とは言え、高い技術を用いる事も普通となったのが、これで理解して頂けるのではないかでしょうか……!?

## 完成から半年間のブランク

スカイ・クルーザーの1/20 フライング・モデルは、製作メンバーやその他多くの方々のおかげで10月下旬に無事完成する事ができました。しかし、その後、半年間もフライト不可能な問題が発生するとは誰も考えてはいなかったようです。

完成後、さっそくエンジン調整を行う事になったのですが、エンジンが思ったように回らず、また調整も不可能な状態なのです。これにはまいってしまい、結果的に11月3日の第4回模型航空ページントにはフライトできず、地上展示のみとなってしまいました。

その後、この問題点についてメンバーと話し合ったのですが、「燃料がエンジンまで来ない」と言う



ウイングの塗装風景（就業後、手伝ってくれた松本敏幸さん）

のが一致した意見となりました。本モデルの燃料の配管は最初図3のようになっていました。まず胴体にメイン・タンクを搭載し、おのののエンジン付近にサブ・タンクを設けて、そこからエンジンに燃料を供給するもので、メイン・タンクへはマフラー・プレッシャーを常にかけておく方式としました。ところが配管（シリコンチューブ）の太さにもよりますが、長さが1m近くになると燃料の流れに、ものすごい摩擦抵抗が起こり、燃料の供給が間に合わない事が分かりました。

こんな基本的な事も考え足りずに失敗してしまったのは私の責任で、大変ショックを受けた事を今だに忘れる事ができません。しかし燃料の供給不足だけなら何とかなると考え、シリンドラ圧を取ってタンクに強力な圧力を加えたり、給油管にギア・ポンプを取り付けて強制給油したりなど、テストを繰り返しましたが、高回転での安定が確保できても、スロットルのレスポンスは求められず、結果的にはすべて失敗する形となってしまいました。

こうなってしまっては、根本的に改造するしかありません。胴体の燃料タンクを無くし、主翼にタンクを搭載する事に決定しました。まさに実機同様のインテグラル・タンクとなります。ところが、胴体に搭載した燃料タンクのように市販品の物は搭載不可能で、専用のタンクを結果的には製作して取り付ける事になりました。そして最終的な配管は図4の形となり、問題は解決するに至りました。

## 実機の就航前に初フライトが成功！

実際に色々な問題にぶち当たり、ひとつひとつ解決

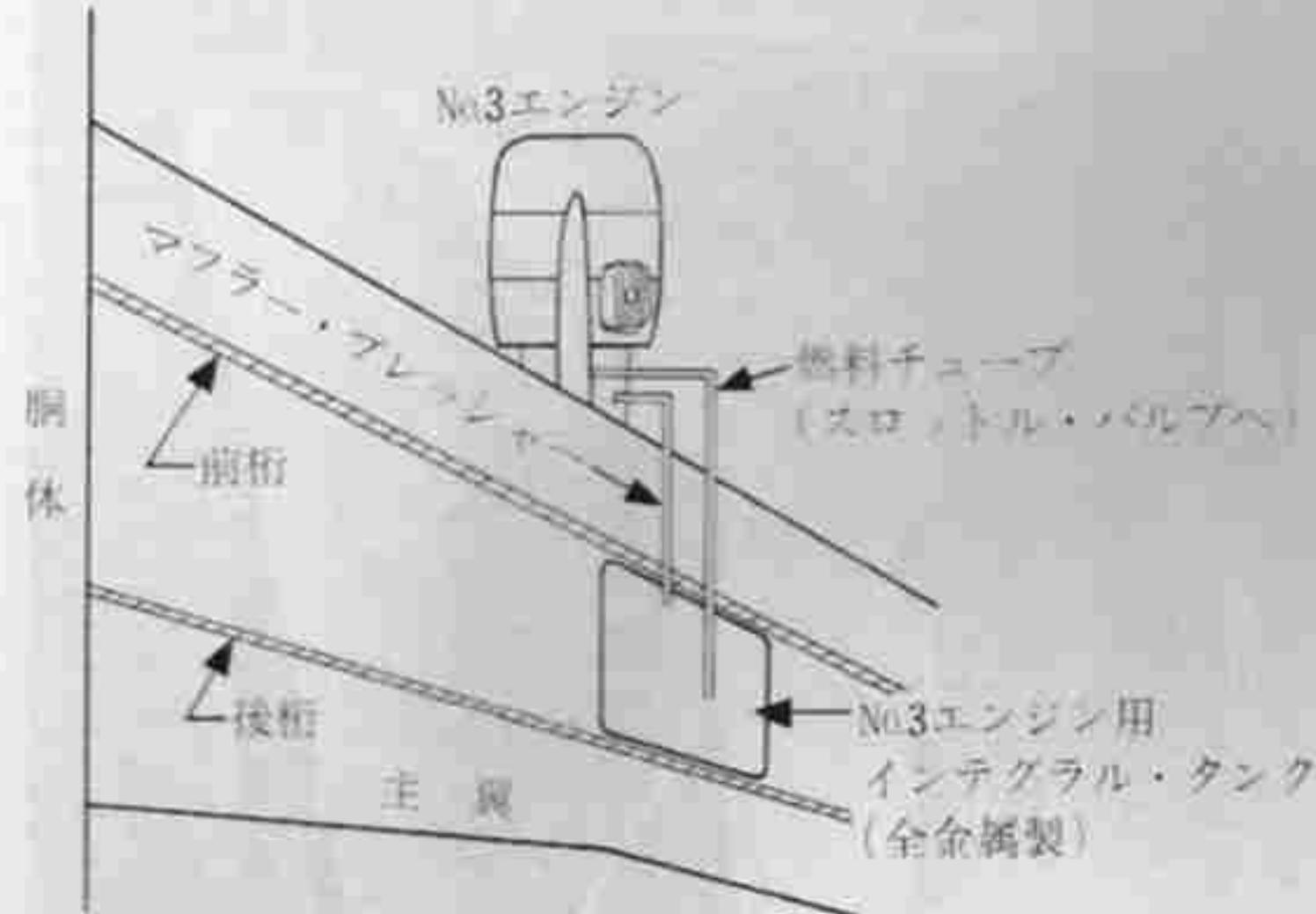


図3 問題となった燃料配管

して行ったのですが、何と完成から5カ月以上もたってしまいました。しかし結果をあせらず、じっくりと問題を解決して行った事は、今でも私自身良かったと考えています。これでやっとの思いでフライトのメドをつける事ができたのです。そして初フライトの日を3月27日と決定しました。これは、日本航空のスカイ・クルーザーが、4月1日に国内線に初就航する5日前となります。そして、もし初フライトに成功したら、「実機の初就航前に、モデルを飛ばそう」と言った全員の願いは、実現されるのです。

3月27日午前5時、羽田整備工場の玄関前に5名のメンバーが集まりました。そして機体を3台の乗用車に振り分けて出発です。飛行場所は、群馬県の館林飛行場が借りられる事になりました。これはスバル・ブレーンのホームビルトで有名な、大西氏の好意でお借りする事ができたもので、大変感謝しています。そして午前8時過ぎに、飛行場に到着、さっそく機体の組み立て等、飛行準備の開始です。

組み立て後、エンジン調整を行いましたが、これがなかなか大変な作業となりました。これは先に述べた不具合の不調とは違いますが、この種の高回転エンジンの取り扱いに慣れていない事から少々手間どる事になり、お昼を回ってしまいました。そして午後2時半過ぎに、やっと滑走路を走らせる事ができました。この時に離陸の可能性を確かめたのですが、私には十分な手ごたえを感じる事ができました。

午後3時過ぎ、いよいよ初フライトに挑戦です。そして送信機は、私が持つ事にしました。これは、もし最悪の結果になっても、設計した私が一人でショックを受ければ良いと考えたからです。まず一基のエンジンが電動スターターで始動されました。そし

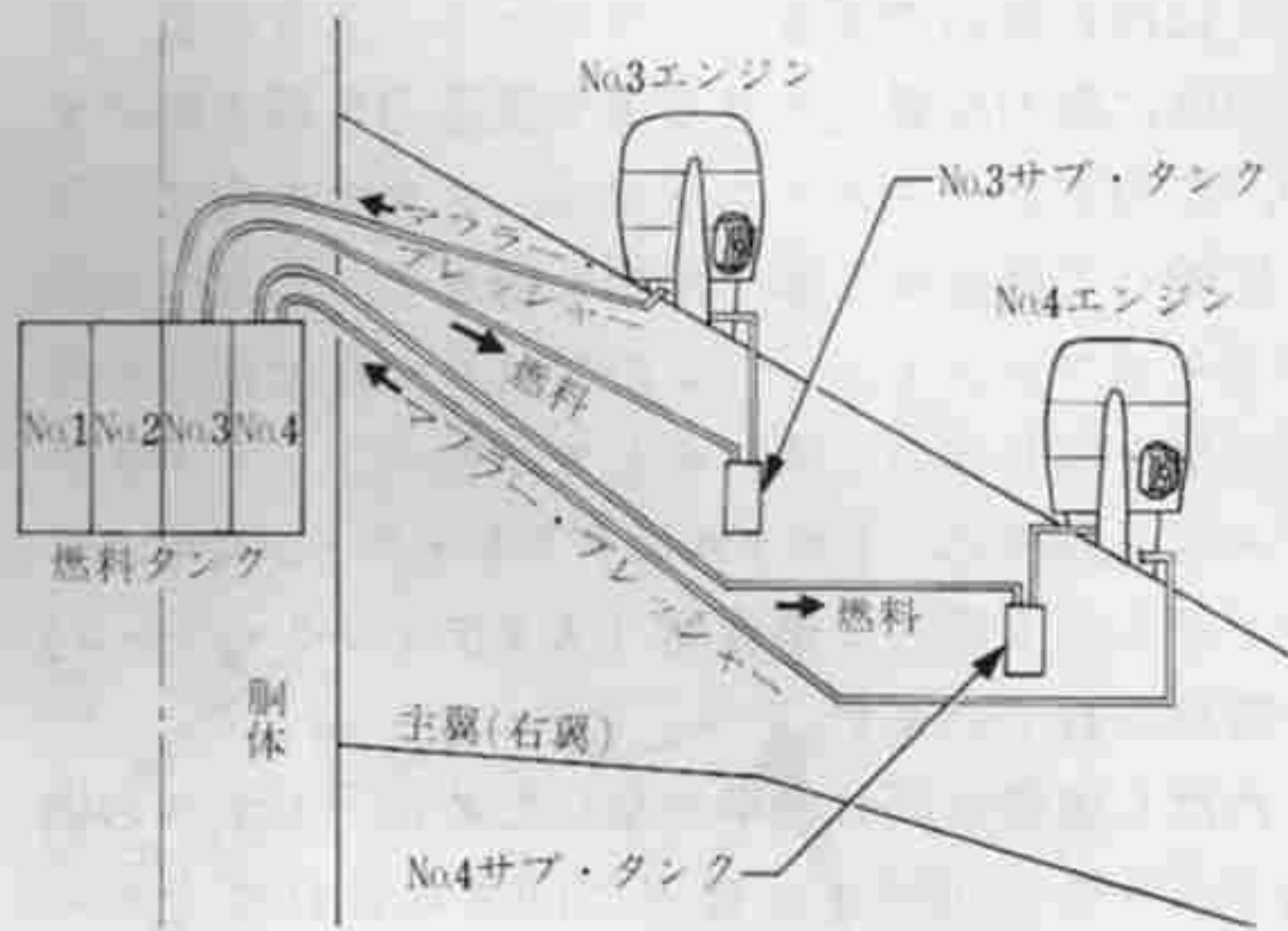


図4 改修された燃料系統

て二基目、三基目のエンジンが……、メンバーのかけ声もレスポンス良く、息もピッタリです。そして最後のエンジンが、スタートを完了しました。

エンジン全開です。垂直尾翼を持った浮島氏の手から、“ゴー”の合図で離たれました。機体の加速は十分です。送信機のエレベーター・スティックは、まだダウンです。そして100m……、150m……、“少し長めの滑走を………”，200m手前で、エレベーターを“ジワリ”と引き起こし………。ノーズが浮き上りました。急激なピッチ・アップを恐れて、一端エレベーターをニュートラルへ………、こちらの操作に十分追従してくれるようです。さらに上昇角を想像してエレベーターの操作を行います。そして機体は一定角度で上空へと向かいます。

機体をゆるやかに左へバンクさせ180°の旋回を行った後、水平飛行のトリムを合わせます。実に安定したフライトです。しかしあくまで気は抜けません。まだ着陸が残っているのですから………、上空を3回ほど旋回し、着陸のためのアプローチに入ります。なかなか良い手ごたえで降下して来ます。接地前からのノーズの引き起こし具合も上々です。失速の気配もありません。そしてスカイ・クルーザーの1/20のモデルは、私達の目前で主脚から、きれいなランディングを行ったのです。

そしてこの時、メンバー全員から“ヤッター”的な声が聞こえてきました。自然に口からもれた言葉なのでしょう。私もこの時、興奮がさめやらぬままに、みんなと握手を交していました。そして今も、このチームワークの勝利に酔いしれている次第です。