

AVSA 研究計画について

糸 川 英 夫

1. はじまり

話の起りは昭和 28 年暮のある日、総武線の電車の中で前所長（当時所長）の兼重教授と筆者との間の雑談からはじまる。雑談の内容はボツダム勅令による航空研究禁止のわくがとれた後の日本の航空研究再開の気運についてであって、工学部における航空学科再開と講座新設、理工研での航空研究再開の気運に関連して、生研内の旧航空系の研究者がどう考えるべきかであった。結論は航空工学に日本としての見透しもなく、また生研としてすぐに航空研究を始める現状にもないので、表面的に派手な動き方をするよりは何かから具体的な問題に手をつけて研究の内容をつくつてゆくことであろうとの結論で、具体的な問題の 1 例としては世間の一部からは生研はロケットなどはセンターになるべきだとの声もあるとのうわさ話の程度での話し合いであった。

次の事件は星合所長とのやはり電車の中の立ち話で、一度生研内の旧航空系の人達が集って話し合いの機会をつくって見たらとのことである。その時は少し問題点が具体化し、生研が航空研究を再開するとしても、工学部や理工研と違った道を歩きたい、研究分野の重複をさけることと、いま一つは日本として将来に必要なことを、つまり未来位置を推定してねらいをつけることと、一方生研の性格からして工業界で問題となる現実的な具体的なテーマも考えたらどうだろうということになった。

最初の集りはごく数人で、昭和 29 年 2 月 5 日行われ、生研に現存する専門研究者の分布から

- (1) Avionics のセンターにする（航空電子工学）
- (2) Automatic Control, Servo-control などの分野を育てる
- (3) Aerodynamics としては音速以上の非常に速いところだけやる。

という、ごくぼんやりした線がきまり、この線に沿って 4 月 16 日までの間、何回かの会合が輪講会の形式で開かれた。例えば、野村、斎藤両助教授から VOR, ILS, GcCA, autopilot, Course-Line-computer, Telemeter などのいわゆる Navaid (Navigation Aids) の調査報告があったり、玉木教授の Supersonic Aerodynamics の講義があったりで、まずは勉強会というところであった。

そのうちに Avionics, Servo, Supersonics の 3 つの

ほかに非常に高いところ、いわゆる Aeropause Flight の問題が提案されその将来性、経済性、技術的可能性が検討され一応まとまった研究目的として Aeropause Flight に焦点を合わせようということになってきた。（生産研究 6 巻 7 号、ロケット超高空旅客機の可能性について、昭和 29 年 7 月参照）。

この段階でようやく研究班の形もとのえ、研究班の憲法のようなものもできたのが 4 月 16 日、その要旨は下に示すようなものである。

(1) 研究の目的

Aeropause とは成層圏よりさらに高い超高空で空気のなくなる空間（真空部）との境界をいう。現在世界の航空機はいわゆる成層圏飛行を行う段階にあり、旅客機もここに当面の目標があるが、将来の航空路としてはこれよりさらに高高度の真空空間と空気層の境い目を飛ぶ方が得策である。その理由は音速を超えた飛行（超音速飛行）においては、空気との間の作用によって高熱を発生し、材料上また人間の生理上、音速の倍数を超えた飛行は困難であるが Aeropause では空気がほとんどないから、いかに高速に飛行しても温度上昇を伴うことがない。また気象上の条件も極めて安定で、風もないから安全に飛行を行うことができ、例えば東京—桑港間を 4 時間位で飛ぶことができる。しかしながらその最初の応用は人間の乗らない郵便機（ロケット郵便）であろう。

将来の航空路は Aeropause になり Aeropause 航空路をもつ国が世界をリードするのであろう。ただし今日ではどの国もこれを行っていないのみならず、実現の具体策をもっているか否かも不明である。

わが国は敗戦以来、科学技術において産業において欧米諸国に著しい立ちおくれを示している。航空部門、電子工学部門においてもこの例外でないが、いたずらに欧米の後を追うのみでは永久に後塵を拝するにおわるおそれがある。そこで一方立ちおくれを取り返すために、欧米の技術を追う研究が必要であるが、また一面諸外国の研究が行われていない将来の可能性に対し、積極的に研究を開始し、進んで世界の技術の第一線に立つことが必要である。Aeropause Flight の研究はこれを目的とするもので新しい分野を進んで開拓し、わが国の産業技術に資すると共に世界文化に寄与せんとするものである。

(2) 研究の方法

研究の計画を第 1 期計画として、A, B, C, D, E

の5項目にわたる。

A—計画 超音速空気力学実験設備

超音速空気力学の研究を行うために、衝撃波管および超音速実験装置を設備し（一部既設改造）基礎的研究を行う。これはわが国において現存する唯一の超音速研究設備としてマッハ数8.0に達する直径20cm断面の衝撃波管、および15cm×26cm マッハ数3.0の吹き出し式超音速実験装置を主力とする。

B—計画 ロケットエンジンの研究

固体燃料および液体燃料を用いるロケットエンジンを製作するために必要な基礎的研究をすべて行う。この基礎的研究の完成によって Aeropause Flight のための重要な要素であるロケットエンジンの設計、試作が可能になる。本研究の内容は固体および液体燃料の研究、着火、安定な燃焼、推力の増大、燃焼に伴う振動、雑音、燃料ポンプ、燃料自動制御、冷却法、保存法等等である。

C—計画 遠隔測定および遠隔操縦技術の研究

高速度飛翔体の飛翔に必要な電子工学的および物理的遠隔測定技術を完成し、また遠隔操縦技術を研究し、D計画の基礎をつくる。例えば高空の状態並びに高々度における飛翔体の運動状況を電波によって伝えるために、高速飛翔体用遠隔測定の方式を開始し、その送受信機および空中線並びに記録装置の実用化を図る。また地上において飛翔体の速度、位置標定装置および自動追跡レーザさらに軌道追跡用望遠撮影機を試作し、受信資料を自動記録し、さらに解析計算するための諸装置を開発する。

D—計画 小型飛翔体による飛翔実験

ロケットをもって小型飛翔体を高速で空気中で飛翔せしめ、超音速における航空工学および航空電子工学研究を行う。本実験によってロケット性能試験、超音速範囲にわたる空気力学資料温度上昇、材料、構造、振動、安定性、飛行性、ジャイロ装置、自動操縦装置、テレメータ（遠隔測定）遠隔操縦等の総合実験が可能となり、Aeropause Flight の基礎技術をつくる。また本研究遂行に伴い将来の重要輸出品と考えられる追跡用カメラ、その他の計測装置に対する基礎設計資料を得る。

E—計画 超高空用飛翔体の実験

高度100乃至500kmに到達し得る超高空用測定用ロケットを試作し、適当な場所で飛翔実験を行い、高空の物理、生理、医学等の広範な測定を行い、Aeropause Flight の資料を得る。その実施要項として高度20kmに到達するロケットを試作し、超高空の測定を行う。ついで第2次に50km、第3次80km、第4次120km、第5次200km、第6次500kmに逐次目標をおき、超高空の物理、生理、医学等における基礎資料を求める。ちなみに現在におけるロケットの高度記録は米国の有する389kmである。

5 年次計画

上記計画を実施するため下記のような年次計画をたてた。

	29年度	30年度	31年度	32年度
A計画	100%	—	—	—
B "	20%	70%	10%	—
C "	20%	50%	30%	—
D "	10%	60%	20%	10%
E "	10%	50%	30%	10%

ただし上に示したのは昭和30年1月27日の改訂版で、原版は少し違っていた。例えばB計画の原案ではロケットエンジンの他にラムジェットエンジンの研究計画もあり、Atomosphere-Spaceの境界で空気層側に近い高度で飛ぶラムジェット旅客機の検討まで含まれていた。これは昭和29年1年間の勉強会の結論で、計画から落されることになり、上記のようにロケットエンジンに限定されることになった。また29.4.16の案には機体の構造、強度、材料についての研究計画がなかったのが、D—計画に組み込まれ、E—計画のstepも30.1.27案ではよほど具体的になってきている。

29.4.16に原案ができてからの1年間はあまり研究班の活動は活発だったとはいえない。メンバーも星合、高木、沢井、池田、玉木、糸川の6教授だけでささやかな会合をつづけてきた。この期間は表面的には（例えば新設講座の要求など）やはりAvionicsが中心で、ロケットは自然発生的に研究が進んでるのを見守るに止めるというところであつたらう。研究費としてはペンシル・ロケットの計画の項に述べたように、生研内の中間試験研究費として60万円、この他に糸川英夫を主任とする文部省科学試験研究費として40万円が正式にあるのみであった。このうち、中間試験の60万円は大半がA—計画の高速風洞建設費となり、他がAvionics関係、残額の10万円がロケットに使われた。この60万円申請のときも、高速風洞は玉木研究室が単独に出すはずであったのを、AVSAとしてまとめたらということを入れてので、始めから風洞建設費をAVSAの名で申請した形であった。当時でもなお、航空研究はAVSAのような統一的機構をもたず、各研究室が自発的に行った方がよいだろうとの意見があったことは留意すべきである。

ロケット研究のプランは、試験研究費の40万円を呼び水にして、通産省工業試験研究費として富士精密工業株式会社に交付になった230万円を合わせた形で、同社荻窪工場を主な舞台として行われてきた。その産物がペンシルおよびベビーロケット、および固体燃料ロケットエンジンの幾つかで、この間のいきさつはペンシル計画を参照されたい。幸いに通産省工業試験研究費申請の条件として筆者を技術的指導者とすることがうたわれていたことと、交付に先立って、工業技術院駒形博士と会

談して、文部省科研費による研究と連絡をとって行う旨の話し合いがあって、AVSAプランと通産省補助金による研究は始めから共同母体をもった形で進められてきた。

正式にもっとすっきりした形でロケット研究が行われるようになったのは昭和30年度AVSA予算がきまった国分寺テストを境目としてである。

2. 国際地球観測年観測ロケットの問題

別稿、永田報告にある国際地球観測年の催しと、そのために要望されている観測ロケットの問題がAVSA計画に正式に持ち込まれたのは30年1月中旬で、毎日新聞安永記者が正月用に書いた「科学者の夢」シリーズの1項がはからずも契機になり、その橋渡し役を文部省岡野学術課長がつとめられることになった。

その要旨は昭和32年8月までに、高度80km以上に到達できる観測用ロケットをほしい、あるいは日本でできないかというご相談であって、しさいに検討した結果AVSA計画のE-計画と全く同一で、しかも符合を合わせたように時期もまた32年であるのはまことに不思議なことであった。もっともこちらの方は国際的な催しで時期もきままっていることゆえ、責任の重い仕事を引受けることになるので、AVSA研究会で慎重な検討と討議が重ねられた結果、総長、所長、事務長、東大本部事務当局などの協議も経て、遂にこれをおひきうけすることになり、ここにAVSA計画は全く新しい舞台に登場することになったのである。

3. I. G. Y. 観測ロケットプログラムによる

AVSA 計画の修正

一応の予算の裏付けはあるとはいえ大変に重い責任をもつ観測ロケットを具体化するために、ある程度までAVSA計画の修正を必要とすることになったのは止むを得ない。主たる変更は研究順序の入れかえで

- (1) B-計画中で液体ロケットは固体ロケットの研究と共に昭和30年よりスタートするはずであったのを、観測ロケットは固体の一本槍でやることにして液体ロケットの研究を昭和32年以降にスタートを切り下げたこと。
- (2) D-計画で予定されていた Spin-range 法のプランを中止して、E-計画に重点をおく。
- (3) Gyro stabilization, automatic control を2次にして telemeter に1次重点をおく。

がその主なものである。

この試案による I. G. Y. までの研究計画は

30年3月	ペンシル レンジテスト
4月	ペンシル オープンテスト
5月	ベビー ランチャー
6月	ベビー テスト
7月	アルファ-計画開始

8月	アルファ-ランチャー
9月	アルファ-テスト
10月	ベーター計画開始
11月	ベーター試作
12月	ベーターランチャー
31年1月	ベーター調整
2月	
3月	ベーターテスト
4月	カップ-計画
5月	カップ-試作
6月	カップ-ランチャー
7月	カップ-テスト
8月	"
9月	シグマ-計画
10月	シグマ-試作
11月	シグマ-組立
12月	"
32年1月	シグマ-テスト
2月	"
3月	オメガ-計画
4月	オメガ-試作
5月	オメガ-ランチャー
6月	オメガ-組立
7月	オメガ-テスト
8月	"

でオメガで引続き観測年の行事に迂り込むことになる。この計画はかなり無理なスケジュールと予想されるので、ベーター、カップ、シグマのうち一つを間引きすることになるかも知れない。

4. AVSA 長期研究計画

前記のように I. G. Y. プログラムに間に合わせるためにAVSAプランに修正を加える必要があるので、修正後の長期計画を立てることになった。その概要は下に示すような20年計画で、その最終目標は、ヨーロッパ、アジア、アメリカを結ぶ長距離ロケット輸送路の開始にある。

昭和 年号

33	1958	液体ロケットエンジン研究開始
34	1959	液体ロケットエンジン研究
35	1960	液体ロケットエンジン試作
36	1961	固体ロケットブースターと液体ロケットの組合せ
37	1962	乗員の human factor, 離着陸
38	1963	航法, Superaerodynamics
39	1964	非空力的操舵法,
40	1965	国内ロケット輸送機第1号飛翔テスト
41	1966	国内線によるロケット輸送研究, 発着,
42	1967	航法, emergency 対策.

- 43 1968 太平洋横断用ロケット輸送機プラン
- 44 1969 および試作
- 45 1970 太平洋用ロケット輸送機第1号飛翔テスト
- 46 1971 inter-continental-line-development
- 47 1972
- 48 1973
- 49 1974
- 50 1975 inter-continental line 完成

以上のような経緯を経つつ、研究の具体化に伴い、A V S A 研究班のメンバーも必要に応じて増し、前記 6 教授の他に森 (1 部)、橋、平尾、植村、安藤 (2 部)、野村、斎藤、猪瀬 (3 部)、丸安、勝田 (5 部)、浅原 (4 部) の各教授、助教授の参加があり、また事務部では鈴木事務長、下村業務主任、寺田事務官が業務をとられている。

5. I. G. Y. プログラムの功罪

観測ロケットプログラムを短期計画として絶対要請で遂行せねばならない破目になったことは A V S A 計画としてプラスの面と共にマイナスの面があることは止むを得ない。プラス面は研究費や研究速度の面にあるが、マイナス面は、品物をまとめなければならぬために場合によっては基礎研究がおろそかになることである。要は場合に依じての具体的解決にあり、マイナス面をできるだけ少なくして、プラス面が出るように不断の注意を怠らないことが必要である。

6. AVSA 研究の組織

研究の組織には Vertical System と Horizontal System がある。Vertical System は部局をおき、上から下への組織をつくって一元的に研究を行う方式で、Horizontal System は各専門分野を現在の組織下においたままで、横につながって、一つの共通した仕事に従事する方式である。両者の特質については多くの文献に討議されているが、いまのところ、A V S A 班は Horizontal System をとっている。この場合、参加各研究室はそれぞれの個有の研究分野をもちつつ、片手か片足を差しのべて A V S A プランの仕事の各部分をうけもつ。この場合の問題点は、各個有の研究業務と A V S A の業務の力の振り合いと、他は、欠ける分野の穴埋めの問題である。Vertical System ではこの二つの問題はないが、現状での実行に難がある。ロケットの研究には新しい非常に沢山の分野が必要である。例えば燃料の研究、launching system の研究、ロケットエンジン内の internal aerodynamics、ロケット性能測定法など限らないが、既存の専門分野をただ横につなげた Horizontal System で、これらの穴をどうするかが悩みとなる。

これを解決する一つの方法は生研だけに closed loop を画かずに closed loop の route を日本全体に広げるこ

とであらう。

別稿下村報告によるロ研連はかくして生れたもので今後、生研内外ともにさらに多数の専門家の協力が必要になる。

7. 予算と見通し

昭和 30 年度予算は 3,700 万円乃至 5,100 万円の程度であり、32 年までの 3 年間にほぼ 1 億 5 千万円の研究費が考えられている。ところで各項目について検討を加えると、本年度に設計すべき主要設備たる、ロケットエンジンテストスタンド、および 300 m Free-Flight-Range の二つにしても所要経費の数分の一の程度であり、またロケット用メーターにしても航空機計器 1 個の単価で、全セットを作るようなことになっている。

従って経費節減のために新しい着想、考案が必要とされることは絶対であり、欧米のままを追うならば、経費の上から破滅状態になることが予想される。技術的にもこのような困難の上に立っている上に、組織やビジネスで動くことに慣れていないわれわれが大きな組織とビジネスで動いて行くためには並々ならぬ努力が必要である。 (1955. 6. 15)

附 録

観測ロケット飛翔実験計画

昭和 30 年 5 月 30 日

東京大学生産技術研究所 A V S A 研究班

観測ロケット研究連絡会。

1. 目 的

昭和 32 年 8 月より昭和 33 年 12 月までに行われる国際地球観測年において、太陽輻射、イオン、大気圧、密度、温度、風、電離層等の観測を行うために、観測ロケットを使用する計画がある。本実験計画は、この観測ロケットを製作するために必要なロケットおよび計測技術の研究のためにペンシルより、オメガに至るロケット系列の飛翔実験を行うものである。

2. ロケットの種類および諸元、性能等。

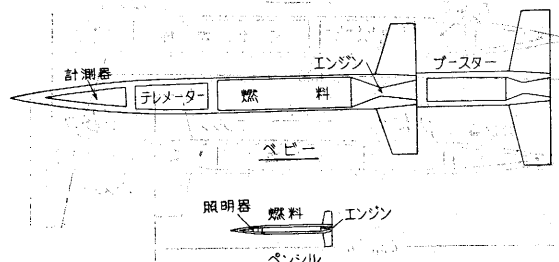
第 1 表および第 1 図、第 2 図、第 3 図参照 (ただし変更ある見込み)

3. 到達高速度および水平距離

第 1 表および第 4 図、第 5 図。

4. 予想される危険

危険は、陸上での発射点附近と、海上での落下点附近にある。発射点では発射時に、燃料の異常燃焼に伴う爆発の危険がなきにしもあらずで第 1 表に示す区域内に立入ることはさけたい。ただし実際には事前の地



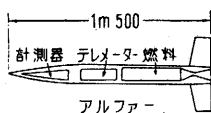
第 1 図

第1表 ロケット種類および諸元表

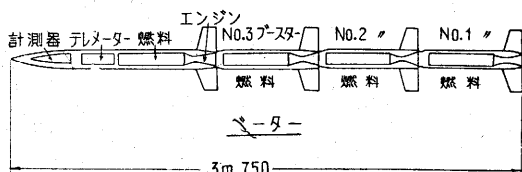
	ペンシル	ベビー	アルファ	ベーター	カッパー	オメガ
全長	23 cm	92 cm	152 cm	375 cm	400 cm	500 cm
外径	17 cm	80mm	125mm	125mm	350mm	420mm
重量	200 gr	5 kg	11 kg	42 kg	250 kg	450kg
搭載量	50 gr	500 gr	800 gr	800 gr	10 kg	20kg
速度	170m/s	400m/s	580m/s	825m/s	1000m/s	1380m/s
高度	1 km	6km	16km	35 km	55km	100km
水平距離	0.6km	4km	10km	20 km	30km	55km
安全水平距離	1km	5km	13km	30km	45 km	80 km
飛翔時間	30秒	1分	2分	3分	4分	5分
飛翔回数	20	28	5	5	10	5
時期	30年6月 ～7月	30年8月 ～9月 31年7月 ～8月	30年12月 ～1月	31年4月 ～5月	31年10月 ～11月	32年4月 ～5月
1日の最大 飛翔回数 (所要日数)	4	2	1	1	1	1
発射点危険範囲	30 m	50 m	100 m	150 m	200 m	500 m

上試験で安全は充分確められるから、まず起り得ないであろう。例えばペンシル 35 回の飛翔試験中、この種事故は 1 回も起きていない。

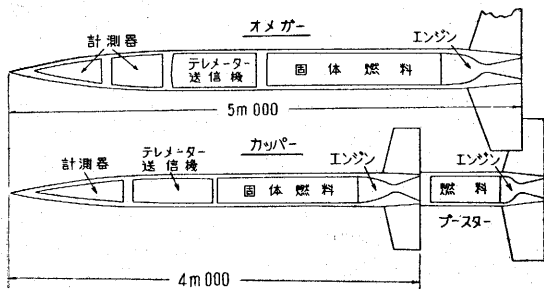
次に落下点は、ペンシルの全部とベビーの 1 部はリカパーのための、分離を行わないので、原型のまま落下するから、直突すれば、船舶、人命共に極めて危険



第2図



第3図

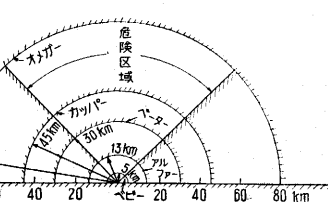


分離し
数個に
分け、
中の1
部はパ
ラシュ
ート、
エアブ

レーキで緩徐な降下を行い海中に落ちる。落下の点は発色、発光などで指示し数時間、数 10 時間の浮遊中を船舶で拾い上げ、リカパーする。

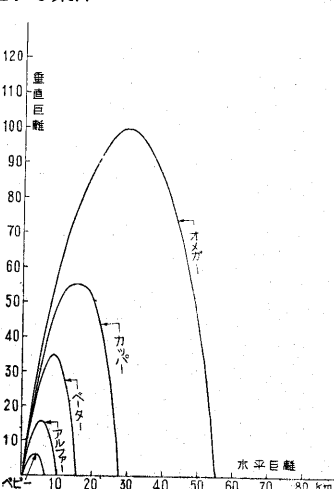
6. 地点として希望する条件

- (1) 1等, 2等, 3等の各三角点を適当に利用し得ること
- (2) 風が少なくまた雲の少ないこと
- (3) 直視距離が大きいこと
- (4) 海岸線として測定の上、第1表の水平距離が左右にほしいこと。
- (5) 附近の住民が協力的なこと。



第4図 危険区域平面図

レーキで緩徐な降下を行い海中に落ちる。落下の点は発色、発光などで指示し数時間、数 10 時間の浮遊中を船舶で拾い上げ、リカパーする。



第5図 ロケット飛翔径路

である。

ベビーの残り、およびアルファ、ベーター、カッパー、オメガは原則として、リカパーのために分離し、1部はパラシュートで、救うので直突の際の危険度は少ないが、一方重量が大きいので被害も大きいかも知れない。いずれにせよ、船舶、航空機、人体にふれることは絶対に避けなければならない。

5. 実験の要領

飛翔は海岸におかれたランチャー(飛翔台)から海上に向ってほぼ 75° の角度で行われる。飛翔に先立ち、海上の船舶および航空機には警報、予告を行う。また陸上には立入禁止区域を設け所管警察と連絡して警戒を行う。

飛翔中はレーダー、セオドライト、トランシットなどで追跡を行い、またテレメーターで地上受信記録を行う。ロケットは落下期に