

ロケット名称	ロケット	テレメータ	レーダ	計測系	到達高度および 飛しょう秒時
K-6-3	完 全 コースト 5 秒	完 全	角型アンテナ 完 全	X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> X <sub>3</sub> T 完 測	(208 sec)
K-6-4	完 全 コースト 5 秒	完 全	尾翼アンテナ 完 全	X <sub>1</sub> X <sub>2</sub> X <sub>3</sub> T 完 測	39 km (207 sec)

で

- (1) 観測ロケットとしてロケット本体，テレメータ系レーダ系が実用になるまで完成された。
- (2) 最高々度 60 km の見込みがはっきりした。
- (3) 飛しょう経路と風のバターンの関係が明確になった。
- (4) コースト 5 秒で，テレメータ，レーダ系は角型，尾翼型アンテナの両者とも使用可。

- (5) コースト 3 秒のとき，角型アンテナレーダは中絶した。
  - (6) 空力加熱が実測され，尾翼で 260°C，頭部で 220°C，胴部で 140°C 前後であることが判った。
  - (7) 発射角は全部 78° で道川実験場で 80° まで発射可能なことが確かめられた。
- かくして，K-6 型は IGY ロケット観測に適用されることが確立されたのである。 (1959. 5. 8)

## カ ッ パ 6 型-TW ロ ケ ッ ト に つ い て

糸 川 英 夫

### 1. 緒 言

TW は Temperature Wind の略で，Grenade method による気温，風観測用に作られたロケットである。気温風は IGY ロケット観測中，最も重点をおかれた観測項目で高度 60 km までの気温，風の分布を春分，秋分，夏至，冬至の四季に亘って観測した。使用ロケットおよび測定日時，grenade 数は下表のとおりである。

### 2. カ ッ パ 6 型-TW の計画経緯

初期の計画は dart-system を採用し，grenade 入りの dart をエンジン部から b. o. 後切り離し，その後，後方に向かって順次に grenade を射出する方法であった。この案は機体全長が著しく長くなるためフラッタの危険があるかも知れぬとの考慮から間もなく棄てられた。

grenade としては薬量 1 kg の RDX，TNT 系の発音弾が考えられ，これを timely に始動させるためのタイマーおよび信管安全装置の設計と地上試験に月日が費やされた。初期の K-6 型-TW が 1 号から 4 号まで発音弾を 1 発しか持っていない。いわゆる自爆型であったのは，安全性に対する考慮からで，号を追って逐次 grenade 数を増大して行く方法がとられた。

### 3. カ ッ パ 6 型 1 と その 飛 しょう 試 験

#### (1) 目 的

高度 40~50 km で発音弾（薬量 1 kg）を爆発させてこの圧力波伝播を地上受波器系でうけ，これより上層の気温・風を観測する。

発射角度 78° で，発音時間 X+150 秒にセットし発音点高度 50km ロケット最高々度約 60 km の見込み。

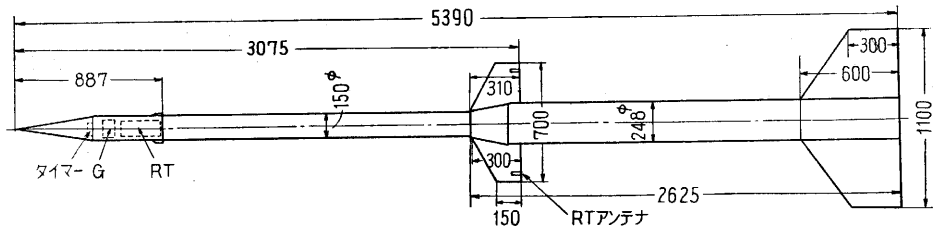
観測の便宜上からは最高点に到る上昇途中で，発音させる方が音波の到来距離が小さくてよいが，K-6 型-2 で飛しょう性能が確認されていないので，このテストをも合わせて行うため，両者で歩み寄り，TW-1 では，最高点をすぎて下降運動中に発音させる計画を立てた。

#### (2) ロケットの状態

150	L=3.074
	W=76.05
	CG=59.0%
	N=46.0 cps
150+245 B	L=5.389
	W=255.45
	CG=65.0%

#### (3) 飛 しょう 試 験

ロケット名称	飛 しょう 時 日	到達高度	grenade 数	季 別
K-6型-TW-1	昭和 33 年 6 月 24 日 10 時 51 分	20 km	1	夏 至
K-6型-TW-2	” 6 ” 30 ” 16 ” 52 ”	40 km	1	夏 至
K-6型-TW-3	” 9 ” 25 ” 11 ” 55 ”	50 km	1	秋 分
K-6型-TW-4	” 9 ” 26 ” 12 ” 50 ”	60 km	1	秋 分
K-6型-TW-5	” 12 ” 23 ” 12 ” 03 ”	60 km	2	冬 至
K-6型-TW-6	” 34 3 ” 18 ” 11 ” 45 ”	50 km	5	春 分
K-6型-TW-7	” 3 ” 20 ” 11 ” 50 ”	50 km	5	春 分



第1図 カッパ 6型-TW-1, 2

昭和 33 年 6 月 23 日の予定であったが、トラポン電池の温度上昇のためトラポン不調となり中止。

6 月 24 日 10 時 51 分飛しょう。

ブースタステージおよび切断は正常であったが、発音弾がメイン燃焼中に作動した。

カメラ班の撮影結果によれば

X+20.75 秒でエンジン燃焼異常となる。

X+20.80 秒で飛しょう経路少し曲る。

X+20.9 秒で発音弾作動す。

受信班はオシロベーパー節約のため、発射後数分間後スタートさせたので、この早期発音を受けていない。

(4) 結果とその対策

- 1) タイマー 発音弾系が早期に作動した。
- 2) 早期作動の原因は、メイン・エンジンの 20 秒付近での異常燃焼によるものと想像される。
- 3) 対策としてはタイマー系を強固にして、異常衝撃をうけても作動しないように直す。
- 4) レーダは 20 秒まで正常に受信されている。

4. カッパ 6 型-2 とその飛しょう試験

(1) 目的

TW-1 で早期作動したタイマー発音弾系を改良し、異常衝撃に対しても耐えられるようにし、また今回は発音弾作動をロケット上昇期に行なう。

発射角 75° で、発音時間 75 秒とする。

(2) ロケット状態

150 L=2,988  
W=76.35

CG=58.8%

150+245 B L=5,304

W=2454.95

CG=64.6%

coasting time=6秒

(3) 飛しょう試験

昭和 33 年 6 月 26 日に予定したが、タイマー安全ピン操作不良につき中止。

6 月 27 日 全休 安全ピン操作系修理

6 月 28 日 雨のため中止

チーフ会議を開き TW-2 のテストを行うべきか、中止して 7 月に延期するかにつき検討、PI 側より、空中伝播の程度を知りたいゆえ、ぜひ実験遂行されたい旨申入れあり。TW-2 は東京に持って帰り、7 月下旬に X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub> をのせてやる案もあったが、6 月 30 日まで天候待ちを続けてやる案に決定する。

6 月 29 日 待機せるも天候不良につき中止。

6 月 30 日 午前中より 14 時まで大雨なるも 16 時まで待機遂に晴れる。

16 時 52 分飛しょうした。発音弾は約 80 秒で操作し、受信班はこの音波を 235~236 秒の間に受信し、ここに IGY 初の気温、風観測が行われた。

ロケットの飛しょうは正常で、ブースタ燃焼 12 秒、メインロケットに 18 秒で点火、8 秒間燃焼した。

80 秒前後で発音弾が作動、レーダは 29 秒まで追跡、その後作動停止したので、発音点の確認は光学系で行なわれた。

発光、発煙は肉眼でも認められた。

光学観測班は、メイン燃焼終了まで追跡した。発音点の高度は 50 km の予定であるが向い風が強かったため、これより低目と考えられる。

地上風速 3.5 m/sec 西、気温 21°C

(4) 結果とその対策

- 1) タイマー 発音弾は作動し、受音もできた。  
40~50 km で薬量 1 kg で、受音は十分であることが確かめられた。  
ただし、交通管制その他地上音源の除去が必要である。
- 2) レーダは 29 秒で作動を停止したが、80秒でタイ

(3) 飛しょうの条件

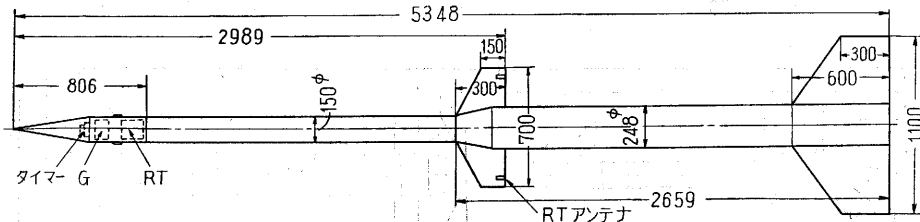
K-6 型-3,4 号と同じ。

ただし、飛しょう時間は観測上の要求から 11 時 40 分~12 時 20 分と決めた。

(4) 飛しょう試験

TW-3 号飛しょうは昭和 33 年 9 月 24 日を予定されていたが、レーダアンテナを破損したため、4 号機と 3 号機を入れかえることになり、テストは 9 月 25 日に延期された。

TW-3 号の飛しょうは 9 月 25 日 11 時 55 分列車などの音をさけながら実施、北風 4~5 m/s、ロケットは正常に飛しょう、時限装置、発音弾も計画通りに作動し、



第 2 図 カッパ 6 型-TW-3

マー作動したので、ロケットは正常に飛しょうしたことが確認される。

- 3) タイマー 75 秒が 80 秒に延びたのは加速度による第三安全ピン除去の時刻が、点火よりいくぶん後に最大加速度があるためと思われる。

5. カッパ 6 型-TW-3,4 号とその飛しょう試験

(1) 6 型-TW-3,4 号は秋分期観測をねらって、K-6 型-3,4 号と同じ時期に計画され、また試験された。ロケットとしての設計方法は前述の K-6 型-3,4 号と全く同様である。

(2) ロケット

名称: カッパ 6 型

発音弾: 前回同様、薬量 1 kg

発音時間: 100 sec

観測: レーダによる。トラボン搭載

テレメータ: なし

時限装置: 耐振性改良型 190 s まで可

レーダアンテナ: 突起型、尾翼型の両者用意せるも

突起型を採用す

	K-6 型-TW-3 (r 4 号)	K-6 型-TW-4 (r 3 号)
150 全長	2,993 mm	2,989 mm
重量	78.60 kg	78.88 kg
C. G	59.83 %	59.4 %
150+245 全長	5,352 mm	5,351 mm
重量	259.14 kg	259.61 kg
C. G	64.6 %	64.4 %

発射後 4 分 40 秒前後で受音班は圧力波をとらえる。

レーダが 30 秒までで中絶したので、発音点は光学班の 25 秒までの追跡とあいまって、推算される。

おおむねの高度は 50 km 前後である。

同日午後 K-6 型-RS-1 の飛しょうが行われた。

TW-4 は翌 26 日引きつづき行われ、25 日、26 日の 2 日間に 3 機の集中的な飛しょうが行われたわけである。

r は 9 月 26 日 12 時 50 分で、発射角は前回通り 78° であるが、TW-3 でレーダ中絶にかんがみ、コーステングを 5 秒にあげた。今回はレーダは 100 秒で発音弾作動まで追跡したので高度は適確に判明している。だいたい 60 km 前後で K-6 型としての最高高度であり、K-6 型-4 とともに東、西の風のパターンと飛しょう経路の関係を求めるよい資料になった。

受音は約 5 分で、また波形の崩れからも 60 km 付近まで上昇したことがうらづけされる。

地上風速 2~3 m/s

離昇時の経路は顕著に高角度であった。

(5) 成果

TW-3 は TW-2 と同程度の精度で 50 km までの気温・風を観測。TW-4 は最もよい精度で 60 km までを観測した。すなわち、

TW-2	6 月	高度 = 40 km
TW-3	9 月	" = 50 km
TW-4	9 月	" = 60 km

までに TW の観測に成功している。

(6) 今後の問題

65 km 以上の高度になれば発音弾の数を増す必要あり  
このため冬至期観測用として2機必要であろう。

6. カッパ 6 型-TW-5

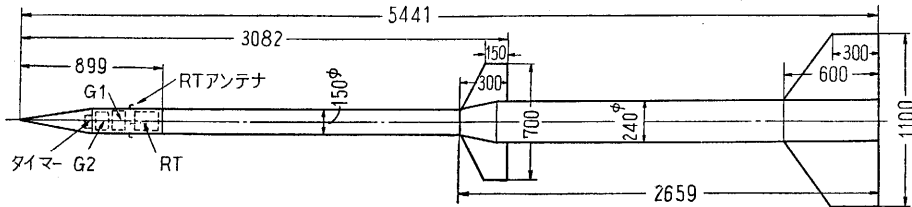
(1) 計画

IGY, 風, 気温の冬至期観測を行なう。

推葉は側風の影響を少なくするために特別に研究した短燃焼秒時のものを使用し, また発音弾は9月までは1発であったのを今回から2発に増した。

(2) ロケットの状態

名称	K-6 型-TW-5
150-TW-5	L=3, 083
	W=80. 36



第3図 カッパ 6 型-TW-5

	C. G=59. 1~55. 6 %
150+245 B	L=5, 443
	W=263. 7
	C. G=64. 8~56. 0 %
発音弾	G <sub>1</sub> =500 g 側方射出型
	G <sub>2</sub> =1, 000 g 自爆型

(3) 飛しょう条件

ブースタ燃時	10. 8 sec
切 断	11. 0 sec ± 0. 3
150 点 火	15 sec
コースティング	4. 2 sec
150 燃 時	6. 8 sec
150 燃 終	21. 8 sec
発 射 角	80°
G <sub>1</sub> 点 火 時 間	X + 55 sec
G <sub>2</sub> " "	X + 120 sec
搭 載 品	G <sub>1</sub> , G <sub>2</sub> タイマー トラボン 角型アンテナ使用

(4) 観測系

レ ー ダ	本部, 下浜, 平沢, 船川
観 測	東, 丹野山
カ メ ラ	H. S., 中央, 南
人工衛星班	平沢
受 音	前田山, マイク9個使用

(5) 飛しょう試験とその結果

飛しょう時間 33年12月23日12時3分

発 射 角	80°
風	東, 0~1 m/s
	気温 9°C, 気圧 1, 024 mb
天 候	うすぐもり

ロケットは改良型推葉であったが作動良好で正常に飛しょうし, 発音弾 G<sub>1</sub> の射出および点火, および G<sub>2</sub> の点火も計画通りに行われた。

受信班は G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> の音波を完全に受けて記録し, レーダも G<sub>2</sub> によるロケット破壊まで追跡した。

高度はレーダから 60 km と推定される。

G<sub>1</sub> の発音時間は人工衛星班を含む光学系でとらえる計画であったが, うすぐもりのため確認できず, G<sub>2</sub> の時間からタイマーセット秒時を修正して求めることにな

った。精度は十分と思われる。

(6) その他

- 1) 米国より Dr. Stroud, Dr. Nordberg 氏来秋。 Dr. Stroud は飛しょう試験に立会った。
- 2) 漁協は落下点以外の海域をフリーにするシステムでよいようであった。
- 3) ランチャー覆完成。

(7) TW-6 号機の処置

昭和 33 年 12 月 26 日 COSPER の会議のため 12 月 25 日で終了とし, 天候を待ったが, 機会を得ず, TW-6 は中止して東京に返送し, 3月の春分期観測にまわすことになった。

7. カッパ 6 型-TW-6, 7 号とその飛しょう試験

(1) 計画

K-6 型-TW-6, 7 号がそれ以前の T. W 機と異なる主な点は発音弾が一挙に5発に増したことと, 地上に発光時間を測定するための赤外線検出機を備えたことにある。

発音弾を Nose-cone 内に入れた前方射出型にする構想は筆者の 33 年 11 月のミシガン大学訪問中に, 同大学の Dr. Bartman 氏等の行っている方法を見学してもらい, またその上でミシガングループと discussion する機会があったことと, 12 月に Dr. Stroud および Dr. Nordberg 両氏の道川訪問中の discussion が直接の動機となったもので, ミシガングループが Nike-Cajun で行

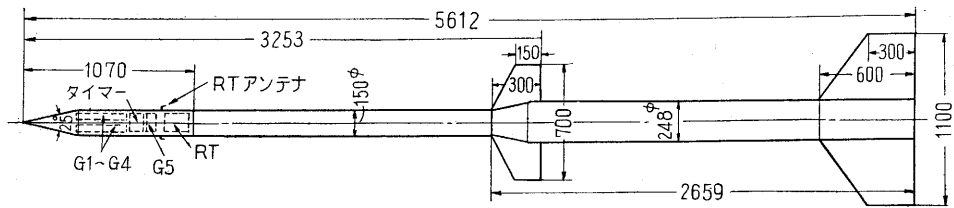
った方法を原理的に踏襲したものである。

しかし細部の設計では射出方法、点火方法など異なっており、たとえばミシガン大学では点火は grenade につけた wire の tension による mechanical method を採用しているが、K-6 型-TW-6, 7 では、タイマーの電気接点と delayed ignitor による electro-pyrotechnic method を使用している。

また grenade 収容室の前方の filler は Nike-Cajun では porous plastic を用いているが、K-6 型-TW-6, 7 ではアルミニウムの中空筒を用いているなどである。

これらの収容法、射出法については別章をそれぞれ参照されたい。

5 個の grenade のうち  $G_1, G_2, G_3, G_4$  は 0.5 kg 薬量で Nose-cone 内に入り、前方に射出されるが、 $G_5$  のみ



第 4 図 カッパ 6 型-TW-6

はタイマーとトランスポンダの中間にあって、ここで自爆型となる。 $G_5$  薬量は 1.0 kg である。

Grenade としては、 $35\phi \times 350L$ ,  $30\phi \times 440L$ ,  $40\phi \times 250L$  の 3 種について検討した上で、 $40\phi \times 250L$  を採用した。

計画としては  $G_1 \sim G_5$  を高度 25 km から 60 km の間で高度間隔 4 km を保つように射出、発音させることが昭和 33 年 1 月 6 日設計会議で決定したが、実際には射出後の空孔におよぼす空力的影響をさけるために 30 km ~ 60 km を等間隔に分けるよう射出時間が決められた。

赤外線 spotter についても 1 月から計画を開始、2 月に地上試験を千葉、秋田の両所で行なったが、別に詳述する。赤外線検出機の設計資料として、発音弾の発光の時間、スペクトル、光量などの観測が詳細に行われた。

なお、発音弾の射出時刻、あるいはタイマーの接置時間を地上に送るために、レーダ・トランスポンダに新しい工夫が加えられレーダ兼用のテレメータの役を果たすことが試みられた。

(2) ロケットの諸元

かくして決定された設計図を第 4 図に示す。その諸元は

- 150             $L=3,255 \text{ mm}$
- $W_T=87.11 \text{ kg}$     $C.G=58.1 \sim 52.6\%$
- 150+245 B    $L=5,616 \text{ mm}$

$W_T=270.5 \text{ kg}$     $C.G=64.6 \sim 55.5\%$

G 射出時刻  $G_1 = X + 42 \text{ sec}$     $G_2 = X + 51 \text{ sec}$   
 $G_3 = X + 62 \text{ sec}$     $G_4 = X + 76 \text{ sec}$   
 $G_5 = X + 104 \text{ sec}$

$\theta = 80^\circ$

(3) カッパ 6 型 TW-6 の飛しょう

飛しょう時間: 昭和 34 年 3 月 18 日 11 時 45 分

発 射 角:  $80^\circ$

風 速: 北 ( $340^\circ$ ), 5.5 m

天 候: 快晴, 気温  $18^\circ\text{C}$

ロ ケ ッ ト: ブースタ・メインとも正常飛しょう

時 限 装 置: 計画通り作動

発 音 弾:  $G_2, G_3, G_5$  はレーダ兼用テレメータおよび赤外線検出機の両者で確認。

$G_1, G_4$  は不確認。

受 音: ペンオシロが 1 台故障したが、実用上差支えない程度で受音した。

赤外線検出機:  $G_2, G_3, G_5$  を完測。

到 達 高 度: 50 km X+104 秒

レ ー ダ: 104 秒の自爆前まで完測

(4) カッパ 6 型-TW-7 の飛しょう

飛しょう時間: 昭和 34 年 3 月 20 日 11 時 50 分

発 射 角:  $80^\circ$

風 速: 北, 4.0 m/sec

天 候: 曇り, 気温  $9^\circ\text{C}$

ロ ケ ッ ト: ブースタ・メインとも正常飛しょう

時 限 装 置:  $G_1 = X + 42.3 \text{ sec}$     $G_2 = X + 50.8 \text{ sec}$

$G_3 = X + 62.5 \text{ sec}$     $G_4 = X + 76.2 \text{ sec}$

$G_5 = X + 104.2 \text{ sec}$

でそれぞれ計画通り作動

発 音 弾: 射出および発音完全

受 音: ペンレコーダ再度故障したが手動に切りかえて記録をとった。

赤外線検出機: 初の雲を透しての発光時間直後に成功。

到 達 高 度: 50 km

レ ー ダ: 104 秒の自爆まで完測。

(1959.5.8.)