

6. カッパ 128 J 用マツハ計, 高度計

山口隆男・二宮香二郎・日沖松美



まえがき

カッパ 128J-S 型ロケットの飛しょう実験においては天候にめぐまれなかったために飛しょう径路の観測ができなかった。したがってロケットの性能を実測することができず、理論計算値の精度を確認し、今後の研究

計画に提示し得る資料が得られなかったのでカッパ 128 J-T の 4 号機にマツハ計, 高度計を搭載し, 最高速度, 最高々度を実測することになった。高度計 P_2 はロケット発射角 60 度では最高々度は約 5,000 m と推定されていたので, 測定範囲を 7,000 m まで広げその高度に対応する圧力変化を真空々盒によって計測する方法を採用し, マツハ計 P_1 も Cone の側孔の圧力変化を真空々盒を使って測定することに決めた。したがって真空々盒は固有振動数の高いものを選び, 温度変化に対しては熱シールを施し空盒の温度変化による誤差をできるだけ少なくし, 電圧変換系としてはインダクタンスの変化を使ってトランジスタ回路で増幅し, 0~5 V の電圧変化で計測範囲が入るようになっている。

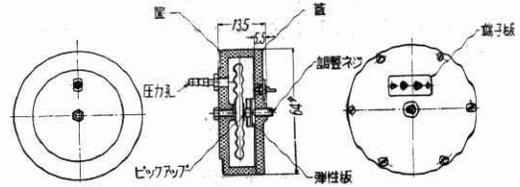
マツハ計, 高度計はそれぞれの真空々盒と電圧変換部が一体のケースに納めてあって, 電圧変化はリード線でテレメータに直結するようにしてある。

マツハ計を 4 号機に取り付けることが決定してから飛しょう実験日までの期間が極めて短かったのと, 高速風洞などによる資料が得られず, 加えて 4 号機 1 機だけの機会しか与えられなかったので, 飛しょう中に生ずる不確定要素を確めるということができなかった。マツハ計については糸川, 玉木両教授のご指導を受けたことに對し紙上をかりて厚く御礼申し上げますと共に, 糸川研究室の方々富士精密工業株式会社ロケット担当の方々に対しても厚く御礼申し上げます次第である。

(1) 圧力計測用変換器の構造

P_1 と P_2 とはその構造はほとんど同一で, 真空々盒を圧力検出部とし, これと相対する高周波ダストコアピックアップをもち両者の空気間隙の変化に伴い空盒部に固

定した金属平盤中に誘発する渦流の変化によって磁気抵抗の変化, したがってインダクタンスの変化を生ぜしめる可変誘導型変換器である(第 1 図)。ラジオリンクとの結合の条件を直流出力 0~5 V としたための本装置は, 発振, 検波増幅回路および電池を自蔵せしめているので, 厳密な意味では一種のコンジュネーター(Conductor)である。

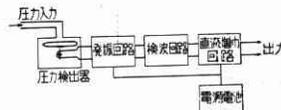


第 1 図

その構成は

- 圧力検出部 P_1 真空々盒 VP 4320 B-1-5-2
- P_2 真空々盒 OA 5425 B-1-6-4
- ピックアップ 高周波ダストコアピックアップ
3 mm ϕ \times 2.5 mm
- 直流増幅部 発振用トランジスタ 2T51 \times 1
検波整流用ゲルマニウムダイオード
1T25 \times 2
増幅用トランジスタ 2T12 \times 2
- 電 源 積層電池 BL-106 9V \times 2

第 2 図は構成回路を示す。第 3 図の (A), (B) の写真は P_1, P_2 の外觀部, および部品の取付状態を示すものである。



第 2 図 P_1, P_2 圧力検出装置回路較正

回路の構成部品は温度の影響を受けやすい

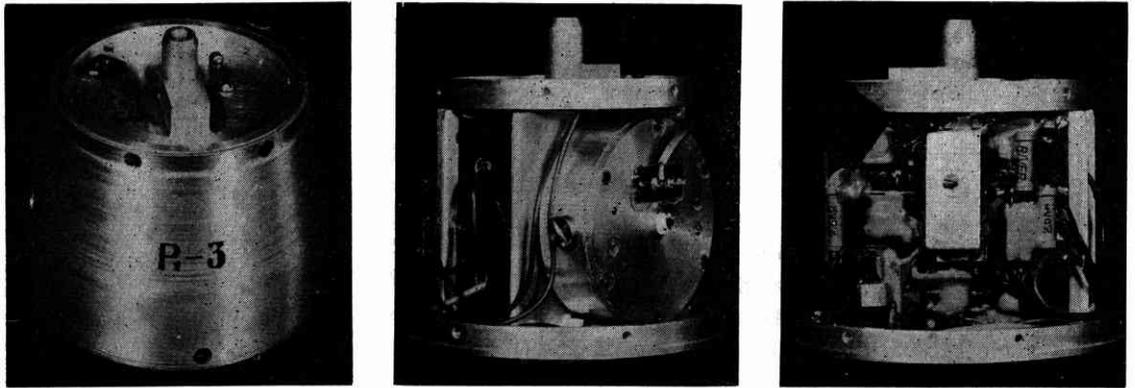
のでこれを防ぐために熱遮蔽を必要とした。遮蔽材としては発泡性ポリスチロールの被覆を約 3 mm 内壁に施した。

(2) 変換器の性能

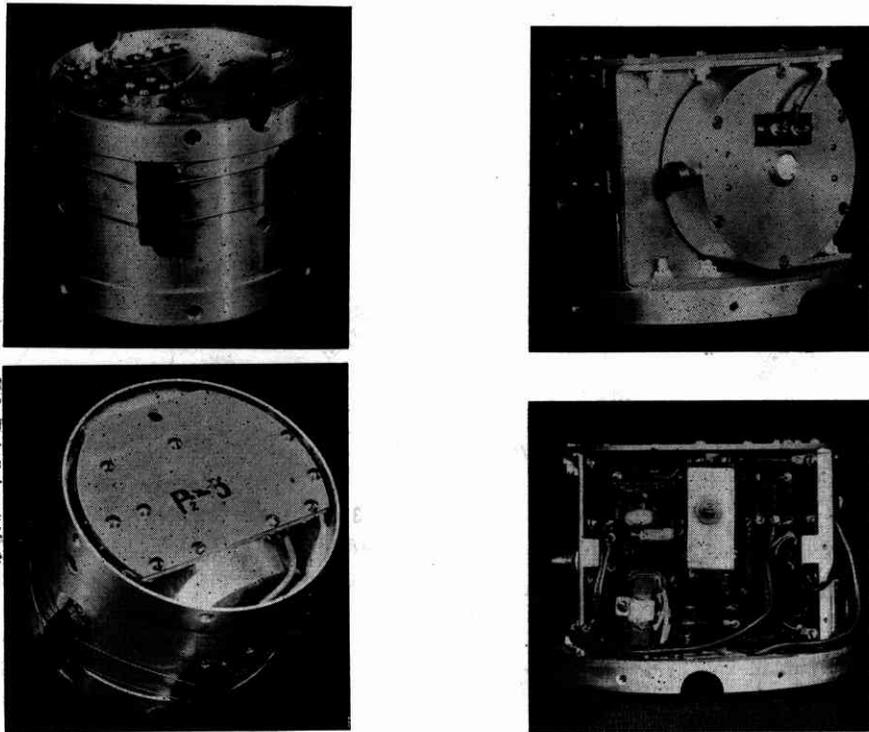
(a) 測定範囲 P_1 マツハ 2.5 までを計測するために気圧計としての測定範囲を 200 mm Hg より 1,000 mm Hg までとした。

P_2 高度 0 より 7,000 m まで, したがって 760 mm Hg より 308 mm Hg までとした(標準状態において)。

(b) 空盒特性 P_1, P_2 変換器に使用した空盒特性を第 4 図の (A), (B) にそれぞれ示す。



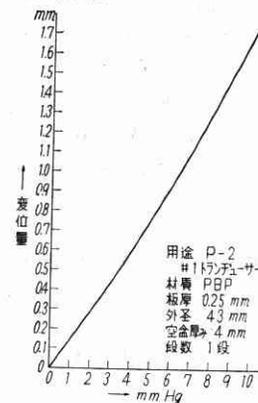
第3図(A) P_1 変換器の外観および内器



第3図(B) P_2 変換器の外観および内器

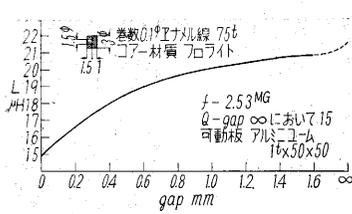


(A) 室温 22°C 気圧 1013 mb



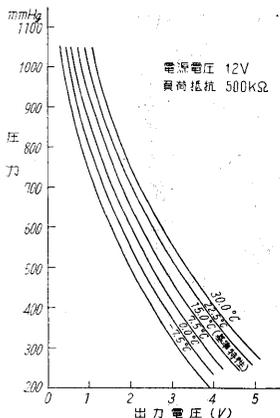
(B) 室温 22°C 気圧 1014 mb

第4図 空 盒 特 性

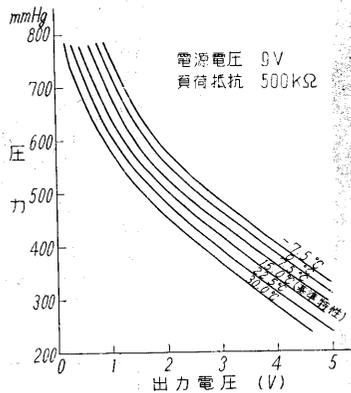


(c) ピック
オフ特性 高周
波ダストコアピ
ックオフの特性
を第5図に示
す。

(d) 総合特
性 気温 15°C
第5図 ダストコア PU 特性
における特性を基準特性とし -7.5°C, 0°C, 7.5°C,
22.5°C, 30.0°C で行った測定結果を第6図の (A),
(B) に示す。温度試験の結果では曲線が平行移動性を
有しているので発射時の温度を測定しておけば零点調整
を必要としない。しかし何かの場合、調整する必要があ
ると思われたので零点調整もできるようにしてある。

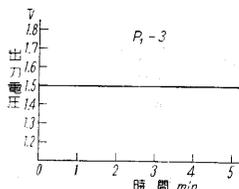


(A) P₁ 測定装置特性

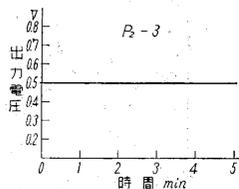


(B) P₂ 測定装置特性

第6図



(A)
測定圧力 760 mmHg
室内温度 15°C
試験槽温度 ① 35°C ② -30°C



(B)

第7図

飛しょう中の温度変化は熱遮蔽によって遮断することが
できるようにし、第7図の (A), (B) に P₁, P₂ の温度
試験の結果を示す。試験槽の温度は +35°C と -30°C
とで行った。温度試験の結果では5分間位の温度試験で
は全く電圧変化はみられなかった。

(e) 衝撃試験 JAN-S-44 規格で 50g の衝撃試験
を行い、その前後の出力電圧を比較してみると、

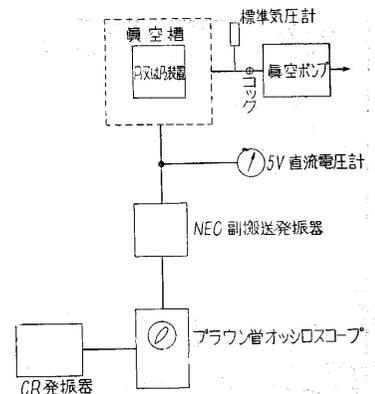
試験圧力 760 mmHg, 電源電圧 15 V では
P₁ では 試験前出力電圧 1.54V, 試験後出力電圧 1.56V

P₂ では " 0.5 V, " 0.5 V

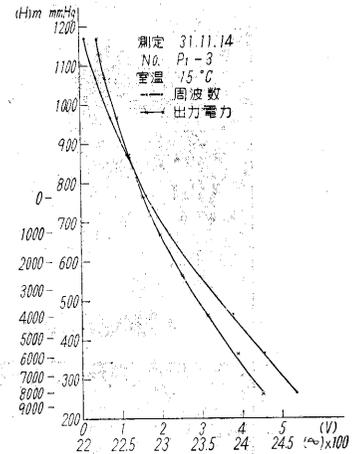
(f) 振動試験 振幅 3mm, 1,500 c.p.m で 60 分、

振幅 1mm で、
3,000 c.p.m で
60分間の連続試
験で異常を認め
なかった。

(g) 加速度
試験 (定常) ±
50g の加速度
を軸方向にかけ
たが試験後も異
常を認めなかつ
た。



第8図



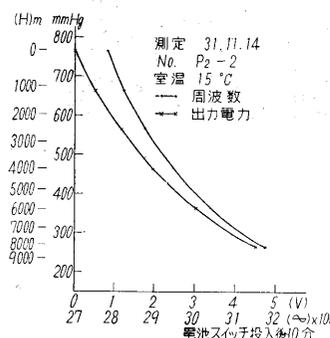
第9図

(3) テレメータとの総合試験

昭和 31 年 11 月 14 日日本電気株式会社研究所にお
いて日電テレメータとの総合試験を行った。第8図はその
ときの試験方法を示すもので総合
試験結果は第9、
第10図に示す。

(4) 飛しょう
実験

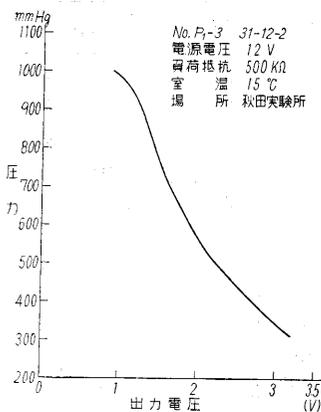
現地における総
合試験は昭和 31
年 12 月 2 日秋田
実験場テレメータ
受信室においてテ
レメータ班野村



第10図

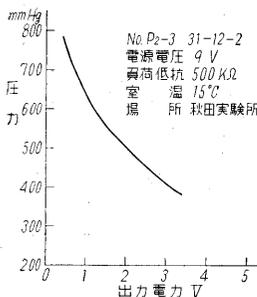
助教、大井技師その他関係者により P₁, P₂ 圧力変
換器とテレメータを組み、地上受信器により総合試験を
行った。そのときの試験成績を第 11, 12 図に示す。P₁
は基本特性と異なった測定結果を得たので調査の結果、
出力抵抗の断線を発見したので試験終了後これを取り替
えた。P₂ は基本特性と一致した結果を得て機能良好で
あった。

12 月 3 日にカッパ128 J-T の 4 号機は発射されたが、

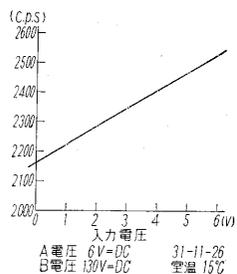


第11図 P_1 測定装置特性

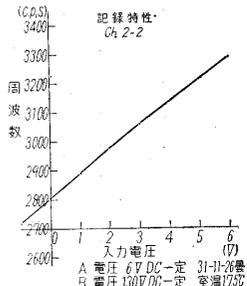
その時の外気温度は 4.6°C 、気圧は 1019.1mb (764.4mmHg)であった。なお P_1 はテレメータの第1チャンネルに、 P_2 は第2チャンネルに接続して飛ばし実験が行われた。Subcarrier と入力電圧および変位との関係曲線をそれぞれ第 13, 14, 15, 16 図に示す。



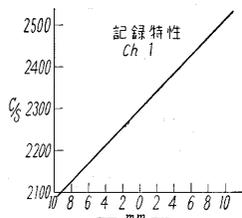
第12図 P_2 測定装置特性



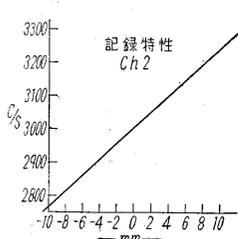
第 13 図



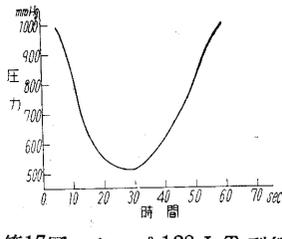
第 14 図



第 15 図



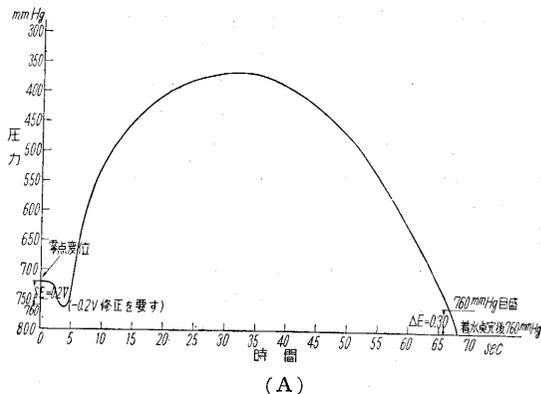
第 16 図



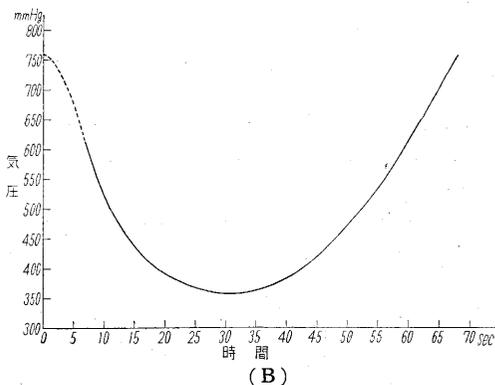
第17図 カップ 128 J-T 型観測用ロケット P_1 記録較正值

(5) 飛ばし試験記録の解析

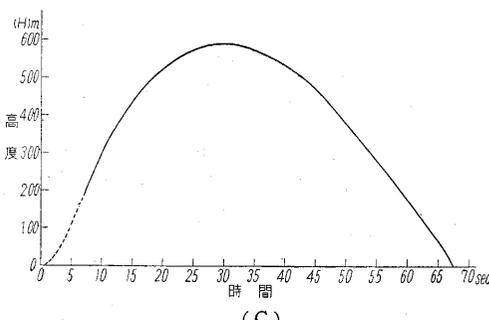
FM テレメータ装置の channel 1, および channel 2 の副搬送波周波数特性および記録特性によってデータ解析を行った結果を第 17 図および第 18 図に示す。解析の結果 P_1 , P_2 とともに発射直後の加速の影響を受け若干の永久歪を真空々盒支持部に受けたように思われる。 P_1 は出力抵抗の断線のため地上における総合試験の際外部



(A)



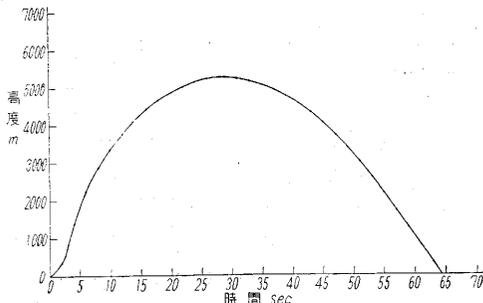
(B)



(C)

第18図 カップ 128 J-4 型観測用ロケット記録較正值

抵抗 $100\text{k}\Omega$ で置き換えたため、地上試験後これと同様の商用 $100\text{k}\Omega$ の出力抵抗を装備したが細密調整を行うことができなかったため相当の誤差を生ずる結果となった。



第 19 図

P_2 は発射直前の零点変位 30 mm Hg 電圧換算 -0.2 Vを生じていたことが記録により判明しているのをこれを修正した。さらに着水時記録は 760 mm Hg であるべきであるが 40 mm Hg 電圧換算 $+0.3$ V の残存誤差が発生している。原因は発射直後の衝撃加速度による影響であることは明らかである。これらの誤差の修正を電圧値にて行えば高度-時間特性として第 18 図 C を得る。付表-1 および第 18 図 A および B は第 18 図 C を得るためのそれぞれの過程を示すものである。比較のため糸川研究室にて行った理論計算値を付図第 19 図に示してある。

あ と が き

P_1 によるマツハ計は加速度による空盒の変形が永久歪の形で残存するものと考えられる。したがって真空々盒を使用してマツハ数を実測することは困難のように思われる。

P_2 による高度計測は、発射の加速度による変形誤差を修正することによって算出することができる。

また上空の気圧分布が不明であるので、実測からの高度計算はすべて標準大気で換算したもので、実際にロケットが到達した高度は、厳密にいてある程度の誤差のあるのはやむをえないものと思われる。

本装置の試作期間は約 1 ヶ月であったため、基礎研究を十分に行うことができなかつた憾みがある。しかしながら、本実験によりこの種の計測器の設計試作に対する貴重な資料を得たので、次期の高度計の設計に当っては十分な研究を行って試作したいと思っている。

第 1 表 カップ 128 J-T 型観測用ロケット
 P_2 記録特性

時間	基準に対する変化	Sab carrier	電圧EV	※ ₁		圧力 P mmHg	高度 (H)m
				$EV - 0.2V$	$EV - 0.3V$		
0	-7.1	2860	0.65	0.45	—	760	0
1	-7.1	2860	0.65	0.45	—	760	0
2	-7.3	2857	0.60	0.40	—	775	—
3	-7.8	2845	0.44	0.27	—	813	—
4	-7.9	2842	0.44	0.24	0.54	735	270
5	-7.4	2854	0.58	0.37	0.67	705	620
6	-6.5	2875	0.82	0.62	0.72	655	1220
7	-5.6	2897	1.07	0.87	1.17	612	1800
8	-4.5	2923	1.42	1.24	1.54	591	2080
9	-3.7	2942	1.62	1.42	1.72	532	2910
10	-3.1	2956	1.78	1.58	1.88	514	3180
11	-2.5	2970	1.93	1.73	2.03	500	3390
12	-2.1	2980	2.05	1.85	2.15	488	3580
13	-1.2	3002	2.31	2.11	2.41	468	3900
14	-0.6	3015	2.46	2.26	2.56	451	4180
15	-0.2	3025	2.57	2.37	2.67	441	4260
16	+0.5	3042	2.80	2.60	2.90	422	4700
17	+1.0	3053	2.93	2.73	3.93	409	4930
18	+1.3	3060	3.00	2.80	3.10	403	5080
19	+1.6	3067	3.07	2.87	3.17	397	5150
20	+1.8	3072	3.15	2.95	3.25	391	5270
21	+2.2	3082	3.28	3.08	3.38	380	5490
22	+2.3	3083	3.30	3.10	3.40	378	5520

時間	基準に対する変化	Sab carrier	電圧EV	$EV - 0.2V$	$EV - 0.3V$	圧力 P mmHg	高度 (H)m
23	+2.3	3083	3.30	3.10	3.40	378	5520
24	+2.5	3088	3.38	3.18	3.48	372	5640
25	+2.7	3093	3.35	3.15	3.45	375	5585
26	+2.8	3095	3.45	3.25	3.55	366	5760
27	+2.9	3098	3.49	3.29	3.59	364	5700
28	+3.0	3100	3.52	3.32	3.62	361	5860
29	+3.2	3105	3.58	3.38	3.68	355	5995
30	+3.0	3110	3.51	3.31	3.61	362	5850
31	+2.9	3097	3.48	3.28	3.58	364	5700
32	+3.1	3102	3.54	3.34	3.64	358	5920
33	+3.0	3100	3.52	3.32	3.62	361	5860
43	+2.9	3098	3.49	3.29	3.59	364	5700
35	+2.8	3095	3.45	3.25	3.55	366	5760
36	+2.8	3095	3.45	3.25	3.55	366	5760
37	+2.7	3093	3.43	3.23	3.53	377	6035
38	+2.5	3088	3.38	3.18	3.48	372	5640
39	+2.4	3085	3.33	3.13	3.48	372	5640
40	+2.3	3083	3.30	3.10	3.40	378	5520
41	+1.8	3072	3.15	2.95	3.25	391	5270
42	+1.4	3068	3.05	2.85	3.15	400	5100
43	+1.2	3057	2.96	2.76	3.06	408	4950
44	+1.0	3053	2.83	2.63	2.93	418	4770
45	+0.6	3042	2.78	2.58	2.88	422	4700
46	+0.3	3037	2.72	2.52	2.82	429	4570
47	0	3030	2.63	2.43	2.73	436	4450
48	-0.4	3019	2.51	2.31	2.61	446	4275
49	-0.8	3012	2.42	2.22	2.52	455	4410
50	-1.8	2987	2.12	1.92	2.22	482	3675
51	-2.1	2980	2.03	1.83	2.13	490	3550
52	-2.3	2975	2.00	1.80	2.10	493	3500
53	-3.0	2958	1.80	1.60	1.90	513	3190
54	-3.2	2953	1.75	1.55	1.85	518	3110
55	-3.4	2950	1.70	1.50	1.80	523	3000
56	-4.0	2935	1.51	1.31	1.61	544	2730
57	-4.5	2922	1.35	1.15	1.45	566	2420
58	-5.0	2912	1.25	1.05	1.35	582	2200
59	-5.4	2902	1.15	0.95	1.25	597	2000
60	-5.9	2890	1.00	0.90	1.20	605	1950
61	-6.1	2885	0.94	0.74	1.04	633	1475
62	-6.4	2880	0.88	0.68	0.98	645	1360
63	-6.7	2870	0.77	0.57	0.87	663	1140
64	-7.0	2863	0.67	0.47	0.77	685	760
65	-7.2	2858	0.60	0.40	0.70	697	720
66	-7.4	2855	0.58	0.38	0.68	702	660
67	-7.9	2842	0.40	0.20	0.50	747	145
68	-8.2	2835	0.35	0.15	0.45	760	0

註 *1 基準線(発射直前)の偏差 -0.2 V 修正する
*2 衝撃加速度による永久変位 $+0.3$ V 修正する