

ロケットの光学的追跡について

丸 安 隆 和・植 村 恒 義

1. 目的とその役割

ロケットの飛しょう状況を 15 倍双眼鏡、カメラにより追跡し、時間に対するロケットの高度、水平距離および燃焼終わり、切離し瞬間、メイン点火、メイン燃焼終わり等を確認し、正確なロケットの飛しょう軌跡を求めるために、観測カメラ班の占める役割は重要である。ロケットが計算により求めた予想弾道軌跡よりも、だいぶ違った飛しょうを行なった場合とか、なんらかの影響で、ロケットが事故を起こした場合の状態などは、観測カメラの追跡結果が有力な資料を提供することになる。このように観測カメラ班は、ロケットの発射後、初期（燃焼中）における飛しょう状況を正確に知る目的で種々の光学的追跡装置を用いて、これまで多くの役割を果たしてきた。

また高速度写真を用いて、ロケットの点火からランチャーの離脱時付近における諸現象の解析を行なっている。

さらに、観測カメラ班は、気球追跡によって高空における風速、風向の測定を行なっている。これは特に超高空における風、気温の観測結果の解析に有力な資料を提供することになる。

2. 光学的追跡装置

ロケットの光学的追跡装置には、次のような器械がつかわれている。

1) 15 倍手動追跡装置 (南観測点)

この装置は、Canon 800mm 超望遠レンズ付の 35mm Mitchell カメラが主体となり、天候条件さえよければ約 50~60 km まで追跡が可能である。

発射 0 の時間を知るために、ランチャー点前方に設けた写真用フラッシュの点火をカメラ画面内に写し込んでいる。

ロケットの飛しょう状態を追跡する際、俯仰、旋回角および時刻目盛を一方所で指示するようにし、その目盛を 16 mm のシネカメラで記録するとともに望遠レンズでロケットの飛しょう状況を撮影するようにしたものである。

なお時間軸は 35 mm シネカメラと 16 mm 目盛撮影機のフィルムのエッジにネオンランプによるタイムマークを同時に撮り込んでいる。

2) 15 倍手動追跡装置 (中央観測点)

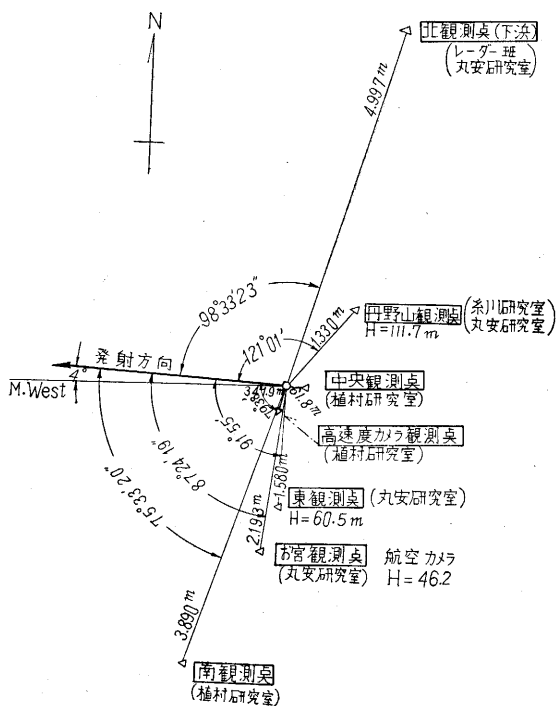
この装置は南観測点の装置と同一のものであるが、焦点距離 250 mm のレンズを使用している。中央観測点における重要な役割はロケットの偏向角を知ることであり、飛しょう軌跡を解析する上に欠くことのできないものである。なお同種の追跡装置を東、および北観測点に設置して使用している。

3) 35 mm Bell & Howell カメラ

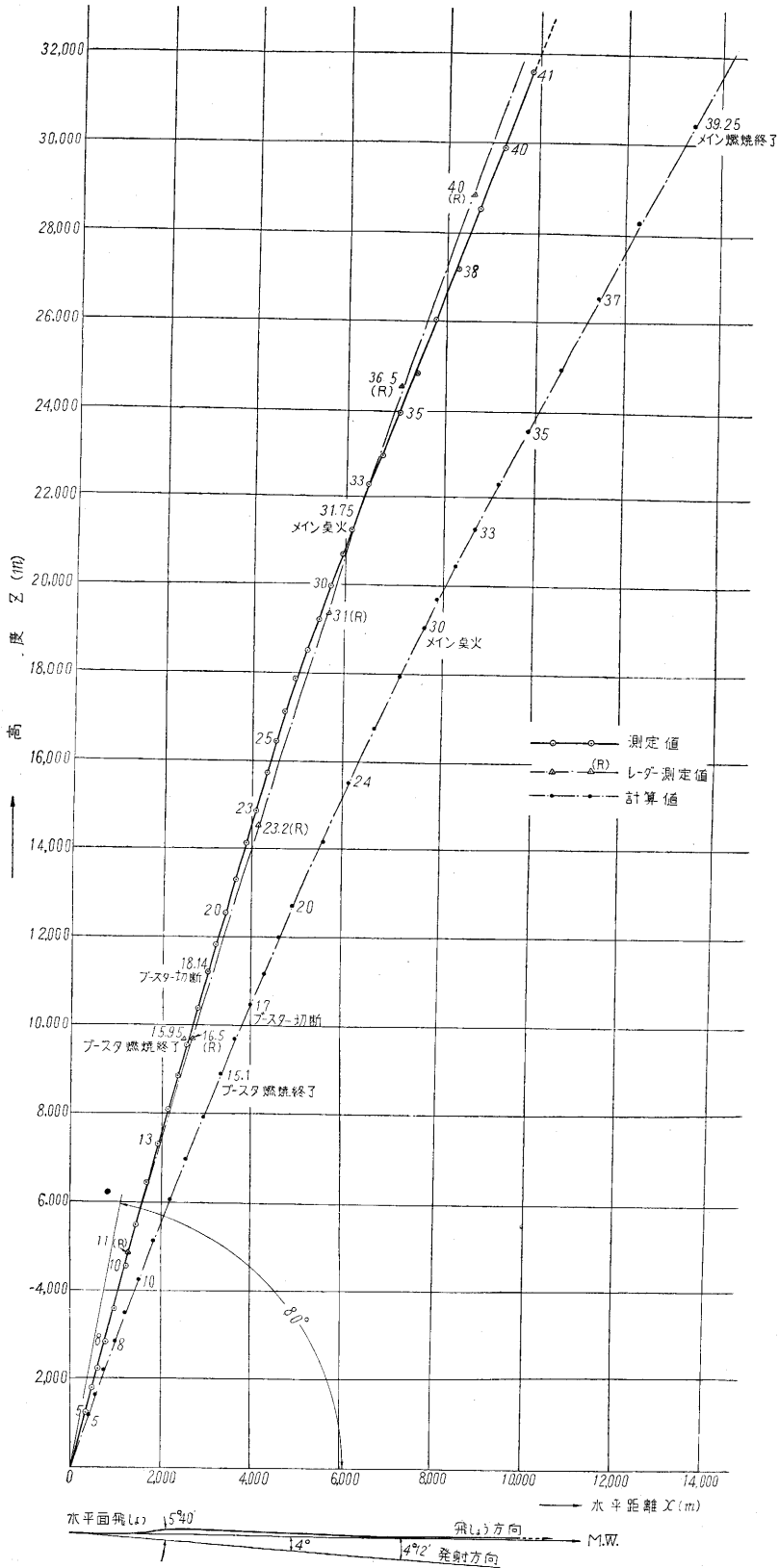
このカメラは 250 mm のレンズを付け、ロケットの飛しょう状況を追跡するもので、定性的な値を知るために用いられる。駆動はシンクロナスマータにより撮影速度 24 駒/秒であり、1 駒の露出時間は 1/500~1/1,000 秒である。

4) 16 mm Fastax 高速度カメラ

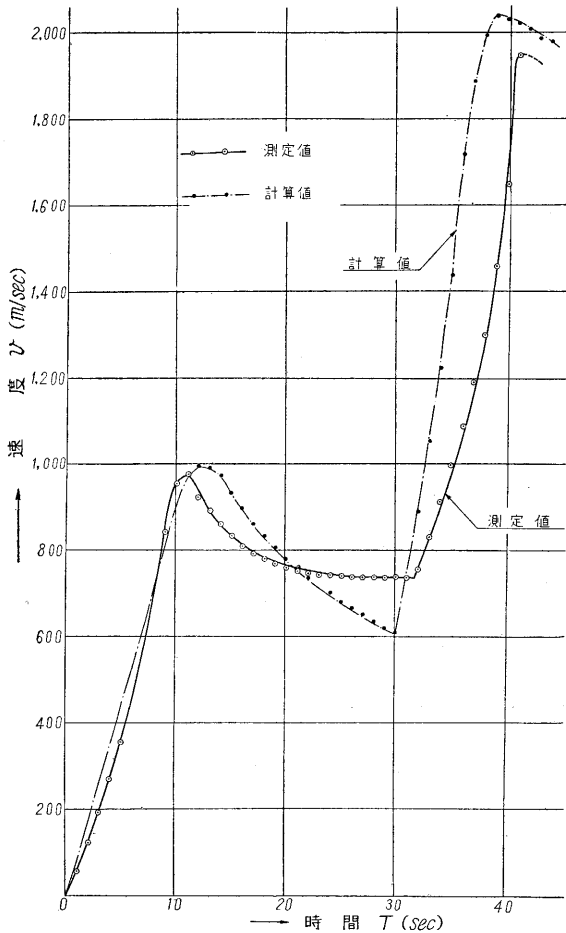
このカメラの最高撮影速度は、約 8,000 駒/秒である。ロケットのランチャー離脱付近の状況を 1,000~2,000 駒/秒で撮影し、そのフィルムを解析して、ロケットの飛しょう特性を求めるものである。



第 1 図 追跡撮影装置配置図



第2図 K-8-3 飛しょう軌跡



第 3 図 K-8-3 速度—時間

K-8-2 号機, K-8-4 号機にカラーフィルムを使用し, 良好な結果を得ることができた。

5) D-20, および焦点距離 75 cm 航空写真用カメラ 夜間のロケット飛しょう軌跡を写真に撮影するために主として用いられ, レンズは Topogon, 焦点距離 20cm, $f=5.6$ で使用フィルムは Kodak Super $\times \times$ Aerographic Film である。

6) ロケットボーンカメラについて

昭和 30 年 11 月に飛しょう実験が行なわれた, ベビー-R 1 号機, および 3 号機には, わが国で初めてロケットボーンカメラを搭載し, 海上回収に成功し, 空中撮影した貴重なフィルムを得ることができた。ロケットにカメラを搭載する目的としては, 1) 外界を撮影することによりロケットの運動の解析資料を得る。2) 飛行機では達し得ない高空よりの航空写真を得る。3) ロケット内部に装置された諸計器の目盛などをフィルムに撮す。4) 動物を載せた場合その生活状態を撮影するなどであるが, ベビー-R ロケットに搭載したロケットボーンカメラは, 1) の目的のために使用されたものである。

3. 追跡および解析について

以上のような光学的追跡装置を使用して通常第 1 図の各観測点で追跡操作が行なわれる。

1) 飛しょう軌跡の解析

南, 中央および東, 下浜各観測点の追跡撮影結果を解析して, ロケットの飛しょう軌跡を求める。たとえば, 昭和 35 年 9 月 22 日に飛しょう実験が行なわれた K-8-3 号機の飛しょう軌跡および速度は第 2 図, 第 3 図に示す通りである。

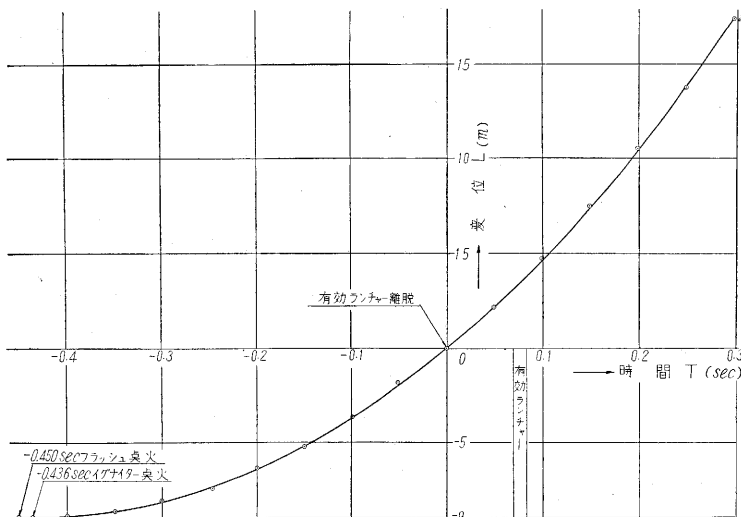
この結果から, ロケットは計算値よりも大きく頭を上げて飛しょうしており, レーダ測定値とも非常によく一致している。

2) 高速度カメラによる解析方法

ロケットのランチャー離脱付近における飛しょう特性を知るために, 撮影フィルムを解析し, 変位時間特性を得, これを図式微分して速度時間特性を得る。またさらに図式微分して加速度時間特性を得る。たとえば昭和 35 年 9 月 26 日に飛しょう実験が行なわれた K-6H-1 号機の解析結果を示すと, 次の第 4 ~ 7 図の通りである。

3) 航空カメラで撮影した写真の解析

写真 8 は航空写真用カメラによる観測によって得られた軌跡とその一部の写真である。これによるとメイン・ロケットはエンジンの燃焼の終わる直前



第 4 図 K-6H-1 Fastax 解析結果 変位—時間

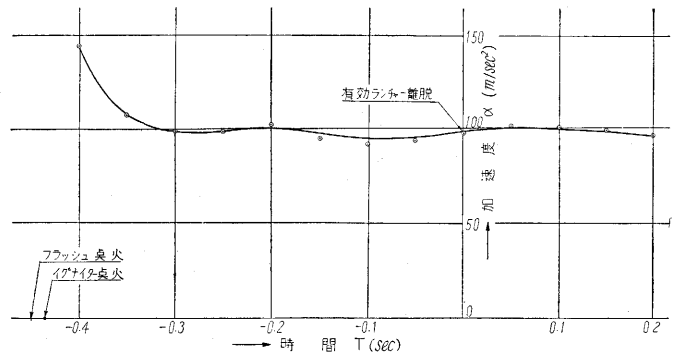
に異常な運動をし横に振れて、航跡が相当乱れたことがわかる。

4. 光学的観測の解析結果に対する結論

光学的観測は、昭和30年春のペンシルロケット実験以来ほとんど毎回参加し、ロケットの飛しょう軌跡や諸現象の解析に重要なデータを提供してきた。以上の装置は限られた経費のもとで行なわれてきたもので、ロケットの性能の向上した現段階においては、われわれの意に満たないことが多く、今後これらの装置の改良や測定の方法について検討しなければならない点が非常に多い。

光学観測は、アメリカなどの例をみても、非常に重要な役割をもつものであるが、今後ロケットの飛しょう高度も高くなり、速度も早くなることを考えると、特に装置については、本格的なものに改善されることが望まれるわけである。

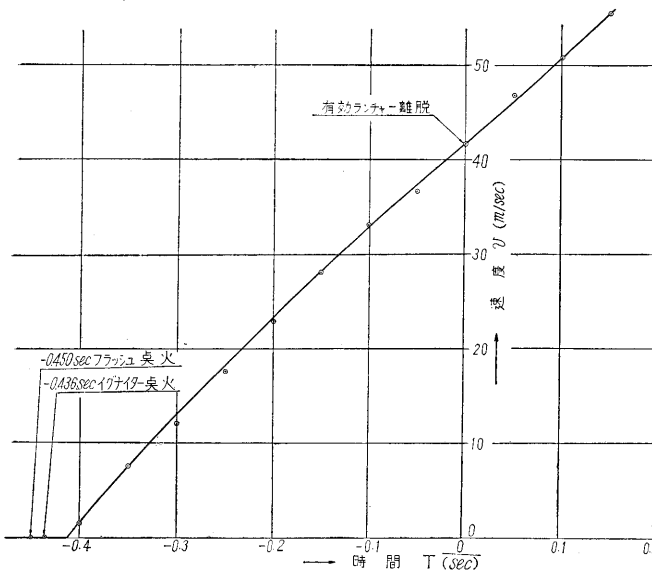
光学的追跡の特長は、その飛しょうの状況を写真上に記録することによって、細部の現象解析等には非常に有



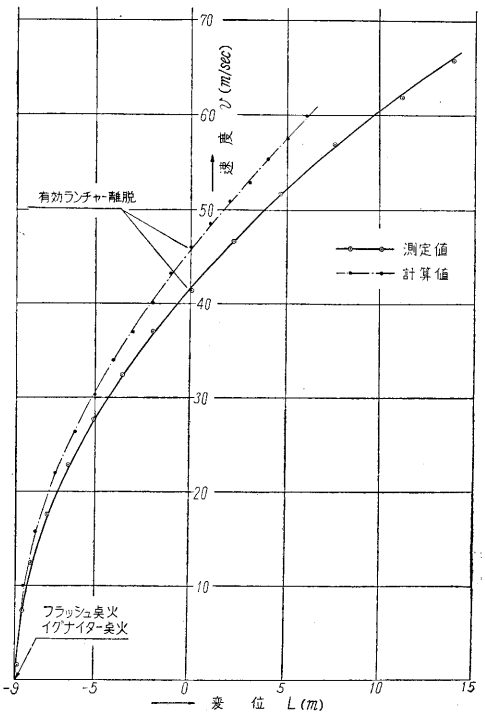
第6図 K-6H-1 Fastax 解析結果 加速度—時間

効である。

観測カメラ班は丸安研究室と植村研究室が担当しており東、および北観測点は丸安研究室、南、中央、高速度カメラ観測点は植村研究室の分担である。(1960.12.7)



第5図 K-6H-1 Fastax 解析結果 速度—時間



第7図 K-6H-1 Fastax 解析結果 速度—変位

東京大学生産技術研究所報告刊行

第10巻 第2号 後藤 滋著 「送風設備の騒音制御に関する研究」

この報告は、いわゆる高速給気設備における騒音制御の問題を取り扱ったもので、消音吹出口ユニットを中心として、ダクト系の消音計画法を論じ、また二、三のダンパおよび吹出口形式について、送風時の発生騒音の資料を与えている。その中心テーマとして、ダクト系の最終段消音器として欠くことのできない消音吹出口ユニットの各種形式について、消音特性を理論ならびに実験的に明らかにし、とくに送風時ならびにダンパ、エア・デューザーとの組合せにおける、消音および発生音機構を明らかにし、それらの取扱法を明確化した。また、多く使用される共鳴器形消音器について、理論値と実験値を対比して、主として共鳴器首部の抵抗に関する性質を明らかにし、実用設計上有益な資料を与えた。最後に、これら個々の消音器の特性を生かし、合理的にそれらを加算できる方法について論じ、消音計画実施上の簡便と合理化をはかった。