

ハレー彗星光学実験班報告（その1）

竹内端夫・関口 豊・瀬尾基治・栄楽正光
豊留法文・冨田弘一郎*

（1986年2月1日受理）

Photographic Observation of Halley's Comet (I)

By

Tadao TAKENOUCHI, Yutaka SEKIGUCHI, Motoharu SEO
Masamitsu EIRAKU, Norifumi TOYOTOME and Koichiro TOMITA

Abstract: Photographic observation of the Halley's Comet by the improved Baker-Nunn type Schmidt Camera equipped at Miyabaru optical observation site of the Kagoshima Space Center, Uchinoura, operated since September, 1985.

This paper describes capability of the Schmidt Camera after improvement, and reports on the observational data with some pictures of the Halley's Comet.

概 要

内之浦の鹿児島宇宙空間観測所の宮原光学台地に設置されている科学衛星光学トラッキング装置シュミットカメラの改修を行い、ハレー彗星の写真観測を行った。本稿は改修後のシュミットカメラの性能と、1985年9月の改修終了から、ハレー彗星が近日点を通過する1986年2月までに撮影された写真の一部および、そのデータについて中間報告するものである。

* 元東京天文台

§ 1. シュミットカメラ設置の経緯

人工衛星の追跡データを取得する手段は、光学的方法によるものと電波的方法によるものの二つに大別される。また、光学的手段としては写真によるものと、レーザ光を利用するものがある。写真によるものは、夜間の晴天時でなければ観測できない、現像処理などに時間を要するのでリアルタイムで結果を利用できない等の欠点はあるが、電波を出していない衛星に対してはこれを追跡するほとんど唯一の手段である。

宇宙航空研究所（宇宙科学研究所の前身）においては科学衛星の追跡を行うに際して、光学的手段のもつ長所に早くから注目して 1971 年に宮原光学台地に、口径 50 cm, 焦点距離 75 cm, 口径比 $F:1.5$, 視野 $4.2^\circ \times 14.0^\circ$ のシュミットカメラを 4 軸（高度, 方位, 追尾, 極）をもつ架台にのせ、これを紙テープを入力として用いる工作機械用数値制御装置メルダスを利用して駆動、制御する科学衛星光学トラッキング装置を完成させた。これは従来人工衛星追跡用に用いられていたペーカーナン型のシュミットカメラを長年の使用結果により改良した国産の装置である。すなわち極軸を持たせたことにより明るい衛星のトラッキングの精度を向上させ、かつ天文観測にも応用できるようになった。それから約 15 年の間に科学衛星「たんせい」「しんせい」「でんぱ」「たいよう」等の観測をはじめ、不具合を起して電波が途絶した宇宙開発事業団が打上げた「あやめ」の捜索、コホーテ彗星の国際協同観測等に大いに活躍している。さらに海上保安庁水路部の要請による離島（小笠原父島、鳥島、沖縄）の測地位置決定事業にも協力している。

しかし、完成後既に 10 余年の年月が経過しており、制御・駆動部分が老朽化して、誤動作、暴走などが頻発するようになったが代替部品の入手が困難になってきたので、この際、必要最小限の部分について改修を行うこととした。本装置の明るく、かつ広角の光学系を生かして 1986 年 2 月のハレー彗星近日点通過に際して、「さきがけ」「すいせい」が宇宙空間から行う観測の解析に役立つことを期待して、改修終了の目標期日を 1985 年 9 月と定めた。

これはまた、国際ハレー彗星観測計画（IHW）が呼びかけている次の七つの観測項目のうち、(1) および (7) の項目に貢献するものである。

(1) 広域現象 (2) 核近傍現象 (3) スペクトル, 分光測光 (4) 光度, 偏光測光 (5) 赤外分光, 測光 (6) 電波観測 (7) 位置測定

§ 2. 改修計画とその経過

限られた改修経費とハレー彗星の 1986 年の近日点通過に間に合わせるという時間的制約のため、改修項目として次に述べる重点箇所に限ることとした。すなわち、

- (1) 架台の 4 軸の駆動用のギヤ系およびモーターは現状のままとし、その駆動電源アンプを更新し、各軸のエンコーダーをインクリメンタルからアブソリュート型に変更する。
- (2) 数値制御用のメルダスの代りとして新しくパソコン F 9450 II を導入した。これによって駒場の FACOM M-380 により作成した FPD を媒体として望遠鏡の駆動撮影の制御ができる。

- (3) カメラ装置機構部のケーブル類は全面的に更新し、ジャンクションボックス内に避雷器を設置する。
- (4) 時刻焼付装置を更新する。カメラ制御盤を更新する。ハンドセットを設ける。フィルム送りのドラムをパーフォレーションII型用に更新する。
- (5) 窒素ガス封入機構および同制御盤を設ける。

なお 1985 年 12 月には、時刻発生および比較装置の更新を行っている。現地における改修工事は昭和 60 年 8 月に開始し、9 月に終了して試験撮影が可能な状態となった。以上、記してきたように、今回の改修はソフトウェアに重点がおかれたので、これについて次の節から説明を加えることにしよう。

§ 3. 科学衛星光学トラッキングシステム

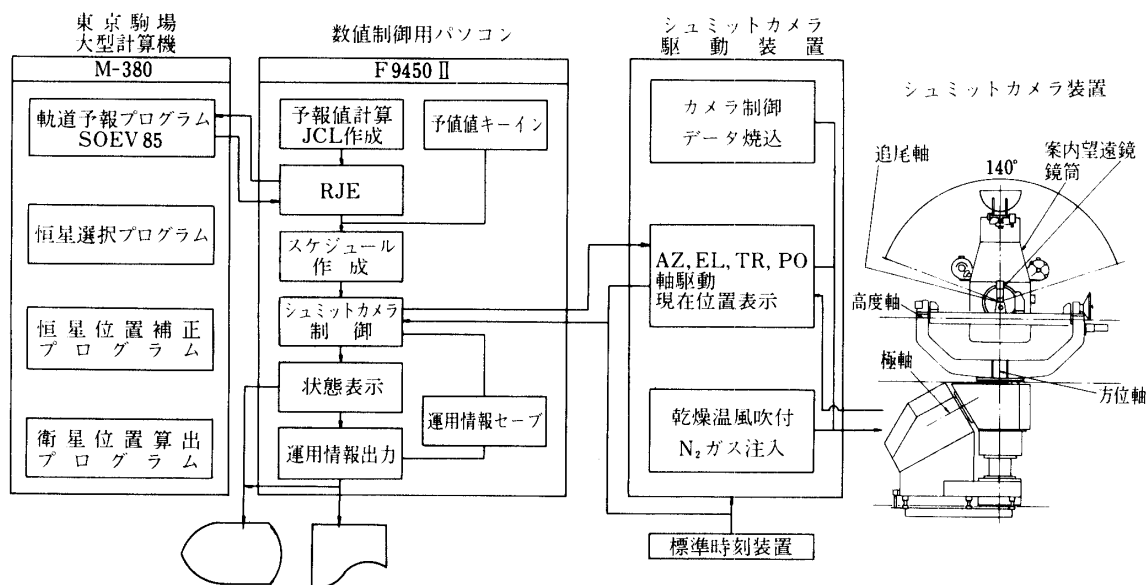
科学衛星トラッキングシステムは

- (1) シュミットカメラ装置
- (2) シュミットカメラ駆動装置
- (3) 数値制御用パソコン
- (4) 軌道計算用大型計算機
- (5) 時刻装置

で構成される。改修後のシステム構成図は第 1 図の通りである。

- (1) シュミットカメラ部

人工衛星の位置測定を目的に作られたシュミットカメラは、大口径、広視野という特徴によって人工衛星だけでなく、ハレー彗星のような天体の撮影にも適した性能をもっている。このカメラによる位置測定の特性は次の通りである。



第 1 図 シュミットカメラシステム構成図

- ・焦点距離が 750 mm であるから 1 秒角が 3.75μ になる。
- ・曲率をもった焦点面で、かつフィルム使用であること、SAO 星表の精度を考えたとき、人工衛星の位置を 1 秒角で決定できる。
- ・極限等級は恒星については写真等級で 17.5 等である。
- ・連続撮影を可能とするため 70 mm 幅のパーフォレーション付長尺フィルムを使用して $4.2^\circ \times 14^\circ$ の視野を得る。
- ・観測時刻は、フィルムに焼付けられた 5 回のチョップ時刻から 0.1 msec まで記録できる。

撮影モードを表にして示すと第 1 表の通りである。

第 1 表 撮影モード一覧

		モード	トラック軸	チョッパー	極軸
人工衛星用	(明るい)	T_A	静止	有	駆動
	(暗い)	T_R	追尾	有	静止
	(タイム露出)	T_B	静止	無	駆動
	(タイム露出)	T_C	静止	有	駆動
一般天体用	(タイム露出)	T_B	静止	無	駆動
	(二重露出)	T_B	静止	無	駆動

(2) シュミットカメラ駆動装置

シュミットカメラ駆動装置は数値制御指令に従って 4 軸の駆動制御とカメラ撮影操作(電動キャップ開閉, チョッパー駆動, シャッタ開閉, フィルムフィード), 時刻データ及びメモ書焼込み光学系, 及び装置駆動用タイミング信号発生等の機能をもつ。

又この装置には各軸制御とカメラ制御及び数値制御用パソコン (F 9450 II) との間のデータの受渡しのため, マイクロコンピュータ (Z 80 2 台) が内蔵されている。このマイクロコンにより, パソコンからの数値制御追尾の他, 駆動装置のみでの手動追尾も行なうことができる。

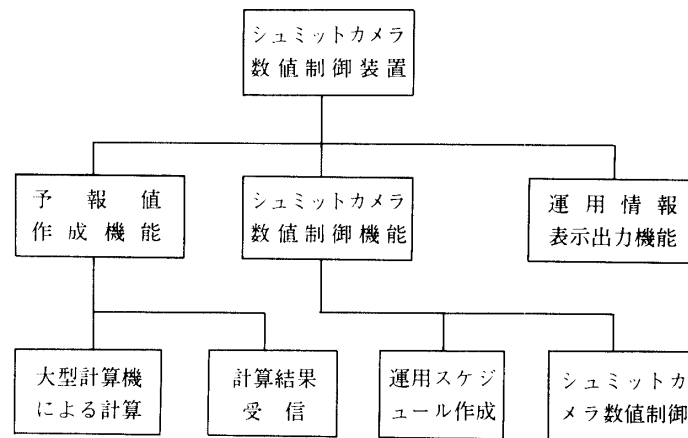
(3) シュミットカメラ数値制御装置

この装置は KSC に設置されているシュミットカメラの制御をパーソナルコンピュータ F 9450 II を用いて行う。システム全体の制御を極力自動化することにより, だれにでも操作できる様にした。

この装置は, 第 2 図に示す様に, 3 つの機能から構成され, それぞれ独立して運用することができる。

(3. 1) 予報値作成機能

KSC に設置された F 9450 II から東京駒場の大型計算機 (M-380) のプログラム (SOEV 85) を起動し, 計算された予報値を F 9450 II に受信する。このプログラムは 2 つの部分から構成される。1 つは「予報値 JCL (大型計算機用ジョブ制御文) 作成プロ



第2図 シュミットカメラ数値制御装置機能概要図

グラム」で、大型計算機に軌道予報値を計算されるために必要なパラメータ（6要素，計算日時等）を画面上から入力してJCLを作成し，ディスクに保存する。もう1つは，作成されたJCLをRJE（Remote Job Entry）により大型計算機にジョブを依頼し，計算結果をF 9450 IIのフロッピーディスクに保存するものである。

(3.2) シュミットカメラ数値制御機能

(3.1)で作成した予報値から観測スケジュールを作成し，そのスケジュールに従ってシュミットカメラを数値制御する機能を持っている。

(a) 観測スケジュール作成プログラム

このプログラムは，シュミットカメラ数値制御システムの中の制御情報を作成する。観測に関する情報（予報値，観測計画）からシュミットカメラ制御に必要な観測スケジュールを作成する。この作成プログラムには観測スケジュール作成の他，スケジュール表示，スケジュール修正，スケジュール削除をする機能を持っている。

(b) 数値制御プログラム

このプログラムは次の機能を持っている。

観測スケジュール情報に基づいて，カメラの動作等の数値制御を行う。

カメラの観測状況を，リアルタイムで表示する。

観測対象関連情報，及びカメラの観測等の作動情報を記録する。

(3.3) 運用情報表示出力機能

シュミットカメラの運用履歴を運用終了後に出力する機能

このプログラムは，観測結果の記録を出力する。又この中には出力指示入力により収集・編集・画面出力・リスト出力が行える機能を持っている。

(3.4) 補助プログラム

上記のプログラムの他に，運用上の便宜を図るため2つのプログラムが用意されている。

(a) 赤経・赤緯からAZ・EL変換プログラム

シュミットカメラをマニュアルで使用し、恒星観測を行う時に、星図等で調べた赤経・赤緯からシュミットカメラの駆動軸（AZ・EL・TR・PO）に変換する。

(b) 予報値キーインプログラム

本来、予報値は大型計算機で作成し、定型フォーマットでF 9450 IIに保存されるが、利用者が予め予報値を持っていて計算する必要のない場合、F 9450 IIにそれらのデータをキーイン入力し、予報値の定型フォーマットを作成する。

(4) 軌道計算予報プログラム (SOEV 85)

このプログラムは地球周回用人工衛星の軌道推定・予報とハレー彗星の予報値を計算するためのソフトウェアである。

人工衛星用プログラムは高精度の軌道推定と予報をするため、次の4項目の摂動を考慮している。

- 地球の重力ポテンシャル
- 地球の大気による抵抗力
- 太陽による輻射圧
- 太陽・月による引力

ハレー彗星用プログラムは太陽と彗星の2体問題として解いて、軌道予報値を算出する。

このSOEV 85は東京駒場の大型計算機(FACOM M-380)に登録されているので、予報値を計算するためには、KSCに設置されているパソコンF 9450 IIを通してNCU付電話機で大型計算機を呼び出して、リモートバッチ処理で計算する。

(5) ハレー彗星の位置測定

ハレー彗星の位置測定は、人工衛星の位置測定と原理的にはほぼ同じである。特に異なる点は人工衛星追跡の場合はチョッパー駆動を行い、ハレー彗星観測の場合はチョッパー駆動が無く、極軸（時間軸）追尾を行う。

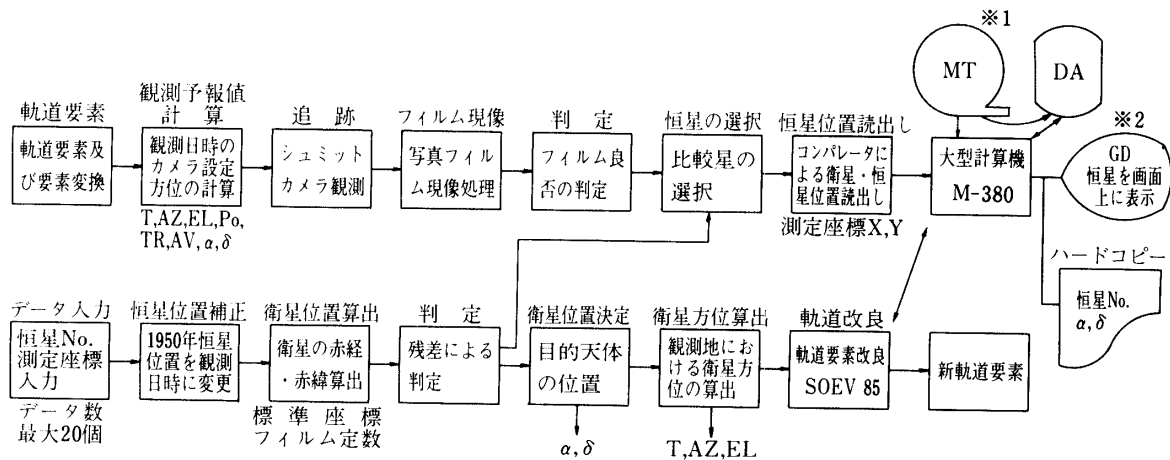
そこで本文では人工衛星の位置測定について述べるが、必要に応じてハレー彗星の位置測定と読みかえていただきたい。

(5.1) シュミットカメラによる観測

シュミットカメラで観測するためには、前項で述べた様に、最新の軌道要素から、観測日時とその日時におけるカメラ設定角（時刻・方位角・高度角・極軸角・トラッキング角・トラッキング平均速度）を30秒又は60秒毎に計算し、観測予報データとする。カメラによる観測であるため、露出時間・撮影時間間隔・撮影コマ数・チョッパー駆動・フィルムフィールド等を観測スケジュールプログラムにより設定しておくことが必要である。観測終了後、カメラマガジンからフィルムを取出し現像したのち、コンパレータ(ニコン・プロファイル プロジェクター V-16 A 型、フィルム面で1/1000 mmまで読出し可能)によって位置を測定する。これらの処理の流れは第3図のシュミットカメラにより取得されたフィルムから軌道計算までのフローを参照されたい。

(5.2) フィルムから観測データの読み出し

フィルムには衛星と恒星像及びチョッパー作動時の時刻が写されている。チョッパー



※1 SAO 恒星カタログデータ，12等星まで。

※2 GD 画面上からジョイスティックにより恒星を選択。

第3図 シュミットカメラにより取得されたフィルムから軌道要素
(位置) 算出まで

は1露出時間中に5回チョッピングが行われ，そのチョッピングの時刻が5回データエリアに焼込まれている。尚ハレー彗星観測時はチョッパー駆動を行わないので，シャッターオープン時刻が焼込まれる。そのフィルムをコンパレータにかけ，必要とする衛星及び恒星像のフィルム上における測定座標は観測時刻におけるフィルム上での直角座標値で，衛星と読み出した恒星の数だけのデータとなる。

(5.3) 恒星カタログデータ

恒星カタログデータはSAO (Smithsonian Astrophysical Observatory) 星表を使っている。このデータは1レコードが130字で12等星までの258,997個の恒星データの情報が登録されている。この星表の採用分点は1950.0である。

(5.4) 追跡視野内恒星データファイルの作成

恒星の選択はSAO星表データをグラフィックディスプレイ (GD, 大型計算機 M-380 に接続されて作動する F 9434 型) 画面に表示し，フィルム位置 (視野内) に対応する恒星を選択する。

実際の操作ではSAO星表カタログ全体から必要とする視野データを選択して表示する視野の中心の赤経・赤緯とデータとして使用する恒星の等級を指定して，あらかじめデータファイルを作っておく。

(5.5) 恒星データのGD表示

GDの表示スケールとフィルム上のスケールを一致させて表示する。フィルム上の衛星の赤経・赤緯は追跡設定データからわかっているのので，その赤経・赤緯をキーインするとGD画面一杯に明るさに応じた記号で恒星位置を表示する。フィルムの方向を適当に回転させることにより，GD画面とフィルム像は一致する。

GDのジョイスティックで画面上のカーソルを移動し，選択しようとする恒星の上に

持って行き、ボタンを押すと「SAO 恒星カタログ番号・等級・赤経・赤緯」が表示される。この数値を見て選択した星かどうか判断すると共に、選ばれた星の色が変わるので簡単に判定ができる。

以上の操作で測定座標と SAO 恒星カタログとの対応が取れたことになり、このデータを最大 20 個以内にまとめて、恒星位置補正プログラムの入力データとする。

(5.6) 恒星位置補正プログラム

恒星位置補正プログラムと衛星位置計算プログラムの 2 つは現在すでに完成し大型計算機に登録されているので以下その概要を説明する。

恒星位置補正プログラムでは、恒星の固有運動、地球の歳差・章動・極運動・視差・光行差および大気差を考慮して、任意の観測時刻における見かけの位置（観測位置）を計算することができる。また検算のため観測位置から恒星の星表位置（1950.0 分点）を求めることも可能である。

入力は、恒星に関する情報（元期・元期における恒星の視線速度、固有運動の赤経成分、赤緯成分および恒星の赤経・赤緯）、極運動に関する情報（慣用国際原点からの極位置）、大気に関する情報（気温、気圧）と観測時刻（UTC）および観測点の位置（天文緯度・経度・平均海水面からの高さ）。出力は恒星の観測位置である。計算方法については球面天文学の教科書等（例えば長沢工著「天体の位置計算」）を参照されたい。

(5.7) 衛星位置計算プログラム

シュミットカメラで撮ったフィルム上で赤経・赤緯のわかっている恒星像を基準として人工衛星の赤経・赤緯を求めるプログラムである。

この計算の仕方は大きく分けると 3 種類の方法がある。①簡易法として、撮影されたフィルムと同じスケールの星図（尺度 $274''/\text{mm}$ ）を用いて赤経・赤緯を読み出す方法、これは $\pm 100''$ 程度の精度である。②次に D number 法と言われるもので、フィルム上の衛星をかこむ 3 つの比較星から衛星の位置を算出する方法。この精度は $\pm 10''$ 程度である。③さらに精度を必要とする場合には 3 つ以上の比較星を使って、最小二乗法によるフィルム定数を用いる方法で、ここではこの方法により計算する。精度は $1''$ 以内である。

まず中心星、比較星の位置（赤経・赤緯）とその測定座標 (x_i, y_i) とから、標準座標を計算する。そして測定座標と標準座標との 2 つの座標の間の関係式からフィルム定数を求め、この一般式に衛星の測定座標を代入して標準座標を計算する。これと中心星の位置との関係から、衛星の赤経・赤緯を求める。また、同様に比較星の測定座標から、比較星の赤経・赤緯を計算し検算に用いる。

人工衛星の観測時刻における赤経・赤緯の値から軌道要素を求める方法についてはここでは省略する。

§ 4. ハレー彗星光学実験班の結成

1986 年 2 月に近日点を通過する今回のハレー彗星の出現は、その頃の太陽・地球・ハレー彗星の相対位置の関係で、立派な尾が観測できる可能性は非常に小さい。しかし、もし尾の見かけの長さが 10 度にも亘ることが起ったとすると、人工衛星観測用に作られている

ペーカーナン型の内之浦シュミットカメラは写野が $4.2^\circ \times 14.0^\circ$ と横長で、しかも極限等級が 17.5 等と明るい光学系を備えている点、彗星撮影用にはまことに適した望遠鏡であると言える。架台が 4 軸を備えているということは、極軸で地球の自転運動を打消し、高度角・方位角軸で天球上の任意の点にねらいを定め、更に残った最後の追尾軸で、ハレー彗星の固有運動に合わせて追尾するか、あるいはフィルムの長手方向を尾の伸びている方向と一致させることが可能である。

このように、内之浦のシュミットカメラはハレー彗星の観測用にまことに好適な装置とすることができるのだが、唯一つ残念なことは、今回のハレー彗星は尾が最も発達すると考えられる頃南の地平線に近いところにあるのに、シュミットカメラで人工衛星を撮影する際には地平線近くで観測することは望ましくないの、原則として望遠鏡は地平線から 20° 以下の低い空に向けられないように設計されている点である。

昭和 60 年度に入ってシュミットカメラのハードウェア、これを制御するマイコンシステムによるソフトウェアの見通しが立ったので、観測を行うメンバーの編成を開始した。満月の夜のように撮影不可能な夜は仕方がないが、なるべく密な間隔で撮影できるように、太陽が地平線下 18° 以上沈んでいて、しかもハレー彗星が地平線上にある時は常に観測者が待機しているようにスケジュールを組んだ。

したがって、1 回の出張で約 10 日間の観測を担当して貰うこととしても、延べ約 20 人の観測者が必要となる。幸い各研究室から篤志で観測のために出張してもよいとするお申出が続出して、容易にスケジュールを組むことができたのはまことに有難いことであった。観測者として参加された方、および心よく出張を許して下さった研究室の先生方に厚く御礼申し上げる。

また KSC に所属する観測者の方はご自分も観測者の一員として、観測、フィルムの現像・整理まで担当された上、次から次に出張してくる観測者に、観測手順の指導から生活万端の面倒までお世話頂いた。もしメーカー等から人選してもらって観測を請負契約で依頼しなければならないようなことになっていたら、経費の点で全期間中を連続して撮影するようなスケジュールはとても組めなかったであろう。また今回出張して下さった方々が身につけられた天体写真観測の経験は、宇宙研の中に新しいポテンシャルを持ちこんだという意味で有意義であったと思う。次に順不同、敬称略で観測に参加された方のお名前を掲げておく。

相原賢二・前田行雄・加藤輝雄・的川泰宣・瀬尾基治・松原英雄

水野英一・関口 豊・丹下甫澄・塚本茂樹・豊留法文 (KSC)・棚町健彦

内田右武・栄楽正光 (KSC)・川口淳一郎・喜久里豊・富田弘一郎 (元東京天文台)

§ 5. ハレー彗星観測の経過

PLANET-A「すいせい」に搭載された UVI は、1985 年 9 月初旬ジャコビニ・ジンナー彗星に向けて機能テストを行い見事にこれを捕えた。光度等級は約 6 等と推定された。一方シュミットカメラも 9 月 11 日から改修の合い間をぬって撮影を開始し、9 月 15 日にはジャコビニ・ジンナーとハレーの両彗星を同一視野の中に撮影することに成功した。ハレ

一彗星の明るさは約13等と推定された。

シュミットカメラで使用するフィルムとしてモノクロ及びカラーの両方を用意した。いずれも幅70mmのタイプII型パーフォレーション付の長尺ロールフィルムで、モノクロはコダック社2475レコーディングフィルムASA-1250、カラーはサクラ・カラーSR1600フィルムASA1600である。当初は一夜の中でもフィルムを交換して、モノクロ、カラーを交互に撮影する予定であったが、フィルム交換に時間がかかって可視時間が短くなるので、シュミットカメラでは専らモノクロを用い、カラーは300mmの望遠レンズを備えたアサヒペンタックス645をシュミットカメラに同架させて撮影することにした。

また、シュミットカメラの補正鏡の外側に取框を設けてゼラチンフィルターを取付けることができる。ハレー彗星の撮影の際にはプラズマティルとダストティルを分離することを主目的として、フジフィルターSC-56（オレンジ）およびBPB-45（青）を使用して撮影したものも含まれている。

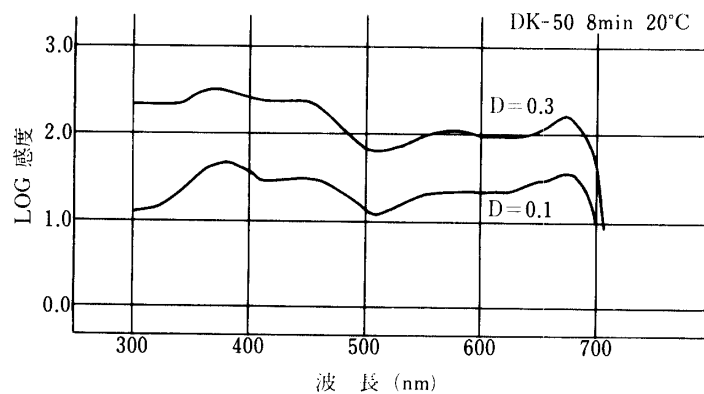
これらフィルムおよびフィルターの感度特性は、第4図に示す通りである。

9月11日以降の撮影フィルム数は第2表および第5図の通り。またある一夜における観測データは第3表のような体裁で整理されている。判定の欄の1~5のランク付けは、フィルム上の傷の有無、空の状態、露出の適正さ等、総合的に判断して行ったものである。

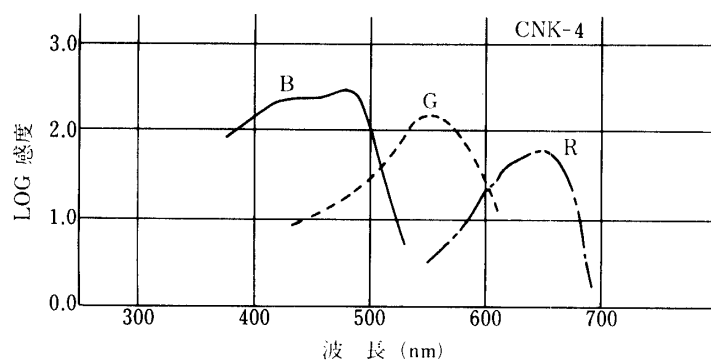
§6. む す び

今後は、§3で述べたプログラムを用いて、ハレー彗星の位置を算出し、利用者の便宜を計るほか、コマおよび尾の形状についての報告も撮影一覧表の中に加えたいと思っている。またハレー彗星の観測が一段落した後はシュミットカメラ本来の使命に戻って、科学衛星の観測を行うことになるが、例えば二次推進系による制御が出来なくなって赤道面上を秤動している静止衛星の運動や、宇宙開発事業団が1986年夏期に打上げを予定している測地衛星の追跡などは興味ある観測対象となることであろう。

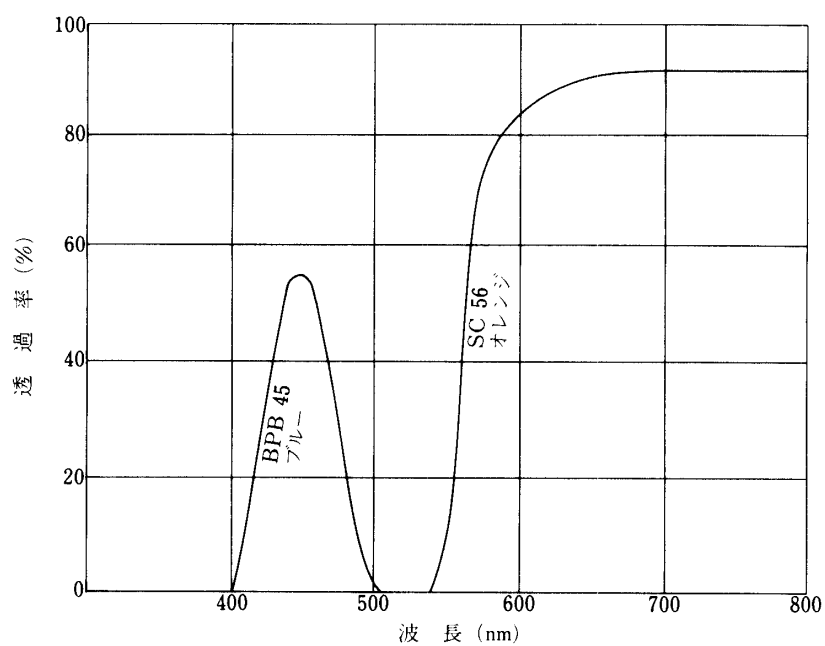
このような時期にカメラ改修を可能にするため、経費の面でまた労力提供の面でご協力を賜った宇宙研の各位及び明星電気(株)、ファコム・ハイタック(株)の各位に心から感謝の意を表する。



第4-1図 コダック 2475 スペクトル感度曲線



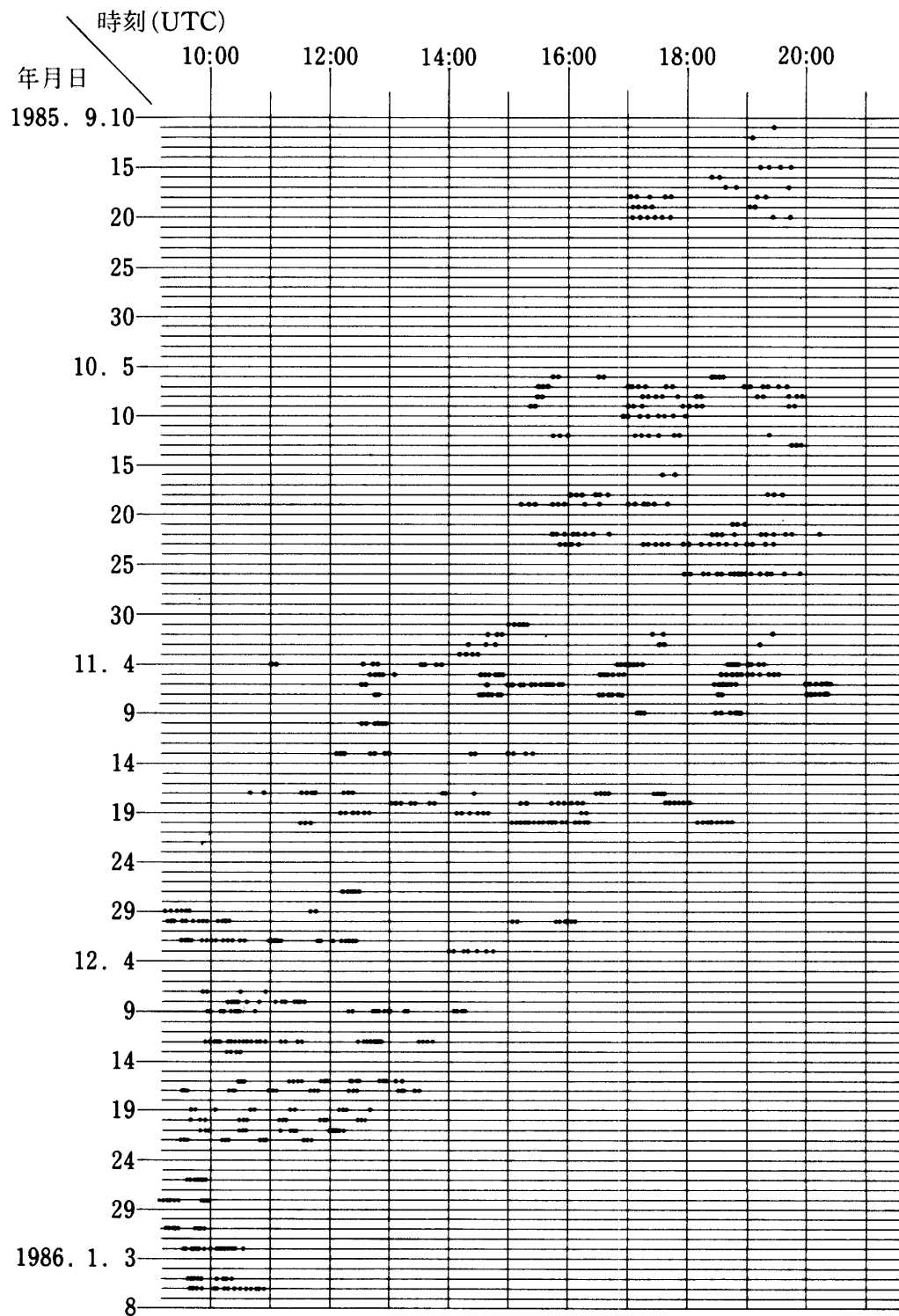
第4-2図 サクラカラー SR 1600 スペクトル感度曲線



第4-3図 フィルター透過率曲線

第2表 シュミットカメラによる撮影枚数

月 日	9月		10月		11月		12月		1月	
	ハレー彗星	その他	ハレー彗星	その他	ハレー彗星	その他	ハレー彗星	その他	ハレー彗星	その他
1			---	---	6	2	8	7	---	---
2			---	---	6	0	27	3	16	2
3			---	---	4	2	7	2	---	---
4			---	---	24	4	---	---	---	---
5			---	---	29	6	---	---	10	0
6			8	2	6	2	8	---	14	2
7			15	4	6	3	27	0	14	2
8			14	9	4	3	7	5	18	3
9			11	4	24	0	---	---	18	2
10			8	0	29	3	---	---	18	2
11	1	6	3	0	27	---	---	4	8	2
12	1	2	10	12	22	---	5	4	17	4
13	---	---	3	2	22	0	13	2	11	2
14	---	---	---	---	9	---	---	---	16	2
15	4	8	---	---	6	---	---	---	---	---
16	2	1	2	1	---	---	21	4	---	---
17	3	3	0	6	---	2	31	2	---	---
18	7	18	9	10	15	1	4	---	---	---
19	6	20	14	9	---	2	---	3	---	---
20	8	10	---	---	---	4	---	2	---	---
21	1	0	3	3	---	---	19	2	---	---
22	---	---	17	17	21	---	20	0	---	---
23	---	---	18	18	21	---	---	---	---	---
24	2	8	---	---	14	---	11	---	---	---
25	---	---	---	---	26	---	15	---	---	---
26	---	---	17	17	(満月) 6	0	7	2	---	---
27	---	---	---	---	---	---	(満月) 15	3	---	---
28	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
29	(満月) ---	---	(満月) ---	---	9	2	---	---	---	---
30	---	---	---	---	13	3	---	---	---	---
31	---	---	5	2	---	---	12	3	---	---



第5図 ハレー彗星観測時刻一覧

PAGE.

表 3 1985-DEC-11

観測者

フィルム番号	シャッター開閉時刻(UT)	対象名称	赤経	赤緯	望遠鏡の位置				フィルタ		現象	観測	
					PO	EL	TR	AZ	ター	波名	温度	時間	判定 氏名 コメント
851211-001	9h36m30S : 9h36m40S	M 31	0h40.0m	41° 0' 0"	0.38"	81.1°	101.0°	351.2°	ナシ	DK 50	21° C	8.5分	1 3 4 Er
851211-002	9h38m 0S : 9h39m 0S	M 31	0h40.0m	41° 0' 0"	0.72"	81.1°	101.0°	351.2°	ナシ	DK 50	21° C	8.5分	1 5 4 上記
851211-003	9h40m 0S : 9h50m 0S	M 31	0h40.0m	41° 0' 0"	1.26"	81.1°	101.0	351.2°	ナシ	DK 50	21° C	8.5分	1 4 4 上記
851211-004	9h56m 0S : 9h56m30S	HALLEY	23h39.0m	5°57' 0"	0.25"	115.4°	81.9°	1.1°	ナシ	DK 50	21° C	8.5分	1 3 4 上記 コウハイ アリ
851211-005	9h56m59S : 9h57m 9S	HALLEY	23h39.0m	5°57' 0"	0.32"	115.4°	81.9	81.9	ナシ	DK 50	21° C	8.5分	1 2 4 上記
851211-006	9h58m 0S : 9h59m 0S	HALLEY	23h39.0m	5°57' 0"	0.55"	115.4°	81.9°	81.9°	ナシ	DK 50	21° C	8.5分	1 3 4 上記 コウハイ セドシ
851211-007	10h12m 0S : 9h12m10S	HALLEY	23h39.0m	5°57' 0"	0.27"	115.4°	73.7°	73.7°	Y	DK 50	21° C	8.5分	1 2 4 上記 MARK アリ
851211-008	10h13m20S : 10h16m20S	HALLEY	23h39.0m	5°57' 0"	0.37"	115.4°	78.7°	78.7°	Y	DK 50	21° C	8.5分	1 3 4 上記
851211-009	10h21m 0S : 10h22m 0S	HALLEY	23h39.0m	5°57' 0"	0.23"	115.4°	76.4°	76.4°	B	DK 50	21° C	8.5分	1 1 4 上記
851211-010	10h22m30S : 10h27m30S	HALLEY	23h39.0m	5°57' 0"	0.52"	115.4°	76.4°	76.4°	B	DK 50	21° C	8.5分	1 2 3 上記 クモリ
851211-011	12h20m30S : 12h21m30S	HALLEY	23h39.0m	5°57' 0"	0.33"	114.3°	46.2°	56.2°	B	DK 50	21° C	8.5分	1 1 3 上記
851211-012	12h22m 0S : 12h27m 0S	HALLEY	23h39.0m	5°57' 0"	0.57"	114.3	46.2°	46.2°	B	DK 50	21° C	8.5分	1 2 3 上記 コウハイ アリ
851211-013	12h45m 0S : 12h45m30S	HALLEY	23h39.0m	5°57' 0"	0.58"	117.3°	42.2°	42.2°	Y	DK 50	21° C	8.5分	1 2 3 上記 クモ アリ
851211-014	12h46m30S : 12h49m30S	HALLEY	23h39.0m	5°57' 0"	0.96"	117.3°	42.2°	42.2°	Y	DK 50	21° C	8.5分	1 3 3 上記
851211-015	12h54m 0S : 12h54m10S	HALLEY	23h39.0m	5°57' 0"	0.28"	117.1°	39.4°	39.4°	ナシ	DK 50	21° C	8.5分	1 2 3 上記
851211-016	12h55m 0S : 12h56m 0S	HALLEY	23h39.0m	5°57' 0"	0.57"	117.1°	39.4°	39.4°	ナシ	DK 50	21° C	8.5分	1 3 3 上記
851211-017	12h57m 0S : 13h 0m 0S	HALLEY	23h39.0m	5°57' 0"	0.70"	117.1°	39.4°	39.4°	ナシ	DK 50	21° C	8.5分	1 3 3 上記
851211-018	13h 0m30S : 13h 4m 0S	HALLEY	23h39.0m	5°57' 0"	1.75"	117.3°	39.4°	39.4°	ナシ	DK 50	21° C	8.5分	1 3 3 上記
851211-019	13h16m39S : 13h16m40S	HALLEY	23h39.0m	5°57' 0"	0.25"	117.2°	33.8°	33.8°	ナシ	DK 50	21° C	8.5分	1 1 3 上記
851211-020	13h17m30S : 13h18m30S	HALLEY	23h39.0m	5°57' 0"	0.35"	117.2°	33.8°	33.8°	ナシ	DK 50	21° C	8.5分	1 2 3 上記 キズ オナシ
851211-021	14h 5m10S : 14h 5m20S	HALLEY	23h39.0m	5°57' 0"	0.57"	120.3°	22.8°	22.8°	ナシ	DK 50	21° C	8.5分	1 2 3 上記
851211-022	14h 6m 0S : 14h 7m 0S	HALLEY	23h39.0m	5°57' 0"	0.79"	120.3°	22.8°	22.8°	ナシ	DK 50	21° C	8.5分	1 3 3 上記
851211-023	14h 7m30S : 14h 8m 0S	HALLEY	23h39.0m	5°57' 0"	1.17"	120.3	22.8°	22.8°	Y	DK 50	21° C	8.5分	1 2 3 上記
851211-024	14h 8m30S : 14h11m30S	HALLEY	23h39.0m	5°57' 0"	1.41"	120.3°	22.8°	22.8°	Y	DK 50	21° C	8.5分	1 2 3 上記 HALLEY ダンネン
851211-025	14h25m 0S : 14h43m 5S	M 42	5h35.0m	4°41' 0"	0.12"	97.1°	52.8°	52.8°	B	DK 50	21° C	8.5分	1 2 3 上記 ナゼ アリ

ハレー彗星写真集

1985 年 9 月にシュミットカメラの改修が終り、試験撮影を兼ねてジャコビニ・ジンナー彗星とハレー彗星同一視野に捕えた 9 月 15 日から、ハレー彗星が近日点を通過する 1986 年 2 月 9 日に到る間に撮影した写真のうち、代表的なものを次に掲げる。尾が成長した 12 月初旬以前は原則として観測のあった夜の中でよく撮れているもの 1 枚を選び、11 月に入ってからフィルターを使用したものを含めて数枚選び出してある夜もある。写真の下に記してある写真番号から第 4 表の写真データー一覧表を参照して頂きたい。

観測時刻は 年 月 日、日の小数で与えてある。フィルターの欄の N はフィルターなし、Y はオレンジ、B は青を使用したことを示してゐる。またスケールは全部の写真に対して同一で Fig. 1 の写真に書きこんである通り角度の 1° が 39.3 mm に相当する。

表4 写真データ一覧表(その1)

写真番号	撮影 年月日	フィルム 番号	撮影開始 時.分.秒.(UTC)	露出時間 分:秒	フィルター
Fig. 1	85. 09. 15	008	19. 15. 00	10:00	N
2	85. 09. 16	002	18. 30. 10	4:00	N
3	85. 09. 18	007	17. 01. 00	5:00	N
4	85. 09. 20	017	19. 15. 00	20:00	N
5	85. 09. 24	007	17. 21. 20	5:00	N
6	85. 10. 08	006	15. 33. 10	5:00	N
7	85. 10. 09	004	17. 02. 10	5:00	N
8	85. 10. 10	006	18. 33. 00	5:00	N
9	85. 10. 11	003	19. 40. 00	1:30	N
10	85. 10. 12	015	15. 54. 00	10:00	N
11	85. 10. 13	002	19. 48. 00	5:00	N
12	85. 10. 16	002	17. 45. 00	5:00	N
13	85. 10. 18	013	17. 29. 00	5:00	N
14	85. 10. 19	009	15. 16. 00	5:00	N
15	85. 10. 21	003	18. 52. 00	10:00	N
16	85. 10. 22	013	18. 33. 00	10:00	N
17	85. 10. 23	008	17. 17. 00	5:00	N
18	85. 10. 26	004	18. 20. 18	1:00	N
19	85. 11. 04	016	16. 51. 25	1:00	N
20	85. 11. 05	013	14. 32. 10	3:00	N
21	85. 11. 06	019	18. 31. 50	1:00	N
22	85. 11. 07	019	18. 31. 20	1:00	N
23	85. 11. 08	021	16. 51. 20	1:00	N
24	85. 11. 09	006	18. 36. 20	1:00	N
25	85. 11. 10	005	12. 36. 30	1:00	N
26	85. 11. 13	005	15. 22. 30	1:00	N
27	85. 11. 17	014	13. 57. 30	1:00	N
28	85. 11. 18	016	16. 12. 00	1:00	N
29	85. 11. 19	015	14. 33. 00	1:00	N
30	85. 11. 20	030	18. 40. 00	1:00	N
31	85. 11. 29	003	09. 23. 10	3:00	N

表 4 写真データー一覧表 (その2)

写真番号	撮影 年月日	フィルム 番号	撮影開始 時.分.秒(UTC)	露出時間 分:秒	フィルター
Fig. 32	85. 11. 30	015	10. 18. 00	1:00	N
33	85. 12. 02	022	11. 17. 00	2:00	N
34	85. 12. 07	005	10. 54. 00	1:00	N
35	85. 12. 08	017	11. 36. 30	1:00	N
36	85. 12. 10	004	09. 38. 40	1:00	N
37	85. 12. 11	016	12. 55. 00	1:00	N
38	85. 12. 12	006	09. 57. 00	3:00	N
39	85. 12. 13	004	10. 18. 30	1:00	N
40	85. 12. 13	006	10. 27. 30	3:00	Y
41	85. 12. 16	014	11. 55. 00	3:00	N
42	85. 12. 17	019	13. 11. 00	1:00	N
43	85. 12. 20	003	09. 40. 00	0:10	N
44	85. 12. 21	008	10. 32. 00	1:00	N
45	85. 12. 26	007	09. 52. 00	0:30	N
46	85. 12. 28	010	09. 33. 30	0:30	N
47	85. 12. 31	013	09. 46. 10	1:00	N
48	86. 01. 02	005	09. 34. 00	1:00	N
49	86. 01. 05	002	09. 41. 00	1:00	N
50	86. 01. 05	004	09. 46. 30	1:00	Y
51	86. 01. 05	009	10. 12. 00	5:00	B
52	86. 01. 06	004	09. 43. 30	1:00	N
53	86. 01. 07	005	09. 52. 00	3:00	N
54	86. 01. 08	013	10. 06. 30	5:00	N
55	86. 01. 09	013	10. 35. 30	3:00	N
56	86. 01. 10	012	10. 24. 20	3:00	N
57	86. 01. 11	012	10. 26. 50	1:00	N
58	86. 01. 12	005	09. 46. 30	3:00	N
59	86. 01. 13	010	10. 27. 30	2:00	N
60	86. 01. 14	011	10. 09. 42	1:30	N

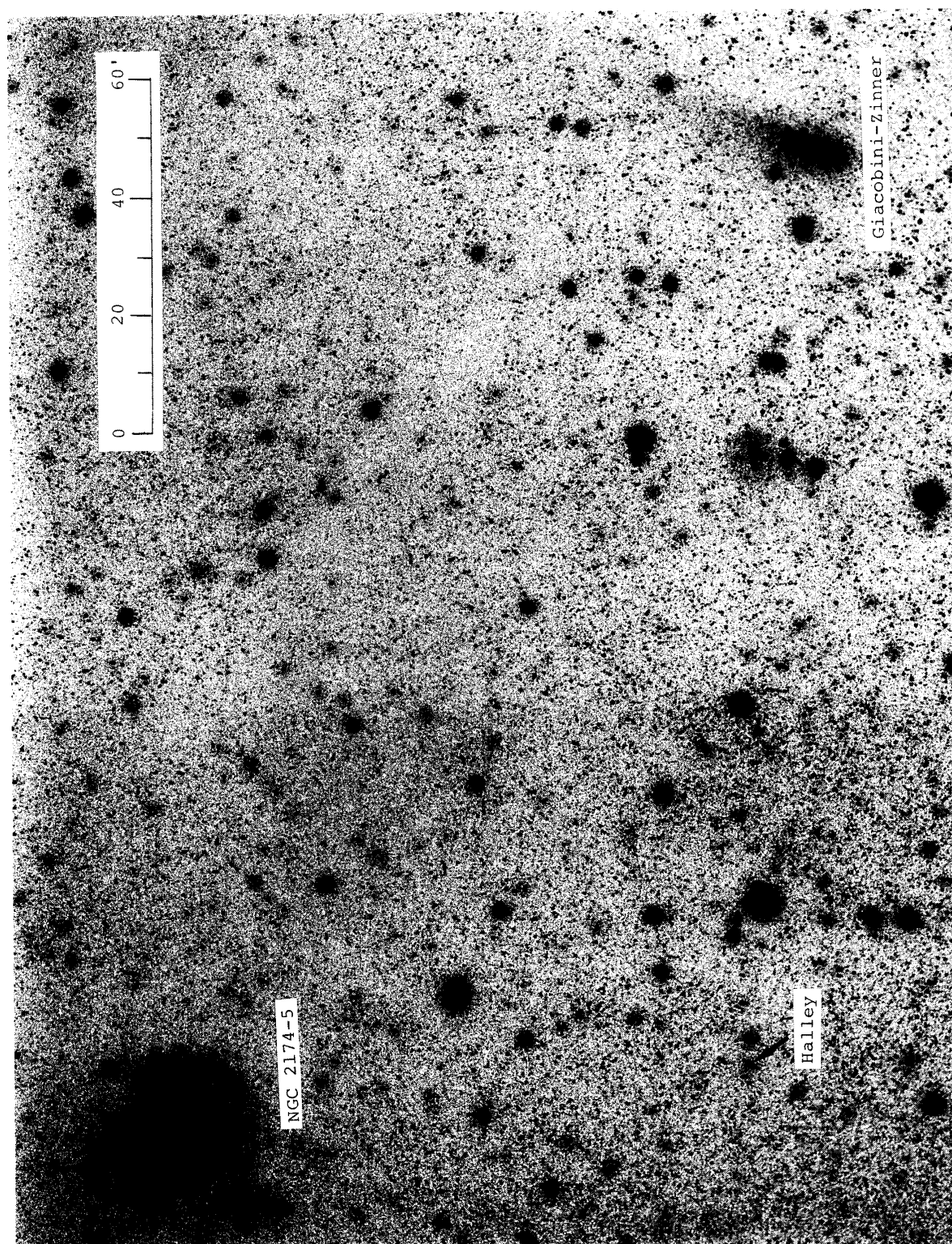


Fig. 1. 1985-09-15.802

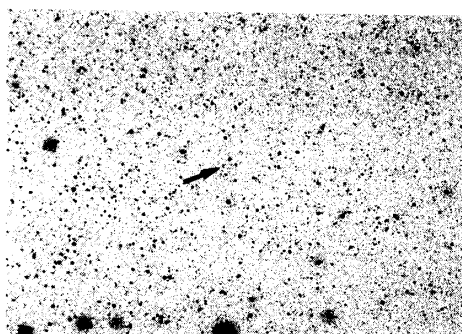


Fig. 2. 1985-09-16.771

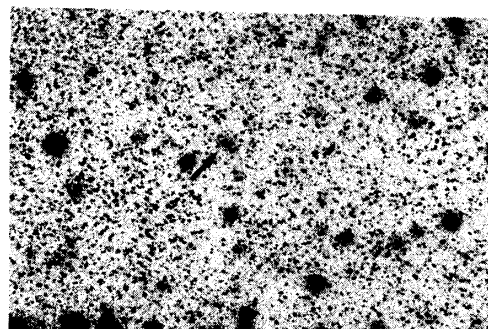


Fig. 3. 1985-09-18.709

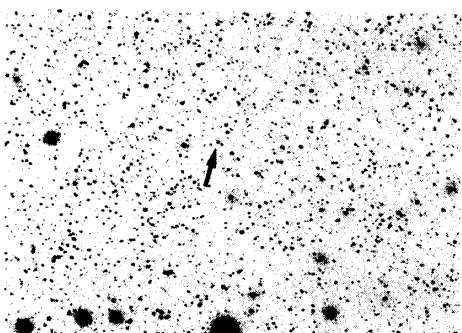


Fig. 4. 1985-09-20.802

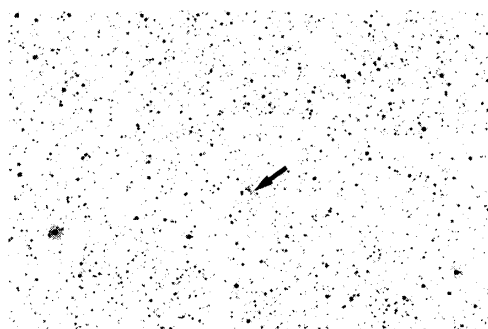


Fig. 5. 1985-09-24.723

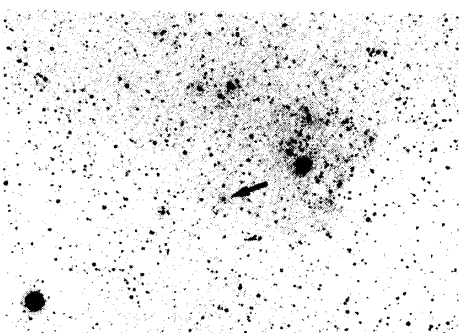


Fig. 6. 1985-10-08.648

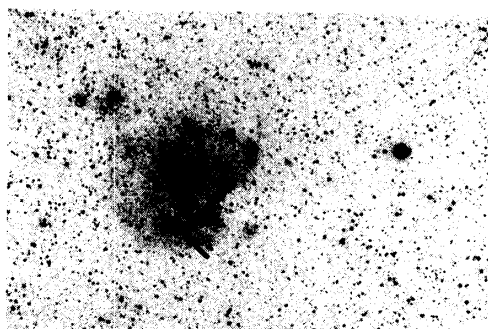


Fig. 7. 1985-10-09.710

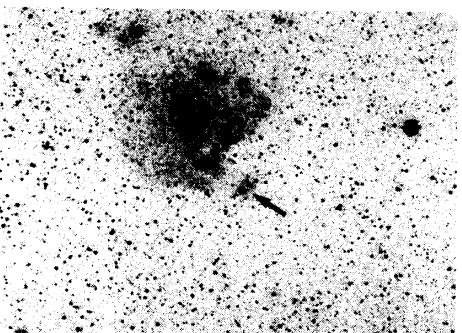


Fig. 8. 1985-10-10.773

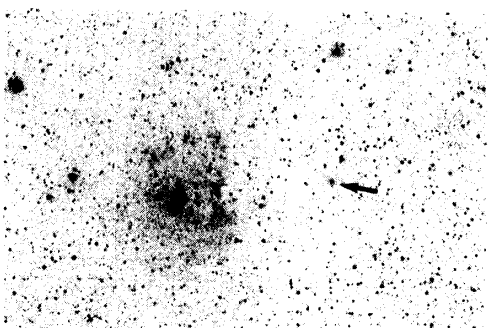


Fig. 9. 1985-10-11.819

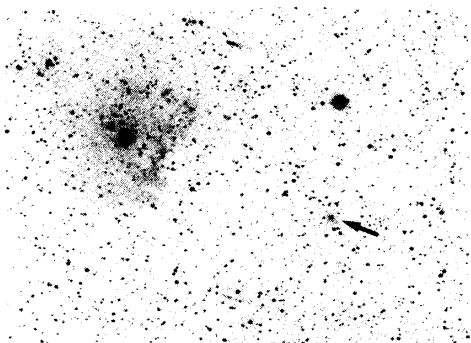


Fig. 10. 1985-10-12.663

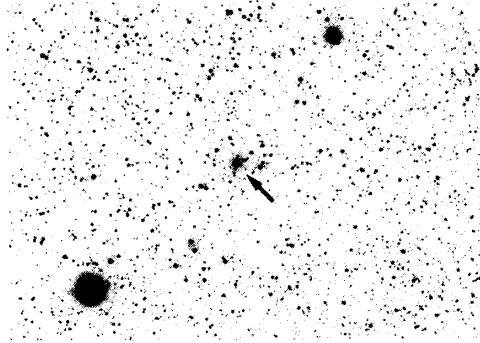


Fig. 11. 1985-10-13.825

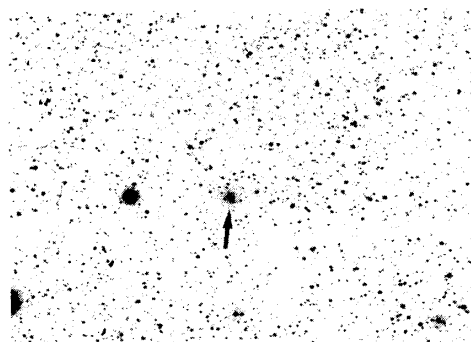


Fig. 12. 1985-10-16.740

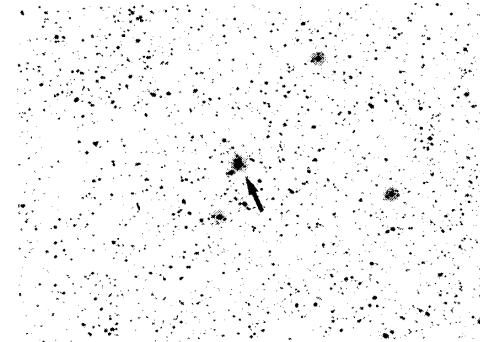


Fig. 13. 1985-10-18.729

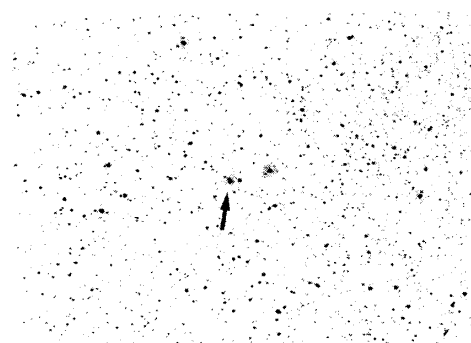


Fig. 14. 1985-10-19.636

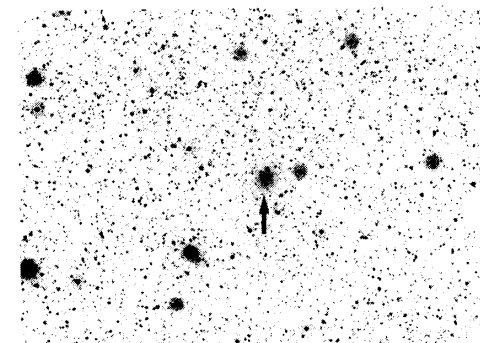


Fig. 15. 1985-10-21.786

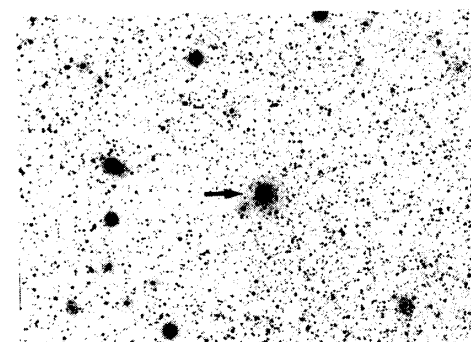


Fig. 16. 1985-10-22.773

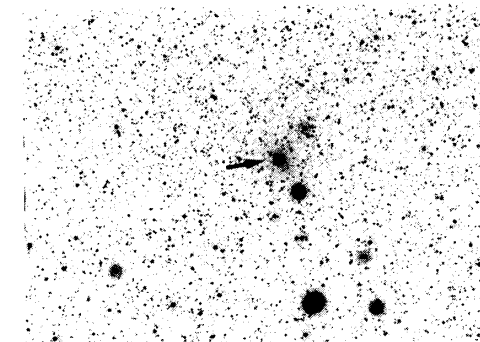


Fig. 17. 1985-10-23.720

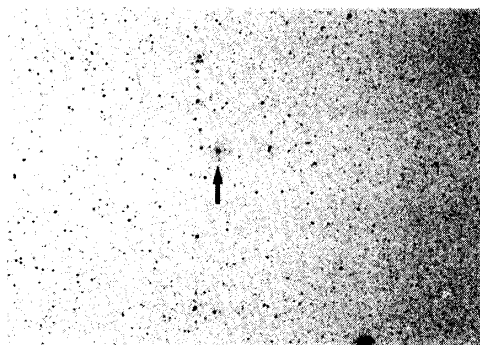


Fig. 18. 1985-10-26.264

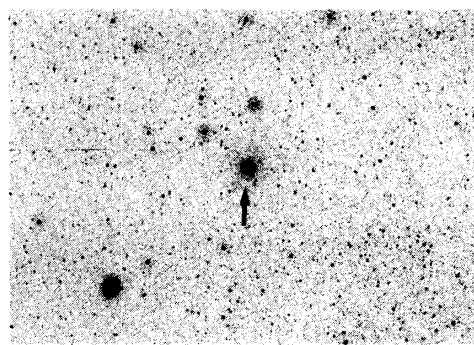


Fig. 19. 1985-11-04.661

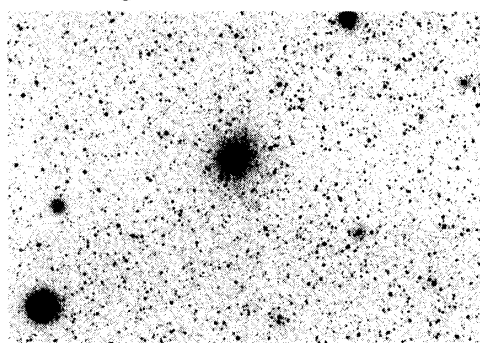


Fig. 20. 1985-11-05.606

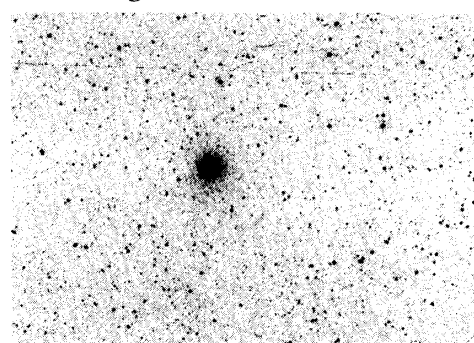


Fig. 21. 1985-11-06.772

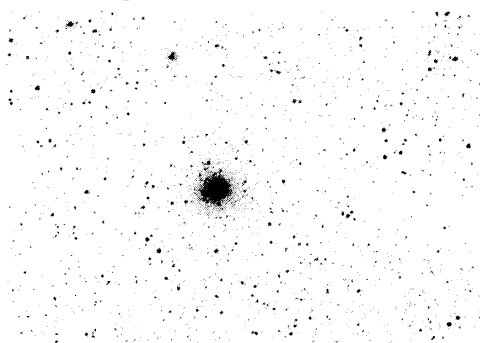


Fig. 22. 1985-11-07.772

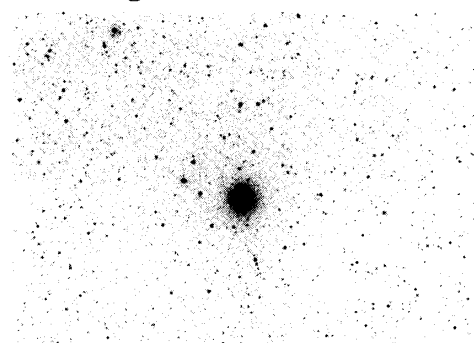


Fig. 23. 1985-11-08.702

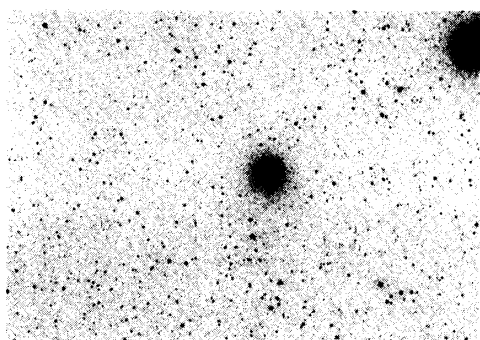


Fig. 24. 1985-11-09.775

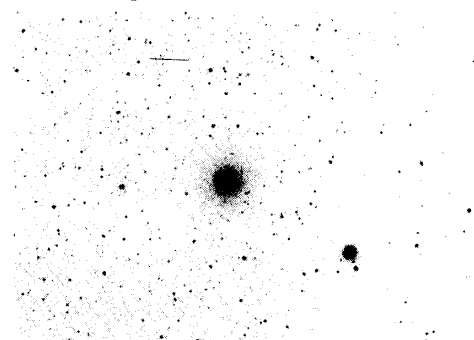


Fig. 25. 1985-11-10.525

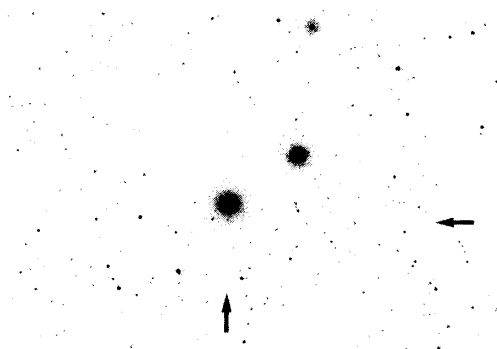


Fig. 26. 1985-11-13.513

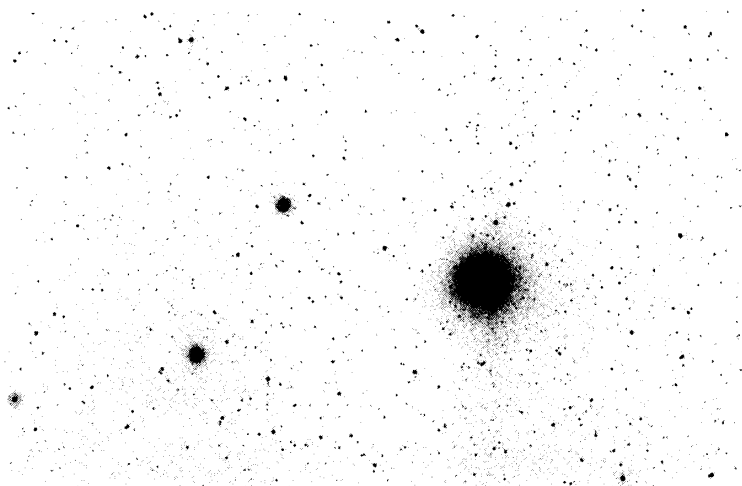


Fig. 27. 1985-11-17.582

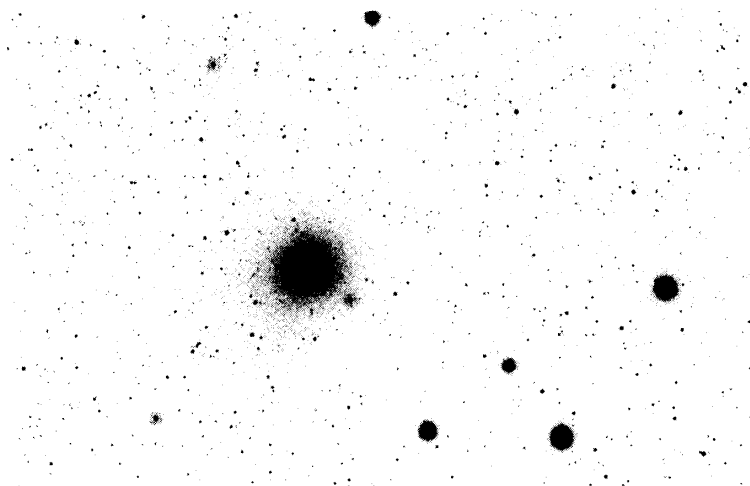


Fig. 28. 1985-11-18.675

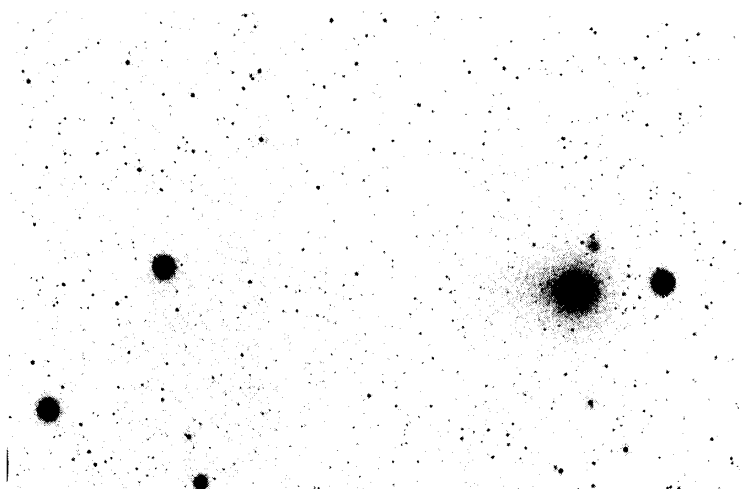


Fig. 29. 1985-11-19.606

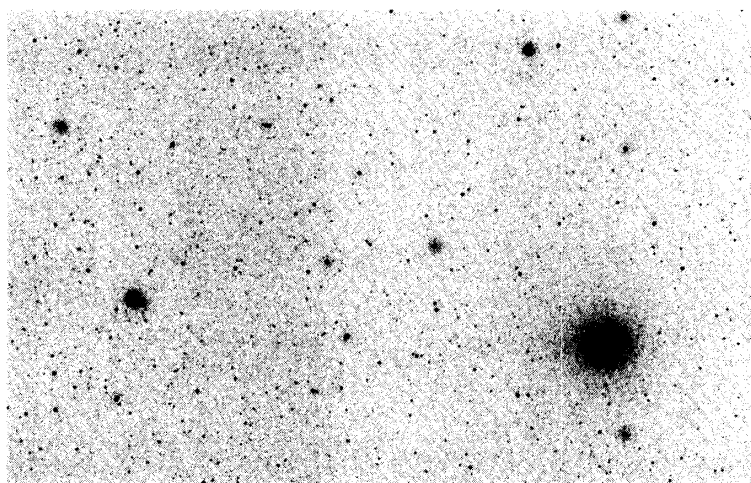


Fig. 30. 1985-11-20.778

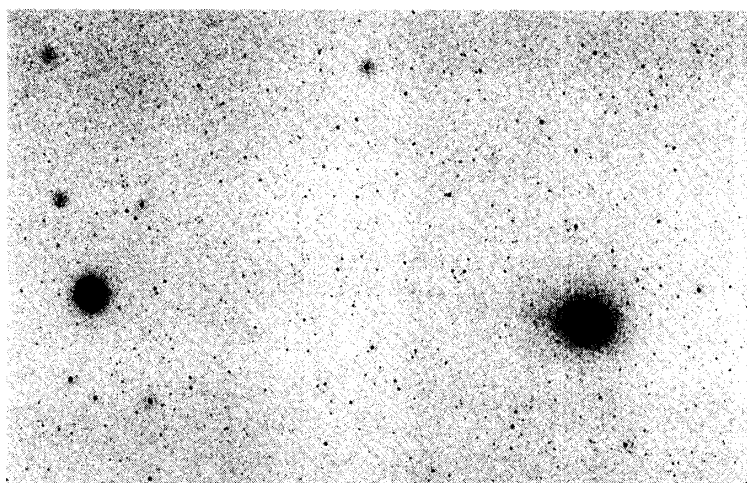


Fig. 31. 1985-11-29.391

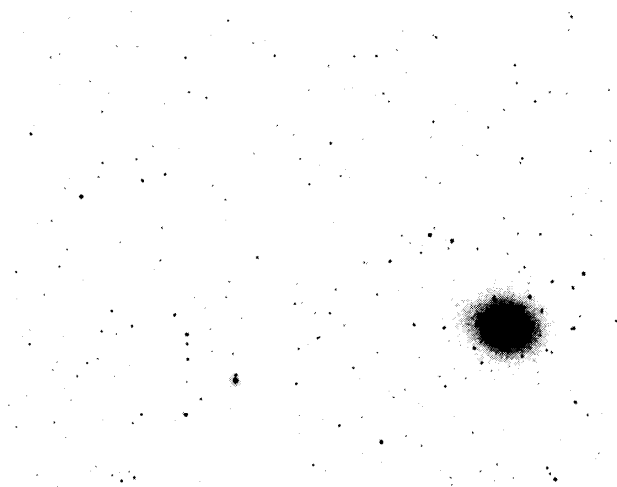


Fig. 32. 1985-11-30.429

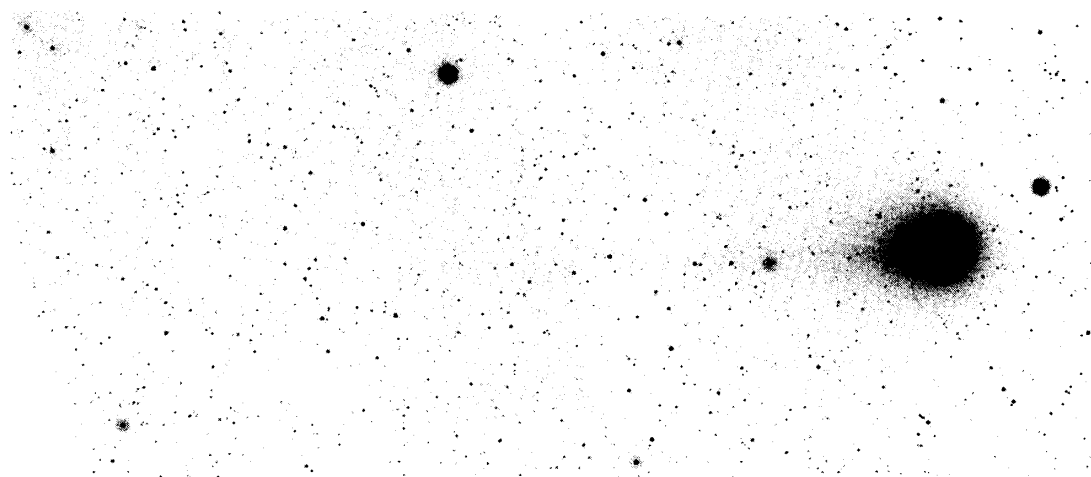


Fig. 33. 1985-12-02.470

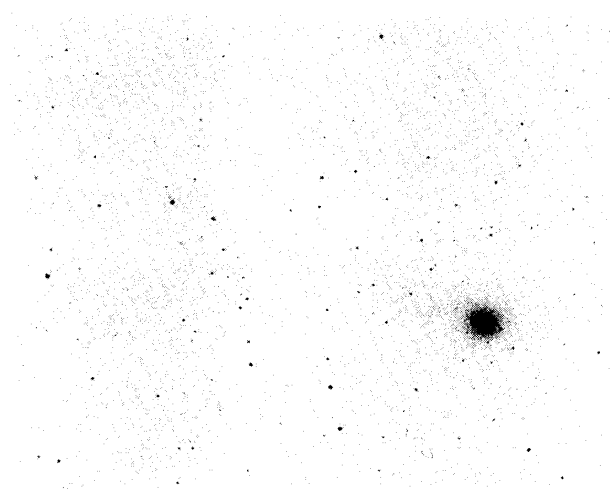


Fig. 34. 1985-12-07.454

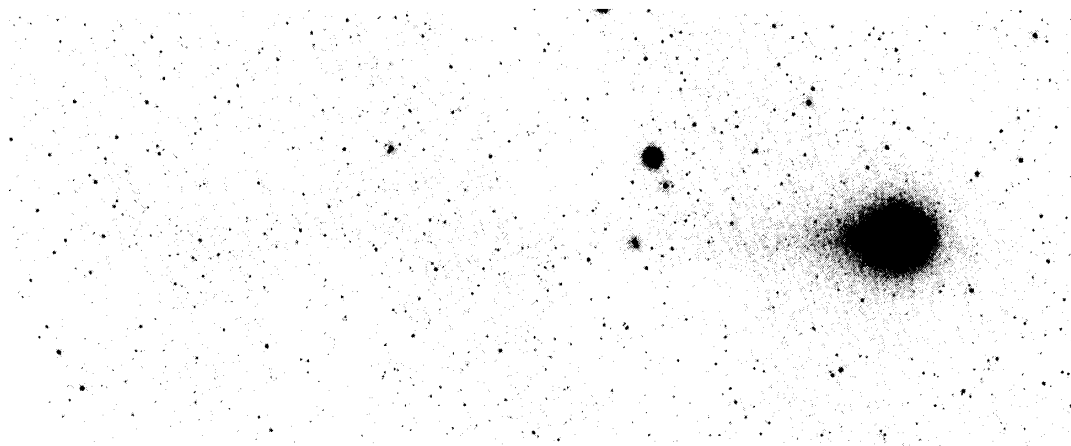


Fig. 35. 1985-12-08.484

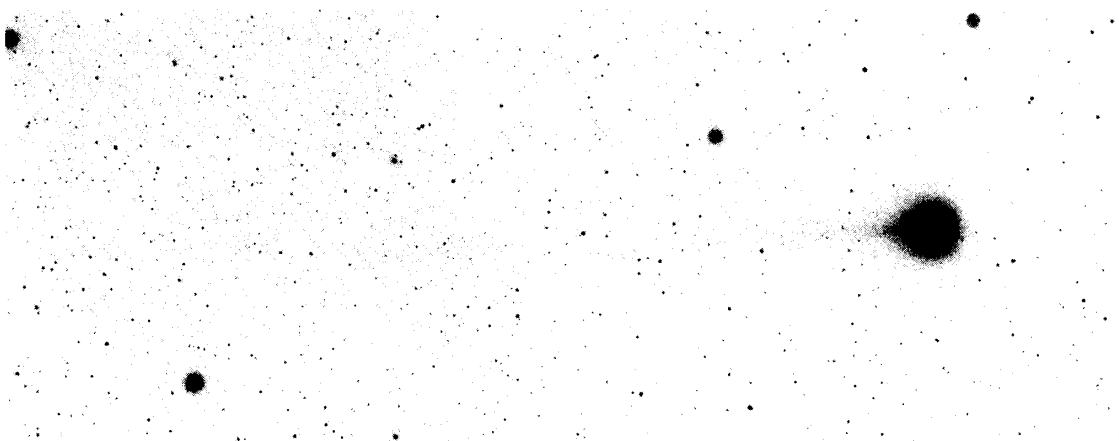


Fig. 36. 1985-12-10.402

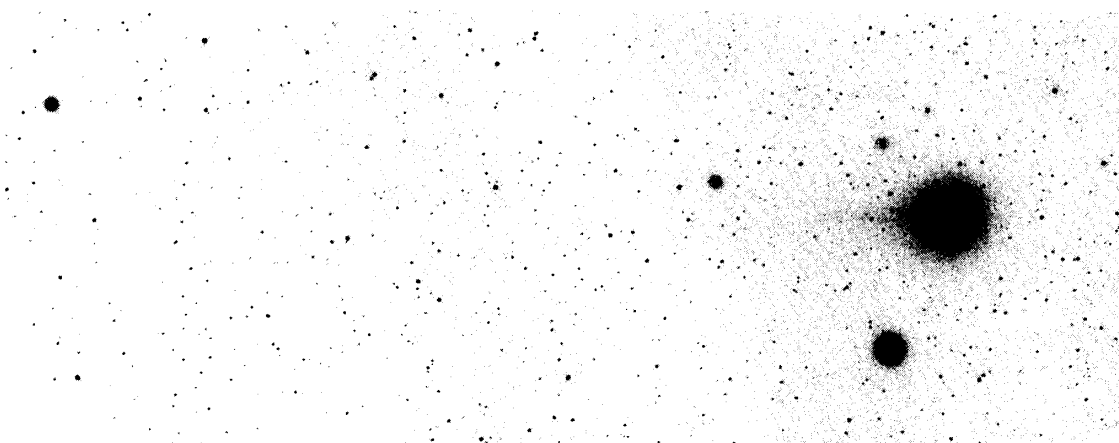


Fig. 37. 1985-12-11.538

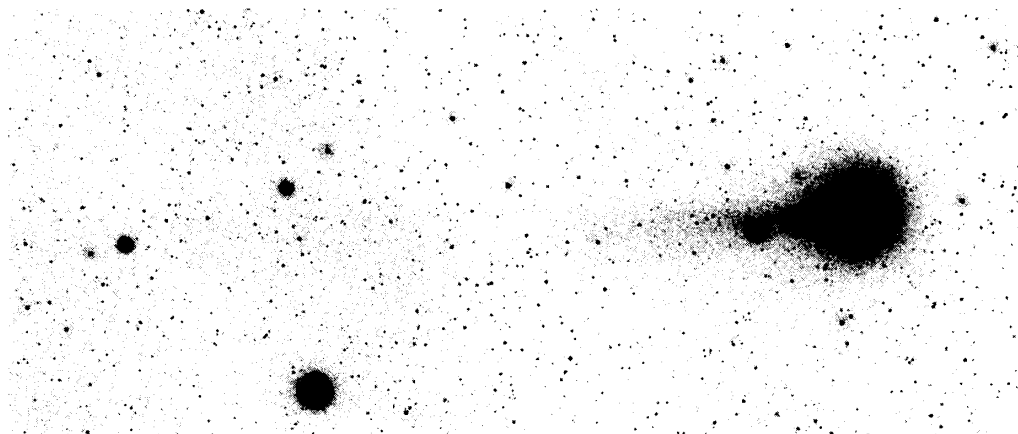


Fig. 38. 1985-12-12.415

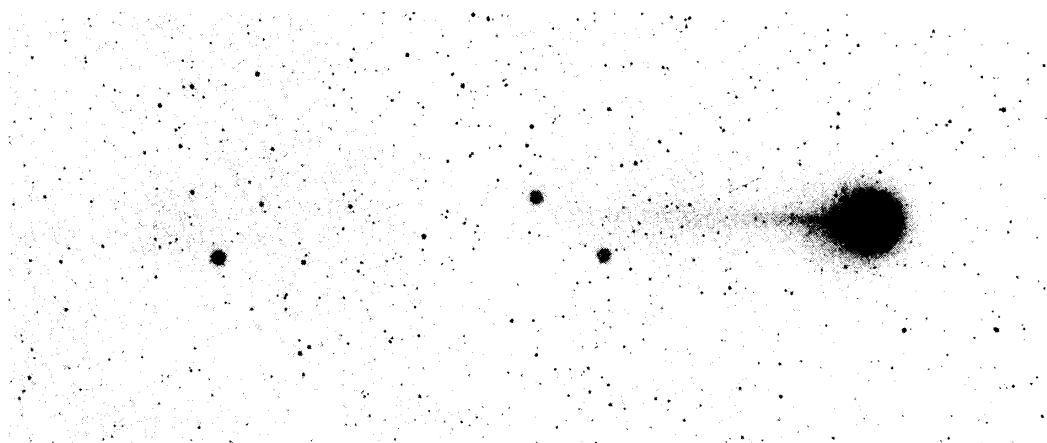


Fig. 39. 1985-12-13.430

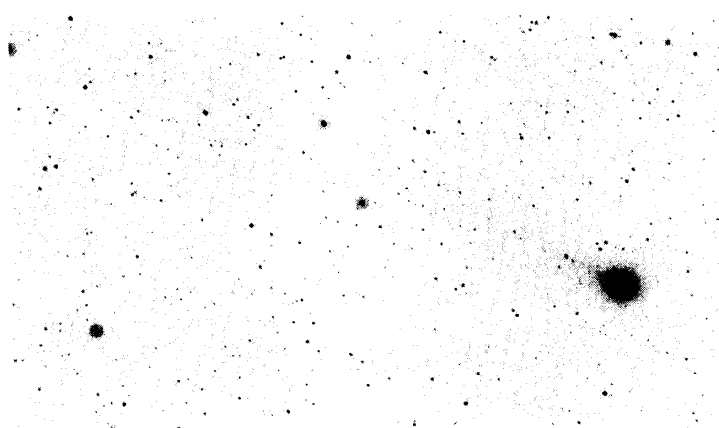


Fig. 40. 1985-12-13.436

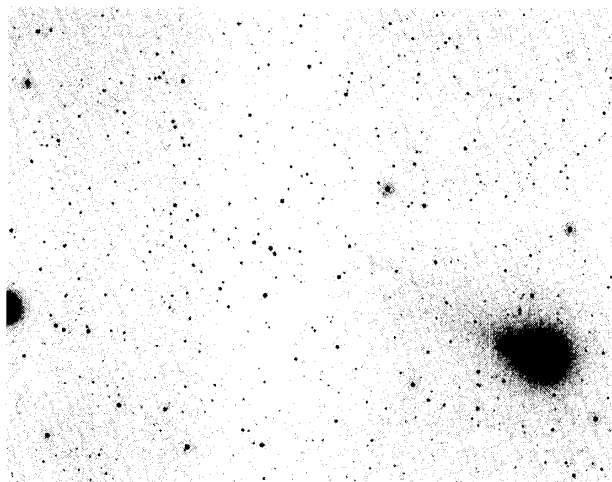


Fig. 41. 1985-12-16.497



Fig. 42. 1985-12-17.549

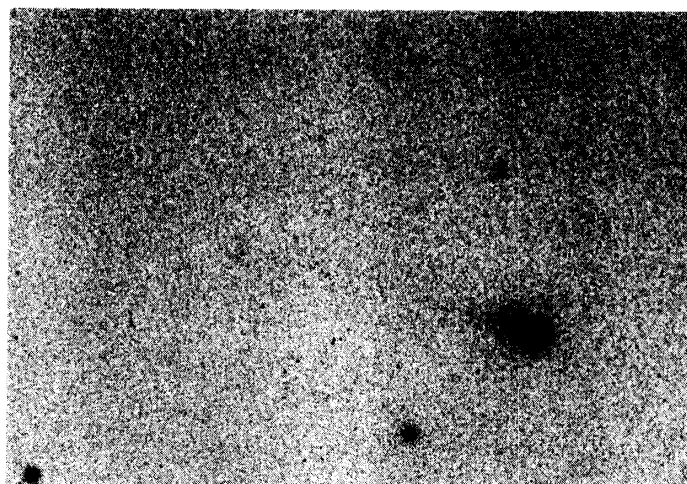


Fig. 43. 1985-12-20.403

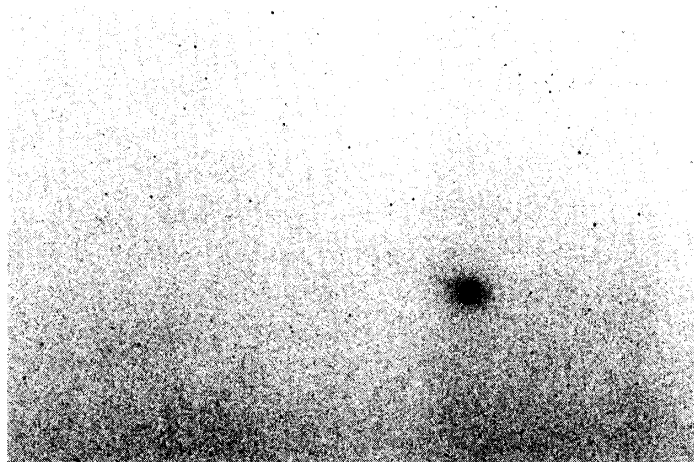


Fig. 44. 1985-12-21.439

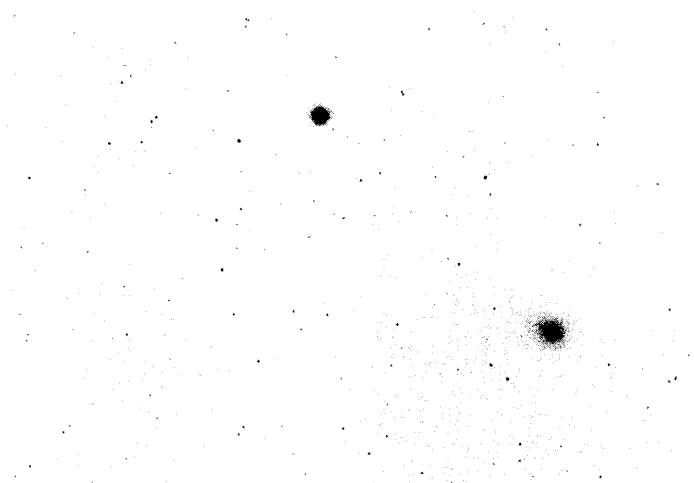


Fig. 45. 1985-12-26.411

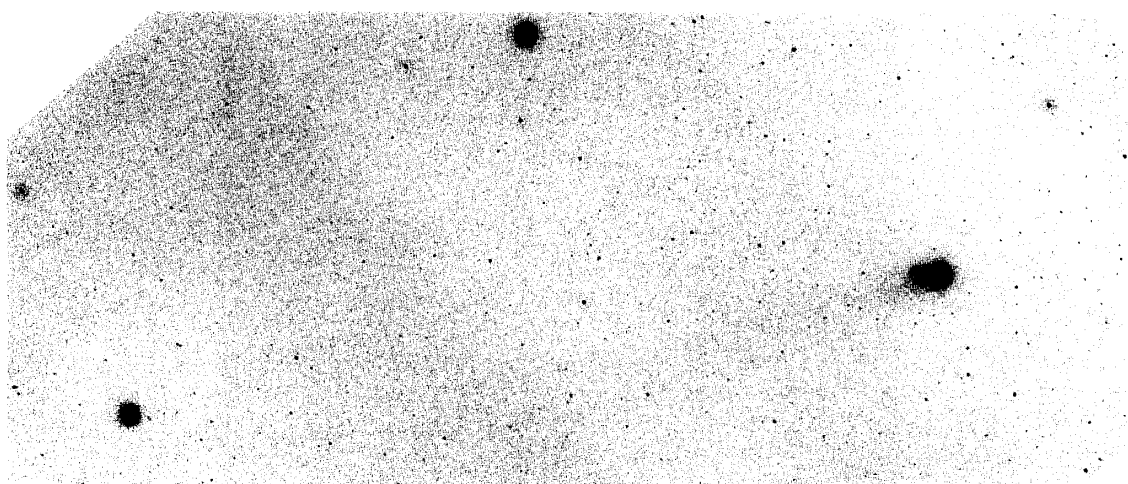


Fig. 46. 1985-12-28.398

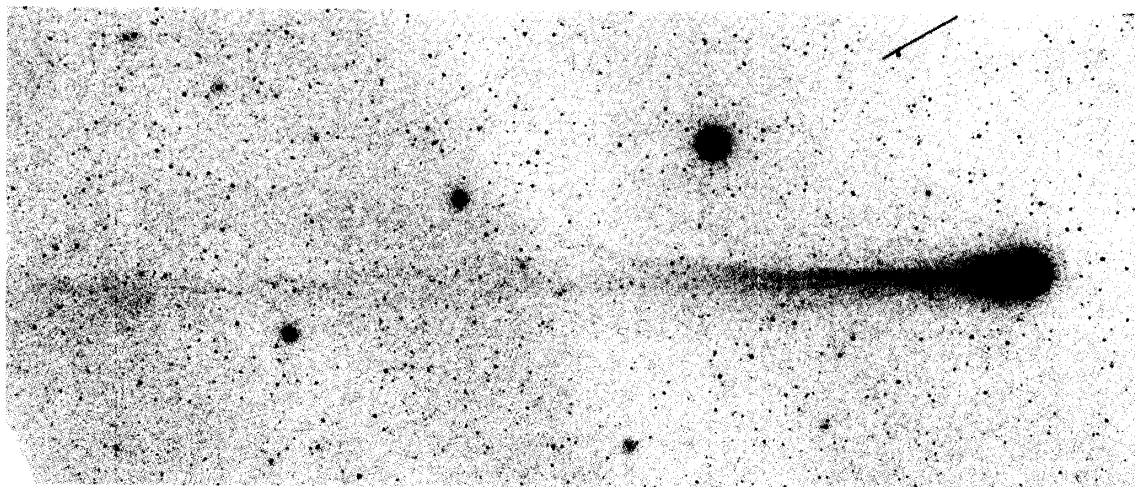


Fig. 47. 1985-12-31.407

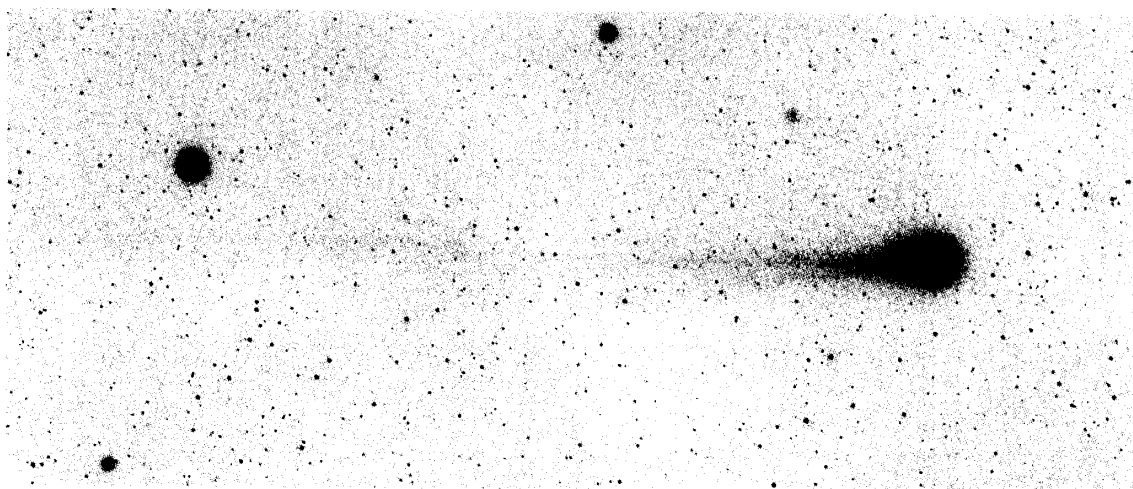


Fig. 48. 1986-01-02.400

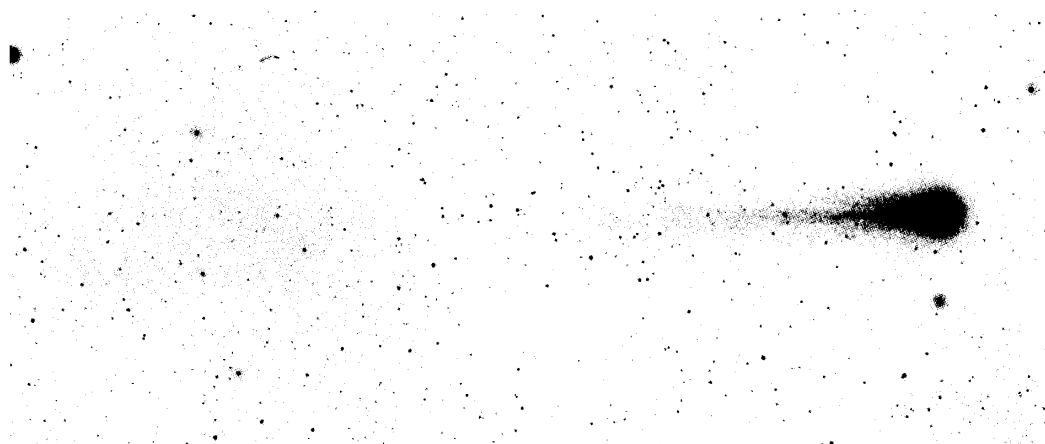


Fig. 49. 1986-01-05.404 フィルター：なし



Fig. 50. 1986-01-05.407 フィルター：Y

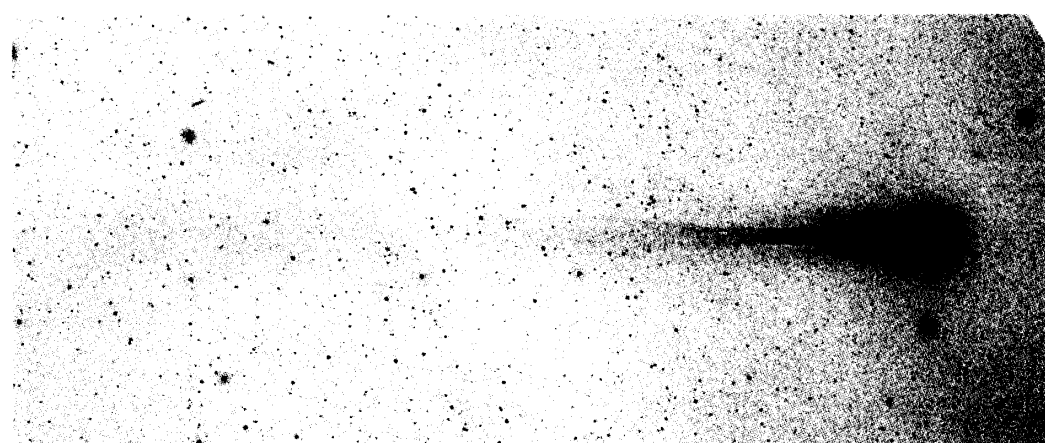


Fig. 51. 1986-01-05.425 フィルター：B

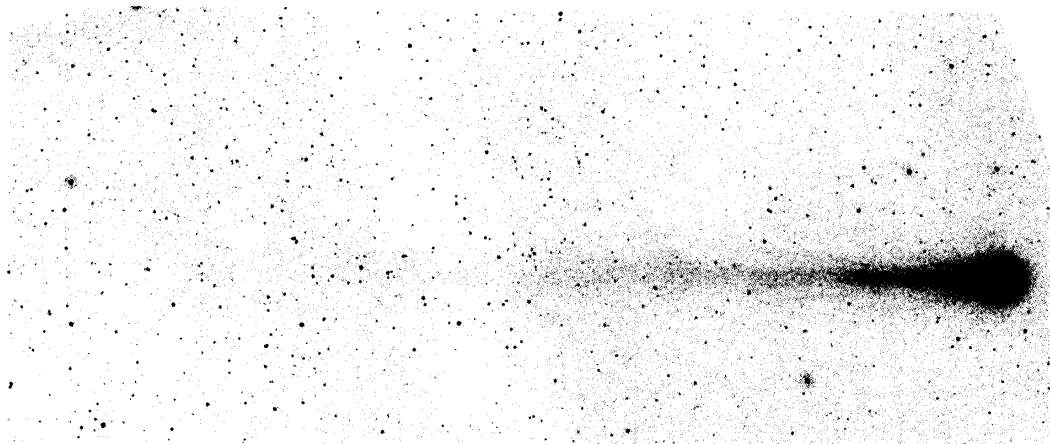


Fig. 52 1986-01-06.405

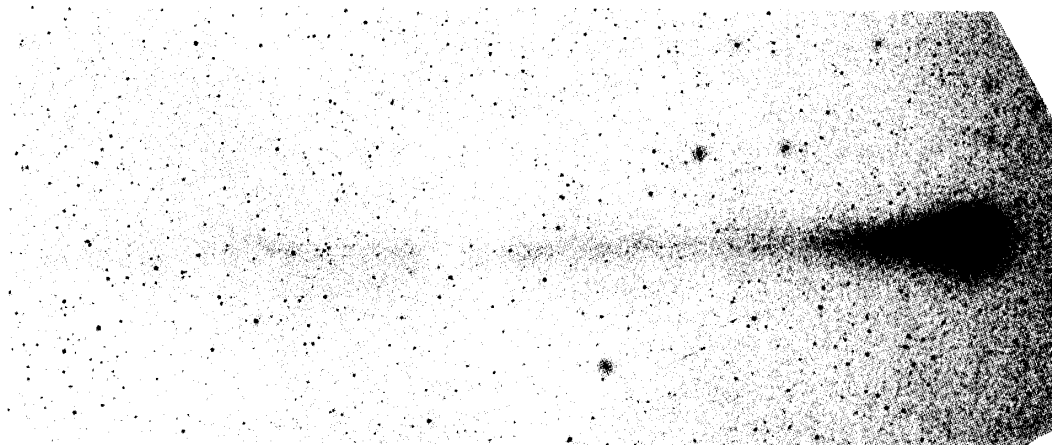


Fig. 53 1986-01-07.411

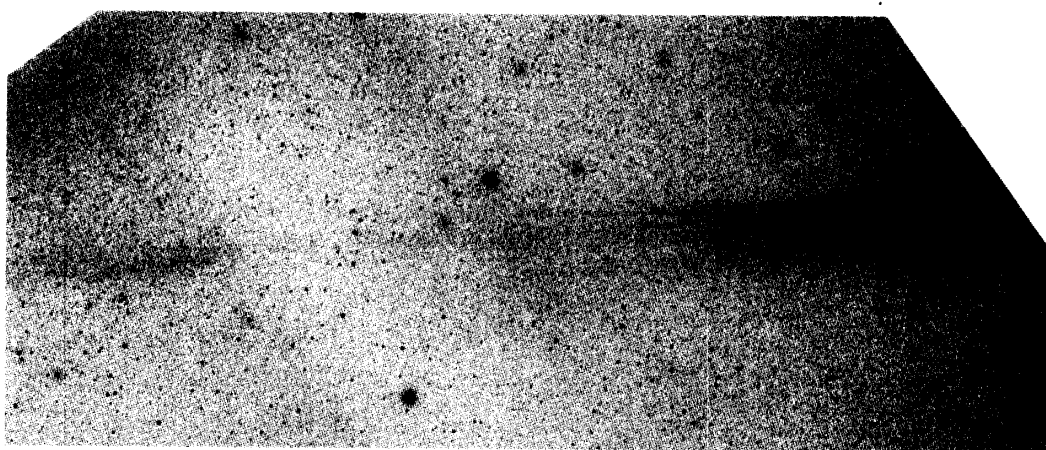


Fig. 54 1986-01-08.421

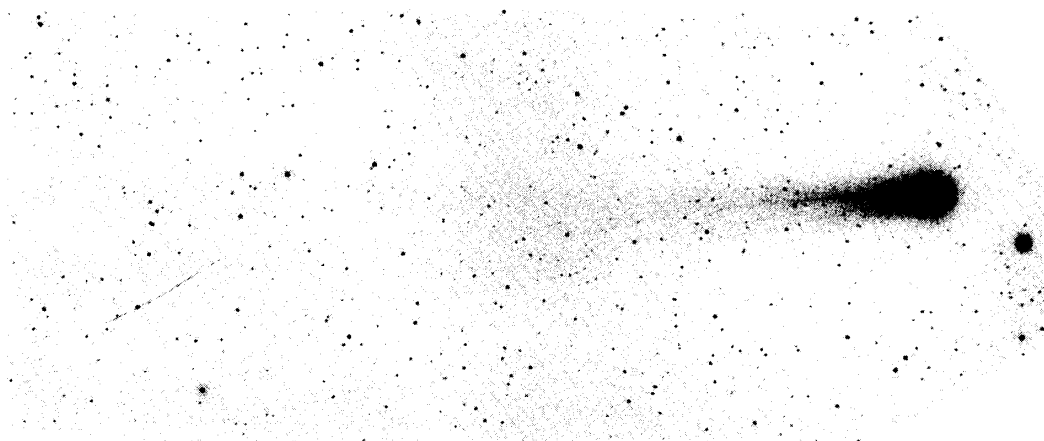


Fig. 55. 1986-01-09.441

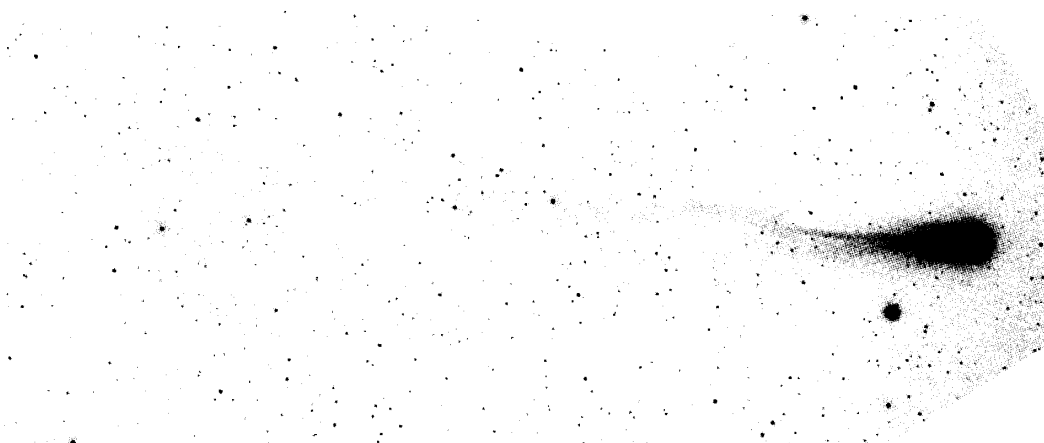


Fig. 56. 1986-01-10.434

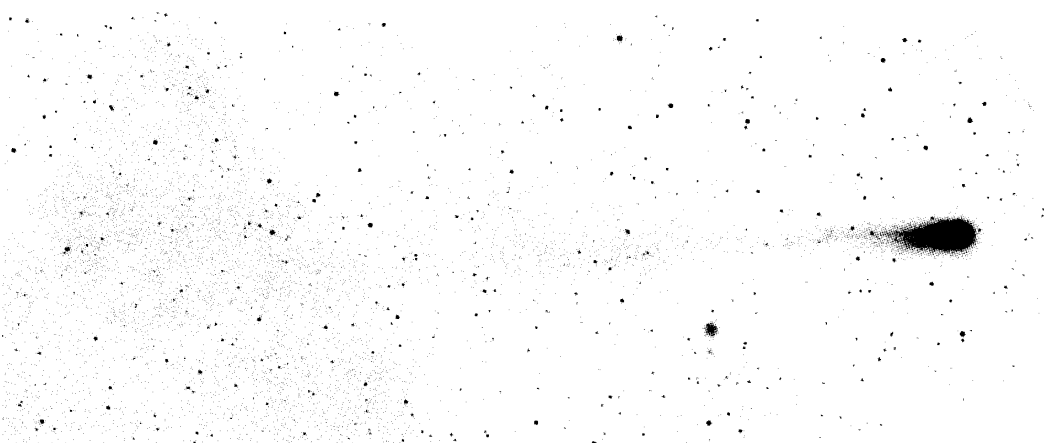


Fig. 57. 1986-01-11.435

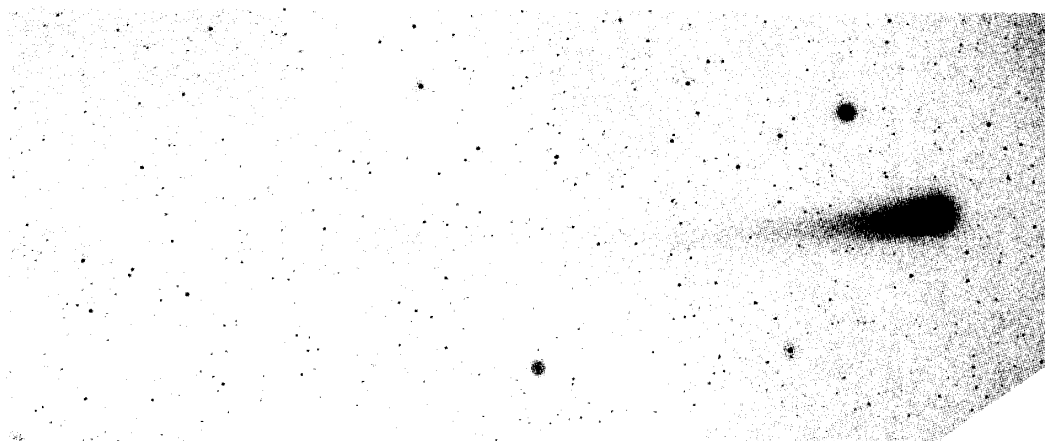


Fig. 58. 1986-01-12.407

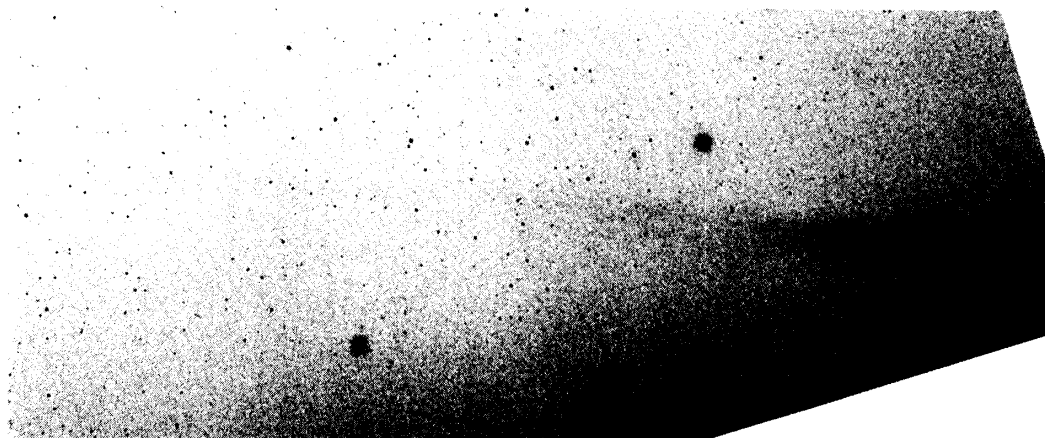


Fig. 59. 1986-01-13.436

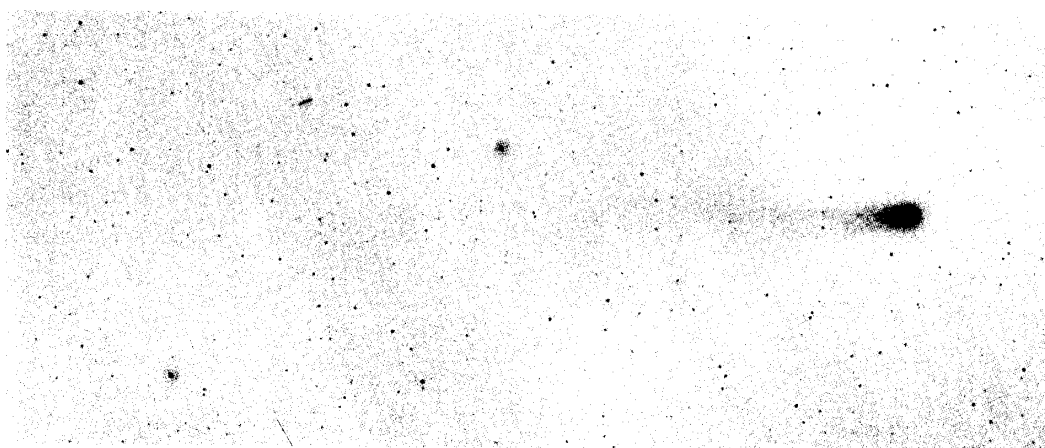


Fig. 60. 1986-01-14.423