

PDS マイクロデンシトメータ

岡村 定 矩*

近年天文学においては、テレビジョンタイプセンサーや固体撮像素子（レチコン、CCD など）のような二次元の電子的光検出器が望遠鏡にとり付けられて、天文画像の検出に用いられはじめています。近年のめざましい技術開発により、これらの電子的検出器の画素の分解能は約 $15\ \mu\text{m}$ と、天体写真乾板に匹敵あるいはそれを追い抜くに到りました。一方、最高 70% にも達するその量子効率（写真乳剤を遙かに凌駕し（写真乳剤の量子効率は、検出量子効率、DQE、で表わすと高々 1~2%）、光子計数技術の導入等もあって、観測精度の面では、二次元電子的検出器の写真乾板に対する優位性はゆるぎないものとなってきています。

しかしながら、撮像可能面積（感光面積）の点では、写真乾板と二次元電子的検出器の間にはまだ大きな開きがあります。現在考えられている電子的検出器で最多の画素をもつものは、スペースステレスコプの広視野／惑星写真儀用の検出器としてテキサス・インスツルメンツ社が開発中のもので、 800×800 画素の CCD を 4 個組合わせた約 4 cm 四方の感光面積をもつものです。これに対し写真乾板の感光面積は、大型シュミット望遠鏡では約 30 cm 四方のものが普通に用いられており、チリのラス・カンパナス天文台にある、広視野撮影に特別な工夫が凝らされた 2.5 m 望遠鏡では 50 cm 四方という大型乾板も使用されています。一画素の大きさは両者の間でほとんど差がないので、画素数においても両者にいかに大きな開きがあるかは一目瞭然です。

このように、二次元電子的検出器と写真乾板は、天文観測用の検出器として相補的な能力をもっていますので、目的に応じて両者を使い分けてゆくことが、今後の光学天文観測を有効に進めてゆく上で重要になってくるものと思われます。しかし、二次元電子的検出器の天文観測への応用はまだその緒についたばかりの段階であり、一方では近年の写真技術の著しい進歩により、従来のものより格段に精度の高い写真乳剤が次々と開発されていることもあって、写真乾板はここ当分光学観測の中で重要な地位を占めることが予想されます。特に、サーベイ的観測、近傍の銀河団やガス星雲のようにかなり大きな拡がりをもつ天体の撮像観測は将来に亘っても写真乾板の独壇場であることはほぼ間違いありません。

数度四方もの広天域をカバーするシュミット乾板や、先に述べたラス・カンパナス 2.5 m 望遠鏡の 50 cm 乾板（ 1.5° の視野を $10^8/\text{mm}$ のスケールでカバーする）には莫大な量の情報が記録されています。これらの乾板は、眼視またはルーペで検査するだけでも、場合によっては貴重な天文学的情報が得られます。前人の思い及ばなかったような優れた天文学的直観が、写真乾板に撮影された宇宙の姿の詳細な観察から生れてきたという例も数多くあります。しかし、写真乾板に記録された情報、天体の位置と明るさあるいは明るさの分布など、を定量的に測定することができれば、研究の精密さは飛躍的に増大します。このためには、アイリスフォトメータ、マイクロデンシトメータなどの写真乾板測定機が必要となります。

マイクロデンシトメータは、写真乾板上の微小領域の濃度を精密に測定する装置です。通常は乾板を測定光学系に対して動かしてスキャンすることにより、ある領域中の写真濃度分布 $D(x, y)$ を測定することができます。従来のマイクロデンシトメータでは、濃度（あるいは透過率）に比例する電圧を出力し、それを記録計の針のふれとして記録紙上でアナログ的に読みとるとというのが普通の形式でした。つまり、アナログ量である濃度をアナログ量である電圧に変換して精度よく読みとるというものでした。

最近では、電子計算機の発達に伴って、デジタルな画像処理技術が様々の分野に導入されて顕著な成果を挙げてきています。天文学においても、写真濃度分布 $D(x, y)$ を一度デジタル量に変換して適切な計算機処理を行うことにより、写真乾板のもつ欠点、すなわち、入出力間の非直線性、飽和性、バググラウンドの非一様性などを補正して、より高精度の情報を得ることができるようになりました。またこうしたデジタル処理の導入によって、従来はほとんど不可能であった、多様な処理形態も可能になってきました。何枚もの写真乾板のデータを重ね合せて S/N 比を改善したり、異なった波長域の乾板から天体の色に関する情報を抽出したり、暗い星のスペクトルに対する空のスペクトルの影響を除去するなど多くの例を挙げるすることができます。このような写真乾板のデジタル処理は、先に述べた高精度写真乳剤の開発とともに、写真観測の有用性を飛躍的に増大させてきており、今後当分は光学観測の分野に定着するものと思われれます。

* 東京天文台木曾観測所 Sadanori Okamura: PDS Microdensitometer

このように、今や写真乾板の処理も計算機とは切りはなせないものになってきました。当然マイクロデンシトメータもそれに適したものが望まれてきます。すなわち、写真濃度と位置の情報をデジタル量として出力することができ、後の計算機処理のためにその出力を磁気テープのような媒体に記録することができること、広い領域を高速で短時間に測定できること、あらかじめ指定した任意の経路に沿ってスキャンできること、さらに当然のことながら高い測定精度をもつことなどがマイクロデンシトメータに要求される条件となってきたのです。

表題の PDS マイクロデンシトメータは、こうした新しい要求に答えるデジタルマイクロデンシトメータで、アメリカのパークン・エルマー社の製品です。もともとは、このマイクロデンシトメータは Photometric Data Systems 社が製作していました。この会社は後にパークン・エルマー社に吸収合併されましたが、PDS という名前だけは今日でも生き残っているのです。

PDS マイクロデンシトメータの標準モデルは、モデル 1010A と呼ばれるものです。1010 の記号は、スキャン可能領域が 10 インチ×10 インチであることを示すものです（乾板を載せる載物台はこれより広い）。このモデルは、ミニコンピュータによる制御方式をとり、プログラム次第でどのような方式のスキャンも可能になっています。スキャン速度は最高 50 mm/秒、位置精度は ±1 ミクロン、濃度 0~4D までを 0.005D (10 ビット) の分解能で測定できる高性能機です。この他にもスキャン可能領域では、14 インチ×14 インチ、20 インチ×20 インチのタイプなどがあり、200 mm/秒 という超高速スキャンのできる大理石基盤をもったタイプもあります。モデル 1010A は現在世界中に広く普及しているもので、各地で様々な性能テストが行われています。こうしたテストを通じて若干の問題点は指摘されているものの、全体としては極めて優れた測定機であるとの評価が既に確立しています。

また、PDS マイクロデンシトメータにはオプションとしてプレイバック機構がつけられるのも、従来のマイクロデンシトメータには見られなかった特徴です。これは画像処理システムで言う画像出力（再生）装置に相当するもので、計算機に入力されたデジタルデータをアナログの写真に焼き付けるものです。前述したような種々の計算機処理を施した結果を写真にしたり、電波や赤外線など目に見えぬ電磁波による天体の像を可視化したり様々の応用が考えられます。

このたび東京天文台に PDS マイクロデンシトメータ、モデル 1010MS が導入されることになりました。このモデルは構造的には 1010A と同じものですが、制御用ミニコンピュータを必要としない最新型です。マイクロデンシトメータに内蔵されているマイクロコンピュータに、標準的なスキャンや機能診断用のプログラムが組み込まれているため、磁気テープ装置と制御用端末をつけるだけで完全なシステムとして機能します。この最新鋭の写真乾板測定機システムの導入により、銀河などの二次元表面測光はもとより、分光測光においても測定能率が飛躍的に向上し、各種研究の進展に大きく貢献するものと各方面からの期待が寄せられています。

また PDS マイクロデンシトメータとほぼ同様の性能を有する、英国ジョイス・レーブル社製のマイクロデンシトメータが東北大学、京都大学、福岡教育大学に設置あるいは設置が予定されており、我国の写真乾板測定機システムも新しい時代に入ってゆこうとしています。

我国においても、これまでに数多くの優れたマイクロデンシトメータが製作されてきています。いくつもの世界的なレベルの研究がこれらの国産のマイクロデンシトメータを用いてなされてきたことは周知の通りです。しかしながら、ごく少数の例を除いては、計算機処理をめぐしたマイクロデンシトメータの製作という点では、外国に若干立ち遅れたということも事実です。これには、我国におけるマイクロデンシトメータの利用が主として一次元データを扱う分光測光であり、アナログ的処理でほとんどの研究がなされてきたという歴史的背景があるものと思われます。しかし、今日の我国の技術水準から見ると、PDS を凌ぐようなマイクロデンシトメータの製作が不可能であるとは思われません。将来こうした国産の高性能マイクロデンシトメータが天文学の分野で活躍する日が望まれます。

最後に参考資料として、PDS マイクロデンシトメータを天文学の研究に利用している主な研究機関を表に掲げました。また PDS 1010A の性能テストに関しては、家正則氏の記事、「PDS マイクロデンシトメータ」（「天体観測用受光器」・「画像処理」研究会集録、1980年8月）に詳しく述べられています。岐阜大学の若松謙一氏には、ラス・カンパナス天文台の 2.5m 望遠鏡で同氏が撮影された貴重な乾板を見せて戴きました。

LASL LOANER/HERZBERG INST., Victoria,
Canada.
KITT PEAK NATIONAL OBSERVATORY,
Tucson AZ, USA.
JET PROPULSION LABORATORY, Pasadena CA,

USA.
 UNIVERSITY OF TEXAS, Austin TX, USA.
 NATIONAL CENTER FOR ATMOSPHERIC
 RESEARCH, Boulder CO., USA.
 DAVID DUNLAP OBSERVATORY, UNIVERSITY
 OF TORONTO, Toronto, Canada.
 LOWELL OBSERVATORY, Flagstaff AZ, USA.
 UNIVERSITY OF CALIFORNIA-BERKELEY,
 Berkeley CA, USA.
 NASA GODDARD, Greenbelt MD, USA.
 UNIVERSITY OF HAWAII, Honolulu HI, USA.
 U.S. NAVAL OBSERVATORY, Perrine FL, USA.
 YALE OBSERVATORY, New Haven CT, USA.
 LEOPOLD-FIGL OBSERVATORY, Wien, Austria.
 DELHOMME NICE OBSERVATORY, Nice, France.
 DELHOMME MARSEILLE OBSERVATORY,
 Marseille, France.
 OBS. NACIONAL BRAZIL, Rio de Janeiro, Brazil.
 BONN UNIVERSITY, Bonn, West Germany.

GREENWICH OBSERVATORY, Sussex, England.
 CAPODIMONTE OBS. NAPLES, Naples, Italy.
 ANGLO-AUSTRALIAN TELESCOPE BOARD,
 Epping, Australia.
 GULBENKIAN BYURAKAN OBSERVATORY,
 Armenia, USSR.
 LUNDS UNIVERSITET, Lund, Sweden.
 KIEL UNIVERSITY, Kiel, West Germany.
 MAX PLANCK INSTITUT, Heidelberg, West
 Germany.
 MT. STROMLO OBSERVATORY, Mount Stromlo,
 Australia.
 INAOE, Puebla, Pue., Mexico.
 EUROPEAN SOUTHERN OBSERVATORY,
 Garching, West Germany.
 DOMINION ASTROPHYSICAL OBSERVATORY/
 HERZBERG INST., Victoria, Canada.
 (TOKYO ASTRONOMICAL OBSERVATORY,
 Tokyo, Japan.)

日本学術会議第80回総会報告

日本学術会議第80回総会は、昭和55年10月22日9時40分から同講堂において開催された。今総会には、20件を超える提案事項があり、できるだけ審議に時間をあてるため、諸報告は文書だけによることとし、口頭報告は、特に追認・承認を必要とする事項に限って行われた。続いて第6部、食糧需給問題特別委員会、栄養・食糧科学研究連絡会から提案された「食糧自給力の向上について」の勧告案が審議された。しかし多数の会員から、このままでは賛成できないという発言があり、提案者により大幅に修正されたが、なおも多くの会員からの反対があったため、さらに修正を行い、翌日審議することとされた。続いて発展途上国学術協力問題特別委員会提案の「発展途上国からの留学生を対象とする情報センターの設置について」(勧告)が採択された。午後は、最初に国公立研究機関問題特別委員会から、第9期以来の本会議における検討をとりまとめて提案された「国・公立試験研究機関の運営の改善について」(勧告)が採択された。続いて、第7部・癌研究連絡委員会老化分科会提案の「国立老化・老年病センター(仮称)の設立について」(勧告)および第7部と学術情報生産・流通問題特別委員会提案の「医学情報センター(仮称)の設立について」(勧告)が採択され、16時45分1日目の議事を終了した。

2日目の23日は10時開会、第5部提案の「日本工学技術機構(仮称)の設立について」の勧告案について審議が行われた。この提案は、総会前日の21日、特に連合部会が開かれ前もって説明がなされていたものである。しかし、多くの疑問や懸念が述べられたので提案者によ

り修正され、24日に改めて審議することとされた。次に、第7部提案の「医学教育会議(仮称)の設置について」の勧告案について審議が行われたが、この会議の法律上の性格が問題にされ、この点を修正のうえさらに翌日審議することとされた。続いて、第4部、地質学研究連絡委員会、地球化学・宇宙化学研究連絡会、南極研究連絡委員会提案の「隕石科学及び隕石による宇宙科学研究の振興について」(勧告)、学術体制委員会提案の「研究者養成の振興策について」(要望)、科学史・科学基礎論研究連絡委員会提案の「生産に関連する科学・技術資料の保存・管理・利用について」(要望)、研究費委員会提案の「大学における経常的研究費の増額について」(要望)、国際学術交流委員会提案の「日本学術会議の国際学術交流に必要な予算の増額について」(要望)がそれぞれ審議の上採択された。続いて、前日に提案された「食糧自給力の向上について」勧告の修正案が審議されたが、なお反対意見が多く、投票による採決の結果賛成少数で可決されるに至らなかった。続いて海洋学研究連絡委員会、水産学研究連絡会提案の「海洋科学調査について」の要望案はなお検討の必要ありとして、提案者により取り下げられた。2日目は18時に終了した。

3日目の24日は、最初に会長から前日の「食糧自給力の向上について」の提案は、総会で可決されなかったが、本会議はこの問題の重要性を否定するものでないの食糧需給問題特別委員会の名でこれまでにとまどめた見解や資料を外部に発表することを了承されたい旨が述べられ、承認された。続いて第7部、実験動物研究連絡委