



## Do-It-Yourself Spirit of American Astronomers

武田 光夫

電気通信大学 〒182 調布市調布ヶ丘 1-5-1

ちかごろ郊外の道路ぞいにペンキや電動工具などの日曜大工用品を売る do-it-yourself shop と称する店がふえてきた。けっこう繁昌しているらしいところをみると do it yourself は日本でもかなり定着したようで、週刊誌のグラビアにサラリーマン亭主の自作の家が載ったりするのを見ると、この分野でも日本はついに本場の米国を追い越したのかという気さえしてくる。ところが、今回1カ月の短い期間ではあったが米国の天文学者たちを訪ねる機会にめぐまれ、彼らの仕事の一端を直接みて、やはり米国は do it yourself 精神の本場だとの感を強くした。彼らは直径 15 m クラスの超大型望遠鏡さえ「自作」しようとしているのである。天文学を本職とする人達が一方で非常に高いレベルの実践的な光学技術を持ち、大型望遠鏡や分光器などの光学設計を行なったり、大型鏡を実際に製作しているということは筆者にとって一つの驚きであった。この種の驚きは筆者自身の認識不足からくることは十分に認めるが、こうした米国の天文学者たちの存在については日本の「プロ」の光学技術者の間でまだまだ知られていないのではないかという気がする。そこで、ここでは筆者が会った2人の do-it-yourself fan の天文学者について主観的な印象をもとに紹介してみたい。

まず最初に紹介するのは UCLA (California 大学 Los Angeles 校) 天文学科の Prof. Harland W. Epps で光学設計を「専門」とする。「専門」と書いたのは彼の名刺には Professor of Astronomy という肩書きに平行して Consultant in Optical Design と刷り込んであるからで、光学設計に対する彼の姿勢と息込みを十分に感じることができる。筆者の訪米のおもな目的は東京天文台と Arizona 大学の Steward 天文台とが共通の関心をもつ three-mirror telescope の光学設計を Prof. Epps といっしょに行なうことと、それにより米国の NTT (New Technology Telescope) 計画の一部を体験してくることにあった。この背後の事情については光学第12巻第1号(1983年2月)の河野嗣男氏の報告が詳しい。

ところで、望遠鏡の光学設計というと、読者のなかには昔の教科書にあるダブレットのアクロマート設計法のようなものがまず頭に浮かび、わざわざ米国まで出かけて行ってやるような研究テーマがまだあるのかとの疑問をもたれるむきもあるかもしれない。今回われわれが研究の対象としたのは3枚の非球面鏡からなる望遠鏡で、直径 3 m の主鏡の口径比を  $F/2.0$  とし、残りの2枚の鏡を用いて最終像面で  $F/4.0$  になる focal expander 部を構成し、最大画角  $1^\circ$  (直径) の画角全域にわたり回折限界に近い性能を得ようとするものである。望遠鏡といえば F ナンバーが大きく、画角が小さいものという従来の常識は NTT 計画を通じて完全に過去のものになりつつある。

さて、光学設計者として Prof. Epps のユニークな点は永い年月をかけて彼が独力で開発した自動設計の optimization code をもっていることである。この code は UCLA の構内にある IBM の大型コンピュータに納められており、彼の部屋の TV 端末を使っていつでも使用できるようになっている。この code は Grey の直変化法に近い最適化法を用いている。彼が自慢するだけあってなかなかよくできていて、望遠鏡の設計で考えられるほとんどすべての量を最適化の変数や目標に選ぶことができる。たとえば、Schott をはじめ日本の Ohara や Hoya のガラスがすべてデータベースとして収められており、これらのガラスマップをバナナ状の領域で近似し、その中を変数として自由に動きまわられるようになっている。また、光学性能の改善と境界条件処理に対するウェイトのかけ方にもいろいろ工夫がこらされている。ただし、この code はあくまでも彼自身のために作られたものである。したがって、マニュアルの類はまったくなく、入力方法を忘れるとプログラムのソース・リストをのぞき込むといった具合である。そこで、われわれのあみだした方法は彼の TV 端末の前にいっしょにすわってアイデアを出し合い、その結果を彼が入力するという二人三脚的なやり方である。これがたいへん効果的で、ふ厚いマニュアルを読むこともなくただちに仕事

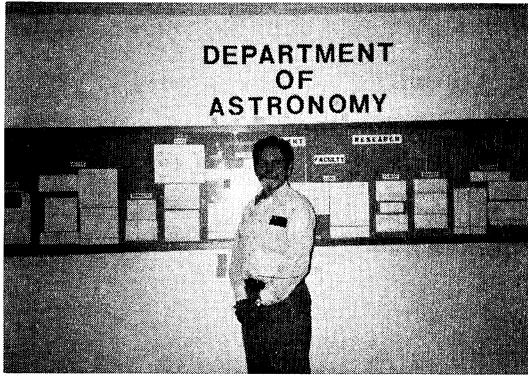


写真 1 Prof. Harland W. Epps, UCLA.

にかかることができた。

設計の初期段階では最適化の目標として3次収差係数を用い、その後光線収差、波面収差と目標を順次移していくというやり方は日本と同じである。設計が進み収差が減ってきてTV画面上に収差量をあらわす0の数字がいっぱいならぶと、“Goose eggs!”と指さして喜ぶわけで、TV画面上の0の数字はProf. Eppsの部屋においてはその一つ一つがまさに金の卵というわけである。普段の日は5ステップくらいの最適化の結果を数十秒で得ることができるが、日によっては学生がたくさん入力するため1分以上も待たされることがある。そんなときProf. Eppsは処理待ちのジョブリストを何度ものぞき込んで“Ah, students are again with us!”と深いため息をつく。そしてついには“Come on computer!”とTV端末を一喝する。と、どういうわけかパッと答が出てきて、待望のガチョウの卵がズラリと並び、やったァノ……というようなうまい話にはなかなかならず、学生の入力の多い日は結局2人で深夜まで頑張ることになる。ところが、学生の方もなかなかツワモノが多く午前零時をまわってもまだ入力してくるのがいる。午前零時がわれら中年の体力の限界とさとり端末のスイッチを落とすわけであるが、それにしても24時間計算機が使えるというのはたいへんうらやましいことである。

面白いことに彼は設計中に収差カーブや光路図はほとんど見ることがなく、もっぱら収差係数とspot diagramを性能判断の基準とし、あとは形状データを直接数値でながめて形状やバックフォーカスなどを確認する。彼のプログラム自体がこのようなやり方に合うようにつくられていて、たとえばspot diagramのmeri方向とsagi方向のr.m.s.の広がり角とにそらえて表示されるので、それから非点収差の大きさを読み、波長ごとの

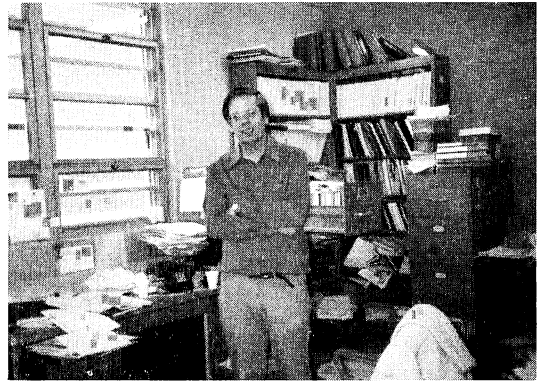


写真 2 Prof. J. R. P. Angel, Steward Observatory, Univ. of Arizona.

spot diagram 径から軸上の色収差を読みとるといった具合で、とにかく必要な情報は確かに得られるようになっている。何をもとに性能を判断するかはいわば好みの問題であろうが、プロッタできちっと描かれた収差カーブや光路図にある種の「美」を感じとるのが日本の設計者だとするならば、数字をながめてその有効桁数のもつ情報の「量」を生かそうとする彼のやり方は大袈裟にいえば一種のculture differenceとでもいえようか。余談だが、この道のベランともなると数字で書かれた光学系の構成データや光線追跡値を睨めばただちに光路図や収差カーブが頭の中に浮かぶという話を聞く。楽譜をながめるだけでオーケストラの大演奏が楽しめるという指揮者の話にも似て音痴の筆者にとっては何ともうらやましい限りである。それにしても、この種の設計のやり方の違いは時によっては重要な問題となるのではなからうか。さる有名な自動設計プログラムが日本に導入された際も、おそらくこの種のやり方の違いからくる問題がいくつか発生しその解決にユーザもサプライヤーもともに努力されたのではないかという気がする。

何はともあれ、Prof. Epps自身と彼のoptimization codeとは実にうまくマッチングがとれていて人馬一体といった感じである。その馬に相乗りして筆者も無事に予定の仕事を終えることができた。別れぎわに、彼の設計技量と彼の自動設計プログラムを、“just like an excellent pilot in the cockpit of a powerful fighter made by himself”とたたえ、笑いながらなかなかうまい例えだと喜んでくれた。

光学設計をやる天文学者がいるからには光学加工をやる天文学者がいても不思議はない。Arizona大学のSteward天文台のProf. J. R. P. AngelはNTTの大型望遠鏡の鏡の重量軽減を目指しハネカム構造の鏡材の

鑄造と切削, 研磨を実際に行なっている. Prof. Epps が一人で設計をしていたのに対し, Prof. Angel はいわばプロジェクトのリーダーで, 同じ Arizona 大学の構内にある国立 Kitt Peak 天文台や Optical Science Center と協力して作業を進めている. 紙面の都合でその内容を紹介することができないが, 鏡材の鑄造から切削, 研磨, 検査と光学技術の広い領域をカバーしており, その作業に天文学者達が実際に関与しているところが興味深い.

以上に筆者の主観にもとづく人物紹介を行なったが,

この種の話は象の尾にさわって象は棒みたいだといった盲人の話に非常に近い. しかし, 象の身体の一部の棒のようなものに触れただけで筆者自身は十分に楽しむことができた. do-it-yourself shop の繁昌とともに, プロの大工や職人の仕事が減ってきていると聞く. 以前は光学の「シロウト」であったはずのエレクトロニクスのエンジニアたちは, いまや光学の全分野で do it yourself をエンジョイしている. 大工や職人たちの話はどうやらひとごとではなさそうである. 日曜大工用具は今日も売られている. (1983年4月15日受理)

## 照明学会の活動

高橋 貞雄

(社)照明学会総務理事 〒100 東京都千代田区有楽町 1-7-1 有楽町電気ビル内

社団法人照明学会(会長:門田正三,東京電力(株)副社長)は大正5年(1916年)の創立で,わが国照明界の進歩発展をになってきた伝統ある学会である.その目的とするところは,照明ならびに熱その他一般放射に関する研究の連絡提携および普及促進を図り,もって學術の発達および技術の向上に寄与することである.(定款より)

現在,会員総数5,081名(58年3月末)で,目的達成のために調査研究,標準の立案,会誌および図書の発行・配布,講演会,討論会,研究会,講習会,見学会等の開催,技術者の養成ならびに指導,功績表彰などを行なっている.

とくに昨年は,創立65周年記念行事の一環として,国際的な学术交流の見地から,照明の世界的権威者Dr. A. M. Marsdenを招き,'82年照明学会ワールドシンポジウムを東京と大阪で開催し,近代社会における照明の諸問題を討議した.この詳細は照学誌58年4月号に掲載されているのでご関心のある方々は,参照していただきたい.また中国照明界との交流のために,社団法人日本照明委員会に協賛して57年10月訪中し,照明技術の知識交流や意見交換,見学など有意義な機会もった.

また,照明界に特筆すべき貢献をしたと認められる研究,発明,技術開発および照明施設・照明効果を顕彰する「日本照明賞」が設定され,本年5月に第1回表彰式開催のはこびになっている.

このワールドシンポジウム(後に国際シンポジウムに改称)と日本照明賞の授与は,今後毎年行なう計画である.

照明学会の継続的な研究活動として,光源システム,放射の応用・関連計測および視覚と視環境に関する三つの委員会が組織されており,研究が行なわれている.

光源システム(委)(委員長:野口透,摂南大学教授)は,ランプ,照明器具,点灯装置ならびにこれらを統合した光源システムの改良,開発のための調査,研究を行なっており,各年度で主要な調査研究事項を定めて取り組んでいる.昨年度は低圧放電の発光現象,HID安定器システム,最近の照明器具の動向などをとりあげ,一部,電気学会と共催して公開研究会を開催した.公開研究会は広く関連分野との連携を保つ意味から開かれた会員制とりいれており,現在,会員数約90名である.

放射の応用・関連計測(委)(委員長:中川晴夫,埼玉大学教授)は,放射の人体・動植物および物体への照射により生じる作用効果,反応に関する計測と応用技術についての調査・研究を扱い,電気学会光応用・視覚技術(委)や赤外線技術研究会と連携をとりながら,昨年度は移動物体の光電計測,赤外放射,測光測色,赤外線応用について公開研究会を開催し,成果を上げつつある.

視覚と視環境(委)(委員長:池田光男,東京工業大学教授)は交通の視環境問題や国際的要望に対応して,比視感度 $V(\lambda)$ の見直し,とくに薄明視の比視感度をとりあげた.58年度は委員会を改組し,基礎から応用まで