

追 悼



故 松居吉哉先生
(2008年2月8日ご逝去)

日本の天文学者が使える大きい望遠鏡を作ろうという計画が始まったのは、1980年代のなかばだった。東京天文台の光にかかわりの深い天文学者が中心になって準備を始めたが、当然光学設計も仕事のうちに入っていた。

ところが、天文学者は光学器械を使うけれども作ったことがない。途方に暮れていたときに東京天文台の守山史生さんの口利きでキャノンに光学設計のことを教えてもらいに行くことになった。日本の望遠鏡を作るのだから日本が世界に誇る光学会社に助けを乞おうというわけである。私が松居先生とお会いしたのは小平桂一・山下泰正・成相恭二の3人がキャノンの荒哲也さんを訪ねていったときに打ち合わせに出でいらっしやっただのが初めてである。それから20年余「すばる望遠鏡」のことでいろいろと教えていただき、またお世話になった。

2月にお亡くなりになられたときに通夜に参列させてもらい、またその後数人で思い出話を語り合ったが、望遠鏡を通じて感じていた私の持つイメージと日本の光学関係者が持つイメージとがまったく重なり合っているのを知り、その偉大さと飾らない人柄に感銘を受けた。

イメージが同じであるとはいうものの、私たち天文学者が「すばる」に関連した松居先生の思い出を語るのをお許しいただきたい。

荒さんのところにお邪魔したとき、私は松居先生が光学設計界で「神様」と呼ばれるような存在であることはまったく知らなかった。だから、その前の数週間をかけて行った「主焦点3レンズ補正系」の計算結果を持って行って得々と説明したのである。山下が三次収差論を使って3枚薄レンズ補正系の解析解を求め、成相がPC9800のBASIC

松居吉哉先生の思い出

成 相 恭 二

(国文天文台名誉教授)

で書いたプログラムを走らせて何枚ものスポット図を描かせたものだった。荒さんが退席された後、松居先生は私たちの説明をゆっくりと聞き、それから設計の自動計算方法は減衰最小二乗法(DLS法)を使うとよいことを教えてくださいました。また先生の御著「レンズ設計法」も下さった。Federによるskew rayの追跡公式もこのとき教わったように記憶している。

今から考えると、あの程度の計算の説明を「神様」の前でよくやったのだと恥ずかしくなる。なにしろ200行程度の自作のプログラムに入っていたのは、反射の法則とスネルの法則だけだったのだ。薄レンズ解では格好がつかないとレンズに厚みをつけようとするのだが、一度に20mmも厚くしようものなら解がとんでもないところに飛んでしまうのだった。山下の解析解のほうがまだ程度は良かったが、四次方程式を解いて出てくる対になる解のスポット図を見ると、片方が良いのに他方は悪い。なぜかわからない、という具合だった。これは望遠鏡のF値が2と明るいために5次以上の収差があるためだと教わった。松居先生の教え方はある程度聞いてからポイントになるところを教え、後は自分で考えさせる、というやり方だったように感じる。通夜の席で聞いた話では、キャノンや光学の研修会でも同じようだったようである。皆が真の教育者と心服するゆえんである。

天文台に帰ってから自作のプログラムに三次収差係数やDLS法を組み込んだので、レンズ3枚の補正系を以前より楽に計算できるようになった。またプログラミング言語もTurbo-PASCALに変え、プログラムにはoptikと命名した。2000行ほどのプログラムになっていたかと思う。こ

うして天文台で optik を開発しながら使って計算をする一方で、時々下丸子のキヤノン本社にお邪魔してキヤノンのプログラムも使わせていただいた。プログラムに誤りがないかをチェックするほかに、専門家が使う光学設計プログラムを見たい、という気もあった。松居先生は作業の様子を見ていて、時折コメントを下さっていた。このころの指導があるので、私は松居先生の弟子であると思っている。あるころから私たちの主焦点カメラ設計が「物になりそうだ」と判断されたのではないだろうか、光学設計部門の武士邦雄さんが私のキヤノンでの作業に付き合うようにしてくださった。optik はその後ワークステーションの上で C 言語に書き直し、レンズ設計法にある五次収差も組み込んで 4000 行ほどになった。

JNLT を将来使おうという日本の天文学者たちは、広い波長域で広い天域を撮影できるような補正系が欲しいと言う。設計をする側としては、波長域が狭ければ楽だし撮影天域も小さければ何の苦労もないのにといいながら、要望を満たすためにいろいろなことをやった。大きい非球面を使うとか、大きい低分散ガラスのレンズを使うとか、光学エンジニアの常識を持っている人ならやらないようなことである。焦点距離が 15 m と長い上に F/2 と明るいために、小さい光学系ではあまり問題にならない球面収差の色収差を押しえ込むための苦肉の策だった。非球面も低分散ガラスも最終的には武士さんの設計になってから形を変えて生かされたが、当時は松居先生も武士さんも肝を冷やしながらのお付き合いだったのではないだろうか。

望遠鏡プロジェクトは Japan National Large Telescope という舌を噛みそうになる名前になったが、略して JNLT と呼んでいた。この JNLT 計画では天文台内外の人が自由に参加して計画に肉付けをする研究会を定期的に行っていたが、松居先生もその研究会に出てくださいようになった。偏心による収差の講演をされたのを覚えている。レンズの軸にズレがあると画面全体にコマが出るとか、レンズの軸に傾きがあるとアスが磁力線みたいな形が出る、といったような内容であったと思う。後に「J.N.L.T (すばる) の偏心許容量検討への収差論の応用」(SPIE, 1990 年 8 月) という形で発表されている。偏心の影響は、日本のカメラ産業がレンズの量産をする際の製作誤差の上限を決めるにあたって重要な課題だったそうだが、口径 8.2 m という世界最大の口径を持つ反射望遠デジタルカメラの心臓部である主焦点補正系に応用されたのは、松居先生にとっても面白い課題だったのであろうと想像する。

主焦点カメラは、最初は 3 枚玉だったが、像面の直前に

フィルター相当の平行平板を入れたり、直視プリズム 2 枚を逆方向に回転させて、天体の光が大気を斜めに通ってくる際に虹色に分かれる大気差を補正したりしていた。後者はリック天文台の Epps がケック望遠鏡のための主焦点補正系に採用していたものである (この補正系は予算節約のために実現していない)。天文台での何回目かの JNLT 研究会で武士さんが「こういう設計はどうでしょうか」と持ってこられたのが、アッペ数の異なるガラスを境界面を球面にして貼り合わせたシフト式大気差補正系だった。これを採用することによって全体を小型化しながら性能も良くした現在の主焦点補正系が製作されている。

設計が一段落して予算が通るのを待つばかりになったころに、松居先生に「レンズ設計法」か「収差論」のどちらかを英語に翻訳して出版されることをお勧めした。日本語を読める人たちだけのものとしておくのはもったいないと思ったからである。先生は結局「収差論」を元にして必要なら加筆することになった。英訳は私が担当し、私の友人であるペンシルベニア大学のコッホ教授に英文をチェックしていただいた。もちろん松居先生が最終的に目を通しておられる。1993 年にシンガポールの World Scientific という出版社から“Fundamentals of Practical Aberration Theory”として出版されている。私は翻訳者としておいてほしい、とお願いしたのだが、共著者として入れる、と先生に押し切られてしまった。内容の全部を理解しているわけではないので面映い限りである。

三菱電機がメインコントラクターとして製作した望遠鏡は、最初口径が 7.5 m だったものが 8 m, 8.2 m と変更され、名前も JNLT から SUBARU と変わった。主焦点補正系は Suprime-Cam (SUBARU Primary-focus Camera の略) と呼ばれている。すばると同時期に 8~10 m クラスの望遠鏡がほかに 8 台も動き始めることになったが、この中で広い視野が映せる主焦点カメラを備えているのはすばるだけである。そして若い日本の天文学者たちは Suprime-Cam を使って宇宙の果てに迫る画像を次々に私たちにを見せてくれている。例えば 121.6 nm のライマン α 線が宇宙の膨張によって 800 nm とか 900 nm にまで赤方変位を受けた光を、赤外領域にある大気の窓を通る光だけを選び出すフィルターを使って撮影する、などという、最初の設計者である私が考えもしなかった技術を使って、他の追従を許さない成果を挙げている。松居先生をはじめとする Suprime-Cam に関わったキヤノン技術陣、望遠鏡本体を作った三菱電機、ドームを作った大成建設の技術陣の努力も立派に報われていると言ってよいだろう。