

OR 40 年 (13)

日本 OR 学会会長
中央大学 教授 今野 浩

13. 大域的最適化

1988 年に東京で開催された国際数理計画法シンポジウムで、私は様々な雑用に追われたため、ほとんど研究発表を聞いている余裕はなかった。1,000 件近い研究発表のうちで、まともに話を聞いたのは 10 件もなかったはずである。

記憶に残っているのは、シベリアの怪人 I. Dikin の意味不明な英語、これまた北の国ウォータールー大学の奇人 J. Edmonds の奇怪な発表、そして AT & T ベル研究所の怪物 N. Karmarkar の中身の薄い講演くらいのものである。それとても、話を聞くというよりは見物に行ったのである。

ハノイの数学研究所に勤める若い数学者、P. T. Thach 博士の講演を聞きに行ったのは全くの偶然である。ベトナムの巨人ホアン・トイ教授の弟子だという事実には、私の脳のレジスタが反応したせいかもしれない。会場に入るともう講演は始まっていた。そして私は黒板に書かれた一つの式を見て、あのモンスターを退治するヒントを得たのである。

私は双線形計画問題という巨大なクジラを、そのままの形で食べようとしていた。17 年かけても、このクジラを料理する方法は見つからなかった。しかし私はタック氏のスライドを見た瞬間、双線形計画法の一種である線形乗法計画問題（二つの 1 次式の積を 1 次式制約の下で最小化する問題）が、パラメトリック単体法で解けることに気づいたのである。

それはあまりにも簡単なアイデアだった。17 年間私を苦しめた問題をたとえていえば、「いつも霧で覆われている未知の大陸の最高地点に登って、1 時間以内にその証拠を持返る」という問題である。もちろん、地図もレーダもない、まわりの様子を見渡しながら頂上に到着しても、雲の彼方にもっと高い峰があるかもしれない。

ところがこの大陸には一本の鎖が埋まっていて、これをたどってゆけば、素速く最高点に到着できるのである。このことに気づいた瞬間、私は息が止まるころだった。こんな単純なアイデアであれば、誰かがすでに気がついたとしてもおかしくないから、一刻も早く発表しなくてはならない。（あとでよく調べてみたところ、60 年代半ばに F. Forgo や K. Swarup が似たようなことをやっていた）。

そこで直ちに論文書きに取りかかるとともに、東工大社会工学科の助手をしていた久野誉人氏と協力して、この方法の拡張に取組んだ。2 週間で完成させた論文を *Mathematical Programming* 誌に投稿したのは、この年の 10 月のことである。

その後間もなく、一般化線形乗法計画問題や、二つの分数関数の和や積を最小化する問題に対するパラメトリック単体法や、分枝限定法のアイデアが沸き出してきた。こうして私は久野氏のほかに、松下知己氏や矢島安敏氏らの協力の下で論文の量産体制に入った。89 年からの 3 年間で、われわれはこの分野で 13 編の論文を書いた。このプロセスで、食べられるクジラのサイズは次第に大きくなっていった。

その後もわれわれは、約 30 編の論文を発表した。そして 96 年にはかなり大きなクジラを料理する方法を見つけ出した。この問題に取組んでから 25 年目のことである。この方法でも歯が立たない白鯨が、悠々と海の中を泳いでいることは分かっていた。しかし私は、もうこれ以上深追いしないことにした。もはや時間も体力も残されていないし、とにもかくにも十分たくさんのクジラを食べて満足したからである。

2002 年 8 月、私は 1 人の青年がモービー・ディックを捕獲したことを知った。マールブルク大学の M. Porembski が、どのような巨鯨でも料理できる方法を発表したのである。この青年(?)が、かねてよりトイのカットを改良する研究を行っていることは知っ

ていたが、恐らくは徒労になるだろうと考えていた。

ところがこの青年が、2年後にとうとうやったのである。そのアイディアは、予想に反してとても単純なものだった。“押しでも駄目なら引いてみよ”，とでも言えばいいだろうか。私は扉を押し続けたが、引けば良かったのだ。20年前であれば、私は嫉妬のあまり気が狂っていたかもしれない。しかしこのとき私は、素直にこの青年の快挙を祝福することができたのである（恐らくは、年をとったためだろう）。

88年のシンポジウムのもう一つの遺産は、Journal of Global Optimizationの創刊である。いまでは「大域的最適化」は数理計画法の重要な一分野として認知されるようになったが、80年代半ばまでは完全な継子扱いだった。あちこちに局小点が存在する非凸型問題の“大域的”最適解を求める問題は、長い間まともな研究者が手を出すべきではないと考えられていたのである。

実際、1985年に出た「Handbook in OR/MS」の第1巻「最適化」の中のRinnooy-KanとTimmerのサーベイを読むと、この分野がいかに“面白くない”かがよく分かる。しかしそのような状況の中でも、非凸型最適化問題の大域的最適解を求めるための厳密解法を研究していた人はいたのである。そしてそのチャンピオンが、ベトナムのホアン・トイ教授である。

シンポジウムの合間に、この人とR.ホルスト教授らを中心に新ジャーナルの構想が検討され、ホルスト教授が編集長を引受けることで協議がまとまった。そして90年から刊行されたジャーナルには、私も編集委員に加えていただくことになった。この第1巻第1号を飾ったのが、松井氏らとまとめた論文である。

このようなチャンスが巡ってきたのは、74年に発表した「書かない方がよい論文」と、「廃坑の中から取り出して作った2編の論文」を、トイ先生が評価してくれたからである。

一流誌の編集委員に指名されるのは大変名誉なことである。しかしより重要なことは、この仕事を引受けると、最新の研究成果を世界で一番早く知ることができるという点である。もちろんドンピシャリの論文に出会うことは滅多にないが、私は約10種類の専門誌の編集委員を15年間にわたって務める過程で、三つのドンピシャ論文に出会っている（この結果、約10編の論文が仕上がった）。

私の幸運は、タック氏によってもたらされた。これに感謝した私は、この人を東工大の助手に迎えること

にした。この結果、私はタック氏の義理の父にあたるトイ教授とより深くおつきあいすることになった。ベトナム戦争の間、ジャングルに逃げ、月明かりの中で研究を続けたこの人は、無駄にした20年を取り戻そうとしてか、すべての時間を研究に費やしていた。

1992年にプリンストン大学で開催されたシンポジウムで、私はトイ教授から新しい本を書く話を持ちかけられた。この人はその前年に、ホルスト教授と共著で画期的な教科書「Global Optimization: Deterministic Approaches」を出している。Springerから出た500ページを越えるこの本は、後にこの分野のバイブルと呼ばれることになるのであるが、トイ教授はこの本を出したばかりだということに、もう1冊別の本を出そうというのである。

前の本が一般的な問題を解く一般的な方法を扱ったのに対して、この分野の普及に当たっては、特別な問題を解くための効率的な方法を扱った本が必要だという。確かに、私が発表した論文はすべてこのタイプのテーマを扱ったものである。しかし当時は、1冊の本にまとめるほどの材料は持ち合わせていなかった。

当然私は断った。“5年くらいかけてじっくりやれば、いい本ができるはずだ”という言葉に心を動かされたが、とてもこんな大役が務まるはずはないし、既にこの頃私はトイ教授に関する悪い噂を耳にしていたからである。

“あの人は自分に厳しいだけあって、他人にも厳しい。それが証拠に、一緒に本を書いたホルスト教授は、記述の間違いについてトイ教授にやりこめられてノイローゼになってしまった。”これは業界事情に詳しいフロリダ大学のP.パルダロス教授の言葉である。

こんな仕事を引き受けたらとんでもないことになると思ったが、薄暗いコーヒールームで執拗に迫るトイ教授の迫力に、私は結局イエスと言わされてしまった。あるいは、これでライフワークが書ける、そして一挙に有名になれるという野心がこの言葉になったのかもしれない。

このあと5年にわたって、私は毎年1ヶ月から2ヶ月にわたってトイ教授を東工大にお招きして共同作業を進めた。1928年生まれの教授は、いまの私と同じ年頃だったが、研究活動はいささかの衰えを見せないばかりか、60歳代に入ってから一層加速されていったような気がする。

週に2回の研究打合わせは、私にとっては大変な負担だった。ベトナムはもともと数学に関しては実績の

ある国である。理数系の才能のある若者は、小学校時代から特別な学校で英才教育を受ける。そしてその中の最も優秀な学生はロシアやフランスに留学し、一層その才能を磨くのである。

トイ青年は、当然のごとくモスクワ大学に留学し、ここで1960年に学位を取り、64年に画期的な論文を書いた。そしてベトナム戦争後はハノイに国立数学研究所を設立し、10年以上にわたってその所長を務めた。ベトナム数学会長まで務めたトイ教授は、いわばベトナム数学界のチャンピオンである。

実際同教授は、数学者としては初めて、1995年にベトナム文化勲章を受章している。日本でいえば、フィールズ賞を貰った数学界のドン、小平邦彦教授や広中平祐教授にも匹敵する存在である。数学に強くない男がこんなスゴイ人と一緒に本を書くというのは、今思えば狂気の沙汰としかいいようがない。

私はこのプレッシャーで、毎日12時間以上を研究に割いた。この頃は人文・社会群という組織で時間的に余裕のある暮らしをしていたし、周囲に久野誉人をはじめとする優秀な同僚たちがいてくれたのは幸いだった。私はこの人たちとの協力の下で毎年3編から4編の新しい論文を書き、それをもとに本をまとめていった。

2年目の半ばから、タック氏を共著者として招き入れたのは正解だった。この人が参加してくれたおかげで、トイ教授の私に対する圧力が半減したからである。

この本は、はじめから数えて5年半後に、「Optimization on Low Rank Nonconvex Structures」というタイトルでKluwer社から出版された。しかし出版社が280ドル（日本で買うと4万円）という定価をつけたため、結局800部しか売れなかった。私が書いた本の中で、最も時間をかけたにもかかわらず最も売れなかったのはこの本である。

努力のわりには報われない仕事だったが、これで身体も壊さず精神に異常も来さなかった私に対して、バルダロス教授は、“トイ教授とまともにつきあって頭がおかしくならなかった珍しい男”という讃辞を贈っ

てくれた。

本音を言えば、こういう人とはたまにつきあうのが正解である。例えば久野誉人氏は、親しみを込めてトイ教授を、“南の国からやってくるサンタクロース”と呼んでいるが、これは年に1回やってくるトイ教授のセミナーに参加して、新しいアイデアを聞かせてもらっているだけだから言えることである。

ともかくこのスーパースターは、いつ何ときでも、まただれに対しても研究の話しかしないのである。研究中毒のバルダロス教授ですら、“トイ教授と3日まともにつきあったら死ぬ”，と知っているくらいである。

70歳を越えても、研究意欲と闘争心に衰えを見せないトイ教授を見ていると、私にもエネルギーが沸いてくるが、やはりこれは天才だから許されることなのだろう。われわれのレベルの研究者がこの人をまねすると、何が起こるだろうか。恐らくは、「ライン川の中州に取り残された古城」のような研究を発表して、若い人たちから「発表しない方がよい研究」と言われるのがおちではなかろうか。

それでも私は今も「研究」を続けている。たとえ「書かない方がよい」論文でも、どこかの誰かが評価してくれるかもしれないからである。

既に述べたとおり、1988年以前の大域的最適化はまともな研究領域とはみなされていなかった。一流の研究者は、こんな研究をやってもろくな成果を出せるはずがない、と考えていたためである。しかし最近は、かなり多くの、しかも一流の研究者が参戦し、この分野は大繁昌している。計算機が速くなったため、凸計画問題であれば、かなり大規模な問題が解けるようになり、人々の関心がより難しい非凸型問題に移ってきたのと、かつては役に立たないと思われていた方法が息を吹き返したためである。

わずかばかりであっても、この分野の発展に貢献できたのは、研究者として誠に幸運なことだったと考えている次第である。