

中尾充宏会員の平成 26 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞受賞（研究部門）に寄せて

九州大学情報基盤研究開発センター
渡部 善隆

日本数学会の中尾充宏（なかおみつひろ）会員（九州大学名誉教授，佐世保工業高等専門学校学校長）が，平成 26 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰において科学技術賞（研究部門）を受賞されました。お慶び申し上げます。

まず，初見復唱が難しいと思われるこの賞の説明をします。文部科学省の報道発表によれば，「文部科学省では，科学技術に関する研究開発，理解増進等において顕著な成果を収めた者について，その功績を讃えることにより，科学技術に携わる者の意欲の向上を図り，もって我が国の科学技術水準の向上に寄与することを目的とする科学技術分野の文部科学大臣表彰を定めており」，これが《科学技術分野の文部科学大臣表彰》です。今年度の表彰内容は 4 つに分かれており，《科学技術賞》は「顕著な功績をあげた者を対象」としています。科学技術賞はさらに 5 つの部門に分かれており，《研究部門》は「我が国の科学技術の発展等に寄与する可能性の高い独創的な研究又は開発を行った者」を対象としています。なお，賞の推薦方法や審査過程については，文部科学省のホームページをご覧ください。

中尾氏の受賞業績名は，「偏微分方程式の解に対する精度保証付き数値計算法の研究」です。なお，中尾氏は，「精度保証付き数値計算の研究及びその偏微分方程式への応用」により，日本数学会 2012 年度秋季賞を受賞されています。ふたつの業績題目に共通する「精度保証付き数値計算」とは，与えられた数学上の問題に対し，その解の存在範囲もしくは一意存在の範囲を，計算機を用いて数学的な意味で厳密に特定する算法のことです。したがって，数値計算の品質を保証する「究極の検算」という側面を持ちます。一方で，精度保証付き数値計算を，解の存在そのものが数学的に示されていない問題に対して適用すると，数値的に得られた近似解の厳密な誤差限界が得られるだけでなく，真の解の存在もしくは一意性が証明されることとなります。その意味で，精度保証付き計算は「計算機援用証明」の一種とみなすこともできます。

偏微分方程式に限らず，連立線形・非線形方程式や常微分方程式，積分方程式な

ど、多くの方程式の解をとらえるためには、不動点形式

$$u = F(u) \tag{1}$$

を利用するのが常套手段です。そして、 F の不動点 u の存在を保証するためのもっとも大切な条件は、ある集合 U における包含関係（縮小関係）

$$F(U) \subset U \tag{2}$$

の確認です。中尾氏は、適切な有限次元空間への射影 P_h を導入することによって、包含関係 (2) をふたつの条件

$$P_h F(U) \subset P_h U \tag{3}$$

$$(I - P_h)F(U) \subset (I - P_h)U \tag{4}$$

に分解することを思いつかれました。 I は恒等写像です。そして、それぞれの包含関係の確認は、

- 式 (3) は、射影により有限次元の問題に帰着されているため、有限操作しかできない計算機を使ったとしても、頑張ればなんとかなる！
- 式 (4) は、射影の誤差になっているので、「すじがいい」誤差評価を頑張っ得ることができれば、なんとかなる！

という、「頑張れば、なんとかなる」の気構えで挑みます。具体的にどのように挑むかを説明すると、たくさんの数式が登場することになりますので、ここでは割愛します。ご興味のある方は、中尾氏が秋季賞を受賞された際に『数学』に掲載された山本野人氏による業績の概観紹介 [1] と、中尾氏ご本人による理論的な側面の論説 [2] をご一読いただければ幸いです。

以下は、数学通信編集部からの「ちょっとくだけた感じで書いてほしい」という依頼にお応えして、文献 [1, 2] で述べられている以外の話を、中尾氏の回顧録的寄稿 [3] をもとに、秋季賞受賞講演や個人的にお聞きした話などで脚色しながら紹介します。[] は筆者のコメントです。

中尾氏の青少年時代は、第二次世界大戦後の高度経済成長時代とともにありました。中学 3 年の春、長崎県の中尾氏の学区内に佐世保工業高等専門学校（佐世保高専）ができました。佐世保高専は国立高等専門学校の第一期校として 1962 年に九

州地区ではじめて設立された高専で、世は「高専ブーム」に沸き返り、地元の新聞でも「大学に匹敵する教育」と、大々的な報道が頻繁にあったそうです。中尾氏は高専に入りたくて、関連記事をすべて切り抜いていました。1963年、2期生として佐世保高専・機械科に見事合格、志願倍率は13倍、同じ中学から20人くらい受けて、合格したのは中尾氏のみでした[すご〜い。さらに、後日、校長先生として戻ってくるなんて、格好いい〜]。

高専の授業が始まると、大学からやってきた物理の先生が「サイン θ は…」と高度な話をされたそうで、かえってそれが中尾氏の数学的な興味を刺激したそうです。受験もなく自由に好きな勉強に打ち込むことができたので、数学を思いっきり勉強しました[多変数関数論の岡潔に憧れたとのことです]。そのうち、次第に数学への愛着が高まり、その断ち難い憧憬の念に駆られて、高専卒業後は九州大学理学部数学科へ一般入試を受けて入学します[以前、「僕は伊勢湾台風(1959年)の被害に衝撃を受けて、気象の道を志したんだ!」と伺ったことがあるのですが、この時期は数学一本のようです]。

ところが、当時の九州大学は学園紛争の真っただ中。まともな授業もない日々が続く、ご親戚が開設したばかりのソフトウェア会社でアルバイトをしていました。そのような経緯もあり、数学科では計算数学講座を選択し、大学院進学後「再帰プログラムスキームについて」により修士号を取得されました[計算数学講座の藤野精一先生(故人)は、離散系と解析系を股に掛けたとても幅広い研究テーマをお持ちでした。研究だけでなく、多くの逸話を残しておられます(ここでは残念ながら省略)]。

修士課程を終えて日本電信電話公社(今のNTT)に6年間在職。ネットワークアーキテクチャの研究・実用化に携わり、後半はネットワークプロトコルの形式記述技法と検証法の研究にも関与されました[「検証法」というキーワードが共通ですね]。その後、助手として大学に戻られ、数学の研究者としての道を歩まれます。大学・高専の研究者としての詳細は文献[4]を参照願います。

先に紹介した、不動点が存在するための大切な条件(3)、(4)の導出と、偏微分方程式の解をつかまえるという、本来無限次元の問題に対し、計算機という有限操作しかできない道具を用いて数学的に厳密な議論を展開するという着想は、ここで紹介した中尾氏の経歴の絶妙なブレンドによって生み出されたものだと思います。

特に、「頑張れば、なんとかなる！」と思うための、本質をつかむ直観力は、「少年時代に数学と心中してもいいと思うほど勉強していたことによる数学の勘 [3]」によるものではないでしょうか。

最後に、精度保証付き数値計算の「醍醐味」を、再度中尾氏の寄稿 [3] から引用して終わろうと思います。縮小条件 (3), (4) を実現するための算法をあれこれ考え（一時は完全に断念したそうです）、工夫しながらプログラムを組み、ついに検証が成功した時の描写です。

このような縮小条件が立証されたときに「Verification has been completed」とメッセージを打ち出すようにプログラムにセットしていたのであるが、それが初めて感熱式プリンタに打ち出されたときの感動を今も忘れない。そのとき筆者は思わず手を打って歓喜の声を上げたことを、今もほうふつとして思い出すのである。

1986 年秋。岡潔の言うところの、「発見の鋭い喜び」 [5] を体感した瞬間でしょうか。

参考文献

- [1] 山本野人, 中尾充宏氏の業績—偏微分方程式の精度保証付き数値計算—, 数学, Vol. 65, No. 2, pp. 200–207, 2013.
- [2] 中尾充宏, 偏微分方程式の解に対する精度保証付き数値計算, 数学, Vol. 65, No. 2, pp. 113–132, 2013.
- [3] 中尾充宏, 偏微分方程式の解に対する数値的存在検証—研究の原点とその展開—, Fundamentals Review, Vol. 2, No. 3, pp. 19–28, 2009.
- [4] <http://www.sasebo.ac.jp/research/system/master/>
- [5] 岡潔集, 第 1 巻, 学術出版会, 2008.