



国境をまたいだ共同研究で 非線形偏微分方程式論の 未解決問題に挑む。

自然科学の他分野と同様に、数学でも国際的な競争と協働が進行中です。教育学部では、代数、幾何、解析の研究者が「三重の力を世界へ」を体現すべく、研究成果を世界に発信してきました。最近では解析学の偏微分方程式論に関する論文が海外の研究者の目に留まり、国際共同研究に発展し、研究成果は「第四回福原賞」※を受賞しました。

微分方程式とは

熱の流れに関するフーリエの法則から熱方程式が導かれたり、ファラデーの法則とアンペールの法則からマクスウェルの電磁方程式が導かれたりするように、多くの微分方程式は現象を規定する物理法則に基づいて導出されます。微分方程式の解を求めて、その性質を詳細に調べることができれば、現象の理解の一助となります。ゆえに、微分方程式を学ぶことは自然科学全般でおおいに役立つことなのです。また、自然科学全般に関係するので、微分方程式に関する研究対象は広範にわたるとも言えます。実際、数学科のみならず理工系の大学生は、熱方程式、波動方程式、ラプラス方程式など基本的かつ重要な偏微分方程式の解法や解の公式を学びます。

伝統的に日本では、気体や流体の運動方程式であるオイラー方程式やナビエ・ストークス方程式の研究と、量子力学の基礎方程式である線形シュレディンガー方程式ならびに流体力学における渦系の運動などの記述に用いられる非線形シュレディンガー方程式の研究が盛んです。一方、手計算で連続と続いてきた、いわば「純粋数学」としての



2012年12月15日、日本数学会函数方程式論分科会にて福原賞を受賞する筆者。



Transactions of the American Mathematical Society 2010年発行362巻に筆者の論文が掲載された。

※福原賞 日本数学会函数方程式論分科会で主に活動する日本数学会員研究者のうち、特に優秀な業績を挙げた新進・中堅の研究者に授与する賞。肥田野准教授は2012年度に受賞。

この記事に関連した情報は右のアドレスでもご覧いただけます。

伝統は継承しつつ、計算機の普及と性能の向上を背景として、世の中さまざまな現象の理解に微分方程式と計算機を組み合わせ活用する、いわば「応用研究」を志向する機関や研究者も増加中のようです。他学部の学生から、「大学院では応用志向の機関で微分方程式を研究したい。どこがよいか」という助言を求められました。

解けるはずの方程式なのに…非線形偏微分方程式の研究

教育学部で研究されてきたのは非線形波動方程式に関する問題です。上述した非線形シュレディンガー方程式の研究とも密接な関連があります。「解を表す公式は存在しないであろうが、解そのものは存在しているはず」。このような問題にしばしば非線形偏微分方程式論では出会います。そのような方程式に対して、解をどのようにして捕まえるか。参考になるのは、整数と四則演算では表せないが、確かに存在している無理数のとらえ方です。無限個の関数がなす集合を考えて、実数全体の集合のように関数と関数の間の距離を上手に定めます。あとは何らかの方法で近似解の列を構成し、その極限として真の解を見つけようとするのです。そのために、既存の不等式を精密化して議論における無駄を排除したり、特別な場合に用いられる不等式を一般的な状況でも成り立つように拡張して使ったりして、他大学の研究者、中国の研究者とともに研究を進めてきました。猪突猛進型、技巧派、緻密肌の3人です。「ここを克服するにはこういう不等式が必要だね」「こういう方法でこんな不等式が得られる」「この議論は甘い。こうすべきだ」と侃侃諤諤、電子メールを使って議論。計算結果は、スキャナーで読み取りPDFファイルにして共有します。中国の研究者とは、会うこともないまま3年間もこの方法で議論を続け、2012年3月の初対面時には、すでに2本の共著論文が専門誌に出版受理されていました。目下、第3、第4の共著論文を鋭意執筆中です。

共同研究は突然に

2007年8月下旬、米国Johns Hopkins大学数学科長から、2週間、あなたを当数学教室に招待したいと書かれた電子メールを受け取りました。当時、Johns Hopkins大学のSogge教授の研究グループと中国Fudan大学のZhou教授の研究グループが非線形波動方程式の初期・境界値問題に関する共同研究を行っていました。三重大で行われた研究成果は2006年に出版されていて、その論文中の方法は彼らの方法では解決できない問題に適用できるのではないかと共同研究に誘い入れてくれたわけです。世界的に名の知れた数学者と一対一の議論を行うことは自信になります。研究者になろうとする若い人たちにもこのような経験をしてほしいと願っています。

どの問題も賞味期限は30年?

ある解析学者が「数学のどんな問題も賞味期限は30年」と語ったと聞きました。その解決に賞金が懸けられるような例外を除けば、どんなに関心が寄せられた問題でも30年も経つと忘れ去られるという意味か、30年もあれば大体は解かれてしまうという意味か。この国際的な共同研究で解決した二つの問題も、その起こりはおよそ30年前でした。広範な研究課題、先達により蓄積された技術、そして彼らが後進に託した数々の未解決問題。個々の問題の賞味期限は30年であるとしても、偏微分方程式論自体の重要性は不変でしょうし、今後も若手・中堅・古株の研究者によって進化と深化を遂げていくことでしょう。教員免許状更新講習やスーパーサイエンスハイスクール事業などで読者のみなさまにお会いする機会もあろうかと存じます。私たち教育学部数学教育専攻から発信される世界的研究に、今後とも期待していただければ幸いです。

▶ <http://researchmap.jp/read0196179/?lang=japanese>