

## 高岡秀夫氏の文部科学大臣表彰若手科学者賞受賞に寄せて

堤誉志雄（京都大学大学院理学研究科）

高岡秀夫氏（神戸大学理）が平成20年度文部科学大臣表彰若手科学者賞を受賞した。受賞題目は、「非線形分散型方程式の弱解に対する大域解析の研究」である。心から祝福するとともに、高岡氏の研究業績を簡単に説明したい。

高岡氏の最大の貢献は、Colliander, Keel, Staffilani, Tao の四氏との共同研究による、I-method の開発であろう（2006年にTao氏がフィールズ賞を受賞したときの受賞理由の一つは、やはりI-methodの開発であった）。高岡氏を含めたこれら5人の若手数学者グループは、最近ではI-teamと言うニックネームで呼ばれ、彼らは皆1990年代後半に博士の学位を取った（ただし正確には、高岡氏が学位を取ったのは、2000年3月である）。これは偶然ではなく、Bourgainのフーリエ制限法に大きな影響を受けて育った世代であると言えるだろう。1993年にBourgainによって提唱されたフーリエ制限法は、フーリエ制限定理の証明方法を非線形項に直接適用するという手法で、従来の非線形波動・分散型方程式研究を大きく進展させた。これにより、時間局所的にはきわめて精密な評価が得られることとなった。したがって、フーリエ制限法以後の問題は、フーリエ制限法のスピリッツを活かしながら、いかに精密な時間大域的評価を得るかということであった。その方向において、大きな進展をもたらしたのがI-methodである。

それでは、Colliander, Keel, Staffilani, 高岡, TaoによるI-methodについて、簡単に説明したい。非線形波動・分散型方程式はエネルギー保存則を持つ、すなわちエネルギー汎関数は時間に依らず一定であることが多く、エネルギー汎関数が意味を持つようなもっとも広い関数空間はエネルギー空間とよばれる（エネルギー空間は、1階導関数が2乗可積分となる関数の空間に相当することが多い）。そこで、エネルギー空間においてまず時間局所解を構成し、その後エネルギー保存則からア・プリオリ評価式を得ることにより、すでに得られている時間局所解を大域的に延長する、と言うのが時間大域解を証明するために通常取られる手順である。ところが、エネルギー空間だけで大域解の存在を考えればよいかということ、必ずしもそうではない。たとえば、時間局所解がエネルギー空間より広い関数空間で存在する場合はどうするのかという問題や、あるいは、非線形発展方程式の解の大域的挙動を調べるためにGibbs測度などの不変測度を考えた場合、Gibbs測度は1/2階導関数が2乗可積分となる関数の空間よりもほんの少しだけ広い関数空間に台を持っているためエネルギー空間では狭すぎる、と言う問題があるからである。このような問題を調べるために、I-methodは開発された。エネルギー保存則が何故成立するかという理由を考えると、方程式が“ある構造”を持ち、その構造により解の特異性に“相殺”が生じるから

であると言う見方ができる。方程式のそのような構造を、エネルギー空間より広い関数空間で解析し、時間大域解の存在証明に成功したのが I-method である。実はこの点についても、Bourgain による先駆的な仕事があったが、その手法は適用できる方程式のクラスが狭く十分ではなかった。I-method が Bourgain の仕事の単純な拡張でないことは、Bourgain 自身が講演で I-method のことを “pretty nice method” であると言っていることから分かる。そして、非線形項の構造をエネルギー空間より広い関数空間で解析できるという特性は、I-method が弱解の時間大域存在証明だけではなく、もっと広く解の大域的挙動の解析に有効であることを示唆している。実際 I-team は、K d V 方程式の解を力学系的な流れと見たときに Gromov の意味での non-squeezing property が成立することを証明したり、非線形散乱理論への応用も行っている。1993 年に Bourgain が提唱したフーリエ制限法は、多くの研究者により様々な非線形波動・分散型方程式に適用され改良されることによって、今では標準的な研究方法となった。I-method が今後どこまで発展するかは、どれだけ多くの研究者により応用されるかにかかっているであろう。その点では、現在は若い人がこの分野に参入するのに絶好の時機であるといえる。

本稿を終える前に、一つだけ高岡氏の大学院生時代の逸話を紹介したい。実は、彼は博士課程の頃、日本学術振興会の特別研究員申請で落とされ続けた。その理由の一つは、彼が投稿した複数の論文はレフェリーからアクセプトを推薦するレポートをもらいながら、チーフエディター側の手違いで正式なアクセプト通知がなかなかもらえず、結果的に業績として書ける論文が少なかったのである。しかし、博士3年生のとき、Colliander 氏と Staffilani 氏の論文について、彼らに電子メールを送ったことが彼の人生の転機となった。その一通の電子メールから、高岡氏は 2000 年 3 月にスタンフォード大学で開かれた研究集会に招待され、そのとき I-team の 5 人が出会い共同研究がスタートしたのである。この原稿を読んでもくれた若い人達に最近見つけた次の英語の言葉を贈るとともに、高岡氏の今後の研究の発展を祈って本稿を終わりにしたい。“Luck is where preparation meets opportunity.” (篠田顕子「通訳は人と人をつなぐ仲介人」、NHK ラジオ 英語ものしり倶楽部、2008 年 5 月号、38 ページ)