

## 宮本安人さんの文部科学大臣表彰若手科学者賞受賞に寄せて

東北大学大学院理学研究科  
石毛和弘

宮本安人さんが、反応拡散方程式系の安定定常パターンの研究により、文部科学大臣表彰若手科学者賞を受賞された。宮本安人さんは俣野博先生の御指導の下、博士（数理科学）を東京大学大学院数理科学研究科より授与され、その後、北海道大学、京都大学にて研究に従事した後、東京工業大学の助教となり、この4月から慶応義塾大学の講師となられている若手研究者である。私は宮本さんと同時期に同じ大学に所属したことはないが、宮本さんと同じく拡散方程式を、さらには拡散方程式の解の最大点（ホットスポット）を研究する者として、研究集会等において幾度なく顔を合わせ（時にはお酒と共に）雑談を含めた様々な意見交換をしてきた事もあり、この度の受賞について心より喜びを申し上げたい。

まず、簡単ではあるが、宮本さんの業績について紹介したいと思う。宮本さんの大きな業績の一つは、形態形成のモデルとして現れる活性因子・抑制因子の相互作用による拡散方程式系のある種の極限として得られるシャドウシステムの安定定常解の詳しい形状解析に成功したこと、特に安定定常解は領域の境界に1つだけ最大点をもつことを2次元円板上において示したことであろう。活性因子・抑制因子の相互作用による拡散方程式系ではチューリング不安定性と呼ばれる不安定性を引き起こし、様々な形態形成を起こすことが知られている。特に、スポット解と呼ばれる山のような形をした定常解が存在することが知られているが、宮本さんの結果はこのようなスポット解の安定性と領域との関係について新たな数学的な視点を与えるものであり、形態形成を数学的に理解する上で重要なものである。ただし、空間1次元においては、1990年代に西浦廉政氏が、その後 W.-M. Ni, P. Poláčik 及び柳田英二氏らが安定定常解は単調、つまり安定定常解は領域（区間）の端点において最大値をとることを証明している。しかし、1次元と2次元の差は大きく、空間1次元以外の場合には安定定常解の最大点の位置と領域との数学的な解析は宮本さんの結果まで待たなければならなかった。形態形成モデルの解析では数値解析がかなり進んでおり、数値計算による形態形成の動画から解の振る舞いを想像することが容易なことも多いが、それを純粋数学として定式化し証明することは困難を極めることが多い。宮本さんが取り組んだ安定定常解の解析もそのような問題の一種であると言える。さらに宮本さんは、シャドウシステムの安定定常解と単独反応拡散方程式の定常解に対する非線形ホットスポット予想「反射壁境界条件の下、有界な凸領域においてモース指数1の定常解の最大点は領域の境界にのみ存在する」とが深く繋がっていることを見抜き、この非線形ホットスポット予想の研究を大きく進展させる業績を挙げている。

非線形ホットスポット予想に対して、線形ホットスポット予想は J. Rauch の考察（1970年代中頃）と B. Kawohl の考察（1980年代中頃）を経て、固有値問題に関する未解決問題として知られている。宮本さんのもう一つの大きな業績は、この線形ホットスポット予想に関するものである。線形ホットスポット予想とは、「有界な凸領域における熱温度分布を考える際、断熱条件の下、“ほとんど”の初期温度分布に対して温度の最も高い点は時間の経過とともに領域の境界に近づく」というものである。有界な領域における熱温度分布はラブラ

シアンの固有関数を用いてフーリエ級数として表示できるため、この予想は「有界な凸領域において、ラプラシアンに対する非自明なノイマン第一固有関数の最大点は領域の境界にのみ存在する」という予想と同値である。この線形ホットスポット予想は非線形ホットスポット予想に含まれるものの、固有関数を具体的に求めることができる場合を除きほとんど解明されておらず、1999年のR. BañuelosとK. Burdzyの結果以来、対称性をもつ2次元凸領域についてのみ肯定的に解かれてきた。宮本さんは、R. BañuelosとK. Burdzyの結果およびその流れを組む結果の解析手法とは全く異なるアイデアの下、対称性をもたない2次元の凸領域に対して、ある条件の下、線形ホットスポット予想を肯定的に解決した。宮本さんのアイデアとは、零等高線の方法を用いることであるが、この方法は1950年代頃には知られていたものだが、実際の応用例は数例しかない。線形ホットスポット予想は、問題をイメージしやすいがどのようにアプローチして良いのかわからない、といった類いの問題であるが、このような難解な予想に果敢にも挑戦し、しかも既存の結果とは一線を画する結果を出されたことは賞賛に値すると思う。

私が宮本さんをはっきり認識したのは、龍谷大学の森田善久先生から「宮本君という面白い子がいるが、知っていますか？」と聞かれたのがきっかけであった。丁度その頃、宮本さんは京都大学数理解析研究所で研究員を為さっていた頃であり、非線形ホットスポット予想に関わる最初の論文を書かれた頃であったかと思う。その後、柳田英二先生の企画された研究集会にて初めて顔を合わせて以来、何かと宮本さんとは懇意にさせて頂いているが、この7月初旬のオーランド（フロリダ）で開催された国際研究集会でもお会いすることができた。宮本さんのオーランドでの講演は、まさにホットスポット予想に関するものであったが、講演終了後に、P. Poláčik先生（ミネソタ大）が柳田英二先生（東工大）に「宮本は良い講演をしていた」とおっしゃっているのが聞こえてきて、さもありなんと思ったことは記憶に新しい。

ここで、話は変わるが、宮本さんと関係のあるエピソードを一つ述べたいと思う。私は今年の3月フィレンツェ（イタリア）にてあるルーマニア人数学者と同じホテルに滞在していた。その彼とは様々な話をしたが、その話の中で、彼が「宮本という数学者を知っているか？」と何の脈絡もなく尋ねてきた。当然のことながら知っているとは答えたが、何故、突然、彼が宮本さんの名前を出すのかわからず、会話を続けた。彼が話すには、彼がリスボンに滞在していたとき、彼と同郷の数学者が大雨の中突然訪ねて来て、固有値問題について興味があり、折角だから議論しないかと言ってきたそうである。その訪ねてきた数学者が話題にしたかった論文こそが宮本さんの書かれた線形ホットスポット予想に関する論文であった。その数学者が宮本さんの結果の何に心を馳せ訪ねて来たのかは聞きそびれてしまったが、いずれにしてもホットスポット予想の魅力と宮本さんの結果の持つインパクトがあったればこそであろう。このような論文著者も預かり知らぬ場所で、著者と無関係な二人の数学者が宮本さんの結果について語るとは宮本さん本人もうれしいことではないかと思うが、数学という学問の普遍性ならではの出来事とも思え、何とも素敵なことではないかと感じる。

今、宮本さんは、ホットスポット予想だけでなく、様々な非線形楕円型方程式の分岐解析や安定性について積極的に研究を展開されているように見え、頼もしい限りである。宮本さんには、文部科学大臣表彰若手科学者賞受賞を励みに多に研究に邁進し、今後も我々を魅了する結果を多く出して続けて行って欲しいと願わずにはいられない。