三浦達哉氏の第 35 回井上研究奨励賞受賞によせて

東京大学大学院数理科学研究科
儀我　美一

三浦達哉氏（東京工業大学大学院理工学研究科）が，受賞題目「曲線，曲面およびグラフの曲率の効果について」により，第 35 回井上研究奨励賞を受賞されました．日本数学会建部賢弘奨励賞，日本学術振興会育志賞に続くご受賞を心よりお祝いいたします．

井上研究奨励賞は，すぐれた博士論文を提出した著者に授与される賞で，毎年すべての分野から合計 40 名程度選出されます. 数学分野からは毎年 1〜3 名が選出されています.

三浦達哉氏の研究テーマは，大雑把にいえば自然科学，社会科学に広く応用される変分解析です．特に，極大，極小を議論する汎関数の臨界点を特徴づけるオイラー・ラグランジェ方程式がよく研究されている 2 階ではなく 4 階の問題を扱っています.

博士論文の主なテーマの一つは弾性曲線の形状です. 弾性曲線は曲げエネルギーを最小にする曲線として定式化されます．曲線の両端の場所と，その接ベクトルを決めたときの曲線の形状について詳しい数学解析を行いました．例えば，曲線の長さが 2 点間の距離そのものでしたら直線以外に解はありませんが，与えられた曲線が長くなるにつれていろいろな形状があり，自己交差を起こす，起こさないといった相転移現象も起きます．博士論文では相転移問題とのアナロジーを見出し，自己交差の起きないための十分条件を与えるなど，弾性曲線の形状を明らかにしました．弾性曲線は歴史は長いのですが，境界値問題はほとんど研究されていませんでした．それは方程式が 4 階になり，扱いが難しいからです．博士論文が，この問題に対する初めての貢献といえます．この成果は Mathematische Annalen に出版予定となっております．さらに付着問題についても博士論文で研究されています．それは「膜の曲げエネルギー，基盤に付着した部分の付着エネルギー, また膜の張力エネルギーの正係数の 1 次結合で表される全エネルギーを最小にする形状を求めよ」という変分問題として定式化され，付着問題という変分解析における一つの典型的かつ基本的な問題です．膜がグラフとして与えられ，表面エネルギーがディリクレ積分であり，かつ曲げエネルギーの効果を無視し，基盤が平らな場合は，Alt や Caffarelli が 1970 年代後半から研究してきた自由境界値問題として有名ですが，基盤が平らでなく，かつ張力エネルギーが表面積の場合は，1 次元（膜が直線）の場合でさえ最小解の形状についての研究はありませんでした.

博士論文ではこの 1 次元の問題を扱い，いくつかの画期的な成果をあげました．分野を提示したのは筆者ですが，その後はすべて三浦達哉氏が自力で研究した成果です．曲

げエネルギーを無視した問題の最小解はたくさんあり得ます．しかし，そのすべてが曲げエネルギーを少し考慮したもの最小解の極限として得られるとは限りません．三浦達哉氏はガンマ収束という概念を用いて全エネルギー E_ε の曲げエネルギー定数εについて展開公式を導出し，証明しました．特に $E_\varepsilon = E_0 + \varepsilon E_1 + 0(\varepsilon)$ としたときの E_1 にあたるエネルギーを導出しました．この E_1 は膜（この場合は曲線）と基盤との接触点の個数を数えるタイプのエネルギーでした．三浦達哉氏のこの成果は十分評価され，変分解析では著名な Calculus of Variation and Partial Differential Equations に出版されています．その後，三浦達哉氏は全エネルギー E の最小解の形状について，それが関数のグラフになるかどうかを考察しました．弾性エネルギーの効果が非常に小さいか，非常に大きいと，少なくとも基盤が滑らかな周期関数のグラフで与えられている場合，最小解もグラフになるという結果を得ています．これは Physica D に出版され，応用上も大変基本的な結果と思われます．材料科学者であるリヨン大学の Pierre-Louis CNRS 研究員らの数学者以外からも評価されています．

その他，三浦達哉氏は平均曲率流方程式についても極めてセンスのよい研究をしています．平均曲率流方程式は放物型方程式ですから，平滑化効果があります．つまり初期形状に特異点があっても，すぐ滑らかに一定時間はなることが期待され，曲線の場合は実際にそうなることが示されています．しかし三浦達哉氏は，曲面の場合は必ずしもそうならないことを，反例をもって示しました．平均曲率が正で 1 点だけ特異点がある曲面による反例です．等高面法とスケール則を巧みに用いたこの結果は高く評価され，既に The Journal of Geometric Analysis に出版されています．他にも距離関数の特異点集合に関する結果も，国際学術雑誌に出版されています．

このように優れた業績を上げている三浦達哉氏は，リーディング大学院コース生，また日本学術振興会の DC1 に採択されています．またドイツ，オーベルボルファハの数学研究所等での国際研究集会でも招待講演を行っています．講演も非常にわかりやすいのが特徴です．北東数学解析研究会ではポスター賞を受賞しています．発想力，着想力が豊かで，計算力や文献調査力，コミュニケーション力にも優れている三浦達哉氏は，変分解析の分野だけではなく，解析学分野，また自然科学分野における有望な若手研究者です．例えば，2017 年には日本数学会から優れた若手に贈られる建部賢弘奨励賞を受賞され，また 2018 年 3 月には日本学術振興会育志賞を受賞するなど，数学以外の分野からも広く認められています．また，博士の学位取得後，ドイツ・ライプツィヒのマックスプランク科学数学研究所に研究員として長期に招聘されるなど，国際的にも高く評価されています．弾性曲線を中心とした 1 次元の高階変分解析では既に専門家ですが，ますます視野を広げられ，研究者としてさらに大きく成長されることを楽しみにしております．