藤原洋数理科学賞受賞者のことば

2013 年 10 月 6 日に第２回藤原洋数理科学賞授賞式が行われました.

参考 URL: http://www.iri.co.jp/HFprize/

ここでは受賞者ご本人のうち日本数学会会員の２氏に業績紹介を含めた文章を書いて頂きました. 写真は左から大賞受賞の水藤寛氏，奨励賞受賞の千葉逸人氏，谷川眞一氏です.

第 2 回藤原洋数理科学賞大賞を受賞して

水藤　寛

岡山大学大学院環境生命科学研究科

この度は，第 2 回藤原洋数理科学賞の大賞という栄誉を賜り，誠に光栄に存じます.「私などがいただいてよいのか？」という疑問はありましたが，これまで進めて来た他分野との連携を，「これからも，もっと頑張りなさい」と叱咤激励されているのだと理解している次第です.

受賞タイトルは「数理科学を用いた大動脈血流に関わる病態メカニズムの研究」となっています. この研究は 15 年ほど前の医学者との小さな連携から始まり, 現在は JST 数学領域の CREST 研究「放射線医学と数理科学の協働による高度臨床診断の実現」として続けているものであり，その意味で研究の開始時から長年つきあって下さってきている植田琢也さん（現在，聖路加国際病院・放射線科／心血管センター）には心から感謝しています. また現在の CREST チームで一緒に研究を進めて下さっている，齊藤宣一さん（東京大学・大学院数理科学研究科），滝沢研二さん（早稲田大学・高等研究所），井上幸平さん（千葉大学・医学部附属病院放射線科）にも深

く感謝しています．それぞれ出身分野が異なる研究者が一緒に集まって研究するには，まずは言葉や習慣の壁を乗り越える必要があり，苦労の種は尽きないわけですが，逆にそれが面白いと思えるような仲間に恵まれたことが，我々の混成研究チームが続いている理由であろうと思います．

私にとってもう一つ重要な出会いは，西浦廉政・総括のもとに集まったJST「数学と諸分野の協働によるブレークスルーの探索」研究領域（通称：JST数学領域）に加わることができたことです．本領域のスタート当初からさきがけ研究者として採用していただいたことで，数学の様々な分野に属する気鋭の研究者たちと知り合うことができました．領域会議（という名の合宿）では，ふだん堅苦しい研究集会では聞けないようなことを夜遅くまであれこれと教えてもらい，数学の幅広さと奥深さを実感しました．他分野と連携しようとするときは，問題に応じて様々な知識や技術が必要になりますが，それを自分一人でまかなうことは（少なくとも私のような不器用者には）とてもできません．でも，JST数学領域のような研究者ネットワークがあれば，こわいことはなくなります．

今回の受賞内容では，大動脈血流に関わる様々な因果関係を数理的な言葉と手法で表現し，病態の理解や予測につなげようとする営みを評価していただきました．大動脈は人によって様々な形をしており，当然ながらその中を流れる血流の様相も人によって異なっています．その違いをできるだけ少ない数のパラメータで表現し，それらから結果（病気であったり治療の予後であったり）に至るまでの道筋を理解しよう，というのが我々の目的です．応用数学者の性癖（？）は，物事の本質的な部分だけを抽出しよう，それによって理解しよう，あわよくば他の現象にも応用してしまおう，というところにあると思いますが，これが臨床医学との連携においては相性がよいのです．人体の仕組みは非常に複雑でそれを全部表現・理解することは（少なくとも現在は）不可能ですが，その中で，患者さんの治療のために一番注目するべきなのはどこなのか？を臨床医は見定めようとしているからです．

現在，我々の研究チームには臨床医側から次々に新しい問題が提案されつつあり，数学・数理科学に対する期待の大きさを痛感しています．マンパワーの問題からその全てに対応することが出来ずまことに忍びないのですが，我々の側でも研究者ネットワークを広げ，期待に応えられるようにがんばっています．ただ，これらの問題をこなすことは応用数学者と医学者だけでは到底不可能です．より深い解析方法を他分野に提供するには，より深く本格的な数学の力が必要ですが，そのためにはより多くの純粋数学からの寄与が必要になるからです．純粋数学者・応用数学者の方々からはこれまでも多大な支援をいただいてきましたが，今後も何かと助けて下さいますよう，改めてお願いする次第です．

第２回藤原洋数理科学賞奨励賞を受賞して

谷川眞一

京都大学数理解析研究所

第二回藤原洋数理科学賞で奨励賞をいただき大変光栄に存じます．このような身に余る賞をいただき，賞の設立にご尽力いただいた藤原洋様および関係者の方々に深く御礼を申し上げます．以下に簡単ではありますが，受賞タイトル「離散最適化理論に基づく組合せ剛性理論の展開」に関して，私の最近の研究を紹介させていただきます.

剛性理論とは離散幾何学における話題の一つで，特に中心的な研究対象は多面体やグラフの剛性です．例えば，３次元凸多面体の各面を剛板，各辺をヒンジとみなして得られる構造物は剛であるといった具合の定理を導く事を目標にしております．（この主張は Cauchy の剛性定理としてこの分野では特に有名な定理であります.）この分野は近年では蛋白質の立体挙動解析や，CAD，センサーネットワークの位置同定問題，ロボット動作計画等における高速アルゴリズム設計のための重要な応用数理理論として注目を浴びており，多様な分野の研究者によって研究が推し進められております.

私が特に興味があるのは，グラフに対し定義された代数的性質とマトロイドや劣モジュラ関数によって誘導されるグラフ上の組み合せ構造の関係であります．グラフの各辺上に辺長が与えられたとき，その辺長を実現するようなグラフの d 次元ユークリッド空間への実現可能性や実現空間の性質を解析する事は自然な問題ですが，剛性理論では特にグラフの実現が与えられた場合における，実現空間の性質を取り扱います．実現が一般的であると仮定した場合，剛性の判定ははある多項式行列の階数を計算する問題に帰着され，２次元の場合はその階数の値が交叉劣モジュラ関数の理論を通じてグラフ理論的に特徴付けされます．一方で，３次元以上の組み合せ的特徴付けは長年の未解決問題であり，現在の組合せ最適化の道具では難しいと考えられております.

私の研究の中で特に重要な成果として，分子剛性予想の解決を挙げたいとおもいます．分子剛性予想とは，Tay-Whiteley によって 1984 年に提案された予想で，タンパク質などの分子構造の解析に現れる二乗グラフに対し効率的に計算可能な３次元一般剛性の必要十分条件を与えます．より最近の研究では，結晶構造の振動や対称性の高いメカニズムに潜む組合せ的性質の解明に向け，既存の有限グラフに対する定理の拡張に取り組んでおり，群ラベル付きグラフ上のマトロイドと剛性の関係を研究しております.

また剛性理論のもう一つの重要な話題としてグラフの大域剛性が挙げられます．実現空間をユークリッド群で割った空間が１点から成る場合，その実現は大域的に剛と呼ばれ，Connelly と Jackson-Jordan によって２次元空間の一般的な実現に対しては組合せ的特徴付けが知られております．（そのためこのような複雑な代数的性質を，ある有限ネットワークの最大流を繰り返し求める事で判定する事ができます．）３次元の場合がもちろん重要な課題なのですが，最近，Gortler-Healy-Thurston によって代数的特徴付けが与えられ，それを利用する事でかなり詳細な組合せ的特徴付けが得られる事がわかってきました．

これらの研究成果は様々な方々からのご指導とご助言から得られたものであります．この研究課題に私を導いてくださり熱心なご指導をしてくださった加藤直樹先生，研究を押し進めるにあたり貴重なご助言と激励の言葉をくださった加藤研究室の皆様と数理解析研究所離散最適化グループの皆様に改めて感謝致します．