

サイエンストピックス

変わりゆく気候系での海の役割解明への挑戦

平成15年宇宙地球物理学科(地物)卒 東北大学大学院理学研究科 准教授 杉本 周作



2020年8月は記録的な暑さになり、静岡県浜松市では日本歴代最高気温に並ぶ41.1度を記録しました。そして、2022年7月には日本各地が豪雨に見舞われ、宮城県でも大崎市古川などで日降水量の観測史上1位の記録を更新しました。数十年に一度の極端気象現象が毎年のように日本列島を襲い、わたしたちの生活を脅かしています。このような極端気象現象・異常気候の発生頻度は地球温暖化の影響で増加傾向にあり、今後更に激甚化することが懸念されています。それゆえに、極端気象現象・異常気候の発生要因や、その背景にある地球温暖化を理解することが求められています。20世紀の研究では、私たちの国を襲う極端気象現象・異常気候は、エルニーニョ現象のような熱帯域からの遠隔影響に起因するものとされ、中緯度海洋の影響はないとされていました。

ところが、21世紀になり、人工衛星による高解像度観測が実現したことで中緯度海洋も海面付近の風や気温分布に能動的な影響を与える証拠が得られるようになってきました。そして、近年、海流が気候に及ぼす影響に注目が集まっています。日本の南には世界最大規模の暖流である黒潮が流れており、2017年夏に12年ぶりに大蛇行流路に遷移しました。そして、5年8ヶ月が経過した今でも継続中で、観測史上最長記録の更新を続けています(2023年3月末執筆)。かつては、大蛇行時には黒潮が本州から離れるため、関東・東海沖の水温は低下するとされていました。この状況で私は2021年の論文において、最先端の人工衛星観測データを用いた解析から、関東・東海沖には大蛇行で関東沖を北上する黒潮から分岐した西向きの沿岸流が存在し、これが関東・東海沖の水温を上昇させることを発見しました。また、夏は南の海から日本列島に向けて季節風が吹き込むため、大蛇行に伴う関東・東海沖沿岸昇温は近隣の諸都市の気候に影響を及ぼすことが予想されます。そこで、日本への黒潮大蛇行の影響を検出するために、気候シミュレーションを実施しました。その結果、黒潮大蛇行の影響で関東地方の気温が約0.6度上昇することを発見しました。そして、気温上昇のメカニズムとして、大蛇行に伴う沿岸昇温により蒸発が盛んになり、関東に流れ込む水蒸気の増加に伴い地表面への下向き長波放射が増えることで気温が上昇することを明らかにしました(局所温室効果作

用過程の発見)。そして、黒潮大蛇行の影響で高くなった湿度により、不快日が6割も増加することがわかりました。一連の研究成果は、地域気候に及ぼす海洋の影響を明示したものであり、気候学の新潮流創出に貢献したと考えています。

上段で注目した大気中の水蒸気ですが、地球温暖化の進行とともに増加しています。私たちの研究成果にもとづくと、今後、黒潮の流れ方によっては関東・東海地方の夏は一層厳しくなることが懸念されます。また、この水蒸気の増加は豪雨の原因になり、増加した水蒸気の凝結に伴う大気加熱は低気圧の勢力強化を促すことにもなります。私たちの最近の研究では、黒潮の温暖化が顕著であり、世界平均海面水温の2倍の速さで上昇していることを報告しました。すなわち、急速な黒潮温暖化は、大気への水蒸気供給量の増加を通じて極端気象現象・異常気候の発生頻度の増加に寄与する可能性が指摘されます。今後、猛暑に伴う熱中症リスクの低減、短時間集中豪雨などの気象災害への備え、さらには気候変動適応計画の策定においては、変わりゆく黒潮の動向を様々な観測プラットフォームで監視し、その変化のメカニズムを深く理解していくことが大切だと考えています。

私が研究の世界に飛び込んでから約20年が経過しました。この間に登場した人工衛星やArgoフロートのような自動観測プラットフォームにより海洋のデータは爆発的に増加しました。また、1967年に始まった気象庁の東経137度定線観測は、もうすぐ60年を迎えます。このように膨大な海洋データに囲まれた環境、すなわち「宝の山」があったからこそ、私は今日まで興味の赴くままに研究を行うことができました。そして、衛星観測・レーダー観測の高精度化が実現し、海洋大循環モデルの高解像度化、海洋データ同化システムの開発が果たされた今、大気海洋研究は新たな局面を迎えつつあります。今後の気候研究の発展・展開を想像すると、期待が膨らむばかりです。

このたび泉萩会森田記念賞の栄誉を賜り、まことに光栄に存じます。共同研究者の皆様、選考の任に当たられました方々に厚く御礼申し上げます。「過去を知り、現在を理解するなかで、未来につなぐ」、そのような大気海洋系研究を実践していくことで、微力ながら10年後、20年後の学問の発展に貢献できるよう邁進することをここに誓い、稿を閉じさせていただきます。

サイエンスピックアップ

梯子型鉄系化合物における軌道状態転移

東北大学大学院理学研究科物理学専攻 助教 青山 拓也



鉄系超伝導体は、水素化合物・銅酸化物に次いで高い超伝導転移を持つ物質群として知られています。鉄系超伝導体の重要な特徴は鉄の $(3d)^6$ の電子配置と結晶構造の持つ4回回転対称性に起因した軌道自由度の存在です。この軌道自由度は銅酸化物高温超伝導体が $3d_{x^2-y^2}$ の単一軌道系であることとは対照的であり、その高い超伝導転移温度と多軌道性の関連に注目が集まっています。鉄系超伝導体は室温付近の常伝導状態において、結晶構造の4回回転対称性のため $3d_{yz}$ と $3d_{zx}$ 軌道が縮退しています。このような軌道縮退は構造相転移によって解消されることが一般的ですが、構造相転移に先立って軌道状態が自発的に回転対称性を破ることが鉄系超伝導体の際立った特徴です。さらに、物質中の伝導キャリアの量を変化させたり圧力をかけたりすることによって、そのような軌道状態を絶対零度に向かって抑制することで超伝導を生じることから、超伝導の発現機構に軌道状態の揺らぎが重要な役割を果たしていることが指摘されています。

もう一つの鉄系超伝導体の重要な特徴として、母物質が金属であるということが挙げられます。これは前述の銅酸化物高温超伝導体が電子間のクーロン反発（電子相関効果）によって電子が動けなくなっている、つまり絶縁体となっていることとは顕著な違いです。しかし、電子状態計算の結果から、鉄系超伝導体においても電子相関効果に起因して電子の有効質量が増大しており、さらにそれが五種類ある鉄の電子軌道それぞれで大きさが異なっていることが指摘されています。実際、いくつかの鉄系超伝導体では電子比熱係数を計測することで電子の有効質量が増大していることが確かめられています。

以上のように、多軌道性と電子相関効果が鉄系超伝導体の研究キーワードとなっています。このような背景のもと今回は梯子型鉄系化合物 BaFe_2X_3 ($\text{X} = \text{S}$ および Se) における軌道状態転移の研究について紹介します。

図1 (a) に梯子型鉄系化合物 BaFe_2X_3 の結晶構造を示しています。鉄原子の周りを陰イオン X が四面体型に配位しており、その四面体が稜共有して結晶

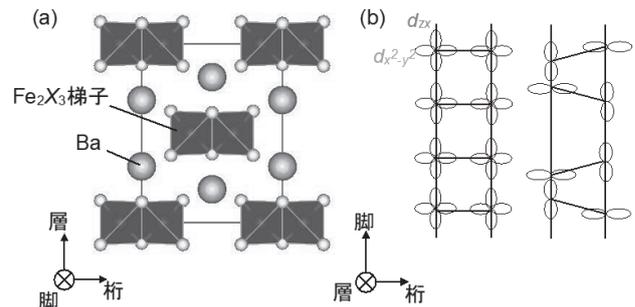


図1 (a) BaFe_2X_3 の結晶構造および (b) 軌道状態。

のネットワークを構成しています。この物質を梯子型と呼ぶ所以は Fe_2X_3 のネットワークを層方向から眺めると図1 (b) のように鉄原子が二本脚梯子のように並んでいることにあります。一般的な鉄系超伝導体は鉄が二次元正方格子を形成しているため、 BaFe_2X_3 においては相対的に鉄の電子が移動できる方向が減少していることがわかります。電子の運動が制限されることで、相対的に電子相関効果が大きくなり BaFe_2X_3 は絶縁体となっています。我々は BaFe_2X_3 に対して硫黄およびセレンの比を正確に調整した結晶を育成し、その比率によって鉄の軌道状態がどのように変化するのかを調べました。その結果、原子半径の小さな硫黄を多く含む場合には通常の鉄系超伝導体と類似した様な軌道状態が現れる (図1 (b) 左図) 一方で、セレンを多く含む場合には軌道が交互に配列した特殊な軌道状態が実現していることがわかりました (図1 (b) 右図)。硫黄とセレンは結晶中でどちらも二価の陰イオンとなるため、その比率を変えても結晶全体の電子数は変化しません。しかし、硫黄に比べてセレンはイオン半径が大きいため、セレン比率を相対的に増やしていくことは鉄同士の距離を離していくことに対応しています。そのためセレン比率を増やすことで鉄の電子が移動しづらいような互いに直交した軌道状態が好まれるようになった、と解釈できます。

このように、結晶の次元性および格子体積の制御によって電子相関効果を顕在化することで鉄系超伝導体において新たな軌道状態が発現することを明らかにしました。今後は電子相関の強い領域から圧力印加によって電子相関効果の弱い領域へアプローチして超伝導相へ迫ることで、電子相関効果と超伝導との関係を明らかにしたいと考えています。

サイエンスピックアップ

電波が織りなす宇宙空間プラズマ変動現象の理解に向けて

平成 21 年宇宙地球物理学科 (地物) 卒 京都大学生存圏研究所 准教授 栗田 怜



我々の住む地球周辺、高度 1000km 以上の宇宙空間は、太陽から噴き出すプラズマと地球由来のプラズマが同居するような領域です。プラズマとは、電気を帯びた粒子の集まりのことで、地球周辺の宇宙空間においては、主に正の電荷をもつ陽子と、負の電荷を持つ電子により構成されています。これに加えて、ヘリウムイオン・酸素イオンなどの正の電荷をもつ重イオンが微量含まれており、電気的中性を保つように分布しています。この「宇宙空間プラズマ」の重要な性質として、粒子同士の衝突がほとんど起きない、ということが挙げられます。これは、宇宙空間プラズマは希薄であることに由来し、惑星間空間の典型的なパラメータから平均自由行程を見積もると、太陽から地球に至るまでに、1 度衝突が起こる程度の頻度であり、無衝突であることがわかります。

地球周辺のプラズマは、地球の持つ固有磁場や、太陽からプラズマと共に高速 (300km/s 以上) で到来する磁場の影響を受けて、激しく変化することがこれまでの人工衛星の観測などから明らかになっています。例えば、太陽から到来する電子のエネルギーが数十 eV 程度、地球の電離圏由来の電子のエネルギーが 1 eV 以下であるのに対し、地球周辺には数 MeV に達するエネルギーをもつ電子が存在しています。この高エネルギーの電子は、太陽風の乱れに伴う地磁気擾乱時に、その数が大きく変化することが知られています。この現象を理解することは、現在宇宙空間へと活動を展開している人類にとって重要な意味を持ちます。さらに、物理学的な観点で言えば、無衝突であるにもかかわらず、高いエネルギーを獲得していることは、非常に興味深い点です。

電気を帯びたプラズマは、プラズマ中を伝搬する電波である「プラズマ波動」の影響を受け、加速・加熱・消失していくと考えられています。プラズマ波動の特徴的な点として、媒質であるプラズマが、サイクロトロン周波数やプラズマ周波数といった特性周波数を持つために、電波の分散関係が複雑となることが挙げられます。このため、宇宙空間プラズマにおいては、イオン・電子に関連した電磁波であるイオンサイクロトロン (EMIC) 波・ホイッスラー波が励起・伝搬し、それぞれイオン・電子と相互作用をすることにより電子・イオンの加速・加熱・消失が起こっています。このプラズマ波動によるイオン・電子ダイナミクスは、人工衛星の観測が始まっ

た 1960 年代から盛んに行われてきており、理論・モデルと科学衛星の観測結果の比較を行うことで、ダイナミクスに関する知見を得て、理論の修正や新たなモデルが提案されてきました。

様々な理論が提唱されている中、我々が研究対象としてきたことは、大きく 2 つあります。1 つは、左旋偏波の EMIC 波が電子と共鳴し、電子が消失するとされている説です。電子は磁力線に対して右回りにサイクロトロン運動をしており、同じく右旋偏波をもつホイッスラー波と効率的にエネルギーのやり取りを行うと考えられています。しかしながら、電子がある一定以上のエネルギーを持つ場合、左旋偏波の EMIC 波と「異常共鳴」を起こし、地球大気へと消失することが提案されています。この現象に関しては、科学衛星の観測により既に報告事例がありましたが、それがどれほど有効に働き、地球の周辺に存在する高エネルギー電子を消失させるかは明らかになっていませんでした。我々は、EMIC 波によって、高エネルギー電子が消失しているイベントを発見しました。このイベントでは幸運にも、異なる場所に存在していた科学衛星で消失を観測することができていました。複数地点で変動を観測できたため、観測された電子の変動が時間変動であることが明らかになり、電子の消失の時間スケールを推定することができました。この消失時定数は、理論が予測する数値と整合することを明らかにしました。

もう一つは、ホイッスラーモード・コーラス波の励起過程に関してです。コーラス波は、ホイッスラー波の周波数帯域で、周波数が時間と共に変化する特徴を持つプラズマ波動です。コーラス波の励起過程には、電子とホイッスラー波の非線形相互作用の重要性が指摘され、理論モデルが提唱されてきました。理論モデルに基づく、コーラス波の時間に対する周波数変化率の大きさは、コーラス波の強度に比例すると予測されていました。我々は、科学衛星で観測されたコーラス波のデータを解析することで、この比例関係を定量的に示すことに成功し、非線形波動粒子相互作用の重要性を示しました。波動粒子相互作用の非線形性は、加速・消失の観点でも重要であり、現在では徐々にその重要性が注目され、宇宙空間プラズマ変動現象の理解に活用されています。

ここで紹介しました研究成果に対して、筆者は第 14 回泉菽会奨励賞を受賞しました。賞の選考に携わられた先生方、これまでご指導いただいた先生方や共同研究者の方々に、この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

サイエンストピックス

量子少数多体問題

東北大学理学研究科物理学専攻 助教 遠藤 晋平



原子、電子、原子核、などのミクロな世界を記述する物理法則が量子力学です。これらミクロな粒子たちはニュートン力学とは全く異なった挙動をします。量子力学は、半導体、磁性体、超伝導体などの固体素子から、原子核反応、

宇宙における元素合成、最近では量子コンピュータ/シミュレータ研究など、基礎から応用科学まで幅広い分野で重要な役割を果たしており、量子の物理法則を理解することは現代科学の最も重要な課題の一つだと言えます。この量子力学の基礎方程式がシュレディンガー方程式です。1粒子や2粒子のシュレディンガー方程式は簡単に解けてしまい、学部の量子力学のテストやレポートでも「解け」と出題されます。解けなければ単位を落とし、進級できません。

では3粒子や4粒子のシュレディンガー方程式は解けますか？この問いが、まさに量子少数多体問題と呼ばれる分野で研究者たちが取り組んでいる課題です。「たった数個粒子が増えただけじゃん。簡単でしょ？」と思うかもしれませんが、話はそう単純ではありません。シュレディンガー方程式は粒子数が増えると、運動の自由度（ヒルベルト空間の自由度）が指数関数的に増大し、解くことが指数的に難しくなります。特に基底状態のエネルギー・波動関数を求めることは比較的容易ですが、励起状態も全て正確に得ようとする、最新のスパコンを用いても4-5粒子くらいが限界です。

この量子少数多体問題は、冷却原子気体という分野で特に最近盛んに研究がされています。冷却原子気体とは、レーザーや磁場を使って希薄な原子のガスを真空チャンバー内に浮遊させて捕捉し、ナノケルビンという極低温まで冷却した原子気体のことです。1995年に冷却原子気体でボース・アインシュタイン凝縮が実現し、この分野がスタートしました。まだ分野が誕生して30年も経過していない新興分野ですが、既にノーベル物理学賞が1回この分野に授与され、近い将来さらに1-2回ノーベル物理学賞が出るだろうと言われる新領域です。冷却原子気体の持つ、他の物理系にない特長は、高い制御性です。密度や温度のみならず、次元（1, 2, 3次元）、粒子の統計性（Bose/Fermi）、相互作用、スピン軌道力、周期ポテンシャル、などの系のあらゆる設定や物理パラメータの値が実験で正確に制御できます。その

ため「こんな Hamiltonian でこの温度、相互作用の強さにすれば、面白い量子現象が見れるぞ」と理論家が予言すれば、実験でそれを実現できるという特色があります。この高い制御性を利用した、実験・理論双方からの量子少数多体問題研究が急速に冷却原子分野で進展しています。特に2005年に、エフィモフ状態と呼ばれる3粒子束縛束縛状態が史上初めて観測されました。エフィモフ状態とは粒子間相互作用が強い強相関領域で現れる、弱く束縛された3粒子束縛状態です。基底状態があると、それをちょうど22.7倍した同形状・性質の第一励起状態が存在し、それをさらに22.7倍した第二励起状態が存在し、という面白い離散スケール不変性を示す量子3体状態です。粒子間相互作用（S波散乱長）が非常に大きくないと出現しないため、冷却原子気体の高い制御性を利用し、粒子間相互作用を発散的に強くすることで初めて観測されました。この発見以降、冷却原子の量子少数多体研究が急速に進展していきます。

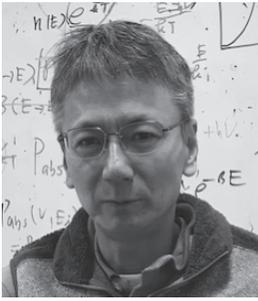
私は、冷却原子において、エフィモフ状態や関連する量子3体、4体問題の研究を行ってきました。特にフェルミ粒子系においては排他律により、ボース系と異なる挙動を示す研究などをしてきました。例えば量子3体系が、粒子の質量を変えると、エフィモフ状態が出現する領域、そして3粒子束縛状態が全くない領域が先行研究で知られていましたが、その中間にエフィモフ状態と異なる新たな量子3体状態が発現することを発見しました。またフェルミ4粒子系においては、どんなに質量を変えても4体のエフィモフ状態が出現しないこと量子4体計算により示しました。さらに、これらの量子3, 4体問題の正確な解を用いて、ユニタリーフェルミ気体の状態方程式を計算しました。興味深いことに量子多体系の状態方程式は、高温領域でベリアル展開を用いることで、量子少数系の物理量から状態方程式を正確に決定することができます。このような量子少数系の知見を利用した強相関量子多体系の研究も推進しています。

さらに最近では、原子核の研究なども行っています。エフィモフ状態は冷却原子のみならず、強相関量子系なら普遍的に出現します。原子核分野で、中性子過剰原子核で現れる弱く束縛したハロー核がエフィモフ状態と共通の性質を示すのではと指摘されています。冷却原子、原子核の垣根を越えて、量子少数多体問題の普遍的挙動を探る分野横断的な研究へと広がりを見せています。

サイエンスピックアップ

高校生対象の天文学者職業体験講座“もし天”

東北大学大学院理学研究科天文学専攻 准教授 服部 誠



震災の年である2011年度から高校生および3年生までの高専生を対象とした合宿型の天文学者職業体験講座“もしも君が杜の都で天文学者になったら”通称“もし天”を毎年度一回ずつ2022年度まで継続開催してきました。私

は、常々出前授業や講演では、参加者は受け身に徹しざるを得ず、参加者が主人公として積極的に関わることができないことに不満を抱いていました。そんな時、学際科学フロンティア研究所に新任の助教として田中幹人氏が赴任してきました。田中氏から、国立天文台で1999年度から2008年度に掛けて行われた“君が天文学者になる4日間”通称“君天”と呼ばれた高校生対象のアウトリーチ活動の存在を伝え聞きました。田中氏は、2010年度“東北大学科学者の卵養成講座”の一環として“君天”のミニバージョンを実施して、内容を具体的に示してくれました。全日程を観察し、“君天”の実施形態が私が求めている参加者主体の企画であることを理解しました。早速、田中氏にアドバイスを得ながら“君天”を礎に東北大学固有の企画を立ち上げることにしました。立ち上げに協力してくれた大学院生達の「通称が“もし天”になるような名称が良い」というアドバイスを受けて“もしも君が杜の都で天文学者になったら”という企画名を決定しました。また同僚の板由房助教に快く協力を申し出て頂き、初回から現在まで無くてはならない役割を担って頂いています。2014年度からは、宮城教育大学の西山正吾准教授が運営に参画し、宮教大の教員志望の学生が加わることでより多角的な受講生の指導が実現できるようになりました。初回と第二回は、理系漫画家はやのん さんに実施風景を子供の科学と日本工業新聞の漫画として出版して頂き、広報にご協力いただきました。はやのん さんは、私の指導の下で博士号を取得した大田泉氏の親友で、大田氏から紹介していただきました。その時、大田氏から「こういう企画は継続してこそ価値がある。一回だけの打ち上げ花火で終わらせて欲しくない。」という趣旨のコメントをもらいました。この言葉が、その後の継続開催の原動力の一つになっています。実施代表者は、第一～二回、第八～十一回を服部が、第三～五回、第十二回を板氏、第六、七回を当時学際科学フロンティア研究所助教だった津村耕司氏が務めました。私も含めて歴代の実施代表者の尽力により、今では、全国の宇宙好き

高校生・高専生憧れの企画として、全国区の知名度と人気を得る企画にまで成長しました。

“もし天”は一貫して以下の指針を貫いています。

1. 全受講生が同じ宿舎に宿泊する合宿型で全日程を7日間とする。この間で研究課題立案から研究成果発表までを完遂する。
2. 仙台市天文台との共同開催とし、仙台市天文台の望遠鏡（2013年度からは“ひとみ望遠鏡”）を用いた観測を研究の柱とする。
3. 受講生を3-4名一組の三～五つの班に分けて、班活動して研究を遂行する。
4. 研究課題は、班員間の議論の末、受講生自ら決定する。
5. 年齢の近い複数の学生が各班に専属で付き添い、受講生の研究遂行の補助を行う。ただし、受講生の意思を最大限尊重し、受講生の興味を誘導しないように極力気を配る。
6. 本格的な観測提案書を班毎に書かせ、複数のプロの天文学者の審査を合格してやっと観測を実施できる。
7. 実施期間中3から4回の研究進捗発表会を行い、受講生間の活発な質疑応答を促す機会を設ける。
8. 質問・反論を遠慮なく何でも受講生およびスタッフにぶつけられる自由闊達で楽しい雰囲気醸成する。

“もし天”修了生（通称“もしチル”）の声を聴くと、これらの指針通りに運営され、それが“もし天”の強い魅力につながっていることを確認できます。一方、実施代表者が複数回交代することで、実施形態と内容の細部を進化させることができています。

“もし天”の最大の特徴は、項目4と6です。初対面から僅か数日で研究課題を決定し、審査に掛けられるレベルの観測提案書を完成させることは、受講生にも支援する学生・教員にも大きな負担が掛かります。しかし、与えられた課題を器用にこなすのではなく、自分達で課題を見つけ出し、それを研究課題に具現化させる過程こそ“もし天”で受講生に習得してもらいたい最重要課題と考え、一貫してこの方針を守っています。これらと指針8は、民主主義の根幹を支える行動指針であると考えています。

多くの“もしチル”が“もし天”に強い愛着を持ち、大学進学後受講生を指導する側として運営に協力してくれています。“もし天”が切っ掛けで東北大学理学部に進学した“もしチル”だけで無く、他大学に進学した“もしチル”達も運営に携わってくれ

ています。立ち上げ当初、そうなるとうい期待していたことが、現実となっている現状は嬉しい限りです。

次に二つのエピソードをご紹介します。

“もし天”受講生は、皆さん宇宙に関する知識や宇宙にかける情熱では他に負けないという自負を持って初日の会場にやってきます。ところが上には上がいて、自分など足元にも及ばないと思知らされるような受講生が時々現れます。第三回“もし天”初日、自己紹介の時に「宇宙年齢を自分の観測データで測定したい。」と述べた受講生がいました。すると別の受講生がサッと手を挙げて「20XX年のHubble key projectの論文によれば、Hubble定数がXXと求められています、それより精度良くHubble定数を求めようということでしょうか？どうやってそれを実現するのでしょうか？」という質問を投げかけました。この質問を聞いた他の受講生達は、全員ドン引きすると同時に宇宙のことでは負けないという自負心が木っ端微塵に打ち砕かれました。同じ班の受講生の中の一人は、廊下の影に蹲み込んでシクシクと泣き出して「自分は付いていけないので帰りたい。」と言いました。そんなスーパーな受講生も実習が進むにつれて口数が少なくなり、中には「自分が思っていた以上に研究が進められず不甲斐なく悔しい。」と言って泣き出しました。そんな彼らも学生達や教員から与えられたヒントを手がかりに立ち直り、研究をまとめあげて無事修了して行きました。後にこの班の研究成果は、来日したオバマ大統領の前で発表することになりました。

研究は、初めに作業仮説をたて観測データを用いてその検証を行うと言う形で展開されますが、大半が初めにたてた作業仮説通りの結果が得られず作業仮説の再検討を迫られます。第八回“もし天”のある班は、渦巻銀河の渦の巻き具合が銀河が年齢を重ねるにつれてキツくなると言う作業仮説を立てました。彼らは、多数の渦巻銀河の撮像データを取得し、画像から渦の巻き具合を定量的に引き出す手法を考案して、巻き具合を定量化しました。最終日前日、その班の女子二人が突然ワンワンと声を上げて泣き出しました。聞いてみると、全ての渦巻銀河で巻き具合が同じで、銀河の年齢には依存しないと言う結果が導かれ自分達の作業仮説が検証できず途方にくれてしまったことが原因でした。彼女達の結果は、渦巻銀河の渦の巻き具合は、対数螺旋と呼ばれるア

ンモナイトの渦巻模様などにも現れる普遍的なパターンであることを定量的に示すものでした。そこで私から“セレンディピタス”の語源となった“セイレンディップの三人の王子”と言うペルシャの童話の話の聞かせました。科学史上の大きな発見の多くはセレンディピタスに発見されており、実は今君たちが直面している場面はまさにそれではないだろうか？対数螺旋であることに気づけたのは、渦の巻き具合を定量化する手法を編み出して、注意深くデータを解析したからこそなのだと伝えました。すると彼女達は落ち着きを取り戻し、当初の作業仮説を捨てて、渦の巻き具合が対数螺旋であることの観測データを用いた証明となぜそのようなものかの解明に課題を切り替えて成果をまとめました。

今後についてです。私は、“もし天”立ち上げ時から一貫して、仙台の文化の一つとして認知されることまで“もし天”を育てたいという思いを持っています。ただ受講生の研究内容のレベルが当初の想像を遥かに超えて高く、専門的なものになっているため、一般市民には浸透し辛い企画になっています。仙台の文化として広く一般市民に受け入れられるには、まだまだ工夫が必要です。“もし天”は、“もしチル”達や指導に関わった学生達が強い愛着を持ってここまで育ててくれた企画です。何とか継続して行きたいと考えていますが、ここ数年実施予算として頼ってきた科研費“ひらめき ☆トキメキサイエンス”が採択されなくなり経費確保が困難になっています。また私の定年が近づいており、私が定年した後、どうするかを考えなければいけない時期になっています。何かのきっかけで前が拓ける時が来ることに希望を持ちつつ今はもがいています。

最後に様々な形で“もし天”を支えて下さった皆様に心より感謝申し上げます。今後ご支援・ご指導よろしく願いいたします。

編集委員会から：「もし天」の業績と貢献に対して、2022年3月に東北大学総長教育賞が贈られました。



図1 理学部合同C棟多目的室での班活動の様子



図2 ひとみ望遠鏡を使った観測実施風景