

ACADEMIC FORUM

学術懇話会

令和5年度定年退職教員プロフィール

日時 | 令和6年2月16日(金)
14:30~17:00

場所 | オンライン開催

主催 | 東北大学大学院情報科学研究科
学術振興委員会



GSIS
Tohoku University
Graduate School of Information Sciences

第23回学術懇話会の開催にあたって

本年度末をもちまして村上斉教授(情報基礎科学専攻)と塩入諭教授(システム情報科学専攻)が定年退職されることとなりました。本研究科では、ご退職される先生方の長きにわたる教育・研究に対する「思い」を学生および教員に伝えていただく機会として「学術懇話会」を開催し、研究科の重要な行事として育んでまいりました。

村上斉先生は2015年に東北大学大学院情報科学研究科の教授として着任されました。先生は日本数学会に所属し、ご専門である結び目理論を中心に多くの優れた研究成果を発表してこられました。また、国際的にも幅広く研究活動を展開してこられました。研究科の運営については学生相談員(平成29年度～令和3年度)、ハラスメント相談員(平成29年度～令和3年度)、入試委員会委員(平成30年度～31年度)、学生委員会委員(令和2年度～3年度)、教務委員会委員(令和2年度～3年度)として、情報基礎科学専攻長(平成26年度～27年度)として、研究科の発展に大きく貢献してこられました。

塩入先生は2005年に東北大学電気通信研究所および本研究科システム情報科学専攻高次視覚情報学講座(協力講座)の教授として着任されました。その後、2010年4月から2016年3月までの6年間にわたり東北大学電気通信研究所副所長を務められ、2016年4月から2018年3月までの2年間は東北大学教育研究評議会評議員、2018年4月から2022年3月までの4年間は東北大学電気通信研究所所長を歴任されました。塩入先生は視覚科学分野のバイオニアとして知られ、多数の学会賞を受賞されました。また、日本視覚学会の会長として分野の発展を牽引してこられました。

村上先生と塩入先生の研究者や教育者としての「思い」を伝えていただくことを大変ありがたく思っております。この学術懇話会を「最終講義」と呼ばないのは、先生方には今後も引き続き研究科の発展のためにお力添えをいただきたいという思いが秘められているからだということの研究科の先輩諸氏から引き継いでおります。先生方の本研究科へのこれまでのご貢献に感謝申し上げるとともに、今後ともご指導ご鞭撻をお願いする次第です。末筆になりますが、先生方のご健康と更なるご発展をお祈り申し上げます。

第23回（令和5年度）情報科学研究科「学術懇話会」

日時:令和6年2月16日(金)

場所:オンライン開催

プログラム

14:30 開会

学術振興委員会委員長 橋本 浩一 教授

講演

14:35 もつれを測る

講演者 村上 斉 教授

紹介 須川 敏幸 教授

15:50 我々は何を見ているのか ～見たいものと見えるもの～

講演者 塩入 諭 教授

紹介 松宮 一道 教授

16:55 閉会挨拶

情報科学研究科長 加藤 寧 教授

講演要旨

「もつれを測る」

村上 斉 教授 5

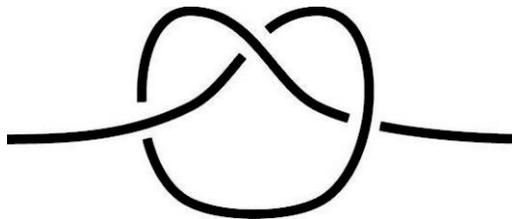
「我々は何を見ているのか ~見たいものと見えるもの~」

塩入 諭 教授 7

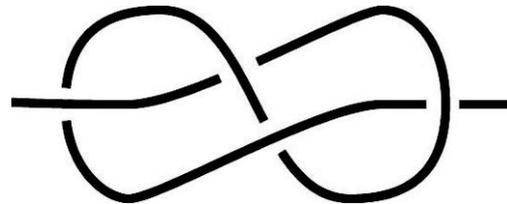
もつれを測る

村上 齊 教授(情報基礎科学専攻)

結び目理論は空間内にある閉じた紐を、数学的に研究する分野です。日常生活の中で結び目は様々な場面に登場します。昨今ではイヤフォンのコードのもつれなどにいら立っている人が多いと思われます(だから、ワイヤレスにしている人もいます)。この講演を聞けば、もつれないとか、もつれをすぐにほどける、と思っていたあなた、ごめんなさい。僕ももつれをほどくのが苦手です。耳の形状が人と違うのかイヤフォンがすぐに外れてしまうので、ワイヤレスを使うわけにもいかず、毎日イライラしています。そんな僕でも数学的な結び目をほどくのは得意です。今日はその話をします。もう一度お断りしますが、日常の役には立ちません。

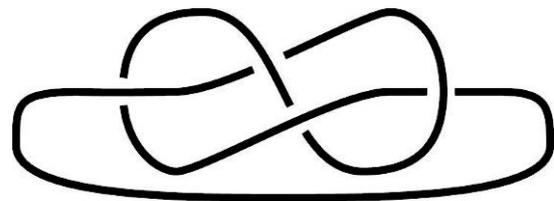
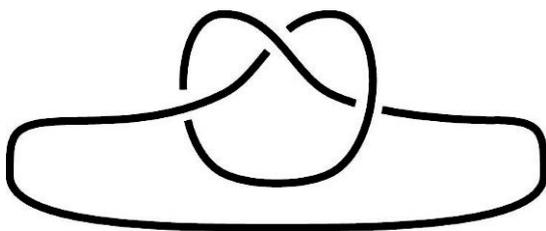


一重結び目



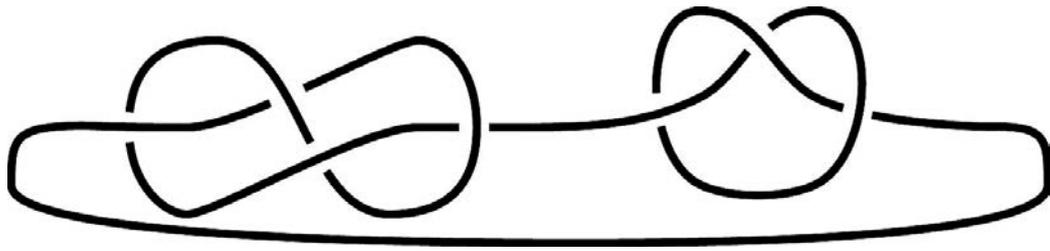
8の字結び目

上に描いた一重結び目と8の字結び目はどちらもほどきやすい結び方です。端を一度くぐらせばほどけますね。ただし、これではどんな結び方でもほどけてしまいますので、次のように端をくっつけて輪にします。



これでどちらもほどけなくなりました。でも「ほどけない」は本当でしょうか?線型代数で習った行列を使えばこれを数学的に「証明」できます。つまり、行列でもつれを測ることができるのです。

では、結び目がどれくらいもつれているかを測ってみましょう。どんなに複雑な結び目でも交差を何回か入れ替えることでほどくことができます。この時の交差入れ替えの最少回数を「結び目解消数」と言います。ある種の結び目のもつれ度合いを測っています。上の2種類の結び目の結び目解消数はどちらも1であることがわかります。また、次のように2つの結び目をつなげると結び目解消数は2になります。



交差交換を使って、2つの結び目がどれだけ違うかも測れます。一つの結び目に何回か交差交換を施して別の結び目ができますから、この最少回数を、考えている2つの結び目の間の距離と定義することで結び目同士がどれくらい離れているか(違うか)が測れることになります。

例えば一重結び目と8の字結び目は2だけ離れていることがわかります。つまり、一回の交差交換ではこれらの結び目は移りあえません。これを証明するときにも行列が威力を発揮します。

講演ではできるだけ簡単な方法で以上のことを説明したいと思います。

我々は何を見ているのか ～見たいものと見えるもの～

塩入 論 教授(システム情報科学専攻)

視覚研究への興味は、なぜこのように見えるのかという点に尽きる。このように見えるの「このように」の意味するところは、物理的な事実から推測される内容と異なる場合やそもそも物理的な事実から予測などできない場合もある。物理的事実との違いの典型例は錯視、より正確には「錯視と呼ばれる現象」である。錯視の面白さは直感に反することへの驚きと言えるのだろうが、当然そこには神経活動あるいは脳機能の根拠があるはずである。網膜像情報が人の脳によってどのように処理されるかを反映しているのが視覚であり、錯視的な見え方もその一つである。その意味では、「なぜこのように見えるのか」には、錯視とは呼ばれない視覚全般の問題が含まれている。

本講演では、これまでの研究成果の中で錯視と見做せるものを中心にそれらの意味するところを、人間の脳の視覚処理系の視点で検討した結果を報告する。錯視そのものを研究対象としないという立場で研究してきたが、さまざまな刺激を観察することで、錯視と見做されるような予想に反する現象を見出す場合もあった。一つは運動視に関する発見である。均質フレーム挿入による運動知覚の逆転現象、正方向の運動残効、回転運動による物体正面のずれ、仮現運動への色の影響、奥行き運動への運動残効、フラッシュラグ効果への注意の効果などである。それぞれの現象は視覚処理レベルの初期レベルから中期レベルの処理過程として理解できる。錯視的現象は、視覚を、あるいは人の感覚知覚認知過程一般を、どのように捉えるべきかについての答えの一つを与えてくれる。知覚全体が錯覚であるということは、よく言われることであり、私も基本的にそれに同意する。それは、世界全体の情報を得ることができないので、一部情報に基づき何らかの推定をすることが必要であるからである。ここで問題となるのは、どのような推定をしているかである。各現象が錯覚かどうかは問題ではない。

ここでは、もう一つの錯視的現象として視覚的注意に関する研究も扱う。選択的注意と呼ばれる効果は、注意を向けることによって、視覚処理の促進が起こる現象と説明できる。心的過程のみによる効果という意味で、一般にはともかく、個人的には錯視と見做せる現象と言っても良いと思っている。しかも、注意をどこにあるいは何かに向けるという主観的な体験と、その結果どのような処理の促進効果が生じるかは別の話であり、主観とのずれが生じる場合は、多くの点で通常の錯視と似ている。どこに注意を向けているかという主観的判断と、実際の注意効果について考えることができる研究成果として、注意の空間特性、身体近傍への注意効果などの研究を上げることができる。視覚処理の促進という点では、促進効果自体は初期視覚レベルでの効果と言える一方、より高次の過程を含む多様な段階や領域が関わっている可能性が高い。主観との関連では、主観を形成する脳過程について考える上でも興味深い。



令和5年度 退職教員雑感と プロフィール・贈る言葉

村上 斉 教授 9

塩入 諭 教授 14

研究と勉強、具体と抽象

村上 斉 教授

僕は、1958年に兵庫県明石市で生まれました。1965年に明石市立大観(たいかん)小学校に入学して以来60年近く常に「学校」に属してきました。小学校入学前は日々遊びまわっていたので、今後ずっと学校・職場や勉強・仕事に縛られるのかと思って将来に絶望していたのが夢のようです。また、最近ようやくわかってきたのですが、僕は数学は好きだけど理論が苦手なようです。それから、抽象論は苦手ですが具体例は大好きです。こんな人間がいかにか研究を続けてきたかを書きたいと思います。

1977年に京都大学理学部に入学したのですが、入学してすぐびっくりしたのが周りの多くが微分積分や線型代数はおろかもっと進んだ内容をすでに知っているらしいことでした。悪名高い $\varepsilon - \delta$ やDedekind切断による実数の定義で、僕は見事に落ちこぼれました。線型代数も理論ばかりで計算が全く出てこず、何を隠そう僕が(さすがにセレスの公式は使えましたが)一般の行列の行列式を計算できるようになったのは修士1年のときでした。ちなみに $\varepsilon - \delta$ が曲がりなりにも使えるようになったのは21世紀に入ってからです(20世紀中にも微分積分を教えていたのですからひどい話です)。大学に入ったら好きな数学だけを勉強すればいいと思っていたのに、(大っ嫌いな)体育があることに加えて、好きな数学も片想いに終わるのかと暗澹たる気分になりました。こんなのでよく卒業できたとお思いでしょうが、そこが京都大学のいいところだと思います。ほかの大学だと卒業は覚束なかったでしょう。

その後、大学院で大阪市立大学(現・大阪公立大学;東北大学に移る前に勤めていた東京工業大学も名前を変えるそうですが、在籍していた大学の名称が変わるのは困りますね)に入って結び目理論を始めたのですが、そこでうれしかったのが、セミナーが具体の世界だったことです。(概念図ではない本物の)図は出てくるは、高校レベルの計算だけで議論が進んでいくは、僕のやりたかったことはこれだと思いました。結び目にはそれぞれ個性があるし、その個性を具体的な数式で表すこともできるし、とにかく図を描いたり計算したりしていれば達成感があるのは嬉しいものです。必要があれば僕だって行列式の計算ができました。

修士2年のころだったと思います。ある論文を読んでいてどうにも計算がややこしく読み進められませんでした¹。論文に出てくる定理は明快なのでどうにかして別の簡単な証明ができないかと思っていた時に、国鉄(現・JR)阪和線長居駅のホームの上で思いつきました。早速論文にまとめましたが、これが初めての単著論文でした。

また、1980年代末だったと思いますが、かなり離れた分野の研究集会在京都の関西セミナーハウスでありました。今思うと量子群という新しい概念が生まれつつある時期で、様々な分野の人が集まっていました。量子群を使うと結び目の不変量²が魔法のように量産できるというので参加しましたが、どうにもちんぷんかんぷんで参加者の中に一人だけいた結び目研究者と二人で途方に暮れていました。多少は量子群をかじったことのある僕が三角関数を使った簡単な例を説明したところ、彼は(他の人の講演中に)計算を始めたようで「どうも色々計算しても当たり前の不変量しか出てこない。ひょっとしてこんな風な変形をしたらどんな結び目もほど

けるからではないか」と言い出しました。「こんな風な変形」はその後二人の共同研究により Δ 型結び目解消操作と名付けられ、結び目をほどく方法として広く知られるようになりました。 Δ 型結び目解消操作はその後他の人達の手によって大きな理論になりましたが、我々の結果はその小さな第一歩だったようです。

1992年にケンブリッジ大学で10か月ほど研究をする機会を得ました。その年に、ニュートン研究所がケンブリッジに設立されるというので夏ごろから研究所の図書室が研究場所になりました。ちょうどそのころ、物理学者の Witten 氏の提唱した3次元多様体の不変量を数学的かつ具体的に詳しく調べた論文の著者の一人である Kirby 氏も滞在していたのでぜひ話をしたいと考えました。彼らの論文³からちょっとした結果が得られそうだったので必死に計算をしていたところでした。部分的な結果が出たのでセミナーで話したのですが、あまりに計算しか示さなかったからでしょう、大して興味をひきませんでした。そこで、小さな結果ではなくてもっと一般化したものを証明してやろうとしてなんとか論文にまでこぎつけました。Kirby 氏達の論文で述べられた具体的な計算方法あってこそその論文です。謝辞に「有益な議論をエジンバラ公に感謝する」⁴と載せたのがよい思い出です。

また、河内長野(大阪府)に住んでいたころ帰りの南海電車であるアイデアがひらめきました。ところが、どう考えてもこれは単なる種火で、僕の力量では論文にまではできないと思い、こういうのが得意な二人に電話(今なら Zoom や Meet です)で相談しました。僕の見込んだ通りお二人は見事に種火を大きな炎にしてくれて三名の共著論文になりました。その結果は、結び目の HOMFLY-PT 多項式⁵を簡単に定義するもので、HOMFLY-PT 多項式の圏化⁷にも使われています。あの時ともった種火がここまで大きくなるとは思いませんでした。このころから、僕は抽象化する能力に欠けているのを自覚していたのかもしれませんが。

20世紀の終わりごろスウェーデンのミッタクレフラー研究所に招待されて1年間滞在したことがあります。ある人と Kashaev 氏の論文を読み解こうということになりました。その論文は、Kashaev 氏が自ら定義した不変量が結び目補空間⁸の体積を決定するだろうという夢のような予想を含んでいました。僕のほうはどうやって計算するのかすらわからなかったのに対して、その人は計算方法はおろか、この論文で導入された不変量は(有名な) Jones 多項式⁹(正確には色付き Jones 多項式)の特殊値だろうと予想していました(多分確信だったと思います)。その理由は2つの量を定義する行列の固有値が等しいというもので、固有値などほとんど使ったことがない僕には考えも及ばないことでした。それから、共同研究が始まったのですが、「僕が計算方法を聞く」→「(それまでの付き合いから僕が理論は駄目なことを知っている)で彼が具体的な計算手段も含めて教えられる」→「僕が Maple で実際に計算をするが合わない」→「彼にお伺いを立てる」の繰り返しでした。Maple で、要素が多項式の 25×25 行列の掛け算を実行することを繰り返して何とか「正しいだろう式」にたどり着いたものです。それが「正しい式」であることを証明するのは(理論も何もない)力業でした。こうして、Kashaev 氏の定義した不変量は色付き Jones 多項式から得られること、つまり、Kashaev 氏の予想は、色付き Jones 多項式と結び目補空間の体積を結び付けるといふ、体積予想になったのです。色付き Jones 多項式は、現在も盛んに研究されている量子不変量¹⁰の典型的なもので、我々の提唱した体積予想はその中心的な予想となっています。

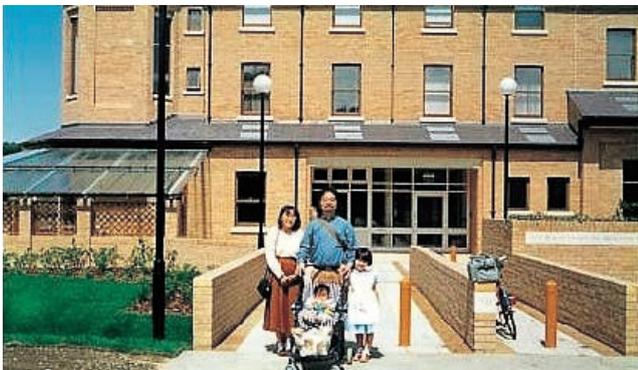
21世紀になってから、僕の研究は体積予想中心になりました。現状では(少なくとも僕には)体積予想を解

決するのは不可能なので、簡単な例を中心に計算を細々と続けています。ところが、ここで立ちふさがったのが「積分」です。積分には目を背けてここまでやってきたのですが、とうとうぶつかってしまいました。そこで今慌てて勉強しているのが、漸近挙動、鞍点法、Poisson 和公式などです。どれも概念自体を知らなかったというお粗末さで、Poisson 和公式に至ってはフーリエ解析や果てはルベーグ積分の教科書を1ページ目から読む始末です。学部レベルの教科書を片手に論文を書く日々が続いています。

また、研究を続けているとレフェリーとかレビューとかのボランティア的な仕事が舞い込んできます。どちらも他人の書いた論文を評価するものですから、安易な気持ちではできません。この間などは、これまた逃げまくっていた「ガロア理論」を前面に押し出した論文のレフェリーを頼まれました¹¹。学部3年の後期の代数の試験(確か「環論・体論」とかいう名前だった)で零点を取った僕に何でこんなのを頼むのかと思いましたが、必死になって勉強しがてら論文を読みました。レフェリーやレビューをするとたいいの場合何らかの得るものがあるものですが、この論文も、その当時書いていた論文に多少の箔をつけるのに役立ちました。いやあ、論文で Galois の名前を書くとは思いませんでした。

とまあ、ほとんど恥の羅列でしたが、もし、この駄文を読んでいる人の中で、「勉強」が苦手な人がいたら安心してください。何とかあります。知らんけど。

唐突ですが、様々な国に幼い子供達と滞在したときに、文化・習慣の違いにもめげず地元の食材で日々食事を提供してくれた妻に感謝します。



1992年開所間もないニュートン研究所にて



1998年 Mittag-Leffler 研究所にて、落ち葉掃除の後で

- 1 お気付きかと思いますが僕は論文を読むのも苦手です。他人のも過去の自分のも。
- 2 不変量というのは、ある図形などに固有の量のこと。
- 3 Kirby 氏 (Melvin 氏との共著)のその論文は、僕の大好きな「すべての計算を丁寧に示している」論文でした。
- 4 エジンバラ公はエリザベス二世女王の配偶者。ニュートン研究所の名誉所長だった関係で一度視察に訪れてお会いできました。「有益な議論」とは「日本の北海道に行ったことがある。」「北海道は寒いですね。」
- 5 2つのパラメータを持つ、結び目の不変量。HOMFLY-PT は発見者の名前のイニシャルを並べたもの。
- 6 それ以前のは組み合わせ的に面倒な議論を積み重ねたり、表現論や作用素環論の深い理論を使ったりする必要がありました。
- 7 多項式の係数があるホモロジー群の次元とみなすことにより、不変量をはるかに精密にする理論。
- 8 3次元空間から結び目を引っこ抜いたもの！
- 9 前述の HOMFLY-PT 多項式は、Jones 多項式を一般化したものです。
- 10 前述の量子群を使った不変量のこと。
- 11 僕が研究を始めたころは牧歌的だった結び目理論も最近はこのも知らないといけません。

村上 斉 教授

情報基礎科学専攻 情報基礎数理学講座 情報基礎数理学Ⅲ分野
(情報基礎科学専攻 教授 須川敏幸)

村上斉先生は、1958年11月に兵庫県にお生まれになりました。1981年3月に京都大学理学部を卒業された後、大阪市立大学大学院理学研究科数学専攻に進学され、1986年3月に理学博士の学位を取得されました。学位取得後は同研究科研究生、日本学術振興会特別研究員を経て1987年10月に大阪市立大学理学部助手に採用されました。1996年4月に助教授に昇進された後、1998年4月に早稲田大学理工学部に助教授として異動されました。さらに2002年4月からは東京工業大学大学院理工学研究科助教授となり、2015年から東北大学大学院情報科学研究科に教授として着任されました。この間、1994年2月から同年12月まで、英国ケンブリッジ大学訪問研究員、1997年4月から1998年3月まで、英国リバプール大学訪問研究員、2000年9月から2001年5月までスウェーデンのミッタク＝レフラー研究所客員研究員を務めるなど、国際的にも幅広く研究活動を行ってこられました。

村上先生のご専門は位相幾何学(トポロジー)と呼ばれる数学の分野です。その中でも特に結び目理論を中心として研究してこられました。結び目(knot)とは3次元空間内(または3次元ユークリッド空間に1点を付け加えた3次元球面)に置かれた閉じた1本の紐(いわゆる輪っか)のことで、より一般に複数の閉じた紐があった場合は絡み目(link)と呼ばれます。紐を切らずにそれをほどくことができるかどうか、またさらに、そのような紐が2つあった時に、一方を連続的に変形して他方と同じ形にできるかどうか(同値性)が中心的な問題となりますが、もつれた糸をほぐすのと同じく数学的には難しい問題になります。ある結び目が別の結び目と同値かどうかを判定するためには、結び目から定まるある数学的な量で、同値な結び目に対しては同じ値を取るようなものを考えることが有効です。そのような量は(結び目)不変量と呼ばれます。

結び目については、交差を入れ替えて自明な結び目にする操作の最小手順として定義される結び目解消数という不変量が古典的に考えられていましたが、村上先生は学位論文で2つの結び目についてそのような交差交換を行うと互いに移り合うことができる最小回数によって結び目全体のなす空間に距離が入ることを示し、ゴルディアス距離と名付けられました(「ゴルディアスの結び目」という伝説のもじりと思われます)。さらには、神戸大学の中西康剛氏との共同研究においてデルタ型結び目解消操作と呼ばれる手法を提案され、今では結び目理論における基本操作の一つとなっています。

その後、先生はイギリス滞在中に量子群の理論に出会われます。数理論物理学者 E. Witten が提唱した3次元多様体の量子不変量に関して、村上先生はホモロジー球面については整数係数の多項式であることを示すなど、今日、量子位相幾何学と呼ばれる分野において先駆的な研究をされました。

結び目不変量の話に戻りましょう。結び目の不変量として1923年に現れたアレキサンダー多項式は結び目の不変量として定まる多項式として最初のもですが、鏡映の関係にある結び目を区別することができないなど、これだけでは同値問題を解くには不十分なため、違うタイプの多項式不変量が長らく求められてきました。そこにブレイクスルーをもたらしたのが作用素環の研究者であった V. Jones でした。今日、ジョーンズ多項式として知られる不変量が発見された1983年以後、続々と新たな不変量が見つかります。一方、低次元多様体論に様々な革命をもたらした数学者 W. P. Thurston は1970年代末に3次元球面から結び目を除いて得られる空間(結び目補空間)にほとんどの場合(正確にはトラス結び目とサテライト結び目を除くすべての場合)、双曲構造が入ることを見出しました。そのような結び目は双曲結び目と呼ばれますが、Mostow の剛性定理よりその補空間の双曲体積が別のタイプの結び目不変量として与えられることになりました。村上先生はスウェーデン滞在中に早稲田大学の村上順氏との共同研究を行い、R. Kashaev による予想を一般化した体積予想を提唱されました。それは、双曲結び目に対して、色付ジョーンズ多項式の系列に特殊値を代入して得られ

プロフィール
Hitoshi Murakami

る数列の漸近挙動の係数として結び目補空間の双曲体積が現れるというものです。これは別の系統と考えられてきた量子不変量と双曲体積という2つの不変量を結びつけるもので、今なお多くの数学者により活発に研究が続けられています。

以上のように村上先生は数学研究において顕著な貢献をされてきましたが、学内外における数学教育やアウトリーチ活動においても多くの貢献をしてこられました。全学教育や本研究科における講義の他、宮城教育大学等でも非常勤講師を務めてこられました。講義は学生には好評なようで、先生が宮城教育大学で講義をされるようになってから、宮城教育大学から本研究科に進学する学生が増えたように思われます。また、小学校の算数教科書の執筆にも長年携わってこられました。さらに、「結び目のはなし」(1990年、遊星社;新装版2022年、日本評論社)、「結び目理論入門(上)」(2019年、岩波書店)といった結び目理論の入門書を著されたほか、位相幾何学に関する和訳本にも多数関わっていらっしゃいます。また、2018年には東京都立大学の横田佳之氏との共著で体積予想に関する専門書も英語で出版されています。

2015年に東北大学のサイエンスカフェにおいて市民向けに結び目を作る実演を交えた講演を行われたほか、オープンキャンパスでは3Dプリンターを使って結び目の模型を作って展示されるなど、お人柄が忍ばれるユニークなアウトリーチ活動もしてこられました。そのような村上先生が定年を迎え本研究科を去られることは真に寂しい限りではありますが、先生には今後もお元気で数学を続けられることを祈念いたします。特に「結び目理論入門」の下巻を待たれる声も聞こえますので、執筆活動について今後も期待しております。



我々は何を見ているのか ~視覚の不思議と不思議な視覚~

塩入 諭 教授

大学院で視覚科学の研究に関わって以来、研究の目的は「我々は何を見ているか」の解明です。その理由は、幼少期から興味があった錯視に対する興味がベースともいえ、またコンサートより美術館に興味のある、多分に視覚的な人間であることも大きな要因と言えそうです。食事にもこだわりが少ないので、味覚、嗅覚に対しても強い興味は湧かないかもしれません。大学院で視覚研究分野に足を踏み入れてから現在に至るまで、視覚に対する興味が牽引されてきました。大学院で池田光男先生（東京工業大学総合理工学研究科教授：当時）の研究室に所属して以来、博士研究員として在籍したモントリオール大学、ATR 視聴覚研究所、そして千葉大学工学部画像工学科（のちに情報画像工学科）、メディカルシステム工学科、東北大学電気通信研究所（情報科学研究科協力講座）すべての組織で、視覚を理解したいとの思いで研究、教育を続けることができました。そのような研究活動ができたことは、工学系の学部、大学院を出て、モントリオール大学以外では工学系の組織に勤務した身としては、幸運に恵まれた結果としか思えません。一方、修士研究を始めてからの43年が過ぎますが、見るということをどれだけ理解できたのかと考えると、全く心許ない答えしか思い浮かびませんが、それは「何を見ているか」との問題設定自体が明確ではなく、何をどうしたら答えに辿り着くのがわからないという点が根源的な問題であろうと思います。いい加減な目的に向かって研究を進めてきたということで、学位論文のテーマや科研費の申請としては全く不適切で、私自身が評価したとしても承認できないでしょう。ではあっても、大学で問うべき課題としては適切なものと考え研究 / 教育の対象としてきました。

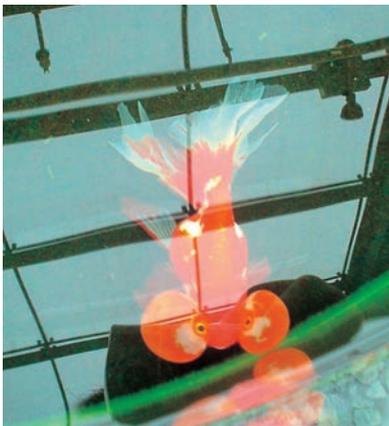
高校での出前授業学部1年生に研究分野の紹介をする時に利用するフレーズとして、「視覚の不思議と不思議な視覚」を利用してきました。これは私にとって、何を見ているかの問いとほぼ同等の意味を持ちます。世の中に視覚の不思議は溢れています。日常生活で視覚の不思議を見つけることは喜びの一つです。一時期毎週一つの記録を心がけていましたが（2008年ごろ）、下図に例をあげます。いずれも「あれ、これおかしくない？」と思ったものです。それらを直接研究対象とすることは意図した訳ではないですが、この「あれ、これおかしくない？」の感覚は、研究の方針を立てる上でも、重要な判断基準となっていたと思います。

日常生活及び研究室での視覚現象から、見ているということについて考えることが自身の役割と考えてきました。そこから生まれる小さいな問いについての個々の研究の積み重ねることで、顕著に曖昧な問い「何を見ているか」の答えに辿り着くことを願ってきたということもできます。見えていることや見ているものは、クオリア^{*}と括られるものかもしれないですが、個人的にはクオリアの研究をしていると考えたことはありません。その理由は、クオリアは体験の主観を指すため、各個人の体験自体が問題であり、その共有は不可能に思えるからです。自身での確認や他者の報告は参考になるにしても、主観的報告の限界は大きく、コミュニケーション手段そのものの影響を排除することはできないと考えます。「見え」そのもの（あるいはクオリア）を直接扱うことなく、その元となる神経メカニズムを理解するために、心理物理実験、眼球運動計測、脳波計測を主な測定手法として研究を続けてきました。心理物理実験は、人間の判断を応答として計測しますが、実際には高い計測結果が得られることも少なくありません。この分野で研究を始めた頃には、信頼できる被験者1名の結果と言いつつ著者自身の結果を示すという学会発表も頻繁に見かけました。実際その信頼性は決して低くなく、今でも色覚の基礎などで被験者1名の計測結果が参照される事実は驚きとも言えます。さらに高い信頼性を求め、二者択一の強制的は応答（例えば動きの方向が右か左かの応答を求め、わからないを認めない）を課す計測なども用いられます。心理物理実験に関して経験者以外に信頼性に関する懸念を払拭してもらうことは難

しいですが、経験を通して語るならば、脳波や眼球運動よりも心理物理計測は信頼性が高いと実感しています。ただし、データの信頼性は実験デザインの影響は大きい点は注意が必要です。人間の応答から取り出したい情報を取り出すために、よく計画された実験が必要です。心理物理実験のデザインは、研究において最も楽しいことの一つでもあります。実際、実験デザインを考える時には、無上の喜びを感じてきました。それによって期待される結果が得られた時は、更なる喜びが得られましたが、いつもうまくいくとは限らなかった点は残念でした。

研究室に来る学生の多くは、私の持つ課題に対する興味を共有してくれていたようです。多分にバイアスのかかった主観かもしれませんが、研究テーマについて話すときには視覚に関する興味が伺えて楽しい時間を得ることができました。退職年齢が迫ったことにより、研究室に対する興味から研究室見学や研究生の問い合わせなどに対して、受け入れができないことを伝えるのは寂しい限りでした。今後は問い合わせ自体が期待できないだけでなく（あったらとしたらかなり嬉しいと思いますが）、今までと同じように学生と一緒に研究することができないことを考えると、寂寥感に溢れた生活になるのではないかと大いに危惧しています。さてそれを補償する何かが必要と感じていますが、少し時間をかけて探すことにしています。

研究への興味を多くの学生と（もちろんスタッフとも）共有できた点は、幸せでした。一方当研究室に所属した学生に、卒業、修了後に視覚分野に直接関わることは多くないため、教育効果としての位置付けは意識してきました。時として卒業生から聞く「研究室で学んだことを行かせていなくて申し訳ないです」との言葉について、そんな風を感じることにに関してこちらこそ申し訳ないと感じます。しかし幸い私自身はその考えに同意していません。研究活動自体の持つ教育効果については、エビデンスの有無はともかく多くの教員が共通した認識を持っていると思います。その上でさらに、人間に関する科学を体験することは、工学系の研究所にある当研究室の学生にとって、視野を広げ、通常の理工学系とは異なる視点で物事を考える機会を持つ経験となっていると信じています。その意味で、今後もこの種の研究室が大学に増えることは（我が田に水を求めているように受け取られるとしても）大学の価値を高めるのに重要であると考えます。



ある水族館での上から金魚を見る展示の写真。写真を見て、実際に見ている時には全く気にならなかった水面に写り込んだ背景に驚いた。要因は奥行き情報の有無や注意、対象の運動などいくつかあると考えられる。



3つの交通標識の面の向きが違って見える（おそらく個人差がある）。横断歩道標識が最も観察者の方を向いているように（画面面に並行に）見える。



サイドミラーが窓に映っている。窓面に対して対象に見え鏡像であることがわかるが、サイドミラーの中の映像は対象にはならない点は単純な鏡像では説明できない。このような状況について、視覚系がどのように見ているか興味深い。

*) ChatGPTによると、「クオリアとは、哲学や心の哲学、認知科学などの領域で使われる概念で、主観的な経験や意識の質に関連するものです。クオリアは、個々の経験や感覚がどのように感じられるか、主観的な感じ方や品質を指します。」

塩入 諭 教授

システム情報科学専攻 高次視覚情報学講座 高次視覚情報学分野
(応用情報科学専攻 教授 松宮一道)

塩入諭先生は1958年に長野県上田市でお生まれになり東京工業大学工学部をご卒業後、1986年に東京工業大学大学院総合理工学研究科で工学博士を取得されました。博士号取得後はモンリオール大学心理学科でPatrick Cavanagh先生(1989年以降はハーバード大学教授、パリ・デカルト大学教授を歴任された運動視や視覚的注意の研究の世界的権威)のもとで博士研究員を経験され、ATR視聴覚機構研究所視覚研究室研修研究員を経て千葉大学工学部助手、同助教授、同教授と昇任され、2005年に東北大学電気通信研究所および本研究科システム情報科学専攻高次視覚情報学講座(協力講座)教授に就任されました。その後、2010年4月から2016年3月までの6年間にわたり東北大学電気通信研究所副所長を務められ、2016年4月から2018年3月までの2年間は東北大学教育研究評議会評議員、2018年4月から2022年3月までの4年間は東北大学電気通信研究所所長を歴任されました。

塩入先生は、視覚科学分野において数多くの研究成果を挙げられ、応用物理学会光学論文賞、映像情報メディア学会丹生高柳著述賞を始めとする多数の学会賞を受賞されています。視覚科学とは、脳が視覚情報をどのように処理し外界を認識するか、その仕組みの解明を目標とする研究領域です。この研究領域は、心理学、生理学、脳科学、情報工学などの多くの分野にまたがっており、様々な専門家が共存する多様な学問分野です。このような多様性に富んだ学問分野の中で、塩入先生が携われた研究内容は極めて幅広く、視覚的注意、運動視、無意識学習、色覚、立体視、眼球運動、多感覚、質感など多岐にわたります。なかでも、視覚的注意に関するご研究におかれては、定常状態視覚誘発電位(SSVEP)と呼ばれる脳波を利用して視覚的注意のダイナミクスの神経機構を解明した論文が、神経科学分野のトップジャーナルJournal of Cognitive Neuroscienceに掲載されるなど、国際的に高く評価されています。その後、この成果を視聴覚空間注意の制御に発展させ、視覚的注意の脳内メカニズムの解明だけでなく、脳波センシング技術に関わる工学的応用も視野に入れた研究に取り組まれていました。さらに、塩入先生の視覚的注意の研究は、科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業CREST「歩容意図行動モデルに基づいた人物行動解析と心を写す情報環境の構築」の共同研究へもつながっていき、塩入先生は、自由に視覚探索しているときの眼球と頭部の協調運動において画期的な成果を発表されました。この成果は、現在普及が進みつつあるバーチャルリアリティ技術のヘッドマウントディスプレイを用いた研究などにおいて多く引用されています。

視覚的注意の研究に加えて、奥行き運動の研究においても、塩入先生は大きな貢献をされました。奥行き運動とは、例えば、物体が遠方から自分の頭部に向かって運動しているのを見たときに知覚される動きのことを指します。この奥行き運動を視覚系が検出するための手がかりとして、原理的には両眼視差と眼間速度差があ

プロフィール *Satoshi Shioiri*

るものの、視覚系は奥行き運動を検出するために両眼視差だけを用い、眼間速度差を用いないと考えられていました。しかし、塩入先生は心理物理学的な実験手法を用いて世界で初めて眼間速度差だけでも奥行き運動を知覚できることを明らかにし、奥行き運動のこれまでの通説を覆す大きな発見をされました。その後、この塩入先生の発見に触発されて、米国の研究グループが霊長類の脳を用いた神経生理学的研究により、眼間速度差から知覚される奥行き運動の責任中枢となる脳内部位を明らかにするなど、塩入先生の発見は奥行き運動研究を大きく発展させました。さらに、塩入先生は、眼間速度差から知覚される奥行き運動の計算論的モデルも構築され、2020年に視覚科学分野の国際誌で発表されています。これらの塩入先生の一連の研究成果は、心理物理学や計算論といった学問分野の垣根を越えて成し得たものです。ここに塩入先生が目指された研究への姿勢が表れているように思います。

塩入先生は学会の発展にも貢献されました。日本視覚学会・会長、映像情報メディア学会・副会長およびヒューマンインターフェース研究部会委員長、日本光学会・常任幹事等を務められています。特に、日本視覚学会では、学会の会員らで執筆するハンドブックや教科書等の作成において塩入先生が編集委員長として取り纏めを行い、視覚関係の科学者や技術者だけでなく、視覚研究の初学者にもわかりやすい書籍の出版に貢献されました。また、Asia Pacific Conference on Vision の国際会議の運営においてもご尽力され、我が国の視覚科学分野を牽引する研究者として学術の発展に寄与されました。

塩入先生の数々のご業績に深く敬意を表するとともに、東北大学大学院情報科学研究科でのご貢献に深く感謝申し上げます。今後ともご指導・ご鞭撻をお願いするとともに、益々のご活躍・ご健勝を心より祈念いたします。



2005年 通研親睦会ビアパーティー



通研公開

memo

