

目 次

卷頭言 津本 忠治（理化学研究所脳科学総合研究センター）.....	3
特集 1 リレー対談.....	4
第3回 ヒトの自然な意思決定過程の理解は可能か？ 高橋 英彦 × 柴田 智広	
特集 2 論文紹介	9
特集 3 大会参加記.....	12
ニュース・イベント	18



津本 忠治

理化学研究所脳科学総合研究センター

新学術領域研究「予測と意思決定」ニュースレターの巻頭言を依頼され、改めて本領域に参画している研究者の顔ぶれを拝見したが、その多彩さ、あるいはヘテロさに驚愕してしまった。虫、魚からマウス、サルの神経科学的研究はゆうに及ばず、認知心理学や精神科領域さらには理論的研究も含まれているようである。勿論、すべて「予測と意思決定」に密接に関係している研究であろうが、これだけ異質の研究者をごった煮のように混ぜ合わせて領域研究が成り立つのだろうか、という懸念を持つ人がいても不思議ではない。小生もアドバイザー委員という立場であるにもかかわらずそのような懸念を最初感じたが、昨年東工大で開催された領域会議に出席させていただき、そのような心配は杞憂であることがわかった。それまで良く知らなかつた方法論、なじみのなかつたコンセプト、全く違つた研究カルチャーに基づいた発表にも関わらず活発な質問とアイディアの交換が行われていた。

ここで十数年前の小生の個人的体験を思い出してしまった。京都宝ヶ池の国際会議場で科学技術振興機構主催の異分野交流会（名称は違っていたかも知れない）に呼ばれて趣旨が良くわからないまま参加した。参加者はほとんど初対面の人ばかりで、ある人は宗教や臨死体験を語り、またある人はグローバルエコノミーの展望を述べ、小生は大脳視覚野回路可塑性の話をし、と話が全くかみ合わず、かなりの徒労感を感じたことがあった。主催者側は、そのような異分野交流であっても長い目でみると研究のアイディアや着想などで役に立つことがあることを期待しているという能天気な楽観論者であったが、十数年たつた現在でも研究の役に立つという記憶はない。ただ、それがなければお付き合いをしない人達と知り合いになったという意味では忘れがたい体験ではあった。

本領域研究に結集する研究者の異質性は勿論そのようなものではなく、「予測と意思決定」の研究という共通の目標に向かってよくブレンドされているといえるかも知れない。現在の神経科学は単一の方法論で分子やチャンネルのような素過程の解明を目指す時代はとっくに過ぎ、種々の方法論を用いて多面的に予測や意思決定のような高次機能に迫る時代となっている。また、脳科学は単なる神経生物学ではなく、心理学、認知科学、数理科学、さらには経済学などの社会科学をも包含した総合科学になろうとしている。その意味で多面的な方法論で「予測と意思決定」研究を推進する本領域の展開は非常にタイムリーであり、小生はその大いなる成功を予感するものである。

ここまで書いて Nature 2012 年最終号 (492 卷, 20/27 December 号) に目を通していたら報酬や動機付けに関する論文が 2 篇も出ていることに気付いた。1 篇はマウスの腹側被蓋野と側坐核に関するもの、もう 1 篇はショウジョウバエにおけるドーパミンニューロンに関するもので、両者とも今はやりの光遺伝学や遺伝子工学的手法を使ったものであった。小生の専門ではないので詳しくコメントできる立場にないが、両者とも報酬や動機付けの基盤となる過程の一部を明らかにしただけとの印象が強い。その意味で基盤的過程からヒトの行動、認知、さらには理論まで包含する本領域研究から予測と意思決定の原理としきみの全体像を解明する創造的研究成果が出ることを大いに期待したい。

「予測と意思決定」リレー対談：第3回

京都大学 医学研究科 准教授

高橋 英彦



▼柴田 リレー対談第3回ということで、京都大学医学部の高橋英彦先生に来ていただきました。どうもありがとうございます。高橋さんは、精神科医でいらっしゃるのに、というと語弊が大いにあると思いますが（笑）、私の拙い知識の範囲で考えるところの精神科医とはだいぶ異なり、実験経済学の理論を精神科に持ち込んでこられて、いわゆる神経経済学の土台に乗せて患者さんを研究されておられる。実験経済学や神経経済学ということになると、まさに私の計画班のテーマと通ずるところが多い。また、個人的にも、私の母親は長くパーキンソン病を患っているので、高橋先生が領域会議でパーキンソン病とギャンブル依存症の話をされていたのも大変興味深かった。そこで、

高橋先生とぜひお話ししたいと思っていました。

■高橋 はい、御紹介いただいたように、私は精神科医で、普段は患者さんを診ています。患者さんは行動異常が出てきて、「なにかおかしいぞ」と異変を感じて病院に来られるわけです。しかし、行動異常が最終的に表に出る一歩手前の意思決定はどうなのか。そこを研究することで、行動異常のメカニズムを理解できるのではないか。そう考えて、銅谷新学術領域に参加させていただきました。

● フィールドで自然な意思決定過程を観察する必要性

▼柴田 私の計画班では、健常者の購買という意思決定過程のモデル化に関する研究を進めています

ヒトの自然な意思決定過程の理解は可能か？

奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 准教授

柴田 智広



す。この研究分野は、古くは 1960 年代から、行動経済学や実験経済学として発展し、また 90 年代からは神経経済学へと発展してきており、マーケティングへの応用も模索されています。実験経済学や神経経済学では、実験室内で科学的研究が行われるのですが、実世界は遙かに複雑であるので、実験によって人間の自然な意思決定過程を本当に観察できているのだろうか、と素朴な疑問を持っています。一般論として、実験室内で、美しいタスクで追い込まれた環境というのは、ある種、我々が機械的になる状況だと思うのですよね。例えば、計算神経科学の運動制御の分野では、腕の 2 点到達運動について、数理モデルが美しく当てはまる例が知られているのですが、それは「運動時間を 1 秒以内に」などと実験条件を追い込んだ場合であって、条件を緩めると各被験者で行動に大きなばらつきが出る。購買意思決定過程についても、実店舗に立ち寄った時の動機や使える時間も様々、さらに店舗のモノやヒトから多様な刺激入力がある。網羅的かつ客観的に実店舗での行動観察を行って、既存理論で説明できるところ、できないところを知って、できないところの理論化に取り組みたい。一方、行動観察技術や、行動介入技術も目覚ましく進歩しています。例えば観察技術として、レーザーレンジファインダを複数使って、何十人の人の歩行速度や方向を実時間で推定できまし、Microsoft 社の Kinect を始め、人の姿勢推定を実時間で簡便に行うための入力装置も一般的になってきました。また、介入技術としてデジタルサイネージもだいぶ一般的になってきましたし、私の計画班の連携協力者の宮下敬宏さん（ATR 知能ロボティクス研究所）たちはロボットを使ったサイネージの研究をされていますね。私は、実店

舗というフィールドに、こういった最新の行動観察・介入技術を導入して、ヒトの自然な購買意思過程を観察し、そして理解したいと思っています。

■高橋 私も柴田さんに共感するところがあります。科学者はきれいな実験をしようとかパラメーターを絞って現象を説明しようとします。これはある意味、きれいな科学のあり方だと思うんですよね。私たち精神科では、多彩な症状を呈する患者さんを診ている。私たちには、いわゆる診断の（根拠となる）バイオマーカーがありません。そこで多くのバイオマーカーを何とかして見つけようとしています。あるパラメーターを見つければ、診断の役に立つのではないかと考えている精神科医は少なくありません。私もその一人です。だから行動経済学、神経経済学に出会ったとき、これはなんてすばらしいことだと思ったわけです。行動経済学、神経経済学では、少ないパラメーターで、意思決定のプロセスを記述できるとされていたからです。これで診断バイオマーカー、あるいはステートマーカーを記述できるのではないか、と期待しました。今その期待がなくなってしまったわけではありませんけれども。

一方、実験室、MRI という非日常的な環境の中で、非日常的なタスクをしているな、と最近は思うようになってきたんです。たとえば、患者さん、あるいは健常者の被験者さんのリスクに対する認知は（行動経済学、神経経済学で）評価できるわけですけれども、現実の risk seeking behavior とか購買行為を必ずしも高い精度で予測できないという課題がある。実際の医療、診療に応用できるのか考え直さなければならない。そういう意味で、実際のフィールド、実際の患者さんの購買行動あるいはリスクのあるものに手を出す状況のデータ

「予測と意思決定」リレー対談：第3回

京都大学 医学研究科 准教授

高橋 英彦

が取れたらいいなと考えています。

たとえば我々は今、ギャンブル依存の患者さんを対象にした研究を行っています。ラボの中でリスクヘッジを評価するような行動について経済学的な課題を組み立てるのです。それによって、その人のリスクヘッジのある側面は取り出せます。「この人だったらこうだよね」と納得できる場合もあるんですが、「この人なのにこんなパラメーターが出てくるのか」ということもある。ギャンブル依存やうつ病など、何でもいいんですが、サブタイプの集まりなんですね。ところが、あるサブタイプにはそれとマッチしたような現実の行動を示す方がおられるんですけども、まったく別のパラメーターというか、まったく別のモデルで同じようなギャンブル依存に陥っている方もおられる。やはりなかなかひとつつのパラメーターだけで予測したり診断したりすることは難しいと感じています。

● ゴールでもあり、モデル検証でもある介入

▼柴田 新学術領域の大きな目的の一つは、領域内での共同研究を生み出すことです。先ほど購買行為の予測とおっしゃっていたので、私たちの行動観察システムがお役に立てるかも？

■高橋 ご存じだと思いますけれども、一般の病院でも院内にちょっとした売店があります。精神科の病棟は（一般病棟から）少し離れて、独立した病棟である場合が多いのですけれども、その中に小さな店舗が入っていることがありますし、あるいは単科の精神科の病院である場合、私が以前勤めていた病院だと、ヤマザキのY SHOPが中にありました。そういうところで、入院患者さんがお小遣いの中から、おやつとか身の回りのモノ

などを買っておられます。

▼柴田 病棟内でも買いすぎは？

■高橋 ありますよ。

▼柴田 買ってはいけないモノを買ったりすることも？

■高橋 ええ、「血糖値が上がっているから甘いものはよくない」と医者に言われていても買ってしまったり、バランスがよくないと言われていても一つのものしか買わなかったりといった問題が指摘されています。

▼柴田 そうすると、まずはそういう行動を観察できるだけでも役に立つわけですね？

■高橋 そうですね。

▼柴田 そういう現実の行動とラボ実験の内容がマッチしていないというような具体的なことも思われているということですね。

■高橋もちろんすべてがマッチしないというわけではないですけれども、特に精神科の患者さんの場合、食べ物とかお菓子を食べるときに、必ずしも健康的な選択をしていません。実際、健康を害するような食生活をしていることがあります。それに対して、我々は介入して制御したい。それが治療そのものかもしれませんけれども、その場合に、もちろん先ほど申し上げたようにラボの中でのタスクでは、「この人はこういうタイプだから……」と予測できるのかもしれません。しかし実際に店舗に行ったとき、あるいはモノを選ぶときには乖離があったり、実生活では他にも多くのパラメーターが絡またりします。したがって実際のお店で選択をする場面でのデータが取れてくると患者さんのよりよい理解にもつながりますし、そこから外来とか病棟では見えてこない、「この患者さんにはこういうところがあるから、こういう

ヒトの自然な意思決定過程の理解は可能か？

奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 准教授

柴田 智広



ところに切り込んでいけば行動変容、態度変容ができるんじゃないかな」というものが拾えてくる可能性がある。こういう研究は将来的に意義を持つてくるでしょう。

▼柴田 これはぜひ私たちの行動観察システムを使っていただきたいですね！ところで、介入という行為は、最終的なゴールでもありますし、意思決定過程のモデル化の際にも重要な役割を果たしますよね。一つには、意思決定過程に適切な介入を行うことで、より正確な意思決定過程のモデルを同定するために役立つ、よりリッチな観察データを得ることができます。もう一つには、モデルの妥当性を検証するためにも必要となる。ここでは、後者に関する研究事例を二つ紹介します。たとえばお弁当を買うという事例では、お弁当を買う人はお茶も買うという相関関係があります。そこではじめに複数の商品の同時性、同期性をあらかじめ計測しておくことによってデータベースを作り、それを元に、そのお店に来て弁当を買う人に、「弁当を買わなかったらあのお茶もいいよ」と勧めると、そのお茶を買ってくれるんじゃないかな、と期待できそうですね。これを客の個性や詳細な行動ではなく、店内での位置と最終的に購入した商品の情報だけを使い、コンビニを模擬した店舗で実証実験をおこなったATRの研究事例があります。ロボットが推薦したところ実際に推薦商品の売り上げが2倍になったそうで、これはデジタルサイネージの時よりも有意に成績が良かったそうです。次にわれわれが複合型商業施設ATCに存在した実店舗「ロボラボいちびり庵」での研究事例を紹介します。ここは大阪市が実証実験場として整備した場所に、民間のお土産屋が店舗を開き、研究者がかなり自由に実験ができる理想的な研究環境でした。土産店に来る客の目的は当然

土産の購入です。すなわち、自分を含めた誰かを想定し、その人が喜ぶ商品を選択する過程が土産店における標準的な意思決定過程であると期待されます。我々はこの仮説を確認するために、ロボット推薦を用いた予備的な実験をおこないました。まず過去のPOSデータをもとに、一番売れ筋の商品とベスト10には入っているが売上には大きな差のある商品を選びました。値段の差はあまりなく、いずれも数百円のものです。これら2点の商品をロボットの前に並べ、お客様が寄ってくると、ロボットは「誰のために買うの？」と質問します。そして、客がどう回答しようと「それならこちらがお勧めだ」と一番の売れ筋で無い商品を推薦するのです。すると、その日は一番の売れ筋で無い商品を一番の売れ筋商品より多く購入させることに成功しました。これらの事例は、意思決定モデルを行動データやPOSデータなどから形成しておき、それに基づいてロボットなどで介入することで、モデルの検証や意思決定過程の操作が可能である可能性を示唆しています。

● 意思決定の結果とアンケートとの乖離

▼柴田 ところで、我々の実験ではロボットと会話してくれた人に、購買後にアンケートに回答を協力要請したのですが、面白いことに、一番売れ筋の商品を買った人は、ロボットの影響を受けたと回答し、もう一方の商品を買った人は、ロボットの影響を受けなかったと回答したことです。マーケティングの世界では、このように実際の購買行動とアンケート結果が乖離することがよく見られるようですし、ますます客観計測技術が大事だ、ということになりますね。

■高橋 同じようなことが精神科でもあります。アルコール依存の方たちは、アルコールのことを非常によく勉強していて、外来では医者以上に医者のようなことをおっしゃいます。しかし実際は、乖離している。もしある医者さんの目の前で何かタスクをしてもらって、彼らの本来の行動とは乖離している優等生的な答えをしてくることもあります。

▼柴田 精神科だけではないと思うのですが、診療のときだけではなくて、普段患者さんたちがどんな生活をしているかを知りたいですよね。話が脱線しますが、パーキンソン病でも診察のとき調子がよかつたりすると、お医者さんとしては、それ以上のことはわからないわけですけれども、家族が見ていると実際は日内変動があったり、季節性の変動があったりします。そういう факторが明らかになっていないところが医療の世界でも課題ですよね。

■高橋 精神科というと、問題があるのは心あるいは脳とされ、体は intact、つまり健康であるとされています。しかし実は精神科の患者さんの多くは運動機能の問題を抱えています。今、自閉症、発達障害、あるいは精神科最大の病気である統合失調症など、年を取るうちにだんだん診断が付いてくるんですが、遡ってみると、小さいときの運動の不器用さ、運動学習の悪さが、読み書き算盤などの学校の成績よりも、精神疾患のリスクとなることがわかっています。

▼柴田 ある意味、longitudinalに見たときのバイオマーカーですね。

■高橋 そうですね。まさに先ほどパーキンソン病のお話が出たように、運動障害が明らかであれば神経外科あるいは整形外科に患者さんは行く。そこまで明らかではなくても、昔は単に不器用で片付けられたレベルのマイナー運動障害の方が、精神疾患の患者さんの中にかなりいる。

▼柴田 本日は大変面白かったです。ありがとうございました。我々の計画班では、船谷先生が行動観察技術や数理解析技術を着々と発展させていくので、今後、共同研究の芽を育てさせていただければと思います。どうぞよろしくお願ひいたします。

■高橋 こちらこそよろしくお願ひいたします。





Honesty mediates the relationship between serotonin and reaction to unfairness.

Takahashi H, Takano H, Camerer CF, Ideno T, Okubo S, Matsui H, Tamari Y, Takemura K, Arakawa R, Kodaka F, Yamada M, Eguchi Y, Murai T, Okubo Y, Kato M, Ito H, Suhara T.,
Proc Natl Acad Sci U S A. 2012 Mar 13;109(11):4281-4. doi:10.1073/pnas.1118687109.

1. 背景

あなたは混んでいるスーパーのレジで並んでいたら自分の前に割り込みをされました。あなたなら、どういう行動を取りますか？不満を感じない人はいないでしょう。ただ、取る行動は人によって様々です。割り込んだ人に不満を表明する人もいるでしょう。ほんの一分程度、長く待つことになってしまったことに対して、さらに時間をかけて苦情を言ったり、その事でトラブルに巻き込まれるのは余計な時間や手間をかけてしまうことになるので、何事も無かったかのように買い物を済ましてしまう人もいるでしょう。この例の背景にある問題は、不公平に直面した時、私たちはどういう行動をとるかという問題で多くの学問領域で扱われてきました。このような問題を検討する経済ゲームに最後通牒ゲームということがあります。ゲームは提案者と受領者の二人で行われ、提案者はお金の総額（例えば1000円）を自分と受領者とでどのように分配するか自由に提案することができます。500円ずつと半分に公平に分配することも、自分は900円で受領者には100円のみと一方的な不公平な分配の提案もできます。ここで受領者は提案者の提案を受け入れたら、提案通りに二人にお金が分配されます。しかし、受領者が提案を拒否した場合は二人とも受取金額は0円になってしまいます。伝統的な経済理論では意思決定者は、常に合理的に判断し、最も利益を上げる行動を選択すると想定し、それによれば受領者はどんなに不公平な提案をされても、それを受け入れて少額でも受け取れるような判断をするはずです。しかし、実際には受領者は典型的には300円以下の不公平な提案を受けた時には、もらえる金額が0円になるとわかっていてもその提案を拒否することが観察されます。

2. 研究手法と成果

被験者は健常男性20名で、NEO-PI-Rと呼ばれる質問紙による性格検査を受けた後、上記の最後通牒ゲームの受領者として参加しました。被験者には最後通牒ゲームの提案者は実験者とは異なる第三者の提案をコンピュータの画面上に表示していると説明しましたが、実際には提案は実験者があらかじめ決めていたものをコンピュータに表示させました。（提案者：受領者）の提案額が、(500:500) (600:400) のものを公平な提案とし、(700:300) (800:200) (900:100) を不公平な提案とし、公平、不公平な提案をランダムに20回提示しました。

受けた提案のうち拒否した回数の割合（拒否率）を計算したところ、公平な提案の場合は拒否率の平均は17%でした。一方、不公平な提案の拒否率は平均して79%であり、不公平な提案には利得が無くなるとわかっていても拒否する人が増えることが確認されました。

次に不公平な提案に対しての拒否率の個人差について、性格傾向との関連を検討しました。従来の一般的な考え方です

と、不公平な提案を拒否することは提案者への報復とも考えられており、拒否をする人は衝動性が高く、敵意に満ちた攻撃的な性格だと思われています。しかし、今回、明らかになったことの第一点は、上記のような攻撃的な人ほど、不公平な提案への拒否率が高いという関係は見出されず、反対に、正直であったり、他人を信頼しやすい性格であったりという、一見平和で温厚な性格の人ほど、拒否率が高いということでした。これは、このような平和的な性格の方が、間違ったことが大嫌いで、義憤に駆られ、個人的には損な行動をとることを意味しています。次に被験者に、脳内のセロトニントランスポーターの密度を検討できる[11C]DASBという薬剤を用いてPET検査を受けてもらいました。不公平な提案の拒否率とセロトニントランスポーターの密度との関係を調べたところ、背側縫線核を含む中脳のセロトニントランスポーターの密度が低い人ほど、実直で正直で他人を信頼しやすい性格傾向にあり（図1）、かつ、不公平な提案の拒否率が高いことがわかりました（図2）。つまり、中脳のセロトニントランスポーターの密度が低い人は、実直な性格で、その結果、不公平な提案をされた時に、義憤に駆られ、自分の利得を台無にしてまで、報復行動に出ることが示されました。

3. 今後の展開

今後、これらの成果は、今後、経済的・社会的意意思決定における個人差の脳科学的理理解を深め、意意思決定障害を有する精神・神経疾患への診断や治療へ貢献するものと期待されます。また、セロトニン以外の神経伝達物質が人間らしい非合理的意意思決定にどのようにかかわっているか明らかにし、人間らしい意意思決定の分子レベルのメカニズム解明および、精神・神経疾患の意意思決定障害の理理解を深めることを目指します。

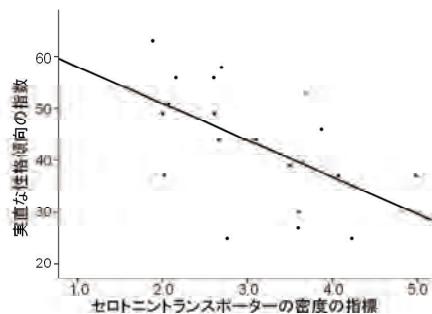


図1 中脳におけるセロトニントランスポーターの密度と実直な性格傾向との関係。中脳におけるセロトニントランスポーターが低い人ほど、実直な性格傾向が強い。

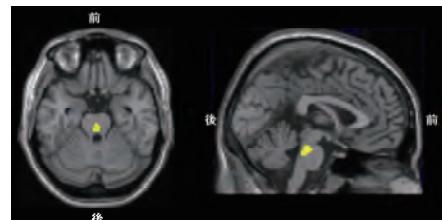


図2 セロトニントランスポーターが低い人ほど、不公平な提案をされた時に、拒否して報復行為に出る割合が高い関係が認められた背側縫線核を含む中脳部分。(黄色)。

Activation of dorsal raphe serotonin neurons is necessary for waiting for delayed rewards

Kayoko W. Miyazaki, Katsuhiko Miyazaki, Kenji Doya

The Journal of Neuroscience, 1 August 2012, 32(31): 10451-10457; doi: 10.1523/JNEUROSCI.0915-12.2012

背側縫線核セロトニン神経細胞の活性化は遅延報酬の待機行動に必要である

日常生活において、より良い結果を得るために辛抱強く待つことが必要な状況は多く存在する。例えば「遊園地で魅力的な乗り物に乗るために長蛇の列に並ぶ」ことや「流星群を見るために首が痛くても夜空を見上げ続ける」ことなどがこれにあたり、人は辛抱強く待てば将来的に報酬が得られると予測される時、その価値に応じてどれほどの待ち時間に耐えるかを決定している。ではすぐに諦めてしまう人と辛抱強い人の間には脳内メカニズムにどのような違いがあるのだろうか？これまで我々の研究グループではラットを用いた実験で、将来得られることが予測される報酬を辛抱強く待つという行動に、脳内の神経伝達物質の一つであるセロトニンが関与していることを示してきた (Miyazaki 2011a, Miyazaki 2011b)。今回の実験では、ラットのセロトニン神経活動を薬剤投与で一時的に抑制させると、この行動にどのような変化が起こるのかを調べた。

実験では、5匹のラットに直径 1.5m のオープンフィールドに設置されたエサ場と水場を交互に訪れることで報酬を獲得できる課題を学習させた。エサ場と水場にはラットの顔の高さに合わせた小窓があり、ラットがその小窓に鼻先を入れる（ノーズポーク）ことによってエサ場では一粒の小さなエサが、水場では水を出すチューブが数秒間提示された。報酬の提示条件として、ノーズポークを 2 秒間続けた後に報酬が提示される短期遅延報酬条件と 7 ~ 11 秒間続けた後に報酬が提示される長期遅延報酬条件の二つが用意された。またラットには外科的処置により大脳の広い範囲にセロトニンを放出する神経細胞が集まる背側縫線核に微少透析プローブを埋め込み、薬剤を一時的に脳内に投与できる状態にした。そしてラットが二つの遅延報酬条件下で報酬獲得課題を遂行している時にセロトニン神経活動を抑制する作用のある薬剤 (8-OH-DPAT) を、プローブを介して局所投与した。背側縫線核にこの薬剤を投与すると実際にセロトニン神経活動が抑制されることは、セロトニン神経の投射先の一つである前頭前野のセロトニン濃度が投与前の半分以下になることにより確認された。

この実験の結果、短期遅延報酬条件では薬剤投与前と投与中では特に行動的な変化は見られなかった一方、長期遅延報酬条件では薬剤投与前と比較して、投与中は報酬をじっと待ち続けることができず途中で小窓から鼻先を出してしまい報酬獲得に失敗する回数が有意に増加した。このことはセロトニン神経活動の抑制がラットの運動制御

や認知機能、例えば次にどちらの報酬場を訪れるか等には影響を及ぼさず、長期間報酬を辛抱強く待つという行動を特に阻害していることを示している。背側縫線核への薬剤投与を終了して 2 時間前後で前頭前野のセロトニン濃度は通常レベルまで回復したが、この条件で再び長期遅延報酬獲得課題を行わせると、ラットは薬剤投与前とほぼ同程度報酬を獲得することができた。

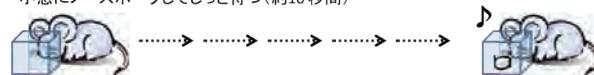
辛抱強さや衝動性について、脳内セロトニンの操作による影響を調べた先行研究では様々な結果が報告されているが、現在までのところ統一的な見解は得られていない。その主な理由として使用された薬剤が脳の異なった場所に存在する多くのセロトニン受容体に影響を与え、その結果複雑な反応を引き起こしたことが推測される。我々は今回の実験で、脳内微少透析法を用いて背側縫線核に薬剤を急性に局所投与することで、行動しているラットの上行性セロトニン系の活動を選択的に抑制することを可能にし、この結果セロトニンと将来の報酬に対する辛抱強さの制御との因果関係を示すことに成功した。

本研究の次のステップとしてこのようなセロトニン神経活動を形成する神経回路について調べることを予定している。今後もセロトニンが行動や学習の形成にどのような役割を担うのかについて包括的に理解するための研究を進めることで、将来的にセロトニンの関わりが強く示唆されているうつ病や薬物依存などの精神疾患の原因究明に向けた基礎的知見からの貢献が期待される。

セロトニン神経活動を抑制すると、、、

セロトニン神経活動抑制前および抑制終了後

小窓にノーズポークしてじっと待つ(約10秒間)



報酬獲得

セロトニン神経活動抑制中



辛抱してノーズポークを続けることができなくなった

参考文献

- Miyazaki K, Miyazaki KW, Doya K (2011a) Activation of dorsal raphe serotonin neurons underlies waiting for delayed rewards. *J Neurosci* 31:469-479.
Miyazaki KW, Miyazaki K, Doya K (2011b) Activation of the central serotonergic system in response to delayed but not omitted rewards. *Eur J Neurosci* 33:153–160.

紹介文：宮崎 佳代子
(沖縄科学技術大学院大学 神経計算ユニット)

Genetic dissection of the zebrafish habenula, a possible switching board for selection of behavioral strategy to cope with fear and anxiety.

Okamoto H, Agetsuma M, Aizawa H.

Dev Neurobiol. 2012 Mar;72(3):386-94. doi: 10.1002/dneu.20913.

ゼブラフィッシュを使って 恐怖学習における意思決定と手綱核の機能を研究する。

手綱核は近年、彦坂らを含む複数のグループの研究によって、期待される報酬が得られなかった時に興奮し、ドーパミン神経細胞の活動を抑制することが示され、注目を集めています (Hikosaka et al., J. Neurosci., 2008)。しかしながら、その本当の機能は、未だ不明といえます。哺乳類では、手綱核は内側核と外側核からなります (図 1A)。内側手綱核には、海馬と扁桃体から、中隔核と分界線条核を介して入力を受け (図 1B)、反屈束に沿って伸びる神経によって、脚間核へと出力します。脚間核は、更に腹側被蓋野のドーパミン神経細胞や、縫線核のセロトニン神経細胞などのモノアミン神経細胞や、背側被蓋野の諸核とつながっています。一方外側手綱核には、大脳皮質・基底核・視床ループの一部の腹側淡蒼球から入力を受け (図 1C)、脚間核を介さずに、腹側被蓋野や縫線核に出力します。

近年、哺乳類の海馬、扁桃体、大脳皮質、基底核に相当する領域が、ゼブラフィッシュのような硬骨魚類にも存在することが明らかになり (Wulliman, Integrative Biol., 2009, Portavella et al., J Neurosci., 2004.)、私たちは、脳の構造が単純な硬骨魚類、特にゼブラフィッシュを使って行動制御のプログラミングに関わる神経回路を研究することが可能だと考えました (Aoki et al., 投稿中)。更に、私たちのグループは、ゼブラフィッシュでは背側手綱核と腹側手綱核が、マウスの内側手綱核と外側手綱核に相当することを発見し (Amo et al., J. Neurosci. 2010) (図 2 左)、ゼブラフィッシュの背側手綱核が、更に外側と内側の亜核に分かれており、外側亜核は脚間核の背側半分に、内側亜核は脚間核の腹側半分に選択的に投射すること、左側の手綱核では外側亜核が内側亜核よりも有意に大きく、右側の手綱核ではその反対であることを発見しました (Aizawa et al., Current Biol., 2005; Devel. Cell, 2007) (図 2 左)。背側手綱核の外側亜核が投射する背側脚間核は、脅威に対する本能的恐怖行動の中枢である中心灰白質を含む背側被蓋野に投射し、内側亜核が投射する腹側脚間核は、セロトニン神経細胞を含み適応的恐怖行動プログラムの成立に関わる縫線核に投射します (図 2 右)。私たちは、このような神経回路を特異的に操作するために、これまでに、背側や腹側の手綱核の亜核だけに特異的に神経伝達を遮断する破傷風毒素等を発現させ、個体の行動への影響を調べる実験を行っています。これまでに、野生型のゼブラフィッシュでは、恐怖学習の後に条件刺激を提示すると、一時的にそわそわするだけですが、背側手綱核の外側亜核からの神経伝達を特異的に遮断された系統は、条件刺激と

提示後、すぐみ行動を示すことを発見しました (Agetsuma et al., Nat. Neurosci. 2010)。このことから私たちは、背側手綱核（哺乳類の内側手綱核）の外側亜核が、恐怖学習の成立後に、恐怖条件刺激に対してどのような行動を選択するかを瞬時に決断する過程を制御していると考えています。また私たちは、同じような手法を用いて、腹側手綱核のみを不活化することによって、ゼブラフィッシュの能動的回避学習が、どの様に影響されるかを調べています。これによって、手綱核によって支配されるセロトニン神経細胞が、適応的恐怖学習の成立と行動の選択と決断にどの様に関わるかを調べられますと考えています (Amo et al., 投稿準備中)。

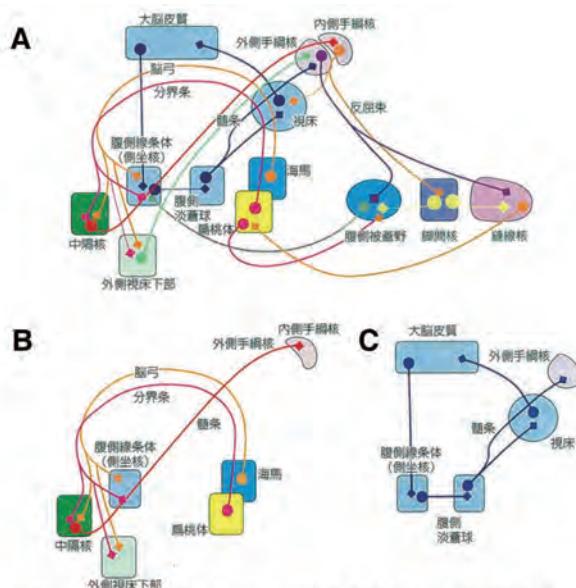


図1 内側手綱核と外側手綱核の神経投射

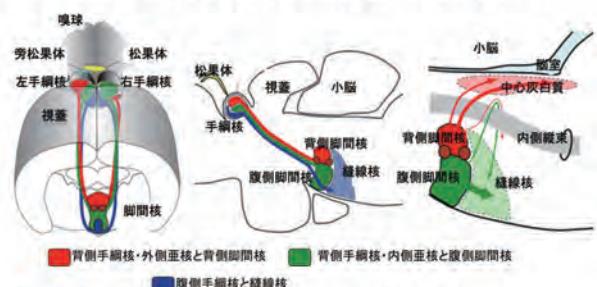


図2 ゼブラフィッシュ手綱核の神経投射

紹介文：岡本 仁

(理化学研究所、脳科学総合研究センター)



「伝達創成機構」「予測と意思決定」合同シンポジウム 「意思決定とコミュニケーションの脳ダイナミクスと相互作用」に参加して

伊藤 真（沖縄科学技術大学院大学 銅谷ユニット）

「包括脳」第3回夏のワークショップが2012年7月24日から27日にかけて仙台国際センターで開催されました。その中の一つのセッションとして、津田・銅谷領域による「伝達創成機構」「予測と意思決定」合同シンポジウムが27日に開かれました。私は、銅谷研究室に所属しており、「予測と意思決定」に関わる研究をしていますので、直接私達の研究に関わる New York University の Nathaniel Daw 先生の講演に特に興味がありました。また、普段にはあまり聞く機会のない津田領域の研究発表にも大いなる関心がありました。

意思決定の分野では、数理モデルが脳機能の理解に大いに役に立ってきました。この10年では、その数理モデルとして、試行錯誤行動に基づく強化学習モデル（モデルフリー戦略）が主に利用されてきたと思います。しかし最近では、もっと洗練された、状態予測に基づく意思決定（モデルベース戦略）、直感的には、こうしたらこうなるだろうというシミュレーションに基づく意思決定の研究が注目を浴びてきました。Daw 先生は、このモデルベース戦略の研究の最先端を走る研究者であります。

Daw 先生の講演は、モデルベースとモデルフリー戦略の説明から始まり、前半のメインは、二段階の二択課題からなる sequential decision task からの成果だったと思います。モデルベース戦略を人や動物が採用している証拠を、行動レベルのデータから実証することは重要なポイントですが、講演で紹介された sequential decision task は、これまでに提案してきた課題よりも効率よくモデルベース戦略の証拠を検証できるものでした。興味深いのは、どちらか一方の戦略が採用されていると考えるよりも、2つの戦略が異なる重みでオーバーラップしていると考えたほうがより行動データを説明できるという計算モデル解析の結果です。また、fMRI による脳活動の解析では、これまでにも多数報告のあった腹側線条体での報酬予測誤差のコーディングは、モデルフリー戦略だけではなく、モデルフリーとモデルベース戦略の両方から計算された報酬予測誤差によって、よりよく説明できるというものでした。

このようなモデルベース戦略の研究を今後どのように発展させていくのかという点も、この講演で非常に期待していたところなのですが、Daw 先生は惜しむことなく最新のアイディアやデータを示してくれました。第一には、どのような状況化でそれぞれの戦略が優位になるかを調べるという方向性です。例えば、報酬量の変化スピードも2つの戦略の優位性を決めるパラメータになりうることを説明されました。第二には、強迫性障害や、やけ食い症候群（binge eating disorder）などの神経症と行動戦略との関係を調べるという方向性です。これらの神経症の患者さんはモデルフリー戦略の傾向が高いそうです。この後半部分では、sequential decision task を適用することで幅

広い方向へ展開できるという話を聞くことができ、大いに今後の参考になりました。余談ではありますが、Daw 先生とは、私達 OIST メンバーと同じホテルに宿泊されていたということもあり、会場への道中やワークショップ後の松島観光など、楽しい時間を一緒にさせていただきました。

他のどの講演も大変勉強になったのですが、特に津田領域に関しましては、北陸先端大大学院大学の橋本敬先生のコミュニケーション創発のトピックが大変印象に残っています。2×2のグリッドワールドに二人のプレーヤーが配置され、一回の移動でお互いが同じ場所にこれれば成功という、二人で行う認知テストの話題だったのですが、面白いのは、お互いに相手の場所は見えないこと、そしてそのかわり、順番に一度ずつ相手にシンボルによる通信が送れるという点です。初めは意味をなさない通信が、試行錯誤のうちに、はじめに通信するプレーヤーは自分の位置を通信し、それを受けるプレーヤーはお互いの目標場所を通信するという最適解に学習が進むそうです。このような巧みなタスク設定によって、コミュニケーションの創発が立証できるのだと非常に興味がありました。また、玉川大学の大森隆司先生の子供と遊ぶプレイメイトロボット開発の話も非常に印象に残っています。子供の心的状態を正確に推定することが、子供の遊び相手として重要であり、それをいかに推定するかという内容だったと思いますが、心の理解の研究と同時に製品の実用化が進みそうな、想像をかき立てられる講演でした。

この合同シンポジウムに参加して、「予測と意思決定」の最新の研究を拝見できたと同時に、「伝達創成機構」の新しい勉強もすることができ大変満足でした。コミュニケーションというものは、双方の気持ちを推定する手段として捉えられるかもしれません。そして、他人の心も環境の一部と考えれば、コミュニケーションも洗練されたモデルベース戦略であると言えるのではないでしょうか。

お互いの領域は、非常に近いところにあるということをこのシンポジウムで実感させられました。





2012年8月5日に玉川大学で開催されたフォーラム、ABLE(Agents for Bridging Learning research & Educational practice)が行われた。そのHPには「教育にイノベーションを引き起こすために、志ある人々をつなぐ国境を越えたコミュニティ」と説明されている。第二回目となる今回のテーマは、「科学的発見はどう生まれるか～最先端の認知科学が教育にもたらすもの～」で、第一回目の「科学的、数学的なものごとの捉え方、認識をどう育てるか」と同じく、科学教育に焦点を当てている。

科学教育が大切というのは簡単だ。しかし、思考とは何か、科学的発見、概念変化はいかに起こるかという議論なしに、科学教育について何かを述べることは出来ない。この観点から、ABLEでは海外から研究者を招待し、テーマにあるとおり科学教育に寄与しうる最先端の認知科学の研究が紹介された。

ノースウェスタン大学のDedre Gentner博士は、学習を行う上でのアナロジーの重要性について示唆され、実際に子どもがアナロジーを駆使して問題を解決していく様子を紹介するとともに実際の教室への応用可能性について主張した。また、ジョージア工科大学のNancy Nersessian博士は学習者が問題を解決する上でのモデルやスキルに注目した最新の研究成果をバイオエンジニアリングの研究室の

中での認知活動と学習の数年の追跡プロジェクトをもとに議論した。

講演後、参加者とのディスカッションも行われたが、その中で特に印象的なのは銅谷賢治氏（沖縄科学技術大学院大学神経計算ユニット教授）とゲストお二人とのディスカッションである。銅谷氏は問題解決する際のアプローチも重要ながそれより手前の問題発見の段階でも大きな困難があると指摘した。そこで、問題を発見する力をどう育てるのかを考えたとき、必要なのはトップダウン的に問題を押しつけるのではなく教える側も一緒になって問題を考えること、また、教えられる側の主体性ではないかという議論がのぼった。最終的に、その中で大切なことは scaffolding（足場）を創ることである。つまり問題解決や、科学的探究と言うとき、例えば、何も分からぬ生徒にただ問題を投げつけるのではなく、足場を創り、ある程度オプションを提示することによって子どもが問題に取り組むことができるのではないかという提案がなされた。

科学教育における学術研究と教育現場における実践の間はまだ深く大きな溝があるのは事実だ。しかし、ABLEの一般参加者である学校関係者や企業関係者がこうした議論に加わることは溝を埋めるには至らずとも、つなぐ橋になるのではないだろうか。





日本認知科学会 2012年度サマースクールに参加して

浅野 倫子（慶應義塾大学・日本学術振興会特別研究員 PD）

日本認知科学会サマースクールは、主に大学院生、ポスドク、若手研究者を対象に、認知科学全般について広く深く学ぶ機会を提供することを目的とした企画で、2回目を数えた今年は9月4日から6日にかけて箱根湯本富士屋ホテルにて開催されました。内容は第一線で活躍されている研究者の方々による3つの講義セッション、新進気鋭の3人の若手研究者たちによる「若手研究者プレゼンテーション」、そしてさらに熱く自由に意見を交わすことが狙いの2つの「イブニングセッション」で構成されました。参加者は大学生からシニア研究者まで、それぞれの主たる研究興味、手法も各種心理学から人工知能などの工学、神経科学、教育、言語学、社会学など多岐に渡り、認知科学が自由で間口が広く、学際的な領域であることをあらためて実感しました。自然の美しい箱根での2泊3日の合宿という濃密な空間の中、自由闊達な議論がなされました。

サマースクール初日は、沖縄学院大学の銅谷賢治先生と日本学術振興会の安西祐一郎先生による、「知識の表象」という題の講義セッション（ディスカッサント：慶應義塾大学 今井むつみ先生）で幕を開けました。安西先生の講義では、「知識とは何か」という認知科学の未解決問題について、さっそく皆で深く考え込むこととなりました。そもそも何が問題なのか、「知識」、「モデル」、「表象」、「表現」といった用語は厳密にはどのように定義されうるのか。安西先生は認知科学研究の系譜を踏まえて説明してくださいました。用語の定義は研究分野によっても少しづつ異なり、また不用意に使われがちな用語もあり、さまざまなバックグラウンドを持つ参加者間で熱い議論が繰り広げられました。研究をし、他人と考え方を共有する上で言葉は欠かせないものであり、意味を熟慮して使うという当たり前のこの重大さを改めて思うと同時に、用語ひとつについて突き詰めて考えてみることで、研究や理論の理解がより深まるように感じました。続く銅谷先生の講義のテーマは意思決定のメカニズムでした。人間の意思決定には直感的、習慣的に行動選択の良し悪しを判断するモデルフリーの機構、行動の結果を予測し評価を行うモデルベースの機構、そして定型的な行動の機構が関わっていることやその神経基盤についての講義をしてください、それぞれの関係や学習過程の違いについての議論が交わされました。人工知能研究や神経科学の融合によって意思決定という古くからの研究テーマに新たな光が投げかけられ、複雑な人間の行動のメカニズムの神経レベルでの解明が進められているということの壮大さに圧倒されました。

同日の夕食後のイブニングセッションでは、これらの講演を踏まえたグループディスカッションが行われました。コーディネーターを務められた京都大学の兼子峰明さん、名古屋大学の清河幸子先生の「初対面の人たち同士でも学生さんでも発言しやすいように」との計らいにより、10人弱の小グループに分かれての自由なディスカッション

が行われ、一気に場が打ち解けたのを感じました。

2日目の午前中は、2件の若手研究者プレゼンテーションが行われました。1件目は立命館大学の谷口忠大先生による「記号創発ロボティクス：環世界からの知能とコミュニケーションの構成に向けて」という講演でした。人間の扱う記号系を、環世界内の相互作用を通してボトムアップ的に組織化される存在として捉え、ロボットを通してその計算論的プロセスの解明を目指す記号創発ロボティクスのお話を受けて、会場からは熱い議論が巻き起こりました。どうすれば“記号を身につけた”と言えるのか、その過程や状態をどのような表現をもって表すのか、この問題に人間を調べることで迫るのか、それともロボットを作ることで迫るのか、両アプローチは相補的な関係を築けるのか・・・異なるバックグラウンドを持つ参加者同士の立場がぶつかり合い、刺激的なセッションとなりました。続く2件目は、慶應義塾大学の佐治伸郎さんの「システムとしての言語記号論再考：恣意的 / 有縁的な記号は世界をどう切り取るか」という、人間が言葉を身につける過程についての研究のお話でした。人間が言葉を覚える（語意習得をする）ということは、単に個々の語のラベルと意味内容のマッピングを行うということだけでなく、語と語の対比関係を確立する（システムとしての言語を構築する）ということでもあり、その両面を包括的に研究する必要があるという指摘や、「人間が言語を使用する目的は何か？」という議論があり、言葉を持つとはどういうことなのかを立体的に考えさせてくれる講演でした。

2日目の午後は、玉川大学の岡田浩之先生と理化学研究所の谷藤学先生による「知覚と記憶」の講義セッション（ディスカッサント：東京大学 開一夫先生）で、「物体を見て、何だかが分かるとはどういうことか」という問題を、コンピュータビジョンと脳内での表現という全く異なる視点から考える興味深いセッションでした。岡田先生からは機械による一般物体（画像）認識技術における未解決問題についての講義があり、認識すべき物体が何であるか、またはどこにあるかという情報が既知でないと物体認識ができない機械と、どちらも与えられていなくても物体認



識ができる人間の違いについて思索を巡らしました。谷藤先生は、靈長類の下側頭葉のTE野では複数の图形特徴の組み合わせることによって複雑な物体像の内部表現が行われており、それによってカテゴリー判別と個体識別の両方が行われているというお話をしてくださいました。さらにこの講義では実際にTE野の電気的活動記録によって得られたデータが示され、その解釈についてのグループディスカッションも行われました。研究の第一線で得られたデータ（しかもパラドキシカルな解析結果が出ている）を前に皆で頭を悩ませるのはわくわくする体験でした。

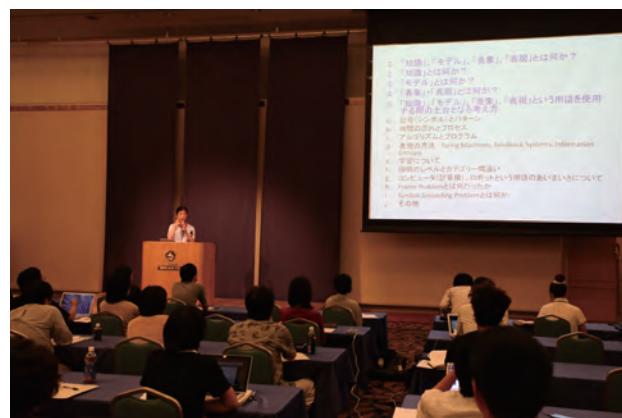
さて、この2日目の夜のイブニングセッションは電気通信大学の中村友昭さんと私がコーディネーターを務めることになっていました。サマースクールのプログラムが進むにつれ、同じ問題を扱うにしてもバックグラウンドの違う参加者間ではアプローチや捉え方が大きく異なるということを感じ出していた私たちは、急遽準備していた内容から変更し、その「ズレ」ともう少し向き合ってみることになりました。相談の結果、参加者間での立場の違いが浮き彫りになった昼間の谷口先生のご発表の流れを汲んで、中村さんがご自身のロボットの概念形成と語意獲得に関する研究の発表をしてくださることになり、それに対してご飯やお酒を片手にざっくばらんな議論が繰り広げられました。どんどん質問の手が挙がり、数十人が居酒屋で自由闊達に議論しているかのような熱気の中、他分野のアプローチについての自分の不勉強さ、互いに分かりあうことの難しさ、互いの知見の積み重ねがうまく生かされていない歯がゆさ、異なる分野の多様な見方を持った人々が一堂に会しつかり合うことの面白さを感じました。イブニングセッションの終了後も、深夜まで違う分野の方々同士での“自主的ミッドナイトセッション”が繰り広げられ、合宿形式のサマースクールならではの楽しい思い出となりました。

3日目は東京大学の新亮輔さんによる若手研究者プレゼンテーション「ヒトは何を見、何を認識しているのか：視覚物体認識から考えるヒトの情報処理」で始まりました。従来の物体認識理論のように脳内に単一の形式の物体表象があることを前提とするのではなく、物体の向きの知覚や物体同定など複数の過程とそれらの関係を同時に考え併せることではじめて「物体を認識する」ことの全貌が見えてくるというお話をでした。このような視点を持つことは物体認識に限らず認知機能全般を解明する上で必要だと感じ、また、その際に人間の行動を調べるということの重要さも再認識しました。

サマースクールの締めくくりは、京都大学の友永雅己先生と青山学院大学の鈴木宏昭先生による「学習と発達」という講義セッションでした（ディスカッサント：筑波大学 原田悦子先生）。鈴木先生は認知が創発的なものであるということ、そして頭の中の内部知識でも周囲の環境や制約でも使えるものは何でも使って、動的に、生成的に、そ

して揺らぎながら認知が発達していくというお話をしてくださいました。表象や認知処理を固定的なものでは無く動的なものとして捉えることの必要性と、どうにかして認知能力を身に付けようとする生き物の逞しさを感じました。友永先生は比較心理学の観点から講義をしてくださいました。ヒトと他の靈長類の類似点と相違点についてさまざまな議論がなされる中、特に印象的だったのは、社会生活とそれがもたらす複雑な問題（権謀術数の応酬も含めて！）に対応するために認知能力が進化してきたとする、マキャベリ的知性仮説でした。3日目は各セッションを通じて、個別の表象や処理モジュール、個人、ヒトという種を独立的に扱うだけではなく、認知処理全体や社会、他種との関係といった大きな流れの中に位置づけて研究することの必要性を考えさせされました。

このサマースクールへの参加を通して、認知科学が「多様な視点から人間の認知機能の解明という1つの難題を取り組む、熱い集団による活動」であると感じました。複雑で、しかも人間にとて最も客観的に向き合うことの難しい認知のメカニズムを解明するには相当な工夫と熱意が必要で、研究者の学際的な集まりである以上、異なる分野同士がエネルギーを割いてぶつかり合い、協力し合うことで話が進みます。第一線の研究者の方々による講義では、先人達が多大な熱意を持ってこの分野を開拓してきたことと、未解決問題に熱心に粘り強く取り組み続けるという姿勢を学びました。若手の方々の発表からは、新しい視点を持って認知の解明を一步進めようとする意気込みを感じ、同世代として勇気づけられると同時に、私も頑張らなくてはという気持ちになりました。合間の時間には、「こうやって熱くなって研究は進むのだな」という皮膚感覚と、諸先輩方から若手に向けられた「もっと熱くなりなさい」という叱咤激励の気持ちを感じました。このような素晴らしい機会を作ってくださった主催者の方々、その実現をサポートしてくださいました関係諸機関（「予測と意思決定」新学術領域を含む）の皆さんにこの場をお借りして感謝申上げます。このサマースクールの1ファンとして、来年も開催されることを祈っております。





ASCONC 2012に参加して

菊池 瑛理佳（早稲田大学大学院 先進理工学研究科）

私は今回初めて ASCONE に参加しました。今回の ASCONE のテーマは、「報酬とは～行動の源を紐解く」というもので、かつ数理的アプローチが中心とのことで私の今までの研究と結びつけることはむずかしいのではないかと思っていました。ですが、今までの背景は問わず、興味さえあれば参加可能というお話をだったので参加を決めました。ですので、異分野から参加することの楽しさと影響の深さを伝えるという方針で体験記を書こうと思います。

ASCONC はまず、講師の方々のお話を聞きます。講義の内容は初めてこの分野を知るという私のような人間にも非常にわかりやすく、基本的なものの考え方を構築できるような構成になっていました。今回の ASCONE は銅谷先生の強化学習の講義を日程の最初に受講できることで、初めに報酬系の枠組みを頭に入れることができ、後に続く講義の理解が深まりました。また、講義中の質疑応答も自由に行えるため、無理なく追いつくことができます。その後講師の方々が講義内容に即した問題を与えてくださり、8～9人の全部で5つのグループに分かれてディスカッションを行い、最後に答えを1班5分間程度で発表します。ASCONC はまだ数理の研究経験がない人間でも参加可能ということでしたが、修士課程・博士課程すでに研究経験のある人も多く、皆なんらかの学問背景を持っていたのでディスカッションはレベルの高いものでした。そしてなにより、数理の背景を持ったグループメンバーが異分野のメンバーをサポートしてくれたので、授業の理解が深まりました。この場を借りて熱い議論を交わしたグループメンバーのみんなに感謝したいと思います。

しかし講義で出された課題は答えがないことがほとんどで非常に難しいものでした。時にはグループごとに戦略を持ち、どれか一つの課題に絞って議論する場合もありましたが、何らかの答えをそれぞれが提示しており、非常に刺激を受けました。また、前半と後半でグループのメンバーが変化するので、それもディスカッションのカラーが変わって面白かったです。自分の意見をどのように伝えるのかについて試行錯誤していたこともあり、同世代と気兼ねなく話し合える経験ができたよかったです。私自身は今まで行動実験を行っていたのですが、その関連で読んでいた論文が思いのほか考える材料になりました。ぜひほかの分野の方も臆せずに参加することをお勧めしたいです。

講義内容についてすべて順番通りにお話したいとも思うのですが、特に今の時点では影響があった課題について



お話ししたいと思います。私は、今後の研究課題として靈長類における精神疾患モデルの作出に興味を持っています。そのため、非常に感銘を受けたのは高橋先生の報酬系の異常として精神疾患を証明できる可能性があるという講義と南本先生の精神疾患モデル個体と健常個体における報酬の評価が変化するという講義内容でした。

げっ歯類や靈長類における精神疾患モデルが行動指標で評価されていることは知っていましたが、報酬系にここまで類型化できる異常が出ることは、恥ずかしいことながら今回の ASCONE で初めて知りました。数理の皆さんにとっては当たり前かもしれません、私はほかの分野からの参加だったので、報酬系の最終的に数式で表せて、パラメータの値で個体差が表現できる点に特に感動しました。なぜパラメータが変化するのかについてはわかっていない点も多いようで、興味がわきました。また、もしも分野外だからと参加をためらっていれば、このような美しさを知ることができなかつたと思います。分野と分野の境目にこのような面白い研究課題が発見されるということを知ることができたことは今後研究を進めるうえで参考になりました。

私は今までなぜヒトによって執着または選好する行動パターンが異なるのかという点に興味を持ってきました。そのため性差、精神疾患などのテーマに強い興味を持っています。そして可能な限りそのような研究を続けたいと思っています。今回の ASCONE では今現在の自分の研究を新しい視点で考える枠組みのようなものが構築されたような衝撃を受けました。数理という分野に完全に所属しなくとも、今後の研究では ASCONE で学んだ視点を生かしていきたいと思います。

私のように数理のことはなにもわからない人間にも学問する機会を与えてくださり、金銭的援助と時間を投資してくださった総括の先生方、講義中の初歩的であったり、見当違いであったりする質問にも辛抱強くうけこたえてくださった先生方に感謝いたします。また、ASCONC の存在を知ることができなければこのようない経験をすることことができなかつたと思うと、私に情報を与えてくれ、参加を許可してくださった皆様方にもお礼をしたいと思います。ASCONC のようなすばらしいスクールが開かれ続け、後輩たちにも機会が与えられることを切に願います。



Autumn School for Computational Neuroscience2012 実施報告

鮫島 和行（玉川大学 脳科学研究所／大学院脳情報研究科）

新学術領域「予測と意思決定」を含む複数の新学術領域と神経回路学会のご支援を受けまして、本年度の ASCONE を下記場所日程にて開催させていただきました。本年度は「報酬とは～行動の源を紐解く」と題して、多くの異なる分野で異なる言葉で研究されている報酬という概念を再認識する講義・演習シリーズを組みました。ASCOME では、神経科学への数理的アプローチを単に講義を聴いて帰るだけでなく、自ら問題を考え一定の解決の糸口を見つけて行くプロセスを体験してもらう事に主眼を置いています。講義の後にはかならず演習を設け、様々な学問背景を持つ学生と議論を重ねることで、講義で扱われている概念や数理的モデルの考え方を身につけてもらい、発表によって批判を受けることで考え方を磨いてもらいました。本年度は、領域代表の銅谷先生をはじめとして、領域から高橋英彦先生に精神疾患と行動実験、数理モデルの関係について、森村先生に機械学習から見た報酬について、ご講演と演習問題をいただきました。そのほかにも、報酬と意思決定に関連する分野の先生方から講義いただき、「報酬」をあらためて再考することができたのではないかと考えています。ここに、新学術領域「予測と意思決定」からのご支援に心から感謝いたします。ここで学んだ学部生・大学院生や若手研究者が将来新しいこの領域で活躍することに少しでも寄与できましたら幸いです。



実施概要

時 期： 2012年 11月 23日（金）～ 11月 26日（月）

場 所： かたくら 諏訪湖ホテル（長野県諏訪市湖岸通り 4-1-43）

参加人数：40名（講師7名、企画運営5名、チューター・学生28名）



プログラム概要

Lecture I 強化学習と意思決定の脳科学	銅谷賢治（沖縄科学技術大学院大学）
Lecture II To do, or not to do: 行動実行の判断と報酬の価値	南本敬史（放射線医学総合研究所）
Lecture III 予測と推定に基づく意思決定	吉田和子（ATR）
Lecture IV 報酬系の異常として精神疾患は理解できるのか？	高橋英彦（京都大学）
Lecture V 数理から見た報酬と学習	森村哲郎（IBM 東京基礎研究所）
Lecture VI 価値と決定の多元性に関する神経生態学的根拠について	松島俊也（北海道大学）
Lecture VII 強化の見取り図・再考	坂上貴之（慶應大学）





ニュース

- ・本領域の高橋英彦研究代表者が、第9回日本学術振興会賞を受賞されました。

http://www.jsps.go.jp/jsps-prize/ichiran_9th/03_takahashi.html

- ・銅谷賢治領域代表が Prof. Michael Shadlen (U Washington) と共同編集した "Decision making" の特集が、*Current Opinion in Neurobiology* の最新号 (Volume 22, Issue 6) に掲載されています。ぜひご覧ください。
<http://www.sciencedirect.com/science/journal/09594388/22/6>

平成24年度の主なイベント

- ・脳と心のメカニズム 第13回冬のワークショップ (2013.1.9-11 ルスツリゾート)

<http://brainmind.umin.jp/wt13.html>

- ・アウトリーチ活動：SSH サイエンス先端講座2（脳週間関連行事）
(2013.2.2 奈良女子大学附属中等教育学校)
脳が行う意思決定の不思議～行動や脳機能画像を解析してわかること～
高橋英彦・伊藤真

- ・Joint Tamagawa-Caltech Lecture Course 2013 & Reward and Decision-making on Risk and Aversion
(2013.3.5-8 Waikoloa Beach Marriott Resort & Spa, Kona Hawaii)

平成25年度の主なイベント

- ・第5回領域会議 (2013.6.7-9 慶應義塾大学)
- ・2013年度 包括脳ネットワーク 夏のワークショップ (2013.8.29-9.1 名古屋国際会議場)
- ・International symposium on "Prediction and Decision Making" (2013.10.13-14 京都大学 芝蘭会館)