

2. 現在までの研究状況 (図表を含めてもよいので、わかりやすく記述してください。様式の変更・追加は不可(以下同様))

- ① これまでの研究の背景、問題点、解決策、研究目的、研究方法、特色と独創的な点について当該分野の重要文献を挙げて記述してください。
- ② 申請者のこれまでの研究経過及び得られた結果について、問題点を含め①で記載したことと関連づけて説明してください。
 なお、これまでの研究結果を論文あるいは学会等で発表している場合には、申請者が担当した部分を明らかにして、それらの内容を記述してください。

申請者はこれまで、運動学習のための脳の仕組みを微視的なレベルから巨視的なレベルまで包括的に理解することを目標として研究を行ってきた。そのために、計算論的手法と実験的手法の両方を使うことができるという申請者の強みを活かし、多岐にわたる方法を用いて研究を行ってきた(図 1)。具体的には、これまでに次の(1)から(3)の研究を行った。(1)と(2)はシナプス可塑性に関する生化学反応をモデル化し計算機シミュレーションを行った研究で、(3)は音声系列情報を動物が知覚する際の神経活動計測を行った研究である。

(1) シナプス可塑性を生み出す生化学反応経路の統一的理解[業績 1]

運動学習が起こるためには神経結合強度が変化するシナプス可塑性が必要不可欠である。シナプス可塑性を生み出すメカニズムには複数の種類が存在し、なかでも小脳におけるシナプス長期抑制や、大脳皮質における発火時刻依存シナプス可塑性などが良く研究されている(Ito, 1989, *Nat Rev Neurosci*; Caporale & Dan, 2008, *Annu Rev Neurosci*)。これらは、用いられる生化学反応経路は異なるものの、異なる入力の発火時刻の相対時間に依存することや、 Ca^{2+} イオンを介して情報を伝達することなど、共通点も多い。そこで申請者はこれらの共通点に着目し、抽象的な計算モデルを作成し、シナプス可塑性を引き起こす計算機シミュレーションを行った。

研究の結果、小脳におけるシナプス長期抑制と大脳皮質における発火時刻依存シナプス可塑性は、共通の枠組みで説明可能であることが明らかになった。この研究は論文として発表済みである(業績 1)。申請者はモデルの作成・シミュレーションの実行を担当した。

(2) 少数分子による頑健な訓練情報の伝達 [業績 2]

シナプスではスパインと呼ばれる $0.12\mu\text{m}^3$ 程度の領域を介して情報を伝達する(図 2)(Harris & Stevens, 1988, *J Neurosci*)。スパインは体積が小さいので、中に存在する分子数も非常に少ない。例えば運動学習に必要な情報を伝達するために重要な Ca^{2+} イオンや IP_3 は定常状態でスパイン当たりそれぞれ 4 個・16 個程度しか存在しない。このように情報を伝達する分子が僅かしかない状態で、神経細胞はどのように正確に情報を伝達しているのか。分子数が少なくなると化学反応は確率的に振る舞うことが知られている。そこで申請者はスパインにおける生化学反応について、分子数が少ないことを考慮に入れたモデルを作成し、確率論的シミュレーションを行った。

研究の結果、スパインでは Ca^{2+} 濃度の値そのものではなく、 Ca^{2+} 濃度の上昇頻度で情報をコードし、それにより外部ノイズに頑健な仕組みとなっていることがわかった。さらに仮想的にスパインの体積を変化させてシミュレーションを行うことで、同じ反応系であっても系の体積によって情報を Ca^{2+} 濃度の値でコードするか上昇頻度でコードするかの使い分けがなされることがわかった。この研究は論文として投稿し、採録決定済みである(業績 2)。申請者は筆頭著者として研究の計画・モデルの作成・シミュレーションの実行・結果の解析・論文の執筆を担当した。

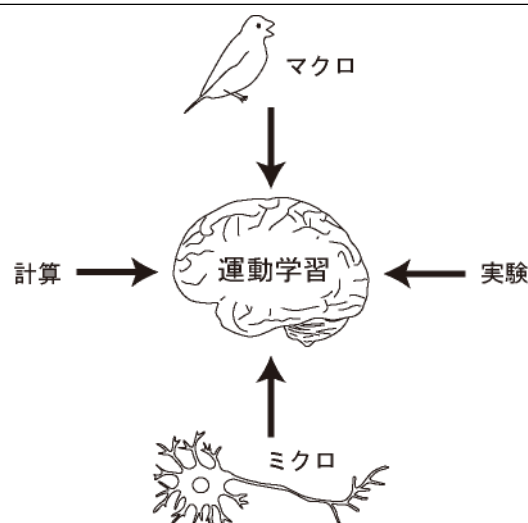


図 1: これまでの研究。運動学習を軸に、様々な手法を用いて研究を行ってきた。

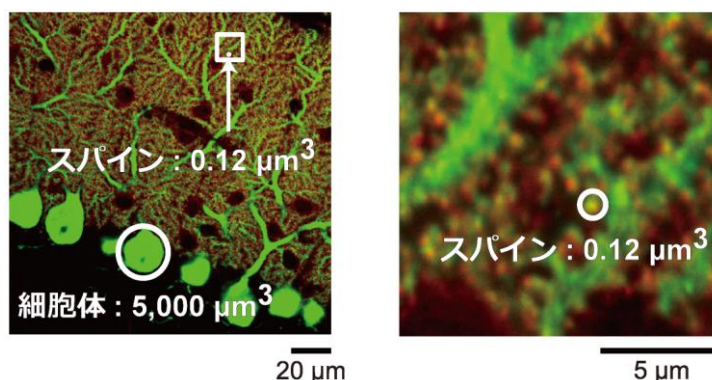


図 2: マウスの小脳プルキンエ細胞の顕微鏡写真。左の図の白い正方形を拡大したものが、右の図。スパインが細胞体に比べてはるかに小さいことがわかる。

(3) 発声学習のための音声系列知覚 [業績 3]

これまではシナプスやスパインといった微視的な構造に関する研究を行っていたが、その後、より巨視的なレベルに着目し、目的の音声を発声するための運動学習である発声学習の研究を行うことにした。発声学習の研究のモデルとしては、鳴鳥の一種であるジュウシマツが適している。ジュウシマツは複数種類の要素からなる複雑なさえずりを、学習によって獲得するからである(図 3)。ジュウシマツがさえずりを学習するときは、自身のさえずりの聴覚フィードバックを利用する(Bolhuis, et al., 2010, *Nat Rev Neurosci*)。ジュウシマツの脳にはさえずりに特化した神経核が存在することがわかっているが、自身のさえずりの聴覚フィードバックの情報をこれらの神経核がどのように処理しているのかは明らかになっていない。そこで申請者は、自身のさえずりを聴覚フィードバックとして知覚するための神経機構を調べることにした。

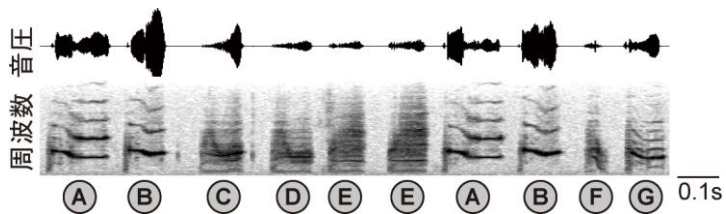


図 3: ジュウシマツのさえずり。音圧(上段)を周波数成分(中段)に分解すると、さえずりは複数種類の要素(下段)から構成されていることがわかる。

複数の神経核を対象に実験を行った結果、自身のさえずりを聴いたときの神経の発火頻度と発火のタイミングは、さえずりの大局的な時間構造より要素内の局所的な時間構造の変換に敏感であるということがわかった。また、音声刺激中における発火時刻の一貫性が神経核によって異なることもわかった。この研究は論文として投稿し、採録決定済みである(業績 3)。申請者は筆頭著者として研究の計画・実験の実施・結果の解析・論文の執筆を担当した。

3. これからの研究計画

(1) 研究の背景

2. で述べた研究状況を踏まえ、これからの研究計画の背景、問題点、解決すべき点、着想に至った経緯等について参考文献を挙げて記入してください。

申請者のこれまでの研究で、学習のために自身の発した音声を知覚する神経機構が明らかになった。ヒトを含め動物が実際に運動学習を行う際には、様々な運動パターンの探索を伴うことが多い。例えばスポーツ選手や音楽家などは、本番では毎回決まった運動パターンをとる人でも、練習の際には本番とは異なる体の使い方を色々と試すことがよくある。なぜ動物は運動学習の際にこのような探索行動をとるのか。それを明らかにすることは、運動学習について理解を深めるために重要である。そしてこの疑問に答えるためには、やはり発声学習を行うジュウシマツが適している。ジュウシマツは可能な運動パターンを探索するような運動学習を自発的に行うからである。

ジュウシマツのさえずりはオスのみで見られ、メスに求愛をするための「メス志向歌」と、ひとりであう「無志向歌」の二種類がある。無志向歌はさえずりの練習であると考えられている。ジュウシマツのさえずりの要素の並びにはある程度のランダム性があり、ランダム性はメス志向歌より無志向歌のほうが高い(図 4)(Sakata, et al., 2008, *J Neurophysiol*)。つまり、無志向歌では様々な要素の発声パターンを探索していると考えられる。

ジュウシマツはなぜ無志向歌とメス志向歌でさえずりの様式を使い分けるのか。申請者は、無志向歌がさえずりの練習であることに着目し、このような使い分けがさえずりの学習と関連するのではないかと考えた。そこで本研究では、動物がなぜ運動学習中に様々な運動パターンを試すのかという疑問に答えるために、ジュウシマツを用いてその機能的意義と神経メカニズムの双方を検討する。

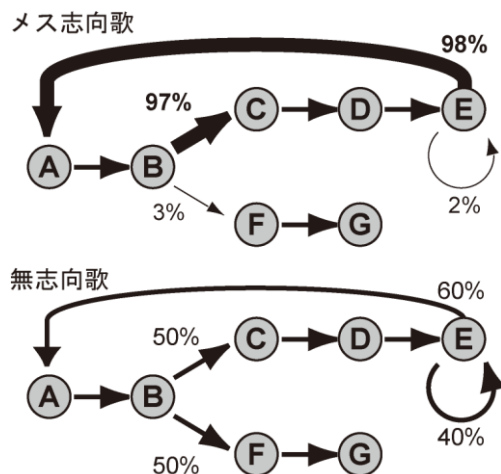


図 4: 要素の並び。連続して出現する要素を矢印でつないだ。メス志向歌では要素の並びがより固定化され(上段)、無志向歌ではよりランダムになる(下段)。

(2) 研究目的・内容 (図表を含めてもよいので、わかりやすく記述してください。)

① 研究目的、研究方法、研究内容について記述してください。

② どのような計画で、何を、どこまで明らかにしようとするのか、具体的に記入してください。

③ 共同研究の場合には、申請者が担当する部分を明らかにしてください。

④ 研究計画の期間中に異なった研究機関 (外国の研究機関等を含む。) において研究に従事することを予定している場合はその旨を記載してください。

<研究目的>

本研究では、運動学習中に様々な運動パターンを探索することの、機能的意義と神経メカニズムの解明を目的とする。

<仮説>

次の仮説 A と B を検討する。仮説 A と B は排他的なものではなく、お互いが相補的に働くものである。

(A) 機能的意義の観点から。

無志向歌ではメス志向歌より要素の並びがランダムであるため、要素の出現頻度がより均等になっている。さえずりの練習をする際は、要素ごとに練習回数が偏っているよりも、様々な要素を均等に練習したほうが効率的であろう。

仮説 A: 無志向歌で各要素をなるべく均等に発声することが、効率よい学習を可能とする。

(B) 神経メカニズムの観点から。

ジュウシマツの Nif という神経核が要素の並びのランダムさに影響を与えることがわかっている (Hosino & Okanoya, 2000, *Neuroreport*)。Nif の活動が高いと要素の並びがよりランダムになり、低いとより固定化する。これと同様のことが無志向歌とメス志向歌の使い分けの際にも起こっているのではないだろうか。

仮説 B: 無志向歌をうたう際には、Nif の活動強度が増加することで要素の並びがよりランダムになる。

<研究方法>

本研究では次の実験 A、B1、B2 を行う。実験 A で仮説 A を、実験 B1 と B2 で仮説 B を検証する。

実験 A: 要素の並びのランダムさと学習効率の関係

無志向歌において要素の並びを強制的にメス志向歌と同程度に近づけ、そのときの要素の学習速度を測定する。このために、ジュウシマツがさえずりの途中にノイズ音を聞かされることを嫌がるという性質を利用する (Tumer & Brainard, 2007, *Nature*)。例えば要素 B の次に要素 C または F が出現するようなさえずりの場合、一方の要素 F を発声すると同時にノイズ音を聞かされると、その要素 F を発声する頻度が下がる (図 5)。この性質を利用し、まず無志向歌における要素の出現頻度を偏らせ、メス志向歌と同程度に近づける。すると、要素 F につられて次の要素 G を発声する頻度も下がる。

次に同様の性質を利用し、要素 G の基本周波数が低い時にノイズ音を再生することで、要素 G をより高く発声させるよう学習させる。ノイズ音の提示をやめ数日間経つと、要素の出現頻度と基本周波数が実験開始前の状態に自然に戻るの、その後、再び同じ要素 G をターゲットに基本周波数を上げる学習を行わせる。

ここで、要素の並びを操作しない条件のほうが、操作した条件よりも基本周波数を上げる学習が早くできた場合、要素の並びがランダムであると学習効率が良くなるということができる。

実験 B1: さえずり中の Nif の神経活動

まずオスのジュウシマツを 1 羽のみ防音箱に入れ、無志向歌をうたっているときの Nif の活動を計測する。次にメスを同じ箱に入れ、オスがメス志向歌をうたっているときの Nif の活動を計測する。無志向歌をうたう際のほうがメス志向歌よりも Nif の活動が大きければ、Nif の活動が要素の並びのランダムさと相関しているということができる。

実験 B2: Nif の電気刺激によるさえずりの変化

実験 B1 で示すことができるのは行動と神経活動の相関のみなので、実験 B2 でその因果関係をはっきりと示す。メス志向歌をうたっているときに Nif に微量の電気刺激を与え、さえずりの変化を調べる。要素の並びが無志向歌のものに近づけば、Nif の活動が要素の並びのランダム性を高めているということができる。

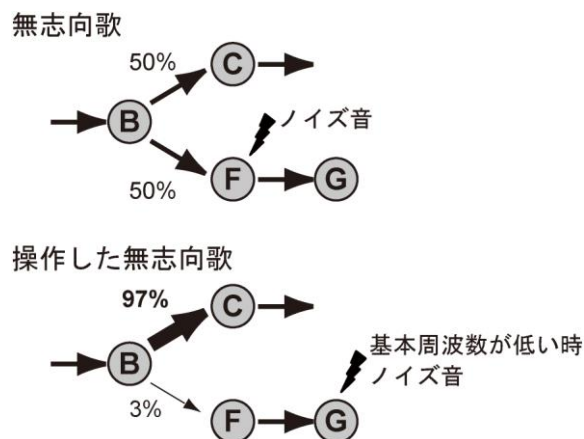


図 5: 実験 A の手順。(上段) 要素 F を発声すると同時にノイズ音を再生する。すると要素 G の頻度が下がる (下段)。次に要素 G の基本周波数が低い時にノイズ音を再生する。

本資料の再配布、および本資料を改変したものの配布は、ご遠慮ください。

2016年 上村卓也 www.cycentum.com

氏名 上村卓也

(3) 研究の特色・独創的な点

次の項目について記載してください。

- ① これまでの先行研究等があれば、それらと比較して、本研究の特色、着眼点、独創的な点
- ② 国内外の関連する研究の中での当該研究の位置づけ、意義
- ③ 本研究が完成したとき予想されるインパクト及び将来の見通し

① 本研究の特色など

本研究の特色は、運動学習の際に起こる探索行動に着目し、その機能的意義と神経メカニズムの双方を検討する点である。運動学習中の探索行動は直感的には意義があるように思うが、これまでその機能が直接証明されることはなかった。本研究では、これまで仮説にとどまっていた探索行動の機能について直接的な説明を与えるを試みる。また、本研究では動物を用いた実験を行うため、侵襲的な手法を含む幅広い手法を用いてより明確な結果を得ることができる。このような研究は、ジュウシマツを用いた行動実験の技術的蓄積のある当研究室で、電気生理実験の技術をもつ申請者が行うことで可能となるものである。

② 本研究の位置づけ、意義

鳴鳥の一種であるキンカチョウでは、無志向歌のほうがメス志向歌よりもさえずりの基本周波数のばらつきが大きく、それは LMAN という歌神経核の活動と相関していることが示されている。しかし、LMAN の活動は要素の並びに影響を与えないため、これらの研究は要素の並びが無志向歌とメス志向歌で異なることは説明できない。本研究では要素の並びに関する探索行動を扱うため、これらの研究とは相補的な役割を担う。

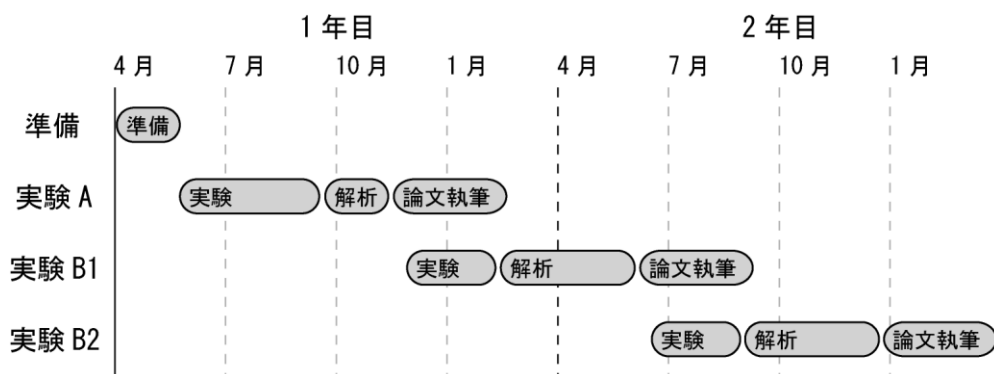
③ 予想されるインパクト及び将来の見通し

本研究の完成によって運動学習のための脳の仕組みについて新たな知見を得ることができる。また、本研究の成果は運動学習をする他の種に当てはめて議論することもできる。例えば、スポーツや音楽など精密な運動制御を必要とする場面にも応用し、より良い探索行動の方法を提案することで学習効率の向上に貢献することができる。さらに、鳴鳥のさえずり学習と、ヒトの言語学習には多くの共通点が存在するので、言語教育の場面でも同様の応用が可能である。このように本研究の成果を応用する際には、機能的意義や神経メカニズムのどちらかのみを対象とした研究よりも確実な提案が可能となるだろう。

(4) 年次計画

DC1 申請者は1～3年目、DC2 申請者は1～2年目について、年次毎に記載してください。元の枠に収まっていれば、年次毎の配分は変更して構いません。

研究はおおまかに次の図のような計画で進める。



実験準備：

実験に用いるジュウシマツのさえずりを、無志向歌とメス志向歌をそれぞれ録音する。

実験 A でノイズ音を提示するために、現在当研究室で用いられている装置のプログラムを書き換える。

実験 A：

実験 A では、ノイズ音提示によりまず無志向歌の音の並びをメス志向歌近づけ、その次に基本周波数を変化させる学習を行わせる。さらに、対照実験のために、これらの変化が元に戻るのを待ち、再び基本周波数を変化させる学習を行わせる。これらの学習には時間がかかるので、実験 A の実験自体には4ヶ月程度かかる見込みである。実験 A の解析には1ヶ月半程度かかる見込みである。

実験 B1・B2：

実験 B1 ではジュウシマツの神経活動を記録し、実験 B2 では神経活動を操作する。いずれも実験自体は2ヶ月程度で終わる見込みである。実験 B1 と B2 では神経活動の解析を行うので、解析に時間がかかる。よって解析には3ヶ月程度かかる見込みである。

論文執筆：

論文執筆には、3ヶ月程度かかる見込みである。

本資料の再配布、および本資料を改変したものの配布は、ご遠慮ください。
2016年 上村卓也 www.cycentum.com

名 上村卓也

DC

(5) 人権の保護及び法令等の遵守への対応

本欄には、研究計画を遂行するにあたって、相手方の同意・協力を必要とする研究、個人情報の取り扱いの配慮を必要とする研究、生命倫理・安全対策に対する取組を必要とする研究など法令等に基づく手続きが必要な研究が含まれている場合に、どのような対策と措置を講じるのか記述してください。例えば、**個人情報**を伴うアンケート調査・インタビュー調査、**国内外の文化遺産の調査等**、**提供を受けた試料の使用**、**ヒト遺伝子解析研究**、**遺伝子組換え実験**、**動物実験**など、研究機関内外の情報委員会や倫理委員会等における承認手続きが必要となる調査・研究・実験などが対象となりますので手続きの状況も具体的に記述してください。

なお、該当しない場合には、その旨記述してください。

本研究では、ジュウシマツを対象に行動実験・神経活動の記録・微小電気刺激を行う。したがって、動物愛護および法令遵守の観点から以下の点を順守して研究を実施する。

- 飼育施設の整備、実験方法の改良、施術技術の向上等によって、実験に伴う動物の苦痛やストレスを最小限に抑える。
- 動物実験と置き換えることのできる方法を積極的に取り入れる。
- できるだけ少数の実験動物で有効に科学的成果を生む。

研究においては東京大学の所属部局に提出して承認を受けた動物実験計画書に従って計画を遂行する。さらに、東京大学動物実験実施規則および東京大学動物実験実施マニュアルに従い、動物愛護・安全確保・環境保全の観点に常に配慮して実験を実施する。また、日本生理学会が策定した「生理学領域における動物実験に関する基本的指針」を遵守し、指針に従った動物の入手・飼育、実験の計画・実施、成果の発表を行う。

申請者は東京大学による動物実験講習会を受講済みである。

4. 研究業績（下記の項目について申請者が中心的な役割を果たしたもののみ項目に区分して記載してください。その際、通し番号を付すこととし、該当がない項目は「なし」と記載してください。申請者にアンダーラインを付してください。業績が多くて記載しきれない場合には、主要なものを抜粋し、各項目の最後に「他〇報」等と記載してください。査読中・投稿中のものは除く）

(1) 学術雑誌等（紀要・論文集等も含む）に発表した論文、著書（査読の有無を区分して記載してください。査読のある場合、印刷済及び採録決定済のものに限ります。）

著者（申請者を含む全員の氏名（最大 20 名程度）を、論文と同一の順番で記載してください。）、題名、掲載誌名、発行所、巻号、pp 開始頁－最終頁、発行年をこの順で記入してください。

(2) 学術雑誌等又は商業誌における解説、総説

(3) 国際会議における発表（口頭・ポスターの別、査読の有無を区分して記載してください。）

著者（申請者を含む全員の氏名（最大 20 名程度）を、論文等と同一の順番で記載してください。）、題名、発表した学会名、論文等の番号、場所、月・年を記載してください。発表者に〇印を付してください。（発表予定のものは除く。ただし、発表申し込みが受理されたものは記載しても構いません。）

(4) 国内学会・シンポジウム等における発表

(3)と同様に記載してください。

(5) 特許等（申請中、公開中、取得を明記してください。ただし、申請中のもので詳細を記述できない場合は概要のみの記述で構いません。）

(6) その他（受賞歴等）

(1)学術雑誌等に発表した論文、著書

（査読有り）

1. Honda M, Urakubo H, Koumura T, and Kuroda S, 「A common framework of signal processing in the induction of cerebellar LTD and cortical STDP」、『Neural Networks』、ELSEVIER、43号、pp114–124、2013

2. Koumura T, Urakubo H, Ohashi K, Fujii M, and Kuroda S, 「Stochasticity in Ca^{2+} increase in spines enables robust and sensitive information coding」、『PLOS ONE』、PLOS、採録決定済、印刷前

3. Koumura T, Seki Y, and Okanoya K, 「Local structure sensitivity in auditory information processing in avian song nuclei」、『NeuroReport』、Wolters Kluwer、採録決定済、印刷前

(2)学術雑誌等又は商業誌における解説、総説

なし

(3)国際会議における発表

（ポスター発表・査読有り）

4. ○Koumura T, Seki Y, Okanoya K, 「Within-Subject Comparison of the Activity of the Avian Song Nuclei」、『The 35th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society』、愛知県、2012年9月

5. ○Koumura T, Seki Y, Okanoya K, 「Auditory Responses in the Avian Song Nuclei to the Own Song with the Systematic Modification」、『Annual Meeting of the Society for Neuroscience』、San Diego、2013年11月

(4)国内学会・シンポジウム等における発表

（ポスター発表・査読無し）

6. ○上村卓也、関義正、岡ノ谷一夫、「ジュウシマツの歌神経核における聴反応の個体内比較」、『脳と心のメカニズム第12回冬のワークショップ』、北海道、2011年12月

7. ○Takuya Koumura, Yoshimasa Seki, Kazuo Okanoya, 「Auditory Responses in the Avian Song Nuclei to the Own Song with the Systematic Modification」、『脳と心のメカニズム第14回冬のワークショップ』、北海道、2014年1月

(5)特許等

なし

(6)その他（受賞歴等）

8. 上村卓也・・・「理学部学修奨励賞」、2011 年 3 月

本資料の再配布、および本資料を改変したものの配布は、ご遠慮ください。
2016年 上村卓也 www.cycentum.com

氏名 上村卓也

5. 自己評価

日本学術振興会特別研究員制度は、我が国の学術研究の将来を担う創造性に富んだ研究者の養成・確保に資することを目的としています。この目的に鑑み、申請者本人による自己評価を次の項目毎に記入してください。

① 研究職を志望する動機、目指す研究者像、自己の長所等

② 自己評価する上で、特に重要と思われる事項（特に優れた学業成績、受賞歴、飛び級入学、留学経験、特色ある学外活動など）

① 研究職を志望する動機、目指す研究者像、自己の長所等

● 研究職を志望する動機

私は昔から、疑問に思ったことは自分が納得できるまで調べて明らかにする性格だった。また、一度始めた企画は必ず最後まで手を抜かず完成させ、しかもその完成度にはかなりこだわるという性格もある。そしてそのような過程には常に楽しみを感じていた。初めて自分で調べるということをしたのは、おそらく小学校に入る前、折り紙の辺と対角線のどちらが長いのかを確かめたときだったと思う（もちろんその時は辺や対角線といった単語は知らなかった）。直感的には対角線のほうが長いように見えていたのだが、それを確かめるために定規でそれぞれの長さを測ったことを記憶している。

大学に入り実際に現役の研究者の話を聞く機会が多くなり、研究職はこのような性格の私に適していると感じた。現役の研究者に研究職に就いて良かったと思うことを尋ねると、悩んでいる辛い時間が多いけれど、解決策を閃いた瞬間の喜びと興奮があることだ、というような回答を得ることが多い。しかし私は解決のために悩むこと自体が好きなので、そのような時間が多いであろう研究職に就くことで、私にとっては有意義な時間を過ごすことができると思う。

さらに私には常に成長していきたいという気持ちがあり、そのような欲求を満たしてくれる、常に自分を成長させてくれる、むしろ技術の発展に伴い常に自分も成長していかなければ成功できないであろう研究職に就くことで、自分の力を最大限に発揮することができると思う。また、日本国内にとどまらず、世界中の人と協力して真理を探究したり人類に貢献したりすることができるというのも研究職の魅力のひとつである。

● 目指す研究者像

私は、ひとつの問題に複数の手法を用いて様々な角度からアプローチすることのできる研究者になりたい。そのために、自分が詳しくない学問領域や技術についても常に積極的に学び取り入れようと努力している。例えば学部前期課程では理科一類で物理学や化学を主に学び、学部後期課程では理学部生物情報科学科で生物学と情報科学を組み合わせることを学んだ。大学院では授業では言語学や環境問題についての講義を受け、自分の研究として神経科学の手法を習得した。

もうひとつ私が目指していることは、研究内容をわかりやすく説明することができるようになることである。万人を同時に満足させる説明があるとは思わない。しかし、特定の読み手・聞き手を対象に、その人たちの背景知識に合わせた丁寧な説明をすることはできると思う。読み手・聞き手が話の最初から最後まで理解できるよう丁寧に、かつ冗長にならずに相手を楽しませるような説明することができる人になりたい。また、これは自分の研究内容についてだけでなく、他者の研究を紹介するときや、研究に限らず一般に、科学に馴染みのない人に対してある研究について説明するときについても当てはまることである。現在はまだわかりやすい説明をいつでもできるわけではないので、この点については普段から改善しようと努力している。

● 自己の長所

私は実験的手法と計算論的手法の両方を用いて研究を行うことができる。実験的手法を用いた研究による業績 3～7 と計算論的手法を用いた研究による業績 1、2 がこれを示している。今後はこれらの手法を組み合わせた研究も展開していくつもりである。

私は他者の主張を素直に受け入れることができる。これは他者の主張を全て正しいと信じるという意味ではなく、まずその人の主張の存在を受け入れてから正しさやよし悪しを判断することができるという意味である。私はこの性格は研究職に就くにあって重要であると思う。相手の主張を頭ごなしに否定しては議論が全く進まない。どのような奇抜な主張であっても、まずは受け入れてから批判する点を考えることが、相手にとっても自分にとっても前進につながると思う。

体力があり体調管理が良くできることも私の長所のひとつである。私は、研究者には知的な要素だけでなく、体力的な要素も必要だと思う。せっかく良いアイデアを思いついても、体調が悪ければ研究にとりかかることができないので、そのようなことが起こらないように普段から気をつけている。特に長時間手が離せないような実験においては、体力が続くかどうか成功するどうかを左右する場合もある。そのような時に適宜うまく休憩を取りリラックスすることができるのも私の長所のひとつである。

② 自己評価する上で、特に重要と思われる事項

● 受賞歴

学部では成績優秀のため学修奨励賞を受賞した（業績 8）。

● 特色ある学外活動

学部生のときに、International Genetically Engineered Machine という学生を対象とした合成生物学の国際大会へ参加した。学部生が主体となって合成生物学の研究を行い、研究成果のポスター発表を行った。

本資料の再配布、および本資料を改変したものの配布は、ご遠慮ください。
2016年 上村卓也 www.cycentum.com

名 上村卓也