

躊躇せずに素早い反応時間で嘘をついているという解釈が成立する。

また、サイコパス傾向が高くなると、自然に嘘をつき、一方で、サイコパス傾向が低い場合は、葛藤を感じながらも意図的に嘘をつくといった図式が成り立つ。

このように、脳の研究を通して、特定のパラメータに着目することで、人間の本性に関して統合的に理解することが可能になるものと期待される。

＜参考文献＞

- [1] N. Abe, J.D. Greene, Response to anticipated reward in the nucleus accumbens predicts behavior in an independent test of honesty, *J. Neurosci.*, 34(32), 10564-10572 (2014).
- [2] N. Abe, J.D. Greene, K. A. Kiehl, Reduced engagement of the anterior cingulate cortex in the dishonest decision-making of incarcerated psychopaths, *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.*, 13(8), 797-807 (2018).

4-3. 国立大学法人 東京大学

東京大学 大学院総合文化研究科 相関基礎科学系の酒井 邦嘉 教授の研究室では、「システム・ニューロサイエンス (Systems Neuroscience)」と呼ばれる脳科学の分野で、言語脳科学を中心とした最先端の研究を行なっている。

普遍文法の機能分化と機能局在を明らかにするための研究パラダイムを開発した上で、fMRIなどを駆使して言語に関連した脳機能のイメージングを行なうことで、自然言語の文法性・普遍性・生得性に関連した高次脳機能を明らかにすることを目指している。

(1)脳に備わる普遍文法

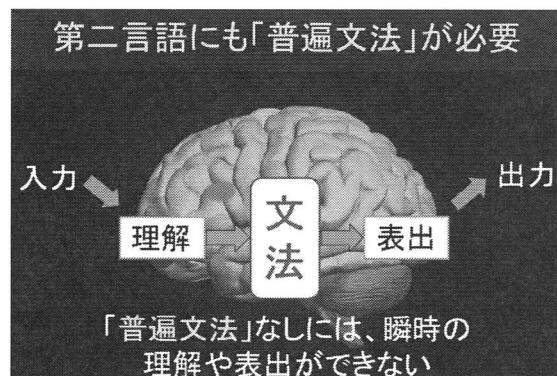
言語は、脳における最も高次の情報処理システムである。人間が母語を用いて発話したり、他者の発話を理解したりするときには、無意識のレベルで言語情報処理を行なっている。その計算原理が、実際に脳のどのようなシステムによって実現されているかは、究極の問題である。

米国の言語学者ノーム・チョムスキー (Noam Chomsky) は、全ての人間の言語に普遍的な特性があり、その普遍的特性は人間が持つて生まれた生物学的な特徴

であるとする「普遍文法」を提唱した。その基盤は、人間の脳に備わったものである[1]。

実際のところ、幼児は驚くほどのスピードで言語を身につけていく。言語という複雑な仕組みを、まだ知能が十分発達していない段階で、しかも、それほど多くの文例に触れるわけでもなく、いつの間にかしっかりと身につけてしまう。

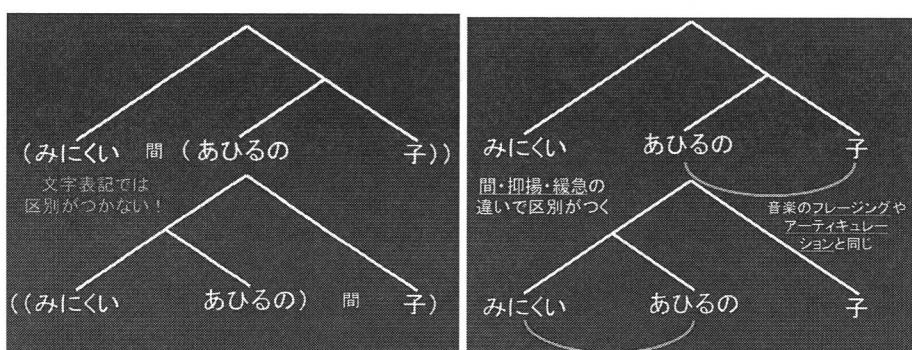
チョムスキーが唱えた「普遍文法」のポイントは、「あらゆる言語に共通する基本法則があり」、そして「その基本法則は脳に由来する」というものである（図7）。



（出所：東京大学 酒井邦嘉教授 提供）

【図7. 人間の脳には普遍文法がはじめから備わっている】

文章には意味の区切りや構造があるが、文字表記ではそれを正しく再現できず、例えば「みにくいあひるの子」という二つの意味を区別できない。しかし、音声情報であれば、間、抑揚、緩急などで意味を把握することができる（図8）。



（出所：東京大学 酒井邦嘉教授 提供）

【図8. 文の構成と意味の区切り】

そのような文の構造を知ると、どんな言語でも身につけることが可能になるとし
て、酒井教授は以下のような3つの点を指摘する[2]。

- 1) 文字からの学習ではなく、音声から（発音と韻律は文字から予測しにくいため）
- 2) 単語中心の学習ではなく、文で丸ごと覚える（文の構造は単語から予測しにく
いため）
- 3) 減点法の評価ではなく、到達度で（評価はストレスや無力感を助長しやすいの
で、脳にとってできる限り「自然な」第二言語習得が望ましい）

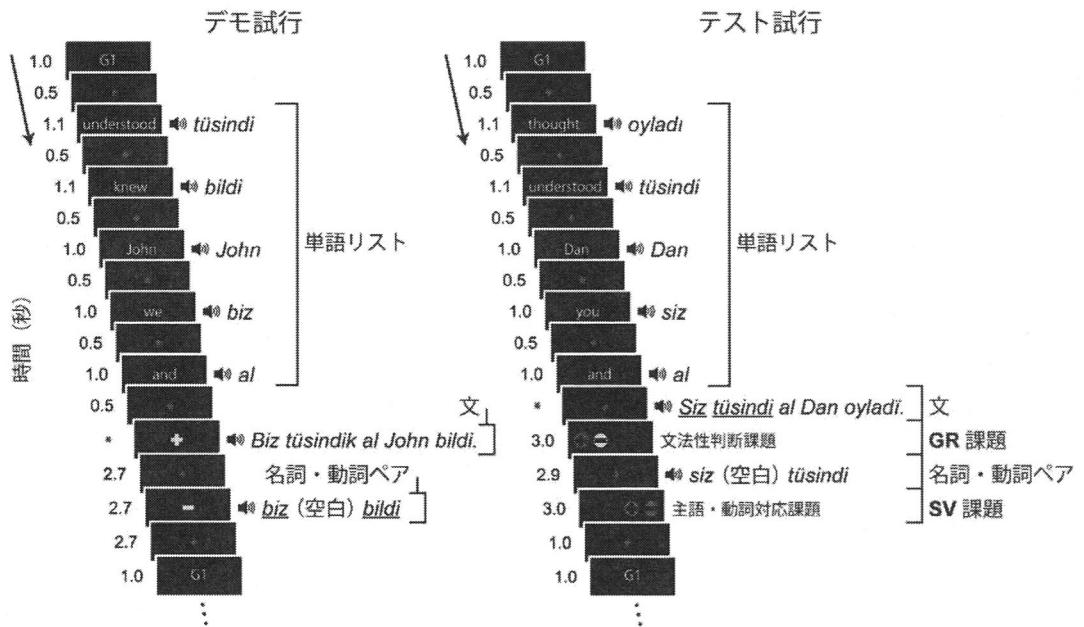
(2) 外国語習得における脳科学的効用 (東京大学 プレスリリース)

https://www.c.u-tokyo.ac.jp/info/news/topics/files/20210330sakai_kunisoubun01.pdf)

酒井 邦嘉 教授と梅島 奎立 大学院生は、言語交流研究所と共同で、多言語話者
が脳の言語野をはじめ、大脳基底核・視床や視覚野までも有効に活用できていると
いうことを初めて明らかにした[3]。

共同研究グループは、日本語を母語とする参加者に対して、カザフ語を新たに習
得させ、文法課題を用いた言語習得のプロセスを fMRI で調べた。その結果、左脳
の言語領野の活動が、多言語群で二言語群よりも定量的に高くなることがわかった。

実験では、14～27歳の参加者 49人に対し、リスニングのスコアを用いて、多言
語群（男性 10人、女性 18人、合計 28人）と二言語群（男性 11人、女性 10人、
合計 21人）という 2 群に分けて、カザフ語の音声刺激を用いた文法習得課題を行
なった（図 9）。カザフ語の文法规則は一切教えずに、文法性と主語・動詞の対応
について正誤をデモ試行で繰り返し提示しながら、テスト試行で正しく判断できる
ようになるかを調べた。



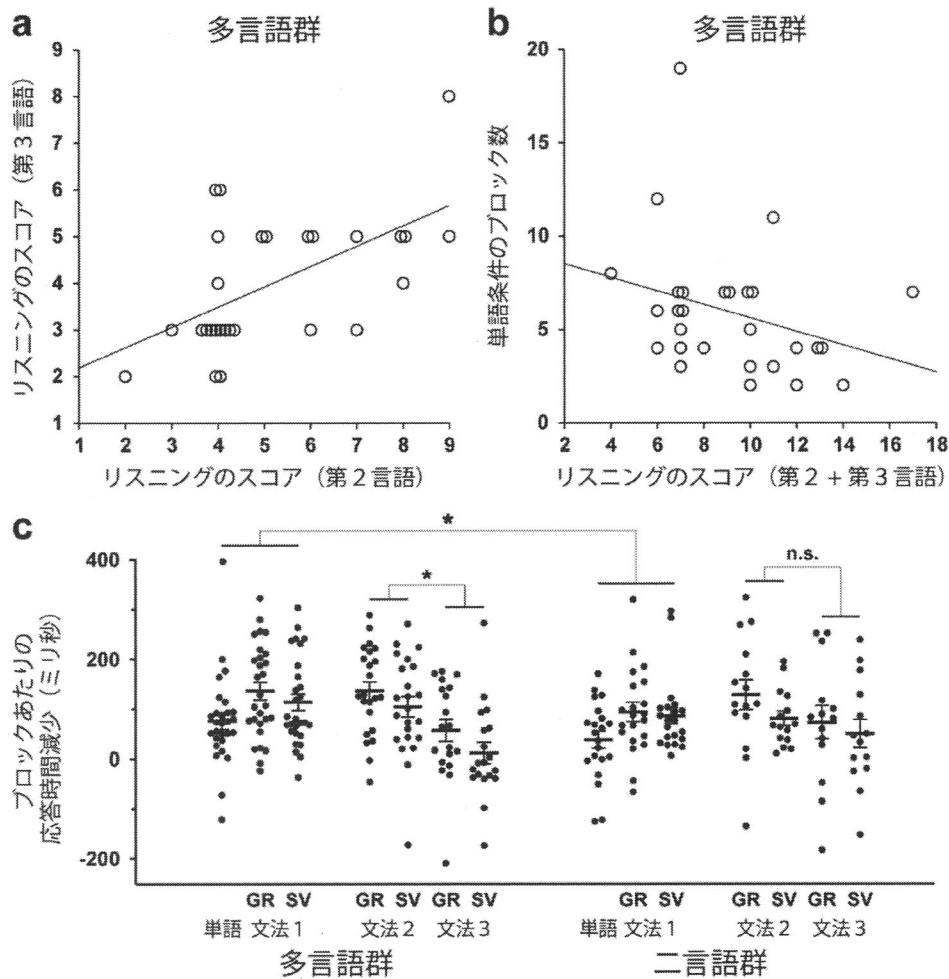
(出所：東京大学 プレスリリース

<https://www.c.u-tokyo.ac.jp/info/news/topics/files/20210330sakaikunisoubun01.pdf>)

【図 9. カザフ語の文法習得課題】

多言語群では、第2言語の方が第3言語より習得期間が長いにもかかわらず、両者のリスニングのスコアに相関が見られ（図10(a))、さらに、両者のスコアが高いほど、カザフ語の単語の聞き取り（単語条件）が速く習得できることが分かった（図10(b))。

これらの結果は、多言語間に共通したリスニング能力を示すものである。また、ブロック（8試行で1ブロック）あたりの応答時間が、最初と最後でどの程度減少したかを調べたところ、習得初期の単語条件と文法1（第1段階）条件で、多言語群の方が顕著な順応効果を示した（図10(c))。



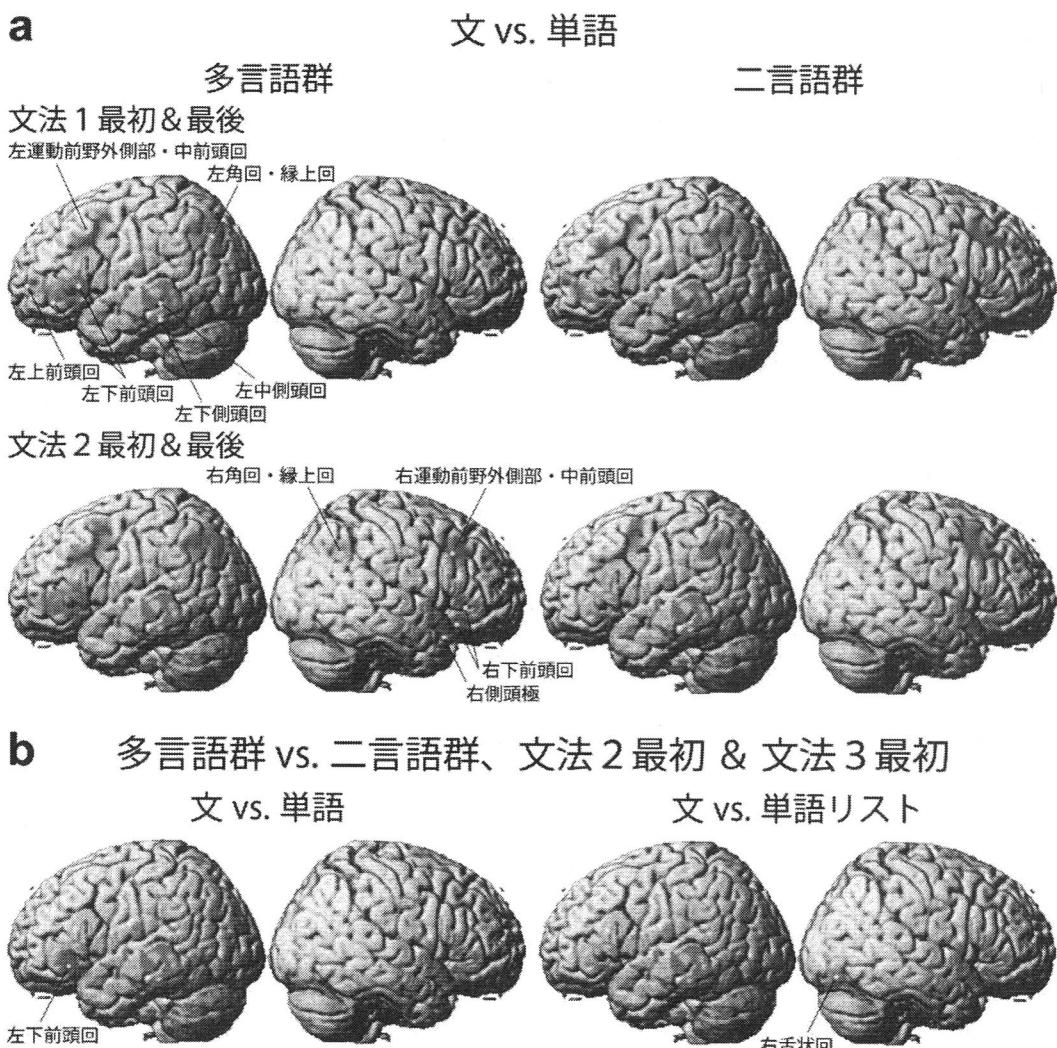
(出所：東京大学 プレスリリース

<https://www.c.u-tokyo.ac.jp/info/news/topics/files/20210330sakaikunisoubun01.pdf>)

【図 10. 行動データが示す多言語群の特徴 (a)多言語群でリスニングのスコアが示した第2言語と第3言語の相関 (b)これら二言語で合算したリスニングのスコアに対して、単語条件のブロック数が示した負の相関 (c)各条件について、ブロックあたりの応答時間を最初と最後で比較した結果】

この文法課題を実施しているときの脳活動を fMRI で測定したところ、言語野である左運動前野外側部と中/下前頭回の活動が両群で観察され（図 11(a))、多言語群では、文法 1 条件で活動が左脳に限定的で、母語と同様のパターンを示した。ま

た、両群の直接比較では、多言語群において左下前頭回の活動が増加した(図11(b))。さらに、行動の適応制御に関する大脳基底核・視床に加えて、視覚を司る領域でも活動上昇が多言語群の方が二言語群よりも活発だった(図12)。

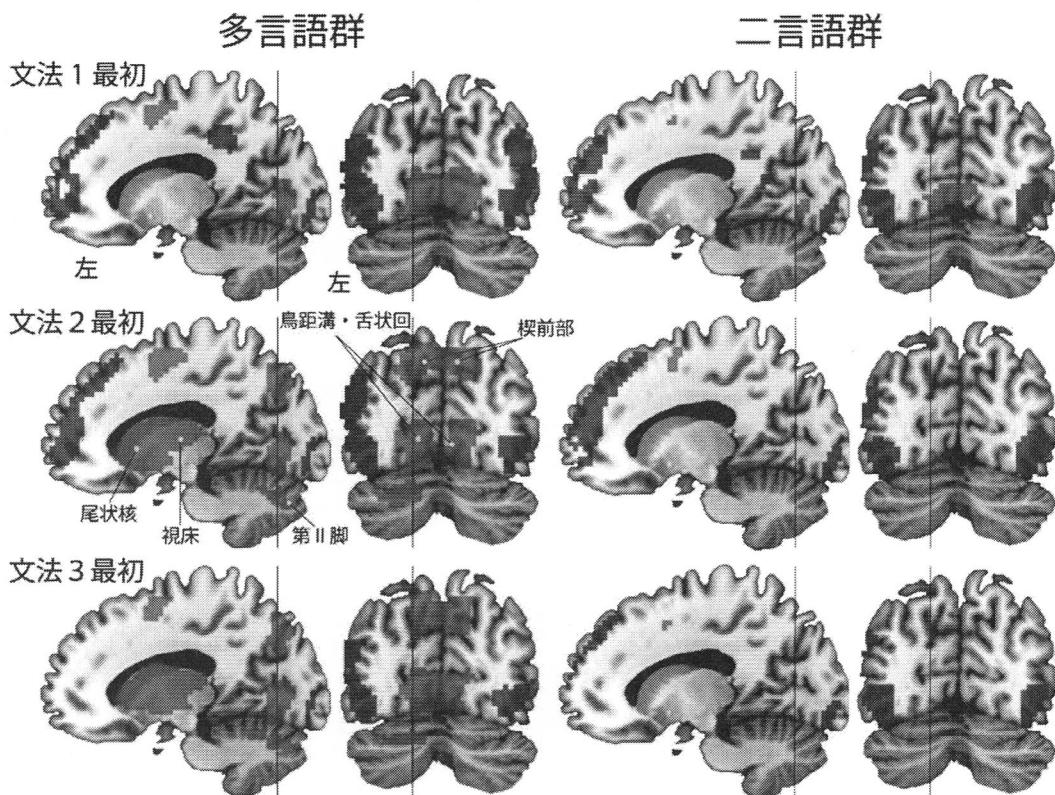


(出所：東京大学 プレスリリース

<https://www.c.u-tokyo.ac.jp/info/news/topics/files/20210330sakaikunisoubun01.pdf>)

【図11. 脳活動が示す多言語群と二言語群の違い (a)単語条件での単語提示と比べて、文法条件での文提示で高い活動が見られた脳領域 (赤)
(b)文法2・文法3条件で最初のブロックにおける両群の直接比較】

文 vs. 単語リスト



(出所：東京大学 プレスリリース

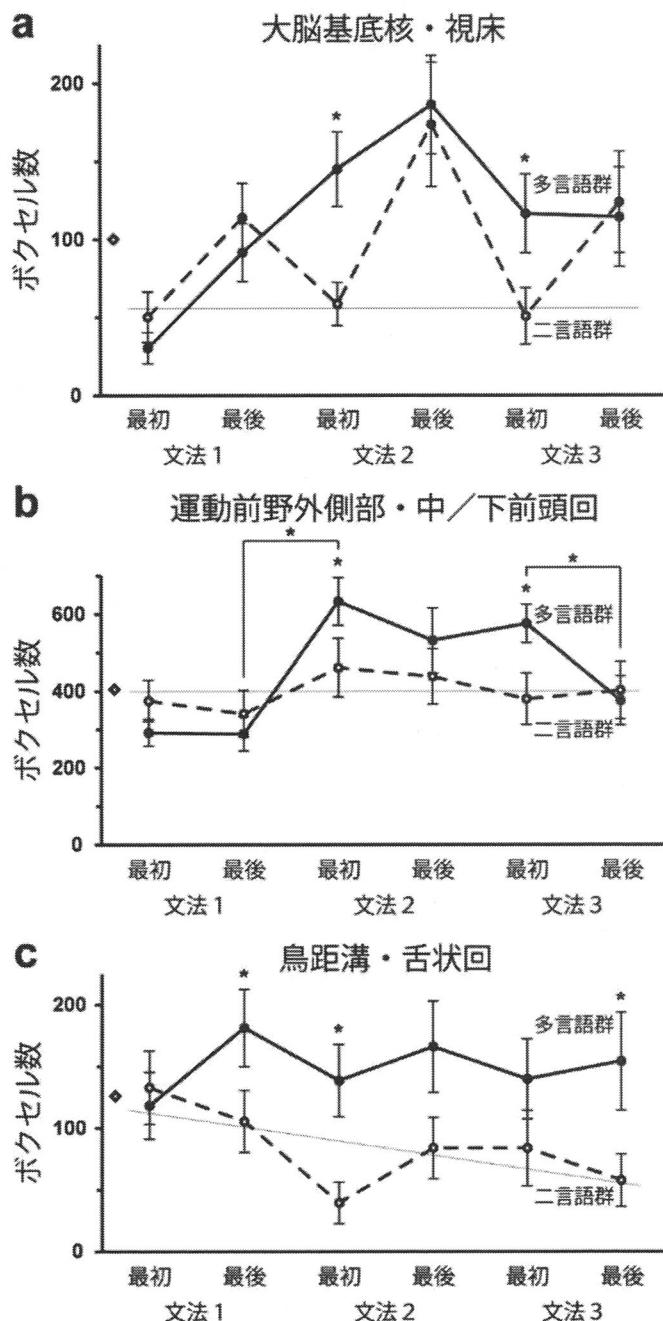
<https://www.c.u-tokyo.ac.jp/info/news/topics/files/20210330sakaikunisoubun01.pdf>

【図 12. 多言語群で選択的に増加した脳活動】

興味深いことに、二言語群では、大脳基底核・視床の活動が、文法 2・文法 3 条件の最初でリセットされたのに対し（図 13(a)の破線データ）、多言語群では、その活動が維持された（図 13(a)の実線データ）。

また、言語野では、多言語群の方が文法 2 の最初から文法 3 の最初まで、活発な活動を維持していた（図 13(b)）。

多言語群に選択的な活動は、音声刺激のみの提示時にもかかわらず、視覚野（鳥距溝・舌状回）でも活発であり（図 13(c)）、多言語群は視覚的イメージを活用できることを示唆している。



(出所：東京大学 プレスリリース

<https://www.c.u-tokyo.ac.jp/info/news/topics/files/20210330sakaikunisoubun01.pdf>

【図 13. 時間的な活動パターンが示す群間差 (a)大脳基底核・視床の活動パターン
(b)文法関連領域である前頭葉の活動パターン (c)視覚野の活動パターン】

今回の結果は、複数の言語の習得効果が累積することで、より深い獲得を可能にするという仮説「言語獲得の累積増進モデル」を支持するものである。この仮説は、米国マサチューセッツ工科大学のスザンヌ・フリン（Suzanne Flynn）教授が、これまで提唱してきたものである。

日本の外国語教育では、英語の4技能「話す」「聞く」「書く」「読む」が取り上げられがちであるが、多言語の音声に触れながら自然に習得することの重要性が科学的に明らかになったといえる。

この自然習得法は、言語交流研究所・ヒッポファミリークラブが40年以上の多言語活動を通して実践してきたものであり、今回初めて脳科学による裏付けが得られたことになる。

今後さらに、言語学からの理論的なモデルを融合させることで、脳における言語情報処理の基本原理が明らかになると期待される。

＜参考文献＞

- [1] 酒井邦嘉, 『チョムスキーヒ言語脳科学』, インターナショナル新書
- [2] 酒井邦嘉, 『勉強しないで身につく英語』, PHP研究所
- [3] K. Umejima, S. Flynn, K. L. Sakai, Enhanced activations in syntax-related regions for multilinguals while acquiring a new language, *Sci. Rep.*, 11, 7296 (2021).

4-4. 国立大学法人 東北大学

東北大学 大学院薬学研究科 薬理学分野の佐々木 拓哉 教授の研究室では、複雑な神経回路を形成し、記憶や情動などの情報を処理している脳の多彩な神経活動を研究している。

特に、脳を構成する神経細胞には、興奮性錐体細胞や抑制性介在細胞など、多様な種類が存在している。それぞれの神経細胞種は、活動の生じやすさ、活動の速さや持続時間、伝達物質の使い方などが少しずつ異なり、それらが協調して働くことで、正しい情報処理機能が発揮される。このような神経細胞の個性を勘案することで、脳機能との関連を詳細に調べている。