

解禁時間（テレビ、ラジオ、WEB）：平成21年3月2日（月）午前3時
（新聞）：平成21年3月2日（月）付朝刊



東北大学



平成21年2月25日

報道機関各位

東北大学大学院医学系研究科
東北大学脳科学グローバルCOE
玉川大学脳科学研究所

**脳が時間をはかる仕組みを細胞レベルで初めて解明
—前補足運動野が秒単位の時間の生成に関連—**

玉川大学脳科学研究所の丹治順所長と東北大学大学院医学系研究科の虫明元教授（生体システム生理学）らのグループは、動物が行動を開始するとき、脳の中で秒単位の時間をはかる仕組みを細胞レベルで解析し、前頭葉内側にある前補足運動野が関与していることを突き止めました。本研究では、サルに2秒、4秒、8秒などの待ち時間を色で指示し、指定された時間の後に自発的な行動を行う課題を行わせることで、脳内の活動を調べ、前補足運動野に、時間の長さを特定化する細胞と、時間の長さに応じて活動を変化させる細胞との2種類が発見されました。

これまで、脳内で時間がどのようにつくられているかについて、細胞レベルで解明された研究はなく、また、前補足運動野についても、運動調節以外の機能に関してはよくわかっておりませんでした。今回の研究成果は近い将来に、脳の信号に基づいた行動の適切なタイミングなどの知見につながり、ヒューマン・マシン・インターフェースなどへの応用の可能性があります。

この研究成果は、米国科学誌ネイチャーニューロサイエンス誌のオンライン版に3月2日（現地時間3月1日）に掲載される予定です。本研究は、東北大学大学院医学系研究科の大学院4年の三田晃久と助教の嶋啓節、松坂義哉との共同研究によって行なわれ、文部科学省科学研究費特定領域研究「統合脳」と同省グローバルCOEプログラム（脳神経科学を社会へ還流する教育研究拠点）の支援を受けました。

<研究概要>

玉川大学脳科学研究所の丹治順所長・東北大学大学院医学系研究科の虫明元^{はじめ}教授（生体システム生理学分野）らのグループは、秒単位の時間待ってから動物が行動を開始するとき、前頭葉内側にある前補足運動野が時間生成^{*1}に関与する証拠を見つけた。実験は、2秒、4秒、8秒などの待ち時間をサルに色で指示して、

指定された時間の後に自発的に行動を行う時間生成課題を用いて行った。すると前補足運動野には、時間の長さを特定化する細胞と、時間の長さに応じて活動を変化させる細胞との2種類が発見された。しかもこれらの細胞は、時間の経過とともに徐々に活動を低下する漸減型の細胞と、徐々に活動を増加する漸増型の細胞に分かれていた。さまざまな待ち時間は、これらの細胞活動の組み合わせで生成されていることが、世界で初めて細胞レベルで解明された。

前頭葉内側面の補足運動野は運動調節に関わることがよく知られている。しかし、その前方の前補足運動野が運動調節以外にどのような機能に関わるかはよくわかっていなかった。また時間生成という認知機能の上でも基本となる神経過程に関して、細胞レベルで明らかにする研究はこれまでになかった。今回の成果は、情報符号化問題^{*2}の解明に関わる成果でもある。すなわち時間間隔の脳内表現が2種類の異なる符号化に基づいていることを明らかにした。ひとつの符号化は特定の時間の長さをラベル化してデジタル的な時間表現をする細胞と、もうひとつの符号化は時間の長さで活動の大きさ、活動変化率を系統だって変化させスケール化してアナログ的な時間表現をする細胞の2種類である。今回の発表の要点は以下の2点にまとめられる。

1. 秒単位の時間間隔の生成に関して、前補足運動野には特定の時間間隔をラベル化して表現する細胞活動と、時間の長さで系統的に活動の大きさ（スケール）や活動変化率（指数関数的）を変えるパラメトリックな細胞活動^{*3}が見出された。
2. さらに、これらの細胞は経過時間とともに徐々に減る漸減型細胞活動と、徐々に増える漸増型細胞活動の組み合わせで表現されていた。

この研究成果は、脳内の時間表現は複数の様式が混在していることを示しており、いわばデジタル時計のような表現や砂時計のような表現などが組み合わさって、日常の時間表現を表しており、脳の時間認知や他の高次認知機能を理解する重要な手がかりとなる。また今回の研究は近い将来に、脳の信号に基づいた行動の適切なタイミングなどの知見につながり、ヒューマン-マシン・インターフェースなどへの応用に発展する可能性がある。

<用語解説>

*1 時間生成 動物が特定の時間待ってから行動を行うとき、その待ち時間が脳の中で言わば「作られて」おり、時間生成と呼ばれている。このような生成面のほかに、時間に関する行動研究では、時間弁別、時間比較など受容面に関わる研究がある。

*2 情報符号化問題 脳が扱うさまざまな情報は複合的なものであり、この情報にどのように符号をつけて（レベル化して）処理しているのか、という問題。神

経系での情報の符号化は、符号化の対象がカテゴリー的であれば特定のカテゴリーの情報を符号化するという考えがある。一方、符号化対象が、量的なものであれば、その量に応じて活動量に対応をつけてスケール化する符号化という考え方がある。脳の符号化問題は重要な研究テーマであり、符号化原理が理解されると、逆に脳活動から何を表現しているか（心で考えているか）を脱符号化して理解することができる。

*3 指数関数的なスケールに対応して活動の状態を変化させる細胞活動。逆関数の対数的スケールは様々な感覚量の表現に用いられる。入力値が100倍、1000倍と変化するような場合に2乗、3乗と表現することで、対数または指数関数的な表現は、線形的な表現に比べて、大きな量も比較的圧縮して表現できる。さまざまな行動実験では量判断には大きさとともに量判断の誤差も大きくなる傾向が知られているが、このような結果も知覚の対数的量表現の例である。時間という量に関しても同様のことが知られている。

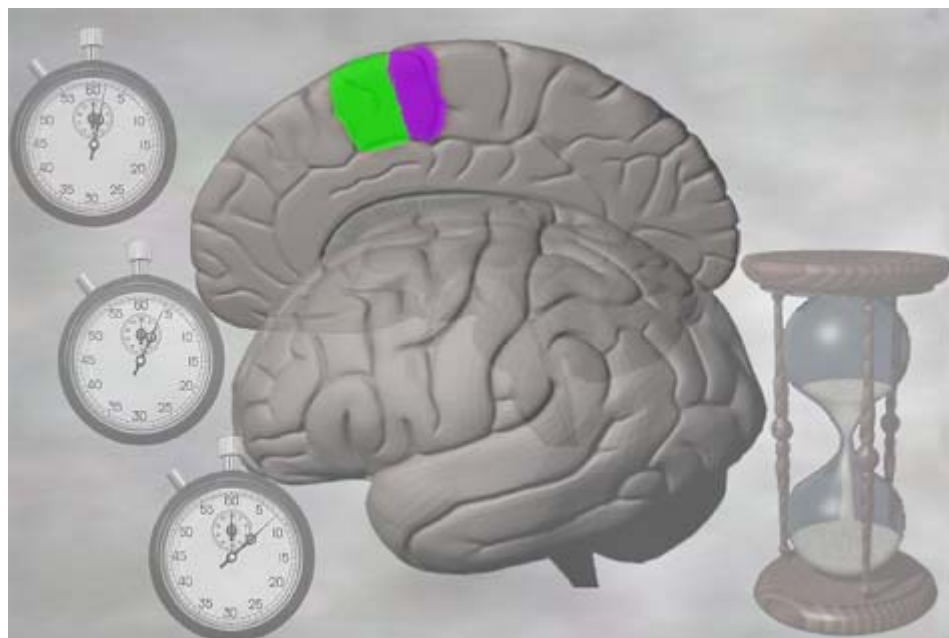
<論文題目>

Interval-time coding by neurons in the presupplementary and supplementary motor areas.

邦訳：前補足運動野細胞は時間間隔生成に関与する。

（ネイチャーニューロサイエンス誌オンライン版に3月2日[現地時間3月1日]に掲載）

<参考図> 脳の前補足運動野が時間生成に関与するイメージ図



紫色： 補足運動野

黄緑色： 前補足運動野

(お問い合わせ先)

東北大学医学系研究科 生体システム生理分野

教授 虫明 元

電話 022-717-8073

Email: hmushiak@mail.tains.tohoku.ac.jp

(報道担当)

東北大学大学院医学系研究科広報室

長神風二

電話 : 022-717-7891

Email: f-nagami@mail.tains.tohoku.ac.jp