

人工知能の分野でも注目



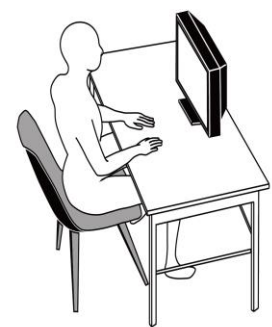
身体化認知のはたらきと脳内メカニズムを実証 ～ 手を拘束すると言葉の記憶成績が低下～

<研究のポイント>

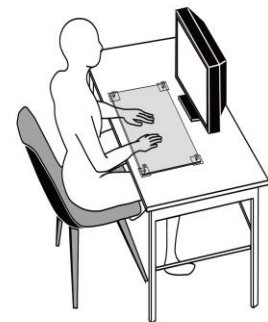
- ◎手の動きを拘束すると、手で動かせる物の意味を処理する脳活動と言語化の速度が低下する
- ◎言葉の意味を処理することと、体の動きは強く結びついており、脳内で体の動き含めて記憶しているという身体化認知の考え方を実証

大阪公立大学大学院現代システム科学研究科 牧岡 省吾教授の研究グループは、“手で動かせる物を表す言葉”に対して、手の動きが自由な状態と拘束した状態で、脳がどのような反応を示すかの実験を機能的近赤外分光分析法(fNIRS)を用いて実施。道具などに関する意味処理を司る左脳の頭頂間溝と下頭頂小葉の活動が、有意な影響を受けることが分かりました。また同時に、意味処理をさせるための問いを与えてから口頭反応までに要する時間も計測。口頭反応の速さも有意な影響を受け、手の拘束によって手で操作可能な物体に対する口頭反応が阻害されることも分かりました。

これらは、手の動きを拘束することが脳内の意味処理に影響することを示し、言葉の意味を処理する時、体の動きを含めて記憶しているという身体化認知の考え方を裏付ける研究結果となりました。



手が拘束されていない条件



手が拘束されている条件
(透明アクリル板を手の上に設置)

本研究成果は、2022年8月8日、「Scientific Reports」に掲載されました。

この研究では、人工知能の研究でも注目される「身体化認知」のはたらきを実証しました。脳活動の測定・分析方法を確立するまでが大変でしたが、第1著者の大西さんが粘り強く取り組み、十分な精度で測定できるようになりました。2つの物の大きさを比較する課題も大西さんのアイデアです。



牧岡 省吾 教授

< 研究の背景 >

辞書の中で、言葉の意味は他の言葉との関連で表されます。たとえば「カップ」の意味は「飲み物を飲むための容器」というように。しかし実際には、カップを手で持って口元に運ぶ動き、カップを斜めに置いたら倒れてしまうこと、床に落としたら割れてしまうことなどが分からなければ、カップを使うことができません。人工知能の研究では、これは記号を現実世界に対応づける「記号着地」の問題として知られています。この問題を解決しないと、現実世界でカップを扱うことができるロボットをつくることは困難です。

人間が「記号着地」をどのように実現しているのかについて、認知心理学・認知科学では「身体化認知」という考え方が提案されています。これは、具体的な事物を表す言葉の意味が、身体と環境との相互作用を通して表されるという考え方です。身体化認知の考え方を支持する証拠はこれまでも集められていますが、1) 身体の動きを一時的に拘束したとき、言葉の意味を扱う脳の部位の活動は変化するのか、2) またそのとき、言葉の意味の処理は実際に阻害されるのか、という点は検証されていませんでした。本研究は、これら2点を明らかにするために行われました。

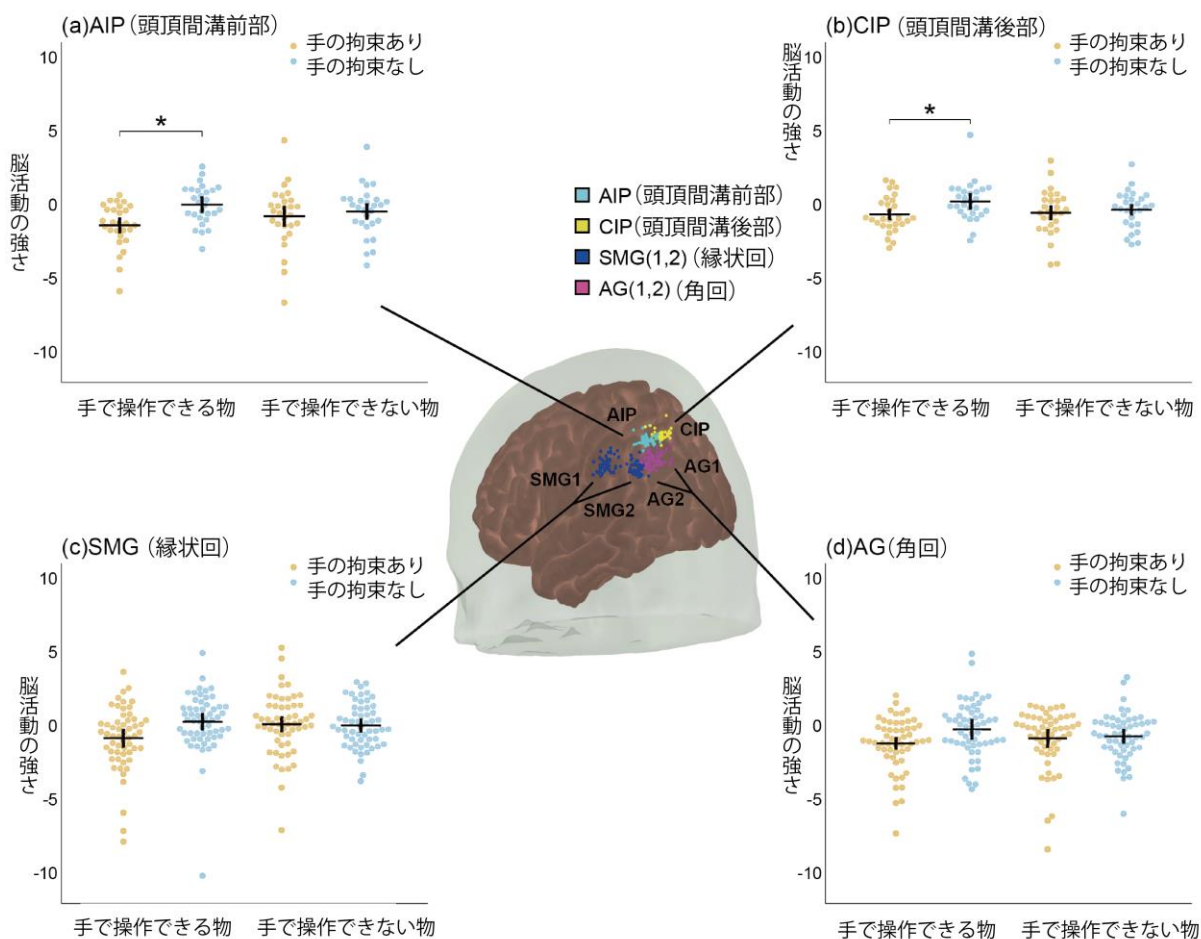


図 測定した脳部位の活動の強さ。*は条件間で有意な差があったことを示す。手の拘束の有無×手で操作できるかどうかの交互作用は全ての部位で有意だった。

< 研究内容 >

実験では、「カップ」と「ほうき」のような2つの単語を画面に提示し、その言葉が表す物の大きさを比べて、どちらが大きいのかを口頭で答えてもらいました（「ほうき」が正解）。このとき、「カップ」や「ほうき」のような「手で操作可能な物を表す単語」について答える条件と、「ビル」や「街灯」のような「手で操作できない物を表す単語」について答える条件を設けました。

この課題に答えるためには2つの単語が表す物を思い浮かべ、大きさを比較する必要があります。これは単語の意味に関する処理です。

身体の動きについては、手を机の上に置いて拘束しない条件と、透明アクリル板で手の動きを拘束する条件を設けました。透明アクリル板を用いたのは、手を机の上に置く条件と身体の姿勢を一致させ、かつ手が見える状態に保つためです。これによって、2つの条件の間で「手の動きが拘束されているかどうか」だけを変化させることができます。

口頭反応の速さは、単語が画面に提示されてから実験参加者の発声が始まるまでの時間を、音声波形を分析することで計測しました。脳活動の測定には機能的近赤外分光分析法(fNIRS)を用いました。fNIRSには身体を拘束せずに脳活動を測定できるという利点があります。測定する部位は、道具などに関する意味処理を担うことが知られている左脳の頭頂間溝と下頭頂小葉（縁状回・角回）としました。

実験の結果、「手で操作可能な物を表す単語」に対する左脳の頭頂間溝と下頭頂小葉の活動は、手の拘束による有意な影響を受けることが分かりました（図参照）。また口頭反応の速さも有意な影響を受け、手の拘束によって手で操作可能な物体に対する口頭反応が阻害されることが分かりました。以上の結果は、手の動きを拘束することが物の意味に関する処理に影響することを示し、意味が身体と環境との相互作用を通して表されるという身体化認知の考え方を裏付けるものです。

<期待される効果・社会的意義・今後の展開>

本研究の結果は手の動きが物の意味の処理に影響を与えることを示しており、「手を動かして学ぶ」ことの有効性を確認したとも言えます。幼児が身の回りの物に触れ、手で操作することは物の意味を学ぶ上でも重要だと考えられます。一方、人間にとっての意味が身体の動きと関連することを示したことは、人工知能が意味を学習する際にも身体化認知の考え方が有効であることを示唆しています。「記号着地」は人工知能の研究に残された難題の一つですが、その解決の方向性を示しているとも言えます。

<資金情報>

科学研究費基盤研究(C) (一般) 21K12613

<用語解説>

・機能的近赤外分光分析法(fNIRS)

fNIRSは、頭部に装着したプローブから近赤外光を照射し、大脳から反射される光の波長を分析することで脳活動を測定する方法です。脳のある部位の活動が高まると、その部位の血管が拡張し、酸素を含む血液が流れ込みます。血液中の酸素化ヘモグロビンと脱酸素化ヘモグロビンは近赤外光の吸収特性が異なるため、脳内の毛細血管を通して反射してくる近赤外光の波長特性を分析することで、その部位がどの程度強く活動しているのかを測ることができます。

・有意な影響

この研究では「手で操作可能な物を表す単語」と「手で操作できない物を表す単語」の2種類を使い、手の動きを拘束することによる変化を測定しました。その結果、口頭反応の速度と、左脳

の頭頂間溝と下頭頂小葉の活動について、単語の種類と手の動きの拘束の効果に「有意な交互作用」がみられました。これは、手の拘束によって、手で操作可能な物を表す単語の処理が、手で操作できない物を表す単語と比べて阻害されていることを意味します。

・意味処理

私達がパソコンの画面上の文章を読むとき、まず文字の形が処理されることで単語が特定され、次に単語が表す物や出来事などが記憶から引き出されます。認知心理学では、単語が表す対象に関する記憶が引き出された後の処理のことを意味処理と呼びます。

<掲載誌情報>

【発表雑誌】 Scientific Reports

【論文名】 Hand constraint reduces brain activity and affects the speed of verbal responses on semantic tasks

【著者】 Sae Onishi, Kunihito Tobita & Shogo Makioka

【掲載 URL/DOI】 <https://doi.org/10.1038/s41598-022-17702-1>

【研究内容に関する問い合わせ先】

大阪公立大学大学院 現代システム科学研究科

教授：牧岡 省吾（まきおか しょうご）

TEL：072 - 254 - 9187

Email: makioka@omu.ac.jp

【報道に関する問い合わせ先】

大阪公立大学 広報課

担当：塩根 春華（しおね はるか）

TEL：06-6605-3411

Email: k21592e@omu.ac.jp