

報告番号	※乙	第	号
------	----	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目 グラフの読解と作成に関する実験的検討

氏 名 神崎 奈奈

論 文 内 容 の 要 旨

近年改訂された学習指導要領においては、小・中・高校生の思考力、判断力の育成に加え、表現力の育成にも重点が置かれている。学習者が自ら確かめ、考えたことを伝達したり、説明したりする場合、情報をいかに表現するかが重要になり、その際、図的表現が広く利用されている。情報を伝達するために使用される図的表現の中でも、グラフは、量的な関係を直感的に表すことが可能な表現として、広く用いられている。情報伝達時において、グラフは説明の文脈に即して、伝達者が作成するものである。同時にグラフは、被伝達者にとっては、被伝達者が置かれた特定の文脈における読解の対象物である。しかしどちらの立場にしても、特定の文脈におけるグラフの読解や作成を扱った認知研究はみられない。そこで本論文では、身近なグラフ表現の1つである線グラフの認知過程に関して、読解と作成の両面から実験的検討を行った。

人間の認知システムにおける情報処理は、ボトムアップ処理とトップダウン処理の高度な相互作用により実現されている (Neisser, 1976)。数多くの実験研究が、知覚、記憶、問題解決といった多様な領域において、この特性を確認してきた。単語や数字の知覚における文脈依存性など、視覚刺激の意味的解釈におけるトップダウン処理の影響の強さは広く知られている。他方、ミュラーリヤー錯視、エビングハウス錯視などの多くの錯視現象は、視覚刺激の空間的な解釈におけるボトムアップ処理の強い影響を示している。文章の理解においても、Kintsch(1988)が、文章と談話の理解の認知モデルである構築-統合 (Construction-Integration: CI) モデルを提案し、彼は、文章の理解が先行知識などからの影響を受けるトップダウン処理と知覚された文章からのテキストベースの形成というボトムアップ処理との統合でなされると述べている。Freedman & Shah (2002) はグラフ理解の認知モデルとして、この Kintsch の CI モデルを改変した“グラフ理解の CI モデル”を提案

している。このモデルでは、グラフの理解は視覚的な刺激からのボトムアップ処理と先行知識などからのトップダウン処理の相互作用で成り立つとされている。グラフの理解におけるボトムアップ処理とトップダウン処理に関する実験的な研究はこれまでもいくつか行われてきたが、それぞれ個別に検討されていた。しかし、両者は独立に存在するものではなく、グラフ理解に相互作用的に影響を与えると考えられる。そこで本論文では、線グラフ上の変数の配置の違いをボトムアップ処理に影響を与える要因として、グラフを読解する観点をトップダウン処理に影響を与える要因として、グラフ理解における両者の相互作用を検討した。

本論文では、情報伝達におけるグラフの読解と作成に関する認知研究として、以下の3点を目的として実験的検討を行った。グラフの読解に関して、研究1（第2章）において、線グラフ上の変数の配置の違いがグラフの読解に与える影響について検討すること（目的1）と、ボトムアップ処理からの読解に対するトップダウン処理からの妨害的介入の有無を検討すること（目的2）を目的に実験的検討を行った。次にグラフの作成に関して、研究2（第3章）において、説明を目的としたグラフ作成に関する研究として、グラフ作成の熟達者としての研究者、および初心者としての文系学部学生が、説明に合わせたグラフを作成しているのかという点を明らかにすること（目的3）を目的に実験的検討を行った。

第2章の「研究1：表現と理解の視点がグラフの読解に及ぼす効果に関する実験的検討」では、グラフ理解におけるボトムアップ処理とトップダウン処理の相互作用を明らかにするために、3種類の実験を実施した。実験1（グラフの表現が読解に及ぼす効果に関する実験）では、線グラフ上での変数配置の違いがグラフの読み取りに与える影響を、‘主効果’と‘単純主効果’の読み取りの観点から検討した。その結果、‘単純主効果’の読み取りにおいて、線グラフ上での変数配置の違いの効果が確認された。続く実験2A（特定の観点下におけるグラフの読解に関する実験）において、実験1で確認されたボトムアップ処理からの読み取りにトップダウン処理がどのように影響するかを検討した。先行研究では、トップダウン処理のボトムアップ処理への妨害が報告されていたが、先行研究で取り上げられたトップダウン処理は、特定のデータの傾向を予測させるものであり、ボトムアップ処理と対立するものであった。ボトムアップ処理と対立しないトップダウン処理の効果を検討するため、本研究では、特定のデータの傾向を予測させない、グラフを理解する視点をトップダウン処理として取り上げた。その結果、トップダウン処理がボトムアップ処理へ妨害的に働くということは確認されなかった。他方、ボトムアップ処理によって顕在化されない情報であっても、その情報の読み取りを要請する視点が与えられるとその読み取りが促進されるというトップダウン処理の影響が見られた。さらに、実験2B（特定の観点下における自作グラフの理解に関する実験）において、実験参加者自らが作成したグラフを用いて、実験2Aと同様の検討を行っ

たが、結果は実験 2A と同様の傾向であり、作成することによる読み取りの変化は確認されなかった。

第 3 章の「研究 2：説明とグラフ表現の一貫性に関する実験的検討」では、本論文の目的 3 を検討するために、説明時のグラフ作成に関する研究として、日常的にグラフを作成している研究者を熟達者、文系学部学生を初心者として、それぞれが、説明に合わせてグラフを使い分けているのかという点について実験を行った。実験参加者は、与えられたデータを説明し、その説明の際に使用するグラフの作成を行った。生成された説明における特定の変数の扱いが、作成されたグラフ上の変数の配置と一貫しているか、という観点から分析を行った。実験 1A（日常的グラフ作成者が作成したグラフと説明との一貫性に関する実験）、1B（理系大学院生が作成したグラフと説明との一貫性に関する実験）の結果から、日常的にグラフを作成している研究者と理系大学院生は、説明と一貫したグラフを作成することが確認された。これは、グラフの作成経験が説明と一貫したグラフの作成を促進することを示唆するものである。文系学部学生のグラフ作成に関しては、実験 2（文系学部学生が作成したグラフと説明との一貫性に関する実験）の結果より、説明に関連づけられたグラフの使い分けは確認されなかった。この結果は、文系学部学生はグラフの作成時に、グラフと説明の照合をほとんど行わなかったことを示唆する。その原因として、作成自体の認知負荷が大きくなり、グラフと説明の照合に認知的資源が割り当てられなかった可能性、もしくは、作成したグラフ以外の候補が思い浮かばずに、説明とグラフの照合が行われなかった可能性が考えらる。これらの場合、グラフの候補を提示することによって、説明と一貫したグラフの使用が向上する可能性がある。この可能性を検討するために、続く実験 3（文系学部学生が選択したグラフと説明との一貫性に関する実験）において、文系学部学生に対してグラフの候補を提示して選択させる実験を行った。実験 3 のグラフの選択においては、文系学部学生でも説明で記述された変数表現を考慮してグラフを選択する傾向が、少なくともグラフを作成する場合に比べて高くなることが確認された。

本論文では、データの傾向を予想させないトップダウン処理として、特定の情報の読み取りのみを要請する視点によるグラフの読み取りへの影響を検討した。その結果、ボトムアップ処理によって顕在化されない情報であっても、その情報の読み取りを要請する視点が与えられるとその読み取りが促進されるというトップダウン処理の影響が見られた。本研究で用いた視点は、先行研究とは異なり、特定のデータの傾向を予想させるものではなかったが、ここでもトップダウン処理の効果が確認されたことは新たな知見である。一方で本研究においては先行研究とは異なり、トップダウン処理によるボトムアップ処理からの読解への妨害的介入は確認されなかった。本研究の結果は、ボトムアップ処理とトップダウン処理が対立しない場合は、両者からの読解が並存することを示している。

本論文から得られるグラフ作成に関する教育的な示唆としては、何もない状態からグラフを作成させるのではなく、グラフの候補を提示して、伝達（説明）したい内容とグラフ表現を吟味させることから始めることが有効であると考えられる。