

# Do More Abstract Diagrams Really Demand More of Our Brains?

より抽象的な図形は、本当に我々の脳に対してより高い負荷をかけるのか？

## 概要

This research provides neurological (brain) evidence of the higher mental processing cost involved in thinking about more abstract diagrams. In other words, it is harder for our brains to deal with more abstract diagrams like graphs. This finding has important implications especially for science education and the development of graphic literacy.

この研究は、抽象的な図について考える際に伴う高次精神活動への負荷にかかわる（脳）神経学的基盤について示すものであり、我々の脳は、グラフのようなより抽象的な図を処理することはより難しいということである。この発見は、特に科学教育とグラフィック・リテラシーの発達分野に重要な意味を持っている。※2015.2.18「Mind, Brain, and Education」電子版掲載

## 1. 背景

Diagrams, such as illustrations, charts, tables, graphs, and other forms of visual representation, are generally considered more efficient in communicating information than words and sentences. The reason is that diagrams bring together the important components of the information and make explicit the connections between them. Thus, using diagrams can make it easier for people to understand information.

イラスト、図、表、グラフ、その他の形の視覚表示、といった図形は、一般的には情報の伝達において単語や文章より効率的と考えられている。なぜならば図形は、情報の重要な構成要素をまとめ、それらの間のつながりを明らかにするからである。従って図形を使用することで、人は情報をより理解しやすくなる。

But are some diagrams difficult for our brains to think about? Research has previously shown that many students tend not to use diagrams in problem solving when the diagram they have to use is more abstract - such as a graph or table. Likewise, students tend to ignore more abstract diagrams when reading pages containing both text and diagrams.

しかし、我々の脳にとって処理することが難しい図形も存在するのだろうか？以前までの研究では、問題解決において使用しなければならない図形がより抽象的な時は、学生の多くがグラフや表といった図形を使わない傾向にあることを示している。同じように、学生は文章と図形の両方が含まれたページを読む時は、より抽象的な図形を無視する傾向にある。

Just to clarify: more abstract diagrams here refer to diagrams that do not show information as they might look like in real life. For example, graphs represent information as points or bars, and where such information lie horizontally and vertically needs to be understood for the information to make sense. In contrast, other diagrams are more concrete because they show information more or less as they might look in real life. For example, an illustration or sketch might show the locations of buildings that lie in a particular area, or the different parts of

a lock-and-key system.

明確にしておきたいのが、ここでの「より抽象的な図形」とは、実生活において見えるような情報を表していない図形、ということである。例えば、グラフは点や線で情報を表し、そのような横と縦にある情報が、その情報の意味をなすため理解される必要がある。対照的にその他の図形は、実生活でほぼ見られるような情報を示しているため、より具体的である。例えばイラストやスケッチで、特定の地区の中の複数のビルの場所や、鍵と鍵穴システムの異なる部品を示したりすることがあるかもしれない。

For some time, there has been behavioral evidence suggesting that more abstract diagrams are more demanding of brain resources - but no evidence in terms of what actually happens in the brain.

ここしばらくの間、より抽象的な図形はより多くの脳活動を要するという行動レベルでの証拠は存在していたが、脳の中で実際に何が起きているのかという観点からの証拠は無かった。

## 2. 研究手法・成果

Now, Professor Emmanuel Manalo (Graduate School of Education), in collaboration with Drs Theo van Leeuwen and Jan van der Meij from the University of Twente in the Netherlands, have obtained evidence showing that there is higher brain activity when people are dealing with more abstract diagrams. Their study was recently published in the journal, *Mind, Brain, and Education*.

エマニュエル・マナロ教授（教育学研究科）は、トゥウェンテ大学のテオ・ヴァンリーウウェン博士とジャン・ヴァンデルメイジ博士と行った共同研究で、人がより抽象的な図形に取り組む時、より高い脳活動があることを示す証拠を得た。彼らの研究は最近学術誌『*Mind, Brain, and Education*』に掲載された。

In the study, they showed students different representations of the same information (pictures/illustrations, equations, tables, graphs) and measured the resulting activity in the students' brains. They used a subtraction method to control for the amounts of detail in the information shown. They found much higher activity in the students' brains when they were looking at graphs – which were the most abstract of the representations shown.

研究で彼らは、学生に同じ情報に対して異なった表現（絵／イラスト、数式、表、グラフ）を見せ、結果として生じる学生の脳内活動を計測した。学生たちは、見せられた情報の中の細部の量（つまり見せられた象形の中で最も抽象的な部分）をコントロールするため、差し引く方法を使っていた。見せた表現の中で最も抽象的だったグラフを見ている時、学生の脳内活動ははるかに高くなることが認められた。

## 3. 波及効果

This study is important because it is the first to provide neurological (brain) evidence that the way information is shown affects the processing demand on the brain. In simple terms, more abstract information is harder for the brain to deal with.

この研究は、情報の見せられ方が脳への処理要求に影響を及ぼすという（脳）神経学的基盤をもたらしたため重要である。簡潔に言うと、より抽象的な情報を脳が処理するのはより難しくなる、ということである。

Developing learners' abilities to understand and use diagrams is very important in education. The findings from this research emphasize the importance of focusing particularly on cultivating

students' knowledge about and skills in using more abstract diagrams.

学習者が図形を理解し使用する能力を発展させて行くことは、教育において非常に重要である。この研究での発見は、より抽象的な図形を使用するスキルについて学生の知識の育成に特に焦点を当てることの重要性を強調している。

In media communication, diagrams are also very important. The findings of this research suggest caution and careful consideration concerning what diagrams to use. For example, diagrams used to supplement text information must be sufficiently easy for the intended audience to understand. Otherwise, if the diagrams tax the brain too heavily, they could be misunderstood or simply ignored.

メディアによる伝達手段としても、図形は非常に重要である。この研究による発見は、どの図形を使用するか、ということに関して注意と深い考慮を促すものである。例えば、文章による情報を補完する目的で使用される図形は、視聴者にとって十分に簡単に理解できるものでなければならない。そうではなく図形が脳に重すぎる処理を課すと、図形は正しく理解されない可能性があったり単に無視されうる。

#### 4. 今後の予定

Professor Manalo plans to investigate the effect of providing students with training in diagram construction - whether such training would increase spontaneous use of diagrams in problem solving and communication, and whether it would reduce the cognitive cost associated with diagram construction (as measured by associated brain activity).

マナロ教授は学生に図形描写の訓練を行うことによる効果、つまりそのような訓練により問題解決とコミュニケーションにおける自発的な図形の使用が増えるのか、また図形描写に関連する認知コストが減少するのか（関連した脳活動の計測値で）、ということにつき調査を予定している。

#### <論文タイトルと著者>

[DOI] <http://dx.doi.org/10.1111/mbe.12064>

#### 参考文献

van Leeuwen, T. H., Manalo, E., & van der Meij, J. (2015). EEG recordings indicate that more abstract diagrams need more mental resources to process. *[Mind, Brain, and Education]* 9, 19-28.

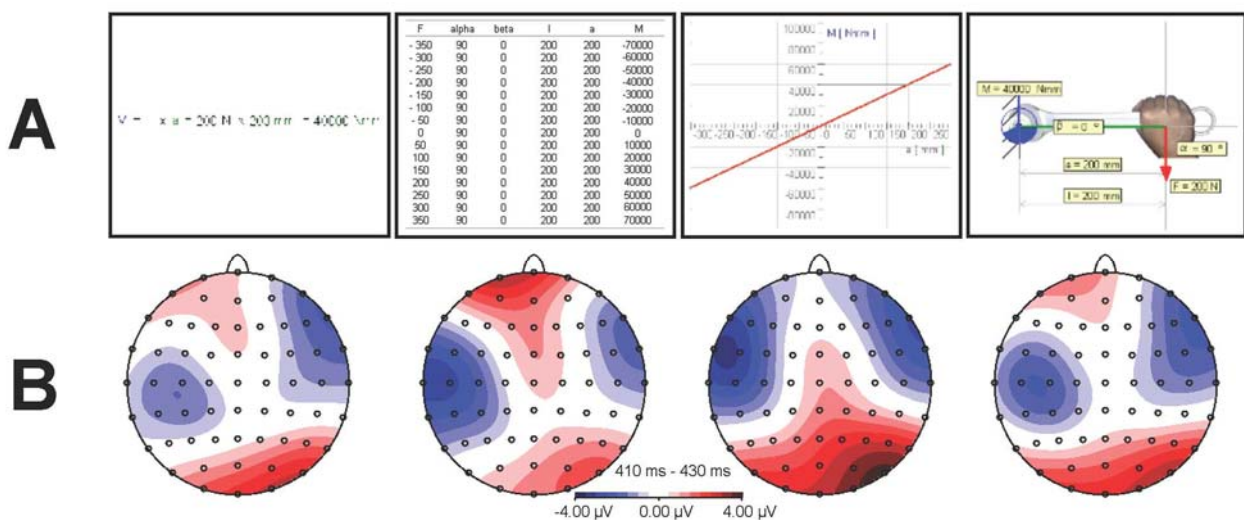


Figure: Row A shows examples of the information shown to student participants, and Row B shows the corresponding brain activity in the P3b segment (in electroencephalogram recordings, or EEG). The graph (third from the left) elicited stronger brain responses compared to the other representations.

図：行 A は学生参加者に見せた情報の例を表しており、行 B は呼応した P3b セグメントの脳活動（脳電図 EEG の記録）を表している。