

# 未完成図解を完成させることによる理解や記憶の促進効果

## Promoting Better Understanding and Memory by Completing Incomplete Illustrations

太田 貴子<sup>\*1</sup>  
Kiko Ota

川本 浩史<sup>\*1</sup>  
Koushi Kawamoto

渡辺 衆<sup>\*1</sup>  
Shu Watanabe

大村 賢悟<sup>\*1</sup>  
Kengo Omura

田野 俊一<sup>\*2</sup>  
Shunichi Tano

橋山 智訓<sup>\*2</sup>  
Tomonori Hashiyama

市野 順子<sup>\*3</sup>  
Junko Ichino

<sup>\*1</sup> 富士ゼロックス株式会社  
Fuji Xerox Co., Ltd.

<sup>\*2</sup> 電気通信大学  
The University of Electro-Communications

<sup>\*3</sup> 香川大学  
Kagawa University

Various types of illustrations are used to make explanatory texts easier to understand. However, the results in previous studies that examined the effects of using illustrations are often contradictory so as to be of little practical use. This experiment was designed to examine whether the effect of using illustrations may depend on the types of materials and whether levels of comprehension may be improved by generating illustrations. Three groups of participants were instructed to understand and learn the same texts in three different formats: Paragraph without illustrations, paragraph with a ready-made illustration, and paragraph with an incomplete illustration. In the incomplete illustration condition, participants were required to add information to the incomplete illustration. There were two types of materials: materials related to spatial information (i.e., the infection routes of an imagined plague in the world) and materials unrelated spatial information (i.e., the process to make cheese). An ANOVA for scores of understanding tests showed a striking interaction between the types of materials and formats: For materials related to spatial information, the incomplete illustration condition was higher than no illustration condition. Contrarily, for materials unrelated to spatial information, there were no significant differences in comprehension. These results suggest that the hand-made illustrations are very effective when texts include spatial information.

### 1. はじめに

図解とは、図を用いてものごとを説明すること、またはその図的表現のことである。説明文には、様々な形式の図解が添えられていることが多い。図解には、読者の関心や注意をとらえるという働きもあるが、その基本的な働きは、言語表現だけでは理解しにくいことを、図的表現を使って補足することで、理解のための補助手段であると考えられる。

認知科学や心理学の領域では、理解や記憶に及ぼす図解の効果に関して、散発的ではあるものの、古くから検討されてきた。それらの研究を概観してみると、その効果は一貫したものではないことがわかる。例えば、Atman & Puerzer<sup>[1]</sup>は、温室効果に関する説明文を、(a)図解なしの説明文、(b)説明文を箇条書きにしたもの、(c)フローチャート付き説明文、(d)イラスト付き説明文の4種類のいずれかの表現形式で被験者に読ませた後、理解度テストを実施した。結果は、イラスト付きの説明文が最も被験者に好まれたが、理解テストの成績に差は認められなかった。一方、Bransford & Johnson<sup>[2]</sup>は、理解しにくい文章でも、イラストを1つ添えるだけで、理解や記憶が劇的に向上することを実証したうえで、イラストが文章全体に「筋」を与えて有機的に体系化するためのスキーマとして機能すると指摘している。

こうした結果の違いは、さまざまな要因に根ざしている。Atman & Puerzerの研究で用いた説明文は論理的に一貫したものであり、図解そのものが説明文に新たな情報を追加するものではない。また、短文であり、逐語的な記憶方略を用いてもそれほど負荷がかからない。これに対して、Bransford & Johnsonの研究で用いた文章は、テーマやトピックが不明確になるように

作為的に作られた悪文であり、イラストによる場面設定情報を付加しない限り、理解することは困難なものであった。要するに、論理的に複雑であったり、テーマやトピックが不明確である長文を理解する場合に、それを補足するような情報が図的表現として提示された場合に有効であると言える。

この推察は、記憶や理解における図解の効用を過小評価しているかもしれない。第1に、図解は、再読時の効率的な内容想起のための検索手がかりとして機能し、図を見るだけで書かれていた内容を容易かつ迅速に思い出すことができ、こうした図解を見ることによる記憶の思い出し行為は記憶の強化にもつながる可能性がある。第2に、図解が付加された説明文は、読者に言語的な表象のみならず、視覚的イメージによるコーディングという二重の符号化処理を促し(Paivio<sup>[3]</sup>、二重コーディング理論)、その結果として、図解付きの説明文は、図解なしの説明文に比べて良く記憶される可能性がある。第3に、図解は、文章表現に比べて一覧性があり、特に空間関係や構造、形態の理解に有利である。

こういった、記憶や理解における図解の効用に関して、本研究では、以下の2つの仮説について検討を試みる。第1は、「他者によって与えられた図解」よりも「自分で作成した図解」のほうが、説明文の理解や記憶にとって有効であるというものである。これまで図解の研究の多くは、図解そのものは実験者側が準備したものを用いており、読者が自ら図解を作成しながら説明文を理解記憶することの効果については、ほとんど検討されていない。これに関連した研究事実として、記憶対象が単語や文章である場合、学習者自身が積極的に生成した材料の方が完成された単語や文章を読み上げるよりも記憶保持が高くなるという現象がある。このような効果をSlamecka & Graf<sup>[4]</sup>は「生成効果(The Generation Effect)」と呼んだ。これと同様の効果が、説明文を読みながら図解を作成する作業によって得られる可能

連絡先: 太田貴子, 富士ゼロックス株式会社,  
〒220-8668 神奈川県横浜市西区みなとみらい 6-1,  
Tel:045-755-8242, E-Mail:ota.kiko@fujixerox.co.jp

性がある。図解は、書籍やプレゼンテーション文書では、美しい完成されたものとして表示されるのが一般的であるが、そうした出来合いの図解よりも、自作の図解のほうが理解や記憶にとって有効な場合があるように思われる。本研究では、説明文を読みながら不完全図解を完成させる条件を設定し、この条件が、図解なしで説明文を読む条件や完成された図解を参照しながら説明文を読む条件に比べて、理解や記憶にとって促進的な効果があるかどうかを検討する。

どのような内容の文章に対しても、図解で表現することは可能であろう。しかし、私たちは、図解によって理解や記憶が著しく促進する情報と、図解による恩恵をそれほど受けない情報があるのではないかと考えている。本研究で検証する第2の仮説は、新規な事物の形態、構造、模様、空間や位置情報、こうした視覚空間的な情報の把握を必要とする説明文を理解する場合には、図解はきわめて有効となるが、そうした内容を含まない説明文では、図解を付加したとしても、その効果は小さいというものである。文章から、詳細な視覚的表象やイメージを生成するのは、負荷がかかる作業であるが、図解があれば、そうした負荷は小さくなる。また、上述の二重コーディング理論に依拠した考え方であるが、説明文に図解を付加することによって、言語的表象とは独立に、空間や位置情報を含んだ視覚的表象(ビジュアル記憶)が形成されてアクセス/操作できるようになるので、その結果として、説明文のビジュアル的な部分の精緻化が可能になり、理解や記憶が促進される可能性がある。この仮説を検証するために、本研究では、記銘材料として空間的な理解を必要とする説明文と空間的な理解を含まない説明文を用いて、図解の効果について検討する。

## 2. 方法

### 2.1 実験参加者と実験デザイン

参加者は10代～60代の大学生など計30名であった。

10名ずつ、以下の3つの学習条件に割り当てた。

- ・条件1. 文章のみ: 文章のみで記された課題を黙読で理解し、記憶する。
- ・条件2. 文章+完成図: 文章と完成図で記された課題を黙読で理解し、記憶する。
- ・条件3. 文章+未完成図: 文章で記された課題を別途配布する文字が記されていない図(未完成図)に手書きで情報を追加しながら理解し、記憶する。

また、各実験参加者は、空間的な理解を必要とする説明文2種類と、空間的な理解を必要としない説明文2種類の計4種類の説明文を読んで記憶するように要求された。

実験デザインは、学習条件(3水準: 文章のみ、文章+完成図、文章+未完成図)を参加者間要因、記銘材料(2水準: 空間的な説明文、非空間的な説明文)を参加者内要因とする2要因混合計画であった。

### 2.2 実験課題と材料

課題は、空間的説明文と非空間的説明文の4種類の文章を定められた時間(それぞれ5分間)で理解して記憶することであった。4種類の説明文を読了後に、理解度テストを実施し、そのあとで説明文内のキーワードに関して再認テストを実施した。

2種類の空間的説明文の内容は、それぞれ世界と日本における仮定の感染症の歴史と感染経路に関するものであった(文字数: 744字, 786字)。一方、2種類の非空間的説明文は、それぞれチーズとジャムの製法手順に関するものであった(文字

数: 692字, 783字)。いずれの説明文も、できごとや手続きが時系列的な順で記載されたものであった。

図1-A, B, Cに、空間的説明文の一部、条件2で使用した完成図、条件3で使用した未完成図を示す。また、図2には、非空間的説明文に付加した完成図を示す。

メリマはメリマ菌による感染症で、突然の高熱、嘔吐が起り、その感染力は非常に強い。これまでに4回の世界的流行が発生しており、1817年に流行したのが世界的流行の始まりである。  
メリマの原発地はインドのガンジス川下流あたりだとされている。1817年にこのインドで起こったメリマの流行は徐々に西方面に広がり、イランに流行が拡大した。最終的にはアフリカ大陸の入り口、エジプトまで達した。この

図1-A 空間的説明文の一部(世界地図の場合)

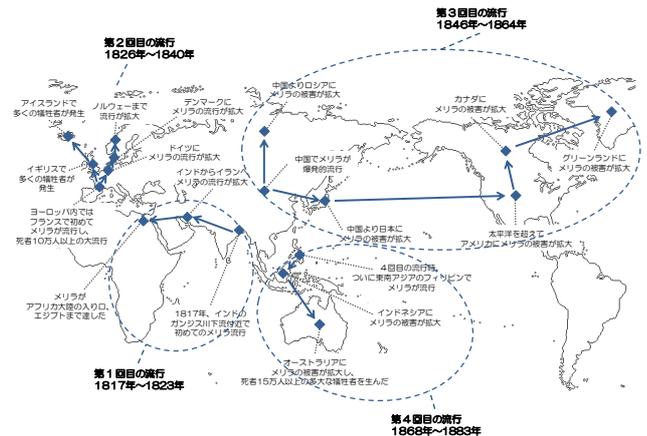


図1-B 空間的説明文に付加した完成図(世界地図)



図1-C 条件3で使用した未完成図(世界地図)

一般的なナチュラルチーズの作り方

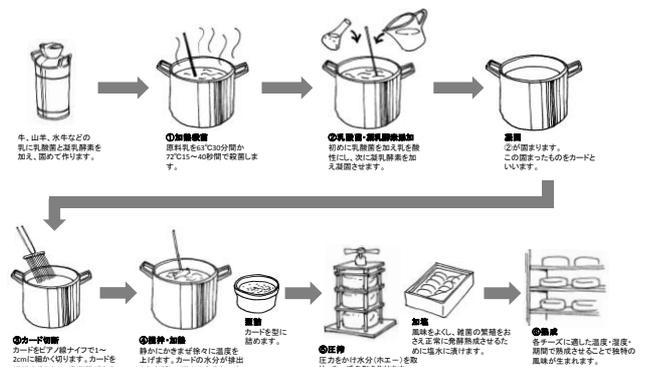


図2 非空間的説明文に付加した完成図(チーズ)

## 2.3 手続き

4種類の説明文を1種類につき5分間ずつ連続で記憶してもらった。どの条件時も共通して、課題を実験者に指示された方法で理解、記憶するよう教示した。その他にも、各条件において次のような内容を教示をした。

- ・条件1：文章を黙読し、この時、指や腕は動かさず、また発話もしない
- ・条件2：文章と図を比較しながら黙読し、この時、指や腕は動かさず、また発話もしない
- ・条件3：別途配布する図に、文章の情報を書きこみながら理解する

また、提示順序効果をなくすために、参加者ごとに4種類の説明文をランダムに提示した。

全ての説明文を記憶し終わってから、理解度テストを実施し、さらに、これに続けて再認テストを実施した。理解度テストは、空間的説明文と非空間的説明文ごとに10問ずつの設問により構成した。空間的説明文に関する設問は、いずれも感染経路に関するものであった。一方、非空間的説明文に関する設問は、いずれもチーズやジャムの製法に関するものであった。理解度テストの一例を次に示す。

### ・空間的説明文の理解度テスト

「第2回目の流行時、2ルートの拡大ルートがありました。短いステップ数のルートをお書きください(3カ国)。」

### ・非空間的説明文の理解度テスト

「熟成前に塩水に浸ける理由は“風味をよくすること”と何でしょう。」

理解度テストは全てひとりの実験者が採点をした。いずれも、複数回答する設問については半分以上回答ができていたら半分の点数をつけた。また、各課題に対する回答時間を計測した。

再認テストは、説明文に出てきた重要なキーワードを、妨害項目を含む選択肢の単語リストの中から見つけて○をつける形式のものであった。再認テストの標的項目(正答項目)はすべて完成図には記載されており、未完成図にも記載すべき内容のものから選択した。

## 3. 結果

理解度テストにおける正解数(理解度得点)、理解度テストにおける各設問に対する回答時間、再認テストにおける再認率の3つの測定値に対する学習方略と記銘材料の効果について分析を行った。

### 3.1 理解度テストにおける正解数(理解度得点)

図3-1と図3-2に、空間的説明文と非空間的説明文の条件別に、3つの学習条件ごとの平均理解度得点の比較結果を示した。空間的説明文の理解度得点は、文章のみ<文章+完成図<文章+未完成図となり、未完成図解を手書きで完成させる学習条件が最も理解度が高く、非空間的説明文の理解度得点は、これとは逆に、文章のみの条件が最も理解度が高いことがわかる。

理解度得点に関して、学習条件(3水準:文章のみ、文章+完成図、文章+未完成図)を参加者間要因、記銘材料(2水準:空間的説明文、非空間的説明文)を参加者内要因とする2要因分散分析を実施した結果、学習条件と記銘材料の2つの主効果は共に有意ではなかったが、これら2つの要因間に有意な交互作用が認められた( $F(2, 27) = 9.75, p < .001$ )。交互作用を詳細に検討するため、Bonferroni法による多重比較を行った結果、空間的説明文では、有意に文章+未完成図の条件

が最も得点が高く、文章のみの条件よりも有意に高いことが確認された( $p < .05$ )。ただし、文章+未完成図条件と文章+完成図条件の間には、有意差は認められなかった。一方、非空間的説明文では、3つの条件間に有意な差は認められなかった。

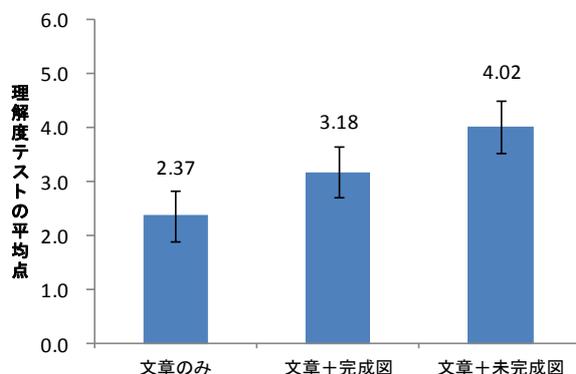


図 3-1 条件別の理解度テストの平均点及び標準誤差 (空間的説明文)

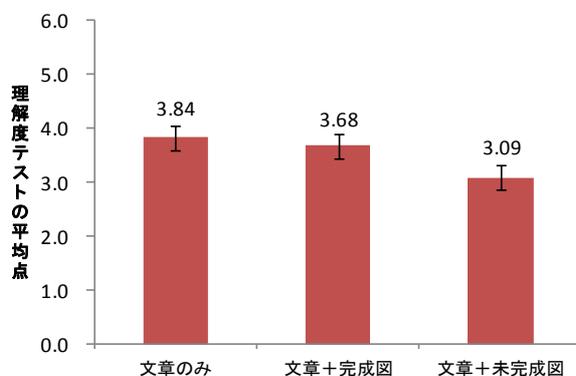


図 3-2 条件別の理解度テストの平均点及び標準誤差 (非空間的説明文)

以上の結果より、空間的な説明文において、白地図上に感染経路やその生起順序などを手書きしながら記憶作業を行なうことが、理解を促進したと結論できる。一方、非空間的な説明文では、図解が与えられた場合にしろ、自作した場合にしろ、図解なしの場合と理解の程度に違いがなく、図解の効果を得ることが明らかになった。

### 3.2 理解度テストの回答時間

理解度テストの課題ごとの回答時間に対して、学習条件×材料の種類(2)の2要因分散分析を実施した。その結果、2つの主効果、及び交互作用ともに有意ではなかった。この結果より、学習条件や記銘材料の違いによって回答時間が変動するという事実は、確認できなかった。

### 3.3 再認率

図4は、3つの学習条件(文章のみ、文章+完成図、文章+未完成図)ごとの再認結果を示したものである。再認率に関して、学習条件×記銘材料の2要因分散分析を実施した結果、学習条件の主効果が有意となった( $F(2, 27) = 3.51, p < .05$ )。記銘材料の主効果と、2つの要因間の交互作用は、有意ではなかった。

学習条件間でチューキーによる多重比較を実施した結果、文章+完成図の学習条件に比べて、文章+未完成図の学習条件のほうが、再認率が高いことが確認された( $p < .05$ )。ただし、

文章のみの条件と文章+未完成図の条件の再認率には、有意差は認められなかった。この結果より、材料の種類に関わらず、未完成図に手書きを加えながら説明文を覚えることは、完成図を見ながら覚える場合より再認成績が高くなると言える。

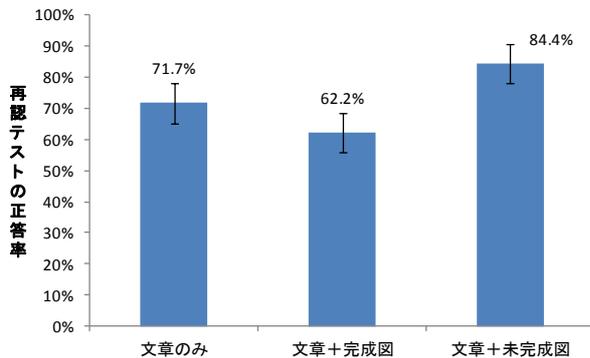


図4 条件別の再認テストの平均再認率及び標準誤差

#### 4. 考察と今後の課題

本研究では、空間的な情報の理解を必要とする説明文と、空間的な情報の理解を必要としない説明文を用いて、手書き図解条件(未完成図を手書きによって完成させる)、完成図解条件(完成された図を見る)、文章条件(説明文のみを読む)の3つの学習条件で理解度と再認成績を比較した。その結果、理解度に関しては、空間的な情報の理解を必要とする説明文では、白地図に手書きで追記しながら自作の図解を完成させるという学習方法が、図解なしに文章のみを逐語的に記憶する方法に比べて、理解度が高くなることが確認された。一方、空間的な情報の理解を必要としない説明文の場合には、このような違いは認められなかった。また、再認記憶に関しては、不完全な図解を手書きによって完成させるという作業は、完成された図解を説明文に付加する条件よりも、再認成績を高めることが確認できた。ただし、この未完成図を完成させる学習方法は、文章を逐語的に記憶する方法に対して、説明文のキーワードの再認成績を高めるほどの効果はなかった。

本研究の目的は、理解や記憶の促進に関する2つの仮説を検討することであった。第1の仮説は、「他者によって与えられた図解」よりも、「自分で作成した図解」のほうが、説明文の理解や記憶にとって有効であろうというものであった。上述したように、再認記憶の結果は、この仮説を支持するものであった。すなわち、説明文の理解の助けとしての図解を生成することは、できあいの図を見る場合に比べて再認記憶への促進効果があった。これは「生成効果」として知られている現象と一致する。しかし、理解度テストの成績に関しては、「生成効果」と類似した現象は確認できなかった。なぜ理解度テストにおいて、再認記憶に認められた生成効果と似た現象が確認できなかったのかは明確ではない。

本研究で検討した第2の仮説は、空間的な情報の把握を必要とする説明文を理解する場合には、図解はきわめて有効となるが、そうした内容を含まない説明文では、図解を付加したとしても、その効果は小さいだろうというものであった。この仮説は支持された。上述したように、空間的な情報を含む説明文では、図解の利用は理解に促進的な影響を与えたが、空間的な情報の把握を必要としない説明文では、図解を参照したり、図解を生成することによる促進効果は得られなかった。この結果は、空間的な情報を含んだ説明文を理解しようとする場合には、図解が有効であるが、そうした情報を含まない説明文を理解しようとする場合には、図解はそれほど役に立たないことを示唆してい

る。Fleming<sup>[5]</sup>は、概念が空間的なものは、図解で表現すべきであると指摘しているが、本研究は、まさにこの主張を支持する実証結果を提供したと言える。

しかし、この実験事実は、別の観点からも解釈できる。図解が付加された説明文を読む場合、図解は、情報選択のスキーマとして機能する。すなわち、読者は、図解に関連する情報に対して選択的に注意を払い、それ以外の情報にはそれほど注意を向けないだろう。本研究で地図や白地図を渡された参加者は、理解度テストの設定が、地図に書き込まれた情報や書き込むべき情報に関連したものであることは予測できたはずである。この結果として、地図を与えられなかった条件の参加者に比べて、感染症の経路に関する情報をよく理解、記憶できたと考えることもできる。同じような選択的記憶方略は、チーズやジャムの製法手順に関する説明文に付加された図解によっても生じたと考えられるべきである。しかし、これらの説明文は、製法手順以外の情報に関する記載が少なく、選択的な記憶方略が有効に機能しなかった可能性も否定できない。もしそうであるなら、空間的な情報を含まない説明文であったとしても、文章が主題から無関係な情報を含むような場合には、理解における図解の促進効果が得られてもおかしくはない。これは今後検討すべき問題である。

私たちは、手書き図解が有効な作業や場面について検討を進めている。本研究では、図解そのものを手書きで描くことは負荷がかかりすぎると考えて、「不完全な図解を手書きで補う」作業の有効性について検討した。これは学生や生徒が学習に用いるワークブックなどの穴埋め問題などに類似した作業である。例えば、大学の講義で配布される資料には講義内容の説明文とともに図解がいくつも添えられていることが多く、この資料に沿って一方的に講義が進められていくことが多い。この場合、本実験より講義の内容によっては、資料中に添えられる図解を不完全な図解にし、受講者も不完全な図解を手書きで補っていくような参加しやすい環境をつくることで、より受講者の記憶を促進させることができるのではないかと考えられる。また、本実験では不完全な図を手書きによって完成させることで理解や記憶の効果を測定したが、このような手書きによる図解の効果は学習効果の他にも新しいアイデアを生成する際にも有効な手段ではないかと、考えている。今後は、図解を手書きで描くことの発散思考への効果を検討していきたいと考えている。

#### 参考文献

- [Atman 95] Atman, C.J. & Puerzer, R.: Reader preference and comprehension of risk diagrams, Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh, Department of Industrial Engineering, 1995
- [Bransford 72] Bransford, J.D. & Johnson, M.K.: Contextual Prerequisites for Understanding: Some Investigations of Comprehension and Recall, Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 1972
- [Paivio 71] Paivio, A.: Imagery and verbal processes. New York: Holt, 1971
- [Slamecka 78] Slamecka, N.J., & Graf, P.: The generation effect: Delineation of a phenomenon, Journal of Experimental Psychology, Human Learning & Memory, and Cognition, 13, 164-171, 1978
- [Fleming 87] Fleming, M.: Designing pictorial/verbal instruction: Some speculative extensions from research to practice. In The Psychology of Illustration, Vol. 2, Eds Houghton & Willows, 136-157, Springer-Verlag, 1987