

Learner-generated drawing as a strategy for learning from content area text

Peggy Van Meter, Maja Aleksic, Ana Schwartz, Joanna Garner
Contemporary Educational Psychology, vol.31, pp.142–166, 2006

Keywords: Drawing; Learning strategy; Content area text; Reading; Science; Assessment; Problem solving

1. Introduction

- ◆ 学習者が文章の内容を描画しながら学習することは一つの学習ストラテジーである (Alesandrini, 1981; Hall, Bailey, & Tillman, 1997)
 - 描画することは学習者のメンタルモデルの構築を導くため、記憶テストなどの低レベルの学習ではなく、概念理解などの高レベルの学習に効果がある (Van Meter & Garner, in press)
 - しかし描画ストラテジーに関する研究は組織的には行われてこなかった
- ◆ 本研究では描画プロセスの提案モデルに基づいた仮説を検討する
 - 特に、ポストテストのタイプによってどのような学習に効果があるのかを検討する

1.1. Learner-generated drawing

- ◆ 学習内容の描画ということは2つの面から定義される (Van Meter & Garner, in press)
 - 最終的な生成物に責任を持つという要求
 - 最終的な生成物の表象的制約
- ◆ 過去の描画研究は様々な方法で行われてきた
 - 年齢層：小学1年生 (e.g., Lesgold, Levin, Shimron, & Guttman, 1975)～大学生 (e.g., Snowman & Cunningham, 1975)
 - 学習コンテンツ：科学的なトピックス (e.g., Van Meter, 2001), 数学文章題 (van Essen & Hamaker, 1990), 社会科学的文章 (Dean & Kulhavy, 1981, Experiment 1)
 - 学習成果測定：自由再生 (Kulhavy, Lee, & Caterino, 1985), 理解度 (Alesandrini, 1981), 再認 (Rasco, Tennyson, & Boutwell, 1975, Experiment 3)
 - 組織的に行われておらず、結果もまちまち
- ◆ Van Meter (2001)による先行研究の検証結果
 - 学習内容が難しい時は描画するときにサポートが必要
 - 描画プロセスは学習者のオンラインの理解に対するself-monitoring を促進
 - 高レベルのテストにおいて効果が表れる
- ◆ 小学5, 6年生における描画ストラテジーの研究 (Van Meter, 2001)
 - 中央神経システムについての学習
 - 実験条件
 - ◇ 3つの実験条件：描画する条件
 - 最もサポート条件：文章と描画した図と与えられた図, 比較質問セット
 - 2番目にサポート条件：文章と描画した図と与えられた図,
 - サポートなし描画条件：文章と描画した図
 - ◇ 統制条件：文章と与えられた図
 - 自由再生テストと多肢選択再認テスト
 - ◇ 描画ストラテジーはメンタルモデルの構築に効果があると考えられる (Kintsch, 1994; McNamara, Miller, & Bransford, 1991)
 - ⇒ 仮説：自由再生テストにおいて条件の効果が出る
 - 結果
 - ◇ 自由再生テスト：もっともサポートされた条件>統制条件
 - ◇ プロトコル発話

- 描画したほうがself-monitoring 発話が多い
- サポートが増えるにつれてself-monitoring発話が増加
- ◆ 本研究ではVan Meter (2001)の結果の追試を行うが、描画の認知的なプロセスに基づいて検討するために、統制条件の設定とポストテストに変更を加える

1.2. A model of learner-generated drawing

1.2.1. The generative theory of drawing construction

- ◆ Van Meter and Garner (in press) の提唱したモデル
 - Mayer's Generative Theory of Textbook Design(Mayer & Sims, 1994; Mayer, Steinhoff, Bower, & Mars, 1995)を発展させたもの
 - ◇ 読者は文章と図からキー要素を選択し、一貫したverbalとnonverbalの表象を形成する
 - ◇ この二つの表象が統合され、概念的な転移をサポートするメンタルモデルとなる(Mayer, 1993; Mayer, Bove, Bryman, Mars, & Tapangco, 1996).
 - 描画という行為を入れることによって、nonverbal表象の構築という観点が必要
 - ◇ 描画時は文章からキー要素を選択してnonverbalの表象を作る
 - ◇ 統合するときはずでに活性化されたものとの統合となる
 - 組織化と統合のプロセスはPaivioのdual-coding theory (1986, 1991)に基づく
 - ◇ 言語的表象と視覚的表象の二重の処理プロセス
 - ◇ verbalな記述に基づいてnonverbalな表象を生成する
 - nonverbal表象の生成時
 - ◇ verbal表象によって先行知識から利用可能な表象を引っ張ってきて統合する

1.2.2. Construction and integration processes

- ◆ 描画は統合プロセスを必要とする(Van Meter and Garner, in press)
 - 文章から図を生成するしかないから
 - 描画が統合プロセスをサポートするなら、高レベルの学習を促進するだろう
- ◆ 制約によって描画の効果が得られる(Alesandrini, 1981)
 - Van Meter and Garner (in press)が支持する制約
 - ◇ 描画すること(e.g., Lesgold et al., 1975)
 - ◇ 描画したものを正確にチェックするように促すこと(Van Meter, 2001)
 - ◇ 直接的にキー要素とそのつながりに注意を向けさせること(Alesandrini, 1981).
 - 本研究ではこれらの効果を組織的に操作して確かめる

1.3. Developmental differences

- ◆ 描画ストラテジーの研究の中では発達という観点が無視されてきた
 - 小学校1年生では描画ストラテジーを使うためにはサポートが必要(Lesgold et al., 1975)
 - 学年が異なると効果のある学習ストラテジーが変わる(Pressley & Van Meter, 1993)
- ◆ 本研究では年齢による違いを検討するために小学校4年生と6年生を参加者とした.

1.4. Research hypotheses

本研究では4つの仮説を検討した

1. 描画ストラテジーを使用した人は使用しない人と比較して知識を多く獲得する
2. サポートを受けて描画ストラテジーを使用した人はサポートを受けない人よりも多く知識を獲得する
3. 描画ストラテジーの効果は問題解決課題の評価において現れ、多肢選択の再認課題では

現れない

4. 描画ストラテジーの使用において、6年生は4年生よりもサポートを必要としないだろう

2. Methods

2.1. Participants

- ◆ 4年生69名：男子31名，女子38名
- ◆ 6年生66名：男子37名，女子29名
- ◆ 一学年につき3つのクラスで実施.
 - クラスの効果を消すため，条件は1つのクラス内でランダムにした

2.2. Design

- ◆ 4条件
 - 描画条件
 - 鳥の翼についての2ページの科学的な文章を読んだ後に文章の重要な部分について描画する
 - ◇ Draw condition：描画するだけ
 - ◇ Illustration condition (III)：描画のあとに，与えられた図と比較
 - ◇ Prompt condition：描画のあとに，与えられた図と比較するが，比較を促進する質問に答える
 - 統制条件
 - 図が与えられ，Prompt条件と同じ質問に答える
- ◆ 実験で描かれた図と質問は Appendices A・B

2.3. Materials

2.3.1. Science text

- ◆ 鳥の翼についての文章
 - 理由
 - ◇ カリキュラムに含まれているから
 - ◇ 4年生と6年生で先行知識が違わないから

2.3.2. Provided illustrations

- ◆ 構造について描かれた図
 - 機能についての情報は含んでいない

2.3.3. Pages for drawing

- ◆ 8.5 インチ× 11インチの紙 2枚と鉛筆と消しゴム

2.3.4. Prompting question sets

- ◆ 統制条件
 - 文章と与えられた図を直接比較するような質問
 - ◇ 鳥の翼の3つの部分についての記述は文章の中のどこにありますか
 - ◇ 鳥の翼の3つの部分についての描画は図の中のどこにありますか
- ◆ Prompt 条件
 - 描画した図と与えられた図を比較するような質問
 - ◇ 鳥の翼の3つの部分についての描画はあなたの図の中のどこにありますか
 - ◇ 鳥の翼の3つの部分についての描画は与えられた図の中のどこにありますか
- ◆ どちらの条件も質問に対して，筆記で答えた

2.3.5. Material booklets

- ◆ 実験刺激は冊子形式

文章1/白紙/与えられた図/質問セット1/文章2/白紙/与えられた図/質問セット2

2.4. Experimental measures

2.4.1. Pretest

- ◆ 実験の1週間前に実施
- ◆ 多肢選択課題25問
 - 鳥の翼, 心臓, 眼, 耳, ヒトデについて各5問ずつ
- ◆ 条件間, 学年間で有意差なし

2.4.2. Problem solving posttest

- ◆ 問題解決課題2問
- (1) 小羽枝を持たない鳥は飛べるか. その理由も述べよ
- (2) 飛行に多くの問題を抱える鳥がいます. その鳥のどこに問題があるのか. それは修正できるのか.

2.4.3. Recognition posttest

- ◆ 多肢選択課題5題
 - 低レベルの知識を問うもの

2.5. Procedures: Instructions

2.5.1. Introduction

- ◆ まずクラスの先生が生徒に, 実験をすることを説明⇒実験者に交替
 - 「この実験はどんな学習方法が有効かを検討するためにとても重要な実験です」
- ◆ 「後でテストをしますので, 一所懸命に学習してください」
- ◆ 1条件につき一人の実験者がついた
 - 条件ごとに分かれて説明
- ◆ 時間制限なし

2.5.2. Drawing

- ◆ 「図を描くことはあなたの学習に役立つでしょう」
- ◆ 「よい図とはどんな図でしょうか」
 - 話し合いリストアップ
 - ◇ 注釈/ラベル
 - ◇ リアルな見た目
 - ◇ パーツ同士の関係がわかる
- ◆ 「描き終わったら正確性をチェックするように」
 - III条件 と prompt条件は描き終わったら与えられた図と比較してチェックする
 - prompt条件は, さらに質問に答えるように

2.5.3. Control

- ◆ 「文章と図が与えられます」
- ◆ 「よい図とはどんな図でしょうか」
 - 実験条件と合わせため
 - この点について, 与えられた図をしてみるよう教示

2.6. Procedures: Experimental task

- ◆ 教示のあとに冊子を配布
- ◆ 冊子の学習が終わったら回収し, テスト用紙を手渡し
- ◆ 約1時間
- ◆ Prompt条件はほかの条件より10分程度長くかかっていた (17% 長い)

2.7. Coding rubric: Problem solving

- ◆ Guthrieらによって確立された 5 point rubric (Guthrie, Van Meter, McCann, & Wigfield,

1996;

Guthrie et al., 1998).

- (1) No conception: 回答なし, わからない
- (2) Inaccurate conception: 誤概念; テキストからは推論できない不適切な概念
- (3) Incomplete conception: テキストから推論できるが, 穴があったり, 適切ではない概念
- (4) Partial conception: テキストから推論できる概念で, 関連はあるが不完全である
- (5) Complete conception: 関連のある回答で正確で完ぺきである

- ◆ 1問につき30件を第2評定者が評定⇒評定者間一致率は90%
- ◆ 2問の合計点を問題解決得点とした

3. Results

3.1. Pretest

- ◆ プレテストは適切な題材を選ぶために行った
 - 先行知識があまりない
 - 学年間で先行知識の差がない($t(135) = 3.432, n.s.$)
- ◆ 2 (Grade) × 4 (Condition) ANOVA (Table 1 参照)
 - 条件の主効果なし $F(3, 127) = 2.300, n.s.$
 - 学年の主効果なし $F(1, 127) = .444, n.s.$
 - 交互作用なし $F(3, 127) = .224, n.s.$

Table 1
Means and standard deviations, across grades and conditions, for the pretest

	Control	Draw	Ill	Prompt	Total
Fourth grade					
<i>x</i>	1.12	.47	.88	1.05	.88
<i>SD</i>	(.72)	(.62)	(1.25)	(1.1)	(.98)
<i>n</i>	16	17	16	20	69
Sixth grade					
<i>x</i>	1.21	.72	1.07	.94	.97
<i>SD</i>	(.98)	(.83)	(.82)	(.83)	(.86)
<i>n</i>	14	18	14	17	63
Total					
<i>x</i>	1.17	.60	.96	1.00	
<i>SD</i>	(.83)	(.74)	(1.06)	(.97)	
<i>n</i>	30	35	30	37	

3.2. Problem solving posttest

- ◆ テスト項目の信頼性: Cronbachの α 係数 .472. 低いが, 2項目のテストの値としてはこれくらいだろう
- ◆ 各条件の平均値と標準偏差はTable 2
- ◆ 2 (Grade) × 4 (Condition) ANOVA
 - 交互作用なし: $F(3, 127) = 2.331, n.s.$
 - 条件の主効果あり: $F(3, 127) = 4.638, p < .004$
 - 学年の主効果あり: $F(1, 127) = 12.356, p < .001$
- ◆ Tukey's HSDで多重比較
 - 統制条件 < III条件 ≒ Prompt条件
 - 4年生 < 6年生

Table 2
Means and standard deviations for the problem solving posttest

	Control	Draw	Ill	Prompt	Total
Fourth grade					
\bar{x}	4.44	4.47	4.81	4.80	4.64
SD	(1.67)	(1.88)	(1.47)	(1.80)	(1.69)
MSE	.42	.46	.37	.40	.20
n	16	17	16	20	69
Sixth grade					
\bar{x}	4.43	5.11	6.44	6.88	5.74
SD	(1.60)	(1.37)	(2.34)	(1.97)	(2.05)
MSE	.43	.31	.58	.48	.25
n	14	19	16	17	66
Total					
\bar{x}	4.43	4.81	5.63	5.76	
SD	(1.61)	(1.64)	(2.09)	(2.13)	
MSE	.30	.27	.37	.35	
n	30	36	32	37	

- ◆ 学年による条件の差 (Fig.1)
 - 4年生が条件によらずフラットなのに対して, 6年生はサポートが増える条件になるにつれて成績が上がっている
 - 4年生
 - ◇ Prompt条件は統制条件と比較して, 平均得点が4%高いだけ
 - 6年生
 - ◇ Prompt条件は統制条件と比較して, 平均得点が24.5%高い
 - ◇ Ill条件は統制条件と比較して, 平均得点が20%高い

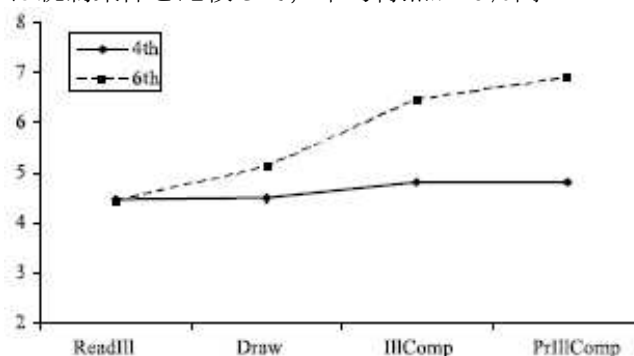


Fig. 1. Grade x Condition means for the problem solving posttest.

- ◆ しかし, 2 (Grade) x 4 (Condition) ANOVAでは交互作用がなかったことから, この結果からは, 両学年に条件の効果があるという結論になってしまう
 - 学年内で1要因 (条件) のANOVAを行った
 - ◇ 4年生 : $F(3, 65) = .241, n.s.$
 - ◇ 6年生 : $F(3, 62) = 6.046, p < .001$
 - Tukey_s HSD
 - Draw条件 < Ill条件 ≒ Prompt条件
 - Draw条件 ≒ 統制条件
- ◆ 6年生にとっては, Prompt条件とIll条件は統制条件より効果があっただけではなく, サポートのない描画条件よりも効果があった.

3.3. Recognition posttest

- ◆ テスト項目の信頼性 : Cronbachの α 係数 .38. 低い, 項目数が少ないのでこれくらいだろう

- ◆ 再認テストの平均値と標準偏差はTable 3
- ◆ 2 (Grade)×4 (Condition) ANOVA
 - 交互作用なし : $F(3, 127) = 2.331, n.s.$
 - 条件の主効果なし : $F(3, 127) = 1.74, n.s.$
 - 学年の主効果なし : $F(1, 127) = 3.814, n.s.$
- ◆ 低レベルの評定においては、描画ストラテジーの効果はないだろうという仮説を支持

Table 3
Means and standard deviations for the multiple-choice, recognition posttest

	Control	Draw	Ill	Prompt	Total
Fourth grade					
<i>x</i>	1.69	1.82	1.25	1.45	1.55
<i>SD</i>	(.95)	(1.38)	(1.13)	(1.61)	(1.30)
<i>MSE</i>	.24	.34	.28	.36	.16
<i>n</i>	16	17	16	20	69
Sixth grade					
<i>x</i>	1.71	1.68	2.06	2.41	1.97
<i>SD</i>	(1.20)	(1.16)	(1.12)	(1.06)	(1.15)
<i>MSE</i>	.32	.27	.28	.26	.14
<i>n</i>	14	19	16	17	66
Total					
<i>x</i>	1.70	1.75	1.65	1.89	
<i>SD</i>	(1.06)	(1.25)	(1.18)	(1.44)	
<i>MSE</i>	.19	.21	.21	.24	
<i>n</i>	30	36	32	37	

4. Discussion

4.1. Summary of results

- ◆ この結果は drawing processes のモデルから導かれる仮説と一致している
 - 仮説1に対して
 - ◇ 統制条件よりも描画ストラテジーを用いた条件のほうが、成績が良かった
 - 仮説2に対して
 - ◇ 与えられた図や、さらにそれと比較する質問を与えられるといったサポートがある場合のみ、描画ストラテジーの効果があった
 - 仮説3に対して
 - ◇ 問題解決課題においては一部効果がみられたが、再認課題では見られなかった
 - 仮説4に対して
 - ◇ 4年生には条件の効果がなかったが、6年生にはPrompt条件とIll条件の効果があった。
 - ◇ 学年によるストラテジーの効果の違いを詳細に検討しなければならない

4.2. Developmental differences

- ◆ 当初の予想に反して、4年生ではサポートの効果はなかった
- ◆ 先行知識の違いや、一般的な理解力の違いではない
 - プレテストで差はなかった
 - 統制条件において学年の差はなかった
- ◆ 若い学習者においては学年の違いによって描画ストラテジーの効果が異なることが明らかになった
 - 本研究でのサポートは十分ではなかったため、4年生に描画ストラテジーの効果がないかどうかは分からない

4.3. The generative theory of drawing construction

- ◆ 描画ストラテジーにおけるサポートの必要性は提案モデルから直接的に導かれる
 - モデル：機会の制約によって効果が表れるという過程

- 実験結果：与えられた図を用いて精査する機会があると効果がある
 - ☆ 描画のみの条件：使用できるのは先行知識とテキストだけではだめ
- ◆ Van Meter (2001)の先行研究
 - self-monitoring のプロセスをサポートすると効果がある
 - 本研究もこれを支持
- ◆ 本研究で用いた統制条件は与えられた図を質問によって精査するという条件で、より先行研究よりも厳しいものであったが、同様のpromptを与えられた描画条件のほうが問題解決得点が高かった ⇒ 描画ストラテジーの効果
- ◆ 生成理論においては、図を描画するときにはverbal 表象とnonverbal 表象の統合プロセスが必要となる
 - 学習者が図を描画できるのは、verbal表象からnonverbal表象を導くことができるとき
 - このことから、描画ストラテジーが寄与するのはメンタル・モデルにかかわる学習
 - ☆ 記憶テストではない
 - 本研究もこれを支持

5. Conclusions

- ◆ 本研究の結果は生成理論から導かれる仮説を支持するものであった
- ◆ 学年の違いも検討していかなければならない
 - 様々なサポートを使用して
- ◆ 学校教育で描画ストラテジーを用いるときはサポートが必要である
- ◆ どのようなサポートが有効かは生成理論をガイドとして考えていくとよいだろう

Appendix A. This appendix contains the experimental text and illustrations

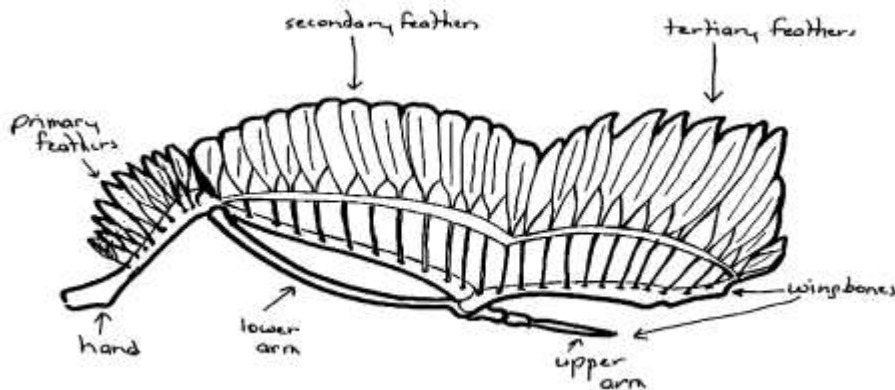
A.1. A bird's wing

The bones and feathers of a bird's wing are made to help the bird fly. The bones of a bird's wing are very much like the bones in a human arm. The bird has an upper arm between the shoulder and elbow, a lower arm between the elbow and the wrist, and a hand. Connected to the wing bones are long flight feathers. The longest flight feathers, called primary feathers, are attached to the hand section. Most birds have 10 primary feathers on each hand. Primary feathers produce the power for flight as the bird brings its wings downward. The primaries on the outside can be used for steering, like the flaps on an airplane.

The secondary feathers are not quite as long. They are attached to the lower arm bones. The number of secondaries depends on the length of the bird's wing. Secondary flight feathers are curved from the front of the bird to the back. This produces an airfoil profile, like an airplane wing, that pulls the bird upward as it flaps its wings through the air. This upward pull is what allows the bird to lift itself into flight.

Other feathers, called tertiary feathers, close the gap between the elbow and shoulder. These tertiary feathers shape the wing into the body to keep the bird steady during flight. This unsteadiness or, irregular motion, is called turbulence. A bird can beat its wings at the shoulder, the elbow, and the wrist.

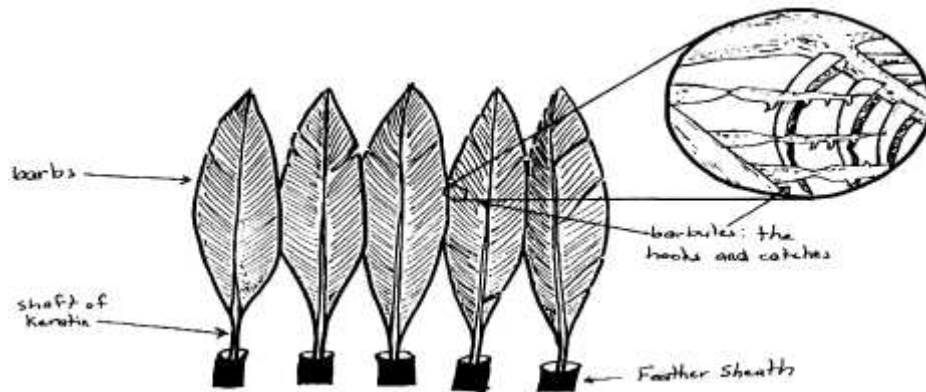
Illustration 1



-----Page 2

A bird's feathers are made of a protein called keratin. It is this protein which gives the feathers their great strength and flexibility. A new feather is made when a shaft of keratin begins to grow through a tube, called a feather sheath, on the edge of the bird's wing. As this shaft grows, the protein dies and begins to split apart into barbs. These barbs are the colored part of the feather. Eventually, the shaft begins to grow out through the top of the feather sheath and the barbs unfold to form the flat surface of the feather. To work effectively in flight, these barbs must form a single, continuous, flat surface for air to flow over. This surface is produced by thousands of hooks and catches at the end of each barb. These hooks and catches, called barbules, are found on either side of each barb and lock the barbs of each feather together.

Illustration 2



Appendix B.

This appendix contains the prompting questions used in the Control and Prompt conditions. In the Control condition, each question set followed the format of asking what the requested information was in the text and then what this same information was in the illustration. In the Prompt condition, each question set followed the format of asking what the requested information was in the constructed drawing and then what this same information was in the provided illustration. These two questions were then followed by the question, “Is there anything in your drawing you would like to change?” The requested information for each text and illustration page were:

Page 1

1. What are the three parts of the bird's wing?
2. What are the three types of feathers on a bird's wing?
3. How are the feathers on a bird's wing shaped to help it fly?

Page 2

1. What part of the wing does the keratin grow through to form a new feather?
2. How is the colored part of feather formed?
3. What do the barbules on the end of a feather look like?