

記憶の理論史序説

森 敏 昭
(1993年9月10日受理)

A historical overview of memory research

Toshiaki Mori

This article presents a historical overview of the two traditions in memory research. The first, originating with Ebbinghaus, tends to emphasize the need to limit and control the richness and complexity of memory in everyday life, by studying the learning and forgetting of artificial materials (e.g., nonsense syllables) under rigidly controlled conditions. The second, represented by the approach adopted by Bartlett, prefers to accept the richness and complexity of studying memory in more naturalistic situations rather than risking the exclusion of the subject's active effort after meaning, which it regards as playing a central role in the processes of learning and remembering. This article also draws together the various aspects of theories outlined, attempts to synthesize into a metaphorical model for describing the theoretical development of memory research, and poses some questions for future research.

Key words : history of memory research, Ebbinghaus tradition, Bartlett tradition, ecological validity, everyday memory.

1. 適応としての記憶の理論史

従来の記憶研究が見落としてきた重要な視点を1つ上げるとすれば、それは「適応」という視点ではないだろうか。つまり、従来の記憶研究が明らかにしてきたのは、我々の記憶が「いかに」機能しているかであり、それが「何のための」機能であるのか、という問いが立てられることは殆どなかったように思われる。しかしながら、そもそも我々の認知機能が何の目的もなしに機能する、などということが考えられるだろうか。例えば、記憶という機能の場合を考えても、記憶が記憶することそれ自体を目的として機能するなどということは通常はあり得ない。人間の記憶は、計算、問題解決、推理、意思決定など、様々な認知活動を円滑に営むために機能しているのである。そして、それらの認知活動は「何のためか」とさらに問うならば、「適応のため」と答える以外に、いったいどんな答えが考えられると言うのだろうか。

このことは、逆に言えば、人間の高度な適応力が人間の高度な記憶力に支えられていることの証明でもある。適応とは要するに環境や状況の変化に応じて自らの行動様式を変化させることを「学習」することであり、その学習は「記憶」の機能なしには成立し得ないのである。つまり、人間の記憶は、それが「適応」と一体になっていることに本質があるのであり、この本質を見失うことは、人間の記憶とコンピュータの記憶との本質的違いを見失うことにもつながりかねない。というよりも、コンピュータは単に「記録」しているに過ぎないのであり、決して本来の意味での「記憶」をしている訳ではない。なぜなら、記憶とはすべての動物に備わった適応のための機能だからである。つまり、コンピュータは動物ではないので、自ら環境に適応することはできないし、「記憶する」こともあり得ないのである。

人間の記憶をコンピュータの情報処理過程に例えて

この研究は、教材とテスト間のモード関係には、交互作用が存在することを明らかにした点に意義がある。

さて、教材とテスト間のモード関係には、上記のような関係の存在が明らかになった。本研究では、①上記の Szabo, Dwyer, Demelo の研究の問題点を改善し、さらに、②教材とテスト間のモード関係を検討する上で重要と思われる要因を新たに加えて研究を行った。

まず、Szabo, Dwyer, Demelo の研究の問題点について述べよう。この研究では、まず、心臓について、言語（文章）と図の2種類の教材が作成された。言語教材では、心臓各部の名称、および心臓の働きが文章の形で提示された。図教材では、言語教材で示された文章と全く同じ文章に加え、さらに複数の図が提示された。このような形で教材提示を行った場合、言語教材と図教材との情報量が異なるということが問題点として指摘できる。図教材では、言語教材にさらに図が加わったわけなので、図教材の方が明らかに情報量が多い。従って、言語教材と図教材の2種類の教材を使って比較する場合、両者の情報量が等しくなるように情報量の統制を行う必要がある。本研究では、言語教材と図教材に含まれる情報量が等しくなるように、言語教材と図教材を作成した。

次に②の新たな要因について述べよう。従来、映像や画像メディアの効果に関する、教育場面での研究から、教材としての映像や画像メディアは、情報量が豊富なため、それを受けとめる学習者側の発想、認知スタイル、あるいは受容態勢といった個人差に大きく影響される（吉田・水越, 1978）ことが指摘されている。この指摘は、教材効果は、学習者の特性によって異なる場合があることを示唆している。

ところで、学習者の特性という側面は、教材とテスト間のモード関係を検討する際にも考慮すべき点であると思われる。なぜなら、上記の研究を含めて、従来のATI（適正処遇交互作用）等の研究では、学習方法（教材も含む）と学習者特性との関係が扱われており、教材モードと学習者特性、およびテストモードの3者関係を組織的に検討した研究は、これまで十分行われてきたとは言い難いからである。テストモードは、知識を適用する際のメディアである。従って、教材モードだけではなくテストモードと学習者特性との関連性も十分予想されるのである。

本研究は、上記の事柄を考慮し、教材とテスト間のモード関係に学習者特性という要因を新たに加え、検討を行う。

さて、教材とテスト間のモード関係に影響を与える可能性のある学習者特性は、様々なものが考えられるが、本研究では、学習者のイメージ形成能力を取り上

げる。イメージの形成能力には、明確な個人差があることが、従来多くのイメージ研究から明らかにされている。またイメージは、問題解決などの際にイメージ的モードを使いやすいか、言語的モードを使いやすいかといった個人の認知スタイルの1つとして捉えることができる。

従来、高イメージ能力者は、イメージ場面に含まれる対象の数、色の数が多く、詳細で複雑な構造をもったイメージを生成できることが指摘されている（菱谷, 1993）。こういったイメージ形成能力の違いは、教材とテストの図、言語モードの違いに何らかの影響を及ぼすことが予想される。たとえば、イメージ形成能力が高い人であれば、言語教材を用いて、言語テストを行った場合でも成績はよくなるかもしれない。一方、イメージ形成能力が低い人では、図教材やテストを用いなければ、十分学習効果が現れないかもしれない。このように、教材とテスト間のモード関係および学習者のイメージ形成能力には、何らかの関係が存在することが予想される。

そこで、本研究では、学習段階とテスト段階における教材提示モード、および学習者のイメージ形成能力との関係を検討することを目的とする。

方 法

被験者：大学生20名であった。

実験計画：イメージ形成能力要因（高・低）×教材要因（言語教材・図教材）×テスト要因（言語テスト・図テスト）の3要因実験計画であった。イメージ形成能力要因は被験者間要因であり、教材要因、テスト要因は、被験者内要因であった。各群被験者は、10名であった。

学習教材：Szabo, Dwyer, Demelo (1981) の実験との比較検討を可能にするため、学習教材は、彼らと同じく人体構造を用いた、Szabo, Dwyer, Demelo らと同じ学習教材を選んだのは、彼らの研究と比較検討が可能であるということ以外に、人体構造が以下の理由で本研究目的に合致していると考えたからであった。まず、人体構造を学習材料として選んだ理由を述べ、さらに本研究で改善した点を述べる。

(1) 学習材料の選択理由

①人体構造は、明確な構造、位置関係もち、さらに各部分に名称があり、それらが何らかの機能をもっている。これらの構造や位置関係は、言語と図の両方で表現できる。

②人体構造は、実験の際初めて材料に接した被験者でも、実験内の学習活動だけで理解することができる。

(2) 本研究で新たに改善した点

①本実験の教材内容は、被験者が実験の際初めて接する内容にした。そのため、本実験の教材は、医学部用の解剖学の教科書（山田，1992）を使って作成した。

②教材内容の理解そのものにイメージ形成能力が影響を与えないようにするため、教材を複数にして統制を行った。Szabo, Dwyer, Demeloらは、「心臓」という1種類の内容を教材として用いた。本研究では、「心臓」、「甲状腺」、「脾臓」、「胃」の4種類の内容を教材として用いた。複数の内容を使ったのは以下の理由による。すなわち、「心臓」は、比較的イメージしやすい内容である。従って、イメージ形成能力の高低は、教材の提示モードよりも、内容理解に影響を与える可能性がある。本研究では、教材とテストの提示モードとイメージ形成能力の関係を検討するのが目的なので、イメージ形成能力が教材内容の理解に影響を与えないように、できるだけ統制する必要がある。そこで本研究では、イメージしにくい内容としやすい内容の両方を用いた。イメージしやすい内容として「心臓」と「胃」、イメージしにくい内容として「甲状腺」「脾臓」を用いた。

③視覚教材と言語教材に含まれる情報量が等しくなるように教材を作成した。すなわち、言語教材では、臓器の体内での位置、形は文章で示した。一方、図教材では、体内での位置、形は図示し、文章には書かれていなかった。また、臓器内の各部分の名称・働きは、言語教材、図教材ともに文章で示した。臓器の構造上の特徴、および各部分の外見上の特徴は、言語教材では文章で示し、図教材では図示し、文章には書かれて

いなかった。このように、言語教材と図教材に含まれる情報量が、均等になるようにした。「脾臓」についての言語教材と図教材の例を Fig.1, Fig.2に示す。

学習教材に関しては、上記の4種類の内容のそれぞれについて言語教材、視覚教材の2種類の教材を作成した。

テスト教材：テスト教材も、学習教材と同様に、4種類の内容のそれぞれについて言語テストと図テストの2種類のテストを作成した。「脾臓」についての言語テストと図テストの例を Fig.3, Fig.4に示す。

テストの内容は、1つの臓器の5つの部分の名称を問題として示した。それらの名称に対して7つの選択肢を文章（言語テスト）と図（図テスト）で提示した。この選択肢は、次のような方法で作成した。まず、テストする内容は言語テストと図テストで同じにする必要がある。その際、図テストでは、どうしても各部分の臓器中の位置・外見上の特徴を問うことになる。従って、言語テストでも、選択肢は、各部分の臓器中の位置・外見上の特徴を言語によって記述するという形にした。しかし、臓器の部分の性質上、位置・外見上の特徴に関する適切な言語化ができない臓器部分もあった。そこで、その部分の名称に対応する選択肢の記述はその部分の働きを示したが、できるだけ最小限になるようにした。そこで、言語テストの7つの選択肢中、「位置・外見上の特徴」について述べたものと「働き」について述べたものの個数を記しておきたい。①脾臓（Fig.3）：位置・外見上の特徴に関する選択肢6個、働きに関する選択肢1個（Fig.3のDのみ）、②心臓：

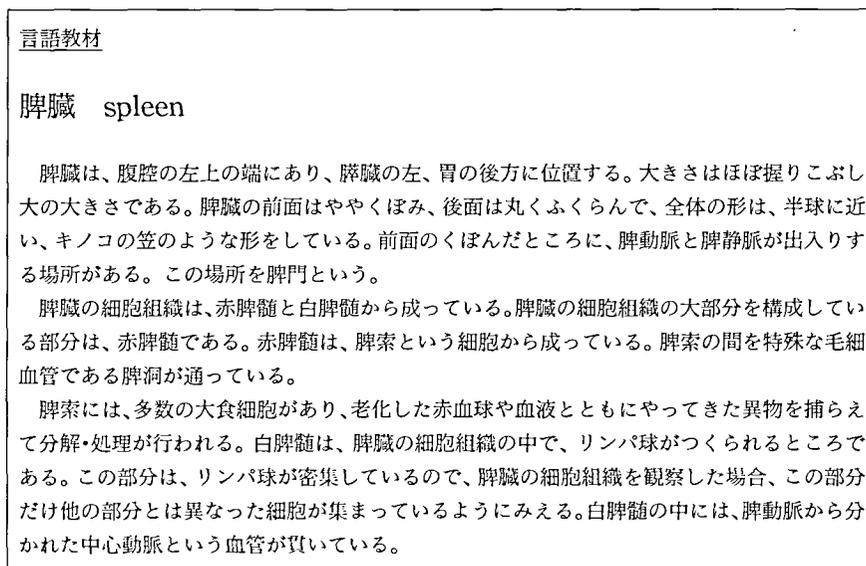


Fig.1. 言語教材の例

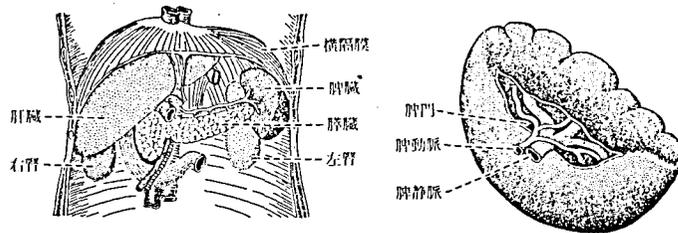
図教材

脾臓 Spleen

大きさは、ほぼ握りこぶし大の大きさである。前面に、脾動脈と脾静脈が出入りする場所がある。この場所を脾門という。

脾臓の細胞組織は、赤脾髄と白脾髄から成っている。赤脾髄は、脾索という細胞から成っている。脾索の間を特殊な毛細血管である脾洞が通っている。

脾索には、多数の大食細胞があり、老化した赤血球や血液とともにやってきた異物を捕らえて分解・処理が行われる。白脾髄は、脾臓の細胞組織の中で、リンパ球がつけられるところである。白脾髄の中には、脾動脈から分かれた中心動脈という血管が通っている。



脾臓の顕微鏡像(低倍)

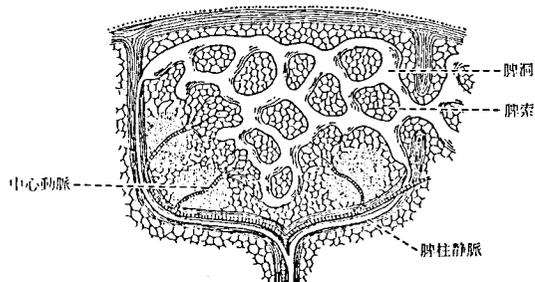


Fig.2.図教材の例

位置・外見上の特徴に関する選択肢7個(すべて位置・外見上の特徴に関するものであった), ③甲状腺: 位置・外見上の特徴に関する選択肢6個, 働きに関する選択肢1個, ④胃: 位置・外見上の特徴に関する選択肢7個(すべて位置と外見上の特徴に関するものであった)。

テストの実施方法は, 被験者には5つの名称にあてはまるものを7つの選択肢の中から選んでもらうというものであった。テスト得点は, 1つの名称と選択肢の組み合わせが正解であれば1点を与えた。従って, 5点満点であった。

イメージ形成能力の測定: イメージ形成能力を測定する尺度は, 長谷川(1991)作成の心像の鮮明性尺度短縮版 SMI-S を用いた。SMI-S は, 従来の主要なイメージの測定尺度の問題点を補う形で, 長谷川(1978, 1984, 1985)によって新たに開発された尺度であり, すでに実用化の段階に入っている(例えば, 長谷川,

1990)。本研究では, SMI-S をわが国で開発された標準的なイメージ測定尺度と捉え, イメージの個人差測定のために使用した。

SMI-S は, 視覚・聴覚・皮膚感覚・運動感覚・味覚・嗅覚・有機感覚の7感覚様相に関する14項目からなっていた。教示とイメージ喚起刺激は, テープ録音された女性の声の再生によって提示された。被験者は, 検査実施中閉眼状態で, イメージ喚起刺激提示-イメージ形成(15秒)-イメージの鮮明性の自己評定・評定記入(20秒)の順序を繰り返し, 測定を進めた。イメージの鮮明性は, 各イメージ喚起刺激に対し5段階評定で自己評定し, 評定記入時のみ開眼し, 回答用紙に記入してもらった。得点は, 長谷川(1990)に従って, 5段階にそって各1点ずつ与えた。従って, イメージ形成能力得点は, 14点から70点までの間に分布することになる。Table 1 に SMI-S のイメージ喚起刺激の一覧を示す。

脾臓: 言語テスト
<p>【問題】 (1)~(5)の名称に対応する場所を(A)~(G)から選び、解答欄に英文字で記入してください。</p> <p>-----</p> <p>問題群</p> <p>(1) 脾門 (2) 赤脾髄 (3) 白脾髄 (4) 中心動脈 (5) 脾索</p> <p>選択肢群</p> <p>(A) 脾臓の細胞組織の大部分を構成している部分 (B) 特殊な毛細血管が集まり大きくなったもので脾臓の内部を通る部分 (C) 脾臓の細胞組織の中で、リンパ球が密集している部分 (D) 老化した赤血球、異物を分解、処理する部分 (E) 脾洞とともに白脾髄を形成している部分 (F) 脾動脈から分かれ、脾臓に入り白脾髄を通っている部分 (G) 脾動脈と脾静脈が出入りする部分</p> <p>-----</p> <p>解答欄</p> <p>(1) - () (2) - () (3) - () (4) - () (5) - ()</p>

Fig.3. 言語テストの例

【問題】 (1)～(5)の名称に対応する場所を(A)～(G)から選び、解答欄に英文字で記入してください。

問題群

- (1) 脾門 (2) 赤脾髄 (3) 白脾髄 (4) 中心動脈 (5) 脾索

解答欄

- (1) - () (2) - () (3) - () (4) - ()
(5) - ()

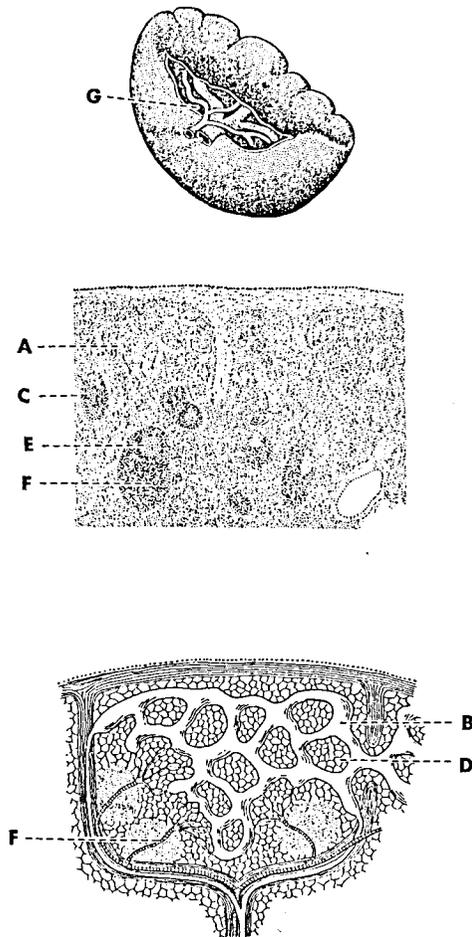


Fig.4. 図テストの例

手続き：実験は個別に行った。まず最初に SMI-S によって被験者個人のイメージ形成能力を測定した。次に教材内容の学習・テスト段階に入った。まず、1 種類の教材内容を 5 分間の制限時間内で、理解・学習してもらった。その直後に、その教材内容に関するテストを、5 分の制限時間内で行ってもらった。この「教材学習-テスト」という活動を 1 人の被験者に対して 4 種類の教材内容分、4 回繰り返した。

教材とテストの組み合わせ：上述のように教材とそのテストは、4 種類であり、教材要因もテスト要因も被験者内要因であった。言語教材、図教材と言語テスト、図テストの組み合わせは 4 種類できるが、この 4 種類の組み合わせに対する 4 種類の教材内容（心臓、胃、脾臓、甲状腺）のあてはめは、各被験者ごとにカウンターバランスによって行った。

教材学習-テスト活動の順序：「教材-テスト」の 4 種類の組み合わせの提示順序（例えば、「言語教材-言語テスト」、「図教材-言語テスト」の順序）は、被験者ごとにカウンターバランスを行った。

イメージ形成能力の群構成：実験終了後、全被験者を SMI-S の総得点によって、高低の 2 群に分けた。分け方は、全被験者 20 名の総得点の上位半数 10 名を高群、下位半数 10 名を低群とした。高群の平均得点は、59.7 点 (SD = 4.5) であり、低群の平均得点は、47.7 点 (SD = 5.4) であった。

結 果

各群のテスト得点を従属変数として分析した。先にも述べたように一つのテストは 5 点満点であった。各群の平均得点について、イメージ形成能力要因（高・低）×教材要因（言語教材・図教材）×テスト要因（言語テスト・図テスト）の 3 要因分散分析を行った。なお、各群の平均得点を、Table 2 に示す。分析の結果、イメージ形成能力要因とテスト要因の 1 次の交互作用 ($F(1/18)=5.44, P<.05$)、およびテスト要因と教材要因の 1 次の交互作用がみられた。2 次の交互作用はみられなかった。

イメージ形成能力要因とテスト要因の交互作用の低位検定として、単純主効果の検定を行ったところ、言語テスト群におけるイメージ形成能力要因の単純主効果が有意であった。すなわち、言語テストでは、イメージ形成能力が高い者の方が、低い者より有意に得点が高かった。また、イメージ形成能力低群におけるテスト要因の単純主効果に傾向 ($P<.10$) がみられた。すなわち、イメージ形成能力低群では、図テストを受けた者の方が、言語テストを受けた者より高いという傾向があった。イメージ形成能力要因とテスト要因の交互

Table 1 SMI-S のイメージ喚起刺激の一覧

番号	感覚カテゴリー	イメージ喚起刺激
1	視覚 ①	腕時計の文字盤
2	視覚 ①	超高層ビルディング
3	視覚 ②	郵便配達人
4	視覚 ②	改札口にいる駅員
5	視覚 ③	春の野に飛びかうちようちよ
6	視覚 ③	一斉に咲きそろった菜の花畑
7	聴覚	ラジオから流れるアナウンサーの声
8	皮膚感覚	裸足で谷川に入ったとき
9	運動感覚	水たまりを跳び越える
10	運動感覚	道端の石ころを蹴とばす
11	味覚	せんべい
12	嗅覚	バナナのおい
13	嗅覚	こしょうのおい
14	有機感覚	とても満腹のとき

注) 視覚①……事物、視覚②……人物、視覚③……風景

作用の結果をまとめると、ほぼ同じ内容のテストであっても、学習者が言語テストを受ける場合に、学習者のイメージ形成能力の高低の影響が現れることが明らかになった。またイメージ形成能力が低い者は、同じ内容でも、言語テストより図テストを受けた方が得点は高くなる傾向がある。

テスト要因と教材要因の交互作用の低位検定として単純主効果の検定を行ったところ、図テスト群における教材要因の単純主効果が有意であった。すなわち、図テストを受けた群では、図教材で学習した場合の方が、言語教材で学習した場合より有意に得点が高かった。また、図教材群におけるテスト要因の単純主効果が有意であった。すなわち、図教材で学習した群では、図テストを受けた方が言語テストを受けた場合よりも得点が高かった。テスト要因と教材要因の交互作用の結果をまとめると、図教材-図テストの場合が、言語教材-図テスト、および図教材-言語テストの場合よりも高くなると言えよう。

考 察

本研究のイメージに関する結果から、たとえば同じ内容のテストでも、そのテストの提示モードが異なれば、イメージ形成能力の高低の影響が現れること、そして、言語テストの場合は、イメージ形成能力の高い者が低い者より高得点を得るということ、図テストの場合は、そういった違いはないことが明らかになった。

この結果は、学習者特性とテストの提示モードとの関連を示唆するものである。従来、教材や学習方法と学習者特性との関連は指摘されてきたが、本研究より、テストの仕方（すなわち、評価の方法）と学習者特性との関連が、新たに明らかになったと言える。

では、なぜ、教材ではなくテストの方にイメージ形成能力の影響がでたのであろうか。まず、教材モードによる違いがでなかったことから考察してみたい。

人は、画像情報を記憶する際には、画像を文の形で命題的に解釈し、その命題的記述を記憶として保持する。本研究で示された図教材でも、被験者は、図の構造や意味を命題に解釈し、言語教材と同じように、命題的記述の形で保持したと思われる。従って、イメージ形成能力の高い者も低い者も、教材モードにかかわらず、学習の段階では同じような認知活動を行ったと考えられる。従って、教材モードに関しては、イメージ形成能力が関与しなかったのではなかろうか。

次に、テストモードとイメージ形成能力との関連について考察を行ってみよう。本研究では、言語テストにおいてイメージ形成能力の違いがみられた。

本研究のテストは、1つの臓器の5つの部分の名称を問題として提示していた。言語テストの選択肢は、位置・外見上の特徴に関する記述が大部分をしめ、位置の言語化がどうしても不可欠な部分のみ、選択肢は働きに関する記述であった。従って、言語テストを受けた被験者は、各部分に関する命題的知識を組織化して、その臓器の視覚的全体像を形成する必要がある。その視覚的全体像を形成する際にイメージ形成能力が必要になるのではなかろうか。その結果、イメージ形成能力が低い被験者は、臓器の視覚的全体像を十分形成することができず、言語テストの成績が低くなったと思われる。図テストの場合は、テスト中の図が、この視覚的全体像の役割を果たしたと考えられる。従って、その結果、イメージ形成能力が低い被験者でも自

分の命題的知識を適用できたと思われる。

次に、テスト要因と教材要因の交互作用に関して考察しよう。この交互作用をまとめると、図教材-図テストの場合の方が、言語教材-図テスト、および図教材-言語テストの場合より有意に高いというものであった。

この結果は、先に述べた Szabo, Dwyer, Demelo (1981) らの研究とほぼ同じ結果である。彼らの研究の問題点を改善して行った本研究でも同様な結果が得られたことから、特に図教材-図テストの優位性は安定したものだと言えよう。

教材とテストのモードがともに視覚モードで一致していることが、教材とテスト間のモードが一致していない言語教材-図テストと図教材-言語テストより、知識を適用する場合に優位になることは、学習者が教授を受けた状況とテスト状況との類似性が高くなるにつれてテスト成績はよくなるといった手がかり加算仮説 (cue-summation principle)、記号類似仮説 (sign-similarity hypothesis) によって解釈できるのではなかろうか。

本研究では、教材提示モード、テストモードおよび学習者の特性との関連を検討した。本研究から特に、イメージ形成能力という学習者特性は、テストモードと関連することが明らかになった。このことは、評価を行う際には、学習者の特性を考慮してより多角的な方面から行うことの必要性を示唆するものであろう。

引用文献

- 秋山隆志郎 1977 テレビ教育における効果研究 日本教育工学雑誌, 2, 31-42
 長谷川浩一 1978 心像体験の測定に関する研究(1) 青山学院大学文学部紀要, No.20, 1-23
 長谷川浩一 1984 心像体験の測定に関する研究(2) 青山学院大学文学部紀要, No26, 1-25

Table 2 各群の平均得点

	イメージ高		イメージ低	
	言語教材	図教材	言語教材	図教材
言語テスト	4.60 (0.66)	4.70 (0.46)	4.20 (1.07)	3.80 (1.25)
図テスト	3.70 (1.49)	4.90 (0.30)	4.20 (0.87)	5.00 (0.00)

注) かつこ内は、SDの値

- 長谷川浩一 1985 心像体験の測定に関する研究(3)
 青山学院大学文学部紀要, No.27, 1-15
- 長谷川浩一 1990 心像の鮮明性と人格特性との関連
 教育心理学研究, 38, 306-311
- 長谷川浩一 1991 心像の鮮明性尺度の作成に関する
 研究 青山学院大学文学部紀要, No33, 1-34.
- 菱谷晋介 1993 イメージの個人差について 認知科
 学の発展, Vol.6 特集 視覚とイメージ, 日本認知
 科学会編 講談社
- Szabo, M., Dwyer, F.M., & DeMelo, H. 1891 Visual
 Testing-Visual Literacy's Second Dimension,
 Educational Communication and Technology, 29,
 177-187
- 山田安正 1992 現代の解剖学 金原出版
- 吉田貞介・水越敏行 1978 映像視聴能力の指導と評
 価に関する事例研究 日本教育工学雑誌, 3, 7-23