

ハイパーメディア教材の評価ツールとしての

「概念地図法」の利用可能性⁽¹⁾

—「命題の意味的変容」を分析視点として—

李 禮 承

一. 研究の目的と方法

従来、教育におけるハイパーメディア教材の議論は、技術的特性による漠然とした利用効果への期待が述べられてきた。そして、学校教育におけるハイパーメディア教材の利用については、システムの開発およびその利用に焦点が当てられ、学習効果を追求した研究は少なかつたのである。また、学習効果の研究においては一致した結果が示されておらず、ハイパーメディア教材の学習効果はいまだに明瞭とはいえない。このような研究の現状に対し、筆者は、ハイパーメディア教材の学習効果に関する評価手法の不適切さを一つの問題点として指摘した

い。ハイパーメディア教材の学習では学習者によって異なる学習結果が予想され、学習者全員に当てはまる単一目標に基づく量的評価手法だけでは不十分とされる。それにもかかわらず、ハイパーメディア教材の学習評価についてはいまだに量的手法が大いに用いられており、その学習成果を捉えるための評価ツールはいまだに定まっていない。

上述の問題意識に基づき、筆者は、ハイパーメディア教材の学習評価を検討する評価ツールとして J. D. Novak と D. B. Gowin の「概念地図法」を提案する。そして、本稿の目的は、「概念地図法」がハイパーメディア教材の学習評価を検討する評価ツールとして適することを理論的に根拠づけることとする。研究課題としては次の三つ

を設ける。すなわち、(1) ハイパーメディアの基本観念に基づくハイパーメディアの学習評価アプローチの検討、(2) 学習者の〈認知変容〉⁽²⁾を捉えるハイパーメディア教材の評価研究の検討、(3) 評価ツールとしての Novak と Gowin の「概念地図法」の利用可能性の検討、である。

1. V. Bush (1945) の観念に基づく

学習評価アプローチ

(一) Bush の「機械化された個人用ファイルと個人用図書館システム」(memex)

「ハイパーテキスト」の観念は、アメリカの国防研究を総括する科学研究開発局の所長であった Bush が 1945 年、「*The Atlantic Monthly*」誌に掲載した「AS WE MAY THINK」なる論文によって提案された。この論文において、Bush は様々な研究領域において研究範囲の拡大および多様化による出版物の過剰の状況に対して、人々は自分にとって重要な情報に辿り着くことが困難であるという問題を指摘する。

「人間の体験の総和は驚異的な割合で拡大しつつあるのに対し、結果的に起こる迷路のような道筋を通り抜けて時々刻々と重要な事柄に辿るために用いられる手段は、帆船の時代のもの変わりがない。」(p. 102)

要するに、人の能力を遙かに超えた出版物の増大化の問題に対して、適切な手段が用意されていないことに問題を提議したのである。そこで、Bush は、知識を上手に手に入れる方法、すなわち、「知識の選択」に議論の焦点を当てる。Bush によれば、従来の図書館で用いられる索引システムは不自然 (ineptitude) であると指摘し、次のように述べる。

「どの種類のデータも蓄積される際には、アルファベット順や番号順に並べられており、したがって、情報を探し出すためには、下位分類からさらに下位分類へと続いて追っていく必要がある。複写物が無い限り、それは一カ所だけに存在する。そして、それを探すためには、どの経路を辿るべきかという規則が必要である。しかし、この規則は面倒である。一つの事柄を探し出した後、またそのシステムから抜け出し、再び

新しい経路を入りなおさなければならない。」(p.106)

さらに、Bush は、上記のような索引システムの不自然さに対して、「人間の心 (mind) は、そのように働かない。心は連想 (association) によって動くのである。一つの事柄を理解すると、連想によって与えられた次の事柄へと即座に飛び移る」(p.106)と述べ、従来の索引システムの本質的な問題が人間の思考形態に沿わない点にあると指摘した。そして、Bush は、今後の「知識の選択」においては「連想」を用いる選択、すなわち「連想索引法」(associative indexing)を用いるシステムが必要であると指摘し、「連想索引法」を用いる「機械化された個人用ファイルと個人用図書館」を提案し、そのシステムを「memex」と命名したのである。そして、その「memex」の仕組みは、次のように説明される。

「memex の内容の大部分は、挿入用マイクロフィルムとして購入することができる。このようにして、あらゆる種類の本、写真、最新号の雑誌、そして新聞は入手でき、取り入れられる。商業用の書簡も同様に扱われる。そして、利用者による直接入力の手準備も整っ

ている。memex の上部には透明な盤がある。手書きのもの、写真、メモなどあらゆる種類のものがこの上に置かれる。何かを置いて、レバーを引き下げると memex フィールドのある区画の次の空いた場所に撮影される。」(p.107)

このように、「memex」は、利用者個人が必要とするすべての情報を投影し保管することができる個人用の装置であった。勿論、その保管される情報とは、互いに関係性を持たないものではなく、「連想索引法」にしたがって、すなわち、個人の「連想」から二つの情報を結びつけるプロセスによって保管されたものである。さらに「memex」では、利用者が後に新しい情報との結びつけを新たに設けることも、また次回にその情報に辿り着くことも容易にすることができたのである。

したがって、「memex」では、利用者は自らの「連想」にそって自由に情報を貯蔵することができるため、情報間の結びづけを増やすことも、また、容易に再度の検索もできる情報間の経路を設ける装置であると考えられる。

(二) これから必要とされるハイパーメディア教材の学習
評価アプローチ

もし教育場面において、上述のBIBISのハイパーメディアの利用を想定すると、学習者は自らの「連想」に基づく情報の貯蔵および検索の活動を行い、その学習成果は個人によって様々であると予想される。したがって、教育場面におけるハイパーメディアの利用では、その学習成果をどのように明確にするのかという課題が残る。

しかし、ハイパーメディアの教育利用とその評価の議論について、ハイパーメディアの教育利用に関する研究自体が少なく、さらに、その学習評価を実証的に検討した研究は少ない現状である。このような研究状況からも、教育におけるハイパーメディアの利用評価の議論は容易な課題ではないと考えられる。

そこで、「ハイパーメディアの学習評価が容易ではない」という状況を引き起こす原因たるものについて考えてみたい。通常、授業における学習評価は、教師が予め設けた学習目標と授業内容および方法を用いて、学習者が学習目標にどれほど到達したのかを測定することによって明らかになる。一方、ハイパーメディアを用いる学

習では、事前に設けられた学習課題や目標が用意、されておらず、学習者は自分の興味・関心、あるいは学習スタイルなどによっておもむくままに進むことができる。言い換えると、ハイパーメディアの学習では、学習者個人が自由に情報にアクセスしているため、個人が得る学習成果とは、その時々々のアクセス以前の学習状態とアクセス後の学習状態との相異であり、よって、学習評価に不可欠である単一の到達目標が存在しないということが出来る。したがって、ハイパーメディアの学習評価のためには、従来の授業における評価アプローチとは異なる評価アプローチが必要であることを指摘することが出来る。

一方、そのような評価アプローチの必要性は指摘されるものの、実際にハイパーメディアの学習評価のための評価手法は確立されていない。「構成主義学習」におけるハイパーメディアの利用を主張するD. H. Jonassen (1991)によると、その学習評価のためには、「固定的な目標に基づかない評価」(goal-free)、「日常と関連する課題の学習成果の評価」(authentic task)、「知識構成において高次思考を反映する学習結果の評価」、「学習結果よりも学習過程の評価」、「日常文脈に依存する評価」、「アドバン

ス・レベルの学習の評価」、「多様な視点からの評価」などが必要であることを指摘した。しかし、それ以降、Jonassen 自身を含め、そのような学習評価を実現するための具体的な検討は行われておらず、Jonassen の提案は展望的なレベルに留まっている。

このような研究状況において、ハイパーメディアの学習評価を検討する新たな評価アプローチを模索することが求められるが、筆者は、その新たな評価アプローチを、BSA のハイパーメディアの基本観念から引き出すことを主張する。BSA は、利用者全員ではなく、個人が自分の「連想」に基づいて情報の貯蔵および検索が自由に行えるシステム (memory) を描いていた。もしそのシステムの利用成果を検討するならば、その評価のためには、利用者全員に共通に当てはまる単一の目標を設定することが必要となるが、それは当然無理である。したがって、代わりに、その利用の評価には、「利用者個人がどの情報をもって、どのような関連付けを行ったのか」のような個人の利用の活動およびその結果について検討する必要があるということができる。言い換えると、教育場面におけるハイパーメディアの学習評価には、学習者全員に適用できる評価手法ではなく、学習者個々人の学習成果

を検討する評価アプローチが用いる必要があるということが出来る。

三、学習者〈認知変容〉に基づく

ハイパーメディア教材の学習評価の試み

上述したように、BSA のハイパーメディアの基本観念に基づく、ハイパーメディア教材の学習評価では、学習者個々人によってさまざまである「連想」の結果を捉えることが必要とされる。言い換えると、それはハイパーメディア教材の学習効果を検討するためには、学習者の〈認知変容〉を分析の対象とする必要性を示唆すると考えられる。そこで、筆者は、少ない数であるが、ハイパーメディア教材の学習評価の議論において学習者の〈認知変容〉を検討する必要性を示唆する先行研究を検討し、その意義と問題点を指摘する。

(一) D. H. Jonassen (1988) の研究

Jonassen (1988) は、知識構造を「意味ネットワーク」とみなし、学習が知識構造の再組織化という認知理論、

すなわち、「意味ネットワーク理論」を前提として、ハイパーテキストの開発方略との関わりから提案した。具体的には、ハイパーテキストの開発における四つの問題とそれらの問題の解決方法について記述した。第一の問題は、「学習を最大にするためにハイパーテキストをどのように構造化するのか」であり、二つの解決策が述べられる。一つは、「実証的なデザイン」であり、利用者が構造化されていないハイパーテキストの中をどのように動き、そこからどのように情報を同化するのかを観察することであった。もう一つは、「ハイパーテキストの構造化」であり、同じ材料を用いて相異なるタイプの構造をもつハイパーテキストを開発し、利用者の道筋を検討する方法であった。第二の問題は、「どのように知識構造を明らかにするのか」であり、その解決策は「意味ネットワークのソフトウェアの利用」であった。この方法について、Jonassen は、認知構造を紙と鉛筆を用いてマッピングする技法がすでに存在しており、それと似た技法はコンピュータ上でも可能であると述べる。また、この種のソフトウェアは、ハイパーテキスト構造が学習者の知識構造に及ぼす効果を評価するためにも用いられると指摘した。第三の問題は、「ハイパーテキストの構造化のためにどの

ような方法を利用するのか」であり、二つの解決策が述べられる。一つは、「帰納的な開発方法」であり、事前に学習者の学習スタイルを評価しておき、それになじむ構造のハイパーテキストを開発することであった。もう一つは、「演繹的な開発方法」であり、この方法では、事前に学習内容の構造やエキスパートの知識構造を用意し、それを学習者が自分の知識構造にマップ化したか否かによって学習の是非が判断される。最後の問題は、「ハイパーテキストの情報を学習者の認知構造への統合をどのように促進するのか」であり、二つの解決策が述べられた。一つは、「意味ネットワークのソフトウェアをハイパーテキストに統合することであり、学習者がハイパーテキストからの情報の統合を支援するために、そのソフトウェアを認知的学習方略として利用することであった。もう一つは、「エキスパート・システムの利用」であり、エキスパート・システムを利用して学習者がハイパーテキストの適切な部分や系列にアクセスするように支援することであった。

このように、上記のハイパーメディアにおける四つの問題とその解決方略は、ハイパーメディアの開発のための研究課題として考えられる。特に、それらの課題には

共通の作業が含まれている。それは、「学習者の認知構造を明らかにする」ことであり、ハイパーメディア教材の利用において学習者がどのように教材の中で活動し、情報を同化し、また、それらをどのように捉えるのかということである。

(二)「文京文学館」の実証的評価（日本視聴覚教育協会、1990；1991）

日本の代表的なハイパーメディア教材の研究は、1989年から1993年までの4年間にわたって「文部省助成ニューメディア教材の研究開発事業」⁽³⁾として行われた「文京文学館」⁽⁴⁾と「サイエンス・ハイパーキューブ」⁽⁵⁾である。事業全体はハイパーメディア教材の開発に主な焦点があったものの、実証的な評価も紹介されており、「第2年次報告書」(1990)と「第3年次報告書」(1991)では「文京文学館」の個人利用の評価が検討されている。そこで、これらの報告書で紹介される二つの実証的な評価について検討する。

①「第2年次報告書」(日本視聴覚教育協会、1990)

—「文京文学館」学習における学習者の思考の再現—

「第2年次報告書」(日本視聴覚教育協会、1990)では、当時のハイパーメディア教材の学習に関する研究状況について「ハイパーメディア系のソフトウェアを用いた学習の実証的評価が、おそらく、世界の各地で開発されたばかりであり、それをまとめて報告した論文は、専門雑誌にまだほとんど現れていない状況である」(p.10)と述べ、実証的な評価を追究する必要性が述べられた。そして、研究目的として、①ハイパーメディア「文京文学館」による学習経路を明らかにすること、②学習者の性質と学習経路との関係を明らかにすること、の二点を示した。調査の被験者は17人の大学生であり、各学習者の学習経路の記録と解析、学習者の性質が調べられた。そのため、実験手続きは、①事前調査(コンピュータ経験、明治文学に関する興味、文人に関する熟知度、認知型による分類など)、②「文京文学館」の学習(所要時間は1時間前後で最低50分程度)、③ビデオカメラによって学習中の被験者の様子とモニターテレビの画面を記録、④事後調査(理解度と興味、対象への探索方法、操作の容易さ、

システムに対する興味、このシステムの長所と短所、混乱したこと、⑤事後調査の結果を参照しながらのインタビュー、という五つであった。また、学習経路に関する分析方法は大きく定性的分析⁽⁶⁾と定量的分析⁽⁷⁾であった。定性的分析を中心とした結果の整理では、事後調査の解答（教材の学習において興味をもったこととそれをどのような方法で探索したか）と各スタックへの駐留頻度とスタック間の経路学習が中心とされた。そして、各被験者からのデータによって各被験者の学習パターンを、①「映画中心発散型」⁽⁸⁾、②「映画中心収縮型」⁽⁹⁾、③「映画補助発散型」⁽¹⁰⁾、④「独自探索型」⁽¹¹⁾に類別した。

次に、定量的分析では、事前調査による被験者特性の分類と学習履歴の概要などを報告した。それは、学習者特性を1因子に限定し、6つの各因子（①P群（Preview群、事前視聴群）とN群（Non-preview群、事前視聴なしの群）の違い、②興味・関心の違い、③熟慮型と衝動型の違い、④創造性の相違、⑤性差、⑥空間認識能力の差異）による学習の相違を考慮した場合の学習比較の結果が考察された。

しかし、報告書では、上記の二つの分析結果について総括的な議論は行われていなかった。ただ、「文京文学

館」を用いる際に学習者の思考を再現するために、分析可能なすべての情報を抽出したことに、調査の大きな意義があると述べられた。

②「第3年次報告書」（日本視聴覚教育協会、1991）

—「文京文学館」の学習における知識の統合と拡大の促進効果の検証—

「第3年次報告書」の付録に紹介された「文京文学館」を用いる実験の目的は、ハイパーメディア教材を利用した学習が「知識の統合」と「知識の拡大」に与える効果を明らかにすることであった。調査では、大学生や大学院生の44人を対象としてハイパーメディア教材学習群（実験群1）、20人と映画教材による学習群（実験群2）、24人が設けられた。そして、ハイパーメディア教材の学習目標⁽¹²⁾とナビゲーション⁽¹³⁾を与えて学習を行う学習効果を、「学習者の知識統合に対する促進効果」と「学習者の知識拡大に対する促進効果」という2つの側面から捉えた。調査手続きは、①教材内容に関する既有知識に関する事前質問紙調査、②事前の意味ネットワークの作成（プレ・テスト）、③ハイパーメディア教材の学習

(実験群1)と映画教材による学習(実験群2)、④教材内容に関する知識についての事後質問紙調査、⑤事後の意味ネットワークの作成(ポスト・テスト)であった。①と⑤の調査用紙では、「文京文学館」の中で主要な項目から、明治文人7名、明治文学作品5点、明治の文学雑誌2点、文学史的用語2点、の計17項目について、その熟知度を3段尺度で質問した。また、②と⑤の意味ネットワークの作成では、事前に教材の中で取りあげられている主要な項目の中から、明治文人7人、明治文学作品5点、明治の文学雑誌2点、文学史的用語など9点、の合計23項目を小さい23枚の紙にしたものを用意し、「森鷗外」を中心にして配置して関連すると思われるもの同士を結線するようにした。

調査結果の分析ポイントは「知識の統合」と「知識の拡大」であった。まず、「知識の統合」は、「知識の統合の正確さ」の度合いで表し、その度合いは、予め用意された教材内容に関する項目をノードとして学習者が形成した意味ネットワークを、模範解答となる意味ネットワークと照合しながら、そのリンクの正確さという尺度で表された。そして、分析の結果、事前の「知識の統合」の度合いの平均値と事後の「知識の統合」の度合いの平均

値については、ともに、「実験群1」と「実験群2」の差に有意差が見られなかった。次に、「知識の拡大」は、二つの尺度で表された。一つは、「事後の全リンク数」であり、事前に用意された教材内容に関する項目と学習者が学習後に任意に付加した項目をノードとして学習者が形成した意味ネットワークの中の全リンク数であった。もう一つは、「事後任意リンク数」であり、学習者が学習後に任意に付加した項目のノードをリンクの一端、または両端に持つリンク数であった。また、前者は「学習者の全体的な知識の拡大」、後者は「学習者の自主的な興味に基づいた知識の拡大」を意味した。

分析の結果、事前の「知識の拡大」の度合いの平均値については、「実験群1」と「実験群2」の差に有意差が見られなかった。また、事後の知識の全体的な「知識の拡大」の度合いの平均値については、「実験群1」と「実験群2」の差に有意差が見られたことから、映画教材による学習に比べてハイパーメディア教材による学習の方がやや効果的であるという傾向が示された。さらに、自主的な興味に基づく「知識の拡大」の度合いの平均値については、「実験群1」と「実験群2」の差に有意差が見られ、映画教材による学習に比べハイパーメディア教材

による学習の方が効果的であると指摘された。

また、調査の結論として、構造化されていないハイパーメディア教材を利用した探索的学習でも、学習目標とナビゲーションを与えれば、①「知識の統合」に関しては、直線的な構造をもった映画教材による受動的学習と同等、②「知識の拡大」に関しては、直線的な構造を持った映画教材による受動的学習以上、の学習効果が得られることが明らかに became と指摘された。

上記のように、「第3年次報告書」で紹介された「文京文学館」の学習効果は、学習者の認知構造、すなわち「意味ネットワーク」を、事前に作成された教材内容に関する「意味ネットワーク」と照合し、ノード数とリンク数の比較という定量的な方法によって検証されたのである。

(三) 学習者の「認知変容」に基づくハイパーメディア教材の学習効果を議論する研究の意義および問題点

上記の Jonassen (1988) と「文京文学館」の実証的評価(日本視聴覚教育協会、1990; 1991)では、ハイパーメディア教材の開発や学習において、学習者がその教材

の中でどのように活動し、その結果、どのような「認知変容」があったのかを捉えることが主な関心であったと考えられる。

Jonassen は、人間の知識構造を「意味ネットワーク」として見なす認知理論の仮説に基づいて、ハイパーテキストの開発の研究課題について記述した。そして、それらの課題の共通の作業は、ハイパーメディア教材の学習による学習者の認知構造を明らかにすることであった。また、「文京文学館」の実証的評価において、まず、「第2年次報告書」では、ハイパーメディア教材の学習によって観察可能な学習者側の変化と関連するすべての情報を抽出したことに研究の成果があったと述べられた。次に、「第3年次報告書」では、「知識の統合および拡大」の側面からハイパーメディア教材の学習効果が検討された。特に、学習効果の測定方法は、事前に作成した教材内容に関する「意味ネットワーク」を用意し、学習者の事前・事後の認知構造、すなわち「意味ネットワーク」に照合し、ノード数とリンク数を比較する定量的な方法を用いた。

このように、上記の先行研究は、ハイパーメディア教材の学習による学習者の「認知変容」を明らかにするの

が主な作業であったことが確認できた。中でも、実際に学習効果を報告したのは、「文京文学館」を用いる「第3年次報告書」だけであったものの、ここでは、ハイパーメディア教材の学習効果を捉えるための評価ツールを設けていることから、実際にハイパーメディア教材の利用とその学習効果を検討する評価手段を模索するために、重要な手がかりを提供すると考える。

このような先行研究の意義とは別に問題点も指摘できる。まず、Jonassen は、ハイパーメディア教材の開発のための重要な作業として、学習者が教材の中でどのように活動し、また、そこから学習者はどのように情報を同化するかということを明らかにする具体的な方法として、「意味ネットワークのソフトウェアの利用」を提案した。しかし、そのような方法によって得られた情報をどのような方法で分析するのかということまでは提案されておらず、Jonassen の議論はあくまでも展望的なレベルの議論に留まっていると考えられる。

次に、「文京文学館」の実証的評価は、「第2年次報告書」の学習者の学習経路を明示的にすることによって学習者の思考過程の再現を試みたが、得られた膨大な情報について深い吟味が行われていなかった。したがって、

Jonassen の議論と同様に、情報をどのような方法で分析し、その結果がどのような意味があるのかという議論まではできなかったといえることができる。

一方、「第3年次報告書」は、ハイパーメディア教材の学習における学習者の「認知変容」を捉える「意味ネットワーク」の作成という評価手段を設け、それによって得られた情報がどのような意味があるのかを吟味したが、その点では、前述した二つの研究とは区別される。しかし、学習者の学習結果の事前・事後の「意味ネットワーク」による「認知変容」の分析視点について筆者は疑問を投げかける。調査では、直線型の映画教材とハイパーメディア教材の学習において、事前・事後の学習の「意味ネットワーク」を、教材内容に沿って予め作成された「意味ネットワーク」と照合し、ノード数とリンク数の比較という定量的な方法によって検証した。しかし、そのような定量的な方法だけでは、学習者の「認知変容」を正確に捉えているのであろうかという疑問が投げかけられる。なぜなら、ノード間のリンクの有無といった表面的な分析視点では、学習者が実際にノード間のリンクにおいて何を意味したのかを正確に捉えることができないためである。実際、学習者が作成した概念地図では、「な

んとなく関係があるようだ」という判断でつけたリンクと、「二つの間には…の関係がある」という明確な意味を認識したうえで付けたリンクでは、学習者側の「認知構造」では質的に大きな違いがあると予想できる。したがって、学習者の「認知変容」を評価するための実証的な研究では、「意味ネットワーク」の点数化だけではなく、ノード間のリンクの意味を分析する必要がある。

したがって、ハイパーメディア教材の学習効果を検討する評価ツールは、上記の先行研究で指摘された問題点を克服する必要がある。言い換えると、ハイパーメディア教材の学習評価ツールは学習者個々人の「認知変容」を分析対象としながらも、その分析視点は認知構造上の意味的変容である必要がある。

四. 評価ツールとしての J. D. Novak と D. B. Gowin (1984) の「概念地図法」の利用可能性

上述の「2. V. Bush (1945) の観念に基づくハイパーメディア教材の学習評価アプローチ」と「3. 学習者の「認知変容」に基づくハイパーメディア教材の学習評

価の試み」において明らかになった点は次の二つである。すなわち、(1) Bush のハイパーメディアの観念に基づく、これからのハイパーメディア教材の学習評価の議論では学習者個々人の「認知変容」分析の対象とする必要があること、(2) 学習者の「認知変容」を捉えることはハイパーメディア研究において重要な作業であり、ハイパーメディア教材の学習成果を検討する「認知変容」の分析視点は認知構造上の意味的変容であること、であった。したがって、この2点はハイパーメディア教材の学習評価ツールを設ける際に考慮すべき要素として考えられる。

以下においては、従来、教授・学習の場面において学習者の「認知変容」を捉える汎用性の高い評価ツールとされている Novak と Gowin (1984) の「概念地図法」について検討する。検討事項は、前述されたハイパーメディア教材の学習評価ツールに求められる二つの要素が、「概念地図法」の評価ツールとしての利用において、学習者の認知構造上の意味的変容を捉えることができるかを確認することである。

(二) 評価ツールとしての「概念地図法」

Jonassen ら (1997) によると、「概念地図法」は大きく教授・学習ツールと評価のツールとしてその可能性が議論されてきたという。しかし、「概念地図法」に関する研究では、評価ツールとしての利用可能性よりも、教授・学習ツールとしての利用可能性に議論の焦点が置かれていると考えられる。これと関連して、M. A. Ruiz-Primo と R. J. Shavelson (1996) は、科学における生徒の知識構造の重要な側面を測定する評価ツールとして「概念地図法」の可能性を検討する論文の中で、「概念地図法」が、「生徒の知識構造を評価するための概念地図の潜在利用が認識されてきたにもかかわらず、地図は評価ツールとしてよりも、より頻繁に教授ツールとして利用されている」(p. 573)と指摘する。また、W. R. Robinson (1999) も、「概念地図は、インタビュアーから得られた学習者の知識を表すために、研究者が利用したものであるが、学習者の概念地図は評価ツールとしての共通の利用を示さなかった。まさに、概念地図の評価課題の信頼性と妥当性について疑問が挙げられた」(p. 1179)と述べ、評価ツールとして「概念地図法」の利用

には議論の余地があると示唆した。

それにもかかわらず、Novak と Gowin (1984) と Novak (1998) は、伝統的なテスト（正誤試験、多肢選択試験、短答筆記試験）が、授業で考慮される知識の一部分しか評価することができないとその問題点を指摘し、評価ツールとしての「概念地図法」の可能性を主張する。

「このように子どもが科学概念を習得して利用するの
かの質問を追究する調査では、私たちが考案するどの
ような多様な筆記試験も、子ども
の知識を有効に測定
しないという事実
に絶えず悩まされた。この悩みに
ついて、私たちは、子どもが
問題に答えるたびに、彼ら
がなぜその答えにマークを
つけたのか、あるいは、彼ら
が正解を選んだ際にどのような
意味づけしたのかについて、
子どもの側に座って聞いて
みると、私たちがそれらの
質問を解釈した際に選
択された答えの内容と、子ども
が表現しようとする意味の
間にはほとんど一致がない
ことにはしばしば気づくこ
とになる」(1984, p. 94)

このように、Novak と Gowin は、伝統的なテストでは、有意義学習活動による学習者の「認知変容」を十分

に捉えられないことが制約になって、指摘した
のである。

一方、NovakとGowinは、このような問題が年齢の
低い子どもだけの問題ではなく、大学生を対象とする場
合さえも見られると指摘しながら、R. F. Gunstoneと
J. White (1981)の研究の結果を引用する。そこでは、
大学の物理授業において学習者が自分に親密な問題を解
決した後の客観テストにおいて正しく答えたにもかかわらず、
他の評価手法(例えば、学習者にエッセイ問題を解
くように要請する)では、深刻な概念的な誤解があつ
たと示された。そして、NovakとGowinは、自らの調
査、すなわち「6歳の子どもがエネルギーの概念を習得
できるのか?」と「7歳の子どもが地球と重力の正確な
概念を習得できるのか」という課題を調べた結果におい
て、子どもの答えが明確にYesかNoではなく、子ども
の10-20%が「恐らくYes」と、他10-20%が「恐らく
No」であった結果に注目する。そして、「子どもが習得
した概念は、完全に習得したか、まったく習得されなかつ
たか、あるいは習得に失敗したかのようにではなく、中
心的な関心の概念と他の関連された概念間の命題的な結
合の成長するセットとして立証されるという事実」に気づ

いた」(pp. 94-95)と指摘する。

そこで、NovakとGowinが評価ツールとして「概念
地図法」を用いる意図を確認することができる。それは、
学習者が書いた概念地図では、学習者がどれほど多くの
新しい概念を捉えているのかということよりも、学習者
が諸概念間の命題的意味、すなわち、「命題的なつながり
(結合語)」をどのように把握するのかということを評価
の対象にすることである。さらに、その「命題的なつな
がり」へのNovakらの関心は、次のような記述からも確
認されうる。

「私たちの初期の概念地図では、結合語を利用しなかつ
たことに注目しなければならぬ⁽⁹⁾。そのため、一
緒に関連付けられる二つの概念から作られる命題は推
論されなければならなかった。さまざまに議論の間、
大学の同僚のGeorge Posnerは、私たちの概念地図の
曖昧さを相当批判したため、私たちは第2章で記述し
たような概念地図(表2-4)⁽¹⁰⁾を構成するようになった。」(p. 95)

このように、NovakとGowinは、「命題的なつながり」

の未記入の概念地図の分析には、概念間のリンクについて調査者の推理が働き、その結果、そして評価の曖昧さが生じるといふ批判を認め、諸概念間の「命題的つながり」の分析を行うようになったのである。さらに、NovakとGowinの評価ツールとしての「概念地図法」の利用では、学習者の諸概念に関する理解の程度（プロセス）を捉えることにねらいがあっただけに、Novakらは、諸概念とともに諸概念間の「命題的つながり」に注目せざるをえなかったと考えられる。

(二)「命題的意味の変容」の分析視点とする先行研究の

検討

前述したように、「概念地図法」の開発及び利用において、NovakとGowinは学習者の有意な（認知変容）を捉えることをその意図としたことを指摘することができ。しかし、「概念地図法」を評価ツールとして用いる研究では「命題的意味の変容」を分析視点とするものが少ないが、以下の大辻・赤堀（1994）の研究は「命題的意味の変容」を分析視点とする先行研究として考えられる。

大辻・赤堀は、NovakとGowinの「概念地図法」に

ついて、学習者に「階層性」を持たせて概念地図を描かせるといふ点を問題視している。大辻らは、この「概念地図法」が、各ノードそれぞれに「レベル」という一種の尺度、あるいは属性があることを被験者に暗に知覚させることによって、被験者に一種のフィルターを通して表出された構造図を捉えさせるため、被験者をもつ豊富な意味構造を十分に得られないと指摘する。また、「概念地図法」の評価における得点化について、一次元的な数量化であり、その結果、学習者が認識する意味やその構造をほとんど反映することはできないと述べ、「概念地図法」の限界を指摘する。さらに、「概念地図法」を用いた従来の研究では、学習者がリンクを設けたことで諸概念間の結合語から導かれる命題的知識を学習者が認識していると思なすものが多い（Matthews et al., 1984；田中・宮脇、1992）と述べながら、このような「リンク」の有無といった表面的な観点からは、学習者が意味的にその命題関係を捉えているのかは判断できないと指摘する。

このように、大辻・赤堀は、従来の「概念地図法」の利用の限界を踏まえながら、「階層性」を求めず、自由度の高い「ネットワーク概念構造図」を作成させ、「リンク」に付された結合語一つ一つの意味を分析することに

よって、「概念構造図」の学習評価法としての妥当性を検討することを研究のねらいとしたのである。実際の調査手順としては、①高校1年生180人を対象として「ブレートテクトニクスに向かって」という地球科学分野の研究成果の変遷を継時的にたどった科学的な授業を6時間行う、②教師が抽出した15のノードを利用してノード間の関係を自由に記述させる、③概念構造図の作成から5日後にアチーブメント・テストを行うことであった。そして、生徒の「概念構造図」を分析するために、生徒が描いた「リンク」の意味を一つずつ判定することから、一つの「リンク」を一つのレコードとしてデータベース化している。データの構成は、①学習者のID番号、②「リンク」の開始ノード番号、③「リンク」の終点のノード番号、④「リンク」の向きが両方向か否か、⑤教師の取り上げた「リンク」か否か、⑥学習者の結合語、⑦結合語の分類、⑧結合語の適切さ（教師の判定）、⑨各アチーブメント・テスト結果（七つの設問）からなっている。特に、⑦の結合語の分類の基準¹⁰⁾は、予め四クラス中の一クラスを分析して抽出されたものであった。

大辻・赤堀の研究で注目される結果の一つとして、「結合語を意味分析する妥当性」に関するものである。「デー

タベースの中の全リンク数」、「何らかの結合語が付されているリンク数」、「教師が正当だと判定したリンク数」、そして、「教師が設けたのと同じリンクの数」が調べられ、学習者が設けるリンク数のうち、結合語としてその関係が言語化できなかったのは10%弱であり、設けられたリンクのうち約2割が学習者の捉えている命題関係が不明であるか、あるいは教師が認められない意味で表現されたものであったという。この結果について、大辻・赤堀は、それぞれの「リンク」について厳密に結合語の意味分析が必要であると指摘する。また、「リンク」上の結合語として同じ言葉が用いられていたとしても、文脈によって結合語の種類が異なる場合があることから、「概念構造図」をリンク単位に分析する時、外見的な表現ではなく、教師が意味的に判断する必要があることも指摘している。言い換えれば、結合語の意味分析を行った場合でさえも、設けられたリンクの中では正当な意味を表すものとして認められない「リンク」が存在するということがある。

さらに、アチーブメント・テストと関連する結果として、テストで問われる命題関係が「概念構造図」の中に表現されている場合、そのテスト結果はよく、逆に、テ

スト結果がよければ、そこで問われている命題関係が「概念構造図」の中に表現されていることから、「概念構造図」とアチーブメント・テストとの相関が高いとされた。この結果から、「概念構造図」の学習評価法としての妥当性が検証されたと主張された。

このように、「概念構造図」の分析のために概念間の連結語の意味分析を行う必要性と、評価方法としての「概念構造図」の妥当性を実証した調査の結果により、大辻・赤堀は「概念地図法」の利用における Novak と Gowin の本来の意図、「命題の意味的変容」を分析視点とする「概念地図法」の利用可能性を示したと考えられる。

五、結論

本稿では、量的手法が大いに用いられる従来のハイパーメディア教材の学習評価の議論に対して、今後必要とされるハイパーメディア教材の学習評価アプローチについて検討し、「命題の意味的変容」を分析視点とする Novak と Gowin の「概念地図法」の利用が、ハイパーメディア教材の学習効果を検討するための評価ツールと

して用いられることを明確にすることができた。具体的には、(1) Brink の考えに基づくハイパーメディア教材の学習評価では学習者の個々人の「認知変容」を検討する必要性、(2) ハイパーメディア教材の学習による学習者の「認知変容」の分析視点は認知構造上の意味的変容である必要性、(3) 「概念地図法」の利用における「命題の意味的変容」の分析視点は Novak と Gowin の本来の意図であり、先行研究の検討によってその利用可能性が確認できたこと、である。

本稿の研究成果を踏まえ、ハイパーメディア教材の学習評価ツールとして「概念地図法」を利用するための今後の課題としては、「命題の意味的変容」を判定する詳細な規準をハイパーメディア教材の利用場面と関連して設けることである。

注

- (1) 本稿は、筆者の博士論文「学校教育におけるハイパーメディア教材の利用に関する研究」(2005)の序章と同論文の主要部分である第3章の内容から部分的に抜粋し、修正を加えたものである。

(2) 筆者は本研究で用いる「認知変容」の概念定義を Jonassen の認知心理学における概念定義に基づいて行う。Jonassen (1993) は、「知識」の「表象」、「伝達」、そして「習得」におけるテクニクを議論する「Structural Knowledge」という論文の中で、彼が対象とする知識のタイプを「構造的知識」(structural knowledge)とし、その概念を明確にするために、類似概念を説明している。Jonassen によれば、「構造的知識」とは、従来心理学分野において大いに用いられている「宣言的知識」と「手続き的知識」の中間のタイプの知識とし、「ある領域内で概念がどのように相互に関係しているのかに関する知識」と定義する。そして、「構造的知識」は「知識構造」(knowledge structure)や「認知構造」(cognitive knowledge)として知られているという。また、「知識構造」とは、「個人の記憶において構造の統合や組織化に関する一般的概念」とされ、記憶の中の組織される情報のネットワークに関する情報処理の用語である。そして、「認知構造」とは、「記憶における概念間の関係性のパターン」であり、人の個性を構成するために不可欠な要素とされる。したがって、「認知構造」は、個人が環境とどのような

相互作用を行うのかに影響を与えるものだという。そこで、本研究では、一般的な概念とされる「知識構造」ではなく、人の個性を表す「認知構造」の概念を用いることにする。それは、ハイパーメディア教材の学習では、学習者個人による情報への自由なアクセスを可能にするため、学習者の学習活動およびその学習成果には学習者の個性が大いに影響を与えると考えられるためである。したがって、本研究における「認知構造」の変容、すなわち「認知変容」は、「学習者の個性を構成するために不可欠な要素とされる記憶における概念間の関係性のパターン」の変容として定義される。

(3) 事業の全体の目的は、各種メディアの教育的特性を調査研究し、その最適な組み合わせ(メディア・ミックス)による、より教育的効果の高い複合メディア教材を研究開発することである。

(4) 「文京文学館」は、「ぶんきょうゆかりの文人たち―観潮楼をめぐる―」(企画・文京区教育委員会、制作・岩波映画製作所、カラー・38分、1983)という日本文学を題材とする映画教材を材料として作られ、高校生ないし成人を利用対象とする。また、ソフトウェ

アとハードウェアの構成は、Macintoshの「ハイパーカード」と「漢字トーク」の環境であり、教材自体のソフトはフロッピーディスクと1枚のレーザーディスクで提供される。

(5) 日本文学の題材として作られた「文京文学館」と対照される中学校理科の教材として1991年から1992年までに開発された。教材のテーマは「力の平行四辺形」であつて、基幹映像として採用されたのは、「力の平行四辺形」、「風に向かって走るヨット」そして「川の流れて進む船」の三つの映画(5分ずつ)であつた。

(6) 具体的には、学習経路の構造の分析、「跳ぶ」タイプと「留まる」タイプ、構造化(戻る努力)と発散化(おもむくままに)の傾向、セグメント分け(パターンの分析—意味のある反応のまとまりを取り出す)などが調べられた。

(7) 具体的には、学習終了までの時間、終了までのカード(フレーム)数、映画を見ている時間、絶対時間と相対(総学習時間に対して)時間の比率が調べられた。

(8) 最も多く見られる、映画を中心として多角的に幅広く探究を行ったタイプである。

(9) 内容に対する興味があまりないために、映画視聴と

いう受身の学習スタイルに終始するタイプである。

(10) 映画視聴によつて補助的に興味の糸口を見つけるが、いったん興味の対象が決まると映画を離れて、その対象に向けて多角的に探究を行うタイプである。

(11) 映画の文脈にはほとんどとらわれず独自の興味にしたがつて探究を行うタイプである。

(12) ハイパーメディア教材の学習の前に、「文京文学館」の中からキーワードとされる23項目について情報収集と、その情報を理解しまとめること」という指示が学習の前に提示された。

(13) ハイパーメディアの無構造化によつて学習者が「迷子」になることを防ぐために、外在的および内在的に学習者の反応を導く方策が採られることを指す(1991, p. 17)。

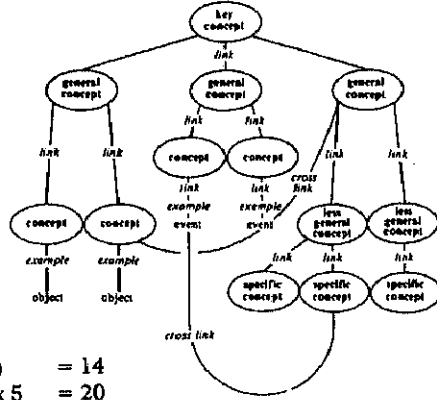
(14) NovakとGowinの初期の研究(1973)として紹介される小学校1年生のインタビューの内容を分析する概念地図では、概念地図の「命題的なつながり」、「すなわち「結合語」の記入は扱われていなかった(1984, p. 96)。

(15) NovakとGowin(1984)が概念地図を評価するため提案した得点化モデルである(p. 37)。そのモデルに

Scoring Model

Hierarchy

Level 1
Level 2
Level 3
Level 4



Scoring for this model:	
Relationships (if valid)	= 14
Hierarchy (if valid) 4 x 5	= 20
Cross links (if valid and significant) 10 x 2	= 20
Examples (if valid) 4 x 1	= 4
	<hr/>
	58 points total

よると、すべての「リンク」、すなわち、概念間の「結合語」に得点が与えられる。

(16) 「演繹的説明」、「原因・因果・適用」 「帰納的支持」 「時間的關係」 「ノードの表面的意味を捉える」、「相対的關係」、「科学史的にあやまり」、「一々の一種」、「具体的媒介物を例示」、「中身を詳述」が基準として示され、データには二つの基準が記入される場合もある。

参考文献

- Ausubel, D. P. (1968). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York: Grune & Stratton.
- Bush, V. (1945). *AS WE MAY THINK. The Atlantic Monthly*, 176(1), 101-108.
- Gunstone, R. F., and R. T. White (1981). Understanding of *Gravity. Science Education*, 65(3), 291-299.
- Jonassen, D. H. (1988). Designing Structured Hypertext and Structuring Access to Hypertext. *Educational Technology*, 28(1), 13-16.
- Jonassen D. H. (1991). Evaluating Constructivistic Learning. *Educational Technology*, 31 (9), 28-33.

- Jonassen, D. H., Beissner, K., & Yacci, M. (1993). *Structural Knowledge*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1-20.
- Novak, J. D. and Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. Cambridge University Press
- Matthews, G. P., Brook, V. G. & Khan-Gandapur, T. H. (1984). Cognitive structure determinations as a tool in science teaching. Part I: A new method of creating concept maps. *European Journal of Science Education*, 6(2), 625-645.
- Novak, J. D. and Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. Cambridge University Press
- Novak, J. D. (1998). *Learning, Creating, and Using Knowledge*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Robinson, W. R. (1999). *A View from the Science Education Research Literature: Concept Map Assessment of Classroom Learning*. *Journal of Chemical Education*, 76(9), 1179.
- Ruiz-Primo, M. A. and Shavelson, R. J. (1996). Problems and Issues in the Use of Concept Maps in Science Assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(6), 569-600.
- White, R. and Gunstone, R. (1992). *Probing Understanding*. Falmer Press. (中三科・理科学習雑誌「トビ」)

学びを探る』東洋館出版社 1995)

大辻永・赤堀侃司 (1994) 「リンクの意味分析による概念構造図の評価観点とその妥当性」『科学教育研究』18(4) 167-180

日本視聴覚協会 (1990) 『試行としてのメディア・ミックス教材の開発』第2年次報告書

日本視聴覚協会 (1991) 『ハイパーメディア「サイエンス・ハイパーキューブ」試行としてのメディア・ミックス教材の開発』第3年次報告書