

知識構造の相違に対応したハイパートレールの構成に関する実験的研究

吉田 広毅
(常葉大学)

【要旨】

本研究は、ハイパーメディアによる学習において、先有知識の多寡に応じた適切なハイパートレールの存在を明らかにすることを目的として行われた。つまり、特性処遇課題交互作用の観点から、ハイパートレールの効果を捉えた。

研究の結果から、先有知識の少ない学習者は、一次元構造の線形ハイパートレールを用いることで、知識にまとまりをもたせられることが示された。しかし、情報を留める係留地の少ない学習者は、多次元構造の非線形ハイパートレールを与えられると、知識を上手くまとめることができずに、認知エントロピーが増大する可能性が示唆された。一方で、先有知識の多い学習者は、非線形ハイパートレールを用いることで、知識にまとまりを持たせつつ知識を拡張されることが示唆された。

1. 問題意識

近年、わが国では生涯学習の基礎として、主体的に学習する学び方を身につけることが強調されている。ここでは、学習者が自らの興味・関心に沿って課題をみつけ、考え、問題を解決する過程が重視される。学習者は、外部から提示された情報を機械的に受け入れるのではなく、個人の主観や経験に基づいて解釈し、自己の知識体系に組み込むことを求められる。このような学習者志向の学習を具体化する手段として、ハイパーメディアが有効と考えられ、1990年代以降、実践、研究が発展してきた。ハイパーメディアとは、メッセージが非直線的に関連付けられたリンク型ネットワークである。ハイパーメディアによる学習では、学習者は「思いにまかせて」教材内を動き回り、情報を選択、収集しては自分の知識とする。これは、ハイパーメディアの「無構造化」に依るものであり、学習の自由度が格段に広がるという利点がある。しかし、学習の方法や手段、経路など、学習の自由度が高まると、相対的に認知的負担が高まる。これにより、知的な消化不良、学習目標の喪失、認知エントロピーの増大などを招く危険性が指摘されている¹⁾。そこで、学習者にかかる認知的負担を軽減する、認知ツールの課題が浮かび上がってくる。

情報が直線的に配置され、目次などによって教材の全体像を捉えられる書籍とは異なり、ハイパーメディア空間内では情報が互いに複雑に関連し合っている。そのため、学習者が教材空間内にどのような情報が含まれているのかを掴めずに、何を参照したいのかが分からなくなるという問題が生じる。ハイパーメディアによる学習の進行は学習者のコンテキストに依るが、情報が多数のノードとリンクから構成されている場合、どのノードが必要性の高いものなのかを理解できないことがある。このような問題に対処するために、チュートリアルや、システム内容に関するいくつかのシナリオを設けることがある。つまり、学

習者に対して、学習の道筋の例をいくつか提示するのである。これにより、学習者の興味・関心を呼び起こして学習への動機付けを行ない、自分の学習目標として認識させる²⁾。この作成者からの操作をハイパートレールと呼ぶ³⁾。ハイパートレールとは、特定のテーマに沿って系統的に構成されたノードの配列であり、学習の自由度を抑える働きがある。そのため、情報構造が複雑なハイパーメディア空間に特定のテーマに沿った道筋を与えることができ、ハイパートレールに従って進めば、ハイパートレールのコンテキストから見たハイパーメディア空間の概略を把握することが可能となる。

ホーン⁴⁾は、ハイパートレールで提示される教材情報の種類と、ハイパートレールの構成によって、ハイパートレールを8種類に分類した。ハイパートレールで提示される教材情報については、重要度の高いもの、教材の概要、学習者の関心の高そうなもの、用例などに分けられる。ハイパートレールの構成については、教材情報が一元化されているのか、多次元化されているのかによって分けることができる。

本研究では、教材情報の概略が一元化された線形ハイパートレールと、多次元化された非線形ハイパートレール、構成の異なる2種類のハイパートレールを用い、それぞれが知識の構成に対していかなる効果を及ぼすのかを明らかにすることとする。

(1) ハイパートレールの効果に関する先行研究

ハイパートレールの効果について、吉田は大学生74名を対象として、線形ハイパートレール、非線形ハイパートレールがそれぞれ、どのような知識構成の仕方に対応するのかを明らかにすることを目的として実験を行った⁵⁾。結果、学習者は教材情報が一元化された線形ハイパートレールを与えられることでハイパーメディア空間のコンテキストを認識することができ、その中の任意のコンテキストに沿って自身の知識を関連付けることによって、知識にまとまりをもたせることができることが示唆された。ハイパーメディアに線形ハイパートレールを組み込むことにより、情報構造が複雑なハイパーメディア空間に一筋の道を与えられる。そうすることで、どの情報を参照したらよいのかが分からずに認知エンタロピーが増大しがちなハイパーメディアによる学習に、特定のテーマに沿ったまとまりを持たせることができるものと予想される。

一方、教材情報が多次元化された非線形の構成のハイパートレールを与えられることで、既存の知識を教材のコンテキストに沿って拡大できることが示唆された。非線形ハイパートレールを組み込むことにより、学習者に参照する情報を例示できる。そうすることで、学習者は学習の都度に生じた興味に応じて学習を上げられる。すなわち、学習者は興味のある内容や既知の内容に関連する新たな情報の事例を非線形ハイパートレールによって提示されることで、既存の知識と新たな情報とを結びつけて知識体系に組み込む、精緻化の認知的符号化操作⁶⁾⁷⁾が促進されるものと考えられる。

なお、この研究では、線形ハイパートレールの使用による知識拡大の抑制効果も非線形ハイパートレールの使用による知識統合の抑制効果もみられなかった⁸⁾。この結果を導いた原因は、2つ考えられる。ひとつは、線形、非線形、どちらのハイパートレールを用いた場合にも、学習が促進されることはあっても、抑制されることはないという可能性である。もうひとつは、ハイパートレールという処遇以外に学習成果に影響を及ぼす要因が存在するという可能性である。そこで、本研究では、ハイパーメディアなどによる学習者制

御の学習への関わりが指摘されている、学習者の先有知識に対応したハイパートレールの効果について検討することとする。

(2) 先有知識に対応したハイパートレールの構成についての検討

ハイパーメディアによる学習において、先有知識の多寡は、学習成果を規定する最も重要な個人内要因のひとつと考えられている^{9) 10)}。ハイパーメディアでの学習における学習者の先有知識量に注目した先行研究では、先有知識が多い学習者ほど、教材内で「迷子」になりづらく、また学習成果も高いことが示されている^{11) 12) 13)}。これは、先有知識が係留地となって、新たな情報が個人の知識体系に根付くのを支援するためである。

しかし、Mitchelらの研究では、先有知識の多寡によるハイパーメディアでの学習の成果の相違を検証した結果、先行研究の例とは異なり、先有知識と学習成果との間に強い負の相関があった¹⁴⁾。つまり、先有知識が少ない学習者ほど、学習成果が高いという結果であった。この結果は、実験で用いられていたハイパートレールの種別に依るものと考えられる。この研究では、先有知識の少ない学習者の支援のためにチュートリアル、つまり線形ハイパートレールを用意していた。

先有知識の少ない学習者は、教材情報が一次元化されたリニア型の構成のハイパートレールを与えられることによってハイパーメディア・システム内にどのようなコンテキストが存在するかを認識することができ、その中の任意のコンテキストに沿って自身の知識を関連付けることによって、知識を着実に広げつつ、知識にまとまりをもたせることができるものと考えられる。一方で、教材情報が二・三次元化されたノンリニア構成のハイパートレールを与えられた場合には、どのコンテキストに沿って学習をすれば良いのかを判断できず、知識構造を拡大できたとしても、まとまりのないものになることが予想される。

これに対して、先有の知識量の多い学習者は、線形構成のハイパートレールを与えられたとしても、これを頼りにして学習をすることは少ないことが予想される¹⁵⁾。しかし、非線形構成のハイパートレールを与えられることで、既有的豊富な知識を教材のコンテキストに沿ってさらに広げることができ、また教材のコンテキストと自身の知識構造とを照応しながら知識構造を統合させることができるものと考えられる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、ハイパーメディアによる学習において、線形、非線形構成のハイパートレール、それぞれが知識構造の異なる学習者の知識構成に対して、どのような効果を及ぼすのかを明らかにすることである。つまり、ここでは特性処遇課題交互作用の観点から、ハイパートレールの効果を捉える。

研究の目的から、以下の4つの仮説を設定した。

仮説：ハイパーメディアを利用した学習において、

- 1:** 先有知識の少ない学習者は、線形ハイパートレールを用いることで、「知識の拡大」も「統合」も促進される
- 2:** 先有知識の少ない学習者は、非線形ハイパートレールを用いることで、「知識の拡大」は促進されるが、「知識の統合」は抑制される

- 3:** 先有知識の多い学習者は、線形ハイパートレールを用いることで、「知識の統合」は促進されるが、「知識の拡大」は抑えられる
- 4:** 先有知識の多い学習者は、非線形ハイパートレールを用いることで、「知識の拡大」も「統合」も促進される

3. 実験方法

実験は、2011 年 11 月下旬から 2012 年 1 月中旬にかけて、静岡県および埼玉県の大学生 154 名を対象として行った。大学生を対象として用いたのは、年幼児や児童は成人と比べ、既有的の知識量が少ないため、うまく認知的操作を行えないことが指摘されているからである^{16) 17)}。被験者は、線形ハイパートレールを与えられる被験者（実験群 A：54 名）、非線形ハイパートレールを与えられる被験者（実験群 B：53 名）、そしてハイパートレールを与えられない被験者（統制群：47 名）の 3 群に無作為に割り当てた。

(1) 実験の手続き

実験に先立ち、ハイパーメディアとハイパートレールの操作方法、そして、学習成果の測定用具である意味ネットワークの作成方法を説明するとともに、処遇前の知識の構成を測定する事前意味ネットワークを作成させた。この事前意味ネットワークの記述量により、被験者は先有知識の少ない知識低群と先有知識の多い知識高群とに分けられた。ついで、ハイパートレールを使って学習をさせ、最後に処遇後の知識の構成を測定する事後意味ネットワークを作成させた。以下、図 1 に実験手続きの概略を示す。

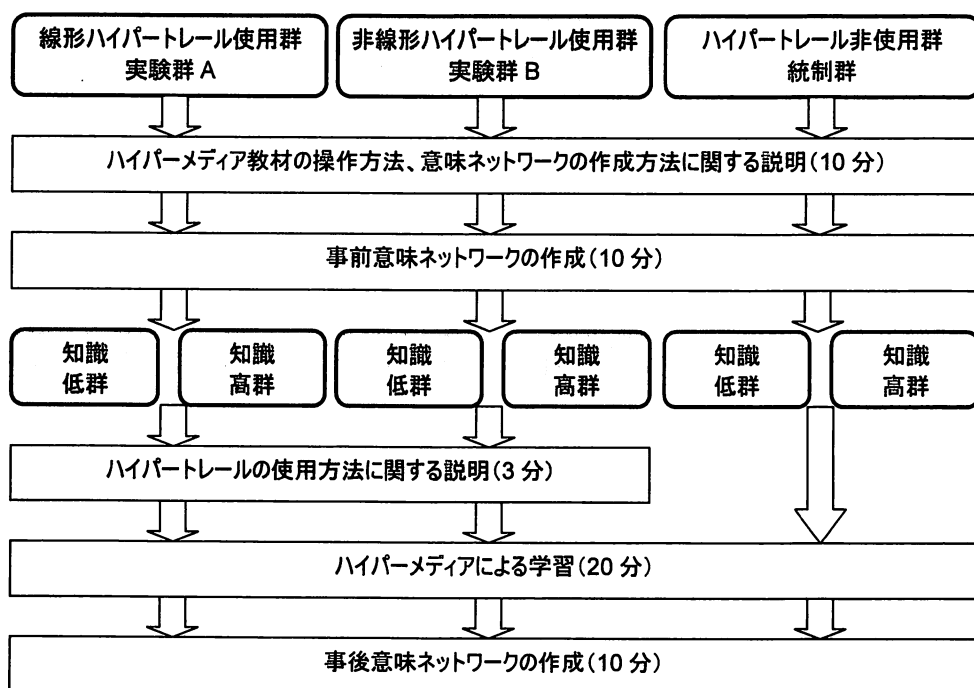


図 1 実験手続きの概略

(2) 実験用ハイパーメディア教材「8つの惑星」

本研究では実験用教材として、昨年度に実施した先行研究に引き続き、太陽系の惑星を概説するハイパーメディア教材「8つの惑星」を用いた。本研究の目的変数である知識の構成、すなわち、知識の拡がりの度合いを問う「知識の拡大」と、知識のまとまりの度合いを問う「知識の統合」とをみることのできるものという観点から、ある程度の広さを持ち、体系化された学習テーマとして、太陽系の惑星という題材を選定した。実験用教材を用いた学習では、学習者は好きな内容を手当たり次第に見ていくことも可能であり、また、「惑星にまつわる神話」など、特定のテーマに沿って学習することも可能である。

ここでは、実験群に合わせ、線形ハイパートレールを含む教材、非線形ハイパートレールを含むもの、ハイパートレールを含まないもの、3種類の教材を用意した。

(3) ハイパートレール

本研究では、被験者がハイパーメディアの概略を把握するのを助ける認知ツールとして、線形ハイパートレールと非線形ハイパートレール、2種類のハイパートレールを用意した。

線形ハイパートレールとは、特定のテーマに沿って一元化されたノードの配列である。ここでは、「惑星の分類」、「惑星にまつわる神話」、「惑星の探索」の3つの線形ハイパートレールを用意した。線形ハイパートレールを活用することで、学習者は一定の順序で配置された教材情報の一部を順次、参照できる。例えば、「惑星にまつわる神話」線形ハイパートレールを参照する学習者は、ウラヌス、ガイア、クロノス（サターン）、レア、ハーデス（プルート）、ポセイドン（ネプチューン）、ゼウス（ジュピター）、アポロン、アフロディーテ（ヴィーナス）、アレス（マルス）、アルテミスの順で、太陽系の惑星や衛星に関連した神話に関する情報を系統的に参照できる。

非線形ハイパートレールとは、特定のテーマに沿った多次元のノードの配列である。ここでは、線形ハイパートレールと同様、「惑星の分類」、「惑星にまつわる神話」、「惑星の探索」の3つの非線形ハイパートレールを用意した。非線形ハイパートレールを使うことで、学習者は教材情報の概略を自身の興味に沿って参照できる。「惑星にまつわる神話」非線形ハイパートレールを参照する学習者は、例えばクロノスやレアに関する情報を参照した後、その子どもであるハーデス（プルート）を見るか、ポセイドン（ネプチューン）を見るか、ゼウス（ジュピター）を見るかを選択し、参照する。同様に、ゼウスを参照した後にゼウスと関わりのあった女神等の中から見たいものを選択し、学習できる。

なお、どちらのハイパートレールにも、教材のトップページに戻るためのリンクを付した。そうすることで、好きな時にハイパートレールを離れて教材に戻れるようにした。

(4) 学習活動の測定用具「意味ネットワーク」

本研究では、学習者が「思いのままに」獲得した知識や、そのまとめ方を表象する手段として、概念を「ノード」によって、概念間の関係を「リンク」によって図示する意味ネットワークを用いる。ここでは、中央に「惑星」という単語を配し、「太陽系の惑星」に関する単語を追加して単語間の関係性をリンクで結ぶことによって完成させる形式をとった。

(5) 知識構造の変容に関して

a. 「知識の拡大」に関して

ここで述べる「知識の拡大」とは、精緻化の認知的符号化操作によってもたらされる知識構造の変容を表わす概念である。精緻化によって新たな知識の獲得や生成は促され、元の知識構造が広がる。本研究では、学習者が処遇に先立って作成した意味ネットワークに記したノード数を基準として（これを、「事前の知識の広さ」と呼ぶ）、処遇を受けたのちにどれだけノード数が増えたかによって、「知識の拡大幅度」を測定する。以下に、操作的な定義による算出式を示す。

$$(\text{事後の知識の広さ}) - (\text{事前の知識の広さ}) = \text{処遇による「知識の拡大幅度」}$$

b. 「知識の統合」に関して

「知識の統合」は、被験者が作成した意味ネットワークに記したリンク数を基準に測定する。しかし、リンク数のみを扱うと、どれだけのノードに対してそのリンクが貼られているかということを吟味していないという問題が浮かび上がる。そこで、本研究では、学習者の貼ったリンク数と記述可能なリンク数との比較から「知識の統合度」を測ることとする。以下に、操作的な定義による算出式を示す。

$$(\text{記述ノード数}) \times (\text{記述リンク数} / \text{記述可能なリンク数}) \times 100 = \text{「知識の統合度」}$$

また、上記の式によって得られた学習者の処遇に先立つ「知識の統合度」を基準として、処遇を受けた後にどれだけ「知識の統合度」が高まったかによって、「知識の統合度」の変化を測定する。すなわち、処遇による「知識の統合度」の変容は以下に示される。

$$(\text{事後の知識の統合度}) - (\text{事前の知識の統合度}) = \text{処遇による「知識の統合度」}$$

4. 研究の結果と分析

実験の結果、得られた 154 のデータのうち、データが不十分で分析に適さないものは特になかった。よって、以降この 154 のデータについて分析を行なう。

(1) 被験者の等質性の検定

被験者の等質性を検証するために、事前の「知識の広さ」および「知識の統合度」に関する定義式に基づき、学習者が処遇に先立って作成した意味ネットワークに記述したノードの数によって被験者を知識低群と知識高群とに分けた上で、分散分析によって群間比較を行った。結果、事前の「知識の広さ」および「知識の統合度」について、知識低群、知識高群ともに、実験群と統制群との間に有意差はみられなかった（表 1～4 参照）。このことから、処遇に先立つ被験者の等質性は保証されたといえる。

表 1 事前の「知識の広さ」についての分散分析（知識低群）

要因	変動	自由度	分散	F 値	P
条件	2.265	2	1.13	.24	0.79
誤差	340.933	73	4.67		
全体	343.197	75			

表 2 事前の「知識の統合度」についての分析（知識低群）

要 因	変動	自由度	分散	F 値	P
条 件	1.31	2	0.65	.02	0.98
誤 差	3092.43	73	42.36		
全 体	3093.74	75			

表 3 事前の「知識の広さ」についての分散分析（知識高群）

要 因	変動	自由度	分散	F 値	P
条 件	0.832	2	0.42	0.07	0.93
誤 差	462.155	75	6.16		
全 体	462.987	77			

表 4 事前の「知識の統合度」についての分散分析（知識高群）

要 因	変動	自由度	分散	F 値	P
条 件	20.53	2	10.26	0.51	0.60
誤 差	1515.86	75	20.21		
全 体	1536.38	77			

(2) ハイパートレールの効果の検証

a. 「知識の拡大」に関して

ハイパートレール使用群と非使用群の「知識の拡大度」の平均値の t 検定（両側）を行うことにより、先有知識の多寡に対応したハイパートレールの効果を検証した（表 5～8 参照）。結果、処遇に先立つ先有知識の少なかった知識低群については、非線形ハイパートレールを用いた場合には「知識の拡大度」の得点が統制群と比べて有意に高かったが、線形ハイパートレールを用いた場合には統制群の「知識の拡大度」との間には有意差はみられなかった。一方、処遇前の知識の多かった知識高群については、非線形ハイパートレールを用いた場合には「知識の拡大度」が有意に大きかったが、線形ハイパートレールを用いた場合には「知識の拡大度」が有意に抑制された。

表 5 「知識の拡大度」についての t 検定（知識低群：線形ハイパートレール使用群－統制群）

	n	平均値	分散	自由度	t 値	P
実験群 A	26	9.77	22.02	44	1.60	.12
統制群	24	7.96	10.39			

表 6 「知識の拡大度」についての t 検定（知識低群：非線形ハイパートレール使用群－統制群）

	n	平均値	分散	自由度	t 値	P
実験群 B	26	13.73	29.08	41	4.63	$p<.01$
統制群	24	7.96	10.39			

表 7 「知識の拡大度」についての t 検定（知識高群：線形ハイパートレール使用群－統制群）

	n	平均値	分散	自由度	t 値	P
実験群 A	28	4.93	5.99	41	2.17	$p<.05$
統制群	23	6.70	10.31			

表 8 「知識の拡大度」についての t 検定（知識高群：非線形ハイパートレール使用群－統制群）

	n	平均値	分散	自由度	t 値	P
実験群 B	27	14.70	26.29	44	6.72	$p<.01$
統制群	23	6.70	10.31			

b. 「知識の統合」に関して

ハイパートレール使用群と非使用群の「知識の統合度」の平均値の t 検定（両側）を行うことにより、先有知識の多寡に対応したハイパートレールの効果を検証した（表 9～12 参照）。結果、知識低群については、線形ハイパートレールを用いた場合には「知識の統合度」の得点が統制群と比べて有意に高かったが、非線形ハイパートレールを用いた場合には統制群の「知識の統合度」得点よりも有意に低かった。一方、知識高群については、線形ハイパートレール、非線形ハイパートレール、どちらを用いた場合にも「知識の統合度」が統制群よりも有意に大きかった。

表 9 「知識の統合度」についての t 検定（知識低群：線形ハイパートレール使用群－統制群）

	n	平均値	分散	自由度	t 値	P
実験群 A	26	11.80	41.35	45	5.32	$p<.01$
統制群	24	3.48	20.44			

表 10 「知識の統合度」についての t 検定（知識低群：非線形ハイパートレール使用群－統制群）

	n	平均値	分散	自由度	t 値	P
実験群 B	26	-0.40	46.67	44	2.38	$p<.05$
統制群	24	3.48	20.44			

表 11 「知識の統合度」についての t 検定（知識高群：線形ハイパートレール使用群－統制群）

	n	平均値	分散	自由度	t 値	P
実験群 A	28	11.19	44.84	47	4.55	$p<.01$
統制群	23	4.06	19.77			

表 12 「知識の統合度」についての t 検定（知識高群：非線形ハイパートレール使用群－統制群）

	n	平均値	分散	自由度	t 値	P
実験群 B	27	8.45	37.70	47	2.92	$p<.05$
統制群	23	4.06	19.77			

5. 研究の考察と今後の課題

本研究は、大学生のハイパーメディアによる学習において、線形ハイパートレールと非線形ハイパートレール、それぞれが知識構造の異なる学習者の知識構成に対して、どのような効果を及ぼすのかを明らかにすることを目的として行われた。

本研究で示した仮説 2～4 が支持されたことにより、教材情報が一次元化された線形ハイパートレールを活用することで、ハイパーメディア空間のコンテキストの例に沿って知識を統合することができる可能性が先行研究に引き続き再確認された。また、教材情報が多次元化された非線形ハイパートレールを活用することで、先有知識を教材のコンテキストに沿って拡大できる可能性が再確認された。

仮説 1、2 の検証結果から、先有知識の少ない学習者は、線形ハイパートレールを用いることで、知識にまとまりをもたせられることが示唆された。知識の少ない学習者にとって、線形ハイパートレールは新しく入ってきた情報を知識体系に留めて組み込む係留地の役割を果たしているものと予想される。一方で、情報を留める係留地の少ない学習者は、非線形ハイパートレールを与えられると、知識を上手くまとめることができずに認知エンタロピーが増してしまうものと考えられる。

仮説 3、4 の検証結果から、先有知識の多い学習者は、非線形ハイパートレールを用いることで、知識にまとまりを持たせつつ、知識を上げられることが示唆された。知識の多い学習者は、新たに入ってきた情報を知識体系に留めて組み込む係留地が多い。そのため、系統性の低い情報を思いに任せて取り入れたとしても、その情報を既存の知識体系のどこかしらに関連付けられ、まとまりを持たせることができるものと予想される。

本研究の結果から、学習者の先有知識の多寡に応じたハイパートレールが存在することが示唆された。これにより、学習者の知識量や学習段階に応じて、学習者支援の方策が規定されることが示された。例えば、ハイパーメディアを利用した自己制御学習の初期の段階においては、チュートリアル等の線形ハイパートレールを提示することで必要最低限の知識の定着を図りつつ知識の構造化を図り、学習が進んできたら多次元化された非線形ハイパートレールを提示することで知識をまとめつつ広げることを促すことが考えられる。

本研究では、ハイパートレールをその構造から線形ハイパートレールと非線形ハイパートレールとに二分し、それぞれの効果を検証した。ホーン¹⁸⁾によれば、ハイパートレールは構造だけでなく、内容によっても、重要度の高い内容、教材の概要、学習者の関心の高そうな内容、用例などの四種類に分類される。今後の課題として、ハイパートレールの提示する情報内容の相違がもたらす効果を検証することが求められる。そうすることで、どのような学習者に、何を目的として、どのようなハイパートレールを与えることで、どのような学習成果が得られるかというハイパートレールの影響に関するメカニズムがより明確になると思われる。

謝辞

本研究は、科学研究費補助金（若手研究（B）研究課題「知識構造の相違に対応したハイパートレールの構成に関する実験的研究」課題番号 22700828、平成 22 年度～24 年度）の援助を受けて実施したものであり、ここに謹んで感謝の意を添えます。

＜引用および参考文献＞

- 1) Jonassen, D. H. Designing Structured Hypertext and Structuring Access to Hypertext. *Educational Technology*, 28, 11, 1988, 13-16.
- 2) 山王丸浩子「ハイパーメディアの教育利用におけるナビゲーション・ツール研究の展開」『教育研究』 40, 1998, pp.167-194.
- 3) ロバート・E・ホーン著、松原光治監訳『ハイパーテキスト情報整理学－構造的コンテンツ作成のすすめ』日経 BP 社、2005.
- 4) 前掲書 3)
- 5) 吉田広毅「ハイパートレールが知識の構成に及ぼす効果に関する実験的研究」『日本生涯教育学会論集・33』2011, pp.13-22.
- 6) Ausubel, D. P. (1960). The Use of Advance Organizers in the Learning and Retention of Meaningful Verbal Material. *Journal of Educational Psychology*. 51, 5, 267-272.
- 7) Craik, F. I. M., & Lockhart, R. S. Level of Processing: A Framework for Memory Research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 12, 1972, pp.599-607.
- 8) 前掲書 5)
- 9) Alexander, P. A., Kulikowich, J. M., & Jetton, T. L. (1994) The role of subject-matter knowledge and interest in the processing of linear and nonlinear texts. *Review of Educational Research*, 64, 1994, pp. 201-252
- 10) Last, D. A., O'Donnell, A. M., & Kelly A. E. The Effects of Prior Knowledge and Goal Strength on the use of Hypermedia. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 2001, 10, 3-25.
- 11) McDonald, S., & Stevenson, R.J. The effects of text structure and prior knowledge of the learner on navigation in hypertext. *Human Factors*, 40, 1998, pp.18 -27.
- 12) Chen, S.Y. A cognitive model for non-linear learning in hypermedia programmes. *British Journal of Educational Technology*, 33, 2002, pp.449-460.
- 13) Ghinea, G. & Chen, S. Y. The impact of cognitive styles on perceptual distributed multimedia quality. *British Journal of Educational Technology*. 34, 2003, pp.393-406.
- 14) Mitchell, T. J. F., Chen, S. Y., & Macredie, R. D. (2005). Hypermedia learning and prior knowledge: domain expertise vs. system expertise. *Journal of Computer Assisted Learning*, vol 21, no. 1, 2005, pp. 53-64.
- 15) McDonald, S., & Stevenson, R.J. Navigation in hyperspace: an evaluation of the effects of navigational tools and subject matter expertise on browsing and information retrieval in hypertext. *Interacting with Computers*, 10, 1998, 129-142.
- 16) Yussen, S. E., Gagné, E. D., Garguilo, R., & Kunen, S. (1974). The Distinction between Perceiving and Memorizing in Elementary School Children. *Child Development*, 45, 547-551.
- 17) Beuhring, T. (1980). Developmental differences in elaboration: A metamemory explanation. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, 16.
- 18) 前掲書 3)