

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 13 日現在

機関番号：33801
 研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2010～2012
 課題番号：22700828
 研究課題名（和文） 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
 研究課題名（英文） An Experimental Study on the Structure of Hypertrails: With Focus on the Interaction with Learners' Knowledge Structure
 研究代表者
 吉田 広毅（YOSHIDA HIROKI）
 常葉大学・教育学部・准教授
 研究者番号：40350897

研究成果の概要（和文）：本研究では、ハイパーメディアによる学習において、直線的なハイパートレールと非直線的なハイパートレールがそれぞれ、どのような知識構造を有する学習者の学習を助けるのかを検証した。結果、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された。しかし、知識の少ない学習者は、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られない可能性が示唆された。一方で、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、知識を広げられることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：The effectiveness of linear hypertrails and non-linear hypertrails in hypermedia-based learning were examined in this study. The results of the study suggest that learners with little knowledge could organize their knowledge using a linear hypertrail, but they cannot organize their knowledge if they use a non-linear hypertrail. On the other hand, learners with more knowledge could organize and broaden their knowledge by using a non-linear hypertrail.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011 年度	600,000	180,000	780,000
2012 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,100,000	630,000	2,730,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育、教育工学・教育工学

キーワード：ハイパートレール、ハイパーメディア、ユーザビリティ、知識構造、自律学習、認知ツール、ICT活用教育

1. 研究開始当初の背景

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見つけ、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、学習者は考えのおもむくままに「情報の海」を航海できる。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。しかし一方で、学習の自由度が高まると、相対的に学習者の認知的負担が高まることが Conklin (1987, *Hypertext: An introduction and survey. IEEE Computer*) や Rosseli (1991; *Control of user disorientation in hypertext systems. Educational Technology*) 等の研究によって指摘されている。これにより、学習者が、ハイパーメディア空間内にどのような情報が含まれているかを掴むことができないために、自分がどのような情報を参照したいのかが分からないという問題が生じる可能性がある。つまり、情報の概略を把握することができず、学習が進行しないという問題である (Van-Dam, 1994; *Electronic books and interactive illustrations. presentation at Electronic Book Technologies, Inc.*)。

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、どのノードが自分にとって必要性の高い重要なもので、どのノードが必要性の低いものなのかを学習者が理解できないことがある。そこで、マルチメディアの構成を工夫して学習者にかかる認知的負担を軽減する、ハイパートレールやナビゲーションの課題が浮かび上がってくる。情報が直線的に配置され、目次や索引、しおりによって現在位置を全体の中で捉えられる書籍などとは異なり、マルチメディア空間内では情報が互いに複雑に関連しあっているため、学習者が自分の現在位置を把握するのは難しい。そのため、学習者が「情報の海」で迷子にならないよう、ハイパートレールなど、ハイパーメディアによる学習を支援する認知ツールを用意する必要がある。

ハイパートレールとは、認知ツールのひとつであり、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る。これは、情報構造が複雑なマルチメディア空間に、特定のテーマに沿ったひとつの道筋を与えることができ、これに従って進めば、その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になる。学習者はハイパートレールなどの認知ツールを与えられることにより、システム内での移動の仕方や経路、情報の収集の仕方

やそのまとめ方など、ハイパーメディアによる学習で負う認知的負担を軽くすることができる (Horn, 1990; *Mapping Hypertext: The Analysis, Organization, and Display of Knowledge for the Next Generation of On-Line Text and Graphics. Lexington Institute Press.*)。

しかし、ハイパートレールに関しては、開発者が用途に応じて開発してきたというのが現状である。そのため、ハイパートレールがどのような学習成果を生むのかというハイパートレールの影響に関するメカニズムは、まだほとんど解明されていない。そこで、ハイパートレールの効果について、学習者や課題の性質も含めて吟味する必要があると考えられる。本研究では学習者要因として、学習者の既有知識の多寡、すなわち学習者の既存の知識構造を取り上げ、ハイパートレールの効果を検証することとした。

2. 研究の目的

本研究の目的は、ハイパーメディアのような学習者制御の学習において、学習者の知識構造に対応したハイパートレールの存在を明らかにすることであった。

具体的には、実験を実施した第2年度には、ハイパーメディアによる学習において、ハイパートレールが知識の構成に及ぼす効果を明らかにすることを目的として研究を行った。その上で、目指す知識構成に応じて、与えるべきハイパートレールの種類が規定されることを明らかにすることを目指した。つまり、課題と処遇の交互作用の観点から、ハイパートレールの効果を捉えた。

最終年度には、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を目的として研究を行った。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。

3. 研究の方法

(1) 研究目的を達成すべく、初年度には、実験教材として平成16年に開発したハイパーメディア教材「太陽系の8惑星」に実装する認知ツール、ハイパートレールを開発した。なお、実験教材「太陽系の8惑星」は、三次元的な構造を持つ人間の思考に対応すべく、スタック(教材ページ)をマトリックス型に構成し(e.g. 各惑星の神話に関するスタック)、それらスタックをまた垂直に組み合わせ

るという、いわば入り子型三次元マトリックス構造の構成技法により作成した教材である。この教材に実装するハイパートレールの開発は、①開発に関わる諸条件の整理：1ヶ月（平成22年4月）、②開発の基本方針の検討：1ヶ月（5月）、③関連資料の収集と編集：2ヶ月（6～7月）、④構成の検討：2ヶ月（8～9月）、⑤ハイパートレール教材の制作：3ヶ月（10～12月）、⑥形成的評価と仕様の改善：2ヶ月（2～3月）という段階で行った。教材開発は、研究代表者と研究協力者2名、補助員1名との計4名でチームを組み、行った。

(2) 第2年度には、ハイパートレールが学習者の認知的負担を軽減しうるか否かという問題を扱った。すなわち、ハイパートレールが、学習者が知識を獲得し、知識体系を再構造化する手助けとなることを検証した。これにより、ハイパーメディアによる学習において、学習者に対してハイパートレールを与えることが、知識構造の変容という学習効果を高めるためには必要であることを明らかにした。

実験は、大学生74名を対象として行った。被験者は、線形ハイパートレールを与えられる被験者24名、非線形ハイパートレールを与えられる被験者25名、そしてハイパートレールを与えられない被験者25名の3群に無作為に割り当てた。

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についての説明を行うとともに、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。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。

(3) 最終年度には、ハイパートレールがどのような知識構造を持つ学習者をいかに援助しうるかという問題を扱った。すなわち、学習者の既存の知識の多寡によって、ある特定化されたハイパートレールが効果的に働くことを検証した。これにより、学習者の知識構造の相違によって、与えるべきハイパートレールが規定されることを明らかにした。

実験は、大学生154名を対象として行った。被験者は、線形ハイパートレールを与えられる被験者54名、非線形ハイパートレールを与えられる被験者53名、そしてハイパートレールを与えられない被験者47名の3群に無作為に割り当てた。

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。

(4) 研究結果の妥当性と信頼性を保つために、結果に関わる重要な要因として、学習者要因、ハイパートレールに関する要因、そして教材内容に関する要因を統制し、実験群間でのこれらの要因の等質性を保つことに努めた。また、被験者として、知識の獲得や関連付けなどの認知的スキルが十分に発達していない年少者を用いるのは適切であるとはいえないため、ここでは大学生を用いた。

学習成果の評価方法について、本研究では、非直線的な構造のハイパーメディア教材を用いた、学習者が学習の目標・内容・方法などを決定する学習者制御の学習を実施した。よって、学習成果の検証方法として、学習者が「思いのままに」獲得した知識や、そのまとめ方を反映し得る方法が必要となった。そこで、本研究では、学習者の知識構造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た。また、学習成果を「知識の構成」に対する促進効果の側面から捉え、事前・事後の学習者の知識構造を意味ネットワークのノード数、およびリンク数の比較という定量的な方法によって検証した。これにより、被験者がハイパーメディアによりどのような知識を獲得し、それをもとに知識を構造化したかを明らかにした。

4. 研究成果

(1) 研究初年度には、実験用教材に実装するハイパートレールを開発した。ハイパートレールは、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必須情報ハイパートレール、分類ハイパートレール、時系列ハイパートレール、地理ハイパートレール、プロジェクト・ハイパートレール、構造ハイパートレール、判断ハイパートレール、定義ハイパートレールの8つに分類できる。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した。その際に、ハイパートレールの構成の違いだけが学習成果に影響することを保証すべく、ハイパートレールで提示する教材情報は統制した。

(2) 第2年度には、ハイパーメディアによる学習において、知識の構成に応じたハイパートレールの種類が規定されることを明らかにすることを目的として研究を行った。つまり、課題処遇交互作用の観点から、ハイパートレールの効果が捉えられた。

研究の結果から、学習者は教材情報が一次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。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広げることができることが示唆された。

(3) 最終年度には、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研究を実施した。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、認知エンタ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広げられることが示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計3件)

- ① Hiroki Yoshida. “A Study of the Emerging Needs for In-service Teacher Training Courses for ICT Integration” INTED 2013 Proceedings. 査読有. 第7巻. 2012年 pp. 3822-3827.
- ② Hiroki Yoshida. “The Impact of Online Tutoring in Blended Learning In-service

Training” INTED 2013 Proceedings. 査読有. 第7巻. 2012年 pp. 3828-3837.

- ③ 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研究」『日本生涯教育学会論集』. 査読有. 第33号. 2012年. pp. 13-22.

[学会発表] (計5件)

- ① Hiroki Yoshida. “A Study of the Emerging Needs for In-service Teacher Training Courses for ICT Integration” INTED 2013. 2013年3月4日. スペイン・バレンシア・メリアホテル
- ② Hiroki Yoshida. “The Impact of Online Tutoring in Blended Learning In-service Training” INTED 2013. 2013年3月4日. スペイン・バレンシア・メリアホテル
- ③ 吉田広毅. 「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研究」日本生涯教育学会. 2012年11月10日. 国立教育政策研究所社会教育実践研究センター
- ④ 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研究」日本生涯教育学会. 2011年11月5日. 国立教育政策研究所社会教育実践研究センター
- ⑤ Hiroki Yoshida, Akira Nakayama, Niel Heffernan: “The Effectiveness of Nintendo DS on Japanese EFL Learners” American Association for Applied Linguistics. 2011年3月28日. 米国・シカゴ・シェラトンホテル

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉田 広毅 (YOSHIDA HIROKI)
常葉大学・教育学部・准教授
研究者番号：40350897