

# 適応型e-Learningコンテンツの系列化手法

## An Adaptive Sequencing Method of the Contents on e-Learning

永田奈央美<sup>†</sup>

Naomi Nagata<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 静岡産業大学 情報学部

<sup>†</sup> School of Information Studies, Shizuoka Sangyo University

### 要旨

本研究では、教育工学的学習理論と認知言語学的意味論に基づき、e-Learningコンテンツの系列化手法を探究している。e-Learningコンテンツで用いられている表象手段の“意味的關係性”を明らかにし、シナジー効果を高めることを追究した。それによって、学習者からみた理解のしやすさの展開を基に、フレームの特徴による系列パターンを抽出した。一方、学習者の個人差要因として学習スタイルを分析した。本稿では、系列パターンと学習スタイルの關係性を追究し、適応型e-Learningコンテンツの系列化手法について論考する。

## 1. はじめに

インターネット・Web技術の発展に伴い、自立的学習を促進する教育情報システムとしてe-Learningが展開されている。e-Learningの研究は、技術面と教育面からなされている。技術面には、LMS(学習管理システム)やオーサリング、メンタリングの機能追求の研究がある。一方、教育面には、ID(Instructional Design)、LD(Learning Design)、品質保証に関する研究がある。これらの研究は、教授・学習過程をマクロの視野で捉えており、具体的なコンテンツ構成法は見出されていない[1]。

本研究は、学習者の概念理解を高めるためのコンテンツ構成法を追究することが目的である。そのため、図と文章の意味的關係性を観点として、コンテンツの系列パターンを抽出する。さらに、系列パターンに対する学習効果を測定し、効果的な系列化手法を検討する。一方、学習者の個人差に適応したコンテンツ構成法を追究するために、個人差要因として“学習スタイル”を取り上げる。系列パターンと学習スタイルとの關係を分析し、学習者の個人差に適応したコンテンツの系列化手法を提案する。

## 2. コンテンツの系列パターンの抽出

e-Learningコンテンツはデータベース化されており、Learning Object (LO)として取り扱われている。Learning Object (LO)とは、コンテンツを構成する基本単位を示す。コンテンツを各章ごとに独立させ、Learning Object (LO)としてパッケージ化することで、学習者が独自に必要なコンテンツを選択し、e-Learningを受講することができる[2]。このようにLearning Object (LO)をライブラリ化することで、学習者のニーズや個人差に合わせてコンテンツを系列化することができる[3]。Millar, D.W.による“マジカルナンバー7±2”の理論(短期記憶の容量は7±2チャンク)[4]を基に、Learning Object (LO)は、5から9のフレームを系列化させ、一つの節を構成している。さらに節単位のフレーム系列が繋がり、一つのコンテンツが構造化されている。本研究では、フレームの中で用いられている図の特性、図と文章の意味的關係性を観点として、コンテンツの系列パターンを抽出する。

### 2.1. 図の特性

図は、文章内容を客体化し、理解の認知的負荷を軽減できる。特に、情報の科学技術的分野では、事物の原理や仕組み、機能、構造、振る舞いを説明するためにフレームの中で図が用いられる。本研究では、図が用いられている108のコンテンツを分析し、図の特性を次の4つに分類した。すなわち、順序関係と因果関係を示す「連結図」、対比関係と上下関係を示す「配列図」、包含関係と隣接関係を示す「領域図」、位置関係を示す「座標図」とした[5]。

## 2.2. 図と文章の意味的関係性

2.1 節と同様に、図と文章の意味的関係性について認知言語学的意味論の観点から分析し、次の4つに分類した。すなわち、文章内容の一部の例として表現している関係を「例示」、文章内容の同一内容を表現している関係を「複写」、文章では不足している部分を補って表現している関係を「補充」、文章内容を集約化・具体化して表現している関係を「凝縮」とした。

## 2.3. 直感的理解度の順序性

2.1 節で示した4つの“図の特性”と、2.2 節で示した4つの“図と文章の意味的関係性”の直感的理解度(細部を精査することなしに一目で内容や関係性を判断できる度合)の順序づけを試みた。すなわち、順序性を有したカテゴリ尺度を設け、2次元の座標系を設定することを目的とした。そこで、X軸となる“図の特性”と、Y軸となる“図と文章の意味的関係性”の直感的理解度の順序性を求めるために予備調査を2回行った。予備調査1の被験者(138名)と予備調査2の被験者(10名)は重複しないよう考慮した。予備調査の方法は、認知心理学の感性テスト測定法を参照し、曖昧な表現の質問項目10(例：図/表は、どのような特徴を持ったものかを一見して分かりましたか)を設定した。質問項目に対して、被験者に5段階評価させ、直観的理解度の順序性を求めた。予備調査1と予備調査2の分析結果より、図の特性の順序性は、連結図、配列図、領域図、座標図の順であった。同様に、図と文章の意味的関係性の順序性は、例示、複写、補充、凝縮の順であった。

## 2.4. コンテンツ特徴チャート

以上をもとに表1に示すコンテンツ特徴チャートを設計した。フレーム(F1,F2…Fn)の中で用いられている図と、図と文章の意味的関係性として対応するものに☑を記入するよう設計した。尚、分析対象のコンテンツのフレーム数は120(F1からF120)であった。

表1 コンテンツ特徴チャート

		項目名	関係性	例	標準項目	F1	F2	F3	F4
図の特徴	1	連結図	順序関係		流れ図				
		因果関係		システム構成図	要素群を結んで関係性を示している				
	2	配列図	対比関係		相関表			☑	
		上下関係		行列表	配置による関係性がある				
3	領域図	包含関係		ベン図	要素群を囲んで関係性を示している			☑	☑
	隣接関係								
図と文章の意味的関係性	1	例示	例示関係						☑
	2	複写	複写関係				☑	☑	
	3	補充	補充関係						
	4	凝縮	凝縮関係						

## 2.5. フレームの特徴による系列パターンの抽出

フレームが持つ図と文章の意味的関係性を系列的に捉えることを試みた。そこで、表1のコンテンツ特徴チャートで分析したフレームの特徴と、2.3 節で抽出した直感的理解度の順序性を基に、系列パターンを抽出した。2.3 節で求めた順序性を利用しX軸は連結図、配列図、領域図、座標図の順に、Y軸は例示、複写、補充、凝縮の順に順序性を有したカテゴリ尺度を設け2次元の座標軸を設定した。フレームに図がない場合はプロットをしない。図がある場合は、まずX軸の位置を決定し続いてY軸の位置を決定する。フレームノード( **Fi** )をX軸とY軸の交点にプロットする。この手続きを節単位の最終フレームまで繰り返し行い、ノード間を系列に沿ってリンクしパターンを抽出する。ここで述べた手続きを図1-aのフローチャートに示す。コンテンツを構成するフレームに対してこの手続きを行うと、図1-bのようなフレームの特徴に基づく系列パターンを抽出することができる。

分析対象とする108のコンテンツから抽出された系列パターンを分類した。図を一つも用いていない

パターンは3あり、ここで除外した。そして、カテゴリ尺度の順序性に対する展開の仕方に着目し、次の3つに分類した。すなわち、カテゴリ尺度の順序性に伴って展開している順向型(図2-a)、その逆の展開をしている逆向型(図2-b)、座標軸上で螺旋を描くように展開している螺旋型(図2-c)とした。3パターンの代表的な例をそれぞれ図2-a, b, cに示す。分析対象としたコンテンツでは、順向型が41、逆向型が38、螺旋型が27抽出された。

3つの系列パターン(順向型、逆向型、螺旋型)ごとに理解度確認テストの平均点を比較分析した。最も平均点の高いのは順向型であり、87.2点であった。カテゴリ尺度の順序性に伴って展開する系列パターンは、理解度を高めることが示唆された。逆向型の平均は63.8点であり、螺旋型の平均は52.3点であった。1要因3水準の分散分析を行った結果、有意な差がみられた( $F(2,514)=49.4, p<.05$ )。

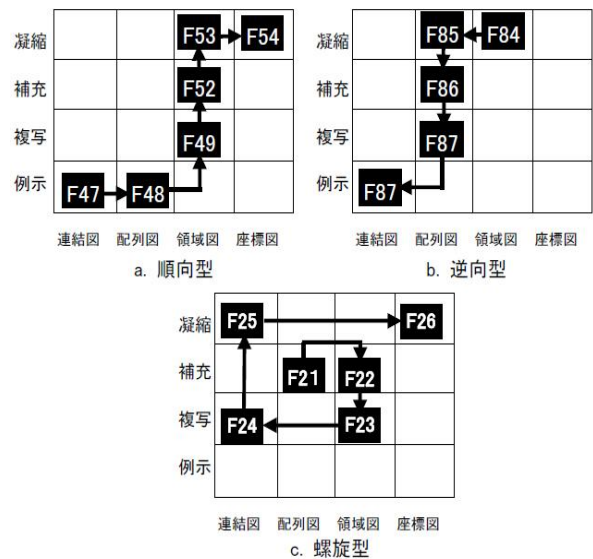
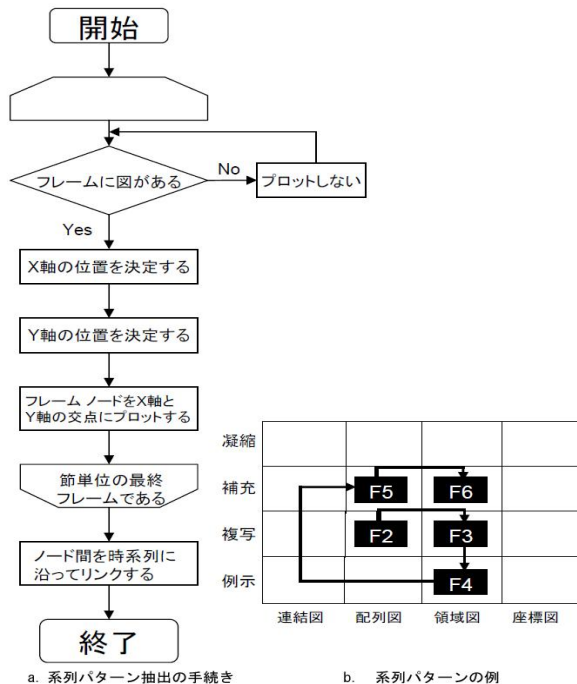


図1 フレームの特徴における系列パターンの抽出法

図2 抽出された系列パターンの例

### 3. 学習スタイル

学習者の個人差要因として学習スタイルを測定し、学習行動特性との関係进行分析する。学習スタイル(Learning Style)とは「学習の際に好んで用いる認知活動、学習活動の様式・方法」である[6]。学習スタイルの研究は、既に1960年代からなされており、現在では様々な学習スタイル理論が提唱されている。その中で岸の学習スタイル[7]は、認知的側面から学習の振る舞い方を分析しており、授業内容に関する事前知識の有無とは独立した主張をしている。また、統計学の因子分析により、客観性が保証されている。そのため本研究では、岸の学習スタイルに拠った。この学習スタイルは、46の質問項目に対して、学習者に4段階の評価尺度を求めさせる。4因子のスタイルのいずれかにあてはまるよう設定されている。思慮深く分析することが好きなスタイルを「熟慮分析型」、自己主張的で分析することが好きなスタイルを「独立分析型」、行動派で解決案を一つずつ試みるスタイルを「試行錯誤型」、自分の考え方や仮説の妥当性を吟味し批判しながら考え方を進めるスタイルを「内観思考型」と分類している。被験者に対して、学習スタイルを測定した。その結果、「独立分析型」が74名、「熟慮分析型」が73名、「試行錯誤型」が58名、「内観思考型」が39名抽出された。

#### 3.1. 学習スタイルと学習行動特性の

学習スタイルと学習行動特性の関係を分析した。e-Learning公開期間の17週を週単位とし、それに対する学習者のアクセス回数を学習スタイル群ごとに分析した。その結果、学習スタイルの違いにより、

学習行動特性へ変化がみられた。「熟慮分析型」は、後半の週に集中学習を行っていた。「独立分析型」は短期間の集中学習を繰り返す傾向があった。「試行錯誤型」は各週において平均 0.94 回しかアクセスしておらず、自主的学習がなされていなかった。「内観思考型」はコンスタントにアクセスを分散させながら学習していた。

### 3.2. 学習スタイルに適応した系列化手法

学習スタイル群ごと理解度確認テスト(単語/数値入力式の計 82 問)の平均点を比較分析した。最も平均点の高いのは「内観思考型」であり、平均は 92.3 点であった。この学習スタイルの学習者は、コンスタントに取組み、期限内に全てのコンテンツが学習されていた。「熟慮分析型」と「内観思考型」は、共に集中学習期間が見受けられた。平均は、84.9 点及び 82.7 点とほぼ同様の結果であった。「試行錯誤型」は、コンテンツの未学習が多かったため、平均は 24.2 点と他群に比べて低かった。これらにおいて、1 要因 4 水準の分散分析を行った結果、有意な差がみられた( $F(3,241)=41.9, p<.01$ )。

2 章で抽出した系列パターンに対する理解度確認テストの結果を学習スタイル群ごと比較分析した。その結果、「試行錯誤型」を除いた 3 つの学習スタイル群が一致して、順向型、逆向型、螺旋型の順に平均点が高かった。系列パターン間の有意差を比較すると、学習スタイルの違いによって差異が生じた。「熟慮分析型」と「独立分析型」は、順向型と逆向型の 2 群にそれぞれ t 検定を行った結果、有意差がそれぞれにみられた( $t(77)=1.92, p<.05, t(77)=2.15, p<.01$ )。それに対して「内観思考型」は順向型と逆向型の間に有意差がみられなかった( $t(77)=n.s., p<.01$ )が、逆向型と螺旋型の間に有意差がみられた( $t(63)=1.99, p<.05$ )。この結果より、「熟慮分析型」と「独立分析型」のように短期間に集中学習する学習者は、カテゴリ尺度の順序性に伴った展開が適応しているといえる。一方、「内観思考型」のようにコンスタントに学習する学習者は、カテゴリ尺度の順序性には左右されない。しかし、螺旋型のように順不同に提示される展開は不適応であるといえる。また「試行錯誤型」の学習者は、e-Learning を自主的に学習しようとしめない傾向がある。そのため、メンタリングとコンテンツ提示方法を工夫するべきである。

## 4. おわりに

本研究では、図と文章の意味的関係性を観点として、コンテンツの系列パターンを抽出した。分析対象のコンテンツからは、順向型、逆向型、螺旋型の 3 つの系列パターンが抽出された。さらに、順向型が、最も理解度を高めるパターンであることが示唆された。系列パターンと学習スタイルの関係を分析した結果、「熟慮分析型」と「独立分析型」は順向型が特に適応していた。また、「内観思考型」は螺旋型が特に不適応であった。

本研究で見出された知見は、コンテンツ構成のノウハウ (Know-how) としてコンテンツ作成者へ提供する。また、学習者が自らコンテンツを選択する際の一つの指針となる。

本論文の筆を擱くにあたり、電気通信大学の岡本敏雄教授には日頃からご指導を賜った。また、本論文の執筆にあたり、魚田勝臣先生及び神沼靖子先生にご検討いただき有益なご助言を頂いた。記して感謝の意を表する。

### 参考文献

- [1]William,W.Lee,DianaL.Owens:“Instructional Design”, e-Learning Consortium Japan (2003).
- [2]IEEE LTSC, “The Learning Object Metadata Standard”, <http://ieeeltsc.org/wg12LOM/lomDescription>
- [3]Cristea,A.Wentzler, : Adapting SME-Learning Environments for Adaptability, ICALT pp.130-132 (2006).
- [4]Millar, D. W., Atarr, M. K.:“The Structure of Human Decisions”, Prentice -Hall, NJ(1967).
- [5]出原栄一, 吉田武夫, 渥美浩章:“図の体系 - 図的思考とその表現 -”, 日科技連, (1993).
- [6]岡本敏雄:“学習スタイルの機能と学習行動に及ぼす影響について”教育心理学研究, pp.110-119 (1982).
- [7]岸学:“手続き的知識を伝える説明文の理解の発達について”, 教育心理学研究, Vol.45, pp.405-41 (1987).
- [8]永田奈央美, 大曾根匡, 魚田勝臣:“学習スタイルに適応した e-Learning コンテンツの構成法”, 情報処理学会研究報告, Vol.2010-IS-113, No.3, pp.1-7(2010).