

マルチメディアマニュアル作成・提示システム
SMMAPS の開発と評価

島田 英昭・北島 宗雄・奈良 雅子

信州大学教育学部研究論集 第3号別刷

2010年7月

<学術論文>

マルチメディアマニュアル作成・提示システム SMMAPSの開発と評価

島田英昭 信州大学教育学部教育科学講座
北島宗雄 産業技術総合研究所サービス工学研究センター
奈良雅子 産業技術総合研究所人間福祉医工学研究部門

キーワード：インストラクショナルデザイン，アクセシビリティ，手続き学習

1. はじめに

我々は、分かりやすい情報提示による情報バリアフリー化を目指し、「マルチメディアマニュアル作成・提示システムSMMAPS (Scenario-based Multimedia Manual Authoring and Presentation System：スマップス)」を開発している^[1]。

子どもや高齢者、認知・知的障害者などは、一般の成人とは異なった、多様な認知特性を持つ。SMMAPSは、このような多様な認知特性に合わせ、手順の知識獲得を支援するシステムである。ここで言う手順とは、最終的な目的を達成するための、一連のステップを指す。目的としては、たとえば、新しいコンピューターでメールを出す、住民票の写しを市役所で取得する、地震発生時に津波から避難するなどがある。これらの目的は、一定の手順に従って行動を行うことによって達成される。手順は日常生活に深い関わりを持っているので、手順の獲得は高齢者や障害者が自立した社会生活を営む上で必要不可欠である。

本研究は、まず、手順の知識の構造と学習の特徴に関する認知科学的な研究を踏まえ、SMMAPSが満足すべき要求仕様を導出し、SMMAPSの仕様を提案する。次に、SMMAPSに基づき、災害避難マニュアル、および、小学校新入生を対象とした通学路ナビゲーションマニュアルを作成し、それらを実際に利用した事例を示し、SMMAPSの評価を行う。

2. SMMAPSの要求仕様

本章では、手順の知識構造を、これまでの認知科学研究を踏まえて述べる。それに基づいて、分かりやすいマニュアルの条件を、従来のマニュアルの問題点を含めながら述べる。

2.1 手順の知識構造

手順は、ある目的に対応した一連のステップの系列である。この手順が知識化されたものを、認知科学ではスクリプト^[2,3]やプロダクションルール^[4]といった形式で表現してきた。たとえば、レストランにおける振る舞いの知識（レストランスクリプト）は、席に座る、メニューを見る、注文する、食事するなどの一連のステップによって記述されることが明らかにされている^[5]。

日常生活で利用される様々な手順は、レストランスクリプトと同様に、手順の「目的」と、それを達成するために実行される「ステップ」の系列により表現できる。たとえば、

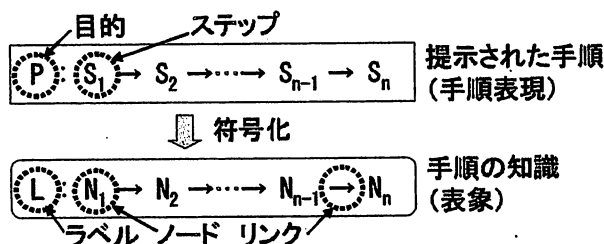


図1: 手順学習のモデル

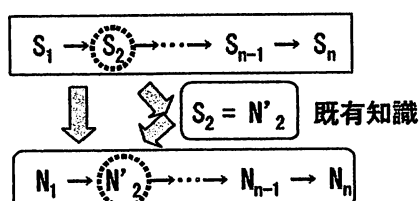
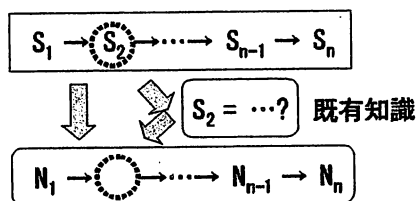


図2: 既有知識による再構成の例

図3: ノード化の失敗(S_2 の解釈不能)

コンピューター操作に関する一つの手順は、「ワードで書いた文書を印刷する」という目的と、「[ファイル]メニューから[印刷]を選択し、印刷ウィンドウを出す」「[プリンタ名]のプルダウンメニューからプリンタを選択する」というステップの系列により表現される。

これを形式的に表現すれば、一つの手順は、目的 P 、ステップの集合 $\{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ 、およびその系列的構造“ \rightarrow ”により、 $P: S_1 \rightarrow S_2 \rightarrow \dots \rightarrow S_n$ と表現できる(図1)。手順が教示されると、学習者はその内容を符号化し、知識として獲得する。その際、目的がラベル、ステップがノード、ノードの系列的構造がリンクとして心的に表象される。手順が適用される際には、まず、ラベルが検索される。検索に成功すれば、そのラベルに関連付けられたノードがリンクを介して次々に検索され、実行される。

2.2 手順の学習の特徴

手順学習の特徴として、以下の2点が挙げられる。

一つは、既有知識による再構成である。手順として獲得される心的表象は、教示された情報がそのまま置き換えられたものではなく、学習者の持つ既有知識の影響を受けて再構成されたものである。一般的に、学習者は、何らかの知識を獲得する際には、既有知識を運用して、効率的に知識を獲得しようとする。たとえば、 S_2 :「[ファイル]メニューから[印刷]を選択し、印刷ウィンドウを出す」というステップが教示されたときに、 N'_2 :「**印刷**アイコンをクリックして印刷ウィンドウを出す」という知識を既に持っていれば、 S_2 を N'_2 に置き換えて表象することがある(図2)。もう一つは、手順の知識の手続き化である。手順は、初期の段階では一つ一つのステップを思い出すことによって実行されるが、それを繰り返すことにより無意識に実行されるようになる。これは知識の手続き化と呼ばれ⁶⁾、手続き化された知識は手続き的知識と呼ばれる。

2.3 分かりやすいマニュアルの条件

手順の知識構造に基づくと、分かりやすいマニュアルの条件として次の2点を挙げる事ができる。

(1) 既有知識に合わせること

たとえば、コンピューターの操作手順に S_2 ：「ダブルクリックをする」というステップがあったとする。コンピューターの利用経験が少しでもあれば、「ダブルクリックをする」というステップを即座に行動に移せる。しかし、この教示を理解できない初心者には、彼らが理解できる表現によって教示がなされない限り、このステップの意味を理解することができず、実行できない。つまり、コンピューターの初心者にとって、 S_k ：「ダブルクリックをする」というステップは、この表現のままではノードとなれない。図3は、その状況を図1のモデルで表現したものである。 S_2 と N_2 を既有知識によって対応付けることができないために、 N_2 がノードに加わっていない状態を表現している。 S_2 を含んだ手順を獲得させるためには、 S_{k1} ：「マウスの左ボタンを探す」→ S_{k2} ：「ボタンを2回連続してクリックする」といったように、学習者が理解できるステップまでタスクを分解して提示する必要がある。

(2) ステップの系列を明確にすること

たとえば、地方自治体が配布している災害避難マニュアルには、災害時に行うべき行動として、「火を消す」「逃げ道を確保する」「家族の安全を確かめる」「高台に逃げる」などが列挙されているが、どの行動をどういう順序で実行すればよいのかという系列的な情報が欠けている。ステップの系列的順序が曖昧であると、獲得されるべき知識のノードとリンクの関係が曖昧になり、連想的なノードの検索が阻害される。それによって、知識の手続き化が阻害され、手続き的知識の獲得が阻害されてしまう。

2.4 多様な認知特性への対応に必要なマニュアルの条件

前節に述べた2つの条件は、子どもや高齢者、認知・知的障害者などの多様な認知特性に対応するために重要となる。その理由を以下に述べる。

(1) 既有知識に合わせること

一般の成人は、ある事例に関する知識を他の事例に転移させたり、抽象的な言明を具体的な状況に当てはめたりすることができる。つまり、未知のステップが提示されても、既有知識や推論能力を利用して、ステップをノード化できる。

しかし、このような知識や推論能力が不足している学習者が存在する。たとえば、地震が起きたときの避難手順に含まれる「高台に逃げる」というステップを理解するためには、「近所の高台は〇〇公園である」「逃げるには△△さんの家の前を通ればよい」という既有知識や推論能力が必要である。一般的なマニュアルは、ある程度の抽象度をもって記述されている。しかし、学習者の特性によっては、コンテンツを理解できるレベルまで具体化することが必要である。

また、具体的な記述を行うとしても、既有知識や推論能力には個人差が大きいことに留意することが必要である。たとえば、同じ推論能力があっても、住んでいる環境が異なれば既有知識が異なり、適切な具体化の方法が異なる^[7]。そのため、十分な理解を可能とするためには、具体化を個別に行う必要がある。

(2) ステップの系列を明確にすること

一般の成人は、系列的順序が曖昧な教示がなされても、手順の系列を適切に組み立てることができる。つまり、既有知識や推論能力を利用して、ノード系列を再構成することができるので、そのような教示であっても連想的にノードが検索できるような知識を獲得できる。しかし、既有知識や推論能力が不足している学習者は、系列的順序の再構成が難しく、結果として手続き化に必要な知識の獲得が困難になる。したがって、そのような学習者の理解を支援するためには、教示に含まれる曖昧性（学習者の特性によって現れ方が変化する）を極力排除するように教示内容をデザインし、系列的順序の再構成が不要になるように教示することが必要である。

2.5 システムの要求仕様

ここまでの議論を踏まえると、手順教示システム的设计にあたり、次の2点が要求仕様として挙げられる。

(1) 手順の知識構造への適合

具体的には、次の2点を満たす必要がある。第1に、学習者の既有知識に合わせ、ノードが形成しやすいように適切なステップに分割することである。第2に、一つの手順に沿ってステップの系列を明確に提示することが必要となる。

(2) カスタマイズの柔軟性

多様な個人特性に対応するためには、それに合わせて個別にマニュアルをカスタマイズする必要がある。従来の冊子形式のマニュアルの場合、カスタマイズするには、当該学習者の知識状態に合ったコンテンツを作成し、あらためて組版し、冊子とする必要がある。また、ビデオ形式である場合、映像が一連の流れとして作り込まれているため、ビデオの流れを中断せずにカスタマイズするには、ビデオの設計段階からあらためて作り直すことが必要である。このような解決法により多様なニーズに対応するには、コストがかかり、現実的でない。コンテンツを学習者の知識状態に合わせて柔軟に追加、変更、削除できなければならない。こうすることで、分かりやすいマニュアルの条件である学習者の既有知識への適合を、現実的に達成できるようになる。

3. SMMAPSの開発

前節に掲げた要求仕様を満たすシステムとして、SMMAPSを提案する。

3.1 プラットフォーム

SMMAPSは、情報提示手段として、マルチメディアを利用する。ここで、マルチメディアとは、コンピューターにより提示できる字幕テキスト、ナレーション、手話、アニメーションなどを指し、情報伝達内容の具体的な表現方法を指す。

マルチメディアを活用することにより、コンテンツの追加、変更、削除を柔軟に行うことができ、カスタマイズの柔軟性を満たすことができる。たとえば、ある字幕の言語表現が難しい場合、その字幕を平易な表現に変更する。字幕のみの情報提示では理解が難しい

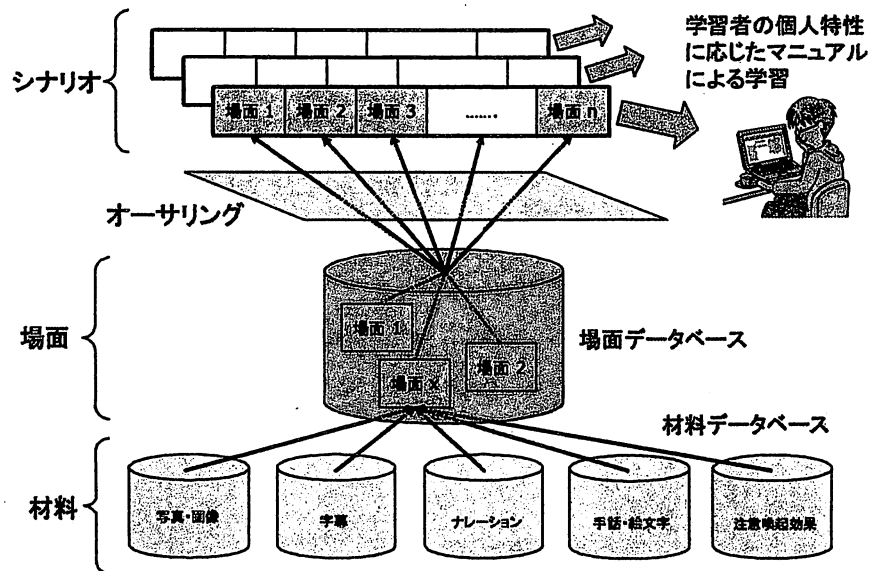


図 4: SMMAPSの構造

場合には、手話、ナレーション、アニメーションを付加して理解の促進を図る。ステップの内容を理解するのに必要な知識が不足している場合には、詳しい表現にしたり、より細かいステップに分割して説明する。また、一つのステップの説明内容に説明の不要な部分があれば、そこを削除する。

3.2 SMMAPSの構造

SMMAPSは、シナリオという形式で、手順のマニュアルを出力する。シナリオは一連の場面として表現される。シナリオと場面を介して、手順とその知識構造が関連づけられる。

シナリオは、下位構造である場面からオーサリングを通して作成される。そして、場面はその下位構造である材料から作成される。ここで述べたSMMAPSの構造を図4に示し、材料、場面、シナリオ、オーサリングについて順に説明する。

(1) 材料

材料は、画像・映像、字幕、手話、ナレーションなど、マニュアルの個々の構成要素である。材料は、場면을構成する際に、適宜、組み合わせて利用される。たとえば、「[ファイル]メニューをクリックする」という場面は、[ファイル]メニューをクリックしている画像、それを説明する字幕、字幕に対応する手話といった材料を組み合わせて構成される。準備された材料は、材料データベースに保存される。

(2) 場面

場面は、教示内容を伝達する単位であり、材料を組み合わせて作成される。個々の場面は、場面データベースに保存される。各場面は、組み合わせられた材料に応じて、たとえば手話の有無、字幕の速度（速い/遅い）、説明の難易度（難しい/簡単）などの属性を持つ。これらは、オーサリングにおいて個人特性を考慮する際に参照される。

(3) シナリオ

シナリオは、いくつかの場면을系列化することによって作成される。たとえば、「ワード

で書いた文書を印刷する」というシナリオは「[ファイル]メニューから[印刷]を選択し、印刷ウィンドウを出す」「[プリンタ名]のプルダウンメニューからプリンタを選択する」「印刷部数を入力する」といった場面を系列的につなぎ合わせて作成される。シナリオに利用される場面は、学習者の個人特性に応じて、オーサリングによって選択される。

(4) オーサリング

学習者の個人特性に応じて適切な場面を選択し、シナリオを作成するプロセスである。たとえば、漢字が読めない学習者には、ひらがなの字幕を含む場面を選択する。既有知識が不足する学習者には、手順の各ステップを理解できるように細かく分割された場面を選択する。

4. SMMAPSによるマニュアルの評価ポイント

本研究では、日常生活から生じる具体的ニーズへの応用を通して、SMMAPSの評価を行う。実際に応用した2事例(浦河町災害避難マニュアル、通学路ナビゲーションマニュアル)を述べるに先立ち、評価にあたり設定した4点のポイントを示す。

(1) 具体的ニーズに基づいたマニュアル作成

日常生活から生じる手順説明のニーズに基づいて、SMMAPSを利用したマニュアルが実際に作成できることを示す。

(2) 個人特性に合わせたカスタマイズ

個人特性に合わせ、教示内容をカスタマイズする仕組みを持ったマニュアルが作成できることを示す。

(3) 理解・記憶

作成したマニュアルが、理解・記憶を促すことを示す。

(4) 注意喚起効果

注意喚起効果とは、マニュアルの画面上に表示される視覚的手がかりで、理解にあたって重要な場所に注意をガイドするための材料である。たとえば、写真の中で、ある人物に注意を向けてほしい場合には、その人物を強調するような枠や矢印を使う。

我々は、SMMAPSによるマニュアルを理解しやすくするために、注意喚起効果が必要不可欠と考え、マニュアルに利用し、評価を行うこととした。注意喚起効果が必要不可欠であると考え理由は、マニュアルにおいて写真を有効に利用するためである。写真は、学習者の具体的環境をそのまま提示することができる。また、イラストのように作成コストがかからない。その一方で、説明と関係ない多くの情報も含まれている。そのため、学習者がどの部分に注目すればよいのか分かりにくいという欠点がある。そこで、写真の欠点を補いつつ利点を生かすためには、写真上の重要な情報に注意をガイドする注意喚起効果を付加することが不可欠であると考えた。

評価にあたっては、注意喚起効果が注意をガイドできることを示す。

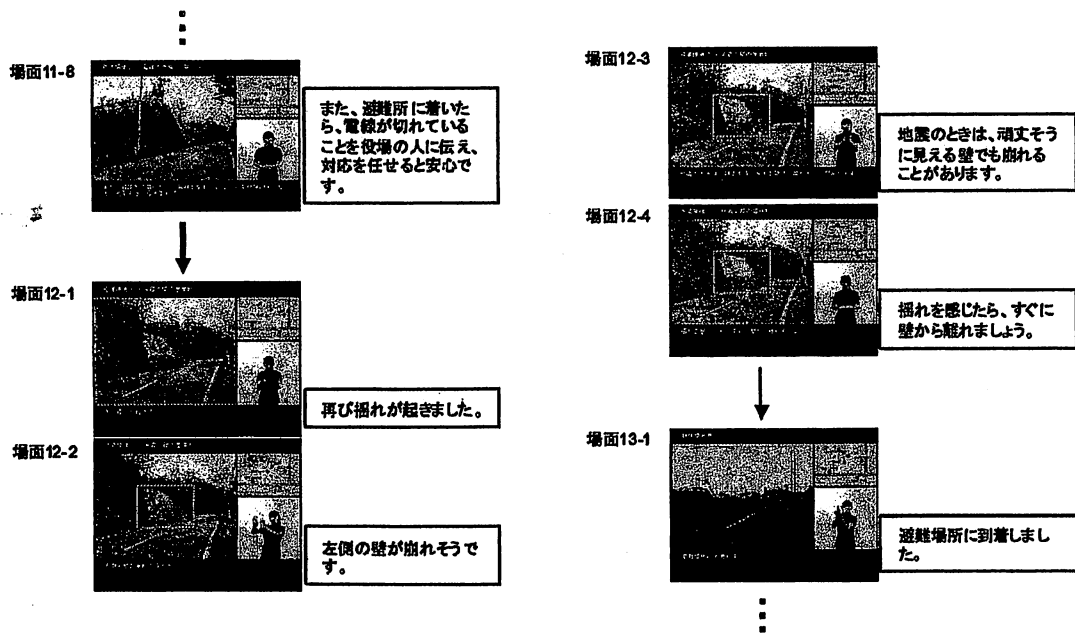


図 5: 災害避難マニュアルの構成とスクリーンショット

5. 浦河町災害避難マニュアル

北海道浦河町をモデル地区として、災害避難マニュアルを作成した。浦河町は、地震が頻発しており(例：十勝沖地震)、自治体や住民の防災への意識が高い。特に、津波の被害が予想され、地震時の避難を円滑に行いたいというニーズがある。そこで、浦河町役場、社会福祉法人浦河べてるの家^[8]の協力を得て、地震時の避難方法を教示するマニュアルを作成した。災害避難マニュアルの利用対象として、自治体を対象としているので、高齢者・障害者を含め、多様な特性を持った者が想定された。

5.1 マニュアルの作成

学習者の特性が多様であることを考え、できるだけ多くの学習者にとって、個人特性に合ったコンテンツが選択できるようなマニュアルを作成することにした。地震時の津波からの避難を円滑に行いたいというニーズから、地震が起きたときの避難経路をマニュアル化した(図5)。

作成したマニュアルの特徴は、以下の通りである。

シナリオとして、浦河べてるの家メンバーによる評価を想定して、べてるの家関連の施設および町内に点在するメンバーの共同住居を避難開始場所として、高台までの避難経路をマニュアル化した。避難開始場所として浦河町内の5箇所を設定した。また、各避難開始場所に対して、避難場所を1～3箇所設定し、選択できるようにした。こうすることで、学習者が自分に適したシナリオで避難手順を学習できるようにした。

場面として、出発点から避難所までの主要な地点をピックアップした。それらの地点は、経路を学習する上で目印となる場所、および、避難時に危険が想定される場所である。具体的には、交差点、ランドマーク、危険箇所などである。それらの各場面に対して、2～8程度の下位場面を設定した。たとえば、図5における場面12では、4つの下位場面を設定し

ている。

材料として、画像、注意喚起効果、字幕、ナレーション、手話、絵文字、地図を用いた。画像は、学習者の既有知識に適合させることをねらって、実際の避難経路の写真を用いた。さらに、災害が生起したときの危険を分かりやすく伝え、理解を促進させるために、写真をレタッチして、災害時の様子を表現した。たとえば、図5の崖崩れは、レタッチした画像である。また、写真には、注意喚起効果を付加して、説明に重要な情報に注意が向くようにした。字幕、ナレーション、手話は、写真の状況と、その場所における危険、避難上の留意点、避難経路の指示などを表現した(図5)。また、手話に代わって、ピクトグラムによるテキストの内容の表現も作成した。字幕は、観光客の利用を想定し、英語版も作成した。地図は、経路を表現したもので、経路の俯瞰的な理解を促すために挿入した。

シナリオを再生する際には、様々な個人特性を持つ学習者を想定して、視覚的言語の有無と種類(手話/絵文字)、ナレーションの有無と種類(標準/遅い)、注意喚起効果の有無と種類、字幕の有無と種類(日本語/英語)を選択できるようにした。

また、浦河町以外の状況に対応するために、浦河町に特化しない、一般の災害避難マニュアルに準じた説明を行うマニュアルも作成した。材料の種類は同様であるが、画像をイラストに置き換え、字幕、ナレーション、手話の説明をそれに合わせて変更した。

5.2 評価

作成したマニュアルは、浦河町役場や浦河べてるの家、および、べてるの家メンバーが通う浦河赤十字病院において公開した。べてるの家では、マニュアル公開の時間を設定し、10名程度のメンバーにマニュアルの紹介をした。また、べてるの家と浦河赤十字病院では、自由にマニュアルに触れることができよう設定した。

以下、4章に述べた評価のポイントに従って評価する。

(1) 具体的ニーズに基づいたマニュアル作成

地震時の災害避難を円滑に行いたいという具体的ニーズに対して、避難経路を手順とみなしたマニュアルを作成することにより対応できた。

(2) 個人特性に合わせたカスタマイズ

様々な個人特性を想定し、個人特性に応じたマニュアルを選択して学習できる環境を、低コストで整えることができた。

材料から場面を構成する際には、視覚的言語の有無と種類(手話/絵文字)、ナレーションの有無と種類(標準/遅い)などを、自由に組み合わせることができる。場面は材料の組み合わせを変更するだけでカスタマイズができるため、あらためて作り直す必要はない。

また、シナリオとして、5箇所の避難開始場所を選択でき、さらに避難場所も選択して学習することができる。複数のシナリオを準備したが、実際にはいくつかの場面を共有しているため、シナリオをあらためて作り直しているわけではない。

従来のマニュアルは、個人特性に応じた柔軟なカスタマイズが困難であった。その問題に対し、SMMAPSに材料、場面、シナリオの3つのレベルにコンテンツを構造化するとい

う仕組みを導入することで、解決を図った。この仕組みにより、柔軟なカスタマイズを低コストで実現することが可能となることが示された。

(3) 理解・記憶

浦河町役場、浦河べてるの家、浦河赤十字病院でマニュアルの閲覧を求めた結果、「分かりやすい」「おもしろい」という声が聞かれた。しかし、感想の聞き取りのみに留まっており、心理データを用いて評価を得るまでには至っていない。したがって、災害避難マニュアルの作成を通したSMMAPSの理解・記憶に対する評価としては、不十分な点が残される。この点については、次章のナビゲーションマニュアルの評価によって補う。

(4) 注意喚起効果

注意喚起効果が注意をガイドできるかどうかという点は、コンテンツと独立して評価が可能である。そこで、浦河町に関連のない一般成人を対象とした、マニュアル閲覧時の視線計測データを利用して、注意喚起効果の評価を行った。

方法と結果は、次の通りである。利用したデータは、実験協力者($N = 17$, 男性11名, 女性6名, 平均年齢22歳, 18~26歳)に今回作成したイラスト版の災害避難マニュアルの閲覧を求め、閲覧中の視線を計測したものである(計測装置としてTobii-x50を用いた)。実験協力者には、注意喚起効果が含まれたバージョンと、含まれないバージョンのどちらか一方が提示され、内容を理解するように教示された。そのデータから、イラストバージョンの特定の4場面におけるデータを、個人ごとにサンプルとして抜き出した。注意喚起バージョンでは、その4場面には、いずれも長方形のフラッシュ(長方形の枠の点滅)が利用されていた。

結果として、ビデオ分析から、注意喚起バージョンを閲覧した実験協力者($N = 6$)の視線が、効果の提示された場所にガイドされていることが確認できた。また、定量的評価として、注意喚起が無いバージョンを閲覧した実験協力者($N = 11$)のデータと比較した。注意喚起バージョンでは、注意喚起効果の出現した直後の注視点(視角約1.2度の範囲に100ms以上視線が留まった点)が、注意喚起効果の提示された範囲の座標位置に形成される確率を求めた。注意喚起が無いバージョンでは、注意喚起バージョンで効果が発生するのと同じ位置とタイムスケジュールで、同様に確率を求めた。これを、各実験協力者についてそれぞれ4場面行った。その結果、注意喚起効果バージョンでは58%の確率で注視点の枠内に形成されたが、喚起が無い場合は16%であった。また、注意喚起効果を提示した直後の1回目から3回目までの注視点のうち、少なくとも1回注視点の枠内に入る確率も同様に求めた。その結果、注意喚起効果の有無それぞれ83%, 30%であった。フィッシャーの直接確率計算を行った結果、それぞれの差は有意であった(ともに $p < .01$, 両側)。

以上から、注意喚起効果は学習者の注意を適切にガイドすることが示唆された。

6. 通学路ナビゲーションマニュアル

小学校の新入生(5歳, 男児)を対象にケーススタディを行った。学習者が小学校の入学準

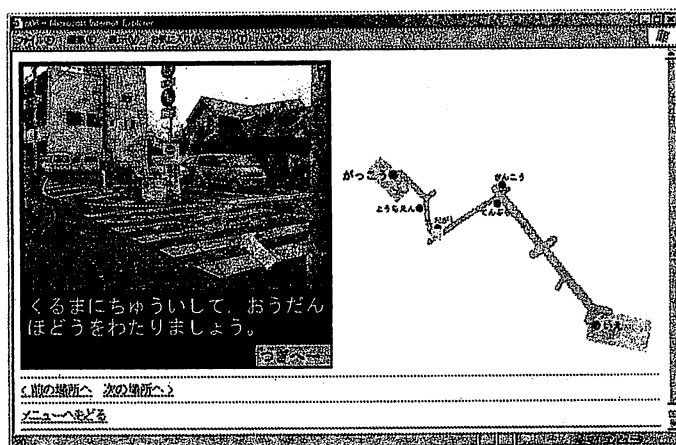


図6: ナビゲーションマニュアルのスクリーンショット

備を進めている際、学習者が1人で通学できるようにしたいという保護者のニーズがあった。そこで、このニーズに応えるための支援を、SMMAPSを応用して実施することにした。なお、災害避難マニュアルによるSMMAPSの評価において不十分であった理解・記憶に対する評価に留意して、データを収集した。

通学路に関する学習者の生活環境は、次の通りである。学習者の自宅から学校までは、およそ1kmの道のりであり、自宅と学校はともに駅近くの都市部にある。通学路上には車の往来が激しい通りがあるが、歩道は十分に整備されている。学校までは複数の経路があるが、通学経路は、歩道の左右を含め、学校で決定されている。

6.1 マニュアルの作成

通学路を具体的に教示するマニュアルを作成し、さらに学習の段階で、個人特性に合わせたカスタマイズを行うことにした。図6は、マニュアルの場面の例である。

作成したマニュアルの特徴は、以下の通りである。

シナリオとして、学習者の家から学校まで、往復の経路をそれぞれ作成することとした。場面として、通学路の行き帰りのそれぞれに、8つの地点を設定した。交差点や狭い歩道など、経路の理解に必要で、歩行に注意が必要な箇所を選んだ。次に、それぞれの場面について、進む方向(左に曲がるなど)や歩行時の注意(信号は青になってから渡ること、左側の歩道を通ることなど)を説明するための2~4の下位場面を作成した。

材料として、写真、字幕、注意喚起効果、地図の4つを用いた。写真は、学習者の実際の通学路に沿って、学習者の視点から撮影したものを利用した。字幕は、幼児にとって分かりやすい言葉づかいで、ひらがなで表記した。学習者の生活環境に合わせ、「○○商店(学習者が知っている店舗)の前です」といった具体的な説明を挿入した。注意喚起効果は、心理学的にその有効性を確認したフラッシュ矢印(矢印を点滅させ、ナビゲーションの方向をガイドする)、ズーム枠(写真の重要な箇所を長方形の枠を収束させて注目させる)を利用した^[9]。地図は、災害避難マニュアルと同様である。

6.2 評価

表 1: 学習スケジュール

学習回数	経過日数	実施場所	評価内容
1回目		通学路	家から学校まで歩き、ビデオ撮影。
2回目	3日	教室	はじめてのマニュアルによる学習。
3回目	7日	教室	漢字バージョンによる学習。視線計測。
4回目	11日	教室	信号に注意する場面を挿入したバージョンによる学習。
5回目	13日	通学路	家から学校まで歩き、ビデオ撮影。



図 7: 歩行テストの様子(左)とSMMAPSによる学習の様子(右)

学習者の入学前の春休み期間の2週間に、合計5回の学習とテストのための時間を確保した(表1)。1回目と5回目は、家から学校までの歩行テストを行い、歩行の様子をビデオ撮影した(図7左)。歩行テストには保護者、研究スタッフ3名(うち2名は著者、5回目のスタッフは著者2名のみ)が同行した。2回目から4回目までは、教室において、作成したマニュアルを用いて学習を行った(図7右)。学習の様子はビデオ撮影された。その間、学習者の個人特性や保護者の要望に合わせ、マニュアルのカスタマイズを行った。また、3回目には、注意喚起効果の評価を行うため、視線計測を行った。

以上の評価の結果を、4章に述べた評価のポイントに従って述べる。

(1) 具体的ニーズに基づいたマニュアル作成

学習者が1人で通学できるようにしたいという保護者のニーズに応じたマニュアルを作成することができた。

(2) 個人特性に合わせたカスタマイズ

本研究では、次の2点のカスタマイズを行った(図8)。

第1のカスタマイズは、スケジュールの2回目から3回目にかけて、字幕のひらがな表記を漢字に変更した。これは、2回目の学習の際、ひらがなが問題なく読め、また保護者との話

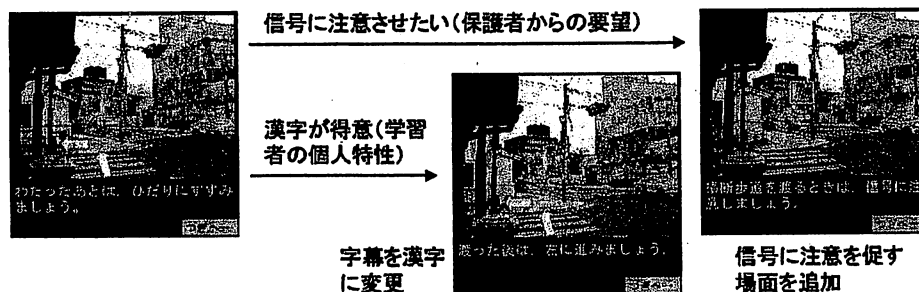


図 8: マニュアルのカスタマイズ

し合いの中で、漢字の読みが得意であることが明らかになったことに応じたものである。

一般的に漢字は意味理解や円滑な読みを促すことができることから、理解・記憶の促進に少なからず影響しているはずである。しかし、一旦ひらがなで作成したものを漢字に変更するカスタマイズが積極的に行われることはなかった。その理由は2つある。一つは、漢字が読める場合は一般的にひらがなも読め、ひらがなが代替としての機能を持つからである。もう一つは、完成したマニュアルとして作り込まれているため、字幕を変更するだけでも大きなコストがかかるためである。

今回のマニュアルでは、字幕を漢字に変更するには、材料のレベルで単に字幕部分を書き換えるのみで、再度マニュアルを作成し直す必要がなかった。そのため、字幕を漢字にした方がよいという個人特性に低コストで対応することができた。このカスタマイズは、SMMAPSが場面の構成を材料の組み合わせによってのみ行っていることにより可能となっている。既成材料の単なる組み合わせに限定されることで、豊かな場面表現を行うことは難しくなるが、その一方で、個人特性への柔軟な対応が可能となるという利点がある。マニュアルの微細な表現の差異が、理解できるかどうかを決定することがあるので、この利点があることは非常に重要である。

第2のカスタマイズは、3回目から4回目にかけて、保護者の要望に応じて、交差点における信号への注意を促す場面を挿入した。これにより、交差点における注意事項を学ぶ機会を提供できた。信号への注意喚起を、一連のシナリオに埋め込んで学習できるマニュアルを提供できたことは、SMMAPSの大きな利点である。従来のマニュアルでは、教示項目を追加した教材がすぐには作れないので、手順学習の流れを寸断して、口頭や別教材を用いて教示を追加せざるを得ない。結果として、一連の系列としてステップを学習することが阻害される。SMMAPSによるカスタマイズによれば、手順の流れを寸断することなく、ステップを系列的に学習することができる。カスタマイズのコストは、信号に注意する場面を追加する作業のみで済むので、字幕の変更と同様に低い。字幕の変更との違いは、字幕が材料のレベルで変更をしたことに対し、場面のレベルで追加したことである。SMMAPSにおいては、材料のレベルと場面のレベルの2つのレベルにおいて、個人特性に応じたカスタマイズが可能である。

以上から、SMMAPSが個人特性に合わせたカスタマイズが可能であることが示された。

(3) 理解・記憶

学習後の通学路の歩行テスト(5回目)の様子を、学習前(1回目)と比較しながら、理解・記憶がなされているかどうかを評価した(図7左)。その結果、次の2点が明らかになった。

第1に、5回目の歩行テストの中で、学習者はマニュアルに含まれていた字幕の内容を想起していた。たとえば、「学校へ行きましょう。どちらへ行きますか。」「交差点です。気をつけて渡りましょう。」といったマニュアルの字幕の言葉を、学習者は口頭で母親や研究スタッフに報告していた。ビデオ分析により、このような報告を5場面抽出することができた。1回目の歩行テストでは、このような言葉を発していないことを確認した。この

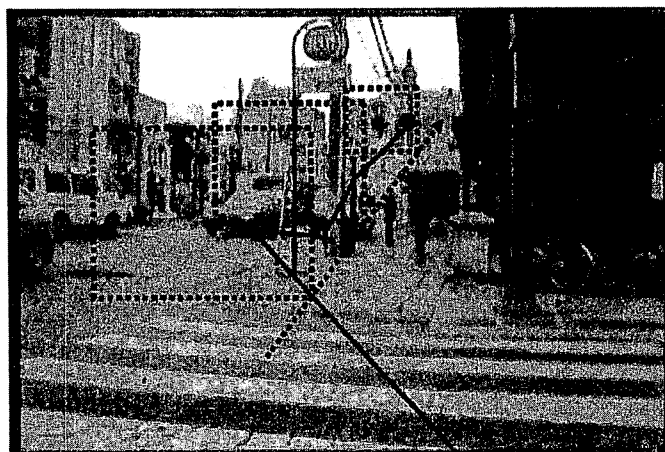


図9: ズーム枠による視線移動

結果は、マニュアルの内容を記憶していたことの証拠となる。

第2に、学習者が母親とスタッフの先頭に立って、学校までの経路を歩行する場面が多く見られた。今回作成したマニュアルによる学習の前に、経路が既知のものであった可能性があるため、1回目の歩行テストの様子と比較したが、学習前には経路が未知であった様子を確認した。保護者からも、今回の学習に先立って、学校の指定した通学路を教示する機会はなかったことを確認した。この結果から、学習者が2~4回目の学習段階で教示したマニュアルの内容を理解・記憶していたことが推察できる。

以上の結果から、SMMAPSが学習の理解・記憶を促進することが示された。

(4) 注意喚起効果

3回目の学習時に、注意喚起効果の有効性を確認するために、マニュアルの閲覧中の視線を計測した。図9は、ズーム枠閲覧時の視線移動の様子をプロットしたものである。枠の移動(破線長方形の形の黄色い枠が、波線矢印の方向に移動する)にともない、視線(実線)がガイドされている様子が分かる。以上のように、マニュアルで利用したズーム枠の有効性が確認できた。

7. まとめ

本研究では、学習者の知識構造の分析に基づいて分かりやすいマニュアルの要求仕様を設定し、マルチメディアマニュアル作成・提示システムSMMAPSを作成し、浦河町災害避難マニュアルと通学路ナビゲーションマニュアルの2つの事例への応用を通して評価した。その結果、(a)SMMAPSが日常生活から生じる具体的な手順説明のニーズに対して応用可能であること、(b)SMMAPSにより学習者の個人特性に応じてカスタマイズできるマニュアルを作成できること、(c)SMMAPSにより作成されたマニュアルが学習の理解・記憶を促すこと、(d)写真を利用した説明のために不可欠と考える注意喚起効果が、注意をガイドする効果を持つことの4点が示された。

従来より、生活環境のユニバーサルデザイン化が進められている。その中でSMMAPS

は、学習環境のユニバーサルデザインの試みと位置づけることができる。しかし、従来のユニバーサルデザインの考え方とはやや異なる。ユニバーサルデザインは一般的に、多くの人々が利用できる、一つの完成品を作成することを目指す。一方でSMMAPSは、カスタマイズを柔軟にして、教材のバリエーションを増やし、学習者の多様なニーズに応じている。今後の情報バリアフリー化のために、“カスタマイズを中心にしたユニバーサルデザイン”という発想がより一層考慮されるべきであると考えられる。

注

本研究は、ヒューマンインタフェースシンポジウム2005, CHI2006 Conference on Human Factors in Computing Systems^[1], ヒューマンインタフェースシンポジウム2006において発表された内容をまとめたものである。

謝辞

研究実施にあたり、国立障害者リハビリテーションセンター研究所、浦河町役場、社会福祉法人べてるの家、浦河赤十字病院、およびナビゲーションマニュアルの学習者である児童とその保護者のご協力を得ました。ここに感謝いたします。

参考文献

- [1] Shimada, H. & Kitajima, M.: SMMAPS: Scenario-based multimedia manual authoring and presentation system and its application to a disaster evacuation manual for special needs; Proceedings of CHI2006 Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.1313–1318 (2006).
- [2] Schank, R. C.: Dynamic memory revisited; New York, NY: Cambridge University Press (1999).
- [3] Schank, R. C. & Abelson, R. P.: Script, plans, goals and understanding: An inquiry into human knowledge structures; Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates (1977).
- [4] Newell, A., & Simon, H. A.: Human problem solving; Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall (1972).
- [5] Bower, G. H., Black, J. B., & Turner, T. J.: Scripts in memory for text; Cognitive Psychology, Vol.11, pp.177–220 (1979).
- [6] Gagné, E. D.: The cognitive psychology of school learning; Boston, MA: Little, Brown, and Company (1985). (エレン.D.ガニエ(著), 赤堀侃司・岸学(監訳): 学習指導と認知心理学; パーソナルメディア (1989).)
- [7] 島田英昭, 北島宗雄: 災害避難のメンタルモデル: 認知・知的障害者の認知特性に合わせた災害準備情報の教示法; 日本認知科学会第22回大会発表論文集, pp.392–393 (2005).
- [8] 浦河べてるの家: べてるの家の「非」援助論; 医学書院 (2002).
- [9] 政倉祐子, 永井聖剛, 熊田孝恒: 視覚的手がかりの印象と注意を誘導する効果との関係; 感性工学研究論文集, 7, pp.517–523 (2008).

(2009年12月17日 受付)

(2010年3月8日 受理)