

The development of users' mental models of MedlinePlus in information searching

Yan Zhang. Library & Information Science Research 35 (2013) 159-170

1. Introduction

- 人がコンピュータシステムに対して持っているメンタルモデルは、彼らがどのようにシステムの機能を知覚・理解するかを示している。(Norman, 1983)
- メンタルモデルは、人がシステムに対する理解を促進し、システムの動作を予測することに役に立つと知られている。(Carroll & Olson, 1987)
- そのために、ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) と、インタラクティブ情報検索 (IIR) 領域で、メンタルモデルについての研究は、使いやすい情報システムのデザインと、ヒューマンエラーの減少に役にたつと考えられる。
- メンタルモデルがダイナミックであることは、よく知られている。
- しかし、今までの研究で、メンタルモデルはスタティックとして扱われ、ある時点で測定されることがほとんどだった。

2. 実験目的

- そこで、本研究は、メンタルモデル構築の動的なプロセスを検討する。
- 具体的に、実験参加者が「MedlinePlus」という健康情報検索システムを利用して、それに対するメンタルモデルの変化を検討する。
 1. 実験参加者は、情報提供型のウェブサイトについての一般的なメンタルモデルに基づいて、「MedlinePlus」のメンタルモデルを構築するか。
 2. メンタルモデルのどのような要素が、時間により変化したか、またどのように変化したか。

3. 実験

3.1 実験参加者

- 学部生38人（男性18名、女性20名）。
- 平均年齢20.66歳 (SD = 1.03)。
- 医学以外の学科（例：芸術・心理学・経済など）。
- 「MedlinePlus」を利用したことなし。

3.2 実験刺激

- 「MedlinePlus」は、一般人に権威ある医学情報(図1)を提供するウェブサイトである。
- 提供した情報は幅広く、専門医協会の出版物、医療辞書、処方薬情報、保健専門家と病院リスト、ニュースガイドなどを含めている。
- MedlinePlusサイトは階層型の構造である。
- ユーザは、健康テーマまたはアルファベットのリストから情報を見つけたり、検索機能を使用して情報にアクセスすることができる。

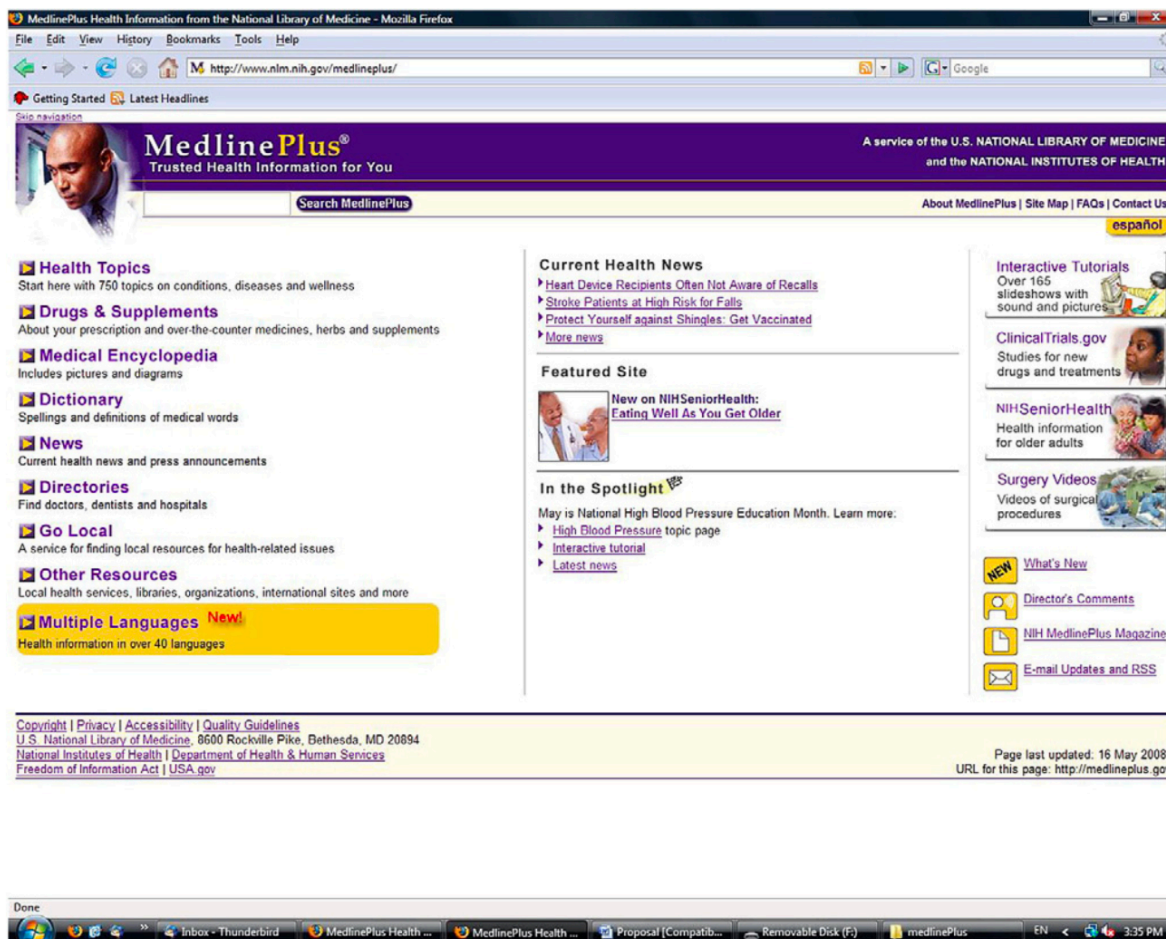


Fig. 1. MedlinePlus home page.

3.3 メンタルモデルの測定

●本研究で、三つの方法を利用してメンタルモデルを測定する。

1. スケッチ法

・教示：MedlinePlusについての考えを描いてください。

2. 概念リスト

- ・概念リスト方法は、ある領域に対する人々の知覚を引き出す効果的な方法である。
- ・実験参加者は、頭の中に現れたMedlinePlusと関連した概念を順番に列挙することを要求される。
- ・実験用のプログラム（図2）を利用して、思い浮かんだ概念を、テキスト・ボックスに一つずつ入力して、提出する。
- ・提出した概念は画面の下に表示される。
- ・概念リストの課題の時間制限は5分。

3. インタビュー

- ・メンタルモデルは、システムを使用して問題を解決するプロセス知識を含むと考えられる。（Gentner & Stevens, 1983;マイヤー(2002)）。
- ・しかし、概念リスト方法はプロセス知識の引き出しに限界があるため、インタビューを行うようにする。
- ・インタビューでは、実験参加者は仮定したタスクの実行ステップについて述べる。
- ・そのタスクは、MedlinePlusで情報を検索し、肝炎に対する大衆の認識を向上させる論文を書くということである。

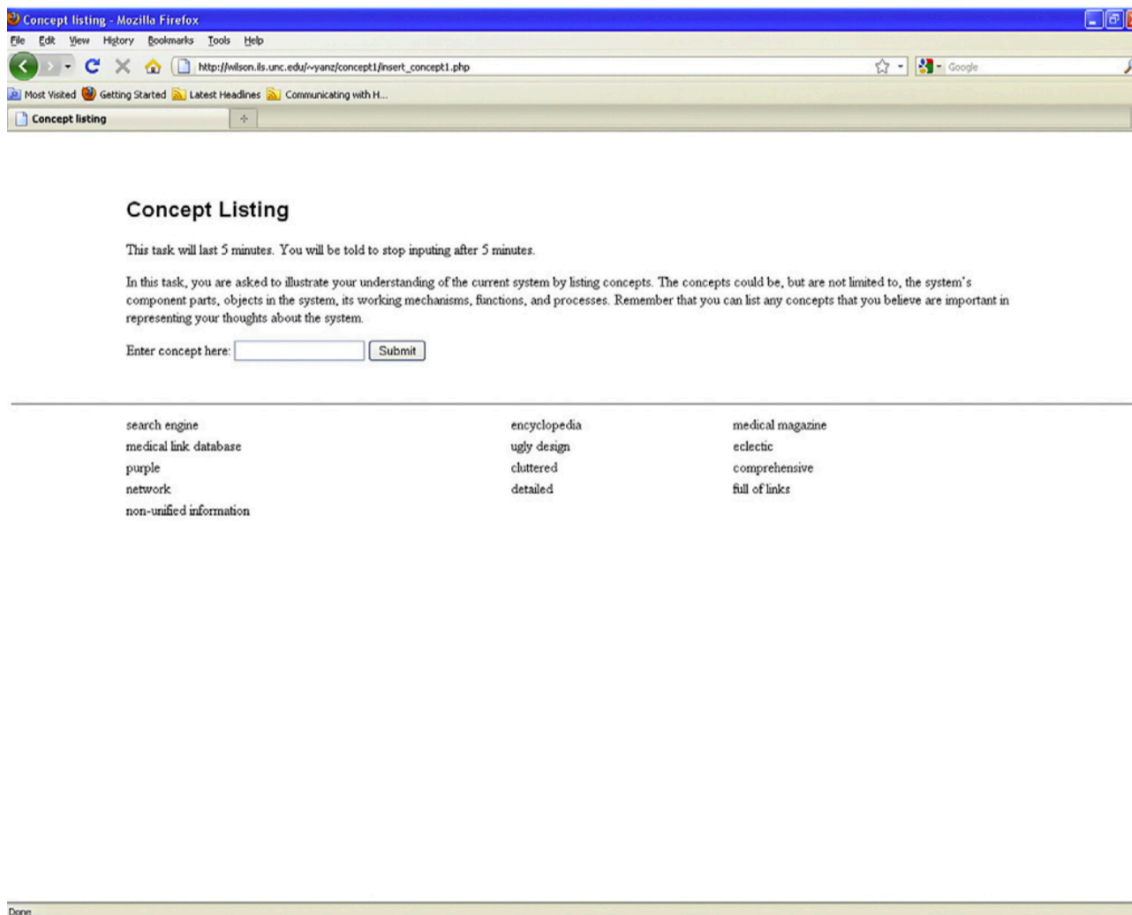


Fig. 2. Interface of the concept listings program.

3.4 手続き (図 3)

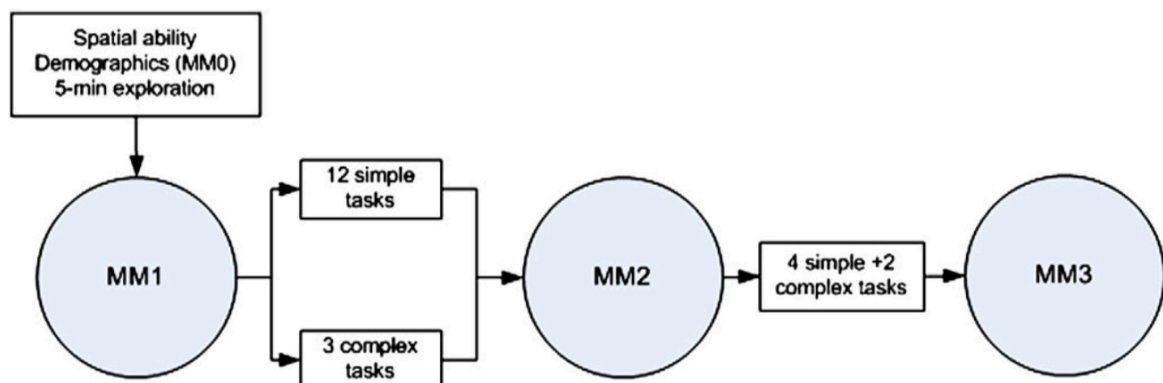


Fig. 3. Research procedure.

- 先行研究により、空間能力は、情報検索のパフォーマンスに影響を与えることが明らかになった。(Eckstrom, French, Harman, & Derman, 1976)
- そのため、まずETS VZ-2を用いて、参加者の空間的能力を測定する。
- テストが終わった後、参加者はアンケートに答えて、コンピュータを利用する経験、健康情報を検索する経験と、情報提供型のウェブサイトに対する印象を報告する。

- 印象に基づいて、実験参加者がMedlinePlusのような情報提供型のウェブサイトに対するメンタルモデルを構築する。
- そして、参加者はMedlinePlusを5分間自由に使用して探索する。
- その後、実験参加者のメンタルモデル（MM1）を測定するために、スケッチ課題、概念リスト課題とインタビューを行う。
- 次に、各参加者は2つのグループにランダムに割り当てられる。
- 簡単なタスクを行うグループと複雑なタスクを行うグループである。
- 簡単なタスクは、明確に定義された質問に答えることである。
- 複雑なタスクは正解のない質問であり、例えば複数の情報を統合して、高度な認知が必要となるタスクである。
- 学習効果を考慮した上で、両グループのタスクの提示順番はランダムである。
- タスクの時間制限がない。
- タスクが終わった後、二回目のメンタルモデル（MM2）を測定する。
- 次に、2つのグループの参加者は、4つの簡単なタスクを行なった後に、2つの複雑なタスクを行う。
- タスクの順番はランダムである。
- その後、3回目の実験参加者のメンタルモデル(MM3)を測定する。
- タスク中の操作は全部記録される。
- 実験は2時間ほどかかった。

4. 結果

- 本研究の目的は、全員の実験参加者のメンタルモデルが全体的にどのように変化するかを検討するため、二つのグループは合わせて分析する。

4.1 分析方法

- ベースラインとしてのメンタルモデル（MM0）は、実験参加者がアンケートで答えた印象と利用経験に基づいて構築される。
- メンタルモデル（MM1, MM2, MM3）は、概念リストの結果と、インタビューで述べられた假定タスクの実行ステップに基づいて分析される。
- スケッチは分析から除外された。
- その原因は、実験参加者が意識して1回目と異なるものを描いたため、2回目と3回目の絵はより抽象的になる傾向があるからである。
- そのために、2回目と3回目のスケッチは実験参加者のメンタルモデルを確実に反映することができないと考えられる。
- 概念リスト課題の結果に対して、実験参加者が書いた概念をコーディングして、定性的な分析を行う。
- コーディングの単位は単語にした。
- 実験参加者が書いた概念は、単語（例：データベース）・句（アルファベットリスト）・文（例：医療出版物と検索機能はとても役に立つ）の形があった。
- 一つの句と文は、多くの概念を含む場合に、複数の概念と見なす。
- 実験参加者からの説明と文脈がなかったため、「技術」「単語」のような一般的な概念はコーディングから除外された。
- その結果、各回でそれぞれ829、815、802個の概念が抽出された。

- インタビューで実験参加者が述べた假定タスクの実行ステップを分析して、三種類の方法（検索・ブラウジングと両者の組み合わせ）を抽出した。

4.2 分析結果

4.2.1 アンケート調査結果

- コンピュータ利用経験は、平均10年である（SD = 1.90）。
- 空間能力の平均得点は、12.71 である（SD = 3.80）。
- 一回目の検索タスクの平均完了時間は、20分である（SD = 5.94）。
- 二回目の検索タスクの平均完了時間は、12分である（SD = 3.80）。

4.2.2 メンタルモデル（MM0）

Table 2
Elements of participants' baseline model of information-rich web spaces.

Components	Representations	Evaluations
System	Structure; audience	Usability
Content	Subject; type; format	Quantity; quality; utility; currency
Information organization	Interlinked	Rigidity
Interface	Interface elements; system functions	Look and feel; ease of navigation
Procedural knowledge	• Google to reach the site • Search • Browse • Read citation pages • Click random links • Avoid watching videos • Glance for graphs, pictures, and headings	

- ベースラインとしたメンタルモデル（MM0）は、アンケート調査で実験参加者が情報提供型のウェブサイトに対する印象に基づいて分析する。
- 実験参加者の記述を分析した結果、メンタルモデルは、五つの要素（システム、コンテンツ、情報構造、インタフェース、手続き的知識）から構成される。

● 要素：

- ・ システム要素：システム全体のこと
- ・ コンテンツ要素：システムが含んだ情報
- ・ 情報構造要素：情報がどのように構造化される
- ・ インタフェース要素：システムのインタフェース
- ・ 手続き的知識：どのようにシステムを利用する
- 各要素が複数の側面から説明・評価される。

- 例えば、システム要素についての説明は、「仕組み」と「ユーザ」二つの側面に分けられる。
- 「仕組み」について、ある実験参加者の説明例は以下：
 - ・ ウェブサイトの検索機能を通して、各データベースにアクセスできる。
- 「ユーザ」は、ウェブサイトがどのような人たちに情報を提供するかについての説明である。
- 実験参加者は、情報提供型のウェブサイトが、初心者、専門家など各種の人に情報を提供できると考えている。

- コンテンツ要素についての説明は、情報の「テーマ」、「種類」、「形式」の側面に分けられる。

- 一部分の実験参加者は、ウェブサイトが一つ特定のテーマに関する情報を提供すると思う。
 - 他の実験参加者は、ウェブサイトが各種のテーマの情報を提供できると思う。
 - 「種類」は、広告・Q&Aなど情報の種類である。
 - 「形式」は、テキスト、ビデオ、画像など情報の形である。
-
- 情報構造要素について、大部分の実験参加者は、情報がお互いに関連していると思う。
 - アルファベットの順番や階層構造など特定の構造パターンを識別できる参加者はほとんどいなかった。
-
- インタフェース要素は、インターフェースの構成部分(すなわち、メニュー、サイド・バー、ホームページ、リンクなど)と、システムの機能(すなわち、検索、関連内容のすすめなど)の面から説明される。
-
- 手続き的知識は、どのようにウェブサイトを使うかについての説明である。
 - 例えば、グーグルからウェブサイトアクセスする、ウェブサイトでのリンクをクリックして情報を見る。
-
- 各要素についての説明以外に、要素に対する評価もメンタルモデルの一部である。
 - システム要素に対する評価は、主にユーザビリティ（例えば、便利さ、使いやすさ）に関わっている。
 - コンテンツ要素に対して、実験参加者は情報のクオンティティ、クオリティ、有用性と通用性から評価をする。
 - 情報構造要素について、実験参加者は情報の構造がリジッドであると考えている。
 - インタフェース要素に対する評価は、矛盾している。（例えば、雑然、混乱とナビゲートしやすい）

4.2.3 メンタルモデル（MM1, MM2, MM3）

- メンタルモデル（MM1, MM2, MM3）をそれぞれの概念リスト課題の結果から分析する。
- メンタルモデル（MM0）と同じように、メンタルモデル（MM1, MM2, MM3）も五つの要素から構成される。
- 実験の実行に従って、各要素の変化を分析する。

Table 3
Development of participants' mental models of MedlinePlus over time.

Components	Dimensions	Aspects	T1	T2	T3
System component	Representation	Structure	~	~	~
		Audience	~	~	*
		Agencies	~	*	*
		System behavior	~	~	~
		Usage	~	~	~
	Evaluation	Similar sites	~	*	*
		Usability	~	~	~
		Usefulness	~	~	~
		Attributes	~	*	~
		Public awareness	~		
Content component	Representation	General	~	~	~
		Topical	~	~	~
		Specific	~	*	*
		Type	~	*	~
		Format	~	~	~
	Evaluation	Presentation	~	~	*
		Quality	~	~	~
		Utility	~	*	*
		Quantity	~	*	~
		Attributes	~	*	*
Information organization component	Representation	Specific sections	~	*	~
	Evaluation	Information organization schemas	~	~	*
Interface component	Representation	Information organization	~	*	*
		Elements	~	*	*
		Functions	~	*	*
	Evaluation	Results	~	*	~
		Look & feel	~	~	~
		Navigation	~	*	~
		Search	~	*	~
Procedural knowledge	Search strategies	Browsing		■	~
		Results		■	~
		Searching (A)	28	26	24
	Heuristics	Searching & browsing (B)	1	15	15
		Browsing (C)	24	15	13
		Looking for information		■	*
		Accessing information		■	*
		Use of information types		■	*
		Processing information		■	*

Notes.
~ at T1 indicates that an aspect was represented in the mental mode; at T2 and T3 indicates that this aspect remained similar to what it was at the previous time.
■ = new aspect from which MedlinePlus was represented or evaluated.
* = an aspect had qualitative changes from the previous time.
Numerical values are the number of participants.

~は、ある側面が現れた。そして、前の段階より変化なし。

■は、新しいできた側面である。

*は、ある側面が前の段階で現れたが、今の段階では変化した。

数値は、人数を表す。

4.2.4 システム要素の変化

●システム要素は、実験参加者がMedlinePlusに対して全体的な説明と評価である。

Table 4
Development of the system component elements.

Dimensions	Aspects	T0	T1	T2	T3
Representations	Structure	∅	22	32	29
	Audience	∅	17	3	*14
	Agencies		11	*23	*19
	System behavior		13	7	4
	Usage		11	4	2
	Similar sites		2	*2	*5
Evaluations	Usability	∅	24	26	25
	Usefulness		10	4	11
	Attributes		12	*7	4
	Public awareness		1	*0	

Notes.
Numerical values are the number of concepts associated with each aspect.
* = aspects different from what they were in the previous mental model.
∅ = aspects involved in the system component in the baseline model (at T0).

数値は、ある側面に関わる概念の数を表す。

*は、ある側面が前の段階で現れたが、今の段階では変化した。

∅は、ある側面がメンタルモデル（MM0）で現れた。

- メンタルモデル（MM1）をメンタルモデル（MM0）と比べて、実験参加者がMedlinePlusを5分間自由探索した後、新しい側面が出てきた。
- 例えば、実験参加者がMedlinePlusを説明した時、関連組織（例えば、医学協会とアメリカ国立保健研究院）、システムの動作（例えば、ポップアップウインドウ）、システムの役割（例えば、健康診断の勉強、情報収集）、類似したサイトという新しい側面は用いられた。
- 説明以外に、実験参加者も、新しい側面からMedlinePlusを評価した。
- 例えば、有用性の面から、実験参加者はMedlinePlusが医療診断に対して有用であると評価した。
- ある実験参加者は認知度の面からMedlinePlusを評価して、一般人がMedlinePlusのことを知らないと言った。
- メンタルモデル（MM2）をメンタルモデル（MM1）と比較すると、「関連組織」「類似したサイト」と「認知度」の側面に関して変化が行なった。
- 一回目の検索タスクが終わった後、実験参加者は、より多くの関連組織を具体的に言及した（例えば、ある具体的なクリニック）。
- そして、ある実験参加者は、医学論文検索サイトより、検索エンジンのグーグルの方がMedlinePlusと似ていたことを書いた。
- 「認知度」からMedlinePlusを評価する時、実験参加者は、MedlinePlusが複雑なシステムであるため、国民の認知度をあげることができないと思った。
- メンタルモデル（MM3）をメンタルモデル（MM2）と比較すると、「ユーザ」「関連組織」と「類似したサイト」について変化が行なった。
- 二回目の検索タスクが終わった後、実験参加者がMedlinePlusのユーザについての説明が増えた。
- そして、より多くの関連組織と類似のサイトを言及した。

4.2.5 コンテンツ要素の変化

Table 5
Development of the content component elements.

Dimensions	Aspects	T0	T1	T2	T3
Representations	Subject: general	∅	55	44	45
	Subject: topical		146	113	113
	Subject: specific		123	*98	*72
	Type	∅	50	*47	47
	Format	∅	24	11	8
	Presentation		15	17	*19
Evaluations	Quality	∅	13	19	13
	Utility	∅	21	*18	*17
	Quantity	∅	11	*27	6
	Attributes	∅	42	*49	*57
	Specific sections		2	*14	16

Notes.

Numerical values are the number of concepts associated with each aspect.

* = aspects different from what they were in the previous mental model.

∅ = aspects involved in the content component in the baseline model (at T0).

- コンテンツ要素は、実験参加者がMedlinePlusの情報についての説明と評価である。
 - メンタルモデル（MM1）をメンタルモデル（MM0）と比べて、情報の「テーマ」は、三種類に分けることができる。
 - それは、一般的なテーマ（例えば、データ、文献など）、システムに関するテーマ（例えば、病気、診断、治療など）と特定なテーマ（例えば、心臓病、漢方薬）である。
 - 情報の「種類」について、より多くの情報種類（例えば、病気リスト、辞書）が識別された。
 - そして、実験参加者がMedlinePlusの情報を説明した時、情報が提示される形式という側面は用いられた。
 - 例えば、実験参加者は、MedlinePlusの文書は、いくつかのパートに分けられて、アブストラクト、図表などの形で提示されることを言及した。
-
- メンタルモデル（MM2）をメンタルモデル（MM1）と比較すると、実験参加者が特定なテーマについての説明は多くなって、新しい概念（蛋白質・血圧など）を提出した。
 - これらの新しい概念は、実験参加者が行なった検索タスクに関わっている。
 - そして、より多くの情報提示の形式（事実説明、報告、統計データ）が識別された。
 - MedlinePlusの情報の有用性、クオンティティとを評価する時、ポジティブな評価以外に、ネガティブな評価も出てきた。
 - 例えば、必要な情報が足りないと考えた実験参加者がいる。
-
- メンタルモデル（MM3）をメンタルモデル（MM2）と比較すると、同じように検索タスクに関連する新しい特定なテーマが提出された。
 - そして、より多くの情報提示の形式も識別された。

4.2.5 情報構造要素の変化

Table 6
Development of the information organization component elements.

Dimensions	Aspects	T0	T1	T2	T3
Representations	Organization schemas	Ø	35	24	*23
Evaluations	Information organization	Ø	15	*12	*17

Notes.

Numerical values are the number of concepts associated with each aspect.

* = aspects different from what they were in the previous mental model.

Ø = aspects involved in the information organization component in the baseline model (at T0).

- 情報構造要素は、情報がどのように構造化されるかについての考えである。
 - メンタルモデル（MM1）をメンタルモデル（MM0）と比べて、より多くの構造パターンが識別された。
 - 例えば、アルファベット順、器官、性別、年齢などに基づいて、健康情報を提供することができる。
 - 情報構造を評価する時、ほとんどの実験参加者はMedlinePlusの情報がロジックで構造化されることを気がついて、ポジティブな態度を持っている。
-
- メンタルモデル（MM3）をメンタルモデル（MM2）と比較すると、実験参加者が構造パターンに対する理解はより正確になった。
 - 例えば、ネットワークの構造が識別された。

- もう一方、情報が最適に構造されていないことを言及した実験参加者がいる。
- 情報構造についてネガティブな評価は現れた。
- ある実験参加者は、小見出しが多すぎるため、情報が混乱であることを言及した。

4.2.6 インタフェース要素の変化

Table 7
Development of interface component elements.

Dimensions	Aspects	T0	T1	T2	T3
Representations	Elements	Ø	61	*48	52
	Functions	Ø	39	*59	65
	Results		2	*18	15
Evaluations	Look & feel	Ø	35	20	23
	Navigation	Ø	14	*14	14
	Search		3	*20	12
	Browsing			4	1
	Results			14	6

Notes.

Numerical values are the number of concepts associated with each aspect.

* = aspects different from what they were in the previous mental model.

Ø = aspects involved in the interface component in the baseline model (at T0).

- インタフェース要素は、システムのインタフェースについての考えである。
- メンタルモデル（MM1）をメンタルモデル（MM0）と比べて、検索結果に関するインタフェースの側面が出てきた。
- 二人の実験参加者は、検索結果が出た際に、インタフェースの構成の変化を言及した。
- メンタルモデル（MM2）をメンタルモデル（MM1）と比べて、より多くのインタフェースの構成要素が識別された。
- メンタルモデル（MM1）で識別したインタフェースの構成要素は、主にホームページにあるものであるが、メンタルモデル（MM2）で識別したのは、第二レベルか第三レベルのページにあるものである。
- そして、実験参加者がインタフェースを抽象化する傾向がある。
- 例えば、各種のページを、健康チームのページ、薬品情報のページにまとめた。
- また、実験参加者が検索結果についての関心は深くなった。
- インタフェース要素を評価する時、より多くの実験参加者はナビゲーション機能に対してネガティブな態度を持っていて、検索機能に対してポジティブな態度を持っている。
- メンタルモデル（MM3）をメンタルモデル（MM2）を比較した結果、大きな違いがなかった。

4.2.7 手続き的知識の変化

- 実験で、参加者は三つの時点で、同じ仮定タスクの実行ステップを想定するように要求された。
- 各実験参加者の実行ステップを分析した結果、三種類の方法（A、B、C）を抽出した。
- 方法Aは、システムの検索機能を利用する検索方法である。
- 実験参加者はキーワードを入力して検索した後、システムが検索結果を出す。
- 方法Bは、検索機能とブラウジングの組み合わせである。

- 実験参加者はあるテーマを検索した後、そのテーマに関連するページにアクセスして、ページにあるリンクを見ることを通して、必要な情報を見つける。
- 方法Cは、ブラウジング方法である。
- 実験参加者はホームページから、リンクを利用して必要な情報を見つける。
- 方法BはMedlinePlusの機能をよりよく使えて、必要なクリック数も最も少ない。
- Table8にある数値は、A、B、C方法を採用する参加者の人数である。
- 一人の参加者は、複数の方法を想定する場合がある。
- 三回も検索方法を採用する参加者が存在している。
- 五分の自由探索後、方法Bを使う参加者が一人だけいるが、次の段階でその人数が増えた。
- MedlinePlusの使用経験の増加とともに、実験参加者が仮定タスクの実行を想定する時、ヒューリスティックな方法が出てきた。
- ヒューリスティックな方法は、システムのどのような操作が簡単か、どのような操作が複雑かについて実験参加者個人的な考えである。
- 五分の自由探索後、ヒューリスティックな方法を言及した実験参加者がいなかったが、その後数が増えてきた。

Table 8
Development of MedlinePlus usage procedural knowledge over time.

Procedural knowledge types	Procedural knowledge	T1	T2	T3
Search strategies	A	28	26	24
	B	1	15	15
	C	24	15	13
Heuristics	Looking for information		9	*20
	Accessing information		1	*5
	Using information types		1	*3
	Processing information		1	3

Notes.

Numerical values associated with search strategies are the number of participants.

Numerical values associated with heuristics are the number of heuristics mentioned.

* = aspects different from what they were in the previous mental model.

5. ディスカッション

- 本研究は、ユーザがシステムとのインタラクションの間に、どのように特定なシステムのメンタルモデルを構築するかについて検討した。
- その結果、メンタルモデルの構築過程において、認知・感情・行動は同時に変化していることが明らかになった。
- 認知的な変化は、MedlinePlusのシステム要素、コンテンツ要素、情報構造要素とインタフェース要素についての説明により示されている。
- 利用経験の増加とともに、実験参加者はMedlinePlusの特定な側面や特性（例えば、関連機構、情報の種類など）を識別できてきた。
- しかし、ある変化は、特に実験参加者がMedlinePlusのコンテンツについての考えの変化は、行なった検索タスクに影響される。
- 実験参加者がシステム要素の「仕組み」やコンテンツ要素の「形式」についての考えは、安定した状態である。
- その原因は、「仕組み」や「形式」などが情報検索タスクの遂行に大きな関連がないかもしれない。

- 感情的な変化は、MedlinePlusの各要素に対する評価より示されている。
- 利用経験の増加とともに、感情の変化や新しい感情を生み出した場合がある。
- 行動的な変化は、仮定タスクの方法の採用から示された。
- 利用経験が多いほど、実験参加者はシステムの機能に適した方法を採用できるようになった。