

An Experimental Study of the Effects of Representational Guidance on Collaborative Learning Processes

著者：Suthers, D & Hundhausen, C.

出典：The Journal of the Learning Sciences, 2003, 12(2), 183–218.

概要

- ・協同学習と外的表象の仕方の関連を検討した研究
外的表象とは、自分の考えていることを外界のもの(例えば紙と鉛筆とか)を使って表現されたもの
- ・この研究における外的表象の手段
グラフ、マトリックス、ワード
- ・これら 3 つにおいて協同学習プロセスと学習効果を比較検討を行った

1 . Introduction

1.1 協同学習と外的表象による支援

- ・協同を含んだ社会的プロセスの重要性が主張されてきた(Brown & Campine, 1994, etc)
- ・学習者に外的表象をさせることによる支援の重要性が示されてきた
先行研究で取り上げられた外的表象の手段
：Evidence map(Suthers, Toth, & Weiner, 1997, etc)、Container representation(Bell, 1997)、Webcamile(Guzdial et al, 1997)、Speak easy(Hoadly, His, & Berman, 1995)、Matrix representation(Puntambekar et al, 1997)
ただし、詳しいことは書かれていない
- ・問題点
学習者に単独で外的表象をさせた研究が中心(Koedinger, 1991, etc)
：協同の場面で取り上げられた研究が少ない
異なる表象間(例えば、グラフとマトリックス)における比較が行われていない
- ・研究の目的
協同学習において外的表象の手段(この研究ではグラフ、マトリックス、ワード)の違いが学習プロセスと学習効果に及ぼす影響を検討する

1.2 協同学習における外的表象の役割

- ・協同において外的表象はメンバー間で共有される
表象の仕方に関してグループ内で交渉が起きる
：交渉することによって暗黙で了解している内容について意識するようになる
：単独の場合は、自分で思うように表象を作成できるためこのようなことはない
外的表象がジェスチャーの代わりの役割を果たし、情報伝達的手段となる
：以前に生成したアイデアを説明するためにジェスチャーをせずに、記録として残っ

ている表象を指して行うことができるから

- ・ 外的表象の手段の違いにより構築される表象が異なってくる
表象される情報の制約のされ方が異なってくる
焦点が当てられる情報が異なってくる

2. 研究の概要

・ 研究の目的

協同学習において外的表象の手段の違いが学習プロセスと学習効果に及ぼす影響を検討する

：被験者はある地域における健康問題の原因について考える

：そのときの学習プロセスと学習効果について3つの群で比較する

グラフ群：グラフで外的表象するツールを用いる条件

マトリックス群：マトリックスで外的表象するツールを用いる条件

テキスト群：ワードで外的表象をする条件

ツールについては後述

・ 参加被験者

ハワイ大学の理系の学生 60 名(男子学生 32 名、女子学生 28 名)

：全員 25 歳以下

：平均グレイドポイントが 2.99~4 点

：3 人は英語のネイティブスピーカーではないが流暢に話すことができる

：1 人 25 \$ 払った

グループ構成：2 人で 1 つのグループを構成

：同性同士で、成績に違いが無いもの同士でペアを作った

・ 研究の流れ

ツールの使い方の説明を受ける(10 分)

ツールを使う練習をする(12 分)

協同学習セッション(終了は自己申告) } 協同(ペア)で行った } 条件によって、
異なるツールを用いた

多肢選択課題(20 分) } 個別に行った

エッセー課題(30 分) } 協同(ペア)で行った } 全条件、ワードを用いた

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">・ 協同学習セッションでは、発話、行動、ログを記録して、プロセスを評価した・ 多肢選択課題、エッセー課題で学習効果を評価した |
|---|

3. 学習課題と外的表象ツール

3.1 学習課題(協同セッションにおける学習課題)

- ・ グアム島における ALS-PD(病名)の原因を説明する
ALS-PD に関する事例を記した文章を読んで、原因に関する仮説を集める
仮説に関連する証拠を集める(これも、文章から)
仮説と証拠を関連付ける(この証拠は仮説を支持する、しないとか)

3.2 外的表象ツール

(1) グラフ群が用いるツール(Figure 1)

- ・ 右のウィンドウ：ALS-PD に関する文章が記されてある
1 ページに 1 つの事例が表示される(全部で 15 ページつまり 15 事例)
次のページへ行ったら戻ることはできない
- ・ 左のウィンドウ：文章から得た情報をコンセプトマップ風に記述することができる
リンクの + は仮説を支持することを示す
リンクの - は仮説に反することを示す

(2) マトリック群が用いるツール(Figure 2)

- ・ 右のウィンドウ：グラフ群が用いるツールと同様
- ・ 左のウィンドウ：横軸に仮説、縦軸に証拠を記し、セルに支持するかしないかを記入
+ は仮説を支持することを示す
- は仮説に反することを示す
???は仮説と証拠の関連が不明確なことを示す

(3) テキスト群が用いるツール(Figure 3)

- ・ 右のウィンドウ：グラフ群、マトリックス群が用いるツールと同様
- ・ 左のウィンドウ：普通のワード

4. 協同学習セッションの分析方法

- ・ ツールの操作と実際の発話や行動とつき合わせて分析をした(Figure 4)
- ・ 分析カテゴリー
発話、行動、ログにコーディング
： Epistemic classification、 Evidential relation、 Reflection、 Warrant、
Tool talk、 Domain talk、 On-task、 Off-task
この研究で、関連あるのは Epistemic classification、 Evidential relation のみ
Epistemic classification: 情報を仮説か証拠かどちらかに分類することを示唆する発話及び行動したもの
： 発話例：新しいデータをつくらうよ
： ログの例：create data ボタンをクリックしたとき
Evidential relation: 仮説と証拠の関連について述べたもの及び結び付ける行動

- ・ 発話例：これは、遺伝学的な仮説の証拠だよ
信頼性(第2コーダーを立てて全体の20%を分析)
- ・ 89%について同意して $r = 0.86$ であった

5. 研究の仮説(学習者が立てる仮説ではない)

- ・ 仮説は全部で4つあり、仮説1から3まではプロセスについて、仮説4は学習効果

(1) 仮説1：情報を仮説や証拠として分類する頻度について

グラフ群、マトリックス群 > テキスト群

グラフ群とマトリックス群は情報をカテゴリー化することを求められるがテキスト群で求められないから

(2) 仮説2：仮説と証拠の関連付けを行う頻度について

マトリックス群 > グラフ群 > テキスト群

テキスト群では仮説と証拠の関連が顕著でないから

グラフ群ではリンクの構築が関連付けを促進

マトリックスでは取りうるすべての関連について検討することが求められるから

(3) 仮説3：過去に生成した情報を統合する頻度について(例えば、5ページ目をやっているときにこのページの情報を1ページ目の情報を関連付けること)

マトリックス群 > グラフ群 > テキスト群

グラフ群では仮説や証拠が視覚的に顕著に表されるから

マトリックスでは取りうるすべての関連について検討することが求められるから

(4) 仮説4：学習効果(仮説、証拠、仮説と証拠の関連に対する記憶)について

マトリックス群 > グラフ群 > テキスト群

仮説と証拠の関連の考慮を促進する外的表象(多分、グラフ、マトリックス)は、関連する情報を統合することを促進する

統合することが情報やその使用に関する記憶を促進するから

6. 結果

6.1 仮説1に関する検討

仮説1：情報を仮説や証拠として分類する頻度について

グラフ群、マトリックス群 > テキスト群

- ・ 検討方法：Epistemic classification とコードされた発話と行動の頻度を各条件において比較
- ・ 結果(図表なし)：3つの群の間に有意差は無かった(Kruskall-Wallis test より)

テキスト群にインストラクションをするときに実験者たちが仮説、証拠という言葉を用いて説明をしたから、このことによって促進されてしまった

6.2 仮説2に関する検討

仮説 2：仮説と証拠の関連付けを行う頻度について

マトリックス群 > グラフ群 > テキスト群

(1) 協同セッション中における仮説と証拠の関連付けを行う頻度の検討 1

- ・ 検討方法：Evidential relation とコードされた発話と行動の頻度を各条件において比較
- ・ 結果(Table 5)

発話について、マトリックス群 > グラフ群、グラフ = テキスト群、マトリックス群 > テキスト群であった(Kruskall-Wallis test と Fisher PLSD より、他は不明)

：ツールが関連について考えることを促したから

(2) 協同セッション中における仮説と証拠の関連付けを行う頻度の検討 2

- ・ 検討方法：実際にツールの中に生成された表象における関連づけられたものの頻度を各条件において比較
- ・ 結果(Table 6)

マトリックス群 > グラフ群、グラフ群 = テキスト群、マトリックス群 > テキスト群であった(分散分析より)・・・

その他

：仮説については、テキスト群 > グラフ群、マトリックス群 = グラフ群、マトリックス群 = テキスト群であった(分散分析より)・・・

：証拠については有意差なし(分散分析より)・・・

6.3 仮説 3 に関する検討

仮説 3：過去に生成した情報を統合する頻度について(例えば、5 ページ目をやっているときにこのページと情報を 1 ページ目の情報を関連付けること)

マトリックス群 > グラフ群 > テキスト群

(1) 過去に生成した情報への言及数の比較

- ・ 検討方法

生成された仮説、証拠のうち後になって言及されたもの割合を算出(Table 9)

：分母 = 生成された仮説、証拠の合計(Table 6 における Data + Hypothesis に一致)

：分子 = 生成された仮説、証拠のうち後になって言及されたものの数

3 つの群においてその割合を比較

- ・ 結果：マトリックス群 = グラフ群 > テキスト群だった(Kruskall-Wallis test と Fisher PLSD より)

マトリックス群 = グラフ群について

：過去に生成した仮説や証拠について言及する割合は変わらないが、これらを関連付けることはマトリックス群の方が多い(Table 6 より) このことは興味深い

(2) 過去に生成した仮説、証拠に言及するタイミング

- ・ 検討方法

後に言及された回数の平均を比較(おそらくは)

	仮説 1	仮説 2	...	証拠 1	平均
A グループ	3 回	1 回		1 回	x
B グループ	5 回	3 回		2 回	y
...					
平均	X	Y			表中の数字

ページスパンの平均の比較

例えば、5 ページ目をやっているときに 1 ページ目に生成した仮説に言及した場合は 4 とする(おそらくは)

仮説や証拠が生成されてから言及されるまでの発話数の平均を比較

例えば、ある仮説が生成されてから、300 発話後に言及された場合は 300 とする

・結果(Table 10) : すべてにおいて有意差なし(Kruskall-Wallis test より)

(3)過去に生成した仮説と事例の関連に言及した数

・検討方法

生成された仮説、証拠の関連のうち後になって言及されたもの割合を算出(Table 11)

: 分母 = 生成された仮説、証拠の関連の合計(Table 6 の Evidential relation)に一致)

: 分子 = 生成された仮説、証拠の関連のうち後になって言及されたものの数

・結果(Table 11)

マトリックス群 > グラフ群、グラフ群 = テキスト群、マトリックス群 = テキスト群、
であった(Kruskall-Wallis test と Fisher PLSD より)

・全体の割合が仮説や証拠への言及(Table 9)より少ないことに対する考察

仮説と証拠を関連付けることは省察する活動を含むから過去に生成されたものに言及する必要が無かったから

・マトリックス群 > グラフ群であったことに対する考察

マトリックスはセルに仮説と証拠の関連を記入するため、そのことが修正することを促した(関係の修正とは例えば、+ から へすること)

: 実際、後に言及された関連のうち、マトリックス群では 46%が修正されていた

: グラフ群では 1 つ、テキスト群では 1 つであった

つまり、修正するために過去に生成した関連に言及をした

グラフによる外的表象ツールはマトリックスに比べて修正するときの操作がややこしいから

: このことは、Human-Computer Interaction におけるツールのデザインに関して重要な知見である

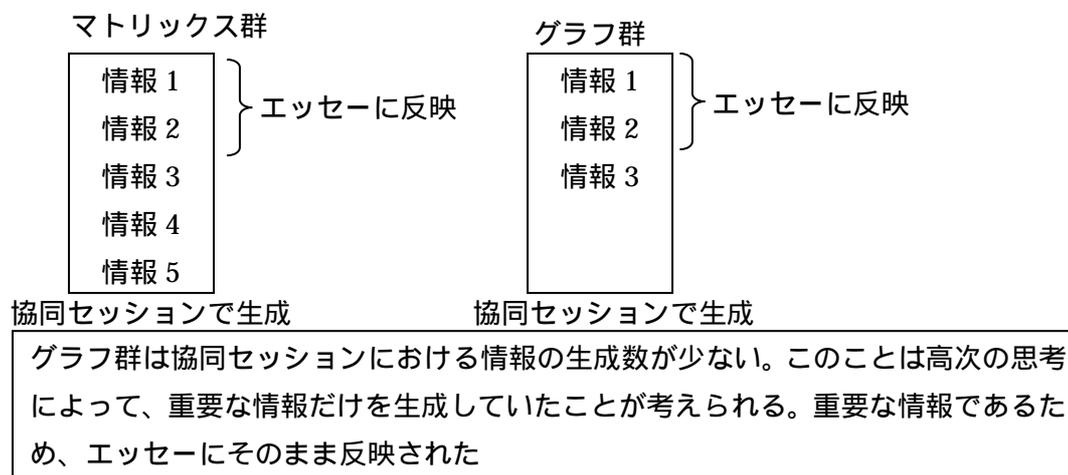
6.4 仮説 4 に関する検討

仮説 4 : 学習効果(仮説、証拠、仮説と証拠の関連に対する記憶)について

マトリックス群 > グラフ群 > テキスト群

(1) エッセー課題の分析

- ・ エッセー課題では、被験者は協同相手と共に調査の結果をまとめる
仮説と仮説に対する証拠をまとめた簡単なパラグラフを書く
結論をまとめたパラグラフを書く
- ・ 検討方法
エッセー中に生成された仮説、証拠、仮説と証拠の関連の数を比較
協同セッション中に生成された仮説、事例、仮説と証拠の関連がどの程度エッセーに反映されたか検討
：例えば、仮説について下記の式で算出
$$(\text{エッセー中に生成された仮説数} / \text{セッション中に生成された仮説数}) \times 100$$
- ・ 結果
エッセー中に生成された仮説、証拠、仮説と証拠の関連の数について(Table 12)
仮説については、テキスト群 > グラフ群、マトリックス群 = グラフ群、マトリックス群 > テキスト群であった(分散分析より)
他については有意差なし(分散分析より)
協同セッション中に生成された情報(仮説、事例、仮説と証拠の関連)がどの程度エッセーに反映されたかに関する結果(Table 13)
Total についてグラフ群 > マトリックス群、マトリックス群 = テキスト群、グラフ = テキスト群(Kruskall-Wallis test と Fisher PLSD より)
：グラフ群は、協同セッションにおいて選択的に情報を生成した



(2) 多肢選択課題における評価

- ・ 多肢選択課題とは領域知識を問う課題
13問で構成：各問いにつき5つの選択肢がある
- ・ 算出方法：正答の選択肢を選べば+1点、誤答の選択肢を選べば 0.5点
ただし、合計点が0点以下にはしない

- ・結果(Table 15)：3つの群の間に有意差はなかった(分散分析より)
 ツールの違いを検出できる課題ではなかったから
 協同学習セッションで差が出るくらい十分な学習時間が取れなかったから

7. 総合考察

- ・外的表象の仕方の違いによる協同学習プロセスと学習効果への影響を検討した
 外的表象の仕方の違いは学習プロセスに影響を及ぼした(仮説2、3より)
 外的表象の仕方の違いは、学習後における知識の用い方に影響した(仮説4より)
- ・マトリックスとグラフにはテキストにないガイダンスの効果がある
 これは適切なガイダンスであった
 ：ガイダンスはやりすぎても良くない
- ・表象のメリットデメリット
 グラフは情報収集したり、関連付けるのに有効
 マトリックスは関連付けるべき必要がある部分について見落としがないかチェックできる
- ・教育への示唆
 実際の授業は大人数で行われる：グループ間の交流や教師の介入がある
 ：このような場でも外的表象が議論の中心になる
 ：現場用のツールもすでに開発している
 人数が多くなれば、活動に関与できなくなる学習者がいる
 ：外的表象が顕著に表されれば、スクリーンに近づく必要がない(外的表象が顕著でない場合はスクリーンに近づく必要あり。しかし、消極的な学習者は近づけないため、活動に関与できない) 現場用のツールがこれに対応
 実際の授業では学習者による情報へのアクセスの制約がない(今回は実験だったので制約があった)
 ：ツールを用いる前にも情報を検索することができる(このときは、表象は関係ない)
 実際の授業は学習時間が長い
 ：長期にわたって学習者が生成した表象の変遷を追跡することができる
- ・今後の課題
 更なる分析が必要
 ：今回は、学習者が生成した表象の種類(仮説、事例、関連)に焦点を当てて分析した
 表象の質や深さについても検討する必要がある
 異なる状況(課題、学習目標、問題解決の目標などが異なる状況)でも、同様の結果が得られるかどうか検討する必要がある
 長期的に真正(Authentic)な探求課題を用いた検討が必要
 ：今回は人工的な課題で学習時間は短期であった

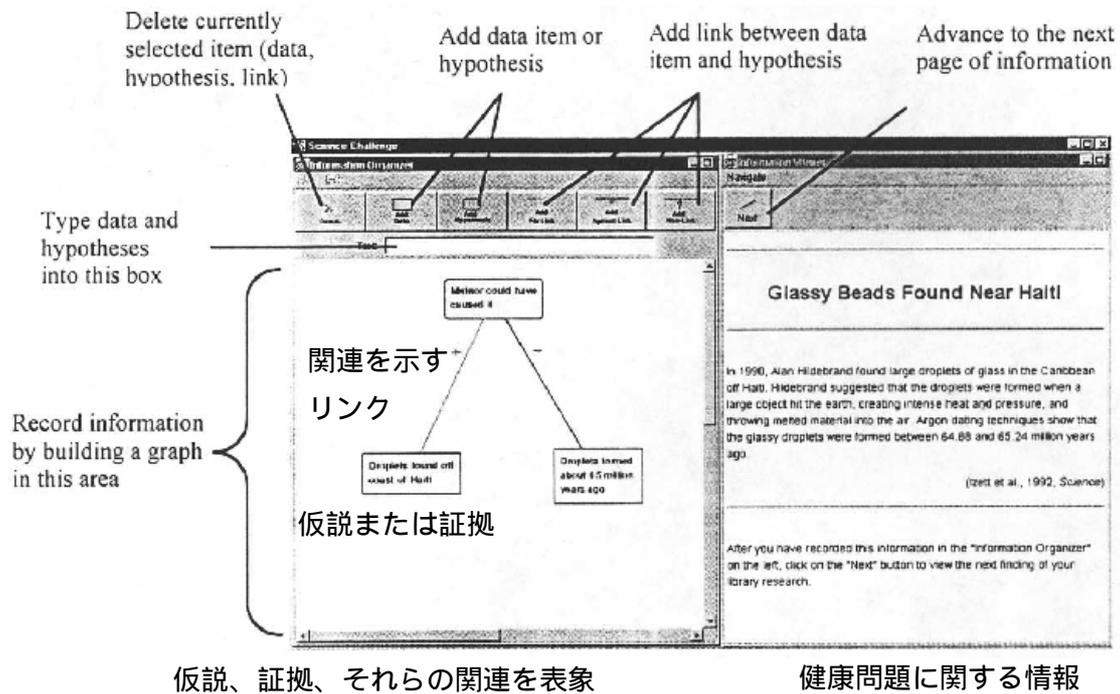


FIGURE 1 The Graph version of the software.

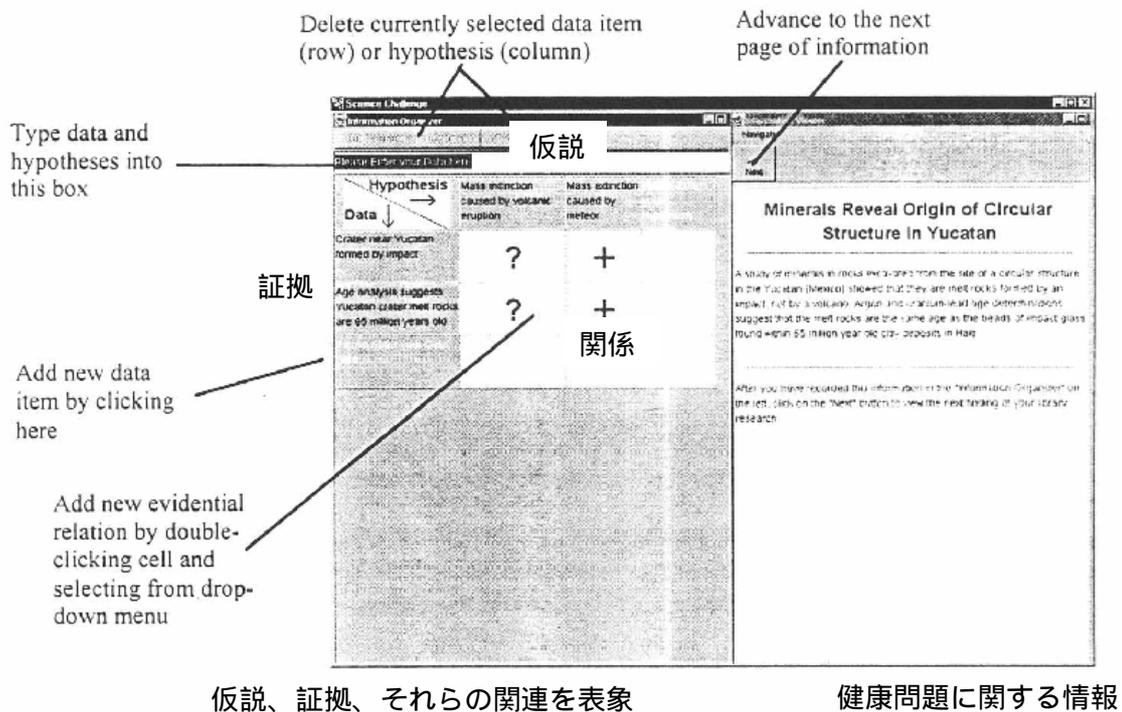
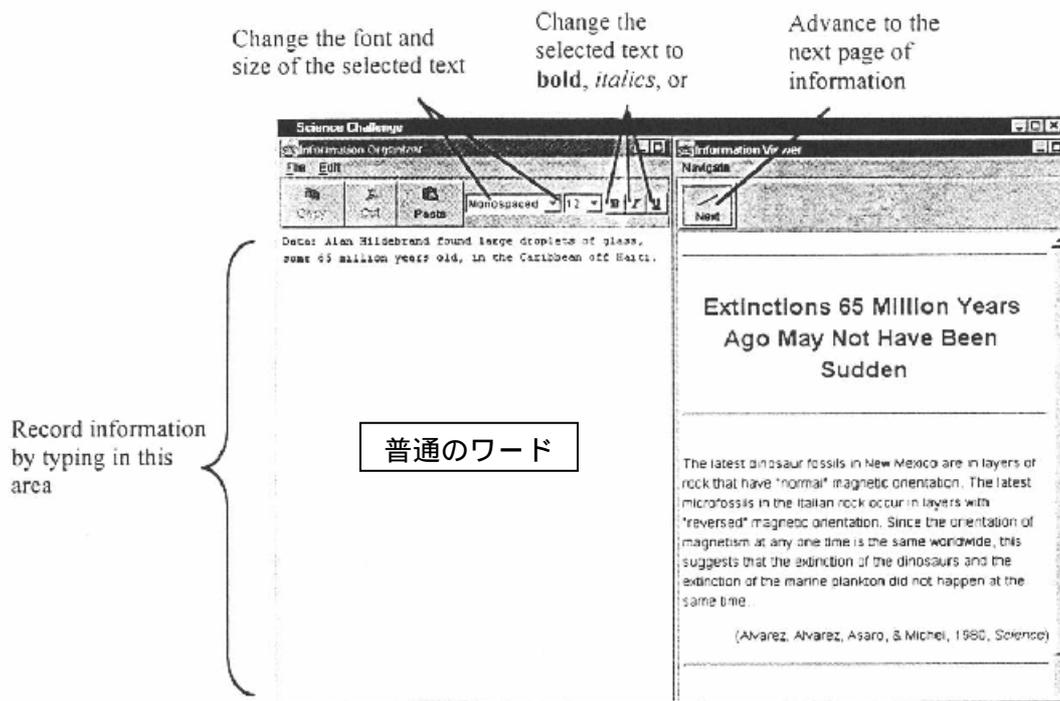


FIGURE 2 The Matrix version of the software.



Record information
by typing in this
area

Change the font and
size of the selected text

Change the
selected text to
bold, *italics*, or

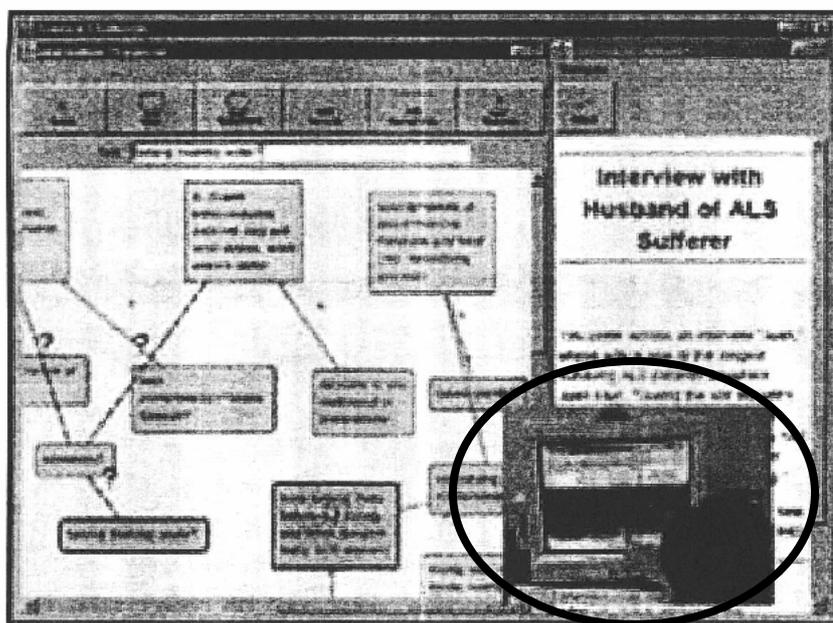
Advance to the
next page of
information

普通のワード

仮説、証拠、それらの関連を表象

健康問題に関する情報

FIGURE 3 The Text version of the software.



被験者の様子

これを、ツールのインター
フェースに付け加えた

FIGURE 4 Sample of video record of a graph session.

TABLE 5
Mean Evidential Relations Segments as Counts and as Percentages of the Total, Verbal, and Representational On-Task Segments

Treatment	Total				Verbal				Representational			
	Count		%		Count		%		Count		%	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Matrix	139.2	97.0	27.3	13.4	67.4	60.7	59.2	19.9	71.8	44.9	18.1	9.3
Graph	60.3	19.1	15.1	6.3	25.6	10.2	29.9	7.3	34.7	12.3	11.3	6.1
Text	37.7	27.2	9.6	6.3	15.4	7.9	17.7	11.1	22.2	21.7	7.3	4.8

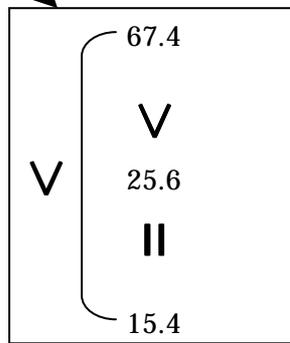


TABLE 6
Data Items, Hypotheses, and Evidential Relations Represented in Learning Session, Both as Mean Counts (Including Nonreference Items) and as Mean Percentages of Reference Items

Treatment	Data				Hypotheses				Evidential Relations			
	Count		%		Count		%		Count		%	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
Matrix	14.8	0.6	98.7	4.2	5.3	3.0	72.5	7.9	47.5	40.2	63.2	22.8
Graph	14.7	0.5	98.0	3.2	3.8	1.4	57.5	16.9	9.2	5.1	25.0	18.0
Text	14.7	0.7	98.0	4.5	7.2	2.7	80.0	23.0	15.0	11.4	30.9	20.1

有意差なし

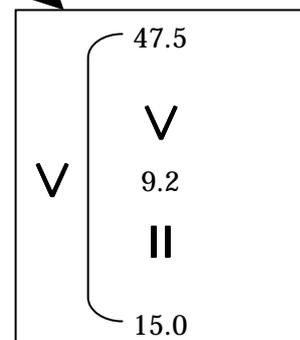
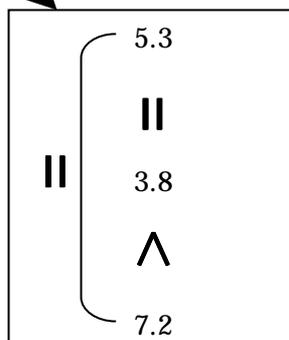


TABLE 9
Mean Ratios and Percentages of Represented Data Items
and Hypotheses Revisited Within the Learning Session

<i>Treatment</i>	<i>Ratio</i>		<i>%</i>	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Matrix	$\frac{12.2}{20.1}$	$\frac{4.0}{3.2}$	61.6 	21.5
Graph	$\frac{13.3}{18.5}$	$\frac{3.7}{1.4}$	71.9	18.8
Text	$\frac{8.6}{21.9}$	$\frac{4.3}{2.7}$	39.3	18.8

Note. The denominators of the ratios are the sums of the counts of represented data and hypothesis items from Table 6.

TABLE 10
Mean Number of Revisitations per Data Item/Hypotheses
and the Mean Page and Segment Spans per Revisitation

<i>Treatment</i>	<i>Revisitations Per Item</i>		<i>Page Span Per Revisitation</i>		<i>Segment Span Per Revisitation</i>	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Matrix	4.7	4.2	6.0	1.3	326.2	114.2
Graph	1.7	0.3	5.2	1.7	275.0	203.7
Text	2.7	1.5	4.9	0.6	224.4	83.8

すべて有意差なし

TABLE 11
Mean Ratios and Percentages of Evidential
Relations Revisited Within the Learning Session

<i>Treatment</i>	<i>Ratio</i>		<i>%</i>	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Matrix	$\frac{7.3}{47.5}$	$\frac{9.2}{40.2}$	14.8	20.4
Graph	$\frac{0.2}{9.2}$	$\frac{0.4}{5.1}$	2.1	4.4
Text	$\frac{0.8}{15.0}$	$\frac{1.1}{11.4}$	5.0	7.3

TABLE 12
Data Items, Hypotheses, and Evidential Relations Represented in
Essays, as Mean Counts and Mean Percentages of Reference Items

<i>Treatment</i>	<i>Data</i>				<i>Hypotheses</i>				<i>Evidential Relations</i>			
	<i>Count</i>		<i>%</i>		<i>Count</i>		<i>%</i>		<i>Count</i>		<i>%</i>	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Matrix	10.6	3.0	65.3	22.4	4.8	1.1	65.0	24.2	11.2	4.1	37.3	20.3
Graph	9.8	3.2	62.0	16.6	3.7	1.3	60.0	24.2	10.1	5.9	36.8	21.7
Text	10.5	3.4	63.3	20.7	5.3	1.1	75.0	16.7	9.9	5.3	30.9	16.0

有意差なし

有意差なし

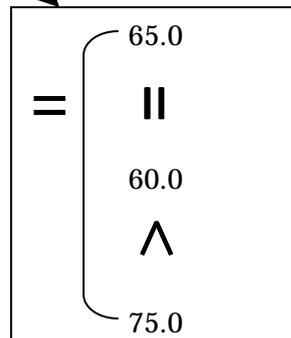


TABLE 13
Mean Percentage of Represented-in-Session Items Included in Essays

<i>Treatment</i>	<i>Total</i>		<i>Data</i>		<i>Hypotheses</i>		<i>Evidential Relations</i>	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Matrix	36.2	21.0	66.2	22.1	80.4	28.5	20.9	23.0
Graph	55.4	17.6	63.1	16.0	71.8	25.1	36.4	33.1
Text	48.9	16.3	64.3	20.2	56.1	14.7	35.4	29.9

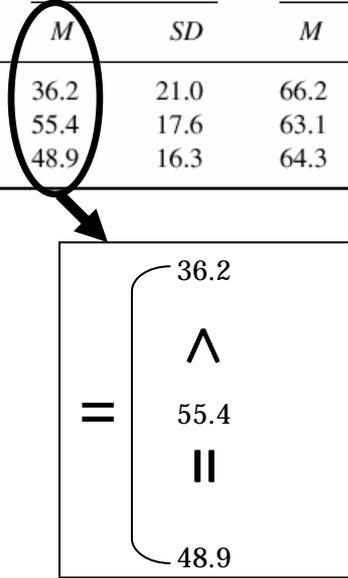


TABLE 15
Mean Posttest Scores

<i>Treatment</i>	<i>Posttest Score</i>	
	<i>M</i>	<i>SD</i>
Matrix	15.2	3.5
Graph	15.2	3.4
Text	14.9	3.5

Note. Scores are out of 22.

発表では言及しなかった図表

・大半が、4つの仮説に対して関連が無かったり、研究目的にそぐわないものであるため省略

例1 : Table 3 は時間について言及しているが、仮説では時間のことは問題にしてい

る
例2 : Table 7 は Table 6 の合計であるが6の方がより細かい視点から分析になっ

ている
時間に関する結果(有意差なし)

TABLE 3
Mean Time to Complete Learning Task,
by Treatment, in Minutes and Seconds

<i>Treatment</i>	<i>Time on Task</i>	
	<i>M</i>	<i>SD</i>
Matrix	44:15	15:19
Graph	46:51	12:13
Text	38:04	7:36

全体のコーディングされた発話数と行動数(有意差なし)

TABLE 4
Mean Number of Total, Verbal, and Representational
Segments That Were On-Task and Nonrecited

<i>Treatment</i>	<i>Total</i>		<i>Verbal</i>		<i>Representational</i>	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Matrix	510.0	163.1	396.2	132.6	113.8	61.2
Graph	454.5	232.3	365.8	195.0	88.7	38.8
Text	392.5	145.8	305.0	126.1	87.5	20.3

Table 6 の合計

TABLE 7
Total Items Represented in Learning Session, Both as
Mean Counts (Including Nonreference Items) and as
Mean Percentages of Reference Items

<i>Treatment</i>	<i>Total Items</i>			
	<i>Count</i>		<i>%</i>	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Matrix	67.6	41.8	77.1	12.4
Graph	27.7	5.6	54.9	11.3
Text	36.9	13.3	60.2	12.0

筆者らの事前に分析した中で抽出した仮説、証拠、関連の合計の割合

TABLE 8
Mean Percentage of Available Reference
Evidential Relations That Were
Represented

<i>Treatment</i>	<i>% Represented</i>	
	<i>M</i>	<i>SD</i>
Matrix	72.5	25.8
Graph	33.2	21.8
Text	34.2	23.6

Note. By available, we mean evidential relations whose data and hypothesis components had already been represented.

エッセーにおける仮説と事例の関連のより詳細な分析

TABLE 14
Mean Evidential Strength, Inferential Difficulty, and Inferential
Span Scores for Evidential Relations Included in Essay

<i>Treatment</i>	<i>Evidential Strength</i>		<i>Inferential Difficulty</i>		<i>Inferential Span</i>	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Matrix	2.17	0.58	1.40	0.49	3.38	1.23
Graph	2.26	1.39	1.37	0.81	3.12	1.97
Text	1.66	0.91	1.04	0.55	2.56	1.67

その他の分析スキーマも含めた結果

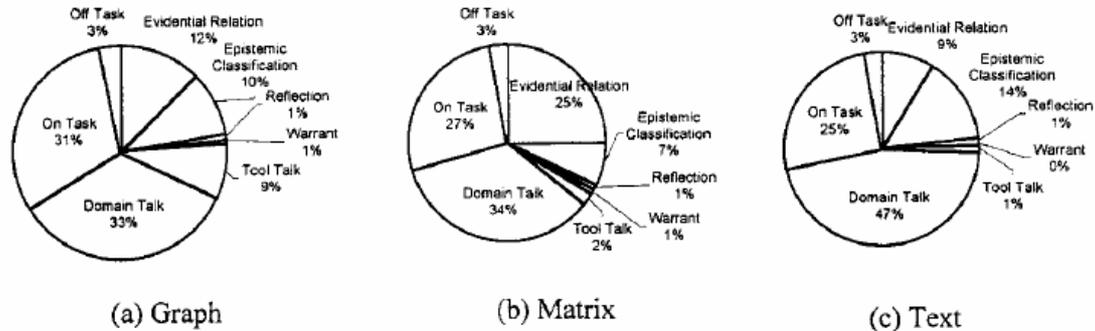


FIGURE 5 Mean percentage of On-Task, Nonrecited segments that Graph, Matrix, and Text participants dedicated to the eight high-level topic categories.

5. 分析スキーマの詳細

(1)メインの学習課題における分析カテゴリー1：発話、行動、ログにコーディング

Evidential relation：証拠が一貫しているかしていないか考えたもの

- ・発話例：これは、遺伝学的な仮説の証拠だよ

Epistemic classification：情報をデータか仮説かどちらかに分類したもの

- ・発話例：新しいデータをつくろうよ
- ・ログの例：create data ボタンをクリックしたとき

Reflection：自らの理解を評価したとき、または不足している情報を特定したとき

- ・発話例：私たちは彼らが種を得るために植物栽培に飲料水を使うことを知っている

Warrant：事例の関連を正当化したとき

- ・発話例：イリアン島のジャヤ州では、土壌のアルミニウムが標準より多いので、これはアルミニウム仮説を支持する

Tool talk：ツールに関する発言

- ・発話例：これをクリックしたら、それを見ることができる

Domain talk：実在しているものに関する発言

- ・発話例：グアムの北には石灰石が採れる高原がある

On-task：前述の6つのカテゴリーとは関連ないが課題に関連する発言

- ・発話例：次のページへ行こう

Off-task：課題に関連ない発言

- ・発話例：昨日の夜は何したの？

信頼性(第2コーダーを立てて全体の20%を分析)

- ・89%について同意して $\kappa = 0.86$ であった

(2)メインの学習課題における分析カテゴリー2：発話、行動、ログにコーディング

Verbal or representational：「発話」か「ツールを用いた行為」か

Recited or nonrecited：「右ウインドウの文章を引用した」か「しない」か

Introduced or repeated：「新規の情報」か「既出の情報の繰り返し」か

Conceptual or tool-based：「概念的な用語(例：それは支持される)」か「ツールに関する言及(+のリンクを作ろう)」か

信頼性(第2コーダーを立てて全体の20%を分析)

- ・ Verbal or representational：100%について同意して $r = 0.99$ であった
- ・ Introduced or repeated：88%について同意して $r = 0.77$ であった
- ・ 全体で 88% ~ 100%同意して 係数は 0.77 ~ 0.99 であった