

# 協同的知識創造の分析に認知科学の研究方法を導入した研究

## Research into Collaborative Knowledge Creation from the Perspective of a Cognitive Science Approach

沢井太郎（東京理科大学修士課程）・小坂武（東京理科大学）

**要旨：**本発表は経営学の分野で議論される組織的な（協同での）知識創造の有効性について、より詳細な検討をするために、外化媒体を用いた協同行為を取り上げ、その解析に認知科学分野の研究方法を取り入れ行った実験結果を報告する。具体的な研究報告の焦点は次の二点である。１．協同で知識創造をする場合は個人で行う場合と比べて、知識創造のプロセスの面でどのような違いがあらわれるか。２．協同で知識創造を行う場合、どのような環境の下で行うとより効果的か。

**Abstract：**For the effectiveness of the organizational knowledge creation discussed in business management, we conducted an experimental study of collaborative knowledge creation, which uses media for externalization, in the cognitive science approach. The focus of our research presentation lies in two points: 1.What are the differences of knowledge creation process between the collaborative and the individual? 2.What environment makes collaborative knowledge creation more effective?

### １．はじめに

経営学の分野で有効性が説かれる組織的な知識創造についての理論は、組織的な知識創造が行なわれている企業の成功事例から導かれているものが多数である。しかし根本的な問題として、組織的な、すなわち協同で知識を創造することは人間の情報処理過程と照らし合わせて有効であるかが経営学における議論では明らかでない。そこで本研究では協同での知識創造について認知的な視点から考察し、それを経営学の場へ還元することを目的とする。そのことによってナレッジマネジメントについてより幅広い視野からの考察が可能になり、より一般的な組織的知識創造の理論について議論することが可能になるのではないか。具体的な研究内容は、組織的な知識創造を支援するにはどのような環境を提供すると望ましいかを明らかにするために実験を行なう。実験は認知科学の場で進められている協同での問題解決に関するものを用いる。

### ２．問題解決の先行研究

協同で行なう問題解決に関する研究では、途中の過程が参加者同士で「見える問題」であることが重要である（三宅,2000）。「見える問題」とは解法の１ステップごとにそれを目に見える形で共有することが可能な問題である。個人に対しても問題を図として提示すると問題解決が促進するかについての研究はなされている（Zhang,1996）。近年では問題解決者自身が思考内容を図として表現することの効果を検証する研究（諏訪,1999）に関心が集まっている。思考内容を図などの再吟味可能な形式で表すことを外化（externalization）と呼ぶ。

問題解決と図の関係を探る研究に使われる問題は、あらかじめ答えが決まっている問題が主である。山崎・三輪（2001）は使用する問題に問題発見型の問題を取り入れた。問題発見型の問題とは、問題の目標状態が設定されておらず、目標状態自体を探索する必要がある問題である。私たちが日常的に直面する問題の多くはそのような問

題である。従って問題発見型の問題を取り入れた意義は大きい。そして彼らは問題発見型の問題に対して、外化を用いると問題解決過程のどのような処理が影響を受け、変化するのかを個人を対象として研究した。その結果、外化を用いると問題の解決が促進され、様々な推論を行なうようになり、問題文構造の制約が緩和されることを実験から示した。

山崎・三輪の研究を受け、本研究では協同で外化を用いた場合の問題発見型の問題における解決過程の変容についての実験を行なう。実験を行なうにあたり、外化の媒体の違いについても比較する。これまでの研究では外化を用いるか用いないかについての研究は前述したようになされているが、外化の媒体自体は研究の対象にされていない。

### 3. 実験

実験の目的は協同で外化を用いた場合の解決過程への影響を探ると同時に、外化の媒体の違いによる解決過程への影響を探ることである。実験の分析手法は山崎・三輪の研究に倣ったプロトコル分析を用いて、ある程度の客観性を持った定量分析を試みる。

#### 3.1 実験で使用する問題

本研究における実験で使用する課題として用いた問題は、山崎・三輪が用いた問題であり、Isaak and Just (1994) が洞察問題として紹介している「Thirty-dollar room」と同型の問題（以下 100 円問題）である。100 円問題を以下に示す。

以下の物語の中で、何故 100 円が消えてしまったように思われるのか、その理由をできる限り詳しく説明してください。

「ある日、一郎、二郎、三郎の 3 人兄弟が商店街へ行きました。3 人はおもちゃ屋さんでゲームを買うことにしまして、1 人 500 円ずつ、合計 1500 円を店員に渡しました。店員が奥の主人に 1500 円を渡すと、主人は『このゲームは少し古いから 500 円までやりなさい』といい、店員に 100 円玉 5 枚を渡しました。店員は偶然遊びにきていた自分の甥っ子の太郎君にその内の 200 円をお小遣いとしてあげてしまい、残りの 300 円を『割り引き分よ』といって 3 人に渡しました。3 人はそれぞれ自分の財布に 100 円をしまいました。3 人は結局 1 人 400 円ずつ出したことにな

るので合計 1200 円、店員がネコババしたのが 200 円、これを合わせると 1400 円です。はじめに 3 人が 1500 円出したのに、あと 100 円はどこにいったのでしょうか？」

簡単に問題の特徴を述べる。100 円問題では、解決にとって重要な情報が問題文中には存在せず、問題解決過程を通じて被験者がその情報を獲得しなければならない。ただし、問題文中には誤った情報や、誤解を導く情報が含まれており、重要な情報の獲得が妨げられている。そのため、100 円問題は被験者が問題自体を再検討し、正しい情報を発見しなければならない問題発見型の問題であると言える。

#### 3.2 実験方法と被験者

実験では条件の違う三群を比較する。三つの群は 外化の媒体として紙を使う群（以下「紙あり」）、外化の媒体として黒板を使う群（以下「黒板あり」）、外化を用いない群（以下「媒体なし」）である。被験者は大学生 60 名である。その 60 名を 20 名ずつ分け、三群に割り振った。各群内では友人同士のペアを被験者とした。

問題テキストは紙に問題のみを記述したものを配布した。問題を解くのに使える時間は 15 分である。時間前に被験者が問題を解けた場合は、その旨を問題の監督者である筆者に伝えさせた。そして問題が解けたもしくは時間を使い切ってしまった後に、被験者に対して解答用紙を渡し、100 円が消えてしまったと思われる理由を記述させた。

実験の様子はテープレコーダを用いて録音した。また「黒板あり」の組に対してのみ、二人が作業する場所とテープレコーダとの距離が遠く、録音できるかが不安なためビデオ撮影も合わせて実施した。録音した会話は書き起こしてプロトコル分析に用いた。

#### 3.3 実験の全体的な結果

はじめに実験結果の概観として、問題の正解/不正解と問題を解くのに要した時間に基づき、群間の成績の違いを考察する。被験者が解答用紙に記述した内容の正誤を筆者が判定する上で、「1200 円と 200 円を足すことが誤りである」と

いった概念が記述されていた場合は正解とした。  
表 1 は正解/不正解の区別と要した時間のクロス  
集計表である。

表 1 正解/不正解と時間の関係

	紙あり	黒板あり	媒体なし
正解	3	4	3
不正解(15分内)	4	0	2
不正解(15分一杯)	3	6	5

表 1 の結果から群間における正解/不正解の差  
は見られない。時間との関係で考察すると「紙あ  
り」の場合は不正解にも関わらず、終了時間前に  
正当に到ったと判断している組が多い。それに対  
して「黒板あり」における不正解のペアは時間一  
杯取り組んでいる。同じ外化を用いた場合でも、  
なぜこのような違いが生まれたのか。これを含め  
て、媒体間の違いを明らかにするためにプロトコ  
ル分析を行ない問題解決過程の違いについて考  
察する。

#### 4. プロトコル分析

##### 4.1 プロトコル分析の方法

プロトコル分析の最初のステップとして、記録  
された発話を書き起こして分節化を行なう。分節  
化は話者が交代した時点や、統語的な切れめが見  
られた場合を基準とする。このようにして得られ  
た発話の単位を「言明」と呼ぶ。次に得られた言  
明を「命題」と呼ばれる述語論理に近い形式で表  
現されたものに変換する。例をあげると、「A が  
500 円を B に払う」という言明があった場合、  
「give(A,500,B)」という命題に変換される。そ  
うようにして被験者の間で交わされた発話を命題  
の形式に変換する。そして問題文との対応関係で  
被験者の命題を比較するために、問題文中に現れ  
る言明を命題として記述した。また、命題への変  
換作業の妥当性を検証するために、1 名の評定者  
に同様の変換作業をいくつか行なってもらった。  
筆者と評定者との変換の一致率は 75.1%であっ  
たので、ほぼ変換は妥当に行なわれたとみなす。

##### 4.2 推論の量

変換を終えた命題は 3 つの基準に基づき分類

した。問題文中に出現する命題(以下 PP)、  
問題文中の命題 1 つを前提とした推論により導  
出される命題(以下 CVP)、問題文中の 2 つ以  
上の命題を前提とした推論により導出される命  
題(以下 CPP)。この分類のうち、CVP と CPP  
が問題文を前提とした推論である。従って、この  
2 つが多く生成されている群は問題に対して深く  
思考しているといえる。表 2 は各群で生成された  
PP、CVP、CPP の平均を示している。表 3 は各  
群間の差について t 検定を行なった結果である。

表 2 PP、CVP、CPP の平均

平均	紙あり	黒板あり	媒体なし
PP	16.7	37.8	32.1
CVP	13.2	23.9	14.7
CPP	23.3	34.1	25.2

表 3 t 検定(two-tailed)

		t値	有意確率	自由度	
PP	紙ありと媒体なし	2.44	0.0253	18	**
	紙ありと黒板あり	4.06	0.0007	18	**
	媒体なしと黒板あり	0.91	0.3751	18	
CVP	紙ありと媒体なし	0.36	0.7253	18	
	紙ありと黒板あり	2.02	0.0590	18	*
	媒体なしと黒板あり	1.99	0.0617	18	*
CPP	紙ありと媒体なし	0.33	0.7439	18	
	紙ありと黒板あり	1.75	0.0971	18	*
	媒体なしと黒板あり	1.55	0.1390	18	

\*\*5%有意水準(t値境界値:2.10)、\*10%有意水準(t値境界値:1.73)

表 4 問題において基本となる命題

インデックス	命題
A	give(brothers,1500,Clerk)
B	give(Clerk,1500,Shopkeeper)
C	give(Shopkeeper,500,Clerk)
D	give(Clerk,200,Taro)
E	give(Clerk,300,Brothers)
F	give(Brothers,1200,Clerk)
G	1200+200=1400

出典：山崎治・三輪和久「外化による問題解決過  
程の変容」2001

表 5 インデックス間の線の本数

	紙あり	黒板あり	媒体なし
合計	22	48	33

表 3 より、明確に有意差が出たのは PP におけ  
る「紙ありと媒体なし」の場合と「紙ありと黒板  
あり」の場合であった。結果から得られた知見は、  
「紙あり」の場合に PP という問題文をなぞる会

話が少ないことより、無駄な会話が少ないことがうかがえる。

有意水準としては低いが、CVPの「紙ありと黒板あり」と「媒体なしと黒板あり」、CPPの「紙ありと黒板あり」の間にも差が見られる。また「媒体なしと黒板あり」の $t$ 値も境界値に近い値が出ている。この結果からわかることは「黒板あり」の場合がCVPとCPPという推論が最も多く生成されていることがうかがえる。またCPPが多く生成されるということは被験者が複数の命題を統合し、新規命題の生成処理が促進されていると言える。

#### 4.3 命題ネットワーク

複数命題の統合により新規命題を生成することは、問題文の外へも注意を向けていると見なせる。そうした注意の推移を被験者がどのように問題文の内外で行ったかを捉えるために命題のネットワーク図を描く。被験者から得た命題は問題文において基本となる7つの命題(表4)に基づいてインデックスを割り振る。命題に対するインデックスの付与はPP、CVPには一つ、CPPに関しては二つ以上を貼る。貼り付けられたインデックスを被験者の発話した順に線で結び、ネットワーク図を描く。その図において、3/4以上の被験者の間で引かれた線の本数を数えたものが表5である。表5より「黒板あり」の場合が最も線の本数が多い。これより「黒板あり」の場合が問題文内外のあちこちに注意を向けていることが分かる。

#### 5. 結論と考察

プロトコル分析の結果から得た知見は次の2つに要約できる。推論の量は、黒板を媒体とした場合は相対的に多いが、紙を媒体とした場合は相対的に少ない。問題に対する探索の幅は、黒板を媒体とした場合は広いが、紙を媒体とした場合は狭い。従って結論としては、協同で問題解決をするさい、その外化の媒体によって推論や探索の幅が変わることである。

原因は、媒体が紙の場合、一方が外化をするさ

い相手がその作業を見ることが困難なため、作業が協同でなく単独に近い状態に陥ると思われる。黒板の場合はその大きさにより、一方が外化したことを相手も同時に見て考えることができるため、協同での作業が行われると考えられる。これは三宅が述べる問題解決過程の見えやすさと関連している。つまり紙の場合は1ステップごとに二人で見ることは困難だが、黒板の場合では容易なため、同じ外化を行なったとしても成果に差が生まれる。

経営学の場合に対して応用すると、協同もしくは組織的に知識を創造する場合、知識を生み出そうとする過程を、空間の共有だけでなく特定の媒体を用いることによって共有しなければならない。そうすることにより、組織的な知識創造はより円滑になされる。しかしその過程を共有できないような媒体を用いると、知識創造の過程における議論は散漫なものになる。

#### 主要参考文献

山崎治・三輪和久「外化による問題解決過程の変容」『認知科学』,Vol.8,No.1,2001,pp.1-14.

野中郁次郎・竹内弘高『知識創造企業』東洋経済新報社,1995

Zhang, J. "The Nature of External Representations in Problem Solving," *Cognitive science*, Vol.21, No.2, 1997, pp.179-217.