

# 分散協調型 KJ 法における直感的な分類作業に個々人の知識量が及ぼす影響の評価法 IPL 法の提案と適用

杉浦茂樹<sup>†</sup> 宗森純<sup>††</sup>  
木下哲男<sup>†</sup> 白鳥則郎<sup>†</sup>

本論文では、発想支援において重要となる直感的な分類作業を定量的に評価する手法として IPL 法 (Island formation using Pseudo Label: 疑似ラベルを用いた島作成の方法) を提案し、その有効性を示す。IPL 法を分散協調型 KJ 法の島作成段階に実際に適用した結果、個々人の知識の分散状況が島作成に影響することを定量的に示した。これは、分散協調型 KJ 法において、個々人の知識の分散状況が島を基にして作成されるまとめ (図解または文章) にも影響を及ぼすことを示している。関連する研究としては三末らが提案した LCR 法があるが、LCR 法は論理的な分類作業の評価法である。これに対して本論文で提案する IPL 法は直感性を陽に意識することによって、発想支援により効果的な分類作業の評価法となっている。

## A Proposal of an Evaluation Method IPL for Effects of Individual Quantity of Domain Knowledge on an Intuitive Classification in a Distributed and Cooperative KJ Method and Its Application

SHIGEKI SUGIURA,<sup>†</sup> JUN MUNEMORI,<sup>††</sup> TETSUO KINOSHITA<sup>†</sup>  
and NORIO SHIRATORI<sup>†</sup>

We propose a new evaluation method IPL (Island formation using Pseudo Label), and show its efficiency. In the IPL method, the effects of domain knowledge of each participant can be evaluated based on an intuitive classification task in a distributed and cooperative KJ method. Experiments using the IPL method show the influences upon the island formation caused by the distribution of knowledge quantitatively. There exists a similar method called LCR method which provides an evaluation method for the logical classification tasks. However, the proposed IPL method provides an evaluation method for the intuitive classification tasks by which the creation of new idea can be done easily and effectively.

### 1. ま え が き

近年、電子会議システムにおいて発想法を適用し支援しようとする研究が盛んである<sup>1),2)</sup>。その中には発想法として広く知られている KJ 法<sup>3)</sup>を対象としたものも少なくない<sup>4)</sup>。このような研究の 1 つに分散協調型 KJ 法がある<sup>7)</sup>。

分散協調型 KJ 法では、個々人の知識量および能力の影響は無視できないことが経験的に知られているが、これまで、個々人の知識量および能力の影響の評価や、

評価法の開発にかかわる研究はほとんど行われていない。たとえば、文献 8) では、個々人の能力を測るために各被験者のプロフィールの調査を行っている。しかし、この方法では、条件の定量的な測定、および、条件を定量的に変化させることはできず、評価法としては不十分である。

そこで、本論文では、個々人の知識量が分散協調型 KJ 法の島作成段階に及ぼす影響を調べる評価実験法として IPL 法 (Island formation using Pseudo Label: 疑似ラベルを用いた島作成の方法) を提案し、本手法を適用した実験を通してその有効性を示す。IPL 法を用いることにより、従来不可能であった被験者それぞれの島作成に関する知識量を調べ、知識量の割合を変化させ、知識量の偏りが分散協調型 KJ 法の島作成段階に及ぼす影響を定量的に調べるのが可能となる。

本論文は次のように構成されている。2 章では IPL

<sup>†</sup> 東北大学電気通信研究所/情報科学研究科

Research Institute of Electrical Communication/Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

<sup>††</sup> 大阪大学大学院基礎工学研究科

Department of Informatics and Mathematical Science, Graduate School of Engineering Science, Osaka University

法を提案する。3章では2章で提案したIPL法を実際に分散協調型KJ法に適用した実験について述べる。4章では実験結果を示し、その評価を行う。5章ではLCR法と比較検討する。6章は結論である。

## 2. IPL法

### 2.1 島作成段階への着目

IPL法は、KJ法における島作成段階に着目し、それに特化した評価実験法である。島作成段階に着目したのは、分散協調型KJ法の全段階の中で島作成段階が、他の2つの段階であるラベル作成、文章化と比べて、次の特徴を有しているためである<sup>7)</sup>。

- (1) 作業時間がとりわけ長くなっている。
- (2) 被験者間のコミュニケーションが盛んに行われる。

本来、島作成段階では参加者全員が、出された意見(ラベル)に関して共通の理解を持っていないなければならない。しかし、実際に分散協調型KJ法を行っている場合には、共通の理解が得られず参加者の間に島作成に関する知識の偏りが生じていることが多く、それが島作成の結果に影響を及ぼすことが経験的に指摘されている。IPL法は、この知識の偏りが、分散協調型KJ法にどのような影響を与えるかを定量的に調べるための評価実験法である。

なお、KJ法の評価には、質的と量的な評価法が考えられる。質的な評価については、いまだ有効な評価法が確立されていない。そのため、KJ法の評価法としては、作業にかかる時間や作業中の会話数などを用いて量的評価を行うのが一般的である<sup>5)</sup>。本論文のIPL法でも、量的な評価の視点、具体的には作業時間に着目してその方法論を提案する。作業時間に着目した理由は、実験データの計測を数値的、客観的にかつ正確に行えるためである。

### 2.2 従来の評価法

これまで発想支援用のエディタを対象として島の作成(分類)作業および評価の手法として、LCR法<sup>5)</sup>が提案されている。LCR法は、種々の長所を有しているが、論理的分類法であり、発想法に必要ないわゆる直感的な分類法としては十分ではない。ここで、論理的な分類作業とは文法および規則に基づいて対象を分類する作業のことであり、直感的な分類作業とは意味に基づいて似ているものを集める分類作業のことを意味する。そこで、直感性を陽に意識し、発想支援により効果的な分類と評価を行うための手法としてIPL法を提案する。

### 2.3 分類作業の対象

IPL法では直感的な分類、すなわち意味に基づいて似ているものどうしを集めるといった分類作業を実現するため、分類の対象として次の2つの条件を満足するものを選ぶ。

- (1) 分類作業の対象が意味を持ち、その意味に基づいて類似性による分類が可能。
- (2) 客観的な答え(分類結果)が存在。

この分類対象はKJ法のラベルに相当するので、疑似ラベルと呼ぶことにする。これらの条件を満足するものとしては諺(ことわざ)や英単語などがあげられる。本論文では代表例として諺を対象とし、IPL法を用いて諺の意味による分類を行う。この分類作業は、島作成段階の作業に対応し、次の特徴を持つ。

- (1) 個々人の知識量の計測、調整が容易。
- (2) 議題による影響が除去できる。
- (3) 作業の質が直感的である。

### 2.4 分散協調型KJ法の知識分散状況モデル

IPL法の基盤として、個々人の知識の状況(知識分散状況)から、分散協調型KJ法の島作成段階のモデルを構成する。

協調作業の単位として、協調作業の基本となる2人の作業による分散協調型KJ法のモデルを与える。

#### 2.4.1 準備

2人の被験者を $\alpha$ と $\beta$ で示す。

分散協調型KJ法での1回の島作成作業(以下、単位作業と書く)で用いられるラベルに関する知識(以下、単に知識と書く)の全体集合を $K_U$ 、被験者 $\alpha$ の知識を $K_\alpha$ 、被験者 $\beta$ の知識を $K_\beta$ と定義する。このとき、次の関係が成り立つ。

$$K_\alpha \subseteq K_U$$

$$K_\beta \subseteq K_U$$

また、 $\phi$ を空集合、 $\cap$ を積集合演算子、 $\cup$ を和集合演算子、 $\setminus$ を差集合演算子、 $\#(X)$ を集合 $X$ の大きさ(集合 $X$ の要素数)とする。

#### 2.4.2 モデル0:理想的な分散協調型KJ法の島作成段階のモデル

理想的な分散協調型KJ法の島作成段階では、被験者全員(被験者 $\alpha$ 、被験者 $\beta$ の両方とも)が知識を完全に持っている。このような場合、すなわち、 $K_U$ と $K_\alpha$ と $K_\beta$ が完全に一致する場合を、

$$K_U = K_\alpha = K_\beta \quad (1)$$

と示す。これをモデル0と呼ぶ。

#### 2.4.3 モデル1:一般的な分散協調型KJ法の島作成段階のモデル

一般的な分散協調型KJ法のモデル作成を行う。こ

ここでは、次のような仮定を導入する。

$$K_U = K_\alpha \cup K_\beta \tag{2}$$

これは、知識は被験者  $\alpha$  か被験者  $\beta$  のいずれかが持っており、いずれも持っていない知識はないことを示す。分散協調型 KJ 法では、ラベルは被験者いずれかが作成したものであるため、どちらかが知識を持っているはずであり、上記の仮定は妥当である。

まず、知識の部分集合  $K_0, K_1, K_2, K_{-1}$  を次のように定義する。

$$\left. \begin{aligned} K_0 &= K_\alpha \cap K_\beta \\ K_1 &= K_\alpha \setminus K_0 \\ K_2 &= K_\beta \setminus K_0 \\ K_{-1} &= K_U \setminus (K_\alpha \cup K_\beta) \end{aligned} \right\} \tag{3}$$

このとき、式 (2) より、

$$K_{-1} = \phi \tag{4}$$

が成り立つ。部分集合  $K_0, K_1, K_2$  の全体集合  $K_U$  に対する割合  $p_0, p_1, p_2$  は次のようになる。

$$\left. \begin{aligned} p_0 &= \frac{\#(K_0)}{\#(K_U)} \quad (0 \leq p_0 \leq 1) \\ p_1 &= \frac{\#(K_1)}{\#(K_U)} \quad (0 \leq p_1 \leq 1) \\ p_2 &= \frac{\#(K_2)}{\#(K_U)} \quad (0 \leq p_2 \leq 1) \end{aligned} \right\} \tag{5}$$

知識の全体集合  $K_U$  と部分集合  $K_0, K_1, K_2$  から、被験者  $\alpha$  と被験者  $\beta$  の知識共有率  $s$  および知識偏在率  $u$  を次のように定義する (図 1 参照)。

$$s = \frac{\#(K_0)}{\#(K_U)} \quad (0 \leq s \leq 1) \tag{6}$$

$$u = \begin{cases} 1 & (K_1 = K_2 = \phi) \\ \frac{|\#(K_1) - \#(K_2)|}{\#(K_1) + \#(K_2)} & (otherwise) \end{cases} \quad (0 \leq u \leq 1) \tag{7}$$

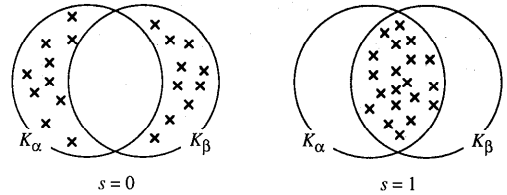
これを、 $p_0, p_1, p_2$  を用いて書き直すと次のようになる。

$$s = p_0 \quad (0 \leq s \leq 1) \tag{8}$$

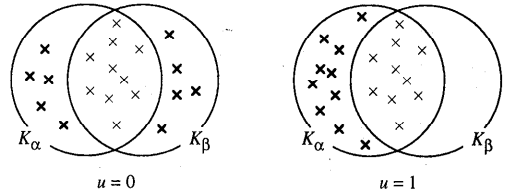
$$u = \begin{cases} 1 & (p_1 = p_2 = 0) \\ \frac{|p_1 - p_2|}{p_1 + p_2} & (otherwise) \end{cases} \quad (0 \leq u \leq 1) \tag{9}$$

この定数  $s$  と  $u$  によって特徴づけされるモデルをモデル 1 と呼ぶ。

モデル 0 は、モデル 1 の特殊な場合 ( $s = 1, u = 1$  の場合) であることが分かる。そのため、以下では、モデル 1 を本論文におけるモデルとして採用する。



知識共有率  $s$   
( $K_\alpha$  と  $K_\beta$  の共通部分の割合)



知識偏在率  $u$   
( $K_\alpha$  と  $K_\beta$  の共通部分以外の要素の偏在の程度)

図 1 知識共有率 ( $s$ ) と知識偏在率 ( $u$ )  
Fig.1 Knowledge share rate and knowledge maldistribution rate.

### 2.5 IPL 法の手順

IPL 法の具体的な手順を以下に示す。

#### (1) 比較を行う分類作業のタイプの決定

2.4 節のモデルに基づいて、実験によって比較を行う分類作業の知識共有率  $s$  と知識偏在率  $u$  の組 (作業タイプ) を決定する。

$$(s_1, u_1), \dots, (s_n, u_n)$$

#### (2) 疑似ラベル候補群の分類

被験者  $\alpha$  と  $\beta$  のそれぞれに対して、あらかじめ疑似ラベルデータベースに用意されている疑似ラベル候補群を分かる (○) と分からない (×) による疑似ラベルアンケートを行う。疑似ラベルアンケート結果から、疑似ラベル候補群を双方が分かる (○ ○),  $\alpha$  のみが分かる (○ ×),  $\beta$  のみが分かる (× ○), 双方ともが分からない (× ×) に分類する。

#### (3) 作業初期状態の作成

前ステップ (2) で分類した疑似ラベル候補群を用いて、ステップ (1) で決定した各作業タイプに対応する作業初期状態を作成する。

本ステップにおいては、実験とは関係ない外乱を除去するため次の 5 つの条件を満足させる必要がある。

- (a) 各作業初期状態に含まれる疑似ラベルの数はすべて同数となるようにする。
- (b) 各作業初期状態に含まれる疑似ラベルの数は分類結果の島 (分類で作成されたグループの

数)の数が実際の分散協調型 KJ 法の実験結果<sup>7)</sup>の島の数の平均 7 に近くなるように決定する。

- (c) 作成する作業初期状態の総数は (1) で決定した作業タイプの種類を  $n$  とすると  $2n+2$  とする。このうち、2 は練習用の作業初期状態である。
- (d) 練習用の作業初期状態の  $(s, u)$  の組は、(1) で決定した作業タイプのいずれとも等しくないようにする。
- (e) すべての疑似ラベルは練習を含めて 2 回以上使用しない。

(4) 練習

まず、疑似ラベルの分類作業に被験者が慣れるために、ステップ (3) で作成された練習用の作業初期状態を用いて練習を行う。

(5) 本番

次に、実際の評価実験として疑似ラベルの分類作業の本番を行う。本番は前半と後半の 2 つのフェーズに分けて行う。習熟の影響を除去するため、前半を  $(s_1, u_1) \rightarrow (s_2, u_2) \rightarrow \dots \rightarrow (s_{n-1}, u_{n-1}) \rightarrow (s_n, u_n)$  の順で行った場合には、後半は  $(s_n, u_n) \rightarrow (s_{n-1}, u_{n-1}) \rightarrow \dots \rightarrow (s_2, u_2) \rightarrow (s_1, u_1)$  の順で行う。

次の量を実験データとして収集する。

- (a) 所要時間 ( $T$ )
- (b) 会話数 ( $C$ )

また、各本番を終えた後、被験者に作業アンケートを記入させる。作業アンケートの内容は次の 2 つの項目の 5 段階評価である。

- (a) 作業の困難さ ( $D$ )
- (b) 作業の満足度 ( $S$ )

上記の実験データに基づいて、所要時間  $T$ 、会話数  $C$ 、作業の困難さ  $D$ 、作業の満足度  $S$  のそれぞれの平均  $\bar{T}$ 、 $\bar{C}$ 、 $\bar{D}$ 、 $\bar{S}$  を求める。作業の困難さに関しては、非常に困難 (+2)、やや困難 (+1)、ふつう (0)、やや簡単 (-1)、非常に簡単 (-2) と数値化して、その平均を求める。作業の満足度に関しても、同様に、非常に満足 (+2)、やや満足 (+1)、ふつう (0)、やや不満 (-1)、非常に不満 (-2) と数値化して、平均値を得る。

上記ステップ (2)~(5) を単位実験と呼ぶ。

(6) 被験者を変えての実験の繰り返し

被験者を変更して、単位実験を繰り返す。このとき、同一の被験者に対して 2 回以上の単位実験を行わないようにする。

(7) 実験データの分析

各単位実験で得られた実験データ ( $\bar{T}$ ,  $\bar{C}$ ,  $\bar{W}$ ,  $\bar{D}$ ,  $\bar{S}$ ) から、作業タイプ別平均  $\bar{T}_{(X)}$ ,  $\bar{C}_{(X)}$ ,  $\bar{D}_{(X)}$ ,  $\bar{S}_{(X)}$ , および各作業タイプ間の統計検定量  $|t_{\bar{T}(X_1, X_2)}|$ ,  $|t_{\bar{C}(X_1, X_2)}|$ ,  $|t_{\bar{D}(X_1, X_2)}|$ ,  $|t_{\bar{S}(X_1, X_2)}|$  を求める。この統計検定量を用いて  $t$  検定を行い有意差を調べる。

(8) 評価

ステップ (7) で得られた結果に基づいて、島作成における知識の偏りの影響を所要時間に着目し評価する。

3. IPL法に基づく実験

3.1 実験手順

本論文では、諺を疑似ラベルとして用い、IPL法を実際に分散協調型 KJ 法に適用した。IPL法に基づく本実験の手順を以下に示す。

(1) 比較を行う分類作業のタイプの決定

作業タイプとして表 1 の A~D のような特徴的な作業を選んだ。

(2) 疑似ラベル候補群の分類

諺を疑似ラベルとして用いる。実験で用いた諺データベースは、諺数 509、諺群数 138、諺群の平均の大きさが 3.69 であり、図 2 のような諺群を含む。この諺候補に対して、分かる (○) と分からない (×) による諺アンケートを行う。この結果に基づいて、諺候補群を ○○, ○×, ×○, ×× の 4 つに分類する。

(3) 作業初期状態の作成

単位実験で用いる諺数を 20 個とした。A~D それぞれに対して 2 つずつ、練習用に 2 つ、合計 10 個の作業初期状態を作成する。

3.2 実験システム

3.2.1 ハードウェア構成

3 台の Apple PowerMacintosh8500/120 (2 台実験用, 1 台モニタ用), および、それを結ぶイーサネット (10Mbps) からなる。

表 1 作業の種類 (1)  
Table 1 A kind of works (1).

作業タイプ	s	u	p0	p1	p2
A	0.0	1.0	0%	100%	0%
			0%	0%	100%
B	1.0	1.0	100%	0%	0%
C	0.0	0.0	0%	50%	50%
D	0.5	1.0	50%	50%	0%
			50%	0%	50%

転がる石には苔が生えぬ	ああ言えばこう言う
使っている鋏は光る	右と言えば左
流れる水は腐らぬ	山と言えば川
人通りには草生えず	
塞翁が馬	単糸線を成さず
人間万事塞翁が馬	孤掌鳴り難し
禍福は糾える縄の如し	一本薪は燃えず
吉凶は糾える縄の如し	
大器小用	転ばぬ先の杖
鶏を割くに牛刀を用う	濡れぬ先の傘
大根を正宗で切る	
	小刀に鑿

図2 諺群の例

Fig. 2 An example of proverb group.

### 3.2.2 ソフトウェア構成

分散協調型 KJ 法の支援は、郡元<sup>7)</sup>を用いる。郡元は、KJ 法を分散環境上で実現する発想支援システムで、以下の4つの機能を持つ(図3参照)。

- (1) 意見入力:自由に意見を出す機能
- (2) 島作成:意見を直感的に、すなわち意見の内容に基づく類似性により島に分類するための支援機能
- (3) 文章作成:島からまとめた文章を作成するための支援機能
- (4) 雑談:離れた相手との会話の支援機能として、テキストベースの雑談機能

### 3.2.3 被験者間の会話

被験者間の会話の手段としては、文字のみとした。これは、音声や画像などを用いると実験のパラメータが多くなりすぎるという理由からである。

### 3.3 実験のプログラム

実験のプログラムを表2に示す。

- (1) まず最初に、実験概要の説明、および作業アンケートの記入の仕方の説明を行う。
- (2) 次に、被験者の知識の量を測定するために、諺アンケートを実施する。この諺アンケートの結果から、実験で用いる作業初期状態の生成を行う。
- (3) システム(郡元)に慣れるために、雑談機能を用いてお互いの会話を円滑に行うための練習、および諺の分類の練習(2回)を行う。
- (4) 諺の分類作業の本番は、前半と後半各4回ずつの計8回である。分類作業終了の直後に作業アンケートを記入する。習熟の影響を除去するため、前半は作業タイプ A → B → C → D の順

表2 実験のプログラム(1)

Table 2 Schedule of an experiment (1).

午前	実験概要の説明 作業アンケートの記入の仕方の説明 諺アンケートの実施
午後	雑談機能を用いた会話の練習 練習(2回) 本番と作業アンケートの記入(前半4回) 本番と作業アンケートの記入(後半4回)

で、後半はその逆の順で行う。

練習、本番の合計10回の分類作業はそれぞれ異なる作業初期状態に対して行う。この10回の分類作業を通して同じ諺が2回以上出ないようにしている。

### 3.4 データの収集

分類作業ごとに、作業の所要時間、および会話の回数と文字数を郡元<sup>7)</sup>の履歴機能を利用して記録する。また、被験者にアンケートを行うことによって、作業の困難さ、作業の満足感を調べる。

### 3.5 被験者

被験者は東北大学の学部学生および大学院学生で、2人1組で合計7組14人である。

## 4. 実験結果と評価

### 4.1 実験結果

所要時間、会話数、困難さ、満足度の作業タイプ別平均  $\bar{T}(x)$ ,  $\bar{C}(x)$ ,  $\bar{D}(x)$ ,  $\bar{S}(x)$  を表3に示す。

### 4.2 評価

ここでは、所要時間  $\bar{T}$ 、会話数  $\bar{C}$ 、困難さ  $\bar{D}$ 、満足感  $\bar{S}$  それぞれに対して、作業タイプに関して信頼係数95%の片側t検定を行い評価する。

所要時間、会話数、困難さ、満足度の統計検定量を表4に示す。

ここで、作業タイプ A~D は知識共有率と知識偏在率の組  $(s, u)$  で示すと次のようになる。

$$A: (s, u) = (0.0, 1.0)$$

$$B: (s, u) = (1.0, 1.0)$$

$$C: (s, u) = (0.0, 0.0)$$

$$D: (s, u) = (0.5, 1.0)$$

検定の結果、所要時間  $\bar{T}$  に関して、AとC、BとC、CとDに関して有意な差が認められた。知識共有率  $s$ 、知識偏在率  $u$  に関して整理した結果、次のことがいえる。

- (1) 知識共有率  $s$  が変化しても、所要時間はほとんど変化しない。
- (2) 知識偏在率  $u$  が低くなると、所要時間が1.9倍と著しく長くなる。

会話数  $\bar{C}$ 、困難さ  $\bar{D}$ 、満足度  $\bar{S}$  から以上の結果は

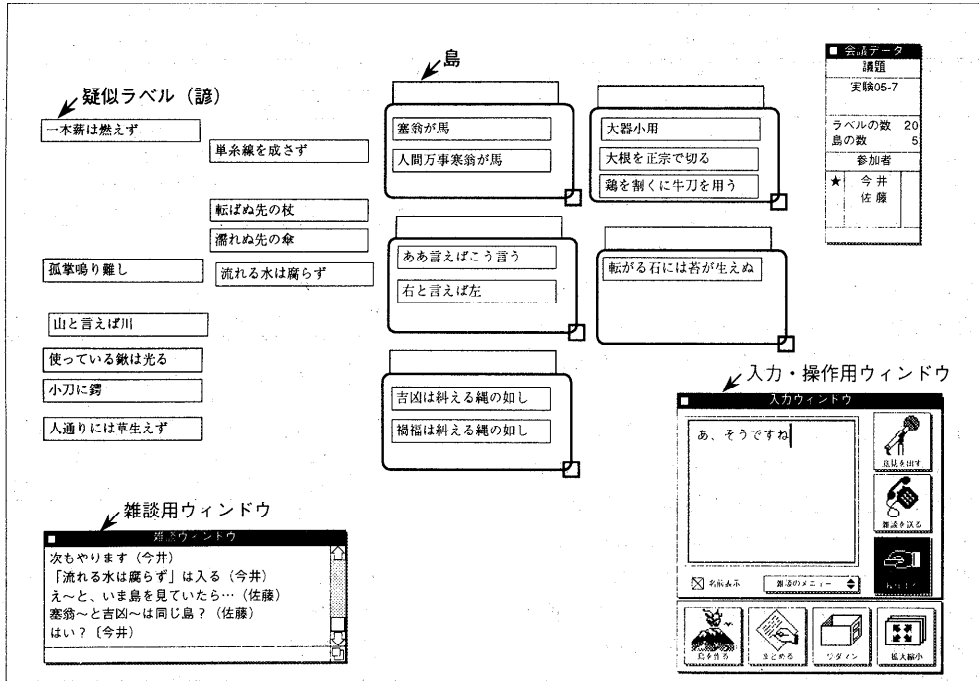


図 3 実験画面の例

Fig. 3 Display example of an experiment.

表 3 実験結果 (1)

Table 3 Result of experiments (1).

作業タイプ $X$	実験回数 (回) <sup>†</sup>	所要時間 (秒) $\sigma_{T(x)}$	会話数 (回) $\bar{C}_{(x)}$	作業の困難さ $\bar{D}_{(x)}$	作業の満足度 $\bar{S}_{(x)}$
A	9	680.8	18.1	-0.7	+1.3
B	13	536.4	13.1	-1.2	+1.0
C	9	1304.9	35.9	+0.5	+0.2
D	14	593.7	15.5	-0.2	+0.8

<sup>†</sup> 諺アンケートの結果、作業初期状態の作成に必要な諺が得られず、実験が行えない場合があった。

表 4 統計検定量

Table 4 Statistical test values.

$X_1$	$X_2$	所要時間 $ t_{\bar{T}(X_1, X_2)} $	会話数 $ t_{\bar{C}(X_1, X_2)} $	困難さ $ t_{\bar{D}(X_1, X_2)} $	満足度 $ t_{\bar{S}(X_1, X_2)} $
A	B	1.01	1.37	1.08	0.75
	C	<b>2.06</b>	<b>1.81</b>	<b>2.08</b>	<b>2.91</b>
	D	0.68	0.65	1.09	1.40
B	C	<b>3.16</b>	<b>2.59</b>	<b>3.80</b>	<b>1.79</b>
	D	0.59	0.86	<b>2.79</b>	0.51
C	D	<b>3.11</b>	<b>2.35</b>	1.57	1.48

下線のついた数値は信頼係数 95% の片側  $t$  検定で有意な差があったことを示す。

裏付けられる。

次に、この原因について考察する。表 5 に示される会話内容の作業タイプ別の平均から、次のことが考えられる。

(1) 今回の実験では、知識共有率  $s$  のみの変化で

は、 $K_2 = \phi$ 、または、 $K_1 = \phi$  という条件が成立している。この場合、 $K_2 = \phi$  の場合には、被験者  $\alpha$  のみで分類作業を行うことが可能であり、 $K_1 = \phi$  の場合には、被験者  $\beta$  のみで分類作業を行うことが可能である。すなわち、共通知識の割合が下がっ

表5 会話内容の作業タイプ別平均  
Table 5 Means of contents of chats.

作業タイプ	諺の意味 関連 (%)	諺の分類 関連 (%)	その他 (%)
A	28.3	33.9	37.9
B	15.9	45.3	38.8
C	39.0	38.6	22.4
D	21.0	47.2	31.8

でも、分類作業中どちらか一方のみで行える作業の割合は変化しない。このため、知識共有率  $s$  の変化に関して実験データに影響が生じなかったと考えられる。

(2) 知識偏在率  $u$  が下がると、分類作業中どちらか一方のみで行える作業の割合は低くなる。このため、作業を行うために諺に関する知識を被験者の間で交換する必要が生じ、会話数の増大を招く。その結果、所要時間の増大を招いたと考えられる。

以上のことから、IPL法を用いることによって、個人間の知識の分散状況が直感的な分類作業である分散協調型 KJ法の鳥作成段階に影響を与えていることを定量的に測定・評価できることが示された。具体的には、分類作業対象として疑似ラベル（本実験では代表例として諺）を用いることにより、実験の準備段階において、議題による影響を除去し、直感的な分類作業を行わせることができた。また、疑似ラベルアンケートを行うことによって、被験者の分類作業に関する知識量を測定し、その知識量をパラメータとして種々の実験条件を設定することができた。さらに、この実験条件の違いが直感的な分類作業に及ぼす影響を定量的に測定・評価することができた。

## 5. LCR法との比較実験

LCR法は1人で作業することが前提となっている。そこで、同一条件とするため、複数人で行う分散協調型 KJ法の代わりに1人で行う KJ法に IPL法を適用することにより、LCR法との直接的な比較を行った。

### 5.1 実験手順

3.1節とはほぼ同様であるが以下の点が異なる。

#### (1) 分類作業のタイプ

作業タイプとしては知識量の変化による影響を調べるために表6のE~Hのような作業を選んだ。LCR法では作業に関するすべての知識を持っていることが前提となっているので、作業タイプはEの1種類のみである。本実験では単漢字を含むラベルを単漢字の部首によって分類する漢字 LCR法<sup>5)</sup>を行う。IPL法ではF

表6 作業の種類 (2)  
Table 6 A kind of works (2).

作業タイプ	説明
E	LCR法(すべてのラベルの意味を知っている)
F	IPL法(すべての諺の意味を知っている)
G	IPL法(意味を知っている諺と 意味を知らない諺が半々ずつ)
H	IPL法(すべての諺の意味を知らない)

表7 実験のプログラム (2)  
Table 7 Schedule of an experiment (2).

午前	実験概要の説明 、作業アンケートの記入の仕方の説明 諺アンケートの実施
午後	練習 (LCR法1回, IPL法2回) 本番と作業アンケートの記入 (前半4回 <sup>†</sup> ) 本番と作業アンケートの記入 (前半4回 <sup>†</sup> )

<sup>†</sup>LCR法1回, IPL法3回。

~Hのような知識量の異なる作業タイプに対して実験を行う。

#### (2) 作業初期状態

LCR法で単位実験に用いるラベル数、および、IPL法で単位実験に用いる諺数はいずれも20個とした。LCR法に対してはEに対して2つ、練習用に1つ、合計3個の作業初期状態を作成する。IPL法ではF~Hのそれぞれに対して2つずつ、練習用に2つ、合計8個の作業初期状態を作成する。

### 5.2 実験システム

3.2節とはほぼ同様であるが以下の点が異なる。

(1) 使用する計算機は1台のみ。

(2) 1人でのKJ法なので会話手段は使用しない。

### 5.3 実験のプログラム

実験のプログラムを表7に示す。

(1) まず最初に、実験概要の説明、および作業アンケートの記入の仕方の説明を行う。

(2) 次に、被験者の知識の量を測定するために、諺アンケートを実施する。この諺アンケートの結果から、実験で用いるIPL法の作業初期状態の生成を行う。LCR法の作業初期状態はあらかじめ用意してある。

(3) システム(郡元)に慣れるために、LCR法に基づく分類の練習1回およびIPL法に基づく分類の練習2回を行う。

(4) 諺の分類作業の本番は、前半と後半各4回(LCR法1回, IPL法3回)ずつの計8回である。分類作業終了の直後に作業アンケートの記入をする。習熟の影響を除去するため、前半は

表 8 実験結果 (2).  
Table 8 Result of experiments (2).

作業タイプ X	実験回数 (回)	所要時間 (秒)		作業の困難さ		作業の満足度	
		$\bar{T}_{(X)}$	$\sigma_{T(X)}$	$\bar{D}_{(X)}$	$\sigma_{D(X)}$	$\bar{S}_{(X)}$	$\sigma_{S(X)}$
E	10	139.6	25.4	-1.8	0.4	+0.6	1.0
F	10	179.7	26.7	-0.9	0.9	+0.7	0.6
G	10	231.4	62.8	+0.3	1.0	+0.0	0.8
H	10	212.7	31.4	+0.2	0.8	-0.1	0.5

作業タイプ E → F → G → H の順で、後半はその逆の順で行う。

#### 5.4 データの収集

分類作業ごとに、作業の所要時間を記録する。また、被験者にアンケートを行うことによって、作業の困難さ、作業の満足感を調べる。

#### 5.5 被験者

被験者は東北大学の学部学生および大学院学生で、1人1組で合計5組5人である。

#### 5.6 実験結果

所要時間、困難さ、満足度の作業タイプ別平均  $\bar{T}_{(X)}$ ,  $\bar{D}_{(X)}$ ,  $\bar{S}_{(X)}$ , 作業タイプ別標準偏差  $\sigma_{T(X)}$ ,  $\sigma_{D(X)}$ ,  $\sigma_{S(X)}$  を表 8 に示す。

#### 5.7 実験の考察

被験者 (5 人) から収集した本実験についてのアンケート結果の主なものを以下にまとめる。

- (1) LCR 法の方が IPL 法より作業が容易 (被験者全員)。
- (2) IPL 法では諺の意味を考える必要がある (被験者の 8 割)。
- (3) IPL 法では各グループに入る諺の数が不明なので作業が困難だった (被験者の 4 割)。

#### 5.8 評価

以上のことから、LCR 法と比較して IPL 法には以下のような性質があることが分かった。

- (1) 設定した知識量により実験結果に差異が生じる。たとえば、 $\bar{T}_{(H)}/\bar{T}_{(F)} = 1.2$  であり、これはすべての諺の意味を知っている場合 (F) とすべての諺の意味を知らない場合 (H) で所要時間の比が 1.2 倍であることを示す。  
⇒ IPL 法では被験者の知識量の測定および調整が行えることが示された。
- (2) 実験結果の分散の程度が LCR 法と同程度。所要時間の標準偏差を平均で正規化した値が  $\sigma_{T(X)}/\bar{T}_{(X)} \sim 0.2$  である。  
⇒ 議題などによる影響が除去されることが示された。
- (3) 実験で行う作業は機械的ではなく頭を使う必要

がある。アンケートの結果、5人全員がそのように回答した。

⇒ 作業の質がより直感的であることが示された。

## 6. むすび

従来の分類作業の評価法の 1 つである LCR 法<sup>5)</sup>は論理的な分類作業の評価法であり、発想法に必要ないわゆる直感的な分類作業の評価法としては十分ではない。そこで、本論文では直感性を陽に意識し発想支援により効果的な分類作業の評価の手法として IPL 法を提案し、その有効性を示した。具体的には、直感的な分類作業の対象の代表として諺を選び、諺データベースを作成することにより、IPL 法を実際に分散協調型 KJ 法の鳥作成段階に適用した結果、知識の共有状態が直感的な分類作業に及ぼす影響を定量的に示した。IPL 法と LCR 法を同一条件で比較実験を行った。その結果、IPL 法は LCR 法と比較して被験者の知識量の測定および調整が可能、作業の質が直感的であるなどの性質があり、IPL 法がより効果的な発想支援の評価法であることが示された。

今後の課題としては、3人以上へ IPL 法を適用できるような拡張などが残されている。

## 参考文献

- 1) 特集 発想支援システム, 人工知能誌, Vol.8, No.5 (1993).
- 2) 國藤 進, 上田晴康: 創造的思考支援のための知識獲得支援グループウェア GRAPE, 日本創造学会編, 創造性研究 10「異文化・異分野の統合と創造性」, pp.111-131, 共立出版 (1994).
- 3) 川喜田二郎: KJ 法—混沌をして語らしめる, 中央公論社 (1986).
- 4) 杉山公造: 収束的思考支援ツールの研究開発動向—KJ 法を参考とした支援を中心にして, 人工知能, Vol.8, No.5, pp.568-574 (1993).
- 5) 三末和男, 杉山公造: 図的発想支援システム D-ABDUCTOR の操作性の評価, 情報処理学会論文誌, Vol.37, No.1, pp.133-143 (1996).
- 6) 河合和久, 塩見彰睦, 竹田尚彦, 大岩 元: 協調作業支援機能を持ったカード操作ツール KJ エディ



タの評価実験, 人工知能, Vol.8, No.5, pp.583-592 (1993).

- 7) 宗森 純, 五郎丸秀樹, 長澤庸二: 発想支援グループウェアの実施に及ぼす分散環境の影響, 情報処理学会論文誌, Vol.36, No.6, pp.1350-1357 (1995).
- 8) 由井蘭隆也, 宗森 純, 山元一永, 長澤庸二: 発想支援グループウェア郡元を用いた遠隔地でのKJ法の実施, 情報処理学会 GW 研報, Vol.96, No.26, pp.7-12 (1996).

(平成9年5月15日受付)

(平成9年9月10日採録)



杉浦 茂樹 (正会員)

1968年生。1994年東北大学大学院修士課程修了。現在同大学電気通信研究所勤務。発想支援環境, やわらかいネットワークに関する研究に従事。情報処理学会会員。



宗森 純 (正会員)

1955年生。1984年東北大学大学院博士課程修了。工学博士。同年三菱電機(株)入社。1984~1989年同社情報電子研究所にて, 通信ソフトウェア開発環境の研究開発に従事。1989年鹿児島大学工学部情報工学科助教授。1996年大阪大学基礎工学部情報工学科助教授。現在, 同大学大学院基礎工学研究科情報数理系専攻助教授。平成9年度山下記念研究賞受賞。グループウェア, ヒューマンインタフェース, 形式記述技法, 神経生理学などの研究に従事。電子情報通信学会, オフィスオートメーション学会各会員。



木下 哲男 (正会員)

1953年生。1979年東北大学大学院修士課程修了。同年沖電気工業(株)入社。1996年東北大学助教授(電気通信研究所)。知識表現, 知識型設計支援システムなどの研究開発に従事。本会平成元年度研究賞受賞。工学博士。電子情報通信学会, 人工知能学会, 日本認知科学会, ACL, AAAI 各会員。



白鳥 則郎 (正会員)

1946年生。1977年東北大学大学院博士課程修了。同年同大学電気通信研究所勤務。1984年同大学助教授(電気通信研究所)。1990年同大学教授(工学部情報工学科)。1993年同大学教授(電気通信研究所)。情報通信システム, ソフトウェア開発環境, ヒューマンインタフェースの研究に従事。1993年本会マルチメディアと分散処理研究会主査。本会25周年記念論文賞受賞。IEEE, 電子情報通信学会, 人工知能学会各会員。