

## 異なる検索経験が事実記憶のデータベース化の 形成に及ぼす影響

筑波大学心理学系

海 保 博 之

知識論の歴史的展開をふり返ってみると、2つの大きな流れのあることに気づく。一つは知識の形成論に関する流れである。たとえば哲学における経験説対先験説の対立の歴史、心理学における Piaget の発生的認識論の研究などである。もう一つの流れは、知識の資格論、すなわち知識の具備すべき要件にかかわる論で、専ら、科学方法論研究者によって考究されてきた。

これら2つの流れに加えて、1970年代になると、人工知能研究の領域から、新たにもう一つの知識論研究が生まれてきた。それは知識の表現論とも称すべきもので、知識をいかに表現するかを主要な課題としている。知識の表現論が人工知能研究者の課題となってきたのは、自然言語を理解するコンピュータプログラムの設計という具体的目標の達成に、それが強力な道具として働くことが期待されたからに他ならない。この動きは、心理学の領域に敏感に反映され、特に人間の記憶のなかに格納されている知識構造の表現をさぐるようとする研究を、活発におこなわせることとなった(瀧(1979)に詳しい)。

知識の形成論、資格論、表現論のいずれも孤立した領域をなしているわけではない。とりわけ形成論と表現論とは密接不可分の関係にある。獲得された知識構造を適切に表現することと同時に、その知識構造がいかなる学習経験を経て、形成されてきたかを問うことは、人工知能研究者にとっても、また人間の記憶研究にとっても、知識に関する理論を豊潤にしてゆくためには、不可欠の課題である。本稿では、以上のような知識論に関する史的展開と状況を背景にふまえておこなわれた一つの実験が報告される。

次のような日常経験的事態にもとづいた推論をまず考えてみる。ある事柄についての様々な事実が記憶のなかに格納され定着してゆくまでには、色々の文脈のもとで、その事柄に遭遇し、文脈をも含めて所定の事実を記銘しながら、さらに記銘された記憶情報を折にふれ、状況に応じて検索利用することがくり返される。このような記銘と検索の力動的な情報のやりとりを通じて、ある事柄についての事実記憶は安定した構造を形成してゆく

と考えられる。

本稿では上述の推論から2つの問題がとりあげられる。まず第一は、記憶情報の検索経験にかかわる問題である。事実の記憶は、その事実の提示される文脈をも含めておこなわれる。すなわち、提示場所、提示のされ方、提供者等々、Tulving (1972) がエピソード記憶としてあげたような一連のリストを付随させた形で、事実とは格納される。そこでこの記憶情報を検索利用する型式として2種類を考えてみる。一つは記銘時の文脈を検索の手がかりとして情報を引き出す型、他の一つは記銘時文脈とは異なった検索手がかりから情報を引き出す型とである。前者を提示文脈依存型検索 (context-bound retrieval)、後者を提示文脈自由型検索 (context-free retrieval) とここでは呼ぶことにする。

この2つの検索型について、具体例で説明してみよう。たとえば山田という人物についての様々な事実情報が記憶のなかに定着してゆく事態を想定してみる。まず考えられる状況の一つは、山田氏に直接、間接に接するたびに、山田氏に関する記憶情報の一部あるいはすべてが検索され、新しい事実を加えて、再び記憶に格納されるようなものであろう。この時におこなわれる検索を、山田氏が常に検索手がかりとなっているところから、文脈依存型検索とよぶ。このような検索状況に対して、時おり、テニスの好きな人は誰か、東北出身の人は誰か等々、の手がかり(検索目的)から山田氏が検索されることもある。これは山田氏に関する事実情報を記銘した時とはまったく別の検索手がかりが用いられていることから、文脈自由型検索と、ここではよばれる。日常的には、この2つの検索型が入りみだれ反復利用されていると想定されるが、本実験では、いずれか一方のみの検索型を経験させた時に、果して事実記憶の定着度や構造にちがいがみられるかを検討してみる。

第2の問題は、安定した記憶構造の表現に関係する。ある事柄に関する記憶構造が安定しているという時には、次のような3つの要件を具備することが要求されよう。

- ①個別事実が要素として記憶構造内に存在していること。  
 ②記憶要素間の機能的関係、たとえば連想関係、意味的關係など、ができて上がっていること。  
 ③いかなる検索目的にもかなうように、事実情報が準備されていること。

この3つの要件を満たす記憶構造は、コンピュータ用語を借用すれば、事実情報のデータベース化ということになる。かくして前述の検討課題は、果して文脈依存型検索あるいは文脈自由型検索のいずれの経験が、事実情報の記憶データベース化の形成に促進的に働くか、という形に言い直すことができる。

### 方 法

6名の人物についての4つの属性<sup>1)</sup>に関する自己紹介文を、5回反復して聴取させ、2回目以後各回ごとに後述のような質疑応答課題と人物間の類似度判断をおこなわせた。

**記憶材料** 人名は、日本人の姓としてごく一般的な6種類が使われた。自己紹介する属性は、大学生に400字以内で書かせた自己紹介文40種類の内容分析の結果にもとづいて決められた。記述された属性の多いものから順に7属性をあげると次の通りである。括弧は40名中その属性を記述していた人の割合である。

- ①専攻(80%) ②名前の説明(70%) ③出身地(70%) ④サークル、趣味(68%) ⑤性格(33%) ⑥年齢(33%) ⑦出身高校(30%)

これらのうちから、「名前の説明」を除いて、多い順に、4つの属性を選んだ。各属性は、2つの意味的カテ

ゴリーに分けられ、各カテゴリー内には3つの事例が用意された。人物と事例の組合せに際しては、同一意味的カテゴリー事例を共有する場合の数を3(2対)、2(6対)、1(6対)、0(1対)になるようにして、人物対間の属性類似度を操作した(TABLE 1)。

4属性の各事例を単純な文章表現にすることで、6名の人物の紹介文が構成された。

属性の提示順序は、出身地、専攻、趣味、性格の順で、常に一定である。属性に対する注意を喚起するために、同一人物について、内容は同じであるが、表現が少し異なった(たとえば、「出身地は……」、「生れは……」)紹介文が3種類用意された(TABLE 1)。

紹介文の例:「私は山田です。生れは福岡です。大学では数学を専攻しています。趣味はテニスをするです。性格はどちらかと言えば誠実な方だと思います。」

紹介文は一人の女性が普通速度で6名の人物すべてについて朗読し、テープに録音された。6名の自己紹介文の朗読時間は、約1分30秒であった。

**被験者** 大学生20名を文脈依存検索群(CB群)と文脈自由検索群(CF群)とに無作為に10名ずつ割当てた。群による課題内容のちがいは、次項で述べる通りである。

**課題内容と実施順序** 人物紹介のテープは、5回聴取させる。聴取後、次のような課題を課した。なお各回ごとの紹介人物の提示順序はランダムである。

第1回目聴取後:課題なし

第2回目聴取後:たとえば、CB群には、「山田さんはどんな人でしたか」、CF群には、「東北出身の人には誰がいましたか」と質問し答えさせる。CB群には6

TABLE 1  
Four attributes of persons memorized

	Yamada (Y)	Takahashi (T)	Suzuki (Z)	Sato (S)	Imai (I)	Kikuchi (K)
Birth	Fukuoka	Miyazaki	Aomori	Akita	Iwate	Kumamoto
Major	math	physics	law	chemistry	economics	politics
Interest	tennis	knitting	cooking	badminton	volleyball	reading
Character	honest	gentle	optimistic	frank	serious	plain

(Note) Semantically-related instances are arranged into the same line.

注1) 知識、事実、属性という用語を特に注釈なしに、ほとんど同義語の如く使用している。単なる上位・下位関係以上の心理学的意味合いが込められているが、ここでは立入らない。

名の人物のおのおのについて、CF群には8つの意味的カテゴリーのおのおのについてたずねる。質問順序はランダムである。解答時間は特に制限しないが、「わからない」反応も許容する。〔2回後質疑課題〕

第3回目聴取後：次の2課題を実施する。まずスクリーン上に次に示すような質問を提示し、できるだけ早く答えさせ、答の正誤と、スライド提示から答えまでの時間を計測する。〔3回後質疑時間計測課題〕

CB群質問例：「山田さんの出身地はどこですか。」

CF群質問例：「出身地が福岡なのは誰でしたか。」

いずれの群についても、24種（6人物×4属性）の質問がなされる。質問の順序はランダムである。反応制限時間は10秒である。本試行に入る前に2試行だけ、本実験には無関係のスライドを使って練習をする。

質疑時間計測課題終了後に、6名の人物に関して、2名ずつの組合せを口答で読み上げ、100段階（似ている程大きい数値）で人物間の類似性判断をさせる。その際に共有事例2の「鈴木(Z)―佐藤(S)」間の類似度を常に50として、他の対を判断するように指示する。対の提示はランダムである。〔3回後類似度判断課題〕

第4回目聴取後：第2回後質疑課題と同じ課題をおこなう。〔4回後質疑課題〕

第5回目聴取後：第3回目聴取後と同じ2種類の課題をおこなう〔5回後質疑時間計測課題、5回後類似度判断課題〕。

上記2課題終了後に、さらに次の質疑時間計測課題を12回おこなう〔5回後逆転質疑時間計測課題〕。CB群には、CF群に対し3回後と5回後質疑時間計測課題で用いたスライド12枚を無作為に選び提示し、CF群には、逆にCB群で用いたスライド12枚を提示し、ともに答えの正誤と答えるまでの時間を計測する。いずれも質問の型に慣れさせるために、1枚だけ練習用スライドをみせた後に、本試行に入る。

装置 質疑時間計測課題では、次の実験装置が使われた。質問の提示は、透視スクリーンの後方から、プロジェクタータキスト（竹井製）によっておこなわれた。提示から回答までの時間計測には、ボイスキー（竹井製）とデジタルタイマー（竹井製）が使われた。その他の反応の記録はテープ録音された。

質疑課題および類似度判断課題は、実験者が口頭で提示し、口頭で答えさせた。

## 結 果

2回後と4回後の質疑課題では、CB群は属性を、CF群は人名を答えたが、いずれも反応は次の5種類に分類された。正再生、関連エラー（related error；CB群では同一意味的カテゴリー内の別事例を再生した場合、CF群では同一意味カテゴリーの事例を共有する別の人物を

再生した場合）、無関連リスト内エラー（non-related error；同じく別カテゴリーの事例または人物の再生）、リスト外侵入エラー（属性リストにない事例または人物の再生）、無回答。このうちリスト外侵入エラーは、CB群の性格属性に関して、2回後で8.3%、4回後で3.3%みられたのみであったため、以後の分析から省かれた。

3回後と5回後の質疑時間計測課題、および5回後逆転質疑時間計測課題についても、上述の反応分類にしたがって、その出現率とRTの平均、標準偏差が計算された。ボイスキーの性能上、不可避のRT計測ミスが、最高で13.8%（3回後、CB群）、平均で8.3%あった。また制限時間内に反応がなされなかった割合は Fig. 3 に示す通りである。RTの結果は Fig. 1 に正再生の場合についてのみ示されている。これは、他の反応分類では、平均するに足る程多くのRTのデータがえられていなかったことによるものである。以上の結果は Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3 に示されている。

3回後と5回後の人物間の類似度判断のデータは、両群ともまったく同じ条件で分析された。まず各人物対間について10名の評定値の平均を要素とする類似度行列（6×6）が作成された。各行列において、要素の平均と標準偏差、および最大値と最小値は TABLE 2 の通り

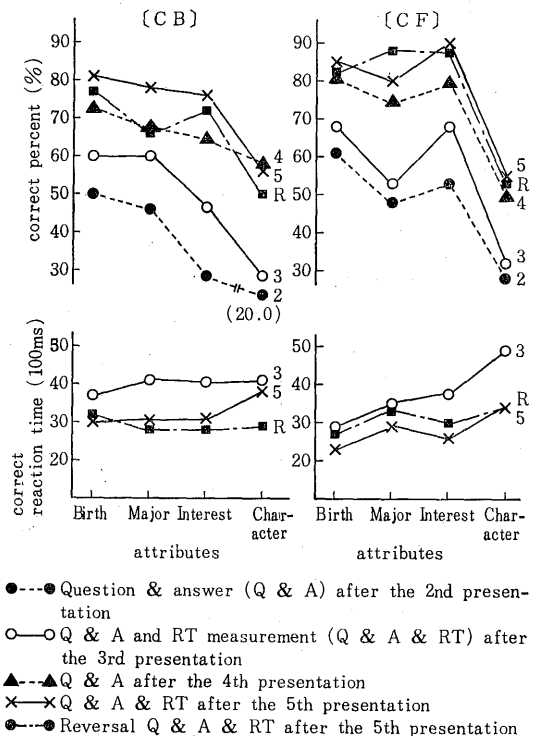


FIG. 1 Correct percents and mean RTs of correct responses against 4 attributes.

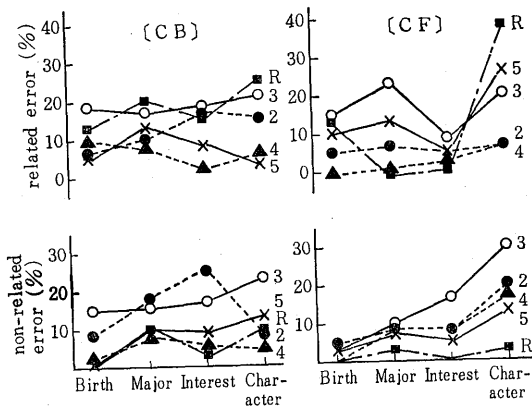


FIG. 2 Percents of related and non-related errors against 4 attributes.

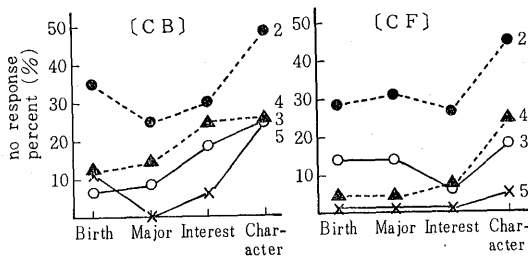


FIG. 3 Percents of no-responses against 4 attributes.

TABLE 2

Mean, standard deviation, and their maximum or minimum values of components of similarity matrix.

	CB Mean (SD)	{max min	CF Mean (SD)	{max min
after 3rd	48.5 (5.2)	{ 61.0 39.0	48.9 (4.1)	{ 59.0 43.0
after 5th	48.1 (5.1)	{ 56.0 37.0	51.0 (7.9)	{ 60.0 37.0

である。なおこれら4個の類似度行列に加えて、TABLE 1 に用意された人物・属性表で、同一意味のカテゴリーを2人の人物が共有する場合を1と数えて、類似度行列(original matrix)を作成した。

これら5ケの類似度行列は、Kruskal (1964) のノンメトリック多次元尺度構成法(MDS)にかけられた。FIG. 4 は、ミンコフスキーの距離メトリック1(街区モデル)と2(ユークリッドモデル)の2ケースにつきストレス値の変化を示したものである。FIG. 5 は群別

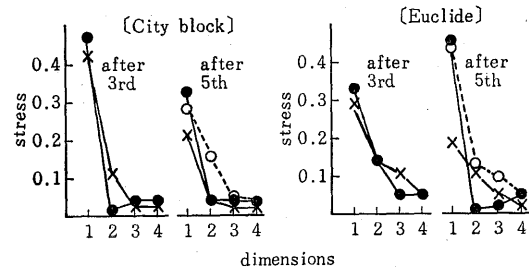


FIG. 4 Changes of stress along the dimensions extracted. (x—CB, ●—CF, ○—Original)

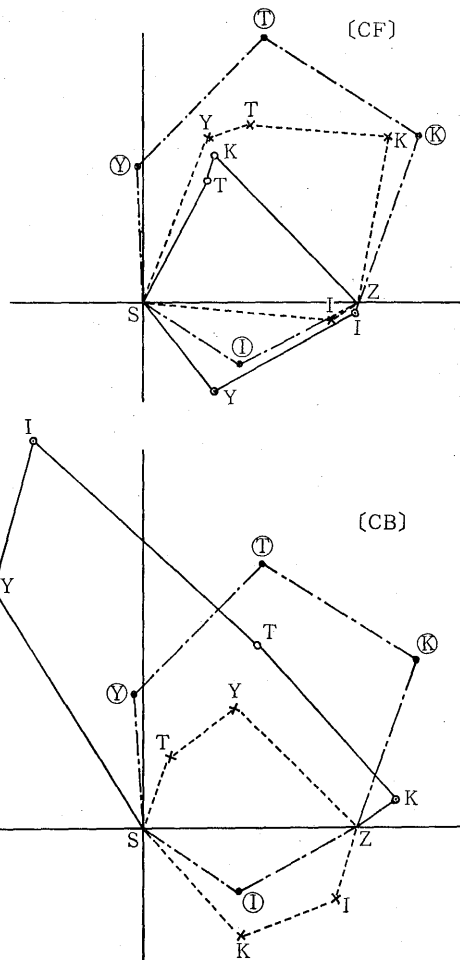


FIG. 5 Adjusted configurations of non-metric MDS of similarity data after the 3rd (○) and the 5th (x) presentations, and of the original matrix (●).

に、2次元のユークリッド空間に6人の人物を空間表現したものである。ただし、これらの図は、S-Z対を結んだ直線を、新たに横軸に設定し、かつS-Z間の距離をすべての条件で同じになるように、新たに作図したものである。このような操作をおこなっても、MDSによるユークリッド空間表現の一般性は失なわれない。なお、街区モデルによる空間布置は、少なくともFig. 5の如き円環構造では、ユークリッドモデルのそれと大差なかったので省略した。

## 考 察

安定した記憶構造の要件として3点を指摘した。ここでは、それに沿って実験結果を考察してゆくことにする。

まず第一に、個別事実がどの程度まで記憶されたかについて、Fig. 1に示されるデータにもとずいて検討してみる（但し、5回後逆転質疑時間計測課題の結果の検討は後述）。両群とも、紹介文の聴取を反復するにつれて、いずれの属性においても、正再生率は増加している。CB群とCF群とを比較してみると、4属性をこみにした正再生率で、2回後では11.6%、3回後では6.6%、4回後では10.5%、5回後では12.0%と、いずれもCF群がCB群を上回っている。また正再生時のRTも、3回後で210ms、5回後で460ms程、CF群の方がCB群よりも早くなっている。各回聴取後の質疑課題での質問内容は群間で異なっており、したがって解答に際しての心理的反応集合は等しくないのに、群間の単純な比較は許されないが、人名と属性の正しい連合は、CF群の方が早く完成に近づいていることを、上記の結果はうかがわせる。

Fig. 1で注目されるもう一つの点は、属性の提示順序にともなう正再生率の変化である。CB群では、顕著な系列位置効果がみられるのに対し、CF群ではほとんどみられない。この事実は、CB群の記憶構造が、提示文脈に依存していること、およびCF群のそれが提示文脈から独立していることを反映したものとして興味深い。

次に安定した記憶構造の第2の要件、要素間の機能的関連という観点から、得られた結果を考察してみる。本実験では、各属性について2つの意味的カテゴリーを設定し、人物間の類似性を操作したので、記憶要素間の機能的関係とは、ここでは、人物間で共有される事例の意味的共通性を通して生ずるものということになる。関連するデータは2種類ある。まず第一にFig. 2の関連エラーの結果から検討してみる。性格属性を除くと、おおむね20%以下での変化なので、このデータに過大に依存した考察は差し控えるのが順当なところではあるが、次の点は注目に値する。すなわち、同じ課題の2回後と4回後質疑課題、および3回後と5回後質疑時間計測課題

で、おのおの関連エラー率の減少をみると、前者に関してはCB群で11.3%、CF群で2.9%、後者に関してはCB群で5.0%、CF群で3.0%となり、いずれもCB群の方が大きい。これはCB群における検索経験が、人物単位の記憶ユニットの形成をうながし、事例間の共通性にもとずいた機能的関係を弱化させていることを示唆するものと思われる。

第2の要件にかかわるもう一つのデータは3回後と5回後の類似度判断からえられたものである。TABLE 2に示される類似度判断値の平均、標準偏差の値においてみられる特徴的な点は、CF群の5回後類似度判断の標準偏差が、他の条件のそれよりかなり大きくなっていることである。この条件での人物イメージが記憶構造のなかでかなり分化してきていることをうかがわせる。この点については、類似度行列の多次元解析の結果をみると、さらに明確なものとなってくる。

まずTABLE 1の人物・属性行列にもとずいた類似度行列の分析結果であるが、ストレスは12.7%と、それ程良好ではなかったが、図に示するような円環構造にしてみると、もとの行列の構造をほぼ完全に再現している。たとえば、隣り合う対は、すべて同一意味的カテゴリーの事例を共有する数が3（2対）か2（6対中4対）、また一つおいた次の人物対とは、同じく共有事例が2（6対中2対）か1（6対）になっている。そこで、以下この布置（源布置とよぶ）との関係で、他の4条件でえられた人物布置の結果を比較してゆくことにする。

源布置を、各条件でえられた布置がどの程度まで良く再現しているかを視察によって吟味してみると、CF群5回後、CF群3回後、CB群5回後、CB群3回後の順となり、CF群ではCB群に比して、かなり早くから、設定された人物間構造を、記憶のなかに定着させていることがうかがえる。CF群の2種類の検索は、3回後と5回後の質疑時間計測課題では人物間の類似性を判断するのに必要な事例が、また2回後と4回後の質疑課題では意味的カテゴリーが、おのおの検索手がかりとして与えられる形になっていることを考えれば、CF群において、記憶要素間の機能的関係の成立が促進されるのは当然と言えよう。

最後に、記憶データベースの第3の要件、すなわち、いかなる検索目的にも応ずることができるか、という要件に関連して、5回後逆転質疑時間計測課題の結果を検討してみることにする。正再生率では、いずれの属性においてもCF群の方がCB群よりも高くなっている（属性をこみにした平均正再生率は、CF群78.6%、CB群66.6%である）。さらに注目されるのは、CF群では検索条件が変更されても、5回後質疑時間計測課題の正再生率（全体で77.5%）にほぼ匹敵する正再生率が示されているのに対し、CB群では逆に全体の平均で6.8%も

逆転検索条件での正再生率が低くなっている事実である。これらの結果は、限られた検索型についてではあるが、CF群では、CB群に比して、記憶要素が文脈自由な型に構造化されており、その結果として、多様な検索目的に対応できるようになっていることを示唆していると思われる。

### 要 約

4つの属性を有する人物6名についての自己紹介文を5回聴取させ、2回目以後各回ごとに、人物・属性の記憶内容について2つの型の質疑課題を与えることによって、被験者の検索経験を操作した。提示文脈依存型検索群(CB群, 10名)は、常に紹介文の提示文脈、すなわち人名が検索手がかりとなる質問に事例で答えることが要求され、また文脈自由型検索群(CF群, 10名)は、属性の意味的カテゴリー、あるいは事例が検索手がかりとなる質問に人名で答えることが要求された。

結果は、記憶データベースの満たすべき3つの要件、

すなわち要素の存在、要素間の機能的関係の成立、多様な検索要求への対応、との関連で吟味された。正再生、関連エラー、人物対間の類似度判断行列の多次元解析にもとづいた記憶空間内の人物布置、検索課題の変更に伴う正再生のいずれにおいても、CF群はCB群に比して、記憶データベースの形成が促進されていたことが確認された。

### 引用文献

- 刈 一博 1979 コンピュータと認知科学 数理科学 7月号 17-21.  
 Kruskal, J. B. 1964 Nonmetric multi-dimensional scaling: A numerical method. *Psychometrika*, 29, 115-125.  
 Tulving, E. 1972 Episodic and semantic memory. In Tulving, E. & Donaldson, W. (Eds.) *Organization of Memory*. Academic Press. New York.  
 —1979. 9. 29. 受稿—

## SUMMARY

### Consolidation and Structural Change of Fact Memory Depending on Two Types of Retrieval Experiences

Hiroyuki Kaiho

The University of Tsukuba

Four attributes of 6 persons were memorized through 5 auditory presentations, each of which was followed by two types of a question and answer task. In the context-bound group (CB; 10Ss), each S was required to answer the question with a name cue and recall the memorized instances. Ten Ss in the context-free group (CF) were, on the contrary, asked to answer the question with an instance or a semantic category cue and recall one or some of 6 person's names.

Results were analyzed in terms of the memory data base which are conceptualized as having the following 3 properties, i. e., the existence of

definite memory components, the formation of functional relationship among components, and the flexible accommodation to various retrieval demands. In connection with the concept of memory data base, we provided various response protocols such as correct recalls, related errors, configurations of 6 persons in memory space, and correct recalls of trials with abrupt change of retrieval cues. All of these protocols gave evidence that the CF group formed the memory data base more quickly and more firmly than the CB group did.