

自由再生学習における体制化過程の研究

—Hierarchical clustering Scheme を用いた分析の試み—

大 島 浩

いわゆる自由再生学習 free - recall learning において、学習者は多数の学習項目を記銘・再生する際に、各語を個々独立に処理するのではなくて、いくつかのまとまり cluster にまとめて処理していると考えられている。これがいわゆる体制化 organization と呼ばれる過程である。自由再生学習における体制化については、Bousfield (1953)の研究以来、数多くの研究がなされており、体制化の種類も、概念名の利用といった categorical clustering から、学習者一人一人に個有な主観的体制化 subjective organization まで色々な段階のものがあると言われている。

しかし、それらの研究においては、体制化の程度や群化の量が主として問題になっており、学習者が実際にどのようなまとめ方をしたのかという、体制化の構造についてはほとんど研究がなされていなかった。体制化を利用することが、効率的な記銘、再生に有利であることは、数多くの研究で明らかにされてきたが、どのような体制化が実際に学習者によって利用されているかは不明のままであった。

大島 (1975)は、Johnson (1967)の提唱した階層的クラスター分析 Hierarchical clustering scheme を利用して、具体的な体制化を明確にしようと試みて来た。最近、類似の分析方法が Schwartz と Humphreys (1973) や、Friendly (1977) によって紹介されており、それらの方法を使用した研究も 2, 3 見られるようになった。

しかし、これらの方法も、まだ確立したのではなく、問題点も色々あるように思われる。本報告では、Johnson (1967) と Hubert (1974) の方法に基づいて 2 種類のデーターを分析し、その結果から、自由再生学習の研究における Hierarchical clustering scheme の応用の可能性について検討してみたい。

A 分類課題を用いた52名詞の意味構造の分析

まず最初に、52語の名詞を類似したものどうしをいくつかのグループに分類するという課題を用い、分類結果から類似度マトリックスを作り、それをHierarchical clustering schemeを用いて分析する。

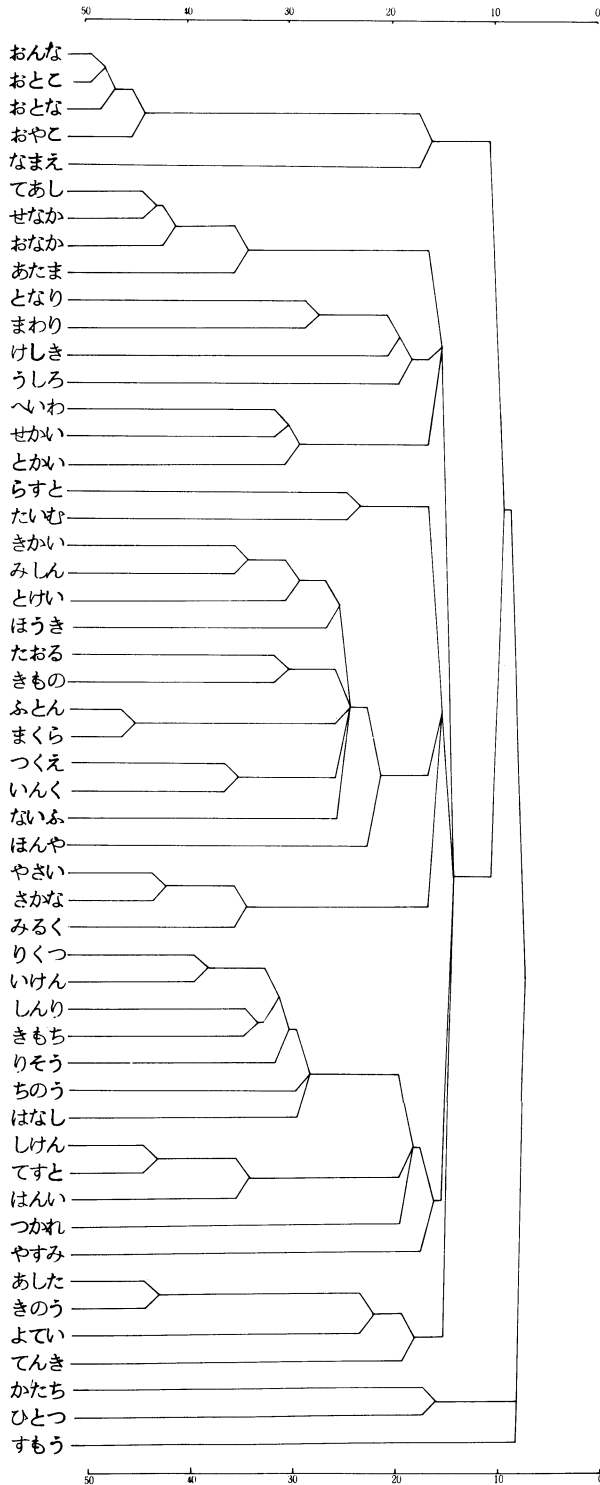
分類課題について 小柳ら（1953）による3音節名詞の熟知度の表より、熟知度の最も高い名詞52語を選び、各語を白地図書カードに1枚1語、1号活字スタンプで印字した。選ばれた52語の名詞は、あした・あたま・いけん・いんく・うしろ・おとこ・おとな・おなか・おやこ・おんな・かたち・きかい・きのう・きもち・きもの・けしき・さかな・しけん・しんり・すもう・せかい・せなか・たいむ・たおる・ちのう・つかれ・つくえ・てあし・てすと・てんき・とかい・とけい・となり・ないふ・なまえ・はなし・はんい・ひとつ・ふとん・へいわ・ほうき・ほんや・まくら・まわり・みしん・みるく・やさい・やすみ・よてい・らすと・りくつ・りそう であった。

被験者は美作短期大学生50人で、個別に分類課題を行なった。被験者に対して、「52枚のカードを似たものどうし同じグループにして下さい。グループの数や、1グループに入るカードの枚数は自由です。」という指示を与えて分類させた。分類のやり直しも許され、時間制限は特に設けなかった。

分析方法について 被験者毎に、52×52のマトリックスを作り、同一グループに分類された語の対に対応するセルに1を他には0を与えた。例えば、あした・きのう・よてい が同一グループに分類された場合には、セル_{あした・よてい}・セル_{あした・よてい}・セル_{きのう・よてい}にそれぞれ1が与えられた。50人の被験者の分類結果から得られたマトリックスはセル毎に合計され、被験者全体についてのマトリックスが得られた。このマトリックスのセルの最大値は48、最小値は0であった。最大値のセル_{おんな・おとこ}は、「おとこ」と「おんな」が50人の被験者の内48人によって同一グループに分類されたことを示している。このマトリックスを基にして、HubertによるSingle-Link Method（JohnsonによればMax法）を用いてクラスター分析した。

分析結果 Single-Link Methodによる分析の結果は図1に示してある。この結果、52語の名詞は、3～5語が1つのクラスターを作っていることがわかる。特に、〔おんな・おとこ・おとな・おやこ〕，〔しけん・てすと・はんい〕，〔せなか・てあし・あたま・おなか〕は、強いまとまりを示している。クラスター間相互の関係はあまり明確ではないが、〔きかい・みしん・……………・つくえ・いんく・ないふ〕のクラスターは、機械類と衣料品と文具のサブ

クラスターに分れていることが推測される。また、熟知価が高いこれらの名詞の内でも、「すもう」「うしろ」「やすみ」などは、クラスターとしてまとまりにくい語であった。52語を類



似性を基にクラスター分析した結果は、我々の日常の言語経験から考えて見た場合、かなり合理的な類似性構造、あるいは意味構造を示しているように思われる。このことから、分類課題を用いて、多数の語の意味構造を推測する場合の一つの方法として、Hierarchical clustering schemeの手法は有効であると考えられる。

〔図1〕 Single-link clustering solution of the 52 well-known nouns.

B 自由再生学習データの分析

前述したように、自由再生学習においては、学習者は何らかの体制化を利用している。自由再生学習を数試行続けていくと、学習者は自分の用いた体制化に従って、語の再生順序を変化させていく。そして、再生時に、同じクラスターに属する語をまとめて再生し、続いて次のクラスターに属する語を再生するようになっていく。したがって、我々は学習者の再生順序を手がかりとして、学習者が用いた体制化を推測できるのではないだろうか。ここでは、Johnsonの方法を修正したFriendly(1977)の方法に、2, 3の変化を加えて、自由再生学習データを分析してみる。

まず、Friendlyの方法を紹介してみよう。クラスター分析を自由再生学習データの分析に用いる場合に、一番問題になる点は、語と語の間の親近度をいかに算出するかということである。Friendlyの場合は、一つの再生プロトコールから親近度を算出するにあたって、単純に2語の位置の差を親近度と考えている。たとえば、ある試行でurge-quarrel-assault-captive……………という順序で再生された場合、urgeとquarrelとの距離は1、urgeとassaultの間の距離は2と考え、数試行分の距離マトリックスから各項目対毎の平均距離 D_{ij} を求める。そして、親近度 P_{ij} は、 $P_{ij} = L - D_{ij}$ (ここでLは距離の最大値)で求める。すなわち、ある語と語の間の親近度の算出には、再生順序の情報が全て利用されている。

しかし、Mandler(1967)が述べているように、体制化の結果出来るクラスターは、せいぜい 4 ± 2 語程度で構成されているとすれば、又、本報告の図1に見られるように、熟知名詞のクラスターがほぼ3~5語で出来ているとすれば、再生プロトコールにおける5以上の距離は情報として利用しても無意味ではないかと考えられる。そこで本分析では、親近度 P_{ij} を次のようにして算出した。例えば、ある試行で、A B C D E F G……という順序で再生がなされた場合に、 $P_{AB} = 5^2$ 、 $P_{BD} = 4^2$ 、 $P_{CF} = 3^2$ 、 $P_{AE} = 2^2$ 、 $P_{BG} = 1^2$ 、 $P_{AG} = 0$ を与えた。すなわち、再生プロトコール上の位置の差が5以下の場合にのみ、 $P_{ij} = (6 - (\text{語}j\text{の位置} - \text{語}i\text{の位置}))^2$ で算出した。各試行毎の P_{ij} のマトリックスを分析対象試行数分合計し、平均をとって、クラスター分析のための親近度マトリックスとした。(実際には、マトリックスの最大値 $5^2=25$ で各セルを除算して、 P_{ij} を正規化している。)

次に、Friendlyが分析したものと同一のデータを上述の変更を加えて分析した結果を表1、図2A、Bに示す。なおFriendlyの結果を参考のため表2、図3に示す。2つの分析の結果は細部に差異も見られるが、全体的構造では、あまり差がないように思われる。一番大き

な差異は *urge* の体制化内での位置づけである。図 2 A に示されるように、*urge* は第 3 試行から、第 8 試行を通じて、激しく再生位置が変化しており、体制化されにくいことが推測される。

[表 1] Matrix of Average Proximities

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Inventor												
2. Professor	100*											
3. Highway	79*	78										
4. Mast	77	77	94*									
5. North	76	70	79	86								
6. Structure	73	64	91*	85	95*							
7. Assault	55	52	47	52	67	57						
8. Quarrel	48	45	38	43	61	48	100*					
9. Captive	64	61	60	61	76	70	97*	88				
10. Execution	68	65	65	80	80	75	89	80	98*			
11. Decree	58	53	68	80	82	86*	82	73	87	95*		
12. Urge	64	64	69	68	79	82*	70	67	76	76	76	

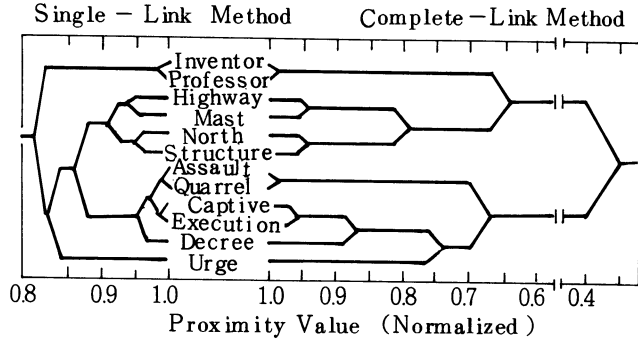
Note. Entries are expressed as a percentage of the maximum possible value, and have been rounded (decimal points omitted).

[表 2] Matrix of Average Proximities (re-analysed).

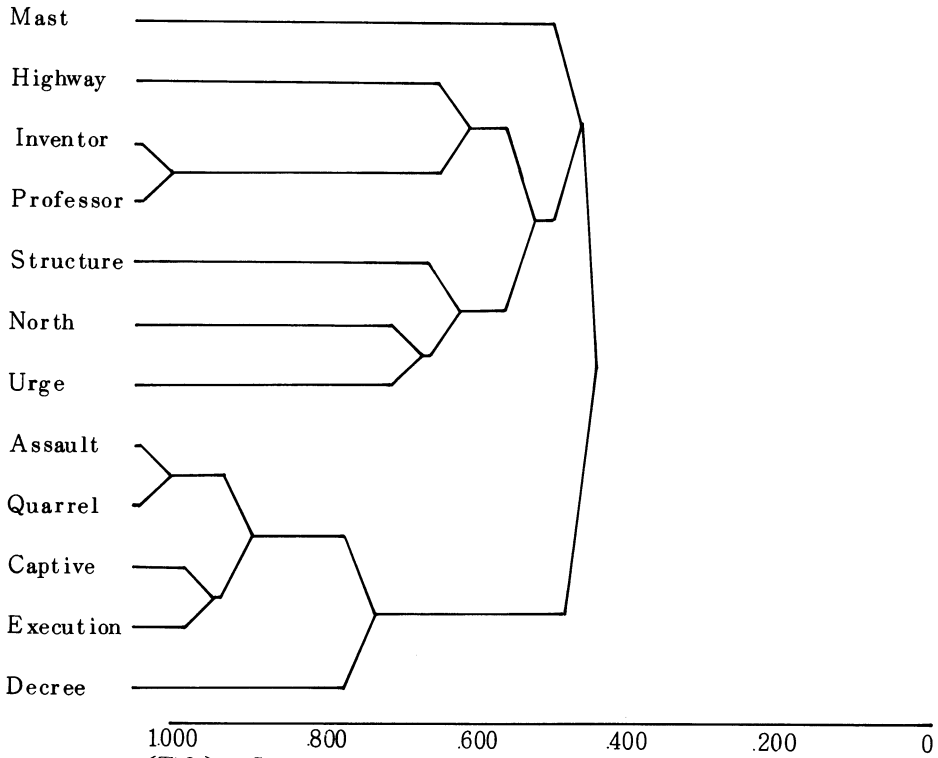
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 Mast												
2 Highway	463											
3 Inventor	322	607										
4 Professor	392	607	1000									
5 Structure	329	519	322	173								
6 North	400	274	467	274	622							
7 Urge	167	148	222	235	341	674						
8 Assault	009	036	222	142	000	212	330					
9 Quarrel	042	080	142	110	017	185	295	1000				
10 Captive	110	167	111	133	133	309	442	560	893			
11 Execution	298	212	170	259	170	353	414	327	593	940		
12 Decree	392	167	071	083	430	386	348	244	437	519	730	

Trial 3: urge quarrel assault captive decree execution mast professor inventor north
 Trial 4: urge north quarrel assault captive execution highway professor inventor
 Trial 5: highway structure $\overbrace{\text{decree mast north urge}}^{p=9}$ $\overbrace{\text{execution captive assault}}^{p=10}$ quarrel $\overbrace{\text{inventor professor}}^{p=11}$
 $\underbrace{\hspace{1.5cm}}_{p=11}$ $\underbrace{\hspace{1.5cm}}_{p=7}$
 Trial 6: quarrel assault decree execution captive urge north structure highway inventor professor
 Trial 7: quarrel assault captive execution decree north structure mast highway inventor professor urge
 Trial 8: quarrel assault captive execution decree urge structure north inventor professor highway mast

(2A) Recall protocols for one subject in a free recall task.

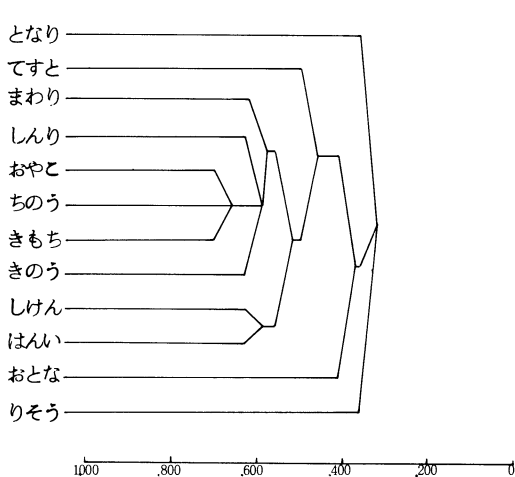


(2B) Single-link and complete-link clustering solutions for the data of Table 1.

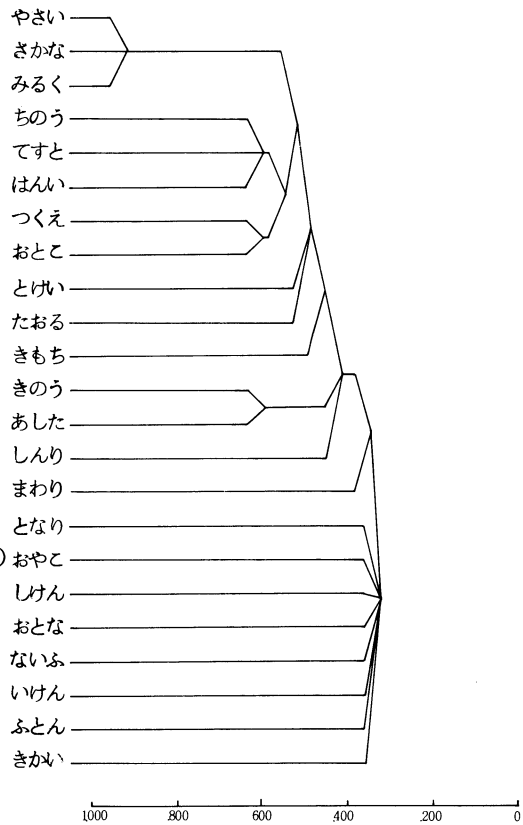


(3) Single-link clustering solution for the data of Table 2.

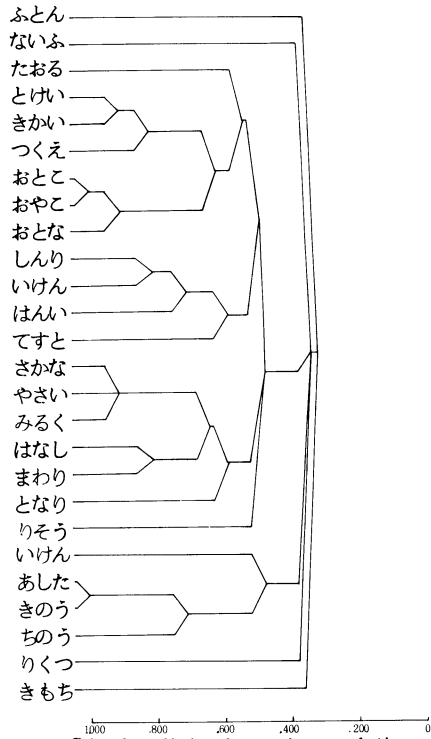
つづいて、実際の自由再生学習のデータの分析に前述の方法を適用してみよう。先に述べた52名詞の類似度構造を参考にして、52語から、13語ずつ選び出した、3リストを学習材料として、Part-Whole 転移図式を用いた自由再生学習を行った。用いたリストは、A：あたま・いんく・おなか・おんな・きもの・せかい・せなか・てあし・へいわ・ほうき・まくら・みしん・よてい、B：おとな・おやこ・きのう・きもち・しけん・しんり・ちのう・てすと・となり・はなし・はんい・まわり・りそう、C：あした・いけん・おとこ・きかい・さかな・たおる・つくえ・とけい・ないふ・ふとん・みるく・やさい・りくつ であった。学習方法は、Part 学習（例えばリストA）は、1語2秒呈示、再生時間30秒、5試行連続試行。Whole 学習（例えば、リストAとBの混合リスト）は、1語2秒呈示、再生時間60秒、8試行連続試行を用いた。本報告では、3種類のリストの組合せ、 $B \rightarrow B+C$ 、 $C \rightarrow B+C$ 、 $A \rightarrow B+C$ から1名ずつのデータを分析した結果を図4 A、B、C、図5 A、B、C、図6 A、B、Cに示す。



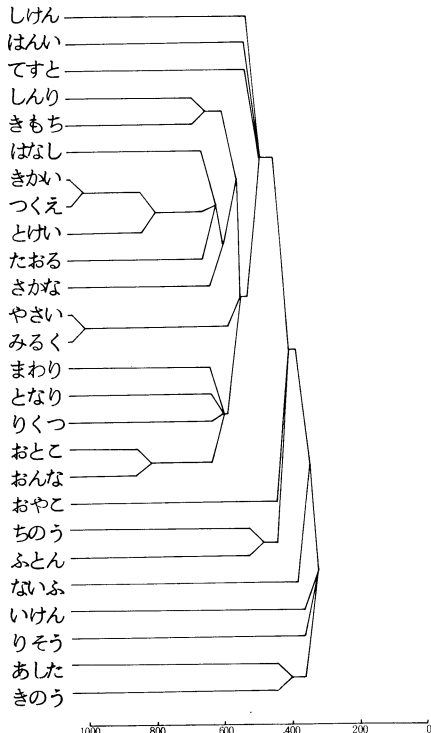
〔図4 A〕 Single-link clustering solution for the data of Ss A. (condition $B \rightarrow B+C$, Part learning, Trial 2-5)



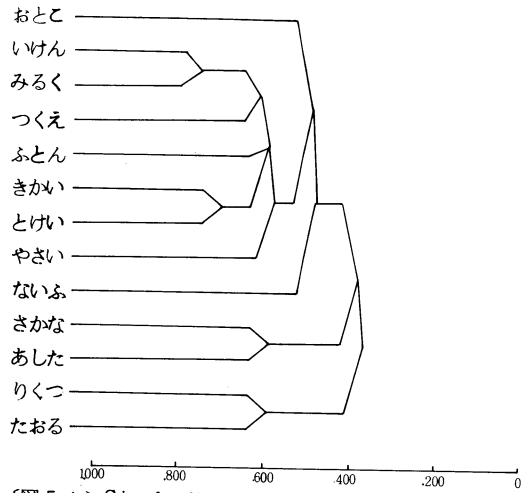
〔図4 B〕 Single-link clustering solution for the data of Ss A. (condition $B \rightarrow B+C$, Whole learning, Trial 1-4)



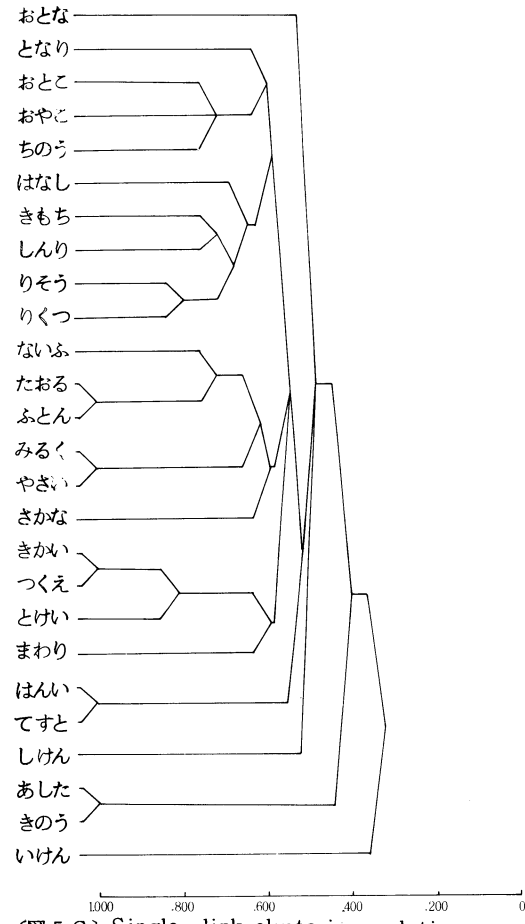
〔図 4 C〕 Single-link clustering solution for the data of Ss A. (condition B→B+C, Whole learning, Trial 5-8)



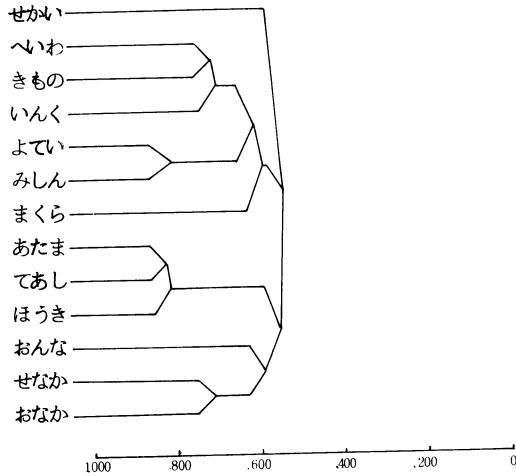
〔図 5 B〕 Single-link clustering solution for the data of Ss B. (condition C→C+B, Whole learning, Trial 1-4)



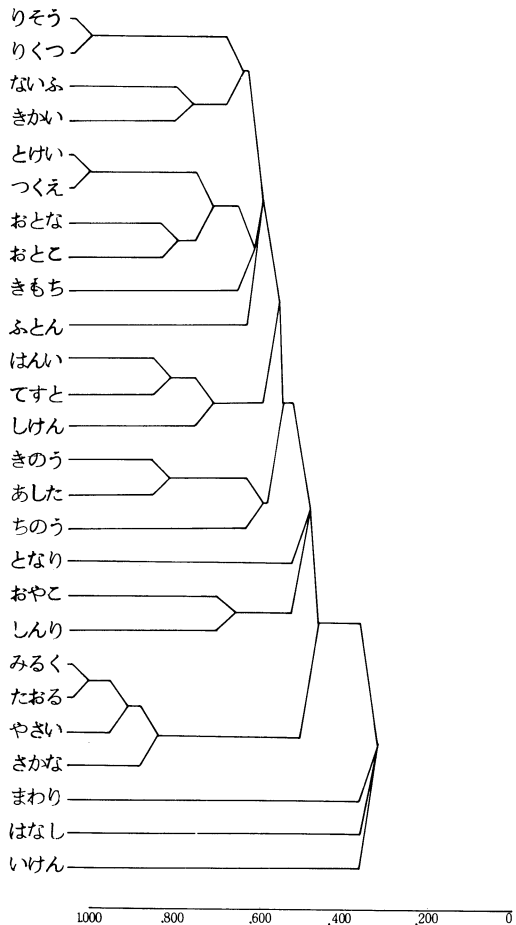
〔図 5 A〕 Single-link clustering solution for the data of Ss B. (condition C→C+B, Part learning, Trial 2-5)



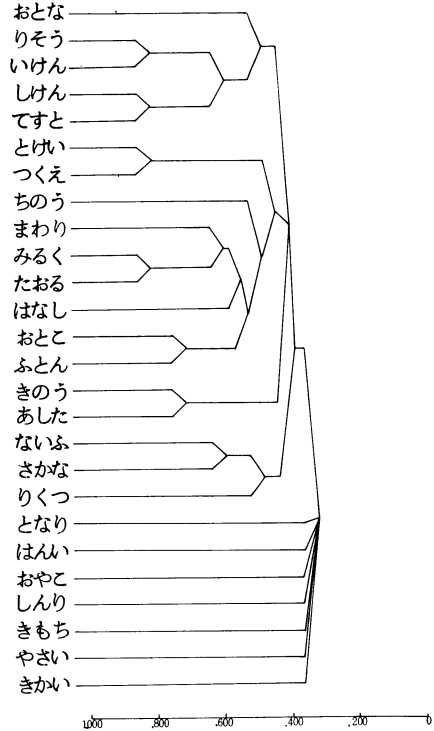
〔図 5 C〕 Single-link clustering solution for the data of Ss B. (condition C→C+B, Whole learning, Trial 5-8)



【図 6 A】 Single-link clustering solution for the data of Ss C. (condition A→B+C, First learning, Trial 2-5)



【図 6 C】 Single-link clustering solution for the data of Ss C. (condition A→B+C, Second learning, Trial 5-8)



【図 6 B】 Single-link clustering solution for the data of Ss C. (condition A→B+C, Second learning, Trial 1-4)

これらの結果から次のことが示される。第 2 学習は、3 例とも同一リスト (B+C) であるにもかかわらず、体制化の構造に差異が見られる。第 1 学習中に形成された体制化が少なくとも第 2 学習の初期の体制化形成過程に影響しているといえよう。第 2 学習のみについて言えば、学習の初期 (1~4 試行) では不安定であった体制化構造が、後期 (5~8 試行) では、かなりはっきりと安定してきている。

本報告では、自由再生学習における体制化構造を Hierarchical clustering scheme を用いて分析する試みをしたが、以上の結果から、この手法を用いて、体制化の形成過程

を十分に推測し得ることが示された。今後は、この分析法で得られた体制化構造の変化過程を数量的に表わす方法を考察する必要がある。さらに多数の再生プロトコールの分析結果を基にして、新しい手法を開発していく計画である。

参 考 文 献

- Bousfield, W. A. The occurrence of clustering in the recall of randomly arranged associates. *Journal of General Psychology*, 1953, **49**, 229 - 240.
- Friendly, M. L. In search of the M-Gram : The structure of organization in free recall. *Cognitive Psychology*, 1977, **9**, 188 - 249
- Hubert, L. Approximate evaluation techniques for the single-link and complete-link hierarchical clustering procedures. *Journal of the American Statistical Association*, 1974, **69**, 698 - 704.
- Johnson, S. C. Hierarchical clustering schemes. *Psychometrika*, 1967, **32**, 241 - 254.
- Mandler, G. Organization and memory. In K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation*. New York : Academic Press, 1967, Vol. 1, pp. 327 - 372.
- 大島 浩 自由再生学習における体制化の研究——群化の諸測度の検討——
広島大学教育学部紀要第1部, 1973, **22**, 245 - 253,
“ 自由再生学習における体制化の構造について
第5回中国四国九州心理学会, 1975, 発表
“ 無関連語リストの体制化構造について
美作女子大学研究紀要, 1976, **21**.
- Schwartz, R. M. & Humphreys, M. S. Similarity judgments and free recall of unrelated words. *Journal of Experimental Psychology*, 1973, **101**, 10 - 15