

# 巨視的時間の距離感形成に関する研究

西川 純

第1章	時間的距離感研究の意義	4
第1節	理科教育学における巨視的時間概念の研究	5
第2節	歴史教育学における歴史認識の研究	12
第3節	心理学における時間認識の研究	16
第4節	イメージ形成に関する研究	20
第5節	本研究の目的	24
第2章	時間的距離感のモデル	29
第1節	時間的距離感のモデル化	30
第2節	介入項目の学習による時間的距離感の変化	49
第3節	共通点、相違点の学習による時間的距離感の変化	66
第4節	学習と時間的距離感	77
第3章	時間的距離感の変化	79
第1節	生物・地学教師および大学生の時間的距離感	80
第2節	象徴的距離効果を用いた小学生の時間的距離感の測定	86
第3節	時間的距離感の変化	95
第4章	順序情報の獲得と保持	97
第1節	時間線形序列形成における疑似論理	98
第2節	反応速度法による言語情報の空間的提示方法の調査	113
第5章	数値情報の獲得と保持	128
第1節	言語情報の意味付け効果	129
第2節	意味付け効果による時間的距離感の指導	143
第6章	因果情報の獲得と保持	151
第1節	因果認識の基本型	152
第2節	因果関係の提示方法	170
第7章	時間的距離感の獲得と学習	188
第1節	時間知覚、時間評価研究における本研究の意味	189
第2節	教科教育学における本研究の意味	194

第3節 今後の課題 .....	200
本研究に関わる著者の論文・著書 .....	202
引用・参考文献 .....	206

## 第 1 章 時間的距離感研究の意義

## 第1節 理科教育学における巨視的時間概念の研究

1970年代以降の理科教育学は、欧米でのカリキュラム改革運動の影響を強く受けた。PSSCやCBA、BSCS、ESCP<sup>1</sup>などのカリキュラムはいち早くわが国に紹介され、その研究手法はその後、わが国理科教育学の研究手法の基本となっている。それら特徴の一つに、基礎的・基本的科学概念をもとにカリキュラムを体系化している点が上げられる。その基礎的・基本的概念の最も初期の体系にNASTの7つの概念群があるが、時間・空間概念はその時点からその中に含まれている(NSTA, 1964)。

その後、わが国にも概念を用いて教材構造を分析する試みがなされた(e.g. 小中学校の教材を対象とした代表的な研究; 栗田, 1981: 高等学校、大学学部での教材を対象とした代表的な研究; 芦場, 1977)。多くの研究で、対象学校段階、対象学問分野によって、さまざまな概念が基礎的・基本的概念として抽出された。しかし、下位概念についてはさまざまな説があるが、『科学概念あるいは理科における基本概念については、すでに十分な議論が繰り返されてきており、物質、エネルギー、時間、空間、生命を基本とすることには、一応の共通理解が得られている』(沼野, 1986, P. 526)。

特に地学教育においては、『昭和40年代の理科教育現代化運動以来、中学校や高等学校の理科における基本的な科学概念と教材に関する研究が盛んに行われた。そのような会議で発表された、地学に対する基本的な科学概念を最も簡略にすると、時間、空間、物質、エネルギーの四つにまとめられる。これらの基本的な科学概念は、地学だけに特有なものではないが、中でも時間、空間については地学と深く関わる科学概念である』(下野, 1986, P. 521)とされており、時間概念は理

---

<sup>1</sup> これらはそれぞれアメリカで開発された物理、化学、生物学、地学の代表的なカリキュラムである。

科教育学の最も基本的な研究対象として認められている。

しかし、この時間概念重視ということは理科教育学という研究に関する場合のみではない。恩藤は近年のわが国のカリキュラム変遷を総括して、『4回に及ぶ学習指導要領の改訂にもかかわらず、地学領域では、桁はずれに大きいスケールの時間概念と空間概念を育成することが中心課題としてとり上げられている。このような概念は、かつては地質学者や天文学者の独占するものであったが、人間活動の増大に伴う環境変化に対処するためには、一般市民の常識として必要な概念となっている。つまり、人類がこの地球環境でながく生き続けるには、その環境に物理学的尺度や生物学的尺度だけでは対応しきれなくなっており、Wide rangeでLarge scaleの地学的尺度ではかる必要が生まれているわけである』（恩藤, 1986, P. 205）と述べている。また、理科 I は高校理科の内容を精選し必修とした科目であるが、その中は進化などの巨視的な時間概念に関わる内容が選択されている(Nishikawa & Kobayashi, 1986)。そのため、地学教育では今までにも何度か時間的側面から地学教育のカリキュラムを構成しようとする試みが行われてきた(高野, 1973: 高野ほか, 1973, 1975a, 1975b)。しかし、これらは地学の学問体系や、哲学的な議論からカリキュラムを構成しようとする試みであり、生徒の認知機構に関する実証的データに基づくものではなかった。

それでは、理科教育学上、また、理科カリキュラム編成上、特に重要な概念であることが認められている巨視的時間概念に関して、いかなる研究が行われていたのだろうか。

時間概念に対する興味・関心に対しては、田羅は『進化については、中学校のそれに盛るべきかどうか議論されているが、未だに結論が得られていない。子供の興味をひく点では、これの右に出るものはないが、事実として認識させるには問題が残るからである』（田羅, 1986, P. 199）と述べ、巨視的時間に関わる教材が興味・関心をひく内容であ

ることを示している。同時に、その認知機構が明らかにされていないことを述べている。実際に、この巨視的な時間に対する興味・関心の発達を直接に研究した例はないが、理科全般を調査内容とする興味・関心に関する研究の中で、巨視的な時間に関する項目を抜き出すことができる。

自然現象に対する興味・関心に関する広範な調査によれば、宇宙に関して高校生は「太陽は燃え尽きないのか、太陽の寿命はどのくらいか」、「宇宙人は(ほんとうに)いるのか」、「宇宙はどこからどこまでをいう、広さや大きさは」、「星は幾つくらいあるのか、その種類は」、「宇宙はどのようにしてできた、(なぜできた)」、「太陽はどのようにしてできた(なぜできた)」、「星はどのようにしてできた(なぜできた)」、「ブラックホールのことをくわしくしりたい」、

「宇宙にははてがあるのか無限なのか」などに強い関心を持っていることが明らかにされている。これらの疑問の多くは巨視的な時間・空間に関するものである。ところが、巨視的な時間に関する興味・関心は小学校、中学校など学年が下がると急激に減少していた(稲森ほか, 1983)。

同様な結果は丸本によっても報告されている。彼の研究によれば、児童・生徒の疑問や興味は幼年後期(小学校1年生)、児童前期(小学校2、3年生)、児童後期(小学校4、5、6年生)、中学校期の各段階で質的に変化するとしている。そして、「地球は、いつごろどのようにしてできたのですか」という巨視的な時間に関わる疑問は中学校になって現れる疑問であるとしている(丸本, 1978)。

また、後藤らは、『歴史的な関心は、低学年では、単にそういうことがあったかなかったかということを知りたいだけであって、真の意味の歴史的意識が芽生えていないといえる。歴史的関心は未分化であり、自己を中心とした見方が強く、客観的なものの見方ができない。四年生頃になって、歴史的意識の萌芽がみられ、五年、六年と進むに

つれて、それがいっそう明確になる。歴史的意識の現実度のスパン（範囲）も拡大し、真の意味における歴史研究の用意が出来上がるのは五六年生頃と見てよいであろう』（後藤ほか, 1947）と述べてほぼ丸本と同様な見解である。

この傾向は最近のみの傾向ではない。児童・生徒の自然現象に対する疑問を研究した堀の研究においても同様な傾向がみられる（堀, 1959）。堀は自然現象に対する児童・生徒の疑問で使用される疑問詞を4つに分類した。その中で時間に対する「何時か」の疑問詞は、「何か」、「誰か」、「どこか」とともに、疑問としては最も単純なものである第一類に分類されている。結果によれば、『「何時か」は事物現象の時間関係についての疑問で、二年、三年、四年では、小さく、五年、六年と大きくなる傾向を示すのは、ようやく、児童の統覚が関係期に入り、ことに、時間関係に注目するようになることを示す。しかし、第一類中最も小さい』（堀, 1959, P. 737）という結果であった。つまり、時間に着目し興味・関心を持ち始めるのは中等教育段階以後が主であり、この傾向は時代や社会やカリキュラムによらない。

理科教育において巨視的な時間概念の認知的な発達に関しては、沼野は児童の巨視的な時間概念の発達に関して、『小学生と幼稚園児との間で次のような会話を聞いたことがある。恐竜の絵をみながら、園児は、「恐竜は今はいないが大昔にはいた、この本が書かれた頃にはいた、見ないと書けないから」と言い、小学生は、「もっともっと昔だ、骨がのこっていたから見なくても形は分かる」という。大昔とかもっと昔の間には具体的時間の経過はない。しかし、園児と小学生の間では、明らかに現実には照らしての思考の進歩が伺えておもしろい』（沼野, 1986, P. 527）と述べている。

しかし、その小学生にしても、『時間に関してみれば、小学生では、時間を継続的なものとして理解することはなかなか困難で、特に低学年では、きのう、おととい、それより前といった程度の単なる順序性



に過ぎない。高学年でも、せいぜい1年単位の植物の成長、四季の変化といったところで、これとて時間の観念よりも時刻あるいは日時の配列といった感覚でとらえられているようである。土地の変化にみられるような生活経験を越えた時間については、経過時間に具体性がなく、やはり長い時間をかけてという漠然としたものである』(沼野, 1986, P. 527)と述べている。

また、小林は『時間概念も、自然認識の基本的な概念の一つである。特に地学的領域においては重要な概念である。しかし、この概念は、空間概念に比べて抽象度が高く、その形成は、空間概念に遅れて行われる』(小林, 1982, P. 38)と述べている。また、森は『6・7歳の小学生になると、1週間の曜日が理解できる。だが数十年前と数百年～数千年前との区別はあまり明確でなく、過去時間の長さの観念がほぼ実際の年長の対数形に正比例して感じられているようだ。歴史的な事件を客観的な時代を目盛に合わせて理解できるのは、ようやく小学校5～6年生になってからである』(森, 1975, P. 105)と、小林とほぼ同様な見解を述べている。

しかし、これらは彼らの長年の指導・研究経験に基づくものであり、実証的なデータによって確認されているわけではない。

巨視的な時間概念の認知機構を実証的に調査している研究は殆ど無いが、数少ない研究の中で最も初期の研究に片山の研究がある(片山, 1961)。彼は小学校5年から中学校3年の児童・生徒を調査対象として、巨視的な時間概念に関して「地層の形成時期」、「人類出現時期」、「第三紀のカキの化石の出現時期」の3つの問題を調査している。その結果、児童・生徒は古いものは実際以上に古いと考えていると述べている。しかし、彼の研究では調査対象が一学年50人から100人以下であり、一般的な結果とはいえない。さらに、彼の研究では巨視的な時間概念を特に注目した研究ではないので、結果の分析はほとんどなされていない。

また、小林は地層教材における時間概念の形成を実証的に調査している(小林, 1983)。彼らの研究では健常者ばかりではなく、聴覚障害者、肢体不自由者の概念形成を調査している点で、きわめて特異な研究である。しかし、彼らの研究では地層教材を中心とする概念形成を目的としているため、巨視的な時間概念全般を明らかにするものではなかった。また、欧米の理科教育においても巨視的な時間を扱った実証的研究は殆ど無い。数少ない例外としてはレナーらの研究があるが、彼らは高校生を調査対象として、中生代の時間的距離感の誤解を調査しているに留まっている(Renner *et al.*, 1981)。

このような現状に対して下野は、『今のところ、時間的、空間的に大きなスケールの事象の把握については実験心理学的な研究の裏付けがほとんどない。したがって、このような地学的事象の観察、観測、実験の扱いは大人の論理で児童、生徒に押しつけられていると言ってもよいであろう』(下野, 1986, P.522)と述べている。

しかし、巨視的空間概念に関しては、最近になって基礎的な研究がなされるようになった(*e.g.* 土田ほか, 1986: 松森, 1986: 稲垣ほか, 1988)。さらに、指導法に関しては神戸大学の恩藤によって積極的に行われ、その成果は広島大学での学位論文としてまとめられ、出版されている(恩藤, 1991)。

一方、理科教育学では巨視的な時間概念の認知的発達に関しても、1980年代の後半より、西川によって集中的に研究が行われている(西川, 1987a, 1987b, 1989a, 1989b, 1990a, 1990b, 1991a, 1992b)。しかし、この西川の研究は、発達に着目している研究であるが、認知的機構及び、それに基づく指導法を研究するものではなかった。

以上まとめると、地質学や生物進化に関わる巨視的な時間概念は、理科教育における最も重要な概念の一つであることが広く認められている。そのため、その発達や指導法に関して多くの主張がされてきた。しかし、それらは実証的データに基づくものではなかった。

1980年代の後半より、西川による組織的な研究が行われるようになった。それによって概念発達 は明らかにされた。しかし、それらの研究は発達することを示しているが、何故、学年発達するのかという、学習者の認知的機構を明らかにしてはいない。また、その結果として、そのような認知的機構に関する実証的研究に基づく指導法の開発はなされていなかった。

## 第2節 歴史教育学における歴史認識の研究

歴史認識の研究は、わが国のみならず諸外国においても、歴史教育学の基本的な問題としてとらえられている。それらの研究は、主に歴史認識の発達に注目していた。

英国の教育行政官であるストロングは、『time-study は、小学校の最後の学年までは試みうるべきではない、しかも、その時でさえ、余り利巧でない生徒にとっては大変有意義かどうかは疑問である。最も賢明な子供についてでさえ、その事柄は最大の注意と用心深さとをもって扱われることが必要である』(Strong, 1953, P. 121)と述べ、小学校での歴史教育は不適切であることを述べている。

しかし、どの時点で歴史教育を教えるべきかは、必ずしも明らかではない。歴史教育学<sup>2</sup>において、この問題を心理的な発達から明らかにしようとする研究分野に、「歴史意識」と呼ばれる研究分野がある。

この研究は第二次大戦後、アメリカでの教育学や心理学の影響のもとに、児童中心主義的なカリキュラムが指向されるようになってから研究が行われるようになった。わが国での最も初期の研究に、後藤らの研究がある(後藤ほか, 1947)。彼らは当時の小学校1年から6年及び高等科2年の児童・生徒に、過去のことで、どのようなことが知りたいか、興味・関心に関して調査した。その結果によれば、歴史意識は4年頃から芽生え、5、6年生に急激に発達することを明らかにした。

この歴史意識は1950年代に最も盛んに研究されたが、最も代表的な研究に斎藤の研究がある(斎藤, 1953a, 1953b)。彼は数千人の小学生・中学生を調査対象とし、アンケート法とともにインタビュー法もあわせて利用し調査した。その結果彼は、『歴史意識の発達の傾向を

---

<sup>2</sup> ここでいう歴史教育学とは、教科教育としての歴史教育学のみならず、学校教育の社会科の歴史分野の授業改善を主な目的とした研究一般を指す。

きわめて概括的にいえば、歴史意識は二年生後半から芽生え三年生後半から四年生にかけて急激に発達し、五年生、中学二年生において大きな転換がみられる』（斎藤，1953a，P.13）ことを明らかにしている。さらに、指導法に関して『結論的にいえば、編年体<sup>3</sup>の歴史学習は小学校では不可能で、可能になるのは中学二年生からとみてよい。小学校で仮に学習してもその意味をはたしえない』（斎藤，1953a，P.13）と述べている。

また、池田の研究によれば小学校6年生であっても、「何年前に小学校に入学しましたか」というような単純な質問にも答えられない児童が多くいることを明らかにしている。そして、多様な面から児童の意識の発達を調査しているが、おおむね小学生の意識の未熟さを強調している（池田，1957）。

戦前の研究者である丸山は『国史教授において、因果関係を説きつつ論理的に述べても、その話が分かるのは、この時期<sup>4</sup>に達してからのことである。即ち高等小学校時代の年齢になって、始めて事件の因果関係が理解される。何故に奈良から京都へ遷都されたかというようなことを尋ねても、児童らしい考えが出てくるのは、この時期からである。ただしこれは知能程度が普通及びそれ以上の児童についてのことであって、普通以下の児童はいまだそこまで発達していない』（丸山，1937，P.133）と述べ、小学校での歴史教育に否定的である。

そして、斑目は当時のさまざまな研究を総括して、『結論として、筆者は、社会科国史を少なくとも現在のような中学校二・三年にまたがる週、一・二時間ずつの学習とせず、これを一単位として義務教育の最後に置くことの妥当性を信ずるものである』（斑目，1949，P.45）

---

<sup>3</sup> 歴史書の書き方の一つで、事実の起こった順に年代をおって書き記す形式。

<sup>4</sup> 満13歳前後

と述べている。この考えにたてば、小学校での歴史教育は論外となる。

その後さまざまな研究がなされたが、それらの結果を要約すると以下のようなになる。

『(1)児童は、風俗習慣に対する歴史的関心を全般として強く持っている。歴史上の人物、出来事、特定の時代などの歴史的事象に対する関心は、4年生以降にたかまる。

(2)関心のもち方からみると、変遷・相違への関心は、かなり強いが、これは高学年で低下してくる。他方、時空的限定への関心は、5・6年において芽生えてくる。また、真偽・存否に対する素朴な関心は学年が増すにつれて減ずる。事物の期限に対する関心は、旺盛とはいえないが、3年生以降においていっそうたかまってくる。

(3)昔についての内容は、学年が増すにつれて遠い過去にさかのぼって定位される。

(4)過去時間の長さは、学年が増すにつれて大きく評価され、比較は正確となる。

(5)人間の過去中の時間定位は、低学年で混沌としているが、高学年では、先後の定位は秩序だってくる。』とまとめられる(日本社会科教育研究会, 1971, P.16)。

そしてそれらの結果から、小学校段階では変化の意識、中学校段階では歴史的因果、高等学校段階では時代構造と発達の把握、大学段階では歴史的個性と歴史的意味の洞察を指導目標とすべきであるとしている(日本社会科研究会, 1971: 藤井, 1985)。

ところが、フランスのサン・クルー高等師範学校の心理学研究所が、小学校中級(わが国小学校の4、5学年に相当する)を調査対象とした広範な歴史意識の調査によれば、以上の結果と逆な結論を出している(首藤, 1961)。その調査の結果をまとめると、

(1)中級の児童の時間意識は一般に考えられているほど未発達ではな

い。

(2) 中級の児童の歴史理解の素地は十分に存している。

(3) 歴史の理解と時間意識との間には正確な対応の存在を証明し得ない。

(4) 歴史の習熟と理解によって歴史的時間の観念が発達している面が強い。

(5) 歴史的理解の本質的な原動力は想像力と叡知である。

(6) 時間意識の発達 は 心理学的成熟から結果するものと、修業との両者の働きによるものである。

の 6 点にまとめられる。全体として小学校でも十分に歴史教育に耐えられるとしている。そして、結果として報告書では小学校で歴史教育を積極的に進めるべきであると結論している。

以上まとめると、歴史教育学においては、歴史認識研究として児童・生徒の歴史認識の発達を明らかにする実証的な研究が行われていた。しかし、その歴史教育学における研究は、いずれも児童の学年変化を中心としたものである。しかし、理科教育学と同様に、何故、学年発達するのかという、学習者の認知的機構を明らかにしてはいない。また、その結果として、そのような実証的研究に基づく指導法の開発はなされていなかった。

学年変化には、いわゆる身体／知能的な成長に伴う発達の効果と、学校教育を中心とした学習の効果が含まれている。しかし、歴史認識研究においては両者の違いをあまり意識せず、両者を分けて分析してはいない。そのため、歴史認識研究によって明らかにした学年変化は、発達、学習のいずれの影響によるものか明らかではない。すなわち、学年発達の実態を示すものの、その歴史認識自体の認知機構に関しては明らかにしてはいない。また、その結果として、そのような認知的機構に関する実証的研究に基づく指導法の開発はなされていなかった。

### 第3節 心理学における時間認識の研究

心理学でも理科教育学と同様に、時間に対する認識能力が重要であるということは認められている。しかし、それに対する研究の蓄積は、心理学の他の研究領域における蓄積からみると相対的に少ない。このような状況に関して、本田は『時間と空間とは、我々の生活場面を構成しており、古くから人々の関心の的であった。そして多くの研究がなされてきたが、いわゆる科学的研究は、空間に関するものが大部分で、時間に関するものは非常に少ない。日本では、訳書を含めて単行本が10冊ぐらいで、外国でも同様な傾向である。この理由としては、視覚の場合の目のような感覚受容器が時間には存在していない(いまだ発見されていない)ことが第一に挙げられる』(本田, 1975, P.119)と述べている。この状態は現在においても殆ど変化がみられない。

しかし、そのような困難な中、時間を認識する能力に対する研究は進められてきた。心理学において時間を認識する能力に関する研究は、大きくわけて時間知覚、時間評価と時間展望の三つに分けることが出来る。

前二者の時間知覚、時間評価はともに比較的短い時間に対する、我々の時間認識の能力を研究する分野である。これらは「知覚される持続と見積られる持続」(プレス, 1960)や「現在時間と過去時間」(Frankenhouse, 1959)の対比される時間をそれぞれ研究対象としている。知覚される持続や現在時間とは、統一的全体として知覚される最大時間(通常数秒)、すなわち心理学的現在の時間認識に関する研究分野である。最近、この分野においては神宮によって組織的な研究が行われた(神宮, 1989)

一方、時間評価とは、それ以上の時間の、時間間隔を評価する能力を研究する分野である。これらは時に時間体験(Experience of Time; オルスタイン, 1975)と呼ばれることがあるが、いずれも時間認識の詳細な作用機構を明らかにすることを目的としている。この時間評価



に関して、『従来、主観的時間の尺度感覚については、主に精神物理学の見地から幾つかの研究がなされてきた、ロス、スティーブンス、それにエックマンをはじめとする研究のほとんどは、秒単位の短い時間に関するもので、60秒を越える主観的時間における時間感覚の尺度を明らかにした研究は極めて少ない。また、長時間の時間評価をする場合、例えば1時間なり1日間という単位時間感覚をもとにして、過去時間がどの程度正確に見積もれるかという研究は今までに全くなされていない』(森, 1986, P. 55)と森は述べている。

そこで森は一日という単位を用いて児童、生徒、学生が、どれだけ正確に過去を時間評価できるかを調査した(Mori, 1979)。さらに、それらの文化的背景を比較した研究を行っている(Mori *et al.*, 1974)。同じ時間評価に関する研究であっても、作用機構に着目する実験的心理学のアプローチでは、実験的に制御しやすい短期間の時間を調査対象としている。それに対して森は、例えばアサガオやインゲンマメの栽培や観察などにおける、指導計画や教材選択の基礎を得ようとしている教科教育学のアプローチを行っている。そのため、実験の変数制御が困難である一方、教科教育上意味のある比較的長期の時間に対する時間評価を研究している。しかし、時間評価の場合、被験者自身が体験した時間の評価であるため数年の期間を越えることはなかった。

一方、時間展望は時間知覚、時間評価では扱われていない比較的長期の時間をさまざまな角度から分析している(都築, 1982)。時間展望は、理論的には1939年にフランクが最初に提案した(Frank, 1939)。

その後、さまざまな方向にこの概念は拡張されたが、定義としては

「ある一定の時間における個人の心理学的過去及び未来についての見解の総体」(Lewin, 1951)という定義が一般的である。しかし、この分野の定義は必ずしも統一されているわけではない。研究者の力点のおき方によって定義はことなり、それによってもなつてさまざまな用語が用いられている。例えば、Time Orientation(Schneider, 1948)、

Future Time Perspective(Wallace, 1956)、Temporal Orientation(Ross & Albers, 1965)、Social Time Perspective(O'Rand *et al.*, 1974)、Future Orientation(Lamm & Schmidt, 1976; Trommsdorff *et al.*, 1979)などがある。これらは過去の時間認識を重視するか、未来の時間認識を重視するかの力点が異なる。また、時間認識の作用機構を注目するもの、社会や文化的背景と時間認識との関係を重視するもの、さらに、薬物中毒や精神異常での治療との関わりを明らかにするものなど、目的においてさまざまである。しかし、これらの研究で定義を明示するしないの如何に関わらず、レビンの定義にあるように個人的時間を研究対象としている。そのため比較的長い時間を扱う場合でも、直接知っている家族の未来などを扱う場合で、百年程度を越えるものではなかった。

その他に、時間認識の発達に注目した心理学者にピアジェがある。彼の研究によれば、生後 18 カ月～2 年で『遠い過去のことを思い出し、過去の出来事の時間的な連続を順次たどりながら再構成することが出来るようになる。また未来を予期する能力も発達してくる』(久原, 1984、P. 54)としている。しかし、ここでいう「遠い過去」とはせいぜい数日程度の過去にすぎない。理科教育に関係するピアジェの時間研究の代表例は速度、加速度との関係に着目した研究があるが、これは微視的な時間に関する研究であるといえる。その他、ピアジェ及びピアジェ派の心理学者の時間に関する研究はフレスによってまとめられている(フレス, 1977)。そこでは時間知覚を、継起の知覚、持続の知覚と評価、時間定位の三つに分類し研究している。しかし、それらは先の分類の時間知覚、時間評価に関するものであり巨視的な時間を研究の対象とはしてはいない。

そのほか、児童の言語発達などから時間認識の能力を研究するアプローチがある(*e. g.* Nelson, 1978)。しかし、わが国の大学生を調査対象とした研究によれば、我々の語彙の中で、数百年以上の時間を指

す修飾語はないことが明らかにされている(木下, 1987)。そのため、言語発達に着目したこれらの研究においても、理科で扱われる数百万年や数十億年などの時間に対する心理学研究は行われなかった。更に、少なくともわが国では今後行うことは不可能である。

以上まとめると、心理学では理科や社会科で扱われるような巨視的な時間に対する認知を研究してはいない。心理学における時間認識研究の中心は、数十秒以下の時間に対する時間知覚や時間評価が中心であった。比較的長い時間を対象とする時間展望研究においても、個人の直接経験できる数十年程度の日常経験が調査内容として選択されてきた。最も長くても、自身が直接知っている肉親、知人の未来／過去である百年程度の時間を調査内容としていた。これは、心理学における時間認識の研究は、個人の直接経験に対する心理的作用機構の解明を、その目的としていたためである。

#### 第4節 イメージ形成に関する研究

いつも通る道がたまたま通れないとしても、我々は新たな道筋を見だし目的地に到達することが出来る。多くの場合は視覚を通して全体を見渡せるわけではない。従って、我々は空間的な知識を内的に表象し、その表象によって道筋を見いだしていると考えられている。その表象がきわめて正確で、あたかも地図のような働きをするため、それらは認知地図と呼ばれている。

認知地図という考え方は心理学の比較的初期から存在した。例えば、行動主義心理学者であるトールマンは、ネズミの迷路学習の結果から、ネズミは認知地図を持っており、それに従って課題を達成していると考えた(Tolman, 1948)。しかし、認知地図が刺激－反応で直接測定できないと思われた内的表象であったため、行動心理学ではあまり興味の対象とはならなかった。その後、リンチは都市工学の立場から、身近な地域の認知地図の実態を明らかにした(Lynch, 1960)。彼らはマサチューセッツ州 Boston、ニュージャージー州 Jersey City、カリフォルニア州 Los Angeles のそれぞれに実際住む住民に、長期の面接を実施した。その結果、住民らは彼らの都市からいくつかの基本的構成要素〔パス(Paths)、ノード(nodes)、ランドマーク(landmarks)、エッジ(edges)、ディストリクト(district)〕を抽出し、それらによって理解していることを明らかにした。

住民の認知地図は、長年の日常生活における多様な経験によって形成されている。そのため、それぞれの要因を制御することは事実上不可能であった。そのため、森らは被験者にとって未知の経路を車で移動し、その経路を VTR に記録し、その VTR を被験者に提示し全体の距離や時間を推定させ、さらに再認調査を行った(森ほか, 1989, 1991, 1993)。藤井らはさらに実験刺激の抽象度を高めるためコンピュータグラフィックを用いて調査を行っている(藤井ほか, 1989, 1991a, 1991b; 林ほか, 1990, 1991)。

以上の研究は、直接的な経験によって形成された認知地図の形成機構を明らかにしようとするものである。しかし、我々の認知地図は以上のような直接的な経験によって形成されたものだけではない。例えば地図や話、または学校教育での組織的な学習などの間接的経験によって形成される認知地図がある。

Evans らの研究によれば、地図などの間接的情報によって学習した位置情報に対する心的回転課題では、一般の心的回転と同様に回転角の増加に伴って反応時間は増加した (Evans & Pezdek, 1980)。しかし、日常経験によって学習した位置情報に対する心的回転課題では、そのような傾向は見られなかった。このような違いは地図と日常経験のいかなる違いに由来するかを Presson らは調査した (Presson & Hazelrigg, 1984)。彼らはこれらの差異の生じる原因として、視覚的学習と非視覚的学習の違い、直接的学習 (Primary Learning) と間接的学習 (Secondary Learning) の違いの、2つの可能性を考えた。調査では被験者に道筋を学習し、その後各位置での相対的位置関係を答えさせた。学習モードは3種類である。被験者に地図を与えそこから道筋の空間的位置関係を学習させる地図学習 (視覚的学習、間接的学習)、被験者に道筋の位置関係全体を直接見せ学習させる観察学習 (視覚的学習、直接的学習)、被験者を目隠し、道筋を実際に歩かせ学習させる目隠し歩行学習 (非視覚的学習、直接的学習) の3種類の方法で学習した。その結果、地図学習によって得た知識は他の方法と異なり、学習時の方向に縛り付けられていることが明らかにされた。一方、観察学習と目隠し歩行学習に差は見られなかった。このことから、同じ認知地図であっても直接的経験に基づくものと間接的経験に基づくものは異なった機構で形成され则认为られている。しかし、視覚的・非視覚的、直接的・間接的に関わらず空間的情報を与えている点では全ての条件は同じである。

間接的情報によって形成された認知地図の研究は、主に地図を刺激

として用いて研究されている。例えば、州名が対になって提示され被験者はどちらがより南かもしくは北か、または東西の相対的な位置関係を判断し、その反応時間が記録される (Maki *et al.*, 1977)。この認知地図の研究は中心の一つは、認知地図と実際の空間とのずれとその生じる機構に関する研究である。我々の持つ認知地図はおおむね正確であるが、かならずしも実際と同一であるわけではない。特に認知地図の距離のゆがみに関する研究の蓄積が大きい。間接的な情報によって形成れる認知地図の距離のゆがみに関しては、Thorndyke の研究が代表的である (Thorndyke, 1981)。彼は項目間の間に介在する項目数や情報量が増加すると、認知地図の距離が長くなると考えた。彼は架空の地名を用いた抽象化した地図を被験者に与え記憶するように求めた。彼は同一距離で間に存在する都市の数が異なる都市間の距離評価を比較した。その結果、間に存在する都市の数が増加するとき長く評価した。しかし、この研究でも空間情報を与えている。

Thorndyke (Thorndyke, 1981) 自身が述べているように、間が空虚なものといろいろなものがある場合では、後者の方が長く見える。従って、彼らが情報量を増加したための影響は表象自体を走査したのではなく、知覚のレベルで影響を与えた危険性がある。さらに、Baum らによれば、よく知っている場所間の距離比較をする場合、地図を見て判断する場合と記憶から判断する場合では判断時間や正答率に違いがあった。このことから、心的地図は実際の地図などとは異なることを明らかにしている (Baum & Jonides, 1979)。

以上のイメージ研究では、提示方法は様々であるが、距離（もしくは長さ）を提示（もしくは経験）することによって形成される距離感であった。

先に述べた西川の発達研究 (西川, 1987a, 1987b, 1989a, 1989b, 1990a, 1990b, 1991a, 1992b) においても、調査方法として、長さに還元させる方法を採用している。また、指導法に関しても、長さに還元

して提示した場合の指導法(西川, 1988a)や、長さに対応した距離を歩かせる指導法(西川, 1991c)に関する研究は存在する。これらの研究も、長さをもちいてイメージを捉えようと言う点で、上記の空間的イメージの諸研究と一致している。

## 第 5 節 本研究の目的

第 1 節及び第 2 節で述べたように、巨視的な時間は教育上重要であり、理科教育学では巨視的時間概念、社会科教育学では歴史認識という分野で研究が進められてきた。しかし、具体的に時間学習の構造はどのようなものが含まれているかは明らかではない。しかし、歴史教育学の中で歴史意識という形でその構造を整理した研究がある。代表的な例として塚田は歴史意識を、

1. 時の観念あるいは時間意識
2. 「昔」に対する時間的距離感
3. 連続の意識
4. 歴史的な関係把握の意識

ア. 時間的相違の識別

イ. 歴史的変遷の認識

ウ. 歴史的因果関係の把握

5. 歴史的関心

の 5 つで分類している (塚田, 1957)。

また、大野は歴史意識を、

1. 時代的距離感
2. 歴史的関心
3. 歴史的思考の傾向

の三つに分類している (大野, 1956, P. 1143)。

一方、実態調査を伴った研究を実施した斎藤は歴史意識を、

1. 時代的距離感
2. 今昔対比の意識
3. 変遷の意識
4. 因果関係の意識
5. 時代構造の意識
6. 発展の意識



の六つに分類している(斎藤, 1953a, 1953b)。

これら、三者の定義は歴史意識の定義として最も一般的な定義であるが、いずれも学習者の心理学的側面を強調した定義である。これらの定義の中には、興味・関心に関わる項目も含まれている。さらに、人間社会特有の現象を対象としており、理科教育の教材とはすぐわない項目も含まれる。しかし、いずれの定義においても、過去の時間意識の最も基本的な要素として時間的距離感をあげている。

古川は歴史意識の中で構成要素として時代距離感の重要性を、『子ども達のとらえるむかしは、はじめのころは距離感がはっきりしていない。近い昔も遠い昔も一様に「むかし」であり、原始時代が現代のすぐ前にあったり、武士の時代と縄文時代とが混同されていたりする。ところが、しだいに大むかしと武士の世の前後関係がはっきりし、さらに時代をはかるものさしがつくられるなどして、いっそう歴史への興味がましていくようになる』(古川, 1982, PP.256-257)と述べている。しかし、この時間的距離感の認知に関する実証的な研究は行われていなかった。

時間的距離感という視点で理科教育学、心理学、イメージ研究を見直すと、それらの研究も時間的距離感に関するものが多い。理科教育学において、先に西川の発達研究(西川, 1987a, 1987b, 1989a, 1989b, 1990a, 1990b, 1991a, 1992b)を挙げた。それらの研究では、生物進化、地殻変動に関する代表的な事項を挙げ、それらの時間的長さを評価する研究であり、時間的距離感を問うものであった。また、西川以外の巨視的時間に関わる研究も、同様な研究であった。

心理学においては時間知覚、時間評価において時間認識の研究がなされていた。それらは60秒以下の短い時間を対象としているが、いずれも時間の長さを評価させるものであり、時間的距離感に関する研究である。

心理学・認知科学におけるイメージ調査では空間認知を中心にして

おり、主に認知地図を研究対象としていた。地図は2次元であり、そのゆがみを研究しているが、時間のような1次元に還元するならば距離感の研究と言える。

先に述べた理科及び社会科での巨視的な時間に関する学習によって形成される時間的距離感は、一般的には順序情報、数値情報、因果情報という長さ情報以外の諸情報によって形成される距離感であり、イメージ研究で抜けていた部分である。また、実際の空間は3次元であり、地図であっても2次元である。一方、時間は1次元であり空間に比べて単純である。さらに、時間は視覚によって直接知覚することは出来ない。また、数百年～数十億年という巨視的な時間は直接に経験することは出来ず、間接的な情報によってのみ形成される。

そこで、本研究では巨視的な時間を対象とした、非空間情報によって形成される距離感の形成過程を明らかにする。さらに、生物進化、地殻変動の学習で扱われる、数値情報、順序情報、因果情報の認知機構を明らかにし、その指導法を開発することを目的とする。

本論文の構成と結果の概要は図 1の通りである。

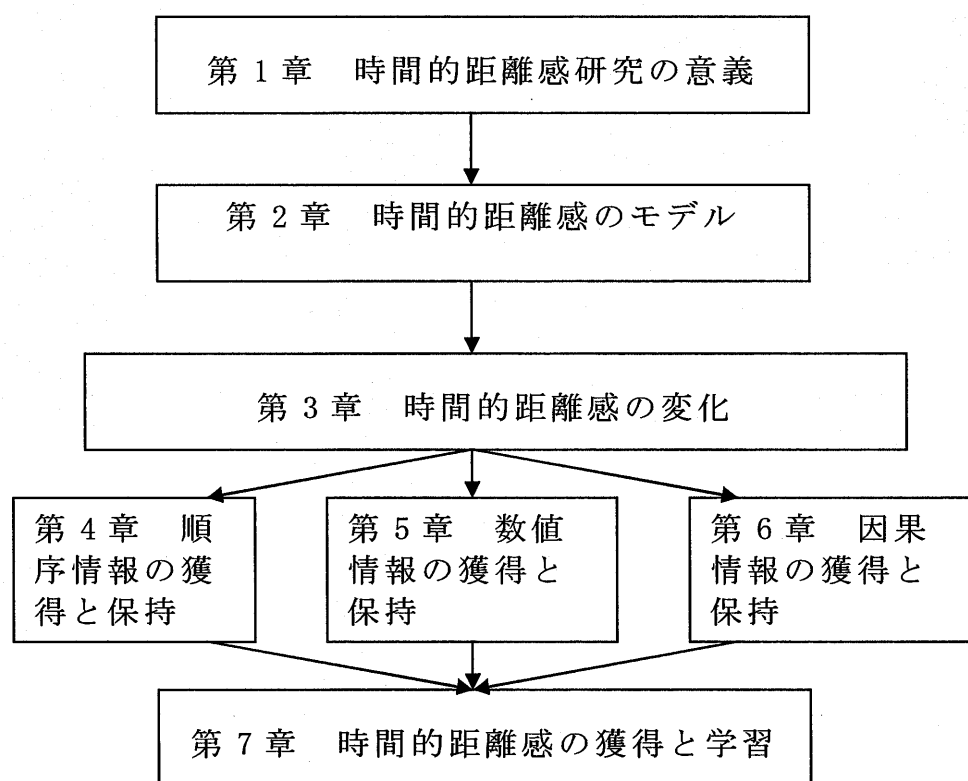


図 1 本研究の構成

第 1 章では、前節までに本研究の背景と意義について述べた。第 2 章の時間的距離感モデルでは、学習によって時間的距離感が変化することを実証した。さらに、それらの結果から時間的距離感のモデルを構築した。第 3 章の学習による時間的距離感の変化では、時間的距離感の測定方法を開発した。さらに、その方法を用いて小学校の学年進行とともに時間的距離感が変化することを述べる。第 4 章の順序情報の獲得と保持では、順序情報が過去から現在に提示するとき認知がしやすいことを明らかにした。第 5 章の数値情報の獲得と保持では、時間を金額などに意味づけするとき記憶が進むことを明らかにした。第 6 章の因果情報の獲得と保持では、因果情報が内容に依存する型に一致するとき認知しやすいことを明らかにした。第 7 章の時間的距離感の獲得と学習では、以上の結果を基に、理科や社会科で軽視されてきた知識を重視すべきことを述べる。

次章以下、各内容について記述する。

## 第2章 時間的距離感のモデル

## 第 1 節 時間的距離感のモデル化

距離感のモデル化は直接的には行われていなかった。しかし、象徴的距離効果の認識モデルは行われており、それによって間接的に距離感のモデル化はなされていた

また、象徴的距離効果は、相対的に短い／長い距離の判断にかかる時間から主観的距離を求める方法である。心的に序列を判断する時間は、その比較対象の差異が小さくなるほど増加する。一般にこの現象は、「象徴的距離効果(Symbolic Distance Effect)」と呼ばれる(Moyer *et al.*, 1976)。

ここで、象徴的距離効果の基礎となる象徴的距離効果を具体的に説明する。仮に 10cm の棒と 5cm の棒が提示された場合、どちらが長い判断することはたやすいことである。しかし、10cm と 11cm の棒の長短を判断することには多少の戸惑いが生ずる。さらに 10cm と 9.5cm の棒の長短を判断するには、さらに困難となり、結果として判断にかかる時間が長くなる。一般にこの現象を距離効果と呼ぶ。しかし、このような現象は、物理量の比較ばかりではなく、心的な比較にも生じる。

心的に序列を判断する時間は、その比較対象の差異が小さくなるほど増加する。一般にこの現象は、「象徴的距離効果(Symbolic Distance Effect)」と呼ばれる(Moyer & Bayer, 1976)。この効果を明らかにした、最も初期の研究にモイヤーの研究がある。彼は数字の大小を被験者に比較させ、反応時間を測定する実験を行った(Moyer & Landauer, 1967)。その結果、比較する数字の差が大きくなるほど、反応時間は減少した。

モイヤーの結果はパークマンによって追試され、同様の結果を得た(Parkman, 1971)。さらに彼は同時に物理量や数字の大小ばかりでなく、被験者に 2 つの英文字を提示し、どちらがアルファベットの後の

方かを判断させた。その結果、2つの英文字がアルファベット順で離れるほど、反応時間は短くなった。

モイヤーは、上記の反応時間と比較対象間の差との関係が、心的な大きさの測定に適用することができるかを調べた(Moyer, 1973)。彼は、被験者が2種類の動物の相対的な大きさを比較する判断時間を測定した。さらに、被験者に実験で使用した動物の大きさを評定値で答えさせた。その結果、物理量や数字と同様に、比較対象間の評定値の差が大きくなるにつれて反応時間は一様に減少した。

また、ペイビオは比較対象に、動物以外の具体物(例えばエンピツやバスなど)を含ませて先の結果を検証した(Pavio, 1975)。その結果、同じカテゴリー内部(モイヤーの場合は動物)の比較ばかりでなく、異なったカテゴリー間での比較判断においても、相対的な大きさの差と反応時間には同じ関係がみられた。

時間に関しても象徴的距離効果は、ホルヨークらによって追試されている(Holyoak & Walker, 1976)。彼は時間の11の単位(千年、百年、十年、年、月、週、日、時間、分、秒、ミリ秒)を被験者に与え比較判断させたが、この研究においても象徴的距離効果は確認された。このような研究の蓄積から、『象徴的距離効果は、心的比較判断課題において、比べる対象や判断の次元に関わらず一貫してみられる現象の一つである』(吉川, 1982, P.202)ことが認められている。

大島らの研究では、学生の持つキャンパスに関する空間イメージを、距離評定をマグニチュード推定法<sup>5</sup>、描画法<sup>6</sup>、象徴的距離効果で測定した。その結果、マグニチュード推定法、描画法ではその距離に関す

---

<sup>5</sup>基準となる距離を100とした場合の数値で主観的距離を答えさせる方法

<sup>6</sup>実際の位置関係を図で描かせ、その地図での長さから主観的距離を求める方法

る学習(すなわち学園生活)が2週間程度の被験者と、1年以上の被験者の差が見られなかった(大島ほか, 1990)。一方、象徴的距離効果の場合、両者の経験の効果が見られた。また、比較判断課題の反応時間と物理的距離とのずれは、直接経験によって得た知識の方が、地図などで得た知識より強いことが明らかにされている(Evans & Pezdek, 1980)。つまり、象徴的距離効果ではマグニチュード推定法や描画法では測定できない、学習に伴うイメージの変化や、学習の質の違いによるイメージの違いを測定できる。

このことから、マグニチュード推定法や描画法が、表面的な知識を推定するのに対して、象徴的距離効果はより内面化されたイメージを反映すると解釈されている(大島ほか, 1990)。

現在までイメージの距離感に関して一般的に認められているモデルは存在していない。しかし、先に述べたように心的な距離感は、比較判断課題における象徴的距離効果によって測定できる。そこで、この比較判断のモデルを参考にする。

比較判断のモデルとしては二重コードモデル(Dual Code Model)、象徴コード化モデル(Semantic Coding Model)、走査と比較モデル(Scan Plus Comparison Model)の三つが一般的である。

二重コードモデルでは、言語的処理過程と非言語的処理過程の二つの過程を仮定している(Pavio, 1971, 1975)。非言語的処理過程とは五感に強く束縛され、その処理過程はそれぞれの感覚の処理過程と似た過程をとるとされている。このモデルでは、与えられた刺激は非言語的、特に視覚的に変換され、知覚的判断に似た処理がなされると解釈している。

単語刺激と絵刺激での反応時間は一般に絵刺激の方が短い。この現象は、単語刺激は視覚的に変換する段階を含んでいるが、絵刺激の場合はそのままで視覚的判断に似た処理が可能のためと解釈される。しかし、五感に還元できない抽象的な概念に関しても象徴的距離効果が



見られるが、その現象を説明できないなど様々な問題点をもっている。

象徴コード化モデルでは、比較判断は以下で示される一連の段階を経るとしている (Banks, 1977)。

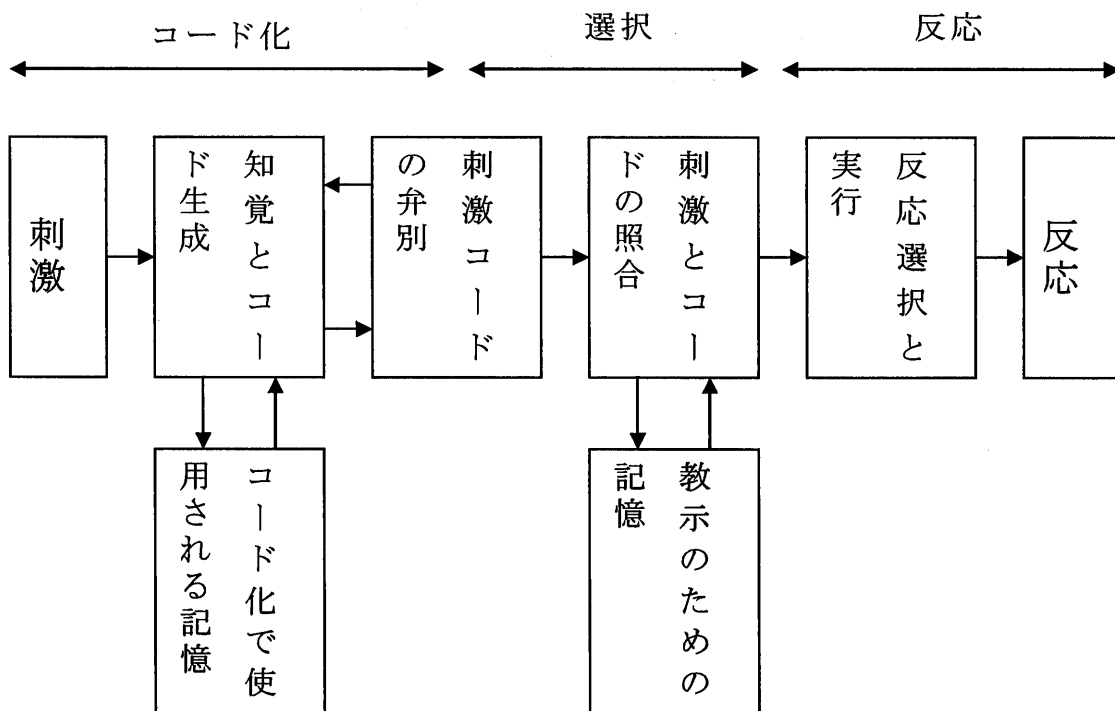


図 2 象徴コード化モデル

この過程の中で象徴的距離効果が起こる中心はコード化の段階である。このモデルによると外部からの刺激は「コード化で使われる記憶」をもとに、「大きい」、「小さい」などの非連続的なコードに変換される。次に、「刺激コードの弁別」の段階でそれぞれのコードは比較され、比較判断が出来た場合は「刺激と教示コードの照合」の段階に進む。しかし、与えられた刺激対が似ている場合、両者とも「大きい」(逆に「小さい」)というコードに変換される可能性が高い。この場合、「刺激コードの弁別」の段階では弁別が出来ないため、コードは「知覚とコード生成」の段階に差し戻される。そして、「コード

化で使われる記憶」をもとに細かいコードに変換される。例えば、最初のコード化で刺激対が「大きい」、「大きい」と変換された場合は、次のコード化では「大きい+」、「大きい」に変換され弁別可能となる。このコード化によって弁別可能となる。しかし、刺激対が極めて似ている場合は、再度のコード化でも弁別不可能となり、また「知覚コード生成」の段階に差し戻されることになる。このため、刺激対が似通っているほど、「知覚とコード生成」の段階を多く繰り返すことになり、反応時間が長くなる。

走査と比較モデルでは、比較判断は以下で示される一連の段階を経るとしている (Moyer & Dumais, 1978)。

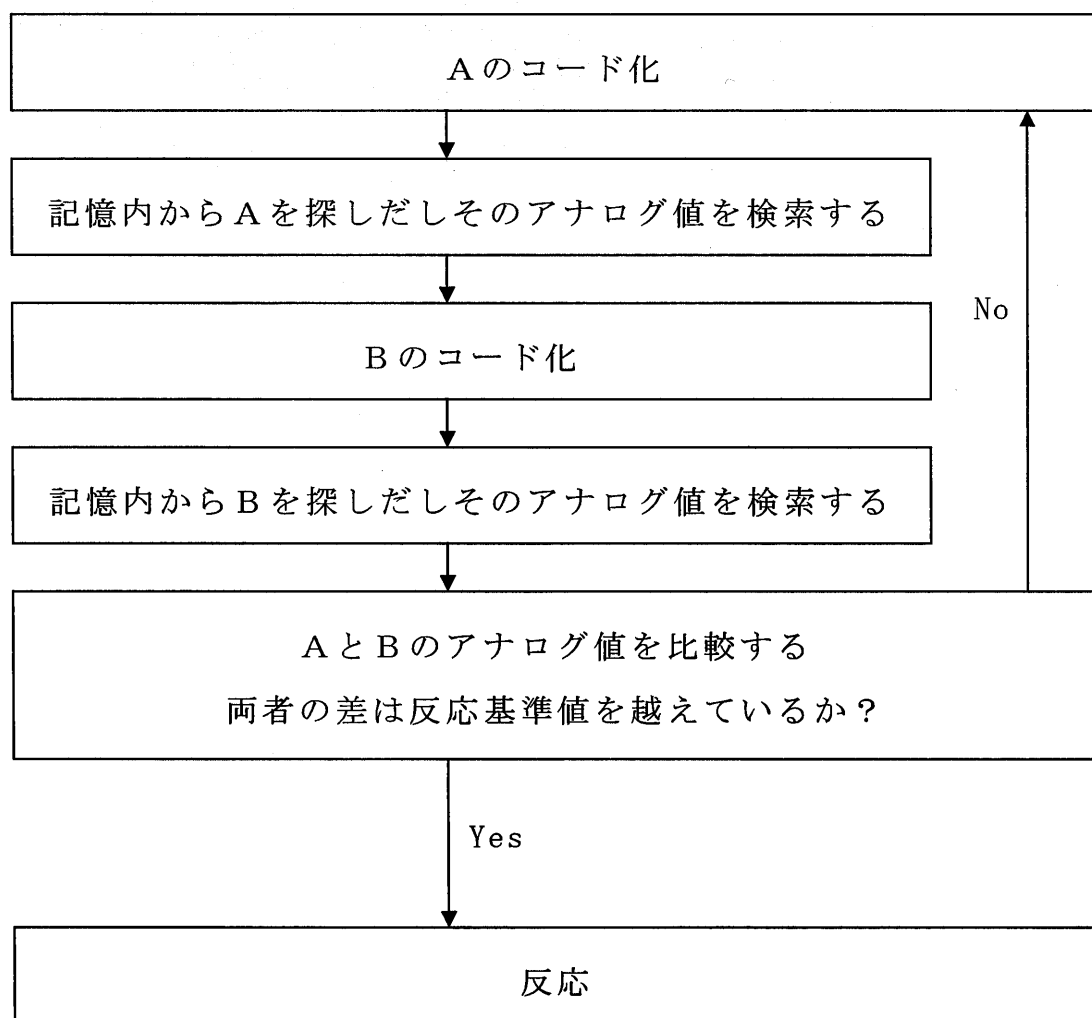


図 3 走査と比較モデル

先の象徴コード化モデルとの大きな違いは、刺激は連続的なアナログ値に変換される点である。比較される刺激対は、それぞれのアナログ値に変換される。そして両者の差をとり、その値が基準値を越えているか判断する。越えている場合は反応を起こし、基準値を下回る場合は、アナログ変換の過程を繰り返す。このアナログ変換の過程を繰り返すごとに、刺激対のアナログ値の差は加算機にためられる。そして、加算機の値が基準値を越えたとき反応を起こす。例えば、基準値が 10 である場合、刺激対のアナログ値の差が 15 であれば一回の過程で反応を起こす。しかし、刺激対のアナログ値の差が 3 であれば、一

回目の過程で加算機の値は 3、二回目の過程で加算機の値は 6、三回目の過程で加算機の値は 9 となる。そして四回目の過程で加算機の値は 12 となり、基準を上回り反応する。従って、刺激対のアナログ値の差が小さければ、繰り返す回数も増え反応時間がかかるとこのモデルは解釈する。

両モデルの大きな違いは、対象の持つ量である。象徴コード化モデルの場合はカテゴリカルな量を持ち、走査と比較モデルは連続的な量を持つと考えている。さらに、象徴コード化モデルは、対象は一定の量を持っており、それが「コード化で使用する記憶」によって加工され比較される。一方、走査と比較モデルの場合は、一定の量が繰り返し加算機に加算され、その加算量が閾値と比較される。このような点で両モデルは異なるが、いずれのモデルにおいても、比較対象が固有のある単一の量を持つという点では一致している。

しかし、いずれのモデルでも新たな情報を得たとき、どのように時間的距離感が変化するかを説明できない。別な言い方をすれば、両モデルともそれぞれの刺激が一定の量を持つことを述べるが、その量がどのように決定されるかなにも説明していない。

我々の時間的距離感は様々な情報に影響されると認められている。例えば、最も初期の心理学者の一人であるジェームスは『一般に、さまざまな興味深い経験で満たされた時間は、それが経過しているときには短く感じられ、後からこれを振り返ってみると長く感じられる。これに反して経験が空虚な時間は、それが経過しているときには長く感じられるが、振り返ると短く感じられる。一週間の旅行や観光は、記憶の中では 3 週間に対応し、病気の一か月はほとんど 1 日の記憶さえも生じない。追想に移る時間の長さは明らかにその時間の与える記憶の多様さに依存している。多数の対象、事件、変化、多数の区分は、我々が追想するときの視界を直ちに拡大し、空虚、単調、陳腐はこれを縮小させる』と述べている (ジェームス, 1993, P. 78)。さらに、こ

の時間のイメージ形成に関する性質をフレスは歴史に対する時間イメージに広げて、『時間的展望の異質性は、われわれの経験の性質そのものによるが、しかし想起の量の仲介によってでなければ生じない。経験上は我々自身の過去でしかない歴史的期間の展望もこれと同じである。フランス史の各時代は、それについて知ることの多いほど、より長い相対的持続を持っている。それは時代の新古には関係ない — ギリシャ史家にとってはアテネの偉大な三世紀は、彼の時間的展望において、われわれの中世の十世紀よりもさらに長い持続を占めよう』とフレスは述べている(フレス, 1960, P. 178)。彼の予想は実証的データによるものではないが、我々の日常経験にも一致する。しかし、従来のモデルでは何故、知識の増加にともなって時間的距離感が長く感じられるか説明することは出来ない。

そこで、従来のモデルを参考に、多くの情報の関係によって反応時間が決定されるモデルを案出した。このモデルにおける概念は、ネットワークで結びつけられているという、図 4図で示されるネットワークモデルを単純化したものを基本としている。ここでの丸は各概念を表し、具体的には名詞や形容詞などや、両者の関係が入る。

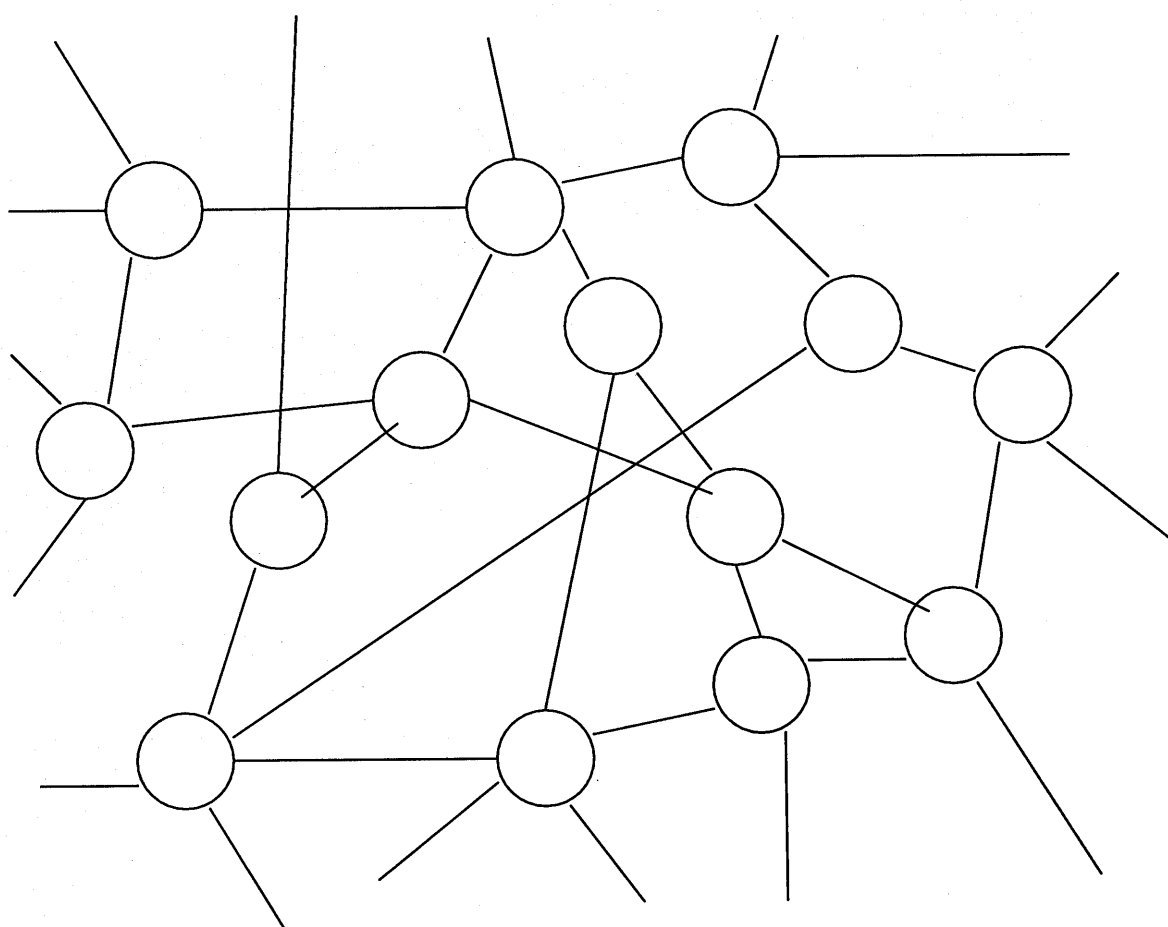


図 4 簡易ネットワークモデル

たとえば、図 5のネットワークの場合、リンゴは「赤い」、「パイになる」という概念に結びついている。また、イチゴは「赤い」、「ジャムになる」という概念に結びついている。そして、リンゴとイチゴは「赤い」という概念と、「リンゴはイチゴより大きい」という関係によって結びつけられている。この様なネットワークで結びつけられたリンゴとイチゴの大小関係を判断するとは、リンゴとイチゴの両方に結びつけられた概念、関係(「赤い」、「より大きい」)を、リンゴやイチゴと結びついた概念、関係群の中から検索し、その情報を目的とする判断(大小関係)の点から関係するか評価する過程と考える

のである。

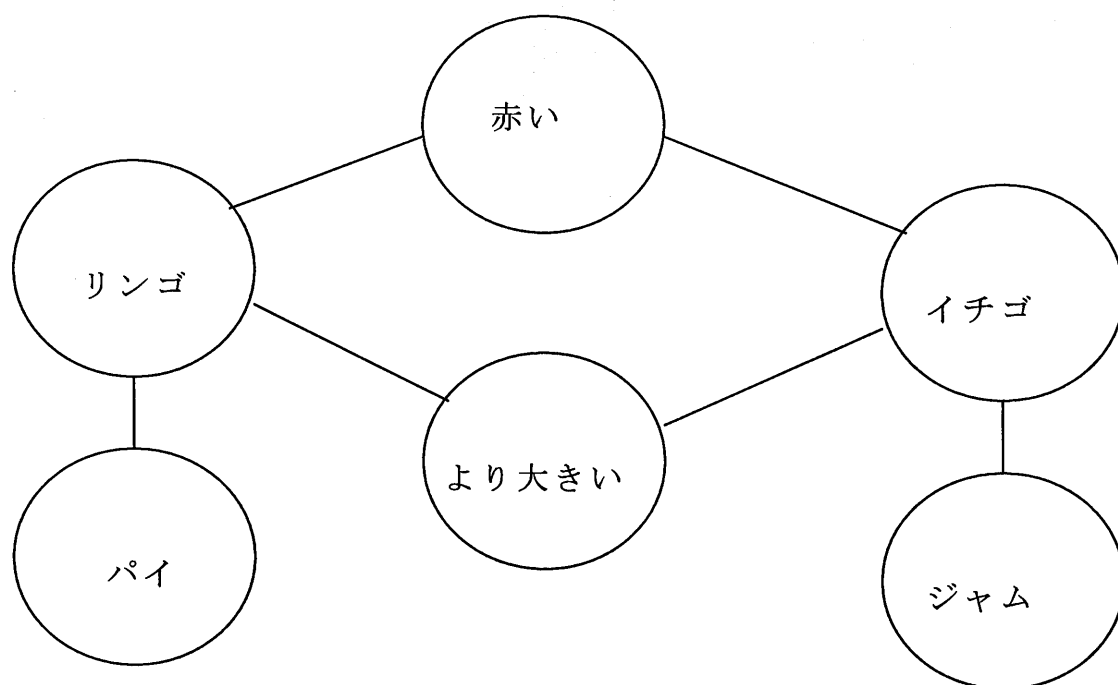


図 5 ネットワークの例

そこで、自由連想実験を用いて、連想構造を調査する。すなわち、被験者には特に新旧判断を求めず、二つの動物を提示したとき、連想する全てのことを記録する方法を採用した。

## 方法

被験者に以下のような指示を与えた。

『この調査は、みなさんの動物に関する知識の構造と、その処理機構を明らかにすることを目的としています。』

これから2つの動物名を書いた紙を見せます。それらの言葉から連想されることをなるべく速く、かつ、多く思い出して、大きな声でつぎつぎ答えて下さい。連想されることは何でも結構です。

そして、もうそれ以上何も連想できない場合、「もう連想できない」と答えて下さい。その後、簡単な計算を行い。その後、別な動物

を使って、同じ実験をおこないます。

『重要なのはなるべく速く、かつ多く答えることです。』

その後、被験者に「アメーバー ヒト」と書かれた紙を提示した。この「アメーバー ヒト」で心的距離の長い刺激の代表とした。被験者の発言は、「もう連想できない」というまでテープで記録した。その後、2桁の加算問題が15書かれた問題用紙を与え、解答させた。この解答によって、前の刺激が後の刺激に直接影響を与えぬようにした。その後、「ゴリラ ヒト」と書かれた紙を提示し、同様に被験者の連想を記録した。この「ゴリラ ヒト」で心的距離の短い刺激の代表とした。

その後直ちに、テープを巻き戻し、彼らの発言を再生させ、一つ一つの発言に関して、その発言をしたとき、両方の動物を思いながら発言したか、どちらか一方の動物の発言をしたか再生させた。さらに、その発言は、共通点を意味しているか、相違点を意味しているかを再生させた。

なお、被験者の半数は「アメーバー ヒト」を連想した後に、「ゴリラ ヒト」を連想する。残りの半数は逆に、「ゴリラ ヒト」を連想した後に、「アメーバー ヒト」を連想させた。この操作によって、刺激の順序の効果を相殺させた。

また、調査実施に当たっては、実験者に対して、『被験者から連想することは共通点という意味か？と聞かれたら、「とにかく何でもいい」と答えて下さい。決して、共通点や相違点などの例をあげないで下さい。』という注意を与えた。

被験者は上越教育大学学部学生34名である。

## 結果

彼らの発言内容を以下の3つに分類した。

第一は「単純連想」で、片方のみの動物を思いながら発言した連想



である。具体的には、「ゴリラはリンゴが好きだ」などが含まれる。なお、「生き物」などの連想は両者とも関連するが、被験者がアメーバーを意識したものであると報告した場合、この単純連想に分類した。また、「アメーバーは光合成をする」など、生物学的には誤っている場合であっても、被験者が片方のみを思いながら発言したと報告した場合、単純連想に分類した。

なお、被験者にこの単純連想に分類されたものが、両者の相違点か共通点かを確認した。その結果、ここに含まれる連想の殆どは相違点であった。ただし、連想した時点では両方の相違点であると意識したわけではなく、一方の動物のみからの連想であるものがこれに含まれる。

第二は「複合相違点」で、両動物を思いながら発言した相違点である。例としては、「単細胞と多細胞」、「アメーバーが進化するとヒトになる」、「人間の方が（ゴリラより）かっこいい」、「ゴリラは感情が激しくて人間みたいに理性がない」などがある。なお、先と同様に生物学的に誤っていても、被験者が両方を思いながら連想した相違点である場合、この複合相違点に分類した。

第三は「複合共通点」で、両動物を思いながら発言した共通点である。例としては、「かしこい」、「ヒトとゴリラは似ている」などがある。なお、先と同様に生物学的に誤っていても、被験者が両方を思いながら連想した共通点である場合、この複合共通点に分類した。

なお、被験者が片方の動物を思いながら連想したと報告しても、内容的に似た単純連想が連続した場合、それらをまとめて複合相違点や複合共通点として分類した。例えば、アメーバーを思いながら「アメーバーの方が生きている歴史が長い」と報告し、その次の連想が、人を思いながら「ヒトはまだ1万年ぐらいしか生きていない」（注：生物学的には間違っている）と報告した場合、それらをまとめて複合相違点として分類した。

同様に、内容的に似た単純連想が連続し、かつそれらが両者の共通点だった場合は複合共通点として分類される。しかし、複合共通点に分類される連想は実際には存在しなかった。

結果を表 1、表 2に示す。その結果、まず単純連想はアメーバーとヒト、ゴリラとヒトの両刺激においても最も多かった。さらに、先に述べたようにその殆どは相違点に関連する連想だった。一方、複合相違点は両刺激においても最も少なかった。このことは、単純連想としての相違点が、複合相違点に結合することの難しさを示すものである。複合共通点は心的距離の長い「アメーバー ヒト」刺激では少なく、心的距離の短い「ゴリラ ヒト」刺激では多かった。

単純連想、複合相違点、複合共通点の連想数を、「アメーバー ヒト」と「ゴリラ ヒト」において直接確率計算で比較した。その結果、単純連想 ( $P=0.614$ )、複合相違点 ( $P=0.362$ )、複合共通点 ( $P=0.000$ ) で、両刺激の違いは複合共通点にあることが明らかになった。すなわち、両刺激での新旧判断の反応時間差は複合共通点にその原因が存在する。

表 1 「アメーバー ヒト」自由連想実験での連想(件数)

単純連想	複合相違点	複合共通点
130	18	11

表 2 「ゴリラ ヒト」自由連想実験での連想(件数)

単純連想	複合相違点	複合共通点
121	12	83

これらの連想の内、両動物の順序を決定しうる可能性があるのは、複合相違点のみである。単純連想の相違点の場合、単独の動物のみを思って連想しているので両者の新旧判断は出来ない。先に述べたように単純連想を組み合わせれば、新旧判断は可能である。しかし、本実

験では連続した単純連想が相互に関連するとき複合相違点、もしくは複合共通点としているが、複合相違点の少ない点からも、単純連想を組み合わせる新旧判断をしていないことが示される。

新旧判断においては、多くの単純連想や複合共通点から複合相違点を分離しなければならない。これを効率よく行うには、まず、最も多い単純連想を排除する必要がある。そのためには、その連想が対象となる動物の両方につながっているかを判定すればよい。次に複合共通点、及び新旧判断に役に立たない複合相違点を排除する。そのために、新旧判断に役に立たないかの判断の段階が必要となる。新旧判断を行うには、連想された内容を深く処理する必要があるが、両動物に繋がっているか否かの判断は比較的単純と予想される。そのため、2段階に分けて処理することによって効率が高まる。そこで、以下のモデルを構築した。具体的な過程は図 6に示した。このモデルでの判断過程は以下のようなものである。

#### 1. 刺激を内的なコードに変換する。

二つの刺激(図中の A、B)は長期記憶の情報から内的コードに変換する。

#### 2. 長期記憶から二つの刺激に関わる情報を検索する。

自由連想実験と異なって、新旧判断では積極的に二つの刺激に関わる情報を検索している。したがって、検索される情報は二つの刺激に関わる情報が中心となる。ただし、必ずしも検索は正確ではなく、検索情報の中には二つの刺激に関わる情報以外が含まれる。たとえば図 5の場合、「リンゴはパイになる」というようにリンゴのみに関係する情報や、「イチゴはリンゴより大きい」という誤った情報である。

### 3. 検索情報判定

検索された情報が二つの刺激に関わる情報かを判定される。もし、認められれば次の段階に進み、否定されれば検索の段階に戻る。繰り返しの回数は隣接情報の情報量と、刺激 A と刺激 B の共通の情報量の比によって決定される。

ここで、判定されるのは検索された情報が、直接二つをつなげる単一の情報かである。例えば、「リンゴはパイになるが、イチゴはジャムになる」は単一の情報ではなく「リンゴはパイになる」と「イチゴはジャムになる」という二つの情報で、情報判定はそれぞれ単独で受ける。二つの情報とも両者をつなげる情報ではないので、この段階を通過できない。しかし、「リンゴとイチゴはパイになるかならないかが違う」や「リンゴとイチゴはジャムになるかならないかが違う」や「リンゴとイチゴは食べ物」という形式である場合は、この段階を通過する。

仮に単独の情報を次の段階に通過させた場合、効率は著しく低下する。例えば A が 10 の情報を持ち、B が 10 の情報を持つ場合、「A は ○○、B は ××」という形式の情報を認めた場合、単純計算で 100 の情報を認めることになる。リンゴやイチゴなどは膨大な情報を持っているため、その組み合わせは幾何級数的に増大してしまう。そのため、以上のような判定段階を想定することは自然である。

### 4. その情報を評価し、加算機に加算する。

検索された情報を、比較判断の確信材料としての評価を行い、加算機に加算する。

たとえば図 5 の場合、「リンゴはイチゴより大きい」という情報は、大小判断に関して一定の値に評価される。しかし、「リンゴ、イチゴは赤い」という情報は大小判断に関して評価されない。こ

の部分は走査と比較モデルと一致している。しかし、走査と比較モデルでは、情報が評価される次元(例えば順序や大きさ)に関するアナログ量のみと考えているが、本モデルでは評価される情報が多様(時には評価される次元とは全く無関係な情報)であると考ええる点が異なる。

5. その加算機の値は閾値を超えているか？

この段階で閾値を超えているか判断され、越えている場合は判断、越えていない場合は検索の段階に戻る。この段階は走査と比較モデルと一致している。

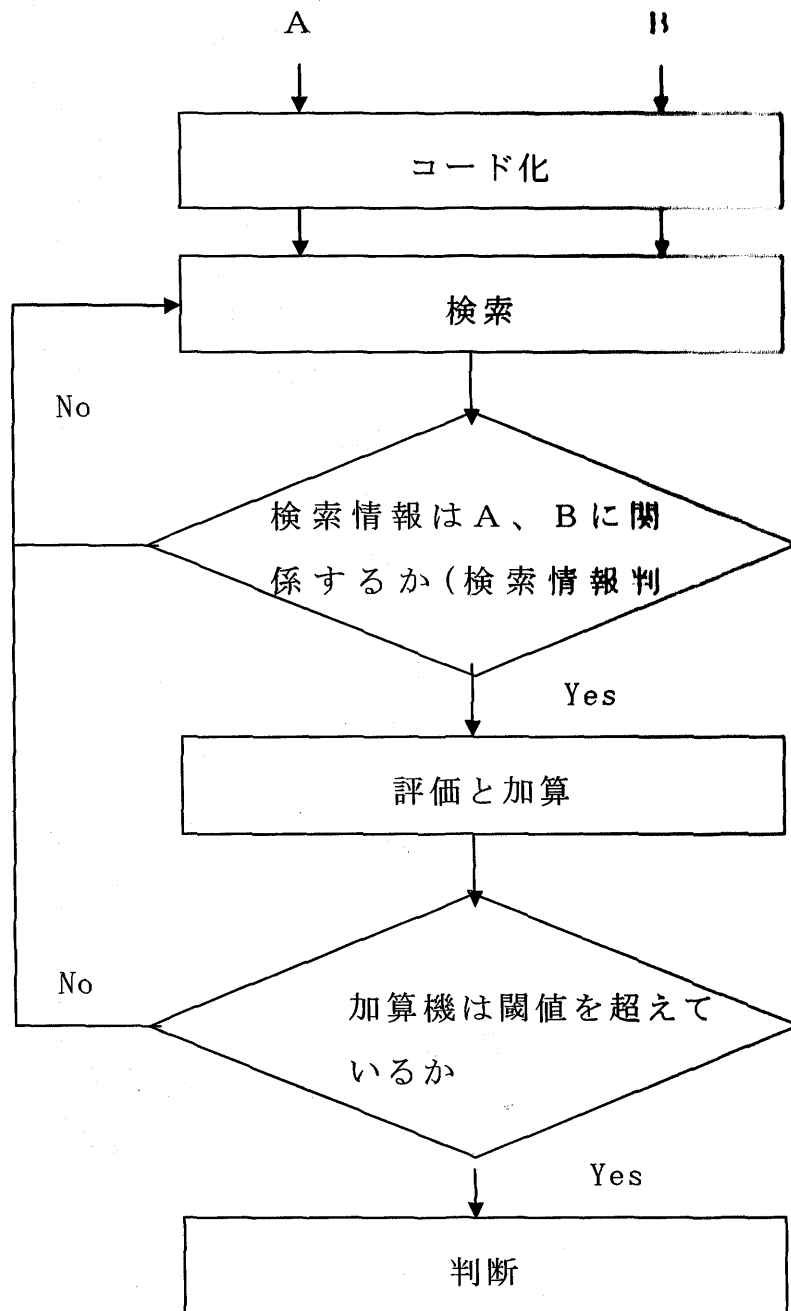


図 6 比較判断のモデル

以上のモデルと従来のモデルとの大きな違いは、先に述べたように判断の元になる情報の質である。従来のモデルでは、各刺激は各々

つの値を持っており、その値を比較すると考えている。すなわち、実際の世界で長さを比較する場合は、視覚を通して長さという値を引き出し、それを比較する。心的な長さ比較も、その過程と一致していると従来のモデルは考えていた。しかし、本モデルでは各々の刺激組み合わせに対して、各々にその順序を示す情報があると考ええる。そして、反応時間に差が生じるのは、順序を示す情報を効率よく検索することの可否に関わる。そしてその検索効率は、全情報群中における順序を示す情報の比率、及びそれらの結合の質に関わると解釈する。全ての刺激対に関して、各々対応する順序情報があると考えるとその情報量は膨大である。しかし、ネオピリナ (Neopilina) という生物が未知であっても、それが軟体動物の仲間であるという知識があれば、他の軟体動物に関する知識が代用することが出来る。すなわち、全ての組み合わせの順序情報があるといっても、比較的少数にグループ化されたグループ間の順序情報によって判断が可能となる。もちろん、順序情報はヒトやイヌなどの動物名や、軟体動物、脊椎動物といった分類名などの、名詞間の順序関係のみではない。例えば、「2足歩行の方が4足歩行より進化している」という一般的な知識があれば、ヒトとイヌやトカゲの比較の時は利用できる。さらに、4足歩行する動物との比較に一般に利用できる。我々の持つ順序情報は、一般には以上のような柔軟な形式で保存されていると考えられる。

このモデルで、心的距離と新旧判断の反応時間との関係を解釈できる。新旧判断の場合、自由連想実験に比べると両刺激に関連する情報を積極的に検索する。そのため、検索される情報中における単純連想の割合は、自由連想実験より低くなる。しかし、それでもある量の単純連想が誤って検索される。さらに、複合共通点は新旧判断に利用できないし、全ての複合相違点が新旧判断に利用できるわけではない。そのため、目的となる情報が検索されるまで、先に述べた検索及び評価が繰り返される。この過程が新旧判断の反応時間に反映している。

さらに、自由連想実験では「アメーバー ヒト」(心的距離が長い)と「ゴリラ ヒト」(心的距離が短い)に対する連想の違いは、主に複合共通点の差であった。「ゴリラ ヒト」の場合、新旧判断に利用できない複合共通点が多いため、より多くの検索と評価を行い、結果として長い反応時間は長くなり、時間的距離感は長く感じることになる。

さらに、先に述べたように、フレスは、『ギリシャ史家にとってはアテネの偉大な三世紀は、彼の時間的展望において、われわれの中世の十世紀よりもさらに長い持続を占めよう』と述べている(フレス, 1960, P. 178)。我々のモデルによれば、ギリシャ史家がアテネの偉大な三世紀をより長く感じるのは、彼が単純連想や、特に複合共通点を一般人より多く持っているためと解釈できる。



## 第2節 介在項目学習による時間的距離感の変化

### 1. はじめに

学習による時間的距離感の変化を直接明らかにするには、何らかの学習前後の反応時間の変化を明らかにする必要がある。しかし、象徴的距離効果に関する研究の多いが、学習の効果による反応時間の変化を明らかにした研究は少ない。そのなかで、先に述べたソーンダイクの研究は学習の効果を示すものである(Thorndyke, 1981)。彼は項目間の間に介在する項目数や情報量が増加すると、認知地図の距離が長くなると考えた。彼は架空の地名を用いた抽象化した地図を被験者に与え記憶するように求めた。彼は同一距離で間に存在する都市の数が異なる都市間の距離評価を比較した。その結果、間に存在する都市の数が増加するとき長く評価した。しかし、この研究では空間情報を視覚的に情報を与えている。彼自身が(Thorndyke, 1981)が述べているように、間が空虚なものといろいろなものがある場合では、後者の方が長く見える。したがって、彼らが情報量を増加したための影響は表象自体を走査したのではなく、知覚のレベルで影響を与えた危険性がある。

一方、ウオーチャーらの研究は非空間情報を与えた場合の、イメージと介在項目との関係を示す研究である(Woocher *et al.*, 1978)。彼らは16人の名前と、それらの間の身長的大小関係を被験者に学習させた。学習の後、介在項目数と比較判断時間との関係を測定した結果、介在項目の数が増大するに従って反応時間は減少した。イメージ上の距離が増大するに従って、反応は簡単になり、反応時間は減少する。したがって、彼らは介在項目の多い対と少ない対とを比べた場合、イメージ上の距離は後者より長いことを示す。

しかし、彼らの研究で用いた系列に属する人名はすべて架空の人名であり、それらはその時点で初めて学習したという点では同等である。しかし、実際の系列学習の場合は、既存の系列の中に組み込まれる形

態をとる。そこで、本節では既存の系列の中に新たな項目を学習した場合の、介在項目と反応時間との関係を明らかにする実験を企画した。

## 2. 方法

第2章第1節で用いた、7種の生物の進化系列(アメーバー、クラゲ、メダカ、トカゲ、イヌ、ゴリラ、ヒト)を使用した。この中に架空の生物を位置づけ、介在する架空の生物の数と、比較判断課題に関わる反応時間との関係を明らかにする。課題の方法は基本的には、第2章第1節の実験方法と同じである。コンピュータ画面に二つの生物名が提示され、より古い時代に出現した生物が示されたと同じ方向のキーを押すこと求めた。ただし、キー入力は、正確でかつなるべく早く入力するように教示した。各課題は2秒ごとに提示した。キー入力の後、直ちに正誤の結果を表示した。実験は練習、学習、測定の3つの段階から構成される。

### 練習

ここでは測定装置になれることを目的とする。先に述べた7種の生物から2種類を選び、コンピュータ画面に提示し新旧判断を求めた。生物対の組み合わせ及び順序はランダムである。60回の判断させた。ただし、正答数が54回(すなわち正答率が90%)以下である場合は繰り返し練習させた。

### 学習

ここでは先に使用した7種の生物の系列に4種の架空の生物を加えた、以下の11種の生物系列を学習する。

被験者の約半数に対する実験では、以下の生物系列を用いた。  
アメーバー、クラゲ、架空生物1、架空生物2、架空生物3、メダカ、ト

カゲ、イヌ、架空生物 4、ゴリラ、ヒト

なお、生物系列上の位置の効果を相殺するため、被験者の残りの半数に対する実験では以下の生物系列を用いた。

アメーバー、クラゲ、架空生物 5、メダカ、トカゲ、イヌ、架空生物 6、  
架空生物 7、架空生物 8、ゴリラ、ヒト

被験者には、以下のシートを配布し 4 種の生物を覚えるように求めた。ただし、実際の架空生物はいずれもカタカナ 3 文字からなる架空の生物名である。被験者に 5 分間時間を与え自由に学習させた。その後、架空生物を中心とした新旧判断を 60 回行い、架空生物の学習を促進させた。そのため新旧判断で用いた生物対は、少なくとも一方に架空生物が含まれた。提示方法、回答方法は先と同様である。

#### 被験者に渡したシート

クラゲは架空生物 1 より古い 架空生物 1 は架空生物 2 より古い 架空生物 2 は架空生物 3 より古い 架空生物 3 はメダカより古い イヌは架空生物 4 より古い 架空生物 4 はゴリラより古い
---

#### 測定

先に述べたように、半数の被験者に対する実験で用いた系列は以下の系列である。

アメーバー、クラゲ、架空生物 1、架空生物 2、架空生物 3、メダカ、トカゲ、イヌ、架空生物 4、ゴリラ、ヒト

この場合、「架空生物 1／メダカ」、「クラゲ／架空生物 3」は介入項目 2 の生物対である。以下これを介入対と略記する。一方、「ク

ラゲ／架空生物 1」、「架空生物 3／メダカ」は介在項目 0 の生物対である。以下これを無介在対と略記する。また、「イヌ／架空生物 4」、「架空生物 4／ゴリラ」は近接する架空生物を持たない、以下これを統制対と略記する。残りの半数の被験者に対する実験で用いた系列においても同様である。

測定では以上の 3 種の生物対に対する反応時間を中心にして測定する。

被験者は、学習での新旧判断の後 5 分間、先のシートを用いて学習する。その後、先と同様な新旧判断の課題を行う。介在対、無介在対、統制対はそれぞれ 2 つの組み合わせがあり全部で 6 種の組み合わせがある。左右逆にした組み合わせを考慮すると 12 種類の順序が考えられる。ここでの 60 回の新旧判断の課題のうち 12 回は以上の組み合わせで、残りの 48 回はランダムな組み合わせである。また、全体の提示順序もランダムである。

以下、学習、測定を 4 回繰り返す。それぞれの間は 5 分間で、その間に被験者は先のシートを用いて学習を繰り返す。ただし、被験者には学習、測定が別種であることは告げていない。

測定での反応時間の遷移をみるため、測定で用いる生物対及び提示順序は学習者間ではランダムであるが、個人としては固定している。

被験者は上越教育大学学部学生 60 人である。

### 3. 結果及び考察

一回の測定ごとに、各被験者は介在対、無介在対、統制対をそれぞれ 4 回判断する。また、4 回の判断の内、正解した判断の平均反応時間を、各被験者の反応時間とした。従って、4 回の判断がいずれも誤っている場合の平均時間の結果は除外した。

それぞれの生物対に対する判断の反応時間を回数別に集計した表を表 3 に示す。各々の反応時間を回数で一元配置分散分析をしたところ、

介在対は  $F(4, 293)=10.8$ 、無介在対は  $F(4, 294)=8.11$ 、統制対は  $F(4, 294)=4.25$  であり、いずれの場合も 5%水準で有意であった。しかし、3 回以降はほぼ安定している。そこで、3 回目から 5 回目の各々の反応時間を回数で一元配置分散分析をしたところ、介在対で  $F(2, 177)=2.00$ 、無介在対で  $F(2, 177)=0.11$ 、統制対で  $F(2, 177)=1.26$  であり、いずれの場合も 5%水準で有意でなかった。

表 3 反応時間の推移 (ms)

	介在対	無介在対	統制対
1 回目	1574	1511	1651
2 回目	1354	1458	1547
3 回目	1281	1251	1476
4 回目	1195	1231	1389
5 回目	1173	1224	1372

そこで、反応が安定している 3 回目以降のデータに関して分析の対象とした。介在対、無介在対、統制対の反応時間相互の大小関係を集計した。ただし、反応時間が等しい場合を除外した。その集計結果を基に直接確率計算 (両側検定) によって確率を算出した。結果を、表 4 ~ 表 6 に示す。その結果 5%水準で、介在対  $\neq$  無介在対  $<$  統制対という関係があることが明らかになった。

表 4 介在対と無介在対の反応時間の大小関係

介在対 $>$ 無介在対	介在対 $<$ 無介在対	確 率
80	98	0.202

表 5 介在対と統制対の反応時間の大小関係

介在対＞統制対	介在対＜統制対	確 率
54	126	0.000

表 6 無介在対と統制対の反応時間の大小関係

無介在対＞統制対	無介在対＜統制対	確 率
50	130	0.000

単純に介在項が存在するとイメージ距離が増大し、反応時間は減少するという解釈であれば、介在対、無介在対、統制対の反応時間は以下のようなになるはずである。

介在対＜無介在対≒統制対

しかし、結果は以下のものであった。

介在対≒無介在対＜統制対

いずれの場合も、介在対の反応時間は統制対の反応時間より短い。すなわち、介在項が存在することによってイメージ距離が増大する点では一致する。この点は、先に述べたソーナダイクやウオーチャーの結果と一致する。しかし、今回の結果から無介在対も影響を受け、イメージ距離が増大した。

#### 4. モデルによる解釈

本実験では以下のような系列を用いた。

アメーバー、クラゲ、架空生物 1、架空生物 2、架空生物 3、メダカ、トカゲ、イヌ、架空生物 4、ゴリラ、ヒト

先に述べたように、ソーナダイクやウオーチャーらは、介在項が増加すればイメージ距離は増大し、比較判断にかかる時間は減少すると

していた。この考えに従えば、介在対(例えばクラゲ／架空動物 3)、無介在対(例えばクラゲ／架空動物 1)、統制対(例えばトカゲ／架空動物 4)の反応時間は以下のようになるはずである。

介在対 < 無介在対  $\equiv$  統制対

しかし、実際は以下の順序であった。

介在対  $\equiv$  無介在対 < 統制対

すなわち、統制対と介在対の順序関係は従来の予想に一致するが、介在項の数が違う介在対と無介在対が同じ反応であり、介在項の数が同じである無介在対と統制対の反応時間が異なることを説明できない。この結果を先のモデルで解釈する。

従来のモデルでは、単に介在項の数のみが重要であった。しかし、先のモデルでは各項目がどのように記憶しているかが重要となる。そこで、先の実験で、被験者がどのように項目を記憶しているかを明らかにする調査を行った。

## 方法

先と全く同じ実験を行った。先の実験で用いた、7種の生物の進化系列(アメーバー、クラゲ、メダカ、トカゲ、イヌ、ゴリラ、ヒト)を使用した。この中に架空の生物を位置づけ、介在する架空の生物の数と、比較判断課題に関わる反応時間との関係を明らかにする。

実験で用いた系列は以下の系列である。なお、先の実験と同様に、実際の架空生物はいずれもカタカナ3文字からなる架空の生物名である。

アメーバー、クラゲ、架空生物 1、架空生物 2、架空生物 3、メダカ、トカゲ、イヌ、架空生物 4、ゴリラ、ヒト

また、被験者には次のシートを渡した。

#### 被験者に渡したシート

クラゲは架空生物 1 より古い
架空生物 1 は架空生物 2 より古い
架空生物 2 は架空生物 3 より古い
架空生物 3 はメダカより古い
イヌは架空生物 4 より古い
架空生物 4 はゴリラより古い

課題の方法は基本的には、先の実験方法と同じである。コンピュータ画面に二つの生物名が提示され、より古い時代に出現した生物が示されたと同じ方向のキーを押すこと求めた。ただし、キー入力は、正確でかつなるべく早く入力するよう教示した。各課題は 2 秒ごとに提示した。キー入力の後、直ちに正誤の結果を表示した。実験は練習、学習、測定 of 3 つの段階から構成される。具体的な練習、学習、測定は先と全く同じである。最初に練習を行い、その後、学習と測定を繰り返した。ただし、先の実験では 3 回の繰り返し以降は反応時間、正答率の値が安定している。そこで、今回は学習と測定を 3 回繰り返した。

その後、被験者に学習で覚えさせたシートを提示しながら、以下のような質問を行った。

『これから質問を行います。実験のことを思い出して、正直に、かつ簡潔に答えて下さい。どのような覚え方をしましたか？また、どのように思い出しましたか？』

その後、適時、補足の質問を行った。被験者は 10 名である。

#### 結果

被験者のプロトコルは以下の通りである。なお、プロトコル中では



架空動物 1 を架空 1 と表記したが、実際のプロトコルは実験で用いたカタカナ 3 文字からなる架空の生物名である。また、架空動物 1 の頭の 1 文字を<架空 1>と表記したが、実際のプロトコルではそれぞれの架空動物の頭文字 1 文字である。同様にクラゲ、メダカ、イヌ、ゴリラの頭文字としてク、メ、イ、ゴと表記した。また、実験者の発言は()で囲んだ。

#### 被験者 1

えーと、あの画面では、えー、全ての文字が出ていたんですが、えー、はじめの文字だけ、でえー、区別できるとゆうふうに考えました、それにその方が覚えやすいと考えました。そこで、えー、はじめの頭一字だけ、クラゲのク、架空 1 の<架空 1>、架空 2 の<架空 2>、そのようにしてク、<架空 1>、<架空 2>、<架空 3>、メで、この、えー、5 種類だけで、一つグルーピングをしました。それとイヌ、架空 4、ゴリラに関しては、これとは別で、えー、新しいと、これはまた 3 つのグループとして、で、えー、<架空 4>なんですが、イヌとゴリラの間にあるということだけを頭に入れて覚えました。以上です。

(じゃあ結局、<架空 1>、<架空 2>、<架空 3>なんかをまとめて)、はい、(イヌ、<架空 4>、ゴリラなんかをまとめて覚えたんですね) はい。

#### 被験者 2

えーと、まず一番はじめに、古いものと新しいものを、覚えやすかったので覚えて、それから、間は、えーと、(古いものと新しいものって具体的には?)、クラゲとゴリラは、クラゲが一番古くて、ゴリラが一番新しい、ま、画面上に出てきたら、簡単に判断できる、でなんですか、その間は、えー、とにかく名前を順番に並べていって、え

一、(具体的にいうと)えー、架空 1 と、架空 2 と、架空 3 と、それを一グループとして覚えて、で、イヌと、架空 4 と、ゴリラとをもう一つのグループとして覚えました。二つに分けて、えー、覚えました。

#### 被験者 3

えー、まず、それぞれの頭文字だけを順に覚えて、この場合だと、ク<架空 1><架空 2><架空 3>メイ<架空 4>ゴと覚えて、それをずっと頭の中で、ていうか口の中で、こう、繰り返してて、二つ出てきたのが、二つ出てきたのを見て、それでどちらが早いかな判断しました。

#### 被験者 4

えーと、架空 1、えー、架空 2、架空 3、これの頭の文字を取って、えーと、<架空 1><架空 2><架空 3>で覚え、ました。でー、ちょっと飛んで、架空 4 は、えーと、ほ乳類の方に、行ってしまうので、えー、架空 1、架空 2、架空 3 とは独立させて、えー、頭の中の別のところに入れて覚えたような気がするんですが。

#### 被験者 5

えーと覚えるときは、数式、年代順に数式のように置き換えて、暗記で覚えていきました。思い出すときは、それを、それを復唱する形で思い出しました。(年代順といいますと具体的には?)クラゲが基準になって、あの書いてありましたから、クラゲを一番はじめにおいて、その次からは順番に、おいてきました。

#### 被験者 6

はい、覚え方としては、左側を全て順序立てて覚えて、こー、続きになっているので、左をとにかく覚えて、であとは、知らない、聞い

たことがない言葉でも、むりやり自分の中で生き物として形を作って、その名前と自分で描いた生き物を、むりやり一致させることで、こう、絵として順番と、この場の順番と、絵の順番を、同時に両方再生できるよう記憶しました。(具体的にはどう覚えたの?)先補と言ったように、むりやり自分でその、生き物を思い描いて、例えばこの架空4の場合は、イヌの生き物と、ゴリラの生き物の絵を描きます。で、その間に、架空4はおそらくイヌとゴリラの間に、こういうものではないかという絵を自分で描いて、はい。(じゃ架空1、架空2、架空3はどう覚えたの?)クラゲとメダカを考えて、おそらく、どっちも水中にいますよね、そこから予想して、だいたい、こう、水中にいるのではないかと、自分で考えました。(で、ところで架空1、架空2、架空3は、それぞれ、どうやって別々に覚えたの?)あ、この三つですか?・・・ていうか、むしろ架空4以外は別で、架空4以外は水の中、ていうような感じで覚えて、そのあとは、やっぱり、文字ですかね。

#### 被験者 7

あたまの頭文字、を、クラゲならク、架空1なら<架空1>、架空2なら<架空2>で、そういうふうが一番最初の文字だけを順番に、古いものから覚えていって、例えば一、ク<架空1><架空2><架空3>メイ<架空4>ゴと覚えました。あとアメーバーは、一番古いことが分かっているので、一番、アメーバーが出たら、一番古いということ覚えておいて。あとは・・・。(終わり?)うなずく。

#### 被験者 8

というのは新しいのを覚えたときの?(うなずく)クラゲとメダカの間に、架空1、架空2、架空3がある。メダカと、トカゲとイヌの間には何もなくて、ならんでいる。イヌとゴリラの間に架空4がある。(いうふうに)覚えました。(じゃそれぞれ分けて)はい(覚えたわけ)は

い。

#### 被験者 9

えーと、まず、身近な動物の方から、えと、クラゲ、メダカ、イヌ、ゴリラの順に覚えていって、そのあとに、クラゲとメダカの中にある、三つの生き物の名前を、順に、覚えて、で、と、イヌとゴリラの間に、もう一つはいる。という感じで覚えました。(ということは分けて)はい(覚えた訳ね)はい。

#### 被験者 10

えーと、覚え方は、えーとー、この動物の、えー、頭文字を一つ、一文字を、えー、つなぎあわせたような形で覚えました。例えば、架空 1、架空 2、架空 3、メダカという順番を、<架空 1><架空 2><架空 3>メというように、え、覚えました。で、思いだし方は、えー、その、えー、頭文字で覚えたように、自分の頭で振り返りながら、えー、思い出しました。(いまさー<架空 1><架空 2><架空 3>メっていったよね?)はい(<架空 1><架空 2><架空 3>メイ<架空 4>ゴじゃないの?)あ!。え、一応メダカの間には、メダカとイヌの間には、えとー、トカゲとか、他に入ってきますよね、あの一、そして、イヌと架空 4 とゴリラもイ<架空 4>ゴというふうにして、これも頭文字を、あわせて、覚えました。

その結果、10 名の中の被験者 3、5、7 はシートで示した、8 つの動物名を一行に覚えていた。しかし、過半数の 7 名(被験者 1、2、4、6、8、9、10)は、クラゲ、架空動物 1、架空動物 2、架空動物 3、メダカを一グループ、イヌ、架空動物 4、ゴリラを一グループとして、別々に記憶していた。これらの結果と先のモデルで結果を解釈する。

被験者に与えた情報によって架空生物 1、架空生物 2、架空生物 3、

架空生物 4 は既知生物との順序関係に関する情報を形成する。例えば、クラゲと架空生物 1 との関係は「クラゲは架空生物 1 より古い」という情報が形成される。この段階では架空生物間の間で違いはない。

この条件下では、架空生物 1 はメダカより古いと同様に、架空生物 2 及び架空生物 3 もメダカより古い。これは、どの既知の生物との順序関係においても成り立つ。すなわち、架空生物 1、架空生物 2、架空生物 3 は既知の生物との順序関係は全く同じである。そこで、架空生物 1、架空生物 2、架空生物 3 がグループ化し、お互い読み替え可能となったと考えると今回の結果を解釈することが出来る。実際、プロトコルの結果はそのようなグループ化が存在していることを裏付けている

例えば、以下の序列の学習があったとする。

アメーバー、クラゲ、架空生物 1、架空生物 2、架空生物 3、メダカ、トカゲ、イヌ、架空生物 4、ゴリラ、ヒト

この場合、無介在対であるクラゲと架空生物 1 の順序を直接決定できるのは、「クラゲは架空生物 1 より古い」という情報である。しかし、読み替えによって、「クラゲは架空生物 2 より古い」、「クラゲは架空生物 3 より古い」という情報によっても、間接的に決定することが出来る。

同様に介在項であるクラゲと架空生物 3 の順序を直接決定できるのは、「クラゲは架空生物 3 より古い」という情報である。しかし、読み替えによって、「クラゲは架空生物 1 より古い」、「クラゲは架空生物 2 より古い」という情報によっても、間接的に決定することが出来る。したがって、無介在対と介在対の順序判断が出来る情報は同じ 3 つの順序情報である。

しかし、統制対であるイヌと架空生物 4 の順序を直接決定できるのは「イヌは架空生物 4 より古い」という情報で、読み替えによって間

接的に判断できる情報はない。もし、ここの情報が独立していれば図7のようなネットワークになる。しかし、先のプロトコルによって記憶の際にグループ化していることが明らかになった。グループ化によって図8のようになると、ネットワークで表現した。

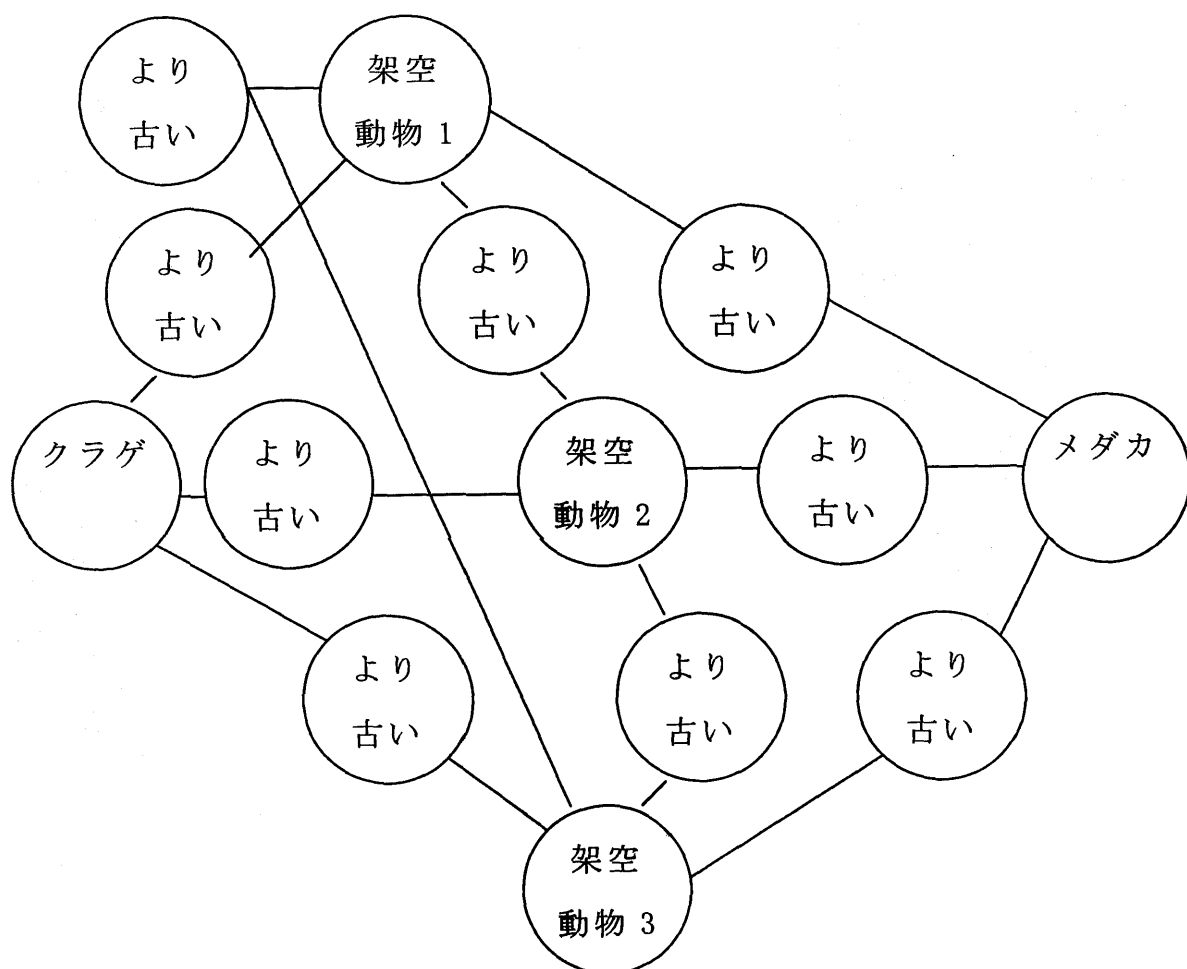


図 7 グループ化していないネットワーク

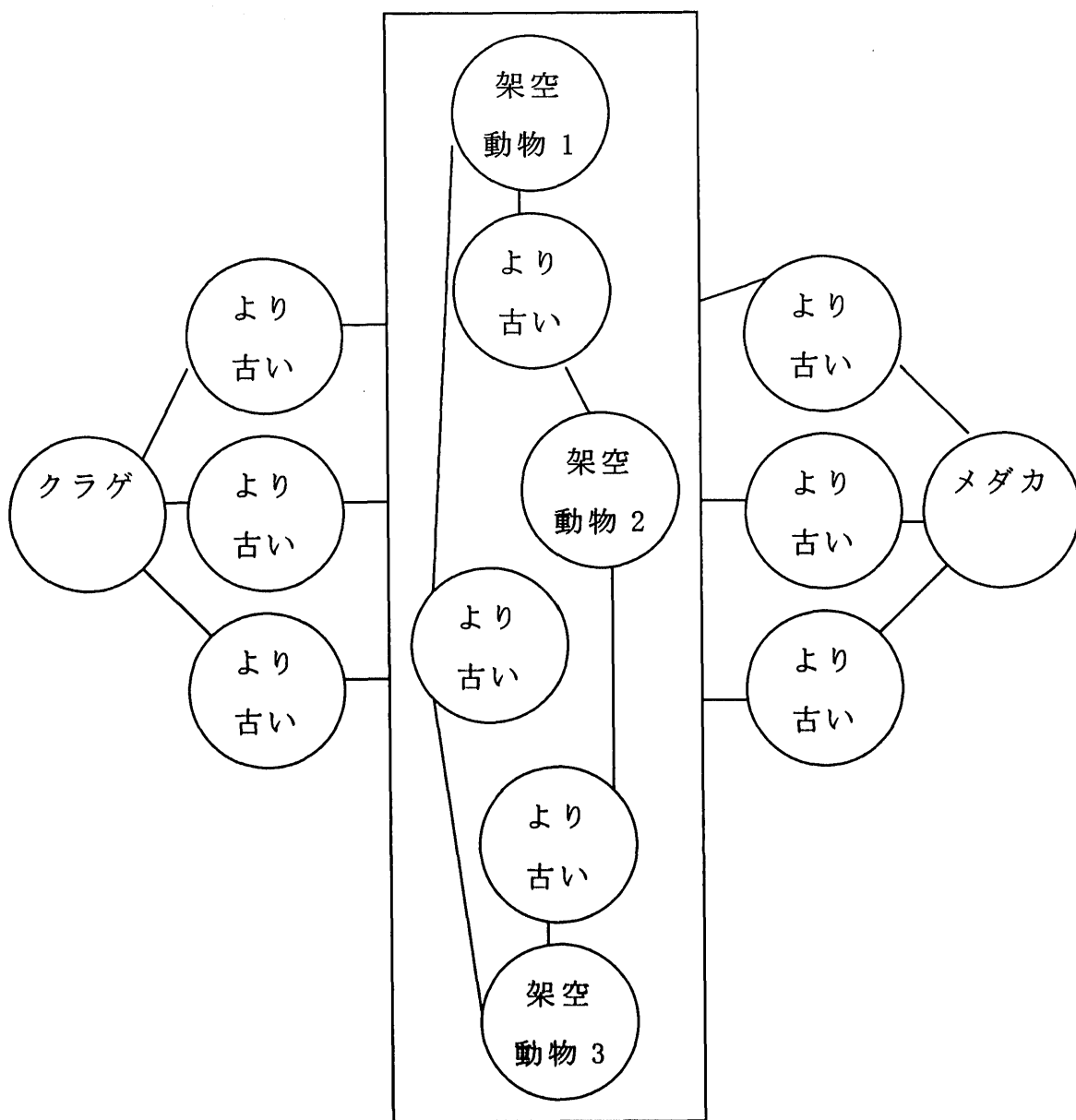


図 8 グループ化したネットワーク

ある知識が検索されると、その直後はその知識は再検索しやすい状態になる。その状態を活性化と呼ぶ。この活性化は該当する知識のみにおこるのではなく、関連する知識に伝搬することが知られている。ネットワークモデルの大きな利点は、そのような活性化の伝搬現象を説明することが出来ることである。例えば、いま図 9 のようなネット

ワークが存在するとする。いま「E」が検索されたとする、その場合「E」は活性化しており、検索されやすい状態にある。しかし、活性化されているのは「E」ばかりではなく、「E」に直接つながっている「D」、「F」、「H」も活性化し、それらにつながっている「B」、「G」、「I」も二次的に活性化する。それらは、「E」に準じて検索されやすい状態になる。これを活性化の伝搬現象という。

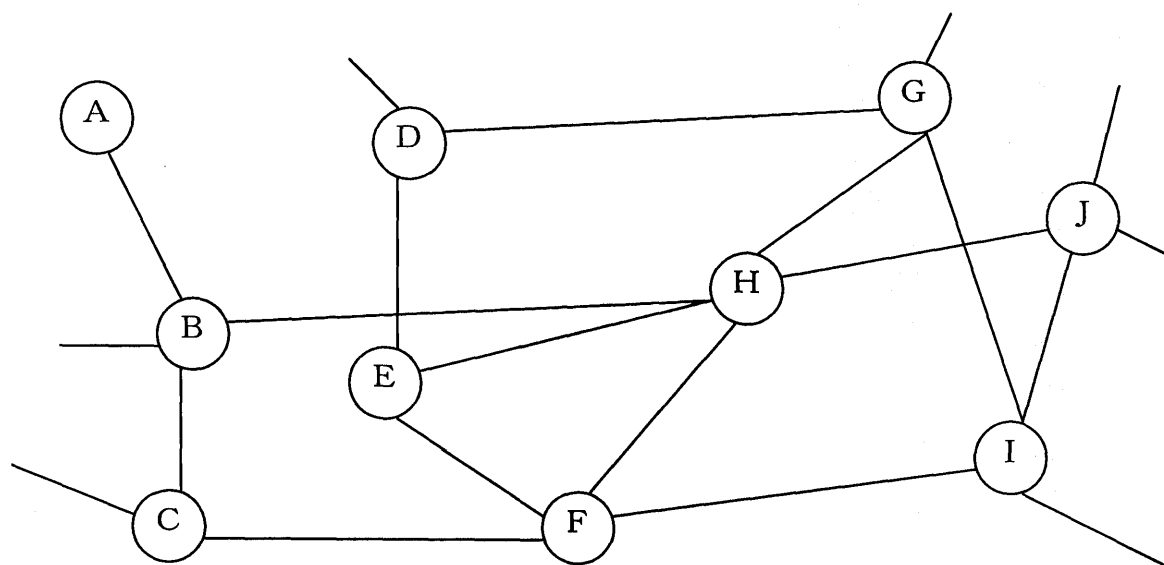


図 9 簡易ネットワークモデル

先のプロトコルで明らかなように、架空動物 1、2、3 に関する情報はグループ化している。仮に架空動物 1 に関する情報を検索したが、誤って架空動物 3 に関する情報を検索したとする。この検索は誤りであるが、架空動物 3 の検索によって、グループ化された架空動物 1 は活性化し検索されやすい状態になる。

最初の判断である比較する対に関連する情報の判断を通る情報の数は、先に述べたように介在対と無介在対は統制対の 3 倍である。したがって、活性化される確率が高く、結果として検索成功の確率も高まる。そのため、少ない繰り返しで次の「評価と加算」の段階に進める。



統制対は、それ以前の「検索」と「検索情報判断」の段階を多く繰り返すので反応時間が長くなると解釈できる。

従来の説では、距離感は介在項の数によって決定され则认为ていた。しかし、本研究のモデルは、本研究でのモデルでは知識の結合の質によって決定され则认为ている。そのモデルによって、従来のモデルでは説明できない現象を、知識の結合の質によって説明できることが明らかになった。

### 第3節 共通点、相違点の学習による時間的距離感の変化

#### 1. はじめに

我々が新たな項目を学ぶ場合、既存の項目と関連づけてイメージ化する。例えばポッツの実験では、被験者は2群に分けられ、彼らはそれぞれ架空の動物の大きさを覚える(Potts, 1977)。一方の群では、架空の生物はシマウマより小さく、クーガより大きいと学習する。他方は、架空の生物はウシガエルより小さく、サソリより大きいと学習する。その後、被験者は様々な動物と大きさの比較判断を行った。その結果、直接学習していない生物対(例えばサイやゴキブリ)の比較の時、一方群はシマウマ、クーガとの比較と同様な結果を得ている。他方の群ではゴキブリ、サソリとの比較と同様な結果を得ている。すなわち、架空の生物はシマウマ、クーガやゴキブリ、サソリという既知の生物の大きさと連合させイメージ化していた。

彼らの実験では「シマウマより小さい」や「サソリより大きい」等の順序情報を直接与えている。しかし、我々は新たな項目を学習する場合、直接順序情報を得なくとも、その項目の性質と既存の項目の性質との比較によって類推することが出来る。例えば、新たな生物を学ぶ場合、その生物の進化上の位置が特定されなくとも、その動物が魚の性質を多く持っているならば、魚と同様なイメージを持つことになる。そこで、本節では直接的に順序情報を与えるのではなく、既存の項目との共通点、相違点を与えたときのイメージ距離の変化を明らかにする調査を行った。

#### 2. 方法

先の第2章第1節で用いた7種の生物の進化系列の内、アメーバーを除いた、クラゲ、メダカ、トカゲ、イヌ、ゴリラ、ヒトの6種の生物を使用した。この中に架空の生物を位置づけ、その架空の生物の特徴と既知生物の特徴の共通点や相違点によって、比較判断課題に関わ

る反応時間との関係を明らかにする。課題の方法は基本的には、第 2 章第 1 節の実験方法と同じである。コンピュータ画面に二つの生物名が提示され、より古い時代に出現した生物が示されたと同じ方向のキーを押すこと求めた。ただし、キー入力は、正確でかつなるべく早く入力するよう教示した。各課題は 2 秒ごとに提示した。キー入力の後、直ちに正誤の結果を表示した。実験は練習、学習、測定の 3 つの段階から構成される。

### 練習

ここでは測定装置になれることを目的とする。先に述べた 6 種の生物から 2 種類を選び、コンピュータ画面に提示し新旧判断を求めた。生物対の組み合わせ及び順序はランダムである。60 回の判断させた。ただし、正答数が 54 回(すなわち正答率が 90%)以下である場合は繰り返し練習させた。

### 学習

ここでは先に使用した 6 種の生物の系列に 3 種の架空の生物を加えた、以下の 9 種の生物の系列を学習する。実験では以下の生物系列を用いた。

クラゲ、メダカ、トカゲ、架空生物 1、架空生物 2、架空生物 3、イヌ、ゴリラ、ヒト

被験者には、以下のシートを配布し 3 種の生物を順序及び特徴を覚えるように求めた。ただし、実際の架空生物はいずれもカタカナ 3 文字からなる架空の生物名である。被験者に 5 分間時間を与え自由に学習させた。

架空生物の特徴以下の過程で決定した。事前に被験者と等質と思わ

れる別の 10 人にトカゲとイヌで違う、両者の特徴を自由記述させた。  
その中で、「胎生である」、「お乳を出す」、「温血である」などの  
進化上の位置を特定する特徴を除外した。

被験者に渡したシート

架空生物 1 は舌が長く伸びます  
架空生物 1 は主に虫を食べます  
架空生物 1 は手のひらの大きさより小さい  
架空生物 1 はペットとしては一般的ではありません  
架空生物 1 は鳴きません  
架空生物 1 は芸をしません  
架空生物 3 は舌が長く伸びません  
架空生物 3 は主に虫を食べません  
架空生物 3 は手のひらの大きさより大きい  
架空生物 3 はペットとしては一般的です  
架空生物 3 は鳴きます  
架空生物 3 は芸をします  
トカゲは架空生物 1 より古い  
架空生物 1 はイヌより古い  
トカゲは架空生物 2 より古い  
架空生物 2 はイヌより古い  
トカゲは架空生物 3 より古い  
架空生物 3 はイヌより古い

シートで示されるように、架空生物 1～3 はいずれも、進化上はトカゲとイヌの間に位置づけられた。三者の順序情報はない。ただし、架空生物 1 はトカゲと共通点を持ち、かつイヌとの相違点を持つ。一方、架空生物 3 はイヌとの共通点を持ち、かつトカゲとの相違点を持つ。最後の架空生物 2 はイヌ及びトカゲとの共通点及び相違点を持たない。

5 分間のシートを用いた学習の後、架空生物及びトカゲ、イヌの特徴に関する課題を行った。課題では、画面には以下のように表示される。

架空生物    は    特徴    ?

○                    ?                    ×

例えば、「架空生物 1 は舌が長くのびますか？」の質問に対しては、○に対応したキーを正確かつ速く押すことを求めた。また、「架空生物 3 は主に虫を食べますか？」の質問に対しては×に対応したキーを正確かつ速く押すことを求めた。架空生物 2 に対しては特徴に関する情報がないので、どのような特徴との組み合わせであっても？に対応したキーを正確かつ速く押すことを求めた。提示される生物名及び特徴はランダムにして 60 回の判断課題を行わせた。

## 測定

被験者は、学習での特徴判断の後 5 分間、先のシートを用いて学習する。その後、新旧判断の課題を行う。架空生物 1 とトカゲ、架空生物 3 とイヌは共通点を持っている。以下これを共通点对と略記する。架空生物 1 とイヌ、架空生物 3 とトカゲは相違点を持っている。以下これを相違点对と略記する。架空生物 2 とトカゲ、架空生物 2 とイヌは共通点及び相違点を持っていない。以下これを統制対と略記する。さらに、既知の生物であるトカゲとイヌの対を既知対と略記する。

共通点对、相違点对、統制対の 6 種の組み合わせそれぞれ、左右逆にした組み合わせを考慮した 12 種類の順序が考えられ、これを提示した。更に、既知対を左右逆にした組み合わせを 2 回繰り返し、4 回提示した。ここでの 60 回の新旧判断の課題のうち 16 回は以上の組み合わせで、残りの 48 回はランダムな組み合わせである。また、全体の提示順序もランダムである。ただし、新旧判断できない架空生物 1、架空生物 2、架空生物 3 の間の比較判断は除外した。

以下、学習、測定を 4 回繰り返す。それぞれの間は 5 分間で、その間に被験者は先のシートを用いて学習を繰り返す。測定での反応時間の遷移をみるため、測定で用いる生物対及び提示順序は学習者間ではランダムであるが、個人としては固定している。

被験者は上越教育大学学部学生 30 人である。

### 3. 結果及び考察

一回の測定ごとに、各被験者は共通点对、相違点对、統制对、既知对をそれぞれ 4 回判断する。4 回の判断の内、正解した判断の平均反応時間を、各被験者の反応時間とした。従って、4 回の判断がいずれも誤っている場合の平均時間の結果は除外した。

それぞれの生物对に対する判断の反応時間を回数別に集計した表を表 7 に示す。各々の反応時間を回数で一元配置分散分析をしたところ、共通点对は  $F(4, 145)=0.10$ 、相違点对は  $F(4, 145)=0.18$ 、統制对は  $F(4, 145)=10.5$ 、既知对は  $F(4, 145)=0.37$  であり、いずれの場合も 5% 水準で有意なかった。

表 7 反応時間の推移 (ms)

	共通点对	相違点对	統制对	既知对
1 回目	1230	1112	1125	1108
2 回目	1226	1158	1043	1049
3 回目	1185	1148	1100	1014
4 回目	1234	1180	1188	1054
5 回目	1227	1156	1114	1068

そこで、反応が安定している 1 回目以降のデータに関して分析の対象とした。共通点对、相違点对、統制对の反応時間相互の大小関係を集計した。ただし、反応時間が等しい場合を除外した。その集計結果を基に直接確率計算 (両側検定) によって確率を算出した。結果を、表 8～表 13 に示す。その結果 5% 水準で、共通点对 > 相違点对  $\asymp$  統制对 > 既知对という関係があることが明らかになった。

表 8 共通対と相違点对の反応時間の大小関係

共通点对 > 相違点对	共通点对 < 相違点对	確 率
93	57	0.004

表 9 相違点对と統制対の反応時間の大小関係

相違点对 > 統制対	相違点对 < 統制対	確 率
81	68	0.326

表 10 共通点对と統制対の反応時間の大小関係

共通点对 > 統制対	共通点对 < 統制対	確 率
95	55	0.001

表 11 共通点对と既知対の反応時間の大小関係

共通点对 > 既知対	共通点对 < 既知対	確 率
105	44	0.000

表 12 相違点对と既知対の反応時間の大小関係

相違点对 > 既知対	相違点对 < 既知対	確 率
96	54	0.001

表 13 統制対と既知対の反応時間の大小関係

統制対 > 既知対	統制対 < 既知対	確 率
92	58	0.007

先に述べたポッツはこのような場合、架空生物 1 はトカゲに近い量（この場合、順番）を持ち、架空生物 3 はイヌに近い量を持つと解釈している (Potts, 1977)。架空生物 2 とトカゲ、イヌの比較である統制対と比較すると、架空生物 1 とトカゲ、架空生物 3 とイヌの比較であ

る共通点对は、より近いアナログ量をお互い持つため、比較が困難になり反応時間が長くなることが予想される。一方、架空生物 1 とイヌ、架空生物 3 とトカゲの比較である相違点对は、いずれもイヌとトカゲの比較と同様な量比較になる。したがって、相違点对の反応時間は、イヌとトカゲの比較である既知対の反応時間に近づく。既知対は統制対よりも反応時間が短いので、相違点对は既知対より反応時間が短くなることになる。結果として、共通点对、統制対、相違点对の反応時間の順序は以下になるはずである。

共通点对 > 統制対 > 相違点对

しかし、結果は以下の通りであった。

共通点对 > 統制対  $\approx$  相違点对

そのため、ポッツのように既知の項目に結びつけると、その項目と近い量を持つという解釈は成り立たないことが明らかになった。

#### 4. モデルによる解釈

本実験で用いた生物は以下の通りである。そのうち、架空生物 1 はトカゲ的な性質を持たせ、架空生物 3 はイヌ的な性質を持たせた。

クラゲ、メダカ、トカゲ、架空生物 1、架空生物 2、架空生物 3、イヌ、ゴリラ、ヒト

(トカゲ的)

(イヌ的)

先に述べたポッツはこのような場合、架空生物 1 はトカゲと近い量(この場合、順番)を持ち、架空生物 3 はイヌと近い量を持つと解釈している(Potts, 1977)。架空生物 2 とトカゲ、イヌの比較である統制



対と比較すると、架空生物 1 とトカゲ、架空生物 3 とイヌの比較である共通点対は、より近いアナログ量をお互い持つため、比較が困難になり反応時間が長くなることが予想される。一方、架空生物 1 とイヌ、架空生物 3 とトカゲの比較である相違点対は、それぞれイヌとトカゲの比較と同様な量比較になる。したがって、相違点対の反応時間は、イヌとトカゲの比較である既知対の反応時間に近づく。既知対は統制対よりも反応時間が短いので、相違点対は既知対より反応時間が短くなることになる。結果として、共通点対、統制対、相違点対の反応時間の順序は以下のようなになるはずである。

共通点対 > 統制対 > 相違点対

しかし、結果は以下の通りであった。

共通点対 > 統制対  $\approx$  相違点対

先のモデルでこの現象を解釈する。

トカゲと架空生物 1 は共通点を持つ共通点対、トカゲと架空生物 3 は相違点を持つ相違点対、トカゲと架空生物 2 は共通点も相違点も持たない統制対である。このトカゲとの関連で説明しよう。

トカゲとの関連での共通点対であるトカゲと架空生物 1 との順序関係を直接決定できるのは「トカゲは架空生物 1 より古い」という情報である。同様に相違点対を決定できるのは「トカゲは架空生物 3 より古い」という情報であり、統制対を決定できるのは「トカゲは架空生物 2 より古い」という情報である。

架空生物 1、架空生物 2、架空生物 3 は既知の生物との順序関係は同一であるのでグループ化する可能性はある。しかし、このグループ

化による影響は3者とも同様に受ける。すなわち、直接／間接的に順序を決定できる情報は、共通点对、相違点对、統制対のいずれもが「トカゲは架空生物1より古い」、「トカゲは架空生物2より古い」、「トカゲは架空生物3より古い」という3つの情報によって決定されることになる。

実験では、架空生物1と架空生物3に対しては、それぞれトカゲとイヌに似た6つの情報を与えている。先の自由連想実験での単純連想にあたる情報が与えられている。しかし、架空生物1と架空生物3はトカゲやイヌなどの既知の生物との新旧判断を求められる。明らかに既知の生物は架空生物を凌駕する単純連想にあたる情報を持っている。先に述べたように、新旧判断では二つに刺激に関係する情報を積極的に検索している。一定の割合で単純連想にあたる情報を誤検索するが、これが影響するのは既知動物のように莫大な単純連想がある場合である。そのため、実験で与えた6程度の新たな情報を与えても影響が殆どない。

架空生物を用いた今回の実験で影響するのは、二つの刺激に関連する情報で、自由連想実験での複合相違点と複合共通点である。しかし、第1節の自由連想実験の実験から明らかなように、複合相違点は形成されにくい。したがって、今回の実験で形成されるのは複合共通点である。結果として、共通点对であるトカゲと架空生物1に関連する、以下のような情報が与えられた情報から形成されると考えられる。

トカゲと架空生物1は舌が長くのびます  
トカゲと架空生物1は主に虫を食べます  
トカゲと架空生物1は手のひらの大きさより小さい  
トカゲと架空生物1はペットとして一般的でない  
トカゲと架空生物1は鳴かない  
トカゲと架空生物1は芸をしない

以上のような比較する両者を直接結びつける関係は統制対、相違点

ついにはない。以上の 6 つの情報は第一の判断である比較対象に関連するかの判断では通過する。しかし、いずれの情報も順序を決定できない情報であるので、再度検索の段階に戻ることになる。一方、統制対及び相違点对の場合、比較対象に関連する情報は、すなわち、順序情報を決定できる情報であるため無意味に評価と加算の段階を繰り返すことはない。つまり、共通点对は順序を決定できない関連情報が多いために、より多く「評価と加算」の段階を繰り返す必要がある。これが反応時間に反映されたと解釈できる。以上の関係を図にすると図 10 の様な関係が形成されたと考えた。

以上のように、従来の説では説明できない現象も、本研究でのモデルでは知識の結合の質によって説明できることが明らかになった。

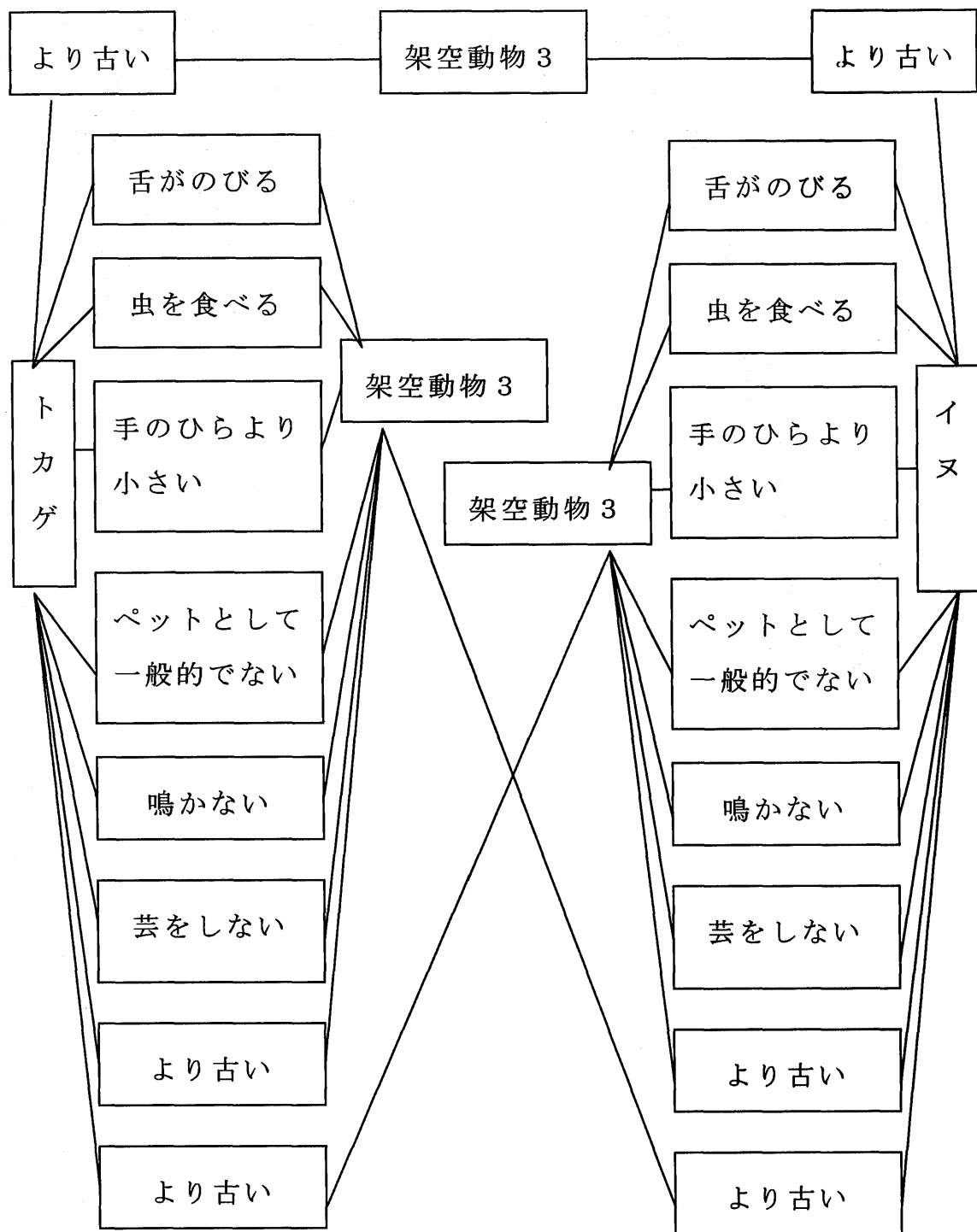


図 10 共通点を含んだネットワーク

#### 第 4 節 学習と時間的距離感

第 2 章では、時間的距離感が学年と共に変化することを示した。しかし、学年変化は発達と共に学習の効果を含んでいるが、第 2 章の調査で明らかにされた学年変化には、発達の効果と学習の効果が両方とも含まれている。ピアジェらの研究から時間的距離感に発達に関連することは明らかになっている。したがって、先の実験で明らかにした学年変化に発達の影響が含まれていることはたしかであるが、学年変化の原因が発達のみ依存するのか、それとも学習の効果も存在するのかが明らかではない。そこで、本章では学習の影響を実験し、本章で構築した時間的距離感のモデルで結果を解釈した。

その結果、介在項や共通点の学習によって時間的距離感が変化することが明らかにした。従来のモデルでは心的比較を、視覚で長さを比較するような現実世界での比較と同じように考えていた。すなわち、比較するそれぞれにはある値（例えば物差しが 30cm の長さを持つと同様に）を持ち、比較判断ではその値を比較する過程と考えていた。しかし、従来のモデルでは、その値がどのように決定され、また学習によってどのように変化するか説明できなかった。値の変化を説明できないため、その値によって決定される時間的距離感が、学習によって新たな知識を獲得したときどのように変化するかを説明できなかった。そこで、本研究では、比較判断には「コード化」、「検索」、「関連情報の判断」、「評価と加算」の段階をもつというモデルを構築した。そして、時間的距離感を決定するのは比較する二つを結合する情報と、その情報の質によって決定すると考えた。そのモデルによって、長期記憶に持っている情報によって、各段階の繰り返しの回数が影響し、そのため反応時間に影響していると解釈できた。

本章の結果によって、学習によって時間的距離感が変化することが明らかになった。次章においては、実験的条件下で示された学習効果

が、非実験条件で学んだ場合においても存在することを明らかにする。

### 第 3 章 時間的距離感の変化

## 第1節 生物・地学教師および大学生の時間的距離感<sup>7</sup>

### 1. 象徴的距離効果を用いたイメージ研究法

前章で象徴的距離効果が、様々な比較判断課題において存在することを述べた。梅本らはこの象徴的距離効果を、学校教育で次第に構造化される知識構造を明らかにする手段として用いた。(梅本ほか, 1981)。彼らは大学院生及び学部生を被験者にして、社会科で学んだ地理的歴史的知識を調査項目として調査を行った<sup>8</sup>。この研究においても、被験者のイメージ間の距離と、反応時間とには先の実験と同様な関係が示された。そこで本節では、以上述べた象徴的距離効果が巨視的な時間概念に存在するかを明らかにする。さらに存在する場合、その象徴的距離効果を用いて、我々の持つ生物の進化史に対する時間的距離感の性質を明らかにすることを目的とする。

### 2. 方法

#### 調査項目の選択

調査項目としては、『(1)被験者にとって系列内の各項目が既知のものであること、(2)テスト系列を次元上で判断した場合に、大多数の被験者が正しく順序づけできること、などの条件をみたさねばならない』(梅本ほか, 1981, P.16)。本調査でもこの条件を考慮して、梅本らによって選択された項目を参考にした。しかし、梅本らによって

---

<sup>7</sup> 本節は(西川, 1989c)に基づいている。

<sup>8</sup> 梅本らの研究の初期には、動物の系統を調査対象とすることを意図して、調査項目の選択まで行った。しかし、他の系列(地理的、歴史的知識)とかなり異質なものであることを考慮し、最終的には動物の系統に関する調査は行われなかった。



選択された動物は、新口動物と旧口動物の系統が混在している<sup>9</sup>。そこで、旧口動物の系統を除外し、新たに新口動物に属する、知名度の高い動物を加えた。以上の過程から、7つの動物からなる以下の系列を選定した。

動物系統名：

「アメーバー」、「クラゲ」、「メダカ」、「トカゲ」、「イヌ」、「ゴリラ」、「ヒト」

被験者には実験に先立って次の指示を与えた。

『これから画面に「アメーバー」、「クラゲ」、「メダカ」、「トカゲ」、「イヌ」、「ゴリラ」、「ヒト」の中から2つの生物名が左右並べて現れます。みなさんはそれら2つ生物の中で、より古い時代に地球に出現した生物が示された同じ方向のキーを押してください。キー入力は、正確にかつなるべく早く入力してください。』

7つの項目から2つを選ぶ組み合わせは21種類あるが、それぞれの提示を左右逆にして合計42種類の課題を行う。各課題は5秒ごとに提示される。各課題の提示順序はランダムである。課題はコンピュータの画面によって提示される。また反応時間は、コンピュータによって10ミリ秒単位で測定される。

本調査は大きく分けて2つの実験によって構成される。第一実験では、時間的距離感において象徴的距離効果が存在することを確認し、その効果の性質を明らかにする。そのため、完成された時間的距離感を持つと思われる被験者を対象として実験を行った。第二実験では、

---

<sup>9</sup> 新口、旧口と分ける分類に対して、最近になって見直しが行われている。しかし、本項では、多くの高等学校教科書で現在採用されている、新口、旧口に分ける2大系統説にしたがった。

第一実験の結果をもとに、比較的等質な学習者を被験者とした。

### 調査対象

第一実験：大学、高等学校で生物・地学分野を担当する教師 6 人。

第二実験：上越教育大学学部 1 年生(学校教育学部理科専攻)15 人。

なお、第一実験の被験者が生物・地学分野の専門家であることを考慮して、今回の調査は高校若しくは学部教養での学習内容に対応することを伝えた。したがって、それ以上の専門的知識を用いて回答する必要のないことを伝えた。調査実施時期は 1988 年 9 月である。

## 3. 結果及び考察

### 実験 1

項目間の間隔(ステップ)を横軸に、反応時間(秒)を縦軸にして各被験者の結果をステップ数と平均反応時間との関係を表 14に示した。

さらに、被験者全体での平均反応時間の結果を図 11に示した。

ここで言うステップとは、系列内の順序(アメーバー、クラゲ、メダカ、トカゲ、イヌ、ゴリラ、ヒト)の各項目間の間隔を指す。例えば、アメーバーとクラゲやイヌとゴリラのように、隣あった項目間の比較はステップ数 1 である。またトカゲとゴリラはステップ数 2 である。そして最も離れたアメーバーとヒトはステップ数 6 になる。また縦軸の時間は平均反応時間を秒単位で示す。ただし、ここでの平均反応時間の算出では、誤った反応の値は除外した。

被験者 A、B、C、D の四名は 42 の課題すべてに正しい反応を行った。また、被験者 E は 42 の課題中 41、被験者 F は 42 課題中 38 に正しい反応を行った。

いずれの被験者においても、ステップ数の増加にしたがって反応時間が減少する、典型的な象徴的距離効果がみられる。このことは、各

被験者が進化の順序にしたがって各項目を構造的に理解し、イメージ化していることを示すものである。

表 14 実験 1 の結果

被験者	正答数	各ステップごとの平均反応時間(秒)					
		1	2	3	4	5	6
A	42	1.33	1.01	0.86	0.78	0.72	0.86
B	42	1.60	1.44	1.41	1.08	0.99	1.24
C	42	1.29	0.95	0.90	0.86	0.82	0.62
D	42	0.93	0.83	0.79	0.77	0.76	0.53
E	41	1.59	1.24	1.21	1.28	1.07	0.98
F	38	1.01	0.92	0.94	0.70	0.80	0.72
平均	41.2	1.29	1.07	1.02	0.93	0.86	0.83

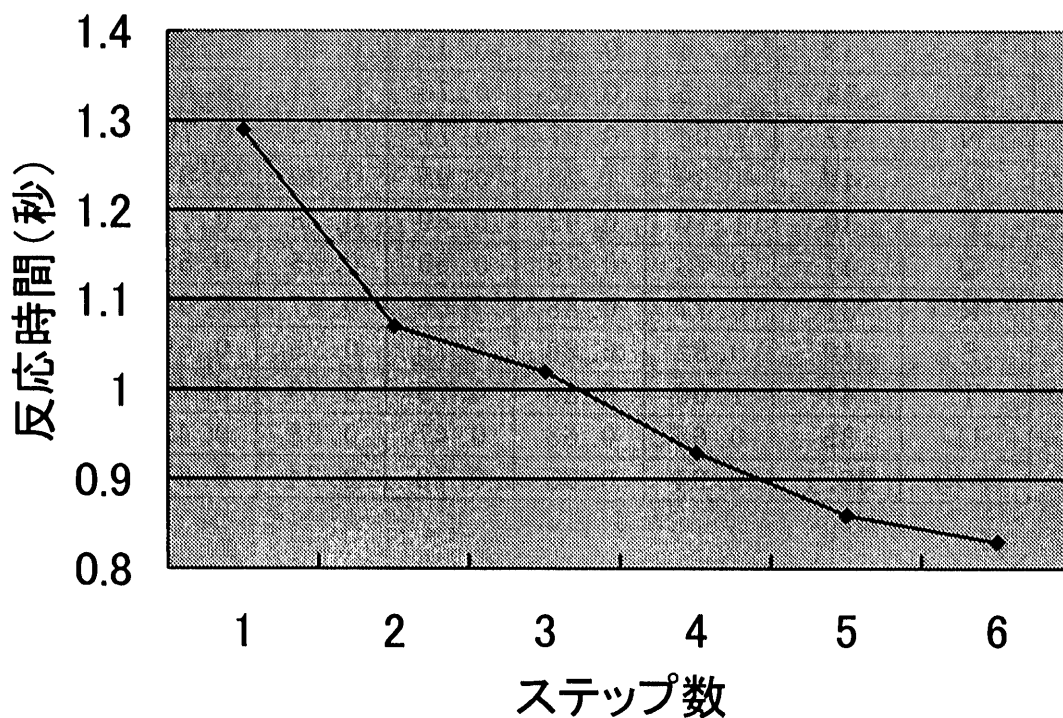


図 11 実験 1 での全被験者の平均反応時間

## 実験 2

実験 1 では、地学、生物学を専門とする被験者であった。実験 2 では非専門家を被験者とした。被験者は、上越教育大学の理科専攻の学部 1 年生を被験者とした。ただし、実験実施は入学後間もなくであり、

地学、生物に関する専門的講義をほとんど受けていない。

項目間の間隔(ステップ)を横軸に、反応時間(秒)を縦軸にして各被験者の結果をステップ数と平均反応時間との関係を表 15に示した。

さらに、被験者全体での平均反応時間の結果を図 12に示した。

表 15 実験 2 の結果

被験者	正答数	各ステップごとの平均反応時間(秒)					
		1	2	3	4	5	6
G	38	1.23	1.03	0.83	0.84	0.73	0.62
H	37	0.85	0.67	0.57	0.70	0.60	0.59
I	41	1.06	0.91	0.81	0.87	0.68	0.68
J	41	0.97	1.18	0.74	0.77	0.74	0.65
K	41	1.06	0.86	0.86	0.79	0.63	0.78
L	33	0.44	0.46	0.42	0.49	0.38	0.40
M	38	1.05	0.92	0.76	0.84	0.66	0.64
N	42	1.04	0.97	0.72	0.73	0.70	0.55
O	42	1.39	1.28	0.95	0.89	0.84	0.80
P	39	1.10	0.93	0.89	0.78	0.78	0.68
Q	41	0.73	0.78	0.69	0.55	0.58	0.55
R	37	0.77	0.85	0.66	0.67	0.90	0.56
S	40	0.82	0.88	0.75	0.75	0.69	0.66
T	41	1.00	0.89	0.79	0.78	0.76	0.69
U	35	0.65	0.63	0.47	0.58	0.42	0.41
平均	39.1	0.94	0.88	0.73	0.74	0.67	0.62

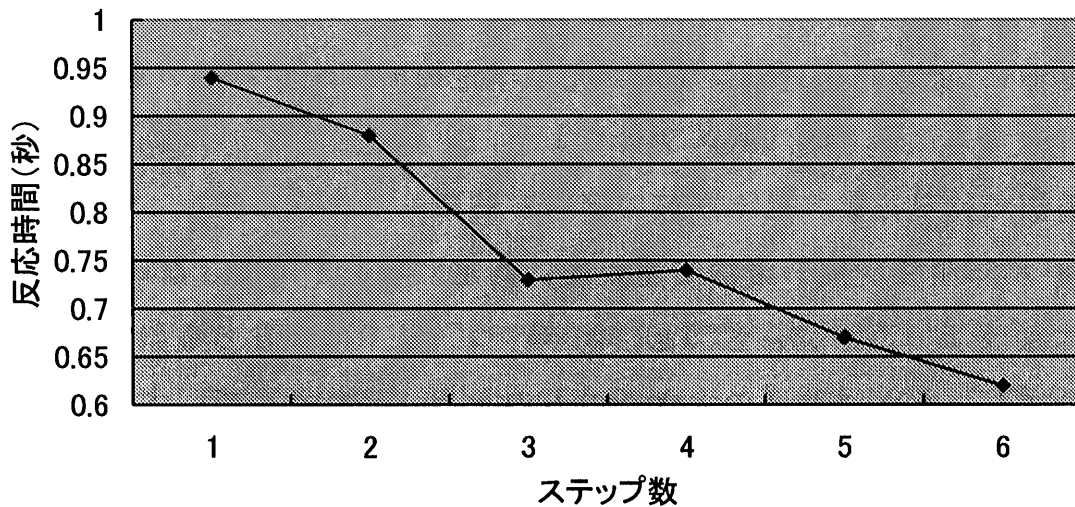


図 13 実験 2 での全被験者の平均反応時間

被験者の約半数である G、I、K、M、N、O、P の 7 人では、典型的な象徴的距離効果を示した。その一方被験者 L の場合、ほとんど象徴的距離効果を示めさなかった。また被験者 Q、R、S では、ステップ数 1 と 6 との反応時間の差が 0.2 秒以下という微弱な象徴的距離効果にとどまった。しかし全体としてみると、ほとんどの被験者ではステップ数増加と共に反応時間が減少する、象徴的距離効果がみられた。

#### 4. 結論

本節によって、時間的距離感において象徴的距離効果が存在することが明らかになった。また、その象徴的距離効果によって、被験者となった生物・地学分野教師、大学生が、正しい進化の順序で各生物の進化をイメージ化していたことが明らかになった。しかし同時に、そのイメージの内容は被験者によって大きく変化することが明らかになった。特に、大学生には象徴的距離効果を示さない学生が少数いたが、生物・地学分野の教師は全員象徴的距離効果を示した。このことは、学習の進行に伴って序列が形成され、それに伴って象徴的距離効果が現れるようになったことを示している。

## 第2節 象徴的距離効果を用いた小学生の時間的距離感の測定<sup>10</sup>

### 1. はじめに

前節で述べたように、一般のペーパーテストでは小学校1年から小学校6年生まで同一方法で連続的に測定することができない。そこで、梅本らは「”じゃがいも”と”きゃべつ”とでは、どちらの方がおおきいでしょうか。普通の大きさのものをそれぞれ考えて、大きい方に丸をつけなさい」というような、2項目ごとの一対比較判断課題を用いて、その正答率の変化から幼稚園、小学校、中学校の児童・生徒のイメージの発達を調査した(梅本ほか, 1980)。しかし、この方法の場合、イメージ自体の連続的な変化をおうことはできない。そこで、梅本らは先に述べた象徴的距離効果を用いて調査を行った(梅本ほか 1981)。しかし、彼らの調査では大学生を調査対象としており、学年変化を調査するものではなかった。梅本らにかかわらず、象徴的距離効果の研究は大学生を中心とした青年・大人を調査対象としており、発達の面から研究されることはまれであった。児童を調査対象とした数少ない研究においても(*e. g.* McGonigle & Chalmers 1984)、児童における象徴的距離効果を研究することを目的としており、学年発達を研究するものではなかった。しかし、時間的距離感関する西川の研究によれば、中学、高等学校ではイメージの変化は見られないが、小学校ではイメージの変化が見られることが明らかにされている(西川, 1987a, 1987b, 1989a, 1989b, 1990a, 1990b, 1991a, 1992b)。

そこで、小学校での時間的距離感の学年変化を連続的に明らかにすることを目的とする。

### 2. 方法

---

<sup>10</sup> 本節は(西川, 1992d)に基づいている。

## 調査項目の選択

調査方法としては前節で開発した象徴的距離効果によって測定する。

調査項目としては、『(1)被験者にとって系列内の各項目が既知のものであること、(2)テスト系列を次元上で判断した場合に、大多数の被験者が正しく順序づけ出来ること、などの条件を充さねばならない』(梅本ほか, 1981, P. 16)。本章第 5 節で述べた小学生を対象とした調査では、自由記述の内容として「武士」、「原始人」、「恐竜」などの回答が多くみられた。また、さきに述べた斉藤の研究では、過去を示す指標として祖父母を使うことが有効であるとしている(斎藤, 1953a, 1953b)。そこで、本節では、「祖母」、「武士」、「原始人」、「恐竜」をイメージ測定の調査内容として選んだ。

一般の象徴的距離効果を用いた測定では、刺激として単語を用いる場合が多い。しかし、今回の調査では小学校低学年を調査対象として含めるため、単語を用いることは適切ではない。そこで、刺激は線画によって提示した。

具体的な実験は 3 段階から構成される。第一段階は、リスボンスアナライザーの機械的なチェックを行った。第二段階は、画面に○と×が左右に出ることを教示し、丸の方と同じ側のスイッチをできるだけ早く押すように求めた。課題は右に○、左に×が配置されている刺激 5 つが含まれる。さらに、左に○、右に×が配置されている刺激 5 つを含め総計 10 の課題で構成される。提示方法は以下に示す第三段階の本実験と同様に行った。この第二段階の実験では、児童の象徴的距離効果にかかわらない基本的な反応速度を測定することを目的とした。

第三段階は象徴的距離効果を測定する本実験である。「祖母」、「武士」、「原始人」、「恐竜」の、4 つの刺激の中から 2 つの組み合わせの順序は 12 種類ある。本調査では、それぞれを 4 回行わせた。したがって、本節では 48 回の判断課題を行わせた。各課題は 5 秒ご

とに提示される。さらに、各課題の間に 2 秒間の間隔を開けた。したがって、1 課題は 7 秒で構成される。各課題の提示順序は無作為である。課題はスライドとスライド用タキストスコープ<sup>11</sup>(竹井機器 T. K. K. 270b, T. K. K. 270c)によって提示され、反応時間は 10 ミリ秒単位で測定した。

実験に先立って児童には以下のような主旨の指示を与えた。ただし、表現等は各学年ごとに主旨を損なわない範囲で変化させた。

『これから、スクリーンに二つの絵が左右に並んで写されます。みなさんは、その絵の内、昔の方だなと思う側のスイッチを正確にかつなるべく速く押すようにしてください。』

#### 調査対象

上越市の公立小学校 1 校の 1 年(71 名)、2 年(66 名)、3 年(86 名)、4 年(79 名)、5 年(56 名)、6 年(34 名)。以上、392 名が本調査の調査対象である。調査実施時期は 1991 年 6 月である。

調査は、測定は筆者が行い、児童に対する指示は同一の上越教育大学大学院生(現職小学校教諭)によって実施された。

### 3. 結果及び考察

以下の分析では、正反応に対する反応時間を分析対象とした。また、正反応であっても、明らかに押し間違いと思われる 100ms 以下の反応時間は分析から除外した。

#### 1) 単純な課題に対する反応の発達

本実験の前に行った予備実験は、単純な課題に対する反応時間の変化を測定することを目的とした。その結果を表 16 に示す。

---

<sup>11</sup> タキストスコープとは提示時間を厳密に制御することができる映像提示装置である。



表 16 単純な比較課題に対する反応時間 (ms)

	平均反応時間
1 年生	844
2 年生	791
3 年生	758
4 年生	599
5 年生	512
6 年生	415

これを一元配置分散分析したところ  $F(5, 386) = 100.3$ 、で 5% の危険率で統計的に有意であった。つまり、象徴的距離効果以前の単純な反応に関しても発達が見られた。そのため、象徴的距離効果に対する反応時間を単純に比較した場合、この単純な反応に対する発達の影響を受ける危険性が高い。そこで、以下の結果では表 16 で示される各学年の反応時間で、象徴的距離効果に対する反応時間を引いた値を補正反応時間として扱う。

なお、単純な比較を求めた実験において 10 課題中 2 以上誤った被験者は、本課題を理解していないと考えて以下の分析対象から除外した。

## 2) 象徴的距離効果の存在

本調査で扱われた事項は歴史的には「祖母」、「武士」、「原始人」、「恐竜」の順序に並べることができる。この時の各事項の間隔をステップ数とする。具体的には、「祖母」と「武士」を比較する場合はステップ数 1 となる。同様に「武士」と「原始人」の比較、「原始人」と「恐竜」の比較はステップ数 1 となる。また、「祖母」と「原始人」、「武士」と「恐竜」の比較はステップ数 2 となる。そして、「祖母」と「恐竜」の比較はステップ数 3 となる。このステップ

数によって各事項の相対的距離を示すことにする。

もし、小学生の児童が実際の歴史に従って各事項をイメージ化しており、それらの間に象徴的距離効果が存在するならば、各事項の相対的距離の増加に従って反応時間は減少する。そこで、各学年別に平均補正反応時間と平均誤答率をステップ数ごとに集計した結果を表 17 から表 22 に示す。

その結果、いずれの学年においてもステップ数 1 の課題が、ほかの課題にくらべて反応時間が著しく高く象徴的距離効果が見られた。しかし、ステップ数 2 と 3 の間には反応時間に差がみられないか、逆にステップ数 3 の方の反応時間がステップ数 2 の反応時間を上回る学年も見られる。

したがって、これらの結果は以下のようにまとめることができる。

1. 小学校 1 年から時間的距離感に象徴的距離効果が見られた。
2. 本実験で用いた刺激に関してはステップ数 1 より大きなステップ数では象徴的距離効果が見られなかった。

そこで、以下の分析では象徴的距離効果が見られるステップ数 1 の課題に注目して分析する。

表 17 1 年生の象徴的距離効果

ステップ数	平均補正反応時間 (ms)
1	310
2	132
3	236

表 18 2年生の象徴的距離効果

ステップ数	平均補正反応時間 (ms)
1	295
2	155
3	197

表 19 3年生の象徴的距離効果

ステップ数	平均補正反応時間 (ms)
1	395
2	198
3	228

表 20 4年生の象徴的距離効果

ステップ数	平均補正反応時間 (ms)
1	376
2	239
3	266

表 21 5年生の象徴的距離効果

ステップ°数	平均補正反応時間 (ms)
1	322
2	191
3	201

表 22 6年生の象徴的距離効果

ステップ°数	平均補正反応時間 (ms)
1	334
2	216
3	252

### 3) 各課題の平均反応時間と正答者率

本課題は2者択一式であるため、でたらめにキーを押しても50%の正答率を得られる。本実験では、各課題ごとに8回の反応を求めている。そこで、被験者のなかで8回の反応の中で5回以上、すなわち正答率が50%以上であったとき、その被験者はその課題を正答していると判断した。この正答している被験者が全体に占める割合を正答者率とした。

ステップ数1の各課題ごとに平均補正反応時間と誤答者率を学年別に集計した結果を表23から表25に示す。

平均補正反応時間の学年変化を見ると、いずれにおいても小学校3年と4年の中学年に一度上昇し、その後減少する傾向がみられる。このことは、小学校の中学年で比較対象間の間に関連が形成され、それによって象徴的距離効果が顕著となったと思われる。

一方、正答者率を個別にみると、祖母と武士の比較課題では、小学

校 1 年から 2 年の間に顕著な上昇がみられる。恐竜と原始人の比較においては 6 学年を通じて上昇がみられるが、半数近い児童は正答できなかった。武士と原始人との比較においては小学校 1 年でもほとんど理解していた。

表 23 祖母と武士の課題の平均補正反応時間 (ms) と正答率 (%)

	平均補正反応時間	正答者率
1 年生	454	57.8
2 年生	371	83.3
3 年生	448	94.2
4 年生	395	89.9
5 年生	374	89.3
6 年生	387	88.2

表 24 原始人と恐竜の課題の平均補正反応時間 (ms) と正答率 (%)

	平均補正反応時間	正答者率
1 年生	297	36.6
2 年生	342	42.4
3 年生	542	43.0
4 年生	439	57.0
5 年生	368	53.6
6 年生	364	61.8

表 25 武士と原始人の課題の平均補正反応時間 (ms) と正答率 (%)

	平均補正反応時間	正答者率
1 年生	222	93.0
2 年生	201	86.4
3 年生	268	93.0
4 年生	320	93.4
5 年生	245	94.6
6 年生	268	100.0

#### 4. 結論

以上の結果をまとめると、第一に、象徴的距離効果は小学校1年生から見られ、小学校低学年から象徴的距離効果によってイメージ測定ができることが明らかになった。第二に、「武士」などの社会科で学ぶ歴史と、「祖母」などの日常生活での昔が分離しはじめるのは小学校2年以上である。また、小学校中学年に時間的距離感の大きな変動が見られる。明らかに、組織的な学校教育を受ける以前に変化しており、時間的距離感が多様な情報によって形成されることが明らかになった。第三に、「恐竜」と「原始人」は小学生の半数が分離していない。このことは先の武士や祖母のイメージ形成と対照をなすものである。

### 第3節 時間的距離感の変化

本章では象徴的距離効果を用いて小学生を調査した。その結果、確かに小学校で学年変化が見られた。この学年変化の原因には発達の効果が考えられる。例えば、ピアジェによれば5才児の場合、『年をとるということは成長すると停止すると考えている、それゆえお母さんとおばあさんは同じ年齢なのである。彼<sup>12</sup>は、自分が両親よりも年上であるとしばしば考える、なぜなら彼が両親を初めて見たときにはここにいたのであるから。ジョー<sup>13</sup>は若いのだから後に生まれたに違いない、という推論することはできない』（コーブランド, 1976, PP. 219-220)。それが6~8才になると年齢による誕生順序の推論が可能となるが、それでも空間との混同がみられ、弟が自分より背が高くなると自分より年上になると考えている。そして、8才児以後になって、以上述べたような年齢にたいする誤解を克服できるとしている。

しかし、このような発達は児童期におこるものの、大学生におこることは考えにくい。しかし、大学生では一部不明確な象徴的距離効果が、生物・地学教師において明確に現れている。これは学習の効果と解釈できる。また、小学生における学年変化においても、項目ごとに大きな差が見られている。認識の発達であるならば、全項目に一様に影響が起こることが予想される。したがって、小学生における学年変化を認識の発達のみと解釈することは困難である。

以上のことから、2章のモデルで示される時間的距離感の変化は、実際の学校教育においても起こっていることが確認された。2章で示した、本研究のモデルでは、時間的距離感を直接決定するのは順序の情報であるとした。そのような情報を、学校教育を代表とする学習の

---

<sup>12</sup> すなわち、児童自身

<sup>13</sup> 彼の弟

中で有効に獲得するためには、その機構を明らかにする必要がある。そこで次章以降では、外部から与えられる順序情報が、どのように内的な情報として獲得するかを明らかにする。さらに、効率の良い獲得方法を明らかにする。

順序を決定する情報には3つの種類が考えられる。第一は、「AはBの前である」のような直接に順序を示す情報である。具体的には「恐竜は人類より舞え日常に出現した」等の情報が考えられる。第二は、数値情報によって間接的に順序を示す情報である。例えば「恐竜は約2億年前に出現した」と「エジプト文明は約5000年前に出現した」という知識によって、両者の順序関係は間接的に決定することが出来る。第三は、因果的意味から間接的に順序を示す情報である。例えば、「恐竜が絶滅した結果、ほ乳類の反映する生態的地位を得ることが出来た」という知識は、直接両者の順序関係を述べるのではないが、因果的意味から間接的に順序関係が決定される。

そこで、第4章で「順序情報」、第5章で「数値情報」、第6章で「因果情報」のそれぞれ三つの情報をいかにしたら伝えることが可能かを明らかにする。