フィードバック情報提示後の時間が 子どもと大人の学習に及ぼす効果

中 野 靖 彦*

DEVELOPMENTAL STUDY ABOUT EFFECTS OF POST-FEEDBACK INTERVAL ON CONCEPT IDENTIFICATION

Yasuhiko NAKANO

This study examined whether a post-feedback interval varied after an error and correct trials, and determined whether PFI affected subject's performance on concept identification tasks. In experiment I, subjects were given the opportunity to pace themselves, and subjects at Cond. II were also given PFI after responses. On the other hand, subjects at Cond. I were immediately given another stimulus after feedback information. The results obtained were as follows: As the amount of task complexity increased, PFI after an error response lengthened, since more complicated information processing was required after a wrong response. The purpose of experiment II was to examine whether PFI affected children's performance. 88 subjects made of kindergarten children, second and fifth graders, participated in this experiment. Results indicated that most of the fifth graders given PFI achieved a learning criterion, thus reducing errors and trials.

Key word: PFI, concept identification, error response, correct response, feedback information.

先に(中野, 1983), 学習実験の典型的な一試行を図示し, その一試行に含まれる各々の時間間隔が, 学習のパフォーマンスにどう影響するか指摘してきた。その中で, 従来, 研究者の関心を引くことが少なかったが, 学習活動にとって, 非常に重要な時間インターバルがある。それが, PFI (Post Feedback Interval), すなわち, フィードバック情報が提示された後, 次の刺激が与えられるまでの時間である。何故に, この時間間隔が大きな意味を持っているかは, このインターバルで生起する心理的過程を考れば, 十分領けるところである。

まず, 刺激が提示され, 学習者は仮説を構成し, 反応する。この場合, 反応が正しかったか, 間違っていたかによって, その後の仮説検証行動は大きく異なるのである。正答の時には, 一応, 先の仮説を確認する。これに対して, 誤答の時には, それまでの仮説を棄却し, 新たに再構成しなければならない。この過程は, フィード

バック情報が与えられ, 次の刺激が提示されるまでの時間, すなわち, PFI で行わなければならない。もし, この時間間隔が設定されないとすると, 学習者は, 前試行の仮説の修正と新しい刺激での仮説の調整とを同時に行うことになる。明らかに, 学習者にとって, 二重の心理的負担となる。

ところで, PFI の重要性については, 既に Bourne ら (1979) によって指摘されているが, このインターバルの持つ意味について実験的に検討したものはほとんどないといえる。先の研究(中野 未公刊)でもこの点に触れ, PFI が学習活動にどんな効果を持つか検討した。そして, PFI の有る方が無い条件に比べ, パフォーマンスは優れた。しかし, 時間間隔を10, 20秒と長くしても差はほとんどみられなかった。さらに, PFI での仮説検証活動が妨げられた時には, 誤りが多くなるという結果などが得られた。これらの結果をみても, 学習にとって PFI が如何に重要であるかが分かる。この時間間隔の長さだけでなく, これをどう有効に活用するかが大きなカギと

* 愛知教育大学 (Aichi University of Education)

方 法

被験者 大学生、総計75名を4群（課題の難易× PFIの有無）がほぼ均等になるようにランダムに振り分けた。

学習課題・刺激材料

1) 易しい課題（2選択課題）……刺激として、形（三角形—四角形）、枠（一重—二重）、大きさ（大きい—小さい）、図形の数（1つ—2つ）、斜線（有—無）の5次元2値よりなる幾何学図形（1セット32枚の計64枚）を用いた。これを、1次元（大きさの次元が関連次元である）に基づいて、2つのグループに分類するのが学習課題である。

2) 難しい課題（4選択課題）……2選択課題の中から、斜線の次元を除いた4次元2値よりなる刺激を用いる（1セット16枚の計64枚）。ここでの課題は、枠と大きさの2次元の連合概念に基づいて、4つのグループに刺激を分類することである。

なお、刺激の提示順序は、次のようにした。セット内では、正答が4回以上、同じ反応ボタンに続かないこと、また、無関連次元まで含めて、セット内、セット間でランダムとなるよう配慮した。この提示順序は、総ての被験者で同一にした。

実験条件 2つの実験条件の一試行のインタバルを図示すると、FIG. 2 のようになる。

条件Ⅰ；PFIの時間はなく、正、誤のフィードバック情報が与えられた後、直ちに、次の刺激に移る。

条件Ⅱ；PFIの有る条件であり、しかも、この時間間隔も学習者自身が決める。FIG. 2にある、刺激提示時間（Stimulus Exposure Time：略して、SETと呼ぶ）、すなわち、刺激が提示され、学習者が反応するまでの時間は学習者が反応するまでの時間とした。従って、両条件とも、いわば、学習者ペースによる学習ということになり、条件Ⅱに、PFIの時間が設定されていることだけが異なる。また、条件Ⅱでは、PFIの時、刺激図形はそのままスクリーンに投影されたままになっている。学習者は、スクリーン上の刺激図形を見ながら、自分で十分と思う時間だけ、反応結果について考えることが許された。

実験装置 シフトレジスター、プリセットタイマー2台、反応ボックス（いずれも、竹井機器製）を用い、SETおよびPFIの時間をコントロールし、時間の記録を自動的に行えるようにした。各時間間隔は、1/100秒単位で記録された。

手続 実験は総て個別で実施した。被験者には、課題が4次元2値、5次元2値よりなりたっていることの説

(Cond.Ⅰ：PFI 無)

(Cond.Ⅱ：PFI 有)

FIG. 2 Figure of Cond. I, II

明を与え、2つ（2選択課題）あるいは、4つ（4選択課題）の反応ボタンのうちの1つを押すよう求める。そして、「もし、あなたの押したボタンが正しい時には、音が鳴ります。まちがった時には音はしません」と教示を与える。ここで、条件Ⅰの被験者は、フィードバック情報が与えられた後、直ちに、次の刺激へと移る。条件Ⅱの被験者には、さらに、「あなたがボタンを押した後、その反応が正しくても、まちがっていても、図形はそのままスクリーンに映っています。その図形を見ながら、自分の反応結果についてよく考えてください。」と教示を加えた。そして、もう十分考えたと思ったところで、もう1度、ボタン（前と同じ位置のボタン）を押すよう求めた。2度目の反応後は、フィードバック情報も与えられず、直ちに、次の刺激に移る。なお、両条件とも、12試行連続正答の学習基準に達した時、あるいは、最大限60試行でもって実験を打ち切った。

結 果

1. 学習基準の達成者

TABLE 1 には、12試行連続正答の学習基準に達した者と達しなかった者の人数を、課題別に示した。課題毎に χ^2 検定を試みたところ、4選択課題に、2.5%水準で有

TABLE1 Numbers of Achiever, Non-achiever to learning criterion.

		Achiever	Non-achiever
2 choice	Cond. I	11	6
	Cond. II	13	4
4 choice	Cond. I	14	9
	Cond. II	17	1

TABLE2 Mean number of trials to last error

		Mean	(S D)
2 choice	Cond. I (n=11)	27.45	(15.08)
	Cond. II (n=13)	19.85	(9.85)
4 choice	Cond. I (n=14)	26.92	*(15.87)
	Cond. II (n=17)	15.65	

* $p < .05$

意差がみられ、PFI を設けた条件Ⅱの方が達成者の数は多かった ($\chi^2=5.59$, $df=1$)。一方、2 選択課題では、両条件間に有意差は認められなかった。

2. 学習基準達成までの試行数

学習基準達成者について、最終誤答出現までの試行数の平均、標準偏差値を示したのが TABLE 2 である。課題別に、両条件の平均値の差について検定したところ、4 選択課題のみに、5%水準で有意差がみられた ($t=2.26$, $df=29$)。明らかに、条件Ⅱの方で試行数が少ない。これに対して、2 選択課題では有意差は認められなかった ($t=1.42$, $df=22$)。これらは、基準達成者数の結果と軌を一にするものであり、PFI を設定する効果が明らかにされたといえる。仮説1は十分に支持されたものと考えられる。

3. インタバルの時間

ここでは、まず、仮説に沿って、PFI の時間間隔が学習パフォーマンスとどう関連するかを分析する。また、SET や学習所要時間などについても分析を加え、一試行のインタバルの中で、PFI がどんな意味を持っているか検討する。

① PFI の時間

まず問題となるのが、PFI の時間間隔が正答、誤答によって、しかも、試行の推移に伴ってどう変化するかということである。結果は、FIG. 3 に示すとうりであるが、数値の算出について若干述べておこう。基本的には、正答、誤答を別々に、最終誤答出現までの試行を3段階(学習過程を前、中、後期と分けたものと考える)に分け、それぞれの段階毎に、PFI の平均時間を求めた。最終誤答出現までの試行数を単純に3つのブロックに分

FIG. 3-1, 2 Mean time of PFI after correct and wrong responses as a function of trial blocks.

け、正、誤答後の PFI の時間を求める方法もあるが、これでは、学習推移に伴う PFI の時間変化を把握しにくい。そこで、上述のような方法を取ったが、若干、問題点もある。例えば、第1試行から誤答を3試行ほど繰り返す、その後、連続して正答し、学習基準に達するという反応パターンなどの分析には適さない。分析対象者数(2 選択: 11名, 4 選択: 13名)が基準達成者数と比べて少ないのは、これらの被験者を除いてあるからである。とりあえず、これらの数値をもとに、課題別に分散分析(処理×処理×処理; 岩原1965)を試みた。その結果、両課題とも、正、誤答(2 選択: $F=12.96$, $df=1/10$, 4 選択: $F=30.54$, $df=1/12$)、学習ブロック(2 選択: $F=11.62$, $df=2/20$, 4 選択: $F=6.71$, $df=2/24$)の各主効果は、いずれも、1%水準で有意差が認められた。しかし、交互作用は一切みられなかった。これらの結果は、正答よりも誤答の時に、しかも、学習の初期段階で PFI の時間間隔が長いことを示唆している。

FIG. 4 Mean time of PFI at 2 & 4 choice tasks.

次に、課題の難易、すなわち、2と4選択課題によって、PFIの時間がどう違うか比較してみることにする。ここでは、特に、第Ⅲブロック（学習成立直前の試行）をみてみよう。FIG. 4は、その平均時間をプロットしたものである。ただし、両課題では選択肢の数も異なり、反応潜時に多少の違いもみられるかもしれないという留保条件が付くが、とりあえず、2要因の分散分析を試みた。その結果、正、誤答 ($F=11.72$, $df=1/22$) と課題 ($F=58.80$, $df=1/22$) の各主効果は、いずれも、1%水準で有意差があり、交互作用も5%水準で認められた ($F=6.12$, $df=1/22$)。誤答の時に、しかも、難しい課題である、4選択課題の方がPFIの時間は長く、仮説2もほぼ支持されたといえる。

② SET の時間

学習実験で反応時間の分析という時には、普通、このSETの時間、すなわち、刺激が提示されてから学習者が反応するまでの時間を指していることが多い。しかも、FIG. 2の条件Ⅰのように、PFIの時間間隔が設定されていない。従って、学習者は、このSETの時間内に仮説検証活動を行わなければならない。これに対して、条件ⅡはPFIが設けられ、このインターバルにおいて仮説検証を行うことができ、条件Ⅰに比して、SETの時間は短くなるだろう。このことを念頭に置き、両条件のSETを比較してみることにする。その結果を示したのが、TABLE 3である。ここでは、前試行が正、誤答であるかによって分け、次試行のSETの平均時間を求めた。これを見ると、条件Ⅱの方がSETの時間は長くなる傾向にある。2選択課題で、誤答後の時間に統計的有意差が認められなかっただけで、他は全て、1%水準で有意差が確認された（2選択；正答 $t=2.98$, $df=17$, 4選択；正答 $t=4.43$, $df=25$, 誤答 $t=5.78$, $df=25$ ）。予想とは異なる

TABLE 3 Mean time of SET (Stimulus exposure time) on the 2 & 4 choice tasks.

		2 choice		4 choice	
		n + 1 trials		n + 1 trials	
		Cond. I	Cond. II	Cond. I	Cond. II
n trials	correct responses	1.80 ^{sec} (0.46)	3.39 (1.37)	2.22 (0.56)	4.45 (1.66)
	wrong responses	2.26 (0.78)	3.81 (2.33)	2.34 (0.60)	4.94 (1.42)

** $p < .01$

TABLE 4 Cumulative times of intertrial intervals (SET & PFI) to last error.

	2 choice		4 choice	
Cond. I	n = 8	70.62 (31.13)	n = 13	76.03 (50.66)
Cond. II	n = 11	112.90 (54.25)	n = 14	124.16 (71.67)

結果となった。

③ 学習所要時間

各時間間隔の長短とは別に、学習開始から学習成立までの時間も問題となってこよう。もし、基準達成までの試行数が少なくても、時間がかかっては、PFIの時間を設定する意味はなくなってしまふ。

そこで、学習成立者のみについて、最終誤答出現までの時間（条件Ⅰは、SETの合計時間、条件Ⅱは、SETとPFIの合計時間）を求めた。結果をTABLE 4に示す。なお、測定した時間の一部がプリンターに記録されていない被験者がいた。他の測度では、一応平均を求めたが、ここでは除かざるを得ない。この結果をもとに、差の検定をしたところ、統計的有意差は認められなかった。PFIを設定しても、学習所要時間に大差がないことが分かったが、個人差が大きいかも考慮しなければならないだろう。

実験 Ⅱ

今まで、主として、大学生を対象としてきたが、ここでは、PFIが子どもの学習活動にどう影響するか、発達の視点から分析を加える。子どもにとって、自分に合ったペースで学習できることが、十分な仮説検証活動をするうえでいかに重要かは、既に述べたとうりである。対象とした子どもは、幼稚園児、小学2年生、5年生であるが、現在のところ、このPFIがどの年齢段階の子どもにとって、最も効果的かは定かでない。一応、従来の研

究を考慮すると、次のような仮説が成り立つだろう。

仮説：PFI を設ける効果は年長児ほど顕著であり、PFI の有る方が無い条件より、優れたパフォーマンスを示すだろう。

方 法

被験者 幼稚園年中児 24名、小学2年生 33名、5年生 31名の総計88名である。各年齢群とも、2条件に約半数ずつ、ランダムに振り分けた。なお、男女比、知能などの要因については特別考慮せず、担任教師によって、学業成績が中程度の子どもということで選んでもらった。

学習課程・学習材料 大きさ（大きいー小さい）、種類（バナナーリンゴ）、数（1つー2つ）、受け皿（有一無）の4次元2値よりなる具体物の絵刺激を用いる。1セット16枚、計64枚を使い、スライドにして提示した。この刺激図形を、「大きさ」の次元をもとに、2つのグループに分類することが学習課題である。刺激提示順序は実験Ⅰと同じであり、総ての被験者で同一にした。

実験条件 実験Ⅰと同じであり、FIG. 2 に示した2条件である。

実験装置 実験Ⅰと同様、刺激提示、反応時間の記録を自動的に行えるようになっており、幼稚園、小学校の一室を借り、セットした。

手続 実験は総て個別に実施した。まず練習試行として、旗の図形（2次元2値よりなる）を用い、2つの仲間に分けることが課題であることの説明を与えた。そして、直ちに、本試行に入る。ここでは、刺激が4次元2値より成り立っていることを説明し、「これから図形が1つずつ、目の前のスクリーンに映ります。それを2つの仲間に分けてください」と教示する。そして、左右2つのボタンのうち、どちらか1つを押すようもとめた。さらに、実験Ⅰと同様、「もし、○○ちゃんの押したボタンが正しいときには音がなりますが、間違ったときには音がしません。いつも音が鳴るように頑張ってください」と教示する。条件Ⅱの被験者に与える教示も実験Ⅰとほとんど同じであるが、特に、年少児の場合、一通りの説明で理解できない子どももいる。その時には、教示を繰り返したり、表現を少し変え、教示の理解の徹底をはかった。

結 果

1. 学習基準の達成者

TABLE 5 には、12試行連続正答の学習基準に達した者と達しなかった者の人数を、年齢別に示した。ここで、

TABLE 5 Numbers of Achiever, Non-achiever to learning criterion.

		Achiever	Non-achiever
Kinder garten	Cond. I	5	7
	Cond. II	7	5
2nd. grade	Cond. I	7	10
	Cond. II	7	9
5th. grade	Cond. I	10	6
	Cond. II	15	0

TABLE 6 Mean trials to last errors

	Cond. I	Cond. II
5th grade	20.20 (18.95)	$\triangle$ 9.80 (11.35)

$\triangle p < .10$

各年齢毎に、条件間の χ^2 検定を試みたところ、小学5年生のみに、5%水準で有意差が現れ、PFIを設けた条件Ⅱの方が達成者は多かった($\chi^2=4.75$, $df=1$)。幼稚園児、小学2年生では、いずれも統計的有意差は認められなかった。

2. 学習基準までの試行数

TABLE 5 をみても明らかなごとく、小学5年生を除いて、いずれも学習基準を達成した者は少ない。そこで、とりあえず、小学5年生の達成者のみにについて、条件間の比較を試みようと思う。TABLE 6 は、その平均と標準偏差値を示したものである。この数値をもとに検定したところ、10%水準ではあるが、有意差がみられ、条件Ⅱの方が試行数は少なかった($t=1.72$, $df=25$)。

この傾向は、達成者数の結果と軌を一にするものであり、小学5年生において、PFI の持つ効果が明らかにされた。仮説はほぼ支持されたと考えてよいだろう。

全体的討論

度々指摘したように、PFI は、学習成立にとって非常に重要な時間間隔であり、先の研究(中野1983)と同様、本論においても、その重要性が改めて確証されたいえる。

ところで、本実験は、PFI を含め、一試行の各時間間隔を学習者自身が自由に決められるという手続を用いた。これは、学習のベースが学習者によってそれぞれ異なるということを配慮した、と同時に、各々の時間間隔の長さや課題遂行成績との関連性を分析するのに好都合であったからである。特に、実験Ⅰは、大学生を対象に、課題の難易と各時間の長さについて分析した。その

結果、より難しい4選択課題で、PFIを設けた方(条件Ⅱ)が基準達成者は多く、試行数も少なかった。明らかに、仮説1は支持されたといえる。また、正、誤答でPFIがどう違うかをみると、誤答の時に、しかも、課題の困難な時ほど、長い時間を要していた。これも、仮説2を十分に支持する結果である。

このように、誤答した時にPFIの時間間隔が長くなるのは、PFIで生起している心理的過程を考えれば十分わかる。この点は繰り返し指摘した。誤答の場合、学習者は仮説を棄却し、再構成しなければならない。一応、仮説をそのまま確認すればよい正答と比べ、長い時間を要する。また、仮説の取捨選択を頻繁に行わなければならない学習の初期段階でこの傾向が強くなるのは言うまでもないことである。とにかく、PFIにおいて十分な時間を取るが必要ではあるが、全体の学習時間を考えた時に、他の時間間隔との関連性も問題となる。例えば、SET(刺激提示時間: Fig. 2を参照)とPFIについてみよう。普通、条件Ⅰのように、PFIの時間がなくフィードバック情報提示後、直ちに、次の刺激に移る。学習者は、SETにおいて仮説の修正、再構成を行わなければならない。もし、この仮説の修正、再構成がPFIにおいて十分なされるならば、次試行でのSETは短くてもよい。こう考えると、条件Ⅱの方が条件Ⅰに比べSETの時間は短くなるだろう。この点を考慮しながら、実験Ⅰの結果をみてみると、予想に反して、条件Ⅱの方がSETの時間が長くなってしまった。この点については、PFIでの仮説検証が十分でなかったとみるか、それとも、他の要因によるのか明確ではないが、いずれにしても、条件Ⅱの方が全体として、時間間隔は長くなる傾向にはある。しかし、学習成立までの所要時間には、両条件間に統計的有意差はみられなかった。いずれにせよ、学習基準達成者数や試行数を考慮すれば、PFIを設けることの効果は十分にあったと判断できる。

ところで、学習者自身がインタバルの時間を決める、いわば、能動的な学習は、最も自分に合ったペースで学習することが出来るという利点がある。しかし、一方で、慌てて反応し、間違ってしまったり、反対に、じっくり考え過ぎてなかなか反応しない学習者も出た。かなりの個人差が認められた。まさに、学習者のパーソナリティの違いが、学習にそのまま反映されているのである。従来、学習ペースと最も関連の深いパーソナリティ特性としては、ケーガンのいう熟慮—衝動型がある。情報処理の仕方に顕れる個人差を意味しているこの認知型とPFIの時間間隔との間にはどんな関係がみられるだろうか。Rhetts (1974) は、認知型と学習パフォーマンスとの関係を、課題の困難度、KR フィードバック

(自己ペースか固定か)との組合せで検討している。結果をみると、男女によって違うが、全体として、課題が困難になると、衝動型に誤りが多くなることが明らかにされている。KR フィードバックとの関係については、明らかにされていない面もある。この衝動型のタイプの学習者に、もし、PFIの時間が十分与えられ、自分の反応結果について検討する機会があったらどうだろう。同じ誤りを繰り返すことは少なくなるだろう。また、この学習ペースは、パーソナリティ特性だけでなく、発達水準や知能水準などによっても相当異なっている。今後検討を要する問題であるが、PFIと子どもの学習パフォーマンスとの関連について、次に少し述べてみる。

2. ここでも確かめられたように、大学生でも、PFIの時間が十分あってもそれを有効に利用できなければ、学習時間が長くなるばかりで、非能率である。本研究の実験Ⅱは、PFIが子どもの学習活動にどう影響するかを明らかにすることであった。結果をみると、小学5年生のみ、PFIを設けた方が、基準達成者が多く、試行数も少ない。一方、小学2年生や幼稚園児では、両条件間に何ら差は認められなかった。少なくとも、小学5年生位の子どもでは、仮説の取捨選択を行える能力を十分持っており、条件さえ整えれば、学習できることが示唆された。

また、小学2年生や幼稚園児の低い年齢の子どもにとっては、PFIがどんな意味を持っていたのだろうか。結果をみる限り、両条件間に差は見られず、PFIの効果はなかった。年少児が、どの程度、フィードバック情報を利用し、仮説を変更したり再構成することができるか、本実験を見る限りでは定かではない。子安(1974)によると、仮説検証活動において、「まちがっている」というKR情報が与えられたにもかかわらず、同一仮説を保持する割合が、低学年の子どもほど高くなっている(小学2年生……61%, 小学6年生……20%)。これらをまとめると、この年齢の子どもに情報処理能力が十分に発達していないとも言える。しかし、本実験でも明らかにされたが、個人差の大きいことも確かだろう。幼稚園児でも、1—2回の誤答をするだけで、学習基準に達してしまう子どももいるかと思うと、なかなか反応せず、いつまでたっても基準に達しない子どもも多い。ただし、実験Ⅱにおいては、各時間間隔と学習パフォーマンスとの関連については分析できなかった。これは、達成者数が少なかったこと、上述のように、個人差が大きかったことによる。今後、このような学習ペースの個人

差の問題とも絡ませて、PFI の効果について分析する必要がある。

3. いずれにせよ、PFI の時間は学習活動にとって非常に重要であるが、これも、単に、概念達成課題のような学習だけに当てはまるとは思われない。広くみれば、教室での学習活動にも同じような時間間隔が有り、それがさまざまな学習に重要な意味を持っているものと思われる。例えば、テストを実施した時にも、答案を返却した後、テスト結果について検討する時間は、正に、PFI に相当するのである。ここでは、普通の学習実験で多く用いられている、概念達成課題をもとに、1つの類推を試みたに留めた。今後、実験的にも明らかにしていかなければならない問題である。

引用文献

- Bourne, L. E., Dominowski, R. L. & Loftus, E. F.
1979 *Cognitive processes*. New York : Prentice-Hall.
- 岩原信九郎 1965 教育と心理のための推計学 日本文化科学社
- Kendler, H. H. & Kendler, T. S. 1962 Vertical and

horizontal processes in problem solving. *Psychological Review* 69, 1-16.

- 子安増生 1974 概念学習における仮説検証過程の発達的研究 日心第38回大会発表論文集, 1086-1087.
- 中野靖彦 1983 情報のフィードバック機能に関する研究—正・負の情報とF I 後間隔時間—愛知教育大学研究報告 第32輯 (教育科学) 139-148.
- Rhetts, J. E. 1974 Task, learning, and treatment variables in instructional design. *Journal of Educational Psychology*, 66, 339-347.
- Weir, M. W. 1964 Developmental changes in problem-solving strategies. *Psychological Review*, 71, 473-490.

<付記>

本研究を進めるにあたり、終始、温かく励ましてくださった、名古屋大学教育学部 梶田正巳助教授 に対して、厚く謝意を表します。また、この研究にご協力いただいた、東山保育園、春日井中央台小学校の生徒、先生の皆さんに、ここに記して、謝意を表します。

(1985年3月18日受稿)