時 間 評 価 の 発 達 II

——標準時間中の音の頻度の効果——

広 島 大 学

松 田 文 子

著者の先の研究(松田, 1965)は, Fraisse (1957)のいうごとく, 時間評価が経過時間中に“認知される変化の数”と密接な関係のあることを, 聴覚的に与えられる種々の言語刺激を用いて明らかにしたが, 当実験では変化の数をより単純な形(認知内容の単位化の程度による変化の数の多少(先の研究の場合)ではなく, 知覚される音の頻度による変化の数の多少にし), 時間評価との関係をより厳密に調べることを目的とする。同時に発達の実験・考察を行い, 発達傾向を通して両者の関係の機構を明らかにし, さらに時間評価の面に現われる児童の心性の特質をつかみたい。

頻度としての“認知される変化の数”の見地からの時間評価の実験は, 最近になっていくつかあらわれている。大黒・落合(1960)は一定時間内の聴覚的变化の緩急・多少がその時間の長さの評価にどのように影響するかを, メトロノーム, 音楽, 唸りの3種の刺激を用い, 持続時間15秒の比較法で行ったが, 明らかな結果は出なかった。Fraisse (1961)は再生法で, 光刺激, 音刺激および感覚運動刺激について, 刺激の数が標準時間中多く再生時間中少い場合と, 標準時間中少く再生時間中多い場合とを比較した。その結果, 3種の刺激とも前者の場合の方が有意に再生時間が長かった。すなわち“認められる変化の数”の多い経過時間は, それが少い時間よりも長く評価されることを, 刺激頻度の面でも示した。この実験結果に対し Piaget (1961)は, Fraisse のいう時間評価と認められる変化の数の法則を一応認めながら動体を用いた実験から変化の数の等しい時は主観的時間は動体の速度の函数であることを示し, 最も一般的な法則は時間と速度の間の法則であって, 時間と変化の数の間の法則ではないと主張した。これについては再度 Fraisse (1962)の実験があるが, 決定的結論は下っていない。ところで以上の実験がすべて変化の数の多い場合, 少い場合の2条件の比較であったのに対し, Davis (1962)は2秒, 4秒または8秒の標準時間中に0.25秒, 0.5秒, 1.0秒, 2.0秒または4.0秒の間隔で音刺激を

入れ, この5条件の時間評価に及ぼす影響を系統的に得ようとした。方法は数をかぞえることによる変形された再生法であるが, その結果, 時間評価の長短は Fraisse のような刺激の数の単調函数ではないと主張している。しかし彼の結果を平均的に見ると, それが成り立たないのは, 主に音刺激4秒間隔の場合である。ところで Fraisse (1957)は間隔の質を次のように区別している。

(a)約0.5秒以下の短い間隔。この時程に対しては, 間隔そのものより区切りをよりよく知覚する。(b)約0.5秒から1秒までの, いわゆる短くも長くもない, 無記の間隔。この時程に対しては区切りと間隔が1単位をなす。(c)約1秒以上の長い間隔。ここでは隔たりの知覚が優勢で同じ現在に2つの区切りを結合するには努力が必要である……隔たりが1.8秒から2秒に達するとついに2つの刺激は同一現在に属さなくなり持続的な間隔の知覚はもはやなくなる(p. 117—118)。

ここで Davis の4.0秒の条件が他と質的に異なることがわかる。すなわち4.0秒間隔においては認められる変化の数は単に刺激の音の数のみならず, その間隔中のさまざまな内外刺激が加わることが, きわめて多いと考えられるからであり, そのように考えれば彼の結果もかならずしも Fraisse の理論の反証とはならない。また彼の結果を見る場合, 方法上の特異性を考慮せねばなるまい。さてこのように見てくると, Fraisse の理論は一応刺激頻度という面でも成り立ちそうであるが, 他方時間評価に及ぼすその数量的系統的効果はほとんど明らかにされていないことがわかる。

ところでこのような頻度の観点から時間評価を発達的に研究したものは皆無であり, 経過時間中の課題の性質の影響の発達の研究に拡げても, わずかに Axel (1924), Fraisse (1948), 松田 (1965)の実験のみである。しかしそれらの実験結果が示しているように, 年少児は持続の内容に感じやすい。従って, 比較的時間を自己と切り離し客観的時象として認知しやすく, しかも日常の時間単位の影響の著しい成人のみを被験者として実験するよりも, 時間を主観的に認知しやすい年少児童, さらに

青少年を加え、その発達過程を通して時間評価と認知される変化の数の関係を見ることが、一層問題の解明に近づく道ではないかと考える。

さてこのような時間評価の能力が有機体の有する規則的テンポとなんらかの関係があるのではないかと推論することは、自然なことであろう。また有機的生活も、その生きていること自体がリズムであるといってもさしつかえないほどである。また多くの生物は生活に正確な周期的現象を持っている。このような生理的心理的テンポが時間評価となんらかの関係を持っているとの考えは古くからあり、それは Fraisse (1957) や White (1963) がよくまとめている。またいわゆる評価時間と心理的あるいは生理的テンポとの関係を実験的に研究したものもいくつかある (Schaefer & Gilliland, 1938; 吉井・飯田・堀内, 1951; 吉井・築山・堀内, 1953; Denner, Wapner, McFarland & Werner, 1963; Craik & Sabin, 1963; Kato & Saito, 1964; Matsuda & Maeda, 1964)。それらの結果はまちまちで、その関係はいまだ臆測の段階にとどまっているが、概して自発的打叩テンポ、脈膊、脳波などのテンポが早い条件下では、経過時間が過大に評価される結果を得ているものが多く、Fraisse の認められる変化の数の、そのようなテンポもかなりあてはまるのではないかと、あるいはそのようなテンポが認められる変化の数の基礎になっているのではないかと考えられる。当実験では、各個人における時間評価の違いが個人テンポの違いとなんらかの関係を有するか否かを同年令内での個人差、異なる発達段階間での差にもとづき副次的に調べる。

実 験 I

方 法

時間評価の方法 時間評価は、先の論文(松田, 1965)

に詳述したような理由により再生法 (method of reproduction) を用いる。標準時間の長さは 4 秒と 10 秒の 2 条件である。被験者の正面約 1m のところに 2 つの赤ランプ (6 V) があり、標準時間中には左側の第 1 ランプがついている。第 1 ランプが消えて 0.3 秒後に右側の第 2 ランプがつく。被験者は第 1 ランプのついていた時間と主観的に同じ長さだけ第 2 ランプがついていたと思ったとき、手もとのボタンを押して時間を評価する。ボタンを押す反応は自動的に第 2 ランプを消すので、結局第 2 ランプのついていた時間が再生時間となる。ランプの点滅、ボタン押し反応はすべて労研式クロノスコープ記録装置に自動的に記録される。

刺激 標準時間中には、0.3 秒、0.5 秒、0.6 秒、0.75 秒あるいは 1.2 秒の間隔で 0.1 秒の長さのブザー音が刺激として断続的に与えられる。上記のランプの点滅およびこの刺激の発生は、竹井式連続刺激発生装置による。

手続 実験は 1 人ずつ防響室で行われる。標準時間の 2 つの条件は、日をかえて行われるので、実験は 2 日にわたる。どちらの条件が先かは、各年令・性グループの被験者半数ずつ逆である。さて、ある標準時間の条件下で、ある音の間隔条件を 2 回続けて与え、その音の 5 条件は無作為順序である。それが 5 分の休憩をはさんで 2 系列行われるので、同一条件下で各被験者は 4 回反応することになる。各日の試行の前に練習を 2 試行おこなう。その標準時間は 4 秒の日は 3 秒と 5 秒、10 秒の日は 8 秒と 12 秒で、その標準時間中には 1 秒間隔のブザー音を入れる。指示に際しては、第 1 ランプと第 2 ランプのついていた時間が主観的に同じになるようにすること、実験中数をかぞえないことを特に強調する。

個人のテンポ 各日の 5 分の実験休憩時間中に脈膊を 30 秒間 2 回はかり平均値を求める。また全 20 試行終

TABLE 1
Subjects

Group		Sex	Number	Mean age
				years : months
E 1	Elementary school children (1 st grade)	Male	8	7 : 0
		Female	8	7 : 0
E 4	Elementary school children (4 th grade)	Male	8	9 : 4
		Female	8	9 : 10
J 8	Junior high school students (8 th grade)	Male	8	14 : 3
		Female	8	14 : 3
U	Undergraduate students	Male	8	19 : 10
		Female	8	18 : 10

FIG. 1. Deviations of reproduced times from 4 and 10 sec standard times under 5 interval conditions for each age group.

Ordinate : Deviations of reproduced time. Abscissa : Intervals of sounds.

た後、標準時間 4 秒の日には極限法によってメトロノームの最適頻度（聞いていて、速すぎるとも遅すぎるとも感じないちょうどよい頻度）を、10 秒の日には人差指で最適の速さで机を打叩させその 15 秒間の打叩数（2 回の平均値）を計測する。これらのテンポは継起の間隔（秒）に換算される。

被験者 被験者は Table 1 のような 4 つの年齢段階からなる計 64 名である。

結果

再生時間 まず各被験者ごとに、標準時間および音の頻度の各条件に対する 4 反応の平均を求め、それを各条件に対する再生時間とする。再生時間から標準時間を引いた差は音の間隔（音の頻度）によって Fig. 1 のように変化した。その分散分析の結果は Table 2 のようである。

年齢・性が再生時間に及ぼす効果について、年齢の効果のみ有意で、性の効果、両者の交互作用は有意でない。すなわち性別にかかわらず一般に年少児ほど再生時間が短い。他のすべての条件をこみにしてみると、小学 1 年生では中学 2 年生以上と、小学 4 年生では大学生との差が有意 ($p < .05$) である。また年齢と頻度との交互作用が有意であるので、その点から結果を見ると、0.3 秒間隔から 0.5 秒間隔、さらに 0.6 秒間隔と音の頻度が低くなるにつれ、再生時間の年齢差が一層大きくなっていることがわかる。

標準時間が再生時間に及ぼす効果について、標準時間 10 秒に対する再生時間の方が標準時間 4 秒に対するそ

TABLE 2
Analysis of variance

Source	df	ms	F
Between subjects	63		
Age	C 3	59.856	5.63**
Sex	D 1	1.876	—
CD	3	11.639	1.09
error (b)	56	10.628	
Within subjects	576		
Standard time A	1	119.932	31.99**
Sound interval B	4	8.611	11.32**
AB	4	0.676	1.05
AC	3	6.765	1.81
BC	12	2.257	2.96**
ABC	12	0.596	—
AD	1	12.817	3.42
BD	4	0.444	—
ABD	4	0.243	—
ACD	3	10.926	2.92
BCD	12	1.158	1.52
ABCD	12	0.463	—
error (w)	504	1.042	
error 1 (w)	56	3.756	
error 2 (w)	224	0.761	
error 3 (w)	224	0.644	
Total	639		

** $p < .01$

TABLE 3
Mean deviations in sec of reproduced times
and their difference obtained between
five sound intervals

Interval	Mean	Differences			
		0.5	0.6	0.75	1.2
0.3	0.07	0.65**	0.53**	0.51**	0.51**
0.5	-0.58		-0.12	-0.14	-0.06
0.6	-0.46			-0.02	0.06
0.75	-0.44				0.08
1.2	-0.52				

** $p < .01$

れより、短くなりかたが大きい（あるいは長くなりかたが小さい）。すなわち、再生時間から標準時間を引いた差は標準時間 4 秒の場合の方が一般に大きい。

音の頻度が再生時間に及ぼす効果について、他の条件

TABLE 4

Means and SDs in sec of tempos of pulse, metronome and tapping

Group↓	Pulse		Metronome		Tapping	
	M	SD	M	SD	M	SD
E 1	0.65	0.025	0.55	0.136	0.45	0.127
E 4	0.72	0.072	0.58	0.120	0.56	0.140
J 8	0.80	0.096	0.63	0.111	0.69	0.346
U	0.80	0.119	0.62	0.134	0.72	0.247

TABLE 5

Spearman's rank correlation coefficients between three tempos for each age-group

Tempo→ Group↓	Metronome and tapping	Metronome and pulse	Tapping and pulse
E 1	-.34	-.36	-.10
E 4	.06	.37	.09
J 8	.43*	.43*	.04
U	.65**	.53*	.25

* $p < .05$, ** $p < .01$

TABLE 6

Spearman's rank correlation coefficients† between the metronome tempos on one hand and the mean, the longest and the shortest reproduced times on the other hand

Reproduced time	Mean		Longest		Shortest	
	4 sec	10 sec	4 sec	10 sec	4 sec	10 sec
E 1-Group	.52*	.46*	.51*	.62*	.32	.40
E 4-Group	.47*	.20*	.48*	.21	.35	.13
J 8-Group	.16	-.21	.10	-.39	.12	-.12
U-Group	-.18	-.30	-.22	-.25	-.15	-.39

* $p < .05$

† the plus coefficient means that the faster the metronome tempo is the longer is, the reproduced time.

FIG. 2. Means of individual mean deviations of four reproduced times for each condition of sound interval and of standard time.

TABLE 7

Mean metronome tempos in sec in those subjects whose longest reproduced times are at the 0.3 sec interval compared with those in the other subjects

Group→ Interval↓	E 1	E 4	J 8	U
0.3	0.54	0.57	0.61	0.64
0.5-1.2	0.57	0.61	0.63	0.61

† Sound interval in sec where the longest reproduced times were obtained

をすべてこみにしてみると、Table 3 に見られるように 0.3 秒間隔の時、他の条件下にくらべて有意に再生時間が長くなるが、その他の条件間ではまったく差がない。年齢との交互作用が有意なので、その点から検討すると、やはりどの年齢群においても 0.3 秒間隔と他の条件との差のみめだったが、それが有意 ($p < .05$) なのは小学 1 年生、4 年生の年少者群にかぎられ、中学生、大学生では音の頻度の諸条件間にまったく有意な差がない。

平均偏差 各条件ごとに各被験者のなした 4 回の反応の平均偏差を求め、それを年齢グループごとに平均すると Fig. 2 のようになった。

TABLE 8
Analysis of variance

Source	df	ms	F
Between subjects	63		
Age C	3	64.270	7.03**
Sex D	1	0.438	—
CD	3	15.713	1.72
error (b)	56	9.153	
Within subjects	576		
Standard time A	1	125.449	26.58**
Sound interval B	4	17.676	23.45**
AB	4	0.939	1.38
AC	3	16.700	3.46*
BC	12	1.420	1.89*
ABC	12	0.434	—
AD	1	0.031	—
BD	4	0.297	—
ABD	4	0.211	—
ACD	3	1.600	—
BCD	12	1.287	1.70
ABCD	12	0.316	—
error (w)	504	1.173	
error 1 (w)	56	4.834	
error 2 (w)	224	0.753	
error 3 (w)	224	0.674	
Total	639		

* $p < .05$, ** $p < .01$

個人のテンポ 脈搏, メトロノーム, 打叩の3種のテンポの間隔の平均およびその標準偏差は Table 4 のごとくである。テンポ間の順位相関係数を求めると Table 5 のようで、発達による eigen tempo への傾向が見られる。ところでこれらのテンポと再生時間の関係であるが、いくらかでも系統的な関係を示したのは、メトロノームテンポとの間だけであって、しかもそれは年少児に著しく、成人ではむしろ年少児と逆の関係を示していた (Table 6, Table 7)。

以上の結果を見ると音の間隔の条件が、いまだ十分でないことが痛感される。それをおぎなうため第2実験を行った。

実 験 II

方 法

刺激が異なるだけで、他はすべて第1実験と同方法である。すなわち音の間隔は 0.15 秒, 0.2 秒, 0.4 秒, 0.75 秒, 2.0 秒の5条件である。また個人テンポでは脈

TABLE 9

Mean deviations in sec of reproduced times and their differences obtained between five sound intervals

Period	Mean	Differences			
		0.2	0.4	0.75	2.0
0.15	-0.09	0.12	0.33**	0.32**	0.96**
0.2	-0.21		0.21	0.20	0.84**
0.4	-0.42			-0.01	0.63**
0.75	-0.41				0.64**
2.0	-1.05				

** $p < .01$

搏の個人差が非常に小さく、この程度の精度の実験では利用できないので除いた。被験者は第1実験と同一人で第2実験は第1実験より3ヶ月から5ヶ月後である。

結 果

再生時間 第1実験と同様の整理を行った結果が Fig. 3 と Table 8 である。

年令・性が再生時間に及ぼす効果について、第1実験と同様、性別にかかわらず一般に年少者ほど再生時間が短い。また第1実験と同様、年令と音の頻度の交互作用

FIG. 3. Deviations of reproduced times from 4 and 10 sec standard times under 5 interval conditions for each age group.

Ordinate: Deviations of reproduced time.

Abscissa: Intervals of sounds.

FIG. 4. Means of individual deviations of four reproduced times interval for each condition of sound interval and of standard time.

TABLE 10
Spearman's rank correlation coefficients between tempos in Experiments 1 and 2

Group ↓	Tempo →	Metronome	tapping
E 1		.66**	.63**
E 4		.32	.71**
J 8		.48*	.68**
U		.41	.39

* $p < .05$, ** $p < .01$

が有意であるが、音の間隔 0.15 秒、0.2 秒および 0.75 秒で年令差が小さく、0.4 秒間隔と 2.0 秒間隔で年令差が大きい。年令と標準時間の交互作用も有意であるが、これは標準時間の長い方が、一層再生時間の年令差が著しいことを意味している。

標準時間が再生時間に及ぼす効果は第 1 実験と同様である。また年令との交互作用が有意であるが、これは年少者（小学 1 年生、4 年生）では、標準時間 10 秒の時の再生時間の短くなりかたが、年長者（中学生、大学生）にくらべて大きいことを示している。

音の頻度が再生時間に及ぼす効果について。他の条件をすべてこみにしてみると、Table 9 に見られるように 0.15 秒間隔の音の条件下では再生時間は他のすべての条件下におけるよりも長く、2.0 秒間隔の音の条件下では再生時間は最も短いことがわかる。年令別に見れば、小学 1 年生では、さらに加えて 0.2 秒間隔の条件下の再生時間は 0.4 秒間隔のそれより有意 ($p < .05$) に長い。そ

TABLE 11
Spearman's rank correlation coefficients† between the metronome tempos on one hand and the mean, the longest and the shortest reproduced times on the other hand

Reproduced time	Mean		Longest		Shortest	
	4 sec	10 sec	4 sec	10 sec	4 sec	10 sec
E 1	-.04	.38	-.09	.32	-.13	.27
E 4	.12	.14	.17	.18	-.09	.12
J 8	-.14	-.14	-.30	-.17	.22	-.07
U	-.06	-.12	.04	-.07	-.16	-.10

† the plus coefficient means that the faster the metronome tempo is, the longer is the reproduced time.

TABLE 12
Mean metronome tempos in those subjects whose longest reproduced times are at the 0.15 or the 0.2 sec interval compared with those in the other subjects

Interval† ↓	Group →	E 1	E 4	J 8	U
0.15, 0.2		0.50	0.55	0.64	0.74
0.4—2.0		0.54	0.56	0.64	0.47

† Sound interval in sec where the longest reproduced times were obtained.

れ以上の年齢では、2.0 秒間隔の条件下で再生時間が短いことのみ有意 ($p < .05$) である。

平均偏差 各被験者 4 回の反応の平均偏差のグループごとの平均が Fig. 4 にある。

個人のテンポ 第 1 実験と第 2 実験の間での、テンポの順位相関係数を求めると、Table 10 のようであって、Table 5 のテンポ間の相関とは逆に、むしろ年少児の方が相関度が高い。メトロノームテンポと種々の再生時間の長さとの関係は Table 11・12 に示してある。第 1 実験と同傾向ではあるが、やや関係がうすれているようである。特に標準時間 4 秒の場合、年齢傾向もない。

考 察

1. 標準時間中の音の頻度による再生時間の変化は、標準時間の長短にかかわらず、概して頻度が高いほど再生時間が長くなるようである。しかし音の間隔 0.4 秒あるいは 0.5 秒から 0.75 秒あるいは 1.2 秒くらいの間では、再生時間の変化はほとんどない。すなわちその頻度のあたりでは、Fraissee の“認められる変化の増大や減少を斉すものは、すべて見かけの時程の伸長や短縮を来す”という理論が当てはまらない。しかもその成り立たない頻度の範囲は年長者ほど広いようである。いいかえれば年少者ほど Fraissee の理論の成り立つ範囲が広がる。そのことは頻度の非常に高い音の間隔 0.15 秒、0.2 秒についてもいえる。すなわち中学生、大学生では、このような高い頻度に対応して再生時間がのびるということがなく、いわば両者の関係のピークに達する感があるが、小学 4 年生や 1 年生、とくに後者の群では、頻度がこのように大きくなっても、それに対応して再生時間は著しく長くなっている。発達による違いは、この頻度—再生時間の関係の成り立つ範囲の広さの相違としてのみならず、頻度—再生時間関係の効果の強さの相違ともなっている。すなわち中学生、大学生の年長群では、この効果は傾向としてみとめられるという程度にすぎないが、最年少群の小学 1 年生では、わずかに上記の 0.75 秒付近をのぞき、頻度による再生時間の違いは非常に顕著にあらわれているのである。この結果は、年少児ほどその経過時間中の内容に感じやすいことを見出した他の研究 (Axel, 1924; Fraissee, 1948; 松田, 1965) の結果と一致する。このように頻度としての認められる変化の数についても Fraissee の理論は一般的傾向としては妥当するが、かならずしも妥当しない範囲があり、その範囲が年齢によって異なっている事については、さらに平均偏差、個人テンポとの関係のもとに考察したい。

2. 再生時間は年少者ほど短く、また標準時間が長いほどその傾向が著しい。これは年少児は再生時間中に必要とされる忍耐力がとばしいために、標準時間中と再生

時間中の認められる変化の数の頻度に不均衡が生じやすく、そして標準時間が長いほど忍耐力が多く必要とされることから来るものとして理解できる。このことについては先の研究 (松田, 1965) で充分考察し、かつそれに加える新しい知見もないので、ここではこれ以上の考察ははぶく。ただし年長者ほど再生時間が長いということは、かならずしも年長者ほど再生時間が標準時間に近づくことを意味しないのは、注目すべきであろう。

また概して音の頻度の高い時ほど再生時間の年齢差が小さくなっているが、1 に述べた音の頻度が再生時間に及ぼす効果との交互作用として理解される。

3. 平均偏差はわずかに 4 回の反応から求めたものであるから、これに多くを期待することは危険であろう。しかし 1 で述べた音の頻度の効果が単調でない約 0.5 秒間隔から 0.75 秒間隔のあたりで、平均偏差の小さいということは、各標準時間、各年齢を通じていえる。Davis (1962) は 30 回の反応の平均偏差から、標準時間 2 秒、4 秒、8 秒を通じて 0.5 秒から 1 秒の音の間隔の間に変動の最少になる最適間隔のあることを見出している。このような音の間隔の時反応の変動が小さいということは、人間の持つなんらかのテンポが時間評価の心理的生理的基礎になっていて、その間隔とよく一致しているためではないかとの考えを生じさせる。(Fraissee は無記の時間間隔、運動のテンポ、条件づけの際の時間間隔、心理的反射の周期、知覚的確認の時間等々の種々の過去の研究をまとめ、0.7 秒の間隔が特殊な生理的過程に対応するとの確信を深め、次のように述べている。“これらの現象はすべて神経系における継起的連続に最適のリズムに対応する、と考えることはずっとありそうなことである。歩調、心臓の搏動、自発的テンポでの運動、約 0.70 秒の間隔で継起する知覚、それは神経中枢の機能にとって、もっとも経済的であるがゆえに最適の間隔であると我々は考える (1957, p. 127)”。当実験においても、静かにこしかけている時の脈搏、メトロノームの聞いて最も心地よい速さ、自然な速さでの打叩のすべてのテンポが、大略 0.7 秒付近であり、かつ再生時間の長短を生じない音の頻度の範囲に対応していることがわかる。年齢とともにテンポはだんだん遅くなっているが、それと再生時間の長短を生じない音の頻度との対応、あるいは最も小さい平均偏差を生ずる音の頻度との対応は、この程度の音の頻度の種類では無理であり、今後の問題である。ところで年長者ほど再生時間の長短を生じない音の頻度の範囲が広いことについては、年長者では時間評価の基礎としての生理的テンポがそれだけ確立しており、その頻度のかなり広い付近では他のテンポに影響されにくいのに対し、子どもではそのテンポにごく一致した範囲でのみそれが可能で、少しそのテンポからはずれた他のテンポが入ると、その時間評価の基礎としての地

位がゆらぎ、導入されたテンポにひきずられる。ということではなからうか。しかしこの考えは臆測の段階を出ない。

4. メトロノームテンポの個人差と再生時間の個人差の関係をみると、年少児ではテンポの速い人ほど再生時間が長く、かつ速い頻度の音が導入された時に再生時間が最も長くなっている人の方が、概してテンポが速いことがわかる。年少児は一般にテンポが速いけれども、その中でもさらに速い人の方が外的な速い音によく同化され影響を受けるためと考えられる。上記の関係は発達とともに小さくなり、成人ではむしろ逆であるが、成人は外的刺激に影響されることが少なく、主に自己の持つ心理的生理的テンポに基づいて時間評価をなすと仮定すれば、再生時間中のテンポを考えた場合、そのテンポの遅い人の方がむしろ再生時間が長くなること、また一般にテンポの遅い成人では、非常に速い刺激のテンポに対してはかえって影響されることが小さくなり、影響を受ける音刺激の頻度の限界に達することとも、この結果は一致する。

テンポの個人差を用いたのではなく、個人内でテンポを変えそれと時間評価との関係を研究した従来の研究結果、たとえば吉井・築山・堀内 (1953) の、精神疲労による脳波の周波数の変化と造成法 (method of production) による 20 秒の時間評価の関係をみた研究では、脳波の周波数が増すと主観的 20 秒は短くなるという明瞭な関係を見出した。また Kato & Saito (1964) は、sensory deprivation によって個人の自発的打叩テンポを変えたが、テンポの速い時の方が造成法による 1 分が短かった。これらの結果は、ともに造成法によって成人について得られたものであるが、当実験の年少群における傾向と一致する。再生法においては、造成法と違い、両標準時間・再生時間中のテンポを考えねばならないから、この実験のように標準時間中に外的なテンポを入れた場合その影響の著しい年少群の反応傾向が従来の研究結果と一致したものと思われる。また Matsuda & Maeda (1964) は、当実験と同種の実験事態で、このような音のテンポが脳波のある周波数帯域に同期的変化を引き起すことのあること、そしてそのような被験者ほど再生法による評価時間の長短が音の頻度によって著しく変わることを、脳波分析器を用いて示している。以上のような研究結果から個人の持つ心理的あるいは生理的テンポと時間評価の間に、ある関係の存在することが示唆されるけれども、この問題の解明にはまだなお多くの実験研究が必要である。

要 約

この実験は、再生法を用いて、標準時間 (4 秒または 10 秒) 中に与えられる断続的な音刺激 (0.1 秒) の頻度

が、時間評価に及ぼす効果を発達的に調べたものである。音の頻度は、第 1 実験では 0.3 秒、0.5 秒、0.6 秒、0.75 秒、1.2 秒間隔のいずれかであり、第 2 実験では音の間隔は 0.15 秒、0.2 秒、0.4 秒、0.75 秒、2.0 秒のいずれかである。さらに静かにこしかけている時の脈搏、聞いて最も快適なメトロノームの速さ、自発的テンポでの打叩速度を測り、そのようなテンポと評価時間の関係を副次的に調べた。被験者は小学 1 年生、小学 4 年生、中学 2 年生、大学生、各群男女各 8 名ずつである。

結果は次のようであった。

1. 標準時間中の音の頻度による再生時間の変化は、標準時間の長短にかかわらず、一般に頻度が高いほど再生時間が長くなるようであった。そしてこの音の頻度の効果は年少児ほど著しかった。しかし音の間隔 0.7 秒付近では、この頻度と評価時間の関係がかならずしも単調でなく、かつそのような音の間隔の範囲は年長者ほど広かった。また頻度が非常に高くなると (0.2 秒間隔あるいは 0.15 秒間隔)、年長者ではもはや再生時間がそれにつれて長くなるということが見られなかった。

2. 再生時間は年少児ほど短く、また標準時間が長いほどその傾向が著しかった。

3. 再生時間の平均偏差は年令を通じて、音の間隔 0.7 秒付近で最も小さいようであった。また 3 種の個人の持つテンポもこの頻度に近いことから、このようなテンポが時間評価の心理的生理的基礎、あるいはそのあらわれであって、それゆえ平均偏差も小さく、1 に述べたように外的な刺激の頻度の効果も小さいのではないかと推測される。

4. メトロノームテンポの個人差と再生時間の個人差の関係をみると、年少者ではテンポのはやい人ほど再生時間が長く、かつ高い頻度の音が導入された時に再生時間が最も長くなる人の方が概してテンポがはやかった。この 2 つの関係は年令とともに小さくなり、成人ではむしろ逆であった。

引 用 文 献

- Axel, R. 1924 Estimation of time. *Arch. Psychol.*, 12, No. 74.
 Davis, R. 1961 L'estimation d'intervalles temporels en comptant plus ou moins rapidement. *Ann. Psychol.*, 61, 29—44.
 Denner, B., Wapner, S., McFarland, J., & Werner, H. 1963 Rhythmic activity and the perception of time. *Amer. J. Psychol.*, 76, 287—292.
 Craik, K. H., & Sarbin, T. R. 1963 Effect of covert alterations of clock rate upon time estimation and personal tempo. *Percept. mot. Skills*, 16, 597—610.
 Fraisse, P. 1948 Etude comparée de la perception

- et de l'estimation de la durée chez les enfants et chez les adultes. *Enfance*, **1**, 199—211.
- Fraisse, P. 1957 *Psychologie du temps*. Paris: Univ. de France.
(フレッズ 原 吉雄(訳) 1960 時間の心理学 創元社)
- Fraisse, P. 1961 Influence de la durée et de la fréquence des changements sur l'estimation du temps. *Ann. Psychol.*, **61**, 325—340.
- Fraisse, P. 1962 Influence de la vitesse des mouvements sur l'estimation de leur durée. *Ann. Psychol.*, **62**, 391—399.
- Kato, T., & Saito, S. 1964 Studies on sensory deprivation: II. Part 5. Experiments on the time perception. *Tohoku Psychol. Folia*, **22**, 79—85.
- 松田文子 1965 時間評価の発達 I ——言語的聴覚刺激のまとまりの効果—— 心研, **36**, 169—177.
- Matsuda, M., & Maeda, F. (In press.) Electroencephalographic studies of time estimation: I. Effect of frequency of intermittent sounds on time estimation. *Proc. XII annu. Meeting Jap. EEG Soc.*
- 大黒静治・落合信幸 1960 時間評価に影響を及ぼす諸要因の研究(I)——聴覚的变化の速さの影響—— 日本心理学会第24回大会発表論文集, 99
- Piaget, J. 1961 *Les mécanismes perceptifs*. Paris: Univ. de France.
- Schaefer, G., & Gilliland, R. 1938 The relation of time estimation to certain physiological changes. *J. exp. Psychol.*, **23**, 545—552.
- 吉井直三郎・飯田 齊・堀内 冷 1951 時間評価に及ぼす亢奮剤, 睡眠剤, 振動, 高温, 低温及び呼吸の影響に就て. 阪大医誌, **3**, 41—51.
- 吉井直三郎・築山一夫・堀内 冷 1953 時間再生法と脳波. 日本生理学雑誌, **15**, 392—396.
- White, C. T. 1963 Temporal numerosity and the psychological unit of duration. *Psychol. Monogr.*, **77**, No. 12 (Whole No. 575).

——1965. 2. 15. 受稿——

DEVELOPMENT OF TIME ESTIMATION: II EFFECTS OF FREQUENCY OF SOUNDS GIVEN DURING STANDARD TIME

FUMIKO MATSUDA

Hiroshima University

ABSTRACT

The purpose of the present experiment was to examine developmentally the effects of frequencies (4 and 10 sec) of intermittent sounds given during the standard time on the reproduced time which was estimated by the method of reproduction. The buzzer was intermittently given for 0.1 sec at the intervals of 0.3, 0.5, 0.6, 0.75 and 1.2 sec in Experiment 1, and at the intervals of 0.15, 0.2, 0.4, 0.75 and 2.0 sec in Experiment 2. These five conditions of buzzer frequencies were at random presented four times respectively

for each subject. Besides the pulse rate in the condition of sitting still, the tempo of metronome which was accepted most comfortably and the pace of tapping at his own preferred speed were measured for each subject and the relation of these tempos to the estimated time was examined. The subjects were as shown in Table 1.

The results were as follows:

Generally the higher the frequency of sounds was, in other words, the shorter the sound interval was, the longer was the estimated time. This finding conforms to the theory of the number of perceived changes stated by Fraisse. And the younger

the subjects were, the stronger were the effects of sounds. At the intervals centering around 0.7 sec, however, the relation of the sound frequency to the estimated time was not so simple as above mentioned, and the ranges of such frequencies were wider for the older subjects. Besides it was not observed in the older subjects that the estimated time tended to prolong according to the frequency for such high frequencies of sound as 0.2 sec and/or 0.15 sec (see Fig. 1 & Fig. 2).

2. The smallest mean deviation among the various conditions of sound frequency was obtained for each subject chiefly at the intervals near 0.7 sec in all age-groups and it was also observed that the rates of the subjects' pulses and their preferred tempos of metronome and tapping center around the above frequency (see Fig. 2, Fig. 4 & Table 4).

These results indicate that these tempos may be the bases of time estimation, so both the mean deviations and the effects of sounds were small for the sound frequencies near 0.7 sec. And because these tempos might have been firmly established in the adults as the basis of time estimation, the range of the intervals of sounds with such slight effects on time estimation as mentioned in 1 was wide.

3. The reproduced times in those young children who preferred fast tempos of metronome were long, and those young children whose reproduced times were prolonged along with the higher frequencies of sound generally preferred fast tempos of metronome. This relation became looser with age development and even reversal in the adults (see Table 6, Table 7, Table 11 & Table 12).