時間の比較判断と時間評価

松田文子・岡崎善弘

運動課題(2つの動体の走行時間の比較)と時間評価の関係について大学生(n=51)を対象に調べた。また，短期・作動記憶テストも行った。その結果，次のようなことが明らかになった。(1) 時間評価の正確さが，運動課題の正答(とくに完全な正答)と関係していることが示唆された。(2) 運動課題の正答数は，作動記憶の測度とも強く関係していた。以上のことから，大学生は，運動課題において，時間に関する知識を用いて論理的に解答しようと意識しているが，それでもなお，時間評価という非論理的な認知が無意識のうちに判断に影響しているのではないかと推測された。

【キーワード: 時間の比較判断，　時間評価，作動記憶】

目的

心理的時間は，事象の変化や継起の側面の抽出と統合という認知的な情報処理を経て，心的に構成されたものと考えられ，あらゆる経験の根源的文脈ともいえる。すなわち時間は，人間の行動や意識のすべてと関係しており，「心理的時間の問題は，私たちが『生きているという意識』を持つことに迫る，心理学上の最重要課題の1つ」(松田，2004，p.176）である。従って，心理的時間の主要な研究領域を上げれば，時間知覚，時間評価，時間的順序知覚，時間的順序の記憶，時間概念や知識の獲得，テンポ，タイミング，時間的展望，時間不安，時間管理，概日リズム等々と，リストは続く。しかし，それぞれの領域についてはかなりの研究の蓄積があるものの，相互の間の関係となると，全くといってよいほど研究は進んでいない。およそ5秒以下の時間知覚とそれより長い時間評価の間でさえ，何が共通のメカニズムなのか，何が独自なのか，定かではない。あるいは数分程度の時間評価に概日リズムは，関係しているのかいないのかもよくわかっていない。

さて，時間についてのもっとも素朴な活動の1つは，意識的・無意識的な時間評価であろう。現在我々のグループは，時間評価を共通課題として，上記のような心理的時間の様々な領域においてその形成とゆがみの総合的な研究をおこなっている。本研究もその一部をなし，時間の知識が関係していると思われる2つの動体の走行時間の比較と時間評価の関係を調べる探索的研究である。また両者に関係があったとしても，それは単に一般的な認知能力が両者に影響しているのかもしれない。そこで，2つの動体の走行時間の比較に影響することが岡崎(2007)によって示唆されている，短期・作動記憶も測定し，それらとの関係も調べる。

方法

参加者

参加者は，地方私立大学に在籍する3〜4年生51名(男26名，女25名；平均年齢(*SD*) = 21歳0か月(8か月))であった。

2つの動体の走行時間の比較課題(以下，運動課題)

運動刺激は，谷村・松田(1999, 2000)とほぼ同じであるので，ここでは簡単に説明する。運動課題を呈示する際には，パーソナル・コンピュータ(NEC, PC-VY21AWEZ1)とカラーディスプレイ(NEC, LCD2070VX)を各 1 台ずつ使用した。刺激作成には，FLASH CS3 PROFESSIONAL (ADOBE)を用いた。運動課題は，練習試行(2 課題)と本試行(9 課題)で構成された(Figure 1)。

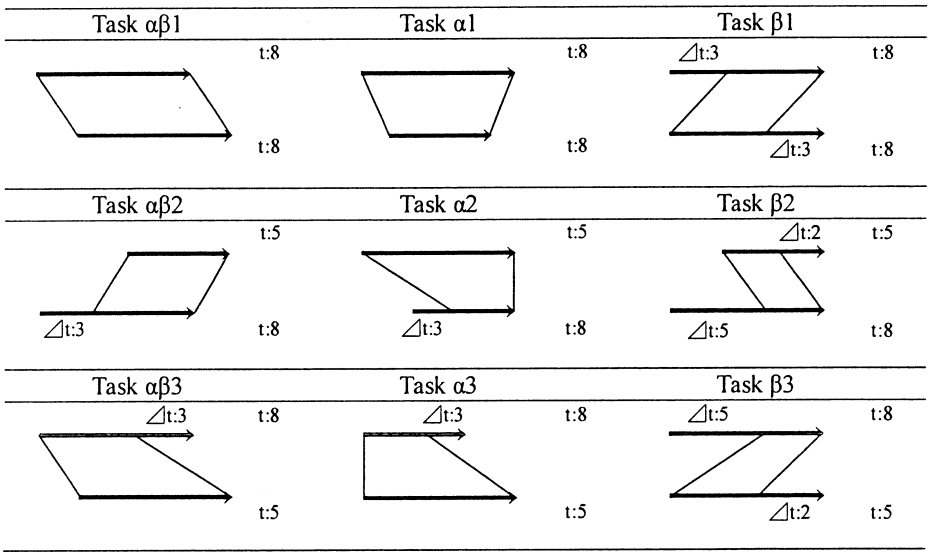

Figure 1. 3 タイプの課題(αβ 課題，α 課題，β 課題)の各々に含まれる 3 つの課題.
t: 2 つの自動車(上が赤，下が緑)の移動時間 (s); Δt: 出発・到着時間差 (s).
太線は運動の軌跡で 25.0cm または 15.6cm. 太線の矢印は進行方向，細線は同時刻の位置関係を示す.

運動課題は，ディスプレイ上に赤(上側)と緑(下側)の 2 台の車(長さ 2.5 cm)が，2 本の走路上を左から右へ等速直線運動するというものであった。まず最初に白色の走路が呈示され，その 1 秒後に少なくとも一方の車が現れた。他方の車は同時にあるいは遅れて現れた。いずれの車も現れるとすぐに等速で走り始め，停止と同時に消えた。また，車の移動とともに，その移動した部分の走路が白色から黄色に変わり，運動の軌跡が示された。黄色の軌跡を含

む走路全体は，両方の車が消えた後で，3 秒後に消えた。本試行は，αβ 課題，α 課題，β 課題の 3 タイプに分かれており，各課題は 3 つの課題から構成されており，合計 9 課題であった。9 課題の呈示順序については，同タイプの課題を連続して呈示しないようにした 9 課題のランダム順序を谷村・松田(1999, 2000)と同様に 9 種類作成し，そのいずれか 1 つを各参加者に偏りなく割り当てた。

走行時間は，ともに8秒か，異なる場合は8秒と5秒であった。したがって，課題に解答する場合には，2つの車の走行時間は同じ，緑のほうが長い，赤の方が長い，の3種のいずれかであった。走行距離はともに25.0 cmか，異なる場合は25.0 cmと15.6 cmであった。速さは，ともに3.1 cm/s (αβ1課題，αβ2課題，β1課題，β2課題)か，異なる場合は5.0 cm/sと3.1 cm/s (αβ3課題，β3課題)，5.0 cm/sと2.0 cm/s (α2課題，α3課題)，あるいは3.1 cm/sと2.0 cm/s (α1課題)であった。

短期・作動記憶の測定

数唱　WAIS-Ⅲの数唱を用いた。WAIS-Ⅲでは，順唱と逆唱を合わせて数唱全体を作動記憶を扱うものとしているが，順唱は刺激材料の操作性を必要としない単純な情報の保存可能な容量の測度であるのに対して，逆唱は頭の中での操作を必要とするので，前者を短期記憶，後者を作動記憶を測るのもとしている研究者も少なくない(例えば，Alloway, Gathercole, & Pickering, 2006)。

図形唱　國見(2007)が作成した数唱を用いた。“○”“×”“△”“□”の4種類の記号をSuperLab4.0(インフォーマティック株式会社)で，参加者に1つずつカラーディスプレイ上にランダム呈示した。各記号の大きさは約40 mm × 40 mmであり，各記号の呈示時間は2000 msとした。1試行に呈示する記号の数は2個条件から6個条件であった。また，記号を呈示し始める前に注視点(＊)をディスプレイ中央に3000 ms呈示した。本研究では，数唱と区別するために国見が作成した数唱課題を図形唱と呼ぶことにする。

ところで，國見(2007)は，事前に逆唱課題であることを知っていると最初から系列が逆に符号化される可能性があるので，記号を呈示し終えた後に再生の順序(“順”・“逆”)を示し，参加者に保持後の情報処理をさせている。本研究でもこれにならい，再生の順序は記号を呈示し終えた後に呈示した。また，順唱と逆唱の実施はランダムであったため，どちらか一方で同条件を2回失敗しても一方の課題のみを打ち切ることはできず，全条件(2個条件から6個条件)を全参加者に呈示した。この課題でも，順唱は短期記憶，逆唱は作動記憶を測定していると考えられる。

時間評価　運動課題，数唱，図形唱をそれぞれ行っている間は，ディスプレイの横に置いた青色蛍光灯を実験者が点灯させた。運動課題，数唱，図形唱を終えるごとに実験者が青色蛍光灯を消灯し，点灯していた時間を分単位で参加者に評価させた。実験者は蛍光灯の点灯

時間をストップウォッチで計測，記録しておいた。

手続き

実験は運動課題，数唱の順唱，逆唱，図形唱の順に行った。まず最初に実験者が青色蛍光灯を点灯した。その後に，「今からパソコンの画面上に赤と緑の2台の車が，左から右へ動く画面を見てもらいます。後で，どちらの車の動いていた時間が長かったか，または同じであったかを言って下さい」と教示を与え，その後比較するのは時間であることを再度強調した。また，その判断をした理由についても尋ねることを伝えた。2つの練習試行と9試行の解答が終わった後，青色蛍光灯を消灯し，青色蛍光灯が何分ぐらい点灯し続けていたかを尋ねた。その後，約5分の休憩をとった。

数唱でも，まず青色蛍光灯を点灯し，実験者が1秒間隔に言う数字を聞いた後，実験者が言った順番(逆唱では逆の順番)で数字の復唱するように教示した。その数字の数は，順唱は2個から9個まであり，逆唱は2個から8個までであった。1つの条件につき2試行を行い，2試行ともに失敗した場合，検査を打ち切った。なお，数唱を行っている最中は，手でカウントする，机に数字を書き込むといった方略を阻止するために，参加者には手を机においてもらった。数唱の解答が終わった後，青色蛍光灯を消灯し，青色蛍光灯が何分ぐらい点灯し続けていたかを尋ねた。その後，約5分の休憩をとった。

図形唱では，青色蛍光灯を点灯した後，カラーディスプレイの中央に現れる注視点の後に呈示される記号に注目するように教示した。記号が呈示された後に“順”または“逆”の漢字が示されるので，“順”が出た場合には順番に呈示された系列で記号の復唱を求め，“逆”が出た場合には，呈示された系列を逆にした記号の復唱を求めた。また，順唱と逆唱のどちらも6個条件まで全員行った。その後，青色蛍光灯を消灯し，青色蛍光灯が何分ぐらい点灯し続けていたかを尋ねた。

結果と考察

Table 1には，運動課題，数唱，図形唱それぞれの，平均正答数 (*SD*)，平均実施時間(分)(*SD*)，平均評価時間(分)(*SD*)，および，時間評価の正確度の測度として，評価時間/実施時間の平均(*SD*)，評価時間/実施時間の1からのずれの絶対値の平均(*SD*)を示した。

また，平均正答数と時間評価に関する2種の測度とのピアソンの相関係数を，運動課題，数唱，図形唱ごとに示したのがTable 2である。Table 2をみると，数唱の成績と数唱の作業時間の評価の正確さ(比率)との間に負の有意な相関がみられる。すなわち，数唱の成績の良い者ほど，評価時間/実施時間の比率が小さくなる。この場合，評価時間は長すぎになる傾向が強いので，数唱の成績の良い者ほど，評価時間が短い傾向にあることになる。より課題に集中

Table 1 各課題における正答数，実施時間とその評価時間，および，2種の時間評価測度における平均値(*SD*)

	運動課題		数唱		図形唱	
正答数	7.3	(1.5)	17.0	(3.4)	13.1	(2.2)
実施時間 (分)	9.8	(3.0)	4.0	(1.1)	6.8	(1.1)
評価時間 (分)	7.8	(3.8)	5.5	(1.0)	7.6	(3.1)
評価時間/実施時間	0.85	(0.44)	1.48	(0.99)	1.15	(0.37)
(1-(評価時間/実施時間))の絶対値	0.37	(0.28)	0.60	(0.92)	0.50	(0.37)

$n = 51$.

Table 2 運動課題，数唱，図形唱における正答数と2種の時間評価測度とのピアソンの相関係数

	比率	(1-比率)の絶対値
運動課題	-.14	.00
数唱	-.32*	-.26
図形唱	-.19	-.14

* $p < .05, n = 51$.

していた効果かもしれない。ところで，Table 1でわかるように，運動課題の実施時間が10分に近い者が多かったため，時間評価においては10分とする答えが圧倒的に多く(33%)，さらに，5分，15分，20分を含めると，76%に上る。これらの回答の中には，概数として答えたものがかなり含まれていると思われ，実施時間がこれらのきりのよい数字からどれだけはずれているかが，評価時間の正確さに大きく影響しているように思われる(これは実験手続きのまずさであり，今後改善する必要がある)。そこで，5，10，15，20分以外の答えの者12名の評価時間/実施時間の平均(*SD*)と1からのずれの絶対値の平均(*SD*)を，運動課題の正答数別に示すとTable 3のようになった。

Table 3 運動課題の正答数別にみた2種の時間評価測度の平均値(*SD*)

正答数	比率		(1-比率)の絶対値	
6 ($n = 2$)	0.47	(0.17)	0.53	(0.17)
7 ($n = 3$)	0.41	(0.18)	0.59	(0.18)
8 ($n = 3$)	0.57	(0.16)	0.43	(0.16)
9 ($n = 4$)	0.88	(0.23)	0.18	(0.19)

正答数9の者とそれ以外の者のこれらの平均値の差の検定を行うと，評価時間/実施時間では，正答数9の者の方が正答数6,7,8の者よりも有意に平均値が高く，評価時間/実施時間の1からのずれの絶対値では，正答数6,7,8の者の方が正答数9の者よりも有意に平均値が高かった

(各々, $t(10)=2.91; 2.68$, ともに, $p<.05$)。これらの結果は，時間評価の正確さが，運動課題の正答(とくに完全な正答)と関係していることを示唆している。この運動課題は，2つの走行時間の時間評価を行って比較するのでは，なかなか全問正答することは難しく，よい方略とは言い難い。確実に全問正答するには，"時間＝到着時刻－出発時刻"と"時間＝距離/速さ"の2種類の知識を課題に合わせて使う必要があるが，そのためには，2種の知識をどのように使い分けるか上手にプランニングし，認知的チャンキングや分割(Hallford, Willson, & Phillips, 1999)の方略を用いる必要があり，そうしないと作動記憶の容量を超えてしまう。したがって，上記の結果から，本研究の参加者は，2つの知識を論理的に使用して終始解答しようとしたというよりも，たとえ全問正答者でも時間評価を何らかの手がかりとしていたと考えられる。

Table 4は，運動課題の誤答の場合の，2つの誤答選択肢おのおのの選択回数である(2つの選択肢の選択数の差を二項検定し，有意なものには＊がつけてある)。これをみると，α1のように距離の長い方を時間が長いとする誤り，β3のように同じ距離のとき時間が同じとする誤りが多く，これは先行研究(谷村・松田，1999, 2000) と同様である(β1は距離で判断すると正答になる場合であり，この誤答の偏りの理由は別にあるが，ここではふれない)。このような傾向は小学5年生や中学生で一段と強く(藍・松田, 1998; Matsuda, 1996; 谷村・松田，1999)，それについて谷村・松田(2004)は，運動場面では"時間＝距離/速さ"の知識の方が"時間＝到着時刻－出発時刻"の知識よりも活性化しやすく，しかも認知方略が十分に発達していないためであろうと推測している。しかし，この"時間＝距離"のタイプの知識の利用を行う者が，発達とともに"時間＝距離/速さ"の知識の利用者になるというわけではないことを，Okazaki and Matsuda (2008)は，中学生，高校生，大学生にこのような運動課題を実施することにより，明らかにしている。とすると，"時間＝距離"のような判断をする者は，時間評価に無意識のうちに依存し，かつその時間評価が距離によって*kappa*効果(松田, 1993)のような錯覚を起こす，という面があるのではないかと考えられる。

Table 4 各運動課題における誤答選択肢の選択回数

誤答	αβ1	αβ2	αβ3	α1	α2	α3	β1	β2	β3
赤	2	1	-	13 *	8	-	3 *	1	-
緑	1	-	0	3	-	3	13	-	2 *
同	-	0	4	-	10	4	-	3	16

* $p<.05$.

さて，上記のような解釈ではなく，運動課題の正答率も時間評価の正確さも，一般的な認知能力の影響を受けて，見かけ上の関連が現れているという解釈も考えられうる。もしそうであるなら，短期・作動記憶課題の得点と時間評価の正確さの間にも，同じような関係，あるいはより強い関係が見られるはずである。Table 5は，5分，10分，15分，20分といった数値のデータを除いた場合の運動課題，数唱，図形唱の各正答数と2種の時間評価測度とのピアソ

ンの相関係数である。運動課題の場合の高い相関係数と比較し，記憶課題においてはいずれにおいても，記憶課題の得点と時間評価の正確さの間には見るべき関係はない。したがって，時間評価の正確さと運動課題の正答数の関係は，やはりそこに時間という共通項があるためと考えられ，前述の推論を間接的に支持する。なお，ここではTable 2でみられた数唱と比率の間の有意な相関も消えており，したがって，Table 2の有意な相関も意味のあるものとは思えない。

Table 5 運動課題，数唱，図形唱における正答数と2種の時間評価測度とのピアソンの相関係数(概数判断をした可能性がある者を除いた場合)

	n	比率	(1-比率)の絶対値
運動課題	12	.63*	-.61*
数唱	32	-.11	.18
図形唱	29	-.22	-.04

* $p < .05$.

最後に，運動課題の正答数と記憶課題の得点との間のピアソンの相関係数を示したのがTable 6である。数唱でも図形唱でも逆唱との相関が高く，これは数唱を行った先行研究(岡崎，2007)の結果と一致している。このような結果は，運動課題が時間評価のみに基づいて行われているのではないことを示しているし，各運動課題の解答後に述べられる判断理由からも，時間評価による判断よりも，出発時刻，到着時刻，距離，速さといった情報の処理にもとづいて比較判断を行おうとしていることが示されている(今回判断理由のデータの提示は省略するが，Okazaki & Matsuda, 2008, の結果を参照してほしい)。

Table 6 運動課題の正答数と各記憶テストの得点とのピアソンの相関係数

記憶テスト	順＋逆	順唱	逆唱
数唱	.38*	.20	.44*
図形唱	.35*	.18	.43*

* $p < .05, n = 51$.

以上のことを総合的に考えると，運動課題において，少なくとも大学生は，時間に関する知識を用いて論理的に解答しようと意識しているが，それでもなお，時間評価という非論理的な認知が無意識のうちに判断に影響しているのかもしれない。しかし，結論するには，参加者の人数を増やし，時間評価の方法も概数の出にくいように工夫して，今後さらに実験を積み重ねる必要がある。

引用文献

Allow, T, D., Gathercole, S, E., & Pickering, S, J. (2006).Verbal and visuospatial short-term and working memory in children: Are they separable? *Child Development* **77**, 1698-1716.

Halford,G. S., Willson, W.H., & Phillips, S. (1999). Processing capacity defined by relational complexity: Implications for comparative, developmental, and cognitive psychology. *Behavioral and Brain Sciences*, **21**, 803-864.

國見充展 (2007). ワーキングメモリ課題と短期記憶課題遂行能力の加齢変化 人間社会環境研究, **13**, 203-210.

藍 瑋琛・松田文子 (1998). 子どもにおける二つの時間の論理的比較判断の難しさ 発達心理学研究, **9**, 108-120.

松田文子 (1993). 時間間隔と空間間隔の知覚における相互作用 大山正・今井省吾・和気典二 (編) 新編 感覚・知覚心理学ハンドブック 誠信書房, Pp. 1580-1587.

Matsuda, F. (1996). Duration, distance, and speed judgment of two moving objects by 4-10 years olds. *Journal of Experimental Child Psychology*, **63**, 286-311.

松田文子(編著) (2004). 時間を作る, 時間を生きる―心理学的時間入門― 北大路書房

岡崎善弘 (2007). 2つの動体の時間の比較判断に用いる知識の発達的変化とプランニング学習の効果 平成19年度福山大学人間文化学部心理学科卒業論文 (未公刊)

Okazaki, Y., & Matsuda, F. (2008). Knowledge and strategies used by adolescents to compare duration of movement by two objects. *Perceptual and Motor Skills*, **106**, 609-626.

谷村 亮・松田文子 (1999). 中学生が二つの動体の時間の比較判断に用いる知識 発達心理学研究, **10**, 46-56.

谷村 亮・松田文子 (2000). 二つの動体の走行時間の比較判断に用いる知識 心理学研究, **71**, 128-135.

谷村 亮・松田文子 (2004). 小学5年生が時間の比較判断に用いる知識と方略:5年算数「速さ」単元の授業前と授業後の比較 発達心理学研究, **15**, 129-139.

付記 本研究は, 科学研究費補助金基盤研究B(研究代表者 松田文子, 18330143)の援助を受けて行われた。

時間の比較判断と時間評価

Duration comparison and duration estimation

Fumiko Matsuda & Yoshihiro Okazaki

In the duration comparison session that consisted of nine tasks, undergraduate student participants (n = 51) individually observed two cars on a CRT display that were traveling in the same direction for various durations. Then, participants were asked to name the car that had run for the longer duration and why. Just after the session, they estimated the duration from the start to the end of the session in minutes. Then, they were given two working memory tests. The results indicated that there were strong relationships between the number of correct response in the duration comparison tasks and the accuracy of the session duration estimation, as well as between the number of correct response in the tasks and working memory test scores. In giving reasons for duration comparisons, the participants rarely referred to duration estimation, but often referred to temporal starting points, temporal stopping points, speeds, and/or distances traveled by the two cars. These findings suggest that the participants consciously tried to solve the duration comparison tasks logically, by using knowledge of duration, but nevertheless their judgments were unconsciously influenced by illogical duration estimations.

Key words: Duration comparison, duration estimation, working memory.