

# 儿童对客体运动速度的认知发展

——5—11岁儿童比较匀速直线运动光点速度的实验<sup>1)</sup>\*

方格 刘范

中国科学院心理研究所

## 摘要

本研究的目的是继续探讨不同年龄儿童对运动速度认知发展的水平和特点。被试为5—11岁儿童共205人,每组28—30人。采用个别实验。主试改用仪器显示在三种不同条件下的两个光点的等速匀速运动。令儿童比较它们的运动速度。每做完一个项目后不管儿童回答是否正确都要求他们说明理由。

实验结果表明: 1) 本实验条件下儿童对光点运动速度的认知同对玩具小汽车速度的认知有大体相同的发展趋势和年龄阶段的特点。 2) 本实验中儿童对光点速度的认知在以下几方面有别于对玩具小汽车运动速度的认知: *a.* 从8岁起儿童依据两个光点之间的距离判断速度的人次随年龄增加。*b.* 当儿童不能整合时、空因素时,空间因素的优势作用有减弱的趋势。 3) 较大儿童能采取各种策略主动解决问题。

## 一、问题

在我们曾作过的有关速度认知发展的研究中主试是以两个等速匀速运动的玩具汽车来演示并让儿童判断两个玩具汽车的运动速度是否相等的,看出了儿童认知  $v = \frac{s}{t}$  这一关系经历了一个较为复杂的发展过程: 1) 儿童对运动速度的认知是从片面到全面、从局部到整体的发展,即: 从依据单一的时空起、止点到依据时空过程认知速度;从依据单一的时、空因素到依据时空双因素以致最后发展到依据时、空两方面的关系来认知速度。 2) 物体运动的时空上起止点的相对位置、距离长短、运动起止的时间上的先后、时间长短等因素对儿童的速度认知都有影响。一般来说,物体运动的时空上起止点的相对位置对速度认知的影响大于物体运动距离的影响;物体运动起止的时间上的先后对速度认知的影响大于物体运动时间长短的影响。 3) 在儿童综合考虑时、空诸因素的条件下,各因素之间有一个由互相矛盾,逐步达到整合的过程,儿童对速度的认知是在这种矛盾运动中逐

1) 本文于1982年6月26日收到。

\* 本实验的仪器由心理所刘秉才同志制作。实验工作得到了中国科学院中关村一园、中关村一小,中关村三小和暂安处小学的支持,在此一并表示感谢。

渐发展的<sup>[1, 2]</sup>。

那么,在严格的实验室条件下,采用等速直线运动的两个光点来演示时,各种因素对速度认知的影响是否发生变化?发生了什么样的变化?已得出的速度认知的规律(诸如发展的趋势、认知的结构、年龄阶段特点等)在新的变化了的实验条件下是否发生变化?这就是本研究所要解决的问题。

## 二、方 法

(1) 被试:5—11岁7个年龄组的幼儿园和小学儿童共205人,每组28人—30人不等,男女儿童兼有。年龄组以足岁前后不超4个月为准。随机取样。

(2) 仪器:光点运动显示仪器一台。仪器大小为 $1 \times 0.3 \times 0.16m^3$ 。显示面积为 $1 \times 0.3m^2$ 。光点运动速度为1.5cm/秒,仪器竖立在儿童前方1.3米远的位置上。由主试操纵的调向开关一个。实验时被试坐在仪器前方观察,主试坐在被试左后方操纵仪器,实验在实验室自然照明条件下进行。

(3) 实验项目分三组。具体程序与前一实验一组、三组、四组相同,即:运动起点的相对位置对儿童认识速度的影响;距离大小(或时间长短)对儿童认识速度的影响;运动起止的时间先后对儿童认识速度的影响。实验以个别方式进行。在实验中每个被试各做十次判断(人次)。

## 三、结 果

实验中仍有部分儿童对所测项目不能判断或说不清理由,他们所占的比例从5岁到11岁分别为10.3、7.0、9.6、14.1、12.0、7.3、8.2。主试所采用的儿童比较速度所依据的客观因素的判定标准与前一实验相同。

### 1. 本实验中儿童认知速度的情况

(1) 依据单因素认知速度,此项结果包括单一的空间因素(相对位置、距离)、单一的时间因素(时间先后、时间长短)。具体情况见表1和图1a<sub>1</sub>a<sub>2</sub>a<sub>3</sub>和图1b。

表1 依据单因素认知速度情况<sup>1)</sup>

依据因素 项目组别 年龄组	时 间 因 素						空 间 因 素					
	时 间 先 后			时 间 长 短			相 对 位 置			距 离		
	一 组	二 组	三 组	一 组	二 组	三 组	一 组	二 组	三 组	一 组	二 组	三 组
5	8.6	38.3	32.2	9.3	—	10.0	50.7	28.3	34.4	—	1.7	1.1
6	16.6	33.3	26.7	7.3	—	4.4	47.3	11.7	31.1	2.0	1.7	2.2
7	10.0	30.4	22.6	5.7	—	4.8	40.0	19.6	23.8	2.0	3.6	4.8
8	15.2	22.4	16.1	5.5	—	9.2	32.4	5.2	12.6	10.3	15.5	13.8
9	10.7	16.7	16.7	3.3	—	8.9	16.7	6.7	13.3	12.7	10.0	13.3
10	6.7	13.3	3.3	6.0	—	11.9	12.7	5.0	2.2	18.7	21.7	18.9
11	4.3	5.4	7.1	2.9	—	3.6	17.1	7.1	6.0	10.0	19.6	21.4

1) 表中数字为各组人次的百分比。从5岁组到11岁组的人次分别为300, 300, 280, 290, 300, 300, 280(下同)。

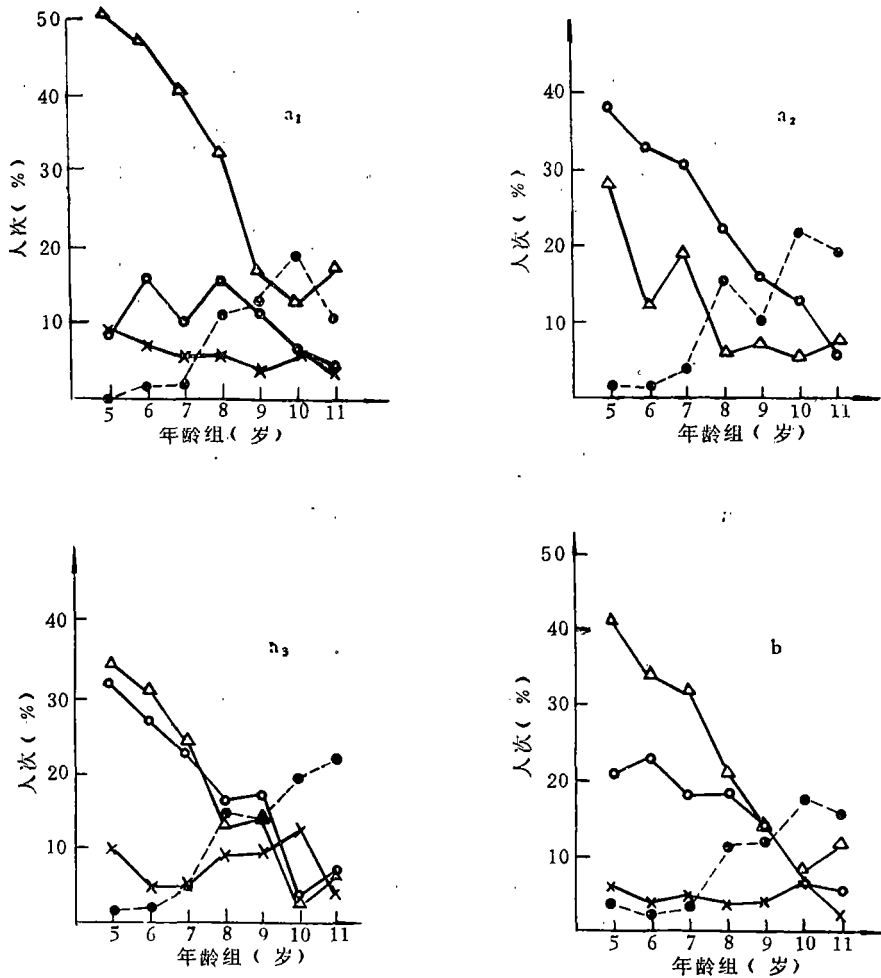


图 1 儿童认知速度所依据的单一客观因素图

a<sub>1</sub>.第一项目组; a<sub>2</sub>.第二项目组; a<sub>3</sub>.第三项目组; b.全部实验项目。

△-△ 相对位置; ○-○ 时间先后; ×-× 时间长短; ●-● 距离

从表 1 图 1 看出, 距离的影响在 7 岁后增长较快。本实验条件下, 儿童不仅依据各运动客体运动的距离来判断速度, 而且从 7 岁起出现了依据两个光点之间的距离进行判断的情况。如: 儿童申述速度相等的理由是: “两个亮点中间的距离是一样的, 所以一样快”; 或“两点中间空的地是一样多的。”儿童判断速度不等申述其理由是: “两个点中间的距离好象远了点”或“本来两个点离那么远, 现在离这么近了”。这种情况占整个距离影响的比例从 7 岁到 11 岁分别是: 55.6, 84.8, 88.6, 88.7, 91.1。在图 1 a<sub>2</sub> 中看出第二项目组中没有显示出时间长短的影响。

(2) 依据双因素认知速度 此项结果包括空间占优势、时间占优势和时空并重三种情况, 见表 2 图 2。

表 2 依据双因素认知速度<sup>1)</sup>

年龄组	依据因素 项目组别	空间占优势			时间占优势			时空并重		
		一 组	二 组	三 组	一 组	二 组	三 组	一 组	二 组	三 组
5		10.0	18.3	10.0	1.3	1.7	1.1	4.0	1.7	1.1
6		18.0	18.3	13.3	4.0	6.7	8.9	4.7	3.3	4.4
7		11.4	19.6	11.9	4.3	7.1	8.3	10.0	3.6	6.0
8		10.3	20.7	11.5	4.1	6.9	3.4	6.9	5.2	3.4
9		11.3	20.0	8.8	3.3	8.3	3.3	12.7	5.0	11.1
10		8.0	6.7	11.1	4.0	3.3	4.4	5.3	1.7	4.4
11		7.9	5.4	6.0	—	3.6	3.6	6.4	3.6	2.4

1) 表中数字为各组人次的百分比。

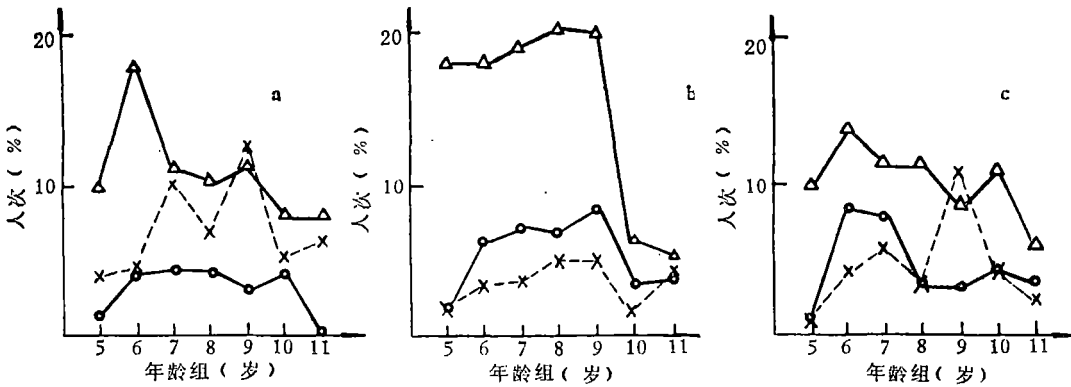


图 2 儿童认知速度所依据的时、空双因素图

a. 第一项目组; b. 第二项目组; c. 第三项目组。

△—△ 空间占优势; ○—○ 时间占优势; ×—× 时空并重。

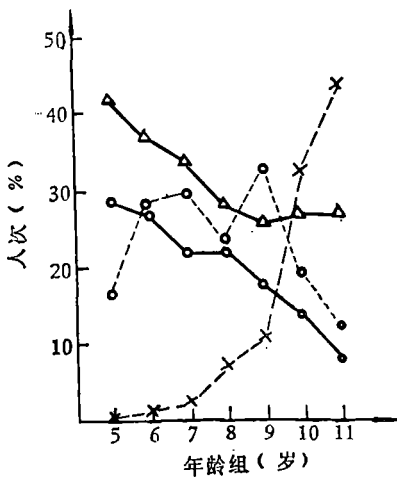


图 3 各年龄组时空观念发展情况

△—△ 单纯空间; ○—○ 单纯时间;  
○—○ 时空矛盾; ×—× 时空统一

(3) 时、空观念发展的总趋势 这项结果除单纯空间和单纯时间两项外,还有时空矛盾一项,这一项包括儿童明显地表现出有矛盾而做出“两截判断”(即前面相等后面不等或后面相等,前面不等)的人次,“两截判断”所占该项目的比例从5岁到11岁分别为9.6, 3.6, 9.6, 4.3, 17.2, 10.5, 17.4。见图3。

(4) 儿童依据运动的空间与时间两者之一或两者的起点、终点,过程进行比较的总情况见表3和图4、5。

### 2. 两种不同实验条件下儿童认知速度的情况比较

从下面五种情况的比较,可见本实验与前实验显示类似的认知发展趋势。

表 3 按起点、终点、过程认识速度的情况

依据因素 年龄组	起 点			终 点			过 程		
	空 间	时 间	时 空	空 间	时 间	时 空	空 间	时 间	时 空
5	14.3	18.0	3.7	22.0	6.7	1.6	9.3	2.0	11.3
6	10.0	15.0	3.0	13.7	7.3	3.7	14.3	5.0	21.0
7	3.9	11.4	2.5	18.6	3.9	1.1	14.3	8.2	26.4
8	3.8	10.0	2.1	8.3	5.2	—	22.1	6.9	27.2
9	3.3	8.7	2.7	6.3	2.0	—	18.7	7.7	38.3
10	1.3	4.0	—	1.0	—	—	25.7	9.3	50.7
11	1.1	2.9	—	5.0	2.9	1.1	23.9	3.2	51.8

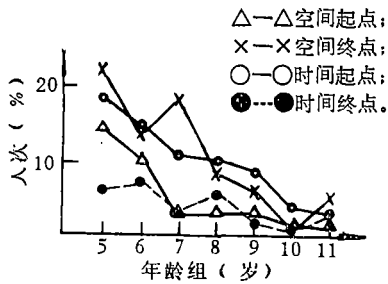


图 4 按空间起、终点, 时间起、终点, 比较速度情况

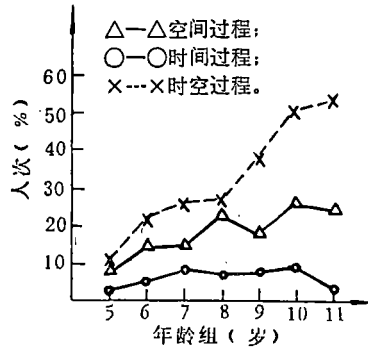


图 5 按空间过程、时间过程时空过程 比较速度情况

(1) 儿童依据单一因素认知速度情况比较 见图 6 (a—b)。

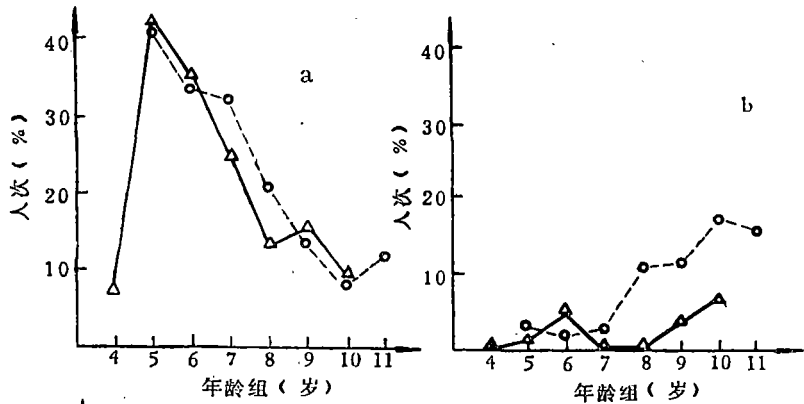
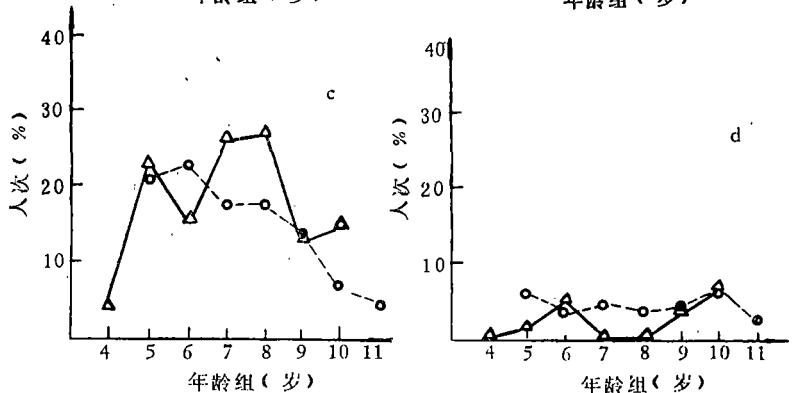


图 6(a—d) 两种条件下儿童依据单一因素认知速度的情况比较

a. 相对位置; b. 距离; c. 时间先后; d. 时间长短。

△—△ 小汽车;  
○—○ 光点。



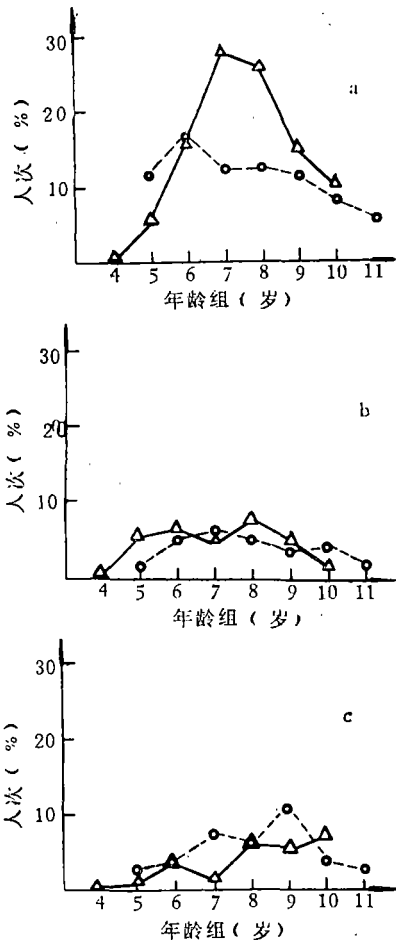


图 7 不同条件下儿童依据双因素认知速度的情况比较

a.空间占优势; b.时间占优势; c.时空并重。  
△—△ 小汽车; ○---○ 光点。

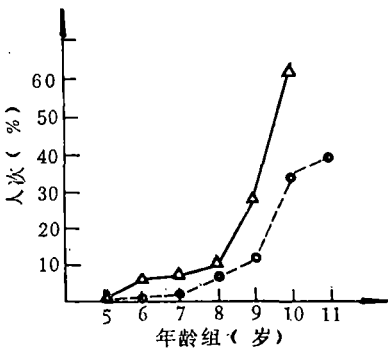


图 8 不同实验条件下整合情况的比较

△—△ 小汽车; ○—○ 光点。

(2) 儿童依据时、空双因素认知速度的情况比较 见图 7 (a—c)。

(3) 发展中整合情况的比较 见图 8。

(4) 儿童按空间起、终点, 时间起、终点认识速度的情况 见图 9。

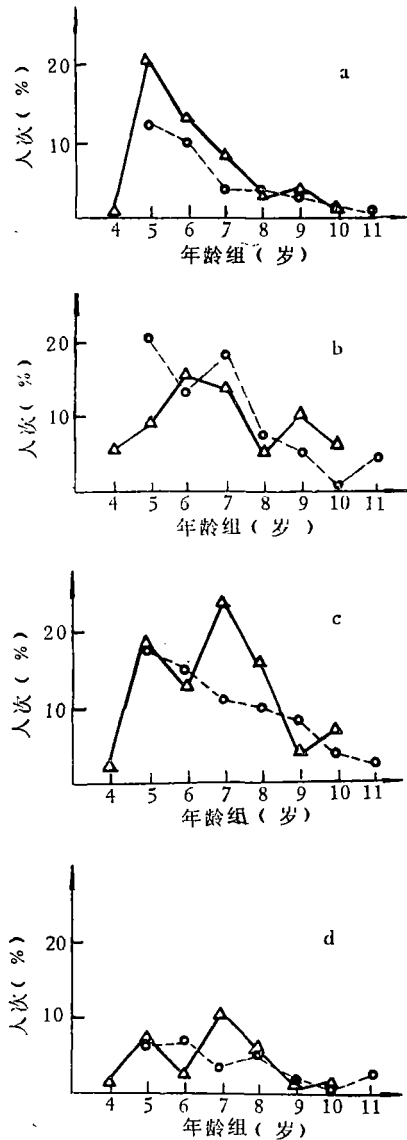


图 9 不同实验条件下按空间起、终点, 时间起、终点认识速度的比较

a.空间起点; b.空间终点; c.时间起点;  
d.时间终点。  
△—△ 小汽车; ○---○ 光点。

(5) 不同条件下儿童按过程(时间过程、空间过程、时空过程)认知速度的情况比较 见图10。

#### 四、分析和讨论

##### 1. 空间因素方面

从表3和图4、5可见儿童最初仍以单一的空间起点或单一的空间终点来比较速度,以后儿童可以同时既注意到空间起点也注意到空间终点的变化,此时儿童亦可产生两种反应:一种是当儿童从直观上感到起点、终点不矛盾时容易说出“一样快”或“不一样快”而当儿童从直观上感到矛盾时,儿童亦显示出困难,犹豫。以后儿童可以逐渐注意到运动的过程了。就这一认知趋势来说,本实验和小汽车运动实验(以下简称前一实验)大体相同,这说明结果中所表明儿童在空间方面认知运动速度的特点具有一定的普遍性。所不同的是,在本实验中,从5岁起儿童依据空间过程认知运动速度的人次比前一实验要高,这可能是因为在前一实验中小汽车运动的距离较光点运动距离要长,有的项目达120cm,儿童要在这样长的距离中用视觉跟踪物体运动显然更困难些;且显示给儿童的是玩具小汽车,又有一些胶皮、电线等物,尽管这种实验情景更接近现实但儿童对实验情景的兴趣往往会从另一方面干扰儿童对全过程的注意;而本实验中两个光点运动距离较短且无其它因素干扰,儿童平视时较易把握其空间过程。

从表1图1可以看到,在空间诸因素的影响中空间相对位置的影响在8、9岁以前要大于距离的影响,而在8、9岁以后距离的影响显著增长,这种增长较前一实验更为显著。这一情况的出现是由于在本实验条件下空间参照物较前一实验减少的结果。由于空间参照物减少儿童比较速度时较为困难,这时一方面儿童主动寻找参照点,他们(多半是8、9岁以后的儿童)更多地从显示于他们面前的两个运动的光点之间的关系来考虑问题。也就是说他们更容易把显示的刺激作为整体从而找出自己解决问题所需要的参照点,这正说明了儿童的认知是主动的。另一方面从客观刺激物本身来看,两个光点在运行中是较为接近的刺激,由于空间关系上接近的刺激往往容易成为儿童知觉的对象,致使儿童更多地注意两个光点之间的距离的变化,并以这种距离的变化作为衡量速度相等或不等的标尺。能够考虑空间关系这对儿童认知运动速度来讲,尽管是一个重要发展,但由于速度认知的复杂性,它不仅要求儿童把握空间上的联系也要求儿童把握时间上的联系;因此儿童只依据两个光点之间的距离进行判断常常发生错误,如第三组第一项中当儿童看到先动的光点先停,后动的点后停,由于时差而产生两点之间的距离缩短时,儿童就判断说“不一样快”,申述的理由是:“原来两点之间的距离大,后来变小了。”在第三组第三项中,当儿童看到后面的光点先停而前面的光点继续走,从而使两个光点之间的距离加大时,儿童判断说“不一样快”,理由是:“原来两点之间的距离小,现在大了。”其余各组项目中均可见到此类

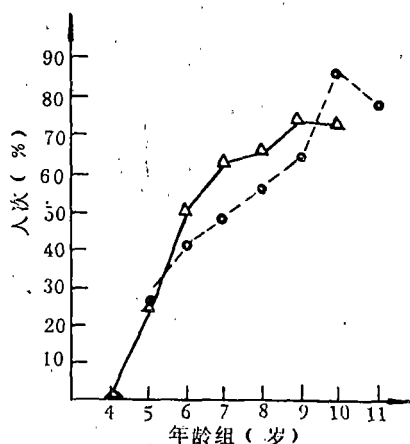


图10 两种条件下儿童按过程比较的情况  
△—△ 小汽车; ○—○ 光点。

现象。此时儿童还没有清晰的时间表象,但一旦儿童时间表象清晰,儿童即可做出正确判断。这是本实验中儿童判断运动速度出现的一个特点。

## 2. 时间因素方面

从表 3 和图 4、5 可见在时间因素方面,儿童亦是先注意到时间的起点或终点并以时间的起、终点的变化做为判断速度的依据因素。同前一实验一样,儿童也常常由于时间起、终点的变化在直观上是否矛盾而产生不同的反应。5 岁以后儿童开始能注意到时间的连续性即注意到时间过程了,这一发展趋势同前一实验相同,这进一步说明了儿童在时间方面认知速度的特点亦具有一定普遍性。

从图 1 可见,在时间诸因素的影响中,时间先后的影响仍高于时间长短的影响,这同前一实验的结果是一致的,也是同儿童注意时间过程的人次相当低这一情况相吻合的。

## 3. 时、空双因素方面

从表 2 图 2 可见,在本实验条件下,我们仍然看到了儿童依据时、空双因素判断速度的情况。儿童已经可以看出速度中所包含的时间因素和空间因素,但不能将它们整合起来,因此,他们常常以时间或空间的某一方面为主或以两方面同时并重来解决。本实验所反映出的趋势同前一实验大体相同,所不同的是:在三组实验中空间因素的优势作用分别较前一实验相对应的三组项目中空间因素的优势作用减弱,如第一组项目中本实验最高达 18.0(6 岁组)而前一实验第一项目最高达 24.0(7 岁组);第二组项目中本实验最高是 20.7(8 岁组)而前一实验与此相应的项目组最高是 37.5(7 岁组),8 岁亦达 32.5。在第三项目组中本实验最高达 11.9(7 岁组)而前一实验 7 岁组高达 28.3,8 岁组竟达 35.5。由此可见,各项目中空间因素的优势作用均有减弱的趋势。这可能因为:在前一实验中我们所呈现给儿童的刺激是小汽车,实验的情景更接近于生活,能成为参照物的客观刺激较多,且儿童除运用视觉注视外,还可以动手测量,甚至在胶皮上爬来爬去地比较,由于动觉和触摸觉的配合,儿童对整个空间的知觉更清晰些。因而当时、空两种因素同时被儿童所把握,而儿童又不能整合它们时,他们自然更多地考虑空间方面的因素。本实验中,我们排除了前一实验中给儿童提供的各种条件。由于光点运动是在平面空间中进行的,儿童只能坐在仪器前方用视觉注视其运动,可见实验条件的变化是致使空间因素的优势作用减弱的原因。

## 4. 儿童所依据的时、空起止点的对比

从表 3 和图 4 可见在空间方面按终点判断的人次高于起点,而在时间方面按起点判断的人次要高于终点,这一认知趋势同前一实验是一致的。

从图 9 可以看出在两种实验条件下儿童依据空间起点,空间终点,时间终点判断速度的趋势较为一致,但从图 9b 中可见 5 岁组在两种条件下差异较大,这可能是由于 5 岁组在前一实验中受直接经验的影响较大,这种直接经验干扰了儿童对速度的认知,而本实验中这种影响减少了,儿童更多地从运动客体本身的变化来考虑问题了。从图 9c、b 中看到了 7 岁组在两种条件下亦有明显差异,这可能由于实物直观和光点直观在强弱上有所差别的原因;另外 7 岁正是儿童从幼儿园向小学的过渡年龄,由于教育上的衔接关系儿童的认知常常是不稳定的。

## 5. 速度认知中时、空因素的变化



从图1、2、3、8中看出儿童在7、8岁以前主要是依据单一的空间因素或时间因素比较速度,7、8岁以后儿童开始更多地注视到时、空双因素及整个时空过程了。在7、8、9这个年龄阶段儿童从注意到时空关系以至将他们整合起来仍然经历了一个从不理解到理解这样一个过程,在这个过程中儿童所显示出的认知特点同前一实验相比也颇为一致。可见儿童从依据单因素认知速度到依据双因素认知速度以至发展到对各种关系的认知从而达到整合这一认知结构是具有一定的普遍性的。在有关速度认知的研究中<sup>[9]</sup>实验者设计了一个有趣的实验,看出了儿童认识速度=距离÷时间这一关系的困难程度和特点,但未能详尽地阐述这一认知过程中变化的趋势。

从图8可见在两种条件下儿童认知过程中整合随年龄发展这一趋势是一致的,但9岁以后显示出差异,这可能是由于实验条件的不同引起的,在前一实验中呈现给儿童的是实物汽车,比起本实验中显示的光点更形象更具体,因此有利于儿童的认知。而对9岁前的儿童来说,由于速度认知的复杂性,无论在哪一种条件下都难以理解,所以没有显示出差异。

#### 6. 儿童在速度认知中所采取的策略

在前一实验中我们观察到日常经验对儿童认知速度的影响,在本实验条件下我们观察到较大的儿童(8、9岁以后)主动采取策略来解决主试提出的问题。如第一组第二项中,当主试令儿童说明理由时,儿童说:“要把上面点拉下来,两个点就在一条直线上了,这样比较从开始到现在所走的距离一样”。在这一项目和其它项目中也有儿童将上、下两个光点连成一条斜线,从而注视运动开始前和运动终止后斜线是否平行并以此为参照来判断速度。在第三组第三项中,一个八岁儿童向主试申述“如果要是四个点,可以看成一块,看看它俩距离一不一样,要是一样,速度就一样”。在第三组第一项和其它项目中均可见到儿童运用角度来判定运动速度的情况,他们把两个亮点连成一线并注视连线和光点运动轨迹之间的角度是否发生变化从而判定运动速度是否一样。他们申述运动速度相等的理由是:“两点同时走时斜着的角度没有变”。在第二组第二项中儿童申述速度相等的理由是:“第二个点先走,然后两个点同时走,同时停,减去第二个点先走的时间,两个点走的时间相同,距离也是一样。”上述情况表明儿童的认知是主动的,他们能够有意识地提取自己储存的几何知识来解决当前的任务,为使自己的知识为眼前的任务服务,他们自觉地思考,采用了各种策略,儿童所表现出的这一主观能动性恰恰反映了人类认知的特点,这似乎和Flawell所提出的反思认知(metacognition)的模型有相似之处,因而进一步探讨儿童的这种能力将是十分必要的。

## 五、小 结

1. 本实验条件下可以看出与前一实验大体相同的发展趋势和年龄阶段特点如下:

(1) 儿童从依据光点运动的单一的空间起点、空间终点发展到依据空间过程来比较其运动速度。

(2) 儿童从依据光点运动的单一的时间起点、时间终点发展到依据时间过程来比较其运动速度。

- (3) 在时间方面,时间先后的影响大于时间长短的影响。
- (4) 在速度概念发展过程中,7、8、9岁是一个迅速变化的时期。
- (5) 到10岁,儿童形成速度概念的內部条件已基本具备。
- (6) 在儿童综合考虑时、空诸因素的条件下,各因素之间有互相矛盾逐步达到整合的过程。

2. 本实验中显示出有别于前一实验的特点是:

- (1) 从8岁起儿童依据两个光点之间的距离判断速度的人次随年龄增加。
- (2) 当儿童同时把握时、空两种因素而又不能整合时,空间因素的优势作用有减弱的趋势。

3. 本实验条件下较大儿童能采取各种策略解决主试提出的问题,这说明儿童的认知是主动的。

### 参 考 文 献

- (1) 方格,刘范,心理学报,第1期,21—29页,1981年。
- (2) 方格,刘范,心理学报,第1期,21—29页,1981年。
- (3) Wilkening, F., *Cognitive Psychology*, 13, 231—247, 1981.
- (4) Flavell, J., *American Psychologist*, 306, October, 1979.

## THE DEVELOPMENT OF CHILDREN'S COGNITION OF VELOCITY OF TWO MOVING LIGHT-SPOTS

Fang Ge, Liu Fan

*(Institute of Psychology, Academia Sinica)*

### Abstract

The purpose of this study is to explore further the levels and characteristics of the development of children's cognition of velocity. The subjects were 205 children from five to eleven years old divided into seven age groups, with 28 or 30 in each. Individual test was adopted.

Two light-spots moving simultaneously and uniformly at the same speed under three experimental conditions were presented by an experimental instrument. The subjects were asked to make comparison of the velocities of the two moving light-spots. After each trial the child was asked to give the reason of his answer no matter whether it was correct or not.

The results of this research indicate:

1. The tendency and characteristics of the development of children's cognition of velocity of two moving light-spots in this experiment is the same as that of moving toy cars.

2. The differences between the present and the former experiment are as follows:

- a) Person-times that judged velocities according to the distance between two light-spots increase with age from eight on.

- b) The superiority of spacial effects decreases in the case that children couldn't integrate spacial and temporal factors.

3. Some elder children actively finish the task successfully by using various strategies.