

## 核心知识系统及其对相关研究的启示

孙宇浩<sup>1</sup>

傅小兰<sup>1,2</sup>

(<sup>1</sup>中国科学院心理研究所, 北京 100101) (<sup>2</sup>中山大学逻辑与认知研究所, 广州 510275)

**摘要** 核心知识系统出现于人类个体发展和种系发展的早期, 在人类复杂认知能力的发生发展中起着建构模块的作用。该文以表征物体和数量关系的两类核心知识系统的性质及二者在儿童的“数”概念形成和成人的数学思维中所起的作用为例, 综述了以灵长类动物、婴儿、儿童和成人为被试的研究证据, 并进而提出了核心知识系统给相关研究带来的若干启示。

**关键词** 领域特殊性, 核心知识, 自然数, 概念。

**分类号** B842.5

### 1 前言

在认知发展领域, 先天生物遗传与后天文化教育之间的争论一直延续至今。近年来, 大量研究者集中讨论的问题是, 认知是否有领域的划分, 每个领域是否有先天的约束或是发展的结构规则。本文将要介绍的大量的实验研究表明, 婴儿和灵长类动物拥有某些(可能是先天的)认知功能模块, 这些认知功能模块是对特定类别的、具有重要生态学意义的实体和事件加以表征和进行推理的机制<sup>[1]</sup>, 它们可以称作核心知识系统。这些系统针对专门的领域和任务表现出特定的约束: 每个系统都只表征某一类特定的实体, 相应地实现一组特定的功能。

到目前为止的研究发现, 4类独立的核心知识系统分别对应着以下4类表征: 可操作的物体和物体的运动, 人和人的动作, 欧几里德空间中点的位置和点之间的几何关系, 数量和数量关系。每个核心知识系统都具有领域特殊性(例如, 婴儿的每个核心知识系统仅仅表征知觉到的物体或事件的属性集中很小的一个子集)、任务特殊性(每个系统都只对解决有限的一组问题起作用)和封装性(每个系统和其他系统之间几乎是完全独立地起作用)。对儿童和成人的进一步研究表明, 不同的核心知识系统在认知发展的过程中不仅依然能够独立发挥作用, 还可以通过互相组合, 建构出一系列复杂的认知技能。例如, 使用工具, 算术计算, 阅读, 理解地图, 推测他人的心理状态, 所有这些认知技能都可以看作按照某种形式对核心知识系统加以组合的结果。简言之, 核心知识系统可以看作人类认知能力的基本功能单元。

本文主要介绍上述4类核心知识系统中表征物体和表征数量关系的两类核心知识系统, 并以此对幼儿学习计数和自然数概念产生的过程做出解释。

### 2 两类核心知识系统

#### 2.1 表征物体的核心知识系统

##### 2.1.1 婴儿的物体表征

近20年来, 在认知发展领域, 大量的研究集中于婴儿对物体的表征这一主题。1992年 Wynn<sup>[2]</sup>使用偏好注视的实验范式(preferential looking-expectancy violation method)对婴儿的物体表征进行了研究。偏好

注视的方法假设婴儿会对正常事件的意外结果给予更长时间的注视。例如,让 5 个月大的婴儿先看平台上单独放着的一个玩具动物,落下帷幕遮挡住那个玩具,然后在婴儿面前展示另一个同样的玩具,并当着婴儿的面将它也放到帷幕后面。最后揭开帷幕呈现玩具,但玩具的数目可能是 1 个,也可能是 2 个。如果婴儿不能在被遮挡的条件下保持对 2 个物体的追踪,那么在帷幕揭开时婴儿会对 2 个玩具有更长时间的注视,因为出现 2 个玩具和婴儿的期望不符;相反,如果婴儿能够追踪每 1 个物体并且保持 2 个物体各自独立的表征,那么婴儿会对 1 个玩具有更长时间的注视。实验结果得到的是后一种注视偏好,这表明婴儿期望看到的是 2 个玩具。使用相同的范式所做的另一个实验表明,婴儿对 3 个物体的注视时间长于对 2 个物体的注视时间,这表明婴儿表征的确实是 2 个物体。在相同的实验条件下,如果当着婴儿的面将遮挡物背后的 2 个物体取走 1 个,婴儿对 2 个物体的注视时间长于对 1 个物体的注视时间,这表明婴儿能够成功地按照减法计算出二减一等于一。即使改变物体的某些特征(例如,将红色的木偶换成了白色的木偶),婴儿也能对物体的个数作出正确的反应<sup>[5]</sup>。而且,即使将遮挡住的物体放在一个旋转的桌子上,物体的位置发生了变化,婴儿也还是只对物体的个数作反应<sup>[6]</sup>。这些实验结果都表明婴儿表征的确实是物体的个数,而不是颜色或形状之类的特征的数量,也不是物体的空间位置。

Van de Walle 等<sup>[7]</sup>用 8 到 12 个月的婴儿作为被试重复了 Wynn 的“一加一”实验。该研究考察的是另外 2 类反应系统:手动搜索和身体运动。手动搜索任务程序如下,当着婴儿的面将 2 个物体依次放进 1 个盒子里,之后秘密地拿走其中 1 个,让婴儿搜索盒子。在婴儿找到盒中剩下的那一个物体之后,从婴儿那里拿走它,并观察婴儿对盒子后继的探索。结果是,相对于一开始只看见一个物体藏在盒子里的婴儿而言,那些曾经目睹“一加一”事件的婴儿用了更长的时间,并且更加坚定地搜索那个盒子,就好像他们期望能够找到第二个物体。Feigenson 等人<sup>[8]</sup>的运动选择任务程序则是,给婴儿呈现 2 个盒子,把不同数量的饼干分别依次放进不同的盒子里。一个盒子放 2 块,另一个盒子放 3 块。将 2 个盒子远远地分开,观察婴儿爬向哪一个盒子。结果是婴儿们都选择了有 3 块饼干的盒子,这表明婴儿对盒子中饼干的数目有准确的表征。

上述实验表明婴儿拥有 3 类表征:(1) 物体的表征:物体是不受遮挡影响而持久存在的整体;(2) 数的表征:一个、两个和三个物体互不相同;(3) 操作的表征:增加一个或者减去一个物体。

表征物体个数的核心知识系统也具有某些限制。第一,婴儿的物体表征系统是“领域特殊”的,这个系统只对独立完整的物体起作用,当呈现给婴儿的实体的运动方式和物体的运动方式差别很大时,婴儿就无法表征实体的数目。例如, Huntley-Fenner 和 Carey<sup>[9]</sup>用沙堆作实验材料,发现婴儿对沙堆的反应和对物体的反应不同。Chiang 和 Wynn<sup>[10]</sup>用积木作实验材料,发现婴儿不能对堆积起来的物体的数量作适当的反应。第二,当物体的总数超过 3 个时,婴儿不能准确表征物体的个数。例如,在 Feigenson 等人<sup>[8]</sup>的运动搜索实验中,婴儿在 2 块饼干和 1 块饼干之间选择了 2 块,在 3 块和 2 块之间选择了 3 块,但在 8 块和 4 块之间,婴儿却无法作出确定的选择。

### 2.1.2 灵长类动物和成人的物体表征

成人和恒河猴也具有类似的物体表征系统。成年恒河猴的物体表征系统和婴儿的物体表征系统有极其相似的性质。在 Wynn 的偏好注视任务中,猴子也可以表征 2 个物体<sup>[11]</sup>。在手动搜索和运动选择任务中<sup>[12]</sup>,猴子同样使用物体表征来完成搜索和选择。成年猴的物体表征也在数目上有限制:例如,在 1 和 2 之间,2 和 3 之间,或者 3 和 4 之间,它们会选择有更多物体的盒子,但在 4 和 8 之间,它们也无法作出确定的选择。

Scholl 和 Leslie<sup>[13]</sup>考察了成年人表征物体的核心知识系统。他们使用 Pylyshyn 和 Storm 曾用过的“多

物体跟踪”任务<sup>[14]</sup>。呈现给被试者 8 个白色的环形组成的静态阵列,某些需要跟踪的目标环会闪烁。接下来所有的环开始互相独立地移动,目标环不再闪烁,被试者必须保持对目标环的跟踪。最后所有的环形都停下来,被试要指出某一个环形是否为目标环。如果目标环只有 1 个或者 2 个,这个任务很容易完成,但是如果目标环有 3 个或者 4 个,任务就变得非常困难,如果目标环达到 4 个以上,几乎没有人能完成任务。

上述实验似乎表明成人具有某种系统和婴儿核心知识系统的功能相类似。问题是,这 2 个系统是否具有相同的性质呢?

Bower 曾经发现婴儿对物体的追踪可以超越遮挡,但无法超越破裂<sup>[15]</sup>。Scholl 和 Pylyshyn 对暂时遮挡和暂时不存在(破裂)2 种条件加以比较,发现成人和婴儿一样能在遮挡的条件下保持追踪,但在破裂的条件下却不能<sup>[16]</sup>。Scholl 和 Pylyshyn 改变物体的颜色和形状,发现成人和 Simon 等人<sup>[5]</sup>研究的婴儿一样不受这些特征变化的影响。Scholl 等人考察了物体失去了边界的条件。在追踪任务中呈现 8 个形状相同的环形,用线将它们两两互连,使它们像是 4 个杠铃而不是 8 个独立的物体。结果发现成人根本无法追踪这些杠铃的 8 个顶端中的 4 个环形<sup>[17]</sup>。

由此看来,成人表征物体的核心知识系统具有和婴儿类似的领域特殊性:只能追踪在空间范围内独立的、有明确边界的物体,而对其他可知觉的实体不起作用。进一步的推论是,婴儿在“一加一”的实验任务中表征物体的系统和成人在多物体追踪任务中表征物体的系统是相同的。这个系统可以建立起不受遮挡的影响而持续存在的物体表征。这个系统的功能是领域特殊(能表征物体,但不表征物体的某些特征)和任务特殊的(能够追踪被遮挡住的物体,但不能追踪破裂的物体)。

## 2.2 表征数量的核心知识系统

### 2.2.1 婴儿的数量表征

Xu 等用偏好注视和习惯化(habituation)的方法考察了婴儿对新异数量的点阵的注视。Xu 和 Spelke<sup>[18]</sup>给 6 个月大的婴儿先呈现一系列点阵,点的数量保持相同(给一半被试者呈现 8 个点,另一半呈现 16 个),点的位置和大小每次都都有所变化。2 个点阵大小总量相等(在密度上不等),亮度总量相等,覆盖的表面积相等(元素的平均大小不等)。在婴儿对这些点阵的注视时间下降之后,给 2 组婴儿分别呈现 2 个测试点阵,2 个点阵的数量分别是 8 和 16。这 2 个点阵的密度和元素的大小相同(点阵的总的大小、亮度和表面积都不相同)。如果婴儿的反应针对的不是数量而是密度或亮度或表面积之类的变量,那么 2 个组的婴儿都会对 2 个测试点阵给予相同的注视时间。实验结果发现,2 个组的婴儿都对呈现出新数量的点阵注视了更长的时间,这表明婴儿能够对 8 和 16 作数量上的区分。Xu 和 Spelke<sup>[19]</sup>用更大的数量重复了这个效应,发现 6 个月大的婴儿能够区分开 16 和 32 个点,但同时也发现婴儿不能区分 8 和 12 或者 16 和 24<sup>[18,19]</sup>。这和早期 Starkey 和 Cooper 使用类似方法发现的结果类似:婴儿不能区分 4 和 6。这些发现表明,婴儿拥有的区分大数的能力依赖于集合大小的比率,他们能区分 1:2,却不能区分 2:3。

使用听觉类型的刺激所做的实验也表现出婴儿拥有数量表征。Jusczyk<sup>[21]</sup>曾经使用“转头偏好”程序(head-turn preference procedure)研究婴儿的言语知觉,Lipton 和 Spelke<sup>[20]</sup>使用相同的程序测试了 6 个月大的婴儿对声音序列的反应。通过改变独立声音的持续时间和声音序列总的持续时间,Lipton 和 Spelke 成功地将婴儿对数量的反应和对无关变量的反应分离开来<sup>[18,19]</sup>。在实验中,放置在婴儿左右两侧的扬声器会分别播放不同的声音序列,不同序列的数量保持一致(给一半婴儿呈现 8 声,给另一半呈现 16 声),但在持续时间、间隔时间和音质(共使用 6 种合成的声音)上有所区别。在婴儿头部转向声音的保持时间下降之后(保持时间从每个序列结束时开始计算),给 2 个组中的婴儿呈现新的 8 声或是 16 声的序列。结果发现婴儿在听到数量不同的声音序列时,将头转向扬声器后保持的时间更长。而且,和视觉类型的实验得到

的结果相同的是,如果声音序列分别是 8 个项目和 12 个项目,婴儿也不能对二者作出区分。这些发现再次表明婴儿对于数量的区别依赖于集合大小的比率。值得注意的是,针对视觉的空间点阵和针对听觉的声音时序阵列具有相同的比率限制。因此,对数量的表征可能独立于不同的感觉模态(sensory modality)和表征格式。

除了比率之外,婴儿区分数量的能力还受到另外 2 种限制。第一,当物体必须依次被独立追踪时,即使数量的比率是 2:1,婴儿也不能够区分 2 个集合。例如前文所述,在一个盒子里依次放进 4 块饼干,在另一个盒子里依次放 8 块,婴儿就不能辨别二者的差异。第二,如果阵列的总面积或元素的大小等变量发生了变化,6 个月大的婴儿就不能区分 1 个点和 2 个点,也不能够区分 2 个和 3 个点<sup>[19]</sup>。这个现象相当强健(robust),在 Clearfield 和 Mix<sup>[22]</sup>用二维图形作为刺激的实验和 Feigenson 等<sup>[23]</sup>用三维物体作为刺激的实验中都得到了重复。尽管婴儿将同时呈现的大量刺激(例如点阵)视为一个集合,并能根据比率对不同的数量加以区分,但是对于同时呈现的少量刺激(少于或等于 3 个),婴儿并不将其视为一个集合。

### 2.2.2 动物和成人的数量表征

婴儿拥有的数量表征系统,灵长类动物、老鼠和鸽子也同样拥有<sup>[24, 25]</sup>。动物和婴儿一样根据比率来区分集合的数量。动物的数量表征也独立于感觉模态和表征格式<sup>[25]</sup>。而且,如果物体不是同时呈现而是依次出现,即使数量的比率是 1:2,猴子也不能对大量物体的数量做出区分<sup>[11]</sup>。

Barth 等人<sup>[26]</sup>发现,以空间点阵或时间序列为实验刺激,成人可以建立起数量表征。当阵列的亮度、元素的密度或是阵列呈现的持续时间等变量被控制时,成人像婴儿一样依靠数量的比率来区分 2 个视觉点阵,2 个闪光的视觉序列,或者是 2 个声音的时间序列。当测试所用的集合大小(不同的实验所用的项目数量从 10 到 70)和集合比率(1:3 到 6:7)在相当大的范围内变化时,实验发现成人区分数量的能力仅和集合大小的比率有关:区分 40 和 60 个点和区分 20 和 30 个点一样容易,而区分 40 和 50 个则更难一些。和婴儿一样,成人依靠集合的比率来区分不同数量的阵列。在成人和婴儿之间仅有的区别在于数量表征的精确性:婴儿不能区分 2:3 的集合,成人却可以。在更高比率的测试中成人也能得到高于几率水平的成绩。

Barth 等人<sup>[26]</sup>还考察了成人区分数量的能力是否独立于感觉模态或表征格式。两类感觉模态和两类表征格式共组成 3 类实验刺激:视觉空间点阵,视觉闪亮点时间序列,听觉声音时间序列。实验任务分为 4 种比较类型:(1)相同感觉模态和相同表征格式下的比较,例如,比较 2 个空间点阵的数量或是 2 个亮点序列的数量;(2)不同感觉模态之间的比较,例如,比较 1 个亮点序列和 1 个听觉声音序列的数量;(3)不同表征格式之间的比较,例如,比较 1 个空间点阵和 1 个亮点序列的数量;(4)不同感觉模态和表征格式之间的比较,例如,比较 1 个空间点阵和 1 个声音序列的数量。所有的成人都预测异质阵列的任务会比同质阵列的任务更难完成,而且很多成人在异质阵列任务的判断中表现出很低水平的自信。然而结果却表明,数量比较的精确性在异质阵列和同质阵列之间并没有任何明显的差异。这些发现意味着成人确实拥有独立于感觉模态和表征格式的数量表征系统,但这系统的封装性使人们无法意识到它的存在。与婴儿相比较可以看出,该核心知识系统发生于幼年的早期,在发展中逐渐增加其精确性,并且在个体毕生的发展中保持系统的独立性。

## 3 儿童的“数”概念和成人的数学思维

既然婴儿和成人以及许多动物可能都拥有上述两类核心知识系统,那么,在儿童复杂认知技能的发展和成人对复杂认知技能的运用中,这两类核心知识可能处于怎样的地位呢?

### 3.1 儿童的自然数概念

大多数儿童在进入学校以前就对自然数有所理解<sup>[29,30]</sup>。例如,儿童理解数字可以构成一种递增的级数,从起始数字可以依次增加而没有上限。儿童还理解通过两个集合的相加或者相减可以得到第三个集合,用计数(counting)的方法可以增加或减少集合的数值。

比较儿童的数概念和婴儿的核心知识系统可以看到其间的差异。首先,对婴儿来说,较小的数目和较大的数量具有不同的性质,但对儿童来说,所有的自然数有相同的性质;其次,婴儿表征较小的数受集合范围的限制,表征大数受精确性的限制,儿童却可以精确表征集合中个体的数目,而且从原则上讲这种表征没有上限;第三,婴儿可以对少量数目进行加法和减法的运算,可以比较两个大集合的数值,却不能对两个大集合进行加法和减法的运算,也不能比较少量物体的数目,但儿童却可以不受大小的限制对集合作加法,也可以比较两个集合的数目。显然,从婴儿到儿童,对计数和自然数概念的理解存在着一个发展过程。核心知识系统可以对这个过程作出合理的解释。

在儿童刚刚开始掰着手指连续计数的时候,他们几乎完全不理解自己正在做什么<sup>[29-31]</sup>。例如,Wynn<sup>[30]</sup>给2岁的儿童呈现一堆物体,并要求儿童拿给她其中的几个。当她要“1”的时候,2岁的儿童正确地给了她1个物体,但当她要其他数字的时候,她就会得到一个不确定的数目(当她要求的数字大于1时,儿童给她的物体从来不会是正好一个,这似乎表明儿童懂得那个数是指向大于1的集合)。大约9个月之后,儿童掌握了2这个词的意义,听到“1”或“2”的要求时,儿童可以正确地分别拿出1个或是2个物体。但问到其他的数字时,他们就会抓起数目超过2的一把物体来。大约再过3个月左右,儿童就掌握了3这个词的意义,但对于更大的数仍然无法做出确定的反应。在获得了3这个概念一段时间之后,儿童就可以指明计数的结果并且掌握所有数量词的意义了。从这时候开始,问到任何数目,儿童都会试图用计数的方法来给出答案。

从婴儿具备的能力来看,在学前儿童那里观察到的发展进程很有意义。在数量词和计数得以发展的最早期,儿童学习的是将1这个词和他们表征物体的核心知识系统联系起来:1表示现场中有1个物体,而且1大致与限定词*a*具有相同的意思<sup>[1]</sup>。差不多与此同时,儿童开始将其他数量词和表征数量的核心知识系统联系起来:他们开始知道,其他数量词只有在情景中有一个集合时才能使用,而且那些词都和“一些”具有大致相同的意思<sup>[32]</sup>。下一步儿童要将他们的物体表征和数量表征整合到一起。这是困难的一步,他们得学会2表示一个物体和另一个物体组成的集合。掌握了2之后,儿童必须学会3也是整合物体表征和数量表征得到的结果:一个物体,一个物体,还有一个物体。

一旦这种学习完成,儿童就可以归纳出以下2个结论:第一,从2到3是将一个物体加到一个集合上去;第二,这种加法可以外推到所有的数量词上,每个词所指的集合都比前一个词所指的集合多一个物体。自然句法和计数规则中的数量词都支持这种泛化<sup>[32]</sup>。数量词让儿童将物体表征和数量表征加以组合,建构起一个新的关于数的知识系统,这个系统可以将每一个独立的数与一个具有独立值的集合相对应。

如上所述,通过组合两个核心知识系统,儿童建构起了自然数的概念<sup>[32]</sup>。更确切地说,表征物体的系统使儿童理解数可以表示独立个体,而且数可以通过依次累加发生改变;而表征数量关系的系统使儿童理解数可以表示集合,并且可以根据数值来比较集合的大小。数量词、计数规则和自然语言句法都支持这种整合。儿童对自然数的概念,对计数规则和基于计数的算术操作的理解可能都是根据这种整合得来的。

### 3.2 成人的数学思维

近100年来,实验心理学家一直认为成人拥有一个具有特定功能的认知系统,这个系统可以在极短的时间内并行表征少量物体。在多物体追踪任务中成人用到的就是这个系统<sup>[33]</sup>,证据是快速追踪任务和多物

体追踪任务都受相同的刺激和任务变量的影响。但是,在刺激和任务变量都相同的实验条件下,对数量的区别和对多物体的追踪表现得很不一样<sup>[34]</sup>。而且,在比较数量和完成心算之类的成熟认知能力中,表征数量的系统起到了非常重要的作用<sup>[27]</sup>。在比较 2 个数字时,成人表现出“距离效应”,对相差较大的数字反应更快,更精确。例如,判断出  $9 > 5$  要比  $6 > 5$  更快。在校验一个加法问题的答案是否正确时,成人表现出“分离效应”,给出的答案与正确答案的距离越远,确认答案为错误的速度越快也越精确。例如,成人判断出  $5 + 7$  的结果不等于 19 的速度要比不等于 13 快得多。此外,对神经病人的研究表现出数字表征能力存在 2 种不同形式的损伤<sup>[35]</sup>。一类病人损伤了表征精确数字的能力,却具备完整的数字感觉:这类病人可能无法报告出  $5 + 7$  的结果是 12,但他们能够报告结果是“接近 13”。另一类病人,典型的受损部位是在顶叶内部(inferior parietal lobes),他们表现出数字感觉的缺失,却保存了大量精确的算术知识。这类病人能够背诵  $8 \times 6 = 48$ ,却表现不出距离效应和分离效应,有些人甚至无法说出 8 是不是大于 6。尽管孤立的算术结果得以保留,但损伤了数字感觉的病人很难理解数字概念和数学。上述现象都表明,表征物体的核心知识系统和表征数量的核心知识系统对成人表征数字的能力具有各自独立的作用。

在区分了两类核心知识系统在成人的数学能力中各自所起的独立作用之后,进一步考察成人的数学能力自然会引出下述问题:语言数字系统(verbal number system)的功能如何?在表征精确的大数的时候,成人是否使用数量词来整合两种核心知识系统各自的表征?

Dehaene 等<sup>[36]</sup>用 2 种神经成像的方法比较了成人在 2 种数学任务下的脑活动模式。一种任务需要精确数字表征,该任务要求被试者从一些接近正确的答案中选择出正确的那一个,例如, $3 + 4$  等于 7,而不等于 5。另一种任务需要数量表征。该任务要求被试者估计答案,并从距离不同的几个答案中选择一个最接近的,例如, $3 + 4$  大约是 8 而不是 2。在第一个实验中用 fMRI 对被试者进行扫描成像,得到完成精确计算任务和数量估计任务各自的脑活动模块,比较两类模块的激活状态发现,模糊任务使顶叶内部(inferior parietal lobes)双侧表现出强烈得多的激活,这个区域恰好是在多物体追踪任务中表征物体的区域和在数量区分任务中表征集合的区域。与此相反的是,精确任务使额叶内部左侧表现出强烈得多的激活,这个区域恰恰是语言材料和语词联合作用的搜索任务所激活的区域。在第二个实验中,用事件相关电位(ERP)进行重复研究,发现这两类活动模式刚好发生在数字问题的解决之前,而出现答案和选择反应的活动则发生在这两类活动模式出现之后一段时间。上述发现表明,精确加法的完成过程中有语言系统的作用。

Dehaene 等<sup>[36]</sup>还以西班牙语-英语双语者为被试,用行为实验的方法考察了语词对数学思维的作用。在一个实验中,双语被试者要在一段时间里学习记住 2 个分别用英文和西班牙文呈现的故事。两种语言各自呈现的故事分为 4 类,第一类故事的内容与数字无关,例如,一个故事说有个女英雄喜欢佩戴翡翠,而另一个故事说某个英雄喜欢吃芦笋。第二类故事的内容与少量物体的数目有关,例如,女英雄有 2 个姐姐,或者英雄有 3 个老师。第三类故事的内容与模糊的大数量有关,例如,英雄的母亲有几百个学生。第四类故事的内容和精确的大数字有关,例如,有 9 个装满珍宝的箱子在海难中丢失了。被试者在训练中要学会回答二选一的问题,第一类故事的问题与数字无关,例如,“女英雄喜欢佩戴什么?翡翠还是红宝石。”第二类故事的问题和小数目有关,例如“她有几个姐姐?两个还是三个。”第三类故事针对模糊的大数提出问题,两个备选答案总是存在 20% 或者更大的比率差距,例如,“英雄的母亲有多少学生?几百个还是几千个。”第四类故事的问题针对精确的大数,备选答案是两个很接近的不同的数,例如,“有几个宝物箱子丢失了?9 个还是 8 个。”

用 2 种语言对被试者进行测试,结果发现:(1)故事的内容和提出的问题与数字无关时,被试者反应的成绩独立于语言。用西班牙语呈现有关绿宝石的材料,提问时不论是用西班牙语还是英语,被试者提取

信息的速度和精确性都相等；(2) 故事的内容和提出的问题与少量物体的数目和模糊的大数量有关时，被试者反应的成绩也独立于语言，用 2 种言语提问，被试者提取信息的成绩相同；(3) 故事的内容和提出的问题和精确大数量有关时，被试反应的成绩和语言有关：提问题的语言和呈现故事的语言相同时，被试者的反应更快更准；提问题的语言和呈现故事的语言不同时，被试者的反应变慢，正确率降低。用西班牙语呈现故事的被试者和用英语呈现故事的被试者反应相同。

上述结果表明，被试者对少量物体数目的表征和对模糊大数量的表征是独立于语言的，而对精确大数的表征与特定的语言有密切的联系。在表征精确大数的时候，数量词起到的作用可能就是将 2 种表征加以整合。

#### 4 核心知识系统研究带来的启示

核心知识系统的研究横跨了几类被试：灵长类动物，婴儿，儿童和成人。我们看到，用相同的核心知识系统可以解释上述不同研究对象的相同认知能力，即核心知识系统可以建立关于真实世界的最基本的表征，例如物体和数量。在人类毕生发展的进程中，人类的婴儿（以及灵长类动物）拥有的核心知识系统一直在认知能力的建构中起作用，这些核心知识系统不仅成为儿童建构数量概念和计数能力的建构模块，而且还一直延续到成年，成为建构复杂认知技能必不可少的一部分。

核心知识系统的研究给我们带来了许多启示。首先，认知心理学可以大大地拓展研究对象的范围。在试图解释人类复杂的认知能力时，研究者不仅需要关注那些已经掌握了复杂认知技能的成人和那些已经获得了某些认知技能的儿童，更可以研究婴儿和那些在种系发生学上和人类接近的动物。尽管婴儿和灵长类动物并不拥有可以直接研究的复杂认知技能，但他们可能拥有组成这些认知技能的建构模块。考察这些基本的认知模块可以为研究成人复杂的认知技能提供线索，并进而用相同或类似的研究方法考察成人的认知能力，从而对复杂认知技能的性质做出确切的描述，并对其发展做出解释。而且，婴儿具有的认知结构模块具有更为简单和纯洁的形式，而灵长类动物则可以作为多种行为研究和心理物理学研究的对象，这使得实验室研究能够获得更高的生态学效度。

其次，对核心知识的考察可以使认知心理学的研究深入到更为基本的层面。信息加工系统的基本任务和功能就是辨认出相同的符号和区分不同的符号，对符号进行操作就是对符号进行比较<sup>[37]</sup>。在表征物体和表征数量这两类核心知识系统中，“比较”这种认知操作起着至关重要的作用。表征物体的核心知识系统能够对不多于 3 个的物体进行数量上的区分，显然这种区分基于对物体数量进行的比较。表征数量的核心知识系统进行的加工同样也需要比较。两类系统之间的不同在于实现比较所受到的约束（constraints）不同，即完成比较所依赖的变量及变量的值不同。表征物体的核心知识系统的约束是，物体必须是形式上独立完整的个体，表征能够在物体被遮挡时持续存在，物体的个数有明确的限制（婴儿为 3 个，成人为 4 个）而表征数量的核心知识系统的约束是，大量项目必须同时呈现，有待区分的 2 种数量之间存在比率关系（婴儿为 1:2，成人从 1:3 到 6:7），并且该系统在刺激的数量少于 3 个时不起作用。在其他核心知识系统中，比较这种认知操作会受怎样的约束，能实现怎样的功能，这些都是值得进一步考察的问题。

第三，核心知识系统的研究对某些高级认知研究领域正在探索的问题有所启发。例如，概念形成一直是认知心理学家和认知发展心理学家关注的重要领域。如前文所述，表征物体和表征数量关系的两类核心知识对自然数概念的形成起着重要作用。此外，Woodward<sup>[38]</sup>发现婴儿具有另一类核心知识系统，该系统能够表征人和人的目标导向（goal-derived）的行动（Cheney 和 Seyfarth 发现灵长类动物也具有该系统<sup>[39]</sup>）。将该系统和表征物体的系统加以整合，或许可以解释儿童形成人造物概念的过程<sup>[40, 41]</sup>，并进一步对人类使

用工具和制造工具的能力作出解释。就概念理论而言,心理本质论<sup>[42]</sup>(psychological essentialism)曾经从认识论的角度提出,概念的深层特征是“本质标识符”,即人们相信概念必定具有某种隐藏的本质,但概念的分类和不同类别概念的本质标识符的确定仍然是需要探索的问题。核心知识的研究或许可以从本体论的角度对不同概念的本质标志符作出界定。

### 参考文献

- [1] Spelke E S. Core knowledge. *American Psychologist*, 2000, 55: 1230~1243
- [2] Wynn K. Addition and subtraction by human infants. *Nature*, 1992, 358: 749~750
- [3] Baillargeon R. The object concept revisited: New directions in the investigation of infants' physical knowledge. In: Granrud C E ed. *Carnegie-Mellon Symposia on Cognition: Visual perception and cognition in infancy*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1993. 265~315
- [4] Spelke E S, Van de Walle G. Perceiving and reasoning about objects: Insights from infants. In: Eilan N, McCarthy R, Brewer W. ed. *Spatial representation*. Oxford, England: Basil Blackwell, 1993. 132~161
- [5] Simon T J, Hespos S J, Rochat P. Do infants understand simple arithmetic? A replication of Wynn (1992). *Cognitive Development*, 1995, 10: 253~269
- [6] Koechlin E, Dehaene S, Mehler J. Numerical transformations in five-month-old human infants. *Mathematical Cognition*, 1998, 3: 89~104
- [7] Van de Walle G, Carey S, Prevor M. The use of kind distinctions for object individuation: Evidence from manual search. *Journal of Cognition and Development*, in press
- [8] Feigenson L, Carey S, Harser M. Ten- and 12-month-old infants' ordinal representation of number. Poster presented at International Conference on Infant Studies, Brighton, England, 2000
- [9] Huntley-Fenner G, Carey S. Infant representations of objects and noncohesive substances. Manuscript submitted for publication, 2000
- [10] Chiang W C, Wynn K. Infants' tracking of objects and collections. *Cognition*, in press
- [11] Hauser M, MacNeilage P, Ware M. Numerical representations in primates. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 1996, 93: 1514~1517
- [12] Hauser M, Carey S, Hauser L. Spontaneous number representation in semi-free-ranging rhesus monkeys. *Proceedings of the Royal Society, London*, 2000, 267: 829~833
- [13] Scholl B J, Leslie A M. Explaining the infant's object concept: Beyond the perception/cognition dichotomy. In: Lepore E, Pylyshyn Z ed. *What is cognition science?* Oxford, England: Basil Blackwell, 1999. 26~73
- [14] Pylyshyn Z W, Storm R W. Tracking multiple independent targets: Evidence for a parallel tracking mechanism. *Spatial Vision*, 1988, 3: 179~197
- [15] Bower T G R. The visual world of infants. *Scientific American*, 1966, 215: 80~92
- [16] Scholl B J, Pylyshyn Z W. Tracking multiple items through occlusion: Clues to visual objecthood. *Cognitive Psychology*, 1999, 38: 259~290
- [17] Scholl B J, Pylyshyn Z W, Feldman J. What is a visual object? Evidence from target merging in multiple-object tracking. *Cognition*, 2001, 80(1-2): 159~177
- [18] Xu F, Spelke E S. Large number discrimination in 6-month-old infants. *Cognition*, 2000, 74: B1~B11
- [19] Xu F, Spelke E S. Large number discrimination in infants: Evidence for analog magnitude representations. Paper presented at the International Conference on Infant Studies, Brighton, England, 2000
- [20] Lipton J, Spelke E S. Infants' discrimination of large numbers of sounds. Unpublished manuscript, 2000
- [21] Jusczyk P. *The discovery of spoken language*. Cambridge, MA: MIT Press, 1997
- [22] Clearfield M W, Mix K S. Number versus contour length in infants' discrimination of small visual sets. *Psychological Science*, 1999, 10: 408~411
- [23] Feigenson L, Carey S, Spelke E S. Infants' discrimination of number and continuous extent. Manuscript submitted for publication,



2000

- [24] Boysen S T, Capaldi T. The development of numerical competence: Animal and human models. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1993
- [25] Gallistel C R. The organization of learning. Cambridge, MA: MIT Press, 1990
- [26] Barth H, Kanwisher N, Spelke E. Construction of large number representation in adults. Manuscript submitted for publication, 2000
- [27] Butterworth B. What counts: How every brain is hardwired for math. New York: Free Press, 1999
- [28] Gelman R, Gallistel C R. The child's understanding of counting. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978
- [29] Fuson K C. Children's counting and concepts of number. New York: Springer-Verlag, 1998
- [30] Wynn K. Children's understanding of counting. *Cognition*, 1990, 36: 155~193
- [31] Griffin S, Case R. Evaluating the breadth and depth of training effects, when central conceptual structures are taught. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 1996, 61 (1/2, Serial No. 246): 83~102
- [32] Bloom P, Wynn K. Linguistic cues in the acquisition of number words. *Journal of Child Language*, 1997, 24: 511~533
- [33] Trick L, Pylyshyn Z W. Why are small and large numbers enumerated differently? A limited capacity preattentive stage in vision. *Psychological Review*, 1994, 101: 80~102
- [34] Intriligator J. The spatial resolution of visual attention. Unpublished doctoral dissertation, Harvard University, 1997
- [35] Dehaene S, Cohen L. Cerebral pathways for calculation: Double dissociations between Gerstmann's acalculia and subcortical acalculia. *Cortex*, 1997, 33: 219~250
- [36] Dehaene S, Spelke E, Pinel P, Stanescu R, Tsivkin S. Sources of mathematical thinking: Behavioral and brain-imaging evidence. *Science*, 1999, 284: 970~974
- [37] 司马贺. 人类的认知. 北京: 科学出版社, 1986
- [38] Woodward A L. Infants selective encode the goal object of and actor's reach. *Cognition*, 1998, 69: 1~34
- [39] Cheney D, Seyfarth R. How monkeys see the world. Chicago: University of Chicago Press, 1990
- [40] Bloom P. Intention, history, and artifact concepts. *Cognition*, 1996, 60: 1~29
- [41] Kelemen D. The scope of teleological thinking in preschool children. *Cognition*, 1999, 70: 241~272
- [42] Medin D, Ortony A. Psychological essentialism. In: Vosniadou S, Ortony A. ed. *Similarity and Analogical Reasoning*. New York: Cambridge University Press, 1989. 179~195

## Research On Core Knowledge Systems And Indications To Relative Fields

Sun Yuhao<sup>1</sup> Fu Xiaolan<sup>1,2</sup>

(<sup>1</sup>Institute of Psychology, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)

(<sup>2</sup>Inst. of Logic and Cognition of Zhongshan University, Guangzhou 510275)

**Abstract :** To make the mechanism under complex cognitive skills such as readings and calculation understandable, core knowledge systems are suggested as component cognitive systems with a long ontogenetic and phylogenetic history which children and adults use as building blocks to construct new cognitive abilities. Studies of human infants suggest that core knowledge systems are mechanisms for representing and reasoning about particular kinds of ecologically important entities and events. Core knowledge systems are limited in a number of ways: They are domain specific, task specific, and encapsulated. Research on older children and adults suggests that core knowledge systems continue to exist and they serving as building blocks for the development of new cognitive skills. A single case study of core knowledge and cognitive development centering on the domain of number is

presented in this article explaining how core knowledge system work. From research on core knowledge, some indications arise. First, human infants and other animals are also available for cognitive studies because they both exhibit many of the cognitive systems serve as cognitive skills' building blocks. Second, comparison as a basic cognitive operation needs more studies on it. Third, research on conceptual formation and conceptual structure will have some ideas from the combination of study on core knowledge system and psychological essentialism.

**Key words:** domain specificity, core knowledge, natural number, concept.

\*\*\*\*\*

## 书讯——《心理健康与咨询丛书》已出版

林仲贤、武连江主编的“心理健康与咨询丛书”按不同年龄段分《儿童心理健康与咨询》、《青少年心理健康与咨询》、《中老年心理健康与咨询》及《心理测验》共 4 册。丛书是针对不同年龄人群撰写的，适应不同年龄人群的需要。

丛书的内容包括：(1) 儿童、青少年及中老年人的生理、心理特点；(2) 超常儿童及低常儿童的心理特点；(3) 儿童智力开发及早期教育；(4) 儿童智力测验；(5) 心理咨询基本知识；(6) 儿童、青少年及老年人心理咨询特点；(7) 儿童、青少年及中老年人心理问题及心理障碍的防治；(8) 心理测验的类型与应用等。

丛书涵盖内容广泛，阐述简明，扼要介绍了国内外心理学者有关心理健康与咨询的先进理论与方法，也凝聚了作者多年来的研究成果。书中引用资料与实例大都来自我国现实生活，具有中国特色。此丛书适合各年龄段群体，特别是学校师生及家长阅读，也可作为心理健康与咨询人员的参考读物。

丛书由中国林业出版社出版。定价：《儿童心理健康与咨询》15 元；《青少年心理健康与咨询》13.5 元；《中老年心理健康与咨询》15 元。

欲购丛书者，请与中国林业出版社张东联系。

电话：010-66513119；66184477-3019

地址：北京西城区刘海胡同 7 号。邮编：100009

E - mail：[cfphz@public.bat.net.cn](mailto:cfphz@public.bat.net.cn)