

## 儿童科学概念的认知发展\*

朱莉琪

(中国科学院心理研究所心理健康重点实验室, 北京 100101)

**摘要** 综述了作者在儿童科学概念认知领域的研究,其中包括儿童的朴素生物学、朴素物理学认知及其与心理理论发展关系的研究。作者研究了儿童在生命科学领域的自发概念,包括对生长、衰老、疾病和死亡等生命现象的认知,探查儿童对日常生活中物理学概念(如力等)的朴素认知,力图发现儿童早期认知中的潜力,同时探明他们相应的错误概念,并采用教育干预实验,促进儿童科学概念的转化。还探查影响儿童科学概念发展的因素,包括外部教育条件以及个体认知能力(如心理理论发展水平,推理能力等)。研究发现,儿童在接受正规的科学教育前就对人类重要的科学领域形成了自己的“朴素理论”,他们用这种理论来解释现实世界的现象。作者主张儿童的科学教育(包括健康教育)应该以儿童的“朴素理论”为基础,从而真正做到因材施教。

**关键词** 科学概念, 认知发展, 朴素生物学, 朴素物理学, 心理理论。

**分类号** B844

### 1 引言

科学教育是将科学知识、科学思想、科学方法、科学精神作为整体的体系,使其内化成为受教育者的信念和行为的受教育过程。当今世界正处在一场科学教育的革命之中。美国及世界其它一些国家都先后制订了科学教育的国家纲领性标准和规划。中国作为快速发展的发展中国家,要实现新世纪的腾飞,也必须通过科学教育的改革,培养具有科学素养的新一代创新人才,促进我国科技、经济和社会的发展,实现我国跨世纪发展的战略目标<sup>[1]</sup>。实现这些目标的一条已经被证明为行之有效的道路就是从小学甚至幼儿园开始进行科学启蒙教育。科学启蒙教育是儿童素质教育中的重要组成部分,它可以发展儿童智慧,激发儿童探索自然之谜的兴趣,培养儿童的科学世界观。

由于科学技术的迅猛发展,传统的教学内容和方法已不能适应这一发展。目前人们很关注如何根据科技进步和社会发展的需要,充实先进的科技知识,改革教学内容和教学方法,但是,如何根据儿童的认知发展水平来提高科学教育的效果却没有

受到应有的重视。

当前科学教育的出发点不是看儿童缺乏什么,而是着眼于儿童头脑中本来有什么。对婴儿的知觉、注意、记忆、知识表征、推理和问题解决的研究得出共同结论:这些认知能力很早就得以体现,其运用随着幼儿活动范围扩大日益显得主动。认知发展心理学家的研究发现,甚至学前儿童在人类重要的知识领域已经有自己的“朴素理论”(naïve theory),在他们受到正式教育前,就用这种理论来解释现实世界的现象。儿童早期获得的这种非正式的或前科学的理论虽然不规范,但这种朴素理论是儿童用以解释周围世界事物的工具或知识框架。比如2岁的幼儿知道人不能住在月球上,问其为什么,他会回答“会摔到地上”,这种非科学的、启发式的(heuristic)回答对儿童本身的意义是重大的,儿童可以籍此把纷繁复杂的世界纳入到自己的认知框架中,并做出推理和预测。

科学启蒙教育应从最贴近儿童生活的科学领域开始进行。Wellman和Gelman(1992)提出了儿童的核心知识领域:朴素物理学、朴素生物学和朴素心理学(心理理论)<sup>[2]</sup>,尽管一些研究者认为儿童在其它领域也会有朴素理论<sup>[3]</sup>,有研究他们被公认为儿童认知的最重要知识领域<sup>[4]</sup>。Wellman和Gelman(1992)认为儿童获得某一特殊领域的朴素

收稿日期: 2006-05-15

\* 国家自然科学基金项目(30570615)。

通讯作者: 朱莉琪, E-mail: zhulq@psych.ac.cn

理论要符合三个条件,即(a)能认识到该领域有它的特殊认知对象(本体区分, ontological distinction);(b)能运用该领域的特殊因果原则对该领域的现象作推理或解释;(c)这些解释具有一致性<sup>[2]</sup>。

那么儿童能否区分以上三个领域的现象呢?如果能的话,又是什么时候能作的这种区分呢?研究者对此有两种不同看法:一种如皮亚杰(Piaget, 1929)认为,能作这种区分是儿童入学以后的认知成就,而幼儿对于这三种领域现象的认识是混淆在一起的,从而表现出泛灵论(animism)、人工主义(artificialism)和实在论(realism)的认知特点<sup>[5]</sup>。另一种持“理论”理论的研究者则认为这三个基础领域知识的获得发生在童年早期,它们成为儿童随后认知发展的基础<sup>[6]</sup>。近年来,越来越多的研究证据支持后一理论主张。

## 2 儿童的朴素生物学

学前儿童是否具有独立的朴素生物理论是一个尚存争议的问题。这种争论反映了研究者对儿童的认知如何达到更高水平这一问题的不同看法。如果儿童很晚才能区分这几个领域,那么就需要用某种质变和重组来解释它们是怎样最终分开的。如果儿童在入学时就已能区分这两个领域的概念,那么要么这种质变和区分发生在学龄前,要么没发生,发展可能是现有概念的逐渐精细化。因此,儿童朴素生物理论的研究既是对认知发展领域特殊性的检验,也可为发展的阶段性和连续性提供实验依据<sup>[7,8]</sup>。

要解决学前儿童是否具有朴素生物学理论的争议,只有通过儿童对生物现象的认知进行研究,才能勾勒儿童朴素生物学认知的全貌。Wellman和Gelman认为生物运动、生长、遗传和疾病可能是儿童最早掌握的生物过程和机制<sup>[4]</sup>,因为这些是基本的生物现象,这些现象包括动物或植物整体的可见特征,而不只是涉及生物体的一部分或不明显的过程,如消化。我们认为运动(包括自主运动)不能作为区分生物和非生物的标准,它更多是儿童区分动物和非生物的标准。中国人用“生老病死”四个字精辟地概括了生物的发生发展消亡过程。儿童的认知必然受其生活经验影响。因此,我们选择了“生长”“衰老”“疾病”和“死亡”作为基本的生物现象来考查儿童的朴素生物认知<sup>[9-17]</sup>。

我们的研究主要选取3~6岁的学前儿童,分别来自教育条件较好的城市幼儿园和教育条件较差的农村(城乡结合部)幼儿园。主要采用访谈法,结合使用分类、追选等多种方式,对每种认知现象都以不同任务变式施加给同一组被试,藉此探查儿童认知发展的个体差异和个体内部差异。主要发现如下:(1)儿童对非生物的判断成绩最好,对动物的判断次之,对植物的判断最差;即3~4岁幼儿就能够比较明确判断非生物不具有生物的特征,他们知道非生物不会生长、衰老、生病和死亡,但对动物生命特征的认知判断成绩随年龄增长而提高,对植物的判断相对最差。只有对“生长”的认知例外,反而植物判断成绩最好。(2)儿童的生物现象认知表现出不同步性,对生长的认知成绩最好,死亡次之,之后是衰老和疾病。(3)儿童在对生物现象做出因果解释时,没有表现出皮亚杰所示的“泛灵论(或万物有灵论)”和“人为主义”,他们很少用心理意图作为生物现象的原因。(4)学前儿童能够在各生物现象之间建立联系,而非把各个生物现象孤立起来。他们常常用一种生物现象去解释另一种生物现象,如用能否生长来判断能否衰老。(5)教育条件好的儿童比教育条件差的儿童显示出明显的认知优势。

我们的一系列研究证明,儿童到入学时(6岁)在以上各个维度上都能够区分生物和非生物,他们已经有独立的朴素生物理论<sup>[9-17]</sup>。

不过,目前关于儿童朴素生物学的研究对象多局限在学前儿童,关注的焦点多是学前儿童是否具有独立朴素理论的理论争论,对教育实践的指导作用不明显,我们的研究也有同样的局限。因此,我们下一步的研究将更突出干预研究,即在研究结果的基础上做促进的教育实验。我们目前关于儿童的疾病和健康认知的研究与教育实践结合更紧密。

儿童健康教育是目前一个非常迫切的问题。健康教育的目标是通过认知改变行为,培养儿童健康的健康概念和健康的生活方式,增强儿童的自我保健意识,一个核心内容是提高儿童对健康和疾病的因果机制认知。儿童只有了解疾病的因果机制,才可能在新情景中作出正确推理,分辨危险因素,作到既预防疾病,又不至于对疾病感到恐慌。科学的健康教育方式应该是根据不同年龄儿童的认知水平,根据儿童的健康和疾病的概念及因果认知,选择那些儿童有可能接受的内容,有的放矢地实施相

应的教育方案,增进儿童对健康的认知和健康行为。国外学者指出,健康教育不能只是教授事实和知识<sup>[18]</sup>,所有成功的健康教育计划都有赖于对健康信息的解释,而这些解释必须根据儿童的认知模型<sup>[19]</sup>。我们的研究正是致力于探查的儿童的健康和认知,并在此基础上进行教育干预。

这种思路在我们关于儿童朴素物理学的研究中也得到体现。

### 3 儿童的朴素物理学

朴素物理学是指人们对物理实体、物理过程、物理现象的直觉认识<sup>[20]</sup>。虽然儿童对此有着丰富的感性认识,但这些凭经验得来的知识与当前的基本科学概念常常有冲突。以往研究者考察了儿童对物理学各个分支基本概念的认识,如力和运动,能量,热量,光,声,电,天文现象等等,其中又以对力学概念的研究最为详尽。皮亚杰对此做了开创性研究,得出儿童对力概念的6种类型的认识:力就是运动;自己能动的东西就有力,反之则无力;力是有意图有价值的动作;力是搬运物体的动作;能持久支撑就有力;力和大小轻重有关<sup>[21]</sup>。

Vosniadou 通过让儿童自由画出或用橡皮泥塑造地球的方式,以及迫选或开放式提问的方式,总结得出儿童头脑中主要有5种地球模型:矩形,碟形,双地球模型(人生活在平面的地球上,而说的那个“地球”在天上),中空球形(人生活在球内所以才不掉出去,天空就是空心部分)和扁球形(球的顶端是平面)<sup>[22]</sup>。

显而易见,在这些概念中,很多是科学概念和日常经验的糅合。即使开始上学后,儿童也会继续坚持他们先前的观点和理论。比如很多小学低年级儿童认为毛衣会发热,在被要求自己设计一个实验来检验时,他们把温度计放进毛衣里,当观察到毛衣温度不变后,他们认为可能是温度计有问题<sup>[23]</sup>。可见,即使在相互矛盾的证据面前,儿童仍会坚守自己的理论,要他们放弃这些朴素理论就需要行之有效的科学教育,而科学教育也必须以儿童的朴素理论为基础。

我们的目前的研究致力于发现儿童朴素的物理学认知中与科学概念相偏离的部分,考查他们对物理现象的认知策略,探查影响其概念认知发展的因素,如认知能力,元认知和动机等因素,然后制订概念转换策略,帮助儿童由自发的前科学概念向

科学概念转化<sup>[24]</sup>。

### 4 儿童的科学概念和心理理论以及推理决策能力的关系

朴素物理学、朴素生物学和心理理论,是儿童最重要的认知领域。那么他们之间的关系如何,是同步发展,还是有发展的先后次序,一种朴素理论的发展能否预测另一种理论的发展,这也是关系到儿童认知发展的一个基本理论,即儿童的认知发展是具有领域普遍性的还是特殊性的,是阶段性的还是连续性的。

因此除了儿童的自然认知,我们同时进行了儿童的社会认知研究。与密西根大学 Wellman 教授和心理所方富熹教授合作制定了中国儿童的心理理论发展量表<sup>[25]</sup>。该研究发现,中国儿童与西方儿童有着基本相似但又略有不同的心理理论发展顺序。中国幼儿的心理理论发展顺序为 Diverse desires, knowledge ignorance, diverse belief, content false belief, hidden emotion, 而对美国、澳大利亚的正常和聋哑以及孤独症儿童的研究都报告,他们的认知是 diverse belief 任务的通过先于 knowledge ignorance 任务。这个结果显示了儿童心理理论发展的文化差异。这个量表可以作为我国儿童心理理论发展的测量评定工具,用于探索儿童心理理论发展水平和其朴素物理学及朴素生物学发展的关系。

其次,我们还关注儿童的科学概念认知与其一般推理能力和社会领域的推理——道义推理以及决策能力之间的关系<sup>[26-33]</sup>。儿童的科学概念认知一方面会受到个体经验的影响,另一方面个体的认知能力包括推理和决策能力也是影响其认知成绩的重要内在因素。按照皮亚杰的理论,三段论推理要到形式运算阶段才能进行,但新近的研究发现如果推理任务是道义领域(与社会规则有关的推理),即便幼儿也能够正确推理。说明推理能力的发展也是有领域特殊性的。我们的研究已着手揭示这种特殊领域的推理与特殊科学领域的认知的关系,并且强调这种特殊性对儿童的适应意义。

以上研究旨在探明儿童认知发展的基本理论问题,即领域普遍性和特殊性,阶段性和连续性,以及认知发展的影响因素。

### 5 小结和未来研究

总之,目前认知发展研究的发现突破了多年来以皮亚杰学派为主导的研究儿童认知发展的理论

框架，使人们以全新的方式思考儿童的认知发展。传统认知发展理论的代表人物皮亚杰认为认知发展具有普遍阶段性，儿童的时间、空间、重量、生命现象、道德等的认知遵循同样的发展顺序和阶段。近年来兴起的特殊领域观向皮亚杰的普遍领域观提出了挑战，以儿童朴素理论发展研究为代表的特殊领域观有三个特点：第一，强调知识在认知发展中的重要性；第二，强调核心理解，即注重对人类基本知识领域的认知；第三，强调发展。视认知发展为“理论的发展”的“理论”理论成为当代认知发展研究中占优势的理论。

尽管相关研究有不少发现，但其局限也是明显的：（1）研究对象多局限在学前儿童，关注的焦点多是学前儿童是否具有某个独立朴素理论的理论争论，对教育实践的指导作用不明显；（2）研究多从一个知识领域出发，对儿童不同领域的认知发展缺乏对比，因此我们不清楚儿童的不同知识领域朴素理论是同步发展的还是有先后次序；（3）研究对象多为西方文化中的儿童，我国儿童的朴素科学认知研究很少。（4）相关研究很少探查影响其认知的因素。

以上问题为我们的进一步研究留下了很大空间，也为我们提示了今后的研究思路：首先，我们同时探察幼儿和小学生的科学概念发展。增加小学生作为研究对象的主要原因是：小学阶段是儿童科学启蒙教育的关键时期，他们的认知水平处在具体运演阶段，比幼儿有更高的接受能力，是开展科学启蒙教育的最佳时机。由于小学阶段尚为开展系统的物理学和生物学学科教育，因此仍有可能探查儿童的朴素理论发展。另外，由于幼儿到小学生有较大的年龄跨度，我们可以更深入地纵向探查由年龄和教育环境改变可能引起的认知变化。其次，探查同一个体的朴素物理学认知和朴素生物学认知及其心理理论发展，对同一儿童不同科学领域的认知做对比，以反映其认知中的个体内部差异。第三，为了探查儿童科学概念发展的文化普遍性和特殊性，我们将进行中美跨文化研究，儿童身处其中的文化不可避免影响儿童的认知和行为，这种跨文化的研究可以为不同国家的科学教育互相借鉴提供依据。第四，探查儿童朴素科学认知发展的个体差异和影响因素。对不同年龄，不同文化背景中儿童认知成绩比较，考察儿童认知能力、父母受教育程度、儿童的生活环境（城乡）、教育环境（幼儿园/

学校）等内外因素对儿童科学概念认知的影响。第五，在基础研究的基础上，进一步研究可以促进儿童科学认知发展的方法手段，以期为科学教育实践服务。如，如何利用不同的表征形式促进儿童的问题解决能力，我们已有研究表明，自然频率表征比概率表征有更大的优势，能够帮助儿童解决贝叶斯推理问题<sup>[34]</sup>。

儿童的科学概念总是以前科学概念为先导，儿童前科学的朴素认知是今后科学知识掌握的基础。研究儿童的前科学概念和认知发展水平，就可以使得教育内容更有针对性，使课程设计与学生的认知发展水平保持一致，使得教育内容既不至于过于高深，超过儿童的接受能力，从而事倍功半，又不至于过于浅显，浪费儿童的宝贵学习光阴。

参考文献

[1] 关于呈送《面向 21 世纪发展我国科学教育的建议》的报告，科发学部字（2000）0345 号

[2] Wellman H M, Gelman S A. "Cognitive Development: Foundational Theories of Core Domains." *Annual Review of Psychology*, 1992, 43: 337~375

[3] 朱莉琪, 皇甫刚. 儿童朴素经济学认知的发展. *心理学动态*, 2001, 3: 227~231

[4] Wellman H M, Gelman S A. Knowledge acquisition in foundational domains. In: W Damon (Series Ed.), D Kuhn, R Siegler (Vol. Eds.), *Handbook of Child Psychology : Vol. 2. Cognition, perception and language*. (5th ed). New York: Wiley, 1998. 523~ 573

[5] Piaget J. *The Child's Conception of the World*. New York: Routledge, 1929

[6] Atran S. *Cognitive Foundations of Natural History*. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1990

[7] 朱莉琪, 方富熹. 儿童认知发展研究的新进展. *心理科学*, 1997, 2: 151~155

[8] 朱莉琪. 儿童认知发展研究的回顾与前瞻. *首都师大学报*, 1999, 4: 111~115

[9] 朱莉琪, 方富熹. 学前儿童朴素生物学理论的发展. *心理学动态*, 1999, 3: 31~36

[10] 朱莉琪, 方富熹. 学前儿童朴素生物学理论的实验研究. *心理学报*, 2000, 34(2): 177~182

[11] 朱莉琪. 儿童对疾病的认知. *心理科学*, 2003, 1: 174~175

[12] 刘光仪, 朱莉琪. 儿童病因认知发展的研究. *心理科学*

- 进展, 2003, 11 (6): 658~662
- [13] 朱莉琪, 方富熹. 学前儿童对生物衰老的认知. 心理学报, 2005, 5: 335~340
- [14] 朱莉琪, 方富熹. 学前儿童对生物死亡的认知. 中国临床心理学杂志, 2006, 1: 91~93
- [15] Zhu Liqi, Fang Fu-xi. "Development of Chinese Preschooler's Understanding of Biological Phenomena-Growth and Aliveness." *International Journal of Behavioral Development*, 2000, 24(1): 105~110
- [16] Zhu Liqi, Fang Fuxi. Children's understanding of aging. Paper presented at the Biennial Meeting of the Society for Research in Child Development, Tampa, FL, 2003
- [17] Zhu Liqi, Liu Guangyi. Children's understanding of illness. *International Journal of Psychology*, 2004, 39: 268
- [18] Freeland-Graves J, Nitzke S. Position of the American Dietetic Association: Total diet approach to communicating food and nutrition information. *Journal of The American Dietetic Association*, 2002, 102: 100~108
- [19] Sivaramakrishnan M, Arocha J F, Patel V M. Cognitive assessment and health education in children from two different cultures. *Social Science & Medicine*, 1998, 47: 697~702
- [20] 王振宇. 学前儿童发展心理学. 人民教育出版社, 2004. 367~376, 390~398
- [21] Piaget J. *The child's conception of physical causality*. London: Routledge & Kegan Paul, 1932. 120~132
- [22] Vosniadou S, Skopeliti I. Reconsidering the role of artifacts in reasoning: Children's understanding of the globe as a model of the earth. *Learning and Instruction*, 2005, 15: 333~351
- [23] 面向全体儿童的科学, <http://data.sedu.org.cn/usnews/>
- [24] 牟毅, 朱莉琪. 儿童朴素物理学的错误概念及影响概念转换的因素. 心理科学进展, 2006 (已接受)
- [25] Wellman H, Fang F, Liu D, Zhu L. Scaling of Theory of Mind Understandings in Chinese Children, *Psychological Science*, (accepted)
- [26] 方富熹, 方格, 朱莉琪. 儿童充分条件假言推理能力初探. 心理学报, 1999, 31(4): 322~329
- [27] 朱莉琪. 儿童推理能力的新发现——道义推理. 心理科学, 2001, 2: 214
- [28] 朱莉琪, 方富熹, 皇甫刚. 儿童期望值判断的研究. 心理学报, 2002, 34(5): 517~521
- [29] 朱莉琪. 生态智力——介绍一种新的智力观点. 心理科学, 2002, 1: 118~119
- [30] 朱莉琪, 皇甫刚. 不确定情境中的决策心理. 心理科学进展, 2003, 11(5): 481~485
- [31] 朱莉琪, 刘光仪. 儿童适应行为研究. 中国特殊教育, 2005, 3: 36~39
- [32] 陈单枝, 朱莉琪. 儿童的决策行为. 心理科学进展, 2005, 5: 606~613
- [33] 王霏, 朱莉琪. 三段论推理中影响因素. 心理科学, 2006 (已接受)
- [34] Zhu L, Gigerenzer G. Children can solve Bayesian problems: The role of representation in mental computation. *Cognition*, 2006, 98(3): 287~308

## The Development of Children's Science Concept

Zhu Liqi

(*Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China*)

**Abstract:** The paper reviewed our study on children's understanding of science concepts, including children's naïve biology, naïve physics and their relation with their theory of mind, meaning to explore the relation of children's understanding in the three core knowledge domains. We explored children's understanding of growth, aging, illness/health and death. We also investigated children's naïve physics, intending to find out children's cognitive potential and to enhance their naïve conception changing to scientific understanding. Factors that may influence children's understanding were also investigated. It may shed some light on science education.

**Key words:** Science concept, cognitive development, naïve biology, naïve physics, theory of mind.