

· 卷首语 ·

# 认知科学的三大基石\*

陈霖\*\*

(中国科学院生物物理研究所, 北京 100101)

在认知科学领域,什么工作是最具原创性的创新贡献?我们认为,要回答这个问题涉及到认知科学的学科定位:为什么认知科学是一门独立成熟的基础科学?或者说,是什么基础奠定了认知科学不可替代的学科地位?

总结我们近40年从事认知科学研究的经验,奠定认知科学不可替代的学科地位有三大基石:(1) 认知变量,适合描述人类认知精神世界的变量;(2) 认知实验范式,适合研究认知过程的科学实验方案;(3) 脑认知成像。

基础科学面临四大问题:物质的本质,宇宙的起源,生命的本质,智力的产生。认知科学正是研究四大问题的最后一个:智力的产生。我们认为,四大问题的前3个基本上是关于物质世界的研究;而智力的产生是对精神世界的研究,是对精神世界和物质世界关系的研究。认知科学的生命力,认知科学最具原创性的创新,在于发现适合描述人类认知精神世界特有的、不可由其它学科替代的科学变量和实验范式。

近代认知科学发展的一个重要趋势是,越来越多地得益于生物科学和信息科学。一方面,关于脑和神经系统的生物科学的新发现及数据前所未有的大量涌现。另一方面,物理的、计算的概念被借用到认知过程的分析越来越普遍。毫无疑问,这些发展提供了理解“脑和认知关系”的空前机遇。但是,一个相对被忽视的问题是,如何在认知心理的层次来理解这些空前丰富的生物学层次的数据?这样的问题超越了生物学和信息科学的层次,必须要有认知、心理科学层次的,适合描述精神世界、认知和心理过程的新概念和新原则来回答。

## 1 认知变量:适合描述人类认知精神世界的变量

研究任何一种过程,必须首先回答一个问题:这种过程操作的基本单元(变量)是什么?每门基础科学都有其特定的基本单元,例如高能物理学的基本粒子、遗传学的基因、计算理论的符号、信息论的比特。认知科学必须回答:什么是认知的基本单元?

我们在认知科学研究中的一个基本出发点是,物理、计算的基本并不一定意味着认知的基本,适合描述物质世界的变量并不一定适合描述精神世界。认知基本单元的问题,不能靠物理的推理或计算的分析来解决,根本上只有通过实验来回答。在这个意义上,认知科学和科学心理学本质上是实验的。

大量实验事实提示,认知基本单元不像是计算理论的符号,不像是信息论的比特,不像是局部特征性质。例如,注意的研究中,Kahneman的基于“知觉物体”(perceptual object)的理论认为,注意操作的基本单元是知觉物体。实验表明,注意一只飞行的鸟,注意选择的是整个的这只鸟(即一个知觉物体),而不是它的某种特征性质(形状、大小、位置);尽管它的各种特征性质在改变,它是同一只鸟(即同一个知觉物体)的大范围性质的知觉保持不变。Kahneman认为,知觉物体概念的核心含义是在形状和特征性质改变下保持不变的同一性。再如,在短期记忆研究中,Miller提出“组块”(chunk)的基本单元;在时间知觉组织研究中,Poeppel提出“时间格式塔”(temporal gestalt)的基本单元。我们认为,知觉物体、组块、时间格式塔等这些基本单元概念的重要性在于,它们不是借用于物理科学或信息科学,不是来源于物理的逻辑和计算的分析。它们原创根源于认知科学的实验发现,对认知的理解具有不可替

收稿日期:2017-03-30;修回日期:2017-04-10

\* 本文为作者在第171期双清论坛“认知 neuroscience 前沿及交叉”上的主题发言。

\*\* 通信作者,Email: linchen@bcslab. ibp. ac. cn

代的意义,是适合描述认知精神世界的基本变量。

在认知基本变量的问题上,目前关键的科学问题是,如何超越直觉地理解、科学准确地定义这些基本变量,从而建立这些基本变量(包括知觉物体、组块、时间格式塔等)的统一的认知基本单元模型。我们提出,这些基本变量的共同本质——同一不变性和整体性——可以准确地定义为大范围拓扑不变性质。我们的不同认知层次的实验,包括知觉、注意、学习、记忆、数的认知、认知发展和进化、情绪、意识、认知健康的实验,一致支持了这个“大范围首先”的认知基本单元的拓扑学定义。

## 2 认知实验范式:适合研究认知过程的科学实验方案

认知实验范式是认知科学的另一大基石。认知研究面临的另一主要挑战是实验结果的多种可能解释。任何一个认知科学实验,即便是最简单的实验,其结果的解释都不是唯一的。原则上,任何一种认知心理现象都有多种可能的解释。一个直接的原因是,认知科学实验的输入和输出因素、外在和内在因素,并不都是可见和可控的。这样的困难反映了认知精神世界较之物质世界本质不同的复杂性。认知科学的又一个重大使命是,发展研究认知精神世界特有的科学方法论。

认知实验范式对解决多种可能解释的困难,对推动发展认知研究特有的科学方法论,具有重要而实际的作用。认知科学的一个主要研究内容是设计研究认知的实验范式。通过实验范式的设计,针对不同的认知问题,操控各种变量和条件,对照排除不可见因素,分离相互混淆的因素,揭示超越常识的现象和机制。

认知科学家的水平就集中表现在设计实验范式的水平上。一个好的实验范式的设计,可以开辟一个新领域,创立一个新理论。一个突出的例子是,错觉性结合的实验范式导致了 Treisman 著名的注意的特征整合理论的创立。我们在认知基本单元的研

究中发展了一系列成功的实验范式,它们对探索认知基本单元起到不可替代的作用。

## 3 脑认知成像

作为三大基石之一的脑认知成像,不是指成像技术,而是指关于“什么是大脑”的一种研究路线和哲学思想:大脑是由专司某种认知功能、结构和功能相对独立的多个脑区组成的。脑认知成像就是研究定位各个脑区的认知功能及其相互联系。

较之认知实验范式,脑认知成像是解决多种可能解释困难的又一重要途径。脑认知成像揭示的认知功能的各个脑区的神经表达,为我们克服多种可能解释的困难,提供基本的生物学约束。脑认知成像的数据已成为任何完整的认知理论不可缺少的证据。

脑认知成像被看成一大基石,因为它不可替代地带来对大脑认知功能和机制的崭新认识。一个例子是默认网络的发现。大脑在没有外界刺激的状态下存在一个反映大脑基本功能的网络。默认网络被广泛地应用到各种认知活动和脑疾病的研究中。更重要的是,默认网络提示,刺激—反应是大脑主要功能的传统观点可能是片面的,刺激无关的内生性活动才是大脑的基础功能。很难想象,没有脑成像,我们如何获得这样崭新的认识。得力于以功能磁共振为代表的各种成像技术的发明,人类第一次可以直接无创伤地“看到”大脑的认知活动。这对于人类关于自身精神世界的认识具有重要影响。

当然,随着认知科学研究在认知变量和认知实验范式方面的深入发展,随着从电子成像到各种核素成像的大集合,脑认知成像的概念本身也必将发展。目前,我们正在关注超越脑区定位、整体的脑认知成像概念的发展。这样的脑认知成像概念的发展,对于认知和大脑的关系乃至精神和物质关系的认识,将具有不可替代的重大科学意义和深远社会影响!

## The three cornerstones of cognitive science

Chen Lin

(The Institute of Biophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101)