

包含飞：生物医学知识整合论(三)，《医学信息》杂志，16（11）：602-605,2003

生物医学知识整合论（III） ——大脑科学思维的异源性

包含飞

上海中医药大学中医学信息化-标准化研究室，200032

摘要 作为生物医学知识整合论的基础研究之一，本文探讨了大脑科学思维机制的异质性：内省性基本概念和知识，内省性科学概念和知识，外省性基本概念和知识，外省性科学概念和知识，并探讨了有关内省性或外省性元概念和元知识的发生和发育的一些基本生物原则和物理原则，举例讨论了欧几里得几何的基本概念背后的元概念和由基本概念分歧而导致新逻辑科学体系的形成。

（I）生物医学知识整合——语义大连通

电脑有很多人类大脑无法比拟的优点，如无限扩展的容量，永久的记忆，人类知识总库的在线累积性，精确而精细的计算能力，快速访问和全人类知识共享的可能，生动的多姿多彩的信息知识表达形式等。电脑飞速发展正在不断增强和扩展人类大脑的功能，同时也激发了更高层次的知识探索 and 开发欲望，促成了一系列雄心勃勃的研究计划。由于电脑及其网络这个强大的伙伴的参与，人类的科学活动已不再仅满足于传统的追求事物的普遍性、简单性、分析性和独立事物的行为规律，对事物的个性、复杂性、整合性和事物联系群的行为规律也越来越表现出巨大的热情并正为此付出极大的努力。

但再优秀的电脑也是人脑的产物。电脑是人脑的延伸、扩展和加强，是为人脑服务的，这种主从关系永远不会颠倒。电脑的任何处理只有对人脑思维有所帮助，才会有意义。因此电脑和人工智能今后如何发展最好请教它们的“导师”——大脑。

那么我们的大脑究竟是如何工作的呢？这样一个重要而基本的问题至今还是个谜，笔者也未见到十分令人信服的深入研究。在医学人工智能的简短的历史中，人们往往匆匆忙忙地按某种逻辑及某种电脑技术一头扎进具体的知识系统的开发和研究之中。究竟这种逻辑有何潜力和局限性，它们与人类认知功能的关系如何，人们似乎无暇顾及。

然而，离开了对认知、思维、知识的本质及规律的探索，就谈不上人工智能、知识工程，更谈不上知识整合。生物医学知识整合（BioMedical Knowledge Integration, BMKI）^[1-4]研究目标宏大，楼高全仗地基坚，对 BMKI 来说，对认知科学、思维科学的深层的基础研究是一切的前提，决不会是多余的工作，否则一切就会成为无根之木，无源之水。

当今的生物医学信息学思想和理论依然贫乏，与历史赋予她的伟大使命不相称，亟需建立更深更坚实的理论基石来支撑这座快速增长的科学大厦，以克服当前医学信息学“跟着技术走”，缺乏有关自身的本体研究的局面。因此有不少人把医学信息学看成是“计算机在医学中的应用”，就象把 CT 和心电图看成是 X 线和电在“人体上的应用”一样肤浅。生物医学信息学也尚未充分体现出她引领医学新世纪到来的本色。打个比方，如果把现代医学的知识结构看成是“三亩地，一头牛，老婆孩子热炕头”自给自足的独立分散的“小农经济”社会结构的话，那么插上信息学翅膀的未来医学的知识结构将具有和超越现代信息时代的社会结构，不仅“知识体”或“数据体”之间实现大连通（现在基本上已实现），而且“知识语义”或“数据语义”之间将实现大连通（知识整合新趋势）。生物医学知识的对象将不再仅仅

仅是独立的化学元素或大分子，还将包括大大小小的“元素群”、“大分子群”和形形色色的“结构群”。

(II)参与人脑科学思维的异源性

从哲学角度看，思维科学的探索是“用智慧研究智慧”，似有“狗逐自家尾巴”悖论之虑，这也提示了这一探索道路之艰难坎坷。但即便如此，受人类本质之一的求知性所驱动，科学家决不会在这条道路上就此止步。恰恰相反，人们在这方面的研究热情高涨，有增无减。

首先，我们来探讨一下究竟有哪些不同的成分参与了科学思维。据笔者所见，参与人脑的科学思维的组分大体上可分为内省性和外省性两大块，进一步细分可包括内省性基本概念和知识、内省性科学概念和知识、外省性基本概念和知识及外省性科学概念和知识四大异源性成分。这些异质概念和知识都是不断演绎的系统（见图 1）。内省性科学概念和知识，外省性科学概念和知识分别由内省性基本概念和知识，外省性基本概念和知识演绎和发展而来，因此基本概念和科学概念之间有着先在后继关系，但二者之间无绝对的界限可分。

内省性成分属意识性成分，也可称为主观性，固有的或内在性概念和知识。操作对象为内在的意识性对象。其运动（发展和演绎）的规律取决于人类智能器官（大脑）遗传决定的内在的运动规律。内省性成分为大脑思维的基础机制，是外省性成分运转、发展和演绎的背景、条件或语境。没有内省性成分作为语境，一切自然科学（多属外省性知识系统）就象希望“卵圆石孵出小鸡”一样荒唐。

我们已指出，这类知识与物种遗传有关，其中最基础的元要素本身就是大脑作为思维物质而存在的定义属性，是大脑作为一种特殊存在而区别于任何其他事物的理由，是大脑的本原或本体，由神经系统组织的物理结构决定，“本来就是这样的”，再无“为什么”可问。就象电脑是由固化的数字（逻辑）电路组成一样。这部分智能或潜智能决定了个人先天性智能素质。

内省性知识判断或推理受逻辑规律支配，如： $5 + 6 = 11$ ， $A \cup \bar{A} = A$ ，“一尺之捶，日取其半，万世不竭”和长跑运动员“阿其里赶不上乌龟”等诡辩及由此导出的极限概念，“理发师悖论”， $1/\infty=0$ ，二进制、八进制、十进制、十六进制计算系统，模拟客观世界的模型，也包括本文提出的思维成分四质理论等。

内省性知识的正确性的判定权在逻辑。

外省性成分属物理性成分，也可称为客观性知识，是人们通过生活或科学实验在客观世界中学习和发现的知识，操作对象是外在的物理性对象。主要是指各门自然科学。

外省性知识判断或推理受客观事物的物理规律支配，如：“***的病是肺结核”，“卫星将在某经度某纬度周围一公里范围的太平洋面坠落。”“乌云密布，雷电交加，暴风雨将至。”外省性知识的正确性的判定权在物理。

下文继续举例说明人类知识各异质成分：

1. 思维的内省性成分：

(1) 内省性基本概念和知识：

是指主观的内省性公识，即“不言而喻”的、公认的、“无须论证”的概念和知识。如食物、饥饿，进食等基本生理行为，听、视、味、嗅和触等感觉，欧几里得几何的基本定义，公设，公理，命题，如点、线、面、长度、宽度、边缘等。

(2) 内省性科学概念和知识：指在内省性基本概念和知识基础上演绎的论证性科学，如有基本定义、公设、公理和命题演绎而来欧几里得几何体系，包括三角形、等腰三角形、等边三角形、矩形、平行四边形、切线、内接圆、图形全等。

2. 思维的外省性成分：

(1) 外省性基本概念和知识:

是指与日常生活直接相关的客观常识或“无须实证”而理所当然被接受的客观概念和知识,人类感官在这些概念和知识的形成中充当重要角色。如下雨、刮风、山岭、江河、海洋、捕鱼、打猎、争斗、交友等。

(2) 外省性科学概念和知识:

指通过科学实验和观察获得的客观知识,如聚日光取火,摩擦生电,胰岛素、内分泌、抗原-抗体、受体、神经元、三羧酸循环、血脑屏障、胎盘屏障、免疫系统,红斑狼疮等所有客观世界的原型。

所有这些基本概念(内省性的,外省性的)均来自更为基础的元概念,元知识,元情感。如整体-部分,大小概念,物体度量,事物边界,反复行为,无限展开,物体形象(如点,线,直线夹角等)等(见下文)。

内省性与外省性成分的交互-配合-协调-整合是智能的基本机制之一,也是有待探索的思维科学的一门大学问。幼儿看到火苗跳跃,出于内省性求知原则和愉悦原则(见下文),会伸手去抓。当被火苗烫着后,见火苗往往避之惟恐不及,获得了外省性知识。可见二者在智能活动是相辅相成的。内省性成分如何参与外省性科学的天才发现如门捷列夫周期表、分子遗传学的中心法则、苯环的结构以及爱因斯坦如何修改本来被认为是“天经地义”的时空均匀性等元概念,从而实现(外省性)物理学革命,这些都是关于科学的创造性思维形成的饶有兴趣的课题。我们至少可以断定,各种假设考察视角和假设解释模型的选择有内省性成分参与其中。研究内省性成分及外省性成分在科学思维中各自的运动规律、它们之间的差异和协作,是生物医学领域中人工智能、知识工程、知识整合的必不可少的基础工作。

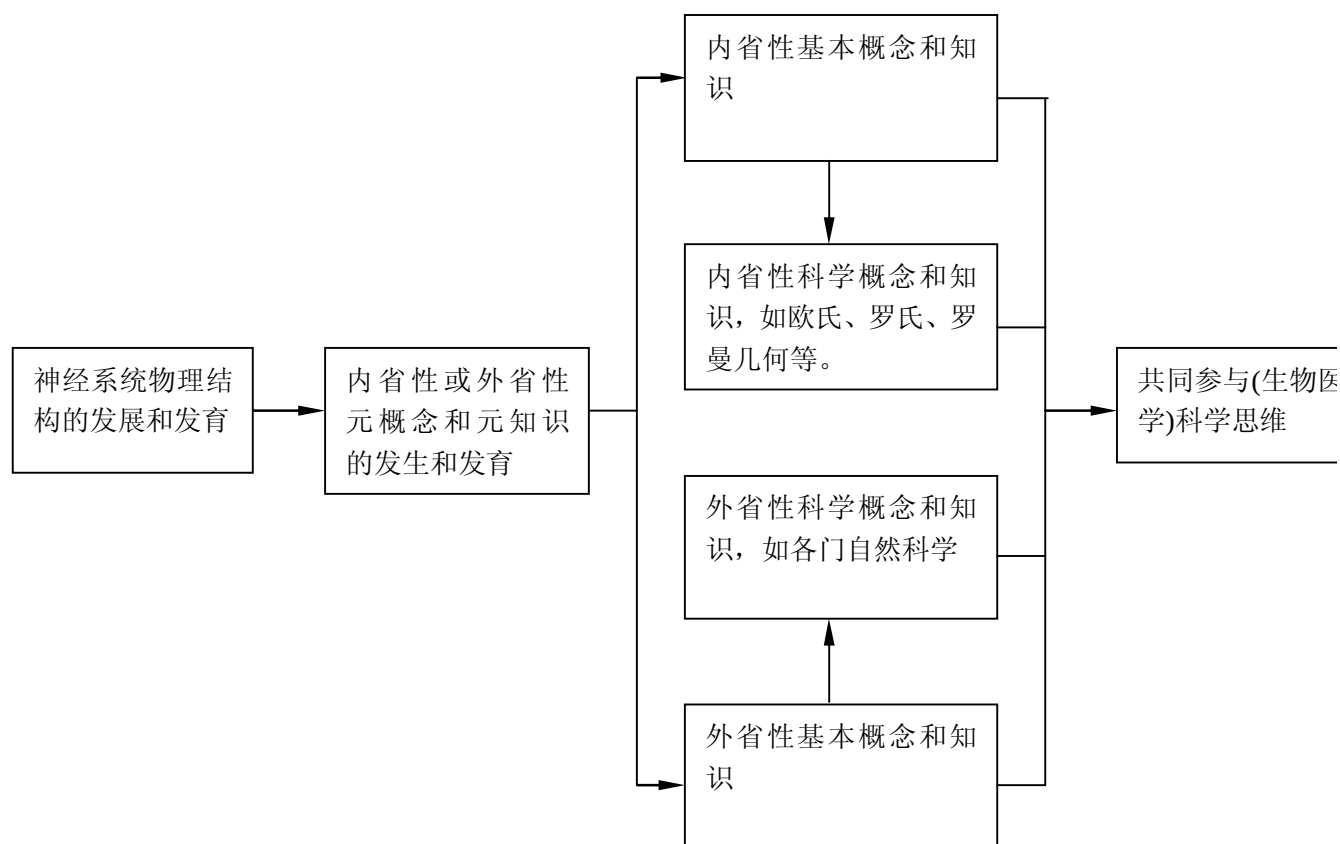


图1 人类动用大脑一切潜能参与(生物医学)科学思维。人类的智能活动包括内省性概念和知识和从外在世界获得的外省性概念和知识。二种成分都参与和人类生存有关的基本思维活动以及与人类发展有关的科学思维活动。

(II) 元概念和元知识的发生和发育

现以新生儿智能发育为例描述元概念和元知识的发展过程,这阶段主要实现内省性元概念和元知识的发展,也同时交织着外省性元概念和元知识的发展。

胎儿期和新生儿期已存在的一些潜能证明了元概念和元知识的存在。如已证实胎儿已具有五种感觉:听觉、视觉、味觉、嗅觉和触觉。新生儿的认知潜能比胎儿更明显:触觉“有些已发育得很好”;“出生数天后味觉就相当灵敏”;冷觉和温觉“比较发达”;“对冷和热的感受非常灵敏”;“能对有气味的物质发出各种反应”;对声音有反应;并已有本能的情感和表达,如对甜的东西会“吸吮”,会“微笑”,对苦、酸、咸的物质会“不安”,“皱眉闭眼”……^[5-6]

随后新生儿的感知觉发展遵循生命系统的两大基本原则,即生物原则和物理原则。这些原则也必然反映到生物医学知识系统及其演变中,因而人工智能、知识工程及生物医学知识整合等研究不可避免地会涉及这些原则和它们的整合。这些原则是:

①生物原则:包括生存原则,愉悦原则,求知原则,干预原则,自我价值原则,交流原则,自由原则,经济原则(效率原则),渐进原则(如空间由近及远、自我中心出发、由具体到抽象等原则),资源占有原则等。所有这些原则归根到底是生存原则。

②基本物理原则有分化原则和整合原则等。以往的科学研究受还原论倾向的影响较大,偏重功能分化,不讲功能整合。从哲学上看,固然分化是创新和世界多样化的动力和源泉,但整合同样具有创新和使世界多样化的能力,整合甚至可认为是一种特殊的分化。例如若一个分化把集合 A 变为 a,b,c,d 四个集合,因而导致创新和世界的多样化(内容扩大了四倍),而整合可生成 ab, ac, ad, abc, acd, bcd, abcd(还没有计算序关系),又一次内容扩大了二倍多。是分化和整合共同演绎了世界的多样性和无穷性。个体发育在很多情况下不是单纯的元潜能的分化增多,而是通过整合达到分化。

以下是幼儿智能发育中这些基本原则的体现:

(1) 生存原则:个体发育或广义的智能发育的总方向是生存能力(趋利避害能力)的增强如“当一个东西很快接近眼前时可引起小儿的瞬目反应”(保护反应)。又如任何东西刺激其嘴唇,都会发生张口动作(摄食反应)。

(2) 愉悦原则是个生存质量原则,所以也是一种生存原则。味觉、嗅觉的愉悦感与生存的基本条件食物摄入有关,而味觉、嗅觉的令人不快的逆愉悦感往往与有害事物有关;从生物学角度看,异性交往或性行为的愉悦与种系延续和发展的根本大计有关,即与种系生存有关;其他如音乐、艺术等精神性愉悦,则已证明与身体松弛、平衡调节有关,甚至可以激发生理某些功能,因此都可归结到生存质量问题。

(3) 求知原则包括好奇性,求解性,趋新性和探索性等,是一种更多地了解我们赖以生存的周围世界的本能。从根本上来说也有趋利避害、保障生存的意义。

(4) 自我价值原则:自我“表演”,自我“推销”,成才以后著书立说,科学研究中的标新立异等都是广义的知名度或自我价值的追求(“与众不同”会突出某人的存在。而“随大流”意味着个性的丧失),是一种有意识的追求社会性或历史性生存的表现。

(5) 交流原则:人与人之间的精神性对话。此原则体现人的社会性,生存最终需依靠社会而不是仅仅依靠个人的力量,自我价值最终必须获得社会的承认。

(6) 干预原则:人与人、人与物之间试图改变对方的交互或对话。

(7) 自由原则为追求和发展更大的自由度的本能。如人类的宇宙计划也带有趋利避害性,特别是对未来难以预测的宇宙灾难(如地球与其它星球碰撞)的一种准备。

(8) 经济原则(效率原则): 如儿童的空间知觉最初是依靠比较落后的动觉和触觉(只有接触到具体事物才能产生空间知觉)。“儿童只有通过实际的走路(包括滚动、爬行)和触摸,才能辨别物体的方位和距离。”后经学习,视觉通过与动觉和触觉反复合作建立了与空间知觉的对应关系,视觉是更为有效的可以遥测的感受器,由它取代传统落后感受器是一种效率的提高。幼儿“只要用眼一看,就可辨别物体的方位和距离。”再也用不到亲历其境了。^[5-6]

(9) 渐进原则: 如空间中由近及远,间接到直接,具体到抽象的发展原则。幼儿对符号信息的演变轨迹就是具体到抽象的原则体现: 原物→物理属性→物理关系→符号(逻辑关系)。如原物(妈妈这个人)→原物的物理属性(妈妈的声音, 图象, 脸庞, 身影)→原物的关系(门锁响, 妈妈回家了; 狗欢跳, 妈妈回家了)→标志原物的符号(“妈妈”这个词)。一个概念抽象到符号阶段就与原物的物理性完全脱离关系,只剩下一种标记关系: 初期的符号与事物的物理性仍有一定的联系,如象形文字阶段和拟音性话语阶段,随着以后的发展,事物的物理性痕迹逐步减少,最后只留下对应关系,并获得独立于物理世界的自身的规律。

(10) 资源占有原则: 为实现上述诸原则创造基础。

(11) 分化原则: 在新生儿发育过程中,眼中的世界从笼统的、混沌一体向细化,差异化,多样化发展。如新生儿的视觉经历了如下演变过程: 光觉反应,受强光照射可引起闭目(表示有感光潜能,本能),“眼睛不能停留在任何物体上”→注视某物,特别是感兴趣的事物→注视事物越来越明显,越来越频繁,对象越来越多。

(12) 整合原则: 听觉的发展过程为: “对声音有反应”→听力集中,把头转向有声音的方向(听觉与方位和运动整合)→“听悦耳的声音时会微笑”(听觉与情感及其表达整合)→“对母亲语音有反应”(听觉与简单语音语义整合)→能“区别语音的意义”(听觉与较复杂的语音和语音语义的鉴别功能相整合)。幼儿的听觉的方位感来自对左右二耳声音信息的天然的整合能力: “如果来自右耳的冲动比来自左耳的冲动早几分之一秒”,那么声音被判断“来自右方的声音”(声音、方位和时间诸信息的整合)。

(III) 欧氏几何的内省性基本概念及其元概念

内省性基本概念及其元概念之间也有先在后继关系。相对于元概念,内省性基本概念为继概念。我们知道,欧几里得几何体系是由基本概念和命题体系(公理、公设、基本定义、基本命题)演绎而来^[7]。此公理、公设、基本定义、基本命题集合被认为是不言而喻,普遍认同的,不容怀疑的。但这些基本概念集合背后还有更基本的元概念集合,它们是整个欧氏几何大厦的基石的基石,说明了逻辑科学体系环环相扣的内省性渊源关系。表 1, 2, 3 对此作举例说明之。

(IV) 内省性演绎的科学——欧氏几何和非欧几何

内省性科学的开创者们以其严谨推理的学风成为后辈科学家的楷模。欧几里得仅根据 5 个公理、5 个公设及少数基本定义严密地演绎出至今仍令人肃然起敬的几何学体系。几何发展的历史告诉我们,任何内省性基本概念的逻辑差异都可导致演绎体系的彻底分化,并导致新几何学的诞生^[8]。

因为第 5 公设（平行线公设：“过直线外一点有且只有一条直线与已知直线平行”）没有足够的直觉认同性，几何发展史上经历了长达两千多年的争论。大量的数学家化毕生精力试图从其他公设和公理导出第 5 公设，结果终告失败。十九世纪二十年代，俄国喀山大学教授罗巴切夫斯基用与此相反的公设即“从直线外一点，至少可以做两条直线和这条直线平行”来代替平行线公设，试图通过反证法导出矛盾，以证明平行线公设是不可怀疑的。但他在同样严密的推导过程中，不仅未发现任何逻辑矛盾，还开创了“匪夷所思”的新的几何体系——罗巴切夫斯基几何学。1868 年，意大利数学家贝特拉米发表了著名论文《非欧几何解释的尝试》，证明非欧几何可以在欧几里得空间的曲面上实现^[8]。

德国数学家黎曼利用一条基本规定：“在同一平面内任何两条直线都有公共点(交点)”（因而不承认有平行线的存在），加上另一条公设：“直线可以无限延长，但总的长度是有限的”，创立了黎曼几何。后来物理学家爱因斯坦的广义相对论中的空间几何就是黎曼几何。

总之，由此“可以得出一个极为重要的、具有普遍意义的结论：逻辑上互不矛盾的一组假设都有可能提供一种几何学。”这个结论说明人类在内省性概念的基础上通过严格的逻辑推理和演绎开创和发展了各种内省性科学体系的可能性和普遍性。

内省性意识世界是诗一般美好和理想的世界，科学家凭借着他们的科学想象力和逻辑推理天才可以建立起一个又一个自己喜爱的理想王国。欧几里得，罗巴切夫斯基，黎曼及其他内省性科学家们可以心安理得地生活在他们创造的象牙塔中，无怪科学巨匠爱因斯坦认为科学应该由“看灯塔的青年”去搞。

然而，生物医学家们（也包括我这个生物医学知识整合论的鼓吹者）就没有如此幸运，生物医学绝不是这种理想世界，它至今还是“动手多于动脑”的实验世界，是“发现什么承认什么”的物理世界。它的知识体系是一个内省性成分（或意识成分）和外省性成分（或物理成分）相互混杂的极端复杂的体系。在我们的医学人工智能、知识工程和知识整合研究中，四类异质的概念和知识的异同和行为规律，如何相互交互-配合-协调，如何影响知识的整合，这些正是医学知识整合研究试图探索的首要问题。

表 1 举例说明欧几里得几何基本定义的元概念。

基本定义	元概念
点是没有部分的。	整体和部分
线只有长度而没有宽度。	长度和宽度的量度
一线的两端是点。	细长物的截面概念及其极限概念。
直线是它上面的点一样的平放着的线。	惯性重复行为，惯性重复行为是一种动性静止，动中有静
面只有长度和宽度。	极薄：勃的事物的极限概念。
平面是它上面的线一样的平放着的面。	线的惯性重复的概念。
大于直角的角叫钝角。	按某种规则形成图形的概念。
小于直角的角叫锐角。	按某种规则形成图形的概念。

表 2 举例说明欧几里得几何公设的元概念。

欧几里得几何公设	元概念
由任意一点到任意一点可作直线。	拥有拉线等基本体验
一条有限直线可以继续延长。	事物无限均匀伸展的概念。
以任意点为心及任意的距离可以画圆。	环绕一点作等距惯性均匀运动的概念。
凡直角都相等。	对两个方向的偏移和相等概念。

表 3 举例说明欧几里得几何公理的元概念。

欧几里得几何公理	元概念
等于同量的量彼此相等。	三个事物的度量的比较和等价概念
等量加等量，其和仍相等。	事物的度量相加和等价概念
等量减等量，其差仍相等。	事物的度量相减和等价概念
彼此能重合的物体是全等的。	事物的形态比较和等价概念
整体大于部分。	整体和部分定义的另一种叙述

(待续)

参考文献

1. 包含飞：生物医学知识整合论(一)，《医学信息》杂志，16（6）：174-279，2003
2. 包含飞：生物医学知识整合论(二)，《医学信息》杂志，16（8）：410-415，2003
3. Bao H.F.: The Theory of Biomedical Knowledge Integration(I), Chinese Journal of Medical Treatment, 2(13): 1-6, 2003
4. 包含飞：生物医学知识整合科学思维的成分异源性（I），上海计算机用户协会年会论文集（2003），（待发表）
5. 郭卜乐：今日心理 <http://www.cptoday.net>
6. 郭卜乐：婴幼儿心理学，<http://www.cptoday.net>，
<http://www.zgxl.net/cptoday/children/yyexlx/yyexlx.htm>
7. 兰纪正、朱恩宽译：《几何原本》第 I 卷，台湾：九章出版社，1992
<http://www.i-mikekong.net/Maths/maths-frame.php>
8. 大科普网，不可思议的几何——非欧几何，
http://www.ikepu.com.cn/maths/maths_branch/non_euclid_geometry_total.htm