

斯金纳操作行为理论若干问题的剖析¹⁾

陈大柔

中国科学院心理研究所

摘 要

斯金纳操作行为理论是华生行为主义的一种发展,是目前西方行为科学的基础理论之一。本文从该理论的哲学渊源、师承、论点及其应用,作了简要的评析,指出它的特点与缺点,以及对发展心理科学的意义。

一、溯 源

操作的概念是在30年代从物理学操作主义中引进心理学的。史蒂文斯在这一引进工作中曾起过重要的作用。他通过把心理量变为可以量度(实验操作)的物理量,把某些经典概念(如存在、经验、感觉与属性等)尽量剪裁为操作的模式,为心理学概念的操作定义作出了示范,从而肯定“操作主义诸原理提供了一种以精密形式处理心理学概念的方法。”并指出:“这种方法在于把一概念的定义归于藉以得出该概念的具体操作,也在于剔除一切不可能以操作为依据的概念。”^[1]

斯金纳在30年代撰写博士论文时,也已陆续接触了布里奇曼、彭加勒和马赫的著作,也受了物理学操作主义的影响。但斯金纳遵循的主要是心理学的生物学方向,而非史蒂文斯的心理物理学方向。斯金纳曾系统学习过生物学、胚胎学、解剖学、中枢神经系统生理学。^[2]他自称:“我必须承认我受罗素、华生和巴甫洛夫不少教益”。即,罗素曾指出:在心理学中的“反射”就象在物理学中的“力”一样具有同等地位^[3];华生提供了行为主义学说;巴甫洛夫则开创了古典条件反射的方法。斯金纳自认为他的学位论文就是“反射的一种操作分析。”^[4]他曾说:“操作的态度尽管有缺点,在任何科学中都是一件好事,尤其是心理学,因为其中存在着大量古老和非科学来源的术语。在科学的哲学中广阔的经验运动,如史蒂文斯已指出的,是操作主义的背景,而在心理学的领域中就该有一个有活力的早期代表——名叫行为主义,这是不奇怪的。”^[5]由此可见斯金纳早就把行为主义与操作主义内在的结合起来了。他一生不懈地工作,曾发表论文122篇,专著12部(截至1977年)。他的操作行为主义是现代西方心理学领域中颇有影响的理论。

二、发 展

斯金纳的工作是从桑戴克的“老鼠跑迷津”的传统实验开始的。他的处女作《有机体

1) 本文于1981年9月26日收到。

的行为》(1938)概括了他早期的实验工作和基本理论。该书出版时他写信给桑戴克说：“显而易见，我只继承了你的迷津实验罢了。”⁽⁴⁾事实上不仅继承，而且有他独特的扬弃或发展。托尔曼在上述同时给斯金纳的信中提到这一特点说：“你从哈佛大学闯过来而丝毫未受到它的不良影响，我真为你庆贺。”⁽⁴⁾

不同的公式 斯金纳自称曾向托尔曼“详尽说明我的操作的立场”⁽¹⁹⁾，他们之间的相互影响是显而易见的，他们的公式很相象，但两者在实质上是不同的。斯金纳自己曾对此作了比较：⁽¹⁹⁾

斯金纳的公式： $R=f(S, A)$

[A是代表影响到反射强度的任一条件]

托尔曼的公式： $B=f(S, H, T, P)$

(B代表行为，相当于斯金纳的R；S代表“提出的环境刺激”，相当于斯金纳的S；H代表遗传；T代表“特殊的过去训练”，相当于斯金纳的“条件”；P代表“一种释放的欲望或厌恶的内部状态”，相当于斯金纳的“内驱力”)

斯金纳认为最重要的区别是：“我所称的‘第三变量’，托尔曼则称‘中间变量’。以我看，在条件作用、内驱力与情绪中可以观察到的种种操作处于有机体外部，但托尔曼把它们放在内部，来代替心理过程(……)，而这正是他们至今仍处于认知心理学中的地方。”⁽¹⁹⁾斯金纳认为托尔曼公式比他的更加接近于传统的反射弧。他反对用“中间变量”或把“生理过程”作为中介物来解释行为，坚持以有机体外部的操作行为作为实验研究的对象。

反射与操作 操作条件作用是斯金纳行为理论的实验基础，它与巴甫洛夫古典条件反射既有联系又有区别。巴甫洛夫的实验是以狗流口涎的条件反射闻名，斯金纳的实验却以老鼠按压杠杆的操作条件作用著称。斯金纳在回答波兰生理学家时就开始区分这两种条件作用的不同性质⁽¹⁹⁾。他把前者称为应答的(respondent)，后者称为操作的(operant)。因为有机体在前者的行为反应是由刺激所引起的一种应答性的，在后者则是先操作(按压杠杆)才出现食物强化。因此，其区别可以概括为“反射学习是一个S—R过程，操作学习则是一个R—S过程”⁽⁶⁾。更重要的是斯金纳又从他这种新型的条件作用中，发展出一种行为列联(contingencies)*的思想，即在R—S过程中，反应、刺激和强化的顺序发生组成行为的基本列联。斯金纳用这种列联理论来描述人类种种行为。

斯金纳自称，从反射出发到抛弃“反射”概念而明确使用“操作的”这一术语，“花了我好几年的时间。然而，从这以后我明显地不再是一个刺激—反应的心理学家了。”⁽¹⁹⁾他开始摆脱传统反射概念的束缚，认识到种种行为并不单是由刺激—反应而引起，而且是由操作得到强化而形成。这就要求在能强化一个行为以前，必须选择适当“起爆”的一种操作反应(即，为强化它而首次引起它)的种种途径，并制定一系列相继性接近的强化程序，以形成种种复杂的操作行为。这就发展了他的行为控制技术。

生理与行为 斯金纳认为，操作行为分析的主张是“一种从神经系统独立的宣言”⁽¹⁹⁾。

* contingencies [复数名词]，原义为偶然性，相倚等。译为“列联”，系出自本文末文献(7)第398页原译，含有与强化关联的偶动作系列之意。此译义虽已为《英汉心理学词汇》(科学出版社，1981年版)暂时采用，但更切贴的译名尚有待斟酌。

他指出,神经生理学期来主要停留于想象与推断,从谢灵吞到巴甫洛夫都没有直接观察到一个突触或大脑皮层的实际活动。他们仅是从实验动物的行为中推论出它们的过程。因此传统上用来代表“中枢神经系统”的三个缩写字母“CNS”可以说是代表“概念的神经系统”(conceptual nervous system)⁽¹³⁾。现在,这种概念的神经系统仍然为其他学科(如信息论、控制论、系统分析、数学模式及认知心理学)所借重。其实,它们涉及的是“假如人类有机体象它所做的那样去行为,大脑或心理必定是如何工作的”。⁽¹⁸⁾这就是说,他们的理论,归根还是来自对行为着的有机体(behaving organism)的观察。他坚认生理学从来也没有告诉过任何关于我们所不曾知道的行为的生理事实。斯金纳声明说,他的这种看法“并不是反生理学的”⁽¹⁹⁾,也“并不企图去贬低神经科学的重要,但要坦率指出神经系统的原来用作一种解释原则以逃避对行为的直接描述。”⁽¹⁸⁾他强调行为有它自身的事实,有它自身的权利和实验已取得的科学资料“作为科学真正研究的对象”。⁽¹³⁾他认为“把神经系统作为行为的一种虚构的解释”甚至在笛卡儿以前就很常见,而“现在比一般所知的还更为广泛流行”⁽¹³⁾,他反对这种以神经系统取代行为研究的趋向。他认为这种趋向会“再一次分散了把行为作为研究课题的注意”。⁽¹³⁾因此,他象反对心灵主义的“精神小人”一样,也反对假定有一种控制力量之类的“神经小人(neural homunculus)”⁽¹³⁾。

他还驳斥了认为神经系统比行为更有规律,必须以它来解释行为的这种偏见,指出:“我知道,比如关于中枢神经系统,还没有实验材料,它能包括着我这本书中许多插图所表示的较平滑或较容易再产生的曲线。”⁽¹³⁾他认为从生理学对行为科学历史上的关系看“必须对神经科学的优越性打折扣”,他认为这两门科学“都有同等的效度(validity)”⁽¹³⁾,甚至,“有益的关系适相反:行为的分析确定着生理学家的的工作。”⁽¹⁹⁾如此,他所发展的是一种超越了生理学的行为理论。

三、某些新论点

斯金纳的新行为主义是从旧行为主义发展出来的。他的基本理论来自动物实验,仍然以可观察的外显行为作为心理学研究的对象;并侧重环境对行为的作用,而无视人类本身的主观能动作用。下列几方面是他试图涉猎人类行为、意识与言语研究的有关论点,可以窥见它与旧行为主义的异同以及他的操作行为理论观点的一斑。

两类列联 斯金纳和旧行为主义一样强调环境的作用。他认为如此“才能消除心灵主义把注意力引向假定的内在原因的种种影响。”⁽¹⁷⁾并指出正是行为的实验分析,“它能提供行为与环境间因果联系的最清楚而可能的表述”。⁽¹⁷⁾“由于直接转到行为与环境的关系而不管所假定的精神中介状态,我们就能跟着物理学与生物学所采取的道路前进”。⁽¹⁶⁾但他并不认为当前环境决定一切。他曾批评华生声称能对任一个健康婴儿培养成一名医生、律师、巨商、盗贼等夸大之词。⁽¹⁷⁾他指出遗传也不可忽视地对行为起深刻的影响。他认为“在某种意义上说,所有行为都是遗传的。……操作条件作用也象消化或妊娠一样是遗传禀赋的一部分。问题不在人类是否有遗传禀赋而在于如何去分析它。”⁽¹⁷⁾“当然条件反射与无条件反射已被认识好几个世纪了,但只是在近来,对生存列联与强化列联才有了研究。”⁽¹⁷⁾他认为,正是这两类列联形成人类种种行为:“物种在生存列联下获得行为(本

能),而个体在强化列联下获得行为(习惯)”,两者是相互联系着的。他举例说:“说智力或某些其他能力或品质是环境约占20%而遗传约占80%,这并不是说一个人的行为的20%归因于强化列联而80%归因于遗传禀赋。抚育一对同卵双生子,一个在中国一个在法国,而他们的口语行为就会完全不同(这两种语言的语法可能具有共同特点,但就我们所见,并非因为语法具有遗传的基础)。”^[14]斯金纳考查了这两类列联之后,说:“环境在物种进化中作出首要的贡献,但它在个体生活期间发挥不同的影响,而这两类影响的结合,就是我们在任何特定时间所观察到的行为。”^[15]

私密事件 斯金纳认为“宇宙的一小部分被包含在我们每个人的皮肤内”,“皮肤并不是那么重要的一种界限,私密事件和公开事件具有同样的物理维度。”^[16]斯金纳强调他的彻底行为主义并没有“砍掉有机体的脑袋”,也没有“把主观性这个问题避而不谈”,而且“决不忽视意识,而是发展了研究意识的一些方法”,^[17]行为科学分析就提供了这种方法。他对自我观察采取有保留的使用,并且不坚持“真理由于一致”的原则,因此并不把感觉知觉的概念还原为“辨别的操作”,也不同于方法学的行为主义虽承认私密事件(意识、心理、精神生活)的存在却对它置之不理。从彻底的行为主义立场看来,“感觉到的或内省观察到的不是意识、心理或精神生活的某种非物质世界,而是观察者自己的躯体”,但这并不是指生理的研究也不是指行为的原因,而是指“一个人的遗传的和环境的历史的某些附产物”。^[18]他认为“一个被打得‘无意识’的拳击手就是对他皮肤内外当前的刺激均不起反应”,“一个人在言语社会安排种种列联之下,他不仅看见一个客体,而且明白正在看它,在一种不同意义上他就成为有意识的。在这种特殊的意义上,意识和觉知就是一种社会的产物。”^[19]“行为、遗传与环境的变量之间的控制关系只要不被觉察到就都是无意识。……假如意识似乎具有一种因果作用,它就是引起自我观察的这种特殊环境的作用。”^[20]上述几种不同的含义和说法表明,斯金纳最终仍是把意识分析为躯体行为、某些附产物或环境的作用。

言语行为 斯金纳把言语作为人种区别于其他物种之间本质不同的操作行为。他说:“在人种的历史上相当迟才经历着一种显著的变化:它的发音肌肉发达达到归于操作的控制。象其他物种到那时只表现了警戒的号叫、威胁性的呼喊和其他先天的反应,但发音操作行为则大不相同,因为它扩大了社会环境的范围。”^[21]“言语行为具有一种特殊性,只因为它的影响到人——首先是别人后来是说话者自己,而受到强化。”^[22]例如儿童学习叫出各种颜色名称,在未经受有关列联之前是办不到的。“这些列联是不同的,而它们在长期受心灵主义的解释弄得含糊难懂的行为中产生着许多重要的差别”。^[23]一个人如何说话依赖于他作为言语社会中的一员的实践。同一说话者在不同言语社会中形成和保持不同的言语,然后他具备有对不同听者有同样效果的各种言语节目。

如果说“行为的科学分析已经产生一种经验认识论。私密的问题可以从行为而不是从直接经验着手朝着一种新方向进行探索”。^[24]那么对言语行为的问题更是如此。斯金纳对语言操作,根据由一语言社会所支持的有关强化列联加以分类,并试图去发展一种“言语自我支配技术”(A technology of verbal self-management)^[25],以便说话者巧妙使用他们自己的语言行为去控制或限定听话者的反应。斯金纳把文学作为分析行为的一个分支,广泛收集人们熟悉的事实材料(从托儿所、讲课及诗词中),进行分析,证明言语行为

也象其他的操作行为一样,是由环境中提供的强化列联所决定的。此外,斯金纳还认为科学知识也是言语行为,“科学知识是进行有效行动的全套规则,……一个命题达到这样的程度,即能用它帮助听者对它描述的情境作出有效的反应,它才是‘正确的’。说话者作出解释所起的作用代替了由产生这个解释的环境所施的直接控制,而听者的行为决不能超过由上述情境所控制的行为。”^[17]斯金纳广泛开展言语行为探索研究,试图表明各种类和各水平的言语和写作均属条件性操作的范围,在此范围中能受到实验性的分析并能接受精心设计的控制。

四、应用

斯金纳的理论与技术在行为科学研究与社会实践中有着广泛的应用。

在生物科学和医学科学方面 生理心理学上的《脑的愉快中枢》(1956)实验者 J·奥尔兹把他的实验的成功,归之于斯金纳提供了对阳性情绪行为测查方法的改进。在生理学上,斯金纳(1938)还是“第一个应用操作方法到血管反射的人”(W. C. 林茨与 U. 斯楚里, 1978)。在习性学方面,斯金纳自认为他早期所做的就属习性学一类的工作,并认为操作分析可能阐明对习性的现场观察并纠正由此得出的结论。在心理药理学方面,斯金纳早期也曾研究少数常见药物对于操作行为的影响,他所创新的技术,已为美国许多药物公司广泛采用。斯金纳的《科学与人类行为》(1953)一书被认为是建立行为疗法这门新科学的基础论著^[18],而被用于心理治疗和行为的矫正。

在社会文化实践方面 斯金纳关于行为强化的理论促进程序教学和教学机器的发展,我国曾有所介绍^[7],并在教育实践中进行试验。同样,在企业管理、人事奖惩及刑罚学中也开始被注意。他的语言行为操作理论,在心理语言学中与乔姆斯基的理论,都被认为是重要的理论而引起热烈的争论^[9]他的著名小说《华尔登第二》(1948)、是“关于设计一种新文化的早期尝试”。^[19]其中描述一个一千多人的农村公社用积极强化“控制”的一种乌托邦式的生活,曾被用来进行一种社会改革试验。并曾出版过《‘华尔登第二’实验:‘欧克孛生村杜’的头五年》(纽约,1973版,由斯金纳作序)^[6]。斯金纳把他的行为主义自称是一种认识论,是一种科学的哲学。他的《超越自由与尊严》(1971)一书曾经受到许多非议。他后来(1974)辩解说,他主要是要求“把行为的解释翻转过来的问题”^[17]。“我相信,人类行为科学的表述,能帮助我们自由与尊严的情感增加到最大限度”^[17],并“在人类事业的每一领域中就会作出更加有效的决断来”^[19]。他认为人类行为都受各种列联的制约与环境的控制,应深入研究环境对行为的作用,积极采取强化措施,以改善人类的行为。他强调环境是力所能及的,是可以科学方法来改变它,从而在地球上就可能建设起天堂来的^[18]。

五、简评

(一) 斯金纳的理论有它独特的发展

斯金纳从传统的反射概念出发经过古典条件作用,发展了自己的操作条件作用;并在

此基础上形成了他的行为科学分析的理论和技术,广泛应用于人类实践,作出了他的一定贡献。斯金纳强调行为主义(Behaviorism)这个词的最后三个字母“主义”(ism),以说明是一种认识论、一种科学的哲学。他又自称为彻底的行为主义(radical behaviorism),以区别于方法学的行为主义(methodological behaviorism),并打破了方法学行为主义不去涉猎的禁区(如意识问题),累积了大量资料,完成了它自己关于操作行为的概念体系。

斯金纳是从认识论接近心理学的,最后又把他自己的研究归结于哲学。这是从哲学认识到科学实践,又从科学实践到哲学认识的一大循环。物理学操作主义对他有重要影响,但他却在一定程度上摆脱它所加的束缚,并区别于史蒂文斯心理物理的操作主义,走上他自己的道路——我们姑且称它为“生物行为操作主义”道路!

(二) 斯金纳的理论有它可以肯定的积极成分

作为反对精神至上的唯灵论和“心理等于大脑”之类的机械论的意义上说,斯金纳提出反对“内部小人”(包括心灵的和神经的),反对把心理活动归因于似乎是不可知的某种因素,这是有积极意义的。他又进一步提出行为并不是这些神秘动因的副产品,行为有它自身的事实,有权作为科学研究的真正对象。他提出了操作行为的概念体系和列联学说,认为从形成的原因来说,现代人的种种行为系属于操作行为,是由种族演化的生存列联和个体发展的强化列联交互选择和演变的结果。它既是遗传的也是受环境所决定的。他还认为人种和其他物种一样,不过演化水平高于其他有机体,且具有人类的言语和意识;但皮肤并不是一个重要界限,体内的私密事件也和体外的操作行为具有同样的物理维度,可以从环境的作用和行为分析加以研究。斯金纳重视从种族演化史和个体发展史去研究个体行为,并且肯定个体内外的物理特性与外部物质环境的统一性,这种观点是具有自然科学家朴素唯物论的成分和自发的辩证因素的。

斯金纳在论述环境的作用时曾多次肯定马克思关于存在决定意识的论断;他从操作条件作用(或称工具条件作用)进行的行为实验分析,从某种意义上说,也未尝不可说是对恩格斯关于使用工具在进化上的重要作用的原理的一种佐证。从行为事实有其因果性而可以预测与控制这一观点看,他的行为技术学或行为工艺学也已被证明具有积极实用意义。他的操作行为理论是具有一定的科学成分值得深入探讨的。

(三) 斯金纳的理论有它固有的问题与缺点

问题可以溯源于《日晷》杂志上逻辑实证主义与物理学操作主义的影响。斯金纳的理论对揭露人类行为事实有所深入,是行为科学不可忽视的理论之一,但有它的片面性与局限性。人类正是在发展自己的行为中发展了自己的意识(心理)的,两者是辩证统一而不是同一的发展。而实际上他的理论与做法本身,却是把意识(心理)等同于行为,或把意识当为“一个人遗传的和环境的历史的某些附产物”。显然,斯金纳没有看到心理与行为两者的辩证发展,而是把它们混而为一,取而代之,最后更把它们统统归因于外界环境,而完全不顾心理发展固有的内部矛盾和规律。无怪有人听到斯金纳的关于行为控制的主张和他否定“自主人”的概念时,感到这是对人类尊严的莫大侮辱,而称他是一种“条件制约的机器人”的理论。斯金纳只看到人的外表行为而看不见人的心理、意志、动机;他也是“生物主义者,都以为人与动物一样,只能顺应环境而不能改造世界”^[3];他只看到人是环境与历史的附庸却看不到人是环境与历史的主人与创造者。而人终究不是动物,只顾片面夸

大强化的效果和否定“自主人”，正是他哲学上的贫乏，也正是他的哲学基础固有的“主观唯心主义或机械唯物主义”⁽³⁾成分造成的影响。

(四) 从斯金纳理论的本来意义上加以扬弃

逻辑实证主义或操作主义坚持：“科学是社会成员意见一致的知识。”⁽¹⁾他们认为心理事件是“观察不到的事件”，不可能有一致的真理，感觉知觉本身不能测量，但能测量一个人辨别刺激的能力。感觉知觉的概念于是就被还原为辨别的操作。这就是史蒂文斯心理物理操作主义的作法。斯金纳与此稍异，他认为“‘真理由于一致’这个原则并不是操作主义本质部分”，“对于一个概念，好坏的最高标准不在是否两人出现一致，而在使用这个概念的科学家能否成功的对它的材料进行操作——假如需要，一切都可以由他自己”。⁽²⁾由此，可见斯金纳的生物行为操作主义虽与心理物理操作主义有所区别，但从其固有的哲学观点来说，在他们的主张中，真理的主观性成分却是增无减。在他们看来，真理与科学概念或者是由于“意见一致”或者是“便于操作”的结果，并不是客观事物所固有的。因此，斯金纳在他的行为分析中，可以把意识混同于环境，以便于他的操作和控制，这就不足为奇了。但，这与我们认为科学实验是人类重大革命实践之一，并认为实践是检验真理的唯一标准，就相去很远了。

斯金纳自己曾说早年受培根的影响，严格遵循着：我“研究的是自然而不是书本”这个原则。可见他是要坚持实事求是的科学态度的。但由于他原来的哲学或认识论上固有的主观性。我们只能引用他曾引用过的两百年前迪德罗的话说：“遗憾的是请教自己总比请教自然来得容易些与直接些，因此，真理就有意躲藏于它自身之中了。”⁽¹⁸⁾

以上仅就已掌握资料，对斯金纳的理论发展中的若干问题，追根究源，作一大略剖析和简要评论。错误在所难免，希望批评指正并引起深入一步的探讨，以便“从它的本来意义上扬弃它，……救出通过这个形式获得的新内容”，⁽²⁾或“剥取那在错误的、但为时代和发展过程本身所不可避免的唯心主义形式中获得的成果”⁽¹⁾。

参 考 文 献

- (1) 马克思恩格斯选集，3卷，人民出版社，528页，1972年。
- (2) 马克思恩格斯选集，4卷，219页。
- (3) 唐钺，西方心理学史。北京大学心理系印，269、268页，1979年。
- (4) 陈泽川译，斯金纳自传(1967)，河北师大印，1980年。
- (5) 舒尔茨，现代心理学史(1975第二版，摘译)，评冯工作组编印，71页，1978年。
- (6) 彼捷，斯金纳行为科学的理论和实践(资料选编)，上海师大心理专业编，53、54页，1977年。
- (7) 普莱西、斯金纳著，刘范等译，程序教学和教学机器，人民教育出版社，1964年。
- (8) Frucha, J., International Journal of Psycholinguistics, 5, 107—111, 1976.
- (9) Rejoinder and Second Thought, Psychol. Rev. 52, 278—294, 1945.
- (10) Rimm, D. C., Behavior Therapy. New York: Academic Press, 1979.
- (11) Stevens, S. S., The Operational Definition of Psychological Concepts, Psychol. Rev. 42, 517—527, 1935.
- (12) Skinner, B. F., Two Types of Conditioned Reflex: A Reply to Konorski and Miller, J. Gen. Psychol. 16, 272—279, 1937.
- (13) Skinner, B. F., Behavior of Organisms, Appleton-Century, 1938.
- (14) Skinner, B. F., The Operational Analysis of Psychological Terms, Psychol. Rev. 52, 270—277, 1945.
- (15) Skinner, B. F., Behaviorism at Fifty. In T. W. Wann (ed): Behaviorism and Phenomenology, The University of Chicago Press, 79—108, 1964.

- (16) Skinner, B. F., *Beyond Freedom and Dignity*. Alfred A. Knopf, Inc. 1971.
(17) Skinner, B. F., *About Behaviorism*. New York: Alfred A. Knopf, Inc. 1974.
(18) Skinner, B. F., *American Psychologist*, 30, 42—49, 1975.
(19) Skinner, B. F., *The Experimental Analysis of Operant Behavior*, *Annals of New York Academy of Sciences*, 374—385, 1977.

ON SKINNER'S THEORY OF OPERANT BEHAVIOR: AN ANALYSIS

Chen Da-rou

(Institute of Psychology, Academia Sinica)

Abstract

In this paper, Skinner's theory of operant behavior is analyzed in some aspects: its philosophical view point concerned, the unique concepts advanced, the basic versions about the two contingencies, private events, and verbal behavior. Its applications to various realms are appreciated. Its merits toward the theories of psychology are also briefly discussed.