

身份的

确立

科学教育作为一个学科的发展历程

Defining an Identity
The Evolution of Science Education as a Field of Research

【澳】彼得·范森 (Peter J. Fensham) 著

魏冰 吴炯 丁邦平 谢登斌 译
罗星凯 吴炯 校

广东外语外贸大学出版社
GUANGDONG FOREIGN LANGUAGE UNIVERSITY PRESS



身份的确立

——科学教育作为一个学科的发展历程

Defining an Identity

The Evolution of Science Education as a Field of Research

[澳]彼得·范森 (Peter J. Fensham) 著

魏冰 吴娴 丁邦平 谢登斌 译

罗星凯 吴娴 校

·桂林·

GUANGXI NORMAL UNIVERSITY PRESS
广西师范大学出版社



Translation from the English language edition:
The Evolution of Science Education as a Field of Research
By P.J.Fensham
Copyright© 2004 Kluwer Academic Publishers
as a part of Springer Science+Business Media
All Rights Reserved

著作权合同登记号桂图登字：20-2007-087 号

图书在版编目 (CIP) 数据

身份的确立：科学教育作为一个学科的发展历程 /
(澳) 范森 (Fensham,P.J.) 著；魏冰等译．—桂林：广西
师范大学出版社，2012.12

书名原文：The Evolution of Science Education
as a Field of Research
ISBN 978-7-5495-2912-4

I. 身… II. ①范…②魏… III. 科学教育学—
历史—研究 IV. G40-05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 272981 号

广西师范大学出版社出版发行

(广西桂林市中华路 22 号 邮政编码：541001)
(网址：http://www.bbtpress.com)

出版人：何林夏

全国新华书店经销

桂林漓江印刷厂印刷

(广西桂林市西清路 9 号 邮政编码：541001)

开本：787 mm × 1 092 mm 1/16

印张：19.25 字数：285 千字

2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷

定价：30.00 元

如发现印装质量问题，影响阅读，请与印刷厂联系调换。

序 言

当得知中国的学者有计划把《身份的确立——科学教育作为一个学科的发展历程》这本书译成中文时,我感到很高兴。在进行这本书所依赖的大部分访谈时,我就意识到我所接触的科学教育研究者存在不平衡性。尽管我曾有机会与很多国家的同行会面和合作,但仍然有很多人是我所不知的。中国就属于后一种情况,我当时觉得这的确是一个显著的隔阂。当我还是剑桥大学的年轻研究生时,伟大的科学史家李约瑟(Joseph Needham)就为我认识中国古代科学技术的辉煌打开了眼界,那时的中国科学技术远远超越任何同类的欧洲科学思想和发明(李约瑟,中国的科学和文明,剑桥大学出版社,1954)。

20世纪90年代,Ronald Price(当时在澳大利亚的拉筹伯大学)的著述使我认识到,在中国的科学教育工作者中有一种认真研究学校科学教科书的牢固传统。到了20世纪90年代末,在杜秉祺(P. K. Tao,可惜他已经过世了)的引见下,我开始在香港大学同中国学者进行一系列的合作研究。杜秉祺,也是一位成功的教科书作者,当时刚开始在他的高中物理教科书中引用中国古代科学的一些例子。

我在香港时曾参与一项关于公众理解科学的研究项目,这个项目涉及与香港、广州、北京等地的一些学者开展合作。这样,我便能

够开始了解中国的科学教育研究的一些事情以及众多的实践者中的一小部分人的工作状况。我知道,其中的一些人就参与了本书的翻译。在这本书里,我努力展示在过去的50年里科学教育研究是如何演进成为一个国际认可的学术研究领域的。

我很高兴为本书的中文版写这个序言,同时我特别期望这本书对投身于这一成熟的研究领域的年轻学者有所帮助。最后,我对参与本书翻译的所有人表示衷心的感谢。

彼得·范森

2007年8月30日

目 录

第一章 科学教育:研究领域由何而定/1

身份的质疑	1
另类身份	2
研究领域的基准	4
基准的效度	8

第二章 起源/11

第一部分 在美国的起源	11
第二部分 国际起源	18
科学教师	22
研究之初	23
博士课程	25
关于课程开发的研究	26
活跃的中心	31
研究支持	31
总结与结尾	37

第三章 研究者本人/39

第一部分 个人的重要著作	40
第二部分 他人著作的影响	52

第四章 研究的重要意义/67

外部认可	67
内部意义	70
研究概述	78

第五章 研究受到的主要影响/84

第一部分 研究的阶段	84
实践类著作	96
第二部分 开拓性著作	97
出版物的影响类型	101

第六章 提出问题/103

情境的重要性	103
问题的进展	104
新方向的预示	105

第七章 理论的作用/112

借鉴的理论	112
各种社会理论	114
文化理论	115
其他的理论借鉴	116
对理论的贡献	120
发展借鉴的理论	123
为着实践的理论	125

第八章 方法论/127

借鉴自然科学的方法	127
质性研究方法	132
借鉴人文学科的方法	135
另类概念的研究方法	136
把另类概念融入教学的方法	140
案例研究	142
方法论的风险	144
研究方法上的其他创新	144

第九章 进展的证据/149

个人的进展	149
动向或进步	152
其他方面的进展	154

第十章 关注内容/164

教学论	166
教学论分析的责任	168
两种传统差异的表现	170
对研究的启示	171
与另类概念的联系	172
重新界定内容	174
教学法内容知识	175
教学法内容知识的另一种观点	177
来自内容的影响	177
教养与科学为大众	179
内容作为基准	180

第十一章 指向实践的研究/184

研究实践	184
------------	-----

教与学及评价	187
课程开发	191
教师教育	195
政策	197

第十二章 性别与科学教育/200

定量研究	201
课堂中的性别问题	203
其他的参考文献	205
矛盾的结果	206

第十三章 政治与科学教育/209

面向全体的科学——一种民主的视野	215
------------------------	-----

第十四章 科学教育、技术与信息技术/218

导言	218
技术与科学教育	219
技术教育	222
科学—技术—社会	224
信息技术与科学教育	226

第十五章 结论:语言与科学教育/229

语言作为研究问题	229
科学的语言	231
科学的话语	232
科学素养	234
PISA 科学测试的语言	236
作为科学话语的争论	237
课堂的社会性谈话	238

附录/242

附录 A 受访者自己的重要出版物	242
附录 B 受其他作者的主要影响的出版物	268

译后记/297

第一章 科学教育:研究领域由何而定

Gilbert 和 Watts(1983)的那篇论文使作为核物理学家的我着了迷,因为我发觉它在开启一个新的领域,这个领域本身将很有前途,它可以同历史中的科学发展相比拟。

——荷兰, Gerard Thijs

身份的质疑

本章,我要提出一个支撑我关于科学研究学科身份观点的基本问题:在何种意义上科学教育是一个研究领域?在过去的四十年里,科学教育的研究有不少积累,这些研究发表于已有的文献中,还有更多的在进行中,因此,现在思考我们已经取得了何种成就是合适且耐人寻味的。

同样的问题十年前有人在一个相当精细的有关数学的研究中曾提出过:什么是数学教育研究?其结果是什么?这个研究由国际数学教学委员会(ICMI)发起。该委员会的秘书长 Mogens Niss 为这项研究发起了一个项目委员会,其成员在 1992 年合作拟就了一份讨论文件,阐述了开展这项研究的缘由并提出了下列五个问题:

- 数学教育研究的具体对象是什么?
- 数学教育研究的目的是什么?
- 数学教育研究的具体研究问题是什么?
- 数学教育研究的结果是什么?
- 什么样的基准可以用来评价数学教育的研究结果?

在这份文件之后,1994 年 5 月在美国马里兰召开了一个学术会议。尽管对这些问题的反应不同,与会者都同意在这些问题上他们一起“构成了一个(研究)共同体,有必要去探寻构成其身份的要素”(Sierpinska &

Kilpatrick, 1998)。

当 Sierpinska 和 Kilpatrick 主编的《作为一个研究领域的数学教育：身份的探寻》一书在 1998 年出版的时候，这一探寻过程又向前迈进了一步。那本书并非 1994 年会议的论文集，尽管很多作者参加了这个会议，他们大都是国际上顶尖的数学家和研究者。作者们的观点多样且针对的问题很分散，因此，不可能把那本书的内容按照上述五个问题来组织，而是把书分成六个部分，每部分按照聚焦某一问题或围绕整个主题阐述的关联程度把论文组合在一起。

在处理关于科学教育的类似问题时，我所拟定的回答这些问题的基准比上述五个问题更为具体，尽管其中有些是重复的，而且也有非常类似的探寻身份的意图。虽然差不多有 80 位同行对本书的问题作出了回应，但因为本书就一个作者撰写对所提的科学教育研究问题的回答，所以我能够努力使整本书前后一致，而这一点对作为主编的 Sierpinska 和 Kilpatrick 来说是不可能的，因为他们的那本书有很多章，出自 32 位作者之手。

这并不意味科学教育群体在实践中具有更多的一致性，相反，一致性的缺乏在后续的章节里会经常谈到。然而，这个群体也在探寻自己的身份，从 Dahncke 等人的论文(2001)中可见一斑，本章的最后将更详细地加以介绍。1999 年第二届欧洲科学教育研究协会(ESERA)大会会有一个小组聚焦类比科学界有分量的权威与科学教育界的权威的问题。本章，我也选择与科学研究类比的方式构建评价科学教育作为一个研究领域的一系列基准，换言之，即揭示科学教育作为研究领域其身份的具体细节。

另类身份

然而，在开始的时候，需要思考一下，如果对上述基本问题的回答是否定的，那么如何看待这些巨大的研究群体呢？在这种情况下，也许科学教育研究可以被当做一个更大的研究领域如教育研究的一个分支。但是，现在普遍认为教育研究整体而言太过分散，研究兴趣差异太大，因此

不能保证它具有一个研究领域应有的身份。在这种情况下,科学教育中各种各样的研究可能会被归属于其他已经成型的研究领域,例如历史学、心理学、社会学或哲学之中。归属哪个学科则要看所提出的问题、所依据的理论(无论是明确的还是隐含的)、所使用的方法等。可以肯定的是,多年来总是有来自上述这些学科或其他学科的研究者们在研究科学教育的事件。但他们可能根本不把自己看作科学教育工作者。这种情况在当前流行的语言和科学教育领域中特别明显。这一领域在很大程度上由各种理论流派的语言学家们开拓。科学和科学教育的背景为他们提供了研究所需的非常独特的语言风格,从中可以探究他们的理论。通常,这些学者并不在科学教育类期刊上发表论文,但是,在第十五章我们将会看到,在科学教育的语言的研究中,已有越来越多专业的科学教育工作者加入其中。

在获得承认科学教育可能作为一个研究领域的积极结论以后,接下来的问题便是如何提出这个基本问题。一个明显的方法是为一个研究领域设立一组基准,然后按照这些基准来检验整个科学教育研究。

任何过去的、现在的或将来的关于科学教学与学习的研究都可以当做科学教育研究这个大集合中的一部分。当科学教育研究在数量上很少时,归属它们为普通的教育研究或其他一些已被明确界定的研究领域比建议它们单独作为一个研究领域更为合理。这一点就是 Fletcher Watson (1963)为美国教育研究协会(AREA)的第一版《教学研究手册》撰写科学教育那章时的情形。的确,他谈到了研究的短缺,并且提出了几个受到忽视的领域,他所引用的研究成果都来自美国。

在一些国家,也可以说在国际上,我们现在的情况不同了,因为现在已有数以千计的出版物。单在四、五种备受推崇的研究型期刊上发表的论文的总量每年都有数百篇的积累。一方面,如果说科学教育研究数量的存在就是一个充分的基准,说明科学教育现在是一个研究领域,这是很天真的;但另一方面,正是这个基准促进了在其名称上带有科学教育字眼的研究型期刊数量的增长,其中的一些期刊主要发表科学教育某些专门领域的研究。由于其中的一些期刊是靠市场来维持的,而不是专业学会的期刊,它们的持续健康状态表明在国际上有一个大的专业化的研究群

体,他们把这些研究期刊当做他们的学术研究的园地。

我相信,当前庞大的科学教育研究群体现在完全把从事同一事业的人当做共同体中的成员。在我的记忆中,作为一名物理化学工作者,我视其他研究兴趣完全不同的化学家为同行,但是我们会把自己同物理学家分开,尽管他们的研究和我们的有些部分是重叠的。科学教育的上述情况与此相似。

我曾利用学术休假在斯坦福大学物理系的激光研究组里工作,这段经历并没能使我的物理水平达到像化学那样的程度,但我在这两个物质科学中的过硬背景,对我获得信任在澳大利亚开创科学教育研究的这个过程起到了重要作用。

研究领域的基准

结构性基准

在等级森严的大学,当在相关研究领域开始设置全职专业教授席位时,新的科学研究领域的建立才算达到一个重要阶段。更初级的职位,无论在研究中多么活跃,都倾向于同教授领导的系所建立联系。因此,科学教育研究作为一个研究领域的第一个结构性基准便可叫做学术认可(S1)。具有成功的专业期刊来报告一个领域的研究成果是研究领域的第二个基准,这便是研究期刊(S2)。运作良好的国家和国际专业协会以及经常性的会议,研究者们可直接交流研究成果并使得他们能够相互见面,这是研究共同体中的两个相似的特征,它们分别是另外两个结构性基准,即专业协会(S3)和学术会议(S4)。

一百多年来,在自然科学中一直设有把新的研究者引入相关研究领域的培训课程。对于化学这个学科,德国在这个过程中起着先驱的作用,从其他国家来的化学工作者在德国的大学里受到培养,这些大学在当时是具有领导地位的研究中心,在有机化学、无机化学和物理化学等方面都有很多研究进展。在澳大利亚,我获得科学学士学位的时候,有研究性的硕士学位课程,但是博士学位的课程才刚刚起步,所以,我当时考虑到德

国的一个有名的固态化学实验室和英国的一个实验室去攻读我的博士学位。在美国的普林斯顿大学,我做了一年的博士后研究,这一年,我经历了美国的博士训练模式,即学习高级课程并进行研究工作。这样,最后的两个结构性基准可以是:存在领军的研究中心,即研究中心(S5);具有培养下一代研究人员的课程,即研究训练(S6)。

内部研究基准

另一类颇为有趣的基准与研究本身和研究方法相关。它们超越了基本的结构性基准而反映了研究活动与众不同的实质,也即反映了其身份特征。我把这些基准叫做“内部研究基准”。对于科学教育来讲,它存在于已发表的研究文献中,我们需要从中找出满足部分或全部的更为动态的内部研究基准的证据。这个过程就是我用探索科学教育作为一个研究领域的身份的方式。

我将再一次使用自然科学中的研究特点作为我的参考对象来设立这一组基准。当然,这里我会留意从自然科学类比科学教育这一复杂的社会现象的局限性。

如果以化学或其他科学研究为例,我们发现其中有一个先验性的假定,即研究者对要回答的特定的研究问题至少在化学背景方面有一个深入的理解。对科学教育而言,一个同样的问题可以这样表述:如果研究的设计和执行需要研究者具有一定程度的科学知识,这个研究便属于科学教育的领域。我把这个基准叫做科学知识(R1)。

这里的“设计”(design)、“执行”(conduct)并不仅仅意味着数据收集和分析——几乎在任何领域,这些过程都可由专业领域以外的研究助理来做,只要给予他们足够的指导。“设计”和“执行”意味着提出研究问题、设计回答问题的方法、分析这些数据究竟是什么并且讨论研究的发现。在这个基准下,研究者的科学知识是研究过程的重要组成部分。这就是说,这样的研究对没有这方面知识的研究者来说是不可能的,尽管他们可能会基于自己的某些原因把科学教育看做是值得研究的。

一项在生物教学中使用类比的研究肯定符合这个 R1 基准,即认识到

一个生物问题或过程中的类比及其在教学中恰当使用需要相应的生物学知识。而我多年前做的一项关于化学专业博士研究生的社会经济和教育背景特征的研究并不需要化学知识,当然它不符合这一基准。使用一个特定的、与内容无关的工具来研究科学教育的课堂环境也可能不符合这个特定的基准。但是,如果跨越不同科学内容比较课堂环境,而且这些内容间的细微差别是研究发现所讨论的一部分,这个研究就符合这一基准。科学教育中较好的研究期刊并不需要这种细致的比较,但也有可能接受这种类型的研究,条件是作者的研究报告要在研究设计、论文呈现的方式等方面符合同行评议(peer-reviewed)的标准。可见,如果把科学专业知识作为表征一个独立的研究领域的基准,就会太过限制,不适用于已经被认为是科学教育范畴的研究。在第十章,我还将考虑一组研究和论著,这些研究和论著优先考虑这个基准,其中,科学知识本身就是研究问题的一个方面。

自然科学研究的第二个特征是每一个研究共同体的成员都趋向于提出独特的但又互相认可的问题。同样的情况也适合于涉及自然科学的学科内容的教育研究,其他领域的研究者不会提出这样的问题,这使得探索这些问题的新的视角或新的方向得以出现。问题和研究者的回答之间的相互作用使研究变得越来越具体和精细。提出独特问题便是第二个内部研究基准,即提出问题(R2)。

自然科学研究的第三个特征是创造概念使得各种各样的观察结果缩小到可以操控的几组,这些观察结果具有一些共同的特性,或者使得这些观察结果同其他可观察到的行为在某个水平上相关,这是对观察到的现象进行理论解释的开始。这些概念可以由一个科学研究领域独有也可以由几个领域共享。

在《现代科学的起源:1300—1800》一书中,Herbert Butterfield(1949)给出了建立一个科学领域的过程中概念产生的重要性的经典实例。他讨论了18世纪后期化学演变为一门科学的过程。当时关于化学物质的广泛实验和大量的技术进展并不足以那个时代成熟的炼金术(alchemy)提供现代科学的地位,它缺少的是能够包容新出现的数据且有助于在任何时候决定下一个探索方向的理论框架。Butterfield描述了智力巨人法

国化学家拉瓦锡(Antoine Lavoisier)如何在回顾所有已知数据和关于传统元素空气和水的的神话之后宣称刚发现的氧是一种“不可简化的元素”。1789年,拉瓦锡在他的《化学元素》一书中提到他自己的认知过程,他承认孔狄亚克(Abbé de Condillac)的断言“我们只是通过文字来思考。语言是真实的分析方法……推理的艺术只是语言的巧妙安排”(Lavoisier, 1790)。上述的这一说法在当前对科学教育话语研究的浪潮中再一次处于思想的前沿。

基于已有的概念在不同科学门类中创造重要概念的结果是理论模型的出现,这些理论模型对于要研究的现象具有预测或解释力。这样的过程也同样适应于科学教育,它们一起构成了内部研究基准,即概念和理论发展(R3)。

自然科学研究的第四个特征是研究的方法论,这种方法论来自其他科学学科,或者像我作为一个化学家所习得的一些分析和综合的方法,这些方法在化学研究领域中对回答或解决与化学有关的具体问题发展而来。科学教育研究也依赖方法、技术和工具的发明、发展或改编。当科学教育研究者努力回答他们的具体问题的時候,这些方法、技术或工具具有特别的用途。研究的方法论问题,尤其是方法论在科学教育研究领域的“本土化”便是一个内部研究基准,即研究方法论(R4)。如果我们开发了新的方法,它们当然也可以应用于其他研究领域,例如,在化学领域发展的光谱法在其他科学领域也有应用。

自然科学研究的第五个特征是随着时间的变化,其自身在发展。随着研究的进展,所用的概念和相关的理论在不断地精细;又或者这些概念和理论因为新的证据推翻了以前认为是正确的东西而被抛弃,产生新的概念和理论。科学研究中的发展和进步也可能表现为对理论理解的精细化以外的其他形式。例如,当用实验获得一个物理现象并得到概念上的描述时,它可以成为一种新的技术工具的基础,而这种新的工具又可以用来探测与最初的发现完全不同的现象。由物理学家布洛赫(Felix Bloch)发现的核磁共振现象就是这种类型的科学进展的实例。化学家曾经利用这种现象来说明分子结构而对其做出详细的理论解释,现在,对这种现象的研究已经发展到很高的水平,可用于医学诊断。

在变化性更大的科学教育的社会背景中,研究进展这一概念更为复杂。但是,有理由期望研究者们能够留意其他人的工作,不断积累,逐步扩大并加深我们对科学教育及其所发生的背景的理解和认识。这种期望就是第五个内部研究基准,即研究进展(R5)。

自然科学中的一些研究论文从同类课题的其他论文中脱颖而出成为名著的原因不止一个。其中一个原因是这些论文被其他研究者当做本领域开展研究、呈现研究的典范。另外一小部分论文在某个时候被当做重要且具有权威性的论文,这是因为它们指出了新的方向或提出了新的观点,因而确实增进了人们对这一现象的全面认识。这些论文获得了权威性的地位,并在把研究者引入新的领域中起到开拓性的作用。如果科学教育的研究不断对该研究领域有贡献,其中的一些著作就会被研究者们认可,从而进一步促进这个领域的发展。这两类研究构成了最后两个内部研究基准,它们是典范著作(R6)和开拓性著作(R7)。

结果性基准

前文提到的核磁共振在医学中的应用是自然科学研究领域另一特征的实例。自然科学中的一些概念关系令人信服地建立起来,它们便可以在技术中得到应用,人们可以使用这些技术来利用并改造自然界。同样,我们可以期望从科学教育研究中得到一些结果应用于科学教育本身的实践。这种结果性基准或研究应用于实践的基准叫做对实践的启示(O1)。

基准的效度

我一共提出了14个基准——6个结构性的、7个内部研究的,还有1个结果性的——这是我对一个研究领域形成的标志的建议。尽管以前没有人做过这种具体工作,在本节以及第三章的第一部分,我将提到其他人的讨论,这些讨论会对我的这些建议提供一定程度的确认。前文提到的Dahncke等人(2001)在他们的论文中开始捍卫研究的权威性,他们认为科学教育工作者应该同他们的科学家同行就科学教育中的很多问题进