

# 一对一数位学习<sup>1</sup>：一个全球合作研究的机遇

ONE-TO-ONE TECHNOLOGY-ENHANCED LEARNING:  
AN OPPORTUNITY FOR GLOBAL RESEARCH COLLABORATION<sup>2</sup>

作者

TAK-WAI CHAN

*Research Center for Science and Technology for Learning  
National Central University  
300 Jhongda Road, Jhongli City, 32001 Taiwan  
chan@cl.ncu.edu.tw*

JEREMY ROSCHELLE

*Center for Technology in Learning, SRI International  
333 Ravenswood Ave, BN-376, Menlo Park, California, 94025, USA  
jeremy.roschelle@sri.com*

SHERRY HSI

*Center for Learning and Teaching, The Exploratorium  
3601 Lyon Street, San Francisco, California, 94123, USA  
sherryh@exploratorium.edu*

KINSHUK

*Advanced Learning Technologies Research Centre, Massey University  
Private Bag 11-222, Palmerston North, New Zealand  
kinshuk@ieee.org*

MIKE SHARPLES

*Learning Sciences Research Institute, Nottingham University  
Jubilee Campus, Wollaton Road, Nottingham, NG8 1BB, UK  
mike.sharples@nottingham.ac.uk*

TOM BROWN

*University of Pretoria, Telematic Learning & Education Innovation  
Lynnwood Road, Hillcrest, Pretoria, South Africa, 0002, South Africa  
tom.brown@up.ac.za*

CHARLES PATTON

*Center for Technology in Learning, SRI International  
333 Ravenswood Ave, BN-376, Menlo Park, California, 94025, USA  
charles.patton@sri.com*

JOHN CHERNIAVSKY

*National Science Foundation  
4201 Wilson Boulevard, Arlington, Virginia 22230, USA  
jchernia@nsf.gov*

ROY PEA

*Stanford Center for Innovations in Learning, Stanford University  
Wallenberg Hall, Building 160, 450 Serra Mall, Stanford, CA 94305-205, USA*

---

<sup>1</sup> 译注：Technology-enhanced learning 可译作「技术增强学习」或「技术增进学习」，这里我们将technology-enhanced learning等同于digital learning或digital technology supported learning，译为「数位学习」（注意：中国译作「数位学习」，香港则为「数码学习」。）

<sup>2</sup> 原文发表于Research and Practice in Technology Enhanced Learning, Vol. 1, No. 1 (2006) 3–29

CATHIE NORRIS

*Department of Cognition and Technology, University of North Texas  
Matthews Hall, 316-D, PO Box 311337, Denton, TX 76203-1337, USA  
norrise@unt.edu*

ELLIOT SOLOWAY

*Department of Electrical Engineering and Computer Science  
University of Michigan  
Ann Arbor, MI 48109, USA  
soloway@umich.edu*

NICOLAS BALACHEFF

*Laboratoire Leibniz  
46 Avenue Félix Viallet, 38031 Grenoble Cedex, France  
Nicolas.Balacheff@imag.fr*

MARLENE SCARDAMALIA

*Institute for Knowledge Innovation and Technology  
OISE/University of Toronto  
252 Bloor Street West, Toronto, Ontario M5S 1V6, Canada  
marlene@kf.oise.utoronto.ca*

PIERRE DILLENBOURG

*Swiss Federal Institute of Technology  
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne  
1015 Lausanne, Switzerland  
pierre.dillenbourg@epfl.ch*

CHEE-KIT LOOI

*Learning Sciences Lab, National Institute of Education  
Nanyang Technological University  
1 Nanyang Walk, Singapore 637616  
cklooi@nie.edu.sg*

MARCELO MILRAD

*Center for Learning and Knowledge Technologies, Växjö University  
MSI, Växjö University, Vejdes plats 6 och 7, 351 95 Växjö, Sweden  
marcelo.milrad@msi.vxu.se*

ULRICH HOPPE

*Institute for Computer Science and Interactive Systems, University Duisburg-Essen  
Building LF, Lotharstr. 63/65, 47048 Duisburg, Germany  
hoppe@informatik.uni-duisburg.de*

*G1:IMEMBERS*<sup>3</sup>

译者：北京大学 林建群；中央大学 卿亚明、朱玉琼

---

<sup>3</sup> 依照字母顺序列出：Rory McGreal, Athabasca University, Canada; Riichiro Mizoguchi, Osaka University, Japan; Miguel Nussbaum, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile; Hiroaki Ogata, University of Tokushima, Japan; Herman van der Merwe, Tshwane University of Technology, South Africa.

我们预期在未来十年，便于携带的个人无线网络技术将能无所不在地进入学习者的生活中 -- 事实上，这在许多国家已然实现。我们观察到方便的移动连网设备，创造了将「数位学习」(Technology-Enhanced Learning, TEL) 推入一个新境界的潜力；这项学习具有「无缝学习空间」之特色，且具备在不同情境 (或环境) 中学习经验得以持续之性质，并伴随一名学生可以拥有一或多台学习辅具 (「一对一 (One-to-One)」) 进行学习所产生。在谨慎研究及评估数字鸿沟(digital divide) 或其他无所不在运算(pervasive computing)的潜在影响之下，一对一数位学习将具有能「跨越鸿沟」的潜力，从早期采用者所进行的独立研究，跨到以采纳为本(adoption-based)的研究，并广泛实行之。本文介绍数位学习和一对一运算(one-to-one computing)的赋使功能(affordances)，描出此方面研究议题的轮廓，其中包括应用规模的风险和挑战。本文亦将此研究与过去技术创新和传播模式相加比较，进行反思。另外亦介绍一称为「G1:1」的共同体，该共同体集合了重要研究机构和一对一数位学习计划的领导者。文中分享一个全球研究的愿景，并邀请其它研究团队就我们进行中之活动来协同合作。

**关键字：**数位学习；研究合作机制；无所不在运算；无线技术。

## 1. 绪论

我们预期在未来十年，便于携带的个人无线网络技术将能无所不在地进入学习者的生活中 -- 事实上，许多国家已针对学龄儿童，发展出包括手机或图形计算器 (graphing calculators) 等技术设备的广泛应用。然而，要将个人运算推到让学生能够随手可用的终极形式，目前仍然还有争议。现在，我们可以看到教育者倡议使用任何一种个人运算设备，其中包含手机、笔记本电脑、平板式电脑 (Tablet PC) 和掌上电脑 (Personal Digital Assistant, PDA)。除了这些可满足一般需求的运算设备外，许多研究人员更提倡专为学习设计的辅具。例如，在北美洲和一些欧洲国家的中学课程中已普遍应用图形计算器；在整个亚洲地区，英语电子辞典则是十分普遍的应用设备 (透过无线通讯功能进行升级)。另一方面，学生可以透过可携式游戏机来学习 (例如 Nintendo™ Game Boy)，与日益受到注视的「游戏-- 学习」关系相呼应 (Gee, 2003; Steinkuehler, 2004)。我们可预期在不久之后将有新型的学习辅具出现。根据摩尔定律 (Moore's Law) 及其推论，这些运算辅具和网际网络使用的价格费用将会越来越便宜 (Moore, 1965)。

移动互联个人化技术的快速进步正在改变学生的校外生活型态 (Dede, 2005; Tapscott, 1998; Howe & Strauss, 2000; Kasesniemi & Rautiainen, 2002; Oblinger, 2003; Rheingold, 2002)。一旦这类设备价格变成大多数学龄儿童的家长们以及大学生们能够负担的合理价格，教育机构将会越来越重视移动、网络互联和个人化技术。例如，麻省理工学院 (Massachusetts Institute of Technology, MIT) 就曾提议由国家为学龄儿童购买使用每台价格 100 美元的笔记型电脑。同时，在许多国家的各级学校和大学，以及从咖啡店到图书馆等公众场所都会提供无线网络及网际网络入口服务，加速其普及化。举例来说，Google 就曾斥资提供整个旧金山市内免费使用无线网络 (Peterson, 2005)。随着可及性越来越高，学生使用个人设备在校外学习的模式，似乎将是无法阻挡的趋势。这股先锋趋势引起新压力，同时也掀起一股在校园中使用学习辅具的潮流；然而，**满心期待在校外使用移动、网络互联、个人化技术的学生，会不会要求在校内也能使用？课室活动又将如何与日常生活连结起来呢？**

我们可预见移动、网络互联、个人化手持设备等无所不在的可及性，将可为「数位学习」开创全新面貌，其特征是在不同环境中学习经验得以延续；我们将其称为「无缝学习空间 (Seamless Learning Space)」。无缝学习意味着学生只要对情境具有好奇心就可以进行学习，而且透过个人化设备作为媒介，学生将可轻松并快速地从一個情境切换到另一个情境。这些情境包含了单独学习、双人合作学习、小组学习以至大型网络社区学习；也可能包括教师、辅导员、父母、图书馆员、现场专业人员与其他支持社区的成员的参与；进行场所可以是在教室、校园、家里、工作场所、动物园、

公园及户外；进行方式则可以是面对面教学或是远距教学。「无缝学习空间」就是指由一对一技术支持所汇集的各种学习情境。在无缝学习空间里探索学习，可以将通常是受限于教室空间的正规学习时间延伸到非正规学习时间，学生将欣然接受由个人兴趣驱使而进行的课外学习机遇，包含有参与虚拟学习社区的互动、参观博物馆、参与社区计画或在其他场合进行学习(Computer Research Associations, 2005)。

在这篇讨论数位学习的研发与应用 (RPTEL) 议题的论文中，我们首先会探究研究共同体应该如何回应无缝学习空间所带来的机遇与挑战。透过实验设计 (Brown, 1992; Design-Based Research Collective, 2003)，研究人员可以在目标领域中寻找可能的创新机遇，进而赋予技术新的意义与价值。我们的研究正是着重于学习方面的创新。透过设计实验的信息整合和共享，由研究人员参与合作机制可以更快速度和有系统地探索设计空间 (Hawkins, 1997)。举例来说，数位学习的研究人员透过全球性合作机制可以获知各地学生对设备的不同偏好、了解文化的差异，以及更有效地解决评量问题。我们认为这份新发行的国际期刊将是让创造、共享、评估和评量研究为主之创新工作更有效且快速的重要文献。

本文将定义数位学习以及一对一运算可提供的功能，同时阐述因应数位学习所带动的合作机制与社会学习，最后再简要陈述数位学习的研究议程。其次，我们会呈现数位学习如何由设计实验研究迈入采纳为本的研究方式与广泛运用，并且分享南非区域透过快速采纳技术来终结数字鸿沟之实例。我们也会指出电脑在网络互联和普及化之后，可能会带来哪些潜在问题与严重风险。在最后内容中，我们将就亚太周边地区为背景，分享全球研究合作机制的愿景，以及G1:1 共同体 – 由一群活跃于「一对一数位学习」研究领域，重要研究室和计画领导学者所组成的共同体；同时介绍其他研究小组参与全球一对一数位学习研究的方法。

## 2. 一对一数位学习：迈向无缝学习空间

### 2.1. 定义

在研究应用数字技术来支持人类学习方面已产生各种称谓和同义词，其中包含电脑辅助教学 (Computer-Assisted Instruction)、教育技术 (Educational Technology)、教育计算机化 (Educational Computing)、教育领域的信息传播技术 (Information and Communication Technology in Education)，以及最近出现的数字化学习 (e-Learning)、远距学习 (Distributed Learning)、异步学习 (Asynchronous Learning) 和网络学习 (Networked Learning)。本文将使用「数位学习 (Technology-Enhanced Learning, TEL)」这个名词，其中「数字」是指数字技术或技术。

一对一的概念 (指每位学生至少可使用一部运算辅具的比率) 是由 Elliot Soloway 与 Cathie Norris 所创造。他们在 IEEE 无线与移动技术在教育上应用的国际研讨会 (IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education, WMTE2002)与智能辅助系统国际研讨会 (International Conference on Intelligent Tutoring Systems, ITS2004) 的受邀演讲(keynote)中表示，今日在学校中，「个人电脑」并不如其名的达到每名学生都能个人单独使用：学生多半需要在电脑教室里和其他同学共用电脑。他们进一步指出，当每人都买得起铅笔时，学习方式也会随之改变 (Papert, 1980)。同样地，当每个人都可以拥有自己的书本，而不用与他人共用时，人们的学习方式也会发生改变。当每个人都拥有并能常态规律的使用个人学习辅具时，类似的改变也会随之发生。

在本文中所使用的一对一数位学习一词，意指一位学生可以使用至少一台电脑学习辅具来从事学习活动。在某些情况下，学生可能会应用到多台辅具，或是一台辅具但搭配其它内嵌有微处理器的装置。我们得注意到，在未来 10 年中，当每位学生都可拥有电脑设备来作为不可或缺的学习工具时，这个「一对一」名词可能不再具有任何意义。届时，个人技术的角色将无缝的融入生活之中，甚至完全无法察觉 (Weiser, 1991)。

## 2.2. 一对一设备的显著特性

新兴的数字技术通常会依所支持的学习来定义其范围和限制 (Chan, 2002a)。随着学习环境从桌上型电脑延伸至更无所不在、功能更强大的可携式设备，我们得以针对一对一技术探索一些新的、具有影响力的特性。有几位研究人员已报告过一些透过手持设备提高学习兴趣的特性 (Klopfer, Squire & Jenkins, 2002)。这些特性分述如下：

- (1) 可携带性：允许将电脑携带到不同地方，以及在同一空间里移动使用；这项特性使得教室边界可延伸到无线网络边界；
- (2) 支持社会互动：透过允许同侪间直接联络、数据交换、面对面互动与协同合作的移动与无线技术达成；
- (3) 个人化：个人学习探索路程的自订化；
- (4) 环境感知(context sensitivity)：自动记录和汇总使用情形，用来设计合作式过滤系统(collaborative filtering systems)和可预测的使用者接口；
- (5) 连结性：透过共用网络在分散式设备之间进行数据收集，创造真正的共享环境；
- (6) 整合虚拟与真实世界：在一定程度上，将数字世界与实体世界透过感测器、智能屋以及能够捕获用户、设备以及场所等真实世界信息的技术（例如地理信息系统）相融合，并以数字世界可用的格式呈现。

目前，可用于移动设备上的教育应用软件分为三种主要类型；前面两种是由 Pinkwart et al. 所界定 (2003)：

- (1) 做为「主」桌面程序的接口，将桌面的应用程序延伸到特定情景中；在一些极端的例子中，移动设备仅在前端发挥作用，例如提供户外数据的载入。
- (2) 于移动设备上独立执行(standalone)的应用程序，与中央桌面应用程序间互联或是不互联；设备与设备间可以直接通讯以协同作业。
- (3) 移动设备作为一个共享接口的入口，进入一位于伺服器端的「共有」虚拟空间；而非「个人」空间彼此互联的点对点(peer-to-peer)运算。

「移动性阶层(Mobility Hierarchy)」被定义为支持合作学习，从举凡日历、通讯录、行事历等简单的应用程序工具以及其它个人组织管理用的应用软件，到可支持如协同工作、数据收集、分析与其他多重目标的高度复杂应用程序工具 (Gay, Rieger & Bennington, 2002)。

其他相关的范围则是从一般工具再到特定科目工具。尽管学生与教师已经在技术设备上体验到一般用途工具的好处 (日历、待办清单、文书处理、电子表格、浏览器)，然而若要更深入了解其优势，就必须针对学生正在学习的科目内容使用特定工具 (Vahey & Crawford, 2002)。在数学领域里，严谨充实的研究支持使用图形计算器 (Ellington, 2003)以及应用PDA的图型化应用程序进行更深入的教学 (Staudt, 2002; Tatar et al., 2003)。在自然科学方面，使用探测器来收集物理环境的数据行之有年 (Mokros & Tinker, 1987)，目前已进展到手持设备环境。近来，手持设备也应用于参与式模拟(participatory simulations)中，使学生们能进行反映真实世界各种现象之实验，范围从交通到遗传学和疾病传播分布等 (Collela, Klopfer & Resnick, 2001; Wilensky & Stroup, 2000)。重要的是，许多科学学习情境已经在室外与室内空间交替使用。例如，Graham (1997) 便曾描写学生们会使用手持设备来做参观花园的行前准备、在参观过程中进行实地观察与环境测量、分析收集数据，并写成报告。Chen 等人 (2002, 2004) 的研究，也提到以移动式的赏鸟和赏蝶学习系统来支持独立学习。Hsi (2003) 则曾介绍使用「游牧 (Nomadic)」系统，来提升科学博物馆的展览内容。最后，研究人员还探讨语言学习的应用情形。从探讨使用手持设备来提升学生书写能力的研究结果发现到，学生无论在学习的质和量方面都有改善 (Greaves, 2000; Joyner, 2002; Tinker & Vahey, 2002)。

根据许多最新手持设备计画的研究结果，Roschelle & Pea (2002) 就一对一数位学习已经开始着墨之处，提出在应用层面的建议：(1) 扩大实体空间；(2) 平衡拓扑(topological)空间；(3) 学生及其数据的汇聚；(4) 导引课程进行；以及 (5) 掌握学习活动进程。简单来说，在不同背景和学习环境中应用一对一运算所创造的效益，都指出了无缝学习空间的机遇。

### 2.3. 支持主动、产出丰富、创意和协同合作式的学习

尽管设备的技术属性相当重要，我们建议应该避免使用技术中心的观点，例如数字化学习(e-learning, 指运用数字电子工具和媒体支持学习) 和 移动学习(m-learning, 指透过移动辅具或无线传输进行数位学习) 所包含的意义。遗憾的是，这些名词经常与只要提供教学内容就能促进学习的简单理解连在一起。在这种观点之下，学生就像是一位特定客户，而教学内容则像是另一种类型的电子商务(e-commerce) 产品。这个过分简化的观点忽略一件事实，亦即无论哪种教育理论或学派，对于主动、产出丰富、创意、合作学习方式的评价，皆远远超越编码化知识(codified knowledge)的吸收。(Hoppe, Milrad & Kinshuk, 2002)。

一对一数位学习研究的重要研究主题之一，是以合作学习或协作学习为主轴。Zurita 和 Nussbaum (2004) 曾经设计搭配合作学习进行特定活动，并以国小数学与语文学习实验这些活动，结果发现学生表现十分杰出。Tatar et al. (2003) 则介绍多种已在教室试验过，同时使用无线网络互联的科学和数学协同合作活动。Stroup 和其同事 (2002) 的研究重点是，应用无线网络互联对于数学科小组活动所创造的效能。一对一 数位学习 的无线网络功能，有助于促进小组的协同合作 (Vahey & Crawford, 2002; Staudt, 2002)。

由此看来，无缝学习空间是由各种学习情境所组成，学习者在不同环境和背景下发挥主动、富有成效、创意和协同合作的特性。

### 2.4. 社会学习理论的适用性

尽管一对一设备的属性会引导并限制其使用方式，但是它们并不会决定其教育用途。人类的学习活动是极其复杂的现象，对应的设备必须和适当的学习理论予以配搭。无缝学习空间的概念显示出，一对一 数位学习 可于社会学习(social learning)，亦即利用对谈、实践社区(communities of practice)、协作学习、社交过程的内化、参与共同活动来学习等等，以及认知、文化、媒体素养的观点中，寻求其哲学上以及概念上的本源。

「知识建构 (Knowledge Building)」是一运用高可及性技术进行整合社会学习法的实例 (Scardamalia 2002; Scardamalia & Bereiter, 2003)。Scardamalia 与 Bereiter 认为具有思想的创意工作，是知识社会中，进行知识工作的必要成分；而教育的基本任务，就是使孩子适应一个以不断改进想法为常模的知识创建文化。知识建构的延伸超越了学习，使得思想得以被创造、修改和提升。被形于外的思想可以让他人继续发展和利用之，让学生投入于知识创建的过程，从起步到能建立理论、发明、与设计的最高层次，跨越生成知识之组织层级的光谱。理想情况下，所有参与者都对社区共有的目标有所贡献，任何想法都被视为是可被改善的，同时对于团体所达成的知识提升感到一种拥有感(sense of ownership)。透过对虚拟社区与网际网络上丰富资源的连结，学生得以加入知识建构者的全球性社区。在使用一对一技术，以及对于培育技术素养和新型媒体素养的更广泛努力下，这些愿景将更有成功实现的机遇。

我们认为一对一数位学习能够提供一个机遇，让例如知识建构的社会学习理论所描绘的社会学习空间得以实现。

## 2.5. 合并整个数位学习子领域中的情境

虽然社会学习理论或可成为无缝学习空间的理论基础，它们亦会随着研究人员在一对一学习空间探索不同学习情境时，产生演变与延伸。这是因为学习情境主要是由数位学习子领域合并所发展出来。为什么会这样？一对一学习情境的设计人员很自然地会询问一些问题，例如：个人学习与社会学习要如何相互合作？在这些学习情境中，个人化的智能家教技术与电脑支持的合作学习要如何互补？举例来说，如果针对一对一教室设计社会学习情境的研究人员在意的是持续性经验，该名研究人员就必须将相同设备纳入到家庭学习中。而做为家庭学习的自然形式，独立学习因此必须纳入该名研究人员的设计范围内。同理，智能型家教系统的研究人员可能会发现到，如果在一对一教室中的所有学生都安静无声地操作个人的智能型家教，这样的学习情况将不具备太多意义。但若教室内的个人智能家教能透过无线互联与老师沟通，接着渐渐纳入小组学习，这样的智能型家教系统将会饶有成效。

再者，一对一数位学习的研究人员可以将视野扩充到新兴的子领域，比方说，数字游戏式学习 (Gee, 2003)、运用无线方式来连结数位学习玩具；无所不在的学习 (Pea et al., 2003)也使得人人可不受阻碍地同时操作大量的实体物件，例如，内嵌有可回应外在刺激之多重微型感应器的数字服装；在生物学习方面 (Byrnes, 2001; D'Mello, 2005; Chan et al., 印行中)，研究人员可依据人类注意力、记忆力、情绪研究结果的启示，来设计全新的学习环境。Chan 与其同事 (1992) 在列举可让一对学生透过互联的个人电脑进行学习的学习情境时，找出了有768种之多的学习情境。可预期的是除了一对一技术新赋使的应用，将大量出现合并现有和新兴数位学习子领域所产生的学习情境，这也是无缝学习空间的明显特征。

## 3. 数位学习的研究议程

多数数位学习情境和一对一运算的效能，会在社会、教育和技术研究层面上引发许多主要问题，下面列出其中部分问题：

- (1) 如何能充分发挥无所不在的、新兴的和多元社会互动的潜在价值于学习之中？「聪明移动族」是否就等于「学习移动族」？以及是用怎样的方式？
- (2) 如何同时在虚拟世界与真实世界中展现有效的学习？特别是当特定媒体的学习吸收力会受到后设认知的干扰，以及当注意力转移可能会对认知造成过重负荷时。
- (3) 若不想只是手拿着移动装置穿梭在各种场所，我们要如何藉由重新设计实际环境（例如历史地点、社区中心以及其他公众场所）来建立针对学习设计 (Designed-for-Learning) 的环境，以支持全新的「学习生态」(参见Barron, 2004; Sharples, 2003)
- (4) 当一对一运算已实现且设备拥有权不再是个问题时，将会发生哪些新的数字鸿沟和数字公平问题？
- (5) 如何设计教学支持和配备，以便切换包含不同背景的情境或环境？
- (6) 我们要如何克服语意互通性的技术层次，以便智能学习软件元件可以轻松交换和重复使用 (参见Koedinger, Suthers & Forbus, 1999; Roschelle et al., 1999)？
- (7) 当善用技术与能将强大的媒体功能使用于通讯中的孩童与年轻人，在校外热衷于丰富的网络学习，在校内却遭到禁止使用时，我们要如何调节与从中学习？
- (8) 当个人数据、学业表现和其他社会信息逐渐可从全球各地取得的趋势下，我们应该如何设计，以便减低其风险和保护隐私权？

随着亚太周边地区和全球越来越多机构采用一对一技术以增进学习，这些问题和其它研究问题都必须进一步探讨。

在亚太地区的不同国家和地区，现在都广泛认为二十一世纪的教育目标应该是培养现代人在二十一世纪应该具备的技术、竞争力以及性向，而不是十九世纪与二十世纪的旧思维。目前许多国家的教育改革潮流着重在深度学习，期许能够培养概念性的理解与迁移、终身学习技能，以及学习与不学习的能力。在这些国家地区的决策者知道他们必须推动与改革教育系统，但是却不知道该如何进行，或者他们还没准备好要去冒险当一个旧教育思维的补锅匠。主要问题在于如何发展深度学习与有意义的学习。相较于西方国家，这些议题在许多亚洲国家的中央教育系统与根深蒂固的传统考试中，更是显得重要。

在下一个段落中，将探讨有关从设计研究(design studies)要转成以广被采用为导向之研究的关键问题。

#### 4. 跨越采纳为本研究的鸿沟？

未来是很难预测的。有人说：「预测未来最好的方法就是去创造未来」(Kay, 1971)另外有人说：「如同我多次所说，未来已在那里，它只是还没均匀的散布」(Gibson, 1999)。我们会在这个段落中回顾前进的挑战，以及关键的风险和不确定性。尽管有许多乐观因素，但是教育改革并非一直是有效利器。例如，四十年前，当时苏维埃政府在太空技术上的成就卓越非凡，促使美国在此时进行多种数学课程改革，其中如大家所知的「新数学 (New Math)」。今日这些课程大部分已消逝 (请参阅 <http://www.csun.edu/~vcnth00m/AHistory.html>)。教育技术的评论家，批判这是由于过度推销与过度使用的结果 (Oversold and Overused) (Cuban, 2003)。

幸运的是，研究技术的创新与传播过程的经验，有助于接下来几年展开教育改革脚步 (Rogers, 1995)。这项研究指出，思考、预测、规画的时间表应该以十年为划分单位。技术的进步远远快于其应用层面。技术的采用是渐进式的，历经数个阶段。根据 Rogers 的理论，身为前锋部队的「创新者」的主要兴趣，在于应用「创新」本身。他们可以在没有清楚的指示、期望与带领下自我帮助。而下一梯队是指「早期采用者」，是由热爱技术的份子、或是希望从其投资以创造潜在大量获益的人们所组成。「早期多数派 (Early Majority)」是更强调实用的使用者。他们不是先锋部队，因此不会轻易冒险。他们会寻找递增的、可测量的进步，并且寻求其他使用者的使用经验。「晚期多数派 (Late Majority)」则是反抗创新的使用者。他们会等到技术成熟和价格下滑时机，才会采用新典范。「落伍者 (Laggard)」完全不会采用创新技术，而且通常会列出原始创新诉求与实际应用后的落差。

大略划分的时间轴可以协助有效深入研究一对一数位学习的可能发生情况。基于这项因素，我们假设需要一个世纪来安排技术对教育所带来的改变。一开始的明显起点是在 1995 年前后，当时网际网络迅速地扩展到每个社会组织。这代表在接下来一直到 2045 年的四十年间，教育方面会出现高涨的快速变迁，之后改变的脚步才会趋缓下来，如图 1 所示。

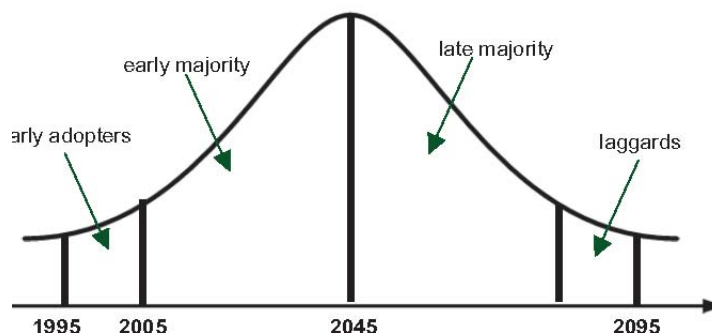


图 1. 使用族群分布图。

多年来一直在学校与教师一起合作进行实验的数位学习研究人员注意到，愿意在教学实务应用技术的教师通常会发生相似的时期。正如Moore (1991) 之前就已说过：早期采用者与早期多数派之间会出现一个断层(gap)，如图 1 所示。要跨越这个断层并不容易，Moore称这个分歧为「鸿沟(Chasm)」。Chan (2002a) 认为从技术层面可观察到，无线网络与移动技术能够引导所有过去已发展的数字技术进行整合。经过这项整合，相关的新兴数位学习子领域和移动学习，将会扮演跨越鸿沟的重要角色。当然，关于跨越鸿沟还有许多需要澄清的问题。究竟是什么动力可以使技术跨越教育上的断层呢？在什么样的情形下，会让实务主义的教师们愿意将技术引入日常教学当中呢？以及在什么样的政策与环境下，教育机构会改变态度去容纳学习者在教室外主导的流行技术？我们对无缝学习空间的好奇心，使我们提出下面这个问题：在教室外使用一对一数位学习是否能够成为推动教室内学习的动力呢？

Perez提供另一种检视Moore鸿沟论点的方法，这有助于精准描述我们的问题。Perez的论点一开始是受到经济学家 Schumpeter 提出的经济周期所启发 (Perez, 2002)。在 1939 年，Schumpeter 指出在经济成长与技术改革的主要波段，其实是后续的工业革命时期。Perez找出在过去 230 年间，从最初的「工业革命 (Industrial Revolution)」之后，总共有 5 个平行阶段的再循环波段。所有波段都随着新技术或是根本性的创新兴起而开始。1971 年，在圣塔克拉拉 (Santa Clara) 发表的 Intel 微处理器，带动了数字技术变革。随着投资爆炸性的成长，新技术在经济上呈现极度混乱与不确定，最后，在泡沫经济下走入令人失望的情况。然而，在这个阶段中快速崛起于环境中的新技术，其主导权却还是在旧机构手中。Perez称这个时期为「到位时期 (Installation Period)」，其中又细分为「入侵 (Irruption)」与「狂热 (Frenzy)」两阶段。入侵阶段随着狂热阶段的技术创新大爆炸开始飙升，而到位阶段后面的入侵阶段，则允许金融资金透过支配买卖和分离实体经济的纸张经济，掌控直接利益。在经济泡沫化后，便出现重新思考与路线重新发展的「转捩点」。在那之后是「部署 (Deployment)」时期，并细分为「协同 (Synergy)」和「成熟 (Maturity)」两阶段。这个阶段相对稳定，而且具有繁荣发展特性。社会机构也因新技术普遍使用，而十分习惯于新技术。同时在这个时期中，政治经济变迁的经验已累积到一定程度，导致新政体管理的需求更加明显。在协同与成熟这两个最后阶段中，技术系统与产品与其他成熟技术已存在饱和的市场中，这个时期经常被誉为真正黄金时代，并可准备开始进入下一个技术革新，如图 2 所示。

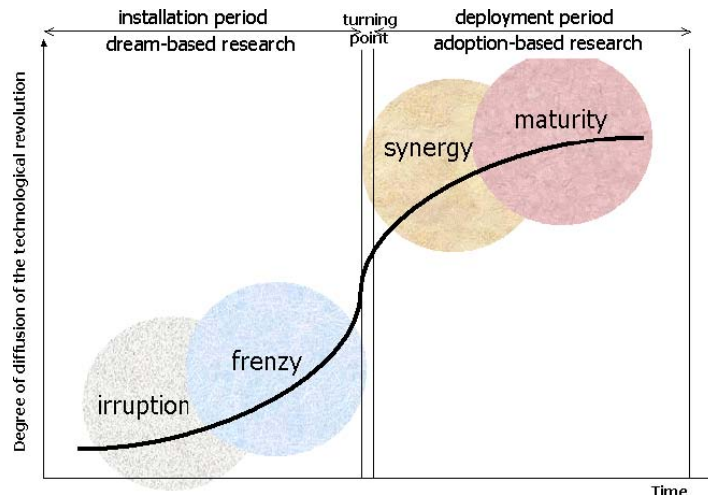


图 2. 技术革新的四个时期。

针对每次数字技术的发展将数位学习发展纳入Perez架构中，我们建议将到位时期想象成数位学习研究的浪漫的、探索的、梦想为主的阶段 (Chan et al., 2003; Roschelle & Jackiw, 2000)。我们也建议将部署阶段视为「采纳为本」的研究。当大部分一对一数位学习处于早期的梦想阶段中，至少有一个手持设备已经进入「采纳为本研究」-- 图形计算机。美国国家测验中心发现，图形计算机的使

用频率与数学熟练与进阶程度方面的表现高度相关 (NCES, 2001)。研究人员将足够数量的图形计算机实验研究数据进行后设分析, 并从后设分析得到显著结果 (Ellington, 2003)。虽然某些人认为图形计算机没有网络功能, 而反对承认图形计算机是真正的一对一 数位学习, 但是我们注意到, 最近德州仪器产品已加入无线网络功能。类似情况包括学生应答系统(student response systems), (简单来说, 「按按按」一类的系统) 也是已进入采纳为本研究阶段的一对一数位学习(Abrahamson, 2000; Huang, Liang & Wang, 2001; Roschelle, Penuel & Abrahamson, 2004; Liang et al., 2005; Chen et al., 2005)。

另一项特点, 则是当一对一数位学习逐渐接近较深层采纳阶段的交会点时, 快速跨越和渐进跨越两个观点之间所产生的紧张关系。快速跨越观点具备大规模部署的条件。抱持这项观点的研究人员会说服决策者为每位学生购买电脑, 以便扩充学校设施。这项观点的成功执行范例, 包括在英国 Ninestiles 和 Cornwallis 等地、美国缅因州 (Maine) 所推动的笔记型电脑计画, 以及在法国部分省份的「电子书包」计画。在这些计画中, 有些是为特定年级的全部学生提供笔记型电脑。德国则是协助 12 所示范大学推动「笔记型电脑大学 (Notebook University)」计画来补助学生购买笔记型电脑, 以及创造在不同主题区域中使用笔记型电脑的最佳执行范例, 期待能够多样化的校园学习情境。

抱持渐进式跨越 (Gradual Crossing) 观点的研究人员则是赞同采用演进 (Evolution) 的方式, 而非以变革 (Revolution) 的方式 (Owston, 2003)。他们认为技术只有伴随着文化应用才具有意义, 而且要衡量资金保管人 (例如教师) 的价值观和信念, 以及教育系统的稳定性。抱持这项观点的研究人员比较偏好透过轻微调整来达成改变 (Chan, 2002b、Chan, 2003)。

事实上, Moore鸿沟 (Moore's Chasm) 两边早就针对一对一数位学习各自加以描述, 而Perez架构 (Perez's Framework) 也指出, 我们正处于一对一数位学习研究和开发的重要阶段。我们的设计不只要能够满足创新人员或具前瞻观点的人, 还要满足实用主义者。而且我们最好还可因应各种怀疑性评论提出合理解释。「教学应用方式经常会因复杂的技术观点和过分简化的社会工作观点, 而走向错误方向。.. 我们需要透过更进一步的研究, 才能了解如何应用简单的无线和移动技术, 来创造教学工作的丰富性」(Roschelle, 2003)。

我们承认, 只要讨论时有考虑到数位学习研究开发目前状态的因素, 我们对于教师在采用一对一数位学习进行教学时的有效性绝对是怀疑的态度。因为目前数位学习状态显得太复杂而且太遥远, 因此并无法即时满足他们的需求。关于「有效性」的定义, 我们最好在此详加解释。人类属于智能经济型的生物, 也就是说, 他们喜欢在付出较少时间而不减损品质情况下, 进行相同的工作 (Bourdieu, 1977; Pea, 1993)。从这个定义, 我们可了解数位学习必须可以有效率地协助教师完成他们的工作。目前并没有太多数位学习研究计画注意到这个问题。部分针对一对一研究的初步报告, 例如在《Journal of Computer Assisted Learning》中就两个特殊议题所发表的初步研究报告, 显示形成性评量 (Formative Evaluation) 可以更有效率地完成 (Huang, Liang & Wang, 2001)。

## 5. 数字鸿沟问题: 以非洲为例

正如任何人都可能想到, 在一对一数位学习 (TEL) 的提倡过程中, 免不了会在提供个人拥有权和使用设备进行学习等方面遇到阻碍。「数字鸿沟 (Digital Divide)」就是其中一项关键的阻碍关卡 (Emmott, 2003)。目前研究人员对于数字鸿沟的前景主张分别有两种相反的看法。其中一项看法认为, 持续开发数字技术会扩大数字鸿沟, 因为越来越少的开发中国家和贫穷社区可以追上新技术。依据这种看法, 「有」和「没有」的相对比例将会持续提升。另一派相反的看法, 则是主张新数字技术开发将会降低技术成本, 如此一来, 开发中国家便可从原本少量、或是完全空无的技术基础架构「跳跃升级 (Leapfrog)」成使用最先进的适用无线基础架构, 并使可用的运算设备数量增加到足以缩小数字鸿沟的程度。

在非洲推动的移动电话计画, 便是可能缩小此数字鸿沟的最好范例。关于这项论点的指标依据, 由 Nua Internet Surveys (July 15, 2002) 根据 National Information and Communication Technology

Policy 的报导指出，乌干达 (Uganda) 从 1996 年到 2002 年的移动电话订户从 3,500 跃升到 360,000 名 (East African, 2002)。

当英国 Vodafone 在 2000 年 7 月指派 Michael Joseph 到肯亚 (Kenya) 设立 Safaricom，其为联结 Telkom Kenya 公司所成立的移动电话系统服务公司；他当时并未预期订户基础族群的成长会超过 50,000 名用户 (Wachira, 2003)。目前，Safaricom 和其对手 KenCell Communications (Vivendi 拥有部分股权) 已经拥有将近 130 万订户。这项商业发展主要是从传统非洲生活的社区模式作为起点，也就是以未离群索居的都市居民为主。

非洲地区开发中国家采用移动技术的提升速率是全球之冠，同时预期非洲在 2005 年之前将攀升到 1 亿名移动电话用户 (Shapshak, 2002)。从 1997 到 2001 年，非洲的移动电话用户每年皆以 3 位数成长速率成长。非洲地区的移动电话用户逐渐成长，而且在 1998 年到 2003 年之间的成长率超过 1,000%，已创造 5,180 万名用户 (ITU, 2004)。尽管目前我们尚未取得最新图表和统计数据，但是，我们相信目前移动电话使用率应该远远超过预期数字。

由以上数据，我们可以明显发现非洲的移动技术应用成长速率十分快速。非洲正从原本没有任何互联、根本不存在的数位学习基础架构「跳跃升级」成为无线的数位学习基础架构。类似的发展也正在除了非洲的许多其他开发中的国家，例如中国大陆和南美洲国家的乡镇地区。

尽管移动电话只是技术应用的一个例子，但是我们可以从此窥探到缩小数字鸿沟会对全球参与造成哪些影响。前任 Sun Microsystems 的首席信息长代言人和首席执行官顾问，Howard，强调下列关于缩小数字鸿沟的影响：

「在接下来的人类世纪中，移动电话和无线设备将创造前所未有的全球参与规模。新的网络社区将逐渐崛起，而且社会网络也将扩增其范围。过去隔离于信息时代以外的大多数群众，将可应用提供任何人参与机遇的免费信息存取权限和方法。这将对我们目前面对的法律、政府、商业、宗教和教育造成极大冲击 (Howard, 2005)。」

我们并不是唯一关心缩小数字鸿沟的研究团队。Stellenbosch Declaration (Cornu, 2005) 是由全球六大洲地区的教育专家小组和数位学习专家所共同组成；这些专家应邀聚集在 2005 年于南非 Stellenbosch 举行的 IFIP 第 8 届国际电脑研讨会 (World Conference on Computers)，一起合作解决这个议题。这个合作小组针对抵抗数字鸿沟提出了「数字联合移动 (Digital Solidarity Action)」的建议方案。这项方案的制订方向在于「定义接下来 5 年的最重要目标，也就是让全世界的每个孩童都可以应用数字信息和通讯基础架构；支持可透过网络，建立全球学生间和教师间的相互合作计画；以及让不同国家的教育系统能够在尊重国际智能财产权的标准下，表达共享数字教育内容的意愿」。

## 6. 潜在弊端

虽然我们已强调应用一对一数位学习将达成的期许和机遇，但是其中过程仍有一些必须加以解决的问题。显而易见的是，其中大多数问题并不是应用一对一数位学习时才出现的独特现象，而是在其它社会领域中，使用崭新形式和功能来应用运算资源时所产生的相关问题。下面将简要介绍这五项问题：

- (1) 非正规和正规环境与无所不在运算的混合应用，对平衡生活造成的威胁。由于一对一无所不在运算的加入，会导致正规和非正规教育学习环境之间的界线变得模糊；因此，我们可能会在实施正规和非正规工作的模糊阶段过程中，面临此时因工作环境所衍生的不良教育影响。这些不良影响包括，外部控制的工作活动入侵私人生活的各个领域时所产生的压力。而在企图达成实际可行工作的同时，这些不再如以前清楚的边界可能会产生令人遗憾的反效果；以应用数位学习为例，就是期待随时随地的进行学习或是教导。缺乏清楚的边界可能会导致生活领域中的不平衡 -- 如此会导致人们感觉越来越难在工作、学习、家庭、社区、精神、娱乐、运动和其他生

活领域中，控制其维持健康平衡的生活要素。不幸的是，拜信息与通讯技术(ICT)所赐，「人类将享有更多休闲和更少压力」这项Landauer (1988) 针对 2020 年所提出的乐观预测，现在看来，似乎是被误导的白日梦。

- (2) 数据安全性、完整性和隐私性方面的挑战。在由「国家科学基金会 (National Science Foundation)」赞助 (Computing Research Association, 2005)，并针对「未来学习和教育数字基础架构」愿景和研究议程所举行的一系列 4 场研究专题研讨会中，这个问题是当时持续讨论的主题。研讨会与会者针对个人学习环境预先提出了许多希望和可能性，其中包括有关学习相关过程和表现的「终生学习历程 (Lifelong Learning Chronicles)」代表作选辑。其中包括记录和索引化的音讯/视讯记录、学生功课、多媒体报告和其他类似形式记录。不过，对于隐约成型的数据安全性、完整性和隐私性等风险和挑战性的问题，与会者则保留再讨论的可能性，因为学习者的思考方式、空间位置、同侪间互动和其他技术媒介等范围层面也会慢慢成为需要观察的主题。若是在设计这类系统时没有经过审慎思考，可能会导致错误应用的激增。举例来说，我们要问：技术化下的新式评量会有哪些风险和优点？建立和分享持续性的学习历程会产生哪些可能危险？目前将侵入性自动化评量(invasive automatic assessment)导入学习环境所面临的限制 (政策、文化、技术和法律层面) 为何？有哪些新的策略和工具可以降低风险？如果一对一数位学习的分散式学习环境，是设计成用来收集并管理学习者活动的大量数据，这样研究群体就有义务有效解决关于隐私权、安全性和潜在敏感性数据拥有权的相关问题。哪些人可以控制这类数据，而且要提供哪些保证？
- (3) 变成造成持续性数字鸿沟之产业逻辑的共犯。根据一场于美国举行、集合学习方面科学家、K-12 教育学者和运算/通讯及出版业者召开的研讨会结果，并于「国家研究委员会 (National Research Council)」报告 (Pea et al., 2003) 发表结果内容显示，新兴的产业逻辑经常受到忽视。对于 Intel 或是其他晶片制造厂商在每一代新推出具有功能更强大、更快速的处理器来说，只有在市面上已出现密集处理器、高度依附频宽的全新应用程序，才会产生为社会和不同组织部门使用电脑升级的需求。密集丰富图形化的多人游戏、使用更高阶视讯压缩/通讯以便充分发挥全新高速执行绪晶片架构功能的网络应用程序，以及其他类似软件，主要都是因为半导体公司投资软件公司，以便创造新软件的需求，同时进一步确保持续不断进入新的电脑升级周期 -- 这种做法的副作用，就是导致数字鸿沟永远无法终结。在这种情况下，一对一数位学习共同体卷入率先应用 ICT 于教育和学习的上市新软件所产生的相同浪潮中，如此一来，我们必定会成为造成持续性数字鸿沟之产业逻辑的好伙伴。越进阶的电脑的成本一定会提高，如此一来，经济能力较低的社区和开发中国家将更难购置这类电脑。
- (4) 低成本无所不在运算所带来的高环境成本和生态成本。成千上亿的废弃电脑和移动电话造成生态浩劫的故事和图片，已逐渐成为新闻中屡见不鲜的报导题材。例如生活在中国和印度未开垦荒地和贫民窟中的穷困儿童，从新闻报导照片中，便可看到他们在贫瘠经济环境下，为了要处理这些工业发展废弃产物，以便取得一些回收价值而进行熔化铅焊锡过程中，时时处于有害毒气环境。当然，虽然这并非发展一对一数位学习才发生的特定问题，但是在鼓吹全球扩充并使用远超过现今数量的电脑和移动电话时，这项生态冲击问题程度只会越演越烈。我们有责任提倡这项议题的相关政策和移动觉醒，并推动技术选择层面的移动议程，以便支持愿意开发更具环保概念和可回收产品的公司，进而达成这项关键目标。
- (5) 一对一数位学习支持的学习不符道德或具社会破坏性。毋庸置疑地，促进学习过程和希望获得结果的无线运算和随时随地使用信息基础，也会同样地导致反社会化的学习效果。反社会化的学习结果可能会出现在建构恐怖主义者的网络、改进吸毒和洗钱操作手法，以及其他问题。目前尚不清楚一对一数位学习共同体应该采取哪种最佳措施来面对这些问题，但是课程理论和教育实践应该特别着重提倡公民和道德教育，以便影响公民不易偏向接受新的「随手可得 (fingertip-accessible)」风险，而陷入网络中的犯罪、堕落和非法获利行为等世界。

## 7. 迈向全球合作研究

我们对于在教育方面将有大规模技术创新的预期，使得我们相信有关一对一数位学习的潜能和挑战，应得到全球化的合作因应。没有任何一个国家可以避免由学习者所逐步带向的环境变化趋势。国际性的合作机制可以让数位学习研究人员接触多种不同的教育环境和教育系统，进而让数位学习创新的可靠性可以在多重环境之下进行测试。在多种教育系统下工作的研究群组，可以对数位学习提出独到观点。我们急须结合彼此互补的力量和背景，并且尽快整合我们的研究成就，才能创造更大的影响，同时提升我们的研究品质。单一研究在国际间教育成果中通常不太具有影响力；但是若是我们集合起来一起发声，将可创造更大的影响力。在本篇报告的其余内容中，我们将介绍一个可以表现这类回应的组织。

## 7.1. G1:1 的成立

G1:1 (发音成 “G one one”) 为一自发的 (Self-Organizing) 全球网络型共同体，由数个顶尖的一对一数位学习研究团队所组成 (请参阅 [www.g1to1.org](http://www.g1to1.org))。由于 G1:1 属于松散结构组织，因此在接受世界各地新兴的研究团队，以及创造各种一对一相关活动，或是带头作用方面，可充分表现其弹性和包容性。G1:1 的核心成员之间具有范围广大的连结性，而 G1:1 的非正式特性也使得这些成员可以透过重迭的成员关系和共享活动，与许多正式组织或是机构 (例如，Kaleidoscope、ISLS、APSCE、IEEE、AIED Society 和 mLearn) 建立关系。

G1:1 系由一连串的活动演进而成。这个共同体的成立最早是由 Marcelo Mirada 在 2002 年夏天的瑞典 Växjö 大学所提议；当时正在举行第一届 IEEE 无线与移动技术在教育上应用的国际研讨会 (International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education -- WMTE2002)。接着，在 2003 年和 2004 年期间，陈德怀教授在台湾举办了两场研讨会进一步探讨这样的想法。2005 年，在台湾、南非、日本和新加坡等地分别举行了更多研讨会和讨论小组，共同参与关键讨论会议、情境规划，以及提倡国际学术和产业伙伴加入合作的方法 (请参阅 [http://www.g1to1.org/about\\_us/history.php](http://www.g1to1.org/about_us/history.php))。

## 7.2. G1:1 的使命

G1:1 的使命仍在逐渐发展中。目前 G1:1 采取三种方式来影响教育界：

- (1) 跨越实际和人为边界，刺激活络的辩论思考于国际、专业社会、研讨会和期刊共同体之间；
- (2) 报导一对一的全球进展 (例如透过完整的参考文献)；
- (3) 促进国际间的合作研究机制 (例如透过交换研究生和研究材料)。

对于首要任务，G1:1 相信，高品质的研究是影响着一对一之研究与开发的每个意向以及移动的基础。由于 G1:1 共同体属于开放性社会网络，所以，研究团体可以从位在 <http://www.g1on1.org/> 的网站得知未来的共同体活动，亦可从其专案库及实验基地数据库中的获取相关资讯。

## 7.3. G1:1 的努力

我们在此就 G1:1 曾经组织发动的各种活动和持续进行的努力，举出数位学习研究群组可从其中获益并予以贡献的三类工作。

### 7.3.1. 情境式规划 (scenario-based planning)

G1:1 透过一系列的研讨会讨论出各种情境，提供研究人员和决策者用来拟订在未来各种环境中较有可能成功的决策规划。1969 年，这种情境式规划程序首先由 SRI International 制订标准化，以供美国教育部和其他单位使用 (Nielson, 2005)。自从 1970 年的石油危机时代，根据情境基础规划针对克服石油危机所提出的 Royal/Dutch Shell 能源准备规划以来，学术理论和实务从事人员就开始使用情境基础方法来作为策略规划的关键方式。

例如在台湾举办的活动中 (Roschelle et al., 2005) G1:1 研究人员制作了拟真故事，显示「维基百科 (Wikipedia)」一类的应用对教育内容世代可能造成的变化性，以及说明以电动玩具提高创意和学习潜能的 ISO-9000 类型方式。在开普敦 (Cape Town) 举办的活动中则有一群相当独特的研究人员指出，从与早期教育方式的比较可明显推断，在 2015 年之前，同侪教学 (peer tutoring) 将不只是教育过程中的有趣和有效方法，而且还很有可能成为全球各地学生主要使用的教育方法。同时，他们还直接面对数字鸿沟的问题 -- 以及极有可能发生而挑战其地位的问题。这些研究人员着重研究的并非更便宜的技术，也不是因数字鸿沟而最可能发生的输家局面。相反的，他们想象的是当全新人权（使用广域社会网络之人权）因此萌生时，将驱策技术创新往最关键的面向发展，即使这样的驱动力并不能保证每个人都能享受到其结果。

上述每种所描述的可能未来，都指出全球数位学习研究人员所面临的挑战和机遇。其中的挑战是透过面对未来的不确定性来严格检验研究计画，以及证明其策略可以抵抗多变的大环境。而机遇则是找出可能的转机，同时顺势采取移动(即使只是轻微的)，以便朝着他们认为对全球学生最有利的方向前进。

### 7.3.2. 全球的实验基地 (testbed) 网络

G1:1 目前正着手于定义全球网络的实验基地。这里的「实验基地 (Testbed)」是指学校、大学等正规教育机构，亦或是非正规学习机构 (例如博物馆、职业训练公司)；可以长期获得机关支持，并持续与一对一研究团队协同合作。实验基地不只是特定研究计画中的实验场所，在经过长期配合之后，它们将发展出最佳实务，成为推广时的参考模范。

将技术融入教学与学习的文化之中是成功的重要关键，但是需要花上可能很长的一段时间(Krajcik, 2005)，同时需要进行许多实地研究。若是能够建立实验基地网络，特别是全球性的网络，将可加速这项研究。过去，这类实验基地通常是指定国内某地来担任。例如，在新加坡「信息技术教育总计画 (Singapore's Master Plan for information technology in schools)」的第一个阶段，就曾指定「示范学校 (Pilot School)」。同样情况也发生在台湾，研究人员指定了几所种子学校 (Seed School) 担任相同的实验基地角色。G1:1 实验基地网络可以表现研究团队的国际合作成果，让机构、学区或是每个国家从本地实验基地和特定实验基地中「看到全世界」。

### 7.3.3. 元件交换共同体

G1:1 也同时正在制订元件交换的机制。我们需要制订一些交换机制，以便本地和国际研究人员能够共享非专属财产研究元件，来进行实验和数据收集。例如，为了加入合作机制，研究人员必须为其研究成果中可能有助于其他研究人员的小单位加上识别身分。个别机构可以和其他机构交换元件，以便应用其所属元件和其他机构的元件来加快研究工作的速度。接着，他们可以继续研究，在不同文化下的使用者会如何适应最后产生的结果。进行交换过程时的障碍是保护智能财产权、概念内容和其他利益。因此，在交换机制当中，必须制订法律保护程序。

除了软件，元件还可能是某些先进硬件、学习教材，甚至是学习活动的理论 (Theory)、专门知识用语的归纳对照(Ontology) 或是活动进行的议定(Protocol) (有时称为脚本或活动模型)。最早在 LearnLab 场所进行的这类国际共享网络范例，发生在「匹兹堡科学学习中心 (Pittsburgh Science of Learning Center)」(<http://www.learnlab.org/>)。

## 8. 结论

我们在这篇文章中讨论了三项重点因素 -- (1) 移动电话、互联网络、个人和手持装置的普遍使用；(2) 持续不懈的一对一运算的技术发展；(3) 这些手持装置的创新应用改革 -- 创造引导数位学习 (Technology-Enhanced Learning) 改善历程迈入下一个阶段的可能性，这个阶段的特色将是「无缝学习空间 (Seamless Learning Space)」。当学习者可以随时在个人产生兴趣而进入学习、可自由切换不同背景 (例如切换正规和非正规背景，以及个人和社会形式的学习)，以及扩充与其他人互动的社交空间时，这些以社会学习和知识建构等理论作为基本纲领所呈现的发展，将会影响到学习的本质、过程和结果。藉由一对一数位学习所建立的社会文化空间发展，将在下一个世纪之前完全呈现在我们面前。尤其是在某些应用背景下巧妙或普及使用这些设备，将会接近造成学生在校求学和离校求学之基本学习方式变革的引爆点。

G1:1 是由起源于亚太地区研究共同体的自发性联合组织，其针对课堂内的正规学习和课堂外的非正规学习，提供设计和研究无缝学习经验的重要管道。思考下列情况，可知亚太地区学习者的需求和期待相当高：1. 在中国、日本、韩国、新加坡、台湾和香港等国家和地区，人们使用移动电话和手持装置已是相当普及；2. 类似中国等国家有成千上万的人们需要学习有用的语言、技术和管理技巧；3. 亚太地区制造商具备了能因应当地市场所需，设计和生产具有进阶或新式功能 (包括亚洲语系语言支持) 之可携装置的竞争力。我们急需开拓一对一数位学习的潜在功能价值，以便提供除高标准测验成绩外的高品质学习、支持各式各样的学习需求，以及满足亚太地区广大学习人口的需求。

身为全球研究群组之一，我们可以在未来浮现之前先观察到它，或者我们可以采取移动，寻求国际合作机制来建立关键的大多数 (Critical Mass)，利用设计和评估创新的挑战，以支持无缝式的学习空间。藉由全球的合作机制作业，研究人员可以采取各种研究方法和目标、探索不同类型的手持装置及其在不同背景和环境中的应用情形、交换优秀实务和研究元件，以及解决在使用和建构一对一数位学习研究能力时，在文化方面所衍生的重要问题。对于这项目标，G1:1 身为一个全球性研究共同体，将会从不同研究设计，以更有效和更快速的方式，进行共享、评估和探索各种规模的研究基础创新。藉由针对一对一运算所进行的情境基础规划结果，我们规划展望多重学习情境的未来蓝图来面对所有的不确定性。

我们预期 G1:1 可以对创新和推广一对一数位学习的教育性应用有所贡献，以跨越鸿沟，到达采纳为本的研究 (Adoption-Based Research)。我们可以制定一些条件，以便更快速跨越 Moore 鸿沟 (Moore's Chasm)，或者比正常演进程序速度还要快地到达 Perez 转捩点 (Perez's Turning Point)。为了达到这些目标，我们必须时时认知到与本文所讨论一对一数位学习的可能负面问题，也就是指 1. 将无所不在运算导入个人生活领域时，可能产生不平衡的生活型态；2. 数据安全性、整合性和隐私权问题；3. 持续性的数字鸿沟；4. 低成本无所不在运算所带来的高额环境和生态成本；5. 一对一数位学习支持不符道德和具社会破坏性目的的学习。

## 致谢

本文作者群在此要谢谢 Yam San Chee 在最后原稿审稿阶段时耐心订审和给予意见, 并要感谢 Daniel Suthers 对于增添本文品质所提供的有效建议。我们要特别感谢 G1:1 讨论小组的启发和鼓励。本项工作的部分赞助单位为美国国家科学基金会 (计画编号 0427783) 和台湾国科会 (计画编号 NSC94-2524-S-008-003)。

## 参考文献

- Abrahamson, L. A., Davidian, A., & Lippai, A. (2000). *Wireless calculator networks: Where they came from, why they work, and where they're going*. Paper presented at the 13th Annual International Conference on Technology in Collegiate Mathematics, Atlanta, GA.
- Barron, B. (2004). Learning ecologies for technological fluency: Gender and experience differences. *Journal Educational Computing Research*, 31(1), 1–36.
- Bourdieu, P. (1977). *Outline of a theory of practice*, Cambridge University Press.
- Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *Journal of the Learning Sci-ences.*, 2(2), 141–178.
- Byrnes, J. P. (2001). *Minds, brains, and learning: Understanding the psychology and edu-cational relevance of neuroscientific research*, New York: The Guilford Press.
- Chan, T. W. (2002a). Keynote: *Mobile learning: The 'last driver' to cross the chasm*, International Conference on Computers in Education, New Zealand.
- Chan, T. W. (2002b). Humanism in educational computing and digital technology. In T. W. Chan & Y. P. Lin (Eds.), *Initiating learning revolution — the first educational network city, EduCities, in the world* (Chinese) (pp. 59–76). Yuan-Liou Publishing.
- Chan, T. W. (2003). Slight adjustment: A strategy of disseminating technological innova-tions in K12. In T. W. Chan & L. W. Huang (Eds.), *Towards digital learning society* (Chinese) (pp. 256–274). Yuan-Liou Publishing.
- Chan, T. W., Chung, Y. L., Ho, R. G., Hou, W. J., & Lin, G. L. (1992). *Distributed learning companion systems — WEST revisited*. In C. Frasson, G. Gauthier & G. McCalla (Eds.) *The 2nd International Conference of Intelligent Tutoring Systems*, Lecture Notes in Computer Science (Vol. 608, pp. 643–650) Springer-Verlag.
- Chan, T. W., Huang, S. T., Hue, C. W., Ko, H. W., & Sheu, J. P. (2003). Presentation for the final review of the promoting university academic excellence project: Learning technology: Active social learning and its applications — from Taiwan to the world, National Central University, Taiwan.
- Chan, T. W., Ko, H. W., Tzeng, O., & Chou, C. Y. (in press). Optimal capacity building: Integrating brain-based learning and educational research into technology supported learning, *Educational Technology Magazine*.
- Chen, Y. F., Liu, C. C., Yu, M. H., Chang, S. B., Lu, Y. C., & Chan, T. W. (2005, November). *A study on elementary science classroom learning with wireless response devices — implementing active and experiential learning*. In *Proceedings of the 3rd IEEE international workshop on wireless and mobile technologies in education (WMTE 2005)* (pp. 96–103). Nov. 28–30, 2005, Tokushima, Japan.
- Chen, Y. S., Kao, T. C., Yu, G. J., & Sheu, J. P. (2002, August). *A mobile scaffolding-aid-based bird-watching learning system*. In *Proceedings of the 1st IEEE international workshop on wireless and mobile technologies in education*. August 29–30, Växjö University, Sweden.
- Chen, Y. S., Kao, T. C., Yu, G. J., & Sheu, J. P. (2004, March). *A mobile butterfly-watching learning system for supporting independent learning*. In *Proceedings of the 2nd IEEE international workshop on wireless and mobile technologies in education*. March 23–25, JungLi, Taiwan.
- Cuban, L. (2003). *Oversold and underused: Computers in the classroom*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Computing Research Association (2005, November). *Cyberinfrastructure for education and learning for the future: A vision and research agenda*. (Co-authored by, in alphabetical order, Sharon Ainsworth, Margaret Honey, W. Lewis Johnson, Kenneth Koedinger, Brandon Muramatsu, Roy Pea, Mimi Recker, and Stephen Weimar). Washington, DC: Computing Research Association.
- Colella, V., Klopfer, E., & Resnick, M. (2001). *Adventures in modeling: Exploring complex, dynamic systems with StarLogo*. Teachers College Press.
- Cornu, B. (2005). *Stellenbosch declaration, ICT in education: Make it work*. In *International federation for information processing (IFIP TC3)*. ([www.terry-freedman.org.uk/artman/ uploads/thestellenboschdeclaration.pdf](http://www.terry-freedman.org.uk/artman/uploads/thestellenboschdeclaration.pdf))
- Dede, C. (2005). Planning for neomillennial learning styles. *Educause Quarterly*. 28(1). (also available at: <http://www.educause.edu/pub/eq/eqm05/eqm0511.asp>)
- Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational*

*Researcher*, 32(1), 5–8.

- D'Mello, S. K., Craig, S. D., Gholson, B., Franklin, S., Picard, R., & Graesser A. C. (2005). *Integrating affect sensors in an intelligent tutoring system*. In *Affective interactions: The computer in the affective loop workshop at 2005 International Conference on intelligent user interfaces* (pp. 7–13). New York: AMC Press.
- East African, July 8 (2002). Ugandan internet and mobile use soars. Newspaper article cited in TAD Consortium August 2002 *Information Update* No. 2, Telematics for African Development Consortium, SAIDE, Johannesburg, South Africa.
- Ellington, A. (2003). A meta-analysis of the effects of calculators on students' achievement and attitude levels in pre-college mathematics classes. *Journal for Research in Mathematics Education*, 34(5), 433–463.
- Emmott, B. (2003). *20:21 Vision — the lessons of the 20th century for the 21st*. The Penguin Press.
- Gay, R., Rieger, R., & Bennington, T. (2002). Using mobile computing to enhance field study. In T. Koschman, R. Hall & N. Miyake (Eds.), *CSCL 2: Carrying Forward the Conversation* (pp. 507–528). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Gee, J. (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy*. Palgrave MacMillan.
- Gibson, W. (1999). *The science in science fiction*. On a National Public Radio broadcast of "Talk of the Nation" with interviewer Terri Gross on November 30, 1999. (<http://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=1067220>)
- Graham, B. (1997). The world in your pocket — using pocket book computers for IT. *School Science Review*, 79(287), 45–48. Retrieved October 20, 2005. ([http://www.bgfl.org/bgfl/custom/resources\\_ftp/client\\_ftp/teacher/ict/depict\\_project/](http://www.bgfl.org/bgfl/custom/resources_ftp/client_ftp/teacher/ict/depict_project/))
- Greaves, T. (2000). One-to-one computing tools for life. *T.H.E. Journal*, 27(10), 54–56.
- Hawkins, J. (1997). *The National Design Experiments Consortium: Final report*. New York, NY: Center for Children and Technology, Educational Development Center.
- Hoppe, U., Milrad, M., & Kinshuk (2002). In M. Milrad, U. Hoppe & Kinshuk (Eds.) *Preface*, In *Proceedings of international workshop in wireless and mobile technologies in education (WMTE2002)* Växjö University, Sweden.
- Howard, R. (2005). *Four decades of modern computing: A retrospective for the future. Part 2 of a two-part series*. Inner Circle newsletter, Sun Microsystems, Santa Clara, USA.
- Howe, N., & Strauss, W. (2000). *Millennials rising: The next great generation*. New York: Vintage.
- Hsi, S. (2003). A study of user experiences mediated by nomadic web content in a museum. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19(3), 308–319.
- Huang, C., Liang, J., & Wang, H. (2001). *EduClick: A computer-supported formative evaluation system with wireless devices in ordinary classroom*. Best paper award. In C. Lee, S. Lajoie, R. Mizoguchi, Y. Yoo & B. Boulay (Eds.), in *Proceedings of the ninth international conference on computers in education* (pp. 1462–1469). Seoul, Korea.
- International Telecommunication Union (2004). (<http://www.itu.int/home/index.html>)
- Joyner, A. (2002, September). A foothold for handhelds. *American School Board Journal: Special Report*. Retrieved October 20, 2005. (<http://www.asbj.com/specialreports/0903SpecialReports/S3.html>)
- Kasesniemi, E., & Rautiainen, P. (2002). Mobile culture of children and teenagers in Finland. In J. E. Katz & M. A. Aakhus (Eds.), *Perceptual contact: Mobile communication, Private talk, Public Performance*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Kay, A. (1971). (<http://www.smalltalk.org/alankay.html>)
- Krajcik, J. (2005). Keynote: *Using learning technologies to support students in developing integrated understanding*, In *International conference on computers in education*, Nanyang Technology University, Singapore.
- Klopfer, E., Squire, K., & Jenkins, H. (2002, August). *Environmental detectives PDAs as a window into a virtual simulated world*. In *Proceedings of international workshop in wireless and mobile technologies in education (WMTE2002)* (pp. 95–98). August 29–30, 2002, Växjö University, Sweden.
- Koedinger, K., Suthers, D., & Forbus, K. (1999). Component-based construction of a science learning space. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10, 292–313. (<http://cbl.leeds.ac.uk/ijaiied/home.html>)
- Landauer, T. (1988). Education in a world of omnipotent and omniscient technology. In R. S. Nickerson & P. P. Zohdriates (Eds.), *Technology in education: Looking toward 2020* (pp. 11–24). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Liang, J., Liu, T., Wang, H., Chang, B., Deng, Y., Yang, J., Chou, C., Ko, W., Yang, S., & Chan, T. (2005). A few design perspectives on one-on-one digital classroom environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 21(3), 181–189.
- MIT (2005). *Annan to present prototype \$100 laptop at World Summit on Information Society*. MIT Tech Talk. 50(9), 4.
- Mokros, J. R., & Tinker, R. F. (1987). The impact of microcomputer-based labs on children's ability to interpret graphs. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(5), 369–383.
- Moore, G. (1965, April). Cramming more components onto integrated circuits, *Electronics*, 38(8), 114–117.
- Moore, G. A. (1991) *Crossing the chasm: Marketing and selling high-tech products to mainstream customers*. New York: HarperCollins Publishers.
- National Center for Education Statistics. (2001). *The nation's report card: Mathematics 2000*. (No. NCES 2001-571). Washington DC: U.S. Department of Education.
- Nielson, D. (2005). *A heritage of innovation: SRI's First Half Century*. Menlo Park, CA: SRI International.
- Oblinger, D. (2003, July/August) Understanding the new students: Boomers, genxers, millennials, *EDUCAUSE Review*, 38(4), 37–47.
- Owston, R. D. (2003). School context, sustainability, and transferability of innovation. In R. B. Kozma (Ed.), *Technology, innovation and educational change: A global perspective, a report of the second information technology in education study, module 2*. Eugene, Oregon: International Society for Technology in Education <<http://www.iste.org/>>, International

Association for the Evaluation of Educational Achievement.

- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- Pea, R. D. (1993). Practices of distributed intelligence and designs for education. In G. Salomon (Ed.), *Distributed cognitions* (pp. 47–87). New York: Cambridge University Press.
- Pea, R., Wulf, W., Elliot, S. W., & Darling, M. (Eds.) (2003, August) Planning for two transformations in education and learning technology. *Committee on Improving Learning with Information Technology*. Washington, DC: National Academy Press.
- Perez, C. (2002). *Technological revolution and financial capital — The dynamic bubbles and golden ages*. Edward Elgar Publishing Limited, UK.
- Peterson, S. (2005). Wi-Fi for the masses. *Government Technology*, December 8. (<http://www.govtech.net/magazine/story.php?id=97512>)
- Pinkwart, N., Hoppe, U., Milrad, M. & Perez, J. (2003). Educational scenarios for cooperative use of personal digital assistants. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19(3), 383–391.
- Rheingold, H. (2002). *Smart mobs: The next social revolution*. Cambridge, MA: Basic Books.
- Rogers, E. M. (1995). *Diffusion of innovation*, Fourth Edition. New York: The Free Press.
- Roschelle, J. (2003). Keynote paper: Unlocking the learning value of wireless mobile devices, *Journal of Computer Assisted Learning* 19(3), 260–272.
- Roschelle, J., & Pea, R. (2002). A walk on the WILD side: How wireless handhelds may change computer-supported collaborative learning. *International Journal of Cognition and Technology*, 1(1), 145–168.
- Roschelle, J., Penuel, W. R., & Abrahamson, L. A. (2004). The networked classroom. *Educational Leadership*, 61(5), 50–54.
- Roschelle, J., DiGiano, C., Koutlis, M., Repenning, A., Phillips, J., Jackiw, N., & Suthers, D. (1999). Developing educational software components. *Computer*, 32(9), 50–58. Piscataway, NJ: IEEE Computer Society.
- Roschelle, J., & Jackiw, N. (2000). Technology design as educational research: Interweaving imagination, inquiry and impact. In A. Kelly & R. Lesh (Eds.), *Research Design in Mathematics & Science Education* (pp. 777–797). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Roschelle, J., Patton, C., Chan, T. W., Brecht, J., & Bienkowski, M., With G1:1 Members (2005). *G1:1 scenarios: Envisioning the context for WMTE in 2015*. In H. Ogata, M. Sharples, Kinshuk, & Y. Yano (Eds.), in *Proceedings of the third IEEE international workshop on wireless and mobile technologies in education* (pp. 112–119). Tokushima University, Tokushima City, Japan, IEEE Computer Society.
- Scardamalia, M. (2002). Collective cognitive responsibility for the advancement of knowledge. In B. Smith (Ed.), *Liberal education in a knowledge society* (pp. 67–98). Chicago: Open Court.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2003). Knowledge building. In *Encyclopedia of Education*. (2nd ed., pp. 1370–1373). New York: Macmillan Reference, USA.
- Sharples, M. (2003). *Imagining a future where buildings or public spaces are “learning enabled”*, ElearningEuropa.Info website, 20.1.2003. ([http://www.elearningeuropa.info/index.php?page=doc&doc\\_id=593&doclng=6&m](http://www.elearningeuropa.info/index.php?page=doc&doc_id=593&doclng=6&m))
- Shapshak, D. (2002). Unwiring Africa. *DigAfrica 2001* (On-line), *Digital Digest*. (<http://groups.yahoo.com/group/DigAfrica>)
- Staudt, C. (2002). Understanding algebra through handhelds: Feedback beamed instantly helps a teacher identify students’ misconceptions and correct them during a graphing lesson. *Learning and Leading with Technology*, 30(2), 36–39.
- Steinkuehler, C. (2004). *Learning in massively multi-player online games*. In *Proceedings of the sixth international conference on learning sciences* (pp. 521–528). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2004.
- Stroup, W. M., Kaput, J., Ares, N., Wilensky, U., Hegedus, S. J., Roschelle, J., et al. (2002). *The nature and future of classroom connectivity: The dialectics of mathematics in the social space*. Paper presented at the Psychology and Mathematics Education North America conference, Athens, GA.
- Tapscott, D. (1998). *Growing up digital: The rise of the net generation*. New York: McGraw-Hill.
- Tatar, D., Roschelle, J., Vahey, P., & Penuel, W. R. (2003). Handhelds go to school: Lessons learned. *IEEE Computer*, 36(9), 30–37.
- Tinker, R., & Krajcik, J. (Eds.) (2001). *Portable technologies: Science learning in context*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Tinker, R., & Vahey, P. (2002). CILT 2000: Ubiquitous computing, spanning the digital divide. *Journal of Science Education and Technology*, 11(3), 301–304.
- Vahey, P., & Crawford, V. (2002). Palm education pioneers program: *Final evaluation report*. Menlo Park, CA: SRI International.
- Wachira, N. (2003). Wireless in Kenya takes a village. Wired. Cited in TAD Consortium February 2003 *Information Update* No. 2, *Telematics for African*.
- Weiser, M. (1991). The computer for the twenty-first century, *Scientific American*, September issue (pp. 94–104).
- Wilensky, U., & Stroup, W. (2000). Networked gridlock: Students enacting complex dynamic phenomena with the hubnet architecture. In B. Fishman & S. O’Connor-Divelbiss (Eds.), *Fourth international conference of the learning Sciences* (pp. 282–289). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Zurita, G., & Nussbaum, M. (2004). Computer supported collaborative learning using wirelessly interconnected handheld computers. *Computers & Education*, 42, 289–314