



2025年7月15日是史蒂芬·斯梅尔(Stephen Smale)教授九十五华诞。笔者谨撰此文,以表达对这位数学巨擘的崇高敬意与真情爱戴。作为20世纪最具影响力的数学家之一,斯梅尔在微分拓扑、动力系统、混沌理论以及计算复杂性等领域作出了许多重要的奠基性贡献。

1

2025年7月21日至22日,美国加州大学伯克利分校举办了“史蒂芬·斯梅尔教授95周年生日纪念研讨会”。来自全球各地的一批顶尖数学家在研讨会上通过系列专题报告的形式深入探讨了斯梅尔在数学、计算、智能科学等领域的开创性贡献。

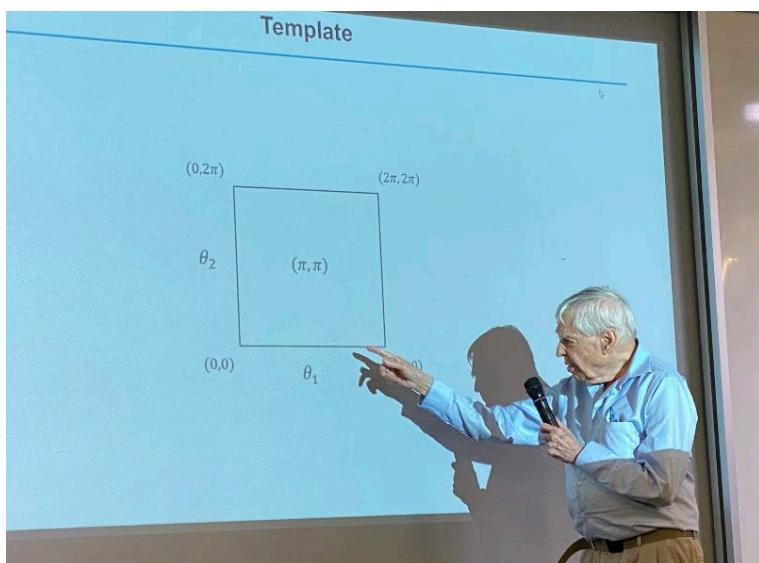


图1. 斯梅尔教授在他95周年生日纪念研讨会上作学术报告

研讨会上，斯梅尔作了一个简要的学术演讲，阐述他正在研究的一些数学问题。图 1 照片显示的似乎只是一个简单的正方图形。然而，斯梅尔正在讲述深奥的数学。我们记得公元前 212 年阿基米德死于一个无知的罗马士兵之手时，地上也只是画了一个简单的圆。当时他正在深思，嘴里嚷着“不要动我的圆”。但是至今都没有人知道，阿基米德面对着那个简单的圆圈深思时他正在想什么。他们对于数学的专注是一样的。

2

斯梅尔于 1995 年从美国加州大学伯克利分校荣休，随后加入香港城市大学任职杰出大学教授，直至 2001 年。我在 2000 年初加入香港城市大学，成为他的同事和朋友。

2002 年，斯梅尔离开了香港城市大学，前往芝加哥丰田技术研究所任职教授，在那里工作到 2009 年。之后，他返回香港城市大学，工作直至 2016 年。斯梅尔于 2016 年正式退休，带着终身荣誉教授的头衔回到加州伯克利家中定居。

在香港城市大学期间，我们经常见面，关系也逐渐变得密切。我几乎每个工作天早上都到工学院办公室喝咖啡，顺便到走廊对面他的办公室去看望他，简短地聊一会。周末我们还多次一起去徒步登山，每次都会有几位同事和学生同行（图 2）。



图 2. 笔者和斯梅尔在香港徒步登山时稍息片刻（摄于 2015 年 10 月 1 日）

2010 年 4 月，我安排了一次只与他一人前往北京的特别行程，访问了中国科学院（图 3）、北京大学和清华大学，在那里他分别作了学术报告和研讨

会发言。记得在北大数学科学学院的座谈会上，有个研究生问：“你自认为是个纯粹数学家吗？”斯梅尔回答说：“不是。”“是应用数学家吗？”“也不是，”斯梅尔微笑着说：“我算是个数学科学家吧。”下面我将相当简要但也比较全面地介绍斯梅尔毕生对数学的贡献，或可用来印证他本人的这个说法。



图 3. 斯梅尔访问中国科学院数学与系统科学研究院（摄于 2010 年 4 月 14 日）

通过平日经常性的随意交谈，我对斯梅尔的个人经历和学术贡献有了更多了解。不过，斯梅尔并不是特别善谈的人。因此，这篇短文中对他的生平和成就的概述，主要是基于多年来我阅读过关于他的诸多资料，内容自然不会十分完整和准确。

虽然我对斯梅尔的了解很有限，但是我非常荣幸能够为祝贺他的 95 岁生日写下这篇简短的敬辞。

一、斯梅尔的职业生涯与主要成就

斯梅尔于 1930 年 7 月 15 日出生在美国密歇根州弗林特市。他于 1952 年获学士学位，1953 年获硕士学位，1957 年获数学博士学位——全部都在密歇根大学完成。他的博士论文题为“黎曼流形上的正则曲线”，在惠特尼（Hassler Whitney）的一些分析结果基础上，将平面上正则闭合曲线性质的研究推广到 n 维流形上。

1956–1958 年，斯梅尔在芝加哥大学担任讲师，开始了他的学术生涯。1958 年，他证明了一条著名的定理：在三维空间中的 2– 球面可以通过正则同伦后实现外翻——这是拓扑学中的一项突破性成果。1958–1959 年，斯梅尔在普林斯顿高等研究院工作。在那里，他发展了与动力系统相关的莫尔斯（Morse）不等式的重要结果。

1959–1960 年，斯梅尔获得美国国家科学基金会（NSF）博士后奖学金，用于 1960 年 1 月至 6 月到巴西里约热内卢的纯粹与应用数学研究所访问。在

此期间，他在混沌理论中建立了关于马蹄映射的严格数学理论。更重要的是，他证明了所有 $n \geq 5$ 维的广义庞加莱猜想，做出了一个划时代的贡献——这一成果于 1961 年发表。这个猜想由法国数学家庞加莱提出，是 20 世纪最著名的数学难题之一。斯梅尔的奠基性贡献让他在 1966 年获得了菲尔兹奖。获奖理由是他证明了在 $n \geq 5$ 维的广义庞加莱猜想：“每个单连通闭合的、同伦等价于 n 维球面的 n 维流形，都与该 n 维球面拓扑同胚。”（图 4）

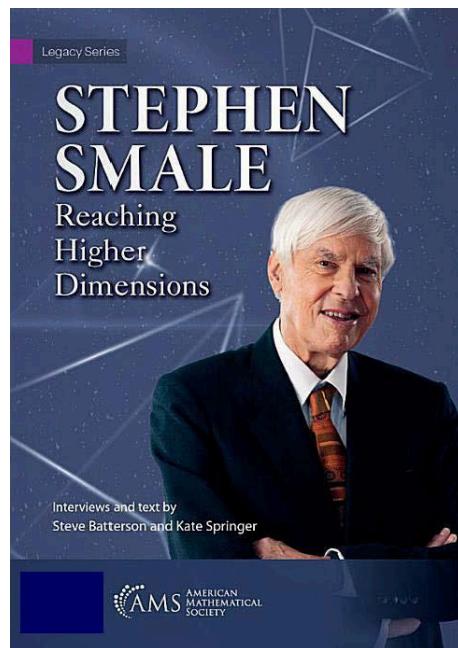


图 4. 史蒂芬·斯梅尔：攻克高维问题（美国数学会，2000 年）

1962 年，斯梅尔将拓扑学 h -半同调定理推广到高维流形。1965 年，他将著名的莫尔斯 - 萨德 (Sard) 定理关于光滑函数临界值的内容推广到无限维巴拿赫空间中的广义非线性映射中，极大地影响了拓扑学和动力系统研究的发展。

从 1960 年代后期开始，斯梅尔基于已有的成功经验，逐渐将研究重心转向更为偏重于应用的领域。他将数学理论扩展到经济学、天体力学、电路理论、生物学、免疫学等多个科学领域。

2007 年，斯梅尔获得了沃尔夫数学奖，表彰他在微分拓扑、动力系统、数学经济学等领域的杰出贡献。

斯梅尔在其职业生涯中曾在多个著名学术机构任职。他先在加州大学伯克利分校任副教授 (1960–1961 年)，然后在哥伦比亚大学任正教授 (1961–1964 年)，随后又回到伯克利任正教授，直到 1995 年退休。如前所述，1996 年起他作为杰出大学教授入职香港城市大学。2002 年，他离开香港，到芝加哥丰田技术研究所任教授，直到 2009 年。之后，他再次回到香港城市大学，继续担任杰出大学教授。2016 年他 86 岁，便完全退休，带着香港城市大学终身荣誉教授的头衔，回到加州伯克利家中定居。

二、斯梅尔在数学方面的主要贡献

在本文极短的篇幅之内，几乎不可能完整地描述斯梅尔在数学上的奠基性贡献。不过，我基于个人有限的信息，尽力提供一份我认为是他最重要的学术成就的简要描述。

微分拓扑学

1958年，斯梅尔了解到安德罗诺夫（Aleksandr A. Andronov）和庞特里亚金（Lev S. Pontryagin）关于动力系统结构稳定性研究，便尝试用拓扑学方法去研究那些问题。该研究促成了著名的莫尔斯－斯梅尔系统理论的建立。它揭示了一类结构稳定的光滑动力系统，其非游荡集由有限多个双曲平衡点和双曲周期轨道组成，其稳定流形和不稳定流形满足横截条件。

1966年，斯梅尔在苏联莫斯科举行的国际数学家大会上获得菲尔兹奖，表彰他提供了高维庞加莱猜想的证明（图5）。这个高维版本的庞加莱猜想，说任何同伦等价于 n 维球面的封闭 n 维流形，实际上就是 n 维球面。当 $n=3$ 时，这是经典的庞加莱猜想。斯梅尔证明了在 $n \geq 5$ 情况下的这个高维版本庞加莱猜想。他的证明基于莫尔斯理论，对之他曾作出过重要贡献。莫尔斯理论允许通过研究流形上的可微函数去分析其拓扑结构。

1982年，弗里德曼（Michael H. Freedman）证明了 $n=4$ 的庞加莱猜想，因而获得了1986年的菲尔兹奖。最终，格里戈里·佩雷尔曼（Grigori Perelman）证明了 $n=3$ 的经典庞加莱猜想。不过，他拒绝了受领2006年的菲

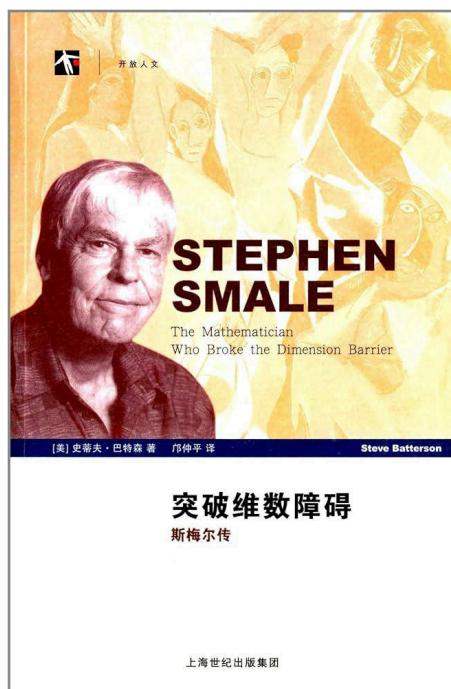


图5. 史蒂芬·斯梅尔：突破维数障碍（Steven L. Batterson, 2002年）