arXiv:2303.09282v1 [math.HO] 14 Mar 2023

数学界的数据科学与社会正义

Quindel Jones*、Andr´es R. VindasMel´endez†、Ariana Mendible‡、Manuchehr Aminian§、Heather Z. Brooks¶、Nathan Alexander||、Carrie Diaz Eaton**和 Philip Chodrow††

2023年3月

1 引言

2021年夏，波多黎各刑事辩护律师协会（PRACDL）就案件*Rodr´ıguez-Rivera* 诉美国向美国最高法院提交了一份意见陈述。争议焦点在于，某一类毒品共谋犯罪是否应被视为“受管制物质犯罪”，因为这一认定可能导致加重刑罚。毒品共谋指控涉及多名被告，且要对涉嫌共谋者定罪所需的举证责任较低。PRACDL 在意见陈述中指出，毒品共谋案件中的起诉体现了种族、族裔和阶级方面的歧视与差别影响。该意见陈述得到了包容、多样性与公平量化研究所（QSIDE）的分析支持，其中包括本文作者 Manuchehr Aminian 和 Phil Chodrow 的研究。QSIDE 团队与 PRACDL 的律师密切交流，编写了解析器，从非结构化案件卷宗数据中提取信息，将所得结果与地理人口普查数据相结合，并检验了以下假设：毒品共谋指控 disproportionately 这些指控 disproportionately 发生在波多黎各受贫困、失业和低教育水平影响的地区。

这项与 PRACDL 合作的工作，是日益壮大的社会正义数据科学（DS4SJ）[1] 学术研究领域中的一小部分。这一领域在多个相互交叠的专业社群中日益受到关注，包括数学、统计学和计算机科学。本文关注的是，数学界成员如何学习、实践并支持这一新兴的学术研究与社会行动主义领域。

我们强调，DS4SJ 工作既能吸引受过专业训练的数学家，也会对他们提出挑战。从事 DS4SJ 的学者或许期待为服务对象社区带来积极成果、提出新的研究问题、在学术界之外建立新的职业联系，并有机会将自身身份或价值观与学术工作联系起来。然而，要实现这些益处，就必须直面一系列挑战与风险。首先，影响从来无法得到保证。例如，在 PRACDL 案例中，向法院提交的请愿最终未获批准，且法院未作任何说明。此外，正义数据科学的过程要求具备我们许多人并未接受过训练的技能。要在象牙塔之外产生影响，就需要在象牙塔之外开展合作，与受影响人群、领域专家和决策者接触。如果开展这项工作时没有充分关注受影响社区的需求，成果就可能既不算成功的学术研究，也不算成功的社会行动主义。数学培训项目并不教授如何以审慎的态度与学术界之外的合作者合作，这或许是因为这种能力不被视为“数学能力”。最后，从事正义数据科学工作的研究人员，必须始终关注这项工作是否符合他们在所在机构和专业社群中的晋升需求。

*Quindel Jones 是弗吉尼亚联邦大学系统建模与分析专业的博士生。

†Andr´es R. Vindas Mel´endez 是美国国家科学基金会在加州大学伯克利分校的博士后学者。2024年7月，他将开始在哈维穆德学院担任数学助理教授。

‡Ariana Mendible 是西雅图大学的数学助理教授。

§ManuchehrAminian 是加州州立理工大学波莫纳分校的数学助理教授。

¶Heather Zinn Brooks 是哈维穆德学院的数学助理教授。||Nathan Alexander 是莫尔豪斯学院的数学与数据科学助理教授。**Carrie Diaz Eaton 是贝茨学院数字与计算研究副教授。

††Philip Chodrow 是米德尔伯里学院的计算机科学助理教授。他的电子邮件地址是pchodrow@middlebury.edu。前七位作者按照提交文章时的职业阶段排序。

[1]我们也交替使用正义数据科学 这一说法，指代同一个学术领域。

我们的总体目标是帮助希望开始或深化 DS4SJ 工作的学者，并倡议更广泛的数学界重视并支持这项工作。我们的核心论点如下：

(a). 广义而言，数学界的成员可以通过学术研究和教学法，为社会正义事业作出贡献。

(b). 要作出这些贡献，我们必须与学术界以外的合作者和伙伴携手合作，包括受影响社区、政策制定者，以及其他能够带来我们自身所不具备的经验、知识和影响力的人。

(c). 支持社会正义的数据科学工作确实可以是一项学术性、科学性的事业，数学机构应在各个层面为其提供支持。

在第2 节中，我们定义了社会正义数据科学（DS4SJ），并对这类工作作广义理解，将广泛的计算、数学和定性工作纳入其中。我们将 DS4SJ 与相关领域的工作进行比较和对照，包括 Data Science For Social Good 和关于人类行为的学术数据科学。基于这一定义，我们提出一套包含四项指导原则的 DS4SJ 实践准则。这些原则描述了这样的工作：积极让社区成员和决策者参与其中；认识到自身的局限；有意识地致力于消除特权；并深入探究压迫的系统性本质。接着，我们将在第3 节讨论 DS4SJ 近期及正在开展的工作的一些特点。我们尤其关注职业生涯早期学者在考虑更多参与这类研究或教学法工作时需要考虑的问题。我们还将重点说明院系承诺支持这类工作所带来的益处。在第4节中，我们通过一系列短篇案例展示 DS4SJ 的实践；在这些案例中，职业生涯早期学者介绍了他们在 DS4SJ 领域的工作，以及这些工作对他们在广义数学界成长的影响。最后，我们将在第5 节对未来工作的展望进行反思和讨论。

2 社会正义数据科学

我们有意对数据科学采取宽泛的理解，将其视为一系列广泛的实践、方法和活动，旨在支持利用数据获取洞见并指导行动。这包括数据分析流程中的标准步骤，例如数据收集、探索、可视化、建模和传播。我们还特意纳入了范围广泛的其他活动，包括：数学模型的构建、数据分析算法和学习算法的开发；用于为分析提供背景的定性研究；以及面向公众部署数据产品，例如可视化内容和仪表板。在这一宽泛的理解下，数据科学工作涉及许多学术学科。它并不局限于统计学、数学或计算机科学院系；事实上，它根本不局限于科学、技术、工程和数学领域。尽管如此，虽然我们对数据科学的理解较为宽泛，但本文主要关注数学界如何参与数据科学工作。因此，我们的讨论主要围绕数学训练具有相关性的活动和实践展开。我们将社会正义数据科学置于对数据科学整体的这一宽泛理解之中。

定义。 社会正义数据科学 （DS4SJ）是积极挑战不平等体系，并以切实行动支持受压迫和边缘化社群获得解放的数据科学工作（广义而言）。[2]

DS4SJ承认，某些群体长期以来遭受压迫、边缘化和剥夺权利，并致力于纠正这些伤害。它的目标不一定是造福“整个社会”，而是明确致力于纠正不公正。因此，DS4SJ不同于“社会公益数据科学”（data science for social good）这一概念；后者通常指任何能够带来净正面社会影响的数据科学工作。例如，名为 Data Science For Social Good 的组织所展示的工作，包括推动可持续发展、提升公共基础设施效率以及减少政治腐败。这些都是一般性的社会公益，能惠及世界上很大一部分人群。社会正义 应用同样能惠及人群，但其独特之处在于明确关注那些因历史不公而受到伤害的受压迫和边缘化社区的需求。我们强调，这一区分虽然重要，但并非泾渭分明。许多社会公益项目也包含社会正义的要素；例如，改善公共基础设施可能会对长期以来未能充分受益于这些基础设施的社区产生尤为显著的影响。同样，纠正系统性不公的正义行动也可以恰当地视为促进更广泛的社会公益。虽然区分这些目标很重要

[2]压迫和边缘化的形式包括但不限于种族主义、殖民主义、阶级歧视、性别歧视、恐同、恐跨和健全主义。

及其范围，但我们强调，两者并不互相排斥。

DS4SJ 也与大规模机器学习系统中的偏见和伤害研究密切相关。近期研究表明，许多此类模型对边缘化身份群体成员存在显著偏见。这些影响往往具有交叉性：在 Buolamwini 和 Gebru 的一项著名研究中（2018年），人脸识别算法对黑人女性的识别效果不如对黑人男性或白人女性的识别效果，而对白人男性面孔的识别最为可靠。机器学习模型产生偏见的原因包括：边缘化身份在训练数据中代表不足，或压迫性刻板印象所占比例过高；使用有缺陷的代理变量来衡量预测准确率；或未能考虑自动化系统在社会和历史背景中的作用。随着机器学习模型日益广泛地应用于个人技术、招聘、警务和医疗保健，在大规模层面设计非歧视性系统的利害关系极其重大。我们认为，致力于公平机器学习的工作属于 DS4SJ：它是挑战不平等体系、支持受压迫和边缘化社群解放的数据科学。当这类工作影响已部署的大规模系统的设计和评估时，这一点尤其如此。尽管如此，这项工作的多数仍由计算机科学界而非数学界开展，因此不在我们的讨论范围之内。因此，我们建议有兴趣的读者参阅 Mehrabi 等人（2021年），了解机器学习偏见与公平性领域的近期研究综述，其中包括概念基础、实证发现，以及旨在减少各类机器学习任务中算法歧视的拟议方法。

最后，我们将 DS4SJ 界定为数据科学与社会系统建模这一广阔学术领域中的一个特定子集。这个规模庞大且不断发展的领域涵盖应用数学、计算社会科学、物理学、网络科学、计算机科学及相关领域的研究。其中一些研究确实可能积极支持受压迫和边缘化社群的解放，因此构成 DS4SJ。该领域的其他研究——或许占大多数——其首要目标是在学术界深化对社会系统的定量洞见。后一类研究的一个例子是对社会现象动力学模型进行数学分析，例如隔离或意见极化。这类研究的长期影响可能主要局限于学术出版物，且可能不会影响社会行动主义，政策或其他影响非专业研究人员生活的机制。我们强调，我们的目的并非贬低这类研究；事实上，本文的几位作者目前都在这一广阔领域积极开展研究。

总而言之，我们在此关注的主题——数学界中的社会正义数据科学——与旨在促进更广泛社会公益的数据科学工作、机器学习公平性研究以及社会系统的定量建模有所重叠，但又各不相同。

2.1 DS4SJ 的过程

数学界的许多人习惯于用定理、实验、论文、发表场所或引文来衡量研究计划的成功。我们开展研究的过程往往会针对这些衡量标准进行优化。社会正义数据科学则以对受压迫和边缘化群体生活的影响来衡量成功。我们需要以更有可能实现影响的方式开展工作，同时尽量降低造成意外伤害的风险。因此，这项工作的过程可能与许多其他数学学术研究的过程大不相同。受 Ardila-Mantilla（2016）的启发，我们提出了四项指导 DS4SJ 过程的原则。

原则1（协作）。*DS4SJ* 要求与社区成员和决策者建立合作关系，以实现预期影响并最大限度地减少意外伤害。

原则 1 反映了两个简单的事实。首先，作为数学家，我们往往缺乏经验，不知道如何在学术或工业研究环境之外构思、开展或应用自己的工作。我们通常也缺乏社会科学、政策或行动主义方面的相关训练。因此，我们常常需要通过协作来执行项目并培养技能。其次，旨在支持某个社区的工作，必须通过与该社区的审慎接触来指导，以了解我们希望满足的需求。我们认为，有效协作对于 DS4SJ 至少包含三个重要要素：

- 视角能帮助我们了解服务对象的需求，并帮助我们开展工作，避免造成意外伤害。

- 过程有助于引导工作采用尊重社区的方法，并朝着这样的方向开展：

回应社区视角，并取得能够支持未来行动的成果。

- 权力 使我们能够真正实施由数据科学工作所提供依据的干预措施。

视角是协作中尤为重要的要素，因为它能帮助我们了解所服务社区的需求。建立这种视角的最佳方式，是与社区本身建立合作伙伴关系。这最终是了解社区成员需求、以及他们是否需要我们所能提供之帮助的唯一可靠途径；其他学者或外部专家的视角，只有植根于社区参与，才能发挥作用。南非残障活动人士在英语中推广的口号“没有我们的参与，不要谈论我们”，简洁地阐明了这一原则。

数学与统计创新研究所（IMSI）近期开展的一项工作，展示了这些协作形式。由作者 Carrie Diaz Eaton 领导的工作组与 Nuevas Voces 合作；Nuevas Voces 是 Woonasquaucket 河流流域委员会（WRWC）为罗得岛州普罗维登斯一个低收入、多语言移民社区居民设立的领导力项目。这种协作通过视角 发挥作用：Nuevas Voces 分享的见解帮助工作组了解社区需求；他们提出，需要让人们关注持续气候变化导致流域沿岸社区遭受的洪灾。协作过程包括在受影响的社区开展会面、用西班牙语进行访谈，并邀请 Nuevas Voces 和 WRWC 的社区成员提供支持，在工作推进过程中给予指导。在实施阶段持续协作，为这项工作赋予了影响力，使其能够产生实际成效。与 Nuevas Voces 合作开展的干预措施，主要成果是一款地理空间仪表板，其中不仅包含洪灾信息，也纳入了社区资源和故事。Nuevas Voces 和 WRWC 承诺将这些工具整合到各自的组织中，以支持其使命。

原则2 (批判性反思)。 *DS4SJ*要求人们批判性地反思自身的身份、立场与特权，以及这些因素在自身学术实践中所发挥的作用。

我们在批判理论的意义上使用“批判”一词：批判性视角会怀疑地看待权力与特权结构，并致力于建设一个更加平等、自由和公正的社会（霍克海默，1972年）。原则2 要求我们反思我们所拥有的身份与特权，尤其要关注这些身份与特权如何可能在不知不觉中影响我们的工作。广义上的数学界中，许多成员拥有多种形式的职业特权。我们的职业在文化上受到尊重，薪酬往往高于平均水平，而且通常不会让我们面临身体伤害的风险。数学的认知方式普遍被视为享有认识论特权（这种看法往往很危险）：深刻、无误且不容置疑。我们许多在学术界工作的人，可以从容地以月或年为单位安排截止期限，而不必按天或小时计算。当项目“进展不顺”时，往往可以安全地放弃，转而开展新项目。此外，不成比例的多数职业数学家受益于白人特权和男性特权。

在追求任何形式的正义工作时，包括DS4SJ，承认并正视特权都十分重要。例如，我们该如何调和数学研究通常的进度与一个事实：正如作者Nathan Alexander经常强调的，人们正在死去，死于系统性的不公正？审视自身特权并理解其如何影响我们的专业实践，这项工作颇具挑战性，但数学训练中的某些方面有助于数学家开展这项工作。特权可以被视为一种集体的社会假设，即谁值得拥有自由、尊重和资源。以理论公理或建模输入形式出现的假设，在数学实践中无处不在。作为数学家，我们接受的基础训练之一，就是阐明假设、质疑其适用性并推导其后果。这些技能恰恰有助于批判性反思，前提是我们能将其用于审视自身。作者Quindel Jones在第4节的短文中，示范了如何反思自身的身份和位置性对其学术工作的影响。

原则3 （审视特权）。 *DS4SJ*要求研究人员积极审视自身的特权，并努力超越特权视角。

如原则 2所述，数学家往往会受益于多种形式的系统性特权，这些特权通常源于身份、职业的社会声望以及科学认知方式的综合作用。这些特权可能成为有效开展 DS4SJ 工作的障碍，尤其是在与来自可能与我们自身截然不同的社区的合作者建立有效合作伙伴关系时（原则 1）。因此，要超越自身的特权，就需要具备认识论谦逊：积极地将……置于中心

不同于我们自身的认知方式。了解社区需求，可能要求我们重视多种形式的知识，例如社区叙事、个人经历，或其他职业的普遍智慧。如果坚持认为数学或科学认知方式优先于服务对象社区的认知方式，就很可能无法综合有关社区需求或满足这些需求的方法的必要信息。这进而可能导致无法实现预期影响，甚至造成意外伤害。

在第4节的小品文中，Andr´esR. VindasMel´endez 讨论了他作为一名理论数学家投身 DS4SJ 的历程如何受益于对学术数学特权的认识，以及他愿意与其他学术社群交流。

原则四（系统性视角）。*DS4SJ* 需要一种批判性的系统性视角：批判性地认识权力体系如何运作，使一些人获得特权，同时压迫另一些人。

许多数学家运用复杂的工具，研究从生物学、工程学到人类社会等领域中复杂且相互关联的系统如何运作。系统思维也是以正义为导向的数据工作的一项基本技能，并影响着我们所采用的技术工具。例如，已有大量数学理论阐述了公平分配资源的机制，但这些理论通常没有描述历史上和当下的系统性压迫力量。要纠正这种压迫，光是公平分配资源还不够；还需要积极对抗这些系统性力量。在第4节的小品文中，Heather Zinn Brooks 讨论了从系统性视角看待数学界，如何为以数据为依据的数学子领域性别代表情况研究提供参考。在某些情况下，也可以明确地对导致差距的社会过程进行建模。例如，对警察使用武力的社会过程进行建模，最终或许能帮助我们了解如何制止警察不成比例地杀害手无寸铁的黑人（Zhao 和 Papachristos 2020年）。

- **数据可及性**：Ida B. Wells 曾写道：“纠正错误的方法，就是让真相的光芒照亮它们。”一些正义数据科学工作旨在让新的信息类型为新的受众所获取和理解。例如，编制易于访问的在线数据库，涵盖警察暴力、联邦司法量刑和文化表征等方面。

- **分析与批判**：在某些情况下，以易于获取的形式简单呈现数据，就足以促使人们采取行动。在另一些情况下，数据量庞大，且需要考虑多个因素，因此必须明确、正式地进行数据分析。这类分析有时能够支持关于偏见程度或影响的可控性主张或因果主张，并可能发表于学术期刊。在此背景下，重要的是要强调，仅仅有证据或分析可供获取，往往不足以改变人们的想法或推动变革。

- **实施**：最终，正义工作（包括数据科学）的成效都要以影响力来衡量。成功的 DS4SJ 工作要么通过行动直接产生影响，要么为他人的后续努力提供支持。在某些情况下，只需将分析与批判呈交给合适的相关方即可；例如，识别政治选区划分不公所造成种族影响的工作属于分析与批判，在法院案件中作为论据提出时，便能助力实现其预期影响。其他例子包括部署旨在实现明确公平目标的预测模型或决策模型，例如预测警方不当行为、房东剥削、司法决策或企业税务滥用。作为积极参与社会的人，数据科学家和数学家也有机会直接采取行动，支持自己选择的事业，包括参与社区组织、出席抗议活动以及加入互助组织。

3 DS4SJ 面临的挑战与机遇

正义数据科学探讨学术界内外的广泛问题。我们大致将这项工作分为三类，且这三类彼此有所重叠。

3.1 参与 DS4SJ

我们希望有些读者正在考虑是否参与或间接支持社会正义数据科学方面的工作。接下来，我们将重点介绍这类工作对数学及相关领域的学者可能具有吸引力的一些原因。其益处多种多样，包括积极研究的前景、让本科生参与课堂活动的方式，以及

招募初级合作者参与研究项目的机会。

正义数据科学工作能够推动新数学、数据科学技术和方法论视角的发展。一个广为人知的例子是，运用度量几何技术，在区划方案空间上定义零分布，并使用马尔可夫链算法从中抽样，以开发检测和量化选举地图中种族偏见的方法（Becker et al. 2021年）。这项工作产生了分析与批判成果，包括量化现有政治地图中种族偏见的论文。此外，通过与权力伙伴关系开展合作也产生了影响：研究人员与州政府合作，并向美国最高法院提交法庭之友意见书。

应用统计学、优化和网络科学领域也存在推进方法论发展的机会。例如，Pierson、Simoiu 等人（2020年）开发了新颖且高度可扩展的统计检验方法，用于检测大规模警察行为数据集中的种族偏见。受城市基础设施网络中学校、杂货店和投票站公平可及性问题的启发，研究人员开发了通过编辑图的边来影响扩散动力学的新算法（Ramachandran et al. 2021年）。越来越多的研究运用基于网络和统计学的方法，量化不同学术学科中引用、晋升和留任方面的性别不平等（Wapman et al. 2022年）。在下文的短文中，作者 Heather Zinn Brooks 介绍了数学领域正在开展的相关工作。正如作者 Andr´esR. VindasMel´endez 在自己的短文中所写，社会正义应用的迫切性既帮助他培养了对数据科学技术的兴趣，也促使他开始思考：组合数学作为他主要的研究训练领域，是否能为正义事业提供有益的应用。

以社会正义为导向，有助于改进数学、数据科学、统计学和计算机科学的教学法。与不公正和不平等相关的现实议题，是极具价值的问题与案例来源（Karaali and Khadjavi2019）。然而，正义取向的价值不止于提供问题；它还能帮助数学教师欢迎、吸引并留住本科STEM主修/辅修专业的学生，也能更广泛地惠及高等教育。对于那些历来被排斥在传统课堂之外，或在其中遭受压迫、被边缘化的学生，正义取向尤其有助于吸引他们参与。将课堂内容与“亲社会的共同体成果”相联系，是近期一份报告提出的建议；该报告聚焦于提高边缘化学生在STEM学科中持续学习的比例（Estradaet al. 2016）。

需要指出的是，正义导向的教学法会给学生和教师都带来挑战；如果以贬低或将学生视为点缀的方式呈现案例，也可能伤害学生。如果教师采用的例子无法促进积极的学生身份认同，或未能承认不同文化与身份认同内部经验的多样性，就可能造成伤害（Leonard et al. 2010）。

有效的正义导向教学法旨在提升学生的批判意识——即挑战那些被界定为正常的事物、这种界定服务于谁的利益、系统结构如何被固化，以及这些结构可能以何种方式发生改变的能力。这种教学法不仅欢迎那些历来在课堂空间中遭到边缘化的学生，也促使所有学生成长为具有正义取向的系统思考者。例如，作者 Nathan Alexander 在其统计学导论课堂上，采用正义取向来讲授研究伦理与数据使用这一主题。机构审查委员会（IRB）制度的建立，部分源于塔斯基吉梅毒研究中近400名黑人男性遭受医疗虐待一事的曝光。现代 IRB 审查制度旨在防止此类公然违反医学伦理的行为再次发生。然而，这并未充分解决医学研究实践中的结构性种族主义问题；即使在今天，黑人首席研究员获得美国国立卫生研究院资助的资助申请书的可能性仍然较低。这些考量不仅是现代统计学实践和数据驱动的研究的背景，也为实践技术课程的核心内容提供了机会。例如，学生可以研究并评估支撑近期研究结果的方法；这些研究结果指出，塔斯基吉研究仍在通过加深人们有充分理由产生的对医疗机构的不信任，缩短黑人男性的寿命（Alsan and Wanamaker 2018年）。

探讨这些具有挑战性的话题时，很容易将学生符号化或以其他方式伤害他们。为此，教师需要展现脆弱、谦逊，以及真诚地愿意与学生共同学习的态度，并建立一个以相互尊重、开放和集体批判性反思为基础的共同体。这样做的回报是，学生有机会同步培养技术技能和批判意识，二者相辅相成。

同样，各个阶段的学生通常都很乐于参与涉及正义问题的研究项目

工作。本科生越来越多地投身于社会正义事业，并致力于此，因此他们也倾向于参与那些具有明显现实应用价值的研究体验（Seemiller and Grace 2017）。正如作者 Ariana Mendible 在下文的小记中所述，她早期开展的以正义为主题的研究项目，吸引了所在机构中远超预期的潜在研究生的兴趣。这或许部分归因于这些项目易于参与。与学术数学中的许多其他问题相比，DS4SJ 工作的技术门槛通常较低，因此能让学术生涯处于早期阶段、具有不同经验和学术背景的学生参与其中。学生的个人经历和兴趣也可以成为开展 DS4SJ 研究项目的明确优势，尤其是当他们属于可能受到这些工作影响的社区时。

最后，我们强调，DS4SJ 工作对研究人员和教师提出了独特的要求，因此未必适合所有人。首先，学者有充分理由拥有与 DS4SJ 工作并不完全一致的动机和兴趣。DS4SJ 工作首先且最重要的衡量标准，是能否为边缘化或受压迫群体带来积极影响。因此，从事这项工作的学者既需要以实现具体成果为导向，也需要愿意投入时间促成这些成果。这又要求他们花时间培养批判性视角，谨慎地与社区互动，并发展非技术技能。对于那些认真思考 DS4SJ 工作要求后决定另辟道路的学者，我们唯有敬意。其次，我们承认，许多机构和社会中的职业激励机制可能并不鼓励 DS4SJ 工作。例如，有些院系可能认为 DS4SJ 学术研究“不够数学”，因而不值得晋升或认可；也可能将课堂上以正义为导向的内容视为干扰。如果学者觉得这项工作会危及他们在院系、机构或社区中的发展前景，就不能指望他们投身其中。

3.2 DS4SJ 与数学界

因此，我们呼吁院系、机构和专业社群支持 DS4SJ 相关工作。幸运的是，DS4SJ 工作与这些院系和社群所明确提出的目标一致，这意味着支持这些努力既有机会，也有动力。美国数学学会关于公平、多样性与包容的声明阐明了我们共同的目标：建设一个社群多元、尊重他人、人人可及且具有包容性。到 2023 年，我们距离这一目标仍相去甚远。学术数学界在性别和种族等方面，仍未实现比例代表性或机会公平。许多院系在招募和留住少数群体学员及教职人员方面举步维艰。积极支持正义数据科学或许能为实现这些目标助一臂之力。Tran（2011年）根据对美国科学、技术、工程和数学研究生项目中代表性不足的少数族裔学生所做的访谈，建议希望留住代表性不足的少数族裔学生的院系，应认可并拓展直接应用于社会正义的研究。作者、博士候选人 Quindel Jones 在下文的短文中阐述了这一影响：运用数学模型改善黑人女性健康状况的机会，是她职业发展轨迹中的一条重要动力。Jones 强调，日益壮大的、专注于数据科学与社会正义的数学学者社群，推动了她的学术研究，使她得以向与自己具有某些相同身份认同的导师学习，并与志趣相投的合作者建立联系。院系、研究机构和专业组织支持正义数据科学，不仅能推动本身具有价值的学术研究，也能进一步促进我们共同的使命，推动数学界变得更加公平、多元和包容。我们将在第 5节讨论院系、研究机构和学会支持 DS4SJ 的具体方式。

4 DS4SJ 的经历

在本节中，我们将重点介绍几位尚未获得终身教职的数学家，他们以多种方式参与社会正义数据科学。他们的故事展示了如何落实第2.1 节所述的 DS4SJ 原则，以及这项工作的益处和挑战如何影响他们的职业轨迹。Ariana Mendible 讨论了协作如何影响并改善她在 DS4SJ 方面的工作（原则1）。Quindel Jones 对学术研究中的身份与立场进行了批判性反思（原则2）。Andr´es R. VindasMel´endez 探讨了作为理论数学家从事 DS4SJ 工作所涉及的特权与挑战（原则3）。Heather Zinn Brooks 强调了在 DS4SJ 研究工作中采取系统性视角的重要性（原则4）。他们的经历凸显了身份、归属感和正义取向在职业生涯早期阶段发展轨迹中的作用

致力于以科学促进社会正义的学者。

Ariana Mendible，西雅图大学

我最近回到了母校，在这所高度重视正义的院校担任数学助理教授。我深知这一职位所赋予的特权，让我能够自由研究那些没有经费支持、却与个人价值观相符的问题。将研究方向转向 DS4SJ 后，我开展了富有成果的研究合作，有望在学术界内外产生有意义的影响。

我担任 QSIDE 小城镇警务问责（SToPA）研究实验室联合主任期间，亲眼见证了新一代学者投身 DS4SJ 的热忱。我们携手完成了光学字符识别和主题建模等任务，旨在帮助小城镇获取并理解当地警察部门的数据。这些问题影响重大且亟待解决，因此吸引了广泛群体参与研究，其中包括一些原本未曾想过自己会成为研究人员的学生。

参与我们实验室工作的社会学家、律师和活动人士，拓展了我们的视角，使之超越数学和技术专业知识的范畴。重要的是，与社区领袖协作，确保我们的工作能够带来直接而有效的改变。我们与一个城镇的种族正义和警务改革团体交流后，了解到当地特有的历史，也因此将研究重点聚焦于最具影响力的问题。社区成员表示，他们期待我们的定量研究能进一步赋能他们，推动当地警察部门改革。我们希望，他们的热忱能帮助我们的工作为社区决策提供参考，并在象牙塔之外实现预期影响。

我的长期目标是继续拓展一项研究计划，邀请学生研究对他们及其社群有意义的问题。我相信，这项计划不仅能践行我的价值观，最终也会助力我的学术事业。

Quindel Jones，弗吉尼亚联邦大学

我是一位酷儿黑人女性，在美国南部密西西比州杰克逊市出生并长大。

虽然我最初钟情于舞蹈和写作，但母亲对数字的喜爱激发了我对数学的好奇心。社区暑期拓展项目让我持续投入其中，我对数学的兴趣也因此日渐浓厚。在高中和大学期间，我有机会在个人生活中运用数学，并向与我相似或关心我的人学习。我毕业于杰克逊州立大学——该校是本州六所历史上的黑人院校之一。在Jana Talley博士的指导下，我完成了学业；高中时，我在杰克逊州立大学的I.C.STEM项目中认识了她。

我目前是弗吉尼亚联邦大学应用数学专业的博士候选人，研究方向为数学生物学。进入研究生院以来，我的职业使命一直是运用数学改善与我有相似背景的人们的生活，尤其是黑人女性的生活。在我的博士论文项目中，我正在开发一种动力学模型，用于描述镰状细胞病患者的疼痛程度。这种疾病对黑人群体的影响尤为严重。我们从患者的疼痛自我报告数据入手，这些数据由我们跨学科团队的一名成员收集。我们利用这些数据拟合常微分方程（ODE）模型，以描述患者随时间变化的疼痛状况。该模型已经为我们下一轮研究的数据收集策略提供指导。长远来看，我们希望将模型嵌入可穿戴应用程序中。我们希望患者能够记录自己的睡眠情况和疼痛自我报告数据，并据此收到即将发生疼痛危象的预警。患者可以利用这些预警，寻求预防性护理或药物治疗。

随着我继续探索数学之路，我越来越发现数学可以通过许多方式应用于解决不平等问题。由于我在美国社会中的边缘化身份，我的人生深受不平等的影响，因此我很欣喜地看到，一个以社会正义数学与数据科学为核心的活跃社群正在蓬勃发展。在 ICERM 最近举办的项目等发表场所与这个社群建立联系，已成为我数学职业生涯中的重要经历。这些项目及其负责人帮助我认识到，我自身及我关心的问题都很重要。作为一名研究人员，我对未来感到兴奋，部分原因在于我知道，具有社会影响力的数学工作确实存在，而且合作者社群也在不断壮大，我们可以携手开展这类工作。

Andr´es R. Vindas Mel´endez，加州大学伯克利分校

我的数学研究主要集中在组合数学领域。我一直认为，这项研究的价值主要体现在与合作者进行有意义的交流，以及体验数学发现的乐趣。

我最近在 ICERM 举办的一个相关项目中，正式接触了社会正义数据科学。我开始与多位合作者合作，探讨一个看似简单的问题：

谁 或什么是数学家？依据职位名称或机构隶属关系制定的狭义定义可能十分精确，但也可能被用来明示或暗中将某些人排除在这一学科之外。在一篇近期的预印本中，我们探讨了几种关于「数学家」含义的表述中存在的张力，其中包括基于自我认同、活动和资历的表述。未来，我们计划面向来自各类机构、拥有不同个人身份认同和职位名称，并具有广泛学术及教学兴趣的数学家（广义而言）设计一项调查。我们将运用文本分析和聚类等技术研究这些数据，从调查参与者的回答中提取定性见解。通过这项工作，我们希望加深对数学家身份认同与需求的理解，从而支持在多个层面采取干预措施，提升边缘化群体或代表性不足群体的参与度。

我对“谁被视为数学家、谁能在我们的社群中受到欢迎”这一话题的兴趣，源于我自身的身份与经历。作为一名酷儿、患有慢性疾病、家中第一代接受高等教育的拉丁裔数学家，我的身份塑造了我在学术数学领域的经历，其中既有成功，也有挣扎。如今，我在学习和工作中受益于特权，也受益于资源充足的机构。迄今为止，我在职业生涯中一路摸索的经历凸显了这样一种需求：我们需要营造空间，让边缘化群体感到自己受到欢迎、自在且得到支持，从而融入数学社群。

我的训练主要集中在理论数学，有时会觉得自己对 DS4SJ 没什么贡献。我提醒自己，这项工作需要多元的经验与专业知识，而我自身的身份也为关键问题提供了重要视角。我们的调查工作遗漏了什么？哪些身份可能被我们的研究方法忽视或错误描述？现有文献着重呈现了哪些声音？又有哪些声音遭到忽视？

最近，我一直在提升自己的数据科学技术技能。在目前所在的机构，我参加了 Python、R、数据可视化和文本分析研讨会，以培养开展研究项目所需的技能。此外，我还加入了数字人文工作组，这让我能够参与跨学科交流，并反思数学家所拥有的社会声望。

Heather Zinn Brooks，哈维穆德学院

我作为女性和第一代大学生的身份，影响了我的职业发展轨迹，也促使我投身于数据科学与社会正义领域的研究。成长过程中，我不知道“数学家”竟是一份真正的职业。作为学生，由于缺少与我身份相似的榜样，我很难将自己视为数学家。如今，我有幸拥有“数学教授”这一头衔；我参与 DS4SJ 相关工作的动机之一，是回馈（并改善）这个曾让我受益的社群。我认识到，作为一名白人、顺性别、健全身体者，我的立场为我在数学界带来了积极的经历。我希望创建包容性数学空间，因此近期开展了一个项目，对数学子领域和机构中的女性性别代表性进行建模。在这个项目中，我与合作者使用了从数学谱系项目（MGP）汇编的数据集，并结合算法根据姓名推断出的二元性别。这些数据存在重要局限。二元类别并不能完善地呈现性别这一身份中本质上非二元的层面。此外，性别并不能由姓名或外表决定。我们认为，数据集中存在误判性别的情况，因此我们的研究结果至多只能视为宏观趋势的估算。在这些局限之下，我们的目标是加深对以下问题的理解：为何一些数学子领域和机构的女性性别代表性相对较高，而另一些领域和机构仍由男性占据主导。

我们研究累积、同质性和声望在支持或抑制数学领域女性性别代表性方面所发挥的作用。我们工作的核心内容之一，是开发数据驱动的分枝过程模型，以再现真实数据中的特征。我们运用机器学习技术，从数据中找出有用的预测因子，并为模型机制提供依据。除了这些技术贡献，我们的长期目标还包括制定切实可行的策略，营造更具包容性的数学空间。

我在应用动力系统和数学生物学方面接受的正规训练，使我能够将这一动机以有意义的方式融入研究，也促使我从系统性视角审视数学界的运作方式。个人身份特征、机构声望、对数学子领域的看法以及其中的微观文化，都是重要因素，

它们影响着数学界的面貌、氛围和运作方式。这一系统性视角使我和合作者能够深入分析 MGP 数据，突出、探究并理解这些因素所产生的影响。

我投身于以正义为导向的数据科学工作的首要动机，是为了对抗系统性不公与压迫。参与这项工作也启发了新的学术研究，为我的研究生涯带来了喜悦，并让我得以将自己的身份与数学事业联系起来。

5 展望

我们认为，数学界的许多成员只要愿意，就能通过反思性、批判性的数据科学实践，进一步推动正义事业。我们强调了这类工作对学者的诸多益处，尤其是对处于职业生涯早期的数学家而言：DS4SJ 让学者能够开展具有具体影响的工作，将自身身份与工作联系起来，从中获得解决新技术问题的灵感，并与课堂内外的学生建立联系。如今，已有一些社区涌现出来，为这一不断发展的子学科提供支持、促进合作并培育批判性专业知识。最后，我们为个人、院系和机构提出一些建议，助力培育这一蓬勃发展的领域。

尽管个人动机可能会促使人们投身 DS4JS 学术研究，但院系、机构和专业学会必须积极支持这类研究，才能使其取得成功。鉴于 DS4SJ 的大量工作由职业生涯早期的数学家牵头开展，包括尚未获得终身教职的教授、行业从业者、博士后和学生，这一点尤为重要。由于其中许多学者缺乏职业稳定性，机构必须协调激励机制，使他们在开展正义工作的同时，也能对自己的职业发展前景充满信心。在各个层面，都必须从结构和资金上支持 DS4JS 工作，才能维持这一领域的学术研究。

学术机构可以在学者职业生涯的各个阶段为致力于社会正义的学者提供支持。院系可以鼓励开设数学、数据科学与社会正义交叉领域的新课程，以支持教师开展教学工作。各类项目可以为本科生和研究生提供培训，并为社区合作创造机会。招聘委员会可以修订评审标准，明确重视以社会正义为导向的工作；这在与应用数据科学相关的招聘中尤为重要，因为在留任、晋升和终身教职评审中，必须正确理解并充分重视相关工作。对许多院系而言，这意味着要拓宽对该领域学术研究证据的认定视角，既包括发表成果，也包括学者在学术发表场所之外所开展工作的影响证据。为了切实支持以社会正义为重点的科学工作，院系必须在各个层级的培训和评估过程中正式承认其价值。

研究机构和专业学会提供的结构性支持，对于推动这一不断发展的数学子领域也至关重要。与任何子领域一样，研讨会和学术会议对于传播研究成果、激发新想法，以及建立和维系学者之间的联系都至关重要。这类活动对希望建立人脉并开启学术研究的职业生涯早期学者尤其有帮助。2022年夏季，ICERM 举办了“数据科学与社会正义：网络、政策与教育”项目，本文作者正是在该项目期间开始撰写本文；这只是日益增多的研究社群交流平台的一个例子。

然而，仅仅提供研讨会和协作的场所并不足够。要让不同背景的研究人员和社区成员充分参与合作伙伴关系，必须提供充足且公平的资助。这类资助可能会给传统机构带来挑战。支持公平参与的资助方式包括：为社区参与者（而不仅是研究人员）提供差旅费用；提前向研究生研究人员提供差旅和餐费补助；以及为儿童照护或合作伙伴的差旅提供经济支持。这些措施有助于那些参加研讨会时通常面临沉重经济和时间成本的人充分参与。因此，我们鼓励研究机构及其他获资助项目进行反思并发挥创造力，设计支持公平参与 DS4SJ 工作的资助方案。

专业学会可以通过建立并支持数学家参与 DS4SJ 工作的专业社群，推动研究与创新。这些学会传递的信息是有力且重要的工具，有助于树立社会正义数据科学家及其学术成果的声誉和专业正当性。这类信息也有助于学术评审者了解 DS4SJ 研究的性质，而本文旨在增进人们对这一研究的了解。

数据科学与社会正义的交汇

这项工作为数学科学家提供了令人振奋的机会，使他们能够为更公正、更公平的未来而努力，无论是在我们自己的社群内部还是在更广阔的领域。我们希望本文能够推动社会正义数据科学的发展与成功。

作者立场

本文作者代表了数学界中多元的身份、经历与声音。我们对数据科学与社会正义的看法，必然受到我们经历边缘化与特权的影响。我们中的许多人在种族、族裔、性别和性取向等维度上具有边缘化身份。对我们中的一些人而言，我们投身正义工作的热忱，源于希望对抗我们自身曾经历过的各种压迫。我们也承认，我们中的许多人在数学界处于特权地位，包括拥有工作保障、获得研究经费的机会，以及在专业社群中获得认可。我们期待继续学习，并持续为实现正义而努力。

致谢

本材料基于美国国家科学基金会资助的研究成果。部分作者在2022年夏季驻留于罗得岛州普罗维登斯的数学计算与实验研究所，参与“数据科学与社会正义：网络、政策与教育”项目期间，获得了该基金会的第 DMS- 1929284 号拨款。部分作者访问数学与统计创新研究所（IMSI）期间开展了本研究的部分工作；该研究所由美国国家科学基金会资助（拨款号：DMS-1929348）。Vindas-Mel´endez 获得美国国家科学基金会 DMS-2102921 号奖项的部分资助。

参考文献

Alsan, Marcella 和 Marianne Wanamaker（2018年）。“塔斯基吉与黑人男性的健康”。载于：《经济学季刊》133.1，第407–455页。Ardila-Mantilla, Federico（2016）。“人人都很重要：在组合数学中培育多样性”。载于：《美国数学学会通报》63.10，第1164–1170页。Becker, Amariah 等（2021年）。“计算式选区重划与《投票权法案》”。载于：《选举法期刊：规则、政治与政策》20.4，第407–441页。Buolamwini, Joy 和 Timnit Gebru（2018年2月23–24日）。“性别阴影：商业性别分类中的交叉性准确率差异”。载于：《第*1*届公平性、问责制与透明度会议论文集》。Sorelle A. Friedler 和 Christo Wilson 编。第81卷。《机器学习研究论文集》。PMLR，第77–91页。Estrada, Mica 等（2016）。“提升科学、技术、工程和数学领域代表性不足的少数族裔学生的持续参与”。载于：《*CBE*—生命科学教育》15.3，es5。Horkheimer, Max（1972年）。《批判理论：论文选集》。第1卷。A&C Black。Karaali, Gizem 和 Lily S Khadjavi（2019）。《社会正义数学：大学课堂资源》。第60卷。美国数学学会。Leonard, Jacqueline 等（2010）。“为实现文化相关性与社会正义而教授数学的细微之处与复杂性”。载于：《教师教育杂志》61.3，第261–270页。Mehrabi, Ninareh 等（2021年）。“关于机器学习中的偏见与公平性调查”。载于：《*ACM*计算调查（*CSUR*）》54.6，第1–35页。Pierson, Emma、Camelia Simoiu 等（2020年）。“对美国各地警方拦查中种族差异的大规模分析”。载于：《自然·人类行为》4.7，第736–745页。Ramachandran, Govardana Sachithanandam 等（2021年）。“GAEA：通过强化学习实现公平获取的图增强”。载于：《*2021*年*AAAI/ACM*人工智能、伦理与社会会议论文集》，第884–894页。Seemiller, Corey 和 Meghan Grace（2017）。“Z世代：教育并吸引下一代学生”。载于：《关于校园》22.3，第21–26页。Tran, Minh C（2011年）。《学生如何在成为科学家的同时依然做自己：通过研究生经历理解科学身份认同与多重社会身份的交叉性》。加州大学洛杉矶分校。Wapman, K Hunter 等（2022年）。“量化美国教师聘用与留任中的层级结构和动态变化”。载于：《自然》，第1–8页。Zhao, Linda 和 Andrew V Papachristos（2020年）。“网络位置与开枪的警察”。载于：《美国政治与社会科学院年刊》687.1，第89–112页。

关于数学界的数据科学与社会正义

第一节注释1

P1. QSIDE的网站在 https://qsideinstitute.org/。P1. 另见*Flores Gonz´alez*诉美国，*2022*年，这是PRACDL支持数据分析的另一份法律意见书。

第二节注释2

P2. Data Science For Social Good 的网站是 https://www.datascienceforsocialgood.org。P2. 我们承认，哪些人群遭受压迫或被边缘化，以及遭受压迫或被边缘化的方式，可能并不明确，也可能存在争议。因此，对于某项组织行动究竟应被界定为旨在实现社会正义、更广泛意义上的社会公益，还是其他目标，人们可能无法达成共识。这些考量同样适用于数据科学行动，这意味着社会正义数据科学、社会公益数据科学与其他形式的以社会议题为导向的数据工作之间的界限可能模糊且存在争议。P4. 关于"没有我们的参与，不要谈论我们"这一口号的由来，读者可参阅 Charlton（2000年）。P4. 关于批判理论，尤其是其与解放教育学的联系，参见 Freire（1996年）。职业数学领域中白人男性比例失衡的现象在许多地方都有所强调，例如《科学美国人》上的这篇文章：https://www.scientificamerican.com/article/modern-mathematics-confronts-its-white-patriarchal-past/。P4. Ho（2011年）探讨了另一种涉及专家的关系中的认识论谦逊，即医师与残障患者之间的关系。认识论谦逊也与文化谦逊这一概念有关，该概念由 Tervalon 和 Murray-Garcia（1998年）推广。P5. N. N. Alexander、Teymuroglu 和 Yerger（2021年）进一步展示了如何在实践中审视特权。

第3 节注释

P5. 一个在线警察暴力数据库是由 Samuel Sinyangwe 领导的 Mapping Police Violence 项目：https://mappingpoliceviolence.us P5. Ciocanel 等人（2020年）获取了一个大型联邦刑事量刑记录数据集，记录于 https://qsideinstitute.org/research/criminal-justice/justfair/。Smith 等人（2021年）进一步分析了这些数据。P5. QSIDE 编制并发布了一个关于美国主要博物馆中艺术家文化代表性的数据集，见 https://qsideinstitute.org/research/the-arts/diversity-of-artists-in-major-u-s-museums-2019/。P5. Mercier 和 Sperber（2011年）提出了一种推理理论，认为推理主要是修辞性的，而非演绎性的；他们还调查了有关确认偏误及其他机制的研究，这些机制会妨碍我们根据证据改变想法。P6. Moon Duchin 在《科学美国人》最近的一篇文章中，通俗地介绍了度量几何学家、立法者和法律专家之间的合作： https://www.scientificamerican.com/article/geometry-versus-gerrymandering/ P6. Metric Geometry and Gerrymandering Group 向美国最高法院提交的一份法庭之友意见书见 https://mggg.org/SCOTUS-MathBrief.pdf P6. Pierson、Corbett-Davies 和 Goel（2018年）还研究了用于检测偏见的大规模统计检验。Garibay（2015年）探讨了正义取向如何促进学生参与度。P6. 关于支持正义导向数学教育学的批判性对话，可进一步参阅 N. N. Alexander 、 Teymuroglu 和 Yerger （ 2021 年）。Taffe 和 Gilpin （ 2021 年）研究了美国国立卫生研究院提案资助中的差距。P6. 关于正义与以公平为导向的数据科学所发挥作用的更多批判性视角，可参阅 N. Alexander 等人（2022年）以及 Castillo 和 Gillborn（2022年）。Eaton（2022年）详细介绍了如何在机器学习教学法中落实正义取向。P7. https://www.scientificamerican.com/article/modern-mathematics-confronts-its-white-patriarchal-past/

第四节注释

P8. Andr´es R. Vindas Mel´endez 所引用的预印本是：Buckmire 等人（2023年）。P9. Heather Zinn Brooks 的短文中所述自动性别推断方法的另一项重要局限，是大多数商业上可用的算法（包括我们所用的算法）都带有欧洲中心主义和美国中心主义。关于这些偏见和局限的综述，参见 Santamar´ıa 和 Mihaljevi´c（2018年）

第五节注释

P10. 其他例子包括近期在数学科学研究所（MSRI）举办的数学与种族正义研讨会、即将在数学与统计创新研究所举办的社会正义驱动的跨学科与批判性数据科学研讨会，以及数学计算与实验研究所数据科学与社会正义项目的第二部分

。我们还注意到 MSRI 长期举办的年度数学教育中的批判性探究会议。

注释中的参考文献

Alexander, Nathan 等（2022）。《超越伦理：以公平为导向的数据科学应考量的因素》。载于：人文数学期刊 12.2，第254–300页。Alexander, Nathan N、Zeynep Teymuroglu 和 Carl R Yerger（2021）。《本科数学中的社会正义批判性对话》。载于：《社会正义数学》。Routledge，第190–212页。Buckmire, Ron 等（2023）。《论“数学家”的定义》。预印本（arXiv:2302.07432）。Castillo, W 和 D Gillborn（2022）。《如何开展“量化批判”：教育数据研究人员和使用者的实践与问题》。摘自布朗大学安嫩伯格研究所：https://doi.org/10.26300/v5kh-dd65。Charlton, James I（2000）。《没有我们的参与，不要谈论我们：残障压迫与赋权》。加利福尼亚大学出版社。Ciocanel, Maria-Veronica 等（2020）。《JUSTFAIR：通过联邦档案推断记录实现司法系统透明度》。载于：PLOS ONE 15.10，e0241381。Eaton, Carrie Diaz（2022）。《在批判性定量信息素养背景下教授机器学习》。载于：第二届机器学习与人工智能教学研讨会论文集。PMLR，第51–56页。Freire, Paulo（1996年）。《被压迫者教育学（修订版）》。载于：纽约：Continuum 356，第357–358页。Garibay, Juan C（2015年）。《STEM学生的社会能动性及其对投身社会变革的看法：STEM学科是否培养了具有社会责任感和公民责任感的学生？》。载于：《科学教学研究期刊》52.5，第610–632页。Ho, Anita（2011年）。《信任专家与残障领域的认识论谦逊》。载于：IJFAB：《生物伦理学女性主义方法国际期刊》4.2，第102–123页。Mercier, Hugo 和 Dan Sperber（2011年）。《人类为何推理？论证理论的论据》。载于：《行为与脑科学》34.2，第57–74页。Pierson, Emma、Sam Corbett-Davies 和 Sharad Goel（2018年）。《用于检测歧视的快速阈值检验》。载于：人工智能与统计国际会议。PMLR，第96–105页。Santamar´ıa, Luc´ıa 和 Helena Mihaljevi´c（2018年）。《姓名性别推断服务的比较与基准测试》。载于：PeerJ计算机科学 4，e156。Smith, Christian M 等（2021年）。《联邦法官之间的刑事量刑种族差异程度迥异》。载于：SocArXiv（2021年7月）。Taffe, Michael A 和 Nicholas W Gilpin（2021年）。《公平、多样性与包容：美国国立卫生研究院资助经费中的种族不平等》。载于：eLife 10，e65697。Tervalon, Melanie 和 Jann Murray-Garcia（1998年）。《文化谦逊与文化胜任力：界定多元文化教育中医师培训成果的关键区别》。载于：《贫困与服务不足人群医疗保健期刊》9.2，第117–125页。