



WORLD
LAUREATES
FORUM

世界顶尖
科学家论坛
中国上海

Mobius Report



World
Laureates
Forum
Mobius

世界顶尖科学家
莫比乌斯论坛

未来的科学 与科学的未来

世界顶尖科学家
莫比乌斯论坛报告

2021年



WORLD
LAUREATES
FORUM

世界顶尖
科学家论坛

中国上海

推动基础科学

Promote Basic Science

倡导国际合作

Advocate for International Cooperation

扶持青年成长

Committed to the Development of Youth

Science and Technology for the Common Destiny of Mankind



WORLD
LAUREATES
FORUM

世界顶尖
科学家论坛
中国|上海

科技，为了人类共同命运

目录

Contents



世界顶尖科学家莫比乌斯论坛报告 **上**

顶尖科学家谈科学态度、研究方法和成功秘诀

1.0 概述 (P1)

2.0 研究与分析方法 (P4)

2.1 研究方法 (P4)

2.1.1 科学家领域分类 (P4)

2.1.2 提取科学观点并分类整理 (P4)

2.1.3 汇总分析 (P4)

2.2 特别说明 (P4)

3.0 观点与成果 (P6)

3.1 科学态度 (P7)

3.1.1 开放且不断变革的科研方式 (P9)

3.1.2 科研需要广泛的思考和开放的态度 (P13)

3.1.3 如何看待“科学突破” (P16)

3.1.4 基础研究的重要性 (P19)

3.1.5 科学研究的进程与结果是开放和不可预测的 (P21)

3.1.6 基础研究与应用研究的关系 (P22)

3.2 科学政策 (P24)

3.2.1 科研是一个长期积累的过程，需长期信任与扶持 (P26)

3.2.2 科学传播 (P28)

3.2.3 科学家应参与政策制定 (P30)

3.2.4 (高校) 教育模式与人才培养 (P31)

3.2.5 要给予研究人员充分的研究自由 (P32)

3.2.6 需要为敏感研究领域制定伦理框架 (P32)



WORLD
LAUREATES
FORUM

世界顶尖
科学家论坛
中国|上海

3.3 研究方法：科学的交叉研究（P33）

3.3.1 科学是一个整体而系统的研究，应进行跨学科、跨领域与无领域研究（P35）

3.3.2 数学与物理学的交叉研究（P38）

3.3.3 化学与计算机信息技术的交叉研究（P39）

3.3.4 生物学与计算机信息技术的交叉研究（P39）

3.3.5 物理学与生物学的交叉研究（P40）

3.3.6 数学与计算机信息技术的交叉研究（P41）

3.3.7 物理学与神经科学的交叉研究（P41）

3.3.8 数学与神经科学的交叉研究（P42）

3.3.9 化学与生物学的交叉研究（P42）

3.3.10 “大理科”综合研究（P42）

3.3.11 经济学与神经科学的交叉研究（P43）

3.3.12 材料科学与连接组学的交叉研究（P43）



世界顶尖科学家莫比乌斯论坛报告 下

顶尖科学家谈前沿研究

3.4 值得关注的前沿研究（P45）

3.4.1 共性科学问题（P45）

3.4.1.1 气候变化（P47）

3.4.1.2 能源问题（P50）

3.4.1.3 应对“大流行”（P51）

3.4.1.4. 循环经济与可持续发展（P53）

3.4.1.5 生物多样性（P53）

3.4.1.6 环境挑战（P54）

3.4.1.7 农业挑战（P54）

3.4.2 物理专业问题（P54）

3.4.2.1 基础物理相关的新理论与研究方法（P56）

3.4.1.2 暗物质与暗能量（P58）

- 3.4.1.3 凝聚态物理与材料物理 (P59)
- 3.4.1.4. 大统一理论 (P60)
- 3.4.1.5 量子科学 (P61)
- 3.4.1.6 宇宙起源与探索“外星生命”(P62)
- 3.4.2 化学专业问题 (P63)
 - 3.4.2.1 可推动化学进步的新理论、新技术 (P64)
 - 3.4.2.2 新材料 (P65)
 - 3.4.2.3 锂电池等新能源技术 (P65)
 - 3.4.2.4 纳米分子机器 (P66)
 - 3.4.2.5 催化合成 (P66)
- 3.4.3 生物医药专业问题 (P66)
 - 3.4.3.1 生物学 / 医学表征、诊断新技术 (P68)
 - 3.4.3.2 脑科学 / 神经科学的基础研究及退行性疾病的诊疗 (P71)
 - 3.4.3.3 生物学基础层面的研究 (P74)
 - 3.4.3.4 前沿生物技术 (P76)
 - 3.4.3.5 “生命起源”与新的生命形式 (P78)^⑤
 - 3.4.3.6 人类健康问题与未来生活方式 (P80)
 - 3.4.3.7 生物学的定量研究 (P81)
 - 3.4.3.8 疫苗研发 (P82)
 - 3.4.3.9 免疫学“复兴”(P83)
 - 3.4.3.10 从实验室到临床 (P83)
- 3.4.4 数学、经济学与信息科学专业问题 (P84)
 - 3.4.4.1 人工智能与机器学习 (P85)
 - 3.4.4.2 数学领域的重大突破 (P86)
 - 3.4.4.3 数学领域存在的问题与挑战 (P87)
 - 3.4.4.4 经济学与其他领域的合作研究 (P87)
 - 3.4.4.5 直接消除贫困、不平等问题的经济学方法 (P88)
 - 3.4.4.6 经济学对人类思维、行为的理解 (P88)





未 来 的 科 学 与 科 学 的 未 来

世界顶尖科学家 莫比乌斯论坛报告



WORLD
LAUREATES
FORUM

世界顶尖
科学家论坛
中国|上海

顶尖科学家谈科学态度、 研究方法和成功秘诀

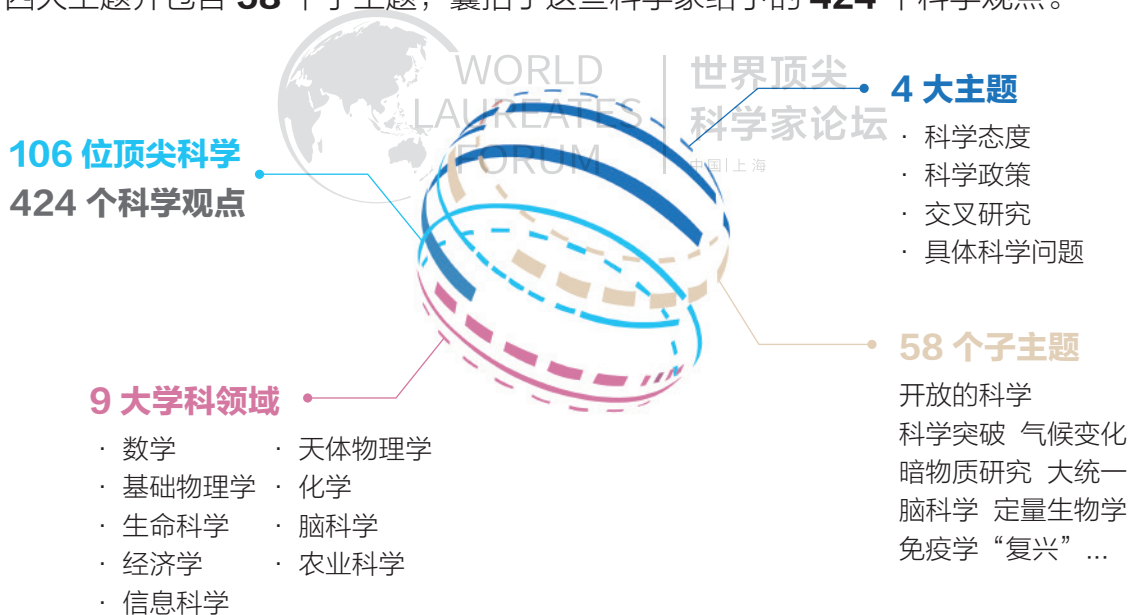
1.0 概述

作为世界顶尖科学家论坛（WLF）最具特色的论坛之一，莫比乌斯（Mobius）论坛始终聚焦科学前沿，以及面向未来的畅想。2020年，顶尖科学家们再度围绕三个精选科学问题，用或朴素、或凝练、或充满激情的语言讲述他们所认知的科学障碍 / 挑战、他们目前最关注的研究方向，并期待未来5~10年的科学进展与突破。尽管科学家们从事不同的领域研究，但每一项回答都凝聚着顶尖科学家的智慧，是我们这个时代最具认知高度和前瞻视野的科学思想的呈现。

2020年度莫比乌斯论坛的三个问题分别是：

- 您认为您所研究的科学领域内最大的研究障碍是什么？
- 您认为该领域最有可能性取得突破的课题是什么？
- 除了您所研究的领域，您关注的其他科学领域能取得重大突破的课题是什么？

来自9大领域的106位顶尖科学家做出了积极反馈，我们从中悉心梳理出四大主题并包含58个子主题，囊括了这些科学家给予的424个科学观点。



科学观点精彩纷呈，包括但不限于以下观点：

● 倡导开放的科学

科研需要广泛的思考和开放的态度，掌握广博的知识并进行广泛的思考是必须的，我认为这是一种开放和愿意犯错的态度；

—— 迈克尔·莱维特（Michael Levitt，2013年诺贝尔化学奖）



科研方式应该开放并不断变革，科研需要更加顺应社会的快速变化，顺应新的时间尺度；

—— 奥马尔·亚基（Omar Yaghi，2018年沃尔夫化学奖）

我们通常没办法预测会发生什么，有可能突然就发生了，往往是完全出乎意料的实验发现；

—— 艾伦·麦克唐纳（Allan MacDonald，2020年沃尔夫物理学奖）

科学人才培养是开放的，我很有信心，会继续在全球培养有才华的年轻科学家，而随着世界的发展，越来越多的人将有机会能够从事科学事业。

—— 大卫·格罗斯（David Gross，2004年诺贝尔物理学奖）

● 科学需要更多交叉研究

科学是一个整体而系统的研究，应进行跨学科、跨领域与无领域研究；

—— 野依良治（Ryoji Noyori，2001年诺贝尔化学奖）

科学的发展过程需要汇聚各种专业知识与各行各业的新思路；

—— 弗兰克·维尔泽克（Frank Wilczek，2004年诺贝尔物理学奖）

目前最有意思的是跨学科的融合，在与其他领域的科学家的交谈中，比如物理学家与神经学家、数学家与神经学家等，这种融合促进各种思想、方法和技术的多样性发展，也是在科学领域取得重大突破的驱动力；

—— 梅-布莱特·莫索尔（May-Britt Moser，2014年诺贝尔生理学医学奖）

成功的科学是多学科的，我认为在每一个领域建立能够合作的团队，建立多学科的团队，能在不同的主题上工作是非常重要的；

—— 戴维·齐尔伯曼（David Zilberman，2019年沃尔夫农业奖）

很少有科学家能把研究能力拓展到他们平时进行研究所用的知识框架以外。所以，我们需要训练更多跨学科人才。但与此同时，我们需要创建一种机制来进行跨学科方面的相互增进、加强与合作。

—— 西蒙·莱文（Simon A. Levin，2005年京都基础科学奖）

● 值得关注的前沿研究

黑洞研究。现在是一个从事黑洞研究的好时机，有很多事情正在发生。我们将能够进行黑洞合并的群体研究了。而且会出现全新的学科，开创全新的研究领域。这些问题都很有前瞻性，这些新技术真的开启了无尽的可能性。

—— 谢普德·多尔曼 (Sheperd Doeleman, 2020年基础物理学突破奖)

新材料或通过新化学键形成的分子。新材料是现代社会的關鍵驱动力，我们需要用一种全新的化学键打造能响应环境变化的材料。这样我们才能发明出新的材料、新的半导体、新的聚合物以及新的药物。它们能通过节能工艺轻易地被循环利用，根据需求对化学键进行任意的连接、断开、重组。

—— 杨培东 (Peidong Yang, 2015年麦克阿瑟天才奖)

理解大脑。最令人兴奋可能也是最具前景的科学将来自于对大脑的理解，尤其是我所说的全身生理学。我们身体的所有系统，例如免疫系统直接通过细胞间接触、直接与神经系统相互作用这，并直接与大脑相连。我们的整体健康、情绪和行为都将影响比如我们的营养状态、我们抵抗身体伤害和疾病的能力。我想这将是下个世纪很有意思的一个研究领域。

—— 布鲁斯·威廉·斯蒂尔曼 (Bruce William Stillman, 2019年加拿大盖尔德纳国际奖)

免疫学“复兴”。我认为我们正在经历一场免疫学复兴，这将非常重要。事实上，不仅仅是癌症，还有慢性疾病，如骨关节炎，甚至是神经退化，如阿尔兹海默症。越来越多的证据证明衰老与免疫变化有关，我认为这将极大改变我们对医疗问题的看法，我正密切关注这件事。

—— 托马斯·苏德霍夫 (Thomas Südhof, 2013年诺贝尔生理学或医学奖)



2.0 研究与分析方法

2.1 研究方法

2.1.1 科学家领域分类

根据研究领域，将参与第三届世界顶尖科学家论坛莫比乌斯论坛的 106 位科学家进行分类，分成天文学与天体物理学（11 位）、基础物理学（16 位）、化学（15 位）、生命科学（31 位）、脑科学（10 位）、农业科学（8 位）、数学（5 位）、经济学（5 位）与计算机与信息科学（5 位）等九大领域。

2.1.2 提取科学观点并分类整理

根据科学家的演讲，提取观点信息。将观点进行分类归并，整理成相应图表。累计提取 424 个观点，分为四个主题大类，包含 58 个子主题。这四个主题大类分别是科学态度、科学政策、科学的交叉研究及具体科学问题研究，其中具体科学问题可分为共性科学难题与专业科学问题（物理学、化学、生物医学、其他类别）。

2.1.3 汇总分析

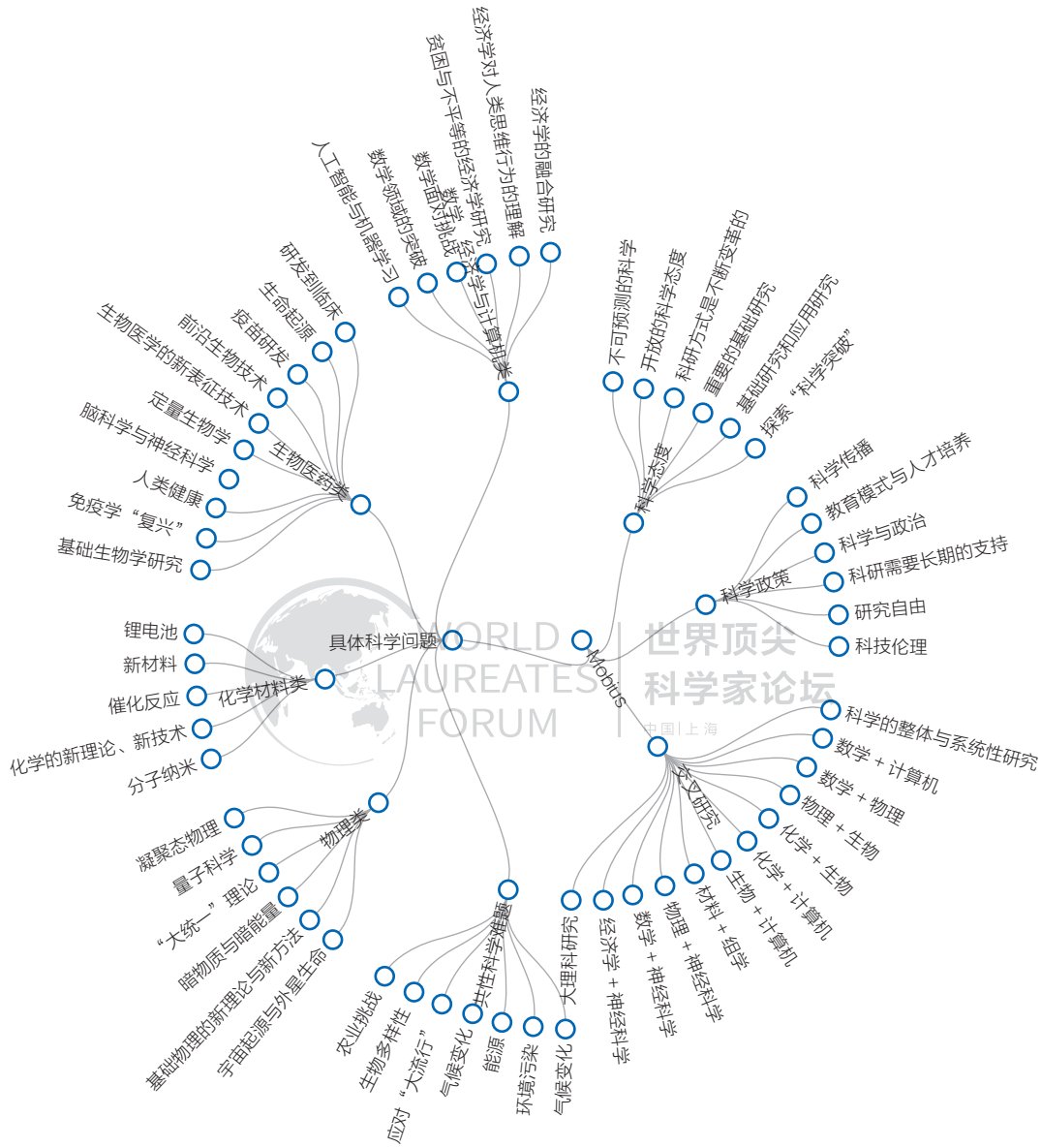
针对主题（子主题）、科学家、科学观点数等三个维度进行数据的运算分析。根据计算结果，对科学家的关注进行热点排序与比较分析。其中，对拥有较多科学家的研究领域：物理、化学、生物医药等进行了重点研究，摸索其间规律，为后续的系列报告与论坛议题提供指引。

2.2 特别说明

● 对于目前的研究与应用热点——计算机与信息科学方面的科学问题，本研究只提取了一个子主题，即人工智能与机器学习。主要原因是参与莫比乌斯的该领域的科学家数量相对有限，且回答较为发散，无法提取更多科学观点所导致。

● 由于生物学 / 医学领域的科学家占最大比例（生物医学 31 位、脑科学 10 位、农业科学 8 位），因此该领域科学问题也占较大比重。在有些运算中，我们通过比例上的对比（非绝对数值）来显示相应的趋势，可有效避免上述问题。

在科学政策大主题下，科学伦理子主题较为敏感，未做更多展开。



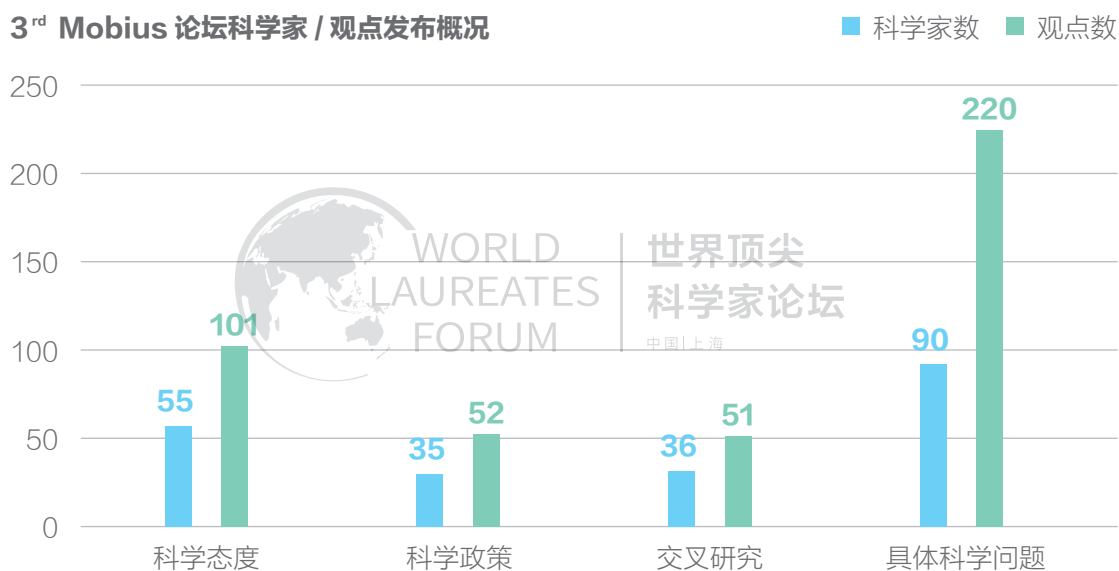


3.0 观点与成果

此次研究涉及九大学科下的 106 位顶尖科学家，共产生四大主题，包含 58 个子主题的 424 个科学观点。

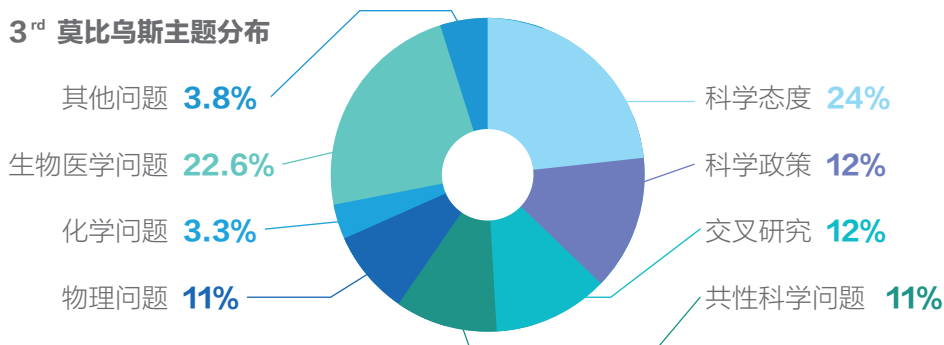
四大主题分别是科学态度、科学政策、科学的交叉研究（研究方法）与具体科学问题。其中，每个主题涉及的科学家数与观点数如下图所示，约半数的科学家对科学态度表达了观点；约 1/3 科学家对科学政策与交叉研究贡献了观点；近 90% 的科学家更多关注具体的科学与学术问题，并贡献了超过半数的科学观点。

3rd Mobius 论坛科学家 / 观点发布概况



科学家关注热点从下图可知：科学态度与生物医学方面的具体科学问题聚集了最多的观点（超 20%），继而是科学政策（12%）、交叉研究（12%）、共性科学问题（11%）以及物理领域的专业科学问题（11%）；此外，各有约 3% 的科学观点来自于化学领域和其他（数学、经济学与信息科学）领域的专业科学问题。

3rd 莫比乌斯主题分布



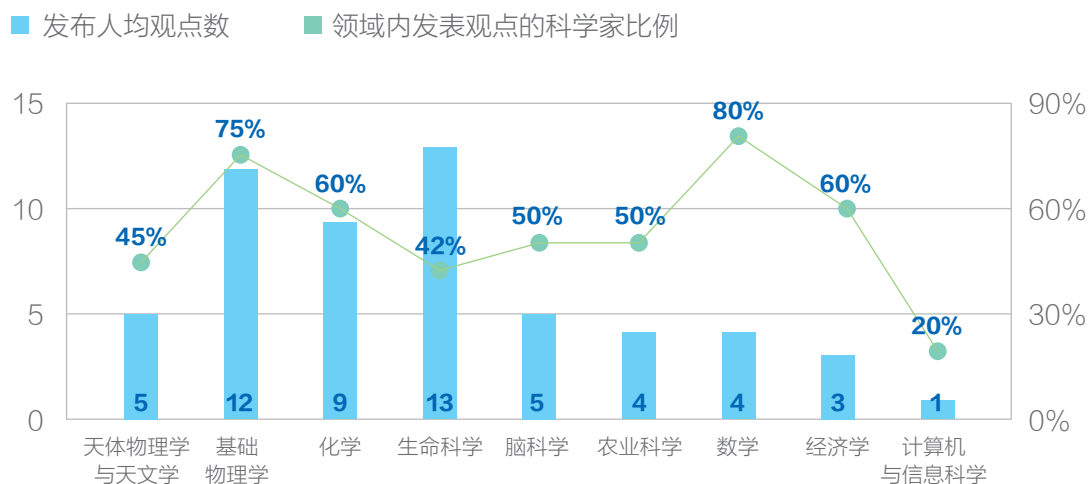
人均观点数



上图直观呈现了各领域科学家贡献的总观点数与人均贡献观点数。生命科学 / 医学领域有 31 位科学家，共贡献了 119 个科学观点；基础物理学领域的科学家更为活跃一些，16 位科学家贡献了近 90 个观点，人均贡献数为所有领域中最多的；农业科学、数学与天体物理学领域的科学家人均贡献观点数也超过 4 个，表现活跃，关注面广阔；化学与脑科学领域的科学家人均贡献数稍低于 4 个；经济学与信息科学领域的科学家人数较少，产出观点数也较少。

3.1 科学态度

“科学态度”大主题下，来自 9 个研究领域的 55 位顶尖科学家共贡献了 101 个科学观点。





3.1 科学态度

从领域对比图中可明显看出，基础物理学领域的 16 位科学家中有 12 位在该主题上发表了观点，关注比例较高；数学领域的 5 名科学家中有 4 位发表了观点，80% 的参与度是所有领域中最高的生命科学 / 医学领域的 13 位科学家发表了观点，但实际参与度低于 50%，因该领域有 31 位科学家；除信息科学外的其他学科领域，参与度基本在 40~60%，证明物理学、化学、生物学等自然科学领域的科学家在科学态度上关注程度较为接近。

人均观点数



上图呈现了“科学态度”主题下各领域科学家贡献的总观点数与人均贡献观点数，趋势基本与前图相一致。生命科学 / 医学领域的 13 位科学家贡献了 27 个科学观点，人均贡献数低于基础物理学与农业科学；化学方面虽然有 9 位科学家参与，但人均贡献数较少。

“科学态度”大主题下包括 6 个子主题，分别是：

- 开放且不断变革的科研方式；
- 科研需要广泛的思考和开放的态度；
- 科学研究的进程与结果是开放和不可预测的；
- 基础研究的重要性；
- 基础研究与应用研究的关系；
- “科学突破”相关；

其中，子主题“开放且不断变革的科研方式”下产生了最多的 28 条科学观点，其次是“科研需要广泛的思考和开放的态度”，25 个观点；“科学突破”，17 个观点；

“基础研究的重要性”，13 个观点；“科学研究的进程与结果是开放和不可预测的”，12 个观点；与“基础研究与应用研究的关系”，6 个科学观点。

科学态度



3.1.1 开放且不断变革的科研方式

（我）很关注技术方面的进展，你可以引进技术并用到自己的科学研究中。不仅如此，还可以考虑能否发明新技术来推动科学。我们今天正在研发的技术也希望成为大量科学家可用的普遍工具。去发明新东西吧，当你发明出衡量事物和观察世界的新方法时，很容易发现新的东西。实际上我现在做的事情就是，考虑其他领域的人们已经实现或做过的东西，进行二次开发（发明）。

—— 朱棣文（Steven Chu，1997 年诺贝尔物理学奖）

我认为我们必须重新评估我们的问题，我们需要有比现在更为远大的梦想。因为这些新技术（的出现），真的开启了无尽的可能性。

—— 谢普德·多尔曼（Sheperd Doeleman，2020 年基础物理科学突破奖）

现在我们可以用更可靠的方式控制（实验）物质，在此之前我们不知道该怎么下手。

—— 弗兰克·维尔泽克（Frank Wilczek，2004 年诺贝尔物理学奖）

数据太多，以明智的方式将所有这些数据汇集在一起，把它运用到个别的问题上是非常有挑战性的。

—— 亚当·里斯（Adam Riess，2011 年诺贝尔物理学奖）



有很多猜测要做的就是去观察，做一些事情或者发现一些事情，最后筛选可以用来解释的理论，这其中有大量的（研究并取得突破）机会。

—— 乔治·斯穆特三世（George Smoot III, 2006 年诺贝尔物理学奖）

好奇心驱动的基础研究已经提供了必要的知识，只要确定了要实现的目标，并且在无论哪个领域（生物学、医学、化学或是物理学方面）研究投入了足够的财力和人力资源，就可以实现巨大的成功。

—— 塞尔日·阿罗什（Serge Haroche, 2012 年诺贝尔物理学奖）

我有幸加入了位于圣·巴巴拉的 Kavli 理论物理研究所，我们在那里和很多科学家合作，致力于在可能取得重大突破的各个物理学领域，包括宇宙学、粒子物理学、普通凝聚态物质的性质、生物物理学（研究生命物质的物理学）。这个地方真的很不错，因为我可以不断接触所有这些令人兴奋的科学领域，而它们即将取得或刚刚取得重大突破。大家都在解决问题、加深理解，这在几年前是无法想象的。

—— 大卫·格罗斯（David Gross, 2004 年诺贝尔物理学奖）

我们需要去研究一些具体的事情。不能光看着（困难的问题），然后拍拍自己的背说“真好呀，我在谈论这个难题”，却什么也不做。必须要有一些策略来踏踏实实地工作，并诚实判断是否取得了进展。我们看到一次又一次当一群有奉献精神的人按照各自的轨迹，从不同的角度处理这些问题时，这就是革命性突破的由来。它确实来自于人们追求这些思想的一种连贯的策略。

—— 尼玛·阿卡尼-哈米德（Nima Arkani-Hamed, 2012 年基础物理科学突破奖）

年轻一代必须彻底改变意识形态，不断去接触其他学科，（必须）呼吁教育体制的改革。

—— 野依良治（Ryoji Noyori, 2001 年诺贝尔化学奖）

基础科学已经受到关注并获得进展。我希望下一代科学家们还能为此继续努力。

—— 托马斯·波拉德（Thomas D. Pollar, 2006 年加拿大盖尔德纳国际奖）

等到了我这个年纪，甚至我一半年纪的时候，每天都应该花百分之三十的时间来读其他领域的文献。

—— 巴瑞·夏普莱斯 (Barry Sharpless, 2001 年诺贝尔化学奖)

主动的科学学习更加有效。

—— 布鲁斯·阿尔伯茨 (Bruce Alberts, 2016 年拉斯克医学特别成就奖)

我们需要各种各样的想法，给研究工作带来更多可能性和多样性。通过这种方式，可以学习到别人在解决各种问题时更多维的切入点。

—— 阿奇姆·苏拉尼 (Azim Surani, 2018 年加拿大盖尔德纳国际奖)

(需要) 乐于接受新生事物与新的科学理念。

—— 奥马尔·亚基 (Omar Yaghi, 2018 年沃尔夫化学奖)

兴趣使人进步，坚持研究下去，不管它们是否会取得重大突破。

—— 理查德·扎尔 (Richard Zare, 2005 年沃尔夫化学奖)

要取得突破，最重要的一点就是要敢于承担风险，面对问题，不畏失败。

—— 梅-布莱特·莫索尔 (May-Britt Moser, 2014 年诺贝尔生理学或医学奖)

要考虑怎么选题才能让每项研究所得的成果发挥最大价值呢？在我看来，最大的问题就是找出那些神奇的问题所在，而后专注研究并产生巨大的影响。

—— 菲尔·巴兰 (Phil Baran, 2013 年麦克阿瑟天才奖)

多考虑自己的想法，而不是听别人说，这一点很重要，但不幸的是很多人做不到。我常常是错的，我有时会说一个好科学家 90% 的时候是错的，但是一个伟大的科学家 99% 的时候是错的，因为他在攻克难题。

—— 迈克尔·莱维特 (Michael Levitt, 2013 年诺贝尔化学奖)

新冠大流行显然改变了科学家的惯常工作方式，通过打破保密性和怀疑性的壁垒，并鼓励透明性和合作性来实现这种改变。

—— 阿龙·切哈诺沃 (Aaron Ciechanover, 2004 年诺贝尔化学奖)



鉴于需要在全球范围内快速传播成果，科学的研究方式甚至也在发展更令人鼓舞的是，我们看到了众多学科领域的多种工具的结合来进行研究并获得突破，包括疫苗和治疗，一直到通过化学努力来生成用于快速测试和分析的新分析与检测方法。

——威廉·莫纳（William Moerner，2014 年诺贝尔化学奖）

针对病毒疾病、基于 RNA 的潜在治疗方法也没有得到足够探索。那么，原因是什么呢？我认为我们还需要更多的非盈利性研究来支持并转换成为（一项重大）研究的一部分。这种研究可能并不能制造出能盈利上百万美元的轰动性药物，但可能给人类或自然环境带来巨大的好处。

——大卫·鲍尔科姆（David Baulcombe，2008 年加拿大盖尔德纳国际奖）

科学的生产方式、运作模式和传播模式上存在着巨大的转移，这种转移将在许多方面改善研究科学的方式。目前我们通过期刊传播科学的方式基本上都是被营利性公司所控制的，效率低下并且扭曲结果。科学研究的运作方式将有更大的变化，这是一个挑战，也是一个机遇。

——托马斯·苏德霍夫（Thomas Südhof，2013 年诺贝尔生理学或医学奖）

我一般倾向于用基础研究，尝试解决一些还悬而未决的基本问题。

——厄温·内尔（Erwin Neher，1991 年诺贝尔生理学或医学奖）

想要有突破性的发现，就得探索别人没有探索过的领域。

——唐·克利夫兰（Don W. Cleveland，2018 年生命科学突破奖）

我们需要利用现有的工具以及将要研发出来的工具去实现科学探索。我们不仅要注意自然科学，还要关注人文科学，关于我们自己，神经生物学等。

——马克·范·蒙塔古（Marc Van Montagu，2013 年世界粮食奖）

治疗 COVID-19 病毒的医疗流程被改进，这证明了医学专业人士和科学家的能力，即在艰难的情况下也可以随时随地去适应和学习。我认为在每一个领域建立能够合作的团队，建立多学科的团队，能在不同的主题上工作是非常重要的。

——戴维·齐尔伯曼（David Zilberman，2019 年沃尔夫农业奖）

我们所面临的问题正越来越多学科（交叉）化，尽管如此，但很少有科学家能把研究能力拓展到他们平时进行研究所用的知识框架以外。所以我们需要训练更多跨学科人才。但与此同时，我们需要创建一种机制来进行跨学科方面的相互增进、加强与合作。这就需要信任与倾听的能力，还需要找到方法来决定谁是可靠的伙伴。

—— 西蒙·莱文（Simon A. Levin, 2005 年京都基础科学奖）

3.1.2 科研需要广泛的思考和开放的态度

我认为掌握广博的知识是非常重要的，广泛的思考是必须的，我认为这是一种开放和愿意犯错的态度。

—— 迈克尔·莱维特（Michael Levitt, 2013 年诺贝尔化学奖）

（应该）让科学完全国际化。我看到了越来越多的限制。由于民族主义限制人们使用某些技术。因为不喜欢这个人不想分享这项技术，出于商业原因害怕分享，对科学都是不利的。科学需要游历，交流想法。即使在十九世纪，法国和英国之间的长期战争中，科学家也有特权远渡重洋去其他国家，并且不被袭击。因为他们意识到需要这种互动来维持科学的生命力。我认为应该做的是不能以民族主义的名义或保护国家的名义，用阻止科学研究的方式达到保护的目，否则最终会付出代价。

—— 迈克尔·莱维特（Michael Levitt, 2013 年诺贝尔化学奖）

疫苗的开发取决于现代科学能力，而且事实是它们是在世界几个地区开发的，这证明了全世界科研能力的广度。

—— 巴里·巴里什（Barry Barish, 2017 年诺贝尔物理学奖）

有时一个领域的人不知道另一个领域的研究进展。我现在正在考虑对其他领域的人们已经实现或做过的东西，进行二次开发。

—— 朱棣文（Steven Chu, 1997 年诺贝尔物理学奖）

我对科学方法和科学家很有信心，我们会继续在全球培养有才华的年轻科学家。随着世界的发展，现在越来越多的人有机会能够从事科学事业。

—— 大卫·格罗斯（David Gross, 2004 年诺贝尔物理学奖）



政治与科学的结合，也可以产生非常有价值的科学突破。

—— 约翰·克劳泽 (John Clauser, 2010 年沃尔夫物理学奖)

我鼓励大家参与全球加速器项目，共同扫除科研障碍。这会对科学的理论研究方面产生巨大的影响。

—— 内森·塞伯格 (Nathan Seiberg, 2012 年基础物理科学突破奖)

科学前辈需要对新的科学发现持开放的态度，并以它们产生的科研价值为唯一的评价标准，而不是其他别的东西。

—— 奥马尔·亚基 (Omar Yaghi, 2018 年沃尔夫化学奖)

新冠大流行打破保密性和怀疑性的壁垒，并鼓励 (科研) 的透明性和合作性。

—— 阿龙·切哈诺沃 (Aaron Ciechanover, 2004 年诺贝尔化学奖)

由于许多国家开展了科学工作，并在多种情况下进行国际合作，因此应对大流行的工作正在向前发展。

—— 威廉·莫纳 (William Moerner, 2014 年诺贝尔化学奖)

我认为可通过开放更多机会让更多人才参与进来。我们不会错失任何一个隐藏的千里马，我们要善于利用社会各个领域的资源这很重要。

—— 阿奇姆·苏拉尼 (Azim Surani, 2018 年加拿大盖尔德纳国际奖)

基础科学已经受到关注并获得进展，聪明的人知道解决大多数问题需要基础知识的进步，尽管有些人想直接运用。

—— 托马斯·波拉德 (Thomas D. Pollar, 2006 年加拿大盖尔德纳国际奖)

研究结果可立即通过诸如 bioRxiv 和 medRxiv 的预印本平台共享。论文的同行评审时间从几个月变为几天。实验室之间迅速共享了试剂。我们希望，可以继续保持这种合作和开放水平，甚至将其扩展到所有其他生物医学领域。

—— 汉斯·克莱夫斯 (Hans Clevers, 2013 年生命科学突破奖)

科学家之间合作与数据共享的新精神促使在开发针对 Covid-19 的疗法，尤其是疫苗的开发方面取得了迅速的进步。

—— 弗朗兹-乌尔里奇·哈特尔 (Franz-Ulrich Hartl, 2011 年拉斯克基础医学研究奖)

经济学家真的需要理解科学家的认知和知识。在我们的模型中加入科学知识，解释特定事物产生的社会价值。成功的科学是多学科的。

——戴维·齐尔伯曼（David Zilberman，2019年沃尔夫农业奖）

公众应该参与（科研）这一进程。用社会科学帮助我们与公众接触是非常重要的。我们研究的目的是为了公众的利益。但我们需要他们的支持，需要他们支持投入更多资源促进我们的研发。

——约翰·皮克特（John Pickett，2008年沃尔夫农业奖）

科学中永远要去质疑看看是不是还有其他方面观点的存在，是不是观点其实有效。

——马克·范·蒙塔古（Marc Van Montagu，2013年世界粮食奖）

很少有科学家能把研究能力拓展到他们平时进行研究所用的知识框架以外。所以我们需要训练更多跨学科人才，需要创建一种机制来进行跨学科方面的相互增进、加强与合作，还需要信任与倾听的能力，找到方法来决定谁是可靠的伙伴。

——西蒙·莱文（Simon A. Levin，2005年京都基础科学奖）

我认为主要的突破应该来自于未来不同领域的融合。目前这些学科还是壁垒分明的，比如统计学、数论还有物理学。我是说我很想看到一些新的想法，就是不同领域的理念融合到一起，如此产生的新理念或可解决问题。

——吴宝珠（Ngô B à o Châu，2010年菲尔兹奖）

我惊讶地看到一家涉足人工智能发展的大公司对这种拓扑桥梁技术比学术界更感兴趣。对我来说，这意味着学术界习惯太根深蒂固，很难理解全新成果的重要性。

——劳伦·拉佛格（Laurent Lafforgue，2002年菲尔兹奖）

在我看来在数学领域的投入是很有益的，回报可观，无论是从突破性的重大学术进展来说，还是从培养全面型科研人才方面。

——克里斯托弗·哈孔（Christopher Hacon，2018年菲尔兹奖）



经济学是一个开放的领域。年轻人也能凭借新颖有趣的研究很快赢得一席之地。

——埃里克·马斯金（Eric Maskin，2007年诺贝尔经济学奖）

我个人很抗拒……我非常不愿意将博士生和年轻的助理教授归入一些特定的研究领域。

——芬恩·基德兰德（Finn Kydland，2004年诺贝尔经济学奖）

（应该）把研究理解成一个整体，这是一个许多科学家、许多分析师，无论是经济学家还是科学家共同参与的过程，还包括有临床科学家或其他领域、文学家、语言学家。我的意思是什么呢？这就是所谓的皮尔斯所说的外展作用，把所有可用的证据集中起来，放到问题的理解上，因此这不仅仅是一种技术或一组数据，或一种模型。我认为这将是一种真正促进科学发展和更广泛的知识的方法。

——詹姆斯·赫克曼（James Heckman，2000年诺贝尔经济学奖）

3.1.3 如何看待“科学突破”

下一个突破是什么？这还是未知的。摆在你面前的，总是未知。

——迪迪埃·奎洛兹（Didier Queloz，2019年诺贝尔物理学奖）

去发明新东西吧，当你发明出衡量事物和观察世界的新方法时，很容易发现新的东西。

——朱棣文（Steven Chu，1997年诺贝尔物理学奖）

过去十年中取得的一些进展是很有意义的，我们已经取得了一些重大突破，并且我相信很快还会有更多重大突破，我可以列出十个可能出现重大突破的领域。我敢肯定，其中至少有一个很快就会出现，很难说是哪个。一旦有所突破，一切可能会在一夜间改变。

——大卫·格罗斯（David Gross，2004年诺贝尔物理学奖）

对于科学突破这个问题，我通常回答，当科学家是很振奋人心的。这世界充满有待探索的领域，我们尚未认识的事物还有很多，还有一个接一个的发现和突破也让人振奋。

——沃尔夫冈·克特勒（Wolfgang Ketterle，2001年诺贝尔物理学奖）

目前很多研究领域正在影响我们的社会，我们正处于几场同时发生的革命之中。

—— 伊格纳西奥 · 西拉克 (Ignacio Cirac, 2013 年沃尔夫物理学奖)

找到这些超导材料需要什么？需要一个根本性的突破。你无法预测这个突破如何到来，需要不断为好奇心驱动的基础研究提供资金来寻找那些材料。

—— 安德烈 · 盖姆 (Andre Geim, 2010 年诺贝尔物理学奖)

在凝聚态物理这个领域有大量令人兴奋的问题，所以没有哪个单一的突破能改变整个领域。

—— 伯特兰 · 哈普林 (Bertrand Halperin, 2003 年沃尔夫物理学奖)

我们看到一而再再而三地，当一群有奉献精神的人按照各自的轨迹，从不同的角度处理这些问题时，这就导致产生了革命性突破。如果回顾研究史，它确实来自于人们追求这些思想的一种连贯的策略。所以我们需要很多这样的人，因为永远不知道哪个研究方向是正确的并带来突破。

—— 尼玛 · 阿卡尼 - 哈米德 (Nima Arkani-Hamed, 2012 年基础物理科学突破奖)

可治愈不治之症的强大的基因编辑方法 CRISPR 的问世，建立在大量研究的基础上，科学家们正不断完善 CRISPR 方法并以最准确的方式指引它发展。

—— 威廉 · 莫纳 (William Moerner, 2014 年诺贝尔化学奖)

将过去 12 个月的研究结果进行排名，并将其列为年度最重要的“突破”，在某种程度上是武断的。一项研究成果的重要性通常是经过长时间的观察，并根据其影响和后果来进行更好的评估。

—— 塞尔日 · 阿罗什 (Serge Haroche, 2012 年诺贝尔物理学奖)

科学突破，实际上是很少见的。但当它们出现的时候，实际上会改变了整个科学领域。在我这个领域实际真正的突破出现在 20 世纪八、九十年代，当蛋白质被发现，并最终能够重现复制和真正理解它的化学组成之时。

—— 布鲁斯 · 威廉 · 斯蒂尔曼 (Bruce William Stillman, 2019 年加拿大盖尔德纳国际奖)



要取得突破，最重要的一点就是要敢于承担风险，面对问题，不畏失败。

——梅 - 布莱特 · 莫索尔 (May-Britt Moser, 2014 年诺贝尔生理学或医学奖)

想要有突破性的发现，就得探索别人没有探索过的领域。

——唐 · 克利夫兰 (Don W. Cleveland, 2018 年生命科学突破奖)

如果人们意识到了解决问题的所在并且按照正确的方向去研究，之后还会有大的突破。

——马克 · 范 · 蒙塔古 (Marc Van Montagu, 2013 年世界粮食奖)

在这些 (数学) 领域任意之一取得突破是非常重要的，这很可能会影响其他数学领域，还有可能会影响到数学领域之外的东西，比如其他科学，科技、经济学等等。

——考切尔 · 比尔卡尔 (Caucher Birkar, 2018 年菲尔兹奖)

数据太多，以明智的方式将所有这些数据汇集在一起，把它运用到个别的问题上是非常有挑战性的。

——亚当 · 里斯 (Adam Riess, 2011 年诺贝尔物理学奖)

突破最重要的可能是在理解，我们如何将不同的部分或信息汇集在一起。把它理解成一个整体，这是一个许多科学家、许多分析师，无论是经济学家还是科学家共同参与的过程，还包括有临床科学家或其他领域、文学家、语言学家。要理解如何整合这些并真的能做得更好，那将是一个突破。

——詹姆斯 · 赫克曼 (James Heckman, 2000 年诺贝尔经济学奖)

(我所在研究领域的) 突破必须与计算理论的进步或与搭建计算机系统和硬件有关。我的建议是“科学突破”的外延也应涵盖能应对和处理变化，而不仅仅是了解世界的知识领域。

——约瑟夫 · 斯发基斯 (Joseph Sifakis, 2007 年图灵奖)

3.1.4 基础研究的重要性

一旦基础科学为创新蓬勃发展奠定了基础并形成科学方法，那这种科学方法将具有可以解决许多重要问题的力量。在未来的几年中，人类将在健康、环境和能源领域面临其他挑战，并且将再次寻求科学研究来应对这些挑战。

—— 塞尔日·阿罗什 (Serge Haroche, 2012 年诺贝尔物理学奖)

我确信其中的一些 (基础) 研究会和帮助我们解决目前面临的大问题——全球变暖直接相关。

—— 迪迪埃·奎洛兹 (Didier Queloz, 2019 年诺贝尔物理学奖)

为全球提供强大保护的疫苗，如能实现，我们就可以庆祝自然科学对人类福祉做出的巨大贡献。显然，这是一项集中数十年基础研究的结果所带来的巨大成就。

—— 库尔特·维特里希 (Kurt Wüthrich, 2002 年诺贝尔化学奖)

对自然界的基础研究理解上的任何进步，最终都能够促使疾病的治疗更进一步，或是得到新产品或其他创新。

—— 厄温·内尔 (Erwin Neher, 1991 年诺贝尔生理学或医学奖)

我们需要去理解基础科学与其形成，这将带来巨大的进步，知识也将带来巨大的快乐。这可能是人类进化中非常重要的一步，这就是未来的进步。我认为科学和社会应该意识到我们需要科学。如果我们需要更进一步，我们就需要更多的知识。

—— 马克·范·蒙塔古 (Marc Van Montagu, 2013 年世界粮食奖)

科学决定人类的未来。

—— 让-马里·莱恩 (Jean-Marie Lehn, 1987 年诺贝尔化学奖)

显然，我们正处于使用这些强大工具的新世界中。

—— 威廉·莫纳 (William Moerner, 2014 年诺贝尔化学奖)



尽管针对 COVID-19 的基于 RNA 的疫苗的快速和极高效率的开发在当前受到普遍称赞，但是人们还未能充分了解基于基础生物医学科学的重大发现而在医学领域取得的重要突破的科学意义。

—— 阿夫拉姆·赫什科 (Avram Hershko, 2004 年诺贝尔化学奖)

我们需要做更多的基础研究，这样我们才能了解人类衰老这样的现象是怎么回事。没有基础研究，也就没有什么真正有意义的突破，也没有什么科学发现能够让我们更好地认识世界。

—— 托马斯·林达尔 (Tomas Lindahl, 2015 年诺贝尔化学奖)

我认为，相信基础科学对社会有用，知识对社会有用、对社会进步有用非常重要。这样，我们所有人都可以更好地教育大众，证明我们所做工作的是多么有价值。

—— 彼得·沃尔特 (Peter Walter, 2014 年拉斯克基础医学研究奖)

(科学家) 要承担责任，充分了解基础科学并将其转化为有益于人类和自然环境的技术。但这是一个障碍，或者说其中存在障碍，原因是这种转换需要创意、认真研究和投资，才能把我们对基础科学绝妙理解转变为在现实世界绝对有效的新科技。

—— 大卫·鲍尔科姆 (David Baulcombe, 2008 年加拿大盖尔德纳国际奖)

发育生物学是至关重要的。这是一门非常基础的科学。可惜的是人们对这门基础科学的兴趣正在下降，这方面的投入经费也减少了。期刊的影响因子也在不断下降，越来越少的年轻人对这些领域感兴趣。因为它太基础了，有些人会觉得这只是生物学家的爱好，而无法认识到它的重要性。

—— 汉斯·克莱夫斯 (Hans Clevers, 2013 年生命科学突破奖)

在我看来在数学领域的投入是很有益的，回报可观，无论是从突破性的重大学术进展来说，还是从培养全面型科研人才方面。

—— 克里斯托弗·哈孔 (Christopher Hacon, 2018 年菲尔兹奖)

3.1.5 科学研究的进程与结果是开放和不可预测的

在很多科学领域里都存在重大突破的可能，预测未来当然是不可能的。

—— 罗杰·科恩伯格 (Roger Kornberg, 2006 年诺贝尔化学奖)

科学研究的进程与结果是开放的，是不可预测的。

—— 野依良治 (Ryoji Noyori, 2001 年诺贝尔化学奖)

科学家要有长远的眼光。要认识到这种可能性，即科学需要时间，有时不会成功。

—— 迪迪埃·奎洛兹 (Didier Queloz, 2019 年诺贝尔物理学奖)

当谈到哪些研究应该进一步发展的时候，我们往往无法预测出最重要的研究是哪些。最让人惊叹的发现反而是来自于另一个领域的，所以这是我们要在很多领域同时推进的原因。

—— 乔治·斯穆特三世 (George Smoot III, 2006 年诺贝尔物理学奖)

我们正在探索很多不错的议题，有很多雄心勃勃的目标。任何一个议题我觉得都有可能，可以说非常可能会有重大突破。但很难预计何时会有突破。

—— 大卫·格罗斯 (David Gross, 2004 年诺贝尔物理学奖)

你无法预测 (室温超导材料) 这个突破如何到来，需要不断为好奇心驱动的基础研究提供资金来寻找那些材料。预测最佳材料是没用的，即使是科幻电影中的人物，也不知道最佳材料在何方。我希望政府会继续资助基础研究，这很重要，因为我们不知道最终的成果会如何。

—— 安德烈·盖姆 (Andre Geim, 2010 年诺贝尔物理学奖)

这世界充满有待探索的领域，我们尚未认识的事物还有很多，还有一个接一个的发现和突破也让人振奋。

—— 沃尔夫冈·克特勒 (Wolfgang Ketterle, 2001 年诺贝尔物理学奖)

我们通常没办法预测会发生什么，有可能突然就发生了，往往是完全出乎意料的实验发现。

—— 艾伦·麦克唐纳 (Allan MacDonald, 2020 年沃尔夫物理学奖)



重要的是研究，并回答研究问题，最好的情况是你不清楚答案将是怎样的。在我们这个领域尤其困难，因为没人做过这种研究，所以我们不知道应该得到怎样的结果。

—— 约翰·克劳泽 (John Clauser, 2010 年沃尔夫物理学奖)

你不知道革命性突破具体会来自哪里，如果让人们对它做出预测，他们会犹豫，因为通常他们一般会错的。很多时候，革命来自于一些你以前没有预料到的方向。在革命性突破到来之后，每个人都说天哪，完全没想到。

—— 尼玛·阿卡尼-哈米德 (Nima Arkani-Hamed, 2012 年基础物理科学突破奖)

我们很难向公众和资助机构解释 (科学) 发现的工作机制。按常理来说，发现是不可预测的。所以投资人必须要信任我们，相信投资一定会有结果。

—— 彼得·沃尔特 (Peter Walter, 2014 年拉斯克基础医学研究奖)

数学的任一突破是非常重要的，这很可能会影响其他数学领域，还有可能会影响到数学领域之外的东西，比如其他科学，科技、经济学等等。

—— 考切尔·比尔卡尔 (Caucher Birkar, 2018 年菲尔兹奖)

3.1.6 基础研究与应用研究的关系

在前所未有的短時間间隔内便广泛生产和分发的各种疫苗。这是基础科学和应用科学的共同成就。反映了基础科学与应用科学之间有着良好的共生关系，以及科学研究是多么有效。

—— 塞尔日·阿罗什 (Serge Haroche, 2012 年诺贝尔物理学奖)

通常从基础到应用，需要 20 年时间。

—— 斯蒂芬·布赫瓦尔德 (Stephen Buchwald, 2019 年沃尔夫化学奖)

如果没有以前在致病性冠状病毒方面多年研究工作的积累，就不可能开发出如今多种类的疫苗。

—— 威廉·莫纳 (William Moerner, 2014 年诺贝尔化学奖)

基于 RNA 的疫苗的成功始于对遗传密码的破解,没有所有的这些基本发现,将来就不可能开发针对 COVID-19 以及针对其他重要疾病的基于 RNA 的疫苗。

—— 阿夫拉姆·赫什科 (Avram Hershko, 2004 年诺贝尔化学奖)

基础研究和应用研究之间的区别实际上被夸大了。我们作为科学家,太让自己受到基础或者应用科学家这种分类的限制。科学家有去解决重要的科学问题的能力,基础或者应用的问题。如果我们要做基础研究,也应该考虑到可能的应用。如果我们的研究有可能的应用前景,我们有责任确保这种可能性得到跟进,不需要自己跟进,但需要确保有人跟进这种可能性。因此,我们应该只把自己看成科学家。当研究存在应用的可能性时,我们有关切的责任。

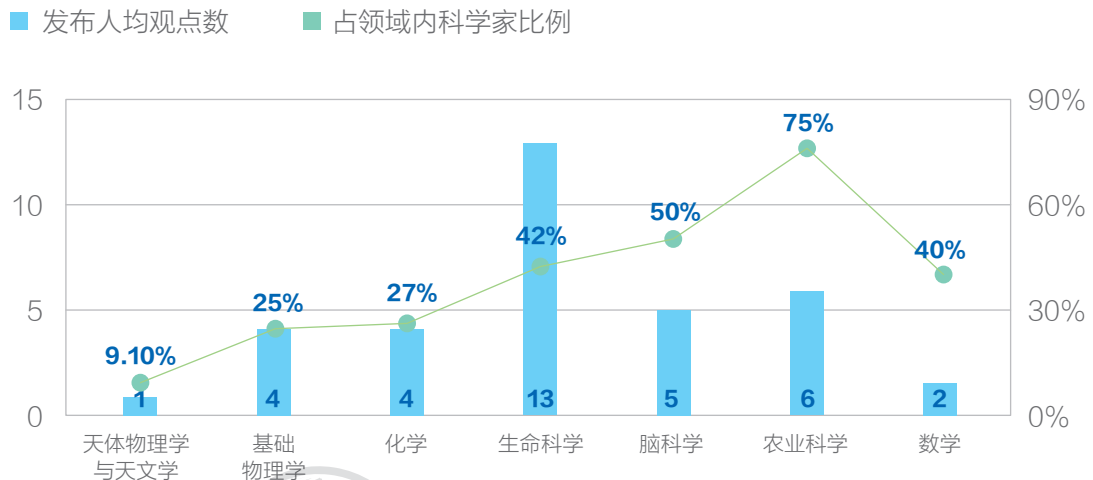
—— 大卫·鲍尔科姆 (David Baulcombe, 2008 年加拿大盖尔德纳国际奖)





3.2 科学政策

“科学政策”大主题下，来自 7 个研究领域的 35 位顶尖科学家共贡献了 52 个科学观点。



从领域对比图中可明显看出，农业科学领域的 8 位科学家中有 6 位在该主题上发表了观点，关注比例较高，而农业科学本就与科技政策密切相关；生命科学 / 医学领域的 13 位科学家发表了观点；而其他领域发表观点的科学家人数低于 50%。在其他主题上表现活跃的物理科学家在此项主题上也并未贡献较多观点；信息科学家与经济学家则没有提出任何关于“科学政策”的观点。

人均观点数



上图呈现了“科学政策”主题下各领域科学家贡献的总观点数与人均贡献观点数，相比“科学态度”，总观点数与人均贡献数均较低。比较有意思的是，天体物理学在此主题下发声的唯一一位科学家（2019 年诺贝尔物理学奖得主迪迪埃·奎洛兹）贡献了 5 个观点，这与他在英国政府未来基建与创新研究项目 STFC 下长期任职有关。此外，他本人所在的英国剑桥卡文迪许实验室受社会募集与资助较多，较多参与科学政策领域事务。

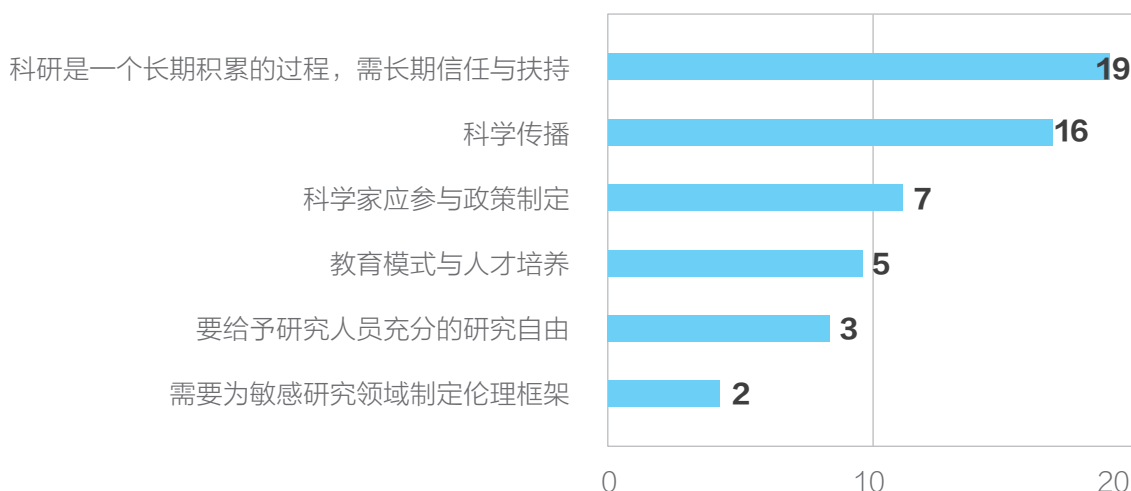
“科学政策”大主题下包括 6 个子主题，分别是：

- 科研是一个长期积累的过程，需长期信任与扶持；
- 科学传播；
- 科学家应参与政策制定；
- （高校）教育模式与人才培养；
- 要给予研究人员充分的研究自由；
- 需要为敏感研究领域制定伦理框架；

其中，子主题“科研是一个长期积累的过程，需长期信任与扶持”下产生了 19 个科学观点，其次是“科学传播”，16 个观点；“科学家应参与政策制定”，7 个观点；“教育模式与人才培养”，5 个观点；“要给予研究人员充分的研究自由”，3 个观点；与“需要为敏感研究领域制定伦理框架”，2 个科学观点。

科学政策

■ 各议题下产生的观点数





3.2.1 科研是一个长期积累的过程，需长期信任与扶持

科学的突破和进展来源于加强对科学界以及科学的支持，国家、社会、教育各方面对科学界的长期支持。我们要确保拥有理性社会，这是第一要素。然后是要确保对科学的持续支持。科学不喜欢起起落落。不能增加了资金又削减，增加了经费又削减，不应该这样。因为科学时代是不一样的时代，有些重大发现要二三十年才能得到结果，有些发现需要数百年才能投入到实际应用中。

—— 迪迪埃·奎洛兹 (Didier Queloz, 2019 年诺贝尔物理学奖)

我没有那么依赖用于建造探索自然的科学仪器的资金。我那些做实验性质工作的同事，他们更需要钱，需要更多的财政支持，他们想要制造更好的仪器。

—— 大卫·格罗斯 (David Gross, 2004 年诺贝尔物理学奖)

(室温超导材料) 研究并不能马上有实际产出，我依然希望政府会继续资助基础研究。这很重要，因为我们不知道最终的成果会如何。

—— 安德烈·盖姆 (Andre Geim, 2010 年诺贝尔物理学奖)

我们领域目前最大的障碍是获得资金来建造越来越大的加速器，而且与它们一起使用的设备也是非常昂贵的，实际上现在我们实施这些项目是需要国际合作的。即使是这样要让政府提供大量资金来开展这一领域并不容易。

—— 杰罗姆·弗里德曼 (Jerome Friedman, 1990 年诺贝尔物理学奖)

没有任何经费，这是个难题。事实上这是个大多数的研究人员都要面对问题，从哪里能得到做实验的钱呢？在美国，大部分的研究资金已经要枯竭了。现在的问题是有很多机构甚至一些企业会提供经费。但这笔钱是有附带条件的，他们会说，“好，我们会提供资金用于研究以下问题，我们希望您的研究能呈现如下结论，如果不能呈现这些结果会怎样。如果实验结果正确，我们会提供足够的经费。这是您将得到的经费”。所以，这最终会导致各种问题，研究经费严重不足，无法得到足够好的统计数据来呈现结果。

—— 约翰·克劳泽 (John Clauser, 2010 年沃尔夫物理学奖)

科研需要有不断筹集资金的能力以及对研究的长期支持。官僚对研究持短视的态度，只希望创新，而不是专注于解决长远问题而最终找到解决问题的办法。

—— 斯蒂芬·布赫瓦尔德 (Stephen Buchwald, 2019 年沃尔夫化学奖)

一个健康的资金水平非常重要。我觉得目前来说，在我们这个社会，至少在我的研究环境中，我们还没到这个健康水平。尤其是对年轻科学家来说，这方面我有经验。在剑桥和美国的时候，我的事业刚起步。我感觉那时因为自己还年轻，没有资源寸步难行。

—— 余金权 (Jinquan Yu, 2016 年麦克阿瑟天才奖)

我们在预防气候变化方面投入不足，我们没有认识到人类在造成气候变化中的作用。我希望，应该这会创造很多工作机会。

—— 哈维·阿尔特 (Harvey Alter, 2020 年诺贝尔生理学或医学奖)

首先仪器的成本很高，一台高端电子显微镜价格为 600 万美元，这超出了大多数实验室的承受能力。国家承担实验经费只能解决部分问题。

—— 约阿希姆·弗兰克 (Joachim Frank, 2017 年诺贝尔化学奖)

基于 RNA 的疫苗的成功表明，社会对基础科学的支持是多么重要。

—— 阿夫拉姆·赫什科 (Avram Hershko, 2004 年诺贝尔化学奖)

科研需要各方（长期的）信任与资金扶持。

—— 托马斯·林达尔 (Tomas Lindahl, 2015 年诺贝尔化学奖)

资金提供方有能力资助我们，但他们需要相信，我们会带来好的结果，并且认知到他们这样的信任本身对社会而言就是宝贵的。从长远来看，切实的事情将会发生，并且将发生切实的改善。

—— 彼得·沃尔特 (Peter Walter, 2014 年拉斯克基础医学研究奖)

就是许多科研领域里，政治家们更倾向于资助已经研究得非常透彻的课题。一个特例是他们为那些没有经费的研究提供资金，而且不会一直在相同的研究方向进行投入。

—— 彼得·黑格曼 (Peter Hegemann, 2018 年加拿大盖尔德纳国际奖)

最大的研究障碍是缺乏资金。一些特定的人体实验需要数年才能完成。要了解阿尔兹海默病患者身上疾病的进展情况，要花上数年的时间，而项目经费一般只提供三年，所以不仅是资金的问题，还是短期主义的问题。

—— 约翰·哈迪 (John Hardy, 2016 年生命科学突破奖)



为了让社会资助研究和支研究，人们需要了解所有这些研究如何真正改善社会福利。

—— 戴维·齐尔伯曼 (David Zilberman, 2019 年沃尔夫农业奖)

我们需要公众的支持，需要他们投入更多资源进行研发。

—— 约翰·皮克特 (John Pickett, 2008 年沃尔夫农业奖)

开发新技术需要更多的资金支持，这是非常重要的。

—— 古尔杰夫·库什 (Gurdev Khush, 2000 年沃尔夫农业奖)

另一个障碍与资金扶持有关，或者只是因为就目前来说，他们并未重视数学研究，所以说服政府给予数学研究资金支持并没有那么简单。

—— 考切尔·比尔卡尔 (Caucher Birkar, 2018 年菲尔兹奖)

3.2.2 科学传播

首先我认为科学无处不在，社会建立在科学的基础上，要确保人们理解这点。我认为我们应该确保科学更多地融入社会，而不是脱离社会。我们应该成为社会的一部分。

—— 迪迪埃·奎洛兹 (Didier Queloz, 2019 年诺贝尔物理学奖)

科研需要更加顺应社会的快速变化，顺应新的时间尺度。现在一个 iPhone 就可以随时收集信息，但是进入实验室就不得不慢下来。科研的时间尺度必须和社会运行的时间尺度相匹配。

—— 奥马尔·亚基 (Omar Yaghi, 2018 年沃尔夫化学奖)

科学家应多与公众交流，让公众接受科学与科学家。

—— 弗雷泽·斯托达特 (Fraser Stoddart, 2016 年诺贝尔化学奖)

我对科学传播感兴趣。我们如何与公众沟通？公众如何变得更有科学素养？

—— 迈克尔·罗斯巴什 (Michael Rosbash, 2017 年诺贝尔生理学或医学奖)

传播科学和研究科学一样重要。

—— 托马斯·苏德霍夫 (Thomas Südhof, 2013 年诺贝尔生理学或医学奖)

探索应该在科学课上引进哪些内容才能帮助学生将思维模式转移到日常生活中,而不仅仅是应用于科学。减少流言的传播,保护人们不受危险行为模式的伤害。

——布鲁斯·阿尔伯茨 (Bruce Alberts, 2016 年拉斯克医学特别成就奖)

只要有政策支持,气候变化的科学措施就可以得到更有力的推广。

——哈维·阿尔特 (Harvey Alter, 2020 年诺贝尔生理学或医学奖)

探索应该在科学课上引进哪些内容才能帮助学生将思维模式转移到日常生活中,而不仅仅是应用于科学。减少流言的传播,保护人们不受危险行为模式的伤害。

——布鲁斯·阿尔伯茨 (Bruce Alberts, 2016 年拉斯克医学特别成就奖)

在全球范围内免费并快速分发与大流行有关的所有新论文。这样做的好处是可以加快出版进度,这些趋势是非常积极的,在同行评审获取专家意见之前就可以开展出版工作,广泛传播的优势将促使更多公众加入判断的行列。

——兰迪·谢克曼 (Randy Schekman, 2013 年诺贝尔生理学或医学奖)

科学界必须呼吁加强同行评审,使之更严谨的同时保持评审的高效和迅速,同时使科学研究在不同重要领域之间恢复平衡。

——阿龙·切哈诺沃 (Aaron Ciechanover, 2004 年诺贝尔化学奖)

鉴于需要在全世界范围内快速传播成果,科学的研究方式甚至也在发展。在线开放论文平台的使用范围不断扩大,使全球受益。

——威廉·莫纳 (William Moerner, 2014 年诺贝尔化学奖)

ArXiv 等在线出版商发布了大量的论文,以实现更快的交流,并促进更多的跨学科合作。

——西蒙·莱文 (Simon A. Levin, 2005 年京都基础科学奖)

为了让社会资助研究和支研究,人们需要了解所有这些研究如何真正改善社会福利。

——戴维·齐尔伯曼 (David Zilberman, 2019 年沃尔夫农业奖)

公众应该参与这一进程。用社会科学帮助我们与公众接触是非常重要的。

——约翰·皮克特 (John Pickett, 2008 年沃尔夫农业奖)



社会还没有准备好去接受，社会只会在遇到大问题的时候，才会用科学和思考来解决问题。如果有更多的科学，我们可以做更多的事情。我认为科学和社会应该意识到我们需要科学。如果我们需要更进一步，我们就需要更多的知识。

—— 马克·范·蒙塔古 (Marc Van Montagu, 2013 年世界粮食奖)

另一个障碍是数学有其专业的语言，这使我们很难与其他人进行重要的数学交流。我们很难说服那些不是数学家或不精通数学的人们，我们正在进行很重要的数学研究。

—— 考切尔·比尔卡尔 (Caucher Birkar, 2018 年菲尔兹奖)

3.2.3 科学家应参与政策制定

政界应有更多科学家议员代表。科学家们也要有投身政治的愿望与能力。

—— 弗雷泽·斯托达特 (Fraser Stoddart, 2016 年诺贝尔化学奖)

政治与科学的结合，也可以产生非常有价值的科学突破。

—— 约翰·克劳泽 (John Clauser, 2010 年沃尔夫物理学奖)

国家高层可能需要更多的科学背景，我惊讶于政府和议会对科学知识不甚了解，他们通常需要的是很多律师，很少有人真正理解什么是科学。

—— 迪迪埃·奎洛兹 (Didier Queloz, 2019 年诺贝尔物理学奖)

尤其在美国，有很多对气候变化的质疑，这真的真的很可笑。所以这并不只是个科学问题，是人的问题。人类在这些方面做得不够，这就是我最担心的问题，但是政客们（似乎）没有在意。

—— 哈维·阿尔特 (Harvey Alter, 2020 年诺贝尔生理学或医学奖)

并不是所有人都意识到了这一点，尤其是一些显赫人物，他们并没有意识到此刻北极南极的冰正在融化，诸如此类的事。这是个很大的问题，且很难解决，但我认为我们必须在全球采取有效措施，来寻找解决方案。

—— 哈拉尔德·楚尔·豪森 (Harald zur Hausen, 2008 年诺贝尔生理学或医学奖)

我们今天面临的最紧迫的问题是气候变化，我认为这是现如今必须解决的一个已存问题。不仅是生物学领域，还有各行各业的科学家们，以及政治家特别重要。

—— 迈克尔·霍尔 (Michael Hall, 2017 年拉斯克基础医学研究奖)

3.2.4 (高校) 教育模式与人才培养

我对科学方法和科学家很有信心，我们会继续在全球培养有才华的年轻科学家。随着世界的发展，现在越来越多的人有机会能够从事科学事业。所以我认为科研最重要的、也是最必需的就是聪明的大脑。

—— 大卫·格罗斯 (David Gross, 2004 年诺贝尔物理学奖)

我们应该成为社会的一部分，至于怎么做，我认为应该提高科学教学的质量。科学教学要从小开始，让所有年轻人都能有科学背景。无论他们以后从事什么，都应该有科学背景。他们应该理解，什么是基于事实的知识，这才是知识的本质。科学不是魔术，只是基于事实的知识。

—— 迪迪埃·奎洛兹 (Didier Queloz, 2019 年诺贝尔物理学奖)

美国公众令人失望，公然违背科学建议，这些因素极大地推动了大学教授们重新思考自己当前的教育方式。在科学课上，我们要学习如何像科学家一样思考科学问题，真正做到了基于证据做出判断并得出符合逻辑的结论。

—— 布鲁斯·阿尔伯茨 (Bruce Alberts, 2016 年拉斯克医学特别成就奖)

如何培养人才，并把他们引入到数学领域中，这其实与教育有关。目前有些国家做得很好，但其他一些国家可能不太好，因为他们的教育系统并不完善。有很多潜在的人才，只是没有接受正确的教育，他们才无法从事科学和数学研究。

—— 考切尔·比尔卡尔 (Caucher Birkar, 2018 年菲尔兹奖)

在我看来，数学研究领域最大的障碍是我们很难吸引富有天赋的年轻人进入本领域。不幸的是，数学由于其高度的技术特性而不那么吸引人，这使得有天赋的年轻学生更倾向于追求能为他们带来高收入的职业，而不甘于仅仅做个数学家。

—— 克里斯托弗·哈孔 (Christopher Hacon, 2018 年菲尔兹奖)



3.2.5 要给予研究人员充分的研究自由

保障科学有进行研究的自由，我确信其中的一些研究会和帮助我们解决目前面临的大问题、全球变暖直接相关。

—— 迪迪埃·奎洛兹 (Didier Queloz, 2019 年诺贝尔物理学奖)

重要的是研究，并回答研究问题，最好的情形是你不清楚答案将是怎样的。由于没人做过这种研究，所以我们不知道应该得到怎样的结果。

—— 约翰·克劳泽 (John Clauser, 2010 年沃尔夫物理学奖)

如今最大的障碍是发文章的压力和研究者自身的心理压力。我们和其他领域的大部分研究人员致力于优化、改进现有的技术，而不会尝试对全新的问题进行探索和努力。也就是说是在现有技术基础上发掘更多用途。

—— 彼得·黑格曼 (Peter Hegemann, 2018 年加拿大盖尔德纳国际奖)

3.2.6 需要为敏感研究领域制定伦理框架

在我工作的领域里，有生殖学家、基因编辑与合成化学家。这些都是非常敏感的话题，我们需要合适的框架和规章制度，所以在这方面社会需要有一个共识，我们才能在工作中制定合理的工作框架，这是必要的，为敏感领域工作的人的参与建立合适的框架。

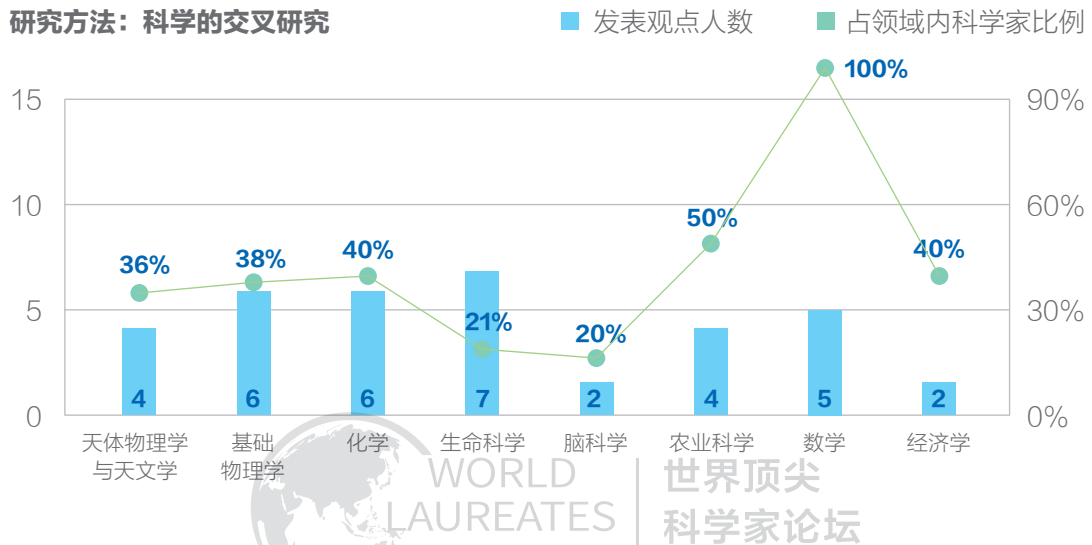
—— 阿奇姆·苏拉尼 (Azim Surani, 2018 年加拿大盖尔德纳国际奖)

新的基因组编辑技术和那些只有在实验室里才得以实现的新技术，不管我们喜不喜欢，这就是未来的发展。我相信转基因技术和转基因所包含的新技术对作物保护意义重大。

—— 哈里斯·李文 (Harris Lewin, 2011 年沃尔夫农业奖)

3.3 研究方法：科学的交叉研究

“交叉研究”备受顶尖科学家关注。他们认为，未来的科学突破和前沿将由交叉研究来实现。在大大主题下，来自 8 个研究领域的 36 位顶尖科学家共贡献了 51 个科学观点。



从领域对比图中可明显看出，数学领域的 5 位科学家在该主题上全部发表了观点，极为关注数学与其他学科的交叉研究；物理学领域、化学领域、农业科学与经济学领域关注该主题的科学家比例在 40~50%；生命科学 / 医学与脑科学领域，约 20% 的科学家发表了观点；计算机与信息科学领域的科学家没有提出相关观点，值得一提的是，该领域本身即属于交叉研究与前沿研究领域。

人均观点数





3.3 研究方法：科学的交叉研究

上图呈现了“研究方法：交叉研究”主题下各领域科学家贡献的总观点数与人均贡献观点数，相比前两个主题“科学政策”与“科学态度”，各领域科学家的人均贡献数较平均（1~2个）。

该大主题下包括 12 个子主题，分别是：

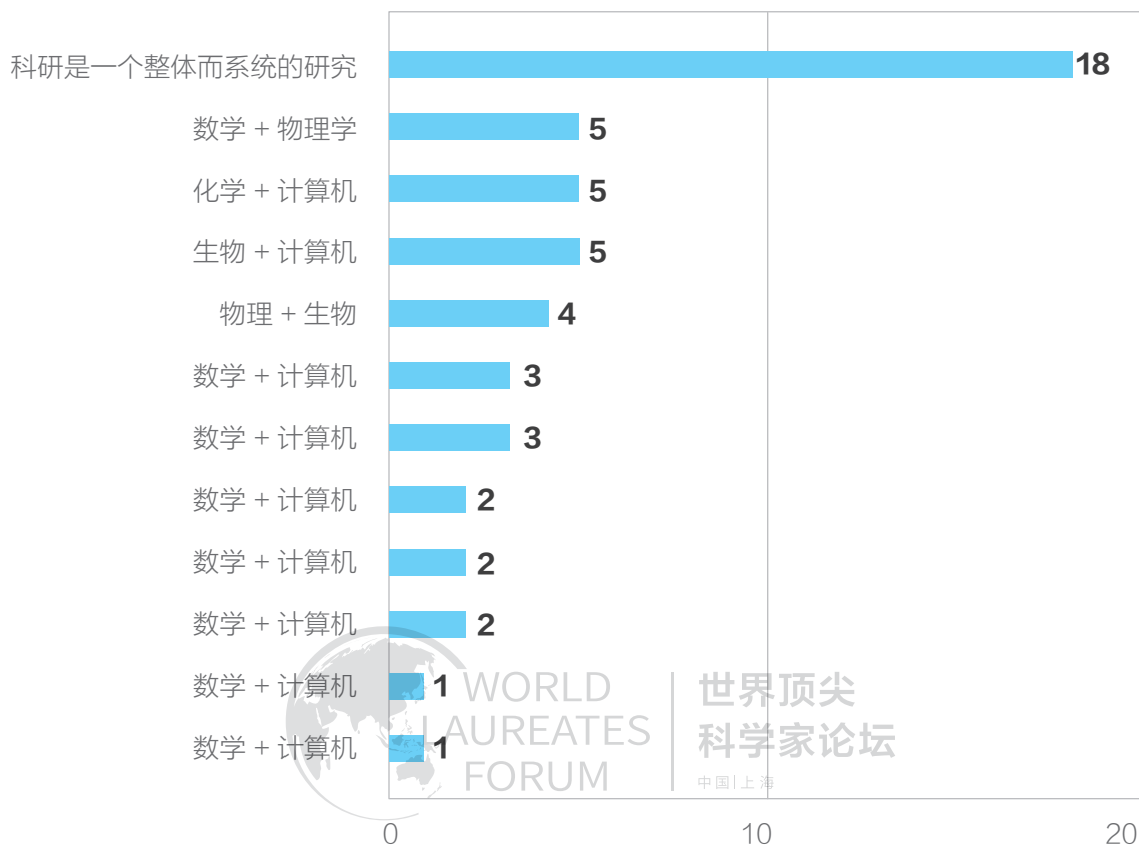
- 科学是一个整体而系统的研究，应进行跨学科、跨领域与无领域研究；
- 数学与物理学的交叉研究；
- 化学与计算机信息技术的交叉研究；
- 生物学与计算机信息技术的交叉研究；
- 物理学与生物学的交叉研究；
- 数学与计算机信息技术的交叉研究；
- 物理学与神经科学的交叉研究；
- 数学与神经科学的交叉研究；
- 化学与生物学的交叉研究；
- “大理科”综合研究；
- 经济学与神经科学的交叉研究；
- 材料科学与连接组学的交叉研究；

其中，子主题“科学是一个整体而系统的研究”下产生了 18 个科学观点；其余 11 项子主题则是对交叉研究的具象化描述，科学家们列举了应被关注以及在交叉研究方面极具潜力的研究方向。如“数学与物理学的交叉研究”、“化学与计算机信息技术的交叉研究”、“生物学与计算机信息技术的交叉研究”均有 5 个观点；其次是“物理学与生物学的交叉研究”，4 位诺贝尔物理学奖获得者对该领域充满期待；“数学与计算机信息科学的交叉研究”、“物理学与神经科学”，各有 3 个观点，等等。较有趣的是，有 2 位生物学家，2003 加拿大盖尔德纳国际奖获得者——韦恩·亨德里克森与 2006 加拿大盖尔德纳国际奖获得者——托马斯·波拉德，提出了“大理科”综合研究，即应采取数学模型 + 物理学 + 化学 + 生物学的共同研究模式，将可能“做出一些全新的东西，甚至有可能是以完全没有预料到的方式解决那些问题”。



科学方法：科学的交叉研究

■ 各议题下产生的观点数



3.3.1 科学是一个整体而系统的研究，应进行跨学科、跨领域与无领域研究

科学是一个整体而系统的研究，应进行跨学科、跨领域与无领域研究。

—— 野依良治（Ryoji Noyori，2001 年诺贝尔化学奖）

有时一个领域的人不知道另一个领域的研究进展。实际上我现在做的事情就是，考虑其他领域的人们已经实现或做过的东西，进行二次开发（发明）。

—— 朱棣文（Steven Chu，1997 年诺贝尔物理学奖）

在 Kavli 理论物理研究所，我们和很多科学家合作，致力于在可能取得重大突破的各个物理学领域，包括宇宙学、粒子物理学、普通凝聚态物质的性质、生物物理学（研究生命物质的物理学），这个地方真的很不错，因为我可以不断接触所有这些令人兴奋的科学领域，而它们即将取得或刚刚取得重大突破。

—— 大卫·格罗斯（David Gross，2004 年诺贝尔物理学奖）



3.3 研究方法：科学的交叉研究

突破之一是一种很强大的通用生物学技术，我认为将来的工程会更偏向于生物学，并且发展过程也需要汇聚各种专业知识与各行各业的新思想。

—— 弗兰克·维尔泽克 (Frank Wilczek, 2004 年诺贝尔物理学奖)

去了解 (你的) 学科可以在哪些方面提供帮助和如何帮助, 以及别的 (领域) 如何看待你的学科。

—— 巴瑞·夏普莱斯 (Barry Sharpless, 2001 年诺贝尔化学奖)

材料结合了基础化学、工程学及计算科学与各种应用方面的考虑。这个领域要有这样的思维架构, 即我不能仅仅只是一个优秀的化学家, 我也需要扩宽我的思想, 纳入工程学的观点、计算科学以及其他领域中自己感兴趣的观点, 这样我才能产生更大的影响。

—— 奥马尔·亚基 (Omar Yaghi), 2018 年沃尔夫化学奖)

我觉得还是要跟其他领域的人多接触, 比如农业化学、放射化学、代谢研究、医药化学、化学工程等。他们是最熟悉化学应用的人群, 我认为关键在于理解他们的问题, 然后进行钻研和深挖。

—— 菲尔·巴兰 (Phil Baran, 2013 年麦克阿瑟天才奖)

我认为掌握广博的知识是非常重要的, 广泛的思考是必须的。

—— 迈克尔·莱维特 (Michael Levitt, 2013 年诺贝尔化学奖)

我们看到了众多学科领域的多种工具的结合来进行研究并获得突破, 包括疫苗和治疗, 一直到通过化学努力来生成用于快速测试和分析的新分析与检测方法。

—— 威廉·莫纳 (William Moerner, 2014 年诺贝尔化学奖)

我认为我们有机会做出一些全新的东西, 甚至有可能是以完全没有预料到的方式解决那些问题。

—— 韦恩·亨德里克森 (Wayne Hendrickson, 2003 年加拿大盖尔德纳国际奖)

这种不同技术的融合可以应用于研究生命科学, 包括开发新药。以人工智能为例, 深度学习在许多领域已被证明是非常强大的工具, 包括生物学研究。现在非常值得关注的是这些技术的融合如何影响生物学和医学。

—— 陈志坚 (Zhijian James Chen, 2019 年生命科学突破奖)

随着研究和生物学变得越来越僵化，科学家需要对物理和化学有更好的了解，还得学一些技能和计算机科学，用来做复杂动力系统的数学建模。

—— 托马斯·波拉德(Thomas D. Pollar, 2006年加拿大盖尔德纳国际奖)

目前最有意思的是跨学科的融合，这在与其它领域的科学家的交谈中，这种融合促进各种思想、方法和技术的多样性发展，也是在科学领域取得重大突破的驱动力。

—— 梅-布莱特·莫索尔(May-Britt Moser, 2014年诺贝尔生理学或医学奖)

成功的科学是多学科的。我认为在每一个领域建立能够合作的团队，建立多学科的团队，能在不同的主题上工作是非常重要的。世界顶尖科学家协会的主要优点之一是我会了解到其他学科的人在做什么、思考什么，他们也可能理解我们经济学家的工作。

—— 戴维·齐尔伯曼(David Zilberman, 2019年沃尔夫农业奖)

我们不仅要注意自然科学，还要关注人文科学，关于我们自己，关于我们的神经生物学。因为我们是生命的有机体，我们有自己的生理机能、不同的器官和医药，每天都在衍生出更好的知识。科学中永远要去质疑看看是不是还有其他方面观点的存在，是不是观点其实有效。

—— 马克·范·蒙塔古(Marc Van Montagu, 2013年世界粮食奖)

我们所面临的问题正越来越多学科(交叉)化，所以我们需要训练更多跨学科人才。但与此同时，我们需要创建一种机制来进行跨学科方面的相互增进、加强与合作。这就需要信任与倾听的能力，还需要找到方法来决定谁是可靠的伙伴。

—— 西蒙·莱文(Simon A. Levin, 2005年京都基础科学奖)

我认为主要的突破应该来自于未来不同领域的融合。目前这些学科还是壁垒分明的，比如统计学、数论还有物理学。我是说我很想看到一些新的想法，就是不同领域的理念融合到一起，如此产生的新理念或可解决问题。

—— 吴宝珠(Ngô B ò Chau, 2010年菲尔兹奖)



3.3 研究方法：科学的交叉研究

我们如何将不同的部分或信息汇集在一起？可以把它理解成一个整体，这是一个许多科学家、许多分析师，无论是经济学家还是科学家共同参与的过程，还包括有临床科学家或其他领域、文学家、语言学家。我的意思是什么呢？这就是所谓的皮尔斯所说的外展作用，把所有可用的证据集中起来，放到问题的理解上，因此这不仅仅是一种技术或一组数据，或一种模型。

——詹姆斯·赫克曼（James Heckman，2000年诺贝尔经济学奖）

3.3.2 数学与物理学的交叉研究

如果你是理论物理学家，我们在宇宙中看到的结构和柏拉图的数学思想之间的惊人联系。所有的神秘和力量都在那里，人们应该遵循大自然告诉他们下一步要做的事情。12年前我夜以继日的与实验物理学家讨论大型强子对撞机实验测量的细节。我和数学家们交谈了五年，他们是我的积极合作同事，在此期间，我遵循自然本质、宇宙的结构、柏拉图式的数学和物理思想的世界的结构，才有了科学发现。

——尼玛·阿卡尼-哈米德（Nima Arkani-Hamed，2012年基础物理科学突破奖）

对我来说，有图像对于理论理解真的很有帮助，成就了我的研究。我仍然做这些计算，我也喜欢做，但我总是将结果做成某种形式的图片，在光学方面解释了很多日常生活现象。这些都是一些非常古老的学科，但你从几何的角度思考，可以看到新的东西。

——迈克尔·贝里（Michael Berry，1998年沃尔夫物理学奖）

目前这些学科还是壁垒分明的，比如统计学、数论还有物理学。我是说我很想看到一些新的想法，就是不同领域的理念融合到一起，如此产生的新理念或可解决问题。

吴宝珠（Ngô Bào Châu，2010年菲尔兹奖）

（我们）需要提出像弦理论这样囊括所有场和相互作用的基础理论，作为整个框架的基础，统一我们对于世界的一切思考。这个也很难，因为它在数学上极富挑战性。那么，我们怎么把那些相对完善的小片信息尽量相互联系起来。这是一个具有挑战性的领域。

——安德烈·林德（Andrei Linde，2012基础物理科学突破奖）

另一个让我十分关注的领域是弦理论，主要是由于它引入了具有影响力的数学概念。

—— 克里斯托弗·哈孔 (Christopher Hacon, 2018 年菲尔兹奖)

3.3.3 化学与计算机信息技术的交叉研究

数据驱动下的化学研究，蓬勃发展，会带来新的可能。

—— 野依良治 (Ryoji Noyori, 2001 年诺贝尔化学奖)

可以更深入地去研究计算机，人工智能建模，有助于材料科学的研究。

—— 巴瑞·夏普莱斯 (Barry Sharpless, 2001 年诺贝尔化学奖)

也许我们需要“更聪明”的化学家；也许我们需要有更好的方法来预测事物，如使用计算仪器来计算预测。

—— 约翰·哈特维希 (John Hartwig, 2019 年沃尔夫化学奖)

材料结合了基础化学、工程学及计算科学与各种应用方面的考虑。这个领域要有这样的思维架构，即我不能仅仅只是一个优秀的化学家，我也需要扩宽我的思想，纳入工程学的观点、计算科学以及其他领域中自己感兴趣的观点，这样我（的研究）才能产生更大的影响。

—— 奥马尔·亚基 (Omar Yaghi), 2018 年沃尔夫化学奖)

当你需要对通过分析大量数据，去改进一个特定反应及在了解反应本身机理方面，信息科学领域具有巨大的（分析）潜力并最终可能创造出一个新的更有用的反应。

—— 菲尔·巴兰 (Phil Baran, 2013 年麦克阿瑟天才奖)

3.3.4 生物学与计算机信息技术的交叉研究

基于 AlphaFold 的机器学习算法对结构生物学具有重要意义。而且，如果可以扩展到预测蛋白质之间的界面结构，它就可以预测细胞内的相互作用，从而生成描述这种相互作用的一个全面图谱，对生物学产生深远的影响。

—— 文卡·拉马克里希南 (Venki Ramakrishnan, 2009 年诺贝尔化学奖)



3.3 研究方法：科学的交叉研究

一个挑战是：有能力以周全的方式运用大数据集合去个性化地解决个人（健康）的问题。

—— 亚当·里斯（Adam Riess，2011年诺贝尔物理学奖）

人类学研究，人类的演化和行为研究上，人工智能可以通过大数据进行搜索，或许能告诉我们一些关于人类的知识。

—— 乔治·斯穆特三世（George Smoot III，2006年诺贝尔物理学奖）

大脑如何运作是一个非常关键的研究领域，对许多方面都会产生重大影响。我现在都能想象它能给人工智能带来的进步。

—— 阿奇姆·苏拉尼（Azim Surani，2018年加拿大盖尔德纳国际奖）

我们还需要能运用人工智能和机器学习来理解这些基因组的功能、它们间的相互作用及这些基因组在自然界中是如何相互作用，这就是发生在生物有机体之间的相互共生作用机制。

—— 哈里斯·李文（Harris Lewin，2011年沃尔夫农业奖）

3.3.5 物理学与生物学的交叉研究

（我）打算开发前沿的基于物理学技术与方法，对生物学进行定量研究。

—— 朱棣文（Steven Chu，1997年诺贝尔物理学奖）

生命物质的物理学研究，这是我们在理论物理研究努力推广的东西，研究生命物质的规律及定量理解。物质携带有信息，收集了这么多关于生命的遗传结构的信息。

—— 大卫·格罗斯（David Gross，2004年诺贝尔物理学奖）

如果我想得更广泛更前沿的话，我认为未来重要的发展领域在于生物学和物理学的交叉研究方面。

—— 弗兰克·维尔泽克（Frank Wilczek，2004年诺贝尔物理学奖）

物理学是很有趣的，生物物理学正在寻找新结构和新现象。

—— 沃尔夫冈·克特勒（Wolfgang Ketterle，2001年诺贝尔物理学奖）

3.3.6 数学与计算机信息技术的交叉研究

数学和计算机科学之间关联已经很紧密了，但我感兴趣的一个问题是计算机是否能超越计算，从而能真正研究高等数学。不仅仅是用于验证一些小问题，而是用于真正高深的数学。

——考切尔·比尔卡尔 (Caucher Birkar, 2018 年菲尔兹奖)

我认为很多方向都会有突破，比如最优运输与机器学习相关联，但这种观点还处于不成熟的阶段，如果有人能找到与其他领域相关联的更好的方法。最重要的是找到计算效率高的方法来解决最优运输问题，这将会创造根本性的突破。

——阿莱西奥·菲加利 (Alessio Figalli, 2018 年菲尔兹奖)

我惊讶地看到一家涉足人工智能发展的大公司对这种拓扑桥梁技术比学术界更感兴趣。对我来说，这意味着学术界习惯太根深蒂固，很难理解全新成果的重要性。

——劳伦·拉佛格 (Laurent Lafforgue, 2002 年菲尔兹奖)

3.3.7 物理学与神经科学的交叉研究

运用物理概念来理解大脑，即神经物理学。这是另一个令人兴奋的领域，我很乐意了解这方面的进展。

——里曼·佩奇 (Lyman A. Page, 2018 年基础物理科学突破奖)

我们仍然没有合适的理论工具利用信息对细胞工作原理以及生命运作的原理进行深入了解，更不必说对大脑的理解了。我相信同样地在很大程度上，我们甚至缺少严谨的模型以及解决问题的理论框架去解读那些我们人类都很感兴趣的科学问题，比如什么是心灵？什么是意识，该如何加以描述？对于观察者和神经科学家来说，理论工作是非常重要的，有着大量的数据有关大脑在微观层面上的运作方式。

——大卫·格罗斯 (David Gross, 2004 年诺贝尔物理学奖)

目前最有意思的是跨学科的融合，在与其他领域的科学家的交谈中，比如物理学家与神经学家、数学家与神经学家等。这种融合促进各种思想、方法和技术的多样性发展，也是在科学领域取得重大突破的驱动力。

——梅-布莱特·莫索尔 (May-Britt Moser, 2014 年诺贝尔生理学或医学奖)



3.3 研究方法：科学的交叉研究

3.3.8 数学与神经科学的交叉研究

是否能用数学来更好地理解人类的思维，这与心理学和神经科学有关，当然数学已经在这些领域有所应用了。但我感兴趣的是，是否存在某种高等数学可以用于更好地理解人类的思想。

——考切尔·比尔卡尔 (Caucher Birkar, 2018 年菲尔兹奖)

在与其他领域的科学家的交谈中，比如物理学家与神经学家、数学家与神经学家等，会促进各种思想、方法和技术的多样性发展，也是在科学领域取得重大突破的驱动力。

——梅-布莱特·莫索尔 (May-Britt Moser, 2014 年诺贝尔生理学或医学奖)

3.3.9 化学与生物学的交叉研究

化学加生物学的研究会产生诺奖级成果，实现在生物技术与医疗保健上的贡献。

——野依良治 (Ryoji Noyori, 2001 年诺贝尔化学奖)

每当生物学有重大和新奇的发现，你猜他们最需要谁？化学家。所以通过朋友和同学了解生物学是非常有意思的事情。

——菲尔·巴兰 (Phil Baran, 2013 年麦克阿瑟天才奖)

3.3.10 “大理科”综合研究

我认为我们有机会做出一些全新的东西，计算模拟真的给我们提供了很好的机遇。我们从结构里学到了很多，但是只有单一的时间点或是时间分辨研究，我们想用很多的信息来补充细节。而且我们可以通过数学模型模拟出运动轨迹来完善我们的结构学。我想，仅通过分子动力学的简化模型就能提高针对大分子系统的模拟处理能力。我们将在今后看到，这些密集地计算过程。用量子力学来探究这些化学反应以了解它们的结构细节，我认为这些模型将会有很深远的影响。

——韦恩·亨德里克森 (Wayne Hendrickson, 2003 年加拿大盖尔德纳国际奖)

随着研究和生物学变得越来越僵化，科学家们需要对物理和化学有更好的了解，还得学一些技能和计算机科学，用来做复杂动力系统的数学建模。

—— 托马斯·波拉德 (Thomas D. Pollar, 2006年加拿大盖尔德纳国际奖)

3.3.11 经济学与神经科学的交叉研究

我认为经济学和神经科学之间的合作研究会非常有价值，正如经济学家对大脑如何做出经济决策感兴趣一样，神经科学家从分子和细胞层面对大脑的工作方式很感兴趣。我认为，从中长期来看经济学和神经科学的合作研究很有价值。其实已经有了一个叫神经经济学的领域，这一学科尚处于萌芽阶段，预计在未来几年这一学科会逐渐发展壮大。

—— 埃里克·马斯金 (Eric Maskin, 2007年诺贝尔经济学奖)

3.3.12 材料科学与连接组学的交叉研究

在我看来我们能从材料科学中学到很多东西。我们应该持续关注材料科学的发展，材料学家们知道如何切开材料，如何修复它们，如何对材料进行染色处理，因此我认为材料科学至少对于连接组学来说是我们需要持续关注的重要学科。

—— 伯特·萨克曼 (Bert Sakmann, 1991年诺贝尔生理学或医学奖)



未 来 的 科 学 与 科 学 的 未 来

世界顶尖科学家 莫比乌斯论坛报告



WORLD
LAUREATES
FORUM

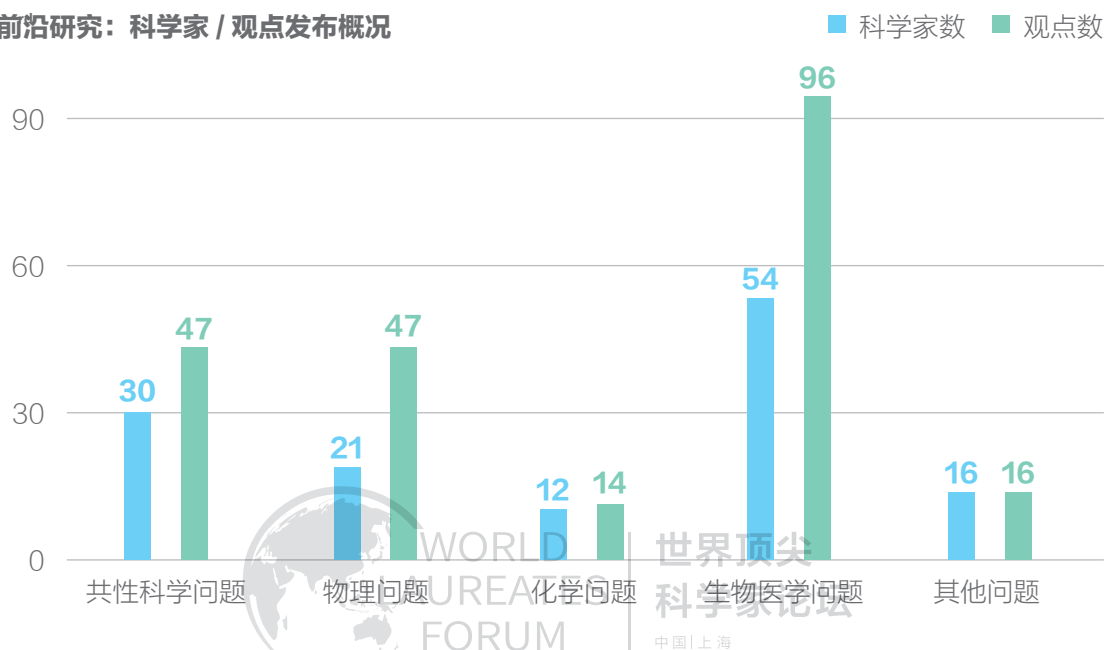
世界顶尖
科学家论坛
中国|上海

顶尖科学家谈科学前沿

3.4 值得关注的前沿研究

“值得关注的前沿研究”大主题下，来自全部 9 个研究领域的 90 位顶尖科学家共贡献了 220 个科学观点，涉及 34 个具体科学问题。其中，共性科学问题 7 个，物理类专业问题 6 个，化学类专业问题 5 个，生物医学类专业问题 10 个，数学、经济学与信息技术类专业问题 6 个。

前沿研究：科学家 / 观点发布概况



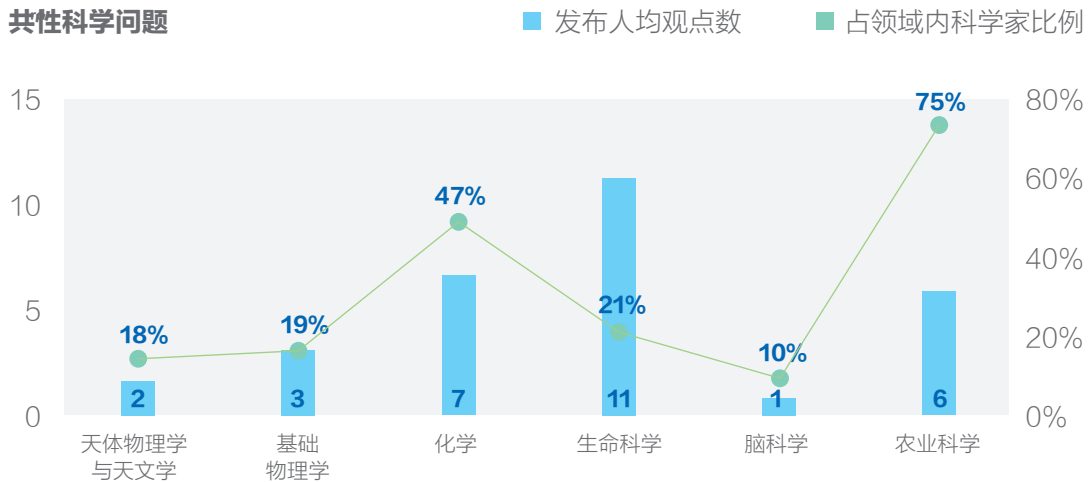
从上图可知，生物医学类专业问题汇聚了最多的科学关注，除该领域科学家人数最多（生命科学 / 医学类 31 人，脑科学 10 人，农业科学 8 人）的原因外，也与现实疫情原因与生物学医学领域的蓬勃发展有关。事实上，生物学 / 医学以外领域的科学家也发表了可观数量的观点，充满对该研究领域的期待。共性科学问题始终是科学界的关注热点，来自多个学科领域的顶尖科学家就气候变化、环境、能源、生物多样性、农业、大循环经济等与人类生存密切相关的现实问题提出了积极的观点与对策建议，极具研究和借鉴价值。

3.4.1 共性科学问题

“共性科学问题”子主题下，来自 6 个研究领域的 30 位顶尖科学家共贡献了 47 个科学观点。



3.4 值得关注的前沿研究



从上图可看出，农业科学领域科学家较多关注该主题，6 位科学家发表了相应的观点，也因农业与粮食问题本属于人类共同命运的科学问题之一；化学领域的 15 位科学家中的 7 位发表了观点，化学家的创造力与科研能力已被证明可用于解决许多共性科学问题，而化学家们对此也是充满信心与期待；物理学、生命科学 / 医学领域，约 20% 的科学家发表了观点；数学、经济学与计算机与信息科学领域的科学家没有提出相关观点。

人均观点数



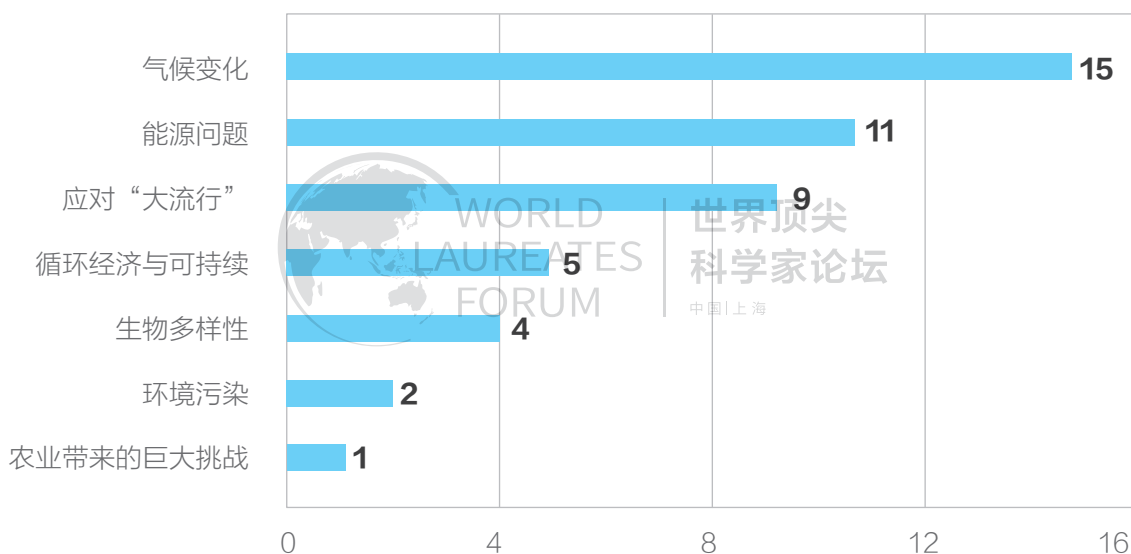
上图呈现了“共性科学问题”子主题下各领域科学家贡献的总观点数与人均贡献观点数。各领域科学家对该主题的人均观点贡献数也较平均（1.5~2 个）。

“共性科学问题”中，科学家的观点可归纳成以下 7 个议题，分别是：

- 气候变化；
- 能源问题；
- 应对“大流行”；
- 循环经济与可持续发展；
- 生物多样性；
- 环境；
- 农业带来的巨大挑战；

共性科学问题

■ 各议题下产生的观点数



其中，“气候变化”是显而易见的关注焦点，15 位科学家对此发表科学观点；能源问题与“大流行”的应对也是科学研究、技术应用与政策发展的热点问题，分别有 11 个与 9 个观点；循环经济与可持续发展问题始终存在科学挑战，5 位科学家关注了此议题；生物多样性、环境与农业挑战分别有 4 个、2 个和 1 个观点。

3.4.1.1 气候变化

未来人类面临的问题，最大的就是气候变化问题。我们的文明还面临着诸多其他挑战。

—— 谢尔顿·李·格拉肖（Sheldon Lee Glashow，1979 年诺贝尔物理学奖）



3.4 值得关注的前沿研究

事实上，所有这些（气候）问题还都没有消失，任何研究及采取有效行动上的推迟都可能在不远的将来给人类带来沉重的代价。

——阿龙·切哈诺沃（Aaron Ciechanover，2004年诺贝尔化学奖）

我们今天面临的最紧迫的问题是气候变化，我认为这是现如今必须解决的一个已存问题。时间不多了，我们需要在很多领域共同应对气候变化和可持续性。对抗气候变化做出贡献但这需要我们非常努力。

——迈克尔·霍尔（Michael Hall，2017年拉斯克基础医学研究奖）

其中一个挑战是应对全球变暖。我认为科学能帮助我们。首先要彻底脱离化石燃料，化石燃料非常糟糕应该消失，我确信其中的一些研究会和帮助我们解决目前面临的大问题、全球变暖直接相关。

——迪迪埃·奎洛兹（Didier Queloz，2019年诺贝尔物理学奖）

关于气候变化，科学已经说服了社会，以更好的方式来判断科学事实，并使人们更加确信观察和事实是如此复杂。现在我们需要说服社会，虽然气候问题看起来不是生死攸关的问题，这其实是很动态的一个事情。气候也更接近各种生物。因为变化的远不止一件事，所以我们必须谨慎对待。

——马克·范·蒙塔古（Marc Van Montagu，2013年世界粮食奖）

让公众看清事实，听取科学家们的劝告。相信科学家的努力可以控制气候恶化。

——弗雷泽·斯托达特（Fraser Stoddart，2016年诺贝尔化学奖）

能够以更多的科学技术、崭新的承诺和更大的热情回归应对气候问题、全球饥饿问题、人类健康和环境保护的正轨上，并创造新的进步，使我们的世界变得更好、更安全、更繁荣，同时得到更好的保护。

——约翰·哈特维希（John Hartwig，2019年沃尔夫化学奖）

我最担心的就是气候变化问题，这是和我们的生存息息相关的巨大威胁，我认为靠科学技术就可以处理气候变化问题。

——哈维·阿尔特（Harvey Alter，2020年诺贝尔生理学或医学奖）

材料科学在应对比如说威胁全人类的气候变化方面这些领域都至关重要。

—— 罗杰·科恩伯格 (Roger Kornberg, 2006 年诺贝尔化学奖)

需要发展可再生能源的技术, 解决气候变化相关问题, 即使作为一个局外人, 我也对改善环境有一些想法。

—— 厄温·内尔 (Erwin Neher, 1991 年诺贝尔生理学或医学奖)

我最关心的研究领域是我们必须解决全球环境危机。我认为疾病大流行与环境密切相关, 因为有越来越多的病毒感染人类。随着地球变得越来越热, 以及与疾病大流行同时发生的其他事情, 我们所面对的影响会越来越糟糕。

—— 帕梅拉·比约克曼 (Pamela J. Bjorkman, 1994 年加拿大盖尔德纳国际奖)

并不是所有人都意识到了这一点, 尤其是一些显赫人物, 他们并没有意识到此刻北极南极的冰正在融化, 诸如此类的事。这是个很大的问题, 且很难解决, 但我认为我们必须在全球采取有效的施, 来寻找解决方案。

—— 哈拉尔德·楚尔·豪森 (Harald zur Hausen, 2008 年诺贝尔生理学或医学奖)

我认为 (气候问题) 教育是必不可少的, 但这需要各级政治领导人作出承诺。然而目前, 美国还没有做出这样的承诺。最终, 地球上的每个人都必须致力于解决气候问题。

—— 托马斯·波拉德 (Thomas D. Pollar, 2006 年加拿大盖尔德纳国际奖)

我还想知道更多关于风速变化的原因, 正如我之前提到的为什么风速在南纬 60 度和北纬 60 度的陆地上会降低, 但是在海洋上会增长呢? 在我看来, 这是一个非常重要的观测, 可能与气候变化有关, 也许还有温度梯度, 但我们还不太清楚。

—— 格雷厄姆·法夸尔 (Graham Farquhar, 2017 年京都奖基础科学奖)

没有多学科共同努力, 我们就无法解决如今面对的重大问题, 比如新冠疫情和气候变化。

—— 西蒙·莱文 (Simon A. Levin, 2005 年京都基础科学奖)



3.4 值得关注的前沿研究

3.4.1.2 能源问题

化石燃料非常糟糕应该消失。我们有很多方式使用，氢气、电力、更好地利用太阳能，风能、海洋、河流和湖泊。你想到的一切，社会应该改变处理能源的方式。储量方面要更加节能，这也和突破有关。新技术、新材料、制造电池的新方法等等，用新的方式让能源变得有用。

—— 迪迪埃·奎洛兹 (Didier Queloz, 2019 年诺贝尔物理学奖)

找到一种室温超导体“将具有巨大的技术重要性，例如，有助于解决世界的能源问题，提供更快的计算机，产生新颖的存储器和存储设备以及启用超灵敏传感器等众多的可能性”。

—— 乔治·斯穆特三世 (George Smoot III, 2006 年诺贝尔物理学奖)

在注重应用的能源技术领域，我会选择通过控制核聚变进行发电以及研发可以在室温下使用的超导材料。

—— 塞尔日·阿罗什 (Serge Haroche, 2012 年诺贝尔物理学奖)

我研究电池的原因是，我们想逐步摆脱内燃机，让个人出行方式变得非常清洁，比如用于电动汽车，我们需要更好的电池。我们需要充电速度快得多的电池，重量更轻，成本更低。

—— 朱棣文 (Steven Chu, 1997 年诺贝尔物理学奖)

遗憾的是电力供应，无论是在中国、美国还是欧洲，都不足以让我们的车辆都替换为电动车。现在我们需要的是大力发展风能、太阳能和核能，我们必须停止燃烧化石燃料。否则地球将会变得极其不宜居住，这是我们社会的生存威胁，远高于政治问题。

—— 谢尔顿·李·格拉肖 (Sheldon Lee Glashow, 1979 年诺贝尔物理学奖)

应该改进现有锂电池长达几周的镀层与改性工艺；碳正极的替代物研究与固态锂电池。

—— 斯坦利·惠廷汉姆 (Stanley Whittingham, 2019 年诺贝尔化学奖)

如果纳米机器它能帮助解决更进一步的问题，比如食物、材料、能源的供给问题，为什么不去研制呢？

—— 本·费林加（Ben Feringa，2016 年诺贝尔化学奖）

一个重大的科学突破就是开发出更高效的光伏能源的利用和储能设备，从而会减少我们对化石燃料的需求。

—— 格雷戈·塞门萨（Gregg Semenza，2019 年诺贝尔生理学或医学奖）

需要发展可再生能源的技术，解决气候变化相关问题，即使作为一个局外人，我也对改善环境有一些想法。

—— 厄温·内尔（Erwin Neher，1991 年诺贝尔生理学或医学奖）

人们也很少在讨论地球表面的能量平衡时谈论光合作用。答案是光合作用产生的能量通常只有百分之几，似乎非常低效。但那不是真的，从热力学的角度来看，我们假设它的效率是百分之百的，那就意味着这个过程是可逆的。这样的话，植物的光合作用将会成为能源领域的重大热点。

—— 格雷厄姆·法夸尔（Graham Farquhar，2017 年京都奖基础科学奖）

3.4.1.3 应对“大流行”

我认为疾病大流行与环境密切相关，因为有越来越多的病毒感染人类。随着地球变得越来越热，以及与疾病大流行同时发生的其他事情，我们所面对的影响会越来越糟糕。

—— 帕梅拉·比约克曼（Pamela J. Bjorkman，1994 年加拿大盖尔德纳国际奖）

未来人类面临的问题，如像新冠肺炎这样的大流行病，然后就是可能产生的核冲突，无论是故意为之、还是偶然、还是恐怖行为，无论哪种形式都是十分可怕的。所以我们的文明还面临着诸多其他挑战。

—— 谢尔顿·李·格拉肖（Sheldon Lee Glashow，1979 年诺贝尔物理学奖）

我们为未来可能发生的流行病做的准备工作还很少。即使没有新的大流行，如果我们不消除传播隐患，还将看到 Covid-19 疫情的不断爆发。

—— 库尔特·维特里希（Kurt Wüthrich，2002 年诺贝尔化学奖）



3.4 值得关注的前沿研究

现在对于新冠病毒也有很多制作疫苗的新方法，这些都是基于载体或者 mRNA 的疫苗。这些都是一些新的做法，但我不知道人们在这方面的研究到底有多积极，这将是一笔很大的开支，尤其投入疫苗研发后如果不能在全球范围内或是有钱购买疫苗的国家使用，那药企也不会有什么动力来做这些疫苗。

—— 哈维 · 阿尔特 (Harvey Alter, 2020 年诺贝尔生理学或医学奖)

传染病是可以通过大量且持续的资金投入所避免的，需要世界各国政府和慈善机构提供更有意义、更持久和更大量的资金支持。

—— 兰迪 · 谢克曼 (Randy Schekman, 2013 年诺贝尔生理学或医学奖)

我认为一个主要的障碍当然是此次大流行。在我们消除这个威胁之前，我们不太可能在社会的其他任何领域看到进步。

—— 格雷戈 · 塞门萨 (Gregg Semenza, 2019 年诺贝尔生理学或医学奖)

针对病毒疾病、基于 RNA 的潜在治疗方法也没有得到足够探索。那么，原因是什么呢？我认为是因为我们需要更多的非盈利性研究，来支持让这种转换成为研究的一部分。

—— 大卫 · 鲍尔科姆 (David Baulcombe, 2008 年加拿大盖尔德纳国际奖)

RNA 纳米粒子技术实质上提供了适用于应对多种病毒的通用药物平台。这些也为通过国际合作建立开发设施和生产工厂提供了机会，可为不可避免的下一次“大流行”做好准备。

—— 汉斯 · 克莱夫斯 (Hans Clevers, 2013 年生命科学突破奖)

来自不同学科的科学家人纷纷将注意力转向新冠疫情，让我感到欣喜。不仅是公共卫生问题专家，生物学家、生态学家、感染病学专家、物理学家，还有经济学家、其他社会科学家、人类学家都参与进来。没有多学科共同努力，我们就无法解决如今面对的重大问题，比如新冠疫情和气候变化。

—— 西蒙 · 莱文 (Simon A. Levin, 2005 年京都基础科学奖)

3.4.1.4. 循环经济与可持续发展

我关注与大循环经济相关的未来物质社会。现在普遍存在的塑料、电池材料，以及未经使用的药物倾倒入环境中，我们真的应该考虑易于回收或重组新材料了，我们需要开发出一种利用可再生能源驱动化学键重组，对环境能产生积极应答的材料。

—— 杨培东 (Peidong Yang, 2015 年麦克阿瑟天才奖)

应关注“电子垃圾”贵金属资源的回收处理。

—— 弗雷泽·斯托达特 (Fraser Stoddart, 2016 年诺贝尔化学奖)

真能制造出真正可循环和可重复使用的同时保留现有的所有特性的塑料吗？

—— 约翰·哈特维希 (John Hartwig, 2019 年沃尔夫化学奖)

时间不多了，我们需要在很多领域共同应对气候变化和可持续性发展。

—— 迈克尔·霍尔 (Michael Hall, 2017 年拉斯克基础医学研究奖)

我们需要第二次绿色革命，一个以植物为人类主要营养源的绿色革命。在我看来，这是唯一的可持续发展的途径。

—— 哈里斯·李文 (Harris Lewin, 2011 年沃尔夫农业奖)

3.4.1.5 生物多样性

一个科学问题是对生物多样性丧失的关注，这将对未来的巨大挑战。

—— 雷夫·安德森 (Leif Andersson, 2014 年沃尔夫农业奖)

化学在农业科学中的应用，必须将我们的物质资源与不断变化的食物需求联系起来进行科学管理。

—— 约翰·哈特维希 (John Hartwig, 2019 年沃尔夫化学奖)

我们有所有濒危物种或受威胁物种 70000 个物种的基因序列组，我们该如何使用它们？我们如何利用它进行保护工作？我们需要更好地理解遗传信息如何才能帮助我们为不同物种制定保护计划，并保护整个生态系统。甚至是重建被人类活动破坏的生态系统。

—— 哈里斯·李文 (Harris Lewin, 2011 年沃尔夫农业奖)



3.4 值得关注的前沿研究

我相信转基因技术和转基因所包含的新技术对作物保护是很重要的。我相信它们对作物的营养是必不可少的，我们必须在哈伯法中找到一条路提供固氮化合物。虽然我们仍在使用化肥，但我们必须使用作物保护，甚至是更先进的作物保护以此保护我们为其付出碳印记的植物。

—— 约翰·皮克特 (John Pickett, 2008 年沃尔夫农业奖)

3.4.1.6 环境挑战

该怎么处理塑料？真能制造出真正可循环和可重复使用的同时保留现有的所有特性的塑料？

—— 约翰·哈特维希 (John Hartwig, 2019 年沃尔夫化学奖)

我们环境中的微塑料引起了很多问题。现在它随处可见，污染了海洋和环境。当然我觉得它对全球的环境、野生动物、所有海洋生物和环境问题都有非常严重的负面影响，甚至对人类健康也有负面影响。

—— 杨培东 (Peidong Yang, 2015 年麦克阿瑟天才奖)

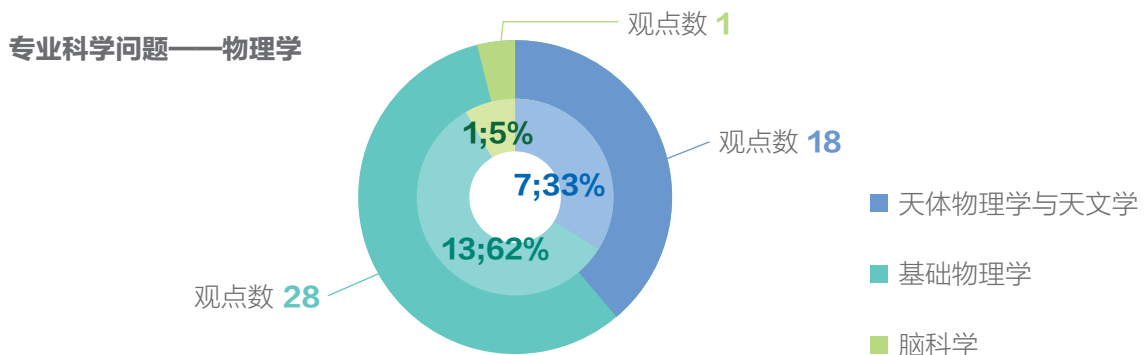
3.4.1.7 农业挑战

农业是地球上最重要的科学领域。如果我们不能养活自己，世界上将有着巨大的政治动荡。

—— 哈里斯·李文 (Harris Lewin, 2011 年沃尔夫农业奖)

3.4.2 物理专业问题

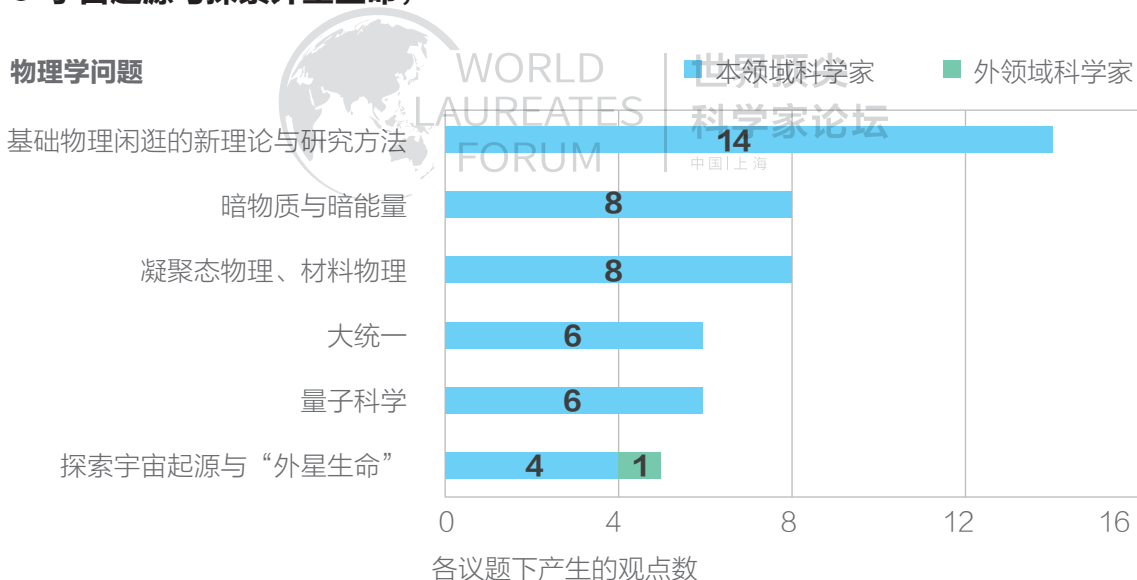
“物理专业问题”子主题下，来自 3 个研究领域的 21 位顶尖科学家共贡献了 47 个科学观点。



从上图可看出，关注该领域专业科学问题的基本还是本领域的科学家，7 位天体物理学与天文学家，13 位基础物理学家，和 1 位神经科学家。2014 年诺贝尔生理学或医学奖获得者爱德华·莫索尔，这位神经科学家表示表示“一直对宇宙学很感兴趣，很好奇外太空有什么”，而这个领域的魅力让他保有热情，充满惊喜。

“物理专业问题”中，科学家的观点可归纳成下以下 6 个议题，分别是：

- **基础物理相关的新理论与研究方法；**
- **暗物质与暗能量；**
- **凝聚态物理与材料物理；**
- **大统一理论；**
- **量子科学；**
- **宇宙起源与探索外星生命；**



其中，物理学家们显然更关注“基础物理相关的新理论与研究方法”，14 位科学家对此发表科学观点，认为物理学的发展取决于新理论与不断进步的研究方法；分别有 8 位顶尖科学家关注了“双暗研究”与“凝聚态物理”上的进展，新材料将具有颠覆现有生活方式的潜能；理论物理学家们非常关注“大统一理论”的进展，6 位物理学家发表了科学观点；量子科学作为最前沿的科研与应用方向，6 位科学家对此表示了关注；探索宇宙起源是科技进步的永恒主题，5 位科学家关注此项并认为会有大的突破。



3.4 值得关注的前沿研究

3.4.2.1 基础物理相关的新理论与研究方法

现在是一个从事黑洞研究的好时机，有很多事情正在发生。我们将能够进行黑洞合并的群体研究了。而且会出现全新的学科，开创全新的研究领域。但是有没有什么方法让我们在黑洞边界看到量子现象的一些迹象。这是一个开放性问题，也许是，也许不是，但这确实是我们应该考虑的问题。这些问题都很有前瞻性，我们希望在未来能够解决。因为这些新技术真的开启了无尽的可能性。

—— 谢普德·多尔曼 (Sheperd Doeleman, 2020 年基础物理科学突破奖)

把理论预测、实验成果和实验方法结合起来。需要很多人共同努力，还有一个挑战是开发一些理论以待验证。理论开发目前远未结束。

—— 安德烈·林德 (Andrei Linde, 2012 基础物理科学突破奖)

现在我们可以用更可靠的方式控制物质，在此之前我们不知道该怎么下手。我自己的工作方面我认为物理学领域充满活力，已经进入到理解物质的涌现性质的领域研究，需要思考可用的新技术。

—— 弗兰克·维尔泽克 (Frank Wilczek, 2004 年诺贝尔物理学奖)

各种各样的观测都在进行，采用了不同的技术、搜寻不同质量范围与不同相互作用类型上的暗物质。

—— 里曼·佩奇 (Lyman A. Page, 2018 年基础物理科学突破奖)

我们还需要研究其他方面，为什么有物质和反物质的通道？如何实验？我们要做什么和观察什么？

—— 乔治·斯穆特三世 (George Smoot III, 2006 年诺贝尔物理学奖)

一个是超对称性的发现，我们不确定观察超对称性需要多高的能量，但它仍有可能被发现。

—— 约翰·亨利·施瓦茨 (John Henry Schwarz, 2014 年基础物理科学突破奖)

在欧洲核子研究中心，我们有表现优异的粒子加速器，它们正在开拓科学的前沿，利用新的观测技术，天体物理学的新发现层出不穷。物理学是很有趣的，生物物理学正在寻找新结构和新现象。

—— 沃尔夫冈·克特勒 (Wolfgang Ketterle, 2001 年诺贝尔物理学奖)

我们有一个非常成功的粒子模型，它被称为标准模型。但是关于这个模型还有一些非常重要的开放性问题。为了推进这一领域的发展，解决这些问题是很重要的。我们认为利用更高的能量或许能够发现一些新的物理，能够回答其中的一些问题，并加强这一理论使其更加完整。

—— 杰罗姆·弗里德曼 (Jerome Friedman, 1990 年诺贝尔物理学奖)

我刚讲到了物理学取得了不少的突破，一些都是可以获得诺贝尔奖的发现，在我的高能物理学领域是这样的。

—— 谢尔顿·李·格拉肖 (Sheldon Lee Glashow, 1979 年诺贝尔物理学奖)

我认为对粒子物理学而言，希格斯玻色子和中微子会是未来最核心的研究方向。

—— 王贻芳 (Yifang Wang, 2016 年基础物理科学突破奖)

在宇宙学中最重要突破领域是基础物理。基础物理学在某种程度上来说，在二十世纪有两个伟大思想，微观理论中的量子力学和广义相对论。我们试着在量子引力理论中将二者结合起来。弦理论是目前最主流的拓展理论，来发展量子力学。但我们不确定这是否是正确的方法。我们想知道的是在超高密度和超高温下物质和能量结合会发生什么。

—— 大卫·斯珀格尔 (David Spergel, 2018 年基础物理科学突破奖)

弦理论让我们能够以新的角度来看待问题能帮助解决现今物理学两大领域。融合时所产生的很多概念问题，但同时弦理论也提出了关于空间和时间的真正本质的其他问题。

—— 大卫·格罗斯 (David Gross, 2004 年诺贝尔物理学奖)

我认为对大爆炸早期引力辐射的研究进展，可能会为基础物理提供信息。但这无法通过其他方式实现，所以针对宇宙学进行了大量理论和实验研究。这些研究能够提供很多重要信息。

—— 尼玛·阿卡尼-哈米德 (Nima Arkani-Hamed, 2012 年基础物理科学突破奖)



3.4 值得关注的前沿研究

弦理论有着许多有趣的挑战，尤其是对时空的意义的探究。最终肯定会带来深远的影响，弦理论的一个令人兴奋的发展是指向了物理学和几何学之间错综复杂的联系，另一方面则表现在量子信息理论中。

—— 内森·塞伯格 (Nathan Seiberg, 2012 年基础物理科学突破奖)

3.4.1.2 暗物质与暗能量

暗物质的本质是什么？这将是一个很大的突破。

—— 乔治·斯穆特三世 (George Smoot III, 2006 年诺贝尔物理学奖)

我们现在所知的仅仅是冰山一角，我们不知道那些冷暗物质是什么，我们不了解暗能量是什么，我们也不清楚宇宙的起源，所以宇宙学中有很多非常重要的问题亟待解决。

—— 查尔斯·班尼特 (Charles Bennett, 2018 年基础物理科学突破奖)

有突破的领域有很多，全世界对暗物质的搜寻也是多种多样的，我们不知道它是什么，但很清楚它不是什么，但保留了可能性。很令人兴奋。各种各样的观测都在进行，采用了不同的技术、搜寻不同质量范围与不同相互作用类型上的暗物质。全世界都在开展观测，看到这种情形十分激动人心。

—— 里曼·佩奇 (Lyman A. Page, 2018 年基础物理科学突破奖)

另一个令人兴奋的发现是，对暗物质的观察和理解。大爆炸早期引力辐射的研究进展，可能会为基础物理提供信息。

—— 约翰·亨利·施瓦茨 (John Henry Schwarz, 2014 年基础物理科学突破奖)

寻找能将量子物理与重力统一起来的理论，揭示宇宙暗物质和暗能量的本质，也是非常宏大的问题。

—— 塞尔日·阿罗什 (Serge Haroche, 2012 年诺贝尔物理学奖)

我认为最突出的机会就是弄清暗物质是什么。你足够聪明的话，可以完善理论，这样我们可以更清楚我们寻找的是什么。

—— 弗兰克·维尔泽克 (Frank Wilczek, 2004 年诺贝尔物理学奖)

至于说其他可以获得突破的领域，冷暗物质以及暗能量还没被真正理解，全世界的物理学家和天体物理学家都在用不同的方法想要发现这些粒子，弄清它们到底是什么。

——杰罗姆·弗里德曼 (Jerome Friedman, 1990 年诺贝尔物理学奖)

最让我感兴趣的一个问题是构成我们宇宙主要部分的神秘暗物质到底是什么。

——伯特兰·哈普林 (Bertrand Halperin, 2003 年沃尔夫物理学奖)

3.4.1.3 凝聚态物理与材料物理

我认为我们正在进入一个对材料的理解的全新领域。其中存在的可能性是巨大的，我们会在各种量子物质的新相态方面迎来很多突破，并且我们能得到可用于各个途径的新材料。

——大卫·格罗斯 (David Gross, 2004 年诺贝尔物理学奖)

在我的领域，量子材料研究很多突破正在发生。我们研制出的新材料有拓扑绝缘体、石墨片、碳纳米管……所以，我们以惊人的速度发现和开发了特殊的新型材料，所以很难预测下一个突破会在哪里取得。

——沃尔夫冈·克特勒 (Wolfgang Ketterle, 2001 年诺贝尔物理学奖)

我所在的领域，量子材料，我确实认为也很可能有非常令人兴奋的发展，这是个总会有惊喜的领域。我们经常对自己说这个领域每十年有一次惊喜。我们通常没办法预测会发生什么，有可能突然就发生了，往往是完全出乎意料的实验发现。

——艾伦·麦克唐纳 (Allan MacDonald), 2020 年沃尔夫物理学奖)

另一个我期待突破的领域，是开发新的实验探针来测量材料的特性。它们也将在材料成型以及在控制材料成型方面有所突破。

——伯特兰·哈普林 (Bertrand Halperin, 2003 年沃尔夫物理学奖)

找到一种室温超导体“将具有巨大的技术重要性，例如，有助于解决世界的能源问题，提供更快的计算机，产生新颖的存储器和存储设备以及启用超灵敏传感器等众多的可能性”。

——乔治·斯穆特三世 (George Smoot III, 2006 年诺贝尔物理学奖)



3.4 值得关注的前沿研究

新的材料是用新的拓扑性质制造的，这开辟了一个全新的领域，从量子水平思考材料。我觉得那是一个令人难以置信的领域。

—— 里曼·佩奇 (Lyman A. Page, 2018 年基础物理科学突破奖)

我是凝聚态物理学家，一名材料科学家，在我的研究领域，有一个非常明显的长期目标，就是实现室温超导。这将是许多技术的重大突破，包括能源技术、储能、运输、电子学等等。

—— 安德烈·盖姆 (Andre Geim, 2010 年诺贝尔物理学奖)

凝聚态物理学中的一系列发现极其有趣，也极具前景。这些发现在实验和理论方面都存在。其中一些发现，与新发现的奇特物相有关。

—— 内森·塞伯格 (Nathan Seiberg, 2012 年基础物理科学突破奖)

3.4.1.4. 大统一理论

从整个物理学的角度来看，人们都认为非常有必要提出一个完整统一的物理学理论，这就意味着要将重力引入量子物理学，能够预测中微子的质量，以及目前标准模型中有关自由参数的其他内容。

—— 查尔斯·班尼特 (Charles Bennett, 2018 年基础物理科学突破奖)

在宇宙学中最重要突破领域是基础物理。基础物理学在某种程度上来说，在二十世纪有两个伟大思想，微观理论中的量子力学和广义相对论。我们试着在量子引力理论中将二者结合起来。弦理论是目前最主流的拓展理论，来发展量子力学。但我们不确定这是否是正确的方法。我们想知道的是在超高密度和超高温下物质和能量结合会发生什么。

—— 大卫·斯珀格尔 (David Spergel, 2018 年基础物理科学突破奖)

需要提出像弦理论这样囊括所有场和相互作用的基础理论，作为整个框架的基础，统一我们对于世界的一切思考。这个也很难。因为它在数学上极富挑战性。那么，我们怎么把那些相对完善的小片信息尽量相互联系起来。但这是一个具有挑战性的领域。

—— 安德烈·林德 (Andrei Linde, 2012 基础物理科学突破奖)

寻找能将量子物理与重力统一起来的理论,揭示宇宙暗物质和暗能量的本质,也是非常宏大的问题。

—— 塞尔日·阿罗什 (Serge Haroche, 2012 年诺贝尔物理学奖)

还有一个问题我觉得它非常重要,但是非常困难。这个问题就是大统一,广义相对论和量子理论。它们都是杰出的理论,但是它们彼此之间似乎没有任何关联。我们知道在本质上它们一定是有关系的。这就是大家都在研究的事情,一旦我们把它弄清楚了,我们将对所有自然力有一个连贯的。

—— 杰罗姆·弗里德曼 (Jerome Friedman, 1990 年诺贝尔物理学奖)

多年以来,我们依然在探索一种将量子物理学与万有引力定律,统一起来的方法。我认为,在过去的几年里人们一直致力于把量子信息学、凝聚态物理学、量子力学、高能物理学、万有引力定律、弦理论进行统一。现在正是激动人心的时刻,研究者们正在努力将各种理论整合。而将各种理论整合可能会是一场伟大的革命。这是我们还没有完成的工作,现在是时候完成它了。

—— 伊格纳西奥·西拉克 (Ignacio Cirac, 2013 年沃尔夫物理学奖)

3.4.1.5 量子科学

我认为物理学中最令人兴奋的领域之一是量子信息。我不确定量子信息是否有突破,利用量子力学的非凡性质制造设备显然是非常非常困难的,所以我认为这将是未来几十年里物理学界的一个重大事件。

—— 艾伦·麦克唐纳 (Allan MacDonald), 2020 年沃尔夫物理学奖)

我们知道更多的实验和观测正在阐明量子力学神秘部分的实际工作原理。

—— 乔治·斯穆特三世 (George Smoot III, 2006 年诺贝尔物理学奖)

在量子信息领域,最大的障碍当然还是退相干性。最佳量子比特的候选方案也悬而未决。目前最先进的设备是离子阱或超导电路需要极低的温度才能工作,一般来说不太实用。开发新的量子比特,使其能够在室温下高效运行仍然是一个挑战。

—— 塞尔日·阿罗什 (Serge Haroche, 2012 年诺贝尔物理学奖)



3.4 值得关注的前沿研究

量子计算机可以帮助我们解决很多学科的问题，且这些问题无法用传统计算机解决。我认为这不仅在科学上，也会给全社会带来巨大的影响。

—— 伊格纳西奥·西拉克 (Ignacio Cirac, 2013 年沃尔夫物理学奖)

我可以讲一些我特别期待，可能会出现一些非常有趣的突破的领域。其中一个领域就是寻找新的计算强相互作用量子系统的性质方法。

—— 伯特兰·哈普林 (Bertrand Halperin, 2003 年沃尔夫物理学奖)

量子信息理论，近年来我们对单个系统的量子物理有了更多的了解。这将引向人们所说的量子计算、量子密码这些事情…还有…还有很多我们不知道的量子态的详细结构亟待我们去发现。这就是我对人们的建议。

—— 迈克尔·贝里 (Michael Berry, 1998 年沃尔夫物理学奖)

3.4.1.6 宇宙起源与探索“外星生命”

我们现在所知的仅仅是冰山一角，我们不知道那些冷暗物质是什么，我们不了解暗能量是什么，我们也不清楚宇宙的起源，所以宇宙学中有很多非常重要的问题亟待解决。

—— 查尔斯·班尼特 (Charles Bennett, 2018 年基础物理科学突破奖)

难点在于充分证明我们过去 40 年里关于宇宙起源的论断。证明工作已经做了很长时间，看是不是真的是由暴胀宇宙论产生的。这是第一个挑战。把理论预测、实验成果和实验方法结合起来。需要很多人共同努力。

—— 安德烈·林德 (Andrei Linde, 2012 基础物理科学突破奖)

在系外行星上寻找生命迹象也是非常重要的。

—— 塞尔日·阿罗什 (Serge Haroche, 2012 年诺贝尔物理学奖)

什么是大爆炸？宇宙是如何形成的？以及那意味着什么？理解宇宙起源会是无比巨大的突破。

—— 大卫·格罗斯 (David Gross, 2004 年诺贝尔物理学奖)

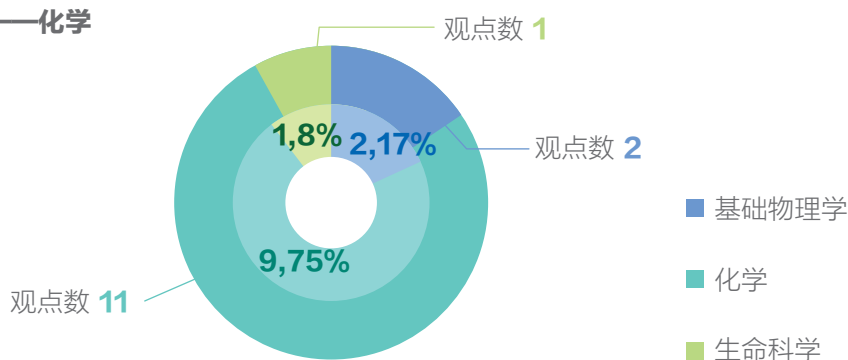
我一直对宇宙学很感兴趣，我一直很好奇外太空有什么，这个领域的魅力让我保有热情，并且惊喜不断。

—— 爱德华·莫索尔 (Edvard Moser, 2014 年诺贝尔生理学或医学奖)

3.4.2 化学专业问题

“化学专业问题”子主题下，来自3个研究领域的11位顶尖科学家共贡献了14个科学观点。

专业科学问题——化学

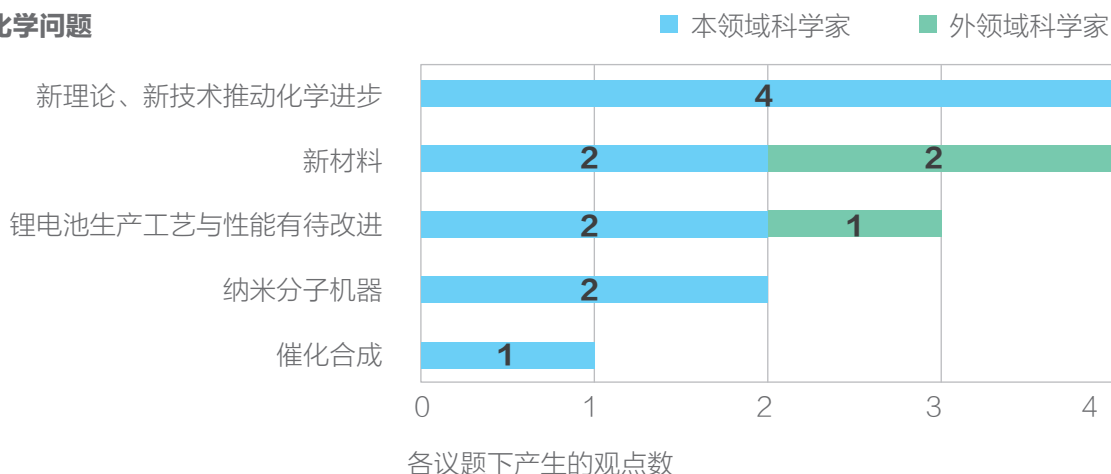


与物理领域类似，关注该领域专业科学问题的基本集中在本领域的科学家，9位化学家，2位基础物理学家，和1位生物学家。化学以外领域的顶级科学家们更多关注具新物化性质材料的发展。

“化学专业问题”中，科学家的观点可归纳成以下5个议题，分别是：

- 可推动化学进步的新理论、新技术；
- 新材料；
- 锂电池等新能源技术；
- 纳米分子机器；
- 催化合成；

化学问题





3.4 值得关注的前沿研究

从上图可知，化学家们也更多关注“可推动化学进步的新理论与新技术”的发展，4位科学家对此发表科学观点；新材料同样是化学领域的热点，有4位顶尖科学家关注了材料技术上的进展；3位科学家提到了以新型锂电池为代表的新能源技术的发展，并发表了科学观点；2位分子机器领域的顶尖科学家对该领域的技术挑战与应用前景发表了积极的观点；1位材料化学家，2015年麦克阿瑟天才奖得主杨培东，认为之后的几年中有望发现新型固氮催化剂，对环境友好并具有百分之百的催化选择性。

3.4.2.1 可推动化学进步的新理论、新技术

我们需要两个重要的新技术：一个是有更好的方法来预测事物，使用计算仪器来计算预测它们；另一种是或许有方法可以改变实验方法，这样我们就可以做大量的实验。像2018年获诺贝尔奖的主题（酶的定向进化）一样。如果在合成化学中能有一种类似的技术，用于评估大量的实验条件，可以真正改变合成化学，创造新的体系，实现这些反应并改变人们对化学合成的思考方式的传统想法。

——约翰·哈特维希（John Hartwig，2019年沃尔夫化学奖）

我们可以设计信息序列金属有机框架材料内有机官能团序列以及金属序列，但是我们目前没有可用的常规方法对这些序列进行测序。这是一个挑战，我们也可以克服，但是只有通过极少数专门的技术，例如固态雷达、核磁共振实验、原子探针层析技术等对MOF里的这些信息进行测序。我们开创了一个全新的研究领域。

——奥马尔·亚基（Omar Yaghi，2018年沃尔夫化学奖）

我希望下一代工具可以帮助我们观察化学反应中的（实时）分子活动。像摄像机一样的工具，通过它可以观察反应，比如说在我的反应瓶里有很多分子，我想有个摄像机，让我能看到单个分子和所有分子在一起的活动情况。

——余金权（Jinquan Yu，2016年麦克阿瑟天才奖）

有机化学是分析技术进步和发展的受益者。当你尝试需要对一个特定反应分析大量数据，从而了解如何改进这个反应及在了解反应本身方面，信息科学领域具有巨大潜力并最终可能创造出一个新的更有用的反应。一旦时机成熟，新技术的加持将推动有机化学取得重大突破。

——菲尔·巴兰（Phil Baran，2013年麦克阿瑟天才奖）

3.4.2.2 新材料

材料或分子的合成，是现代社会的关键驱动力。我们需要用一种全新的化学键打造能响应环境变化的材料。可以根据环境变化进行重组的化学键。这样我们才能发明出新的材料、新的半导体、新的聚合物以及新的药物。它们能通过节能工艺轻易地被循环利用，我觉得现在是时候好好去想某种办法，利用可再生能源根据需求对化学键进行任意的连接、断开、重组。

—— 杨培东（Peidong Yang，2015 年麦克阿瑟天才奖）

柔性、高抗裂性陶瓷，应用于航空材料是最亟需的。

—— 丹·谢赫特曼（Dan Shechtman，2011 年诺贝尔化学奖）

我个人认为非常令人兴奋的一个领域是研究由共价键结合的原子层堆积而成的材料，在这些材料中只存在范德华力，即原子层与层之间的作用力很弱。你可以用这个系统做很多事情。我希望那方面会有很大的进展。

—— 伯特兰·哈普林（Bertrand Halperin，2003 年沃尔夫物理学奖）

材料科学在应对比如说威胁全人类的气候变化方面这些领域都至关重要。

—— 罗杰·科恩伯格（Roger Kornberg，2006 年诺贝尔化学奖）

3.4.2.3 锂电池等新能源技术

这个领域有什么突破？也算不上什么突破。只是开始有了不同的新发明来解决一些问题，比如允许在电池中使用硫之类非常便宜的材料，而不再使用镍和钴。我们的目标是做出更好的电池，然后必须克服一些问题让这款很“新潮”的电池真正变得商业化。

—— 朱棣文（Steven Chu，1997 年诺贝尔物理学奖）

我们需要改进现有锂电池长达几周的镀层与改性工艺；碳正极的替代物研究与固态锂电池。

—— 斯坦利·惠廷汉姆（Stanley Whittingham，2019 年诺贝尔化学奖）



3.4 值得关注的前沿研究

3.4.2.4 纳米分子机器

如何使分子机器与微小目标建立联系，或是与更大一些的体系联系起来，以便应用于人们的日常生活。目前，我们需要将这些极小的机器同我们生活的广大世界建立联系。

—— 弗雷泽·斯托达特 (Fraser Stoddart, 2016 年诺贝尔化学奖)

将微型部件、分子机器组合起来，实现复杂功能，及其工作机制原理的探索。所以在未来，人们可能会成为生化人，用人造义肢替代原有的器官。我们必须了解它们实现复杂功能的合作工作机制，这是我目前所面临的巨大挑战之一。

—— 本·费林加 (Ben Feringa, 2016 年诺贝尔化学奖)

3.4.2.5 催化合成

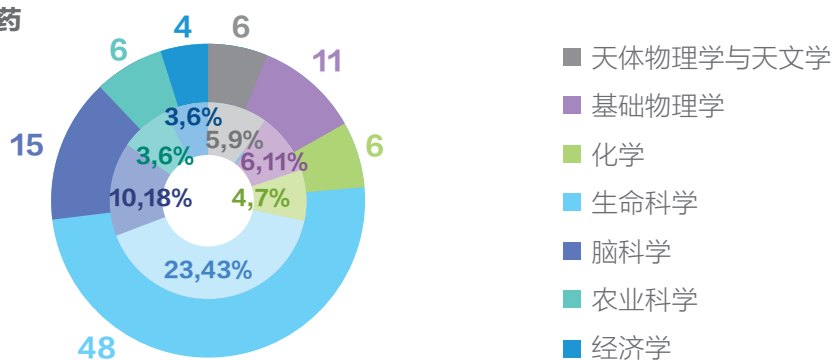
也许在接下来的几年或十年会发现一种能在常温条件下，强力而稳定的固碳催化剂，而且是由可再生光子或电子驱动的。我认为研发一种非常有效的光子或电子催化剂非常重要，最理想的情况是通过百分之百的选择性，这是一个富挑战性的判断标准。

—— 杨培东 (Peidong Yang, 2015 年麦克阿瑟天才奖)

3.4.3 生物医药专业问题

“生物医药专业问题”子主题下，来自 7 个研究领域的 54 位顶尖科学家共贡献了 96 个科学观点，是外领域科学家参与度最高的专业领域。讨论议题维度也相当广泛，从疫情到未来人类健康，从生命体起源到未来的定量生物学研究，来自各研究领域的顶尖科学家思路开阔，产生了 10 个热点议题。

专业科学问题——生物医药



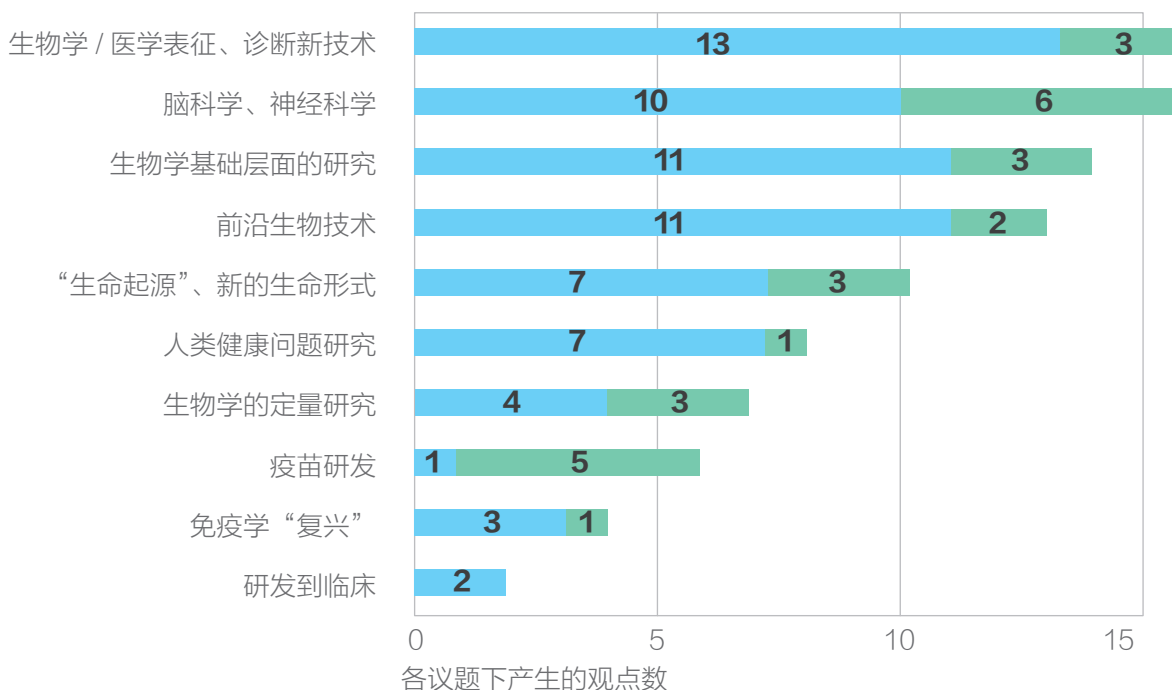
当然，关注该领域专业科学问题的科学家基本还是集中在本领域，23 位生命科学 / 医学科学家、10 位脑科学 / 神经科学家、3 位农业科学家发表了观点，贡献了约 70% 的观点；物理学家，包括 6 位基础物理学家、5 位天体物理学与天文学家也极大关注了该领域，贡献了约 20% 的观点。此外，4 位化学家和 3 位经济学家也关注了该领域的发展。

“生物医药专业问题”中，科学家的观点可归纳成下以下 10 个议题，分别是：

- 生物学 / 医学表征、诊断新技术；
- 脑科学 / 神经科学的基础研究及退行性疾病的诊疗；
- 生物学基础层面的研究；
- 前沿生物技术；
- “生命起源”与新的生命形式；
- 人类健康问题与未来生活方式；
- 生物学的定量研究；
- 疫苗研发；
- 免疫学“复兴”；
- 从实验室到临床；



生物医药问题 ■ 本领域科学家 ■ 外领域科学家





3.4 值得关注的前沿研究

基础研究领域的共通性在于，科学家们极大关注可推动该领域取得突破性发展的新理论与新技术的发展，16位科学家对“生物学/医学表征、诊断新技术”发表了科学观点；脑科学/神经科学作为战略性与前沿性兼具的新兴学科，16位科学家（6位外领域科学家）对此赋予了很高的期待并发表了科学观点；14位科学家关注“生物学基础层面的研究”，认为有望取得一定突破；包括基因编辑、RNA药物在内的前沿生物技术受到13位科学家的关注；10位科学家希望更多了解“有机体生命起源”的奥秘；随社会老龄化进程，8位科学家希望更多关注人类健康问题的研究，可以“健康地”老去，充分提升人类的生活质量；3位基础物理学家与4位生物学家认为“定量生物学”是值得期待的研究方向；“大流行”促使6位科学家（其中5位是外领域的科学家）认为，疫苗的研发迫在眉睫；4位科学家认为免疫学（医疗）时代已经到来，免疫学正迎来“复兴”；2位科学家更多关注“实验室到临床（From bench to bedside）”的实质发展，并希望解决一些根本问题。

3.4.3.1 生物学/医学表征、诊断新技术

世界顶尖
科学家论坛
中国|上海

我找到了一个有趣的领域，它更像是一种技术，是过去几年里开发的。将最高水平的DNA和RNA测序与单细胞分析相结合。经过这些年的发展，我们已经可以在整个器官背景下精细地观察细胞，观察单个细胞中到底发生了什么。然后通过计算机技术方法你就得找出那个细胞在与其它细胞作用下是如何工作的。你也可以做同样的测量，然后试着模拟器官是如何工作的，或者整个疾病过程是怎么进行的。

—— 汉斯·克莱夫斯（Hans Clevers，2013年生命科学突破奖）

可能目前是最具挑战性，也是最有前景的领域，生物信息学。就是通过大规模测序技术以及通过基因组技术，从大量的数据中提取信息。我认为从大量数据中提取相关信息的工具发展得不是很好，应该找出更强有力的分析方法。

—— 厄温·内尔（Erwin Neher，1991年诺贝尔生理学或医学奖）

我们需要对数十万个有机体进行测序。我们不仅需要扩大范围，我们还需要能够大规模的描述特定基因和有机体的功能，我们还需要大规模地分析以及数据形象化。现在我们基本上可以一次分析几百个基因组。我们得把规模提高到几百万个。我们还需要能够运用人工智能和机器学习来理解这些基因组的功能，它们间的相互作用，这些基因组在自然界中是如何相互作用，这就是发生在生物有机体之间的相互共生。

—— 哈里斯 · 李文 (Harris Lewin, 2011 年沃尔夫农业奖)

医学成像，我开始思考采用超声波的新方法。事实上我们发现有一种做超声波的方法可以清楚地看出正常组织与肿瘤的区别，十分激动人心。

—— 朱棣文 (Steven Chu, 1997 年诺贝尔物理学奖)

但没有人或者很少有人真正想要理解四维空间结构，除了三维结构，还有时间维度和随时间发展的变化。我想只有当我们更好地理解四维维度下，生命分子以及完整的器官变化的奥秘，我们才会向前迈出一大步。

—— 库尔特 · 维特里希 (Kurt Wüthrich, 2002 年诺贝尔化学奖)

基于 AlphaFold 的机器学习算法对结构生物学具有重要意义。而且，如果可以扩展到预测蛋白质之间的界面结构，它就可以预测细胞内的相互作用，从而生成描述这种相互作用的一个全面图谱，对生物学产生深远的影响。

—— 文卡 · 拉马克里希南 (Venki Ramakrishnan, 2009 年诺贝尔化学奖)

深度学习在许多领域已被证明是非常强大的工具，包括生物学研究。DeepMind 开发的 AlphaFold 就是一个很好的例子。AlphaFold 本质上涉及的是深度学习程序，它将能够用来预测蛋白质结构，具体是基于一级氨基酸序列。要知道，这可一直是蛋白质科学领域的“圣杯”，我认为 AlphaFold 确实取得了重大突破。我是说能够预测蛋白质结构，而且高精度预测。

—— 陈志坚 (Zhijian James Chen, 2019 年生命科学突破奖)

机器学习结合冷冻电镜的结构表征，将在理解蛋白质的结构特征并可能对其进行修饰方面取得巨大进展。

—— 理查德 · 海因斯 (Richard Hynes, 1997 年加拿大盖尔德纳国际奖)



3.4 值得关注的前沿研究

我觉得是单粒子冷冻电镜，意思是分子和溶液的冷冻电镜，也就是我的研究领域，一项重大突破将来自于在原始细胞环境中以高分辨率进行分子成像的技术。实现这一目标的技术是冷冻电子断层扫描，一个迅猛发展的领域。

—— 约阿希姆·弗兰克 (Joachim Frank, 2017 年诺贝尔化学奖)

在我的研究领域中做出突破的最重要的东西是什么，这有点难说，电子显微镜领域前景很好。单颗粒晶体冷冻电镜已经发展的很好了，但也还有很大的进步空间。

—— 韦恩·亨德里克森 (Wayne Hendrickson, 2003 年加拿大盖尔德纳国际奖)

我希望能看到在我的领域结构生物学，能够出现一些简单的方法实现用较高的分辨率去观察细胞内部发生的一切。病毒的活动等就是我最感兴趣的方面，现在用传统的电子显微镜可以做到，但是分辨率并没有高到可以清楚看见具体发生了什么。如果能有一种更高分辨率的技术来进行实时观察（活着的）细胞，这样你就可以研究过程了。

—— 帕梅拉·比约克曼 (Pamela J. Bjorkman, 1994 年加拿大盖尔德纳国际奖)

对衍射极限取得的突破发生在荧光领域里，需要做出新的甚至是无需标记的对比模式的荧光显微镜。因为操纵荧光态非常简单，超分辨率就是通过操纵状态让分子处于不同的状态中。而在非荧光对比模式下很难拥有这样的状态。但只要做到了就意味着又一个巨大突破。

—— 斯特凡·黑尔 (Stefan Hell, 2014 年诺贝尔化学奖)

光遗传学里新的研究方向，我想推荐的是不可见光的研究。比如波长在 300 到 400 纳米之间的紫外光，更有意义的是波长在 600 到 715 纳米之间的近红外光，人体组织更容易透过这类光线。我当然还推荐大家研究其他的传导介质，比如超声、引力波和磁力，看看在大自然中这些媒介是如何发挥了上百万年的作用。

—— 彼得·黑格曼 (Peter Hegemann, 2018 年加拿大盖尔德纳国际奖)

我一直很关注生物学，所以我也想看看到生物学通过仔细分析能更准确地确定病因。目前通常很难弄清楚哪一部分才是疾病的根源。所以当我们研发药物的时候，只能针对某个部分或在某种程度上对症下药，很难看到整个解析结果，整个生物结构，为什么人们会患上某种疾病，哪里出了问题，我显然想看到全图。

—— 余金权 (Jinquan Yu, 2016 年麦克阿瑟天才奖)

最大障碍是研究方法，我们必须发展出更强有力的方法来定义，需要一个能够观察整个大脑的全新的技术。如果需要了解大量的神经元样本。考虑到我们要了解单个神经元，我们需要有一种技术。通过解剖学变化看出哪种神经元已经被激活，这样我们能找出哪个特定区域的神经元被激活了。

—— 伯特·萨克曼 (Bert Sakmann, 1991 年诺贝尔生理学或医学奖)

另一个比较难解决的问题是还在子宫里的胎儿时期就表现出来的疾病。发生在不同细胞内的突变反应，对人体的影响也是不一样的。

—— 琳妮·马奎特 (Lynne Maquat, 2015 年加拿大盖尔德纳国际奖)

3.4.3.2 脑科学 / 神经科学的基础研究及退行性疾病的诊疗

运用物理概念来理解大脑，即神经物理学。这是另一个令人兴奋的领域，我很乐意了解这方面的进展。

—— 里曼·佩奇 (Lyman A. Page, 2018 年基础物理科学突破奖)

在很大程度上，我们甚至缺少严谨的模型以及解决问题的理论框架去解读那些我们人类都很感兴趣的科学问题，比如什么是心灵？什么是意识，该如何加以描述？对于观察者和神经科学家来说，理论工作是非常重要的，有着大量的数据有关大脑在微观层面上的运作方式。

—— 大卫·格罗斯 (David Gross, 2004 年诺贝尔物理学奖)

认知神经科学是生物学的一大前沿领域。关乎人类如何学习、记忆和行动，它涉及到分子和细胞各层次的过程与神经元之间的连接，神经回路如何响应输入，以及存储在我们记忆中的是什么。

—— 文卡·拉马克里希南 (Venki Ramakrishnan, 2009 年诺贝尔化学奖)

我觉得最令人兴奋的是人类大脑进化的领域，我觉得我们有可能能够从比较基因组学进一步探索人类大脑进化，同时更好地理解非编码 RNA、非编码 DNA 与重复元素的作用，这些元素可能是能够整合形成调节因子并因此在大脑进化过程中起到作用。所以我认为理解大脑是如何进化的也能让我们对研究有更深入的了解。大脑如何运作是一个非常关键的领域，在许多方面都有重大影响。

—— 阿奇姆·苏拉尼 (Azim Surani, 2018 年加拿大盖尔德纳国际奖)



3.4 值得关注的前沿研究

在世界各地，对于神经系统疾病、心理健康和神经退行性疾病的治疗还是一片空白。我们还不知道怎样才能阻止老年痴呆症的发展随着人口老龄化，这种疾病造成的困难越来越大，它会耗尽个人与政府资源。我之前说过帕金森病、心理健康、精神分裂症和自闭症，都没有什么实质性的治疗方法。因此，我们需要在最基本的层面上，去研究正常情况下大脑会发生什么而导致疾病的发生，这些慢性病会怎样进一步恶化。因为不这样的话，我们无法在未来开发出来治疗这些越来越重要的疾病的药物。

—— 兰迪·谢克曼 (Randy Schekman, 2013 年诺贝尔生理学或医学奖)

我们现在有了明确的证据证明阿尔兹海默病的病理过程在大脑周围扩散，但我们并不真正了解它是如何扩散。了解疾病的扩散方式，病理过程是如何从一个神经元扩散到下一个神经元的，我认为理解这一点非常非常重要。

—— 约翰·哈迪 (John Hardy, 2016 年生命科学突破奖)

了解神经精神疾病，我认为这将是下一个趋势。因为我认为这类疾病不存在大的基因缺少，只是基因突变，比如拷贝数变异等我们现在可以检测到的变化。

—— 徐立之 (Lap-Chee Tsui, 1990 年加拿大盖尔德纳国际奖)

睡眠的本质是什么？睡眠的深层功能是什么？我们为什么要睡觉？我认为这个问题是神经科学的一大挑战。我们能不能做一种化学药品、一种补充剂、一种膳食补充剂来改善睡眠效果从基础科学的角度和人类健康的角度来看，这些都是最重要的问题。大的基因缺少，只是基因突变，比如拷贝数变异等我们现在可以检测到的变化。

—— 迈克尔·罗斯巴什 (Michael Rosbash, 2017 年诺贝尔生理学或医学奖)

我认为自己所从事的神经科学领域的研究在过去的几十年里取得了巨大的进步，现在仍在加速前进，主要原因是技术的进步使我们可以深入研究负责主要人类智力活动的大脑皮层。我们可以同时记录甚至干预成千上万个细胞的活动，这些活动也就是信息编码的过程。在未来的几年和几十年里我们会更好地了解我们的认知和理解能力，这将是未来几十年的突破性领域。

—— 爱德华·莫索尔 (Edvard Moser, 2014 年诺贝尔生理学或医学奖)

突破性发现，神经元是可替代的。就在今年，我们发现了如何制造新的神经元，通过“身份信息复制”的方式将大量支持细胞 - 星形胶质细胞转化为神经元。我们逆转了化学诱发性帕金森案例，通过制造出替代神经元。替代神经元这一突破是高瞻远瞩还是异想天开？都有可能。10年后我们会把替代神经元视为理所当然的事。人类神经系统老化的主要疾病中最大的障碍是不清楚这些疾病的大部分起因。我们的确知道很多种基因病因。但许多病例几乎都是由，至少部分是由遗传、环境以及环境因素共同导致的。我们真的很难做出判断，关键在于去发现哪些来自遗传基因，哪些来自意想不到的地方。

—— 唐·克利夫兰 (Don W. Cleveland, 2018 年生命科学突破奖)

我对很多问题都很感兴趣。尤其是在生物学方面，比如大脑是如何工作的。

—— 伯特兰·哈普林 (Bertrand Halperin, 2003 年沃尔夫物理学奖)

研究非理性思维，预测人们在多种情境下不理性的行为。我认为这个研究方向很不错。我认为经济学和神经科学之间的合作研究会非常有价值，从中长期来看经济学和神经科学的合作研究很有价值。

—— 埃里克·马斯金 (Eric Maskin, 2007 年诺贝尔经济学奖)

我们对心理疾病了解甚少，很多人有这样的疾病，这种病当然很需要关注，还有那些可能在你看来并不严重的事情，但却让人们无法正常地享受生活，感到快乐。这就是在经济学以外我最感兴趣且在未来会取得进步的研究领域。我们在这方面的确做得还不够，不足以帮助人们解决心理问题和探寻大脑的运作方式，寻求如何让人们更加快乐以及让整个社会充满欢声笑语。

—— 克里斯托弗·皮萨里德斯 (Christopher Pissarides, 2010 年诺贝尔经济学奖)

但我确实认为严谨的心理学，还有很多不严谨的心理学，以及目前进入真正发展过程的并且能够对此有更深入的理解的心理学，我认为这将是一个重大突破。

—— 詹姆斯·赫克曼 (James Heckman, 2000 年诺贝尔经济学奖)



3.4 值得关注的前沿研究

3.4.3.3 生物学基础层面的研究

在分子水平对物质有了更细致的了解将是未来重要的发展领域之一。物质如何产生意识，或者说如果意识是这样来的话。我认为我们有足够的理由相信意识由物质而来，但是在找到充分证据之前，科学上我们不能肯定地这么说。

—— 弗兰克·维尔泽克 (Frank Wilczek, 2004 年诺贝尔物理学奖)

物理学是很有趣的，生物物理学正在寻找新结构和新现象。

—— 沃尔夫冈·克特勒 (Wolfgang Ketterle, 2001 年诺贝尔物理学奖)

对脑科学、基因科学以及免疫学，还有其它一些解决人类健康问题的应用科学和基础研究领域研究 (是可能获得突破的)。

—— 罗杰·科恩伯格 (Roger Kornberg, 2006 年诺贝尔化学奖)

基于 AlphaFold 的机器学习算法如果可以扩展到预测蛋白质之间的界面结构，它就可以预测细胞内的相互作用，从而生成描述这种相互作用的一个全面图谱，对生物学产生深远的影响。

—— 文卡·拉马克里希南 (Venki Ramakrishnan, 2009 年诺贝尔化学奖)

先进的 cryo-EM 方法与改进型的可预测蛋白质折叠的测序方法相结合，在基础研究层面将结构分析推向了一个全新的水平。

—— 理查德·海因斯 (Richard Hynes, 1997 年加拿大盖尔德纳国际奖)

我认为在一个非常基本的层面上我们要去了解更多免疫系统的细胞和体液部分间的相互作用是什么？这些和固有免疫系统有什么关系？到底是怎么回事？免疫系统引起的炎症反应的长期影响是什么？我可以举很多这样的例子，这会影响到神经退行性疾病和癌症等的研究。

—— 帕梅拉·比约克曼 (Pamela J. Bjorkman, 1994 年加拿大盖尔德纳国际奖)

人体内的许多活动也是表观遗传学范畴。但我们对此知之甚少，因为这才是真正的基础。换句话说，如果我们观察不同细胞类型的差异，比如确实在特定基因中存在很多差异。但一些最基本的差异就发生在染色体的局部区域。研究的难点之一就是表观遗传学中，许多正在进行的研究做得不是很合乎规范，也并没有进一步推动这个领域向前发展。很多是因为他们并不明白表观遗传学这个过程，这是这个领域真实存在的一个问题。如果解决了这个问题，我想我们能更进一步。

—— 霍华德·锡达 (Howard Cedar, 2008 年沃尔夫医学奖)

mTOR 领域，我想会有所突破。未来，我们将了解 TOR 如何控制身体生长，TOR 如何控制细胞生长。TOR 还控制着整个由数万亿个细胞组成的人体生长。那么，TOR 是如何协调体内不同细胞的生长从而控制整个身体的生长呢？换言之如何协调身体的生长使我们体内的器官比例适当。所以，我们会先弄明白这种单细胞级别的生长，然后再弄明白整个有机体的生长。我认为，这来会是一个重要研究领域，我们发现一些非常非常有趣的事情。

—— 迈克尔·霍尔 (Michael Hall, 2017 年拉斯克基础医学研究奖)

这个领域的未来将是如何理解 DNA 是怎样复制的，我们的遗传基因组是如何被整合进细胞的这中间经历的许多步骤，比如染色体怎么整合在一起的？两条复制的染色体先结合在一起，为有丝分裂中的染色体分离做准备，DNA 修复和 DNA 损伤两者在染色体复制的过程是如何协调的？染色体复制又是如何与整个发育过程中的基因表达联系的？在我们的染色体上有一连串基因，但并不是所有这些基因在每个细胞中都表达。所以基因在细胞中的选择性表达和染色体复制过程是非常紧密相关的，以及在细胞分裂过程中基因的选择性表达。

—— 布鲁斯·威廉·斯蒂尔曼 (Bruce William Stillman, 2019 年加拿大盖尔德纳国际奖)

研究一个非常复杂的转录后调控网络。现在我们清楚的是前面发生的会影响后面的过程。我们花费了大量时间研究在试管内疾病与 RNA 的代谢过程的关系，但那不一定是在人体细胞内真正发生的过程。这些反应不是在真空条件下发生的，它们通常和能够影响它们的其他 RNA 代谢过程共同出现。我一直致力于研究先天性疾病发病的分子基础和与衰老相关的疾病的分子基础。

—— 琳妮·马奎特 (Lynne Maquat, 2015 年加拿大盖尔德纳国际奖)



3.4 值得关注的前沿研究

说到疾病基因研究，很多人都在研究所谓的复杂性疾病，即基因突变加上环境因素导致的所有常见的疾病，如心脏病、神经系统疾病。另一个我想到的是癌症，这些都是主要的研究领域，试图去识别导致这些常见疾病的基因或基因改变。

—— 徐立之（Lap-Chee Tsui，1990 年加拿大盖尔德纳国际奖）

（我认为重要的问题是）蛋白质折叠问题；蛋白质聚集体问题。

—— 弗朗兹 - 乌尔里奇 · 哈特尔（Franz-Ulrich Hartl，2011 年拉斯克基础医学研究奖）

近期发现的生物分子，溶于液体的大分子可以在特定条件下在溶剂中形成液体，就像醋中的油一样。对我来说，这是个很有意思的问题。将彻底改变我们对生物组织与功能的理解。

—— 唐 · 克利夫兰（Don W. Cleveland，2018 年生命科学突破奖）

前面提到过粘液菌，单细胞有机体，没有中枢神经系统没有大脑的有机体，也能表现出智慧，我们可以试想今后我们会更好地理解人类发展，以及如何拓展人类的潜能。

—— 詹姆斯 · 赫克曼（James Heckman，2000 年诺贝尔经济学奖）

3.4.3.4 前沿生物技术

一个可能的突破是一种很强大的通用生物学技术，我认为将来的工程会更偏向于生物学，并且发展过程也需要汇聚各种专业知识与各行各业的新思路。

—— 弗兰克 · 维尔泽克（Frank Wilczek，2004 年诺贝尔物理学奖）

mRNA 疫苗的开发；当然，该技术不仅限于对疫苗的贡献，更重要的是，它开创了一个用于更广泛疾病治疗的“mRNA 时代”。

—— 让 - 马里 · 莱恩（Jean-Marie Lehn，1987 年诺贝尔化学奖）

现在对于新冠病毒也有很多制作疫苗的新方法，这些都是基于载体或者 mRNA 的疫苗，这些都是一些新的做法。

—— 哈维 · 阿尔特（Harvey Alter，2020 年诺贝尔生理学或医学奖）

RNA 治疗为人类疾病治疗开拓了全新的领域。

—— 兰迪 · 谢克曼（Randy Schekman，2013 年诺贝尔生理学或医学奖）

RNA 纳米粒子技术实质上提供了适用于应对多种病毒的通用药物平台。这些也为通过国际合作建立开发设施和生产工厂提供了机会，可为不可避免的下一次“大流行”做好准备。

—— 汉斯·克莱夫斯 (Hans Clevers, 2013 年生命科学突破奖)

我们已经亲眼目睹了用于治愈不治之症的强大的基因编辑方法 CRISPR 的问世，而且这种方法现在已首次解决了遗传性镰状细胞疾病。这一进展建立在大量研究的基础上，科学家们正不断完善 CRISPR 方法并以最准确的方式指引它的发展。

—— 威廉·莫纳 (William Moerner, 2014 年诺贝尔化学奖)

不同技术的融合可以应用于研究生命科学，包括开发新药。一旦结合其他技术，比如基因编辑技术，你将能够精确地改变一个碱基对，或者整个基因组的一个氨基酸，我想其影响是巨大的。所以我认为，现在非常值得关注的是这些技术的融合如何影响生物学和医学。

—— 陈志坚 (Zhijian James Chen, 2019 年生命科学突破奖)

我认为该技术将不断进步，并应该持续获得各种突破性荣誉的认可。我认为我们可以期待基于 CRIPR / Cas9 和相关体系的大量新技术的出现。

—— 大卫·鲍尔科姆 (David Baulcombe, 2008 年加拿大盖尔德纳国际奖)

基因编辑正处于对医学的重大贡献的边缘。

—— 理查德·海因斯 (Richard Hynes, 1997 年加拿大盖尔德纳国际奖)

通过基因组编辑将致病变异基因转化为正常基因。可能还有更多的诺贝尔奖获奖机会，只要能让这样的技术真正可用，尤其是在神经系统中修正致病变异基因。

—— 唐·克利夫兰 (Don W. Cleveland, 2018 年生命科学突破奖)

我相信我们必须对转基因有更多了解，通过结合新的基因组编辑技术，和那些只有在实验室里才得以实现的新技术。我们必须推动这一进程。不管我们喜不喜欢，这就是未来的发展。

—— 哈里斯·李文 (Harris Lewin, 2011 年沃尔夫农业奖)



3.4 值得关注的前沿研究

我相信转基因技术和转基因所包含的新技术对作物保护是很重要的。我相信它们对作物的营养是必不可少的，我们必须在哈伯法中找到一条路提供固氮化合物。

—— 约翰·皮克特 (John Pickett, 2008 年沃尔夫农业奖)

我认为我们需要集中注意力处理任何障碍的领域可能是，利用我们现有的 mTOR (雷帕霉素靶蛋白) 知识开发治疗疾病的药物。而且这个领域的工作我们才刚刚开始。

—— 迈克尔·霍尔 (Michael Hall, 2017 年拉斯克基础医学研究奖)

3.4.3.5 “生命起源”与新的生命形式

未来可能有突破的并不断进步的发现真的使人惊奇，生物学，主要是微生物学将会有惊人的突破。希望人类研究最终会成为一门学科。我们可以在了解人类的演化和行为上有更多突破。

—— 乔治·斯穆特三世 (George Smoot III, 2006 年诺贝尔物理学奖)

在分子水平对物质有了更细致的了解，物质如何产生意识，或者说如果意识是这样来的话。我认为我们有足够的理由相信意识由物质而来，但是在找到充分证据之前，科学上我们不能肯定地这么说。

—— 弗兰克·维尔泽克 (Frank Wilczek, 2004 年诺贝尔物理学奖)

无机物质如何进化为某种原始生命形态；分子如何聚集成为细胞；形成 DNA；DNA 的复制与生理功能的形成。

—— 本·费林加 (Ben Feringa, 2016 年诺贝尔化学奖)

细胞是如何从特定类型的组织发展成非常特殊的细胞类型，如何应用干细胞生物学，以及如何通过改变基因表达程序转换细胞类型，和如何用于生组织的一系列问题，也将对医学有着深远影响。

—— 文卡·拉马克里希南 (Venki Ramakrishnan, 2009 年诺贝尔化学奖)

我觉得找到第二种生命形式或是另一种生命形式会是一个令人兴奋的突破。我们应该寻找地球上的原始微生物，而不是发送昂贵的火箭去寻找外星生物。通过反复研究最原始的微生物，我们可以发现并追溯生命起源的时候发生了什么。

—— 托马斯·林达尔 (Tomas Lindahl, 2015 年诺贝尔化学奖)

TOR 是如何协调体内不同细胞的生长从而控制整个身体的生长的呢？换言之如何协调身体的生长使我们体内的器官比例适当。所以，我们会先弄明白这种单细胞级别的生长，然后再弄明白整个有机体的生长。我认为，这来会是一个重要研究领域，我们发现一些非常非常有趣的事情。

—— 迈克尔·霍尔（Michael Hall，2017 年拉斯克基础医学研究奖）

生物体内的一切事物，都是由扩散驱动的。生物系统似乎具有确定性。所以我们最大的谜团是生物是如何在生物进程中躲避干扰做出明智选择的呢。我们现在还不能完全解开这个谜团，但它可能会产生重要的影响。

—— 迈克尔·希兹（Michael Sheetz，2012 年拉斯克基础医学研究奖）

这个领域的未来将是如何理解 DNA 是怎样复制的，我们的遗传基因组是如何被整合进细胞的这中间经历的许多步骤，比如染色体怎么整合在一起的？两条复制的染色体先结合在一起，为有丝分裂中的染色体分离做准备，DNA 修复和 DNA 损伤两者在染色体复制的过程是如何协调的？染色体复制又是如何与整个发育过程中的基因表达联系的？在我们的染色体上有一连串基因，但并不是所有这些基因在每个细胞中都表达。所以基因在细胞中的选择性表达和染色体复制过程是非常紧密相关的，以及在细胞分裂过程中基因的选择性表达。

—— 布鲁斯·威廉·斯蒂尔曼（Bruce William Stillman，2019 年加拿大盖尔德纳国际奖）

在我自己的研究领域，基因组进化中，我们现在已对约 6000 种物种进行基因测序，这还不到已知的真核生物的 0.4%。在这 6000 种物种中，质量足够好的、基因组进化特征被完全理解的不超过 500 种，所以我们必须对所有生命进行测序，才能完全理解生命的起源、进化，以及地球上生命的潜在未来。

—— 哈里斯·李文（Harris Lewin，2011 年沃尔夫农业奖）

最大的障碍就是要给到社会一个解释，进化是怎么来的，植物是什么时候进化的，我们怎样才能更好地去学习植物的生理，所有的生物是怎样生长和繁殖的，并如何在群落中适应，植物的生态等等。

—— 马克·范·蒙塔古（Marc Van Montagu，2013 年世界粮食奖）



3.4 值得关注的前沿研究

3.4.3.6 人类健康问题与未来生活方式

有能力以周全的方式运用大数据集个性化地解决个人（健康）的问题。

—— 亚当·里斯（Adam Riess，2011年诺贝尔物理学奖）

我对研发抗癌新药和新的治疗方案尤其感兴趣。希望我在结构生物学的专业知识能派上用场。要根除这种疾病的希望很渺茫，但是我们可以为病人找到最好的治疗方案。这正是个性医疗的目的和呈现方式，还可以拯救生命。

—— 罗伯特·胡贝尔（Robert Huber，1988年诺贝尔化学奖）

如果问我下一个癌症突破的领域，我不认为这种突破会是某种技术。只有可能是那些与我想法不同的年轻人，用一种和我不同的方式思考癌症想出我从来没有想到的好主意。所以我们要在年轻人身上花时间，帮助他们了解癌症，然后见证他们帮助我们战胜癌症。

—— 迈克尔·谢帕德（Michael Shepard，2019年拉斯克临床医学研究奖）

我认为（癌细胞）转移是最需要研究的课题，因为它夺走了人们的生命。有关早期的小范围病变这个领域正在研究中。我们真正需要的是更多关于癌细胞转移的研究。我认为癌症生物学家需要多关注，从发育生物学中获取知识。或许是近十年人们才开始关注这一问题，并且还需要更多的关注。我认为这是急需进行更多研究的领域，这个领域本身很吸引人，能对癌症研究提供很多思路。

—— 理查德·海因斯（Richard Hynes，1997年加拿大盖尔德纳国际奖）

癌症是主要的研究领域，试图去识别导致这些常见疾病的基因或基因改变。

—— 徐立之（Lap-Chee Tsui，1990年加拿大盖尔德纳国际奖）

我觉得作为一个RNA生物学家在追求人类生活质量的提高方面，我和其他科学家没有什么区别。在我的职业生涯中，我一直致力于研究先天性疾病发病的分子基础和与衰老相关的疾病的分子基础。

—— 琳妮·马奎特（Lynne Maquat，2015年加拿大盖尔德纳国际奖）

我对衰老感兴趣，对神经变性、健康衰老感兴趣，这指的不一定是延长寿命，而是英语中我们说的改善健康状况。所以我认为理想的环境是要过上一个好的老年生活，直到你死去，一切结束的那天都能健健康康，有望在未来取得突破的领域。

—— 迈克尔·罗斯巴什（Michael Rosbash，2017年诺贝尔生理学或医学奖）

我认为我们正在经历一场免疫学复兴，这将非常重要。事实上，不仅仅是癌症，还有慢性疾病，如骨关节炎，这些你年轻的时候不会考虑的事情，甚至是神经退化，如阿尔兹海默症。越来越多的证据证明衰老与免疫变化有关，我认为极大改变我们对医疗问题的看法，我正密切关注这件事。

—— 托马斯·苏德霍夫 (Thomas Südhof, 2013 年诺贝尔生理学或医学奖)

3.4.3.7 生物学的定量研究

(我) 打算开发前沿的基于物理学技术与方法，对生物学进行定量研究。

—— 朱棣文 (Steven Chu, 1997 年诺贝尔物理学奖)

生命物质的物理学研究，这是我们在理论物理研究努力推广的东西，研究生命物质的规律及定量理解。物质携带有信息，这个领域已经足够成熟到能取得重大突破了，收集了这么多关于生命的遗传结构的信息。然而，我们仍然没有合适的理论工具利用信息对细胞工作原理以及生命运作的原理进行深入理解，更不必说对大脑的理解了。我相信同样地在很大程度上，我们甚至缺少严谨的模型以及解决问题的理论框架去解读那些我们人类都很感兴趣的科学问题。理论工作是非常重要的，有着大量的数据有关大脑在微观层面上的运作方式。

—— 大卫·格罗斯 (David Gross, 2004 年诺贝尔物理学奖)

我认为生物学、生物研究正在经历一场革命。我们现在正在积攒大量信息，事实上，通过单细胞研究就能实现。现在最重要的是如何利用这些信息去找出不同事物之间的联系，那些目前看起来可能无关的信息之间的联系，也许这就是是下一步突破的关键所在。

—— 阿奇姆·苏拉尼 (Azim Surani, 2018 年加拿大盖尔德纳国际奖)

我认为我们有机会做出一些全新的东西，甚至有可能是以完全没有预料到的方式解决那些问题。计算模拟真的给我们提供了很好的机遇。我们从结构里学到了很多，但是只有单一的时间点或是时间分辨研究，我们想用很多的信息来补充细节。而且我们可以通过数学模型模拟出运动轨迹来完善我们的结构学。我想，仅通过分子动力学的简化模型就能提高针对大分子系统的模拟处理能力。我们将在今后看到，这些密集地计算过程。用量子力学来探究这些化学反应以了解它们的结构细节，我认为这些模型将会有很深远的影响。

—— 韦恩·亨德里克森 (Wayne Hendrickson, 2003 年加拿大盖尔德纳国际奖)



3.4 值得关注的前沿研究

可能目前是最具挑战性，也是最有前景的领域，生物信息学。就是通过大规模测序技术以及通过基因组技术，从大量的数据中提取信息。我认为从大量数据中提取相关信息的工具发展得不是很好，应该找出更强有力的分析方法。

——厄温·内尔（Erwin Neher，1991年诺贝尔生理学或医学奖）

我们需要对数十万个有机体进行测序。我们不仅需要扩大范围，我们还需要能够大规模的描述特定基因和有机体的功能，我们还需要大规模地分析以及数据形象化。现在我们基本上可以一次分析几百个基因组。我们得把规模提高到几百万个。我们还需要能够运用人工智能和机器学习来理解这些基因组的功能，它们间的相互作用，这些基因组在自然界中是如何相互作用，这就是发生在生物有机体之间的相互共生。

——哈里斯·李文（Harris Lewin，2011年沃尔夫农业奖）

3.4.3.8 疫苗研发

疫苗的开发取决于现代科学能力，而且事实是它们是在世界几个地区开发的，这说明了全世界科学的广度。

——巴里·巴里什（Barry Barish，2017年诺贝尔物理学奖）

任何领域都可能取得突破，第一个突破将会是新冠肺炎疫苗的成功研制。

——谢尔顿·李·格拉肖（Sheldon Lee Glashow，1979年诺贝尔物理学奖）

为全球提供强大保护的疫苗，如能实现，我们就可以庆祝自然科学对人类福祉做出的巨大贡献。显然，这是一项集中数十年基础研究的结果所带来的巨大成就。

——库尔特·维特里希（Kurt Wüthrich，2002年诺贝尔化学奖）

我希望在接下来的五年里疫苗的研发上会取得更大的进展，速度更快且更加有效。

——余金权（Jinquan Yu，2016年麦克阿瑟天才奖）

现在丙肝治疗药物都很好，已经达到了接近百分之百的治愈率，所以疫苗应该还是消灭丙肝的希望所在。尽管你可以做到给每个人进行检测、进行治疗，但真正要实现全球化预防还是要靠疫苗。

——哈维·阿尔特（Harvey Alter，2020年诺贝尔生理学或医学奖）

3.4.3.9 免疫学“复兴”

我认为我们正在经历一场免疫学复兴，这将非常重要。事实上，不仅仅是癌症，还有慢性疾病，如骨关节炎，这些你年轻的时候不会考虑的事情，甚至是神经退化，如阿尔兹海默症。越来越多的证据证明衰老与免疫变化有关，我认为极大改变我们对医疗问题的看法，我正密切关注这件事。

—— 托马斯·苏德霍夫 (Thomas Südhof, 2013 年诺贝尔生理学或医学奖)

我对很多问题都很感兴趣。尤其是在生物学方面，比如大脑是如何工作的，免疫系统是如何工作的？

—— 伯特兰·哈普林 (Bertrand Halperin, 2003 年沃尔夫物理学奖)

我认为在一个非常基本的层面上我们要去了解更多免疫系统的细胞和体液部分间的相互作用是什么？这些和固有免疫系统有什么关系？到底是怎么回事？免疫系统引起的炎症反应的长期影响是什么？我可以举很多这样的例子，这会影响到神经退行性疾病和癌症等的研究。

—— 帕梅拉·比约克曼 (Pamela J. Bjorkman, 1994 年加拿大盖尔德纳国际奖)

信号通路已被证明参与了免疫过程的许多不同部分。我刚提到了肿瘤免疫，自体免疫疾病，炎症性疾病等等。

—— 陈志坚 (Zhijian James Chen, 2019 年生命科学突破奖)

3.4.3.10 从实验室到临床

技术上没有太大的障碍，真正的障碍在于资源，但这个过程需要时间，可能需要耗费大量的时间才能进入临床。

—— 陈志坚 (Zhijian James Chen, 2019 年生命科学突破奖)

我认为我们需要集中注意力处理任何障碍的领域可能是，利用我们现有的 mTOR (雷帕霉素靶蛋白) 知识开发治疗疾病的药物。而且这个领域的工作我们才刚刚开始。

—— 迈克尔·霍尔 (Michael Hall, 2017 年拉斯克基础医学研究奖)

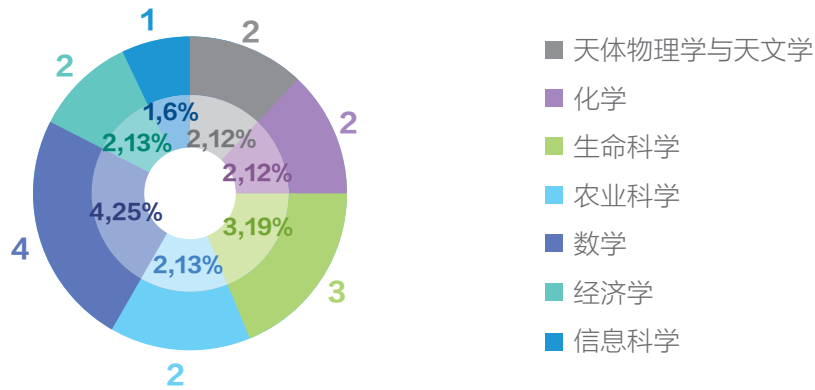


3.4 值得关注的前沿研究

3.4.4 数学、经济学与信息科学专业问题

该子主题下,来自7个研究领域的16位顶尖科学家共贡献了16个科学观点。

数学、经济学与信息科学领域的专业问题

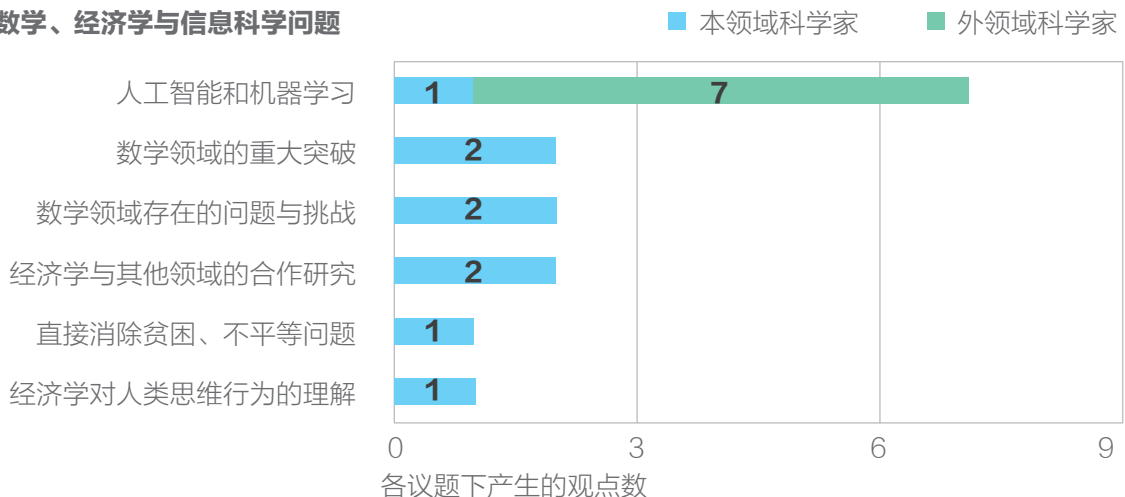


来自数学、经济学与信息科学领域的科学家人数有限,从统计学角度来说,样本量不足以形成一定的趋势,因此,该子议题仅做信息的罗列。

“其他专业问题”中,科学家的观点可归纳成以下6个议题,分别是:

- 人工智能与机器学习;
- 数学领域的重大突破;
- 数学领域存在的问题与挑战;
- 经济学与其他领域的合作研究;
- 直接消除贫困、不平等问题的经济学方法;
- 经济学对人类思维、行为的理解;

数学、经济学与信息科学问题



上图中可知,尽管最多顶尖科学家关注“人工智能与机器学习”技术的发展,但8位中有7位来自计算机与信息科学领域外的科学家,尤其是2020年底AlphaFold精准预测了蛋白质折叠,解决了困扰生物学家近50年的科学难题,而引起各学科领域科学家的极大关注与期待;数学领域的科学家更多关注本领域科学问题,对此发表了4个科学观点;经济学领域的科学家主要关注了经济学研究目前存在的主要问题与新的研究方法,共发表了4个科学观点。

3.4.4.1 人工智能与机器学习

我们认为最重要的突破是Alphabet的DeepMind和深度学习方面的研究进展。最后,我们认为目前我们正在研究的“意识图灵机”(Conscious Turing Machines)确实很有突破的希望,尽管这项工作正在初步研究中,还未充分取得令人信服成果。

——曼纽尔·布鲁姆(Manuel Blum, 1995年图灵奖)

人类研究和人类的演化和行为研究上,人工智能可以通过大数据进行搜索或许能告诉我们一些关于人类的知识。

——乔治·斯穆特三世(George Smoot III, 2006年诺贝尔物理学奖)

有能力以周全的方式运用大数据集个性化地解决个人(健康)的问题。

——亚当·里斯(Adam Riess, 2011年诺贝尔物理学奖)

我们(化学家)需要一个更好的方法来预测事物,使用计算仪器来计算预测它们。

——约翰·哈特维希(John Hartwig, 2019年沃尔夫化学奖)

有机化学是分析技术进步和发展的受益者。当你尝试需要对一个特定反应分析大量数据,从而了解如何改进这个反应及在了解反应本身方面,信息科学领域具有巨大潜力并最终可能创造出一个新的更有用的反应。一旦时机成熟,新技术的加持将推动有机化学取得重大突破。

——菲尔·巴兰(Phil Baran, 2013年麦克阿瑟天才奖)



3.4 值得关注的前沿研究

大到超过我们分析和解释的能力的数据正在产生。没有人工智能，我们是无法理解它们的。未来，机器学习或许能够预测哪种治疗更有效，疾病是如何传播的，以及人类面临的许多其他问题。我们很难确切地知道计算机是如何得出特定决定或结论的。人类倾向于有概念模型来解释事物的运作，所以弥合这一差距将是重要的研究领域。人类可以利用机器学习算法的输出，建立起概念框架。

—— 文卡·拉马克里希南 (Venki Ramakrishnan, 2009 年诺贝尔化学奖)

我认为 AlphaFold 确实取得了重大突破。我是说能够预测蛋白质结构，而且高精度预测。

—— 陈志坚 (Zhijian James Chen, 2019 年生命科学突破奖)

(突破是) 数据驱动的研究。有很多可用的数据，人工智能、数据挖掘等等，这些都是目前热门的领域。我认为它在未来会更热门，或是不远的将来，在这个领域我们会有重大突破。

—— 徐立之 (Lap-Chee Tsui, 1990 年加拿大盖尔德纳国际奖)

3.4.4.2 数学领域的重大突破

有可能取得巨大突破性进展的是关于相变问题的研究，最简单经典的一个例子就是冰可以融化成水，这其实是一个极其稳定现象，很难预测其演化，所以我觉得这些领域都可能产生重要突破。近年数学的进步给予了这一方向非常大的发展潜力，有很多非常重要的方程方法用来解释非常不稳定的现象，比如天气预报会取得实质性进展。除了我感兴趣的方向还有一些近似的领域不是我所涉及的，比如流体力学，已经有存在一些模型来解释流体演化。

—— 阿莱西奥·菲加利 (Alessio Figalli, 2018 年菲尔兹奖)

格罗滕迪克“动机理论”的关键问题 - 几何物体的上同调不变量在多大程度上能知道这个物体的几何结构，是更广义的格罗滕迪克所说的拓扑概念。在过去的 12 年里又一次被一位年轻的意大利数学家奥利维亚·卡拉梅洛提起并发展了拓扑学理论桥梁技术。我相信卡拉梅洛的桥梁技术非常重要，并可能带来重大突破。

—— 劳伦·拉佛格 (Laurent Lafforgue, 2002 年菲尔兹奖)

3.4.4.3 数学领域存在的问题与挑战

对我来说两个最大的障碍或者说是挑战 .. 其中一个最大的挑战，也是最著名的数论难题是黎曼猜想。那是在 19 世纪中期提出的，悲伤的是，如今还无法证明这道猜想。同时这个猜想具有重要意义，解决这道猜想于我们而言具有重大意义。第二个难题是代数循环标准猜想，亚历山大·格罗滕迪克，这位德裔法籍数学家的成果彻底改变了数学的许多领域，在一定程度上意义是宏伟的。在这样做的过程中，他提出了标准猜想。但在过去的 50 年里，我们在这些猜想上并没有取得太大的进展。

—— 吴宝珠 (Ngô B à o Châu, 2010 年菲尔兹奖)

在我看来，数学研究领域最大的障碍是我们很难吸引富有天赋的年轻人进入本领域。不幸的是，数学由于其高度的技术特性而不那么吸引人，这使得有天赋的年轻学生更倾向于追求能为他们带来高收入的职业，而不甘于仅仅做个数学家。

—— 克里斯托弗·哈孔 (Christopher Hacon, 2018 年菲尔兹奖)

3.4.4.4 经济学与其他领域的合作研究

一个挑战是经济学家和科学家之间的距离。我认为相较于一般的科学这可能是我们最大的问题，经济学家真的需要理解科学家的认知和知识。在我们的模型中加入科学知识，解释特定事物产生的社会价值。经济学和生物学、经济学和物理学来得到一些知识和一些模型，然后在我们的分析中使用它。这些模型可以解释人类一些行为、经济和盈利能力，还有政府如何设计出长期有效的政策。成功的科学是多学科的。现在我一直在研究水科学，那么我最好的研究是能与科学家合作研究得出综合理论，从理解物理学开始，然后是经济和合作经济，能够发展理论和好的实证工作。我认为在每一个领域建立能够合作的团队，建立多学科的团队，能在不同的主题上工作是非常重要的。

—— 戴维·齐尔伯曼 (David Zilberman, 2019 年沃尔夫农业奖)



3.4 值得关注的前沿研究

对于生态学家而言，他们与物理学家、化学家、数学家以及分子生物学家拥有传统的伙伴关系。但我们必须主动联系经济学家和其他社会科学家尤其是人类学家。在我看来最大的挑战是复杂适应系统的研究领域正在扩大到去以解决这些问题，并吸引越来越多其他学科共同研究。所以我认为我的学科中一个巨大的挑战是学会如何与其他学科及其他学科的专家合作。

—— 西蒙·莱文（Simon A. Levin，2005 年京都基础科学奖）

3.4.4.5 直接消除贫困、不平等问题的经济学方法

如果我们能找到一种建设经济的方法，比如通过科技创新影响生产力，一种更加普惠的方式让更多人受益，可以直接消除贫困。我认为，这会是经济学领域里的重大突破。

—— 克里斯托弗·皮萨里德斯（Christopher Pissarides，2010 年诺贝尔经济学奖）

3.4.4.6 经济学对人类思维、行为的理解

研究非理性思维，预测人们在多种情境下不理性的行为。我认为这个研究方向很不错。我认为经济学和神经科学之间的合作研究会非常有价值，从中长期来看经济学和神经科学的合作研究很有价值。

—— 埃里克·马斯金（Eric Maskin，2007 年诺贝尔经济学奖）



声明:

世界顶尖科学家协会论坛保留所有权利。未经授权不得转载、摘编或利用其它方式使用上述作品。已经授权使用作品的,应在授权范围内使用,并注明来源。违反上述声明者,将追究其相关法律责任。文中的专家观点不代表世界顶尖科学家协会论坛的观点。

欢迎就报告内容来函理性讨论。

联系邮箱: thinktank@wlaforum.com.cn





WORLD
LAUREATES
FORUM

世界顶尖
科学家论坛

中国 | 上海



WLF Website
论坛官方入口



Wechat Account
官方微信公众号

World Laureates Forum Official Website
世界顶尖科学家论坛 官方网站

www.wlaforum.org