



世界顶尖
科学家论坛
中国 | 上海

Inheritance and growth

传承与成长

世界顶尖科学家
青年论坛对话报告

2021年10月



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

概要

Executive Summary

青年科学家正面临压力、挑战与科研困惑

青年科学家是基础研究和技术创新领域的中流砥柱。但近年来，中青年卓越科学家早逝事件频发或是引发其他悲剧事件，令人扼腕。有网友评论，“国家培养一个优秀人才需要近 30 年甚至更久。顶尖学者英年早逝，是家人不幸，更是国家的损失”¹。

事实上，随科研压力日甚，面临发展困境的中青年科学家人数日增，且越来越涉及年轻学者，不乏刚成立独立课题组的博后人员。在致力于取得重大成果的当下，青年科学家正面临各种压力与困扰，经历前所未有的挑战与现实难题。他们希望获得突破，在这个充满变革的时代继续“心怀梦想深耕前行”。

国内外均普遍关注中青年科学家，特别是青年科学家的压力状况与科研困境。

2016 年，Nature 特别做了一期专刊^{2 3}，针对青年科学家的压力发起大面积调研，希望引起关注。在问及青年科学家面临的最大挑战时，约 1.2 万名调查对象中有 44% 选择“为获得资助展开竞争”是最大的挑战，而约 1/3 的人感觉对他们的评价完全基于其发表的论文数量；16% 的人表示，他们曾在科研中抄近路；有高达 65% 的人表示，他们考虑过放弃研究。

中国始终致力于从政策层面给予青年科学家更多的发展空间和支持。科技部部长王志刚始终关注青年人才的成长环境，通过调研与深入研究为他们创造条件并给予更多更大的支持。在 2019 年召开的第二届世界顶尖科学家论坛闭门会议上，王志刚部长专门就“怎么能够给青年科学家创造更多搞科研的机会？青年科学家怎么有机会真正平等地和我们在座各位交流？如何不断改进扶持政策？”等具体问题与顶尖科学家进行了深入探讨。



对话科学家

参与对话的顶尖科学家共计 80 名，其中包括 50 名诺贝尔奖获得者，其他顶尖科学家也均为沃尔夫奖、拉斯克奖、加拿大盖尔德纳奖、科学突破奖、图灵奖、菲尔兹奖等众多全球权威科学类奖项获得者。这些顶尖科学家在各自研究领域影响深远，具引领学科发展的前瞻性视野，大多仍活跃在科研一线，自身课题组中也有新进的青年研究人员，因此对青科的指点也更具可操作性，符合当下科研环境现状。

经过全球遴选，来自 15 个国家（中国还包括了香港特别行政区和澳门特别行政区）的百余位青年科学家参与了此次对话（图 1），学科领域覆盖物理学、化学、材料科学、生物医学、计算机科学和交叉工程类学科等 6 大类学科（图 2）。

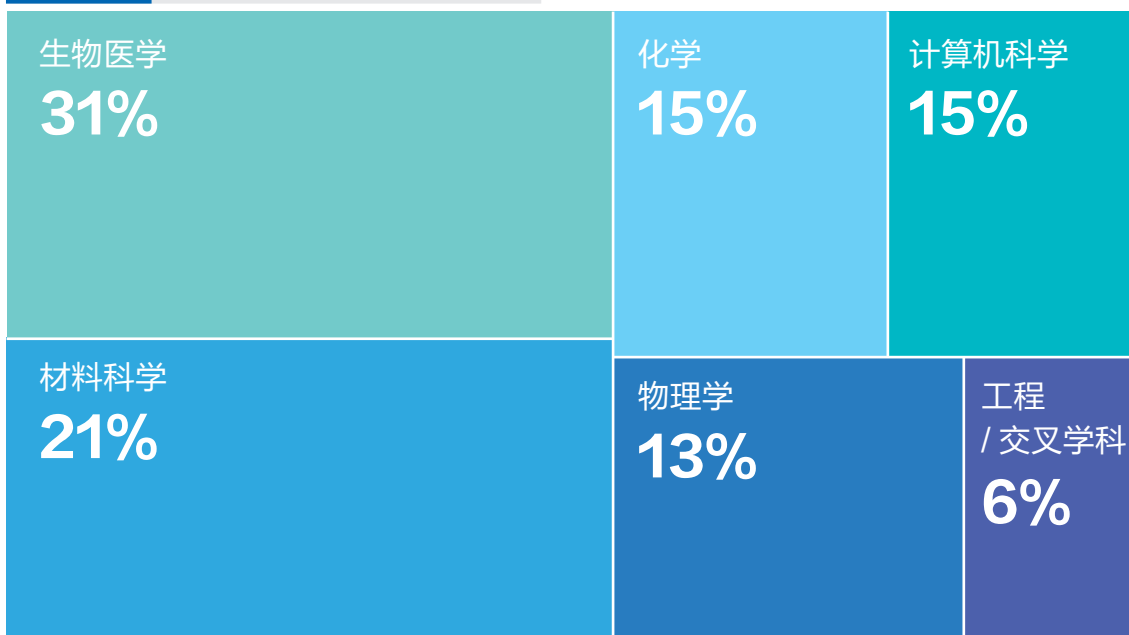
图 1 青年科学家 - 地域分布

中国（含香港特别行政区、澳门特别行政区）	53	54%
美国	16	16%
英国	9	9%
新加坡	6	6%
德国	3	3%
以色列	3	3%
印度	2	2%
瑞士	2	2%
加拿大	1	1%
智利	1	1%
巴西	1	1%
荷兰	1	1%
法国	1	1%
保加利亚	1	1%
西班牙	1	1%

图 1: 参与对话的青科的国家分布

图 2

青年科学家 - 按学科分类



参与对话的青科的学科领域分布。

100 余位青科分别从事：

- 生物医学 31%
- 材料科学 21%
- 化学 15%
- 物理学 13%
- 计算机科学 15%
- 工程 / 交叉学科 6%



WORLD
LAUREATES
FORUM

世界顶尖
科学家论坛

中国 | 上海

对话成果

百余位卓越青年科学家面对 80 位顶尖科学家，通过 20 场线上论坛提出近百个问题。其中，近半数青年学者对顶尖科学家的成功奥秘与治学风范充满好奇，提出 45 个关于顶科获奖秘诀、成功科研范式探讨及如何应对科学挑战的问题（表 1）；30 名青年科学家共提出 25 个涉及其相关学科前沿的问题，与同领域或相近领域的顶尖科学家们进行了深入的探讨，分享彼此对突破的认知；另有 30 名青年科学家就细分专业领域当前的关键科学问题征询了顶尖科学家的建议（未被列入该报告）。

表 1

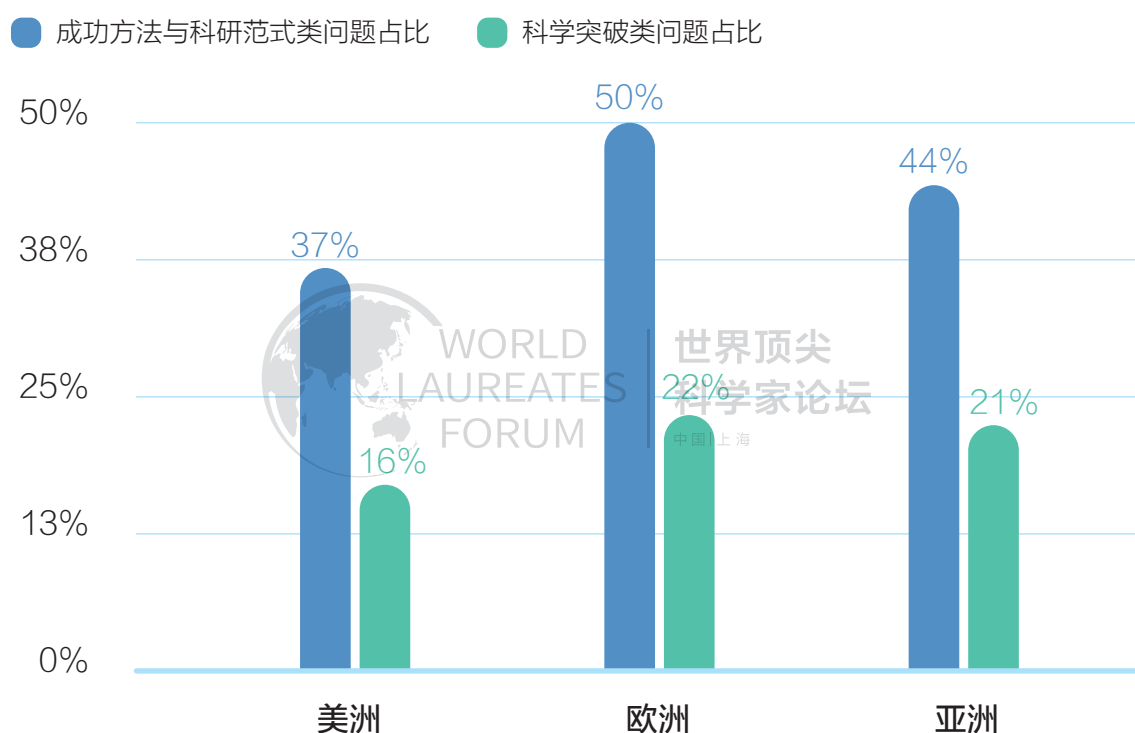
45 个关于顶科获奖秘诀、成功科研范式探讨及如何应对科学挑战的问题

项目	子项目	
成功研究的方法与哲学	顶尖科学家认为的好建议	■ 2
	获得诺奖的秘诀	■ 1
	获得诺奖的原因	■ 1
	获奖后的改变	■ 1
	如何请教前辈	■ 1
	如何识别有重大影响的项目、课题	■ 1
	如何意识到是重大突破	■ 1
	源源不断的科研灵感	■ 1
	造就成功的独特研究特质	■ 1
	重大发现源于运气还是持续研究	■ 1
科学传播	更好的科学传播	■ 2
科学教育	更好的科学教育	■ 3
科研范式的变革发展	科企合作	■ 1
	平衡基础研究的应用开发	■ 4
	如何进行交叉研究	■ 2
	影响研究思维范式的重要事件	■ 1
科研社交	平衡个人，家庭与工作	■ 2
	疫情对科研的影响	■ 3
克服焦虑、应对挑战	顶尖科学家坚持科研的动力	■ 1
	顶尖科学家如何克服研究中的重大挑战	■ 1
	如何克服研究焦虑	■ 1
	如何应对疫情挑战	■ 3
研究方向的确立	决定研究方向	■ 2
	科研早起的工作重心	■ 1
研究团队建设	带领团队向上	■ 2
	管理团队	■ 1
	诺奖团队的杰出特点	■ 1
	组建高效的研究团队	■ 2

表 1: 色块与数字代表提问热度与频次

我们还对比了各地区（美洲、亚洲、欧洲）和各学科领域青年科学家提出的分类问题占总问题数的比例。比如，欧洲参会者提出的 18 个问题中，科研生态与科研范式类问题占 9 个，而科学突破类问题为 4 个，因此占比分别为 50%（9/18）和 22%（4/18），以此类推，可大致了解按地区分布（图 3）和按学科领域分布（图 4）的青年科学家最关注的问题。

图 3 各地区（美洲、亚洲、欧洲）青年科学家提出的分类问题占总问题数的比例对比。



从图 3 可知，来自不同地区的青年科学家更希望与顶尖科学家探讨成功方法与科研范式方面的问题，因顶尖科学家丰富的治学研究经验会带来极大启迪。其中，欧洲青年科学家的比例略高于亚洲和美洲。对于科学突破和值得关注的研究方向，三地关注比例较类似。

图 4

各学科领域青年科学家提出的分类问题占总问题数的比例对比。

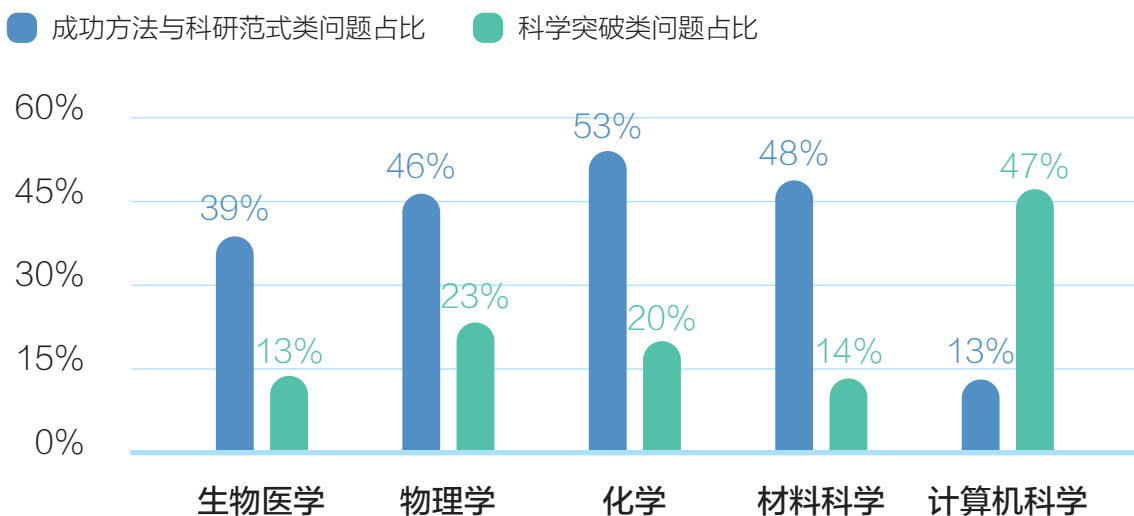


图 4 对比了不同学科领域的青年科学家的问題占比，从图表来看，计算机科学与其他学科的区别较大。来自物理学、化学、材料科学和生物医学的青年科学家更热衷于探讨成功方法与科研范式方面的问题，而计算机科学领域的青科对此缺乏探讨热情，比例是其他学科的 $1/3$ 甚至 $1/4$ 。相反，该学科领域的青科更希望获知计算机科学与人工智能技术的未来或“下一个突破”，近一半参会者选择探讨此问题，而其他四个学科对该问题的询问比例基本在 $13\sim 23\%$ 之间。该对比也证明了**计算机科学等技术科学与传统基础学科在研究范式和发展生态上具明显不同。**

此次对话涉及顶尖科学家人数之最、奖项规格之高、学科分布之广都是前所未有的，其交流效果更是受到了一致好评，多位科学家赞誉是其参加过的“最棒的线上论坛”，甚至有顶尖科学家当场表示，这种“对话”交流方式算是一个成功的形式。他希望在他所在的学校就组织一些类似的活动，期待看到各个不同院系和专业在一起，发布令人振奋的新技术和发展的精炼介绍，进而进行交流。这种会议让科学家们“迅速关注”以前没有注意到的信息。

此报告收录整编了“青年科学家对话顶尖科学家”的 70 个精彩问答，之所以精彩，不仅因为包括了众多顶尖科学家乃至诺奖得主的豪华导师“天团”，更是因为内容的独到。绝大部分顶科的成功经验为首次公开，且不同于其他论坛或是对话，面对青年科学家的提问以及专业领域听众，他们的回答格外诚挚，也更具可操作性和可借鉴性，希望青科真的可以从“对话”中受到启发，获得感悟。在他们的言传身教下，传承顶尖科学素养，加速青年科学家的成长。

报告主要分为三部分对话：

第一部分

科研成功的秘诀

顶尖科学家亲授“科研成功学”，畅谈各种“获奖奥秘”，以及顶尖人才的培育环境、成功要素和治学心得；

第二部分

解答青科困惑

为青年科学家答疑解惑，探讨科研范式的变革与发展，交流科研理念、研究心态和方法，指引年轻学者如何面对当下，特别是疫情环境中的机遇与挑战；

第三部分

共话科学愿景

顶科与青科共同展望前沿，讨论下一个“突破”，共话科学愿景与未来生态



参考信息：

1. 科学网：多名中青年顶尖学者“过劳死”！聚焦“学术锦标赛”背后压力
2. Young scientists (special issue). Nature 2016.
3. Brendan Maher and Miquel Sureda Anfres. Young scientists under pressure: what the data show. Young scientists (special issue). Nature 2016
4. <https://read01.com/zh-cn/z7LoA3.html#.YPpqLegzblU>
5. <https://www.cingta.com/detail/2391>

目录

Contents

1 概要 Executive Summary

第一部分：科研成功的秘诀

13 获奖奥秘

13 获得诺奖最重要的原因

13 获得诺奖的秘诀：天赋还是勤奋？

14 重大发现是源于运气还是持续的一贯性研究？抑或两者的共同作用？

16 顶尖科学家所具备的独特研究特质

16 独特的研究特质

16 顶科们如何克服他们研究中遇到的重大挑战？

17 坚持科研的动力

19 持续不断的科研“灵感”从何而来？

19 顶尖科学家收获的最好的职业建议

20 顶尖科学家的科研灵感

20 对研究产生重大影响，甚至改变研究方式或思维方式的事件？

22 何时意识到这是研究中的重大突破？

25 诺奖团队的共性

27 获奖后是否拥有更大的能量去推动科学发展？

第二部分：解答青科困惑

29 如何平衡基础研究和应用开发？

32 组建团队、管理团队的秘诀

32 如何组建“高产”团队以及如何挑选博士 / 博士后？

- 33 如何管理团队
- 34 如何激发团队活力与协作意识?
- 35 培养建立团队的高效工作机制

36 **科研中碰到的具体问题**

- 36 如何决定研究方向?
- 37 如何做交叉研究?
- 39 如何向前辈讨教?
- 40 科企合作

41 **给早期职业生涯学者的建议**

- 41 早期研究的工作重心?
- 41 如何平衡工作、个人发展和家庭生活?
- 43 如何克服科研中的焦虑与不安全感?

46 **疫情对科研的影响及预判**

- 46 疫情改变科研范式
- 47 疫情下的重点研究方向
- 48 科学家，特别是青年科学家应用怎样的心态去应对瞬息万变的世界?
- 49 后疫情时代带来的最大挑战？科学还是经济？

54 **更好的科学教育与科学传播**

- 54 如何更好地进行科学传播，或与民众交流？
- 56 科学教育的挑战——高校内基础科学专业难以吸引“新鲜人”
- 58 疫情下，教育模式的调整和变更

第三部分：共话科学愿景

61 **材料科学领域的发展前景**

- 61 纳米材料
- 62 高分子材料领域的未来发展
- 63 微型机器人



64

生物医学的未来

64

生命科学领域研究所需要的工具或技术

65

AI 对成像与医学影像领域的影响

66

医学影像领域的下一个突破点

68

突触之谜何时被解开？会如何影响未来科学和人类的发展？

69

脑机接口——下一个治疗前沿？

70

化学科学的未来

70

传统化学的发展趋势

71

人工智能促进化学研究

73

合成化学的未来发展

75

人工智能的未来

75

AI 取代传统计算

76

AI 的进化

77

机器与人的互生关系

79

AI 的伦理治理

80

自动驾驶

81

人工智能在跨学科研究中的重要作用

82

人工智能面临的最大挑战，是量子计算吗？

83

更好的数字生态

85

物理学的前沿

85

基础物理学的发展

86

量子科学的未来

87

物理领域未来 5~10 年的新发现、新突破



第一部分

科研成功的秘诀



WORLD
LAUREATES
FORUM

世界顶尖
科学家论坛

中国|上海



获奖奥秘

获得诺奖最重要的原因

青年科学家：

你们认为能获得诺贝尔奖最重要的原因是什么？

让 - 马里 · 莱恩

(Jean-Marie Lehn, 1987 年诺贝尔化学奖)

我不认为这是一个重要的问题，这是问题非常次要。你不应该（花心思）想这个问题，做好你的工作就行。这个问题我们已经被问了无数遍了，我通常能给出的建议是：第一，不要错过机遇。当有机遇来的时候你不应该错过它，这意味着一个实验想告诉你某些东西。如果你做实验的话，你可能会得到你期望的结果，但也许实验会告诉你更多的东西，那你千万不要错过；第二，不要追着已经错过的机遇不放。因为很多人也许在同一领域有很多事情要做，但你必须小心不要做那些其他人做过的东西，尽量保持原创性；第三，要学会交叉思考。要摆脱你自己固有的思维，因为固有思维只能得到一种答案。但你要是换种思维方式，也许会给你全新的想法。通常，它可能是完全错误的，但有时它也能非常富有成效和具原创性。

获得诺奖的秘诀：天赋还是勤奋？

青年科学家：

我认为获得诺贝尔奖是一种莫大的荣誉，这取决于你的才华和你的努力。我想知道在你们的研究中，勤奋起了多大的作用？在我们这个年纪（30 多岁）时，你们通常花多少时间搞研究？

米歇尔 · 马约尔

(Michel Mayor, 2019 年诺贝尔物理学奖)

我在 30 岁的时候，花了很多时间做研究，我几乎没有去教书，什么也不用管。随着年龄的增长，事情越来越多，因为学校里就是这样的。在职业生涯末期，行政管理是必不可少的，但回到塞尔日教授刚才所说的话，我自己花了很多时间去做一些活动，包括教学、服务大众，这实际上是获得诺贝尔奖之后，我花费时间最多的地方了。但从某种意义上说，我很喜欢这样，我相信这是非常重要的一部分，因为我们能用诺贝尔奖带给我们的殊荣，向那些对科学感兴趣的人传授科学。

重大发现是源于运气还是持续的一贯性研究？抑或两者的共同作用？

青年科学家：

我想问顶尖科学家们一个略带哲学意味的问题。各位在获得重要科学发现时，是运气或偶然性起了重要作用，还是源于集中精力努力工作以及一开始就有明确目标的结果？还是两者都有？在这些发现背后有多少偶然性和意料之中呢？

巴里·马歇尔

(Barry Marshall, 2005 年诺贝尔生理学或医学奖)

我从一开始就在正确的时间和地点走上了对的路，其实这其中有太多因素。有许多小事可能会发生成为你生活的一部分，你会做这样或那样的抉择。所以，我听到有人说过一句话，有时身处困境可能是一次良机，因为当下你在寻找突破口，可能是那些其他人都忽视了的机会，因为他们也深陷当前的困局或是习以为常。我曾经有很多很多失败的想法，从细菌学开始算起的话。我想说的是，你们需要可持续性地尝试和工作，需要有一个可持续的计划，这样你们才能有兴趣，并且热爱我们所做的并坚持下去。然后你们可以验证各种假说，你们会遇到能教导你们的良师。最好能保持一个非常开阔的胸襟和视野，尽管你们可能只关注一个问题，但你们需要广泛涉猎，你们要参加类似世界顶尖科学家协会这样的活动，多参加会议、多和人们交谈，因为你并不知道你的下一个灵感会被什么所触发。尝试完全不相关的领域，就像美国人所说的，跳出固定思维。我认识很多诺贝尔奖得主，我所说的是一个很重要的关键，即你在发表你不理解的数据时，要特别特别小心。如果你试验中出现了一些你没法理解的数据并且发布了出去，某些聪明人看到这篇文章，弄明白了（这些数据），他们就会赢得诺贝尔奖，而不是你。所以你们要在这方面做记录，像诺贝尔奖得主一样善于发现。所以我想说，自然而然地做吧，但肯定其中会有很多运气出现，在正确的地方做一个聪明的人。另外，我们每天都能看到新技术出现并投入使用，显然它的出现自有它的理由，但它们也可以应用到你的领域，去解决你的问题。所以，坚持不懈，认可自己从事的是一个重要领域，只不过因为它太难了，所以可能比较冷门。

大卫·鲍尔科姆

(David Baulcombe, 2008 年拉斯克基础医学研究奖)

我们在小分子 RNA 和基因调控方面取得了一些进展,我从事的是植物方面的工作。我们能够取得进展是因为我们发现了一些异常结果。其他一些人也得到了同样的异常结果,但他们把它推到一边,没有重视这些结果。异常的结果经常困扰我,我们继续沿着这个方向研究,我想这就给我们上了一课,就是多关注那些异常的地方,然后跟进这些异常的结果。我很幸运,当时我的研究是由一个靠谱的基金会资助的,是一个非常慷慨的慈善基金会,所以我们能够灵活地跟进。另一个建议就是确保你有一个好的资助者,我注意到有几个演讲者的赞助者都是 ERC,对于在欧洲工作的人而言,ERC 非常重要,我们科学界应该促进和支持具有前瞻和广阔视野的资助者,比如 ERC。

哈拉尔德·楚尔·豪森

(Harald zur Hausen, 2008 年诺贝尔生理学或医学奖)

我一直都对感染学和人类癌症很感兴趣,因此作为一名非流行病学专家,我在研究流行病学数据时非常小心。从这点上说,宫颈癌成为我们发现的第一个与感染有明显关联的一个疾病,最后我们能够分离出正确的病原体,研究清楚它的机理。后来我们也做了同样的事情,对结肠癌、乳腺癌、前列腺癌进行了研究,在对数据进行分析时发现支持感染病原体存在的依据。令人惊讶的是,在营养物质中我们发现了一些特殊的物质,尤其是牛奶、乳制品和肉类中,这显然是导致结肠癌的原因,它可能与乳腺癌和前列腺癌也有高度关联。大家知道,这项研究早在 2001 年就启动了,我们研究这个方向已经快 20 年了。如果你觉得你的研究发现很重要,并且你觉得可以一步步逐层剖析背后的机理,那就相当富足了。至少对我生命科学工作的这两部分而言,我认为这是一项长期的研究,研究发现不是真的和一时的偶然性有直接关系。

顶尖科学家所具备的独特研究特质

独特的研究特质

青年科学家：

您认为哪项与科研无关的个人特质或品质是您职业生涯成功的关键？

帕梅拉·比约克曼

(Pamela Bjorkman, 1994 加拿大盖尔德纳国际奖)

我认为我成功的关键应该与（人们）通常的认知不同，我对自己的成果极其缺乏自信，于是我要一遍遍地反复实验以确保每个步骤都没有问题。这种情况有的时候会太过严重，以至于无法让人继续（科研），这是过度缺乏自信的问题。但另一方面，我和年轻人聊天的时候会说，自我怀疑也不完全是坏事，这样你们会不断检查、反复验证自己的成果。这对我来说也非常重要，我要确保我们做的所有实验变量控制到位，这样才能解读数据，得到正确的结论而不被迷惑。

顶科们如何克服他们研究中遇到的重大挑战？

青年科学家：

我认为获得诺贝尔奖是一种莫大的荣誉，这取决于你的才华和你的努力。我想知道在你们的研究中，勤奋起了多大的作用？在我们这个年纪（30 多岁）时，你们通常花多少时间搞研究？

米歇尔·马约尔

(Michel Mayor, 2019 年诺贝尔物理学奖)

不管你从事什么行业，你总是会遇到困难，远没有别人口中来得那么轻描淡写，就是坚持、坚持，就是这样。我们都这么说，是因为它真的很重要，你会经历人生的各种时期，找错研究方向的时期，实验失败的时期，或者你不明白为什么实验成功了。可能更糟的是实验成功了，但没人相信你，因为它可能是颠覆性的研究成果。要让科学界相信新事物实际上相当困难，你会觉得这很简单，但实际上很困难。我相信你们中有人已经经历过了，在你职业生涯早期的时候。所以重点就是不要气馁、不要气馁，做一个单独的实验，这个实验有效还是无效？不要在

大部分或者整个工作中都垂头丧气，自然而然地接受当下就好了。所以我所遇到的实际困难，就是我提到的那些事，别人都不相信你说的，结果没有以论文形式发表。一篇论文被多次拒稿，现在我认为结果是正确的，当时也觉得是正确的，事实证明也是如此，我还因此获奖了。但那是一个非常困难的时期，试图让别人相信我们说的。在你没有科研成绩背书的职业早期这更难，你得有点自己的东西，当你们到了我们的年纪时，你需要科研成绩，这样其他人才会更容易相信你。如果你曾经做了正确的研究，但你在事业初期你没有这样的科研业绩，恐怕这会非常非常困难。一般来说，最困难的事情莫过于在没有得到普遍接受的情况下仍坚持的毅力，这并不容易。但如果你的实验和数据是正确的，这些结果终有一天会被认可的，最终会发现你说的是对的。

坚持科研的动力

青年科学家：

每个领域都有一定的研究趋势。很多时候我觉得当我指出性别差异的影响，多少有点迫使人们转换思考的角度，因此有时候会遇到很大的阻力。我想在两位的职业生涯中，应该也经历过因为和别人的研究方向不同而受到领域内其他人的抗拒或质疑。如果两位也有类似经历，能不能和我分享一下是什么支持你们继续前进？我很想听听两位的意见。

帕梅拉·比约克曼

(Pamela Bjorkman, 1994 加拿大盖尔德纳国际奖)

我记得有一段时间，我们想到了一个理论去解释抗体对艾滋病毒变体效果有限的原因。但我之前二十年都在研究别的领域，是突然开始研究结构生物学的，并对艾滋病毒免疫应答产生非常大的兴趣。我们认为自己发现了关于艾滋病毒未被提及的内容，但作为这个领域的新人，我在一次会议上做了介绍，被人狠狠贬低了一番。我当时都不知道对方是谁，那时候对艾滋病领域的学者还不熟悉。但当时是在大庭广众之下，那种感觉非常陌生。我回去以后，心想自己怎么没有说个一二三出来，因为我其实是有答案的，但我当时被震惊了。现在回想起来特别有趣，尽管那时候（受了质疑），我们更下定决心去证明这个理论，而没有这件事的话，我们或许也不会决定向艾滋病领域证明自己。我觉得有意思的是，当你第一个提

出新想法，别人都说你是错的，然后他们说好吧，大概没错，那又怎么样，这是显而易见的事情，最后他们接受你的想法。这些情况都实际发生过，我觉得它促使我们更好地进行科研。在我看来，你的研究领域很有意思，我之前不太知道这个领域的研究，我听说过有人研究不同性别的感染反应。我听说过一些研究，但不多，出人意料的少，但这个领域的吸引力越来越强，你的研究领域比那还要再深一些，但真的很让人兴奋，你应该继续下去。

威廉·莫纳

(William Moerner, 2014 年诺贝尔化学奖)

你还可以从另一个角度去想，别人质疑你说明你的研究有意思，你的研究很重要，你的研究有可能改变别人的思维模式，你的挑战在于找到足够的证据证明你说的是对的，那就要更好地控制变量，找更多案例，从各个角度多加思考，考虑还有哪些因素需要排除等等。这就像帕梅拉教授刚刚说的，你在不断改善自己的实验，你在不断尝试很多新东西来保证你的结论正确。我觉得不要受别人影响，但要把所有事情安排妥当，安排得井井有条，可能会有点难度，很花时间，但最后它是有价值的。



持续不断的科研“灵感”从何而来？

顶尖科学家收获的最好的职业建议

青年科学家：

您收到过最好的职业建议是什么？理由是什么？

威廉·莫纳

(William Moerner, 2014 年诺贝尔化学奖)

这个问题非常有意思。我在 IBM 工作的时候，隶属于其中一个研究组主要研究如何用光储存数据，因此我们当时研究的全都是分子、光与激光相关的内容，还有怎么样让应用运作之类的，但同时也在进行科学研究。当时我收到过一条很重要的建议，是一位很重要的经理说的。他很坚定地说，你必须用上所有的设备，做你能想到最激动人心的科学研究。要知道，这可是在一个商业公司的环境下，所以能听到有人做这样的提议很有意思。他们当然鼓励研究，但他说的是“做最激动人心的研究”。那时我决定，我们要试着检测单分子。因此这个建议可以说改变了我的研究重点，我们的研究重点也因为那条建议而改变。

青年科学家：

在您的职业生涯早期，您学到了哪些让人惊讶的经验教训，同时也是很有价值的？

迈克尔·希兹

(Michael Sheetz, 2012 年拉斯克基础医学研究奖)

我一直记得的一件事是我（之前）一直在寻找，来自领域内同僚的认可或支持。之后我意识到那是不会发生的，重要的是要按你的想法去做，做你觉得自己该做的，不一定要等别人说这个不错。他们也是你的潜在竞争对手，所以这是一个自我驱动的行业，你必须对自己所做的有信心。这是我认为最重要的问题，不要失去你的自信，不然你会迷失自我的。

顶尖科学家的科研灵感

青年科学家：

(我们这一代)青年科学家可能受科幻电影激发了我们的研究灵感。在您那个时代，您的科研灵感来自何方？

让 - 马里 · 莱恩

(Jean-Marie Lehn, 1987 年诺贝尔化学奖)

(科研)都是好奇心导致的。实际上，你在看科幻电影的时候激发了你的好奇心，这很重要，但其他的原因和其他事情也能激起你的好奇心。科幻的确能做到这一点，法国很久以前有一位著名的科幻作家，他叫做儒勒凡尔纳，我们年轻的时候读过他的书，这也很好地激起我们的好奇心。

本 · 费林加

(Ben Feringa, 2016 年诺贝尔化学奖)

当然，我读过科幻小说。当我还是小孩时，让 - 马里提到的儒勒凡尔纳，他写的故事是我读过最棒的。说到科幻小说，有时候我们觉得科学也有点科幻小说的韵味。我在 40 年前还是学生的时候，的确有一些小说讲述了人体内植入一些电子产品的故事。如今我们听了柔性电子产品以及人类与电子产品的交互界面，我觉得现在的发展很有意思，好似科幻小说变成现实一样。没错，这与科学有关，我们正在尝试创造科幻里的东西。

对研究产生重大影响，甚至改变研究方式或思维方式的事件？

青年科学家：

我只是好奇，请问顶尖科学家认为对你研究产生重要影响的事情，或是改变你研究方式、思考问题的？哪些更重要？哪些不那么重要？或者从来没有改变过？

巴里·马歇尔

(Barry Marshall, 2005 年诺贝尔生理学或医学奖)

我觉得你可以专注于你感兴趣的事情，你正在成为某方面的专家，但你没有意识到这一点。在 6 到 12 个月的时间专心干一件事，很少有人会这么做，然后你就能成为这方面的世界专家，年轻人没有意识到这点。做博士后的人会得到他们的第一笔资金，马上就能独立进行研究了，但没有意识到自己做到了。所以那时候就真的要自己做决定了，集中注意力。

大卫·鲍尔科姆

(David Baulcombe, 2008 年拉斯克基础医学研究奖)

我认为有一件事在我的职业生涯中是不变的，同样适用于现在。我开始的时候就是为了确保你要时刻记着你要解决的大问题，因此自然而然，当你做研究时你会去寻找那个突破口。但你需要做的是，你需要知道那个突破口在哪里，你的研究主题是否和全局相得益彰，你研究要解决的最大问题是什么？

哈拉尔德·楚尔·豪森

(Harald zur Hausen, 2008 年诺贝尔生理学或医学奖)

当我开始学医的时候，我下定决心要研究癌症和感染，这听起来很有趣。但我连续 60-65 年都不知道这件事，我必须说那天之后我再也没有后悔过。

巴里·马歇尔

(Barry Marshall, 2005 年诺贝尔生理学或医学奖)

我之前提到的一件事，新技术虽然经常发生，但更容易在会议上发现它们。当你去开会的时候，你可以在他们的海报上和他们交谈，海报环节是我觉得最有价值的，你不仅能理解还有背景部分的补充，在你的研究领域使用新技术，这些技术可能原先不是用作这个用途的，但它可能会解决你的一个小问题，这才是你真正能快速前进的地方。所以你得睁大眼睛，现在出现的一小问题可能会使你慢下来，你可以很快用一些新的小工具或你在下次会议上得到的一些信息得以解决。所以我总是很乐观。

迈克尔·霍尔

(Michael Hall, 2017 年拉斯克基础医学研究奖)

我也可以补充一点，年轻人进入科学界，例如我管理我实验室的方式就是尝试找到合适的人，然后让他们运用他们的想法。这样的话，你总有新鲜血液注入，你的实验室会有新的思想火花。我们曾经做过的一些非常好的研究，想法都不是出自我，而是来自实验室的博士后。

何时意识到这是研究中的重大突破？

青年科学家：

我的问题就是你们是在哪个节点意识到这是你们研究中的突破点的？是在研究开始的时候，你们就意识到可以做出很重磅的发现？还是说一开始都没想过能有这么惊人的成果，但在研究过程中你逐渐意识到，这是你们领域里的研究突破？

巴瑞·夏普莱斯

(Barry Sharpless, 2001 年诺贝尔化学奖)

是的，这是个很重要的问题。我只能说我一开始并不知道，我的想法可以做出有用的、优秀的、重要的发现，完全不知道。我特别喜欢做化学研究，以至于不管我研究的是不是一个好方向。所以我觉得要让研究生自己决定课题比较困难，尤其是有创新性的课题，但我觉得人类做出了这么多有用的东西，我们合成了新材料，并且合成方法要很高效。如果仔细观察我们的做事方式，首先要有深厚的学问功底，去尽可能了解化学研究中的具体步骤，并认定我要做能量产的研究，我喜欢能够合成大量产物的研究，就这一个目标能让你走上其他人没有兴趣的研究道路。我想这可能可以回答你的问题。

青年科学家：

各位顶尖科学家在各自领域做出了开创性的贡献，请问您是怎么识别出会产生很大的影响的研究的，而不是从一开始就在做一些增量项目？您是怎么找到这些这些很重要的领域的？您有什么智慧可以跟我们分享吗？特别是在我们职业生涯初期，我们要如何识别重要项目，把时间花在那些有很大影响的项目上？



克里斯托弗·哈孔

(Christopher Hacon, 2018 年数学科学突破奖)

我是数学家，所以我可以分享一个完全不同的角度。在我的领域，事实上有很多重要的问题一直困扰着研究人员，数十年甚至几世纪。我发现对研究很有价值的一点是去思考那个最重要的问题，并逐步向这个大问题的方向推进。如果你足够幸运，总有一天你所做的研究会产生重要的影响，但至少在此期间，你在不断地向着真正有价值的方向进步。

哈维·阿尔特

(Havey Alter, 2020 年诺贝尔生理学或医学奖)

这是个基本问题。人们经常会问，要如何引导年轻人从事重要的工作？我认为，第一，你不可能一开始就从事重大的项目，通常不是这样的你需要找到的是一个合适的研究机构，它要非常尊重研究也要支持你的研究时间。最重要的是你得找个导师，他有一个正在进行的能让你兴奋的项目。一旦你参加了一个正在进行的项目，你就会找到自己的定位，然后你就可以沿着这个道路往下。对我来说最有帮助的就是合作，你不能永远单独行事因为研究太复杂了，你要了解的东西太多了，所以你得和别人合作，你必须学会会议和合作。而且你必须要坚持不懈，我们发现的澳大利亚的抗原本来随时都有可能被放弃，但布朗伯格医生一直在努力、努力，最后发现原来它是乙肝病毒。他那时候不是生物学家，不是肝脏病学家，我也不是，但只要跟着出现的线索走就行了。其中也需要一些观察发现，你得在正确的时间出现在正确的地点。你要不断追查你所发现的，直到你能证明它不值得被继续研究下去，但如果你很幸运的话，它会指引你一步一步向下走。一切都需要良好的指导和完善的实验室以及大量的合作。

阿达·约纳特

(Ada Yonath, 2009 年诺贝尔化学奖)

我认为最重要的是好奇心。科学家，不管他在什么水平上，都必须要对他们想研究的问题保持好奇心。一旦好奇心变得非常强烈让他无法抗拒，并且他也有热情，机会就来了。虽然无法向你保证，但起码是有机遇的。另外，所有的领域都很重要，他们都在做贡献，但是驱动力还是应该是好奇心和热情。

哈里斯·李文

(Harris Levin, 2011 年沃尔夫农业奖)

现在的很多重要的研究问题，正如阿尔特医生提到的，是需要跨学科或学科间合作的问题。要真正去选择问题，比如知道什么是可以研究的重要问题，这需要很多努力，也需要你对你的学科有很深的了解。我猜像阿尔特医生这样的科学界的成功人士，他们的阅读量都很广泛，他们读了很多其他相关学科的书。我认为这种拓展（很重要），我在试着鼓励学生特别是研究生们去做的拓展，就是去阅读其他相关学科的期刊。不光是那些与你的专业相关的，因为你会从这些学科中得到不同见解。如果你了解发育生物学现在的研究，而你的专业领域是免疫学，你会得到灵感，知道你想研究什么方向。突然想到，就是它了，我要向这个方向研究，这是我的好奇心会给我答案，这些都是由你所学所读的东西创造出来的。所以如果你一直待在象牙塔里，我觉得你永远都不会找到最重要的问题。所以要多阅读，尽可能多地了解不同学科的情况，而且这是真实的需要。现在生物学家都开始学习工程和物理等等，因为如今有太多知识跨越了学科的边界，特别是对生物学家而言。现在有很多精简的资料，还可以被“投喂”，收到来自所有学科的论文，任何时候都可以。如今想阅读更多的文献要比以前简单多了，但今天这些工具唾手可得。所以这真的取决于你是不是能够使用这些技术来快速吸收信息，并且有策略地使用它们提出问题，而不仅仅是给你阶段性答案的问题。

哈维·阿尔特

(Havey Alter, 2020 年诺贝尔生理学或医学奖)

我想指出来的一点是年轻科学家们经常会更换不同的项目，但是如果可以的话，成为某个领域的专家是很有好处的。第一，因为你在这方面的知识会更丰富；第二，人们会来找你，因为你有特殊专业知识、有特殊样本、有特殊的技术，因此你会在你的领域名声大噪，这就为你带来了合作者，带来更多的人与你一起工作。所以试着去专注于某一领域。当然，有一点我们还没说，但显然你必须努力工作，这没有捷径，你必须投入大量时间，努力工作，同样也要常和家人相处。

诺奖团队的共性

青年科学家：

塞尔日教授，你在巴黎攻读博士学位的导师为克劳德教授，大约三十年后，他获得了诺贝尔奖。在你读完博士学位后，你去斯坦福读博士后，在香农的研究小组里，十年后，香农教授也获得了诺贝尔奖。在你做完博士后，你回巴黎开始了自己的研究生涯，你也得了诺贝尔奖。我想这三个研究团队之间一定存在某种重要的共同因素。我的问题是，这三个研究团队在作出这些伟大研究时最重要的共同点是什么？

塞尔日·阿罗什

(Serge Haroche, 2012 年诺贝尔物理学奖)

首先，在我的职业生涯中，我很幸运地能够在科研氛围非常自由的实验室中工作，我在巴黎诺曼底实验室开展工作，在那里我们可以研究出于好奇而想探讨的课题。当时，为了解决之前提出的一个问题，无需行政部门的管理（审核），我们从来不需要写过项目申请，这样他就可以整天教书，指导学生和做研究。不幸的是，这个时代已经过去了，但这对我的成长非常重要。然后我去了斯坦福大学香农教授的实验室，那里也是一样的科研环境，稍有一点不同。加利福尼亚更放松，研究环境也不一样，我的灵感源源不断，学术实验室和工业实验室之间的联系非常重要。而当时第一批激光器被开发出来了，在自由的氛围下，工业和实验室有着紧密的合作，我认为这很重要。我的一些同事，特别是和我分享了诺贝尔奖的同事大卫·维因兰德也有同样的经历，他在哈佛开始了物理研究，和伊西多·拉比（1944 年诺贝尔物理学奖）的学生诺曼·拉姆齐进行合作，他在 20 世纪 30 年代在哥伦比亚建立了成功的原子物理实验室。我们几代人都获得了诺贝尔奖，一个接一个在自由的氛围中接受训练，做好奇心驱使的研究。我想强调的是这些物理成果纯粹是在好奇心下做出来的，因为我们想了解这个世界，引出了很多应用领域。如果你看看拉比和他的学生们的研究成果，你可以看到微波激射器、激光、原子钟、核磁共振仪、这些改变了我们 20 世纪生活的设备，都源自于原子物理学这一基础科学，是在这样的实验室发展出来的。因此，我坚信基础科学是必不可少的，不仅是为了找出我们对自然感兴趣的東西，同时也能成为一片沃土，滋养出各种应用成果，我很幸运能够在这种氛围下开展我的研究。因为从最初开始，我有幸在 20 世纪 60 年代开始研究，激光在当时被发明出来，而且我们那时并

第一部分： 科研成功的秘诀

不知道激光有什么应用范围，我们能用激光做什么事情，但我们觉得这是个非常重要的装置，一个很重要的进步。从那以后我们所见证的一切，验证了我们的想法。目前，激光能帮助我们探索自然界的某些方面，这在以前是做不到的。而光学原子钟的发展，在计算宇宙年龄的精度已经达到了一秒钟，这是我们 60 年前无法想象到的事情。我只是举了几个在 60 年前无法想象的例子，激光的发展使这一切得以实现。我认为如果你能在自由的氛围下工作是非常有益的，让你可以探索自己的创造力和想象力，不受管理部门的拖累，不受资金缺失的拖累，不需要花时间证明你的实验是正确的。我现在愈加担心的一件事是，至少在欧洲的科研环境中变得越来越官僚化了，越来越难为这类研究筹到资金了。





获奖后是否拥有更大的能量去推动科学发展？

青年科学家：

获得科学奖项是巨大的荣誉，但我也觉得获项也意味着你们要肩负一种责任，那么你是否可以通过所获得的荣誉来更好地推广的项目或想法，或更好地支持你们的研究？

塞尔日·阿罗什

(Serge Haroche, 2012 年诺贝尔物理学奖)

我尝试做的是向学生之类听众广泛谈论科学，高中生，甚至是初中生，都对科学着迷。在大学层面上，向学生解释做科学研究的重要性也是非常重要的。我总是在强调好奇心驱动的研究的重要性，它并不与应用科学背道而驰，而是与应用科学有某种共生关系，这就是我一直想做的事。我还想做的事情是，让政客们能关注这个问题，这就更难了。由于我们正在经历的经济危机，你能做的那些无用的科学是一种奢侈，现在还有更紧急的事情等待我们去做。我们面临的另一个问题是时间尺度的差异，你正在做的物理实验映射出你在 10 年或 20 年后做的实验，政客从来不会那样做。在我们西方民主国家里，政治家的寿命只有几年，他的视野里只有选举，很难理解科研需要持续的投资。即如果你在这一代研究人员之间制造一个隔阂，你会对科学的发展造成不可逆转的伤害。我将运用这个奖项带给我的影响力和非凡的力量进行发声，但我不确定这样做是否就足够了。

第二部分

解答青科困惑



WORLD
LAUREATES
FORUM

世界顶尖
科学家论坛

中国|上海



如何平衡基础研究和应用开发？

青年科学家：

作为一名青年科学家，我最想知道我应该如何最好地利用时间，关心如何平衡基础科学研究（论文以及深入的研究）和利用我的知识为行业做出更多贡献。有时候这两个方面是冲突的，各位教授能给我们一些建议吗？

伯特兰·哈普林

（Bertrand Halperin，2003 年沃尔夫物理学奖）

我没有做过投入实际应用的研究，这并不是因为我觉得这不重要，是因为我个人的天赋和兴趣很大程度上引导我朝着理解事物在基本尺度的运作方式上发展。我感兴趣的很多事情并没有朝实际应用发展。我也和其他很擅长朝商业方向发展的人合作过，我想我唯一能说的就是每个人都要做自己觉得最好和让自己擅长的事。至于应用方向的研究和基础研究之间的平衡，我觉得你得根据让你和周围人都感兴趣的方向来决定。如果你有学生的话，你得激发他们的兴趣。

青年科学家：

如何平衡基础科学研究、工程研究和以应用为导向的研究？并且如何实现平衡使你的研究工作更具影响力和具有成效？

戴宏杰

（Hongjie Dai，2006 年美国物理学会詹姆斯·C·麦高第新材料奖）

你在基础研究上做了多少工作以及你在商业化研究上做了多少工作？我觉得像你这样的青年科学家，首先应该专注于基础研究。因为每个人的能力都是有限的，因此我们最好还是先专注于学术研究。你至少要花费十年的时间来锻炼自己，并在某些领域有所成就。在这之后，如果你觉得有一个方向让你很感兴趣，让你感到前所未有的激情并且能够对社会产生影响，那么我认为做一些商业化或应用型研究是个好主意。但即使是这样，你也可能只能成为一名（研发类）科学家和科学顾问而不是管理公司。我在在斯坦福待了约十年，一直没做商业化研究直到开公司，这可能是延续你研究影响的一种方式。因为你有时会觉得你真的想让你的基本发现或是你熟悉的材料有更深的的应用，从而产生更大的影响。对我来说，商业化是一种延伸拓展你研究成果影响力的方式，在实现了科学价值以后实现社会价值。我对年轻人的建议是，先专注于你的科学、专注于你的研究，当你觉得你准备好了，有激情和精力为社会做点有用的贡献，那就去做吧。



杨培东

(Peidong Yang, 2015 年美国麦克阿瑟天才奖)

我同意宏杰的观点。你们都是大学教授，那么教授的基本工作实际上是教育，同时做研究，对吧？因此，现在你的工作不是把某项技术商业化，也许是在 10 或 20 年后，你可以这么做。但现在，这显然不是你的首要任务。当然，一旦你建立了某些科学，你可以顺其自然地把它商业化，并对社会产生很大的影响。有两种方法来做，像我们一样做科学顾问或者某个公司的联合创始人，但不要花太多时间在上面。因为我希望大部分时间还是在大学里，但也有可能你对特定事物充满热情，那你有可能最终会脱离研究，离开学术界投身工业。这没关系，这也是另一种可能。我有几个学生，他们已经成为了美国的教授。但在这个过程中，有 5、6 年他们决定要离开学术界去开家公司，他们还在开。但我认为影响是完全不同的，这完全取决于你自己的兴趣和激情。

青年科学家：

在基础生物学领域的研究中确实有许多重要的发现，你们是怎么看待在转化驱动和好奇心驱动的研究之间的平衡的，特别是考虑到资助周期的限制以及（当下）学术界的评价标准？

巴里·马歇尔

(Barry Marshall, 2005 年诺贝尔生理学或医学奖)

其实我觉得现在大学过分强调了实现转化这一方面，当然我们在申请基金的时候都会这么写，但我常常觉得这是本末倒置。人们越来越兴奋，大肆宣传这些小发现以及一些基本的分子层面发现，但这可能需要几年时间才能知道这些发现是否能进行转化。你们会发现现在的知识产权发展，我大学的领导都很逼得很紧，想让学者们每周都尝试并且建立创业公司，我觉得这做的有点过头了，所以当我看到有人受到研究的资助，或者得到分子生物学实验室（MRC）的资金赞助或者类似的支持时去做分子的基础研究我觉得这样更好，这才是大学的目的，应该给予它更大的优先权，而且很快当你研究的东西足够成熟，你不必去推动它、推广它、宣传它，大家都会明白这是一个巨大的进步，自然会引起重视，这是我的一点心得。

哈拉尔德·楚尔·豪森

(Harald zur Hausen, 2008 年诺贝尔生理学或医学奖)

我觉得我们需要更耐心一点，让政府投入更多的科研资金用于基础研究。如果你是做转化为导向的基础研究，我想如果你找到了医学领域的未解之谜，只要这个疾病是持续存在的，慢性神经系统疾病、比如一些代谢性疾病，在很多情况下，这些疾病背后的基本机制其实并不为人所知。如果我们不在这方面努力研究，试着从各个方面来解释它，我们都不太可能取得成功。但如果我们发现了什么确实在这儿中间起作用，那当然有很多办法将它转化为临床应用。比如乳头状瘤病毒的研究，你们现在可以看到疫苗正在全球范围内推广，它现在已经被应用到临床上，而且非常成功。还有其他一些从基础研究中得出的成果，从对某种疾病起源的认识，医学和生物学中有很多教条式内容，如果你仔细研究，你会发现它们根本不是百分百准确的，想跟年轻的科学家说一句，保持开放性思维，保持开放的心态，不要照单全收你听到的一切。

大卫·鲍尔科姆

(David Baulcombe, 2008 年拉斯克基础医学研究奖)

支持我科研工作的资助者是大卫·赛恩斯·威斯，他一刚开始就说我希望你做基础科学，我需要你做重要的基础科学。但他说，如果你遇到你认为有应用潜力的地方，你有责任确保有人跟进后续的应用研究。他说，你不用自己去做这件事，但是要确保有应用价值的研究有人跟进，我觉得这是一种很好的思考方式，对我们这些搞基础科学的人而言。

青年科学家：

化学可能是实用性最强的（研究领域）。作为化学家，我们对新发现很感兴趣，但是对我们的学生来说，他们认为新发现并没有什么用处。各位对我们选择新课题有什么建议吗？我们应该选择（对基础研究）更有用的课题？还是应该选择实用性更强的课题？

理查德·扎尔

(Richard Zare, 2005 年沃尔夫化学奖)

从某种意义上说，我认为你问的问题不对。我要跟你说的是，你真正应该做的是寻找让你兴奋的事情，然后全身心投入其中。这样，你才会真的有成就感。我认

为这是正确的做法。是什么让你更有效率？从这方面来说就像一种化学反应，不要让别人为你设定目标，必须研究纳米结构或者必须研究电池，不要听他们的。发现让你兴奋的事情，做得更好，但是不是因为别人说什么或者他们认为重要的事情。你得去寻找让你兴奋的事情，然后全力以赴。

组建团队、管理团队的秘诀

如何组建“高产”团队以及如何挑选博士/博士后？

青年科学家：

顶尖科学家的科研产出能力都很强，根据你们的经验，你们觉得一个研究小组的理想规模和组成是怎样的？

戴宏杰

(Hongjie Dai, 2006 年美国物理学会詹姆斯·C·麦高第新材料奖)

你们已经有很多高材生了，你不需要很多博士，你需要能辨认出一两个优秀的博士生加入你的团队。如果每年都新增一个优秀学生，这会有很大帮助，这会加速科学的发展。因此，我觉得人不在于多，而是在于精。

青年科学家：

我想问一个简单但普遍的问题，你是如何挑选博士和博士后候选人来与你共事的？有没有什么建议？

哈维·阿尔特

(Havey Alter, 2020 年诺贝尔生理学或医学奖)

这个问题很难回答，我们是招聘我们所知的机构中的人，他们有年轻人愿意来（我所在的）美国国家卫生研究院工作，这个渠道有很多的资源，我们和这些人建立了长期的关系，回国后他们中的许多人都成了教授，这对我来说非常有价值。但你也可能被限制，特别是如果你让一个人从另一个国家来，你不能有一个实质性的面试帮助你去评估，所以我依靠的是他们一起工作的人（来进行推荐），这就是我的建议。

阿达·约纳特

(Ada Yonath, 2009 年诺贝尔化学奖)

如何挑选学生和博士后？当我与人们谈话时我只相信自己的感觉，因此这限制了我能与之讨论的人数或面试人数，有时候我通过 Email 的交流形式，但通常我都尽量去面谈，如果我是对的，我就获得了优秀的博士后和优秀的学生。我认为学生仅是优秀还是不够，还有信任和领导力的因素。有时候我会向学生学习，他们知道的比我多，但还应该有某种信任和尊重的关系，当然学生本身必须是优秀的。

哈里斯·李文

(Harris Levin, 2011 年沃尔夫农业奖)

我想快速回答下如何选研究生和博士后的问题，对我来说，就是热情。我可以在一个人走进来的大概十亿分之三秒内就感觉出来，这个人到底有没有热情。如果他们非常聪明，但是没有热情，这就犯了和我当初一样的错误。所以，即使他们可以，在研究生里或者申请人中排名第一，他们可能会参与，但是毫不突出。但有能量有热情有领导力的人，他们反而会是最能力强的人，并且有着优秀的资历。

如何管理团队

青年科学家：

我们大家都有自己出色的学生、博后团队，如何带领团队？如何管理手下的工作人员？

余金权

(Jinquan Yu, 2016 年麦克阿瑟天才奖)

我觉得这是个很好的问题。最开始我在剑桥的时候，只有一个学生，当时我非常郁闷，因为我觉得我需要 10 个学生。但回想起来，我不该这么想。如果剑桥当时给我 3 个，其实一开始并不需要那么多学生，但当时我觉得一个学生不够，我每件事都教他做，我们一人在一边做实验。我做一个实验，他做一个实验，有些一起做，一开始是这样，然后一旦有了一些我们都感兴趣的想法，需要组建更大的团队的时候，这时我意识到其实每个学生都是不同的，你不能用同样的方法来...我当时就觉得，这不适合我。我当时决定在我实验室用别的方法来管理，要因人而异。这绝对是最首要的一条，最有效率的方法。第二条是这取决于学生，有的

学生你就很想放手让他去做，但有些学生就不行，你必须得好好地看着他们、监督他们，等他们真的准备好了，才能放手。这就是我觉得最为重要的两点。

如何激发团队活力与协作意识？

青年科学家：

我意识到现在我们在领导一个团队，和以前我们是博士生、博士后很不一样。有时我们会有不同的想法或尝试新事物，但是可能好几年都停滞不前。我自己足够坚强，我会坚持下去，但可能我的组员会有挫败感，在这方面二位有什么建议吗？如何领导团队？如何让团队为了共同目标而努力？

斯坦利·惠廷汉姆

(Stanley Whittingham, 2019 年诺贝尔化学奖)

这很大程度上取决于团队成员，我觉得有的人更容易被激励。我一直认为给我的学生和博士后很大的自由空间会有好处，这样博士后们就会和研究生密切合作，然后研究生和本科生密切合作。大家从上而上，彼此相互激励，他们都理解这个模式，看起来效果还不错。但我也会让博士生做两手准备，而不是一棵树上吊死。这样的话，假如在某个方向碰壁了，可以继续另一个，直到找到之前问题的解决办法。

奥马尔·亚基

(Omar Yaghi, 2018 年沃尔夫化学奖)

我同意惠廷汉姆教授的观点，他说的那些技巧我也在用，但是我们的工作不一样。我知道，作为一个年轻教授，你想控制实验进程，因为你一心想要取得成果，这样你就能发表论文获得终身教职。我觉得我给学生和博士后的自由空间越大，他们进步也越大，我觉得这就是研究的本质，比较混乱，难以预测，所以要稍微放宽松一点，试着抵抗过度监管他们的诱惑。他们需要启发，这很重要，他们需要知道自己的工作为什么重要，他们多少需要知道研究方向。但我觉得就日常工作来说，他们很擅长选择，你只要关注事情的进展，留意不对劲的地方。如果学生解决问题的方法不对，跟他们交流，我觉得最好还是给他们自由。但是，我以前经常让学生在实验室里自由活动都没什么，但后来我意识到有些学生需要

方向，如果不给他们方向，他们就是在浪费时间，浪费你的时间、浪费金钱、浪费资源，这时你还需要做一些评估，不能用一种方法对待所有人，还需要有点洞察力，了解他们的性格 然后想办法，怎么把他们带到你想让他们去的地方。没有固定的方法，没有参考手册。我还是学生的时候，没人跟我说怎么培养研究小组，如何建立研究小组。所以从一开始你就是在做实验，只能一边走一边学。

培养建立团队的高效工作机制

青年科学家：

从科研角度来说，如果我们想提高研究小组的生产力，专注于重要的研究工作，二位觉得什么事最重要？是阅读资料，与学生和其他教授讨论？自主思考？还是其它的事情？

斯坦利·惠廷汉姆

(Stanley Whittingham, 2019年诺贝尔化学奖) 科学家论坛

我觉得要多思考，设计正确的实验，不要走马观花，什么都尝试一遍。在过去，参与这次讨论的各位可能不知道，我们那时候都没有电脑，但是我们会收集数据，连续两天不睡觉做实验。我们从一开始就精心设计实验，我想大多数人都不会这么做。精心设计的试验可能事半功倍。不要亦步亦趋，坚持自己的研究。

奥马尔·亚基

(Omar Yaghi, 2018年沃尔夫化学奖)

我同意惠廷厄姆教授的意见。我再补充非常重要的一点，你需要为新发现做好准备，思考新方向，在思想上做好准备。脑子里要想着通过你的调查研究会有新发现浮出水面。说直白一点，就是不要走别人的老路，走自己的路，自己开辟新天地，努力创造新事物，不管是新的认识还是新的材料，创造新事物。那样的话，说不定就会有新发现。如果你事先就朝着这个方向努力，你也就做好迎接新发现的准备了。你可以阅读文献，但不要受其影响，因为你读的东西都带有偏见。

科研中碰到的具体问题

如何决定研究方向？

青年科学家：

有一个关于改变研究课题的问题。当你们有了研究想法时，然后你们在上面做了几年研究，还有其他很多人追随你们的研究，你们如何决定是专注于同一个研究领域的创新研究或是完全转变成新想法？决定因素是什么？

奥马尔·亚基

(Omar Yaghi, 2018 年沃尔夫化学奖)

我们都知道（一个人的）研究不可能很全面，当你做研究的时候，我的团队就是这样的，我们从事不同领域的工作，从电化学到光化学。在某一时刻，我们意识到我们很容易制造催化剂，这完全是意外发现，因为我们一直在研究一种新型光活化的铜络合物。当我们认为我们有了制造催化剂的方法，我们决定迈进未知的世界，这并不是一个全新的领域，但是欠缺发展，这就是一切的开始。然后在某个阶段，你认为既然我们可以做中间环，也许我们可以做结环。后来你会觉得，生物学中有许多分子机器和分子马达，我们试着做一些可以移动的（化合物）吧。在某种程度上，这是一个多决策过程，但它根本不是从开始就计划好的。

本·费林加

(Ben Feringa, 2016 年诺贝尔化学奖)

很多事情都是偶然发生的。你偶然发现一位同事的论文，然后你想，如果这样的话，也许我也应该稍微将研究偏向那个领域，因为我有一些有关独特的分子或系统等的想法，就像你在实验室里有的一样。多年来，我们一直在研究开关和马达，这些动态分子系统由生命驱动。然后在几年之前，我突然想读一点关于药物和成像技术的书籍，这让我想到给药物添加开关是很有用的，你可以“开关”药物的效用。因此，近几年来，我们引入了光药理学这个术语，为了引入一个开关，像乙烯苯之类的小开关，或者给药物引入另一种控制它的的开关。例如，让抗生素或者抗肿瘤的化合物在靶点发挥其活性，然后过段时间关掉活性，这样就不会伤害身体的其他部分，或者你也不会建立对抗生素的抗性。因此，我们专注于智

能药物和智能成像。新的成像技术是在医院里用的，如果现在你能通过打开和关闭成像剂来改变对比度，医院里的外科医生将会非常高兴。与此同时，我们有约15个医学院的人一起在这个领域工作。我们开了一家公司来做智能的抗癌药物，我不知道是否有效，但对我来说这是个全新的领域。我跟我一年级学生说，我必须学习分子生物学和细胞生物学，但我得说这让我很兴奋。如果你看到一个研究的机会，想要挑战自己的话就去做，这是我故事的一部分。

让 - 马里 · 莱恩

(Jean-Marie Lehn, 1987 年诺贝尔化学奖)

关于如何计划研究课题。显然有些科学领域从一开始就计划好一切，引力波就是这种情况，黑洞也是这样，一百年前爱因斯坦就预言出来了，因此这是一个计划好了的事情。你知道能得到什么结果，如果它真的存在，尽你的努力去，比方说，引力波的测量。这是一项极具挑战性的工作，做的很好，但完全是计划好的；另一方面还有其他的复杂事情，更复杂的是生命系统。现在的挑战是控制病毒，病毒是不具生命的，它甚至都不是活物，但我们无法控制它。要学的东西有很多，如果有人想做一些同样有用的事情，我想病毒学也是一个很有趣的领域，因为它是一个极其复杂的系统。尽管它们事实上不是活物，当你进入生命系统时，它就更复杂了，我们还有很长的路要走，这要靠你们了。

青年科学家：

在你面临选择继续你熟悉领域的课题，或者开辟一条新的研究道路，如何决定？

大卫 · 鲍尔科姆

(David Baulcombe, 2008 年拉斯克基础医学研究奖)

我做基础研究，基本上就是按数据行事。所以这些年来，我最开始是研究植物激素，然后转向研究病毒，之后转向表观遗传学。每次我做出转变我都没有意识到我在进行方向转变，只是自然地跟进数据的结果。

如何做交叉研究？

青年科学家：

我意识到联合不同领域的科学家来进行一个课题的研究非常非常重要。如何让来自不同学科的科学家更密切地合作？

让 - 皮埃尔·索瓦日

(Jean-Pierre Sauvage, 2016 年诺贝尔化学奖)

我觉得关键在于寻找能相互交流、彼此信任，能尊重你的专业知识和不足之处的人。而不是把你当作一个制造东西的人，然后把成品交给他们，或者说拿着你的样本去为别人做测量。在合作研究中全力参与，寻找想了解你的专业知识并且想让你了解他们专业各方面知识的人，他们会觉得是团队的一份子，而不是从中取利，这样才有意思。如果是做有意思的事情，才能取得更好的成果。

理查德·扎尔

(Richard Zare, 2005 年沃尔夫化学奖)

寻找不同专业背景的合作伙伴真的非常重要。首先，自己要精通某一个领域，学术界的每一个人基本上都在某个领域有所成就，但是不要局限于一个领域，应该扩散出去关注其它学科，你会发现其他人的研究很有趣。然后你可以学习他们的专业知识，他们学习你的专业知识，互相交流，这至关重要。“众人拾柴火焰高”，再者，你们可以分享研究成果。因为当你选择不同领域的人合作的时候，别人就会知道这个人在某方面的研究成果。如果没有另外一个人的参与是办不到的，我们要明白，不止一个人可以参与研究，其他人也应该分享功劳，这是我的一点建议。

青年科学家：

我的博士生觉得做这种跨学科研究很难，我想请教一下你们，如何指导学生们进行跨学科研究？

迪迪埃·奎罗兹

(Didier Queloz, 2019 年诺贝尔物理学奖)

这在科学研究的组织方式上是一个挑战。科学当下走在前沿并有不同的重点，因此你有很多优秀的人才，但要达到这个水平，你必须极度痴迷地专注于你正在做的事情，这相比十九世纪是非常难的。那时候人们还没发展出来物理学、化学和生物学这三种学科。因此，对于大学和一些研究项目来说，这是目前面临的最大挑战之一。在我感兴趣的领域，当我们试图解决宇宙中的生命问题时，这是一个天体物理学家无法解决的领域，化学家不能解决，地球物理学家也不能解决，它必须由每个人同时解决，然后我们的问题是你最终得到一些人，他们被培养成物理学家，他们的思维方式与化学家截然不同。我有很多小故事可以说，我和他们

做一个普通的实验，我在第一次和我学化学的同事一起发表论文时，实际上他是学生物化学的，我问他们说我们是否要计算误差？然后他们看着我说，我们在工作中从没有使用过误差，你可以看到这确实是科学界的一个挑战，我们应该打破这道枷锁。我们称之为维多利亚的科学时代，我们仍然会看到化学与物理学还有生物学的区别。我觉得现在不一样了。现在大多是跨学科的，一些资助机构也有促进这种发展的机制。大学里也有一些解决方案，你可以让两个团队或两个实体之间的研究人员来组合出一种新的学科，但我认为这对大学的未来是个很大的挑战，改变大学的学术文化，以营造一种 19 世纪的那种氛围，也许能降低对单一课程的执着以及增加学术研究的灵活性。我认为不同领域的人能够合作是非常重要的。

如何向前辈讨教？

青年科学家：

我想问的是如何向其他人询问他们所做的数据？我是说你们是怎么做到这些的？诺奖获得者们也会提供建议给我们吗？

迪迪埃·奎罗兹

(Didier Queloz, 2019 年诺贝尔物理学奖)

别害羞。你会惊讶的，因为诺贝尔奖得主都是普通人，当你给他们发邮件时，他们会友好地回答你应该联系谁。我还花了点时间，向人们解释我们也是普通人，我们只是非常迷恋于科学，但就像其他人可能会迷恋艺术、音乐或其他东西一样，我们迷恋科学。在某种程度上，我们很幸运，因为我们靠这个谋生。因此，关于我工作的问题，我一点也不觉得我在工作，我觉得我只是在享受我的生活，我觉得非常幸运。这是我向人们解释的，因此，当我遇到年轻人问我建议或任何我可以帮助的事情时，我愿意花时间来解答。你们年轻人在不知所措时，不要害怕来向我们提问，给你认为是很出名的人发邮件或者写信，大多数时候，他们都会回答你的。因为我认为帮助年轻一代，是我们的责任之一。别害羞，不要被自我限制，不要羞于提问。给我发封邮件，我会告诉你，你说的这个钠是什么东西。

科企合作

青年科学家：

我们和一家视频公司组织了一个研讨会，学校和公司分别有两个演讲，（公司）对侦查暴力有很强烈的需求。比如在足球比赛中打架，他们说没有太多关于这次活动的视频片段，但我们有办法利用迁移学习 transfer learning 来帮助他们，但他们似乎并不想要先进技术的帮助。所以当时，我认为业界和学界存在着巨大的差距。在我看来，我真的很喜欢他们的数据，想用它们来做实验。您有没有一些好的方法来说服公司，与高校进行合作？

马丁·赫尔曼

（Martin Hellman, 2015 年图灵奖）

这是个很普遍的问题，斯坦福大学有一个合作模型，效果很好，（当然）我已经几十年没参与了。但这是一个产业和大学之间的项目，基本上是产业有大学想要的即资金，大学有产业想要的（技术），还有非常优秀的学生，我们制定相关的项目，可以与当地公司寻求和大学的合作，甚至不是当地的公司，可以赞助他们一点钱，但这对大学非常重要。特别是因为他们的资金限制较少，让你可以做那些不能做的事，我们给那些公司的回报是我们有一个年度工业附属机构会议，我们试着让很多快要毕业的博士生参加，让公司进行提前面试，可以看作是促进大学与行业互动的一种方式。



给早期职业生涯学者的建议

早期研究的工作重心？

青年科学家：

两位对于年轻一辈的科学家有没有什么好的建议？比如说我刚拥有自己的实验室，两位有没有好的建议或者自己的切身体验？

威廉·莫纳

(William Moerner, 2014 年诺贝尔化学奖)

有很多事情需要考虑。我强烈建议你尽可能地发掘自己的内在创造力，因此你要尽量避免陷入委员会等琐碎事务中停滞不前。尤其是你刚刚起步，你要在不同工作之间进行权衡。最常见的就是带领研究团队开展教学、研究、申请经费，所有国家的学者都要处理这些事。总体来说，你有很多事情要做，你要确保自己把重心放在重要的地方。拒绝别人其实很难，对有些人来说，当别人提出希望他们做什么的时候，很难规避或拒绝。我想鼓励你，给自己充分的空间和时间维持创造力。

帕梅拉·比约克曼

(Pamela Bjorkman, 1994 加拿大盖尔德纳国际奖)

我觉得教学工作让我学到了不少，在我的实验室研究中也有应用。我很少从委员会工作中学习到什么，如果你能找一位资深导师，可以和这位导师多聊一聊。因为有时候作为一名青年研究者，要拒绝某些委员会任务的确可能让你有点不安。在我任职的加州理工学院，每位新来的助理教授，都会分到一位资深导师。我担任资深导师时，做的第一件事就是确保助理教授没有背负太多委员会工作。

如何平衡工作、个人发展和家庭生活？

青年科学家：

对于职业生涯刚起步的科学家来说，怎样在激烈的竞争下平衡研究工作、职业发展和家庭？如何解压？

约翰·哈特维希

(John Hartwig, 2019 年沃尔夫化学奖)



我认为你真正想应该追求的是平衡的生活。在平衡的生活中，你的工作最有效率。比如我热爱科学，但抽时间陪家人和朋友非常重要，我觉得安排时间适当休息很有帮助。我们以前经常安排时间去看歌剧，我在耶鲁大学的时候会买票去看歌剧，去大都会歌剧院，现在在旧金山有时也会这么做。所以不管发生什么会抽出时间休息一天，尽管我会坐在歌剧院里，想着斯蒂芬发现了什么样的配体，但是这一天多多少少要比平常更放松。还有一点，我觉得如果你追求的事情不同寻常，那么你的竞争就少了。**如果你在一个有很多人的领域工作，竞争就会更激烈。**用我以前同事鲍勃·克拉布特里的话来说，当我还是一名年轻的教师时，我跟他抱怨过相同的事情。他说如果你做的事情很重要，肯定会有竞争，如果有其他人开始做你正在做的事情，你应该把这看作一种赞美，这是你必须在生活中学着接受的事实。

青年科学家：

我觉得自己很忙，要见学生、见合作方，要教学，没时间过自己的生活，所以我想听听建议，如何平衡研究和生活？

哈维·阿尔特

(Havey Alter, 2020 年诺贝尔生理学或医学奖)

这可能是最最根本的问题，我想你会发现科研人员的离婚率可能相当高。家庭和工作很难平衡，你只需要这样想“家庭是我的项目之一”，你也得给那些项目点时间。但这真的，真的很难。

克里斯托弗·哈孔

(Christopher Hacon, 2018 年数学科学突破奖)

我觉得在家不要做太多工作很有帮助，而且由于我有几个孩子，在家是不可能工作的，所以这确实有帮助。

哈维·阿尔特

(Havey Alter, 2020 年诺贝尔生理学或医学奖)

时光飞逝，要合理分配时间真的很难。但是，你不能把你的事业当成一切，最简单的方法就是做好你的工作，这是你真正想做的。但你得为孩子们腾出时间，而你的妻子，通常妻子都是最被亏欠的。

哈里斯·李文

(Harris Levin, 2011 年沃尔夫农业奖)

我奉行努力工作、努力玩的观念，我总是说我死后才会沉睡。我想在科学领域，如果你真的想成功，我想是没有捷径的。这种工作与生活的平衡问题真的很难解决，在不工作的时候要努力生活，沉浸大自然，能让你的头脑获得巨大的恢复，清晰你的思维。在第二天你要解决一个大问题前休息一下，去做点别的，和家人在一起，做些让头脑放松的事，所以这是努力生活的一部分。我拾起了一种乐器，是我高中时常玩的乐器，我发现这真的是太棒了，对于放松大脑的那部分很有用。演奏音乐时，大脑中只有一部分在活动，那不是你在做科学研究时要用到的脑区，放松这部分真的会给你创造灵感。你需要继续写本子、思考、提出假设，从数据中去预测未知，那你思维必须非常清晰。

如何克服科研中的焦虑与不安全感？

青年科学家：

我想我们中很多人都在与这种不安全感作斗争，总是觉得自己不够好，不够有竞争力，所以我想知道各位获奖者们是否有过不安全感，尤其是在作为研究员的职业前期，甚至在赢得一定声望之后，你们还会有这种不安全感吗？你们是怎么真正克服感觉自己可能不如同龄人的不安全感？

古尔杰夫·库什

(Gurdev Khush, 2000 年沃尔夫农业奖)

我从不害怕，我从来没有过不安全感，甚至在职业初期和我退休之后。但我一直认为科学家应该有所创新，共同合作，应该多与人打交道。即使他们竞争力很强，他们也可以互相学习。我觉得重要的是要走出去，把任何令你烦恼的事和其他同事讨论一下。



世界顶尖
科学家论坛
中国|上海

迈克尔·希兹

(Michael Sheetz, 2012 年拉斯克基础医学研究奖)

我想到了专业术语，不安全感。当我确实感到焦虑时，当我投出一篇稿子，当其他评议结果回来后，所有的评议结果都是负面的，这是一个挑战，我们都必须面对这个问题。我要说的是，不要泄气。我们有时候确实会搞砸，但关键是就像刚才提到的与同行互动，明白我们怎样才能做得更好，继续留在赛场上，这一个是重要的问题。

布鲁斯·阿尔伯茨

(Bruce Alberts, 2016 年拉斯克奖医学特别成就奖)

认识到我们都会犯错是很重要的，当你犯错的时候，你必须真正接受，把它当做一种学习经验。我在 30 年前做了一次完整的演讲，我定义了一种叫做“科学家自尊感冒患者”，我基本把我的整个职业生涯都塞进去了。我发现作为一个科学家，我的自尊取决于我上次成功的研究或实验过去多久了。在途中，我们会经历很多失败，这种失败状态要是持续很多年，你就需要开始担心了。但如果你幸运的话，突然之间有些东西起作用了，然后你又自我感觉良好了。我认为，这取决于你曾经多成功，大多数实验都不会成功，大多数想法都不可能实现，但我们只能希望每隔几年，我们就会有一些让自己感觉良好的新发现。那么当然，你对自己的感觉就越好，你就越有可能以极大的经历和热情，挑战下一个问题，尝试更艰难的任务。问题是，如果你真的失去了自尊，你是不会非常努力地尝试的，那就可能不会很成功。我的职业生涯开始得非常不稳定，本科生阶段，我有幸在实验室做研究，在《自然》和 PANS 杂志发表了，在大四我就发表了两篇文章，还有新发现，这是很幸运的。所以我很自信，觉得自己可以做任何事，这导致了过度自信。所以在我的博士期间，我有个疯狂的想法，我太自负了，以至于我的博士考试不及格，所以我的自尊心从巅峰跌倒了谷底，然后又逐步攀升。大约有三年时间，我的实验室没有什么产出，我的自尊变得越来越差，我开始担心了。但不管怎样，你们会遇到许多起起落落，但希望你们能够有足够的成功和足以支撑你们以富有成效的方式进行下去，这就是得失过程。我以前常跟学生说这件事，我很喜欢思考这件事，但我认为人类的动力就是觉得自己是有能力的。有个专业词叫做所谓的能力原则，很多社会科学家、哲学家都写过这方面的文章。事实上，我以前常给我的研究生布置阅读作业，但基本上他们也在猴子身上做过研究，猴子也喜欢自

己有能力，也喜欢解决问题，所以我觉得每个人活得成功的关注点在于解决足够多的问题。所以你觉得，你已经做出了贡献，不管你是不是科学家，不管你从事什么工作，我觉得这是一种很有帮助的思考方式。我一直在审视自己我所做的是否有意义，是否能为世界做出改变，这是一份伟大的科学事业 我们所做的真的足以改变世界。

姚期智

(Andrew Chi-Chih Yao, 2000 年图灵奖)

我对年轻科学家的建议是应该尽可能在不同领域进行研究来建立一种力量。当机会来临时，你应该有勇气去解决真正困难的问题，甚至是不可能的问题，敢于梦想看似不可能的事。



疫情对科研的影响及预判

疫情改变科研范式

青年科学家：

我们都知道冠状病毒在各个方面都改变了我们的生活，我们科学家得到的资金更少了，我们不能随意的旅行了。那么你们认为这次大流行之后的科学组织和科学交流会有什么变化？还有你们认为我们是否应该抓住这个机会建立一个新的体系或改变原有的系统，让其能适应未来类似的情况？

本·费林加

(Ben Feringa, 2016 年诺贝尔化学奖)

我必须说我们可以组织起来，就像我们现在用互联网交流，用互联网开会，这几天我和上海的学术小组有定期的 Skype 会议，效果很好。但另一方面，我们都是国际科学大家庭的一员，我们喜欢面对面交流，互相讨论，不仅是在正式演讲中，而且在非正式讨论中。当我参加会后环节的时候，与那些一生中头一次展示自己的研究的年轻学生讨论，这将是他们职业的开始，有时能进行这种非正式讨论真的非常棒。因此，我认为我们科学界的非正式接触也是极其重要的，我们不应该忘记这一点，相比以前可能会变少，但我希望这种形式能够回归，这样我们就可以结交科学界的朋友了。

让-皮埃尔·索瓦日

(Jean-Pierre Sauvage, 2016 年诺贝尔化学奖)

就我个人而言，我喜欢与人交流。自从获奖后，我见到了很多高中生。不用想也知道，我做了很多很多的讲座，但朝着屏幕说话和在公众面前说话不一样。如果你做一个听众很多的演讲，从一开始你就知道该怎么继续说下去，能了解听众听懂了没有，他们是否喜欢，但做面向全体大众的演讲还是很难的。我觉得对着屏幕说话没什么问题，何况我们也别无选择，但我很怀念和别人进行现场讨论。

疫情下的重点研究方向

青年科学家：

您认为新冠病毒对科学研究界的影响有哪些？我认为除了对细胞的实质性感染，新冠病毒带来的长期健康损害也很显著。很多科学家也在进行队列研究，但作为一个年轻的科学家，您认为国家让我们向新冠相关方面研究倾斜，这个决定是明智的吗？

迈克尔·希兹

(Michael Sheetz, 2012 年拉斯克基础医学研究奖)

我认为我们都被这次的疫情卷入其中了，我们自己的实验室一直对这方面很感兴趣。我们关注衰老方面，想看看衰老的细胞相比其他细胞，为何更容易被新冠病毒感染。我觉得这是自然参与的一部分，不过我觉得最大的影响可能是在我们的沟通方面，就像我们现在在这里做的一样，视频和其他远程通讯更容易被接受。回到布鲁斯的观点，我认为教育确实可以让学生通过远程提问积极地参与其中，这可以帮助他们加深印象。

青年科学家：

由于新冠疫情不断持续影响科学研究，我们是否应该花更多时间和精力去研究传染病？

帕梅拉·比约克曼

(Pamela Bjorkman, 1994 加拿大盖尔德纳国际奖)

我认为答案是肯定的。我在新冠肺炎爆发前的研究领域恰好是传染病，所以我认为应该对各种病毒进行更多基础研究，因为恐怕以后我们还会经历大流行病。

威廉·莫纳

(William Moerner, 2014 年诺贝尔化学奖)

我完全赞同。由于大量病毒、细菌和传染源迅速增长以及同时出现，而我们又面临着缺少抗生素的问题，所以在全球互联的背景下，我们的确需要花更多精力研究传染病。

帕梅拉·比约克曼

(Pamela Bjorkman, 1994 加拿大盖尔德纳国际奖)

另外许多问题都是内在关联的。人类不断侵入动物的环境领地，从动物那里感染病毒和细菌，因此我们还需要更多相关研究去关注可持续发展问题，包括环境问题、空气质量问题等众多相关领域的议题，要是呼吸道疾病成为常态就麻烦了。我刚经历了加利福尼亚大火，到现在还没扑灭。对于这类事情，我们还需要大量基础研究，不一定要专门针对传染病领域，现有所有（科学）领域多多少少都有关联。

科学家，特别是青年科学家应用怎样的心态去应对瞬息万变的世界？

青年科学家：

我们的世界瞬息万变，但从来没有像 2020 年这样地跌宕起伏。新冠肺炎真的带来了翻天覆地的变化，现在要和人亲自见面，和青年科学家以及合作方交流变得更难了，同时我们也更难争取到研究资助，毕竟新冠肺炎给经济带来了极大的冲击。单是进行科学研究的物资供应环节都变得困难重重，因为要保持社交距离和执行别的防疫措施。但同时这也不是坏事，世界的联系在逐渐增强，我们可以像现在这样在线上开会，效果和线下差不多。请问顶科们有没有什么能够给青年科学家的建议，指导我们如何应对现在这种瞬息万变的环境？

斯特凡·黑尔

(Stefan Hell, 2014 年诺贝尔化学奖)

我认为这显然是对人类的一次重大挑战。但通常在面临挑战时，人类都能迎难而上，最终找到解决方案，因此挑战也有积极的一面。尽管可能大家现在还没有意识到，因为停工去不了实验室，还要保持社交距离，你反而拥有了思考的时间。在科学研究中常常出现的是，人们总是会走老路，按部就班，沿着既定的方向一直走。但是如果能够停下来，好好想想到底什么才是最重要的，不仅是生活中最重要的事，还有科学研究中最重要的事。然后你就可以后退一步，更全面地看问题，说不定你就会有完全不同的看法。所以事实上，我所期望的是，希望到了十年之后，我们再回头看，会说新冠肺炎大流行，确实是个冲击，但它也深深地影响了科学发展，促生了前所未有的新学科，这是一种心理学现象。你会看到各种新事物的

出现，在这次新冠大流行中涌现出崭新的事物以及由疫情带来的巨大突破。

梅 - 布莱特 · 莫索尔

(May-Britt Moser, 2014 年诺贝尔生理学或医学奖)

我同意斯特凡的观点，要具备思考的能力，我觉得此处我们应该向物理学家学习，也就是斯特凡教授的领域。有一些物理实验，比如在瑞士欧洲核子研究中心做的，他们会花 15 年的时间来策划一个实验。我觉得我们搞研究的应该放慢脚步，来提高我们的创造力。像现在我们不能去旅游，待在家里，我们仍然可以像现在这样进行交流，我们需要这些变化来推动创新，同时我们也要保持镇定。无论我们现在身在何处，都要保持镇定，不骄不躁，这对科学研究来说至关重要。大家都想要取得科学突破，在现在这个时候，如果我们还没有过份抑郁、愤怒或是过于恐惧，我想我们应该想着改变这个世界，并且保持乐观。

后疫情时代带来的最大挑战？科学还是经济？

青年科学家：

这不是大流行第一次爆发了，过去我们经历过很多次疾病大流行，当然未来我们会有更多，也许明年，也许未来十年。在世界正走向从大流行中恢复的时候，你认为最大的挑战是什么？是科学挑战，经济挑战？还是别的什么？

哈维 · 阿尔特

(Havey Alter, 2020 年诺贝尔生理学或医学奖)

我们该怎么应对下一场疾病大流行呢？我记得在新冠爆发的几年前，福奇博士说他最害怕的是具有高传染性的呼吸系统感染，而我们没有治疗方法或疫苗。然后新冠来了，印证了他最大的恐惧，这也是我们在将来要担心其他呼吸系统的病毒极大可能成为迅速传播的疾病大流行。所以从新冠中学到教训，其中一条就是要早带上口罩，如果人们从一开始就戴口罩，我觉得我们的死亡率就会低很多。对于预防呼吸道感染的措施，我们必须克服人们对这些措施的抵触，戴口罩、保持社交距离、隔离，这些都是通用的方法，然后再有了迅速开发的特殊疫苗。疫苗的开发在过去需要几十年的时间，现在一年就能开发出来，所以我们准备得更好，但人为的应对却很糟糕。

哈里斯·李文

(Harris Levin, 2011 年沃尔夫农业奖)

毫无疑问有三种是来自于冠状病毒家族，所以我们知道这些严重的呼吸系统威胁可能来自哪里，我的立场是我们需要严密的监控，我们真的需要参照预测项目那样去做，我们需要知道威胁在哪。为什么要使用监控系统？这里有几个原因，首先可以从中发现新出现的威胁，对埃博拉病毒和近期几种流行病病毒也是如此。我们需要全球监控系统，我们能做的最重要的事，就是在病毒出现之前就发现它们，并尝试尽可能多地评估这些有潜在威胁的病毒。我认为这是一个全球合作的机会，因为许多病毒可以传播，即使是近亲物种也有很多不同，比如蝙蝠对不同冠状病毒的敏感度的不同，有些种类的蝙蝠可以携带一百多种不同的冠状病毒，自然界的状况是很复杂的。我们要从蝙蝠身上学习很多，这也是我回答的另一方面，生物监测很重要，了解那些已感染的物种的抵抗和适应机制，病毒没有杀死它们，它们不会得病，它们是无症状携带者，我们从比较基因组生物学中学到了很多。因为有了基因学，我们有更好的机会来识别合适的模型。因为所有这些技术，我们真正了解了为什么某些物种会被感染，ACE2 受体就是个很好的例子，我们发表了一项针对 410 种不同脊椎动物物种的研究并分析了 ACE2 受体的进化，基于生物基因学方法。我们可以预测将成为中间宿主的物种，现在在实验性感染中效果很好，通过对携带这些病毒但没有发病的物种监控以及基因学、比较基因学和生物研究。我们可以学到很多，所以还是有研究优势的。

哈维·阿尔特

(Havey Alter, 2020 年诺贝尔生理学或医学奖)

我完全同李文说的生物监控，我认为它很重要。但是您认为有没有办法这么说吧，我们知道蝙蝠会传播新冠病毒和非典，还可能传播埃博拉。那么对于蝙蝠群体，有没有什么干预措施能阻止它们传播这些病毒呢？

哈里斯·李文

(Harris Levin, 2011 年沃尔夫农业奖)

我认为蝙蝠群体不是我们管控的目标，管控它们是非常困难的，我们可以管控的是人类，我们需要将互动的机会最小化，减少与这些物种的互动。因为气候变化、人口增长的原因，还有对这些物种的自然栖息地的入侵，而它们身上又有很多人

类未曾见过的病毒，传染病才会有机会从动物传播到人类身上。所以我认为生物监控十分重要，因为就蝙蝠身上的病毒而言，蝙蝠直接将它们传播给人类是不太可能的，可能不止一种的中间宿主。病毒可能需要进化个五十年，才可以适应，并以这种强度与人类受体结合。所以我认为，如果执行生物监控，这样不仅可以最小化原宿主导致的传播，我们也可以就此发现那些与人类接触更密切的中间宿主，比如猪、鸡或者牛。如果病毒感染了家养动物，那它们对人类的威胁就更大了，所以我认为这是一种不去尝试控制路径的策略。虽然可能很多人对此不满，但是蝙蝠有着重要的生态功能，所以我们不能把它们全部清除掉，我们需要做的是把病毒在物种之间传播的可能性减少到最低，那就是将病毒的可栖息地数量降至最低。当我们知道病毒在哪里的时候，大家就会很快开始研究，找到对抗病毒的对策。但是如果已知有一些有害的病毒存在于非洲中部的某个蝙蝠群体中，那就把这个群体隔离开来，这是我们可以做到的，我们可以预防人类飞到这些可能让他们接触到流行病病毒的地方。



WORLD
LAUREATES
FORUM

世界顶尖
科学家论坛

中国 | 上海

更好的科学教育与科学传播

如何更好地进行科学传播，或与民众交流？

青年科学家：

我们的主要任务是创造知识、教育下一代，希望通过这种做法教育大部分民众。但是越来越奇怪，我们有大量的科学知识，但人们有可能会忽视这些知识。当你们知道这些知识完全正确、必需和与实际情况相关，（科学家）会怎么做？但不知怎的，公众选择忽视这一点，你们是如何做出妥协的？有什么解决它的建议吗？

伯特兰·哈普林

（Bertrand Halperin，2003年沃尔夫物理学奖）

我只能从美国的角度来说一说，显然我们在很大程度上遇到了这个问题，尤其我们政府的最高层，并且在我们的社会中广泛传播。我们存在很大的问题，我们的占星学的人数是天文学家等人数的十倍，这是个巨大的问题。我认为有些科学家，如果你在与交流方面天赋异禀，你肯定要好好利用它来写书什么的，但这需要特殊的能力和天赋，远远超出大多数科学家的水平。我觉得最擅长与人交流科学的重要性的科学正确性的那些人不一定是科学家。他们可能是记者，可能是作家，我想大多数人还是能够理解科学的重要性并相信科学的。但我们也有这些强大的组织、个人就是喜欢跟科学对着干，不管他们自己信不信科学，但他们能说服别人不相信。网络和个人信息这些对我们来说是个巨大的问题，脸书和推特以及各种人们用的非正常渠道通讯、传统的渠道，总是想方设法欺骗我们。科学家有（传播）能力的应该做出贡献，传播知识和科学。

戴宏杰

（Hongjie Dai，2006年美国物理学会詹姆斯·C·麦高第新材料奖）

我只想这说这可能只是暂时的，我相信这种现象会随着时间改善的，总是会有起起伏伏的，现在可能是最黑暗的时期之一。继续做好你的工作，美好的时光会迟早会到来。

青年科学家：

关于科学交流，作为一名科学家，如何在早期职业生涯中将我们的发现与公众和决策者进行交流？

克里斯托弗·哈孔

(Christopher Hacon, 2018 年数学科学突破奖)

我们一直致力于将成功和快乐的时刻与大学生分享，不仅针对数学系学生，而是来自整所大学的学生，或是来自高中的学生。他们愿意保持非常开放的心态，非常享受交流，和他们真诚交流，那就是很好的论坛，鼓励人们思考重要的话题。

哈里斯·李文

(Harris Levin, 2011 年沃尔夫农业奖)

改变理念，即你如何获得他们对你的信仰。以前我们需要 20 年，也许 10 年才能获得，如今世界不同了，疫情加速了这一进程。我们有许多科学网站、博客和播客，如今你有很多途径可以选择，你可以在那里公开你的姓名，通过社交媒体和一篇科学论文进行公开。你有你的大学或研究所，确保他们会发布你每一篇主流论文，选择新闻机构，让它们收集这些东西。如果你留意现在的期刊，如美国医学协会杂志，所有主要期刊用的是所谓综合衡量评分法，也就是关注评分，它能很好地预测你最终引用的内容。如果新闻机构知道了（你的成果），如果它发了推特出现在公众面前、在脸书上被分享了，所有这些都会记录在你的衡量评分里，他们告诉你这比你想象中所带来的影响更大。出版刊物占 10%，特定的期刊或占 90% 或者 1%，你的论文越受公众关注，这对你的职业发展越有帮助，你以你的工作而闻名或受到影响。但是这有风险，如果你发表了一篇糟糕的论文，它被否决了，你也会受到攻击，你必须在社交媒体上为自己辩护。科学家们一直在社交媒体上遭受可怕的事情，但如果你够聪明，你真的可以利用这些工具利用你的优势，让你的信息影响力扩散出去。第二阶段，第一阶段是你的同事和老板，下一阶段是政策，就是如何参与其中。如今还有更多途径参与到科学政策中，我们有课程、学位和小项目把大家联系起来。哈佛有很棒的项目，世界上所有优秀的大学都有可以连接研究者。加州大部分公立大学的项目会为州议会和州参议员提供科学培训的实习，这些人大部分都没有接受过科学培训，我们州立法机关很少有人接受过科学培训，他们什么都不知道。而美国大部分的州议员，没有受过科学

训练的人怎么能做出明智的决策，做出以科学为基础的决策，或是基于证据的决策？如果你没有参与决策过程，我认为你应该利用这些项目，不是顺其自然，你必须变得活跃起来，积极参与其中。我们每个人都这样做，今天的科学家们肩负着前所未有的责任，我们要参与其中并发声，就一些对社会很重要的问题发声。

克里斯托弗·哈孔

(Christopher Hacon, 2018 年数学科学突破奖)

关于互联网上的社交(发声)问题,如果你决定走这条路,你可以做件很实际的事。你可以联系一些研究机构,他们在网上很有影响力,然后你向他们提出一个想法,他们可能会在油管上播放你的研究视频,这会你的知名度更高。

哈里斯·李文

(Harris Levin, 2011 年沃尔夫农业奖)

线上会议也很特别,在如今的许多学科领域都如此,亲身上网参与一个会议吧,听你演讲,关注你演讲的人要比以前多得多,通过这些前所未有的虚拟会议就可以实现这点,所以不要因为它们是虚拟会议就否定它们,说“我真的不会去参加任何会议”,“我只想在我的领域面对面和人交流”,科技已经越来越发达了,这是让更多人了解你研究的好途径。

科学教育的挑战——高校内基础科学专业难以吸引“新鲜人”

青年科学家:

我们看到美国年轻一代人远离基础科学领域,在中国也有相似的趋势。在上海科技大学,我们允许我们的新生自由选择专业。在过去的五年里,我们发现愿意选基础科学专业的年轻学生人的数量急剧下降,我觉得这很令人担忧,因为我们正在失去年轻一代,他们失去了对基础科学的希望和信仰。因此,我想知道在座的顶尖科学家能否分享一下你们的看法?

杨培东

(Peidong Yang, 2015 年美国麦克阿瑟天才奖)

吸引年轻人进入科学界的时代已经结束了,我觉得这在每个国家都很常见。在美

国，我们基本上在鼓励很多孩子加入 STEM 领域，那是从幼儿园到高中一直持续的。即使是这样，我认为在美国还有一个特别的问题，孩子们真正想要的是进入某些至少表面上看能有更好工作机会的领域，因为这是社会给我们的印象。就如我们伯克利大学的化学学院，孩子们考进来只是想拿到化学学位，但最终有一半人都去了医学院。显然，对很多孩子来说，他们在医学院看到了更好的未来。我是说，他们确实还在科技数工领域，但是各种学科相比起来，的确有些领域人们认为它们在就业方面更有前途。我认为这是最终的平衡吧，社会开始变得平等起来，在中国，我觉得你们也面对同样的情形。当然中国的学生基数要大得多，因此我并不担心这个问题，因为你能看到中国学生遍布世界各地。基本上，如果幼儿园到高中的引导做得好，越来越多的学生会进入科技数工领域。STEM 教育，幼儿园到高中是关键，大学就有点晚了。

伯特兰·哈普林

(Bertrand Halperin, 2003 年沃尔夫物理学奖) 世界顶尖

我想补充一下，我在教育这方面的时间比在座大多数人都长。我在 20 世纪 60 年代刚开始教学工作，那时候科学很受欢迎，学的人越来越多，之后人数开始减少。人们非常担心，但我认为，从博士的角度来说，物理学家的数量，尽管它随着时间而减少，但有一个比例比以前高了，不是说博士级别的，而是对科学感兴趣的人足够多了，甚至是在本科阶段。我并不觉得一半化学专业的学生认为当医生更好是一件坏事，比起化学家，我们需要更多的医生，而且我也没看到化学家的短缺。有时候会觉得人手不够，当然，美国现在正在阻止其他国家的人进入美国。因此，我们可能会面临比以往更严重的短缺，但总的来说，我觉得有起有伏是正常的。我同意幼儿园到高中是我们关注的重点，但我不太担心找不到能成为专业物理学家、专业化学家和专业科学家的人，我更担心的是那些不会成为科学家的人缺乏对科学的理解，这与我们之前讨论过的我们如何增强对科学的尊重和理解这一问题相关联的。当然，这是个主要问题，在个人层面上可能也存在问题，许多可能成为优秀科学家的人遇到的老师很差劲，这也确实让我们损失了很多潜在科学家，这是个人问题造成的。部分贫困学校的学生是这方面最大的受害者，我认为这是个重要问题。但我不觉得我们培养出物理学家、化学家或材料学家的多少本身是个重要的问题。

疫情下，教育模式的调整和变更

青年科学家：

布鲁斯，您在改变科学教育方面的工作真的很鼓舞人心。您认为当下这个时期，大部分都是网课的情形下，会对教学造成的挑战有哪些？您认为和学生互动的其他方式还有哪些？

布鲁斯·阿尔伯茨

(Bruce Alberts, 2016 年拉斯克奖医学特别成就奖)

我们做了很多试验，必须不断学习改进。我希望当我们从这次疫情中解脱出来时能从中学到一些有用的东西。疫情是能够激发许多创造发明的，尤其是我们能够让孩子更多地接触科学，他们可以自己在家做些东西，我们的教室可以通过视频广布全球。我们正在进行很多实验，想让孩子积极地学习科学，让他们待在家里把事情做好，给他们具体的事情去做。我希望我们都能学会如何做好这件事，这显然不是一件简单的事，学校真的需要和外界打通，而不仅仅只是在校内。我认为，将来我们可以考虑不仅把孩子留给老师，我们（科学家）也参与教育，让科学家去帮助老师们。我希望将来我们能把真正的科学带给孩子们，通过和老师的合作，利用远程通讯和其它技术给孩子上课。但这就是我们想要的，我想看看，我们如何能让积极的社区活动成为儿童学校教育的一部分。我们正在学习，可惜的是我们在科学教育方面所做的基本上没有奏效，因为至少在美国，很多人都被虚假信息骗过，不能够甄别虚假信息，被骗的这些人他们中的许多人都上过许多大学科学课程，但他们对科学一无所知。所以，我想说科学家们应该利用从中感受到的惊讶、沮丧和郁闷，认识到还有很多人没有完全明白科学是什么，这将促使全世界的科学家们去思考。他们肩负着去接触这些年轻学生和老师的责任。所以，我希望我们将来能利用这个机会。

布鲁斯·阿尔伯茨

(Bruce Alberts, 2016 年拉斯克奖医学特别成就奖)

我们对美国人在疫情期间的表现表示失望，他们没有好好应对，避免惨重的死亡，我从来没想到会发生这样的事。唯一的前车之鉴，就是转基因植物，我觉得这两者都反应了一个相同的真实问题，只不过这个问题更早在农业领域发生了。我认为我们每一个都要认清一个事实，我们没有一个健康的社会，健康的社会里，科学判断是受关注和理解的。为了关注科学，人们必须明白科学的起源。现在我认为，地球上的大多数人都认为科学判断只为科学家的信念服务，只是科学家进行科研的教条。他们对科学的起源毫无概念，科学是基于事实集体共同努力的成果。我想我们要做出改变，我认为我们正在传授科学的人，即使是在大学阶段，也应该为其他人树立标准。我还在美国国家科学院的时候，我想为科学教育做点什么，大多数学院成员说这不是学院的事。我们是科学家，我们不用管大学教育。事实上，教大学的人定义了什么是科学教育，像卡罗尔·怀曼这样的人，物理诺贝尔奖得主，用他人生最后的 20 年专注于大学科学教学。可能现在教授们会醒悟过来好好教学，因为他们在公共场合看到的会是“神奇思维”，这不仅对美国，对于世界整体也是危险的。

第三部分

共话科学愿景



WORLD
LAUREATES
FORUM

世界顶尖
科学家论坛

中国|上海



材料科学领域的发展前景

纳米材料

青年科学家：

你们能简单展望一下纳米材料的发展前景吗？你们觉得在未来五年或十年里哪个领域会有重大发展？

戴宏杰

(Hongjie Dai, 2006 年美国物理学会詹姆斯·C·麦高第新材料奖)

我觉得作为一名化学家和材料学家，首要目标就是开发新材料，发现新的材料并研究新材料的性质。多年以来，我自己的研究是从碳纳米管开始做起的，从最基本如何生长纳米管这一问题开始，如何控制生长速率？有哪些物理特性是独一无二的？它真的只是一维系统吗？它们真的有运输方式吗？运输一致性如何？这些年来，人们也做了研究，观察其光学特性，比如光致发光。他们遇到红外光，谈到红外探测。作为一名材料学家，这样的发现令人兴奋，但也很基础，一定要继续做下去。我还做过类似领域的工作，二维材料就是一个例子，这是最基本的材料发现、材料描述。但我个人觉得，实际上现在这段时间，世界上出现了很多危机，一个是健康、一个是气候变化。如果你想考虑实际应用的话，我觉得这两个领域是最令人兴奋和值得探索的，因为你可以利用这些材料做更好的诊断，利用所有材料的一些特性。我们能否做到比现在更好的新冠肺炎检测，我觉得这是目前非常紧迫的问题。气候变化也是如此，我们能用我们的材料来更好地减少二氧化碳吗？减少二氧化碳排放量还没做到工业化的地步，我们拭目以待看谁能真正解决这一问题。这对整个世界是巨大的帮助，像这样的例子源源不断。我的基本观点是先发展基础科学，然后观察这些独特而有趣的性质。如果你还剩余的有精力和激情，那就去解决世界上的一些危机，或者起码用你所学来帮助解决这些问题，气候或健康。

伯特兰·哈普林

(Bertrand Halperin, 2003 年沃尔夫物理学奖)

我完全同意。开发新材料、纯材料，不仅是新材料、质量更好的材料，是一个材料学家能在凝聚态物理或材料学中做到的最重要的事情。对于那些应用，我想说的是即使是基础科学，某些令人惊讶的新材料的发展推动了基础科学的发展。我还记得戴教授在他刚来到哈佛和斯坦福大学时做的研究是纳米管及其特性，像我这样的人创造了很多令人兴奋的物理知识只是想了解这些纳米管里到底什么情况。当然，我们发现了石墨烯，层层扭曲的石墨烯，我不知道它有什么真正的用途，但它的物理特性令人兴奋。它不仅能够制造新材料，还能把它们结合起来，这是分层材料非常擅长的事情，这很重要。但还有其他事情，比如有人说过自发发展的量子点、自组装的量子点，可能会有我们从未设想过的新发现，这不仅对一些实际应用非常重要，也对一些基本的物理学和科学观点非常重要。当然，这些最基本的事情，往往是你无法真正预测的。但我认为我会支持研究材料，尝试开发新材料是非常有前景的方向。



高分子材料领域的未来发展

青年科学家：

高分子材料在未来要如何取得突破？聚合物材料怎样才能取得突破？

让-马里·莱恩

(Jean-Marie Lehn, 1987 年诺贝尔化学奖)

我认为一种明显的未来是制造动态聚合物，这就是我们感兴趣的，也很重要。因为它们能适应、能重新排列，原则上它们能融合新组分，也能排除其他组分，这是一个显而易见的领域，是下一步要做的事情。除此之外还有能够进化的高分子，我们可以生成一个给定的高分子，它是动态的并且包含了其他的成分，然后可以定在某一形态以供我们观察。它的进化之处在于固定给定的适应状态，适应后再固定住，然后从这个阶段进化，还能结合到生物材料和生物分子上，这可能也很有趣可以制造一些基团来进行修补。这不是件易事，但是可以做到的，人们正在尝试。在荷兰，正在尝试这件事的汉斯·克莱夫斯制造的类器官，可以制造用

于研究的小器官，这些都是很神奇的发展，也是化学反应。另外，柔性电子产品是非常好的东西，但它仍是人造的，它仍然比生命系统简单得多。但它会越来越复杂，我觉得在未来会出现人类与机器的融合，通过不同的方式方法，它还将利用生物技术的力量，用生物系统的真实力量，控制生物学中存在的东西。就拿干细胞来举例，你可以用一个细胞重建一个完整的有机体，这是可能的事情。因此，当我们了解这些机制后，我们能够做到很多事情。

微型机器人

青年科学家：

你们都是分子机器人的顶尖专家，我们也要考虑人工智能机器人、微型机器人、纳米机器人，我想知道你们对此有什么看法？以及它们在生物领域的应用，你们认为可以把它们注入体内来治病吗？或者说主要存在什么问题？我们如何克服这个问题？

让 - 皮埃尔·索瓦日

(Jean-Pierre Sauvage, 2016 年诺贝尔化学奖)

纳米机器人的应用，这是个很难回答的问题。我们刚才谈到了科幻，而我们正处在这个领域，这纯粹是一种科幻。首先，我们必须造出生物相容性分子机器，这在现在是做不到的。那些被制造出来的系统实际上是不具备生物相容性的，在制造出生物相容的分子机器之后，我们要看看它们在体内的很长一段时间内是如何与生物系统相互作用的，或许能制造出在体内游走的分子系统，能在生物液体中流动并完成其工作，也许找到靶点。就目前而言，恐怕我们离这些成果的实现还是比较遥远的。

本·费林加

(Ben Feringa, 2016 年诺贝尔化学奖)

我认为让 - 皮埃尔说得对，但也要意识到莱恩教授提到了复杂性。当你观察你身体细胞内的生物环境中的机器时，这些数十亿的微型机器，它们制造你体内的能源 ATP，为肌肉功能和运输提供能量。它们处于相当复杂的系统中，一个非常微



妙复杂的环境中，而我们还在努力理解它的复杂性。因为正如莱恩教授所说的那样，这是未来几十年里的重大挑战之一，我是说我们必须找出整合这些成分的方法，找出让它们一起工作的方法。得到某种机器仍是个巨大的挑战，这种技术胚胎某些区域的某些细胞……胚胎学和生物发育，以后可以在某些地方使用，也许能用一个自身的细胞制造自己的心脏，这是一种利用我们现有能力的生物学方法。我们并不理解，但得到了实际使用，并试着去理解如何发展我们的各个部分。我们是由各部分组成的，我们有一颗心，眼睛，这能让我们理解给定某个组织的一个细胞，然后这个组织能形成肌肉、眼睛，能形成大脑和心脏，总有一天我们能控制该过程，现在还为之太早，解决不了。我们必须实事求是地考虑我们能否做到？我们都应该这么考虑，我想这对在座各位都适用。

生物医学的未来

WORLD
LAUREATES
FORUM

世界顶尖
科学家论坛

中国 | 上海

生命科学领域研究所需要的工具或技术

青年科学家：

我的问题是，生命科学领域还会需要哪方面的工具或是技术？近几年来，我发现诺贝尔奖获得者经常是基于技术的研究人员，我也不知道这算不算趋势，但从我们（生物技术）工程领域来说，我们很关心生命科学需要用到什么样的工具。不知道两位顶尖科学家能不能点评一下，提供一些看法？

威廉·莫纳

（William Moerner，2014 年诺贝尔化学奖）

的确，（生命科学领域对）技术需求在增长。实际上，生物学家和医学专家一直希望能有技术更新。我们希望分辨率越来越高，能捕捉更多细节和特异性。我们想更好地观察，也想检测病原体等等。我想强调的是，我认为工具间的（不同工具的）结合运用将会越发重要。我现在脑子里想到的是将超分辨率荧光显微技术和冷冻电子断层扫描结合起来。有这种想法是因为这些技术本身都有优点和缺点，

超分辨率荧光显微技术缺少通用性，可能研究对象会不够多；冷冻电子断层扫描的问题是，你看到显微图像里有灰色部分，却不知道具体是哪个物体，因此可以结合两门技术照亮特定区域。

帕梅拉·比约克曼

(Pamela Bjorkman, 1994 加拿大盖尔德纳国际奖)

单粒子冷冻电镜目前呈现静态，但我见过一种单颗粒冷冻电镜操作，他们把样本在不同时间点快速冷冻，从而观察单分子的变化，看它对加入的干扰因子有何反应，借此多少能够观察低 pH 值诱导的流感血凝素的变化。这是我几个月前读到的英国科研人员的研究，有约翰·斯卡希尔等人参与。我在想冷冻电子断层扫描能不能做到，因为荧光成像能在活细胞中进行，我就在想有没有可能用冷冻电子断层扫描去捕捉，有没有可能引入时间变量，观察细胞对某样东西的反应。

威廉·莫纳

(William Moerner, 2014 年诺贝尔化学奖)

我觉得你可以在不同时间点进行快照，也就是冷冻的时间点不同。其实我们已经开始用单分子作为电子断层成像标注的一种方式，冷冻电子断层扫描图像中的点，就是特定蛋白质的位置用荧光标记，再通过相关光和电子显微镜观察。



AI对成像与医学影像领域的影响

青年科学家：

我们看到人工智能在医学影像中的诸多用途，其中大部分是改进了成像质量。我的问题就是，您认为 AI 是否可以发挥更大的作用，比如能够让我们实现根本上的改变，做出新的科学发现或是完全改变医疗行为，这有可能实现吗？

阿里姆-路易斯·本纳比

(Alim-Louis Benabid, 2014 年拉斯克临床医学研究奖)

从我的角度出发，尤其是作为医学博士的角度，我们当然都希望人工智能能够提供我们所寻求的问题的答案。但因为比较无知，所以我并不知道有什么可能实

现，什么不可能。无知会给人带来两种结局，一种是希望，另一种是恐惧，我刚刚表达过了希望，也就是我相信在未来我们会有无数改进后的方法来处理这些数据。对我来说，没有什么好恐惧的，所以我才会这么说。因为通常我去演讲的时候，不是讲人工智能，而是比如说讲大脑记录仪数据处理，这会在听众中引发一些恐慌。他们认为我们会干预他们内心深处的想法，我们会干涉他们的自由，我觉得这已经不再是什么值得恐惧的事，我们从人工智能中的获益远远超过对它的顾虑，这是一个概括性的观点。

赵长熙

(Zang-hee Cho, 高丽大学神经科学融合中心教授)

从 1960 年我开始工作到现在，电脑的运算速度提高了数十亿倍，我想这就是人工智能的核心意义。很久以前电脑速度很慢的时候，无论我们有什么想法，单纯用数学或是其他方法计算来实现都太慢了。而现在电脑运算速度提高了上百万、上亿倍，我想我们可以做任何想要做的任何研究，在运算速度上、资料储存空间上都能实现。我觉得人工智能会是未来每个学科的核心应用工具，包括医学。

医学影像领域的下一个突破点

青年科学家：

生物医学成像领域的下一个研究突破点在哪里？是在我自己主要研究的显影剂，还是像今天很多其他讲者提到的在于各种新的技术发明以及不同的技术？

梅 - 布莱特 · 莫索尔

(May-Britt Moser, 2014 年诺贝尔生理学或医学奖)

因为医学影像不是我的研究领域，但我有一个期望，我们需要能够显示体内病灶的更好的检测方法，我尤其喜欢研究大脑，那么对于认知受损症，尤其是阿尔兹海默症，我非常希望能够知道这些脑细胞为什么会死去。如果能知道这些细胞死亡的原因，比如说使用 PET，再运用一些能够特异性到达病灶的造影剂，比如到达局部皮层中，标记这些我们知道在认知受损症会死亡的细胞，因此医学影像和临床医学之间相互联系，我认为这非常重要。

赵长熙

(Zang-hee Cho, 高丽大学神经科学融合中心教授)

我有一个较广泛的观点。从 1970 年开始我们就有了计算机断层显像，我们从那时起才开始观察到 与传统 X 线相比，3D 成像的大脑和身体内其他器官，所以我们是先有了 CT 然后有了 PET，PET 更倾向于分子成像，后来又有了 MRI，MRI 是一种能够显示解剖结构的准分子成像，当然你也能检测到功能的变化。这些成像技术真的给了我们很大帮助，也帮助临床医师了解该如何处理病情。这期间分辨率是大大提高了，比如说早期 CT 的分辨率大概是 3 或 4 或 5 毫米，现在可以达到 200 微米或是 0.2 毫米，并且有着高度的磁共振成像。例如 7.0 T 磁共振成像，我觉得成像技术将成为医学界中最重要的工具之一。因为用它你可以准确地看到病灶，不仅是准确，还能够看到分子功能成像，以及像阿尔兹海默症检测中的动态分子成像，现在用 B 型匹兹堡复合物可以看到非常早期的阿尔兹海默症病变，也可以看到其他肿瘤病变，所以我认为这些技术还会不断改进。比如 PET 现在的分辨率是 3 4 或是 5 毫米，这个分辨率可以降到 1 毫米，并且实现分子成像，这样就能把它的图像和 MRI 融合，MRI 能够让 PET 更进一步地把分辨率提高到 200 微米。我对这些现代成像技术，抱有很大的信心和热情。如果能把物理原理、计算方式和人工智能这些统统结合起来，这些成像技术分辨率真的可以降到 1 毫米以下包括 PET 的分辨率，另一种可能是让它们相互结合，比如 PET-CT 和 PET-MRI, 这样的结合技术可以更进一步把分辨率降到 1 毫米以下，这对大脑成像尤其重要。

突触之谜何时被解开？会如何影响未来科学和人类的发展？

青年科学家：

人体内有上万亿突触，所以你们觉得我们能不能真正弄清楚，这上万亿突触的作用机制呢？包括成像、意识等等，你们认为突触的作用会如何影响未来科学和人类的发展？

斯特凡·黑尔

(Stefan Hell, 2014 年诺贝尔化学奖)

在我看来你提到的涉及光学显微镜、荧光显微镜的发展，主要在于你可以把空间分辨率提高到分子水平的层次可以达到纳米级别，而这种进步当然在 30 年前、甚至 20 年或者 10 年前，都没人能料到。大家都觉得 " 好吧，这应该不可能 "，但现在这都是很成熟的技术。事实上，这些进展都有非常扎实的基础，这对突触的研究意味着什么呢？长远看来，它意味着人们应该能够，在进行标记之后给突触内的分子进行显像。现在最大的困难不是分类方面的障碍，其中的困难绝对不包括进行标记，一旦你成功地用最微创的方式对目标分子进行标记，那你就能够观察到突触内所有能够发挥作用的分子，甚至在中期和远期能够用微创的方式观察到大脑本身内部的分子。我想这非常值得兴奋，我觉得在 10 年或者 15 年之后，大家回头看，就会发现在过去的几年里确实有了本质上的发展。

阿里姆 - 路易斯·本纳比

(Alim-Louis Benabid, 2014 年拉斯克临床医学研究奖)

我想说，我们确实看到了大量的信息在越来越快地增长，并且都是高度碎片化的信息。我觉得我们现在尤其需要的是是一种方法和算法，来帮助我们来评估，能较快地对现有研究结果进行整体评价，同时看看整个领域的研究进展如何。我这个人对于看到的所有事物都很好奇，当然尤其喜欢看科学和影像学的发展，神经外科医生都喜欢看到大脑内更多的细节，但现在我们需要的是，就在当下我们需要的是，我们该如何整合这些快速增长的总体的研究内容来给我们提供一个能够进行调整的蓝图，一个长远来看能自我调整的蓝图。

梅 - 布莱特·莫索尔

(May-Britt Moser, 2014 年诺贝尔生理学或医学奖)

我想说说关于意识的问题，因为这很显然是所有脑科学研究者的圣杯，我觉得我们所了解的内容正在逐渐增加。正如我们今天所听到的，我们有各种研究工具。为了取得科学研究的进展，你需要这些工具，因为你可以设想最完美的理论来描述某个机制。但如果没有这些工具来进行研究，永远不会知道真相。刚刚黑尔教授也谈到可以观察到突触内部的分子，但赵教授也提到，你必须要用到能够解决你当前目标研究问题的技术。如果你想要研究意识，就要好好地看看突触内部发生的改变，我觉得至少需要人工智能的帮助才能了解所有的机制。因为到时候获得的信息会多到爆炸，就像本纳比教授所说的，尽管记忆的相关结构遍布整个大脑，我认为意识的维持也是同样的情况，而我们所了解到的是如果你的海马出现病变，那你将无法感知事物。确实已经有了一些线索，但意识仍然是最难研究的领域。

脑机接口——下一个治疗前沿？



WORLD
LAUREATES
FORUM

世界顶尖
科学家论坛
中国 | 上海

青年科学家：

现在有上百万人存在精神健康的问题，然而只有患了某几种疾病的病人得到了治疗，比如青少年的自闭症、成年人的抑郁症、还有老年人的阿尔兹海默症，现在的脑机接口，可以提高另外一种治疗这些疾病的工程学方法。比如，通过监测脑部活动，以及解码脑部和控制器刺激后的信号，借此形成适应性脑刺激系统来治疗这些疾病，这都是很棒的研究领域。我先能够问的是这些技术的下一个突破口在哪？比如脑机接口技术以及用于治疗精神疾病的患者的技术。

阿里姆 - 路易斯·本纳比

(Alim-Louis Benabid, 2014 年拉斯克临床医学研究奖)

目前应用脑机接口，我们并没有治愈疾病，只是比较有效地代偿了病人所缺失的功能，这才是我们实际上做到的事。如果不是完全性损伤，那么就有可能加速或是促进损伤部位恢复，或是通过局部的生物学功能代偿来减轻组织损伤。一些研究表明这些病人接受了刺激治疗、脊髓刺激治疗，这也算是一种脑机接口。但现

在的文献中有一种趋势，说是脑机接口或诸如此类的方法，它们大部分都能“治愈”患者，我觉得这是在伦理方面，进行某种意义上的撒谎，我们不是故意要撒谎，我们只想让病人或社会大众相信我们真的能消除病灶。我们所做的，只是尽力去实现功能代偿。那些严重受损的部位能恢复到接近正常的状态，无论是借助各种刺激治疗、皮层刺激治疗，甚至是通过旁路绕过损伤部位、让它自愈。我觉得我们的责任就是说明我们只专注于当前所做的治疗，但要有太大希望，当然不能完全不报希望，但不能让人们以为我们很快就能攻克这个疾病。

化学科学的未来

传统化学的发展趋势

青年科学家：

大家都知道化学发展得很快。今年的诺贝尔化学奖颁给了基因编辑技术，去年颁给了电池研究，那么传统化学呢？我们需要思考传统化学该如何发展？化学的未来发展趋势是什么？

斯蒂芬·布赫瓦尔德

(Stephen Buchwald, 2019 年沃尔夫化学奖)

那就要看情况了。我觉得各类化学的发展潜力都很大，我们应该欣然接受化学研究领域在拓宽，在学科交叉研究方面有很多有趣的课题。我觉得未来很多激动人心的研究课题也会在这方面出现。但我还是觉得我们需要精通传统领域，我们需要像以前一样更广泛地思考。我们尝试摆脱传统领域的束缚，应用基本概念，以及我们的学生和博士后的杰出能力来制造化合物。从基本机械论的角度看待事物，然后将它们应用到更复杂的场景中，我觉得这就是（化学）领域进化革新的本质。这样的进化自然而健康，当然这不是说你不能研究传统化学，但我鼓励大家跳出舒适区去思考各种各样的问题。因为大千世界无奇不有。

青年科学家：

我发现您最近做了很多生物共轭耦联方面很有趣的化学反应，在一些生命体分子中用的是您著名的配体和偶联技巧。我认为这是一种进步来解决生活中健康方面的问题。

斯蒂芬·布赫瓦尔德

(Stephen Buchwald, 2019 年沃尔夫化学奖)

这个不一定，虽然实用性可能并不强，但重要的是以不同的思考方式进行研究。科学的进步建立在点点滴滴的成果之上，是日积月累的过程。就像 2006 年诺贝尔化学奖得主罗杰·科恩伯格说的，通过支持基础研究让人们去做他们感兴趣的事情，总会有人拿你发明的东西应用到实践中应用到商业中。但是如果没有新的基础研究，这一切都不会发生。对有机合成来说，基础研究仍然非常重要，因为基础研究可以在很多领域发挥作用。

人工智能促进化学研究



WORLD
LAUREATES
FORUM

世界顶尖
科学家论坛
中国 | 上海

青年科学家：

人工智能会在您的（化学）研究工作中起很大作用吗？

理查德·扎尔

(Richard Zare, 2005 年沃尔夫化学奖)

我认为这方面正在发生一场革命，以至于你可以训练机器对（反应）模式进行识别，这至少会改变化学分析。人们常说寻找疾病的生物标记，事实上可能不止一个生物标记。和健康时相比，除了生物标记，有很多其它东西在病体内发生代谢变化。我们很擅长比较两个物体，我们也可以比较三个物体，但我们无法比较 20 个。我从来没遇到过能比较 20 个物体并识别出规律的人，然而机器很容易识别出这些规律，正是通过发现这些规律，机器才能赢得围棋比赛。这也是为什么机器如此强大，能够进行某些形式的化学分析。要完成的事情还有很多，这只是人工智能的开始。我们希望，在未来它能帮助我们设计出更好的催化剂和药物，这方面的例子不胜枚举。如果你在这方面经验不足，可以和别人合作，然后你可以学习，通过合作取得进步，跨学科研究的力量很强大。

青年科学家：

机器学习技术在自然科学领域将发挥越来越重要的作用，作为自然科学家，我们是否应该学习机器学习或者计算机科学方面的知识？

斯蒂芬·布赫瓦尔德

(Stephen Buchwald, 2019 年沃尔夫化学奖)

首先，最起码你应该学习足够的知识能做到和别人相互交流，然后再看你有多想投入其中。人很难成为万事通，但你首先要做到能够理解基础概念以及如何在第一阶段应用这些概念，然后再和这方面的超级专家进行合作。确保你在某方面很强大，然后再扩散探索、理解更多其它事情，我认为这是未来发展的关键之一。是的，我觉得人工智能时代正在来临也许会对化学家有很大的影响。

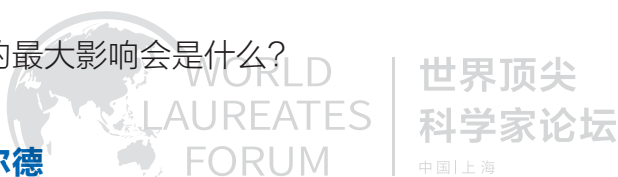
青年科学家：

人工智能对化学的最大影响会是什么？

斯蒂芬·布赫瓦尔德

(Stephen Buchwald, 2019 年沃尔夫化学奖)

现在说还有点为时尚早，我觉得会遍地开花，我认为它会出现在众多不同的领域，它会变成一个工具就像很多其他东西一样。但它会成为一个强大的工具，一个不容忽视的工具。人工智能将渗透到各个领域，所以现在对于有机合成来说，有时候我们会设计一些自动合成，有的合成过程已经在使用这种技术。也许在不久的将来，可以利用这项技术来设计合成路径或者不同的催化剂。我想提醒大家一点，人工智能本身并不能解决问题，人工智能需要和非常可靠的数据结合。如果数据不可靠，人工智能就没法运作，你得学会如何结合它们。大数据是人工智能的根本，当数据越来越大，我们就能获得真正的设计规则 and 方向。



理查德·扎尔

(Richard Zare, 2005 年沃尔夫化学奖)

我觉得人工智能很像分子建模，目前所有的分子建模是为了帮助理解比如无法直接测量的东西。但从根本原理上，建模可以提供一些解释。我觉得人工智能会节省很多时间，因为通过人工智能可以看到所有的进程，但最后重大发现还是来自我们的想法，我觉得什么都无法取代人类。通过人工智能和人类相互协作才会有很大的进步。

合成化学的未来发展

青年科学家：

各位能不能分享一下您对合成领域未来发展的看法？合成学广泛应用于其他领域，电气领域、光电领域，还有自动化和人工智能领域，我很好奇这些因素会如何影响合成学的发展？

菲尔·巴兰

(Phil Baran, 2013 年麦克阿瑟天才奖)

我可以给你一个带有强烈个人偏好的回答。我觉得，合成学和其他技术不一样，它的发展不遵循摩尔定律，所以人们经常会指望一些所谓的人工智能或是模拟计算，或者别的什么来把合成学带上一个新的层次。但(这些技术)还达不到这水准，因为并不是把这些合成定律套来套去就能有结果。合成学比这有意思多了，还有很多我们没有发现的定律。所以我觉得这可能就跟冰川移动的速度一样，如果你每年都去看，可能会觉得根本没有进步，但如果你每隔 10 年、20 年去看，就会看到确实是有了一些进展。简单地说，我觉得未来的合成学，应该化繁为简。

巴瑞·夏普莱斯

(Barry Sharpless, 2001 年诺贝尔化学奖)

我就想说，实际上真正考验你的或者是你朋友的，无论他们在哪里，他们会需要治疗新冠肺炎的药，一种简单的药来度过这场生死危机。疫苗确实是个好办法，但是我们需要的是让人们用得起的药。也就是说，要探索能够解决问题的方法，



比如更好的润滑油。我这么说，是因为我们可以创造新的产物，我们可以合成，我们是合成化学家。化学家和工程师合作可以制作出塑料，还有其他一些高温下才能合成的东西。但如果你能和别人合作，和其他学科的有需求的人合作，可以是医药领域的人。如果你能让两个或者三个学科的人合作就会很有优势。因为这些人特别擅长各自的专业，他们会提出各种需求来轰炸，然后你就会有所发现，我觉得是需求在推动发展，而不是说我们的药企真的有多聪明。我们需要重塑，化学家、技术人员和工程师使用材料的方式来做出能够对世界上大多数人更有用的东西。现在我们把化学看得太轻了，它的地位太低了，多数时候简直就是蹲在角落里做药，这是完全是不对的。你得把药做得很快，这样才能鼓舞我们自己，因为没什么学生想学化学，大家都想去念医学预科。事物都是有兴衰过程的，但我们每个人都要用到材料，我们的社会需要化学发挥它的功能，不论人们有没有意识到这点，他们都比以往更需要化学。人们需要的是更廉价，而不是更花哨的产品，要做的是更廉价、更简单和更好的产品，这就是我对化学，也是对所有领域的梦想，用更好的技术。

余金权

(Jinquan Yu, 2016 年麦克阿瑟天才奖)

烷烃 C-H 键活化问题，在我看来，对于多相催化来说那是个重大机遇，我想，要在烷烃 C-H 键活化中取得真正有趣的进步，不是均相催化不，而是多相催化。





人工智能的未来

AI取代传统计算

青年科学家：

AI 是否可能将完全取代所谓的传统科学计算，包括使用流体流动模型做很传统的计算，包括计算稳定性，有限元，群模拟等？会还是不会？

金出武雄

(Takeo Kanade, 京都先进技术奖)

我认为我的立场是有可能，而且有何不可呢？但事实上，还需要很长很长时间。因为我坚信，无论我们多么聪明，我们所做的事情，从广义上讲，不过是计算。我认为我们的大脑只是一个实物，所以理论上来说应该是可以被取代的。但即便是今天，人脑在做的计算堪比当今超级计算机，甚至强过百倍。更何况，计算机不知道我们是怎么做到这么聪明的。尽管如此，在我看来，我们（人脑）也只是一台物理机器，所以有何不可？

约瑟夫·斯发斯基

(Joseph Sifakis, 2007 年图灵奖)

我说一个不同的答案。我认为我们对于 AI 的定义有误解，或者对于 AI 能做什么缺乏理解。AI 可以产生某种知识，某种经验性的知识，但是没有得到模型的证实，所以它永远不会取代科学知识。科学知识更具有真理性，为什么呢？因为我们具备可解释性。我们讨论过可解释性的问题，而人工智能系统还没有得到解释，至少我认为某些功能还是无法解释的。比如说区分猫和狗，因为不能把猫和狗正规化，AI 没有任何理论可以理解猫和狗有什么不同。我认为我们有两种不同的计算方式，经典的传统计算是顺序的，我是说图灵机的计算；另一种计算方式则截然不同，因为它的灵感来自物理过程，比如我们大脑的神经网络；而这里的计算模型就不一样了，我也喜欢在人脑中的两种思维，缓慢思考和快速思考，我认为神经网的计算模型更接近于快速思维，而传统的计算更接近于缓慢思维，我认为两

种计算模型会并存，都会被用到，毕竟它们是互补的。人工智能在计算世界中也有其一席之地，重要的问题是我們如何将这两种模型联系起来各取其所长。

AI的进化

青年科学家：

算法应该能够与人类交流，算法也应该处理不确定性。所以我的问题是人工智能中的智能代理如何进化？包括语言智能促使代理演化中的作用，以及让智能代理学习新知识，您觉得这可以实现吗？如何实现？

拉吉·雷迪

(Raj Reddy, 1994 年图灵奖)

如果想让任何一个智能代理帮你做事，它必须要获取并使用新知识。举个例子，一个会成为守护系统的智能代理，必须是私人的，需要持续收集你的个人信息，在你的整个人生阶段，必须是持久的。但它应该是自主的，它不应该依赖于比如心脏这样的东西，它需要持续工作，不管你有没有注意它，它应该一直在运作、一直在学习，问题是它在学什么，怎么学。遗憾的是，现在我们似乎陷入了深度学习，这很重要。但人类学习有其他方法，我们通过犯错来学习，我们可以通过很多方式学习，父母帮我们纠错，我们参照例子学习，我们通过实践来学习，我们通过探索学习，所以有一整套的学习模式，但我们还没有研究到那一步。不论是用百年还是千年，但正那是我们需要发展的时候。但对我来说有趣的以及存在在软件系统的问题，是持续智能将存在很多年，这就是不断学习。这些智能将一直在运转，永远在学习，事实证明我们还没有建立起这样的系统，而且可以放在你的个人平台上，这必须是在云端的。但另一方面，必须是私人的，也就是说在你个人的云端，其他人都不应该有进入权限，只有你和智能代理能看到你的数据，也就是说你和你的智能代理之间没有秘密，因为没有其他人能接触到，这就是问题所在，自主运行，意味着将以你的名义不断执行任务。这就是我之前提到的，我更倾向于认为是一千个特别代理，而不是一个通用代理，这就是人们过去常说的社会的计划。其中，知识或许只是源于机器，是唯一的知识来源。每个人都掌握一件事，而且做得很好，他们不依靠任何人。所以问题是你要如何建立这种特殊的协助能及时解决问题，整合在一起就像是通用智能。

机器与人的互生关系

青年科学家：

您如何看待未来的人类领域专家和人工智能算法之间的合作？您认为它们潜力最大的合作领域是什么？然后您觉得这样的合作局限性在哪里？因为各位已经指出最有前景的一个方向不是替代，而是支持，然后您也提到了把缓慢思维引入决策过程，您能否点评一下？

金出武雄

(Takeo Kanade, 京都先进技术奖)

我给大家讲了一个模型，叫 N+1，就是说我们人类 n 个人走到一起讨论问题，说这是个好主意，这样怎么样？我建议再增加一名与会者，就是人工智能，所以我就叫它 N+1。AI 已经能做的是能听懂人在说什么，只要我们说出一句话，比方说纳米级机器人，然后 AI 可以去谷歌找到所有相关的东西，这在今天是可以做到的。当然，如果做的太过，就会找到太多无关紧要的东西，但随着人工智能的发展，它开始为我们提供更合适的信息了。顺便说一下，AI 程序不仅仅是深度学习。不知道为什么年轻人似乎认为 AI 只是深度学习，这是不准确的。通过 N+1 模式，我们可以快速决策，我认为这是现实，迟早的事。另外，AI 最好的途径就是教育，今天我们的教育方式很老旧，效率很低，所有学生的教法千篇一律。但是，应该像个性化医疗一样有所不同，这就是我认为的未来。

约瑟夫·斯发斯基

(Joseph Sifakis, 2007 年图灵奖)

机器（无论是否智能）与人类之间未来的合作是什么样的？对于这个问题，有时候大家说到共生自治，如何和谐地合作，实现全局目标。我觉得这里面有一个很深的问题，就是由于人类的推理方式与机器不同。我过去尝试过使用自动试验装置来证明程序的正确性，机器会用一些非常详细的方式来表示知识，而人类用一种极其复合的方式呈现知识，尤其是符号知识。所以就有一个问题，如何让机器与人类合作。因为，应该把机器知识提升到适当的抽象程度，使人类能够理解。而当人类给机器下达指令时也应该充分形式化，充分翻译。这是一个巨大的问题，非常非常重要的问题。我们看到这个问题的实例已经在自动驾驶汽车中出现了，

自动驾驶汽车有五六个级别的自主权，有一个自主等级是让机器在人类的监督下自动驾驶。很多事故都是在这种模式下发生的，为什么呢？因为当机器说“您好，请现在接手”，那么人应该在接管位置上，并且表明他们对系统的情况有清楚的了解。类似的事也发生在飞机上，就是当自动驾驶断开时，所以这是一个很大的问题。如何让人类与机器和谐协作？这也不是一个人机交互的问题，这是一个更深层次的问题，人与机器之间如何进行知识交流？

青年科学家：

我想说说 N+1 的想法，还可以拓展到教育。在医疗机器人领域，我们有一个提法叫工程医师，就是外科医生和工程师的结合。就是说，我们需要培养这样一个人，能把这两个领域联系起来，最好是具有工程师学位的医生，他会编程，会用技术，把他们在后端的東西用到手术室来做手术。这不仅是 N+1，是 N 知道 1 在做什么，让这两者能结合得天衣无缝，这是第一点。另一点是，我们需要更多拥有超强执行力的人，他们的创业能力超强能够推动技术进步。就像埃隆·马斯克创立了 Neuralink、特斯拉、SpaceX 等公司，可以把很多领域连通起来，不仅仅是为了利益，也真正推广了整个人工智能的理念。所以我认为执行力也是推动这个领域发展的重要因素。

青年科学家：

我们可能不知道未来人工智能的发展和潜力，但公众也逐渐意识到人工智能可以做的事情，我们应该如何（帮助）建立对人工智能的信任？

马丁·赫尔曼

（Martin Hellman，2015 年图灵奖）

首先，这的确是个问题，我记得一年前，有一位来自新加坡的男士过来，他在这里工作，是个企业家，他说我们该怎么办呢？他很担心，我觉得我们应该考虑一下，如果二三十年后一半的工作都没了，我们该怎么办？如何防止社会动荡？非常重要的问题。虽然不需要我们处理，但需要考虑，我们需要考虑未来发展。

AI的伦理治理

青年科学家:

现实中使用人工智能技术最重要的方面是什么？是精准度，还是稳定性或者使用简单？

拉吉·雷迪

(Raj Reddy, 1994 年图灵奖)

对人工智能的关注，尤其是通用人工智能，人们一直在谈论好像人工智能将取代人类。我认识的人工智能研究人员，没有人正致力于研究人工智能替代人类，这导致了社会中各种混乱和仇恨情绪。我们应该讨论的是我称之为增强人类的精神能力，我们如何利用人工智能提高人类在精神层面的能力，以不同的方式来承认这件事，所以我不需要别人来做人工智能，我希望人工智能可以帮助我更好地工作。不管我想做的是，这可以是通用智能。但对我来说很特别尤其是在这样的政治形势下，我不必整天担心我的隐私，没有人能看到我的信息。我的智能守护系统知道如何帮助我，能让我更好地完成我的工作，所以有很多转折点。人工智能可以带来很多，有很多不同的东西可以探究。而且没有限制，我们需要做的是，我记得斯坦福有个人工智能中心或者类似的机构。所以大的问题是人工智能有合作关系，也有开放式人工智能，这都是我们应该研究的主要内容，那就是增强人类的能力。无论我们需要做什么，我们应该致力于这些事情，为未来设定正确的目标对我们来说很重要，以及我们应该做哪些对社会有益的事。别把大家都吓坏了，别让大家觉得机器人会统治世界，我们都会成为机器的奴隶。我们可以看到不同的角度，不仅仅是通用人工智能技术方面，还有社会方面，比如人工智能的通用目的，就是为人类服务。

马丁·赫尔曼

(Martin Hellman, 2015 年图灵奖)

人工智能最重要的方面，与合成生物学以及其他所有的技术都一样，人类的科技给予了人们神一般的力量。然而人类的社会发展，道德发展严重落后，需要迎头赶上。并不是说我们需要规章制度，但我们真的需要认识到，我们需要更成熟才不会自我毁灭。

自动驾驶

约瑟夫·斯发斯基

(Joseph Sifakis, 2007 年图灵奖)

自动驾驶的安全评估系统评估生产的系统是否可靠？这是一个关键问题。测试不是“足够安全”的论据，已经行驶了几十亿英里，我们的汽车是安全的，从技术上讲，这不是一个好的论据。因为谁都可以在高速公路上行驶几十亿英里，但是必须评估所有不同的硬件配置确保操作安全，工程师需要这样的论据才会信任其安全性。真实驾驶的环境其实是非常复杂的，所以测试网络需要解决多个任务，而不是单一的简单任务，要让网络架构实现动态化，它才可以通过驾驶过程学习解决多重任务的能力。



人工智能在跨学科研究中的重要作用

青年科学家:

如何看待人工智能在跨学科研究中的作用？比如物理、化学、生物、工程等科学中的应用。在美国和中国都在促进跨学科的研究，他们开展了一些跨学科研究的新项目，人工智能在其中扮演了什么角色？您认为未来会遇到什么挑战？

姚期智

(Andrew Chi-Chih Yao, 2000 年图灵奖)

我相信科学的统一性，对科学有着统一观点的时代即将到来。我认为，科学在很多年前已经转向分为不同的下属学科，比如物理、生物学和数学，这可以让我们获得很多成功和突破，并且我们可以用不同的研究标准来检验不同的课题。但现在我们又回到以前了，因为所有学科的基础其实都是原子之类的微观结构，从最近的诺贝尔奖不难看出这点，但实际上在医学、物理和化学领域，有时会颁奖给任何一个学科，而且由于我们的发现对于任何一门学科都有非常重要的应用。所以从这个角度来看我们可以看到有些科学已经达到了一定程度的统一，我认为统一的下一阶段是信息科学与其他科学的统一，人工智能将扮演非常重要的角色。但总的来说，在探索宇宙奥秘的过程中，以及在各个层面上信息处理的作用和理论支撑变得越来越重要。所有人都意识到了，人工智能只是信息科学的代表。我认为如果我们想一下，我认为有很多人有兴趣，使信息科学成为统一的科学。一直存在的问题是信息科学的基础是什么？很多人认为是数学和物理。但在过去的60年里，我认为信息科学已经发展到一个比数学和物理更高的层面，因为我们已经吸收了所有有用的理论，至少有博弈论、控制论，还有计算机科学复杂性的重要内容。目前这些问题，我想并没有人真正提到，但它们的核心是连贯的，我的很多研究计算机科学的朋友都是这样。我认为他们的研究领域都不同，他们的研究领域有量子计算、密码学、基因组研究，所以我认为所有这些，有一种连贯的信息形式。在信息科学的基础上，需要组织成一个真正的平台，作为信息科学的基础与不同学科进行更深入的交流。所以我的梦想是在接下来的几十年里，能够真正实现信息科学的统一、深入研究不同的学科并物尽其用，为统一所有科学助力。当然，这些都是远大的梦想，我想我们可以从本科教育着手以此为核心，将信息科学和其他科学结合起来，从而促进其他科学的融合。

马丁·赫尔曼

(Martin Hellman, 2015 年图灵奖)

所以我认为你提出了一个很好的问题。但我认为我们应该团结起来实现这一目标，非常感谢。我想换个角度补充一点，最好的结果可能是当研究某个学科的人学习其他学科的知识。举一个个具体的例子，公共密匙密码学的基础是离散对数，因为我不太懂数学，我是电气工程师，所以我去请教约翰·吉尔，他是伯克利大学数学博士，斯坦福大学教授，我问他一些容易计算却难反转的函数，这是最简单的密码函数。然后他说，你研究过指数吗？我们今天称之为离散对数，从任何一个角度去观察函数曲线都很有帮助，或者是另一个我从没想过要用到曲线上的例子，年轻的研究者在这方面有劣势。因为你在一个领域没有深入下去，我鼓励你们多和其他领域的学者交流，我认为这是取得进步的好方法。

人工智能面临的最大挑战，是量子计算吗？

青年科学家：

建立在社会变革的基础上，大家已经看过信息科学的发展，我们可以看到编程语言从 BASIC 到 Java 语言，再到 .Net 和 Python 也就经历了二三十年。所以如果探究硬件组件的轨迹，从真空管到半导体，再到量子计算。我的问题是这是必然发生的事吗？下一个状态会是量子计算吗？或者 DNA 上有没有生物计算的空间？或者是小型的类脑器官？谢谢。

马丁·赫尔曼

(Martin Hellman, 2015 年图灵奖)

很多人问我关于量子计算的问题，我对它几乎一无所知，但我有同事非常了解。我得到的答案是至少十年后，我们才需要担心量子计算，但我要指出的是，加密技术不意味着我们可以对加密系统完全放心，现在我们只知道量子计算机至少要到 20 年后才会产生影响。比如你的医疗记录，在 20、30、40、50 年后还是你的，所以今天被保护起来的信息，50 年后会变不堪一击，这是我们需要担心的。我是个理论家，我一直提议我们可以使用多个系统，而不是一个随时待命的系统，是用两个独立的系统（共同）加密或签名两次。所以如果一个失败了，另一个还

在继续，比如说密钥交换，我们可能会使用传统的密钥分配中心，与公共密钥交换相比有劣势，但可以同时或者把两个密钥放在一起。但我是个理论家，不考虑成本是否提高，有人从应用方面提供见解吗？

姚期智

(Andrew Chi-Chih Yao, 2000 年图灵奖)

我认为量子计算会产生巨大的影响,我知道专家们未必认为量子计算机会被建造。大概十年后吧,我觉得我们确实需要担心这个问题。我们还得担心赫尔曼教授提到的问题,到那时,我们必须考虑隐私问题。

更好的数字生态

马丁·赫尔曼

(Martin Hellman, 2015 年图灵奖)

我近期的演讲是道德进化的技术必然性,科技是如何要求我们更加有意识、更加道德,否则人类将无法更好地利用科技。如果我们成功了,这个世界会比现在更好。

拉吉·雷迪

(Raj Reddy, 1994 年图灵奖)

我个人比较担心我们如何在全球范围内创建人道社会,我们要怎么做才能真正帮助整个社会。特别是我谈到的一个问题,帮助金字塔底部的人,目前有三十亿人没有从信息技术中获益。他们不识字,他们看一些根本看不懂的东西,这些人并没有从我们的技术中获益。现在我们有了基于人工智能技术的语音翻译,可以直接进行话语翻译,可以在购物时应用,用自己的语言,不需要识字也可以使用,同一个代理也能帮助你,用当地语言实时翻译一部电影并实时升级。这项技术是存在的,只是还没有人做到全语种覆盖,现在只适用于 156 种语言。这件事在全球范围内都会非常有益,同时也增加了经济活动总量,所以我们应该研究这个计划的应用,与核心研究达到一样的水平,还有人工智能以及我们提到的其他事情。

斯坦利·马泽尔

(Stanley Mazor, 1997 年京都先进技术奖)

我有一点相反的观点。如果我想买东西就登录亚马逊，如果我想搜信息就打开谷歌，这个行业非常清楚，就是去解决需要解决的问题。在我的职业生涯中，我研究过五种产品，有人想要愿意花钱买，基于此我们开始研发、改进、更新产品。我对今天展示的应用非常感兴趣，与我的经历更接近。为矿工解决问题，一个非常特殊的问题，值得花钱去解决。比如我对传送食物的机械手很感兴趣，因为我肯定这会变成机器人去做的事，能解决问题，大家愿意为此花钱，因此可以得到改进。所以我的观点是，关注一些比较小的方面，这解决了人们愿意为之付钱的问题，然后会有一大批的产品上市并成功。





物理学的前沿

基础物理学的发展

青年科学家：

KATRIN 目前位于 Karlsruhe 实验室只有国际合作才能完成，有约 150 名来自 6 个国家的科学家，在凯特琳实验项目中花了 15 年时间建造了这个 70 米长的实验装置，使用一种高纯度的气态氖元素分子以每秒释放一千亿电子的反中微子和同样数量的电子，这些电子由超导磁铁引导至光谱仪区，用高分辨率的光谱仪测量能量并整合 β 光谱扫描模式，技术上的挑战是巨大的。寻找中微子的质量已经随着凯特琳实验开始，这 4 周的数据已经到达一个新的上限，目前领先于测量电子质量的最佳方法，这个值已经取代了粒子数据组，对于其他物理学也能带来很好的前景，如中微子质量探寻之外的问题，非标准物理，惰性中微子，或者偏离洛伦兹不变性。



塞尔日·阿罗什

(Serge Haroche, 2012 年诺贝尔物理学奖)

我认为这是一个无用科学 (useless science) 的好例子，这个研究仍然可以为好奇心驱动而没有直接应用，我们为此投入资金，我认为在现在是非常令人满意的，我认为这是非常重要的一类物理学。

迪迪埃·奎罗兹

(Didier Queloz, 2019 年诺贝尔物理学奖)

中微子也可以通过宇宙学实验室来探索，某种程度上存在竞争，不过也有很多合作研究，天文学也是一样，当达到一个上限，因为设备的尺寸需要越来越大，就只能用天体物理学来探测，如何理解这种合作又竞争的关系？

青年科学家：

我很高兴生活在一个有三大（基础物理）支持的环境中，宇宙学和天体学的数据引入，核物理学和原子物理学的相互补充。寻找中微子质量需要三个探测器齐心协力才能实现。宇宙学是有可能率先对中微子质量进行了探测的。但我认为需要在实验室里通过一个特定的（原子）核或基本粒子实验来证实这一点。正是因为标准宇宙学模型也有这个奇妙的范例，它有许多参数也可能受到中微子质量的影响，反之亦然。我们对宇宙学中的基本粒子物理学、标准模型都很有信心，我认为需要三个方向共同努力。

量子科学的未来

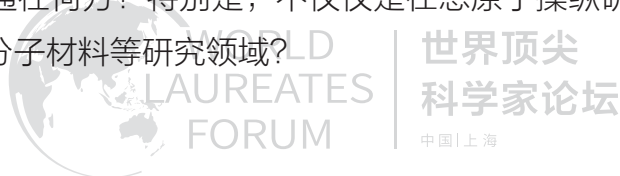
青年科学家：

量子系统的未来通往何方？特别是，不仅仅是在您原子操纵研究领域，还包括诸如半导体材料和分子材料等研究领域？

塞尔日·阿罗什

（Serge Haroche, 2012 年诺贝尔物理学奖）

关于未来发展的问题回答起来是相当棘手的。很多时候，即使是非常有名的人也试图回答这个问题，而答案往往是荒谬的。我不可能完全真正了解它的走向，我们只能加快我们现在所做的事情，最令人惊讶和最有趣的事情其实以一些我们以前想象不到的突破和事情所导致的。但现在当我们操纵这个物体的时候，我们当然希望我们能或多或少地利用量子系统的奇异行为，用状态叠加和量子纠缠做到传统的方法不可能做到的事情。每个人都在谈论量子计算机，我个人觉得量子计算机还距我们很远。即使某天能造出来，因为在宏观系统中的退相干，很快失去量子相干性这一事实是很难避免的。因此，还有更多的应用，我们可以更迅速地想到正在发生的是量子模拟，实际上你可以控制几十个粒子的相互作用，研究发生了什么。在尝试研究物质的新阶段合成新信息材料，我们在实验室里用原子来做，所有的人都在用人工原子和量子电路来做这个实验，它可以连接到超导材料上。例如，你提到半导体材料、量子点，你也可以把它们用在这种纳米结构上，其中你也可以尝试研究多达几十个粒子的集体效应，我认为有些系统可以用来进



行模拟的希望非常大，此外我认为另一个研究领域是开发探针，它利用量子现象来达到一定灵敏度，比你能用这些物体做的精度要高。例如，如果你有能力做到像薛定谔的猫那样的状态，相干性对猫的每一部分的扰动都会更加敏感，就好像你有一个仪表，上面有表针，叠加在两个不同的经典方向，然后观察两者之间的量子干涉效应，你可以达到更高的精度。例如测量很小的电场或者磁场，我不确定它的灵敏度，是否能达到显微镜所测量的水平，但它是显微镜下的探针。因此，它可以更加接近磁场源或电场源。我正在考虑这种量子点系统，可以用它来探测细胞水平上所产生的电磁场，例如它可能在生物学中有有趣的应用。因此，很多人都在考虑这方面的应用研究，我不确定哪个方向是最重要的。我想这就是所有研究的魅力和趣味所在，你所做的只是探索并时刻准备迎接惊喜。

物理领域未来5~10年的新发现、新突破

青年科学家：

一个比较广泛性的问题，各种物理学中，有没有一两个你一直在密切关注，并认为有可能取得重大突破的领域？

弗兰克·维尔泽克

(Frank Wilczek, 2004 年诺贝尔物理学奖)

这取决于很多要素，我认为有两个现在真的很热门的方面和我研究的比较相关，一是寻找暗物质，这已经朝着寻找所谓弱相互作用粒子、大质量粒子的弱相互作用的方向去了；另一个我一直在参与的看起来越来越能成为可能的是尝试用轴子技术设计天线探测器，也越来越好，现在已经发展到可以合理地探测到预期的背景。还有就是经过几十年的挫折之后，在过去的几个月里有了突破的，是在凝聚态物理中对任意子的实验研究。但这些都是物质内部的出射粒子，既不是玻色子也不是费米子，因为最终被用来解剖它们的实验技术，在某种程度上是可以替代的。也就是说你现不仅可以用它们做出最初的发现，还能研究它们在不同物质状态不同系统下的行为。我认为在未来几年这将会是个突破领域，分数量子霍尔系统。我觉得最终目的都是要打破这些研究它们的任意子行为，这个领域很棒很有前途。值得注意的是每个实验组都对自己的结果非常满意，但对别人的结果却很不屑。但这一领域仍然正在逐渐融合成长。会很棒的。

沃尔夫冈·克特勒

(Wolfgang Ketterle, 2001 年诺贝尔物理学奖)

我想说有很多很有趣的领域都让我很感兴趣,有一个扭曲双层石墨烯的实验很棒。我们实际上看到了冷原子和凝聚态物理之间的一点融合。我们可以非常精确地控制、设计有趣系统来研究新的多体物理。这是一个很棒的的前沿,普遍的量子科学也是。一些学习量子科学并应用于新的计算方式中,很有动力也很令人兴奋,因此我们肯定会有进展,这也要归功于主要国家的慷慨资助。我们在量子计算和量子系统的控制领域将会有一些重大的进展,现在很多团体或公司都有资金建造下一代量子计算机,虽然我们离拥有通用量子计算机还很远,但是进展是非常惊人的。我目前的实验在这方面是相当传统的,我们正在突破人们在光学晶格中的极限,我们的光学晶格中有自旋系统,我们试图了解自旋输运、激发,研究新的冷分子和超冷原子系统,我们想用原子或分子来构建新特性的组件来实现一些天体物理学的新发现。重点是结合不同的技术进一步发展量子显微镜或光学晶格中的原子来解决某些科学问题。



弗兰克·维尔泽克

(Frank Wilczek, 2004 年诺贝尔物理学奖)

我认为沃尔夫冈·克特勒的团队在这个领域为我们开启了新的控制量子世界的方向,这个领域一定会有广泛的应用和进步。

沃尔夫冈·克特勒

(Wolfgang Ketterle, 2001 年诺贝尔物理学奖)

量子世界总是让我们着迷,或许我们可以看到理解量子世界的相互作用与控制量子世界,在单光子上对单原子有更多的控制;最后,利用量子世界将量子特性应用到实际,这无疑也是对量子计算机的推动。但同时建造一台更好的量子计算机,需要在控制方面有大的改进,甚至在基础科学方面也需要能真正能驱动量子计算机进步的也是一些突破性的发现,我们现在甚至无法预测这些突破。

大卫·斯珀格尔

(David Spergel, 2018 年度基础物理科学突破奖)

让我来谈谈经典物理和一些经典问题中，我认为有机会实现真正的突破的机器学习在实验中的应用。我认为机器学习可能可以应用到模拟，使用训练集来理解多尺度物理。举个例子，我们可以考虑像乱流这样的问题，我们知道所有的物理定律，但我们将缺乏模拟的能力，我们无法达到大雷诺数的动态范围，对应于天体物理系统那么大的雷诺数，或者等离子体物理的问题。我们可以做精确的粒子场解，但我们只能做一个 10 亿个或万亿个粒子的盒子，我们永远无法达到足够大的规模，但我们要做的是从高分辨率模拟。学习基本的一个子网格模型，我认为深度学习是能够有效得到高维空间中的低维表示函数的方法，如果湍流或等离子体物理的数值模拟能像描述粒子在高维空间粒子的相空间和数十亿位置中的演化一样。我想得到一个低维体现，不仅仅是平均场理论。我认为最近使用机器学习进行符号回归，在机器学习网络上建立对称性等尝试，说明了 200 年前的动荡或中性状态这类问题可能会再次回到人们的视野。物理学中，当你有一个新的实验工具时，往往有机会取得新的进展，这在物理学已经发生过很多次了。我认为机器学习，尤其是其中一些深层网络的力量作为一种新的工具，在理论上很有希望在多尺度物理中，解决我们过去无法解决的问题，我认为在接下来的 5 到 10 年里会有突破。

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



世界顶尖科学家论坛



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