



新生物学丛书

二十一世纪

新生物学

A New Biology for the 21st Century

〔美〕美国科学院研究理事会 编
王菊芳 译
吴家睿 校



科学出版社

新生物学丛书

二十一世纪新生物学

A New Biology for the 21st Century

21 世纪新生物学委员会：
确保美国在即将到来的生物学革命中处于领先地位

生命科学部

地球与生物学分部

〔美〕美国科学院研究理事会 编

王菊芳 译

吴家睿 校



科学出版社

北京

图字：01-2013-0723 号

内 容 简 介

生物学研究正处于一个重大变革之中，为确保美国在未来的生命科学领域中处于领先地位，美国科学院研究理事会生命科学部成立了针对新生物学的调研委员会。本书呈现的正是该委员会的调研报告。全书共分5部分，简明扼要地阐述了：什么是新生物学及新生物学的巨大潜力，新生物学在所选定的4个领域里如何应对社会挑战，为何要在现在启动国家新生物学计划，如何从各个方面推动新生物学。本书内容对生命科学基础研究、技术发展、政策制定和管理等方面都具有指导意义。

本书适用于不同的读者群。正从事生物学研究的或正践行新生物学的所有研究者、教育者和学生均能从中获益；政府各基金资助部门的管理者、政策制定者亦会从中受益；即使是普通读者，也能从中一窥生命科学研究的重大变革，了解生物学研究的变化趋势及对人类的重大贡献。

This is the translation of *A New Biology for the 21st Century*, by Committee on a New Biology for the 21st Century: Ensuring the United States Leads the Coming Biology Revolution, National Research Council. Copyright 2009 by the National Academy of Sciences. All rights reserved. First published in English by the National Academies Press. This edition published under agreement with the National Academy of Sciences.

图书在版编目(CIP)数据

二十一世纪新生物学/(美)美国科学院研究理事会编;王菊芳译.

吴家睿校. —北京:科学出版社, 2013. 6

(新生物学丛书)

书名原文: A New Biology for the 21st Century

ISBN 978-7-03-037173-7

I. ①二… II. ①美…②王…③吴… III. ①生物学 IV. ①Q

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 051961 号

责任编辑:王 静 岳漫宇 王 好 / 责任校对:张林人

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:北京美光制版有限公司

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

骏立印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013年6月第 一 版 开本:B5(700×1000)

2013年6月第一次印刷 印张:13

字数:250 000

定价:58.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

目 录

丛书序	
前 言	
致 谢	
概 要	1
引 言 憧憬未来	8
1 新生物学的巨大潜力	10
2 新生物学如何应对社会挑战	14
3 为何是现在?	32
4 推动新生物学发挥作用	55
5 建议	75
附 录	
A 任务声明	78
B 研究会日程	80
英文原文	

概 要

2008年7月,美国国立卫生研究院(National Institutes of Health, NIH),国家科学基金会(National Science Foundation, NSF)和能源部(Department of Energy, DOE)要求美国科学院研究理事会生命科学部召集一个委员会来调查美国目前的生物学研究现状,并对如何最大限度地利用现代技术和科学的进展,帮助生物学家整合生物学研究的新发现,收集和解析日益增多的庞大数据并预测复杂生物系统的反应等方面提出建议。2008年9月~2009年7月,来自生物学、工程学及计算机科学等领域的16位专家组成的委员会总结了这些科学和技术进步,并对美国社会如何更好地利用它们达成了共识。本书由21世纪新生物学委员会负责,概述了该委员会的工作及得出的相应结论。委员会认为生物学研究近年来确实取得了巨大的科学和技术进步。在“为何是现在”一章中,委员会描述了生物学领域发生的整合,生物学家与其他分支学科的科学家和工程师日益富有成效的合作,技术进步使得生物学家能在越来越短的时间内收集并解析更多、更为精细的观察结果,以及人类基因组计划所获得的出乎意料的巨大收益。虽然有了这样巨大的潜能,但是要想进一步从鉴别复杂系统的组成到确定整个复杂系统,或者到对复杂系统进行设计、操作及预测,均远远超出目前的能力范围。而深入研究从细胞到生态系统的各个层次同样遇到类似的障碍。

在明确这些进步后,委员会就美国社会如何最大限度利用这些进步已经达成一致共识。委员会应邀就以下一系列问题引发讨论。

- 哪些基础生物学问题已成为理解重大科学进步的关键?这些问题的解答将带来什么样的实际意义?如何将这些问题的答案在不久的将来转化成为有着重大影响力的实际应用?

- 对生命系统基础层面的理解将通过何种方式来降低地球上生命未来的不确定性,如何改善人类健康与生活福利,从而实现对地球的睿智管理?能否在基于所有生物系统与生俱来的坚韧性和脆弱性的基础上深刻理解环境变化、随机突变或遗传突变带来的后果?

- 政府机构如何更有效地平衡在生物学研究和教育方面的投资,从而解决从

基础到应用的复杂问题？什么领域的短期投资最有可能取得坚实的、长期的效益，并使国家具有极强、极具竞争力的优势。是否有一些高风险、高回报的领域值得种子基金慎重考虑并投资？

- 是否需要引入新的基金机制来鼓励和支持跨学科或者应用生物学研究？
- 实现新的整合生物学的主要障碍是什么？
- 新的整合生物学对基础设施需求的影响是什么？
- 应该如何确定基础设施的优先次序及相应的计划？
- 用于生命科学研究的、全新的整合型方法对生物科学研究文化有什么影响？如何鼓励物理学家、化学家、数学家及工程师建立具有更广泛生物学意义的研究共同体，从而使他们的专业知识有助于解决更大范围的科学和社会问题？
- 生物学教育是否也需要一些变革？以确保主修生物专业的学生能打破传统分支学科的界限；通过提供生物学课程来充实物理学家及工程师们的生物学背景知识，从而能充分利用生物科学领域的进步；帮助非专业人士对生物学有基本了解从而使他们知晓相关的政策计划。是否有可供选择的学位课程？经过重新组合后的生物学系能否吸引和训练学生，使他们能打破学科界限而游刃有余地工作？

委员会提出的第三个策略是，建立一个解决如下问题的讨论平台：“联邦机构如何更有效地平衡在生物学研究和教育方面的投资，从而解决从基础到应用的复杂问题？什么领域的短期投资最有可能取得坚实的、长期的效益，并使国家具有极强、极具竞争力的优势？”在此平台上，可考虑这些问题中的任一问题，同时也提供了一个坚实的框架，能在此框架内使结论系统化。因此，委员会集体建议最有效平衡资助的办法是，通过协调、跨部门的努力最大限度地鼓励新生物学方法的出现，而新生物学方法将能阐明及解决更广泛的、更富有挑战的社会问题。委员会重点关注那些不能被任何分支学科或机构单独解决的问题，这些问题也很难在传统的体制和资金结构内被解决，需要生物学与其他学科及工程整合而加以解决。委员会清楚地意识到解决这些问题的良机就是将整合的方法应用于生物学研究，而这一方法，委员会称之为新生物学。

委员会对新生物学本质的定义是整合，是许多生物学分支学科的重新整合，是将物理学家、化学家、计算机科学家、工程师及数学家等的研究背景整合到生物科学研究中，从而创造一个能够处理广泛科学和社会问题的研究共同体。大量分支学科整合后形成的综合性知识将有利于从更深层次了解生物系统，而这种深入了解将产生基于生物学的社会问题的解决方案，同时还可反馈于各分支学科令其

研究拥有新的视野。新生物学并不打算替代现有生物学研究，由个别科学家好奇心驱使的基础研究是新生物学当前和未来赖以生存的基础。

应该说，新生物学是新增的、与现有生物学研究互补的研究策略。这种策略围绕解决问题有目的地组织和指导基础研究，以促进对基本原理的理解。这种策略汇集了不同专长的研究人员为满足需要而发展技术，协调各方努力来确保填补研究空白和解决问题，并在适当的时机提供相应的资源。当然，汇集不同团体的力量并不是一定要把这些不同专长的研究人员集合在同一个组织内从事一个大的项目。实际上，先进的通信和信息基础设施使不同层面的合作较之以前更为容易。新生物学方法旨在吸引来自不同科学背景的人才用于解决实际问题，确保革新和进步能迅速传播，并且为成功提供必需的工具和技术。委员会希望这些工作包括不同层次的项目，由来自不同实验室的许多参与者协作，构筑起多家科研机构 and 多种研究之间的联盟。

在美国，有许多科学家已经在实践整合的和跨学科的生物学方法，即委员会称作的新生物学。新生物学确实已经出现，但是对其认识仍远远不够，也没有得到适当的支持，并且只发挥出它的一部分潜能。委员会得出如下结论：加速新生物学发展的最有效方法是挑战现有的科学界，发现主要社会问题的解决方案。在“新生物学如何应对社会挑战”这一章中，委员会描述了能由新生物学解决的四大挑战，包括食品、环境、能源及健康问题。这些挑战不仅呈现了令新生物学加速发展的一种机制，而且也代表它的最初成果。委员会之所以选择关注这4个领域的社会需求，原因在于实现这些目标后将产生巨大效益，所产生的进步可以评估，科研团体及公众都对达到这些目标欢欣鼓舞。每一项挑战都要求在技术和观念上有革新，这些技术和概念性的知识目前并不存在，也未涵盖在现有的知识体系中。因此，要实现这些目标，必定需要革命性的变革。当然也会存在一些争议，即有人认为其他方面的挑战也能达到同样的目标。花费巨大的努力去理解第一个细胞是怎么形成的，人类大脑是如何工作的，或者海洋生物是如何影响碳循环，解决这些问题也可以促进新生物学的发展，从而推动整个领域的技术和科学进步。在委员会看来，最令人振奋的是，新生物学启动计划成功选择这4个目标作为研究范例，有望促进对基础生命科学的全面理解。生物学系统有本质的相似性，为应对这四大挑战而发展起来的相同的技术和科学将会提升所有生物学家的研究能力。

1. 在不断变化的环境中，生产植物性食物可以适应环境和实现可持续发展。

新生物学可以提供极其高效的方法用于开发植物品种，可以在当地条件下实

现可持续生产。这种目的明确且高度整合的努力将产生一个知识、新工具、技术和方法的集合，从而使各种农作物在不同的环境下，甚至是不不断变化的当地环境下都能达到足够的产量，保证全世界人民均能享有充足、健康的食物。

2. 了解和维持生态系统功能和生物多样性，以应对快速变化。

理解生态系统如何发挥功能、衡量生态系统服务、恢复受损的生态系统、最大限度地降低人类活动及气候变化的不良影响，这些都需要基础知识和新一代工具与技术的进步。我们需要新生物学，通过数学、建模技术及计算机科学等统一的语言，将生态系统的知识与普通生物学、进化与比较生物学、气候学、水文学、土壤学、环境及人文和系统工程等知识结合到一起。这种整合将使我们在监测生态系统的功能、确定生态系统风险、制定有效的干预措施保护和恢复生态系统功能的能力方面有重大突破。

3. 扩展化石燃料的可持续替代品

有效利用植物性原料——生物质用于生产生物燃料是一项系统挑战，也是新生物学能作出重要贡献的另一领域。简而言之，该系统由一种植物和工业化过程组成，其中植物作为植物纤维素源，通过工业过程将纤维素转化为有用的产品。在这一系统中，有很多方面可以进行优化，新生物学可以为该系统的全面优化提供所需的先进知识、工具和技术。

4. 了解个人健康

新生物学在健康方面的目标是尽可能监测每个个体的健康，并能对每个个体出现的疾病进行治疗。换言之，就是能够给每一个体提供预测性的监测及护理。在个体基因组序列这一点与个人健康终点之间是一个相互作用、复杂的网络。新生物学可以加速对构成健康的这一系统的基础理解，而这种理解将有助于发展更有效的治疗方法，同时使个性化的预测医学成为可能。

最后，在名为“推动新生物学发挥作用”的章节中，委员会提出一个全国性的启动计划，致力于解决以上所描述的食品、环境、能源和健康方面的挑战，这些举措将为美国充分利用最新的科学和技术进步提供一个框架。委员会建议先设定大的目标，然后让问题驱动科学发展。委员会认为机构间的协作非常重要，信息技术将成为重中之重。最后，委员会探讨了加速新生物学出现的教育新方法，并且对国家启动计划如何推动教育新方法的执行列举了一些例子。

委员会并未提供如何执行这一全国性的启动计划的详细方案，因为它的实施很大程度上取决于计划执行者的行政能力。首先应采纳启动计划的一些概念，下

一步才为目标的实现认真制定战略性计划。有必要推举拥有高瞻远瞩能力的领导，认真制定从“大视野”到具体的方案，制定宏大但可衡量的里程碑，确保每一步都能产生新知识，有利于跨学科研究与传统文化之间的顺利融合。

新生物学启动计划代表了一个美国科学研究领域的大胆尝试，但其潜在的利益显著且意义深远：形成一个致力于全方位知识的发现及应用的生命科学研究共同体；形成新的生物产业。更重要的是，变革意味着能可持续生产更多的粮食和生物能源、能监测和恢复生态系统、能改善人类健康。最后，委员会提出了以下的结论和建议。

发现 1

- 美国和世界在食品、环境、能源和健康领域均面临着严重的挑战。
- 生物学的变革将为上述领域的问题提供可持续的解决方案。随着对基本生物过程深入和全面的理解，将促使以上 4 个领域解决问题方案的产生。
- 由于对复杂生物系统的反应和能力进行了解、预测和干预的水平在不断加强，有望获得针对上述每一挑战的解决方案。
- 跨学科研究得到了整个科学界的广泛支持，但要真正实现跨学科研究还存在制度上的障碍和可利用资源的限制。
- 整合各个学科及集中大学、联邦机构和私营企业的力量和资源，这样的尝试将加快梦想成真的步伐。
- 对美国而言，抓住这样科学和技术机遇的最好方法，就是在现有的研究计划里注入新生物学力量，以加速对复杂生物系统的理解，从而在解决社会问题和推动基础知识进步方面取得更快、更大的进展。

建议 1

委员会建议发起一个国家级的启动计划，加速新生物学的形成和成长，以获得食品、能源、环境和健康等领域重大社会问题的解决方案。

发现 2

- 新生物学要取得成功，需要来自于生物学和其他学科诸如物理学、计算科学、地球科学、数学和工程学的科学家们的创新动力和深厚的知识储备。
- 新生物学为那些大规模的问题提供解决的潜能。它所着眼之处是任何单个的科学团体、机构或部门不能独自胜任的。
- 为不同的团体能协同工作提供组织架构将会产生共赢局面，这种新方式不

是任何单个团体能独自完成的。

- 联邦政府部门发现、支持、帮助了大量的生物学研究课题，但其价值由于未被整合而被白白浪费。

- 支持新生物学启动计划的出现和成长，非常需要跨部门的洞察力和远见卓识。通过跨部门的组织，实现对启动计划的监督和协调，评估其进程，建立必要的工作小组，保持良好沟通，防止出现冗余，及时发现项目实施过程中的漏洞，推动项目产生更好的研究成果。

建议 2

委员会建议国家新生物学启动计划成为一次跨部门的行动，为期至少 10 年，资金将在现有研究预算之外另外追加。

发现 3

- 信息是新生物学的基本单元。
- 解决生物学信息的标准化、交换、储存、安全性、分析方法和可视化等问题，将会使目前由联邦政府所支持的这项研究的价值加倍放大。
- 生物学数据具高度多样性，但由于缺乏必要的信息学基础设施，大量相互关联的数据都被排除在外而白白浪费了。
- 重要的是，所有的研究人员都能以一种共有的或交互的方式分享和使用彼此的信息。
- 生物学的产出效率将会越来越依赖于高效的信息学基础设施的长期和可预期的支持。

建议 3

委员会建议，国家新生物学启动计划应该优先发展信息科学和技术，这将对新生物学取得成功起到至关重要的作用。

发现 4

- 要让新生物学发挥其最大的潜力去迎接 21 世纪的核心挑战，对教育的投资非常必要。
- 新生物学启动计划提供了非常好的机会，能吸引那些立志解决现实社会问题的学生进入科学领域。
- 新生物学家并非指那种对于各种学科都只知皮毛的科学家，而是指在某个

学科有很深造诣，同时在其他数个学科也游刃有余的科学家。

- 高度发达的量化技巧将会越来越重要。
- 发展和实施真正的跨学科本科课程既能让学生为成为新生物学研究者做好准备，又能教育出新一代精通于新生物学方法的教师。
- 为跨学科研究提供机会的研究生培训项目非常必要。
- 支持教师们开发新生物学课程的相关项目将会产生多方面的效果。

建议 4

委员会建议国家新生物学启动计划将资源投入到教育中去，包括支持跨学科课程的创建和实施的项目、研究生培训项目及产生和支持新生物学家的教育者培训项目。

引言

憧憬未来

试想有这样一个世界：

在那里，每一个人都能享受到充足、健康的食物；

在那里，自然资源丰富，生态繁荣；

在那里，有永不枯竭、干净的能源；

在那里，健康是一种常态。

实现以上任何一个目标都是巨大的挑战。此外，这些目标之间相辅相成，不可分割。我们希望用最少的能源、在不破坏自然环境的前提下生产更多的食物。我们还希望开发新的能源，但又不致使全球气候变暖或者损害人类健康。这些基础生物学与环境问题引发的难题相互影响，顾此失彼的解决方案不能称之为解决方案。

幸运的是，生命科学的进步对创新具有巨大的贡献潜力，能推动实现所有目标，同时，作为新工业的基础将会促进未来经济的发展。生命科学可以通过以下多个途径应对挑战。

- 各种成熟期缩短、耐干旱、抗病的作物品种，将保证当地粮食产量的持续增长。
- 粮食作物能通过工程手段被改造成具有更高营养价值的食品，如含有更高浓度的维生素或健康油脂。
- 通过多阵列远程传感器监测濒危栖息地，尽早发现栖息地的环境破坏，从而为生态恢复提供反馈信息。
- 用生物传感器或者其他生物相关设备管理和监测水源及其他自然资源。
- 生物系统能清除更多大气中的二氧化碳，有利于维持气候稳定，捕获的碳则被用于生产建筑和工业所用的生物质材料。

- 以 10 倍速度增长的生物能源能贡献至少 20% 的运输燃料。
- 用生物法制氢能提供另一可靠的、可持续供应的燃料。
- 用生物学的方法捕捉太阳能，能够提高效率，降低光伏发电的成本。
- 各种产品可能越来越多地由可再生资源 and 可回收或可生物降解的资源生产。
- 通过对生物副产品进行生物学的方法处理，有效地回收利用水及其他生产投入，工业生产过程可以设计实现零浪费。
- 更深入了解健康，能够将精力集中在如何维持健康，而不是待疾病发生后才对疾病作出反应。
- 个性化的疾病风险预测和早期检测可以为每个人在最适当的时候提供最适当的干预。

当然，仅靠科学和技术并不能解决所有食品、能源、环境和健康问题。政治、社会、经济及其他因素在这些目标的设置和实现上都具有重要作用。诚然，生物学家和社会学家之间日益增多的合作能为解决实际问题方案的制定和实施发挥很大作用。生命科学能够提供一系列的工具和处理方案，从而为解决这些问题提供越来越多的可行性选择方案。生命科学与物理学、计算机科学、数学和工程学的整合能够创造一个研究共同体，用来处理广泛的科学和社会问题。下面的章节将讨论为什么生命科学能够解决 21 世纪面临的重大问题，说明为什么我们正处在生命科学发展的这样一个特殊时刻，最后为生命科学研究的投资提供一些建议。

新生物学的巨大潜力

2008年7月，美国国立卫生研究院、国家科学基金会和能源部要求美国科学院研究理事会生命科学部召集一个委员会来调查美国的生物学研究现状，并对如何最大化利用当代技术和科学的进步，使生物学家能整合生物学研究的新发现，能收集和解析日益增多的庞大数据，并且能预测复杂生物学系统的反应等方面提出建议。理事会召集了一个委员会来承担该项任务，并将其命名为“21世纪新生物学委员会”。该委员会的任务涵盖范围非常广泛，包括对生命科学产生重大进步的领域作出评估，以及对这些进步如何产生实际应用和贡献，如何改善环境、改善人类健康及人们生活质量进行评价。理事会要求该委员会核查目前生命科学领域整合和合作研究的趋势，跨学科团队日益重要的作用，以及资金资助策略、政府决策、基础设施和教育对生命科学研究领域的影响。

终极目标是要求委员会能给出建议，以确保美国在生命科学方面的领先地位，从而使我们更有信心认识生命系统，以降低未来的不确定性，解决实际问题，并推动新技术的持续、繁荣发展。

21世纪新生物学委员会在2008年12月3日举办了“生物学峰会”，在此次会议上，生物学研究主要资助机构和私营研究机构的领导们列出了生物学研究的巨大潜力及要达到这些目标所面临的挑战。其他发言者包括作为生命科学研究成果“消费者”的私营机构、一位大学校长及几名在跨学科生物学研究已经产生巨大影响的生物学研究人员。这次峰会的会议记录作为一项工作报告于2009年1月发表（National Research Council, 2009）。

鉴于新生物学委员会承担的任务非常紧迫，而且需要对联邦机构如何更好地支持生命科学的新兴领域给出建议，委员会在2008年11月举行的第一次会议上邀请了许多发言者，并要求与会者对如何制定有效和可行的方案给出建议。美国科学院院长 Ralph Cicerone 和美国工程院院长 Charles Vest，以及其他了解科学

院以往报告的发言者，与委员会进行了交谈。该委员会还听取了其他关于生命科学基础研究如何对经济领域和国际科学政策做出贡献的报告。2008年12月生物学峰会后，委员会又分别于2009年2月、4月和7月3次开会，研究这些报告和建议。

由于其承担的任务非常宽泛，委员会致力于寻找最佳的解决问题方式。在这其中，有些问题主要针对科学发展的优先次序进行了探讨。如哪些基础生物学问题已成为了理解重大科学进展的关键？其他的问题则更实际，如需要新的资助机制来支持跨学科或应用生物学研究吗？委员会针对解决这一系列如此宽泛的问题提出了各种不同的调研思路。一个思路是考察当前生命科学研究现状，突出强调生物学研究中更为激动人心和更具发展前景的具体领域。这一思路体现在1989年美国科学院研究理事会的《生物学的机遇》报告中（National Research Council, 1989）。这份报告共有400页，生物学9个主要的分支学科各列为一章，并指出了在每一个分支学科中有待解决的具体问题。当然，如果委员会遵循以下模式，就不会存在素材不充分的问题：从神经科学到普通生物学，再到生态学、基因组学到生物工程学，新发现产生的速度加快，所设立的远大目标也更现实（Institute of Medicine, 2008；Schwenk et al., 2009；National Academy of Engineering, 2009）。但是，这样一个清单仍不完整，并且几乎马上就要过时。此外，委员会感觉这样分列学科的方式会忽略掉一些能产生巨大影响力的关键领域。

生物学正处在一个重大转折点上。多年的研究已经获得了很多关于复杂生物系统各个单元特征的详细信息——基因、细胞、生物个体、生态系统，并且这些知识已经融合起来，加强了人们对这些成分如何在一个系统中一起工作的理解。得力的研究工具使得生物学家能越来越详细地探索复杂系统，从分子水平到单个细胞，再到全球生物地球化学循环。生物学内研究力量的整合，以及生物学家与物理学家、计算科学家、数学家和工程师的合作使对生物系统的预测和控制更为精细。

这种研究的趋势既体现了生命的本质，也依赖于生命的本质。生物学的巨大潜力取决于两个重要因素。第一，所有生物均因进化而关联起来。由于不同物种具有共同的进化起源，许多生物学过程在不同物种中都具有同一性或高度近似性。因此，对于一个基因、一个细胞或一个物种的研究工作直接关系到我们对所有问题的理解。第二，在生物进化过程中，在这些共同点的基础上产生了很多变异——差异化的环境选择了众多具有各种各样适应性变异的生物——从而使“比较”成为了生物学研究中的一个强有力的工具。生物学正处在能够充分利用生命

世界核心本质特征的时刻，并且这种能力对许多方面都产生了影响。正如网络，借助于强大的搜索引擎，大量的信息瞬息可得；利用生物的基本共同点，结合日益复杂的方法来比较、预测和改造它们的特性，使生物资源能得到更广泛地利用。委员会得出的结论是，生命科学已经到了一个新的探索水平；该水平建立在传统研究的基础上，在此水平上产生的重大科学问题的答案可以产生许多实际的利益。我们将这种新的探索水平称之为新生物学，并且相信它较之于以前的研究水平，具有应对更多挑战的潜力。委员会选择了重要的经济学领域——食品、环境、能源和健康，新生物学可以为这些方面作出巨大贡献。尽管面对的问题非常繁杂，但新生物学可以提供各种解决方案，这些方案源于对核心生物过程的深刻理解，这些核心过程对所有生命系统都是一致的。取得这种系统性的理解是新生物学必须要做到的。

生物学研究得到了许多联邦机构的支持（框 1.1）。每一个机构的经费资助都培养了很多优秀的科学家和工程师团队，支持了技术和工具的发展，建立了基础设施及设立了培训经费和教育项目。由于生物学日益趋向于整合，这些机构的工作也更倾向于互补。事实上，委员会总结认为：如果这些联邦机构有一个很好的框架，让其他一些相关机构能共同参与工作，并从学术界、私营部门和基金会募集到更多经费支持，在满足社会主要挑战方面将会取得巨大进步。

委员会认为，利用新近出现的生物学研究成果来集中力量解决主要社会挑战正合时宜；充分利用来自于联邦政府、私营部门和学术机构的资源和技能，使得小规模的投资就能获得丰厚的回报。

框 1.1 支持生物学研究的联邦机构和部门

美国农业部 (USDA)

农业研究局 (ARS)

国家合作研究、教育和推广管理机构 (CSREES)

林业局 (FS)

美国商务部 (DOC)

国家海洋和大气局 (NOAA)

国家海洋渔业局 (NMFS)

国家标准技术研究所 (NIST)

美国国防部 (DOD)

国防高级研究计划局 (DARPA)

国防科学技术计划部门
海军研究局 (ONR)
美国军队医学研究和装备司令部 (USAMRMC)
美国能源部 (DOE)
科学办公室
国家实验室
美国国土安全部 (DHS)
美国内政部 (DOI)
鱼类及野生动物管理局 (FWS)
地质勘探局 (USGS)
美国国家环境保护局 (EPA)
美国卫生和人类服务部 (HHS)
疾病控制和预防中心 (CDC)
食品药品监督管理局 (FDA)
国立卫生研究院 (NIH)
美国国家航空航天局 (NASA)
美国国家科学基金会 (NSF)
美国退伍军人事务部 (VA)

委员会在他们的任务表中对每一方面都进行了讨论 (附录 A)。尽管这份报告没有详尽地讨论每个问题,但这些讨论使委员会提出了一个“着眼于问题”的方案。委员会强调需要注重解决实际问题,而这种对实际问题的关注将反过来促进基础科学的发展。报告中贯穿了基础设施、教育及研究文化对新生物学的影响,也提供了积极应对变革的各种建议。委员会希望,这份报告能够展示一个令人信服的宏伟蓝图。这个蓝图一方面指出联邦机构如何更有效地平衡他们在生物学研究和教育方面的投资,从而能够解决复杂问题;另一方面给出令人信服的理由,说明这一近期投资为何能取得坚实的、长期的效益,从而使美国具有强有力的竞争优势。