



## 德国合成生物学的前景与协会活动

中国科学院上海营养与健康研究所

上海生命科学信息中心

上海市生物工程学会

2022年5月

## 德国合成生物学的前景与协会活动

**编者按:** 英美等国的合成生物学无论是学术研究还是产业发展都已经相对成熟, 而包括德国在内的其他国家, 合成生物学仍然是一个新兴的研究领域, 相关的资助计划、技术的商业转化、公众认知和监管等各方面都将是 21 世纪合成生物学需解决的关键问题。2021 年 12 月, 德国的研究团队在 *Biotechnology Notes* 上发表综述, 回顾了德国和欧洲的合成生物学前景, 系统总结了德国合成生物学协会 (German Association for Synthetic Biology, GASB) 通过相关活动和社团建设解决合成生物学面临的挑战和问题。

2000 年以来, 合成生物学领域一直在成长和发展, 并且正逐步走向成熟阶段。考虑到“合成”听起来像是“生物”的对立面, 可能会让一些人感到困惑。这里的“合成”表示自然界中不存在的; 然而, 合成生物学研究的是生物部分。合成生物学研究的是创造新的生物元件和装置, 以可预测和可复制的方式实现所需的新功能。在许多国家, 社会对合成生物学这样的新兴技术可能带来的潜在风险、伦理及社会挑战与影响都持有矛盾的看法。此外, 对合成生物学基本原理认知的缺乏及局限性也导致了这种不信任, 这也影响了该领域发展的政策管理框架。为了推进合成生物学的发展, 需要与所有利益相关方和公众进行全面公开讨论, 以解决目前面临的问题和潜在的挑战, 并且要以公众更易理解的方式。

因此, 许多国家都成立了合成生物学相关协会, 与合成生物学的专家建立联系, 并成立利益集团, 促进该领域的互动、合作、教育、技术转让或决策等。例如, 德国合成生物学协会 (GASB)、美国工程生物学研究联盟 (EBRC)、加拿大合成生物学 (SynBio Canada)、法国合成生物学协会 (AFBS), 新加坡合成生物学联合会 (SINERGY)、欧洲合成生物学协会 (EuSynBioS)、澳大利亚合成生物学 (SBA), 以及亚洲合成生物学协会 (ASBA)、非洲合成生物学论坛 (SynBio Africa)、Omic Engine (希腊合成生物学设施) 等。

### 1. 德国的合成生物学发展

德国与许多欧洲国家一样, 许多非专业人士都认为合成生物学研究主要是在学术机构进行。公司 (少数初创公司除外) 目前很少在官方网页上提及“合成生

物学”这个术语。由于欧洲各高校都在参加“国际基因工程机器竞赛”(iGEM), 合成生物学在欧洲社会得到了更多关注。欧洲的参赛队伍也在竞赛中表现出色, 这表明德国和整个欧洲的合成生物学在理念和技术方面都很有竞争力。

从 2009 年第一批合成生物学研究的教授职位公布以来(图 1), 德国高校陆续设立了更多相关职位, 成立了多个研究集群、项目和中心。这些举措为德国合成生物学的进步, 以及更大更强社团建立奠定了基础。这些中心通常有一个特定的重点, 如合成微生物学、光遗传学、植物合成生物学或代谢工程, 同时也是当地高校和科研机构的研究联盟。例如, MaxSynBio 是一个由马普学会和德国联邦教育与研究部联合组建的分布式研究网络, 专注于研究细胞的基本机制以及采用“自下而上”的方法创造最小细胞。

2015 年, 合成生物学相关出版物中有 10% 来自德国, 这一比例与英国和中国相似。美国在 2015 年相关出版物中占比 50%, 是德国的 5 倍。根据澳大利亚政府提供的合成生物学研究影响力排名, 2016-2020 年, 美国的影响力最大, 其次是中国、英国和德国(研究影响力是国家生产力的指标之一, 通过出版物数量、资源、设施以及引用量表示质量)。尽管德国是领先的工业国家, 但是与欧洲大部分国家一样, 德国的研究经费以及分配给合成生物学研究的经费数额都要低于美国、英国或中国等国。导致德国研究经费不成比例或者减少的原因之一可能是德国研究基金会(DFG)的项目中没有设置合成生物学、生物技术或其他面向生命科学的应用或领域。

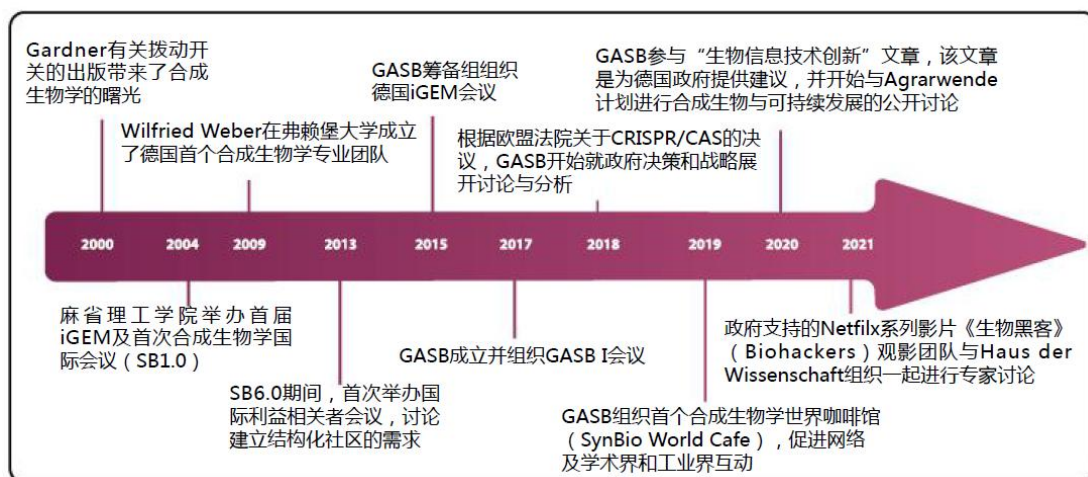


图 1 德国合成生物学协会 (GASB) 发展的时间表

在许多欧洲国家,真正从事合成生物学的公司并不多,在德国更是如此。只有少数初创公司是利用合成生物学方法,将生物来源的化合物取代利用化学方法生产的各种化合物。德国和整个欧洲的创业生态系统缺乏足够的融资机会、商业培训和监管支持。后果之一就是,专注于合成生物学的德国初创公司非常少,而美国和英国有许多合成生物学初创公司。例如,2019年,德国60亿欧元风险资本中只有1.5%投资在生物技术初创企业。2016-2020年,美国对合成生物学的投资近40亿美元,中国约2亿美元,英国约1.6亿美元,法国约6000万美元,瑞士约3500万美元,而德国对生物技术(包括合成生物学)的投资仅1000万美元。拜耳是德国生命科学领域的主要工业巨头之一,该公司认识到合成生物学等生物技术带来的“生物革命”的潜力,并发起拜耳飞跃计划。2015年以来,拜耳投资超过10亿美元来应对这些挑战。目前,拜耳飞跃计划已支持了23家公司开发保健产品,22家公司开发农业应用。大多数接受支持的公司在美国,少数在加拿大、以色列和欧洲,只有1家(开发医疗症状评估应用程序)在德国。与技术转让相关的基础设施的缺乏和对初创企业资助的不足是合成生物学行业参与者数量有限的原因之一,另一个重要因素是德国学术研究团体相对更关注基础研究而非应用领域。

除了上述这些现状与影响因素,合成生物学在德国的发展仍然比较困难。合成生物学出现的最初阶段,许多国家和欧洲领先机构编写报告评估这一学科领域的潜力和风险及其对研究的影响。然而,20年过去后,德国仍然缺乏自己的合成生物学路线图,2020年的德国国家生物经济战略也没有提到合成生物学或相关概念。总体而言,合成生物学的概念在德国并不一致。这个词本身没有统一定义,也经常被重新解释,含义也有所不同,这使得传递合成生物学相关信息具有挑战性,也会影响公众对合成生物学以及生物技术和基因工程的看法,进而影响德国和欧洲对合成生物学的监管政策。

## 2. 合成生物学的社团建设

多数情况下,研究人员多是从其他学科(如微生物学、植物科学、遗传学、生物物理学、工程学、生物信息学)进入合成生物学领域,因此,他们通常也是其他协会的成员。一些协会在其组织结构内成立研究小组,将从事合成生物学工作的科学家纳入其中,这有助于将现有学科的利益相关方与合成生物学联系起来;

但由于德国缺乏跨学科的协会,不同协会的合成生物学工作者之间无法进行充分交流。尤其是将该领域视为主要研究领域的年轻合成生物学科学家和学生,面临着无法与其他合成生物学家沟通的挑战。长期以来,年轻合成生物学家唯一的平台就是 iGEM 竞赛。

在伦敦举行的合成生物学 6.0 (SB6.0) 会议期间,来自不同国家和学科的利益相关方举行会议,讨论了建立社团的必要性,旨在促进合成生物学作为一门学科的发展。此外,在新加坡举办的合成生物学 7.0 (SB7.0) 会议期间,德国合成生物学家探讨了德国合成生物学的发展以及如何促进与合成生物学各社团的互动。这些交流为合成生物学协会和有组织的社团建设奠定了基础。

### **iGEM 的社团建设活动**

iGEM 竞赛是全球学生参加的合成生物学竞赛,年初组建团队,提出项目设想,然后在博士生、博士后及至少 1 名 PI 的监督下,一年内完成项目。从 10 月底到 11 月初,参赛团队用海报和演示文稿展示他们的项目。此外,还要创建一个网站 (iGEM wiki) 详细介绍他们的项目。参加 iGEM 竞赛意味着在短时间学习合成生物学知识,从如何创建模块化生物元件到与社会伦理问题的探讨。

iGEM 在德国有着悠久而成功的历史。从 2006 年开始,德国高校就参加了 iGEM 竞赛。2012 年和 2017 年分别有 11 个和 15 个团队参赛。毫无疑问,iGEM 在全球范围内是许多未来合成生物学家的入门体验。iGEM 的核心价值之一是建立合作关系,促进交流、团队合作和社团建设。每年秋天的“大狂欢”之前,德国国内或欧洲大陆的参赛团队都会举行区域会议。

iGEMers 相关会议平台的成功弥补了当时缺乏共同交流的平台,它提供了科学交流、讨论和社团建设的经验,也最终导致了德国合成生物学协会的建立,将学生社区与研究人员和其他合成生物学利益相关者联系起来。

## **3. 德国合成生物学协会：推进国内外的合成生物学工作**

### **3.1 “自下而上”的社团基础与工作框架**

合成生物学领域的第一个研究中心是美国于 2006 年成立的 SYNBERC,由美国国家科学基金会 (NSF) 资助、多家高校参与建设。它支持各机构的研究人员及其团队开展研究项目,以及培养下一代的合成生物学家。SYNBERC 成立了政策与实践小组,向公众推广宣传合成生物学的案例。德国合成生物学协会

(GASB) 在 SYNBERC 成立 10 多年后才成立, 很大程度上与美国的协会有所不同。GASB 是一个自下而上、社团驱动的组织, 且没有政府资助。它是由博士生和生物专业学生于 2017 年春季在马克斯-普朗克陆地微生物研究所和马尔堡大学创立的 (图 1)。GASB 是为德国的各种合成生物学活动服务的公共平台, 也是科学互动、公众、政府及行业利益相关方参与的枢纽。由于合成生物学的研究前景非常国际化, 因此德国的合成生物学协会采用英语作为官方语言。

GASB 从一开始就与国家及国际利益相关方建立了联系。例如, GASB 是德国生命科学协会 (VBio) 和欧洲生物技术联合会 (EfB) 的组成部分, 还积极参与其他合成生物学协会的活动, 如 EUSynBioS、加拿大 EBRC SynBio, 牛津大学 SynBio、AFBS、iGEM 和 AfteriGEM 等。由于合成生物学的社团组成、政府结构等因国而异, 甚至在欧盟内部也是如此。因此, GASB 认为, 国际合作对于全球推进合成生物学发展并将其确立为 21 世纪的关键学科至关重要。

### 3.2 敏捷的组织结构

GASB 的组织结构旨在反映德国合成生物学社团的组成, 其目前主要由大学生和研究人员组成。社团建设是一项长期工程, 因此, 有必要关注合成生物学领域的下一代利益相关方。同时, 整合当前的利益相关者方是 GASB 社团建设多样化的关键。GASB 由指导委员会 (SC) 和咨询委员会 (AB) 两个实体机构组成。SC 由本科生和早期研究人员组成, 负责业务运营, 包括所有活动、项目、合作的组织, 以及管理和财务。由于 GASB 是非营利协会, SC 所有职位每年都会增补, 属于自愿参与且没有报酬的。SC 的主任、副主任以及财务人员对协会负法律责任。除此之外, 还有 10 名成员负责协会的其他工作。AB 由合成生物学领域的主要利益相关方组成, 他们主要来自高校、研究中心和马克斯·普朗克或亥姆霍兹学会等机构。AB 成员由 SC 与 AB 主席协商后任命, 任期两年。

GASB 的特点是结构精简, 其建立的数字平台促进了互动和即时决策, 使 GASB 能够快速响应即将到来的需求并采取行动。AB 需要及时提供反馈以便快速推进, 这也是 GASB 敏捷的组织结构的特点。GASB 组织结构总体上具有高度包容性, 促进了整个社团的参与。

### 3.3 通过多种多样的活动进行社团建设

德国合成生物学学界在职业发展阶段和研究重点方面存在差异, 但在社团内

部具有共同的价值观、利益和需求。

GASB 于 2017 年秋季组织了第一次科学会议 (图 1 和图 2), 此后每年都会举行, 旨在促进社团内的互动和交流。GASB 会议激发了参与者之间的许多合作, 并有助于培养社团精神。除了研究成果的交流外, 会议还以开放的形式, 对广泛议题进行讨论, 例如, 德国合成生物学的现状、公众对合成生物学的看法、欧洲法院关于 CRISPR 使用的裁决, 以及以合成生物学未来、合成生物学与产业应用、合成生物学法律和监管要求、媒体中的合成生物学等为主题的演讲。此外, 第一次会议后, GASB 创建了一个合成生物学研究地图集, 列出了积极致力于合成生物学的研究团队 (图 2), 并每年更新。

为了促进学术研究以外的社团建设, GASB 组织了合成生物学世界咖啡馆, 重点在于学术、工业、政治和监管利益相关者之间就合成生物学的未来轨迹建立联系并集思广益 (图 1 和图 2)。2020 年, GASB 还与德国高科技论坛开展合作, 为德国联邦政府提供相关见解 (图 1)。

### 3.4 政府参与和拓展

GASB 的愿景是将合成生物学确立为 21 世纪的关键学科之一, 并将德国和欧洲作为该领域的先驱。GASB 的使命是通过与政治和政府利益相关者合作, 批判性地评估合成生物学的发展情况, 提高对该领域的认识。

合成生物学与其他研究活动一样, 主要依赖公共资金, 而公共资金在许多方面与政治利益相关方有关, 尤其是政府管辖区、条约和法规对德国国内合成生物学前景产生影响。因此, 与政府进行深入对话有重要意义, 也是协会活动不可或缺的一部分。启动与议员的对话, 并延伸到联邦、国家和欧洲各级部门, 是 GASB 活动的基石。欧洲法院关于使用 CRISPR -Cas 进行基因组编辑的管理决议使得 GASB 向欧洲议会和 100 多个欧洲研究组织委员会发表首个官方声明 (图 1 和图 2), 旨在推动基因编辑在农业和食品生产中的应用潜力。

在德国选举前, GASB 还发出了“选举试块”(Wahlprüfsteine) (竞选问卷; 指的是 GASB 和其他利益集团向参加联邦或州选举的政党发出的问题, 用于听取该党关于具体议题的意见和计划), 此次问卷提供了对该党关于合成生物学的观点及其下一届任期计划的见解。

德国以外的法规和政策制定也会影响德国国内合成生物学领域的未来发展。

GASB 也积极参加全球生物经济峰会或“生物多样性公约”等活动，并做出了贡献。同时，GASB 也意识到了与生物工程相关的风险。因此，协会也在为提高合成生物学研究人员对“两用”研究等特定主题的认识，防止因不知情决策导致的潜在滥用；在相关会议上积极与军方对话，探讨合成生物学的“两用”风险和潜力（图 2）。此外，GASB 目前也正在开展对早期研究人员进行合成生物学伦理方面的教育项目。

### 3.5 社会对话中的 GASB

合成生物学在医学、食品或农业中的应用可能会带来范式的转变，影响人们的日常生活，进而影响整个社会。公众对生物技术，尤其是合成生物学的总体看法，受到媒体和流行文化的影响，但有些观点并不一定是理性和现实的。与公众互动非常必要，确保在平视的角度讨论其可能性及对日常生活的影响。

疫情期间，GASB 为公众开发了两个数字概念。一方面，GASB 与 Oko Progressives Netzwerk 合作，定期组织关于可持续性和合成生物学之间的在线讨论（图 2）。另一方面，随着 Netflix 系列剧《生物黑客》在 2020 年播出，GASB 发起了“观影派对”，并组织讨论故事的科学准确性。2021 年第二季度，GASB 与 Haus der Wissenschaft 合作，组织了观影派对后续的专家小组，讨论科学以及流行文化对合成生物学公众认知的影响（图 1 和图 2）。

总的来说，GASB 的合作活动是多方面的。GASB 试图遵循一种针对所有利益相关方的整体方法。GASB 认为，只有通过社团与公众、其他组织、初创企业、成熟的工业部门和政治利益相关方的参与，合成生物学才能真正发展起来。

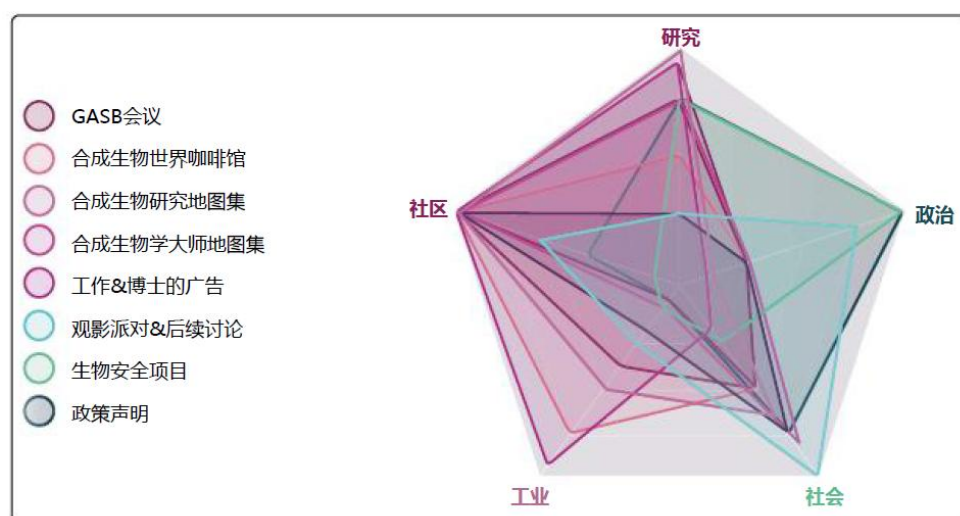


图 2 定性描述 GASB 的活动形式及其对研究、政治、社会、产业和社团的影响



## 4. 结语

GASB 通过相关活动, 与合成生物学学界一起致力于推动该领域的健康发展, 并解决 21 世纪的全球挑战。为了促进包括合成生物学在内的可持续生物经济的未来发展, GASB 建议加强德国国内合成生物组织的基础建设。同时, 相关协会应在国际层面上团结合作, 推进学科在本地的发展, 加强社团建设并满足国内需求。组建国际性的独立组织, 为平视交流提供框架并探讨相关议题。另一方面, 合成生物学仍然面临公众认知、资金、监管和商业转化方面的挑战, 需要共同努力才能解决, 不仅是在德国, 在欧洲和全球也是如此。

刘晓 张学博 编译自 *Biotechnology Notes*