

4月30日,习近平总书记在加强基础研究座谈会上强调:“基础研究是整个科学体系的源头,是所有技术问题的总机关。要以更大力度、更实举措加强基础研究,提升我国原始创新能力,进一步打牢科技强国建设根基。”

今天的中国,跃升为全球创新重要一极。从“人造太阳”创造“亿度千秒”世界纪录,到“嫦娥”探月开启星辰大海探索新篇,再到人工合成淀粉取得突破性进展……我国基础研究和原始创新能力不断提升,正在从点的突破迈向系统能力提升。

切实提升基础研究和原始创新能力

——对话国家自然科学基金委员会党组书记、主任,中国科学院院士窦贤康

本报记者 刘诗瑶

加强基础研究,是实现高水平科技自立自强的迫切要求,是建设世界科技强国的必由之路。基础研究为何如此重要?当前我国基础研究仍存在哪些短板,如何针对性破解?围绕热点话题,本报记者对话国家自然科学基金委员会党组书记、主任,中国科学院院士窦贤康。窦贤康院士分享了他对基础研究的理解,以及国家自然科学基金委员会支持基础研究、培育创新人才、构建良好科研生态的重要经验。

“要突破‘卡脖子’技术瓶颈,必须把基础研究搞上去”

问:基础研究何以如此重要?

答:基础研究是人类认识自然现象、揭示自然规律,获取新知识、新原理、新方法的研究活动。它的重要价值,我认为可以概括为两个层面:一是推动原始创新,二是从源头支撑国家需求。

原始创新是基础研究的“魂”。基础研究的重要使命,是鼓励科研人员凭好奇心和探索欲,探索“无人区”,破解“真问题”,产出“从0到1”的原创成果。没有基础研究原始突破,就没有有关键核心技术的自主可控,也就谈不上高水平科技自立自强。

基础研究是国家战略需求的“根”。基础研究不只是“象牙塔里的学问”,也与国家经济社会发展、人民群众利益紧密相连。我们要坚持问题导向,以重大应用带动基础研究,把成果应用到强国建设中。

当前,我们面临的很多“卡脖子”技术问题,根子还是基础理论研究跟不上,源头和底层的東西没有搞清楚。要突破“卡脖子”技术瓶颈,必须把基础研究搞上去,提出原创基础理论,掌握底层技术原理,以强大的基础研究和原始创新支撑关键核心技术自立自强。

“‘自由探索’和‘目标导向’是基础研究这枚硬币的两面”

问:如何把握基础研究“自由探索”与“目标导向”的平衡,既鼓励科研人员探索未知、大胆创新,又引导基础研究向国家战略需求聚焦?

答:“自由探索”和“目标导向”是基础研究这枚硬币的两面。我们要做的,不是非此即彼的选择,而是通过分类施策、双向赋能,让两者相互促进。

把握基础研究发展规律,实行分类支持。我们在科学基金资助体系中,明确区分了不同的项目类型。对于面上项目、青年科学基金项目等,我们鼓励科学家自主选题、大胆探索,让好奇心驱动的原创新想法有生长空间;对于重大研究计划、联合基金项目等,我们强化顶层设计,围绕国家急需需求和长远需要,凝练科学问题,组织团队攻关,鼓励科研人员在解决实际问题中,发现新规律、提出新理论。两类资助并行不悖,共同构成了完整的科学基金资助体系。

坚持“两条腿走路”,构建良性循环。一方面,我们要大力支持“自由探索”,保护好科学家的好奇心,特别是对非共识、高风险、颠覆性想法,要敢于支持、宽容失败。另一方面,我们要强化“目标导向”,主动对接产业、区域和国家需求,让基础研究真正成为新质生产力的策源地。

改革评价机制,引导健康生态。我们正在全面推行分类评价,对自由探索类项目看重原创性和科学价值,对目标导向类项目看重解决关键问题的实效和贡献,不搞“一刀切”,不唯论文,不拘一格选拔人才,让不同赛道的人都能得到准确评价和充分支持。

问:自成立以来,国家自然科学基金委员会聚焦基础研究,在这个过程中积累了哪些重要经验?

答:40年来,国家自然科学基金委员会坚持党的领导,坚持依靠专家,将支持基础研究、培养创新人才作为重要职责使命,这个过程中,积累了一些经验。

资助原创研究方面。鼓励自由探索,保障自主选题类项目

投入大、周期长、风险高,基础研究如何迎难而上、奋勇破局?从跟跑到并跑、领跑,从与科技革命失之交臂到成为科技革命的先锋,中国何以把“不可能”变成“一定能”?

本期“院士讲科普”栏目推出特别报道,邀请国家自然科学基金委员会党组书记、主任,中国科学院院士窦贤康,西湖大学校长、中国科学院院士施一公与青年科学家高悦,谈谈广大科研人员甘坐“冷板凳”的坚守、勇闯“无人区”的探索。

——编者

基础研究是整个科学体系的源头

院士讲科普

“从0到1”的突破靠什么

施一公

基础研究是整个科学体系的源头,是所有技术问题的总机关。要实现高水平科技自立自强、建设科技强国,基础研究的地位怎么强调都不为过。但一个不可回避的现实是:自然科学经过数百年发展,今天要想做出“无中生有”的发现,已经越来越难。而那些真正“从0到1”的突破,往往不是能提前规划出来的。

那么,这种原创性、颠覆性的突破,到底有没有规律可循?基础研究又该如何实现真正的“突围”?

人才与机制,就像大树和土壤

2008年,我回国任教,受清华大学委托,全面负责生命科学与生物医药的发展。2018年,我和一批志同道合的科学家在浙江杭州创建了一所新型研究型大学——西湖大学。它由社会力量举办、国家重点支持。

这18年,我亲身经历并见证了我国基础研究取得的历史性成就。我越来越深刻地感受到:优秀的人才和科学合理的机制,就像大树和土壤,相辅相成,缺一不可。一个真正遵循基础研究规律,鼓励创新的科研环境,才能有效引进和培养人才;而一流的人才,往往本身就是塑造优秀科研环境的关键力量。基础研究的原创突破,就像树上结出的果实——只有在肥沃的土壤上长成的参天大树,才可能结出丰硕的果实。

在清华工作的10年,让我对科研环境与人才引育的关系有了更深入的理解。我和同事们一起引进了百余位优秀科学家担任博士生导师,既助力拔尖人才培养,又推动基础研究水平提升。那段时间,我积累了非常宝贵的经验。

而西湖大学的建设,本身就是一场探索基础研究生态的“实验”。2015年概念设计出炉,2016年以浙江西湖高等研究院为前身面向全球引进人才,2017年第一批博士生入学,2018年10月西湖大学正式成立。我们的办学定位是“小而精”——不追求规模,但追求质量。截至目前,已从海外引进了280多位一流科学家,在校师生2500人,初步形成人才引领、平台支撑、评价牵引的协同创新体系。也正是这样一所年轻的新型研究型大学,自2020年以来,先后在基础研究领域取得50余次重大突破:世界首例具有本征相干性的光阴极量子材料、研究相变及临界现象的新方法、创纪录的手性季铵盐催化剂、将钙钛矿太阳能电池使用寿命

提升至1万小时以上的新型全碳传输层材料、首次实现跨膜荧光激活蛋白的从头设计、首次解析与男性不育相关的钙离子通道体高分辨率空间三维结构等等。这些成果在理学、工学、生命科学和医学领域,都已产生重要的国际影响力。

评价标准,必须回归科研本心

基础研究是西湖大学的立身之本。一所如此年轻的大学,在这么短的时间内拿出这些成果,有没有规律可循?我认为,最关键的,是让评价标准回归科研的本心。

在科学探索上,真正做到解放思想并不容易。尤其是在层层评估、选拔的惯性思维下,很多科研人员会不自觉地寻找一个外界设定的标准。但我要说,这种思维方式恰恰不适合原始创新。我们更需要做的,是为科研人员打造一个真正能激发好奇心与自驱力的环境。

在西湖大学,我们鼓励每一位科学家更关注基础研究的原创性,而不是追逐项目的热度和数量。基础研究的突破,常常来自学科交叉。所以我们鼓励博士生导师之间开展科研合作,鼓励博士生导师校内跨院系兼聘。一位教授只要得到另一个院系博士生导师们的投票同意,就可以被兼聘,同时获得该院系的博士生招生名额和参加所有学术活动的权利。这样的文化氛围,给了每一位博士生导师极大的研究自主权和自由度,让真正有创意的想法,可以在日常交流碰撞中脱颖而出。

坚持探索基础研究的长期主义

很多人喜欢讲天才科学家的灵光乍现,这样的故事的确很动人。但事实上,基础研究虽然都以“发现世界客观规律”为目标,其实现路径却非常多样:有的来自精细实验中的意外发现,有的来自大量精准数据的缜密推算,有的依赖于国家力量建设的大科学装置;有的成果因为贴近日常生活而立刻被公众理解,有的则因为过于超前或冷僻,需要“潜伏”多年才能等到属于它的时机。理解了这些多样性,真正尊重不同学科的发展规律,我们才能合理配置资源、科学设置预期,有定力、有信心地去做有重大影响的前瞻性原创发现。

在西湖大学,我们坚持探索基础研究的长期主义,特别鼓励原创,支持非共识课题。我们对准聘系列的助理教授实行长周期考核——唯一重要的标准就是:这位博士生导师在自己的研究方向上,是否已经或将要做出一个“世界范围内非你不可”的突破。只有在这种机制和体制的支撑下,才有可能形成真正崇尚原创、以突破本身为最大奖励的氛围,实现教育、科技、人才的有机融合与协调发展。到那时,有分量的成果脱颖而出,就是自然而然的事了。

基础研究是艰难的,原创性颠覆性创新往往不可预见。但可以预见的是:一群长期坚持学术品位的科学家,一个科学合理的评价体系,一个鼓励创新、包容失败的科研环境,一定会在基础研究中发挥越来越重要的作用。

(作者为西湖大学校长、中国科学院院士,本报记者智春丽、陈世涵采访整理)

本版责编:曹怡晴 陈世涵 赵帅杰
版式设计:沈亦伶 汪哲平
数据来源:科技部等

当科学探索行进至“无人区”,面对不断涌现的新问题,一些沿用多年的理论和方法往往会显现局限性。以我的研究领域举例,磷酸铁锂电池虽已广泛应用于新能源领域,但其在大规模储能、极端环境等新场景下的循环寿命和环境友好性,是发明者最初难以预见的。

那么,难题何解?对我来说,从事基础研究是一种“方法论”。

2020年,我加入复旦大学。从学生到科学家,身份的转变带来更深层次的价值思考——做科研要立足国家所需,发挥己之所长。面对每年大量退役电池的资源与环境压力,我希望能通过新发现和理论创新,提高电池性能、延长寿命,做出应用广泛的产品。我锚定基础研究领域,选定“面向储能电池修复的有机材料设计”方向。在当时,这个方向鲜有科研团队涉足。

源头创新难、课题周期长、成果产出慢,需要的

从事基础研究是一种“方法论”

高悦

是“十年磨一剑”的定力。很长时间里,团队面临“无声期”,无数次试验失败,没有直接的大成果产出。若没有复旦大学提供的实体科研机构平台、专利申请指导等科研链条服务支持,我们的科研韧劲便无从谈起;若没有“深挖一口井”的坚守,就没有我们后来打破锂电池传统设计原则、提出“外部锂源注入”的原创方案。

坚守的定力,离不开科学的人才评价体系。我深刻体会到,“不以短期成果论英雄”,一个开放包容的创新环境,能够鼓励青年科学家去挑战真问题。建立符合基础研究特点的评价体系,以创新价值、能力、贡献为导向的评价标准,是让科研人员心无旁骛搞攻关的关键。

年轻人从事基础研究,更要敢于尝试新的研究

范式。过去发现新分子,就像让果农种出兼具“葡萄的外形、香蕉的气味、苹果的口感”的水果,只能凭经验一点点摸索,试错成本高。

我们将化学原理与人工智能深度融合,把原子轨道、成键规则等知识嵌入模型底层,用高质量科学数据训练人工智能。现在,这款大模型10分钟就能生成4000个新的化学分子。借助它,我们成功预测并合成了三氟甲基亚磺酸锂等分子,为废旧电池“打强心针”,精准补充损失的锂离子,大幅延长电池的寿命。人工智能并非替代科学家,而是作为强大助手,帮助我们聚焦于更具创造性的科学问题和工程落地。

每当看到年轻的科研人员加入团队,新的想法在碰撞,新的方案在试验,我更加坚信:只要我们坚持原始创新的决心,有拥抱科学智能新范式的远见,必将为高水平科技自立自强贡献涓滴之力。

(作者为复旦大学高分子科学系教授,本报记者黄晓慧采访整理)

多元投入格局,科技创新跑出“加速度”

2025年我国基础研究经费达到**2778**亿元,比上年增长**11.1%**,基础研究投入占全社会研发投入的比重首次突破**7%**。

40年来,国家自然科学基金共资助科研项目**88**万项,资助经费**4608**亿元,产出了大批基础性、原创性成果。

源源不断培养基础研究后备力量,形成推动基础研究实现高质量发展的倍增效应

2024年我国基础研究人员全时当量达**59.7**万人年,是2012年的**2.8**倍;我国内地全球高被引科学家数量2014年为**111**人次,2025年为**1406**人次。