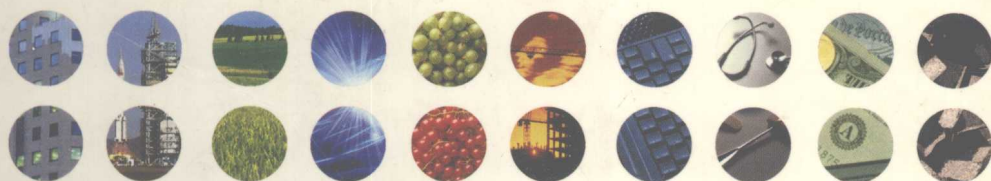




2020年

周光召 主编



2020 2020 2020

 中国科学技术出版社

中国 科学 和技 术发 展研 究

上

2020年 中国科学和技术发展研究 上

周光召 主编



中国科学技术出版社
·北 京·

图书在版编目(CIP)数据

2020 年中国科学和技术发展研究. 上、下册/《2020 年中国科学和技术发展研究》编委会编. —北京:中国科学技术出版社,2004.10

ISBN 7-5046-3921-4

I. 2... II. 2... III. ①科学预测—研究报告—中国—2020②技术预测—研究报告—中国—2020
IV. N120.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 102528 号

中国科学技术出版社出版

北京海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

电话:010-62103210 传真:010-62183872

科学普及出版社发行部发行

北京三木印刷有限责任公司印刷

*

开本:889 毫米×1194 毫米 1/16 印张:99 字数:3200 千字

2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月第 1 次印刷

印数:1~3000 册 定价:298.00 元(上、下册)精装

(凡购买本社的图书,如有缺页、倒页、
脱页者,本社发行部负责调换)

中国科协《2020 年中国科学和技术发展研究》领导小组

组 长:周光召 中国科协主席

副组长:韩启德 中国科协副主席

张玉台 中国科协副主席

胡启恒 中国科协副主席

白春礼 中国科协副主席

成 员:

冯长根 中国科协书记处书记、教授、博导

赵之惠 中国科协组织人事部部长

马 阳 中国科协学会学术部部长、教授

沈爱民 中国科协调研宣传部部长、高级工程师

陶祖莱 中国科学院力学所研究员、中国生物医学工程学会学术委员会主任、常务理事

井文勇 中国环境科学学会副理事长、清华大学工程系教授、博导

史忠植 中国计算机学会秘书长、研究员

王克光 西北钢铁研究院副总工程师、中国材料研究学会秘书长

鲍云樵 中国能源研究会副理事长兼秘书长

孙利民 中国铁道学会副秘书长、高级工程师

肖 佐 中国空间科学学会理事长、教授

练元坚 中国机械工程学会副理事长、研究员

袁 驷 中国土木工程学会/清华大学土木水利学院院长

陈建华 中国农学会副会长兼秘书长、研究员

顾文选 中国城市科学研究会秘书长

刘海林 中华医学会副会长

陈毓川 中国地质学会常务副理事长、中国工程院院士

杨文鹤 中国海洋学会理事长

向衍荪 中国劳动保护科学技术学会研究员

杨文志 中国科协学会学术部副部长、高级农艺师

办公室主任:冯长根 中国科协书记处书记
副 主 任:马 阳 中国科协学会学术部部长
沈爱民 中国科协调研宣传部部长
杨文志 中国科协学会学术部副部长

前 言

为了贯彻落实党的十六大提出的“制订科学和技术长远发展规划”精神,中国科协六届全委会第三次会议决定,组织所属全国性学会和各级科协,发动各学科的专家学者,开展 2020 年中国科学和技术发展研究,为国家制定中长期科学和技术发展规划提出意见和建议,同时推动学科建设和学会自身发展,提高学术交流水平。2003 年 2 月,成立了以中国科协主席周光召为组长,中国科协副主席韩启德、张玉台、胡启恒、白春礼等为副组长的《2020 年中国科学和技术发展研究》领导小组;发动 100 多个全国性学会、2000 多名科学家和专家学者参与生命科学技术、环境科学技术、信息与电子科学技术、材料科学技术、能源科学技术、交通科学技术、空间科学技术、制造技术、工程技术、农业科学技术、城市发展与建设科学技术、医学科学技术、地球科学技术、海洋科学技术、安全科学技术等 15 个综合专题,以及 47 个自然科学、工程技术、地区科技发展课题研究。至 2004 年 4 月,共形成 60 多份、300 多万字的研究报告。

为做好 2020 年中国科学和技术发展研究工作,2003 年 5 月至 7 月间,中国科协组织了 7 次不同类型的科学家座谈会,先后有 150 多名著名科学家、专家,在当时仍有 SARS 疫情的情况下出席座谈会,并围绕制定我国长期科学和技术发展规划,发表了许多具有真知灼见的意见和建议。他们对我国 2020 年的科学和技术发展规划制定的重要意义、国家目标定位、发展方向和重点、基础研究、科技管理体制改革的科技团体在国家中长期科学和技术发展规划制定中应发挥的作用等,提出许多具有指导意义的意见和建议。同时,以书面的形式广泛征求了两院院士、中国科协常委、全国性学会理事长和分支机构负责人对我国中长期科学和技术发展规划的意见和建议。截止到 2003 年 8 月底,共收到 300 多份书面意见和建议,内容涉及到科技发展前沿、发展目标、学科发展重点、科技体制、科技政策、对策措施等诸多方面。

2004 年 4 月 27 日至 29 日,中国科协在北京组织召开了 2020 年中国科学和技术发展研究暨科学家讨论会,国家中长期科学和技术发展规划领导小组办公室、科技部、中国科学院、中国工程院和国家自然科学基金委、中国科协 2020 年中国科学和技术发展研究领导小组成员、中国科协部分常委,以及综合专题组、有关学会的专家,共计 150 人

出席了讨论会。会上,对 15 个综合专题以及综合报告——《对制定国家中长期科学和技术发展规划的意见和建议》进行了交流和研讨,对研究报告提出了修改和落实意见。

中国科协组织 2020 年中国科学和技术发展研究,为制定国家中长期科学和技术发展规划提出意见和建议,有利于充分反映科技界的呼声,推进科学决策和民主决策进程,促进树立和落实科学发展观。为关系我国科技发展乃至经济建设、社会进步谏言献策,是中国科协和所属科技团体应尽的义务和责任,也是广大的科技工作者表达意见和建议的重要渠道。2020 年中国科学和技术发展研究取得了比较丰富的学术成果,这是广大科技工作者集体智慧的结晶。为此,我们编辑出版《2020 年中国科学和技术发展研究》这部文集。本文集分上、下册,其中上册收录了 15 个综合专题研究报告,下册收录了 47 个学科发展、地区科技发展研究报告。

在本文集出版之际,谨向所有参与、支持、关心中国科协《2020 年中国科学和技术发展研究》工作,并付出辛勤劳动的科学家、专家、有关部门和研究机构、有关全国性学会和地方科协表示诚挚的感谢!

编 者

2004 年 6 月

目 录

上 册

2020 年中国生命科学技术发展研究	
生命科学技术综合专题组	(3)
2020 年中国环境科学技术发展研究	
环境科学技术综合专题组	(55)
2020 年中国信息与电子科学技术发展研究	
信息与电子科学技术综合专题组	(100)
2020 年中国材料科学技术发展研究	
材料科学技术综合专题组	(168)
2020 年中国能源科学技术发展研究	
能源科学技术综合专题组	(243)
2020 年中国交通科学技术发展研究	
交通科学技术综合专题组	(318)
2020 年中国空间科学技术发展研究	
空间科学技术综合专题组	(384)
2020 年中国制造科学技术发展研究	
制造科学技术综合专题组	(440)
2020 年中国工程科学技术发展研究	
工程科学技术综合专题组	(474)
2020 年中国农业科学技术发展研究	
农业科学技术综合专题组	(559)
2020 年中国城市发展建设科学技术研究	
城市发展建设科学技术综合专题组	(602)
2020 年中国健康与医疗科学技术发展研究	
健康与医疗科学技术综合专题组	(685)
2020 年中国地球科学与探测技术发展战略研究	
地球科学与探测技术综合专题组	(702)
2020 年中国海洋科学技术发展研究	
海洋科学技术综合专题组	(726)
2020 年中国安全科学技术发展研究	
安全科学技术综合专题组	(751)

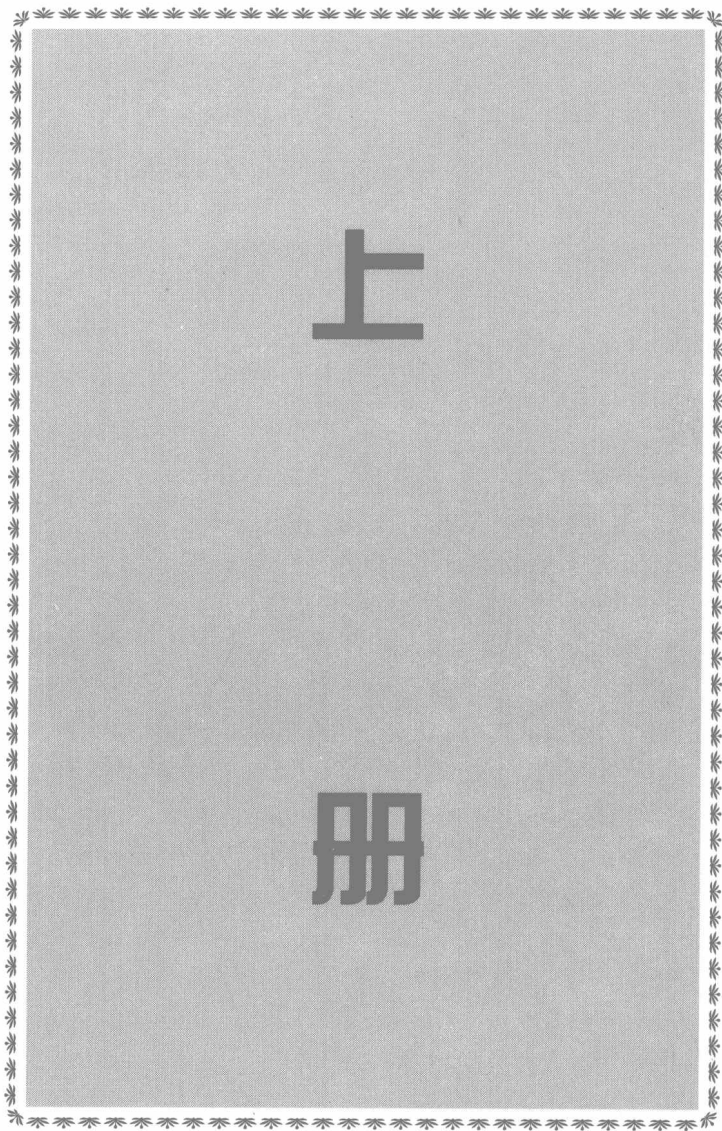
下 册

数学发展长远规划的调研报告	
中国数学会	(821)

2020 年中国力学科学技术发展研究	
中国力学学会	(826)
2020 年中国地理科学技术发展研究	
中国地理学会	(861)
2020 年中国地球物理学发展研究	
中国地球物理学会	(877)
2020 年中国地震科学技术发展研究	
中国地震学会	(894)
2020 年中国生物物理学发展研究	
中国生物物理学会	(902)
2020 年中国心理学发展研究	
中国心理学会	(912)
2020 年中国资源科学技术发展研究	
中国自然资源学会	(922)
2020 年中国青藏高原科学技术发展研究	
中国青藏高原研究会	(936)
2020 年中国机械制造业高技术化战略发展研究	
中国机械工程学会	(942)
2020 年中国水力发电科学技术发展研究	
中国水力发电工程学会	(950)
2020 年中国空气动力学发展研究	
中国空气动力学学会	(957)
2020 年中国仪器仪表科学技术发展研究	
中国仪器仪表学会	(963)
2020 年中国计量科学技术发展研究	
中国计量测试学会	(970)
2020 年中国地球空间信息科学技术发展研究	
中国测绘学会	(985)
2020 年中国钢铁科学技术发展研究	
中国金属学会 中国钢铁工业协会	(994)
2020 年中国化学工业信息化发展研究	
中国化工学会	(1006)
2020 年中国石油化工科学技术发展研究	
中国化工学会	(1054)
2020 年中国土木工程科学技术发展研究	
中国土木工程学会	(1070)
2020 年中国纺织科学技术发展研究	
中国纺织工程学会	(1148)
2020 年中国风景园林学发展研究	
中国风景园林学会	(1162)

2020 年中国历史文化遗产保护领域科学和技术发展研究	
中国文物保护技术协会	(1170)
2020 年中国粮油科学和技术发展研究	
中国粮油学会	(1184)
2020 年中国植物保护科学和技术发展研究	
中国植物保持学会	(1193)
2020 年中国作物科学和技术发展研究	
中国作物学会	(1202)
2020 年中国水土保持科学和技术发展研究	
中国水土保持学会	(1217)
2020 年中国草业科学和技术发展研究	
中国草学会	(1227)
2020 年中医药现代发展的战略研究	
中华中医药学会	(1234)
2020 年中国药学发展研究报告	
中国药学会	(1244)
2020 年中国生物医学工程科学和技术发展研究	
中国生物医学工程学会	(1250)
2020 年中国营养科学和技术发展研究	
中国营养学会	(1265)
2020 年中国麻风病防治科学和技术发展研究	
中国麻风防治协会	(1277)
2020 年中国免疫学发展研究	
中国免疫学会	(1291)
2020 年中国土地科学和技术发展研究	
中国土地学会	(1298)
2020 年中国菌物学发展研究	
中国菌物学会	(1305)
2020 年中国惯性技术科学发展研究	
中国惯性技术协会	(1310)
2020 年中国病理生理学发展规划纲要	
中国病理生理学会	(1321)
2020 年中国大气科学与观测技术发展研究	
中国气象学会	(1325)
2020 年中国生物科学和技术发展研究	
中国生物工程学会	(1342)
2020 年天津市船舶工业科学和技术发展研究	
天津市科协	(1398)
2020 年中国化学工业科学和技术发展研究	
天津市科协	(1404)
2020 年中国海水利用科学和技术发展研究	
天津市科协	(1417)

2020 年内蒙古科学技术发展研究	
内蒙古自治区科协	(1425)
2020 年江西省科学技术发展研究 江西省科协	
2020 年江西省农业生物科学技术发展研究	
江西省植物学会	(1494)
2020 年江西省公路科学技术发展研究	
江西省公路学会	(1505)
2020 年江西省气象科学技术发展研究	
江西省气象学会	(1530)
2020 年江西省软件产业科学技术发展研究	
江西省计算机学会 江西省软件行业学会	(1537)
2020 年江西省水土保持科学的创新与发展	
江西省水土保持学会	(1566)



2020 年中国生命科学技术发展研究

生命科学技术综合专题组

科学之舟行驶于未知的汪洋大海里,航向、进展之预测必然具有不确定性(X);21 世纪科学技术发展的速度必将是前所未有的,生命科学的广度、深度、多样性和多变性,以及预测者知识结构必然的局限性,使得这一领域预测的不确定性更高(X^2);更何况生命科学技术广阔的应用前景和由此带来的巨大的经济效益,市场放大器的畸变,使得预测的风险尤甚(X^3)。鉴此,我们的总体思路是:以 21 世纪科学技术发展的大趋势为背景,立足于中国的国情,生命科学技术发展的趋势与未来的需求相结合,以未来的需求为主导,来构思今后 15~20 年我国生命科学技术的发展战略。

在当今市场经济为主导的世界里,科技发展以市场为导向似乎顺理成章。其实不然。实际上,市场本身是利益集团根据实际需求和社会心理进行商业炒作的结果。故市场需求是社会实际需求的放大和畸变。而信息社会的媒体运作更将这一畸变极度放大。所以,必须严格区分社会实际需求和市场需求。而未来的需求决定于人类社会的未来发展。

20 世纪后期,发达国家已经开始进入后工业化时代,发展中国的社会发展也必然与它所处的时代相适应。后工业化社会的根本特征是“以人为本”。经济发展是为了提高人的生存质量,而不是人活着为了发展经济。因而经济发展不再是衡量人类社会进步的惟一标志。相反,人类必须在已经被人类活动大大破坏了地球环境系统中找到自己的新的“生态位”,为人类生存规划自己的经济行为。因此,人人享有卫生保健,人类社会的可持续发展等等是后工业化社会的根本需求。我国的国家目标:全面建设“以人为本”的小康社会,正体现了后工业化时代社会的特点。“小康”并非完全是发展中国家无可奈何的选择,而且是人类物质生活追求和人类生存环境约束协调的必然。

一个严峻的现实是,在经济全球一体化的大趋势下,发达国家的竞争优势,超级大国和跨国大公司的主宰地位似乎已成定局,“跟踪”的差距越跟越大亦为势所必然。在这种形势下,自主(科学技术、知识产权、产业等等)发展的意义、必要、可能何在?

(1) 自卫的必需。就医疗卫生而言,过去十多年的经验表明,自主的生物医学工程产业的存在和发展,是控制我国医疗费用的必要条件;自主的科技进步,是真正引进国外先进技术的必要条件,更是建立我国技术监督体系的基础,以防止拣洋垃圾,防止我国成为发达国家、大公司废旧物品处理站和新产品试验场。

(2) 国家安全的需要。生物安全的检测、监控是必不可少的。而相应的威慑力量的建立则是最好的防御。

(3) 在人类社会已从工业化社会向知识融合与信息社会过渡的今天,以硬件和硬件技术为核心的竞争即将成为过去。竞争力主要体现在“新创意、新战略、新经营模式及其实施水平上”(《日本产业技术竞争力振兴战略》,1998)。另一方面,由于 21 世纪的科学将向知识融合的方向发展,“人文学科与自然科学的交叉融合将决定国家的综合实力”(同上)。因此,21 世纪我国生命科学技术的发展应该从科学和人文交叉、融合的高度上,充分发挥中国传统文化(哲学、中医学、传统养生学和民族体育等)在解决我国人民健康问题中所起的作用。

20 世纪 70 年代,专门研究“南北差距”的罗马俱乐部总报告的结论是“南北差距”将进一步扩大而不是缩小。其根本原因在于“观念的落后”,而“观念的落后是致命的落后”。所以,我国生命科学技术以及相关产业能否自主发展,关键在于观念的转变,即变跟踪为借鉴,以解决我国面临的紧迫

的实际问题为目标,走自己的路。

不仅如此,人对健康的追求是生命科学技术进步的主要的原动力。而人的生命是精神和肉体的统一整体(心身整体),且人类的本质只能体现于他的社会存在之中。因此,人的健康问题的真正解决,必将突破自然科学和技术的界限,而与人文交叉、融合。这对现代科学的哲学基础是一个巨大的挑战,它意味着现代科学范式(Paradigms)的变革。这也是21世纪初叶我国生命科学技术自主发展的机遇。

生命科学技术内涵既广且深,分支学科繁多,差异显著,且各具深度。故对其未来发展,必然见智见仁,各有所本。因此,我们的原则是不强求统一,不回避矛盾,不同知识结构的碰撞,将会产生真正创新的火花。故战略研究报告采用开放结构,总报告与各分支学科分报告并列。

总之,由于知识结构的限制,片面性、误谬势所必然。但“真理之川从它的错误之沟渠中流过”(泰戈尔,《飞鸟集》(243))。

一、历史、现状、趋势

(一) 由宏观向微观深入:20世纪生命科学发展的主流

1. 分子生物学:由宏观向微观深入的前锋

DNA双螺旋结构的发现(Watson&Crick,1953),揭示了生物遗传的物质本原,标志着人类对生命的认识进入了分子时代。分子生物学成为20世纪生命科学的前锋。主要体现在以下几方面:

(1) 遗传的分子生物学规律。从DNA(基因组)→RNA→蛋白质分子合成为主轴的基因表达调控是分子遗传学的主题,也是基因工程的理论基础。目前,对于原核生物基因表达调控的认识比较清楚,而真核细胞基因表达调控要复杂得多。无论是RNA转录水平(起始与终止)、转录后的剪接与编辑、蛋白质剪接、修饰以及蛋白质折叠等等的基因调控表达的规律尚有待进一步研究。

然而,即使能够在离体条件下弄清楚了基因→蛋白质合成和结构形成的全部表达过程,在细胞环境里,能否实现这种表达都将受到细胞内环境及细胞整体生命运动规律的调控。

(2) 生物大分子结构—功能关系→结构生物学(Structure Biology)。结构生物学的主体是作为生命活动载体的蛋白质。

1) 基于蛋白质晶体(蛋白质分子多聚体)分析的蛋白质分子结构解析。近年来由于X射线晶体衍射分析在技术、方法和装置方面的发展(如高强度、高单色度同步辐射技术、大面积面探测器等),使大分子晶体结构分析的效率大大提高。当前的“瓶颈”是高质量晶体的制备(晶体生长技术)。这也是蛋白质晶体生长长期被美国宇航局(NASA)列为其空间生物技术计划首位的原因。到2004年2月17日为止,已解出高分辨率的可溶性蛋白质三维结构为24358个,而膜蛋白仅132个。目前正向动态结构分析方向发展。

2) 蛋白质分子相互作用(抗体/抗原、受体/配体、酶/底物等)动态规律的研究。等离子表面共振技术灵敏度高,而正在发展中的各种蛋白质芯片技术则具有高通量特性。但它们所得到的都是生物大分子群体行为的统计平均;而且只能从相互作用的规律中获得相关大分子功能的认识,而得不到相关结构的信息。

3) 单分子(Single Molecule)水平的研究。主要涉及

- 具有多层次结构的蛋白质大分子构象(conformation)与功能的关系。
- 在液态介质中,小分子碰撞、离子/化学基团的键联等所引起蛋白质分子构象的“涨落”,及其与蛋白质分子的活性、能动性的关系。

● 蛋白质的分子空间结构包含多个具有特定功能的亚分子结构域(domain,纳米尺度);具有多种功能的蛋白质分子的每一种功能都是通过不同的亚分子结构—功能域实现的。而且具有若干共同功能的不同的蛋白质分子,往往通过相应的结构—功能域的共享而形成多分子的复合体→“分子

器件”(Molecular Machine)。这对于疾病的认识、药物的分子设计等具有重要意义(或许这就是所谓纳米生物学—Nano-Biology 之所指吧)。

- 单分子力学行为及力学因素对其结构功能关系的影响。如力学因素(如拉伸、剪切等)作用下生物大分子三维结构变化及其功能的改变等。目前 DNA 力学已有相当进展,但蛋白质分子的力学行为尚有待研究。

- 蛋白质的模块结构(Modular Structure)和不同蛋白质分子相应结构模块的组装(诸如“螺丝”——“螺母”装配等)。它是分子器件(包括亚细胞结构构件)的自组装、去组装、重组装乃至重建(re-modeling)等的基础。与纳米生物技术(Nano-Biotechnology)有密切关系。

- 单分子水平研究的诱人之处,还在于它使得人们有可能在细胞内对蛋白质分子的行为作原位观测。

(3) 基因组学(Genomics)。一种生物储存在其全部单倍染色体中的总遗传信息称为该生物的基因组(Genome)。任一基因的表达受整个基因组的调控。这种调控因物种、个体的生长阶段、细胞所在环境等而异。

基因组学是将一个物种染色体上的所有基因、基因调控单元以及染色体上所有附属物(组蛋白、非组蛋白以及少量 RNA 等)的序列全部测定,提供一个物种基因组的全景图谱。与以往基因组的研究相比,思路和技术途径不同,是一种系统工程的做法。2003 年人类全基因图谱的完成,是大科学工程的成果。目前已经完成了 60 多种以上生物全基因测序,但对其中绝大多数基因的功能作用则一无所知或知之甚少,因而提出了功能基因组学。

人类全基因图谱的完成是生命科学和技术的一个突破。其主要意义在于:

1) 基因组学可广泛应用、渗透于生命科学和技术的各个领域,并为多种生命现象的研究提供新思路、新方法。传统的研究方法是从表型→基因型,整个分析过程随机性强,工作量大,效率较低。但它是从生命体(不同层次、不同进化层面)整体→局部(基元)的分析;以基因组学为基础,应用基因克隆、基因剔除(Knock out)和基因插入(Knock in)等基因技术,使得从基因型→表型的分析成为可能。这种反向分析的突出优点是具有一定的目标设定性,因而效率高;但问题在于基因操作改变了(或多或少)认知对象(某种生命体的基因组)本身,因而可能造成一些伪象。对于 DNA 这样具有多层次结构的非线性系统来说,两种分析方法(表型→基因型,基因型→表型)是互补而不可互相替代的。

2) 单核苷酸多态性(SNPs)的发现→物种遗传群体/个体多样性→人类(物种)基因组单体型图(Hap Map)。通过不同人群全基因组的 SNPs 位点的检测、鉴定,进行分型分析,形成人类 DNA 序列中 SNPs 的常见模式。这将增进人类对于重大、常见疾病相关基因的认识以及人对药物、环境因素反应相关基因的了解。无论对疾病的预防、控制和诊断、治疗或是对药物设计及相关物医学工程技术的进步均有重要意义。但凡事皆有两面性,人类种群 Hap Map 的研究,也把生物安全问题,提高到了国家安全和民族存亡的高度之上,应予特别重视。人类健康大堤的构建十分艰巨,而“千里之堤,毁于蚁穴”乃千古不易之理。

3) 不同物种全景基因图谱的比较研究——比较基因组学。其意义是多方面的。最为突出的其一是它为物种进化和突变的研究,提供了分子水平的历史记录(分子活化石,而不是进化和突变的分子机制),这也有助于地球环境的历史演变的研究;其二是为生态学的研究和环境生态(生物多样性等)监测,开辟了一条新的途径;其三,它将为生物安全(地域性)检测、监测提供科学和技术基础。

功能基因组学(Functional Genomics)是基因组学的必然延伸。虽然基因组学为由基因型→表型的反向分析提供了基础,由此可以了解许多由基因组序列决定的功能,但离真正的功能基因组学的建立还有相当远的距离。

因为,DNA 是具有多层次空间结构的生物大分子。目前测得的基因组全景图谱仅限于其一级结构——核苷酸序列。DNA 分子不仅一级结构具有多样性(序列多样性→物种多样性)。其二级结

构和高级结构亦具有多样性。分子生物学的研究表明,DNA双螺旋的构型,如不同构型(A、B、Z三种不同构型)的大沟特征在遗传信息的表达过程中起关键作用。而DNA双螺旋进一步扭曲盘绕形成的特定的高级结构(如正负超螺旋等)。DNA二级结构的变化与高级结构的改变是相互关联的。这种变化在DNA复制与转录中具有重要的生物学意义。因而,功能基因组学的研究必然涉及DNA的二级和高级结构,涉及DNA—结合蛋白相互作用。所以,从全基因组测序形成的基因组学→功能基因组学,还缺了一个重要环节,即结构基因组学(Structure Genomics)。法国的基因组计划中将结构基因组学的研究列为重要内容。而目前所说的功能基因组学实际上主要是对已测得的基因组序列进行类型分析,基因解读等等。模式生物(微生物等)仍将发挥其先导作用。

不仅如此,任何物种的基因组都是该物种与其所生存环境长期相互结果,基因调控表达、基因组功能与细胞内、外环境、核内环境因素等是耦合在一起的。因此,全景功能基因组学的研究或许对模式微生物有实现的可能。将其应用于人类疾病防控、诊治则还有相当大的距离。

(4) 蛋白质组学(Proteomics)。蛋白质组学的提出是基因组学的逻辑必然;而且,基因组功能的研究也离不开蛋白质组学。因为,蛋白质不仅是生命体结构的基本组分,也是其生命活动的承载者。只有通过蛋白质的功能及其和环境因素的相互作用,才有可能使生命体适应其生存的环境(生存/死亡、遗传/变异……)。基因需通过它们所编码的蛋白质来发挥其功能。

但是,就其目标、内涵、意义和方法学而言,蛋白质组学绝非基因组学的自然延伸,而是一个新的分支学科领域。首先,一个最基本的事实是:哺乳动物约有5万~10万个基因,其中具有蛋白质编码功能的基因仅占3%~5%,即1500~5000个,而蛋白质总数据保守估计在30万个左右,差了两个数量级;而且不同种类蛋白质数量分布极不均匀,越是起调控作用,居于调控途径上游位置的蛋白质数量越少。其原因主要是:①蛋白质基因编码(密码子)的简并性和编码使用的偏倚性;②基因→RNA→蛋白质的表达过程受到多层面、多途径、多步调控。

这使得从全基因组图谱推测蛋白质组图谱变得极为困难(如果不是不可能的话)。

其次,蛋白质合成后就有了相对独立的活性周期。如蛋白质在细胞内的定位和迁移,蛋白质之间的相互作用及由此而形成的反应网络,不同蛋白质分子与其他分子自组装形成种种具有特定结构—功能的分子器件和分子器件的去组装、重组装和重建以及蛋白质的程序降解等等,这些都不仅仅直接取决于基因组本身,而且与细胞所处的微环境(生物的、化学的、物理的、力学的等)有密切关系。生命体的环境适应性是通过蛋白质组的结构—功能动态调整来实现的。这就使蛋白质组学的内涵更为复杂、多样,而且与生命体的生命活动关系更为直接。

其三,蛋白质组学的方法学问题比基因组学复杂、困难得多。DNA的碱基配对原理为基因扩增和识别带来了莫大方便。而由20种氨基酸构成的具有多种复杂空间构象的蛋白质的分离、鉴定和识别就复杂、困难得多。目前还不具备高通量的蛋白质分离、检测技术,而微量蛋白质的获得、检测和识别更是蛋白质组学研究中的技术瓶颈。当前正处关键技术的突破过程之中。

从目标、内涵来说,蛋白质组学要分两大类:

1) 全景蛋白质组学(Global Proteomics):一个物种全基因组所编码的全部蛋白质(种类与数量,结构与功能)。

2) 差异蛋白质组学(Differential Proteomics):它具有层次性和目标多样性,比如:

- 同一物种,不同组织里的细胞;
- 同一组织,不同功能分化的细胞;
- 同一细胞,不同时间(发育、增殖、分化、凋亡……);
- 同一时间,不同的胞内定位;
- 不同的亚细胞结构(子蛋白质组学);
- 不同的修饰(如磷酸化、糖基化等子蛋白质组学等);
- 机体的生理/病理状态:如糖尿病子蛋白质组学等。