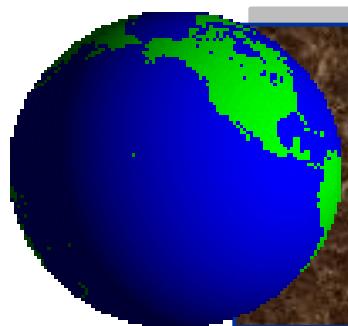


未来十年中科院信息领域 战略重点的思考



李国杰
中国科学院计算技术研究所
2012.02.12

制定战略究竟以什么为驱动？

- 制定发展战略有不同的驱动模式
 - **技术驱动**：关注技术发展趋势和未来技术
 - **市场驱动**：关注市场潜在需求和市场占有率
 - **问题驱动**：关注国家面临的战略挑战问题
 - **机遇驱动**：关注未来10（15）年我们有什么特殊机遇
- 技术与市场驱动已有较多分析，但一般的分析意义不大，因为技术很难独占，市场也是共有的。要特别重视问题（挑战）驱动和机遇驱动分析，尤其是这两者相结合的分析。
- 解决战略挑战问题的核心是10（15）年内成为信息产业的强国，产业强则国家强。科学院必须为提高经济竞争力做贡献。机遇期可遇不可求，要特别下功夫找科学院为提高国家经济竞争力做贡献的机遇。

——摘自本人2005在科学院基地工作会上的报告

技术驱动

—未来10年哪些信息技术可能有大的突破

新科技革命的拂晓

- 第六次科技革命方向很有可能得益于第五次信息科技革命的推动。在**物质科学**、**生命科学**等学科及其**交叉领域**开辟出新的空间。
- 科学领域
 - ◆ 对原子、分子甚至电子进行调控
 - ◆ 对暗物质、暗能量、反物质的探测
- 技术领域
 - ◆ (**脑科学**) 对大脑思维和信息处理的机理研究，将可能导致人脑与电脑之间实现信息直接转换；
 - ◆ **量子通信**将引发一场通信领域的变革；
 - ◆ 新型**网络技术**触发经济、社会、文化领域的变迁；
 - ◆ **纳米仿生**材料、仿生器官的设计和制造等，将可能使人类获得新的生存形式和手段

----引自白院长2012-01-04 在中国科学报发表的文章

信息技术和产业正在进入转折期

- 信息技术和产业正在进入一个转折期，2020年前后可能出现重大的技术变革。
- 集成电路正在逐步进入“**后摩尔时代**”，我们必须更多地从“More Than Moore (MTM)” 和 “Beyond CMOS” 中寻找新的出路。
- 计算机逐步进入“**后PC时代**”，“Wintel”平台正在瓦解，多开放平台正在形成。
- 互联网进入“**后IP时代**”是不可避免的发展过程，发展新一代互联网必须突破TCP/IP协议的局限。
- **云计算**的兴起是信息技术应用模式的一场变革。

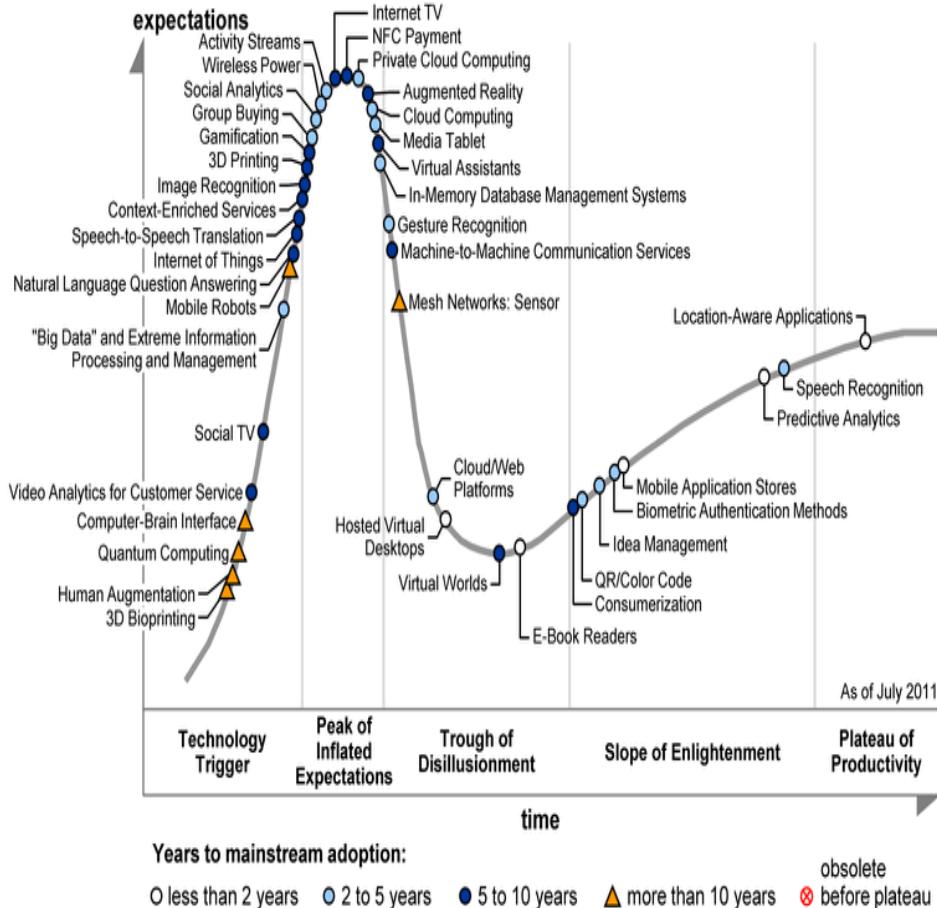
未来10年的十大技术

- 1、The Internet of Things （物联网）
- 2、Big Data （海量数据）
- 3、Cloud Computing （云计算）
- 4、The next Net （未来网络）
- 5、Social Network Service （社交网络服务）
- 6、The power of power （太阳能利用）
- 7、3D Print （快速成型）
- 8、Robot （机器人）
- 9、nanobot (超微机器人, 脑机界面)
10. cyberborg(人自身增强)

---引自Cisco's chief futurist

Gartner's 技术成熟度曲线

----2011年 Hype Cycle



● 5-10年成主流的技术

- 物联网
- 自然语言问答系统
- 自然语言翻译
- 3D Print (快速成型)
- 互联网电视

● 10年后成主流的技术

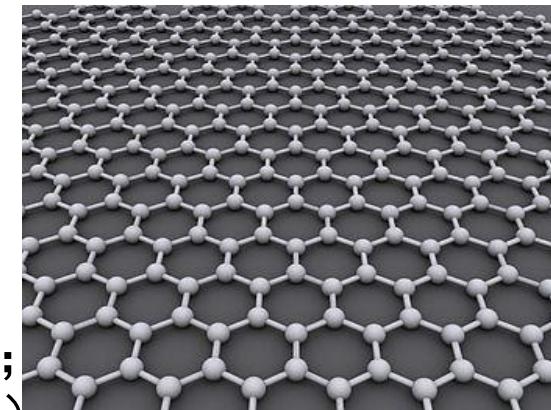
- 量子计算
- 脑机接口
- 移动机器人
- 自组织传感网 (mesh net)

网络科学可能取代物理学的地位

- Albert-László Barabási, “The network takeover” , NATURE PHYSICS , VOL 8 , JANUARY 2012
- Reductionism, as a paradigm, is expired, and complexity, as a field, is tired. Data-based mathematical models of complex systems are offering a fresh perspective, rapidly developing into a new discipline: **network science**.
- 协同论、耗散结构论、混沌理论都没有解决复杂系统的问题，用单一的公式、方程不可能解决复杂系统问题。
- 在每一个复杂系统（基因、社会等等）背后都有一个网络，网络的背后是海量数据。数据是真正的驱动力。
- 20世纪物理学是主角，到21世纪人们更关心“bit”，网络科学已成为最基础的科学。

石墨烯脱颖而出

- 石墨烯是单层二维晶体，其碳原子呈蜂巢晶格排列。石墨烯是目前最薄且最硬的纳米材料，几乎完全透明；导热系数高达 $5300\text{ W/m}^*\text{K}$ ，常温电子迁移率超 $15000\text{ cm}^2/\text{V}^*\text{s}$ ，电阻率仅 $10\text{-}6\text{ }\Omega^*\text{cm}$ ，比铜或银更低。
- ITRS预测，2024年硅半导体工艺可进展到7.9纳米；其时石墨烯器件可望替代CMOS器件（**碳器件时代**）。
- 2010年，美国宾州大学制造出**4吋(100mm)石墨烯晶圆片**；2011年4月IBM研制成功最快的石墨烯晶体管，每秒能执行**1550亿**个循环操作，比频率为**155GHz**的晶体管快50%。
- 石墨烯目前在中国市场上价格超过**2000元/克**。
- 应用领域：纳电子器件、高频电路、光子传感器、光电化学电池、基因电子测序、减少噪音、超轻型飞机材料等
- 基于石墨烯开发出新型储能设备，可将**充电时间缩短到一分钟**；
- 利用石墨烯的聚光能力开发光敏器，**一秒钟内下载一部高清电影**；
- 石墨烯是目前已知的**最好超导材料和导热材料**，可用在光伏或光热产业



欧盟FET Flagship Pilot 预选的6个项目

- **FuturICT** （活地球模拟器，知识加速器和危机缓解系统）
- **Graphene** （石墨烯新材料，能代替硅成为21世纪信息技术的基础材料）
- **Guardian Angels** （智慧地球的守护天使，纳米级传感器技术，可植入人体，不需要电源，依靠周围配套设施获得电力，未来的手机、平板电脑等可以不用电池）
- **HBP** （人脑工程技术，模拟和理解人类大脑所需的信息学、建模和超算技术，研究人脑的低能耗、高效率）
- **ITFoM** （未来医学：分子建模、老龄化与药物安全）
- **CA-RoboCom** （伴侣型机器人，研制具有一定感知、交流和情感表达能力的仿真机器人，为人类特别是小孩和老人提供无微不至的服务。）
- **2012年从中挑选出两个项目，到2023年每项投入10亿欧元**

“活”的地球模拟器

Living Earth Simulator

- 欧盟6个旗舰预选项目之一 FutureIC-T。旗舰计划支持两个为期10年大项目，每个项目经费10亿欧元（预启动150万）
- 可以复制地球上发生的任何事情，从全球天气模式到疾病的传播、国际金融交易，再到交通拥塞等。
- 加强对地球上所发生的所有事情的科学认识，提高对人类行为及环境力量的理解能力。科学家认为，“活地球模拟器是社会科学领域的“**知识对撞机**”，相当于物理领域的“**大型强子对撞机**”。
- “活地球模拟器”必须吸收海量数据，而且要理解这些数据的含义需要采用“**语义网**”技术。必须要有足够强大的计算能力，拥有强大预测能力的理论，研制出更好的检测社会状态的方法。
- 构建 techno-socio-economic-environmental systems.

智能技术已经进入开花结果阶段

- 人工智能技术已经研究了50多年，历史上多次关于智能技术的预测都失败了，最近又有人预测2029年机器的智能将超过人类。（库兹韦尔：奇点迫近）
- 很多人工智能技术已经得到应用，但一旦普遍应用，这项技术就不再被看成是智能技术。联想公司讨论是否要把**机器人**作为公司新的业务生长点。
- 信息科学技术的根本性突破可能要取决于脑科学的进展，一旦智能科学取得大的突破（如**语义理解**），必将引起信息技术的一场**革命性变革**。
- 神经科学和信息学的合作和相互渗透，采用一种新的研究模式，即**实验数据→数学理论→计算机模拟和预测→生物学实验验证→数学模型与验证后的理论**，加快脑的研究进程。

IBM沃森计算机战胜人类冠军



- 2月14日，IBM的超级电脑“沃森” 参加美国王牌问答节目《危险边缘》并赢得比赛。
- 《危险边缘》是美国最流行的知识问答节目之一，题目涵盖了时事、历史、艺术、流行文化、哲学、体育、科学、生活常识等等，而且节奏极快。

- 音乐迷对这位匈牙利人的超技练习曲充满了极大的热情。 --李斯特
- 这是米开朗基罗画在西斯廷小礼拜堂里的一个壁画，它描绘了被救赎的和被诅咒的人。(最后的审判)
- 这个语言的方言包括吴语，粤语和客家话（中文） --沃森答广东话

- IBM与Nuance公司共同宣布将开展 一项研究计划，以探索和开发“沃森”计算系统在医疗保健行业的先进分析能力，并将之商业化。

市场驱动（需求牵引）

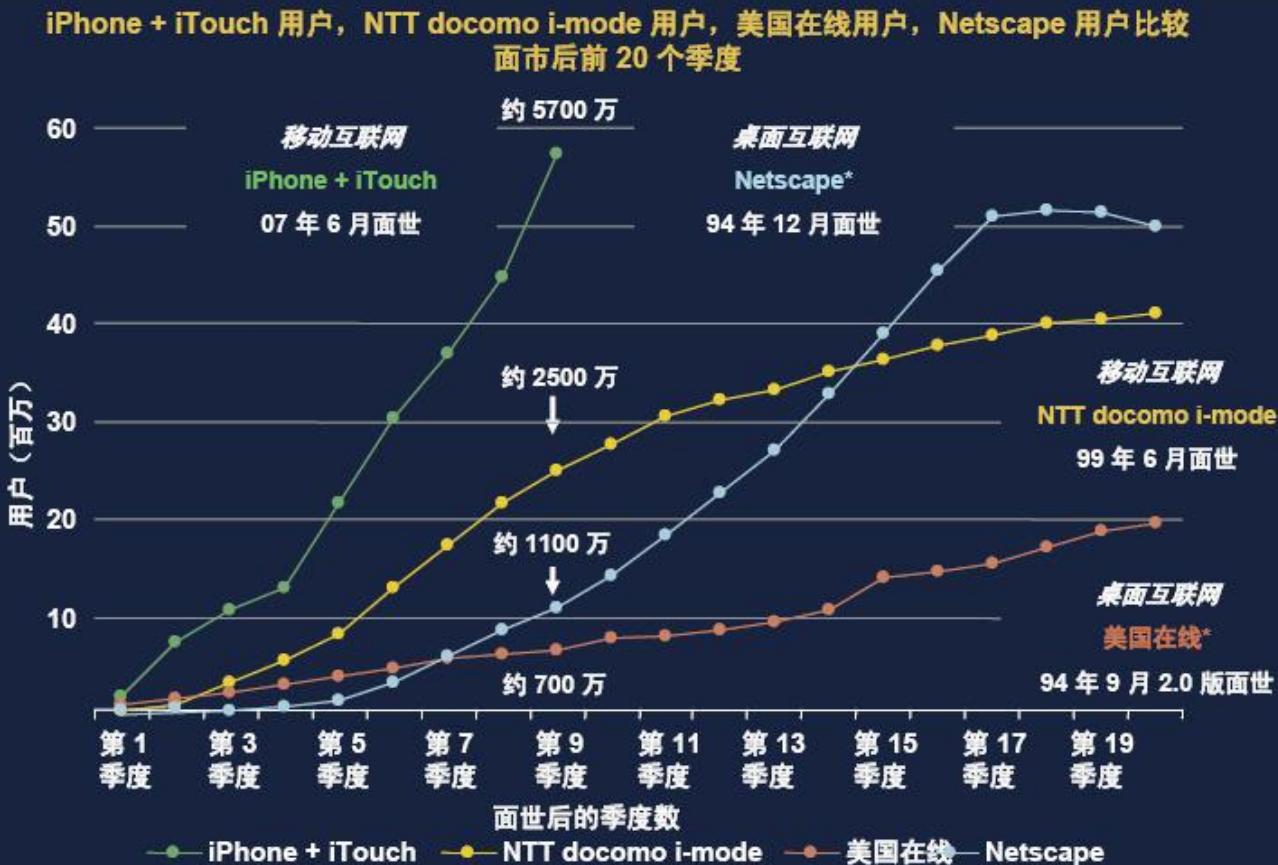
—未来10年信息领域可能形成的新市场

移动终端带来“后PC”时代

- 移动终端产品发展速度超过PC，Apple公司是“后PC”时代的代表性公司，其**市值已超过微软公司**。
- 微软公司宣布下一代产品Windows 8支持英特尔的竞争对手ARM架构芯片；而英特尔致力于开发基于Android的平板电脑产品，微软和Intel公司正在分道扬镳，所谓**Wintel联盟已经走向瓦解**。
- 今后计算机产业将不会被这两大垄断公司统治，取而代之的是群雄并起。IT界将走向**多极化**，走向**多元开放平台**（Multiple Open Platforms, 简称MOP）。

移动互联网与桌面互联网用户发展趋势比较

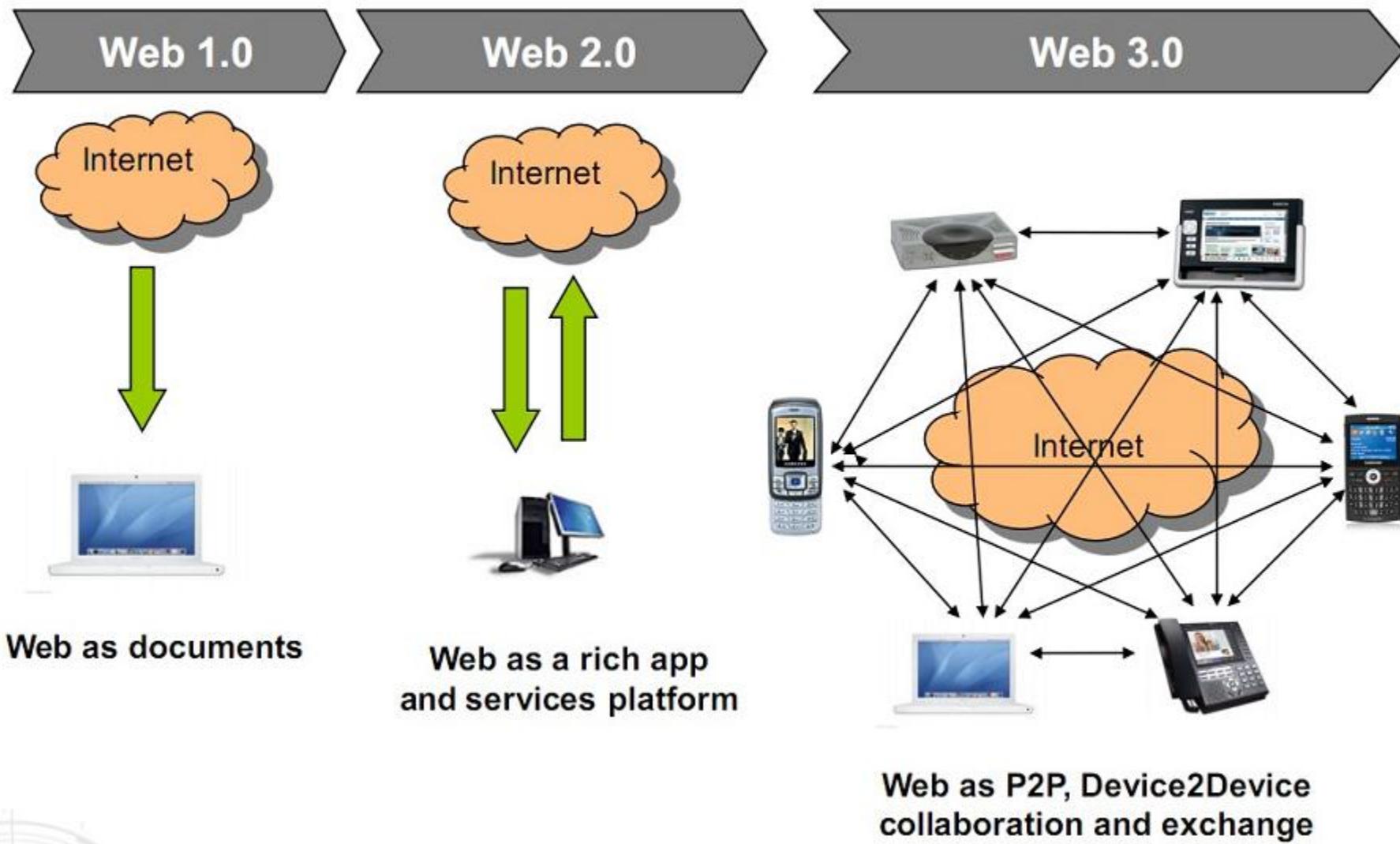
移动互联网用户超过桌面互联网用户
面世 9 个季度之后, iPhone + iTouch 用户 = 8x 美国在线用户



摩根士丹利

注: *无法获得美国在线 94 年第 3 季度之前的用户数据; Netscape 用户仅限于美国境内。摩根士丹利研究部估计, 自面世 (07 年 10 月) 以来, 前 8 个季度的笔记本电脑出货量约为 3900 万。资料来源: 公司报告、摩根士丹利研究部。 23

Web的未来



云计算将带动许多产业的发展

- 云计算兴起符合信息领域“**分布与集中交替主导**”的“**三
国定
律**”，有其历史必然性。如同小型（直流）电站必然
转变为大型（交流）电站一样，以**第三方多租户集中服务**
为特征的云计算未来10年必将对信息产业产生巨大影响。
- 云计算本身的产值规模并不大，但带动的产业规模无比巨
大。在2011年APEC会议上，许多部长和专家认为云计算
会带来世界一半的GDP。如同**蜜蜂的价值主要不是蜂蜜
而是传粉一样，云计算是未来产业生态环境中的“蜜蜂”**。
- 云计算主要不是技术创新而是业务模式创新，但如果我
国的信息产业将来都建立在国外大公司的云计算平台上，国
家经济的安全将受到严重威胁，中国必须建立自己的云计
算平台。

新兴的大数据产业

- 工业革命以后，书籍等以文字为载体的知识大约每十年翻一番；1970年以后，知识大约每三年就翻一番；如今，全球信息总量每两年就可以翻一番。2010年全球数据总量达**600EB**（1EB=10¹⁸ Byte），医疗卫生、地理信息、电子商务、影视娱乐等行业，每天也都在创造着大量的数据。
- 根据McKinsey Global Institute的预测，到2020年，全球数据使用量预计将暴增44倍，达到**35.2ZB**（1ZB=10²¹ Byte）
 - 全球个人使用地理信数据的商业价值高达**6000 亿美金**；
 - 美国医疗行业的数据价值每年可达**3000 亿美金**，
 - 美国与大数据技术相关的经理工作岗位有**1,500,000**个。

对我国信息产业技术能力的基本判断

- **市场主导者**：通信、网络服务（搜索、游戏、购物等）
(技术上不一定是主导者)
- **市场挑战者**：CPU、LTE、移动互联网、云计算、物联网、
三网融合、激光显示等
- **市场跟随者**：微电子，液晶显示，微机和服务器，电视
- **市场利基者**（Nickers）：嵌入式产品，移动终端
- 总体来讲，信息领域内我国还没有一个产业在技术上处于主导地位，实力最强的华为公司过去也是以模仿跟踪为主，最近两年才真正重视自主创新。不论是计算机还是通信、在核心技术上我国都缺乏竞争的实力。十二五期间要扎实突破新兴信息产业的核心技术，决不能盲目乐观。



问题驱动(挑战驱动) ——未来10年内我国面临的挑战问题

我国面临的四大战略性挑战

- 转变经济发展方式
- 实现社会和谐小康
- 保障国家稳定安全
- 克服资源环境危机

构建信息产业快速、健康发展的创新生态环境（打造自主可控的基础技术技术平台）

发展新一代网络技术，构建惠及全民的泛在网络（后IP网络、物联网、云计算、三网融合。网络内容处理）

发展信息获取（传感）、大数据和智能控制技术

信息科技路线图三层次

促进
科学发展

信息技术
惠及大众

信息化与工业化
融合，发展经济

数据与知识服务产业

新型信息系统

泛在网
未来网络

新型器件

交叉学科

信息领域面临的三大挑战问题

- 第一项挑战：逐年增加的**研发投入**如何才能对我国信息产业发展带来**实质性的贡献**？
 - 大学和科研单位针对市场细分做的研究，大多没有实际意义，应提倡做可以创造10亿美元以上新市场的前瞻研究和基础研究。
- 第二项挑战：如何克服**后发壁垒**和**后发劣势**？
 - 所谓“后发壁垒”主要是指已有的软硬件件平台对用户的“**锁定**”，长期以来，国内企业只能在国外成熟的软硬件平台上开发应用，创新的空间较小。
- 第三项挑战：在未来10—15年内，中国学者能不能在信息领域某个disruptive innovation 中起到引领作用？

案例分析：我国的HPC研制

- 高性能计算机已经成为我国排在航天之后的第二大科研业绩，但我国追求的目标**不是应用效果和做强产业，而是TOP 500 排名第一**。
- 20年来，863计划支持了几代HPC研制，但每次都是只出1/2或1/3的研制经费，要求研制单位落实用户，由用户出一半以上的研制经费，一直是**把HPC采购当成科研**。
- 我国进入世界TOP500的HPC已达**62**台，仅次于美国。2008年TOP500的HPC中有**58**台用于金融，**70**台用于工业制造，而我国只有一台超过10万亿次的计算机用于金融，几乎没有一台进入TOP500的计算机用于工业制造。
- HPC研制的状况是一面“镜子”，反映出我国科研工作（不仅仅是计算机科研）的许多深层次问题，值得我们深刻反思。



对建立我国信息技术基础平台的冷静判断

- 通过十年的努力，我国在CPU和基础软件方面已经有了一定技术积累，对于我国而言，CPU和基础软件已经不是深不可测的禁区。再用**10左右**的时间，我们可以**大大提高**国防和政府部门信息基础设施的**安全性和自主可控性**，也很有可能在主流芯片和基础软件市场上**占有可观的一席之地**。信心比黄金还重要，**自信心是发展战略性产业的前提，一定不能丢。**
- 同时，我们也要清醒地认识到，我国有少量单项技术（大多数还没有规模产业化）可能世界领先，但总体来讲我国的信息技术**还是以跟踪为主，离引领产业发展还有较大的距离，不能急于求成**。我们对自己目前的实力有了实事求是的认识，对长远的目标又有坚定的信心，就不会裹足不前，怀疑观望，也不会忽冷忽热，左右摇摆。



我国为什么前瞻性研究落后？

- 开展前瞻性研究不但需要技术积累，还需要**胆识与气魄**。坦率地讲，我国当代科技人员的胆识与气魄已不如建国初期的科技人员，普遍有“**缺钙**”的毛病。
- 近十年来，由于科技评价制度强调“**数字化**”**考评**，引导科研人员“**只见树木、不见森林**”，习惯于对技术细节的改进而缺乏判断宏观市场和**洞察未来的眼力**。
- 前瞻性研究的评价标准与渐进式研究很不一样。目前我国信息领域对科研成果的价值评价主要是近期经济效益（最多看5年），**缺乏对引领新科研方向（潜力）的评价导向**
- 大企业在技术基本不改变条件下，通过产量的积累可以提高效率降低成本（“干中学”效应），缺乏自己建立新标准新平台的动力（华为公司现在已有较强的欲望）。

机遇驱动

——未来10年科学院有什么特殊机遇

“二十年的难得机遇期”已过去一半

- 2002年党的十六大报告指出：“综观全局，二十一世纪头二十年，对我国来说，是一个必须紧紧抓住并且可以大有作为的重要战略机遇期”
- 从2001年算起，战略机遇期已过了11年。总的来讲，**信息科技领域我们与国外的差距并没有明显缩小**。剩下的9年该如何抓住机遇，需要认真反思，做好前瞻性部署。
- 以硅半导体器件为基础的信息技术已进入相对平稳的发展期。目前CMOS器件、超级计算机、互联网络等领域都遇到靠延伸传统技术难以逾越的“**技术墙**”，各国都在争取10–20年内取得信息技术的根本性突破。
- 科学院的机遇究竟在哪里？全世界同行都看好的机遇未必是我们的机遇，判断是否是我们的机遇除了看技术发展本身的需求外还要看两点：一是**中国的特殊国情**，二是**我们的本事**哪些方面可能比别人强。

理性判断科学院的特殊机遇

- 科学院成立初期，在国家统一规划下全国最优秀的科学家云集科学院，至今全国一半以上的最高科技奖出自科学院得益于当时的科技力量布局。
- 改革开放以来，大学的基础研究发展很快，积聚了不少一流人才，设备也不比科学院差；国防科研方面CETC和航天集团等行业部门基本上承担了总体任务。科学院不论在基础研究还是国防科研上已难有“舍我其谁”的特殊本事。
- 科学院在引领和支撑产业发展方面一直是弱项，而且院级和局级干部中都缺乏熟悉这方面业务的掌舵人。过去的技术积累也不多，更难有特别对科学院有利的机遇。
- 科学院可能的机遇是组织跨所跨学科的攻坚队伍，**提前5-10年做前瞻部署**，持续多年不懈努力，才有可能做出大学和行业部门做不到的重大科技突破，对经济和国防做出大贡献。

综合考虑后的建议

—信息领域未来10年内科学院应重点关注的
重要科研方向和前瞻部署

“三项重大成果”取决于“五项重点培育技术”

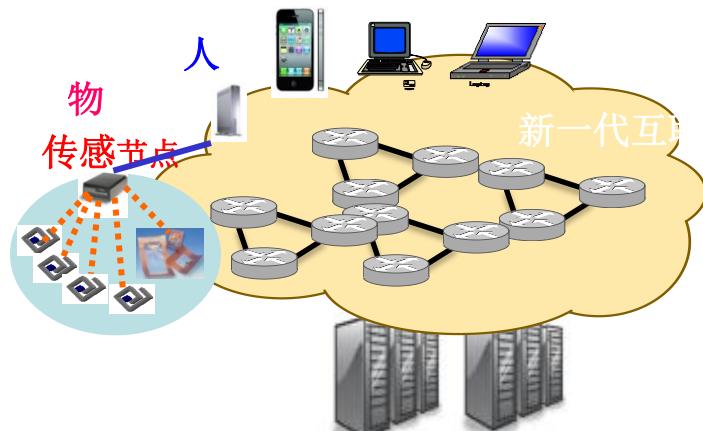
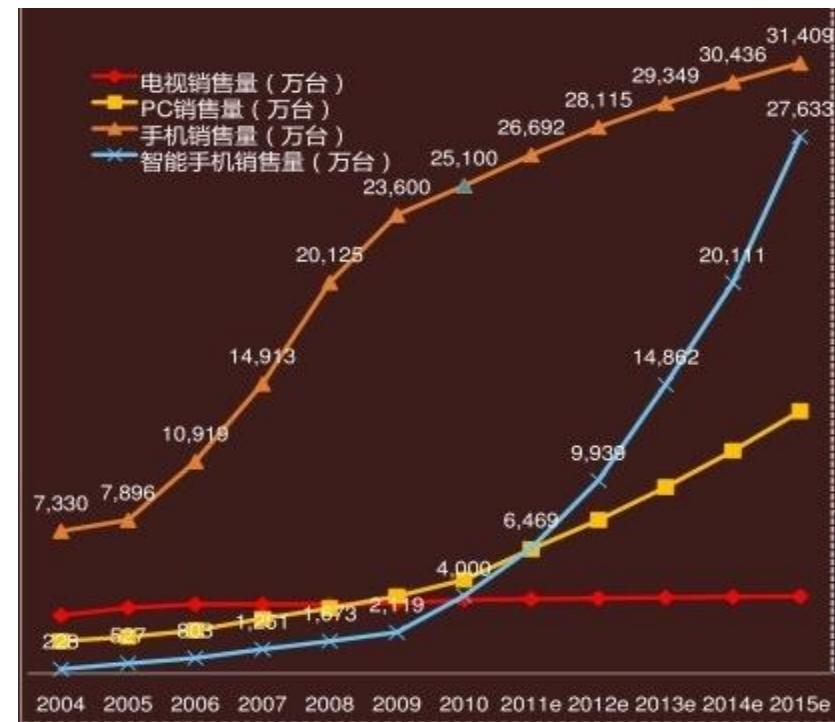
- 科学院的主要作用是引领科技和产业发展，而在信息领域做出引领性贡献一般需要10年以上的部署。前五年选择技术路线并突破核心技术，后五年带动或支持行业部门做成“为国分忧”的信息系统，或者将技术转移到企业，对骨干企业的发展做出实质性的贡献（或创建有引领作用的新企业）。
- 后五年的贡献有多大，取决于前五年的技术突破有多深，如果只是一些枝枝叶叶的小技术突破，不掌握新产业的核心技术，或者掌握的技术没有国际竞争力，后五年一般难以有重大成果。
- 我们往往看重“一三五”中的“三”，但十三五时期“三大成果”的含金量有多高，取决于十二五时期“五项重点培育”技术的水平。科学院的发展战略可能要更多地在“五”的选择上下功夫。解决“三”的问题更多的要依靠工程组织实施能力和技术转移机制。

未来10年重大产出和重点培育方向

- 1、打造我国自主可控的信息产业“**基础技术平台**”，建立新一代信息技术产业的良性“**生态系统**”；为引领云计算、海终端等战略性新兴产业发展做出历史性的贡献；
- 2、为解决我国网络信息安全威胁做出实质性贡献；
- 3、在卫星有效载荷、声纳等国防项目中做出不可替代的贡献
- 4、为发展大数据科学和产业做出引领性贡献（含生物信息学和社会计算等）
- 5、新一代网络（后IP网，WoT，超宽带局域网）
- 6、石墨烯、MTM、下一代存储器等新型器件
- 7、脑科学、认知科学、智能技术的交叉
- 8、量子通信和量子模拟

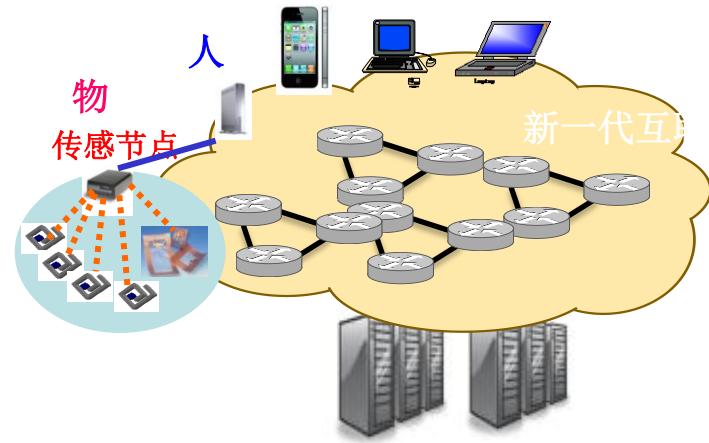
未来10年中国IT领域的重大事件

- 中国自主技术支撑每年上万亿元产值的新一代信息技术市场，对外技术依存度降到50%以下
 - 物联网电视为切入点的**海终端平台**
 - 以新型协议及设备为载体的**新一代互联网体系结构**
 - 以云计算系统软件为核心的**云计算平台**
- 中科院可起到源头作用



海终端平台

- 物联网电视海终端平台的价值
 - 个性化信息消费与社会网络终端
 - 个人信息资产共享平台
 - 家庭物理信息汇聚平台
- 海终端平台的内涵
 - 硬件平台体系结构（包括应用处理器、通信芯片、其他芯片）
 - 系统软件平台（操作系统、数据系统）
 - 生态系统支撑：用户信息资产管理系统（**Apple account**与*iTune*），应用开发环境（**App Store**）等
- 中科院的作用：与联想等大企业合作研究开发海终端平台，打造自主可控的产业生态环境，成为创新技术源头



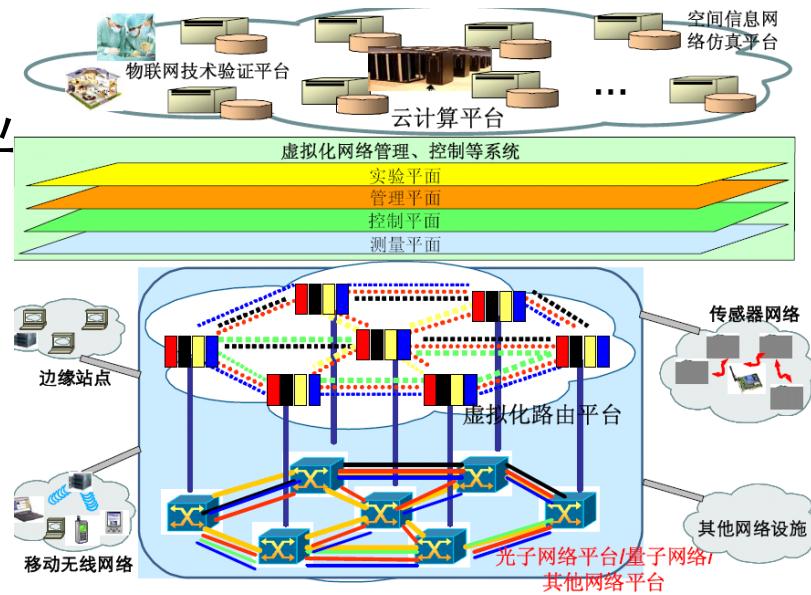
- 现有平台及生态系统
 - Apple iOS, iTune, AppStore
 - Google Android
 - Microsoft Windows 8
 - 三星Bada, Intel/Nokia
 - Meigo
- 目前核高基专项力度分散，对产业生态系统支持不够。

以龙芯CPU为基础，率先在军队和政府内构建自主可控的信息平台

- “先军后民，打造自主可控的基础软硬件平台”已经在军内形成高度共识，2011年在军内推广以龙芯CPU为基础的国产基础软硬件已取得重大进展。
- 由龙芯中科公司、中电科技公司、中标软公司等发起成立的“国产基础软硬件技术联盟”在固件接口、操作系统接口等方面已形成大量技术规范，为军工企业提供了统一的平台支持。CETC和CEC集团都成立的相应的产业联盟。
- 航天12所等几十个军口研究所和企业已研制推广近百种基于龙芯CPU的各类计算机和板卡，龙芯2F、3A等系列已应用于海军、陆军、二炮和全军信息化平台，有些已进入装备型号
- 党中央办公厅、工信部、中国档案馆及山东等省份已列入核高基成果试点单位，大都采用龙芯CPU。

未来网络平台

- 我国互联网供需矛盾日益尖锐
 - 世界第一的网民规模和快速增长的业务
 - 2011年底5.13亿网民
 - 搜索（百度日均54亿PV）
 - 电子商务（淘宝日均23亿PV）
 - 视频（优酷日均视频2.1亿）
 - 低用户体验度（全球最差的10名）
- 物联网和云计算加重网络负担
- 需要未来互联网研究
 - 虚拟化可编程网络体系结构（计算所重点培育研究方向）
 - 未来网络核心设备与边缘设备（与华为、中国移动合作）
 - 支持人机物三元世界
- 中科院的作用：
 - 积极参与发改委未来网络实验网平台建设（南京未来网络中心）
 - 与美、欧未来互联网专项合作（计算所已在开展）
 - 成为新型协议和设备创新技术源头



云平台

- 支持开放产业生态系统的云计算平台，并支持海云计算新模式

- 云软件平台（云端Android）
 - 云端操作系统
 - 海量数据计算系统
 - 生态系统支撑，包括用户信息
资产管理系统、应用开发环境等

- 云硬件平台
 - 高通量服务器（计算所的重点之一）
 - 云存储
 - 数据中心高速互联网络
 - 核心芯片

- 中科院的作用：

- 与华为等大企业合作研究
- 成为云计算平台创新技术源头



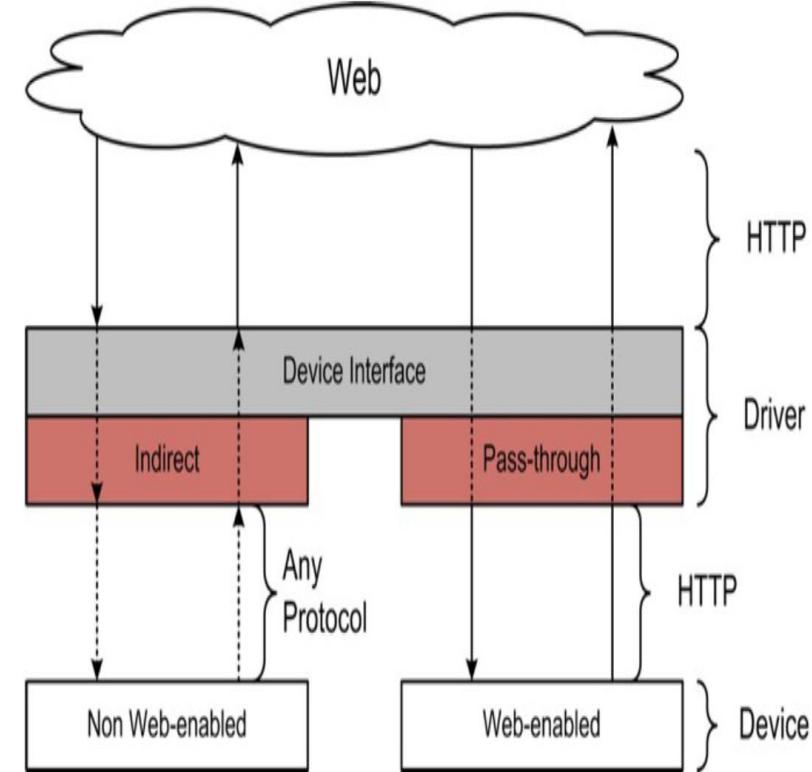
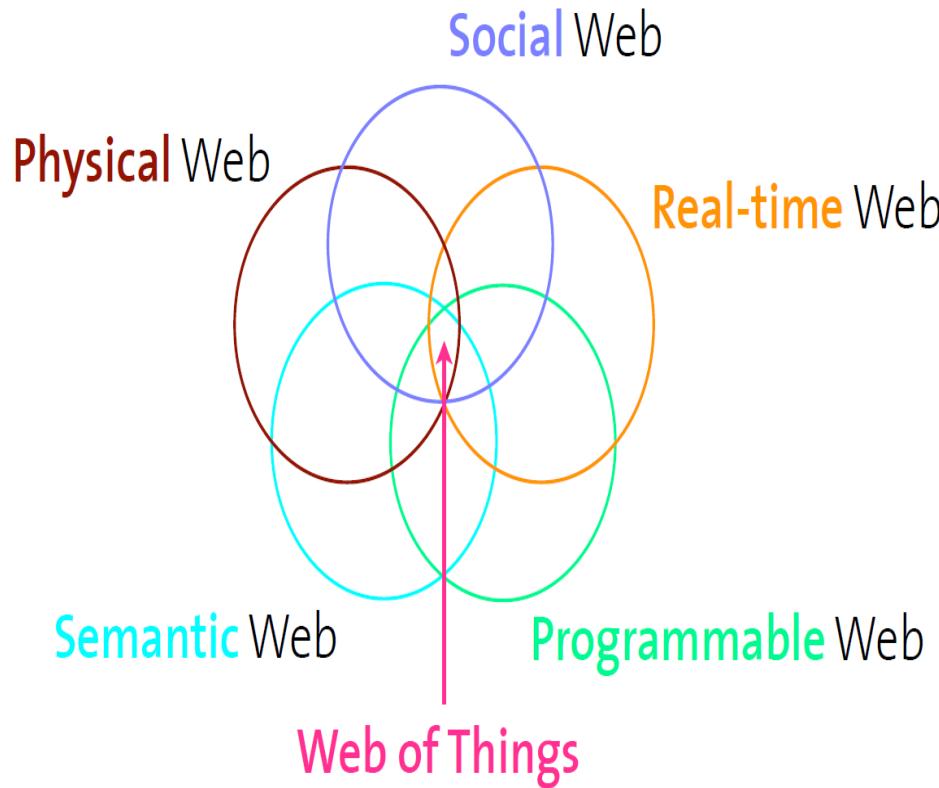
开放的云计算平台系统
云操作系统
海量数据处理系统

现有平台及生态系统状况
用于数据计算的Hadoop开放平台

缺乏支持五类应用的开放云平台

依托某个厂家的生态系统
Apple 生态系统
Google 云平台
百度云平台

发展 Web of Thing (WoT)



从 IoT 到 WoT

两种物联网模式

发展60GHz以上的超宽带局域网

- ITU将4G定义为移动宽带Mobile Broadband--移动互联网时代。IMT-Advanced将只是4G的一部分，还需要其他的无线宽带接入方法配合以应对室内高密度数据应用的挑战。蜂窝移动通信网和宽带无线接入互补配合才能构成统一的移动宽带。
- 美国奥巴马政府准备从原电视广播频段中拿出200MHz 供移动宽带使用。今年7月IEEE发布使用空白电视频道的无线区域域网WRAN的标准IEEE802.22。新一轮无线宽带的竞争已经开始，如超高速WiFi、超级WiFi、Mesh WiFi、云基站、WRAN等
- 发展60GHz以上超宽带局域网(4Gb/s)，可以在多种干扰环境中工作（亮的环境），超强指向性，自适应波束成形

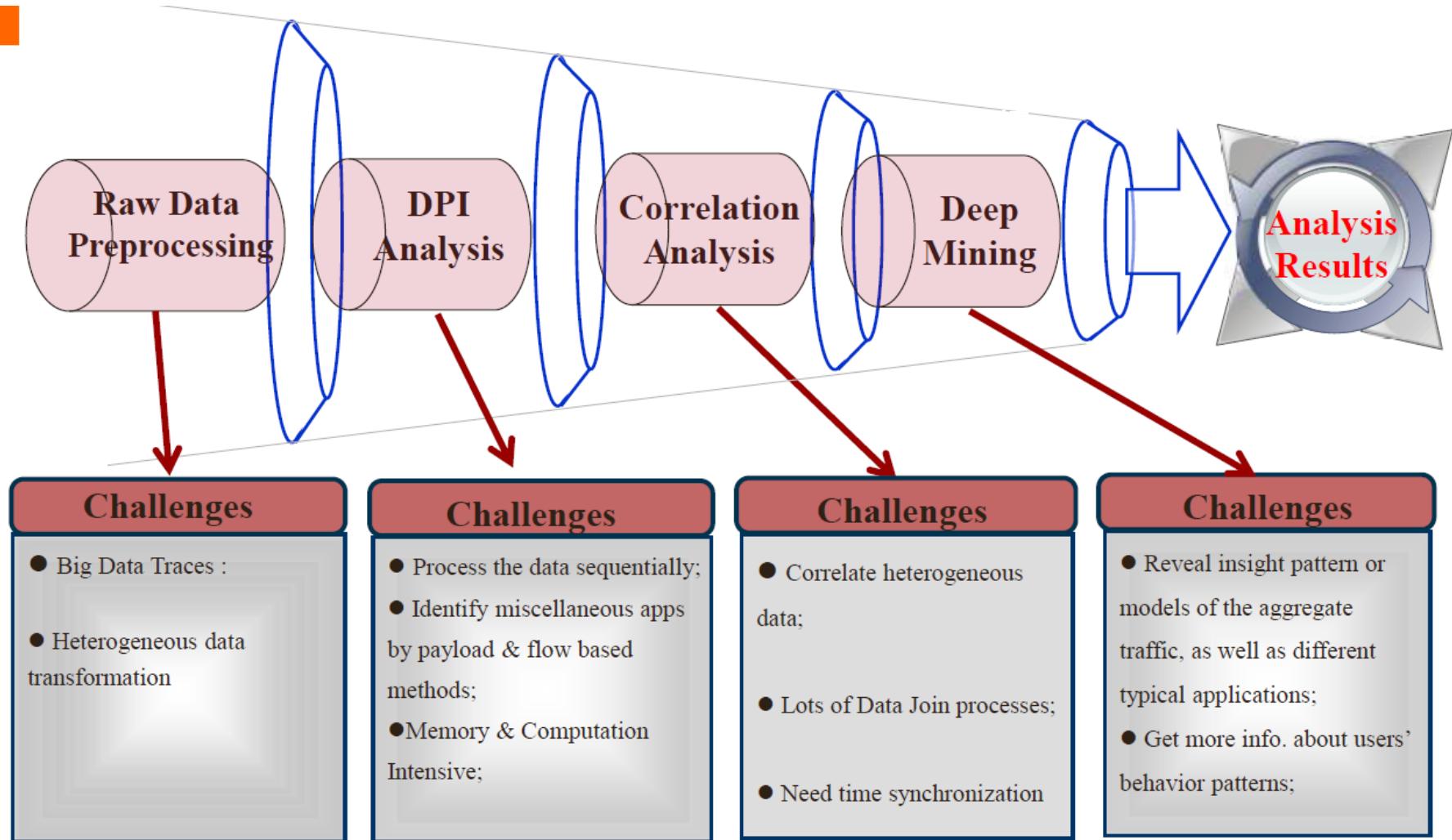
科学院牵头制定新的频谱管理政策

- 从发展移动宽带产业（战略性新兴产业）的高度研究无线电频谱的重新分配问题。（目前**TD-LTE频率问题已经影响产业发展**）
 - 2.6GHz穿透性差
- 美国国家宽带计划未来10年提供**500MHz**频率供无线宽带使用，其中在未来5年内提供300MHz频率（从225 MHz 到3.7 GHz频段，其中120MHz来自UHF电视频段）供移动宽带使用。
- 中国科学院不代表部门利益可以进行独立研究，牵头制定频谱管理政策。

海量数据处理是一门新科学

- 科学数据正在指数爆炸式地增长，科学家已无法对付数据的泛滥。
- 科学家必须与海量数据打交道，必须与他人（包括非小同行）合作，这已成为当代科学研究的特点
- 早期的计算科学大量依靠直觉设计和可视化的确认，千万亿数量级（Petascale）的数据集是不透明的，需要进行统计分析。
- 计算机科学中概念、定理、工具正在发展成为更宽广领域，特别是生物和化学领域，这些知识将集成到整个科学的织网中。

发展大数据分析方法



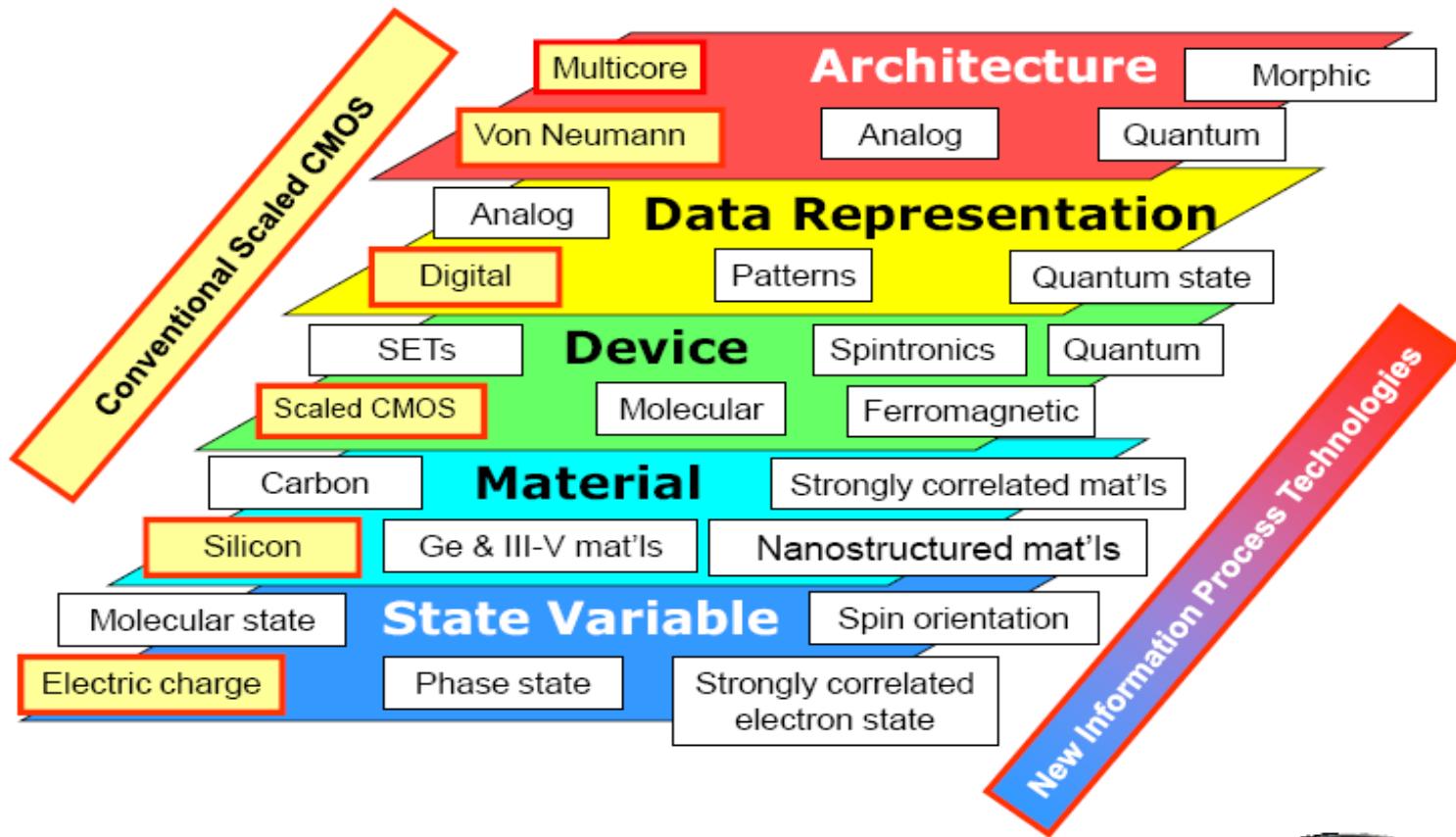
生物信息学值得关注的重要方向

- 从新的世纪开始，基因组的研究将全面进入信息提取和数据分析的崭新阶段；海量信息的产生也极大地促进了生命科学与信息科学、数学、物理学、化学等多个学科的广泛交叉。
- 值得关注的研究方向
 - (1) 复杂生物网络和系统生物学
 - 生物大分子的结构模拟与预测
 - (2) 表观遗传学
 - (3) 非编码序列与非编码RNA
 - (4) 干细胞研究

社会计算的重点研究方向

- 社会数据的精准实时感知
- 社会内容的深度计算与理解
- 计算实验与决策支持
- 复杂社会系统的平行控制与管理

纳米信息处理器件技术



International Technology Roadmap for Semiconductors

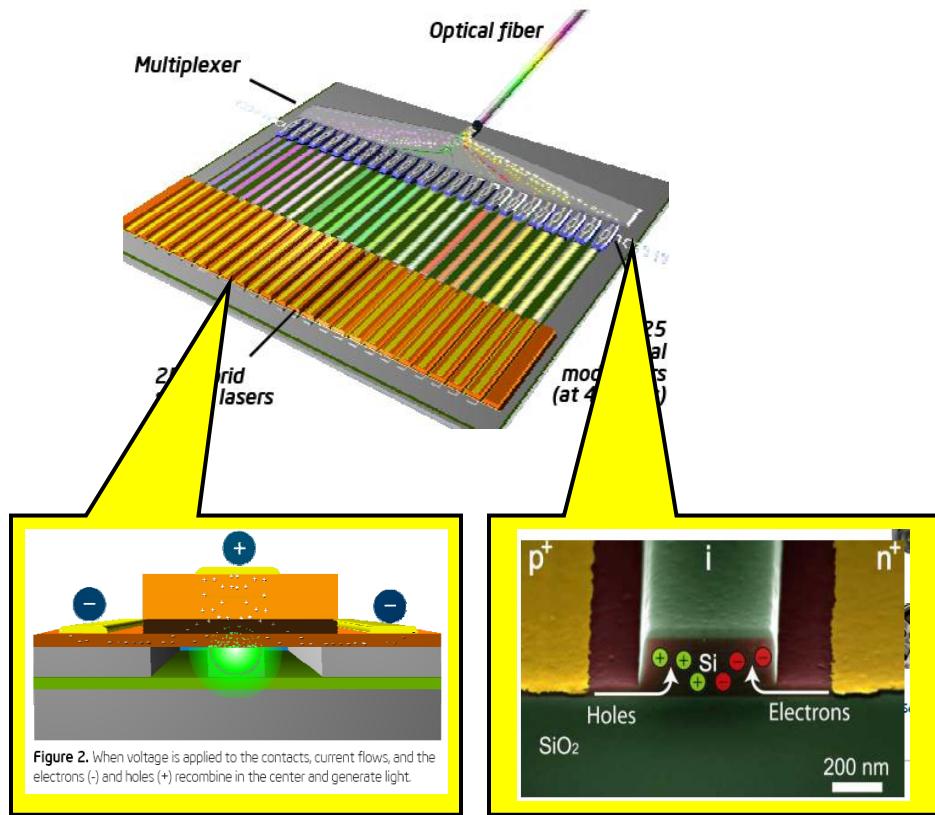


1 ERD WG 4/10/11 Potsdam, Germany - FxF Meeting

Work in Progress --- Not for Publication

A Taxonomy for Emerging Research Information Processing Devices (The technology entries are representative but not comprehensive.)

基于片上光互连多核/众核的处理芯片



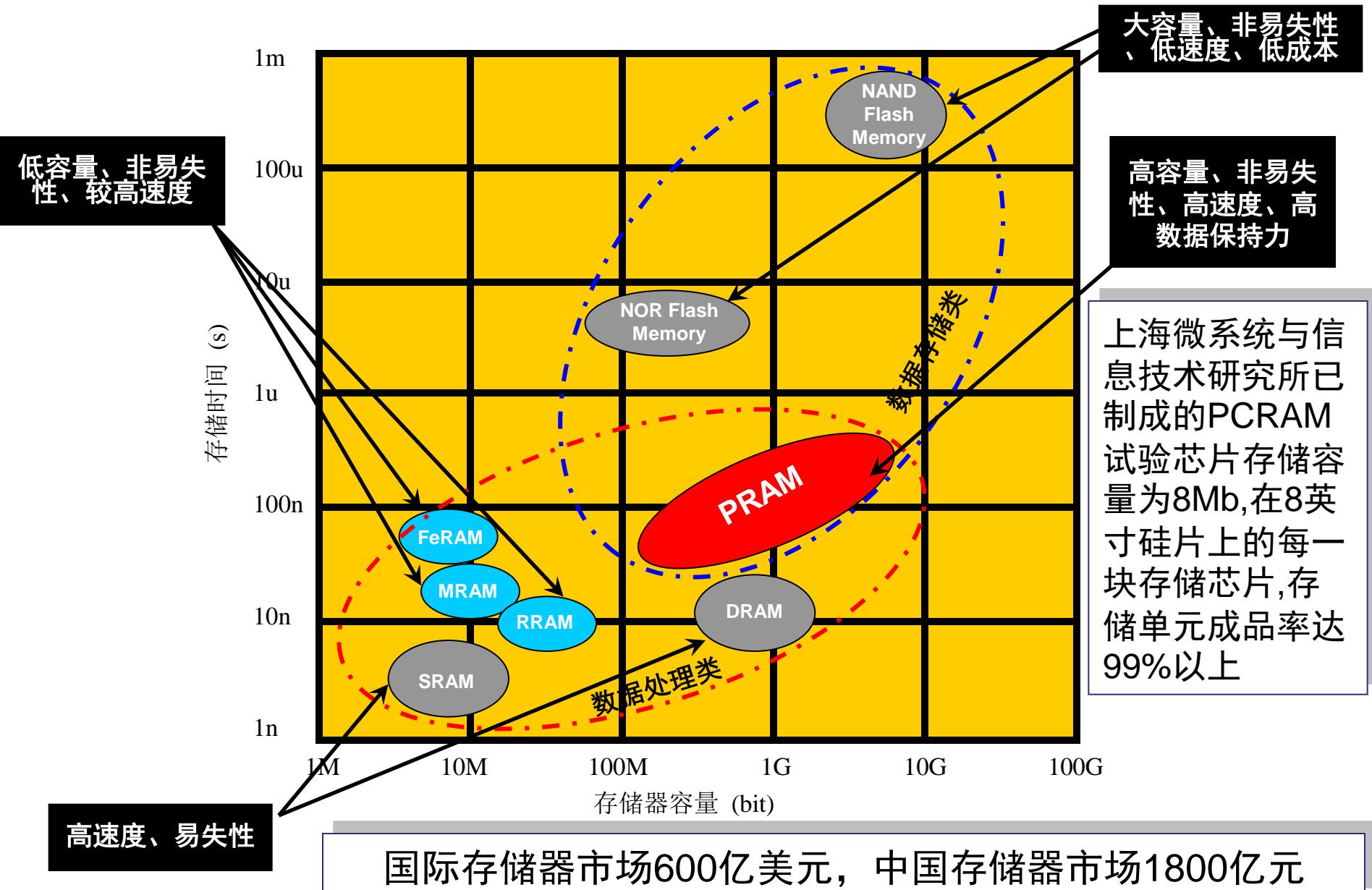
- 可回避今后Moor 定律的延伸所面临的巨大产业投资风险。
- 将电子、光电子和光子器件融合起来已经可以将现有CPU, DSP速度提高1000倍以上。
- 有可能避开我国微电子芯片技术受制于人的局面，在新技术平台上实践跨跃

- 2007年IBM, Intel, NEC宣布实现40G。
- 2011年半导体所实现~30G!

科学院发展新器件的重点方向

- 研究信息处理和存储器的**新型器件**、**新工艺技术**和**新的系统结构**。
- 异质器件和电路集成的**多功能系统封装（MTM）**。
 - 数字和非数字功能的器件和电路异质集成到一个模块封装中，大大拓宽了集成电路的应用领域，如通信、汽车、环境控制、健康、安全和娱乐等
 - 增加了复杂的功能和附加值，而不侧重于按照摩尔定律等比例缩小器件尺寸；
- 用于新型存储器和逻辑器件、工艺技术、MTM、互联、封装等**新材料**的研究。
- 设计着重降低功耗、可制造性（DFM）和可量产、可靠性和可恢复性等方面。

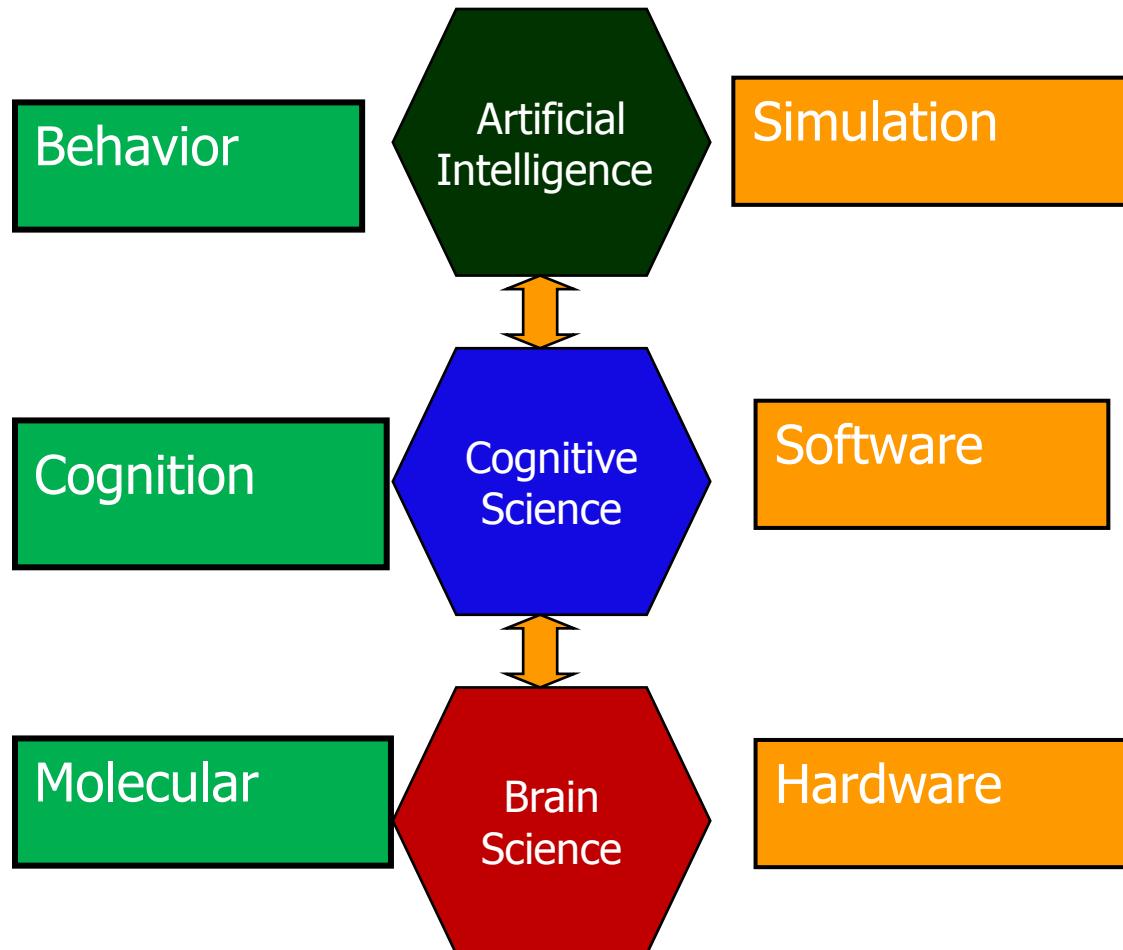
下一代非易失性存储器



科学院发展新一代存储器的思路

- 28纳米技术节点下，采用1D1R制备非挥发技术路线，实现**一块芯片替代现有的DRAM数据存储与FLASH程序存储**的基本存储模式，提升支持多核CPU嵌入式存储芯片的性能，增强我国消费性电子产品制造业的技术含量与市场竞争性为总目标。
- 重点解决**28nm**技术节点下具有**低功耗、高速、高循环次数与高数据保持力**自主知识产权相变材料的研发，高稳定与高成品率**1Gb PCRAM芯片**关键的1D1R工艺制程，具体包括：相变材料纳米均匀性制备与纳米填充，浸没式曝光实现高密度存储阵列的加工技术，高驱动力低串扰1D制备需实现的高电导字线技术与深沟道隔离技术。

脑科学、认知科学和智能科学



脑科学研究的基本问题

- 神经活动的基本过程
- 知觉信息的表达与处理
- 记忆的脑机制
- 学习过程中的信息处理
- 语言加工的认知机制
- 思维的认知机理
- 智力发育
- 情感系统
- 意识的脑机制
- 认知功能的计算建模与仿真

脑科学的研究路线图

- 智能科学中心智理解为包括感觉，知觉，行动，情感和认知的一组过程。心智能把由视觉，听觉，触觉，味觉和嗅觉获取到的模糊信息集成起来，能生成时空关联和抽象概念，进行决策并产生复杂、协调的行动。智能科学的目标是在心智能力的启发下，发展一种连贯、统一、普遍的计算机制，并发展类脑智能机，包括类脑计算机、类人机器人等。
- 脑科学的研究路线图

- 2012—2014 基础理论研究
- 2015—2017 建模与仿真
- 2018—2020 基于纳米技术的类脑智能机

：量子信息技术未来5-10年发展态势

● 量子通信

- 光纤量子密码技术在未来五年内有望获得国家机要部门的实际应用；
- 空间量子密码技术仍处于探索和演示阶段；
- 基于量子纠缠的量子通信和量子网络由于纠缠脆弱性而难以获得实际应用，仍然处于基础或应用基础研究阶段。

● 量子模拟

- 从目前的量子状态模拟发展到量子动力学过程的模拟；
- 从目前的小量子系统的模拟发展到超越电子计算机能力的模拟；
- 在物理、材料和生物医学等领域中解决若干重大科学问题。
- 当前关键问题是研制相当规模量子比特实验平台（例如30个比特）以及研制可实用的固态量子存储器等关键器件。

量子计算

建议中科院布局如下的相关研究课题

- 量子芯片的研究
- 半导体量子芯片，超导量子芯片，离子（原子）芯片，光子集成芯片等。
- 量子编程的研究
- 量子软件的研究应与量子硬件研究同步进行。现在**我国的量子软件研究比硬件研究还落后**。认为要等到量子芯片研制成功后再着手量子软件的研究是一个误区
- 相关量子技术研究，包括量子测量、量子操作和量子反馈等
- 应着手制备可作为量子芯片的微纳结构材料，这需要更长的时间积累，因此应提前布局。

