

A red illustration of a Bixie, a mythical Chinese creature with the head of a dragon and the tail of a phoenix. It is depicted in a dynamic, leaping pose, facing right. The creature has large, detailed wings and a long, flowing tail. It is wearing traditional Chinese armor and has a fierce expression with prominent eyes and a wide mouth. The illustration is set against a white background within a larger orange and blue patterned frame.

# 现代应用数学和数学建模

复旦大学数学系  
谭永基

# 概要

- 应用数学的蓬勃发展--数学科学与数学技术
- 数学修养是现代优秀人才的必备素质
- 数学建模重要性的突现
- 数学建模和数学教学改革
- 应用数学与经济
- 几个数学模型例



# 数学科学与数学技术

- 应用数学简史
- 二战和应用数学
- 数学应用渗透到各领域，起作用
- 数学成为关键的可以实行的技术
- 数学的重要应用

# 数学发展简史

- 古代的算术与几何
- 第一次工业革命与微积分
- 纯数学和应用数学
- 现代数学各分枝的大融合与大发展
- 上世纪十大数学成就

# 古代的几何与算术

- 测量与几何

*γεωμετρία*

- 记数与数字






















# 古埃及壁画（1415 B.C.）






















○















古埃及的象形数字(公元前 3400 年左右):

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |
| 11  | 12  | 20  | 40  | 70  | 100   | 200   | 1000  | 10 000  |   |

巴比伦楔形数字(公元前 2400 年左右):

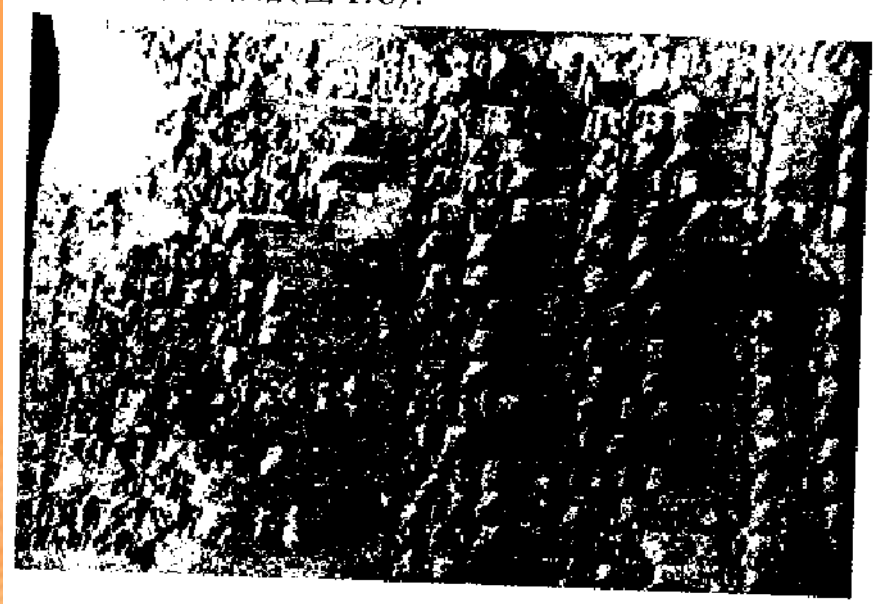
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |
| 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |   |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11  | 12  | 20  | 30  | 40  | 50  | 60  | 70  | 80  | 120   | 130   |

中国甲骨文数字(公元前 1600 年左右):

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 100   | 1000  |

# 巴比伦泥版文书

○





# 20世纪十大数学成就

- 哥德尔不完全性定理 (31)
- 高斯--博内公式的推广 (41--44)
- 米尔诺怪球 (56)
- 指标定理 (65)
- 孤立子与非线性PDE (65)

# 20世纪十大数学成就（续）

- 四色问题（76）
- 分形与混沌（77）
- 有限单群分类（80）
- 费马大定理的证明（94）
- 著名猜想的进展（庞加莱 哥德巴哈 黎曼）

# 数学向其他学科的渗透和 数学科学

- 数学和NOBEL奖
- 交叉科学和边缘科学的形成
- 数学科学(Mathematical Sciences)



# 数学和NOBEL奖

- 李普康姆 1976 化学奖（甲硼烷类分子）
- 约翰 波普 1998 化学奖（高斯化学过程模拟程序）
- 霍其金 医学奖（神经传导PDE组模型）
- 柯马克 1979 医学奖（CT 三维图形重构）
- 纳什 经济学奖（经济对策论）

## 诺贝尔经济学奖与数学

Black-Scholes 期权定价

Nash 经济对策

Markowitz: 证券组合选择理论

Kantorovich 资源最优配置理论

Leontief 投入产出方法及其对重要经济问题的应用

Klein 宏观经济计量模型

Tobin 金融市场及其支出决策，就业，生产和价格的关系的分析

Solow 经济增长理论

Haavmo 计量经济学的概率论基础和联立经济结构分析

Allais 市场和资源的有效利用理论

Mundell 不同汇率下的货币政策的分析及最优货币流通区域的研究

North 美国经济增长的数学模型

Becker 将微观经济分析的方法推广到人类行为及相互作用

Modigliani 储蓄和金融市场的先驱性贡献

Ohlin-Meade 国际贸易和国际资本运动的突破性贡献

Friedman 消费分析，货币理论及稳定化政策的复杂性研究



# 交叉科学和边缘科学的形成

- 计算机科学 管理科学 控制论 信息论
- 数学生物学 金融数学 生态学
- 数理历史学 数理经济学
- 语言学 考古学 心理学 社会学



# 数学科学(Mathematical Sciences)

- 基础数学为核心
- 应用数学做外围
- 数学与计算机 管理科学和其他学科交叉
- 边缘科学

# 现代应用数学和数学技术

- 二战后的现代应用数学
- 数学技术的兴起
- 应用数学方法迅速转化更新
- 高技术本质上是一种数学技术
- 数学是一种关键的可以实行的技术

# 数学是优秀人才必备素质

- 数学的研究内容
- 数学发展的动力
- 数学的特点



# 数学的研究内容

- 数量关系和空间形式的科学
- 提供自然现象的合理结构
- 研究秩序(order)和模式(pattern)的科学

# 数学发展的动力

- 应用需要
- 自身科学化和哲学上的完备化
- 数学家对美的追求

# 数学的特点

- 确定性
- 抽象性
- 精确性
- 应用的广泛性
- 纯净美(dry beauty)



# 数学的重要性

- 打开科学大门的钥匙(培根)
- 科学的语言
- 思维的工具
- 理性的艺术
- 有力的工具

# 数学是打开科学大门的钥匙

- 数学处于人类智能的中心领域
- 科学只有成功运用数学时才算真正发展
- 科学家必备的修养(伦琴)

# 数学是科学的语言

- 没有数学语言,宇宙是不可描述的(费曼)
- 交流和存储信息的重要手段
- 现代科学语言的基础



# 数学是科学的语言

- 没有数学语言,宇宙是不可描述的(费曼)
- 交流和存储信息的重要手段
- 现代科学语言的基础

# 费曼不可思议巧合论

- 相对论和黎曼几何
- 物理对称性和群论
- 规范场和纤维丛理论

# 数学是思维的工具

- 运用抽象思维把握现实
- 赋科学知识逻辑严密结论可靠
- 辩证辅助工具和表现方式



# 数学是理性的艺术

- 数学是创造性的艺术创造了美丽的新概念
- 陶冶人的美感增进理性审美能力
- 和谐秩序美 简单的美

# 数学是科技有力的工具

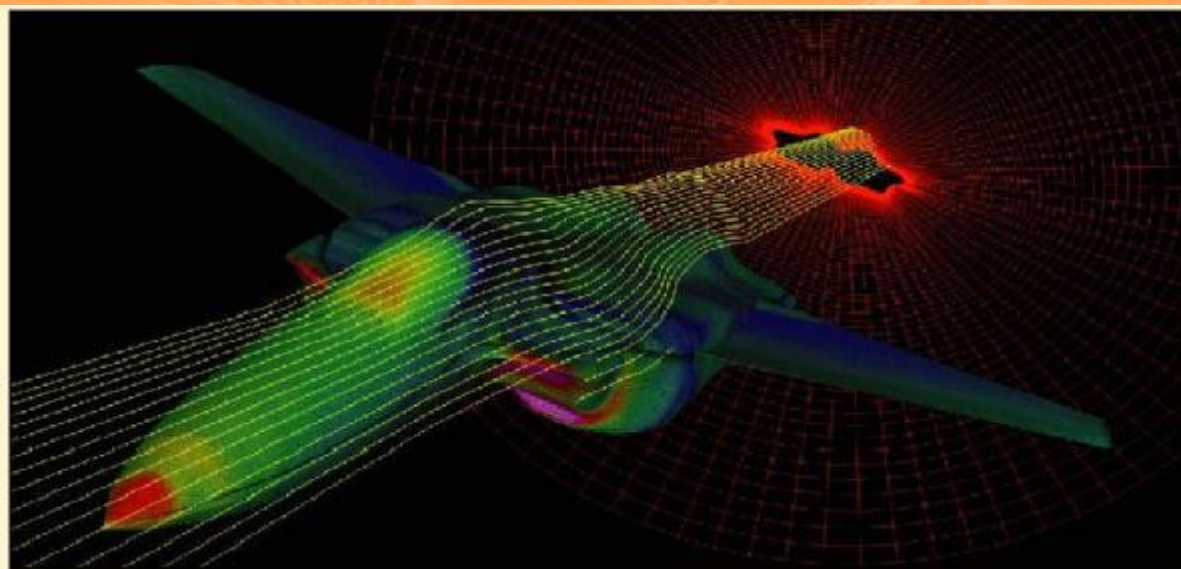
- 数学的力量:正电子的发现 霍普曼用X射线确定晶体结构
- 数学的用处难以预计:冰山论
- 原本不曾指望有用的数学,一大部分变为有用



# 数学的重要应用



# 飞行器设计



Photograph courtesy of NASA Ames Data Analysis Group.

# 液晶生长

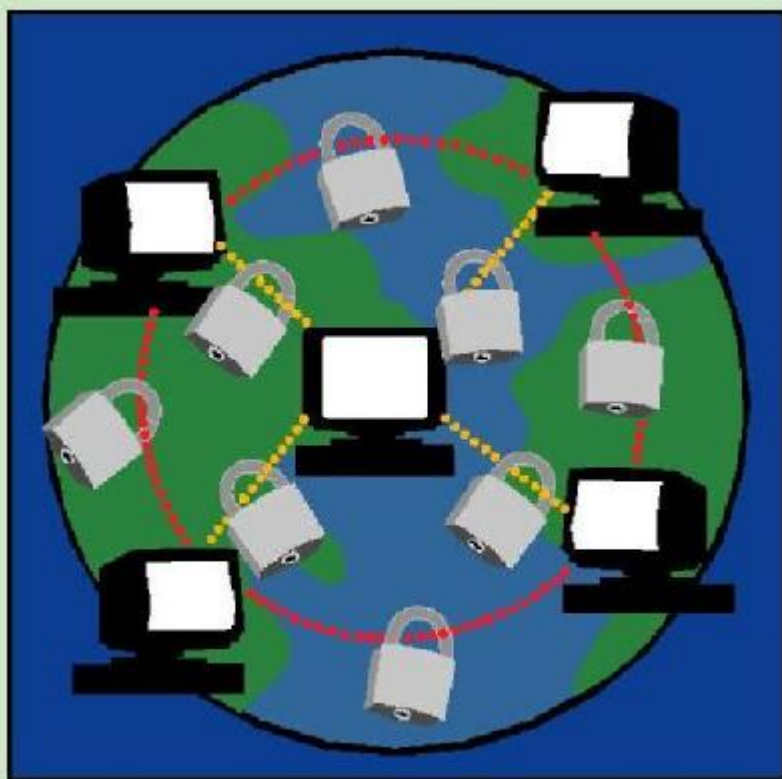


Photograph courtesy of [snowcrystals.net](http://snowcrystals.net).



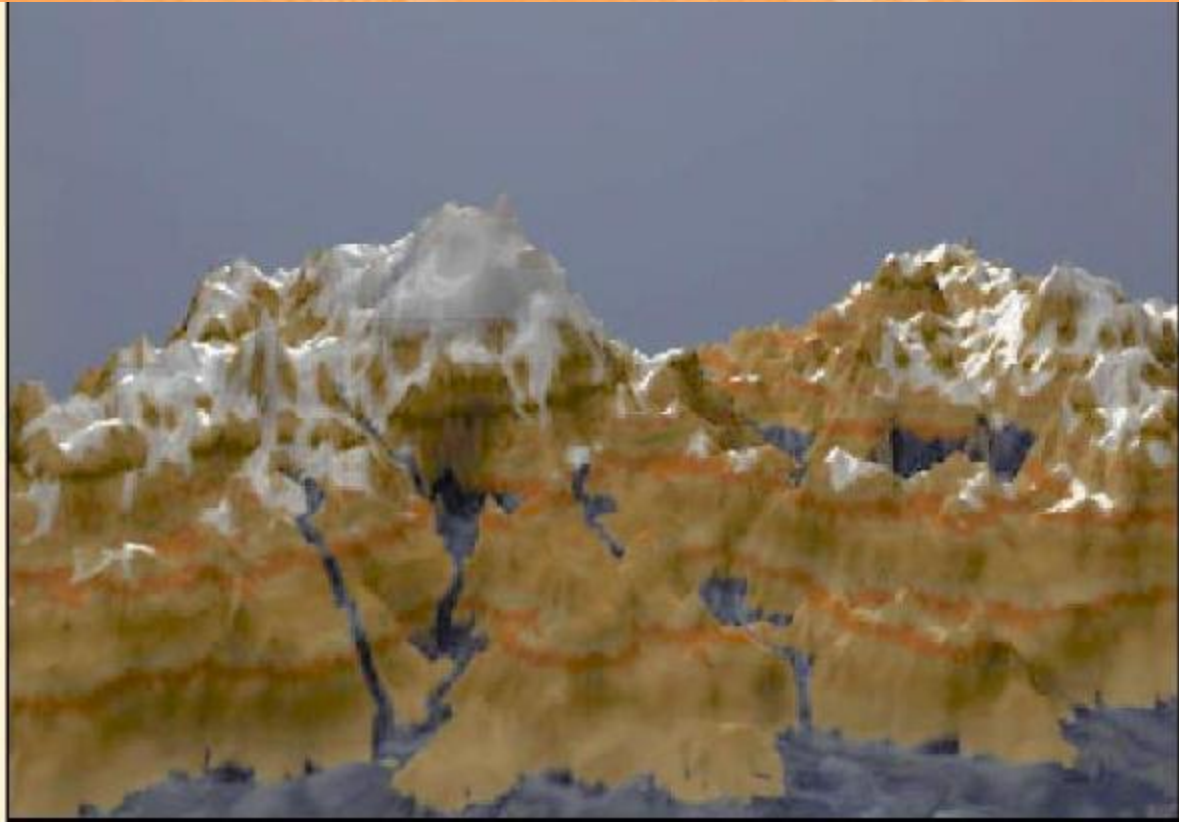
# 网络安全

○





# 分形图



Photograph courtesy of Seth Green.

# 指纹识别

○

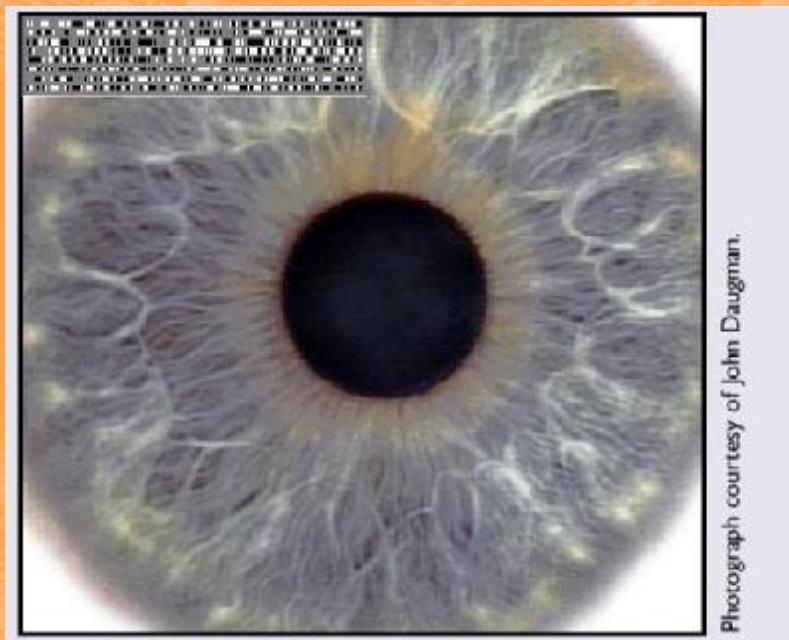


Photograph courtesy of Christopher M. Brislawn, Los Alamos National Lab.



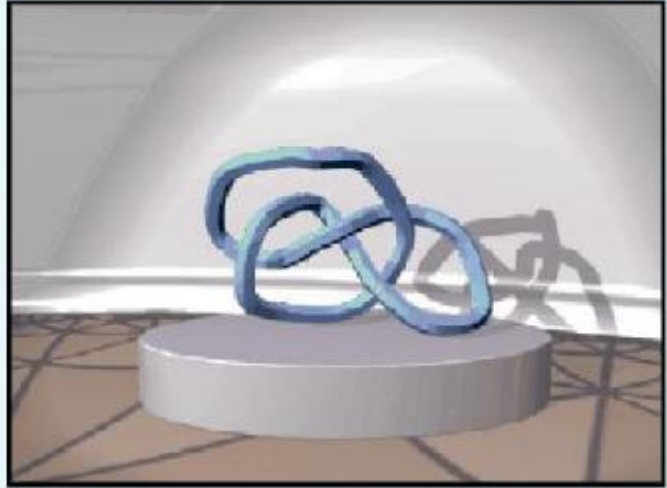
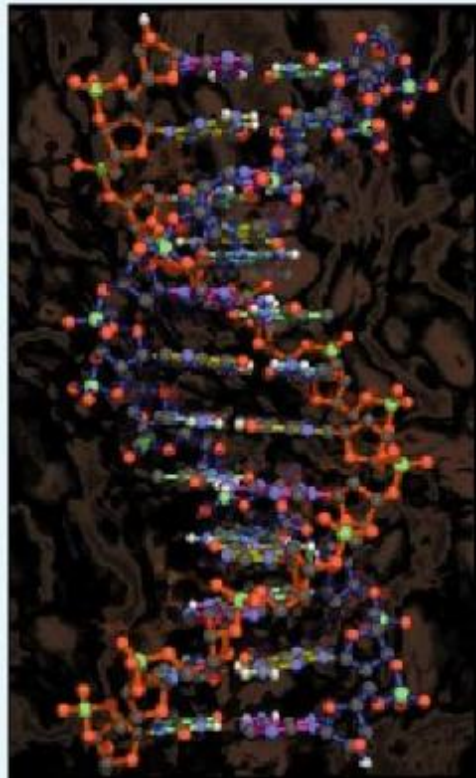
# 眼球识别

○





# DNA结构



Left: Photograph courtesy of Paul Thiessen.

Right: Photograph courtesy of the University of Minnesota.

# 疾病防治

○

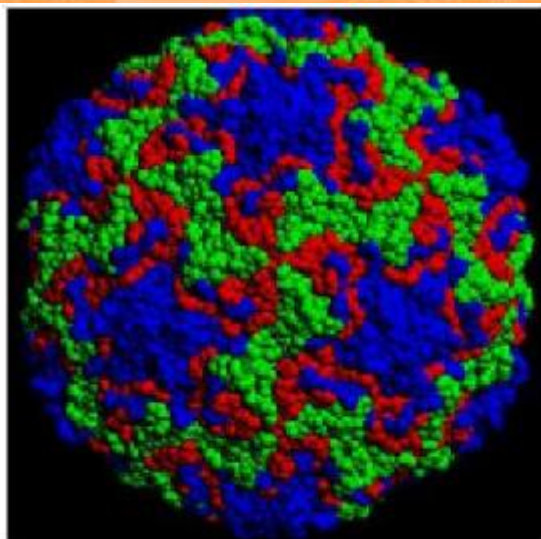
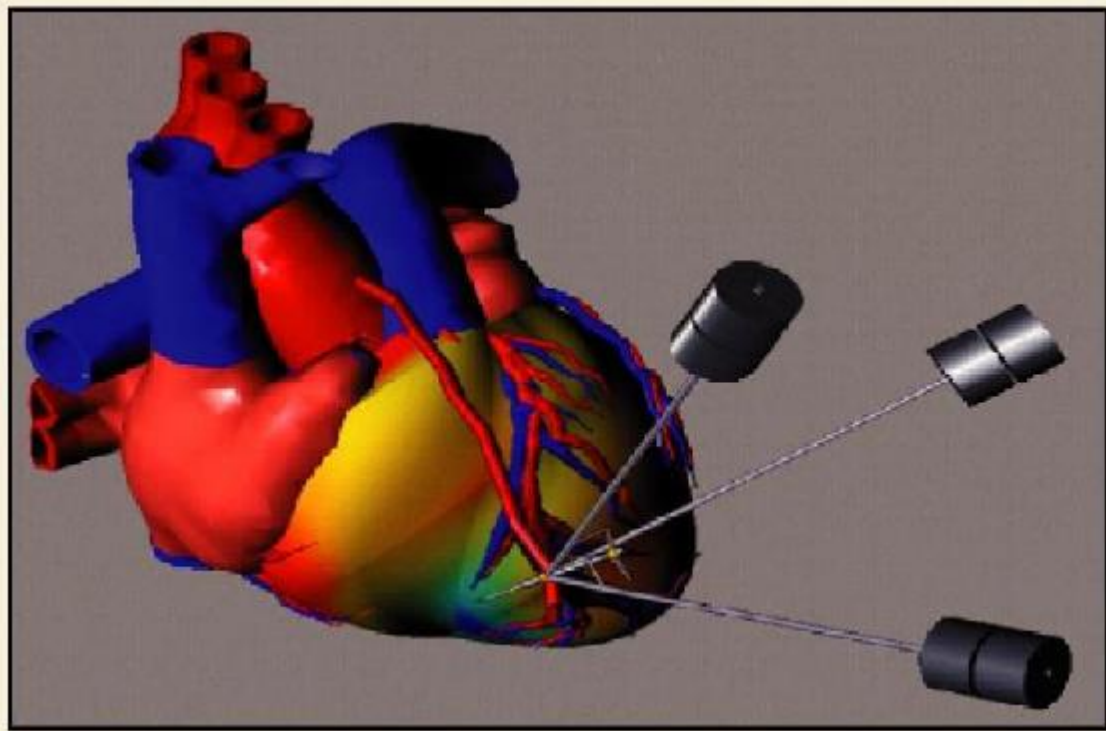


Image courtesy of: Jean-Yves Sgro, University of Wisconsin-Madison. Rhinovirus color-coded by protein, enhances display of icosahedral symmetry  
©1993



# 心脏实验模拟

o

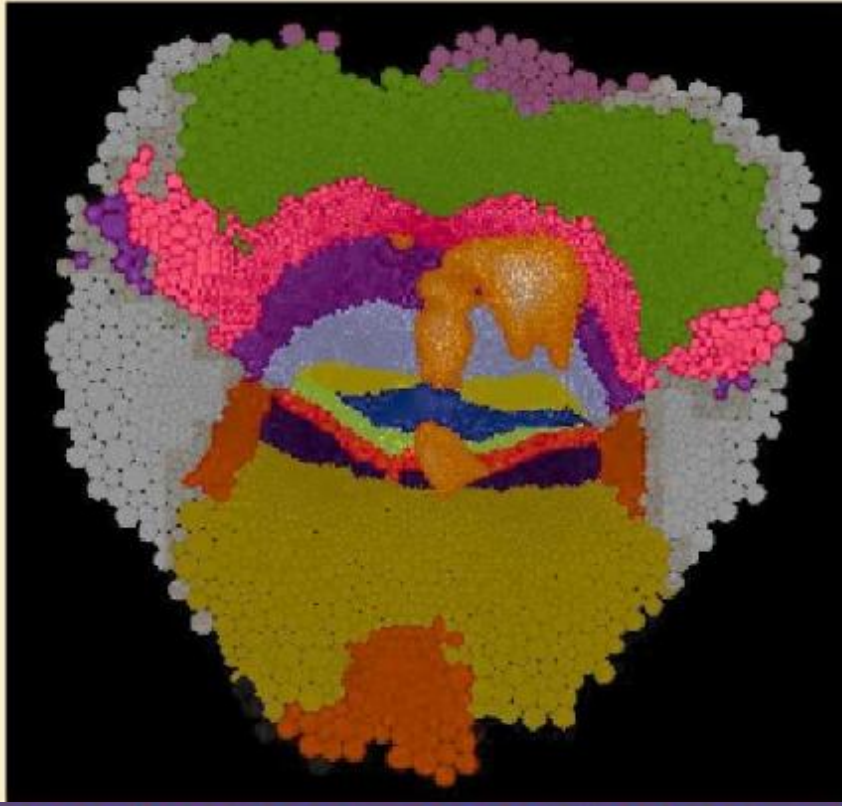


Photograph courtesy of Professor Peter Hunter.



# 脑映射

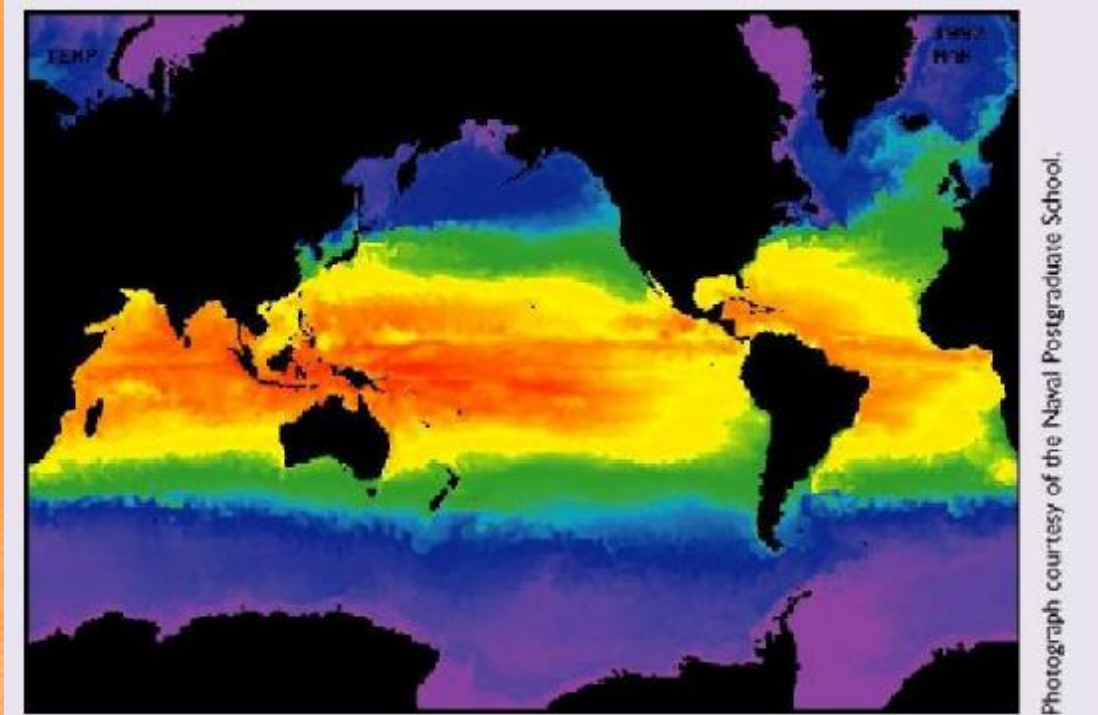
○



Photograph courtesy of Dr. Monica K. Hurdal (mhurdal@math.fsu.edu)  
Dept. of Mathematics, Florida State University

# 海洋遥测数据处理

○





# 银河系模拟

○

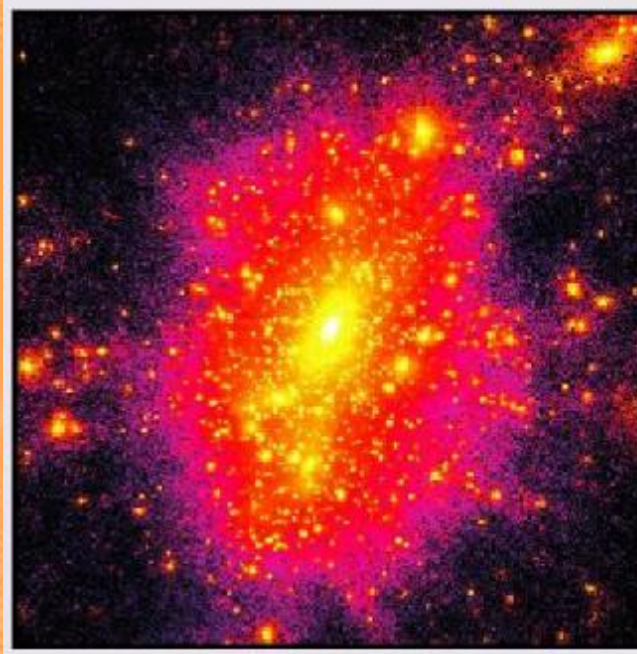
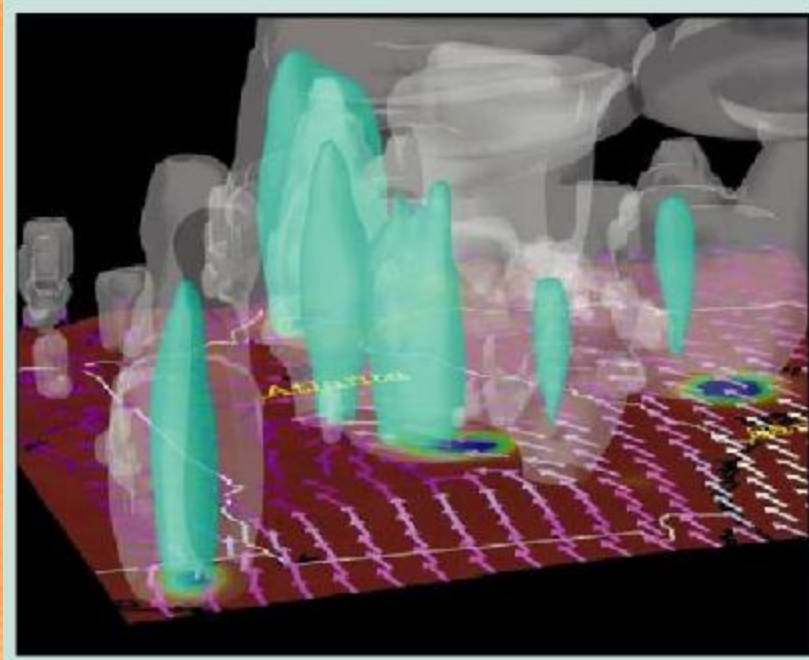


Image courtesy of Joachim Stadel and Thomas Quinn.



# 数值天气预报

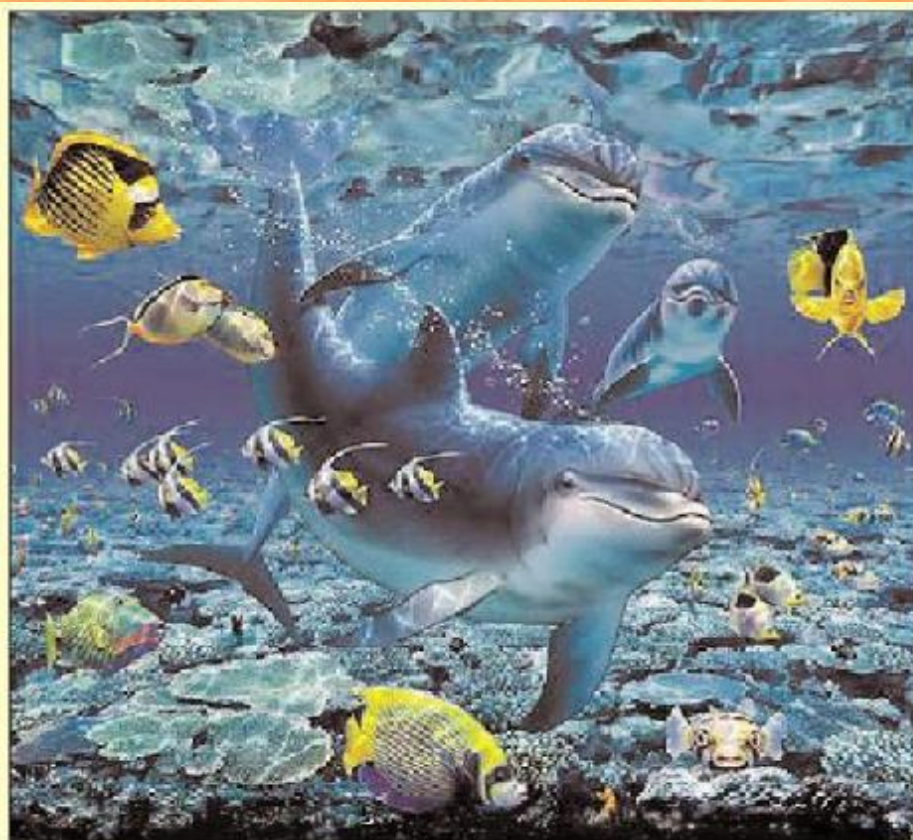
○



Photograph courtesy of Lloyd Trenish,  
IBM Thomas J. Watson Research Center.

# 环境与生态

○



Artwork courtesy of Royce B. McClure. © Royce B. McClure.



# 数学建模重要性的突现

- 数学建模古已有之
- 复杂现象和多种因素的相互作用和藕合
- 新现象机理不明确性和不确定性
- 丰富的数据积累
- 数学建模课程,竞赛活动
- 应用数学工作者的新领域和新任务



# 数学建模竞赛活动和数学教改

- 数学建模课和数学实践课程的开设
- 有利于能力,综合素质,创新精神的培养
- 新的教学模式,考核方式的创立
- 数学建模融入主干课程之中

# 诺贝尔奖与数学模型

- 霍奇金与神经脉冲传导模型
- 李普康姆与分子模型
- 柯玛克与CT图形重构模型

# 应用数学与诺贝尔经济学奖

- 经济科学的数学规范化和统计定量化
- 诺贝尔经济学奖与数学
- 经济学中重要数学模型案例



# 经济科学的数学规范化和统计 定量化

- Lunderberg的论点
- 经济科学在经济行文的数学规范化和统计定量化的方向上已越来越发展
- 经济学家对有关战略性的经济关系构造数学模型的企图...已经被证明是成功的
- ...经济学发展的特点是分析技巧的形式化程度日益增长,它部分地是借助数学带来的

# 部分诺贝尔经济学奖获奖名单

- Black-Scholes 期权定价
- Nash 经济对策
- Markowitz: 证券组合选择理论
- Kantorovich 资源最优配置理论
- Leontief 投入产出方法及其对重要经济问题的应用
- Klein 宏观经济计量模型
- Tobin 金融市场及其支出决策，就业，生产和价格的关系的分析



# 部分诺贝尔经济学奖获奖名单

- Solow 经济增长理论
- Haavlmø 计量经济学的概率论基础和联立经济结构分析
- Allias 市场和资源的有效利用理论
- Mundell 不同汇率下的货币政策的分析及最优货币流通区域的研究
- North 美国经济增长的数学模型



# 部分诺贝尔经济学奖获奖名单

- **Becker** 将微观经济分析的方法推广到人类行为及相互作用
- **Modigliani** 储蓄和金融市场的先驱性贡献
- **Ohlin-Meade** 国际贸易和国际资本运动的突破性贡献
- **Friedman** 消费分析，货币理论及稳定化政策的复杂性研究

# Leontief(73,美)

- 投入产出分析
- 用线性代数方程组表示各产业部门货物和劳务的流量和平衡
- 数学工具:线性代数方程组,矩阵的特征值和特征向量分析



# Kantorovich(75,俄)

- 数学博士
- 资源的最优配置
- 数学模型与工具:线性规划,约束优化的  
Lagrange乘子或对偶方法
- 名著:生产计划和组织的数学方法



# Markowitz(90,美)

- 投资组合选择(华尔街的第一次革命)
- 数学模型与方法:均值和方差分析,线性约束下的二次规划
- 被视作运筹学家获Von Neumann奖

# Nash(94,美)

- 数学博士,数学家
- 非合作对策中的均衡分析
- 数学模型和方法:非合作矩阵对策,均衡点,理性竞争的双赢的理论基础



# Merton, Scholes(97,美)

- 数学博士
- 衍生证券定价新方法
- 数学模型与方法:**Black-Scholes**期权定价公式,随机微分方程
- 华尔街第二次革命

# Mundell(99,加)

- 欧元之父
- 资本完全流动的小开放经济的平衡条件,最优货币流通区域
- 数学模型与方法:货币动力学模型,非线性常微分方程