

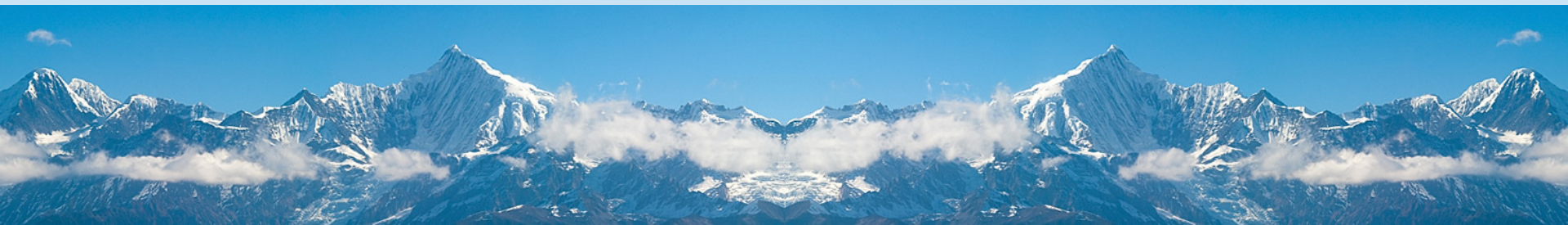
地球与人类文明2016秋季

07-地球环境演化—致性

陈斌，郭艳军

北京大学地球与空间科学学院

gischen@pku.edu.cn



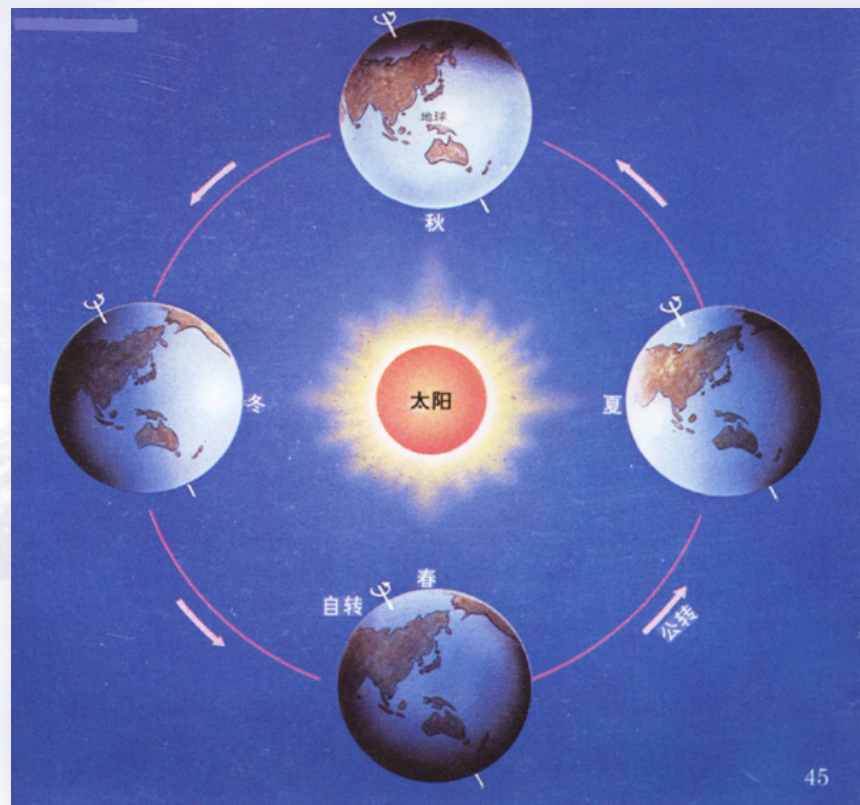
目录

- 四季昼夜与人类文明起源
- 温度：控制万物状态的基本因素
- 氧气和大气层
- 丰富的生态系统
- 声音与可见光
- 气候变异与人类能力的增长



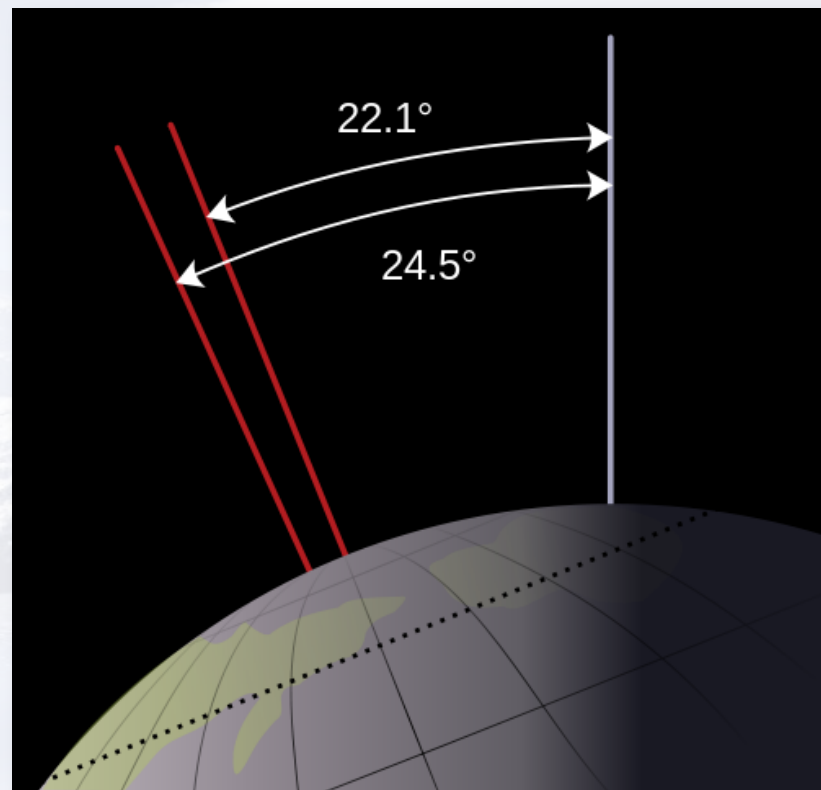
四季昼夜的形成要素

- 地球的自转形成昼夜
- 公转形成四季
- 地球公转轨道面称为黄道面，与赤道面的夹角称为黄赤交角
- 目前黄赤交角为 $23^{\circ}26'$
- 黄赤交角的变化会影响四季和昼夜形成
- 极大影响地球的气候环境



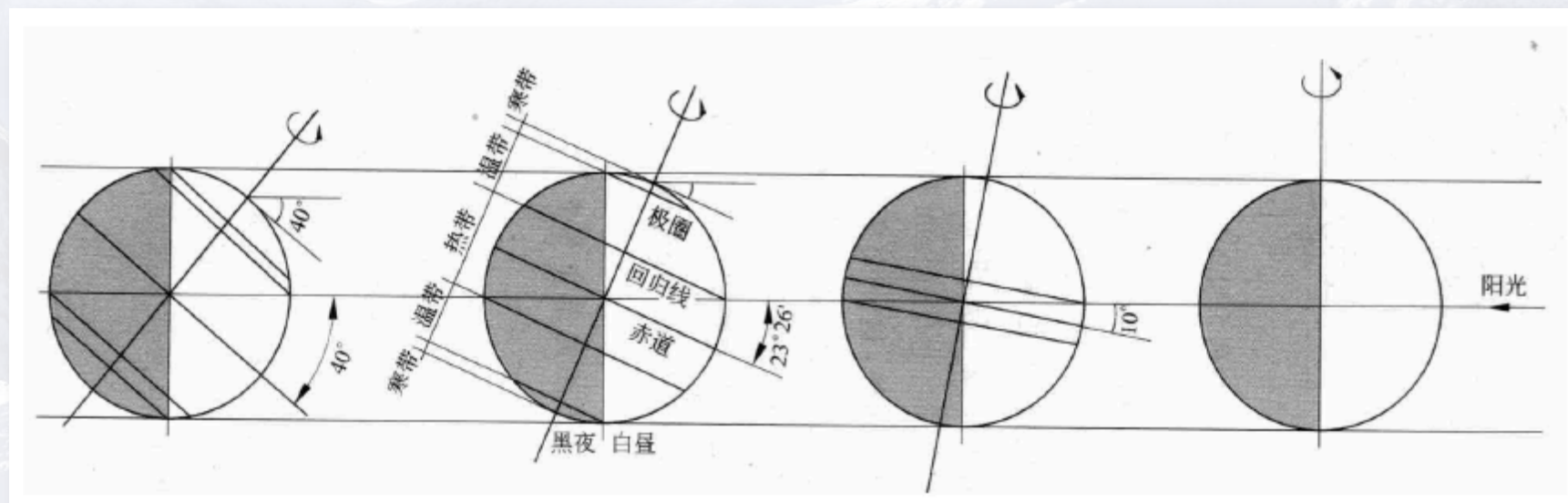
黄赤交角的变化与影响

- 黄赤交角在 22.1° 和 24.5° 之间，以41,000年的周期变化，**目前正在减小中**；
- 黄赤交角的变化会影响四季和全球性冷暖交替；
- 在第四纪大冰期中，地球气候总是由相对寒冷期和温暖期交替出现。

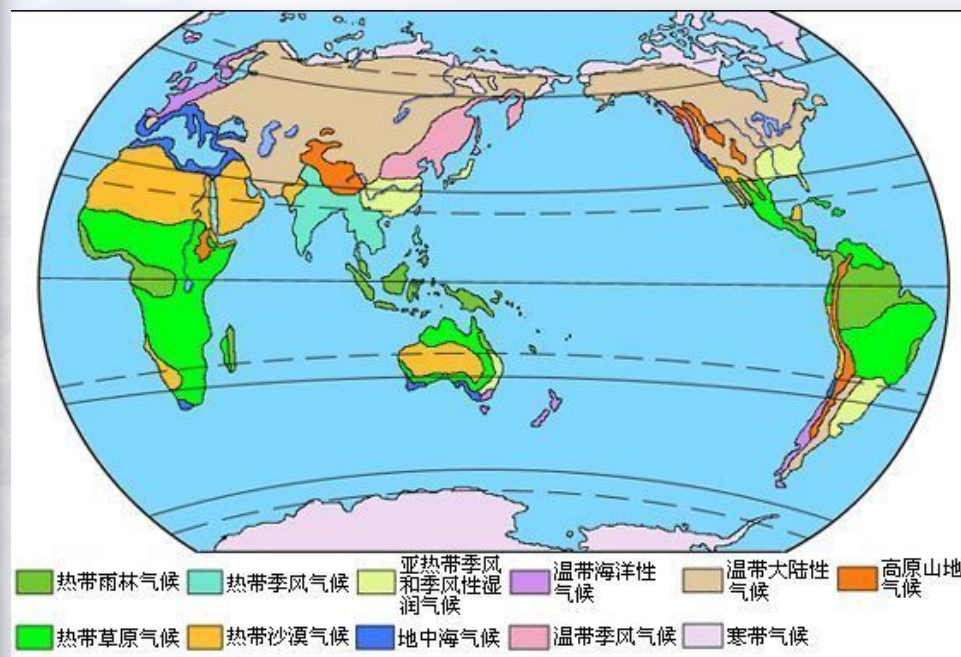
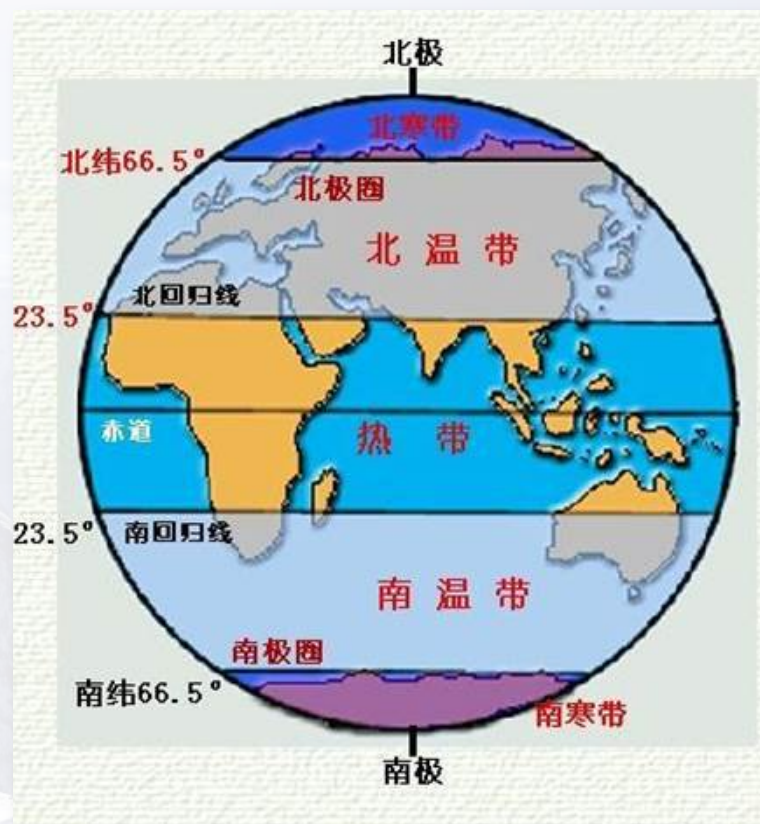


黄赤交角对四季和昼夜的影响

- 黄赤交角变大的话，各地区四季的变化会加大，昼夜突变；
- 黄赤交角变小的话，各地区四季的变化会减小，甚至完全没有四季之分，昼夜稳定无变化。



黄赤交角形成的主要气候带



四季变化对动植物演化影响

- 新生代以来全球气温低温大背景下，冷暖交替造成了多样的气候环境
- 中高纬度地区出现了大量多倍体植物，染色体加倍，更适应环境变化
- 与人类最为密切的各种主粮和作物都是多倍体被子植物
- 由于植株粗壮，糖和蛋白质含量更高，往往人工培育多倍体作物

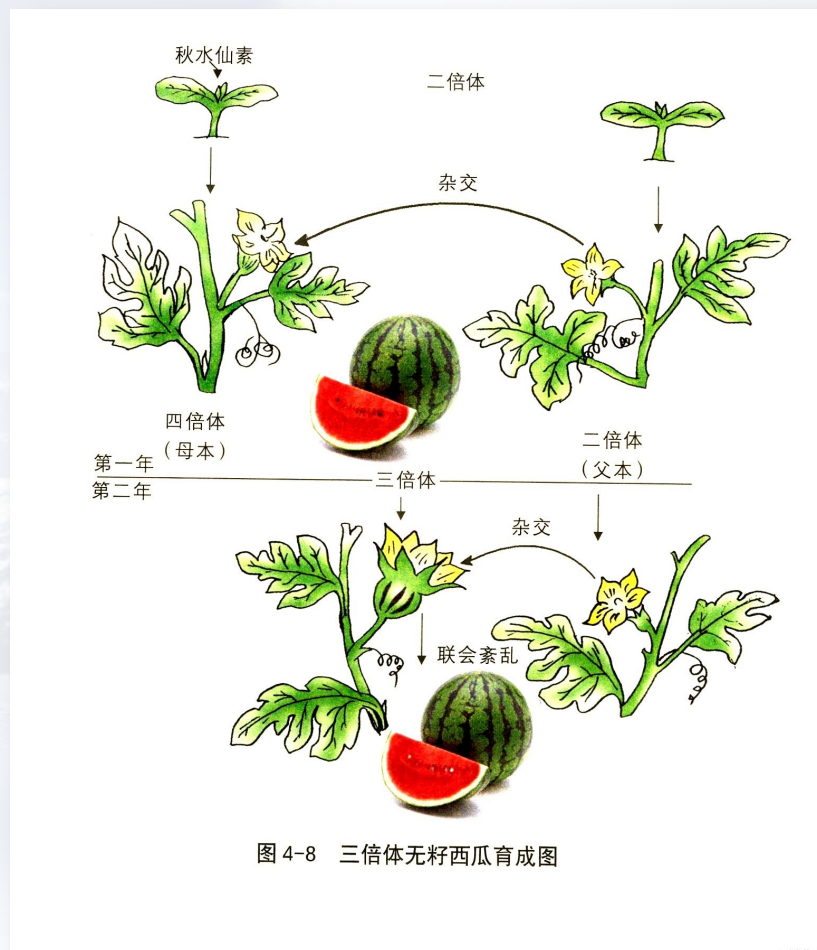


图 4-8 三倍体无籽西瓜育成图

四季变化对动植物演化影响

- 第四纪出现的大风和持续的降水，形成广大的草原和河流网
- 促进人类得力助手牛、马、猪、羊、驴和骆驼繁盛（食草、富有耐力和善于奔跑）



四季昼夜与人类文明起源

- 人类诞生于没有四季的热带，发展于四季分明的温带
- 明显的四季更替，对人类衣食住行提出更多问题
 - 进入冬季的保暖措施：火、兽皮、织物、房屋；
 - 植物周期生长的食物储备，栽培；
 - 对人类生理反复刺激，动手动脑，智力得到发展；
- 而恰好温带陆地面积最大，最有利于人类文明的培育

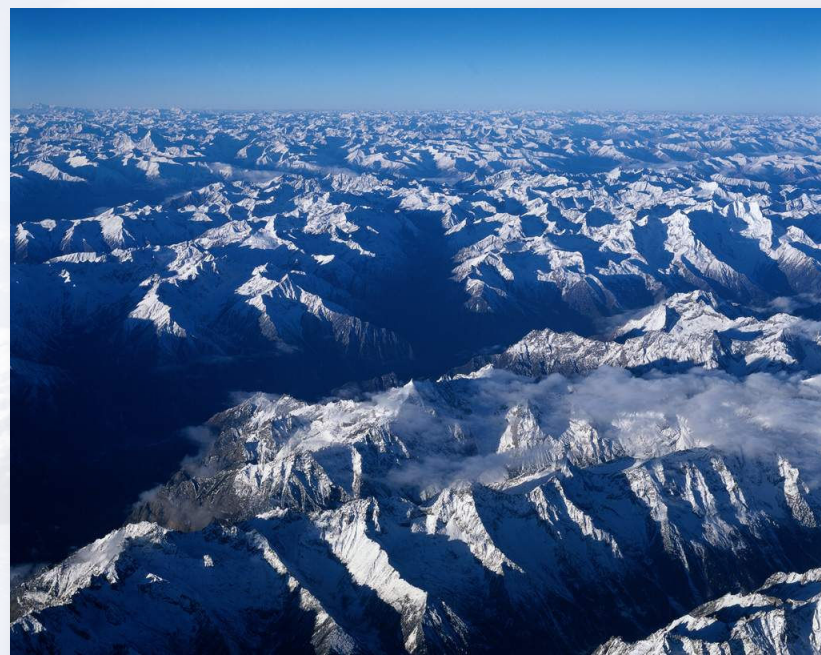
四季昼夜与人类文明起源

- 昼夜更替提供了陆上生物共同作息时间和适宜的生活周期
- 对平缓气温和视觉进化都有关键作用



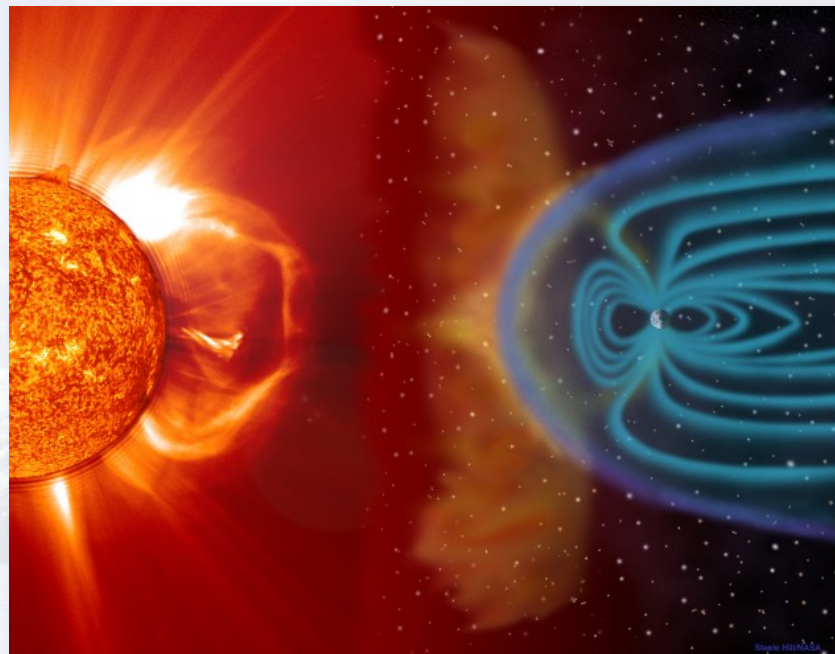
温度：控制万物状态的基本因素

- 地球上生命必须存在于一定温度变化范围之内
- 陆上生命存活极限温度约在-70~50度之间
- 适宜的温度范围更窄
- 进入第四纪大冰期以来，全球气温脱离数亿年高温环境，进入相对凉爽的最佳气温时期
- 数万年来多数处于-20~40度
- 以水为基准的狭窄幅度



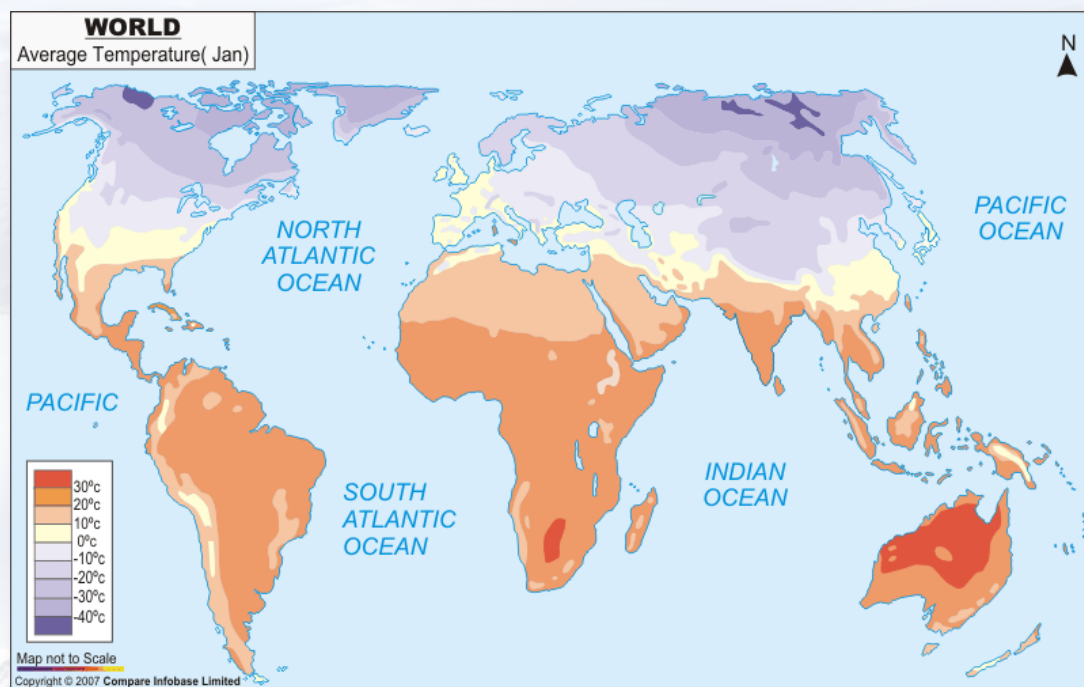
决定气温的天文因素

- 太阳的辐射是地球气温的最主要能量来源
- 主要因素：地球的公转、自转和黄赤交角
- 其它因素：宇宙射线
- 其它因素：太阳系绕银河的公转周期



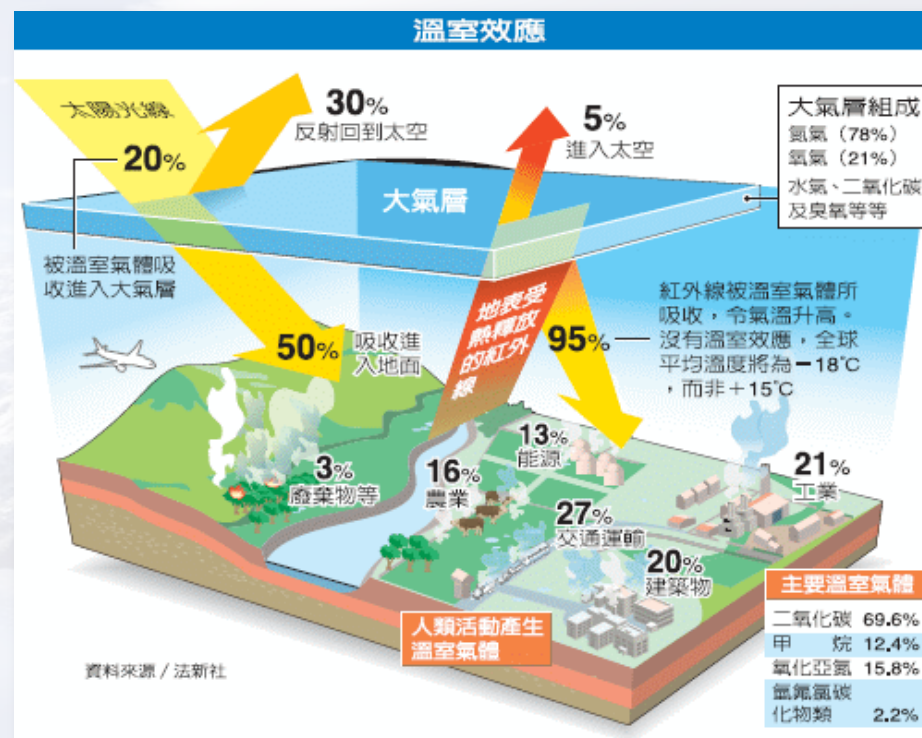
决定气温的地理因素

- 地理因素包括**纬度**高低、**地势**高低、**地表**状态和**陆海**分布等
- 对太阳辐射的**分配**有重大影响，在地球表面形成复杂的气温分布



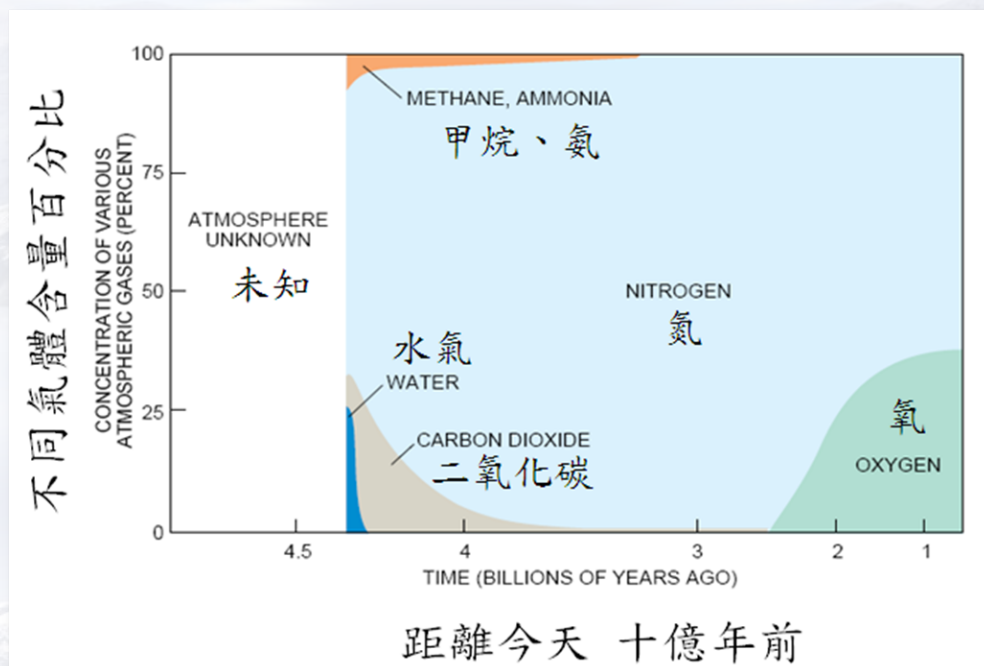
决定气温的大气因素

- 大气中红外线吸收气体（二氧化碳、甲烷、水蒸气）的含量极大影响气温
- 如果将目前大气中红外线吸收气体全部清除，地球表面气温将从目前的15度下降到-18度



决定气温的大气因素

- 地球原始大气主要是红外线吸收气体
- 42亿年前海洋出现，开始吸收二氧化碳
- 35亿年前出现了蓝藻，光合作用促进二氧化碳吸收和氧气含量上升



气温对人类文明起源的影响

- 天文、地理和大气等三大因素在地球各个部分创造出不同气温变化范围，形成显著温差；
- 在地球表面形成适宜的温度变化，平均值15度
 - 对光合作用、生物酶催化作用、水的性能发挥、金属性能的发挥都有重大意义
- 最终形成不同的气候带：寒带、温带和热带
 - 产生多样化的气候特点和物种
- 只有在多样化的地域气候中，才有可能在广袤的陆地上出现某些最适宜原始人类生存和文明萌现的气温范围

氧气的演化

- 地球原始大气不含氧气
- 35亿年前出现的蓝藻原核生物，开始进行光合作用，吸收二氧化碳，合成有机物，释放氧气
- 7~4亿年前，多细胞真核藻类大量出现，大气中氧气含量迅速增加；
- 氧气在太阳辐射作用下，在高空形成臭氧层，吸收大量紫外线，生命得以浮出深水；
- 生物登陆后，陆上也出现光合作用，氧气含量进一步增加，稳定在目前的21%左右

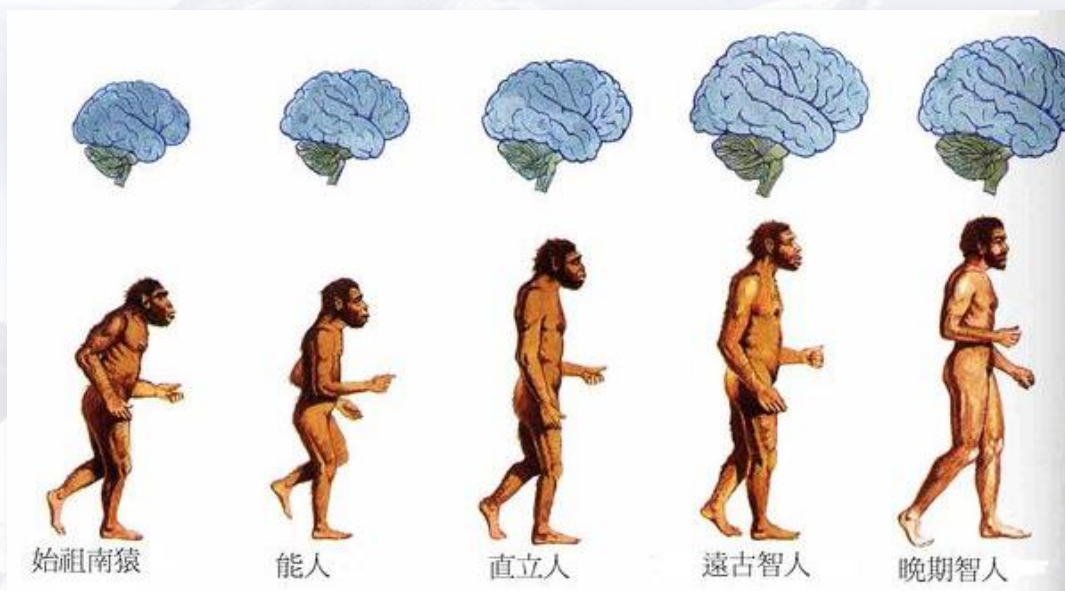
氧气的重要作用

- 动植物呼吸
- 燃烧
- 岩石风化
 - 风化作用可在400万年内消耗目前所有氧气
- 溶于水供水生生物
- 在高空区转变为臭氧

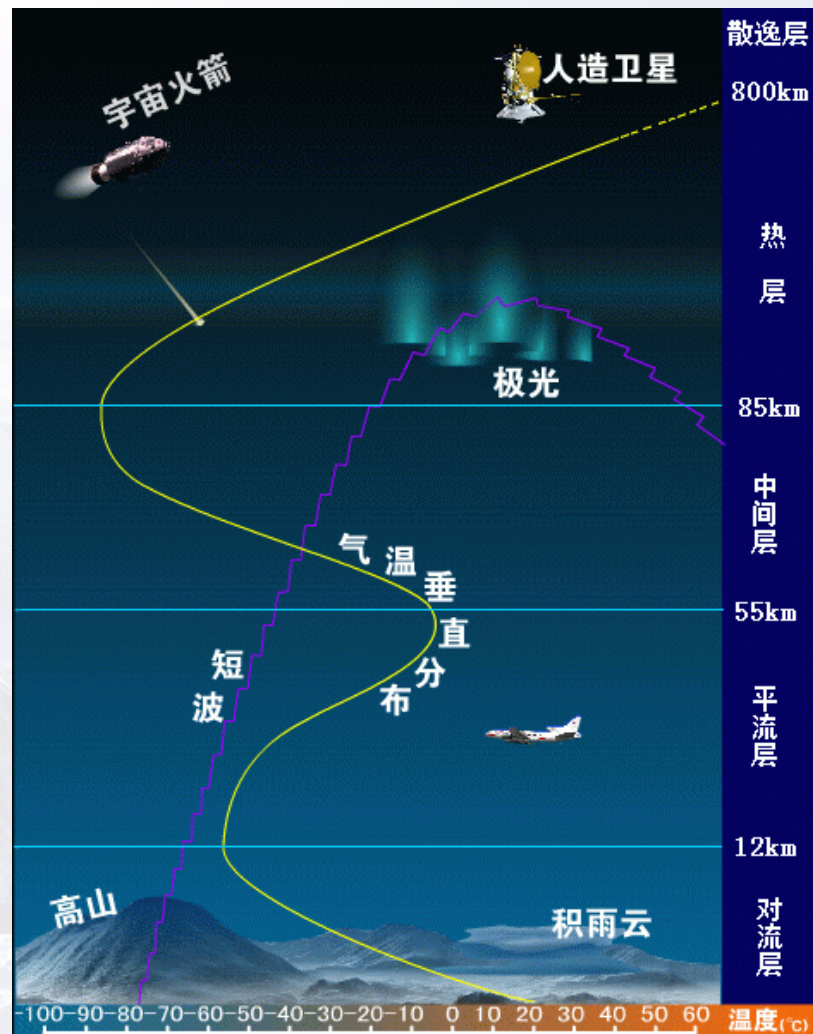


氧气对人类文明独特意义

- 大脑耗氧量占人体总耗氧量20%以上；
- 氧气含量降低会对人类智力进化产生影响；
- 氧气含量对火的燃烧速度有影响，太低则利用火不容易，太高则导致火灾频繁，都不利于文明进程



大气层的功能



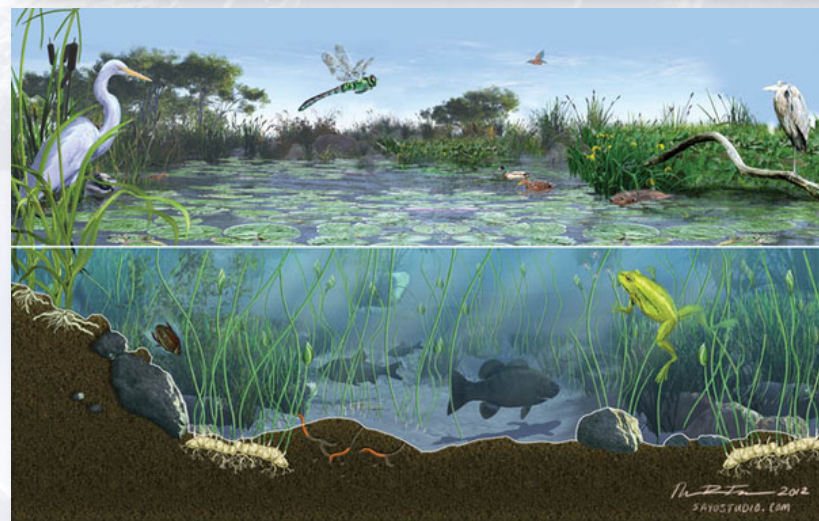
- 热层中，波长小于 $0.175\mu\text{m}$ 对生物有害的紫外线被氧原子吸收，温度高达1000度；
- 平流层中臭氧吸收了波长大于 $0.175\mu\text{m}$ 的紫外线；
- 对流层与人和生物关系最为密切，出现大气环流，所有天气现象发生场所；
- 减少外来物对地面的袭击，保护地球表面。

课堂讨论题目

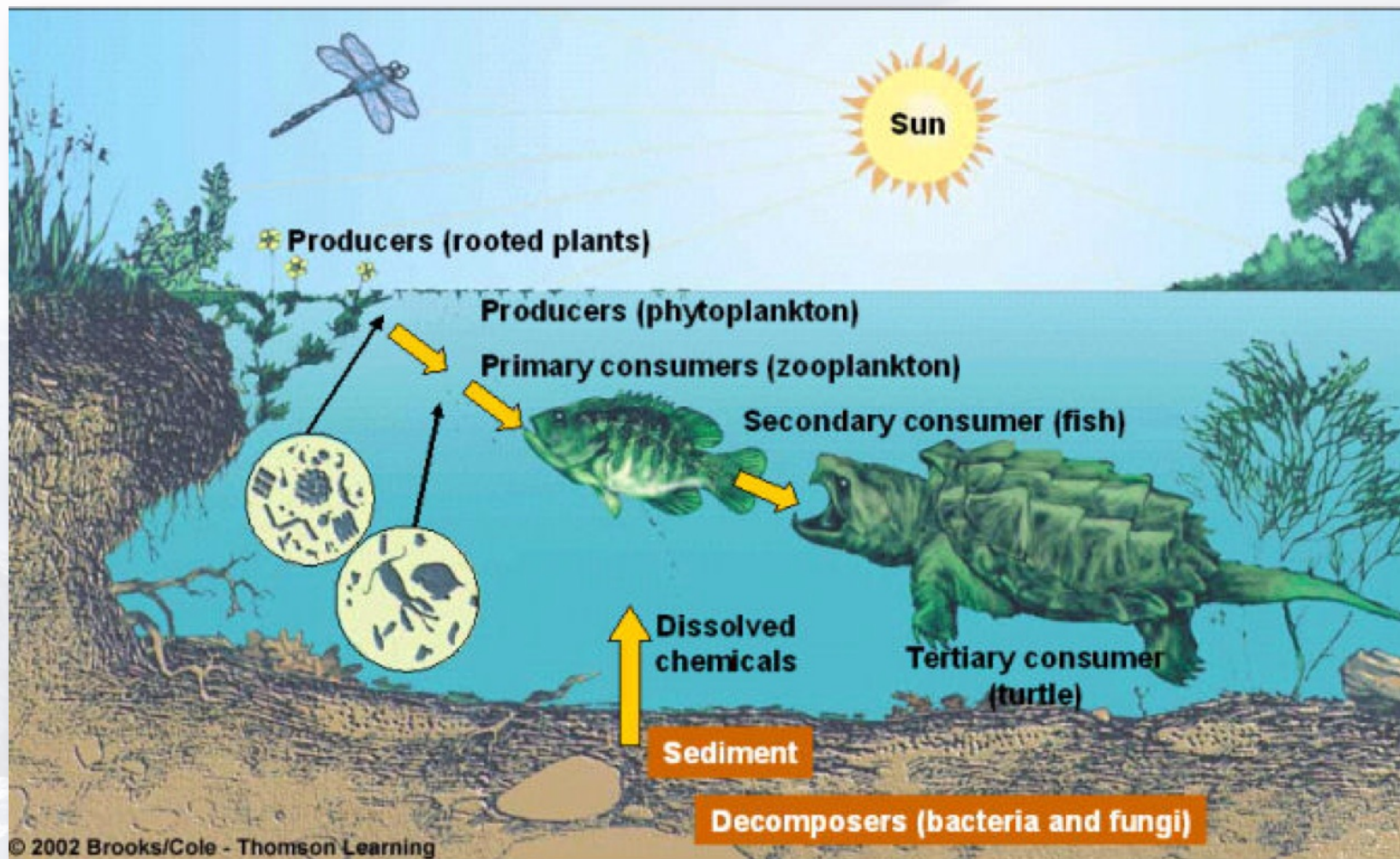
- 人类主粮的演化及传播路径
- 多个人类文明发源地的地形气候对比

生态系统

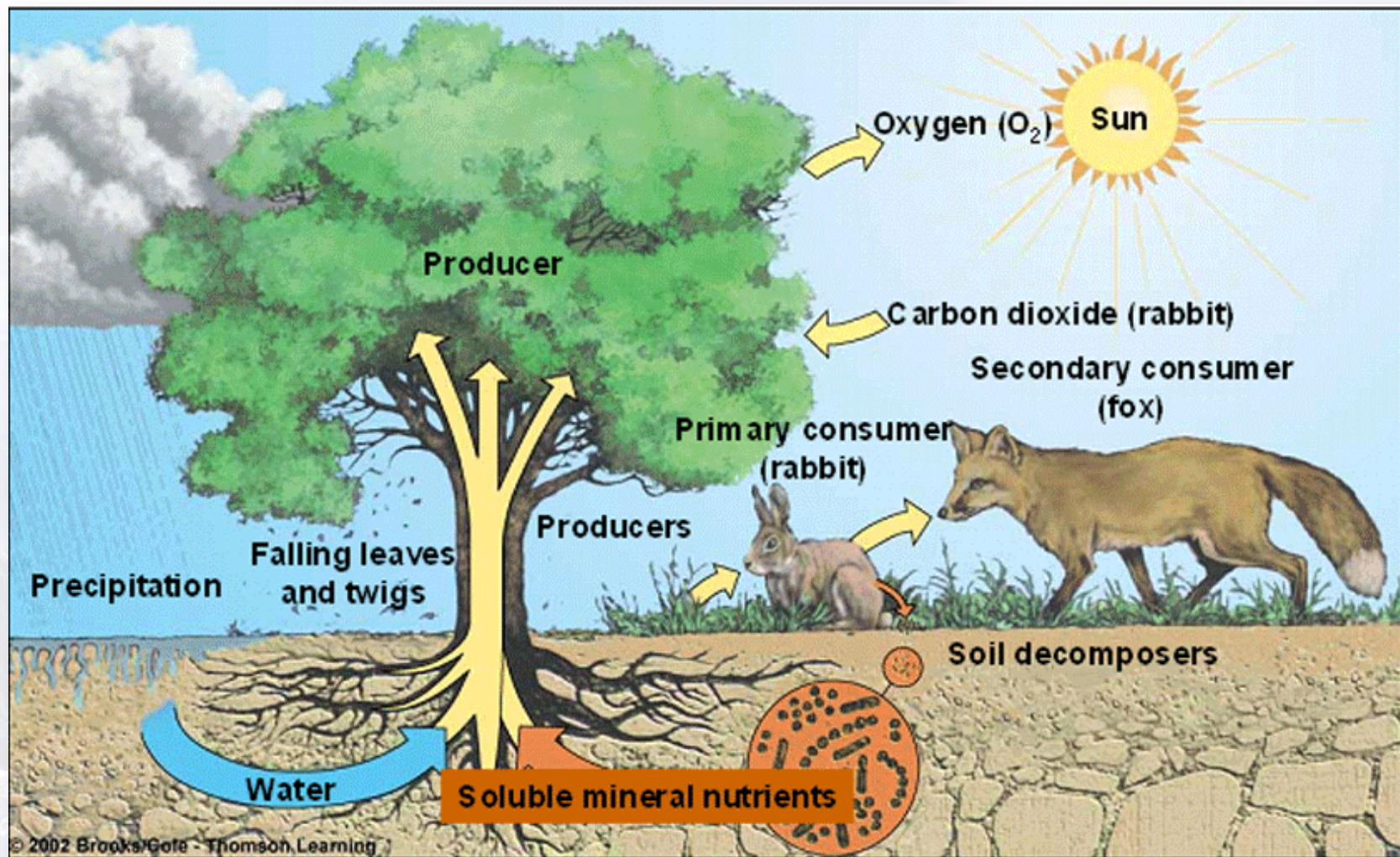
- 地球表面的**自然环境**和**生物群体**构成了各种各样的生态系统
- **太阳能**推动物质循环
- 环境演化促使生态系统**多样化**，通过**自然选择**推动物种**演化**



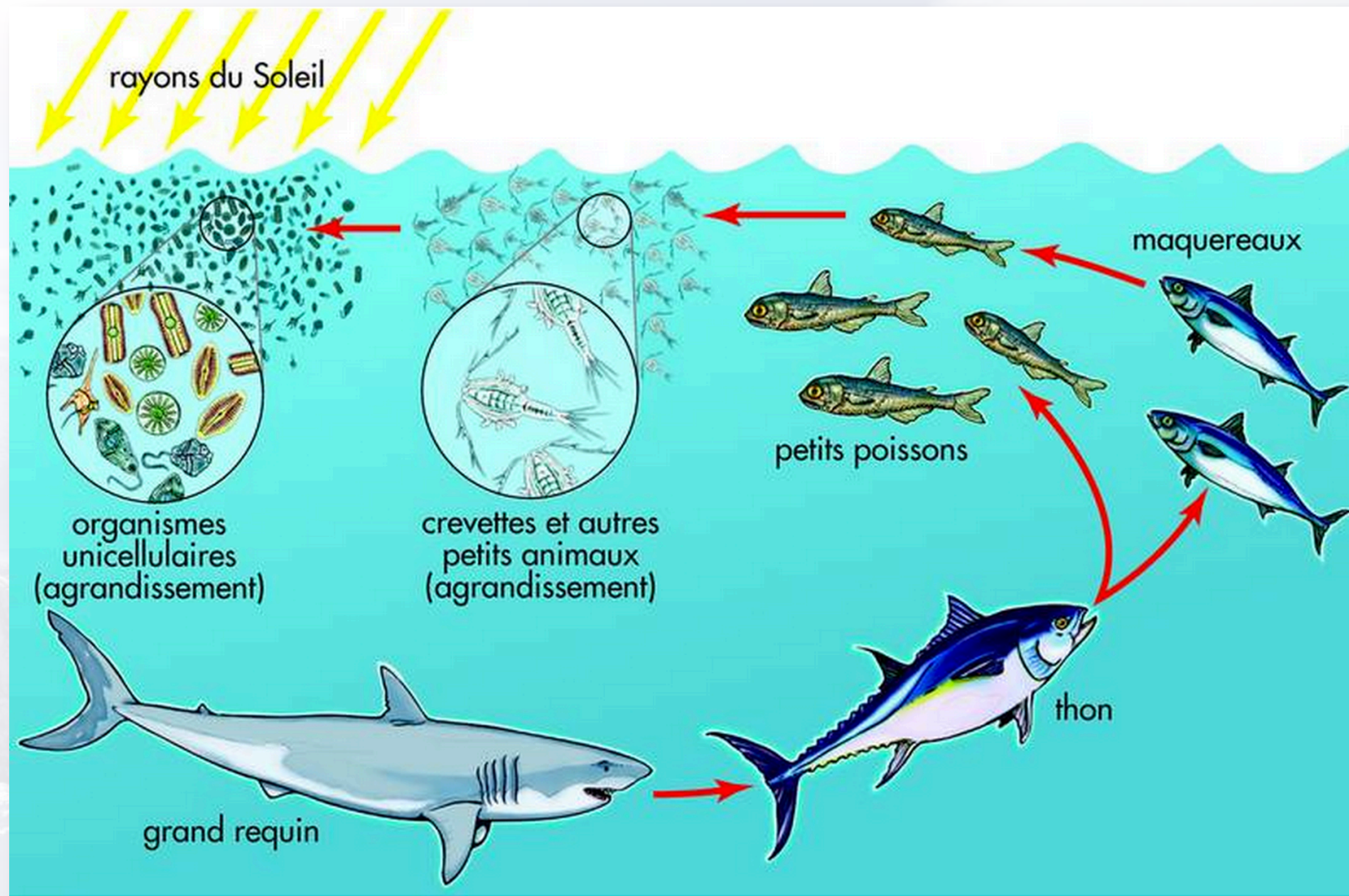
池塘生态系统



草原生态系统

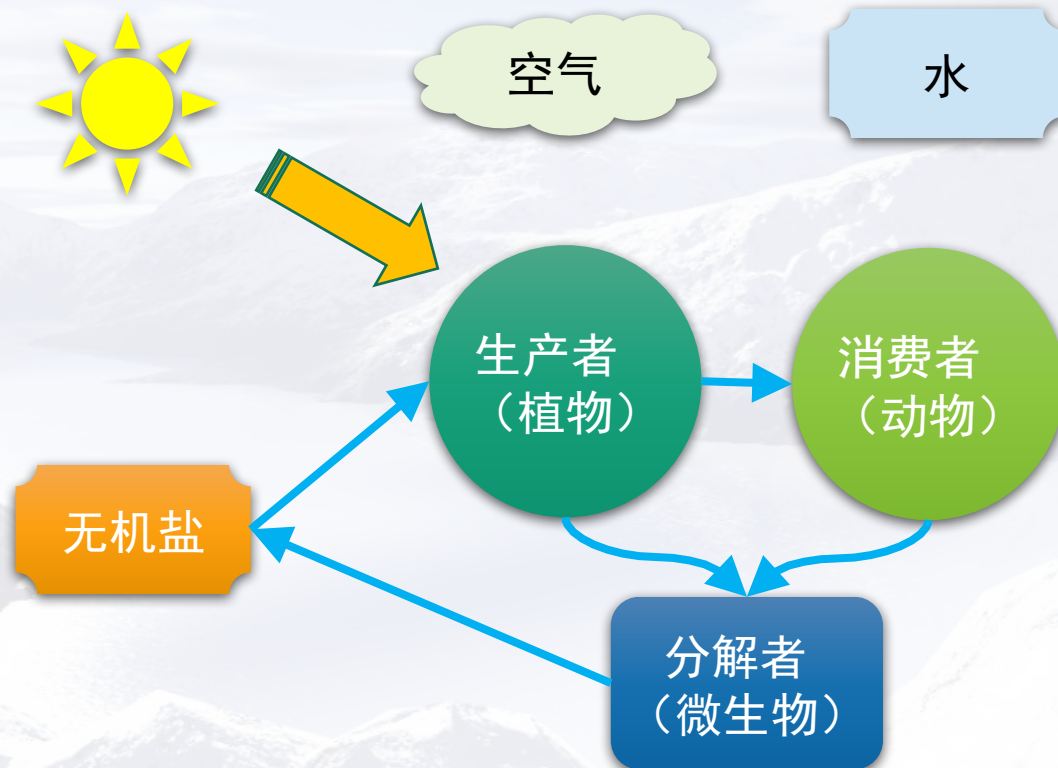


海洋生态系统

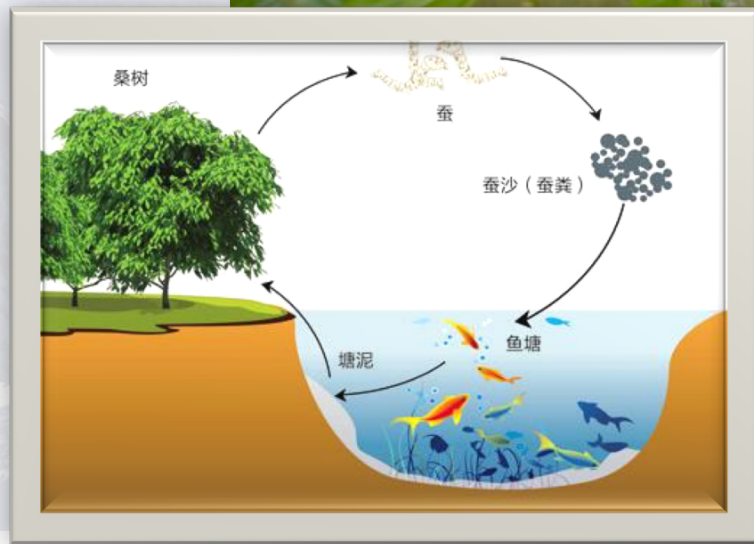


生态系统能量流和物质流

- 非生物成分：阳光、空气、水、无机盐类
- 生物成分：生产者、消费者和分解者



人工生态系统：桑基鱼塘



瓶中花园

地球与人类文明2016秋季

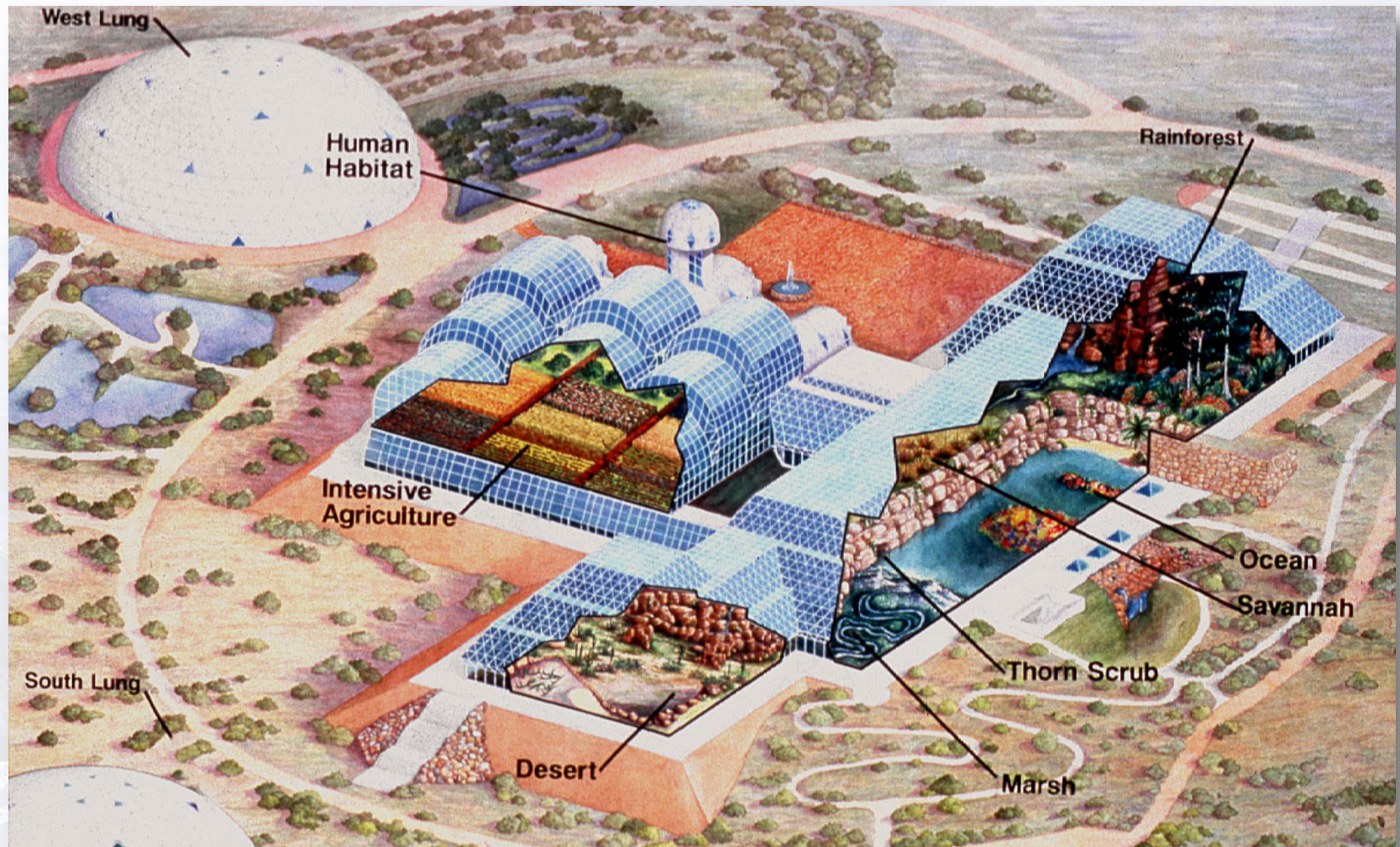


生物圈2号

地球与人类文明2016秋季

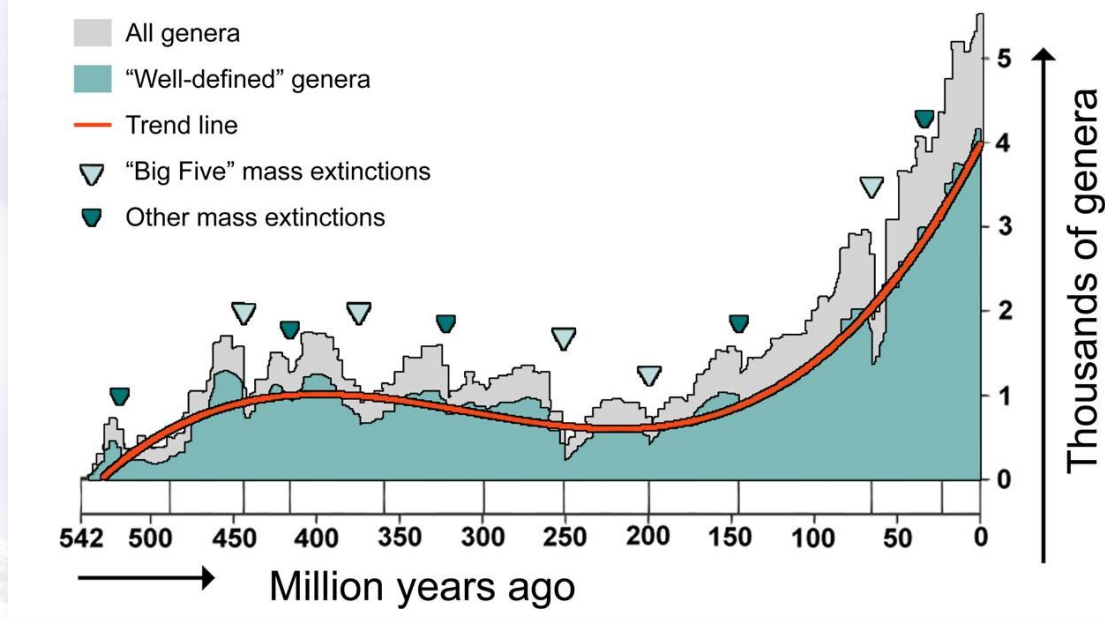


Biosphere-2



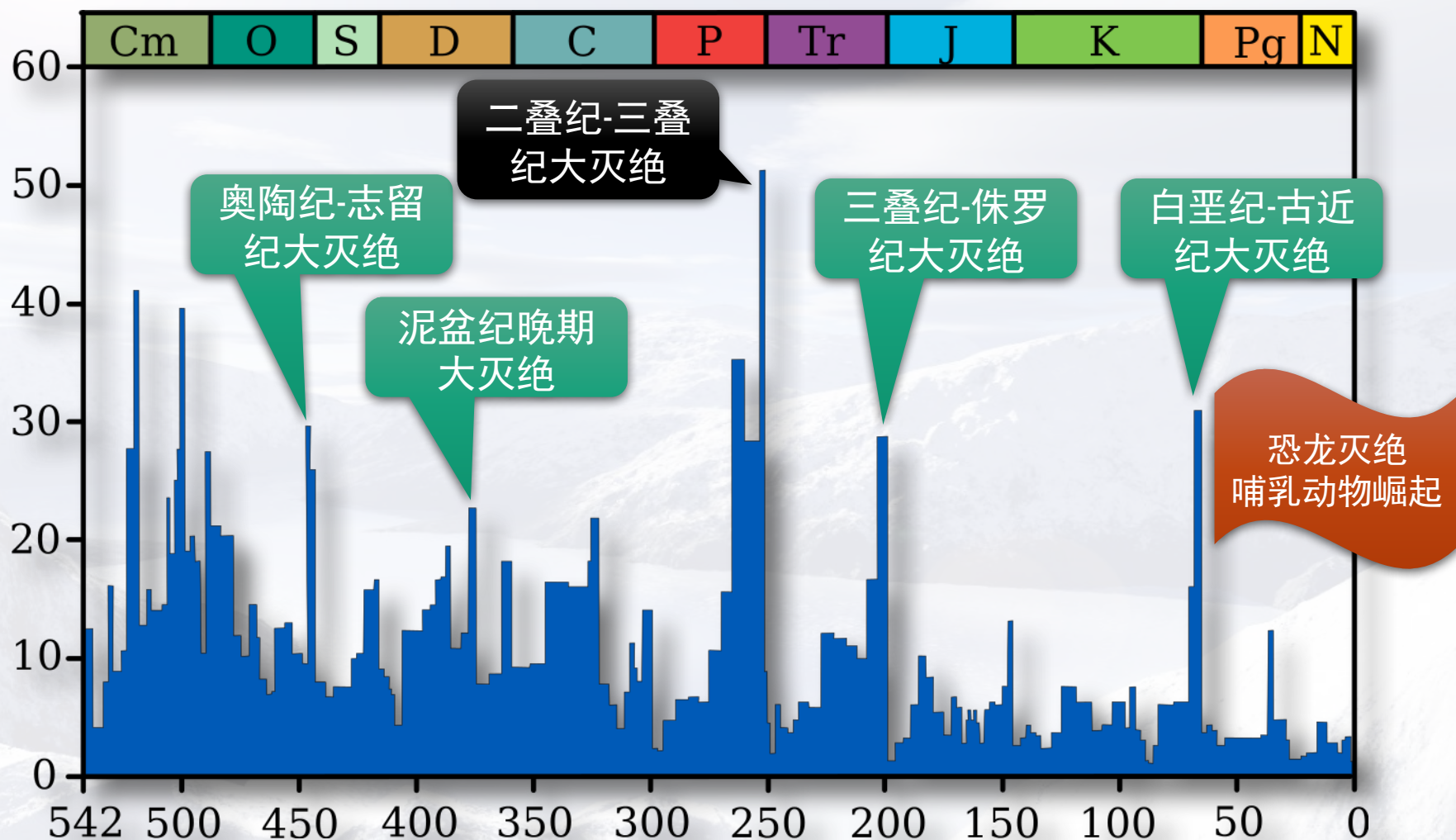
人类及其文明是生态系统演化结果

- 随着地球环境演化多样性，生态系统逐渐复杂
- 带动物种演化从简单到复杂，最终出现人类
- 生态系统演化非连续，环境突变导致多次物种大灭绝，导致新的进化
- 原因各异
 - 天文
 - 大气成分
 - 物种影响



五次物种大灭绝

地球与人类文明2016秋季



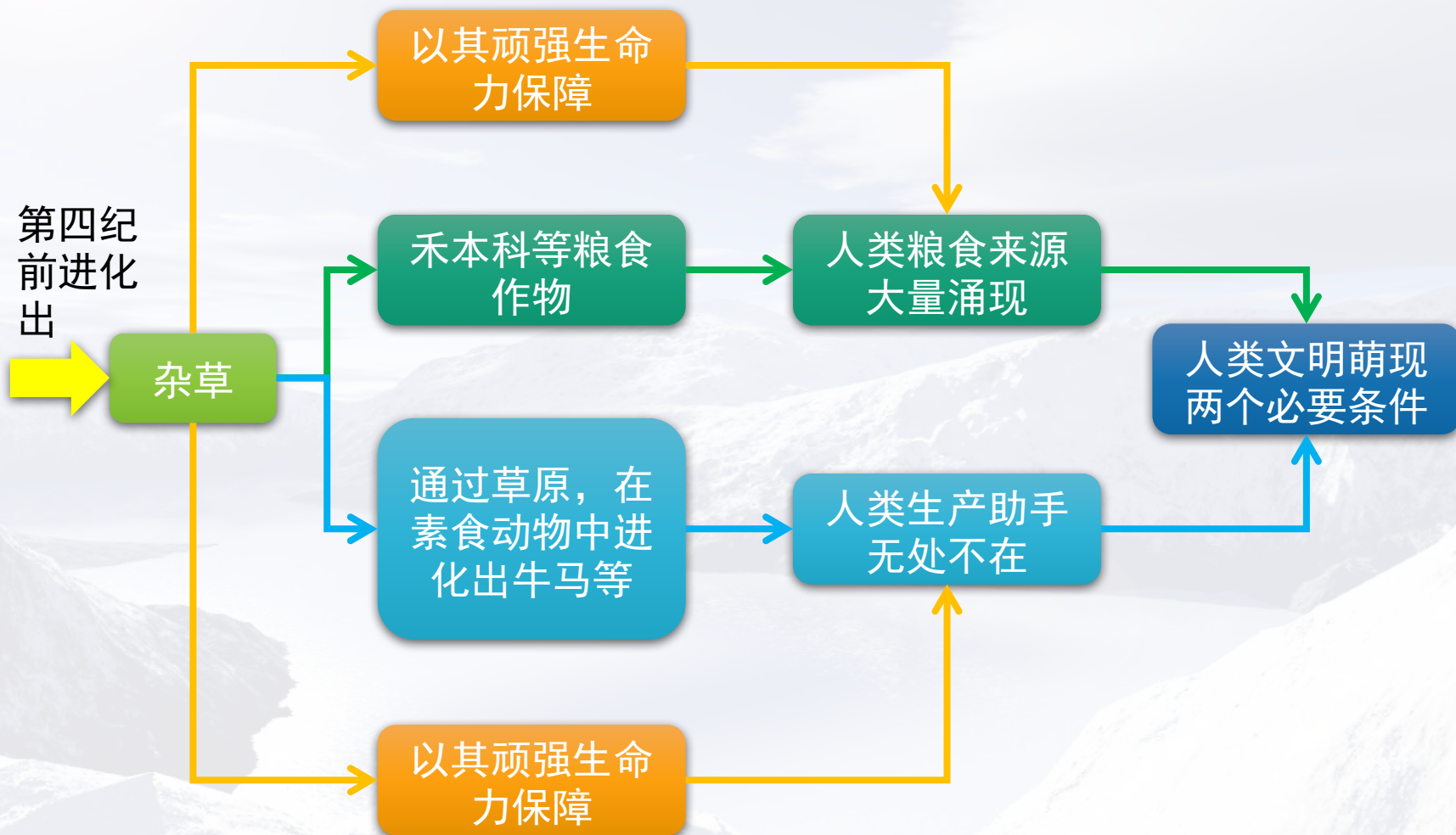
启动人类文明所需物种同时出现

- 作为主粮的麦、稻、玉米、土豆；
- 制作保暖衣物的麻、棉、桑蚕；
- 作为生产助手的牛、马、驴、羊；
- 首先出现在温带生态系统，尤其是草原



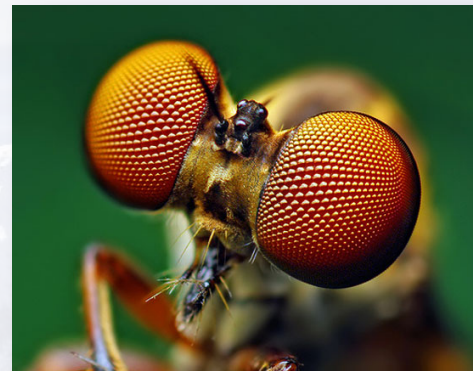
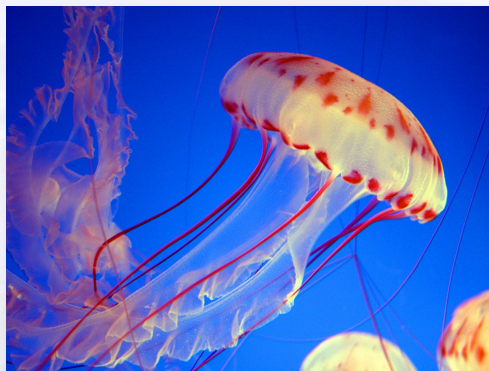
杂草与人类文明萌现的逻辑关系

地球与人类文明2016秋季



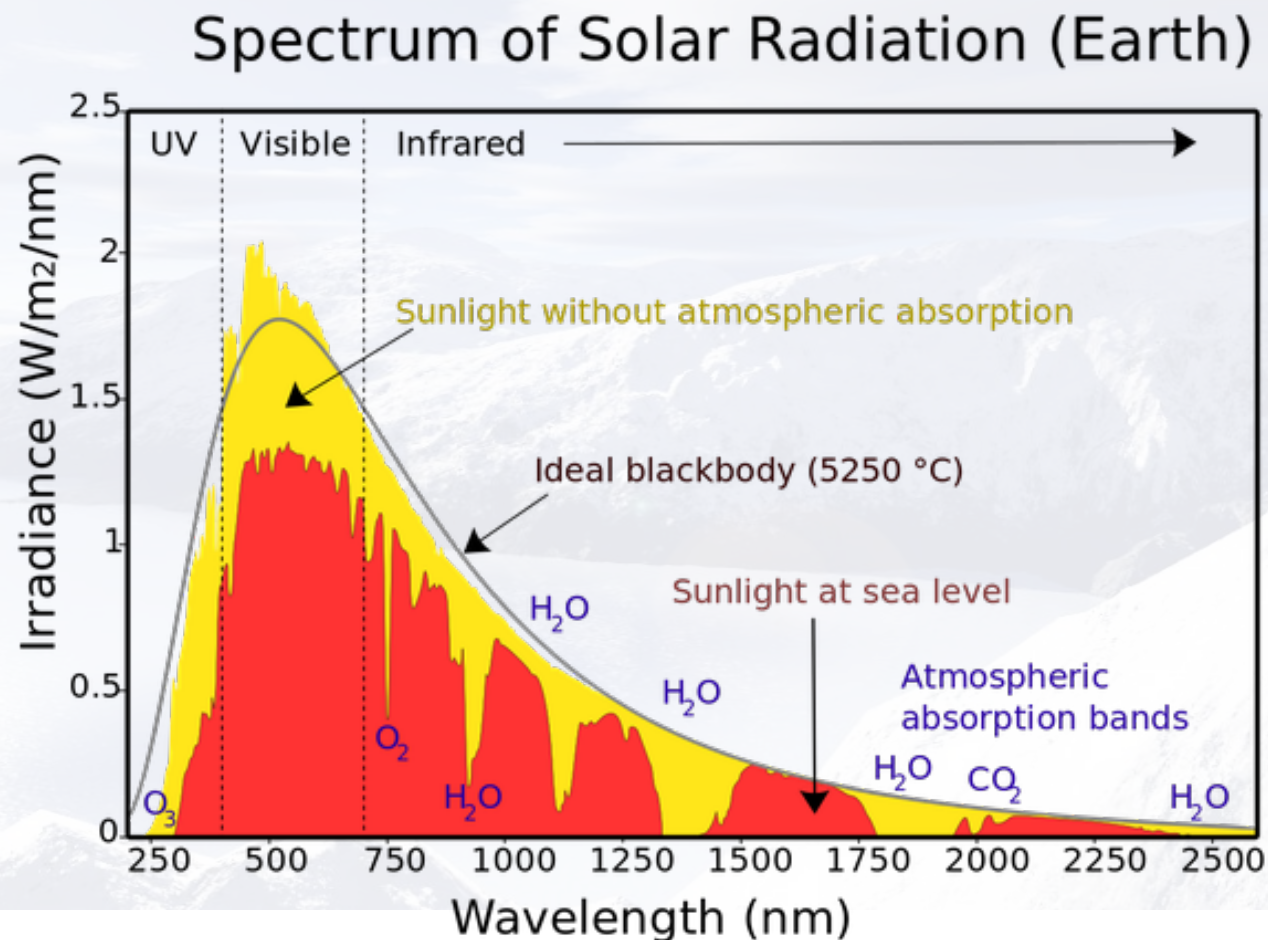
光明的世界

- 太阳辐射不仅带来热能，还为生物**感知远程环境**的能力建立了物质基础
- 形状
- 表面纹理
- 密度
- 物态
- 运动



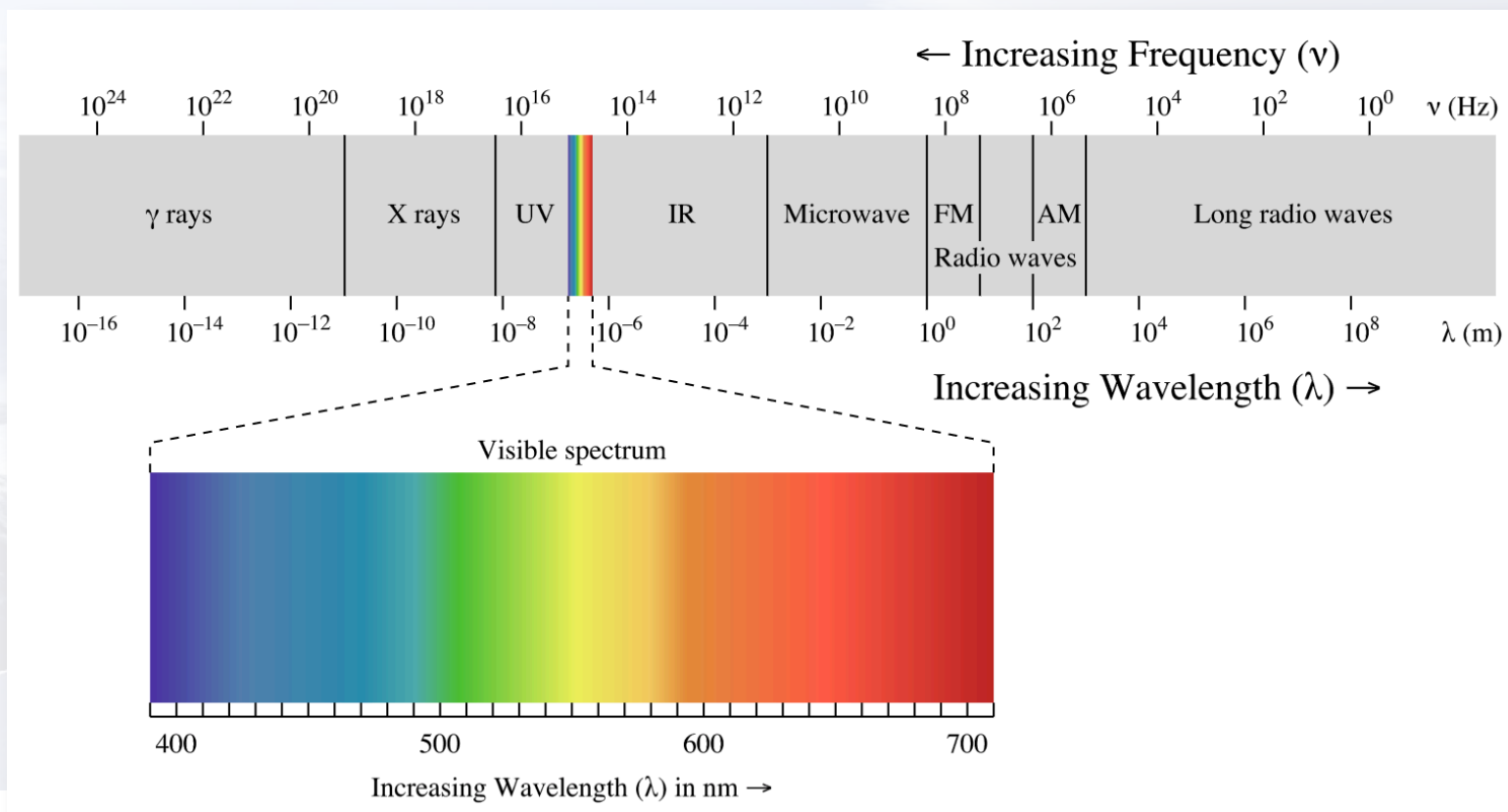
太阳辐射能量分布

- 可见光部分占总能量50%
- 紫外7%
- 红外43%



可见光谱

- 光照功率很小，但有极高的空间、时间分辨率
- 地球上动植物身体尺寸受到可见光谱的限制



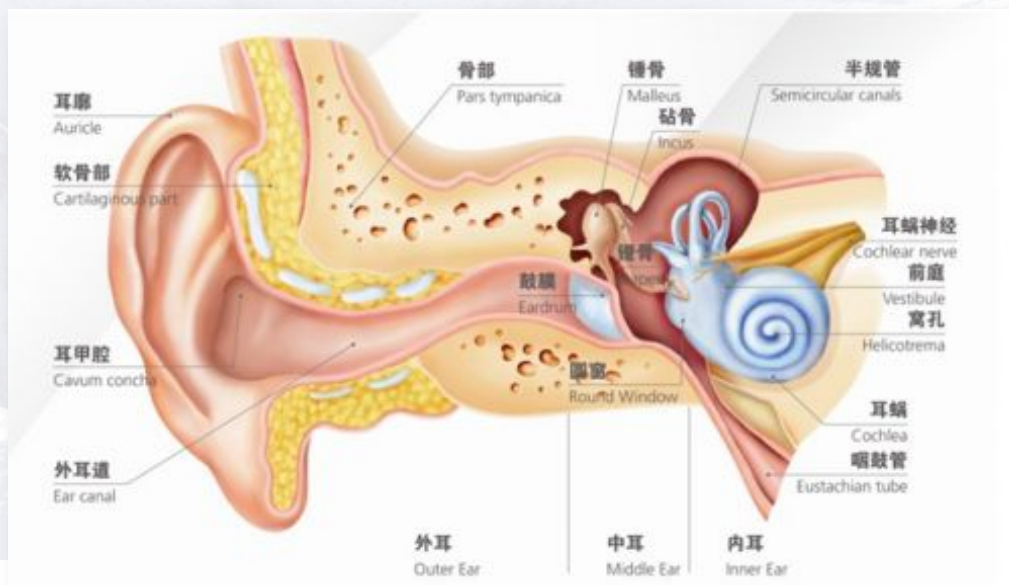
视觉的关键要素

- 可见光：物质基础，可以承载丰富信息
- 悬浮微尘散射：非常重要，展现完整的世界影像
- 物体表面反射
- 独特的色觉

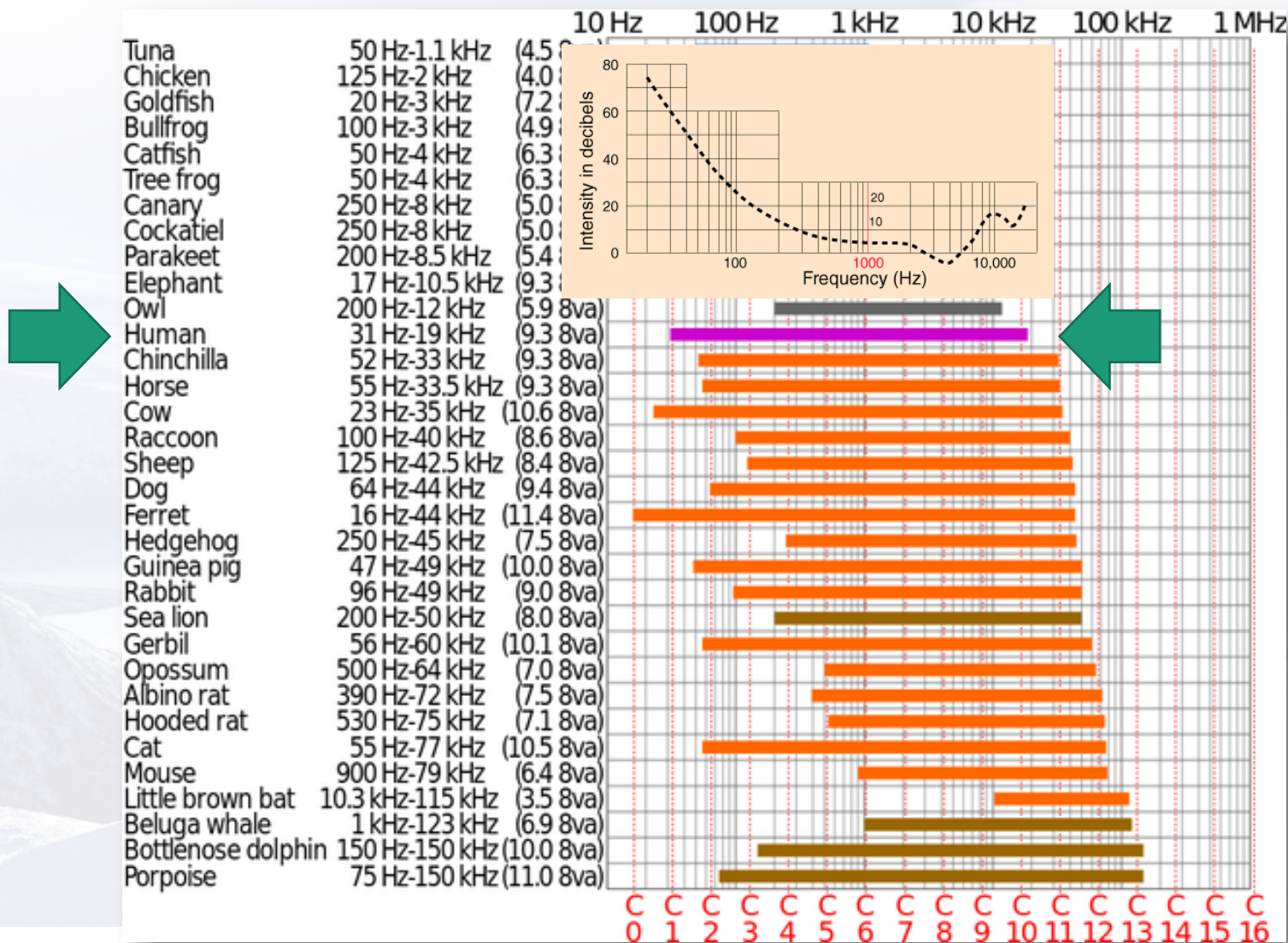


声觉：机械波感知

- 可见光由于频率高，波长短，穿透性能差，不能绕过自然界常见障碍物
- 声波的频率低，波长长，能绕过大部分常见障碍物，对声波的感知使生物能感知环境中无法通视的部分



常见动物的听觉频率范围

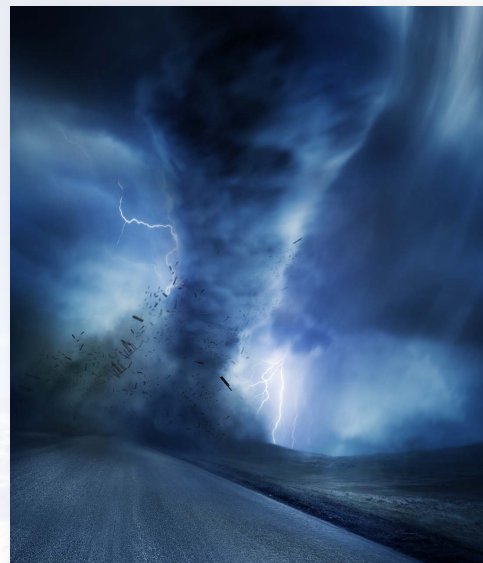


太阳辐射与人类文明出现逻辑



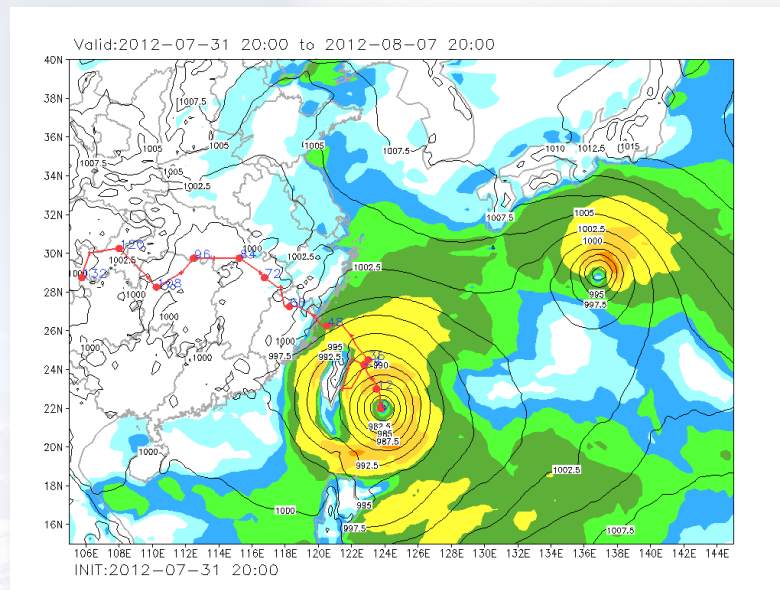
气候变异与人类能力增长

- 地球气候基本模式（四季、气候带）基本是**稳定**的，规律性很强，人类可以据此开展活动
- 但也存在无法预测的气候变异，形成破坏性灾难



气候变异与人类能力增长

- 灾难一方面提升人类技术能力，去修复破坏，预测规律，提高人类的**智慧**；
- 更重要的是磨练了人类的生存意志，形成独有的**优秀品质**



下周课堂讨论

- 物种大灭绝及其影响（5+1次）
- 人工生态系统演化与太空探索
- 生物视觉的演化