

# 工程菌中集体空间感知协调 模式的尺度缩放

小组成员及贡献：

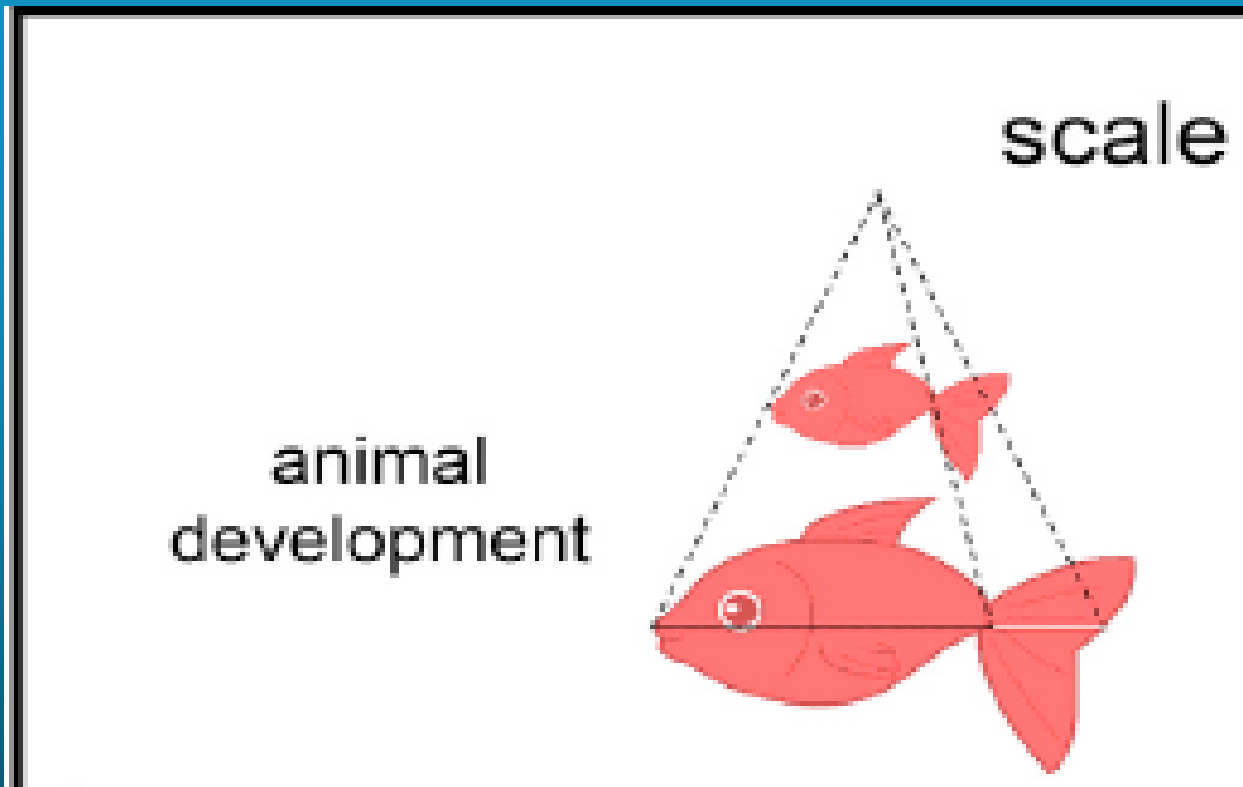
陈 超（负责内容20%，讨论及汇报）

高昊阳（负责内容40%，讨论）

黄子瑞（负责内容40%，讨论）

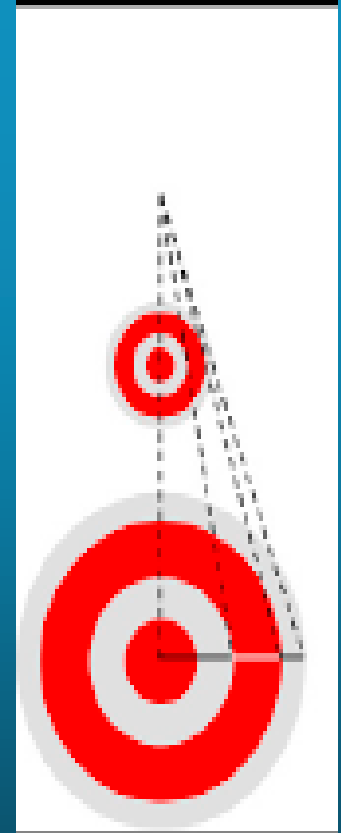
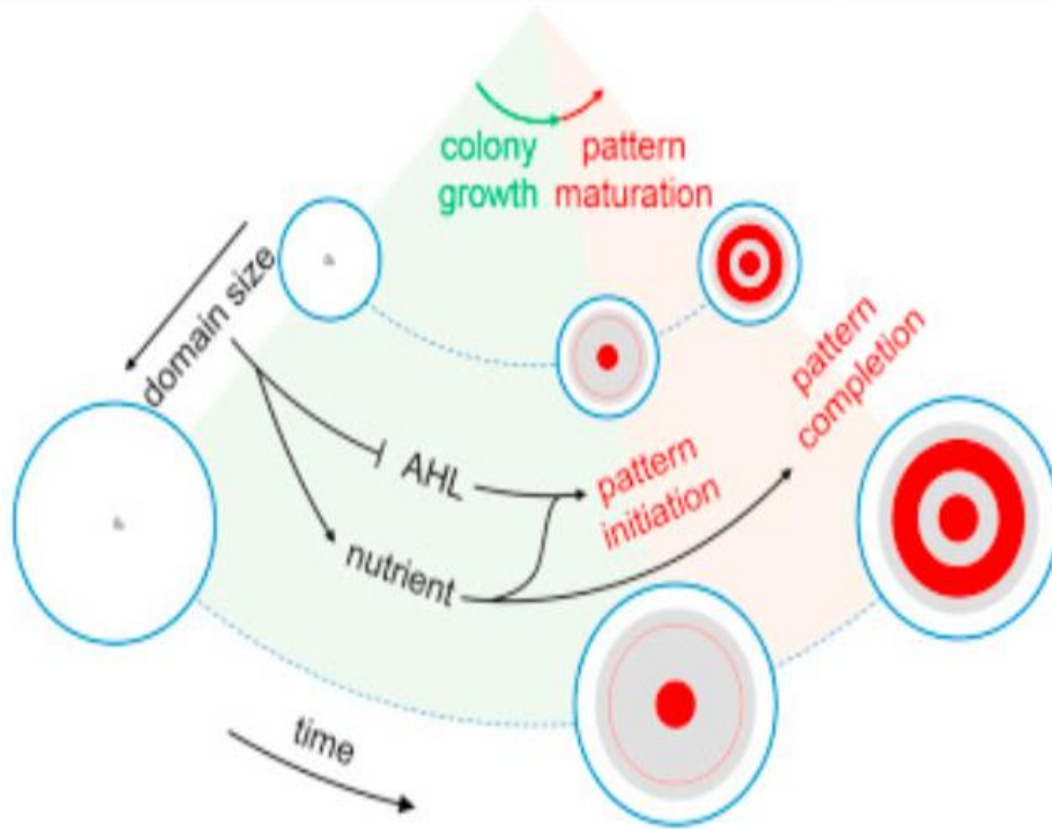
COMPANY  
L O G O

# 尺度不变性



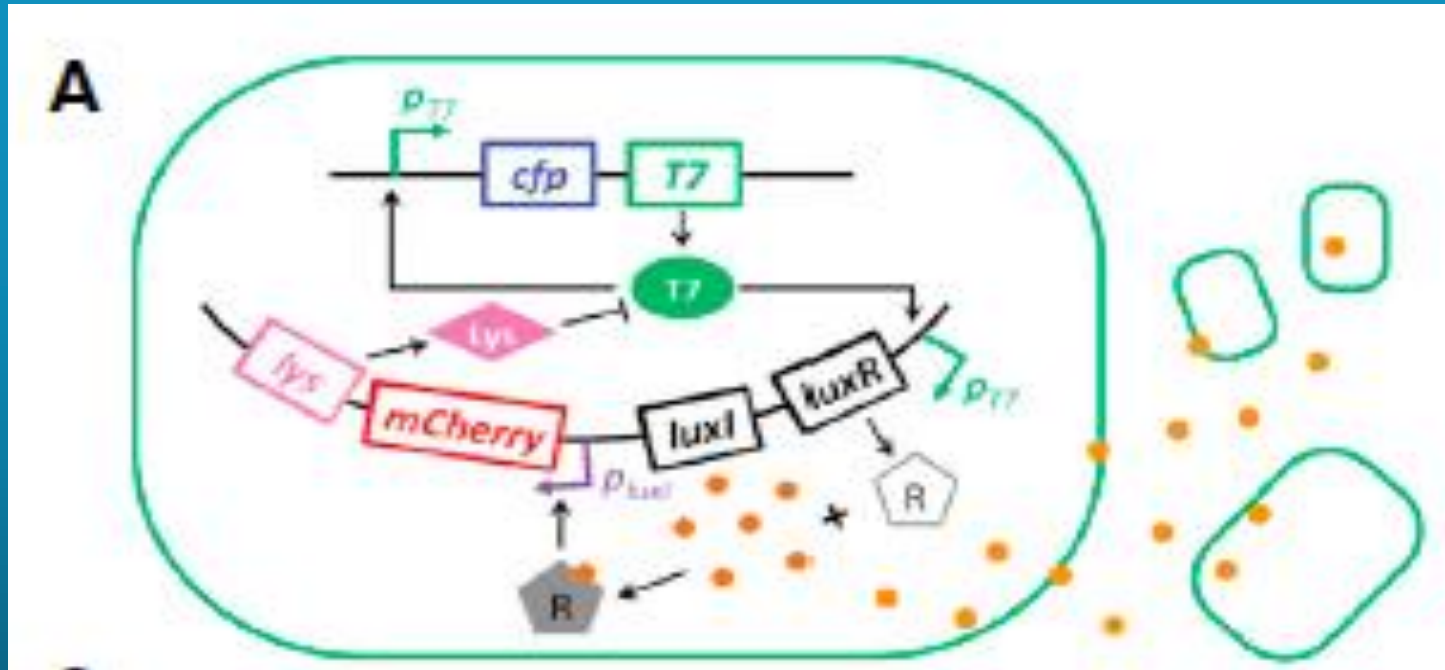
发育中的动物，同一物种器官与整体的比例大致相同，如何做到的？

# Cell: 细菌菌落图案形成新机制有助解释人看起来像人

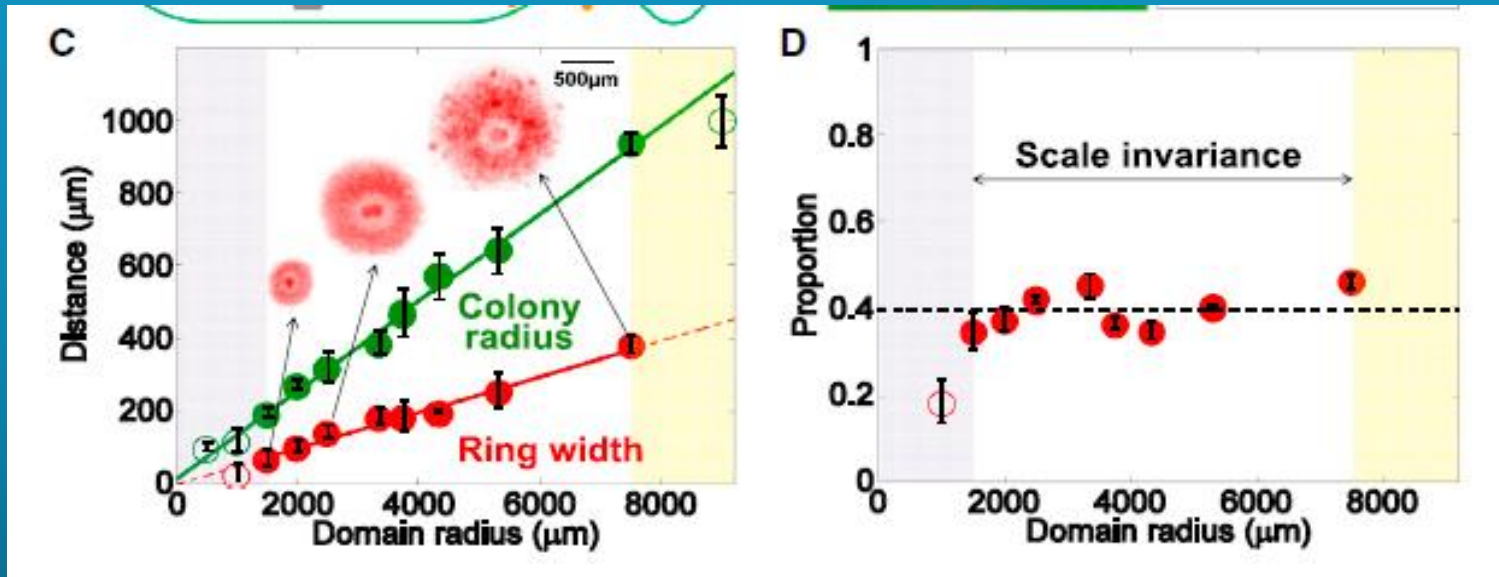


两种化学信号与一些可变的因素结合在一起时间信号就出现了  
这些时间信号不仅能够控制图案产生而且也能够确保这些图案  
在相同物种的不同细菌菌落之间保持大致相同的比例

# 工程菌中的尺度不变性



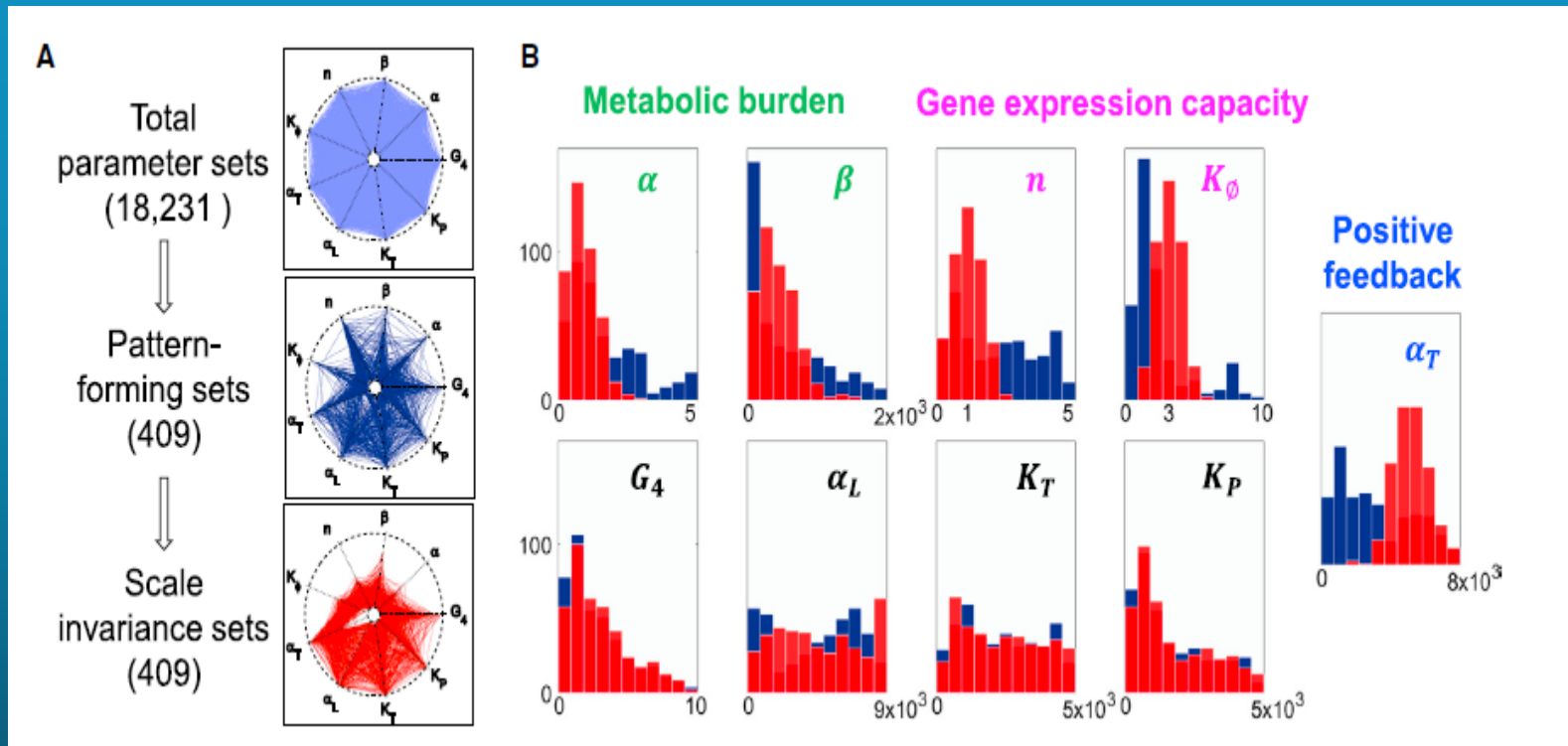
TRNAP，一条正反馈，激活自身和**cfp**表达；另一条产生AHL，可跨膜扩散，当AHL达到一定浓度激活**mCherry**（红色荧光蛋白，标记示踪作用）表达，同时表达**lys**（溶菌酶），抑制**T7RNAP**



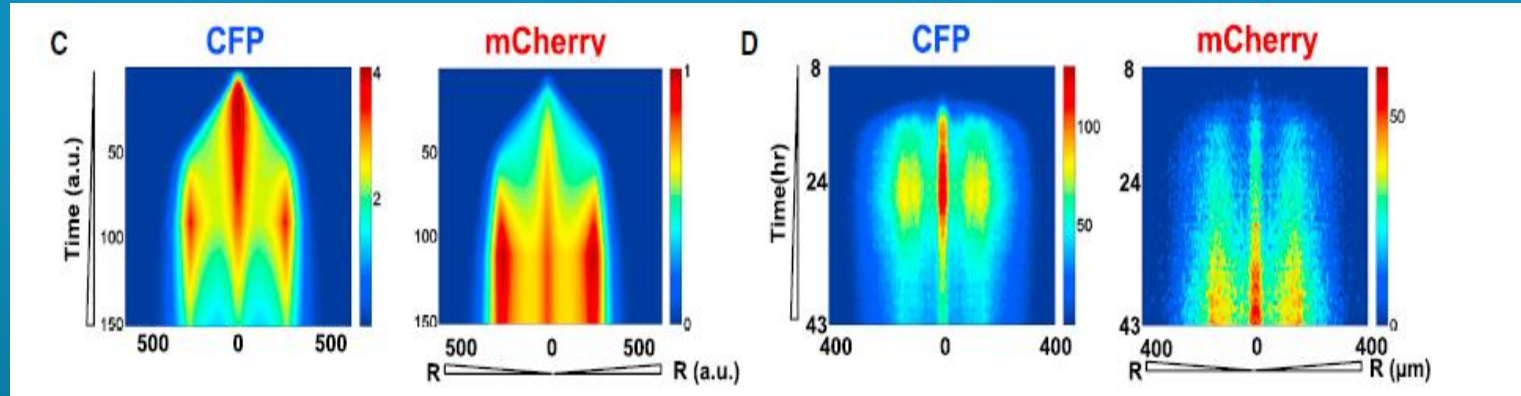
C.自组织模式形成中的尺度不变性，横坐标域大小，绿色：菌落半径，红色：环宽度。

D.mCherry环宽度和菌落半径的比，在尺度不变性出现的domain范围大致相同处在同一条直线上。

# 建模揭示尺度不变性的基本要求



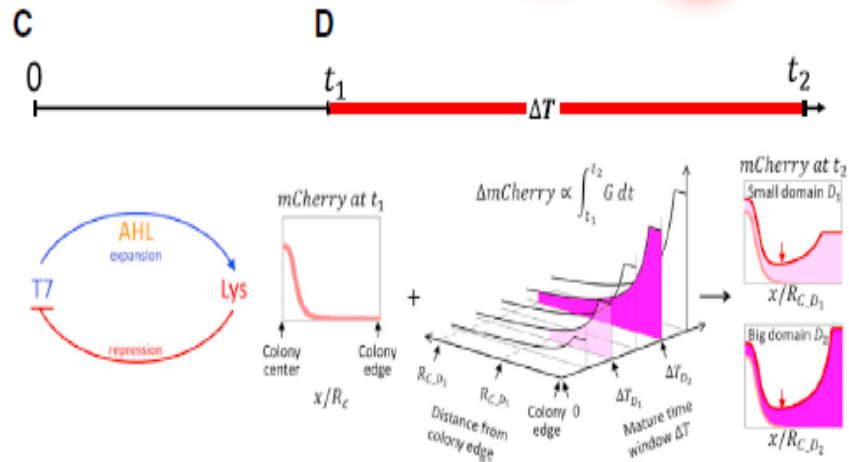
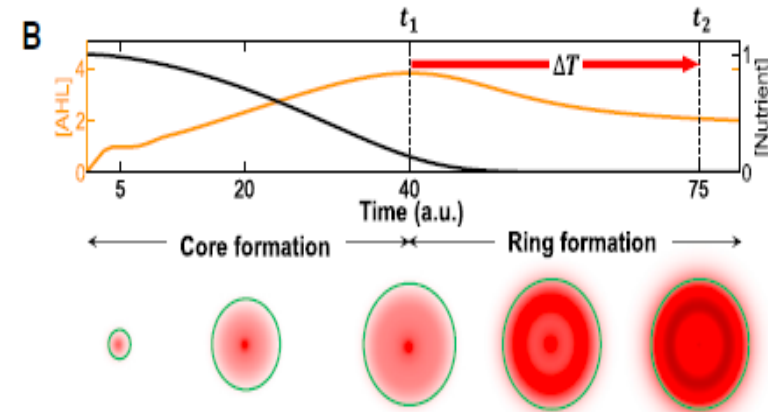
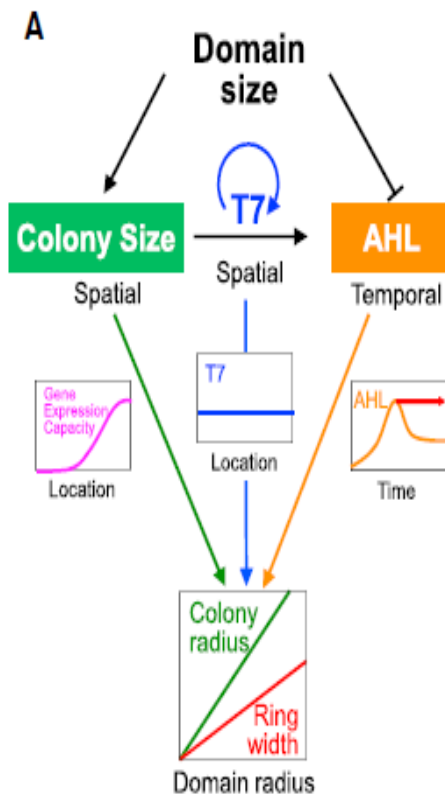
剩余9个未测参数，18231参数集，随着domain size变化有409个数据集产生core-ring模式，其中55数据集产生的模式具有尺度不变性。对409个数据集进行局部最优化，产生尺度不变性（红色网络）三个条件：T7RNAP and lysozyme承担更少代谢负担， $a, b$ 值减小； $a_T$ 增加，更强的T7RNAP正反馈；基因表达能力是离菌落边缘距离的递减函数，理想的 $n, K$ 系数。



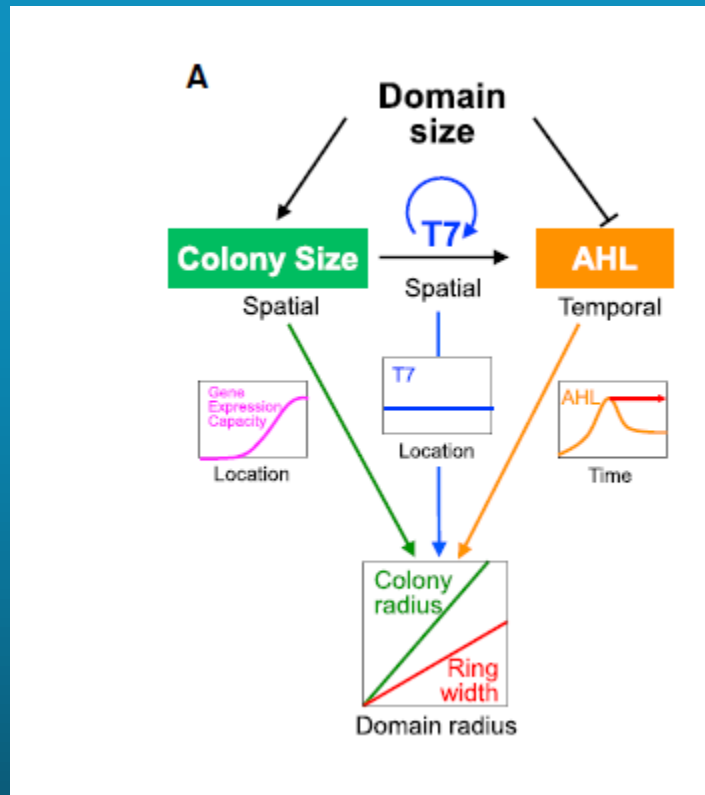
mCherry表达存在延迟，只有当AHL达到一定浓度，才开始表达。



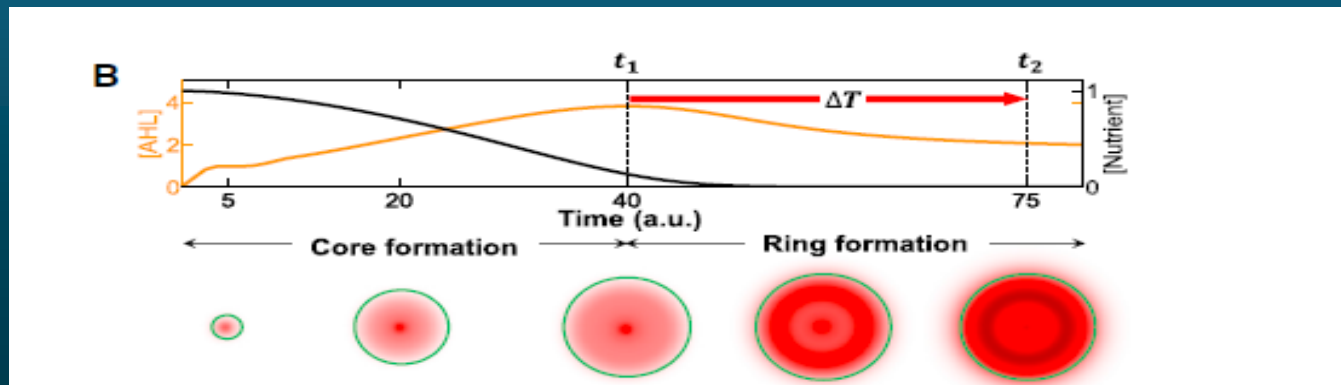
# 集体感知机制——产生尺度不变性

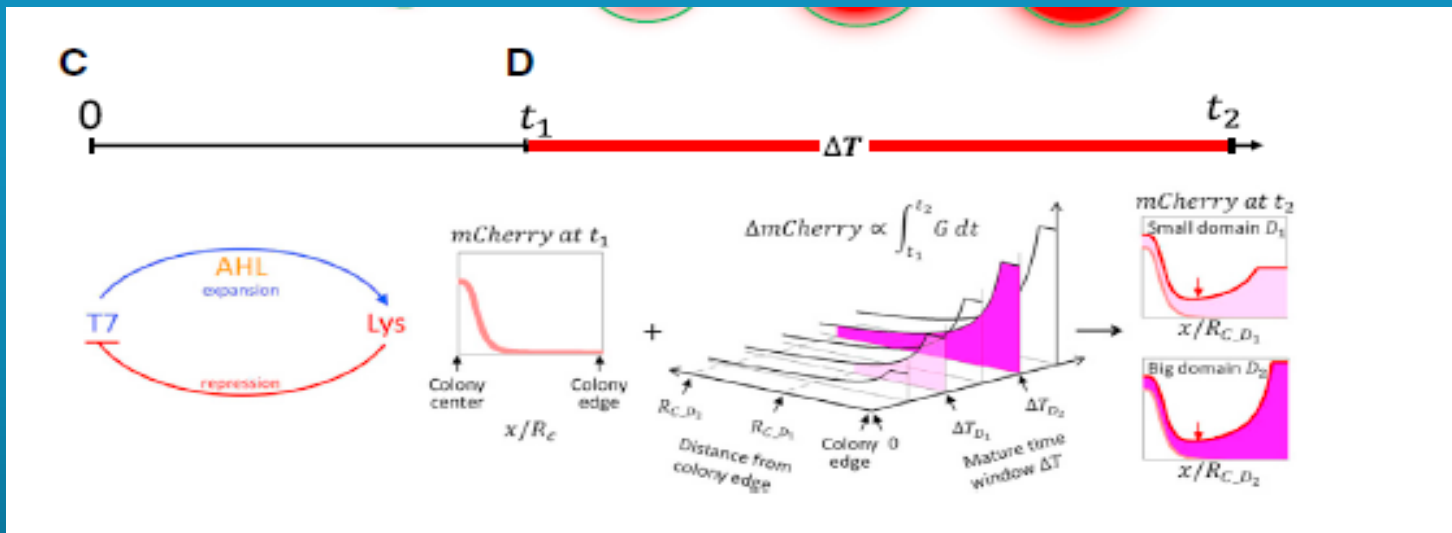






A: domain size通过营养物的有效性控制着菌落的扩张速度和范围，domain size也同时通过控制AHL的累积速率控制着环的起始反应的时机。基因表达的能力(洋红色曲线)、T7RNAP谱(蓝色曲线)和AHL浓度(橘红色曲线)相互作用导致环宽度/菌落半径的尺度不变性。基因表达能力和T7RNAP谱被绘制成菌落中心的距离的函数在最后时候。红色箭头表示环成熟的时间窗口。



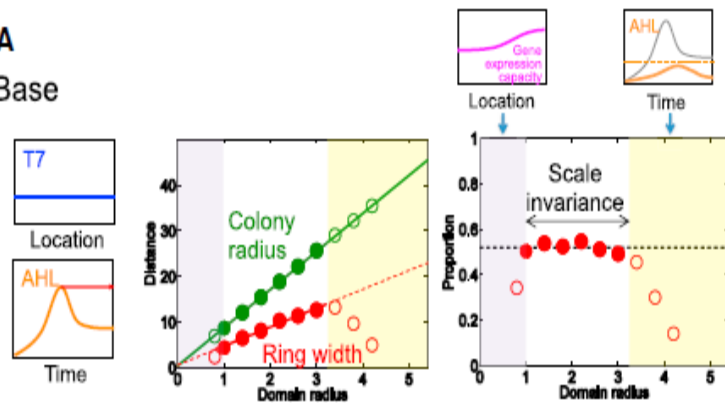


**C:** 核心形成时出现的尺度不变性。当菌落处于快速扩张阶段时，成形过程主要由一个与扩张-抑制模型相似的积分反馈拓扑模型支配。在我们的模型中，**T7RNAP**可以作为一个可驱动成形素综合体的扩充器，而**T7溶菌酶**则作为抑制剂。在时间点**t1**，**mCherry**谱依比例决定菌落半径。

**D:** 环成熟期间出现的尺度不变性。所有横坐标都被根据**domain size**归一化。**t2**时刻，最低值在标准轴上同一相对位置上（红色指针），表明在内部边界位置与结构域半径之间成比例。环状图案的外部边界可粗略的视为菌落边界，它也与结构域半径成比例。比较这两方面得出环的宽度缩放随着菌落大小。

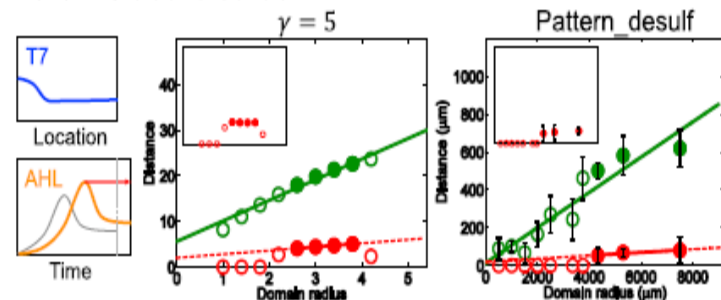
# 环境因素对尺度不变性的影响

**A**  
Base

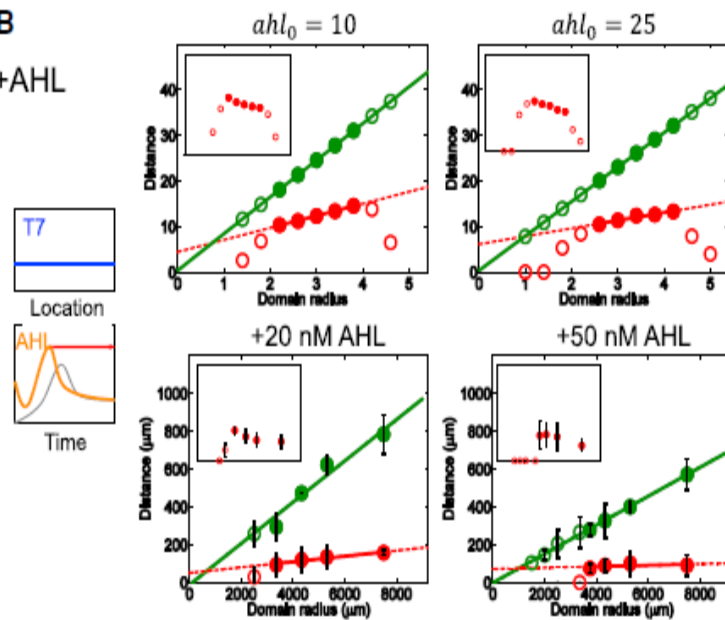


**C**

More metabolic burden

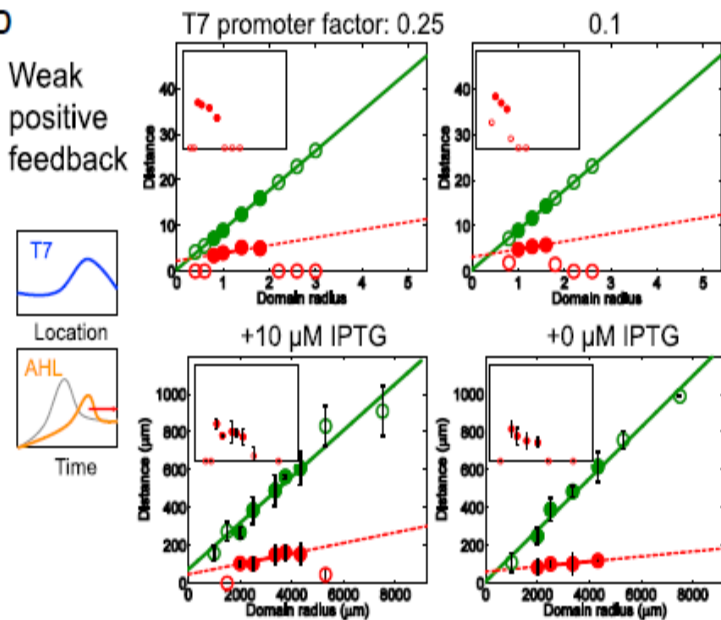


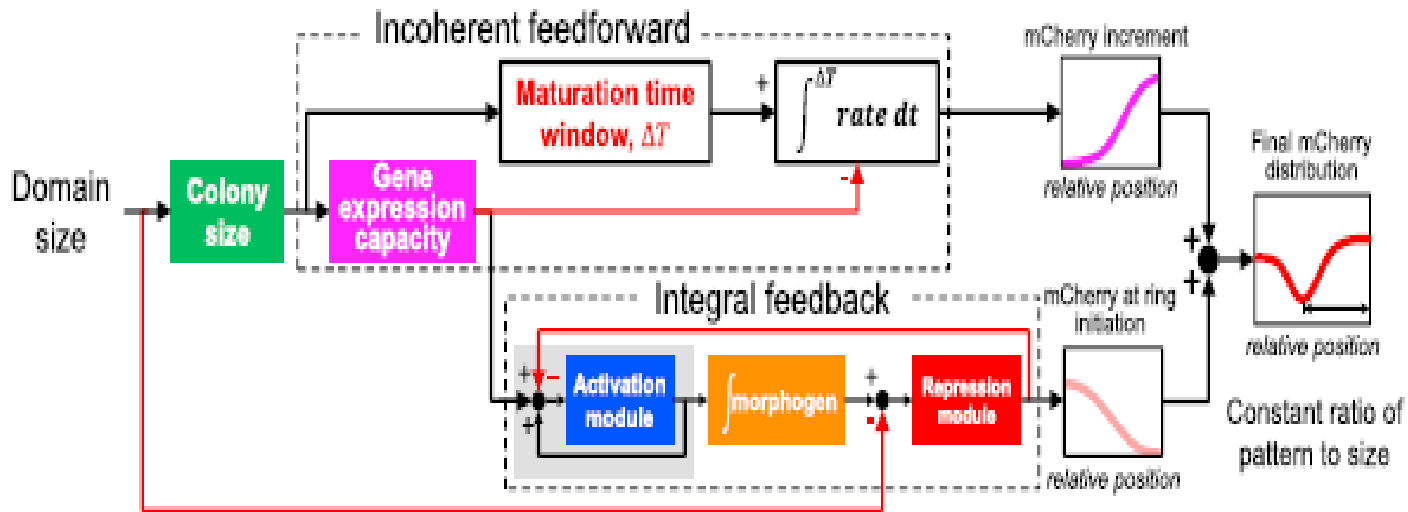
**B**  
+AHL



**D**

Weak positive feedback



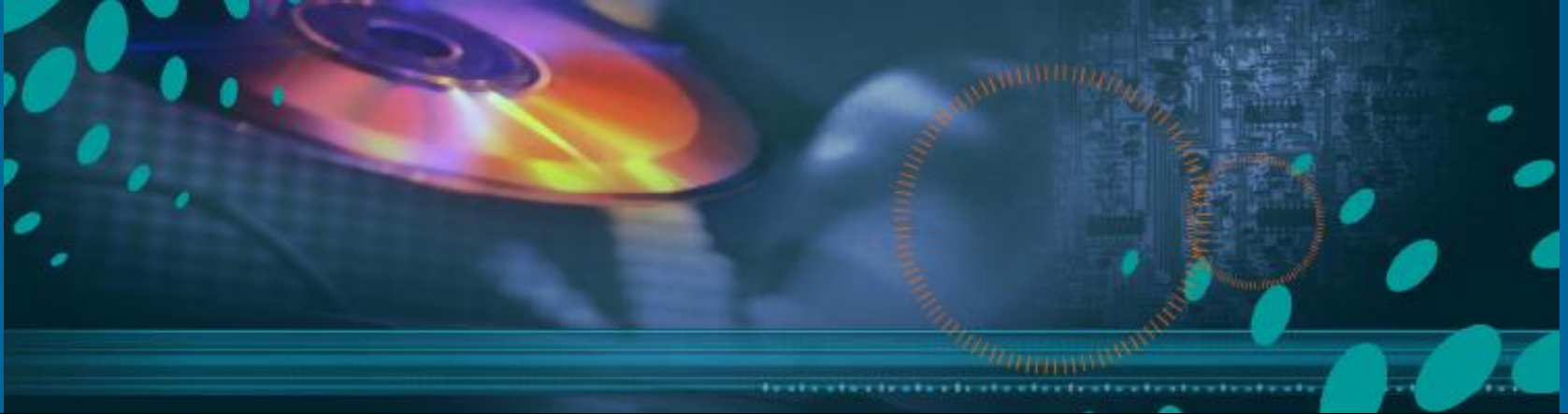


在相同的相对位置，更大的区域导致更小的基因表达能力，从而减少 mCherry 产生，而环形成过程，有一个 mCherry 的增益进行补偿，两个叠加导致相同相对位置 mCherry 相同。环初始时的 mCherry 分布与成熟过程中的增加相结合产生了与 domain size 成比例的 mCherry 环。

猜想：

1.进化：突变造成机制变化并被保留，形成另一种尺度不变性。

.....



**Thank You!**

COMPANY  
**LOGO**