

转座子

- (一) 转座现象的发现
- (二) 转座子的分类
- (三) DNA转座子的四种转座机制
- (四) 转座的遗传效应

（一）转座现象的发现

- 转座现象是指DNA从基因组的一个位置转移到另外一个位置。
- 在原核到真核的各种生物中广泛存在。
- 转座子（又名“跳跃基因”）——可以转座的DNA序列。

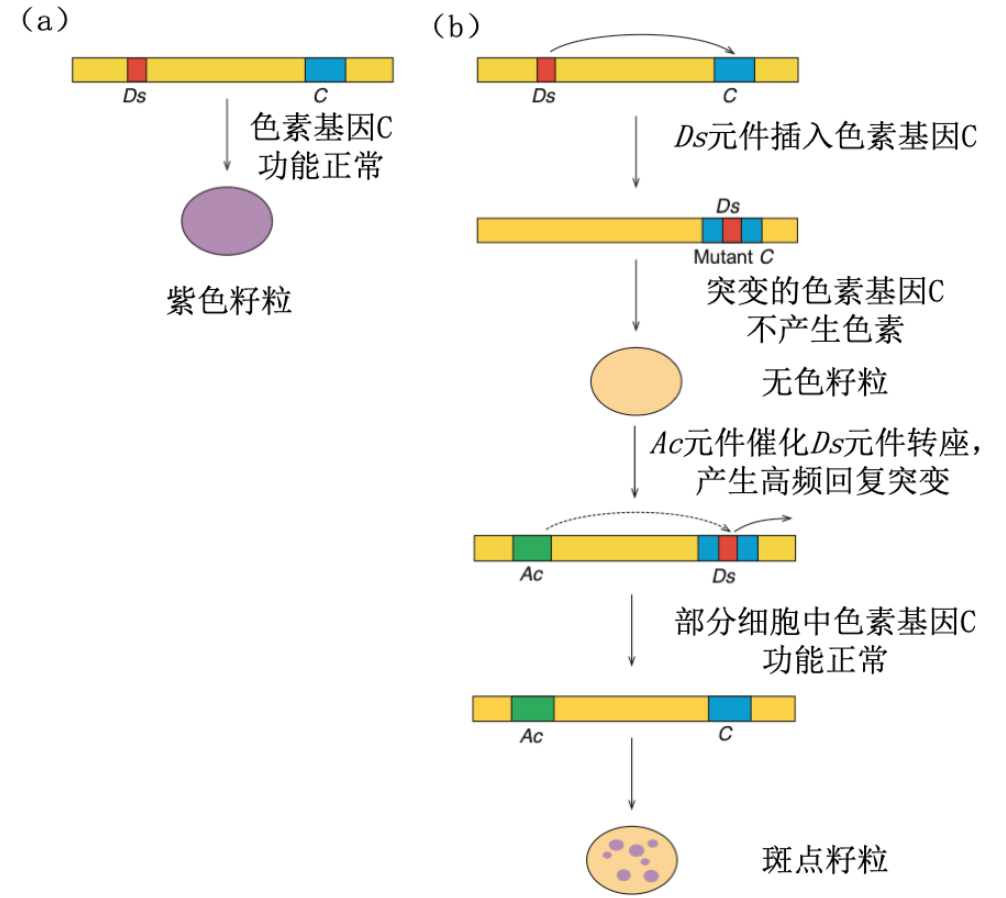
芭芭拉·麦克林托克 (Barbara McClintock)



1950: 发现转座子



印第安彩虹玉米



Ac/Ds元件

Ac, activation; Ds, dissociation

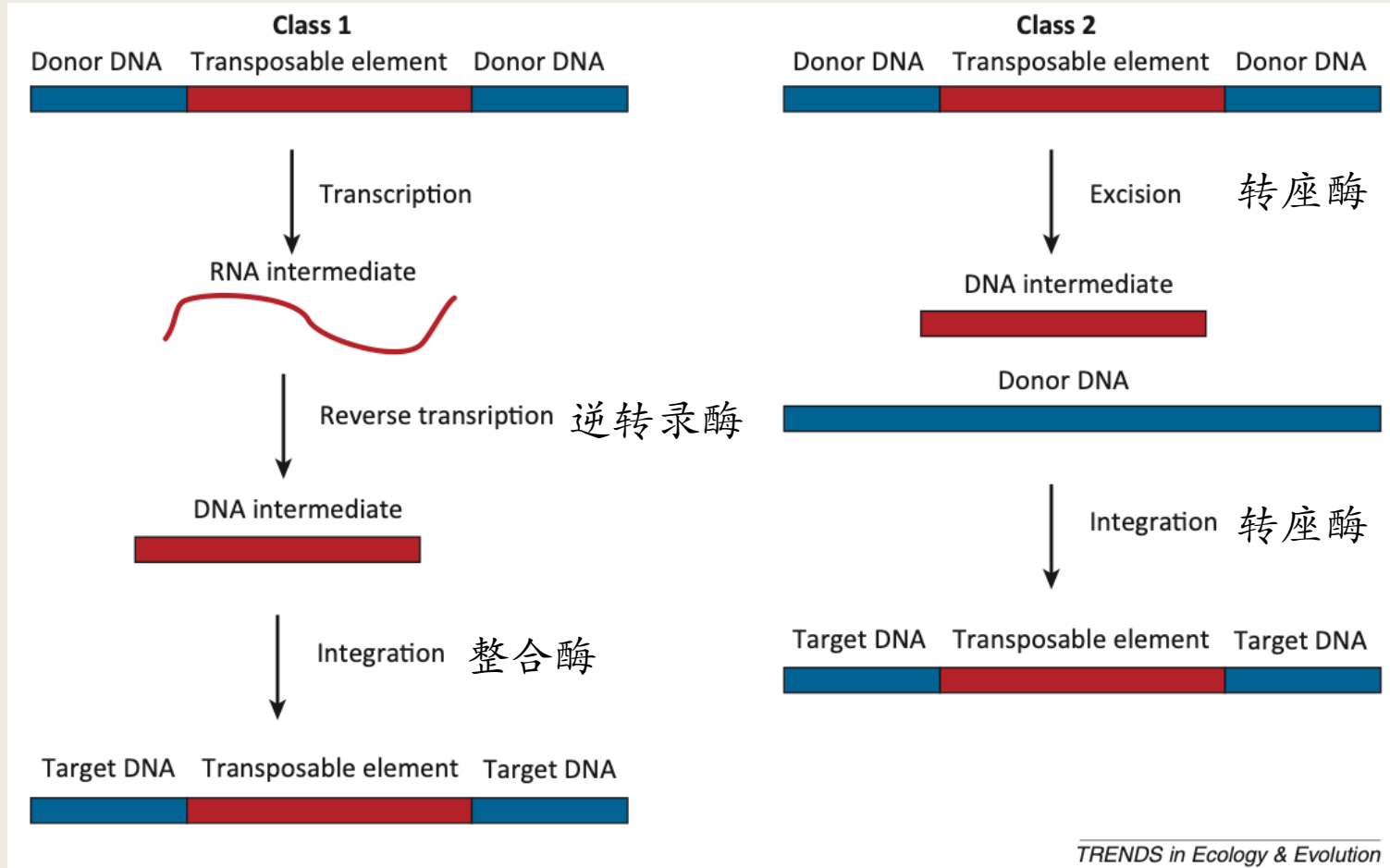
(二) 转座子的分类

■ 转座子广泛分布于原核及真核生物中，基因组的非编码区中包含大量转座子。粪肠球菌基因组的25%，果蝇基因组的15%，人类基因组的45%。

■ 转座子的分类

- 逆转录转座子（或称Ⅰ类转座子）
- DNA转座子（或称Ⅱ类转座子）

转座子的转座需要酶



■ 转座子的分类

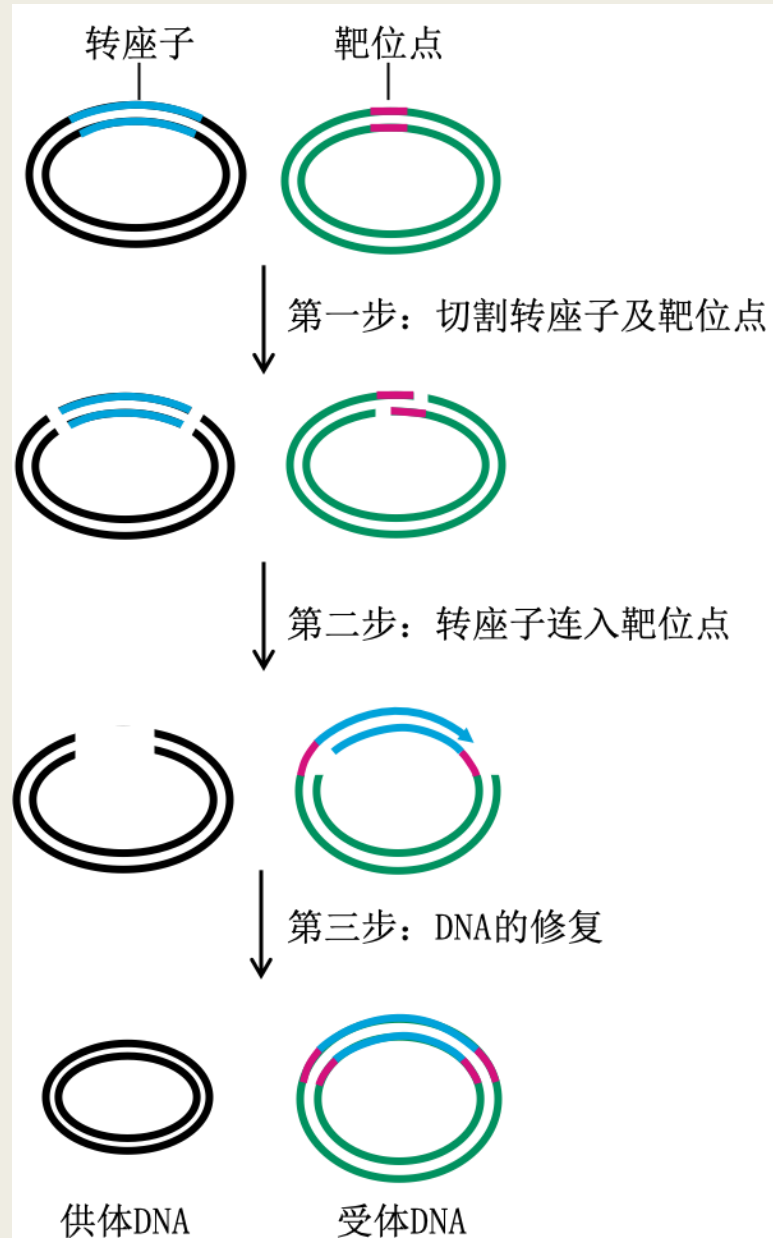
- 自主型转座子
- 非自主型转座子

(三) DNA转座子的四种转座机制

■ 四种转座机制

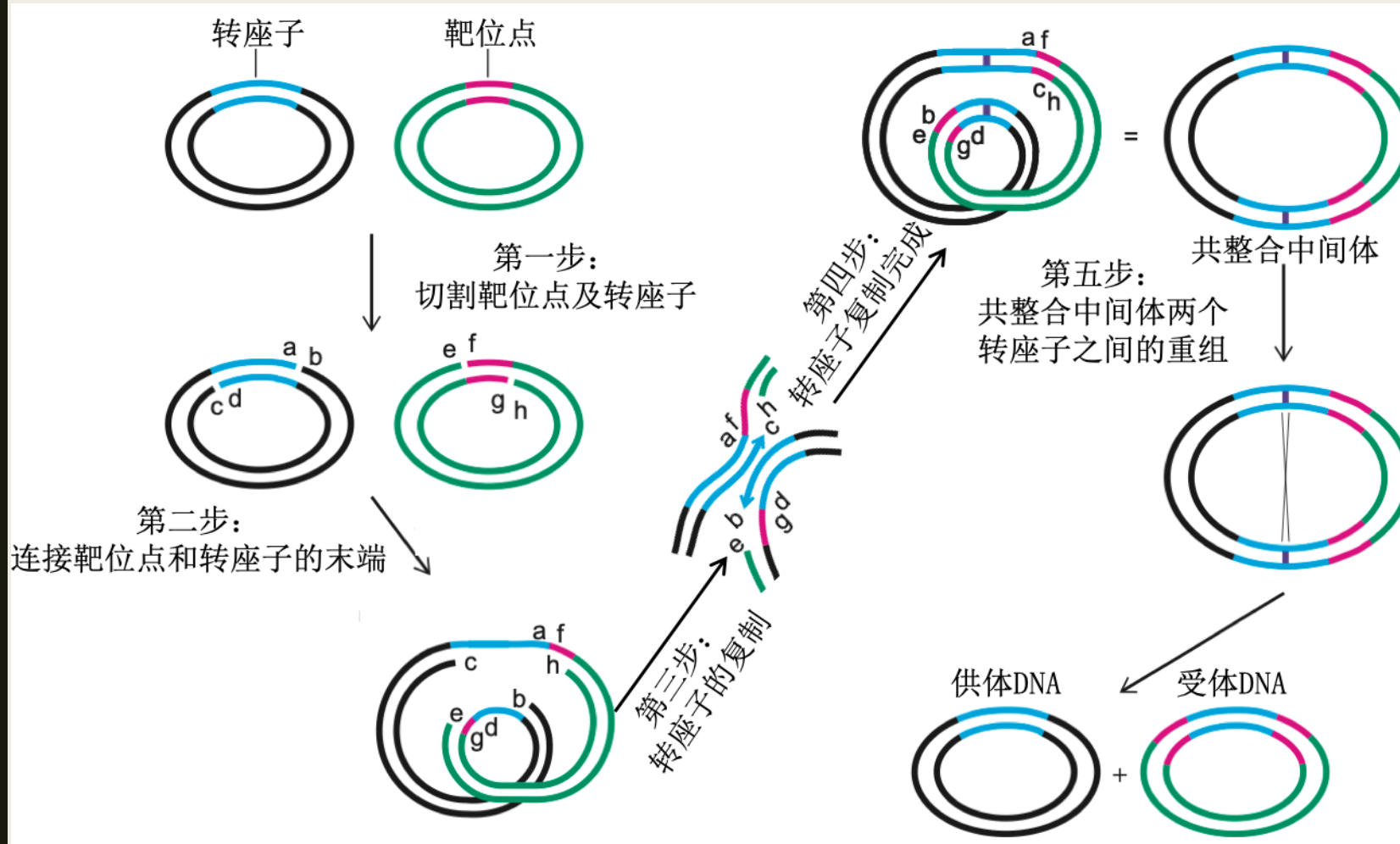
- 剪切-粘贴 (Cut-and-paste) 机制
- 复制-粘贴 (Copy-and-paste) 机制
- 拷出-粘入 (Copy-out-paste-in) 机制
- 剥离-粘贴 (Peel-and-paste) 机制

剪切-粘贴 (Cut-and-paste) 机制



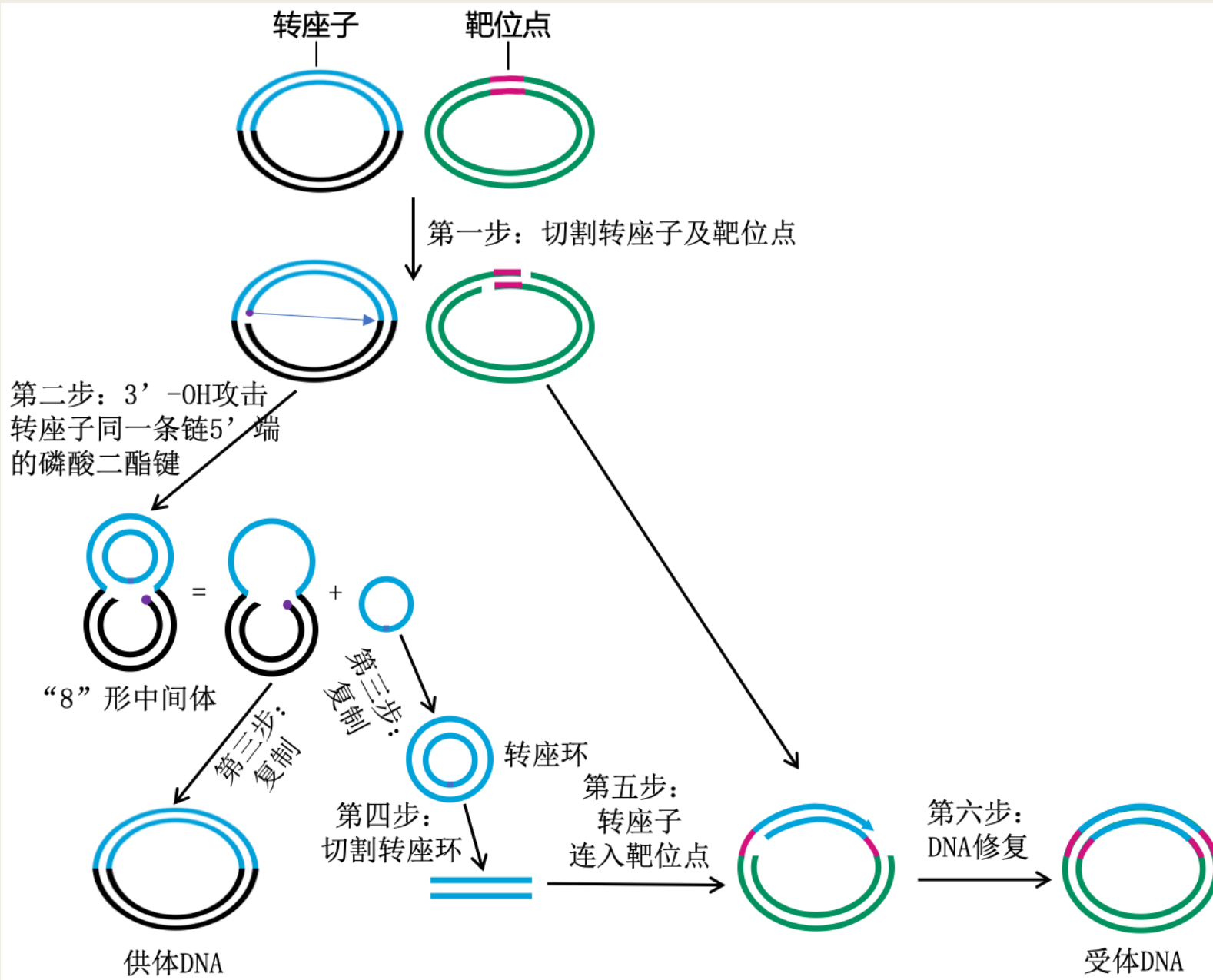
- 原位点的转座子被转座酶切除，并转座至新的靶位点，如插入序列IS1。
- 在靶位点两侧各产生一段短重复序列，这种现象称为靶位点重复 (Target site duplication, TSD)。

复制-粘贴 (Copy-and-paste) 机制



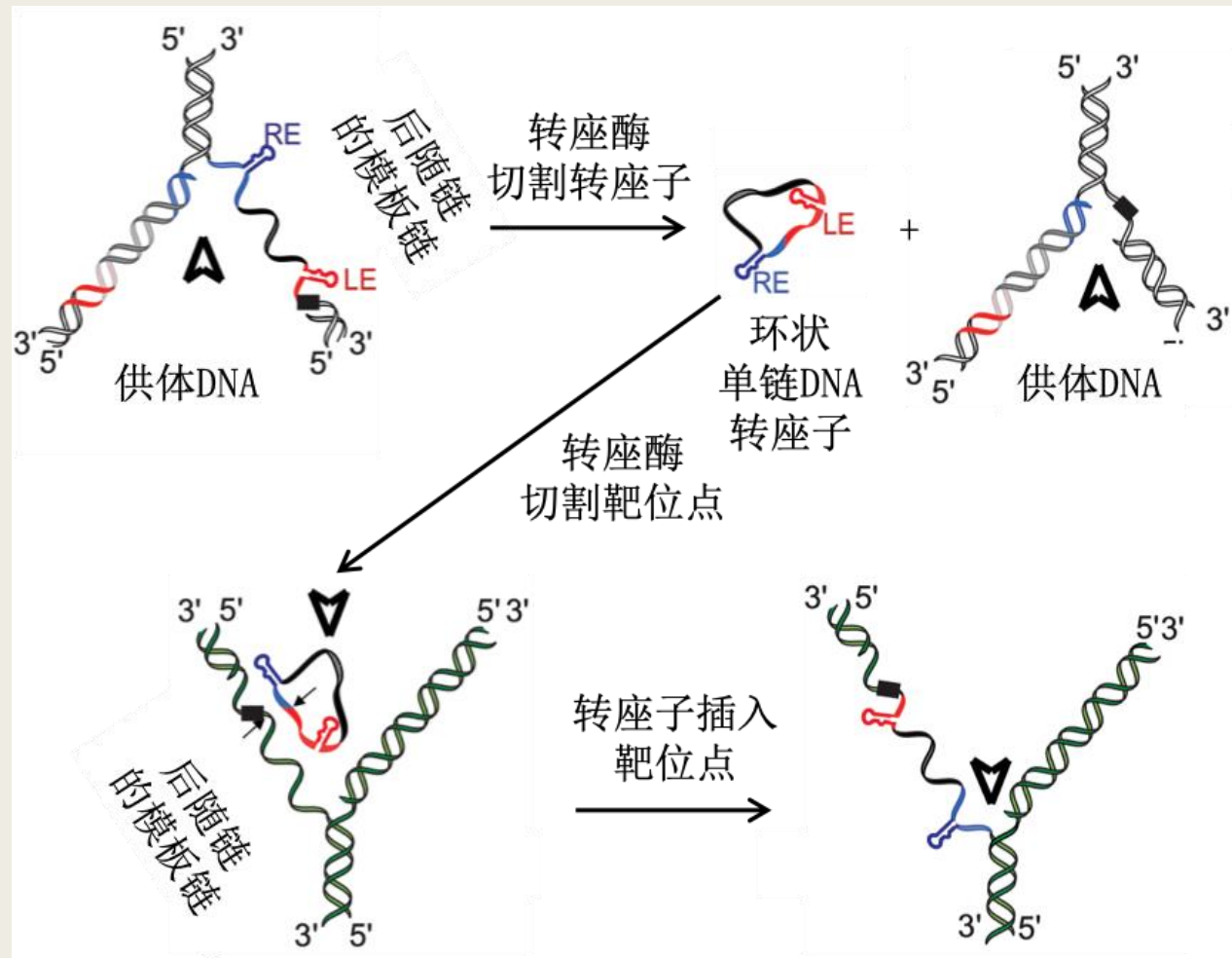
- 原位点的转座子保留，靶位点插入转座子。如大肠杆菌的Tn3转座子和噬菌体Mu。
- 共整合中间体。
- 解旋位点 (Resolution, res)。
- 产生TSD。

拷出-粘入 (Copy-out-paste-in) 机制



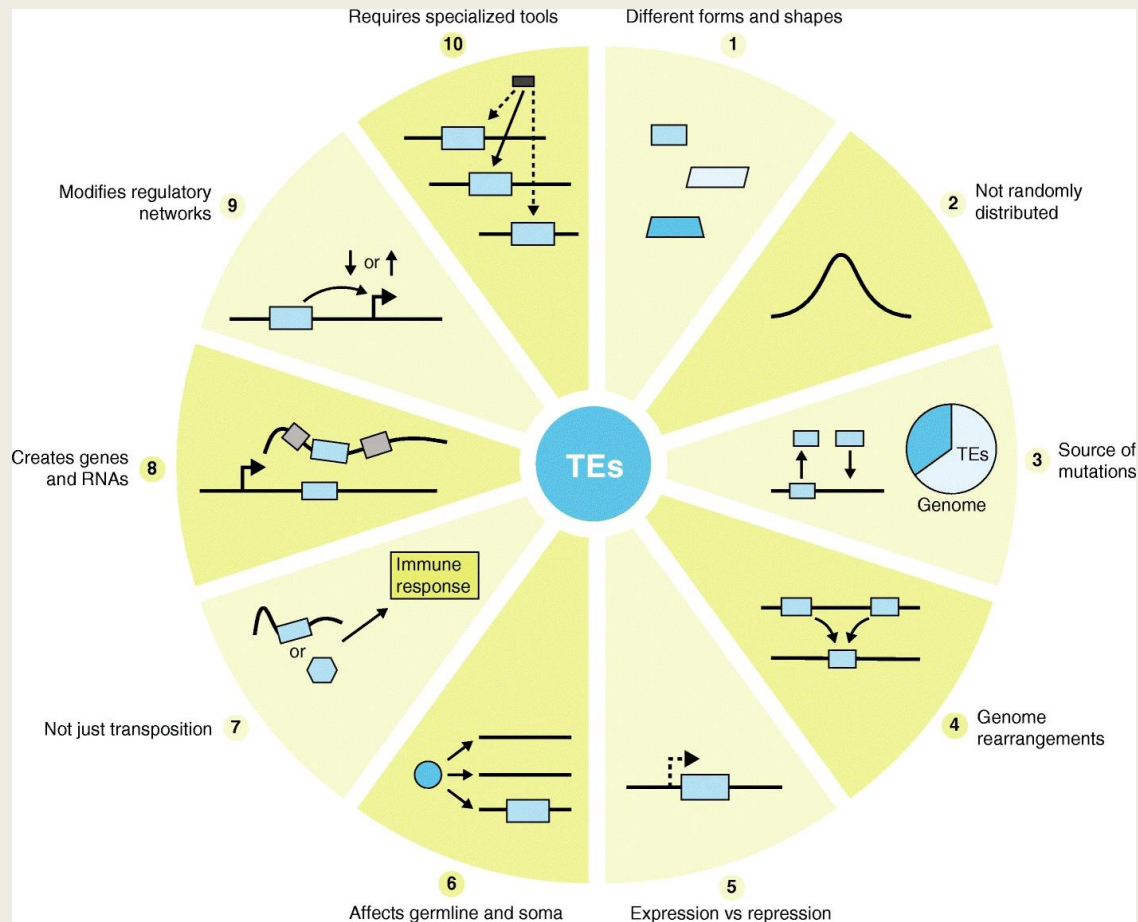
- 原位点的转座子保留，靶位点插入转座子。如IS3家族的IS911转座子。
- 转座环 (Transposon circle) 。
- 产生TSD。

剥离-粘贴 (Peel-and-paste) 机制



- 原位点的转座子保留，靶位点插入转座子。如原核的IS200-IS605家族，以及真核的Helitron家族。又称为单链DNA转座机制。
- 原位点转座子一侧的上游有保守的4核苷酸或5核苷酸，该保守的4核苷酸或5核苷酸是转座的必需元件。
- 不产生TSD。

(四) 转座的遗传效应



- 导致基因的编码序列、调控序列发生缺失或者插入突变，从而改变靶基因或者邻近基因的表达。
- 部分转座子中含有强启动子，可以驱动邻近基因的表达。
- 转座子之间的重组还可能导致DNA的缺失、倒转、扩增或者交叉互换，从而影响基因的表达。
- 转座子的复制型转座导致基因组的碱基数量不断增大。
- 部分起源于转座子的重复序列已经演化为基因表达调控因子结合位点、蛋白编码序列、甚至是新的基因。如RAG1基因即起源于Transib超家族的DNA转座子。