005 锹甲的战斗——昆虫的竞争与繁殖策略

项目	内容
任务名称	锹甲的战斗——昆虫的竞争与繁殖策略
对应分册	《锹甲》(昆虫系列 9 册之一)
核心探究	性选择、形态与功能的适应、竞争行为、繁殖策略
对应主题	生态环境
呼应课标	科学课程“生命的延续与进化”——生物的繁殖与遗传；“生物与环境的相互关系”——生物的行为适应；初中学段：能运用分析综合、推理论证等科学思维方法处理信息；能通过观察、比较与分析，发现并描述不同种类物体的特征
关注能力	行为观察与记录、形态测量、数据分析与比较、逻辑推理
价值观引领	强者的优势与弱者的生存智慧同样值得尊重——自然界的竞争，从来不只是“大”与“小”的对决。

一、探究导入

夏秋季节的夜晚，如果你在路灯下看到一种长着巨大“大颚”的甲虫，那很可能就是锹甲。雄锹甲的大颚像两把弯曲的钳子——有的像鹿角般分叉，有的像匕首般锋利。这些大颚不是为了吃饭（锹甲成虫主要吸食树汁和花蜜，不需要这么大的颚），它们是为了——打架。两只雄锹甲为了争夺配偶，会在树干上展开一场“角力大赛”：它们用大颚夹住对方，试图把对手从树枝上掀翻、抛掷下去。输掉的锹甲黯然离去，赢家获得交配的机会。

在东亚文化中，锹甲被视为“勇敢”和“力量”的象征，是许多孩子热衷饲养的“甲虫王者”。日本平安时代的文献中就有贵族子弟捕捉锹甲作为玩物的记载；到了江户时代，锹甲格斗甚至成为了一种民间娱乐——人们让两只雄锹甲在木桩上对决，押注哪一只会把对手掀翻。锹甲不仅是昆虫，也是一种文化符号。

今天我们就从锹甲的争斗出发，一起探究：雄性锹甲的“武器”——巨大的大颚，到底是为了什么？

二、探究目标

1. 认识性选择与竞争行为的关系，理解形态特征在繁殖中的作用

2. 学习行为观察与形态测量的方法，提升数据分析与比较的能力

3. 理解自然界的竞争与平衡——强者的优势与弱者的生存智慧同样值得尊重

三、探究准备

1. **材料用具**：饲养箱（模拟锹甲栖息环境）、湿润腐殖土或朽木碎屑、测量工具（游标卡尺、直尺）、记录本、相机、放大镜

2. **场地**：室内实验台（保持通风、适宜温度）

3. **安全提醒**：锹甲的大颚有力，操作时戴手套；不徒手捕捉不明甲虫；饲养箱需加盖防止逃逸；不同雄锹甲放在一起可能会激烈打斗，初次放一起需有人观察以防受伤

四、探究过程

（一）提出问题

锹甲为什么有巨大的“大颚”？大颚的大小和形状与它们的战斗力有关吗？为什么只有雄性才有这么大的大颚？

（二）作出假设

锹甲的大颚是性选择的产物，主要用于雄性之间的斗争——大颚越大的个体越容易在争斗中获胜，从而获得更多的繁殖机会。大颚的形态（分叉方式、弯曲角度）可能影响打斗的效率和策略。大颚也是实力信号——对方看到大颚就能判断实力，从而避免不必要的打斗。

（三）设计并实施探究方案

活动 1：锹甲形态观察与测量

在饲养箱中观察锹甲，对不同个体进行测量和比较（如只有一只，可查阅资料补充数据）：

测量项目	个体 1	个体 2	个体 3	平均值
体长（不含大颚）mm	_____	_____	_____	_____
大颚长度（mm）	_____	_____	_____	_____
大颚最大宽度（mm）	_____	_____	_____	_____
大颚颜色	_____	_____	_____	_____
大颚是否有内齿	□有 □无	□有 □无	□有 □无	—
大颚分叉方式	_____	_____	_____	—

我们注意到：不同个体的锹甲大颚大小差异很大，有的几乎和身体一样长，有的则明显较短。大颚越大的个体看起来越“威武”。

活动 2：锹甲争斗行为观察

变量控制：在相同饲养条件下观察，使用体型相近的配对进行对比

两只雄锹甲放入饲养箱后，观察记录它们的争斗过程：

观察项目	第一次打斗	第二次打斗	第三次打斗
两只锹甲的体长差	_____mm	_____mm	_____mm
大颚长度差	_____mm	_____mm	_____mm
谁先发起攻击	_____	_____	_____
主要战术	□掀翻 □推挤 □夹住抛掷	□掀翻 □推挤 □夹住抛掷	□掀翻 □推挤 □夹住抛掷
打斗持续时间 (秒)			
获胜方的大颚大小	□较大 □较小	□较大 □较小	□较大 □较小

我们发现：体型更大、大颚更长的锹甲在争斗中获胜的概率更高。但偶尔也有“以巧取胜”的情况——较小的锹甲在对手大颚卡住时突然发力，成功掀翻对手。这说明大颚大小不是胜负的唯一决定因素，战术和时机同样重要。

活动 3：同种不同个体的战斗策略记录

对比 3-5 组不同大颚组合的锹甲在争斗中的胜负关系和策略：

大颚组合	获胜方的大颚	战斗方式	胜负
大 vs 小			
中 vs 中			
同体型			
不同体型			

我们注意到：体型相当的两只锹甲打斗更激烈，持续时间更长；体型悬殊的则可能一方直接避战，或者很快结束战斗。大颚不仅是战斗工具，也是“实力信号”——看到对方比自己大，弱者可能直接放弃，避免受伤。这是一种“信号-评估-决策”的行为链——先用视觉评估对手实力，再决定是战是退。

（四）搜集证据整理结果

1. 锹甲的大颚长度与体长呈一定比例，不同种类的大颚形态差异明显。同一物种中，雄性的大颚远大于雌性——这是典型的性二型特征（同一物种两性之间在形态上存在差异的现象）。

2. 打斗观察表明：大颚越长、越宽大的个体在争斗中胜率越高（约 75%），但体型优势（体长差异超过 10%）比单一的大颚长度更能决定胜负。

3. 战斗策略分析：大颚分叉多、内齿发达的种类更擅长“夹住”对手；大颚呈弧形的种类更擅长“掀翻”对手。不同的形态对应不同的战斗风格。分叉多的形

态像钳子，适合夹住对手固定；弧形的形态像杠杆，适合发力掀翻。

4. 优势方在打斗前会张开大颚“展示”——这是一种警告信号，让对手评估实力后再决定是否开战，以降低不必要的能量消耗和受伤风险。这是一种“仪式化”的战斗——真正打伤对方的极端打斗很少发生，大多数情况下体型较小的一方会在展示阶段自行退却。

（五）得出结论

锹甲的大颚是性选择的产物，被用于雄性间的繁殖竞争。大颚的长度、宽度、分叉方式和内齿发育程度都会影响战斗力的表现。大颚更大的个体通常能够击败小颚个体，获得更多的交配机会，从而将“大颚基因”更有效地传递下去。这种“武器竞赛”是自然选择的一个特殊分支——不是“适者生存”，而是“美者得配”——在繁殖竞争中具有优势的个体得以延续后代。

五、成果制作

制作《锹甲的战斗》科普展板或“大颚结构”模型：

1. 锹甲形态结构图（标注大颚、触角、足、翅鞘等部位）

2. “大颚长度与战斗力关系”数据图（根据观察结果绘制）

3. 锹甲不同种类的形态对比（可参考资料图片）

4. “自然界的竞争与平衡”文字感悟

六、交流反思

1. 只有雄性锹甲才有巨大的大颚，雌性的颚很小。为什么雌性不需要这样的大颚？——雌性不需要通过竞争来获得配偶，它们需要的是更多的能量用于产卵。大颚对雌性来说是“不必要的负担”。

2. 大颚越大，打斗越强，那为什么不是每一只锹甲的大颚都无限长大？长得太大可能会带来什么“代价”？——过大的大颚消耗更多发育能量，影响进食效率，还会降低飞行和移动的灵活性。自然选择会平衡“优势”和“代价”，使大颚的平均大小稳定在一个最优范围内。

3. 生物世界中的“竞争”和人类社会中的“竞争”有什么相同和不同？“公平竞争”在自然界中存在吗？——自然界不存在规则意义上的“公平”，但存在“信号评估”机制——双方通过展示武器来评估实力，弱者自行退让，避免了极端打斗。这或许也是一种“节省成本”的策略。

七、科学与文化融合

在东亚文化中，锹甲被视为“勇敢”和“力量”的象征。日本平安时代的文献中就有贵族子弟捕捉锹甲作为玩物的记载；到了江户时代，锹甲格斗更成了一种民间娱乐——人们让两只雄锹甲在木桩上对决，押注哪一只会把对手掀翻。在中国民间，锹甲也被称作“独角仙”的“亲戚”（虽然分类上不同），孩子们会在夏夜的路灯下寻找它们，带回家里比比谁的“甲虫”更大、更强。

古人看见锹甲的大颚，看见的是“力量”和“勇气”。他们不知道，这副巨大的“武器”不是为了捕食（锹甲成虫其实温顺，只吸食树汁），而是为了在繁殖竞争中获胜——大颚越大，越能赶走对手，越能获得交配机会。我们看见的是性选择的逻辑。但古人和今人有一个共同点：我们都为那只举起大颚、奋力战斗的甲虫而驻足。一只锹甲与一句“勇者无畏”之间，隔着的是人类对力量的不同理解。

八、探究感悟

锹甲的大颚是自然界中“武器竞赛”的经典案例。为了获得交配的机会，雄性锹甲演化出了巨大的“战斗工具”，在树干上展开一场场激烈的较量。赢家获得繁殖权，输家黯然离去。这就是性选择的逻辑——不是“能不能活下去”，而是“能不能留下后代”。

但我们也看到：大颚并非越长越好。过度发达的大颚会消耗大量能量，影响进食和移动的灵活性。自然界没有“完美”的适应，每一种优势都伴随着相应的代价。只有在“收益”超过“代价”的范围内，自然选择才会推动演化。

当我们观察一只锹甲在树干上举起大颚的那一刻，我们看到的不仅是一场昆虫之间的较量——我们看到了亿万年演化形成的生存法则：在竞争中，适者生存；在合作中，强者共生。而每一只锹甲，无论大小，都是这条法则的见证者和参与者。

《真实的大自然·锹甲》分册用高清摄影图片完整呈现了锹甲从卵到幼虫、蛹、成虫的生命历程，以及雄性锹甲在树干上激烈打斗的精彩瞬间。精美的图片展示了锹甲大颚的精美结构——如同武士的兵器，既危险又美丽。透过真实的镜头，我们得以看见：在微小生命的世界里，也有着与人类相似的竞争与选择。无论胜负，每一场战斗都是生命为了延续而做出的最大努力。

注：本探究任务对标《义务教育阶段科学教育“做中学”领航行动指南》核心精神。学生可以根据自己的兴趣与身边的资源参考本课题制定个性化的探究课题，用跨学科项目制的学习方式进行整合。