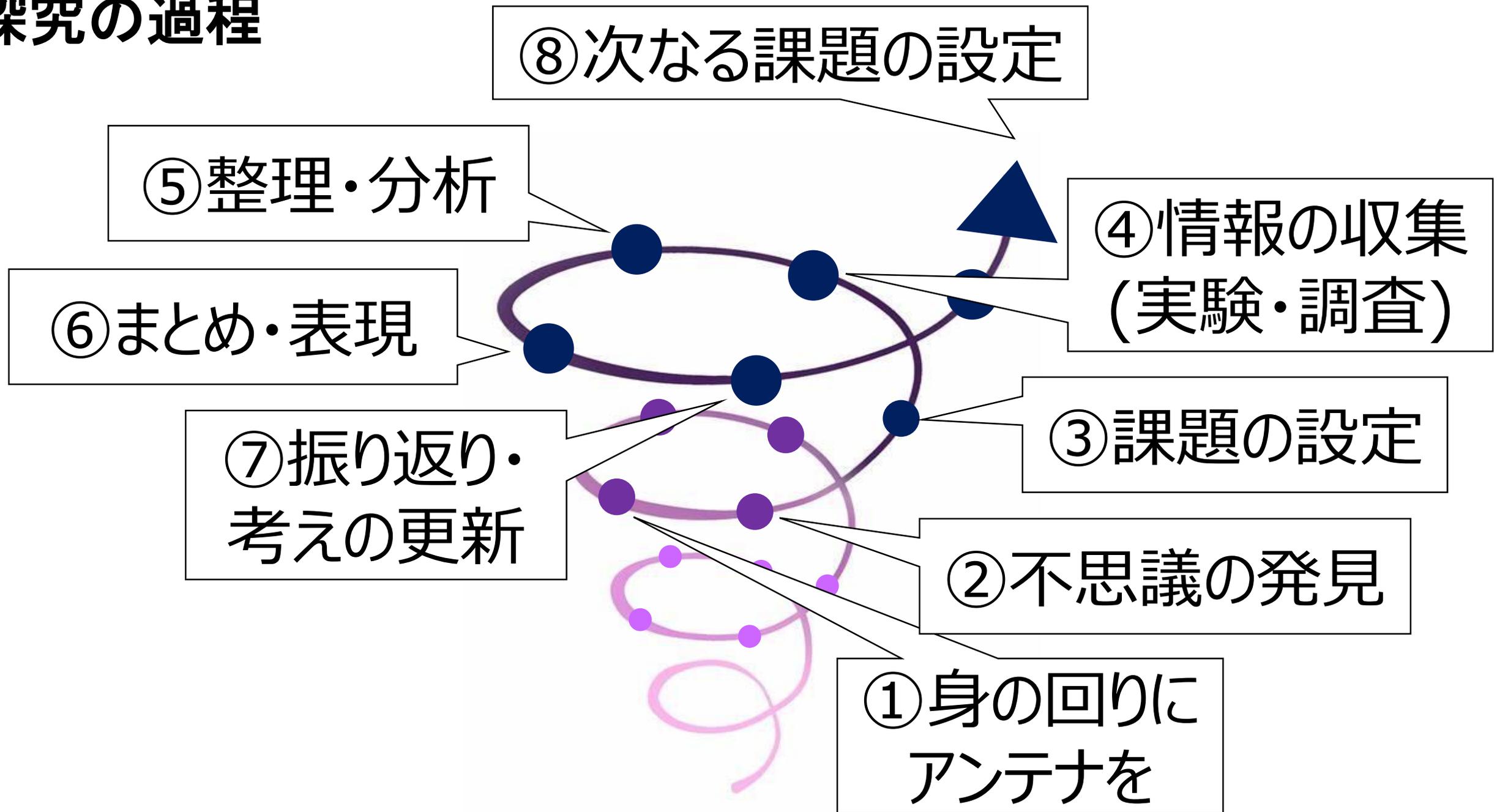


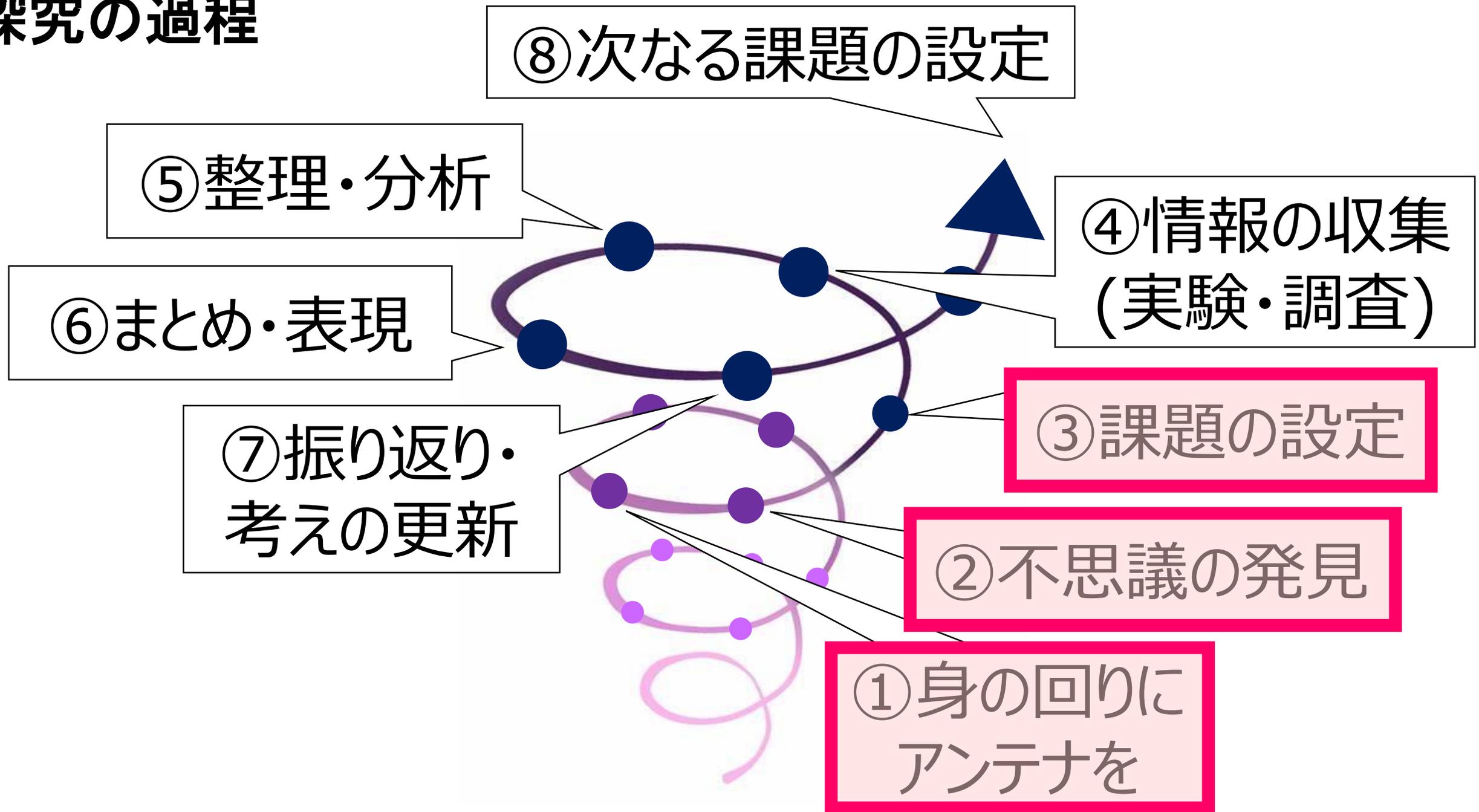
KSI・I 森林研修×課題研究テーマ設定

バイオミメティクス 研修

探究の過程



探究の過程



本日の目的と内容

生物観察を通して課題研究テーマ設定のヒントを得る

- ①各班1種の生物（あるいは標本）を観察して、たくさん気づき・発見
- ②①での気づきや発見をどのように応用できるか、アイディアを生み出す

はじめに 1 観察のスキル

Why do bumblebees raise their legs?

Hokkaido Sapporo Keisei high school
Tsubasa Haneda Wataru Yamagishi
Endo Issei Daiki Kohno



1. Research of background and purposes

Bombus (one of the species called bumblebees), which range throughout Japan, play important roles for plants as pollinators. In some kinds of *Bombus*, the reaction in which they raise middle or back legs is known, however, the detail of the reaction has not yet been solved. The authors set the following aims; determine the adequate stimulus and frequency of the reaction, and estimate the ultimate factor of the reaction. We used vibrational and visual stimuli on the individuals of *Bombus terrestris* (materials of this study), and observed them in the laboratory. As a result, we found that they raise their legs regularly in response to each of the stimuli we mentioned above. Furthermore, during our observation, we also determined the frequency for each stimulus and patterns of the reaction. The conclusions from the result of the experiments and discussion are that the vibrational and visual stimuli are adequate to produce the reaction, the frequency of the reaction varies between each stimulus, and more inspections are needed to estimate the ultimate factor of the reaction.



Fig.1 *Bombus terrestris* raising their legs.

2.Hypothesis, question and inspection methods

Hypothesis 1 - The adequate stimulus is from vibration.

→ hit the object to the case and give a shock to the bees.

Hypothesis 2 - The adequate stimulus is from visual.

→Bring objects close to bees.

Question1 - Difference of frequency when they get two stimuli.

→Do the above at the same time.

Question2 - Difference of the raised legs side

→Swing a pendulum right side and left side.

3.Experiments

3-1.Experimental population

In 2020 July, we collected a *Bombus terrestris*'s nest. We used these bumblebees. We got a permission from Ministry of the Environment (Number20000141)



Fig.2 Rearing case

4. Definition of raising their legs.

• We defined horizontal line with desk. If they raise their legs over this line in these experiments, we decided they reacted, when they didn't, we judged as no reaction.



Fig.3 Definition of raising their legs

5.Results

• Figure9 shows data of experiment1 experiment2-1 and experiment2-2.

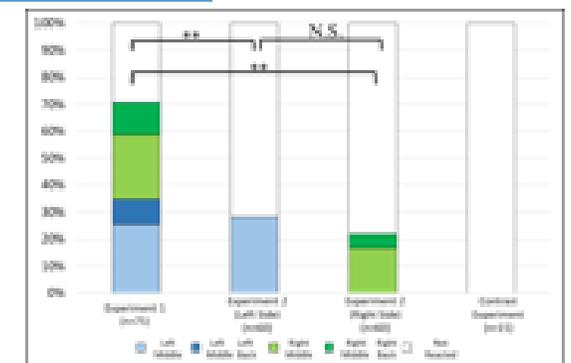
Experiment 1 = 53(71%)

Experiment 2-1 = 17(28%)

Experiment 2-2 = 13(22%)

• They raised legs same side of pendulum in experiment2-1 and experiment2-2.

• From result of chi square test, the frequency of raising their legs in experiment1 is higher than

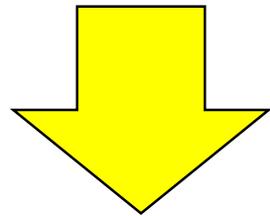


Result of χ^2 test when we classified "reacted" and "not reacted"
Sign of χ^2 test: * p<0.05, ** p<0.01, N.S. Not Significant

Fig.9 Results of experiment 1 and experiment 2

はじめに 1 観察のスキル

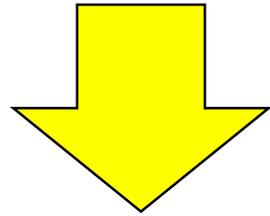
仮説：マルハナバチはモノが近づくと中脚を上げる行動をとる



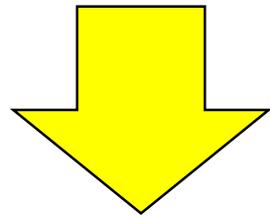
仮説検証の実験

はじめに 1 観察のスキル

野外での昆虫採集の中で気づき



仮説：マルハナバチはモノが近づくと中脚を上げる行動をとる



仮説検証の実験

はじめに 1 観察のスキル

Behavior Analysis of *Lefua nikkonis* ~Comparison with *Misgurnus anguillicaudatus* ~

Keisei Suga Moegi Shimotori Mii Oikawa Ataka Maeda Raion

1. Background and purpose

Behavior of *Nikkonis* tried to clarify the difference in behavior between the two species because the behavior was not seen in *Anguillicaudatus*.



Fig1. Picture of *Lefua nikkonis*



Fig2. Picture of *Misgurnus anguillicaudatus*

2. Hypothesis, question and inspection methods

Hypothesis 1 : *Nikkonis* is in a layer of water above *Anguillicaudatus*.

Hypothesis 2 : *Nikkonis* swim with companions rather than *Anguillicaudatus*.

3. Experimental population

Materials In 2021 may, we caught three *Nikkonis* and five *Anguillicaudatus*. We got a permission from Hokkaido Forest Management Bureau.

4. Experiment1 and 2 condition

- We used the aquarium
Water temperature 20°C, water depth 12cm, illuminance 50~150lux

5. Experiment1

O5-1. Purpose and Way of experiment1

- 1 individual (*Nikkonis* or *Anguillicaudatus*) was released and taken (3 minute×2 times and total 16 times).
- We divided the water level into 8 equal parts with *UMAtacker* and found out stay times of each water levels.



Fig3. The water level into 8 equal parts

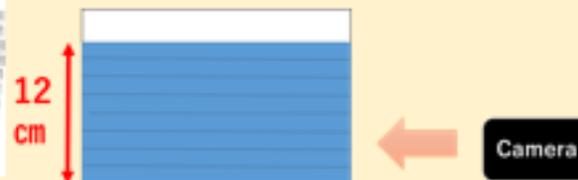


Fig4. Picture of experiment1

6. Experiment2

O6-1. Purpose and Way of experiment2

- 2 individuals (*Nikkonis* or *Anguillicaudatus*) of the same species were released in the aquarium and photographed like Fig7.
- 3 pairs of individuals of the same species× 3 minutes × 3 experiments

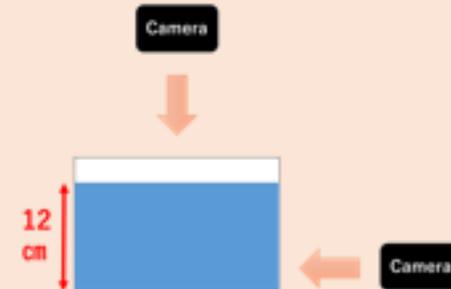
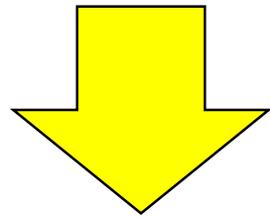


Fig7. Picture of experiment2

はじめに 1 観察のスキル

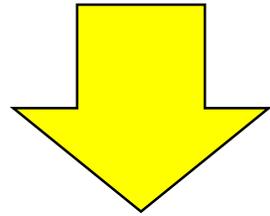
仮説：エゾホトケドジョウはドジョウよりも泳ぐ水位が高い。



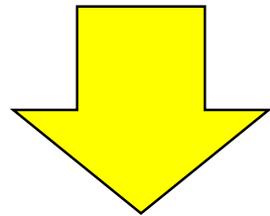
仮説検証の実験

はじめに 1 観察のスキル

水槽内で2種の違いを観察して気づき



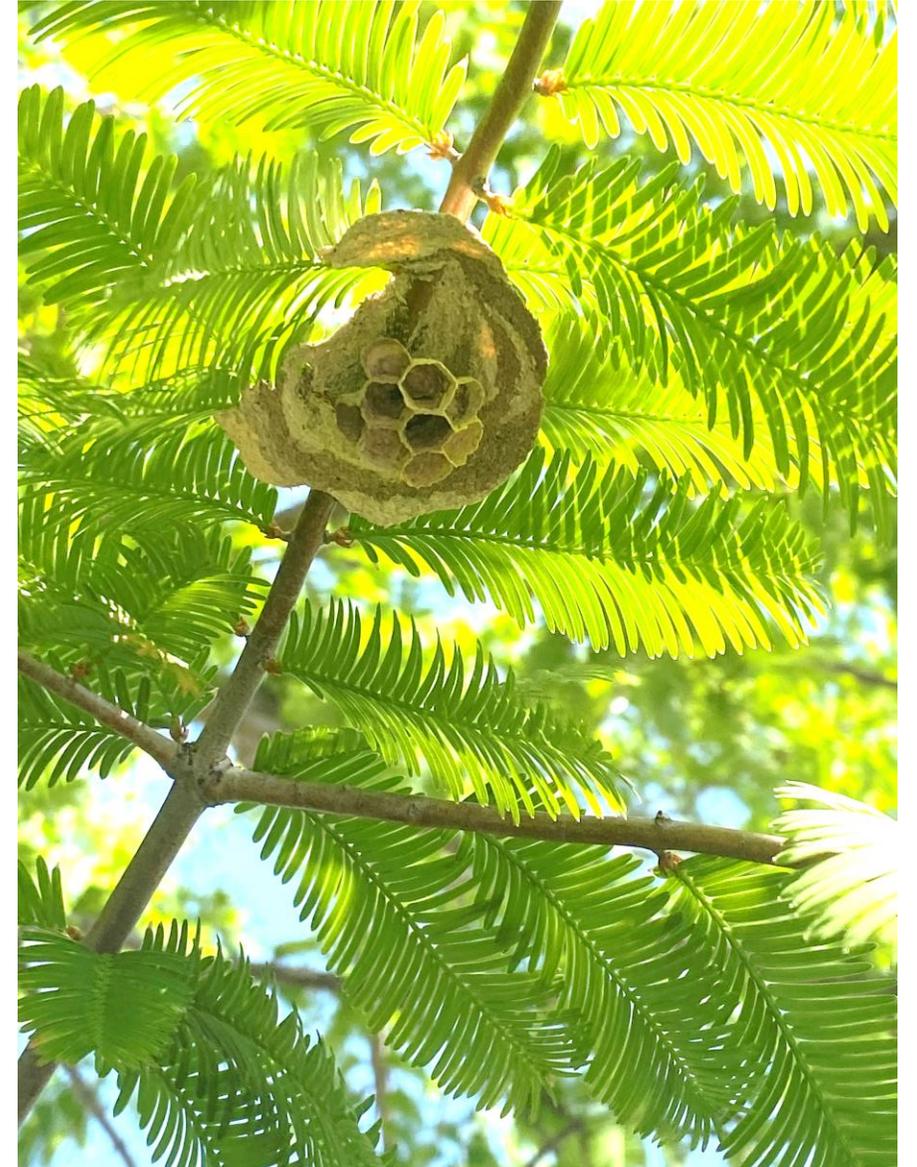
仮説：エゾホトケドジョウはドジョウよりも泳ぐ水位が高い。



仮説検証の実験

はじめに2 観察のポイント

蜂の巣は六角形



はじめに2 観察のポイント

蜂の巣は六角形



●当たり前と思わずに「不思議だな」
「なぜ?」「どうして?」を大切に

昆虫類 1
クワガタ
★生物室

昆虫類 2
チョウ
★生物室

昆虫類 3
スズメバチ
★生物室

魚類
ドジョウ・
エゾホトケド
ジョウ
★飼育室

両生類
モツゴ
★飼育室

は虫類
シマヘビ
★地学室

は虫類
ミシシッピアカ
ミミガメ
★地学室

植物
ミズナラ
★地学室

植物
トドマツ
★地学室

その他
蛇皮・蜂の巣・
鹿の角
★地学室

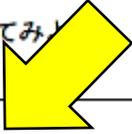
はじめに3

230711 KSI・I バイオメテックス研修

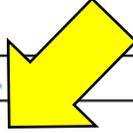
1年8組 番 氏名 _____

1 KSI・I 生物を観察してみよう

(1) 観察した生物は何ですか？



(2) 観察の中で、気づいたこと、発見したこと、をできるだけたくさん書いてみよう。



(3) (2) について、考察されること、詳しく調べてみてわかったことをまとめてみよう。

つぎに1 バイオミメティクスって何？

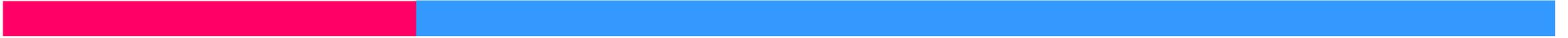
参考図書：下村政嗣他(2016), 『今日からモノ知りシリーズ トコトンやさしいバイオミメティクスの本』



本の表紙
の画像

つぎに1 バイオミメティクスって何？

biomimetics



つぎに1 バイオミメティクスって何？

biomimetics



mimesis 名

mimetic 形

mime 動

つぎに1 バイオミメティクスって何？

biomimetics



生物模倣

つぎに1 バイオミメティクスって何？

バイオミメティクス：

生物機能の本質を明らかにして、人間のテクノロジーに移転して再現

バイオテクノロジー：

発酵や醸造、遺伝子工学のように生物を使ってものづくりをする技術

つぎに2 バイオミメティクスって何？ 例①

『今日からモノ知りシリーズ トコトンやさしいバイオミメティクスの本』より引用

サメの表皮構造

つぎに2 バイオミメティクスって何？

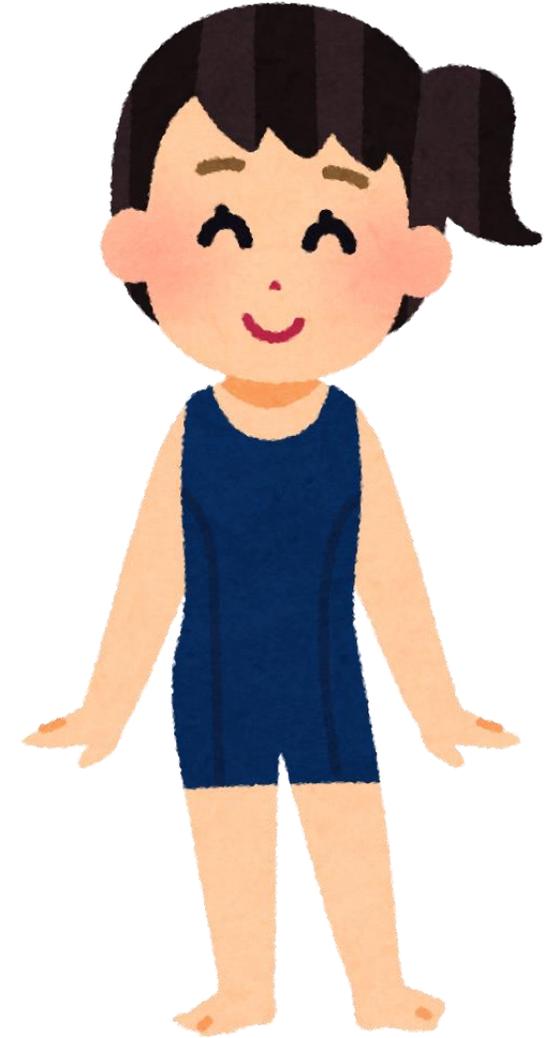
例①

『今日からモノ知りシリーズ トコトンやさしいバイオミメティクスの本』より引用

リブレット構造

つぎに2 バイオミメティクスって何？

例①



つぎに2 バイオミメティクスって何？ 例②



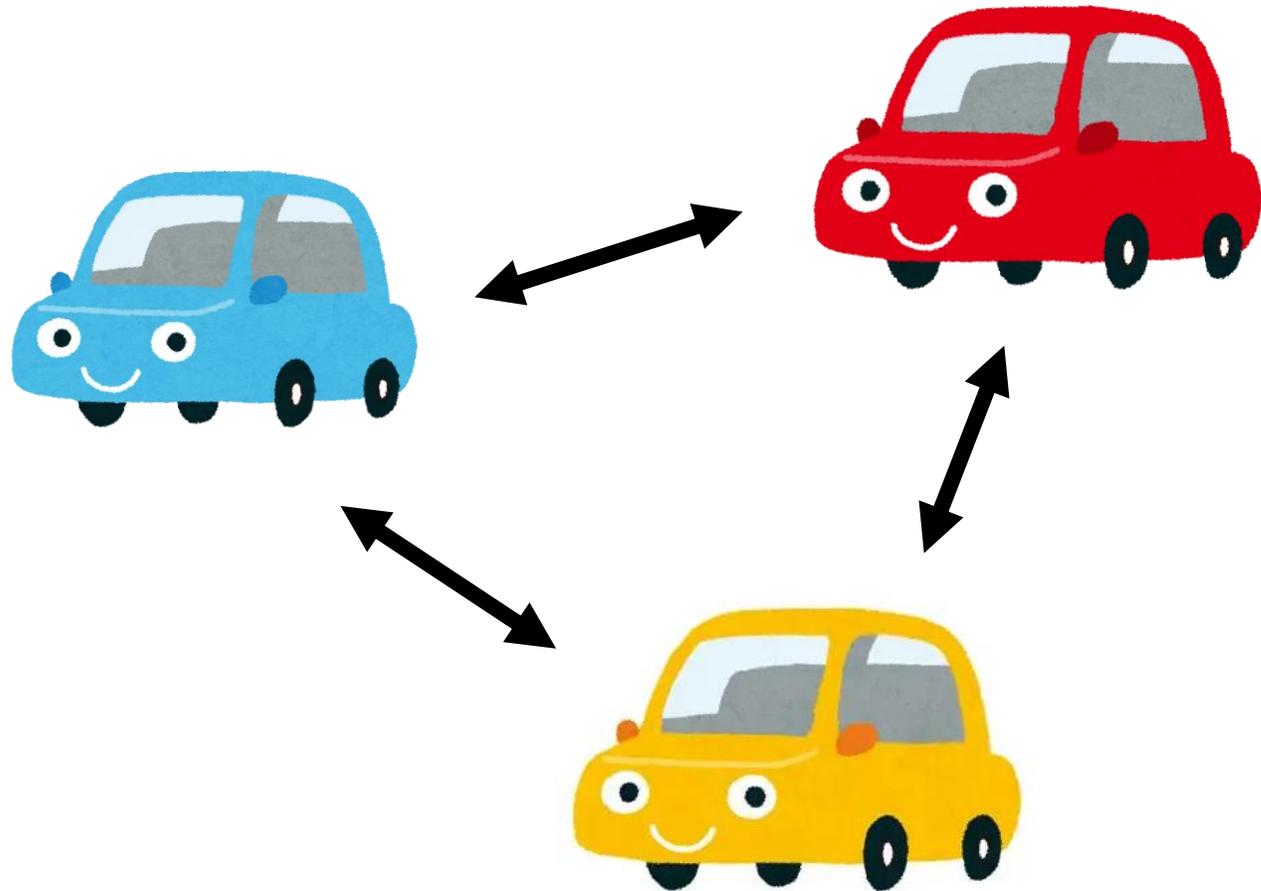
つぎに2 バイオミメティクスって何？ 例②

『今日からモノ知りシリーズ トコトンやさしいバイオミメ
ティクスの本』より引用

魚がぶつからない3つのルール

つぎに2 バイオミメティクスって何？

例②



つぎに3

230711 K S I ・ I バイオミメティクス研修

年 組 番 氏名

1 K S I ・ I 生物を観察してみよう

(1) 観察した生物は何ですか？

(2) 観察の中で、気づいたこと、発見したこと、疑問に思ったこと、などをたくさん書いてみよう。

ネットやA I 使用 ○

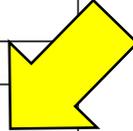
(3) (2) について、考察されること、詳しく調べてみてわかったことをまとめてみよう。

(4) (2) と (3) の中から、社会生活に応用できそうな「特徴」を1つ選ぼう。その特徴について、バイオミメティクスの観点からのアイデアを考えてみよう。そのアイデアをまとめてみよう。

特徴

私たちのアイデア

ネットやA I 使用 ×

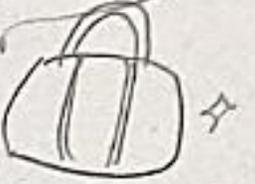


まとめ1 過去の先輩のアイデア

構造色

色あせない

→ 元の色を保ちたいものに...



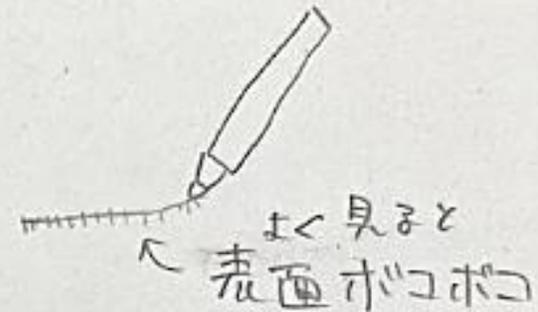
たくさん色は必要なく、
散布の違いで中間色を作る。

→ 色の節約

光を当てると濃く光って見える

→ 特殊素材、光エネルギーになる？
ステージ衣装（スポットライト当たると
めっちゃ光る。素晴らしい感じのやつ

見る方向で色が変わる → 特殊素材、色が変わるポン



まとめ 1 過去の先輩のアイデア

バイオミメティクス

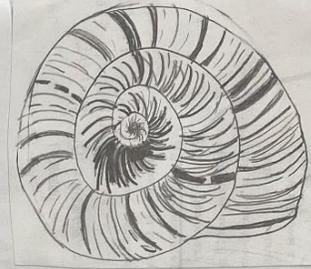
1班

「カタツムリの殻」

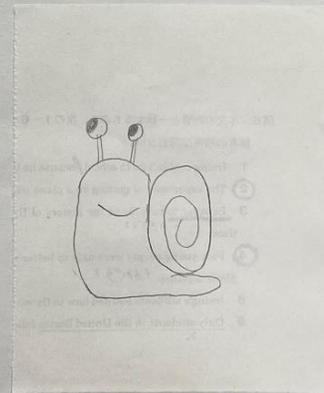
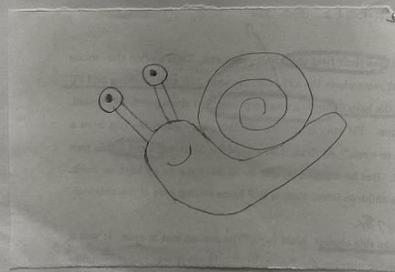
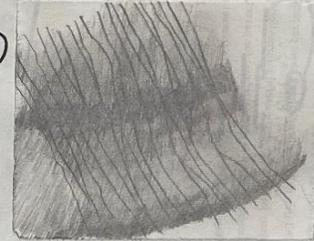
カタツムリの殻の表面には、細かい凹凸や規則正しい微細なディンプルが無数にある。そのため、付着したゴミは雨で洗い流せる。

↓ それを利用して

汚れを落としやすい壁や屋根、車靴、服、食器などに利用できるを考える。

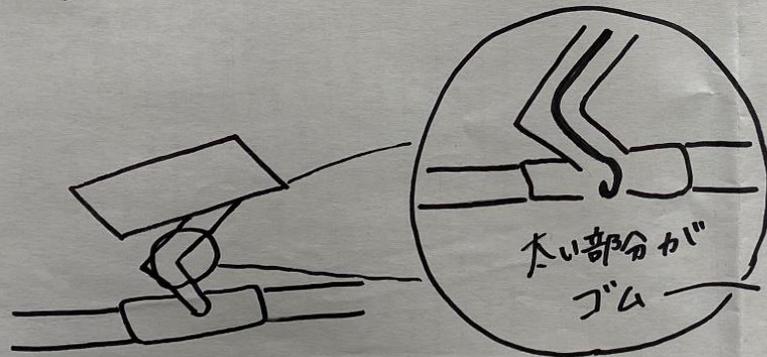
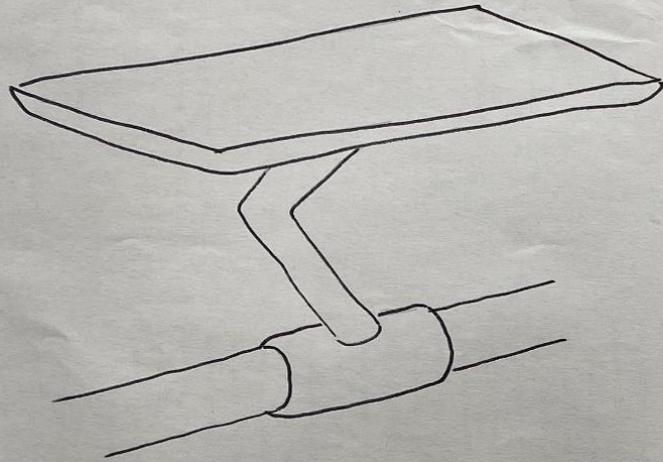


表面の拡大



まとめ 1 過去の先輩のアイデア

カラスのあしの構造を利用



カラスのあしの構造



筋肉がひざを曲げると
足先が丸まる構造になっている

(人間 ⇒ ひざ
カラス ⇒ かかと の位置)

⇓ これを利用して...

柱の部分が曲がると
下の部分が丸まって

糸田い所にも

物が置ける!

筋肉の
代わり

まとめ2

蜂の巣は六角形



ハニカム構造 (強度と剛性)



先行研究が
少なければ
研究テーマ
となる！

● 当たり前と思わずに「不思議だな」
「なぜ?」「どうして?」を大切に

まとめ2 アイディアを生み出すために

粘菌にも知性がある

生態の研究

異分野を
つなぐ

数学の方法論

i P S 細胞

少年の時のコンピュータの知識

異分野を
つなぐ

基礎医学の研究

火山のマグマを透視する

素粒子物理学ミューオンの研究

異分野を
つなぐ

地球物理学
火山噴火予知研究

チョウの翅 × 革製品

カラスの足 × もの置き台

カタツムリの殻 × 壁

アイデア
創出のカギ

●何かと何かをむすびつけることで、
新しいアイデアが生まれる

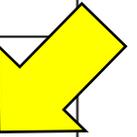
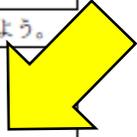
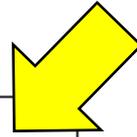
夏休み

2 夏季休業中課題① 身の回りの何かを観察してみよう

(1) 観察した対象は何ですか？（生物である必要はない）

(2) 観察の中で、気づいたこと、発見したこと、疑問に思ったこと、などをたくさん書いてみよう。

(3) (2) について、考察されること、詳しく調べてみてわかったことをまとめてみよう。



3
(1)

問い

検証



を2
れば

問い

検証



夏休み

2 夏季休業中課題① 身の回りの何かを観察してみよう

(1) 観察した対象は何ですか？（生物である必要はない）

--

(2) 観察の中で、気づいたこと、発見したこと、疑問に思ったこと、などをたくさん書いてみよう。

--

3 夏季休業中課題② 課題研究のテーマを立ててみよう

(1) 1あるいは2「不思議だな?」「なぜ?」と考えたの中から、自分で検証できそうな「問い」を2つ選んでみよう。さらに、その「問い」を検証するには、どのような実験・調査の方法を用いれば良いか、考えてみよう。

問い	↙
検証方法	

問い	↙
検証方法	

探究の過程

