

アチチ君は**新種**のヨコエビだった！

～ヨコエビの世界へようこそ～

広島大学 教育学部・
大学院人間社会科学研究科
富川 光



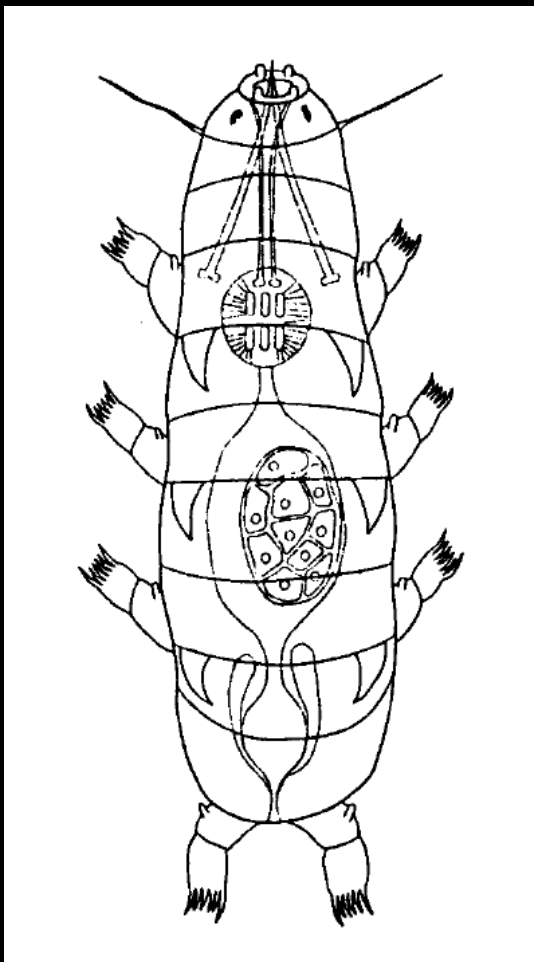
温泉にすむ

生きもの

オンセンクマムシ

長崎県雲仙温泉

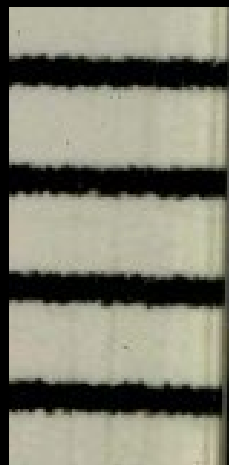
(Rahm 1937)



図：野田 (1997)

オンセンゴマツボ

大分県湯布院温泉/ 大分県別府温泉



写真：微小貝HP (<https://bishogai.com/index.html>)

環境省レッドリスト
絶滅危惧IA類 (CR)

生息可能な最高温度

Withers (1992) ・
杉森 (2016) ほか

動物

魚類

35°C

両生類

38°C

甲殻類

58°C

昆虫類

51°C

軟体動物

43°C

植物

維管束植物

45°C

コケ植物

50°C

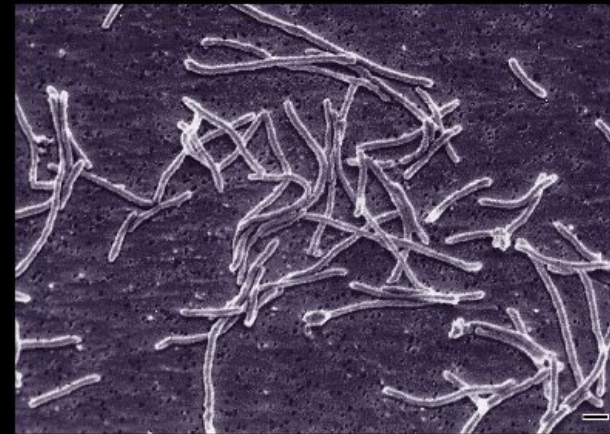
細菌

シアノ
バクテリア

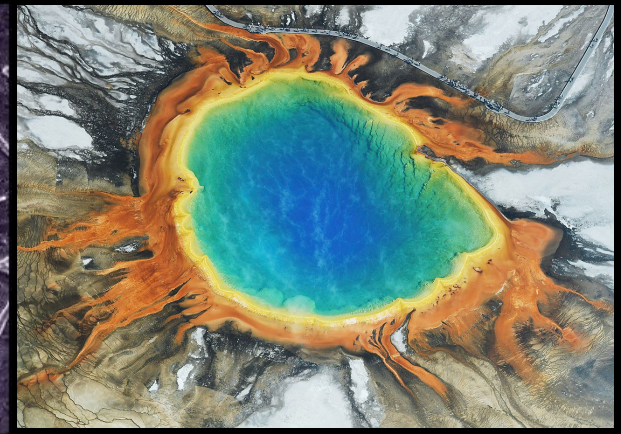
75°C

好熱菌

>90°C



好熱菌
Thermus aquaticus



イエローストーン公園
の温泉

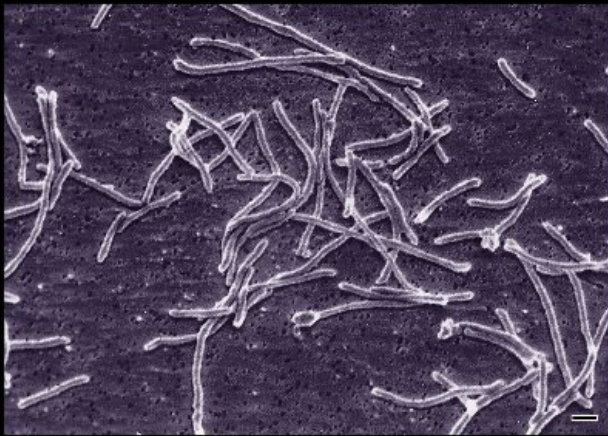
写真：Wikipedia

温泉生物とノーベル賞

1993年

キャリー・マリス
(1944~2019)

PCRの発明により
ノーベル賞受賞



好熱菌

Thermus aquaticus

好熱菌から耐熱性
DNA合成酵素が
単離される



ヨコエビとは



節足動物門



甲殼亞門



軟甲綱



軟甲綱

端脚目

ヨコエビ亜目

ワレカラ亜目

等脚目

ワラジムシ・フナムシほか

十脚目

エビ・カニ・ヤドカリほか



写真：Wikipedia

目や亜目の
違いとは

ペガサス野獣類

ネコ目

ネコ亜目

ウマ目

イヌ亜目

コウモリ目



写真：動物大好き



写真：Pixabay



写真：Animallife



写真：Animal Wised

軟甲綱

端脚目

ヨコエビ亜目

ワレカラ亜目

等脚目

ワラジムシ・フナムシほか

十脚目

エビ・カニ・ヤドカリほか



写真：Wikipedia

海女（あま）の刈（か）る
藻（も）に住（す）む虫（むし）の
我（われ）からと
音（ね）をこそ泣（な）かめ
世（よ）をば怨（うら）見（み）じ



写真：Wikipedia

『古今和歌集』 藤原直子

「漁師が刈る藻にすんでいる割殻虫（われからむし）の名を
思い出して言うわけではありませんが，こうなったのも，皆，
我からのことと思って，声を出して泣くことはありましょ
うとも，世間を怨んだりはいたしますまい」



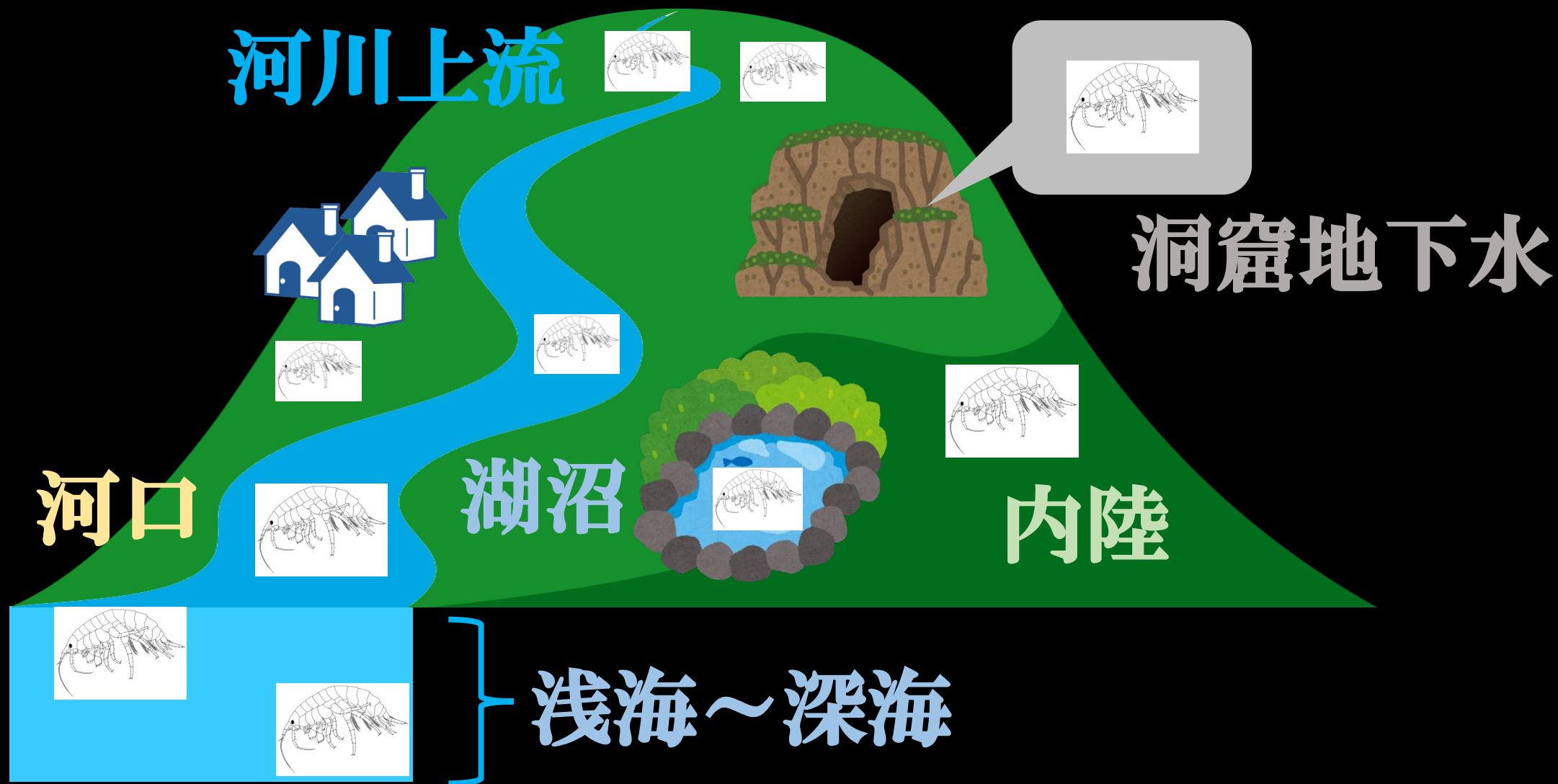
写真：Wikipedia

虫はすずむし。ひぐらし。蝶。まつむし。
きりぎりす。はたおり。われから。
ひを虫。ほたる。

『枕草子（第43段）』 清少納言

「虫（で興味深いのは、スズムシ、ヒグラシ、チョウ、
マツムシ、キリギリス、コオロギ、ワレカラ、カゲロウ、
ホタル」

どこにでもいるヨコエビ



温泉にすむ

ヨコエビ🔥



ペルー北部の都市 カハマルカ

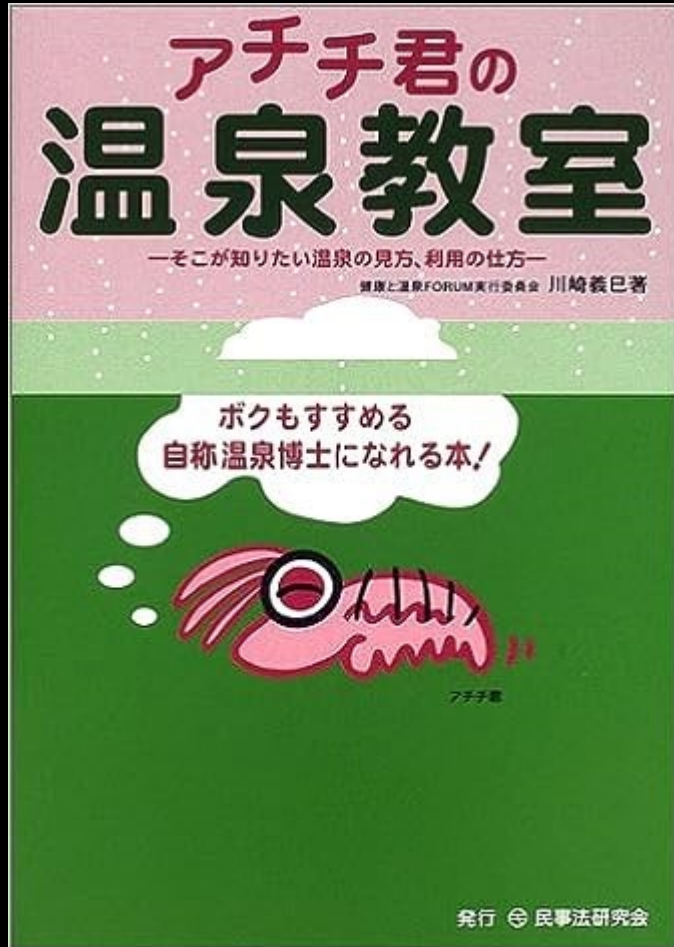


インカの温泉

「バーニョス・デル・インカ」



インカの温泉にすむヨコエビ



ヒアレラ属

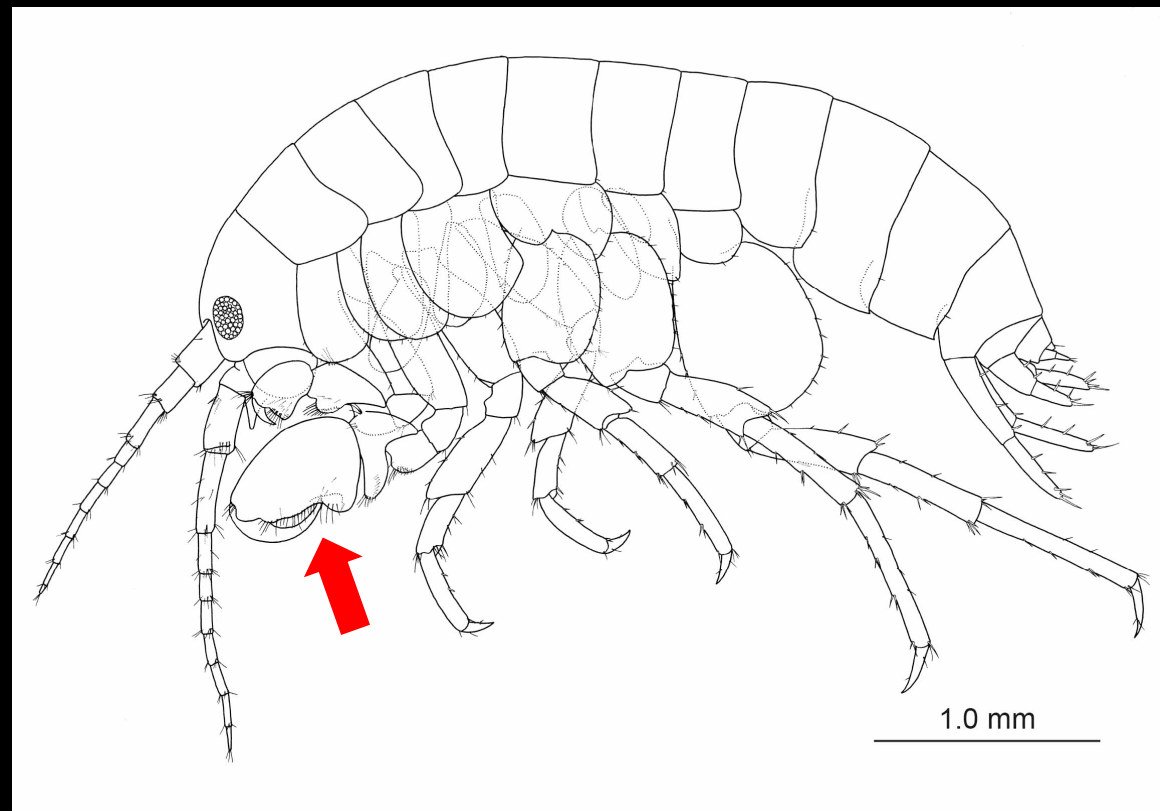
Hyaella

南米&北米大陸の淡水域に生息

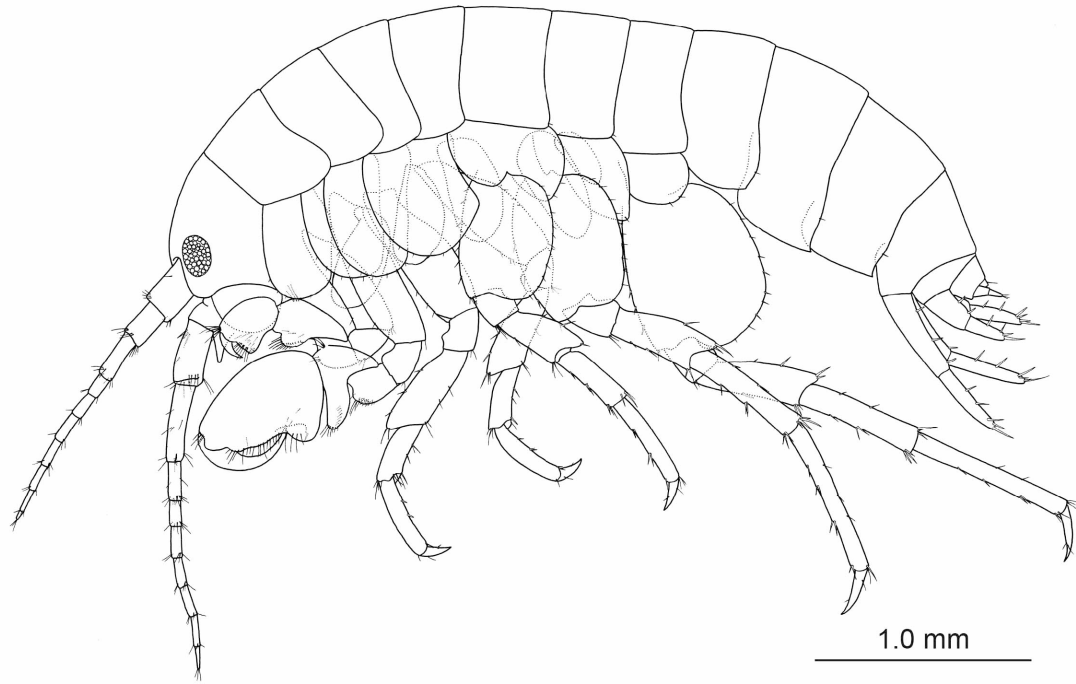
100種以上を擁する大きな分類群

似ている種を探す

鎌のような形の
脚（第2咬脚）に
大きな特徴が見
つかる

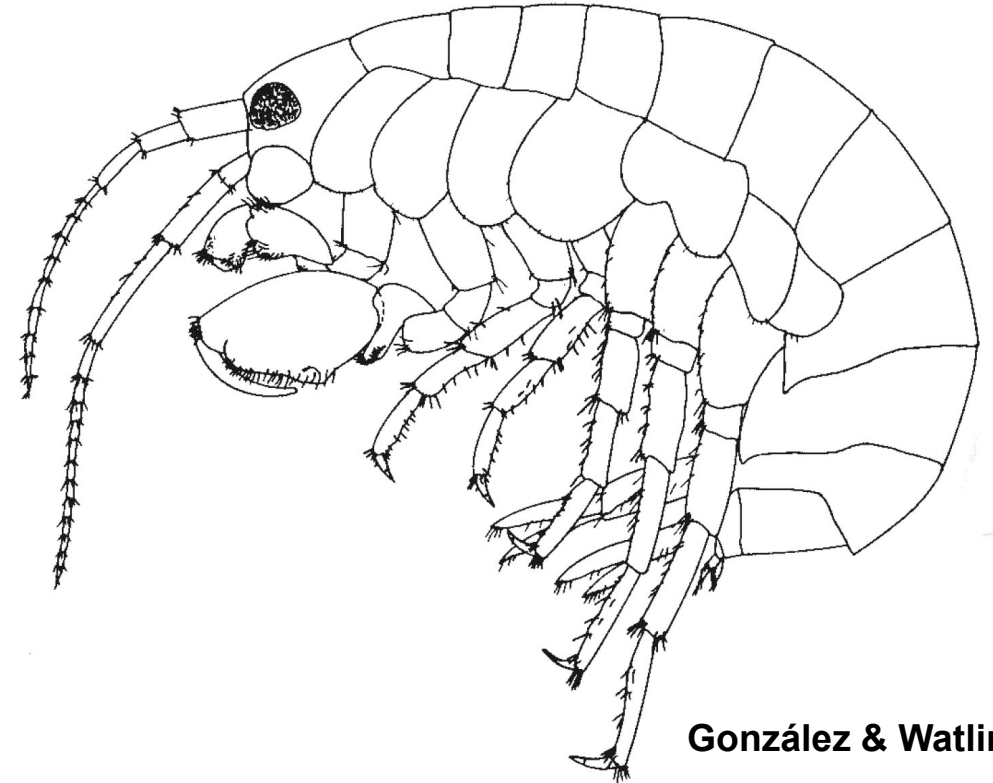


よく似た種が南米に広く分布



分布：ペルー

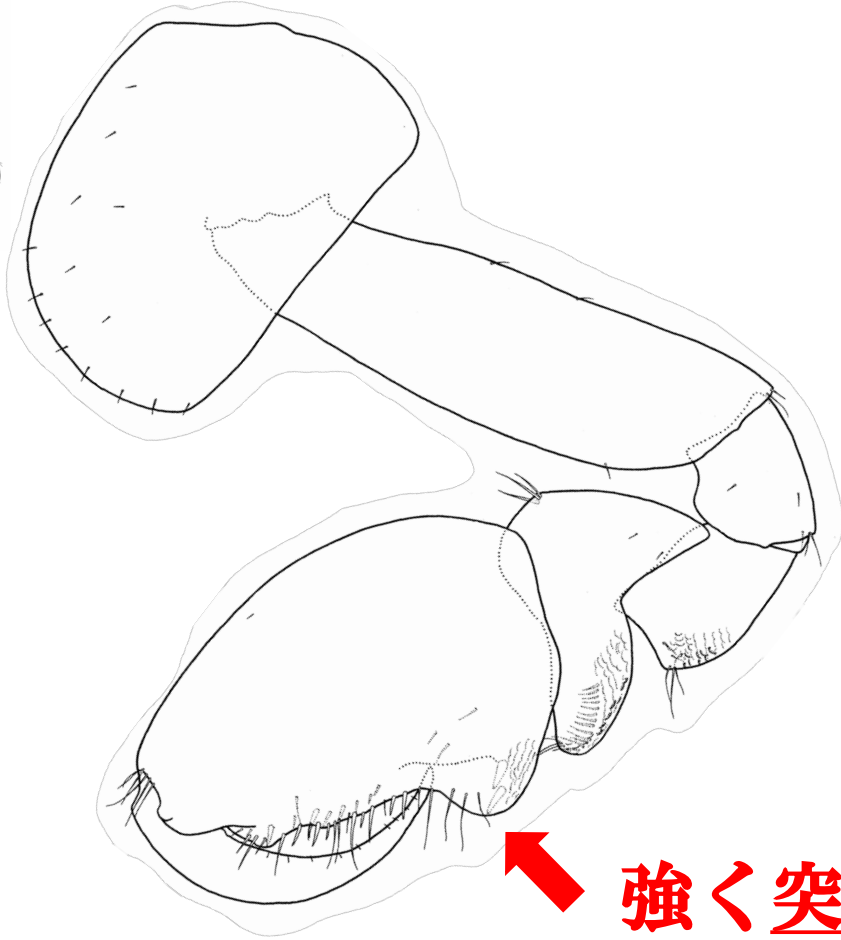
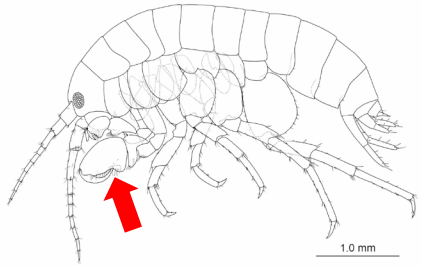
インカの温泉の種



分布：南米各地の淡水域

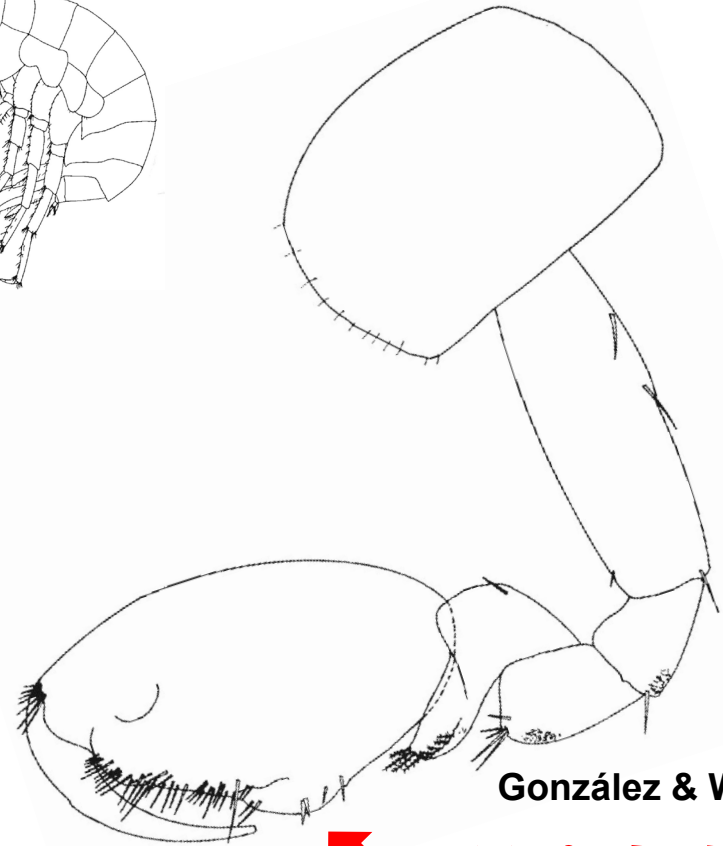
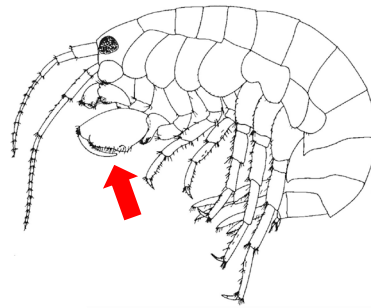
Hyaella meinerti

第2咬脚の形態



強く突出

インカの温泉の種

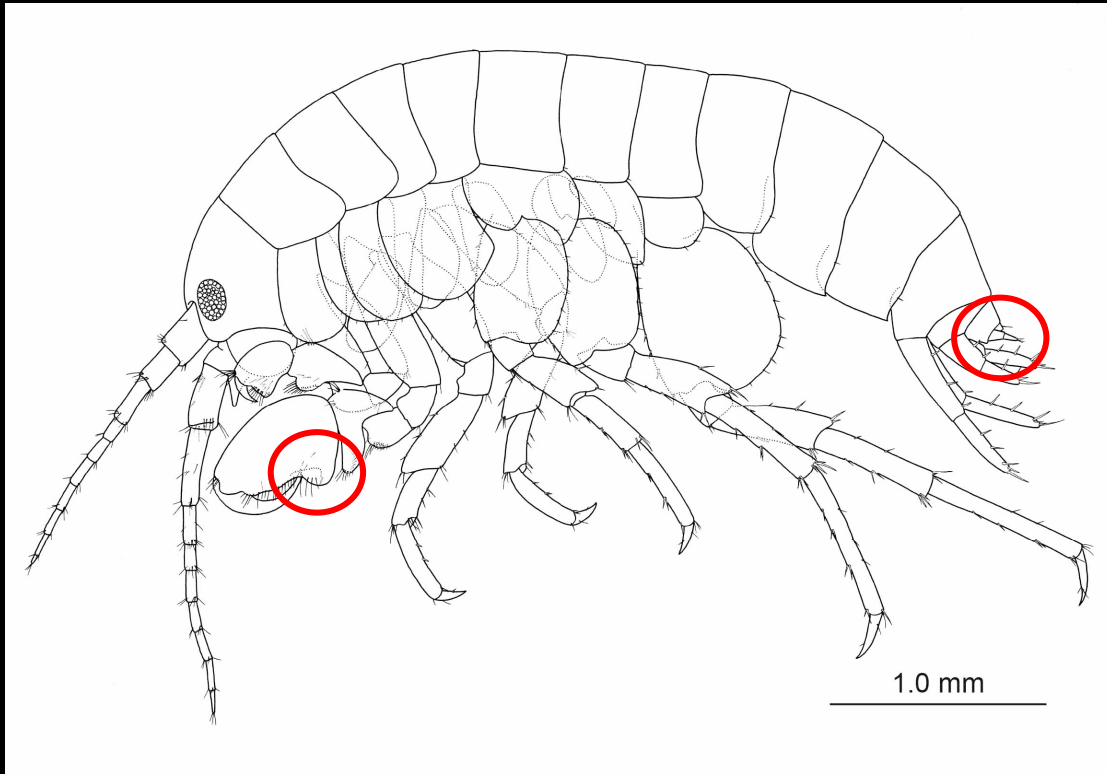


González & Watling (2003)

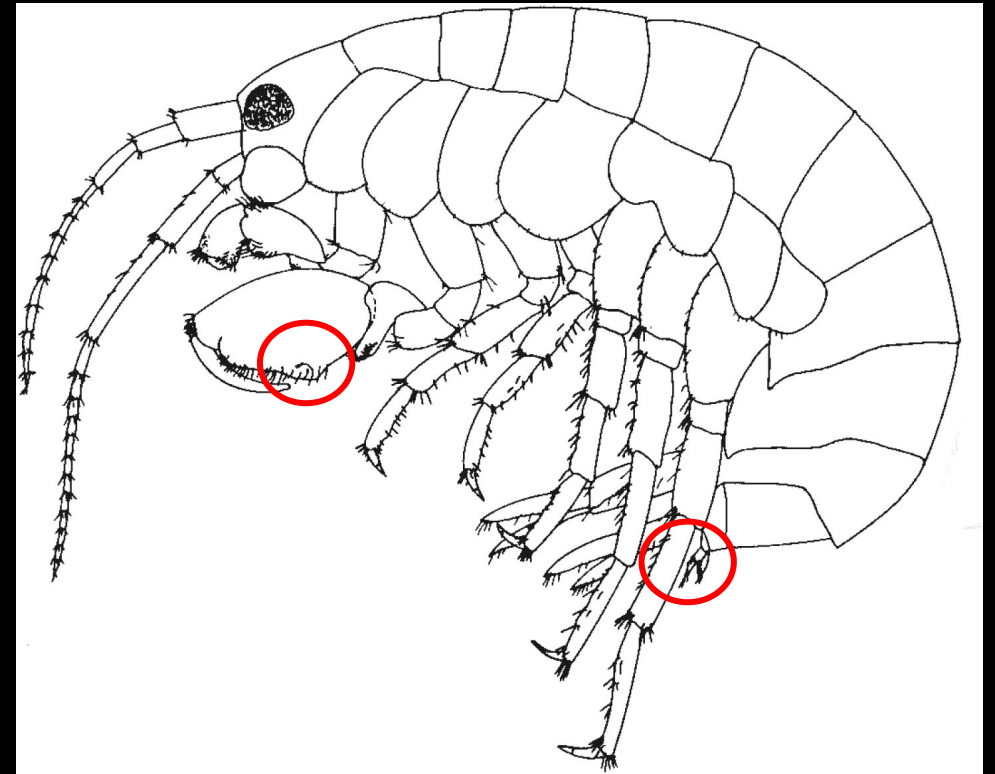
弱く突出

Hyalella meinerti

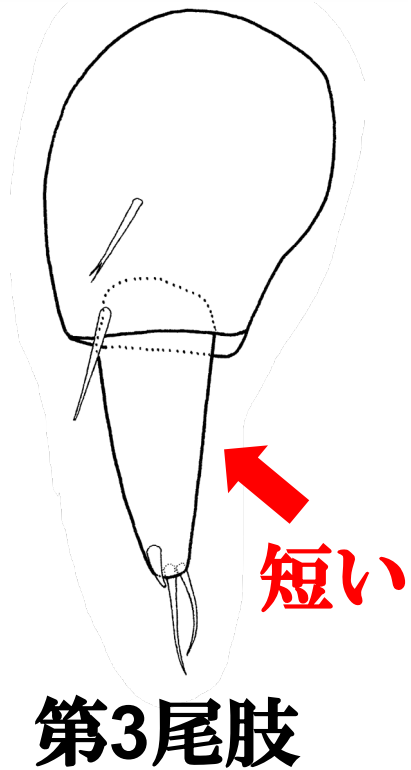
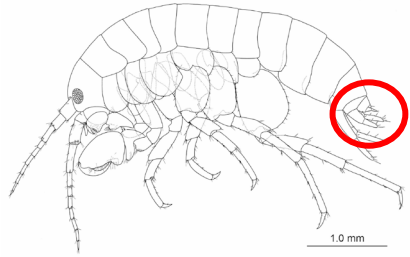
違いを見出す



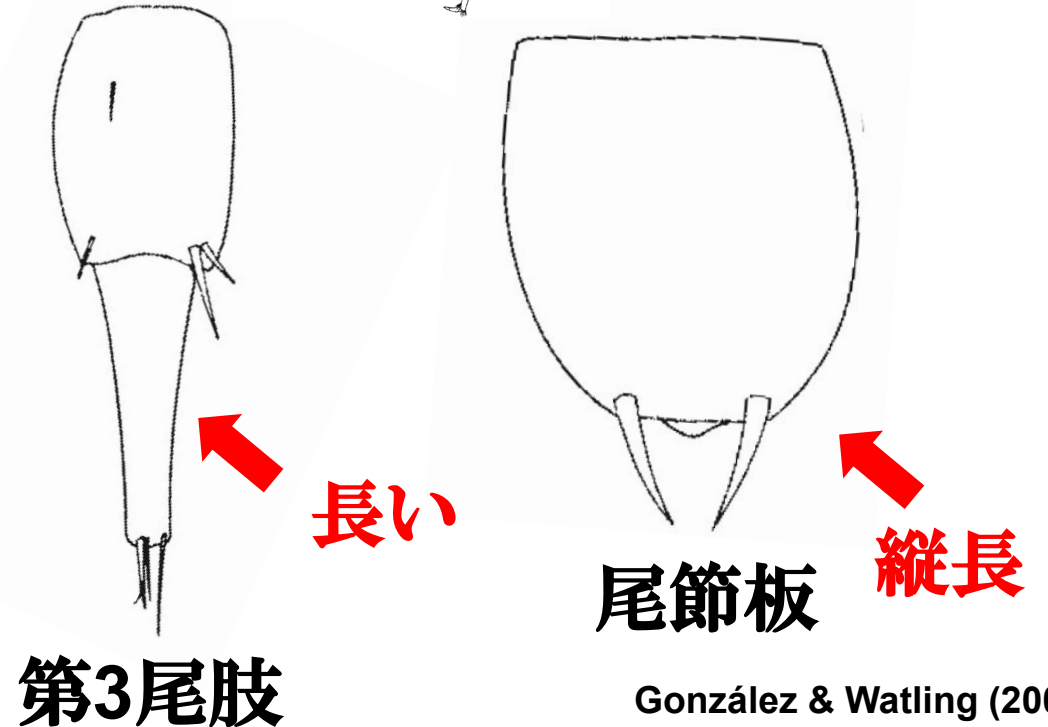
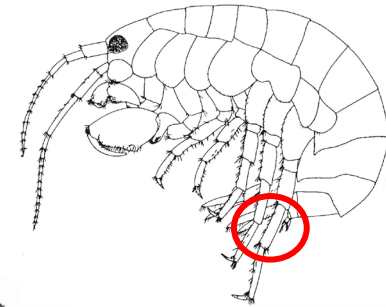
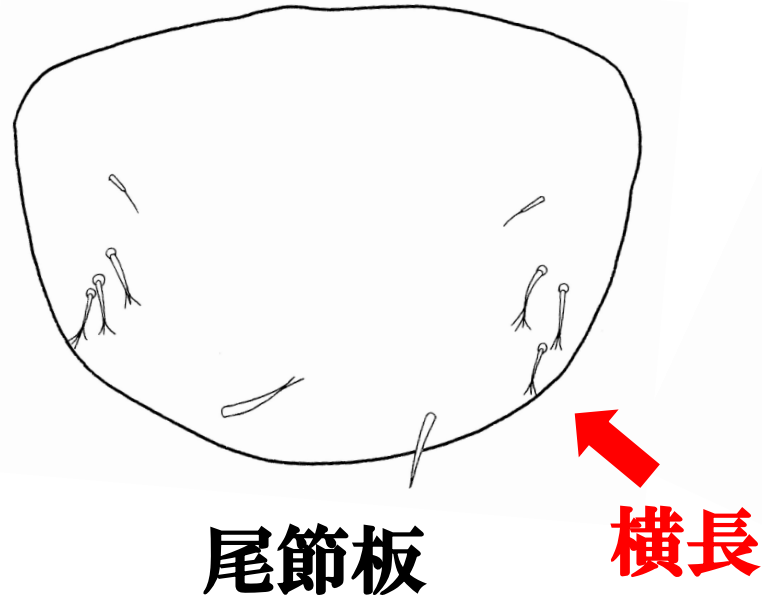
インカの温泉の種



形態的差異から**新種**と判断



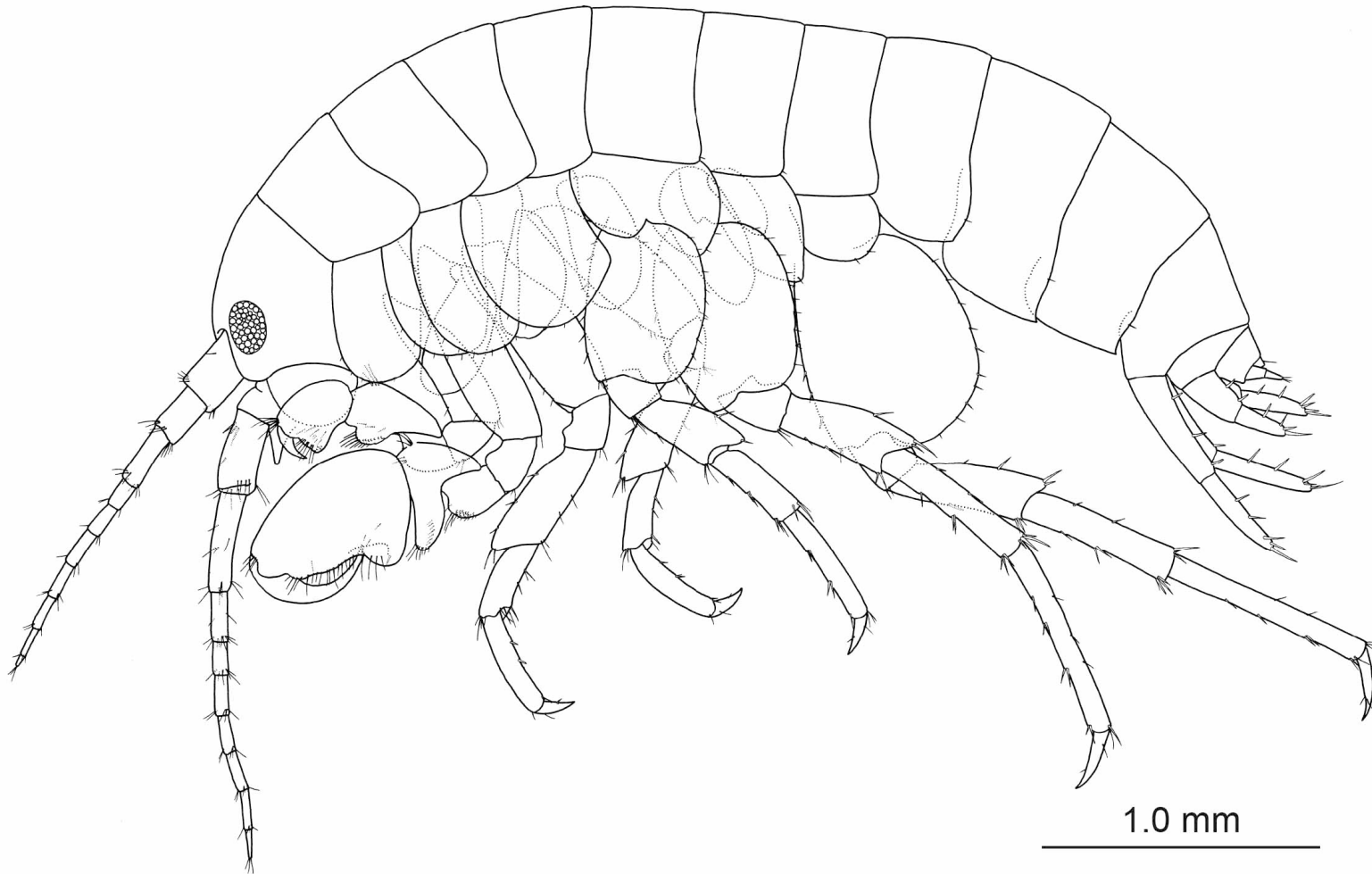
インカの温泉の種



González & Watling (2003)

Hyalella meinerti

新種ヨコエビ *Hyaella yashmara*



PUBLISHING

RESEARCH PAPER

<https://doi.org/10.1071/IS22060>

Invertebrate Systematics



Description of a new thermal species of the genus *Hyaella* from Peru with molecular phylogeny of the family Hyalellidae (Crustacea, Amphipoda)

Ko Tomikawa^{A,*}, Yoshimi Kawasaki^{B,C}, Alfonso Miranda Leiva^D and Nilton Deza Arroyo^D

For full list of author affiliations and declarations see end of paper

*Correspondence to:

Ko Tomikawa
Graduate School of Humanities and Social Sciences, Hiroshima University, 1-1-1 Kagamiyama, Higashihiroshima, Hiroshima, 739-8524, Japan
Email: tomikawa@hiroshima-u.ac.jp

Handling Editor:
Jo Wolfe

ABSTRACT

In recent years, the impact of rising water temperatures associated with global warming on cold-water freshwater organisms has become a major issue, and understanding the physiological and ecological elements that support temperature limits is essential for the conservation biology of freshwater organisms. We describe a new species of thermophilic hyalellid amphipod, *Hyaella yashmara* sp. nov. from the Peruvian hot spring Baños del Inca Cajamarca and this could potentially contribute to understanding the high temperature preference of these. We found that this new species can live in water temperatures ranging from 19.8 to 52.1 °C, that, to our knowledge, is the highest recorded habitat temperature of amphipods. *Hyaella yashmara* sp. nov. is most similar to *H. meineri* Stebbing, 1899 from Peru. However, this new species differs from the latter in features of gnathopods 1 and 2, sternal gills, uropod 3 and telson. A detailed morphological comparison between *Hyaella yashmara* sp. nov. and Peruvian species is also provided. Our molecular phylogenetic analyses based on the nuclear 28S rRNA and mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I (COI) gene sequences strongly support the monophyly of Hyalellidae (=Hyalella). Since Hyalellidae was found to form a sister group with Chiltoniidae, these two families were expected to have originated from a common ancestor that invaded freshwater habitats from marine environments when the continents of South America, Africa and Australia were united as Gondwana. Our findings suggest that the South American species of *Hyaella* are not monophyletic and that the North American species are likely to share a most recent common ancestor with *H. yashmara* sp. nov. ZooBank: [urn:lsid:zoobank.org:ct:190CFB16-7BE4-4786-A97F-0AFD8CD72DEA](https://zoobank.org/ct:190CFB16-7BE4-4786-A97F-0AFD8CD72DEA)

Keywords: amphipods, Baños del Inca, hot spring, *Hyaella yashmara* sp. nov., Hyalellidae, molecular phylogenetic analysis, Peru, taxonomy.

Introduction

Temperature has a significant effect on organismal metabolism and only a limited number of species are able to survive in high-temperature environments; few multicellular animals are found in environments above 50 °C (Huey and Stevenson 1979; Withers 1992; Angilletta 2009; Ravaux *et al.* 2013). Crustaceans belong to the phylum Arthropoda and thrive primarily in diverse aquatic environments but a few species can tolerate high temperatures. The canthocamptid copepod, *Thermomesochra reducta* Itô & Burton, 1980 occurs in the hottest habitat of the terrestrial hydrosphere (Itô and Burton 1980), having been found in hot springs in Kuala Lumpur, Malaysia, the temperatures of which range between 38 and 58 °C (Itô and Burton 1980). In addition, several groups of crustaceans have been recorded in hot springs on land (Plateau 1872; Moniez 1893; Brues 1924; Capart 1951; Barker 1959; Bowman 1981; Külköylüoğlu *et al.* 2003) and a variety of crustaceans have been reported in seafloor hydrothermal vents, suggesting that some species prefer relatively high temperatures (Hessler and Smithey 1983; Martin and Haney 2005; Pedersen *et al.* 2010). Determining the water temperature of hydrothermal habitats is difficult, therefore information on the optimum water temperature of these habitats is scarce (Ravaux *et al.* 2013).

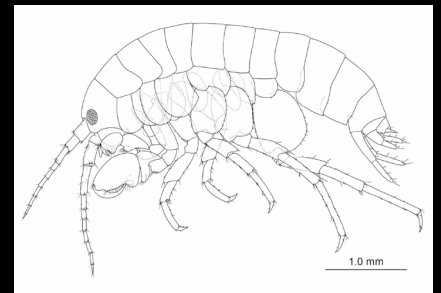
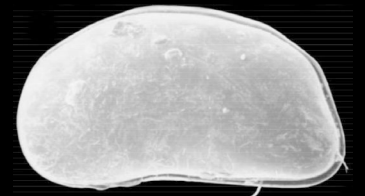
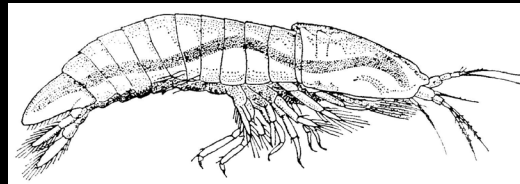
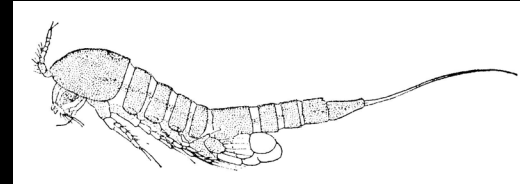
Received: 17 November 2022
Accepted: 4 April 2023
Published: 3 May 2023

Cite this:
Tomikawa K *et al.* (2023)
Invertebrate Systematics
37(4), 254–270. doi:10.1071/IS22060

© 2023 The Author(s) (or their employer(s)). Published by CSIRO Publishing.

陸上の**温泉**に生息する甲殻類の **高温**ランキング

種名	最高水温	分布
イデユソコミジンコ	58℃	マレーシアの温泉
テルモスバエナ的一种	55℃	コンゴの温泉
貝形虫的一种	55℃	アメリカ・ネバダ州の温泉
ヒアレラ・ヤシュマラ (ヨコエビ)	52.1℃	ペルー・インカの温泉
ガマルス・リムナエウス (ヨコエビ)	38℃	アメリカ・イエローストーン公園の温泉



1位

2位

3位

4位

ヨコエビ
で1位

ヨコエビ
で2位

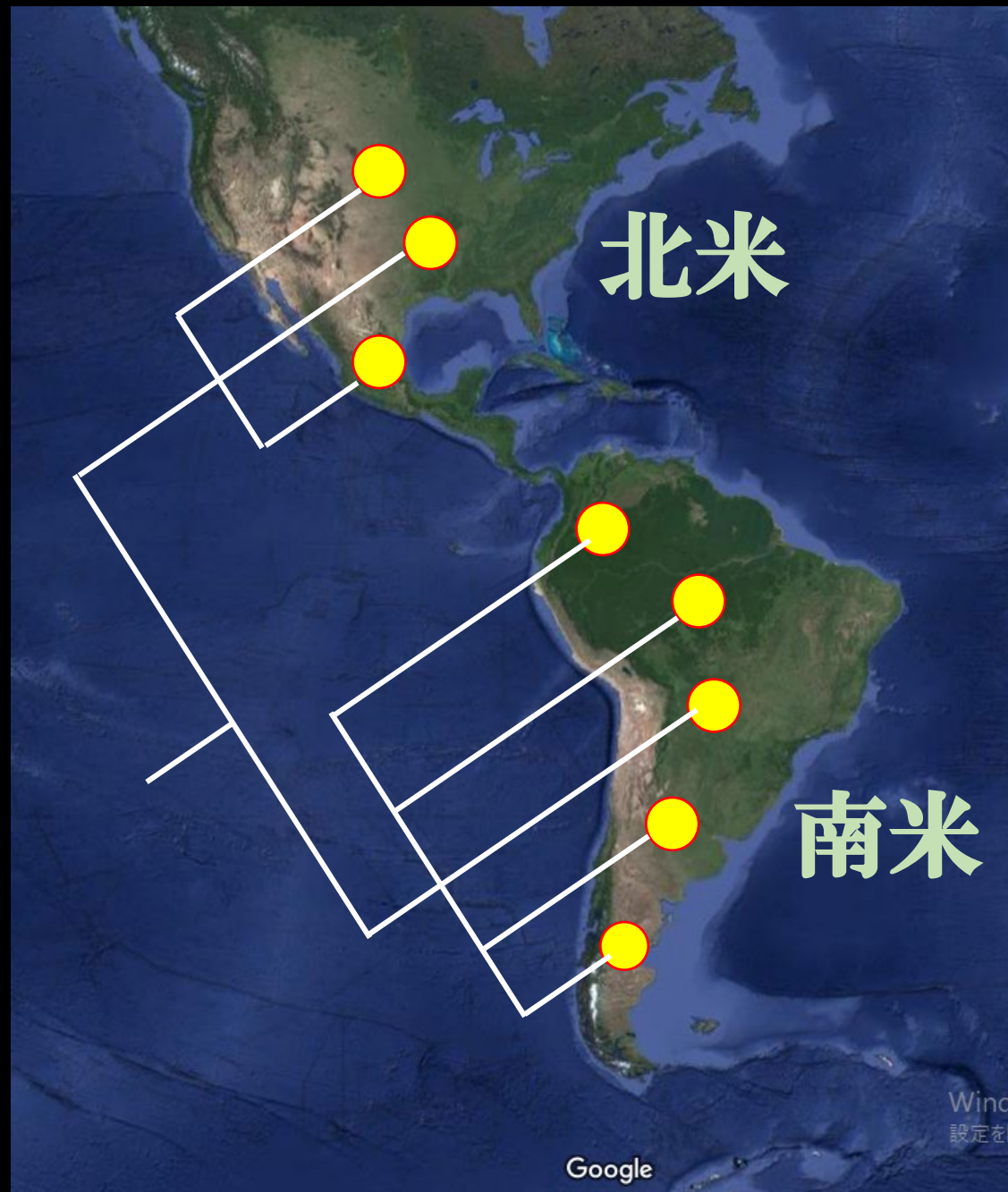
遺伝子解析で 分かってきたこと

DNAの塩基配列データを使った
分子系統解析

従来の 進化仮説

ヒアレラ属は南米
起源

南米と北米それぞれの
大陸で種多様化



新しい仮説

北米

推測された
分布拡大過程

新種の採集地
(インカの温泉)

南米

DNA塩基配列

ミトコンドリア
COI
+
核 28S rRNA

南米の種

北米の種

新種

南米の種

0.07

本研究の**成果**

世界で最も高温に生息するヨコエビ
の分類学的位置を確定 (**新種**)

遺伝子解析により，南米から北米へ
の分散という，ヒアレラ属の**新しい**
進化仮説を提唱

意義と今後の展開

近年の温暖化による水温の上昇は、冷水環境を好む淡水生物の生存に対する脅威

- ヒアレラ・ヤシユマラの生態や生理を詳しく調べることで、甲殻類における高温耐性のしくみが明らかにできる
- 冷水性淡水生物の保全のための基礎的情報として非常に重要
ペルーにおける種の多様性はまだ十分に解明されていないことが明らかに
- 未調査地域における系統分類学的研究を進めることで、真の種多様性が解明され、南米から北米への分布域拡大過程がより明確に示されることが期待される

新種の
イメージは？

珍しい！

自分の名前が
付けられる!?

お金がもらえる？

珍しい！

自分の名前が
付けられる!?

お金がもらえる？

珍しい！

自分の名前が
付けられる!?

お金がもらえる？

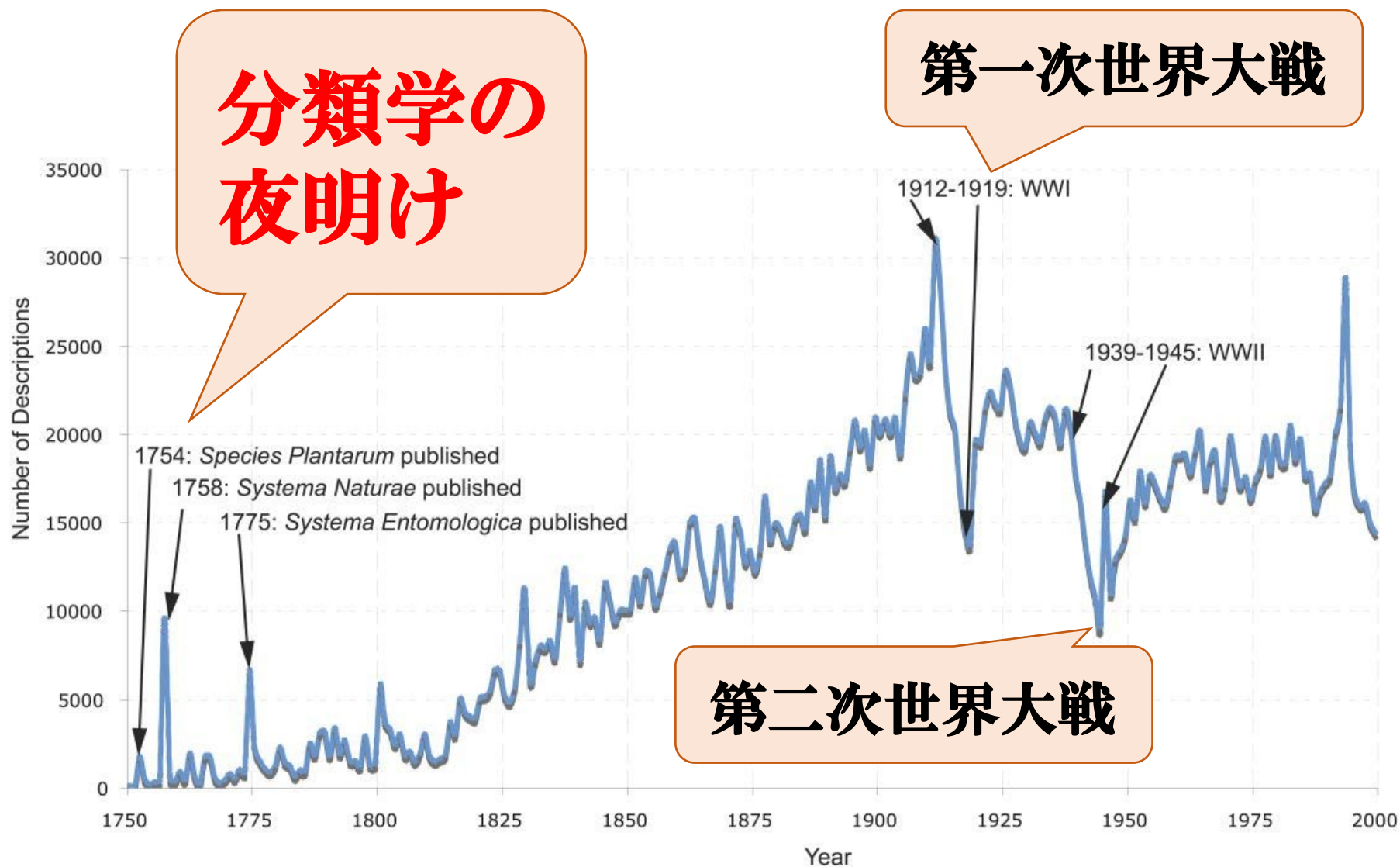
珍しい！

自分の名前が
付けられる！？

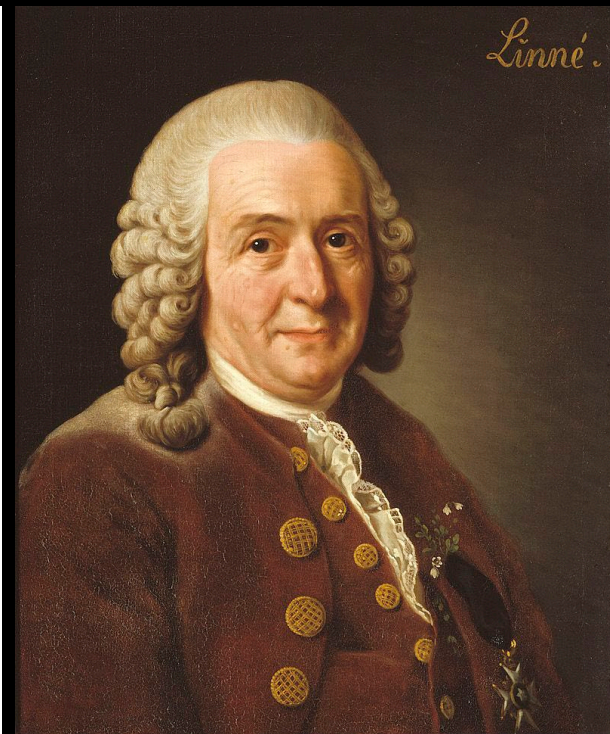
お金がもらえる？

新種は
珍しいのか？

新種の数/年

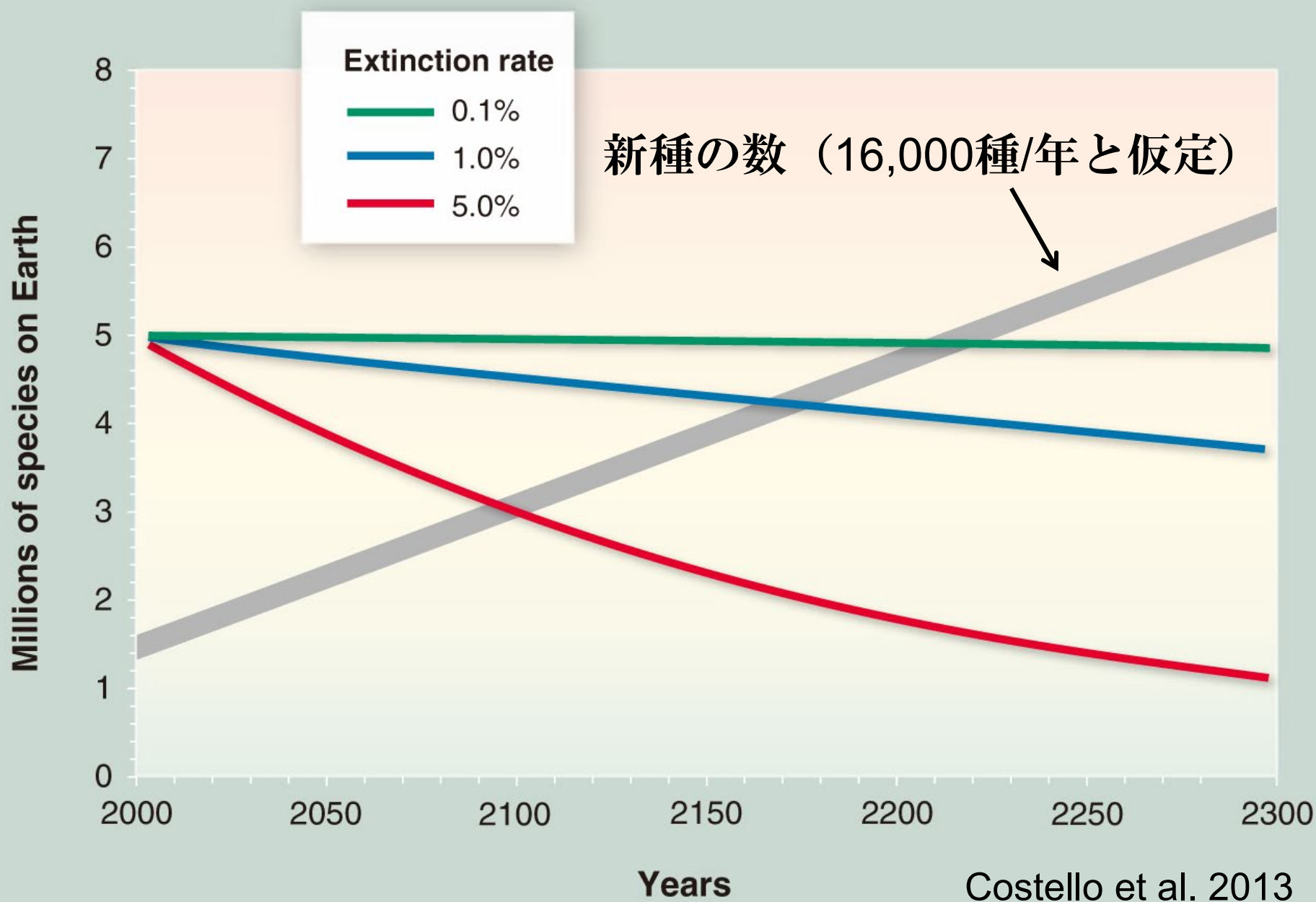


Sarkar et al. 2008



リンネ
『分類学の父』

新種の発見はいつ終わるのか？





ニホンオオカミ (1905年)



ニホンアシカ (1940年代)



リョコウバト
(1914年)



オリヅルスミレ (野生絶滅)

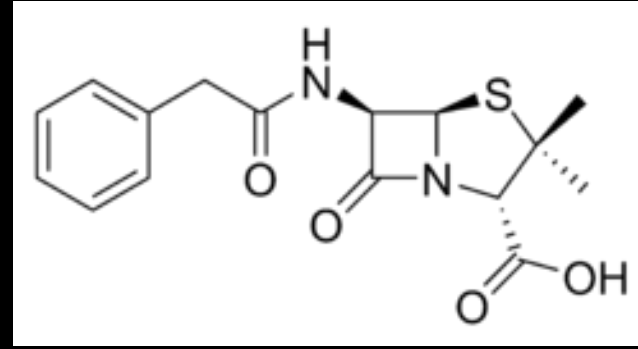
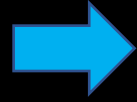


ミナミトミヨ (1960年代)



ベガスヒョウガエル (1940年代)

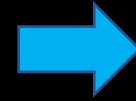
多くの生物種が人間活動により**絶滅**した
一度**絶滅**した種は**復元**できない



アオカビが産生するペニシリン



爬虫類図鑑
<http://www.hatyu.info/amerikadokutokage.php>



アメリカドクトカゲの唾液から作られた糖尿病治療薬（エクセナチド）

生物由来の医薬品など、恩恵は計り知れない
現在利用されていなくても、**将来の可能性は無限**

自分の名前を
付けられる
のか？

答え)

付けられなくは
ないが

恥ずかしい

作曲家による**献呈**を考えてみる



ベートーベン氏

ピアノソナタ
「月光」



ジュリエッタ・グイチャルディ氏

画像出典：Wikipedia

お金が
もらえるのか？

答え)

お金は

もらえませんか！

が、もしかしたら...

ネーミングライツ



**MAZDA
ZOOM-ZOOM
スタジアム広島**



ZOZOマリン



ヤフオクドーム



大学まで…

440万円で新種の蝶の命名権を落札！ 「おばあちゃんの名前」を命名



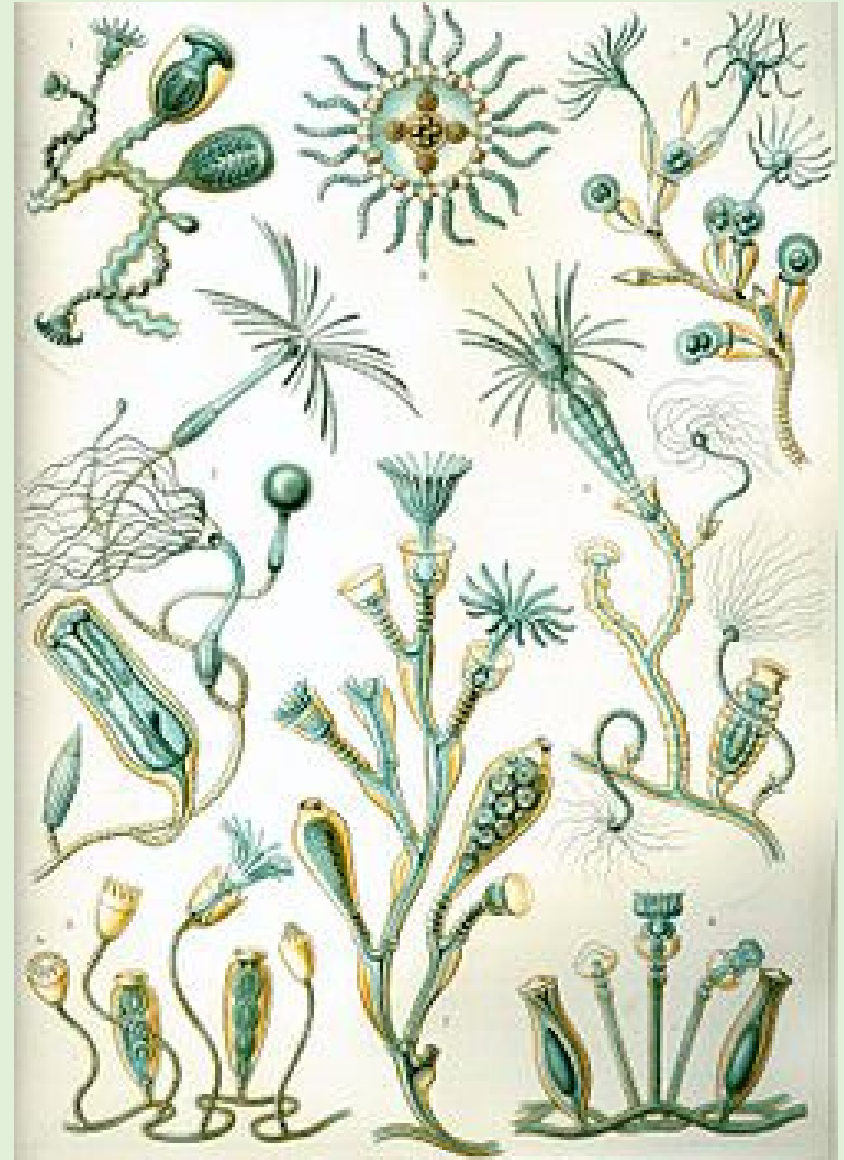
ミネルバ・フクロウチョウ

Opsiphanes blythekitzmilleri

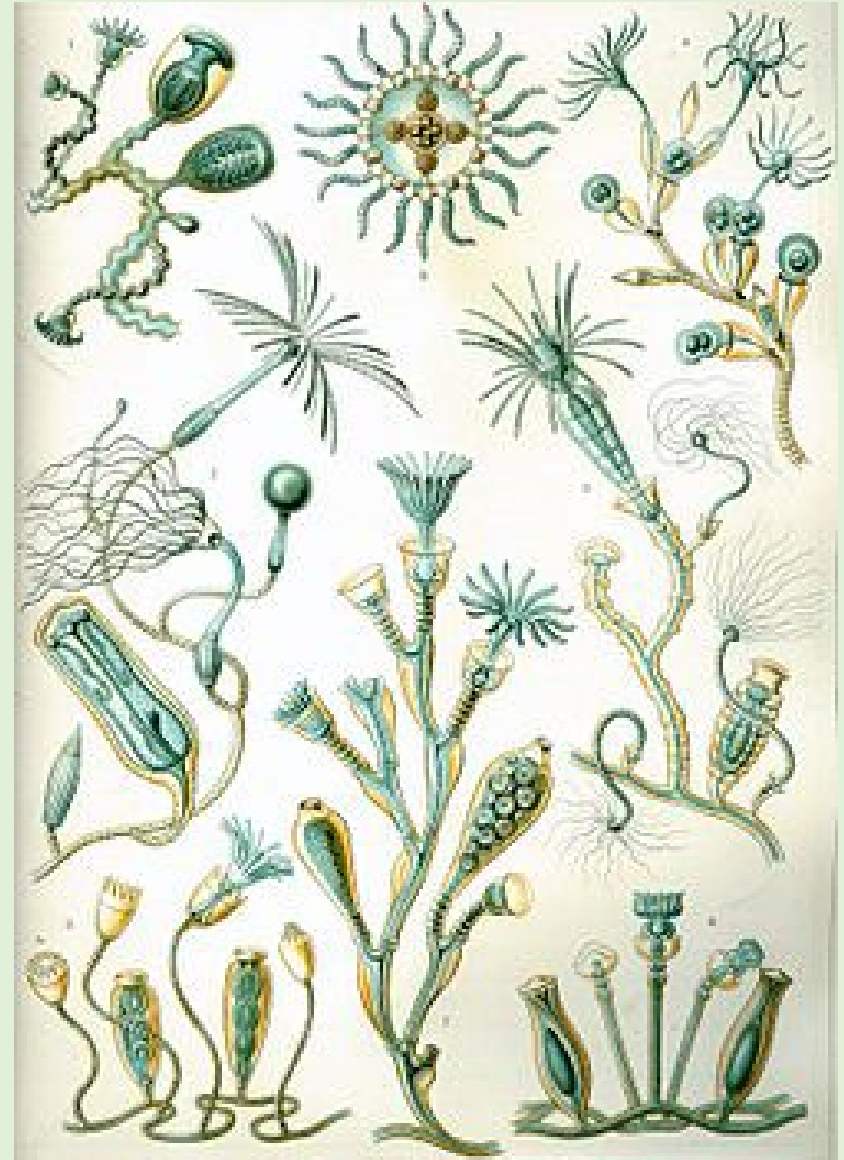
Austin & A. Warren, 2007



生物分類学は
高貴な学問！？



昭和天皇 (1901~1989)





出典：朝日新聞

A new species of gobiid fish, *Cristatogobius rubripectoralis*, from Australia

Akihito¹✉, Katsusuke Meguro², and Katsuichi Sakamoto²

¹The Imperial Residence, 1-1 Chiyoda, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0001, Japan

²Imperial Household Agency, 1-1 Chiyoda, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8111, Japan

Received: May 21, 2002 / Revised: November 15, 2002 / Accepted: December 16, 2002

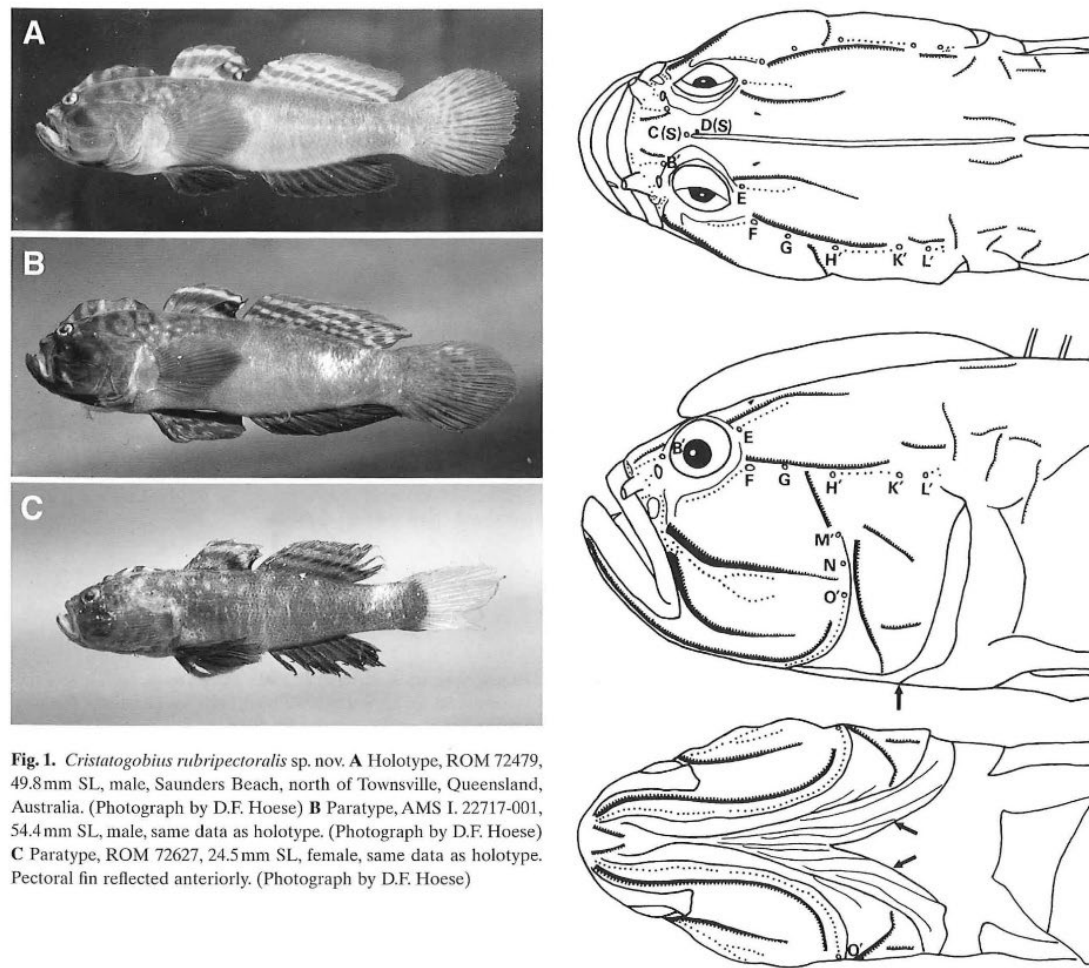


Fig. 1. *Cristatogobius rubripectoralis* sp. nov. **A** Holotype, ROM 72479, 49.8mm SL, male, Saunders Beach, north of Townsville, Queensland, Australia. (Photograph by D.F. Hoese) **B** Paratype, AMS I. 22717-001, 54.4mm SL, male, same data as holotype. (Photograph by D.F. Hoese) **C** Paratype, ROM 72627, 24.5mm SL, female, same data as holotype. Pectoral fin reflected anteriorly. (Photograph by D.F. Hoese)

上皇明仁 (1933~)



出典：朝日新聞

A new species of gobiid fish, *Cristatogobius rubripectoralis*, from Australia

Akihito^{1,2}, Katsusuke Meguro², and Katsuichi Sakamoto²

¹The Imperial Residence, 1-1 Chiyoda, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0001, Japan

²Imperial Household Agency, 1-1 Chiyoda, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8111, Japan

Received: May 21, 2002 / Revised: November 15, 2002 / Accepted: December 16, 2002

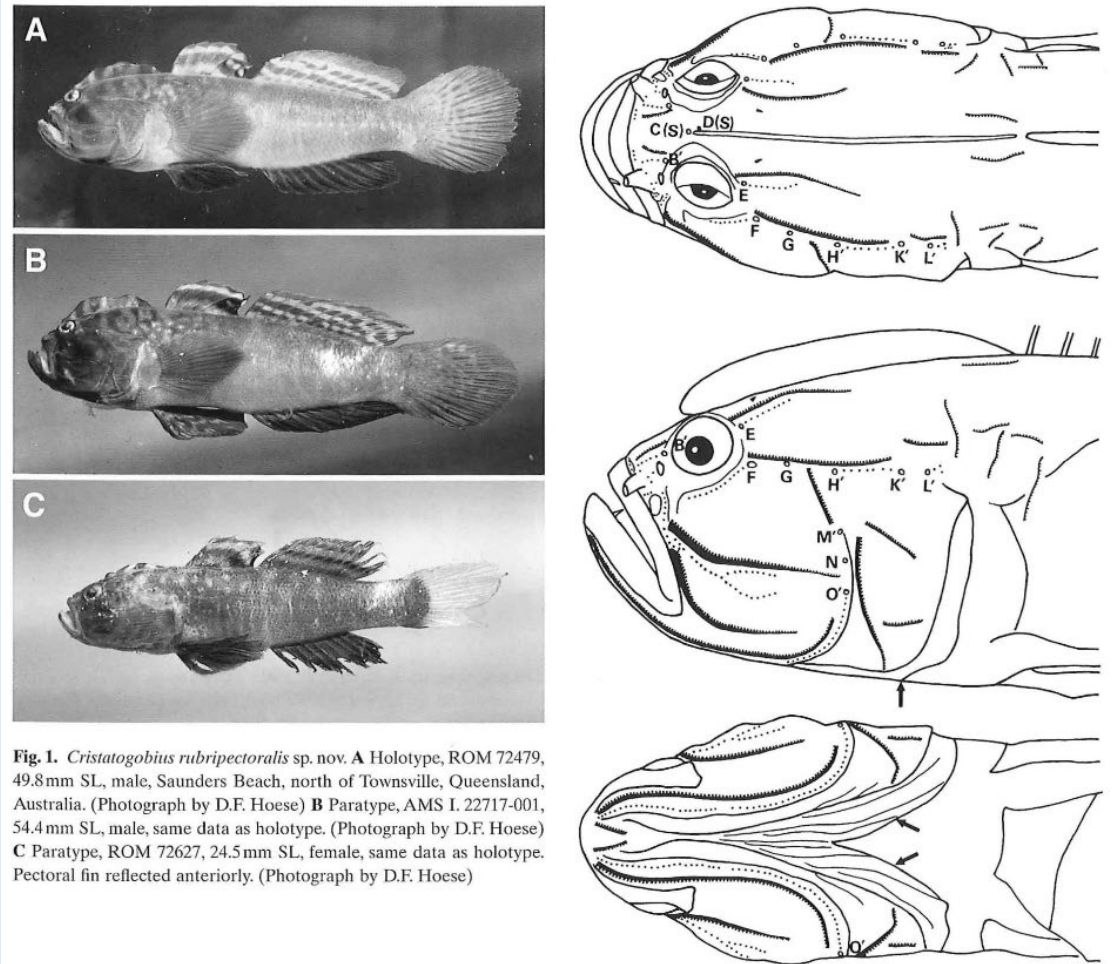
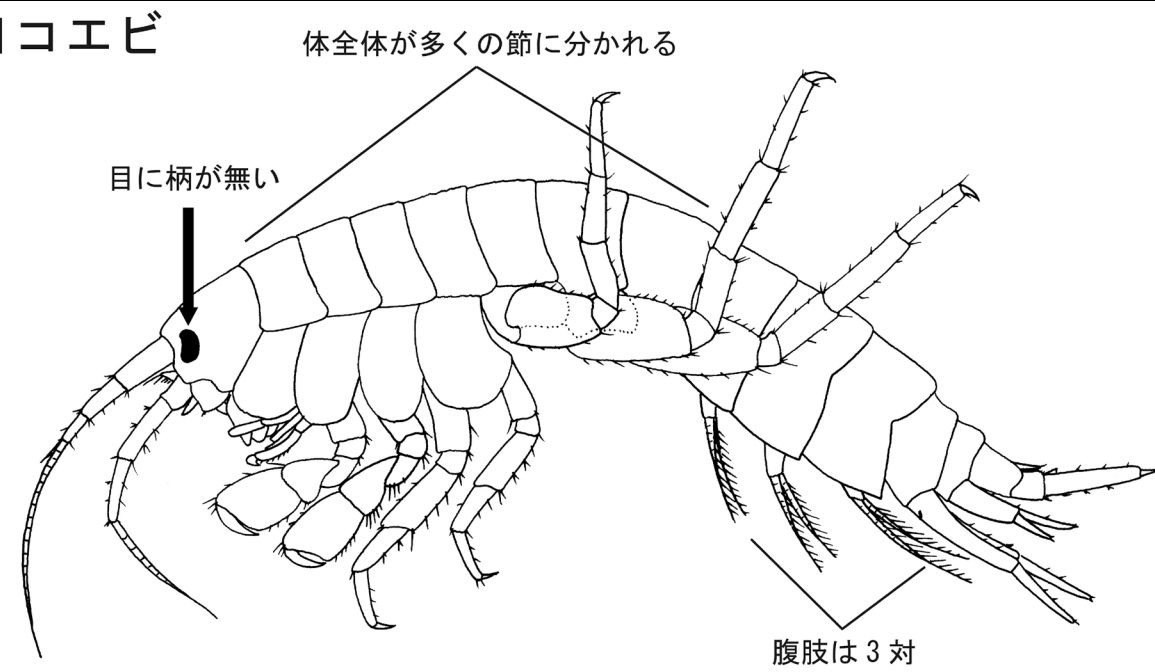


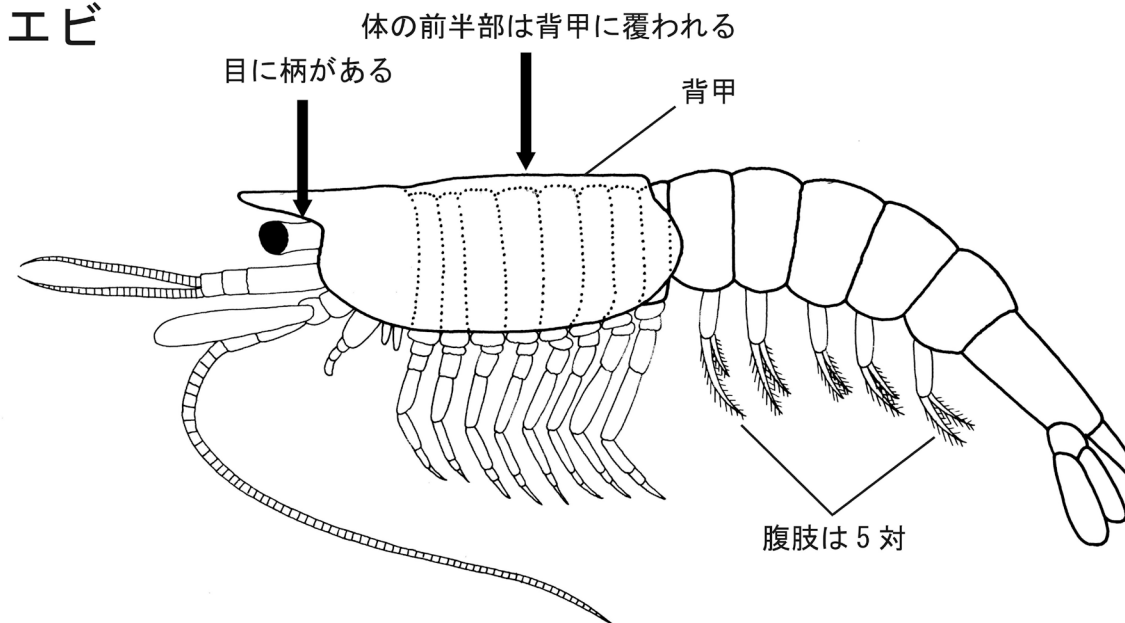
Fig. 1. *Cristatogobius rubripectoralis* sp. nov. **A** Holotype, ROM 72479, 49.8 mm SL, male, Saunders Beach, north of Townsville, Queensland, Australia. (Photograph by D.F. Hoese) **B** Paratype, AMS I. 22717-001, 54.4 mm SL, male, same data as holotype. (Photograph by D.F. Hoese) **C** Paratype, ROM 72627, 24.5 mm SL, female, same data as holotype. Pectoral fin reflected anteriorly. (Photograph by D.F. Hoese)

ヨコエビと
エビは
どこが違うのか

ヨコエビ



エビ



ヨコエビはなぜ
「横」
になるのか？



魚が横になると注目される



ナンヨウハギ

(写真: Pixabay)

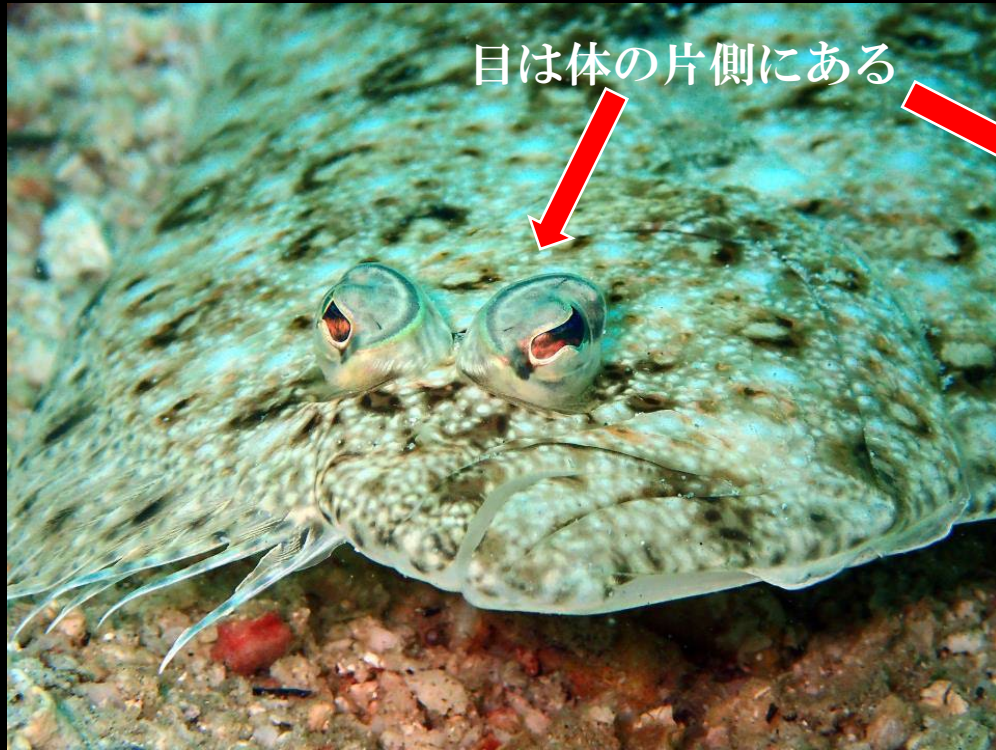


(写真: 上越市立水族博物館)

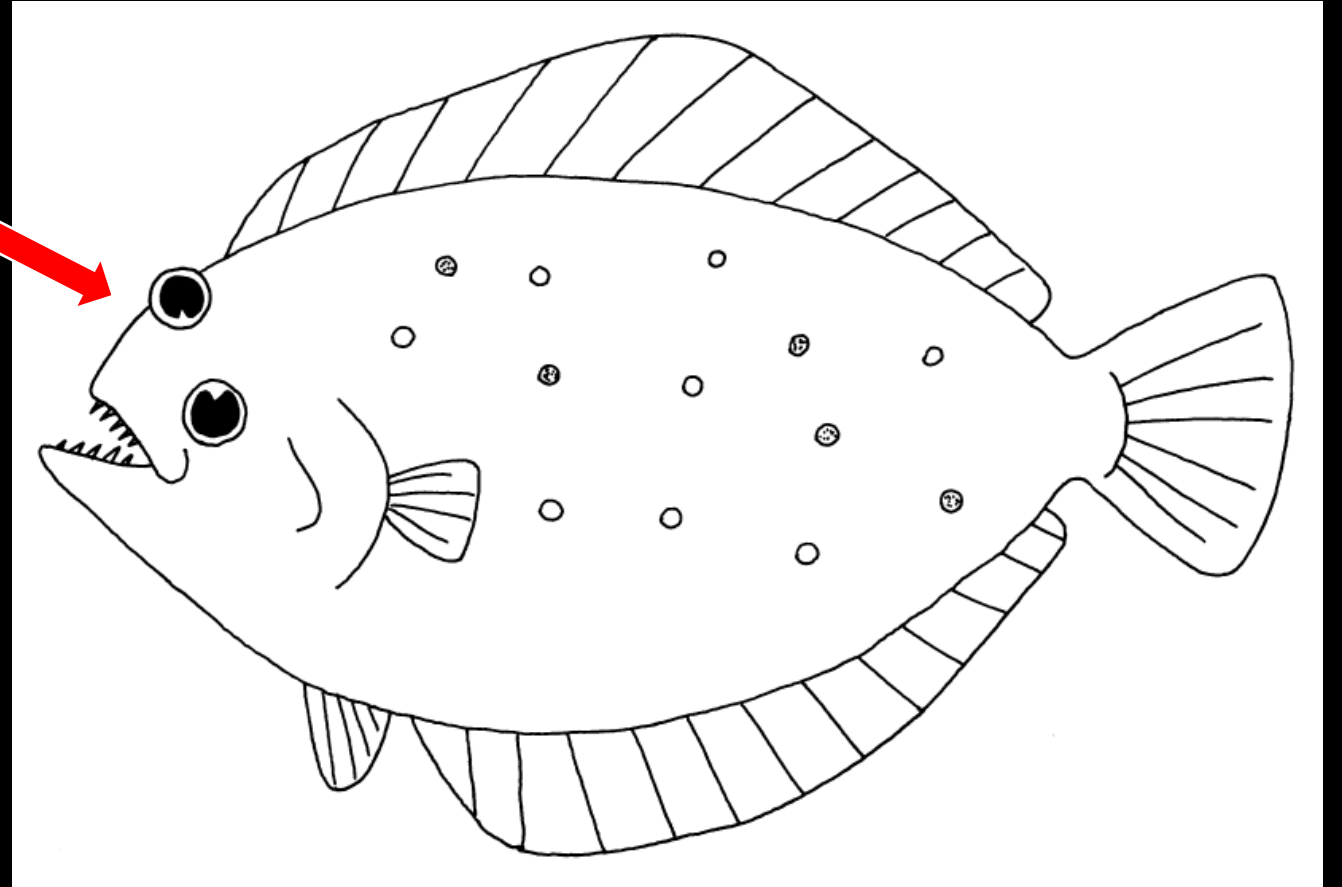


ナニコレ珍百景 (tv asahi)

常に**横**になっている生物といえ



(写真：Pixabay)



ヒラメ・カレイ：左右**非対称**

「ヨコエビ」動物界で**唯一**！？
左右対称性を維持しつつ**横**



オオエゾヨコエビ

隙間に隠れるための2つの方法

1) 背腹に扁平



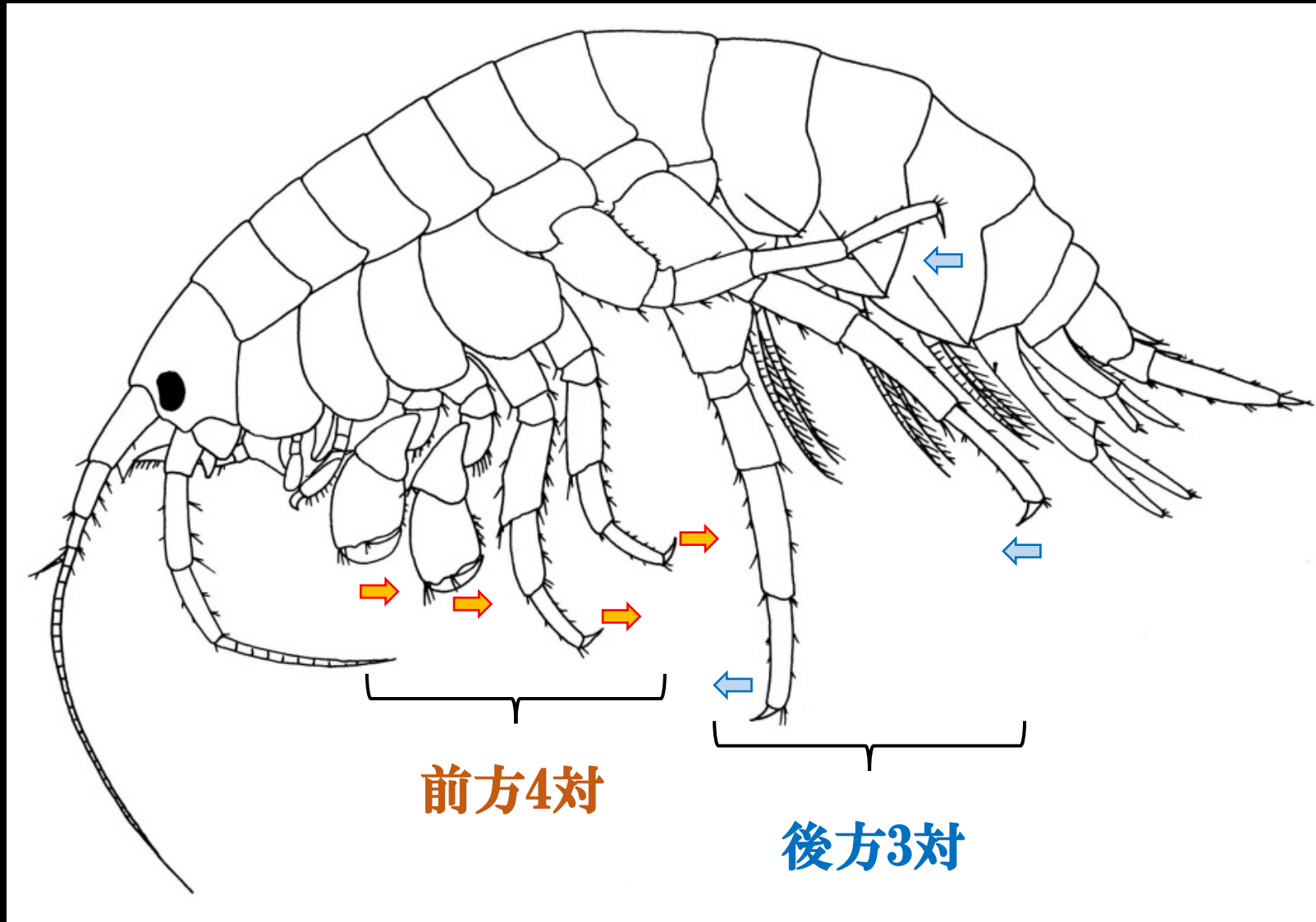
2) 左右に扁平



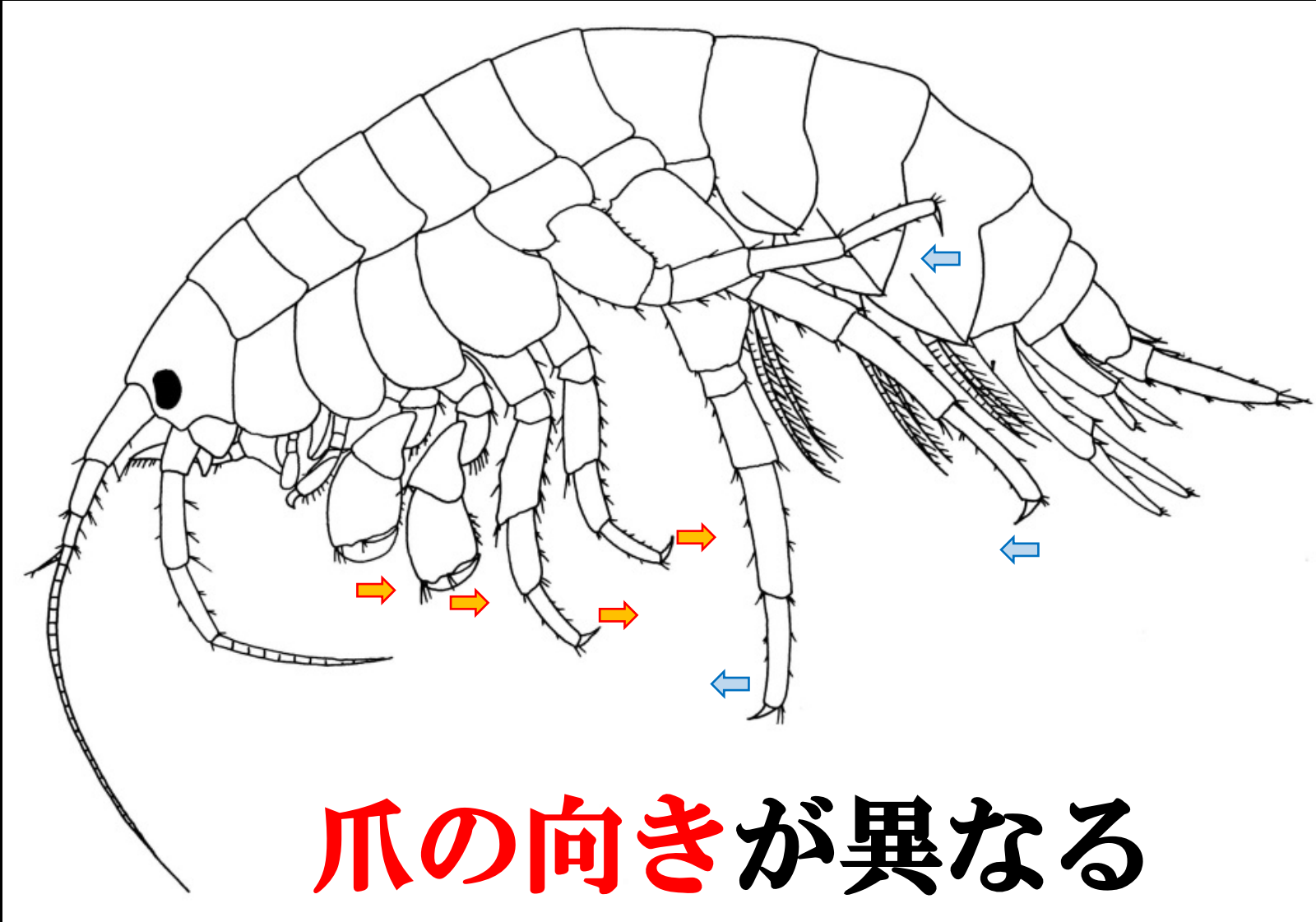


盾板の発達 ➡ 左右に扁平化

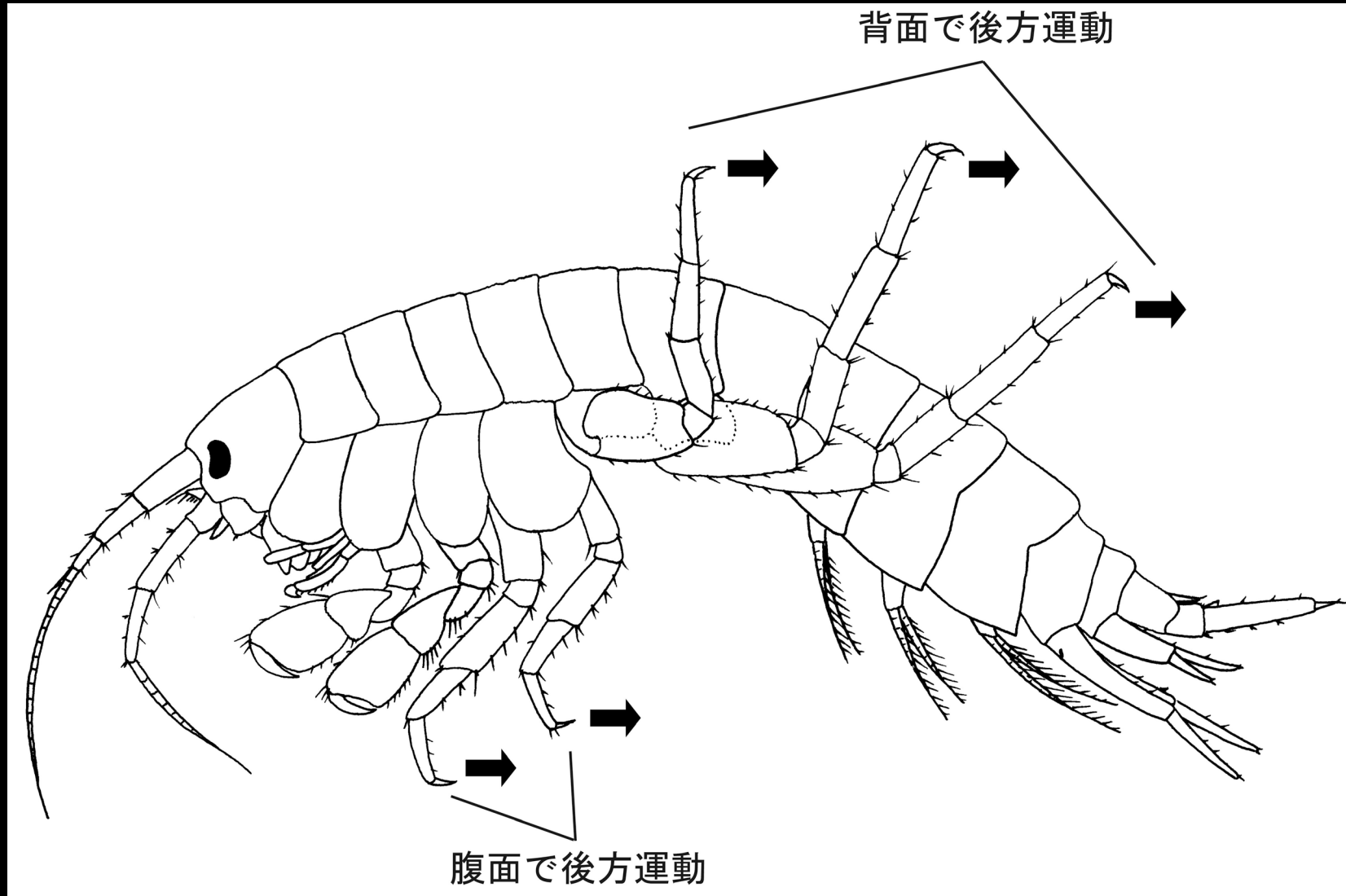
ヨコエビは**特殊な脚**の発達により **横**になったまま歩ける



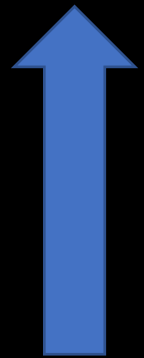
ヨコエビは**特殊な脚**の発達により
横になったまま歩ける



ヨコエビは**特殊な脚**の発達により **横**になったまま歩ける



横歩き：背腹両側の脚で地面を蹴る



進行方向

腹



背



横歩きに使うのは
左右どちらか片側
の脚だけ

左右の脚が使える隙間環境では
自由自在に移動できる



Pixabay by G. Jaworski





出典：reef builders



5 mm

出典：The Echinoblog



出典：Arthropoda



出典：The Echinoblog

世界のヨコエビ切手 日本にもヨコエビ切手を！

ペルー



セネガル



(写真：Amphipoda Image)

ブルガリア



(写真：World Amphipoda Database)

フォークランド諸島



(写真：こうらもん)

イギリス領南極地域



(写真：World Amphipoda Database)

オーストラリア



(写真：こうらもん)

サントメ・プリンシペ



(写真：こうらもん)

アメリカ



(写真：こうらもん)



広島大学出版会
2,640円 (税込)