

令和8年4月1日

各報道機関 御中

国立大学法人山梨大学

ミツバチは「考えて」巣を作る？ その驚異的な現場判断力を発見

[はじめに]

山梨大学大学院総合研究部生命環境学域の島弘幸教授らの研究チームは、ミツバチの不思議な造巢能力(巣作りをする能力)の一端を発見しました。

ミツバチは、自分の体内で合成した小さな天然のロウ(蜜蝋)をいくつも積みあげることで、六角の巣穴が整然と並んだ巨大な巣を作り上げます。そのみごとな造巢能力は、ミツバチが秘める数々の能力のうちで、最も魅力的な能力のひとつです。しかし、なぜミツバチがこれほど整然とした巣をつくる事が出来るのか、その全容は未だ解明されていません。

そこで島教授らのグループは、あえて六角形ではなく「正方形」の巣穴をミツバチに与えて、その後の巣作りの様子を観察しました。正方形のサイズや配列を様々に変えて試した結果、ミツバチはその違いを敏感に認識して、それぞれ異なる巣作りを行うことがわかりました。

- (1) 正方形のサイズがミツバチの頭部よりも「小さい」場合は、初めに用意された正方形の隆起(土台)をすべて取り壊し、全体を更地にしたあとで、通常の六角形の巣穴を作り直しました。
- (2) 正方形のサイズがミツバチの頭部よりも「大きい」場合は、正方形の隆起をそのまま利用して、巣作りを行いました。ただしこの場合、ミツバチは正方形の土台の配列のされ方(レンガ状?格子状?)をも敏感に察知して、それぞれに適した形の巣穴をつくりました。

上に述べた(1)(2)の違いは、ミツバチが自分の置かれた状況を賢く判断し、異常事態に対して能動的・建設的に対処していることを意味しています。つまりミツバチは、単に本能的に(何も考えずに)動く作業員ではない、ということです。状況に合わせて巧みに設計変更できる、柔軟で知的な建築家であることが、この研究からわかりました。

[成果掲載誌]

本研究成果は、Springer Nature 社が出版する査読付きのオープンアクセス誌 Scientific Reports に、2026年3月28日付でオンライン掲載されました。

論文タイトル: Honeybees Adaptability to Square Comb Foundation (和訳: 四角巣礎に対するミツバチの適応性)

著者: Hiroyuki Shima¹, Maika M. Hayashi², Tadashi Kunieda², Honda Honda³, Shuji Sakai^{3,4}

著者の所属: ¹島 弘幸: 山梨大学生命環境学部、²林 真衣香、²國枝 正: 奈良先端科学技術大学

院大学、³本田 真琴：NPO 法人サッポロ・ミツバチ・プロジェクト、⁴酒井 秀治：北海道教育
大学岩見沢校

URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-026-45592-0>

DOI: 10.1038/s41598-026-45592-0

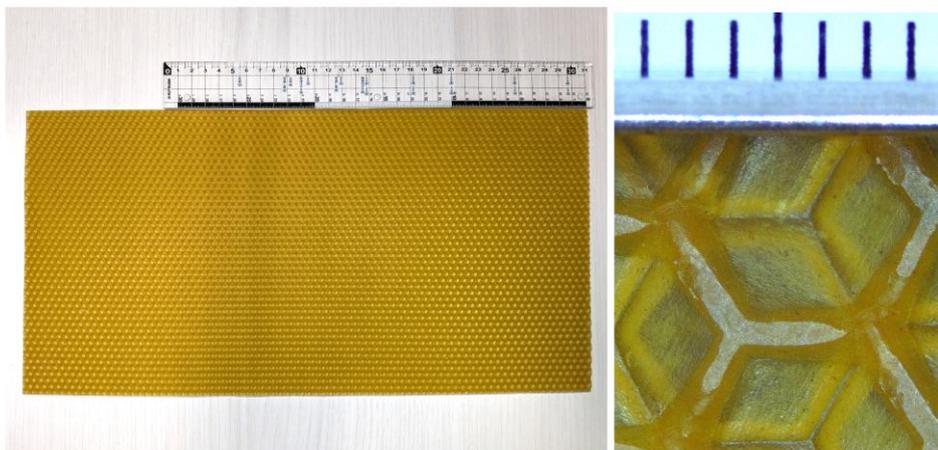


図 1. [左]養蜂で通常使用される巣礎シート。[右]巣礎シートの拡大写真。六角形の隆起(土台)が彫られている。六角形の 1 辺の長さは約 3.0 mm で、隆起の高さは約 1.0 mm。

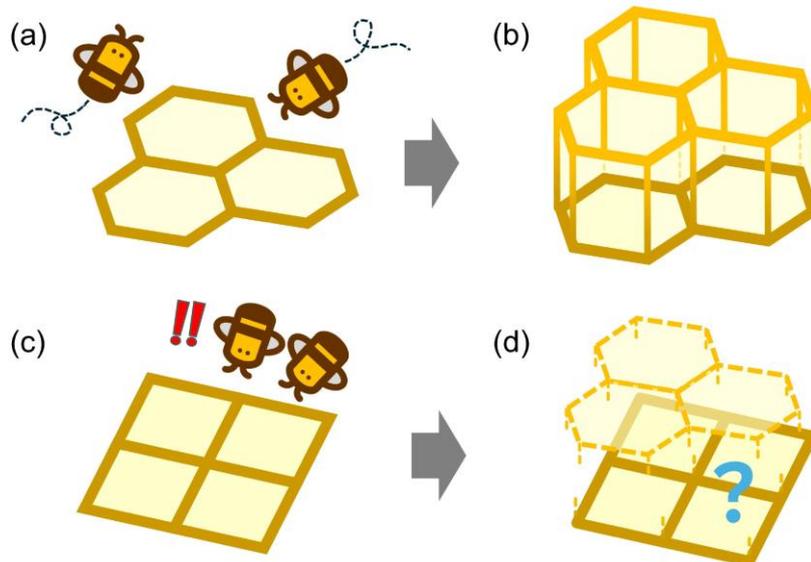


図 2. [上段 a,b] 通常の養蜂では、巣礎シートに彫られた六角形の隆起に、ミツバチが蜜蝋(ロウの小片)を積み重ねて、背の高い六角柱の小部屋を建設する。[下段 c,d] では果たして、正方形の隆起を与えられた場合、ミツバチはどのように反応して巣作りをするのか？

【研究の背景・目的・意義】

ミツバチが持つ最も魅力的な能力の一つは、巨大で整然とした六角形の巣を構築する能力です。ミツバチは、腹部の腺から分泌した小さな蜜蝋タイルを無数に積み重ねることで、工学的な機能性と数学的な美しさを兼ね備えた六角形の巣房構造を作り上げます。

ではミツバチは、いったいどのようにして、このような見事な六角形の巣を作り上げることができるのでしょうか？ この問いに対して、これまで主に2つの仮説が提唱されています。

1つめの仮説は、当初は円筒状の塊（ストローの束のようなもの）であった蜜蝋の巣が、ミツバチの体温によって柔らかくなった後、加温に伴う蜜蝋の表面張力の増加によって六角形の巣穴へと変形するという説です。しかし、この節には、「ミツバチの体温では蜜蝋が十分に柔らかくならないため、六角形への機械的な成形は起こらない」という反論がなされています。

2つ目の仮説は、多数のミツバチが単純な行動規則に従って行動することで、整然とした六角格子が自然と形成される…すなわち、全体を見渡す監督役のミツバチは存在しないものの、単純な規則に従った個々の行動の積み重ねによって、規則的なハチの巣のパターンが自己組織化されるという説です。これら二つの仮説のどちらが真実に近いのかは、未だ判然とはしていません。

ただし近年の研究によれば、ミツバチは巣穴の形状の乱れに対して非常に敏感であることがわかっています。この事実は、第2の仮説を支持するものです。例えばミツバチは、別々の場所から建設を始めた2枚の異なるハチの巣シートを隙間なく繋げて、1枚の大きなシートに仕上げるために、六角形以外の巣穴（五角形、七角形、八角形）を巧みに用いることが実証されています。つまりミツバチは、ただ本能の赴くままに（機械的に）六角形の巣穴を作っているわけではない、ということです。そうではなく、すでに存在する巣穴の形状をきちんと認識して、そこからどのように巣づくりを進めるべきかを個々のミツバチが能動的に決めていると考えられるのです。

では上記の極端な例として、もしハチの巣シート全体が六角形以外の巣穴で埋め尽くされてしまった場合、ミツバチはどのように対処するのでしょうか？具体的には、ハチの巣シートが合同な正方形の巣穴で埋め尽くされている場合などです。このように、巣穴の形状の乱れ（=六角形からの逸脱度合い）が極限に達した場合、ミツバチは六角形巣穴の慣習を捨てて、やむなく正方形の巣穴を建設するのでしょうか？それとも、すでに存在する正方形の巣穴を無理やり捻じ曲げて、やはり六角形の巣穴に作り出すのでしょうか？それを本研究で調べた結果、ミツバチは初めに与えられた正方形巣穴のサイズと配列パターンの違いによって、異なる巣穴を建築することがわかりました。この結果は、ミツバチが自分のおかれた環境を鋭く察知して、そこから自分たちに最もメリットのある巣穴の作り方を、能動的に選んでいることを示唆しています。つまりミツバチは、私たち人間が考えるよりも、ずっと賢く巣作りを行っていることが本研究で明らかとなりました。



Sapporo Mitsubachi Project
サッポロ・ミツバチ・プロジェクト
(さっぱち) Facebook より転載
<https://www.facebook.com/sappachi>

[研究結果の概要]

養蜂の現場では、ミツバチが巣を作りやすいよう、巣礎と呼ばれるワックス製のシート(図1)を巣箱の中に仕込みます。この巣礎シートには、小さな六角形の土台が刻まれています。ミツバチはこの土台のうえに、たくさんの蜜蝋(ミツバチが分泌する天然のロウ)を積みあげて、土台を高くします。その結果、六角柱のかたちをした多数の巣房(ハチミツや花粉を貯めるための小部屋)が、シート全体に形成されます(図2)。

本研究では、この通常の六角巣礎に代えて、正方形の土台を彫り込んだ巣礎シートを作成しました。具体的には、図3に示した金属の鋳型をつくり、この表面に溶かした蜜蝋を流し込むことで、正方形の溝がたくさん並んだ蜜蝋製の四角巣礎シートを作りました。さらに、巣穴の大きさ・巣穴の配列の

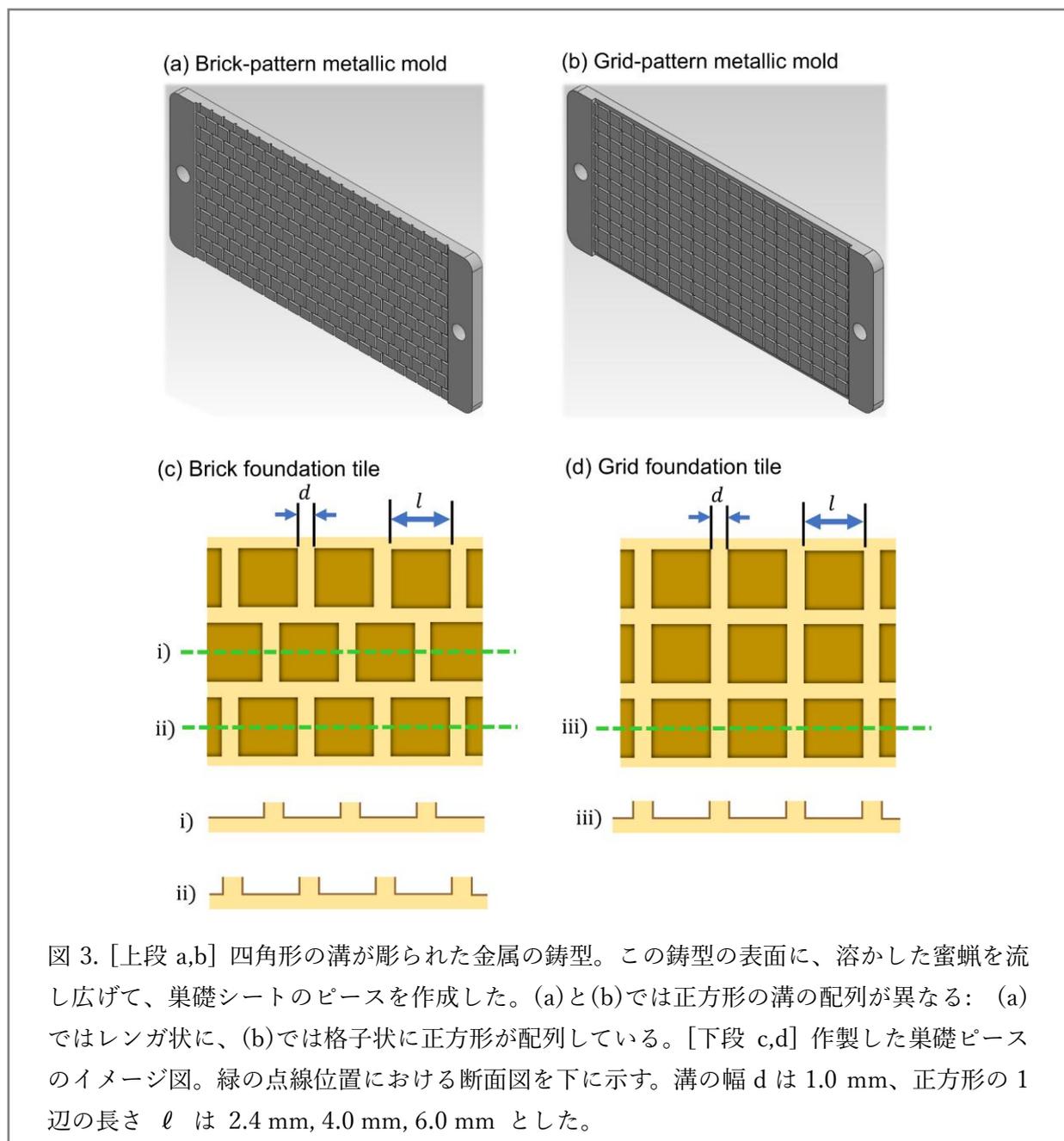


図3. [上段 a,b] 四角形の溝が彫られた金属の鋳型。この鋳型の表面に、溶かした蜜蝋を流し広げて、巣礎シートのピースを作成した。(a)と(b)では正方形の溝の配列が異なる：(a)ではレンガ状に、(b)では格子状に正方形が配列している。[下段 c,d] 作製した巣礎ピースのイメージ図。緑の点線位置における断面図を下に示す。溝の幅 d は 1.0 mm、正方形の1辺の長さ l は 2.4 mm, 4.0 mm, 6.0 mm とした。

違いに対するミツバチの反応の違いを探るため、正方形の1辺の長さ(2.4mm, 4.0 mm, 6.0 mm)と正方形の配列(レンガ状, 格子状)をそれぞれ変えて、合計6種類の巣礎シートを準備しました。

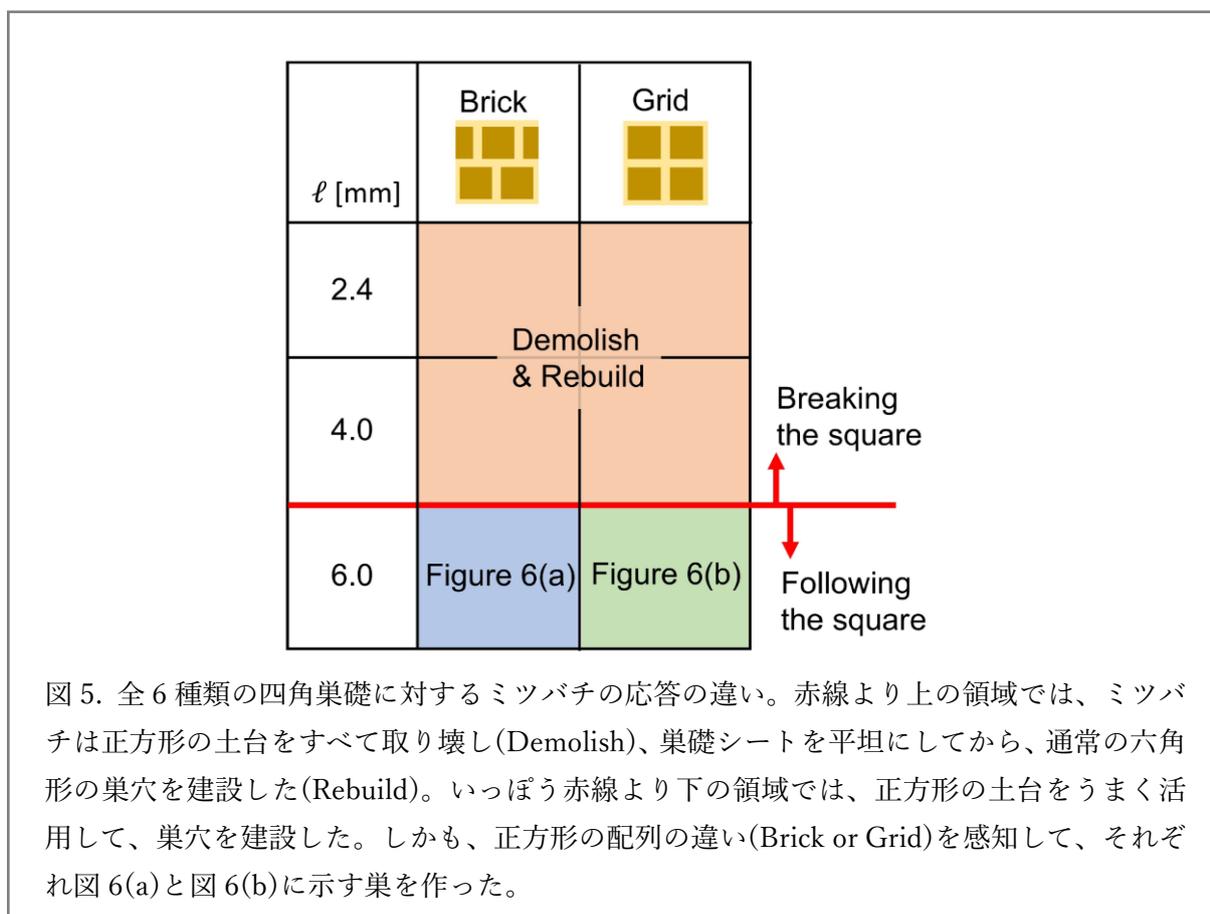


図4. ミツバチを飼育している様子。NPO 法人 sapporo・ミツバチ・プロジェクト(通称さっぱち)では、札幌都心にあるビルの屋上に巣箱を設置して、都心養蜂を長年行っている。(さっぱち公式 HP - <https://www.sappachi.com/>)

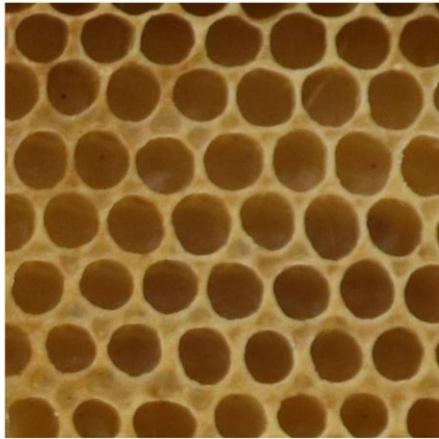
こうして作成した正方形巣穴の巣礎シートを、ミツバチの巣箱に設置して、3~4 か月ほどの定期観察を行いました。図4は、実際にミツバチを飼っている様子です。NPO 法人サッポロ・ミツバチ・プロジェクト(通称さっぱち)では、札幌都心のビルに屋上に巣箱を設置して、そこに暮らす人たちの協力のもと、たくさんのミツバチを飼っています。街路樹や花々から集められたハチミツは、その時期に咲く花によって、色・香り・味が異なるのが特徴です。ミツバチという小さな命を介して、子どもからシニアまで、世代を超えた人々が出会う場となっています。(さっぱち公式 HP - <https://www.sappachi.com/>)

正方形という異常な形の巣礎シートをミツバチに与えた場合、ミツバチはどのような巣をつくるのか?その実験結果の一覧を示したのが図5です。正方形の一辺の長さ(蜜蝋の壁と壁の間隔)を2.4 mm または 4.0 mm の場合、ミツバチは用意された蜜蝋の壁をすべて取り壊して、シートを更地にしてから、通常の六角形の壁を建て始めました。これは、人間が古い建物を取り壊して、更地に戻してたら新しい建物を建てる様子とよく似ています。

いっぽう、一片の長さが 6.0 mm の場合は、ミツバチは最初に準備された正方形の蜜蝋の壁をそのまま利用して、巣作りを行いました。ただしこの場合、ミツバチは正方形の配列の違い(レンガ[Brick]状 or 格子[Grid]状)を鋭く認識し、それぞれの配列ごとに異なる巣穴を形成しました(図6)。



(a) Honeycomb on 6 mm-brick



(b) Honeycomb on 6 mm-grid

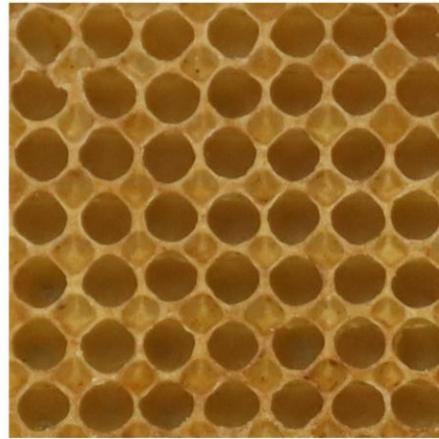


図 6. [左] レンガ状配列(Brick)の四角巣礎シートから作られたハチの巣。丸みを帯びた巣穴が、通常ハチの巣と似たように並んでいる。ただし巣穴が丸い分だけ、隣り合う巣穴をわかつ壁が厚く、通常ハチの巣よりも多くの材料(蜜蝋)を要している。[右] 格子状配列(Grid)のシートから作られた巣。わずかに角ばった巣穴が碁盤の目のように並んでいる。巣穴どうしの間隙は、ピラミッドを逆さにしたような蜜蝋の薄い膜で塞がれている。スケールバーは 6.0mm。

これらの結果から、おそらくミツバチは自分の頭部(およそ 4.0 mm 程度)を使って、四角巣礎の穴の大きさを感知したと推測されます。もし、用意された四角巣礎の穴が小さすぎて、ミツバチが穴の中で作業できない場合は、ミツバチはその巣礎を破壊して、最初から巣の建築をやり直しました。もし巣穴の大きさがある程度大きい場合は、その巣穴の配置が決してミツバチにとって最適ではない(居心地が悪い)ものの、そこには妥協して巣作りを進めました。

この建設指針の切り替えは、巣作りにおける労力対効果(タイムパフォーマンス・スペースパフォーマンス)を、ミツバチが意識した結果なのかも知れません。つまりミツバチは、既に用意された四角巣礎を破壊するために余分な時間・体力・材料を費やすべきか、それとも(たとえ最適でなくても)既にあるものを利用して時間・体力・材料を節約した方がよいか、どちらの方が得かを判断しているという可能性があるのです。壊すか? 活かすか? — 私たちの想像を超えたミツバチの賢い判断力が、正方形の土台を使った実験で初めて明らかになりました。

[問い合わせ先]

<研究に関すること>

山梨大学 大学院総合研究部

生命環境学域 環境科学系

教授 島 弘幸 (しま ひろゆき)

メール: hshima@yamanashi.ac.jp

<広報に関すること>

山梨大学 総務企画部総務課広報・渉外室

メール: koho@yamanashi.ac.jp

電話: 055-220-8005、8006