

# 水中で接着と剥離を繰り返せる クリーンな接着機構の技術開発

物質・材料研究機構  
環境・エネルギー材料部門  
ハイブリッド材料ユニット

細田 奈麻絵

# 従来技術とその問題点

## 従来の中水接着剤の課題

### 1. 環境の汚染となる化学物質を使用

従来技術では水中接着に化学物質を使用するため、環境の汚染が問題となった。

### 2. 剥離が困難なため繰り返し使用が困難

従来技術では強固に接着することに主眼がおかれ剥離が困難で、繰り返し接着ができなかった。

### 3. 吸盤などは粗い表面上での使用が不可能

繰り返し吸盤を用いる機構は、平滑面での使用に限られる。

# 開発の背景： 環境問題と接合技術

リサイクルを基調とした環境調和型社会の実現にとって、廃棄物を簡単に解体することや環境影響化学物質の不使用が要求されている。

- 簡単に剥がせる可逆的接合技術はキーテクノロジー  
従来の接合技術 → 分離が困難
- 接合と分離を繰り返せる接合技術開発  
使用中は強い接合強度を持ち、簡単に剥がせるという矛盾した要求。
- 虫の歩行能力に着目  
さまざまな表面にくっつき、接着と剥離を迅速に繰り返しながら移動している。
- 昆虫の足を模倣した新しい接着技術開発

# 新技術の特徴・従来技術との比較

## 1. クリーンな接着技術

本技術では化学物質を使用しないクリーンな接着技術の開発に成功した。

## 2. 繰り返し接着

本技術では接着と剥離を繰り返すことが容易となった。

## 3. 被着表面

水中で吸盤などを用いる方法では、粗い表面上では使用ができなかった。本技術では粗い表面上でも接着することが可能である。

# 新技術の紹介

昆虫の水中歩行の発見を基に、水中で接着と剥離を繰り返せるクリーンな接着機構の技術開発を行った。本技術は水中接着機構に泡を利用したことが特長である。

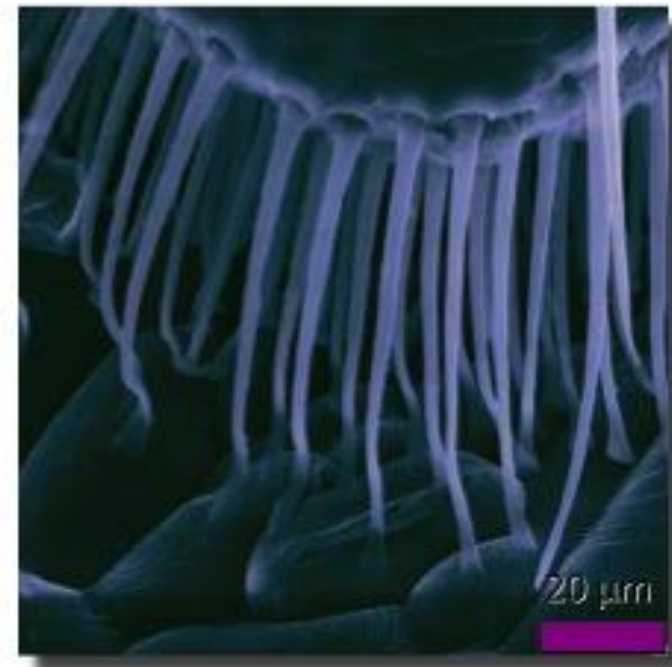
以下に、本技術の開発に関わる研究内容について説明する。

1. ハムシの脚の接着機構
2. 水中で機能する接着機構の発見
3. ハムシの牽引力の測定
4. 開発した「泡を利用した水中接着機構」

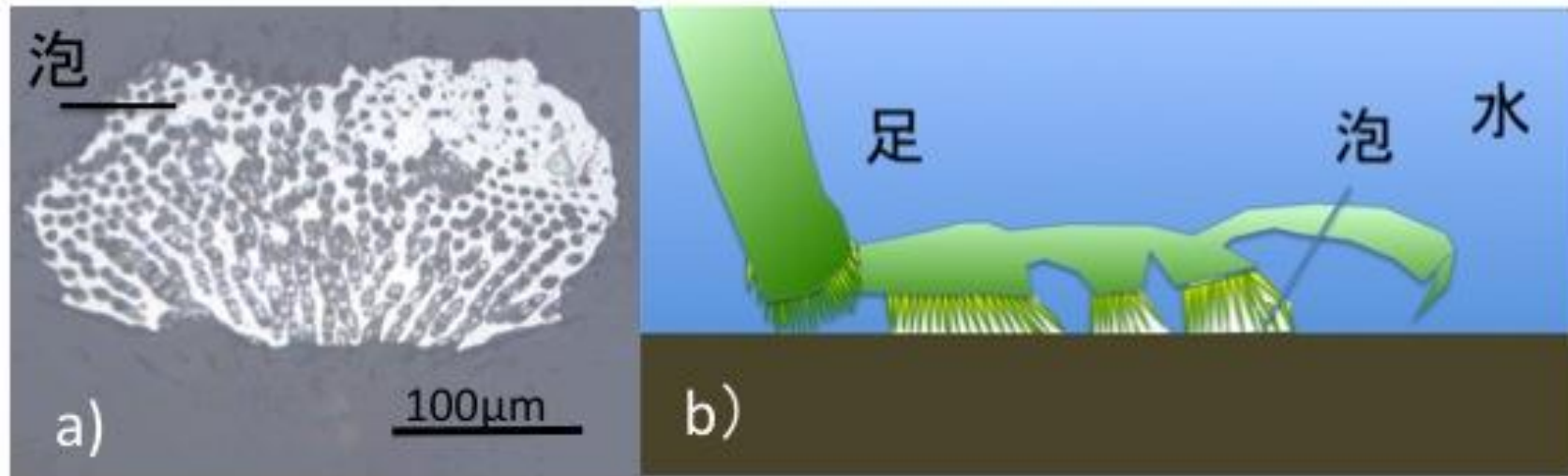
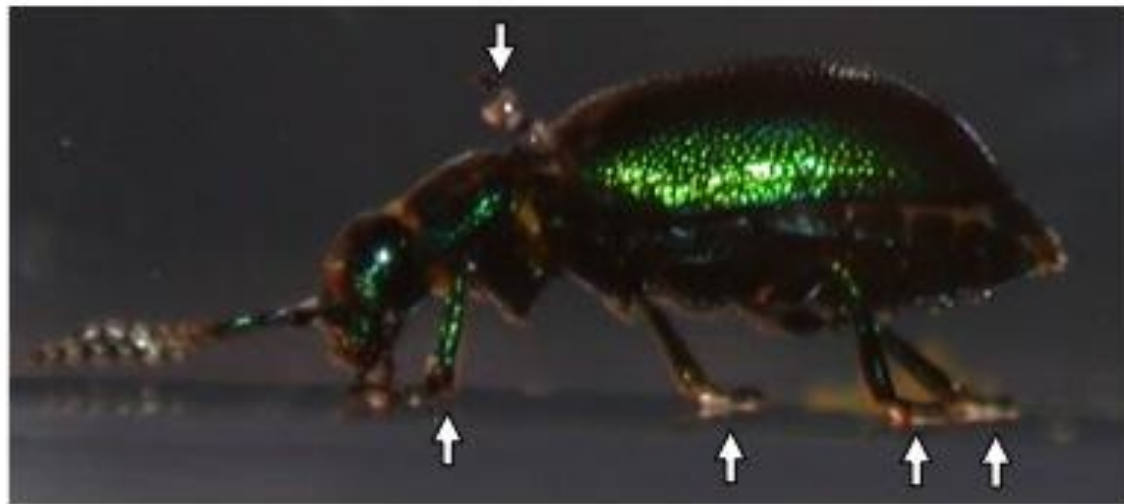
## Observation of attached setae of *Gastrophysa viridula* on *Rumex obtusifolius*



The leaf beetle *Gastrophysa viridula*  
(Coleoptera, Chrysomelidae)



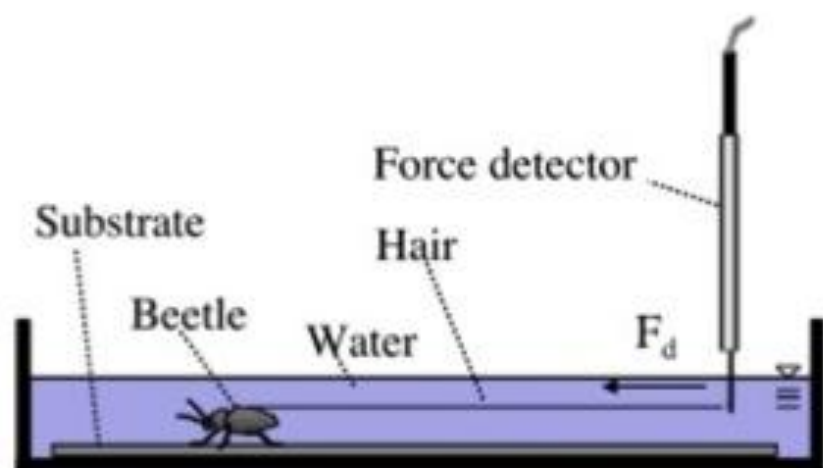
Attached terminal elements of *G. viridula* on the replica of adaxial surface of *R. obtusifolius*



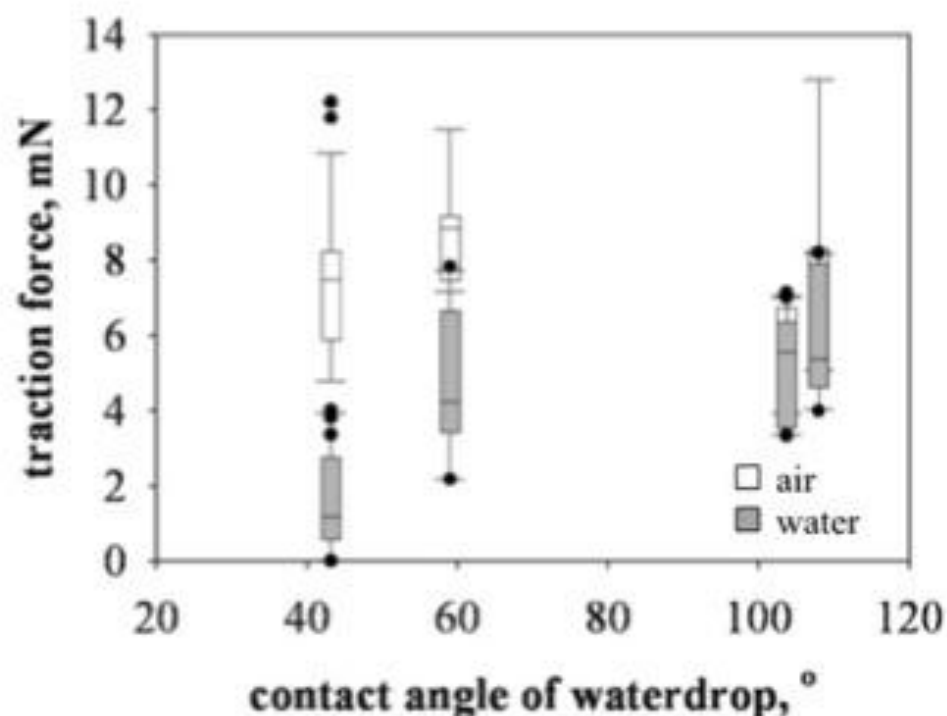
(a)水中固定しているハムシの足裏写真(裏側から撮影)。黒色はハムシの足(接着性剛毛)、白色は泡。(b)泡を利用して足裏を水中固定する機構の模式図。



## 水中でのハムシの歩行能力を調査



水中におけるハムシの牽引力の測定方法(模式図)。牽引力には足の接着が必要となる。



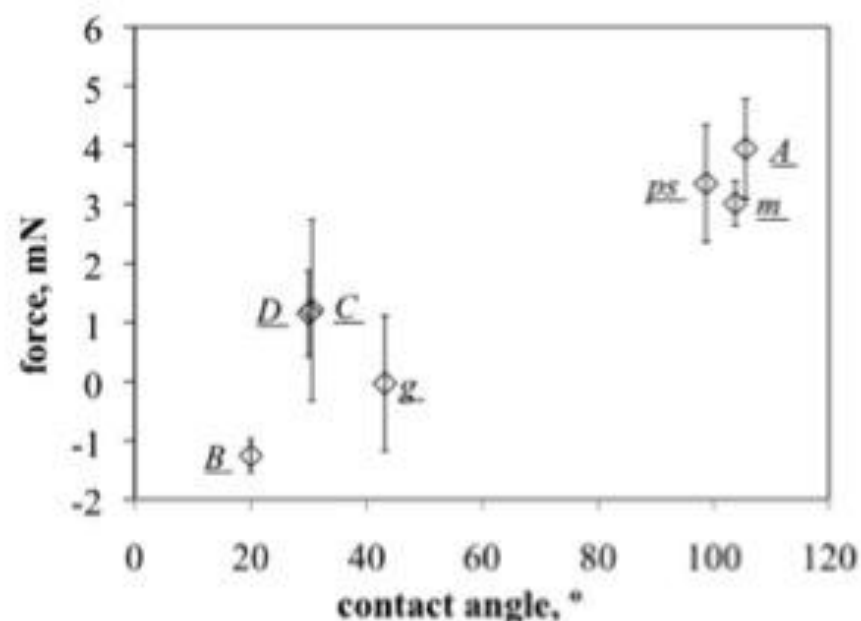
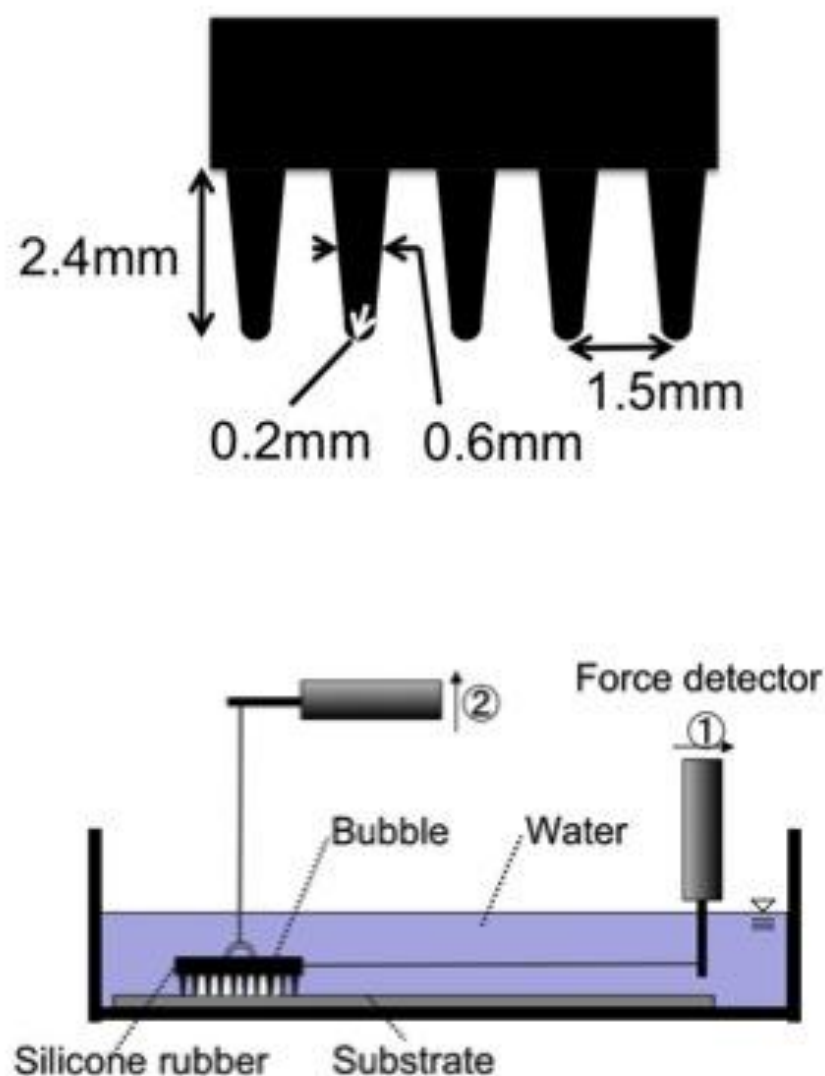
異なる表面での牽引力の測定結果。グレーは水中、白は空気中。疎水性の表面では牽引力は変化せず、親水性の表面では牽引力が小さくなる。

疎水性の表面(接触角 $100^{\circ}$ 以上)では空気中・水中ともにけん引力は500~600mgの重さを引くことができる。ハムシの体重は13.5mgであることから、体重の約40倍の力で引いていることになる。

N.Hosoda, NIMS



## 開発した「泡を利用した水中接着機構」



「泡を利用した水中接着機構」の接着力(垂直方向)をぬれ性の異なる表面で比較した。疎水性の表面で吸着力が大きくなる。

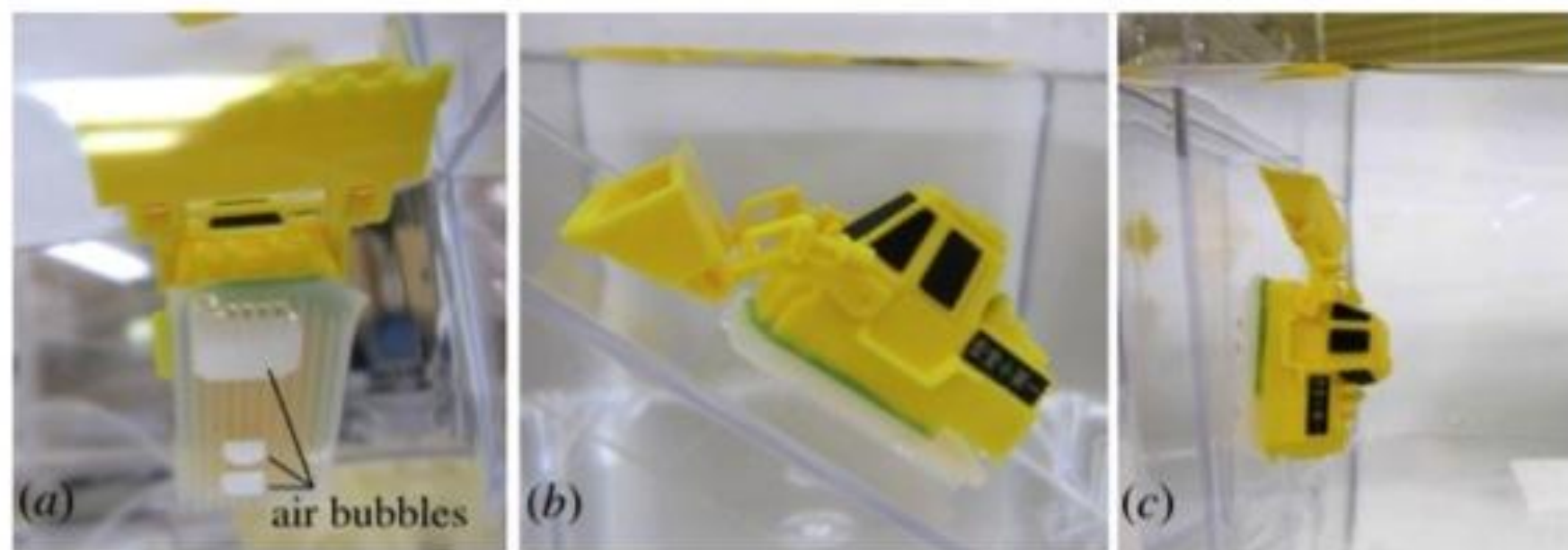
開発した「泡を利用した水中接着機構」の接着力測定。

# 想定される用途

- 本技術は、環境調和型技術に求められる環境影響化学物質を使用しないため、クリーンな環境維持が求められる用途が可能となる。
- 「接着と分離」を繰り返せるため、水中歩行の様な移動機構に用いる用途が可能となる。
- 吸盤の様に平滑面に限らず使用出来る特長などを生かした新たな使用環境が開拓出来る。

## (例) 水中監視・作業ロボットの脚部

※開発した「泡を利用した水中接着機構」を用いて、模型の水中接着を実現した。(次のスライドの黄色のブルドーザー)



開発した「泡を利用した水中接着機構」を用いて、おもちゃ(黄色のブルドーザー)の水中接着を実現した。

# 実用化に向けた課題

本技術は、幅広い用途への応用が可能のため、具体的な用途を絞って水中ロボット等の開発に取り組みたいと考えている。

## 企業への期待

### 1. 使用環境の提案

具体的な使用環境と用途を絞って、水中接着の応用開発に取り組みたいと考えている。

### 2. 量産技術の開発

水中接着機構の実用化にあたり、研究室レベルで確立している接着表面の加工について量産技術を開発したいと考えている。

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 接着構造体及びそれを用いた水中移動装置
- 出願番号 : 特開2011-246076
- 出願人 : 物質・材料研究機構
- 発明者 : 細田奈麻絵

# 産学連携の経歴

接着や剥離についてのプレスリリースに関わる技術についてメーカー等との産学連携を推進している(非公開)。

## [プレスリリースの例]

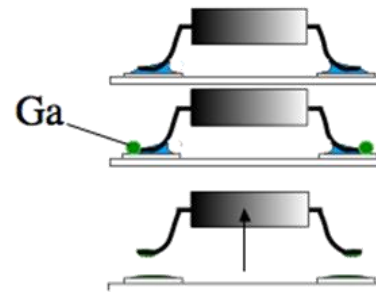
- ①微細接合部の界面を簡単に分離できる技術の開発に成功(2004)
- ②昆虫が足を擦る秘密をナノテクノロジーで解明—生体模倣による新しい材料機能の開発に活用(2010)
- ③昆虫が「泡」を利用して水中を歩けることを発見—クリーンな水中接着への応用—(2012)

# プレスリリースの例①

- 微細接合部の界面を簡単に分離できる技術の開発に成功

2004年1月24日

NIMSのエコマテリアル研究センターエコデバイスグループは、接合部に融点が高いガリウムを用いることで、接合部の界面を簡単に分離できる技術の開発に成功した



ガリウムを塗ってプリント回路配線盤からLSIチップ取り出すところ。

出典:

<http://www.nims.go.jp/news/press/2004/02/p200402260.html>



## プレスリリースの例②

- **昆虫が足を擦る秘密をナノテクノロジーで解明  
-生体模倣による新しい材料機能の開発に活用-**

2010年11月9日

NIMS ハイブリッド材料センターは、ガラスのような平坦な表面を逆さまでも歩行できる昆虫の足の裏の優れた接着性に着目し、昆虫(ハムシ)の歩行調査を行い、ナノテクノロジーを用いた実験により、昆虫が摩擦(足の滑りやすさ)により汚れを感じていることを突き止めた。

出典:

<http://www.nims.go.jp/news/press/2010/11/p201011090.html>

## プレスリリースの例③

- 昆虫が「泡」を利用して水中を歩けることを発見  
-クリーンな水中接着への応用-

2012年8月7日

NIMS ハイブリッド材料ユニット細田 奈麻絵グループリーダーらは、優れた接着性を持つ「昆虫の足」の研究において、大気中で生息するハムシが、「泡を利用して水中歩行できる」ことを発見した。

出典:

<http://www.nims.go.jp/news/press/2012/08/p201208070.html>

# お問い合わせ先

**(独) 物質・材料研究機構**

**外部連携部門 研究連携室 連携企画チーム**

**TEL : 029-859-2600**

**FAX : 029-859-2500**

**e-mail : [research-collab@nims.go.jp](mailto:research-collab@nims.go.jp)**