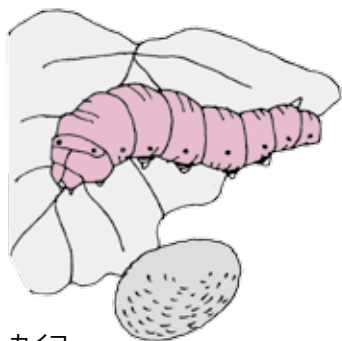


# 1

# バイオミメティクス がある日常

ナイロン、マジックテープ、  
新幹線

## カイコ、絹糸、ナイロン



カイコ



化学の力で人間が作った絹のような繊維

## マジックテープ



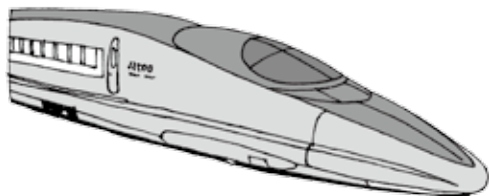
オナモミ



## 新幹線



フクロウの羽



カワセミのくちばし

biomimetics (バイオミメティクス) という言葉を耳にしたことがありますか? bioは生物や生命にかかわる接頭語。mimeticは擬態や模倣を意味するmimesisの形容詞で、mimesisの動詞はバントマイム(mime)。mimeticの語尾にsがついたmimeticsは名詞形になり、強いて訳せば、擬態物、模倣物、模倣すること。つまり、バイオミメティクスとは、生物を真似たもの、生物を模倣すること、生物に学ぶこと、であり学術的には生物模倣と訳されます。私たちの身のまわりには生物に真似たいろんなものがあること、ご存知でしたか? ナイロンの総称で知られるポリアミド系合成繊維は、米国の大手化学会社DuPont(デュポン)社のWallace Carothers(ウォレス・カロザース)博士が1935年に発明したバイオミメティクスの代表例です。くもの糸より細く、絹よりも美しく、鋼鉄より強い」といったキャッチフレーズで丈夫なストッキングに使われたナイロンは、

カイコが作る絹糸の基本骨格であるポリペプチド構造を模倣したもので、石灰と空気と水を原料にして化学的に製造したポリアミドと呼ばれる合成高分子を繊維化したものなのです。我が国ではマジックテープ(クラレの商標)として知られている面状ファスナーは、1940年代にスイスのGeorge de Mestral(ジェルジュ・ド・メストラル)が植物の種が動物の毛に付着することを模倣して開発した製品で、世界的には彼が起した会社名でもあるVELCRO®として知られています。空力音による騒音問題は、高速走行する新幹線の課題です。元JR西日本の技術者で日本野鳥の会の会員である仲津英治氏は、フクロウの風切羽にあるセレーションという構造を模倣するとパンタグラフの騒音が減り、カワセミのくちばし形状を模倣するとトンネルドングンと言われる騒音が減ることを500系新幹線で実証しました。

### 要点BOX

絹糸を模倣したナイロン  
ひつつむしに真似たマジックテープ  
鳥に学ぶ新幹線の技術

2

古くて新しい  
バイオミメティクス

歴史はダ・ヴィンチから  
はじまる

生物に学ぶことは古くからある考え方で、レオナルド・ダ・ヴィンチが「鳥の飛翔に関する手稿」や「パリ手稿」において、鳥の飛翔メカニズムの考察をもとに様々な飛行機械の設計をしていることは有名です。バイオミメティクスという言葉は、米国の神経生理学者Otto Schmitt (オットー・シュミット) が命名したもので、1950年代後半には論文に記載されています。シュミットは、神経システムにおける信号処理を模倣して、入力信号からノイズを除く矩形波に変換する電気回路として知られている「シュミット・トリガー」を発明しました。これはノイズに強いスイッチとして使われる基本的な回路です。

1970年代後半になり、酵素や生体膜などを分子レベルで模倣しようとするBiomimetic Chemistryという学術潮流が興ります。生体触媒である酵素の反応部位がX線構造解析によって明らかになり、有機化学者が生体反応を分子論的に解明

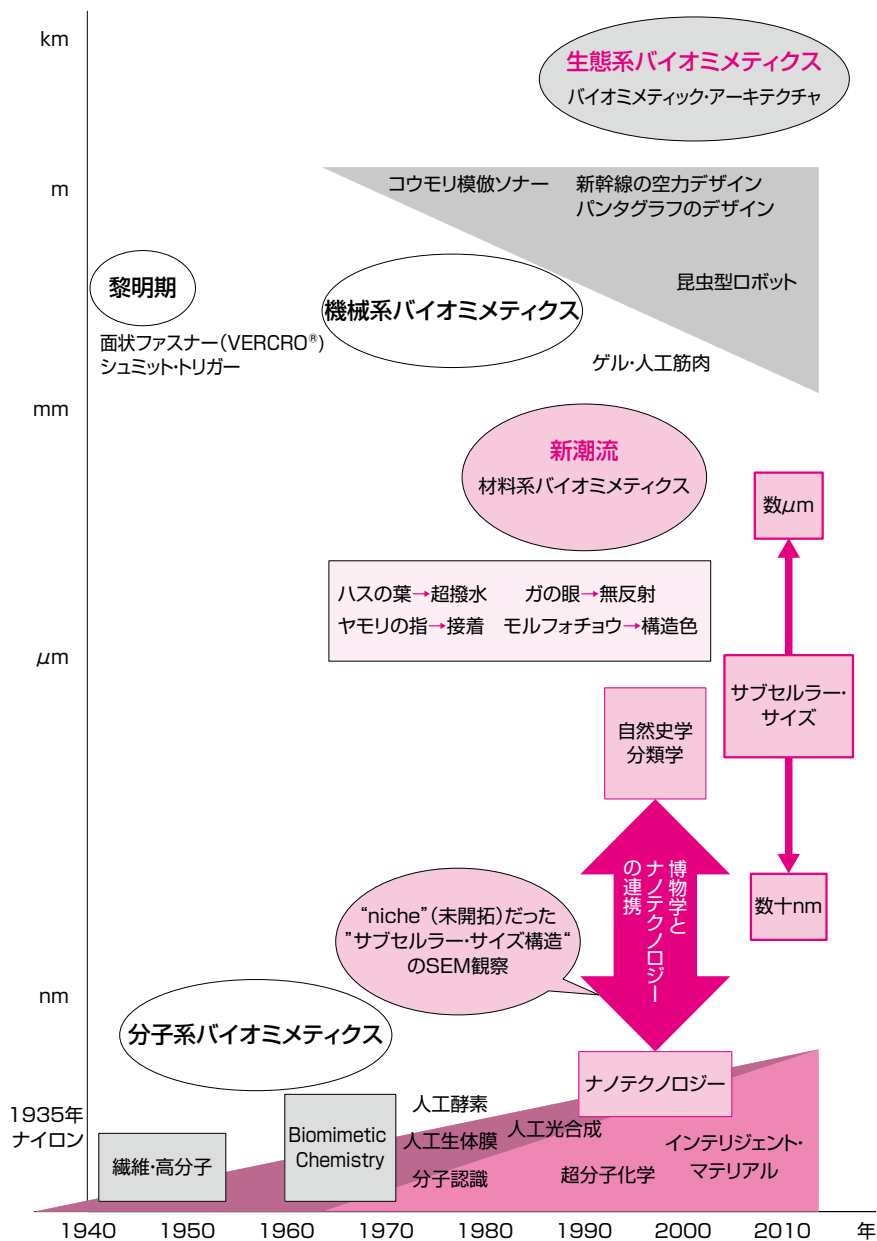
したのです。80年代に盛んになった人工光合成の研究は色素増感太陽電池開発の基礎となり、ゲルの研究は人工筋肉などの発明をもたらしました。その後、分子生物学の展開によって遺伝子を中心として生命現象を解明する研究が生物学の主流になっていくなかで、1980年代後半からはLangmuir-Blodgett (LB) 膜や分子エレクトロニクス、インテリジェント・マテリアルなどの台頭と相まって、分子系バイオミメティクスの主流は「分子集合体の化学」や「超分子化学」に向かいナノテクノロジーの基礎を作りました。

機械工学の分野でも、昆虫の飛翔や魚の泳ぎを真似たロボット、コウモリの反響定位や昆虫の感覚毛を模倣したソナーやセンサが開発されました。機械系バイオミメティクスのトレンドは、軍事産業、鉄道・船舶、航空機産業、マイクロマシン・MEMS分野、エレクトロニクスなどに反映されています。

要点  
BOX

- 命名者が発明した電気回路、シュミット・トリガー
- 第1世代は化学の分野で
- センサやロボットの分野でも

総合的工学体系としての生物規範工学



# 3

## バイオテクノロジーとはちがう！

生物の生き残り戦略からの技術移転

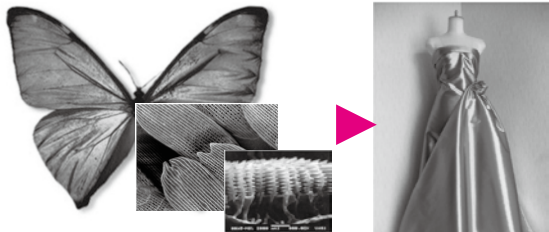
生物の表面には様々な構造があり、多くの場合、ナノからマイクロに至る領域において階層性を持っています。この大きさは、ナノテクノロジーの対象となる領域です。今世紀に入り、世界的なナノテクノロジー研究の展開により、走査型電子顕微鏡が広く普及しました。生物学者は、それまでニッチであったナノ・マイクロ構造を明らかにしはじめました。ハスの葉の超撥水性、ヤモリや昆虫の足の接着性、サメ肌の流体抵抗低減化、ガの眼の持つ無反射性、モルフォチョウの鱗粉が放つ構造色など、生物表面に形成されるナノ・マイクロ構造に起因する特異な機能を模倣して、テフロンを使わない撥水材料、接着物質を使わない粘着テープ、スズ化合物を使わない船底防汚材料、金属薄膜を使わない無反射フィルム、色材を用いない発色繊維などが開発されています。

これらの開発の多くは、博物学と呼ばれる自然科学や分類学とナノテクノロジーの連携によってなされたものです。ナノテクノロジーが従来の科学技術と際だって異なる特徴は、その対象物の大きさが電子顕微鏡による観察や解析を不可欠とするサイズであり、それゆえに、共通の観察・解析手法を通じた生物学と材料科学の連携の可能性を内包することにあります。生物学者が明らかにした生物の持つ表面階層構造をヒントにして、材料ナノテクノロジーの研究者がその構造モデルを人工的に製造し、構造に起因した機能発現の機構を明らかにするとともに、生物機能を模倣した人工的な材料を開発する、材料系バイオミメティクスとも言うべき潮流が新たに興ったのです。

バイオミメティクスは、生物機能の本質を物理的、化学的に明らかにして、人間のテクノロジーに技術移転して再現しようとするものであり、発酵や醸造、遺伝子工学のように生物を使ってもものつくりをするバイオテクノロジーとは違う技術なのです。


### 材料系バイオミメティクス 五題断

1



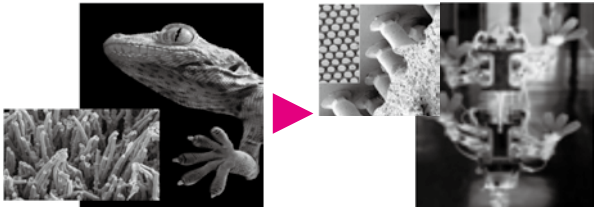
モルフォチョウの鱗粉が放つ構造色  
↓  
色材を用いない発色繊維

2



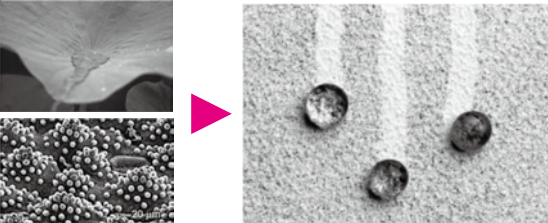
ガの眼の持つ無反射性  
↓  
金属薄膜を使わない無反射フィルム

3



ヤモリや昆虫の足の接着性  
↓  
接着物質を使わない粘着テープ

4



ハスの葉の超撥水性  
↓  
テフロンを使わない撥水材料

5



サメ肌の流体抵抗低減化  
↓  
低抵抗の表面構造

#### 要点BOX

- 博物学とナノテクノロジーが拓く新材料
- ナノ・マイクロ構造が持つ機能
- 生物から工学への技術移転