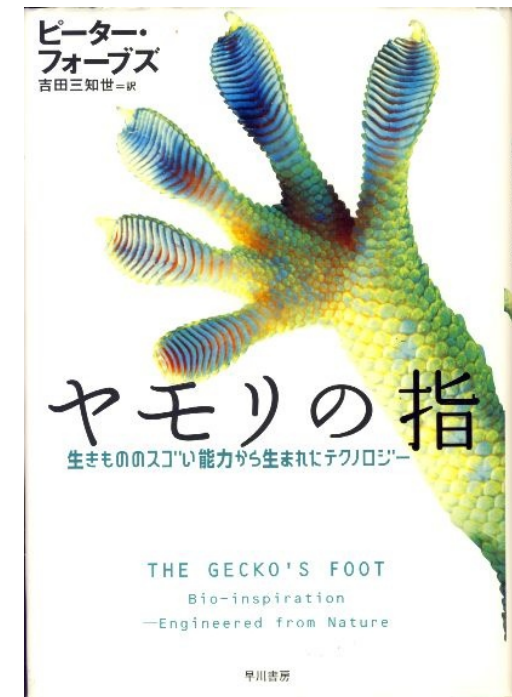


蜘蛛の糸を利用 する試み

ピーター・フォーブス
『ヤモリの指』
(早川書房)
第3章



蜘蛛の糸を利用する試み

- 1709年 グザヴィエ・サン - ヒレー
ル・ボン 手袋とストッキングを作り
ルイ14世に進呈
- 18世紀後半, オーストリアでは蜘蛛
の網に絵を描く流行があった
- 1876年 中国の皇帝はヴクトリア女
王に蜘蛛の糸で作ったドレスを贈っ
た

蜘蛛の糸の人工的な合成

- 2002年6月 カナダのネクシア・バイオテクノロジー社は遺伝子組換えヤギの乳から蜘蛛の糸を量産。この繊維バイオスチールは防弾チョッキ開発にからむ。2004年中ごろバイオスチールは途絶。
- 牛乳のカゼインからもボタンを作ることが可能だからヤギの乳から防弾チョッキも作れないことはない

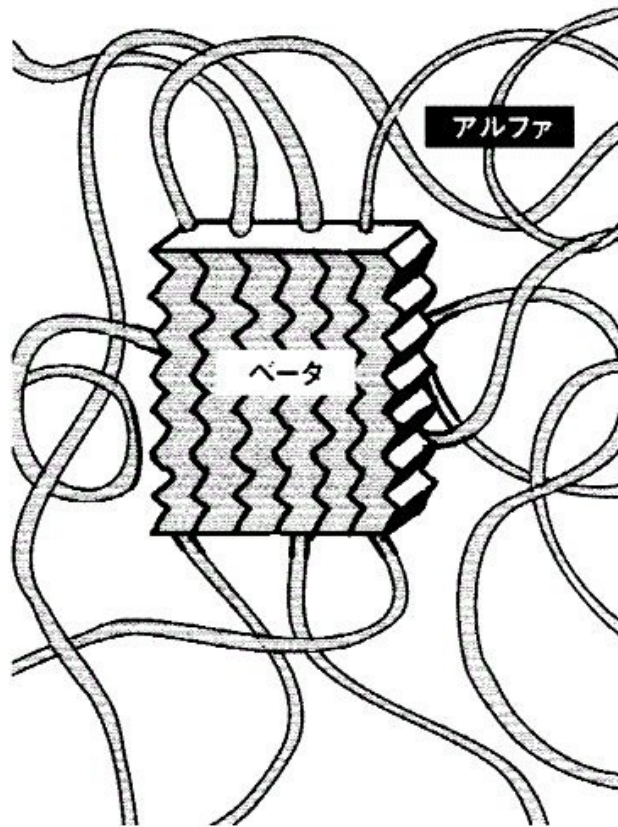


図3-3 蜘蛛の糸が丈夫なのは、そのタンパク質に、アコーディオンのように襞状になった堅いベータシートと、ゆるやかならせん状に巻いたアルファ体という、性質の異なる2種類の領域があるからだ。このため、蜘蛛の糸タンパク質は複合材料となり、亀裂が成長しにくく、本質的に丈夫である。ガラスファイバーもこれと同じ原理で高強度を達成しているが、蜘蛛の糸タンパク質では、ひとつの分子のなかに脆い部分と弾性のある部分があるため、より強靱である。

蜘蛛の糸は複合材料

- 蜘蛛の糸は α 構造と β 構造が混在する複合材料と信じられている
- 複合材料の特徴は一般に破断しにくいこと
- グラスファイバーもこのような複合材料だ
- 蜘蛛糸タンパク質は巨大分子で規則性が低く、巨大遺伝子は他の生命体に移植したとき正しく機能しないことが多い(カプラン教授は移植すると2500ダルトンまで減少すると嘆く)

紡糸過程の重要性

- 糸の組成よりも紡糸過程で起こる変化のほうが重要だ
- スピノックス社(絹の人工生産を目的とする)ではナイトが紡糸過程を研究している
- 蜘蛛の出糸突起内部で起こる変化を研究・・・ゲル状の糸タンパク質は脱水・イオン交換(酸性化される)・分子の整列というプロセスを経る。紡糸ノズルを開発した

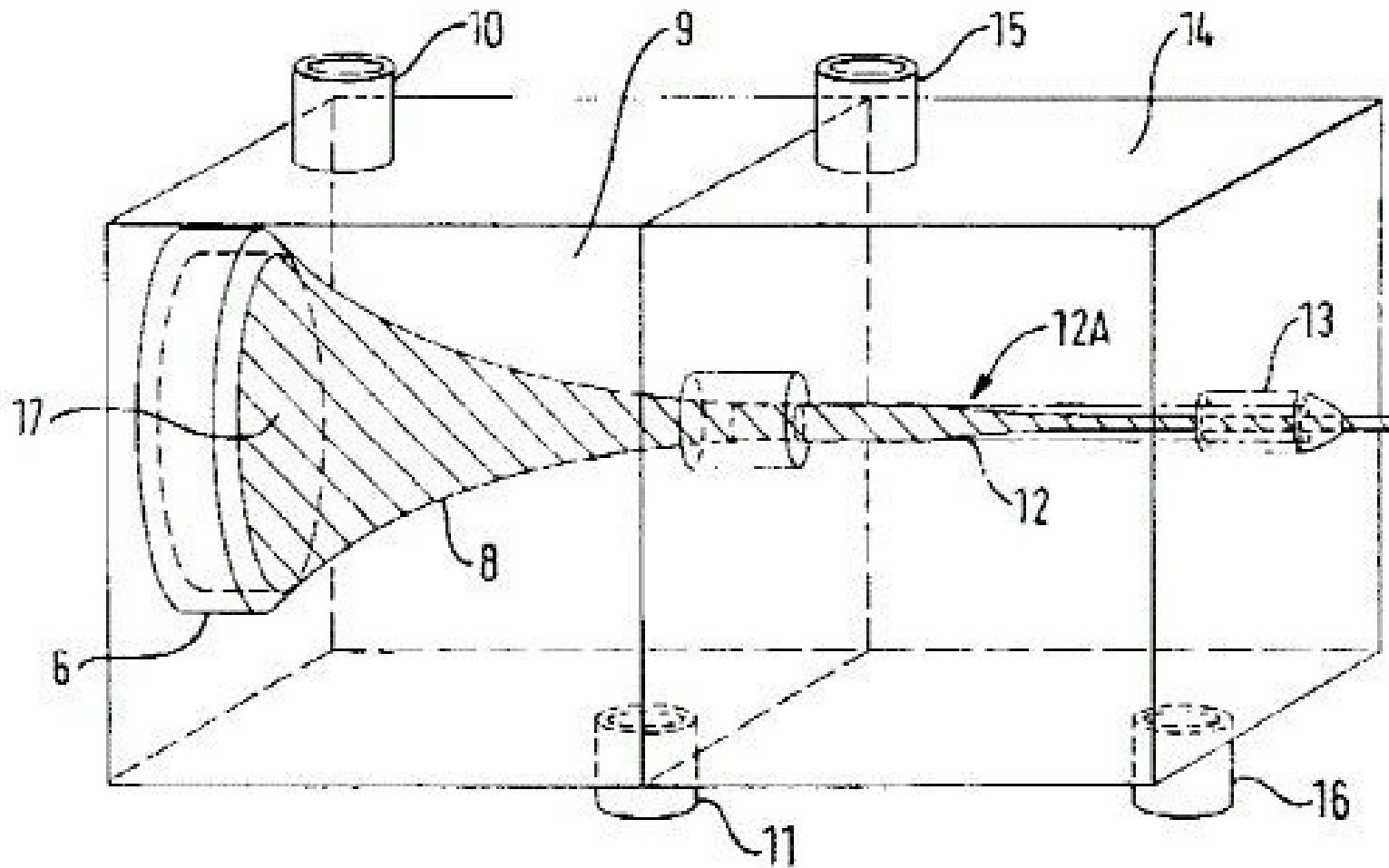


図3-4 デイヴィッド・ナイトは、蜘蛛の出糸突起で起こるプロセスの一部を模倣できる紡糸ノズルの特許を取得した。これを使えば、さまざまな可溶化シルクから強靱な繊維を紡糸することができる。

蜘蛛系の最大用途は医学に

- ナイトは外科の補助材料として有用だと考えている(傷をふさぐ)・・・「生物包帯」(Ikedaの用語)である
- スピノックス社が注目する秘密の大量廃棄されているヒト繊維性タンパク源とは毛髪ではないか。あるいは血液かもしれない(フォーブスの推理)
- ネクシア社は業績不振に陥った(2003年10月)

蜘蛛系の工業生産の可能性

- 蜘蛛の糸の特性として出糸突起の外に出て乾燥はするが親水性を失わない(バイニー, 2004年)
- 米国軍はカプランらに宇宙構造物素材開発の補助金(コードヤブ)を与えた(2001年)
- ナイロンは発見から4年めまでは無価値な繊維だと考えられていた。低温延伸法が発明され強度が劇的に向上したおかげで評価が逆転した歴史がある

第4章 天井の歩き方

- ヤモリの指はなぜ天井に張り付くのか
- 電子顕微鏡によるとたくさんの接触構造を持った毛がある(死んだヤモリの指もくっつく)
- 1本のヤモリの毛の接着力が測定された(オータム, 2000年6月)。しかし、指の接着力はその十倍。秘密はファンデルワールス力にある
- ヤモリの毛を模した繊細な糸は合成された

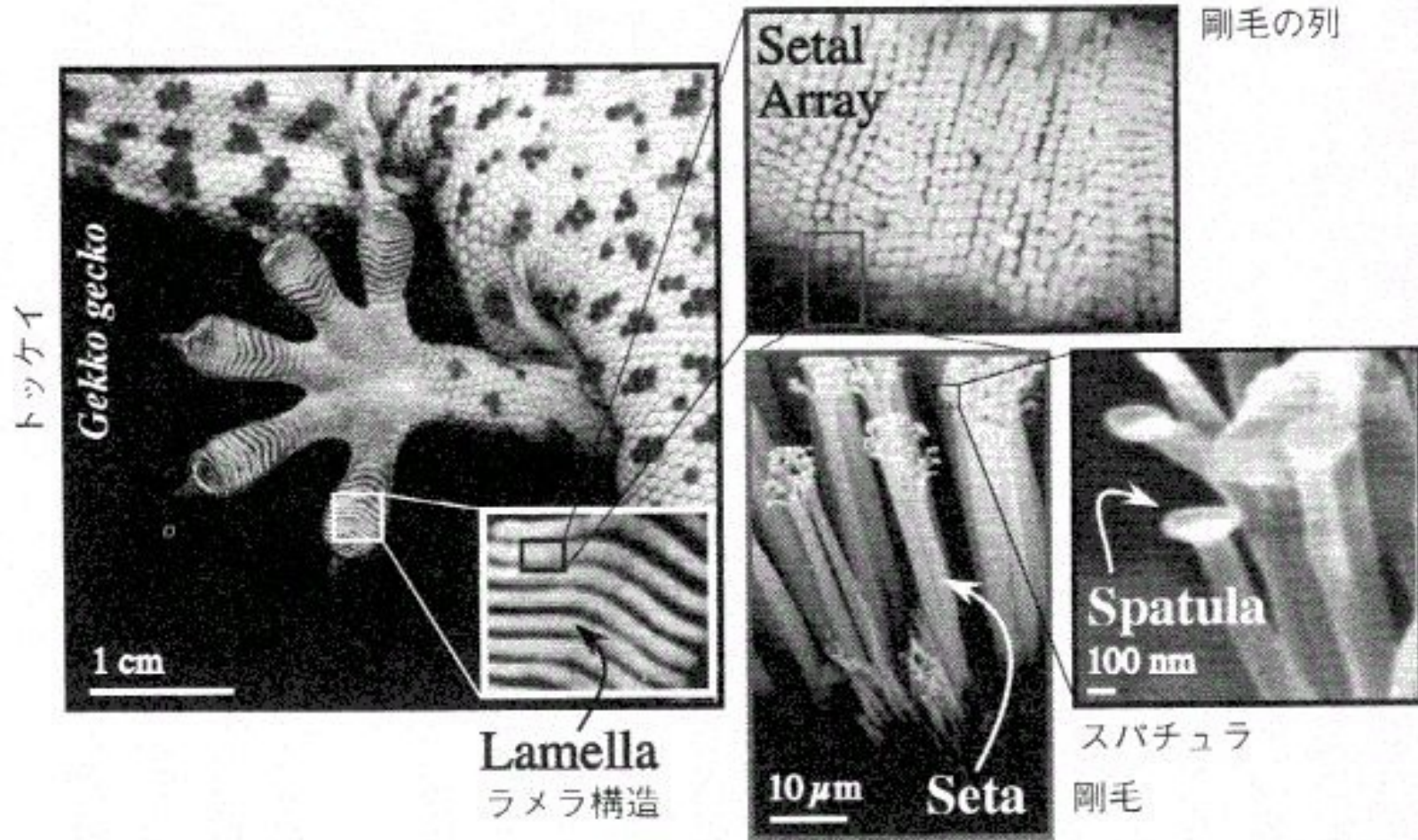
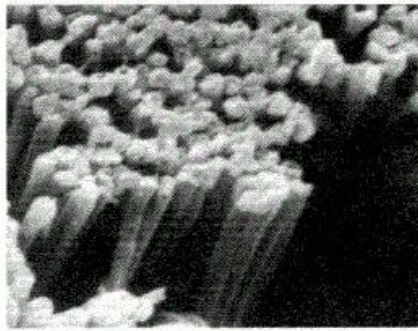
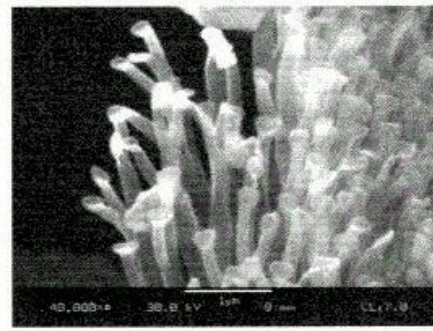


図4-2 ヤモリの足をどんどん拡大する顕微鏡の旅。最後には、産業的な利用が検討されている、直径約200ナノメートルという微小なスパチュラ構造に至る。ヤモリは、このような接触点を10億個ほど持っている。



a



b

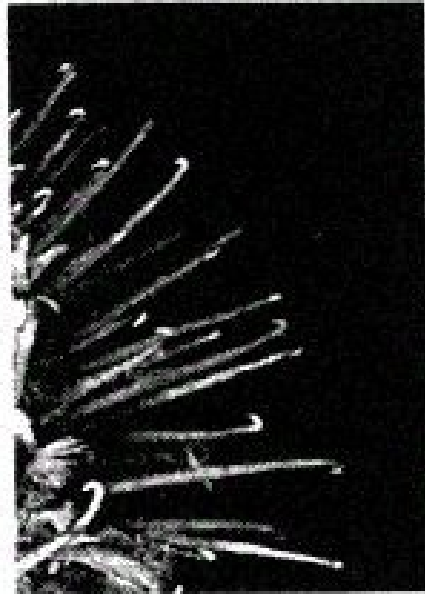
図4-3 人工のヤモリの剛毛(a)と天然のヤモリの剛毛(b)を同じ倍率で示した写真。人工のものは、まだ天然のものが持つすべての性質を再現するところまで至っていないが、大きさについてはそっくり模倣できていると言える。



図4-4 マンドレー・ケイムは、自分が作ったほんのわずかな人工ヤモリテープの性能を示すために、おもしろいスパイダーマンをガラス板にくっつけた。

ヤモリテープの開発その後

- 人工樹脂を使ったヤモリテープが開発された (ゲーム, 2002)。
- 2, 3回使用すると樹脂の柱はお互いがくっつきやすくなり, 親水性のため汚れる。疎水性で自浄作用のある毛が必要だ。研究中。
- ベルクロの技術開発が参考に。ベルクロとはいわゆるマジックテープという面ファスナー。
- ムラサキイガイの接着タンパク質に注目



a

721,338 COMPLETE SPECIFICATION
1 SHEET
This drawing is a reproduction of
the Original in a reduced scale.

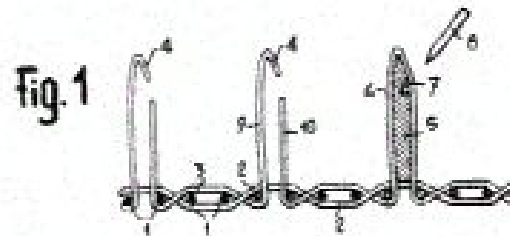
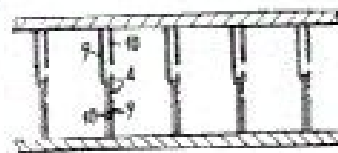


Fig. 2



b



c

図4-5 ベルクロ・ブランドを冠した面ファスナーが考案された過程を示す3段階。(a) 植物のいがの先端にある鉤。(b) ジョルジュ・デ・メストラルが1951年に取得した特許。(c) 最近のベルクロの顕微鏡写真。繊維が鉤にひっかかっている様子がわかる。