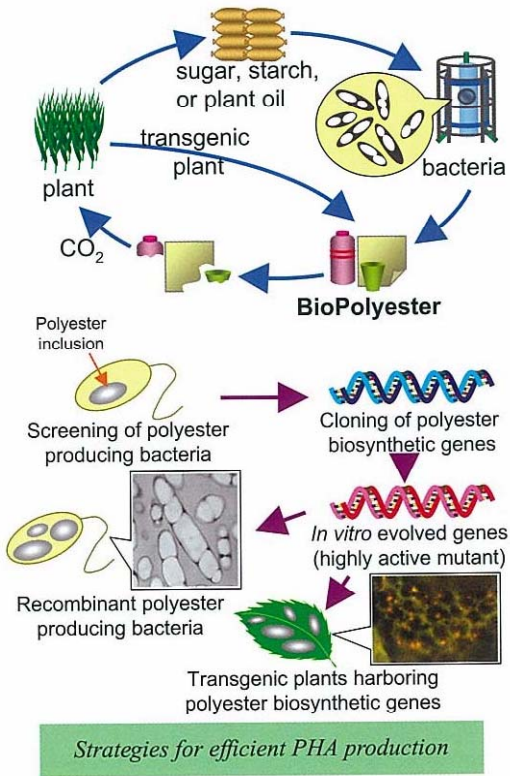
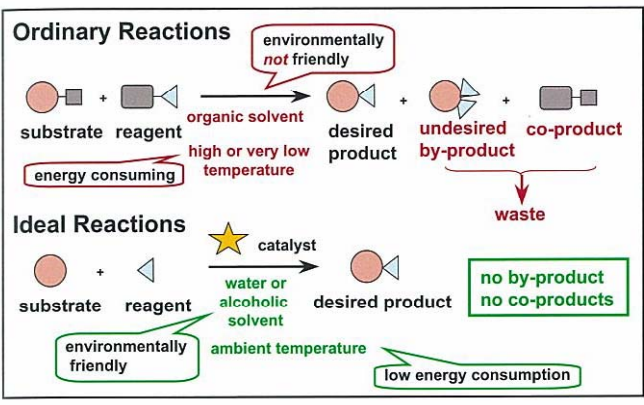
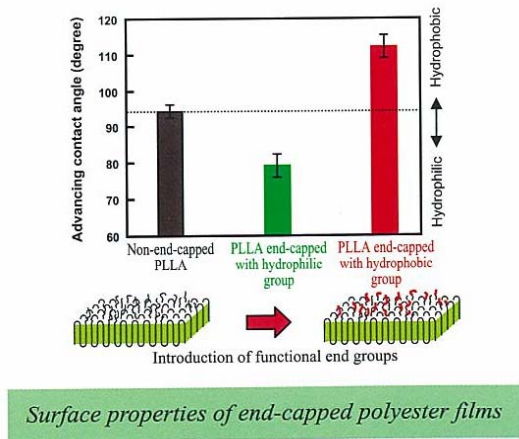
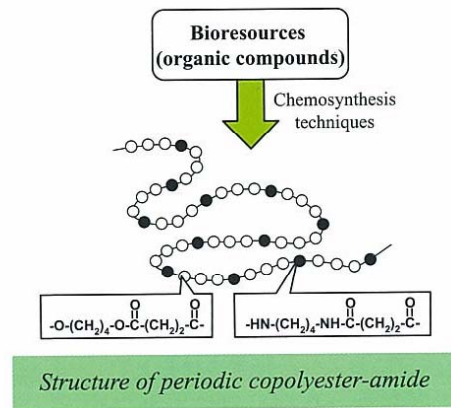


<p>機関名</p>	<p>独立行政法人 理化学研究所 中央研究所</p>
<p>研究テーマ分類</p>	<p>1.1 繊維用高分子及び機能性高分子 1.1.2 合成系</p>
<p>研究者名</p>	<p>伊藤細胞制御化学研究室 主任研究員 伊藤 幸成              袖岡有機合成化学研究室 主任研究員 袖岡 幹子              高分子化学研究室 前任研究員 阿部 英喜</p>
<p>概要</p> <p>1. 遺伝子工学によるバイオポリエステル生産の効率的生産</p> <p>再生可能な生物資源から生産され、微生物によって分解されるバイオポリエステルを、効率よく生産するシステムの開発を行っている。自然界からポリエステルを合成する微生物をスクリーニングし、そのポリエステルの生合成機構について調べています。これらの微生物から単離されたポリエステル合成遺伝子に人工的な変異を導入すると、天然の微生物よりもポリエステル合成能が高い組換え微生物を作ることができる。さらに、ポリエステル合成遺伝子を植物に導入し、光合成によりポリエステルを合成する遺伝子組み換え植物を作ることを試みている。</p> <p>2. 環境調和型触媒反応の開発</p> <p>将来的な地球環境の維持の為に、多くの資源とエネルギーを消費し、多くの廃棄物を副生する従来型の化学反応プロセスを、省資源、環境調和型のプロセスに置き換えていくことが求められています。環境調和型反応のポイントは、1)化学量論反応から触媒反応へ(試薬のゴミをださない)、2)高い選択性(副生成物のゴミをださない)、3)緩和な反応条件(加熱や冷却に必要なエネルギーが少ない)、4)環境毒性の低い溶媒(水やアルコールなど)である。本研究では、このような新しい環境調和型の触媒反応を開発することが目標です。特に、遷移金属触媒を用いる不斉反応の開発に焦点をあてて研究を行っている。</p>	 <p>The diagram illustrates strategies for efficient PHA production. It shows a cycle where a plant is used to produce sugar, starch, or plant oil, which is then processed by bacteria to produce BioPolyester. The bacteria are then used to produce recombinant polyester-producing bacteria, which are then used to produce transgenic plants harboring polyester biosynthetic genes. The process also involves screening of polyester-producing bacteria, cloning of polyester biosynthetic genes, and in vitro evolution of genes (highly active mutant) to produce recombinant polyester-producing bacteria.</p> <p>Strategies for efficient PHA production</p>
	 <p>The diagram compares Ordinary Reactions and Ideal Reactions. Ordinary Reactions are environmentally not friendly, energy consuming, and produce waste. Ideal Reactions are environmentally friendly, use water or alcoholic solvents, and have low energy consumption.</p> <p>Ordinary Reactions: environmentally not friendly, energy consuming, high or very low temperature, organic solvent, substrate + reagent → desired product + undesired by-product + co-product (waste)</p> <p>Ideal Reactions: environmentally friendly, low energy consumption, water or alcoholic solvent, ambient temperature, substrate + reagent → desired product (no by-product, no co-products)</p>

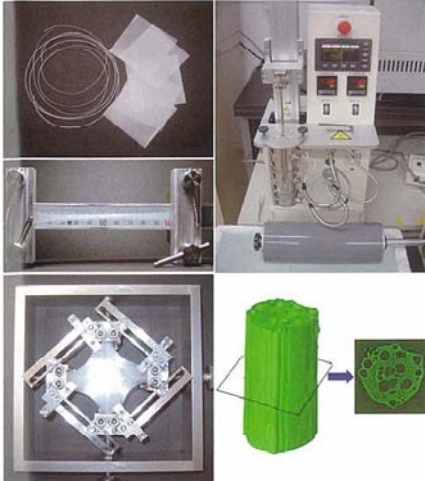
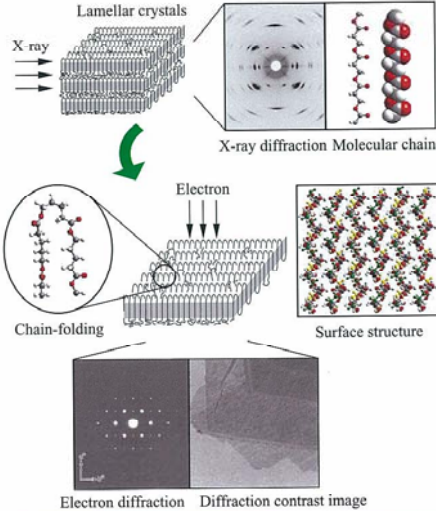
3. 生物資源を原料とした新規高性能高分子材料の化学合成法の開発

再生可能な生物有機資源を原料として、化学合成法により、高性能・高機能な新規高分子材料を創製することが目標である。生体高分子の構造と性能・機能との相関をモデルとして、例えば3個のエステルユニットごとに1個のアミドユニットが連結した、規則性周期連鎖構造を有する共重合体の合成に成功した。得られた共重合体は、耐熱性に優れた高性能な新規高分子素材となることがわかった。また、分子鎖末端を様々な官能基で置換した高分子素材の合成にも着手している。分子鎖末端の材料表面への偏析特性を利用し、新しい機能性材料の創出がねらいである。



キーワード

遺伝子工学、バイオポリエステル、環境調和型触媒

機関名	独立行政法人 理化学研究所 中央研究所
研究テーマ分類	1.2 繊維製造 1.2.2 バイオフィ이버
研究者名	高分子化学研究室 副主任研究員 岩田 忠久
<p>概要 (文献)</p> <p>再生可能な天然資源から作られるバイオベースポリマー（ポリエステル、多糖類、ポリアミノ酸など）と環境中の微生物の力により分解される生分解ポリマーから、高性能な高分子材料を創出するための基礎研究を行っている。バイオポリエステルの高性能化技術の開発、バイオベースポリマーの高次構造解析と機能予測、生分解性制御技術の開発、高分子加水分解酵素の構造解析と新規酵素の開発を推進している。また、酵素タンパク質構造解析に加え、高分子材料の成形過程におけるミリ秒オーダーの構造変化やナノオーダーの構造解析などに大型放射光を用い、新たな高分子科学研究分野の創出を目的としている。</p> <p>1. バイオベースポリマーのナノ構造制御による高性能化技術の開発</p> <p>再生可能資源から生産されるバイオベースポリマーの高強度繊維やフィルムの高次構造や分子鎖局在構造を、大型放射光のマイクロビーム回折や三次元トモグラフィーの手法を用いて分子レベルで解析している。得られた結果をもとに、新規な延伸方法などの成型加工技術を開発すると共に、ナノオーダーの構造を制御した様々な高性能材料の創製を目的としている。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div data-bbox="331 1099 767 1653" style="text-align: center;">  <p><i>Fibers and films of bio-based polymers, melt-spinning machine and X-ray micro-tomography of mono-filament</i></p> </div> <div data-bbox="874 1093 1321 1653" style="text-align: center;">  <p><i>Molecular, crystal and surface structures of bio-based polymers</i></p> </div> </div> <p>具体例</p> <p>ポリヒドロキシアルカン酸 (P(3HB)) 繊維の高強度化</p> <p>遺伝子組み換え大腸菌により生合性した超高分子量 P(3HB) 繊維に、冷延伸、二段階延伸を施すことにより P(3HB) 高強度繊維の作成を可能にした。超高分子量 P(3HB) の熔融紡糸繊維をガラス転移温度以下に急冷することで、結晶化を抑制し、非晶質状態の繊維を作成し、これを氷水浴中で冷延伸し、さらに室温で二段階延伸することにより破壊強度 1.3GPa の高強度繊維の作成に成功した。</p>	

## 2. バイオベースポリマーの結晶構造と表面構造

高分子材料の物性および生分解性は、化学構造、結晶構造、表面構造に大きく依存している。高分子は、単一のラメラ結晶である単結晶からシシカバブ構造や、ふさ状ミセル構造を含むファイブリル状結晶など様々な結晶形態をとる。本研究では、糖や植物油などの再生可能資源から合成されるバイオベースポリマーの結晶構造、表面構造および分子鎖構造をX線回折、電子回折、原子間力顕微鏡、コンピュータによるエネルギー計算の手法を用いて解析している。

## 3. 生合成・分解酵素の構造と機能相関及び高機能化

バイオポリエステルは生合成系酵素によって合成され、また分解酵素によって分解される。バイオポリエステルの構造はそれらの酵素の機能と密接に関わっており、酵素の機能を変換することにより新規なバイオポリエステルをデザインすることが可能である。そのためには、酵素の作用メカニズムを原子レベルで明らかにすることが必要である。本研究では、優れた性能と特異な機能を持つバイオポリエステルの次世代型生産および分解システムの開発に向けて、生合成および分解に関わるタンパク質酵素の立体構造を解明し、酵素の機能変換技術の基盤を確立することを目的としている。



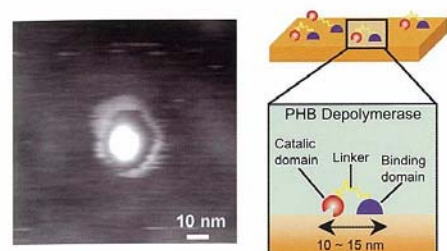
Crystal structure of R-hydrolase, a monomer-inhibiting enzyme



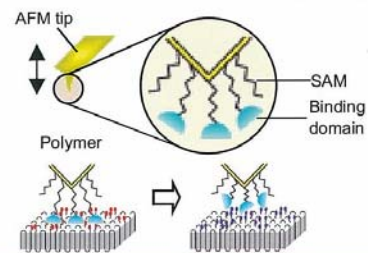
Crystal structure of a polyphosphate-degrading enzyme

## 4. 高分子材料と分解酵素との相互作用評価

生分解性高分子の酵素分解は、基質である材料表面への分解酵素の吸着、次いで分子鎖の加水分解と二段階で進行する固液界面での反応である。本研究では、生分解性高分子材料の分解速度を吸着段階から制御する手法を確立するため、原子間力顕微鏡などにより酵素の高次構造を視覚的に解析するとともに、材料表面における酵素の吸着機構を解明することを目的としている。



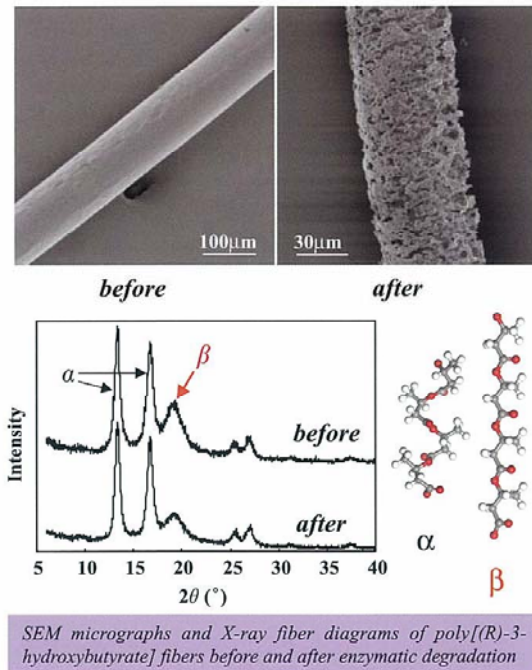
AFM image of PHB depolymerase on polymer surface and its illustration



Surface characterization using a functionalized AFM tip with PHB depolymerase

### 5. 生分解性制御技術の開発

生分解性高分子材料の環境分解性および酵素分解性は、高分子の化学構造、分子鎖構造、固体構造によって支配されている。本研究では、生分解性に及ぼす構造因子の解明と目的に応じた生分解性速度を有する高性能材料の分子設計および材料設計を目的としている。図のように化学構造が同じでも、らせん構造や平面ジグザグ構造などの分子鎖構造により、酵素分解性速度が異なることを見出した



キーワード

バイオベースポリマー、構造解析、高強度化、生分解挙動

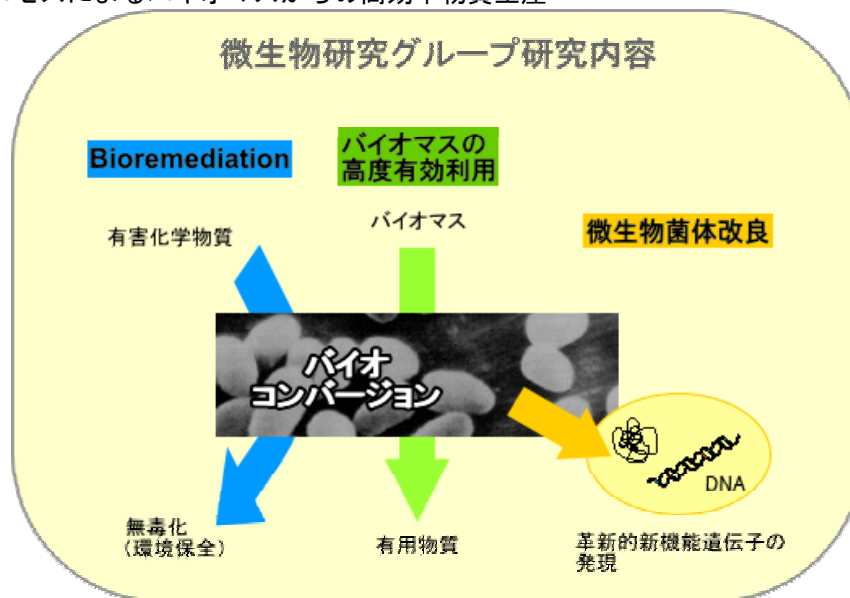
機関名	独立行政法人 産業技術総合研究所 環境化学技術研究部門
研究テーマ分類	1.1 繊維用高分子及び機能性高分子 1.1.1 バイオ系
研究者名	バイオベースポリマーグループ 相羽 誠一、山野 尚子、中山 敦好、 川崎 典起、河田 悦和、竹田 さほり
<p>概要 (文献 10)</p> <p>1. 生物由来原料を用いる化学製品・製造技術の開発</p> <p>持続可能社会の実現のためには循環型資源への原材料転換が急務であり、再生可能なバイオマスから製造されるプラスチック(バイオベースプラスチック)は21世紀のクリティカルマテリアルとして期待されている。バイオベースポリマーグループでは循環型バイオベースプラスチックの開発によって、化石資源枯渇と地球温暖化の問題解決に資することを目指している。具体的には効率的バイオ・化学ミックスプロセスによるバイオマス由来原料からのモノマー製造、高機能生分解性プラスチックのための重合と成形、リサイクルなど、循環システムの各場面での要素技術を開発していく。また、高機能化酵素の開発、天然多糖の機能化などにも取り組んでいる。</p> <p>代表的成果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ポリアミド4</li> </ul> <p>耐熱性で高強度のポリアミド4の良好な生分解性を明らかにし、重合開始剤の改良による分子量と物性の改善及び分解菌の単離・同定に成功した。また、ポリアミド4のモノマーである<math>\gamma</math>-アミノ酪酸をバイオマス由来のグルタミン酸から耐熱性デカルボキシラーゼを用いて製造できることを見いだした。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・キチン、キトサン</li> </ul> <p>有機溶媒可溶型キトサン、あるいは水溶性キトサンなどの誘導体の合成に成功した。また、外部との共同研究(地域新生コンソーシアム)によってキチンの酵素分解によるN-アセチルグルコサミン(健康食品)の製造技術を確立した。</p>	
キーワード	バイオベースポリマー、ポリアミド4、 $\gamma$ -アミノ酪酸、キチン、キトサン、N-アセチルグルコサミン

機関名	独立行政法人 産業技術総合研究所 環境化学技術研究部門
研究テーマ分類	2. テキスタイル 2.3 機能加工 2.3.2 その他の加工
研究者名	精密有機反応制御グループ 大内 秋比古
概要	<p>1. 繊維工業への光プロセスの利用とその展開</p> <p>光プロセスは従来の熱プロセスとは異なる原理が働いているので、光と熱の作用の違いを十分理解した上で光の利用を図っていく必要がある。当研究室では現在、綿布の光漂白法の開発と実証試験、及びセルロース系繊維の光化学的修飾に関する研究を行っている。</p> <p>木綿の光漂白</p> <p>綿布が製品になる迄の多くのプロセスの一つに漂白が有るが、現行の漂白プロセスは多量の塩素系漂白剤を使用した典型的なエネルギー多消費型プロセスにより行われている場合が多い。そこで、漂白プロセスの環境負荷の低減と省エネルギー化を目的に、非塩素系薬剤と光照射を用いた室温での漂白法の開発を行った。本漂白法は従来法の改良ではなく光化学の原理を利用したもので、従来の亜塩素酸ナトリウムによる漂白と同等の効果を完全なハロゲンフリープロセスにより従来法の21%以下の消費エネルギーで得ることができた。</p> <p>実機による綿布の光漂白実証試験</p> <p>上記で開発した綿布の省エネルギー型ハロゲンフリー光漂白の内、酸化漂白についての実証試験を行った。その結果、過酸化水素とブラックライトを用いることにより従来の亜塩素酸ナトリウムによる漂白と同等の効果を従来法の50%以下の消費エネルギーで得ることができた。</p> <p>2. ポリエステル綿混紡の簡易分離法</p> <p>ポリエステル綿混紡製品の簡易分離法が無い為それら製品のリサイクルにおいて大きな制約があったが、酸触媒を用いた溶剤中で加熱処理することにより綿を粉末としてポリエステルより容易に除去することができた</p>
キーワード	レーザー反応、有機光化学、光漂白、光反応性材料、光化学的材料創製 環境調和型プロセス、リサイクル技術

機関名	財団法人 地球環境産業技術総合研究機構
研究テーマ分類	1.1 繊維用高分子及び機能性高分子 1.1.2 合成系
研究者名	微生物研究グループ 室長 湯川 英明

概要（文献 10）

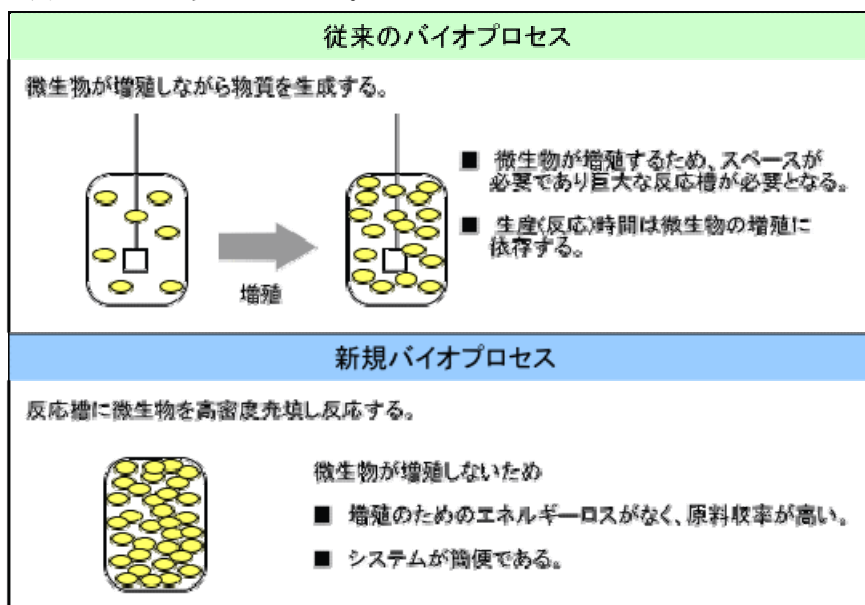
RITE プロセスによるバイオマスからの高効率物質生産



1. RITE プロセス

微生物細胞を反応槽の中に詰め込んで、まるで“化学触媒”のように利用する方法と言える。このような方式を取ることで、RITE プロセスではコンパクトなリアクター設計が出来るという利点も生まれた。また本研究グループでは、この RITE プロセスに最適な、丈夫で詰め込んでも活性を失わない、かつ優秀な生産能力を誇る「RITE 菌」を自然界から単離し、様々な場面での利用に向け、研究開発を進めている。

既に幾つかの有用化学物質では、RITE 菌と RITE プロセスの組み合わせで実用化も可能なレベルの高生産性を実現しつつある。



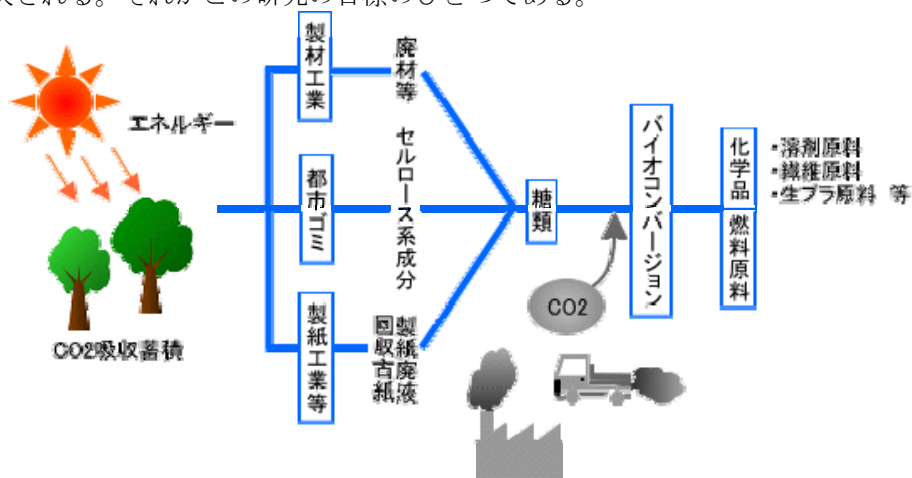
## 注力研究分野

### 2. バイオマス利用

植物は無限に降り注ぐクリーンな太陽光エネルギーを使って大気中 CO2 を取り込み、有機物と酸素に変える。この量は膨大で、毎年、エネルギー換算で人類の年間エネルギー消費量の 10 倍にも相当する有機物が生産されると言われている。しかし残念ながら、バイオマス資源の経済的に見あう利用法はいまだ開発されておらず、社会全体での利用はあまり進んでいない。本研究室では、バイオマス資源の利用促進のための革新的技術の開発を目指している。既に、RITE 菌と RITE プロセスという高効率な物質生産法を開発している。この技術をバイオマス資源の利用に応用することで、バイオマス資源から様々な有用物質を作り出そうとチャレンジしている。具体的には、次のようなテーマにポイントを絞り、経済的有意なバイオマス利用技術の開発を進めている。

- ・ コハク酸、乳酸生産
- ・ バイオエタノール
- ・ バイオ水素生産

このように、従来のバイオプロセスはもとより、化学プロセスに匹敵、さらには凌駕する高効率な「RITE プロセス」が様々な物質生産過程で採用され、それにより環境、エネルギー等の問題が解決される。それがこの研究の目標のひとつである。



### 環境修復技術

生物機能を利用した環境浄化技術は、高効率・低コストの新技术として近年、注目を集めている。特に、客土や土壌洗浄等、従来の浄化技術では修復が難しい「広範囲・中～低レベル汚染」の浄化に力を発揮する。九州大学と共同で、有機塩素化合物をターゲットに生物機能を利用した環境浄化技術の開発を進めている。有機塩素化合物は、トリクロロエチレンやダイオキシン等発ガン性が疑われる物が多く、汚染が各地で問題になっている。このために研究しているのは Y51 という菌株である。Y51 株は、酸素が無い条件下で生育する硫酸還元菌という微生物のグループに属し、有機塩素化合物で汚染された工場敷地の土壌から単離された。硫酸還元菌とは、生きるのに必要なエネルギーを有機物と硫酸を利用して取り出す微生物である。

キーワード バイオ合成、バイオエタノール

機関名	独立行政法人 農業生物資源研究所 昆虫科学研究領域
研究テーマ分類	2.テキスタイル 2.3 機能加工
研究者名	昆虫科学研究領域長 竹田 敏
<p>概要（文献 10）</p> <div style="text-align: center;"> <h3 style="background-color: #000080; color: white; padding: 5px;">新蚕糸技術研究</h3> <p>～豊かなヒューマンライフのために～</p> </div> <p>新蚕糸技術研究では、「ゆとりと潤いのある“安全で安心な”、“豊かなヒューマンライフの実現に貢献するため、シルクを用いた多様な生活資源の開発と繭糸質に特徴ある蚕品種の育成と飼育技術の開発を行っています。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <h4 style="background-color: #90EE90; padding: 5px;">繭糸質に特徴のある蚕品種の育成と飼育技術の開発</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>・差別化・高付加価値化できる蚕品種の開発</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="font-size: small;">着色繭      普通繭      抗酸化能を持つゼリン繭</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・広食性、繭糸質等の有用形質の遺伝解析</li> </ul>  <p style="font-size: small;">広食性繭</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・蚕種の長期保存法</li> <li>・平面繭簡易製造装置</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="font-size: x-small;">蚕種の2ヶ年保存技術の模式図      平面繭簡易製造装置</p> </div> <div style="width: 45%;"> <h4 style="background-color: #90EE90; padding: 5px;">豊かなヒューマンライフを支えるシルクによる多様な生活資源の開発</h4> <ul style="list-style-type: none"> <li>・繭糸質に特徴ある蚕品種繭の利用技術の開発</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p style="font-size: x-small;">織物のドレープ性の比較 左:はくぎんの眼蚕繭使用, 右:普通蚕品種繭使用</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・シルクへの機能性付与技術の開発</li> </ul>  <p style="font-size: x-small;">ゼリン粉末に化学修飾</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・シルクの機能性利用による生活素材の開発</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="font-size: x-small;">シルクウェブによる布団      インテリア素材“絹やすらぎ”</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="width: 30%; background-color: #90EE90; padding: 5px; text-align: center;">             効率的な繭の生産技術の開発 (養栽培・飼育法)         </div> <div style="width: 30%; background-color: #90EE90; padding: 5px; text-align: center;">             カイロ遺伝形質のデータベースの開発         </div> <div style="width: 30%; background-color: #FFC0CB; padding: 5px; text-align: center;">             生活用(衣食住)素材              保健衛生・医療用素材              産業用素材、環境保護用素材 等         </div> </div> <div style="text-align: right; margin-top: 5px;">  </div>	
<p style="text-align: center;">平面絹「プレッド・シルク」による製品</p> <div style="text-align: center;"> <p>平面絹</p>  <p>シルク外ウ      水分付与・高温プレス      平面絹</p> <p>実用新案:「繭糸による平面絹」(第3067661号) 実施許諾 錦味澤製糸</p> <p style="text-align: right;">ランプシェード「絹やすらぎ」</p>  </div>	

## 立体絹「シルクシェル」による製品



シルクシェル操糸機



シルクシェルによる「絹きらめき」

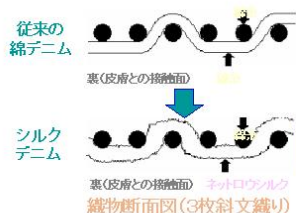
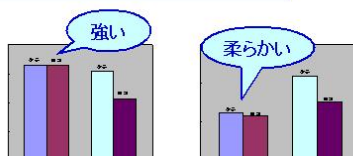
特許:「蘭糸による立体形状構造物の製造方法並びに装置」(第2939528号)  
実施許諾 (株式会社製糸)



## ネットロウシルクによるデニム用織物



ネットロウシルク



軽い  
肌触りが良い  
暖かい

皮膚との接触面に  
多くのシルクが発現



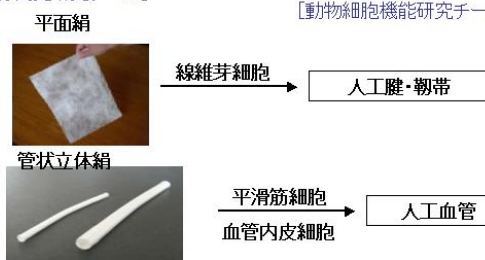
特許:「線間短繊維生糸の形成方法」「網状複合生糸の形成方法」

試作したジーンズ NIAS

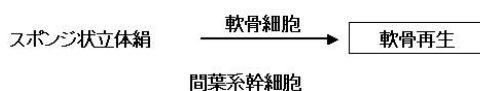
## 再生医療用基材としての蘭糸の利用技術の開発(昆虫テクノプロ)

[生活資源開発研究チーム]

[動物細胞機能研究チーム]



特許申請:医療用基材としての蘭糸構造物及びその製造方法(特願2002-341026)



### 絹から創傷被覆材を作る

**必要な機能**

1. 皮膚細胞生育性
2. 柔軟性、密着性

**フィロインフィルムの作成**



絹糸: F-フィロイン, S-セリシン

脱セリシン、塩化カルシウムで溶解、透析、乾燥

細胞培養容器内(A)または、平板上(B)でフィルムを作る。

**絹フィルム上でのヒト表皮細胞の増殖(20時間後)**



A: ポリステレン, B: 絹フィロイン

絹フィロイン上ではヒトの表皮細胞を生育促進する作用がある。

**動物による試験**

ヘアレス犬を用いた創傷治癒効果の比較



ヘアレス犬

絹フィルムを貼っている。  
絹フィルムは傷口の滲出液を吸収して柔軟になり、よく密着する。

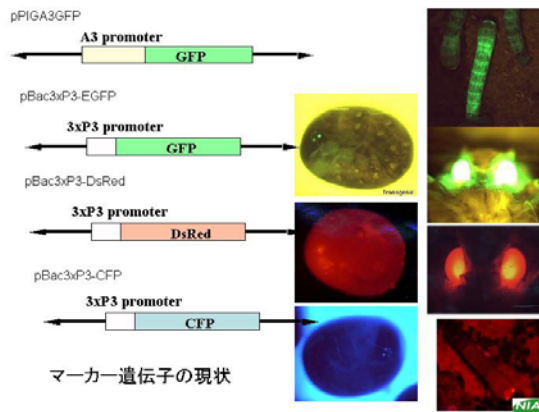
**被覆1週間後**



治療効果: 対照区 < アロアスクロ (脱毛) < 絹フィルム < デュオアクティブ (壳質ポリマー)

### トランスジェニック（遺伝子組み換え）蚕の利用

利点：大型の昆虫である。家畜化されている。大量のタンパク質を作る器官を持つ。



キーワード

蚕、新蚕糸技術、トランスジェニック蚕