



長野・上田地域知的 クラスター創成事業  
2007年3月14日

長野・上田地域知的クラスター創成事業成果 第20号

☆ 高強度透明ナイロンの開発 ☆

東京理科大学  
科学技術交流センター長 瀬尾 巖

財団法人長野県テクノ財団  
理事長 萩本 博幸  
(長野・上田地域知的クラスター本部長)

---

拝啓 貴社ますますご清栄のこととお喜び申し上げます。平素より格別なるお引き立てを賜り厚くお礼申し上げます。この度、長野・上田地域知的クラスター創成事業における第20号の研究成果として、「高強度透明ナイロンの開発」について、3月14日付で発表いたします。ぜひ、貴紙上または貴番組にてご紹介いただきますようお願い申し上げます。

敬具

## ○ はじめに

東京理科大学理工学部の阿部正彦教授と酒井秀樹助教授の研究グループは、長年二酸化炭素を用いた超臨界逆相蒸発法という新しい技術の開発を進めております。この技術を用いて、生体のリポソームに類似する2重構造のナノカプセルの製造に成功しております。今回、この人工リポソームの中心にナイロン特性を向上する改質剤（ノウハウのため材質は明かせません）を充填し、ナイロンに分散させた結果、アクリル並みの透明度を持ちかつ強度1.5倍向上の高強度透明ナイロンを開発することができました。

これは、平成18年度から長野・上田地域知的クラスター創成事業に参加して開発した阿部正彦教授グループの成果第20号です。

## ○ ナイロンが透明化しました

従来のナイロンは完全透明にできませんでした。これはナイロンの製造過程で、ナイロンに微結晶が形成され、それが光散乱の原因になっていたからです。今回、2重構造の人工リポソームの中心に改質材を充填し、このリポソームをナイロンに均一に分散させると、ナイロン内で発生する結晶成長が阻害され、結晶はナノサイズにとどまりまことを見出しました。その結果、光散乱が起こらなくなり、図1に示すようにアクリル樹脂なみの透明性が得られました。

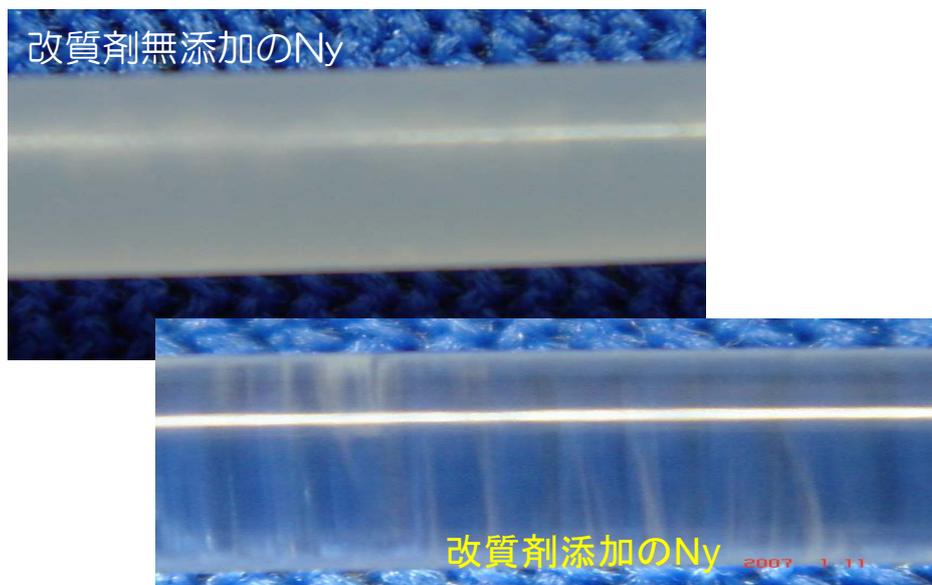


図1 改質剤を添加した透明ナイロンと無添加の従来のナイロンの写真

## ○ ナイロンの強度化も向上しました

改質剤はナイロンの強度を向上する添加剤ですが、改質剤単独ではナイロンに分散させることが困難でした。一方、この人工リポソームはナイロンとの親和性がよいため、このリポソームをナイロンに混合すると、リポソームに入っている改質剤がナイロンに均一に分散されます。その結果、ナイロンの強度がアクリル樹脂なみに向上しました。改質剤がないナイロ

ンの引張り強度は 735Kg/cm<sup>2</sup>であるのに対し、改質剤が分散されているナイロンの引張り強度は 1073Kg/cm<sup>2</sup>と 1.5 倍強度が向上しています。

### ○ 強度が向上したナイロンは直径 0.1mm 以下の細線化も可能です

ナイロンは本来柔軟性があるため、繊維として各種の衣類に利用されています。しかし、強度的な限界があるため極細にすることはできませんでした。開発した強化型のナイロンを実験的に紡糸した結果、90 μm まで細くしても切れません。さらに細くできることも可能で、透明性も維持されています。

### ○ 今後の予定

この高強度透明ナイロンは、従来のナイロン製品を置き換える新規ナイロン製品や値段の高いアクリル製品の代替品へ応用できます。今後は、開発した高強度透明ナイロンは(株)日本ボロンで製品化が計画されています。また、改質剤充填の人工リポソームは他の高分子にも適用できますので、この技術を用いて革新的な新素材の開発を継続します。

\* この件に関するお問い合わせは、下記までお願い致します。

〒278-0022 千葉県野田市山崎亀山 2641

東京理科大学 理工学部 工業化学科

教授 阿部正彦

TEL : 04-7124-1501 (内線) 3662 FAX: 04-7121-2439

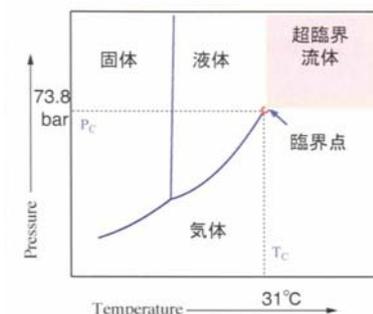
E-mail : [abemasa@rs.noda.tus.ac.jp](mailto:abemasa@rs.noda.tus.ac.jp)

## —用語説明—

### ※超臨界二酸化炭素流体 (scCO<sub>2</sub>)

気体と液体が共存できる限界の温度・圧力（臨界点）を超えた状態にあり、通常の気体、液体とは異なる性質を示すユニークな流体です。この超臨界流体は、どこにでも忍び込む気体の性質（拡散性）と、成分を溶かし出す液体の性質（溶解性）を持ち、且つ、その物性を連続して大幅に変化できる特長を持っています。

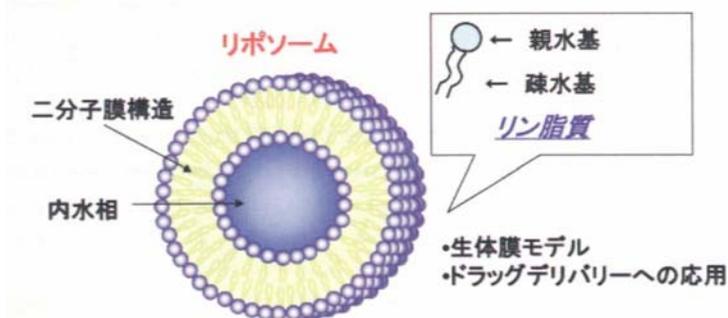
このため、二酸化炭素を超臨界流体として使用すれば、化学、食品分野などでの有機溶媒の代替としても利用でき、人にやさしく、環境にやさしい技術として注目を浴びています。



二酸化炭素の状態図

### ※リポソーム

リポソームとは生体膜由来のりん脂質が形成する二分子膜から構成される閉鎖小胞体（ナノカプセル）のことです。その構造の生体膜との類似性から、細胞膜モデルなどの研究材料として盛んに用いられてきました。



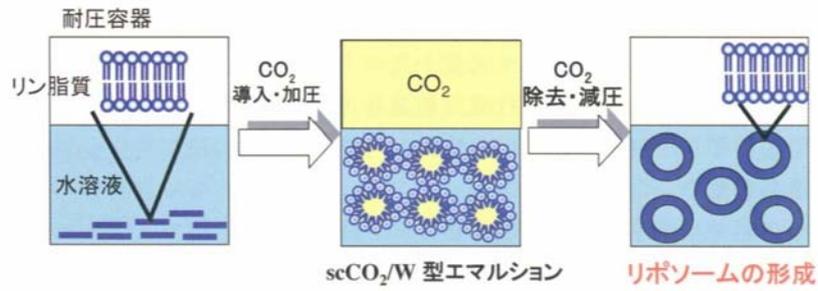
リポソームの構造

### ※ナイロン

ナイロンとはポリアミド系合成繊維に対する一般名称である。そしてナイロンには、重合している原子の結合状態によってナイロン 66(ロクロクと呼ばれる)とナイロン 6(ロク)がある。わが国では現在ではナイロン 6 が主流である。ナイロンの特長は、最も強い繊維の一つである。比重は 1.14 で、天然繊維の 75%程度、合成繊維の中でも軽い部類にはいる。伸度も大きく、弾力性に富み、しわになりにくく、軽い洗濯でも汚れが落ちやすいという扱いやすさがある。一方柔らかかではあるが、反面腰がない、という欠点にもつながっている。耐熱性は、天然繊維に比べて劣るが、合成繊維特有の熱可塑性(熱で形が固定される性質)があるため、熱セットすれば、製品の寸法は安定し、形くずれもしない。ナイロンはアルカリに対しては非常に強いが、酸には弱い。また日光に長時間さらすと黄変するという難点がある。鮮やかな美しい色に染まるのは大きな特長である。スポーツ衣料、ランジェリーなどの婦人用下着、ストッキングなどに利用され、主力は漁網、ロープ、タイヤコード、テグス、帆布、シート、ホースなどの産業用途に向けられている。

※超臨界逆相蒸発法

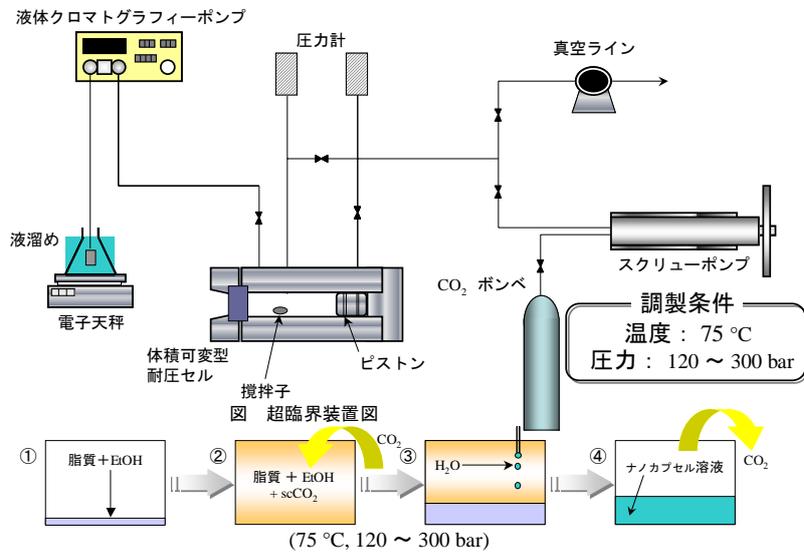
リポソームは従来有機溶媒を用いて調整されてきましたが、 $scCO_2$ を溶媒として調整する方法として超臨界逆相蒸発法を開発しました。超臨界流体二酸化炭素は有機溶媒と同様の物性を有しており、これを用いることによって、有害な有機物を一切用いずに、リポソームの調整が可能です。



超臨界逆相蒸発法の概要

—補足資料—

○ ナノ粒子添加剤の製造原理



ナノ粒子添加剤の製造装置原理図



製造装置の写真