

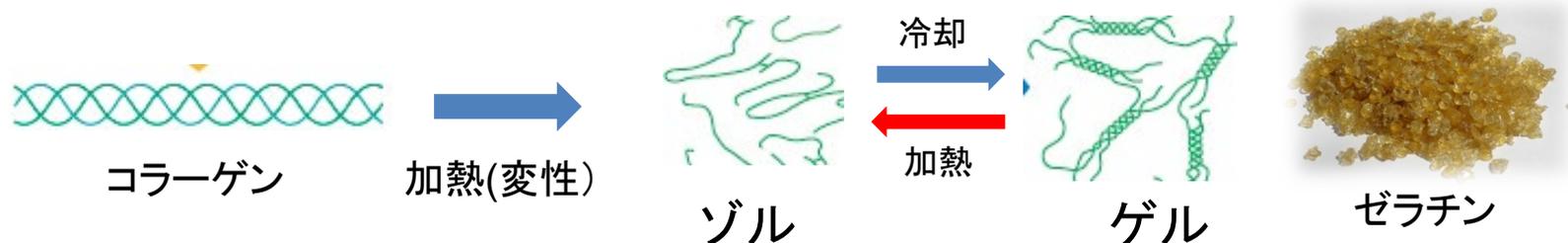
耐水性ゼラチン繊維の 紡糸方法の開発

関西大学 化学生命工学部 化学・物質工学科
教授 古池 哲也

2023年8月31日

ゼラチン(Gel)

動物の体を形づくるコラーゲンを加熱・可溶化させたタンパク質



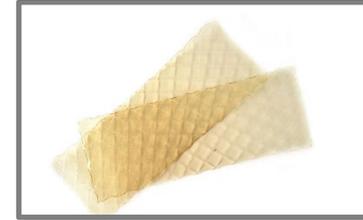
特性

- ◆ ゾル-ゲル転移能
加熱・冷却により、Gel溶液がゲル→ゾル、ゾル→ゲルに可逆的に相変化
- ◆ 高い生体適合性



医療分野、**工業分野**、**食品分野**など幅広く活用されている

ゼラチンの成形

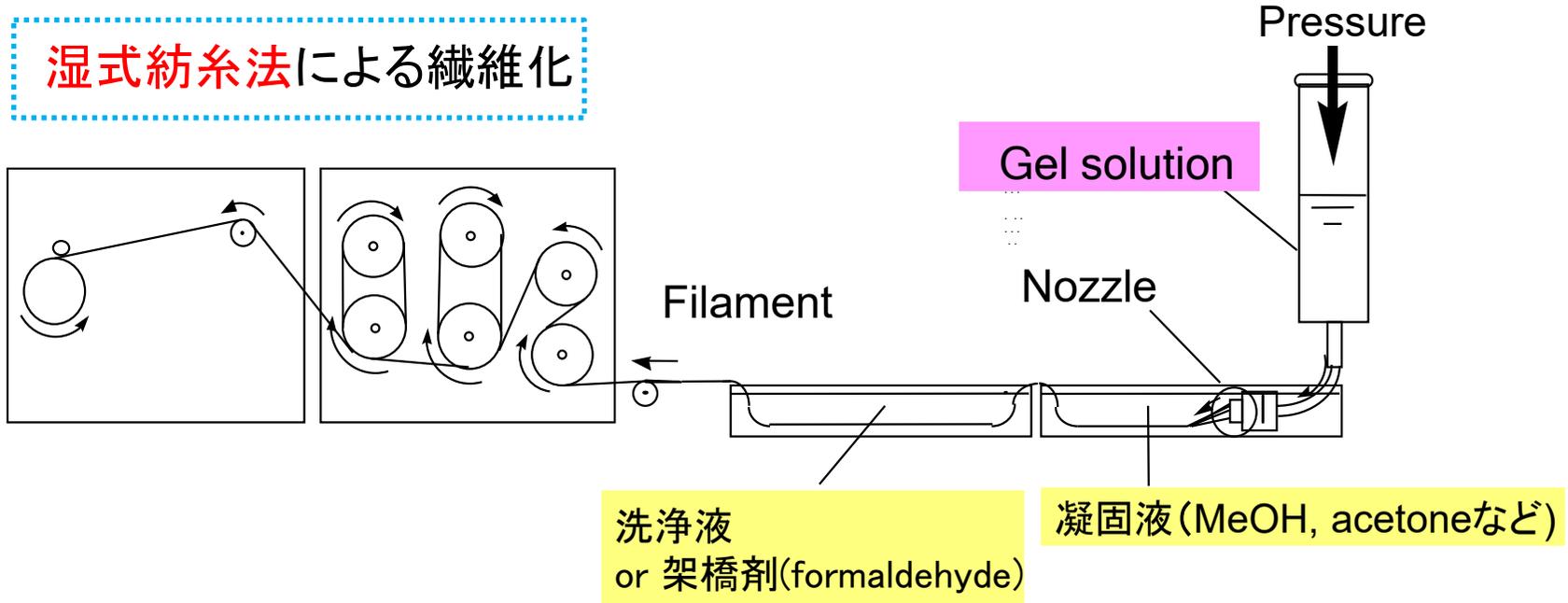


ゼラチンの繊維化

従来技術とその問題点

従来のGelの紡糸法

湿式紡糸法による繊維化



- 得られた繊維は脆く強度が低い
- 耐水性に劣る
- 架橋剤の毒性

機械的特性や耐水性に優れたGel繊維の調製のため・・・

Gelの特性である**ゾル-ゲル転移能**と**高い電導度**を活かした

乾式紡糸法
エレクトロスピンング法

に注目した

従来技術とその問題点

既にゼラチンの繊維化は報告されているが、紡糸過程で大量の有機溶媒が必要とされる。

→環境低負荷な紡糸方法が必要

高親水性なゼラチンの性質から、架橋による耐水性の向上が必要とされる。

→一般に毒性のある架橋剤が用いられる

以上の観点から、ゼラチンは原料として豊富で安価な素材であるにもかかわらず、材料としての使用には制限がある。

乾式紡糸法

圧力

熱

ポリマー溶液をノズルから押し出し、溶剤を蒸発させて繊維を調製

約 1.5 m

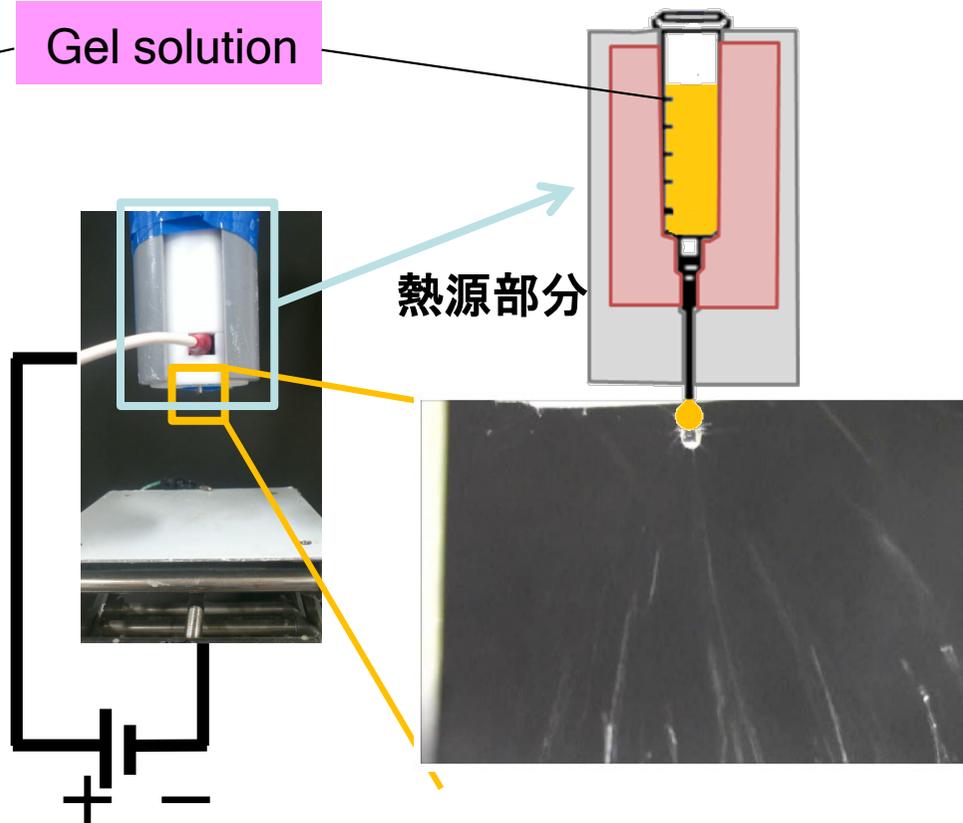
巻き上げ

- ◆ Gel溶液を**加熱**し、圧力をかけることで繊維化
- ◆ 溶媒が水のみであり、有機溶媒などを使用しない環境低負荷な紡糸法

エレクトロスピンニング(ES)法

Gel solution

熱源部分

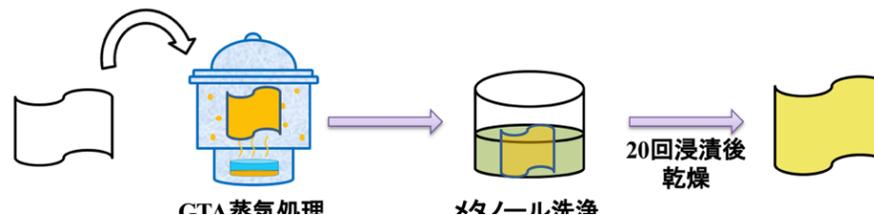


- ◆ 高分子溶液に高電圧を作用させナノファイバーを調製する紡糸法
- ◆ 1本1本の繊維の重なりにより不織布を調製できる

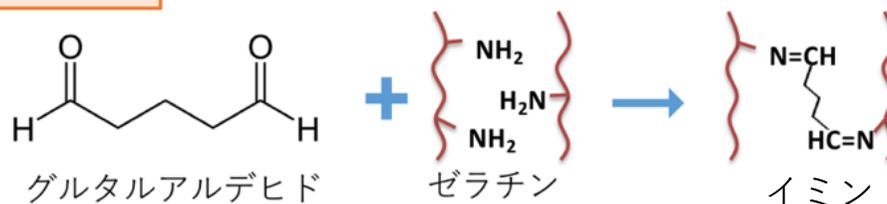
ゼラチンの架橋方法

架橋剤

グルタルアルデヒド (GTA)



基本反応

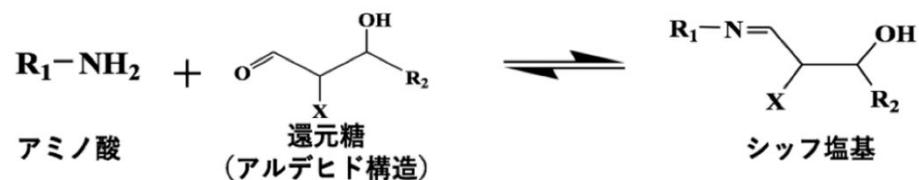


メチルグルオキサール (MG)

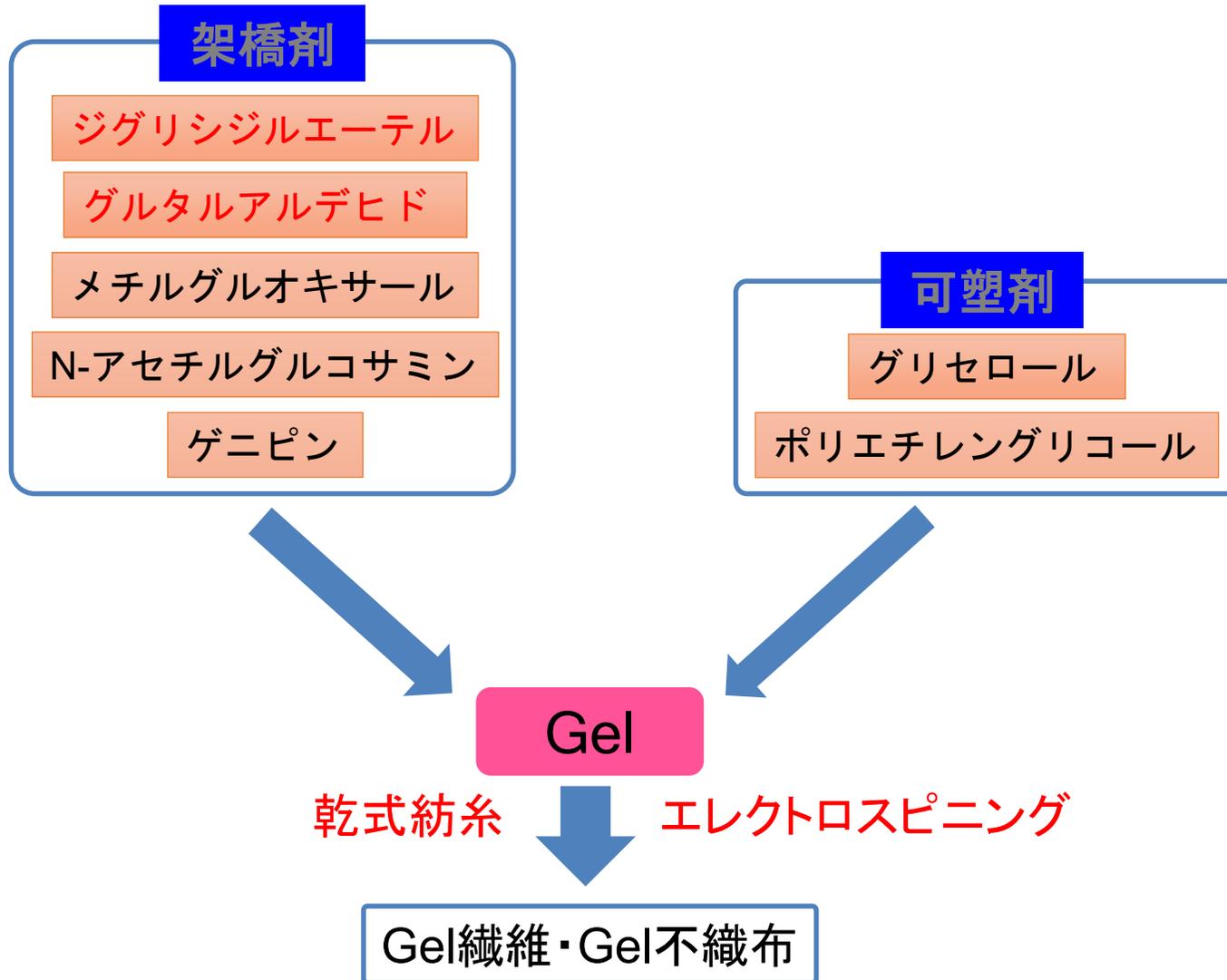
N-アセチルグルコサミン (GlcNAc)

基本反応

熱処理によりメイラード反応



Gel繊維の耐水性・機械的性質の向上のため・・・**架橋剤**
可塑剤の添加が必要

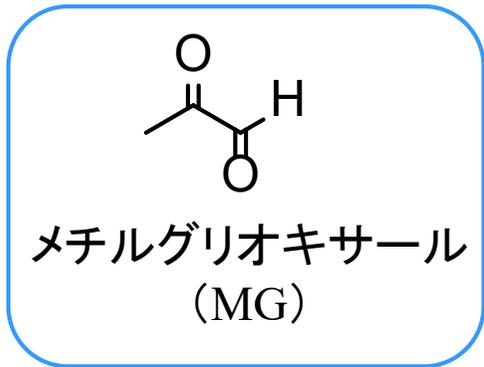
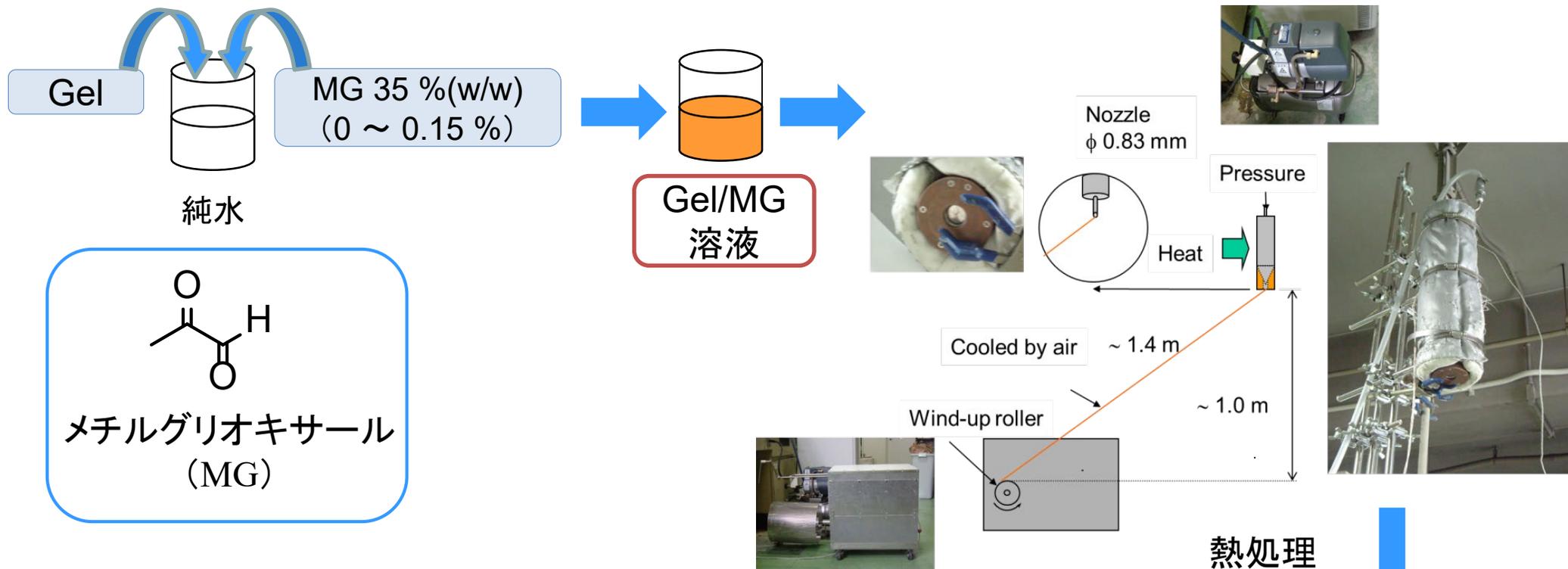


● 乾式紡糸法によるゼラチン繊維の調製

→ マイクロファイバー

● エレクトロスピンニング法によるゼラチン不織布の調製

→ ナノファイバー



熱処理
(80 ~ 150 °C)
1 ~ 3日間

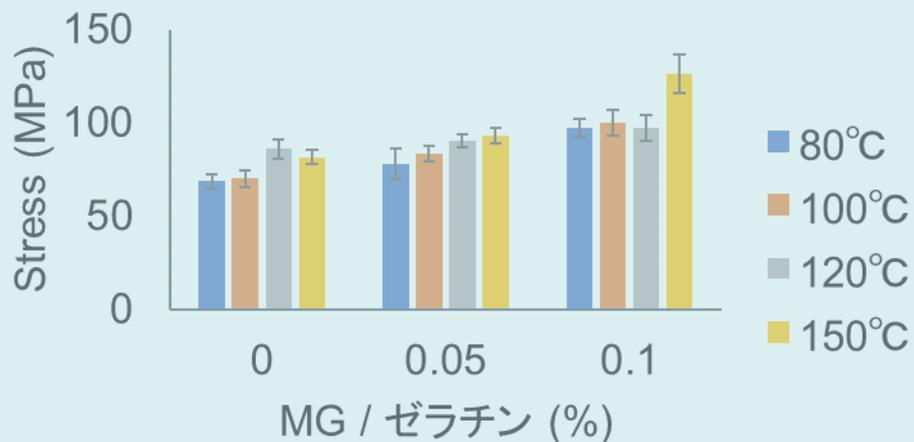


倍率	MG 0-150°C	MG 0.05-150°C	MG 0.1-150°C
×300			
×2000			

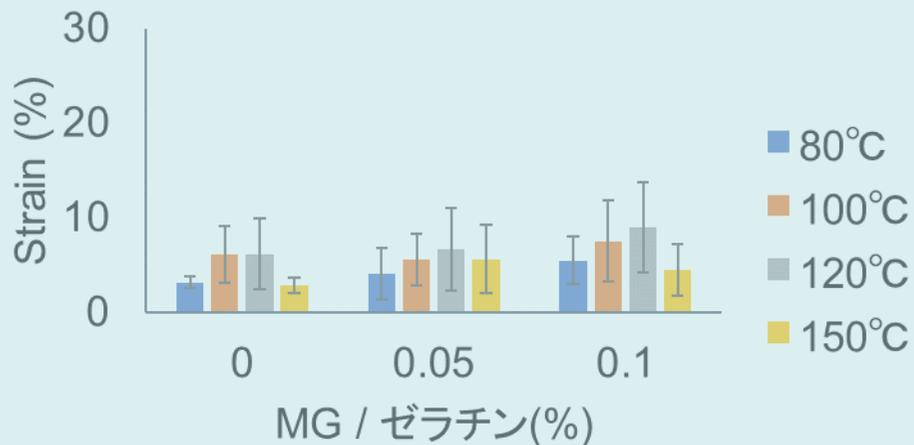
引張強度試験(Gel/MG繊維)

熱処理温度 比較

平均最大強度

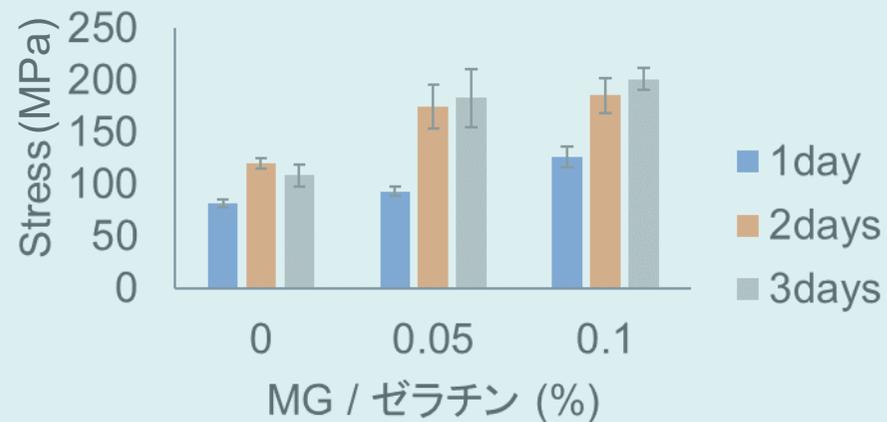


平均最大伸度

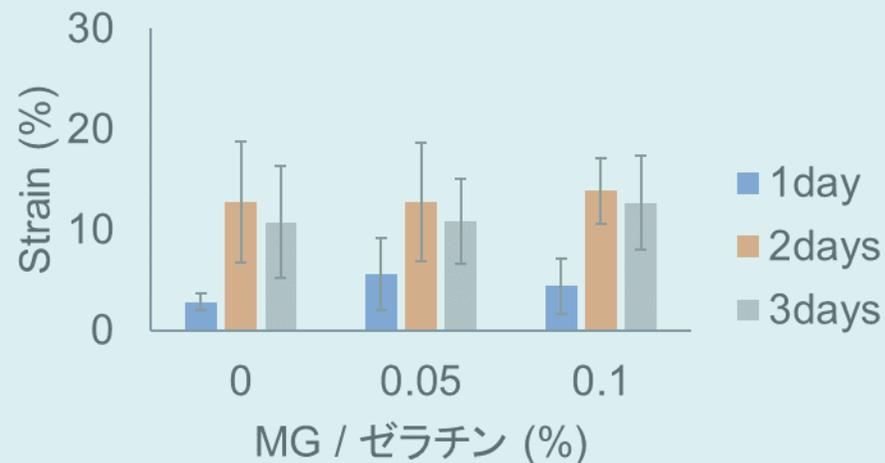


熱処理時間 比較

平均最大強度



平均最大伸度

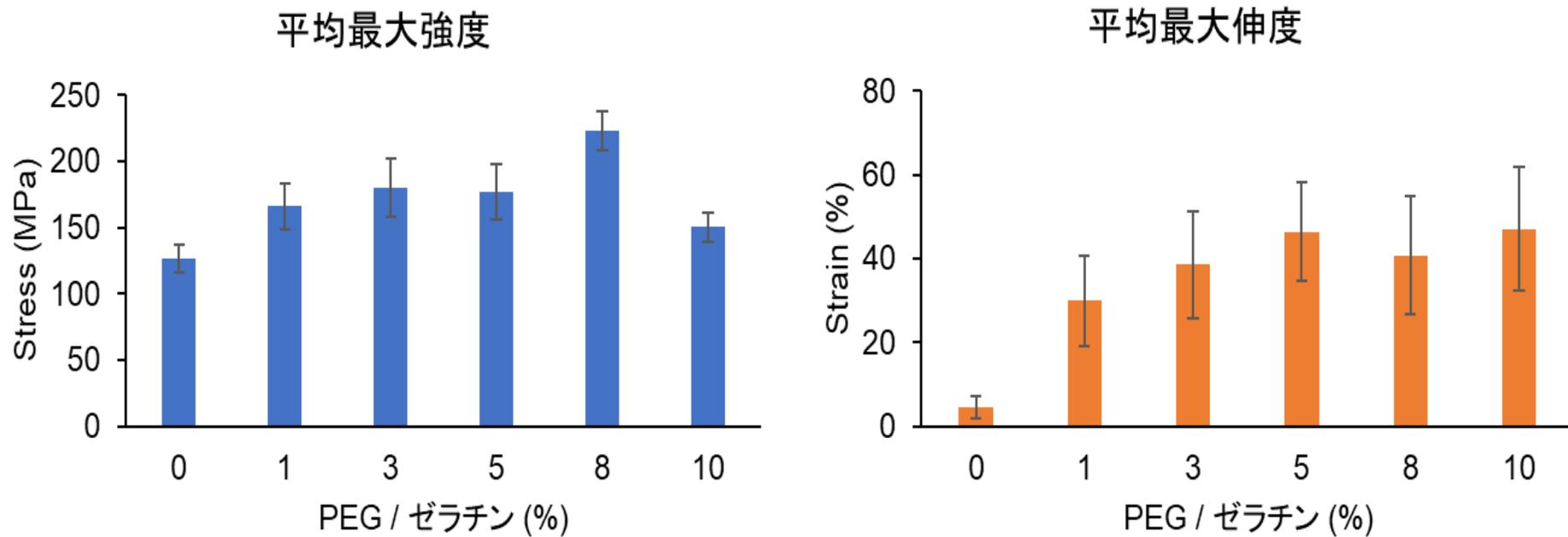


GeI/MG/PEG繊維

GeIにMGを添加することにより、高強度な繊維を調製できた

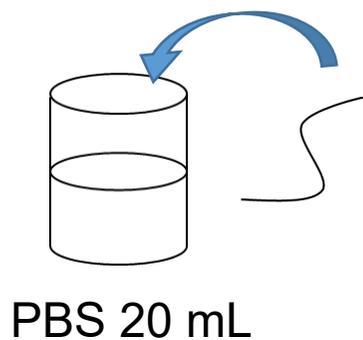
しかし・・・伸度が低く、柔軟性が乏しかった

→ 可塑剤としてPEGを添加して、紡糸を行った



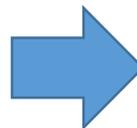
GeI/MG/PEG繊維 (MG 0.1%)

耐水性試験 (Gel/MG繊維)

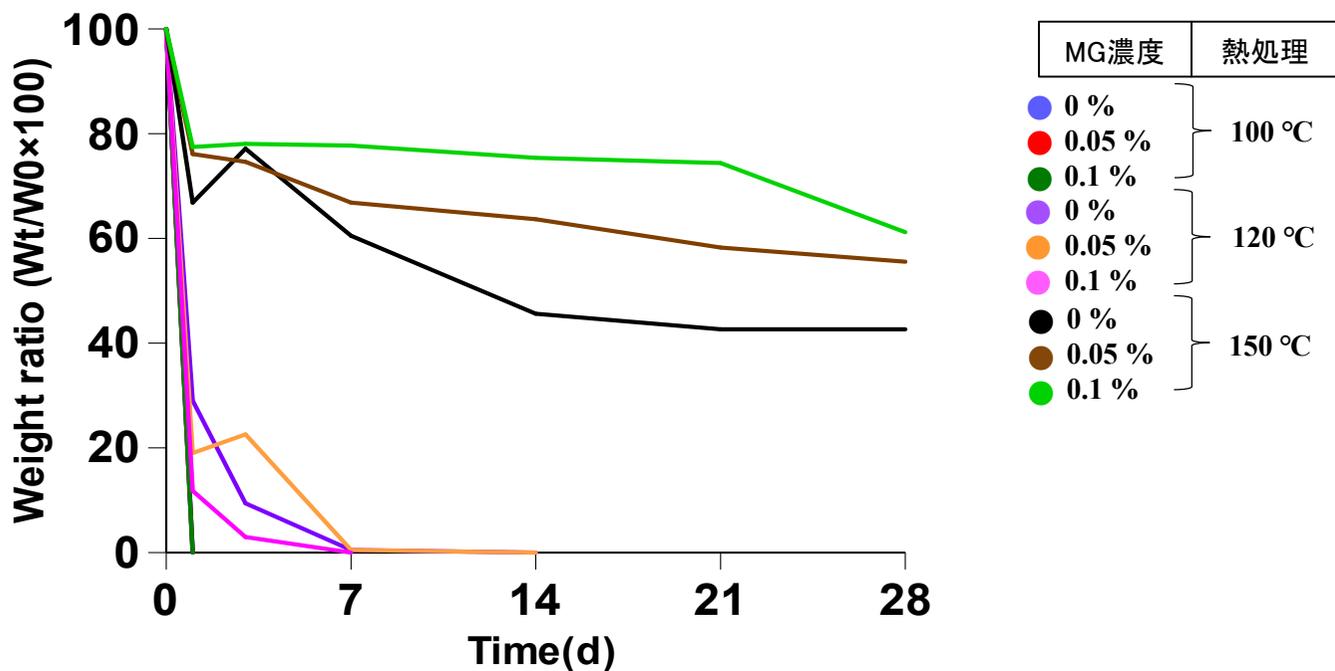


Gel/MG繊維 20 mg

MG濃度 0, 0.05, 0.1 %
架橋温度 100, 120, 150 °C



- 繊維の重量損失の測定



- ◆ MGはGelを構成するアミノ酸のアミノ基とメイラード反応を起こし、Gel繊維の強度と耐水性を向上させることが可能
- ◆ メイラード反応は熱処理により促進され、強度と耐水性を、より向上させる
- ◆ PEGの添加は、Gel/MG繊維の伸度を向上させ、高強度で、しなやかな繊維を調製することが可能

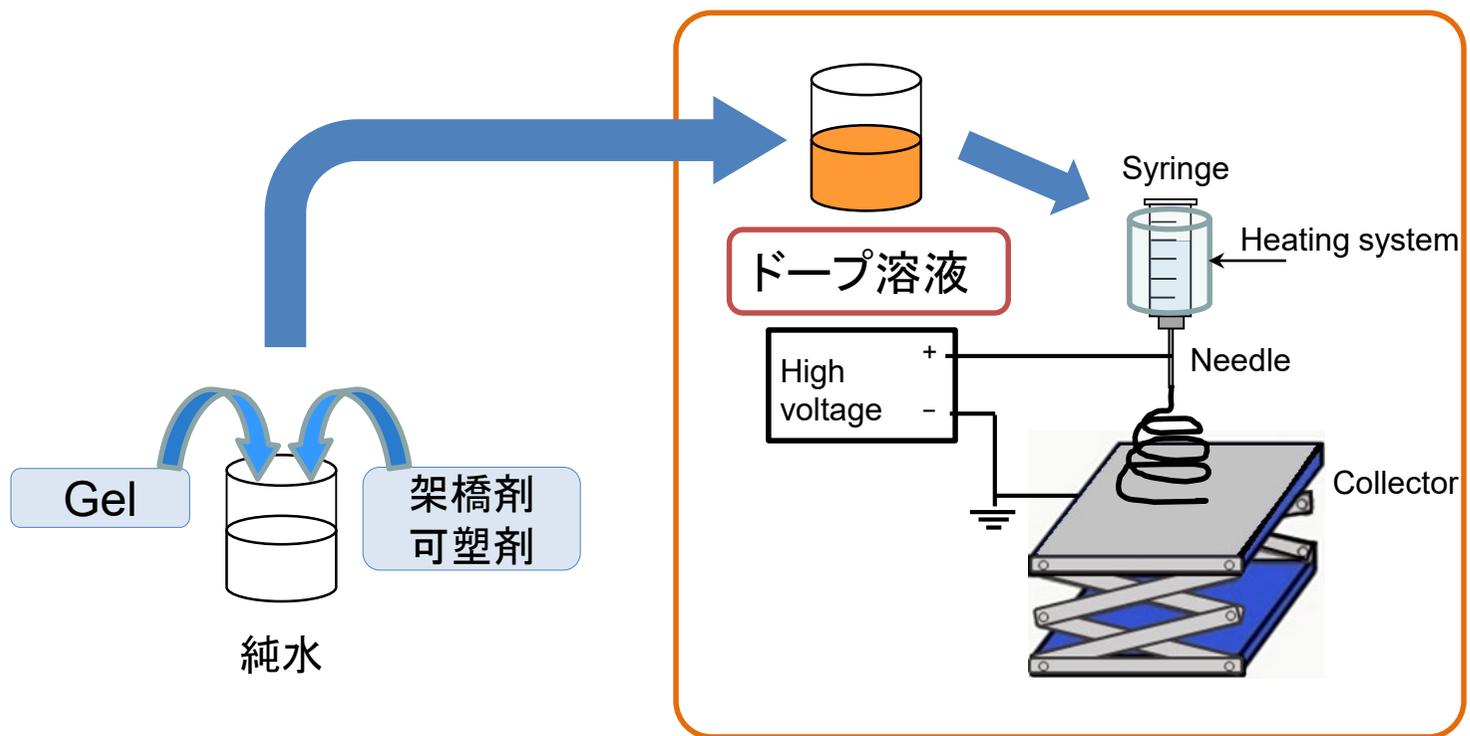
● 乾式紡糸法によるゼラチン繊維の調製

→ マイクロファイバー

● エレクトロスピンニング法によるゼラチン不織布の調製

→ ナノファイバー

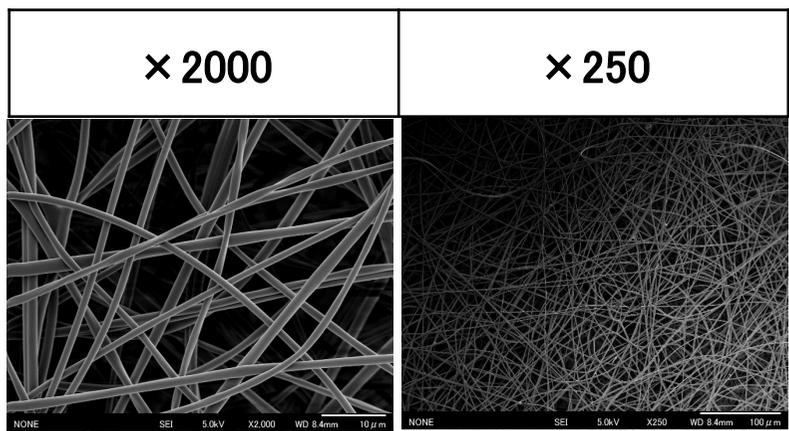
エレクトロスピンニング(ES)法



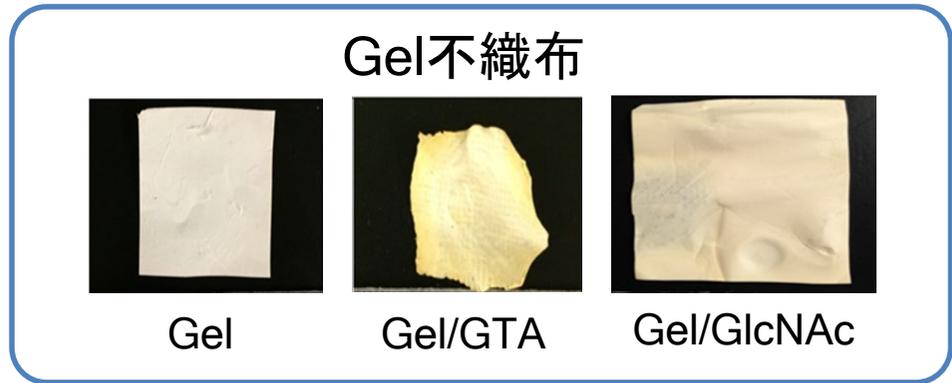
- 比表面積が大きい
- 多孔性に優れている
- 耐水性に乏しい

GTA蒸気架橋
熱架橋

還元処理



Gel/MG不織布 (MG/Gel=0.6 wt%)



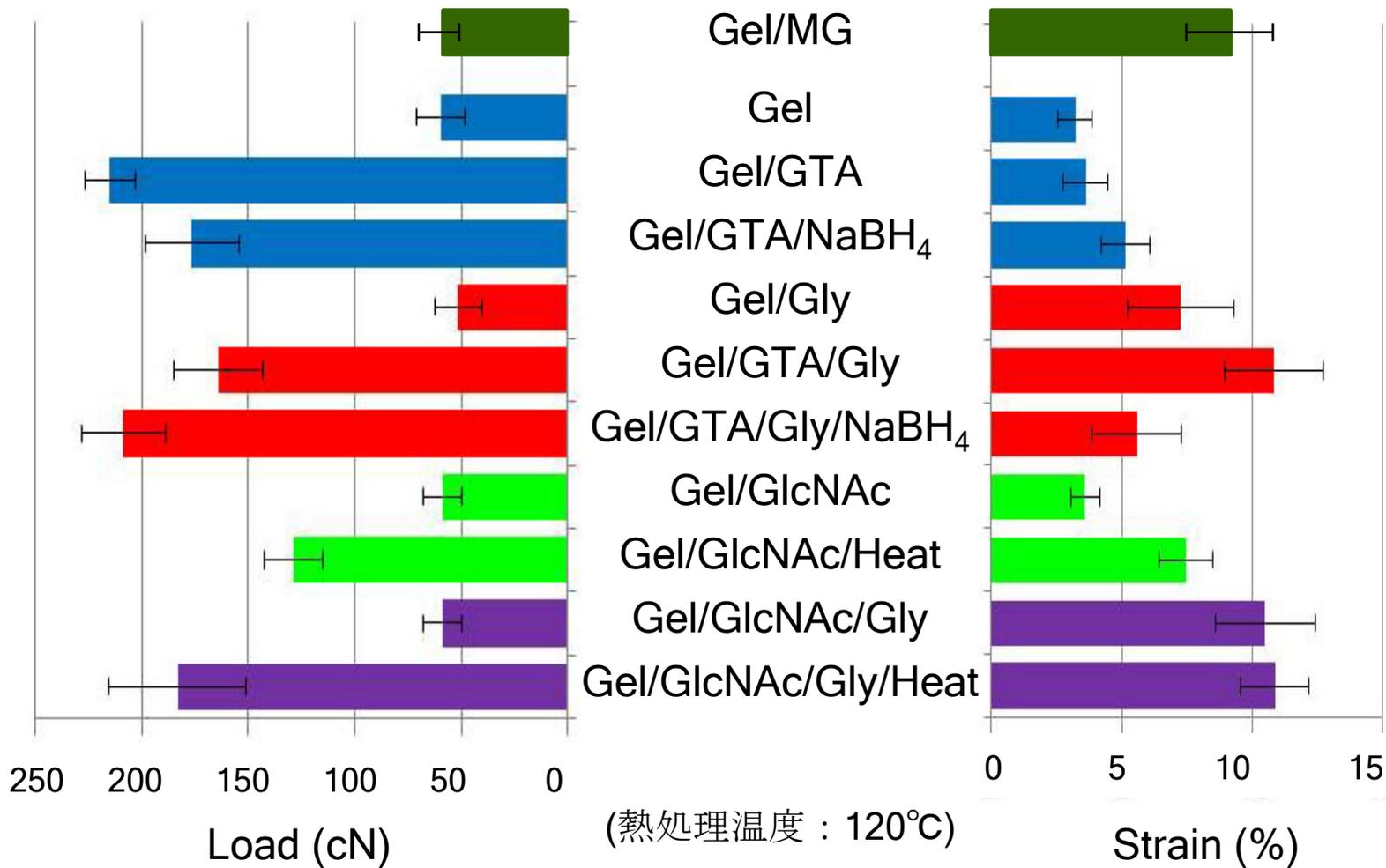
Gel不織布

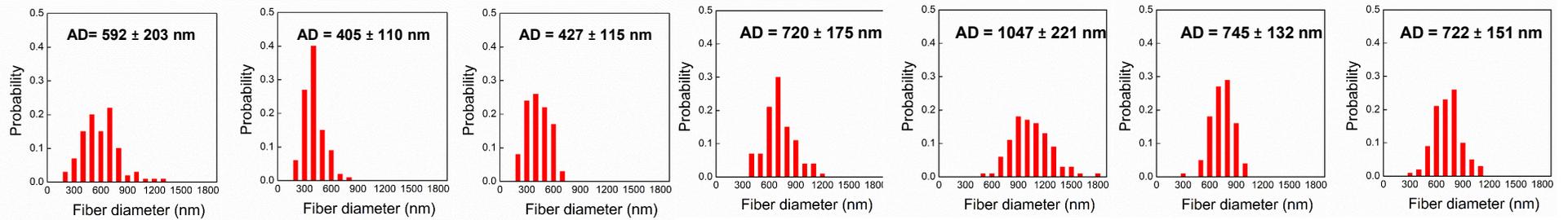
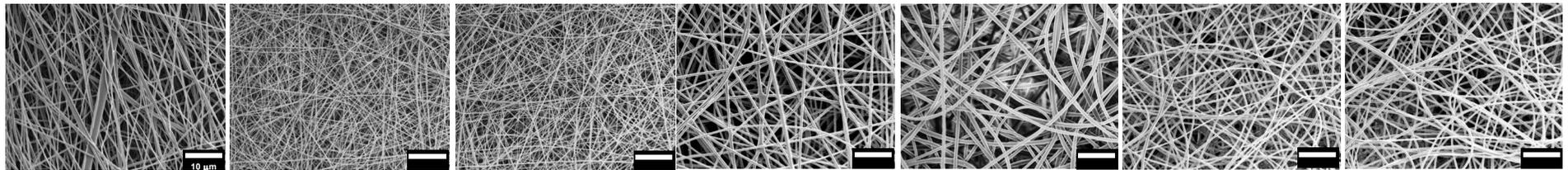
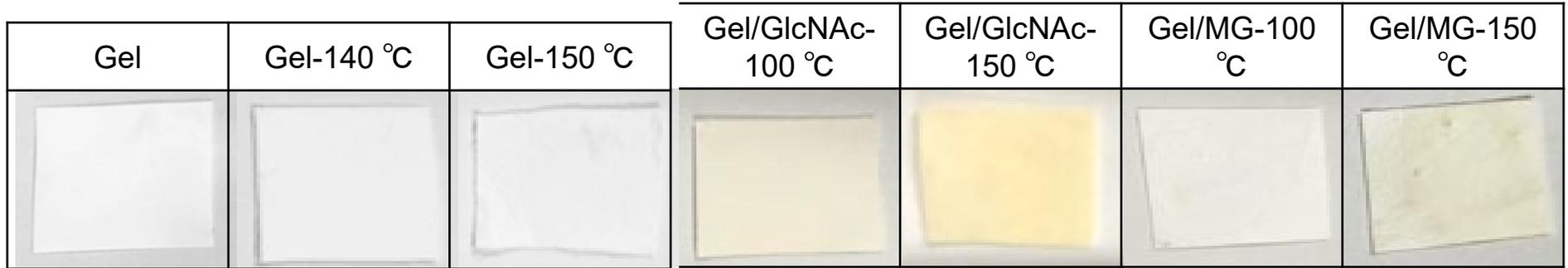
Gel

Gel/GTA

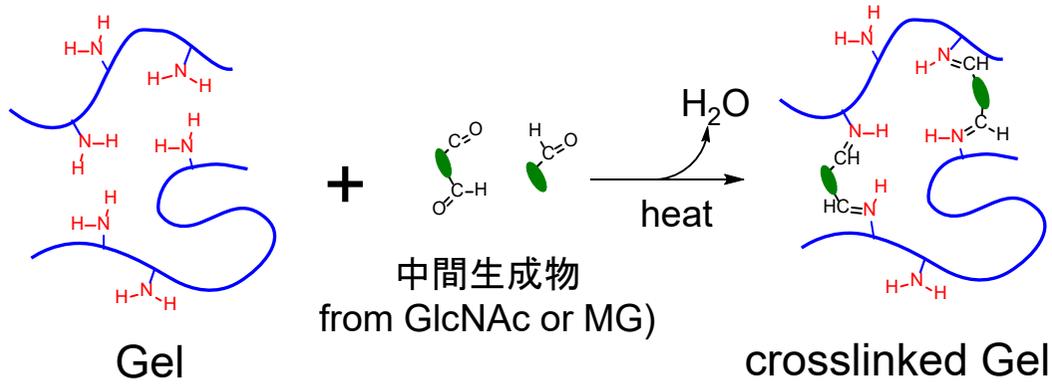
Gel/GlcNAc

引張強度試験

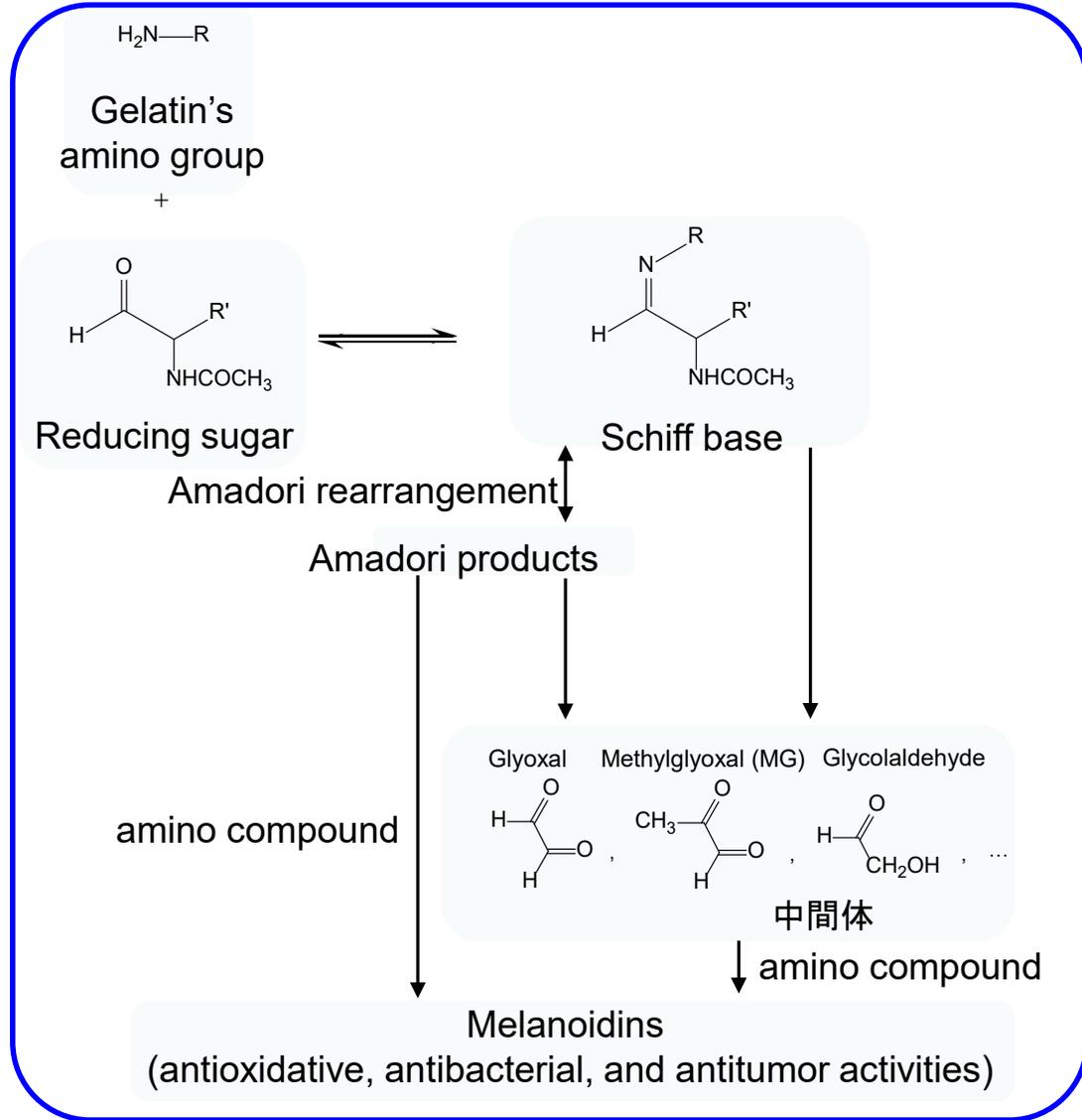
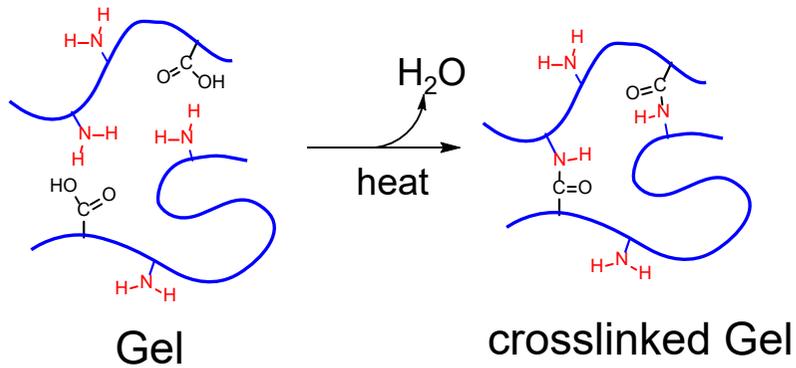




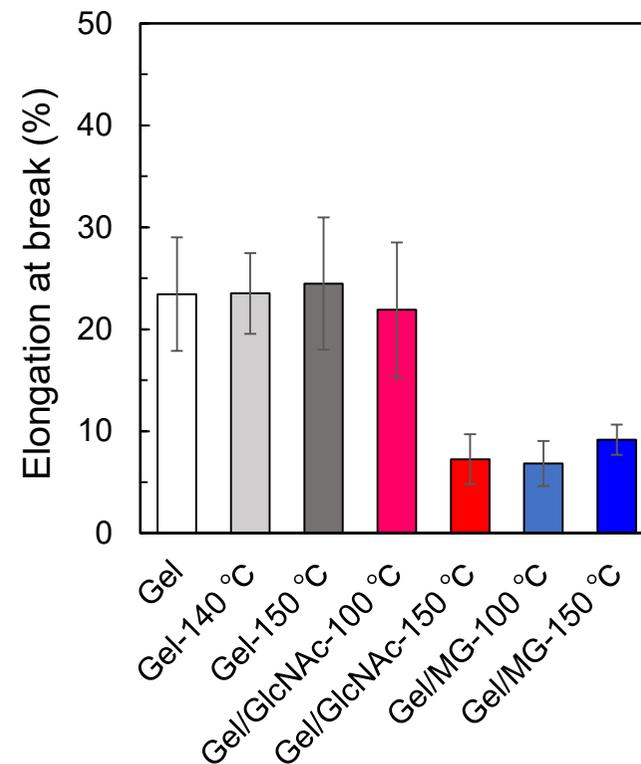
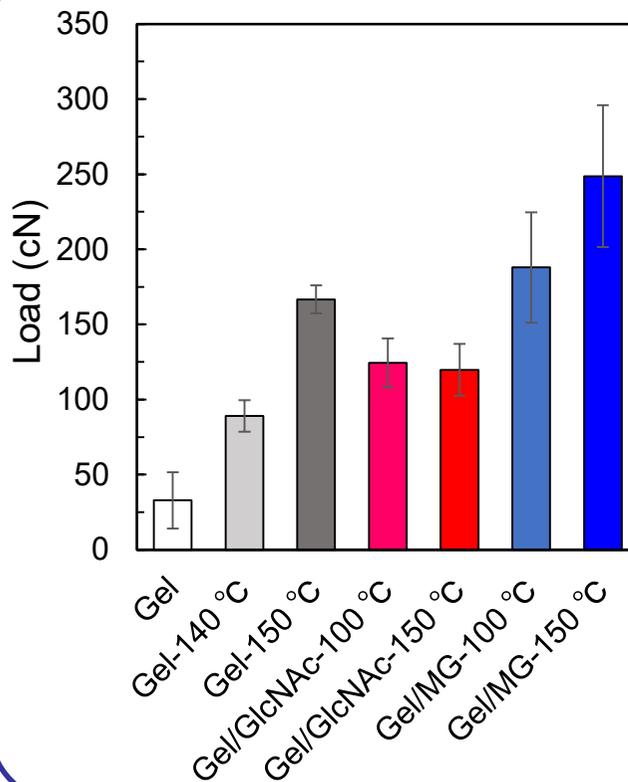
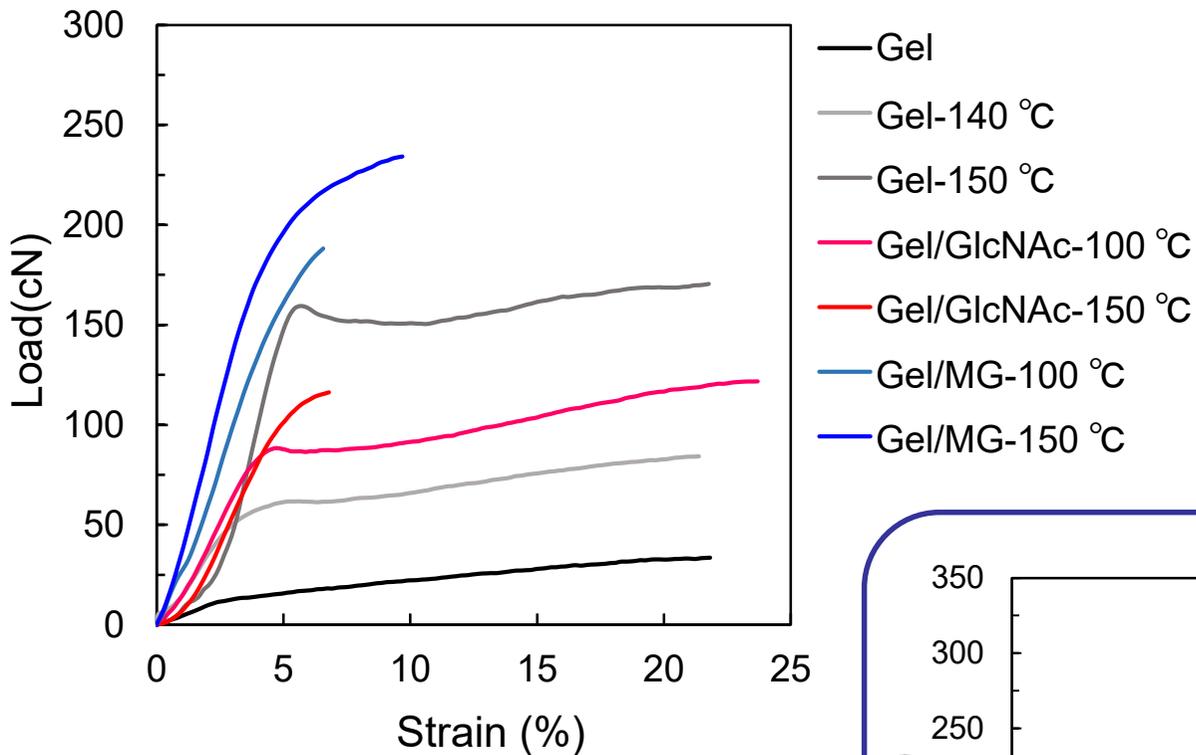
メイラード反応



熱架橋



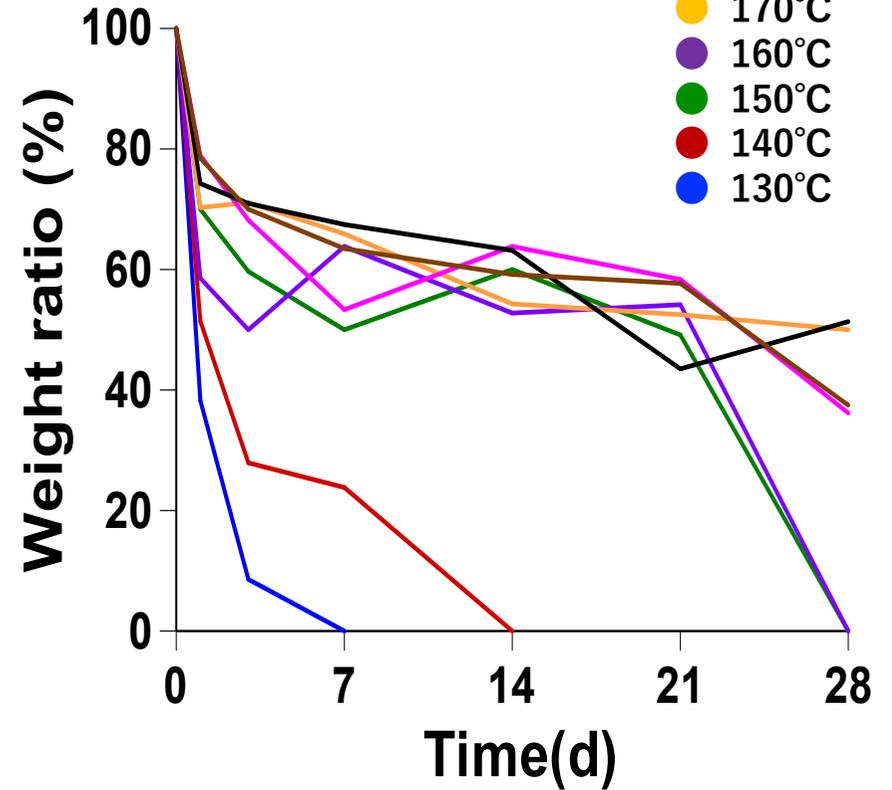
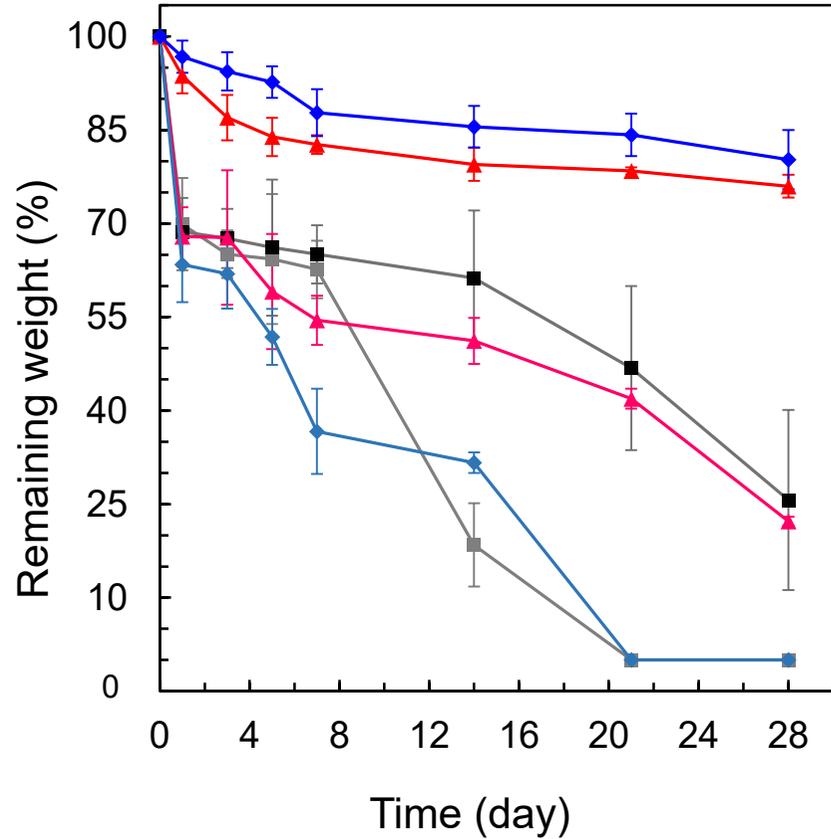
引張強度試験



耐PBS試験

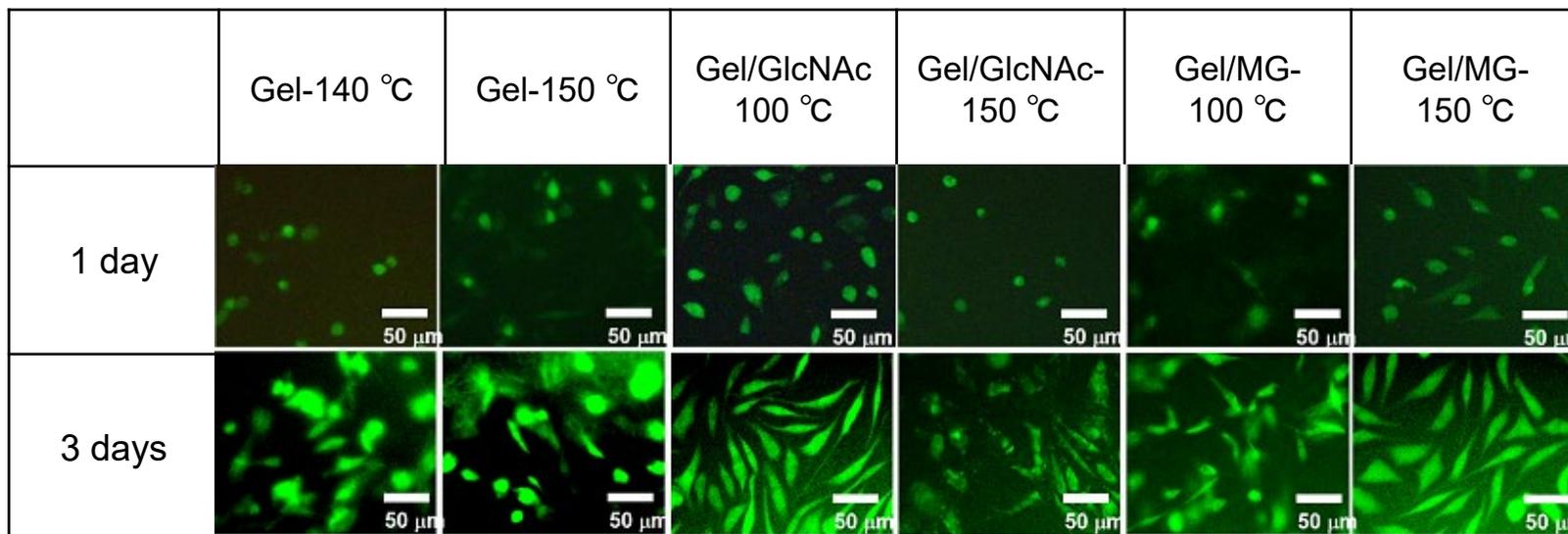
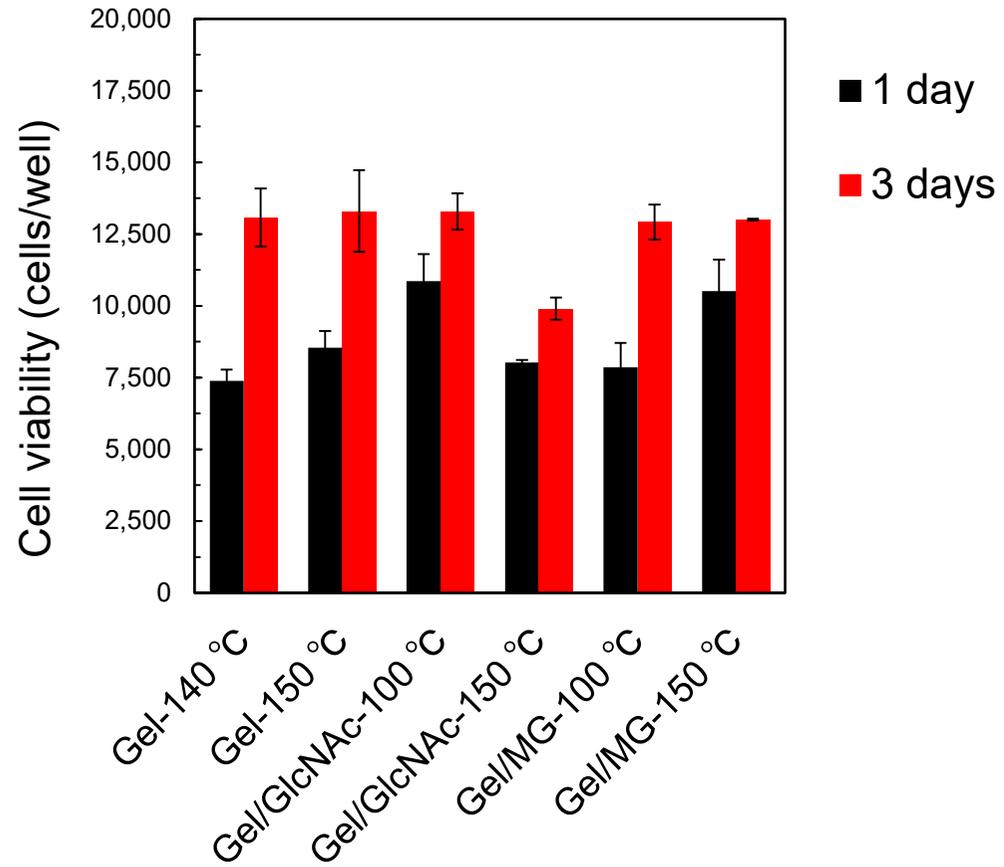
架橋温度

- 200℃
- 190℃
- 180℃
- 170℃
- 160℃
- 150℃
- 140℃
- 130℃



(熱架橋1日間)

細胞毒性試験



新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来技術の問題点であった以下の問題を克服した。
 - ・ 毒性のある試薬による架橋
 - ・ 耐水性のコントロール
- 本技術により、ゼラチン繊維のバイオマテリアルにおける用途拡大につながるものと期待する。

想定される用途

- 本技術の特徴を生かすことにより、生体適合性や生分解性が必要とされるバイオマテリアル分野での応用が期待される。
- また、生体由来の架橋剤の種類や、熱処理温度をコントロールすることにより、生体内での分解速度を制御することが可能である。

実用化に向けた課題

- 本技術で、ゼラチンをマイクロおよびナノレベルで繊維化することができ、耐水性もコントロールすることが可能であるが、その用途開発が最大の課題である。

企業への期待

- 本技術はゼラチンをベースとしたバイオマテリアルにおいて、最大の問題であった高い溶解性を克服し、架橋による毒性を低減することができる。
- また、生体毒性の低いバイオマテリアルを開発中の企業への、本技術の導入が有効と思われる。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : ゼラチン水溶液を用いた弾性に富む
繊維ならびに中空糸の乾式紡糸法
- 出願番号 : 特許第5828643号
- 出願人 : 学校法人関西大学
- 発明者 : 田村 裕、戸倉 清一、古池 哲也、
浦木 康光、小川正人、伊藤昇、田中洋一

お問い合わせ先

関西大学
産学官連携センター

TEL : 06 - 6368 - 1245

FAX : 06 - 6368 - 1247

e-mail : sangakukan-mm@ml.kandai.jp