

(課題名) 微生物産生ナノフィブリル化セルロースの精密構造解析と
新規用途開発

1 代表部局・研究統括者

北海道大学大学院工学研究院 田島 健次

2 研究目的

本研究では、セルロース合成菌を用いて砂糖・糖蜜などの再生可能資源からボトムアップ的に調製されるナノフィブリル化バクテリアセルロースの詳細な構造解析を行い、物性・機能との相関関係を明らかにすることを目的としている。

3 研究内容及び実施体制

① CM-NFBC、HP-NFBC の繊維径の決定

透過型顕微鏡、走査型電子顕微鏡、原子間力顕微鏡、小角 X 線散乱を用いることによって繊維径を決定する。

(工業試験場 瀬野、細川、工学研究院 田島)

② CM-NFBC、HP-NFBC の繊維長の決定

透過型顕微鏡、走査型電子顕微鏡、原子間力顕微鏡を用いて繊維長を決定する。また、別の手法として極限粘度からアスペクト比を決定し、そこから繊維長を決定する。

(工業試験場 瀬野、細川、工学研究院 折原、田島)

③ CM-NFBC、HP-NFBC の高次構造の推定

レオメーターを用いた粘弾性測定および光散乱測定を行うことによって水中におけるネットワーク構造に関する知見を得る。これらによって NFBC の構造と物性に関する相関関係を解明する。

(工学研究院 折原、田島)

4 最終目標

本研究では繊維径、繊維長、高次構造を含む詳細な構造情報と物性・機能の相関を解明し、これらの知見を新しい用途開発、機能性付与、製品物性の改良に繋げることを目標としている。

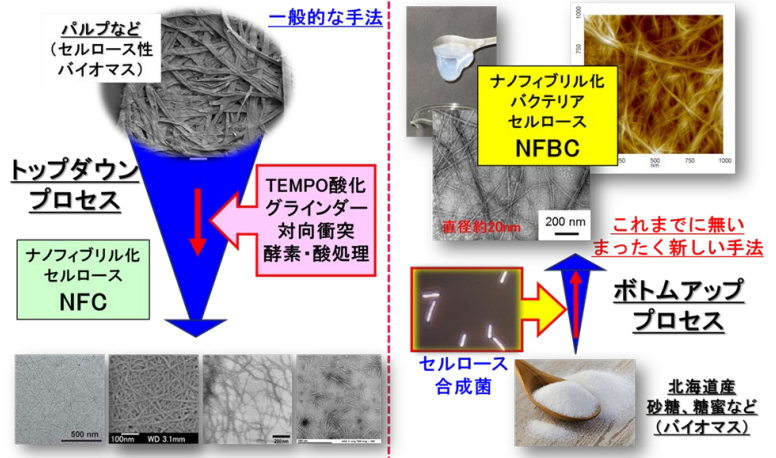
5 期待される効果・貢献

NFBC の活用はバイオ戦略 2020 に掲げられている日本が目指す 4 つの社会像の実現に向けて大きく貢献できると考えられる。また、最終的には道内において NFBC の大規模な生産工場を建設し (グリーンマテリアル産業の創出)、北海道発の高機能性バイオ素材として全世界に向けて発信していきたいと考えている。

(課題名) 微生物産生ナノフィブリル化セルロースの精密構造解析と新規用途開発

研究目的

近年、ナノオーダーの繊維径を有するナノフィブリル化セルロース (NFC) が高機能性バイオ素材として注目されている。我々の研究室ではセルロース合成菌を用いることによって、糖蜜などの再生可能な資源からボトムアップ的にNFC (NFBC) を調製することに成功している。本研究では分散状態におけるNFBCの詳細な構造解析を行い、物性・機能との相関関係を明らかにすることを目的としている。



道産バイオマス原料 道産セルロース合成菌 北大オリジナルの技術
これらを融合した一般的な方法と異なる新しいNFC (NFBC) の生産技術
Cellulose (2013), Biomacromolecules (2017), 特許第5752332号, US Patent US9611495, European Patent EP2940145

研究内容

① NFBCの繊維径の決定

透過型顕微鏡 (TEM)、走査型電子顕微鏡 (SEM)、原子間力顕微鏡 (AFM)、小角X線散乱測定 (SAXS) によって繊維径を決定する。(工業試験場 瀬野、細川、工学研究院 田島)

② NFBCの繊維長の決定

TEM、SEM、AFMを用いて繊維長を決定する。また、レオメーターによる粘性測定から得られる極限粘度からアスペクト比を決定し、繊維長を算出する。(工業試験場 瀬野、細川、工学研究院、折原、田島)

③ NFBCの高次構造の推定

レオメーターを用いた粘弾性測定および光散乱測定 (SALS) によって水中における高次(ネットワーク)構造に関する知見を得る。(工学研究院 折原、田島)

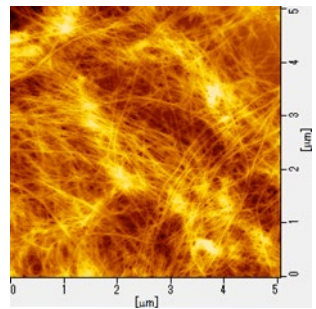


図 NFBCのAFM像

最終目標

NFBCの構造と物性に関する相関関係

用途開発、機能性付与、製品物性の改良

期待される効果・貢献

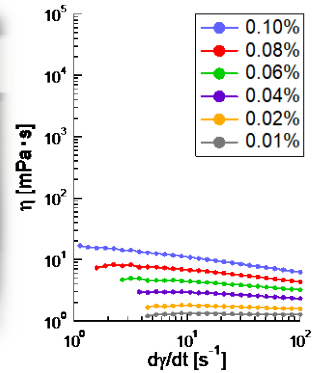
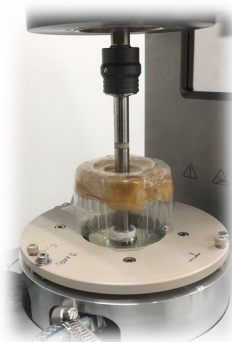


図 レオメーターと測定結果

社会像・市場領域	
すべての産業が運動した循環型社会	多様なニーズを満たす持続的・一次生産が行われている社会
持続的な製造法で素材や廃材をバイオ化している社会	医療とヘルスケアが連携した未来社会
市場領域	
① 高機能バイオ素材 (軽量性、耐久性、安全性)	軽量強靱なバイオ素材市場の拡大が予測。素材技術・利用領域 (車等) に強み。
② バイオプラスチック (汎用プラスチック代替)	海外プラスチックによる環境汚染が世界的課題。プラスチックの適正処理・3Rのノウハウ等に強み。
③ 持続的・一次生産システム	急激化するアジアの産業生産性の向上が課題。食・衣・住・世界レベルのスマート産業技術等に強み。
④ 有機廃棄物・有機排水処理	アジア等の成長により廃棄物処理・増進浄化関連市場の拡大が予測。世界展開への企業競争・排水処理に強み。
⑤ 生活習慣改善ヘルスケア、機能性食品、デジタルヘルス	生活習慣病増加、健康関連市場が拡大。デジタルヘルスに各国が着目。健康長寿関連で企業競争が激化。
⑥ バイオ医薬・再生医療・細胞治療・遺伝子治療関連産業	バイオ医薬品等の本格産業化と巨大市場創出が期待。伝統的基礎研究基盤、細胞培養技術に強み。
⑦ バイオ生産システム (工業・食品生産関連 (生物機能を利用した生産))	バイオ生産システムとして、大規模大が期待。微生物源・生物源、発酵技術に強み。
⑧ バイオ関連分析・測定・実験システム	バイオ生産基盤として、大規模大が期待。先端計測技術、ロボティクス等産業技術に強み。
⑨ 木材活用大型建築、スマート林業	木造化は温室効果ガス削減効果が顕著。欧州、北米中心に着目。スマート林業に将来性。木造建築技術、美・工設計、施工管理に強み。

グリーンプラを含む樹脂の補強材料

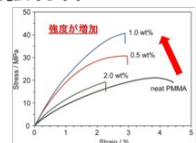


図 成形フィルムの写真

Kono, Tajima et al. ACS Omega (2020)

- 食品添加剤(腸内フローラ改善、保存性向上)
- 細胞培養用基材、ドラッグキャリアー(毒性低減)
- バイオマスを原料とした発酵生産技術

日本が目指す社会像の実現に寄与するとともに、道内にグリーンマテリアル産業を創出する