

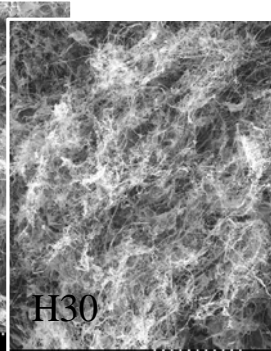
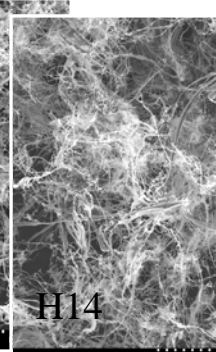
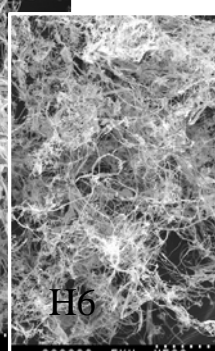
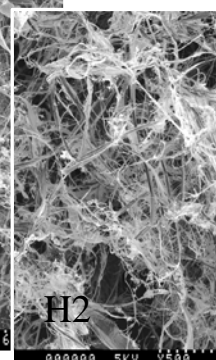
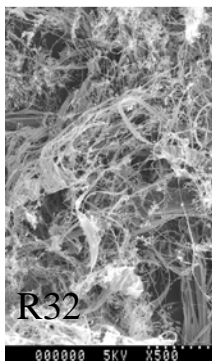
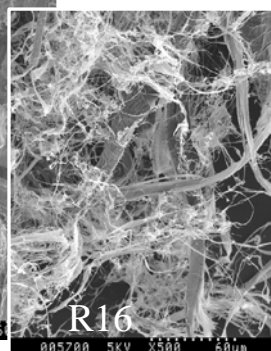
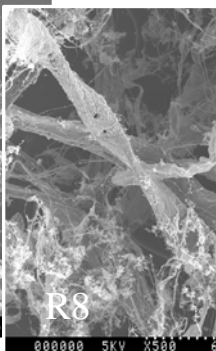
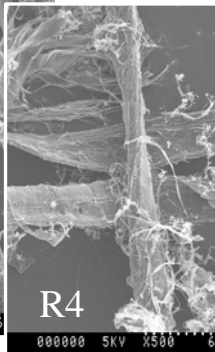
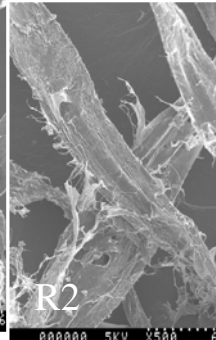
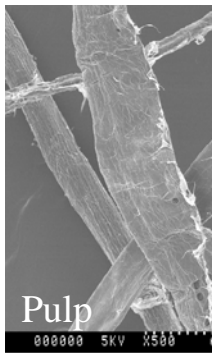
# 世界初のバイオナノファイバー産業を日本から

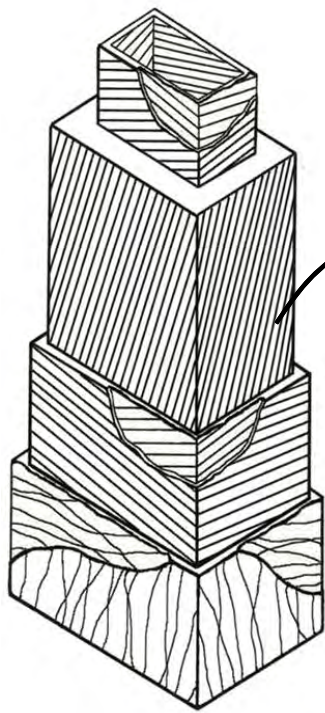
京大大学生存圏研究所 矢野浩之

セルロースマイクロフィブリルは、鋼鉄の5倍の強度、ガラスの1/10以下の熱膨張を有する幅4nmのナノファイバーである。木材等、植物資源の50%以上を占める、ほぼ無尽蔵の持続型資源であるが、その工業的利用は皆無である。我々は、このナノファイバーを用い、高強度材料や透明低熱膨張材料を開発し、IT機器、自動車、建築、医療等、幅広い用途への利用について研究している。セルロースナノファイバー関連技術により、バイオマス効率的化学変換、ナノファイバー製造からナノコンポジットの成型、利用までを包含した、世界初の先導的持続型資源産業の創出が期待できる。

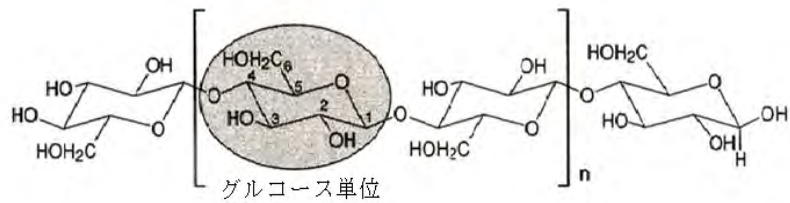
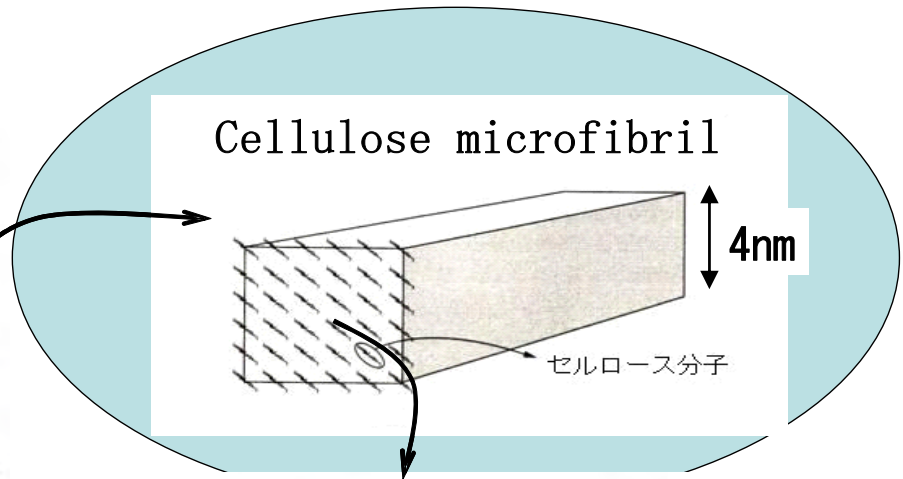


## パルプのナノファイバー化





Plant cell wall



Cellulose chain

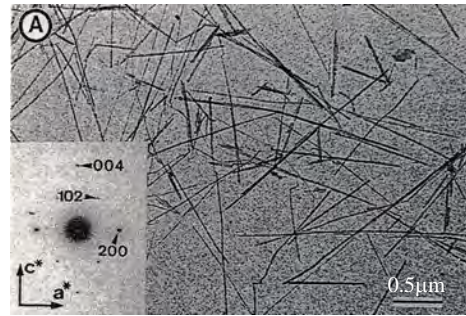
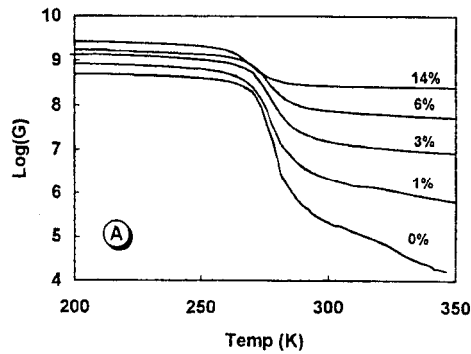
## 植物細胞壁の構造とセルロースナノファイバー

### セルロースマイクロフィブリル (セルロースナノファイバー)

- 伸びきり鎖結晶
- ヤング率:138GPa, 引張強度:3GPa  
→ アラミド繊維 (ケブラー)
- 熱膨張係数 (TEC) : 0.1 ppm/K  
→ 石英ガラス
- ナノファイバー (幅4nm)

# CERMAV, CNRS, France, 1995

## Latex reinforced with cellulose whiskers



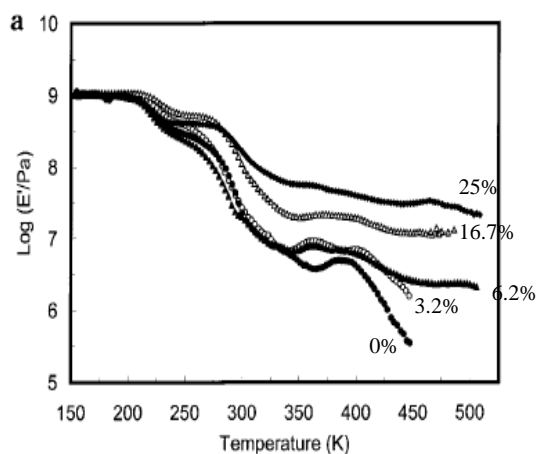
Reinforcement due to the formation of a **rigid whisker network connected by H bonds**.

Favier V, Chanzy H, Cavaille J Y. *Macromolecules* 1995; **28**: 6365-6367.

セルロースナノウィスカーによるラテックスの補強:  
1-14%含有

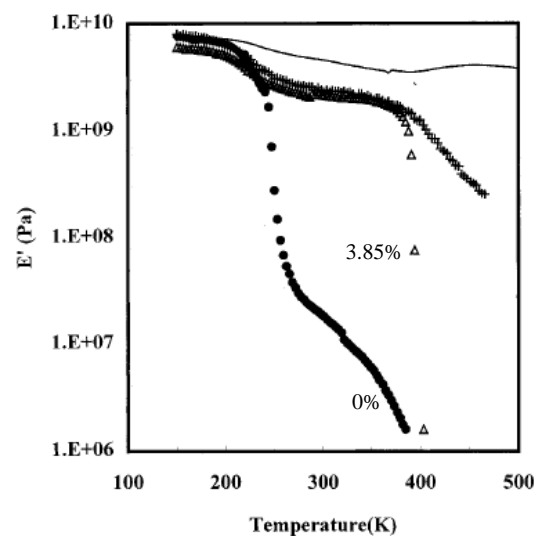
# CERMAV, CNRS, France, 1998

## Starch reinforced with whiskers



Angles M N, Dufresne A. *Macromolecules* 2001; **34**: 2921-2931.

## Starch reinforced with microfibrils



Dufresne A, Vignon M R. *Macromolecules* 1998; **31**: 2693-2696.

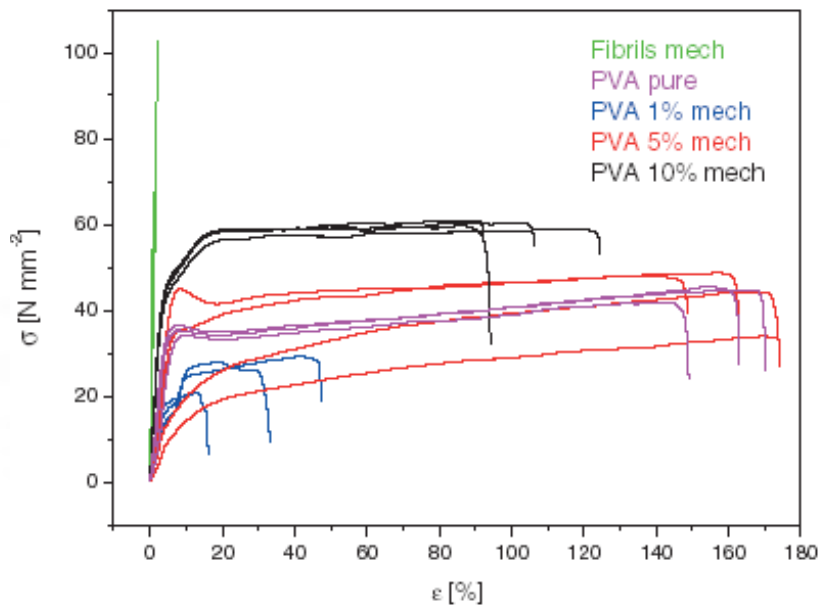
ナノファイバーの方が、ウィスカーより、補強効果が高い:  
デンプンを補強。繊維率:4%

T. Zimmermann, *et al.*, EMPA, Switzerland, 2005

Advanced Engineering Materials, 2005

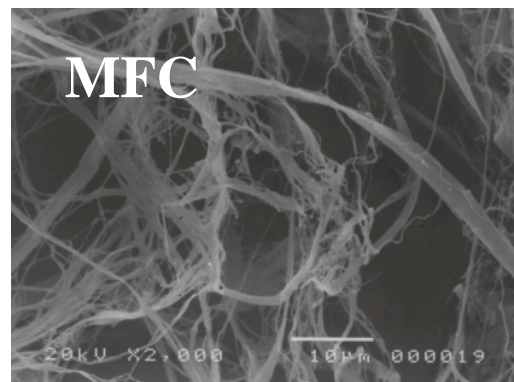
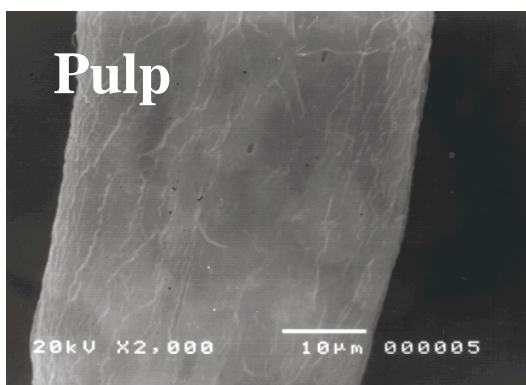


(a)

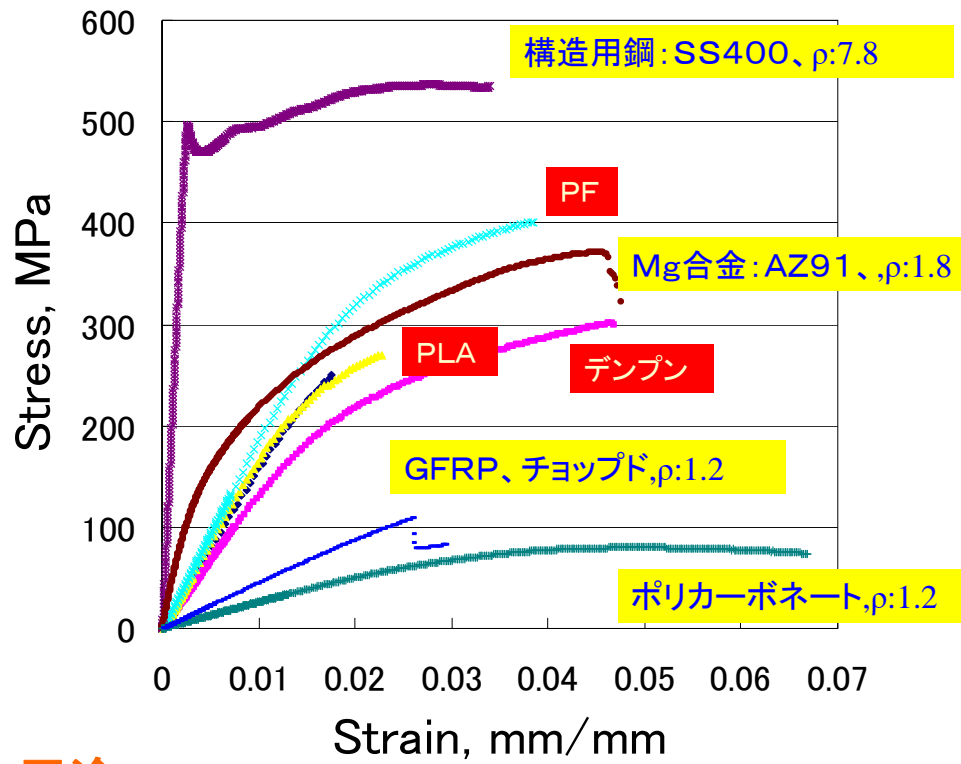


ナノファイバー補強で破壊ひずみを保ったまま  
ポリビニルアルコールの強度が向上。繊維率:1-10%

## ミクロフィブリル化セルローズ:MFC



伸びきり鎖微結晶ナノファイバーからなる  
クモの巣状ネットワーク



### 用途

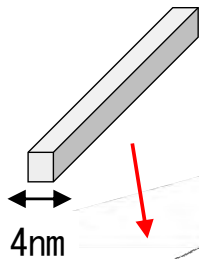
軽量、高強度および環境調和性: ①コンピュータ、携帯電話等のケーシング、②自動車ボディー、③その他

## フレキシブル透明低熱膨張材料



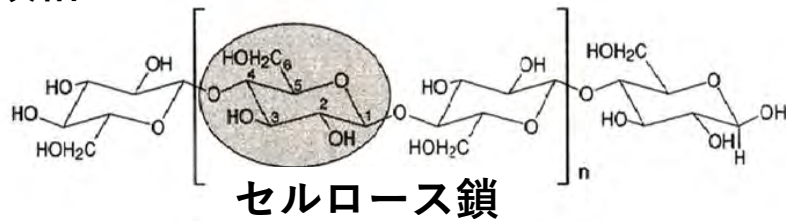
# バクテリアセルロース

セルロース  
マイクロフィブリル



酢酸菌

伸びきり鎖結  
晶

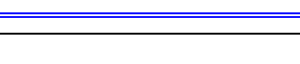
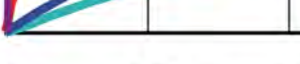
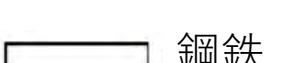
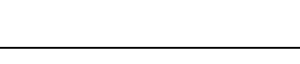
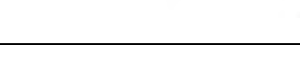
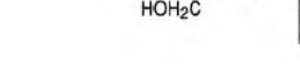
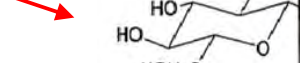
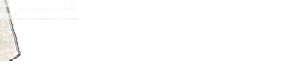
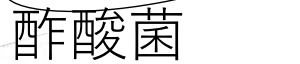
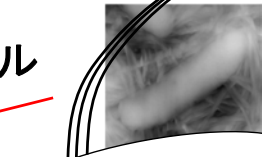
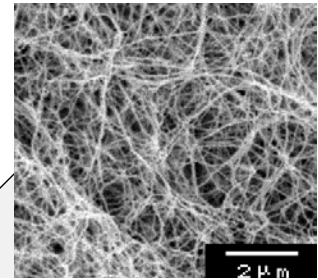


10nm

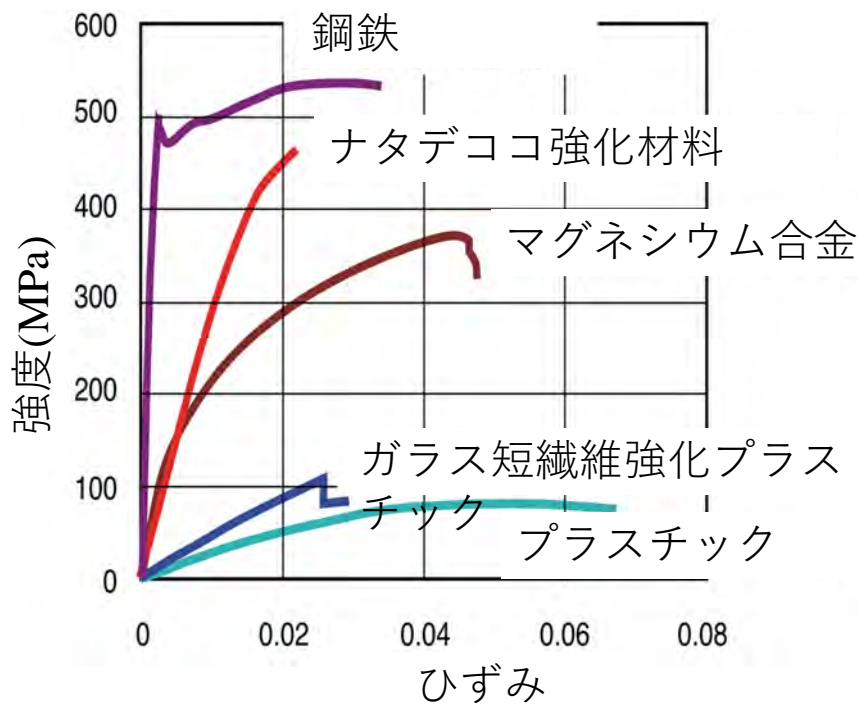
50nm

マイクロフィブリル束

ナノネットワーク



## 軽量・高強度透明材料



ヤング率:28 GPa, 曲げ強度:460 MPa,

## 既存の透明材料との比較

	熱膨張 ppm/k	引張強度 MPa	曲げ強 さ MPa	密度 g/cm <sup>3</sup>
Glass	3-10	-	10-15	2.2
Polycarbonate	60-70	60-70	82-92	1.2
Polystyrene	60-80	46	70	1.05
PET	27	120-170	180-250	1.6
BC/resin sheet	3-7	325*	460**	1.2-1.4

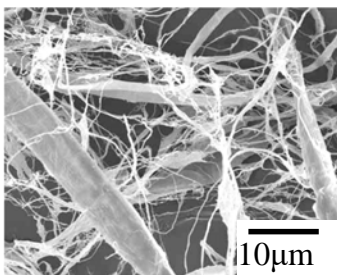
\* : BC + epoxy resin

\*\* : BC + Phenolic resin

MFC



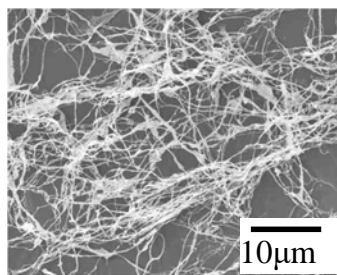
fiber content: 65%



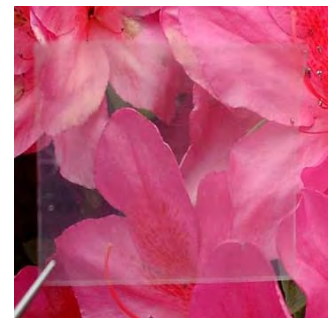
グラインダー-MFC



fiber content: 70%



バクテリアセルロース



fiber content: 70%

