

孤立分散型纤维素纳米纤维（CNF）的  
分散性评价

纤维素是一种构成植物细胞壁主要成分的多糖类。其中，将宽度为 4 ~ 100nm、长度为几  $\mu\text{m}$  左右、长宽比 100 以上的纤维素称为纤维素纳米纤维（Cellulose Nanofiber: CNF），作为尖端的生物质新材料而受到了广泛关注。CNF 除了重量轻、强度大的特点之外，还具有高隔气性、吸附性、透明性等优异性能。另外，由于材料源于植物纤维，因此，是一种在生产和废弃的过程中环境负荷都非常小的材料，今后在汽车材料、电子材料、包装材料等的应用中具有很大的潜力。

在应用新闻 No.A579 中，介绍了网络型 CNF 的评价情况。本次使用紫外可见分光光度计 UV-2600i 对孤立分散型 CNF 的分散性进行了评价。另外，使用源自木材的 CNF 的水分散体（网络型 CNF）和市售的羧甲基纤维素（CMC）水分散体，与孤立分散型 CNF 进行了比较，在此一并介绍。

K. Kawahara

## ■ 什么是纤维素纳米纤维（CNF）

CNF 大体可以分成孤立分散型和网络型。网络型的纤维直径为 20 ~ 100nm 左右，通过机械解纤制造。另一方面，孤立分散型的纤维直径为 3 ~ 5nm 左右，各个纤维处于分散状态，通过与一种被称为 TEMPO (2,2,6,6-tetramethylpiperidine-1-oxyl) 催化氧化的化学反应和轻微的机械处理的组合，分成纳米级尺寸的物质称为 TEMPO 氧化 CNF (TOCN)。TEMPO 氧化 CNF 拥有 3 ~ 4nm 的均匀纤维直径，具有可以在溶液中分散和透明度高的特点。

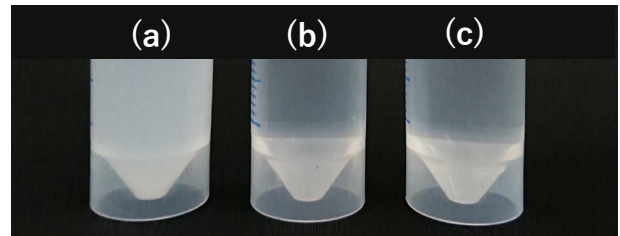
通过 TEMPO 氧化催化剂的作用，附着在 CNF 上的修饰官能基团从亲水基团变为疏水基团，可以与疏水性的树脂进行混合。基本上述特点，有望制成与树脂、橡胶等的复合材料或者涂料等，在工业方面得到广泛应用。

## ■ CNF 溶液的分散性评价

使用图 1 所示的紫外可见分光光度计 UV-2600i 对源于木材的 CNF 和 CMC、TEMPO 氧化 CNF 的 0.1wt% 水分散液进行了评价。图 2 所示为用于评价的试样溶液的外观。测定各试样的直线透射率和总透射率，对透明性进行了评价。



图 1 紫外可见分光光度计 UV-2600i

图 2 试样溶液 (0.1 wt%) 的外观  
(a) 源于木材的 CNF、(b) CMC、(c) TEMPO 氧化 CNF

首先，对直线透射率测定和总透射率测定进行说明。图 3 是普通的透射测定方法的说明图。如图 3 所示，直线透射率测定是指测定试样的直线透射光的方法。与之相比，如图 4 所示，总透射率测定是一种使用附件积分球，同时测定直线透射光和散射透射光的方法。因为浑浊的试样溶液和透光率较低的彩色薄膜等存在很多散射透射光，上述两种透光率之差越小，则说明透明度越高。

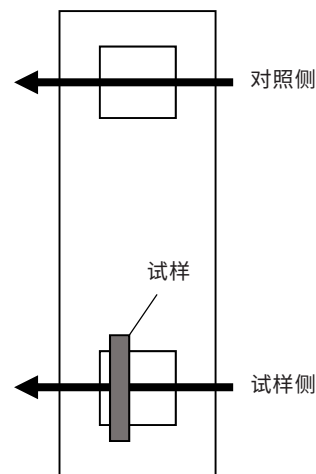


图 3 直线透射率测定

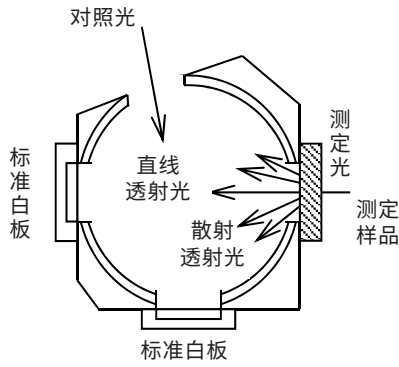


图4 总透光率测定

测定条件如表1所示。直线透射率如图5所示，总透光率如图6所示。图5所示的源于木材的CNF直线透射率在可见光区域呈现出20%以下的低值。另一方面，尽管TEMPO氧化CNF和CMC的直线透射率在可见光区域呈现为接近80%的高值，但在紫外区域的200~240nm附近的透光率急剧下降。

与之相比，在图6所示的总透光率中，源于木材的CNF在可见光区域的透光率为60%左右。

TEMPO氧化CNF和CMC的直线透射率与总透光率之差较小，在源于木材的CNF中，上述差异增大。根据这次的结果，可以认为TEMPO氧化CNF和CMC的透明性高，使用直线透射率测定完全可以测定。一般认为，纤维直径比可见光波长小的CNF不会凝集，因分散而变得透明<sup>1)</sup>。从测定结果来看，TEMPO氧化CNF不会凝集，在水中呈现纳米分散状态。

表1 测定条件

使用装置	: UV-2600i ISR-2600 Plus
测定波长范围	: 200 nm ~ 800 nm
扫描速度	: 中速
采样间隔	: 1.0 nm
狭缝宽度	: 2 nm(UV-2600i) 5 nm(UV-2600i+ISR-2600 Plus)
光源切换波长	: 323 nm

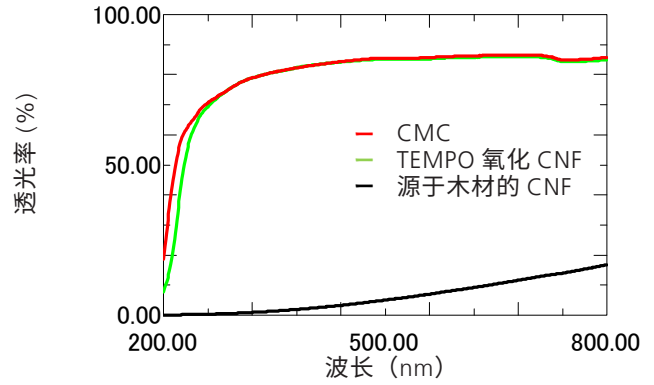


图5 各纤维素的直线透射率

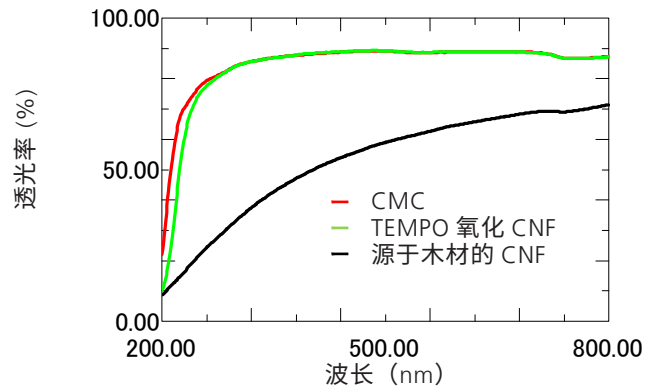


图6 各纤维素的总透光率

## 结论

针对孤立分散型CNF，比较了分散液的直线透射率和总透光率，对分散性进行了评价。与源于木材的CNF相比，TEMPO氧化CNF的直线透射率和总透光率均为80%左右，表现出很高的透光率。综上所述，孤立分散型CNF分散性良好，具有出色的透明性。

< 谢辞 >

在实施本测定之际，东京大学矶贝明教授为我们提供了试样和关于CNF的知识。借此机会深表谢意。

参考文献

1) A Isogai, T Saito, H Fukuzumi: TEMPO-oxidized cellulose nanofibers, *Nanoscale*, 3, 71-85 (2011)

岛津应用云

