



九州工業大学



## □ 安藤研究室の紹介

テーマ：環境共生機能材料（未利用資源の付加価値化）

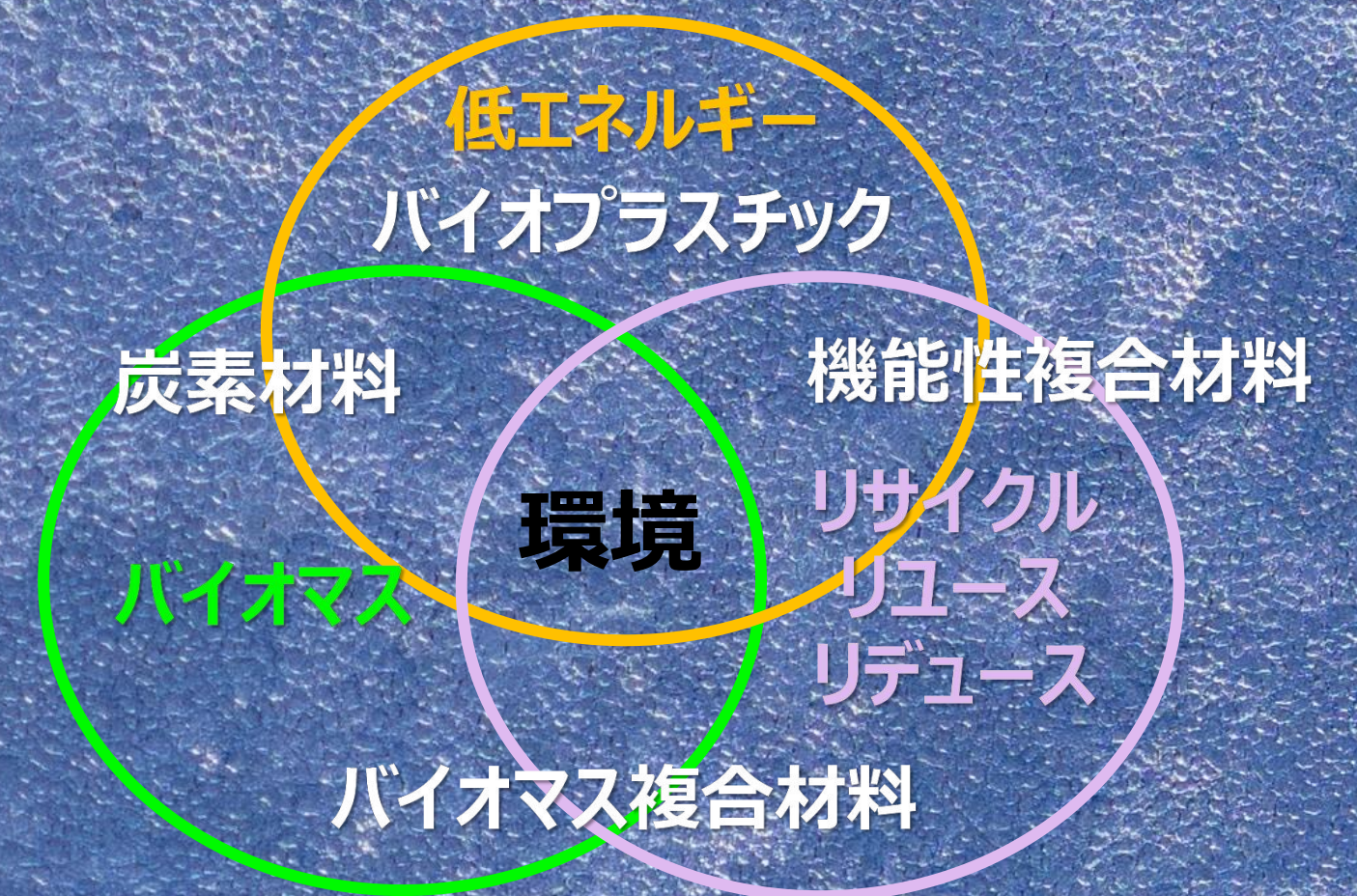
グローバルな視点から取り組まなければならない環境問題に  
バイオマスなどの未利用資源の付加価値化という視点から  
材料開発に取り組んでいます。

キーワード：有機合成、高分子合成、バイオプラスチック、  
バイオマス、国際連携、産学連携

### 研究内容

- ポリ乳酸共重合体
- ポリテトラメチルグリコリド（改変ポリ乳酸）
- ポリヒドロキシ酸
- セルロース繊維強化プラスチック
- リグノセルロース繊維強化プラスチック
- 再生セルロース材料
- グラフェン（酸化型、還元型）
- バイオ炭（油ヤシ廃繊維）
- 産業廃棄物の付加価値化

### 環境共生材料の設計



未利用資源の有効活用／付加価値化

バイオプラスチック

バイオマス複合材料  
(マイクロ繊維、ナノ繊維)

炭素材料

アップグレードリサイクル

### 研究と社会との連携

放置竹林問題（森林破壊、災害誘発）

北九州市の竹林の面積 約 1,600 ha

循環システムの形成：

- コスト(価値の創出)
- 地産地消の産業化、CO<sub>2</sub> 削減
- 出口となるターゲット
- 循環する仕組みづくり  
(産業創出・雇用創出・環境保全)

“竹”の課題：

- 高齢化
- 人手不足
- 管理者不明
- 道なき山林
- 伐採搬出

原料(入口)

01

応用(出口)

- セルロースの抽出
- セルロースの利用
- 開発技術の応用

03

技術(展開)

02

パームオイル産業（東南アジアの中心産業）

マレーシアのパームプランテーション

面積：約 480万 ha

(マレーシア国土：3,500万 ha)

油の収率：3-5トン/(ha・年)

搾油工場数：約 400

1農家の面積：最低 4 ha

工場排水



廃繊維



ヤシ油



パーム産業は、搾油量の何倍もの廃棄物を  
生み出し、地球温暖化の要因の一つと言わ  
れている。パーム産業の廃棄物や廃液から  
付加価値のある素材やエネルギーを創出し、  
廃棄物を削減して環境と経済を両立させて  
低炭素化社会への貢献に寄与する。

九州工業大学 生命体工学研究科 / グリーンマテリアル研究センター  
環境共生機能材料研究室 (安藤研究室)  
yando@life.kyutech.ac.jp





# Introduction to Ando Laboratory

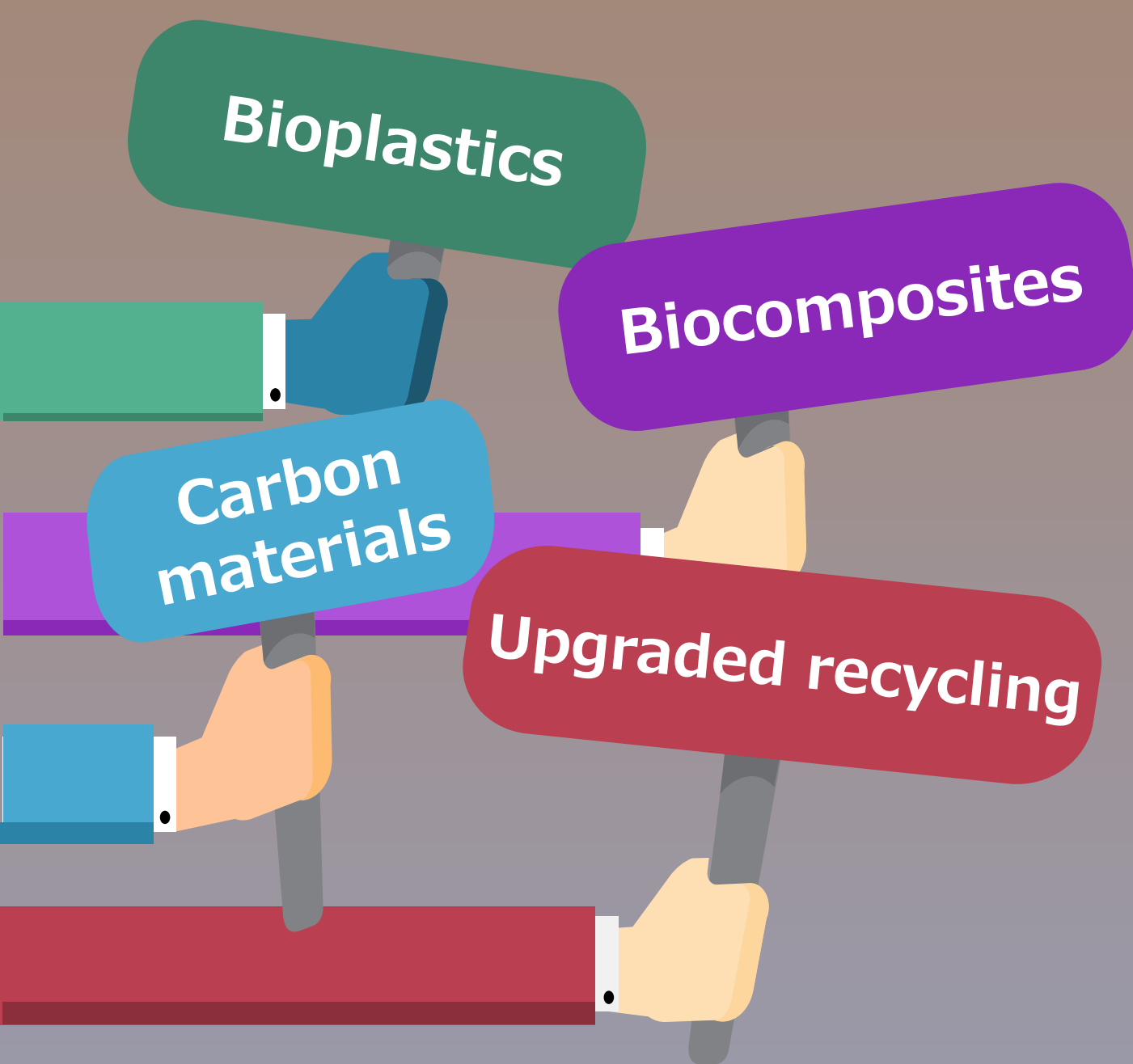
**Theme: Environmental Symbiotic Functional Materials (Adding value to waste resources)**

We are working on material development from the perspective of adding value to unused resources such as biomass to address environmental issues that must be addressed from a global perspective.

*Keywords: organic synthesis; polymer synthesis; bioplastics; biomass; international collaboration; industry-academia collaboration*

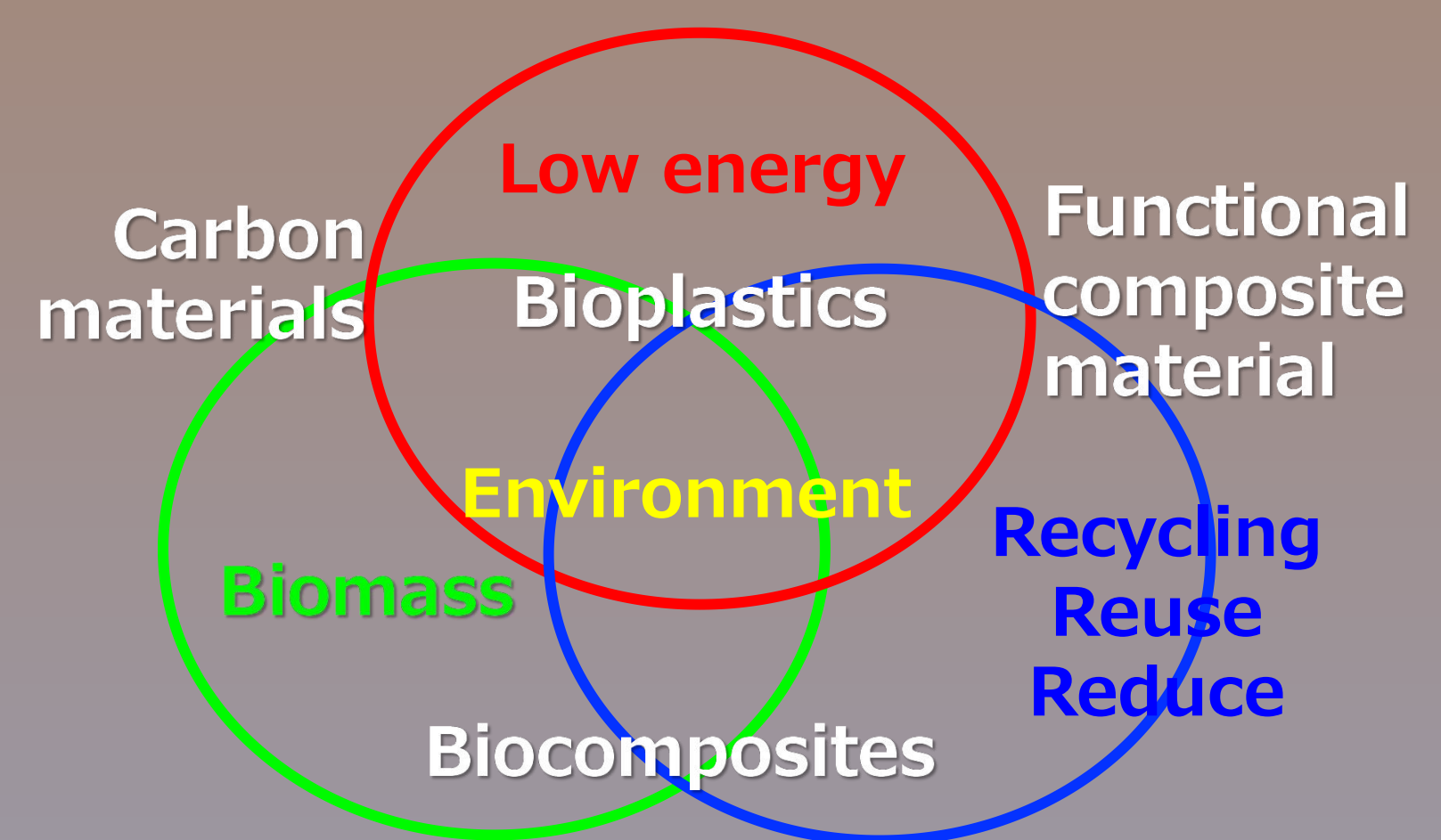


## Research content



- Polylactic acid copolymer
- Polytetramethylglycolide (modified polylactic acid)
- Polyhydroxy acid
- Micro/Nanocellulose reinforced plastics
- Lignocellulose reinforced plastics
- Regenerated cellulose materials
- Bio-based graphene derivatives
- Biochar and activated carbon
- Value-added products from industrial wastes

## Design of environmentally symbiotic materials



**Effective utilization of unused resources/addition of value**

## Collaboration between research and society

### Issues of deserted bamboo grove

**Area of bamboo grove in Kitakyushu City approx. 1,600 ha**

Engage with bioeconomy:

- Generate profits from value-added products
- Create job opportunities
- Environmental conservation (CO<sub>2</sub> reduction)

Use of bamboo extracted cellulose and lignin in potential applications } Application (exit)

Challenges with bamboo:

- Rapid aging
- Labor shortage
- Unidentified proprietor
- Roadless forest
- Deforestation
- Transportation

Feedstock (inlet)

03

Technology (deployment)

02

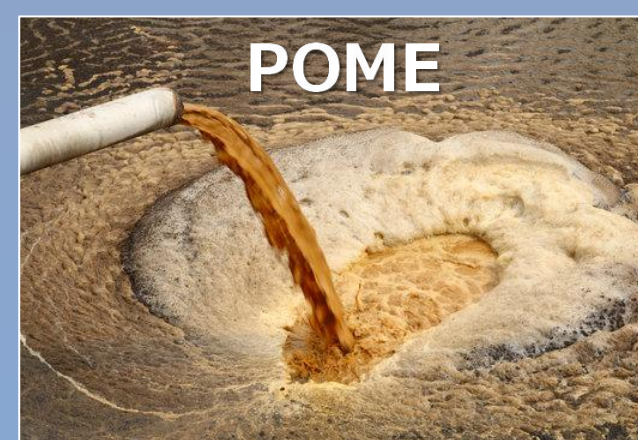
### Issues with palm oil industry (Core industry in Southeast Asia)

**Palm plantation in Malaysia:**

- Area approx. 35 million ha
- Oil yield 3-5 tonnes per ha year
- No. of mills ~452
- Average area per plantation >4 ha

Waste generation per year:

- 50 mil. tonnes of mill effluent
- 80 mil. tonnes of fibre wastes



Main products:

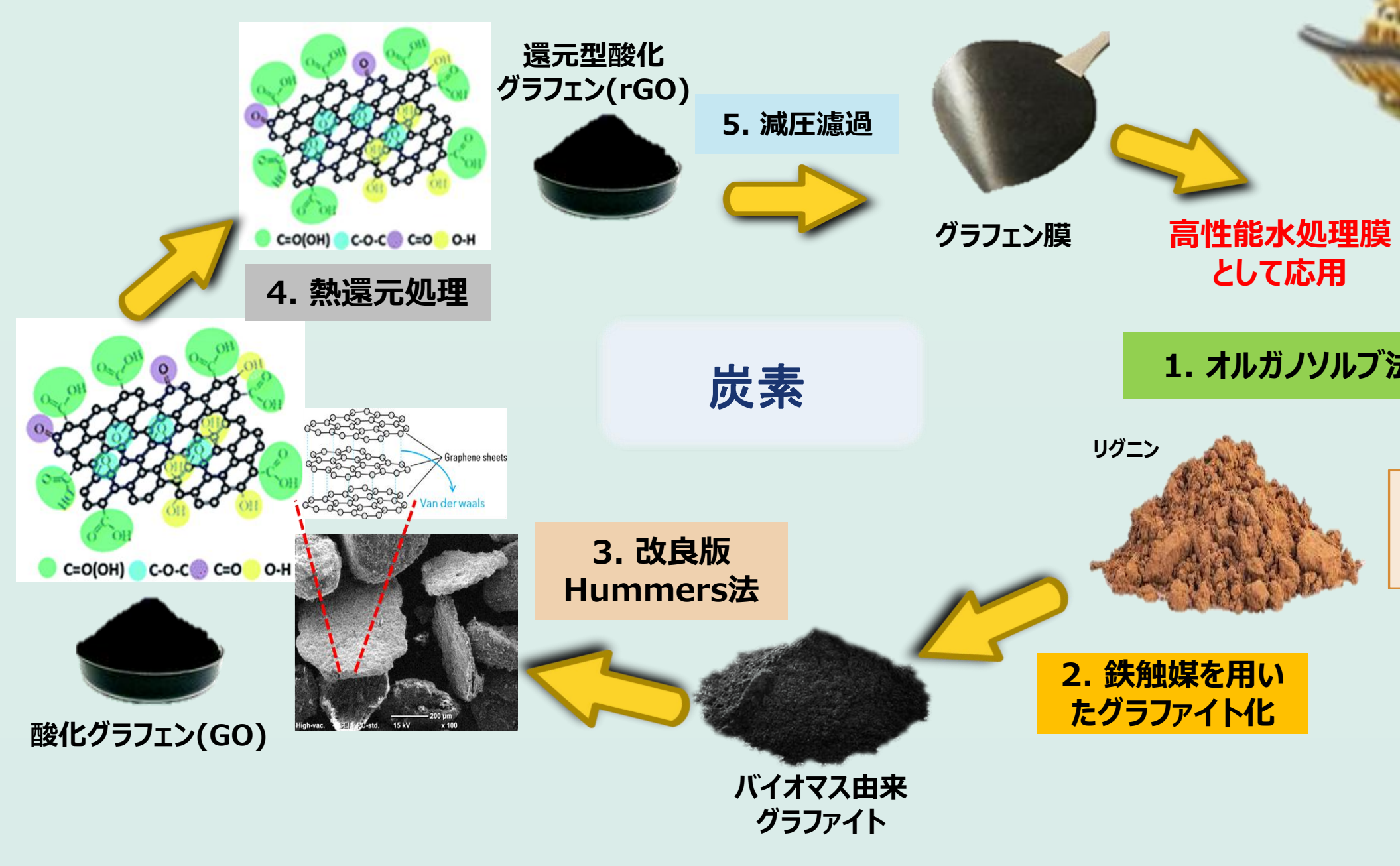
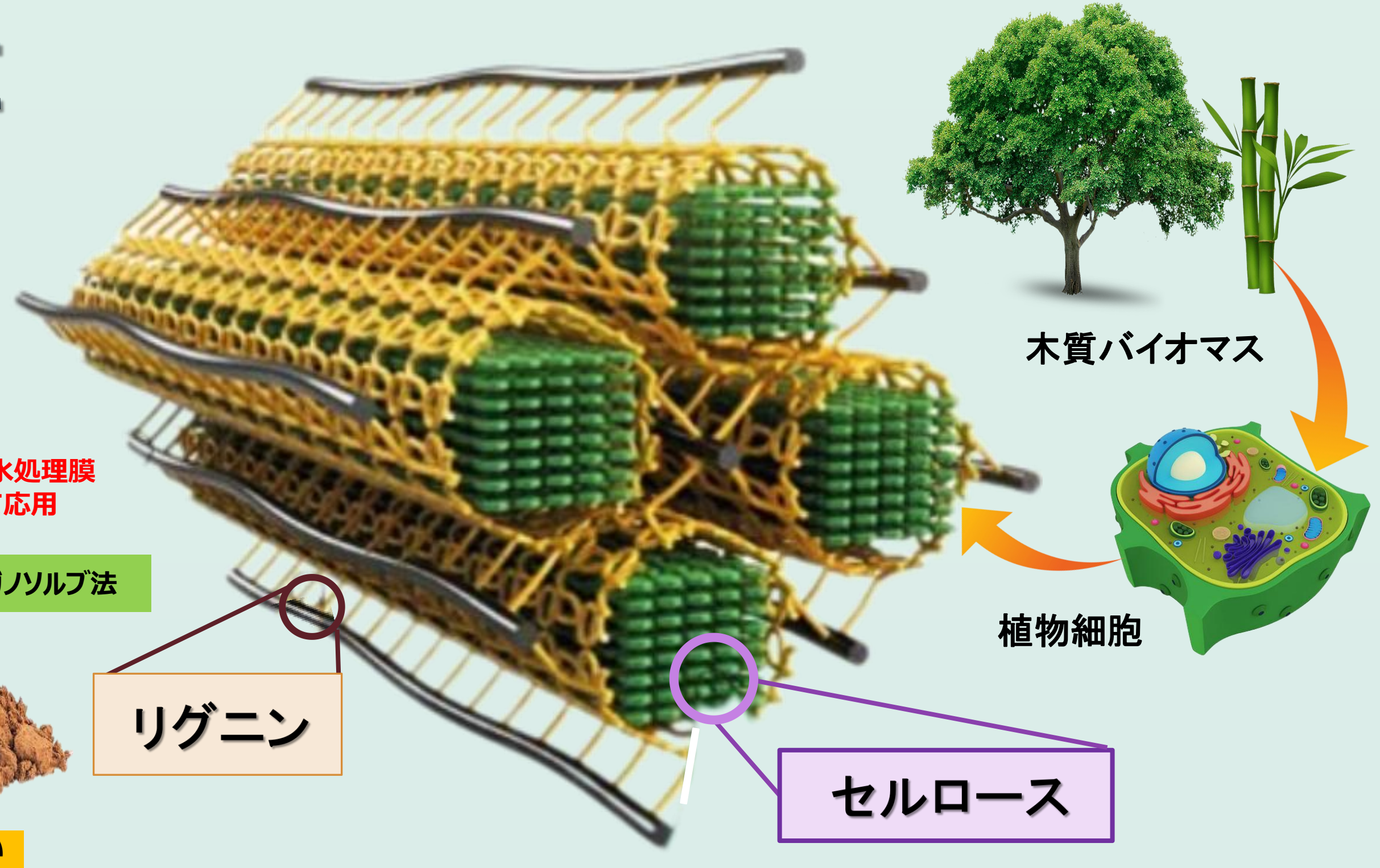
- Crude palm oil
- Palm kernel oil

The palm industry is widely believed to be one of the causes of global warming due to the enormous amounts of waste it generates. These wastes will be utilized to produce valuable products and energy that will help us to reach our common goals of zero waste, environmental stewardship, and carbon neutrality.





# 木質バイオマスの材料化に向けた研究室の取り組み



### セルロースナノファイバー (CNF)とは？

長所	短所
<ul style="list-style-type: none"> <li>強い水素結合</li> <li>鋼鉄の5倍の強度</li> <li>鋼鉄の1/5の軽さ</li> <li>世界でも最も賦存量が多い</li> <li>生分解性</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>生体適合性</li> <li>資源循環材料</li> <li>透明性</li> <li>熱安定性</li> <li>ガスバリア性</li> <li>高い比表面積</li> <li>強い水素結合</li> <li>吸湿性</li> <li>強い会合性</li> <li>非熱可塑性</li> <li>解繊コスト</li> <li>耐熱性</li> </ul>

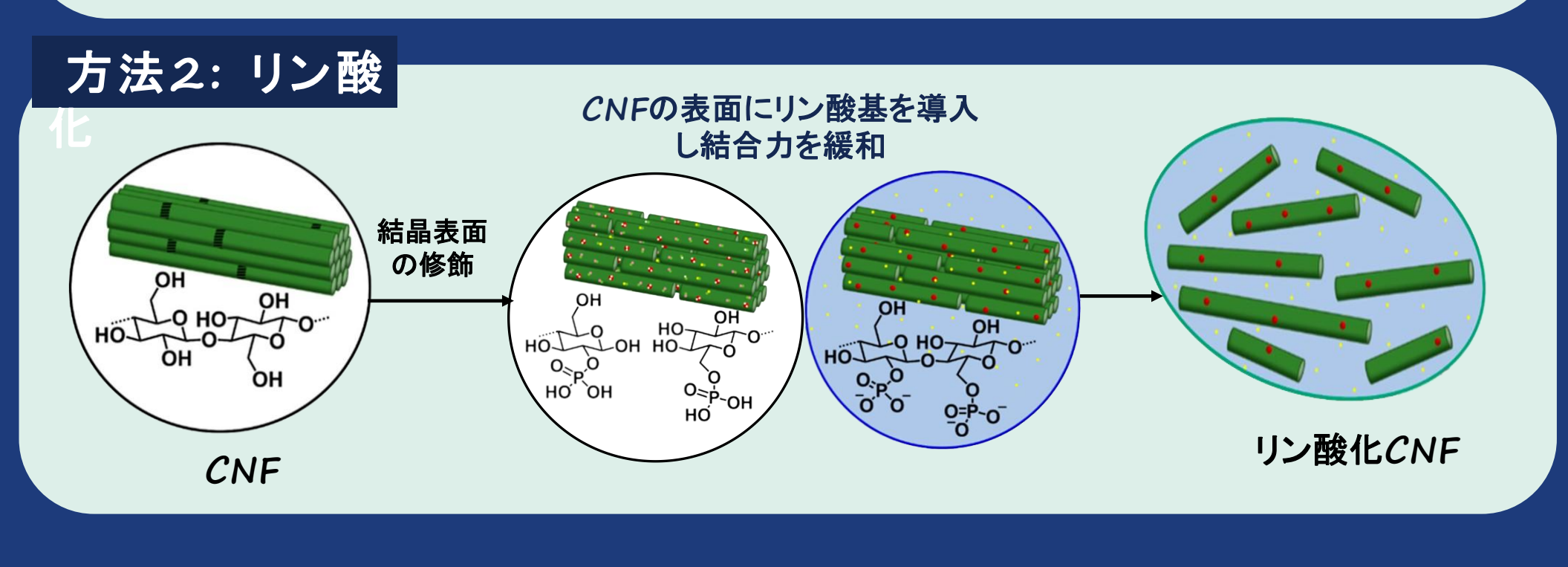
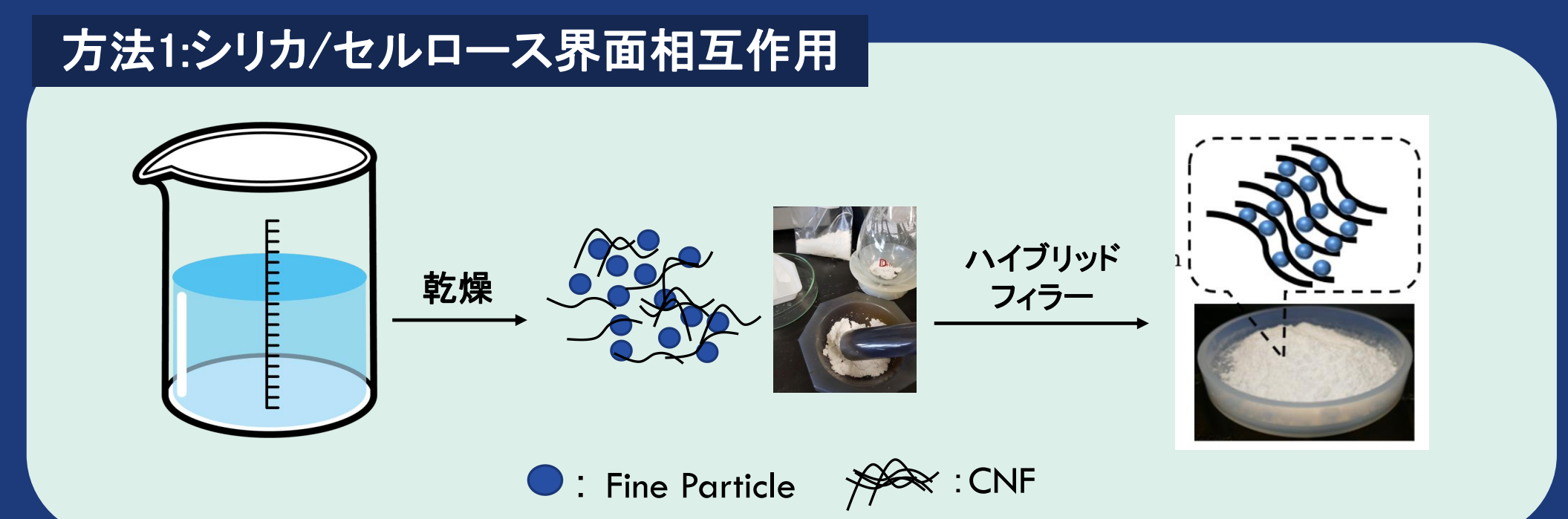
### 課題

材料利用が難しい → 水と油と同じで樹脂と混ざらない

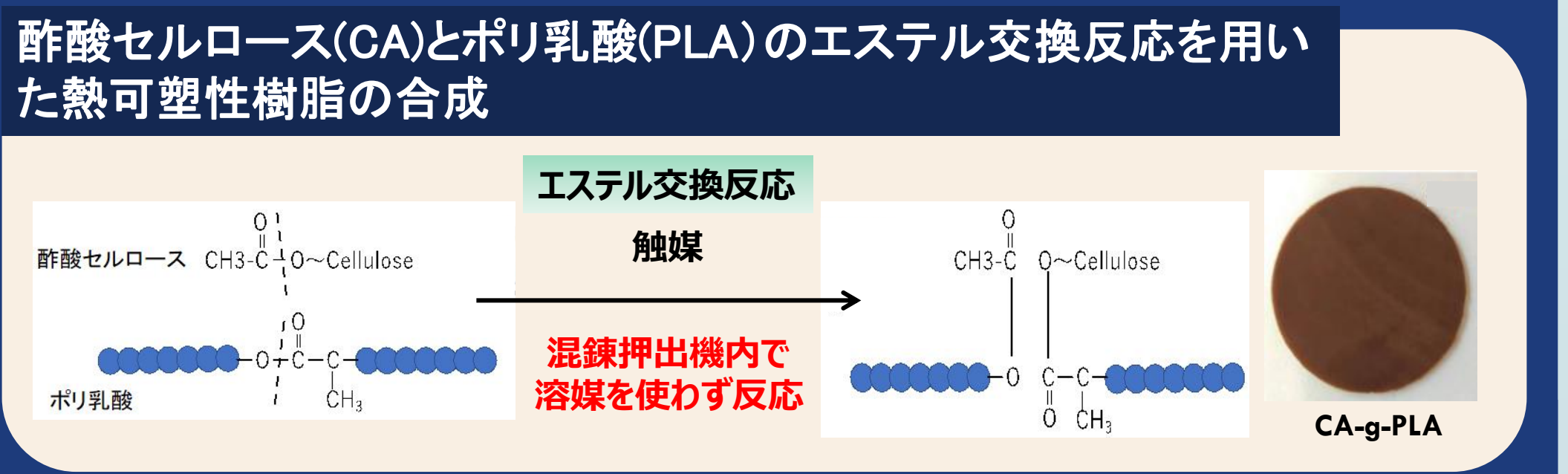
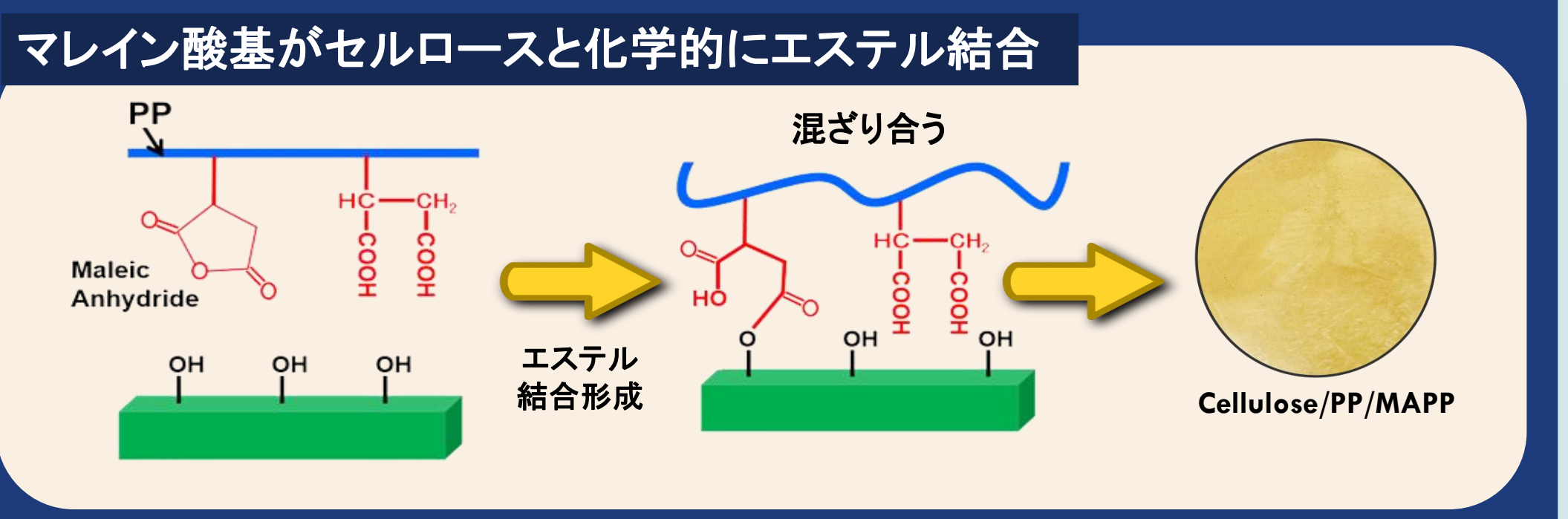
Kyutech Kyushu Institute of Technology

ポリプロピレン/CNF

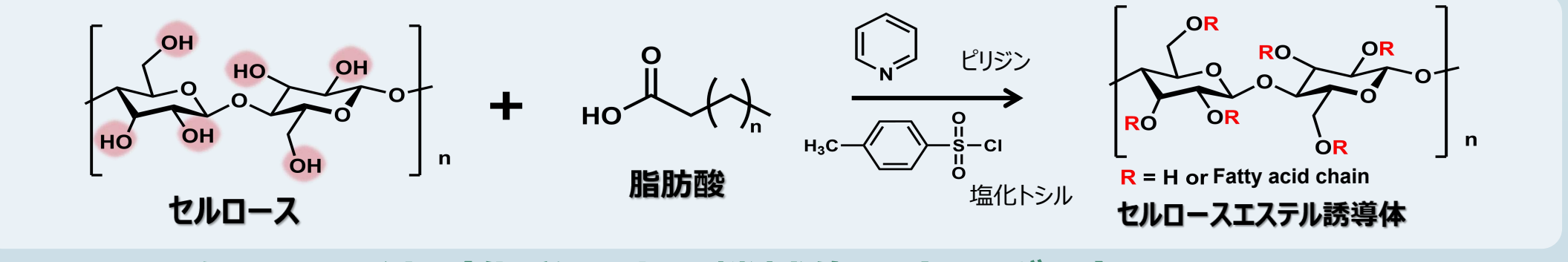
## 凝集を抑える方法



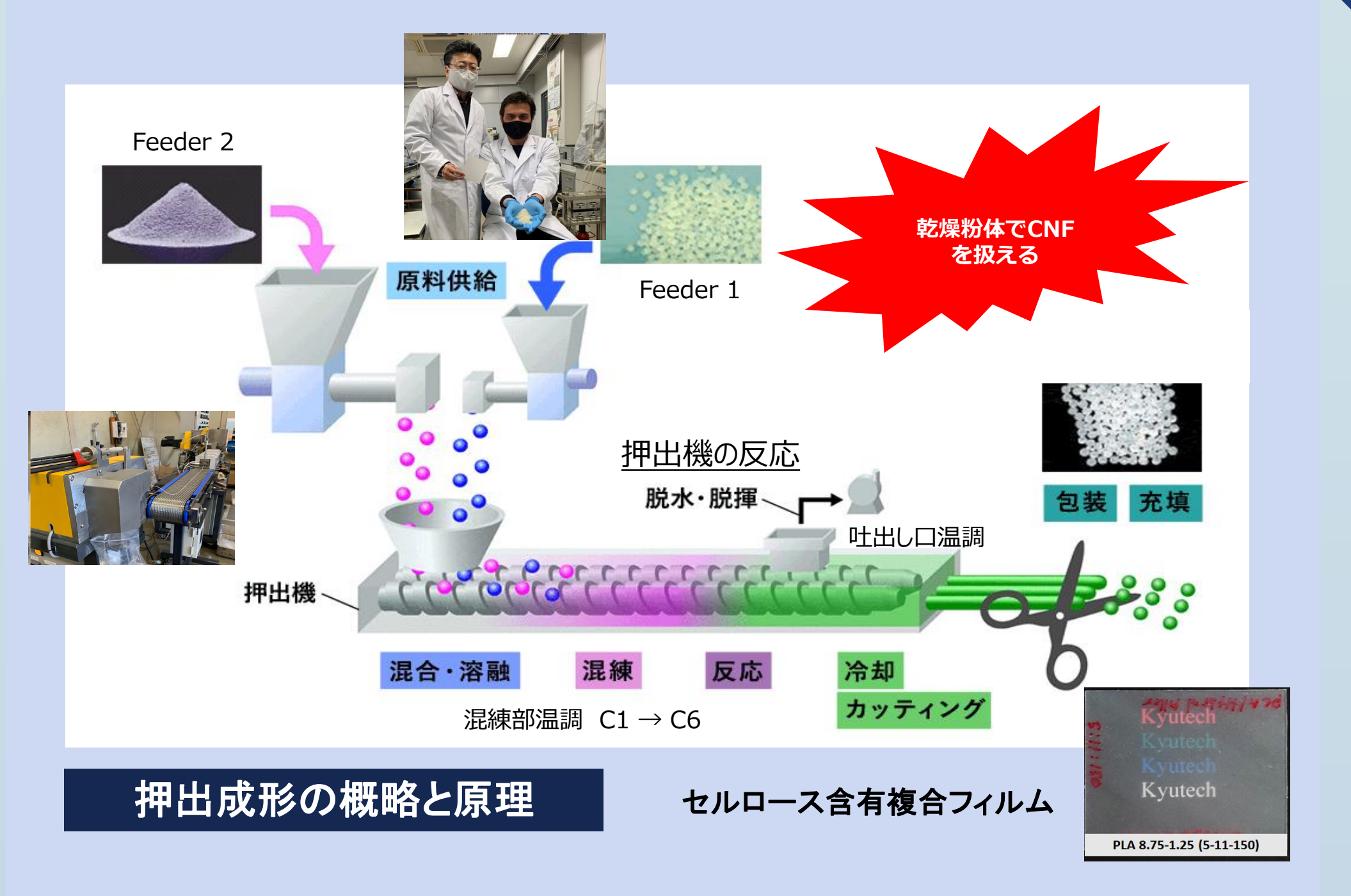
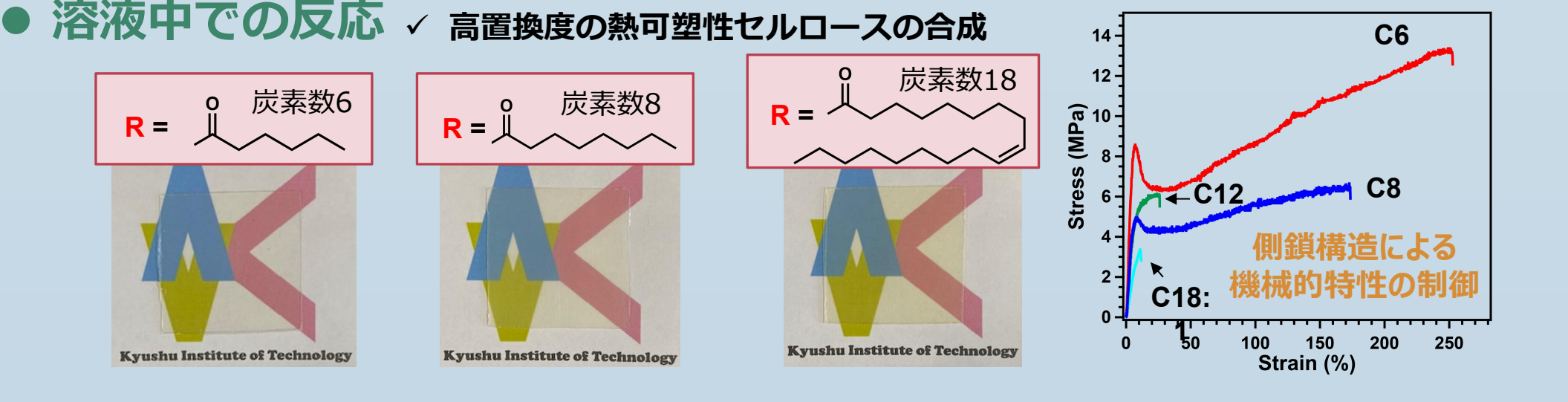
## セルロース含有複合材の調製



## 表面改質セルロース及びその製造方法

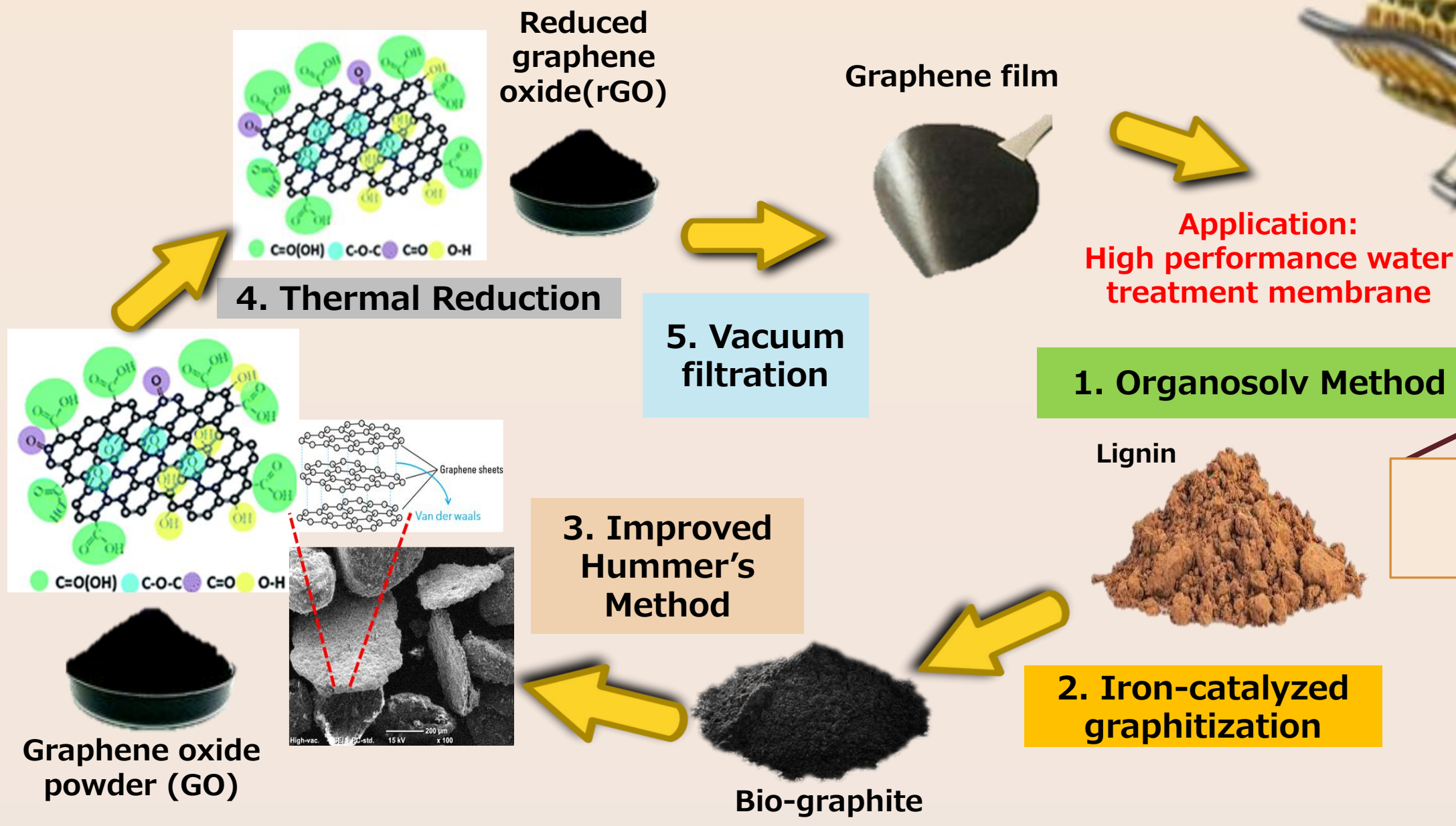


- メカノケミカル法 (化学反応+機械的エネルギー)
  - 少量の溶媒もしくはバルクでの反応
  - 温和な条件での反応
  - 容易にスケールアップできる





# ANDO LABORATORY'S RESEARCH DISCIPLINES



## What is cellulose nanofiber (CNF)?

### Pros

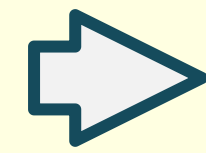
- Strong OH bonds
- 5 times stronger than steel
- 1/5 of steel weight
- Abundance
- Biodegradable
- High specific surface area
- Non-toxic
- Good Transparency
- Good thermal stability
- Good gas barrier
- Recyclable

### Cons

- Strong OH bonds
- High water absorption
- Limited thermoplasticity
- Limited processability
- High fibrillation cost
- Low heat resistance

### PROBLEM

Weak Dispersion

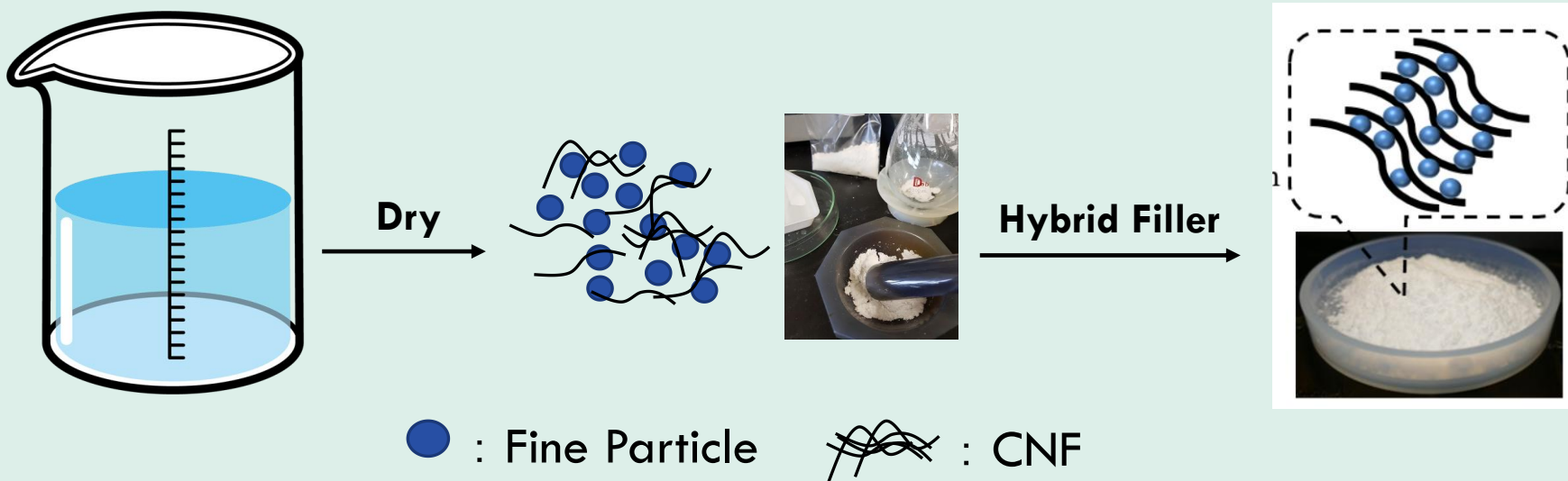


Difficult to mix with resin

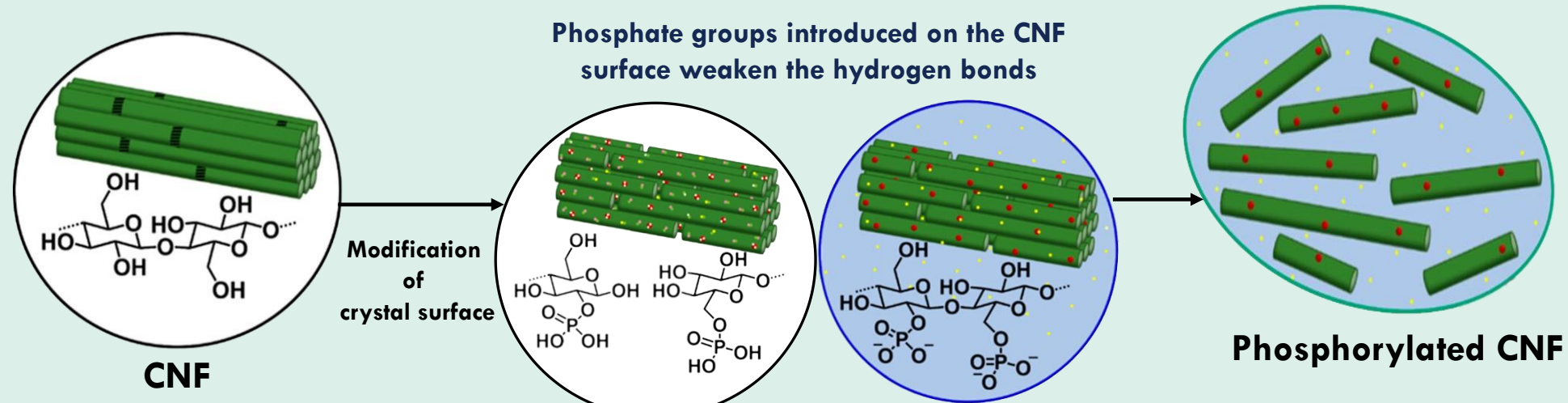


## Methods To Prevent CNF Agglomeration

### Method 1: Introduction of silica particles with CNF

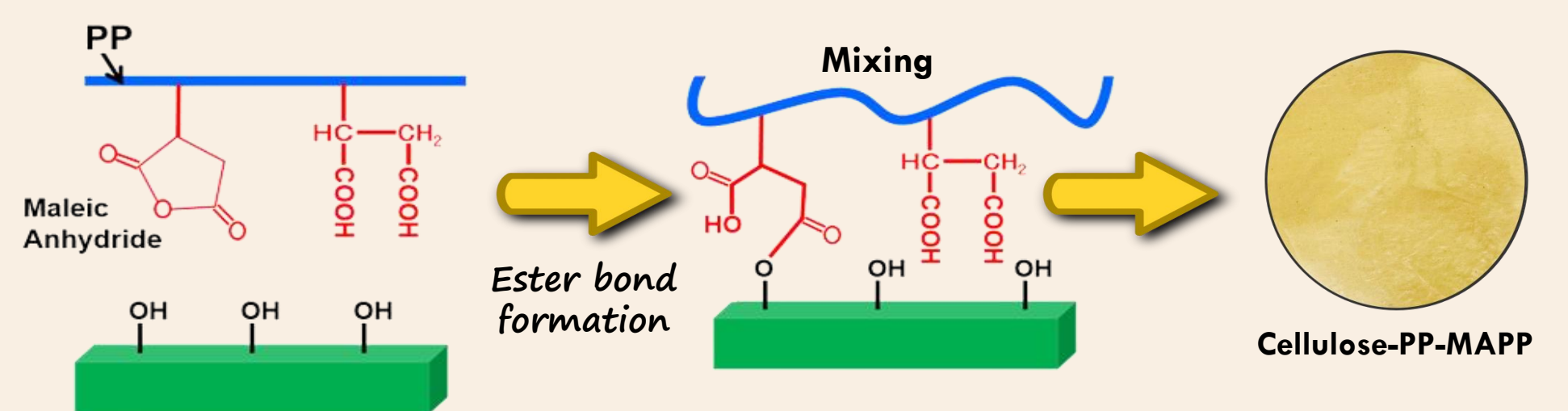


### Method 2: Phosphorylation

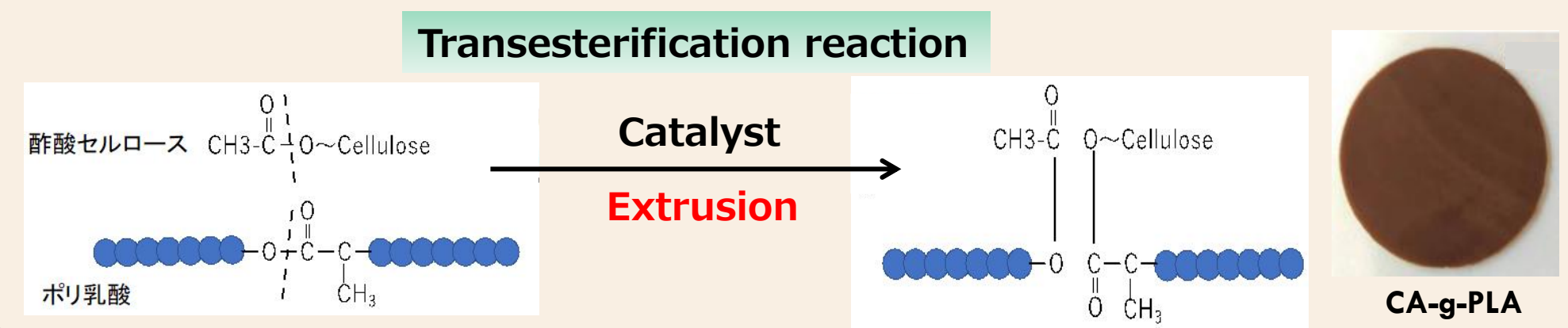


## Methods To Prepare Cellulose-containing Composite

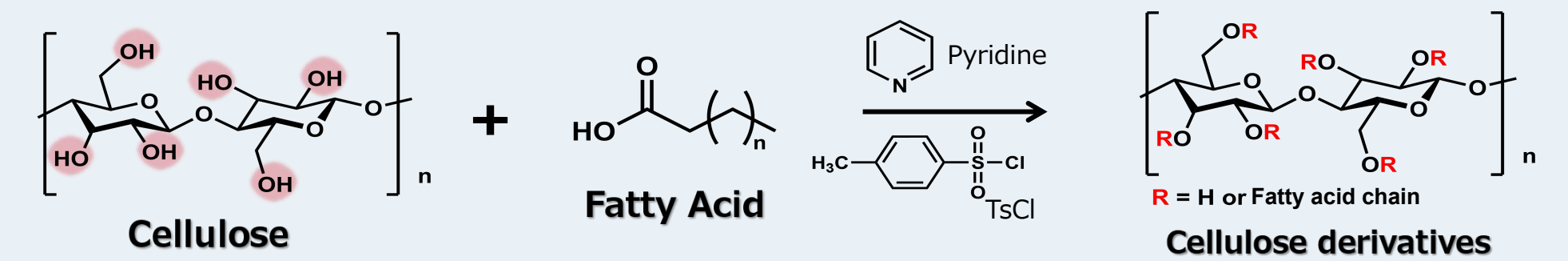
### Method 1: Introduction of maleic anhydride in cellulose and PP



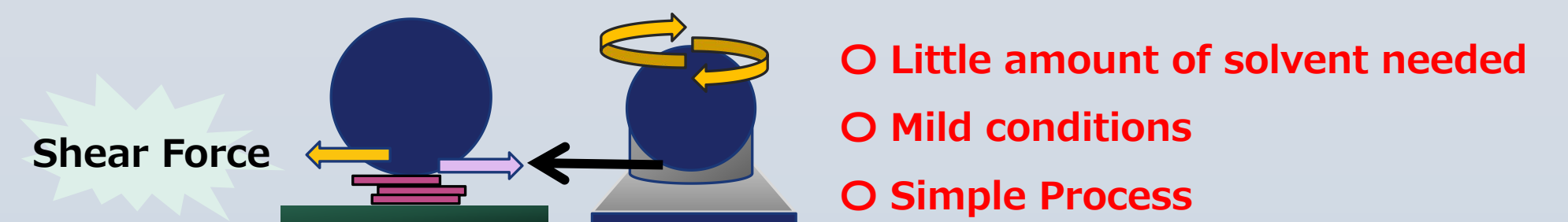
### Method 2: Preparation of thermoplastic plastic via transesterification of cellulose acetate (CA) and polylactic acid (PLA)



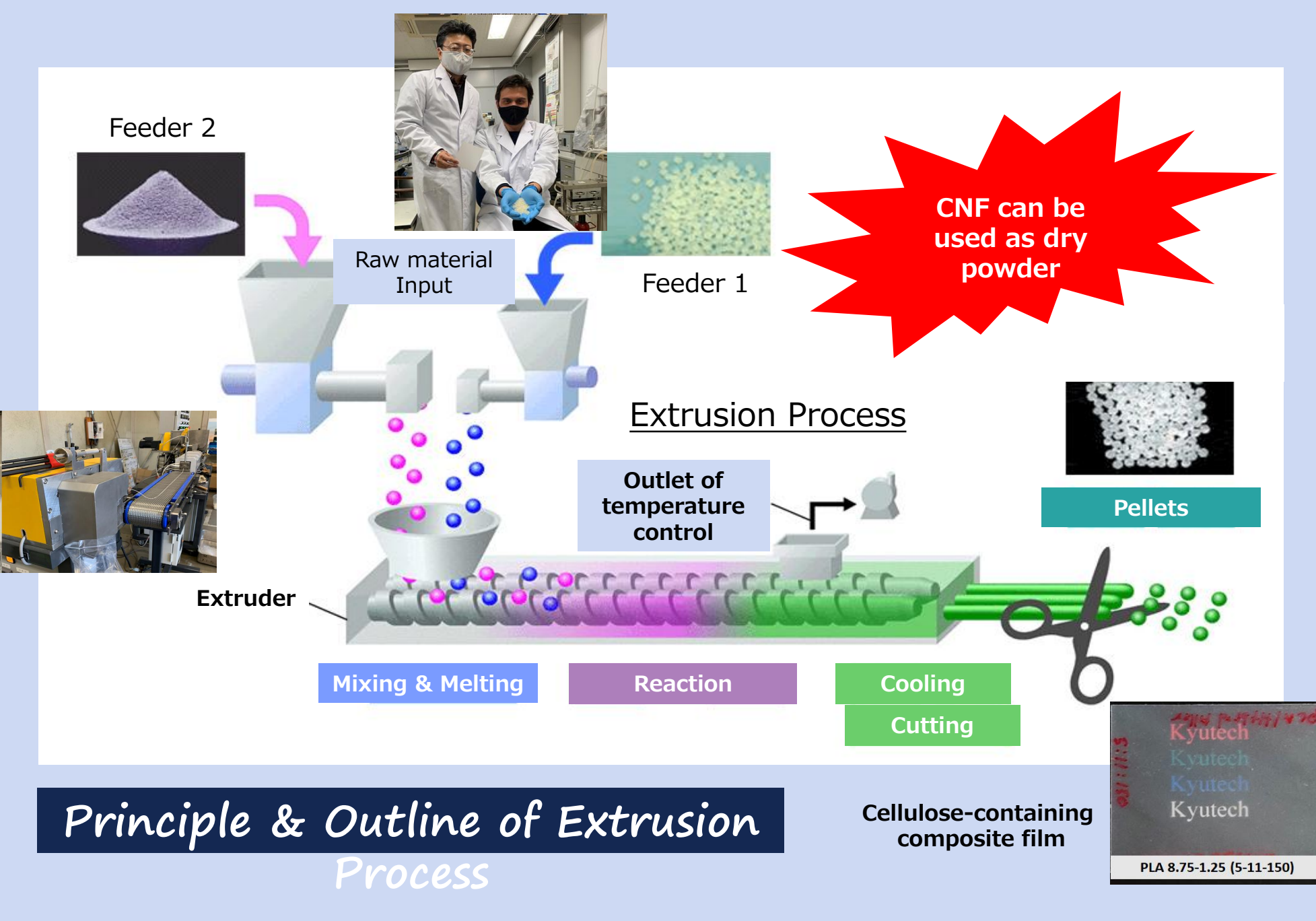
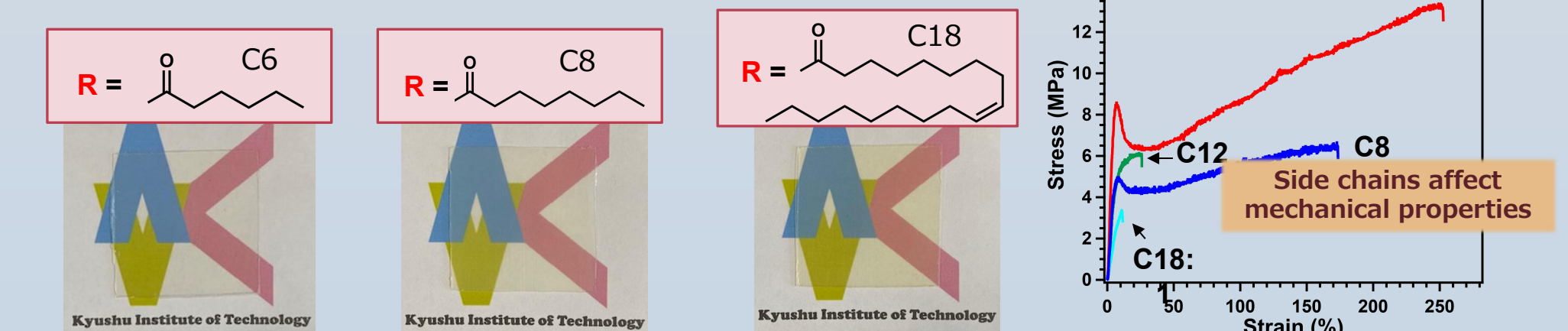
## Surface Modification of Cellulose and Synthesis Process



### • Mechanochemical Esterification



### • Chemical Esterification



## Principle & Outline of Extrusion Process



Graduate School of Life Science and Systems Engineering,  
Kyushu Institute of Technology (Kyutech), Wakamatsu Campus  
Ando Laboratory (yando@life.kyutech.ac.jp)