

リグニンからのグリーンプラスチック — 新規なバイオマス利用法の研究・開発 —

分子生物学と有機材料科学の成果を基盤とした
植物バイオマスリグニンから
石油系プラスチックに匹敵する、
あるいは石油系プラスチックには無い
新しい機能性プラスチック生産に関する研究

国立大学法人 東京農工大学 大学院
共生科学技術研究院 重原淳孝・片山義博

(独)森林総合研究所 大原誠資・中村雅哉・大塚祐一郎

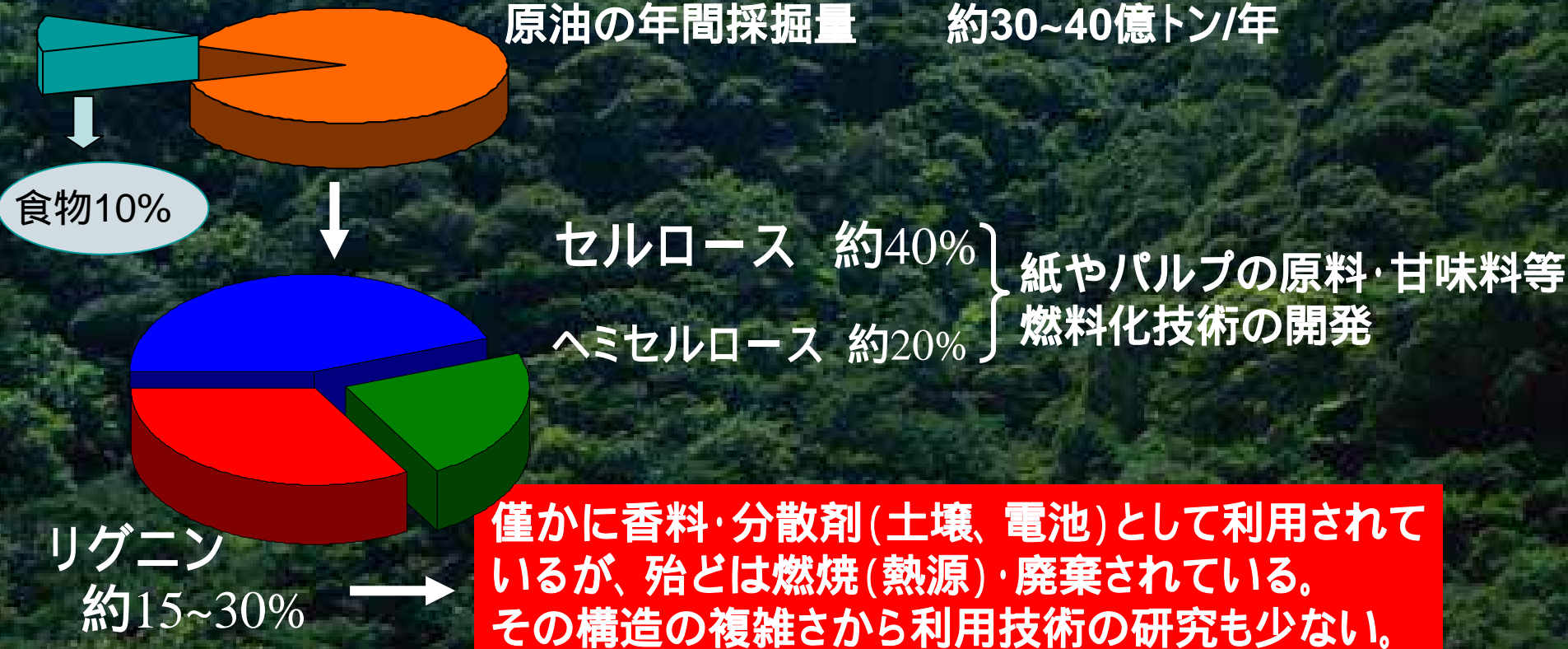
国立大学法人 長岡技術科学大学 工学部生物系
政井英司

植物バイオマス

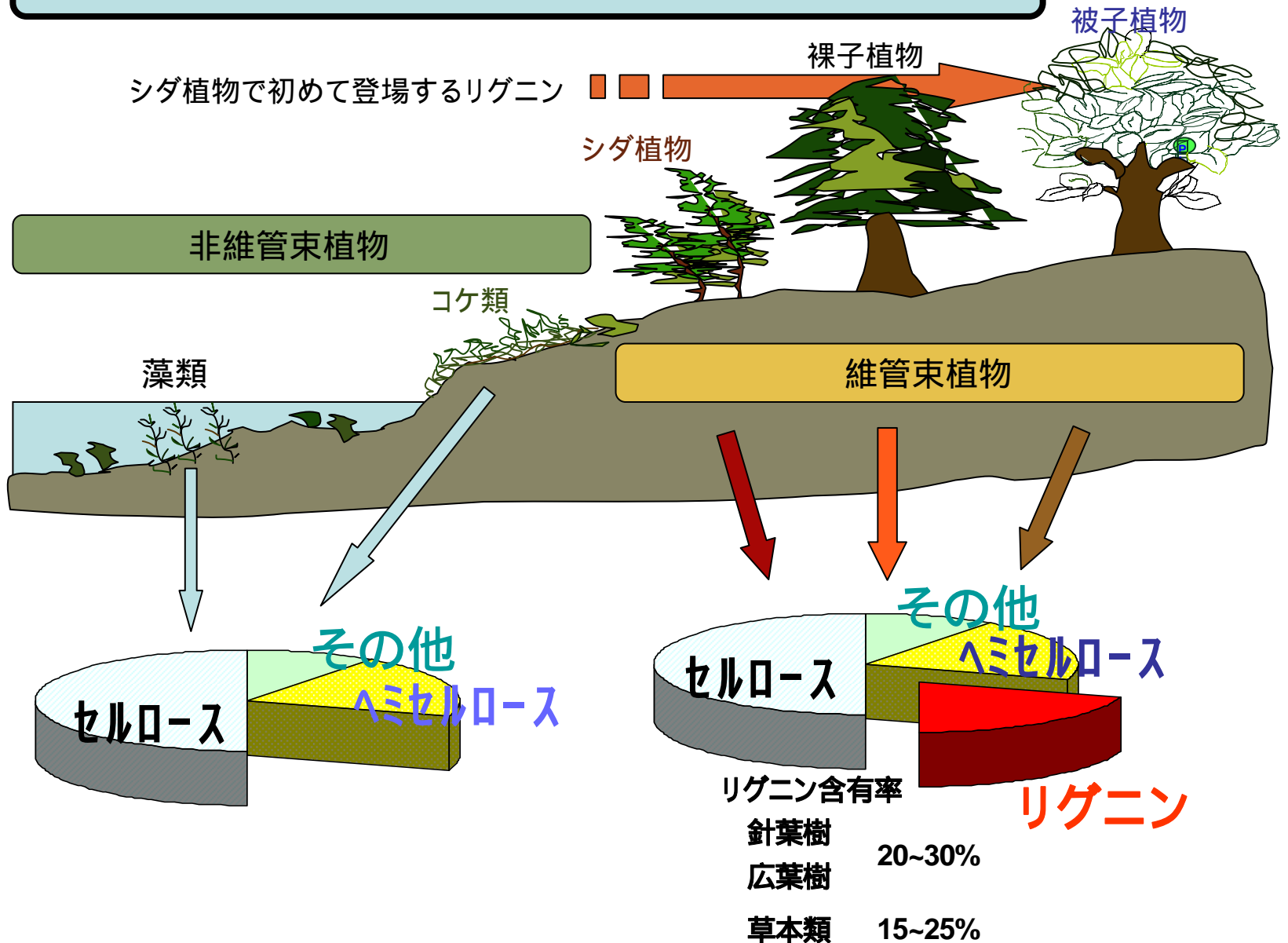
植物は地球上で最も多量に存在するバイオマス資源である

植物バイオマスの年間生産量 約800億トン/年

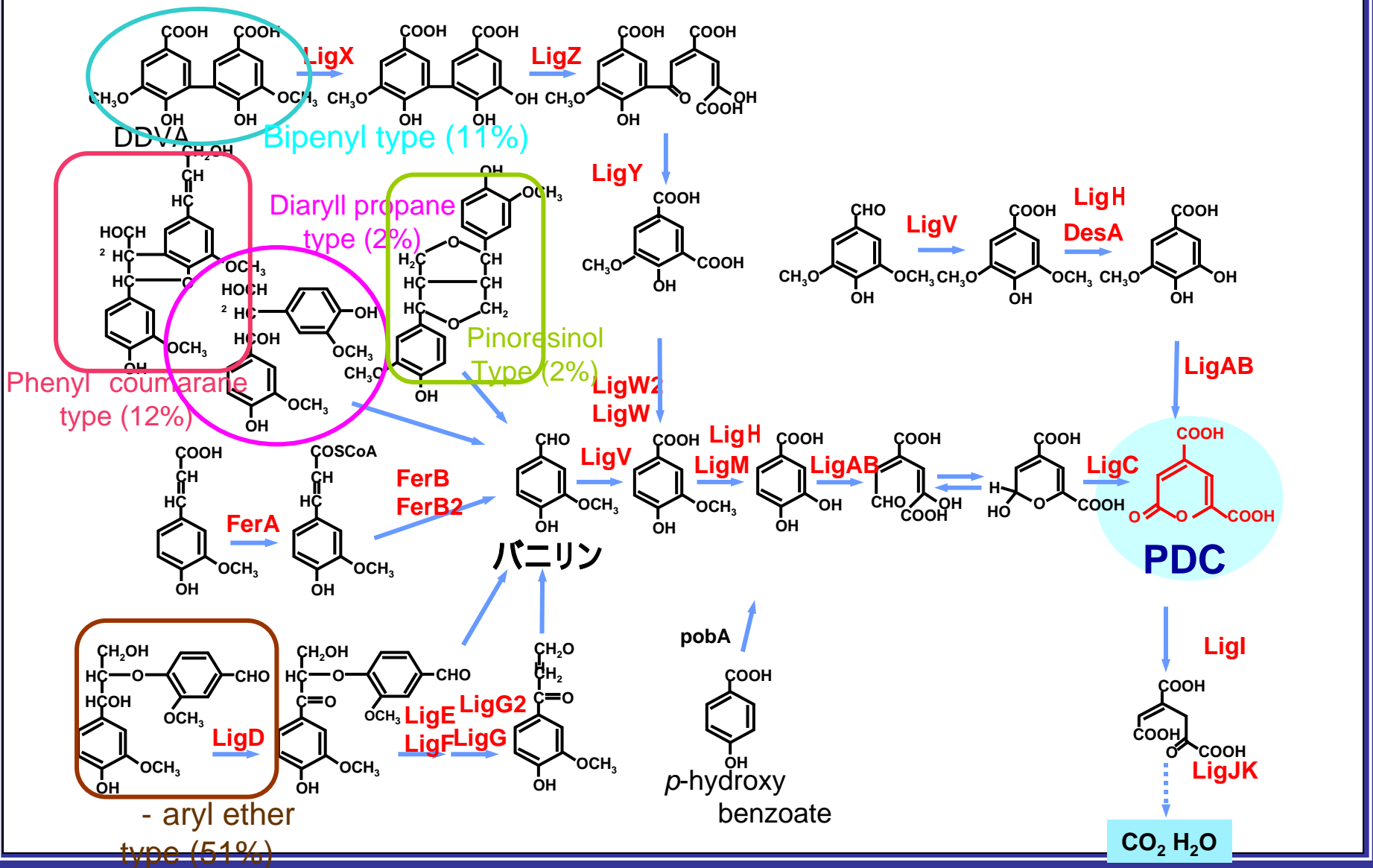
原油の年間採掘量 約30~40億トン/年



リグニンは植物進化の最後に出現した植物主要成分である



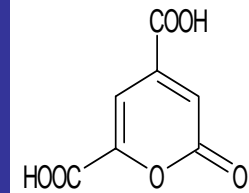
リグニン分解菌 (*Sphingomonas paucimobilis* SYK-6) による代謝: 三次元網目構造 中間物 PDC



PDCの製造と精製

PDCのナトリウム塩
($(\text{PDC})_2\text{Na} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)

PDC



粗製 PDC

抽出操作と
再結晶精製



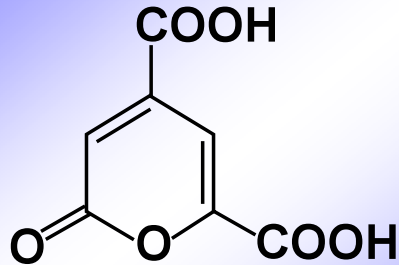
5 反応装置

組換え細菌による
発酵操作12hr



PDCの特徴

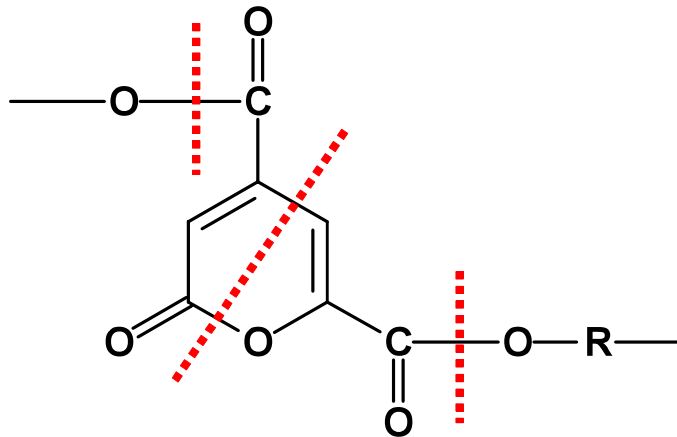
新しい物理化学的特性を備えた機能性高分子材料への応用



2H-pyran-2-one-4,6-dicarboxylic acid (PDC)

- 3つのカルボニル基
- 環内エーテル酸素
- 共役二重結合
- $pK_a = 1.84$
- m.p. 232.1°C

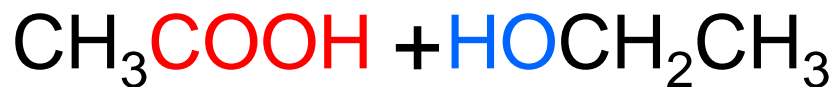
ラクトン環の加水分解開裂
共役二重結合の酸化・水和開裂



..... 分解部分

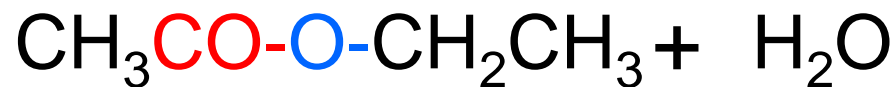
PDCは化学合成が非常に難しいだけでなく、分子構造内に異方性を持ち電子の偏りがあるため物理化学的特性が注目される特異な物質である。PDCを骨格として製造されるプラスチックは、石油由来品には無い新規な物理化学的特性を備えた材料としての可能性がある

分子の重合



酢酸

エタノール



エステル(酢酸エチル)

水



酢酸

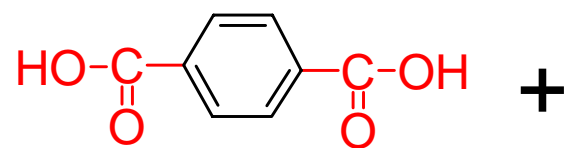
エチルアミン



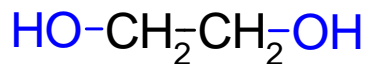
アミド(エチル酢酸アミド)

水

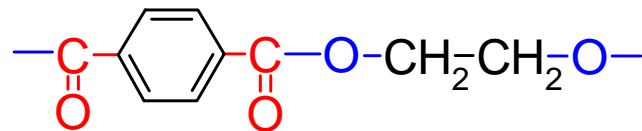
汎用高分子の重合



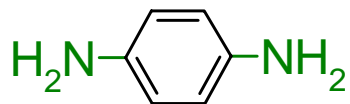
ジカルボン酸
(テレフタル酸)



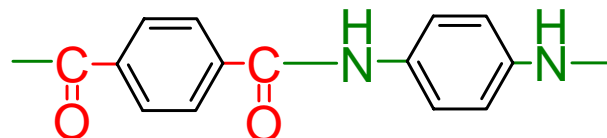
ジオール



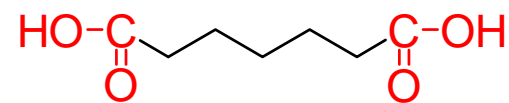
PET (ポリエステル)



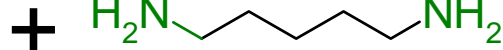
ジアミン



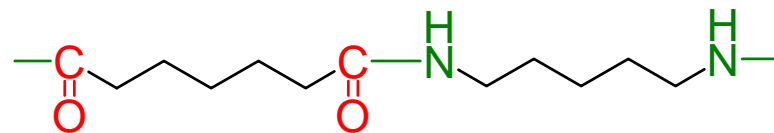
ケブラー (アラミド)



ジカルボン酸

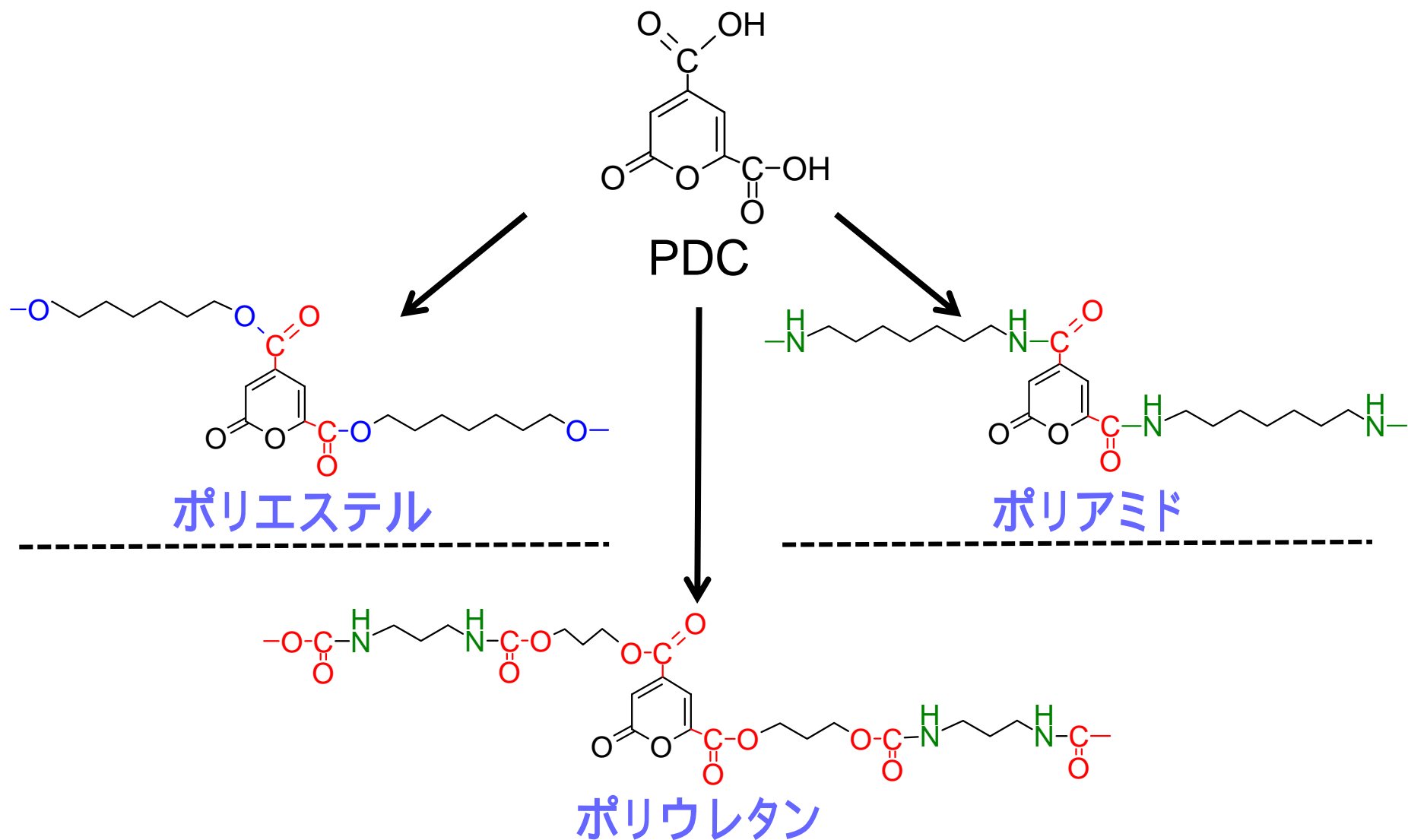


ジアミン



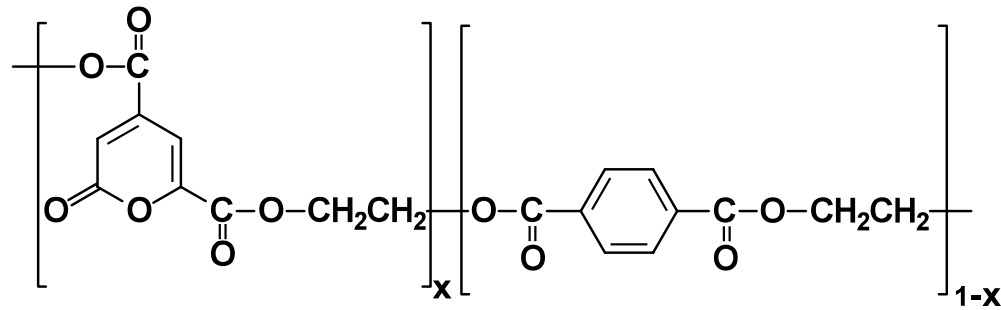
ナイロン (ポリアミド)

PDCの高分子としての利用



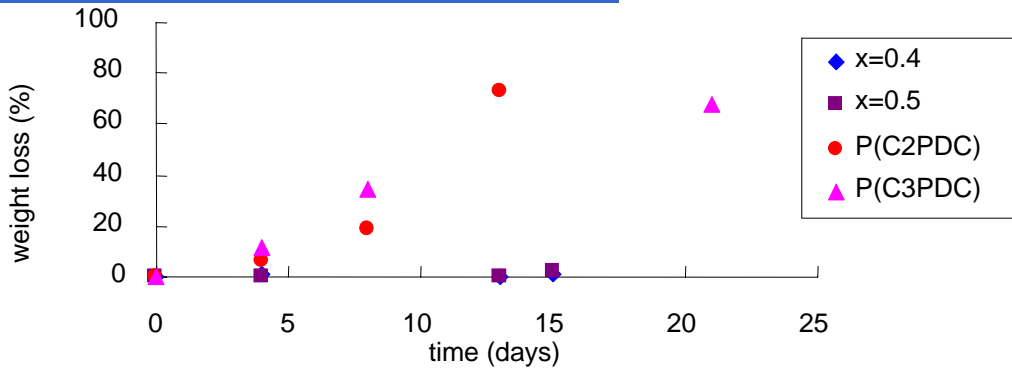
バイオベースのプラスチック・繊維としての利用が期待

PDC含有ポリエステル

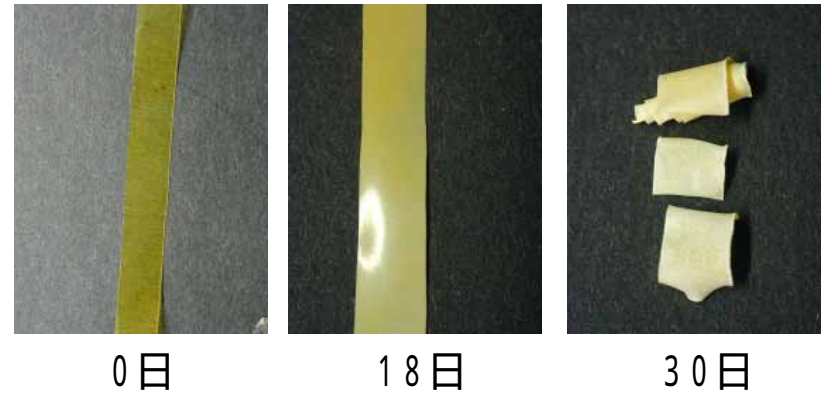


PDC-BHT

加水分解(60)

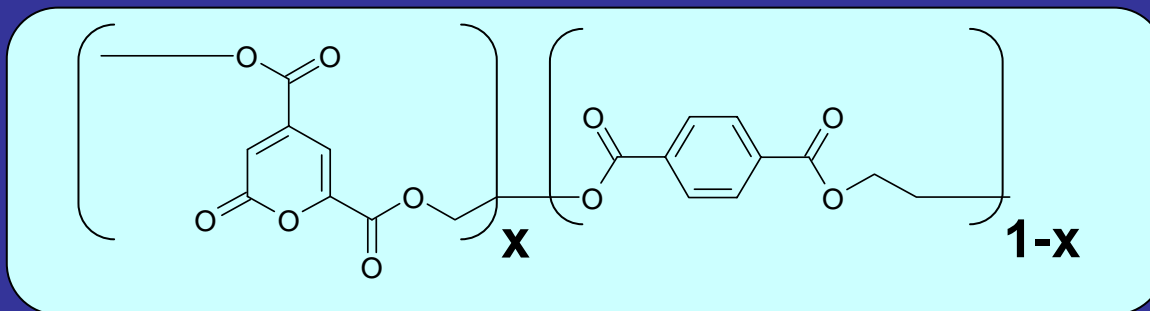


PDC含有ポリエステル フィルムの分解



P(PDC-BHT)x=0.3 の
Alkali hydrolysis の様子

PET類似構造のポリエステル



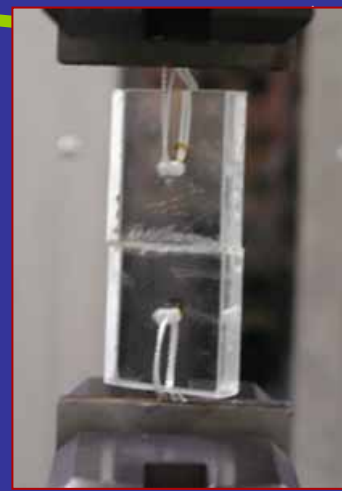
PDC-BHT (テレフタル酸:PET原料) ポリエステル



フィルム



樹脂状物

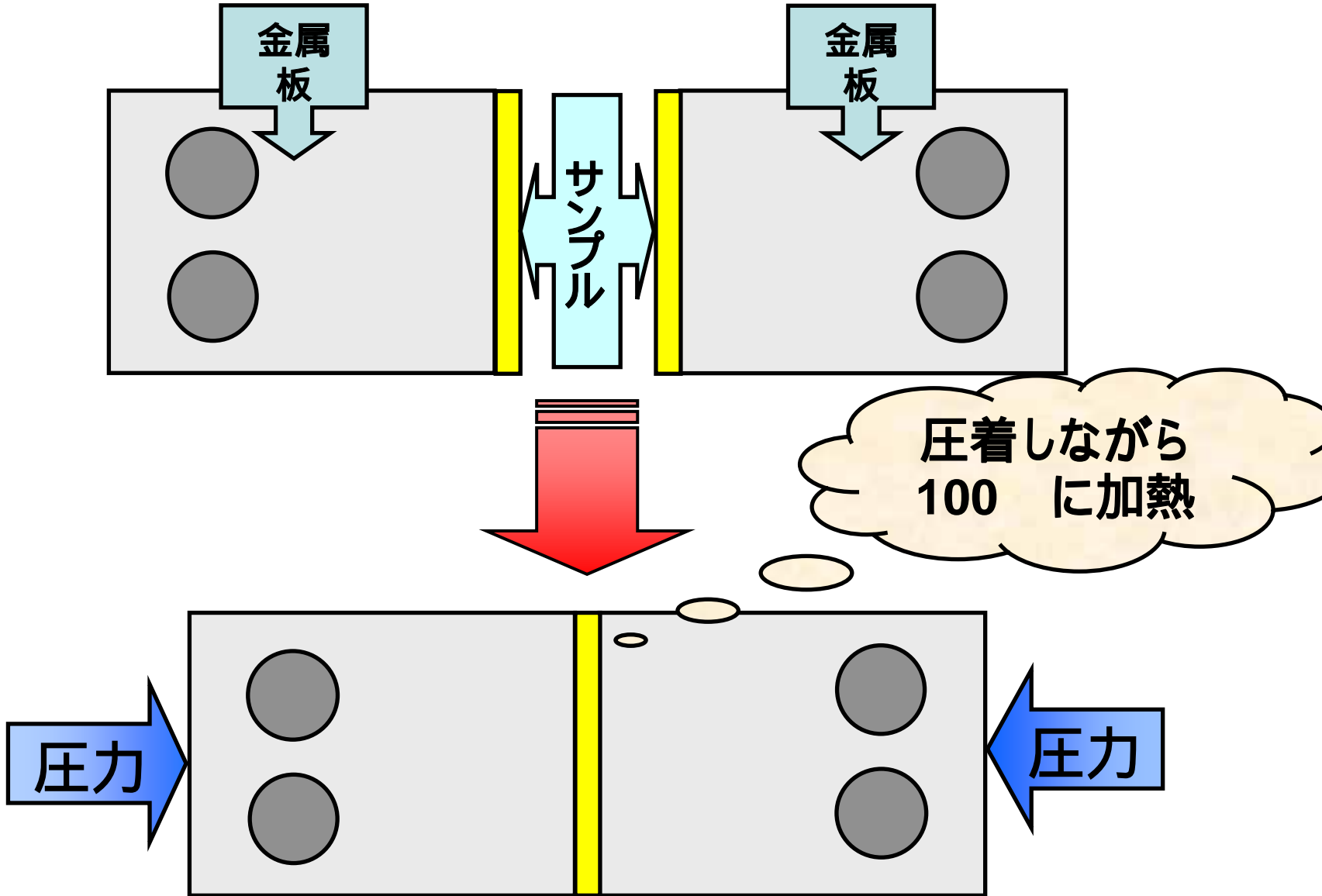


ガラスを接着, 引張り試験を行う(ガラスが壊れる)

アルミ, 真鍮, 銅, 鉄, ステンレス
(40~60MPa)

$x = 0.6$ 分解温度: 230

接着方法

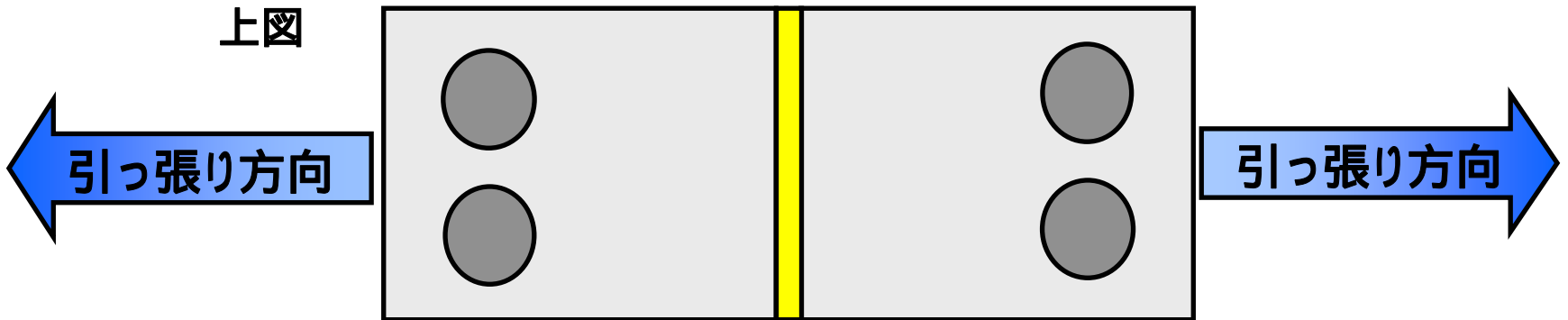


引っ張り接着強度測定: JIS K 6849-1994

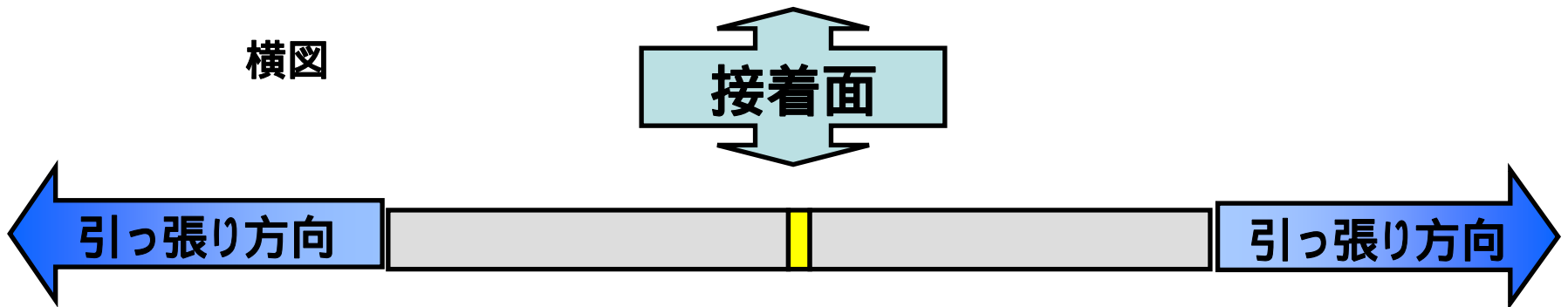
引っ張り接着強度測定

接着面に垂直な引っ張り荷重により測定する方法

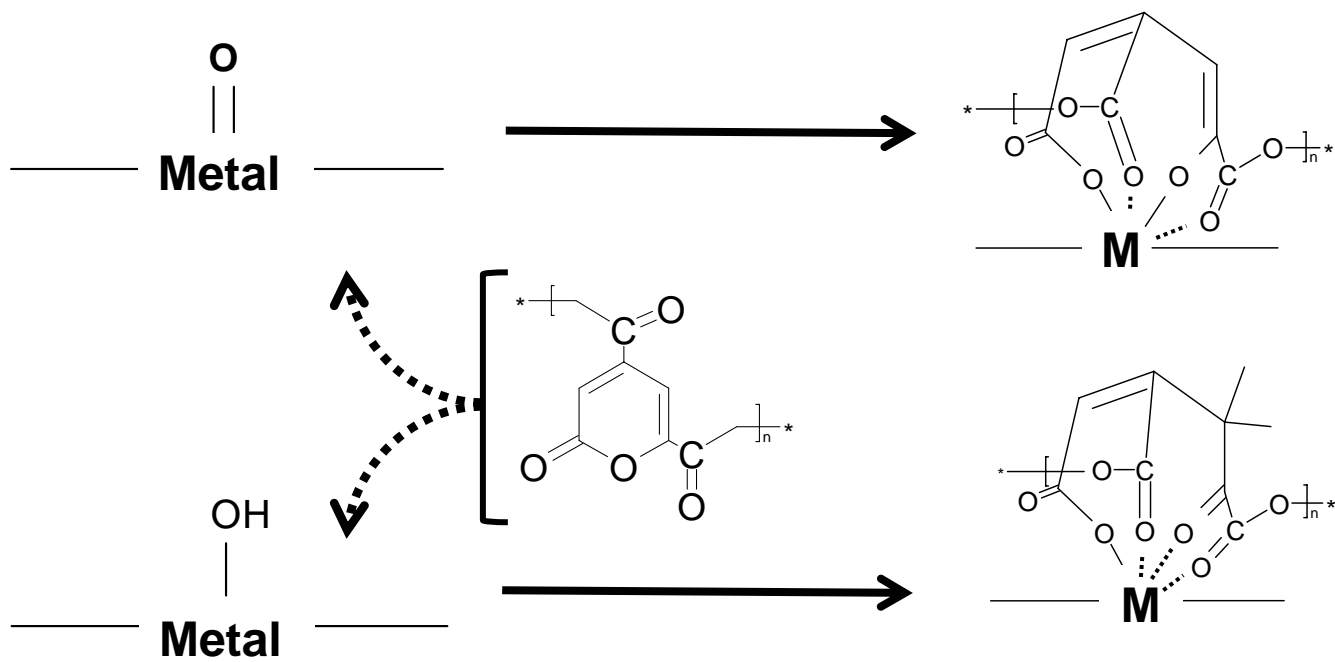
上図



横図

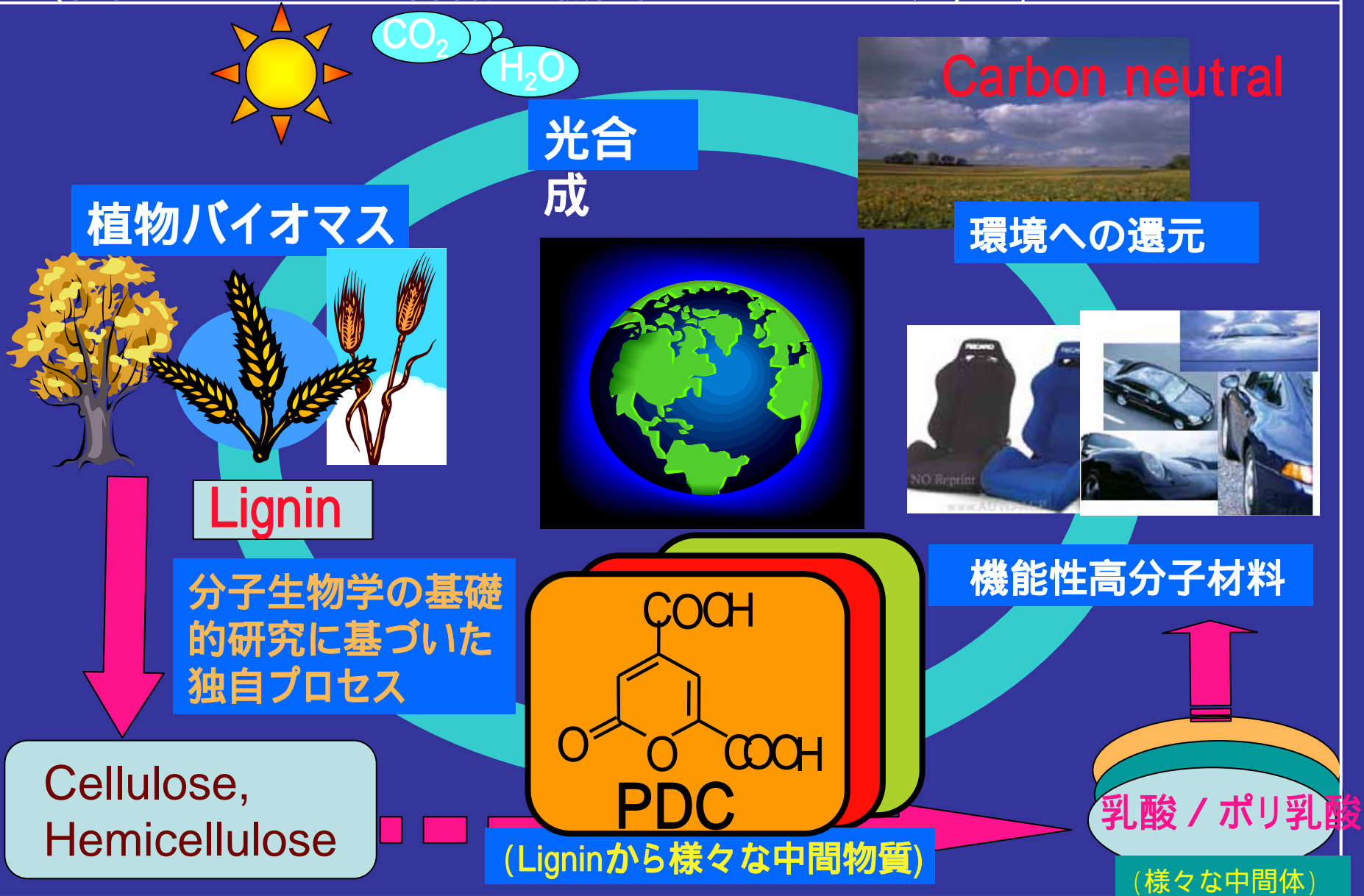


接着反應機構



1. まとめ

(植物バイオマスの総合利用と機能性プラスチック生産)



Biomass・・・切り出された木材や リサイクル木材が大部分ではない！

林地残材

使用されることなく、森林に残されたまま腐朽して
いく・・・実はこれが大問題(無駄にCO₂発生)

biomass有効利用の最重要点: **森林の再生**

cf) 非常に素姓が悪い。枝・葉・樹皮・バイオミネラル
・土汚れ

農業廃棄物

稲稈など、イネ科植物の「ワラ」

非常に素姓の良いbiomass

食品廃棄物

お茶ガラなど

PDC含有高分子接着剤の特性

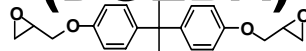
SUSに対する引張接着強さ

PDC含有
接着剤

89

市販接着剤
(DGEBA)

27



単位:MPa

PDC含有接着剤は市販のものより強力である