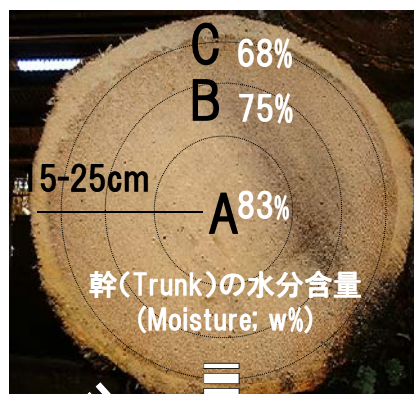




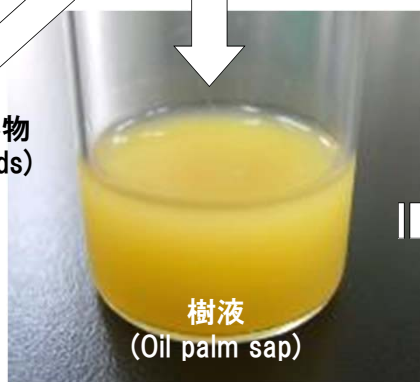
# オイルパーム古木からの燃料用エタノール生産技術の開発 Biofuels Production from Oil Palm Trunks

パーム油は、マレーシアとインドネシアを中心に年間約4,200万トン生産される、最大の植物油資源です。オイルパームは生産性を維持するために、約25年毎に伐採・更新され、その際大量の幹(OPT)が排出されます。JIRCASでは、伐採されたオイルパームトランクに大量のグルコースを含む樹液が存在することを初めて見出し、その知見に基づき容易にエタノールが製造できることを実験室規模で明らかにしました。酵素糖化されやすい柔組織の活用も併せて技術開発を進め、オイルパーム古木からのエタノール生産の実用化を目指しています。

Oil palm trees have an economic life span of approximately 25 years, after which old trees are felled and replanted. JIRCAS is working on the development of fuel ethanol using the huge amounts of felled oil palm trunks based on our findings that a large quantity of glucose is contained in the sap existing inside the trunks.



固形物 (Solids)



樹液 (Oil palm sap)

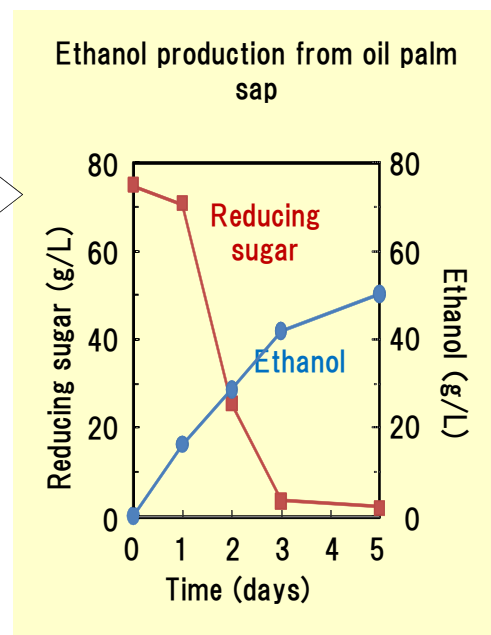


柔組織 (Parenchyma)



維管束 (Vascular Bundles)

Sugars contained in oil palm sap	A (g/l)	B (g/l)	C (g/l)
Sucrose	20.6	23.6	22.1
Glucose	68.4	60.8	54.7
Fructose	23.3	27.0	30.9
Total sugars	113	112	108



共同研究機関: Universiti Sains Malaysia (USM), Forest Research Institute Malaysia (FRIM)

お問い合わせ先: <https://pursue.dc.affrc.go.jp/form/fm/jircas/inquiry>



伐採後のオイルパーム古木(OPT)中の糖含量は保存中に増加し最大14~16%に達することを発見しました(私たちは「熟成」と呼んでいます)。特にデンプンを含むOPTは必ず熟成します。従って、繊維糖化とあわせると、1本のOPTから約110Lのエタノールの生産が可能です。マレーシア及びインドネシアでは年間数千万本が伐採、再植されており、オイルパーム古木はきわめて有力なバイオエタノール原料と考えられます。

Using the sap and fiber obtained from the old oil palm trunk, ethanol can be easily produced. Considering a large number of old oil palm trees are felled down for replanting in the Southeast Asian countries such as Malaysia and Indonesia, old oil palm trunk is the promising and important feedstock for bioethanol.

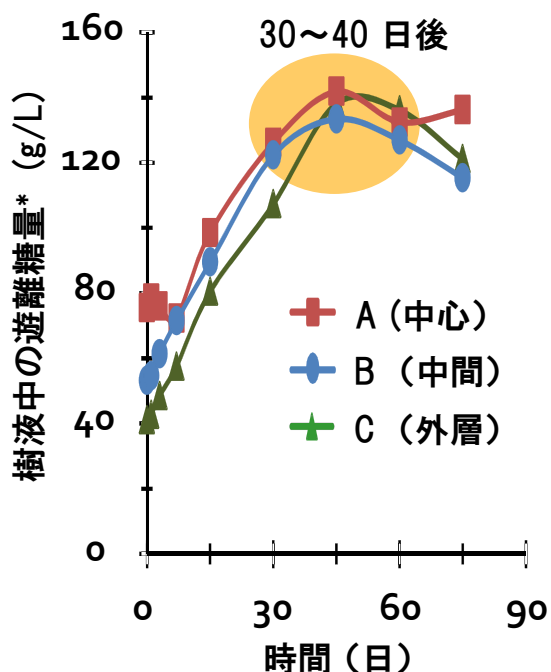


サンプルの分画  
Sample preparation

## オイルパーム古木とサトウキビ搾汁液の比較

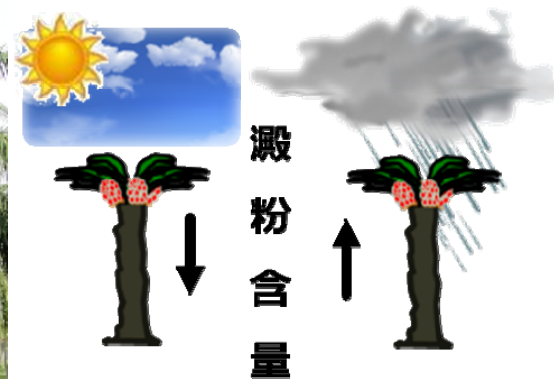
	サトウキビ 茎	オイルパーム古木(OPT) (熟成後)		
		A (中心)	B (中間)	C (外層)
水分含量	70%	83%	75%	68% ×0.9
搾汁液中の 発酵糖濃度	16%	14%	14%	15%
単位重量当たり 発酵糖含量	112g/kg	93.8g/kg ⇒ 106 kg/本		
単位面積当たり 生産量	60-90 トン/ha	154-168 トン/ha (136-148 本/ha)		
エタノール生産 可能量	4.5-7.2 kL/ha	9.3-10.1 kL/ha		

## デンプンを含むOPT中の糖濃度は 増加(熟成)する!



\*遊離糖: グルコース、スクロース、  
フラクトース、ガラクトース

## マレーシア半島におけるオイルパームのフェノロジー試験



OPT中のデンプン量の変動は降水量と正の相関。  
降水量の多い時期に光合成が活発になり、幹中に  
デンプンとして蓄積。





# オイルパーム古木からの樹液搾汁システムの開発

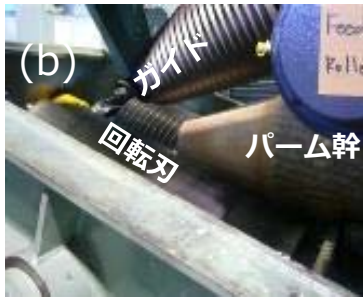
Development of a sap squeezing system from felled trunks of old oil palm for bioethanol production

オイルパームは樹齢と共に生産量が低下するために約25年で一斉に伐採、再植され、その際、大量のパーム幹(OPT)が排出される。我々はオイルパームトランクに高濃度の糖を含む大量の樹液が存在し、熟成によって糖含量が大幅に増加することを発見した。伐採されたオイルパームトランクからの樹液搾汁システムの開発を行った。本システムは、既存のかつら剥き機、並びに新規開発したシュレッダー及び圧搾機により構成される。外層部を合板用にかつら剥きした後の内層部(直径15~22cm)を用いて搾汁試験を行なったところ、最大約80%の搾汁率が得られる。

## 搾汁システム (シュレッダーと圧搾ミル)



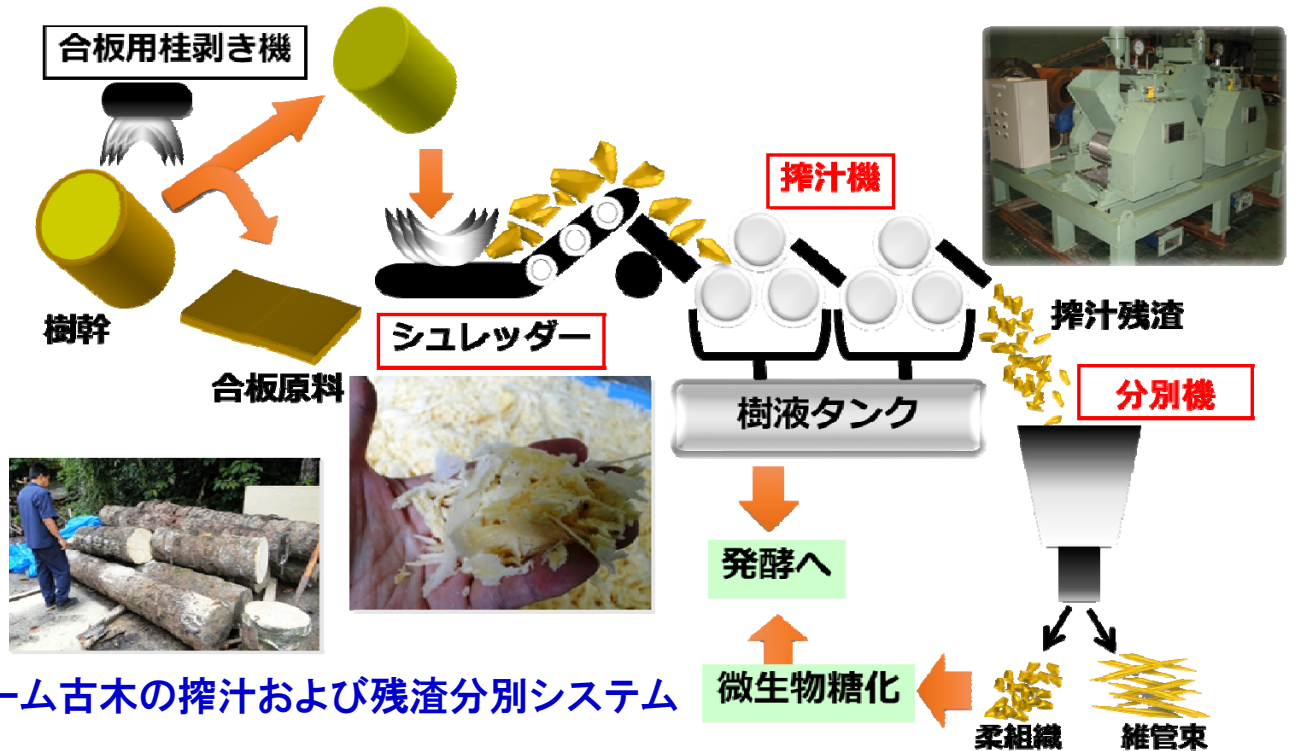
シュレッダー処理能力: 500kg/h



圧搾ミル 処理能力: 745kg/h

(a)シュレッダー (b)シュレッダー部分 (c)シュレドされた碎裂片

圧搾ミルと搾汁液



オイルパーム古木の搾汁および残渣分別システム

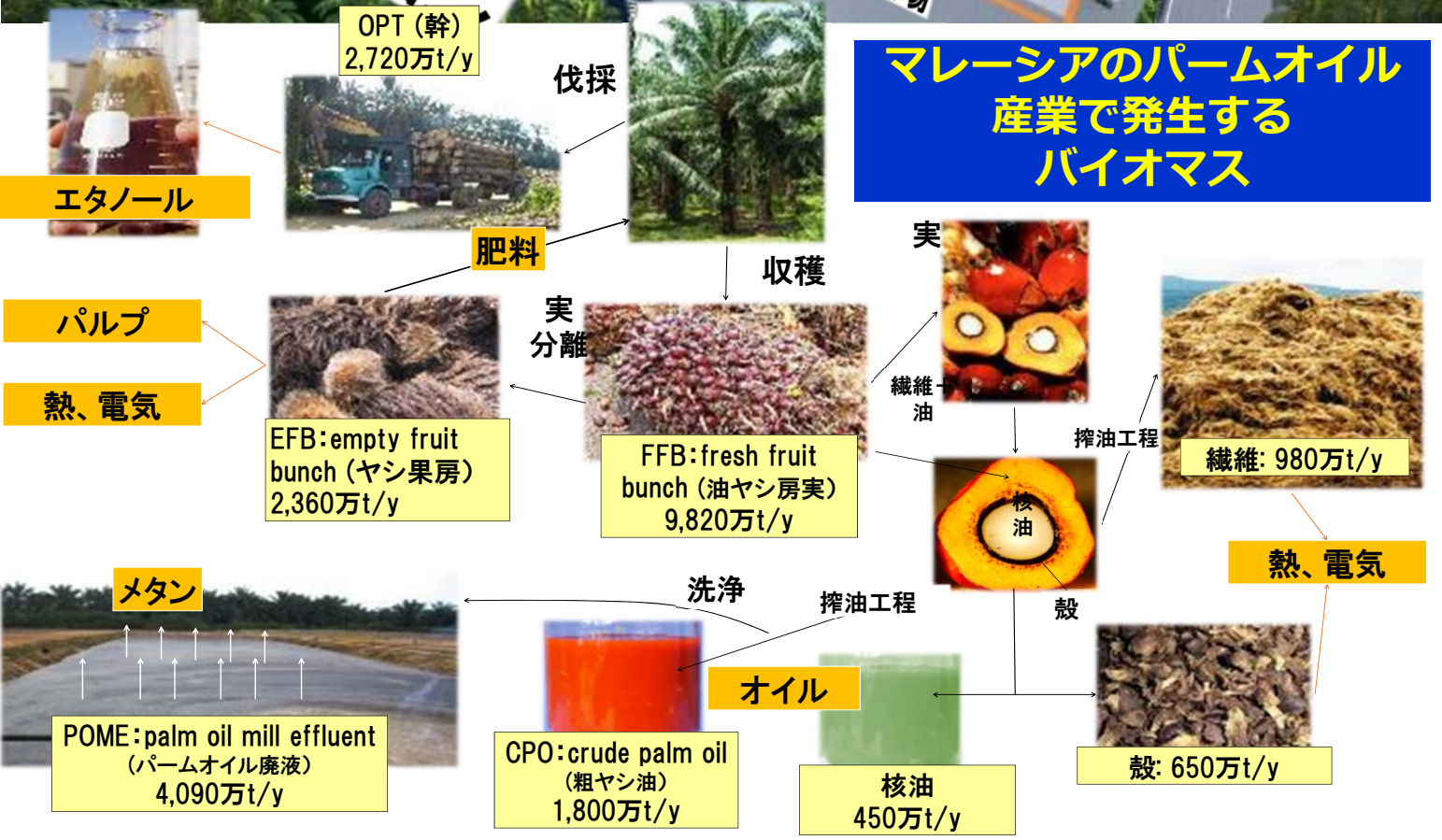
共同研究機関: Forest Research Institute Malaysia (FRIM),

お問い合わせ先: <https://pursue.dc.affrc.go.jp/form/fm/jircas/inquiry>





## マレーシアのパームオイル産業で発生するバイオマス



東南アジア・オセアニアの低湿地に自生するサゴヤシは、著量の澱粉を含み、稲作導入以前の主食の一端を担ったと考えられています。現在、澱粉の製造に用いられており、サゴ澱粉を原料としたエタノール生産も検討されています。JIRCASでは、澱粉製造時に廃棄される樹液に発酵可能な糖が多量含まれていることを見出しました。澱粉の燃料原料としての利用には食料用途との競合などの問題がありますが、廃棄物である樹液は、新たな燃料や化成品の原料として有望と考えられます。

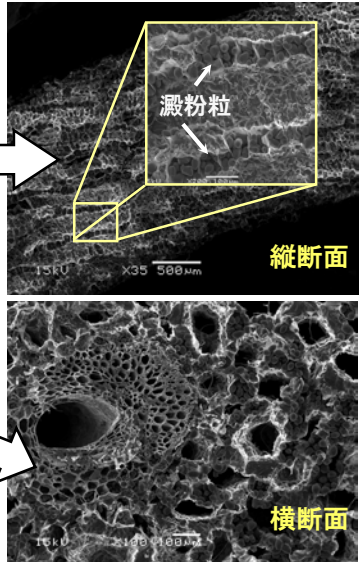
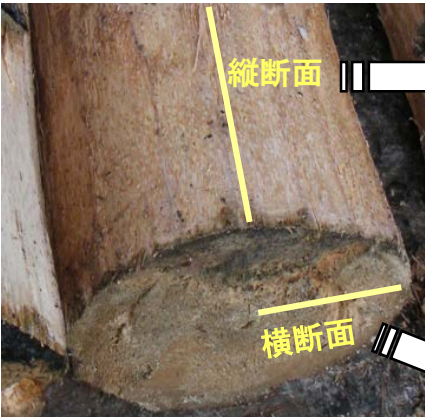
Sago palm is the indigenous starch source growing in the swamp around Southeast Asia and Oceania. Starch from sago palm can be used for ethanol production but may cause competition with food production. JIRCAS found that the sap from sago palm, which is discharged in starch manufacturing, contains considerable amounts of fermentable sugars. The sago palm sap being the waste, biofuel produced from the sap will not compete with food usage, and thus sustainable.



サゴヤシ(Sago palm)  
*Metroxylon sagu*



集荷されたサゴトランクは、樹皮を除去後、粉碎され、澱粉が抽出される。粉碎時に排出される樹液は廃棄される。  
Collected sago trunks are peeled and ground. Then, starch is extracted with water. The sap from trunk is discharged.



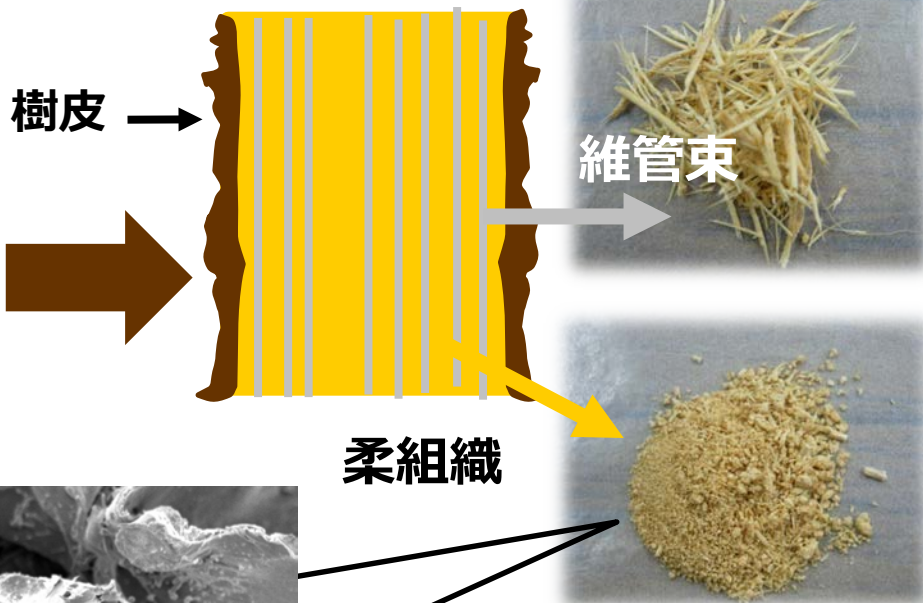
Sugars contained in sago palm sap	(g / L)
Sucrose	24.1
Glucose	28.7
Arabinose	2.0
Galactose	0.2
Fructose	31.8
<b>Total sugars</b>	<b>86.8</b>

サゴトランク 電子顕微鏡写真  
SEM images of sago trunk





### OPT断面図モデル

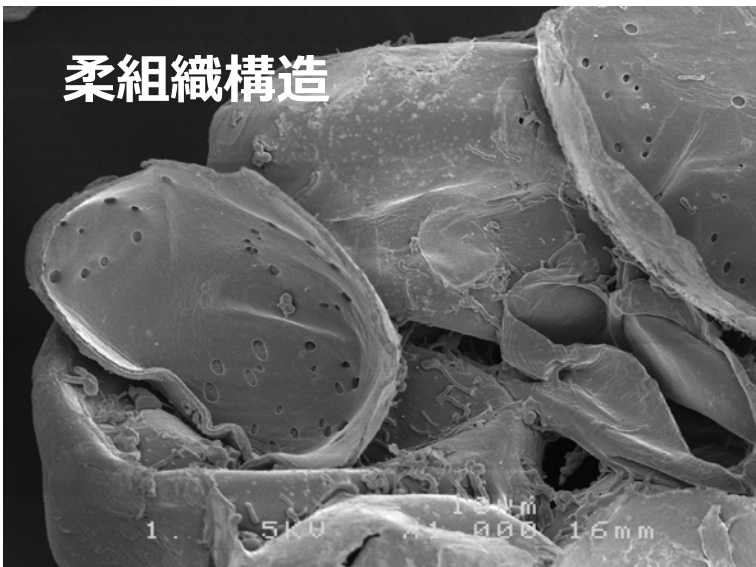


### 柔組織の保水力



柔組織 5 g に水100m l を加えた際の状態

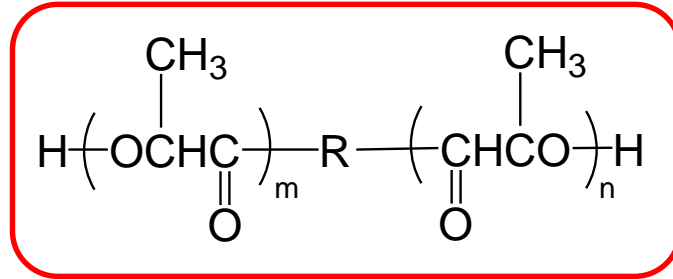
### 柔組織構造



試料	吸水倍率 (g/g)
OPT柔組織	20
OPT維管束	1
澱粉 (小麦由来)	3
寒天(培地用)	9
ジェランガム	25
キサンタンガム (伊那食品)	34
ポリコハク酸イミド (大日本インキ化学)	21



ラクチルセグメント：環境調和型高機能性プレポリマー



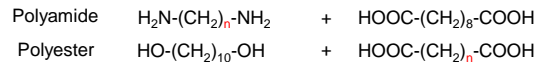
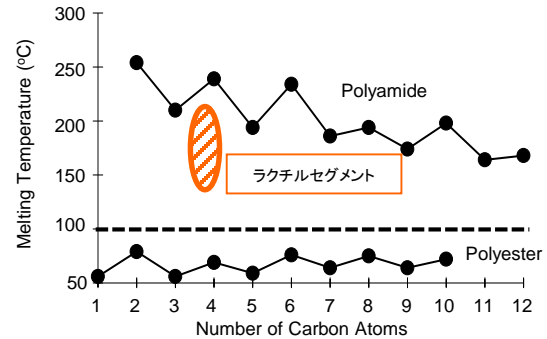
■ L-ラクチルセグメント

分子量 (Mn) : 2,000 ~ 5,000 (Da)

■ D-ラクチルセグメント

水酸基価 : 22.4 ~ 56.1 (mgKOH/g)

- ・両末端に-OH基を有する環境調和型生分解性素材。
- ・L- および D-ラクチルセグメントの混合物はステレオコンプレックス (Sc) 形成により、高結晶かつ高融点(150 - 200°C付近)のプレポリマーとなる。



ラクチルセグメント結合体の試作例

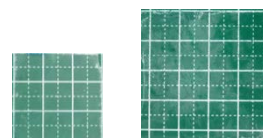
熱可塑性エラストマー



発泡体



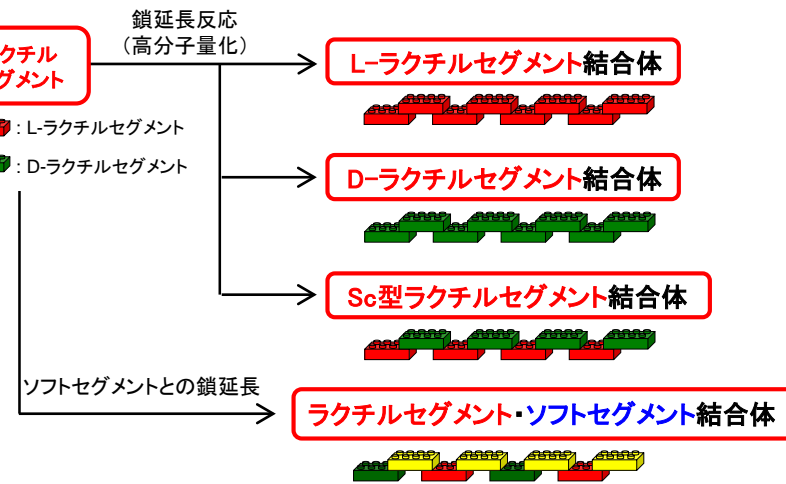
ハイドロゲル



膨潤前

膨潤後

3Dプリンター用フィラメント



ラクチルセグメントは新たな機能性ハードセグメントとして利用展開が可能

ラクチルセグメントの用途展開

ソフトセグメント	ハードセグメント	用途	具体例
-	ラクチルセグメント	高強度部材	射出成型品、コーティング剤
ポリエステルポリオール PTMG, PPG, APG	ラクチルセグメント	熱可塑性エラストマー ホットメルト接着剤	樹脂改質剤、フィルム、エラストマー、 コーティング剤、肥料や種などの被 覆材 本などのバインダー
PEG	ラクチルセグメント	易分解型被覆材	肥料等の被覆材、易分解性コーテ ィング材、食品ワックス材、3Dプ リナー用サポート剤、ハイドロゲル
シロキサンジオール 反応型シロキサン PCL, PEG	ラクチルセグメント ラクチルセグメント ラクチルセグメント	熱可塑性エラストマー 塗装膜 細胞スキャホールド	フィルム コーティング剤 細胞足場材、ハイドロゲル