



金沢大学
KANAZAWA
UNIVERSITY



令和3年度海洋プラスチック
ごみ学術シンポジウム

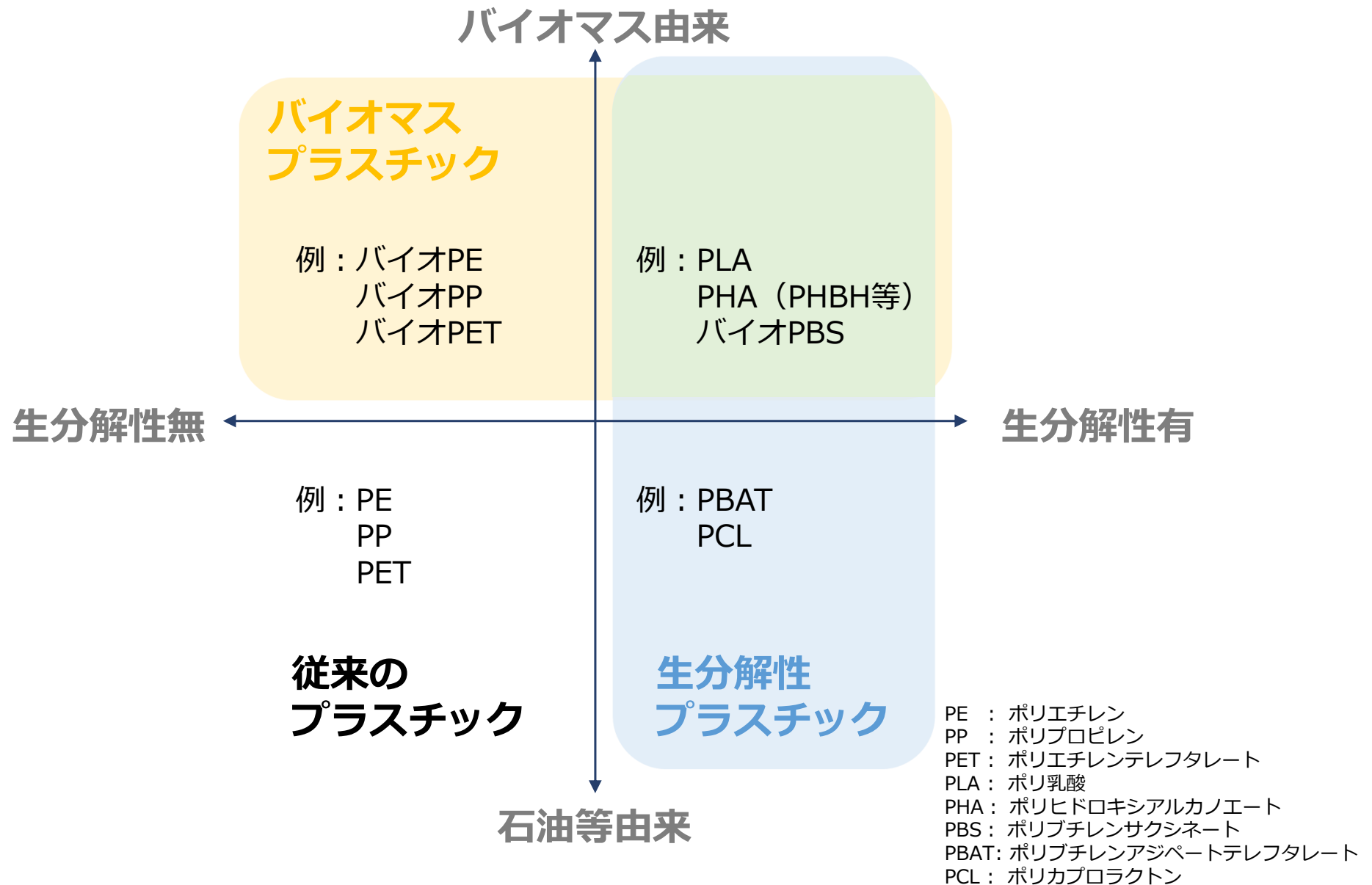
プラスチック代替素材としての バイオマス由来生分解性フィルムの開発

金沢大学融合研究域融合科学系 西脇ゆり

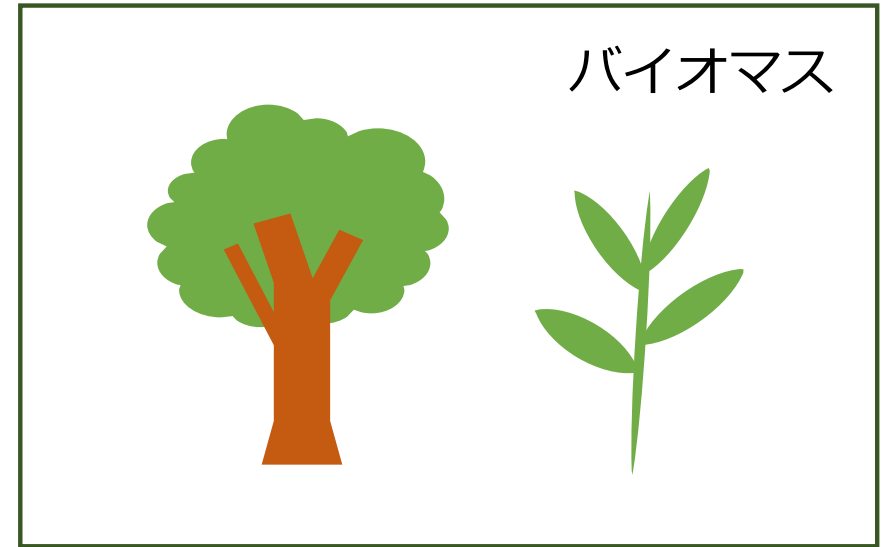
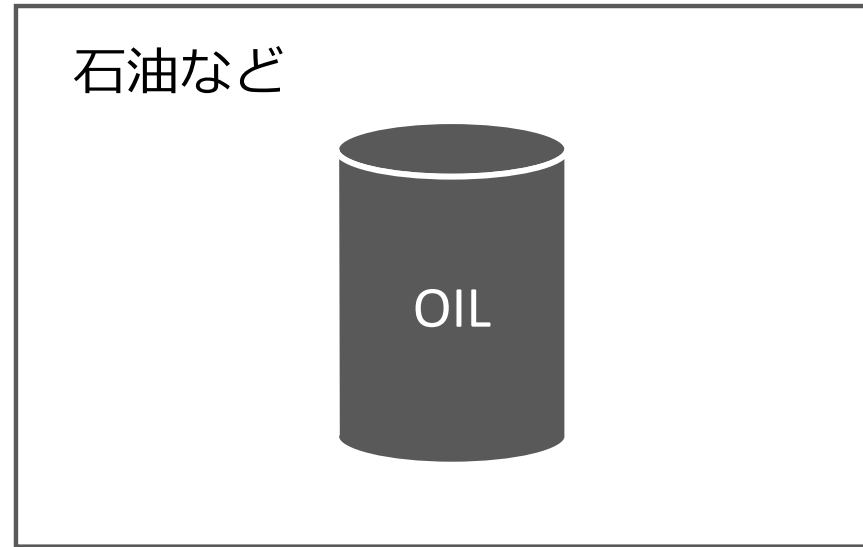
海洋プラスチックごみ



生分解性プラスチック



バイオリファインリー



燃料

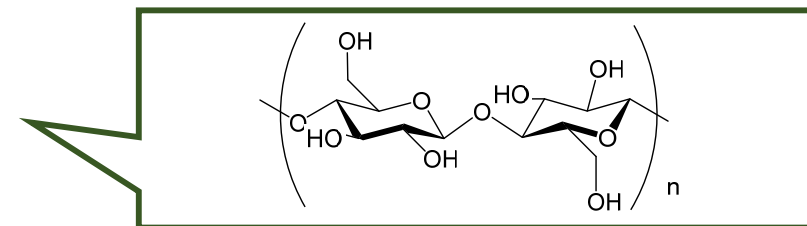


化学品など

木を溶解する溶媒は少ない



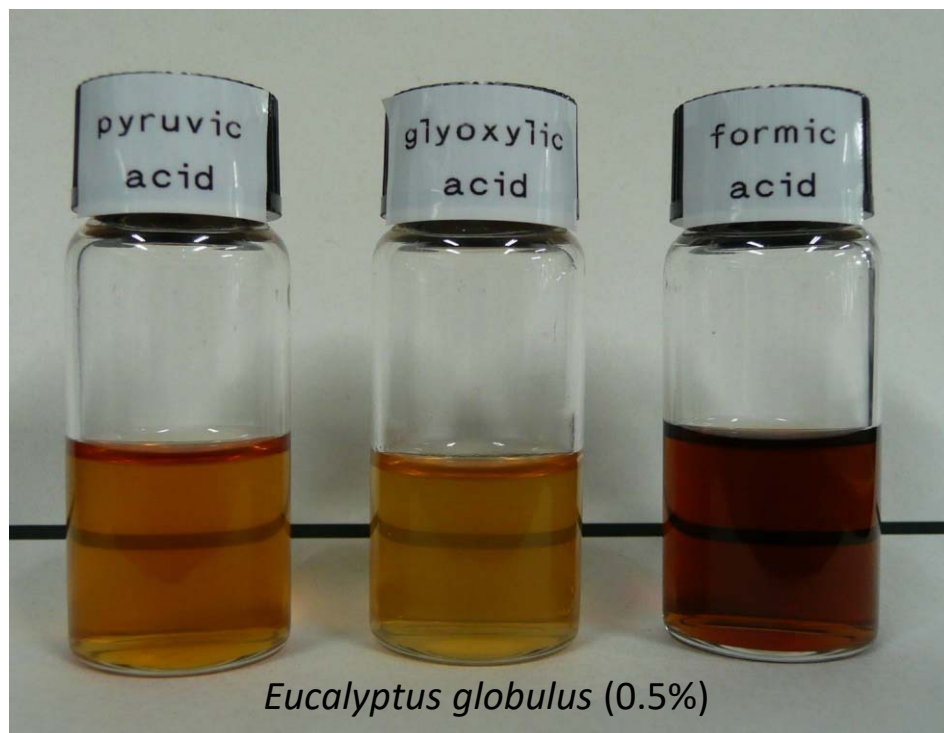
セルロース	50 - 60%
ヘミセルロース	15 - 25%
リグニン	20 - 30%



木の溶媒の例

- ・イオン液体
- ・ジメチルスルホキシド／LiCl
- ・濃硫酸

カルボン酸による木の溶解



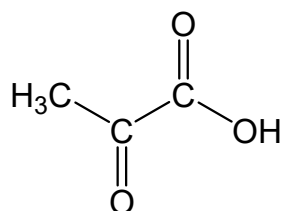
optical density (OD) monitor
Miniphoto 518R (TAITEC)

Table 1 Solubility of the ball-milled wood in various carboxylic acids after standing for 7 days^a

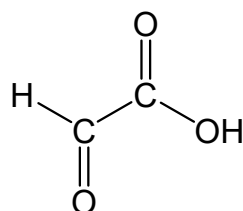
	pK _a ²¹	Acid concentration (wt%)	Optical transmittance T (%), 660 nm	Solubility
Oxalic acid–water	1.25, 3.81	9.0	0.05 ± 0.03	Insoluble
Pyruvic acid	2.39	100	7.99 ± 0.5	Soluble
Glyoxylic acid–water	3.18	64	7.28 ± 1.9	Soluble
Formic acid	3.75	100	1.65 ± 0.2	Soluble
DL-Lactic acid	3.86	100	0.03 ± 0.03	Insoluble
Acetic acid	4.76	100	0.006 ± 0.00	Insoluble

^aThe solubility was evaluated using optical transmittance.

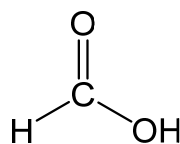
ピルビン酸



グリオキシル酸



ギ酸

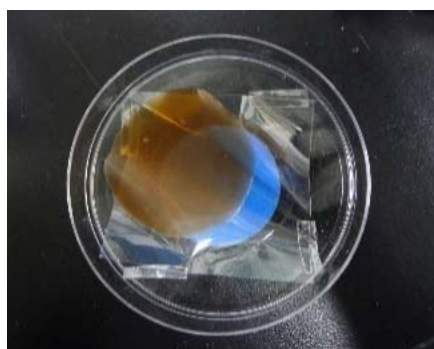
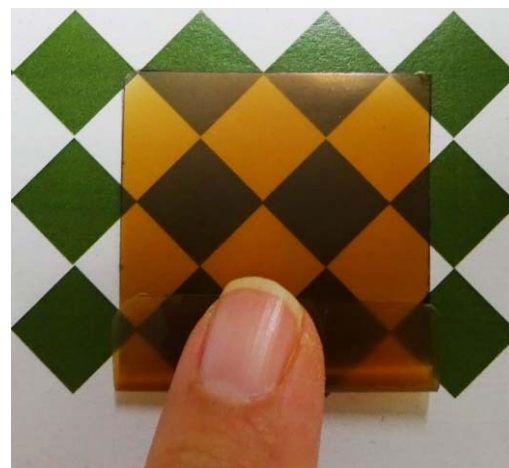
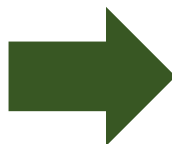


ヒドロキシ基とのエステル
またはアセタールの形成

木質フィルムの作成



乾燥



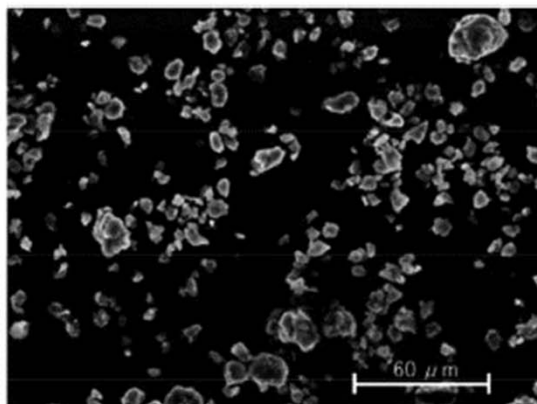
ガラス上で乾燥 ⇒ はがれない
PET上で乾燥 ⇒ はがれる

木質フィルムの表面 (SEM)

Field emission scanning electron microscope S-4500 (Hitachi, Ltd.)

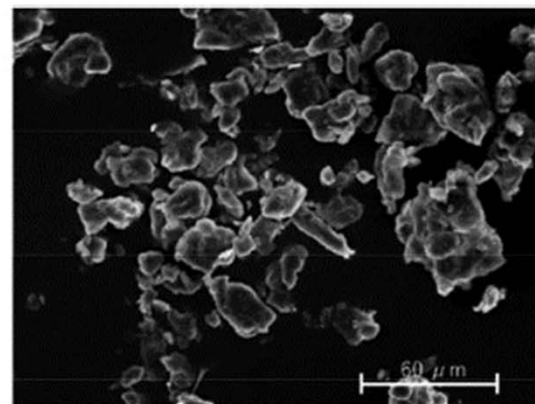
原料の粉

ブナ



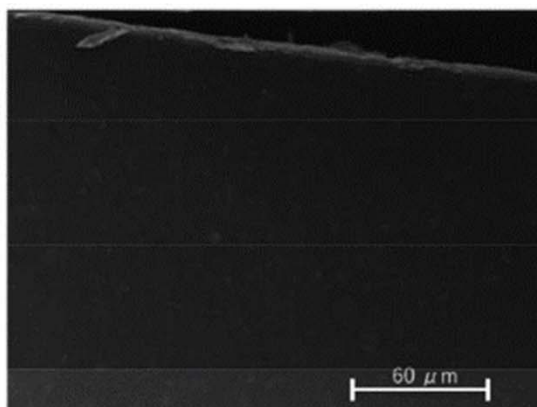
(a)

セルロース

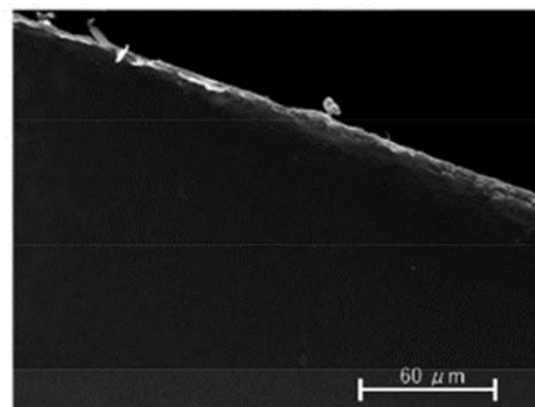


(b)

フィルム



(c)



(d)

直線はフィルム輪郭

フィルム表面は平滑

収率とフィルム特性

収率 124 ± 13%

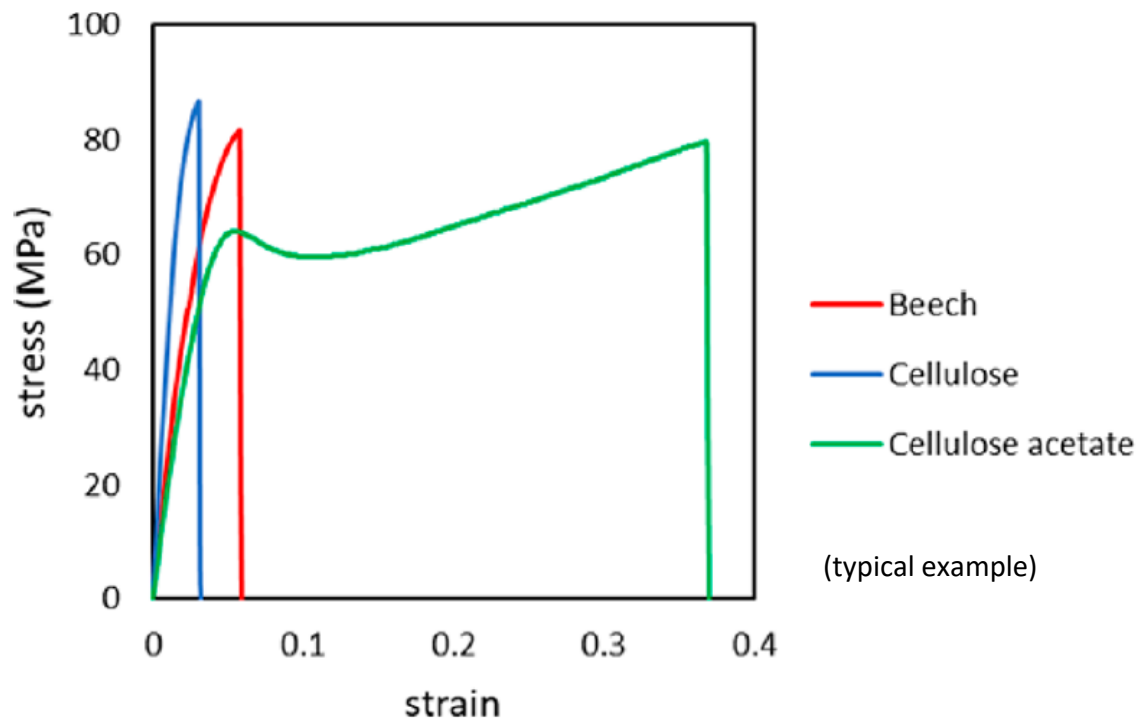
収率：原料の微粉碎木粉重量
に対する得られたフィルムの
重量

吸水性：水に24時間浸漬し、
取り出した後、拭いて重量測
定し、浸漬前の重量と比較

フィルム	吸水性	密度
ブナ	18 ± 5%	1.28 ± 0.06 g/cm ³
セルロース	17 ± 17%	1.46 ± 0.20 g/cm ³
酢酸セルロース	1 ± 1%	

一般的木材の見かけ密度は
1g/cm³以下

引張試験

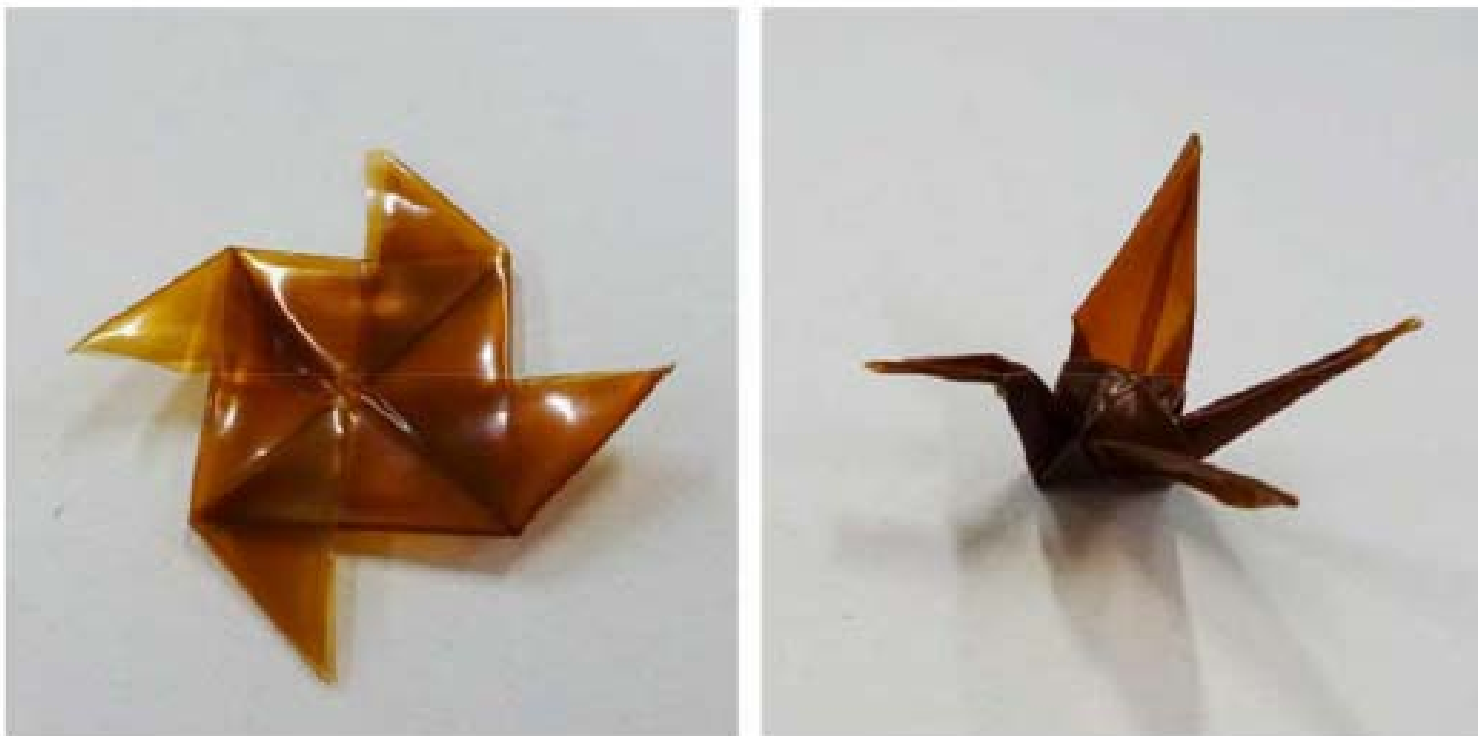


miniature tensile testing machine
TC 05-010 (Abe Seisakusho)

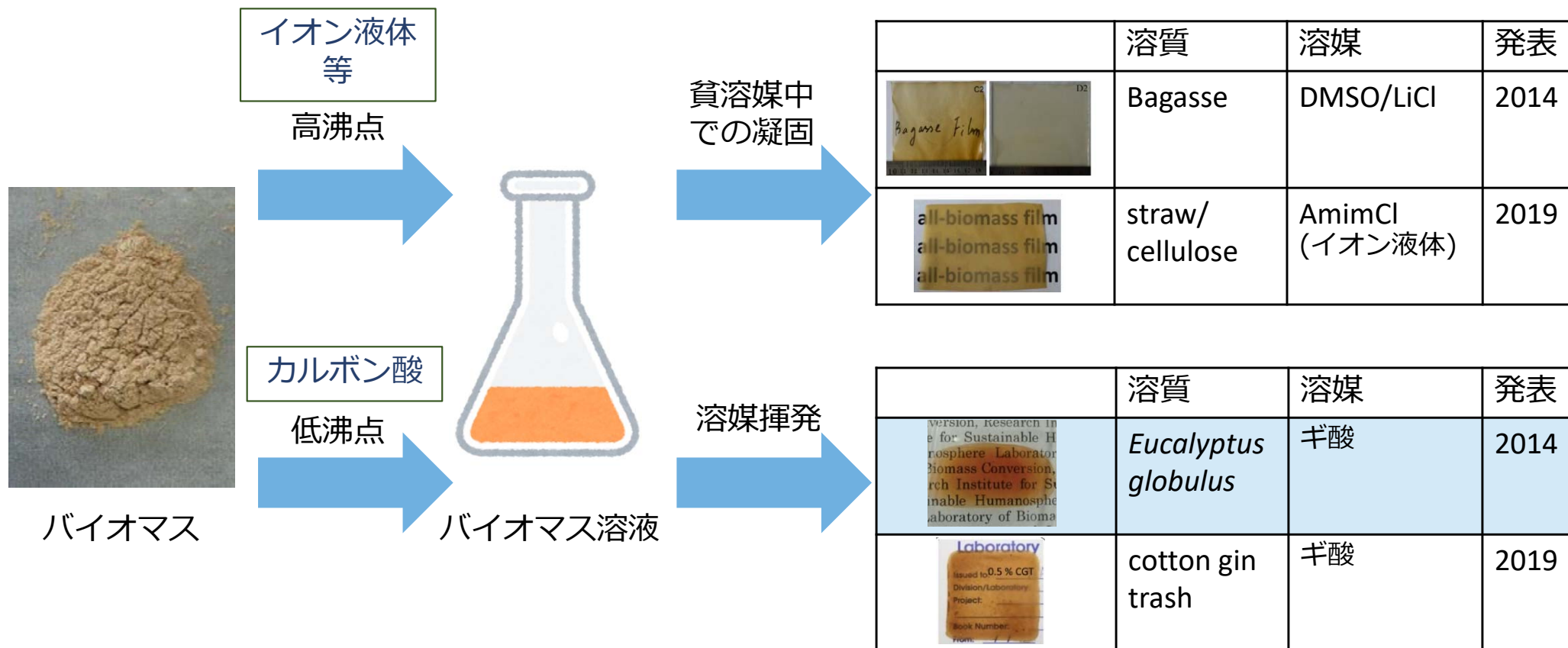


フィルム	ヤング率	引張強度	破断時のひずみ
ブナ	2.1 ± 0.7 GPa	64 ± 20 MPa	0.07 ± 0.05
セルロース	4.2 ± 0.6 GPa	86 ± 5 MPa	0.042 ± 0.006
酢酸セルロース	1.6 ± 0.2 GPa	78 ± 7 MPa	0.36 ± 0.04

木質フィルムの性質



様々な溶媒から作られるバイオマス由来フィルム



Chen, M., Zhang, X., Liu, C., Sun, R., Lu, F. , ACS Sustainable Chemistry and Engineering 2(5), pp. 1164-1168, March 2014

Li, J., Zhang, et al. Carbohydrate Polymers 223,115057, July 2019

Yuri Nishiwaki-Akine and Takashi Watanabe, Green Chem., 16, pp. 3569-3579, May 2014

Haque, A.N.M.A., Remadevi, R., Wang, X., Naebe, M. Materials Chemistry and Physics 239,122009, August 2019

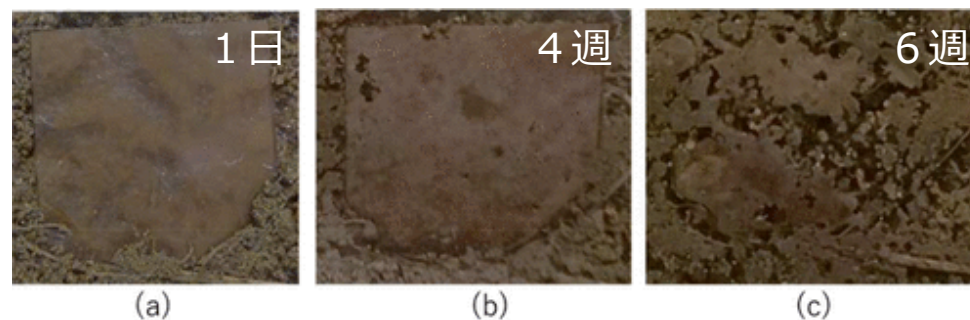
生分解性（土壌／重量・外観）

フィルム	屋外（3か月）	実験室（6週間）
ブナ	100%	100%
セルロース	100%	99%
酢酸セルロース	16%	15%
ポリ乳酸	0%	0%
ポリエチレン	7%	0%
ポリプロピレン	0%	

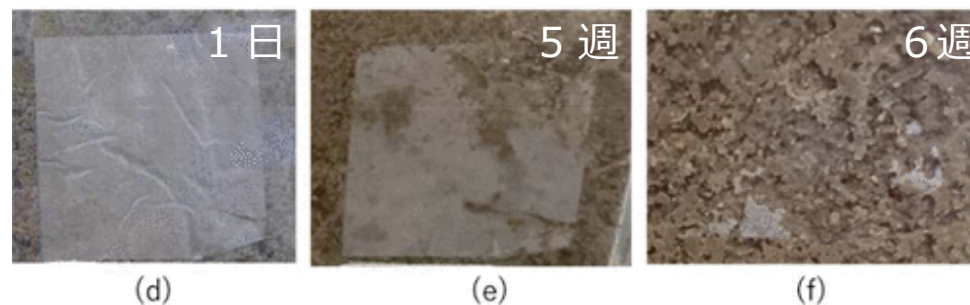
常温
重量減少



ブナ



セルロース

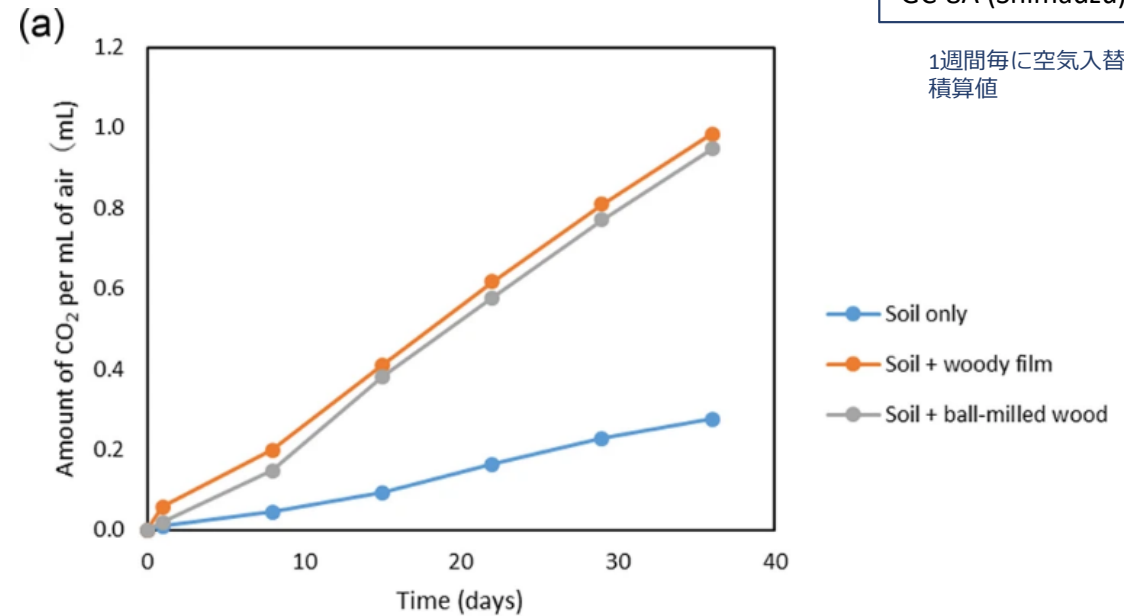


生分解性（土壌／発生気体）

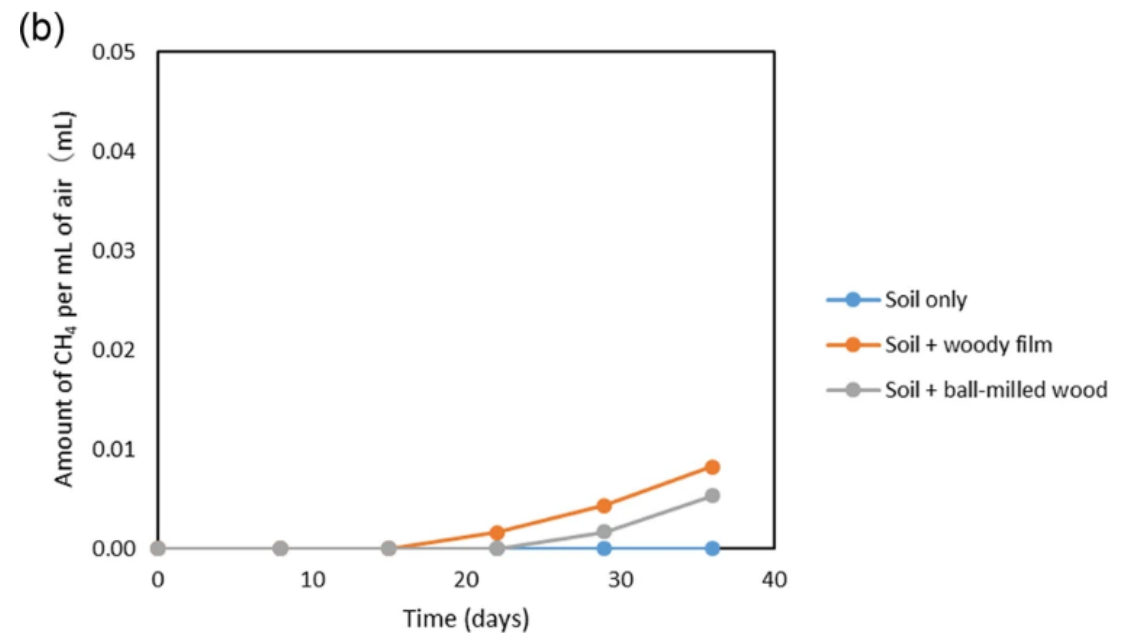
GC-8A (Shimadzu)

1週間毎に空気入替
積算値

CO₂



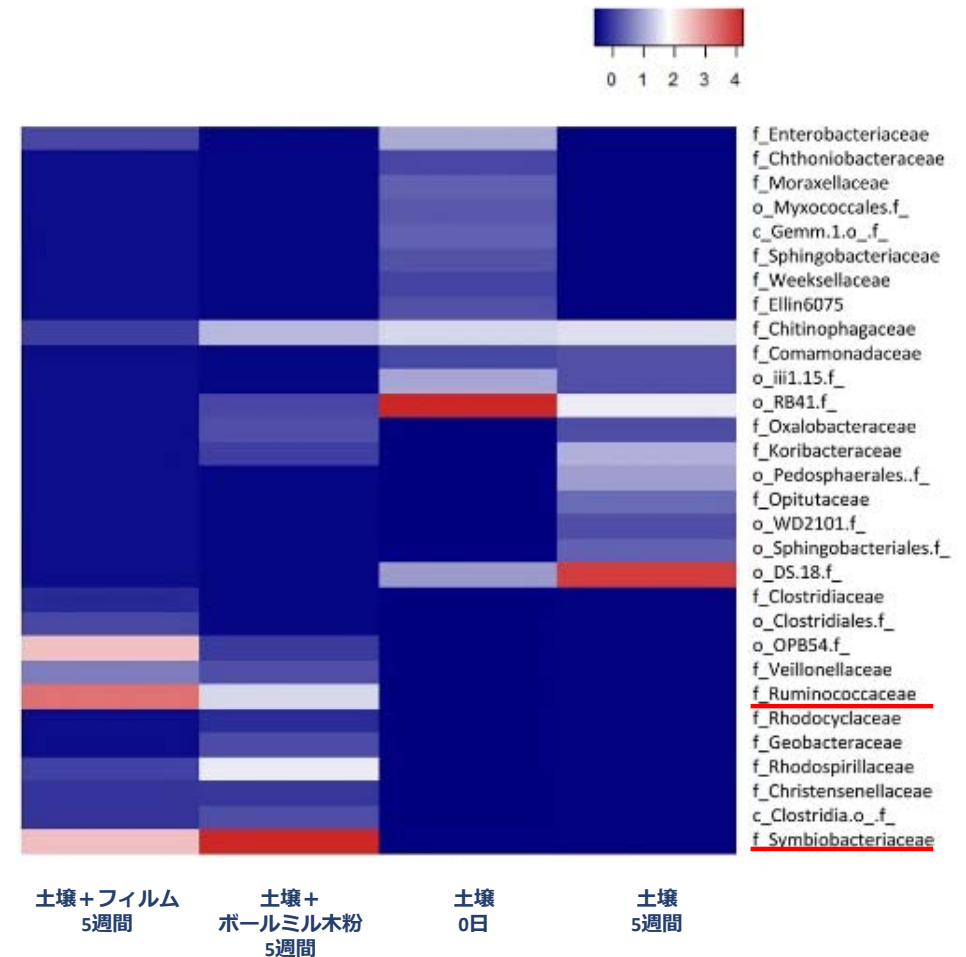
CH₄



生分解性（土壌／微生物解析）

	相対的存在量			
	土壌 0日	土壌 5週間	土壌+フィルム 5週間	土壌+ ボールミル木粉 5週間
k__Bacteria				
p__Proteobacteria	28.9%	23.2%	12.8%	27.3%
p__Acidobacteria	28.7%	32.0%	3.7%	7.7%
p__Bacteroidetes	12.1%	9.7%	2.7%	7.4%
p__Actinobacteria	6.0%	2.1%	0.5%	1.3%
p__Verrucomicrobia	5.3%	10.7%	1.2%	3.4%
p__Planctomycetes	3.8%	4.4%	1.4%	2.2%
p__Gemmatimonadetes	3.8%	2.3%	0.7%	1.5%
p__Chloroflexi	2.8%	2.5%	0.6%	1.1%
p__Nitrospirae	1.5%	1.8%	0.2%	0.3%
p__Cyanobacteria	1.1%	0.7%	0.1%	0.4%
p__TM7	1.1%	0.6%	0.0%	0.1%
p__WS3	1.0%	1.9%	0.1%	0.4%
p__Armatimonadetes	0.9%	0.7%	0.2%	0.1%
p__Firmicutes	0.6%	3.0%	74.4%	46.1%
p__Chlorobi	0.3%	0.4%	0.03%	0.04%
p__BHI80-139	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
p__OP3	0.1%	0.3%	0.0%	0.0%
p__Elusimicrobia	0.03%	0.5%	0.02%	0.03%
p__Fibrobacteres	0.03%	0.4%	0.0%	0.01%
p__OD1	0.03%	0.3%	0.03%	0.07%
p__WS2	0.0%	0.2%	0.0%	0.01%
p__NKB19	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%
p__OP11	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
k__Archaea				
p__Crenarchaeota	0.9%	0.9%	0.1%	0.2%
p__Euryarchaeota	0.4%	0.0%	0.9%	0.1%
p__[Parvarchaeota]	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%
Others	0.5%	0.8%	0.2%	0.2%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

（門レベル）



（科レベル）

生分解性（海洋・河川）

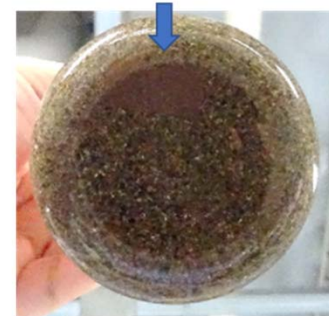
サンプル	初期重量に対する 9週保存後の重量(%)
河川水	40.2%
海洋水	72.6%
水道水	78.7%
河川堆積物	(取り出せない)
海洋堆積物	78.7%
土壌	(取り出せない)



a) river sediments (0 week)



b) river sediments (9 weeks)



c) sea sediments (0 week)

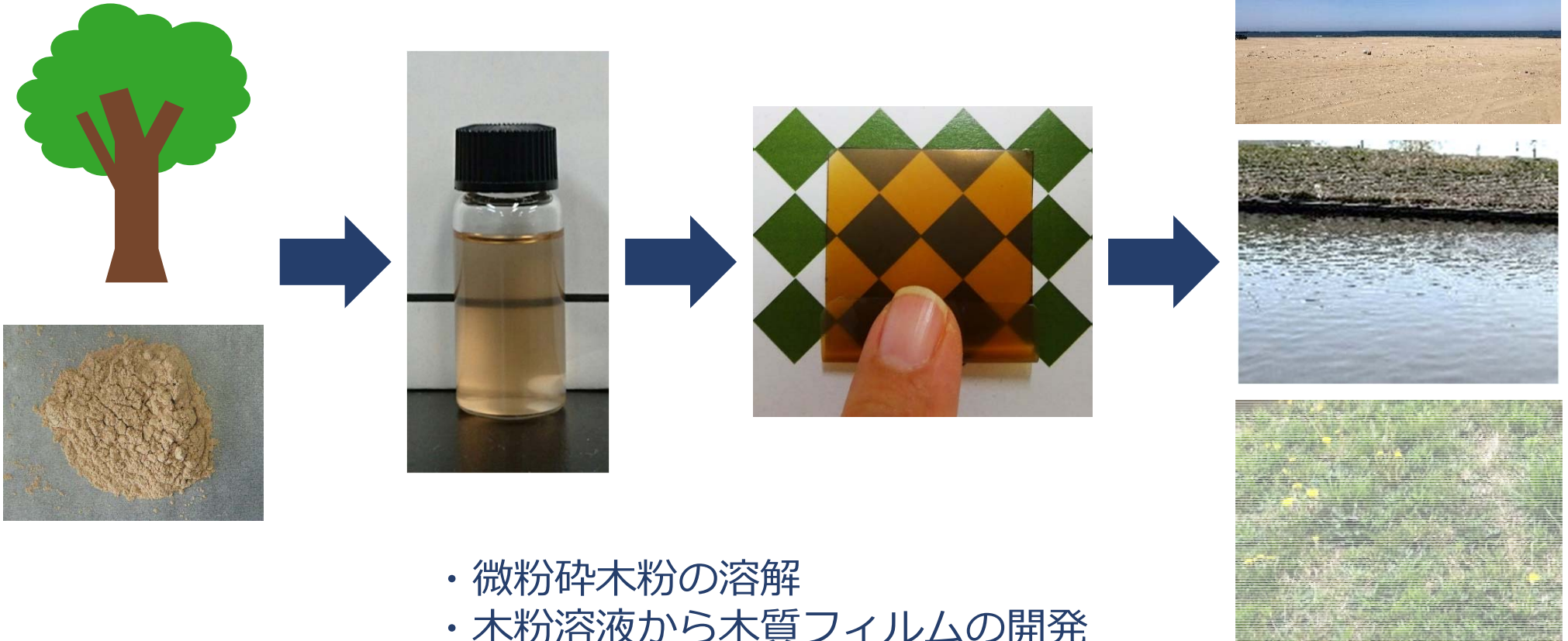


d) sea sediments (9 weeks)



金沢大学
KANAZAWA
UNIVERSITY

まとめ



- ・ 微粉碎木粉の溶解
- ・ 木粉溶液から木質フィルムの開発
- ・ 物性測定
- ・ 生分解性