

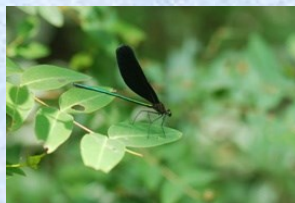
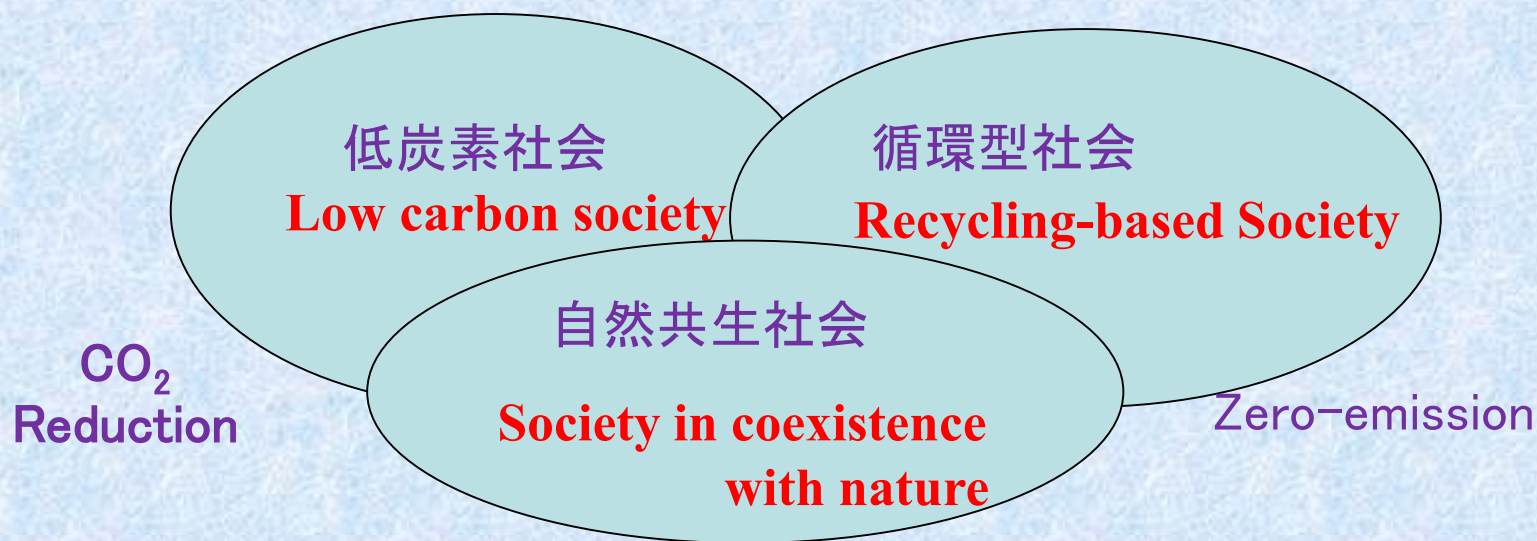
Recyclability of waste feather as reinforcement of green composites

Teruo Kimura and Masashi Nakao
Kyoto Institute of Technology

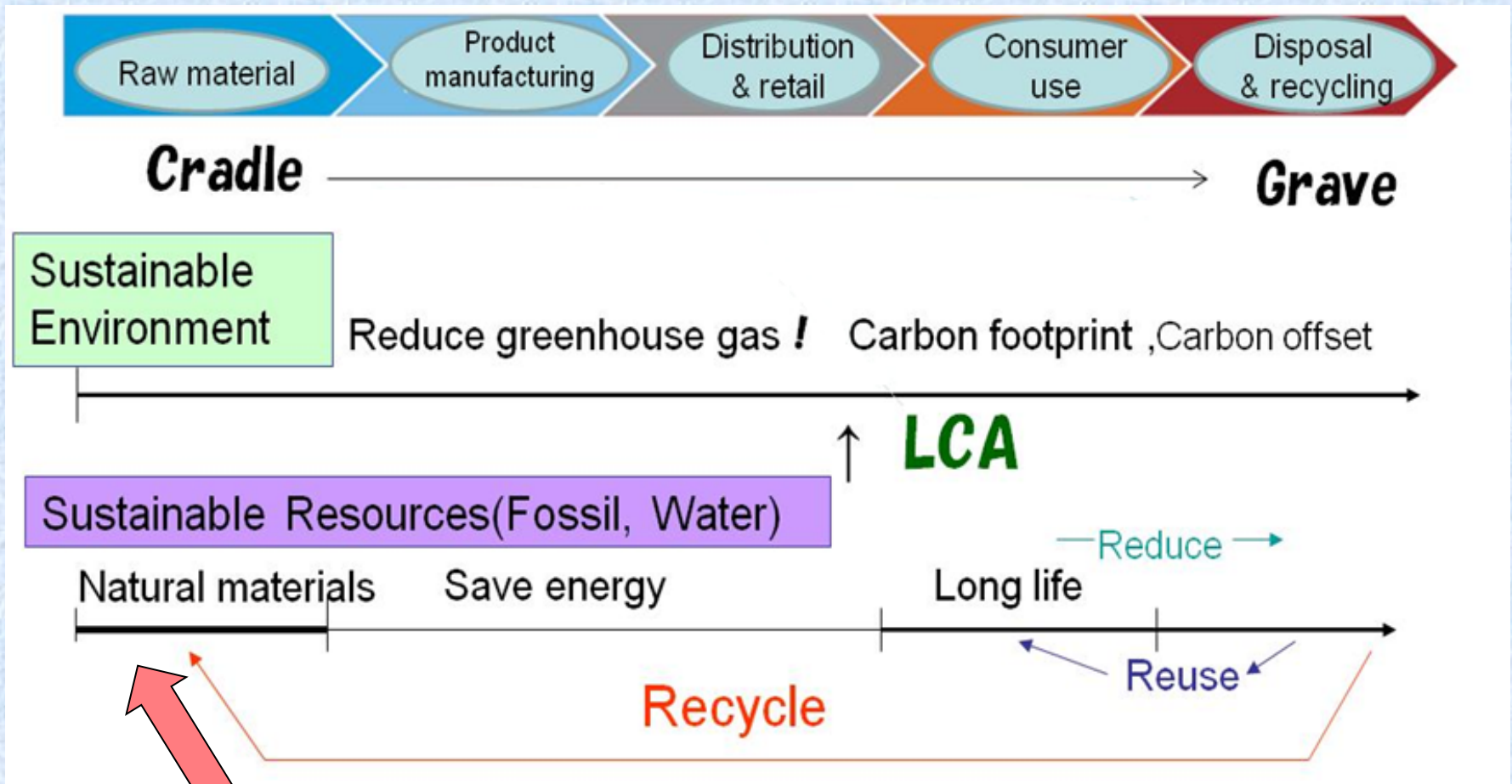


Establishment of sustainable society in the 21st Century

21世紀型持続型社会の構築

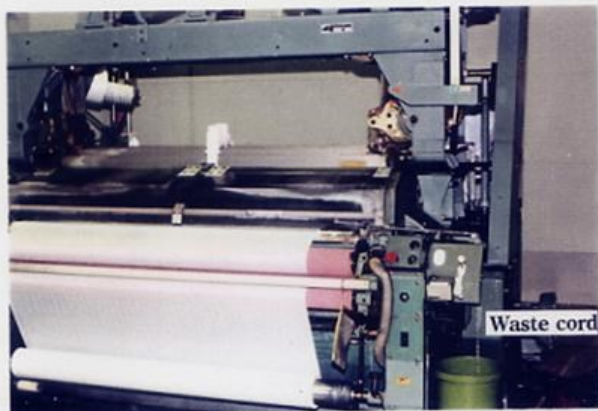


Sustainable society and manufacturing

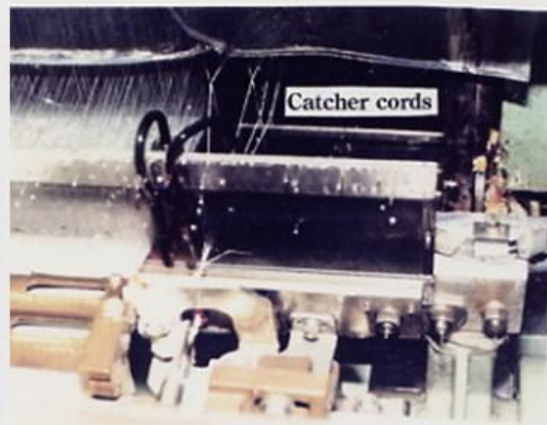


Non-petroleum material
Unused resources
Waste materials

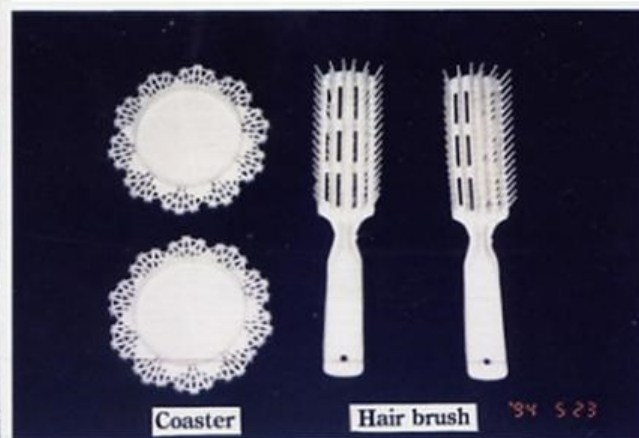
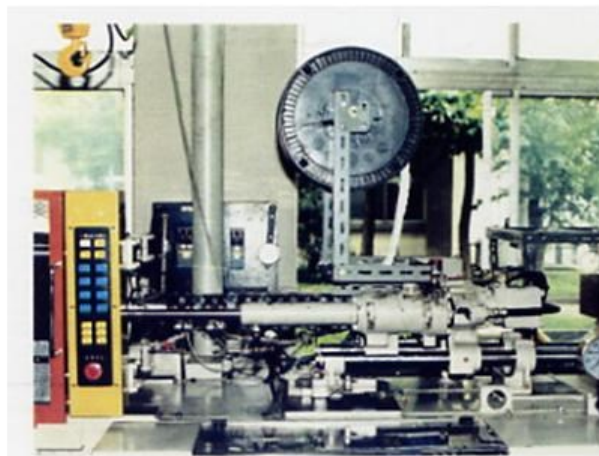




Water jet loom



Recovery bucket

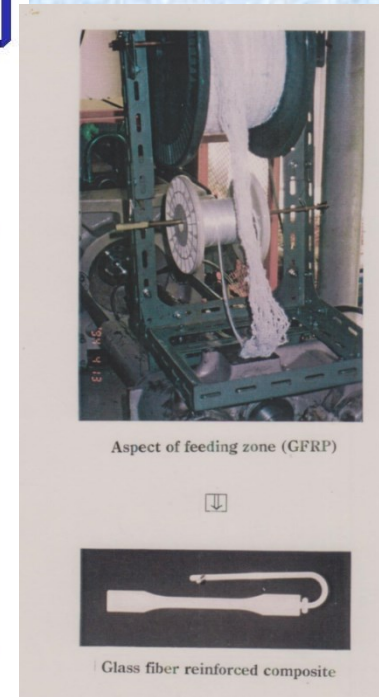
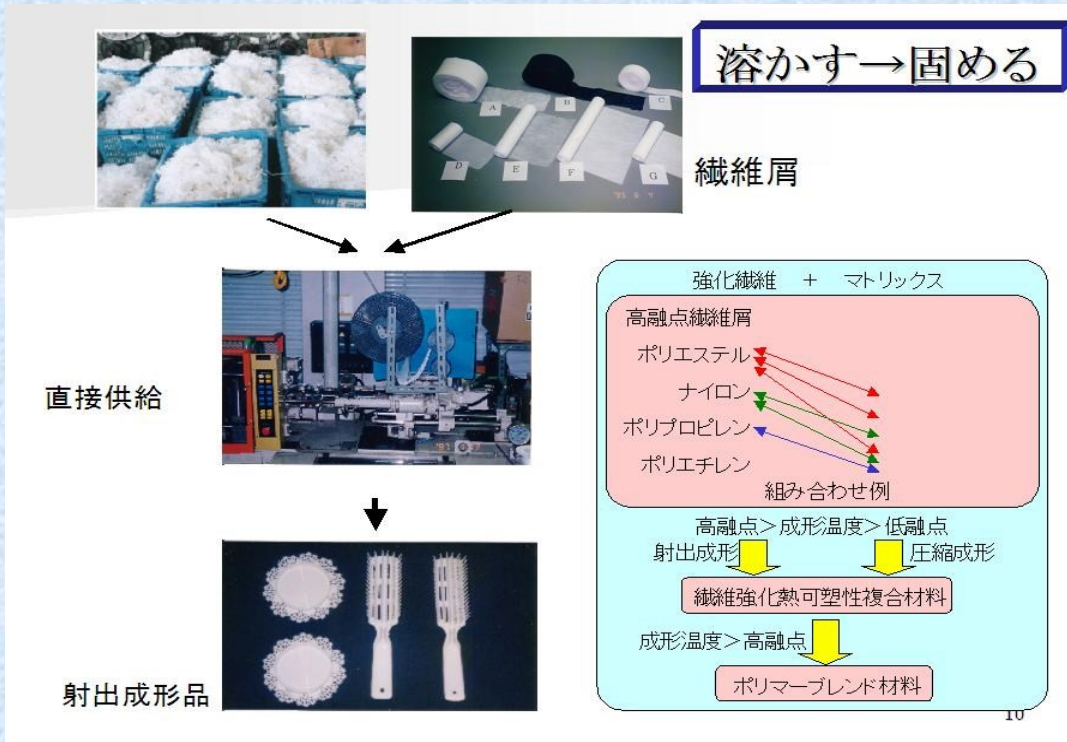


Coaster

Hair brush

'94 5 23

Waste of synthetic fiber (Direct Injection Molding)



某大手ヒータ関連企業のテクニカルレポート

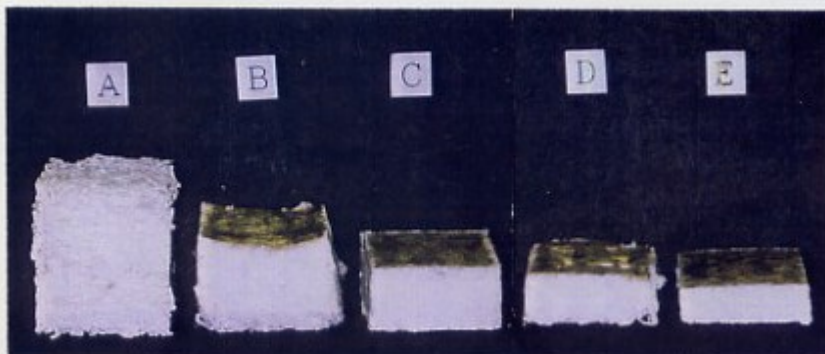
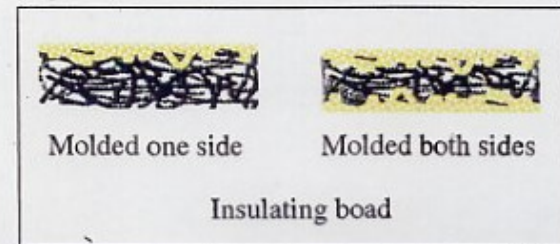
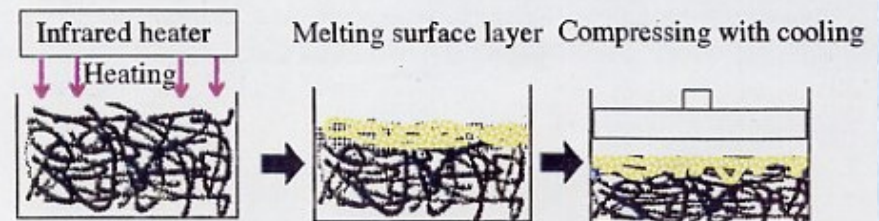
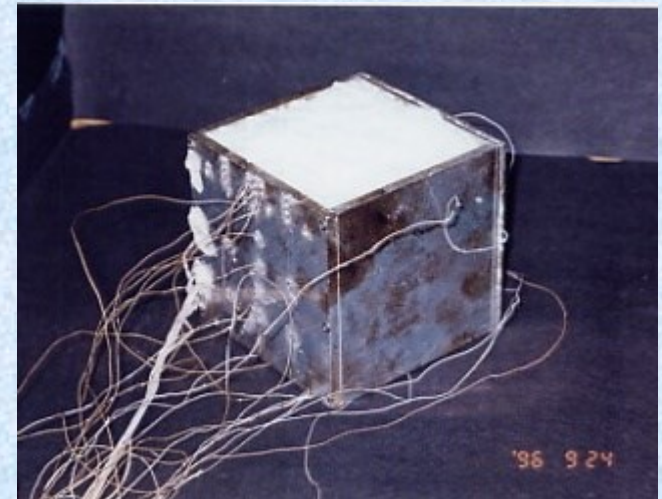
データを見ると熱の流れが低温側から高温側

なんでやねん！

企業を訪問し実験方法の説明を受ける。

とんでもない実験の失敗

まあ、それはおいといて****



“Compression Molding of Sandwich Plate using Waste Cord Assemblage of Synthetic Fabrics (Melting Behavior of Waste Cord by Infrared Heating)” ,
T.Kimura, M.Takeuchi, N.Nagai, K.Nakanishi, Material Science Research Inter-national, Vol.4, pp.124-129, 1998

Fiber recycling

Fiber waste is one of the potential resources.

Waste of Apparel



Compression molding



**Waste fiber/PP
Composites**

which can be treated
by
Saw, Nail and Planer.



Boat



Desk for Tea Ceremony



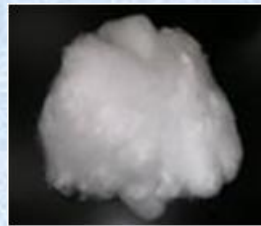
Packing material⁷

Fiber recycling

家具デザイナー
上原理恵氏との出会い

Now on sale !

Denim waste



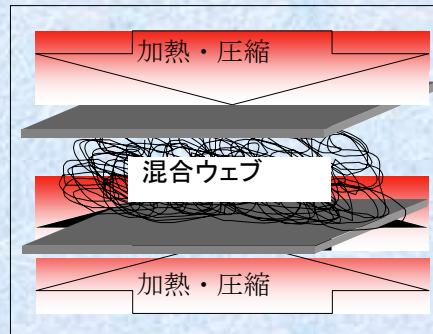
PP matrix

+



Web

Compression
molding



Stool



Desk



interiorlifestyle

2009.6.3-5
東京ビッグサイト

Silk Composite (Silk fiber reinforced plastics)



Waste of non-used silk fabric



Waste of used silk fabric

+



PBS Film (matrix)

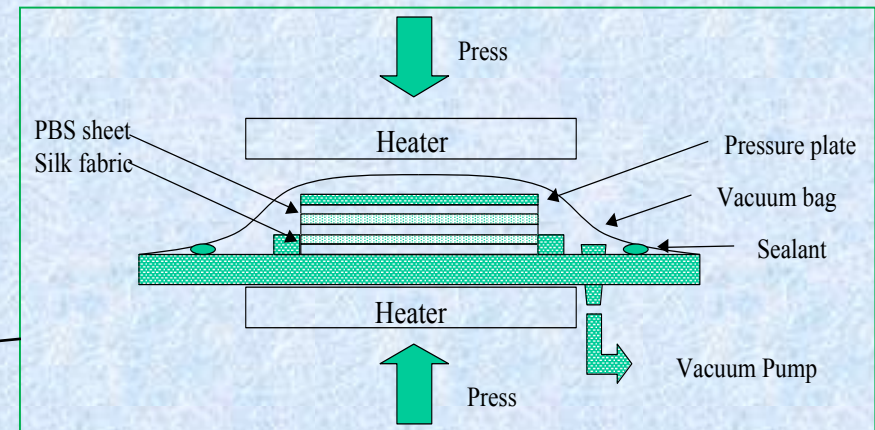


Kimono



Artistic silk composite

	Tensile strength (MPa)	Tensile modulus (GPa)	Breaking elongation (%)
non-used	417	5	14
used	123	5	4



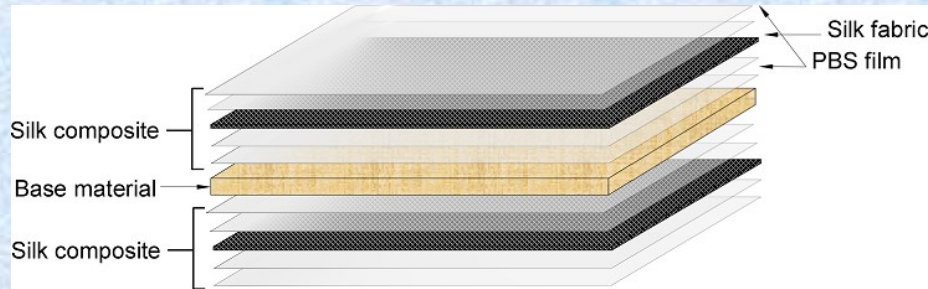
共同研究
西陣織物業界
京都市: 八田誠治氏



+



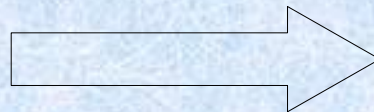
laminate



Plywood



MDF



Decorative board

“Application of silk composite to decorative laminate”, Teruo Kimura, Shinpei Aoki,
Adv. Composite Mater., Vol.16•No. 4, pp.349-360, 2007

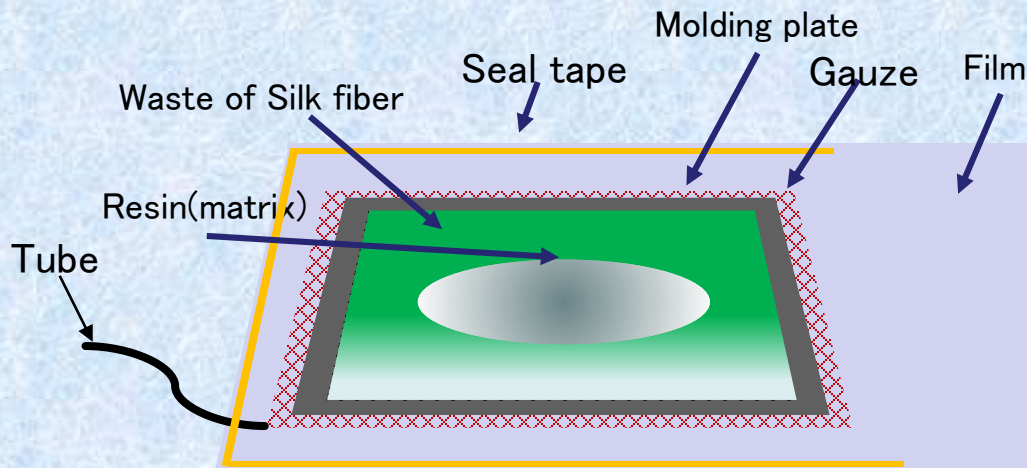
タイシルク会社とのコラボレーション



共同開発
CHUL THAI SILK.,LTD



Paris で展示中

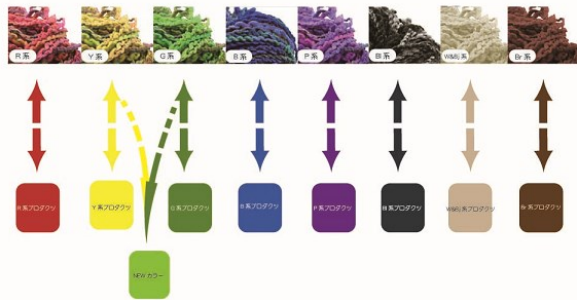


協力
倉橋直也氏
(京都府織物・機械金属振興センター)

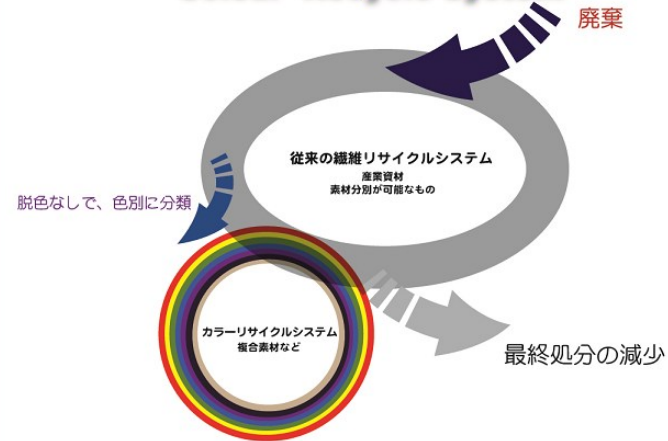
COLOR RECYCLE SYSTEM

Colour Recycle System

脱色しないで、カラー分別。
カラー毎の反毛分別リサイクルシステム。



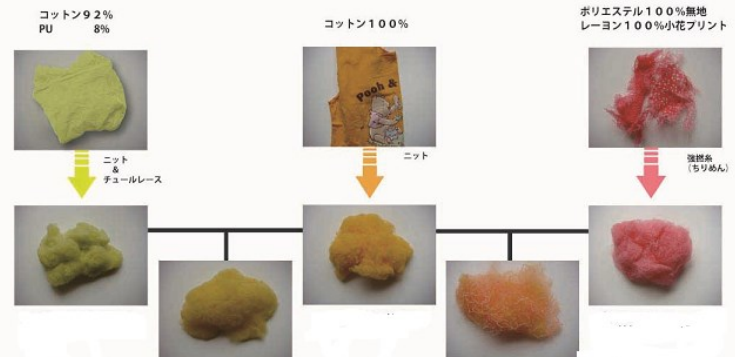
Colour Recycle System



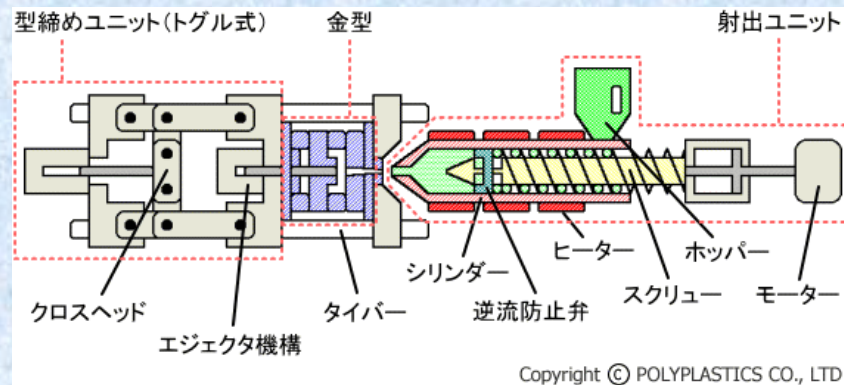
EXPERIMENT

色彩混合

開織機とカード機を使って、反毛作りを試みる。



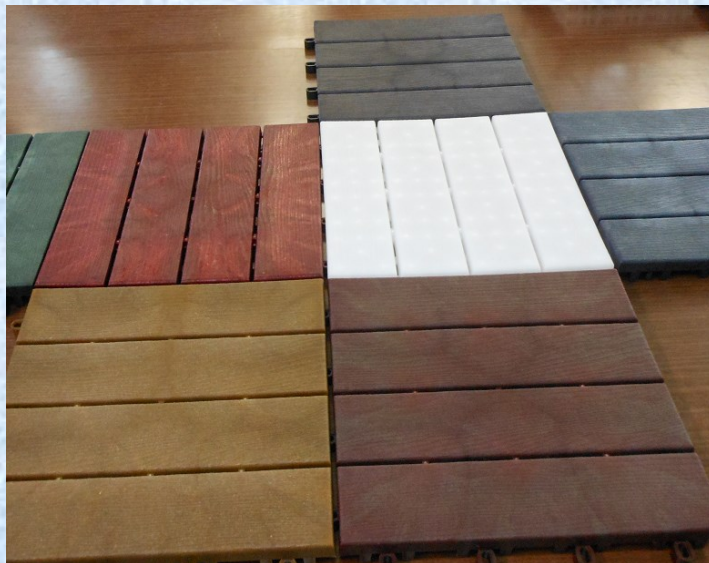
Products based on **COLOR RECYCLE SYSTEM**



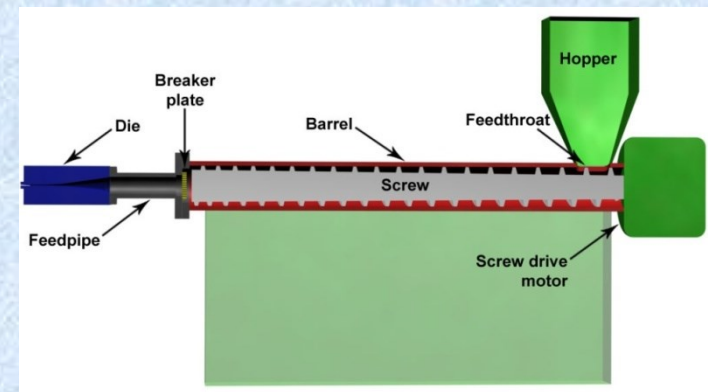
射出成形



Injection molding



カラフルデッキ(Colorful deck)



押出成形



Extruding molding



カラフルマグネットバー
(Colorful magnet bar)

Stem of ginger

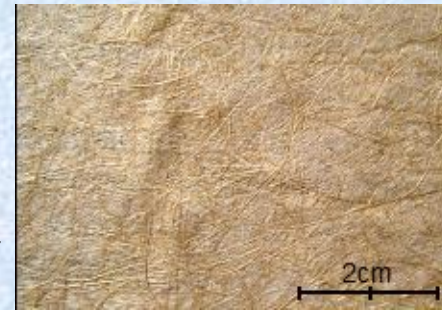


Long fiber
+ Cotton



Cloth

Short fiber +
Resin



Plastic product

Short fiber

Paper



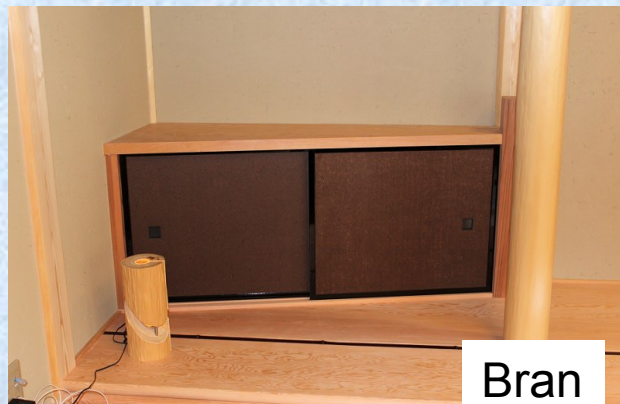
熊本県宇城市・市長
との出会い



Eco-Bag

Cryptomeria bark (Japanese Cedar Bark)

北山杉 中田明氏(中田林業)との出会い





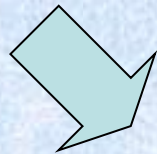
Background

A processing method of various waste is a serious problem
Development of an effective utilization way is strongly requested.

We pay attention to feather waste.

A feather Futon of more than 5million a year is circulated in Japan

The durable number of years
is short for a low-price feather futon.



A disposal feather is discharged
in manufacturing process
of a feather futon.



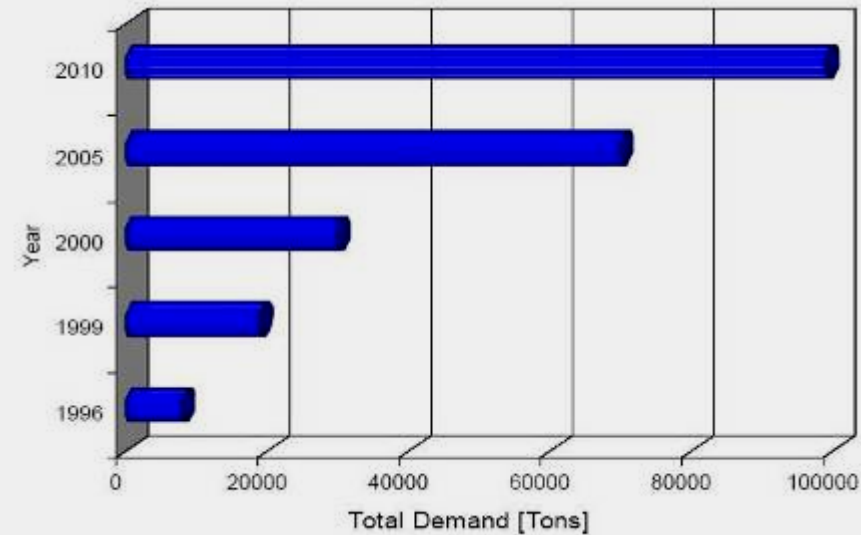
Consideration of an effective utilization way
of disposal feather is main point here.

Natural Fiber Consumption

FRPの研究分野ではガラス繊維や炭素繊維の代替として天然繊維を強化材とした研究が盛ん

Consumption in tone of natural fibers in automotive industry in Europe, 2005

Fibre	1996	1999	2000	2005	2010
Lin	2,100	15,900	20,000		
Chanvre	0	1,700	3,500		
Jute	1,100	2,100	1,700		
Sisal	1,100	500	100		
Kenaf	0	1,100	2,000		
Coir	0	0	1,000		
TOTAL	4,300	21,300	28,300	50,000-70,000	> 100,000



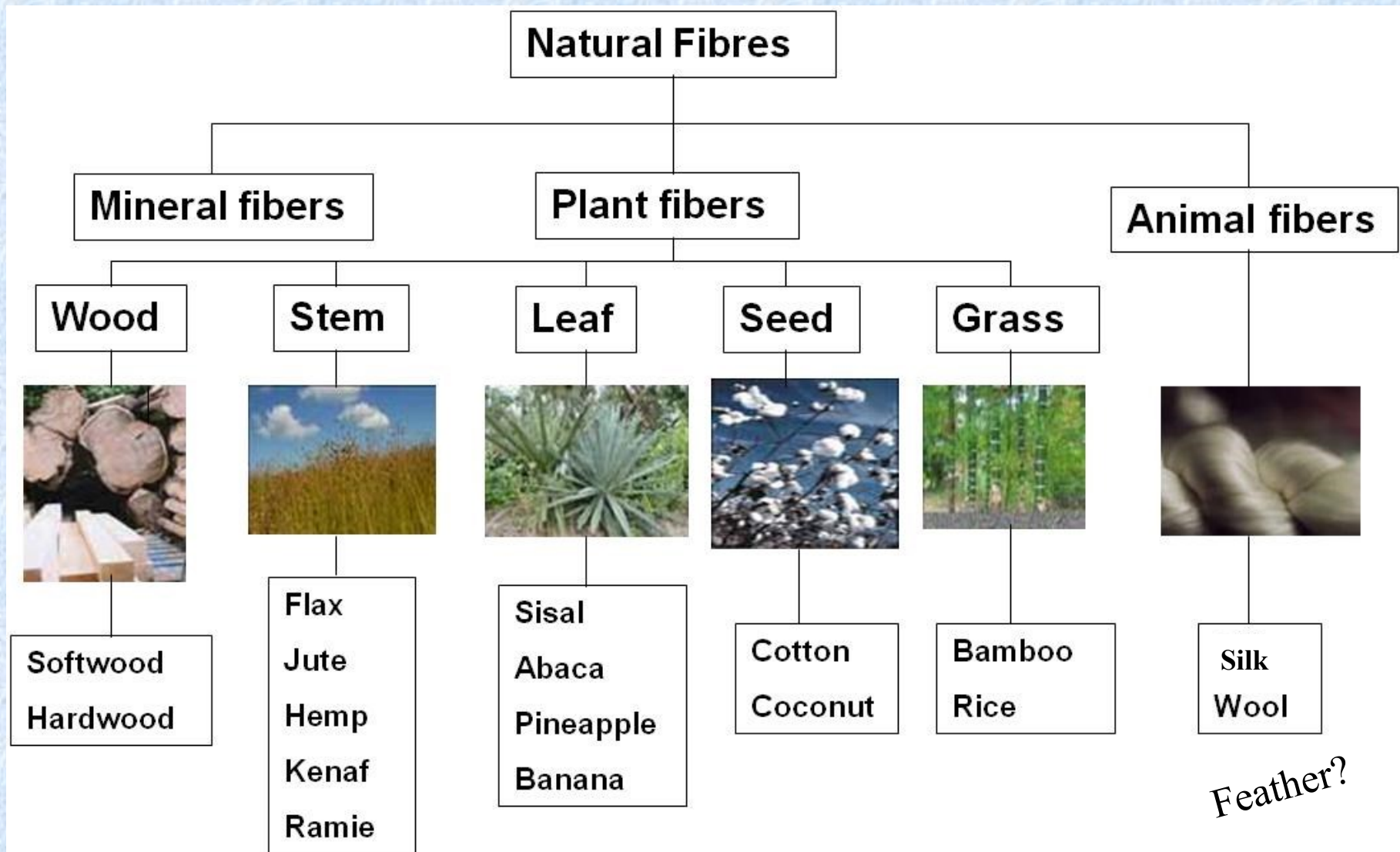
Automotive Parts Made of NF Composites



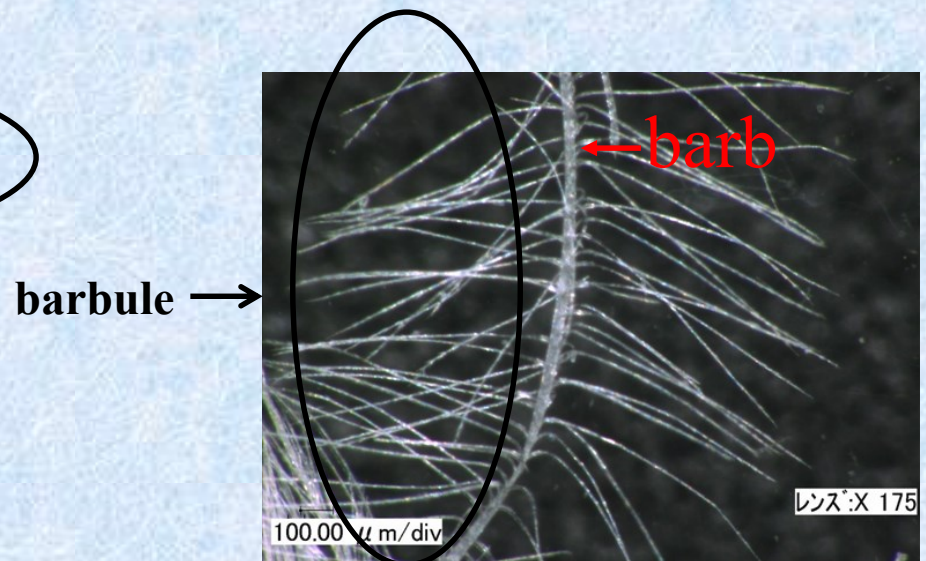
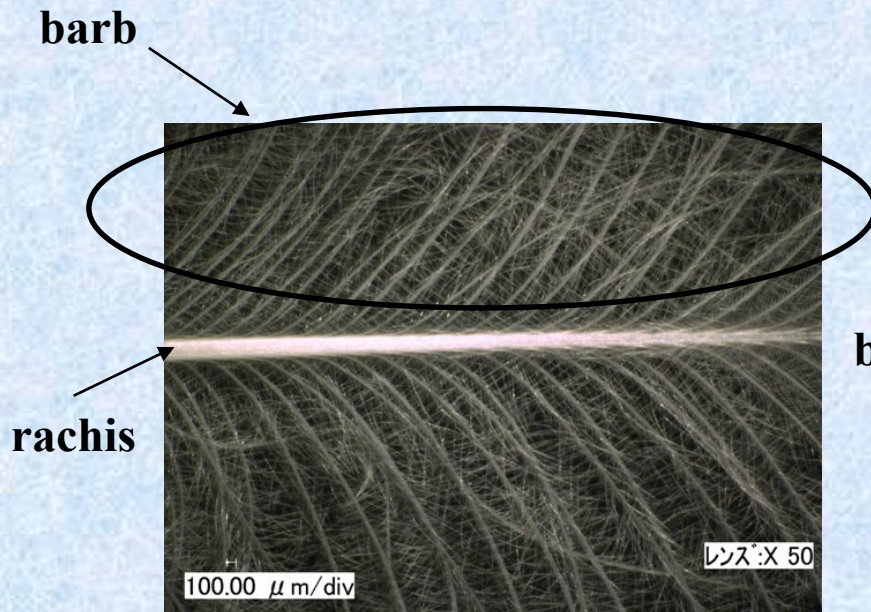
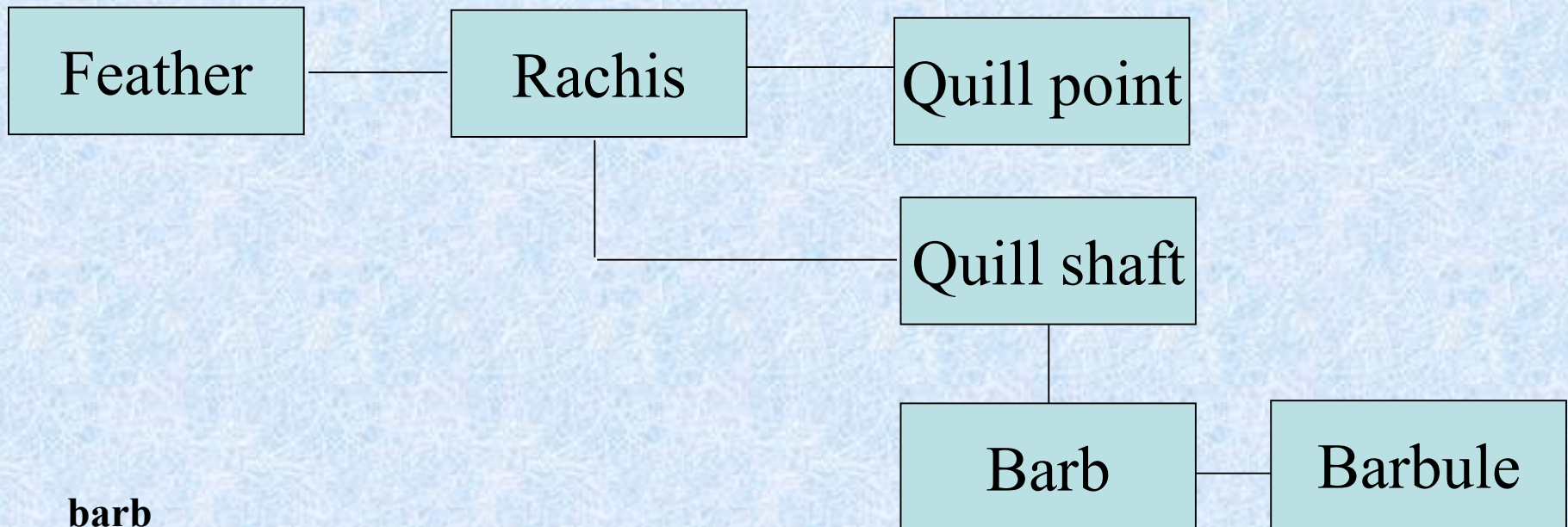
- Biomedical
- Transportation
- Construction
- Energy
- Sport
- Aerospace
- Packaging...



強化纖維(天然纖維) Natural fiber reinforcement



Structure of Feather



Materials used

PLA fiber

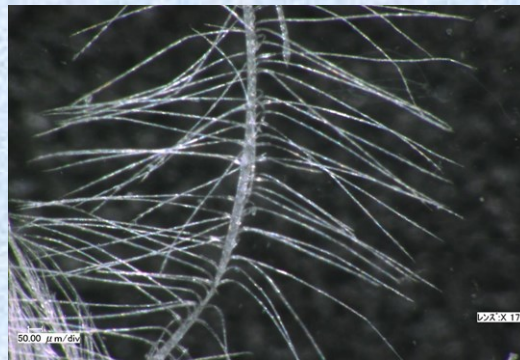
Unitika Teramac
EU-1500 Length: 5mm
Fineness: 1.7dtex



Feather

Barb and Barbule

Length(barb): 12mm
Diameter: 66μm



Pulp

NBKP:LBKP=4:1

Length: 2.7mm
Diameter: 11μm



Experimental

Feather

Pulp

PLA fiber

Pre-molding of Mixed Paper

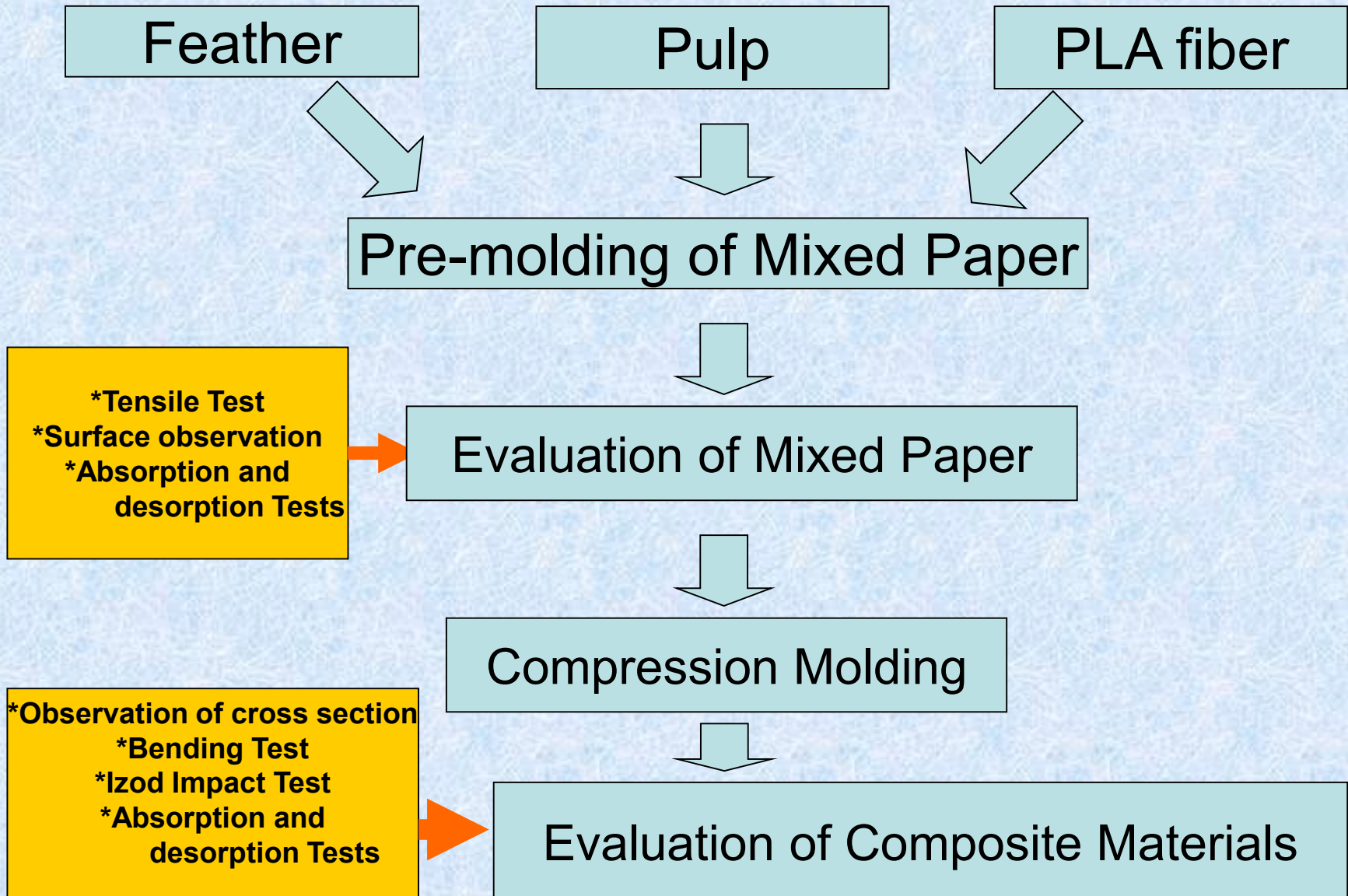
Evaluation of Mixed Paper

Compression Molding

Evaluation of Composite Materials

***Tensile Test**
***Surface observation**
***Absorption and desorption Tests**

***Observation of cross section**
***Bending Test**
***Izod Impact Test**
***Absorption and desorption Tests**



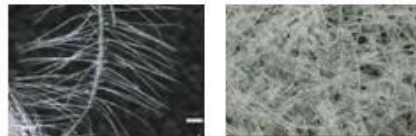
Properties of Feather and Pulp

Fiber	Tensile strength(MPa)	Tensile modulus(GPa)	Elongation(%)
Feather(barb)	50	2.8×10^{-4}	10
Pulp	33	2.3	0.4

羽毛については羽枝の部分の引張強度である

It is noted here that the elongation of feather is extremely large.

Pre-Molding: Mixed Paper making



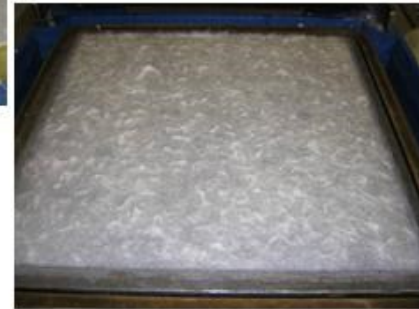
Feather Pulp



PLA
Materials



Mixing



Wet paper



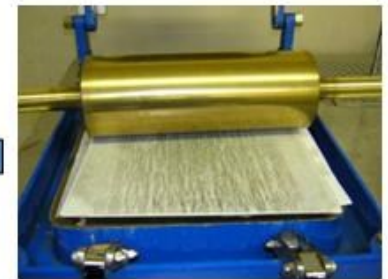
Mixed Paper



Dryer(120°C)



Compression
(0.34MPa, 10min)



Removal of water

Mixture ratio of fiber and PLA

feather/PLA paper

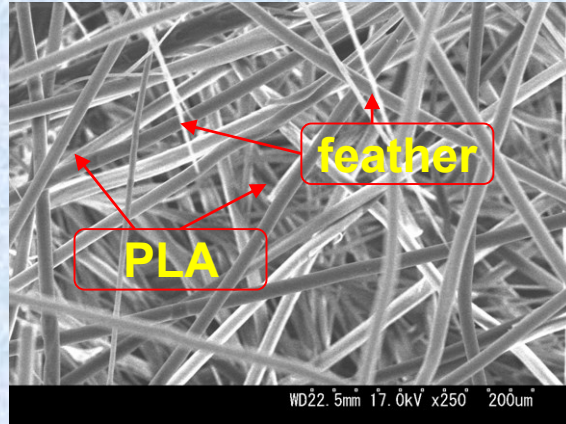
Mixture ratio(%) (feather/PLA)	Weighing(g/m ²)
80:20	66
70:30	77
60:40	84
40:60	72
30:70	80
20:80	87

pulp/PLA paper

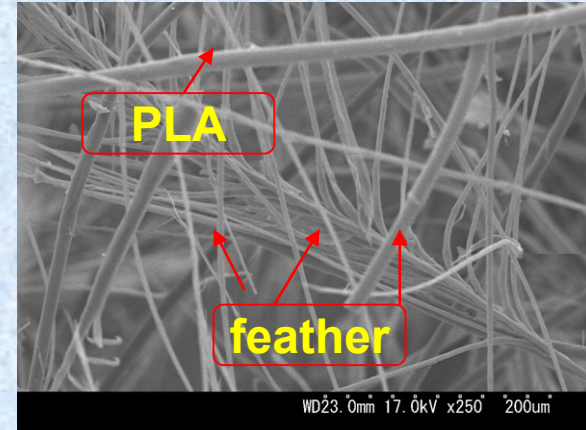
Mixture ratio(%) (pulp/PLA)	Weighing(g/m ²)
80:20	82
60:40	87
40:60	83
30:70	83
20:80	87

SEM observation of Mixed paper

羽毛

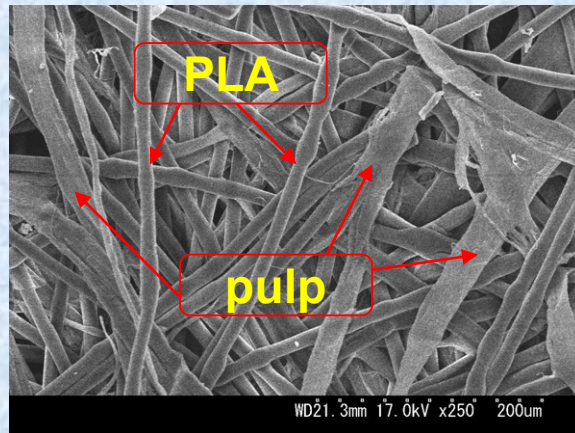


feather:PLA=40%:60%

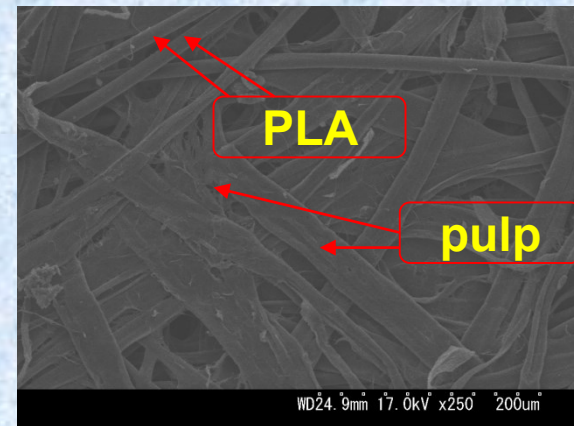


feather:PLA=80%:20%

パルプ



pulp:PLA=40%:60%



pulp:PLA=80%:20%

Compression Molding of Composites

成形品の厚み3mmになるよう積層枚数を算出

必要枚数を真空オーブンで乾燥

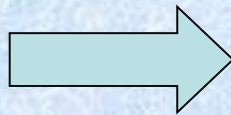
ホットプレス機で加熱圧縮成形

Molding temp.:190°C Molding time:3分

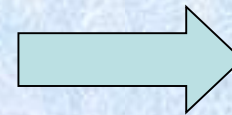
保圧状態で室温まで徐冷



Vacum drying



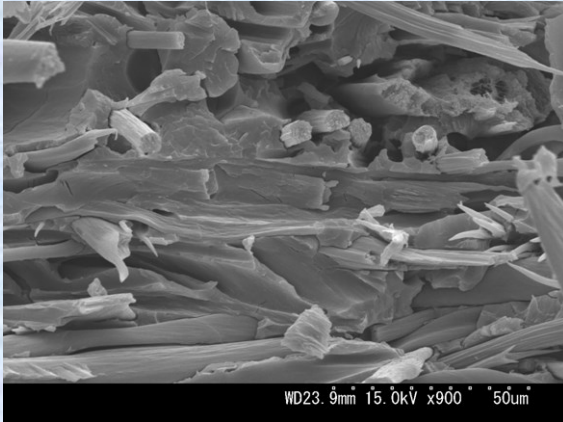
Press with heating



Molded composite

Aspect of cross section of composites

Feather

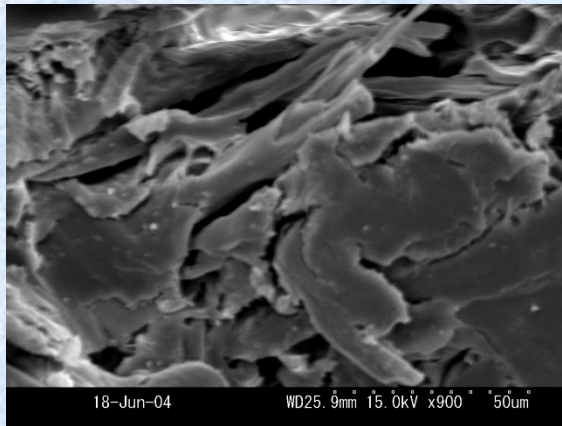


feather:PLA=40%:60%

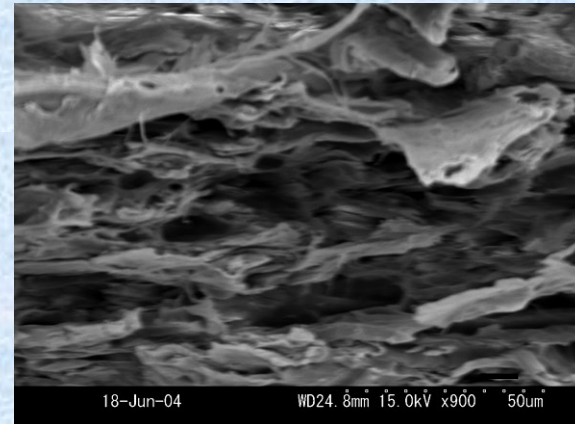


feather:PLA=80%:20%

Pulp



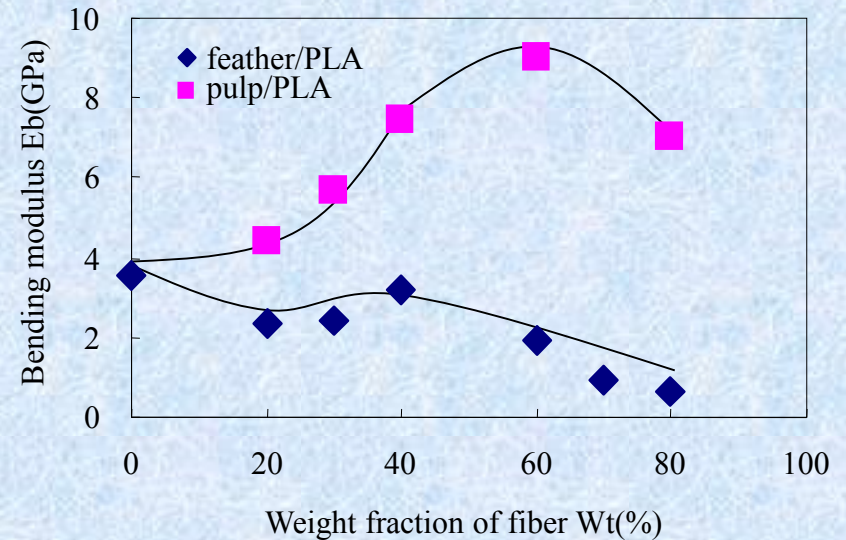
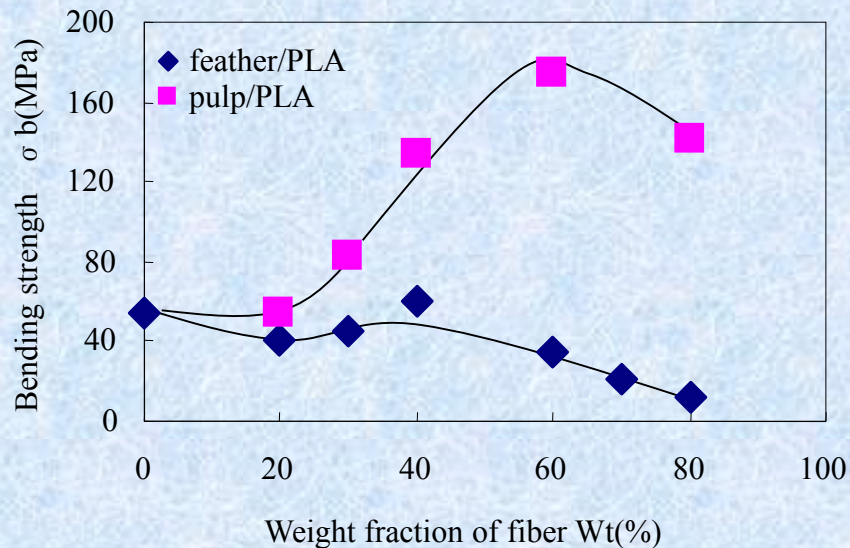
pulp:PLA=40%:60%



pulp:PLA=80%:20%

Bending properties of composite

JIS K 7055 Three point bending, Span:48mm, Cross head speed:5mm/min

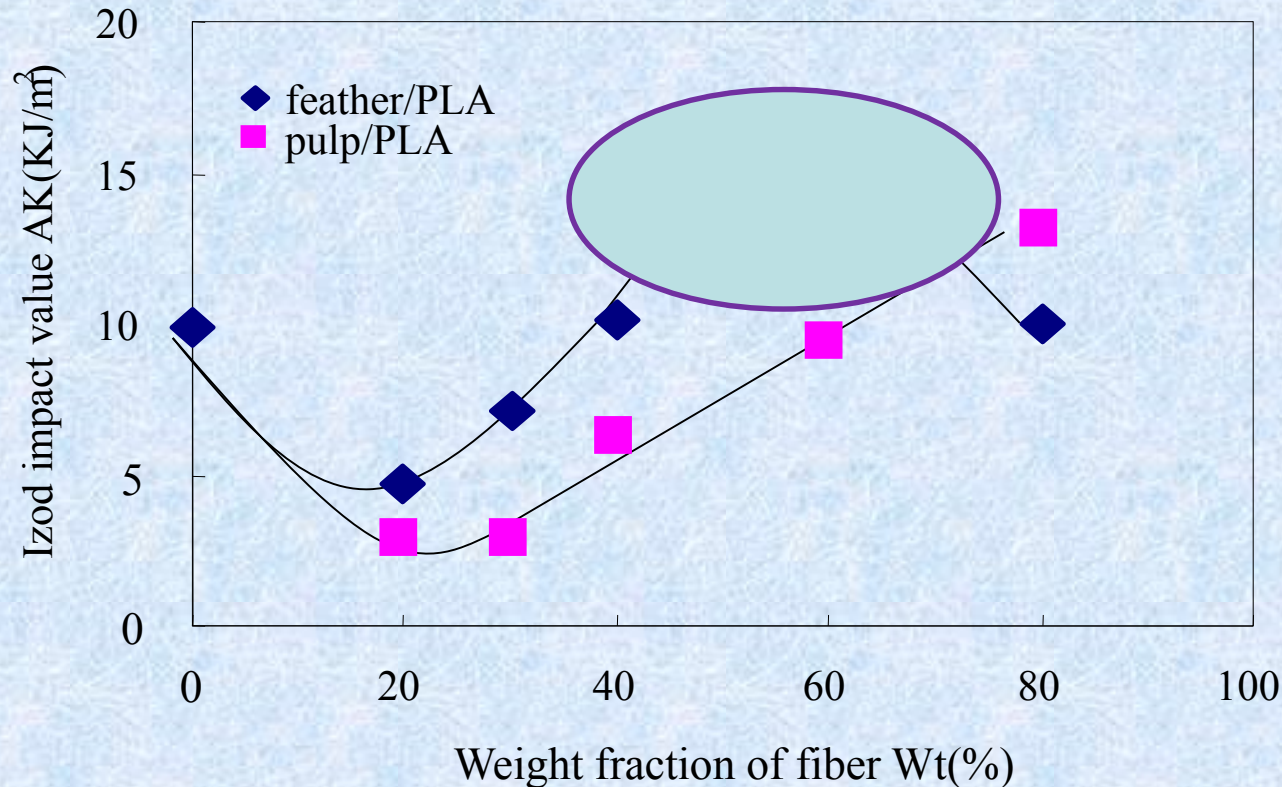


The bending strength and modulus decrease with increasing the weight fraction of feather for feather/PLA composite.

The other hand, the bending strength and modulus of pulp composite show the maximum value at Wt=60%

Izod impact value of composite

JIS K 7062 Izod Impact Test, Weight of Hammer:5.5J, Flatwise direction



The impact value for the composite is lower than that for PLA resin in the small range of weight fraction of fiber.

Especially the impact value for feather/PLA composite is fairly larger than that for pulp/PLA composite.

How to make use of the merits
of Feather and Pulp?



Hybrid!!

Feather/Pulp/PLA

Composition of Hybrid Paper

Mixture ratio(%) (feather/pulp/PLA)		Weighing(g/m ²)
80% →	60:20:20	82
	40:40:20	82
	20:60:20	94
60% →	40:20:40	84
	30:30:40	93
	20:40:40	95
40% →	30:10:60	71
	20:20:60	78
	10:30:60	83
20% →	15:5:80	91
	10:10:80	93
	5:15:80	88

Compression Molding of Hybrid Composites

成形品の厚み3mmになるよう積層枚数を算出

必要枚数を真空オーブンで乾燥

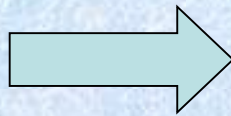
ホットプレス機で加熱圧縮成形

Molding temp.:190°C Molding time:3分

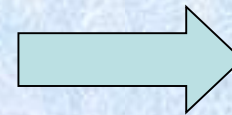
保圧状態で室温まで徐冷



Vacuum drying

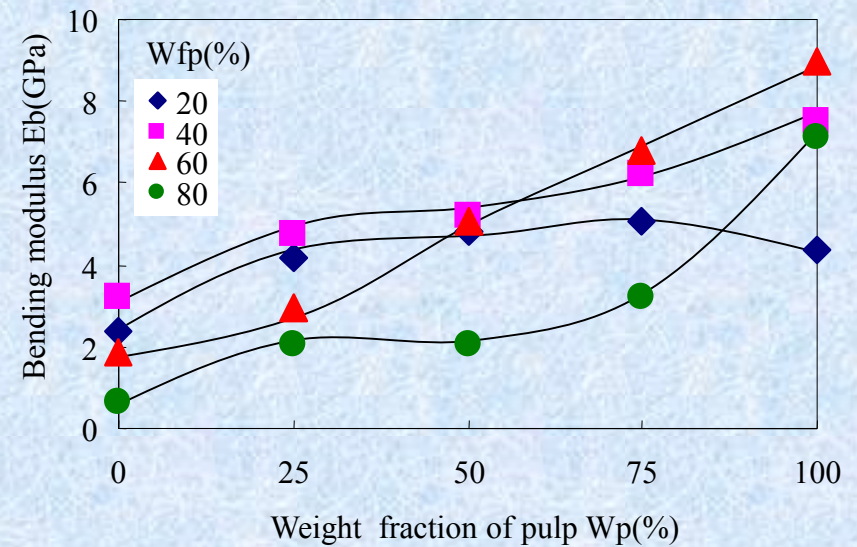
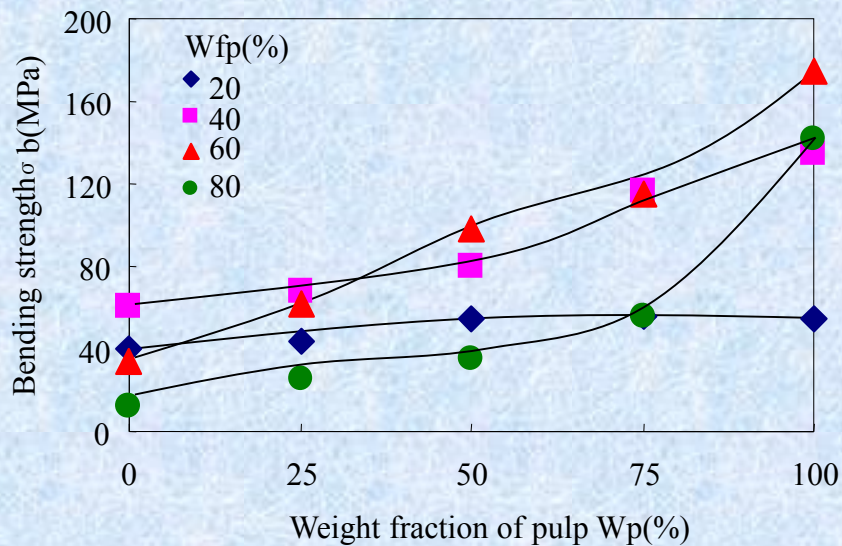


Press with heating

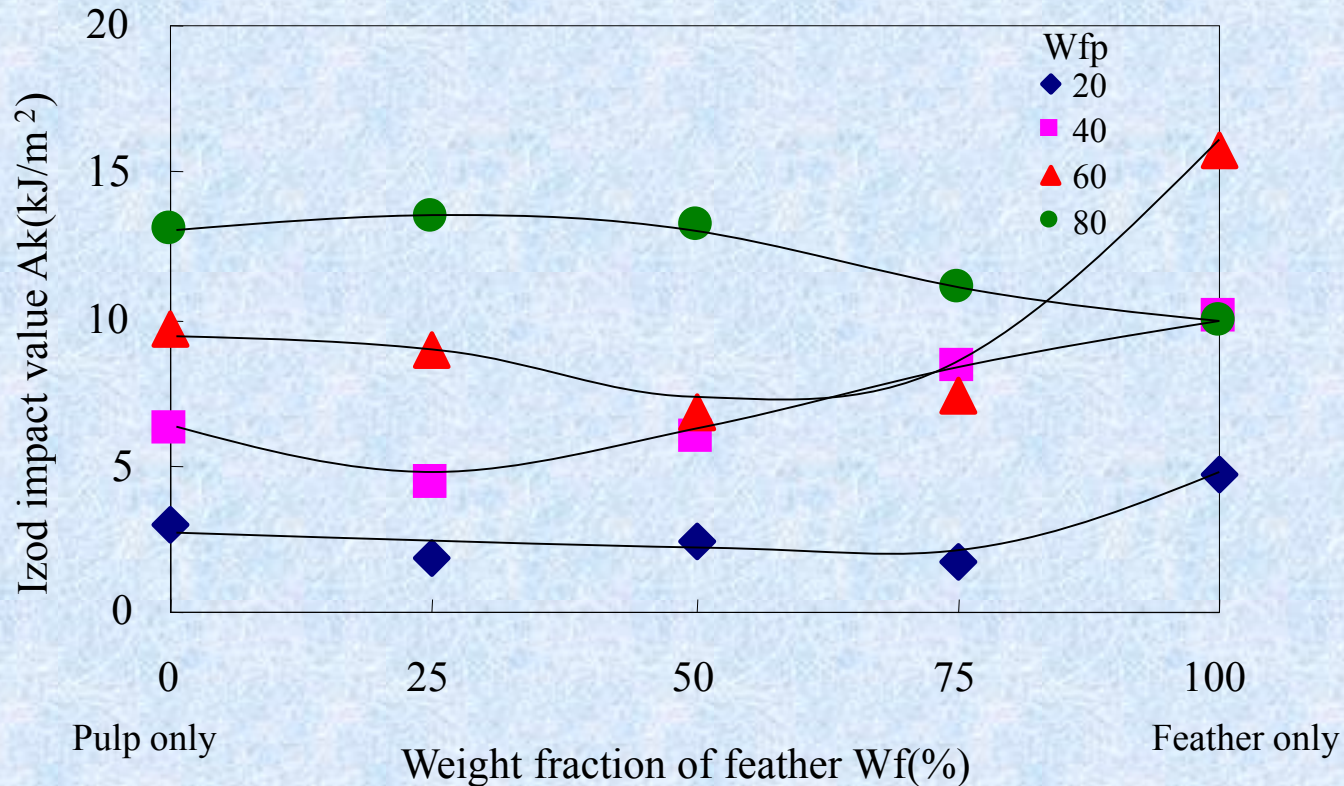


Molded composite

Bending properties of Hybrid composite



Izod impact value of Hybrid composite



Process of Absorption and Desorption Tests

Initial Condition
Temp. : 23°C
Humidity: 43%
16hours



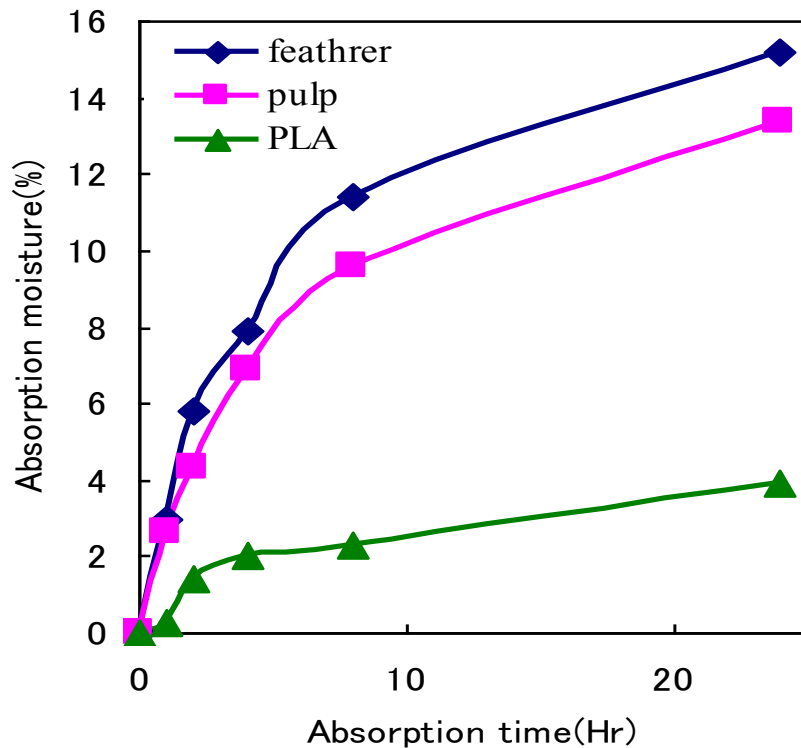
Absorption Test
Temp.: 23°C
Humidity:93%
24hours



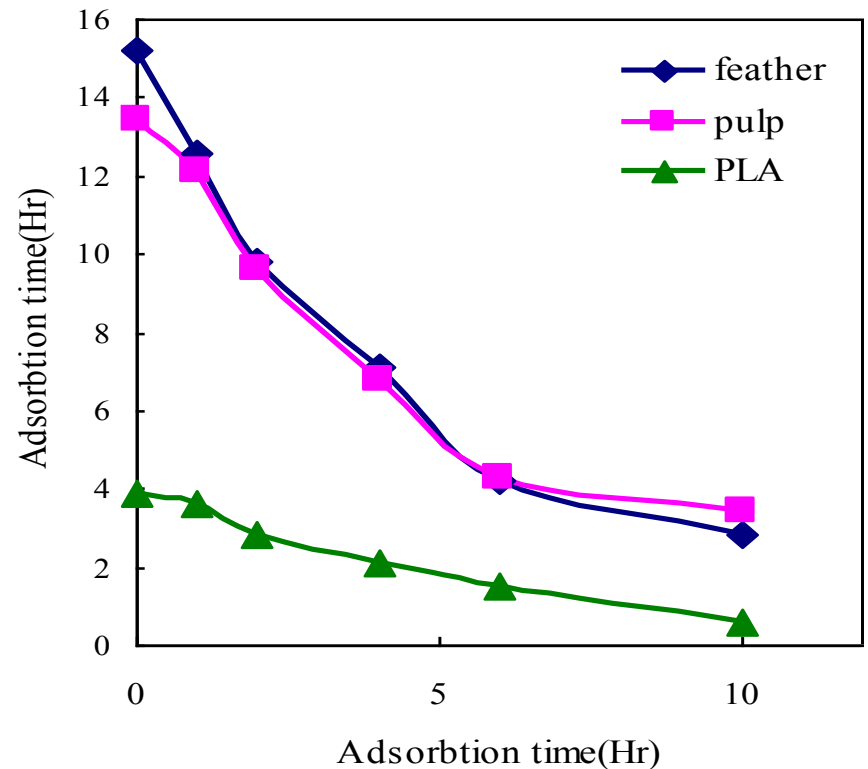
Desorption Test
Temp.: 23°C
Humidity:43%
10hours

Absorption and Desorption of **Fibers**

Absorption



Desorption



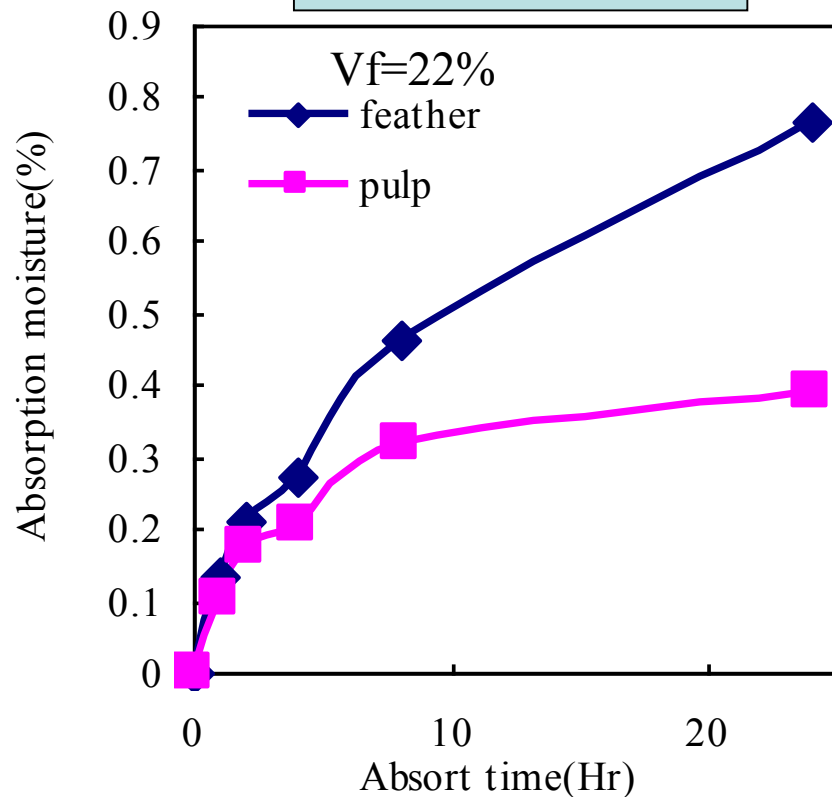
The absorbed moisture increase rapidly for feather in comparison with that of PLA. And the desorption value decreases rapidly for father.



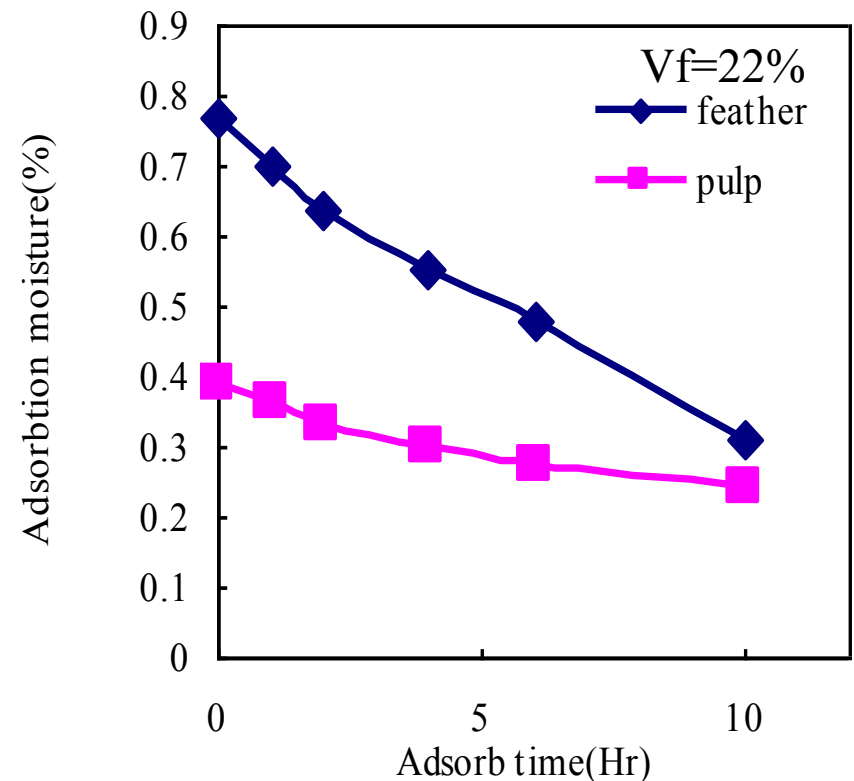
Feather has good advantage for absorption and desorption properties of moisture.

Absorption and Desorption of Composites

Absorption



Desorption



The moisture increases gradually as time proceeds. The moisture changes largely for the composite with larger content of feather.

In the desorption process, the moisture decreases gradually as time proceed. Especially, the larger decrease can be seen for the composite with larger content of feather.

Conclusion

The recyclability of waste feather as a reinforcement of biodegradable composite was discussed in this presentation. The feather reinforced composite was obtained by using the compression molding method in which the feather/PLA mixed paper was used for the base material.

It is concluded here that the waste feather is effective to improve the impact property and adjustment of moisture of PLA resin.

Thank you for your kind attention!

L ∞ PLUS



UPCYCLE SYSTEM

クラボウ
裁断くず再資源化
縫製連携で組成・色分別

クラボウは、縫製工程で発生する裁断くずを糸やテキスタイルなどに再資源化する取り組み「ループラス」を6月から始め、再資源化した裁断くずは、ファッション関連商

品向けに加え、紙やプラスチック製品の原材料として活用する。廃棄物削減と高付加価値商品創出を両立していく。

裁断くずは、商品ごと

により異なるものの、使用する生地量に対し10、20%程度発生するとわかっており、多くは廃棄処分されている。

ゼロエミッションに力を入れているクラボウは、活動の範囲を縫製工程まで広げるため裁断くずを再資源化し、服をはじめとしたフ



ファッションアイテムの原料や、紙製品、プラスチック製品向け補強材などに用いられることも多い。

技術確立に助けてきた、長年協力を続けてきた開業や皮匠のノウハウと高度な紡績、織造、染色、加工の技術を組み合わせることで実現した。

6月に再資源化した綿の販売を開始する。

クラボウ 再資源化プロジェクト開始 裁断くずを再び衣服に

クラボウは、縫製工程で発生する裁断くずを糸やテキスタイルなどに再資源化する取り組み「ループラス」を6月から始め

る。共同で取り組むパートナー企業も募集している。

同社はグループ各事業所から出る廃棄物の再資源化率を100%にする「ゼロエミッション」に従来から取り組んでおり、今回のループラスでゼロエミッションをテキスタイル生産から縫製工程にまで広げる考えだ。裁断くずは縫製時に使用する生地量のうち10、20%発生するが、かつては裁断くずは一般



的に廃棄されることが多い。ループラスでは集めた裁断くずを同じ組成や色に分け、開繊、反毛のノウハウと紡績加工の技術

を生かし、糸やテキスタイルに再資源化する。再資源化された糸、生地は独特のナチュラルな表情を持ち、環境に優しいサステイナブル（持続可能）な点も特徴だ。

京都工芸繊維大学の木村照夫名誉教授とも協力し、裁断くずを繊維品やプラスチック製品の原材料としても活用する方針。

25、26日に開かれる同社の展示会でも披露する。

“もったいない”から生まれた “もっといい”



みなさん、知っていますか。

服を作る時にはどうしても“裁断くず”が出てしまうことを。

そしてそれが捨てられているという事実を。

クラボウはこの“もったいない”事実と向き合い、
技術とアイデアで“裁断くず”から新しい価値あるモノを創造。

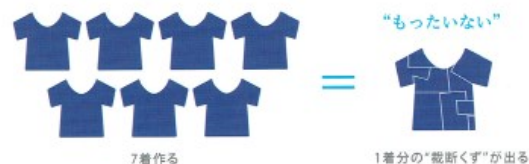
捨てられていたモノに光を当て、活用する――。

それが、無限に続く循環型社会の実現につながると信じて。

服を作る時の“もったいない”事実

服を作る時にどうしても“裁断くず”の発生率は約15%*。
つまり、服を7着作ると1着分に相当する“裁断くず”が出る計算。
再利用されない“裁断くず”は大量に廃棄処分されているのです。

*アイテム・デザインにより異なる



クラボウが生み出す“もっといい”

この“もったいない”事実に対して、クラボウは今まで培ってきた
間織・反毛技術をベースに、“もっといい”へとアップサイクル。



Looplusの特長

ユニーク

自然で豊かな
表情をもった素材です。
この表情は
唯一無二のものです。

ボーダレス

カットソーの“裁断くず”が
パンツやスカートへ、
さらに紙やプラスチックへと
生まれ変わります。

サステイナブル

資源を無駄なく
活用することで
幸せで豊かな暮らしを
次の世代につなげます。

クラボウ 繊維事業部 <http://www.kurabo.co.jp/cotton>

マーケティング課 〒541-8581 大阪市中央区久太郎町2-4-31 TEL:06-6266-5303 FAX:06-6266-5380

A1013 © 94





