



생분해성 소재

www.ssu.ac.kr



Toyota Floor Mat & Spare Tire Cover (Toray 공동 개발)

- (1) '03년 5월 Raum 스페어 타이어 커버에 바이오플라스틱 적용 → 폴리유산(PLA)과 일년초식물 케나프를 혼합하여 압축성형
- (2) '03년 PLA를 섬유상으로 한 플로어 매트 개발
→ 석유계 제품 대비 탄력성·내구성 부족해 옵션으로 장착
- (3) 석유계 플라스틱과의 가격차 해소 위해 생산공정 재검토 및 PLA 외부 조달 고려
→ '04년 PLA 생산 실증 플랜트를 히로세 공장 내에 완성



“エコディア”（ポリ乳酸）の市場展開



東レは、植物系素材プラスチックであるポリ乳酸(PLA)を、地球環境配慮型の先端材料と位置付け、統合ブランドの“エコディア”を冠し、繊維、プラスチック製品の市場展開を推進。ノートパソコンの大型プラスチック筐体にも、世界で初めて採用(富士通(株)「FMV-BIBLO」向け)。

“Ecodear。エコディア”
植物から生まれたポリ乳酸繊維・樹脂・フィルム

当社のポリ乳酸関連製品の統合ブランド“Ecodear”を、
繊維・樹脂・フィルムで一体化した市場展開



繊維製品

フィラメント、ステープル・ファイバー、BCF、スパンボンドなど、多様な成型が可能。長年培った「紡糸技術」や「特殊染色手法」「高機能ファブリケーション技術」などの高次加工技術をポリ乳酸繊維に活用し、産業資材、衣料用途、寝装資材、カーペットなどへ展開

フィルム製品

フィルム微細構造技術を駆使した「柔軟性ポリ乳酸フィルム」を、ラップフィルムをはじめとした包装材料や工業材料に展開

樹脂製品

ナノレベルの微分散技術を使った「ポリ乳酸ナノアロイ」を、電機・電子機器や自動車部品など高性能プラスチック分野へ展開

“Ecodear”採用例



トヨタ自動車(株)「ラウム」
向け フロアカーペット



トヨタ自動車(株)「ラウム」
向け スペアタイヤカバー



家庭用ラグ



富士通(株)「FMV-BIBLO」
向けノートパソコン用筐体



ポリ乳酸(バイオプラスチック)



様々な成形製品



2001年10月東京モーターショー出展



スペアタイヤカバー



フロアーカーペット

2003年5月ラウム搭載

Bio Materials

Eco Plastic
TOYOTA

1. 배경

- 화석자원의 대량 소비
- CO2 배출 증가
- CO2 배출형 사회에서 순환형 사회로
- 재생가능 자원으로 식물재료 주목
- 식물유래 수지 : PLA (폴리유산)
- 식물 섬유 : Kenaf



2. 목적

식물유래 자원으로부터 가능한 자동차부품의 개발

3. 검토내용

- PLA의 약점인 내열성, 내충격성 향상
- 경량화
- CO2 저감효과 확인



**Bio
Materials**

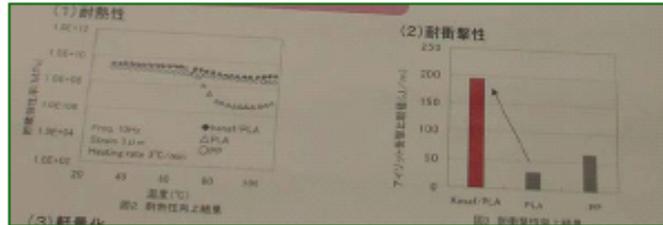
**Eco Plastic
TOYOTA**

4. 결과

- Kenaf 복합 효과로부터 내열성, 내충격성 향상
- 경량화 효과 ▲ 49%
- CO2 저감 효과 ▲ 54%

(1) 내열성

(2) 내충격성



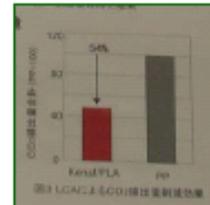
(3) 경량화

		Kenaf /PLA	PLA	PP
비중		0.7	1.27	0.95
굴곡탄성률 (RT)	Mpa	2900	3300	1000
경량화 효과	等剛性	▲ 49%	-	Base

PLA와 PP의 기계적물성 비교

	단위	PLA	PP
인장강도 (RT)	MPa	119	25
인장탄성률 (RT)	Mpa	3300	1000
내열성 (DTUL)	°C	54	85
IZOD 충격 (RT)	J/m	30	65
비중		1.27	0.95

(4) 환경





Bio Materials

Seat Fabric Made from Polylactic Acid Toyota Boshoku

- Made with "Polylactic acid" extracted from plant saccharides, this is a completely vegetable-based seat fabric made especially for use in automobile.
- Production procedure of seat fabric made from PLA





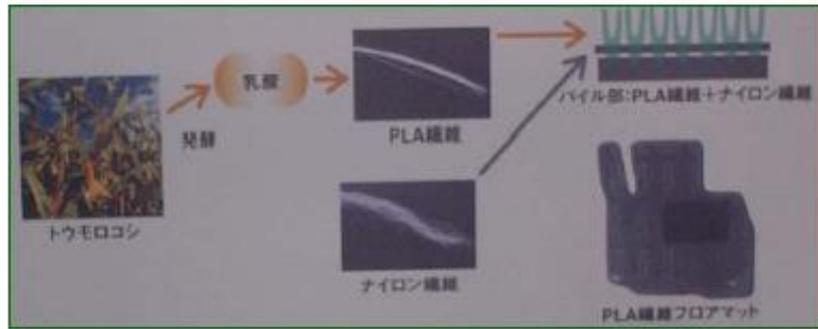
(1) PLA와 석유계 플라스틱 나일론을 조합한
플로어 매트를 Toray와 공동개발
→ '07년1월 출시한 i의 특별사양차에 적용

(1) '07년가을 바이오플라스틱 소재 PolyButylene
Succinate(PBS)와 대나무 섬유를 조합하여
제작한 하드보드를 i MiEV에 적용
→ 목재 하드 보드 대비 VOC 발생량 85% 저감



Bio Materials **PLA (폴리유산) 섬유 floor mat**
Mitsubishi Motors Co.

- 식물유래 수지인 PLA(폴리유산) 섬유로 나일론 섬유를 조합
 - 충분한 내구성을 보유한 floor mat를 Toray주식회사와 공동으로 개발
 - PLA는 사탕수수과 옥수수 등으로부터 발효화학에 따라 제조된 유산을 원료로
 - 식물유래수지로 원리적으로 대기중의 CO2량을 증가시키지 않는 재료로
- PLA 섬유 floor mat는 2007년 1월에 발매한 경량차 특별봉사 차에 적용

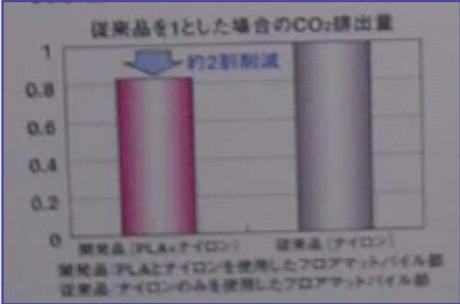




Bio Materials **PLA (폴리유산) 섬유 floor mat**
Mitsubishi Motors Co.

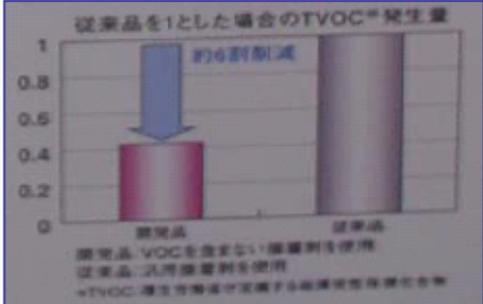
• CO2 배출량 저감

- PLA 섬유 floor mat의 file부에는 종래품 (나일론섬유)와 비교해 원료에서부터 발효까지의 lifecycle 전체의 CO2 배출량을 약 2배 절감했다



• VOC (휘발성유기화합물) 발생량의 저감

- PLA 섬유 floor mat에는 제조기술의 개량으로 VOC를 포함한 접착제에 표면층과 표피층을 접합하는 것이 가능하고, 종래품과 비교하여 TVOC 발생량을 약 8배 저감 했다.



• 우수한 내구성

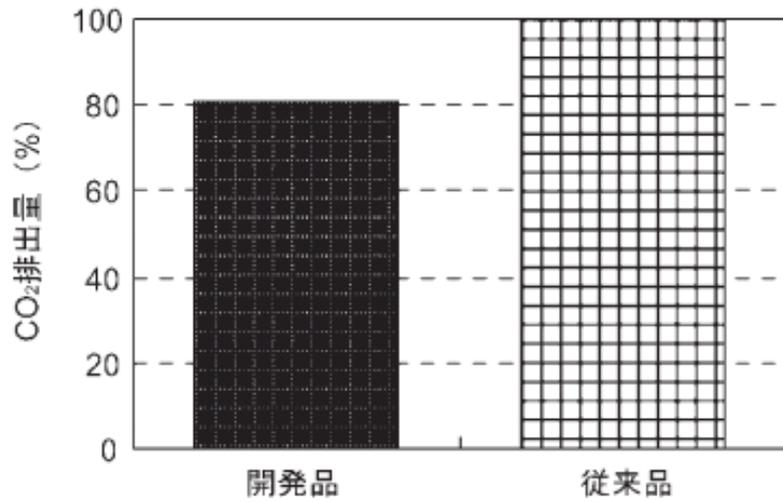
- PLA 섬유의 개질로 나일론 섬유와 조합되어 최적화
- 내충격성과 내へたり성, 내광성 및 내가수성 향상
- 적용 차량 : [i (아이) 1 st Anniversary Edition]



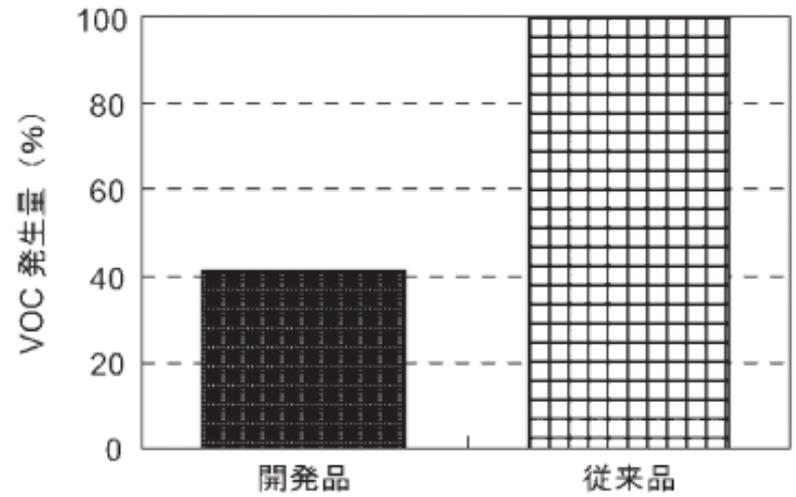
PLA fiber floor mat used to i 1st anniversary edition



PLA 플로어 매트 의 환경기능성



LCA of floor mats



VOC emissions from floor mats



플로어 매트 신제품의 기계적 특성

평가항목	신개발품	현행제품
인장 강도 (N/25mm)	세로 562, 가로 486	세로 284, 가로 252
인열 강도 (N/25mm)	세로 114, 가로 108	세로 131, 가로 113
파일 인발 강도 (N)	21.6	24.6
가열 수축성 (%)	0.2	0
내마모성	합격	합격
촉진내광성	합격	합격
내열노화성	합격	합격
내한성	합격	합격
냄새	합격	합격
습열노화성	합격	합격
연소성	합격	합격



도어트림 표피재



②クォーターアッパートリム
(PLA射出成形材)



플로어 매트



④ピラーガーニッシュ
(PIA繊維植毛)

2007 프랑크푸르트 모터쇼 전시품



전시회 PLA 제품의 특성 및 문제점

부품	도어 트림 표피	코타 어퍼 트림	플로어매트	필라 가니쉬
재질	개질 PLA 섬유	개질 PLA 사출성형재	개질 PLA 부직포	개질 PLA 섬유 식모
특성	내가수분해성 내광성	내가수분해성 내열성 내충격성	내가수분해성 내마모성	내가수분해성 내마모성 안락감
문제점	내구성 코스트	2내구성 성형성 신율 코스트	내구성 성형성 코스트	내구성 코스트



내열성 120도·석유계 수지 범퍼와 동일한 내충격성 실현

- (1) '06년5월 업계 최초 바이오플라스틱 사출성형 가능 기술 발표,
옥수수 제조 PLA를 88% 포함하는 자동차 내장 하부재 공개
→ '08년 출시 Premacy Hydrogen RE Hybrid에 한정 적용
(히로시마 현립 종합기술 연구소 공동 연구)
- (2) '07년9월 PLA 100%의 바이오패브릭 발표,
바이오패브릭의 실용화 연구에서 Honda 추월
(데이진-교토 공예 대학 공동 연구)



Bio Materials

Bio-based Materials Mazda

• Mazda에서는 장래 자원순환형 사회의 구축을 향해, 식물자원에서부터의 carbon neutral 한 바이오 플라스틱을 히로시마현의 산학관을 연계하고, 자동차부품의 적용 가능한 재료를 개발하고 있다. 프레마시 하이드로젠 RE/하이브리드의 내장부품에 적용을 목표로 하고있다.

- 자동차부품에의 적용범위를 넓히고 내충격성을 향상시키는 재료 개발

: 사출성형법으로 성형 가공이 가능한 외관품질이 우수한 바이오플라스틱을 개량하고, 내열성을 유지하는 동시에 충격강도를 약 3배 높였다.

(내충격성 개량제, 수용화제 배합, 성형조건 최적화)

- 충돌시 승객의 2차 충격을 예측하고 승객보호 기능 추구

: 내충격성을 크게 향상시키고, 이것으로부터 충돌시 승객의 2차충격을 예측한 에너지 흡수능력의 향상과 파괴에 대한 승객 부상을 방지하고 설계가 가능하다. 이후 승객보호 기능을 추구하고 내장부품의 개발도 검토하고 있다.

- 지역의 신산업, 신사업 창출로 지역 경제를 활성화하고, 경제산업성과 지역신생 컨소시엄연구개발사업으로 히로시마현 내의 산학관과 공동개발한 재료이다.

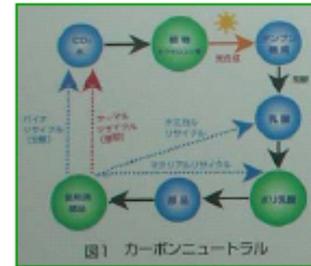




表 3 自動車部品の最高温度測定値
(夏期昼間, 静止状態)

測定部分	温度 (°C)
クラッシュパッド表面	90
サンバイザー表面	76
フロントシート表面	72
車内空気	65
リアシート上部表面	80
インパネ表面	69
天井表面	60
ドアインナー表面	57

PP: 120 度 HDT, 8 -10 kJ/m²

PLA: 50 度 HDT, 3 kJ/m²

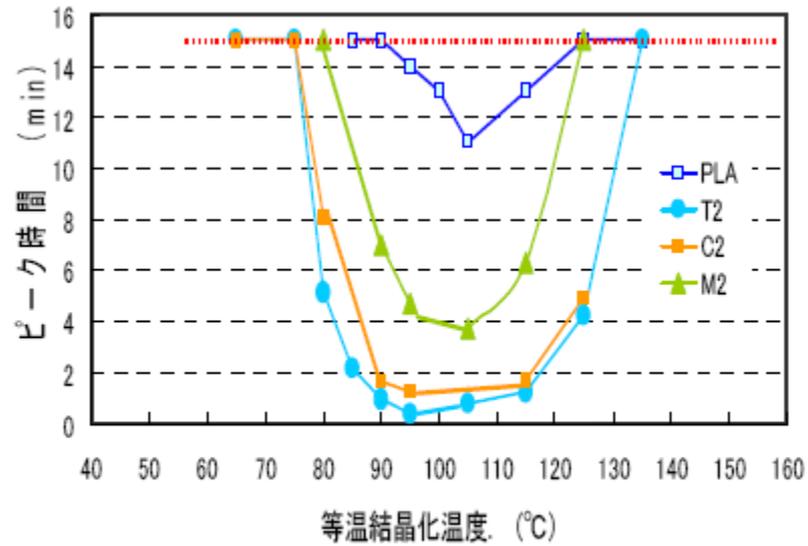


図1 結晶核剤と結晶化温度の関係

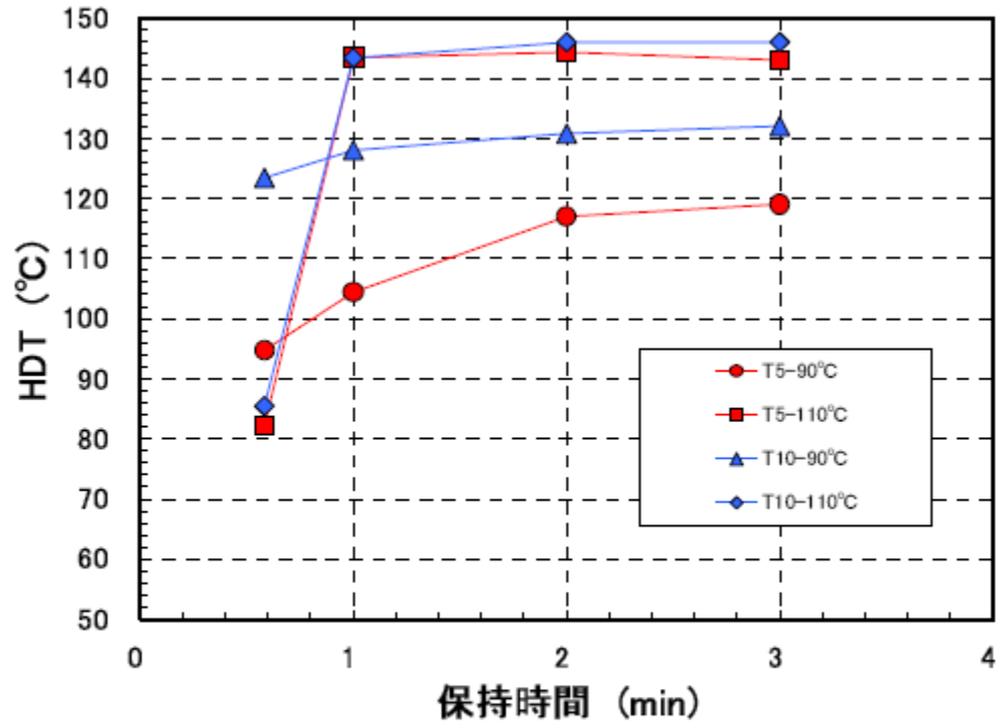


図2 結晶核剤と保持時間が荷重たわみ温度 (HDT) に与える影響

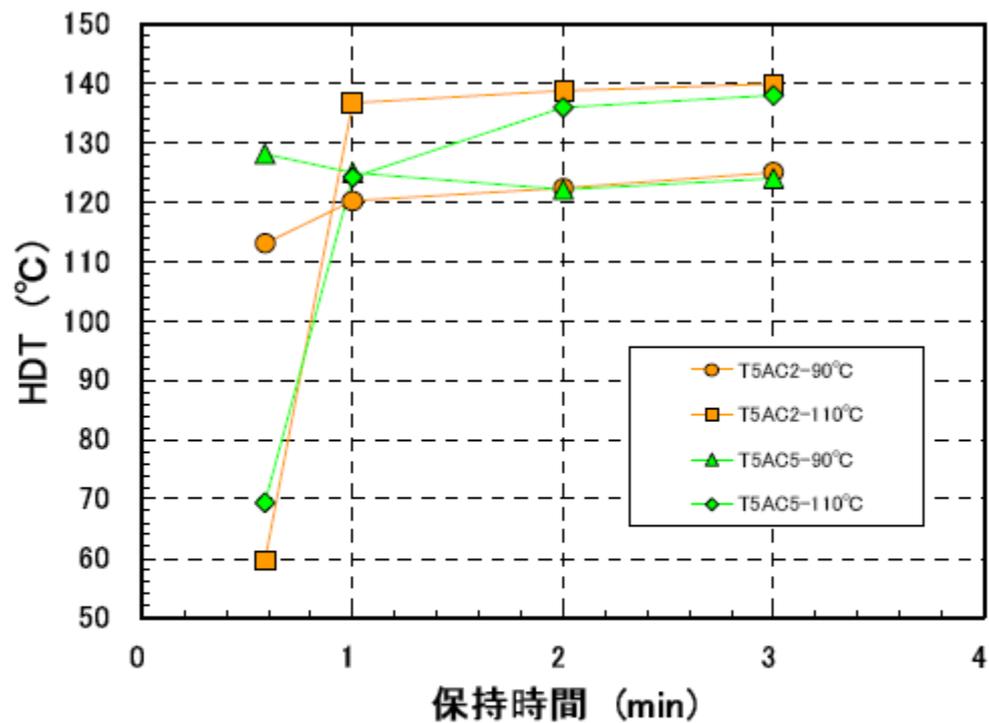


図3 結晶化促進剤と結晶核剤と保持時間が荷重たわみ温度 (HDT) に与える影響

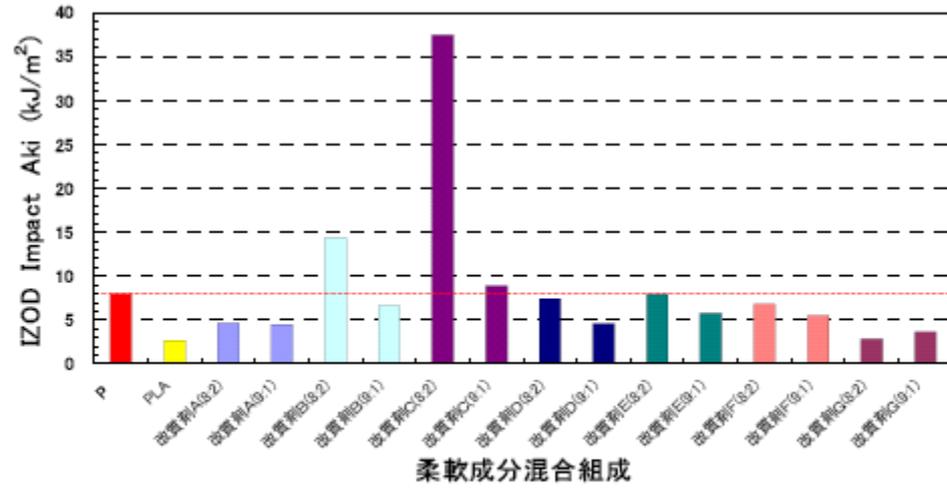
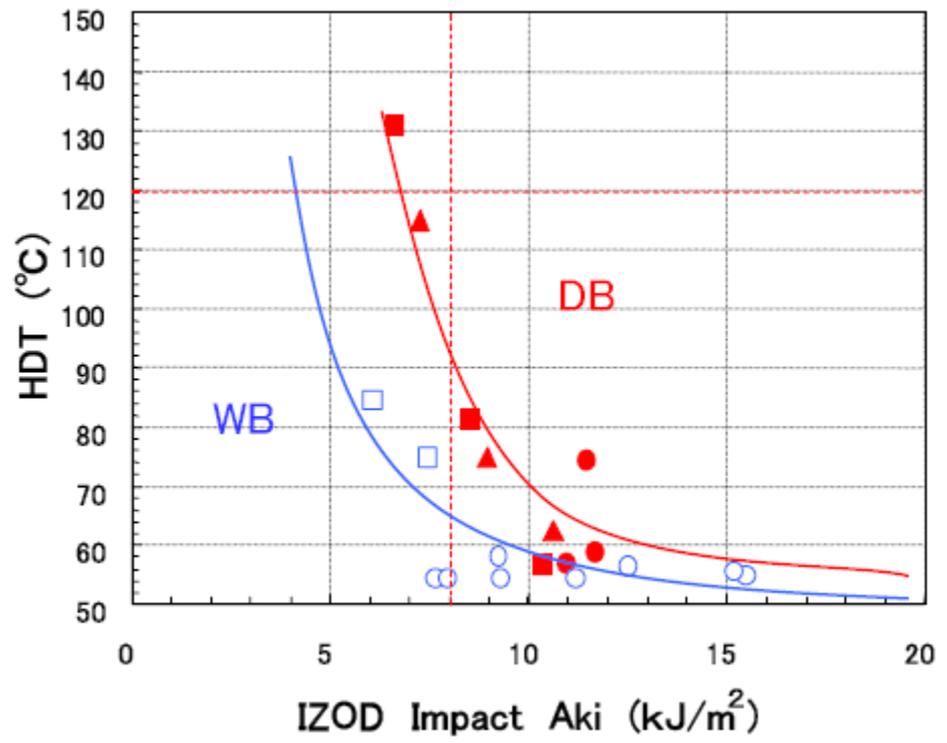


図4 耐衝撃性向上用改質剤の比較



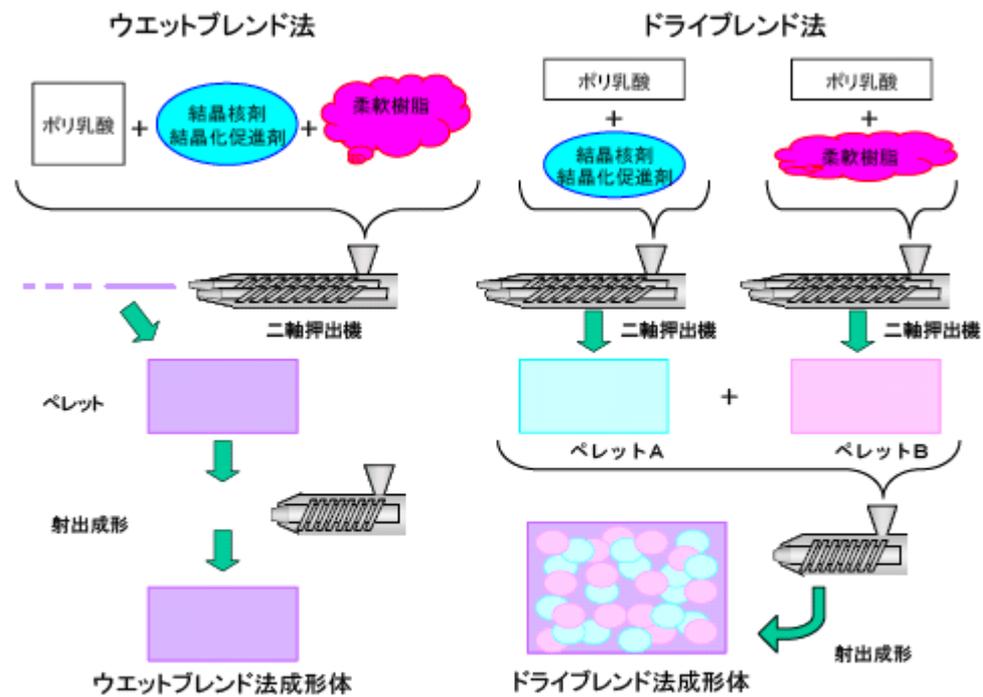


図6 成形体の構造に及ぼすブレンド法の影響



TEIJIN(<http://www.teijin.co.jp>)은 「TEIJIN 기술 포럼」에서 내열성을 높인 폴리유산(PLA)을 개발한 것을 보고하였다. 이 PLA는 교토공예섬유 대학과 공동으로 개발한 것으로, 광학 이성체인 L체와 D체를 결정화시킨 점이 최대의 특징이다. L체만으로 되는 일반적인 PLA에 대해서 융점이 약 50℃ 높다. TEIJIN에 의하면, 이미지로서는 L체와 D체의 형태의 차이가 퍼즐의 피스와 같이 서로 잘 빠지는 것으로 L체 단독의 경우보다 결정이 조밀하게 되어, 융점이 오른다.

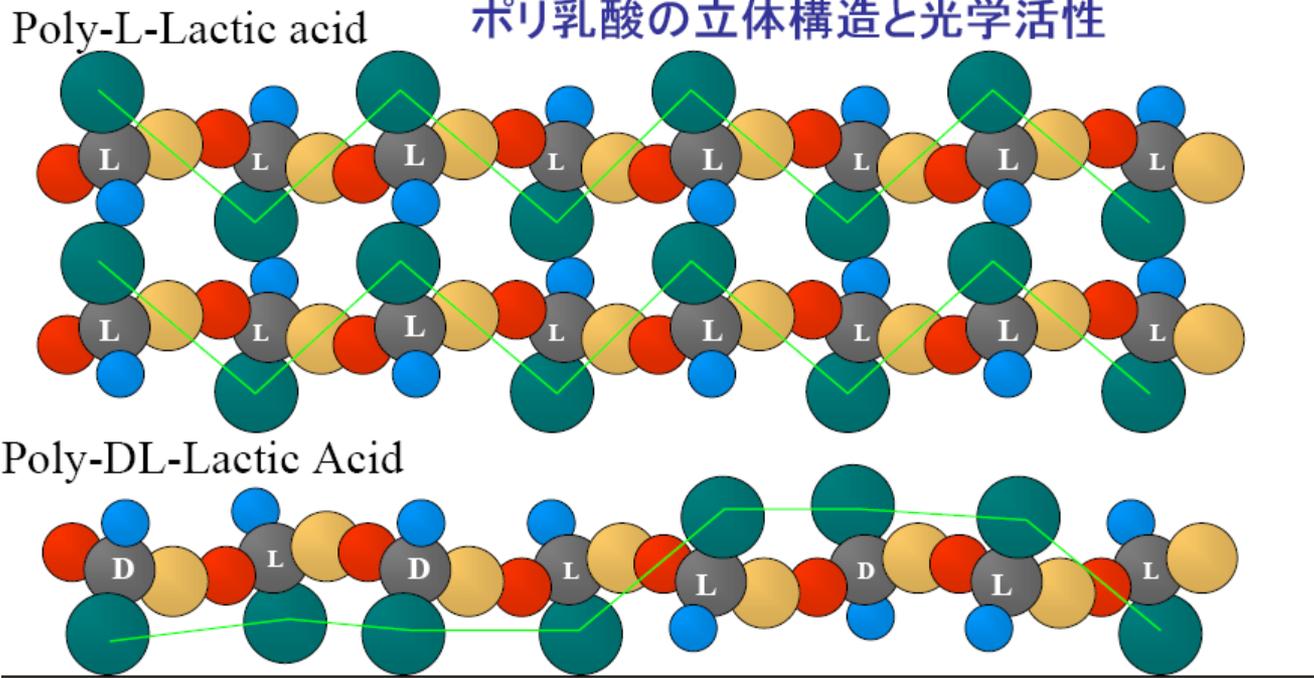
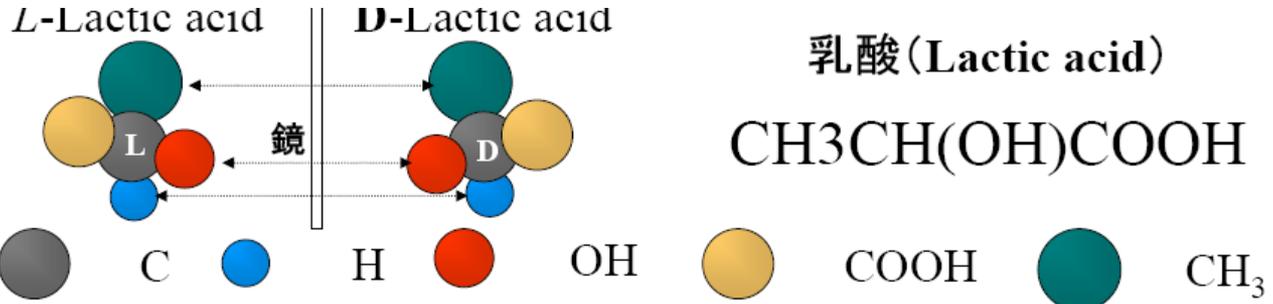
과제가 된 것은 그러한 L체와 D체의 결정을 얼마나 한결같이 만들 수 있는가 하는 점이다. 종래는 그것이 어려웠지만, TEIJIN은 어떤 공리로 그것을 가능하게 했다고 하고 있다. 다만, 상세한 것에 대해서는 밝힐 수 없다고 한다.

TEIJIN은 이 PLA를 「스테레오 PLA」라고 부른다. 스테레오 PLA는 내열성이 높은 것에 더해 성형 시간이 종래보다 짧아서 끝난다는 이점도 있다. 일반적인 PLA에서는 3~5분 걸리는 성형이 30초 정도로 가능하다. 성형 시간이 짧은 것은 결정화의 스피드가 빠르기 때문이다. TEIJIN은 「L체와 D체의 배열 패턴이 정해져 있기 위해, 결정화가 진행되기 쉬운 것이 아닌가」라고 배열선택상에 의해서, 자동차 부품에서의 PLA의 적용이 퍼질 가능성이 나왔다. TEIJIN에 의하면, 자동차의 플로어 아래에 배치하는 언더 패널, 대시보드의 뒤편, 도어드럼 등에서의 적용을 상정할 수 있다. 도어드럼에 대해서는 내충격성을 향상시키기 위해서 석유계의 수지를 브랜드 한 것(다만, 메인은 스테레오 PLA)이 후보가 되지만, 언더 패널은 스테레오 PLA 단체에서도 통용되는 것은 아닐까 하고 있다.

TEIJIN은 2007년 중에 스테레오 PLA의 사업화가 가능할지를 판별해 빠르면 2008년에 사업을 시작하려고 한다.



스테레오 콤플렉스 구조 PLA



내열성 향상 섬유 (스테레오 콤플렉스 PLA) 기술 분석



연신 및 열처리 조건

Sample	T_D (°C) ^a	T_A (°C) ^b	T_g (°C) ^c	T_c (°C)/ ΔH_c (J/g) ^d	$T_{m,H}$ (°C)/ $\Delta H_{m,H}$ (J/g) ^e	$T_{m,S}$ (°C)/ $\Delta H_{m,S}$ (J/g) ^f
As-spun	—	—	62	96/18.1	170/15.1	220/20.2
PLA-60	60	—	62	90/17.7	170/12.9	218/24.1
PLA-70	70	—	62	83/5.4	169/11.1	217/15.0
PLA-80	80	—	62	85/10.3	168/16.3	218/26.3
PLA-90	90	—	75	84/1.2	167/20.0	217/30.4
PLA-100	100	—	74	80/7.5	167/18.4	217/28.5
PLA-110	110	—	62	94/12.5	167/13.8	217/19.9
PLA-120	120	—	60	103/20.1	167/14.8	218/18.1
PLA-60-170	60	170	60	—	170/5.0	219/50.2
PLA-60-180	60	180	61	—	170/2.4	219/46.1
PLA-60-190	60	190	60	—	170/1.4	221/55.4
PLA-60-200	60	200	60	—	—	219/57.6
PLA-90-170	90	170	61	—	165/8.5	220/40.6
PLA-90-180	90	180	60	—	165/5.3	220/36.1
PLA-90-190	90	190	60	—	—	220/60.9
PLA-90-200	90	200	62	—	—	220/48.3
PLA-120-170	120	170	61	99/0.5	170/4.5	218/35.9
PLA-120-180	120	180	61	—	165/4.7	218/38.5
PLA-120-190	120	190	60	—	—	218/53.0
PLA-120-200	120	200	61	—	—	218/44.2

^a Drawing temperature.

^b Annealing temperature.

^c Glass transition temperature at which half of the increase of heat capacity.

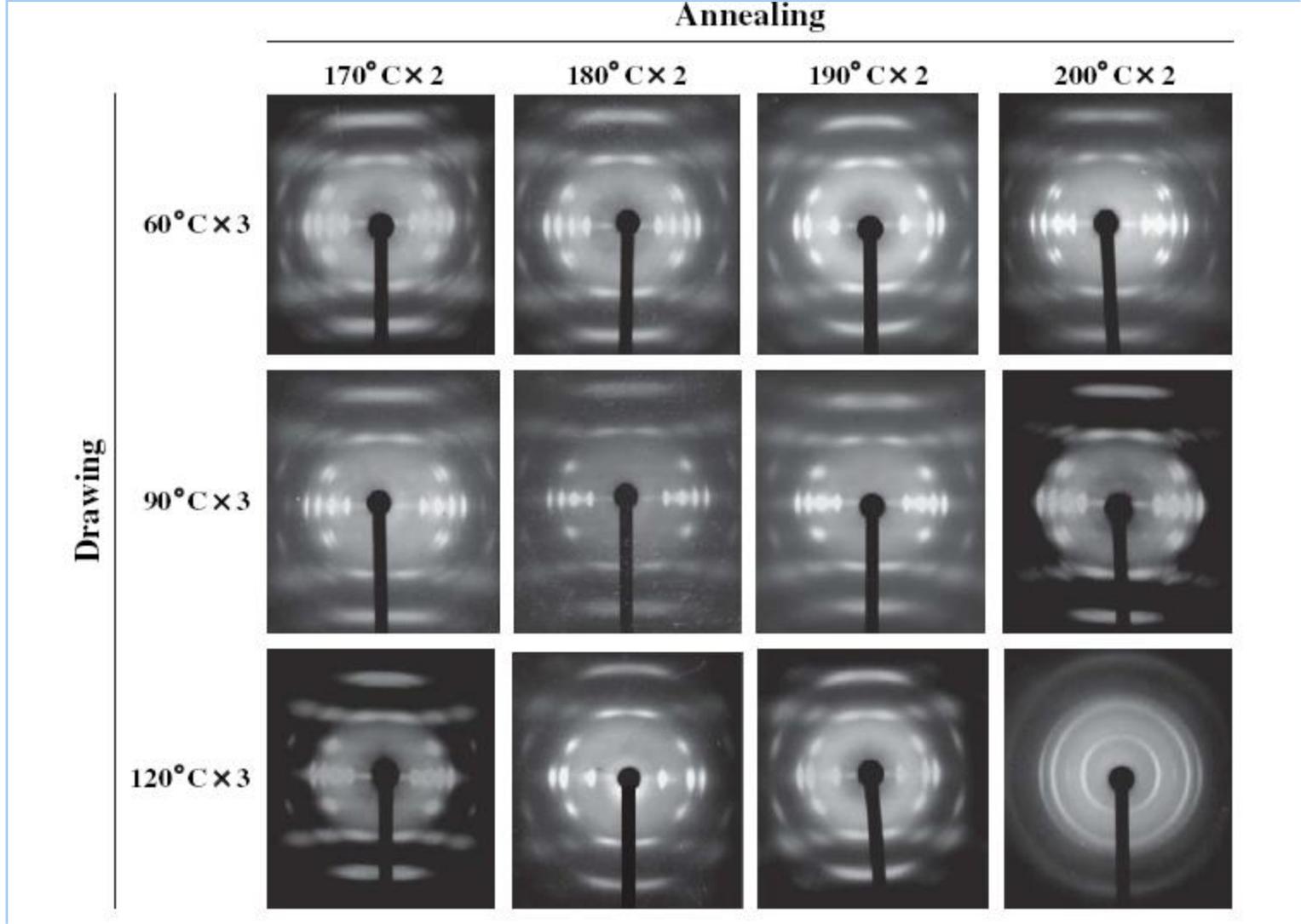
^d Crystallization temperature and exotherm.

^e Melting temperature and endotherm of homo crystal.

^f Melting temperature and endotherm of stereocomplex crystal.

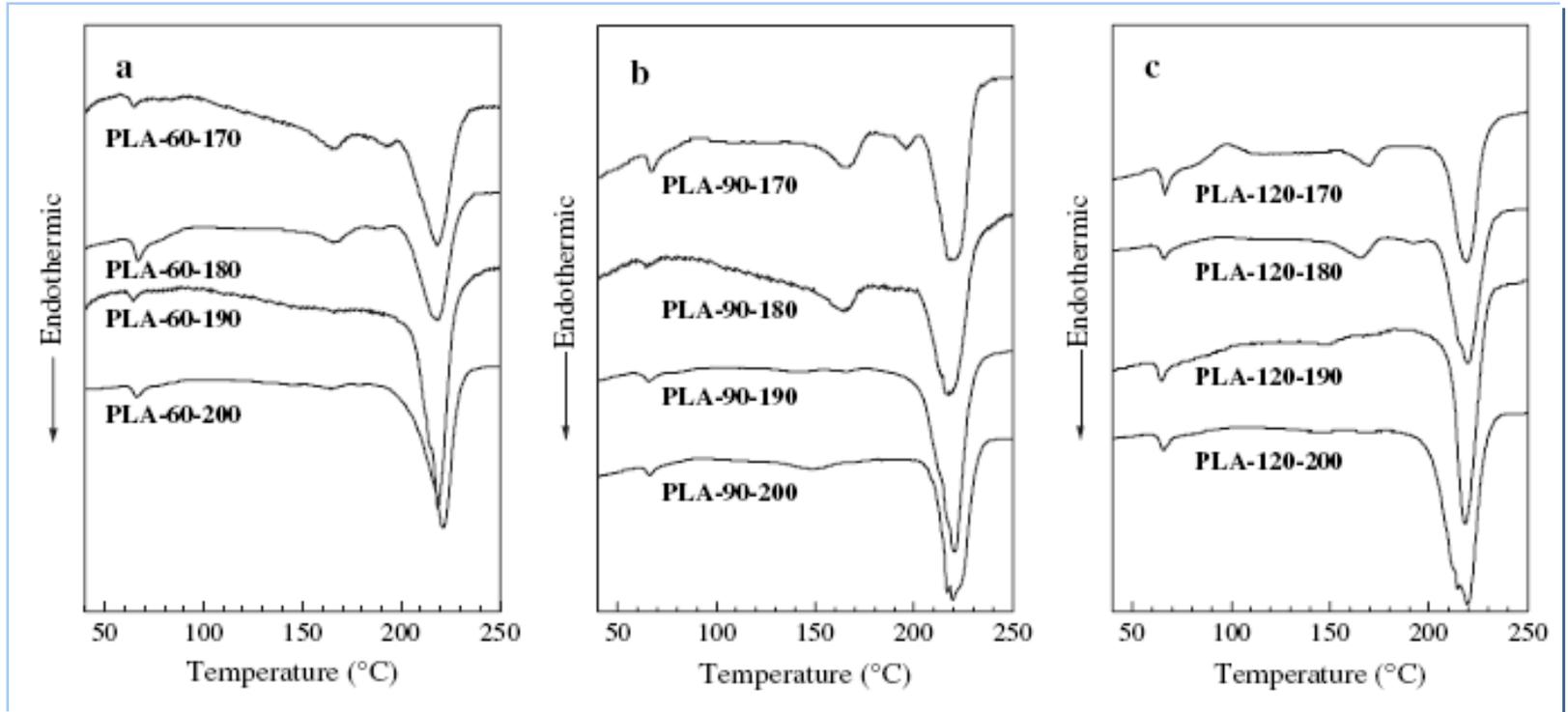


열처리 & 연신 Vs. 섬유 구조 (WAXD)



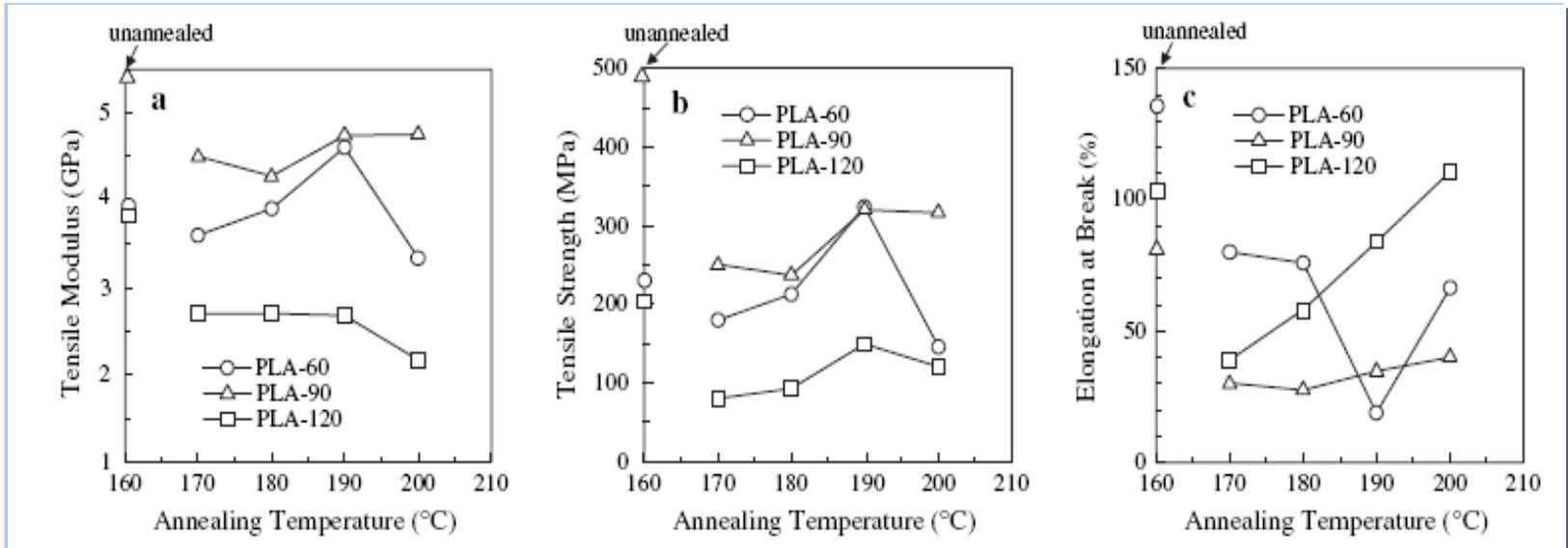


열처리 & 연신 Vs. 섬유 구조 (DSC)





열처리 & 연신 Vs. 기계적 특성





Thank You !