

プラスチック加工技術の最新動向 (K2013から)

秋元技術士事務所

秋元英郎

技術士(化学部門)、博士(工学)



秋元技術士事務所

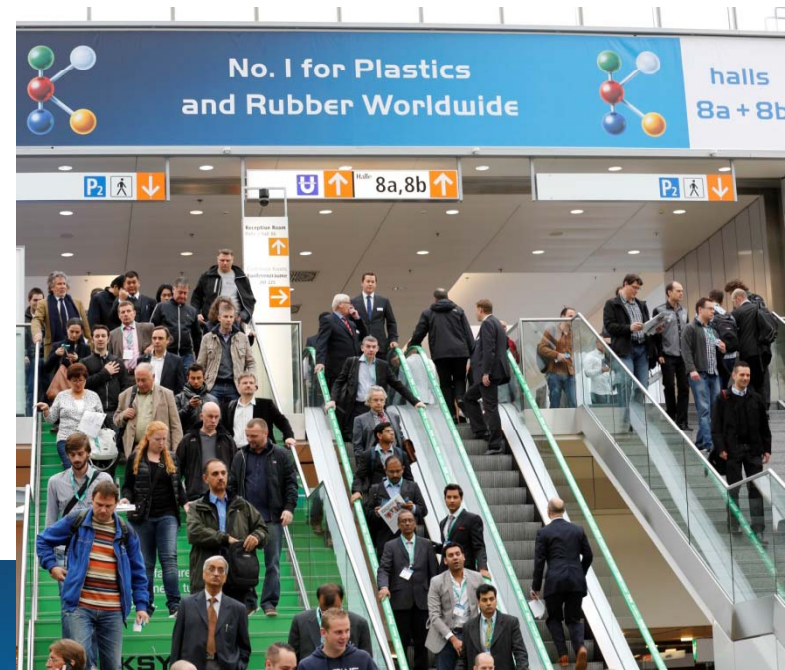
内容

- K2013とは
- 射出成形機の動向
- 材料メーカーの動向
- 長繊維強化複合成形技術
- 微細射出発泡成形
- ヒート&クール成形
- Additive Manufacturing (3Dプリンター)
- おわりに

K2013とは

- 世界最大のプラスチック・ショー
- 開催地：デュッセルドルフ(ドイツ)
- 開催周期：3年に1度
- 規模：出展 約3,000社、
参加者 約220,000人
- 展示内容：材料、成形機械、周辺機器

会場風景



射出成形機メーカーの動向

- ARBURG
- Wittmann Battenfeld
- ENGEL
- KraussMaffei
- Sumitomo SHI Demag
- Moldmasters (後付け用射出ユニット)

ARBURG

- ハイエンド電動機のラインナップ完成
- 射出成形機を用いた3Dプリンター
- ガラス繊維をロービングから直接導入
- オーガニックシートのインサート
- キューブモールド
- PBTとシリコーンの二色成形
- インライン印刷
- ホットメルトモールドディンク

ARBURG 3Dプリンター



射出ユニットから
ドットで射出
ペレット使用可

ガラス長繊維



ガラス長繊維ロービングから直接導入
＋オーガニックシートインサート
射出シリンダーの途中でロービングからガラス繊維を
導入することで、普通のPPを使用している。
ガラス長繊維強化熱可塑性樹脂シート
(オーガニックシート)を予備加熱してインサートし、
ガラス強化PPをオーバーモールドしてリブ構造を
付与する。
成形機はサーボモーターを使用した油圧ポンプを
装備しており省エネルギーを高めた。
成形品は自動車のペダルレバー。



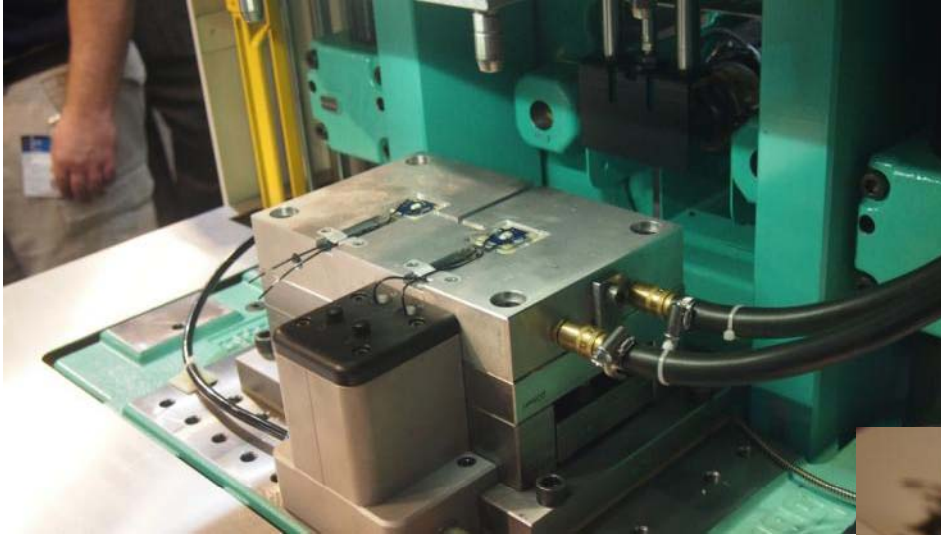
CUBE mold



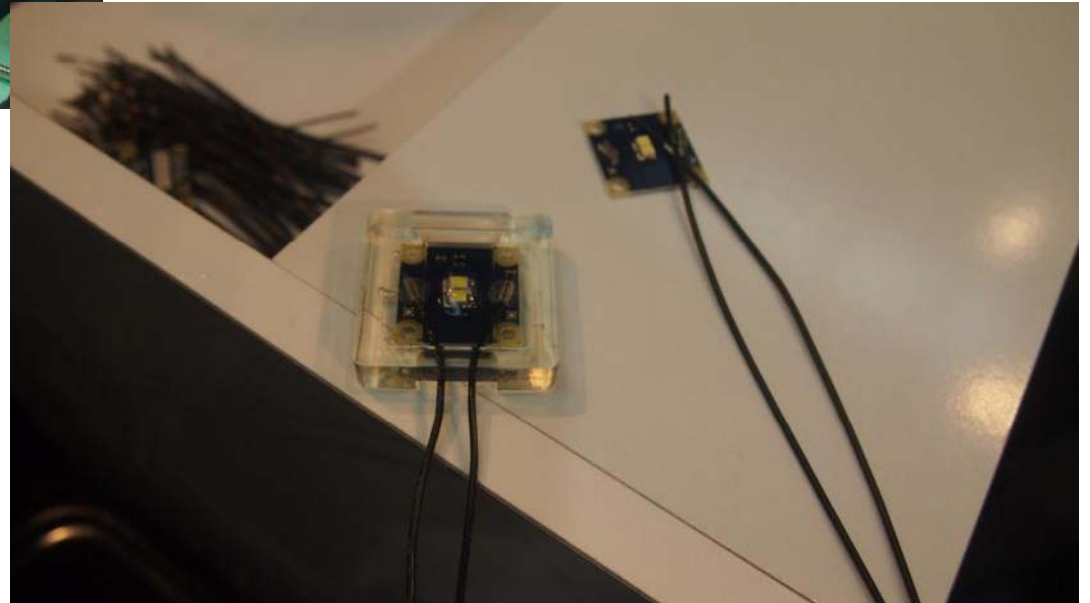
CUBE mold



ホットメルトモールディング



ホットメルト モールディング





ARBURGブースにおける成形実演サンプル

左上：発泡体インサート成形、左中央～下：インライン印刷

右上：PBT/シリコン二色成形、右中央：PP/PE二色成形、右下：ホットメルトモールディング

Wittamann Battenfeld

- 二材成形
 - PPとTPE 4X3=12キャビ
 - PP、TPEを射出して組み合わせて更にTPEで接合
- ピアノブラック
 - BFモールドによるヒート&クール
- コアバック発泡
 - Cell Mold (窒素ガスによる物理発泡)
 - 金型を少量開いて発泡倍率を高める
 - BFモールド併用で外観品質向上
- ガラス繊維材
 - ホッケースティック
 - ガラス長繊維強化PP
 - 柄の部分はAir Mold (ガスインジェクション)

Combimould



PP,TPE の2材

4X3=12キャビティ

PPとTPEをそれぞれ射出⇒重ねてTPEを射出して接合する

ピアノブラック



CELLMOULD



CELLMOULD® screw and barrel

The screws have a length of 25 L/D. The barrel is equipped with drillings for the pressure and temperature control sensors, and the gas injector.

Gas injector

The gas injector injects the gas directly into the barrel. The CELLMOULD® screw has a special geometry to ensure intensive mixing of the injected gas with the melt.



Gas flow regulator module

In the discontinuous injection molding process with a reciprocating screw, special attention must be paid to the quantity of injected gas under the desired pressure. WITTMANN BATTENFELD has developed a special gas flow regulator module for CELLMOULD® to ensure controlled gas injection.



Needle shut-off nozzle

Pneumatic needle shut-off nozzles are used to prevent leaking of the melt with the foaming agent.





ガラス長繊維PP＋AIRMOULD



待ち時間1時間のホッケーステッキ

ENGEL

- 三色成形

- PP成形品とPS成形品のそれぞれのキャビティが型開時に回転にて組み合わされ、再度型閉して接合部の上からPPを射出して固定する成形。射出ユニットは横、斜めの二色成形機に豎のユニットを加えて三色成形機に仕立てている。製品は点滴用品。

- 長炭素繊維強化シートの活用

- 長炭素繊維強化熱可塑性樹脂シートをRocToolの電磁誘導加熱で軟化させ、PC/ABSのオーバーモールドを行っている。

- 厚肉レンズ成形

- 全体を3層に分け、中間層を射出した後に両側をオーバーモールドする。冷却時間の有る部分を金型から取り出して行うことで冷却時間を短縮している。

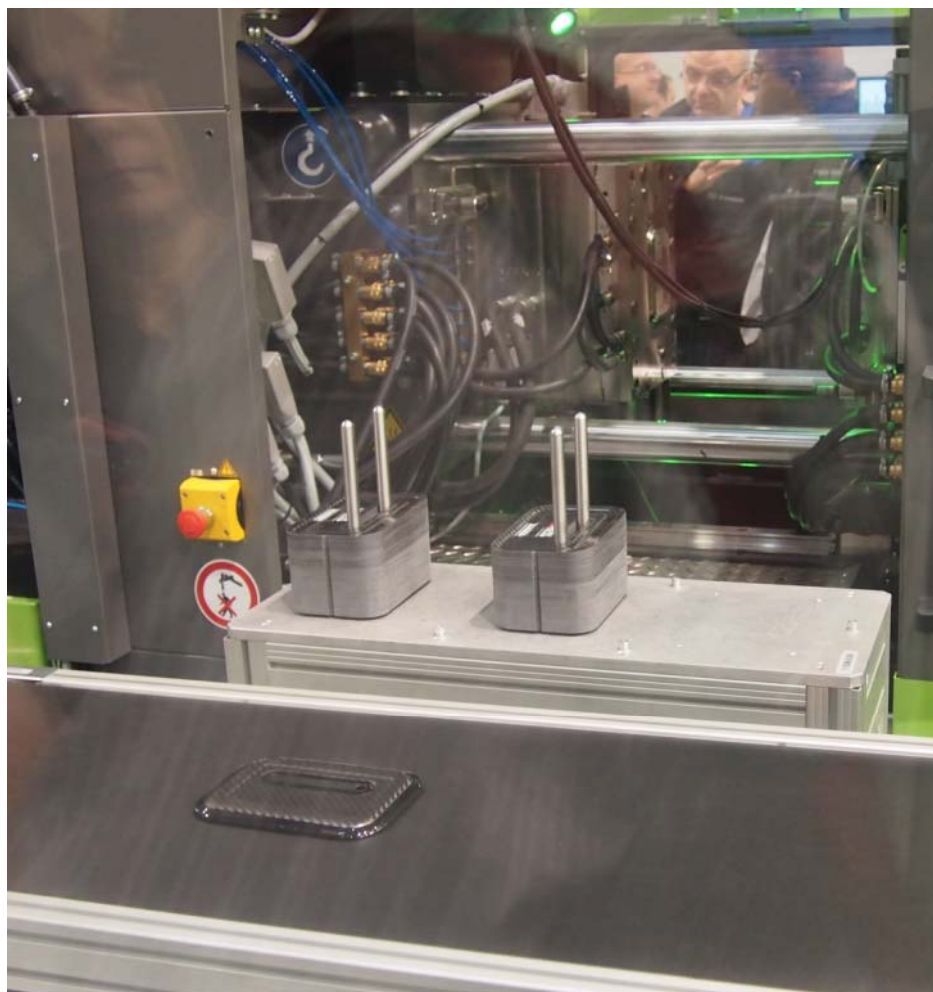
ENGEL(続き)

- PBTと液状シリコーンの二色成形
 - PBTの重量が5.4gに対してシリコーンの重量が0.04gの成形である。
- 長繊維強化シート使用のブレーキペダル
 - ガラス長繊維強化熱可塑性樹脂シートを予備加熱して金型にインサートしてガラス60%ナイロン樹脂を射出してリブ構造を形成する。金属製のペダルに比べて30%軽量化できている。
- RTM(レジントランスファーモールドイング)
 - 縦型締め装置にガラス繊維のマットを挿入して、金型内に樹脂を注入して硬化させる成形。
- 新しいソフトインパネのプロセス
 - キア自動車のインパネ形状に合わせた成形品である(実車では別なプロセス)。コア材となるPC/ABSをMuCellプロセスで成形する一方、表皮となるエラストマーシートをキャビティ内で真空成形する。真空成形されたシートを別なキャビティにロボットで移動させ、コア材を中間ブロックの回転により表皮と対向させる。表皮とコアの間に発泡ウレタンを注入する。

三色成形による型内アッセンブリー



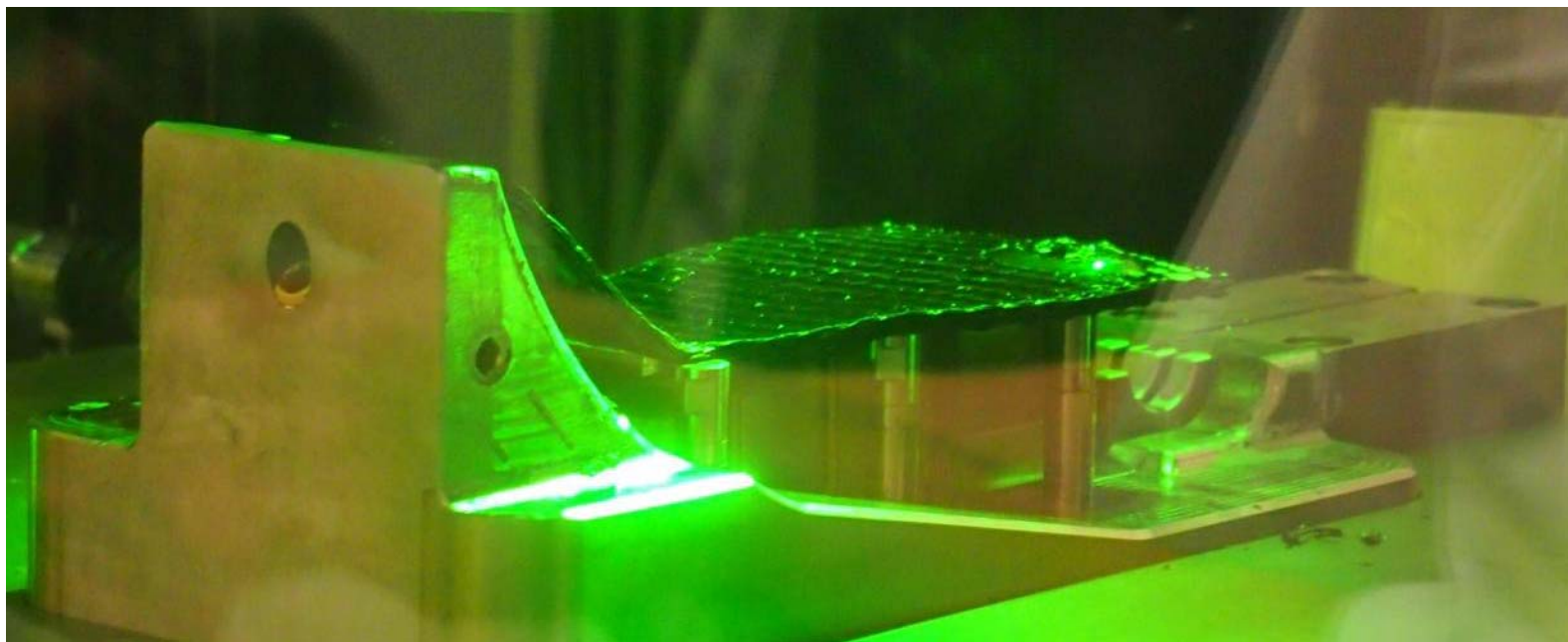
電磁誘導加熱とオーバーモールド



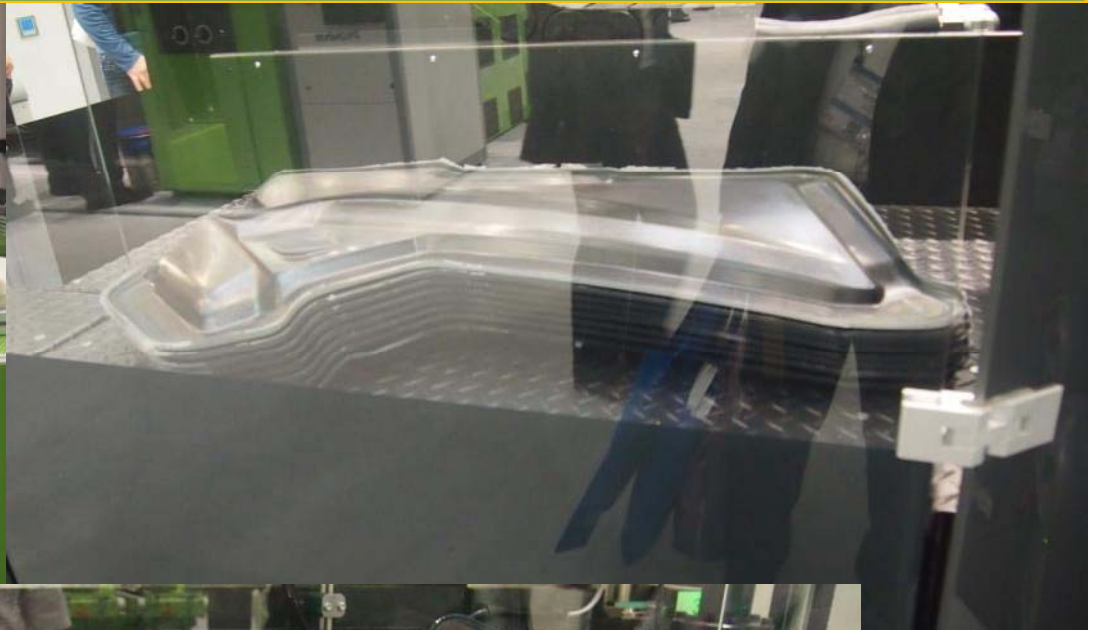
厚肉レンズ



オーガニックシートによるペダル

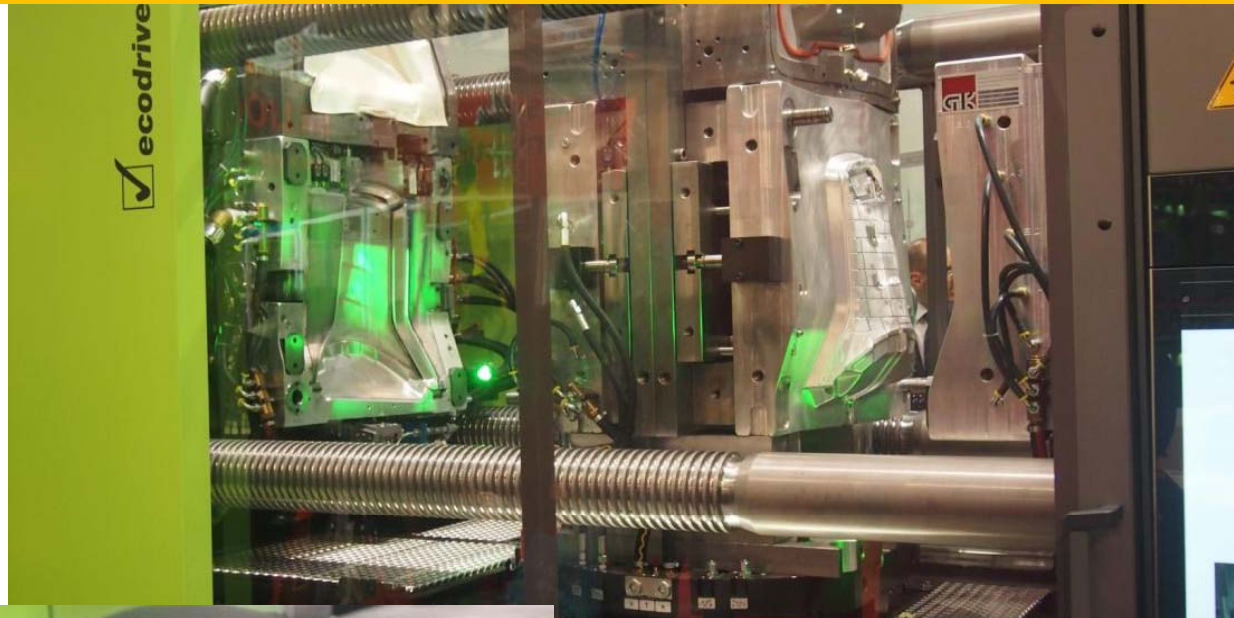


RTM



ソフトタッチ複合成形技術

(a)



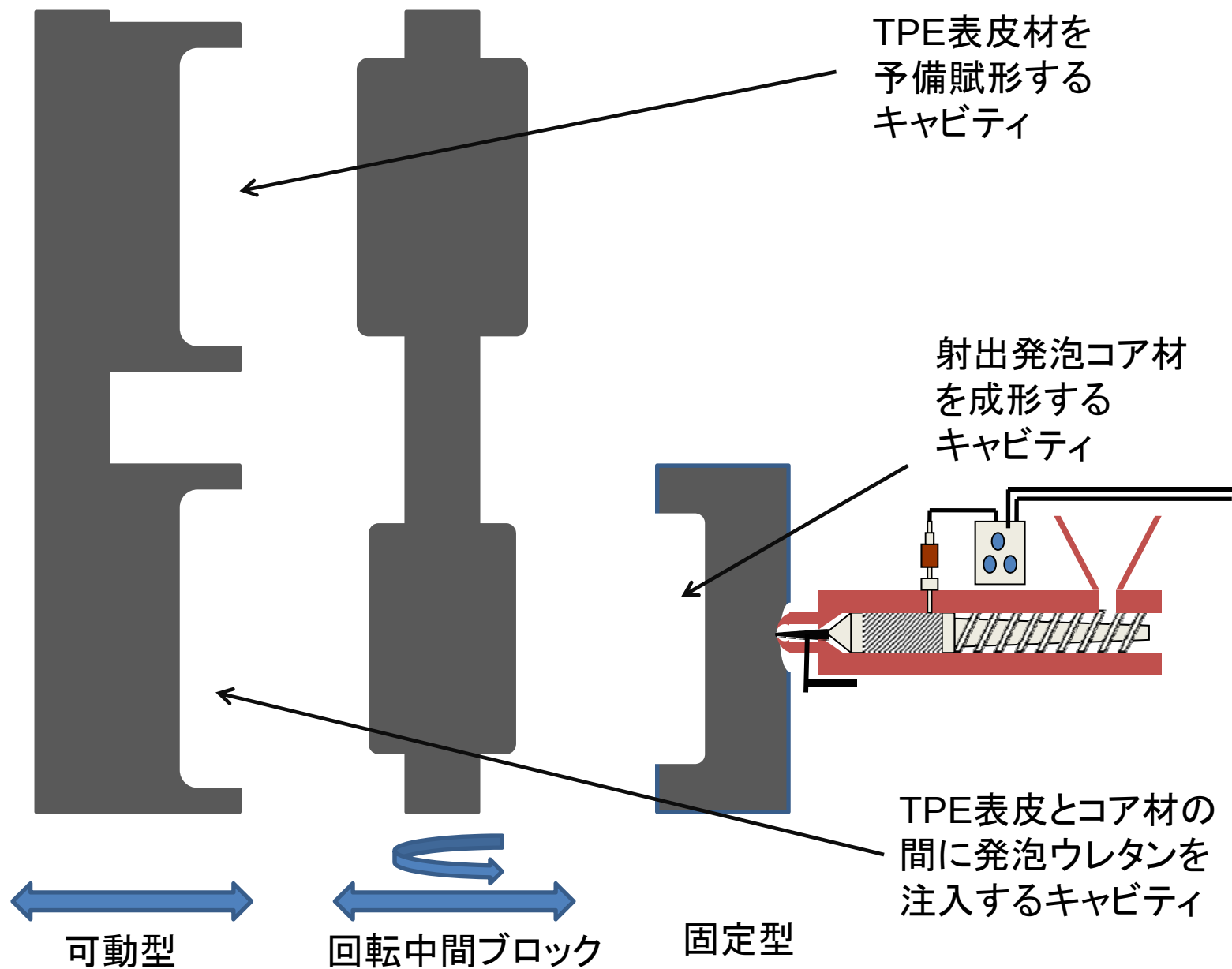
(b)



(c)



ENGELのソフトタッチ成形プロセスの金型(a)と成形品の表面(b)、裏面(c)

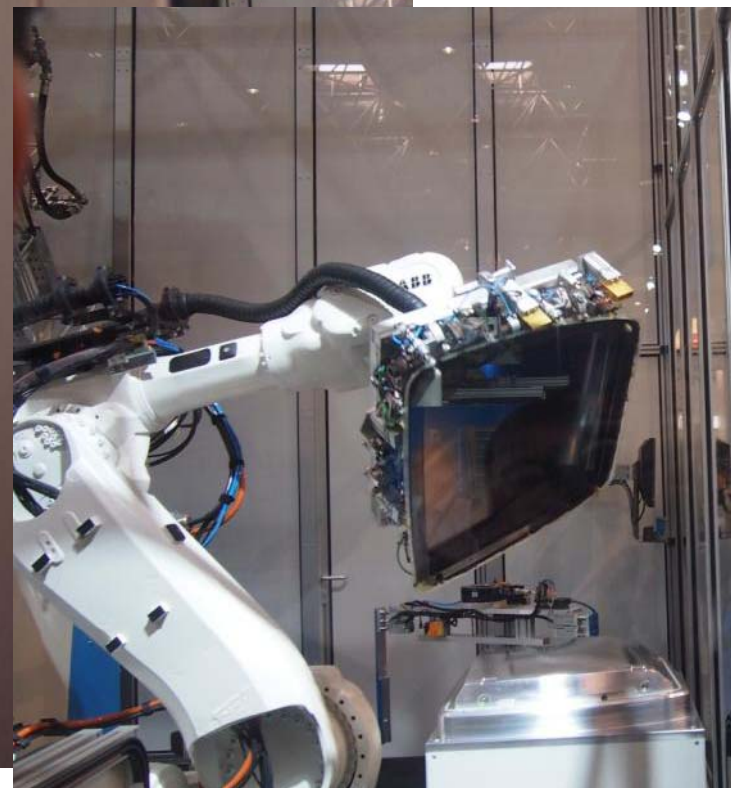


ENGELのソフトタッチ複合成形システムの金型概念図

KraussMaffei

- RTM
 - 炭素繊維のマットにウレタンを注入し、型内塗装(ウレタン)、さらに塗装
 - RTMによる成形品を使用した自動車を展示
- カラーフォーム
 - PC/ABSの成形品(茶色)に2液のポリウレタを金型内塗装する(クリアーとピアニブラック)
 - 実演においては、LEDつき回路基板をインサートし、2部品の接合までインライン行っていた。
- オーガニックシート
 - 長繊維ガラス強化PA6シートを予備加熱して金型内に挿入し、射出成形を行ってリブを形成する。
 - さらに別なシートを重ねて、中空構造を形成し、蓋を固定するための射出を行う。
- MuCell
 - MuCellとヒート&クールの組合せにより表面光沢に優れる成形品を成形実演。

RTM



成形サイクル7分
繊維に含浸させる樹脂:1070g
製品表面を被覆する樹脂:200g



RTM成形品のサンプル



カラーフォーム



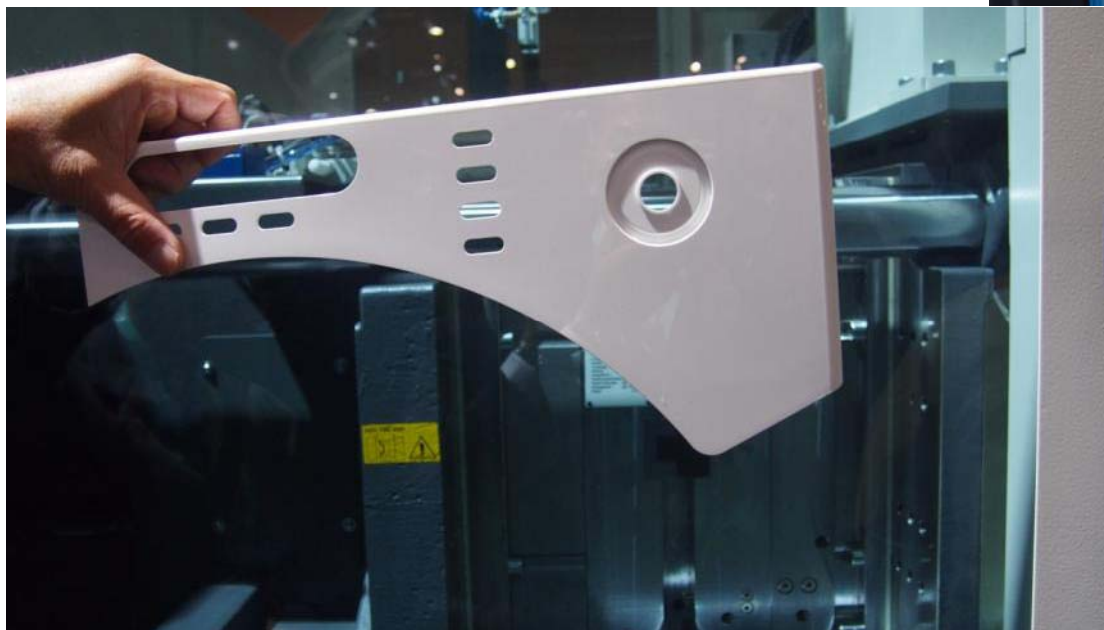
金型内塗装

オーガニックシート



シートの加熱工程

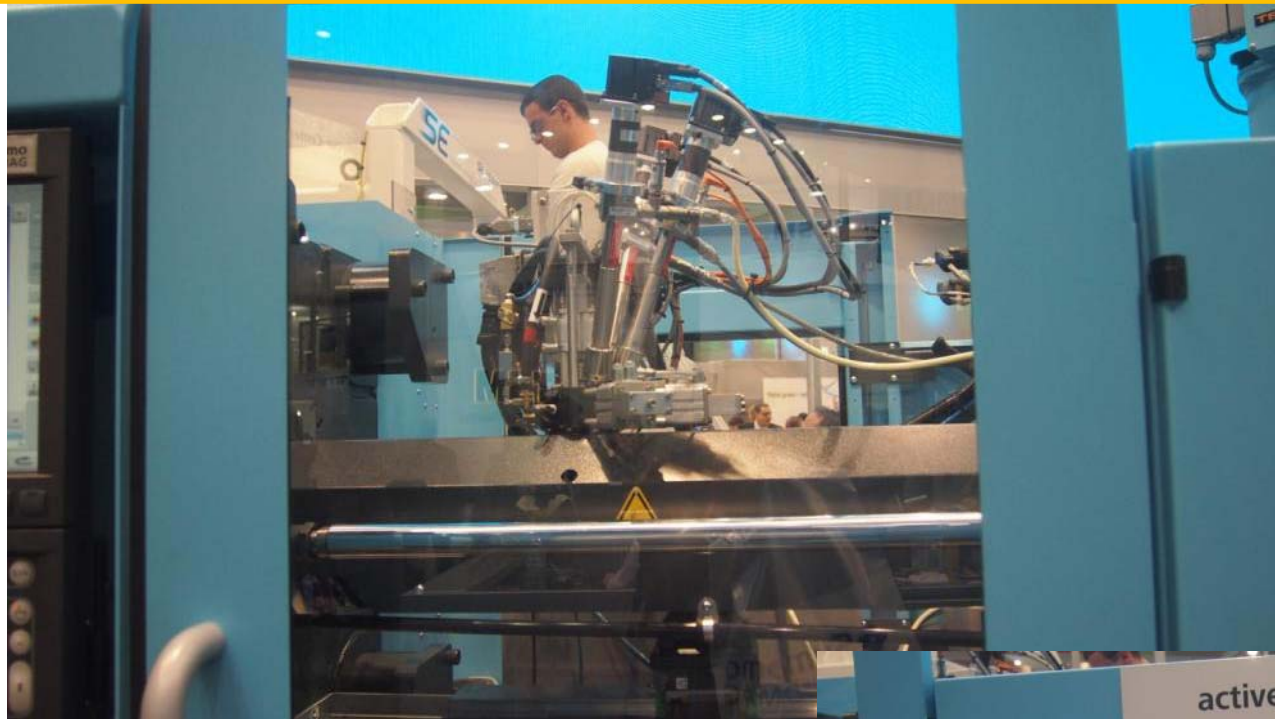
MuCell+ヒート&クール



Sumitomo SHI Demag

- 電動3台、油圧2台、ハイブリッド1台、改造1台
 - 改造は古い油圧を改造した省エネモデル
 - ハイブリッドはサーボモーターを使った油圧ポンプ
- ActiveColorChange
 - シリンダー中央部から液体染料を注入
 - 白から青で10ショットで切替
 - マスターバッチの半分のロス
- ドイツ製成形機にゼロモールディング搭載
- SL(スパイラルロジック社)スクリーン搭載機
- IMD-IML両面加飾
 - IMLでは回路付きシートのインサート(poly IC)
 - 取り出し後にUV硬化

ActiveColorChange

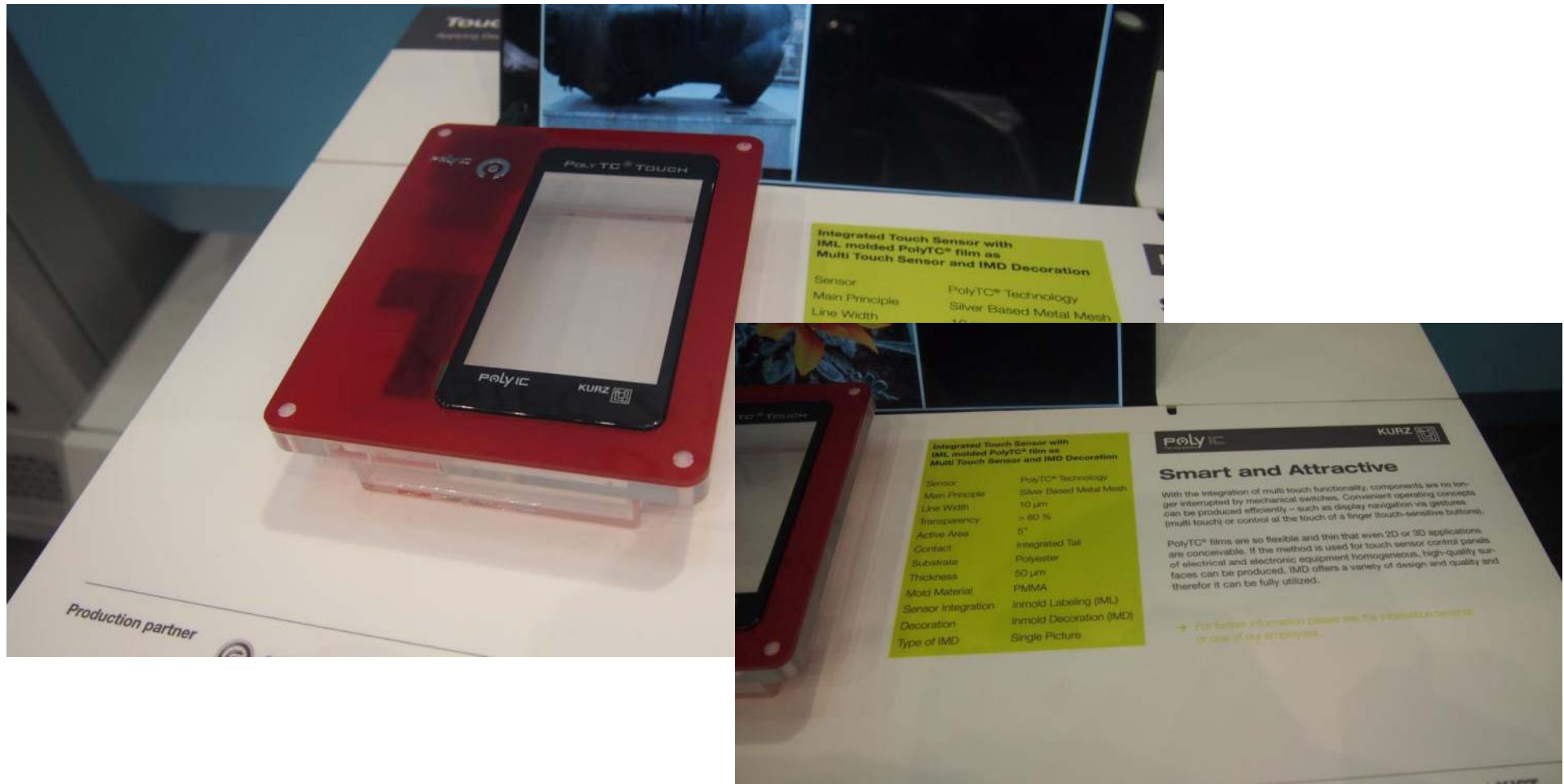


Zero moldingの実演



有り無しを交互に成形

IML+IMD



Moldmasters



MoldmastersブースにおけるE-Multiに関する展示
左上：金型に取り付けて成形している様子、右：E-Multi本体
左下：E-Multiを用いた二材成形品のサンプル

材料メーカーの動向

- BASF
 - Ultracom (オーガニックシート、射出、CAE)
 - プラズマ処理
 - フォークコア発泡の自転車
 - 生分解樹脂EcoVio
- Bayer
 - ソーラーインパルス
 - ポリウレタンのmicrocellによる断熱性向上
 - PC製風防のトップコート
 - ロボット
 - サイバーダイン社(つくば)との共同開発
 - 水中、宇宙アプリケーションに対応可能な材料提案
 - 環境にやさしいポリウレタンフォーム
 - 回収した二酸化炭素を原料にする
 - 3Dプリンター用材料

材料メーカーの動向（続き）

キーワードとして多いのは、植物由来、金属代替、透明である。

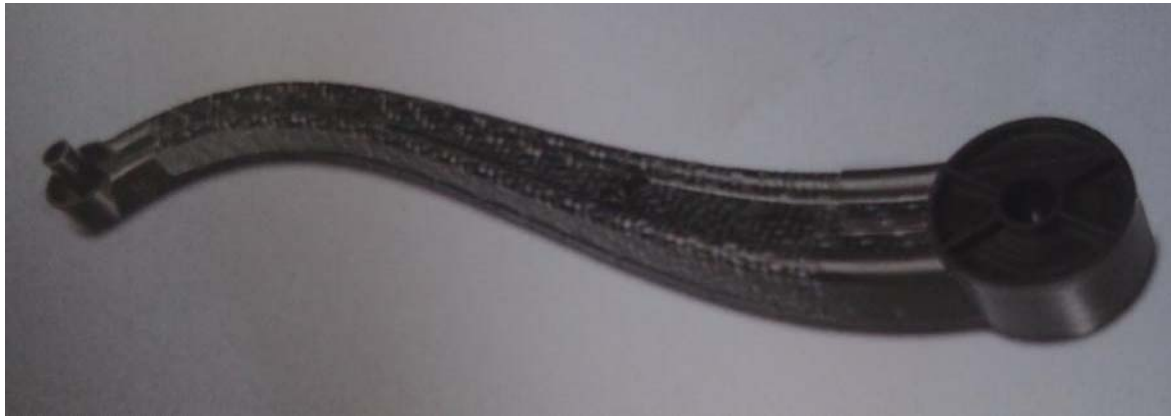
- Arkema : Biosourced plastics, metal replacement
- BASF : Metal replacement (semi-aromatic PA)
- Bayer : PC-based housing for ultra-thin laptop
- Borealis : Soft PP grade
- Braskem : Green polyethylene
- Celanese : GF-POM for structural application
- Dow : PP-based compatibilizer (join non-polar/polar)
- Evonik : Ultra highly-transparent PA for medical
- Meredian : Plant-delivered PHA(polyhydroxyalkanoates)
- Perstorp : Transparent co-polyester
- Sabic : Multimodal HDPE for blow molding
- Solvay : High performance PA, Halogen-free FR for metal replacement
- Styrolution : Transparent MBS copolymer for medical
- Victrex : PEEK based metal replacing application
- Wacker : Vibration-damping solid silicone rubber

日本の材料メーカーのトピックス

- カネカ: 開発製品を多く展示
 - ホットメルト
 - 生分解ポリマー
 - UVキュア柔軟材料
- 日本合成化学
 - Gポリマー(熱可塑性、水溶性)
- 電気化学
 - アクリルの耐熱アップ添加材
- クラレ
 - インサート成形に特化したアクリルフィルム
- 日本電気硝子
 - 線膨張率がマイナスのフィラー
- JSR
 - PLAと汎用樹脂を混ぜる相容化材

長繊維強化複合成形技術

- Bond Laminates (LANXESSグループ)
 - 東芝機械ソリューションフェアにおける実演の様子ビデオ
 - ENGEL
 - ガラス/PA6 (ブレーキペダル)
 - 炭素繊維/PC (タブレット端末のハウジング)
 - KraussMaffei
 - ガラス/PA6 (構造部品)
 - ARBURG
 - ガラス/PP (自転車部品)
- BASF
 - 外注によりシート作成 (Bond Laminates)
 - インサート成形実演
 - 自動車のシートバックのサンプル展示
- RTM (レジン・トランスファー・モールドディング)
 - ENGEL, KraussMaffei



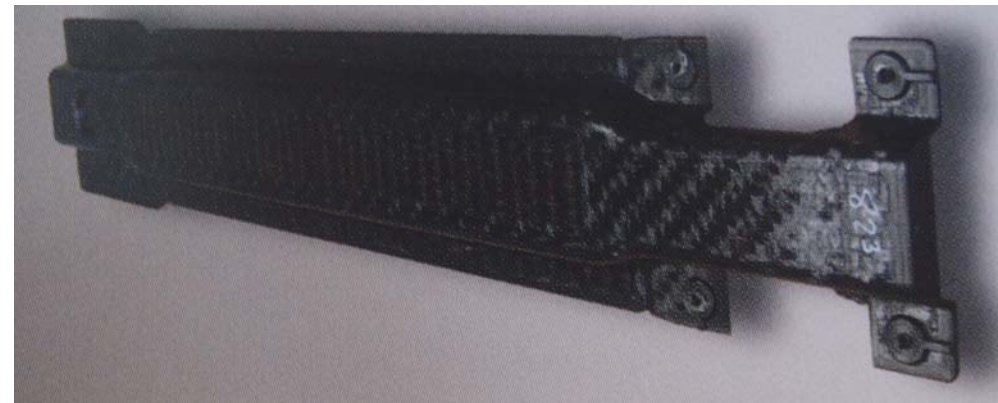
(a)



(b)



(c)



(d)

Bond Laminates社のTEPEXシートを用いた成形サンプル

(a) ARBURGで成形実演していたペダルレバー(シートはPP/GF)

(b) ENGELで成形実演していたタブレットハウジング(シートはPC/CF)

(c) ENGELで成形実演していたブレーキペダル(シートはPA6/GF)

(d) KraussMaffeiで成形実演していた構造部品(シートはPA6/GF)



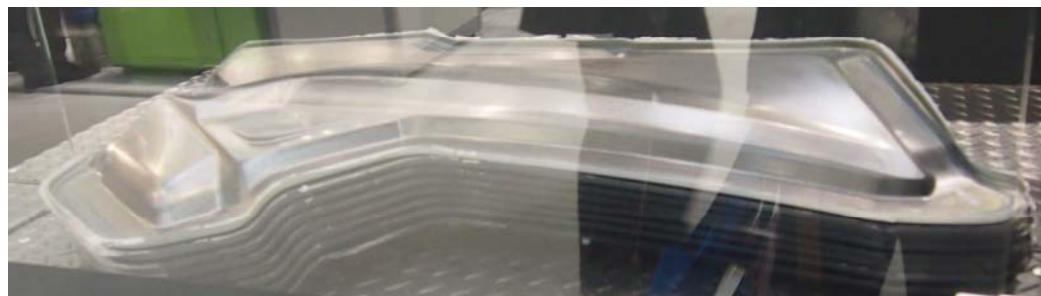
ルーフモジュール
(KraussMaffei)



RTMによる成形品を活用した
自動車の試作品
(KraussMaffei)



予備賦形されたCFマット
(ENGEL)



成形後(塗装前)のサンプル
(ENGEL)

炭素繊維を使用したRTMに関するKraussMaffeiとENGELの展示

微細射出発泡成形

- TREXEL Inc.
 - 自動車部品を多く展示
 - DOLPHINE法によるインパネ
 - MuCellによるインパネコア
 - RocTool併用によるナビ周辺部品
- ENGEL
 - MuCell成形品コアとTPEシート(インライン真空成形)を重ねてウレタン注入
 - キア自動車の実製品と同一形状
- KraussMaffei
 - MuCellとヒート&クールの併用による高グロス成形
- Fraunhofer
 - MuCellでフリスビー成形
 - 実際には表面品質を高める研究を実施
 - 断熱金型
 - ヒート&クール
- Battenfeld
 - 物理発泡(窒素)+コアバック+ヒート&クール

TREXEL



製品: ドアトリム

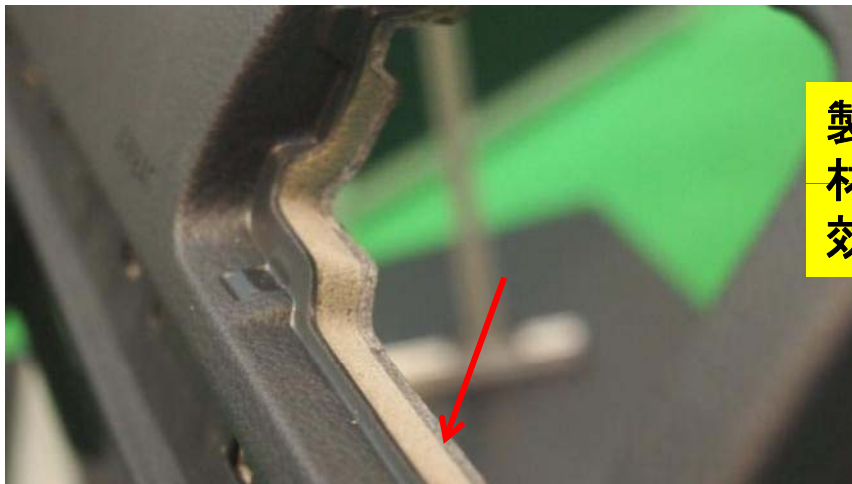
材料(3層構造)

ABS樹脂のMuCellによるコア材

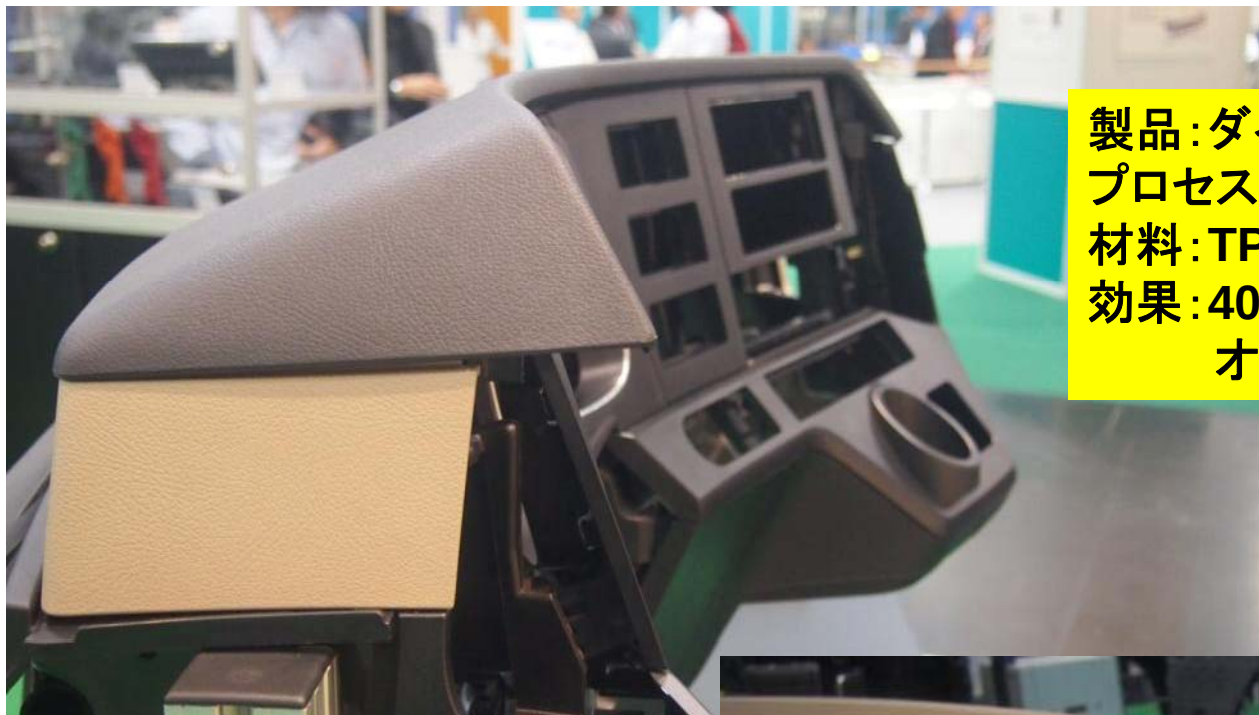
ウレタンRIMによる発泡層

マップケースはMuCell+PPのフィルムインサート

天面とリブの厚み比は1:1



製品:フォルクスワーゲンゴルフのインパネコア
材料:PP+GF30%
効果:1台あたり500g軽量化



製品:ダ임ラーActorsのインパネ
プロセス:Dolphin
材料:TPE
効果:40%のコスト削減
オール熱可塑でリサイクル可能

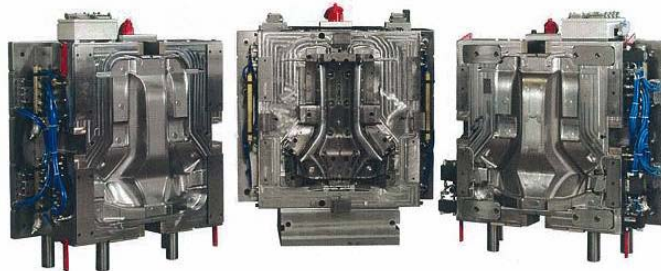
K2007で実演された
ENGELのDolphin技術
を使用



ENGELのDolphinプロセス



インパネコア，発泡層，スキンの一体成形



金型は3ブロックから構成される

K2007で成形実演

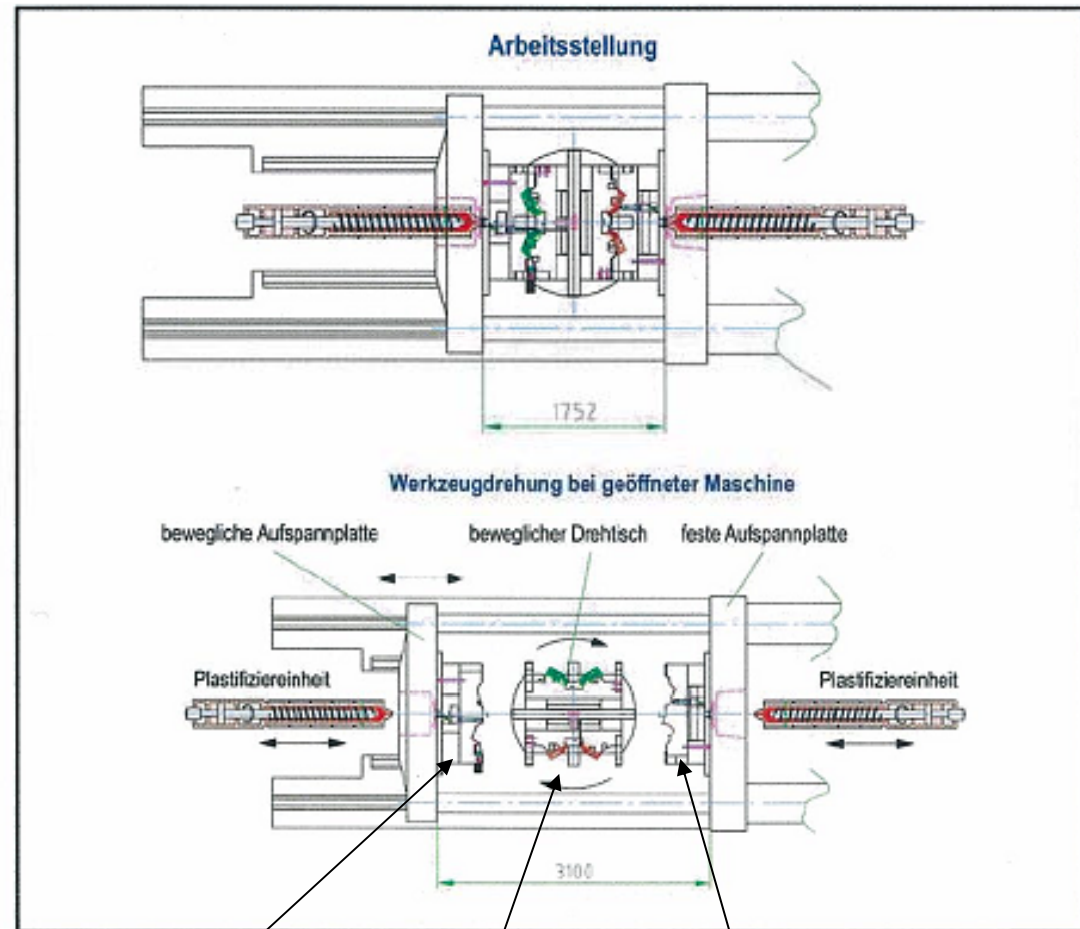


Bild 3. Schematische Draufsicht für Arbeitsstellung (oben) und Drehung (unten) des Werkzeugs beim Dolphin-Verfahren

可動型

回転型

固定型

ヒート&クール併用



ヒート&クール成形

- RocTool
 - 電磁誘導加熱、小型の電源ユニットを展示
- gwk
 - 加熱二酸化炭素で金型を加熱(120°C)
 - 液体二酸化炭素で金型冷却(80°C)
- Uniball
 - emCo+ガスプレスを成形実演
 - 三菱商事が販売代理店
- Wittmann
 - ピアノブラック
 - 発泡成形との組合せ

RocTool

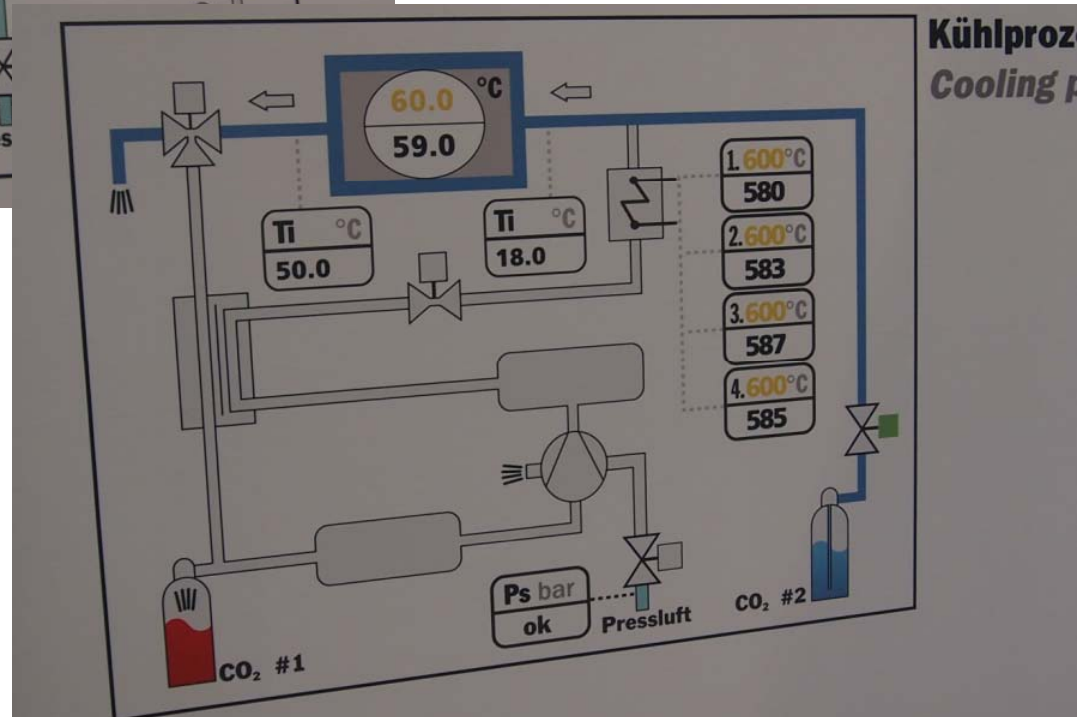
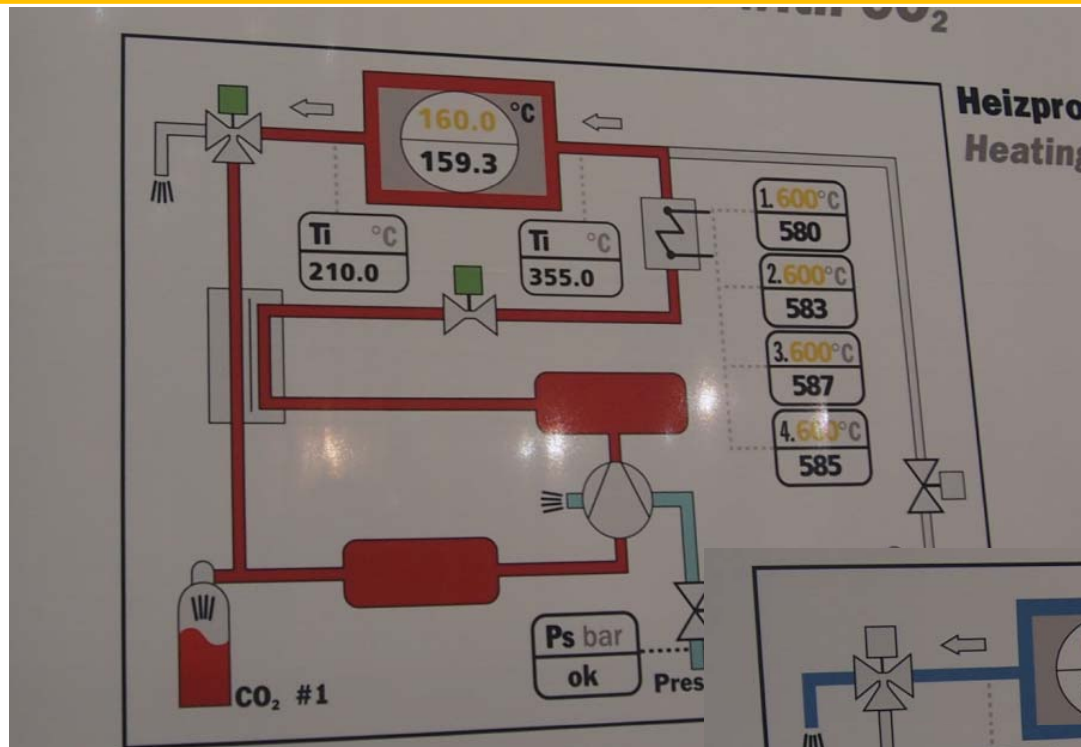


電磁誘導加熱



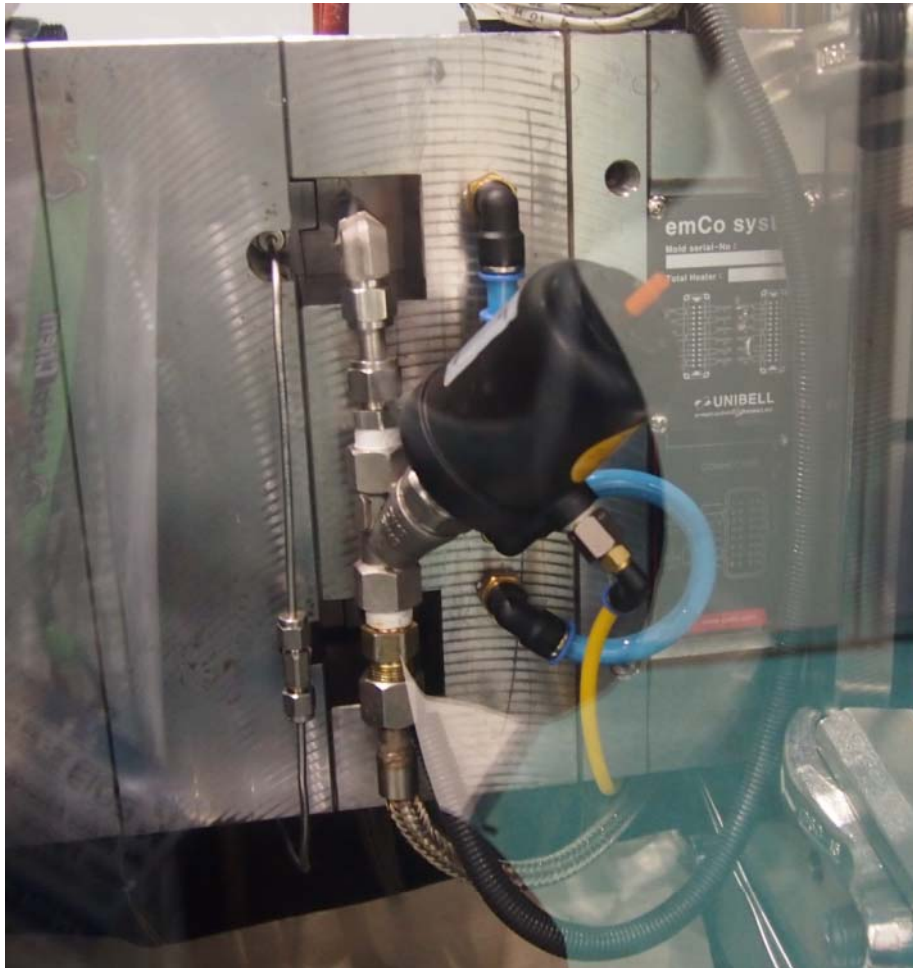
新型ユニット(大幅に小型化されている)

gwk



二酸化炭素を使った
ヒート&クール

Unibell



三菱商事が販売代理店



emCoシステム 配管の中に棒ヒーターが仕込まれている

Additive Manufacturing (3Dプリンター)

- ARBURG
 - 射出成形機を活用した3Dプリンター
- Stratasys
 - 3Dプリンターで作成した金型による射出成形
- Bayer
 - UV硬化用ウレタン材料(インクジェット用) ⇒耐熱120°C
 - ウレタンエラストマーの粉末(レーザー焼結用)
- Lehmann & Voss & Co
 - レーザー焼結用樹脂(Bayer)による製品見本の展示
- Alphacam
 - Stratasys製品による実演
 - FDMとインクジェット
 - Fabberhouseによる3Dスキャナーの実演

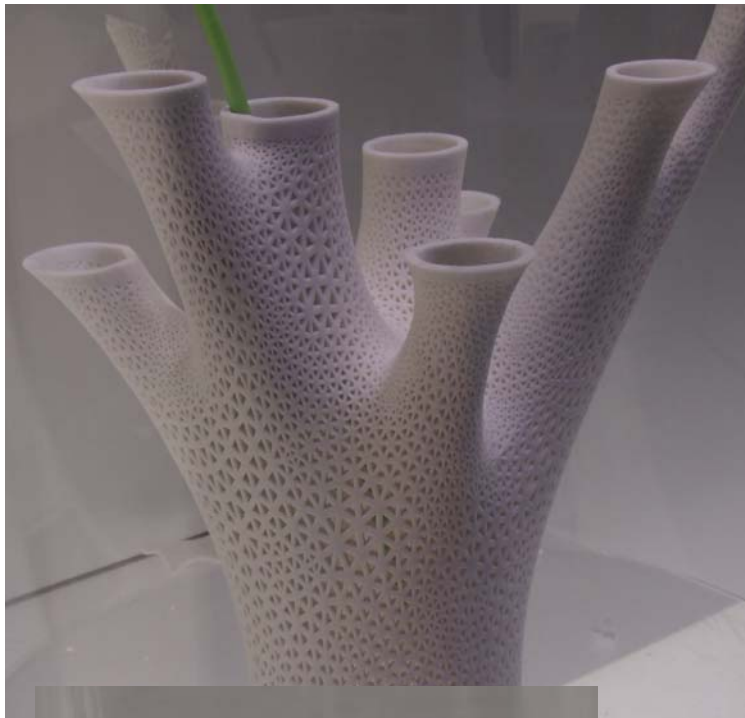
AM続き

- envisionTEC
 - 小型の光造形装置
- Hofmann (Concept Laser)
 - 金属焼結のデモ
 - 微小な冷却配管を持つスライド部品
- EOS
 - 大規模ブースによる展示
 - EOSを使用しているパートナーの製品展示

Stratasys



Bayer

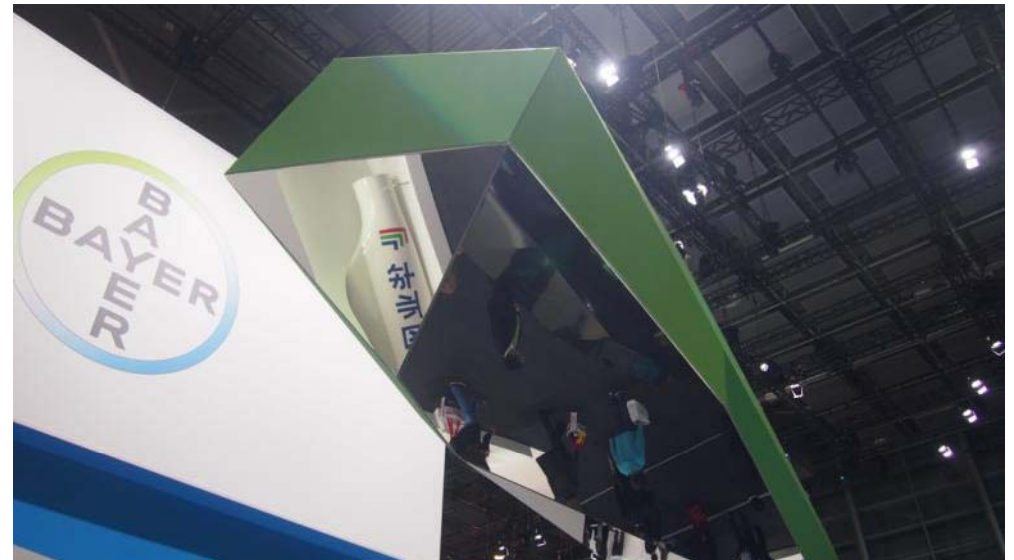


レーザー焼結用
樹脂パウダー

Bayer UV硬化インクジェット用



120°Cの耐熱性

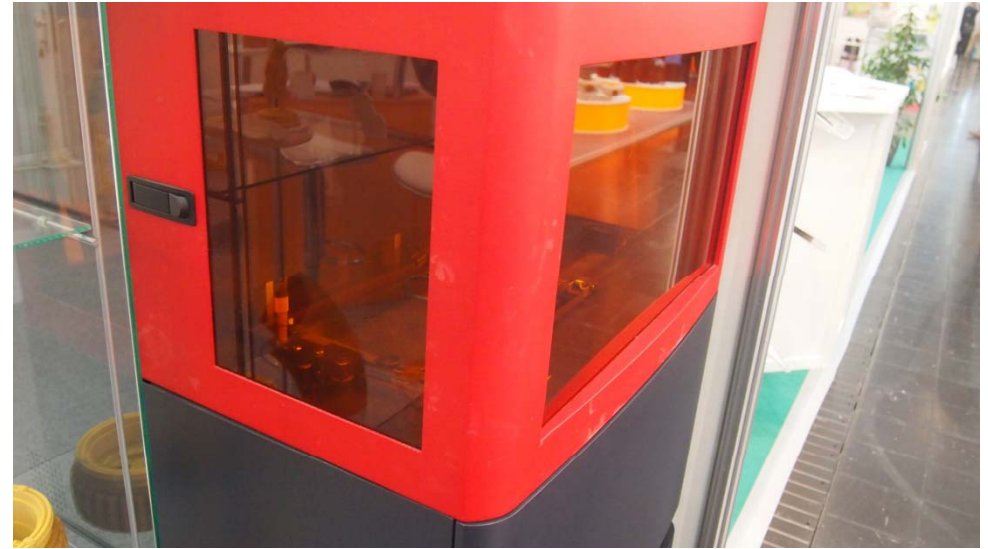


LUVOCOM



バイエルの樹脂の粉末

envisionTEC



EOS



まとめ

- 展示会としての規模は前回並みを維持
- 日本人の参加者は前回より多いという印象
- 日本企業の出展は極めて少ない
- 技術の複合化による展示が目立つ
 - オーガニックシートの活用
 - 発泡成形とヒート&クール
 - インラインプラズマ処理
 - 回路シートのインサート成形
- MuCellのアプリケーションの広がり(特に自動車)
- ヒート&クールの技術バリエーションの拡大
- 3Dプリンター技術の広がり