



# 調査報告

## K2013 視察レポート ～射出成形技術を中心に～ (技術分野別)

秋元技術士事務所  
秋元英郎

<http://www.ce-akimoto.com>

Hideo.Akimoto@ce-akimoto.com



## 1. はじめに

2013年10月16～23日にかけてドイツ・デュッセルドルフにあるメッセ会場において世界最大のゴム・プラスチック国際展示会が開催された。この展示会は3年に一度開催され、世界中から関係者が集まるビッグイベントである。プラスチック、ゴムはドイツ語でそれぞれ **Kunststoff**、**Kautschuk** であり、頭文字の **K** から通称 **K** と呼ばれている。

今回の出展社数は約 3,200 社（前回は 3,094 社）、参加者は約 218,000 人（前回は 222,486 人）と前回並みの規模であった。メッセ会場はライン川沿いに位置し、川岸には大型の船が何艘も停泊して臨時のホテルになっている。デュッセルドルフではイベントが開催されるとホテルの確保が難しくなり、価格も通常の数倍に跳ね上がる。そのため、ケルン等の近隣都市に宿泊して通う人も多い。筆者自身、4回目の視察になるが、今回初めてケルンに宿泊した。

本報告は射出成形技術を中心に、気になった技術のカテゴリー毎にまとめた。今回特に目についたのは、金属代替ソリューションとしての長繊維強化複合材料である。その一つは、長繊維（ガラス繊維、炭素繊維）を熱可塑性樹脂と複合化したシート（オーガニックシートと呼ばれていた）を加熱軟化させて金型に挿入して行うインサート成形である。また、ひとつは、ガラス繊維のマットを金型に挿入して、熱硬化性樹脂を含浸・硬化させて行う RTM（Resin Transfer Molding）である。

その他にも、微細発泡成形、ヒート&クール成形、フィルムインサート成形の活用に関する実演が多く行われていた。

新しい流れとして、積層造形（Additive Manufacturing）に関する出展が多く見られた。これには、金属のレーザー焼結とプラスチックの造形が含まれ、いわゆる 3D プリンター関連の出展も多く見られた。

## 2. オーガニックシート（ガラス・炭素長繊維複合樹脂シート）の活用

オーガニックシートとは Bond Laminates 社の TEPEX に代表される長繊維強化樹脂シートである。Bond Laminates 社は LANXESS 社の傘下に入ったため、LANXESS のブースに一角でサンプル展示を行っていた。同ブースでは今年の東芝機械ソリューションフェアで成形実演した、TEPEX のインサート成形の様子をビデオで流すとともに、ARBURG、ENGEL、KraussMaffei のブースで実演されている成形サンプルも展示されていた（[図1](#)）。

ARBURG は PP/GF からなるオーガニックシートを金型に加熱インサートし、ガラス長繊維を射出成形機のシリンダーに直接導入した PP でリブ構造の射出した成形を実演していた。ENGEL は PA6/GF シートと PA6(GF60%) を用いたブレーキペダルの成形と、PC/CF

シートを RocTool の誘導加熱で予備加熱して PC/ABS のオーバーモールド成形を実演していた。KraussMaffei のブースでは、PA6/GF シートを予備加熱して金型に挿入して PA6(GF30%)を射出してリブ構造を形成した後に再度シートを重ねて蓋をして、接合のための射出をするという複雑な工程を実演していた。

材料メーカーである BASF は Ultracom という技術を紹介していた。この技術は、長繊維複合シート（オーガニックシート）、オーバーモールドイング、CAE 解析の 3 要素から成り立っている。実際に成形実演も行っていた。自動車後部座席のシートバックに採用されている。

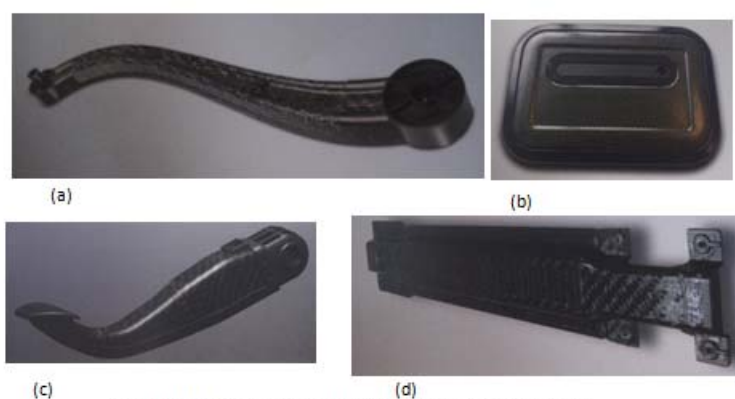


図1. Bond Laminates社のTEPEXシートを用いた成形サンプル  
 (a) ARBURGで成形実演していたペダルレバー(シートはPP/GF)  
 (b) ENGELで成形実演していたタブレットハウジング(シートはPC/CF)  
 (c) ENGELで成形実演していたブレーキペダル(シートはPA6/GF)  
 (d) KraussMaffeiで成形実演していた構造部品(シートはPA6/GF)

### 3. RTM (Resin Transfer Molding)

RTM とは、ガラス繊維や炭素繊維のマットを数枚重ねて金型の中に挿入して型閉し、硬化型の樹脂を注入して反応硬化させる技術であり、軽量で高強度・高耐熱の製品が得られる技術である。今回は ENGEL と KraussMaffei で実演を見ることができた (図2)。KraussMaffei の実演では、含浸させる樹脂が 700g で、さらに 200g を表面コーティング用に注入硬化させる 2 段階の工程であった (サイクルタイム : 7 分)。



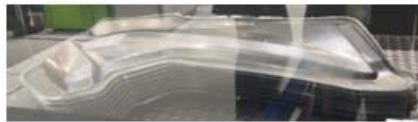
ルーフモジュール  
(KraussMaffei)



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)

図2. 炭素繊維を使用したRTMに関するKraussMaffeiとENGELの展示

#### 4. 微細発泡成形

今回は前回に比べて微細発泡成形の出展・実演が増えていた。これは自動車分野で MuCell 技術の採用が拡大していることを反映している。また、発泡成形品の表面に特有なスワールマーク（シルバーストリーク）を消すために、ヒート&クール技術(Variotherm)との併用が積極的に進められていた。

TREXEL のブースには新型の超臨界流体供給装置が展示されていた。この装置は来年からの発売であり、新しい供給システムになる。KraussMaffei のブースでの成形実演では先行して使用されていた。成形品のサンプル展示は自動車部品が圧倒的に多かった（図3）。図3の(d)にある Dolphine とは、K2007 で成形実演された、対抗二色成形機を用いたインパネコア、エラストマーによる発泡ソフト層、エラストマーの表皮層（発泡成形におけるスキン層）を一体で成形するプロセスである。その他に RocTool の誘導加熱を併用して成形したピアノブラック発泡成形品が展示されていた。



図3. TREXELのブースに展示されていた自動車内装部品等  
 (a) ドアトリム(ダイムラー)  
 (b) インパネ(フォルクスワーゲン)  
 (c) MuCellとRocToolの誘導加熱を併用したピアノブラック成形品  
 (d) ENGELのDolphine法(対抗二色、コアバック)でエラストマーを高発泡

ENGELのブースでは、新しいソフトインパネの成形プロセスが実演されていた。すなわち、発泡ポリオレフィンと積層されたTPEの表皮シートを加熱して予備賦形する工程、コア材(MuCell成形)を成形する工程、TPEシートと射出発泡コア材の間に発泡ウレタンを注入する工程を一つの成形工程の中で連続的に行う方法である。装置の概要を図4に、金型、成形品の写真を図5に示した。

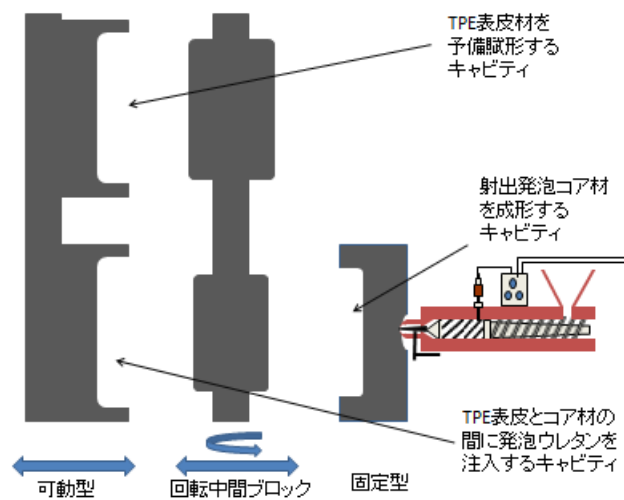


図4. ENGELのソフトタッチ複合成形システムの金型概念図



図5. 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)

KraussMaffei のブースでは MuCell とヒート&クール(gwk の装置)の組合せ技術の成形実演を行っていた。配布資料には The world's first: The new, easy-to-operate MuCell system with a compact design (世界初お目見え：小型で簡単に MuCell の操作ができるところが新しいのです)と書かれており、MuCell の条件設定は全て成形機のパネルで行うことができる。図6に成形品、成形機の画面、超臨界流体供給ユニットの写真を示す。

Wittmann Battenfeld は超臨界窒素を発泡剤として用いる CELLMOULD とヒート&クール (BF MOULD)、HiP (High Precision Opening：コアバック) の併用による成形実演を行っていた。

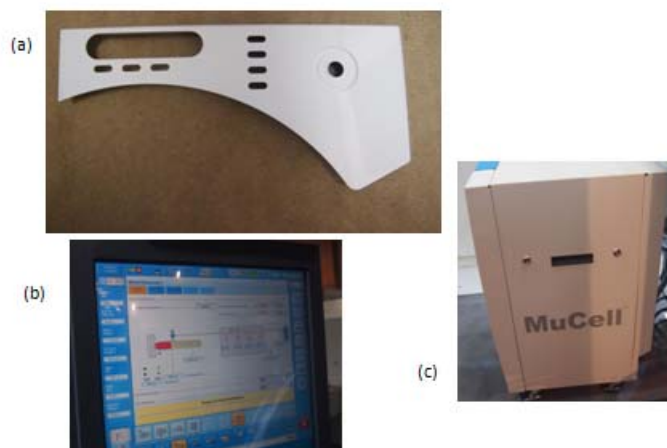


図6. KraussMaffeiブースで成形されていたMuCell+ヒート&クール成形 (a) 成形品、(b) 成形機パネルのMuCell制御画面、(c) 超臨界流体ユニット

試験研究機関である Fraunhofer は MuCell でフリスビーの成形を行っていた。成形品にはスワールマークが激しく出ていたが、同研究所ではカウンタープレッシャー法やヒート&クール技術との組合せによって表面をきれいにするための技術開発を行っている旨をパ

ナルにて説明していた。

## 5. ヒート&クール成形

今回は前回にも増して、ヒート&クール（金型加熱冷却）技術の実演・展示が多く見られた。温調装置のメーカーでは、RocTool、SINGLE、gwk、Unibell、Wittmann Battenfeld が成形実演を行っていた。

RcoTool は電磁誘導加熱を用いたヒート&クールシステムであり、大幅に小型化されたインダクションユニットの展示も行っていた。

gwk は、電気ヒーター方式、媒体切替方式の装置を製造している。今回は水を使わずに加熱媒体として加熱された二酸化炭素ガス、冷却媒体として液化二酸化炭素を用いるプロセスを提案し、レンズの成形実演を行っていた（図7）。加熱媒体として二酸化炭素を用いることで、配管内のスケールや腐食を防ぐことができる。二酸化炭素はヒーター加熱とコンプレッサによる圧縮で 2.6 MPa まで昇圧される。

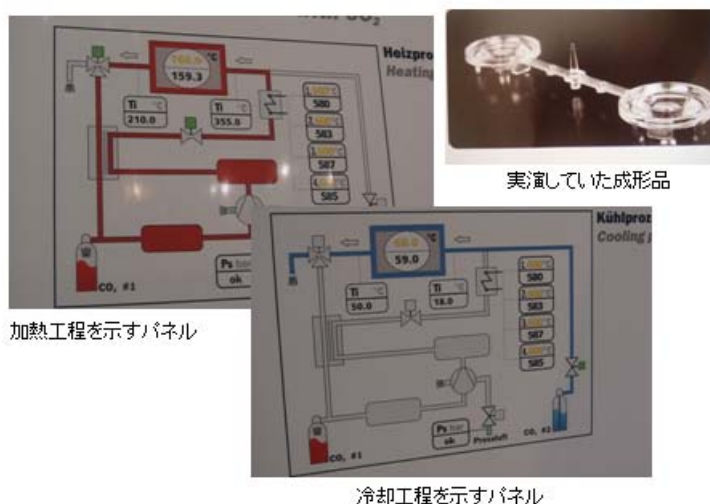


図7. gwkの二酸化炭素を用いたヒート&クールシステムの説明パネルと成形品

韓国の Unibell は Stierer Kunststoff Service のブースでガスプレスとの併用で emCo プロセスの成形実演を行っていた。emCo は金型の水管内に棒ヒーターを仕込み、加熱時には上流と下流の弁を閉じて閉鎖空間を形成し、閉じ込められた水をヒーターで加熱、冷却時には上下流の弁を開いて通水する技術である。加熱時には非常に高圧になるため、頑丈なバルブが取り付けられている（図8）。

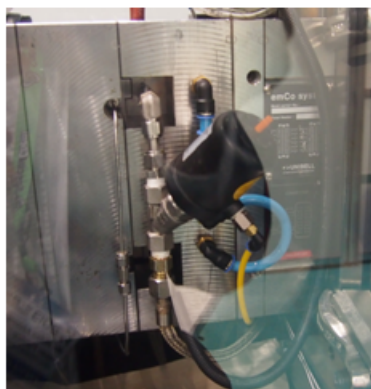


図8. Unibel社のemCoプロセス用金型であり、水管の上下流に大型のバルブが取り付けられている

Wittmann Battenfeld のブースでは前述の発泡成形との組合せの他に BF MOULD を用いたピアノブラック成形品を、SINGLE のブースでは ATT プロセス (Alternating Temperature Technology) でピアノブラック成形品の成形実演を行っていた。各社のピアノブラック成形品を図9に示す。

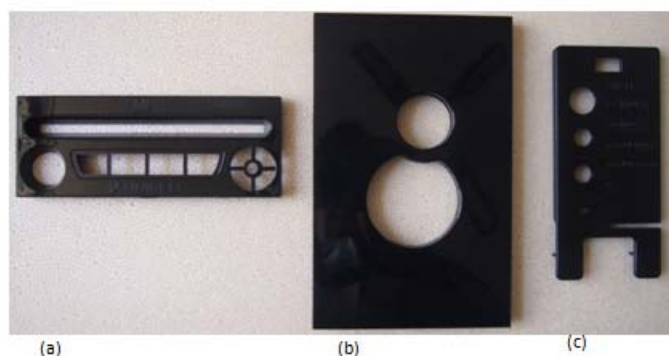


図9. 各社のピアノブラック成形品  
(a) Unibel, (b) Wittmann Battenfeld, (c) SINGLE

## 6. 表面処理技術・加飾技術

表面処理技術としては、大気圧プラズマ処理技術が多く用いられていた。大気圧プラズマの主な用途は接着性向上と表面の汚れ除去である。接着性向上のためには、ヘキサメチルジシロキサン (HMDSO) の薄膜を形成させるものである。図10は Plasmatreat 社のブースに展示されていた小型の大気圧プラズマ発生装置であり、ロボットの先に持たせることができる。





図10. Plasmatreat社のブースの小型の大気圧プラズマ処理装置とヘッドランプのシール部分に処理を行っているイメージの展示

加飾技術については全てを網羅することはできないので、目についた技術を紹介する。Kurz のブースでは三次元ホットスタンプの実演及び、電子回路を形成したシートをインサートしたフィルムインサート成形を実演していた。電子回路付きフィルムは poly IC 社の技術である。Sumitomo SHI Demag 社のブースでも poly IC の電子回路付き 50  $\mu\text{m}$  シートのインサート成形を IMD、IML の両面加飾として成形実演していた (図 1 1)。



図11. Sumitomo SHI Demagのブースで成形実演されていたIMD,IML同時加飾サンプル

KraussMaffei は金型内塗装により茶色の PC/ABS の上にピアノブラックと透明のポリウレタ樹脂をコーティングする実演を行っていた (図 1 2)。



(a) 塗装面(ピアノブラック/透明)

(b) 非塗装面

図12. KraussMaffei社の金型内塗装技術(ColourForm)による成形サンプル

ARBURG は成形機に連動させてインライン印刷を実演していた。成形機から取出した成形品には、プラズマ処理、プライマー処理、インクジェット印刷及び紫外線照射が行われる。印字データは成形品 1 個ずつ設定することができる。

#### 7. アディティブ・マニュファクチャリング (3D プリンター, 積層造形金型)

Additive Manufacturing(3D プリンター、積層造形)関係の出展に関して主催者からも同技術に関するガイドのリーフレットが発行されていた。実際は半分「ガセネタ」であったが、それでも多くの新技術に触れることができた。

射出成形機メーカーである ARBURG は射出成形機の延長的発想で、射出ノズルからドット状に射出して造形する装置(freeformer)を大々的に出展・実演していた。この開発には 10 年かかったとのことである。図 1 3 には装置外観、造形ヘッド、サンプルの写真を示す。装置には 1 材用と 2 材用がある。

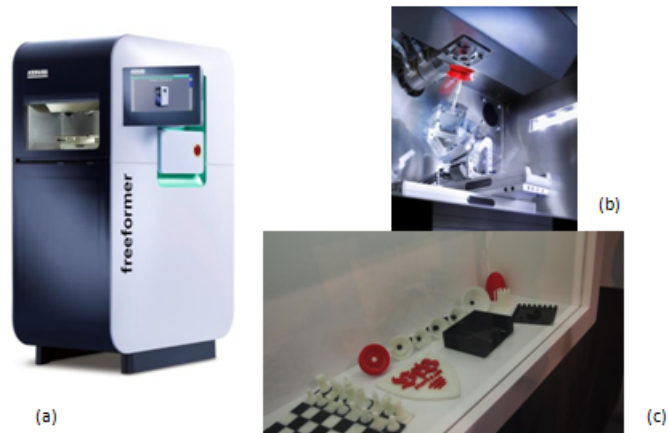


図13. ARBURG社の3Dプリンター(freeformer)の外観(a)、造形ヘッド(b)、および成形品サンプル(c)

3Dプリンターで世界シェア1位のStratasysはブースを2か所設け、その一つでは、インクジェット方式で造った金型（紫外線硬化樹脂製だが）を用いて射出成形の実演を行っていた。AlphacamのブースではStratasysの2つの方式の装置（熔融樹脂塗工方式とインクジェット方式）の実演を行っていた。

バイエルのブースには紫外線硬化型ウレタン（インクジェット用）で耐熱温度120℃を達成し、構造部品（ブースの天井から吊下げているオブジェの柱と柱を接合する部品）として出展していた（図14）。また、熱可塑性ウレタンの微粉末をレーザー焼結で造形あるいは接着剤をインクジェットで吐出して造形したサンプルが多く展示されていた（図15）。Lehmann&Voss&Coのブースにもバイエルのウレタンをベースにした粉末(LUNOCOM)を用いた造形品が多く展示されていた。その中にウレタンエラストマーを原料にしたメッシュ状のボールもあり、弾性があった。



図14. Bayer社のブースに展示されていた紫外線硬化型ウレタンによる造形品(a)と構造部材を接合した状態の写真(b)、および同部品を用いたブースの造作物(c)



図15. Bayerのブースに展示されていたウレタン樹脂粉末による造形品

EOS は大きなブースを構え、樹脂粉末のレーザー焼結と金属粉末のレーザー焼結のサンプルを多く展示していた。EOS のブースの一角には EOS の装置を使用しているパートナーのコーナーもあった (図 16)。Hofmann のブースでは Concept Laser を用いて細い冷却チャンネルを持ったスライド部品の造形を実演していた。

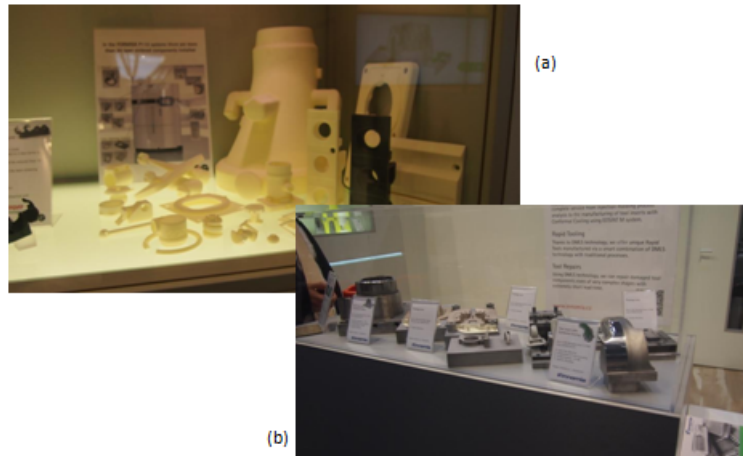


図16. EOS社のブースに展示されていたサンプル  
(a)樹脂の造形品、(b) EOSユーザーであるInnomia社の金属造形サンプル展示コーナー

envisionTEC のブースには小型の光造形装置とそれを用いたサンプルが多く展示されていた。日本でも歯科分野で使用されており、代理店が数社ある。

## 9. おわりに

3年に一度開催される展示会であり、継続して視察していると技術や市場の進展・変化が

手に取るようにわかってくる。例えば、K2007 で成形実演されていた技術が K2013 では製品サンプルとして展示されている（ENGEL の Dolphin 技術の例）。

読者の皆さまには、実際に訪問して自身の目で見て実感していただくことを強くお勧めする。