

## 資料集（見本）

# 復活！帰ってきた JEC World !

## 世界最大の複合材料展 JEC World 2023 年レポート

体裁:A4 判 約 176 頁



世界最大の複合材料展示会 JEC World はこの十年で規模拡大し、2019 年に出展数・来場者数共に過去最多を記録しましたが、翌年から Covid-19 により中止となり昨年再開したが低調でした。しかし今年は 2019 年比 93.7%の来場数に回復しましたが、展示の内容は以前に較べて大きな変化がありました。

従来からの軽量化やコストダウンのための成形工法・生産プロセスの進化は続いていますが、今回は複合材料ならではの 3D プリンティングの使い方が増え話題を集めました。さらに天然由来の繊維、熱硬化マトリックス樹脂の環境対応、熱可塑樹脂では生産工法の進化に伴う PAEK ファミリーの拡大など嘗て無いほど多くの材料展示や、リサイクル技術やプロジェクトなど、複合材料の循環型社会への取り組みや付加価値を生み出す期待が感じられました。

JEC World は、欧米市場での新素材や成形加工技術、航空機や自動車をはじめとする各分野の動向や開発プロジェクトなど、日本では得ることが出来ない貴重な情報を得る絶好の機会ですが、展示物を見ただけでは理解できないものが多くあります。

弊社は、2019年にJEC World展示会の見学レポート集を発刊し、展示会場で見えて聞いた情報だけでなく、それらの開発背景や周辺情報を加えて展示品の意味するところや開発の狙いなどを解説しました。展示会に行かれなかった方だけでなく、むしろ見学に行かれた方から「見ただけでは分からない展示が多かったので助かった」と好評でしたので、今回も同様に編集をし、技術情報をわかりやすくまとめるよう努めました。

本書が欧州の複合材料市場の技術開発トレンドを知る手がかりに、あるいは貴社の複合材開発のヒントにお勧めの一冊です。

<お問合せ先> (有)カワサキテクニサーチ

<http://kawasaki-tr.com> 06-6232-1055

## 2. 分野・用途別の主な展示

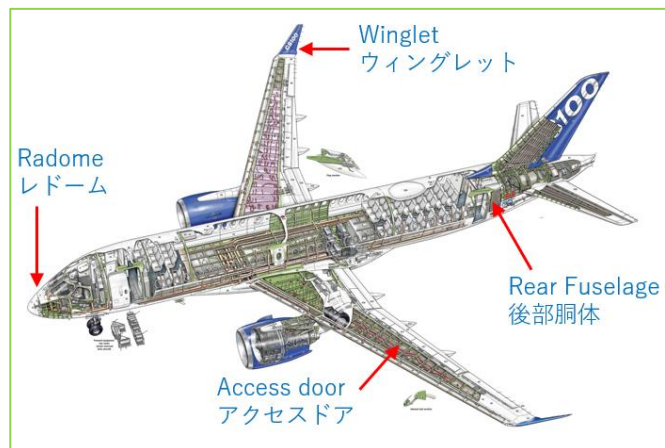
### 2-1. 航空宇宙

開発が長期に亘り、機密情報も多い航空宇宙関連の展示は、これまでも年によって展示の量や内容の大きな差がある。今年は航空宇宙関連のテーマ展示場は自動車や鉄道と一緒に、量質共に残念ではあったが、個別展示では話題の eVTOL(電動垂直離着陸機)や 3D プリンティングによる CFRP 用金型など、知識としては知っていても触れる機会が少ない展示物をそれなりに楽しめた。

ここではエアバスを中心に進められている航空機部品の展示を紹介する。

#### Airbus Industries

モビリティのテーマ展示場にはエアバス A220 の前後を中心に開発を進めている部品が見られた。



エアバス A220 後部導体の底パネル 航空機部品の名称

Stelia Composites North America (カナダ) によるリージョナルジェット A220 の後部胴体で、上下左右の 4 枚のプレートで構成され、展示は底板部分で 10 本のストリンガー(棧)が付く。プリプレグを Coriolis (フランス) のレーザー自動機で積層したもの。

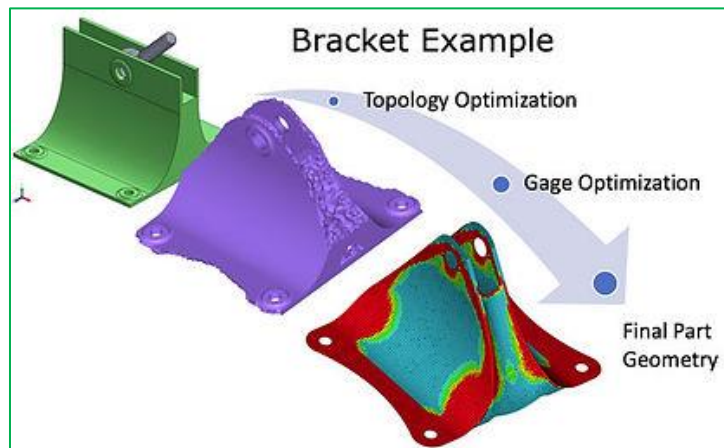
## Sekisui Aerospace/ CFRTP 構造部品

Sekisui Aerospace Corp.(米国) <https://www.sekisui aerospace.com/>

積水化学の米国子会社である積水エアロスペースは、航空機やドローン向けの複合材部品の製造、販売を行う。手掛ける製品は、一次構造材(胴体アセンブリ、尾翼、機首アセンブリ、翼と胴体間のフェアリング、翼コンポーネント)、二次構造材(機内収納ビンブラケット、複合パネルアセンブリ、エスケープスライドバックボード、フロアパネル)、内部構造部品(座席、調理室、飛行甲板ドア、救命いかだ収納庫、化粧室、クローゼット)など多岐に及ぶ。

熱硬化から手掛けるが、特に熱可塑複合材では UD テープを多軸配列した最大幅 61cm の中間素材シート製造から成型品まで一貫して製造する CCM(Continuous Compression Molding 連続圧縮成形)や、チョップドにしたテープを直接圧縮成形する QForge などが特徴的である。

参考) CCM(連続圧縮成形)および QForge の動画 <https://www.sekisui aerospace.com/processes>



独自開発の複合材料用構造解析 OptiPart (Sekisui Aerospace)



中央は金属製(白色)と QForge 樹脂製(黒色)の比較

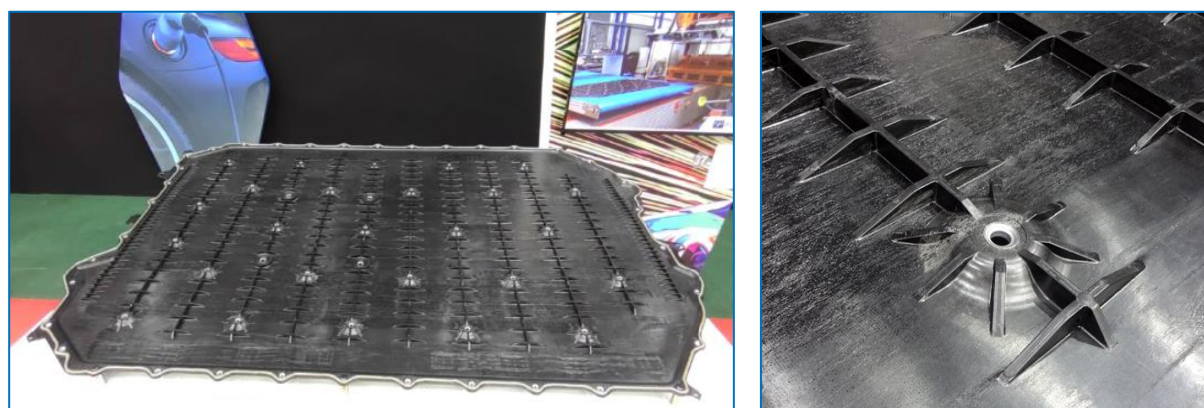
## 2-2. 自動車・特殊車両・鉄道

### アウディ / 複合材料による EV バッテリー保護カバー

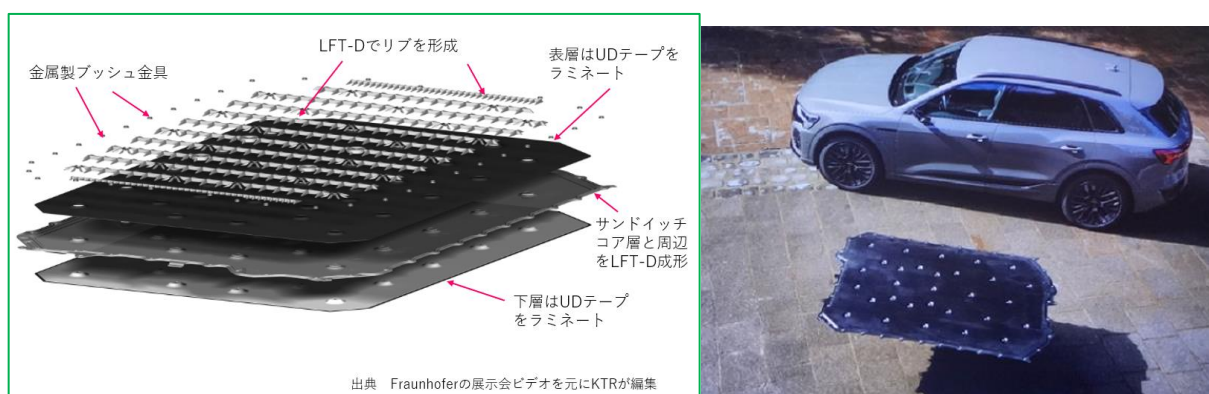
#### [AUDI AG \(ドイツ\)](#)

パートナー: POLYTEC (蘭)

Audi の電気自動車 e-tron は 2020 年から量産されており、バッテリーモジュールには水冷式の熱マネジメントシステムが搭載されていることが広く知られているが、車種により構造が進化、変化している。初期の主要構造部品は金属のみだったが、2023 年 2 月から世界展開される SUV 車「Q8」では、Lower Protection Cover (底面の保護カバー) に熱可塑性樹脂が使われ、JEC の 2023 年アワードを受賞した。



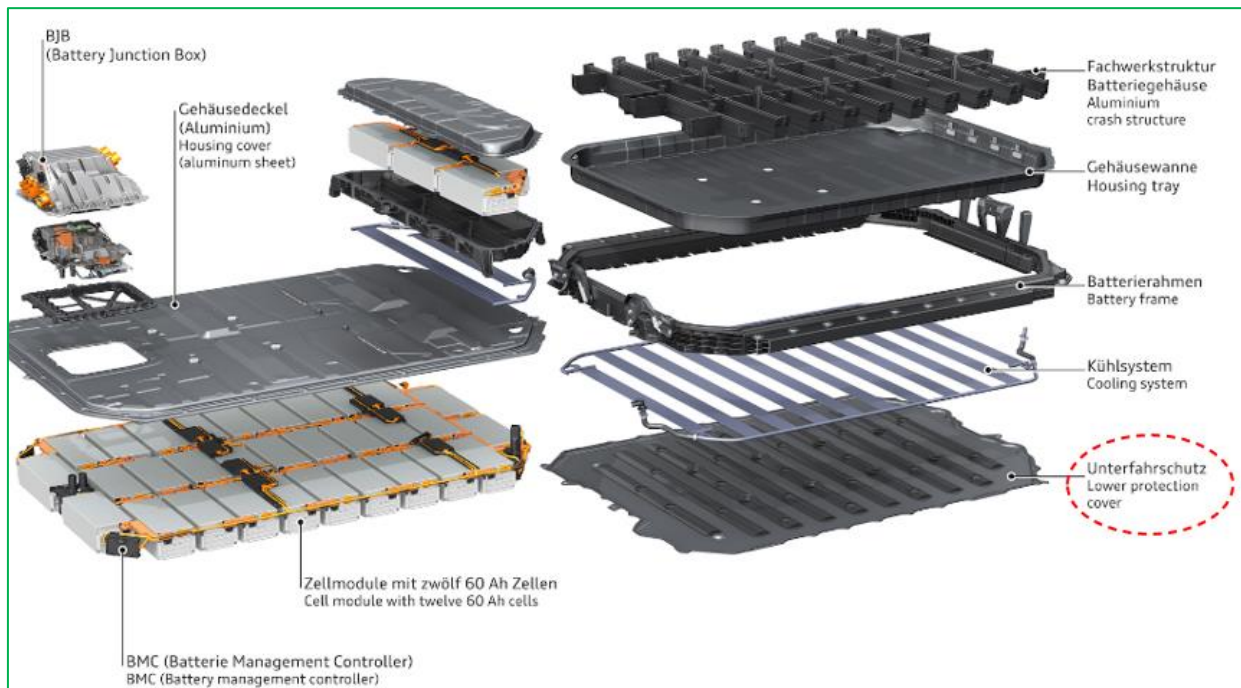
e-tron バッテリーの底面保護カバーと金属をインサートしたねじ止め部分 (JEC World2023 展示)



成形品の詳細 (Audi、Polytec 公開資料を元に KTR が編集)

Audi の二次電池全体の構造について次頁以降に記す。

<https://electricshogoneaudi.net/models/q8-e-tron/drivetrain/battery/>



アウディ e-tron のバッテリーパック構造 (写真は Audi 資料を基に KTR が編集)

上図の赤丸が 2100 mm x 1400 mm の大型樹脂製パネルで、軽量化と機械強度を両立させるためにサンドイッチ構造になっている。コア層は、LFT-D のスプリングバックを活かして発泡層となっているとされるが、コア層を挟む形になる UD テープ層は各 7 枚構成だと見られるため、パネル厚みを考慮するとコア層の発泡倍率は低いと考えられる。ポリプロピレンとガラス繊維で構成する UD テープ 13kg は予備賦形されるが、同じ材質構成のダイレクト LFT 約 10kg は、材料の熔融から熱プレス、成形後に部品周囲に接着剤式防水パッキンを塗布するまで自動化され、コストミニマムな大量生産が可能である。

### 利点

- アルミからの代替による軽量化アンダーライドガード/電池保護パネル (注)
- アルミニウムと比較してカーボンフットプリントを大幅に削減
- 複雑なサンドイッチ設計と大量生産可能な新しいプレス成形プロセス
- リサイクルが容易な設計

注) 当該部品は、JEC の公表資料によっては「BEV battery protection plate (EV 電池保護プレート)」と、「Underride guard」の二通りの異なる記述がある。Underride (アンダーライド) は、衝突時に二輪などが車両の下に潜り込む現象を意味するので、こうしたカバーは電池パックの保護以外の目的も持つことになる。

## 2-3. 海運・造船

### CorPower Ocean/ 波力発電機

CorPower Ocean AB. (スウェーデン) <https://corpowerocean.com/>

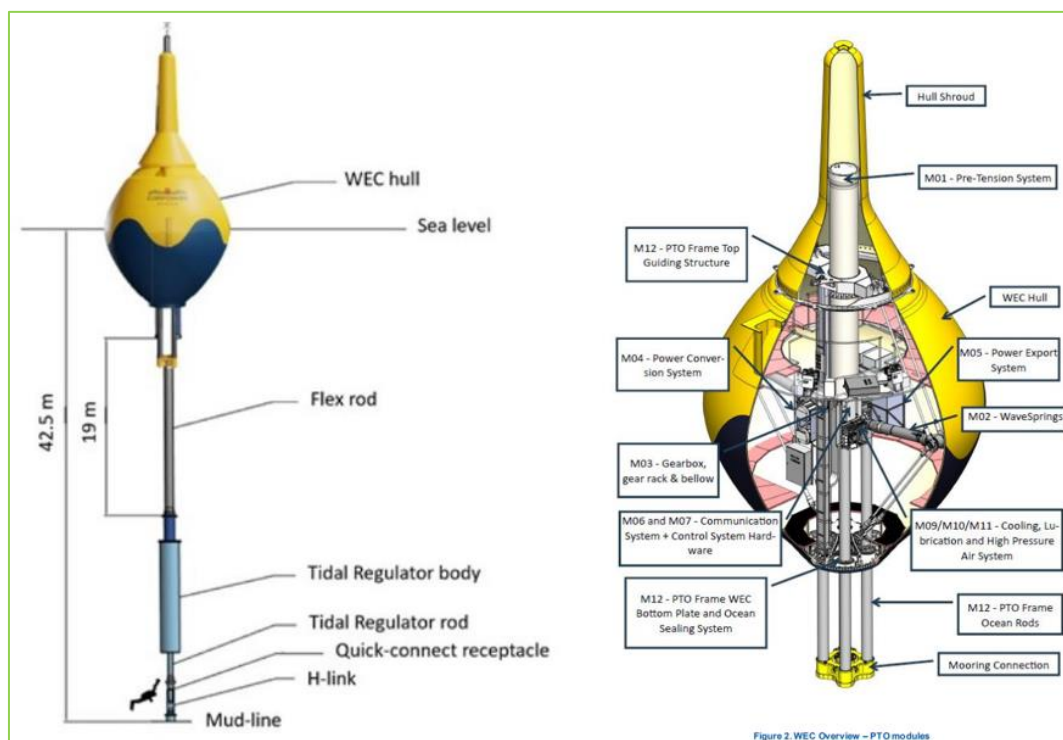
海の波力は最も大きい再生可能エネルギー源で、太陽光や風力に較べても安定であるが、従来の波の力でタービンやジャイロを回し発電するやり方はコストが高く、採用が進まなかった。CorPower Ocean の WEC (Wave Energy Converter、波力エネルギーコンバーター) はコストの壁を破ると期待を集める。



展示の縮尺模型



波力発電のイメージ (CorPower Ocean)



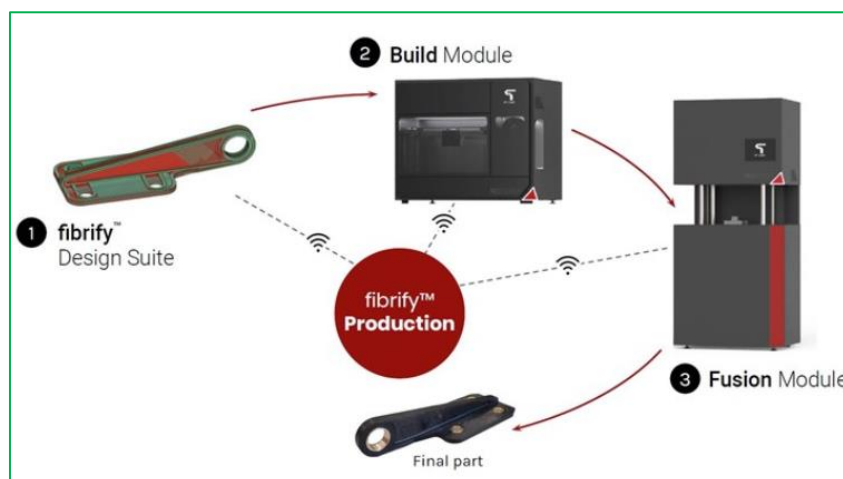
波力発電機全体とブイ内部の発電機 WEC (図 欧州海洋エネルギーセンター)

[https://marine.gov.scot/sites/default/files/project\\_information\\_summary\\_10.pdf](https://marine.gov.scot/sites/default/files/project_information_summary_10.pdf)

## 4. 複合材の可能性を拓げる 3D プリンティング

### 9T Labs /プレスを組み合わせた積層造形

9T Labs が提唱する AFT (Additive Fusion Technology) は、3D プリンターで一つの部品をいくつかに分けて積層造形する「ビルドモジュール」と、積層造形した分割部分を組み立て金型内で熱プレス処理する「フュージョンモジュール」の二つの工程を組み合わせることで、部品に最高強度が得られる繊維配向を施し、3D プリンティングで発生しがちな成形品内部のボイド発生リスクを抑え、更に樹脂の種類によっては二次加熱処理することで結晶化を安定させることができる、などの利点がある。



Additive Fusion Technology (AFT)

ヘリコプターのドアヒンジの開発はスイスの FHNW (ノースウェスト応用科学大学) と共同で行われ、最終的に炭素繊維 + PEKK で量産した。



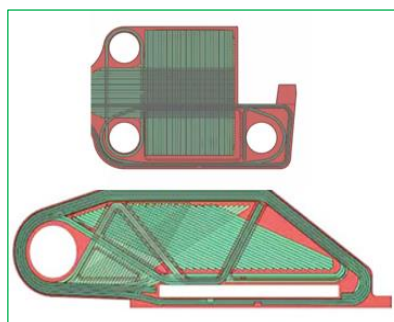
樹脂製ドアヒンジ



ドアヒンジの位置 (機種は本件と関係ない)



熱プレス前のヒンジ構成部分



部品中の繊維配列 (出典 9TLabs)

## 6. 繊維原料、樹脂原料

### 6-1. 麻繊維複合材

下のモトクロス用バイクのディスクブレーキカバーに Bcomp の亜麻繊維織物 Amplitex が使われる。



展示の亜麻製ディスクブレーキカバー 黒色は従来の CFRP 製 (KTM Technologies)

オーストリアの KTM Technologies GmbH が製造したもので、亜麻繊維織物と熱硬化エポキシの基材に自社開発のカップリング層 Conexus を加えて加熱成形すると成形品表面に熱可塑性の特性を持つ層が形成され、その上から PA6 をオーバーモールドすることでエポキシと PA6 の界面が接着される。



Conexus 技術の構造 (KTM Technologies ホームページ、黄色は KTR 和訳)

亜麻繊維を使う複合材は炭素繊維複合材よりも延性に優れ、カバーがモトクロス中に衝撃を受けても破片の飛散や層間損傷からライダーや審判員を保護出来る。また「Conexus は超音波溶着にも有効で、更に PA6 の融点よりも低い温度で融解するため、リサイクル時には簡単に分離することができる」とされており、面白い技術ではあるが技術的な情報開示は無く詳細は不明である。