

PAN系炭素繊維の現状と将来

2019年2月25日
三菱ケミカル株式会社
コンポジット製品事業部
大橋 英彦



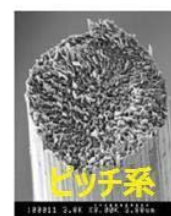
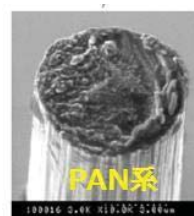
本報告の内容

1. 炭素繊維の歴史
2. メーカー各社の生産能力
3. PAN系CF需要動向
4. トピックス
 - ① エネルギー・インフラ分野 (風車・圧力容器)
 - ② 自動車分野
 - ③ 航空機分野
 - ④ リサイクル
5. まとめと今後の課題

1. 炭素繊維の歴史
2. メーカー各社の生産能力
3. PAN系CF需要動向
4. トピックス
 - ① エネルギー・インフラ分野（風車・圧力容器）
 - ② 自動車分野
 - ③ 航空機分野
 - ④ リサイクル
5. まとめと今後の課題

1. 炭素繊維の歴史

- 1848 スワンが木綿糸を焼成し白熱電球に利用
- 1879 エジソンが竹を炭化して白熱電球の芯に実用
- 1961 工技院大阪工試の進藤博士がPAN系CFを発明
- 1963 群馬大の大谷教授がピッチ系炭素繊維を発明
- 1965 UCC（米国）がレーヨン系炭素繊維を工業化
- **1970年代～ PAN系CFを各社が工業化**
 - 1969 コートルズ（英国、撤退）
 - 1971 東レ
 - 1972 ハーキュレス（米国）
 - 1973 東邦レーヨン（現、帝人）
 - 1982 三菱レイヨン
- 1997-1999 各社生産能力の活発な増強
- 2000- 産業用途を中心に新規用途開発が顕在化



現在、PAN系とピッチ系の炭素繊維に集約

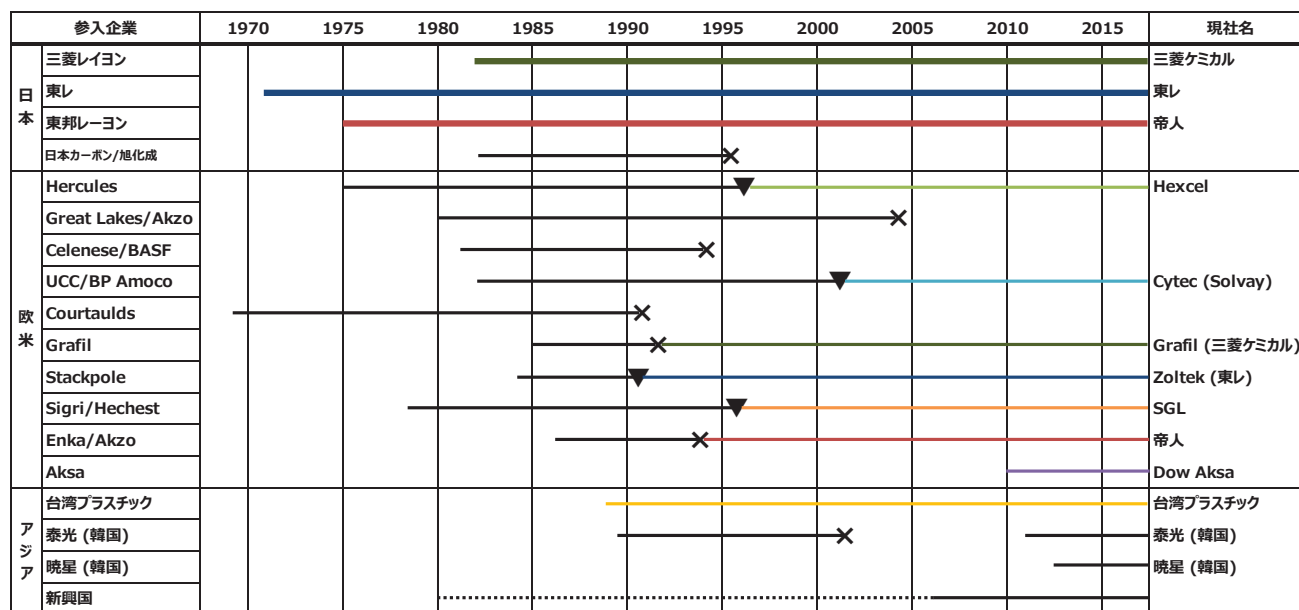
1. 炭素繊維の歴史

✓ 炭素繊維メーカーの変遷

✓ 1970年代より工業化

✓ 1990年代前半の再編、その後拡張

✓ 2010年以降、韓国・中国、等の新興勢力伸長



▼：買収による規模縮小 ×：撤退又は売却



THE KAITEKI COMPANY
三菱ケミカルホールディングスグループ

1. 炭素繊維の歴史

2. メーカー各社の生産能力

3. PAN系CF需要動向

4. トピックス

- ① エネルギー・インフラ分野 (風車・圧力容器)
- ② 自動車分野
- ③ 航空機分野
- ④ リサイクル

5. まとめと今後の課題



THE KAITEKI COMPANY
三菱ケミカルホールディングスグループ

2. メーカー各社の生産能力

✓ 各社、生産能力増強継続、2018年末には14万t弱を推定。

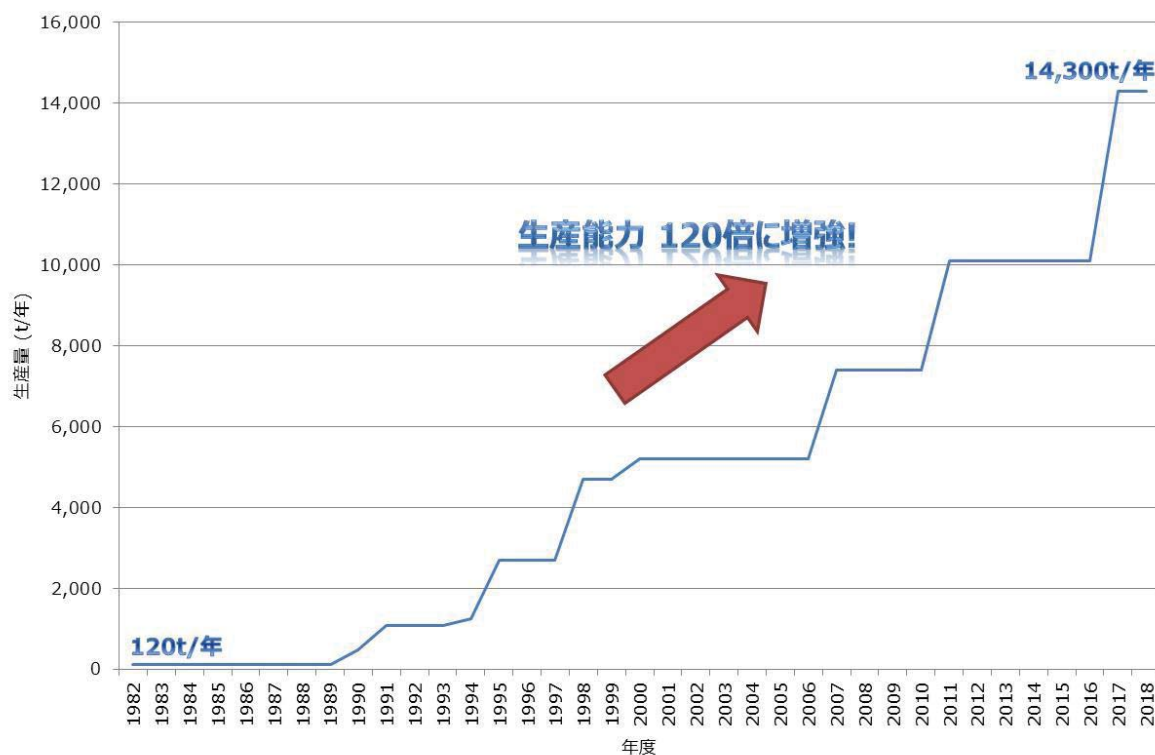
[単位：千t、公開情報に基づく]

メーカー		2015	2018
レギ ュ ラ ー ト ウ	三菱ケミカル	7	10
	東レ	27	29
	帝人	11	12
	Hexcel	9	10
	Solvay	3	3
	台湾プラスチック	9	9
	Dow Akso	4	4
	暁星	3	3
	新興国*	12	20
合計		85	99
ラ ー ジ ト ウ	三菱ケミカル	3	4
	Zoltek(東レ)	13	20
	SGL	12	12
	合計	28	36
総計		113	135

* 中国メーカーが主

2. メーカー各社の生産能力

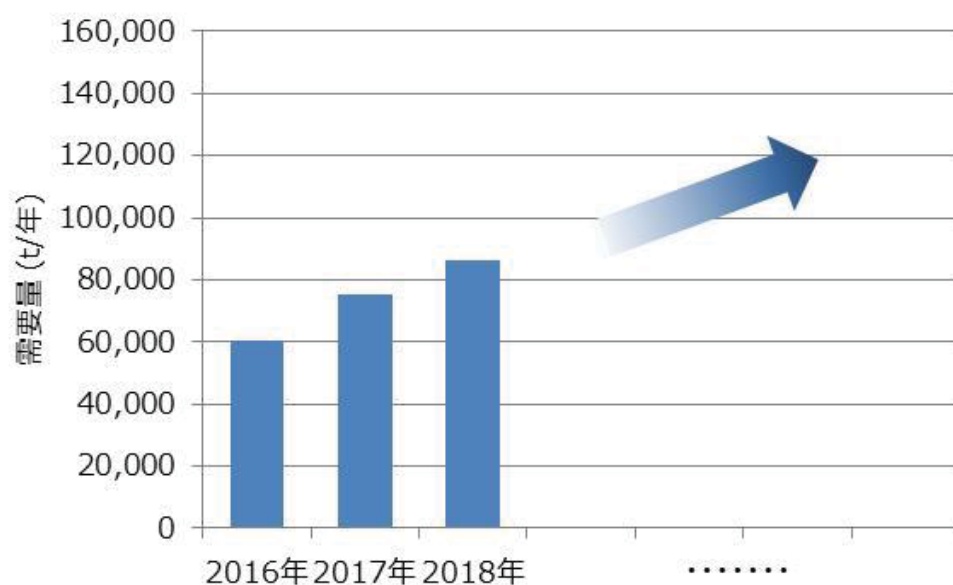
✓ 三菱ケミカルに於けるPAN系炭素繊維生産能力の推移



1. 炭素繊維の歴史
2. メーカー各社の生産能力
3. PAN系CF需要動向
4. トピックス
 - ① エネルギー・インフラ分野 (風車・圧力容器)
 - ② 自動車分野
 - ③ 航空機分野
 - ④ リサイクル
5. まとめと今後の課題

3. PAN系CF需要動向

✓ 主要分野(航空機・自動車・一般産業用途)とも、成長継続

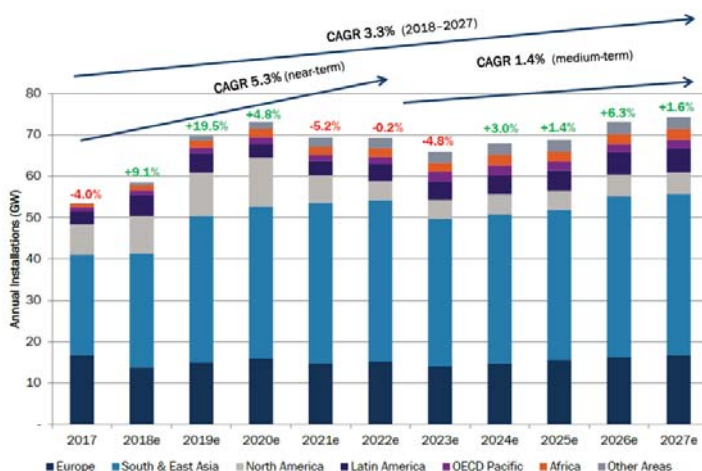


[当社作成]

1. 炭素繊維の歴史
2. メーカー各社の生産能力
3. PAN系CF需要動向
4. トピックス
 - ① エネルギー・インフラ分野 (風車・圧力容器)
 - ② 自動車分野
 - ③ 航空機分野
 - ④ リサイクル
5. まとめと今後の課題

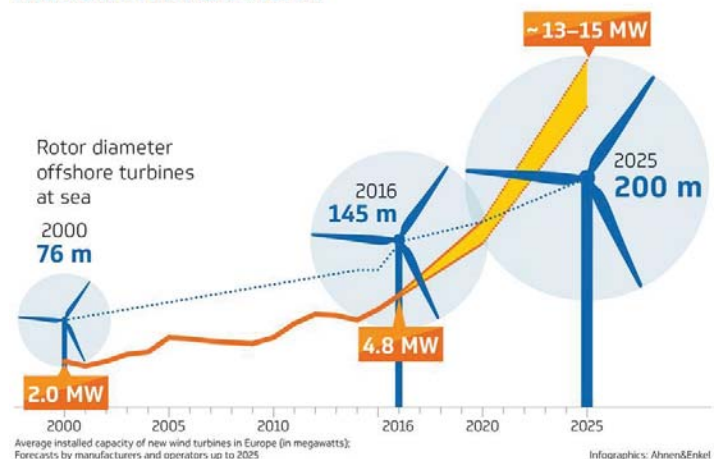
4. トピックス ①エネルギー・インフラ分野 (風車)

- ✓ 風力発電導入見込み
 - ✓ 直近では年率5%強の伸びが見込まれる
- ✓ 風車大型化の効果
 - ✓ MHIベスタス製 V164-9.5MW /164m ⇒ 炭素繊維使用量の増加



[出典：FTI Intelligence, April 2018
(<https://fti-intelligence.com/gwmu2017-demand-side-analysis/>)]

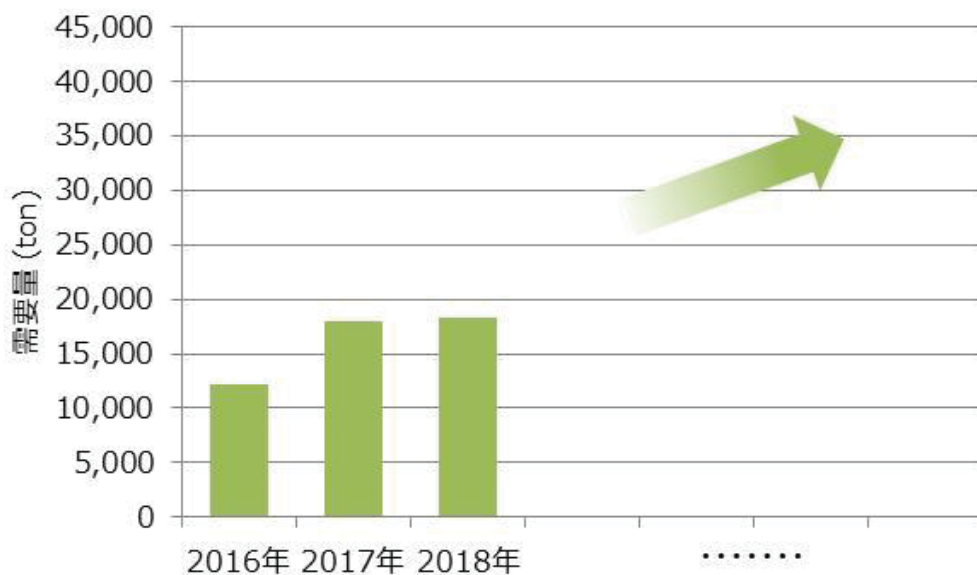
A GROWTH IN CAPACITY



[出典：German Offshore Wind Energy Foundation, HPより
(<https://www.offshore-stiftung.de/en/media-library/>)]

4. トピックス ①エネルギー・インフラ分野 (風車)

- ✓ 風力発電に於ける炭素繊維の需要予測
 - ✓ 風力発電導入の見込み 5%強の伸び
 - ✓ 風力発電の大型化 8MW以上 ⇒ 炭素繊維の需要拡大



[当社作成]

4. トピックス ①エネルギー・インフラ分野 (圧力容器)

- ✓ 水素基本戦略(2017年12月)
 - ✓ 2025年迄に水素ステーション320ヶ所設置予定
 - ✓ FCV(バス、フォークリフトも含む)についても2025年迄に20万台導入目標



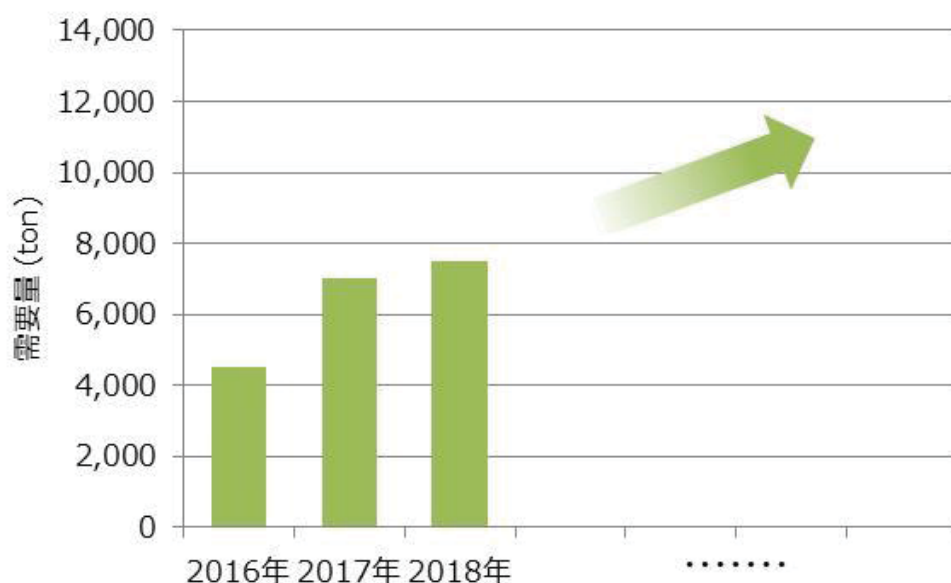
[出典：第13回 水素・燃料電池戦略協議会 JHyM資料 (経済産業省)
(http://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo/pdf/013_03_00.pdf)]

※ FCV; FCバス、FCフォークリフトも含む

- ✓ 環境規制強化
 - ✓ CO₂排出規制強化により、CNG車需要ペース拡大
 - ✓ ディーゼル自動車の廃止政策等により、CNGタンクの更なる成長も見込まれる

4. トピックス ①エネルギー・インフラ分野 (圧力容器)

- ✓ 圧力容器に於ける炭素繊維の需要予測
 - ✓ 水素基本戦略に基づくFCVや水素ステーションの導入
 - ✓ 環境規制に基づくCNG車の需要拡大

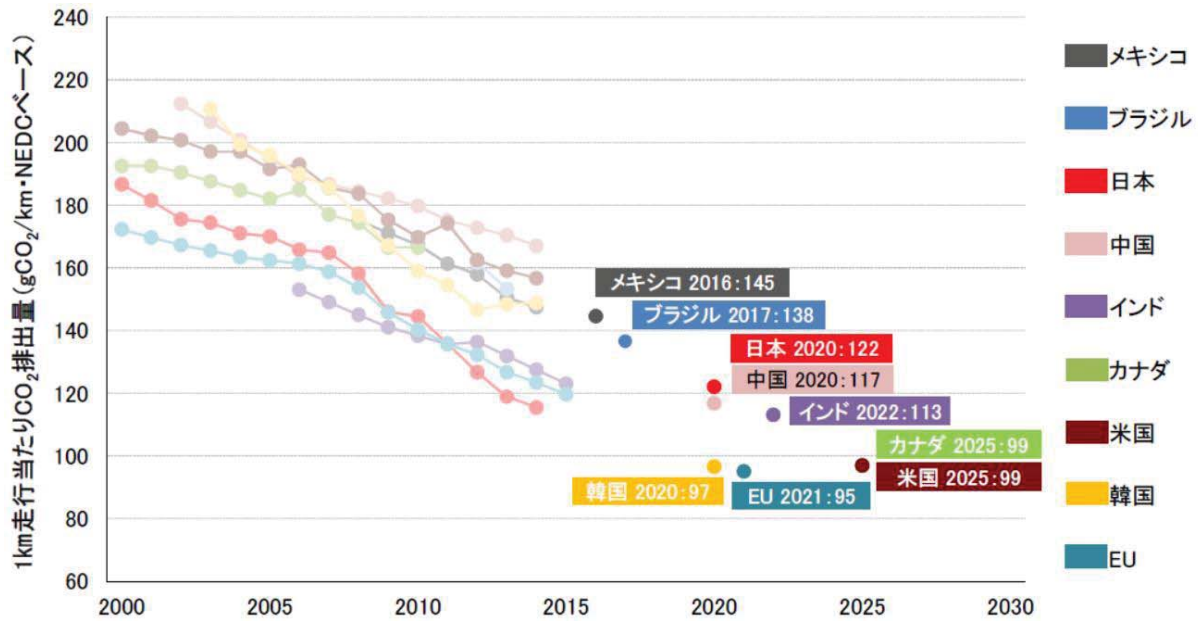


[当社作成]

1. 炭素繊維の歴史
2. メーカー各社の生産能力
3. PAN系CF需要動向
4. トピックス
 - ① エネルギー・インフラ分野 (風車・圧力容器)
 - ② 自動車分野
 - ③ 航空機分野
 - ④ リサイクル
5. まとめと今後の課題

4. トピックス ②自動車分野

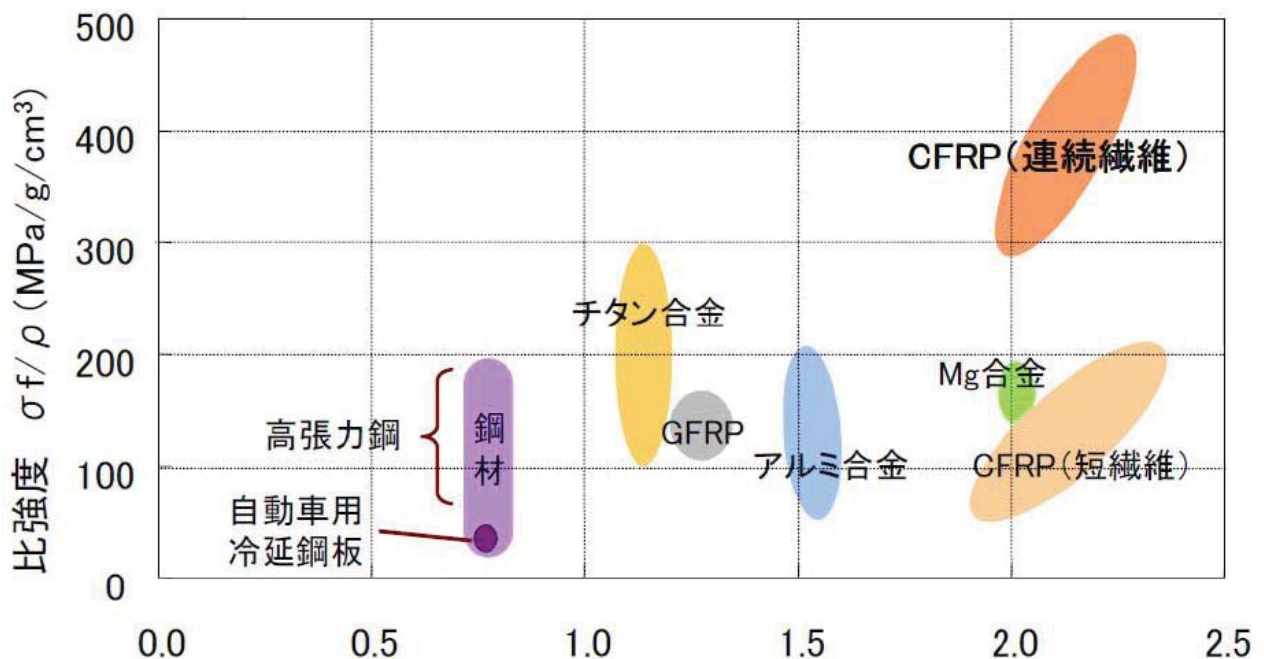
- ✓ 各国CO₂排出規制強化
 - ✓ 日米欧各国はCO₂排出規制を強化
 - ✓ エンジン燃費効率、EV化率に加え車体の軽量化が実現のカギ



[出典：諸外国における車体課税のグリーン化の動向（環境省）
(<https://www.env.go.jp/policy/policy/tax/mat-6.pdf>)]

4. トピックス ②自動車分野

◆自動車材料の比強度と比剛性



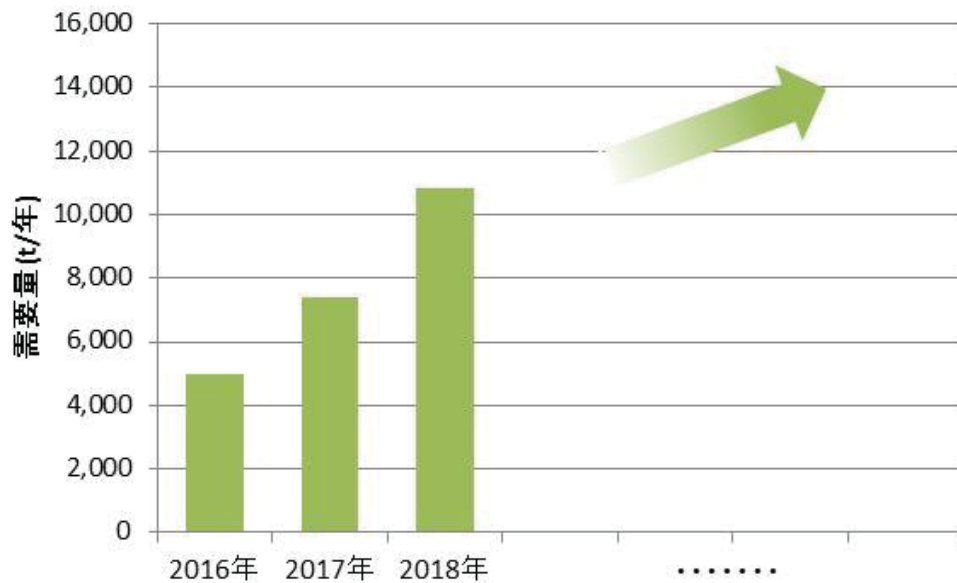
NEDO委託研究
「自動車軽量化炭素繊維強化複合材料の研究開発」
(中間評価) 分科会資料より

比剛性 $\sqrt[3]{E}/\rho$ ($\sqrt{\text{GPa}}/\text{g/cm}^3$)*

*曲げ剛性

4. トピックス ②自動車分野

- ✓ 自動車分野に於ける炭素繊維の需要動向
 - ✓ 自動車関連開発はEV、自動運転にフォーカス
 - ✓ 易成形・高性能材料、複合材料設計技術の蓄積により、需要拡大



[当社作成]

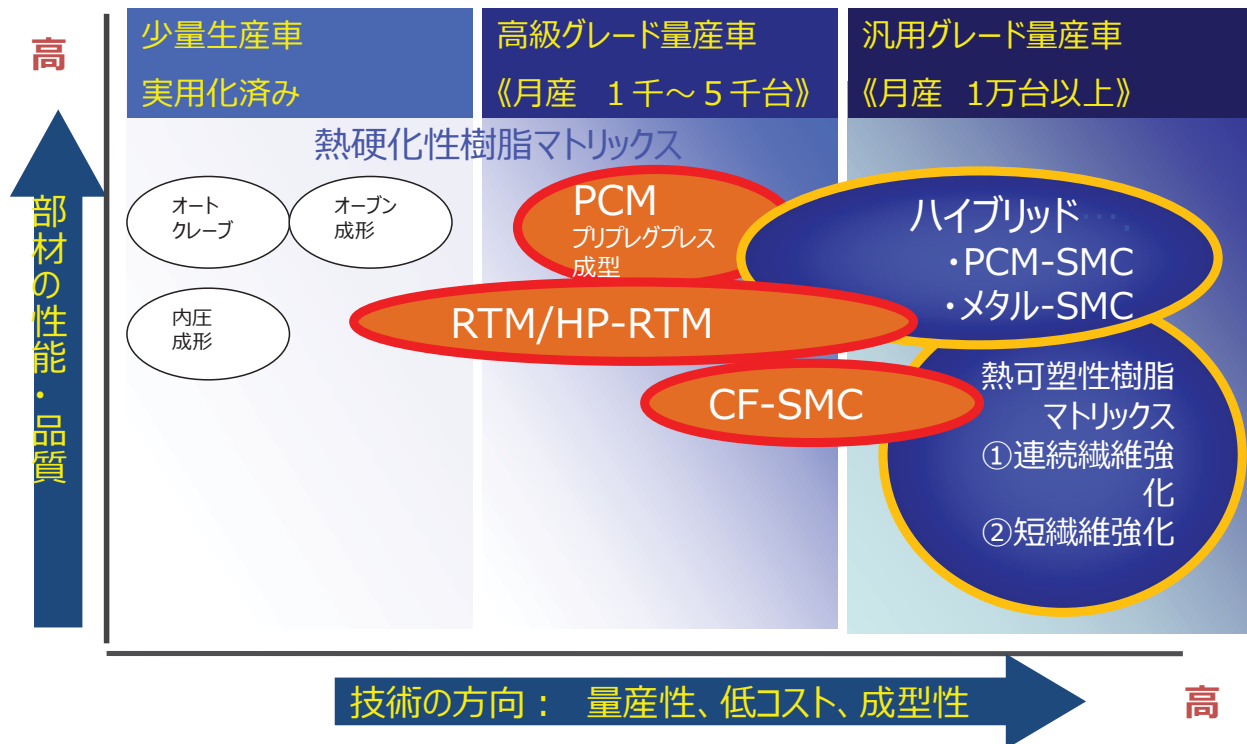
4. トピックス ②自動車分野 (炭素繊維・複合材料の自動車部材適用例)



4. トピックス ②自動車分野

✓ 自動車用炭素繊維コンポジットの技術進展

✓ 性能重視から生産性、低コスト重視、更に性能向上を目指す。



4. トピックス ②自動車分野

✓ Prepreg Compression Molding (PCM)

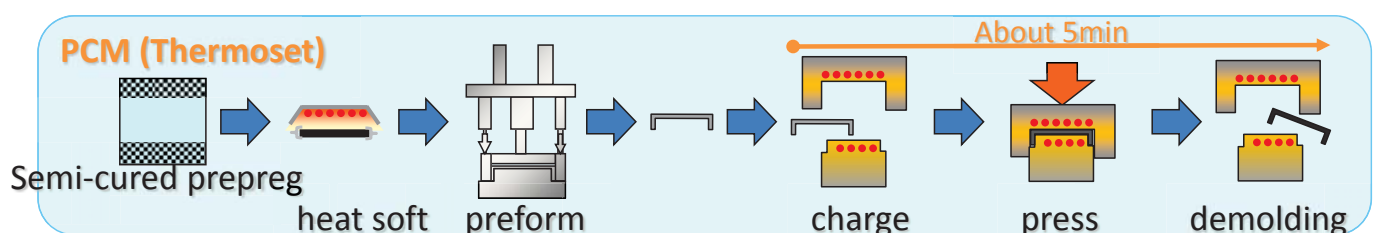
✓ 速硬化性と高外観品質を実現

➤ 速硬化プリプレグ+プリフォーム+プレス成形

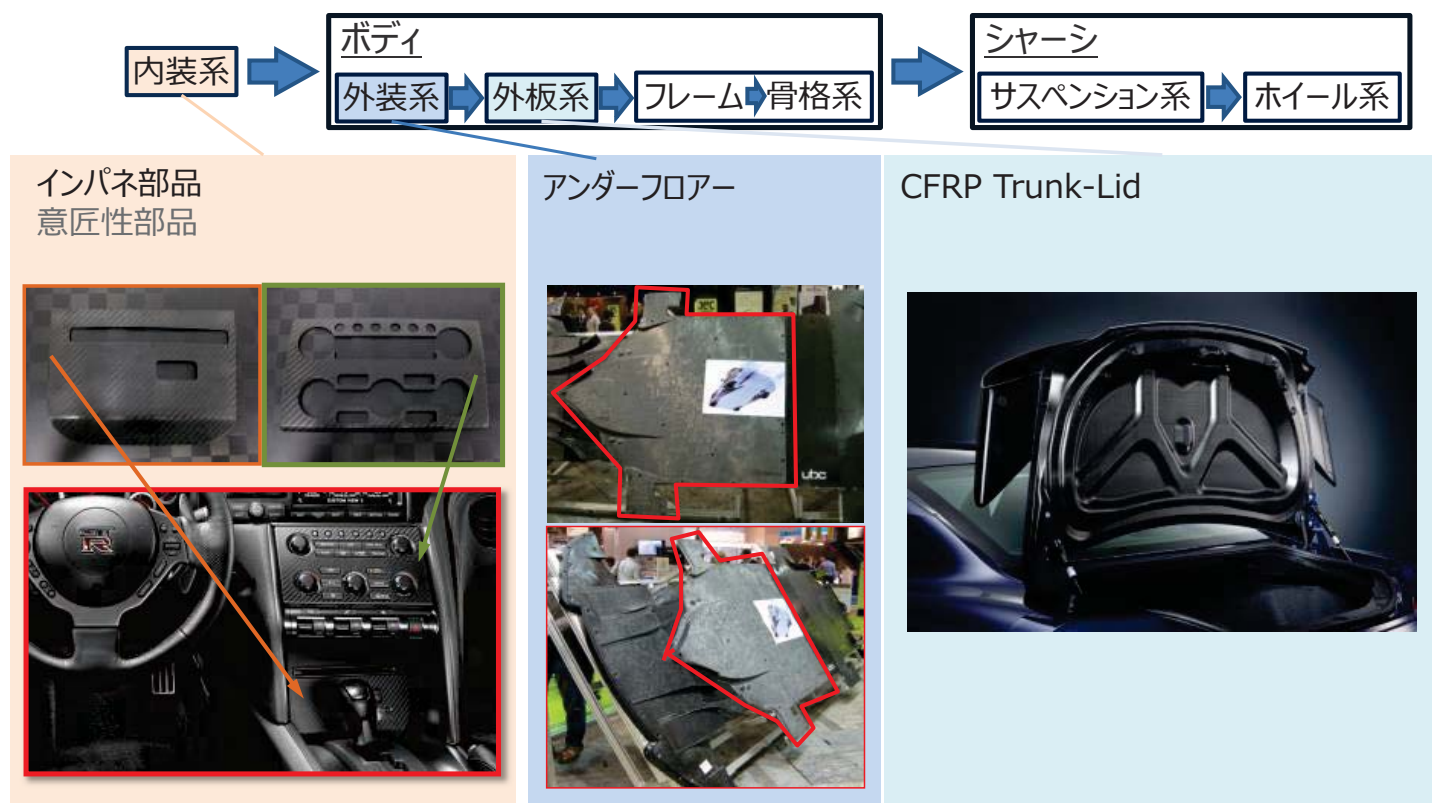
- 3～5分硬化（140℃）、プレス（3～10MPa）
- 自動化プロセス プリフォームとプレス成形の自動化
- 外観品質 ClassA外観の塗装品質、ピンホール欠陥無

➤ 利点

- GF-SMCで使われているプレス装置および金型技術を利用できる
- 試作段階：オートクレープ → 量産段階：PCM

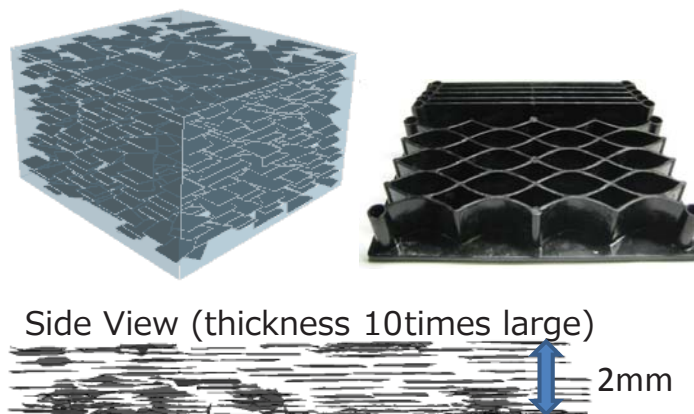


4. トピックス ②自動車分野 (PCM採用例)

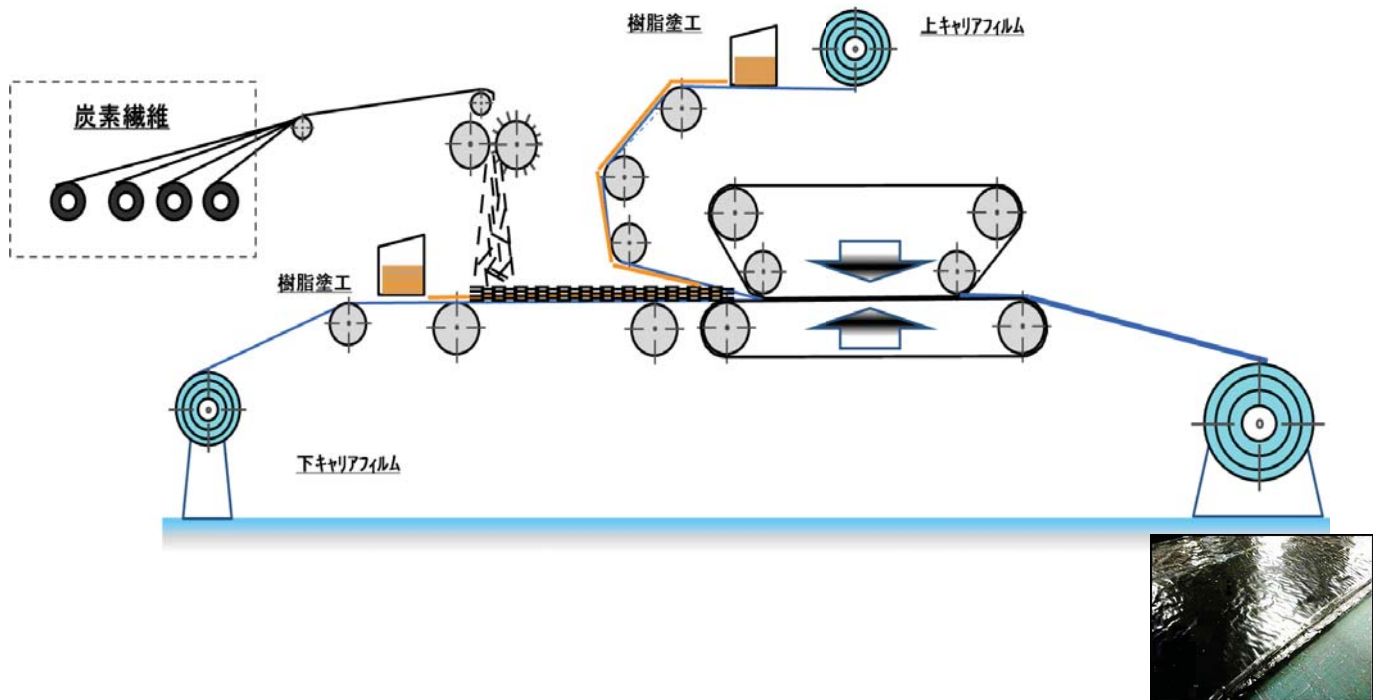


4. トピックス ②自動車分野

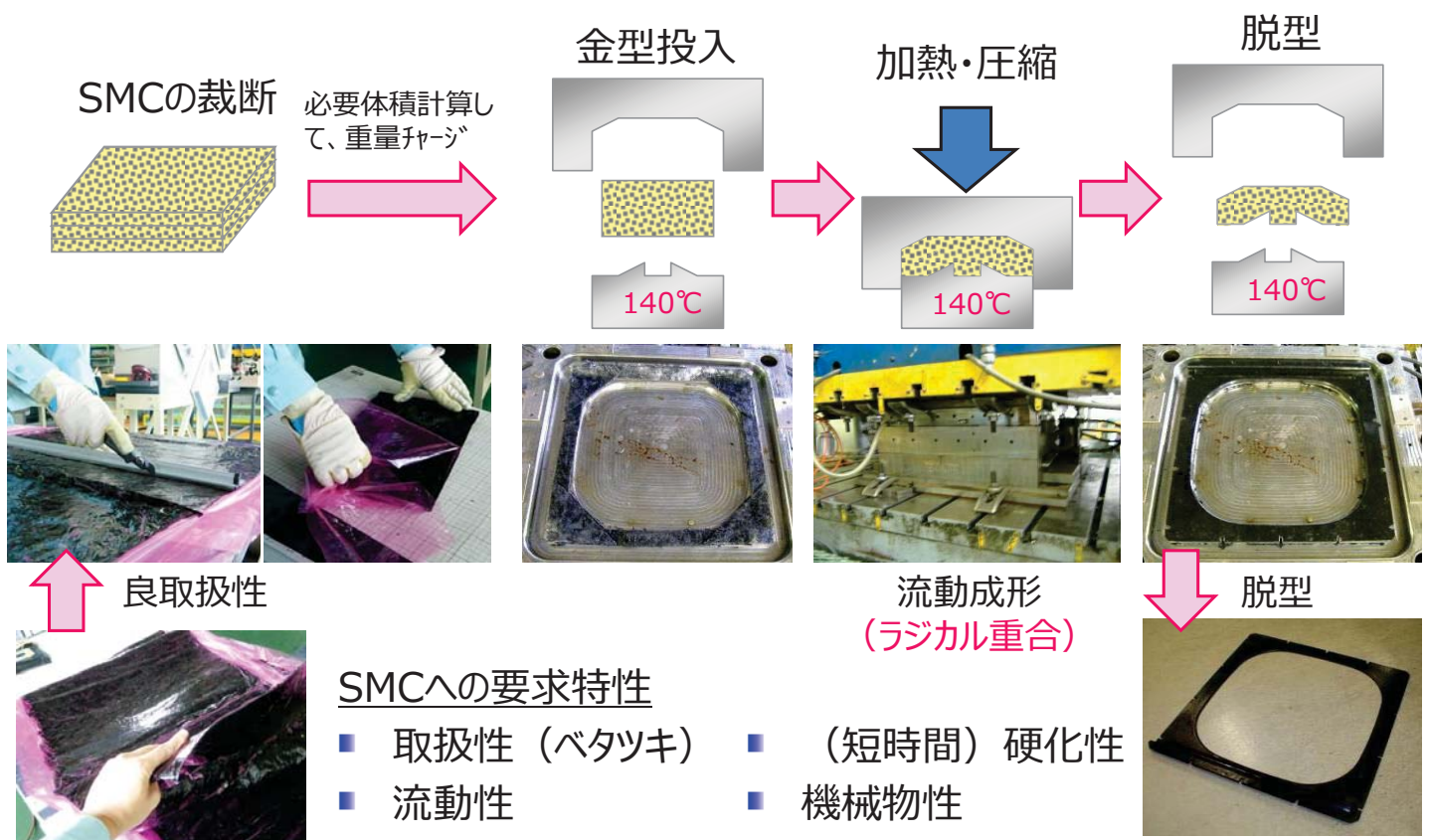
- ✓ Carbon Sheet Molding Compound
 - ✓ 成形性、生産性に優れたC-SMC
- ✓ ランダムチョップベースのシート状易成形性ハイサイクル材料
 - 140℃×2分以下の速硬化可能
 - 高流動性のため賦形性に優れ立体複雑形状が可能
 - 部材統合によるコスト低減可能、成形時廃棄材が少ない
 - 低比重；アルミニウムに対し25%以上の軽量化可能



4. トピックス ②自動車分野 (SMC製造ライン例)



4. トピックス ②自動車分野 (SMCの成形方法例)



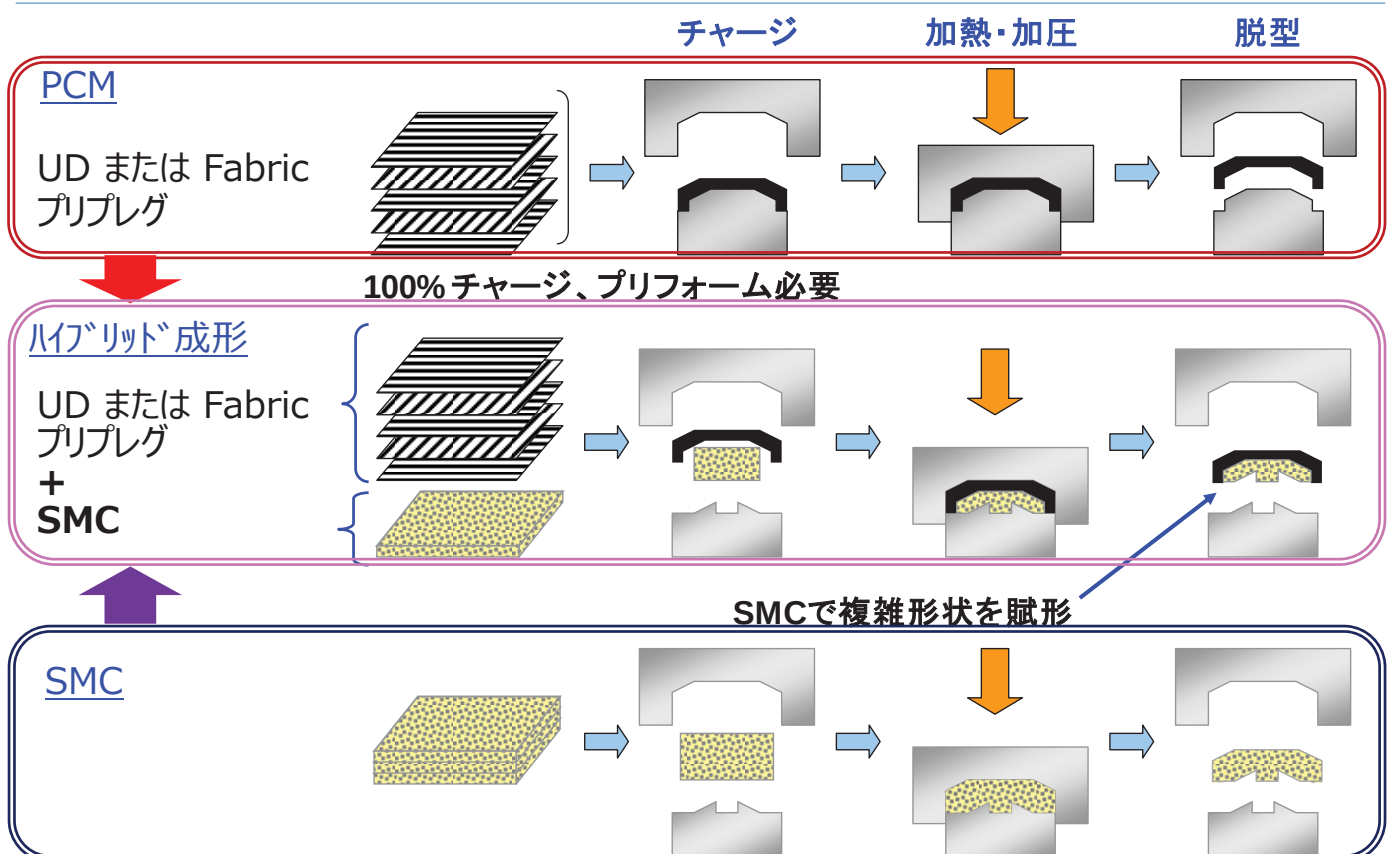
4. トピックス ②自動車分野 (C-SMCの適用例)



- 大型 3 次元複雑形状部材の製造可能
- RTM成形より廃材量が少ない
- スチール、アルミ材に比べ成型工程が簡素化できる
- 急速硬化が可能：

➡ C-SMCの成形品は特徴的で優れた外観品位を有する

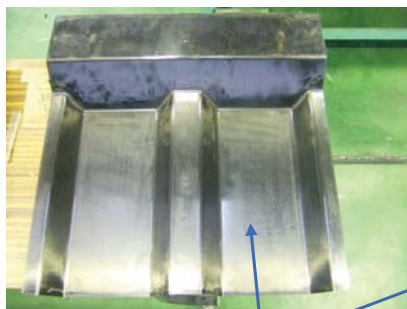
4. トピックス ②自動車分野 (PCM/SMCの応用 ハイブリッド成形)



4. トピックス ②自動車分野 (ハイブリッド成形例)

✓ 複雑形状はSMC、剛性・強度が必要な部分にPCM

自動車構造フロアモデル部材 サイズ; 500X500mm

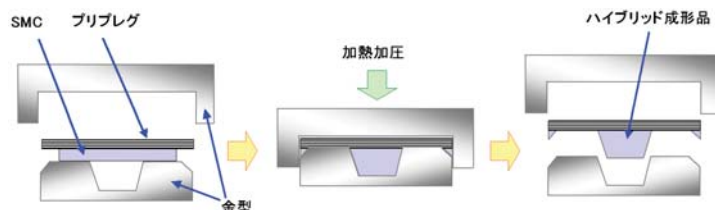
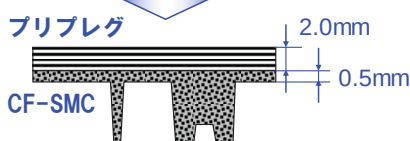


CF-SMCとNet Shape
プリフォームを同時にチャージ



成形品

プリプレグによる高物性発現性と性能バラツキの最小化
+
CF-SMCによる複雑形状成形



1. 炭素繊維の歴史

2. メーカー各社の生産能力

3. PAN系CF需要動向

4. トピックス

① エネルギー・インフラ分野 (風車・圧力容器)

② 自動車分野

③ 航空機分野

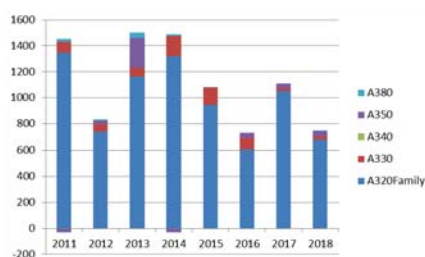
④ リサイクル

5. まとめと今後の課題

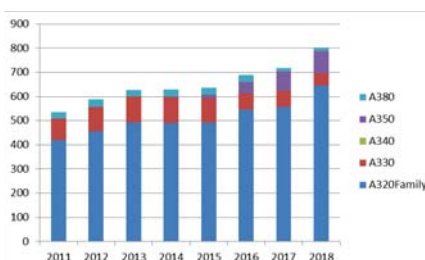
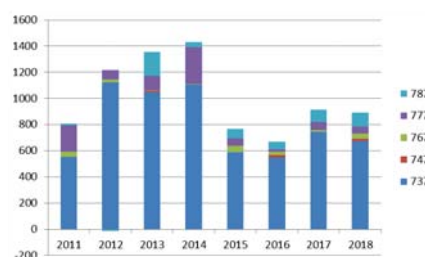
4. トピックス ③航空機

✓ 航空機市場環境

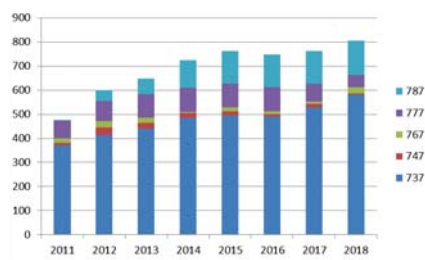
- ✓ 2018年は、AIRBUS, BOEING とともに過去最高の納入機数
- ✓ 小型機、中型機を中心に堅調な需要継続。航空機内装需要も堅調



Orders



Deliveries



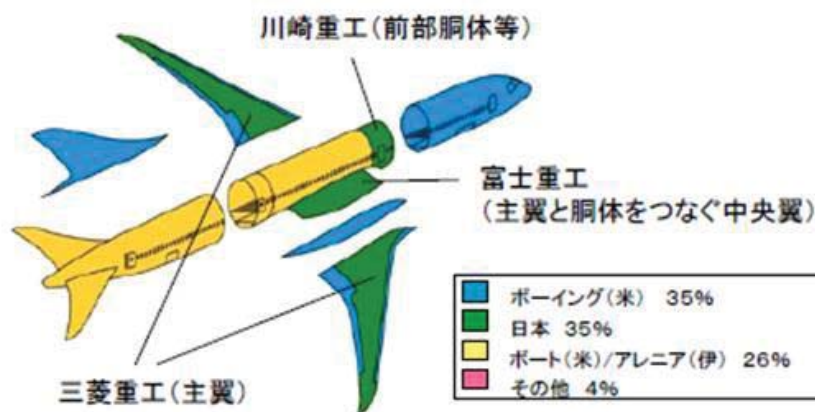
AIRBUS

BOEING

[当社まとめ]

4. トピックス ③航空機

- ✓ 炭素繊維複合材料の適用は一次構造材、二次構造材を中心に拡大している

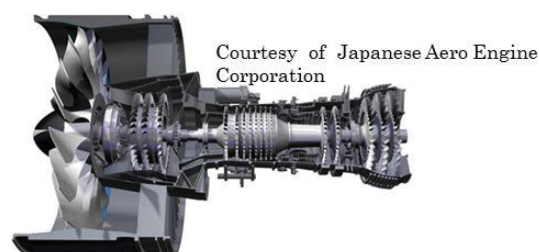


[出典：第59回評価小委員会補足資料2（経済産業省）
(http://www.meti.go.jp/committee/summary/0001640/pdf/059_h02_00.pdf)]

✓ 航空機エンジン用途への展開

- ✓ 構造案内翼を世界で初めて複合材料化
- ✓ エンジンを大口径化し、エンジンの軽量化と燃費改善に大きく貢献

A320neo向け PW1100G-JM



-
1. 炭素繊維の歴史
 2. メーカー各社の生産能力
 3. PAN系CF需要動向
 4. トピックス
 - ① エネルギー・インフラ分野（風車・圧力容器）
 - ② 自動車分野
 - ③ 航空機分野
 - ④ リサイクル
 5. まとめと今後の課題

4. トピックス ④炭素繊維リサイクルの動向

動向 炭素繊維リサイクル設備化と事業化の動き進展

- リサイクル化は社会的要請・・・廃棄率削減,埋立率削減/リサイクル率の向上の要請
自動車業界要求:埋立率5%以下、リサイクル率95%以上

海外 量産規模に移行

- 1000トン/年以上の量産規模リサイクル設備化、事業化企業の存在
- 大口廃棄物供給企業とリサイクル事業化企業の提携
- 自動車/航空業界から廃材を調達し自動車部材への適用例

国内 パイロット～量産化段階

- 少量生産～量産化検討が主流
- 新菱・三菱ケミカル パイロット製造設備(2018) ⇒ 事業化検討

-
1. 炭素繊維の歴史
 2. メーカー各社の生産能力
 3. PAN系CF需要動向
 4. トピックス
 - ① エネルギー・インフラ分野（風車・圧力容器）
 - ② 自動車分野
 - ③ 航空機分野
 - ④ リサイクル
 5. まとめと今後の課題

5. まとめと今後の課題

1. エネルギー・インフラ分野については、1)風力発電に於ける旺盛な需要、2)水素エネルギーに対応した移動型・定置型水素圧力容器、3)環境規制に対応したCNG圧力容器、等が牽引となり、引続き伸長と思われる。
2. 自動車分野についてはCO₂排出の低減のためCFRP活用による軽量化が実現が期待される。自動車での使用拡大のためにはコスト低減が重要である。
3. 航空機分野については機体構造材・内装、等を中心に堅調な需要継続。更にエンジン部材等への展開も期待される。
4. 社会的要請からリサイクル事業化は進むが、経済合理性の確保が課題。