



熱硬化性CFRPへの代替 & 採用事例紹介

12.11.09

本日の内容

1. CFRPの基礎特性
2. CFRPの製造方法
3. CFRPの採用事例
4. CFRPの製品採用

1.CFRPの基礎特性

CF: 炭素繊維 (Carbon Fiber)
R: 強化 (Reinforced)
P: プラスチック (Plastic)

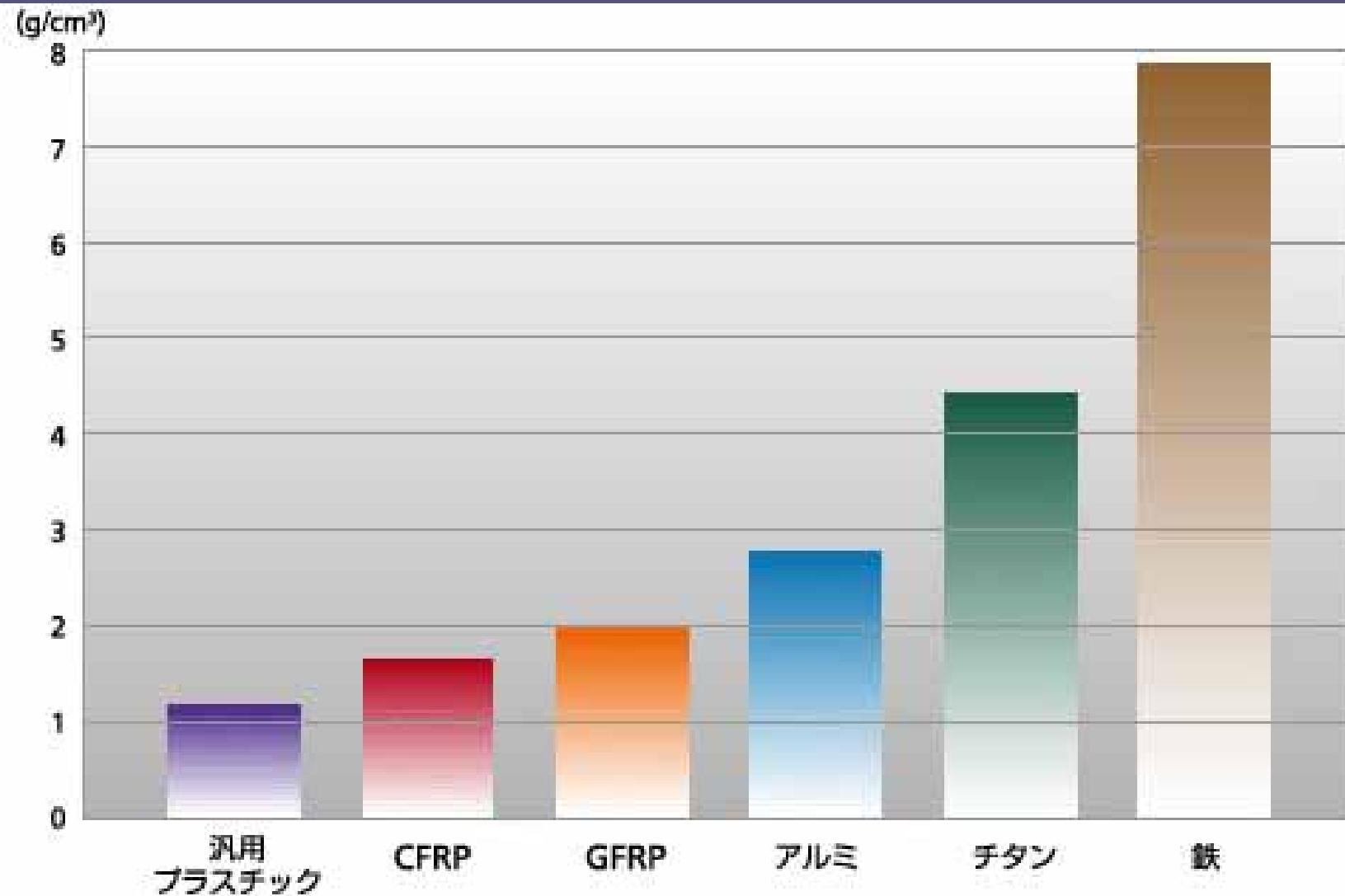


CFRPって？

- ・ **黒色材料**：繊維 (CF) が黒色
- ・ **異方性材料**：繊維の種類・位置・量・方向で性能が決まる
金属・プラスチックと異なり、モノ作りには常に「**材料設計**」が必須
- ・ **塑性変形しない／溶接できない**
限界ひずみを超えると破壊
接着＋機械的結合の併用で組立
(熱硬化性CFRPの特徴)
- ・ **耐熱温度**は樹脂で決まる

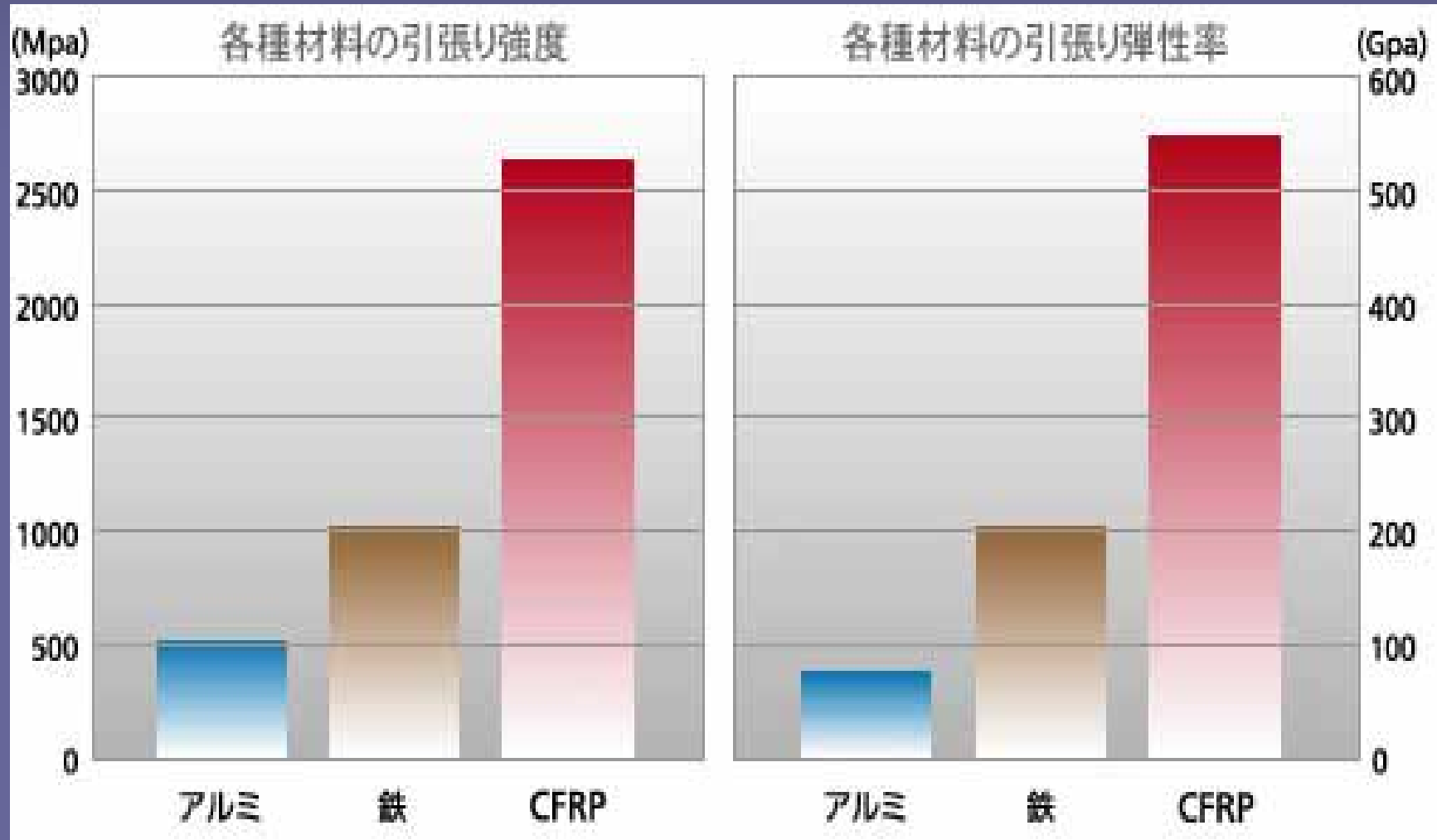
CFRPの特長その1

軽量：比重1.5～1.7



CFRPの特長その2

- 高強度：900～2700 MPa
(鉄以上：S45Cは700 MPa)
- 高剛性：55～350 GPa
(鉄：S45Cは200 GPa)



CFRPの特長その3

- **寸法安定性**：低熱膨張率（3 ppm以下）

炭素繊維 マイナス ： 樹脂 プラス
(-0.4~-1.5ppm) (+50ppm)

ゼロ熱膨張狙いも可能（繊維種類、方向制御）

- **振動減衰性**：高い比剛性（鉄の5倍）による
高弾性率繊維と低弾性率樹脂の組合せ

CFRPの特長その4

- **耐蝕性**： 耐候性、耐酸・耐アルカリ
炭素繊維が紫外線透過しない (GFRPとの違い)
溶剤 (アセトンなど) には弱い (母材: エポキシ樹脂)
- **非磁性**： 渦電流発生少→電磁誘導発熱少
- **導電性**： 金属との接合時絶縁考慮 (環境による)
特にアルミとの接合時はGFRP層介在にて絶縁
- **疲労特性**： 金属と比べ、高疲労強度
- **X線透過特性**： アルミの8倍

2.CFRPの製造方法

CFRPの成形法

成形法	CF材	生産性
射出	ハレット	小型・複雑・大量
プレス	SMC、プリプレグ	大型・単純・大量
引抜	長繊維、マット	長物・単純・大量
フィラメントワインディング (FW)	長繊維	円筒・中量
RTM (レジントランスファー)	プリフォーム	小型・単純・中量
VaRTM (真空アシスト)	プリフォーム	大型・単純・中量
ACM社 オープン (熱風炉)	プリプレグ	低設備コスト・少量
オートクレーブ	プリプレグ	高設備コスト・少量

CFRPの制作方法

成形(裁断・積層・加圧・加熱)



機械加工(マシニングセンターによる切削)



組立(接着・機械的接合)



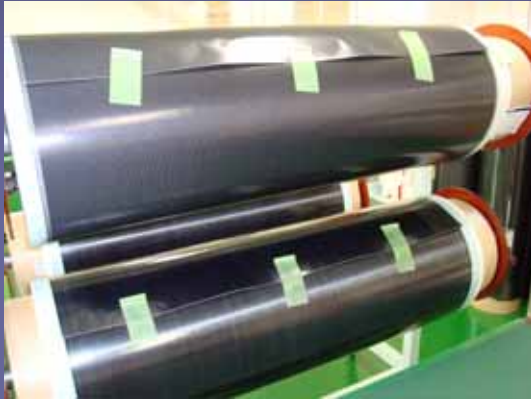
検査(精度・機械的物性)



完成

成形

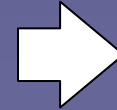
プリプレグと呼ばれる材料を裁断し
材料設計通りの積層を行う作業



材料(プリプレグ)



裁断



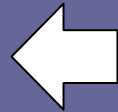
積層



加圧(バッキング)



加熱硬化



成形品

機械加工



- ・CFRPはマシニングセンタによる乾式切削加工が基本
- ・湿式加工の場合、繊維の中に液体が入り込み精度・接着時に悪影響を及ぼす可能性有
- ・粉塵が大量に舞う為、集塵は必須！！

組立



- ・CFRP同士はもちろん、金属・プラスチックなどの異種材料との接合も可能
- ・用途に合わせ様々な接着剤を選定可能
- ・接着剤はエポキシ系がメイン

検査



三次元測定器はX-700,Y-1000,Z-600まで測定可能

完成



- ・ACMにて構造設計を行い製作
- ・設計から完成まで2ヶ月
- ・ $3000 \times 930 \times 80$ t 平面度 20μ 天板重量 76 kg

3.CFRPの採用事例

CFRPの採用事例

- 飛行機
- 人工衛星
- 自動車 (ボディー・フレーム)
- 医療機器 (X線)
- 液晶製造装置
- 半導体製造装置 (搬送)
- レジャー
- 土木 (補強)
- 電線
- FA機器 (EE)
- 測定機器
- 家具
- 工具
- 文化財補修

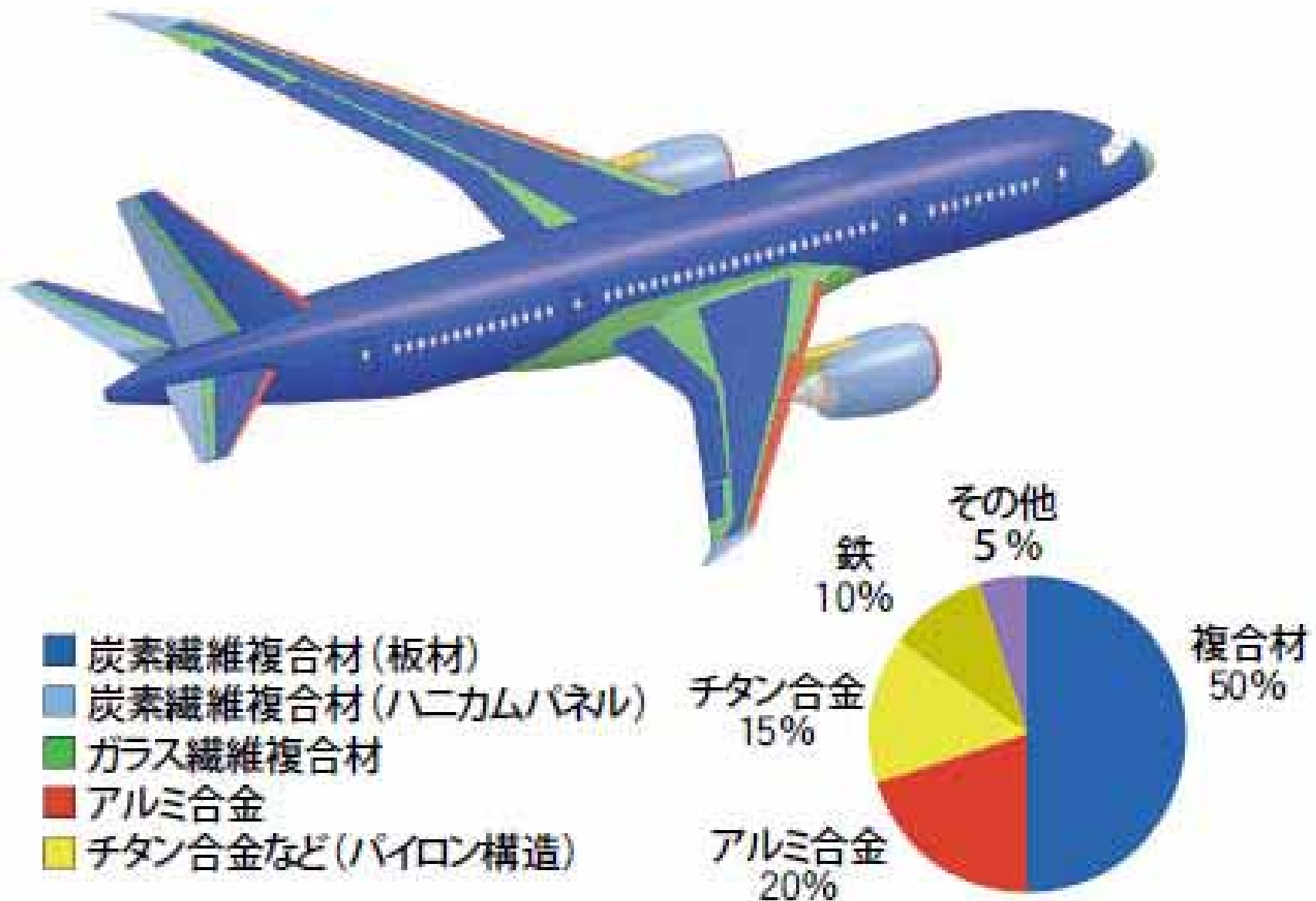


図2 B787機体構造への各種材料の適用比率¹⁾

Fig. 2 Material breakout on Boeing 787 airframe



炭素繊維の用途紹介 ～産業用途～

TORAYCA

■ 自動車関連



F 1 マシン各部品



Copyright 2008 Toray Industries, Inc. All rights reserved 18



トヨタ LEXUS LFA
(Lexus Future Advance)

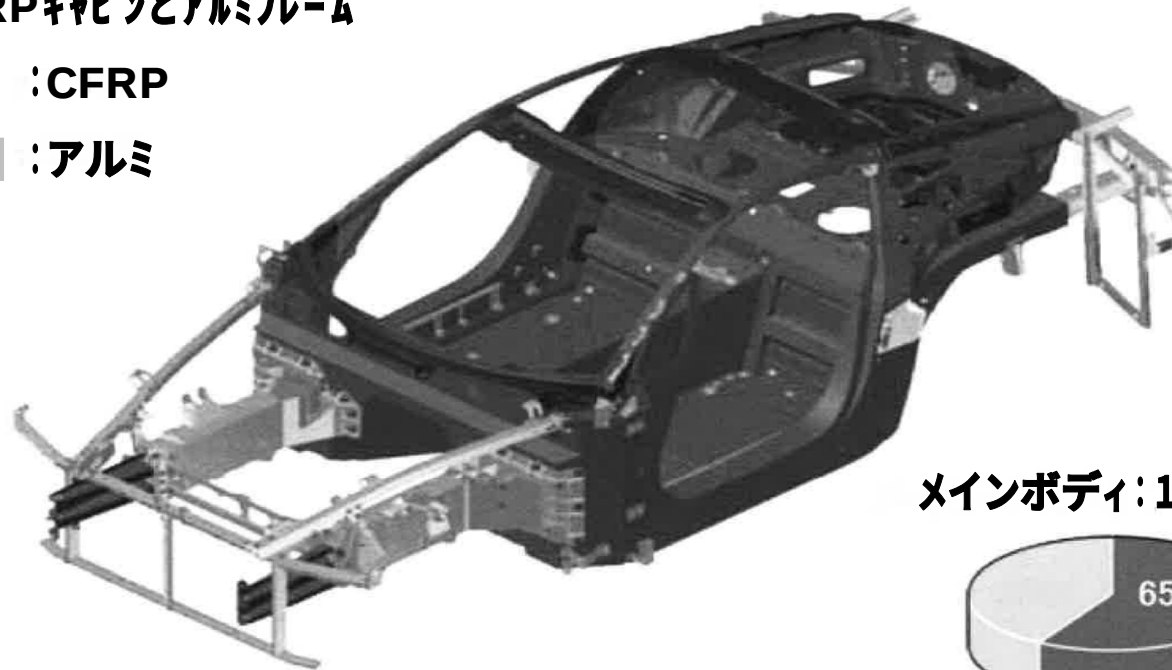
Courtesy of TOYOTA

メインボディの材料

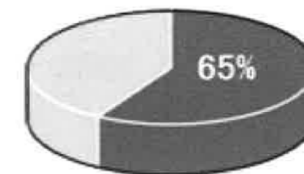
—CFRPキャビンとアルミフレーム

■ :CFRP

■ :アルミ



メインボディ:193kg

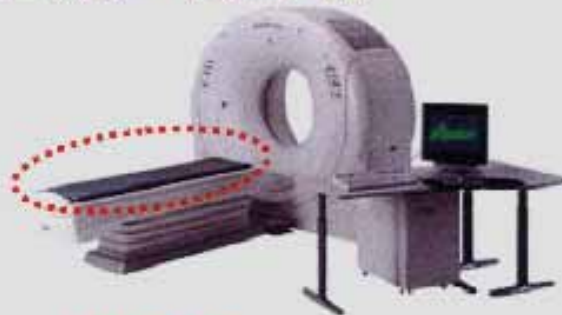


質量比率

事業拡大のための戦略 1-(3)
高性能分野への展開

TORAYCA

■ 医療用CT装置天板



X線透過率の高い高剛性素材
あることを活かした製品

■ 電線ケーブルコア



軽量化→長スパン化・鉄塔数削減
送電量アップ(アルミ断面積増)
高強度を活かした製品

■ 液晶ガラス基盤搬送用ロボット(フォーク部)



第10世代(アーム3.5m長)

高い比剛性による振動減衰性
活かした製品

Copyright © 2008 Toray Industries, Inc. All Rights Reserved 50



軽量

高強度

高剛性

寸法安定性

振動減衰性

第10世代液晶パネル搬送ハンド

CFRPアーム (長さ: 3.2m ヤング率: 200 GPa)

搬送パネルサイズ: 3.1m x 2.9m CFRPハンド総重量: 67kg



軽量

高強度

高剛性

寸法安定性

振動減衰性

半導体デバイス (ウェハー) 搬送ハンド

(超高剛性成形板より機械加工)

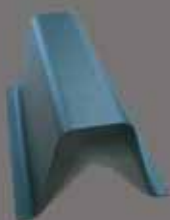
超大橋の補強に！

世界初の鋼構バックリング補強

▼ RAMA IX 橋 (TRAI)



▲ 実態



▲ B-CFRP



▲ 補強状況



軽量

高強度

高剛性

寸法安定性

振動減衰性

橋脚補強

(RAMA IX 橋／タイ)

4t x 400/150W x 280H



建築家 青木淳氏提供

先端材料技術展2009

優秀製品賞受賞

軽量

高強度

高剛性

寸法安定性

振動減衰性

Ultra-long Cantilever Lighting Fixture (LED内蔵)

20t x 250W x 7000L (6000mm片持ち中空角パイプ構造)

先端材料技術展2011

出展

軽量+比強度/比剛性



5 kg !

大人5人座れます!!!



Ultra-light/Long Bench
(3mL X 30cmW トラス構造+0.5tハ^oネル座面)

4.CFRPの製品採用

CFRPを製品採用する為のポイント

1. 情報は隠さない
2. CFRPなら何でもいいはNG

CFRPにする必要性があるのか疑問
CFRPにする目的を明確に

CFRPを製品採用する為のポイント

3.軽くしたいだけは基本的に不採用

CFRPは軽くて強いは当たり前！！

軽量+高強度・高弾性+ α の要素が必須

4.部品単体での価格比較は不利

アルミの5～10倍の価格差有

部品単体で見れば価格増は必須！

全体で見た時にどうなるかが重要

例) アルミからCFRPに変えてブレーキ装置が不要になった(ローラー)

鉄からCFRPに変えて運搬治具が不要になった(治工具)

バネ鋼からCFRPに変えて部品交換が無くなった(板バネ)

- ・社名 **株式会社 エーシーエム** (ACM Inc.)
- ・所在地 **本社・本工場：** 横浜市都筑区川和町638
第2工場： 横浜市都筑区川和町628-2
最寄駅 横浜市営地下鉄 川和町 (徒歩7分)
JR横浜線 中山 (バス10分)
- ・設立 2002年7月
- ・資本金 4000万円
- ・代表者 代表取締役 大久保 茂
- ・従業員数 30人 (2012/10 現在) 平均年齢: 36才 (除く役員)

**材料設計から成形、機械加工、接合・組立・仕上までの
一貫したサービスで、お客様が満足して頂ける製品作り**

工場見学大歓迎！

先端複合材料は「**百聞は一見にしかず**」

