

炭素繊維活用による環境改善効果の定量化 —LCA（ライフサイクルアセスメント）の重要性—



2009年1月28日

東レ株式会社

素材産業による環境負荷低減への貢献



環境負荷低減新素材の開発

- ・軽量化 (ex. 自動車用特殊鋼、航空機向け炭素繊維)
- ・クリーンエネルギー (ex. 太陽光発電用シリコン)

新素材の環境負荷低減効果は、使用時に素材以外のセクターで発現

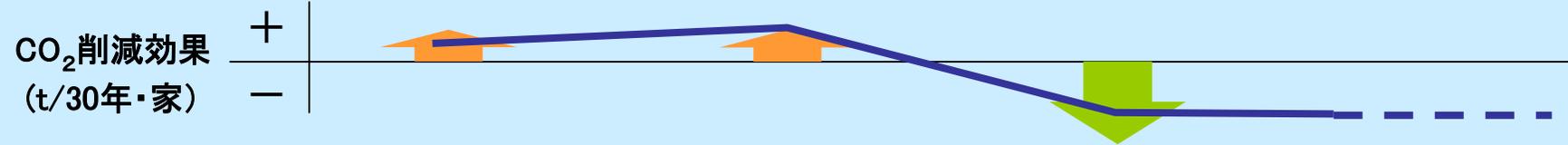
新素材を使用した製品のLCA



自動車に新高張力鋼を適用した場合の事例(従来材対比):概念図



住宅に新断熱ガラスを適用した場合の事例(従来材対比):概念図



環境への負荷を製品のライフサイクルで評価することが重要

低環境負荷社会への提言

1. 製品のライフサイクルを通じた環境負荷定量化(LCA)

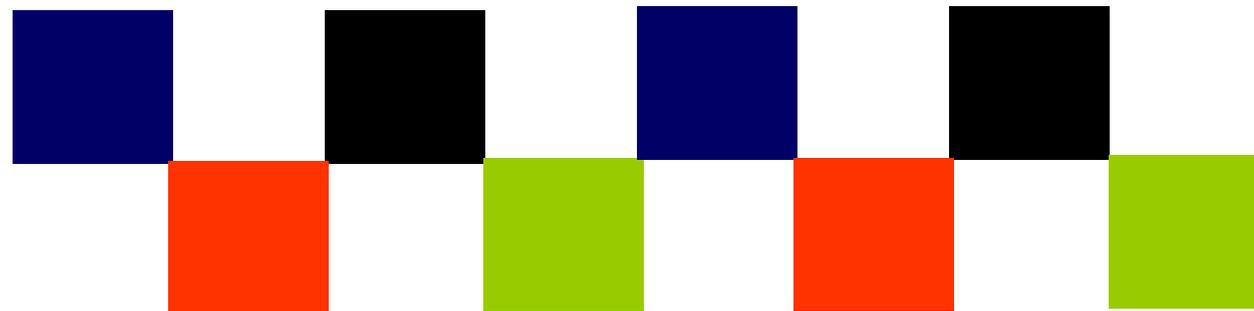
2. 環境改善新素材の創出・拡大

3. 廃棄物リサイクルを含む低エネルギー社会インフラの整備

4. 革新プロセス開発による素材製造時のエネルギー使用量削減

LCAによる環境負荷定量化

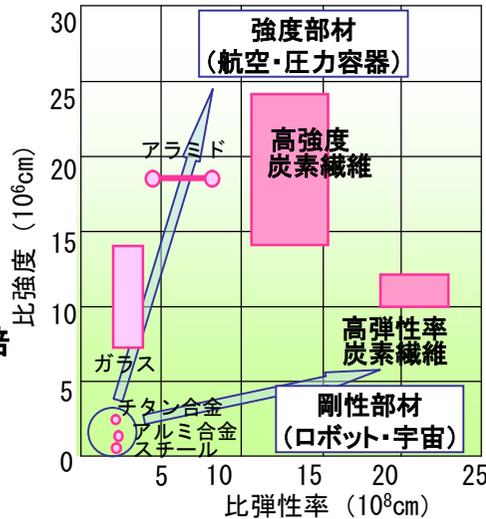
—炭素繊維活用による環境負荷低減効果定量化—



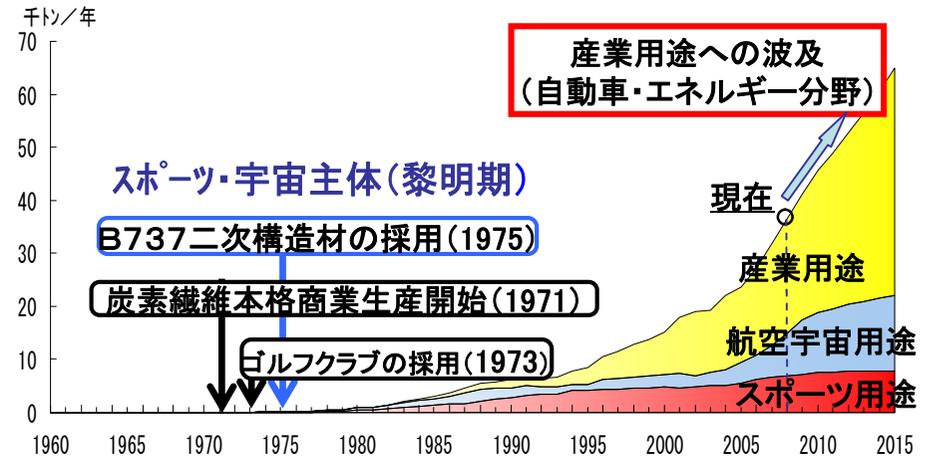
日本がリードする炭素繊維産業とその将来性

炭素繊維の軽量化ポテンシャル

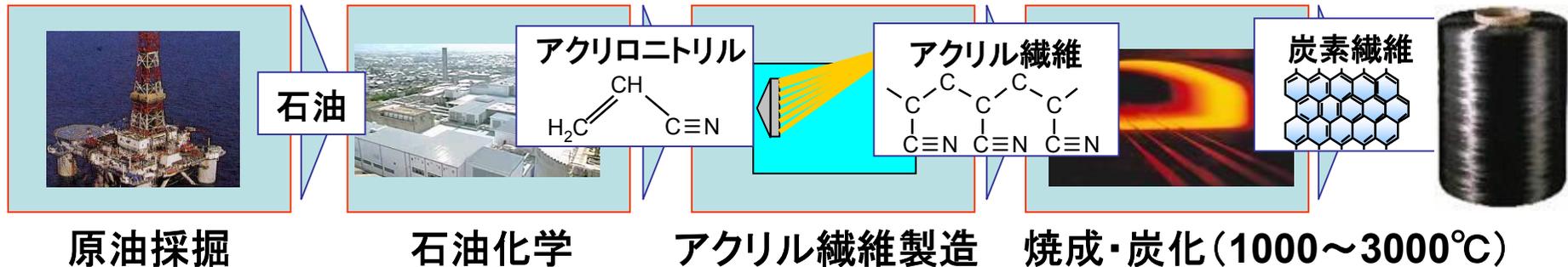
1. 軽い
…比重は鉄の1/4
2. 強い
…比強度は鉄の10倍
3. 剛い
…比弾性率は鉄の7倍
4. 錆びない



急成長する炭素繊維産業



炭素繊維は比強度・比弾性率に優れ、今後大きな成長を期待



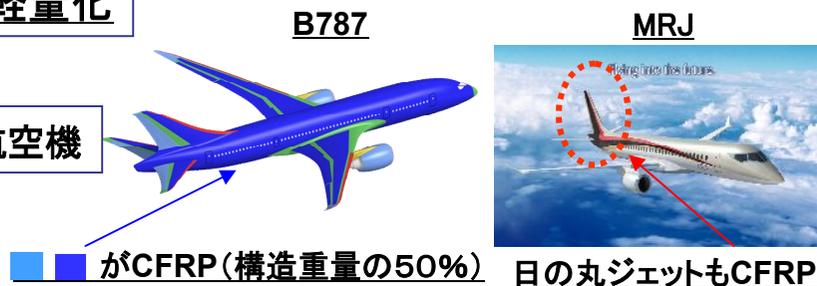
炭素繊維製造には、アクリル繊維の焼成・炭化に多大のエネルギーが必要

地球温暖化対策に貢献する炭素繊維（１）

環境負荷低減

軽量化

航空機



自動車



代替燃料システム

バス・トラック



(CNG: Compressed Natural Gas、圧縮天然ガス)

クリーンエネルギー製造

効率化



風車の大型化



ウラン濃縮回転胴の高速化

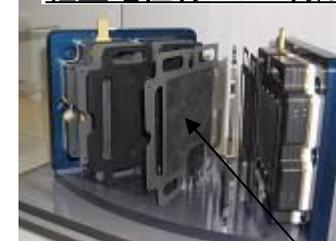
特殊機能

CFRPで内圧700気圧を実現



CFRP

軽量電極材として利用



CFRP

(CFRP: Carbon Fiber Reinforced Plastics、炭素繊維強化プラスチック)

炭素繊維は使用時の環境負荷低減およびクリーンエネルギー製造に貢献

地球温暖化対策に貢献する炭素繊維（2）



フェリー船体 CFRP



航空機エンジンケース



トラック架台ウイング



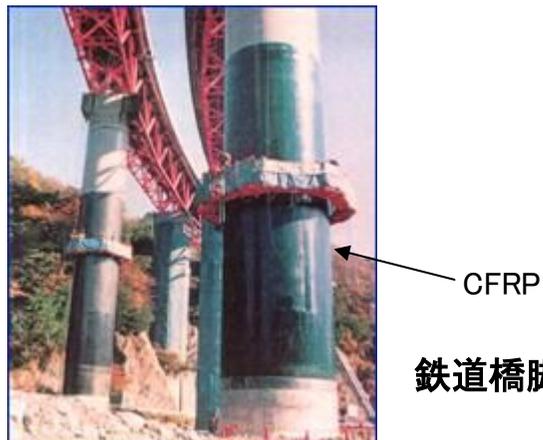
自動車エンジンフード CFRP



軽量高剛性タイヤ



自動車プロペラシャフト



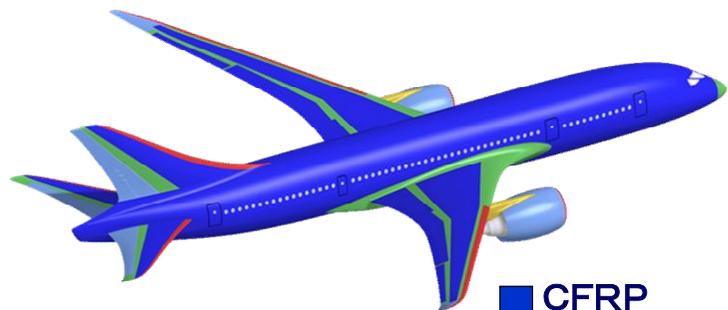
鉄道橋脚補強



道路橋デッキ補強

地球温暖化対策に貢献する炭素繊維（3）

次世代環境対応旅客機 ボーイング787



- CFRP
- CFRP(サンドイッチ構造)
- GFRP(ガラス繊維)
- アルミ
- その他金属

<素材別>

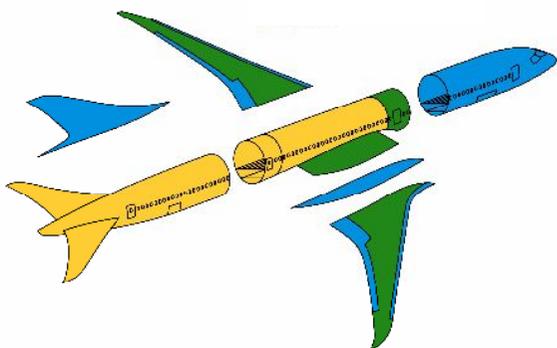
CFRP: 約50%(約35トン/機)

<製造者別>

日本の分担(全体の35%)

主翼(外翼) 三菱重工業
主翼(中央翼) 富士重工業
胴体 川崎重工業

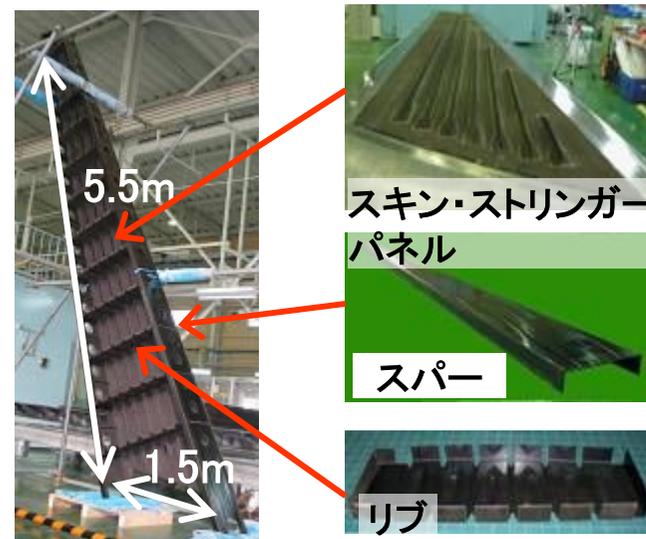
- 日本
- Boeingグループ
- Vought(米)、Alenia(伊)



MRJ(環境適応型高性能小型航空機)



CFRP使いの軽量化により環境適応



日本の先端素材炭素繊維と高度ものづくり技術を融合させ、環境改善を実現

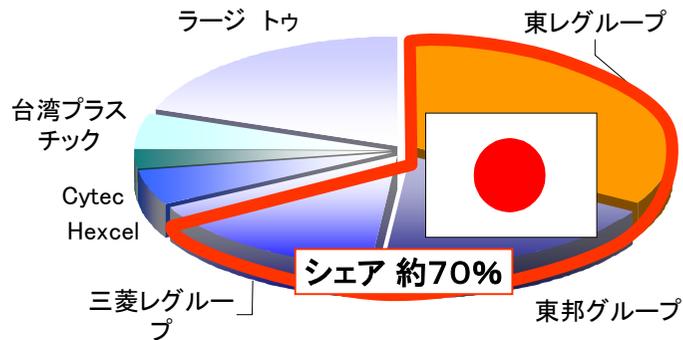
日本が世界をリードする炭素繊維産業

炭素繊維メーカーの推移

| | 参入企業 | 1970年 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 現社名 |
|-----|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------|------|------|------------|
| 日本 | 東レ | [Blue bar from 1970 to 2000] | | | | | | | 東レ |
| | 東邦レーヨン | [Pink bar from 1975 to 2000] | | | | | | | 東邦テナックス |
| | 三菱レイヨン | [Green bar from 1980 to 2000] | | | | | | | 三菱レイヨン |
| | 日本カーボン/旭化成 | | | [Black bar from 1980 to 1995] | | | X | | |
| 欧米 | Hercules | | [Black bar from 1975 to 1995] | | | | ▼ | | Hexcel |
| | Great Lakes / Akzo | | [Black bar from 1980 to 2000] | | | | | X | |
| | Celanese / BASF | | [Black bar from 1980 to 1990] | | | | X | | |
| | UCC / BP Amoco | | [Black bar from 1980 to 2000] | | | | | ▼ | Cytec |
| | Grafil | | | [Black bar from 1985 to 1990] | | X | | | |
| | Courtaulds | | | [Black bar from 1975 to 1990] | | X | | | |
| | Sigri / Hoechst | | [Black bar from 1980 to 1995] | | | | ▼ | | SGL Carbon |
| | Enka / Akzo | | | [Black bar from 1985 to 1990] | | X | | | |
| アジア | 台湾プラスチック | | | [Orange bar from 1990 to 2000] | | | | | 台湾プラスチック |
| | 韓国製鉄化学 | | | | [Black bar from 1985 to 1990] | | X | | |
| | 泰光(韓国) | | | | [Black bar from 1990 to 2000] | | X | | |

▼ : 買収による規模縮小

X : 撤退または売却



世界の炭素繊維製造能力(2007年)

日本が世界をリードする環境改善産業

炭素繊維利用によるCO₂削減効果の定量化（LCA）

“炭素繊維協会モデル”

航空機



<協力> 東京大学 高橋教授・李家教授、
神戸山手大学 Feuerherd教授
全日空、ボーイング

<前提>

機体：中型旅客機(ボーイング767)国内線仕様

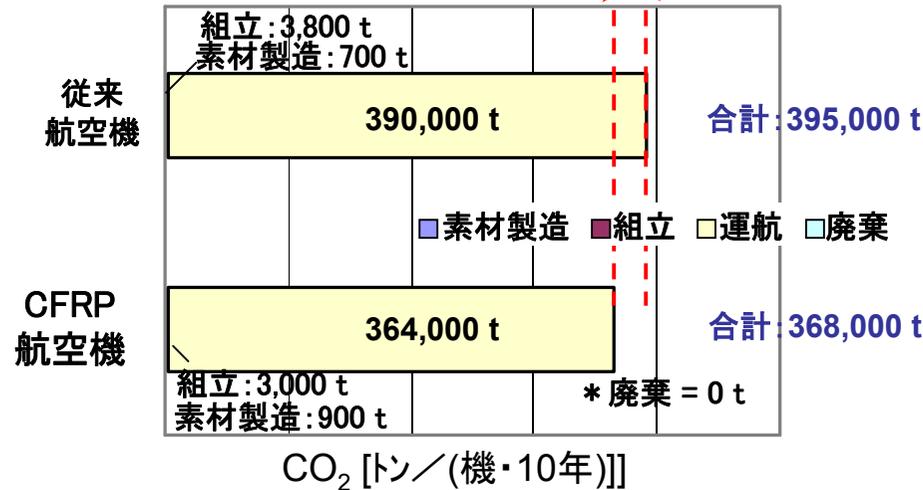
運航：国内線（羽田⇄千歳；500マイル）

生涯運航距離：年間2,000便、10年

（出典：全日空）

CFRP利用機：CFRP50%適用(ボーイング787の構成)
20%軽量化(従来機対比)

<ライフサイクルCO₂排出量> **削減効果: 27,000トン(7%)**



▲2,700トン CO₂削減/(機・年)

日本のジェット旅客機保有数: 430 (100席以上)

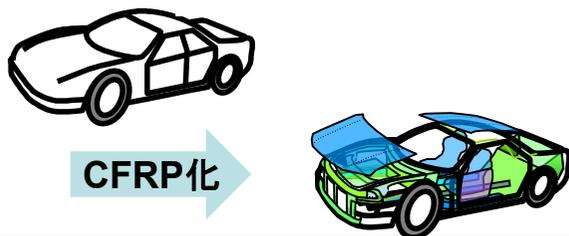
普及時

▲120万トン CO₂削減/年

炭素繊維利用によるCO₂削減効果の定量化 (LCA)

“炭素繊維協会モデル”

自動車



<協力> 東京大学 高橋教授
神戸山手大学 Feuerherd教授
トヨタ自動車

<前提>

車両重量: 1,380kg*¹ (ガソリン車、4ドア、FF)

実走行燃費: 9.8km/l*¹

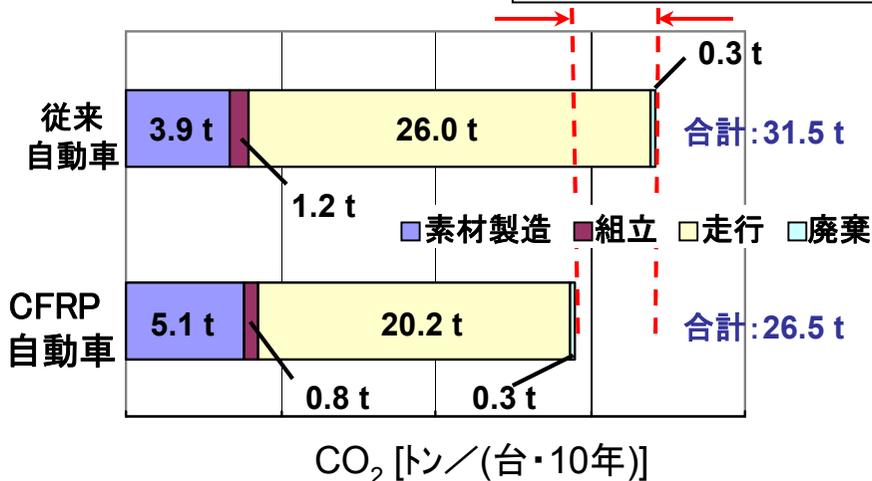
生涯走行距離: 9.4万km*² (平均使用年数10年)

(出典: *¹自工会、*²国土交通省)

CFRP利用車: CFRP17%適用、30%軽量化(従来車対比)

<ライフサイクルCO₂排出量>

削減効果: 5トン(16%)



▲0.5トン CO₂削減/(台・年)

日本乗用車保有台数: 4,200万台(軽除く)

普及時

▲2,100万トン CO₂削減/年

(国内 ✈️ ▲120万トン + 国内 🚗 ▲2,100万トン)

≡ ▲約1.5%

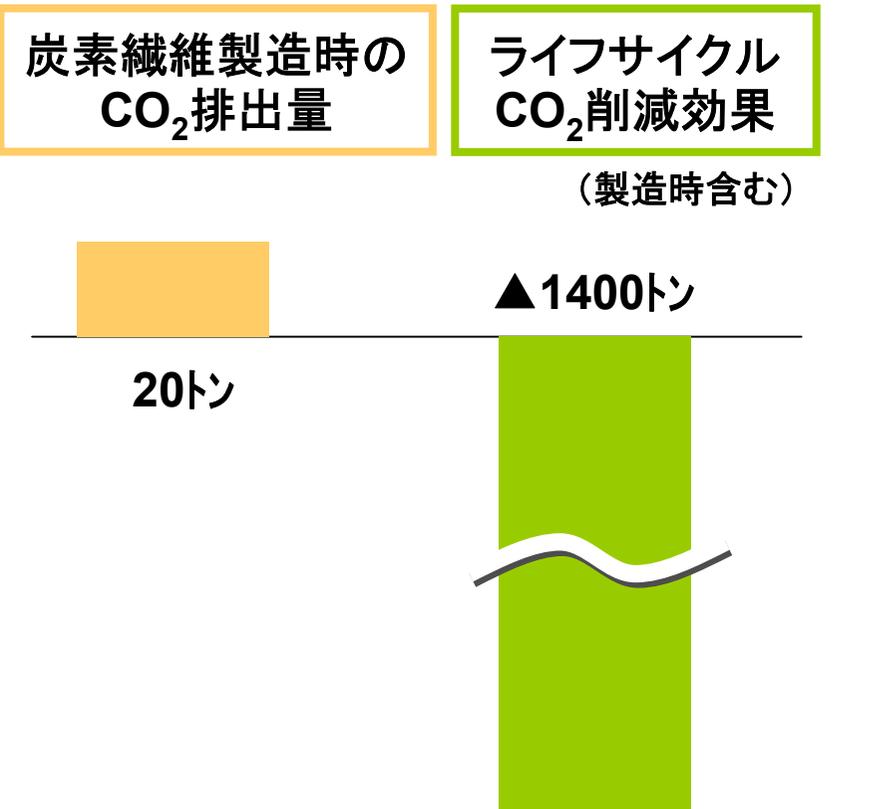
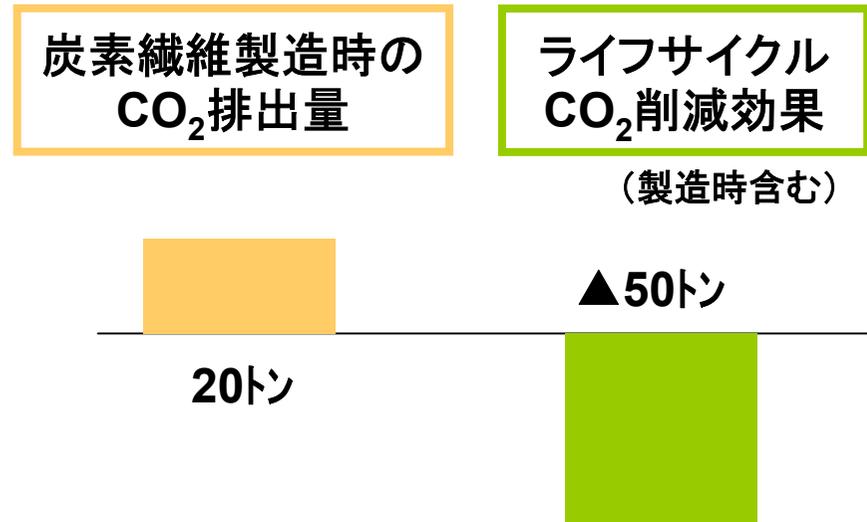
国内CO₂総排出量: 13億トン(2006年)

12

CFRP普及時のCO₂削減効果は、日本国内CO₂総排出量(13億t; 2006年)の1.5%に相当

炭素繊維 1 トンあたりのCO₂削減効果

“炭素繊維協会モデル”



炭素繊維利用は地球温暖化対策に大きく寄与

補 足

炭素繊維リサイクルの取組み

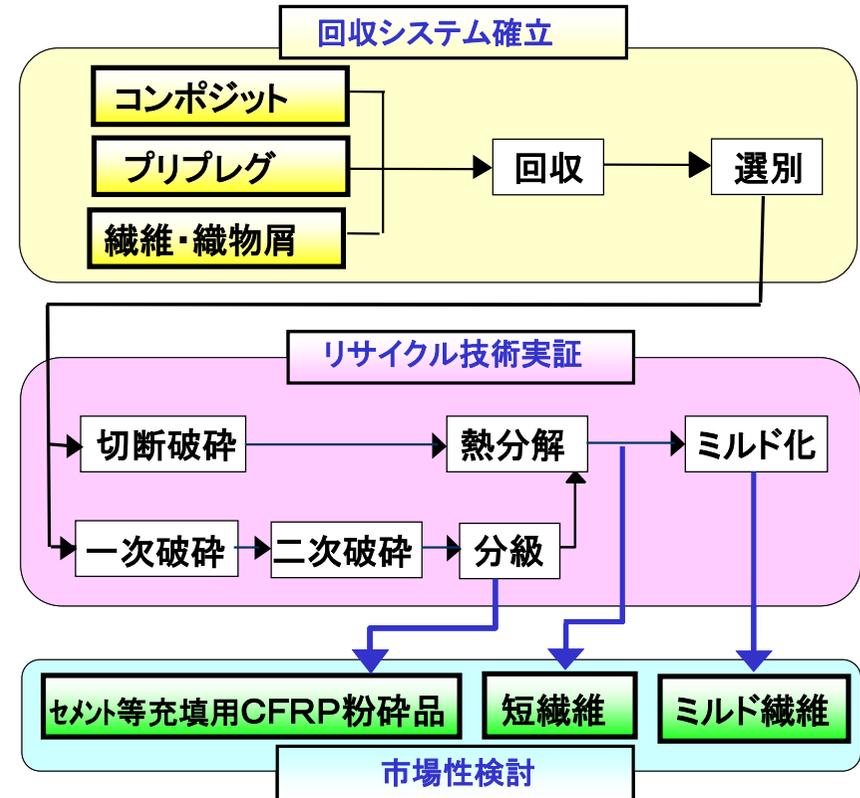
＜炭素繊維リサイクル実証プラント：経産省補助金＞



場所：福岡県大牟田市エコタウン

規模：60トン／月

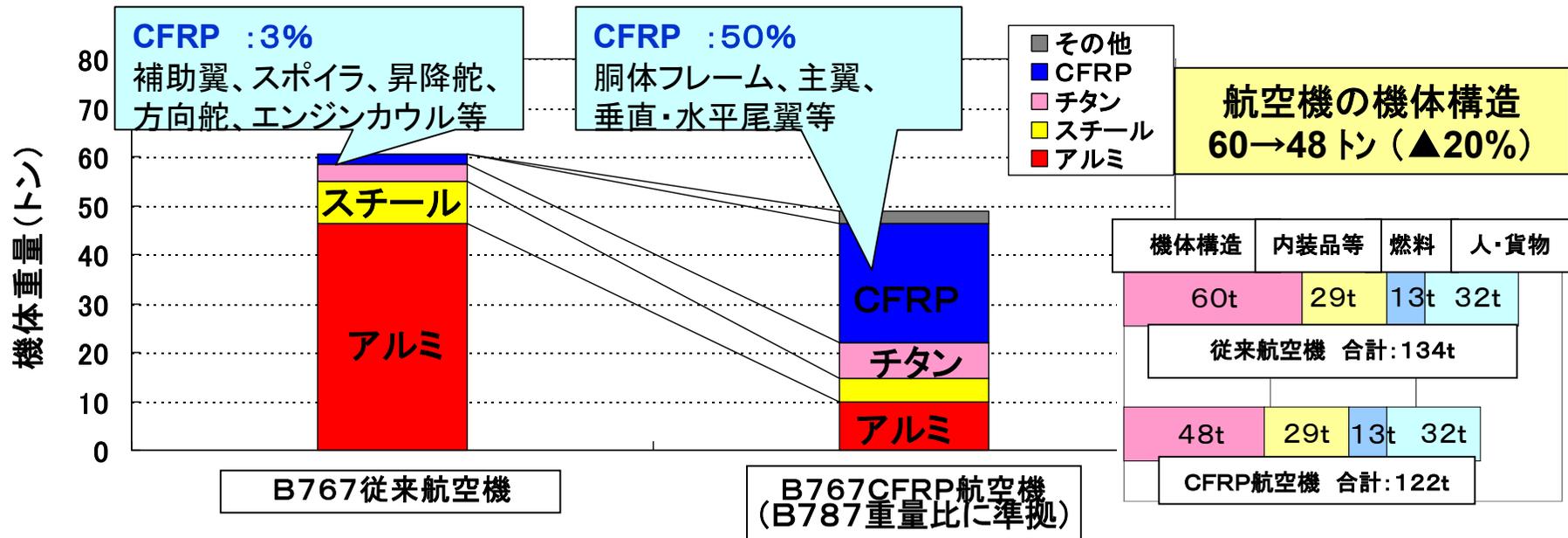
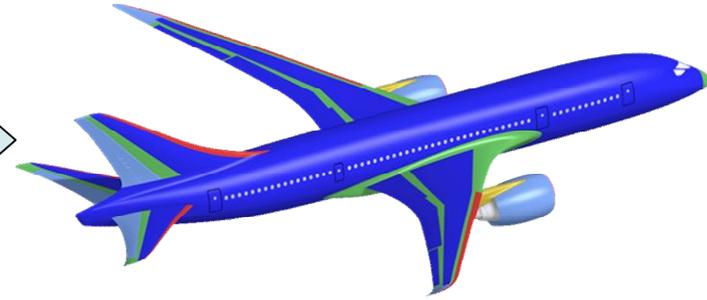
(対象物：CFRP成形品、プリプレグ、繊維)



H20年4月より実証試験および事業化検討を開始

航空機LCA “炭素繊維協会モデル” 詳細

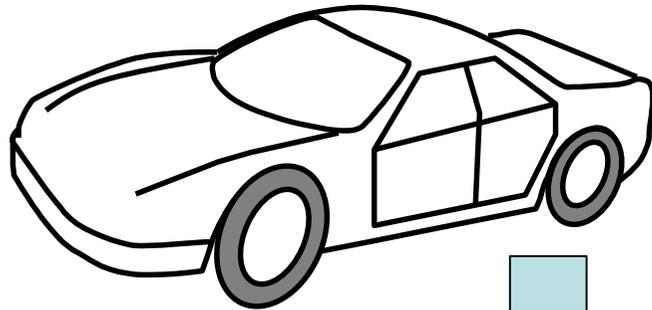
◆ 従来モデルとCFRPモデル



主流となる中型機において、CFRP50%適用により機体構造重量を20%軽量化可能
(総重量としては、9%の軽量化に相当)

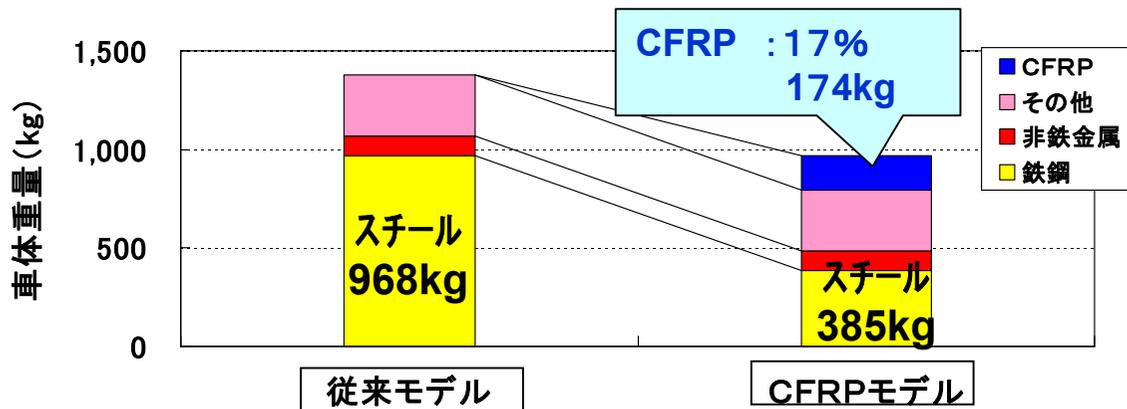
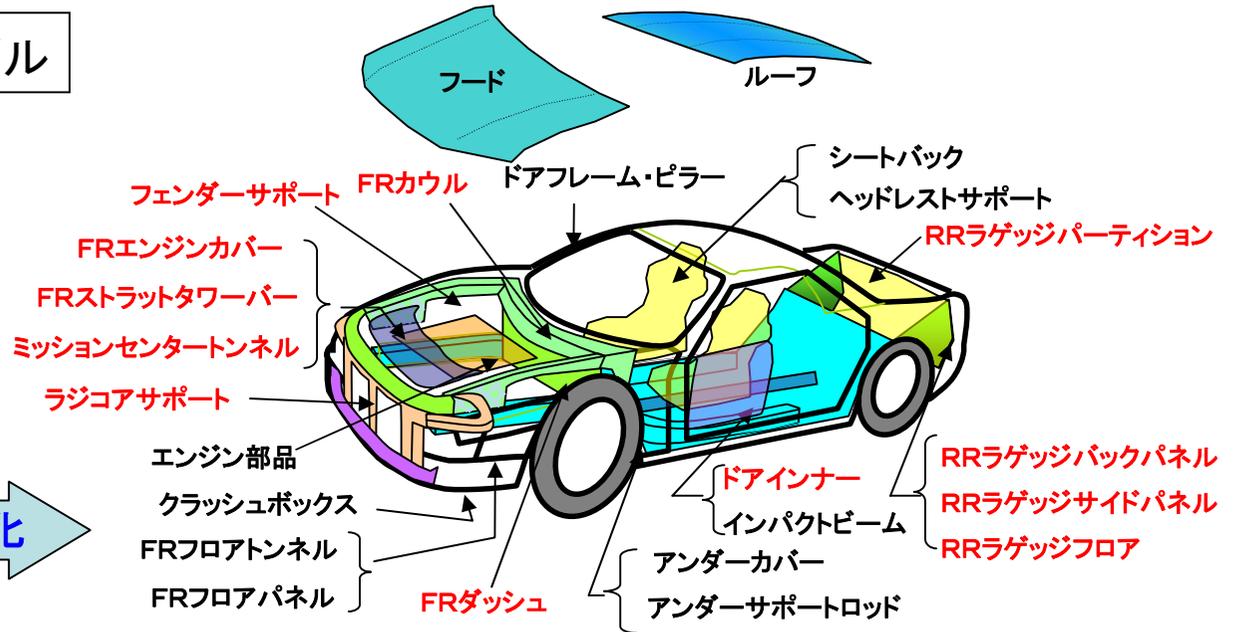
自動車LCA “炭素繊維協会モデル” 詳細

◆ 従来モデルとCFRPモデル



普通乗用車の
平均重量モデル

CFRP化



熱硬化CFRP: 外板・強度メンバー
RTM成形、重量スチール比30%
熱可塑CFRP:
プレス成形材、重量スチール比50%

1,380 → 970kg (▲30%)

平均的普通乗用車において、CFRP17%適用により車体重量を30%軽量化可能

写真出典

風車: ゼファーHP <http://www.zephyreco.co.jp/products/option/z501/index.html>

1/x: goo自動車HP: http://autos.goo.ne.jp/autos/img/special/s/tms2007/gallery/car/img_l/toyota00001.jpg

組立: 日産車体HP <http://www.nissan-shatai.co.jp/CRAFTSMANSHIP/IBS/index.html>

使用: WebCG: http://www.webcg.net/WEBCG/impressions/000014040/0000002019_R000063643.jpg