

# **次世代自動車のこれからの車両・車体の動向**

次世代自動車の「車輛/車体」

目 次

0. 始めに

1. 自動車&関連製品製造の基礎的知識について

1- (1) 自動車の基本的な知識について

- (1) -a) 自動車の効用と普遍的特性
- (1) -b) 自動車の求められる特性・性能
- (1) -c) 特殊な地域に合致させる必要のある特性の例
- (1) -d) 日本産業界の築き上げた運営システム

§1: 日本の自動車の開発プロセスの特徴

1- (2) 基礎知識の総括

2. 現状の車輛・車体からの更なる進化の状況

2- (1) 直近の自動車の注目すべき新技術の兆し

- a) 車輛の資源枯渇対応 (省燃費対応) の技術動向について
- b) レシプロエンジン
- c) 伝達系ユニットの合理化
- d) 車輛の空気抵抗低減
- e) 車輛の軽量化
- f) 小型化・統合化
- g) 空間の有効活用 (構造上の工夫・快適空間)
- h) コストダウン
- i) 安全 (予防安全のみ、衝突安全は本日午後の講義)
- j) 自動運転自動車
- k) 超小型モビリティ

2- (2) 世界のモーターショーの動向

2- (3) 次世代コンセプトカー事例と固有技術開発事例

- L) 将来コンセプト車
- m) その他の技術の動向

0. 始めに

- \*一般的に言われている次世代自動車はパワートレインが変化することに注目されているが？
- \*巷で言われている、「電気自動車になるとカーメーカーでなくても誰でも作れる。」は本当か？
- \*エンジン・サスペンション・車体などのユニット・コンポーネント・部品を組み合わせると、自動車になるか？

1. 自動車&関連製品製造の基礎的知識について

1- (1) 自動車の基本的な知識について

a)自動車の効用と普遍的特性

現在の自動車は 100 年余りに歴史の中で様々な効用を期待され、それに応える事により多くの機能を備えてきた。又今後も更に発展進化していくことになると予測される。

それらの効用を整理すると下記の如くなる。

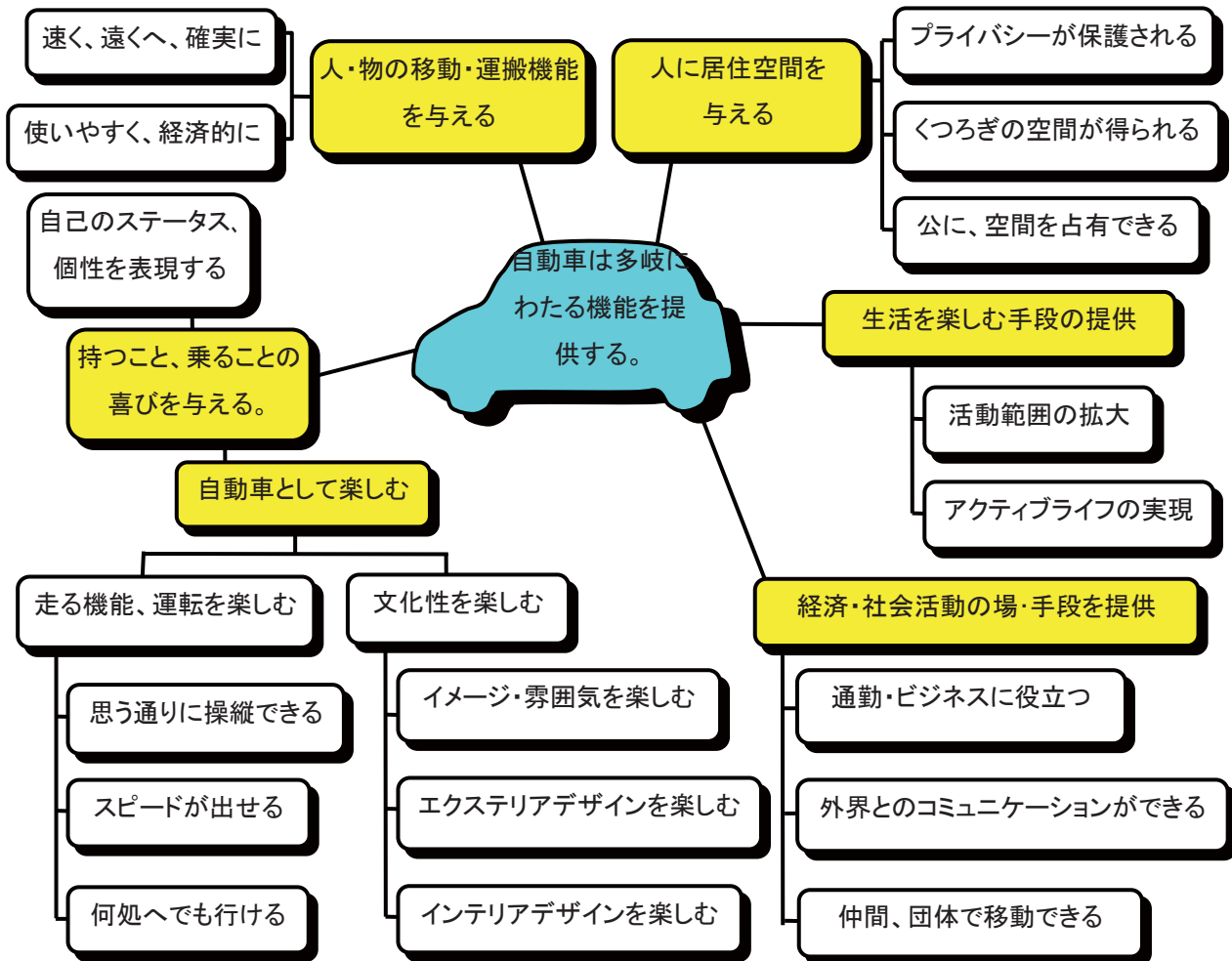


図 1 自動車の効用<sup>(1)</sup>

次世代自動車はこれらの効用を実現するに当り環境保全・省資源を求められている事に呼応する対応

## 1.次世代自動車のこれからの車両・車体の動向

であり、効用が制約されないように対応しなければ、持続性がないことになる。

例えば電気自動車は「はやく、遠くへ」に対して現在の自動車と同様でなければならないし、それが実現しなければ現自動車とのすみわけ的使われ方になることも予想される。又、ハイブリット車も重量が重く省資源に応えられなければ同様のことが生じる。

### b)自動車の求められる特性・性能

下記の 26 に分類された統制・性能が顧客の要求に合致されていなければならない。

a	社会・環境適合性	n	小回性・駐車性
b	質量・慣性能率	o	不整路走破性
c	積載性	p	衝突安全性
d	居住性・乗降性	q	乗り心地
e	操作性	r	振動・騒音
f	視界・視認性	s	空調性能
g	デザインとの整合	t	情報性能
h	空力特性	u	音響性能
i	動力性能・運転性	v	信頼性・耐久性
j	燃費・排気性能	w	整備性・修理性
k	耐熱性能	x	リサイクル性
l	制動性能	y	生産性・組立性
m	操縦安定性	z	原価

表 1 求められる特性・性能<sup>(2)</sup>

これらの特性・性能のうち a)社会環境適合性・c)積載性・d)居住性・j)燃費、排気性能・k)耐熱性・s)空調性能・z)原価が次世代自動車に関する当面の話題であり課題であるが、v)信頼性・耐久性は使われ方にもよるので未だ不明瞭なゾーンの課題である。原価は全ての特性・性能に係わるものでこれも自動車の効

能とも言える販売価格に影響を与える大きな課題である。空調性能は消費する動力（電力）が大きく航続距離に大きな影響があり、使い勝手も含め革新的技術が要請されている。

### c) 特殊な地域に合致させる必要のある特性の例

自動車の他の乗り物との一番の相違点は、人が住み道路のあるところは地球上何処へでも、誰でもいける（プロフェッショナルの運転者ではない）事にある。所変われば品変わるで、要求される性能・仕様は千差万別である。以下にその例を示す。

#### \* イヌイットの靴

防寒靴を履くがその靴幅が 20 cm 以上もある。左ハンドル車の場合車体のトンネルとアクセルペダル・ブレーキペダルの隙間寸法が狭いと、アクセルペダルを踏んでいて急にブレーキペダルを踏もうとしたときに、ブレーキペダルと車体のトンネルの間に靴が引っかかり、事故につながる事例がある。

#### \* 中近東での鷹狩り

・中近東では金持ちや王子様たちが砂漠で鷹狩りをする。その場合大型のクルーザーを使う。鷹を追いかけていると砂漠の山の頂上から突然ジャンプしてしまうことがある。その場合に谷底にダイブするようなもので車体に強烈な荷重が掛かる。それでも自動車が壊れないような要求を顧客がする。これらの事象は経験しなければ気が付かないことであり、見たり聴いたりだけでは本質はわからない。

#### \* -40℃～+70℃の環境に耐えられる自動車

・極寒地では昔は-30℃くらいで町が社会的には麻痺して機能しなかったので自動車もその温度で走ればよかった。最近は-40℃でも社会的に機能するように成ったので自動車も通常温度と同じように使えなければならない。

・アリゾナのデスバレーなどでは、車を炎天下に放置しておくとも室内は+70℃を超える。

その場合でも自動車は問題なく始動後すぐに走行でき、空調システムは人が我慢できる間にクールダウンされなければならない。

・電子部品などもこれらの温度で通常と同じように使用可能なことが必須となる。

#### \* 道路に塩を撒く地域の塩害

・寒地では道路が凍結する為に、塩を散布する。その場合は水と混ざり合い塩水になるが、これが車体の錆の原因になる。そのため車体のシル、サスペンションとの車体結合部、フロア下などに錆による穴あきが問題になる。それに対応した車体構造、防錆処理が必須である。

#### <総括>

以上述べた事例は、現在の自動車が経験してきた、顧客の使い勝手や環境からの要求であり、それらを全て克服して成り立っている。コンポーネントやそれらを構成する部品を開発製造する場合、こういった自動車の顧客の使い勝手や環境条件を知らないと市場でリコールなどの大問題を起こすことになりかねない。

前述したが、次世代自動車特に電気自動車はモータや制御製品製造会社が簡単に作れるような話がされているが、それは上記のような顧客の使い勝手や環境を知らない人の話であろう。何十年かの経験を

## 1.次世代自動車のこれからの車両・車体の動向

積みばそう言った対応が取れ自動車会社として成立することは可能ではあろうが、今すぐに可能と侮ってはいけないと思う。その意味でコンポーネントや部品を開発製造する会社は自動車の使われ方、使われる環境を熟知しておくことが必須である。

### d) 日本産業界の築き上げた運営システム

一般的には自動車を開発・製造するための技術やノウハウ、設備には関心があってもそれらを運営するシステムには外から見えないこともあり、判りにくい。日本の産業特に自動車産業についてはこの点が世界の自動車会社と異なる特徴があり、それが今の日本の特徴である。それを下記にあげる。

日本的生産管理システム	・	かんぱん	・	JIT	・	見える化		
品質管理システム	・	工程毎の品質保証	・	6σ	・	COPQ	・	TQC
開発プロセス	・	期間短縮	と	一連の合理化活動				
製造・開発の合理化	・	モジュール化	・	流通コスト合理化				
サイマルテニアスエンジニアリング	・	サプライヤと一体化した開発技術力						

表2 製造会社の事業運営システム・ノウハウ

これらの事業運営上のシステムやノウハウに精通することなしには、日本の自動車産業へ参画することは後程大変な苦勞を伴うことになる。新規事業開発と同時閉口してこれらのシステムやノウハウの取得が成功の近道である。これらのうち、その集大成となっている短期間開発プロセスについてのみ簡単に解説する。

#### § 1. 日本の自動車の開発プロセスの特徴

自動車の開発能力を測る指標の一つとして、開発期間がある。日本の自動車メーカーの開発期間は欧米のカーメーカーのそれに対して約1/2位短い。デザイン決定から量産立ち上がりまでの期間が最短で10～12ヶ月である。(欧米では2年かかる)但しプラットフォームが新設の場合は13～15ヶ月である。且つその量産立ち上がり時期が後にずれ込むことは滅多にない。又、同車種の車が海外で立ち上がるのも早く半年後以内である。どうしてその様なことが可能なのか?その理由を列挙すれば次のようなことがあげられる。

- \* サプライヤーのデザイン・イン
  - \* 開発部隊と生産技術部隊とサプライヤーのコンカレントエンジニアリング
  - \* 機能・性能・形状などの要求項目を観念的にかつ契約的に取り決める方法よりも不明瞭であって関係者がお互いに進めながらより良いものを求めていく方法(東京大学の藤本隆宏教授は摺り合わせと命名されている)
  - \* 過去の市場や開発段階の不具合の真の原因を追究し、再発防止策を設計や実験に体系化・形式知化してCAD化や標準化にして万人が使えるものにマニュアル化されている。
  - \* 工程ごとの品質保証の考え方・6シグマなどの概念を生産工程だけでなく開発工程にも適用していること
- などがあげられる。



# 車両の開発プロセス

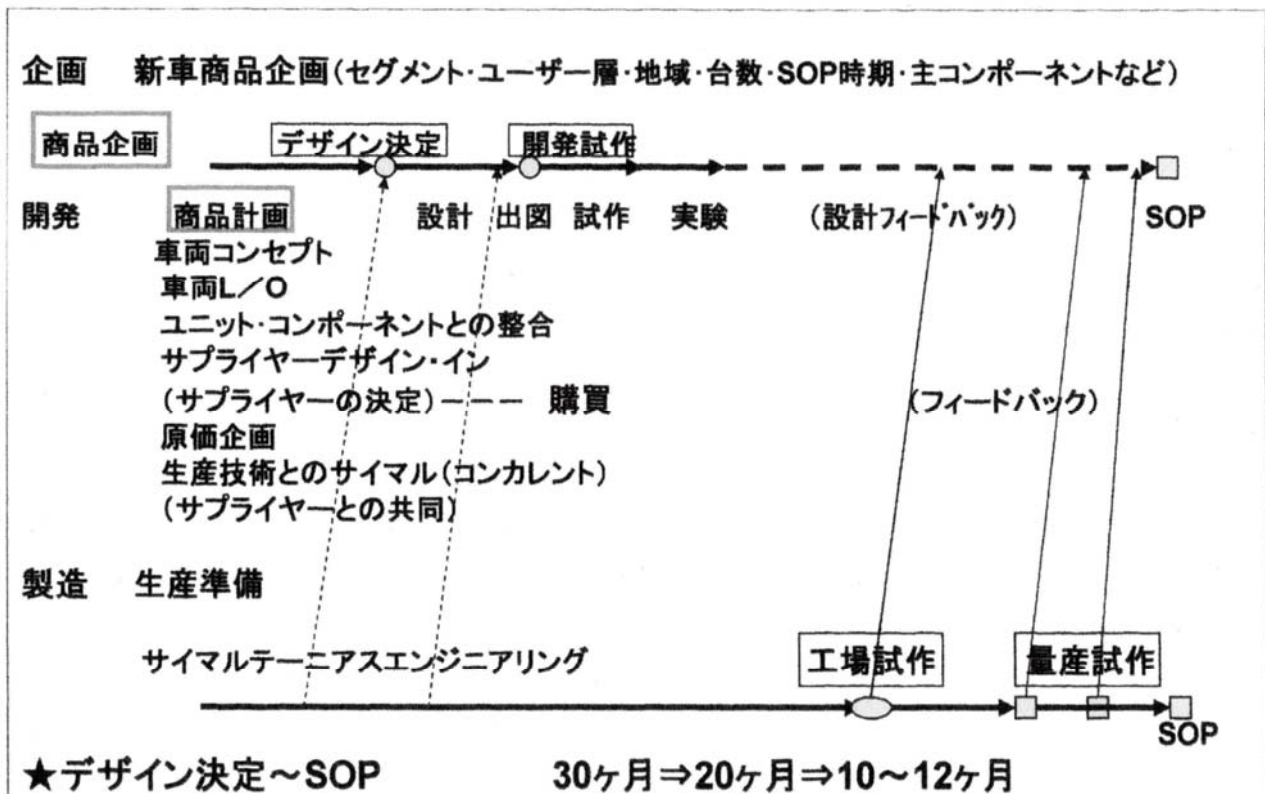


図3 短縮開発プロセス例

## 1- (2) 基礎知識の総括

以上は自動車開発・製造に関するシステムや必要技術の一端を示したが、これ以外に重要な要素として新車両の信頼性を実証するための技術と設備(テストコースや衝突確認設備など)、市場のサービス技術(リコールやサービスのための型の保有を含む)とその設備、人材、マーケティング・販売ノウハウなど、一般には見えない技術力、インフラ、設備が必要であるため、家電とは異なる資金力が必要である。

冒頭に問題提起した自動車会社以外でも誰でもすぐ作れるとは、余りにも実態を知らない人の発言と言えよう。作れても信頼性の点では全く保証できないだろう。前述したように10～20年の経験蓄積の後には別だろうが。

## 2. 現状の車輛・車体からの更なる進化

### 2- (1) 直近の自動車の注目すべき新技術の兆し

#### a) 車輛の資源枯渇対応(省燃費対応) その他の技術動向について

次世代自動車に関する中心話題は当然その要請からエンジンとモータのハイブリット及びモータに関する駆動系であるが、それだけが解ではないと思われる。即ち現在のレシプロエンジンの改善・車両重量の軽量化・次世代車両としてのあるべき空間(車両レイアウト)など他にも取り上げるべきテーマは多くある。平成25年11月に実施した「経営者・技術担当役員のための次世代自動車最新技術・動向講座」第1回「全体動向」で述べた「現状での注目すべき兆しと新技術」の動向は下記の内容であった。

## 1.次世代自動車のこれからの車両・車体の動向

- (1) 新型ガソリン車の大きな燃費改善
- (2) 軽量化車体に対する新材料特に CFRP（ガラス繊維入り樹脂）化への試み
- (3) 超小型モビリティ
- (4) 自動運転車の量産化アプローチ

前述の講座の内容と重複する部分もあるが、車輛・車他に関する部分について更に詳述する。

### a)ー1 燃費規制現状の対応

#### 1) 燃費規制について

燃費規制又は基準を導入している国や地域はそれぞれの事情によって異なるが、各地域の燃費基準を CO<sub>2</sub> エミッションに換算すると全体では年平均 2.3% 低減で推移している。

日本：乗用車（ガソリン・ディーゼル車）2015 年 16.8Km/L（約 125g/Km）

欧州：交渉が難航して居るが乗用車（ガソリン・ディーゼル車）2015 年に向けて 130 g/Km へ段階的に導入し、2020 年には 95g/Km を目指して、欧州委員会より提案され、2013 年までに見直しが見直しが実施される。

米国（連邦）：乗用車 CAFÉ 基準 2007 年 27.5mpg⇒2020 年 35mpg（CO<sub>2</sub> 約 155g/Km）（ブッシュサイン）これに対して 4 年前倒しをオバマ政権が打ち出している。

日本では自動車業界は燃費改善に大きな勢力を投入しており、乗用車の 2010 年度燃費基準に対して 2009 年ガソリン販売車は 95.7% を達成しており、平均燃費は 18.1Km/L となっている。

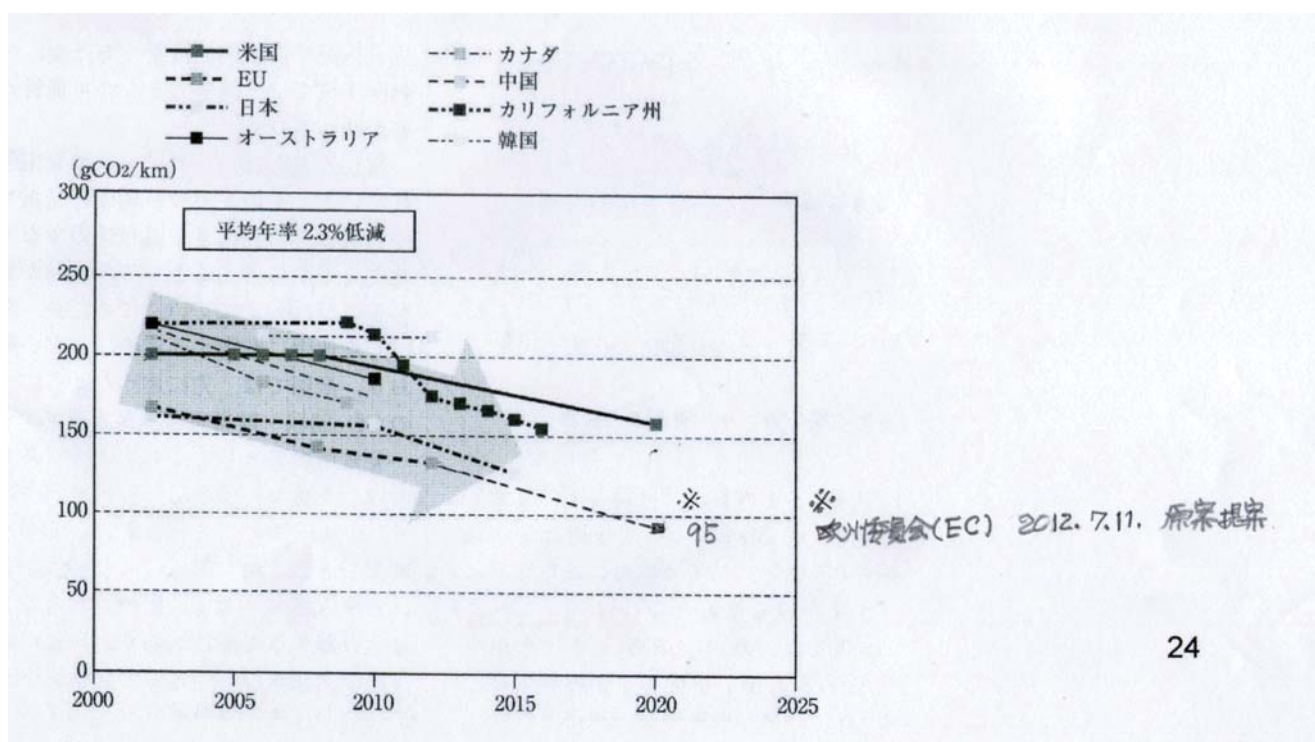


図3 各国の乗用車の燃費規制（基準）と CO<sub>2</sub> 排出量

#### 2) 最近の日本車の届け出燃費

最近の新車（ガソリン車）では 30Km/L を越える車が投入され始めており、このレベルは次世代



自動車のハイブリット車のレベルの燃費に相当する車であり、今後の車両軽量化技術が更に進展すれば次世代自動車の方向性を転換するトリガーになることも考えられる。

下記表 4 に最近の車の燃費の実態を示す。

車名	ミラージュ	デミオ	イース	フィット HEV	アクア HEV	インサイト HEV	アルト- エコ	ピクシス エポック	ノート	ヴィッツ
メーカー	三菱	マツダ	ダイハツ	ホンダ	トヨタ	ホンダ	スズキ	トヨタ	日産	トヨタ
10・15モード 燃費 (Km/L)		30	32			30				26.5
JC08モード 燃費 (Km/L)	27.2	25	33.4	36.4	37		30.2	30	25.2	21.8
エンジン 排気量	1000	1300	660	1500	1500	1000	658	660	1000	1329
価格 (万円)		140～	74.5万円?		170～185	189～	89.5～ 99.5	79.5～ 122	100～ 164 ?	130～ 143
発売日	2012. 8	2011.6	2013.8	2013.9	2013.12	2009.1	2011.12	2012. 5	2012.9	2011.9

出典: 日本経済新聞

表 4 直近のガソリン車・HEVの燃費

## b) レシプロエンジンの性能改善

最近ではエンジンの効率を徹底的に高める手法がアプローチされている。現状のレシプロエンジンの燃料の燃焼の正味仕事は一般的に 25%とされている。その他は冷却や排気ガス、フリクションなどで大きな機会損失になっている。それらの効率を何処まで高められるかのアプローチがグローバルに進められている。

マツダのSKYACTIVEやダイハツのミライースに代表されるが如く、直噴・高圧縮化、小気筒化+過給化、連続可変バルブタイミング・リフト機構 (VVT)、ピストンの短スカート化やピストン形状・ピストンリング・コンロッドのスリム化などの工夫によるフリクションの軽減・慣性性能率の低減、アトキンソンサイクルの採用等による燃焼温度や圧力の改善による燃焼効率の向上、小型軽量化(ダウンサイズ化)などが実現されてきている。今後もレシプロエンジンの効率を上げるために排気損失や冷却損失を削減する工夫がなされることによりますます燃費の改善が実現されていくと思われる。

マツダが発表した「SKYACTIVE」は 2011 年 6 月に発表された「デミオ」1.3L エンジンの燃費が 30Km/リッターとハイブリット並みとなった。技術的にはレギュラーガソリンを燃料とした量産エンジンで史上最高の圧縮比 14.0 にし、CVT、アイドリングストップ、空気抵抗の低減、低転がり抵抗のタイヤなどを組み合わせて実現した。車両の軽量化は 60Kg である。

もっと車両の重量軽減が進めば厳しい環境規制 (90g/Km) に対応が可能な車になる可能性が十分あると思われる。マツダは欧州にもこのエンジンを搭載した新車を投入した。

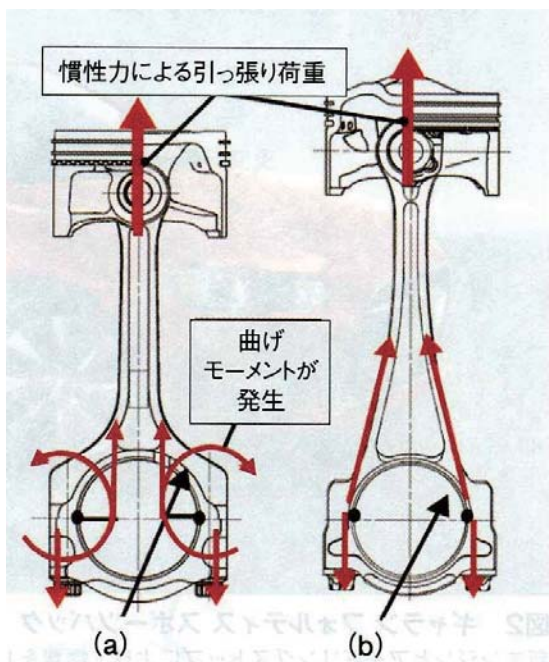
### ① SKYACTIVE エンジン

圧縮比 11.2 ⇒14 (デミオ)、ノッキング対策=4-2-1 排気管 (集合部まで 600mm)

12 (アクセラ)、ノッキング対策=4-1 排気管+内部 EGR

コンロッドのスリム化 (▲127g ×4ヶ=▲628g)

# 1.次世代自動車のこれからの車両・車体の動向



日経 Automotive Technology

図4 コン・ロッドの合理化<sup>(3)</sup>

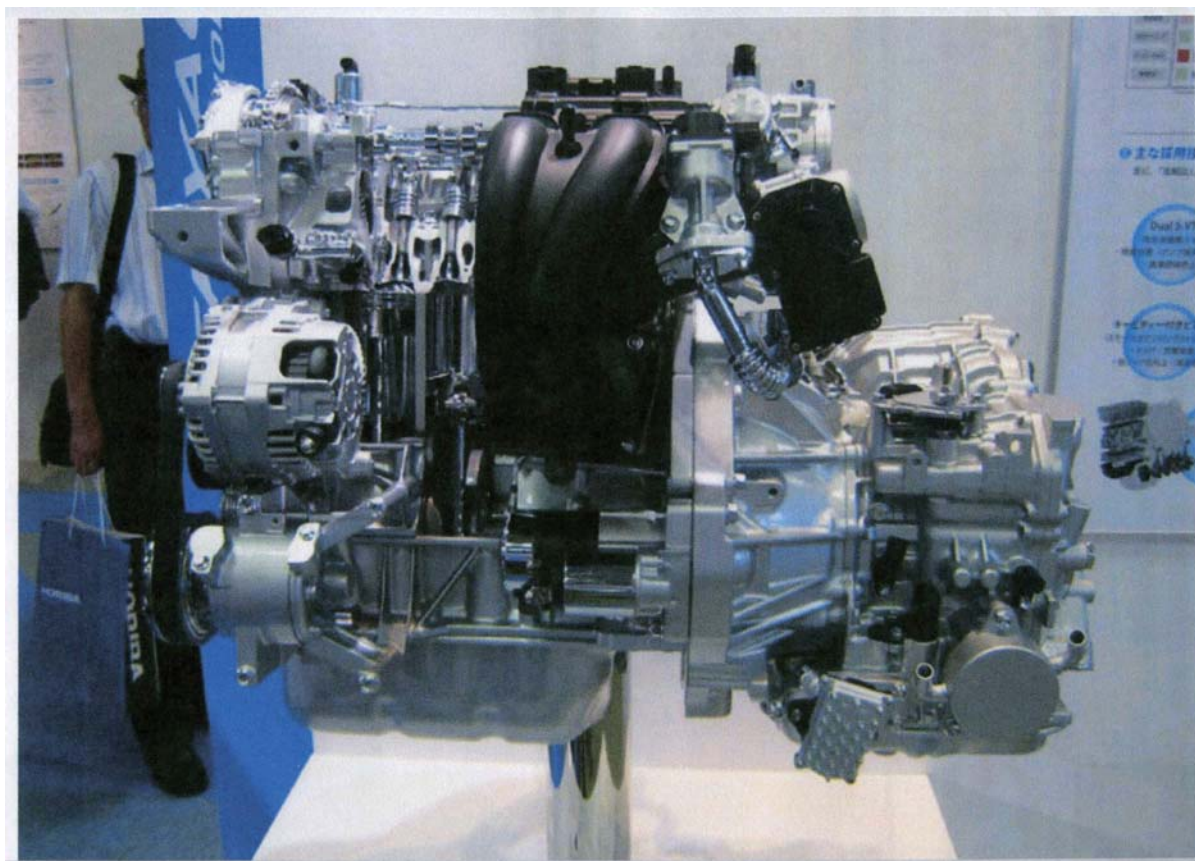


図5 マツダのSKYACTIV<sup>(3)</sup>エンジン1.3L<sup>(4)</sup>

## ② ミライースKFエンジン

圧縮比 10.8 ⇒11.3、ノッキング対策＝燃焼室の温度低減（天井の厚みを 5mm⇒4mm）  
イオン計測により EGR 量を制御、燃焼室の形状を工夫し燃焼を早めた。

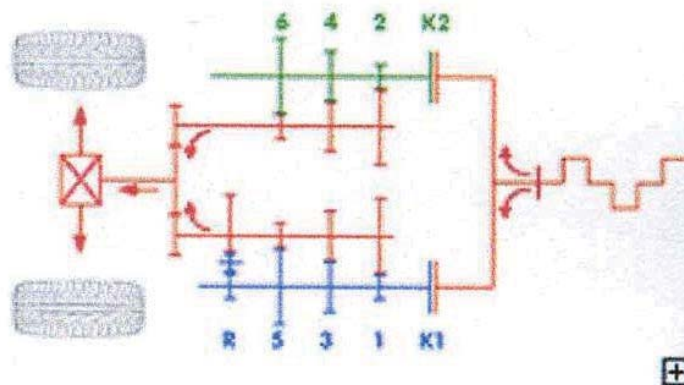
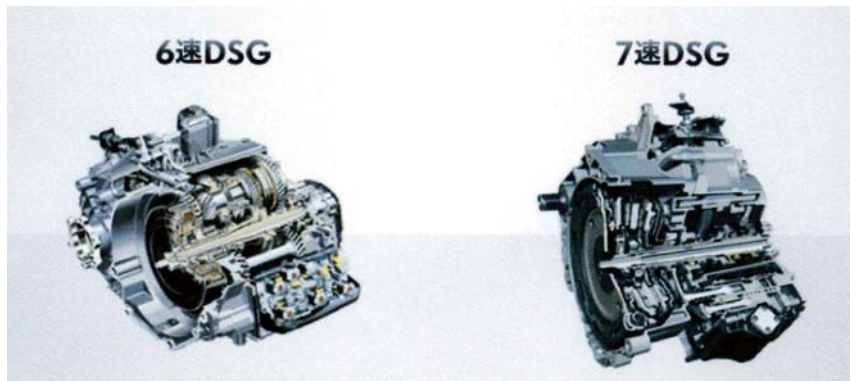
## ③ 三菱自動車の RVR 及びギャランのエンジン

SOHC 化＋可変バルブ機構の採用 燃費 13～15%アップ

## c) 伝達系ユニットの合理化（トランスミッションの改善）

## ①切り替え時の効率向上（CVT,DSG）

レシプロエンジンは回転数によって発生トルクに大きな変動があるので、発進走行性には T/M が不可欠であるが、手動に限らず油圧式のオートマチック T/M でもギアの切り替え時に大きな伝達ロスとアクセルの踏み込み方によっては大きな燃費ロスが発生する。それらを改善するために CVT（無段変速）や DSG（例、VW のゴルフやアウディに採用されているものはボルグワーナー社が開発し、VWにライセンスされているもので、6速と7速があり、**Direct-Shift Gearbox** と英語では呼ばれている）本事例は所謂シフトロスという合理化だけでなく自動車の操作性を楽しむものとしても追及されている。



VWホームページより

図6 VWのDSG<sup>(5)</sup>



## 1.次世代自動車のこれからの車両・車体の動向

### ②オートマチックトランスミッション（A/T）のロックアップの改良

マツダのアクセラの燃費改善の手段として SKYACTIVE-Drive6 速 A/T はロックアップクラッチを改良してロックアップ領域を従来の 49%を 82%に拡大した。

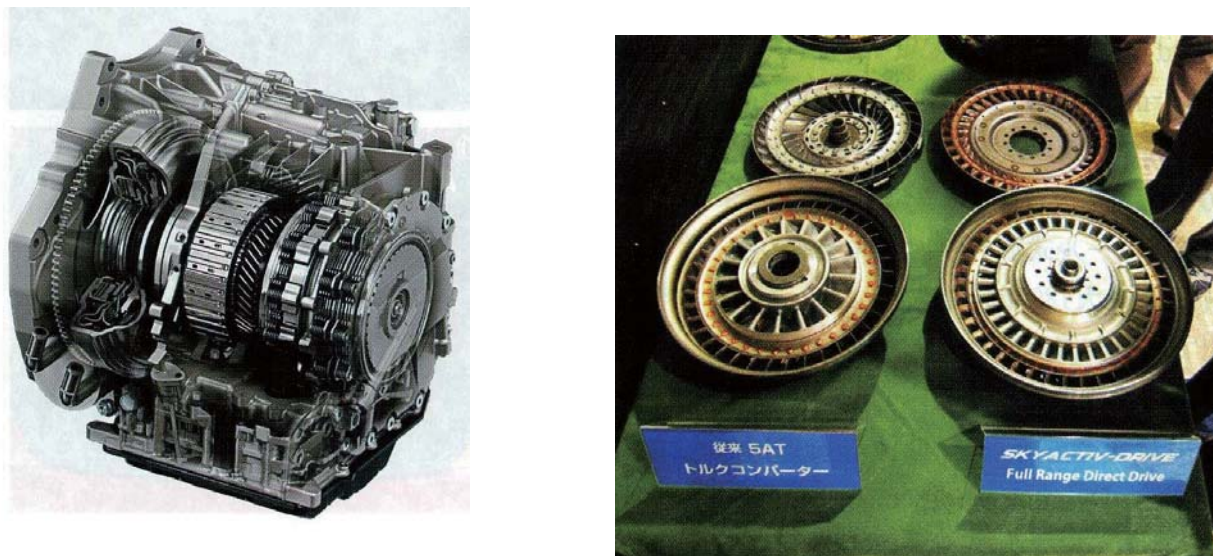


図 7 SKYACTIVE-Drive & コンバーター（右図の右側）<sup>(6)</sup> 日経 Automotive Technology より

### d) 車両の空気抵抗の低減

車の空気抵抗は前面投影面積と空気抵抗係数の積で表現される。前者は車の前面の投影面積を小さくするために車の背を低くし、床下を低くする傾向になる。また空気抵抗係数を下げるには車の形状を流線型にし、車両の表面の凸凹を減らして空気の流れを良くする策がとられる。特にサイドガラスとドア・ピラーの段差や床下下面の凸凹をなくすことが重要になる。

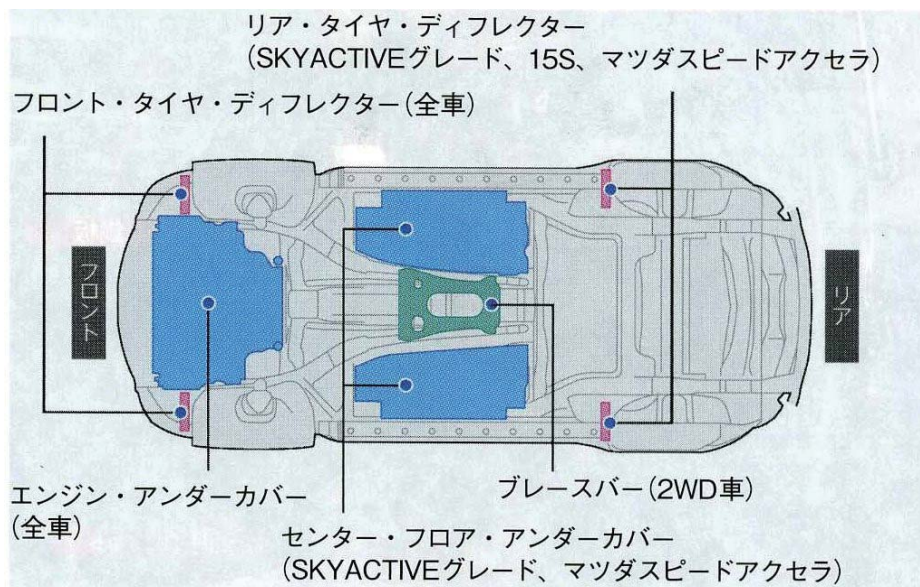


図 8 マツダ アクセラのアンダーフロア<sup>(7)</sup>

Automotive Technology より

### e) 車両の軽量化

軽量化は常に大きな技術課題である。次世代自動車でも現状の自動車でもその重要性は同じであり、永

遠のテーマである。もし現在の自動車の重量が技術革新により半減できれば、レシプロエンジンでも排気ガス規制をクリアし、燃料消費量が極端に言えば半減し、駆動系をハイブリッドやモータにしなくてもH E V並みの燃費になる可能性が期待できる。その可能性については第1回で言及した。

その面から見て最近樹脂が注目されていて、大学、企業が色々なアプローチをしていることで実現の可能性を示唆している。以下、**軽量化アイデア(構造・素材・加工法など)の事例**を示す。

#### e) - 1 新素材採用による軽量化

##### e) - 1 - ① 車体のCFRP (炭素繊維強化樹脂材料) 化

##### <事例 e-1>BMW社の車体のCFRP化

車両(車体)の軽量化のためにルーフ、フード、トランクリッド、前後のスポイラーやプロペラシャフトなど単品で、またフロントエンドのラジエータコアサポートなどに部分的に採用され、又、スポーティカーなど特殊な車両には2000年以降採用され始めていた。最近の次世代自動車が市場に出始めて以降は車体の構造部材としてCFRPが試験車や非量産車でトライされ始めている。2010年8月の日経ビジネスのインターネット(以下ITと記す)(Tech-On)情報によれば、BMW社が電気自動車「Megacity Vehicle」でCFRP製のキャビン(車体)とアルミニウム合金製のシャシーを製作し(試作と思われる)2次電池の250~350Kg増加する質量分をほぼ零化した。キャビンとシャシーは異なるユニットで、シャシーの上にキャビンを載せる構造になっている。

パワートレインとサスペンションはシャシー側で完結している構造。衝突安全に付いて、シャシーが前後衝突に対してシャシーが、側面衝突に対してはキャビンのCFRPが衝撃吸収する。

キャビンにはセンターピラーがなくドアは観音開き構造となっている模様。

(下記写真も含め日経ビジネス Tech-On より)

BMW社、電気自動車「Megacity Vehicle」のCFRP製キャビンを公開 - クルマ - Tech-On!

2/2 ページ



図1◎衝突試験を実施したキャビン

<http://techon.nikkeibp.co.jp/article/NEWS/20100803/184781/?SS=imgview&FD=1420927604>

2010/10/27

図9 BMWのCFRP製キャビン<sup>(8)</sup>



# 1.次世代自動車のこれからの車両・車体の動向

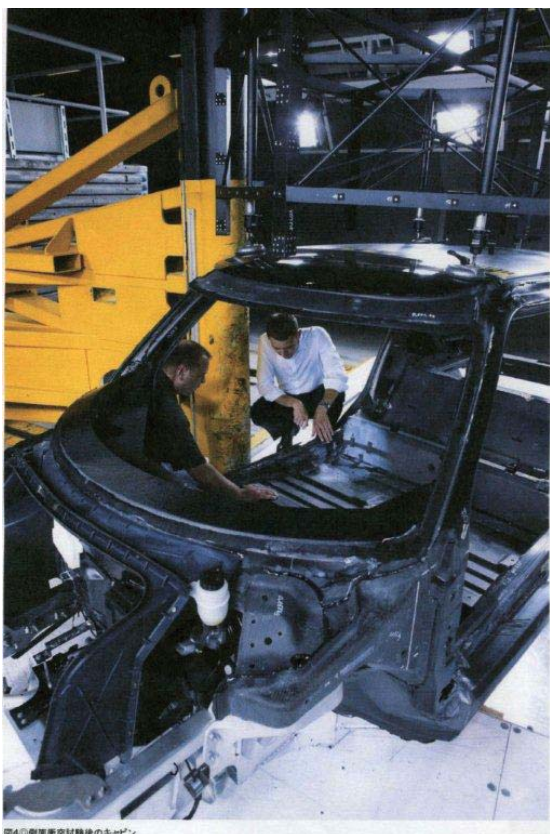


図 10 BMW の CFRP 製キャビン<sup>(8)</sup>

上記事例以降 2011 年になって東レや帝人などの樹脂材料会社により、独自で CFRP による車体構造の提案がなされている。CFRP の現時点の大きな課題は生産性が悪いことにある。2008 年ころ NEDO のプロジェクト研究では次の 4 つの課題が研究テーマであった。

- ① ハイサイクル一体成形・・・サイクルタイム 10 分。更に 1/10 が望ましい。
- ② 異種材料との接合技術・・・金属と CFRP との接着技術
- ③ リサイクル技術・・・金属と CFRP の分離技術、再加工技術
- ④ 安全設計技術・・・衝突安全の設計技術、金属と CFRP とのハイブリッド構造

この内、①以外はほぼ解決しているが、2011 年になって素材による違いもあるが、東レが 8 分、帝人が 1 分で可能と発表している。

## <事例 e-2>東レの「TEEWAVE AR1」

2011 年に超軽量電気自動車の車体に多くの CFRP を使用したコンセプトカーを発表した。

【車両外観】



【主構造】



【車両諸元・性能】

項目	TEEWAVE AR1 (2シートオープン)
車体サイズ(mm)	3975x 1766 x 1154
車体重量(kg)	846
(内電池重量)	(220)
乗車定員(人)	2
最大出力(kW/rpm)	47/3000~6000
最大トルク(Nm/rpm)	180/0~2000
電力消費率(km/kWh)	11.6
航続距離(km)	185
最高速度(km/h)	147
0-100km/h加速(sec)	11.0
シャシねじり剛(Nm/deg)	12000
衝突エネルギー吸収量(J/kg)	80

“TEEWAVE”は車両登録も可能な本格ロードカー



【主な適用材料・技術】



図 11 東レのコンセプトカー「TEEWAVE」<sup>(9)</sup>

<事例 e-3> トヨタは高級スポティカーのLexus LFAで軽量化と量産工法の研究  
 メインボディ(車体骨格、外板、ドア等)に多くのCFRPと樹脂材料を採用していることを2011年の東京モーターショーで公開している。

複合材技術

- さまざまな材料と工法を開発

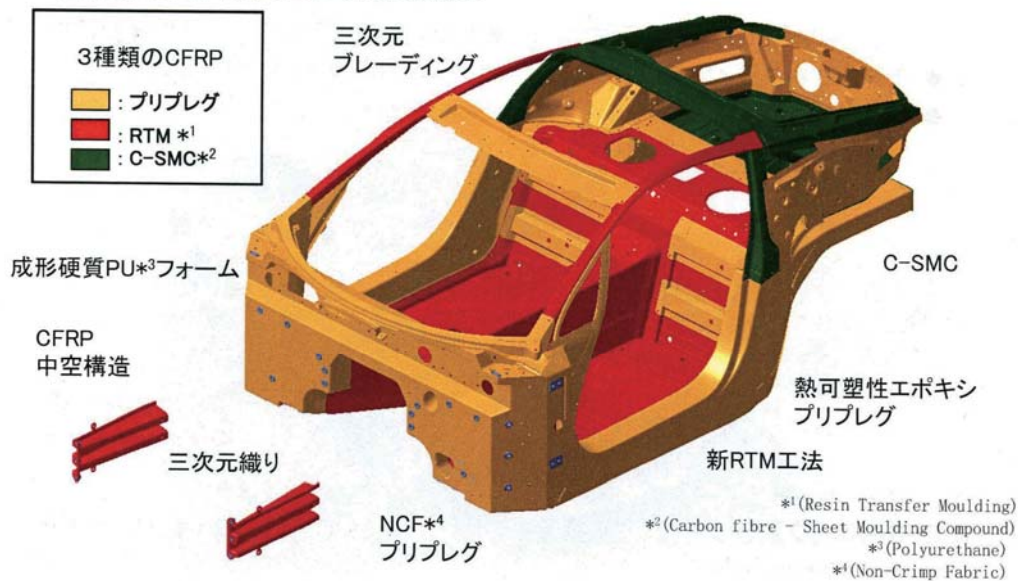


図 12 Lexus LFA の車体に使用されている樹脂材料<sup>(10)</sup>

## 1.次世代自動車のこれからの車両・車体の動向

<事例 e-4> 帝人が樹脂材料を中心に車両質量 500K g 軽量コンセプトカーを製作

2010年3月の日経ビジネス IT 情報 (Tech-On) によれば帝人の素材を使った 500K g の軽量コンセプト電気自動車「PU\_PA」EV を製作した。保安基準を満足しないので公道は走行できない。車体の重量は一般の EV の半分の 437K g。

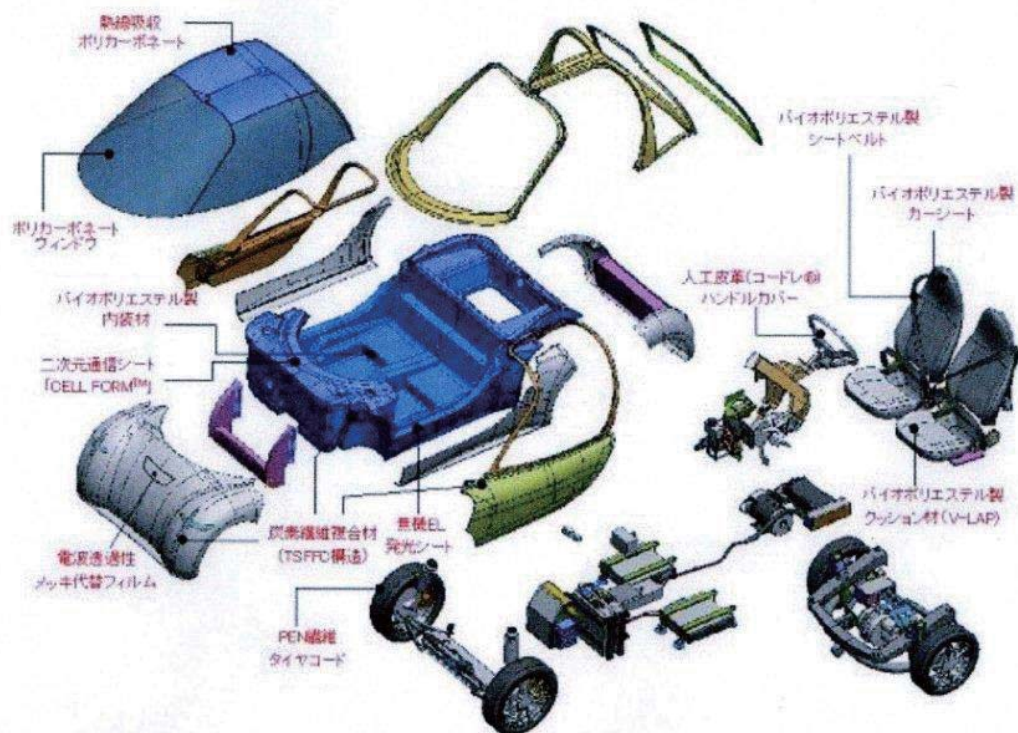
### 帝人、質量が500kgを切る軽量コンセプトカー「PU\_PA EV」を製作



コンセプトカー「PU\_PA EV」

図 13 コンセプトカー「PU\_PA EV」<sup>(11)</sup>

### 帝人、質量が500kgを切る軽量コンセプトカー「PU\_PA EV」を製作



組み込まれた帝人グループの素材と技術

図 14 組み込まれた素材と技術<sup>(11)</sup> (日経ビジネス IT 情報 (Tech-On) より)

また、帝人は 2011 年 12 月に車両の軽量化を開発することを狙いとして GM と共同開発するため



の拠点を米国の作ることで共同開発契約を提携した。

2011.12.9

1 14版 第45206号 (明治25年3月29日第三種郵便物認可)

## 炭素繊維部材で量産車軽く

# 帝人とGM、共同開発

### 米に拠点用途拡大・コスト減

**帝人が量産車への導入を狙う 炭素繊維部材**

ルーフ  
ボンネット  
骨格

**炭素繊維各社の自動車メーカーとの取り組み**

**帝人**  
米GMと共同開発。トヨタ自動車やホンダなどに納入実績

**東レ**  
独ダイムラーと生産合併会社を設立。日産自動車や三菱自動車などに納入実績

**三菱レイヨン**  
独BMWの電気自動車に原料供給。トヨタや日産に納入実績

帝人と米ゼネラル・モーターズ(GM)は軽くて強い炭素繊維を使った自動車部材を共同開発する。短時間で炭素繊維部材を生産できる帝人の技術で量産車への幅広い活用を目指し、車体の軽量化と低燃費化につなげる。年明けにも米国に共同開発拠点を設置。生産面での協力も視野に入れる。量産車への搭載が進めば炭素繊維の生産コストがさらに低下、自動車での利用が一気に進む可能性がある。(炭素繊維は3面一きょうのことば)参照 関連記事11面に

世界的に環境規制が厳しくなる中、車体の軽量化は自動車業界の最重要課題。ハイブリッド車(HV)や電気自動車(EV)は電池が重く、エコカーほど軽量化ニーズがある。炭素繊維は重さが鉄の4分の1で強度が10倍あるが、一般的に成型に10分程度かかるためコストがかさみ、1000万円以上の高級車などにしか使われなかった。

帝人とGMはこのほど共同開発契約を結んだ。両社は数百万円の量産車で車体の骨格、ルーフ、ボンネットなどの主要部に炭素繊維を採用。2015年にも量産車への搭載を目指す。車体の総重量を現行車の2割以上軽くでき、燃費を大幅に改善できるといふ。

開発拠点は帝人が開設しGMの研究員を受け入れる。GM車の構造材として必要な強度や品質の実現・評価を進める。帝人は特殊な樹脂を混ぜて炭素繊維材料を一般的なプラスチック製品のように1分で連続成型できる技術を持つ。これまでに数万台以上生産する量産ラインに炭素繊維材料の成型工程を組み込めるとみている。

帝人は自動車向け炭素繊維材料の量産化に向けた試験設備を12年夏に松山市の既存工場に約20億円で建設する計画。自動車メーカーと実車ベースで開発する機会を探っていた。今年販売台数で世界首位に返り咲く見通しのGMと組むことで量産効果を追求しやすくなると判断したようだ。

自動車用の炭素繊維部材を巡っては、東レがダイムラーと合併会社を設立し、12年に発売する「メルセデス・ベンツ」向けの部材を開発・生産する。三菱レイヨンは独BMWが13年に発売するEV向けに繊維の原料を供給する。いずれも高級車から搭載する戦略だ。帝人とGMの提携で、炭素繊維の世界大手3社が欧米大手自動車メーカーと組み3陣営が軽量化素材を競う構図になる。

### ■ 炭素繊維

## 重さは鉄の4分の1、強度10倍

▽…特殊なアクリル繊維を高温で焼いてつくる真っ黒な繊維。鉄に比べて重さが4分の1で、強度は10倍。樹脂を混ぜた複合材料として使う。欧米企業が相次ぎ撤退するなか、日本企業は1970年代から開発を継続。現在、東レや帝人、三菱レイヨンの3社で世界シェア7割を占める。

▽…釣りざおや、ゴルフシャフトなどスポーツ用品から利用が始まった。需要が急拡大しているのが航空機で、米ボーイングの新型中型旅客機「787」では重量ベースで機体の半分に使われ、2割の燃費改善に役立った。2010年の世界需要は3万トンで、今後

**炭素繊維の世界需要は自動車用途がけん引する**

7万トン

自動車など産業用途  
スポーツ・レジャー  
航空機

2006年 08 10 12 14 15

(注)三菱レイヨン推定

は自動車や風力発電で採用が進み、15年には7万トンまで膨らむ見通し。

図15 帝人とGMとの炭素繊維樹脂に関する技術提携の新聞報道



<事例 e-5> 炭素繊維強化「熱可塑性プラスチック」の開発 [NEDO]

NEDO のプロジェクトで東京大学、東レ、三菱レーヨン、東洋紡、タカギセイコーなどのグループが、従来困難だった高速成形加工や接合が可能となる「炭素繊維強化熱可塑性プラスチック (CFRTP)」を開発した。これにより量産車に用途が広がり車体の軽量化が約 30%可能になることが期待される。

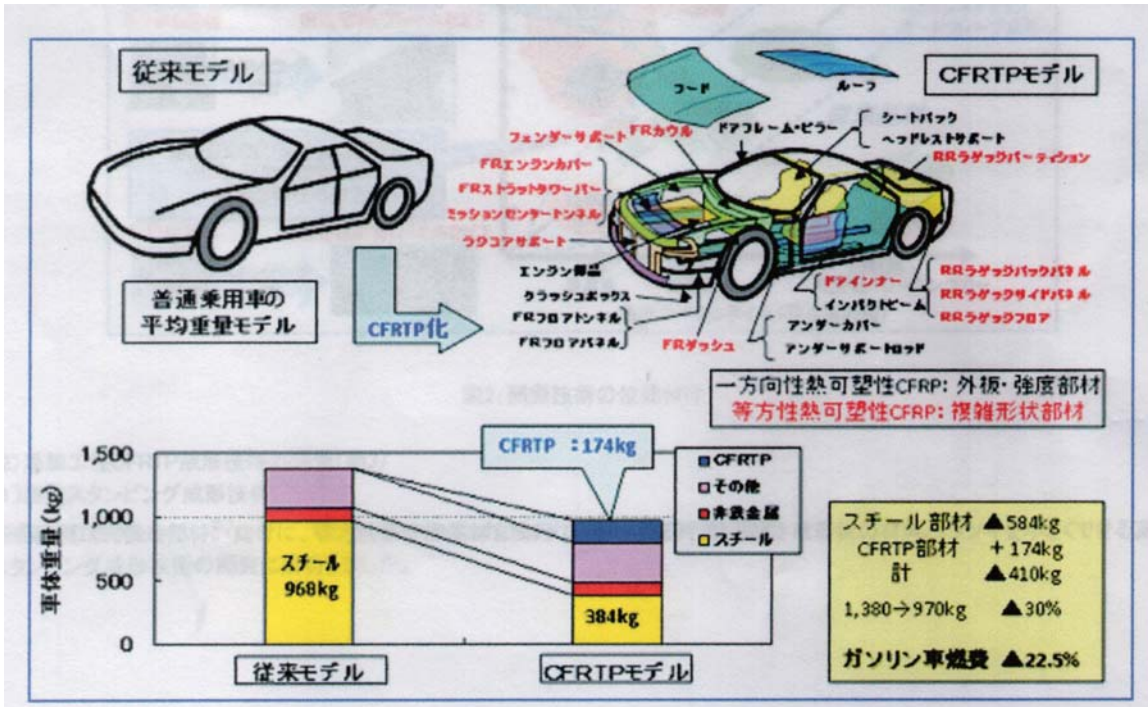


図 16 NEDO による CFRTP 開発<sup>(12)</sup>

この開発の特徴は

- ① 等方性 CFRTP 中間素材として、従来の複合材と比較して炭素繊維が均一・等方に分散しているため、比強度、比剛性に優れる。
- ② 一方方向性 CFRTP 中間材として、独自の表面処理技術・樹脂化異質材料により、炭素繊維に PP を高度に含浸させたプリプレグテープを開発した。

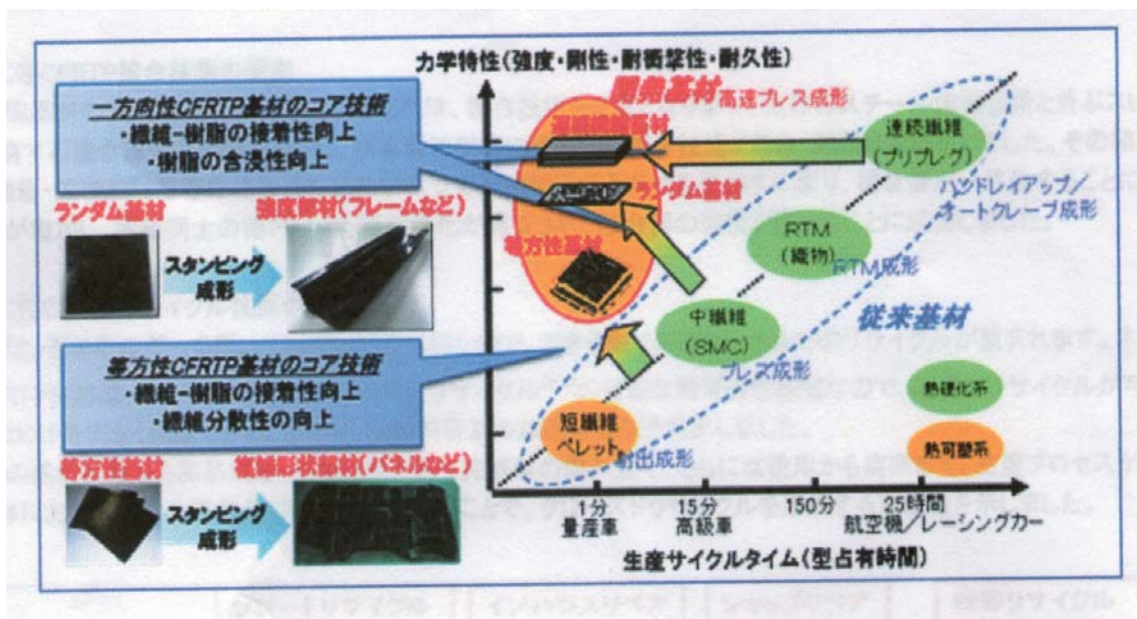


図 17 開発技術の位置づけ<sup>(12)</sup>

- ③ 高速スタンピング技術、高速内圧成形技術、接合技術、リサイクル技術も合わせ開発されており、実用化に大きな貢献となった。今後は個別最適化を計ると共に信頼性の向上、安全性の確保に力がそそがれる。



図 18 高速スタンピング技術と高速内圧成形技術<sup>(12)</sup>

<トピックス>

2013年6月22日の日本経済新聞によると、経済産業省が国のプロジェクトとして今年度40億円、5～10年間で数百億を助成する挙動開発を支援することが発表された。参加団体は図19を参照方。

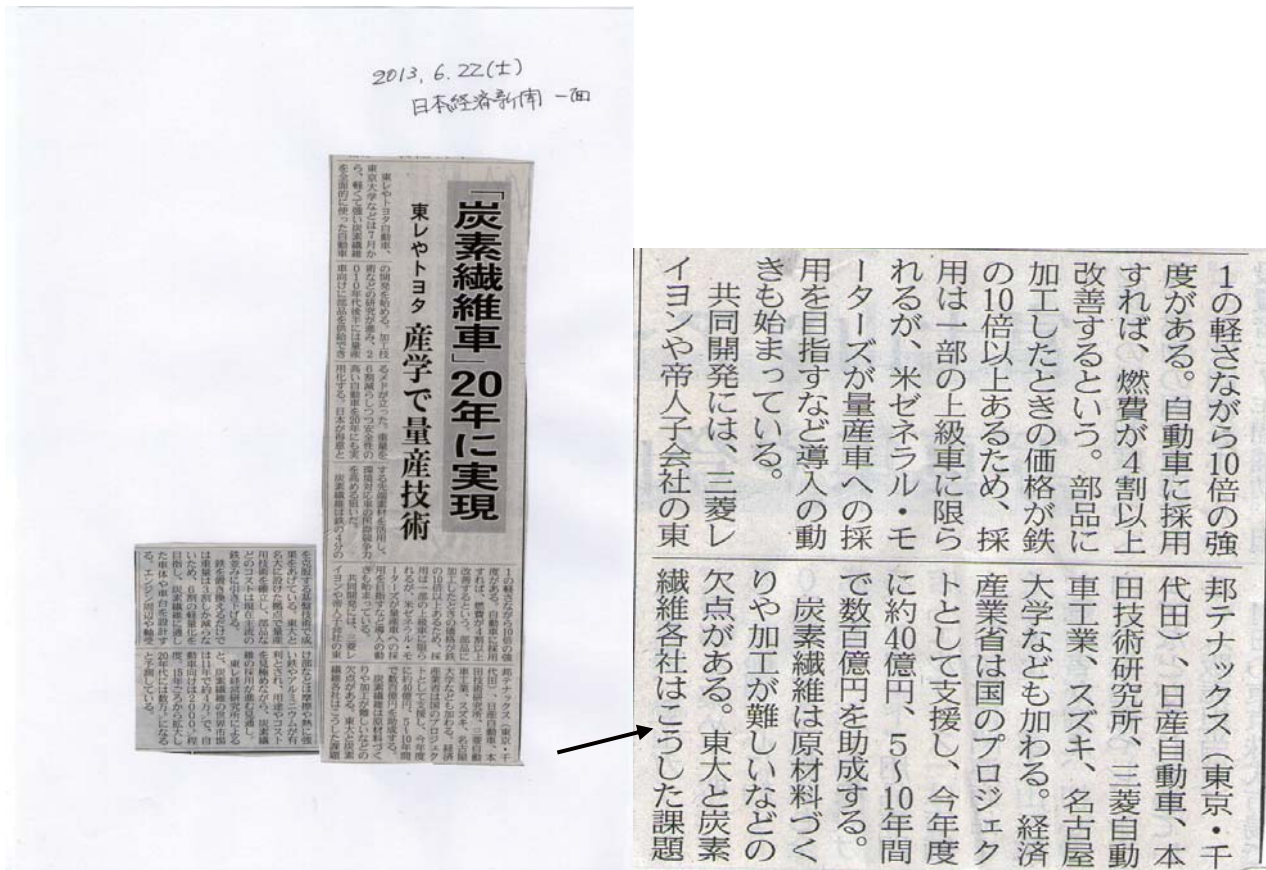


図 19 炭素繊維車の開発プロジェクト

<参考>炭素繊維樹脂 (CFRP) の構造について



# 1.次世代自動車のこれからの車両・車体の動向

CFRP にはエポキシを使う熱硬化性樹脂と PP (ポリプロピレン) や PA (ポリアミド) を使う熱可塑性の樹脂に大別される。又双方とも連続繊維及び短繊維で使用するタイプがある。その繊維を一方向に並べて使うもの、織物にするもの、組み物、チョップで使うものがある。

工法用語について下記に示す。

- \*プリレグ：炭素繊維を織って熱硬化性のエポキシ樹脂を含浸させたものを言う。
- \*オートクレーブ:プリレグを型に何層にも貼り付けた状態にして加圧・加熱硬化させる炉を言う。
- \*RTM(レジン・トランスファ・モールドィング)：炭素繊維をシートに積層して最終形状に近い形状に仮接着したものを上下の型に挟み型内に樹脂を注入して硬化させる工法。
- \*VaRTM：前工程はRTMと同じで樹脂を注する方は下型だけで、下型からバキュームで吸引する。RTM よりも型代が安い成形に時間がかかる (5 倍)

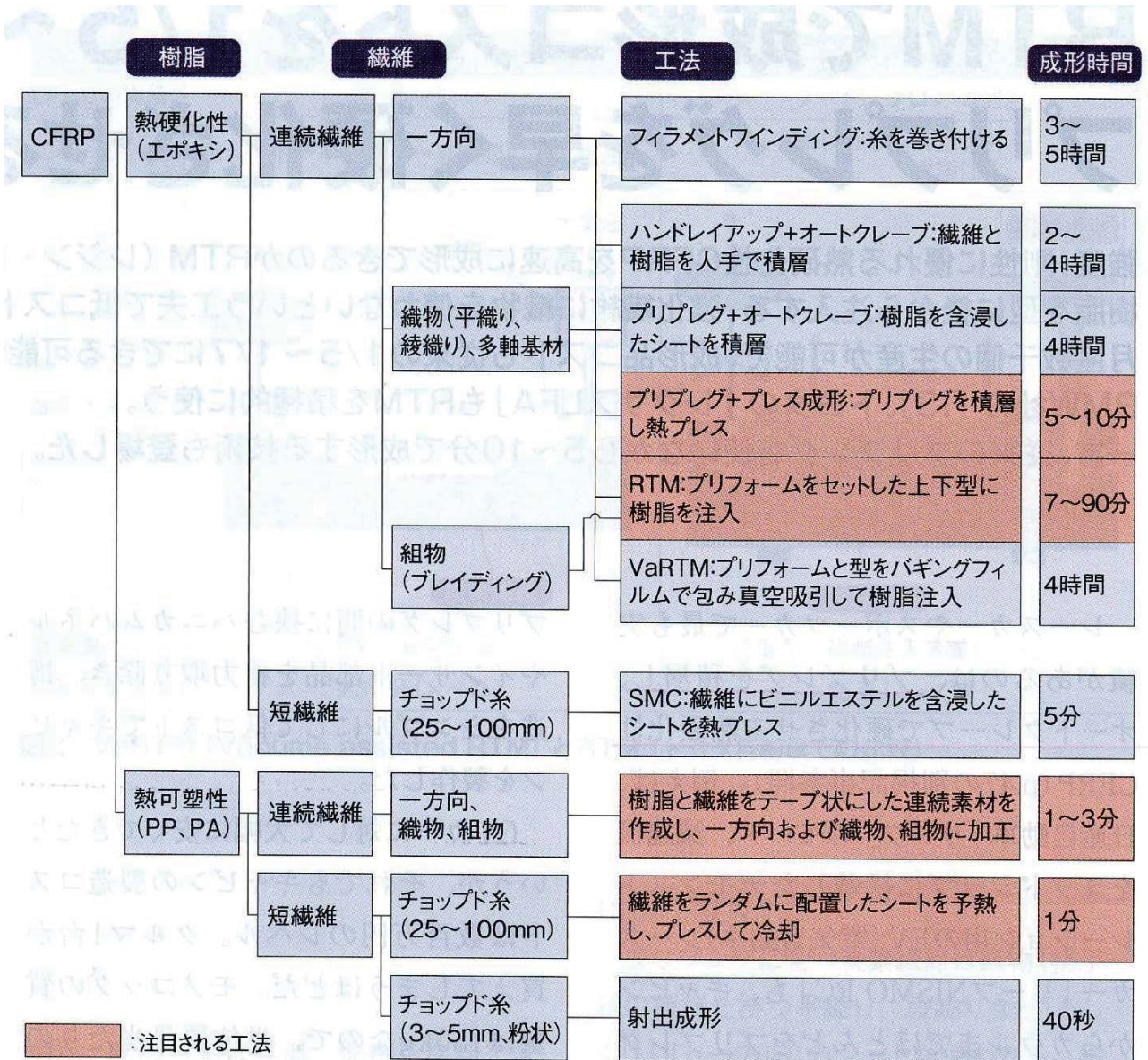


図 20 CFRP の種類と工法 Automobile Technology より<sup>(18)</sup>