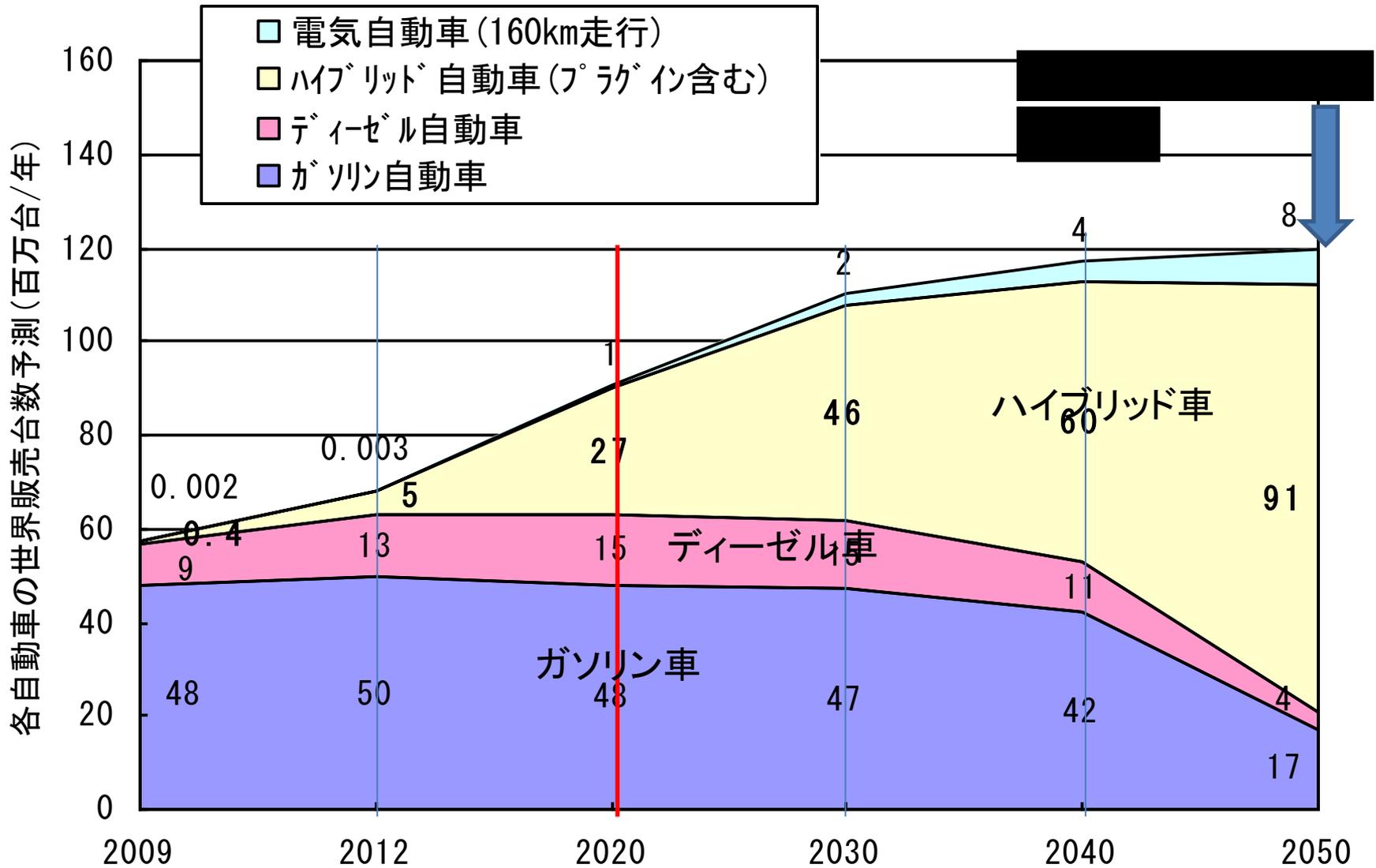


航空機に使われる炭素繊維複合材料の 自動車への適用

平成6年6月8日（土）

五十川幸宏

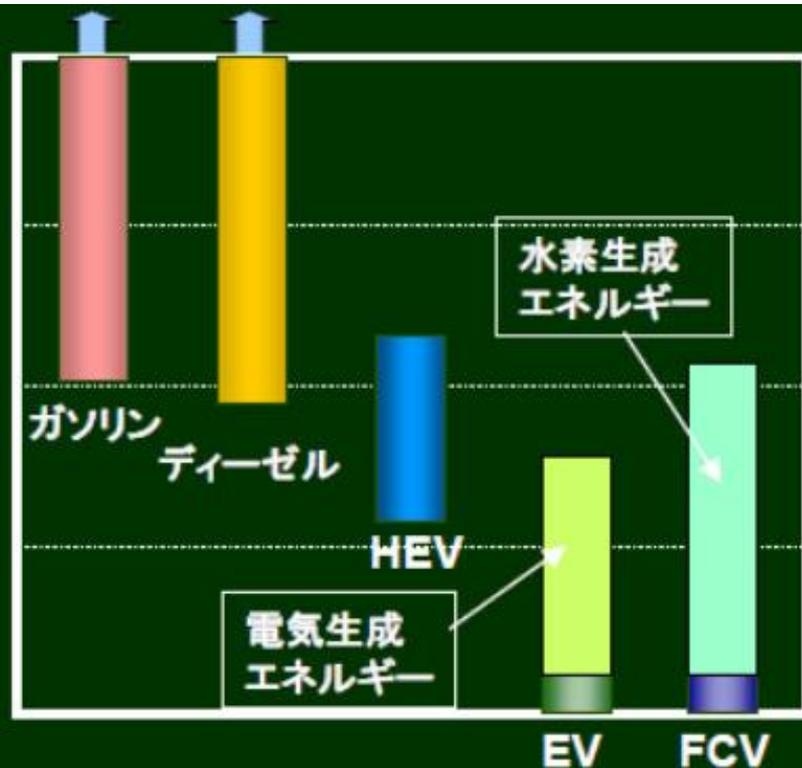
自動車の将来需要動向と駆動方式



欧州 (EU) のCO2規制とエンジンの実力



(a) EUのCO2排出量規制



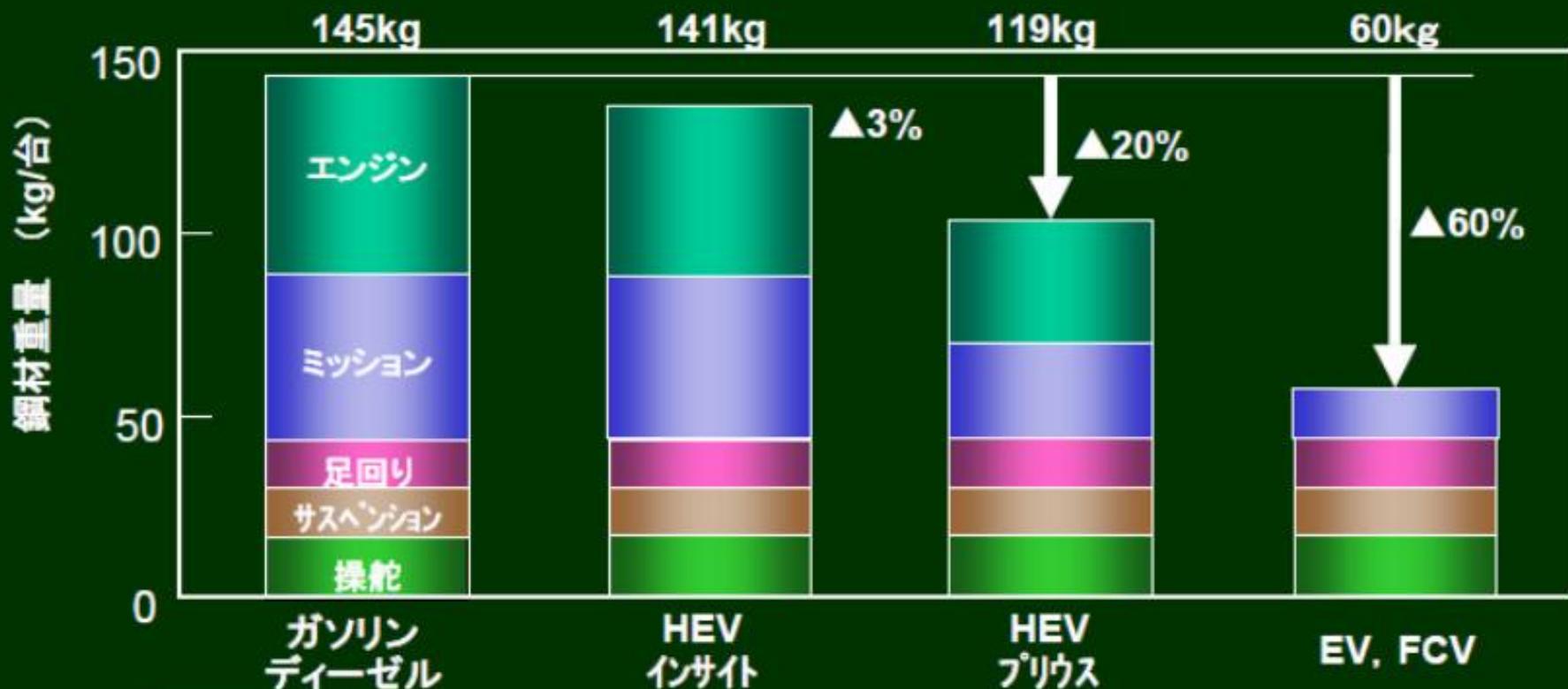
(b) 各種乗用車のCO2排出量

HEV化による鋼材原単位の変化

要点

HEV方式で影響度は異なるが、

- ・本田式(パラレル)は、鋼材への顕著な影響は無く、エンジン小型化の影響のみ
- ・トヨタ式(シリーズ・パラレル)では、エンジン小型化に加えミッション機構の影響が顕著
- ・CVJなどの足回り、懸架ばね、軸受、ボルト類は、HEV化の影響無し



HEV化におけるビジネスチャンス (1)

要点

HEV化により、磁石、軟磁性粉末のビジネスが拡大

- ・磁石(MQ3) ... 駆動モーター, 発電機ローター
- ・軟磁性粉末 ... 整流回路, 昇圧回路(リアクトル)



MQ3磁石

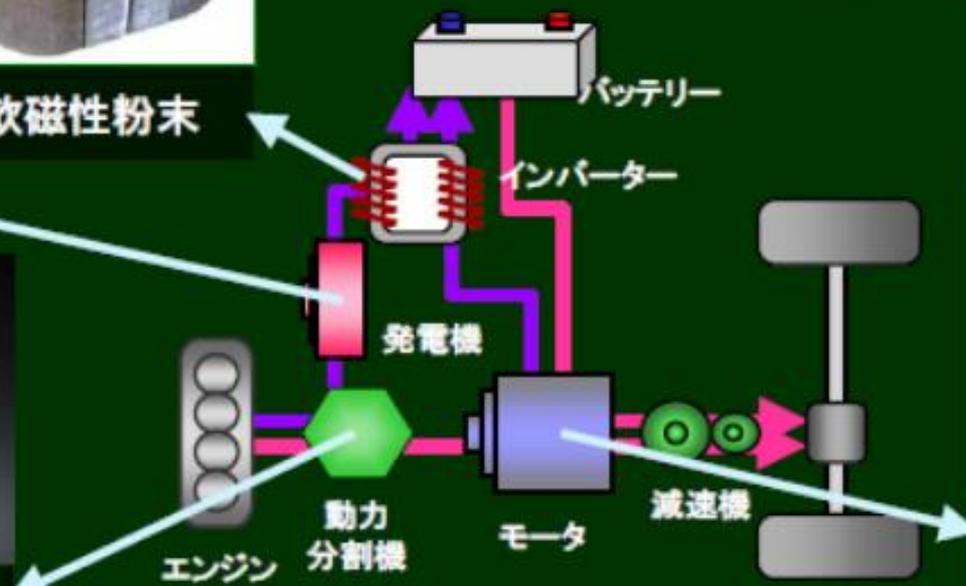


軟磁性粉末



行星歯車(駆動側)

その他のビジネスチャンス
・電子制御ノイズ対策 ... DPR・制振合金
・各種センサー ... GIGs



MQ3磁石

EV時代の地殻変動

特集 / EVショック

2030年までに全300車種を電動車に

フォルクスワーゲンCEO
マティアス・ミュラー

ディーゼル車はまだ数十年にわたって必要になる

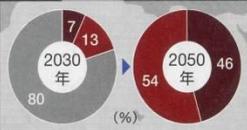
60万人の雇用を守りたい

ドイツ首相
アンゲラ・メルケル

2040年までにガソリン・ディーゼル車の販売を禁止する

15年9月、排ガス不正問題が発覚

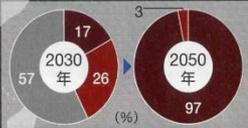
欧州



2019年から生産台数の一定割合でEVやPHVの生産を義務づける規制を導入

2030年までに販売するすべての新車をEV化

インド



中国



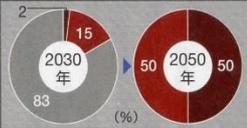
EVで自動車強国として覇権を握りたい

トヨタ自動車社長
豊田章男

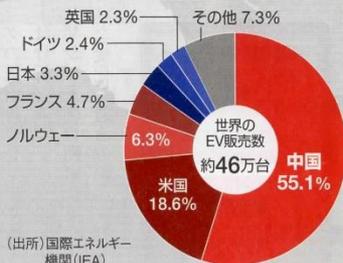
中国はパリ協定の責務を果たしていく

中国国家主席
習近平

日本



中国が過半を占める
2016年の地域別EV販売



世界中がEVシフト!
ガラパゴス化する日本

(注) ■はEVに関する規制が政策を発表している国 イラスト: 中井 源

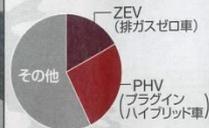
ガソリン車は蒸気機関の車のような過去のものとなる

テスラCEO
イーロン・マスク

米国はパリ協定から離脱する

国名

CO₂削減へ求められる次世代車割合 (%) (各国・新車販売台数)

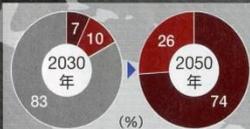


EVだけが、と決め付けていくことは考えない

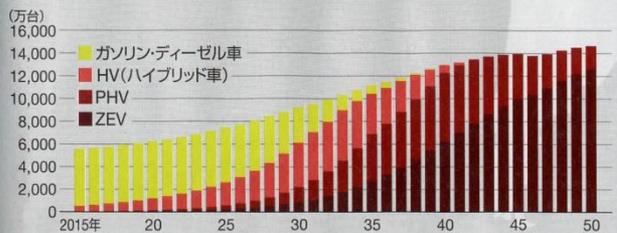
カリフォルニア州など10州が2018年からZEV規制でHVを除外

米大統領
ドナルド・トランプ

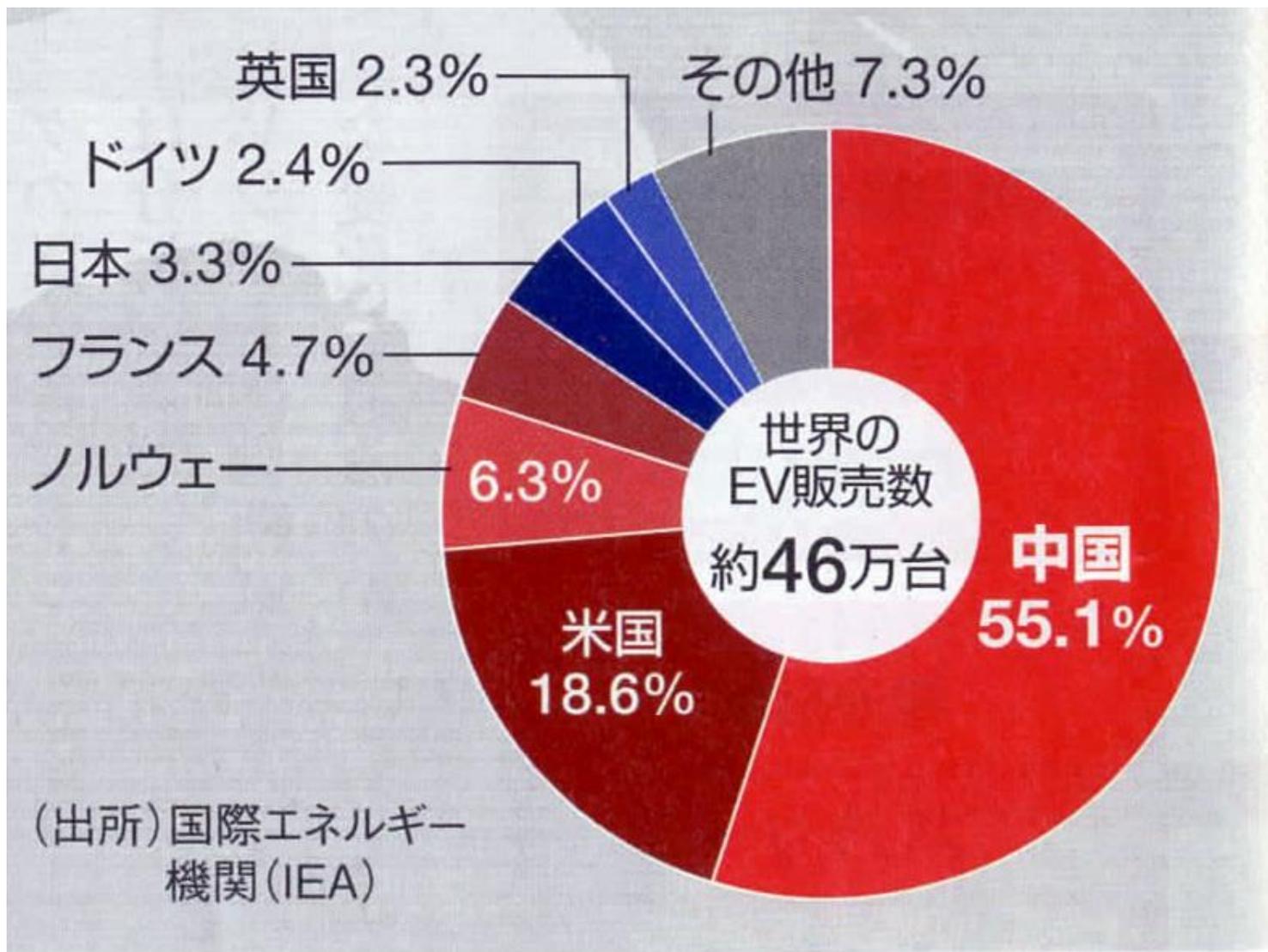
米国



2050年までにはすべてを次世代車に
CO₂削減へ求められる新車販売台数



世界の電気自動車（EV）販売台数



ガソリン車禁止でBYDトップ

中国最大の電気自動車(EV)メーカーである比亜迪(BYD)のトップの王伝福・董事長(51)は日本経済新聞などのインタビューに応じ、中国市場からガソリン車が消える時期が2030年になるという見通しを示した。中国政府は9月上旬、将来ガソリン車を禁止する意向を表明し、時期は検討中としていた。政策立案にも関わる王氏の発言から今後、急拡大が予想される中国EV市場の内情を読み解く。

「中国の車、30年に電動化」

王氏は21日のインタビューで、中国のガソリン車の廃止時期について「車種別に工程表を決めることになるだろう」と語った。具体的には「20年に公共バスが全面的にEVに代わり、25年にトラックなど特殊車両、30年には全ての車が電動化するだろう」と述べた。

その上で、中国のガソリンは現在82%を輸入に依存していると指摘し、「国家の安全上、中国はこの国よりも早く(ガソリン車禁止の)期限を公表し、EVの拡大を急ぐ必要がある」と語った。英国とフランスは40年までにガソリン車などの販売を禁じる方針を示しており、王氏の見解通りなら、中国はそれより早く

自社電池を外部供給

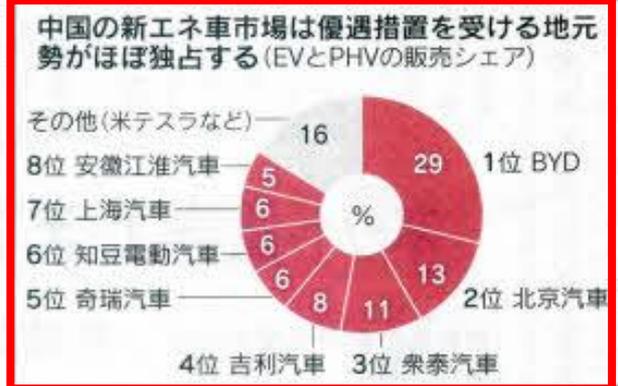


インタビューに応じたBYDの董事長(広東省深圳市の本社)

大きな転機を迎える。王氏は、中国EV最大手として「これまでも先頭に立ち、政府に(EVなどの)政策を提案し、政策を押し進めてきた」と強調。王氏の意向は今後のEV関連の新政策に大きな影響を与えていくとみられる。

実際、王氏は「我々の強みは中国の政策に精通していることだ」と語る。エコカー推進役として政府の信頼も絶大だ。すでに手厚い補助金の後押しを受け、EVやプラグインハイブリッド車(PHEV)の「新エネルギー車」(新エネルギー車NEV)の販売は昨年、前年比7割増の9万6千台へと急激に膨らんだ。

中国政府は今後、中国



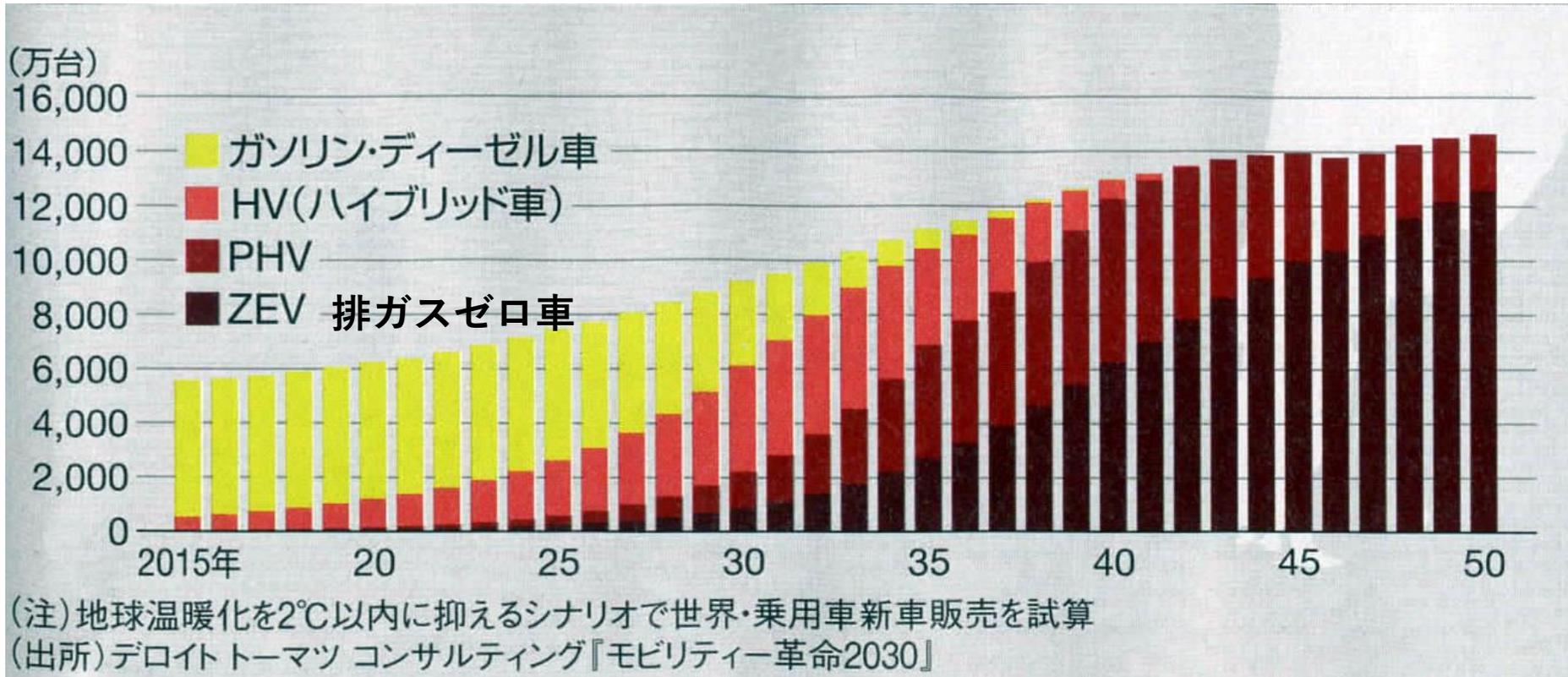
◆2020年
公共バスのEV化

◆2025年
トラック等EV化

*新車3500万台の内、700万台がEV車と予想

◆2030年
すべての車EV化

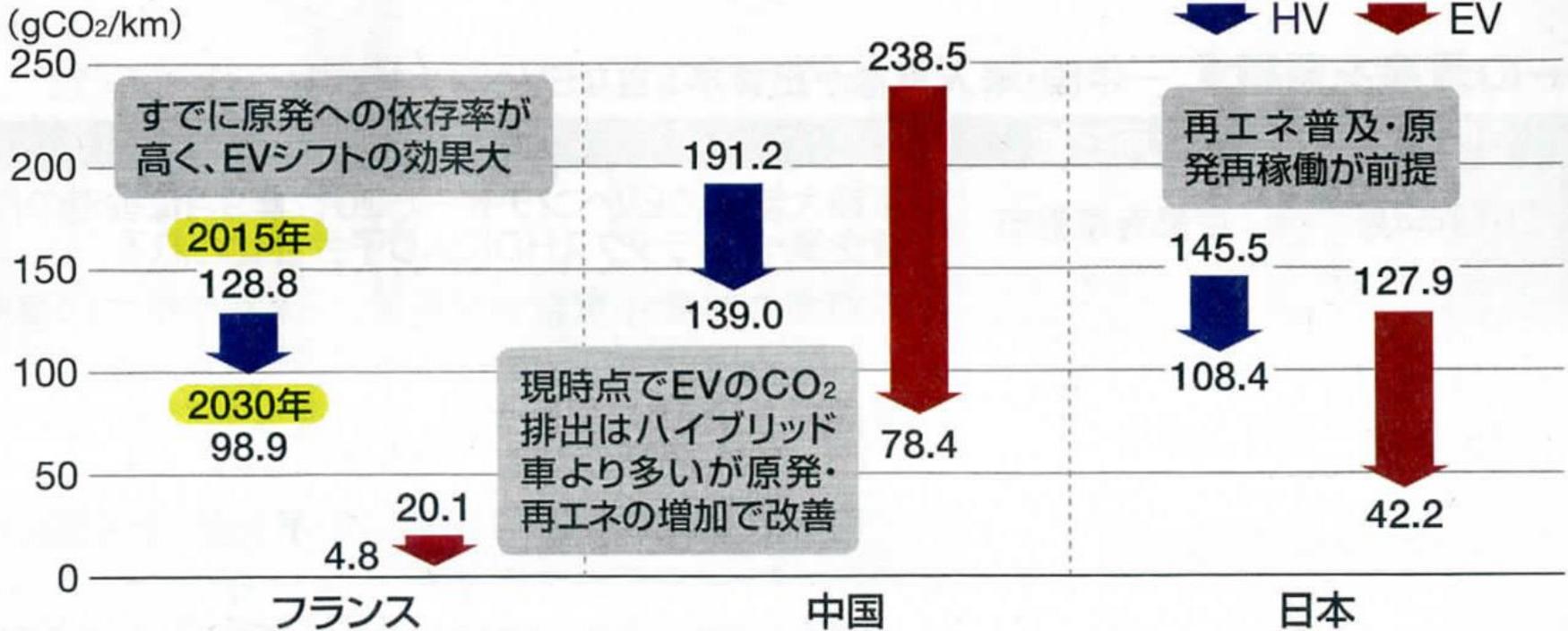
2050年の自動車生産予測 (CO₂削減に求められる新車販売台数)



* 2020年に累計販売台数 500万台目標

EVのCO₂削減効果

EVのCO₂削減効果はエネルギー構成次第



(注) 長期的な気温上昇を2°C以下に抑えるシナリオ (出所) 国際エネルギー機関 (IEA)

EV化による注目素材メーカー

注目日系部材メーカー

炭素繊維複合材 ▶ p66~67

東レ	炭素繊維の最大手。旅客機向けなどにも供給
三菱ケミカル	東レに次ぐ世界2位。プリウスPHVが採用
帝人	傘下の東邦テナックスが展開。米国工場新設

リチウムイオン電池

▶ p60~62

パナソニック	トヨタとテスラが主顧客。ホンダ向けも
プライムアースEVエナジー	トヨタとパナソニックの合弁。プリウス向け
オートモーティブエナジーサプライ	リーフ向け。日産が中国ファンドに売却へ
リチウムエナジージャパン	GSユアサ傘下で主に三菱自向け
ジーエス・ユアサコーポレーション	ポッシュや三菱商事と共同開発会社を運営

正極材 ▶ p64~65

住友金属鉱山	原料のニッケル鉱山開発から加工まで担う
田中化学研究所	正極材、前駆体の老舗。福井で全量生産
戸田工業	事業赤字続き、国内生産は欧BASFと合弁化

負極材 ▶ p65

日立化成	リチウム電池用で首位。多くのEVが採用
三菱ケミカル	車載電池向けにシフト。中国EVバス用にも
昭和電工	大町事業所を増強。中国での委託生産も開始

インバーター

明電舎	三菱自動車向けにモーターと合わせ供給
三菱電機	車載用に採用実績。モーターも市場投入予定
東芝インフラシステムズ	モーターとともに複数の社のHV用に採用実績

モーター

日立オートモティブシステムズ	ホンダと合弁運営。インバーターも手掛ける
安川電機	インバーターと合わせた製品供給を拡大
日本電産	EV用駆動モーターに本格参入
三井ハイテック	トヨタなどHV向けが多いがEVにも注力

電解液 ▶ p65

三菱ケミカル	車載電池用で世界大手。国内外に工場複数
宇部興産	日・中に工場。中国事業は三菱ケミと提携へ

セパレーター ▶ p63~64

旭化成	世界首位。2015年に米ポリポア社を買収
東レ	世界大手。車載電池用の能力増強へ巨額投資
ダブル・スコープ	専門ベンチャー。韓国で生産、中国向けも強い
宇部興産	堺、宇部で生産。新型プリウスの電池に採用
住友化学	独自のコーティング技術に強み。日・韓に工場

EVシフトへ鉄鋼各社も対策を推進

—鉄鋼業界の自動車電動化への取り組み例—

新日鉄住金	車体軽量化へ向けハイテンを拡大。自動車用モーター向け電磁鋼板も強化
JFEスチール	ハイテンによる車体軽量化の追求が基本戦略。モーター向け電磁鋼板も拡大
神戸製鋼所	車体軽量化に向け、ハイテンとともにアルミ材を国内外で増産投資したがデータ改ざんが足かせ
東洋鋼鈑	リチウムイオン電池用ニッケルメッキ鋼板を製造、パナソニックなどへ供給。テスラへ金型も供給
大同特殊鋼	電動パワーステアリングやHV駆動用モーターのネオジム磁石を製造
日立金属	EVモーター用ネオジム磁石や電池用クラッド材、充電器用部材を製造
新日本電工	住友金属鉱山からリチウムイオン電池用正極材料の製造を一部受託、2018年6月開始予定
日本製鋼所	リチウムイオン電池用セパレーターフィルム製造装置を生産
モリテックスチール	EV-PHV用ケーブル自動巻き取り式充電スタンドを製造、特許申請中
阪和興業	リチウムイオン電池向け炭酸リチウムを製造するカナダ社へ出資し、18年末から販売へ

(出所) 各社資料を基に本誌作成

当面の自動車用素材の構成比率

■ 自動車用ハイテンは鉄鋼大手の最注力製品
—ボディ骨格部品へのハイテン適用—

ハイテンは、主にボディ骨格部品(特にキャビン周辺)に用いられる

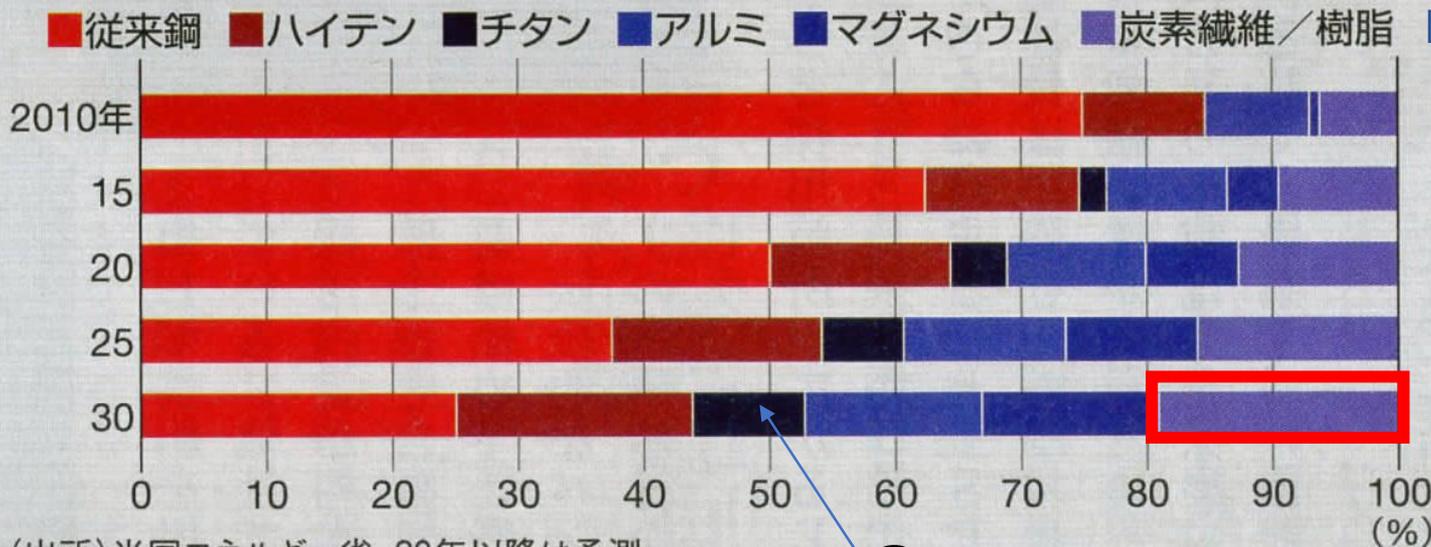
例：日系自動車メーカー



日系自動車メーカーのボディ骨格へのハイテン適用比率は50%を超えている

(出所) 神戸製鋼所の資料を基に本誌作成

■ 2030年には鉄の構成比が4割強に縮小とも
—自動車の各部素材の使用比率見込み(重量ベース)—



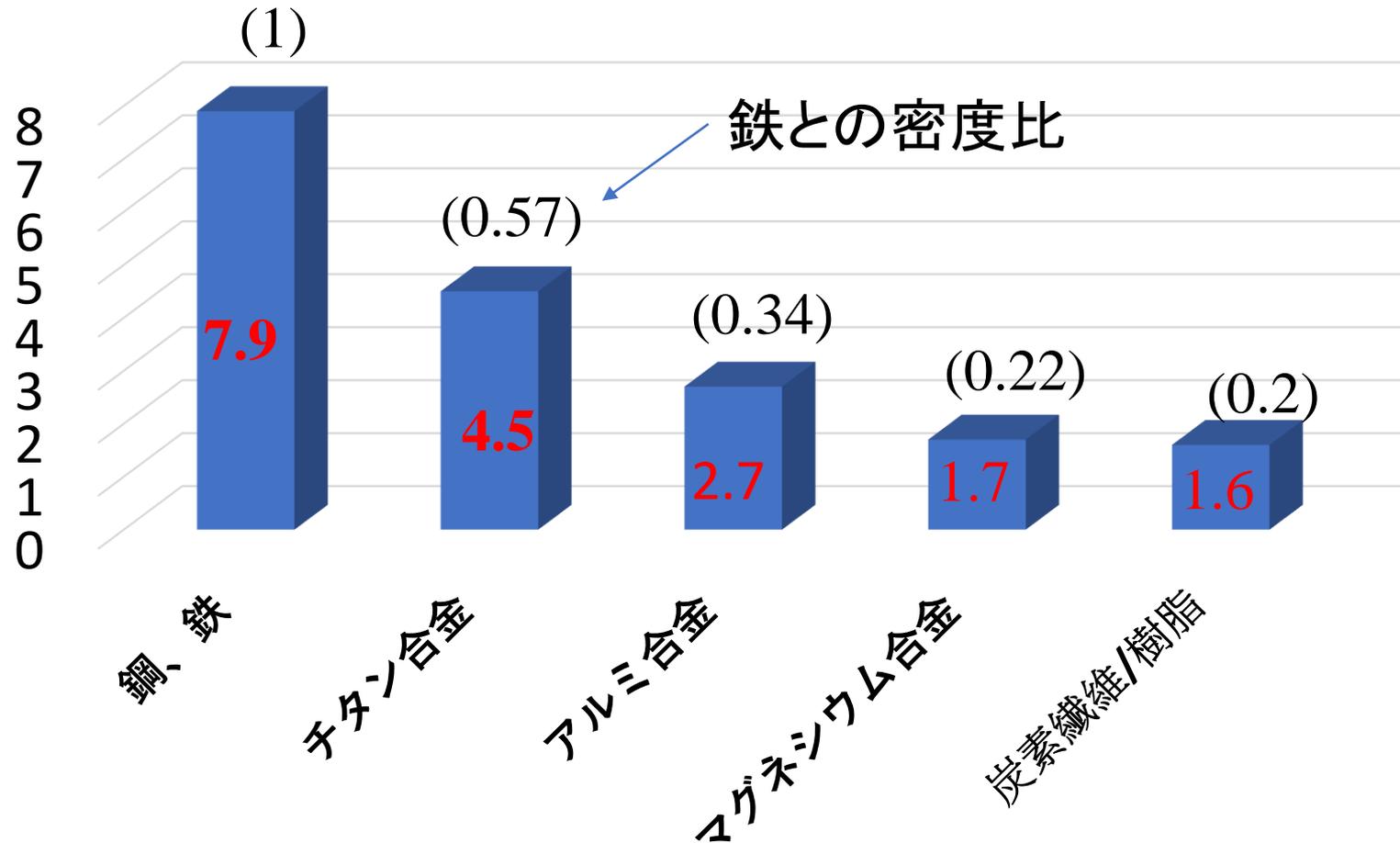
➡ 密度？

(出所) 米国エネルギー省。20年以降は予測

？

自動車用主要材料の密度

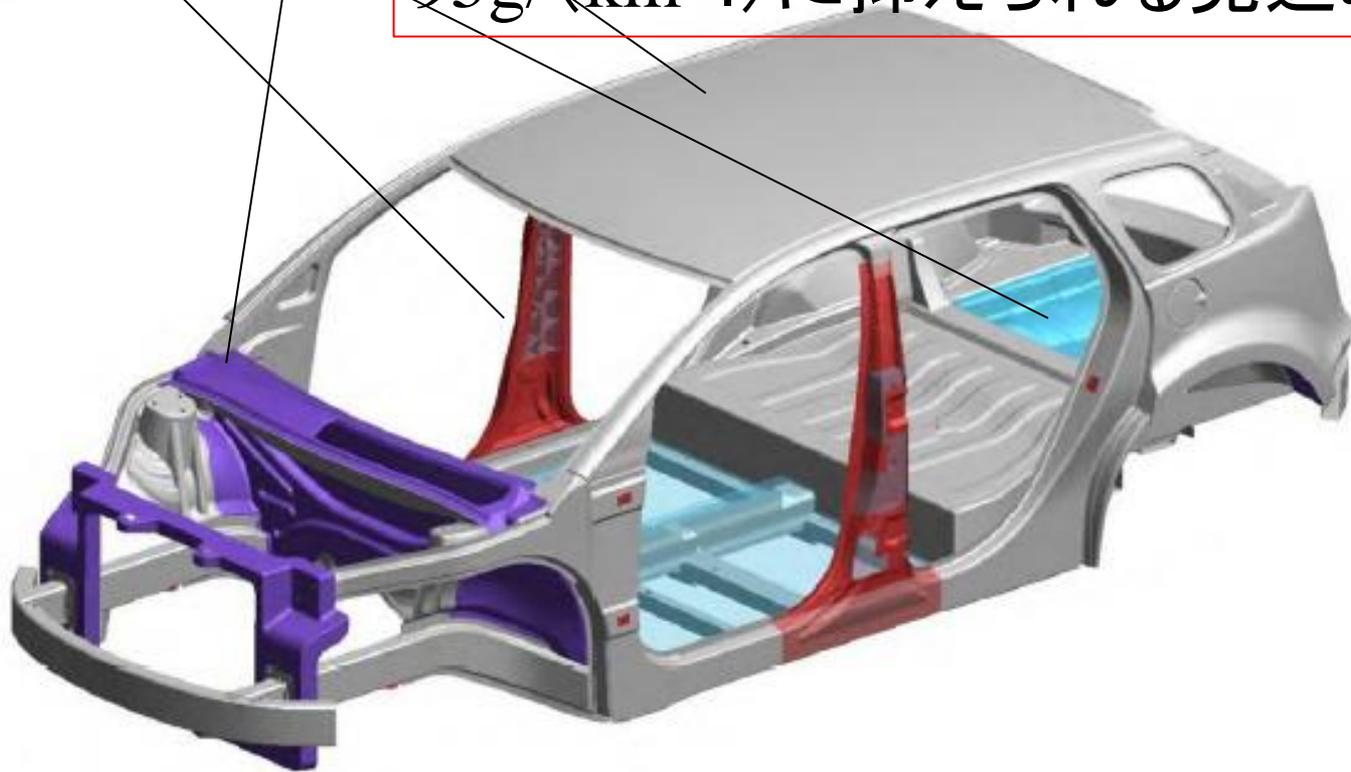
密度 (g/cm³)



Key:

Silver - Aluminum
Purple - Magnesium
Blue - Composite
Red - Steel

Al合金を主体としたボディーの軽量化によりおよそ180kgの軽量化が達成できる見込み。これによりCO₂の発生は95g/(km・l)に抑えられる見込み

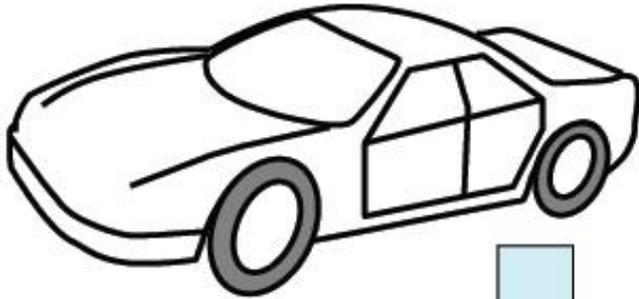


2020年で環境を満たす車体の例

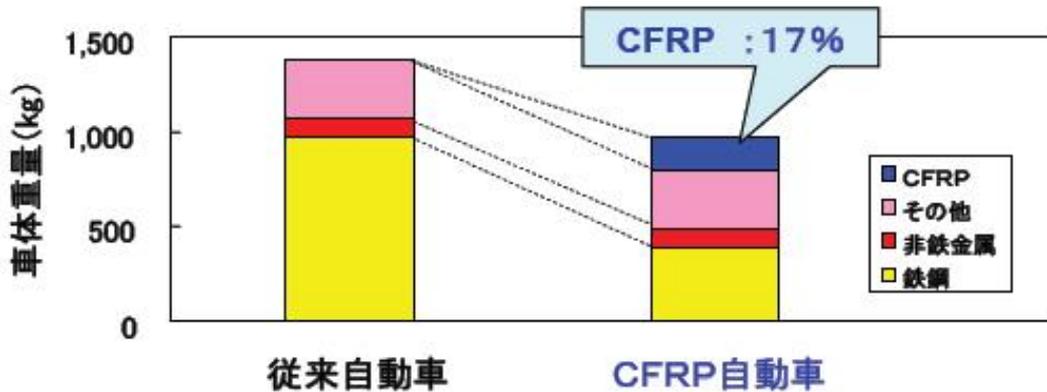
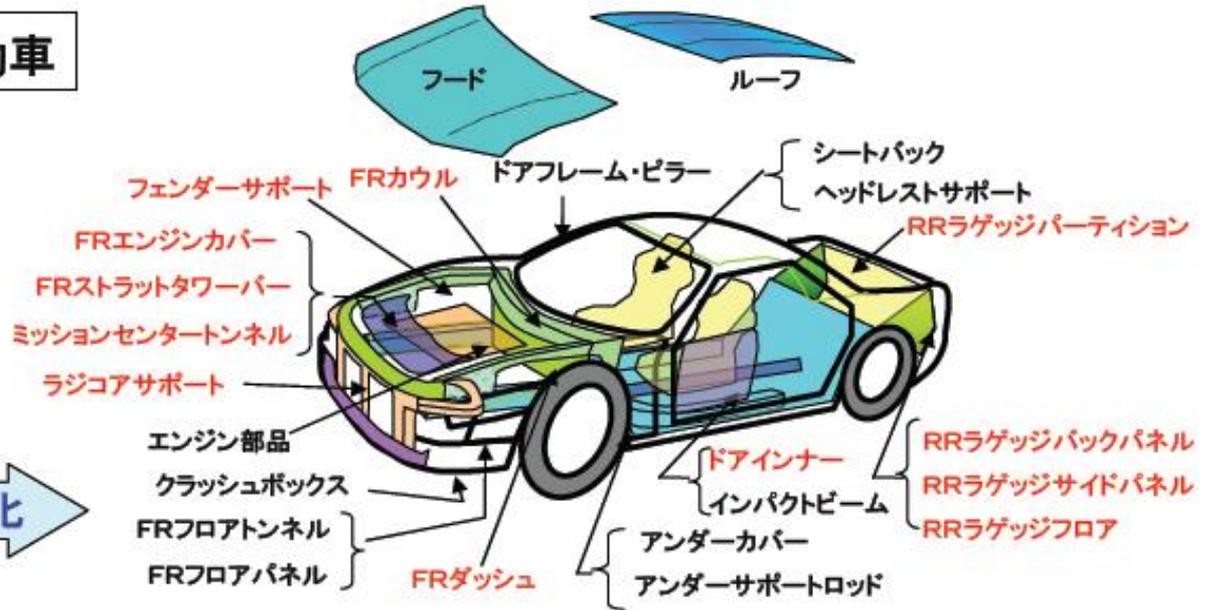
Figure 4.2.3.a: Body-in-white material usage front three-quarter view

自動車への炭素繊維の応用

◆ 従来自動車とCFRP自動車



普通乗用車の
平均重量モデル



熱硬化CFRP: 外板・強度メンバーなど
RTM成形、重量(スチール比) 30%

熱可塑CFRP: 準構造材など
プレス成形材、重量(スチール比) 50%

車体重量
1,380→970kg (▲30%)

車体を17%のCFRPで置き換え、車体重量を30%軽量化

BMW i3 炭素纖維複合材料ボディー



The difficulty of working with carbon fiber

FordのRear Suspension Knuckleの軽量化



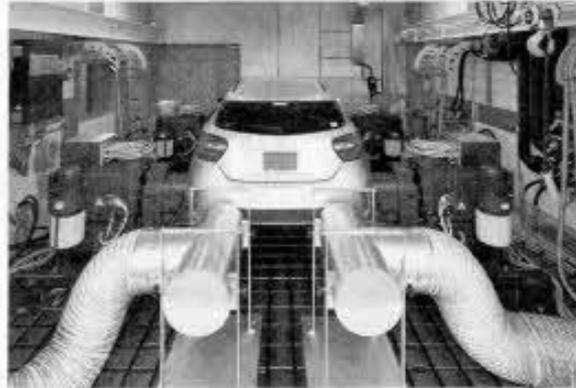
http://www.compositesworld.com/cdn/cms/ford_motor_composite_knuckle_official_report.pdf#search=%27compossite+light+weight+rear+suspension%27 53

炭素繊維複合材料の最新成形技術



日本車 変わる自前主義

* 炭素繊維
複合材料
(CFRP)で
は、相当前
から受託開
発が進んで
いる！



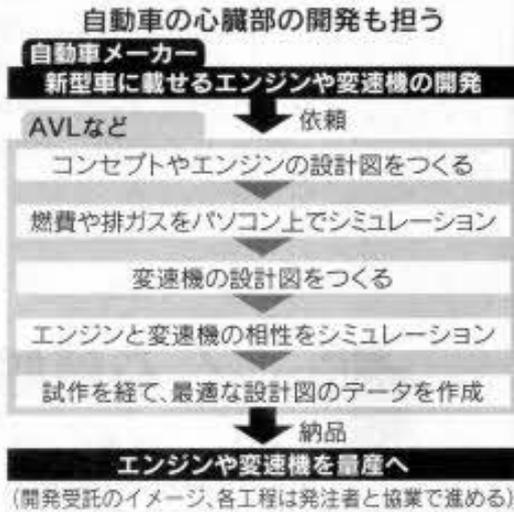
自動車メーカーはエンジン開発から車両設計、組み立てまで幅広い技術を手掛ける自前主義の傾向が強い。開発受託はエンジンなど、パワートレインを中心に開発業務を支援するビジネス。EV向け技術も蓄積し、独フォルクスワーゲン(VW)

AVLは試作したエンジンを試験することなどで開発を支援する(川崎市)

欧州開発受託大手、相次ぎ拠点

クルマのパワートレイン(駆動装置)などの部分的な開発を完成車メーカーから受託するドイツやオーストリアの企業が日本に相次ぎ拠点を新設する。欧州で浸透した分業モデルが日本でも広がる判断した。完成車メーカーは電気自動車(EV)や自動運転など広範な技術が必要になり、自社ですべてを賅うのは徐々に難しくなる。外部の力をいかに活用するかが次世代車の競争力を左右しそうだ。

EV・自動運転、分業促す



など欧州メーカーでは開発の一部を外部に任せる手法が浸透している。オーストリアのAVLは11月、名古屋に新拠点を設ける。16年11月に川崎市に開いたテクニカルセンターに次ぐ拠点となる。同センターはエンジンが想定通りに動くかを試験する装置を備え、近くEVなど電動車向け設備も入れる。試作したパワートレインを欧州に送って試していた手間を省き、自動車メーカーに迅速なサービスを提供する。名古屋市の新拠点はエンジンなどの性能テストに使う試験設備の販売拠点にする。独FEEVも18年以降に

エンジン周りの主要部品

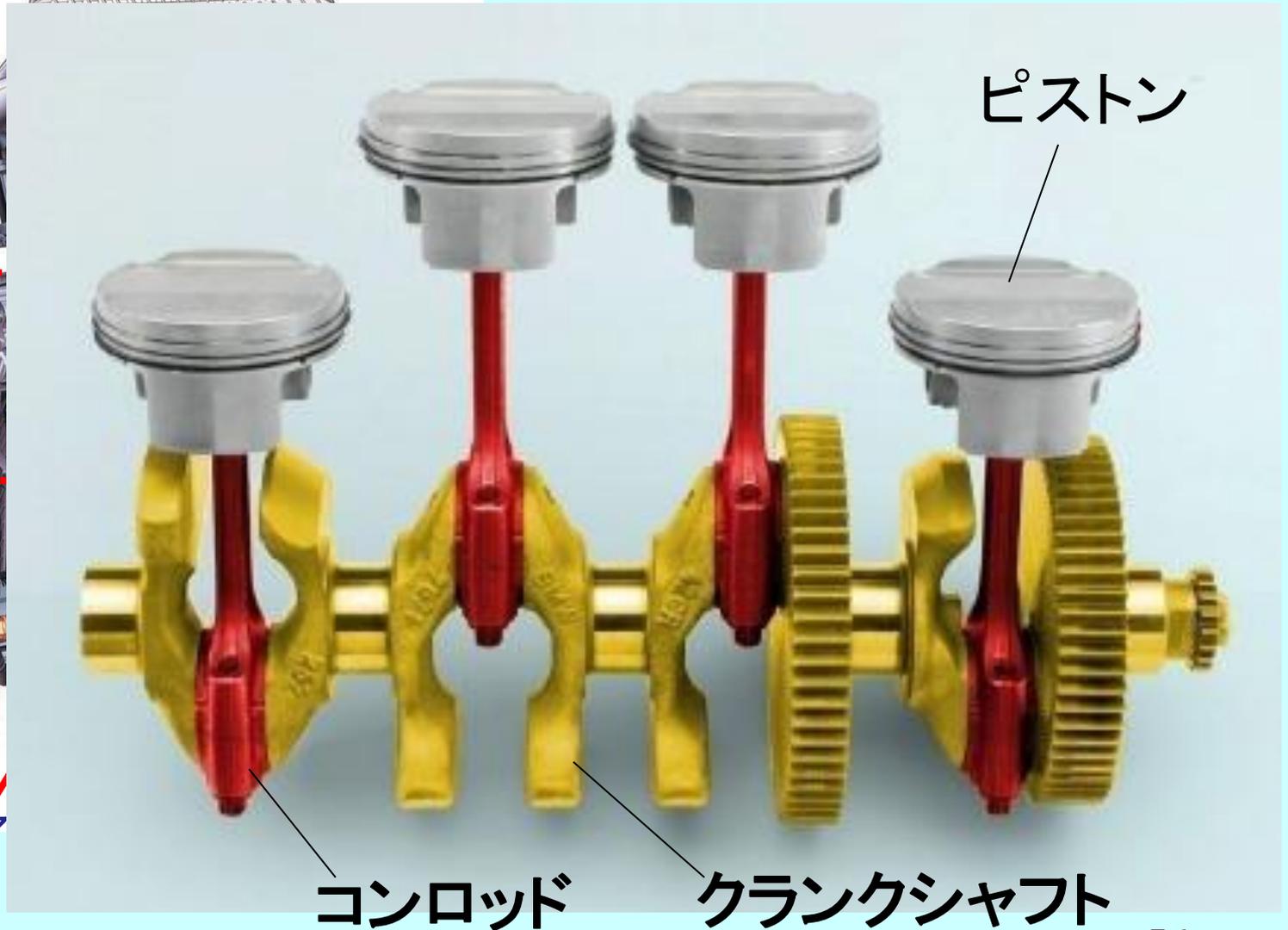
エンジン

コネクティングロッド (非調質炭素鋼)

ピストン

動弁機構

ピストン(ア



重量低減効果%

Weight reduction ratio %

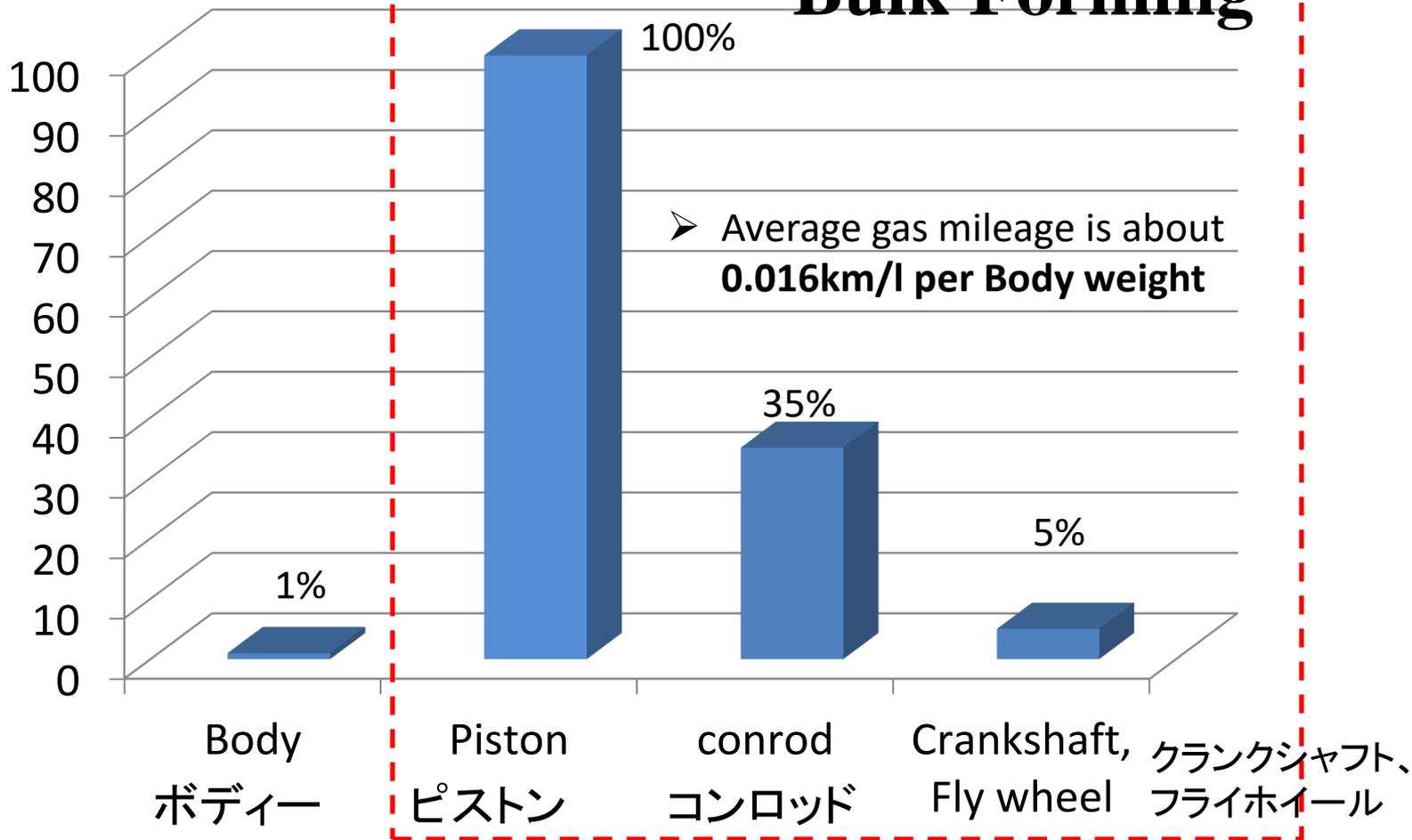


Fig. 燃費に及ぼす静的・動的質量部品の影響

Influence of static and **oscillating masses** of automobile components on fuel consumption.

* 10g reduction of Piston weight is equivalent to 1kg reduction of steel Body.⁵⁷

900MPa級高強度コンロッド

表 化学成分 (mass%)

C	Si	Mn	P	S
0.38	0.25	0.7	0.05	0.05

Cr	V	Ca
0.2	0.3	0.002

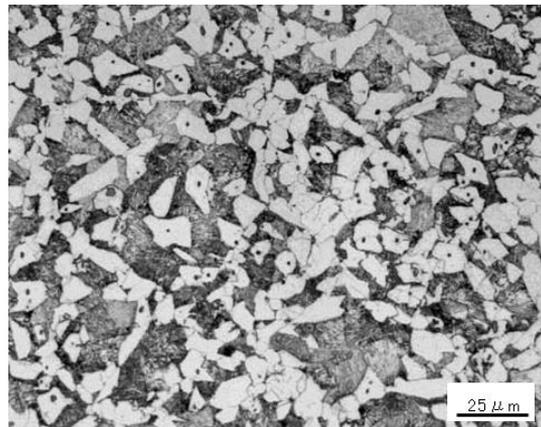
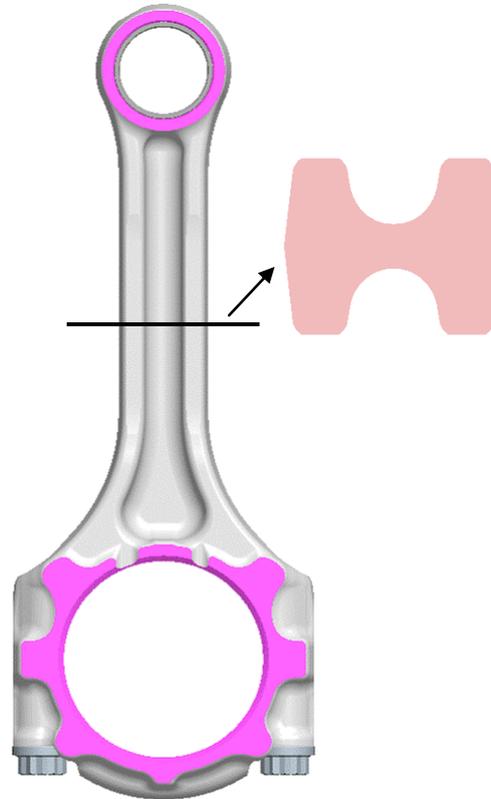


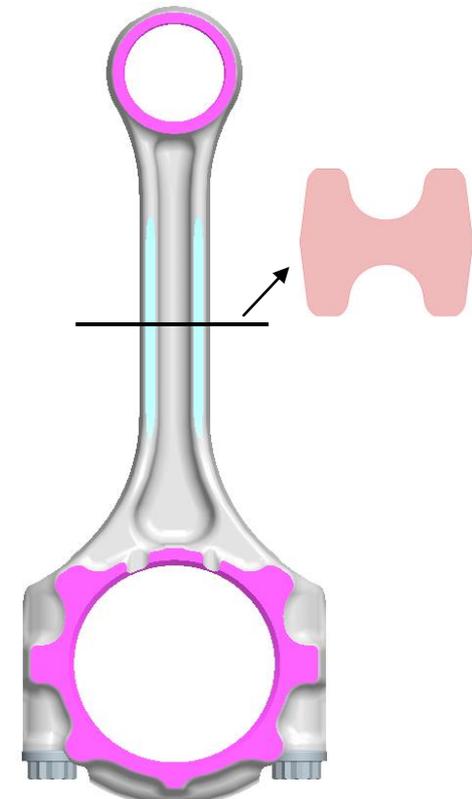
図5. 光学顕微鏡写真
(フェライト組織の強化)

降伏強度
600MPa強



(a)現用鋼

降伏強度
900-950MPa

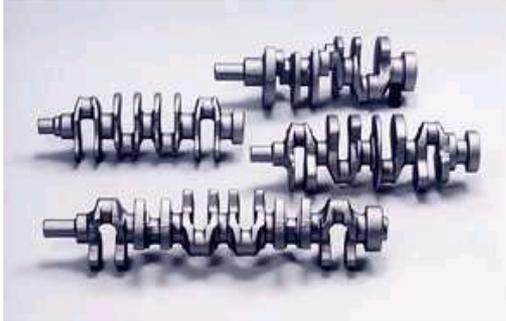
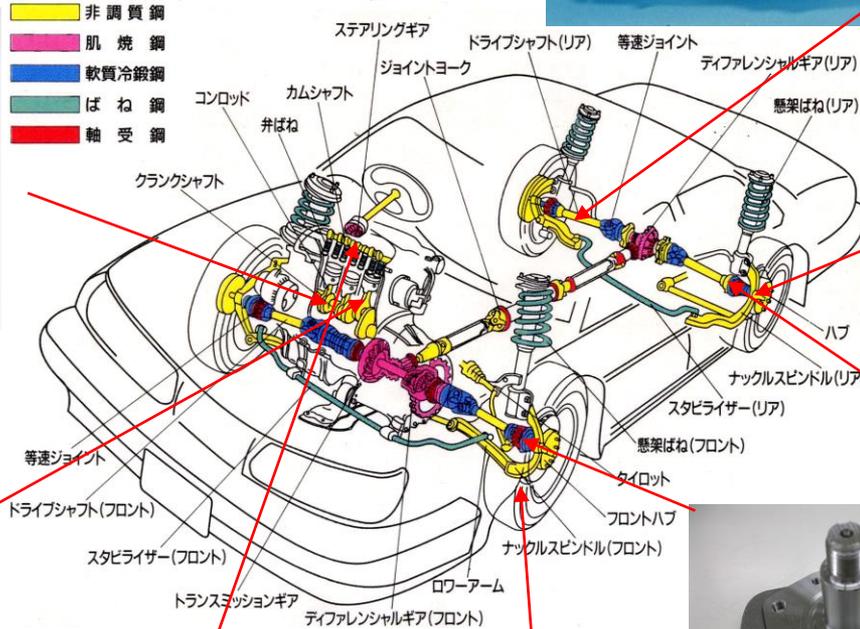


(b)開発鋼

図4. コンロッド外観比較

非調質鋼応用部品

Application of Micro-alloyed steels



Crankshaft

Carbon steel : S40C, S48C

Micro-alloyed steel: : S40VC, S45VC



Drive shaft
SNCM420



Hub
S40VC



Connecting rod

Micro-alloyed steel:
S35VC, S40VC



Common rail
20MnCrMo7



Knuckle spindle
S48C, SCM435



Rear spindle

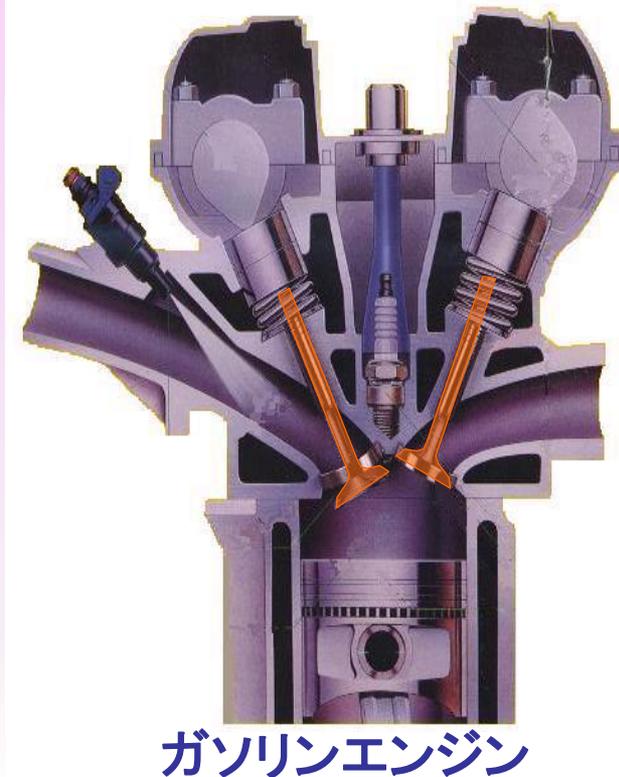
Low C steel, SCM435



Constant velocity joint
S48C, S53C, S53BC

傘中空エンジンバルブ

Hollow-head engine valves (MHI&YoshimuraCo.) are manufactured from cylindrical metal material using a forging press to create a hollow extending throughout both the valve stem and head, enabling lower cost.



中空エンジンバルブ

Forging sequence of Hollow valve



熱間鍛造
Hot forging

冷間アイロニング
Cold Ironing of stem

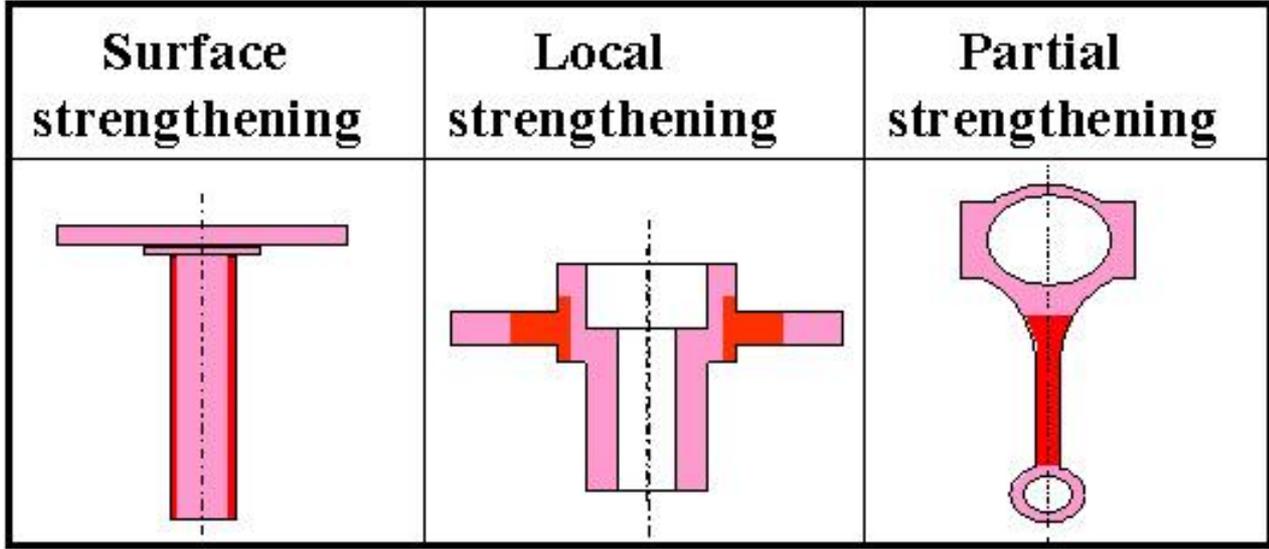
将来技術-傾斜機能部品の考え方

NEDO PJ
2008-2012

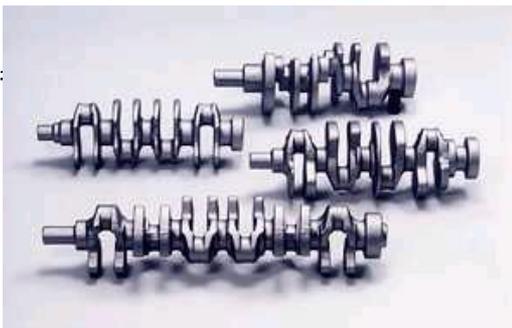
Future Technology -Functional gradient parts

JRCM NEWS
2008.1 No.255

Source:[11]Isogawa,S.,1st symposium of Fundamental Studies on Technologies for Steel Materials with Enhanced Strength and Functions,NEDO



 Strengthened part  soften part



➡To have made high-strength and machinability be compatible with in the identical part

Thank you for your kind attention!

ご清聴ありがとうございました。



地球温暖化ガスとは

一方地球温暖化は、大気中の二酸化炭素などの温室効果ガスが増えることによって、大気や海洋と宇宙空間との熱の収支の均衡が地球規模で崩れる現象で、人類が居住する都市から遠く離れた北極域や海洋内部などでも温度上昇が観測されています。



図2 地球温暖化のメカニズムの概念図

温室効果ガスの特徴

国連気候変動枠組条約と京都議定書で取り扱われる温室効果ガス

温室効果ガス	地球温暖化係数*	性質	用途・排出源
CO ₂ 二酸化炭素	1	代表的な温室効果ガス。	化石燃料の燃焼など。
CH ₄ メタン	25	天然ガスの主成分で、常温で気体、よく燃える。	稲作、家畜の腸内発酵、廃棄物の埋め立てなど。
N ₂ O 一酸化二窒素	298	数ある窒素酸化物の中で最も安定した物質。他の窒素酸化物（例えば二酸化窒素）などより有害ではない。	燃料の燃焼、工業プロセスなど。
HFCs ハイドロフルオロカーボン類	1,430ほど	塩素がなく、オゾン層を破壊しないフロン。強力な温室効果ガス。	スプレー、エアコンや冷蔵庫などの冷媒、化学物質の製造プロセス、建物の断熱材など。
PFCs パーフルオロカーボン類	7,390ほど	炭素とフッ素だけからなるフロン。強力な温室効果ガス。	半導体の製造プロセスなど。
SF ₆ 六フッ化硫黄	22,800	硫黄とフッ素だけからなるフロンの仲間。強力な温室効果ガス。	電気の絶縁体など。
NF ₃ 三フッ化窒素	17,200	窒素とフッ素だけからなるフロンの仲間。強力な温室効果ガス。	半導体の製造プロセスなど。

*京都議定書第二約束期間における値 参考文献: 国連気候変動枠組条約京都議定書第2条、温室効果ガスインベントリガイダンス

日本自動車産業のピラミッド

EVショックが自動車産業を揺るがす 日本自動車産業ピラミッド

自動車関連
就業人口 **534万人**
(日本の全就業人口の8.3%)

自動車
製造業
18.8
万人

自動車製造業
出荷額
53.3兆円

自動車
メーカー

TESLA BYD
dyson

新興自動車メーカー
家電
IT

自動車
部品
62.6
万人

自動車部品
出荷額
17.2兆円

エンジン部品 電装品
車体部品 制動部品 (ブレーキなど) 駆動部品

電池部材
バッテリー
モーター

素材
45.6
万人

電気機械 6.6万人	鉄鋼業 13.0万人	金属製品 4.1万人	化学・繊維・ 石油 3.1万人	プラスチック・ ゴム・ガラス 13.9万人
---------------	---------------	---------------	-----------------------	-----------------------------

炭素繊維
アルミ

関連
サービス
407.4
万人

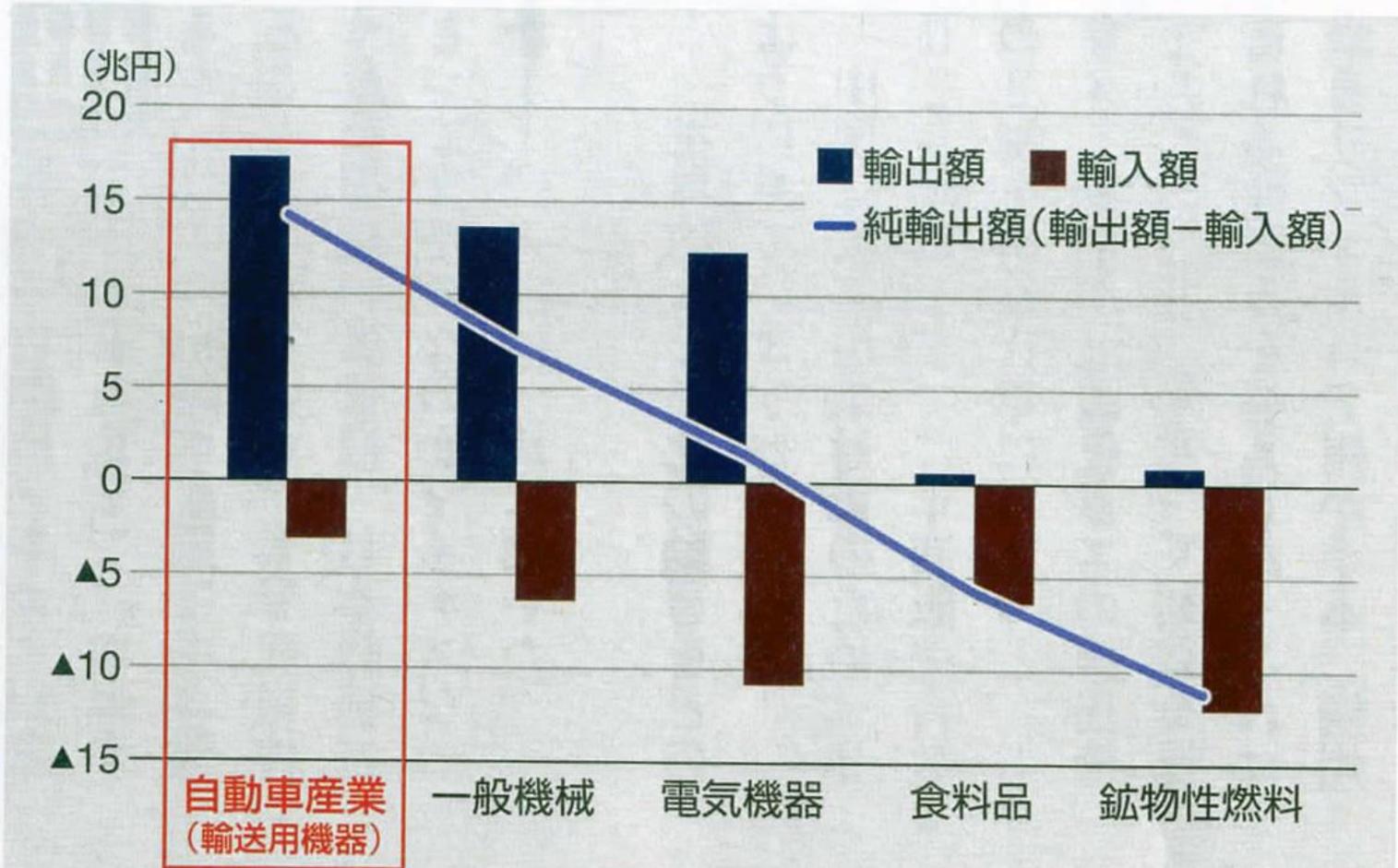
輸送・旅客・レンタル		給油・保険		販売・サービス	
貨物 171.4万人	旅客 56.0万人	ガソリン スタンド 33.6万人	損害保険 1.2万人	小売業 (カーショップなど) 57.7万人	自動車整備業 26.4万人
レンタカー 4.9万人					

充電ステーション
カーシェアリング

(出所)日本自動車工業会、自動車部品工業会、経済産業省資料を
基に本誌作成

日本の貿易収支

自動車産業が稼ぎ頭 —日本の貿易収支—

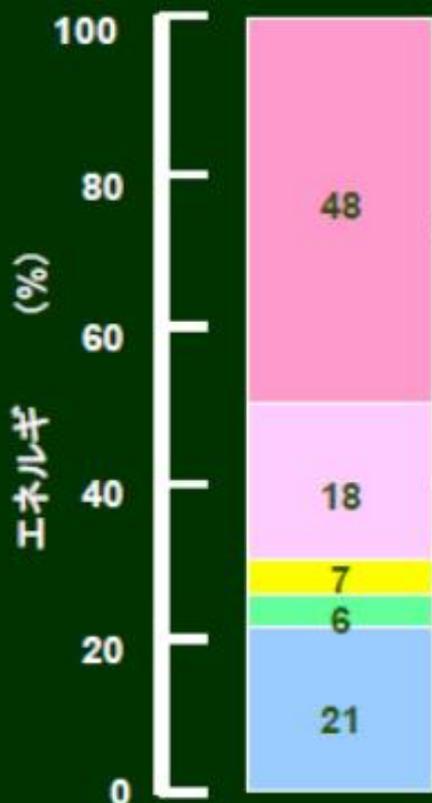
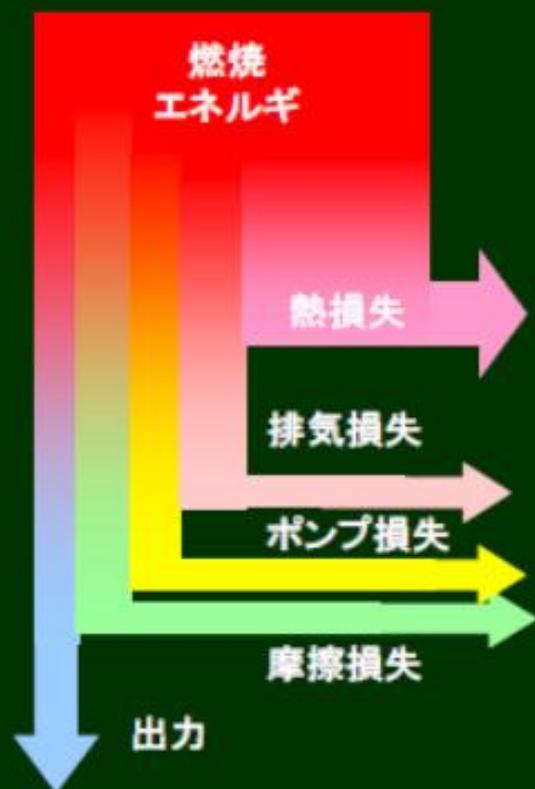


(注)2016年。▲はマイナス (出所)財務省「貿易統計」

内燃機関のエネルギー効率

要点

- 1) 燃烧エネルギーの80%は損失，理論値も30%が上限で，動力源の変更が必須。(モータ駆動)
- 2) 熱・排気・ポンプ・摩擦損失の改善に向け，各種改善技術の実用化が進行中。
中でも，アイドリングストップ，T/C，直噴，電動化などの技術が主流。



機構変化

動力源変更(モータ) ⇒ HEV, EV

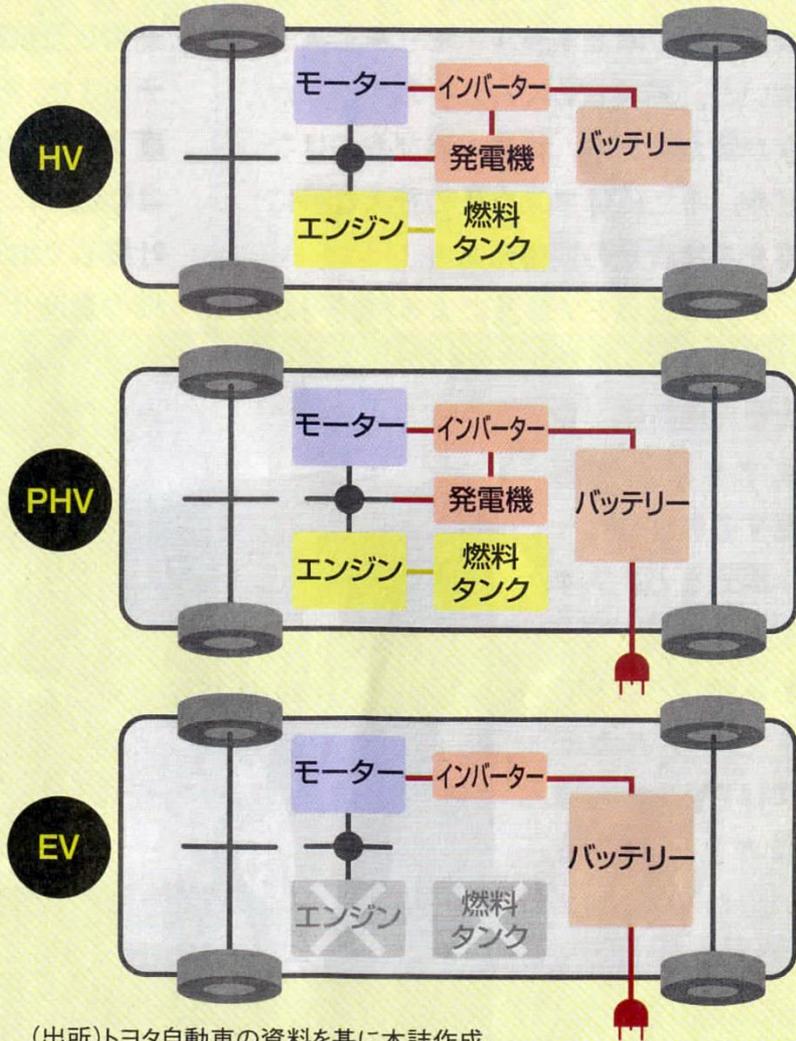
アイドリングストップ
気筒休止
ミラーサイクル・エンジン

ターボチャージャー 直噴
可変バルブ 可変圧縮(VCR)

油圧システムの電動化
CVT DCT 多段AT

電気自動車EV時代の地殻変動

■ EVが最もシンプル —HV、PHV、EVの車両構造—



■ エンジン部品やパワートレインが不要に —EV化で不要になる主なガソリン車部品—

