

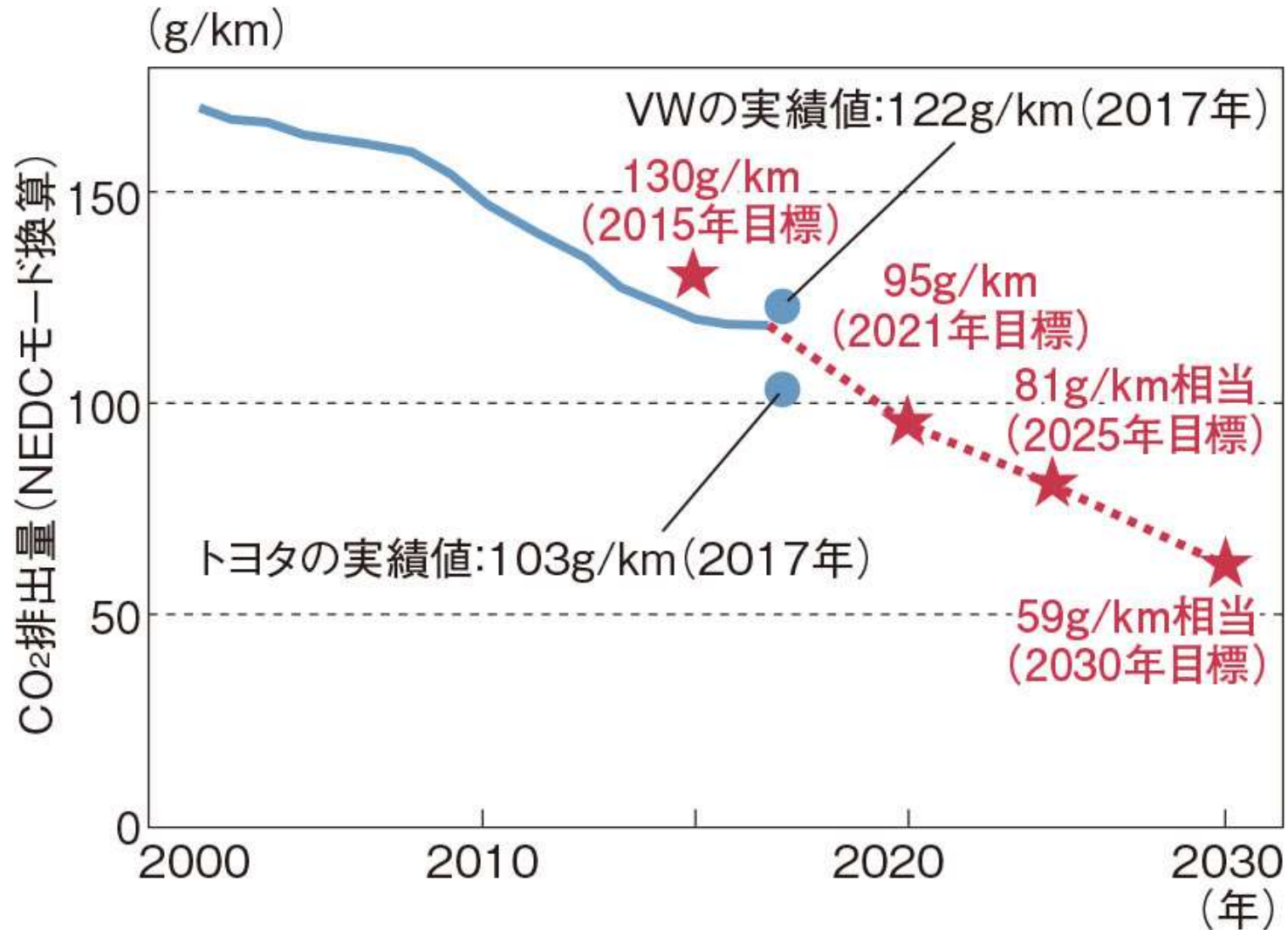
Automotive Industry



환경규제

- CAFE(기업별 평균연비 규제): 판매한 차량의 평균연비를 규제
 - 노르웨이, 네덜란드, 영국은 2025년에, 독일은 2030년, 프랑스는 2040년에 내연기관차를 생산 중단하겠다고 밝힘
- ZEV: EV나 FCV의 판매대수를 일정비율로 요구
 - 미국: 2018년부터 친환경차(EV, FCEV) 의무판매비율을 2%로 할당하고 2025년까지 16%로 확대할 계획
 - 중국: 2019년에 친환경차 의무판매를 10%, 2020년에 12%등으로 점차 증가시키되 수소자동차 보조금은 유지하는 한편 전기차 보조금은 축소하는 정책

EU의 CAFE규제: 승용차 CO₂ 배출량



환경부: 2021~2030 자동차 온실가스/연비 기준 (2020.08.31)

붙임 1 국내 판매 중인 주요 자동차 온실가스 배출량

【 10인승 이하 승용 및 승합차량 】

현대 코나 (전기차)	테슬라 Model 3 (전기차)	르노삼성 조에(ZOE) (전기차)	현대 넥쏘 (수소전기차)	토요타 프리우스 (플러그인 하이브리드)	기아 니로 (플러그인 하이브리드)
					
0g/km	0g/km	0g/km	0g/km	23g/km	26g/km
현대 아이오닉 (하이브리드)	혼다 어코드 (하이브리드)	현대 그랜저 (하이브리드)	한국지엠 스파크	쌍용 티볼리	푸조 3008i
					
69g/km	82g/km	97g/km	108g/km	130g/km	135g/km
르노삼성 QM6	현대 그랜저	BMW 520i	레인지로버 디스커버리	아우디 A5	볼보 XC90
					
150g/km	150g/km	153g/km	159g/km	169g/km	176g/km
벤츠 GLC300	포드 익스플로러	FCA 지프 랭글러	마세라티 콰트로 포르테	포르쉐 카이엔	캐딜락 에스칼레이드
					
180g/km	189g/km	193g/km	226g/km	234g/km	259g/km

【 11~15인승 승합 및 소형화물차량 】

현대 포터 (전기차)	현대 스타렉스	기아 카니발(11인)	쌍용 렉스턴 스포츠	한국지엠 볼로라도	현대 포터 (디젤)
					
0g/km	175g/km	189g/km	199g/km	215g/km	220g/km

※ 위 표의 온실가스 배출량은 동일 차종 중 판매량이 많은 사양 위주로 기재한 것이며, 배기량·공차중량·타이어 종류·출시연도 등에 따라 변동 가능

2. 온실가스 배출 허용 기준

(단위 : g/km)

단계별 연도		1단계				2단계				
기준		'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20
연차별 ¹⁾ (g/km)	10인승 이하 승용·승합	140				127	123	120	110	97*
	11~15인승 승합·소형화물(3.5톤 미만)	해당없음				180	178	177	172	166
판매비율별 ²⁾ (%)		배출허용기준: 140g/km				배출허용기준: 97g/km				
		30	60	80	100	10	20	30	60	100

1) 연차별 기준: 최종 설정기준을 목표로 매년 단계별로 강화

2) 판매비율별 기준: 전체 판매대수의 일정비율이 만족하도록 단계별로 강화

* 제작사별 공차중량에 따라 산축적으로 기준 적용

예) '20년 기준 산정식: $97 + 0.0407 \times (m - 1,421.8)$, m = 제작사별 평균 공차중량 값

→ 예를 들어, '20년 판매 차량의 평균 공차중량이 1,600kg인 제작사는 당해 연도 기준값을 104.2g/km로 적용

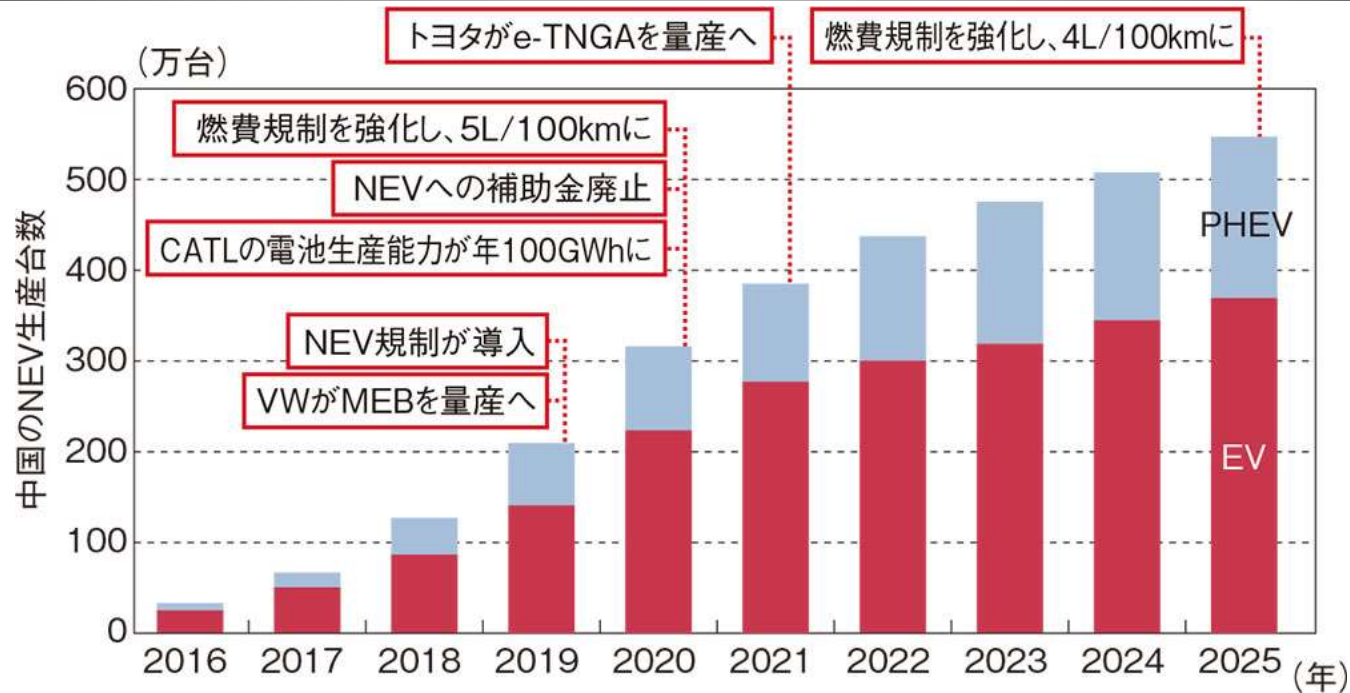
3. 자동차 주요 생산국 온실가스 기준* 비교

(단위 : g/km)

연도	미 국	우리나라 (행정예고안)	유럽연합 (국내 측정방법 환산값)
'21년	110g/km	97g/km	95(91)g/km
'25년	103g/km	89g/km	81(77)g/km
'30년	미발표	70g/km	59(56)g/km

* 2018년 세계 EV시장: 121만대

EV market in China



※ 2018년은 11월 기준

Global EV(BEV, PHEV) market

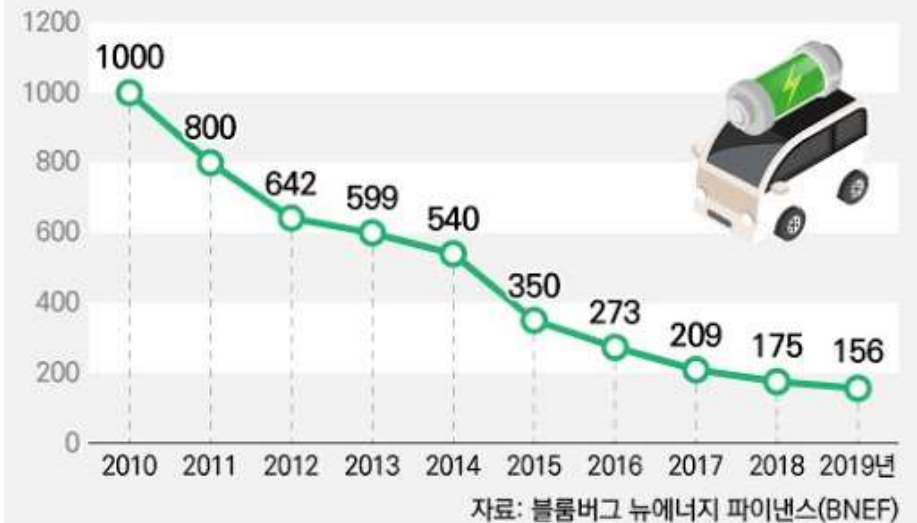
(단위 : 천 대)

순위	브랜드	2018년	2019년	증감률
1	테슬라	250	368	47.4%
2	BYD	249	197	-21.0%
3	BMW	135	139	3.0%
4	BAIC	159	118	-25.8%
5	닛산	93	81	-13.0%
6	현대	42	64	54.3%
7	Geely Emgrand	39	58	47.7%
8	CHERY	83	58	-30.1%
9	르노	49	58	17.1%
10	SHANGHAI GM WULING	41	56	35.9%
	기타	1,156	1,098	-5.1%
	합계	2,296	2,294	-0.1%

출처: 2020년 2월 Global EV and Battery Shipment Tracker, SNE리서치

전기차 배터리팩 연간 평균가 추이

[단위: kWh 당 달러]



그래픽=유상연 기자 patsy201@

BUSINESS WATCH

현대기아차 "신차 중량 5% 줄인다"

- 2019.09.01
- 2014, 7세대 LF 소나타, +45kg
- 2019, 8세대 DN 소나타, -59kg (안전/편의 등 상품성 개선 +27kg)

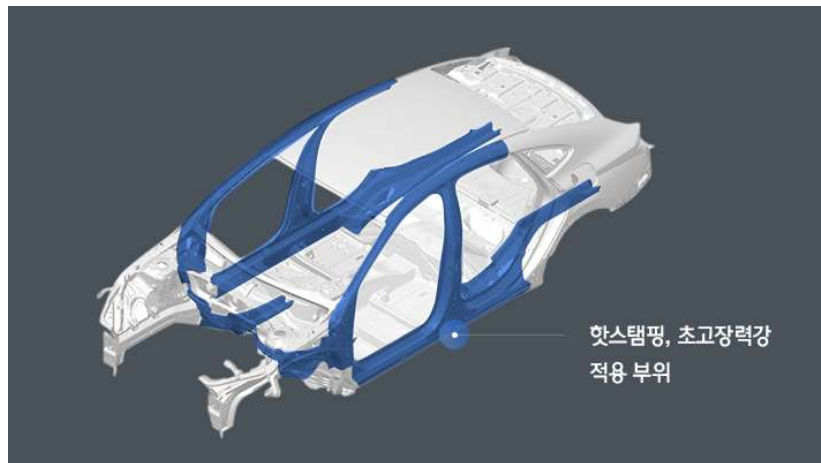


<https://www.mk.co.kr/news/business/view/2019/09/684156/>

<https://news.hmgjournal.com/Tech/현대기아차-경량화기술-추진전략>

경량화 비법: 구조 최적화

- 설계 단계에서부터 강성과 경량화, 두 가지 목표
 - 초고장력 강판을 부위마다 두께를 다르게 성형하는 TRB/TWB(Tailor Rolled Blanking/Tailor Welded Blanking) 공법을 통해 차체 언더바디 강성부재를 최적화했고
 - 핫스탬핑 적용부품을 기존 16개에서 21개로 확대 적용
 - 바디 제어기의 기능을 통합해 부품 수도 줄임
 - 하이브리드(-90kg): 배터리 시스템(-16kg, 출력밀도 21%↑)



Nikkei Automotive 2017년 5월호

2017年の 技術 キーワード



28 Nikkei Automotive 2017.5

Cover Story 特集



30 Part 1 正念場を迎える技術開発
共通化と先進性を使い分け

32 Part 2 機能や役割の領域を超えろ

- AIコンピューター
- OTA (Over The Air)
- HUD (ヘッドアップディスプレイ)
- 電池の高エネルギー密度化
- モジュールエンジン
- 部品の共通化
- 超高強度鋼板
- 5G (第5世代移動通信)
- サービス化
- 北米市場

クルマの技術開発が分岐点に差し掛かっている。環境規制や安全規制の強化に加えて、自動運転の競争激化、コネクテッドカーへの対応など、その対象が多方面に広がっているため、自動車メーカーが2017年に実用化する技術を展望することで、クルマの進化の方向性を見いだす。

写真提供：DaimlerChrysler, Tesla

Nikkei Automotive 2017.5 29

Outline

- Part 1 중대국면에 접어든 기술개발
 - 공통화와 선진성을 구분
- Part 2 기능과 역할의 영역을 초월
 - AI 컴퓨터
 - OTA (Over The Air)
 - HUD (Head Up Display)
 - 배터리의 고에너지 밀도화
 - Modular Engine
 - **부품의 공통화**
 - **초고장력강판**
 - 5G (제5세대 이동통신)
 - 서비스화
 - 북미시장

주목받는 기술 키워드 (1)

- 영역: Powertrain / Chassis / Safety / Body-Information
- 공통: 48V마일드하이브리드, 인공지능컴퓨터, OTA, 보안
- 기계부품(엔진, 골격 등): 공통화→개발효율
- 배터리, 자동운전, OTA, IT등 분야: 선진성→부가가치



주목받는 기술 키워드 (2)

안전

카메라, 레이더
 자동브레이크
 자동조향
 운전자 모니터링
 차선변경지원시스템
 차선중앙유지시스템



바디·정보

HUD(Head Up Display)
 5G(제5세대이동통신) 연계
 HMI의 AR(증강현실) 도입
 서비스화
 EUC간 통신의 대용량화
 대형액정디스플레이 (계기판)



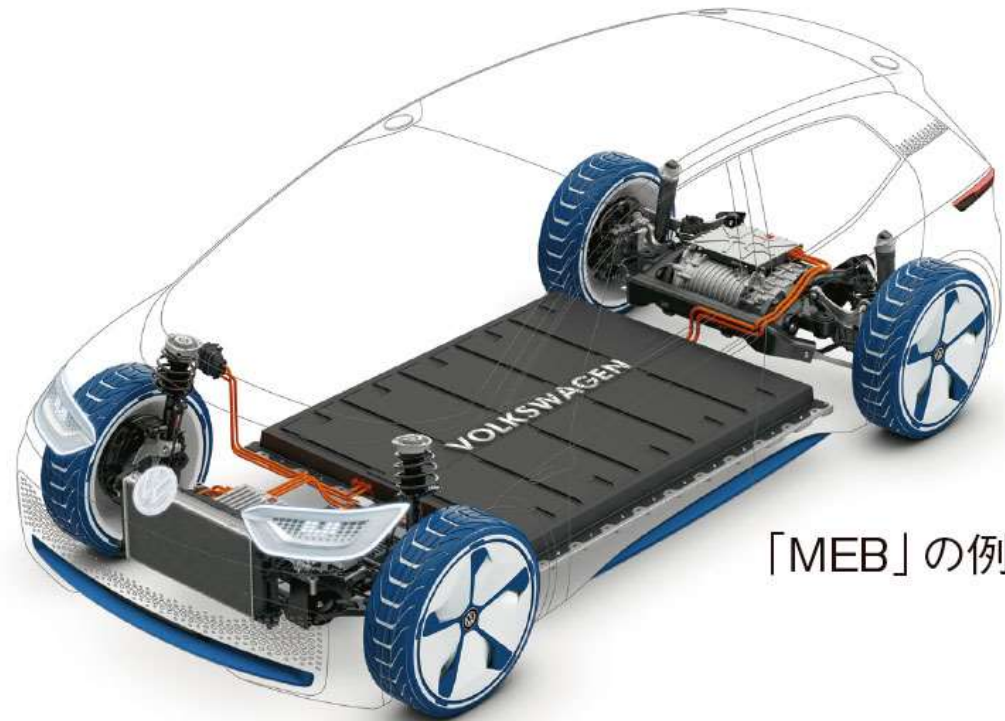
(b)

차체

부품 공용화
 초고장력강판
 Hot Press (열간프레스)
 Oblique(경사방향) 충돌대응
 CFRP의 back door 채용
 외장부품의 무 도장화



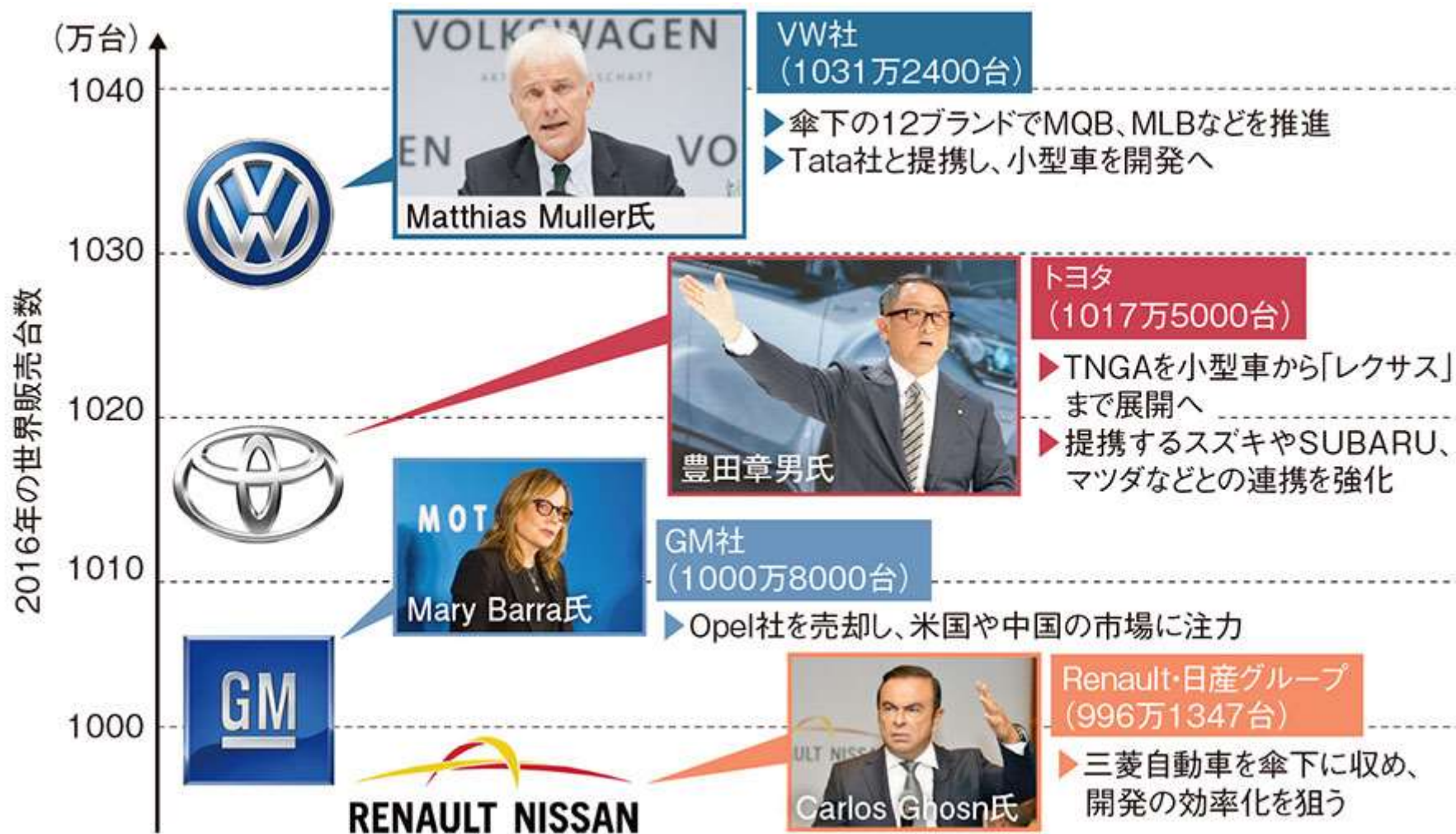
부품공통화: 공통 플랫폼



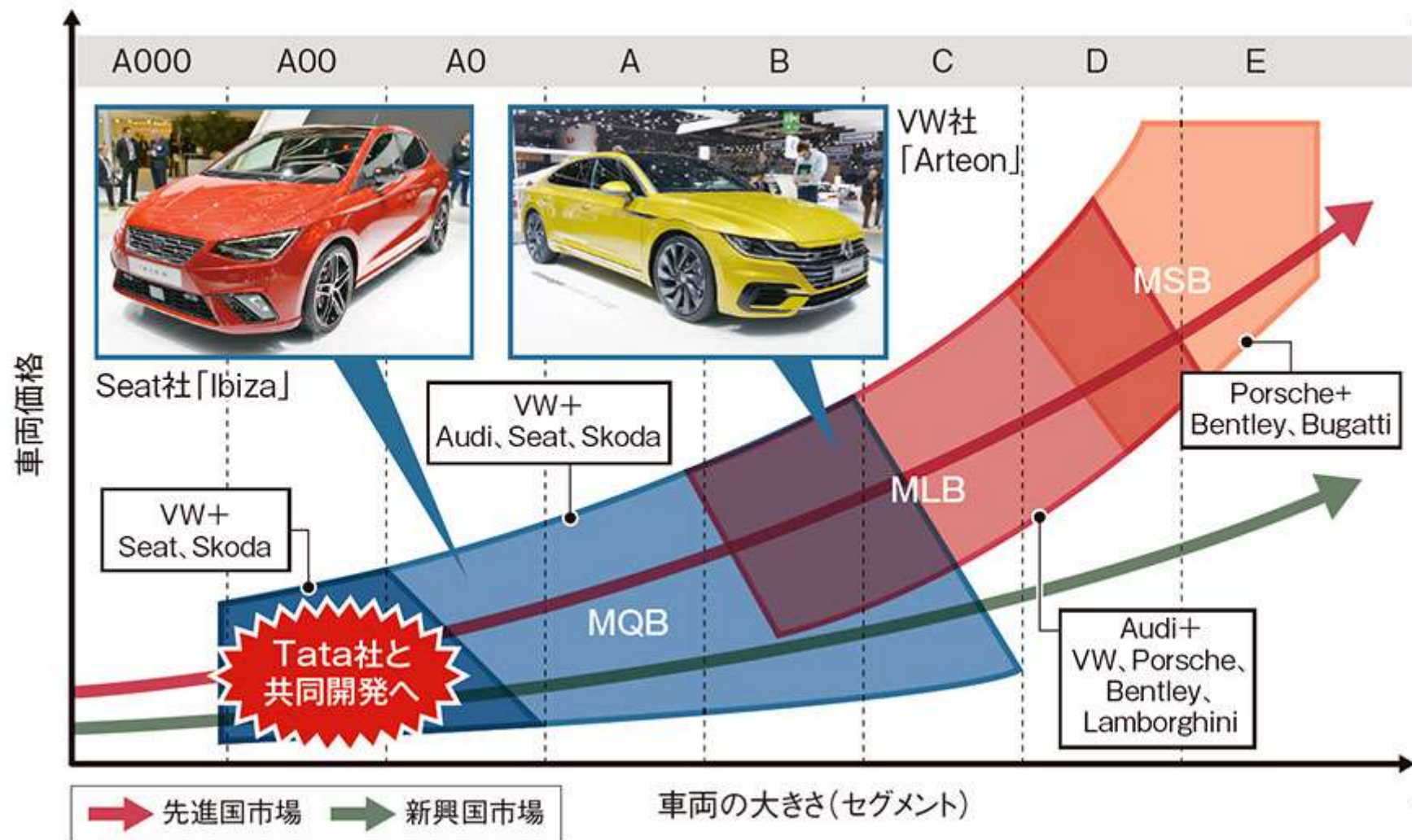
「MEB」의 예

- ▶ VW社 : 「MQB」「MEB」など
- ▶ 토ヨタ : 「TNGA」
- ▶ GM社 : 「D2」
- ▶ Renault・日産グループ : 「CMF」
- ▶ 그룹PSA : 「EMP2」
- ▶ Volvo社 : 「SPA」「CMA」
- ▶ SUBARU : 「SGP」

1000만대 클럽

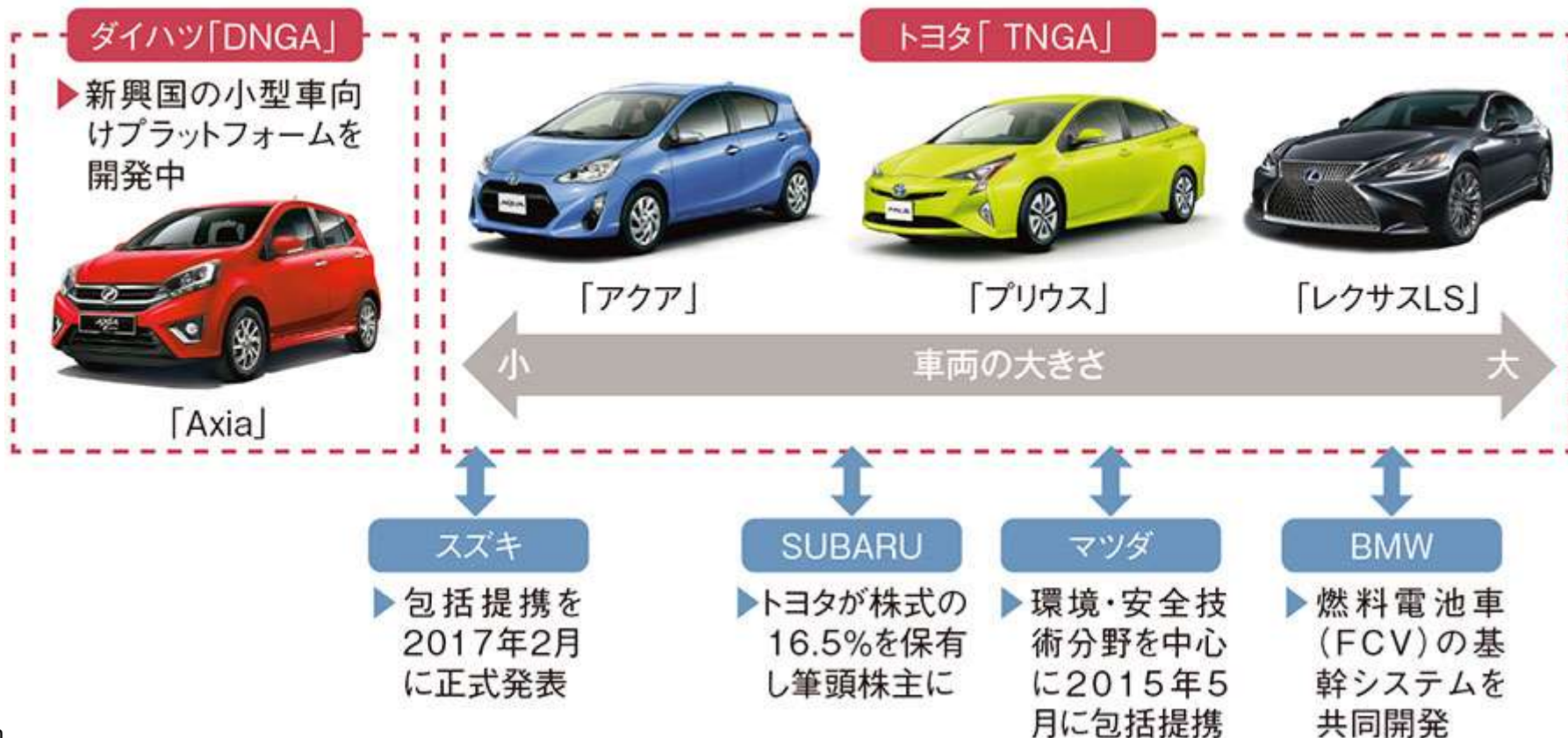


MQB(2012年)는 5년에 걸쳐 계획달성



Toyota New Global Architecture

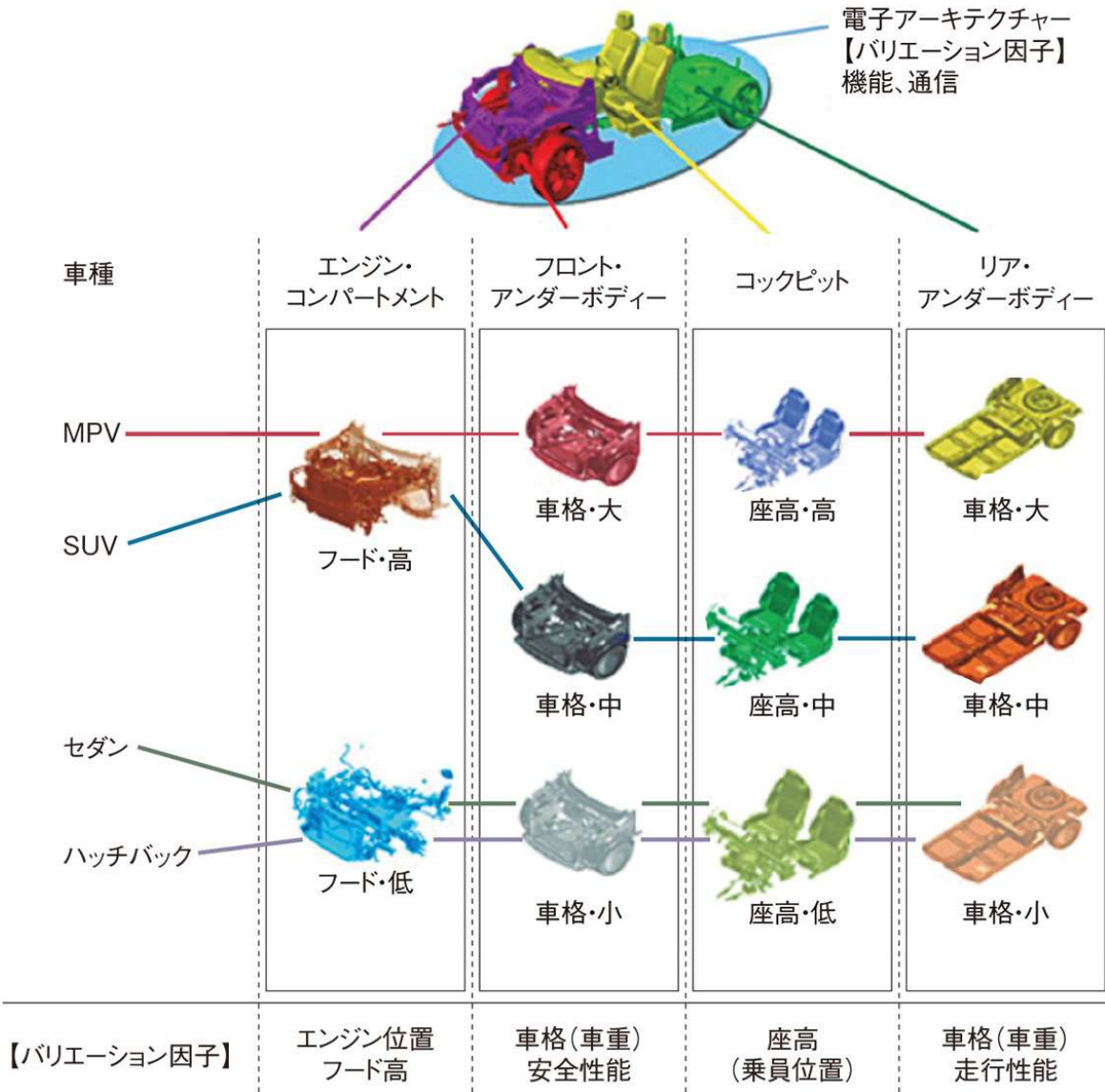
- 토요타 연합(연간 1800만대): Daihatsu 자회사화, Suzuki와 포괄적 제휴, Subaru/Mazda/BMW 등과도 제휴관계



모듈화

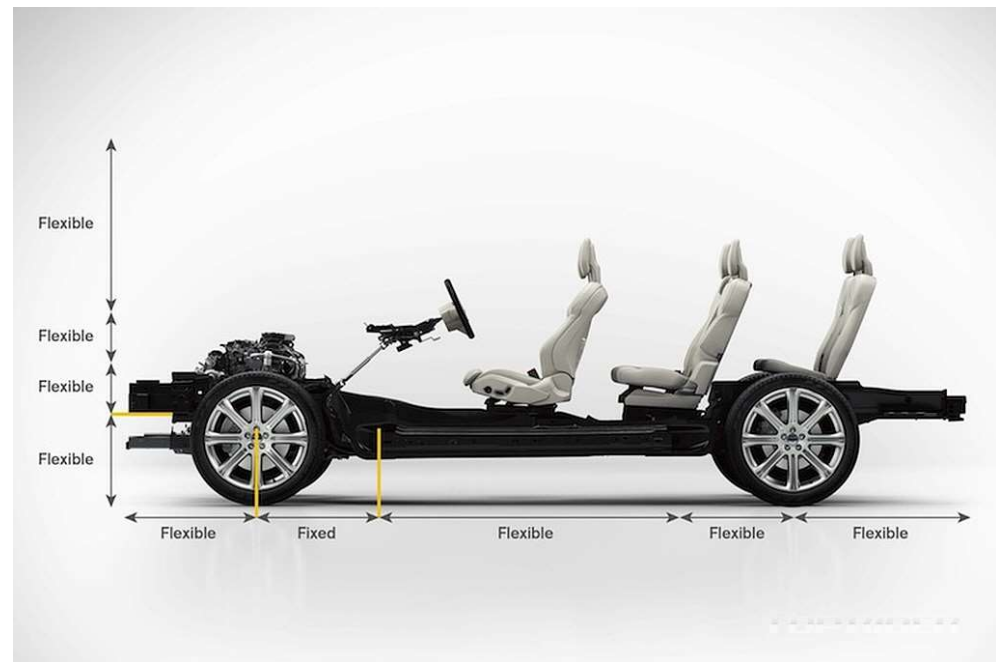
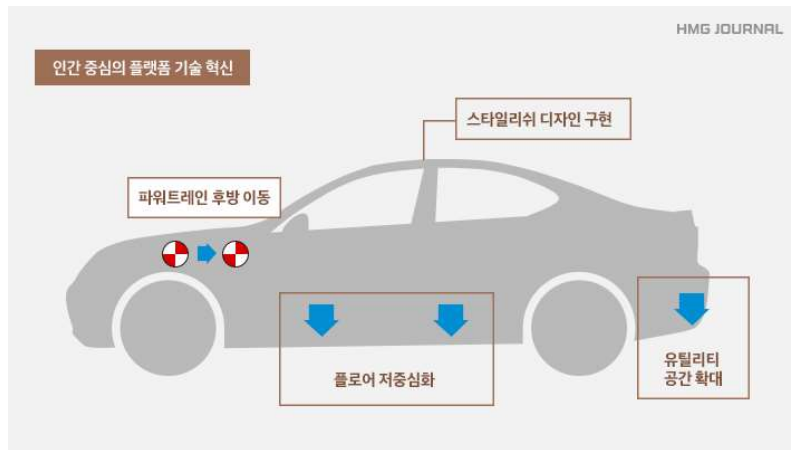
- 여러 개 부품을 조립하는 유닛화가 아님
- 적은 종류의 부품을 조립하여 다양한 제품을 실현하는 방법
 - PC산업 등에서 이전부터 사용
 - 자동차: 부품수 많고 요구되는 품질과 구성요소간 관계가 복잡
- 적은 종류의 요소기술 또는 생산기술로 다양한 제품을 실현하는 아키텍처를 구축하는 것
 - Toyota: TNGA
 - Mazda: common architecture
 - Volkswagen: MQB
 - Renault/Nissan/Mitsubishi: CMF(Common Module Family)

CMF을 통한 차량개발



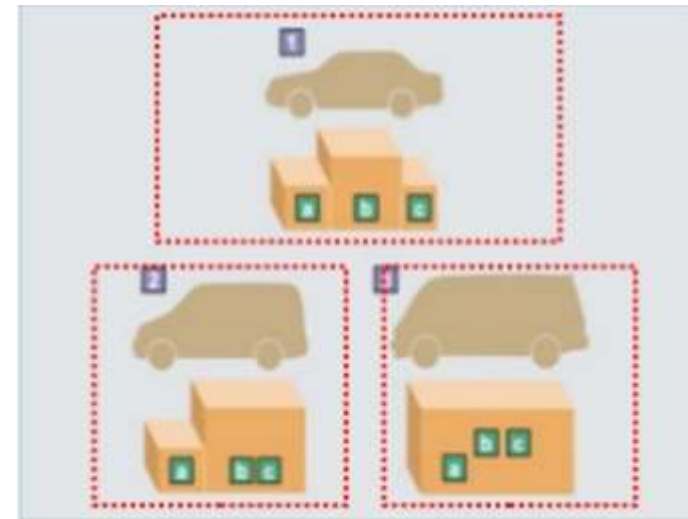
현대기아차 '3세대 플랫폼'

- 플랫폼 전략 키워드: 혁신, 글로벌, 모듈화



Classification of Cars: Space

- Three box car
 - Separated engine/cabin/luggage room design
- Two box car
 - Integrated cabin/luggage room design
- One box car
 - Integrated cabin/luggage room design with under-floor engine



- a** Engine space
- b** Occupant space
- c** Cargo / Luggage space

Classification of Cars: Body Styles



Hatch back



Sedan / Notch back



Pick up



MPV



SUV



Station Wagon



Convertible



Coupe

Classification of Cars: Market Segments

US EPA Size Class (EPA, 2013)	Euro Market Segment (EC, 1999)	Car equivalent in the ACRIS vehicle guide
N/A Minicompact	A-segment mini cars	Peugeot 1007, Mercedes Smart Fortwo
Subcompact	B-segment small cars	Opel Corsa, Fiat Punto
Compact	C-segment medium cars	Citroen C4, Ford Focus 2.0
Mid-size N/A	D-segment large cars	Ford Mondeo, Alfa Romeo 159
Large N/A	E-segment executive cars	Audi A4 2.0, Audi A5 2.0
N/A	F-segment luxury cars	Chrysler 300, BMW 6 Series
Two-seater	S-segment sports coupés	Porsche 911 Carrera S*
Minivan	M-segment multi-purpose cars	Opel Zafira*, Ford Galaxy*
Cargo van		
Passenger van		
Small Sport Utility Vehicle	J-segment sport utility cars (including off-road vehicles)	Volkswagen Touareg Auto*, Land Rover Discovery*
Standard Sport Utility Vehicle		
Small Pickup Truck	—	--
Standard Pickup Truck	—	--

초고장력강판(980MPa급 이상)

- 중량증가 억제, 충돌안전성 증가
 - 차량중앙부의 골격: 초고장력강판
 - 차량 전후부의 골격: 저강도 강판 (충격에너지 흡수)
- 냉간프레스재
 - 열처리로 강도 향상, 1.5GPa급까지 실용화
- 열간(핫)프레스재
 - 590~780MPa급 고장력강판을 가열하여 프레스성형 후 금형 내에서 냉각시켜 강도 향상, 가열용 설비가 필요하여 비용은 증가하지만 성형용이 고강도, 1.8GPa급까지 실용화

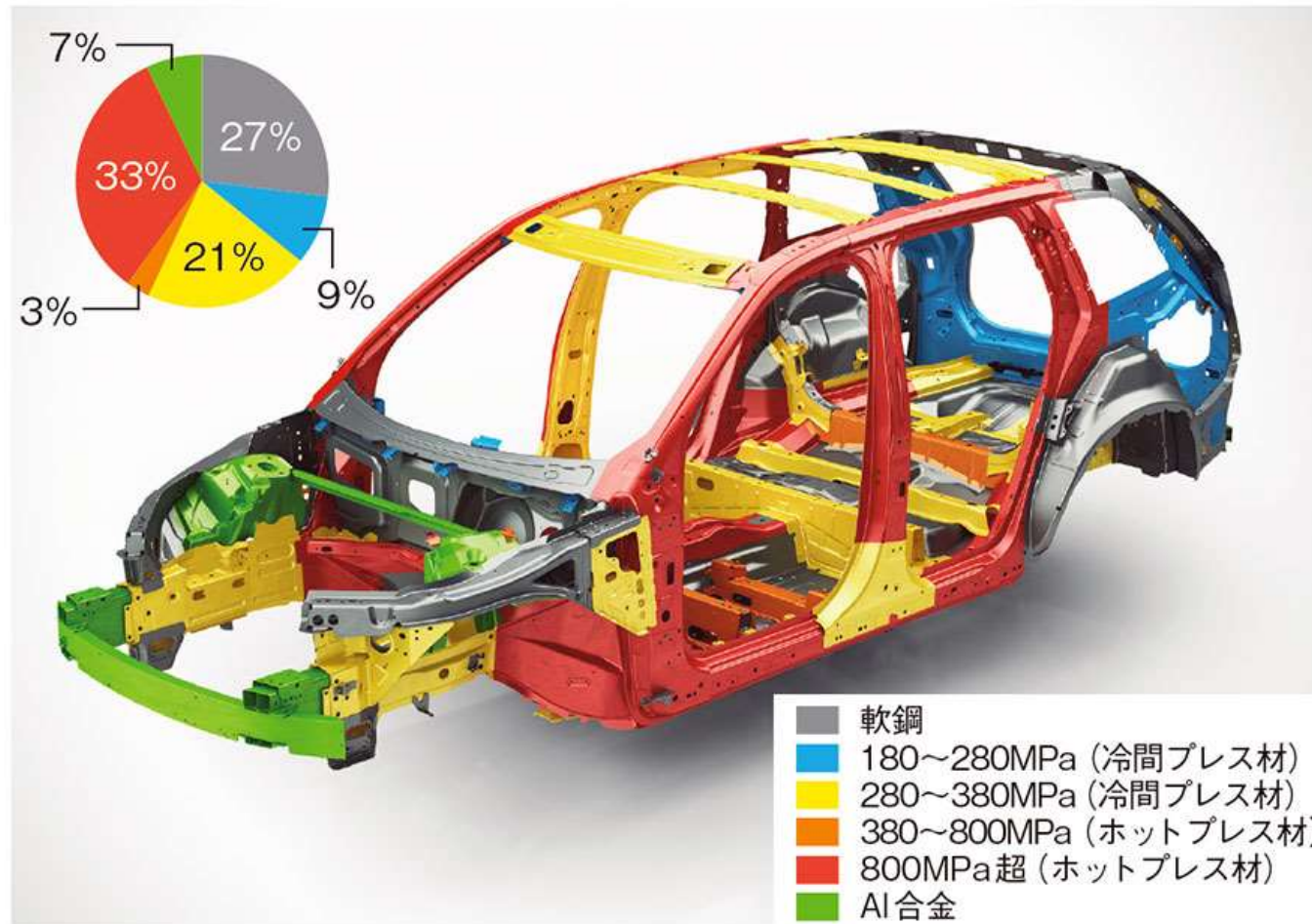
초고장력강판(980MPa급 이상) 적용 차량

메이커명	車種	発売時期	主な採用部位
Volvo社	XC90 	2016年1月	<ul style="list-style-type: none"> ・380~800MPa級：フロア・クロス・メンバーなど ・800MPa級超：センタービラー、フロントビラー、ルーフレール、サイドシルなど
トヨタ自動車	プリウス 	2015年12月	<ul style="list-style-type: none"> ・1.5GPa級：センタービラーの補強材、クロスメンバー、ルーフレール、トールボードの補強材など ・980MPa級：センタービラーやサイドシル、ルーフの補強材、ドアの補強材、リアバンパーの補強材など
	レクサスLC 	2017年3月	<ul style="list-style-type: none"> ・1.5GPa級：ロア・クロス・メンバー ・1.2GPa級：サイドシル、シート・クロス・メンバー、センタービラー
SUBARU	インプレッサ 	2016年10月	<ul style="list-style-type: none"> ・1.5GPa級：センタービラー、フロントバンパーの補強材、フロントビラーの付け根部分など ・980MPa級：サイドシルなど
マツダ	CX-5 	2017年2月	<ul style="list-style-type: none"> ・1.8GPa級：前後バンパーの補強材 ・1.2GPa級：フロントビラー ・980MPa級：センタービラー、サイドシル
ホンダ	フリード 	2016年9月	<ul style="list-style-type: none"> ・1.5GPa級：フロントビラーの補強材 ・980MPa級：フロントビラー、ルーフレール前部、サイドシルなど
スズキ	ワゴンR 	2017年2月	<ul style="list-style-type: none"> ・1.2GPa級：センタービラー、フロア・サイド・メンバーなど ・980MPa級：フロントビラー、ルーフレール、フロア・クロス・メンバーなど

■：ホットプレス材、■：冷間プレス材

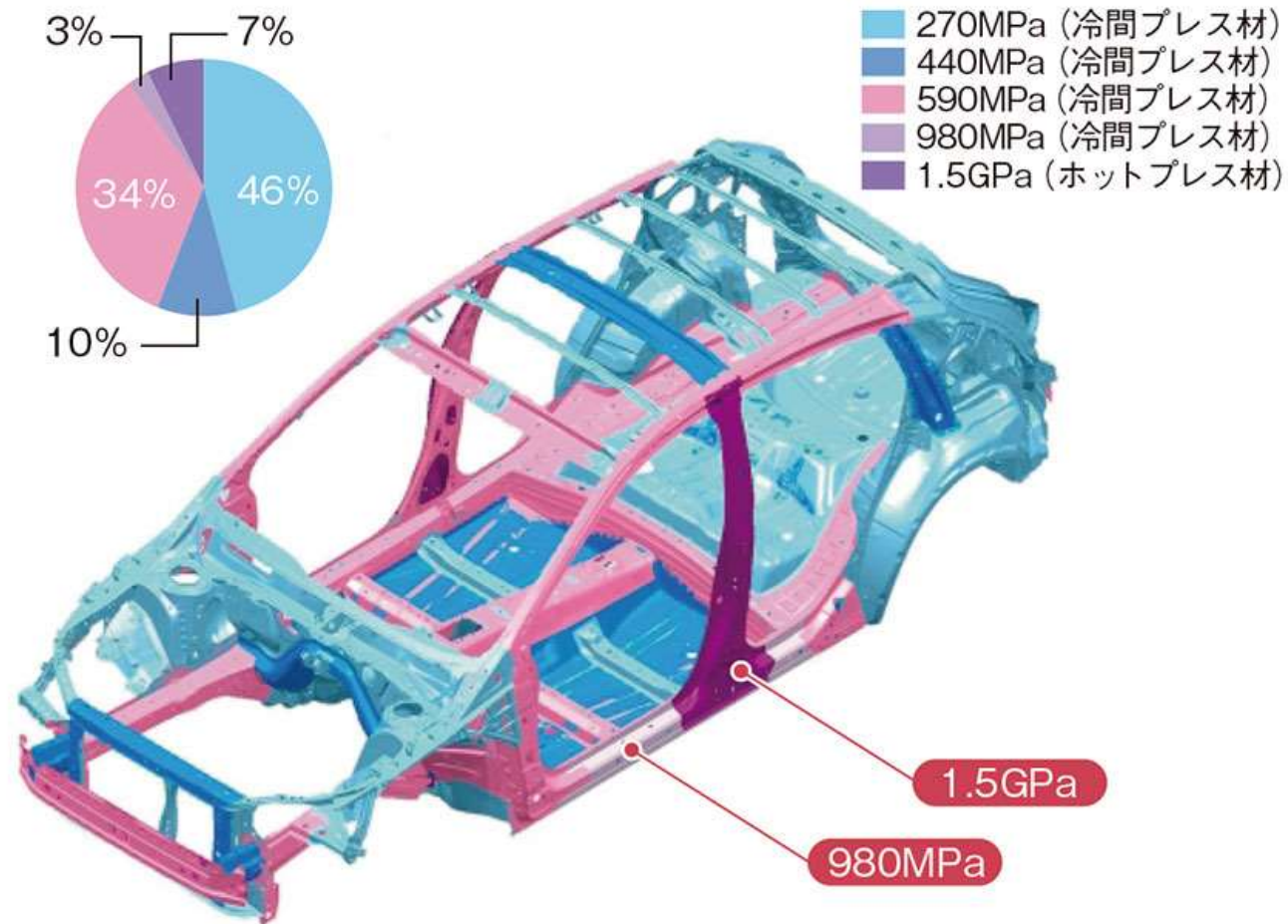
Volvo X90

- SPA: Scalable Product Architecture
- 핫프레스재 사용비율: 7%→36%, 125kg경량화

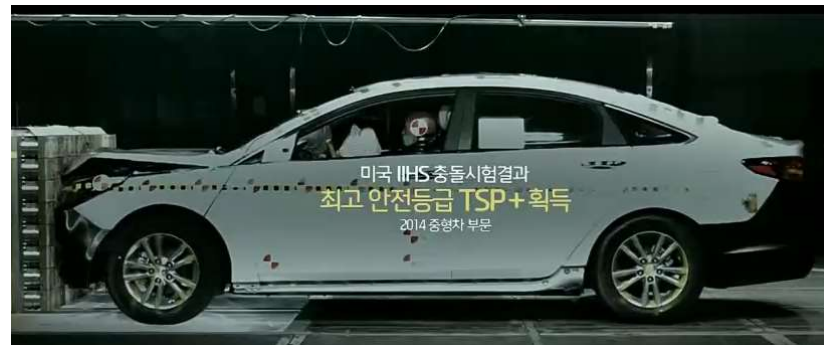
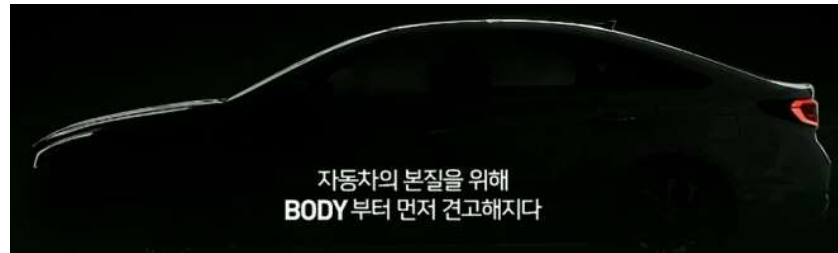


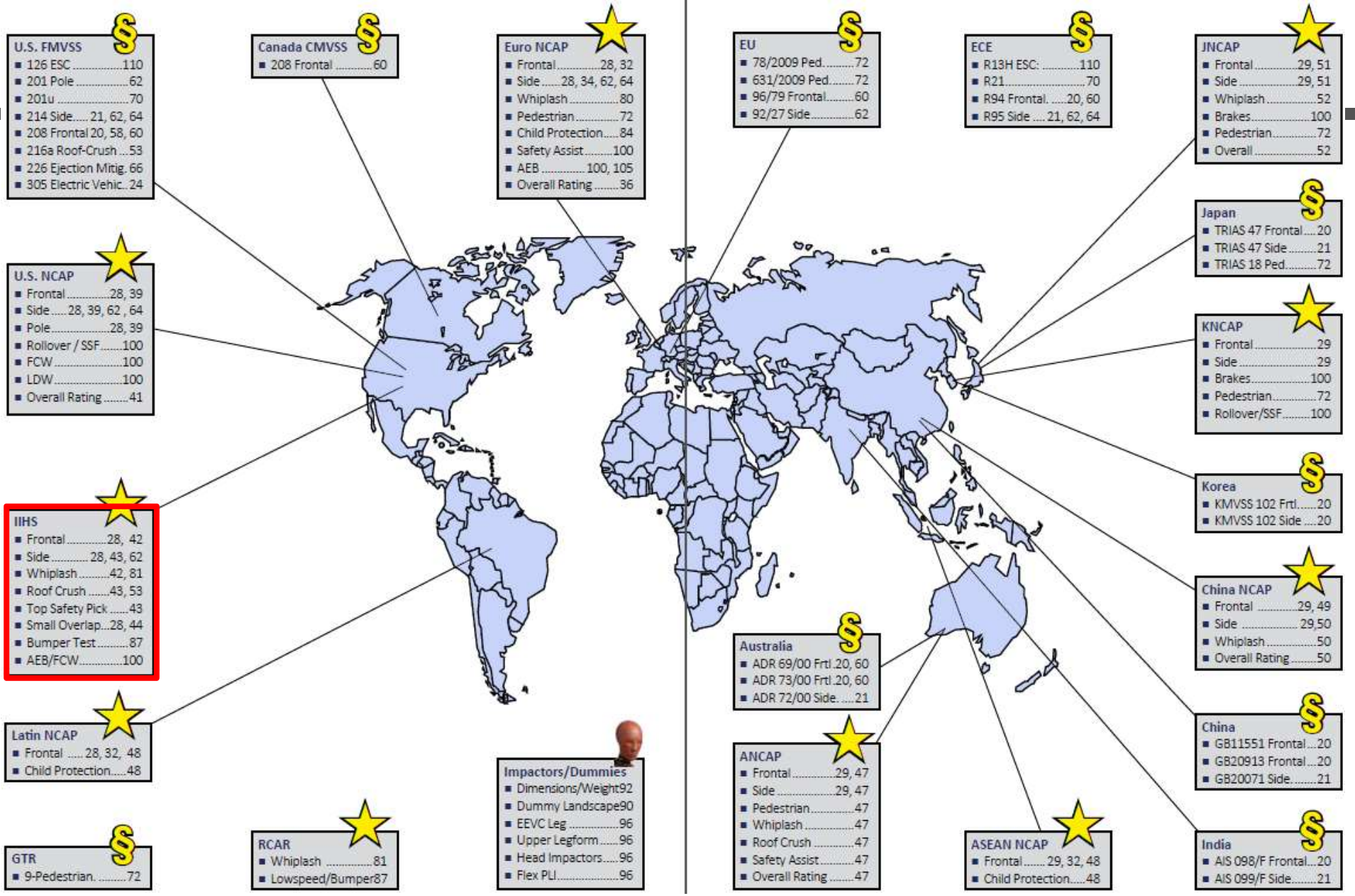
SUBARU

- SGP: Subaru Global Platform
- 440MPa급 이상 사용비율: 45%→54%



현대자동차 소나타 바디편 (July 2014)





IIHS (Insurance Institute for Highway Safety)

- Crashworthiness: how well a vehicle protects its occupants in a crash
 - Performance in five tests (Good/Acceptable/Marginal/Poor)
 - Moderate overlap front, Small overlap front, Side, Roof strength, Head restraints & seats
- Crash avoidance and mitigation: technology that can prevent a crash or lessen its severity (since 2013)
 - Front crash prevention systems (Superior/Advanced/Basic)
 - Forward collision warning
 - Autobrake systems: low speed(12mph), moderate speed(25mph)
 - Headlights (Good/Acceptable/Marginal/Poor)
 - reach of a vehicle's headlights as the vehicle travels straight and on curves(800/500-foot radius)

IIHS Safety Awards (2018)

- Top Safety Pick (TSP)
 - Good ratings five crashworthiness tests in the driver-side : small overlap front, the moderate overlap front, side, roof strength and head restraint tests
 - Advanced or superior rating for front crash prevention
 - Acceptable or good headlight rating
- Top Safety Pick+
 - Top Safety Pick criteria, plus
 - Acceptable or good rating in the passenger-side small overlap front test
 - Good headlight rating

New Challenges: New Structural Concepts



Aixam Mega
Mega E-City



BMW
E-mini



Bolloré/Pininfarina
Blue Car



BYD
E6



Daimler
Smart ed



General Motors
Volt



Heuliez
Will



Mitsubishi
i-Miev



Nissan
E-Cube



Reva
G-Wiz



Subaru
R1e



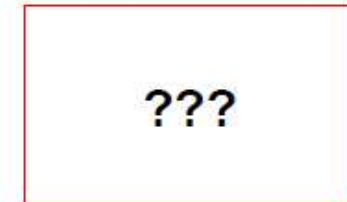
Tesla Motors
Roadster



Think
City



Volkswagen
Twin Drive



Electric Cars

ETC/ACC Technical Paper 2009/4
F. Hacker, R. Harthan, F. Matthes, W. Zimmer

New Challenges: New Structural Concepts



www.lorema.com
(Low Resistance Mobile)

New Challenges: Electromobility



Technical Data

Dimensions:	Microcars
Number of passengers:	2 passengers
Vehicle payload:	2 pieces of luggage
Range:	> 100 km
Costs (TCO):	TCO equal to today's compact cars
Market	Central Europe
Registration	L7E
Maximum speed	120 km/h
Output at wheel	15 kW
Curb weight	500 kg incl. battery
Energy storage	Rechargeable battery + el. Range Extender



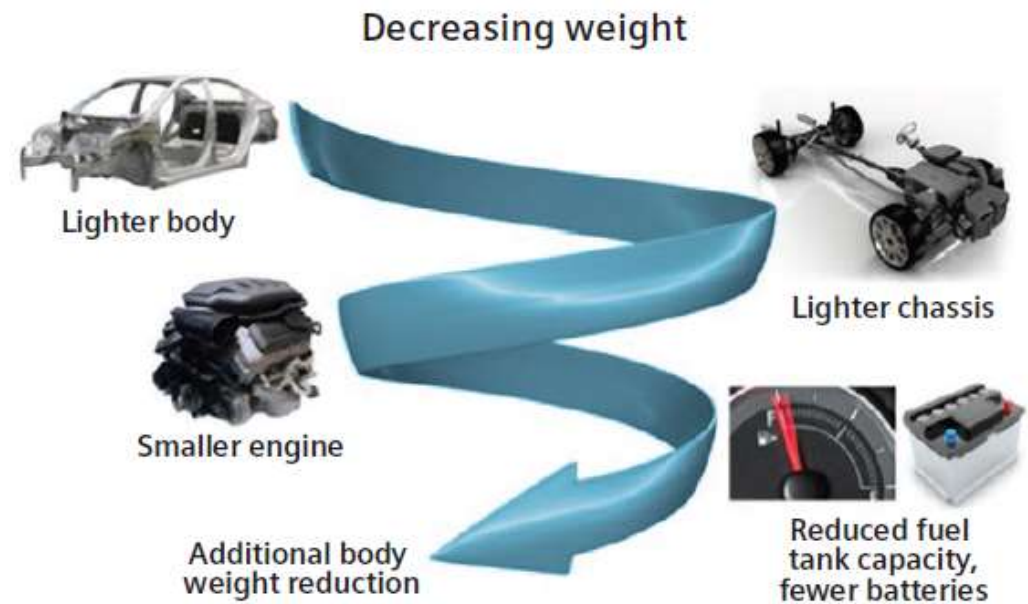
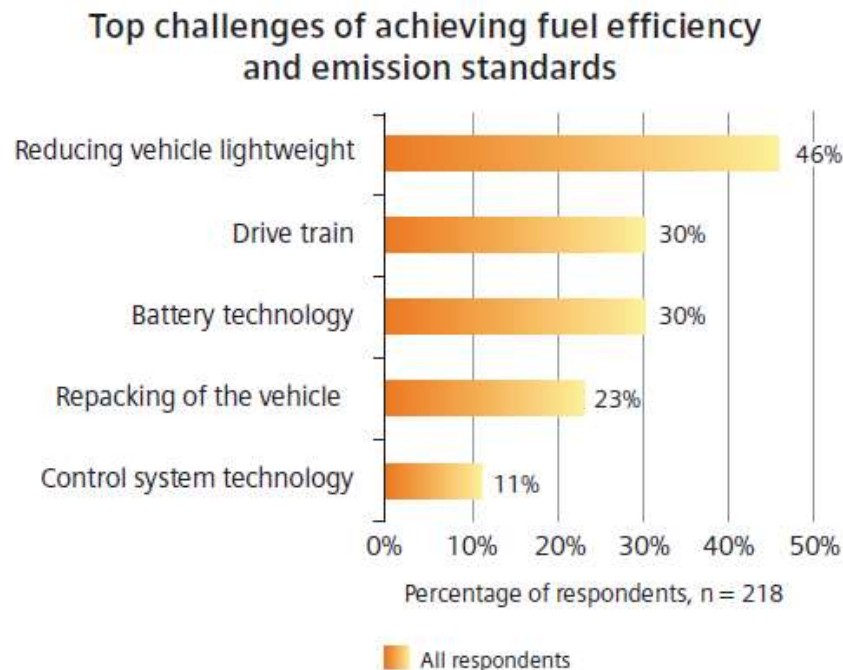
www.mute-automobile.de
(Technical University of Munich)

New Challenges: New Materials (CFRP)

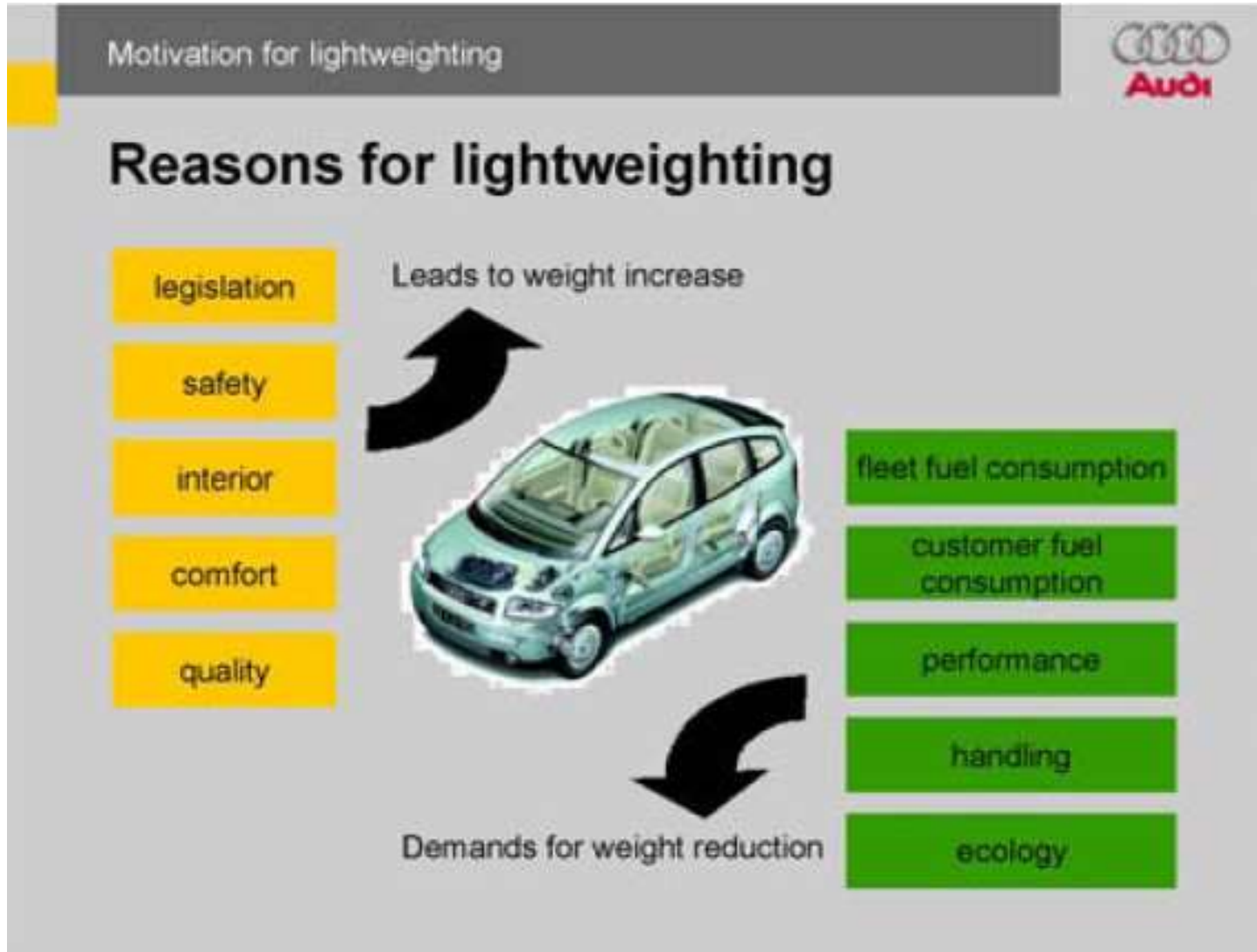


Reducing Vehicle Weight

- Alternative materials and assembly methods
- Fundamental change in vehicle designs
 - Rely more on engineering tools
 - Impact on part manufacturing, assembly, joining → factory

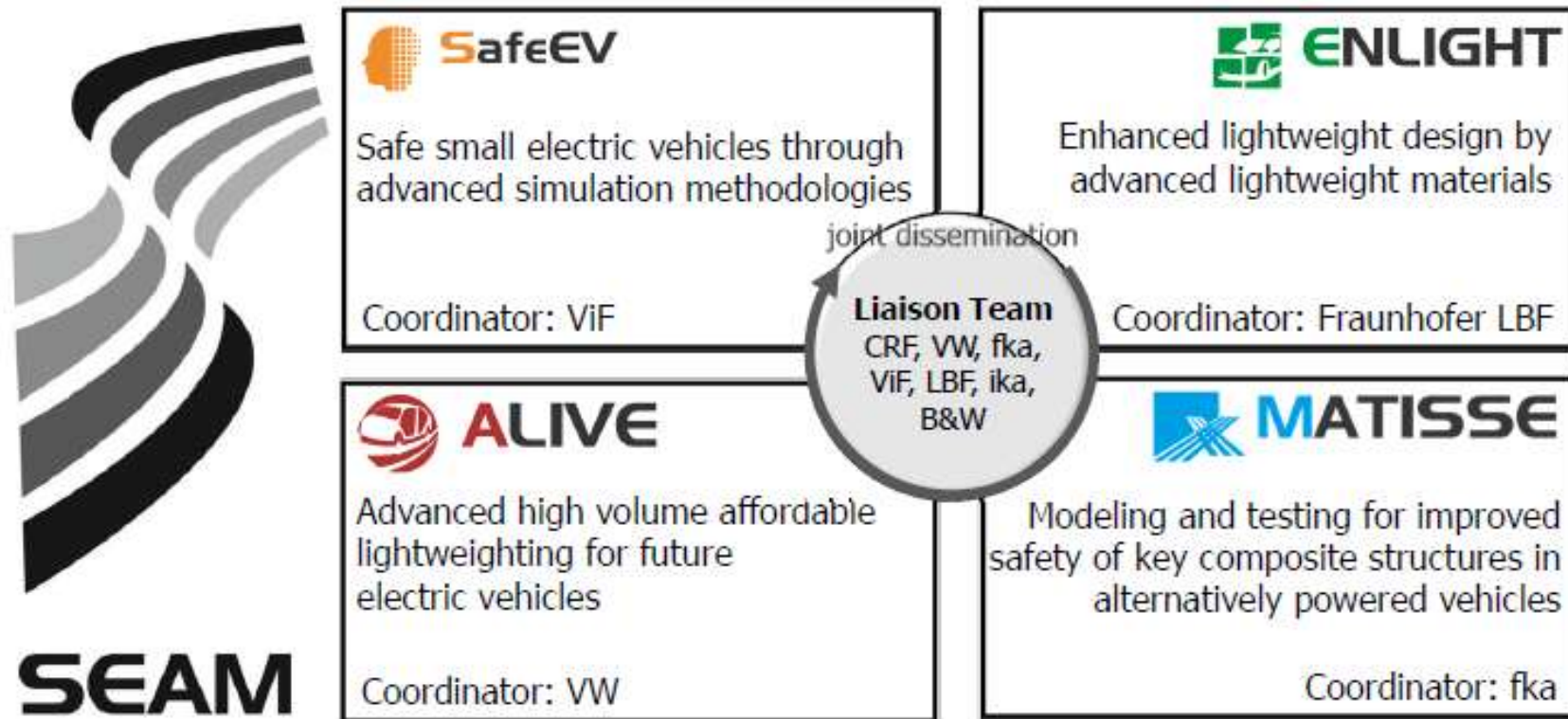


Lightweight Development

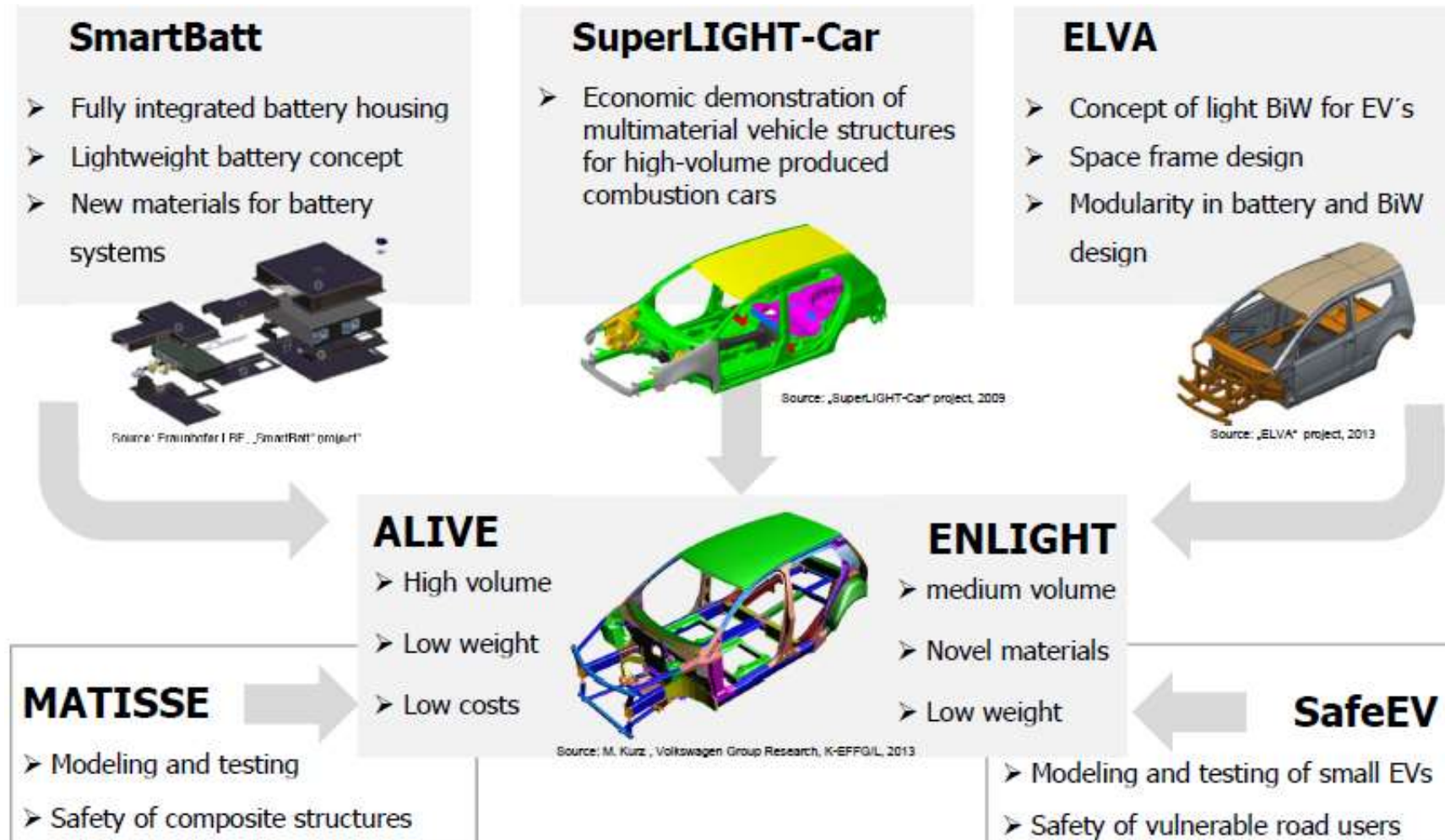


EU: SEAM Cluster

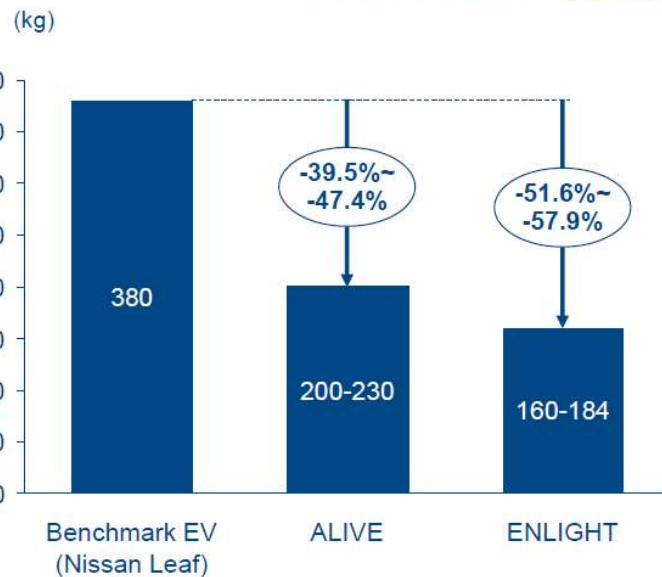
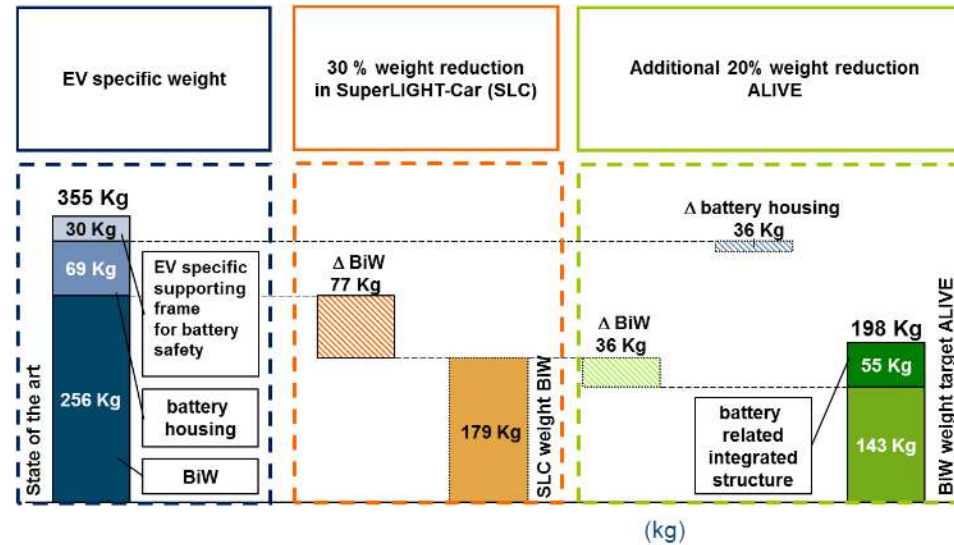
- Safe Efficient Advanced Materials
 - Biggest European RTD-cluster on lightweight design
 - Cluster duration: 2012/10~2016/09
 - 47 partner from 10 countries, about 19M € funding



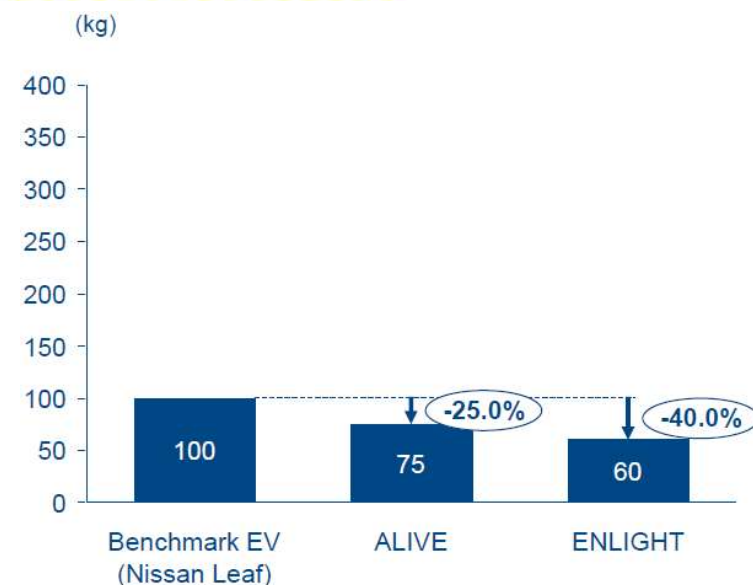
EU: Concept



EU: ALIVE → ENLIGHT



FRAME



HANG-ON

US: WorldAutoSteel

2008~2012

FutureSteelVehicle



1998



2000



2000



Nature's Way to Mobility














ULSAB-AVC
Advanced Vehicle
Concepts

2001



US: FutureSteelVehicle (2009~2012)

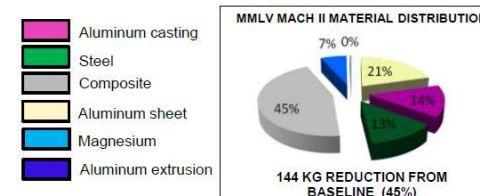
FSV 1	Plug-in hybrid drive PHEV-20	Battery electric drive BEV
A-/B SEGMENT 4-DOOR HATCHBACK 3700 mm LONG	Electric range: 32 km Total range: 500 km Max. speed: 150 km/h 0-100 km/h: 11-13 s BIW weight: 176 kg	Total range: 250 km Max. speed: 150 km/h 0-100 km/h: 11-13 s BIW weight: 188 kg
FSV 2	Plug-in hybrid drive PHEV-40	Fuel cell electric drive FCEV
C-/D SEGMENT 4-DOOR SALOON 4350 mm LONG	Electric range: 64 km Total range: 500 km Max. speed: 161 km/h 0-100 km/h: 10-12 s BIW weight: 201 kg	Total range: 500 km Max. speed: 161 km/h 0-100 km/h: 10-12 s BIW weight: 201 kg

	ICE 1 2010	ICE 1 2020	HEV 1 2010	HEV 1 2020	FSV 1 PHEV ₂₀	FSV 1 BEV	ICE 2 2010	ICE 2 2020	HEV 2 2010	HEV 2 2020	FSV 2 PHEV ₄₀	FSV 2 FCEV
 Body Non-Structure	245	190	215	190	190	190	302	210	257	210	210	210
 Body Structure	272	241	272	237	173	190	337	298	337	303	198	175
 Front Suspension	59	40	62	45	40	45	73	49	76	55	51	44
 Rear Suspension	53	39	61	37	26	35	65	45	73	44	52	34
 Steering	17	17	17	17	16	16	21	21	21	21	19	19
 Brakes	38	31	40	33	29	32	47	37	49	40	37	34
 Drivetrain	222	197	297	252	215	78	274	244	359	304	261	177
 Fuel, Battery, Exhaust	48	55	104	105	98	347	59	68	125	127	178	114
 Wheels and Tires	78	59	68	55	38	44	96	72	80	73	70	61
 Air Conditioning	32	42	27	33	36	36	40	52	35	46	47	47
 Electrical	55	63	55	66	63	58	68	78	68	82	83	93
 Bumpers	26	21	23	24	20	23	33	25	31	28	26	22
 Closures	54	48	49	44	46	46	67	59	62	55	48	48
TOTAL	1199	1044	1290	1138	990	1,137	1,483	1,260	1574	1388	1279	1079

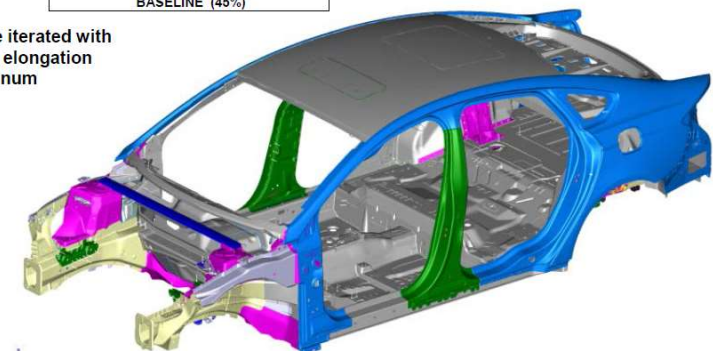
US: MMLV Project



- Timeline: 2012-Feb ~ 2015-Sep
- Budget: DOE (\$10M), Vehma/Ford (\$10.3)
- 5인승 CD 세그먼트 차량을 기본차량(2013 Ford Fusion) 대비 성능, 안전성을 유지하면서 중량저감
- Body Exterior and Closure, Body Interior and Climate Control, Chassis, Powertrain, Electrical
- Mach-I: 23.3% (364kg) 중량 감소 (부품, 시스템)
 - 기존에 사용 가능한 재료와 생산공정
 - 비용 고려없이 벤치마크 확립
 - 시작품 제작, 제한적인 테스트
- Mach-II: 40% 중량 감소 목표
 - 고등 재료와 공정 사용
 - 기술적 갭 확인



Front Rails will be iterated with 600 MPa UTS, 8% elongation C12Z Alcoa Aluminum



MMLV	Multi Material Lightweight Vehicle					
	2002 Taurus	2013 Fusion	MMLV Mach I DESIGN FINAL	MMLV Mach I Prototype Planned	MMLV Mach II Design Targets (PRELIM)	MMLV Mach II Design Status (4 Mar '14)
PMT Description						
Body Exterior and Closures (kg)	574	594	456	489	237	355
Body-in-White	n.a.	326	250	251		183
Closures-in-White	n.a.	98	69	88		56
Bumpers	n.a.	37	25	31		24
Glazings - Fixed and Movable	n.a.	37	25	25		21
Remainder - trim, mechanisms, paint, seals, etc.	n.a.	96	87	94		70
Body Interior and Climate Control (kg)	180	206	161	191	137	116
Seating	n.a.	70	42	61		34
Instrument Panel	n.a.	22	14	15		11
Climate Control	n.a.	27	25	27		11
Remainder - trim, restraints, console, etc.	n.a.	88	80	88		60
Chassis (kg)	352	350	252	269	144	212
Frt & Rr Suspension	n.a.	96	81	85		66
Subframes	n.a.	57	30	44		19
Wheels & Tires	n.a.	103	64	58		57
Brakes	n.a.	61	49	50		43
Remainder - steering, jack, etc.	n.a.	33	29	32		27
Powertrain (kg)	350	340	267	299	190	181
Engine (dressed)	n.a.	101	71	101		64
Transmission and Driveline	n.a.	106	92	54		38
Remainder - fuel, cooling, mounts, etc.	n.a.	133	104	143		79
Electrical (kg)	67	69	59	66	53	47
Wiring	n.a.	28	25	28		23
Battery	n.a.	14	8	10		8
Remainder - alternator, starter, speakers, etc.	n.a.	27	26	27		17
Total Vehicle (kg)	1523	1559	1195	1313	761	911

Weight save w.r.t. 2013 Fusion 23.3% 15.7% 51.2%
Weight save w.r.t. 2002 Taurus 21.5% 13.8% 50.0%

Japan: NEDO

- 유럽, 미국: Al합금, 수지재료 등 적극 활용
- 일본: 기존 고장력강판에 의존, 신재료 전환 필요



* BMW전기차 "i3" CFRP



* Ford 픽업트럭 "F-150" Al합금

* Mercedes-Benz "C-class" Al합금

Textbook (2011)

- This book will provide readers with a solid understanding of the principles of automobile body structural design, illustrating the effect of changing design parameters on the behavior of automobile body structural elements.
- Emphasizing simple models of the behavior of body structural systems rather than complex mathematical models, the book looks at the best way to shape a structural element to achieve a desired function, why structures behave in certain ways, and how to improve performance.

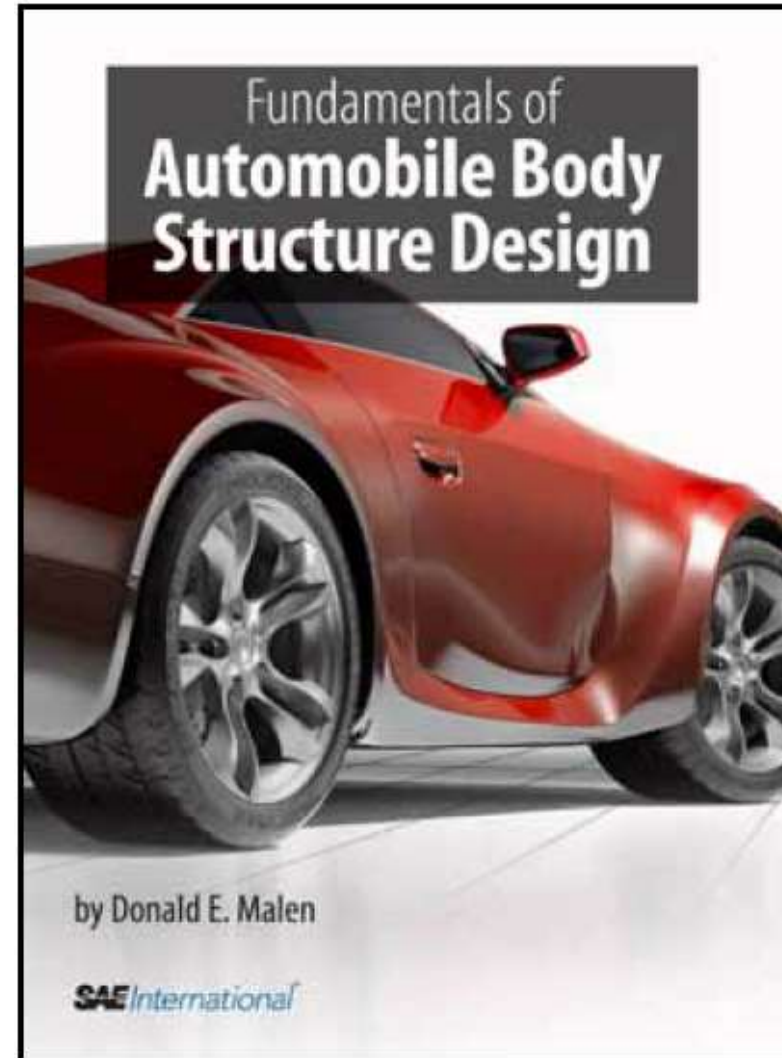


Table of Contents

Chapter	Title
1	The Automobile Body
2	Body Structural Requirements
3	Automotive Body Structural Elements
4	Design for Body Bending
5	Design for Body Torsion
6	Design for Crashworthiness
7	Design for Vibration
8	Design for Vehicle and Styling Integration
9	Material Selection and Mass Estimation in Preliminary Design