

2003年5月に市場投入した新型「スバル レガシィ」、2003年12月に市場投入した新型軽自動車「スバル R2」はボディ構造の刷新や新技術の採用などにより、徹底した軽量化と優れたボディ剛性を両立し、走行性能、安全性能の向上を図りつつ、環境性能も向上させました。



新型レガシィ

## 燃費

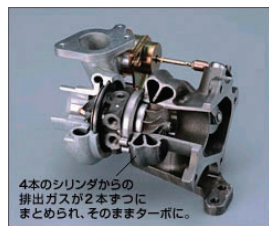
自動車は燃料を消費するとそれに比例した二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)を排出します。燃費の改善を行うことは、限られたエネルギー資源の節約になるとともに、二酸化炭素などの温暖化物質によって引き起こされるといわれている地球温暖化の防止にも寄与できます。

スバルでは、AWD やハイパワーエンジンなどの特長を活かしつつ、エンジンの改良による効率化、駆動系の伝達ロスの軽減、車両の軽量化、走行抵抗の軽減など燃費改善の技術開発を進め、ガソリン自動車の燃費目標である平成22年度燃費基準の達成車を順次市場投入しています。

## エンジンの改良

### 新型「レガシィ」

- 排気エネルギーをより有効に活用できるツインスクロール式シングルターボチャージャーを採用し、過給効率の向上を図りました。
- 樹脂製インテークマニホールド(ターボ車)やポート縦置き配置インテークマニホールド(SOHC車、DOHC車)と排気干渉の少ない等長・等爆エキゾーストマニホールドを採用し、吸排気効率の向上を図りました。
- エンジン本体の軽量化を図りました。



4本のシリンダからの排出ガスが2本ずつにまとめられ、そのままターボに。

ツインスクロール式シングルターボチャージャー

### 新型軽乗用車「R2」

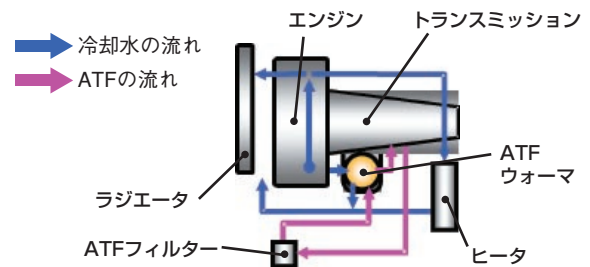
- DOHC16バルブエンジンに新形状タンブルストレートポートシリンダヘッドと樹脂製等長ロングポートインテークマニホールドを採用し、吸排気効率と燃焼効率の向上を図りました。
- DOHC16バルブエンジンに吸気AVCS(アクティブバルブコントロールシステム：可変バルブタイミング)を採用し、吸気効率の向上を図りました。

## 駆動系の効率向上

### 新型「レガシィ」

- ターボエンジン車の変速機を5ATとして多段化することにより、エンジンの低回転領域を使用し、かつ最適な駆動力を確保することで燃費改善を図りました。
- オートマチックトランスミッションオイル(ATF)を早期に暖機するATFウォーマの採用により、冷態時のオイル攪拌抵抗の低減及び、トルクコンバータのロックアップ制御を早めに行うことができるようにすることで、実用燃費向上を図りました。
- ベアリングの最適化やギヤの表面処理などにより、フリクションの低減を図りました。
- AT全車とターボエンジンのMT車にInfo-ECO<sup>\*1</sup>モードを採用しました。

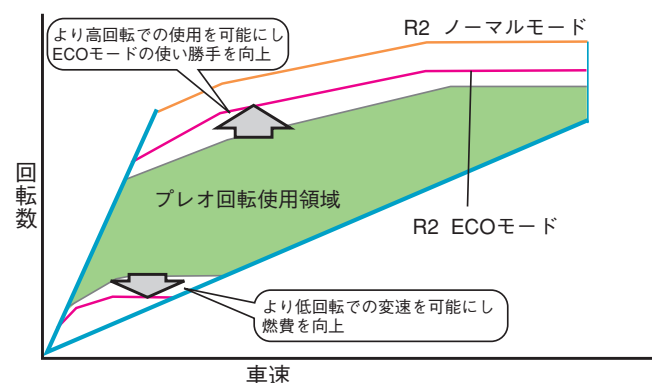
### ▶ATFウォーマ システム図



### 新型軽乗用車「R2」

- 変速特性をエンジン、車両に合わせ最適化し、DOHC-NAエンジンにはより低い回転を使用するECOモードを採用しています。
- トルクコンバータ流体特性を見直しエンジントルク特性に合わせた最適チューニングを実施しました。

### ▶R2のCVT変速特性



\* 1 Info-ECOモード：エンジン制御、ATのシフトチェンジ制御とロックアップ制御を最適化、ターボ過給圧の制御などにより燃費を向上させます。燃料消費率の良い走行をしている時は、インフォメーションランプの点灯によって知らせます。

## 軽量化について

新型「レガシィ」や新型軽自動車「R2」では、燃費・走りや安全のために、ボディ剛性や走りへの質感といった全ての性能を向上させながら、大幅な軽量化を図りました。各ピラー周りを環状にしてボディ全体の強度を高める新環状力骨構造ボディをさらに進化させて高いボディ剛性と衝突安全性能の向上を実現する一方で、軽量素材の積極的活用などにより大幅な軽量化を達成しています。

### ■ 新型「レガシィ」

将来のドライビング環境を踏まえ、さらなる衝突安全対応やブレーキの強化、足回りの剛性アップ、パワーアップ、排気システムの一新、空力性能の向上、快適装備等で、130kgもの重量増が見込まれました。その上で軽量化を推し進めるために、質量開発\*<sup>1</sup>という考えで適材適所の軽量化技術を駆使しました。

#### ◆ボディ/シャシー

車体構造を徹底的に見直し、新技術や新工法の採用、超高張力鋼板をはじめとした新材料の活用、レーザー溶接の多用や構造の合理化により、ワゴンのGTで230kgに達する軽量化技術で応えました。実質、質量開発ワゴンのGTで100kgもの軽量化を行いました(下図新型「レガシィ」の主な重要増減要素参照)。単に軽くしたのではなく、足回りやボディの剛性アップ、ブレーキの強化を含め、構造を合理的なものにしました。

#### ◆エンジン

ターボシステムを見直しました。ツインスクロール方式やチタン合金タービンといったターボチャージャー本体の改善を行い、これまでレガシィで採用してきたシーケンシャルターボチャージャーからシングルターボチャージャーに変更することにより、ターボシステムだけで15kg軽量化しました。その他、アルミ部品の薄肉化や樹脂化により、ターボエンジンで24kgの軽量化となりました。

#### ◆トランスミッション

従来の4速自動変速機から、5速自動変速機にすることで、大幅な重量増が予想されました。自動変速機では、部品にかかる応力をその材質の疲労限度内にしなければならないという制約があり、ひとつの部品で大幅な軽量化は望めませんでした。そこで、地道に部品1点1点の設計を見直し、おおよそ400ヶ所で材料置換や除肉・中空化を進め、その結果、当初予想の半分以下である11.9kgの重量増に抑えることができました。

### ■ 新型軽乗用車「R2」

軽快な走りと低燃費の両立を目指しつつ、“小さいクルマだからこそ、しっかりした安全性を目指す”という思想のもと、軽量化に取り組みました。その結果、車両重量の9%にあたる70kgの軽量化を実現し(下図新型軽乗用車「R2」の主な重要増減要素参照)、さらに衝突安全性の向上も図っています。

#### ◆ボディ

高張力鋼板をボディ材料比率で33%と多用、曲面ボディパネル形状による薄板化を行いつつ、ワンモーションフォルム等変局点を廃した衝突安全構造の合理化を行いました。



#### ◆シャシー

排気系の板金化、タイヤ・ホイールの軽量化を行いました。

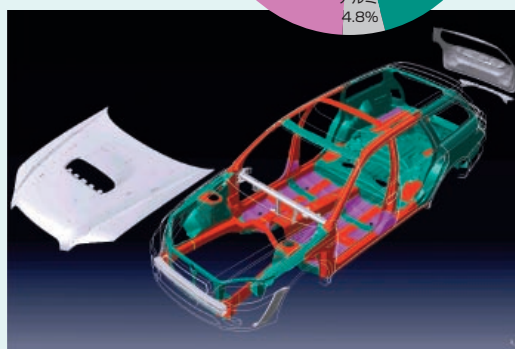
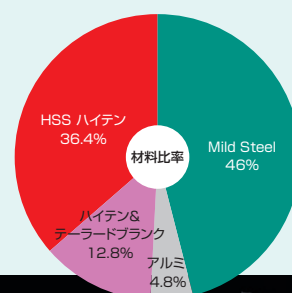
#### ◆内装

シート構造の合理化、ヒーター&エバポレータの一体化を行いました。

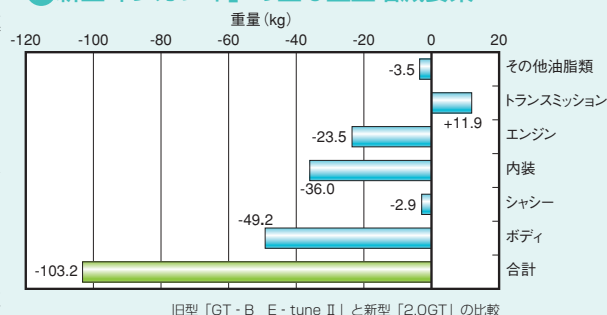
#### ◆エンジン

鋳鉄シリンドラブロックの薄肉化、吸気系部品の一体構造化、補機の直付化を行いました。

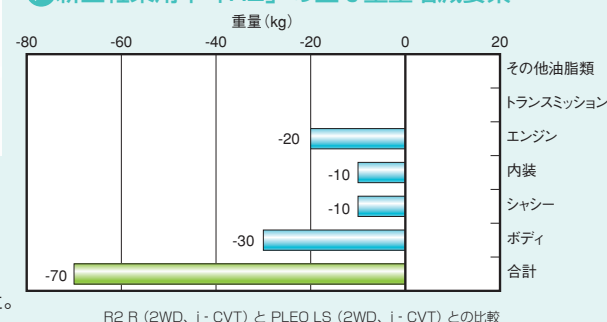
### ▶ 新型「レガシィ」の軽量化 (材料使用比較とその部位)



### ▶ 新型「レガシィ」の主な重量増減要素



### ▶ 新型軽乗用車「R2」の主な重量増減要素

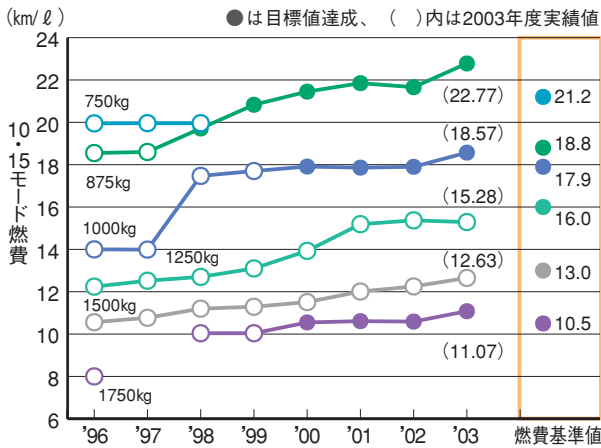


\* 1 質量開発：クロスファンクションチームによる従来の枠を越えた抜本的重量低減活動。

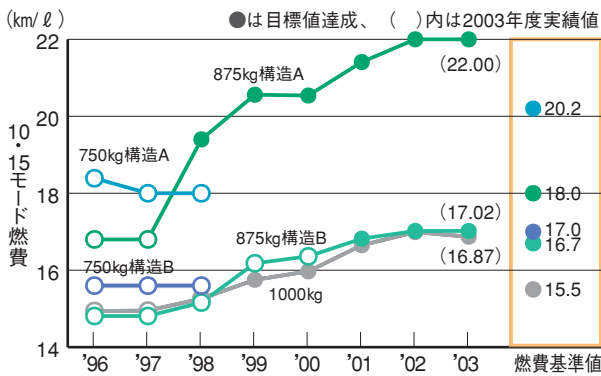
## 等価慣性重量別平均燃費の推移

平成22年度燃費基準への対応状況は、ガソリン乗用車では対象等価慣性重量5ランク中3ランクで目標値を達成しています。ガソリン軽貨物車では対象等価慣性重量のすべてのランクで目標値を達成しています。

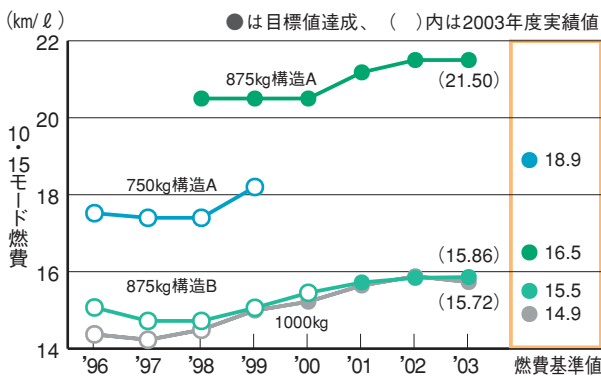
### ▶ガソリン乗用車の等価慣性重量別平均燃費の推移



### ▶ガソリン軽貨物車 MT車の等価慣性重量別平均燃費の推移

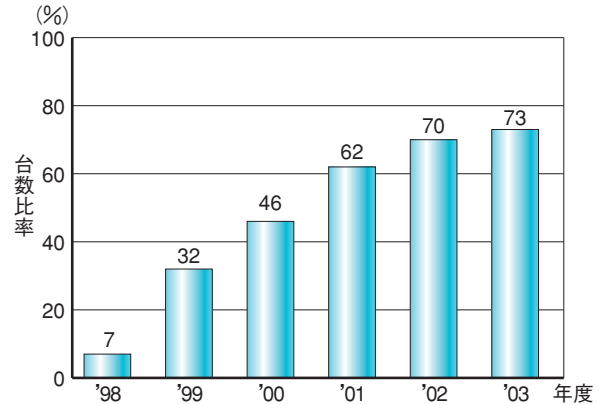


### ▶ガソリン軽貨物車 AT車の等価慣性重量別平均燃費の推移

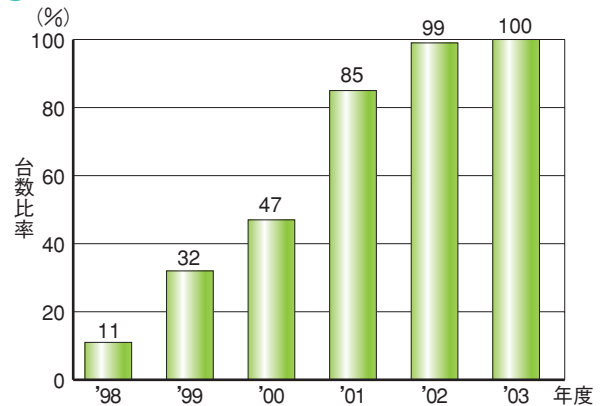


## 平成22年度燃費基準達成比率の推移

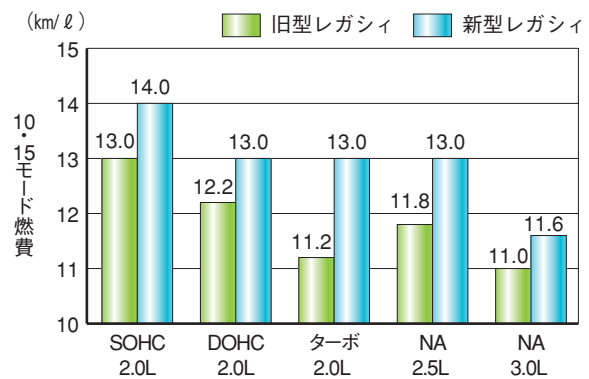
### ▶ガソリン乗用車の平成22年度燃費基準達成比率の推移



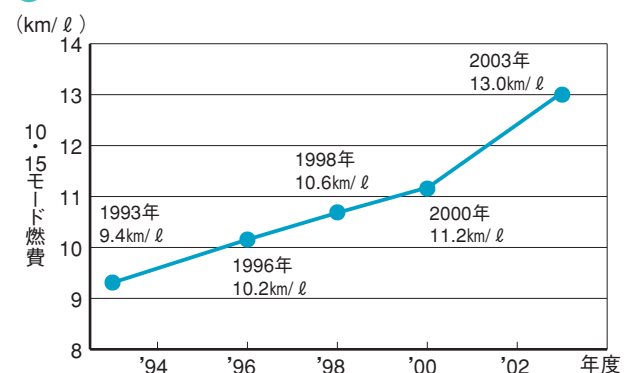
### ▶ガソリン軽貨物車の平成22年度燃費基準達成比率の推移



### ▶新型「レガシィ」の燃費 (AWD-AT IW=1500kg)



### ▶「レガシィ」ターボ AT車の燃費推移



## 排出ガス

自動車から排出される一酸化炭素(CO)、炭化水素(HC)、窒素酸化物(NOx)などは、特に自動車が集まる大都市部における大気汚染の原因の一つになっています。スバルは、大気汚染の状況を改善するために、規制より厳しい基準に適合した低排出ガス車(国土交通省認定)を順次市場投入しています。

### 低排出ガス車の対応状況

2003年度にフルモデルチェンジした新型「レガシィ」で、触媒レイアウトの見直しなどにより、2.0L SOHC エンジン車は、スバルで初めて平成12年基準排出ガス75%低減レベル「超-低排出ガス」を達成しました。また、追加車種の2.5L SOHC車と3.0L DOHC車も平成12年基準排出ガス75%低減レベル「超-低排出ガス」に適合しています。他エンジン搭載車も同じく25%低減レベル「良-低排出ガス」に適合しています。

新型軽自動車の「R2」でも、自然吸気エンジン搭載車は平成12年基準排出ガス75%低減レベル「超-低排出ガス」、スーパーチャージャーエンジン搭載車は同じく50%低減レベル「優-低排出ガス」に適合しています。

さらに、新型「レガシィ」2.0L SOHC エンジン車(B4、ツーリングワゴン)、3.0L DOHC エンジン車(ツーリングワゴン、アウトバック)、新型軽自動車「R2」の自然吸気エンジン搭載車は、平成17年基準排出ガス50%低減レベル「U-LEV」にも適合しています。

### 新型「レガシィ」の排出ガス対策

- シリンダヘッドの全面改良による燃焼室形状の最適化
- 電子制御スロットルバルブ採用による空燃比制御能力の向上
- HC 吸着触媒の採用(ターボ車、SOHC 車)

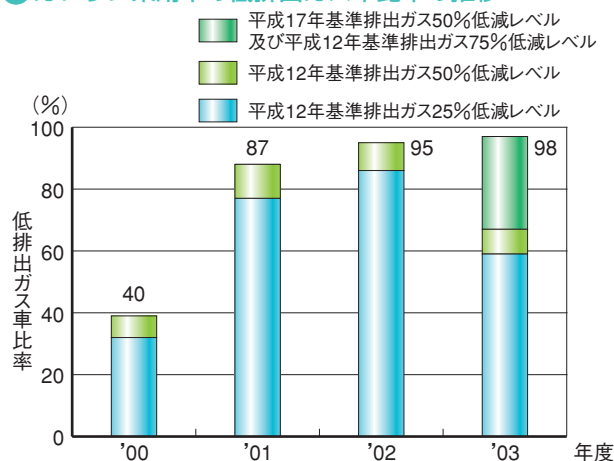
### 新型軽乗用車「R2」の排出ガス対策

- シリンダヘッドの全面改良による燃焼室形状の最適化と気筒間での燃焼バラツキ抑制
- 可変バルブタイミング機構(AVCS)採用による燃焼の最適化
- 電子制御スロットルバルブ採用による空燃比制御能力の向上
- 触媒ハニカムの薄壁・高セル数化による後処理能力の向上
- 触媒下流へのO<sub>2</sub> センサ追加(ダブルO<sub>2</sub> センサシステム採用)による空燃比制御能力の向上

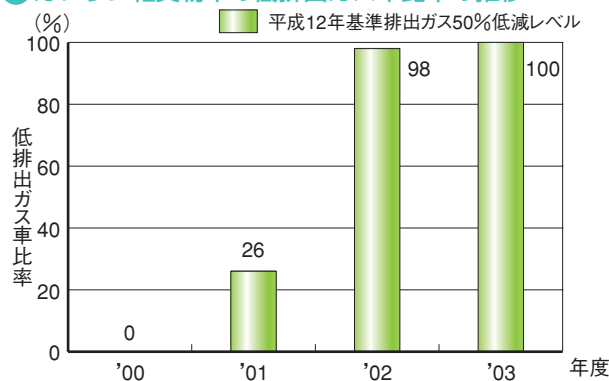
## 低排出ガス車比率の推移

低排出ガス車の認定制度は2000年4月から開始されましたが、スバル車における低排出ガス車の出荷台数に占める割合は下図のとおりです。

### ▶ ガソリン乗用車の低排出ガス車比率の推移



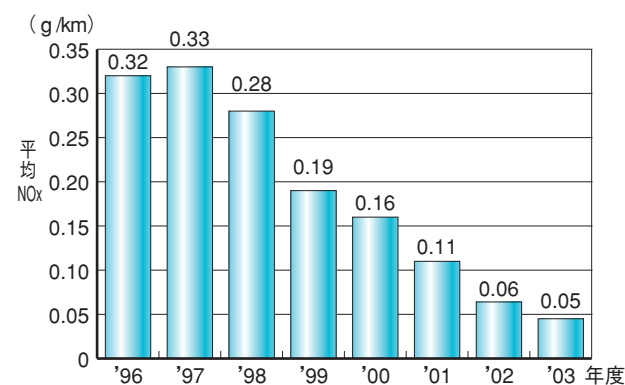
### ▶ ガソリン軽貨物車の低排出ガス車比率の推移



## 平均 NOx の推移

低排出ガス車を順次市場投入していくことによりスバル車の平均 NOx は下記のように年々低減しています。

### ▶ スバル車の平均NOxの推移



(注)・出荷時の対応規制値、基準値から算出しました。

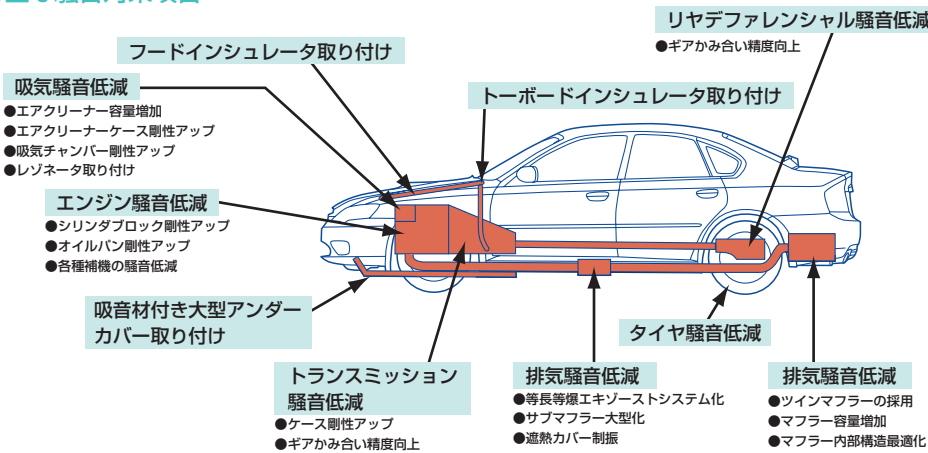
・'03年度より一部車種は新しいテストモードに対応した規制値で算出しました。この新しいテストモードとは10・15モードと11モードそれぞれ個別に設けていた規制値を複合させたコンバインモードです。



# 騒音

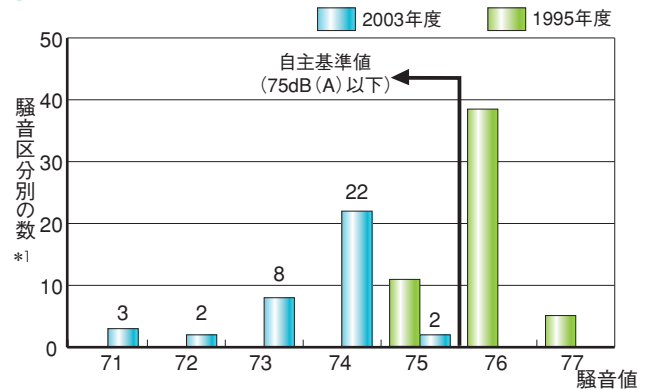
スバルでは、自動車の騒音低減のために、エンジンをはじめトランスミッション・吸排気系・タイヤなどから発生する音の低減に積極的に取り組んでいます。さらにAWD車においては、リヤデファレンシャルから発生する音も低減しています。2003年度は「レガシィ」の新型車において等長等爆エキゾーストシステムやツインマフラーの採用により、さらなる騒音低減を図りました。また、他の車種でも排気系の容量増加や大型アンダーカバーの展開拡大により、積極的な騒音低減を進めています。

## ▶主な騒音対策項目



等長・等爆エキゾーストマニホールド

## ▶加速走行騒音(国内)の分布(乗用車)



\*1 騒音区分別の数：エンジン出力や変速機などの違いにより、(dB(A))同一車種でも騒音区分が異なるため、各区分ごとに分けたもの。

# LCAの取り組み

スバルでは、2002年4月にLCA活用検討会を発足させ、LCAの検討を行ってきました。2003年度は、社内データの構築、部品レベルのLCA事例を通し、開発段階でのLCA活用を試行的に開始しました。LCA活用にあたり、開発段階で部品レベルのLCAを簡易的に行うためにLCA簡易計算ソフトを作成し、LCA的な考え方を開

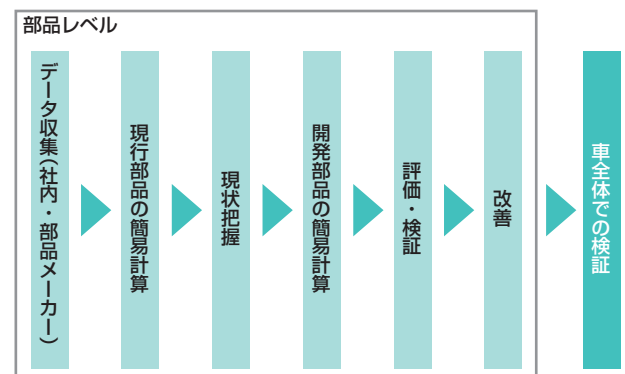
発段階で活かすことに取り組んでいます。

例えば、ボディパネルや内装品といった部品レベルで簡易的に試算し、軽量化に伴う素材変更や使用段階での燃費への影響等をライフサイクルトータルで評価・検証するという考えです。

今後は、社内データの精査・拡充を進めLCAの普及に取り組んでいきます。

## ▶データ入力シート

## ▶開発段階におけるLCA活用の考え方



## クリーンエネルギー自動車

クリーンエネルギー自動車は、温暖化物質(二酸化炭素)や大気汚染物質(一酸化炭素、炭化水素、窒素化合物など)の排出が少なく、ガソリン自動車より環境への影響が小さいという特性を持っていますが、価格や航続距離などの技術的課題があります。スバルでは、ガソリン自動車の走りや利便性などの特性を継承させたクリーンエネルギー自動車の開発を進めています。

### ハイブリッド自動車、燃料電池自動車用二次電池(充電可能な電池)の開発

2002年5月に日本電気(株)(以下 NEC)と自動車用マンガン系リチウムイオン組電池を共同開発するため企画・開発会社として NEC ラミリオンエナジー(株)を設立しました。

新会社は、NEC が開発したラミネート型マンガン系リチウムイオン電池セル技術と富士重工業が持つ自動車用組電池技術を融合させることにより、ハイブリッド自動車や電気自動車、さらには燃料電池自動車用の二次電池に求められている現状よりも大幅に薄型、軽量、高性能、かつ安価な二次電池の開発を目指すとともに、国際的にデファクト・スタンダードとなりうる二次電池の開発を目指します。

### 天然ガス自動車

「レガシィ B4 CNG」は2002年秋から限定的な市場導入を開始しました。地方自治体やガス事業者の方々に向け、2002年度に10台、2003年度初めに2台、実際に運用をしていただき、データ収集や実用評価を行っています。

また、各地低公害車フェア等14ヶ所(社会貢献の項を参照)に出展し実際に見ていただいたり、試乗していただいたりしました。

2003年春投入の新型「レガシィ」をベースにした天然ガス自動車を2004年5月に販売開始しました。



レガシィ B4 2.0CNG(2004年5月発売)

### 「レガシィ B4 CNG」日本一周にチャレンジ

2003年8月に、「レガシィ B4 CNG」を、埼玉県内のガソリンスタンドの団体である埼玉県石油業協同組合様にお貸しし、同組合が企画する天然ガス自動車による日本一周チャレンジ



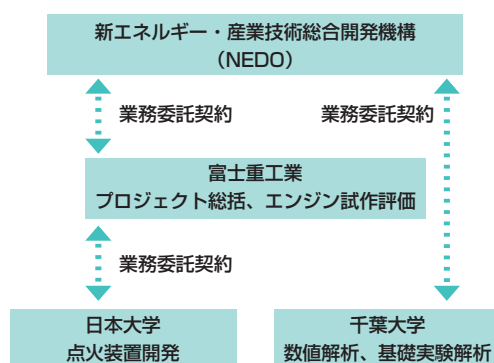
「天然ガス自動車全国横断プロジェクト」(資源エネルギー庁の補助事業である平成15年石油販売業者経営高度化調査・実現化事業の一環)に協力しました。

### 省エネルギー型エンジンの産・学・官共同開発

よりクリーンで省エネルギーな将来型動力源を実現する技術の開発は、単に一企業の商品開発を通じてだけでなく、国家規模での産・学・官の横断的取り組みが必要です。

スバルは、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の実施している「エネルギー利用合理化技術戦略的開発事業」に平成15年より参加しています。NEDOからの委託を受け、千葉大学・日本大学と共同で、ディーゼルエンジンに匹敵する高効率で、かつ、有害排出物質が少ない、新しいガソリンエンジンの基礎研究を行っています。従来難しかった超高圧縮比ガソリンエンジンの開発を、NEDOを通じて、産・学・官共同で行うことで、未来の日本の省エネルギーに貢献していきます。

#### ▶ 研究体制と業務分担



参考 平成22年度燃費基準値（10・15モード）

▶ ガソリン乗用車

等価慣性重量 (kg)		~750	875	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500~
車両重量 (kg)	下限		703	828	1016	1266	1516	1766	2016	2266
	上限	702	827	1015	1265	1515	1765	2015	2265	
平成22年度燃費基準値 (km/ℓ)		21.2	18.8	17.9	16.0	13.0	10.5	8.9	7.8	6.4

▶ ガソリン軽貨物車

等価慣性重量 (kg)		~750		875		1000~	
車両重量 (kg)	下限			703		828	
	上限	702		827			
車両構造 (注)		構造A	構造B	構造A	構造B	—	
平成22年度燃費基準値 (km/ℓ)	AT	18.9	16.2	16.5	15.5	14.9	
	MT	20.2	17.0	18.0	16.7	15.5	

(注) 構造A : ①  $\frac{\text{最大積載量}}{\text{車両総重量}} \leq 0.3$

② FF車もしくはFFベースの4WD車(除トラック)…プレオバン

構造B : 構造A以外の車…サンバーバン、トラック

参考 排出ガス規制値、国土交通省低排出ガス車認定基準

▶ ガソリン・LPG乗用車新短期規制

	10・15モード (g/km)			11モード (g/test)			備考
	CO	HC	NOx	CO	HC	NOx	
平成12年排出ガス規制	0.67	0.08	0.08	19.0	2.20	1.40	
平成12年基準排出ガス25%低減レベル	0.67	0.06	0.06	19.0	1.65	1.05	良-低排出ガス車
平成12年基準排出ガス50%低減レベル	0.67	0.04	0.04	19.0	1.10	0.70	優-低排出ガス車
平成12年基準排出ガス75%低減レベル	0.67	0.02	0.02	19.0	0.55	0.35	超-低排出ガス車

▶ ガソリン・LPG乗用車新長期規制

	コンバインモード (g/km)				備考
	CO	NMHC	NOx	コンバイン内容	
平成17年排出ガス規制	1.15	0.05	0.05	10・15モードと11モード	
平成17年基準排出ガス50%低減レベル	1.15	0.025	0.025	10・15モードと11モード	U-LEV
平成17年基準排出ガス75%低減レベル	1.15	0.013	0.013	10・15モードと11モード	SU-LEV

▶ ガソリン・LPG軽貨物車新短期規制

	10・15モード (g/km)			11モード (g/test)			備考
	CO	HC	NOx	CO	HC	NOx	
平成14年排出ガス規制	3.30	0.13	0.13	38.0	3.50	2.20	
平成12年基準排出ガス25%低減レベル	3.30	0.10	0.10	38.0	2.63	1.65	良-低排出ガス車
平成12年基準排出ガス50%低減レベル	3.30	0.07	0.07	38.0	1.75	1.10	優-低排出ガス車
平成12年基準排出ガス75%低減レベル	3.30	0.03	0.03	38.0	0.88	0.55	超-低排出ガス車

▶ ガソリン・LPG軽貨物車新長期規制

	コンバインモード (g/km)				備考
	CO	NMHC	NOx	コンバイン内容	
平成19年排出ガス規制	4.02	0.05	0.05	10・15モードと11モード	
平成17年基準排出ガス50%低減レベル	4.02	0.025	0.025	10・15モードと11モード	U-LEV
平成17年基準排出ガス75%低減レベル	4.02	0.013	0.013	10・15モードと11モード	SU-LEV