

第 1 章

進化を続ける
自動車技術



極限を目指すエンジン

日本で甦ったアメリカの排ガス規制

日本ではハイブリッド車を始めとするエコカーに人気が集まっているが、この20年間ガソリンエンジンの性能も大幅に向上した。

きっかけは、1978年に施行された排ガス規制だ。この年、アメリカで1970年に成立したマスキー法をベースとした厳しい規制が日本車に課せられたのだ。1960年代、深刻な大気汚染が問題となったアメリカでは、「1976年までに1970年比で自動車から排出される大気汚染の成分を10分の1にする」、というマスキー法が制定された。当時としては、従来の技術では対応できない排出ガスのレベルを求めた革新的な規制であり、新しい技術の開発を前提としていたことから「強制的技術開発型規制」と呼ばれた。しかし、規制の目線の高さとは裏腹に、アメリカの自動車会社は1社もこの規制をクリアする技術を開発することができなかったため、1974年に法案はあえなく廃案となった。その一方で、アメリカで実現できなかった厳しい規制が、日本で日の目を見ることとなったのである。それだけ、当時の日本の排ガス問題が深刻であったということでもある。

アメリカの自動車会社がクリアできなかった規制に対して、日本の自動車会社が取った対策は大きく3つに分けることができる。「排ガスの再循環」、「エンジン電子制御システム（ECU：Engine Control Unit）」、「三元触媒法」である。このうち、排ガス再循環とは、吸気に排ガスを混合することで吸気時の酸素量を低減し、窒素酸化物の発生を抑制する技術である。また、電子制御は、排ガス中の酸素濃度を計測してエンジン内の燃焼が常に最適な状態に維持されるように、排ガスの再循環量、燃料バルブの

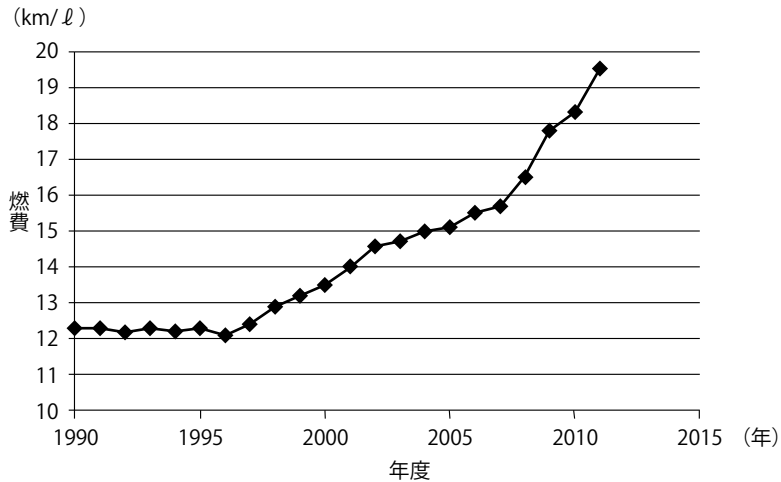
開度や時間などを制御する技術である。そして、三元触媒法とは、炭化水素、一酸化炭素、窒素酸化物をプラチナ、パラジウム、ロジウムを使用した触媒装置により同時に除去する技術だ。いずれも、当初は追加的なコストがかかった上、エンジンの性能の維持にも苦勞することになる。しかし、長い目で見ると、日本の自動車産業がようやく世界レベルに達しようとした時代に、こうした苦勞を負ったことがその後、日本の自動車会社の国際競争力を高めることにつながった。

排ガス規制から高性能エンジンへ

1980年代になると、日本の自動車会社は吸気効率を高めるためにターボチャージャーを採用した。これによって、燃料と空気の混合率が改善されて燃焼効率がアップし、排ガス規制以来築かれた環境性能に高出力が加わった。1980年代半ばにはプラザ合意による円高不況で苦しむが、不況を乗り越えると、厳しい規制をクリアした自動車会社は1980年代後半の好景気を背景に高出力を競うようになった。1989年には日産自動車がフェアレディZを発表し、300馬力の高出力を達成した。この時代をもって、日本の自動車会社のエンジン性能は世界のトップレベルに達したと言っていい。その裏には、環境規制をクリアしようと様々な技術を模索した結果、エンジンの燃焼効率を極限まで高めようとした自動車会社の努力があった。

高出力の時代は1990年代中盤まで続いたが、バブル経済の崩壊を経て、世の中は豪華な高出力車より経済性の高い自動車を求めるようになる。そこに、環境汚染や地球環境問題に対する関心が急速に高まる、という時代背景が重なり、自動車会社は十数年間で培ったエンジンの技術を環境性能を追求する方向に振り向けた。こうして燃費性能を競い合うトレンドが日本市場に根付くことになる。

ここまでの流れを振り返ると、日本の自動車会社は「環境性能の向上」⇒「燃焼効率のアップ」というサイクルを繰り返す中で、直噴方式、リー



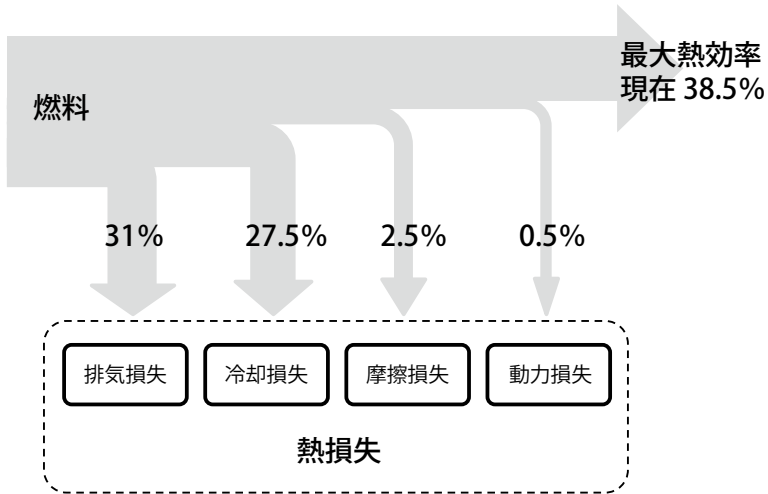
出典：国土交通省データを元に日本総研が作成

図1-1 日本のガソリンエンジンの平均燃費推移

ンバーン、ミラーサイクル、ターボチャージャー、スーパーチャージャー、ダウンサイジングといった革新技術を次々に導入し、エンジンの出力と燃費性能を大幅に向上させたことになる。こうした技術革新を繰り返すことにより、日本車の燃費性能は1990年中盤から現在までに2倍近く改善した（図1-1）。

ガソリンエンジンの熱効率は、現在40%程度に達している。損失の内訳は、排気で約30%、冷却で27%、摩擦、ポンプなどの動力損失で3%程度だ（図1-2）。このうち、摩擦と動力損失については技術的に改善できる余地が少なく、内燃機関であることから冷却による損失を改善することも難しい。したがって、今後期待されるのは、燃料の抜本的な改善と、高圧化と膨張比の改善を積み重ねることで排気損失を低下させることだ。

現在の燃料を使った場合のガソリンエンジンの理想的な熱効率は50%程度とされる。「燃料の燃焼という化学反応をピストンで機構的工作に変える」という内燃機関の基本構造を考えると、理想状態の実現は困難を伴うから、ガソリンエンジンの改善は究極の効率へチャレンジする段階に達



出典：自動車技術Vol.65（2011）を元に日本総研が作成

図1-2 ガソリンエンジンの熱損失の構造

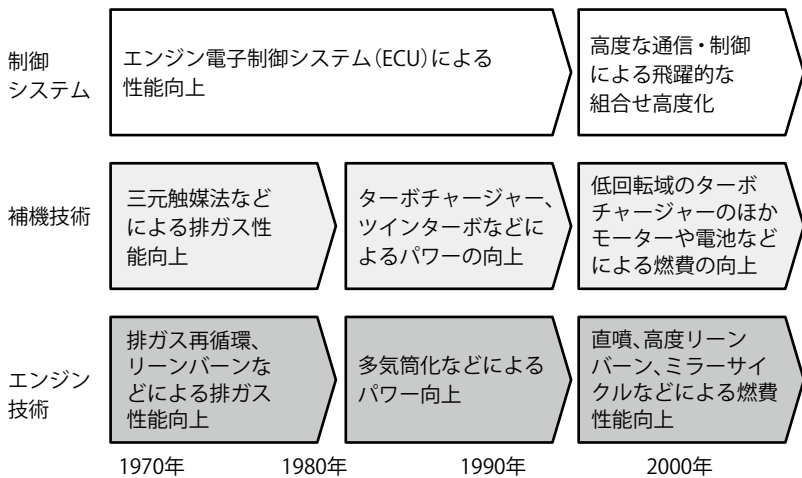


図1-3 ガソリンエンジンの性能向上の推移

しつつある（図1-3）。

市販化されるスーパーカーの性能

エンジン性能の飛躍的な進歩は市販車の性能を大幅に向上させた。

いつの世でも、多かれ少なかれ、スーパーカーは子供たちの憧れである。1970年代のフェラーリ・512BB、ランボルギーニ・カウンタック、ランチャ・ストラトスなど、スーパーカーは子供たちの憧れであると同時に、一部の人間たちしか手の届かない高嶺の花だった。当時、子供たちの間ではスーパーカーがどれだけのパワーと最高速度を持っているかが話題になった。フェラーリ・512BBは360馬力で最高時速302km/h、ランボルギーニ・カウンタックは330馬力で最高速度260km/h、ランチャ・ストラトスは240馬力で最高速度230km/hという高性能を誇っていた。子供たちは300km/hを超える能力を持つスーパーカーの技術仕様を暗記し、どの車種の馬力が大きく、最高速度が大きいかを語り合ったものだ。子供たちが夢中になったのは、当時の日本の市販車と格の違う存在だったからだ。例えば、人気の小型スポーティーカーのカローラクーペの性能は110馬力、最高速度は190km/hに過ぎなかった。

ところが、上述したエンジン性能の改善で、最近の国産市販車の性能は当時とは比べ物にならないほど向上した。例えば、トヨタ・マークXの最高モデルの出力は320馬力、レクサスLS460の出力は380馬力に達する。速度規制のために国内では最高速度が180km/h（輸入車の場合250km/h）に抑えられているが、馬力は1970年代のフェラーリ・512BBを凌ぎ、512BBの後継車であるフェラーリ・テストロッサと同じレベルにある。環境性能と出力の改善を繰り返したことで、日本的高级車の性能は1980年代のスーパーカー並みとなった。公道で最高出力を出せるかどうかは別にしても、排ガス規制以来の30年間で、ガソリン車の性能は2倍以上向上し、子供の頃に夢見たスーパーカーの性能は一般の人にも手の届く存在となったのである。