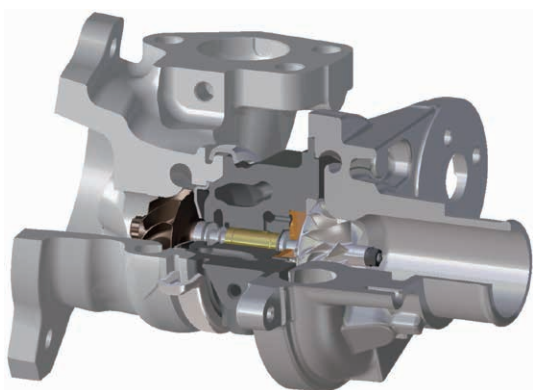


# 小さなエンジンでモリモリ走る

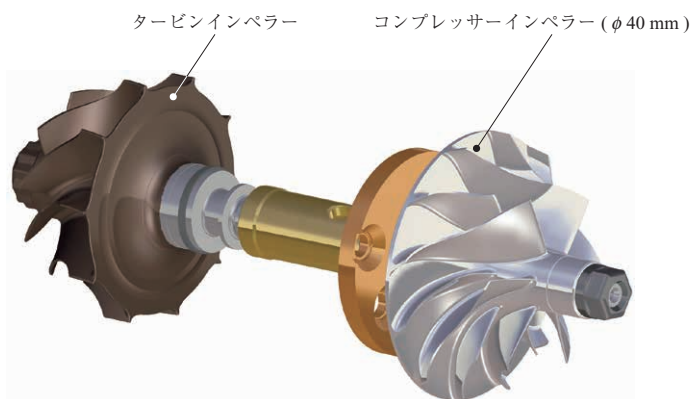
## 国内乗用車のダウンサイジングを加速する RHF3 ターボチャージャー

燃費向上のためにエンジンを小さくして、不足するトルクをターボで補うダウンサイジングエンジンは、ヨーロッパでガソリン車に広く採用されている。

近年、国内でもダウンサイジングエンジンが採用され、IHI の車両用ターボが活躍を始めた。



RHF3 ターボチャージャーカットモデル



RHF3 ターボチャージャー回転体

### ヨーロッパで始まったダウンサイジング

「ダウンサイジングコンセプト」とは、ヨーロッパで提唱された燃費向上を目的としたエンジンの設計思想である。エンジンそのものを小さくすることによって燃費を抑え、不足するトルクを過給機（ターボチャージャー、以下ターボ）によって補うことが基本的な設計である。従来のターボエンジンは高出力だが燃費が悪いというイメージがあるが、低回転での実用トルク向上を目指す点が、新しいダウンサイジングエンジンと従来のターボエンジンとの違いになっている。

ヨーロッパでは 2006 年ごろよりフォルクスワーゲン（ドイツ）がガソリン車のダウンサイジングエンジンを市場に投入し、これを機にダウンサイジングエンジンへの関心が高まり、最近では特に小型車においては自然吸気（ターボなしの従来型）エンジンの方が少数派なほどである。一方、日本ではハイブリッド車の人気が高く、国内市場向けの自動車ではダウンサイジングエンジンへの対応が遅れているのが実情である。

しかし、2012 年にスーパーチャージャーを搭載し

たダウンサイジングエンジンが登場したことを皮切りに、徐々に国内でも採用される車種が増えてきた。IHI ではすでに欧州車向けにダウンサイジング用ターボを開発・販売しているが、このような背景のもと、改めて国内自動車メーカーとともに、ダウンサイジングエンジン向けターボの開発プロジェクトをスタートさせた。具体的には、排気量 1.2 l のエンジンにターボを搭載することで、1.8 l の自然吸気エンジンと同等の出力を得ることを目指した。

### 低回転でも十分なトルクを実現する

ターボは、エンジンの排気を利用して吸気の圧力を高め、高い出力を得る仕組みであり、タービンを回す十分な排気エネルギーが必要になる。そのため、エンジン低回転時には排気エネルギーが小さいため大きなトルクが得られないという課題があった。また、アクセルを踏み込んでからインペラー（羽根車）の回転数が増してターボが働くまで一呼吸掛かるターボラグがあり、ドライバビリティ（運転のしやすさ）が損なわれるという評価もついて回った。

エンジン低回転時であっても十分にターボが機能して、大きなトルクが得られれば、ターボラグを解消することが可能になる。そのためには低回転時でも必要なターボの回転を得られるタービンとコンプレッサーが不可欠になる。これはタービンとコンプレッサーのインペラーサイズ（直径）を小さくすることで解決するが、同時に過給する吸気の最大流量が確保できないという新たな課題が発生する。

IHI は、この課題をタービンの小型化と高速回転化を同時に行うことで解決した。タービンインペラーの形状や空気の流れる流路を工夫することで、従来の同流量のタービンと比較して、形状の見直しを行い、最大回転数を毎分 22 万回転から毎分 27 万回転に増加させた。

### 長年のターボ開発におけるノウハウの蓄積が設計に貢献

ガソリン車向けのダウンサイジングエンジンの開発では、ディーゼルエンジンのターボ技術がベースになっているが、ガソリンエンジン特有の課題に対応する必要もあった。例えば、ガソリンエンジンでは排気温度がディーゼルエンジンの約 800℃ に対して約 950℃ と高温になる。そのため、より耐熱性を考慮した設計が必要になる。また、約 20% の高回転化に対して、従来モデルは NV（音、振動）の課題があったため、新たな対策が必要であった。

前者に対しては、長年にわたるターボ開発で培った解析技術を活用した設計プロセスを適用した。その際、解析を高精度で実施するために、過去のデータベースやノウハウを活用することで、解析と実態の相関を把握することを重視した。さらに今回は、非定常解析を行って温度分布、熱応力分布の過渡領域を評価することで信頼性の向上につなげることが可能となった。

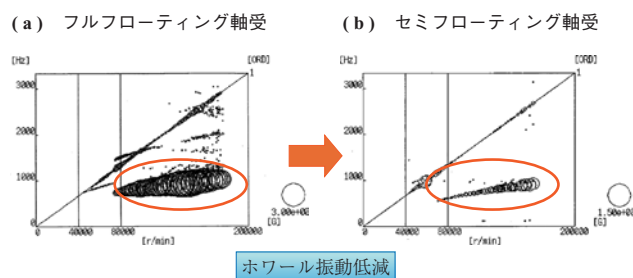
後者については、従来モデルで採用していたフルフローティング軸受をセミフローティング軸受に変更することで、高速回転を可能とした。わずか 2 文字の違いであるが、実際には別機種と言えるほどの大きな構造変更である。

このような工夫により、目標どおり 1.2 l のエンジンで 1.8 l 自然吸気エンジンと同等の出力と、車両の滑らかな動特性を実現したのである。

付け加えると、このプロジェクトを進めるなかで自



フルフローティング軸受（左）とセミフローティング軸受（右）



ホワール振動低減

軸受種類による振動変化の比較

自動車メーカー独自のカルチャーに触れ、従来の IHI とは異なる研究開発プロセスを学んだことも我々の財産となった。

### 運転していて楽しい車に

RHF3 ターボを搭載した車は 2015 年 4 月から国内で販売されている。この車では現在、ハイブリッド、1.8/1.5 l 自然吸気、そして 1.2 l ターボというコンセプトの異なる三種類のパワートレインが用意されている。ターボの開発担当としては、1.2 l ターボ車が「運転していて最も楽しい車」になると期待している。

今回開発した RHF3 ターボは国内向けの製品だが、将来的には中国でも生産する計画である。ターボの開発に当たっては、取り合い形状を含むハウジング設計など、中国のサプライヤーでの生産を考慮した設計が行われている。ヨーロッパに遅れて採用が始まった日本のダウンサイジングエンジンであるが、IHI の RHF3 ターボがアジアを含めたシェアの拡大に大きく貢献していくことが期待されている。

問い合わせ先

株式会社 IHI

車両過給機セクター 技術統括センター 設計部

電話 (045) 759-2656

URL: [www.ihico.jp/](http://www.ihico.jp/)