

# 愛知発明大賞

## 「FCV用エアコンプレッサー」 (特許5353383)

鈴木 文博	株式会社豊田自動織機	コンプレッサ事業部 FCプロジェクト 第112グループ ワーキングリーダー
平野 貴之	株式会社豊田自動織機	コンプレッサ事業部 FCプロジェクト 第111グループ 主担当員
山田 一穂	株式会社豊田自動織機	コンプレッサ事業部 FCプロジェクト プロジェクトリーダー
曾和 真理	株式会社豊田自動織機	技術開発本部 R&D 統括部 企画管理室 企画グループ グループ長
藤井 俊郎	株式会社豊田自動織機	コンプレッサ事業部 技術企画部 主査
奈須田 勉	株式会社豊田自動織機	コンプレッサ事業部 技術企画部 評価室 企画グループ
城丸 勝俊	株式会社豊田自動織機	コンプレッサ事業部

### ① 応募発明等の概要

二酸化炭素排出規制や燃費規制などの観点から、次世代自動車戦略の候補車両としてFCV（燃料電池自動車）が注目されている。FCVとは、水素と酸素を化学反応させて電気を作るFC（燃料電池）スタックを搭載し、作られた電気を動力源にしてモータで走行する車両である。（図1）

酸素を含む空気を吸引・圧縮してFCスタックへ供給する役割を果たすのがエアコンプレッサーであり、FCVの航続距離や加速性能に大きく寄与する重要機能部品となっている。

本発明は、ルーツ式コンプレッサーにて、内部圧縮（筐体内にて容積変化を伴う圧縮）が充分なされる程度までねじれ角を設定できるよう、ローブ数（山歯の数）を4以上としたこと、および、歯先から歯底に至る形状について、円弧～インポリュート曲線～包絡線と順に変化させたことを特徴とするものである。

本発明によって、FCVのアイドリング時から加速時まで、エアコンプレッサーは高効率に空気をFCスタックへ圧縮供給することができ、FCVの航続距離と加速性能の向上に貢献できる。

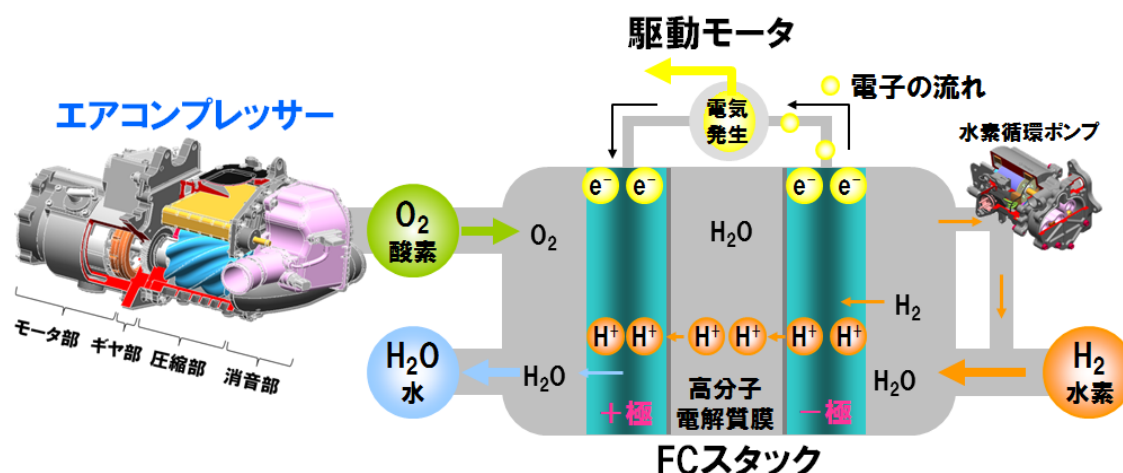


図1 FCシステム概略

## ② 従来発明等の課題と開発ニーズ

(従来発明の課題)

F C Vは、ドライバーのアクセルワークに応じて、発電に必要な酸素を含む空気を、エアコンプレッサーが吸引・圧縮してF Cスタックに送り込むことで、走行する。

エアコンプレッサーの効率を示す際の代表的な運転条件として、低流量かつ低吐出圧である燃費点と、高流量かつ高吐出圧である定格点の2つがある。(図2)

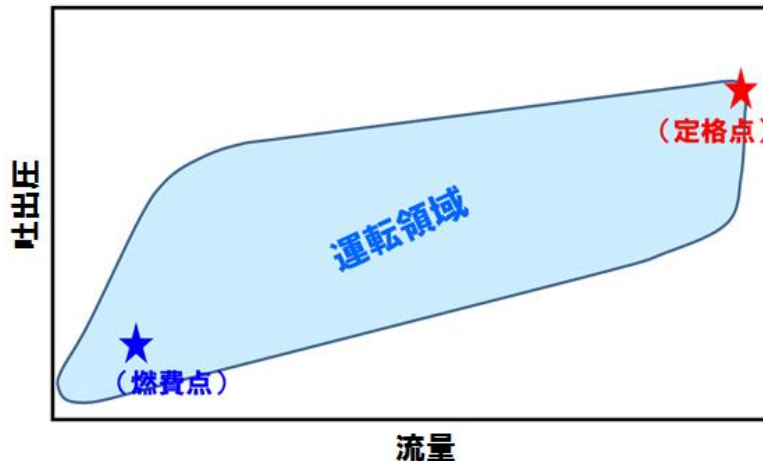


図2 F C V用エアコンプレッサー運転条件 (代表点)

燃費点における効率はF C Vの航続距離に影響を与え、定格点における効率はF C Vの加速性能に影響を与える。

従来発明のF C V用エアコンプレッサーは、スクロール型コンプレッサーであり、スクロール型は、内部圧縮を行うため吐出圧を高めやすいが、低回転(低流量)において必要以上に流体を圧縮するので、燃費点での効率が悪かった。一方で、一般的なルーツ式コンプレッサーは、内部圧縮を行わないため、燃費点での効率はスクロール型より優れるが、高回転(高流量)において吐出圧を高めにくく、定格点での効率が悪くなる。

(開発ニーズ)

F C Vの航続距離と加速性能を向上させるために、低流量から高流量にかけて広い運転領域で高効率に空気を圧縮できるエアコンプレッサーの開発が求められていた。

## ③ 応募発明等の特徴

本発明は、前端面に対して後端面が回転した形状となるよう、ロータにねじれ角を与えたルーツ式コンプレッサーに関するものである。本発明の特徴は、ロータのねじれ角を大きく設定し、歯先から歯底に至る形状を見直すことで、内部圧縮を向上させたことである。

ロータにねじれ角を与えたルーツ式コンプレッサーは、これまでローブ数が2または3であるものが知られている。このような従来のロータ形状では、ねじれ角を大きくすると、ロータ同士の噛み合い箇所とシリンダとの隙間であるバックフローポート(図3)を経由して、吐出ポートと吸入ポートが連通するので、内部圧縮が充分に行われない。

しかし、本発明のロータ形状では、ローブ数を4以上とすることで、上記の問題が解決され、内部圧縮を充分に行う程度までねじれ角を与えることができた。よって、高回転において吐出圧を高めることができ、定格点での効率を一般的なルーツ式よりも向上させ、スクロール型と同等にすることができた。さらに、低回転において、バックフローポート経由で圧縮途中の流体を吐出ポートへ適度に漏らすことで、流体の不要な圧縮を回避し、燃費点での効率を従来のスクロール型よりも向上させ、一般的なルーツ式と同等の効率を維持できるメカニズムを解明した。(図4)

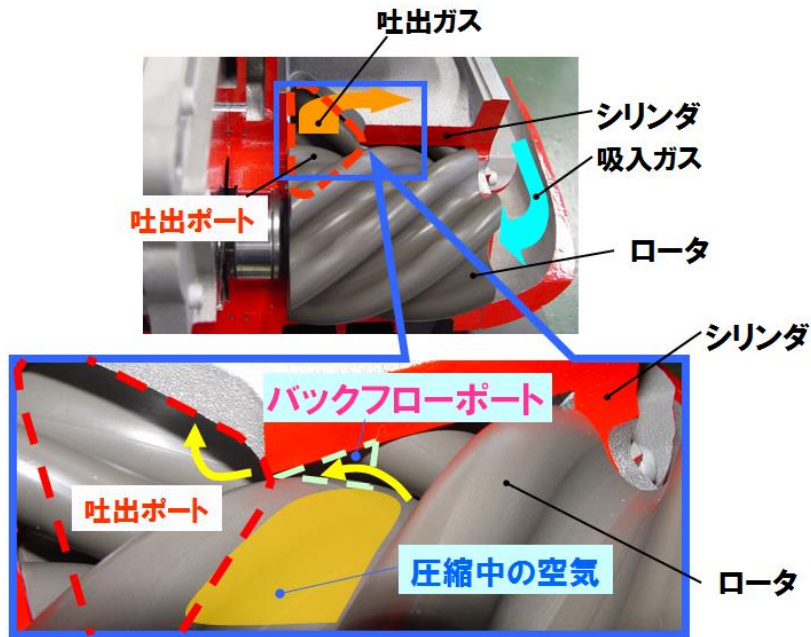


図3 バックフローポート

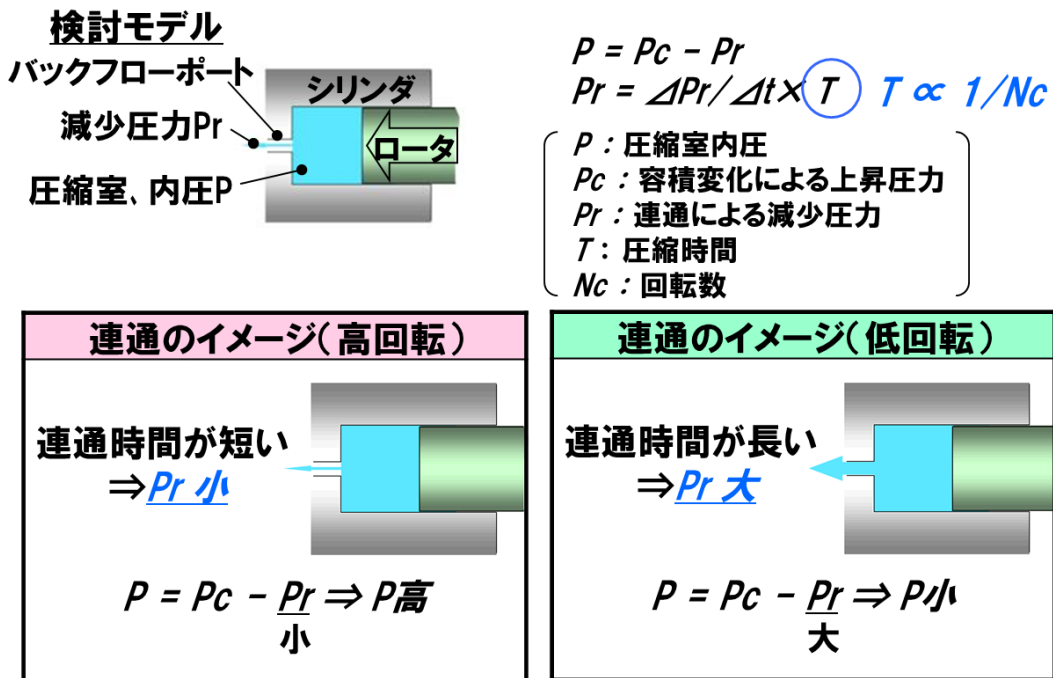


図4 バックフローポートと内部圧縮のメカニズム

特に、車両搭載性やシール長さとの兼ね合いから、FCV用として最適なローブ数を6とし、ねじれ角を $120^\circ$ とした。(図5)

また、歯先から歯底に至る形状について、円弧R1~インボリュート曲線R2~包絡線R3と変化させることで、デッドボリュームを従来よりも小さくし、動力損失を生じ難くした。それとともに、バックフローポートを経由する流体漏れを必要最低限に留め、内部圧縮を高めることができた。(図6)

以上により、燃費点から定格点まで高効率を確保できるFCV用エアコンプレッサーを提供することができた。(図7)

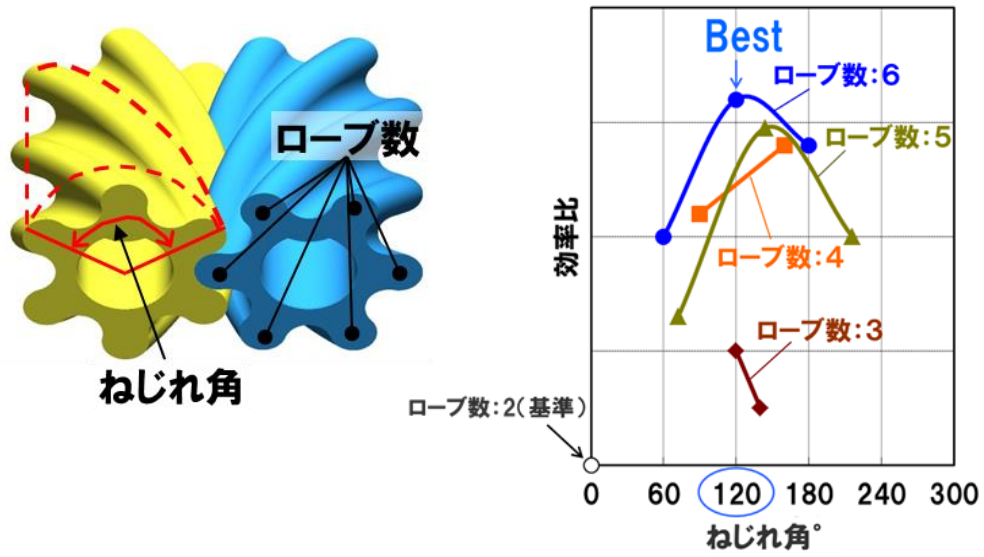


図5 ロープ数、ねじれ角と効率比

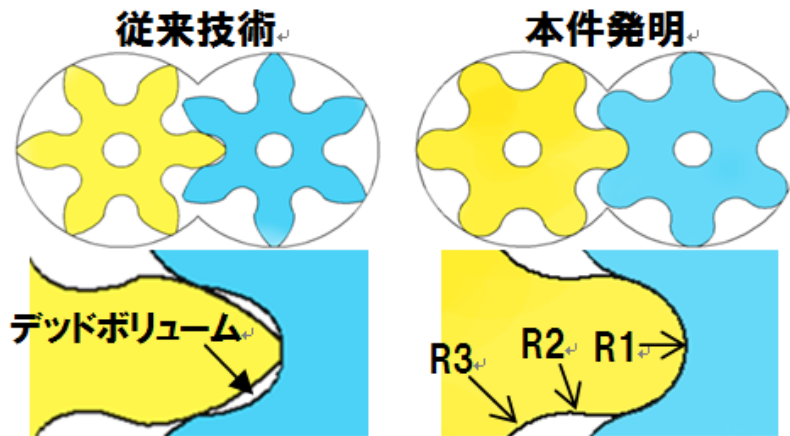


図6 ロータプロフィール

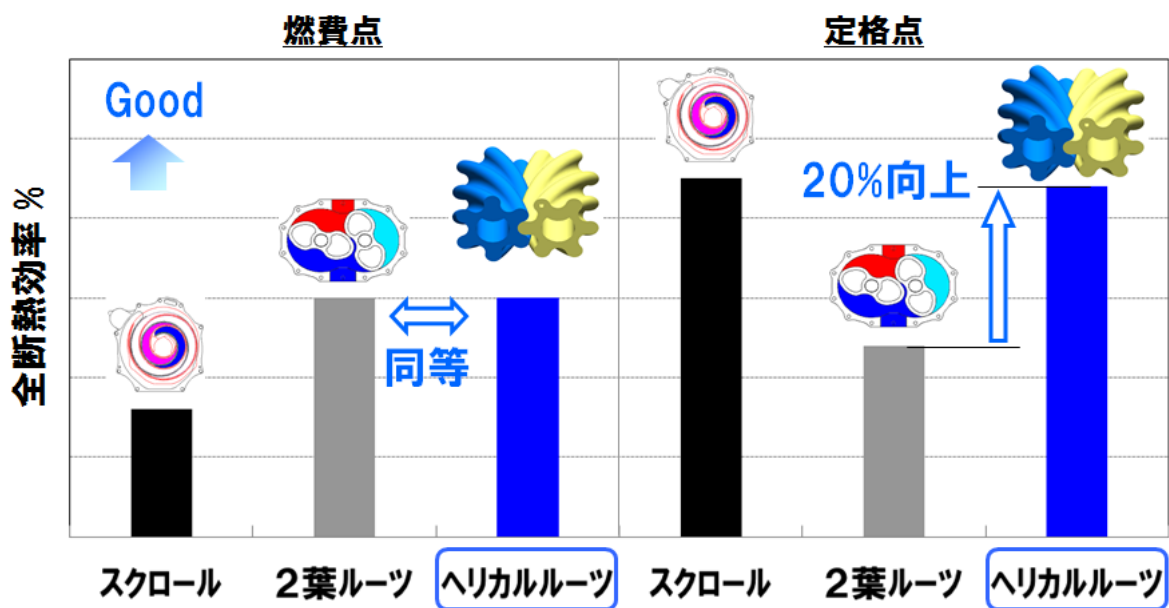


図7 本発明(ヘリカルルーツ)と従来品(スクロール)、一般品(2葉ルーツ)との効率比較