

2018年10月15日
Zメカニズム技研株式会社

空飛ぶ自動車用 新型2重反転動作エンジン

- Zメカニズムエンジンによって実現する空飛ぶ自動車 -

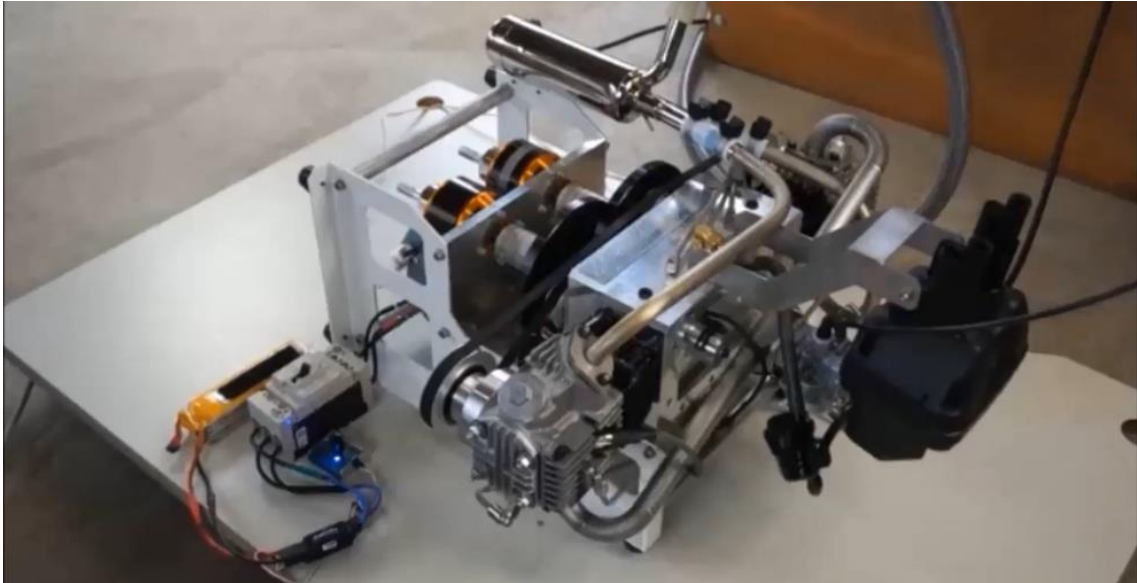


図1 デュアル出力ミラー型 XY 分離クランク機構ガソリンエンジン

Zメカニズム技研株式会社(本社：山形県米沢市、社長：吉澤匠)は、この度、独自特許技術であるデュアル出力ミラー型 XY 分離クランク機構(以下、Zメカニズム)を用いたガソリンエンジンおよびディーゼルエンジンについて米国特許を取得したことを発表します(許可通知・US2018/0030889)。この特許技術は、近い将来、「空飛ぶ自動車」を実現化させる2重反転プロペラ(CRP)に応用が可能です。

1. 技術要約

Zメカニズムエンジンは、高性能2重反転プロペラの「直接接続」が可能です。2本のクランクシャフトが自動的に同期回転し、安定したジェット噴流状の単純直線流れを実現させます。これは、1台のエンジンでも車を飛行させることを可能にします。非常時のエンジン停止時、残りのエンジンで安全に帰還できます。

2. 背景 従来機構の問題点の解決

従来ピストン・クランク機構は、必ずロスベクトルが発生し、サイドスラストロス(力のロス)や摩擦熱、振動を発生します。これに対し、Zメカニズムは、クランクの回転力を X 軸 Y 軸の直交する 2 方向に分離し伝達することにより、ロスベクトルを発生せず往復運動に変える新機構です。これによって、サイドスラストロスを解消しました。

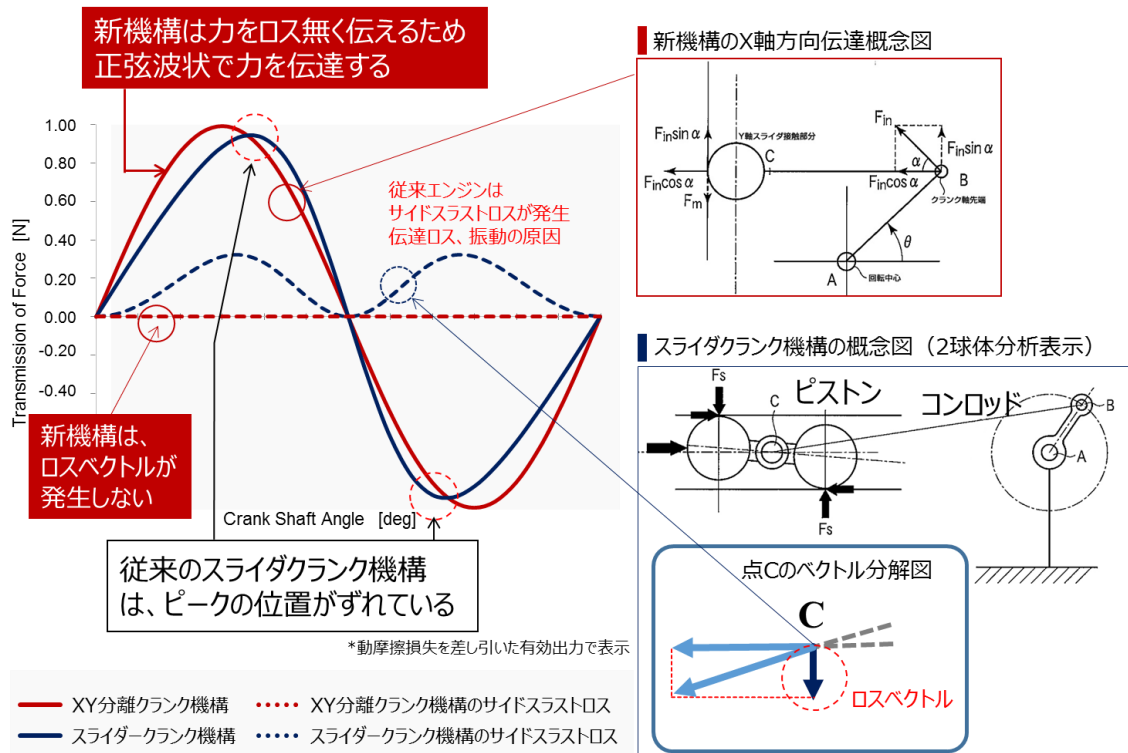


図 2 スライダークランク機構とサイドスラストロス

この機構を鏡合わせに配置すること(ミラー配置)で、二本のクランク軸を相互反転させ同期同出力駆動と極低振動化を実現し、従来エンジンの 1 次振動、2 次振動を 90%以上改善したことを確認しました(図 3)。

これによりピストンを大径化でき、従来エンジンの多気筒による振動の平準化が不要で、それによる2気筒の収斂とそれに伴う小型化が可能となります(図 4)。

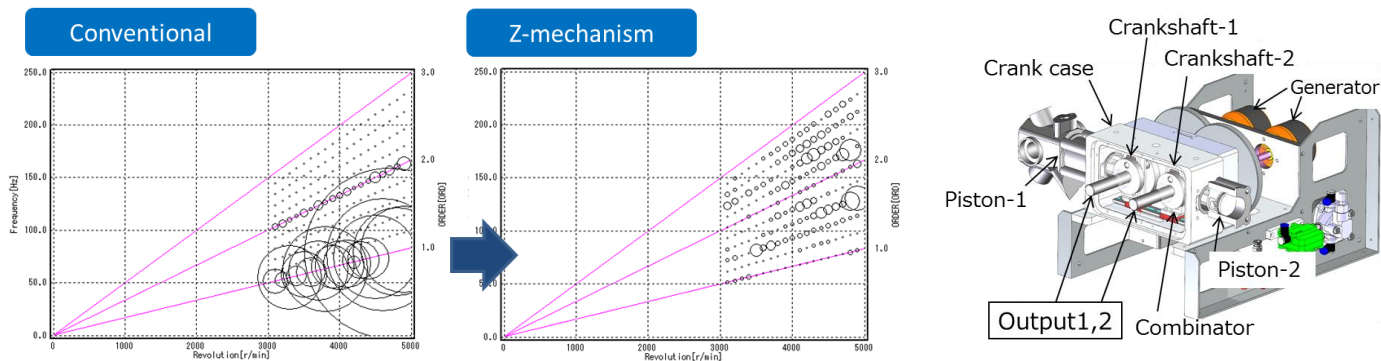


図 3 振動改善確認計測例と Zメカニズムエンジンの内部機構

同一排気量での小型化

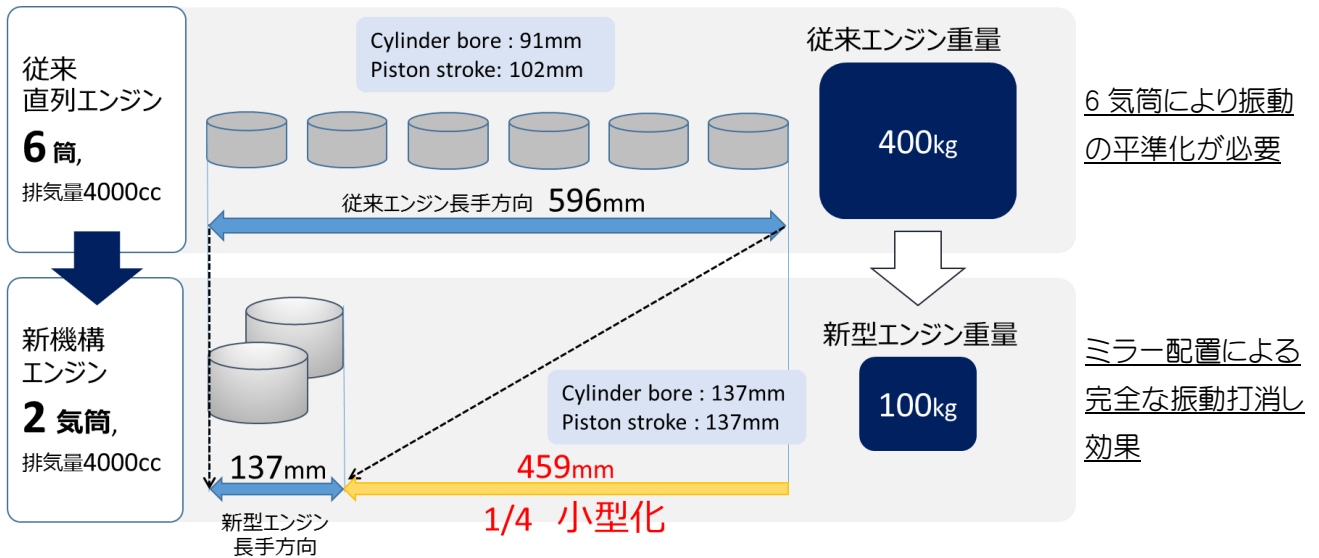


図 4 気筒数の収斂による小型化・軽量化の例

3. 気筒数の収斂による小型化・軽量化

従来エンジンのピストン径を大径化することは、ロスや振動によってこれまで困難で多気筒化による振動の平準化が必要でした。それに対し Z メカニズムはピストンにロスベクトルを発生させないため、ピストンを大径化が可能です。これにより燃焼効率も向上し、図 4 に示すように、多気筒数を 2 気筒に収斂し、エンジン本体を同一排気量で大幅に小型化・軽量化することが出来ます。

- ミラー配置の振動打ち消し効果による静粛化
- 2 気筒収斂化によるエンジン本体の大幅な小型化・軽量化
- ボア径アップによる燃焼効率の改善



同一排気量エンジンの
高性能化
小型化・軽量化

4. 空飛ぶ自動車の問題点

現在開発されている“空飛ぶ車”は、主に 4 つ以上のローターを搭載しています。しかし実用化のためには、負荷重量の軽量化や航続距離の改善など、様々な技術障壁があります。従来のレシプロエンジンではサイドスラストロスによる振動の問題があります。また、モータドローンでは、4 台のモータで 2 つの逆転出力制御をすることが主流です。しかし、1 台でもモータが故障すれば墜落の可能性が高いことが知られています。

効率の良さと角度調整(サイクリックピッチコントロール)が可能な 2 重反転プロペラが最善だと言われています。しかし、2 本のシャフトを逆転回転させるためのギアボックスが、従来型では大きく複雑になり、実用化にはほど遠いのが現状です。

また、空飛ぶ車は、車両の安全性について決しておろそかにすることができません。安全飛行のためには、複数の駆動部による重量問題が開発の足かせとなります。

これらの問題を解決するには、駆動部が「無振動」「軽量」「高性能二重反転プロペラ(CRP)を搭載している」ということが絶対必要条件となります。しかし、それこそが最も難しいことであり、これまでも根本的なソリューションは見つけられていないのが現状です。

5. なぜ「2重反転プロペラ(CRP)」を空飛ぶ自動車に用いるのか

自動車にプロペラを搭載する場合、そのプロペラが回転する際、回転力がプロペラの回転方向に生み出され、車体を回転させようとする力が発生します。この回転を防ぐために、ヘリコプターなどでは常にテイルローターを搭載し、回転力を打ち消しています。また、例えば、ドローンのプロペラは、対角上にある2つが逆回転をすることで、回転力を打ち消しています。

2重反転プロペラ(CRP)であれば、お互いのプロペラが回転力を打ち消し、単純直線流れ噴流を生成することができます。今やこの二重反転プロペラ(CRP)は航空力学の常識となり、実際に船や航空機などで使われています。

2重反転プロペラ(CRP)を組み立てるには、従来から常に遊星ギアを用いたギアボックスが必要とされ、それが2つに分割された回転力を逆転させていました。このギアボックスを含む駆動部は非常に複雑で、大きく重くならざるを得ないため、現在では車への搭載は実現できていません。しかし、ギアボックスを軽量化かつシンプルにできる技術さえあれば、二重反転プロペラ(CRP)が最適であることは明らかです。

6. Zメカニズムエンジンで解決できること

空飛ぶ車の問題点を解決するため、我々は、機械構造の土台となるメカニズムに着目し、Zメカニズムエンジンであれば「無振動」「軽量」「高性能二重反転プロペラ(CRP)を搭載している」駆動部を実現するための革新的ソリューションとなりえることを証明しています。

Zメカニズムエンジンは、ガソリンエンジン・ディーゼルエンジンともに、市販のエンジンのシリンダ、ピストン、燃焼機構はそのまま使用し、駆動部にZメカニズムを組み込んだものです。従来のエンジンでは解消できないサイドスラストロスゼロにした効果を確認し、常用5000r/minタイプのシリンダ燃焼部を使用して、12000r/min以上回ることを確認しました。サイドスラストロスがないため「無振動」となり、メカニズム上部に置いたガラス瓶がエンジン作動中も落ちないことを実証しています。

機械効率としては、Zメカニズム機構を使うことで高圧ポンプの機械効率を75%→99%と向上させた実績があります。同時に、本機構を用いた往復摺動摩擦試験機は5年無故障の実績を持ち耐久性が証明されています。

また、構造上、2本のクランクシャフトによる同期逆転同出力を可能とし、これが、CRPのギアボックスをシンプル軽量化することが出来ます。そうすることで、駆動部の「軽量化」、同時に、二重反転プロペラ(CRP)のギアボックスのエネルギーロスを減少できるため「高性能化」が図れます。

7. 主な特徴と拡張性

7-1 Zメカニズムエンジンの特徴

- サイドスラストロスを解消したことにより、従来エンジンの高速回転領域を大幅に拡張
- 耐久性実験により、従来のクロスヘッド付きスライダクランク機構と比較して20倍以上の耐久性があることを確認
- 2軸デュアル反転出力方式の振動打ち消し効果による極低振動性能
- 2本のクランクシャフトが互いに逆転することで、2重反転プロペラ(CRP)との直接接続が可能
- 1台のエンジンでギアボックスを用いずに左右逆転同期同出力運転が可能

→ 安定したジェット噴流状の単純直線流れを実現。空飛ぶ車に応用すれば、1台のエンジンで飛翔が可能(2台搭載することで、1台にトラブルがあっても問題なく運行でき、より安全なエンジンとなる)。

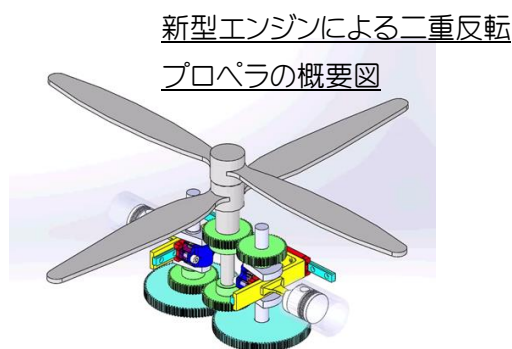
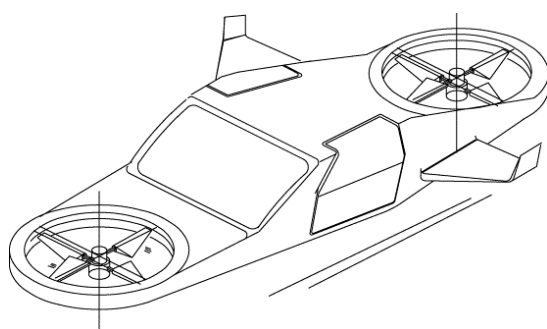


図5 新型エンジンを用いた空飛ぶ自動車イメージ図

7-2 拡張性

① Zメカニズムを4気筒ミラー構成に組み込めば、従来エンジンの400%の過給運転が可能となる。

② 2気筒Zメカニズムは大口径ピストンでのクロスヘッドを必要としないため、同一排気量で2気筒収斂による小型化・軽量化が可能。そのため、モータと比較してパワーウェイトレシオに優れている。

→ 高出力・軽量ボディとなるため、空飛ぶ車や空飛ぶ貨物などの様々な車両が実現可能

→ ジェットエンジン相当となる1トン1万馬力の設計が可能(従来のレシプロエンジンは2000馬力が限界)

→ ドローンに応用すれば、燃料効率が従来のモータードローンに比べて長時間飛行が可能

③ 1クランク4スローのミラー構成とすれば、より高性能で無振動なエンジンとなるため、大型船舶エンジン、水上飛行艇にも応用が可能。

④ Zメカニズムエンジンは内燃機関のため、外燃機関であるジェットエンジンに比較して1/30という驚異的な省エネが実現。また、空気流入量も1/1000のため、大気を汚さない。

⑤ 低速トルクが可能のため、より大きな水上飛行機用エンジンにも応用が可能。

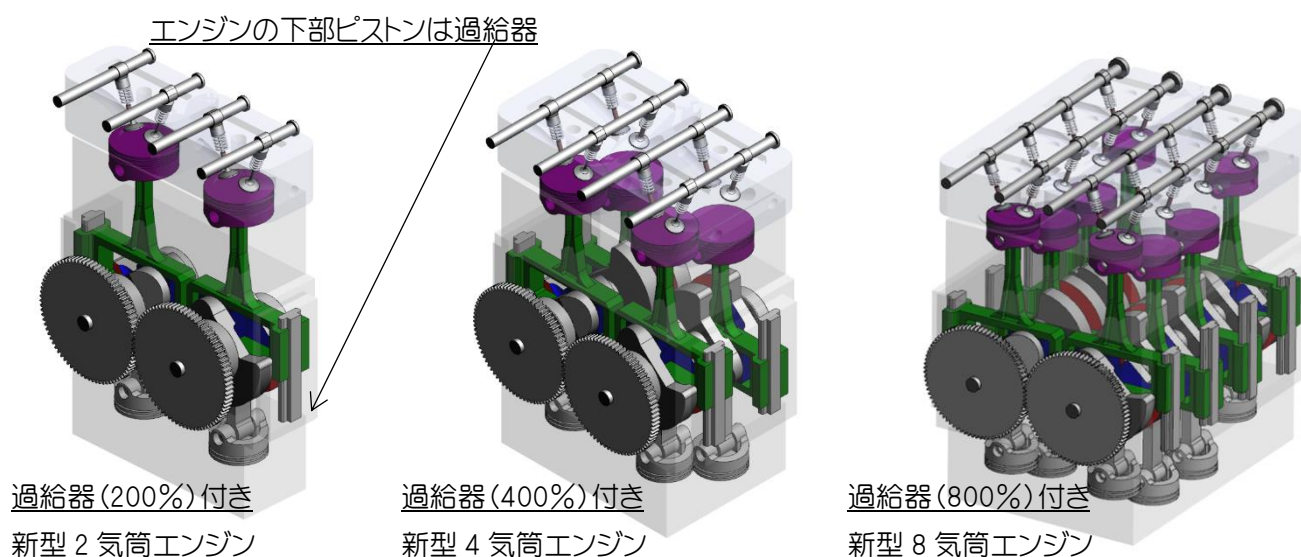


図6 Zメカニズムエンジンの展開イメージ図

8. 特許権とパブリシティ

本資料に関する特許権は日本および海外で特許となっています。

「XY分離クランク機構」に関する主な特許

日本:第 5632962号、第 6052748号 など

海外:US9316249(米国)、US2018/0030889(米国) など

また、Zメカニズムエンジンは、月刊日経 Automotive 誌 2018年2月号(P86~91)および3月号(P78~82)に掲載されました。公益財団法人自動車技術会 2016年秋季学術講演会、および2017年春季学術講演会で発表しています。