

ニュース79号

2008.10 発行

財団法人岡山工学振興会編

高出力と高精度位置決めを両立するリバー式差動回転直動変換機構による高効率負荷装置の開発

岡山大学大学院自然科学研究科（工学系） 准教授 清水 一郎

回転直動変換機構は、回転を動力源とする機械装置類に幅広く用いられている基本的なメカニズムです。身近な例を挙げますと、クランク機構は古くから揚水風車などで使われ、最近ではロボットの足にも利用されています。自動車を買ったときに付いてくるジャッキは、ほとんどがパンタグラフ機構です。他にも、水道栓は広義にみれば直動ねじ機構ですし、ラック&ピニオン機構は自動車のステアリングに用いられているなど、枚挙に遑がありません。なお、クランク機構は13世紀頃、ラック&ピニオン機構でも19世紀頃には既に利用例があり、これらがいかに重要な発明であったかが推察されます。

本研究が主対象としている成形加工分野においても、回転直動機構は古くから加工機械の主要部に使われてきました。しかしながら、成形品への精度要求は近年急速に厳しくなっており、それに伴って成形加工機械にもさらに高い位置決め精度が求められています。その一方、コストや環境負荷低減の観点から機械類の小型化が望まれています。構成部品が小さくても成形される材料の強度は変わらないか、むしろ材料開発により向上する傾向にあり、求められる装置剛性も年々高くなっています。これらの要求に対して、例えばラック&ピニオン機構では回転直動変換効率が低く、移動に伴うモーメント抑制が必要であったり、クランク機構やパンタグラフ機構では回転力と直動変位が比例しないため精密位置決めに向かないなど、従来の回転直動変換機構が必ずしも適しているとは言い難いのが現状であり、高い負荷剛性（高出力）と高精度位置決めを両立する新たな機構が求められています。

このような背景から、高い直線運動出力を発生できるとともに、回転量を比例的に直線運動へ変換することによって精密に位置決めし、かつ複雑な装置を使わ

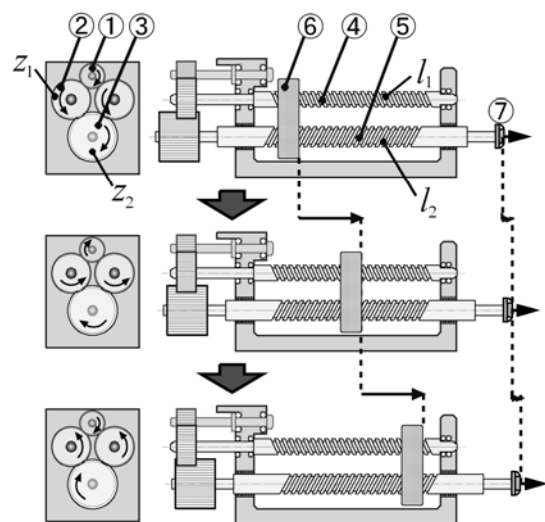


図1 リバー式差動回転直動変換機構の基本構成例

ず安価に構成することが可能な新しい回転直動変換機構「リバース式差動回転直動変換機構（特許：第3887689号）」を開発しました。本発明の最も基本的な動作例を、図1を使って説明します。ここでは簡単のために、回転軸（右ねじ）と回転直動軸（左ねじ）のリードが等しく、ギヤのギヤに対する歯数比が $U (< 1)$ であるとします。回転入力をギヤに与えてギヤが1回転しますと、回転軸も1回転して移動部材を右方向へ1リード分送ります。一方、同時にギヤと回転直動軸も回転しますが、ギヤは U 回転しかしないので、回転直動軸は移動部材に対して逆方向（左方向）へ U リード分戻り、これらの差である $(1-U)$ リード分が出力部の右方向の直動変位量となります。このように、移動部材に対する回転直動軸の相対運動方向を出力方向と逆にすることによって差動を実現している点が本機構の主要な特徴です。ここで回転軸のリードを l_1 、ギヤの歯数を z_1 、回転直動軸のリードを l_2 、ギヤの歯数を z_2 としますと、移動部材に対する回転直動軸の差動減速比 R （移動部材の移動量 / 回転直動軸の移動量）は

$$R = \frac{1}{1 - (z_1 l_2 / z_2 l_1)}$$

で与えられます。この式を満たす l_1 、 l_2 、 z_1 、 z_2 を適宜選択することにより、出力部の直動変位量を所望の値に設定することが可能となります。この機構が持つ利点としては、

- ・ 強度の高い大リードねじで精密な移動量制御が可能（高精度位置決めと高負荷剛性の両立）
- ・ 非可逆性により高荷重時の位置保持が容易
- ・ 回転量に比例して直線移動量を制御可能
- ・ ねじ軸上の移動速度が大きく、局所的損傷や摩擦力変動を防止
- ・ 入手しやすい部品で構成でき、費用低減や長期信頼性の点で有利
- ・ 歯数比とリードの選択により幅広い差動比を設定可能
- ・ 入力軸を出力軸と平行にとればコンパクトに設計可能

などが挙げられます。

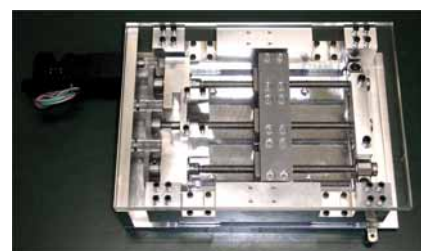
本研究ではこの新しい機構を成形加工機械の負荷装置へ適用し、要求されている高精度位置決めと高負荷剛性の両立を、複雑な部品類を用いることなく安価に実現することを最終目的とするものです。これまでにリバース式差動回転直動変換機構の主なモデルとして、図2に示している3種類を製作して評価を実施し、基本性能を確認しています。今後は実用形態に主眼をおき、負荷装置として性能を最大限に発揮させるために、精度と剛性のバランスを考慮した最適設計および部品選定基準について



(1) モデルA
(基本動作確認用)



(2) モデルB
(基本性能評価用)



(3) モデルC
(位置決め精度評価用)

図2 リバース式差動回転直動変換機構の試作モデル

検討を進めます。同時に、成形機械への負荷装置の組込み形態についても検討を行います。その後、実際の成形加工機械へ実用モデルを組込み、その適合性および優位性を示すことによって、実用化に繋げていきたいと考えています。さらに将来的には、この回転直動変換機構を、産業ロボットの高精度制御や光学・半導体装置におけるテーブル駆動、ブレーキキャリパの高信頼性制御、流体機器や医用機器における流量調整などにも応用できるのでは、と期待しています。

末尾となりましたが、研究助成を頂きました岡山工学振興会関係者の皆様、内山勇三科学技術賞を創設して下さった故内山勇三様をはじめ、内山工業株式会社の皆様に、深く感謝申し上げます。本助成を十分に活用させていただき、社会の役に立つものを創成すべく、そして同時に岡山県の産業へ貢献することができるよう、努力していきたいと思っております。

「平成 20 年度特別研究（内山勇三科学技術賞）受賞者」

1. 学術研究集会学術講演会の助成

平成 20 年度の学術研究集会・学術講演会の助成（第 3 回分）の申請件数は 4 件でした。この分野の選考は、研究助成選考委員会、第 2 選考委員会（委員長 岸本 昭 岡山大学教授）により行われ、下表のとおり決定いたしました。

学術研究集会等への助成（第 3 回助成分）

次の研究集会 4 件について助成を行いました。

研究集会名称	主催団体	世話人
第 15 回日本時間生物学会学術大会	日本時間生物学会	岡山大学 富岡 憲治
日本機械学会中国四国支部・九州支部合同企画岡山講演会	日本機械学会中国四国支部	岡山大学 柳瀬 眞一郎
日本生産管理学会中国・四国支部支部研究会	日本生産管理学会 中国・四国支部	岡山大学 宮崎 茂次
「ビタミンの日」委員会	平成 20 年度「ビタミンの日」講演会 実行委員会	岡山大学 稲垣 賢二

2. 学術研究集会等のお知らせ

名称 **日本機械学会中国四国支部・九州支部合同企画岡山講演会**

主催 日本機械学会中国四国支部

内容 中四国・九州地区の機械工学に関係する研究者が一同に会し、機械工学の諸分野のテーマについて研究発表を行い、情報交換し、参加者の研究レベルの向上を目指す。

日時 平成 20 年 10 月 22 日（水）

場所 岡山大学一般教育等 D 棟

問合せ先 岡山市津島中 3-1-1 〒700-8530 電話 (086) 251-8226

岡山大学大学院自然科学研究科産業創生工学専攻 柳瀬 眞一郎

名称 **日本生産管理学会中国・四国支部 支部研究会**

主催 日本生産管理学会 中国・四国支部

内容 支部研究会「JIT 生産およびサービス業の効率化」として、2 件の講演を実施する。内容

は「ジャストインタイム（JIT）生産システムやサービス業の効率化」精通したコンサルタントの二人を呼び、講演を依頼する。

日 時 平成 20 年 11 月 8 日（土）

場 所 岡山大学大学院自然科学研究科棟第 2 講義室

問合せ先 岡山市津島中 3-1-1 〒700-8530 電話 (086) 251-8223

岡山大学大学院自然科学研究科産業創生工学専攻 宮崎 茂次

名 称 **第 15 回日本時間生物学会学術大会**

主 催 日本時間生物学会

内 容 11 月 8 日には基礎系シンポジウム、薬学系シンポジウム、外国人研究者による招待講演、学術奨励賞受賞者口演、口演とポスターによる一般発表を、11 月 9 日には、臨床系シンポジウム、基礎系ワークショップ、口演とポスターによる一般発表を行う計画である。一般発表は 2 日間で 100 題程度を予定している。

日 時 平成 20 年 11 月 8 日（土）～11 月 9 日（日）

場 所 岡山大学創立五十周年記念館・岡山大学農学部

問合せ先 岡山市津島中 3-1-1 〒700-8530 電話 (086) 251-8498

岡山大学大学院自然科学研究科（理学部） 富岡 憲治

名 称 **「ビタミンの日」委員会**

主 催 平成 20 年度「ビタミンの日」講演会 実行委員会

内 容 「ビタミンの日」の意義を広く国民に周知すると共に、ビタミン・バイオフィクターを中心とする栄養や健康工学に関する国民の知識を啓発し、国民の健康増進に資するため、「ビタミンの日」講演会を実施する。

日 時 平成 20 年 12 月 13 日（土）

場 所 岡山大学創立五十周年記念館

問合せ先 岡山市津島中 1-1-1 〒700-8530 電話 (086) 251-8299

岡山大学大学院自然科学研究科バイオサイエンス専攻 稲垣 賢二

《事務局よりお知らせ》

学術研究集会、学術講演会への助成について

第 4 回（1 月～3 月開催） 11 月 21 日（金）申請締切り

《ほっと交流会》

「岡振サロン」では毎月第 2 金曜日に色々な方に「ほっとな話題」を提供していただき、気軽に意見を交わす「ほっと交流会」を開催しています。お気軽にご参加下さい。

平成 20 年 10 月 10 日（金）18:00～ 講師 岡山大学教授 山本 秀樹

話題提供 「ふたつの目でみる」

概要 実体顕微鏡下における対象物への微細操作の自動化に関する事例を紹介する。

場所：岡山大学新技術研究センター 1F、参加費（軽食付）：賛助会員：800円、非会員：1,000円