

## 論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第8条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

フリガナ 氏名 (姓、名)	オカ ヨシミチ 岡 義倫		授与番号 甲 1587 号
学位の種類	博士 (工学)	授与年月日	2022 年 3 月 31 日
学位授与の要件	本学学位規程第 18 条第 1 項該当者 [学位規則第 4 条第 1 項]		
博士論文の題名	車軸と体軸の差動を利用した V 字車輪型配管検査ロボットの開発		
審査委員	(主査) 馬 書根 (立命館大学工学部教授)	下ノ村 和弘 (立命館大学工学部教授)	
	徳田 功 (立命館大学工学部教授)		
論文内容の要旨	<p>本研究では、1つの入力から複数の出力を取り出すことが可能な劣駆動機構に着目し、推進機能と旋回機能のためのアクチュエータを共通化した配管内移動ロボットを開発した。ロボットに必要なアクチュエータ数を削減し、少ないリンク数でロボットを構成することで、配管半径方向への小型化だけでなく配管軸方向への小型化も可能となり、屈曲部が連続した配管の走破性を向上させた。</p> <p>本論文は6章で構成されている。第1章では、問題を提起し、研究課題と本論文の構成を述べた。第2章では、開発したロボットの構造とその差動駆動の原理を説明した。一對のマイタギアにおける出力ギアの自転と公転動作を使った単純な差動駆動原理を基にして、半球状の車輪を車軸とし、リンク軸の軸周りの回転をも可能とした劣駆動関節機構を提案した。さらに、この半球車輪を前後に配置した2リンクV字構造のロボットについて説明した。第3章では劣駆動関節を有効に利用するための制御手法を述べた。ロボットに搭載された二つモータの回転速度差を使用した本制御方法により、ロール関節の回転制御を実現した。第4章では、ワンウェイクラッチによる機械的な拘束を導入し、モータの回転方向の切り替えだけで車輪とロール関節の回転を切り替える方法を提案した。これを用いて劣駆動関節の動力分配の調整に必要な動作を機構的に解決した新たなV字車輪型配管移動ロボットについて説明した。第5章では試作したロボットの配管内走行実験を行い、提案した機構と制御方法の有効性を検証した。本研究で開発したV字型のロボットは従来の連結車輪型ロボットと比べ、曲管に対する旋回性能及び面外曲げ配管での走行性能が向上した一方で、T字管での走行性能は下がることが明らかとなった。第6章では、本研究で得られた結論を述べるとともに今後の研究課題を挙げた。</p>		

<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">論文審査の結果の要旨</p>	<p>配管設備の老朽化に伴い、管内の異常箇所を特定するための方法として狭い配管内を移動することのできる配管内検査ロボットが注目されている。そのために開発された連結車輪型ロボットはアクチュエータを配管軸方向に直列に配置する構造により配管半径方向への小型化ができたものの、ロボットの体幹は長くなりがちである。そこで、本研究では、1つの入力から複数の出力を取り出す劣駆動機構に着目し、推進機能と旋回機能に必要なアクチュエータを共通化した配管内移動ロボットを開発した。本論文の貢献は以下の通りである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 一対のマイタギアにおける出力ギアの自転と公転動作を使った単純な差動駆動原理を利用し、半球状の車輪とリンク軸の軸周りに回転する劣駆動関節機構を導入した。半球車輪を前後に配置した2リンクV字構造のロボットでは、移動に必要なアクチュエータ数を削減し、少ないリンク数でロボットを構成できたことで、配管半径方向への小型化だけでなく配管軸方向への小型化をも可能にした。</li> <li>● ロボットに搭載された二つのアクチュエータの回転速度を制御し、車輪の回転による前後移動及びロール関節の回転によるロボットの姿勢変化を実現した。</li> <li>● ワンウェイクラッチの機械的な拘束を利用し、アクチュエータの回転方向の切り替えのみで車輪の回転とロール関節の回転を切り替える構造を提案した。</li> <li>● ロボットの配管半径方向と軸方向の小型化が可能であるため、面外曲げ配管も走破でき、曲管走行時に曲管形状に馴染むような走行が可能となった。</li> </ul> <p>以上の通り、公聴会での口頭試問結果および論文審査を踏まえ、審査委員会は本論文が本研究科の博士学位論文審査基準を満たしており、博士学位を授与するに相応しい水準に達しているという判断で一致した。</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">試験または学力確認の結果の要旨</p>	<p>本論文の公聴会は、2022年1月24日（月）13時00分～14時05分、ビデオ会議システム(Zoom)を用いたWeb公聴会において行われた。公聴会では、学位申請者による論文要旨の説明の後、審査委員は学位申請者に対する口頭試問を行った。各審査委員および公聴会参加者より、管内環境が既知な場合の最適設計、不定環境におけるロボットの制御、既存ロボットとのエネルギー消費の比較などの質問がなされたが、いずれの質問に対しても学位申請者の回答は適切なものであった。審査委員会は、論文内容および公聴会での質疑応答を通して、学位申請者が十分な学識を有し、博士学位に相応しい学力を有していることを確認した。</p> <p>以上の諸点を総合し、審査委員会は、学位申請者に対し、本学学位規程第18条第1項に基づいて、「博士（工学 立命館大学）」の学位を授与することが適当であると判断する。</p>