

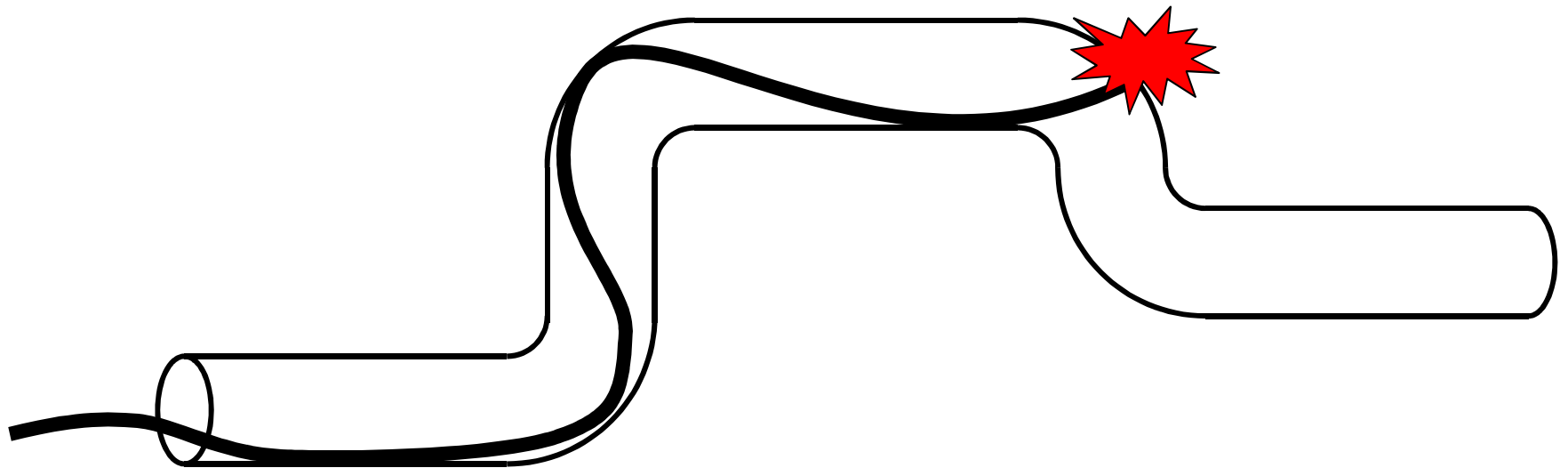
チューブをより合わせるだけで できる管内推進装置

東京工業大学 工学院 機械系

准教授 高山 俊男

従来技術とその問題点

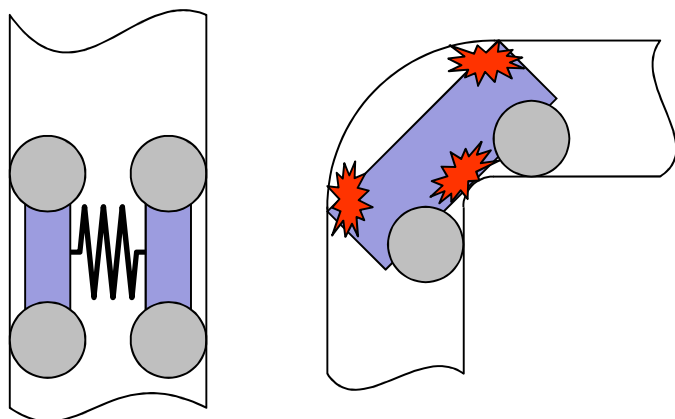
配管はあらゆる場所に使われており、その検査は重要である。特に外部からの検査だけでは不十分な場合、内部からの検査が必要である。しかし、通常の内視鏡では複雑に曲がった深部を見ることできない。



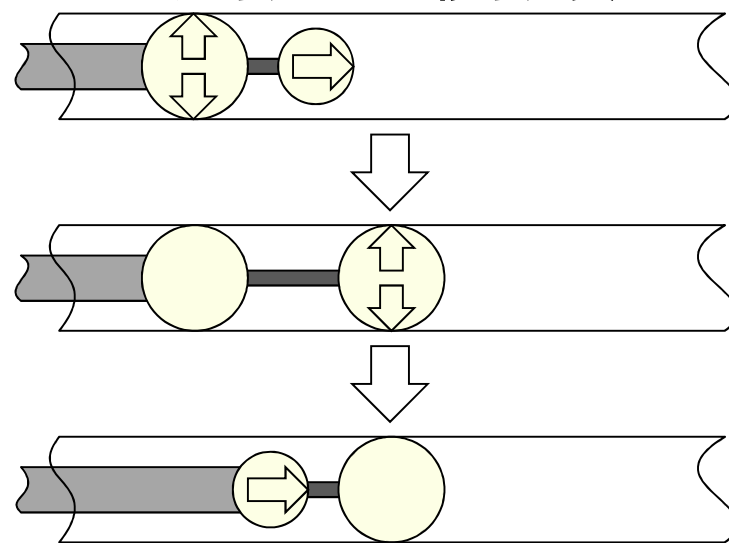
従来技術とその問題点

車輪を用いたり、ミミズのような動作を行う管内移動ロボットがあるが、複雑な構造で高価である。また、後方に電線を引いていく為、曲がり角に弱いという問題もある。

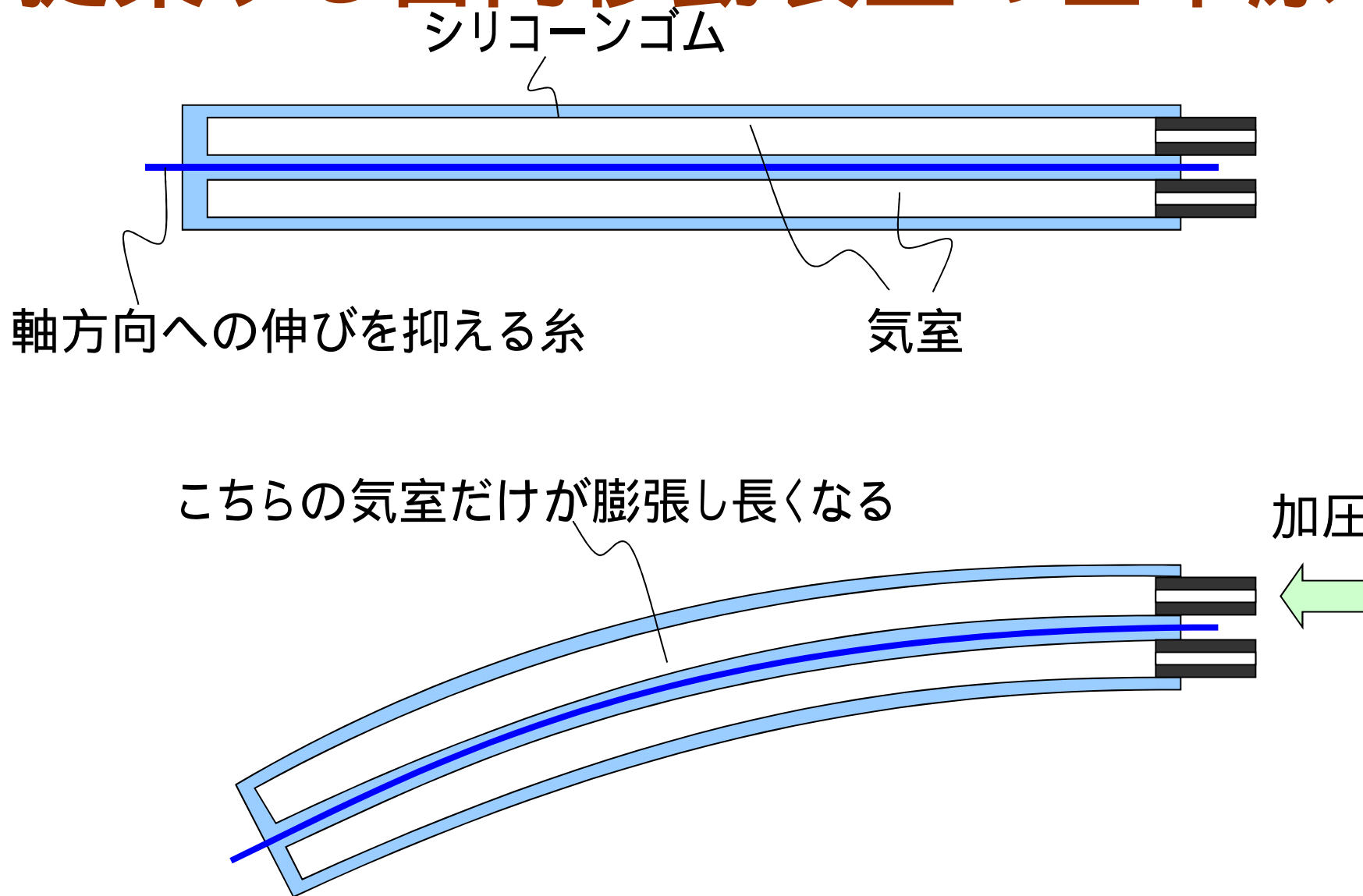
車輪型の移動装置



ミミズ運動型の移動装置

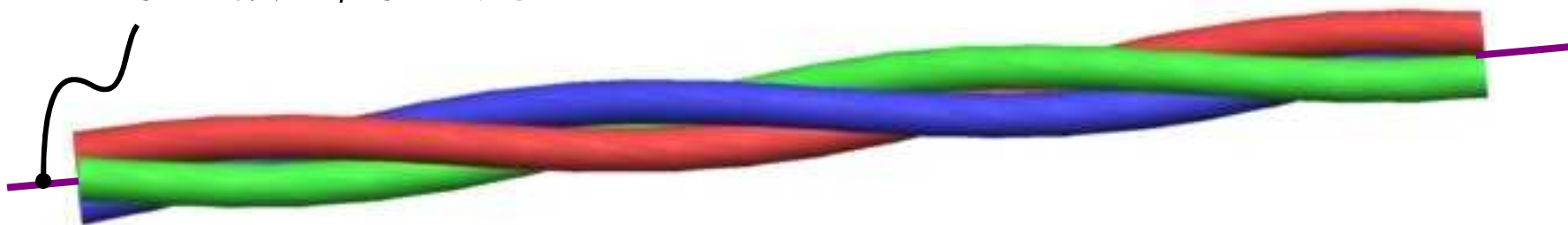


提案する管内移動装置の基本原理

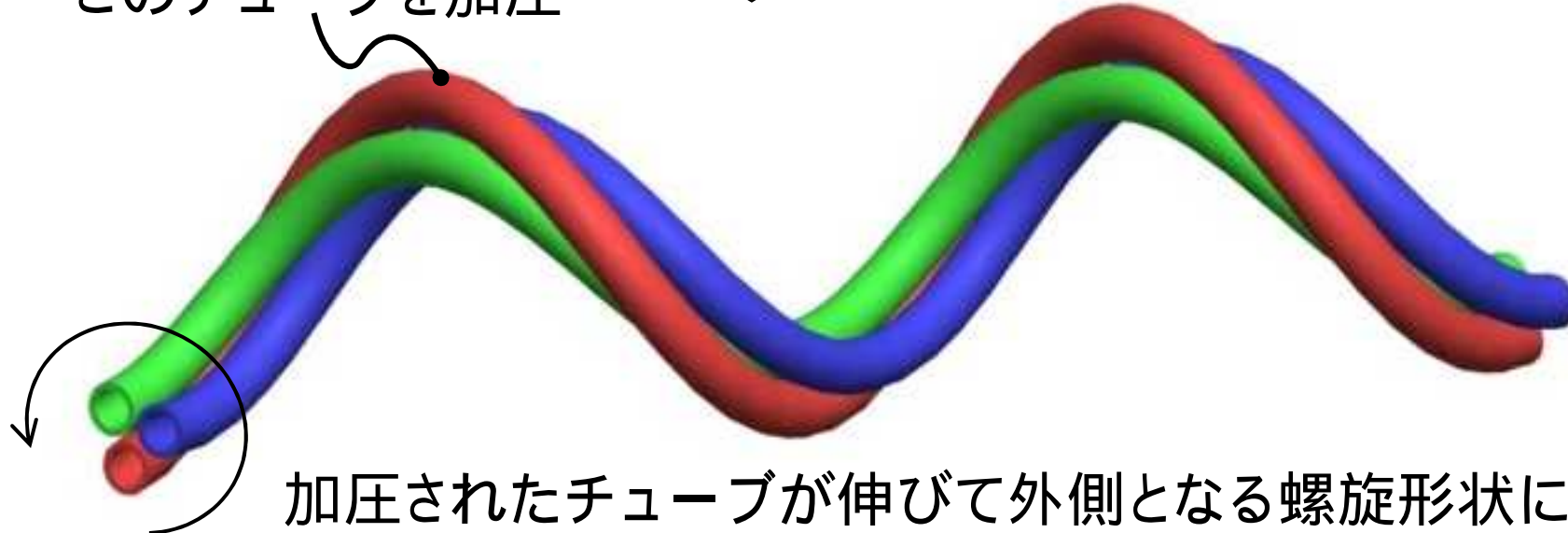
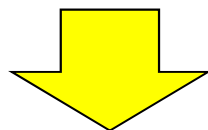


3本のチューブを螺旋状に束ねた場合

中心に糸を張り、糸の周りにチューブを巻きつける

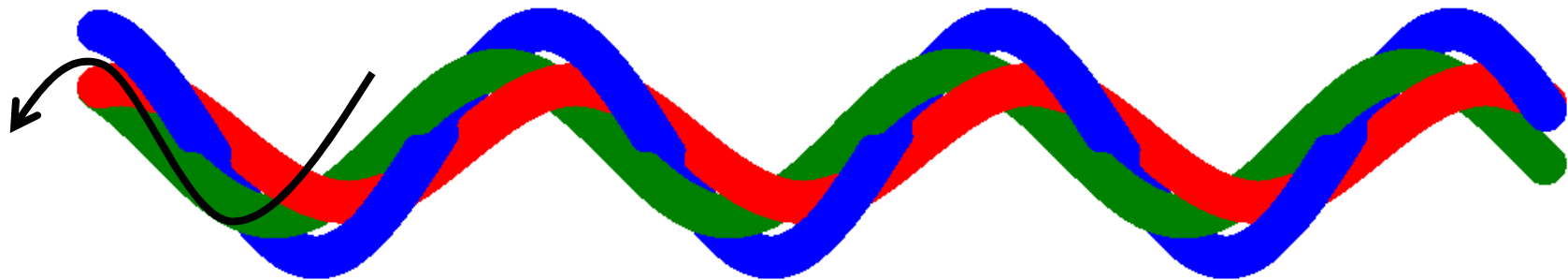
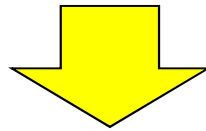


このチューブを加圧



加圧されたチューブが伸びて外側となる螺旋形状に変形する
3本を順に加圧することで転がり運動となり管内を移動する

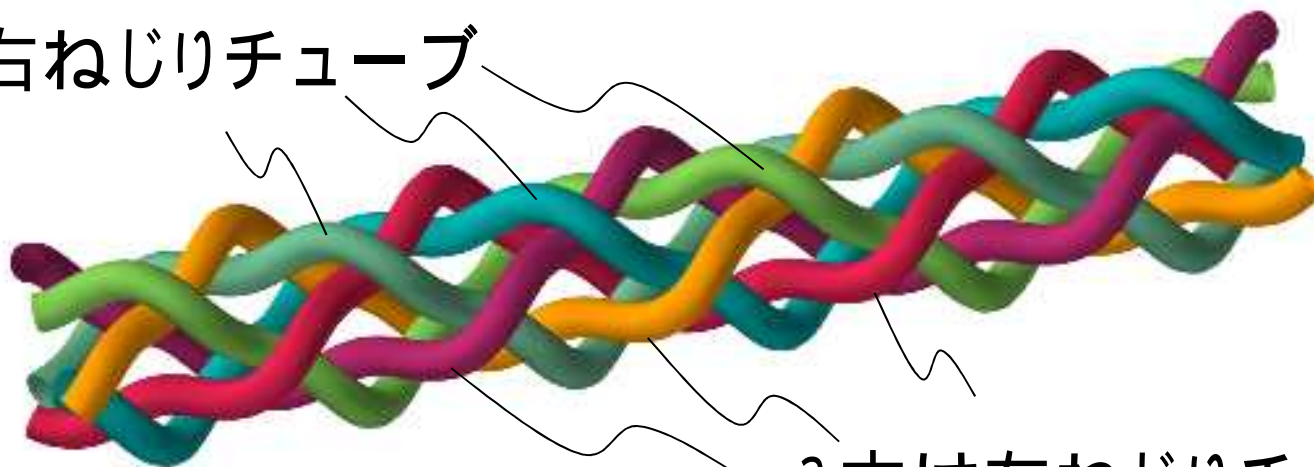
チューブを三つ編みにした場合



加圧されて伸びたチューブが外側に出っ張る波型に変形し
順に加圧することで波を発生させて管内を移動

6本編チューブの場合

3本は右ねじりチューブ



3本は左ねじりチューブ

右ねじりチューブの
推進と回転方向

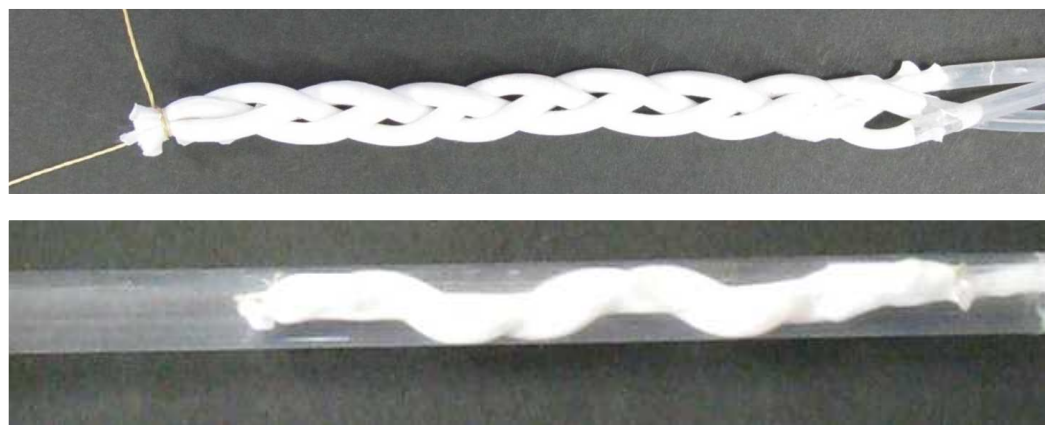
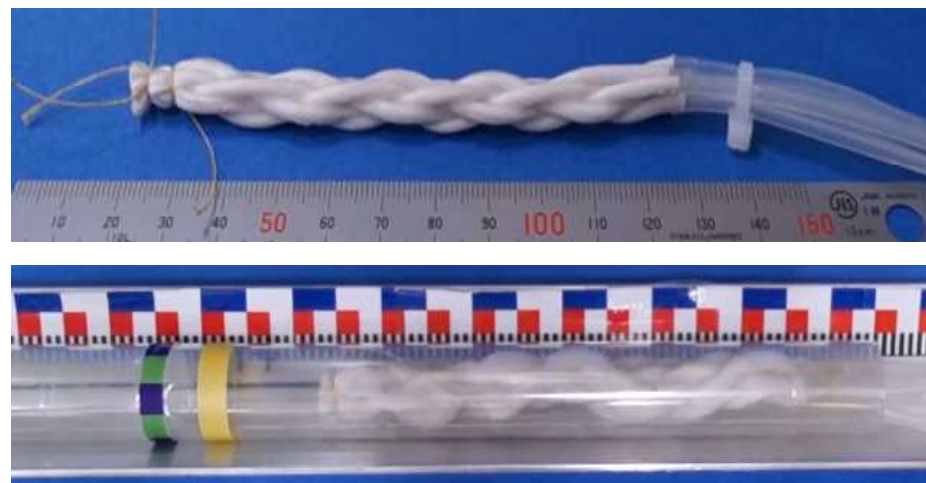
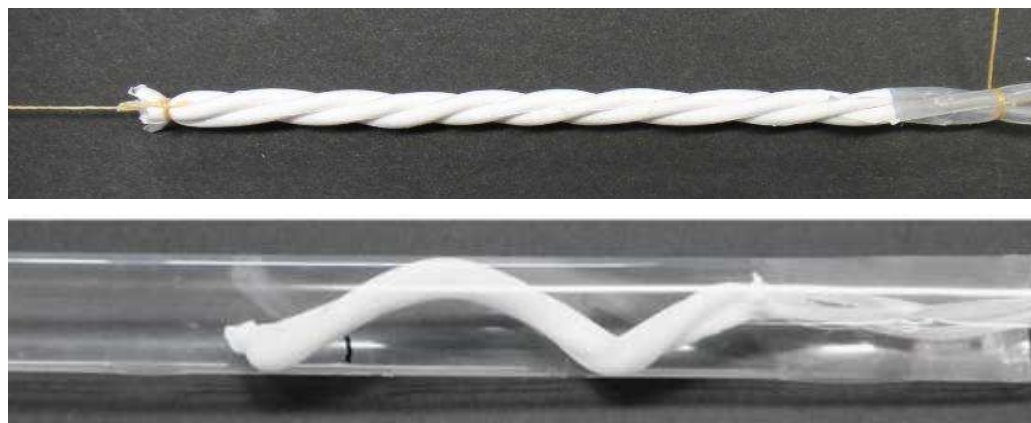


左ねじりチューブの
推進と回転方向



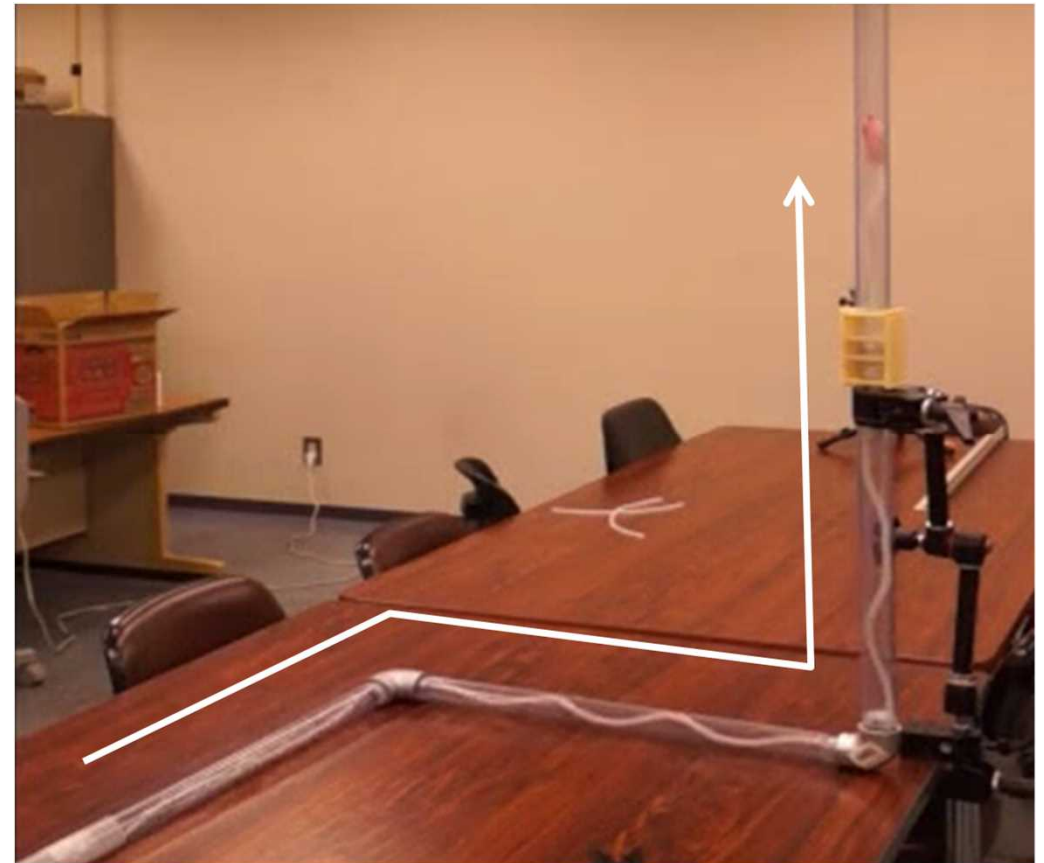
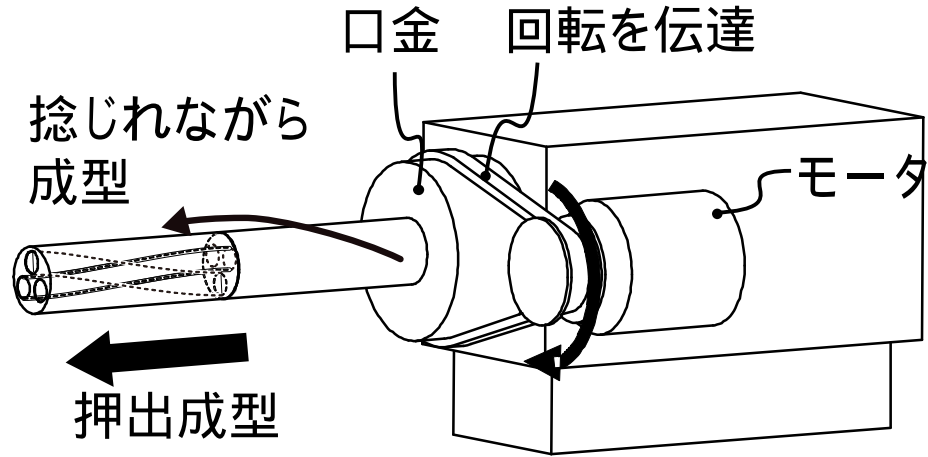
組み合わせで推進と回転を独立に制御

試作装置による動作



柔軟に伸縮できるゴムチューブが無い
ため、シリコンチューブを自作し、
これを編んで試作。金型で作るため
チューブが短い
が動作を確認。

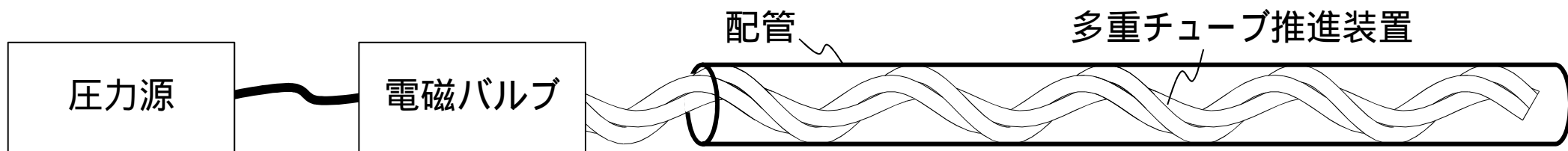
螺旋型の量産方法



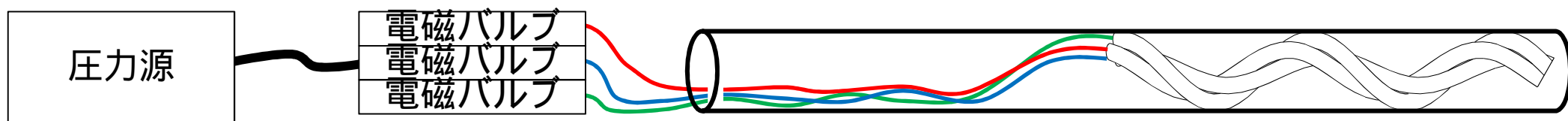
25Aの水道管で動作を確認

装置が長くなりすぎた場合の問題点

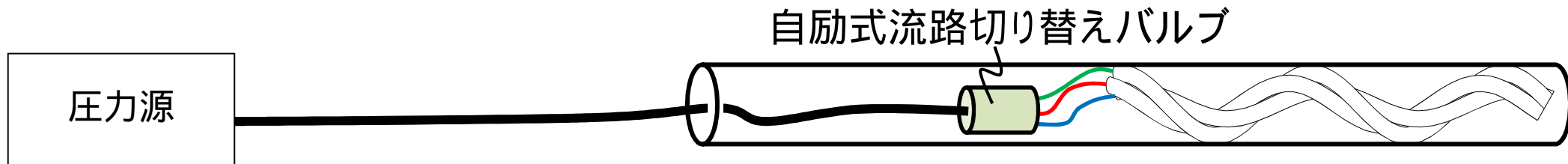
装置が長くなると注入する空気量が増えて動作が遅くなる



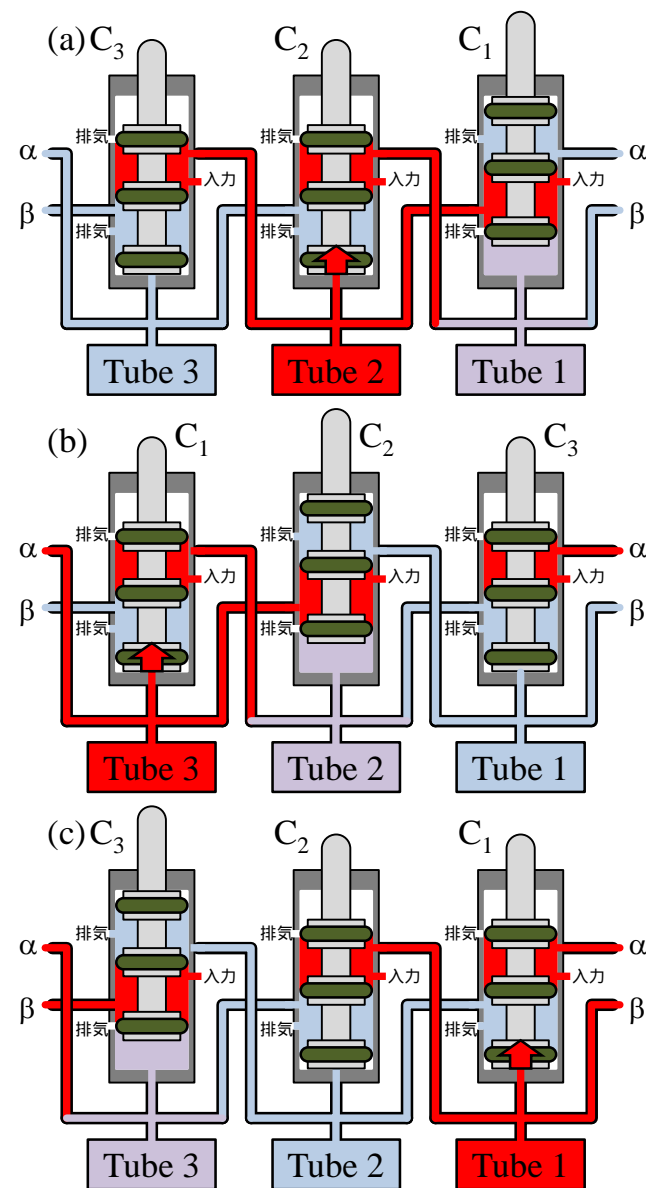
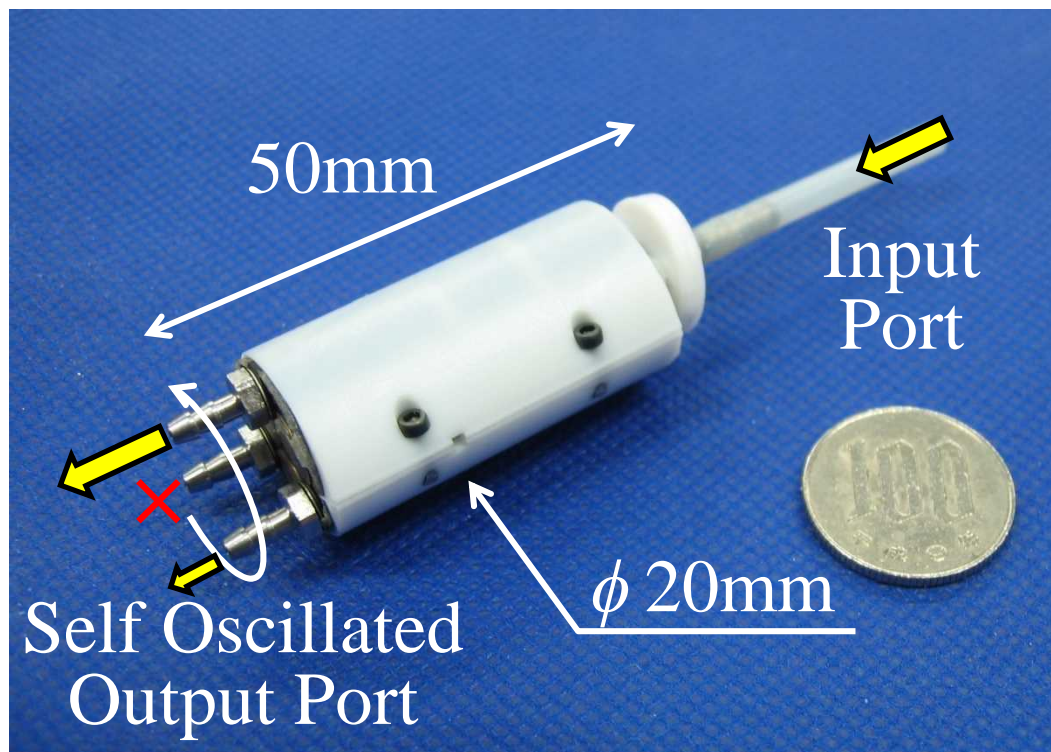
部分的に駆動したとしても、圧力波が到達するのに時間がかかる



一定圧力で自動的に切り替えできるバルブを使えばよい



自励式流路切り替えバルブ



新技術の特徴・従来技術との比較

- 圧力で軸方向に伸縮可能な柔軟なゴムチューブを複数撚り合わせ、順番に加圧するだけで管内を移動可能な推進装置を開発。
- 3本螺旋型は押出加工で大量生産可能。
- 6本編チューブ型は推進と回転を独立に制御可能。
- 電気をしない自励式のバルブで駆動可能。

想定される用途

- 安価に大量生産可能であることから、汚染パイプ等で使い捨て利用が可能。
- 螺旋捻転動作は、先端部にブラシなどを取り付ければ、管内清掃等にも利用可能。
- チューブを固定すれば、相対的に管が動くため、非磁性のアクチュエータとしても利用できる可能性がある。
- 自励バルブはその他の空圧駆動装置にも利用可能。

実用化に向けた課題

- 押出加工で利用可能な材質が、今のところ比較的硬いため、より柔軟な材質が求められる。
- 押出加工で同時に内部に電線を通すことは技術的に可能であるが、未実装である。
- 膨張による伸縮を軸方向にのみ制限したいが、そのための加工の自動化ができていない。
- 6本編チューブ等より複雑な編み方をする装置に関しては、まだハンドメイドである。

企業への期待

- より良い材料の期待。押出加工をシリコーンゴム等でできれば、性能を向上できる。
- 特殊断面形状のチューブの押出加工技術を持つ、企業との共同研究を希望。
- また、配管検査装置、配管清掃装置を開発中の企業には、本技術の導入が有効と思われる。

本技術に関する知的財産権(1)

- 発明の名称：管内推進装置および
管内推進装置を備えた内視鏡
- 出願番号：特願2011-257613、特願2012-046638、
特願2015-100188
- 出願人：東京工業大学
- 発明者：高山俊男、小俣透、堀智幸、竹島啓純

本技術に関する知的財産権(2)

- 発明の名称： 自励式流路切替装置及び
これをを用いた多重チューブ推進装置
- 出願番号： 特願2016-107059
- 出願人： 東京工業大学
- 発明者： 高山俊男、角悠介

お問い合わせ先

東京工業大学 産学連携推進本部

産学連携コーディネーター 三谷 明男

TEL 03 - 5734 - 7634

FAX 03 - 5734 - 7694

e-mail mitani@sangaku.titech.ac.jp