

## 自己評価報告書

平成 23 年 5 月 9 日現在

機関番号：32407

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008 年度～2012 年度

課題番号：20500397

研究課題名（和文）血管内移動を目的にした自走カテーテルの研究

研究課題名（英文）Study on Self-propelled Catheter Aimed at Moving in Blood Vessels

研究代表者

中里 裕一（NAKAZATO YUICHI）

日本工業大学・工学部・教授

研究者番号：90265372

研究分野：ロボット工学

科研費の分科・細目：人間医工学・医用生体工学・生体材料学

キーワード：能動カテーテル、水圧、蠕動運動、機構開発、血管内移動

## 1. 研究計画の概要

生理食塩水を作動流体に用い、膨張・収縮を繰り返す蠕動運動によって内径数 mm の血管内の移動が可能で、微小移動機構の研究を行う。特に多数の体節を持った自走式のカテーテルとすることで、医療分野とくにカテーテルによる術式の自動化・高速化を目指す。このため、最終的には動物実験を含む、生体での動作駆動試験に繋がる多くの知見を得る事を目的とする。具体的には将来的に血管内を走行可能な移動機構の研究・開発を行なうにあたり、以下の 9 点を具体的な研究内容とする。

- (1) 2 体節の管内移動機構の実験的な知見の集積
  - (2) 曲管や垂直移動が可能で、微小化に適した移動機構の検討
  - (3) 多数の体節をもつ血管内走行移動機構の開発
  - (4) 走行方向の反転動作
  - (5) 管内壁に凹凸などの障害物がある場合でも進行できる機構の検討
  - (6) 管内移動機構の更なる小型化(毛細血管の細部まで進める機構などの検討)
  - (7) 管内移動機構の耐久性試験装置の開発・耐久試験の実施
  - (8) 正確に動作させる水圧駆動装置の開発
  - (9) 分岐路で任意の方向へ進むことのできる機構の検討
  - (10) 動物実験のための各種調査および準備・用具開発
- 等を順次行ってゆく。

## 2. 研究の進捗状況

- (1) 2 体節の管内移動機構の実験的な知見の集積・・・基本設計を平成 20 年度に完了し、

- 実機の作製およびいくつかの予備実験に成功した。平成 21 年度以降は、定量的な実験を行うための装置作製、そのための駆動部材（生ゴム）などの大量確保などを行い、現在多くの知見を得るにいたっている。
- (2) 曲管や垂直移動が可能で、微小化に適した移動機構の検討・・・曲管や垂直移動など、管内移動機構において今後検討しなければならない様々な移動環境における機構の検討をおこない、いくつかの提案を示した。さまざまな環境における移動の可能性を示し、平成 20 年度にその機構の提案を、平成 21 年度に定量的な実験を開始し、平成 22 年度には一定の知見を得るにいたった。
  - (3) 多数の体節をもつ血管内走行移動機構の開発・・・実験等を密に行い慎重に研究を進めた。特にピストン状の水圧発生源の単純な往復運動によって多数の体節を蠕動運動させる移動機構の開発に関しては、試験機を開発しその動作を確認した。平成 20 年度は調査と並行して実験機の施策を行い完成させた。平成 21 年度には各節の圧力伝達の様子など詳細な実験を行い、定量的な知見を得た。平成 22 年度では水圧発生源の単純な往復運動によって多数の体節を蠕動運動させる移動機構の理論形成を行った。
  - (4) 走行方向の反転動作・・・平成 20 年度までに方向転換のための機構に関して、いくつかの提案を示し、その動作状況の実験的な確認を行った。平成 21 年度より本格的な実験を開始し、動作状況の定性的な解析と合わせて、定量的な確認を行った。平成 22 年度からは摩擦特性だけでなく、粘性などを考慮した物理特性を踏まえた定量的

な実験に移行しつつあり、理論構築のための詳細なデータの蓄積を行っている。

- (5)管内壁に凹凸などの障害物がある場合でも進行できる機構の検討・・・項目(1)から(4)の研究遂行と共に、凹凸などに対応する機構開発の必要が生じ、予備的な実験を行い、多くの知見を得るに至っている。
- (6)管内移動機構の更なる小型化(毛細血管の細部まで進める機構などの検討)・・・申請時以降の調査により、毛細血管への移動に対するニーズがほとんどない事が判明し、研究項目から除外することとした。
- (7)から(9)の各項目に関しては、現在検討中であり特に進捗していない(申請時計画に明記)。
- (10)動物実験のための各種調査および準備・用具開発・・・各種調査および準備を行い、東京農工大学・遠山茂樹教授と連携し、人間の血管を精巧に再現した血管シミュレータを利用した実験準備に当たっている。

### 3. 現在までの達成度

おおむね順調に進展している。

(理由)

平成20年度から平成22年度において達成予定である項目(1)から(6)に関して、(1)から(5)に関しては、当初計画もしくは計画以上に進展し、多くの知見を得るに至っている。これらの知見は雑誌論文( )、および学会等で発表し、日本機械学会機素潤滑設計部門講演会においては招待講演( )を受ける程の関心が寄せられている。

(6)に関しては2章で述べた通り、研究項目から外し、他の項目へエフォートを集中させることとした。また、(10)に関しては平成24年度の研究課題であるが、多くの困難が予想されるため、前倒しにて研究の緒についている。

### 4. 今後の研究の推進方策

項目(7)以降に関して、中心的に研究エフォートを傾ける。同時に既に多くの知見を集め、一定の成果を得ている(2)から(4)などの項目に関しても、引き続き研究を継続する。特に動作速度に関しては高速化が行えていない問題が残っている。高速化を行うため、さらなる機構の開発・研究を行ってゆく必要が有ると思われる。項目(7)以降に関しては、実用化に向けた研究内容になるため、信頼性の向上(7)(8)、医療応用に向けた検討((10))などが課題になる。機械工学分野だけでなく、不二テックス株式会社メディカル事業部・関口一浩氏、東京農工大学・遠山茂樹教授などに協力を仰ぎ、化学・医療分野や工学分野の融合・連携などを通して、研究を遂行・推進する。

### 5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計1件)

Y. NAKAZATO, Y. SONOBE, S. TOYAMA, Development of an In-pipe Micro Mobile Robot using Peristalsis Motion, Journal of Mechanical Science and Technology, Vol. 24, 2010, pp.51-54, 査読有

[学会発表](計9件)

大音師 真澄、中里 裕一、遠山 茂樹、加藤 優太、野澤 拓哉、能動力テータルの力学的基礎研究、精密工学会秋季大会学術講演会、2010年9月27日、名古屋大学工学部(愛知県)

加藤 優太、中里 裕一、血管内の移動を目的とした管内走行マイクロロボットの研究・開発 血管径のレンジ差に対応した移動機構の開発、生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会、2010年9月19日、大阪大学豊中キャンパス基礎工学部棟(大阪府)

中里裕一、福祉医療関連ロボットとマイクロメカニズム、日本機械学会平成22年度機素潤滑設計部門講演会、2010年5月26日、ホテル華鳳(新潟県)

Y. NAKAZATO, Y. SONOBE, S. TOYAMA, DEVELOPMENT OF IN-PIPE MICRO MOBILE ROBOT USING PERISTALSIS MOTION DRIVEN BY HYDRAULIC PRESSURE, IFTOMM MAMM (Workshop on Microactuators and Micromechanisms)2010, 2010年5月27日、RWTH Aachen University(ドイツ連邦共和国)

Y. NAKAZATO, Y. SONOBE, S. TOYAMA, Development of an In-pipe Micro Mobile Robot using Peristalsis Motion, Proc. of The 3rd International Conference on Manufacturing, Machine Design and Tribology, 2009年6月26日、Ramada Plaza Jeju Hotel, 濟州島(韓国)

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

[その他]

ホームページ

<http://leo.nit.ac.jp/~nakazato/page011.html>