



磁石を用いた人工括約筋の開発

研究背景と目的

加齢や事故などにより尿道を閉めている括約筋の機能が衰えて、尿失禁してしまう方々が日本で300万人とも400万人とも言われている。重度の場合にはポンプ式の人工括約筋を体の中に入れる手術を行うが、電池の交換や機械的故障で毎年交換しなければならず、患者さんへの負担が大きい。そこで、本研究室では、磁石を使うことにより、電池を使用せず、半永久的に使える人工括約筋の開発を進めてきた。

実験方法

磁石で駆動する人工括約筋は図1のように尿道に巻きつける部分とそこに通した紐を引っ張ったり、緩めたりする回転磁石部分に分けられる。尿道に巻きつける部分は3層になっており、隙間が空いた中間層には溝が掘られており、その中を紐が通っている。その上にカバー層がある。隙間は最下層だけであり、紐が引っ張られることによりこの薄い部分に変形して連結し、尿道を周囲から圧迫する。紐を引っ張るには対面に配置した磁石の吸引力による回転力を使う。緩めるには体外から外部磁石を近づけて内部磁石を回転させる。

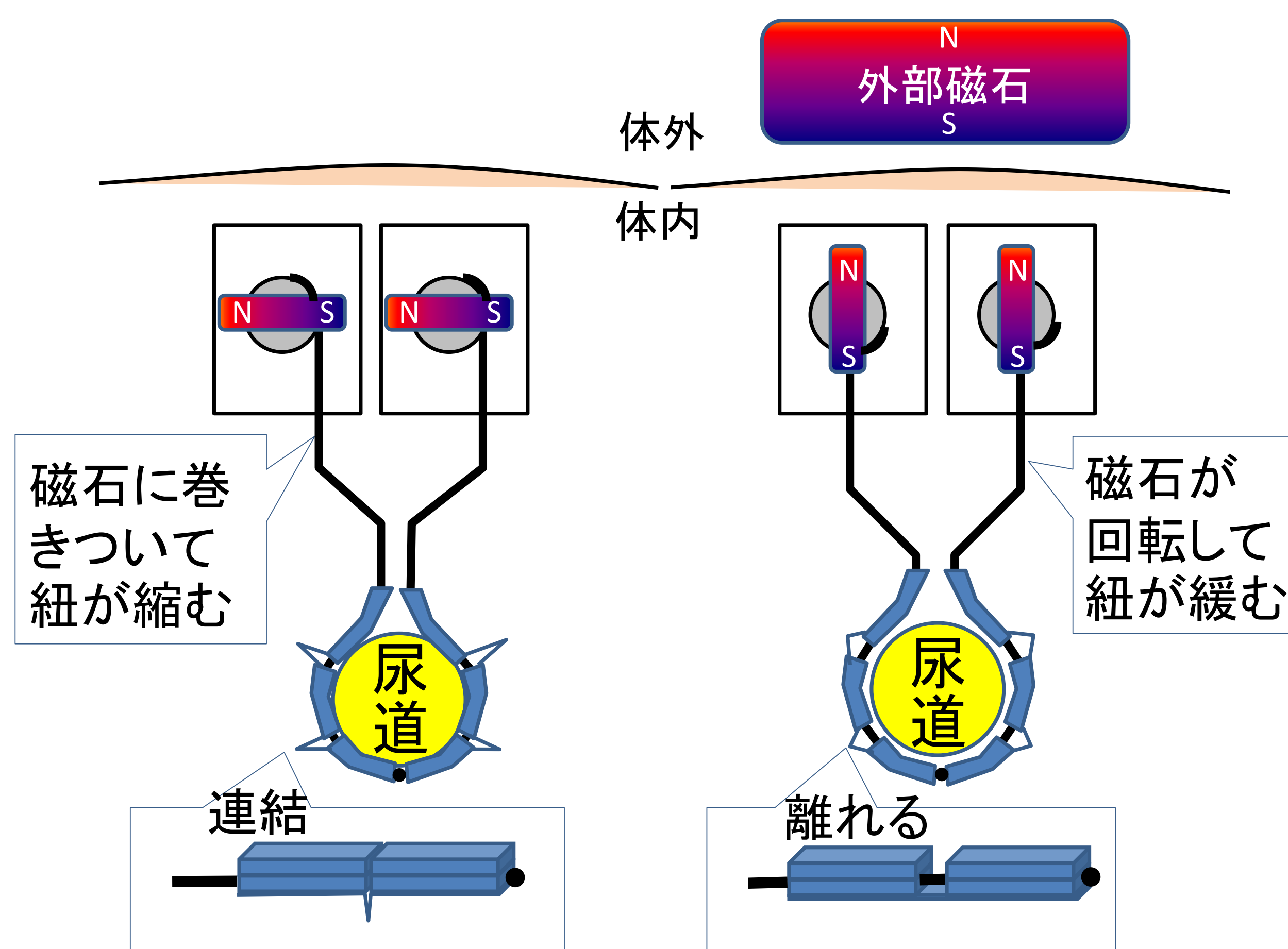


図1 連結シート型人工括約筋

結果と考察

連結シート型回転磁石人工括約筋を作製し、外部磁石により所望の動作ができることを確認した。実用化を想定し、尿道圧迫状態から緩和状態への移行で尿道からの圧力がどの位低くても駆動するか実験した結果を表1に示す。希望する仕様は2 kPaであったが、満たせなかった。くしゃみなどの突発的圧力増加を想定して、どの位尿道圧が高くなっても圧迫状態を保持できるか測定した結果を表1に示す。かなりの圧力まで保持でき、くしゃみで尿漏れを起こさないことが分かった。

表1 各種圧力測定結果

	低圧力下での緩和状態への遷移圧力[kPa]	突発的な圧力変化に対する耐久圧力[kPa]
目標値	2以下	20以上
測定回数1	5.4	28.4
2	7.4	28.8
3	6.6	27.1
4	6.6	27.8
5	6.3	26.8
6	6.5	26.8
7	7.1	28.4
8	6.7	29.1
9	6.6	28.3
10	7.1	26.7
平均	6.6	27.8

今後の課題

連結シート型では尿道からの圧力が無いと所望の動作が出来ないことが分かった。尿が溜まっていない状態でトイレに行った際に、外部磁石で開放状態にできないと、壊れたのかを思われてしまう。そこで、今後は尿道からの圧力が無くとも能動的に尿道の開閉ができるような原理での括約筋を考案し、作製を試みていく。

【更に新しい人工括約筋の動作原理】

尿道の周りに巻いたシートの中に経路を作製し、そこに液体もしくは気体を流すことによりその経路が膨らみ、尿道を圧迫する。回転磁石の回転によってタンク部分が周方向に擦られ、それによって液体もしくは気体を押し出す機構を考案した。これにより、尿道からの圧力が無くとも、尿道の圧迫・緩和ができると思われる。