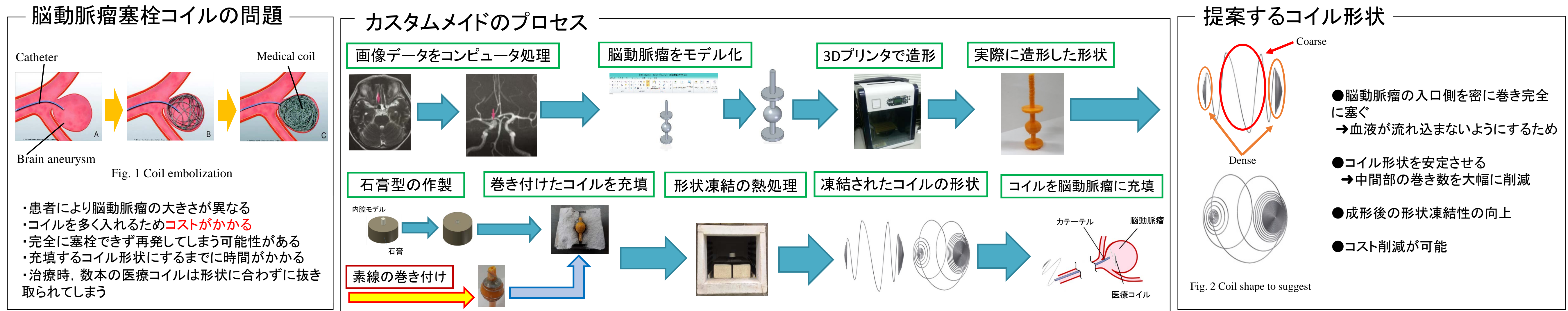


## 患者にやさしい脳動脈瘤塞栓コイルの開発

金沢工業大学 城倉旭世  
金沢工業大学 瀬川明夫教授

### 研究背景

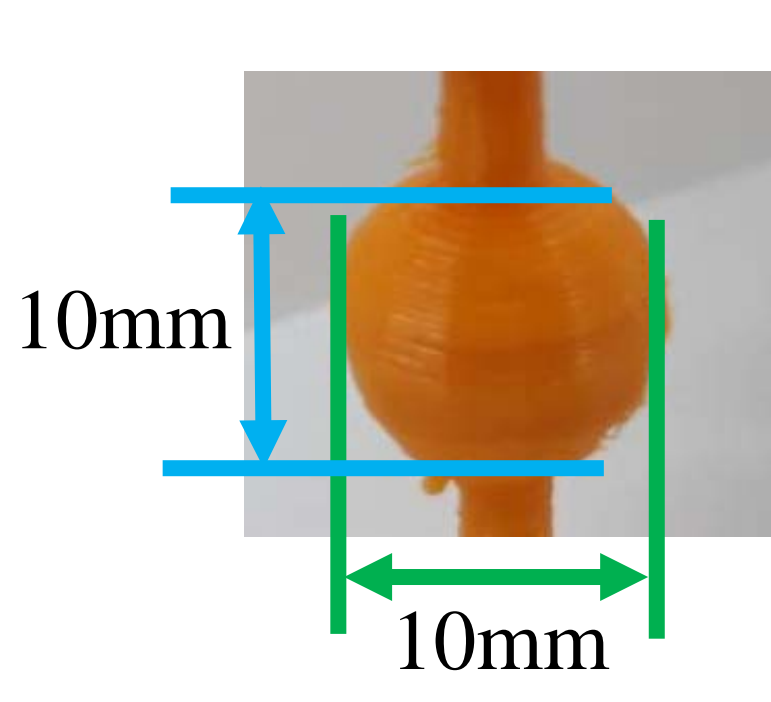



**目的** 提案するコイル形状の最適化 ▶ 各素線径における形状安定性の検討

### 実験方法

**試験片**

3Dプリンタを用いて作成したモデルに素線を巻き付け  
モデル: 外径10mm, 高さ10mm

**実験方法**

脳動脈瘤のデータをMRIの画像データから得たことを想定し、3Dプリンタを用いて脳動脈瘤の内腔モデルを作製を行った。また、カスタムメイドの条件から熱処理温度による形状変化率について実験を行った。下記にカスタムメイドの条件および形状変化率を示す。

Experiment materials	Pt8W
Wire diameter / mm	0.05, 0.08, 0.28
Heating temperature / K	723~1073
Heating keep time / sec.	3600
Cooling method	Furnace cooling

最大外径について

$$\left| \frac{m_1 - m_0}{m_0} \right| \times 100 = K_m \dots (1)$$

$m_0$ : 形状凍結後の最大外径 / mm  
 $m_1$ : 注送後の最大外径 / mm  
 $K_m$ : 最大外形の形状変化率 / %

高さについて

$$\left| \frac{h_1 - h_0}{h_0} \right| \times 100 = K_h \dots (2)$$

$h_0$ : 形状凍結後の高さ / mm  
 $h_1$ : 注送後の高さ / mm  
 $K_h$ : 高さの形状変化率 / %

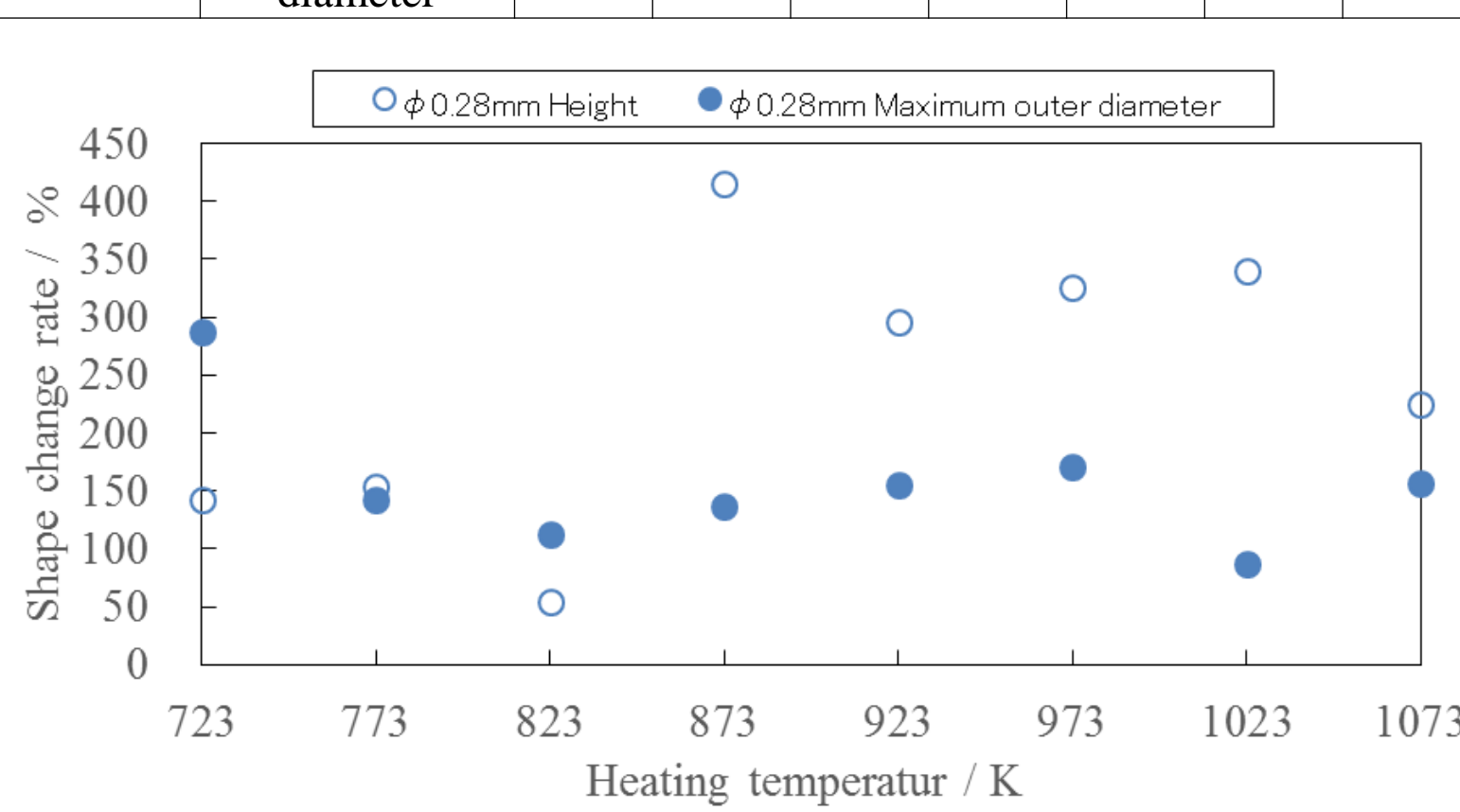
### 結果・考察

**実験結果**

φ0.28mmにおける形状凍結および形状回復に対する結果を以下に示す

Heating temperature / K	723	773	823	873	923	973	1023	1073
Average / mm								
Height	21.0	21.6	18.1	15.2	16.6	14.5	17.4	21.3
Maximum outer diameter	11.6	12.7	11.9	12.4	12.2	11.7	17.8	11.8

Heating temperature / K	723	773	823	873	923	973	1023	1073
Shape change rate / %								
Height	142	153	54.3	415	296	326	340	224
Maximum outer diameter	287	143	112	137	155	170	87.4	157



**考察**

0.28mmの形状凍結性が良く、形状回復性が悪かった想定したコイル形状の高さ方向における形状凍結性が悪い同一の素線においても最適な熱処理温度にバラつきがある

形状凍結性について

- ・提案するコイル形状が2次元コイルと3次元コイルを組み合わせた形状

素線径を作る際に素線径ごとに加工履歴が違う

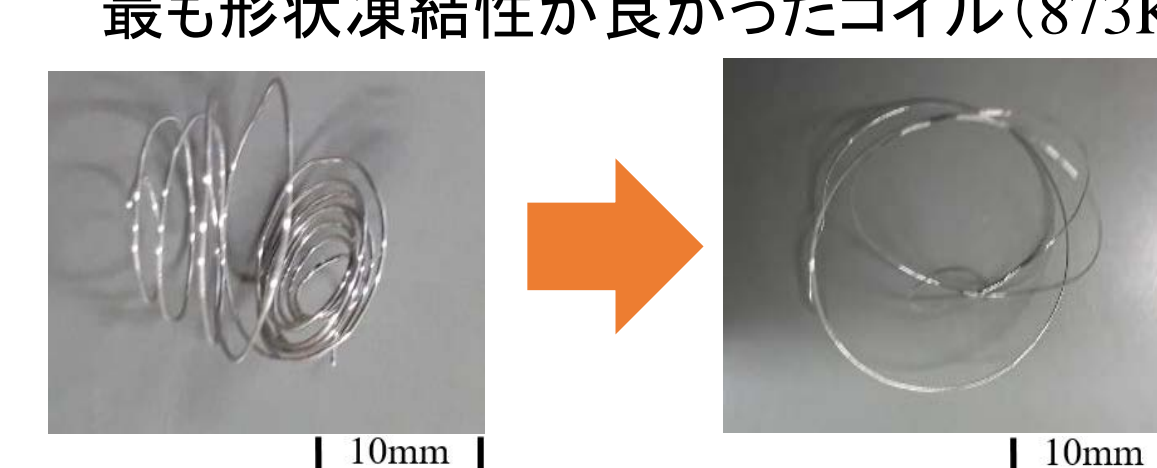
各素線径での加工履歴も含めて  
形状凍結性や形状回復性について検討する必要がある

素線径および部分的に形状回復性時の弾性回復量が異なることが考えられる

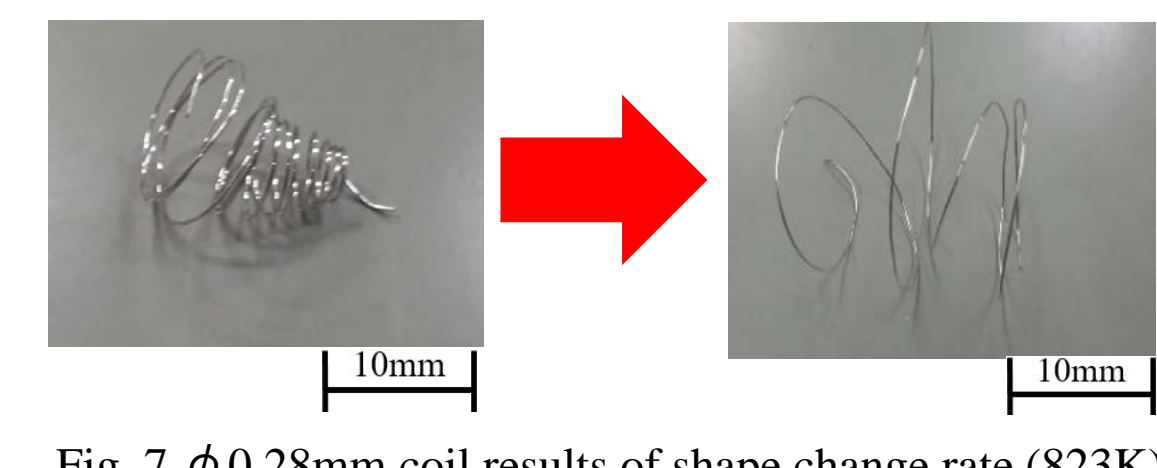
タングステンの酸化物の析出度合いも影響

**考察**

最も形状凍結性が良かったコイル(873K)



最も形状回復性が良かったコイル(823K)



形状を凍結することは可能、形状を回復することは困難

### 生体への安全性および今後の展望

**生体への安全性**

- Pt8W素線は現在も脳動脈瘤塞栓コイルの材料として用いられている。
- 患者の個々に合わせたカスタムメイドを行うため、コイルの必要本数を減らすことが可能である。

そのため現在の使用されている医療コイルの削減並びに患者への負担を軽減することが見込まれる

**今後の展望**

本検討で、カスタムメイドを行うことは可能であることが判明したため次年度は以下について検討をする。

1. 823K~873Kにおいて形状凍結性を向上させる検討を行う
2. 内部組成の変化を明確化する
3. カテーテルに注送後の形状安定性についての実験の実施

**参考文献**

- 1) 滝和郎: 脳動脈瘤コイル塞栓術ハンドブック, 診断と治療社, (2010).
- 2) 木内博之, 齊藤延人: プライム脳神経外科1 脳動脈瘤, 株式会社三輪書店, (2017)