

動脈塞栓療法のためのX線不透過マイクロファイバ

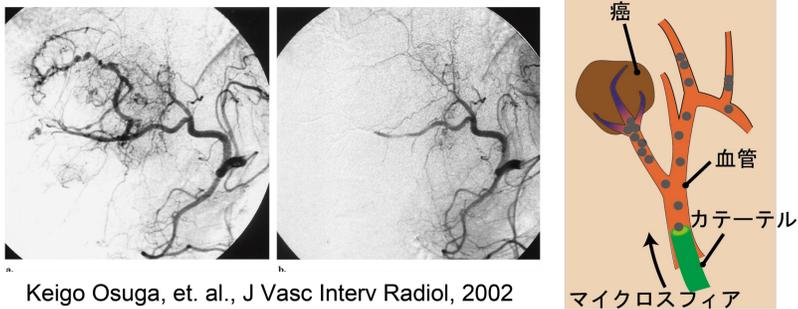
高倉直輝¹, 太田裕貴², 小松鉄平², 倉科佑太³, 岡野ジェームス洋尚², 尾上弘晃¹

¹慶應義塾大学, ²東京慈恵会医科大学, ³東京工業大学

背景

肝動脈塞栓療法 (TAE)

マイクロファイバを用いて癌への栄養を供給する血管を遮断



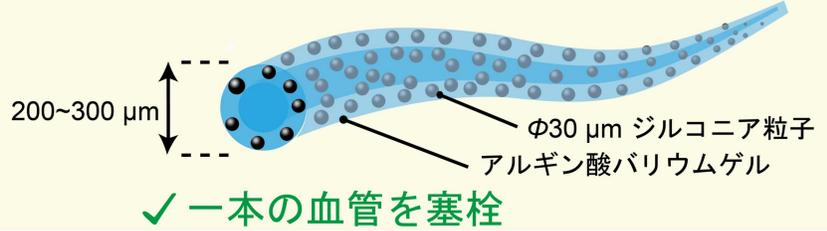
Keigo Osuga, et. al., J Vasc Interv Radiol, 2002

意図していない血管を塞ぐ可能性がある

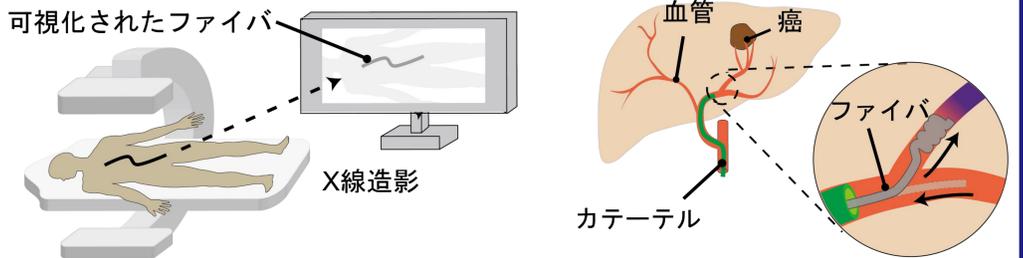
✓ 低侵襲に治療可能

✗ 塞栓箇所を正確な制御が困難

コンセプト: X線不透過マイクロファイバ



✓ 一本の血管を塞栓



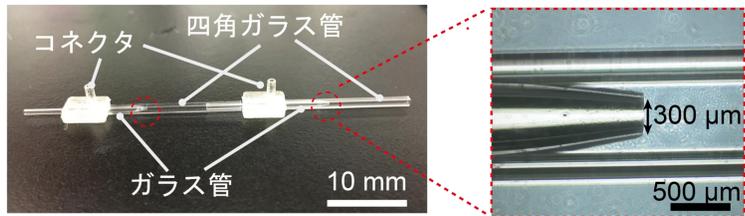
X線不透過なジルコニア粒子を含む

ファイバは引き戻しが可能

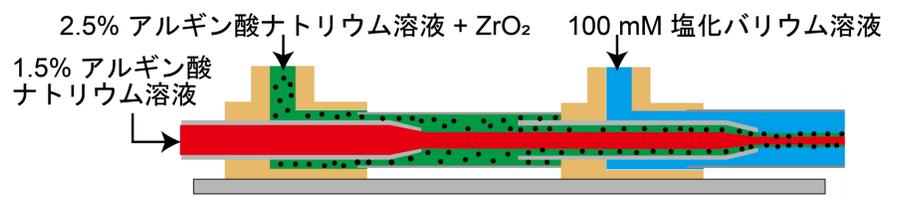
✓ X線造影により位置の特定が容易 ✓ 正確な制御が可能

作製方法

a) 二重同軸層流マイクロ流体デバイス

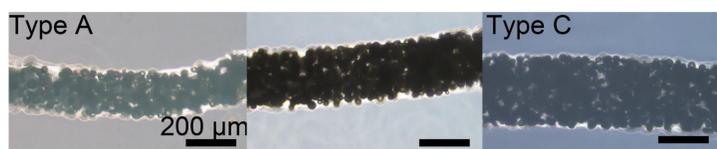


b) デバイス断面図



1. マイクロファイバ直径制御の制御

a) 異なる直径のファイバの作製



b) 作製条件

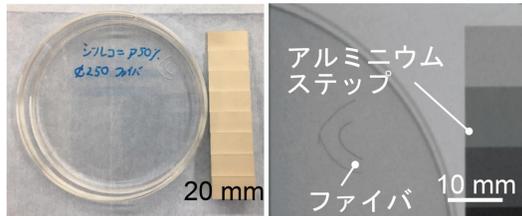
	Q_{total} [$\mu\text{L}/\text{min}$]	ガラス管先端径 [μm]
Type A	100	200
Type B	100	300
Type C	200	300

$Q_{total} = Q_{core} + Q_{shell}$

ファイバ径の制御が可能

2. マイクロファイバのX線造影

ファイバがX線造影可能か確認

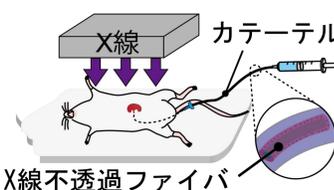


アルミニウム2.3 mm相当のX線不透過性を確認

結果

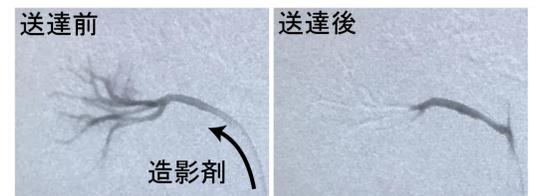
3. In vivo 実験

ファイバをラットの腎臓へ送達



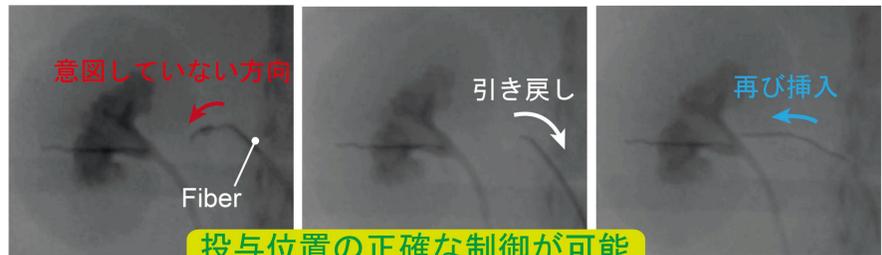
X線不透過ファイバ

a) ファイバ送達前後の血流



ファイバは血流を遮断可能

b) ファイバ送達位置の制御



投与位置の正確な制御が可能

c) ファイバ送達後の経過観察



ファイバは一本の血管を2週間遮断可能

結論

- ・ 動脈塞栓術のためのX線不透過マイクロファイバをマイクロ流体デバイスを用いて作製した。
- ・ マイクロファイバの直径はガラス管の先端径と流量を調整することで容易に制御することができた。
- ・ マイクロファイバはX線造影により生体内でも視認可能であり、一本の血管を少なくとも2週間遮断可能であった。

謝辞

本研究は日本医療研究開発機構の橋渡し研究戦略的推進プログラムの助成を受けたものである。

Radiopaque hydrogel microfiber for arterial embolization

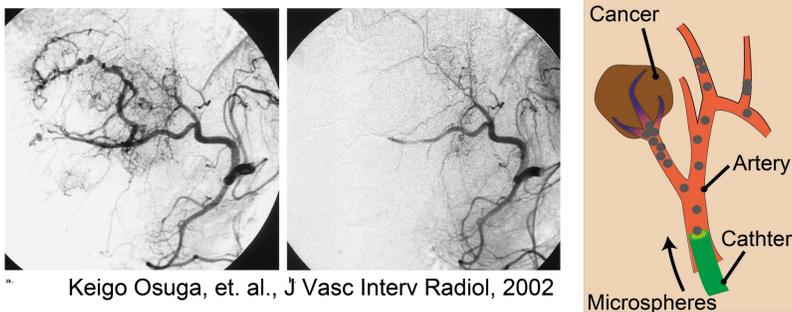
Naoki Takakura¹, Hiroki Ohta², Teppei Komatsu², Yuta Kurashina³, Hirotaka J. Okano², Hiroaki Onoe¹

¹Keio University, ²The Jikei University School of Medicine, ³Tokyo Institute of Technology

Background

Transcatheter arterial embolization (TAE)

Blocking nutrients to cancer by embolizing arteries using microspheres

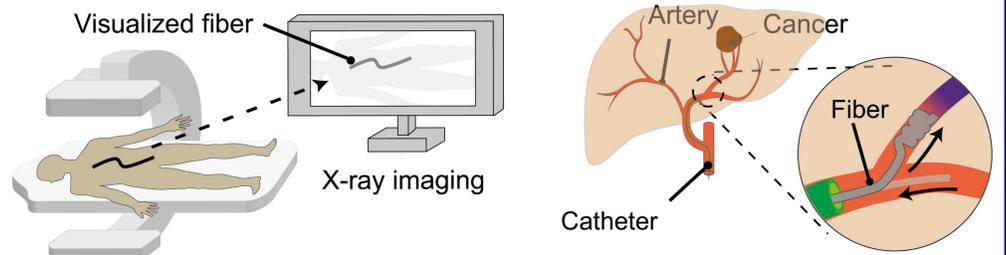
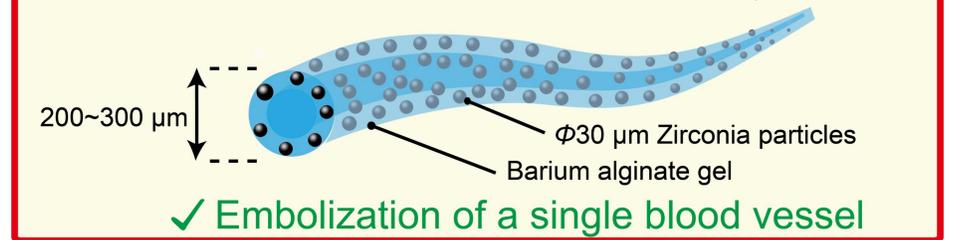


It could be block unintended arteries

✓ Minimally invasive treatment

✗ Difficult to control the exact position of embolization

Concept : Radiopaque hydrogel microfiber



Contained zirconia particles are radiopaque

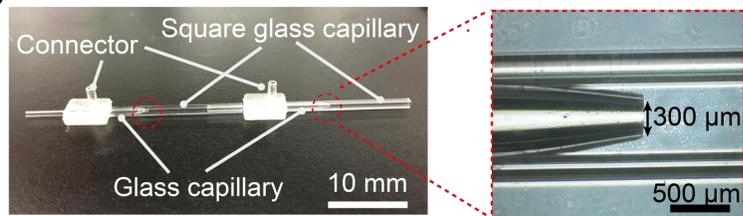
Fiber can be pulled back

✓ Easy to locate by X-ray imaging

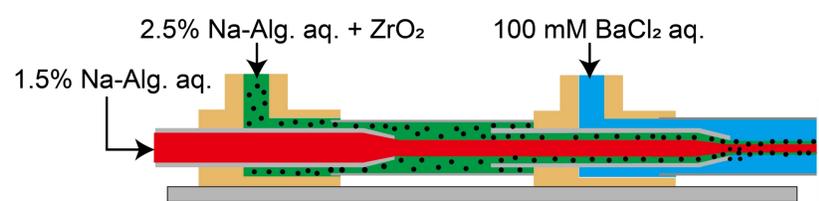
✓ Precise control

Fabrication

a) Double coaxial laminar flow microfluidic device

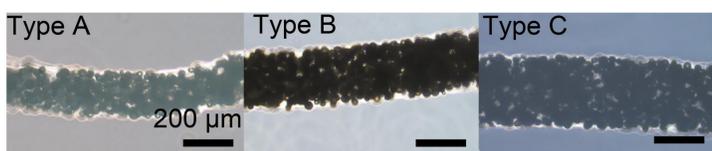


b) Cross-sectional view of the device



1. Microfiber diameter control

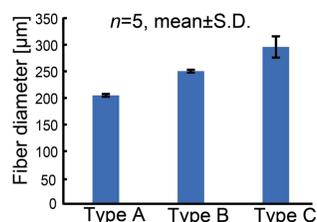
a) Fabricated fibers with different diameters



b) Experimental condition

	Q_{total} [μ L/min]	Tip diameter [μ m]
Type A	100	200
Type B	100	300
Type C	200	300

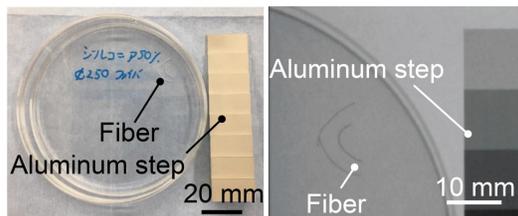
$$Q_{total} = Q_{core} + Q_{shell}$$



Fiber diameter can be controlled

2. Microfibers X-ray imaging

Verification of observability through X-ray

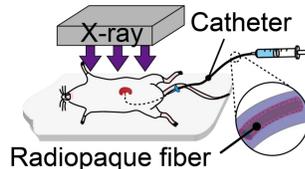


X-ray impermeability of 2.3 mm aluminum equivalent

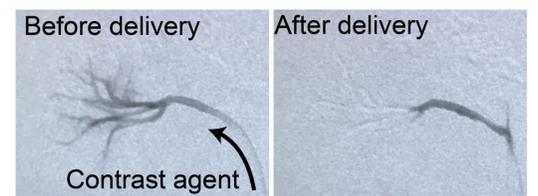
Results

3. In vivo experiment

Delivering the fiber into the kidney of rats



a) Blood flow before and after fiber delivery



Fiber can block the blood flow

b) Control of delivery position



It is possible to control precisely

c) Blood flow interruption



The fiber can block a single blood vessel for two weeks

Conclusion

- We proposed the radiopaque hydrogel microfiber for arterial embolization by using a microfluidic device.
- The diameter of the microfiber were easily controlled by adjusting the tip diameter of the glass capillary and flow rate.
- The microfiber was visible in vivo by X-ray imaging and was able to block a single blood vessel for two weeks.

Acknowledgement

This work was partly supported by Translational Research program; Strategic PRomotion for partial application of INovative medical Technology (TR-SPRINT) from Japan Agency for Medical Research and Development (AMED).