

# 第4の血球！？血管内のお掃除は お任せあれ『清掃球』に。

血栓により発生する問題『血栓疾患』『人工臓器の性能低下』を永続的に抑制したい！

血栓(血液のかたまり) ☞ 血管内腔の閉塞により心筋梗塞や脳梗塞、  
静脈血栓塞栓症を発症

治療開始が早いほど治療成績が向上

早期診断・早期治療の必要性が提起されている<sup>[1]</sup>

人工臓器内部の血栓 ☞ 性能低下

体内で  
すぐ発見+除去  
完全な解消へ！

対策 → ・装置表面構造の改良 ・生体由来材料を用いた構築  
永続的な発生の抑制には至っていない<sup>[2]、[3]</sup>

そこで、赤血球、白血球、血小板に次ぐ  
新たな血球『清掃球』の登場である

## 仕様

- ✓ 血管内を常時泳動、自律探索
- ✓ 発見次第、直ちに除去
- ✓ 除去法①：ビーム加温
- ✓ 除去法②：ドリル破壊
- ✓ バルーンで血管を一時的に支持
- ✓ アームで組織採取、検査まで
- ✓ 発電に使用するコイルを内蔵

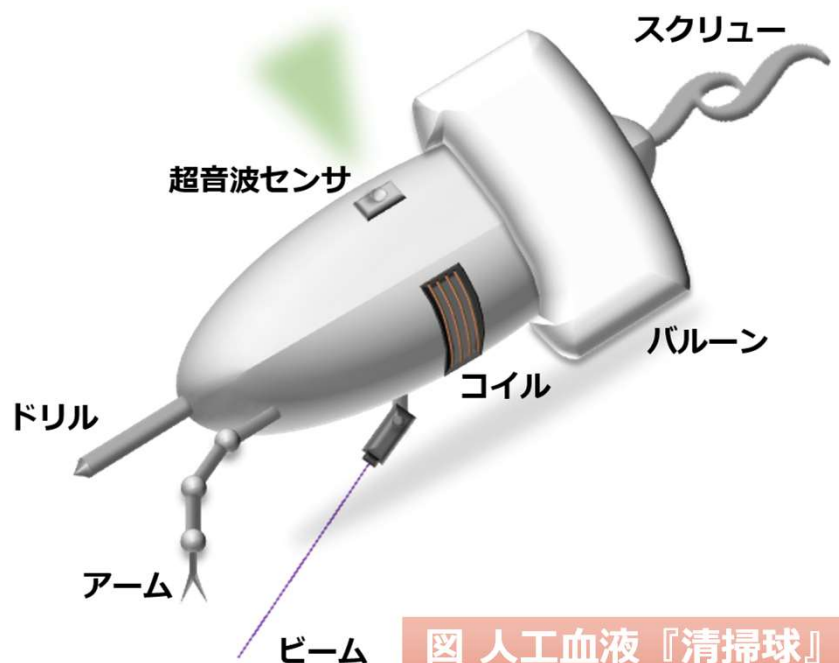
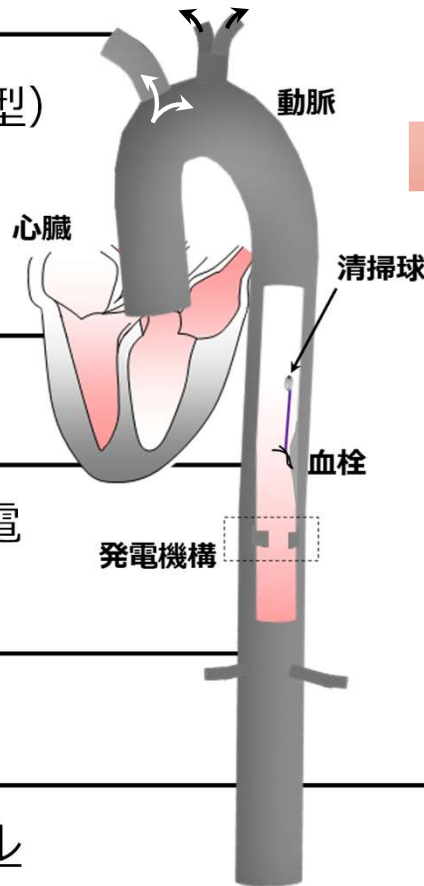


図 人工血液『清掃球』

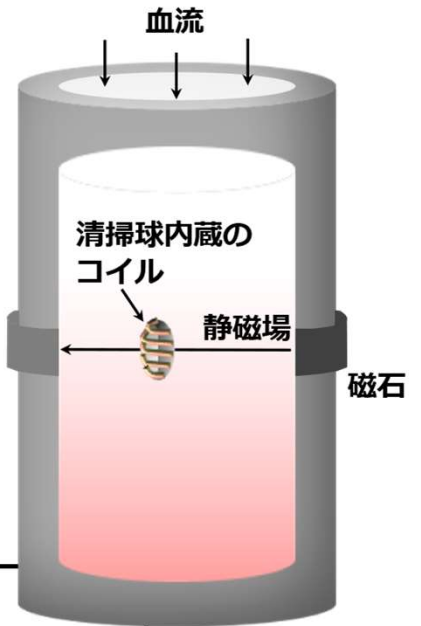
# 『清掃球』の電源供給はすべて体内で完結。 発電機構を有する人工血管『発電血管』

筐体は流線形（飛行機の翼型）

☞ 血管径方向への移動  
（分岐の選択）が可能



## 発電機構 - 詳細図



磁石と清掃球のコイルで発電

☞ 電源供給は体内で完結

清掃球は、マイクロスケール

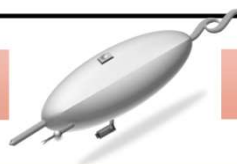
☞ 探索は動脈にとどまらず毛細血管を越え静脈までも

## 『清掃球』は誰に、どのように適用できる？

・ 血栓疾患を発症 → 手術後、継続的に監視する必要がある場合

・ 将来の血栓疾患の発症リスク低減を望む場合  
・ 体内に人工心臓を埋め込んでいる

発電血管を、清掃球内部に格納



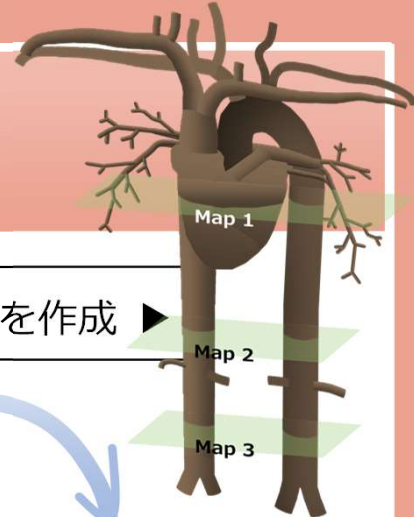
手術と同時に挿入

注射針などで清掃球を血管内に挿入後、発電血管を展開



人工臓器を適用する場合 ☞ 人工臓器に予め搭載しておくことも可能

# 『清掃球』は私たちの体内で このように機能する！



スタート：血管に入る

超音波センサを用いて3D血管地図を作成 ▶

全身の動脈・静脈の内径や長さの情報を収集

動脈から静脈、人工臓器の微小  
流路(例：人工肺の中空糸近傍)  
に至るまでくまなく監視

3D血管地図作成時に血圧や血  
流速を測定、初期値として記録

初期値から急激な変化が認められた

変化は認められない

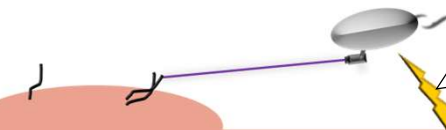
処置機構（ドリル、ビーム）を  
使って除去手術開始

手術方法Ⅰ：ドリルによる  
機械的破壊

手術方法Ⅱ：ビームによる  
加温破壊



緊急時はバルーンによる血管支持も



発電血管  
のある場所  
で給電

## 50年後の実現に向けて

課題：搭載要素の小型化

加温破壊に利用するビームは清掃球のスケールからマイクロサイズである。現状マイクロ径のビーム生成にはメートル級の装置<sup>[4]</sup>が必要となる。

## 参考文献

- [1] 和田英夫, 坂根祥裕, 血栓症早期診断のための臨床検査, 日本内科学会雑誌 86(6), pp. 911-914, 1997
- [2] 片桐伸将, 人工肺, 人工臓器 48(3), pp. 163-167, 2019
- [3] 進藤俊哉, 血液循環のインフラ整備, 東京医科大学雑誌, 79(3), pp. 208-220, 2021
- [4] 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構, 小型イオンマイクロビーム装置, QSTシーズ集, p. 91, 2019 (<https://www.qst.go.jp/uploaded/attachment/13857.pdf>) 最終閲覧:2023/04/30