

# 機械学習を精密手術に 役立てるための製品開発

日本医科大学付属病院  
形成外科・再建外科・美容外科  
准教授 梅澤 裕己

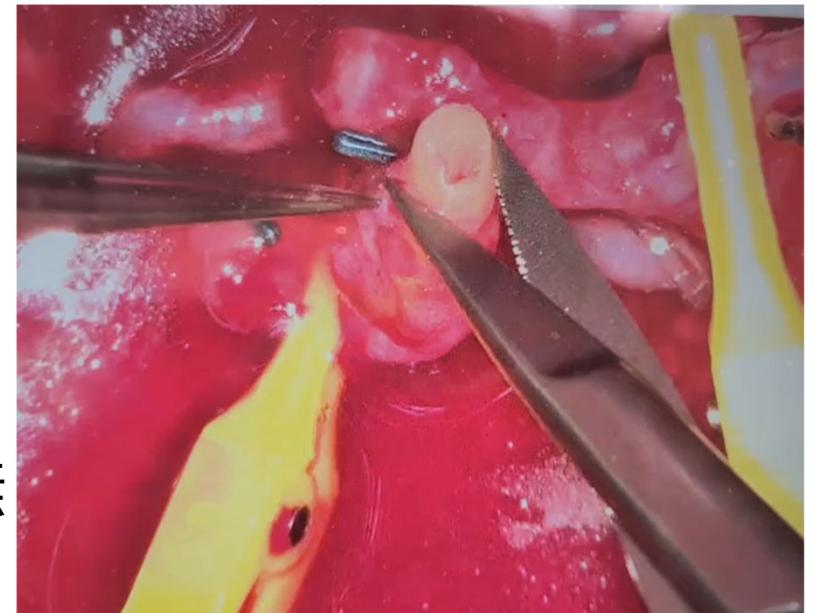
2025年12月11日

## 新技術の概要

手術中の画像・映像のAI分析を行い、血管の状態等をリアルタイムで検出し、血管吻合の補助となるアプリケーションに関する発明である。

血管吻合で注意すべき次の4点をリアルタイムで表示することができる。

- (1) 血管断端の識別
- (2) 血管内膜のコンディションの把握
- (3) 血管内の血栓の有無
- (4) 血管周囲の血栓形成因子物質の有無



## 発明の背景①

- 血管吻合術の技術向上により、様々な組織移植が可能となり、悪性腫瘍・外傷再建など様々な患者において、より良い生命予後、機能予後、QOLを提供できるようになった。
- 血管吻合術は、医師の経験と技量に依るところが大きい。症例数の多い日本医科大学では99%の成功率だが、国内での成功率は約97%であり、約3%が再手術を要している。

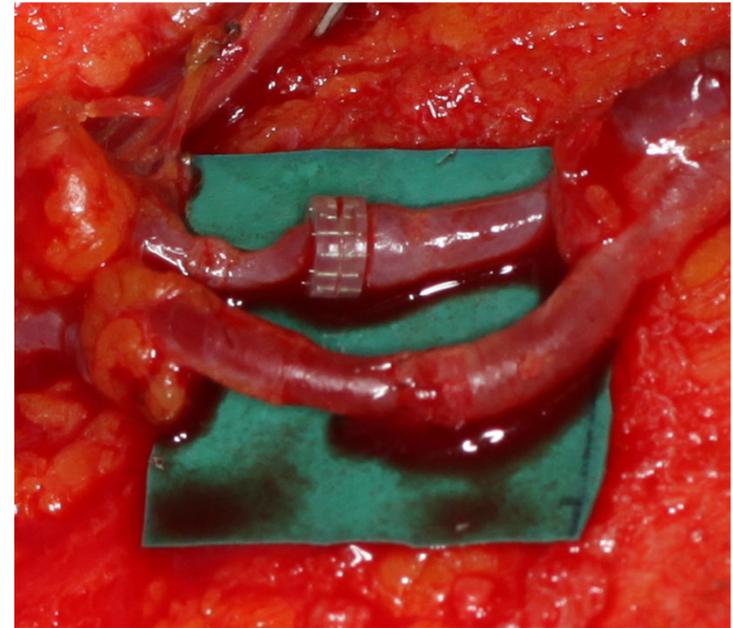
## 発明の背景②

### 1. 血管吻合（顕微鏡下）の難しさ

- ・長時間に及び繊細な作業、長時間の集中力、注意力が求められる。
- ・経験と、技術力の双方が求められる。

### 2. 技術伝承の難しさ

- ・手技の練習、習得に時間がかかる。
- ・状況に応じた適切な技術を使用する判断（術中判断）は、経験による取得、指導医による指導が必要となる。



## 従来技術とその問題点

アナウト株式会社から、手術用画像認識支援プログラム「Eureka α」※が販売されている。しかし、この機器は、疎性結合組織の位置や領域を推定するものである。

また、同社から術野画像に含まれる血管を特定の色で表示する特許権が権利化されている（特許第7146318号）。

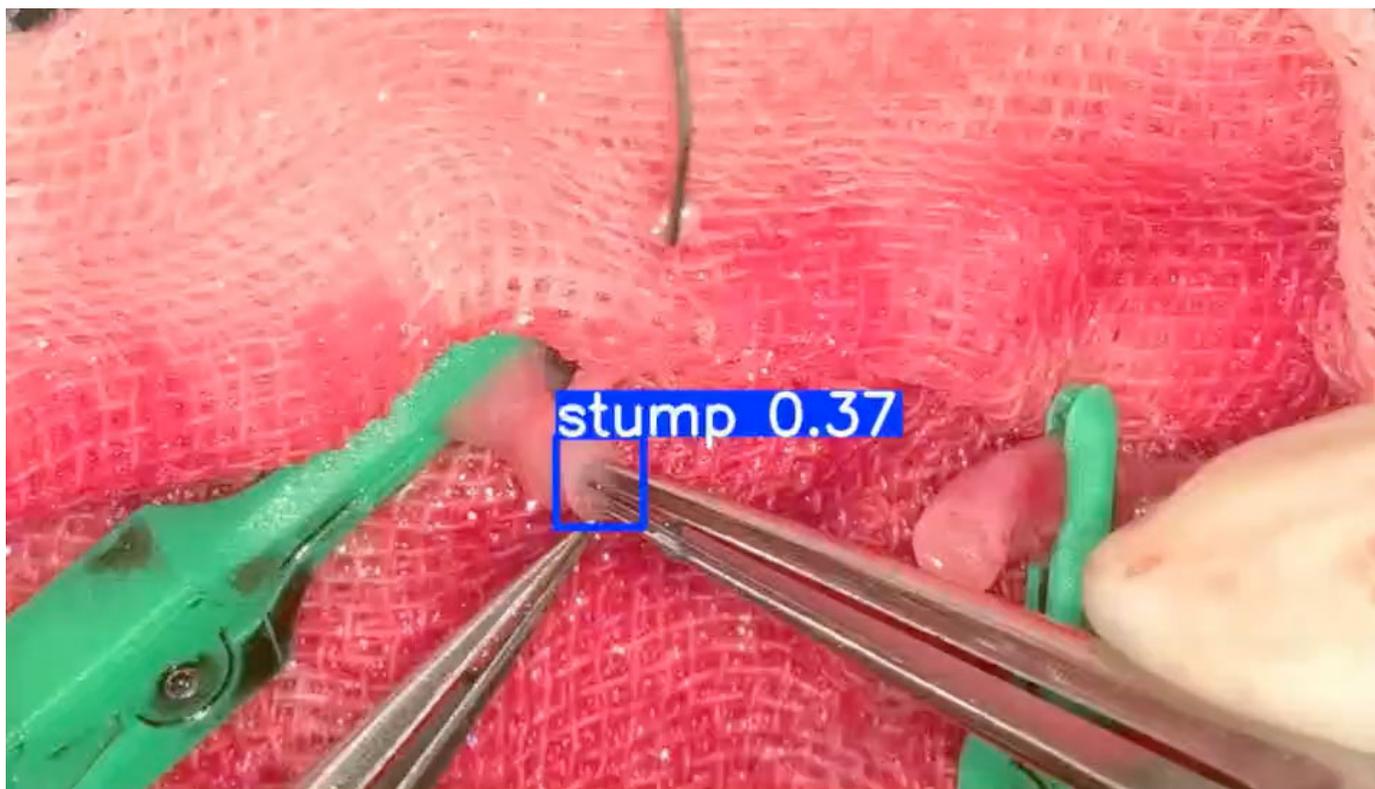
しかし、血管吻合のために血管断端や血栓、内膜状態などを特定、認識させるものではない。

※ [https://anaut-surg.com/eureka\\_alpha](https://anaut-surg.com/eureka_alpha)

## 新技術の特徴

1. **血管吻合に特化したアプリケーションは世界初。**
2. 過去の手術画像を用いて学習モデルを作成、リアルタイム推論を行い、血管吻合手術の成否に関わる因子を注意喚起することができる。  
⇒ **長時間の手術の疲労軽減、うっかりミスの防止**
3. 直径1mm～2mmという細い血管の中にある異物もリアルタイムに検出可能。  
⇒ **脳神経外科、心臓血管外科等の様々な分野で応用可能**

## 試作装置



**stump**: 血管断端

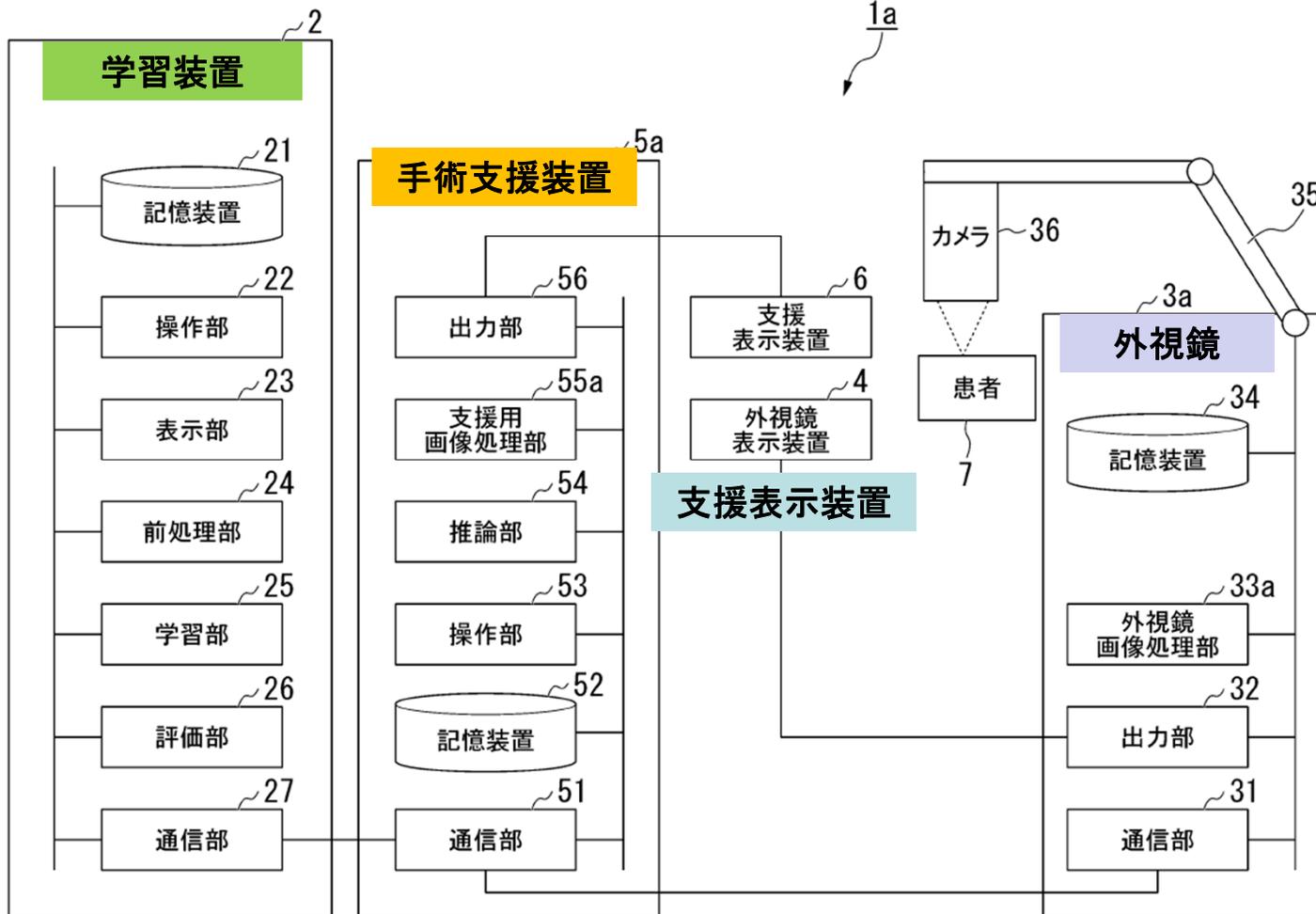
**clot**: 血栓

**damage**: 血管内膜の  
コンディション

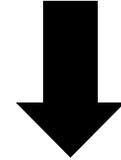
**rubbish**: 血管周囲のゴミ

血管吻合手術中に注意すべきポイントをリアルタイムに表示

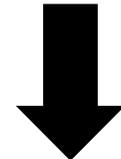
# 想定される用途①: 手術支援装置



外視鏡画像取り込み



手術支援装置で推論



支援表示装置に  
推論結果を表示

⇒ 手術の安全性の  
向上

## 想定される用途②: 教育用機器

- レジデント教育及び医学生教育において、リアルタイムに注意喚起がなされることにより、きめ細やかな手術の機微について教育することができるアプリケーション。
- 経験が技量が十分ではない技術者の技術習得に使用可能。
- 指導医不足に対応可能。
- 学習モデルをもとに、学習することが可能。

⇒ **医療格差のない社会の実現に貢献**

# 試作品の評価

医師4名を対象として、試作品について、動作性、正確性、有用性の観点から評価を行った。

## 【全体的な傾向】

- 動作および視認性について改良の余地があるが、**血管の基本的な認識はおおむね実用的水準に達している**と推察される。
- 医師歴や経験数にかかわらず、「**指摘の表示が小さいほうが良い**」「**ボックスが視界を遮る**」との共通認識がみられた。

## 【今後の改良点】

- 臨床現場に導入するためには、**認識精度と視認性、UIの滑らかさなどの更なるチューニングが求められる。**
- 経験が浅い人向けの発明だが、**経験が浅いとそもそもモニターを確認できない傾向にあるため、モニターの位置、形状にも検討の余地がある。**

〈参加医師（4名：A～D）のプロフィール〉

| 項目         | A    | B  | C   | D  | 平均    |
|------------|------|----|-----|----|-------|
| 医師歴（年）     | 20   | 12 | 14  | 15 | 15.25 |
| 年間吻合経験数（件） | 30   | 40 | 10  | 5  | 21.25 |
| 累積症例数（件）   | 1500 | 80 | 100 | 40 | 430   |

## 実用化に向けた課題

1. フレームレートの改善
2. リアルタイム性を維持しながらの推論正確性向上
3. 認識精度と視認性、UIの滑らかさなどのUIの使用感向上

1と2は、学習画像を増やすことによりある程度解決可能。

## 社会実装への道筋

| 時期   | 取り組む課題や明らかにしたい原理等  | 社会実装へ取り組みについて記載             |
|------|--|-----------------------------|
| 基礎研究 | <ul style="list-style-type: none"><li>・ 学習モデル、プロトタイプ完成</li></ul>                                   |                             |
| 現在   | <ul style="list-style-type: none"><li>・ 英文論文発表済み</li></ul>   | 英文論文で発表済み<br>科研費申請<br>特許出願中 |
| 1年後  | <ul style="list-style-type: none"><li>・ 学習モデル改良、第1次製品完成</li><li>・ 文章パターンと組み合わせでアドバイス機構開発</li></ul> | 科研費取得                       |
| 2年後  | <ul style="list-style-type: none"><li>・ 学習モデル改良、文章パターンとの組み合わせでアドバイスを行える製品完成</li></ul>              | 製品流通開始                      |
| 3年後  | <ul style="list-style-type: none"><li>・ 学習モデルのさらなる性能向上、フレームレート改善、文章アドバイス改良</li></ul>               | 順次製品のアップデート実施               |

## 企業への期待

- 学習モデルの作成、改善のための画像アノテーションは臨床データを有する日本医科大学が対応する。
- **AIプログラミング及び医療系製品開発の技術を持つ、企業との共同研究を希望。**
- また、術中支援機器を開発中の企業、血管吻合、神経吻合を含めたリアルタイム医療画像支援分野への展開を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる。

## 企業への貢献、PRポイント

- 本技術はアプリケーション単体での提供も可能なため、製品が完成すれば外視鏡のみならず画像支援がある手術においてすぐに稼働することができると考えている。
- 本技術の導入にあたり必要な学習モデルを追加で行うことで精度向上が期待できる。
- 発明者は本格導入にあたっての技術指導が可能である。

## 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 手術支援装置、学習装置、手術支援方法、学習モデル生成方法及びプログラム
- 出願番号 : 未公開
- 出願人 : 学校法人日本医科大学
- 発明者 : 梅澤 裕己

## お問い合わせ先

学校法人日本医科大学  
知的財産推進センター

T E L 03-5814-6637

e-mail nms-tlo@nms.ac.jp