**根治**

熟練の技術者が手作業で行っている「膵島分離」という作業を、
AIスマートロボットに学習させて自動化する

## バイオ人工膵島の量産化システムの構築（2025年度助成）

●移植用膵島の「量産化」技術の開発（2023年度助成）
●インスリン離脱ができる異種膵島移植法の確立と産業化に向けた生産システムの構築（2022年度助成）

**浅利 貞毅**（神戸大学大学院医学系研究科 特命教授）

### 背景

現在の膵島移植では、膵臓から「膵島」を取り出す作業を熟練した技術者が手作業で行っている。そのため、作業する人によって採取できる膵島の量や品質に差が生じ、大量に安定して作ることが難しいという課題がある。

AIスマートロボット（カメラと人工知能で膵臓のほぐれ具合を見分け、容器の動かし方や作業を終えるタイミングを自動で調整し、膵島を取り出すロボット）を開発し、バイオ人工膵島を量産化することがこれからの1型糖尿病根治には欠かせない。

### 概要

ヒト膵島移植は1型糖尿病の根本的治療として2020年に保険適用となったが、膵臓から膵島を分離する全工程（特に、膵臓を酵素でやわらかくし、金属球で細かくほぐして膵島を取り出す工程）は今なお手作業と目視確認で行っており、医療産業化（多くの患者へ届けられる仕組みづくり）へのハードルとなっている。

そこで、関連企業と共同で膵島分離専用AIスマートロボットの開発に着手し、膵島分離技術の標準化に取り組んでいる【写真】。

具体的には、様々な熟練度の研究者によって行われた膵島分離操作（金属球、臓器を溶解する消化酵素液及び膵臓が入った容器を縦横斜めに振る操作）の空間データを集積し解析を行う。解析データの数値評価によって熟練技術を特徴づけるパラメータ（指標）を抽出したのち、AIプログラムを構築し産業用ロボットに搭載する。

膵島分離専用AIスマートロボット
（産業用ロボット試作機）

さらに、今まで目視で行っていた膵臓が膵島を取り出しやすい状態までほぐれているかの確認を高精度カメラを用いて画像解析し、ロボットによる分離操作へのフィードバックによって膵島分離を最適化するAIシステムを構築する。

最終的に、神戸大学医学部附属病院国際がん医療・研究センター（ICCRC）に設置予定の膵島分離施設において、臨床（ヒトへの適用）で実際に膵島移植まで実施する予定である。

### ゴール

**医療用ブタを用いた「バイオ人工膵島」移植による1型糖尿病の根治**

### 効果

AIスマートロボットによる膵島分離技術の確立により、自動化・自律化だけでなく遠隔操作も可能となり、他施設への技術移転が容易になる。この革新的技術は、膵島分離の品質を安定させ、膵島移植治療の世界的な普及につながる可能性がある。

この技術を、我々が開発を進めている「バイオ人工膵島」の製造に応用すれば、1型糖尿病患者は、必要時に必要量の膵島移植を受けることが可能となり、1型糖尿病の根治につながる。

### ■ ロードマップ（2026年7月現在）

医師主導治験　製薬企業ではなく、医師が責任を持って行う、新しい治療法の有効性や安全性を確認する臨床試験（人を対象に行う試験）。
標準医療化　研究段階の治療法などが、有効性や安全性の確認を経て、誰もが受けられる治療にすること。

### ■ 患者・家族、寄付者へのメッセージ

この度は、多くの皆さまから多大なご支援を賜り、心より御礼申し上げます。すべての1型糖尿病患者さんがインスリン注射から解放されるよう、万難を排して本プロジェクトを推進させて参ります。

### ■ プロフィール 【① 座右の銘 ② 趣味 ③ 特技 ④ 尊敬する人 ⑤ 好きな食べ物】

① 人の一生は重荷を負うて遠き道を行くがごとし、急ぐべからず。 ② 筋トレ、英会話、ゴルフ　③ 靴磨き
④ 徳川家康　⑤ 納豆（粘りとタンパク質）

## この研究を支援する日本IDDMネットワークの想い

2035年に希望する全ての患者が、日帰りで糖尿病内科のある外科外来でバイオ人工膵島移植（膵島補充療法）が受けられることを期待しています。

## これまでの研究結果・成果

1. 神戸大学は、ヒト膵島移植で用いられる臓器保存法「二層単純浸漬保存法」を開発。
   これまで膵島分離7例、ヒト膵島移植3例、膵臓移植10例を行い、1型糖尿病治療に貢献。
2. ヒトに準じた方法で幼若ブタ膵島分離実験を20回実施し、直近では1匹当たり30万個以上の膵島が採取できた。
3. 神戸大学独自の方法で、直径0.5mmの小型化・均質化したバイオ人工膵島の作製に成功。
   バイオ人工膵島を試験管内において14日間培養したのち、ブドウ糖を加えることにより、インスリン産生を確認。

## 2026年

### ■ 現在の状況

神戸大学は、ヒト膵島移植で用いられる臓器保存法「二層単純浸漬保存法」を開発し、これまで膵島分離7例、ヒト膵島移植3例、膵臓移植10例を行い、1型糖尿病治療に貢献してきました。

ヒトに準じた方法で幼若ブタ膵島分離実験を20回実施し、直近では1匹当たり30万個以上の膵島が採取できています。

神戸大学独自の方法で、直径0.5mmの小型化・均質化したバイオ人工膵島の作製に成功し、バイオ人工膵島を試験管内において14日間培養したのち、ブドウ糖を加えることにより、インスリン産生を確認しました。

ヒトからヒトへの膵島移植において、膵島分離は、品質管理を含め全工程が手作業で行われています。手作業では採取できる膵島量や品質にばらつきが生じ、標準化した膵島移植治療の普及が困難です。膵島分離専用AIロボットの開発に着手し、膵島分離技術の標準化に取り組んでいます。

現在までの実証実験では、生後2–3週の幼若ブタ1匹から手作業で中央値118,000個（15回の実験）、AIロボットで中央値282,000個（5回の実験）の膵島を分離精製しました。ヒト膵島移植の適応基準に相当する１膵臓当たり３０万個以上の安定的な収量を目指します。

### ■ 直面している課題

1. 特許の取得
2. サルなどの大きな実験動物においてのバイオ人工膵島の有効性
3. 国等規制当局への対応