

分野： 工学系 キーワード： 3D プリント、組織工学、培養肉、SDGs

# 3D プリントで和牛の“サシ”まで再現可能に！ ～金太郎飴技術のテーラーメイド生産でタンパク質危機を救う～

## 【研究成果のポイント】

- ◆ 和牛肉の組織構造を設計図に、3D プリントで筋・脂肪・血管の線維組織ファイバーを作製して束ねることで、複雑な和牛肉の構造をテーラーメイドで作製できる技術を開発しました。
- ◆ これまで報告されている培養肉のほとんどは筋線維のみで構成されるミンチ様の肉であり、肉の複雑な組織構造を再現することは困難でした。本研究では、筋・脂肪・血管という異なる線維組織を3D プリントで作製し、それを金太郎飴のように統合する「3D プリント金太郎飴技術」を開発しました。これにより、肉の複雑な組織構造をテーラーメイドで構築できるようになりました。
- ◆ 今後技術の改善により、和牛の美しい“サシ”などさらに複雑な肉の構造の再現や、脂肪や筋成分量の制御による微妙な味・食感の調節も可能になります。また、3D プリント以外の筋・脂肪・血管細胞の培養プロセスも含めた自動装置を開発できれば、場所を問わずどこでも培養肉の作製が可能となり、SDGs への大きな貢献が期待されます。

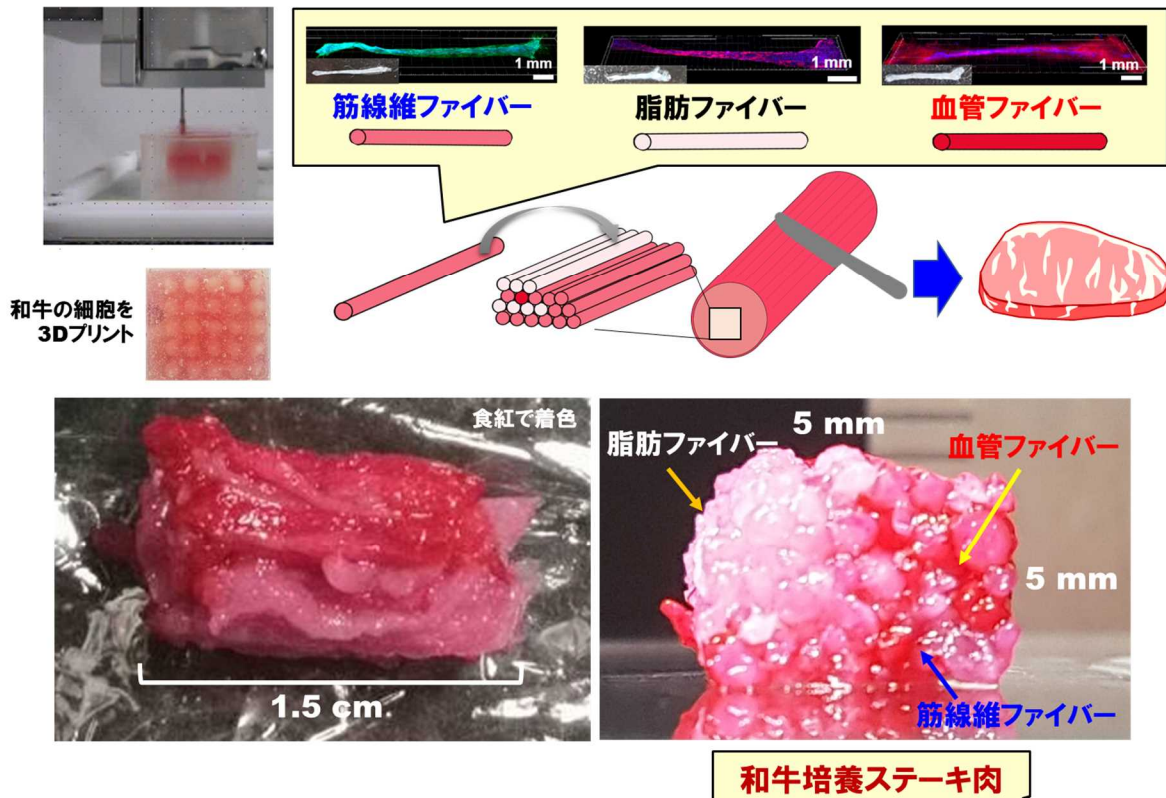


図 3D プリント金太郎飴技術による和牛培養ステーキ肉の作製。

## ❖ 概要

大阪大学大学院工学研究科の松崎典弥教授、Dong-hee Kang (ドンヒー カン) 特任研究員(常勤)、大学院生の Hao Liu (ハオ リュウ) さん(博士前期課程)、凸版印刷株式会社(大阪大学大学院工学研究科 先端細胞制御化学(TOPPAN) 共同研究講座<sup>※1</sup>)の北野史朗招へい准教授、入江新司招へい准教授、Fiona Louis (フィオナ ルイス) 特任助教(常勤)、弘前大学大学院医学研究科の下田浩教授、日本ハム株式会社中央研究所の西山泰孝研究員、キリンホールディングス株式会社キリン中央研究所の野澤元主任研究員、柿谷誠研究員、株式会社リコー・リコーフューチャーズ BU バイオメディカル事業部の高木大輔研究員、リコー ジャパン株式会社 PP 事業部の笠大治郎グループリーダ、大阪工業大学工学部生命工学科の長森英二准教授の研究グループは、和牛肉の複雑な組織構造を自在に再現可能な「3D プリント金太郎飴技術」を開発することで、筋・脂肪・血管の線維組織で構成された和牛培養肉の構築に世界で初めて成功しました。

これまで報告されている培養肉のほとんどは筋線維のみで構成されるミンチ様の肉であり、肉の複雑な組織構造を再現することは困難でした。

今回、松崎教授らの研究グループは、筋・脂肪・血管という異なる線維組織を 3D プリントで作製し、それを金太郎飴のように統合して肉の複雑な構造を再現する「3D プリント金太郎飴技術」を開発しました。これにより、肉の複雑な組織構造をテーラーメイドで構築できるようになりました。和牛の美しい“サシ”など複雑な肉の構造を再現できるだけでなく、脂肪や筋成分の微妙な調節ができるようになると期待されます。

本研究成果は、英国科学誌 Nature Communications (ネイチャー・コミュニケーションズ) に、8月24日(火)に公開されます。

## ❖ 研究の背景

世界の人口は2050年には、97億人に達すると予想されており、人口増加や食生活の向上が、タンパク質の需要と供給のバランスが崩れるタンパク質危機(プロテインクライシス)を引き起こすとの予測があります。そこで、代替タンパク質として植物由来タンパク質と共に期待されているのが培養肉です。培養肉は、動物から取り出した少量の細胞を培養により人工的に増やしてつくられる肉です。2013年頃から研究が本格化してきました。今では、大学の基礎研究だけでなく、実用化に向けて世界中で様々なベンチャー企業が設立されています。しかし、これまで報告されている培養肉のほとんどは筋線維のみで構成されるミンチ様の肉であり、肉の複雑な組織構造、例えば和牛の“サシ”などを再現することは困難でした。

## ❖ 本研究成果が社会に与える影響(本研究成果の意義)

本研究成果により、望みの構造を有する培養肉をテーラーメイドで生産できるようになるため、将来のタンパク質危機に対する解決策のひとつになると考えられます。また、これまでの食肉生産では、大量の穀物や水、広大な放牧地確保のために行われる森林伐採、さらに家畜の糞尿や“ゲップ”などのメタンガスに起因するオゾン層破壊などを懸念する声があり、これらの軽減などにも貢献できます。さらに、牛の成長と比較すると極めて短時間で培養肉が得られるため、より効率的な生産が可能となります。今後、3D プリント以外の細胞の培養プロセスも含めた自動装置を開発できれば、場所を問わず、より持続可能な培養肉の作製が可能となり、SDGs への大きな貢献が期待されます。

## ❖ 特記事項

本研究成果は、2021年8月24日(火)に英国科学誌「Nature Communications」(オンライン)に掲載されます。



タイトル：“Engineered Whole Cut Meat-like Tissue by the Assembly of Cell Fibers using Tendon-Gel Integrated Bioprinting”

著者名： Dong-hee Kang, Fiona Louis, Hao Liu, Hiroshi Shimoda, Yasutaka Nishiyama, Hajime Nozawa, Makoto Kakitani, Daisuke Takagi, Daijiro Kasa, Eiji Nagamori, Shinji Irie, Shiro Kitano and Michiya Matsusaki

URL: <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25236-9>

なお、本研究は、JST未来社会創造事業の「持続可能な社会の実現」領域 探索研究「組織工学技術を活用した世界一安全な食肉の自動生産技術の研究開発」の一環として行われました。

## ❖ 用語説明

### ※1 先端細胞制御化学（TOPPAN）共同研究講座

大阪大学大学院工学研究科と凸版印刷は、大阪大学大学院工学研究科に「先端細胞制御化学（TOPPAN）共同研究講座」を2017年に設置し、3D細胞培養技術に関する基礎研究を同研究科の松崎典弥教授と共同で行っています。

## ❖ 参考 URL

松崎教授 研究者総覧 URL <https://rd.iai.osaka-u.ac.jp/ja/47b80292bdcddc8c.html>

### 【松崎教授のコメント】

本研究技術は、日本が世界に誇る和牛の複雑かつ美しい“サシ”構造を再現することを目的に開発しました。3Dプリント技術を用いて筋や脂肪、血管の線維組織を安定に作製するためには、分化誘導の際に起こる収縮を抑えることが重要でした。そこで我々は、体内では“腱”が筋肉を支えていることに着目し、腱の主成分であるI型コラーゲンで“人工腱組織”を作製し、そこに各線維組織を結合させることで、線維組織が安定に作製できるようになりました。和牛培養ステーキ肉が日本の新たな産業になると期待しています。

## ❖ 本件に関する問い合わせ先

（研究に関すること）

大阪大学 大学院工学研究科 教授 松崎典弥（まつさき みちや）

TEL：06-6879-7356 FAX：06-6879-7359

E-mail: m-matsus[at]chem.eng.osaka-u.ac.jp

弘前大学 大学院医学研究科 教授 下田浩（しもだ ひろし）

TEL：0172-39-5005

E-mail: hshimoda[at]hirosaki-u.ac.jp

大阪工業大学 工学部 生命工学科 准教授 長森英二（ながもり えいじ）

TEL：06-6180-3571（不在の場合は学校法人常翔学園広報室へ）

E-mail: eiji.nagamori[at]oit.ac.jp

キリンホールディングス株式会社 キリン中央研究所 主任研究員 野澤元（のざわ はじめ）

E-mail: h-nozawa[at]kirin.co.jp

(JST事業に関すること)

科学技術振興機構 未来創造研究開発推進部 今林文枝 (いまばやし 心みえ)

TEL: 03-6272-4004 FAX: 03-6268-9412

E-mail: [kaikaku\\_mirai\[at\]jst.go.jp](mailto:kaikaku_mirai[at]jst.go.jp)

(報道に関すること)

大阪大学 工学研究科 総務課 評価・広報係

TEL: 06-6879-7231 FAX: 06-6879-7210

E-mail: [kou-soumu-hyoutakouhou\[at\]office.osaka-u.ac.jp](mailto:kou-soumu-hyoutakouhou[at]office.osaka-u.ac.jp)

凸版印刷株式会社 広報本部

TEL: 03-3835-5636

E-mail: [kouhou\[at\]toppan.co.jp](mailto:kouhou[at]toppan.co.jp)

弘前大学 医学研究科総務グループ 総務担当

TEL: 0172-39-5194 FAX: 0172-39-5205

E-mail: [jm5194\[at\]hirosaki-u.ac.jp](mailto:jm5194[at]hirosaki-u.ac.jp)

学校法人常翔学園 広報室 (大阪工業大学担当)

TEL: 06-6167-6208

E-mail: [koho\[at\]joshu.ac.jp](mailto:koho[at]joshu.ac.jp)

科学技術振興機構 広報課

TEL: 03-5214-8404 FAX: 03-5214-8432

E-mail: [jstkoho\[at\]jst.go.jp](mailto:jstkoho[at]jst.go.jp)