

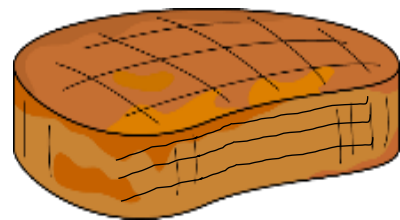
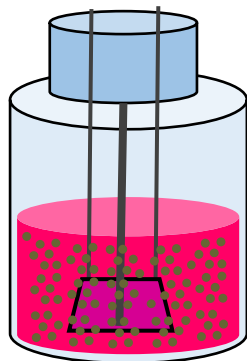
# 廃棄食品を利用した 安価な培養肉用培地の創出

早稲田大学 理工学術院 先進理工学研究科  
生命理工学専攻

准教授 坂口 勝久

2022年11月22日

# 廃棄食品からの培養肉の生産



廃棄食品からの血清  
代替物抽出  
安価な培養液の作成

細胞大量培養

培養  
肉

廃棄食品からのアップサイクル培養肉生産

# 次世代フードテック(代替タンパク)が注目されてる？

## 食糧不足への懸念

1. 人口増加
2. 気候問題
3. パンデミック
4. 戦争・紛争
5. フードロス
6. 菜食主義
7. 人材不足



(写真はイメージになります)



Impossible meat



Beyond meat



Mark Post

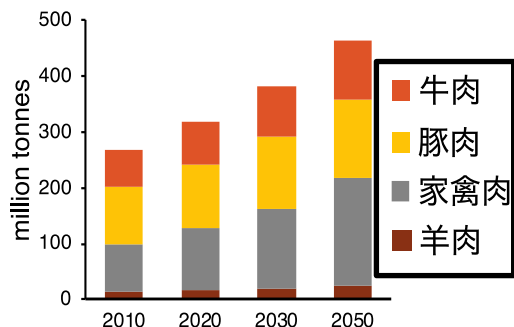


Perfect Day

安心・安全・安定な食事へのニーズが高まっている

# なぜ培養肉(代替タンパク)が必要なのか ~環境問題~

## 食肉消費量の増加



食肉消費量の推移予測

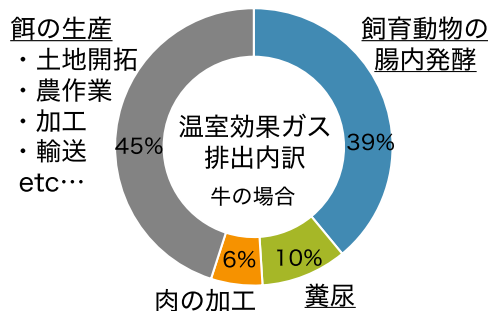
2050年に  
世界人口が89.1億人  
食肉消費量が1.7倍

国際連合食料機関(FAO)  
2011年レポートより

## 環境への影響

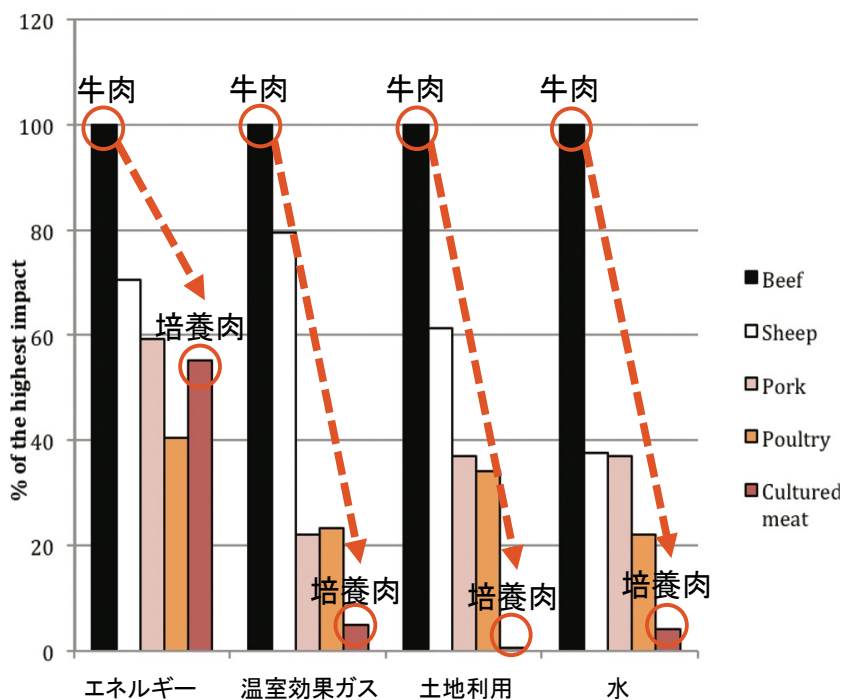
人為的な  
温室効果ガス排出の  
**14.5%を畜産が占める**

FAO 2013年レポートより



Animal Frontiers 9.1 (2019): 69-76.

## 培養肉は環境負荷が小さい



Environmental science & technology 45.14 (2011): 6117-6123.

# なぜ培養肉が必要なのか ~家畜伝染病~

近年、日本国内で家畜伝染病の発生件数が増加

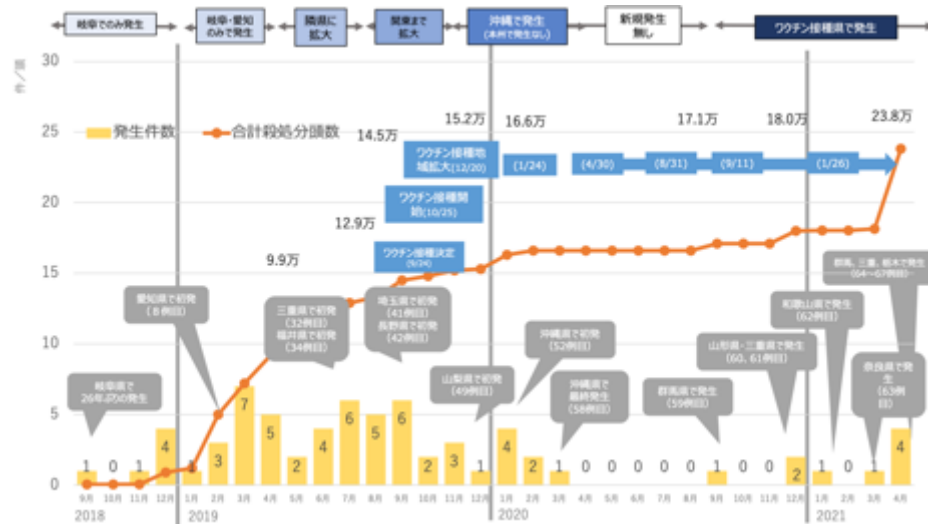
## ■ 豚熱

2018年9月から  
2021年4月までに**23.8万頭**が殺処分  
最近ではアジア地域でアフリカ豚熱が発生し、侵入対策が急務

## ■ 鳥インフルエンザ

2020年11月から  
2021年4月までに**987万羽**が殺処分

参照: 農林水産省資料



日本国内での豚熱の発生件数

人への感染確認された事例

- A (H5N1) ウイルスのヒト感染例, 2003年以降, 863例 (死亡456例)
- A (H7N9) ウイルスのヒト感染例, 2013年以降, 1,568例 (死亡616例)



# 代替タンパク質製品

## 藻類



ユーグレナ



ジャパン・アルジェ

## 昆虫



無印食品



TAKEO

## 植物由来



Beyond meat



Impossible meat



無印良品

# 培養肉

## ■ 培養肉

### 組織工学を基に作られる動物細胞由来の人工肉

TISSUE ENGINEERING  
Volume 11, Number 5/6, 2005  
© Mary Ann Liebert, Inc.

#### Commentary

#### *In Vitro*-Cultured Meat Production

P.D. EDELMAN, M.Sc.,<sup>1</sup> D.C. McFARLAND, Ph.D.,<sup>2</sup> V.A. MIRONOV, Ph.D., M.D.,<sup>3</sup>  
and J.G. MATHENY, M.P.H.<sup>4</sup>

Meat Science 92 (2012) 297–301



Review

#### Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects

Mark J. Post\*

Department of Physiology, Cardiovascular Research Institute Maastricht, Maastricht University, Maastricht, The Netherlands

## ■ 世界初の培養肉試食

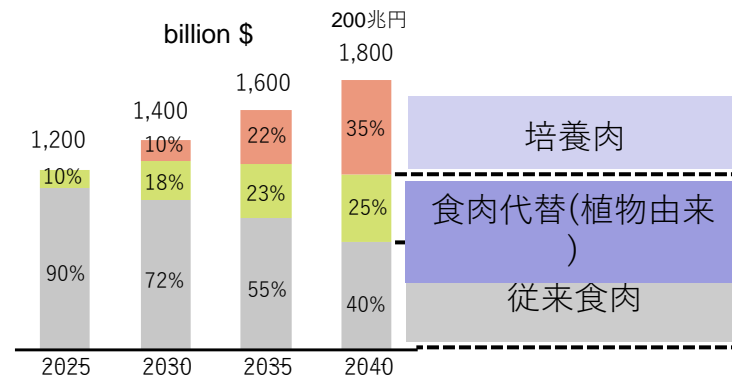


Photo by MosaMeat

2013年  
世界初の培養肉を使った  
ハンバーガーがオランダの  
Mark Post教授から発表

当時の価格: 1個約3000万円

## ■ 世界の食肉市場予測

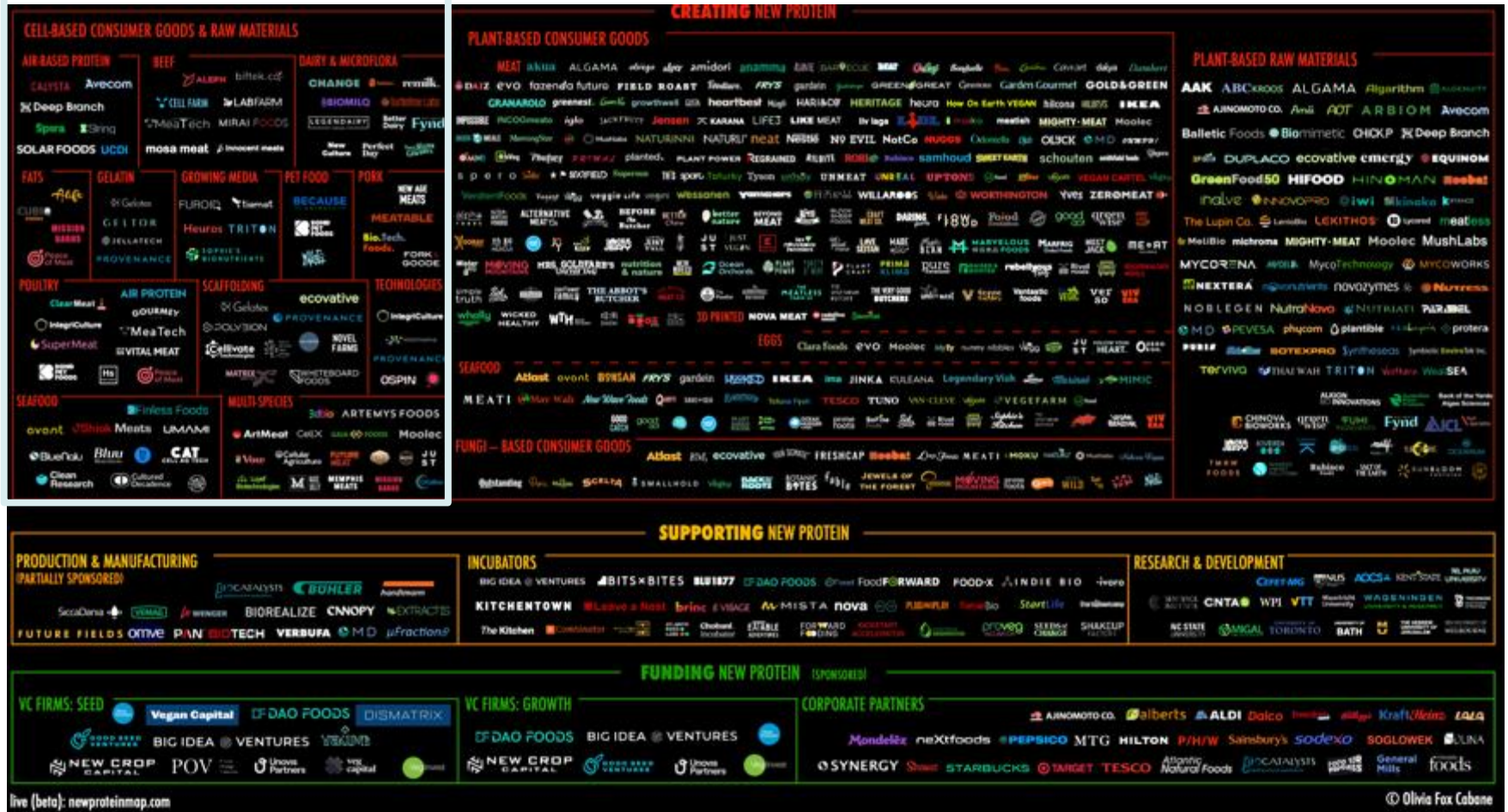


Ref. Kearney社レポートより

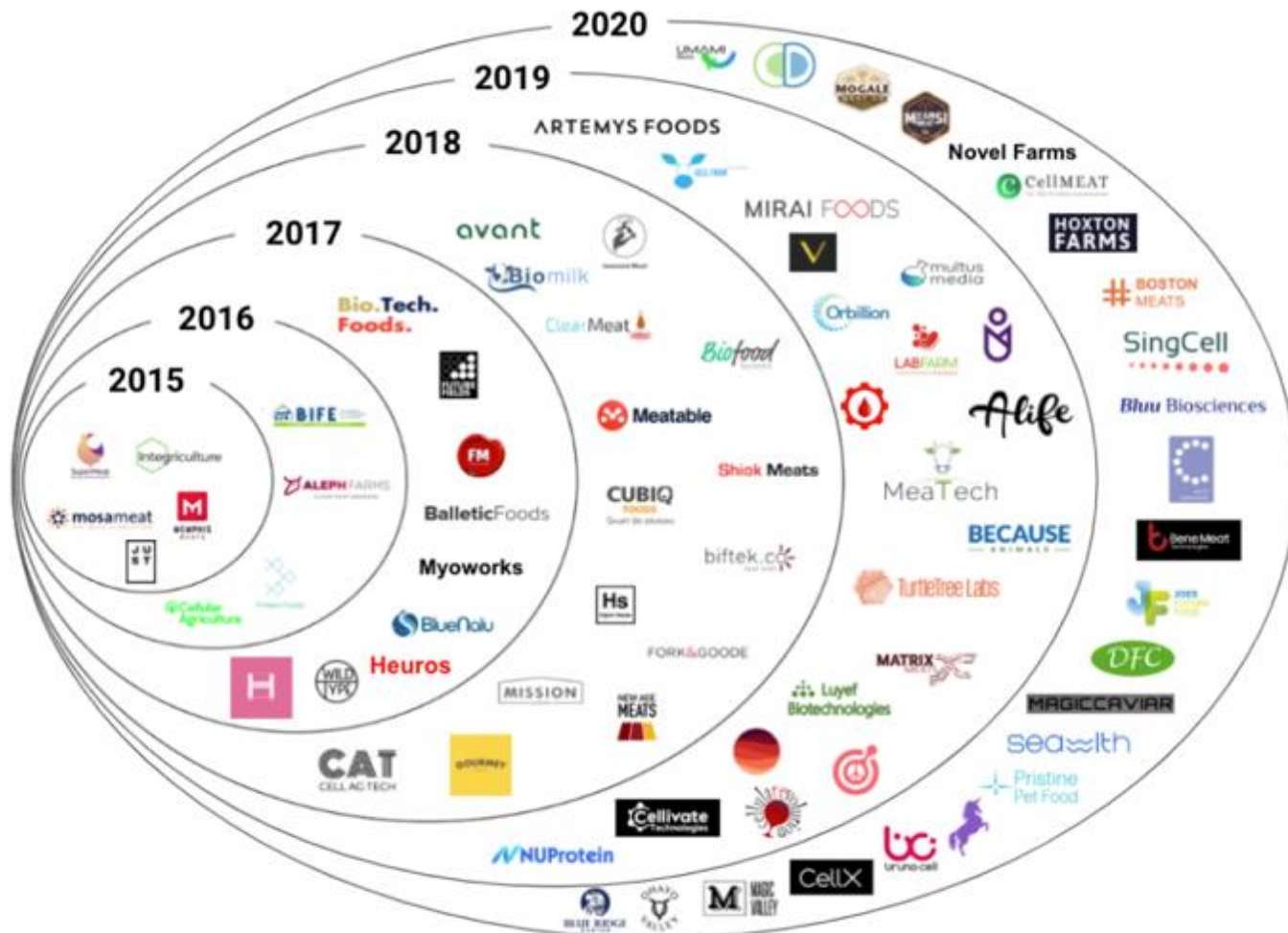
## ■ 培養肉関連のベンチャー



## 培養肉関連ベンチャー



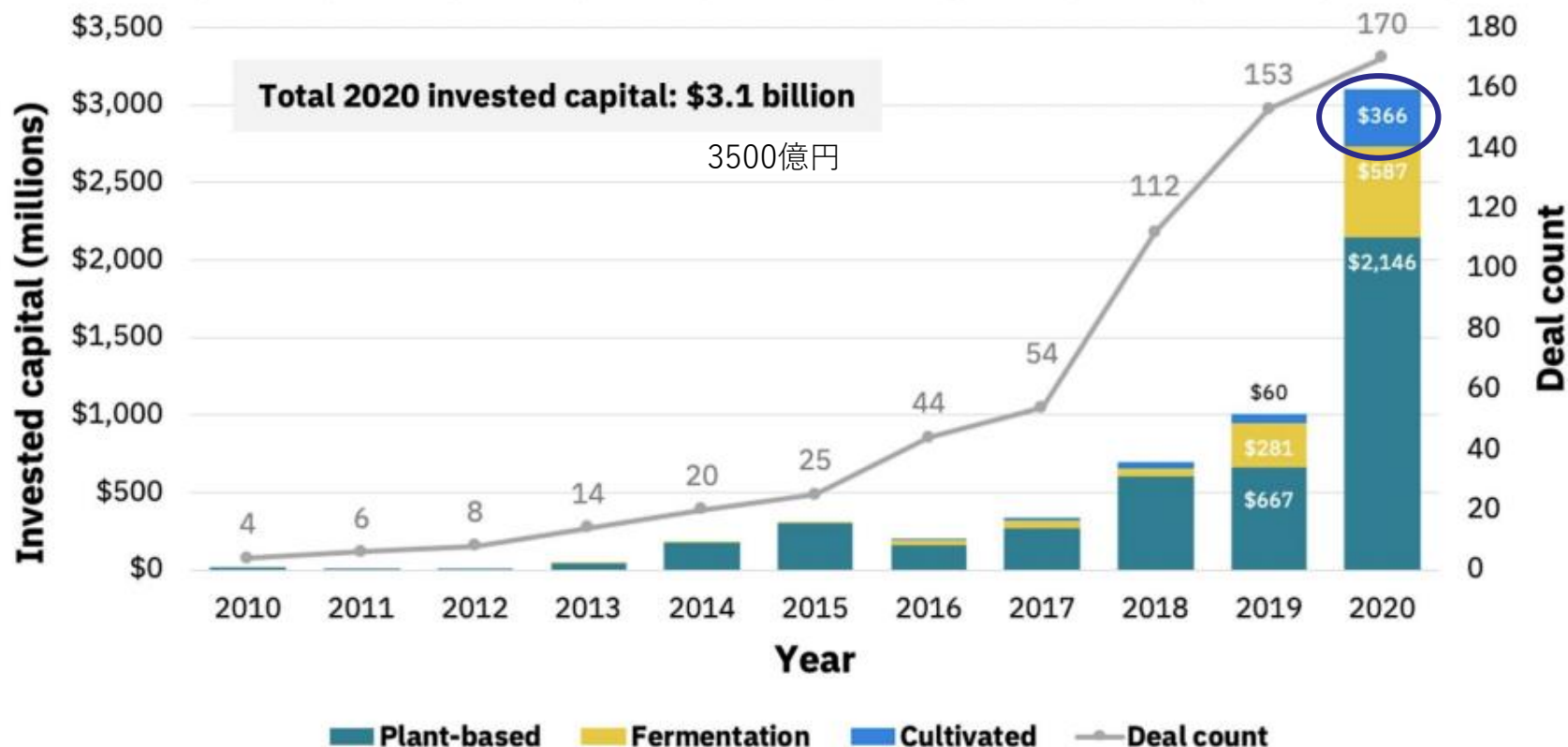
# 培養肉関連のベンチャー企業



State of the Industry Report | Cultivated Meat

約 80 社

## 代替プロテイン関連ベンチャー企業への投資額



参照:ゴールド・フィールズ【GFI】チャート

精密発酵 「Perfect Day : 乳タンパク質、Clara Foods:人工卵白、Impassible Food: ミオグロビン代替」

## 代替肉関連ベンチャー企業の投資額ランキング

順位	会社名	投資額	代替肉タイプ
1	ビヨンド・ミート (アメリカ)	164000万ドル(2130億円)	プラント肉
2	インポッシブルフーズ (アメリカ)	153000万ドル(2000億円)	プラント肉
3	アップサイド・フーズ (アメリカ)	59000万ドル(770億円)	培養肉
4	フューチャードミート (イスラエル)	39000万ドル(500億円)	培養肉
5	モチーフ・フードワークス(アメリカ)	34000万ドル(440億円)	プラント肉
6	ネクスト・ジェン・フーズ (シンガポール)	23000万ドル(300億円)	プラント肉
7	アレフファームズ (イスラエル)	12000万ドル(150億円)	培養肉
8	モサミート (オランダ)	11000万ドル(140億円)	培養肉
9	スターフィールド (中国)	10000万ドル(130億円)	プラント肉
10	ミータブル (オランダ)	6000万ドル(80億円)	培養肉



## 培養肉の販売済み、もしくは 販売に近いベンチャー

### Eat Just (シンガポール)



- ・シンガポールで世界初の培養肉の販売承認を取得
- ・70%が鶏細胞で残りは構造と風味のために植物材料で構成されたチキンナゲットを販売
- ・一皿1800円

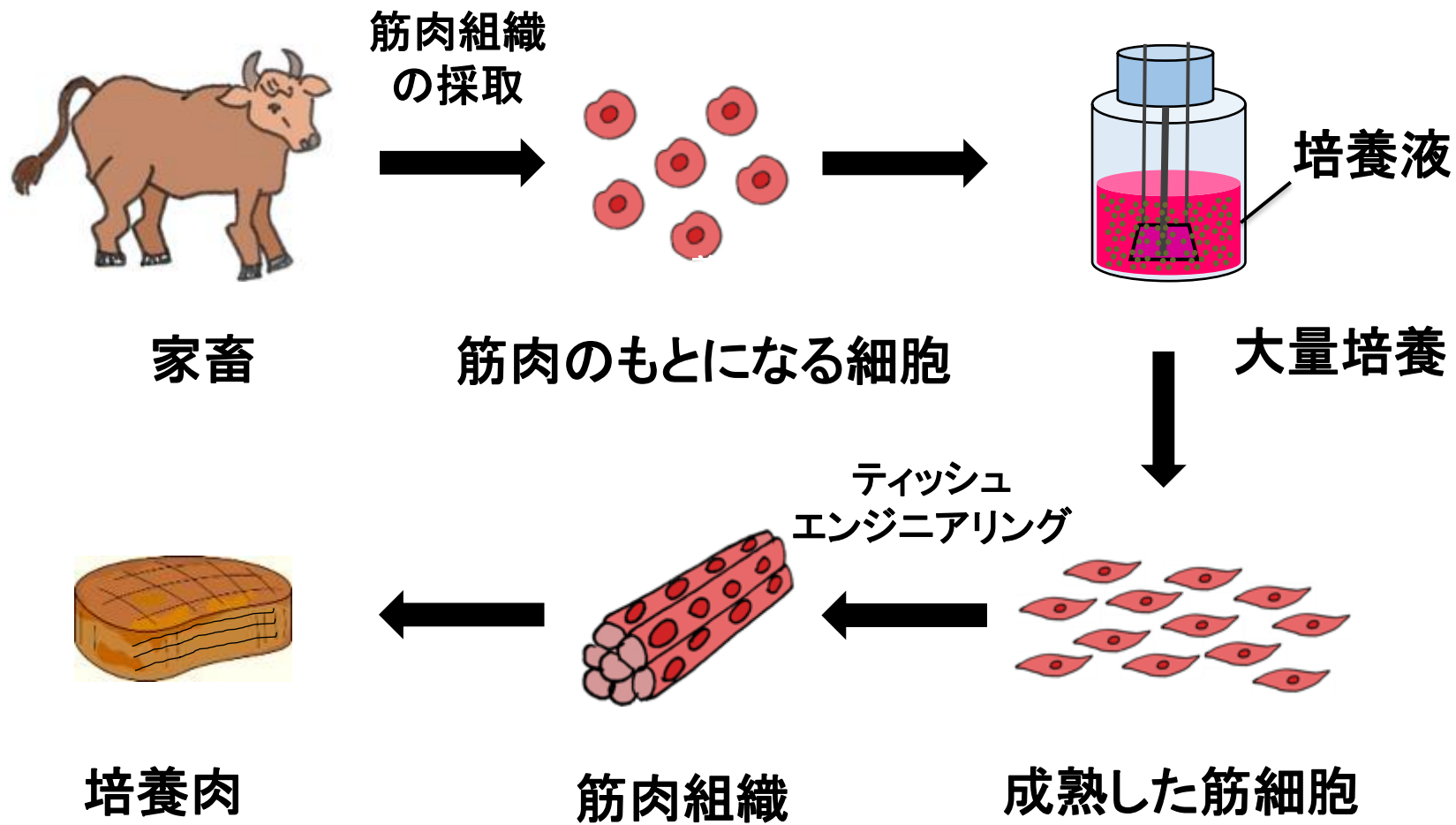
### Future meat technologies (イスラエル)

**FUTURE  
MEAT**



- ・鶏の線維芽細胞を大量に浮遊する培養  
(キャリアビーズ不使用)
- ・植物性タンパクとハイブリッドの肉を作る  
(割合は不明)
- ・110gあたり1.7ドル
- ・培養肉を作る設備、技術、原料を食品会社に提供 (生産プラットフォームを提供)

# 培養肉の作製プロセス





# 培養肉生産における課題 -培養液の低コスト化-

## ■ 細胞培養で一般に使用される培地価格

1 Lあたり価格

### ・ 基礎培地

Dulbecco's Modified Eagle Medium (DMEM)

→0.5 L 約2000円(参考: 富士フイルム和光純薬)

### ・ 血清

ウシ胎児血清(Fetal bovine serum, FBS)

→0.5 L 約60,000円(参考:ニチレイ)

**DMEM + 10%FBSの1Lあたりの価格**

→約7800円(FBSが**77%**を占める)

## ■ 培養肉の価格



5 g 培養肉 約3 Lの培養液  
**25000円**

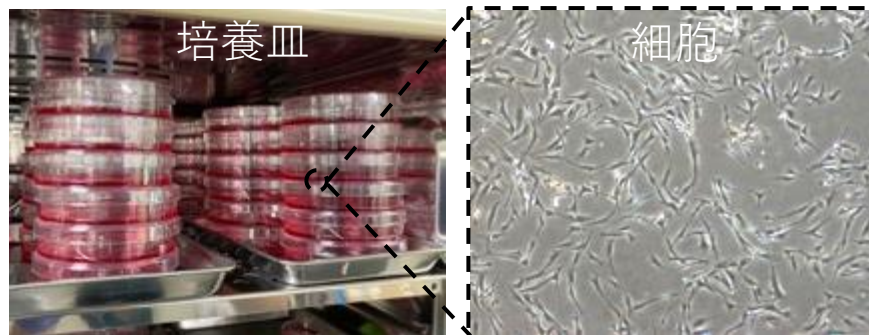
低価格の血清、成長因子代替物があれば、  
培養肉の生産コストを大幅に下げることが可能

# 発明内容

筋組織の抽出物を含んだ培地で細胞を培養する方法



加工



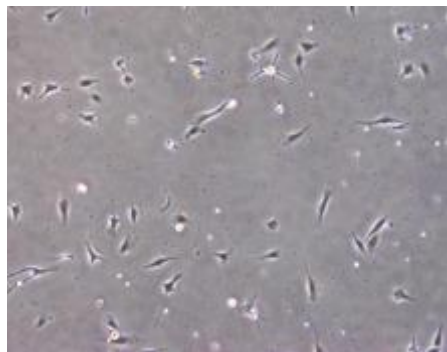
細胞培養に使用

本発明を基に作製した  
筋組織抽出液入り培地を使うことで

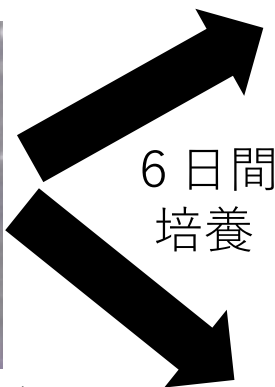
血清、成長因子なしで細胞が増殖

# 実施例

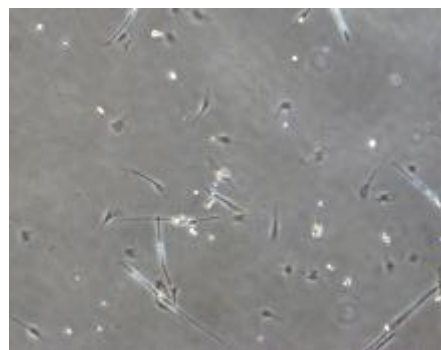
筋抽出液入り培地を使用したウシ筋芽細胞の培養



培養1日目(ウシ筋芽細胞)

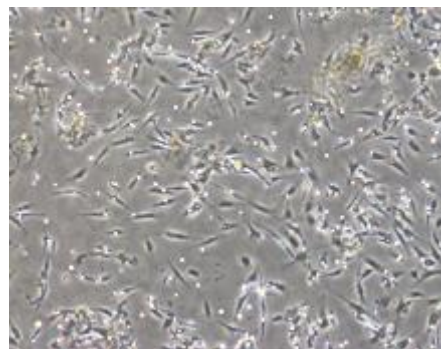


6日間  
培養



従来通り細胞  
は増殖しない

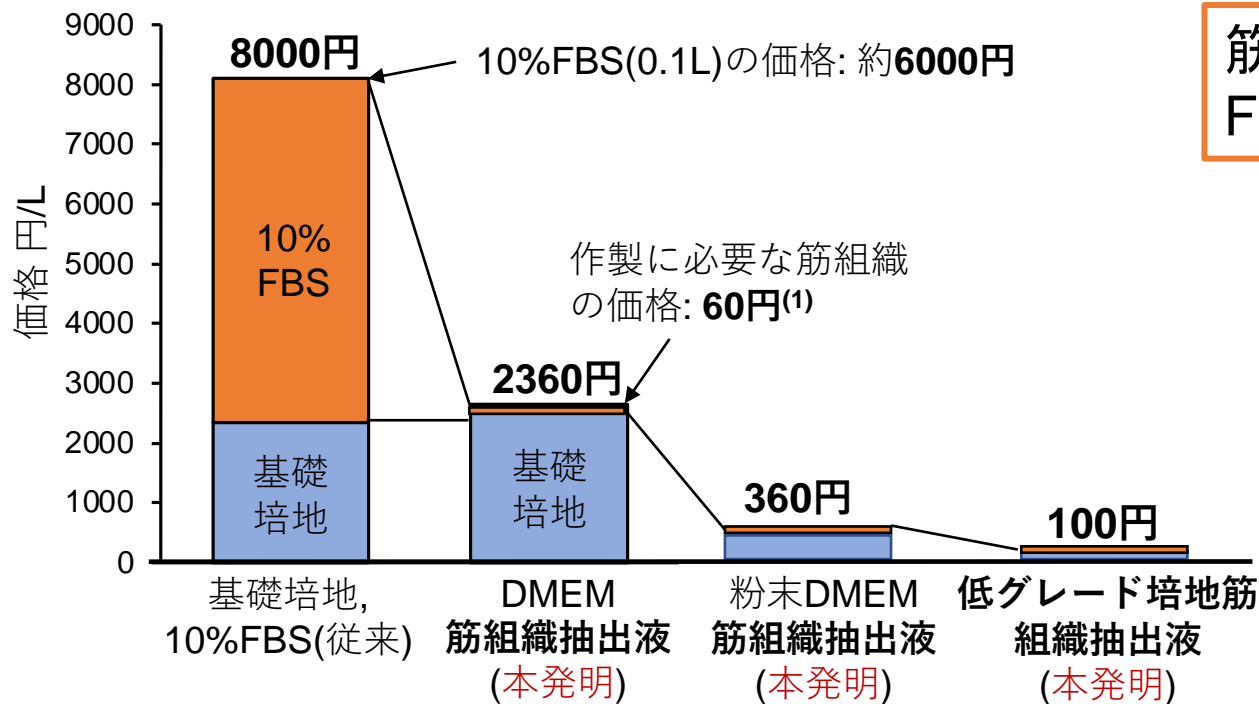
血清、成長因子を  
含まない培地



血清、成長因子  
を使わずに  
細胞が増殖

筋肉抽出液入り培地  
(本発明)

# 本発明が解決する課題～培養液の低コスト化～



筋組織抽出液の価格は、FBSの1/100



↑ 25000円→300円で作成可能

本発明によって培養液の低コスト化が実現

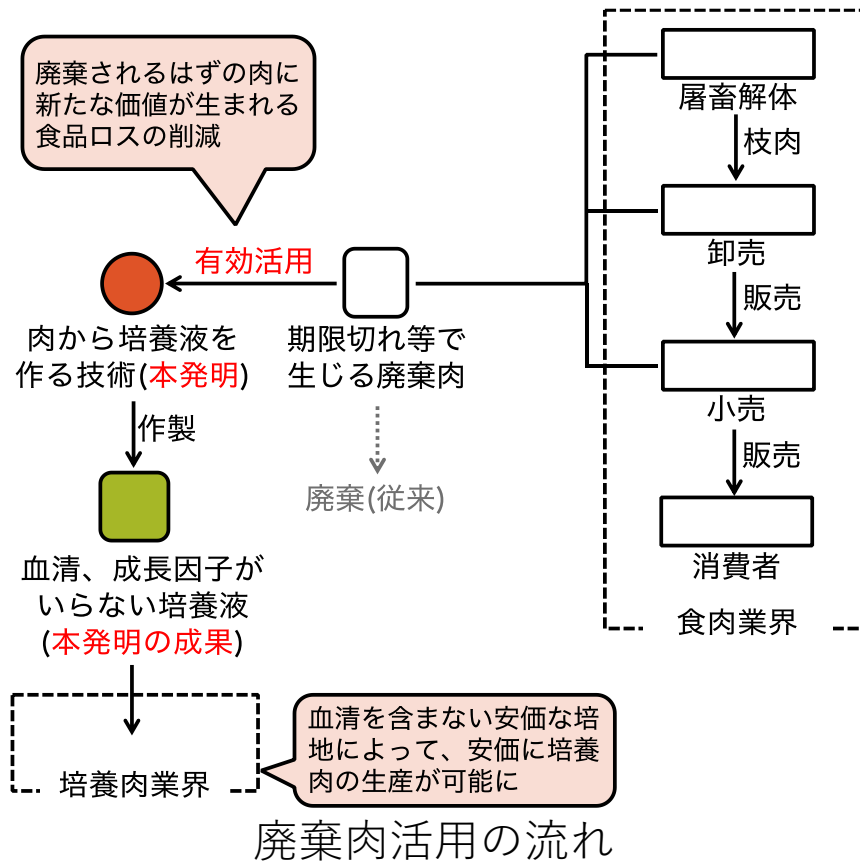
(1) 農水省 畜産物卸売価格(22年9月)

# 本発明が解決する課題~廃棄食品の活用~

平成27年度 報告された年間廃棄量推計<sup>(1)</sup>

業種	廃棄量推計値	
	可食部 (t)	不可食部 (t)
部分肉・冷凍肉製造業	14,667	126,550
肉加工製品製造業	41,546	72,909
食肉小売業(卵、鶏肉除く)	375	1,247

本発明によって、廃棄肉から血清、成長因子代替を作製



廃棄肉を血清、成長因子代替に変える  
アップサイクルシステムの構築

(1)平成29年度農水省報告書より

# 想定される用途

- ・ 培養肉や再生医療分野での細胞加工製品の材料としての安価な細胞培養液

その他

- ・ 健康ドリンク
- ・ 美容液



# 実用化に向けた課題

- 品質の安定性
- 培養肉のルール形成
- 社会受容性

# 企業への期待

- ・ 廃棄肉で作る培養液の事業化
- ・ 実際の食肉加工現場で生じる廃棄肉の現状  
についての情報

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称：ウシ筋組織抽出物を用いた細胞の培養方法
- 出願番号：特願2021-208088
- 出願人：学校法人早稲田大学[55%]、  
学校法人東京女子医科大学[45%]
- 発明者：坂口勝久、田中龍一郎、清水達也、山中久美子

# お問い合わせ先

**早稲田大学**

**リサーチイノベーションセンター**

**知財・研究連携支援セクション（承認TLO）**

**TEL 03-5286 - 9867**

**e-mail [contact-tlo@list.waseda.jp](mailto:contact-tlo@list.waseda.jp)**