

# 【高橋プロ】自然資本主義社会を基盤とする 次世代型食料供給産業の創出

プロジェクトマネージャー（PM）：高橋 伸一郎（東京大学 プラネタリーヘルス研究機構 特任教授）

なぜこの研究が必要か：  
生産量だけでなく、「何を・どれだけ・誰に届けるか」を設計する

食料生産の技術が進んでも、食べ過ぎ・不足・食品ロス・健康格差は残ります。必要な「量と質」を科学的に見極める食料消費側の設計が必要です。

『自然資本主義社会』とは、自然や地球環境を使い捨てず、社会と経済を支える共通資本として守り、育てる社会です。

## 私たちのコンソーシアムが目指す2050年の「食」の未来像

- ・代謝情報から必要栄養量を推定（非侵襲・低侵襲測定装置：ウェアラブルデバイスなどの開発）
- ・必要栄養量を必要食料量へ変換（AI/DX Nutrition技術の開発）
- ・未利用・低利用資源で必要な食を地域供給（次世代食料供給産業の確立）

## これまでに確立した3つの科学基盤



### AI/DX Nutrition

食事・飼料のアミノ酸組成で給与した際の20種類の血中アミノ酸パターンが変わる。血中アミノ酸プロファイルから機械学習で、脂肪蓄積などの生体状態を予測できる手法を確立。



### ファージによる腸内細菌の精密制御

肥満関連菌 *T. ramosa* を溶菌するファージを12種類単離。カクテル化で耐性菌を抑え、複雑な菌叢でも標的菌を選択的に除去。



### 低侵襲・非侵襲センシング

ラマン/NIRなどの分光技術で、血中組成・メタボロームを推定する基盤を開発。少量血液・ISF・尿・汗へ広げ、日常で食後応答を測ることを目指します。

## この基盤を、地球と人の健康を同時に支える PHF（Planetary Health Food）へ

## 具体的なPHF候補と、研究を社会へつなぐ実証基盤

生態系

### 食害魚：アイゴ・ブダイ・クロダイ

藻場や漁業に影響する魚を、地域の食資源へ。中骨・アラを乾燥・粉末化し、Gly・Pro、ω-3脂肪酸、消化性を評価。

資源

### 非可食部：スズキのアラ

通常は捨てられる皮・骨・頭・残肉を、ペーストや料理へ。島根で22品を試作し、用途と商品化条件を探索。

健康

### 健康課題：減リン食品

タンパク質を減らさず、体に吸収されるリンを減らす。減リン明宝ハム、凍豆腐・大豆系食品を健康寿命につながるPHF候補へ。

## RIPH | 研究室の成果を社会へつなぐ「実証エンジン」

東京大学プラネタリーヘルス研究機構

RIPH

科学評価

データ統合

企業協創

社会実装

### 高輪ゲートウェイ | 都市型PHF実証

PHFを試す・売る受容性・選択行動を測る購買・生活・健康関連データを取得

## MS終了後も続く社会実装の受け皿

### 三浦・島根・郡上 | 地域実証へ展開

三浦

食害魚

島根

非可食部

郡上

リン健診

研究成果 → 試作 → 実証 → データ取得 → 標準化 → 他地域へ横展開

目標は「未利用資源を使うこと」ではなく、科学的根拠をもつ食として地域に戻すこと。RIPHと高輪ゲートウェイを実証基盤に、自然資本・健康・地域産業を同時に改善します。

# 【高橋プロ】（主要成果1）食べた後の血中20種類のアミノ酸プロファイルから、食の影響を読む — AI/DX Nutrition

高橋 伸一郎（東京大学プラネタリーヘルス研究機構）、MS510研究チーム

## 同じカロリー・同じタンパク質でも、アミノ酸の組合せで体の応答は変わる

従来の食品評価は「何が含まれるか」が中心でした。  
私たちは、食べた後の血中20アミノ酸（20AA）パターンを読み、脂肪蓄積などの生体応答を予測し、食品設計へ戻します。

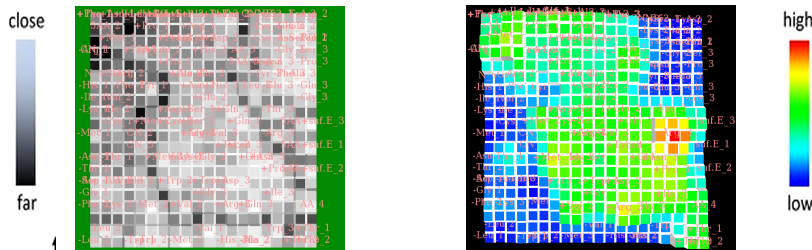
### ラット実験で確かめたこと

異なる  
アミノ酸食

血中20AA  
プロファイル

SOM（機械学習）  
で類似性を分類

肝臓TG量を  
予測



各種の餌を給餌したラットの  
血中アミノ酸濃度を入力値として  
自己組織化マップ（SOM）解析で  
クラスタリング

左図のそれぞれのラットに  
肝臓の中性脂肪量を  
ヒートマップで表示

20種類のアミノ酸濃度という多次元ベクトルを  
低次元空間（ここでは2次元）に写像

⇒

- ・一つ一つの四角が一頭のラットを表す
- ・類似したアミノ酸パターンのラットは隣にクラスタリングされる
- ・黒い四角は、隣とのパターンがかなり異なることを示す

Nishi H, et al. Sci. Rep. 8: 5461 (2018)

#### 〈対象〉

さまざまなアミノ酸組成の餌を  
給餌した135匹のラット

#### 〈分かったこと〉

単一の血中アミノ酸濃度では  
説明できない肝臓脂肪量を、  
血中20種類のアミノ酸濃度の  
「プロファイル」から予測できた

#### 〈意味〉

食品を成分表だけでなく、  
「食べた後の応答」で評価できる

## この成果をPHF設計へどう使うか

### 1 測る

食事・食品



血中アミノ酸・リン・  
代謝物

### 2 読む

SOM・機械学習



個人差・脂肪蓄積・  
未病状態

### 3 戻す

組成・加工・量・組合せを  
変え、  
より良い食品へ再設計

AI/DX Nutritionの目的はAIそのものではなく、  
食の影響を科学的に読み、次の食品設計へ戻すことです。

# 【高橋プロ】（主要成果2）未利用資源を「安い原料」ではなく、健康と地域を支える食資源へ

小南 友里・潮 秀樹（東京大学大学院農学生命科学研究科）、MS510水産・食品開発チーム

未利用資源を使うこと自体が目的ではありません。  
価値を測り、食べ続けられる形にすることが目的です。

## 従来の利用と、私たちが目指す利用の違い

### 従来型：原料低減・利益率モデル

安く仕入れる  
既存食品に混ぜる  
原価を下げる  
「おいしいか」だけで評価する

### Moonshot型： 栄養応答・社会価値モデル

部位ごとの成分を読む  
加工・消化性を設計する  
完成食品1食分で評価する  
健康価値・環境価値・地域価値を実装する

## 現在までに得られた具体的成果

### 食害魚：アイゴ・ブダイ・クロダイ（連携研究）

- 中骨・アラを低温乾燥・粉末化
- Gly・Proに富むアミノ酸源
- DHAなどω-3系脂肪酸を含む
- in vitro消化で、アミノ酸源としての有用性を確認

生態系への負荷となる魚を、地域の食資源へ変える候補です

### ● 非可食部：スズキのアラ



- 高温高圧処理でペースト化
- 島根で22品を試作
- 給食・高齢者食・家庭食・外食を探索
- 3～5品へ絞り、成分・消化性・安全性を評価

捨てられる部位を、完成食品として使える素材へ変えます

## 商品化へ進めるために、次に確かめること

### 栄養価

一般成分  
20種AA  
コラーゲン  
脂質・ミネラル

### 食べた後

消化性  
吸収性  
1食分の量

### 安全性

微生物  
ヒスタミン  
重金属  
酸化・保存性

### 実装条件

価格  
包装  
供給量  
厨房での使いやすさ

出口は「廃棄物処理」ではありません。  
地域の漁業者・食品企業・給食・介護・外食が使える、  
規格化された食素材にすることです。

# 【高橋プロ】（主要成果3） なぜ、リンを「食」から考えるのか

黒尾 誠（自治医科大学）、MS510リン・健康評価チーム

リンは生命に必要です。  
しかし、必要量を超えて体に取り込まれると、  
老化・腎臓・血管への負担になり得ます。

一般の方に知っていただきたい3つのこと

## 1 リンは必須栄養素



骨やエネルギー代謝に必要  
「ゼロにする」ことは  
できません

## 2 摂り過ぎに 気づきにくい



加工食品のリン酸塩など、  
見えにくいリンもあります

## 3 同じ食事でも負荷が 違う



年齢・腎機能・食品中の  
形態で、吸収される量は  
人によって異なります

目指すのは「タンパク質を減らさず、リン負荷を減らす」食品設計です。

研究の進め方：誰に必要かを見つけ、食べ物を変え、地域で確かめる

## 1 見つける

血液・尿・食事から、  
リン負荷が高くなりやす  
い人を見つける

郡上市の住民健診へ接続

## 2 食品を変える

リン酸塩添加を減らす  
植物性タンパク質へ置換する

減リン明宝ハム、凍豆腐・  
大豆系食品

## 3 確かめる

おいしさ・栄養価を保ちな  
がら、食後のリン負荷を  
下げられるか検証

地域企業と販売・  
継続摂食へ

科学的な到達点と、社会にとっての意味

### 科学的な到達点

- Klotho老化モデルで、餌中リン量により老化速度が変わる実験系を確立。
- 凍豆腐タンパク質への置換で寿命延伸を確認。
- 減リン明宝ハムを試作し、食後リン応答の評価へ。

### 社会にとっての意味

- 高齢者がタンパク質を減らし過ぎずに食べられる。
- 地域の加工食品を、健康価値のある商品へ変えられる。
- 健診・食品企業・自治体を一つの実証モデルでつなげられる。

リン研究は「我慢する食事」を作る研究ではありません。  
おいさとタンパク質を保ちながら、  
将来の健康負担を減らす食を作る研究です。