

本講義資料のご利用にあたって

本講義資料内には、東京大学が第三者より許諾を得て利用している画像等や、各種ライセンスによって提供されている画像等が含まれています。個々の画像等の利用については、それぞれの権利者の定めるところに従ってください。

著作権が東京大学の教員等に帰属する著作物については、非営利かつ教育的な目的に限り複製および再配布することができます。

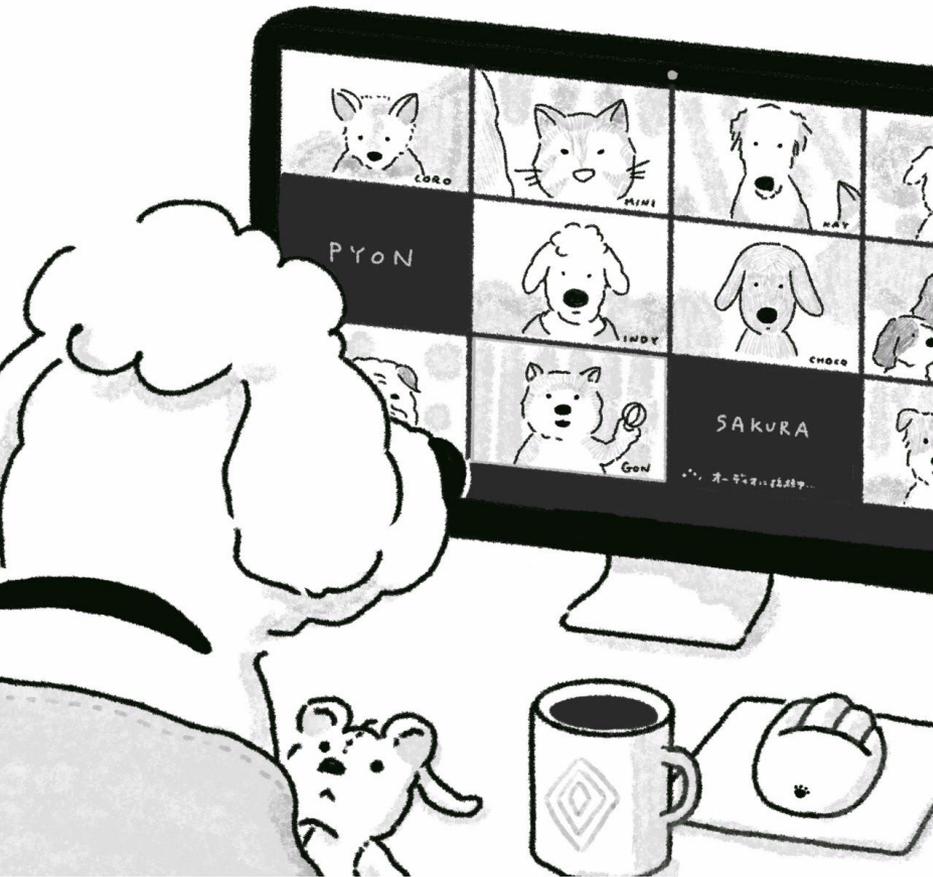
ご利用にあたっては、以下のクレジットを明記してください。

クレジット：

The University of Tokyo 学術フロンティア講義 2024 高橋 伸一郎



今日の講義では、クイズなどで Slidoを使用します。



Copyright Kyoko Takahashi 2021

- WebでGoogleを開き、**Slido**へアクセスして、イベントコード「**4280341**」をタイプインして、イベント「**学術フロンティア**」にアクセスしてください。

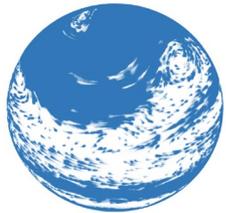
あるいは

- QRコードを読み込んで、イベントにアクセスしてください。

**ブックマーク
してください**

現在Slidoは
公開して
おりません。

人類はこれからどのような食生活をしていくべきか 一次世代栄養学とOne Earth Guardiansからの提言



ONE EARTH GUARDIANS



OEGs育成プログラムHP



GLoEプログラムHP



東京大学

大学院農学生命科学研究科

応用動物科学専攻

動物細胞制御学研究室

高橋 伸一郎

<http://endo.ar.a.u-tokyo.ac.jp>

http://endo.ar.a.u-tokyo.ac.jp/moonshot_project/

<https://www.one-earth-g.a.u-tokyo.ac.jp>

<https://www.one-earth-g.a.u-tokyo.ac.jp/gle/>



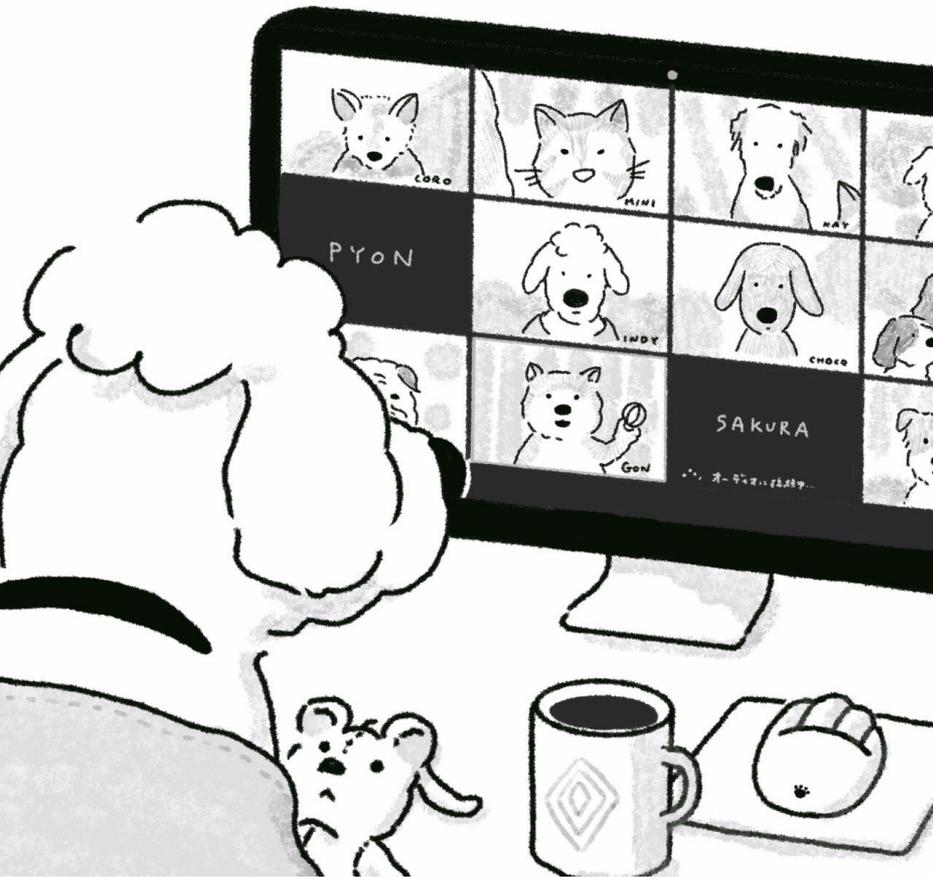
研究室HP



コンソーシアムHP



今日の講義では、クイズなどで Slidoを使用します。



- WebでGoogleを開き、**Slido**へアクセスして、イベントコード「**4280341**」をタイプインして、イベント「**学術フロンティア**」にアクセスしてください。

あるいは

- QRコードを読み込んで、イベントにアクセスしてください。

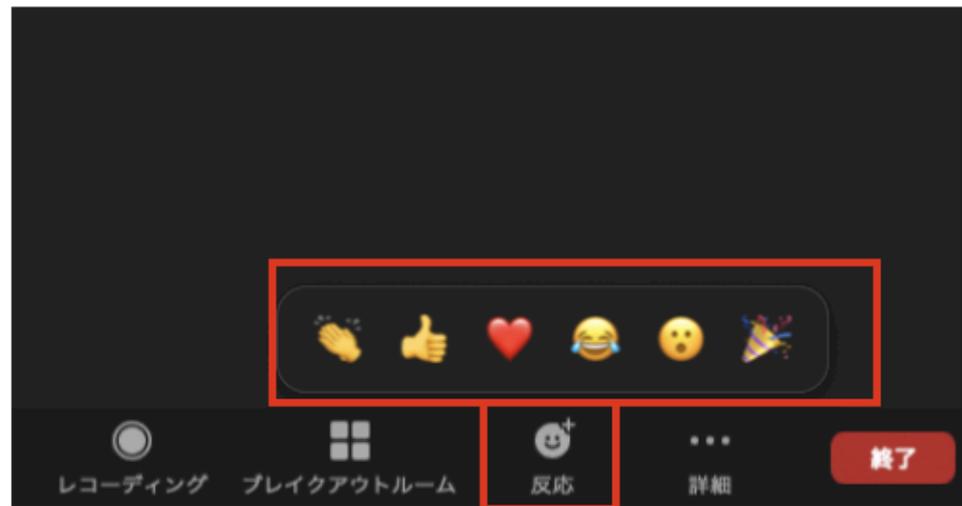
**ブックマーク
してください**

現在Slidoは
公開して
おりません。

**講義は、ライブショーですので、
90分間、お付き合いください！**



講義は、ライブショーですので、 90分間、お付き合いください！



反応ボタンの種類が
6個に増えました

Copyright ©2023 Zoom Video
Communications, Inc.

オンライン参加の方も、反応、質問をよろしくお願いします

今日の話のフロー

1 . 私の履歴と行き着いた疑問

今日の話のフロー

教育

1 . 私の履歴と行き着いた疑問



2 . 農学とは？



3 . One Earth Guardians (地球
医) 育成プログラムとは？

今日の話のフロー

教育

1 . 私の履歴と行き着いた疑問

2 . 農学とは？

3 . One Earth Guardians (地球医) 育成プログラムとは？

研究

4 . 私達がこれまで取り組んできた研究

5 . 次世代栄養学・代謝学

今日の話のフロー

教育

研究

1 . 私の履歴と行き着いた疑問

2 . 農学とは？

4 . 私達がこれまで
取り組んできた研究

3 . One Earth Guardians (地球
医) 育成プログラムとは？

5 . 次世代栄養学・代謝学

教育プログラムと研究プロジェクトのリエゾン

6 . 食生活の変化で人類は救えるか？

今日の話のフロー

教育

研究

1 . 私の履歴と行き着いた疑問

2 . 農学とは？

4 . 私達がこれまで
取り組んできた研究

3 . One Earth Guardians (地球
医) 育成プログラムとは？

5 . 次世代栄養学・代謝学

6 . 食生活の変化で人類は救えるか？

7 . 私達がこれからの地球にできること

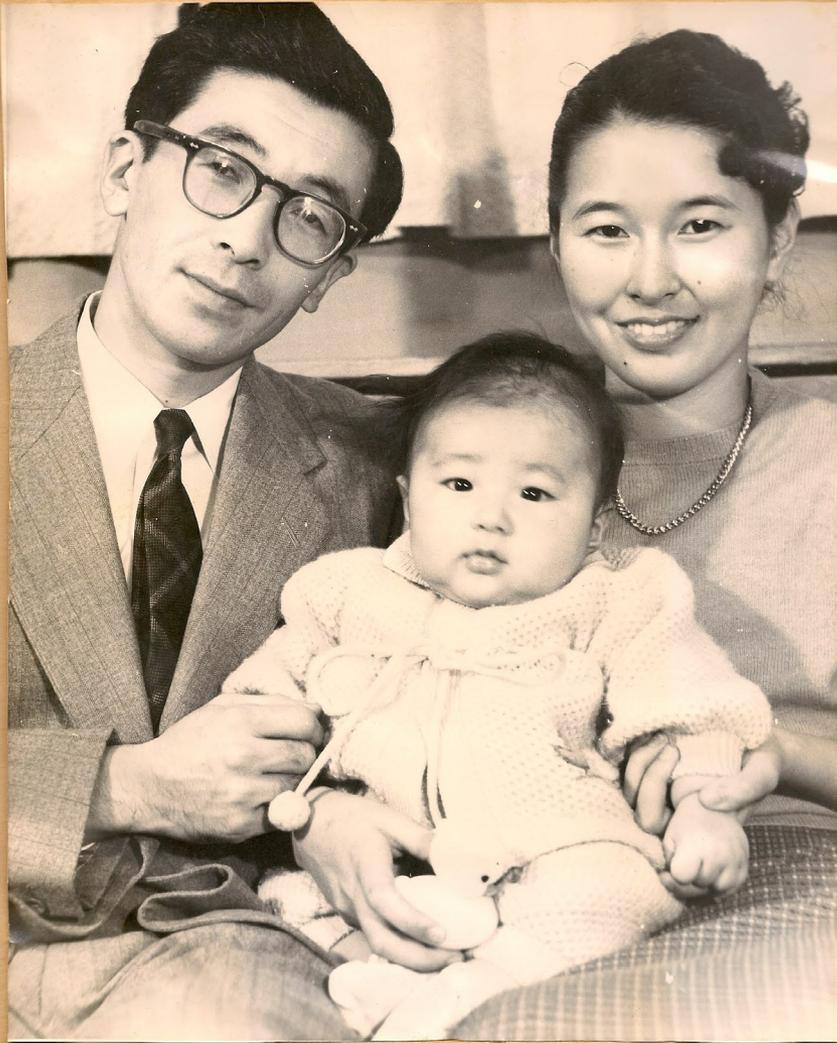
今日のメニュー

1. 私の履歴と行き着いた疑問
2. 農学とは？
3. One Earth Guardians育成プログラムとは？
4. 私達がこれまで取り組んできた研究
5. 次世代栄養学・代謝学
6. 食生活の変化で人類は救えるか？
7. 私達がこれからの地球にできること

自己紹介

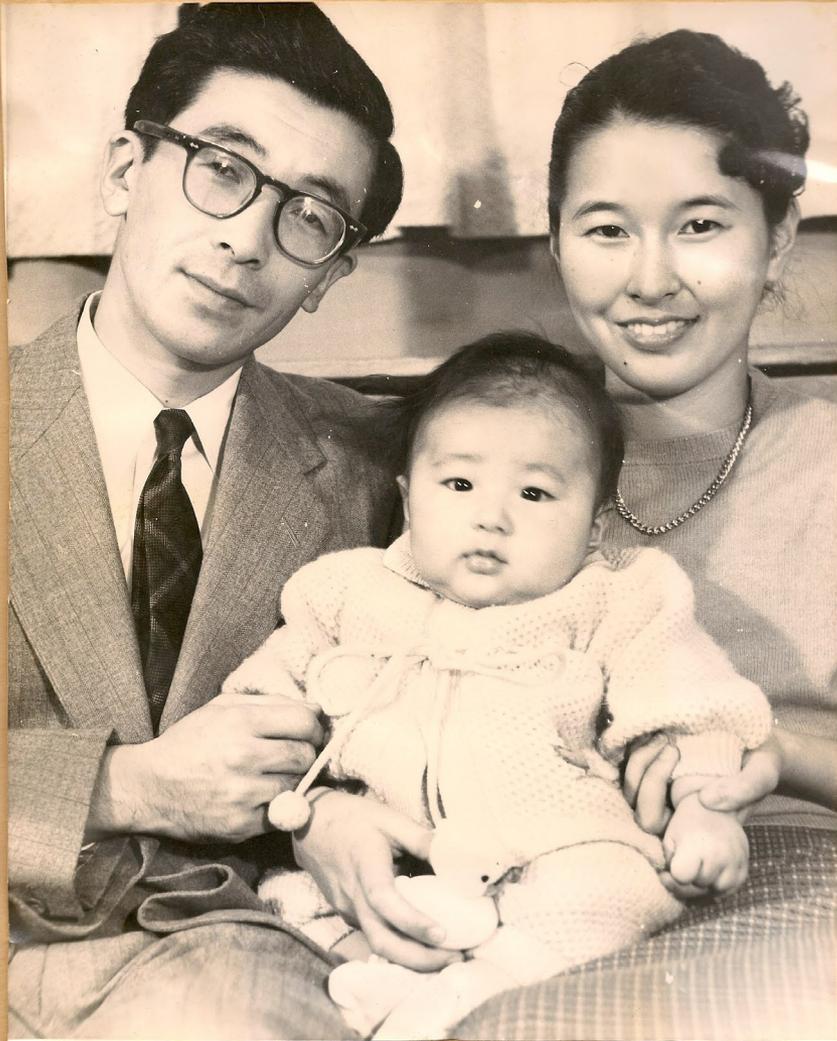
1959年8月7日
神戸生まれ

1959 11.30. 喜舎場什亭大



自己紹介

1959 11.30. 喜合場什亭夫



1959年8月7日
神戸生まれ

植物学者
(農学部農芸化学科農薬学)の父

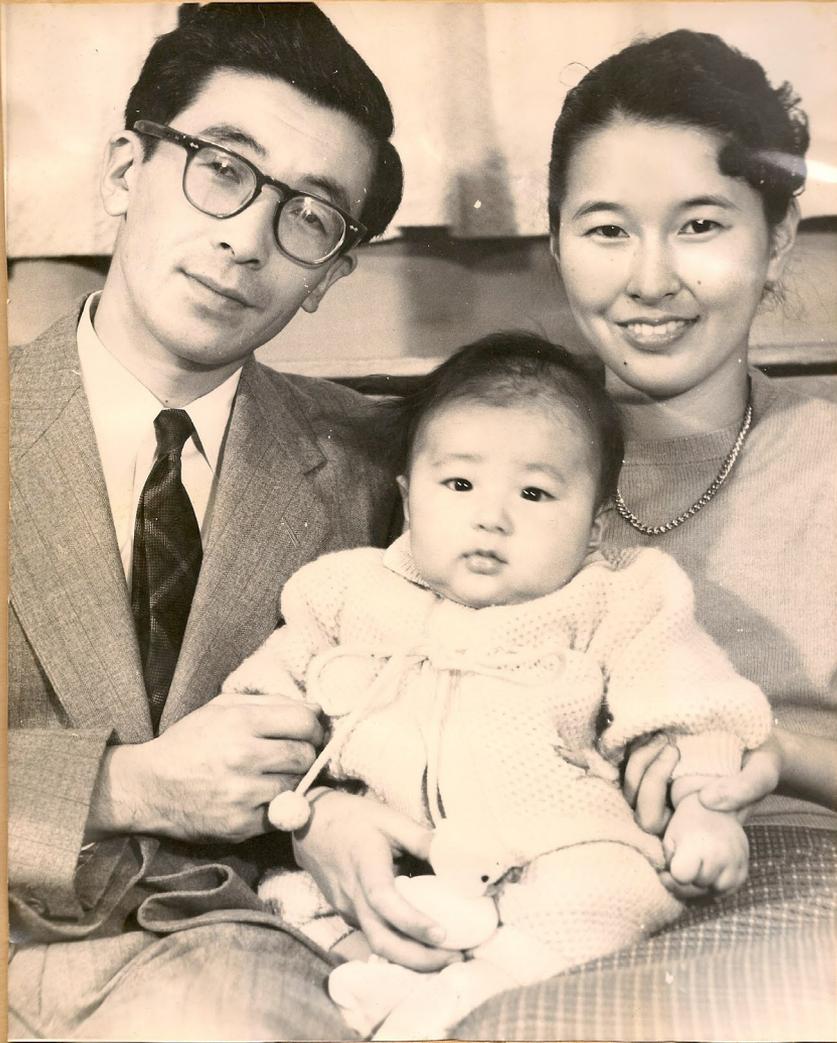


「たけのこ」から
植物ホルモン、
ジベレリンを精製した人

Fig. I ジベレリン類の構造

自己紹介

1959 11.30. 喜会場什亭大



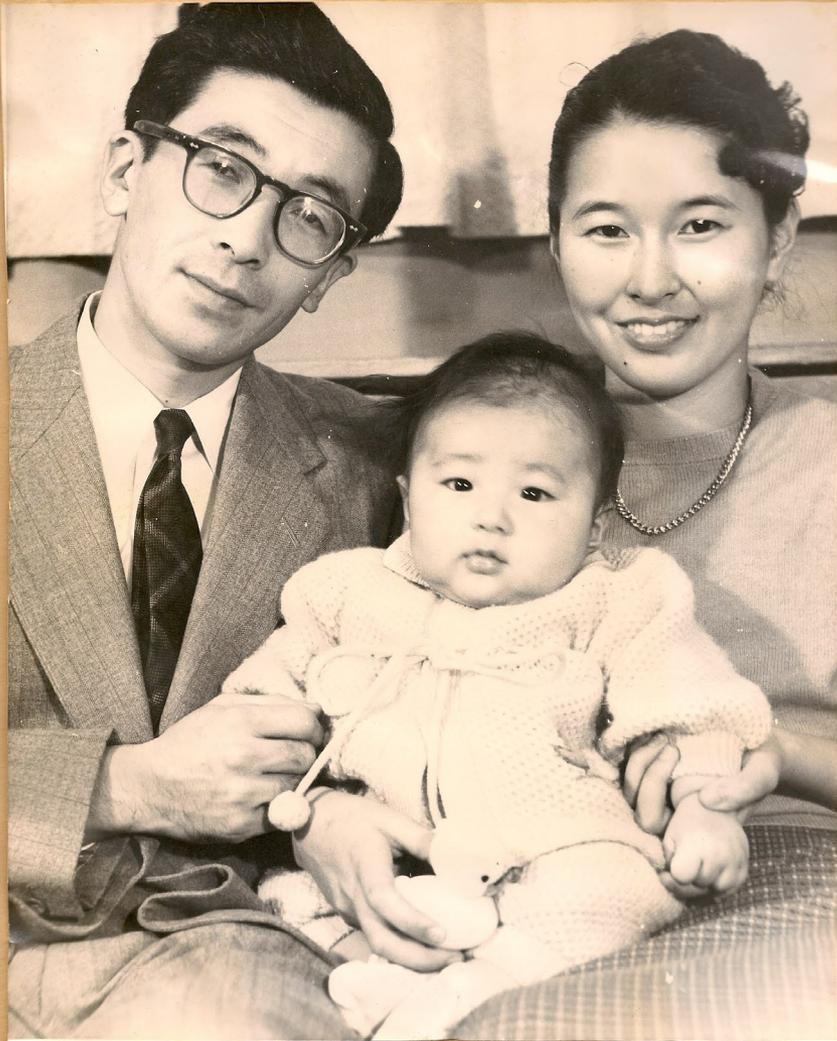
1959年8月7日
神戸生まれ

植物学者(農学部農芸化学科農薬学)の父
(高橋信孝)
絵描き?(ものづくり屋)の母
(高橋一枝)



自己紹介

1959 11.30. 喜舎場什字大



1959年8月7日
神戸生まれ

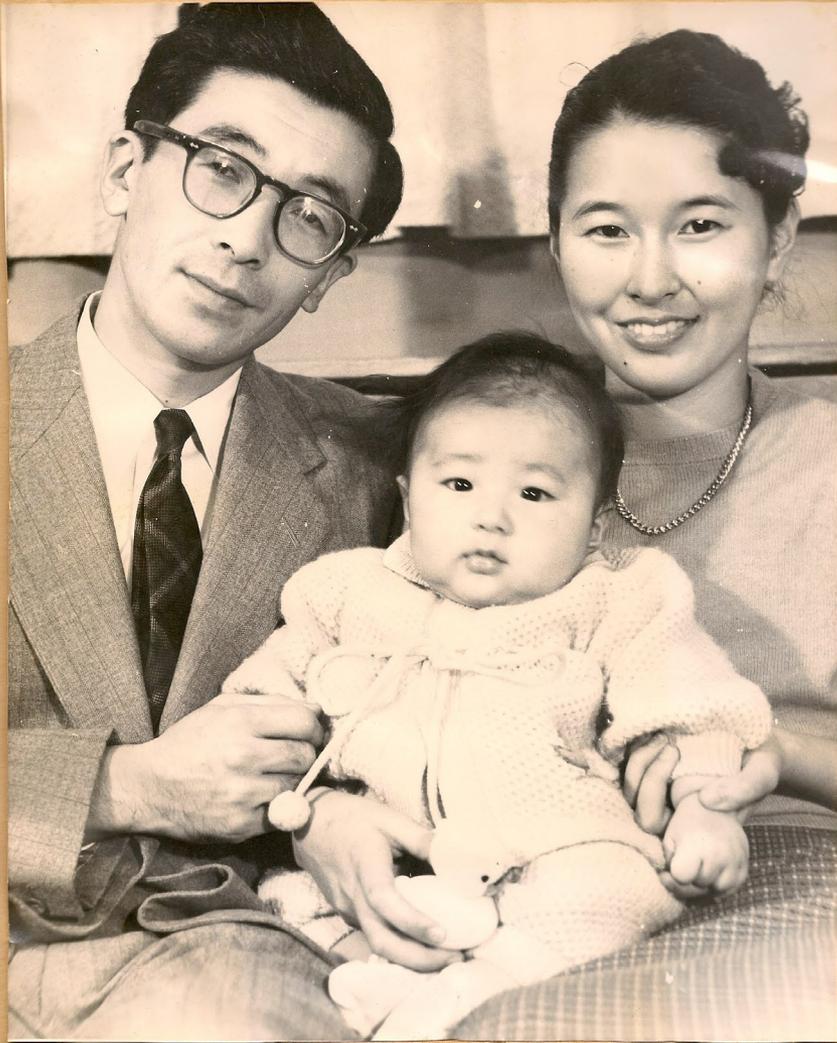
植物学者(農学部)の父
(高橋信孝)
絵描き?(ものづくり屋)の母
(高橋一枝)

都立西高校時代:
硬式テニスのプロになることが夢



自己紹介

1959 11.30. 喜舎場什亭大



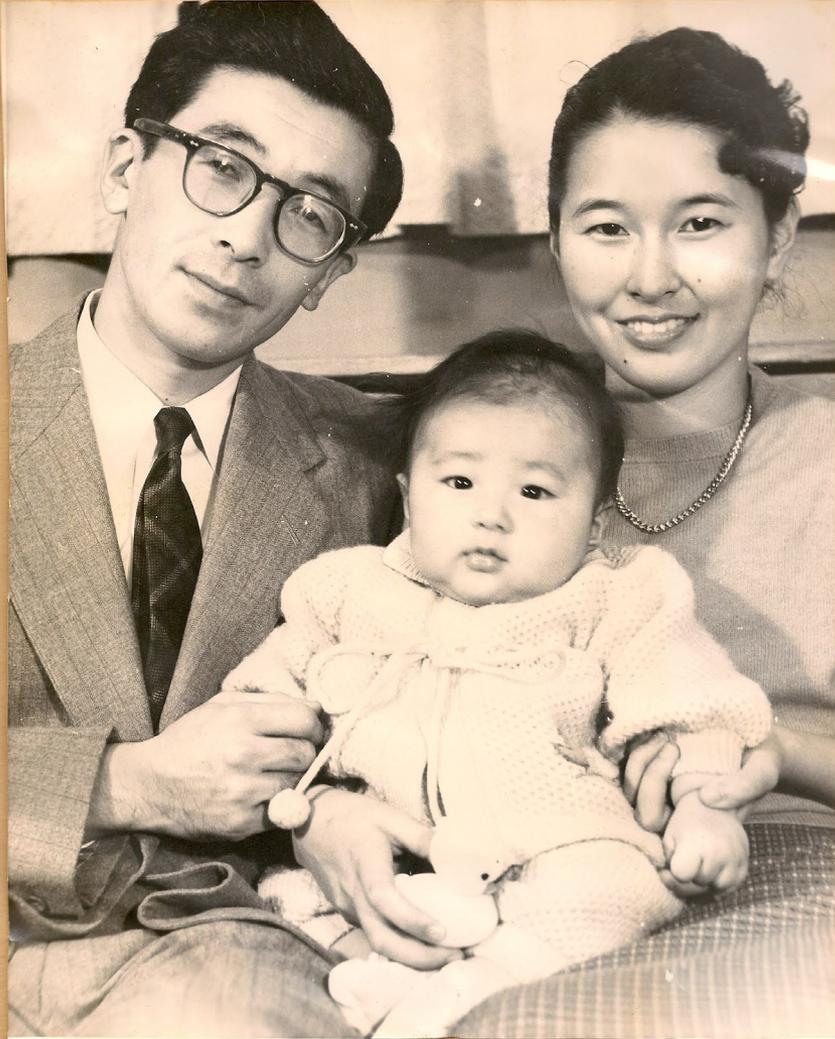
1959年8月7日
神戸生まれ

植物学者(農学部)の父
(高橋信孝)
絵描き?(ものづくり屋)の母
(高橋一枝)

都立西高校時代:
硬式テニスのプロになることが夢
肩の腱を切っしまい科学者に
(いろいろとあって三代続けて農学部へ)
…農産製造学の祖父

自己紹介

1959 11.30. 喜舎場什亭大



1959年8月7日
神戸生まれ

植物学者(農学部)の父
(高橋信孝)
絵描き?(ものづくり屋)の母
(高橋一枝)

都立西高校時代:
硬式テニスのプロになることが夢
肩の腱を切ってしまい科学者に
(いろいろとあって三代続けて農学部へ)
...農産製造学の祖父



↓ 64年後

苦勞が
たたって...



自己紹介

- 昭和62. 3 **東京大学**大学院農学系研究科農芸化学専門課程博士課程修了
農学博士（東京大学）の学位授与
「動物の体タンパク質分解機構の解明」 「上皮成長因子／インスリンの新規細胞内シグナル伝達機構」
- 昭和62. 4 **東京農工大学**農学部農芸化学科生物化学講座助手
「微生物由来アミラーゼ活性発現機構の解明」 「細胞外マトリクスと成長因子の相互作用の解明」
- 昭和63. 11 **アメリカ合衆国ノースキャロライナ大学医学部**客員研究員
「他の細胞外因子によるインスリン様成長因子の生理活性の増強機構の解明」
- 平成2. 11 **東京大学**農学部農芸化学科栄養化学研究室助教授
「栄養状態に応答したインスリン様成長因子とその結合タンパク質の遺伝子発現機構の解析」
- 平成6. 6 **東京大学**大学院農学生命科学研究科**応用動物科学**専攻
動物細胞制御学研究室助教授
「インスリン様成長因子／インスリンの細胞内シグナルの修飾機構の解明」
- 平成13. 8 **文部科学省**研究振興局学術調査官（～平成15. 7）
- 平成29. 4 One Earth Guardians育成プログラムを開始
- 平成30.7 同研究室教授
「アミノ酸シグナルとインスリン様シグナルのクロストーク機構の解明」
- 平成31. 3 科学技術・学術審議会学術分科会科学研究費補助金審査部会委員
- 平成31. 4 農学部広報室長（～令和4. 3）
- 令和2.7 Amgen Biotech Experiences Japan プログラムを開始

所属

自己紹介

昭和62. 3 東京大学大学院農学系研究科農芸化学専門課程博士課程修了
農学博士（東京大学）の学位授与
「動物の体タンパク質分解機構の解明」 「上皮成長因子／インスリンの新規細胞内シグナル伝達機構」

昭和62. 4 東京農工大学農学部農芸化学科生物化学講座助手
「微生物由来アミラーゼ活性発現機構の解明」 「細胞外マトリクスと成長因子の相互作用の解明」

昭和63. 11 アメリカ合衆国ノースキャロライナ大学医学部客員研究員
「他の細胞外因子によるインスリン様成長因子の生理活性の増強機構の解明」

平成2. 11 東京大学農学部農芸化学科**栄養化学**研究室助教授
「**栄養状態**に応答したインスリン様成長因子とその結合タンパク質の遺伝子発現機構の解析」



平成6. 6 東京大学大学院農学生命科学研究科応用動物科学専攻
動物細胞制御学研究室助教授
「インスリン様成長因子／インスリンの細胞内シグナルの修飾機構の解明」

平成13. 8 文部科学省研究振興局学術調査官（～平成15. 7）

平成29. 4 One Earth Guardians育成プログラムを開始

平成30.7 同研究室教授
「アミノ酸シグナルとインスリン様シグナルのクロストーク機構の解明」

栄養科学
研究

平成31. 3 科学技術・学術審議会学術分科会科学研究費補助金審査部会委員

平成31. 4 農学部広報室長（～令和4. 3）

令和2.7 Amgen Biotech Experiences Japan プログラムを開始

自己紹介

- 昭和62. 3 東京大学大学院農学系研究科農芸化学専門課程博士課程修了
農学博士（東京大学）の学位授与
「動物の体タンパク質分解機構の解明」 「**上皮成長因子／インスリン**の新規細胞内**シグナル伝達**機構」
- 昭和62. 4 東京農工大学農学部農芸化学科生物化学講座助手
「微生物由来アミラーゼ活性発現機構の解明」 「**細胞外マトリクス**と**成長因子**の相互作用の解明」
- 昭和63. 11 アメリカ合衆国ノースキャロライナ大学医学部客員研究員
「他の細胞外因子による**インスリン様成長因子**の生理活性の増強機構の解明」
- 平成2. 11 東京大学農学部農芸化学科栄養化学研究室助教授
「栄養状態に応答した**インスリン様成長因子**とその結合タンパク質の遺伝子発現機構の解析」
- 平成6. 6 東京大学大学院農学生命科学研究科応用動物科学専攻
動物細胞制御学研究室助教授
「**インスリン様成長因子**／**インスリン**の細胞内**シグナル**の修飾機構の解明」
- 平成13. 8 文部科学省研究振興局学術調査官（～平成15. 7）
- 平成29. 4 One Earth Guardians育成プログラムを開始
- 平成30.7 同研究室教授
「アミノ酸シグナルと**インスリン様シグナル**のクロストーク機構の解明」
- 平成31. 3 科学技術・学術審議会学術分科会科学研究費補助金審査部会委員
- 平成31. 4 農学部広報室長（～令和4. 3）
- 令和2.7 Amgen Biotech Experiences Japan プログラムを開始

生体シグナル
研究

自己紹介

昭和62. 3 東京大学大学院農学系研究科農芸化学専門課程博士課程修了
農学博士（東京大学）の学位授与
「動物の体タンパク質分解機構の解明」 「上皮成長因子／インスリンの新規細胞内シグナル伝達機構」

昭和62. 4 東京農工大学農学部農芸化学科生物化学講座助手
「微生物由来アミラーゼ活性発現機構の解明」 「細胞外マトリクスと成長因子の相互作用の解明」

昭和63. 11 アメリカ合衆国ノースキャロライナ大学医学部客員研究員
「他の細胞外因子によるインスリン様成長因子の生理活性の増強機構の解明」

平成2. 11 東京大学農学部農芸化学科**栄養化学**研究室助教授
「**栄養状態**に応答したインスリン様成長因子とその結合タンパク質の遺伝子発現機構の解析」



平成6. 6 東京大学大学院農学生命科学研究科応用動物科学専攻
動物細胞制御学研究室助教授
「インスリン様成長因子／インスリンの細胞内シグナルの修飾機構の解明」

平成13. 8 文部科学省研究振興局学術調査官（～平成15. 7）

平成29. 4 One Earth Guardians育成プログラムを開始

平成30.7 同研究室教授
「**アミノ酸シグナル**とインスリン様シグナルのクロストーク機構の解明」

栄養科学
研究

平成31. 3 科学技術・学術審議会学術分科会科学研究費補助金審査部会委員

平成31. 4 農学部広報室長（～令和4. 3）

令和2.7 Amgen Biotech Experiences Japan プログラムを開始

自己紹介

- 昭和62. 3 東京大学大学院農学系研究科農芸化学専門課程博士課程修了
農学博士（東京大学）の学位授与
「動物の体タンパク質分解機構の解明」 「上皮成長因子／インスリンの新規細胞内シグナル伝達機構」
- 昭和62. 4 東京農工大学農学部農芸化学科生物化学講座助手
「微生物由来アミラーゼ活性発現機構の解明」 「細胞外マトリクスと成長因子の相互作用の解明」
- 昭和63. 11 アメリカ合衆国ノースキャロライナ大学医学部客員研究員
「他の細胞外因子によるインスリン様成長因子の生理活性の増強機構の解明」
- 平成2. 11 東京大学農学部農芸化学科栄養化学研究室助教授
「栄養状態に応答したインスリン様成長因子とその結合タンパク質の遺伝子発現機構の解析」
- 平成6. 6 東京大学大学院農学生命科学研究科応用動物科学専攻
動物細胞制御学研究室助教授
「インスリン様成長因子／インスリンの細胞内シグナルの修飾機構の解明」
- 平成13. 8 文部科学省研究振興局学術調査官（～平成15. 7）
- 平成29. 4 One Earth Guardians育成プログラムを開始
- 平成30.7 同研究室教授
「アミノ酸シグナルとインスリン様シグナルのクロストーク機構の解明」
- 平成31. 3 科学技術・学術審議会学術分科会科学研究費補助金審査部会委員
- 平成31. 4 農学部広報室長（～令和4. 3）
- 令和2.7 Amgen Biotech Experiences Japan プログラムを開始

科学行政

自己紹介

- 昭和62. 3 東京大学大学院農学系研究科農芸化学専門課程博士課程修了
農学博士（東京大学）の学位授与
「動物の体タンパク質分解機構の解明」 「上皮成長因子／インスリンの新規細胞内シグナル伝達機構」
- 昭和62. 4 東京農工大学農学部農芸化学科生物化学講座助手
「微生物由来アミラーゼ活性発現機構の解明」 「細胞外マトリクスと成長因子の相互作用の解明」
- 昭和63. 11 アメリカ合衆国ノースキャロライナ大学医学部客員研究員
「他の細胞外因子によるインスリン様成長因子の生理活性の増強機構の解明」
- 平成2. 11 東京大学農学部農芸化学科栄養化学研究室助教授
「栄養状態に応答したインスリン様成長因子とその結合タンパク質の遺伝子発現機構の解析」
- 平成6. 6 東京大学大学院農学生命科学研究科応用動物科学専攻
動物細胞制御学研究室助教授
「インスリン様成長因子／インスリンの細胞内シグナルの修飾機構の解明」
- 平成13. 8 文部科学省研究振興局学術調査官（～平成15. 7）
- 平成29. 4 **One Earth Guardians育成プログラム**を開始
- 平成30.7 同研究室教授
「アミノ酸シグナルとインスリン様シグナルのクロストーク機構の解明」
- 平成31. 3 科学技術・学術審議会学術分科会科学研究費補助金審査部会委員
- 平成31. 4 **農学部広報室長（～令和4. 3）**
- 令和2.7 **Amgen Biotech Experiences Japan プログラム**を開始

新しい
教育・
科学交流
プログラムの
構築

私が行き着いた疑問

私たちは、このままの生活を続けていて、大丈夫なのか？



さて、ここで、皆さんに質問です。

Q. 私たちは、
このままの生活を続けていて、大丈夫でしょうか？

- 1 大丈夫でしょう！？
- 2 まずいでしょう・・・
- 3 ちょっとわからない（科学的証拠が十分でない？）



Q：私たちは、
このままの生活を続けていて、大丈夫でしょうか？

- 1 大丈夫でしょう！？
- 2 まずいでしょう・・・
- 3 ちょっとわからない（科学的証拠が十分でない？）

- WebでGoogleを開き、**Slido**へアクセスして、イベントコード「**4280341**」をタイプインして、イベント「**学術フロンティア**」にアクセスしてください。

あるいは

- QRコードを読み込んで、イベントにアクセスしてください。

現在Slidoは
公開して
おりません。



Q：私たちは、
このままの生活を続けていて、大丈夫でしょうか？

1 大丈夫でしょう！？

2 まずいでしょう・・・

3 ちょっとわからない（科学的証拠が十分でない？）

オンラインオープンキャンパス＋
高校への出前授業

次の世代の
明確な意志

のべ約1,500人近くに質問
約90%の人たちが、2を選択



私たちは、このままの生活を続けていて、大丈夫なのか？

Q. 人間活動のために引き起こされたと考えられる
地球上の問題の例を
あげてみましょう！



私たちは、このままの生活を続けていて、大丈夫なのか？

Q. 人間活動のために引き起こされたと考えられる
地球上の問題の例を
あげてみましょう！

- WebでGoogleを開き、**Slido**へアクセスして、イベントコード「**4280341**」をタイプインして、イベント「**学術フロンティア**」にアクセスしてください。

あるいは

- QRコードを読み込んで、イベントにアクセスしてください。

現在Slidoは
公開して
おりません。



私たちは、このままの生活を続けていて、大丈夫なのか？

人間活動のために引き起こされたと考えられる
地球上の問題の例

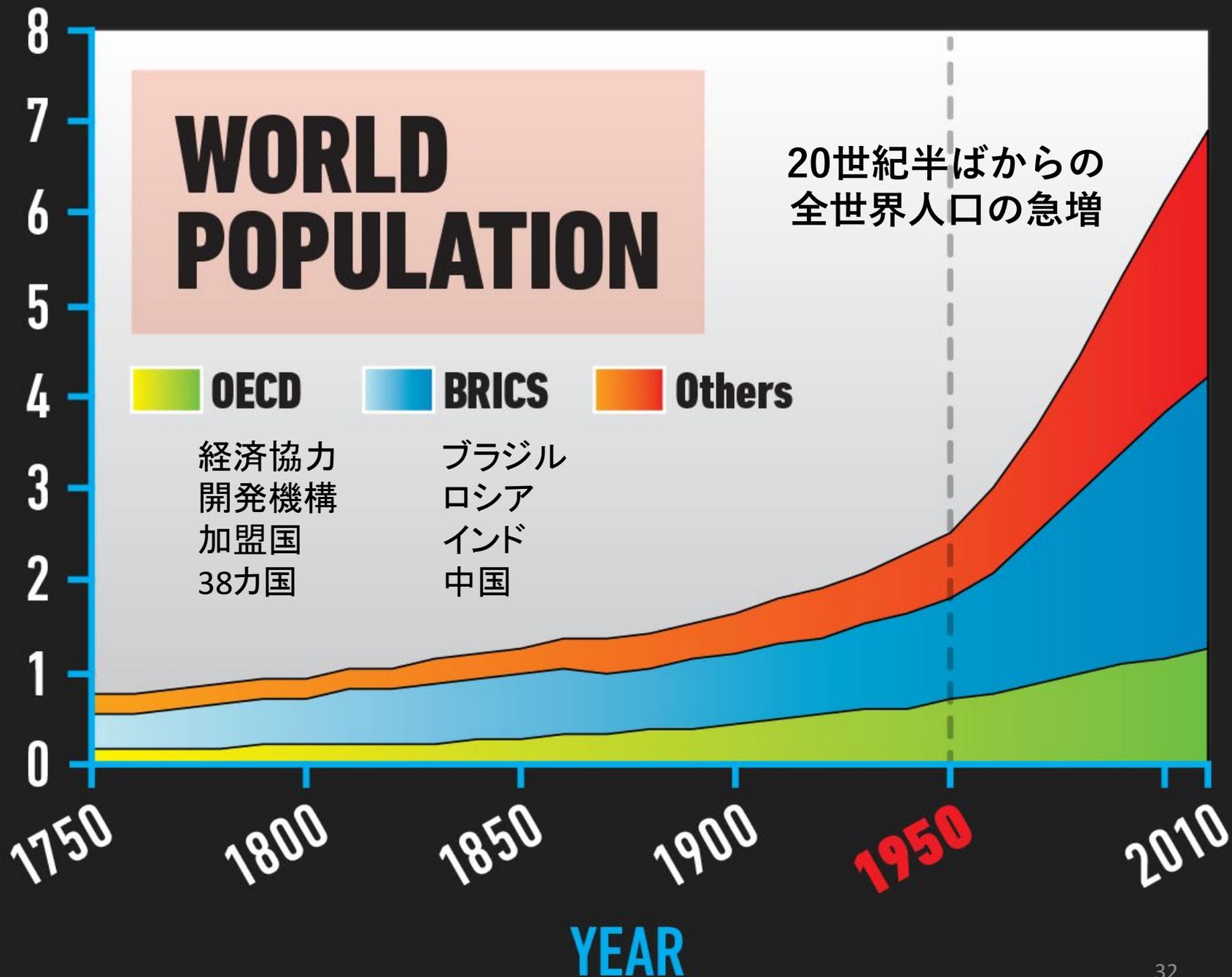
人口増加



WORLD POPULATION

20世紀半ばからの
全世界人口の急増

BILLION



経済協力
開発機構
加盟国
38カ国

ブラジル
ロシア
インド
中国

YEAR

私たちは、このままの生活を続けていて、大丈夫なのか？

人間活動のために引き起こされたと考えられる 地球上の問題の例

人口増加

環境破壊（農地拡大、富栄養化、宅地造成、森林破壊、水質汚染、大気汚染）

異常気象、地球温暖化

資源枯渇

生物多様性の減少、モノカルチャー化、経済効率的飼養

産業廃棄物の増加、食品ロス

食料不足、水不足

パンデミック など



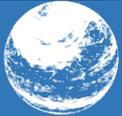
20世紀半ばから人間活動の増加に伴って、 地球への負荷が急速に増加している

SOCIO-ECONOMIC TRENDS 人間活動

EARTH SYSTEM TRENDS



Steffen et al. The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration (Anthropocene Review) 16 January 2015. Design: Globaia



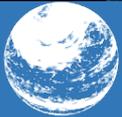
20世紀半ばから人間活動の増加に伴って、 地球への負荷が急速に増加している

SOCIO-ECONOMIC TRENDS 人間活動

地球への負荷 EARTH SYSTEM TRENDS



Steffen et al. The trajectory of the Anthropocene: The Great Acceleration (*Anthropocene Review*) 16 January 2015. Design: Globaia



私たちは、このままの生活を続けていて、大丈夫なのか？

人間活動のために引き起こされたと考えられる 地球上の問題の例

人口増加

環境破壊（農地拡大、富栄養化、宅地造成、森林破壊、水質汚染、大気汚染）

異常気象、地球温暖化

資源枯渇

生物多様性の減少、モノカルチャー化、経済効率的飼養

産業廃棄物の増加、食品ロス

食料不足、水不足

パンデミック など



「非常事態宣言」をすべき現状



2016年に日本政府（内閣府）が提唱したサイバー空間（仮想空間）と フィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、 経済発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会（Society 5.0）

Society 5.0による人間中心の社会

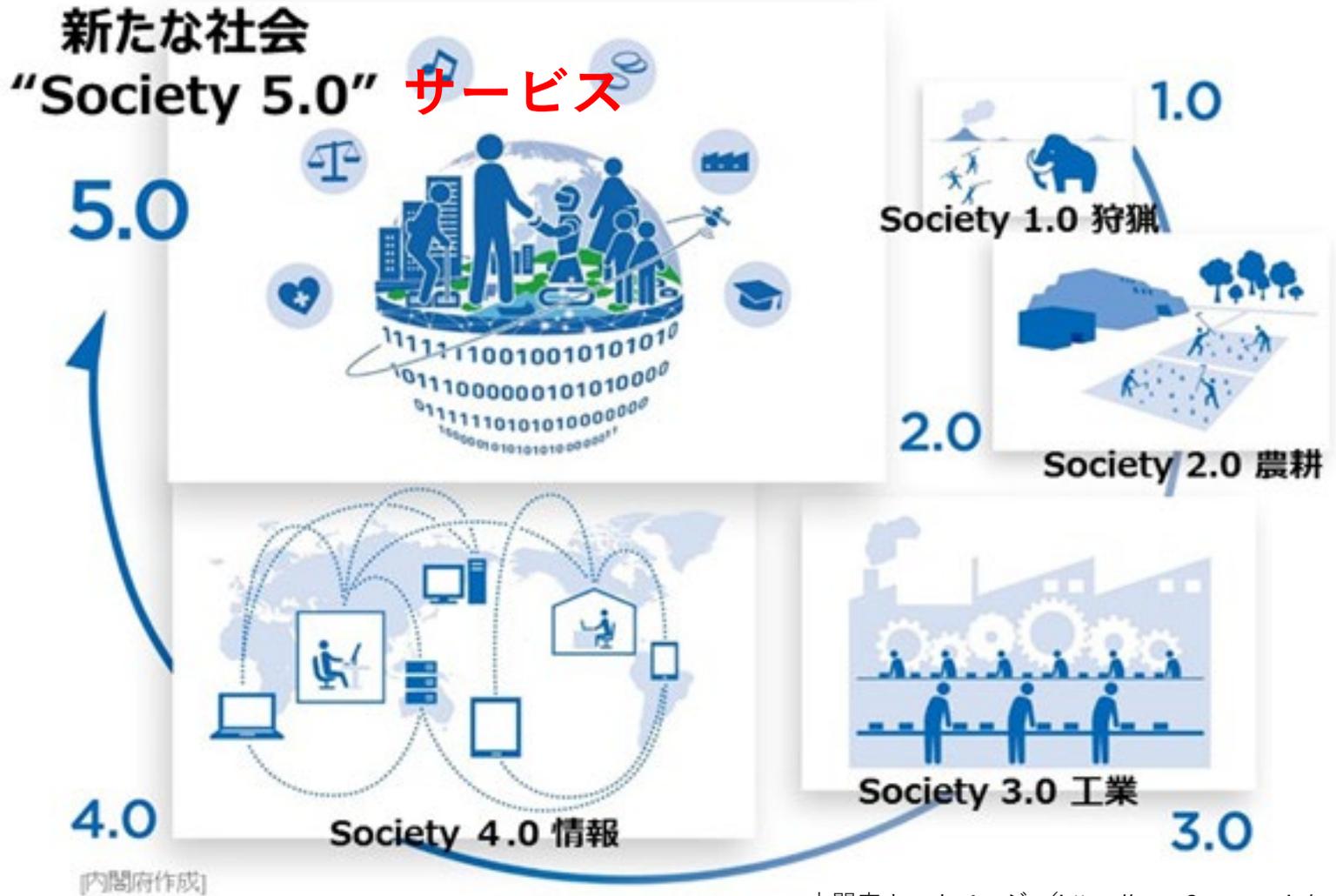


解決策の実施は「待ったなし」だが、 人類は現在の生活を捨てることができない

Society 5.0による人間中心の社会



Society 5.0までのあゆみ



内閣府ホームページ (https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/)



Society 5.0までのあゆみ



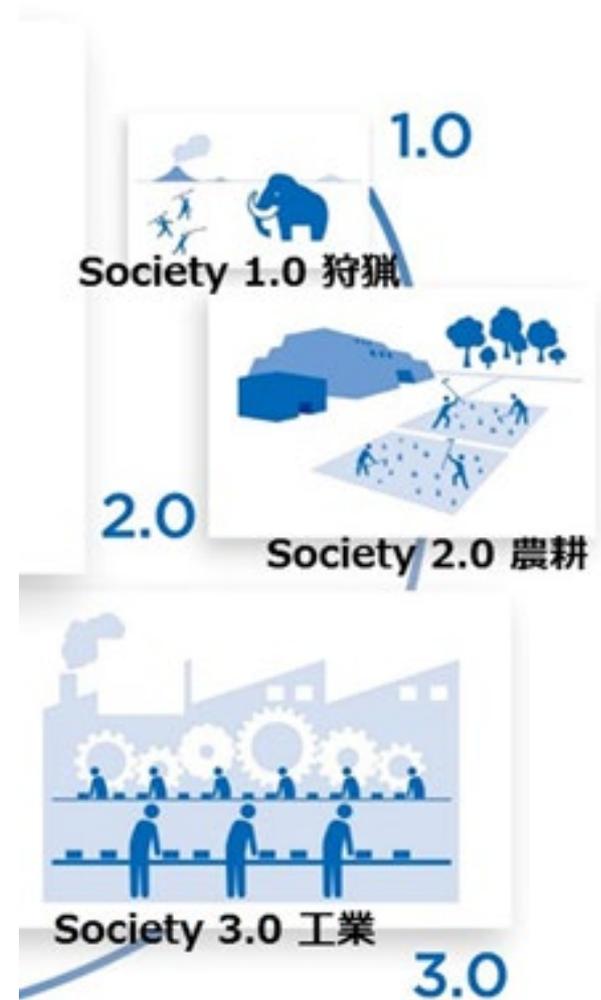
『農学』が
科学的な農業生産を実現し
爆発的な人口増加を支えてきました

「Society 5.0」（内閣府）（https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/）を加工して作成



Society 5.0までのあゆみ

『工学』が
この生活力を基礎に
資源を利用した
その時の社会のニーズにあった
便利な生活を提供する
と同時に

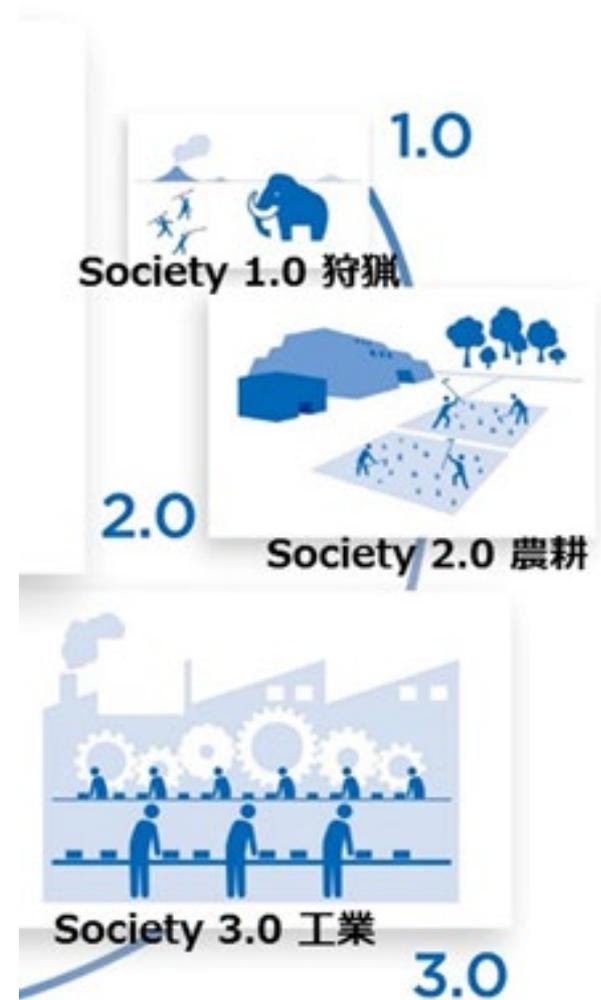


「Society 5.0」（内閣府）（https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/）を加工して作成



Society 5.0までのあゆみ

『工学』が
この生活力を基礎に
資源を利用した
その時の社会のニーズにあった
便利な生活を提供する
と同時に
大量生産・大量消費という
資本主義社会を
発展させてきました



「Society 5.0」（内閣府）（https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/）を加工して作成



Society 5.0までのあゆみ

農林水産業は
当たり前前の産業構造であるために
存在の重要性が十分に認知されず、
経済偏重の社会に迎合した判断をし、



「Society 5.0」 (内閣府) (https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/) を加工して作成



生命の根本を支える第一次産業の再生が人類の生存に必須

農林水産業は
当たり前前の産業構造であるために
存在の重要性が十分に認知されず、
経済偏重の社会に迎合した判断をし、
地球に負荷をかける産業、
自然や生活の変化に対応できない
持続不可能な産業に
変貌してしまいました



工業、商業や情報など、
そのときの短期的に人類のニーズを解決するための
一時的な手段では
リアルな農林水産業の仕組みは再生維持できません

[内閣府作成]

「Society 5.0」（内閣府）（https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/）を加工して作成



ONE EARTH GUARDIANS

すべての人間活動は、地球の存在が前提である

新たな社会
“Society 5.0”

5.0



1.0
Society 1.0 狩猟



人類が地球上で生存を考えるのなら、
Society 5.0を越える

「地球」のことを考える社会 “Society X”
の実現を目指さなければなりません

4.0

Society 4.0 情報

[内閣府作成]



Society 3.0 工業

3.0



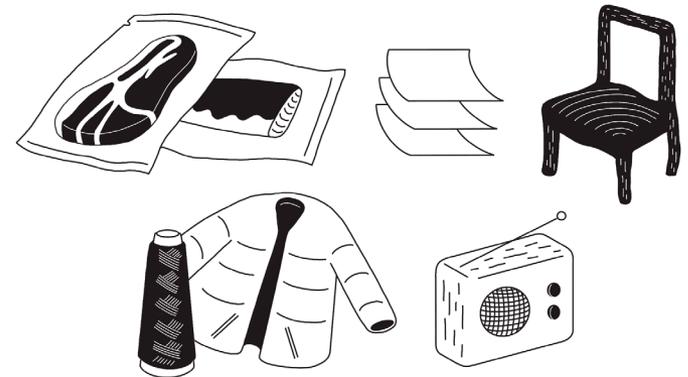
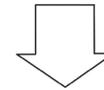
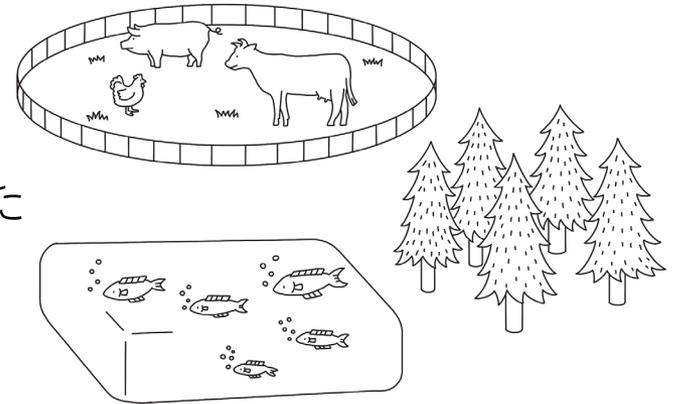
「Society 5.0」 (内閣府) (https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/) を加工して作成



ONE EARTH GUARDIANS

私たちは、このままの生活を続けていて、大丈夫なのか？

人類の衣食住・健康を多方面から支えてきた
学問領域『**農学**』では、
その解決策の多くのシーズを抱えており、

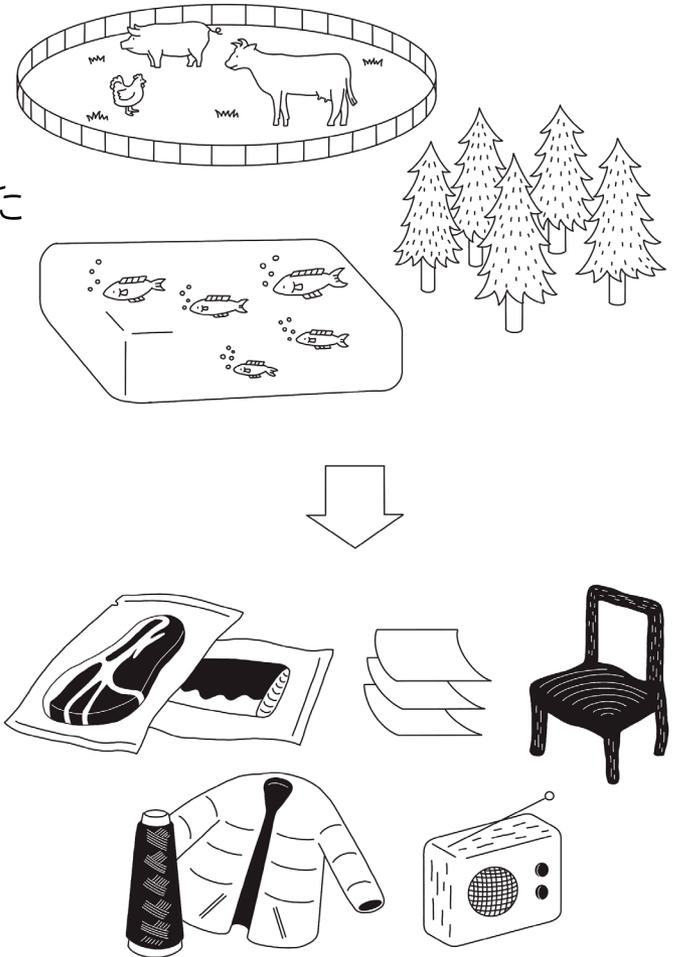


Copyright Kyoko Takahashi 2021



私たちは、このままの生活を続けていて、大丈夫なのか？

人類の衣食住・健康を多方面から支えてきた
学問領域『**農学**』では、
その解決策の多くのシーズを抱えており、
これらを利用した
持続可能で環境調和型の科学技術の確立が
喫緊の課題となっています。



Copyright Kyoko Takahashi 2021



今日のメニュー

1. 私の履歴と行き着いた疑問
2. 農学とは？
3. One Earth Guardians育成プログラムとは？
4. 私達がこれまで取り組んできた研究
5. 次世代栄養学・代謝学
6. 食生活の変化で人類は救えるか？
7. 私達がこれからの地球にできること

農学とはなにか？

少々私見が入っています...

有限な資源を前提として、
人類の安定した生存と心地よい生活に貢献する
『実学』（応用的学問）、暮らしの科学

農学とはなにか？

有限な資源を前提として、
人類の安定した生存と心地よい生活に貢献する
『実学』（応用的学問）、暮らしの科学

研究対象：生物が生息している空間、生物が関係する事象すべて

農学とはなにか？

有限な資源を前提として、
人類の安定した生存と心地よい生活に貢献する
『実学』（応用的学問）

研究対象：生物が生息している空間、生物が関係する事象すべて

研究レベル：原子・分子レベルから、細胞、組織、個体レベル、
個体群から生態系・地球（宇宙）レベル

農学とはなにか？

有限な資源を前提として、
人類の安定した生存と心地よい生活に貢献する
『実学』（応用的学問）、暮らしの科学

研究対象：生物が生息している空間、生物が関係する事象すべて

研究レベル：原子・分子レベルから、細胞、組織、個体レベル、
個体群から生態系・地球（宇宙）レベル

研究手法：生物・化学はもちろん、物理学・地学・数学などの
自然科学のみならず、社会・経済学、そして人文学に至るまでの
『総合実践科学』的な手法

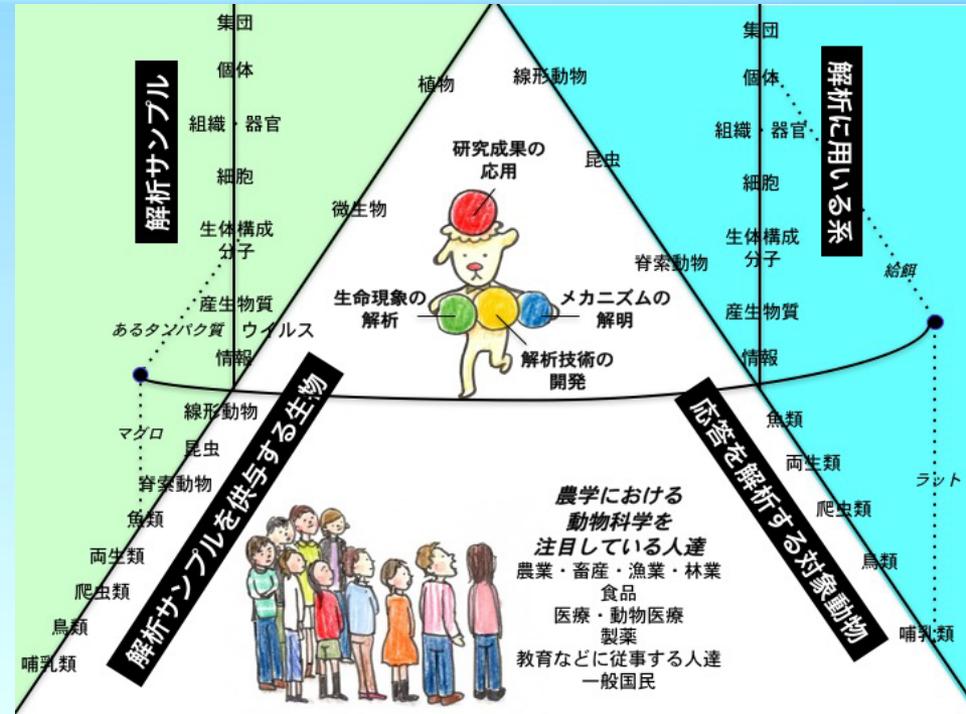
理科？文科？
まさに「総合知？」

農学とはなにか？

研究の具体例

- ・ 生物が関係する現象・事象の解析
- ・ メカニズムの解明
- ・ 解析・利用技術の開発

多くの学部の
生命科学との共通点



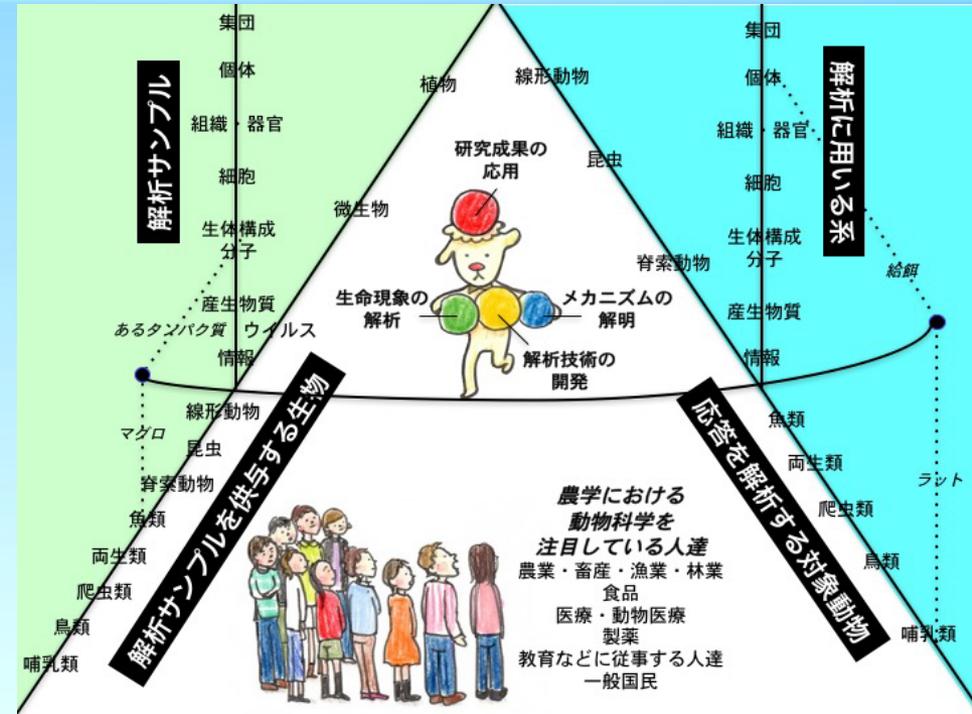
Copyright Kyoko Takahashi 2013

農学とはなにか？

研究の具体例

- ・ 生物が関係する現象・事象の解析
- ・ メカニズムの解明
- ・ 解析・利用技術の開発
- ・ **研究成果の応用**

➡ ゴールの一つ：現場での利用



Copyright Kyoko Takahashi 2013

**他の学部の
生命科学との相違点**

農学とはなにか？

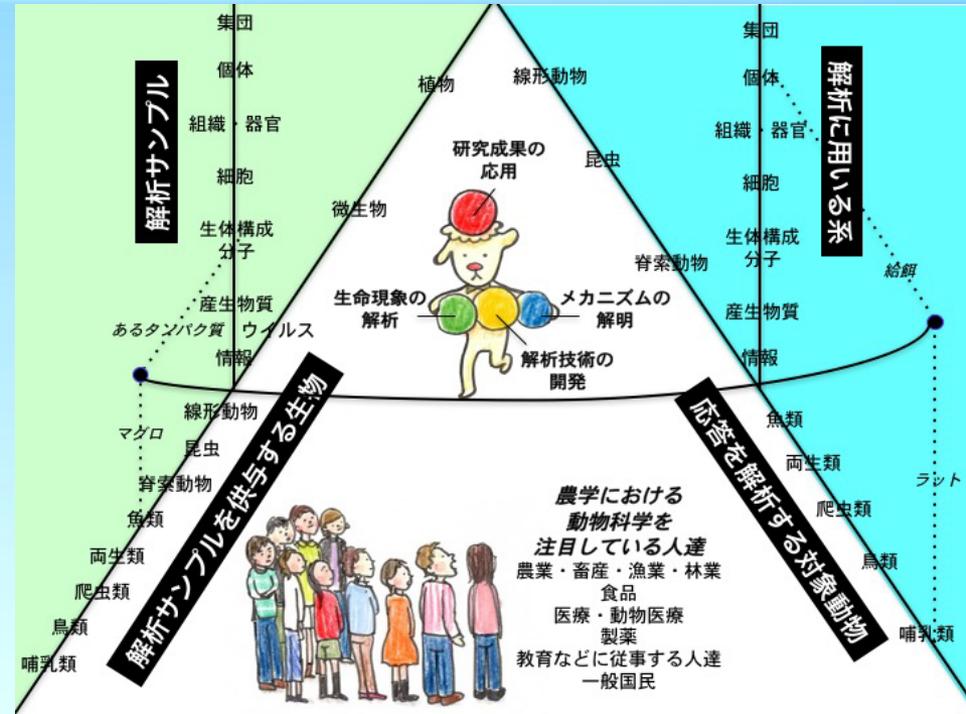
研究の具体例

- ・ 生物が関係する現象・事象の解析
- ・ メカニズムの解明
- ・ 解析・利用技術の開発
- ・ **研究成果の応用**

➡ ゴールの一つ：現場での利用

自然を制圧する学問ではなく、
自然のカラクリを明らかにし、
それを利用する、

自然から見れば、やや身勝手な方向性を持つ科学とも言えます。



Copyright Kyoko Takahashi 2013

**他の学部の
生命科学との相違点**

農学のキーワード

生物、微生物・植物・動物、ウィルス

農学のキーワード

生物、微生物・植物・動物、ウィルス
水圏
森林

農学のキーワード

生物、微生物・植物・動物、ウィルス
水圏
森林
環境整備・環境保全
生態系・生物多様性

農学のキーワード

生物、微生物・植物・動物、ウィルス
水圏
森林
環境整備・環境保全
生態系・生物多様性
生物材料、衣食住・健康・医薬

農学のキーワード

生物、微生物・植物・動物、ウィルス
水圏
森林
環境整備・環境保全
生態系・生物多様性
生物材料、衣食住・健康・医薬
社会実装（社会応用）

農学のキーワード

生物、微生物・植物・動物、ウィルス
水圏

森林

環境整備・環境保全

生態系・生物多様性

生物材料、衣食住・健康・医薬

社会実装（社会応用）

情報科学、ビッグデータ、

ICT（Information and Communication Technology）

農学のキーワード

生物、微生物・植物・動物、ウィルス
水圏

森林

環境整備・環境保全

生態系・生物多様性

生物材料、衣食住・健康・医薬

社会実装（社会応用）

情報科学、ビッグデータ、

ICT（Information and Communication Technology）

社会学・経済学、政策

農学のキーワード

生物、微生物・植物・動物、ウィルス
水圏

森林

環境整備・環境保全

生態系・生物多様性

生物材料、衣食住・健康・医薬

社会実装（社会応用）

情報科学、ビッグデータ、

ICT（Information and Communication Technology）

社会学・経済学、政策

国際協力

農学のキーワード

生物、微生物・植物・動物、ウィルス
水圏

森林

環境整備・環境保全

生態系・生物多様性

生物材料、衣食住・健康・医薬

社会実装（社会応用）

情報科学、ビッグデータ、

ICT（Information and Communication Technology）

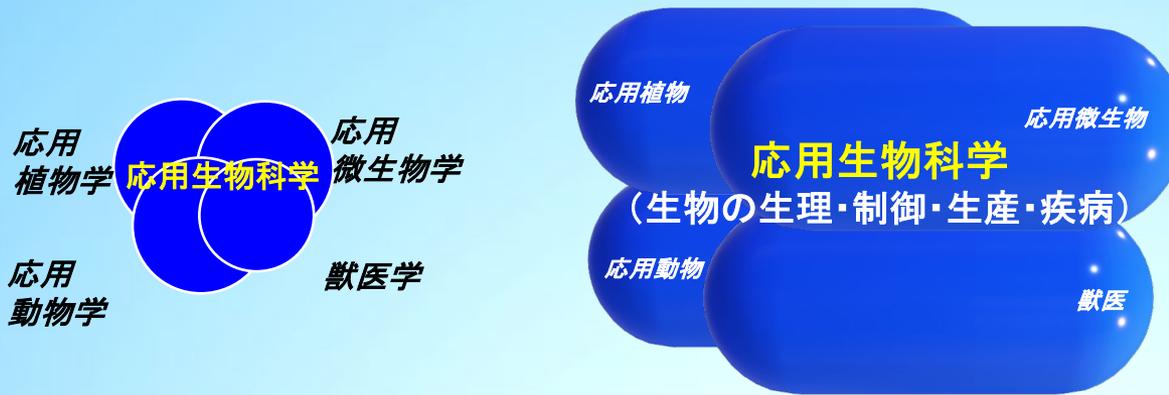
社会学・経済学、政策

国際協力

地球医（*One Earth Guardians*） など

農学の構造

研究対象となる生物：微生物・植物・動物、ウィルスなど



農学の構造



食科学
(食・健康)

農学の構造



農学の構造

地球生態・環境科学
(生物・地球の立場からの
生態系・
生物多様性の維持)

バイオマス科学
(生物材料、機能分子科学)

応用植物学 **生物応用科学** 応用微生物学

応用動物学 獣医学

水圏
科学

応用植物

応用微生物

応用生物学

(生物の生理・制御・生産・疾病)

森林圏
科学

応用動物

獣医

地球経済・社会学
(人間活動の立場からの
環境保全
経済学・国際協力)

食科学
(食・健康)

農学の構造

地球生態・環境科学
(生物・地球の立場からの
生態系・
生物多様性の維持)

バイオマス科学
(生物材料、機能分子科学)



水圏
科学

応用植物

応用微生物

応用生物学

(生物の生理・制御・生産・疾病)

森林圏
科学

応用動物

獣医

地球経済・社会学
(人間活動の立場からの
環境保全
経済学・国際協力)

食科学
(食・健康)

研究手法の高次元化

1. 生物学的手法、2. 化学的手法、3. 物理学的手法

農学の構造

地球生態・環境科学
(生物・地球の立場からの生態系・生物多様性の維持)

バイオマス科学
(生物材料、機能分子科学)



水圏科学

応用植物

応用微生物

応用生物学

(生物の生理・制御・生産・疾病)

森林圏科学

応用動物

獣医

食科学
(食・健康)

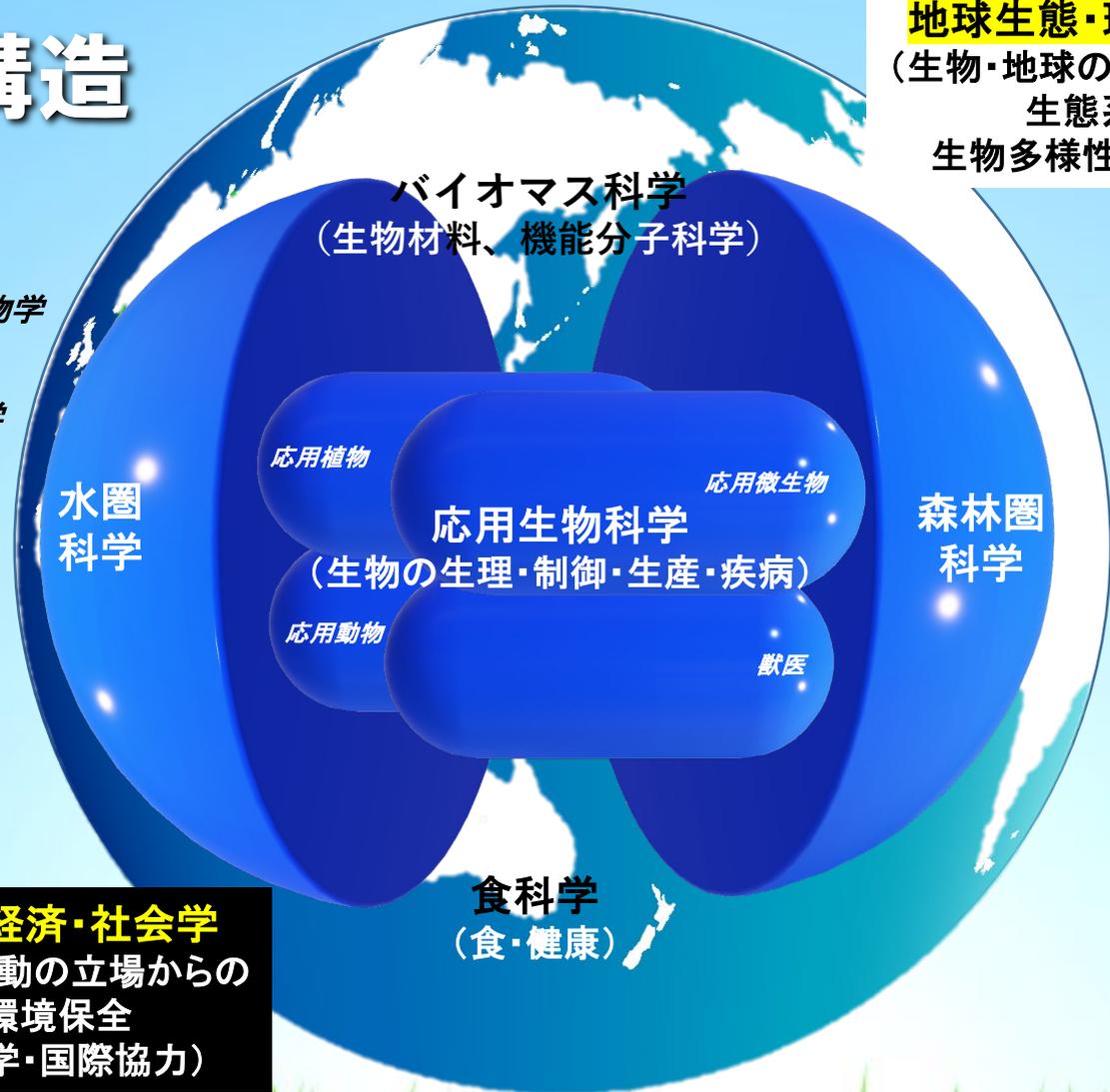
地球経済・社会学
(人間活動の立場からの環境保全
経済学・国際協力)

研究手法の高次元化

1. 生物学的手法、2. 化学的手法、3. 物理学的手法
4. 数学的手法(ビックデータ、情報科学的手法を含む)

農学の構造

地球生態・環境科学
(生物・地球の立場からの生態系・生物多様性の維持)



バイオマス科学
(生物材料、機能分子科学)

水圏科学

応用植物

応用生物学
(生物の生理・制御・生産・疾病)

応用微生物

森林圏科学

応用動物

獣医

食科学
(食・健康)

地球経済・社会学
(人間活動の立場からの環境保全
経済学・国際協力)

研究手法の高次元化

1. 生物学的手法、2. 化学的手法、3. 物理学的手法
4. 数学的手法(ビックデータ、情報科学的手法を含む)
5. 社会学・経済学的手法、
6. 人文学的手法(コミュニケーション学を含む)

農学のキーワードと主な就職先

生物、微生物・植物・動物、ウィルス
水圏
森林
環境整備・環境保全
生態系・生物多様性
生物材料、衣医食住・健康
社会実装
情報科学、ビッグデータ・ICT
社会学・経済学、政策
国際協力
など

食品・醸造系産業
製薬産業
健康産業
エネルギー産業
生態系サービス
IT関係
省庁
金融業
商社
コンサルティング
国際協力機関
大学・研究機関
など

Q. 「農学」は、
いわゆる「農業」という第一次産業だけでなく、
こんなに広い学問領域をカバーしていることを
知っていましたか？

- 1 はい
- 2 いいえ

- WebでGoogleを開き、**Slido**へアクセスして、イベントコード「**4280341**」をタイプインして、イベント「**学術フロンティア**」にアクセスしてください。

- あるいは
- QRコードを読み込んで、イベントにアクセスしてください。

現在Slidoは
公開して
おりません。

Q. 「農学」は、
いわゆる「農業」という第一次産業だけでなく、
こんなに広い学問領域をカバーしていることを
知っていましたか？

- 1 はい
- 2 いいえ

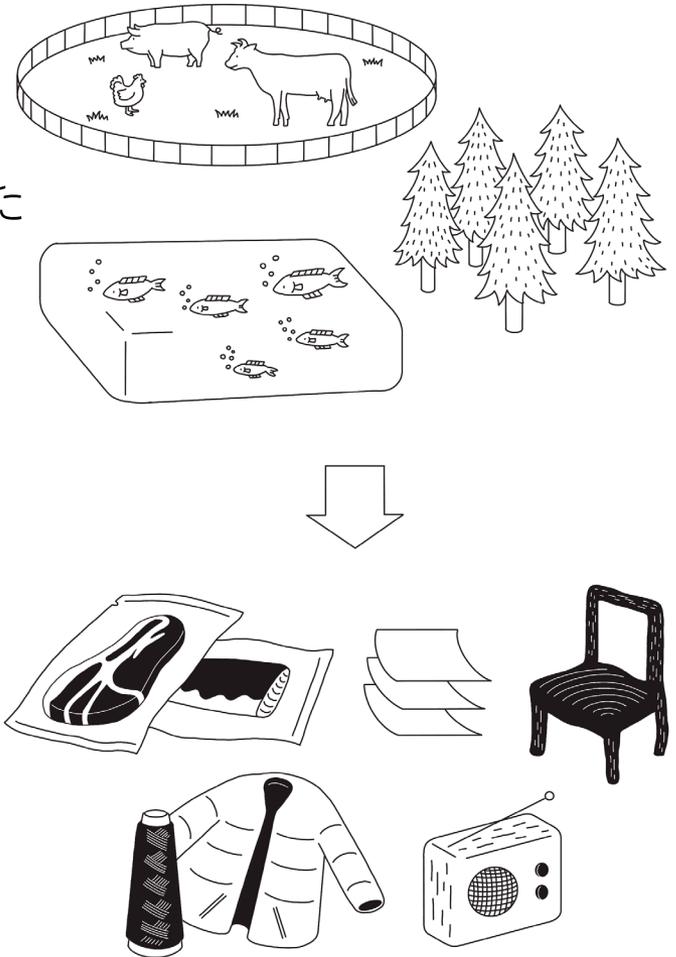
皆さんのお持ちの『農学』に対する印象が
だいぶ変わったのだと良いのですが・・・

今日のメニュー

1. 私の履歴と行き着いた疑問
2. 農学とは？
3. One Earth Guardians育成プログラムとは？
4. 私達がこれまで取り組んできた研究
5. 次世代栄養学・代謝学
6. 食生活の変化で人類は救えるか？
7. 私達がこれからの地球にできること

私たちは、このままの生活を続けていて、大丈夫なのか？

人類の衣食住・健康を多方面から支えてきた
学問領域『**農学**』では、
その解決策の多くのシーズを抱えており、
これらを利用した
持続可能で環境調和型の科学技術の確立が
喫緊の課題となっています。



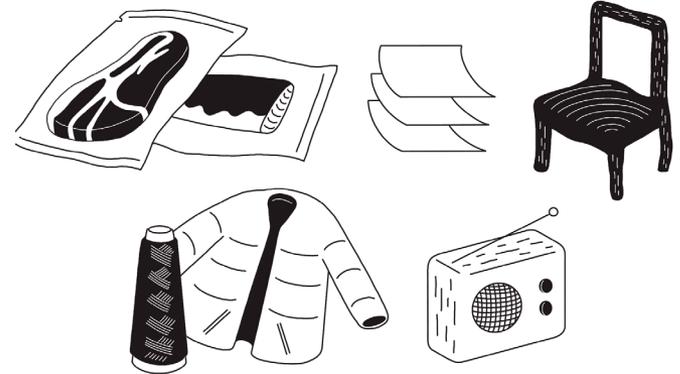
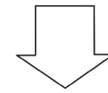
Copyright Kyoko Takahashi 2021



私たちは、このままの生活を続けていて、大丈夫なのか？

人類の生活
学問領域
その解決
これらを
持続可能
喫緊の課題となっています

しかし、
現在の本学農学部は、
細分化したそれぞれの領域の既得権益の維持や
学術的志向が強すぎて
その役割を果たせていない現状です



学内広報
第1131回淡青評論

<https://www.u-tokyo.ac.jp/gen03/kouhou/1546/end.html>

Copyright Kyoko Takahashi 2021



ONE EARTH GUARDIANS

2017年に立ち上げたOEGs育成プログラムの目的

私たちは、100年後の地球に何ができるか？

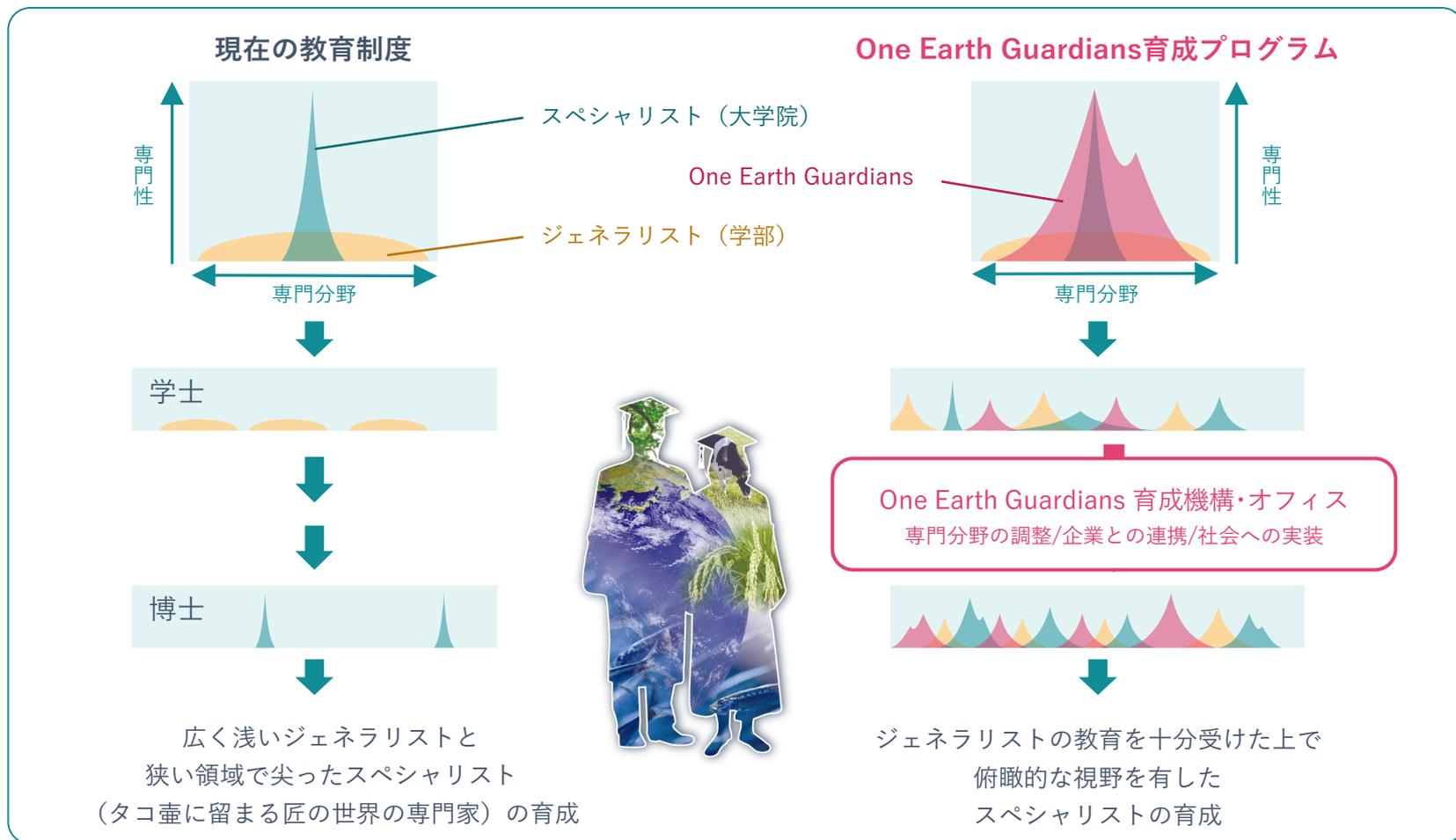
このプログラムの目的は、
ヒトを含めた地球上の生物の共存共生のため、
ヒトの生活活動を続けながら、
これまでヒトが地球上の資源を利用することで起こしてきた
問題を俯瞰的に洗い出し、
科学的な解決法を研究、
解決法を実践していくような科学者の集団（ネットワーク）
『**One Earth Guardians**』を育成し、
年代・国境を越えた活動を通して、
社会を「経済価値偏重主義」から
「自然（地球）資本主義」へ
パラダイムシフトしていくことです。

「ここ10年が勝負で、
100年なんて悠長過ぎる！」
という批判も受けています



プログラムが目指すOne Earth Guardians の人物像

私たちは、100年後の地球に何ができるか？



基礎地球医学

環境・食・生物資源、それを構成する動物・植物・微生物について広く理解して、**SDGs**の課題を俯瞰的にとらえ、有機的につなげる**基礎力**を育む。

ジェネラリストとしての俯瞰的な視野を有したスペシャリスト



専門領域

広い視野
俯瞰力

2030年までに、すべての人に普遍的に適用されるこれら新たな目標に基づき、各国はその力を結集し、あらゆる形態の貧困に終止符を打ち、不平等と闘い、気候変動に対処しながら、誰も置き去りにしないことを確保するための取り組み（2015年9月採択）



SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

世界を変えるための17の目標



基礎地球医学

環境・食・生物資源、それを構成する動物・植物・微生物について広く理解して、SDGsの課題を俯瞰的にとらえ、有機的につなげる**基礎力**を育む。

ジェネラリストとしての俯瞰的な視野を有したスペシャリスト



専門領域

専門性

応用地球医学 ①

One Earth Guardiansに必要な**課題発見力**や**課題解決力**を、社会との関わりの中で育む。

アクティブラーニング

プログラムアレンジ型

インターンシップ型



クエスチョン型

自主企画型

広い視野
俯瞰力

課題発見力
課題解決力

Photo by Andy Bright from flickr,
<https://www.flickr.com/photos/flat61/3883611573>
CC-BY-SA-2.0



社会がかかえる、正解のない複雑なSDGs課題について、
課題設定から解決までを目指す科目



<ワン・アースロジーI・II・IIIで目指すこと>

I 現在を知る

様々な現場に身を置き、現状の実課題と解決に向けたプロセスを把握する

II 未来にむかう

自ら新しいことを提案し、挑戦し、そこから新たな課題を見つける

III 領域を超え、社会に提言する

自らの専門分野と異なる分野とを融合・深化させ、新しいことを探求し、
社会に対してビジョンを提案する



実学研修

プログラムアレンジ型

インターンシップ型



Photo by Andy Bright from flickr,
<https://www.flickr.com/photos/flat61/3883611573>
CC-BY-SA-2.0

- ・ 企業・団体などでの実地研修
- ・ 企画の持ち込みも可
- ・ 内容を評価して単位認定

クエスト型



- ・ 学生、教員、企業のチームで「お題」に取り組む

自主企画型



基礎地球医学

環境・食・生物資源、それを構成する動物・植物・微生物について広く理解して、SDGsの課題を俯瞰的にとらえ、有機的につなげる**基礎力**を育む。

ジェネラリストとしての俯瞰的な視野を有したスペシャリスト



専門領域

応用地球医学 ①

One Earth Guardiansに必要な**課題発見力**や**課題解決力**を、社会との関わりの中で育む。

アクティブラーニング

プログラムアレンジ型

インターンシップ型



クエスト型

自主企画型

「One Earthology」

現場での実学研修

- ・100年後も持続可能な林業の形の提案
- ・海洋生産力向上による持続的な水産資源の確保
- ・食品製造におけるロス削減とリサイクル法の開発
- ・持続可能な新しい酪農の将来など

広い視野
俯瞰力

課題発見力
課題解決力

Photo by Andy Bright from flickr,
<https://www.flickr.com/photos/flat61/3883611573>
CC-BY-SA-2.0

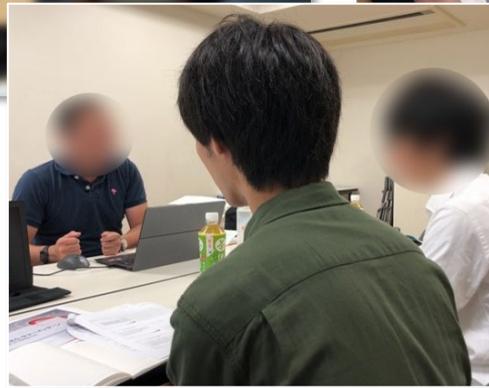


「ワン・アースロジ」 実学研修の実施

社会における課題を見出し、解決する力を培うために、協力企業や農家などの現場に赴いて実課題に取り組む「実学研修」を実施。



畜産農家に
住み込んでの研修



製薬ベンチャーの
事前講義と研修



「ワン・アースロジー」 実学研修報告会

完了後、共有の場として報告会を開催し、課題設定や活動内容、活動を通して得たことを次にどうつなげるかを、研修生から発表。
他の受講生や教員のほか、参画企業の方々にも参加いただいてフィードバックを行い、課題を掘り下げる。



One Earthology Seminar

2018年度テーマ「木」「食」「生命」

互いに学び合う

教員は先生ではない・・・

参加者全員が主体的に発信し、相手の反応を聞き、議論することを通して化学反応を起こすインタラクティブな関係性で成り立つ場です。

全員が参加するディスカッションを可能にするため、少人数規模（20名程度）で行います。

俯瞰する

多様な価値観を共有する

One Earthology Seminarのテーマは、ひとつの軸だけをもって語ることはできません。トレードオフにもなりうる異なる視点も意識しつつ、テーマを見つめる場とするため、多様な立場や経験を持つ参加者が一堂に会する構成を目指します。

前を向く

タラノア対話を基本にする

問題意識を共有するだけでは変化は起きません。

ありたい姿を思い描き、そこに向かって今何ができるか、何をすべきかを提案・発信することが重要です。

問題提起者の方には、未来に向かう問いに対する答えや仮説を示しながらお話しいただきます。

**実は、大学の教員が一番
苦手としている事です**



ONE EARTH GUARDIANS

タラノア：フィジーを始めとする南太平洋諸国で問題解決のために広く行われている「誰でも参加できる、開かれた話し合い」

One Earthology Seminar

2018年度テーマ「木」「食」「生命」

プログラム受講生と、企業・省庁、教員が参加して行う
ディスカッション中心の少人数セミナー。
毎年、異なるテーマで開講。



One Earthology Seminar

LUC Lecture

Learn and Unveil through Conversation

Lucには「光」という意味がある。講師の話聞き、対話することで、これまで**見えていなかったこと・知らなかったことに目を向け、考える「=光をあてる」ための学びの場**として開催。学外・学内の講師を迎えた講演と、質疑を行う。

0 to 1 Workshop

zero → one

リーダーシップや巻き込み力を育むための一連のワークショップ。プレゼンテーションやファシリテーションのスキルなど、人に伝え、人から引き出すための基礎力を身につけるワークショップや、ゼロからイチを創りだした起業家の方の実体験を活かしたワークショップを随時開催。



基礎地球医学

環境・食・生物資源、それを構成する動物・植物・微生物について広く理解して、SDGsの課題を俯瞰的にとらえ、有機的につなげる**基礎力**を育む。

ジェネラリストとしての俯瞰的な視野を有したスペシャリスト



専門領域

専門性

広い視野
俯瞰力

応用地球医学 ①

One Earth Guardiansに必要な**課題発見力**や**課題解決力**を、社会との関わりの中で育む。
アクティブラーニング

プログラムアレンジ型

インターンシップ型



クエスチョン型

自主企画型

課題発見力
課題解決力

応用地球医学 ②

成果を効果的に社会へ還元し、社会全体が主体的に参加する仕組みにつなげる**発信力**を育む。

サイエンス・
コミュニケーション



社会を
巻き込む力



One Earth Guardians育成プログラムの教育と研究

教育

実学研修（インターンシップ型）

実学に必要な知識の獲得（応用）

実学の提案（クエスト型）

履修姿勢の構築（マインドセット）

連携力（グループワーク）

発信力増強（国際コミュニケーション）

農学に必要な知識の獲得（基礎）

OEG育成機構

機構長（研究科長）

アドミニストレーター

兼任教員 / 協力教員

OEGオフィス

プログラムオフィサー

アドミニストレーター

人材供給

2名URA

(University Research Administrator)

3名事務担当

東大の渉外の方々

50名ほどの教員など

アドバイザー（企業・官庁など）

50社ほどの企業

財団、3省

国内外10大学など

ここまで、6期、履修生約50名、修了生約25名
2022年から他学部・研究科・施設からも履修可能

現在、7期生の審査中

本プログラムを推進して実現しなければならないこと

実学領域での対立する価値観の例

実験室	VS.	社会現場（実装）
学術的研究	VS.	応用的研究
経験則	VS.	科学的エビデンス
専門的知識	VS.	俯瞰的観点

基礎科学を実践する『学術』研究と
相互依存しているはずの
応用科学を推進する『**生術**』研究も、
科学的手法で
生活を支え豊かにする重要な「サイエンス」とし
て

「生術」研究：「暮らしの科学」に基づく研究を改めて命名

本プログラムを推進して実現しなければならないこと

実学領域での対立する価値観の例

実験室	VS.	社会現場（実装）
学術的研究	VS.	応用的研究
経験則	VS.	科学的エビデンス
専門的知識	VS.	俯瞰的観点
食品高品質化	VS.	未利用資源・食品ロス
経済効率的飼養	VS.	アニマルウェルフェア
モノカルチャー化	VS.	生物多様性
経済的価値	VS.	生物学的価値
大規模産業	VS.	小規模産業
都市、消費者、富裕層	VS.	地方、生産者、貧困層
施策・政策	VS.	生産・流通・消費現場
先進国、輸出国	VS.	発展途上国、輸入国
Localな活動	VS.	Globalな活動
毎日の生活	VS.	100年後の生活

次世代のためには「科学」の力を用いて、対立する価値観の融和・両立を図らなければならない→「二（多）項動態化」

科学的証拠に基づき、
この10年間に方向転換を
しなければいけないこと

- ・ 環境（評価・基準）



本プログラムを推進してわかってきたこと

科学的証拠に基づき、
この10年間に方向転換を
しなければいけないこと

- ・ 環境（評価・基準）

何を？ どうやって？

- ・ 食（生産、物流、消費、食品ロス）
- ・ エネルギー（バイオマス）
- ・ 材料（循環型）



Copyright Kyoko Takahashi 2020

異なる価値観の
多項動態化を実現

新しい技術を行き渡らせる
革新的技術を開発する
自然をステークホルダーとする

本プログラムを推進してわかってきたこと

科学的証拠に基づき、
この10年間に方向転換を
しなければいけないこと

- ・ 環境（評価・基準）

何を？ どうやって？

- ・ 食（生産、物流、消費、食品ロス）
- ・ エネルギー（バイオマス）
- ・ 材料（循環型）



Copyright Kyoko Takahashi 2020

異なる価値観の
多項動態化を実現

新しい技術を行き渡らせる
革新的技術を開発する
自然をステークホルダーとする

履修生たちが
至った
結論

大量生産・大量消費からの脱却
『量』から『質』への新しい価値感を創造する

One Earth Guardians育成プログラムの教育と研究

教育

実学研修（インターンシップ型）

実学に必要な知識の獲得（応用）

実学の提案（クエスト型）

履修姿勢の構築（マインドセット）

連携力（グループワーク）

発信力増強（国際コミュニケーション）

農学に必要な知識の獲得（基礎）

OEG育成機構

機構長（研究科長）

アドミニストレーター

兼任教員 / 協力教員

OEGオフィス

プログラムオフィサー

アドミニストレーター

アドバイザー（企業・官庁など）

人材供給

新産業創出

人材発掘

教育シーズの提供

教育と研究の連携

研究シーズの提供

成果の社会実装
社会発信

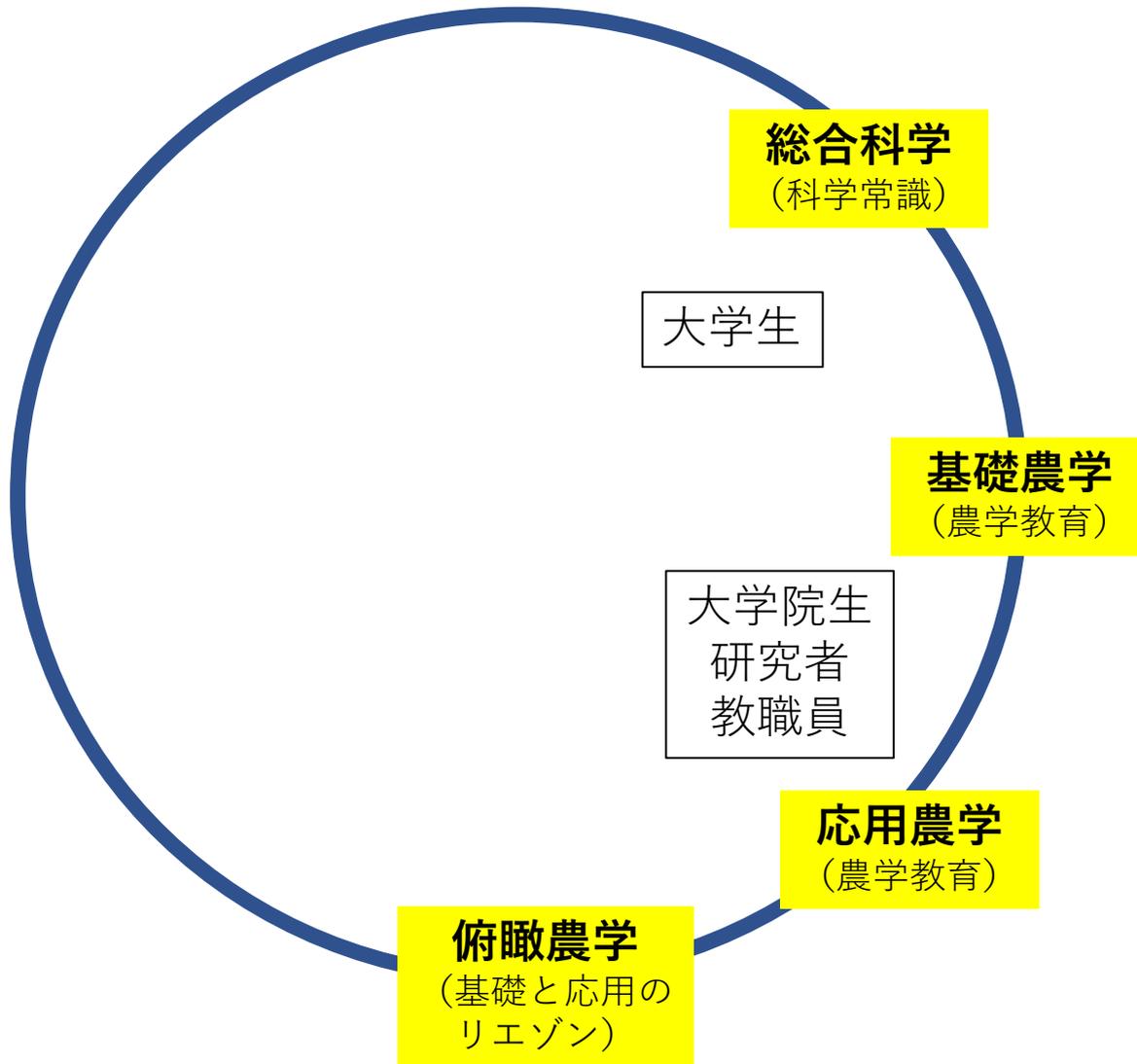
新しい研究グループの形成
研究会の発足

共同研究

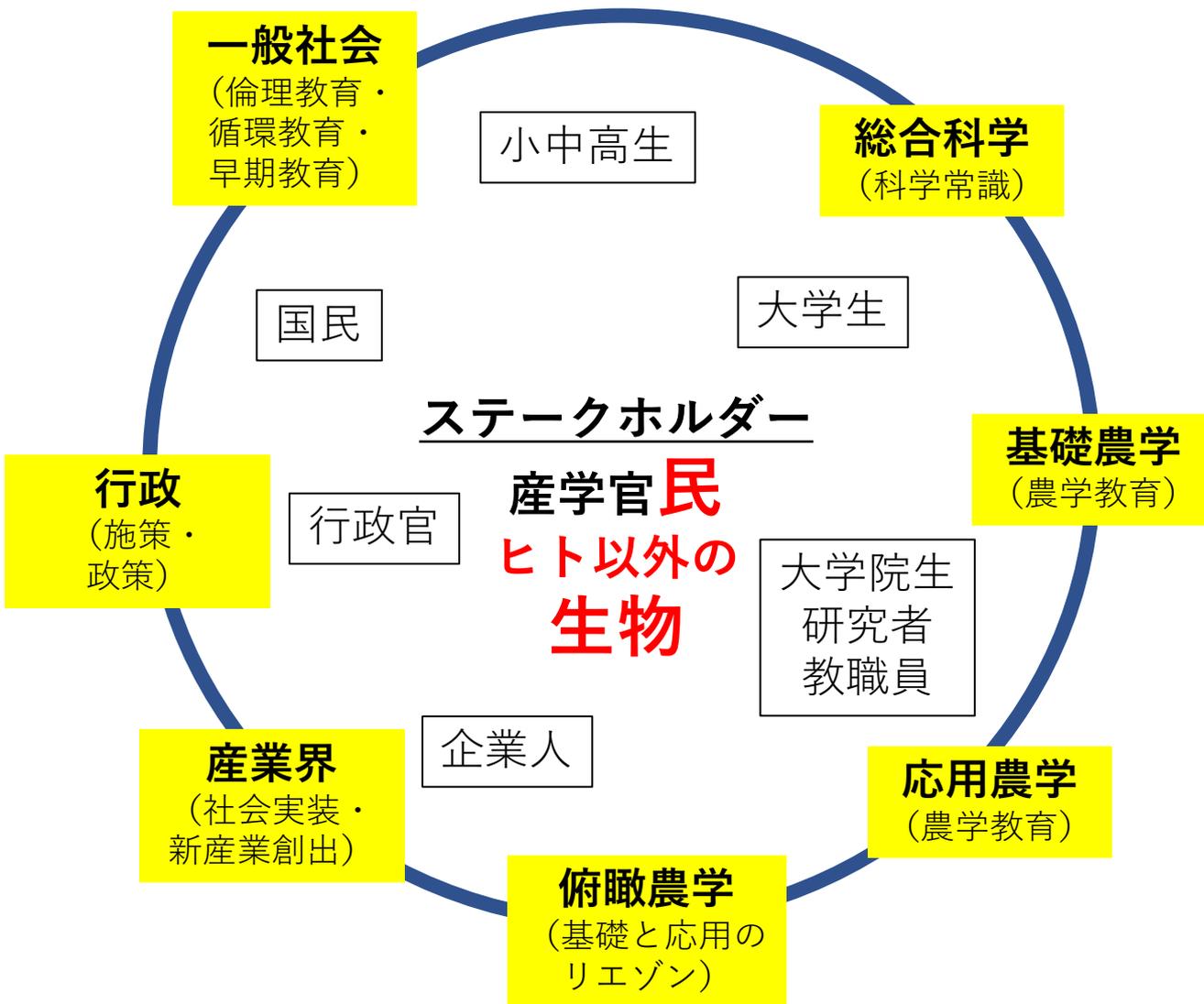
研究

2022年7月に一般社団法人
One Earth Guardiansオフィスを設立

これまでのOEGs育成プログラムの役割

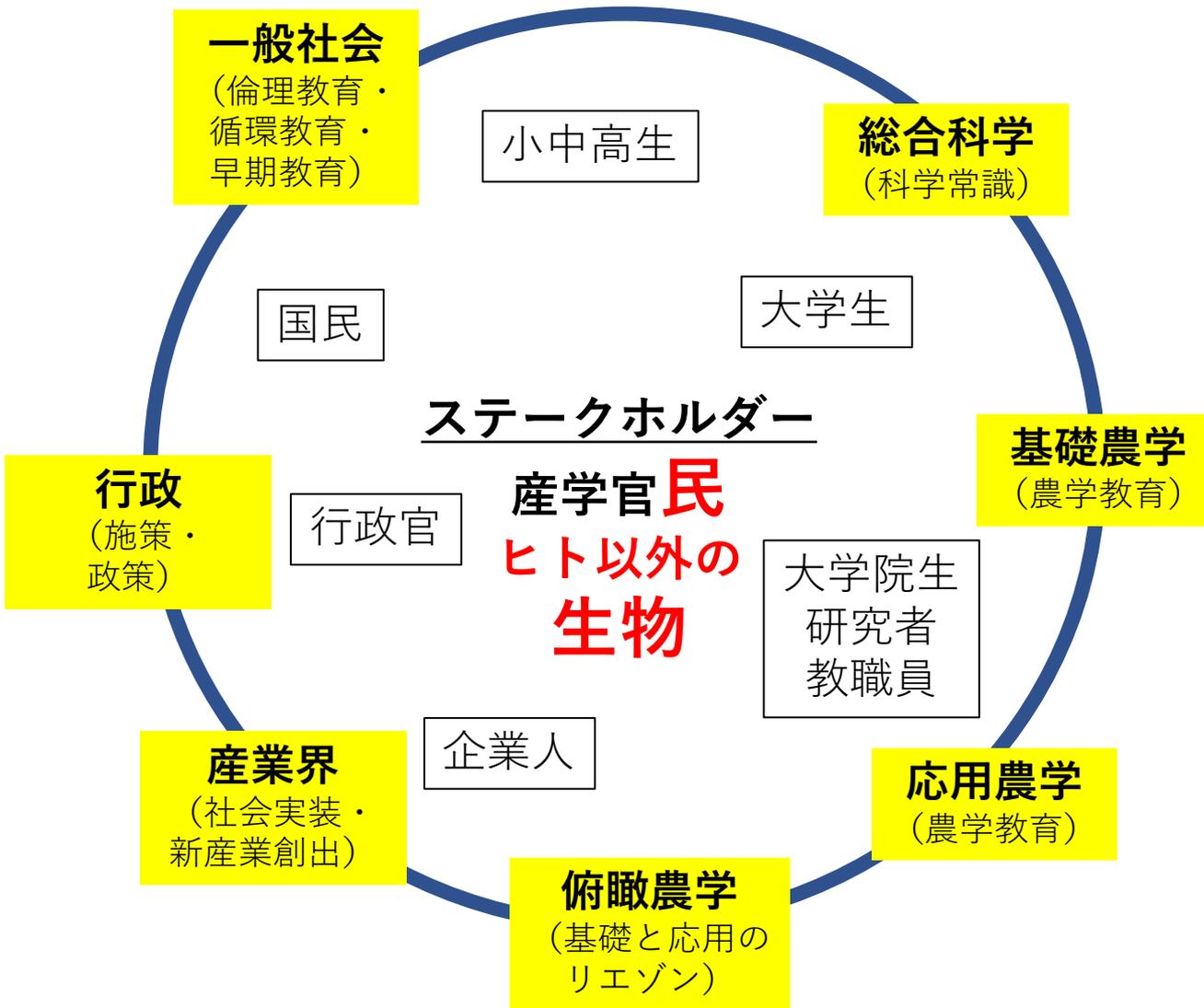


今後、OEGs育成プログラムが社会に果たす役割



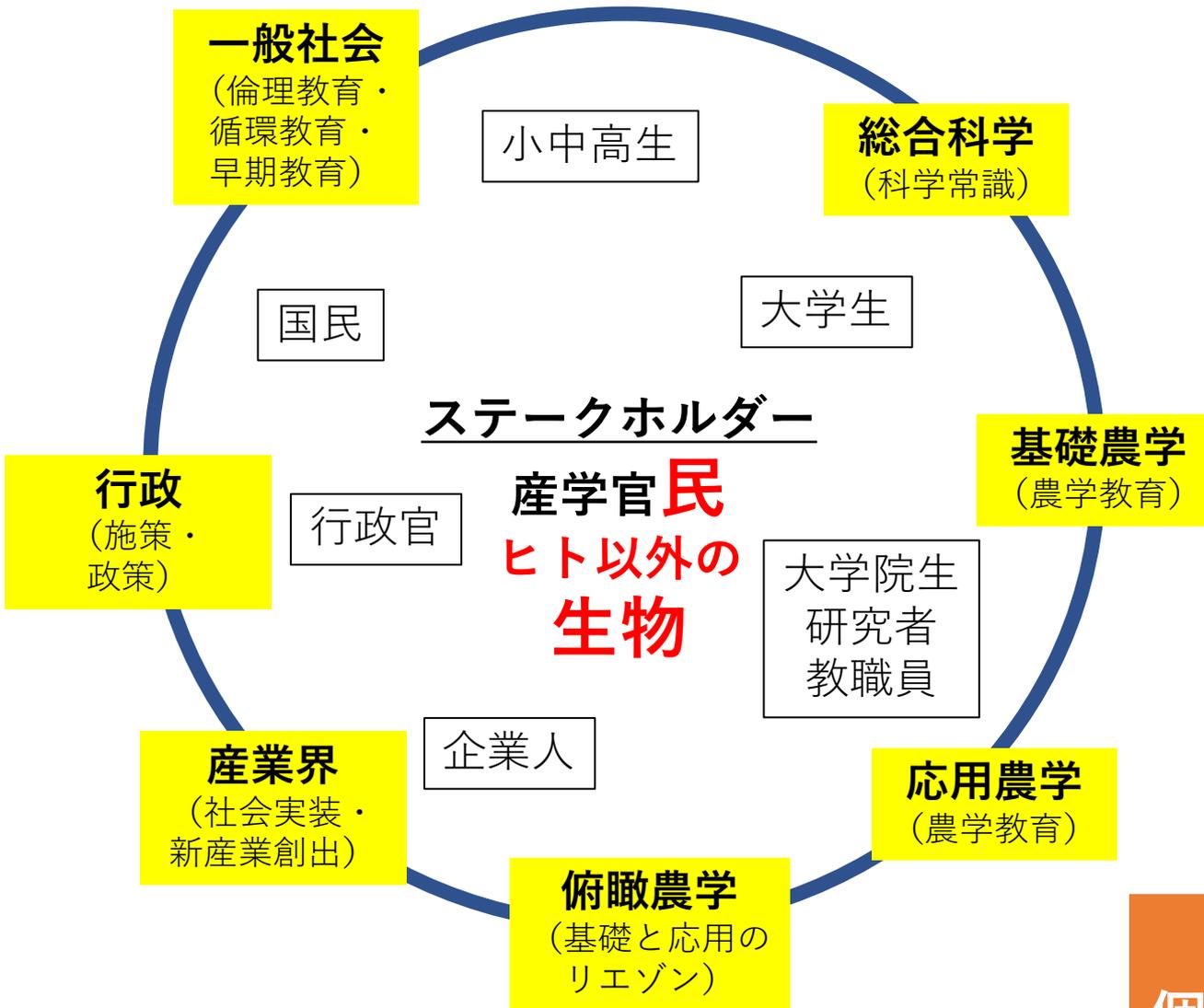
- 教育研究から社会を変えるプログラム
- 参加者全員がプログラムの対象
- 世代・分野、国境を越えたプログラム
- 未来を観る (前を向く) プログラム

今後、OEGs育成プログラムが社会に果たす役割



地球上の人類の存亡をかけて
大量生産・消費からの脱却を
はかるためには
先端科学技術を用いて
『量』から『質』への
新しい価値感を創造する
同時に
この意義を個人・社会に
理解していただくための
社会科学的・
人文学的な基盤を
構築する
必要がある

今後、OEGs育成プログラムが社会に果たす役割



地球上の人類の存亡をかけて
大量生産・消費からの脱却を
はかるためには
先端科学技術を用いて
『量』から『質』への
新しい価値感を創造する
同時に
この意義を個人・社会に
理解していただくための
**社会科学的・
人文学的な基盤を
構築する
必要がある**

**教育・研究から
個人行動・社会構造の
変容を目指します**

詳しくは、OEGs育成プログラム HPをご覧ください



東京大学農学部HPの一番下のアイコン

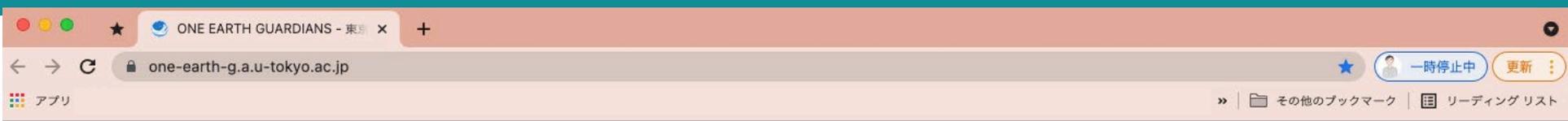


HPのQRコード



<https://www.one-earth-g.a.u-tokyo.ac.jp>

詳しくは、OEGs育成プログラム HPをご覧ください



TOP 新着情報 カリキュラム 活動の紹介 活動レポート ご支援のお願い

JP | EN



Googleで「地球医」を検索



地球医

すべて 画像 ニュース 地図 動画 もっと見る ツール

約 288,000,000 件 (0.26 秒)

<https://www.one-earth-g.a.u-tokyo.ac.jp>

ONE EARTH GUARDIANS - 東京大学 大学院農学生命科学研究科

ONE EARTH GUARDIANS育成プログラムは東京大学農学部の新しい教育プログラムです。ただ一つの地球で、ヒトと生物が共存し続けられる未来をつなぐ「地球医」を、産・官・...

活動の紹介・実学研修・カリキュラム・新着情報一覧

©Google

東京大学農学部HPの一番下のアイコン

PROGRAM/PROJECT

プログラム/プロジェクト



東大ハチ公博物館



ONE EARTH GUARDIANS 育成プログラム



農学生命科学研究科 復興支援プロジェクト

ONE EARTH GUARDIANS

地球は2つない。

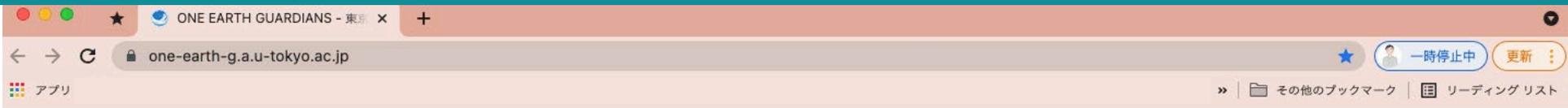
いま、東京大学がはじめる100年プロジェクト

HPのQRコード



<https://www.one-earth-g.a.u-tokyo.ac.jp>

詳しくは、OEGs育成プログラム HPをご覧ください



TOP 新着情報 カリキュラム 活動の紹介 活動レポート ご支援のお願い

活動の紹介

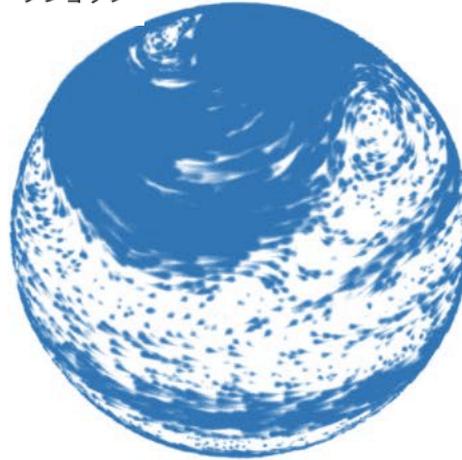
活動全般

実学研修

地球の未来を編むワークショップ

リレーインタビュー 

プルダウンメニュー



ONE EARTH GUARDIANS

地球は2つない。

いま、東京大学がはじめる100年プロジェクト



Googleで「地球医」を検索



Google 地球医 ツール

約 288,000,000 件 (0.26 秒)

<https://www.one-earth-g.a.u-tokyo.ac.jp>

ONE EARTH GUARDIANS - 東京大学 大学院農学生命科学研究科

ONE EARTH GUARDIANS育成プログラムは東京大学農学部の新しい教育プログラムです。ただ一つの地球で、ヒトと生物が共存し続けられる未来をつなぐ「地球医」を、産・官・...

[活動の紹介](#)・[実学研修](#)・[カリキュラム](#)・[新着情報一覧](#)

©Google

東京大学農学部HPの一番下のアイコン

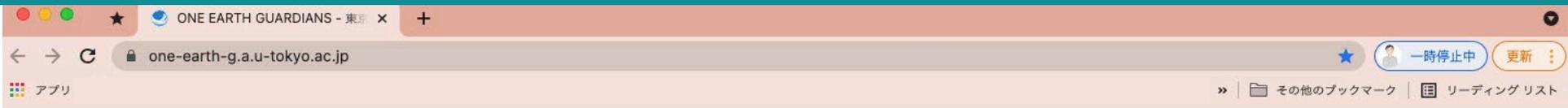


HPのQRコード



<https://www.one-earth-g.a.u-tokyo.ac.jp>

詳しくは、OEGs育成プログラム HPをご覧ください



TOP 新着情報 カリキュラム 活動の紹介 活動レポート ご支援のお願い

活動の紹介

活動全般

実学研修

地球の未来を編むワークショップ

リレーインタビュー 

プルダウンメニュー

活動の紹介

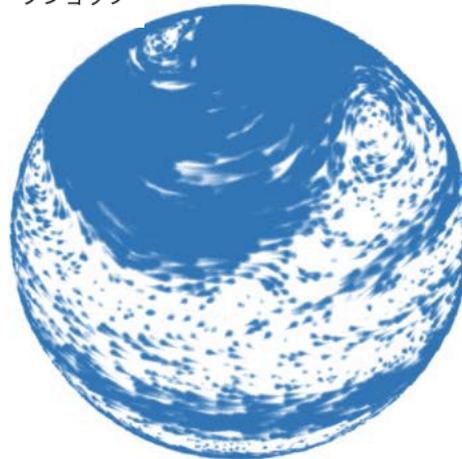
One Earthology Seminar
LUC Lecture
0 to 1 Workshop
地球の未来を編むワークショップ
リレーインタビュー
活動報告書
講演・執筆・取材記事の紹介

実学研修

ワンアースロジーで目指すこと
実施例

活動レポート

それぞれのイベントのレポート



ONE EARTH GUARDIANS

地球は2つない。

いま、東京大学がはじめる100年プロジェクト



Googleで「地球医」を検索



東京大学農学部HPの一番下のアイコン

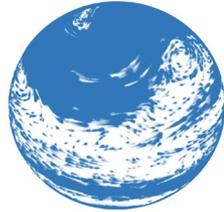


HPのQRコード



<https://www.one-earth-g.a.u-tokyo.ac.jp>

Googleで「地球医」



ONE EARTH GUARDIANS



<https://www.one-earth-g.a.u-tokyo.ac.jp>

高校生や大学前期生の皆さんと
「Good Life on Earth」を考える活動

<https://www.one-earth-g.a.u-tokyo.ac.jp/gle/>



駒場・全学自由研究ゼミナール Sチーム
地球医のすすめ：タネ蒔く農学部有志

全学自由研究ゼミナール Aチーム
Agric. Scientists Studio Interview

責任教員

東京大学大学院農学生命科学研究科
潮 秀樹・五十嵐圭日子・高橋 伸一郎

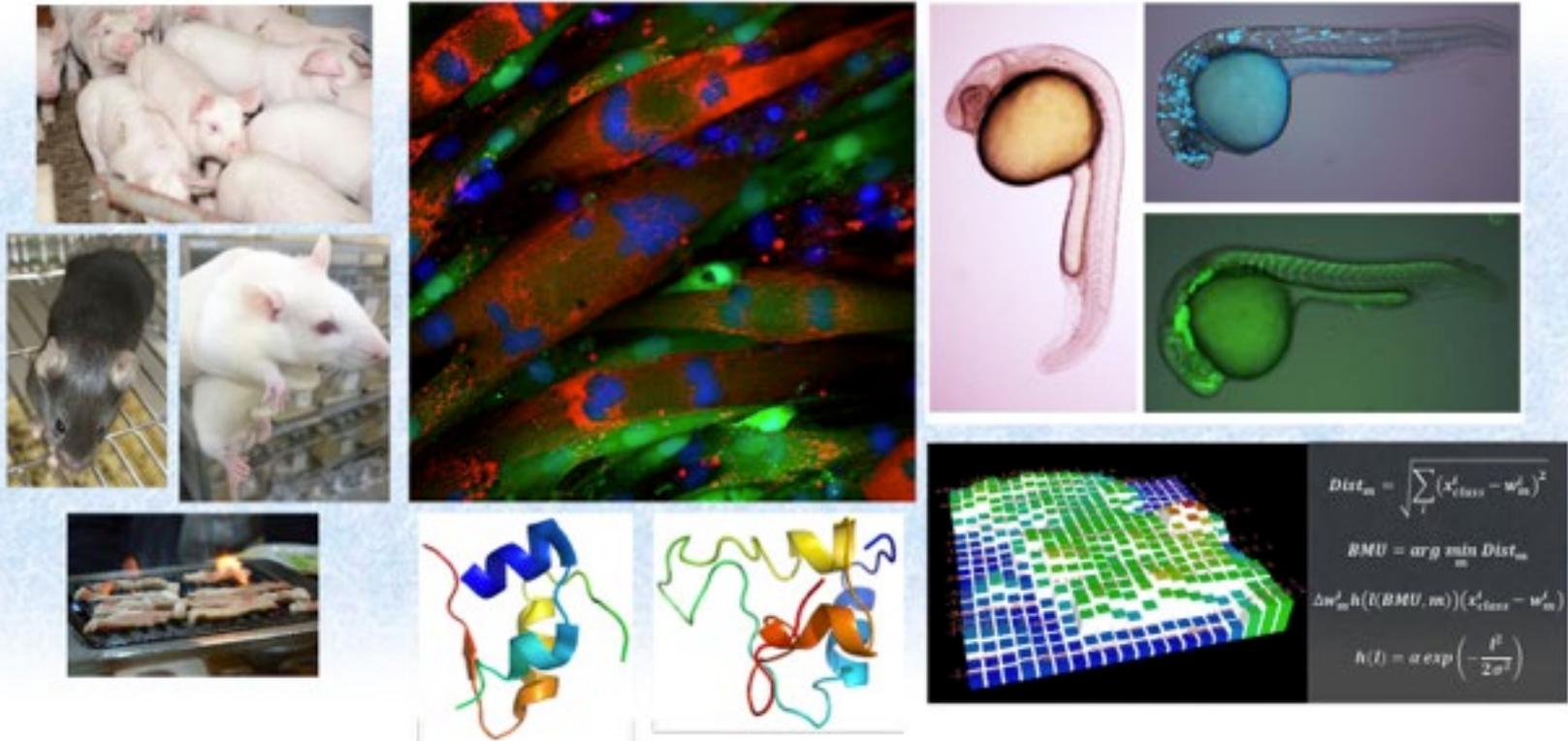
hushio@g.ecc.u-tokyo.ac.jp
aquarius@g.ecc.u-tokyo.ac.jp
atkshin@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

今日のメニュー

1. 私の履歴と行き着いた疑問
2. 農学とは？
3. One Earth Guardians育成プログラムとは？
4. 私達がこれまで取り組んできた研究
5. 次世代栄養学・代謝学
6. 食生活の変化で人類は救えるか？
7. 私達がこれからの地球にできること

今、研究していること

動物の体の中の情報伝達機構の解明

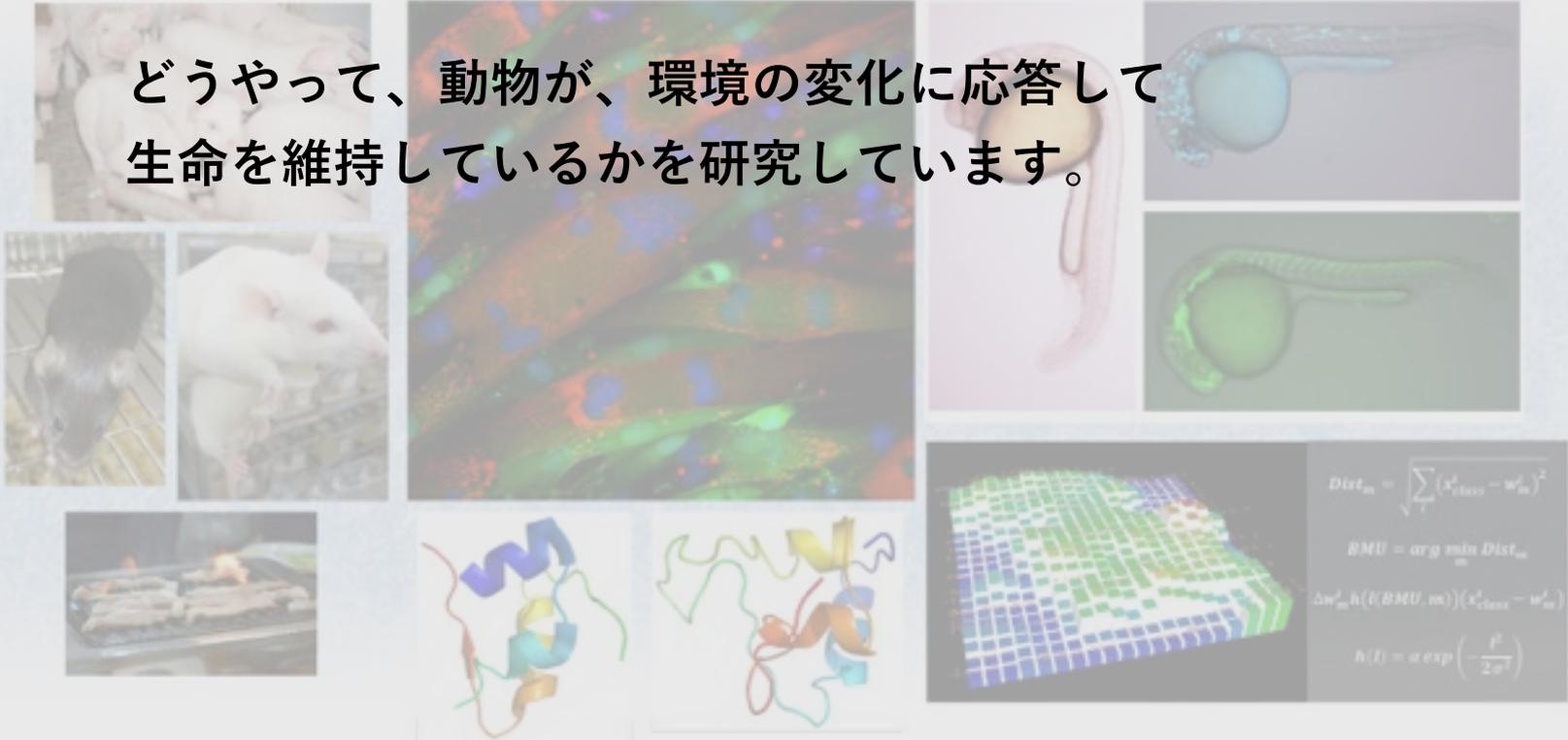


大腸菌・酵母・動物プランクトン（線虫）・昆虫（ハエ）・
魚（ゼブラフィッシュ・ニジマス）・鳥・豚・牛・げっ歯類（ラット・マウス）・ヒトなど

今、研究していること

動物の体の中の情報伝達機構の解明

どうやって、動物が、環境の変化に応答して生命を維持しているかを研究しています。



今、研究していること

動物の体の中の情報伝達機構の解明

どうやって、動物が、環境の変化に応答して生命を維持しているかを研究しています。

手法：内分泌学・代謝学・細胞生物学・分子生物学だけでなく、化学・物理・数学などの力を借りて、生命現象を科学しています。

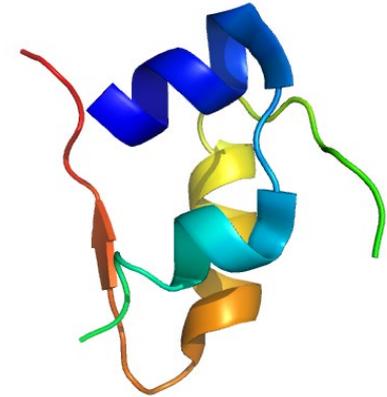
第一の

題材：インスリン様活性 (insulin-like activity)

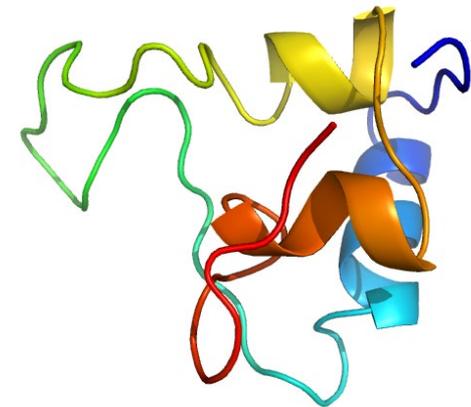
インスリン様活性を制御する

インスリン様活性とは・・・？

インスリンと
これに構造が類似した
ペプチドホルモン
インスリン様成長因子
(**i**nsulin-**l**ike **g**rowth
factor; IGF) などが
発現する生理活性



Insulin



IGF-I

Q: 成長ホルモンは、
直接、動物の成長を促進している？

- 1 . 正しい
- 2 . 正しくない

Q: 成長ホルモンは、
直接、動物の成長を促進している？

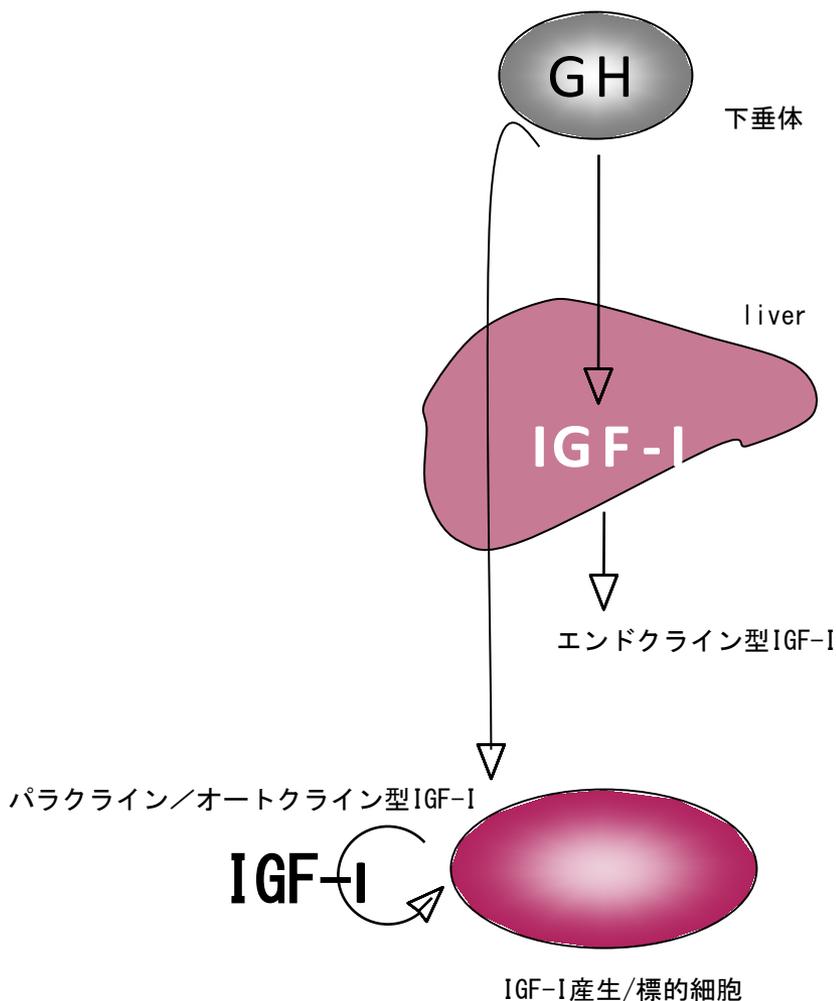
- 1 . 正しい
- 2 . 正しくない

- WebでGoogleを開き、**Slido**へアクセスして、イベントコード「**4280341**」をタイプインして、イベント「**学術フロンティア**」にアクセスしてください。

- あるいは
- QRコードを読み込んで、イベントにアクセスしてください。

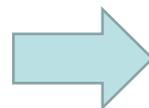
現在Slidoは
公開して
おりません。

Somatomedin仮説 (Somatotropin-mediator hypothesis)

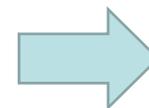


成長ホルモン
Growth hormone

インスリン様成長因子-I
Insulin-like growth factor-I
IGF-I



増殖
分化



成長
発達

私の恩師、Dr. Judson J Van Wyk

Available online at www.sciencedirect.com

Growth Hormone & IGF Research 15 (2005) 1–3

Obituary

Judson J. Van Wyk, M.D.: his life and legacy

(June 10th, 1921-June 22nd, 2004)



**Kenan Professor
Pediatric Endocrinology
School of Medicine
The University of North Carolina at Chapel Hill**

**He succeeded in purifying
somatomedin-C
(now usually called, IGF-I)
from **TONS** of outdated human plasma.**

<https://doi.org/10.1016/j.ghir.2004.12.001>

Judは、整理整頓が下手で、
実験も、おしてしるべし・・・



Jud's office



Shin's desk

インスリン、IGF-IおよびIGF-IIの諸性質の比較

	インスリン	インスリン様成長因子-I (IGF-I)	インスリン様成長因子-II (IGF-II)
分子量	5734 (ヒト)	7649 (ヒト)	7471 (ヒト)
生産器官	膵臓ランゲルハンス島 β細胞	主に肝臓、その他広範	主に肝臓、その他広範
分泌促進因子	グルコース、ロイシン アルギニンなどの基質 インクレチンなどのホルモン	成長ホルモン、インスリン などのホルモン、あるいは バランスのとれた栄養供給	組織の発達
分泌形式	一過的 (短期)	構成的 (長期)	構成的 (長期)
血中存在形態	遊離型	6種の結合タンパク質と 結合して存在する	6種の結合タンパク質と 結合して存在する
成人血中濃度	0.5-5 ng/ml (35-170 pmol/liter)	200 ng/ml (30 nmol/liter)	700 ng/ml (85 nmol/liter)
血中寿命	10分	12-15時間	15時間
レセプターに 対する親和性	インスリンレセプター >IGF-Iレセプター	IGF-Iレセプター >IGF-IIレセプター >>インスリンレセプター	IGF-IIレセプター >IGF-Iレセプター >>インスリンレセプター
作用形式	Endocrine	Endocrine Paracrine/Autocrine	Endocrine Paracrine/Autocrine

成人でも食事中のタンパク量およびエネルギー量は 血中IGF-Iレベルに影響する

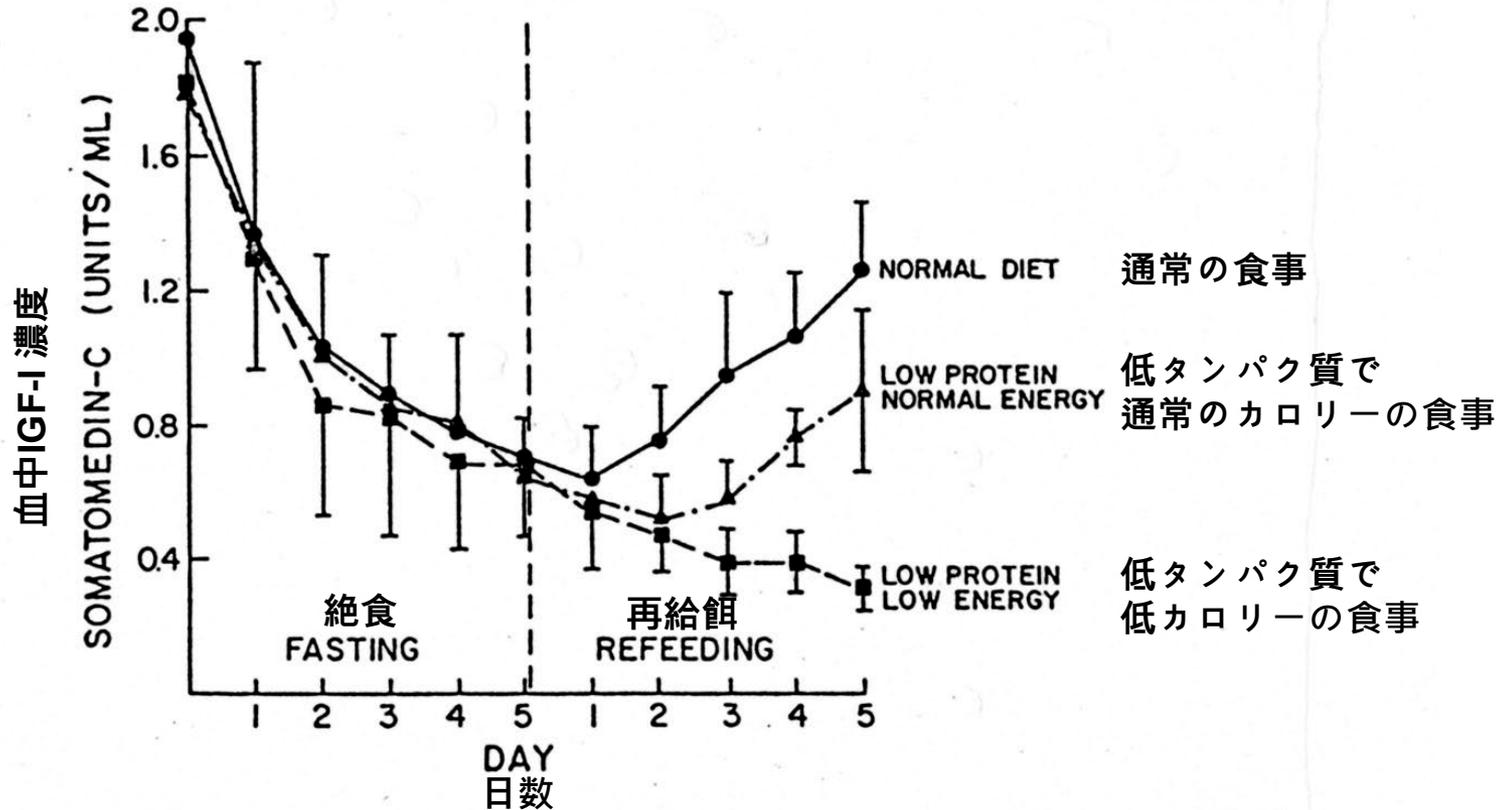


Figure 4 Change in somatomedin-C in response to fasting and refeeding. Five normal weight volunteers were fasted for 3 separate 5-day intervals and then were refeed diets consisting of 1.0 g protein and 35 kcal/kg (normal diet), 0.4 g protein and 35 kcal/kg (low protein), or 0.4 g protein and 11 kcal/kg (low protein, low energy). The results show that combined energy and protein restriction prevents any increase in somatomedin-C in response to refeeding, whereas protein restriction attenuates the somatomedin-C response.

インスリンとIGFは、相同性が高いペプチドホルモンで インスリン様活性を発揮する

インスリン

代謝を制御する短期活性が強い

糖・アミノ酸の取り込み促進

糖利用促進・糖新生抑制

脂質合成促進・分解抑制

RNA合成促進

タンパク質合成促進・分解抑制

細胞遊走促進

細胞分化誘導

細胞増殖誘導・細胞死抑制

細胞癌化誘導

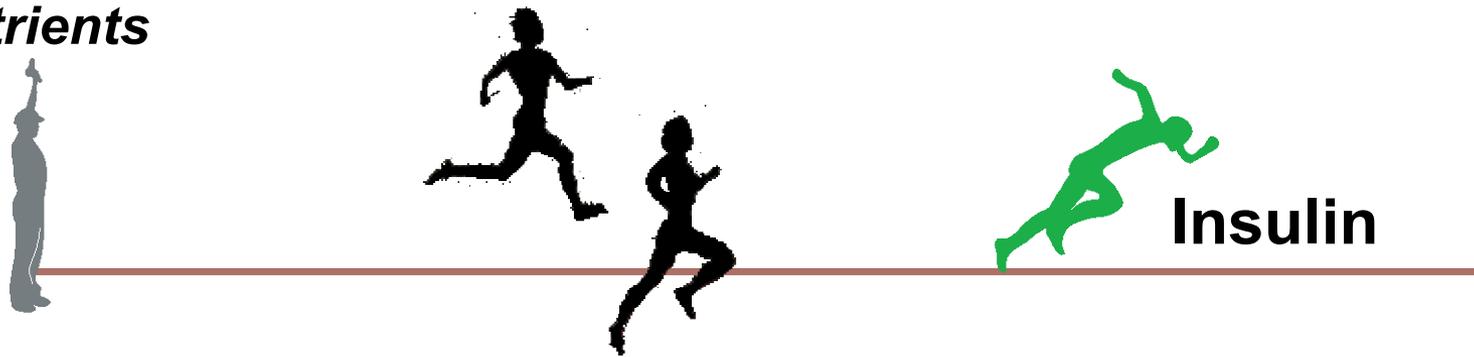
細胞の運命を決定する長期活性が強い

インスリン様成長因子 (IGF)

「インスリン様ペプチド」についての私たちのコンセプト①

インスリンは、摂取した栄養素に应答して
短期的な同化反応を制御し、
IGFは、栄養の量や質・ホルモン・生理状態に应答して
長期的な同化反応を制御するホルモンである

Nutrients



Nutrients, GH, insulin and tissue development etc.



インスリンとIGF投与は、インスリン様作用（血糖降下）の他、あらゆる同化作用を誘導する

インスリン

代謝を制御する短期活性が強い

糖・アミノ酸の取り込み促進

糖利用促進・糖新生抑制

脂質合成促進・分解抑制

RNA合成促進

タンパク質合成促進・分解抑制

細胞遊走促進

細胞分化誘導

細胞増殖誘導・細胞死抑制

細胞癌化誘導

細胞の運命を決定する長期活性が強い

血糖降下作用

同化促進

成長促進作用

細胞増殖誘導作用

骨形成促進作用

神経栄養因子様作用

エリスロポエチン様作用

子宮内発育促進作用

腎血流増加・腎細胞保護作用

免疫増強作用

創傷治癒作用 など

インスリン様成長因子（IGF）

インスリンとIGF投与は、インスリン様作用（血糖降下）の他、あらゆる同化作用を誘導する

インスリン

夢の薬!?

代謝を制御する短期活性が強い

糖・アミノ酸の取り込み促進

糖利用促進・糖新生抑制

脂質合成促進・分解抑制

RNA合成促進

タンパク質合成促進・分解抑制

細胞遊走促進

細胞分化誘導

細胞増殖誘導・細胞死抑制

細胞癌化誘導

血糖降下作用

同化促進

成長促進作用

細胞増殖誘導作用

骨形成促進作用

神経栄養因子様作用

エリスロポエチン様作用

子宮内発育促進作用

腎血流増加・腎細胞保護作用

免疫増強作用

創傷治癒作用 など

細胞の運命を決定する長期活性が強い

インスリン様成長因子 (IGF)

動物の一生において、インスリン様活性は、
正常な

卵胞発育
受精卵の着床
胎児成長と発達
生後成長と発達

に、必要である

動物の一生において、インスリン様活性は、
正常な

卵胞発育
受精卵の着床
胎児成長と発達
生後成長と発達
性成熟
各臓器の機能維持
物質代謝
抗老化 **など**

に、必要である

「インスリン様ペプチド」についての私たちのコンセプト②

制御されたインスリン様活性は、
正常な発生、発達、成長、成熟、
代謝制御、抗老化などに必須である



Insulin/IGF



インスリン/IGFは、
一生寄り添う
teddy bear や *safety blanket* のような
ものである



KYOKO.

インスリン様活性の調節に異常が起こると、 生理状態の異常・種々の疾病が誘導される

インスリン

代謝を制御する短期活性が強い

糖・アミノ酸の取り込み促進
糖利用促進・糖新生抑制
脂質合成促進・分解抑制

RNA合成促進

タンパク質合成促進・分解抑制

細胞遊走促進

細胞分化誘導

細胞増殖誘導・細胞死抑制

細胞癌化誘導

細胞の運命を決定する長期活性が強い

インスリン様成長因子 (IGF)

(演者作図)

インスリン様活性の過剰な**抑制**が
起こると...

成長遅滞

糖尿病

神経変性疾患 (アルツハイマー病)

血管系疾患 (動脈硬化)

骨系統疾患 (骨粗鬆症)

老化促進

インスリン様活性の過剰な**増強**が
起こると...

過成長

癌化

インスリン様活性の調節に異常が起こると、 生理状態の異常・種々の疾病が誘導される

インスリン

代謝を制御する短期活性が強い

糖・アミノ酸の取り込み促進

糖利用促進・糖新生抑制

脂質合成促進・分解抑制

RNA合成促進

タンパク質合成促進・分解抑制

細胞遊走促進

細胞分化誘導

細胞増殖誘導・細胞死抑制

細胞癌化誘導

細胞の運命を決定する長期活性が強い

インスリン様成長因子 (IGF)

(演者作図)

インスリン様活性の過剰な**抑制**が
起こると...

成長遅滞

糖尿病

神経変性疾患 (アルツハイマー病)

血管系疾患 (動脈硬化)

骨系統疾患 (骨粗鬆症)

老化促進

健康な一生をおくるためには、
インスリン様活性は
適切に調節される必要がある

インスリン様活性の過剰な**増強**が
起こると...

過成長

癌化

インスリン様シグナル研究コンソーシアム

臨床研究アドミニストレーター：
岩下博士 (杏林大学)

基礎研究アドミニストレーター：
高橋博士 (日本側コーディネーター・東京大学)

疾患モデル解析チーム

栄養障害

竹中博士 (明治大学)
豊島博士 (日本医科大学)
Dr. Leulier (IGFL)
下川博士 (長崎大学)

発育不全

田中博士 (東京大学)
Dr. Han (ウェスタン大学)
岩下博士 (杏林大学)
鞆嶋博士 (鳥取大学)

性成熟異常

前多博士 (東京大学)
島津博士 (京都医療センター)

免疫疾患・骨疾患

後藤博士 (東京大学)
島津博士 (京都医療センター)

分子機構解析チーム

異常点の同定

INS/IGF (インスリン様ペプチド) 制御・
IGFBP (IGF結合タンパク質) 制御・
IIR (インスリン様ペプチド受容体) 制御・
IIS (インスリン様ペプチド細胞内シグナル) 制御
の評価

異常を引き起こしている
分子の同定と機能解析
IIS分子と結合するタンパク質同定・
そのタンパク質の機能解析

異常を解除する 手法の開発

高橋博士・伯野博士・片岡博士・
潮博士・藤井博士・
飯野博士・富岡博士・
山中博士・宮本博士 (東京大学)
伊藤博士 (東京薬科大学)
亀井博士 (金沢大学)
Dr. Duan (ミシガン大学)
Dr. Forbes (フリントダース大学)
Dr. Weghuber (UASUA)

疾患モデル解析チーム

がん

吉田博士 (東京大学)
Dr. O'Connor (コーク大学)
Dr. Girnita (カロリンスカ研究所)

神経変性疾患

西原博士 (東京大学)
西島博士 (首都大学東京)
Dr. Torres-Aleman (カハール研究所)

動脈硬化

Dr. Higashi (ミズーリ大学)
Dr. Clemmons (ノースカロライナ大学)
島津博士 (京都医療センター)

糖尿病

福嶋博士 (東京工業大学)
南博士 (日本医科大学)

試料提供・情報提供・技術提供・人材交流

今、研究していること

動物の体の中の情報伝達機構の解明

どうやって、動物が、環境の変化に応答して生命を維持しているかを研究しています。

手法：内分泌学・代謝学・細胞生物学・分子生物学だけでなく、化学・物理・数学などの力を借りて、生命現象を科学しています。

第二の

題材：アミノ酸シグナル (amino acid signal)

「タンパク質を十分に摂取していない
(タンパク質栄養状態が悪い)
子供の成長は□」

Q：四角に入るのは、

- 1．良い
- 2．悪い

「タンパク質を十分に摂取していない
(タンパク質栄養状態が悪い)
子供の成長は□」

Q：四角に入るのは、

- 1．良い
- 2．悪い

- WebでGoogleを開き、**Slido**へアクセスして、イベントコード「**4280341**」をタイプインして、イベント「**学術フロンティア**」にアクセスしてください。

- あるいは
- QRコードを読み込んで、イベントにアクセスしてください。

現在Slidoは
公開して
おりません。

「タンパク質を十分に摂取していない
(タンパク質栄養状態が悪い)
子供の成長は悪い」

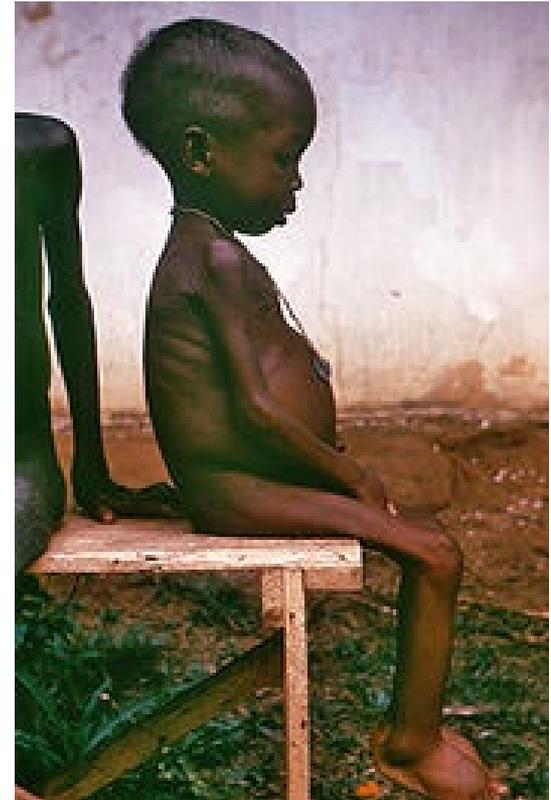
クワシオルコル (Kwashiorkor)

タンパク質の摂取量が十分でない
ためにおきる栄養失調の一形態

症状

足の浮腫
腹部の膨張 (腹水の貯留)
肝臓の肥大 (脂肪肝)
筋肉の減少
著しい成長遅滞など

なぜ？



(Wikipediaより)

インスリン、IGF-IおよびIGF-IIの諸性質の比較

	インスリン	インスリン様成長因子-I (IGF-I)	インスリン様成長因子-II (IGF-II)
分子量	5734 (ヒト)	7649 (ヒト)	7471 (ヒト)
生産器官	膵臓ランゲルハンス島 β細胞	主に肝臓、その他広範	主に肝臓、その他広範
分泌促進因子	グルコース、ロイシン アルギニンなどの基質 インクレチンなどのホルモン	成長ホルモン、インスリン などのホルモン、あるいは バランスのとれた栄養供給	組織の発達
分泌形式	一過的 (短期)	構成的 (長期)	構成的 (長期)
血中存在形態	遊離型	6種の結合タンパク質と 結合して存在する	6種の結合タンパク質と 結合して存在する
成人血中濃度	0.5-5 ng/ml (35-170 pmol/liter)	200 ng/ml (30 nmol/liter)	700 ng/ml (85 nmol/liter)
血中寿命	10分	12-15時間	15時間
レセプターに 対する親和性	インスリンレセプター > IGF-Iレセプター	IGF-Iレセプター > IGF-IIレセプター >> インスリンレセプター	IGF-IIレセプター > IGF-Iレセプター >> インスリンレセプター
作用形式	Endocrine	Endocrine Paracrine/Autocrine	Endocrine Paracrine/Autocrine

タンパク質栄養状態の悪化

アミノ酸不足のシグナル

IGF-I産生 ↓
IGFBP-1産生=IGFクリアランス
IGFBP-3レベル=IGF寿命延長

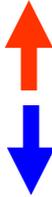
IGF: インスリン様成長因子
IGFBP: IGF結合タンパク質

筋肉組織

IGFシグナル
(IGF抵抗性)

タンパク質合成 ↓

成長遅滞



「タンパク質を十分に摂取していない
(タンパク質栄養状態が悪い)
子供の成長は悪い」

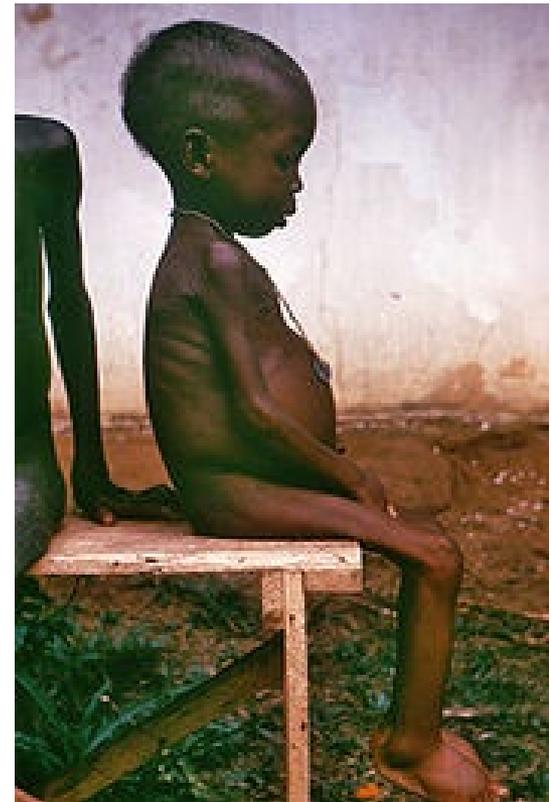
クワシオルコル (Kwashiorkor)

タンパク質の摂取量が十分でない
ためにおきる栄養失調の一形態

症状

足の浮腫
腹部の膨張 (腹水の貯留)
肝臓の肥大 (脂肪肝)
筋肉の減少
著しい成長遅滞など

なぜ？

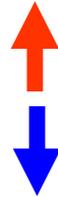


(Wikipediaより)

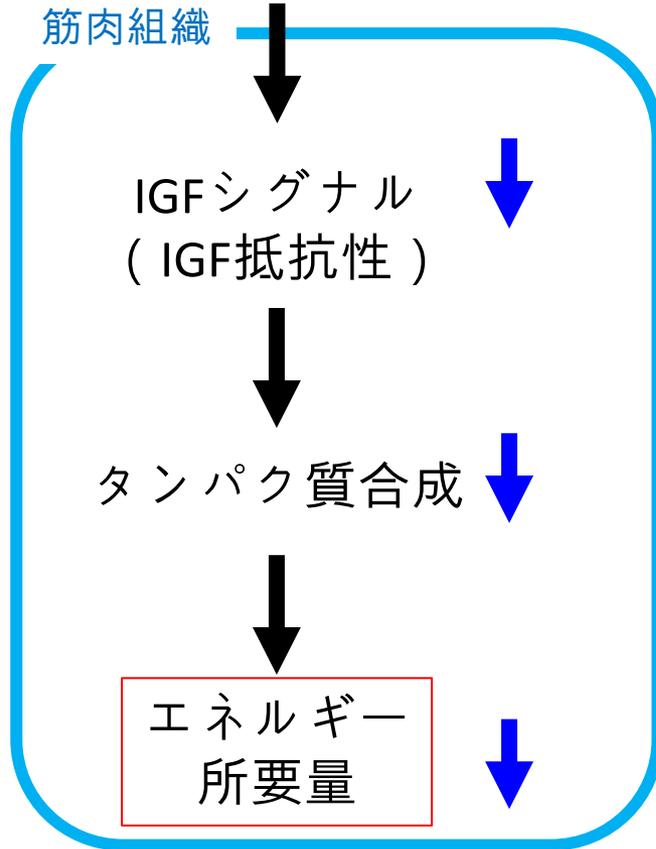
タンパク質栄養状態の悪化

(代謝制御性) アミノ酸シグナル

IGF-I産生 ↓
IGFBP-1産生=IGFクリアランス
IGFBP-3レベル=IGF寿命延長



筋肉組織



成長遅滞

タンパク質栄養状態の悪化

(代謝制御性) アミノ酸シグナル

IGF-I産生 ↓
IGFBP-1産生=IGFクリアランス
IGFBP-3レベル=IGF寿命延長

十分に糖を摂取しているため、
成長に必要な
エネルギーが
余剰となる

筋肉組織

IGFシグナル
(IGF抵抗性)

タンパク質合成 ↓

エネルギー
所要量 ↓

成長遅滞

タンパク質栄養状態の悪化

(代謝制御性) アミノ酸シグナル

IGF-I産生
IGFBP-1産生=IGFクリアランス
IGFBP-3レベル=IGF寿命延長

十分に糖を摂取しているため、
成長に必要な
エネルギーが
余剰となる

筋肉組織

IGFシグナル
(IGF抵抗性)

タンパク質合成

エネルギー
所要量

成長遅滞

必要以上に摂取した
タンパク質は捨てなければならないが
(代謝する際に産生されるアンモニアが毒)
糖や脂質は捨てられない
(飢餓に備えた仕組み)

タンパク質栄養状態の悪化

(代謝制御性) アミノ酸シグナル

IGF-I産生
IGFBP-1産生=IGFクリアランス
IGFBP-3レベル=IGF寿命延長

十分に糖を摂取しているため、
成長に必要な
エネルギーが
余剰となる

筋肉組織

IGFシグナル
(IGF抵抗性)

タンパク質合成

エネルギー
所要量

余剰な
エネルギー

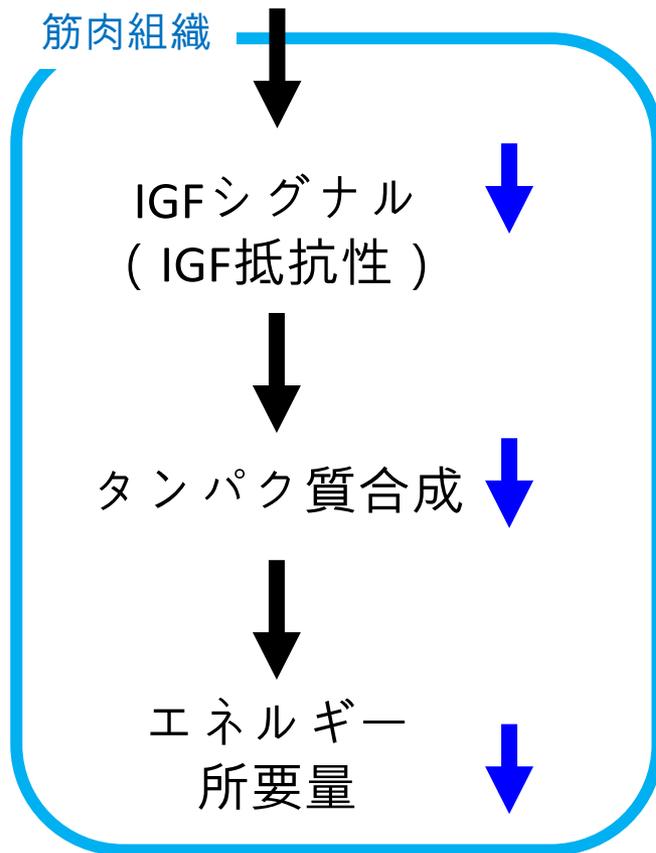
成長遅滞

必要以上に摂取した
タンパク質は捨てなければならないが
(代謝する際に産生されるアンモニアが毒)
糖や脂質は捨てられない
(飢餓に備えた仕組み)

タンパク質栄養状態の悪化

(代謝制御性) アミノ酸シグナル

IGF-I産生 ↓
IGFBP-1産生=IGFクリアランス
IGFBP-3レベル=IGF寿命延長



成長遅滞

- WebでGoogleを開き、**Slido**へアクセスして、**イベントコード「4280341」**をタイプインして、イベント「**学術フロンティア**」にアクセスしてください。

現在Slidoは
公開して
おりません。

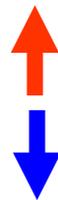
Q: エネルギー源である
糖の濃度、血糖値は
どうなるでしょうか？

1. 上昇する
2. 変わらない
3. 低下する
4. わからない

タンパク質栄養状態の悪化

(代謝制御性) アミノ酸シグナル

IGF-I産生 ↓
IGFBP-1産生=IGFクリアランス
IGFBP-3レベル=IGF寿命延長



筋肉組織

IGFシグナル
(IGF抵抗性)

タンパク質合成 ↓

エネルギー
所要量 ↓

正常
血糖値

余剰な
エネルギー

成長遅滞

インスリン、IGF-IおよびIGF-IIの諸性質の比較

	インスリン	インスリン様成長因子-I (IGF-I)	インスリン様成長因子-II (IGF-II)
分子量	5734 (ヒト)	7649 (ヒト)	7471 (ヒト)
生産器官	膵臓ランゲルハンス島β細胞	主に肝臓、その他広範	主に肝臓、その他広範
分泌促進因子	グルコース、ロイシンアルギニンなどの基質 インクレチンなどのホルモン	成長ホルモン、インスリンなどのホルモン、あるいはバランスのとれた栄養供給	組織の発達
分泌形式	一過的 (短期)	構成的 (長期)	構成的 (長期)
血中存在形態	遊離型	6種の結合タンパク質と結合して存在する	6種の結合タンパク質と結合して存在する
成人血中濃度	0.5-5 ng/ml (35-170 pmol/liter)	200 ng/ml (30 nmol/liter)	700 ng/ml (85 nmol/liter)
血中寿命	10分	12-15時間	15時間
レセプターに対する親和性	インスリンレセプター > IGF-Iレセプター	IGF-Iレセプター > IGF-IIレセプター >> インスリンレセプター	IGF-IIレセプター > IGF-Iレセプター >> インスリンレセプター
作用形式	Endocrine	Endocrine Paracrine/Autocrine	Endocrine Paracrine/Autocrine

タンパク質栄養状態の悪化

アミノ酸欠乏のシグナル

IGF-I産生 ↓
IGFBP-1産生=IGFクリアランス
IGFBP-3レベル=IGF寿命延長

インスリン分泌 ↓

筋肉組織

IGFシグナル
(IGF抵抗性) ↓

タンパク質合成 ↓

エネルギー
所要量 ↓

成長遅滞

IRS-2 =

インスリン
シグナル ↑

正常
血糖値

脂肪酸合成
トリグリセリド
分泌 ↑ ↓

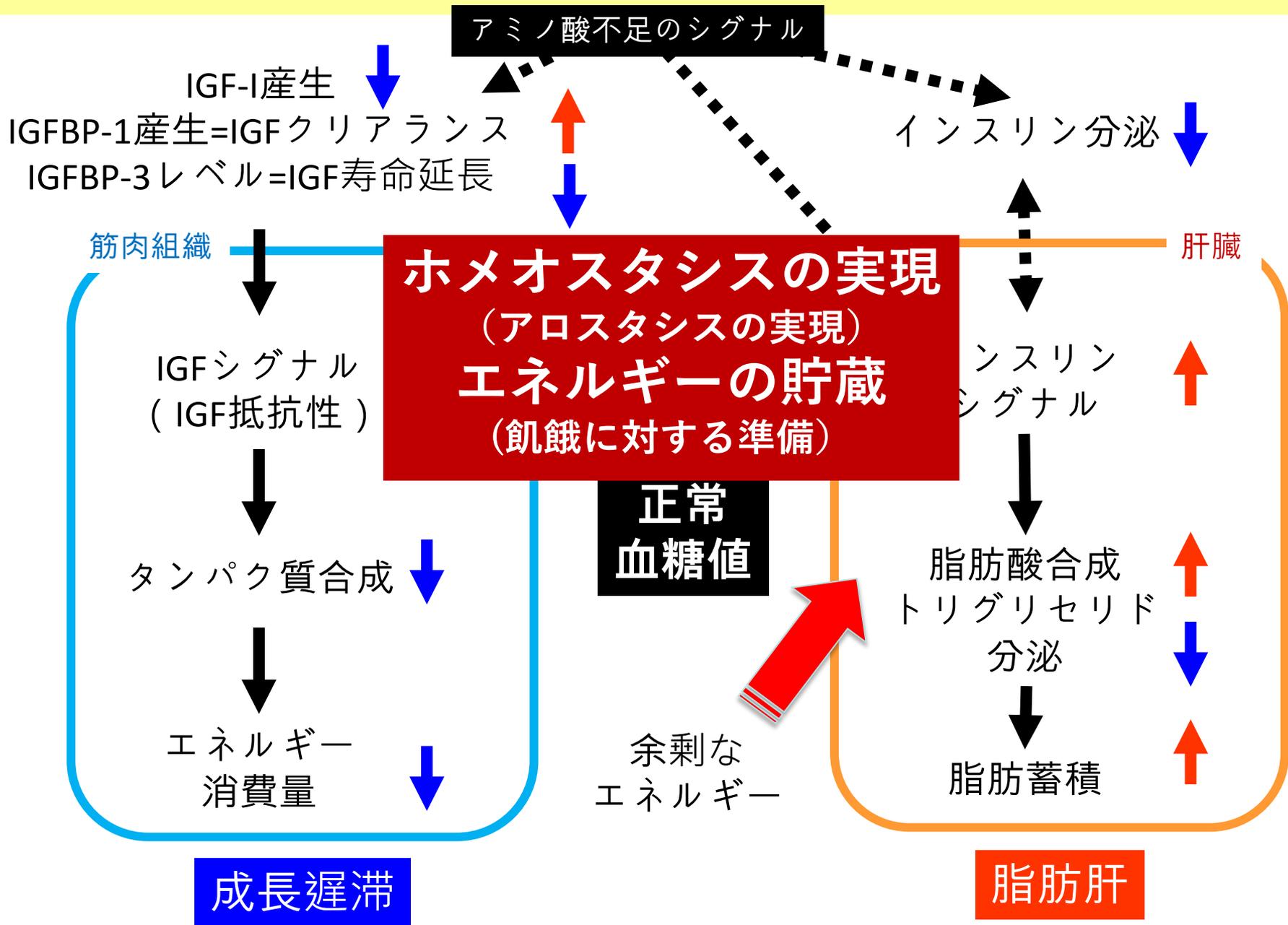
余剰な
エネルギー

脂肪蓄積 ↑

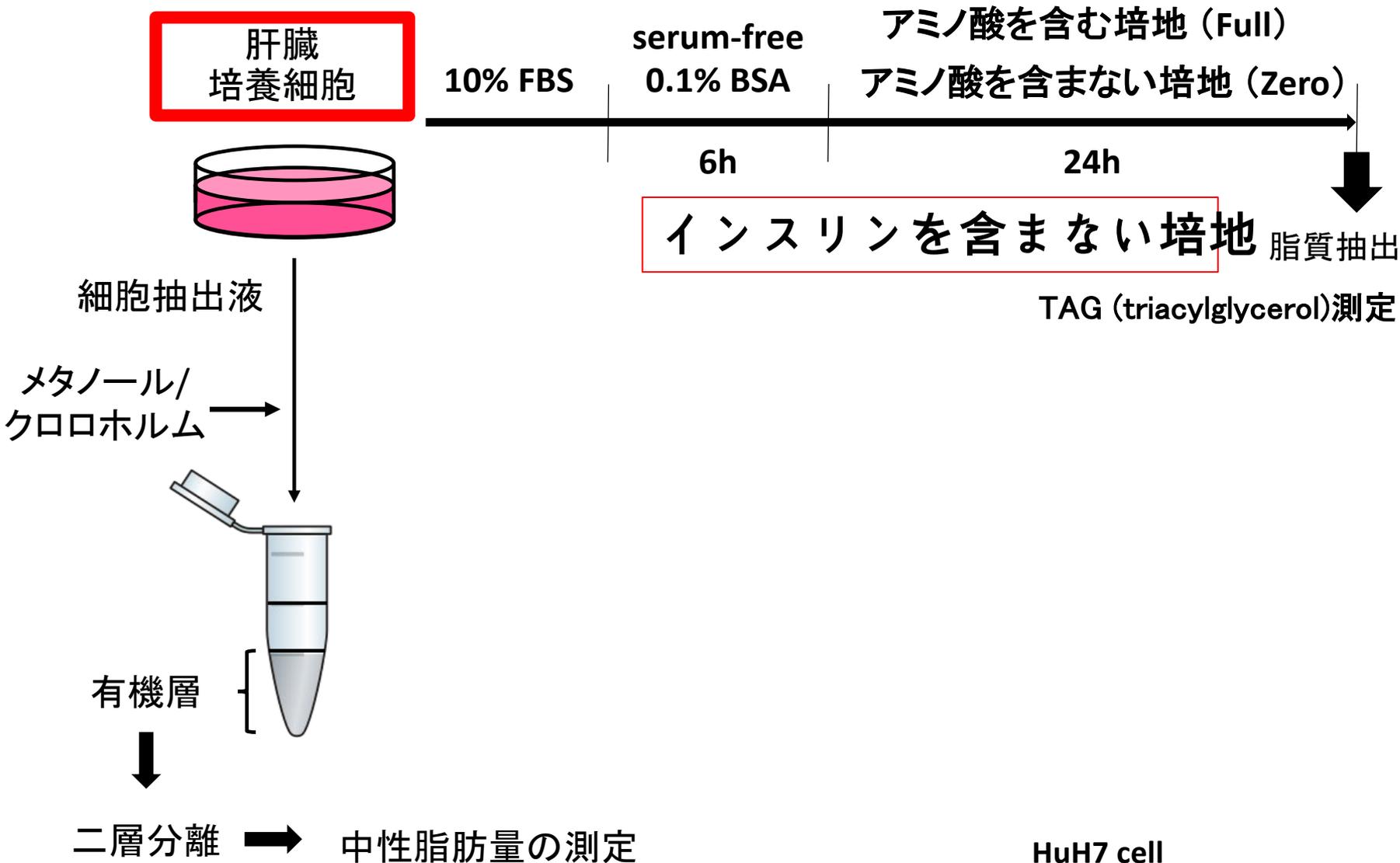
脂肪肝

肝臓

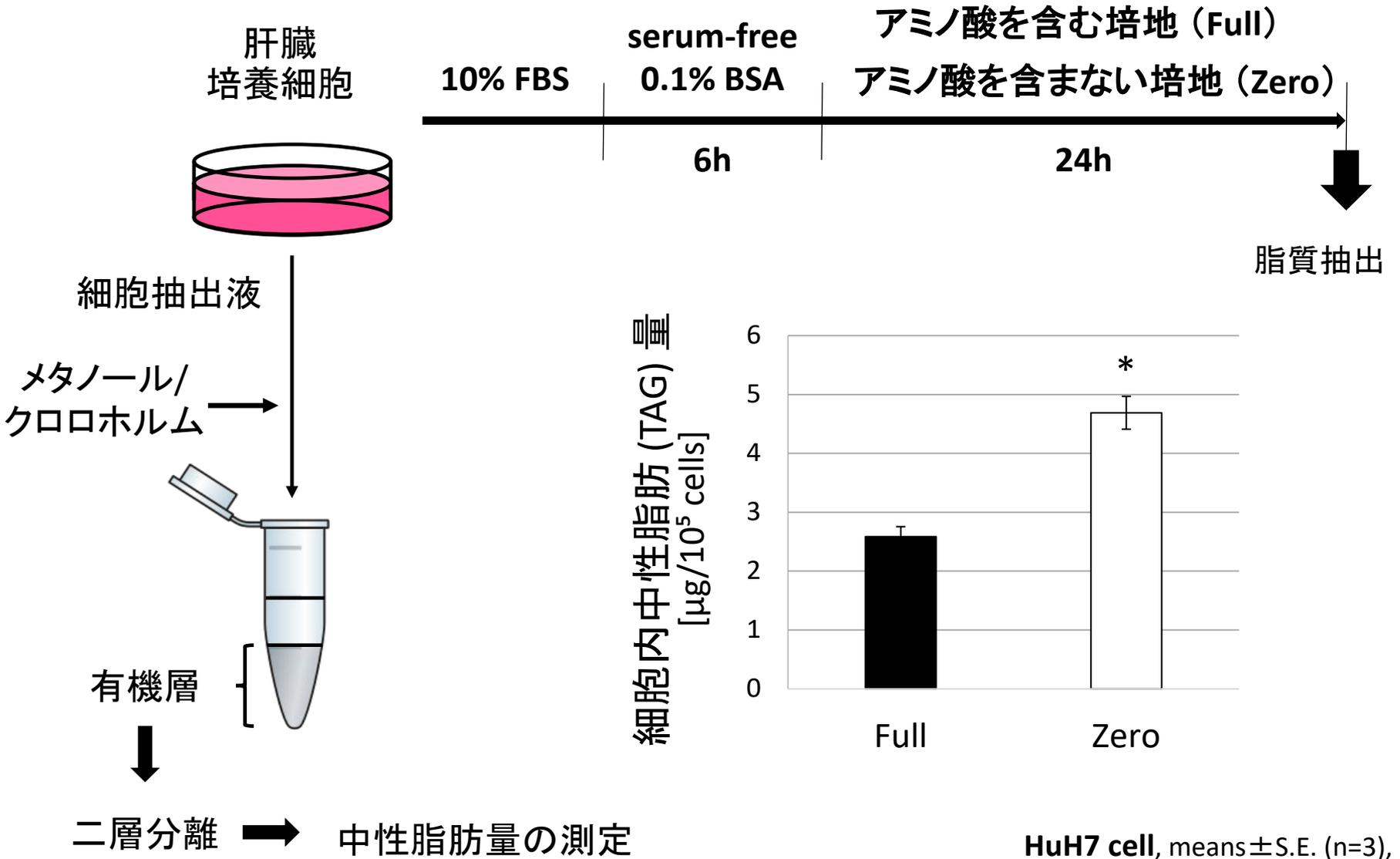
タンパク質栄養状態の悪化



アミノ酸欠乏培地で培養した肝臓細胞では、 細胞自律的に中性脂肪が蓄積する



アミノ酸欠乏培地で培養した肝臓細胞では、 細胞自律的に中性脂肪が蓄積する



HuH7 cell, means \pm S.E. (n=3),

* $p < 0.05$

タンパク質栄養状態の悪化

アミノ酸欠乏のシグナル

IGF-I産生 ↓
IGFBP-1産生=IGFクリアランス
IGFBP-3レベル=IGF寿命延長

インスリン分泌 ↓

筋肉組織

IGFシグナル
(IGF抵抗性) ↓

タンパク質合成 ↓

エネルギー
消費量 ↓

成長遅滞

肝臓

インスリン
シグナル ↓

直接のシグナル

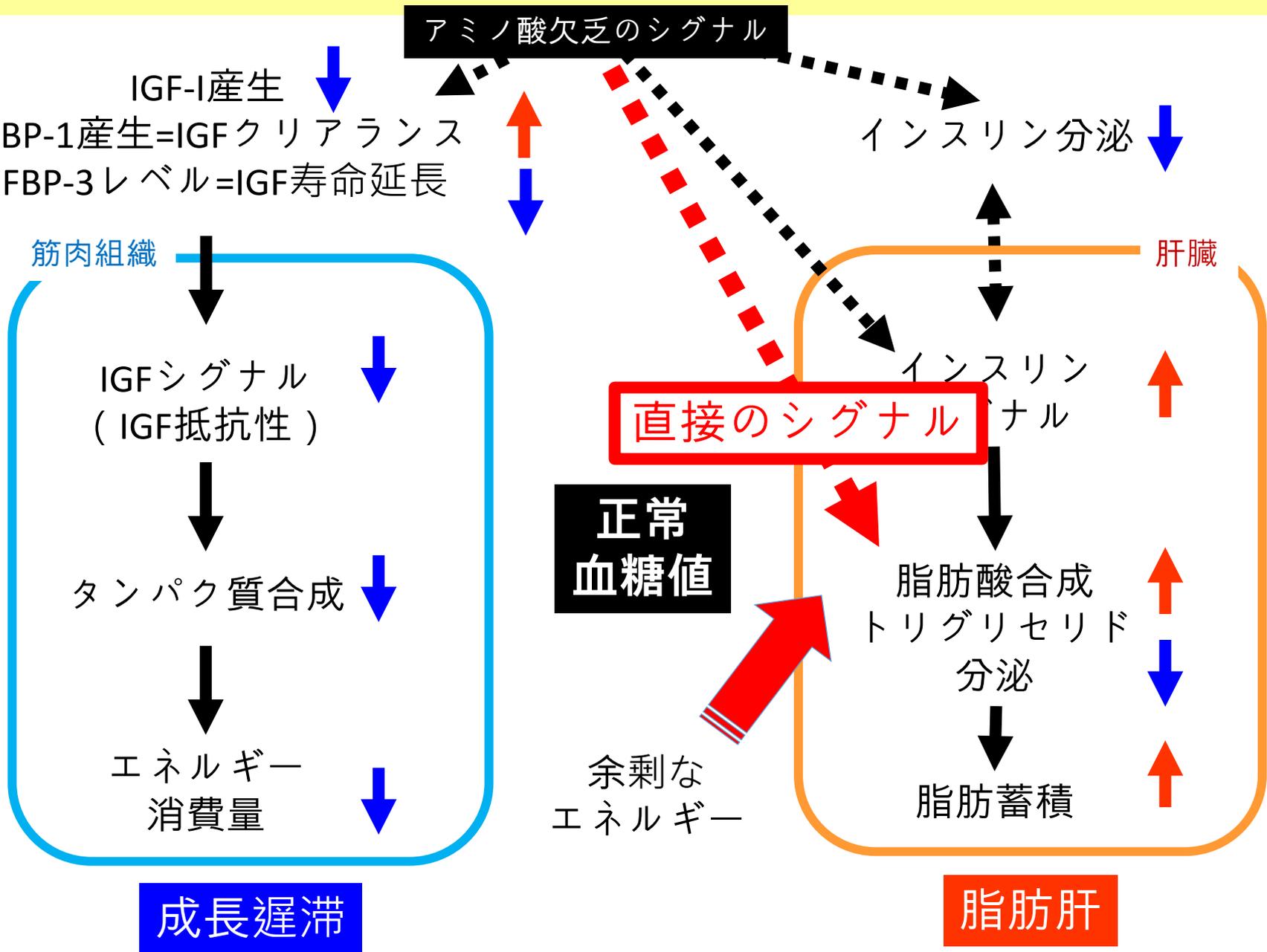
正常
血糖値

余剰な
エネルギー

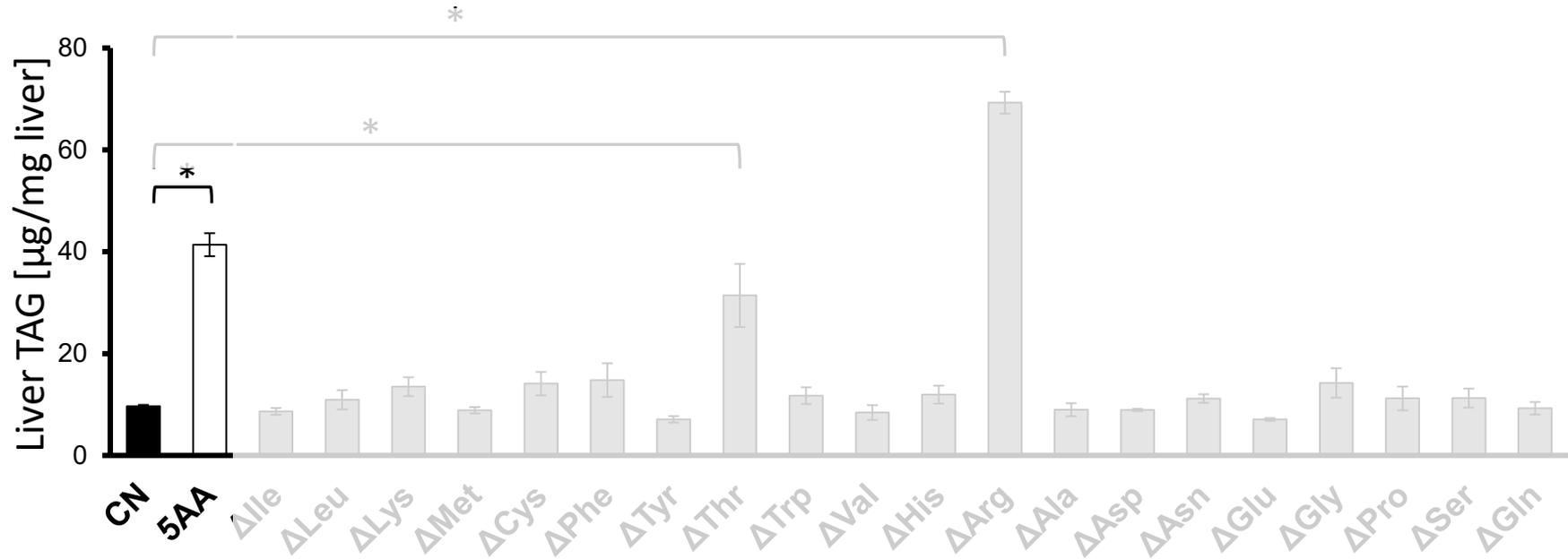
脂肪酸合成
トリグリセリド
分泌 ↓

脂肪蓄積 ↑

脂肪肝



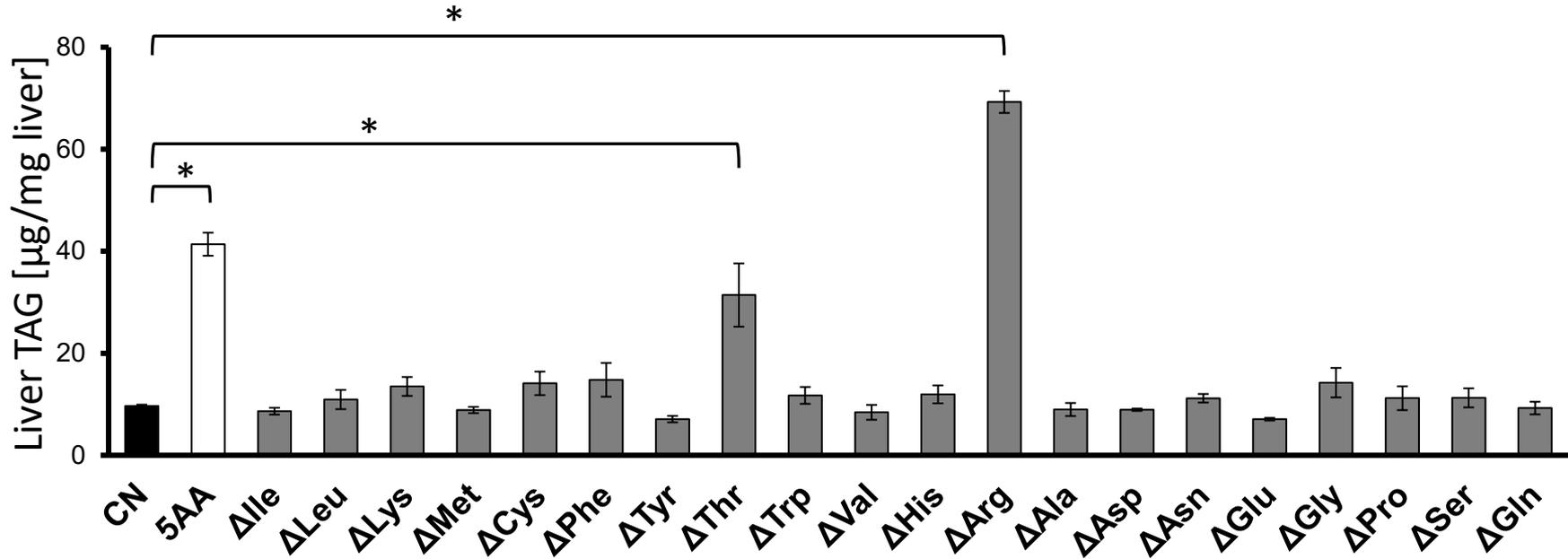
成長期のラットに低タンパク質食を給餌すると 肝臓に脂肪が蓄積する (positive control実験)



CN=
Casein 15% 相当の
AAを含む食餌
5AA=
Casein 5% 相当の
AAを含む食餌

成長期のWistar系雄ラットに一週間給餌後
肝臓のトリアシルグリセロール (TAG) を測定

低アルギニン食、低スレオニン食の給餌によって 肝臓に脂肪が蓄積する

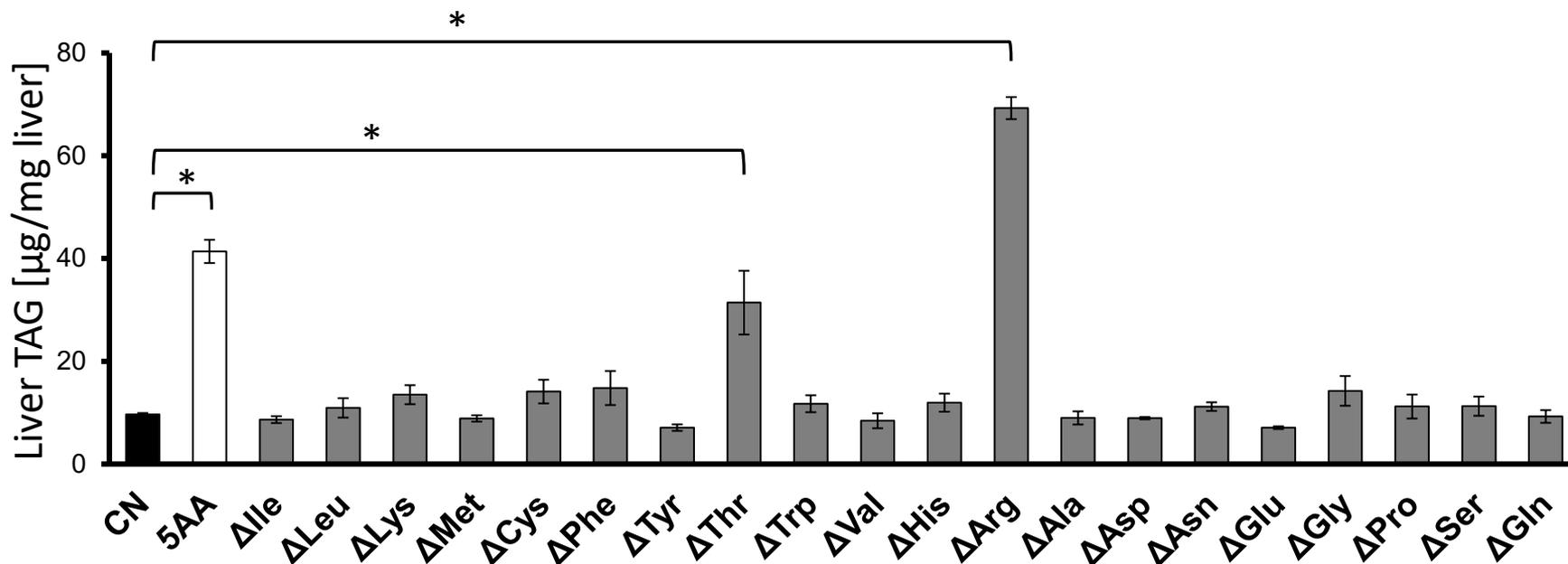


CN=
Casein 15% 相当の
AAを含む食餌
5AA=
Casein 5% 相当の
AAを含む食餌

CNから一つのアミノ酸だけを5AAレベルまで制限した食餌

成長期のWistar系雄ラットに一週間給餌後
肝臓のトリアシルグリセロール (TAG) を測定

低アルギニン食、低スレオニン食の給餌によって 肝臓に脂肪が蓄積する



CN=
Casein 15% 相当の
AAを含む食餌

CNから一つのアミノ酸だけを5AAレベルまで制限した食餌

5AA=
Casein 5% 相当の
AAを含む食餌

成長期のWistar系雄ラットに一週間給餌

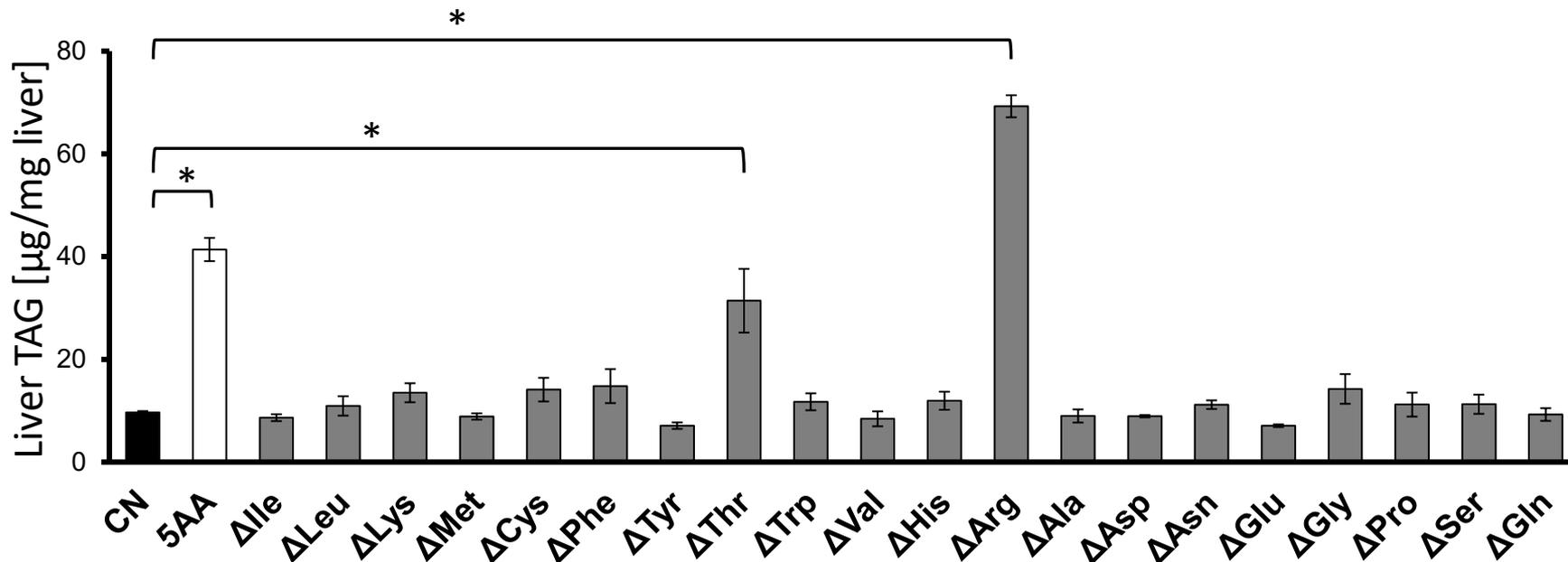
**Q：アルギニン不足、スレオニン不足が
肝臓に脂肪を蓄積させる直接のシグナルである。**

1. そうだと思う
2. ちがうと思う

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

<https://www.nature.com/articles/s41598-018-23640-8>

低アルギニン食、低スレオニン食の給餌によって 肝臓に脂肪が蓄積する



CN=
Casein 15% 相当の
AAを含む食餌
5AA=
Casein 5% 相当の
AAを含む食餌

CNから一つのアミノ酸だけを5AAレベルまで制限した食餌

成長期のWistar系雄ラットに一週間給餌

Slidoへアクセスして、
イベントコード
「4280341」

現在Slidoは
公開して
おりません。

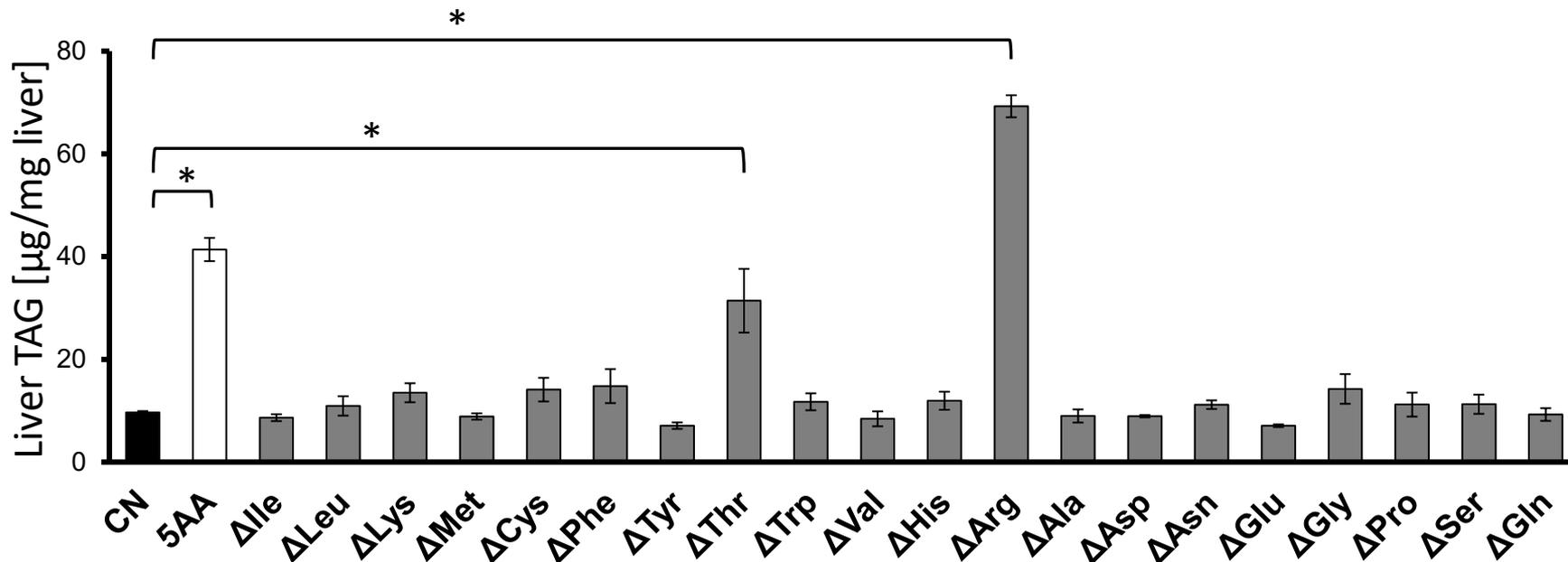
Q：アルギニン不足、スレオニン不足が
肝臓に脂肪を蓄積させる直接のシグナルである。

1. そうだと思う
2. ちがうと思う

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

<https://www.nature.com/articles/s41598-018-23640-8>

低アルギニン食、低スレオニン食の給餌によって 肝臓に脂肪が蓄積する



CN=
Casein 15% 相当の
AAを含む食餌
5AA=
Casein 5% 相当の
AAを含む食餌

CNから一つのアミノ酸だけを5AAレベルまで制限した

成長期のWistar系雄ラットに一週間給餌

どういふ実験を
やったら
わかる???

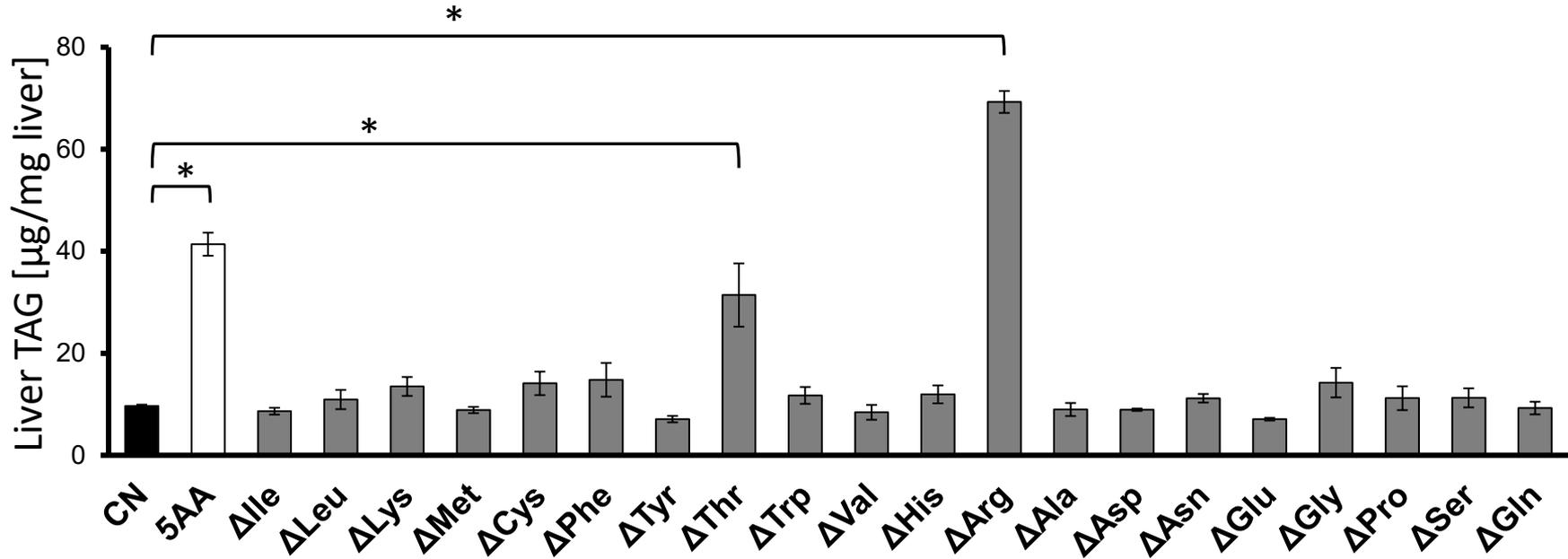
Q: アルギニン不足、スレオニン不足が
肝臓に脂肪を蓄積させる直接のシグナルである。

1. そうだと思う
2. ちがうと思う

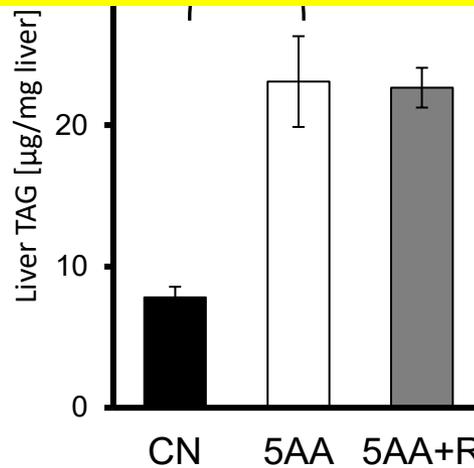
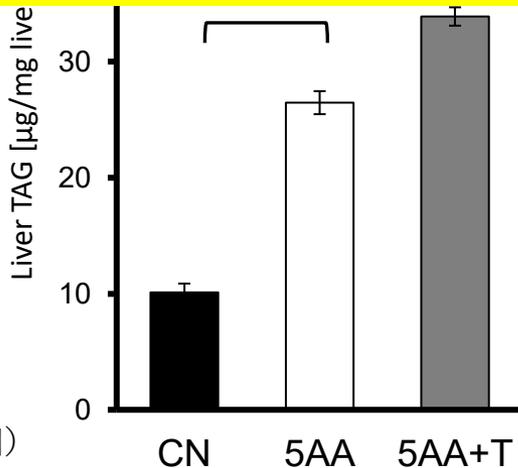
Nishi H, *et al.* Sci. Rep.
8: 5461 (2018)

<https://www.nature.com/articles/s41598-018-23640-8>

アルギニン欠乏、スレオニン欠乏は 肝臓に脂肪が蓄積するシグナルになっていない



では、何がシグナルになっているのか？



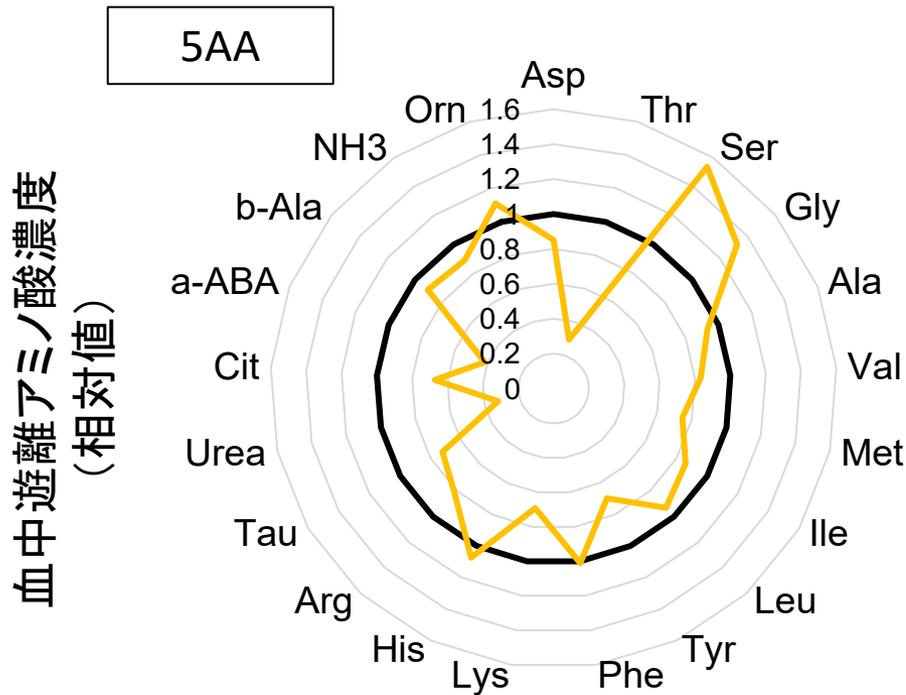
(演者作図)

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

<https://www.nature.com/articles/s41598-018-23640-8>

アミノ酸組成の異なる食餌を給餌したラットの 血中アミノ酸プロファイルは複雑に変動し、 餌ごとに異なる特徴的なパターンを示す

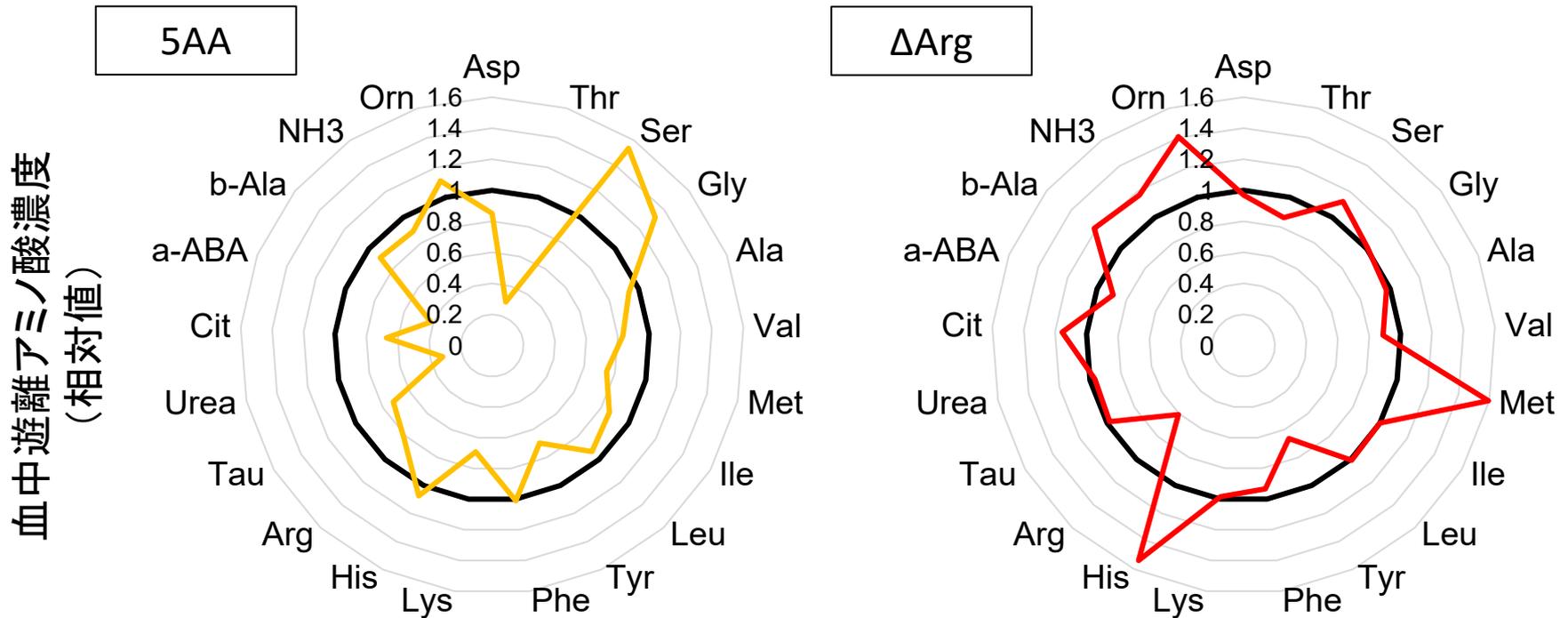
Post-absorptive steady stateの血液



※CN食群の血中アミノ酸濃度(黒線)を1とした相対値で示している

アミノ酸組成の異なる食餌を給餌したラットの 血中アミノ酸プロファイルは複雑に変動し、 餌ごとに異なる特徴的なパターンを示す

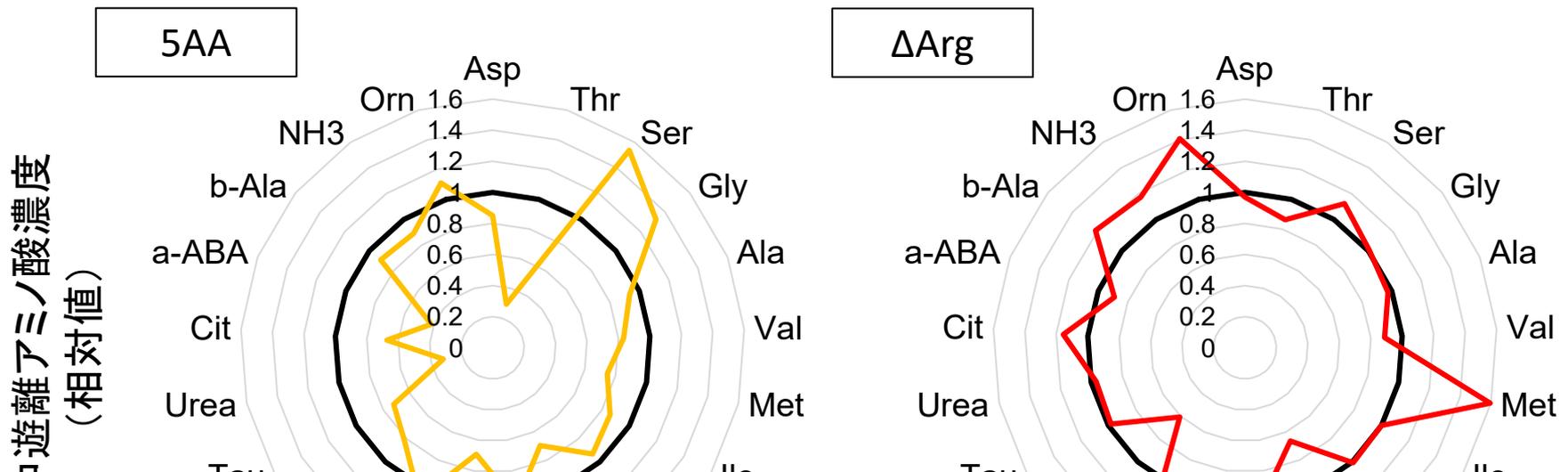
Post-absorptive steady stateの血液



※CN食群の血中アミノ酸濃度(黒線)を1とした相対値で示している

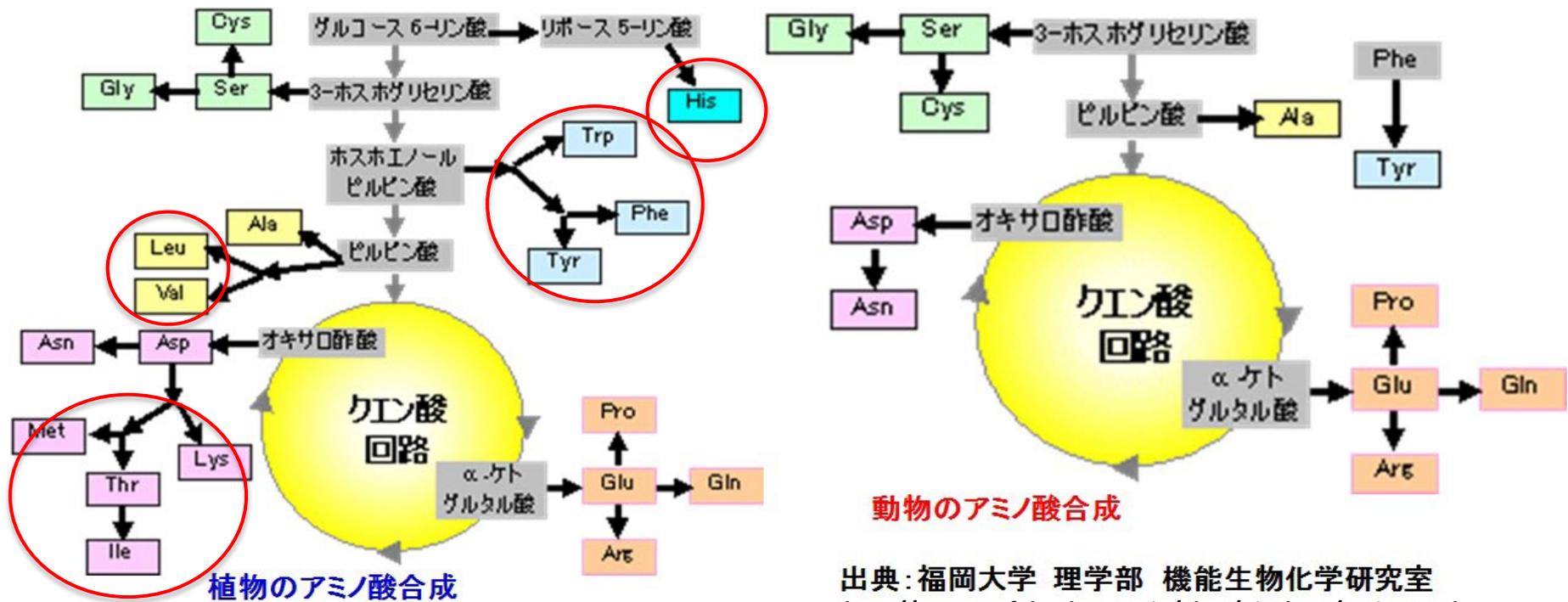
アミノ酸組成の異なる食餌を給餌したラットの 血中アミノ酸プロファイルは複雑に変動し、 餌ごとに異なる特徴的なパターンを示す

Post-absorptive steady stateの血液



- 肝臓トリグリセリド量と高い相関係数を示す血中アミノ酸は存在しない
- 線形多変量解析（因子分析など）で、肝臓トリグリセリド量を説明できるような主成分を見出すことはできない

非必須アミノ酸と必須アミノ酸の 生合成の概念図



出典: 福岡大学 理学部 機能生物化学研究室
<http://www.sc.fukuoka-u.ac.jp/~bc1/Biochem/aminoSyn.htm>

アミノ酸は、解糖系とTCAサイクルの代謝中間産物から合成され、
 お互いに変換される
 →それぞれのアミノ酸の生産・分解は、お互いに影響し合っている
 (それぞれのアミノ酸の量は独立した変数ではない)

機械学習による多次元ベクトル量の
学習・分類の手法を応用して
血中アミノ酸濃度と肝臓脂肪量の
未知の**非線形関係の検出**もしくは**予測**を試みた

➤ 教師なし学習

自己組織化マップ (Self-Organizing Map; SOM)

→多次元ベクトルを低次元空間（通常は2次元か3次元）に写像する方法
（“似た”パターンほどより近くに写像するクラスタリングにより、**20種類の血中アミノ酸濃度**だけで個体を**分類**する手法）

➤ 教師あり学習

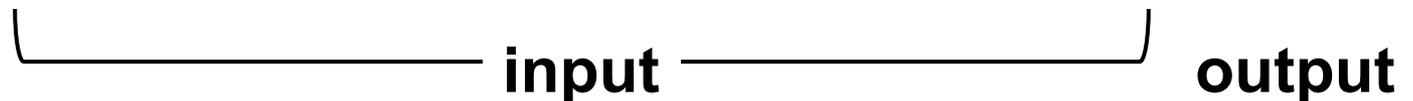
多層パーセプトロン (Multi-layer Perceptron; MLP)

→多次元の教師データから試験データを予想する方法
（ニューラルネットワークの一分類で、いわゆるdeep learning、**20種類の血中アミノ酸濃度**だけから肝臓や筋肉の脂肪量を**予測**する手法）

実験データ

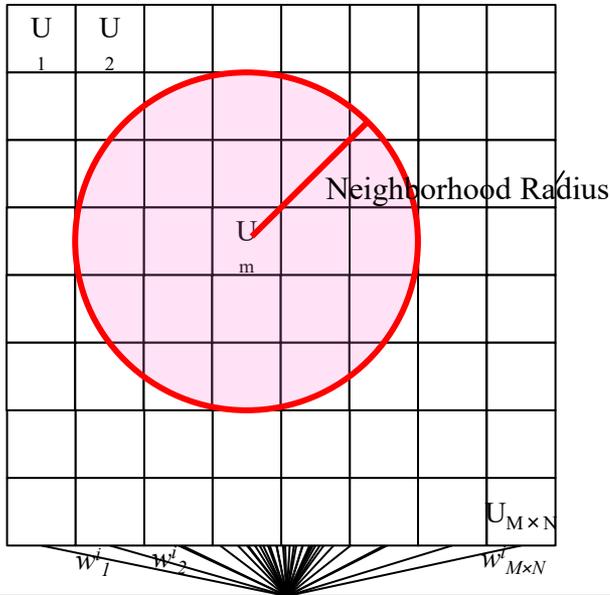
様々な種類の餌を給餌したラットの血中アミノ酸濃度および肝臓脂肪量を測定し、その値を入力値として機械学習を行った

ラット	血中アミノ酸濃度(20種類)							肝臓 中性脂肪量
	Ile	Leu	Met	...	Pro	Ser	Gln	
通常食(CN1)	0.682	0.954	1.777	...	1.697	3.569	8.753	6.533
通常食(CN2)	0.919	1.133	0.871	...	1.297	4.500	8.445	7.458
低アミノ酸食(5AA)	0.554	0.853	0.904	...	1.279	10.29	7.835	22.24
低アミノ酸食(5AA)	0.762	1.223	1.150	...	1.377	12.26	9.685	26.34
⋮								
ΔSer-1	0.659	1.054	2.889	...	0.890	2.878	5.959	10.11
ΔSer-2	0.585	0.949	2.525	...	0.576	3.216	5.400	15.66
ΔGln-1	0.518	0.894	2.476	...	0.481	3.687	6.223	8.398
ΔGln-2	0.629	1.037	2.852	...	0.476	4.642	5.908	7.171



自己組織化マップ: Self-Organizing Map (SOM)

Competitive Layer
(Map) $M \times N$



Input Vectors ($x_{class} = x^1_{class}, x^2_{class}, \dots, x^l_{class}$)

Input Layer

ユニットの重みベクトル $\mathbf{W}_m = \{w_{mj}\}$ $m = 0, 1, \dots, M$

$M \equiv$ ユニットの数 ($30 * 30 = 900$ 、ベクトルサイズ(21))

入力ベクトル

血中アミノ酸濃度と肝臓脂肪量
ベクトルサイズ(21)

- 1) 入力ベクトルとユニットの重みベクトルとの距離を計算
(アミノ酸濃度の距離だけを採用。肝臓の中性脂肪量は考慮しない)

$$Distance_{i,m} = \|\mathbf{X}_i - \mathbf{W}_m\|$$

- 2) 入力ベクトルとの距離が最も少ないユニットを勝者ユニットとして選択

$$m_{i,winner} = \min_m Distance_{i,m}$$

- 3) 勝者ユニットとその近傍ユニットの変更

$$\mathbf{W}_m(t+1) = \mathbf{W}_m(t) + h_l(t) [\mathbf{X}_i(t) - \mathbf{W}_m(t)]$$

$$h_l(t) = \alpha \exp\left(-\frac{l_m^2}{2\sigma^2}\right)$$

$T \equiv$ Time step of learning

$h \equiv$ Function of neighbor learning

$\alpha \equiv$ Learning coefficient

$l \equiv$ Distance between the winner unit and m-th unit

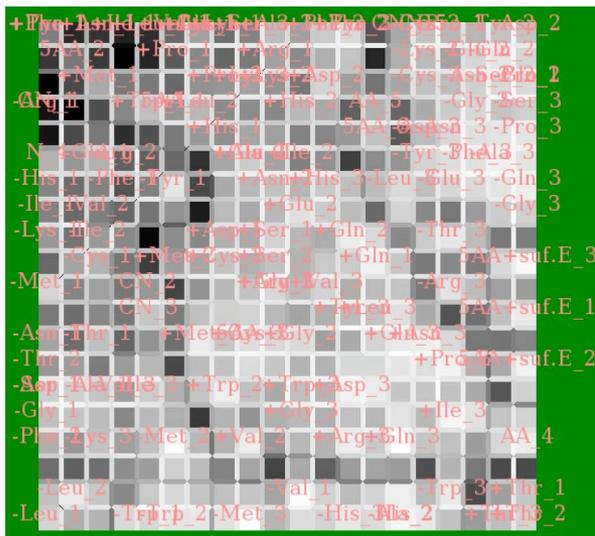
$\sigma \equiv$ Neighborhood radius

- ・多次元ベクトルを低次元空間(通常は2次元か3次元)に写像する。
- ・“似た”ベクトルほどより近くに写像される。

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

<https://www.nature.com/articles/s41598-018-23640-8>

機械学習の一つ、自己組織化マップ（SOM）解析により



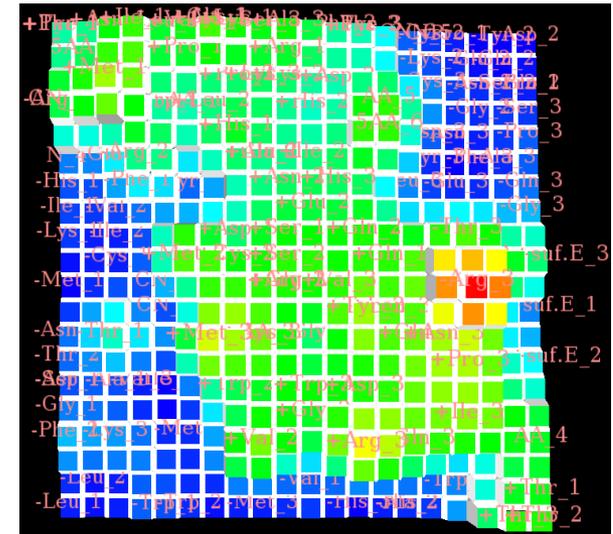
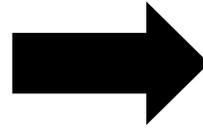
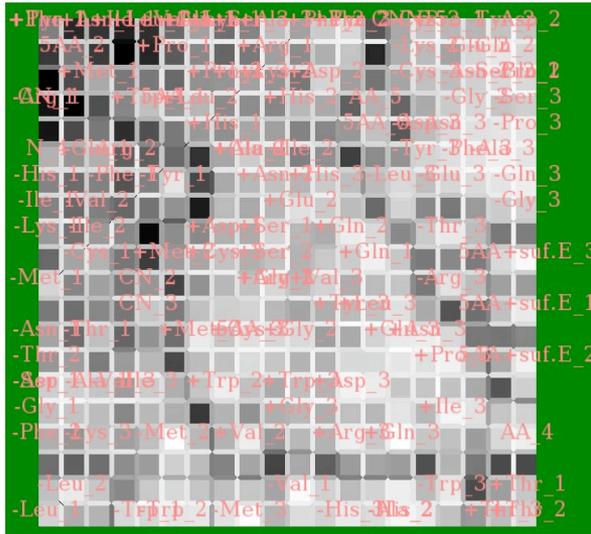
各種の餌を給餌したラットの血中
アミノ酸濃度を入力値として
SOM解析でクラスタリング

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

機械学習の一つ、自己組織化マップ（SOM）解析により 血中アミノ酸プロファイルと肝臓中性脂肪量との間に相関関係が見出された



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 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つのラットを表す
- 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

機械学習による多次元ベクトル量の
学習・分類の手法を応用して
血中アミノ酸濃度と肝臓脂肪量の
未知の**非線形関係の検出**もしくは**予測**を試みた

➤ 教師なし学習

自己組織化マップ (Self-Organizing Map; SOM)

→多次元ベクトルを低次元空間（通常は2次元か3次元）に写像する方法
（“似た”パターンほどより近くに写像するクラスタリングにより、**20種類の血中アミノ酸濃度**だけで個体を**分類**する手法）

➤ 教師あり学習

多層パーセプトロン (Multi-layer Perceptron; MLP)

→多次元の教師データから試験データを予想する方法
（ニューラルネットワークの一分類で、いわゆる**deep learning**、**20種類の血中アミノ酸濃度**だけから肝臓や筋肉の脂肪量を**予測**する手法）

多層パーセプトロン: Multi-layer Perceptron (MLP)

input ; 20種類の血中アミノ酸濃度、output ; 肝臓脂肪量
2/3から3/4を学習用データとして、残りを検証用データとして用いた

中間層 ; MLP 3-Layers (20-100-1)
MLP 4-Layers (20-100-100-1)
MLP 5-Layers (20-100-100-100-1)MLP

それぞれ5回ずつ試行して、予測誤差等の平均値を求めた。

※ ()内の数字はニューロンの数, ” - “ は層をつなぐという意味で使用。

学習に用いた関数 ;

loss関数、
MSE(Mean Square Error)

勾配法 ;

RMSProp
学習係数=0.001, 減衰係数=0.9

各層の活性化関数 ;

ReLU

学習回数 ;

10,000回

各層にDropout=0.5

50%のニューロンをあえて使わず、
過学習を防ぐように設定

Difference (Error) ; 正解との差の平均
ErrorRate; 正解からのずれの割合

- ・ニューラルネットワークの一分類(deep learning)
- ・教師データから試験データを予想する

機械学習の一つ、多層パーセプトロン（MLP）解析により、 肝臓TG量の予測できる

多層パーセプトロン（MLP）解析による肝臓TG量の予測

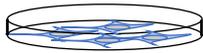
	肝臓TG量 (推定値)	肝臓TG量 (実測値)	誤差
CN	0.047916	0.08186	0.033944
5AA	0.508981	0.548892	0.03991
Δ Arg	0.998629	0.923946	0.074683

※値は正規化されているため無次元

単独の血中アミノ酸濃度ではなく、
血中アミノ酸プロファイルを
肝臓TG量は反映している

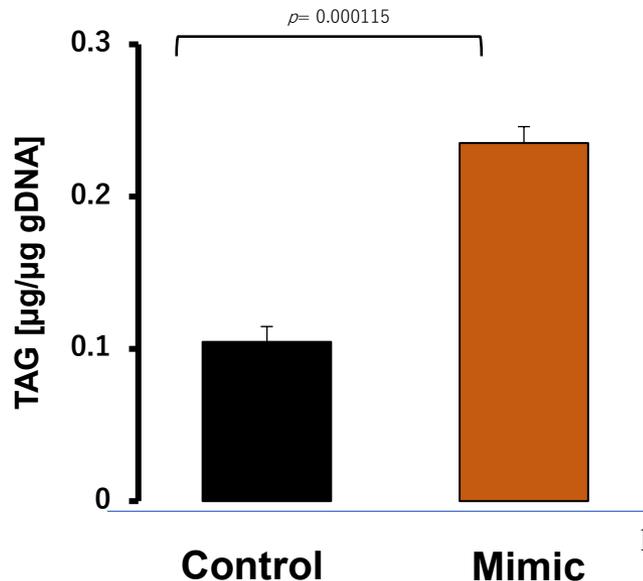
低アルギニン食給餌したラットの血中アミノ酸プロファイルと類似したアミノ酸組成の培地で肝細胞を培養すると、脂肪蓄積が増加する

H4IIE hepatoma cells



Cultured in the medium
Full or Low-Arg mimic
(w/o fatty acids, hormones, serum)

Cellular
TAG level



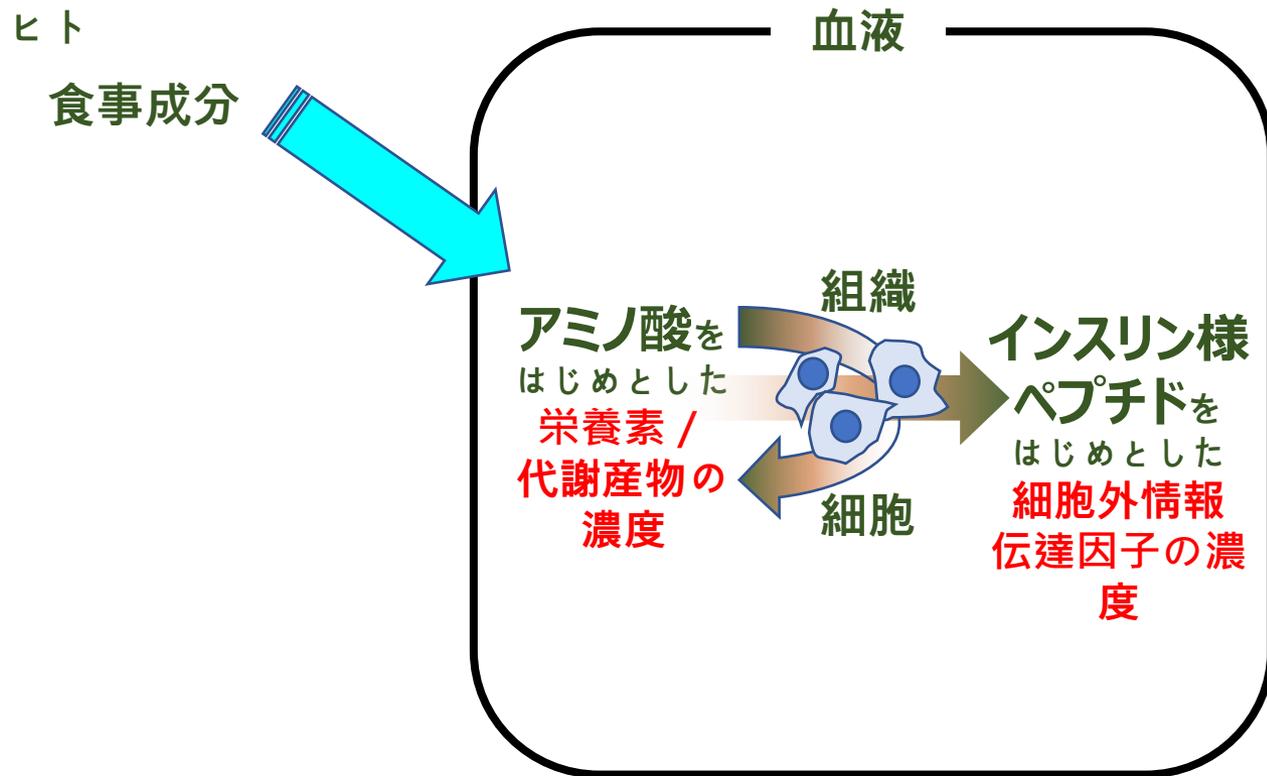
Nishi H, *et al.* Sci Rep 10(1): 22110 (2020)
<https://www.nature.com/articles/s41598-018-23640-8>

血中アミノ酸プロファイルの変化が原因となって、
肝臓中の脂肪蓄積量が決まっている

今日のメニュー

1. 私の履歴と行き着いた疑問
2. 農学とは？
3. One Earth Guardians育成プログラムとは？
4. 私達がこれまで取り組んできた研究
5. 次世代栄養学・代謝学
6. 食生活の変化で人類は救えるか？
7. 私達がこれからの地球にできること

これまでの栄養学・内分泌代謝学（我々の発見）



インスリン様活性の調節に異常が起こると、 生理状態の異常・種々の疾病が誘導される

インスリン

代謝を制御する短期活性が強い

糖・アミノ酸の取り込み促進
糖利用促進・糖新生抑制
脂質合成促進・分解抑制

RNA合成促進

タンパク質合成促進・分解抑制

細胞遊走促進

細胞分化誘導

細胞増殖誘導・細胞死抑制

細胞癌化誘導

細胞の運命を決定する長期活性が強い

インスリン様成長因子 (IGF)

(演者作図)

インスリン様活性の過剰な**抑制**が
起こると...

成長遅滞

糖尿病

神経変性疾患 (アルツハイマー病)

血管系疾患 (動脈硬化)

骨系統疾患 (骨粗鬆症)

老化促進

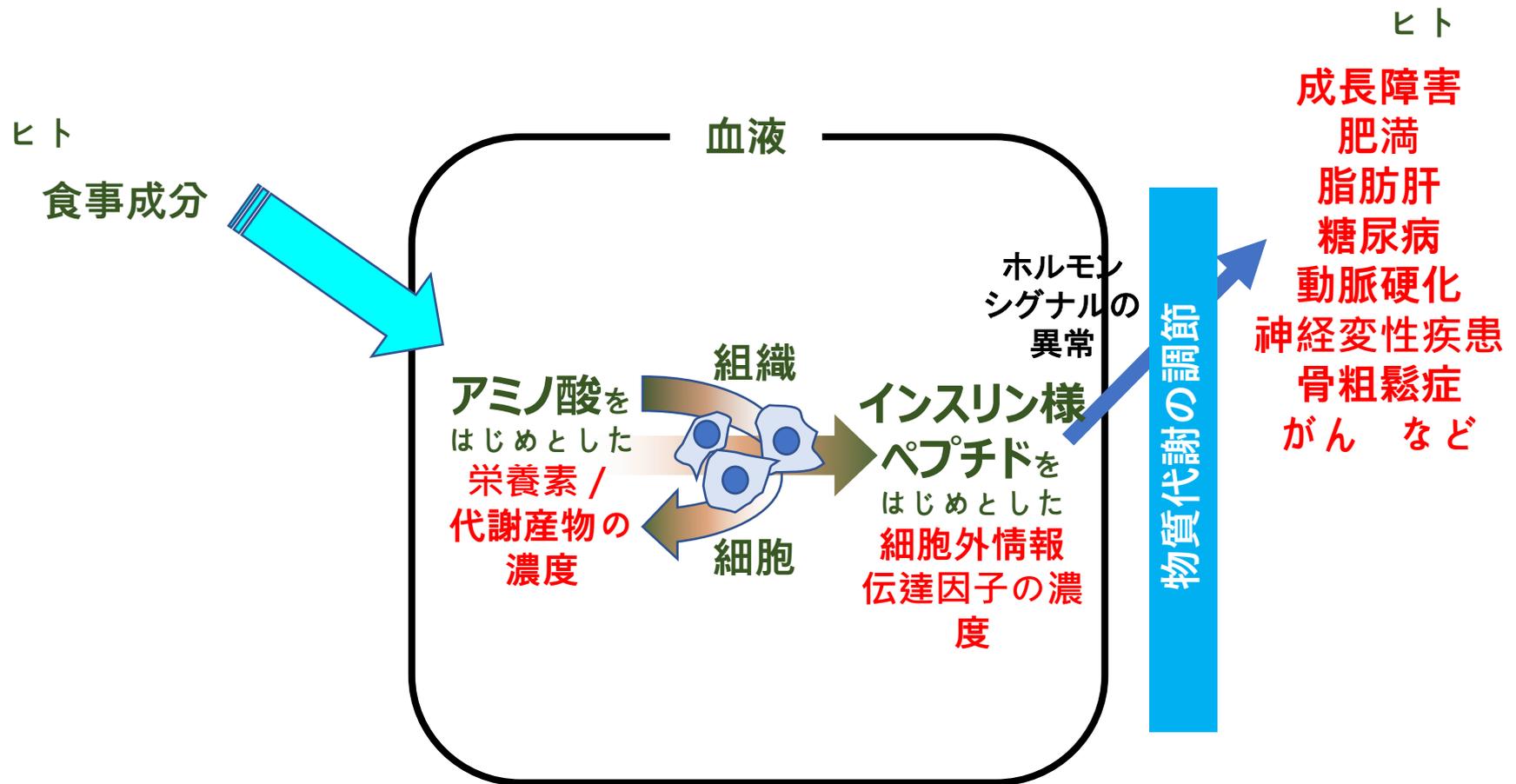
健康な一生をおくるためには、
インスリン様活性は
適切に調節される必要がある

インスリン様活性の過剰な**増強**が
起こると...

過成長

癌化

これまでの栄養学・内分泌代謝学（我々の発見）



クワシオルコル（タンパク質が足りない食事摂取で起こる栄養失調）の双子の成長遅滞の度合いの違いは、腸内細菌の差違による

Gut Microbiomes of Malawian Twin Pairs Discordant for Kwashiorkor

Michelle I. Smith,^{1*} Tanya Yatsunenکو,^{1*} Mark J. Manary,^{2,3,4} Indi Trehan,^{2,3} Rajhab Mkakosya,⁵ Jiye Cheng,¹ Andrew L. Kau,¹ Stephen S. Rich,⁶ Patrick Concannon,⁶ Josyf C. Mychaleckyj,⁶ Jie Liu,⁷ Eric Houpt,⁷ Jia V. Li,⁸ Elaine Holmes,⁸ Jeremy Nicholson,⁸ Dan Knights,^{9,10†} Luke K. Ursell,¹¹ Rob Knight,^{9,10,11,12} Jeffrey I. Gordon^{1‡}

Kwashiorkor, an enigmatic form of severe acute malnutrition, is the consequence of inadequate nutrient intake plus additional environmental insults. To investigate the role of the gut microbiome, we studied 317 Malawian twin pairs during the first 3 years of life. During this time, half of the twin pairs remained well nourished, whereas 43% became discordant, and 7% manifested concordance for acute malnutrition. Both children in twin pairs discordant for kwashiorkor were treated with a peanut-based, ready-to-use therapeutic food (RUTF). Time-series metagenomic studies revealed that RUTF produced a transient maturation of metabolic functions in kwashiorkor gut microbiomes that regressed when administration of RUTF was stopped. Previously frozen fecal communities from several discordant pairs were each transplanted into gnotobiotic mice. The combination of Malawian diet and kwashiorkor microbiome produced marked weight loss in recipient mice, accompanied by perturbations in amino acid, carbohydrate, and intermediary metabolism that were only transiently ameliorated with RUTF. These findings implicate the gut microbiome as a causal factor in kwashiorkor.

Malnutrition is the leading cause of child mortality worldwide (1). Moderate acute malnutrition (MAM) refers to simple wasting with a weight-for-height *z* (WHZ) score between two and three standard deviations below the median defined by World Health Organiza-

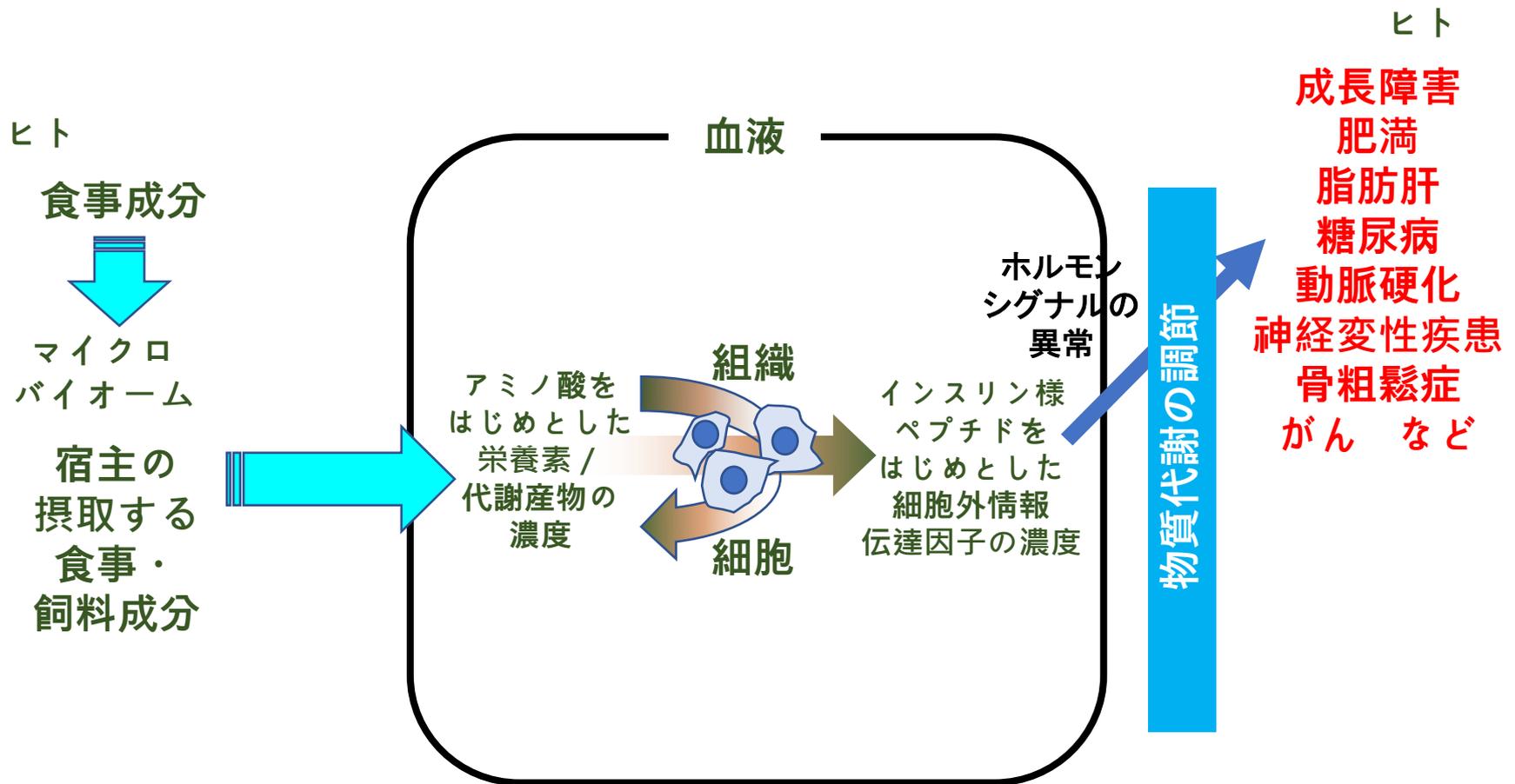
tion (WHO) Child Growth Standards (2, 3). Severe acute malnutrition (SAM) refers to either marasmus, which is extreme wasting with WHZ scores less than -3, or kwashiorkor, a virulent form of SAM characterized by generalized edema, hepatic steatosis, skin rashes and ulcerations, and anorexia (4, 5). The cause of kwashiorkor remains obscure. Speculation regarding its pathogenesis has focused on inadequate protein intake and/or excessive oxidative stress, but substantial evidence to refute these hypotheses has come from epidemiologic surveys and clinical trials (6–9). Our comparative metagenomic study of the gut microbiomes of 531 healthy infants, children, and adults living in the United States, Venezuela, and Malawi revealed a maturational program in which the proportional representation of genes encoding functions related to micro- and macronutrient biosynthesis and metabolism changes during postnatal development (10). Together, these observations give rise to the following testable hypotheses: (i) The gut microbiome provides essential functions needed for healthy postnatal growth and development; (ii) disturbances in microbiome assembly and function (for instance, those prompted by

<https://www.science.org/doi/10.1126/science.1229000>

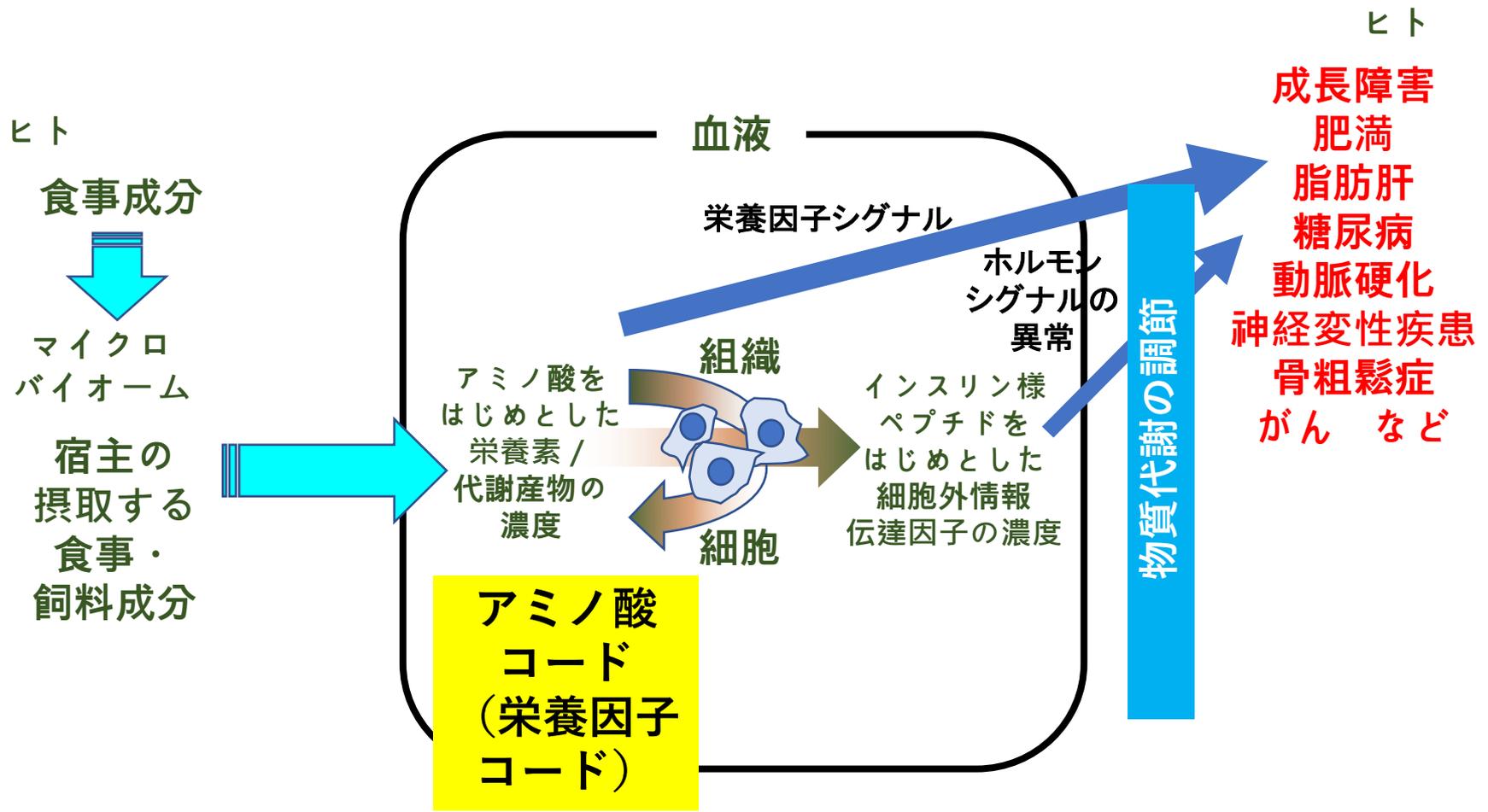
www.sciencemag.org

マラウイ（アフリカ南東部）では、トウモロコシを原料とした「シマ」や米を主食とし、低タンパク質栄養状態による成長遅滞が頻繁に観察される

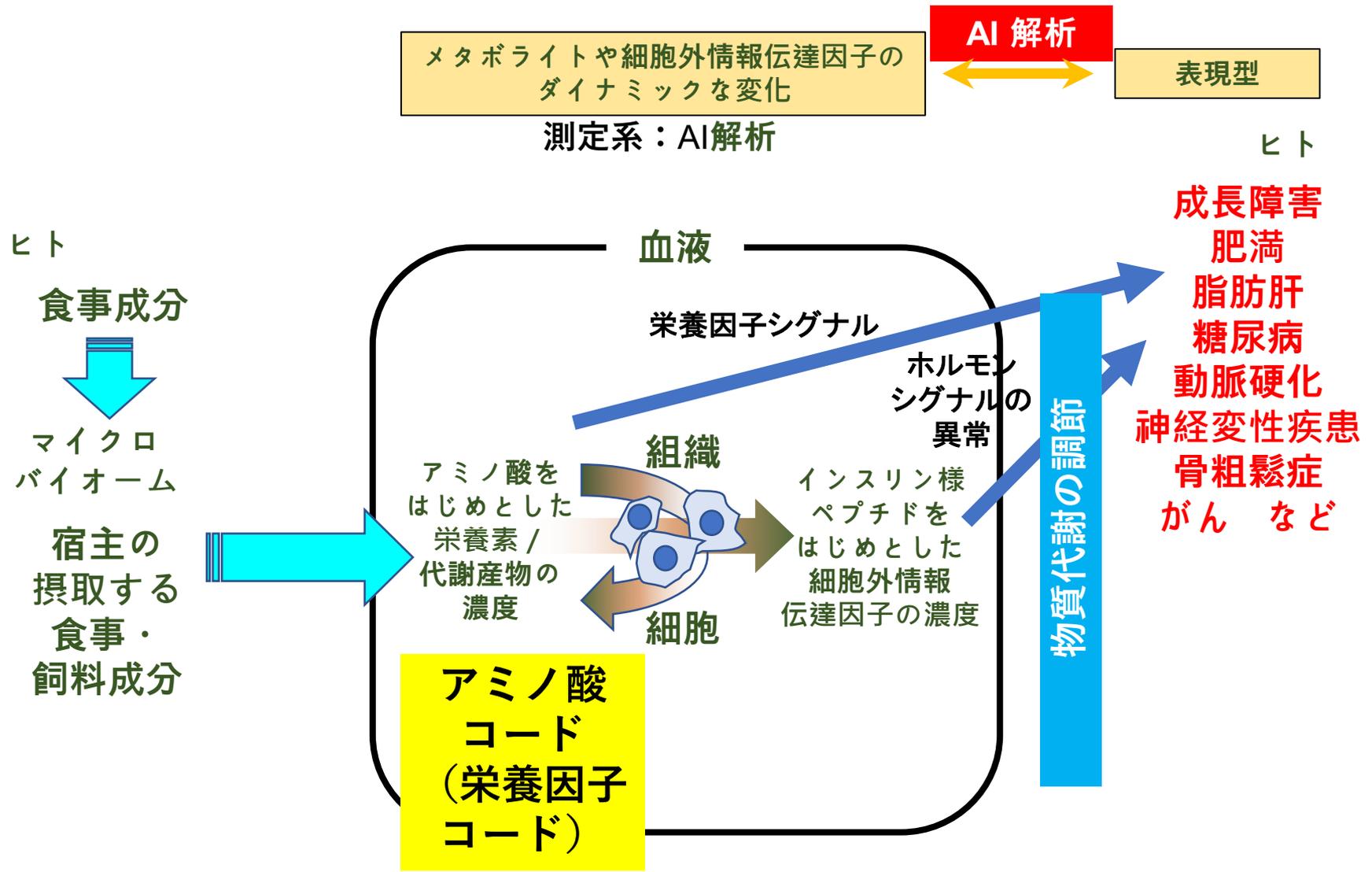
これまでの栄養学・内分泌代謝学



次世代の栄養学・内分泌代謝学 (我々の発見)

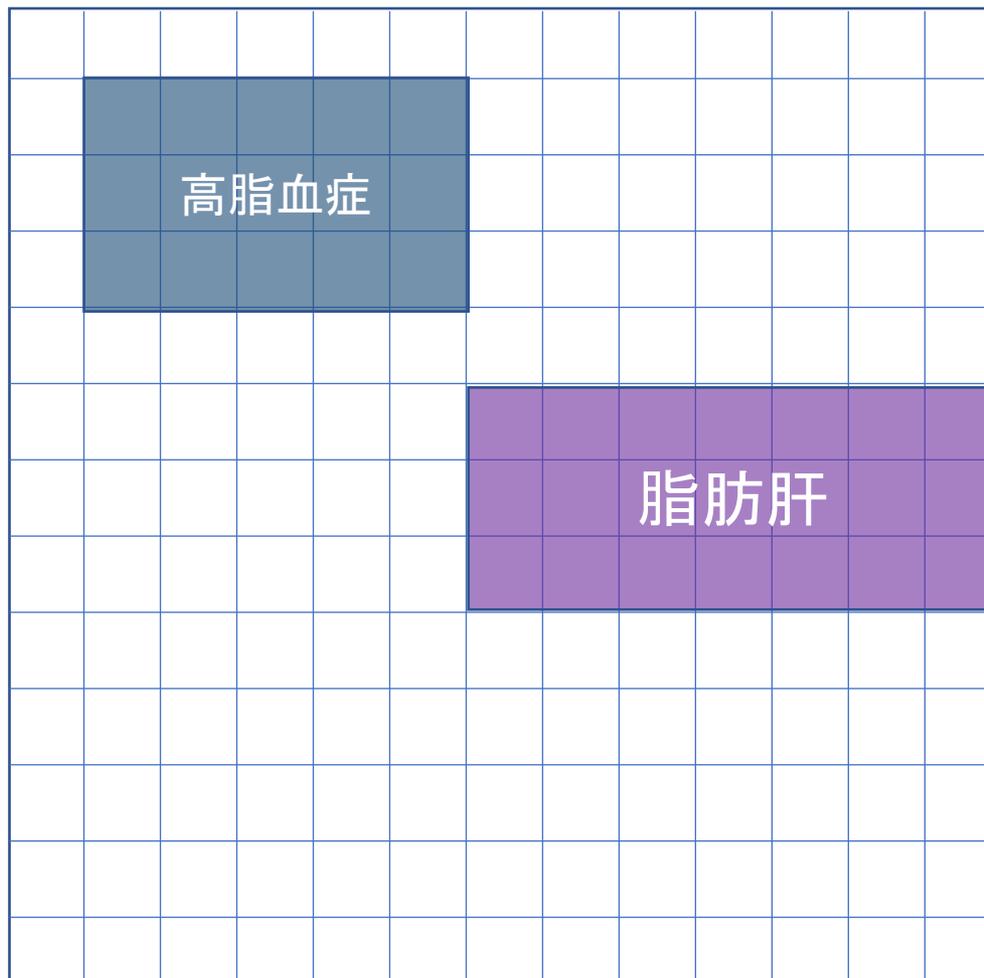


次世代栄養学: 「AI Nutrition → DX Nutrition」 ^ (我々の発見)



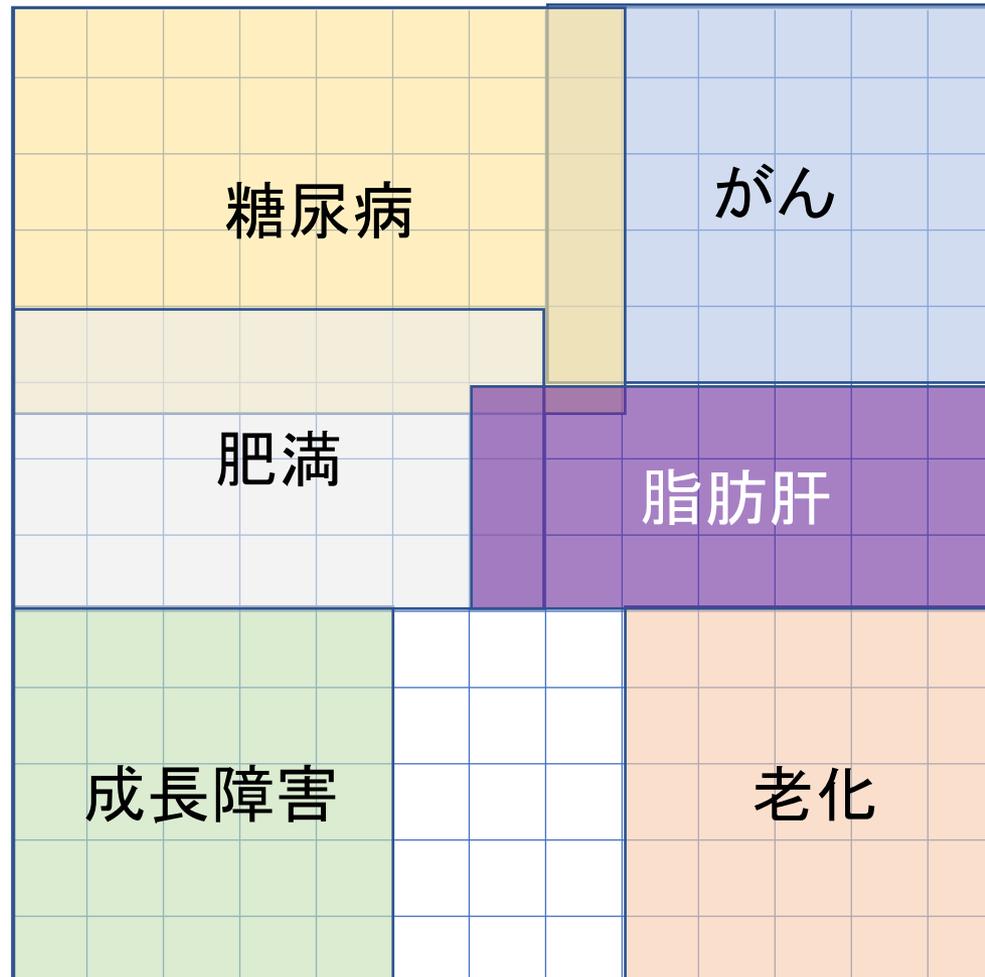
『AI Nutrition』のイメージと提案

ヒトの血中アミノ酸プロファイルをSOM解析でクラスタリング



『AI Nutrition』のイメージと提案

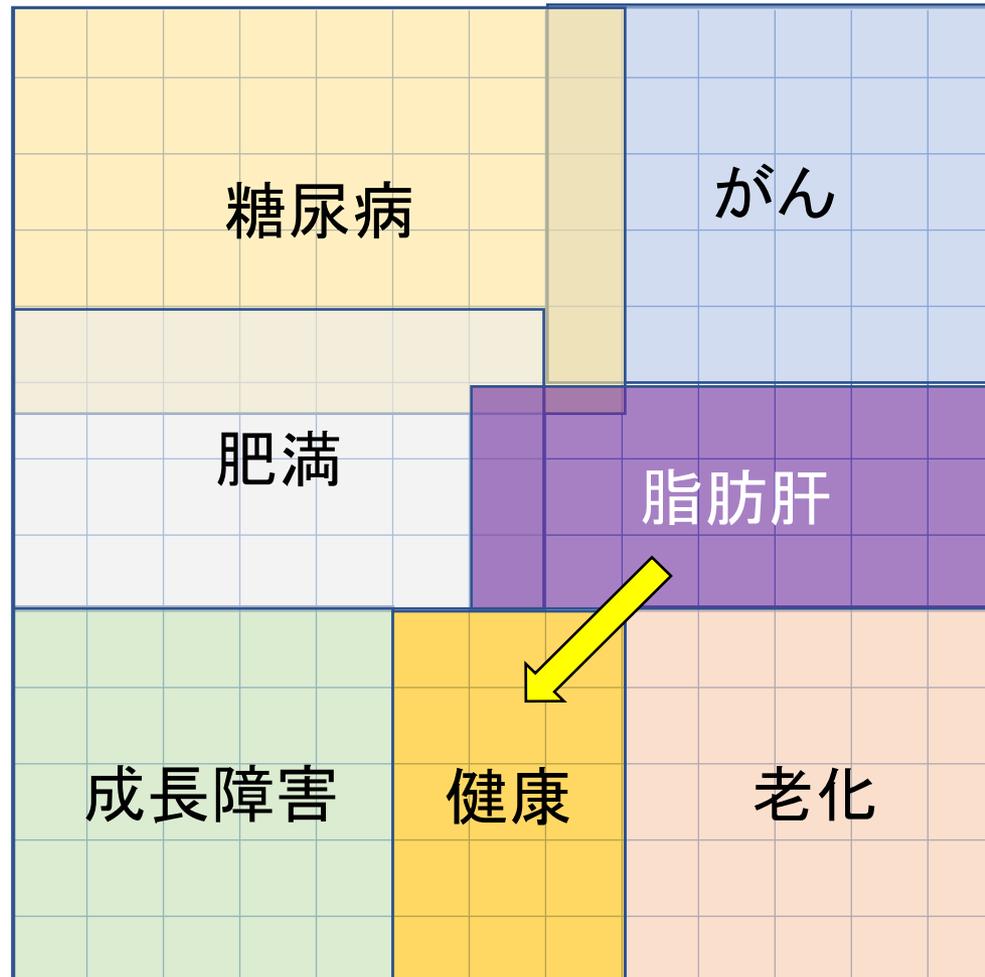
ヒトの血中アミノ酸プロファイルをSOM解析でクラスタリング



未病状態も
予想できる
可能性

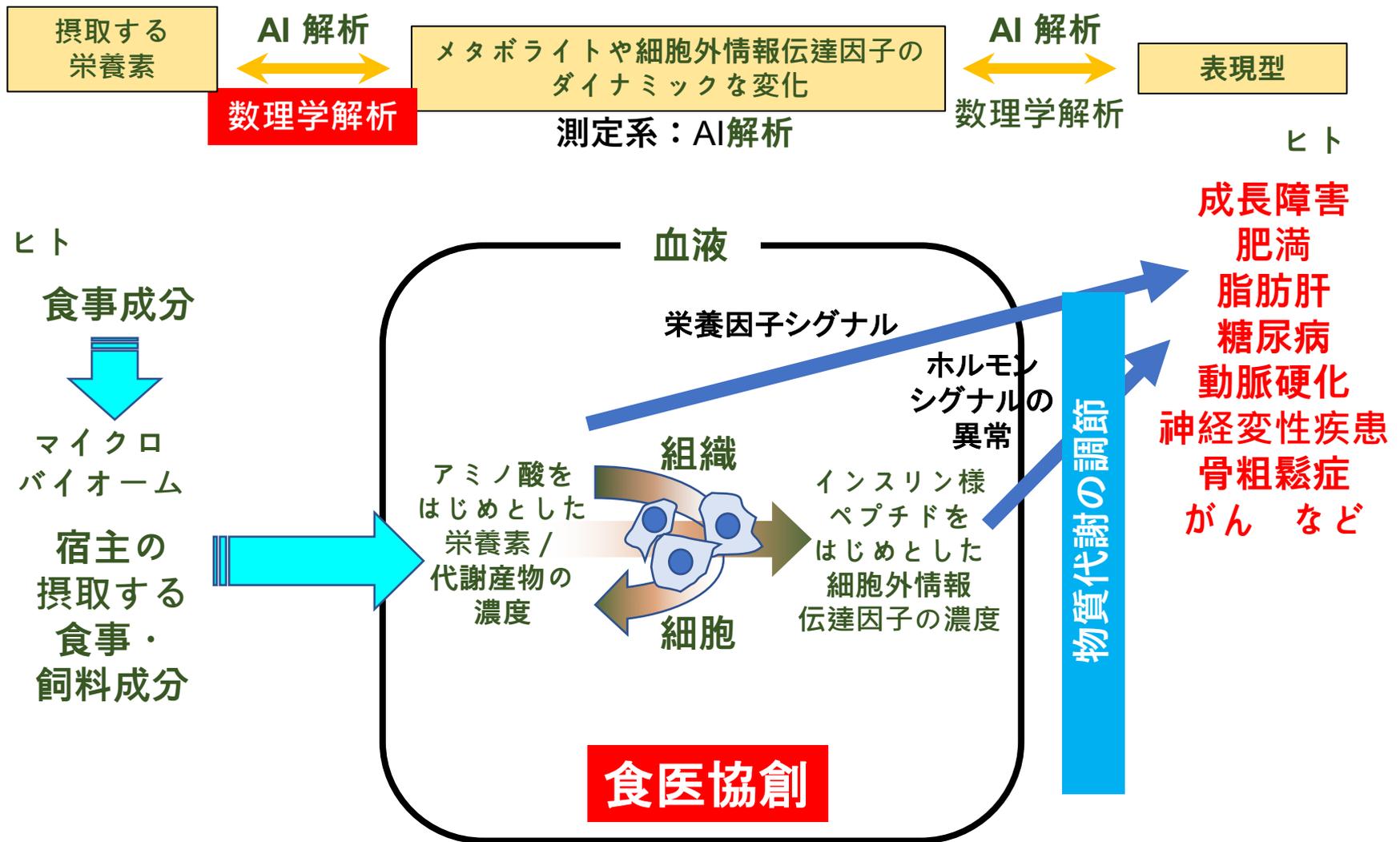
『DX Nutrition』のイメージと提案

ヒトの血中アミノ酸プロファイルをSOM解析でクラスタリング



先制医療
テーラーメイド
栄養治療への
展開の可能性

次世代栄養学: 「AI Nutrition→DX Nutrition」へ (我々の発見)



アミノ酸シグナルとインスリン様シグナルは 進化の過程で良く保存されている

Yeasts



Worms



Flies



Fish



Mammals



Yeast, Worm, Flies, Fish, Mammals: Science 328, 321 (2010)

Fish: 亀井宏泰先生(金沢大学)より

物質代謝を制御するアミノ酸シグナル

インスリン様ペプチドのシグナル

成長ホルモン-IGF軸

アミノ酸シグナルとインスリン様シグナルは 進化の過程で良く保存されている

Yeasts



Worms



Flies



Fish



Mammals



Yeast, Worm, Flies, Fish, Mammals: Science 328, 321 (2010)

Fish: 亀井宏泰先生(金沢大学)より

物質代謝を制御するアミノ酸シグナル

(農学部なので、考えました・・・)

Q: どんな動物でも、アミノ酸コードで
組織特異的に脂肪を貯めることができたなら、
これを使って、
何か美味しいものを作れないでしょうか？

シグナル

IGF軸

アミノ酸シグナルとインスリン様シグナルは 進化の過程で良く保存されている

- WebでGoogleを開き、**Slido**へアクセスして、イベントコード「**4280341**」をタイプインして、イベント「**学術フロンティア**」にアクセスしてください。

- あるいは
 - QRコードを読み込んで、イベントにアクセスしてください。

現在Slidoは
公開して
おりません。

物質代謝を制御するアミノ酸シグナル

(農学部なので、考えました・・・)

Q: どんな動物でも、アミノ酸コードで
組織特異的に脂肪を貯めることができたなら、
これを使って、
何か美味しいものを作れないでしょうか？

シグナル

IGF軸

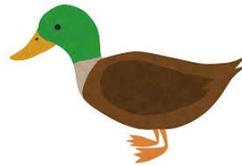
伯野さん「これで、フォアグラ作れませんか？」



豊島さん「それ、メチャメチャ、うまい話じゃないですか」

アミノ酸シグナルを用いた肉質コントロール技術の確立

トリ



10日齢のブロイラーに異なるタンパク量を含む餌を7日間給餌

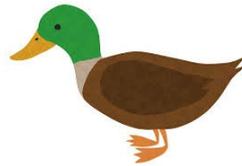


フォアグラのような白肝を安定生産
(畜草研・中島らとの共同研究)

地鶏・**廃鶏**などを対象に
社会実装検討中

アミノ酸シグナルを用いた肉質コントロール技術の確立

トリ



10日齢のブロイラーに異なるタンパク量を含む餌を7日間給餌



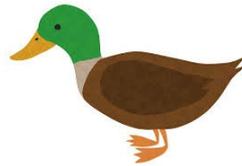
フォアグラのような白肝を安定生産
(畜草研・中島らとの共同研究)



地鶏・**廃鶏**などを対象に
社会実装検討中
→2023年5月から
販売中

アミノ酸シグナルを用いた肉質コントロール技術の確立

トリ



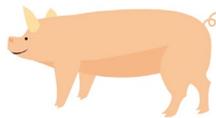
10日齢のブロイラーに異なるタンパク量を含む餌を7日間給餌



フォアグラのような白肝を安定生産
(畜草研・中島らとの共同研究)

地鶏・廃鶏などを対象に
社会実装中

ブタ



70kgのボーンブラウン2ヶ月給与

対照食

低リジン食



霜降り肉を安定生産

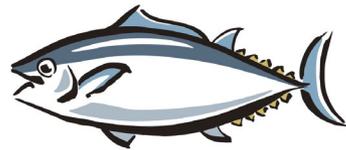
(麻布大学・勝俣らとの共同研究)



ボーンポークとして販売

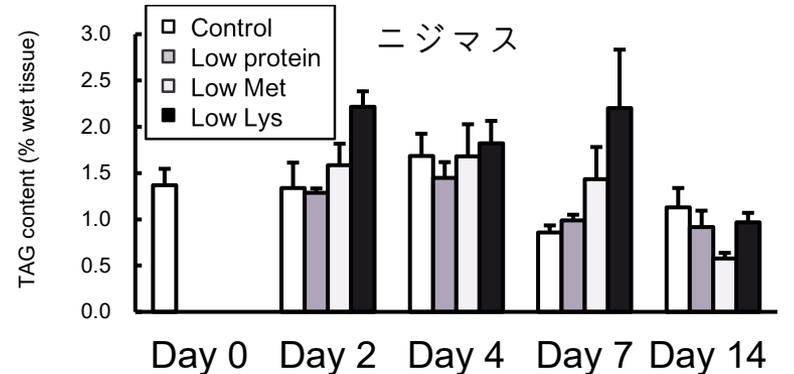
アミノ酸シグナルを用いた肉質コントロール技術の確立

サカナ



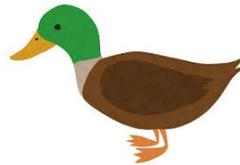
筋肉の脂肪含量を適度に調節

(東京大学・潮らとの共同研究)



10日齢のブロイラーに異なるタンパク量を含む餌を7日間給餌

トリ



フォアグラのような白肝を安定生産

(畜草研・中島らとの共同研究)

地鶏・廃鶏などを対象に
社会実装中

ブタ



霜降り肉を安定生産

(麻布大学・勝俣らとの共同研究)

70kgのポーノブラウン2ヶ月給与

対照食

低リジン食



ポーノポークとして販売





おみそ
和味創は
食で未来を
考える
しるし

これからも
地球で人が暮らし続けるために
いま考えるべき環境問題
人生100年時代ますます重要な
私たちの健康

「和味創」は
この2つに真剣に
取り組む食材に付与される
しるしです



おみそ
和味創とは

私たちが今後も地球で暮らし続けるために真剣に取り組むべき「地球環境への配慮」と人生100年時代ますます重要になる「人の健康への配慮」が科学的に証明された食材に付与されるしるしです。



地球環境への配慮

生産から物流、販売まで、環境への負荷が低い食材の供給を目指している活動やその製品を認定しています。例えば、効率よく品質が向上・安定化するような飼料を使ったり、食品素材に未利用資源を用いるなど、原料節約やフードロス削減につながる試みなどがこれに当たります。



人の健康への配慮

栄養素を細かく分析し、要素と含有量を詳細に明記します。生産方法からその理由を探り、美味しさの根拠や健康への影響を説明します。「和味創」の栄養素表示を頼りに食材を選ぶことで、自分の体にいま必要な栄養素を取ることができるようになります。

対象
第1号

ポーノポークぎふ



岐阜県の瑞浪市、山県市、揖斐川町で生産されているジュシーで柔らかい霜降り豚肉です。品種改良で生まれた「ポーノブラウン」を種豚に、アミノ酸の一種「リジン」の量を調整した餌を食べさせることで、豚の体内の脂肪代謝に変化が起き、安定して肉に美味しいサシを入れることが可能になりました。サシの入り具合が基準以上の豚肉をポーノポークぎふとして出荷しています。霜降りが多いため一般の豚肉に比べ水分が保持されやすく、旨味が逃げにくいのが特徴です。技術の活用で品質が安定し、無駄なく高品質な豚肉を供給します。地産地消から、今後は海外への輸出も視野に入れていきます。



公式ページ
<http://buonopork-gifu.com/>



研究のこぼれ話
http://www.wamiso-affrc.go.jp/laboratory/brain/contents/fukyu/episode/episode_list/138818.html

Nature&Art Food Project

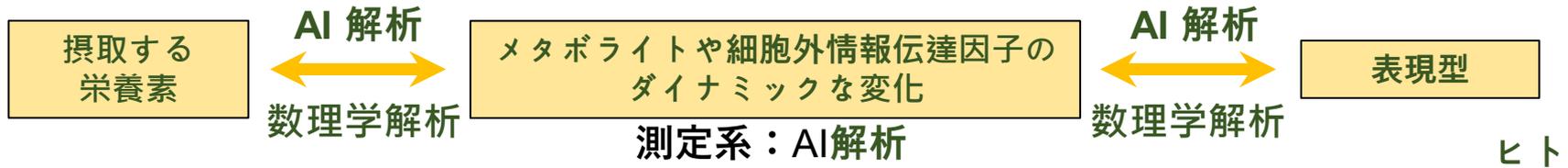
科学的知見をもとに、食を通じて未来を考える専門家集団です。食品の製造過程が生む環境への負荷や人の健康への影響を科学的に評価します。経験則に科学的証拠が与えられることで、安定した、無駄のない生産が可能になります。またその評価を、専門家ではない方々にも分かるように説明し、食材を選ぶ際の基準につなげることを目指します。私たちは一皿が未来をつくと信じ、食のあり方を考え、実践していきます。

Contact

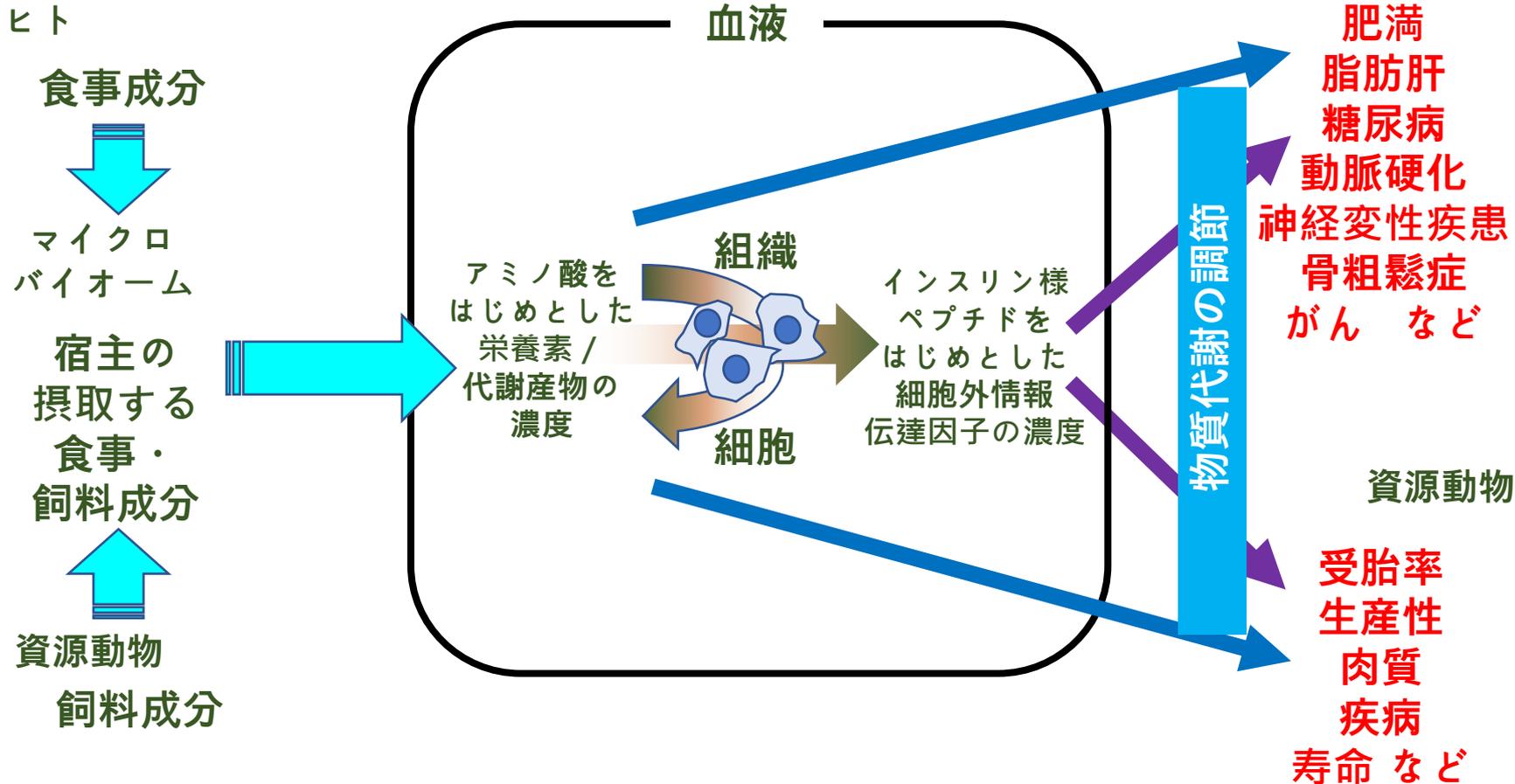
中濃ミート事業協同組合
岐阜県関市 西田原 458番地 TEL 0575-24-3080

「アミノ酸シグナル」コンソーシアム
代表機関 東京大学大学院農学生命科学研究科

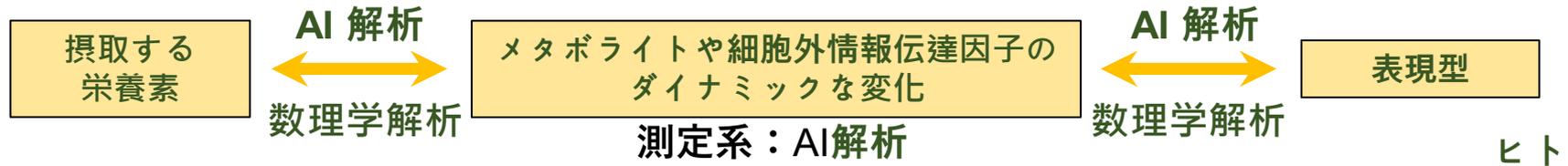
次世代栄養学: 「AI Nutrition→DX Nutrition」へ (我々の発見)



例: ヒト・産業動物で、種々の生理状態・疾病状態を調節できる食事(餌)を設計することができる



次世代栄養学: 「AI Nutrition→DX Nutrition」へ (我々の発見)

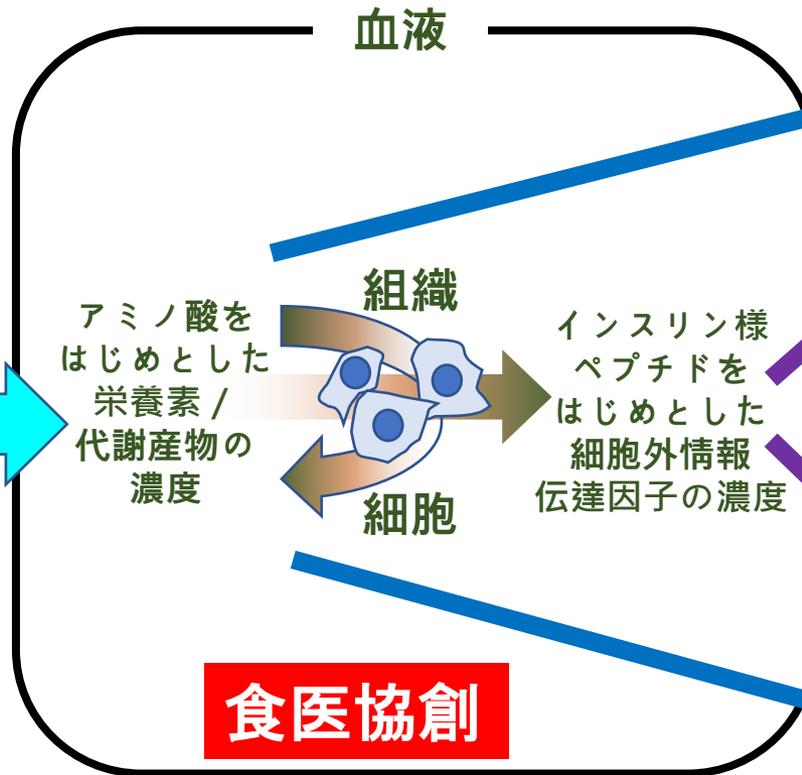
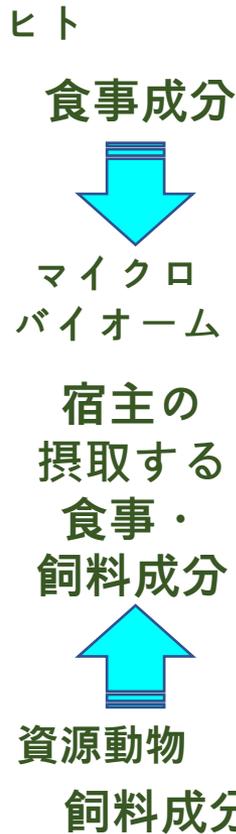


例: ヒト・産業動物で、種々の生理状態・疾病状態を調節できる食事(餌)を設計することができる

成長障害
 肥満
 脂肪肝
 糖尿病
 動脈硬化
 神経変性疾患
 骨粗鬆症
 がん など

資源動物

受胎率
 生産性
 肉質
 疾病
 寿命 など



物質代謝の調節

メカニズムの解明とシミュレーション

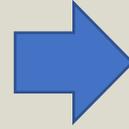
今日のメニュー

1. 私の履歴と行き着いた疑問
2. 農学とは？
3. One Earth Guardians育成プログラムとは？
4. 私達がこれまで取り組んできた研究
5. 次世代栄養学・代謝学
6. 食生活の変化で人類は救えるか？
7. 私達がこれからの地球にできること

今進めている

私達のプロジェクトの真の背景

大量生産・大量消費の
経済資本主義に基づく食生産・供給



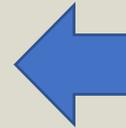
食の過剰生産
地産地消の仕組みの破壊



食品ロスの増加
食不足
耕地拡大



温室効果ガス産生の増加
森林資源の減少
生物多様性の喪失



地球資源の枯渇
地球への負荷増加



人類の存亡の
危機

「食」を例にした
グローバル経済による
人類生存の
危機経路



食料増産は地球に負荷をかけるが、 未利用資源の利用、食品ロスの抑制を実現すれば、 100億人の人口を維持する食料は、現在でも十分存在する

私たちの生活の何が影響しているか

私たちの日常の生活が地球に影響を与えている。
特に、「交通」「食」「住居・光熱費」によって
生じる負荷の占める割合が大きい

交通

21%



食

27%

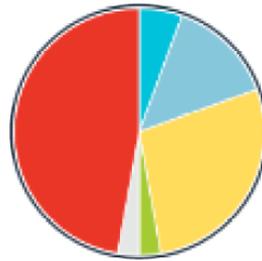


住居・光熱費

27%



By Land Type



By Consumption Category

- Built-Up Land
- Forest Products
- Cropland
- Grazing Land
- Fishing Grounds
- Carbon Footprint



3.5

Your Ecological Footprint (global hectares or gha) ⓘ

4.9

Your Carbon Footprint (CO2 emissions in tonnes per year)

48

Your Carbon Footprint (% of your total Ecological Footprint)

Foot print calculator

<http://www.footprintcalculator.org/>

私達は、毎日、本来食べられるのに捨てられてしまう膨大な「食品ロス」を産出している

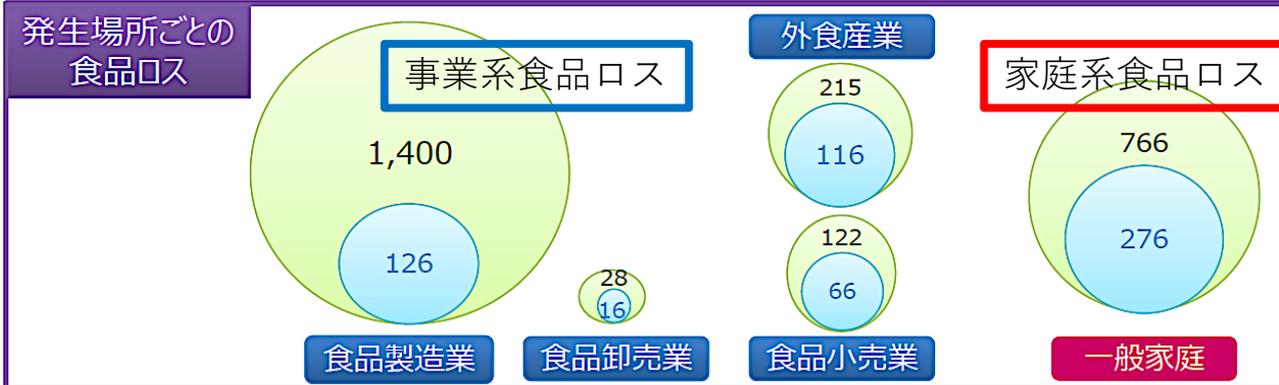
食品廃棄物等と食品ロスの発生量（平成30年度推計）

【食品ロス】

国民に供給された食料のうち本来食べられるにもかかわらず廃棄されている食品



発生場所ごとの食品ロス



国民 1 人当たり食品ロス量

1日 約130g

※ 茶碗約1杯のご飯の量に相当

年間 約47kg

※ 年間1人当たりの米の消費量 (約54kg) に近い量



資料：総務省人口推計(平成30年10月1日)
平成30年度食料需給表(確定値)



食料増産は地球に負荷をかけるが、 未利用資源の利用、食品ロスの抑制を実現すれば、 100億人の人口を維持する食料は、現在でも十分存在する

+45億
トン/年

必要量の算出による 実質的な食料増産

[ヒトに必要な食料の量]

675 kg×80億人/年=54億トン

GOOD SEED VENTURES (2018)

[食料の生産量]

農作物：94億トン	} 99.1 億トン
畜産物：3.37億トン	
水産物：1.77億トン	

Food and Agriculture Organization
of the United Nations (2019)

1人ひとりが健康に過ごせる食料の量が
決まれば、必要な食料の量は計算できる→
これを基にすれば、**食糧の増産は
必要ない！**

食料増産は地球に負荷をかけるが、 未利用資源の利用、食品ロスの抑制を実現すれば、 100億人の人口を維持する食料は、現在でも十分存在する

+45億
トン/年

必要量の算出による
実質的な食料増産

[ヒトに必要な食料の量]

675 kg×80億人/年=54億トン

GOOD SEED VENTURES (2018)

[食料の生産量]

農作物：94億トン
畜産物：3.37億トン
水産物：1.77億トン

99.1
億トン

Food and Agriculture Organization
of the United Nations (2019)

1人ひとりが健康に過ごせる食料の量が
決まれば、必要な食料の量は計算できる→
これを基にすれば、**食糧の増産は
必要ない！**

-7.4億
ha

必要量の算出による
農耕地の削減

[世界の農耕地]

16億ha

FAO projections of arable
land, 1961 to 2050

54億トンの食糧生産で十分
であるならば、46%の**農耕
地の削減が可能！**
→地球にやさしい
一次産業！

食料増産は地球に負荷をかけるが、 未利用資源の利用、食品ロスの抑制を実現すれば、 100億人の人口を維持する食料は、現在でも十分存在する

+45億
トン/年

**必要量の算出による
実質的な食料増産**

[ヒトに必要な食料の量]

675 kg×80億人/年=54億トン

GOOD SEED VENTURES (2018)

[食料の生産量]

農作物：94億トン
畜産物：3.37億トン
水産物：1.77億トン

**99.1
億トン**

Food and Agriculture Organization
of the United Nations (2019)

1人ひとりが健康に過ごせる食料の量が
決まれば、必要な食料の量は計算できる→
これを基にすれば、**食糧の増産は
必要ない！**

-7.4億
ha

**必要量の算出による
農耕地の削減**

[世界の農耕地]

16億ha

FAO projections of arable
land, 1961 to 2050

**54億トンの食糧生産で十分
であるならば、46%の農耕
地の削減が可能！
→地球にやさしい
一次産業！**

+2600万
トン/年

**未利用魚の活用
による食料増産**

世界：13億トン/年

日本：612万トン/年

農林水産省 (2020)

**魚関連の食品ロスを改善す
るだけでも2600万トンの食
糧増産につながる！
→食品ロスを防げば飢餓は
救える**

例えば、サカナ

食料増産は地球に負荷をかけるが、 未利用資源の利用、食品ロスの抑制を実現すれば、 100億人の人口を維持する食料は、現在でも十分存在する

+45億
トン/年

必要量の算出による
実質的な食料増産

[ヒトに必要な食料の量]

675 kg×80億人/年=54億トン

GOOD SEED VENTURES (2018)

[食料の生産量]

農作物：94億トン
畜産物：3.37億トン
水産物：1.77億トン } 99.1億トン

Food and Agriculture Organization
of the United Nations (2019)

1人ひとりが健康に過ごせる食料の量が
決まれば、必要な食料の量は計算できる→
これを基にすれば、**食糧の増産は
必要ない!**

-7.4億
ha

必要量の算出による
農耕地の削減

[世界の農耕地]

16億ha

FAO projections of arable
land, 1961 to 2050

54億トンの食糧生産で十分
であるならば、46%の**農耕
地の削減が可能!**
→地球にやさしい
一次産業!

+2600万
トン/年

未利用魚の活用
による食料増産

世界：13億トン/年

日本：612万トン/年

農林水産省 (2020)

魚関連の食品ロスを改善す
るだけでも2600万トンの食
糧増産につながる!
→**食品ロスを防げば飢餓は
救える**

-8.3億
人/世界

社会制度の改革による
飢餓人口の減少

飢餓人口：8.3億人

=5.6億トンの食糧が必要

The State of Food Security and
Nutrition in the World (SOFI)
Report (2022)

経済資本主義から自然資本
主義への転換により、過度な
貧困・食料分配の不平等が
是正されれば、**飢餓問題の解
決につながる!**

Q：こういう数字を
ご存知でしたか？

EAT財団とLancetが提案している

ヒトにやさしい、地球にやさしいメニュー

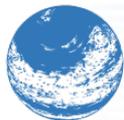
(健康寿命の延伸)

(気候への影響、水の使用、生物多様性、リンと窒素の使用、酸性化)

食品	1日当たり 摂取量(g)
穀類	232
でんぷん系 野菜	50
野菜	300
果実	200
乳製品	250
牛羊肉	7
豚肉	7
鶏肉など	29
鶏卵	13

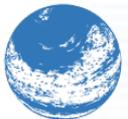
魚肉	28
豆類	50
大豆食品	25
ピーナッツ	25
木の实	25
パーム油	6.8
不飽和脂肪酸	40
畜脂	5
砂糖など	31

Walter Willett, et al., Food in the Anthropocene:
the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems,
The Lancet, 393, Issue 10170, 2–8 February 2019, 447-492 講師翻訳・抜粋
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673618317884?via%3Dihub>



ONE EARTH GUARDIANS

和食；日本人の伝統的な食文化　－2013ユネスコ文化遺産－



EAT財団とLancetが提案している

ヒトにやさしい、地球にやさしいメニュー

(健康寿命の延伸)

(気候への影響、水の使用、生物多様性、リンと窒素の使用、酸性化)

食品	1日当たり 摂取量(g)	日本人の1日当たり 摂取量 (g)		
穀類	232	424.3	魚肉	28 68.8
でんぷん系	50	52.8	豆類	50 66.2
野菜	300	288.2	大豆食品	25
野菜	300	288.2	ピーナッツ	25 2.9
果実	200	108.7	木の实	25
乳製品	250	114.6	パーム油	6.8
牛羊肉	7	67.2	不飽和脂肪酸	40
豚肉	7		畜脂	5
鶏肉など	29	28.2	砂糖など	31 7.0
鶏卵	13	38.6		

Walter Willett, et al., Food in the Anthropocene:
the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems,
The Lancet, 393, Issue 10170, 2–8 February 2019, 447-492 講師翻訳・抜粋
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673618317884?via%3Dihub>
2017年国民健康・栄養調査から20歳以上の平均値 一部抜粋
<https://www.mhlw.go.jp/content/001066645.pdf>



ONE EARTH GUARDIANS

ヒトにやさしい、地球にやさしいメニュー

(健康寿命の延伸)

(気候への影響、水の使用、生物多様性、リンと窒素の使用、酸性化)

食品

穀類

でんぷん系

野菜

野菜

果実

乳製品

牛羊肉

豚肉

鶏肉など

鶏卵

**10-40%の
食餌制限**

カロリー制限

老化の遅延・老化疾患の減少

↓?
寿命延長

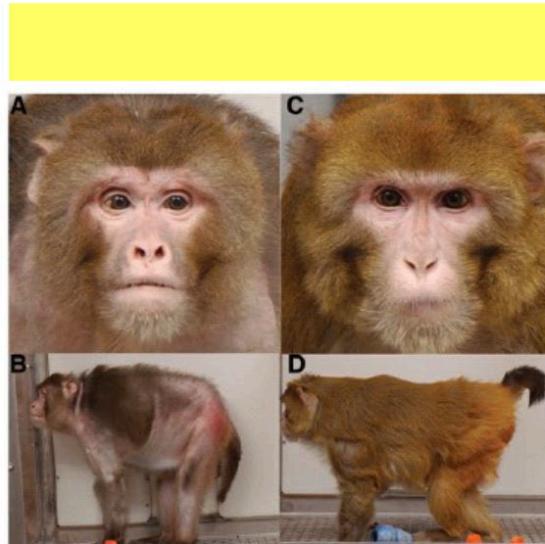


Fig. 1. Animal appearance in old age.
(A and B)
Photographs of a typical control animal at 27.6 years of age (about the average life span).
(C and D)
Photographs of an age-matched animal on CR.

サルでも！

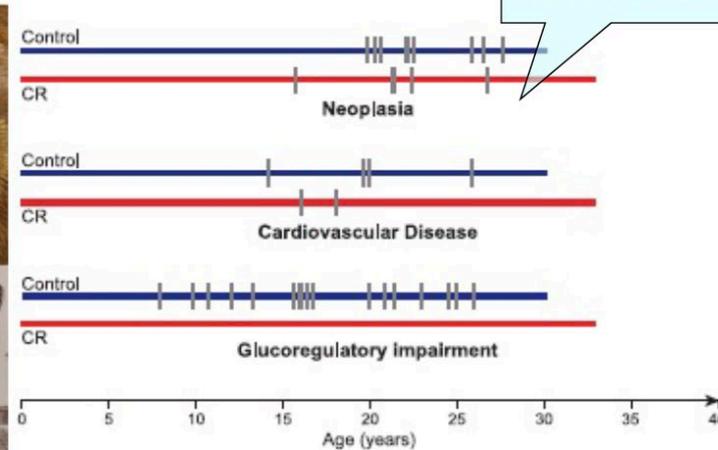


Fig. 3. Effect of CR on age associated disease.

Incidence of three major age-related conditions. Hash marks represent the age of diagnosis. Individual animals with multiple discrete diagnoses are represented multiple times.

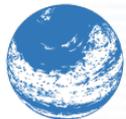
健康寿命が延びている！

8.8

6.2

2.9

7.0



食料増産は地球に負荷をかけるが、 未利用資源の利用、食品ロスの抑制を実現すれば、 100億人の人口を維持する食料は、現在でも十分存在する

+45億
トン/年

-7.4億
ha

+2600万
トン/年

-8.3億
人/世界

必要量の算出による
実質的な食料増産

必要量の算出による

制度の改革による
人口の減少

科学的に栄養の必要量を評価、摂取する
未利用資源を無駄にしない
食品ロスを減らす
経済価値優先の食料の配分方法を改革する

[ひとに必要な食料の量]

675 kg×80億人/
GOOD SEED VENTURE

[食料の生産量]

農作物：94億トン
畜産物：3.37億トン
水産物：1.77億トン

Food and Agriculture Organization
of the United Nations (2019)

現在の食糧生産で十分
であるならば、46%の農耕
地の削減が可能！
→地球にやさしい
一次産業！

魚関連の食品ロスを改善す
るだけでも2600万トンの食
糧増産につながる！
→食品ロスを防げば飢餓は
救える

人口：8.3億人
3.0億トンの食糧が必要
The State of Food Security and
Nutrition in the World (SOFI)
Report (2022)

1人ひとりが健康に過ごせる食料の量が
決まれば、必要な食料の量は計算できる→
これを基にすれば、食糧の増産は
必要ない！

経済資本主義から自然資本
主義への転換により、過度な
貧困・食料分配の不平等が
是正されれば、飢餓問題の解
決につながる！

食料増産は地球に負荷をかけるが、 未利用資源の利用、食品ロスの抑制を実現すれば、 100億人の人口を維持する食料は、現在でも十分存在する

One Earth Guardians育成プログラムの
最初のアプローチ

13億
人/世界

必要量の算出による
実質的な食料増産

必要量の算出

制度の改革による
人口の減少

**科学的に栄養の必要量を評価、摂取する
未利用資源を無駄にしない
食品ロスを減らす
経済価値優先の食料の配分方法を改革する**

[ヒトに必要な食料の量]

675 kg×80億人/
GOOD SEED VENTURE

[食料の生産量]

農作物：94億トン
畜産物：3.37億トン
水産物：1.77億トン

現在の食糧生産で十分
であるならば、46%の農耕
地の削減が可能！
→地球にやさしい
一次産業！

魚関連の食品ロスを改善す
るだけでも2600万トンの食
糧増産につながる！
→食品ロスを防げば飢餓は
救える

人口：8.3億人
3.0億トンの食糧が必要
The State of Food Security and
Nutrition in the World (SOFI)
Report (2022)

経済資本主義から自然資本
主義への転換により、過度な
貧困・食料分配の不平等が
是正されれば、**飢餓問題の解
決**につながる！

1人ひとりが健康に過ごせる食料の量が
決まれば、必要な食料の量は計算できる→
これを基にすれば、**食糧の増産は
必要ない！**

今進めている

私達のプロジェクトの真のねらい

必要量を含む質の高い食の
設計・開発と摂取

テーラーメイドな
AI/DX Nutrition

健康寿命の延伸

地球資源の維持
地球への負荷軽減

医療関係で
产生される
CO₂は
全CO₂の
約7%



私達のプロジェクトの**真**のねらい

**未利用・新規資源を用いた
必要量を満たす食生産**

国際連携

**必要量を含む質の高い食の
設計・開発と摂取**

食育 (ELSI)

テーラーメイドな
AI/DX Nutrition

健康寿命の延伸

**地球資源の維持
地球への負荷軽減**



私達のプロジェクトの**真**のねらい

**未利用・新規資源を用いた
必要量を満たす食生産**

市場に出回っているのは漁獲したもの約20%
残りは**食品ロス**

国際連携

**必要量を含む質の高い食の
設計・開発と摂取**

新しい加工法・流通法による
エネルギー節約

食育 (ELSI)

テーラーメイドな
AI/DX Nutrition

健康寿命の延伸

**地球資源の維持
地球への負荷軽減**



私達のプロジェクトの**真**のねらい

未利用・新規資源を用いた
必要量を満たす食生産

食の過剰生産の抑制
地産地消の仕組みの再生

国際連携

必要量を含む質の高い食の
設計・開発と摂取

食品ロスの抑制
食不足の解消
耕地拡大の抑制

食育 (ELSI)

テーラーメイドな
AI/DX Nutrition

健康寿命の延伸
パンデミックの抑制

地球資源の維持
地球への負荷軽減

温室効果ガス産生の抑制
森林資源の維持
生物多様性の維持



私達のプロジェクトの**真**のねらい

未利用・新規資源を用いた
必要量を満たす食生産

食の過剰生産の抑制
地産地消の仕組みの再生

国際連携

必要量を含む質の高い食の
設計・開発と摂取

「食」を例にした
グローバル
Well-Being
回路

食品ロスの抑制
食不足の解消
耕地拡大の抑制

食育 (ESLI)

テーラーメイドな
AI/DX Nutrition

健康寿命の延伸
パンデミックの抑制

地球資源の維持
地球への負荷軽減

温室効果ガス産生の抑制
森林資源の維持
生物多様性の維持

農学部発の教育・研究プログラム
「One Earth Guardians 育成プログラム」

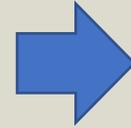
個人・社会で『量』から『質』への新しい価値感を創造しよう！
(大量生産・大量消費から脱却し、
「地球」のことを第一に考える個人行動・社会構造の変容が必須)



私達のプロジェクトの真のねらい

未利用・新規資源を用いた
必要量を満たす食生産

食の過剰生産の抑制
地産地消の仕組みの再生



食品ロスの抑制
食不足の解消
耕地拡大の抑制



温室効果ガス産生の抑制
森林資源の維持
生物多様性の維持



地球資源の維持
地球への負荷軽減

「食」を例にした
グローバル
Well-Being
回路

テーラーメイドな
AI/DX Nutrition



必要量を含む質の高い食の
設計・開発と摂取

食育 (ESLI)

健康寿命の延伸
パンデミックの抑制



農学部発の教育・研究プログラム
「One Earth Guardians 育成プログラム」

個人・社会で『量』から『質』への新しい価値感を創造しよう！
(大量生産・大量消費から脱却し、
「地球」のことを第一に考える個人行動・社会構造の変容が必須)

なぜ、『農学』を考えるようになったのか

栄養科学者であり従属栄養生物である私が
これまで関わってきたこと

栄養科学 → 資源動物肥育



調理

食事摂取 → 栄養科学

なぜ、『農学』を考えるようになったのか

食べ物が口に入るまでの
生産現場や流れを何も知らない私

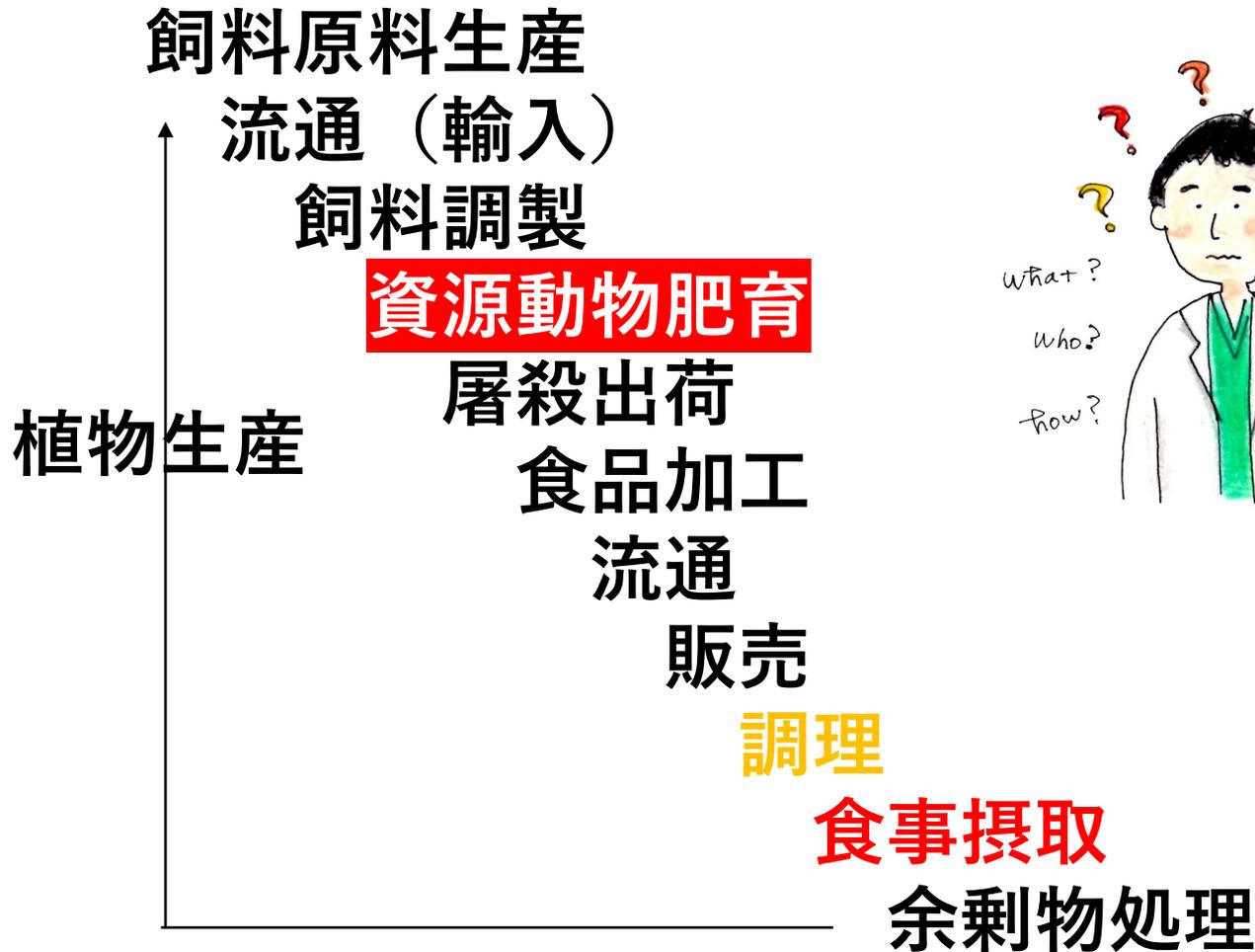
今回の社会実装につながらず
プロジェクトで知ったこと



なぜ、『農学』を考えるようになったのか

このシステムが自然界でリサイクルするには
多くの産業の緻密な共同作業が必要である

今回の社会実装につながらず
プロジェクトで知ったこと



【ムーンショット型 研究開発事業】

内閣府が 進めている 大型研究 プログラム



MOONSHOT

RESEARCH & DEVELOPMENT PROGRAM

我が国発
破壊的イノベーションの
創出を目指し、
従来技術の延長にない、
より大胆な発想に基づく
挑戦的な研究開発
(ムーンショット) を
推進する国の
大型研究プログラム

目標1 身体、脳、空間、
時間の制約からの解放

目標2 疾患の
超早期予測・予防

目標3 自ら学習・行動し
人と共生するAIロボット

目標4 地球環境の再生

目標5 2050年の食と農

目標6 誤り耐性型
汎用量子コンピュータ

目標7 健康不安なく
100歳まで

目標8 気象制御による
極端風水害の軽減

目標9 こころの安らぎや
活力を増大



【ムーンショット型 研究開発事業】

内閣府が
進めている
大型研究
プログラム

<p>目標1 身体、脳、空間、時間の制約からの解放</p>	<p>目標2 疾患の超早期予測・予防</p>	<p>目標3 自ら学習・行動し人と共生するAIロボット</p>
<p>目標4 食と農</p>	<p>目標5 誤り耐性型汎用量子コンピュータ</p>	<p>目標6 誤り耐性型汎用量子コンピュータ</p>
<p>目標7 健康不安なく100歳まで</p>	<p>目標8 気象制御による極端風水害の軽減</p>	<p>目標9 心の安らぎや活力を増大</p>

**縦割り行政で
領域区分された科学では、
人類の生き残りに貢献できない！**

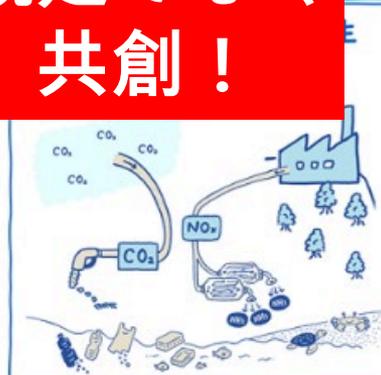
我が国発
破壊的イノベーション
創出を目指し、
従来技術の延長にない、
より大胆な発想に基づく
挑戦的な研究開発
(ムーンショット) を
推進する国の
大型研究プログラム

【ムーンショット型 研究開発事業】

内閣府が
進めている
大型研究
プログラム

我が国発
破壊的イノベーションの
創出を目指し、
従来技術の延長にない、
より大胆な発想に基づく
挑戦的な研究開発
(ムーンショット) を
推進する国の
大型研究プログラム

競走でなく
共創！



未利用生物資源などを利用することにより
科学的エビデンスに基づいて
**健康寿命の維持する未来型「食品」、
資源動物を高品質化する未来型「飼料」を開発する
産業の仕組みを世界全体で作る！**

内閣府ムーンショット型研究開発制度
目標5課題ID：20350956 (MS510)

自然資本主義社会モデルを基盤とする 次世代型食料供給産業の創出

研究代表者

高橋 伸一郎 (東京大学)

研究分担者

潮 秀樹、伯野 史彦、山中 大介、小南友里 (東京大学)

花園 豊、崔 龍洙、黒尾 誠、谷原 史倫、岩津好隆、宮永一彦 (自治医科大学)

増田 正人 (東洋大学)

宮本 崇史 (筑波大学)

望月 敦史 (京都大学)

波江野 洋 (東京理科大学)

山本 雄介 (国立がんセンター)

サイエンスミッション、
キックマン、ニコソ
などが協力

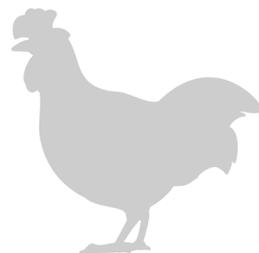
私達のプロジェクトが2030年に目指すもの

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

常時代謝系を
モニター



生理状態の
把握



私達のプロジェクトが2030年に目指すもの

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

常時代謝系を
モニター

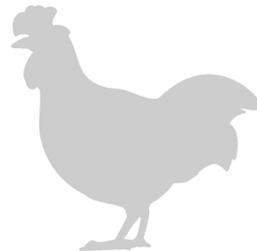
AI+数理学+
栄養学の融合



データベースを
用いたEncode

生理状態の
把握

非侵襲的&リアルタイム
マルチオミクス解析技術



私達のプロジェクトが2030年に目指すもの

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

ラマン分光などを用いた
網羅的解析

小型・軽量化

ウェアラブル
デバイス開発

常時代謝系を
モニター

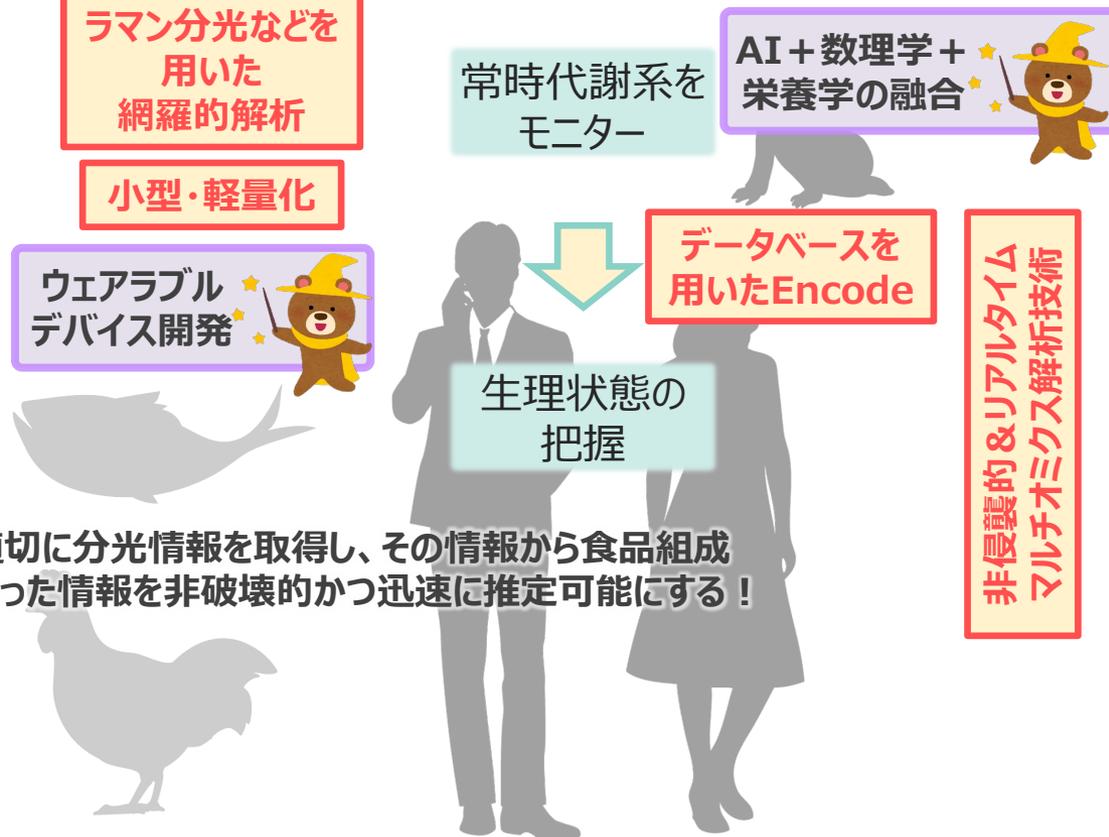
AI + 数理学 +
栄養学の融合

データベースを用いたEncode

生理状態の
把握

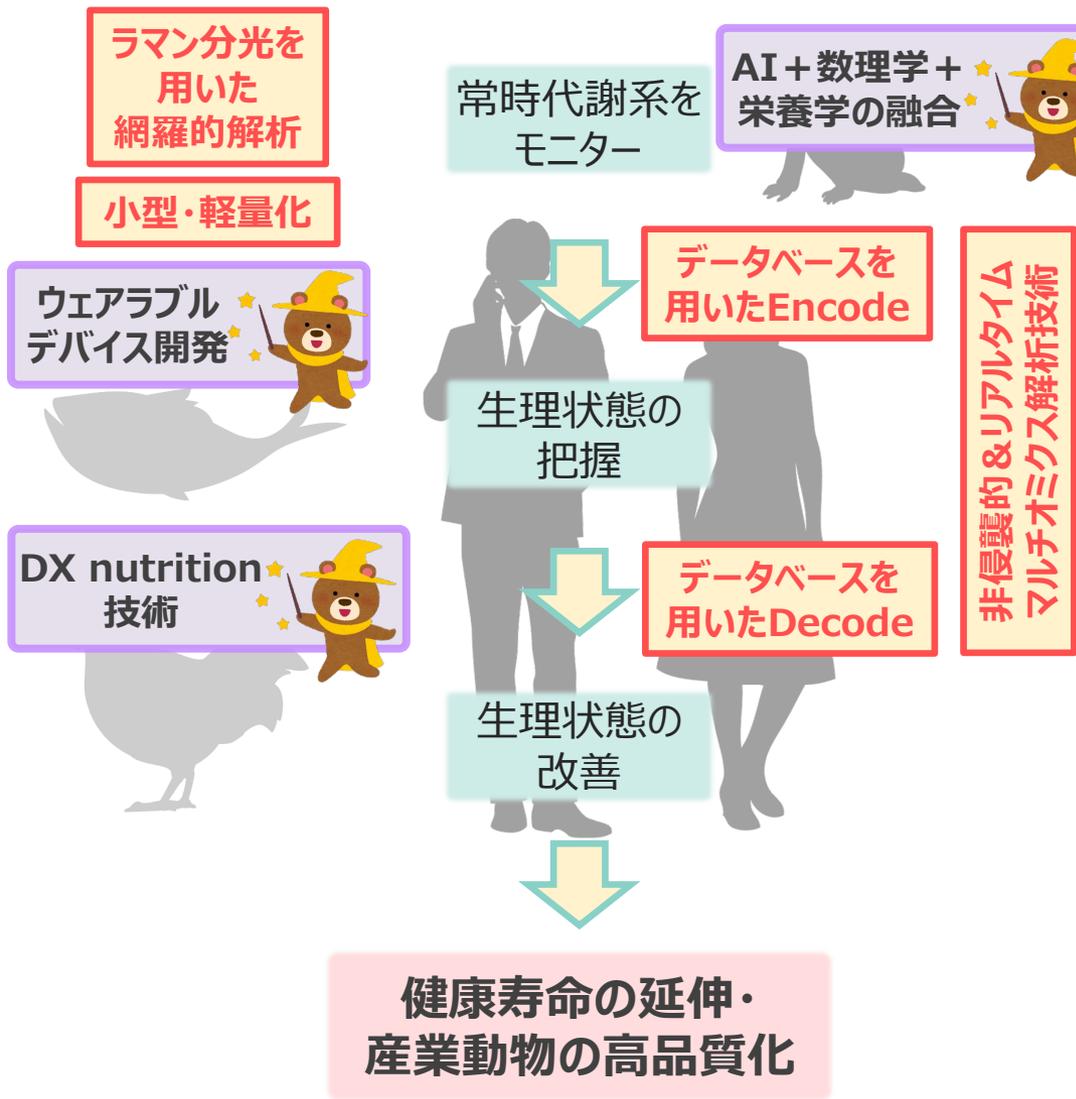
非侵襲的&リアルタイム
マルチオミクス解析技術

測定対象から適切に分光情報を取得し、その情報から食品組成やメタボロームといった情報を非破壊的かつ迅速に推定可能にする！



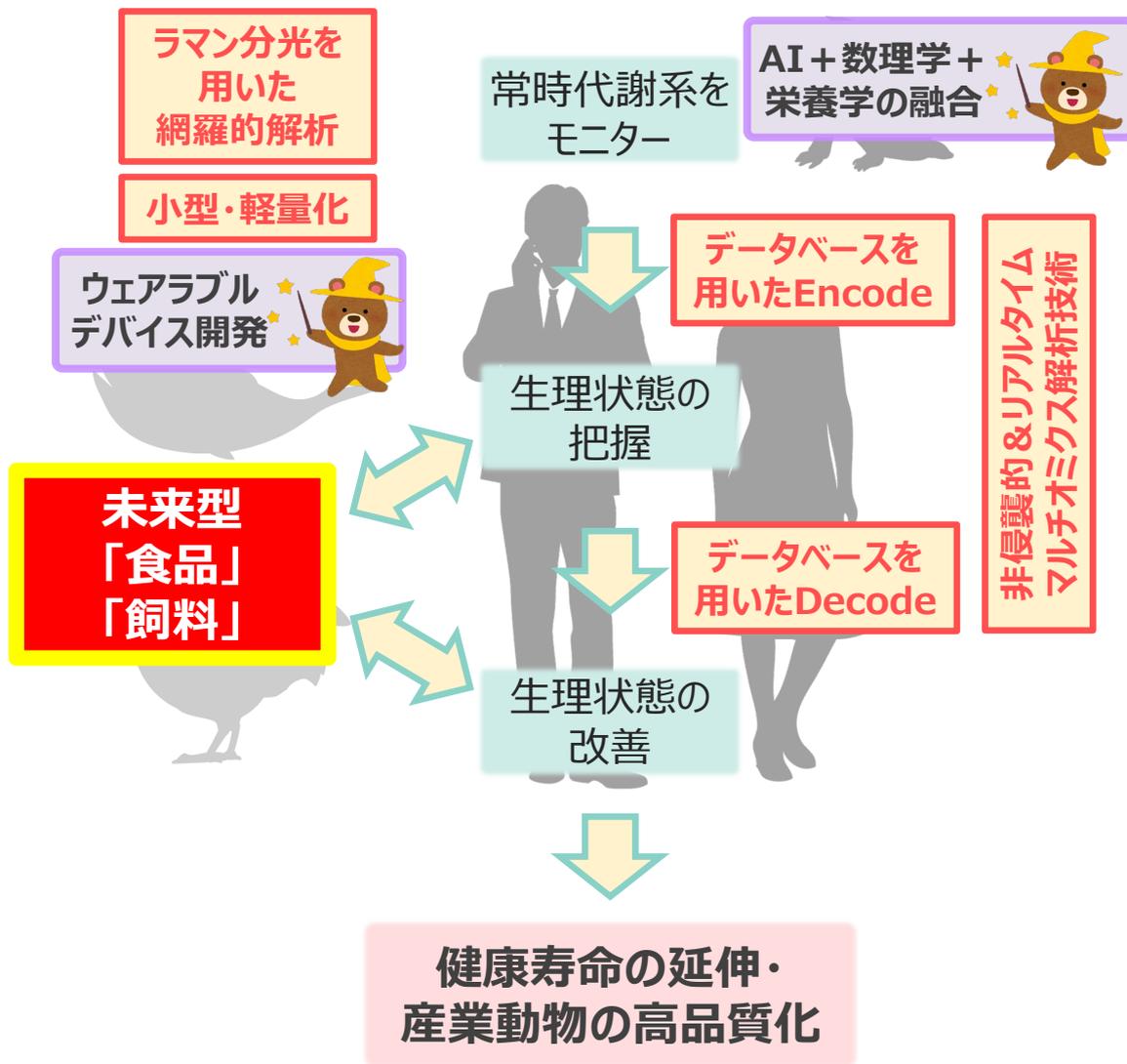
私達のプロジェクトが2030年に目指すもの

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



私達のプロジェクトが2030年に目指すもの

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



私達のプロジェクトが2030年に目指すもの

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

生活習慣病



食事誘導性
生活習慣病モデル動物

✓ 脂肪肝など

老化



早老症モデル動物

ラマン分光を
用いた
網羅的解析

小型・軽量化

ウェアラブル
デバイス開発

常時代謝系を
モニター

AI + 数理学 +
栄養学の融合



データベースを
用いたEncode

生理状態の
把握

データベースを
用いたDecode

生理状態の
改善

非侵襲的&リアルタイム
マルチオミクス解析技術

未来型
「食品」
「飼料」

コフォート
研究も開始！



健康寿命の延伸・
産業動物の高品質化

私達のプロジェクトが2030年に目指すもの

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

ラマン分光を用いた
網羅的解析

小型・軽量化

ウェアラブル
デバイス開発

常時代謝系を
モニター

AI+数理学+
栄養学の融合

データベースを用いたEncode

生理状態の
把握

データベースを用いたDecode

生理状態の
改善

非侵襲的&リアルタイム
マルチオミクス解析技術

未来型
「食品」
「飼料」
腸内細菌叢
制御ファージ

ファージ

選択的
殺菌

大腸菌群

特定の大腸菌のみを
生存または死滅

各種疾患特異的な腸内細菌叢を
同定後、それらの操作に有用な
ファージ技術を開発する

健康寿命の延伸・
産業動物の高品質化



私達のプロジェクトの真のねらい

どうやって？

未利用・新規資源を用いた
必要量を満たす食生産

食の過剰生産の抑制
地産地消の仕組みの再生

国際連携

必要量を含む質の高い食の
設計・開発と摂取

「食」を例にした
グローバル
Well-Being
回路

食品ロスの抑制
食不足の解消
耕地拡大の抑制

食育 (ESLI)

テーラーメイドな
AI/DX Nutrition

健康寿命の延伸

地球資源の維持
地球への負荷軽減

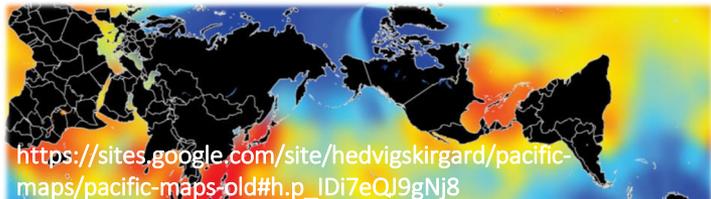
温室効果ガス産生の抑制
森林資源の維持
生物多様性の維持

農学部発の教育・研究プログラム
「One Earth Guardians 育成プログラム」

個人・社会で『量』から『質』への新しい価値感を創造しよう！
(大量生産・大量消費から脱却し、
「地球」のことを第一に考える個人行動・社会構造の変容が必須)



私達のプロジェクトが2030年に目指すもの



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

【未利用水産資源リスト】

マイワシ漁で厄介者のカタクチイワシ
底引きやまき網で大量に捕獲されて廃棄されるハダカイワシ
海上投棄されるミリ幼魚鰭、イワシ、サバ
価格調整おける大漁魚の利用
深海魚及び地域性の高いマイナー魚
水産加工場より排出される副産物利用
甲殻類及び貝類、藻類

環境負荷の少ない、どんな素材でも対応可！

ラマン分光を用いた
網羅的解析

小型・軽量化

ウェアラブル
デバイス開発

AI + 数理学 +
栄養学の融合

常時代謝系を
モニター

データベースを用いたEncode

生理状態の
把握

データベースを用いたDecode

生理状態の
改善

非侵襲的&リアルタイム
マルチオミクス解析技術

未来型
「食品」
「飼料」
腸内細菌叢
制御ファージ

ジュール熱・酵素法など
新規加工法

ファージ法や高圧電流里像法など
新保蔵法

各地にステーションを建設

地域ごとの特性に
合わせた未利用
資源利用ステー
ションの開発！

地球資源の維持
地球への負荷軽減

健康寿命の延伸・
産業動物の高品質化

実学の領域で解決しなければならない対立する価値観の例

実験室	VS.	社会現場（実装）
学術的研究	VS.	応用的研究
経験則	VS.	科学的エビデンス
専門的知識	VS.	俯瞰的観点
食品高品質化	VS.	未利用資源・食品ロス
経済効率的飼養	VS.	アニマルウェルフェア
モノカルチャー化	VS.	生物多様性
経済的価値	VS.	生物学的価値
大規模産業	VS.	小規模産業
都市、消費者、富裕層	VS.	地方、生産者、貧困層
施策・政策	VS.	生産・流通・消費現場
先進国、輸出国	VS.	発展途上国、輸入国
Localな活動	VS.	Globalな活動
毎日の生活	VS.	100年後の生活

「科学」の力を用いて、対立する価値観の
融和・両立を図ることができる→多項動態化

自然資本主義社会を基盤とする次世代型食料供給産業ステーション



それぞれの地域の未利用生物資源を用いた
未来型「食料・飼料」の開発&ブランディングを支援!



自然資本主義社会を基盤とする次世代型食料供給産業を
世界レベルで進めるための経済&啓蒙活動!

材料となる未利用
生物資源の探索

食品・食料加工法の開発

食品・飼料の栄養評価

食品・飼料の販売

食品・飼料の地球負荷
軽減効果・経済効果の評価

人類が地球に生存させてもらうための
フードチェーンの再生

研究成果をシームレスに検証する
小・中規模&長期コホート研究

地域の魅力にあふれた10種以上の

未利用生物
資源食品

100地域以上の情報を網羅した

未利用生物資源
データベース

最先端の光学×数理科学を融合させた

栄養機能
評価システム

非侵襲的に血中メタボロームを測定する

リアルタイム
生体分光

卓越した生殖技術を用いた

特殊モデル
動物開発技術

腸内細菌叢を自由にアージュで調節する

腸内フローラ
デザイン

生活習慣病や老化を抑制する

アプリ&
未来型食品

人類の存亡をかけた

個人・社会での『量』から『質』への

価値感の転換の挑戦に参加してくださる
長期的・俯瞰的視野を有した同士

を募集中



「明日の食品産業」 2023 7/8: 42-49

せっかく儲けても、人類が滅亡してしまったら、なんの意味もありません
食（農）は、その一番大きなリスクファクターです

International Symposium on “Signals for Human, Animal and Planetary Health: *From Metabolites To Biological Interactions*”

Date: 4th-8th, March, 2024

Venue: Nakashima-hall and , Yayoi Auditorium Annex,
Faculty of Agriculture, The University of Tokyo

Victor Han (Canada)

Rosemary O'Connor (Ireland)

Briony Forbes (Australia)

Ignacio Torres Aleman (Spain)

Marc Tatar (USA)

Cunmming Duan (USA)

Arthur Conigrave (Australia)

David Raubenheimer (Australia)

Andrew Holmes (Australia)

Pichel Jose Manuel García (Spain)

Anavaj Sakuntabhai (France)

Anne-Marie Galow (Germany)

And around 30 other Foreign and Japanese collaborators in this field
(including the members from the Core-to-core project, Moonshot project,
One Earth Guardians Development Program and UT-7)

The researcher who could not attend (UK, Sweden and Finland)

連携を
世界に展開中

International Symposium on “Signals for Human, Animal and Planetary Health: From Metabolites To Biological Interactions”

TERM: 4th-8th March 2024

VENUE: Nakashima-hall and Yayoi Auditorium Annex,
Faculty of Agriculture The University of Tokyo



JR東日本と東京大学、100年間の産学協創協定を締結

～日本で初めてプラネタリーヘルスをテーマにしたキャンパス「東京大学 GATEWAY Campus」開設～

- 東日本旅客鉄道株式会社(以下「JR東日本」)と国立大学法人東京大学(以下「東京大学」)は、100年先の心豊かなくらしの実現に向けて、「プラネタリーヘルス」を創出するために、100年間の産学協創協定(以下「本協定」)を締結しました。
- プラネタリーヘルスの創出を目的とした協創プロジェクトPlanetary Health Design Laboratory(以下「PHD Lab」)を立ち上げ、JR東日本グループの駅・鉄道といったインフラを実験場として、東京大学の多様な先端的研究を支援し、未来のくらしづくりに取り組めます。
- PHD Labの拠点として、2024年度末にまちびらきをむかえるTAKANAWA GATEWAY CITYに、日本で初めてプラネタリーヘルスをテーマにしたキャンパス「東京大学 GATEWAY Campus」を開設します。街を実験場として、世界中から集まる地球規模の社会課題の解決に取り組めます。



1 産学協創の概要

(1) 協創のビジョン「プラネタリーヘルス」

「プラネタリーヘルス」とは、人の経済活動が、健康や都市環境、地球上の生物・自然に与える影響を分析し、「人・街・地球」の全てがバランスよく良好に保たれるようなくらしづくりに目指す考えです。

TAKANAWA GATEWAY CITYをはじめとした様々な実験場となるインフラを有するJR東日本グループと、多様な先端的研究を創出する東京大学が連携し、「人・街・地球」の全ての健康のバランスが取れ、100年

先の未来につながる、持続的なくらしづくりに挑戦します。

(2) 協創の主な内容

プラネタリーヘルスの実現に向けて、協創プロジェクトPHD Labのもと、以下の重点項目に取り組みます。

①「東京大学 GATEWAY Campus」の開設

PHD Labの拠点として、日本で初めてプラネタリーヘルスをテーマにした新しいキャンパス、東京大学 GATEWAY Campus(約300坪)をTAKANAWA GATEWAY CITY複合棟 I South 9階に開設します。コラボレーションエリアとラボエリアを設け、東京大学の様々なキャンパス(本郷・弥生、駒場、柏、白金台など)と連携しながら、多様な研究室が集う学際的な場として、様々な企業・アクセラレーターとの協創を生み出します。



※画像やレイアウトはイメージです。

② JR東日本グループのアセットを活用した実験および先端研究のくらしへの実装

TAKANAWA GATEWAY CITYをはじめとしたJR東日本グループのインフラを実験フィールドとして、プラネタリーヘルスにつながる東京大学の多様な先端的研究を支援します。また、JR東日本グループのモビリティ事業、オフィス・商業といった生活ソリューション事業にもイノベーションをもたらしながら、ウェルビーイングなくらしづくりにともに取り組みます。

③ グローバルなスタートアップエコシステムの協創

多様な企業との共同研究の促進や、プラネタリーヘルスをテーマとしたアクセラレータープログラムの共同実施などを通して、大学発ベンチャー数日本一*である東京大学発の起業をさらに促進します。

*経済産業省令和4年度大学発ベンチャー実態等調査より

2 「東京大学 GATEWAY Campus」から生まれる人・街・地球に優しい未来のくらし

TAKANAWA GATEWAY CITYを実験場として、人・街・地球に優しい未来のくらしを創出します。

① 「人にも地球にもスマートな街」× 情報学・都市設計

街のデータ基盤(都市OS)を活用した新たなスマートシティのあり方を創出します。データを活用して個人に最適な食事をおすすめしながら、街全体のフードロスを削減するなど、「ヒト」起点で環境にも優しいスマートシティの実現に取り組みま



す。

② 「世界ーグリーンな街」 × 農学・環境学

約2.7haの在来種を基調としたグリーンを舞台に、学生や地域の方とともに、世界一豊かで先端的な都市型緑化を目指します。街で栽培した植物を原料として素材を生み出し、商品化までを行うサーキュラーバイオエコノミーにも取り組みます。



③ 「サステナブルな未来の食を試せる街」 × 生物工学・工学

未来の食の浸透に取り組みます。オフィスワーカー向けの食堂などで、培養肉などの東京大学発のサステナブルな食材を試せる機会を提供し、顧客のニーズを反映させた未来の食材開発に取り組みます。



④ 「人と地球にウェルビーイングな街」 × 医学・先端科学

ウェルビーイングなくらしのサービスの開発・実証に取り組みます。住宅棟の住民向けに、最先端の睡眠解析アルゴリズムを取り入れた快眠に繋がるサービスを提供します。フィットネスでは、非接触の動作解析システムを実装し、効率的なトレーニングメニューを開発します。



※画像はイメージです。

協創から生まれた知を、TAKANAWA GATEWAY CITYの多様なお客さまとの接点から得られるフィードバックやデータ分析により、実用化に向けて磨きあげます。街での実験により効果が実証されたサービスを、両者のネットワークにより日本各地・世界に広げ、心豊かなくらしづくりを実現します。

3 産学協創の背景

「100年先の心豊かなくらしづくり」に取り組むJR東日本と、「対話を通じて新たな未来を創造する」ことを目指す東京大学の100年間のパートナーシップにより、JR東日本グループのモビリティ事業や生活ソリューション事業を実験フィールドとして活用しながら、最先端の研究をいち早く実用化し、社会課題の解決に取り組むことを目的として、本協定を締結しました。



約150年前の日本で初めての鉄道というイノベーションの記憶を継承し、100年先の未来を見据え、プラネタリーヘルスにつながるなくらしづくりにともに挑戦します。

4 「TAKANAWA GATEWAY CITY」を拠点として広がるグローバルネットワーク

本協定により、JR東日本グループと東京大学のネットワークをあわせ、グローバルなスタートアップエコシステムが促進されます。主なパートナーは以下になります。

① シンガポール国立大学

シンガポール国立大学とJR東日本は、2023年9月19日にスタートアップエコシステムの構築に向け、連携協力の覚書を締結しました。シンガポール国立大学が主催する「Global Experience Course (GEx)」と、東京大学が主催する「One Earth Guardians育成プログラム」が連携し、学生発案によるプラネタリーヘルスの実現の取組みを支援します。

② パスツール研究所

東京大学とパスツール研究所は、2023年10月3日に連携協力の意向趣意書に署名しました。パスツール研究所は日本に「Institut Pasteur du Japon (IPJ)」を置く予定で、その傘下の「Planetary Health Innovation Center (PHIC)」において、東京大学とパスツール研究所が協働していくことになります。PHICではTAKANAWA GATEWAY CITYを実験の場として活用することを検討しています。

https://www.u-tokyo.ac.jp/focus/ja/articles/z0707_00034.html

今後も多様なパートナーとの連携により、グローバルなネットワークを構築していきます。本件プレスリリースは、ときわクラブ、丸の内記者クラブ、JR記者クラブ、国土交通記者会、レジャー記者クラブ、大学記者会(東京大学)、文部科学記者会、科学記者会へお届けしています。

【報道機関問合せ先】

東日本旅客鉄道株式会社 コーポレート・コミュニケーション部門 TEL: 03-5334-1300
国立大学法人東京大学 産学協創部 E-mail: kyoso-info.adm@gs.mail.u-tokyo.ac.jp
お手数ですが本件についてのお問い合わせに際しては、メールの件名の頭に「【JR 東日本/東大】」と記載いただきますよう、お願い申し上げます。

<「TAKANAWA GATEWAY CITY」のまちづくり 概要>

江戸の玄関口としての役割を担った歴史的背景および国内初の鉄道が走った地におけるイノベーションの記憶を継承し、開発コンセプトに「Global Gateway」を掲げ、「100年先の心豊かなくらしのための実験場」として新たなビジネス・文化が生まれ続ける街を目指しています。

複合棟 I および高輪ゲートウェイ駅周辺エリアを2024年度末(2025年3月)に開業し、その他の棟(複合棟 II・文化創造棟・住宅棟)および各棟周辺エリアを2025年度中に開業します。

公式ウェブサイト(<https://www.takanawagateway-city.com>)



ミウラエコ²アミューズメントシティ共創拠点

内閣府のSDGs未来都市に申請中

地域拠点ビジョン 自然資本と人間社会の調和を考え学び交流するSociety Xの実現

地域社会の魅力がコアとなる経済成長

ローカル・コモンズの魅力を活かした
基幹技術の開発とその産業応用



- 科学対話
- 早期教育
- 生涯教育



リアル×バーチャルを駆使した
未来創造交流拠点の形成

未来につながる豊かな
自然資本との調和



- 漁業
- 農業
- 畜産業
- 食品加工業
- エコサイクル業



農学部
附属施設などHP



One Earth Guardians 育成プログラムHP
One Earthology リテラシーの社会浸透



- 観学水族館
- 観学農場
- 観学牧場
- 観学工房



未来を紡ぐすべての人々の
交流を活性化するまちづくり

適切な人口維持を伴う
社会全体の活性化

ミウラではじめる地域共創を
モデルとして体系化し、
他の同様な地域の
活性化にもつなげていく！



人類に残された時間は短いのでボトムアップに皆の力で世界を変えていく

各研究開発課題の概要

【研究開発課題1】 地域社会の特色を 活かすOne Earthology 教育ステーションの 創出

本研究開発課題では、三浦市が直面する「食・生命・材料・エネルギー・環境」などの問題を抽出し、三浦市の歴史や地理的条件などから、三浦市に適した自然環境と人間社会の調和的発展に向けた解決策を導き出す、開かれたOne Earthology教育ステーションの創出を達成目標とする。さらにこの研究開発過程で得られたコンテンツを国内外に広く開放し、**Society Xの実現に向けたリベラルアーツを通したリテラシーの醸成**を目指す。

【研究開発課題2】 『食と健康』の トランスフォーメー ション

本研究開発課題では、ヒトなどの生物が健康的に過ごすために必要な栄養素量を決定し、その必要量を満たす分だけの「食」を三浦市のローカル・コモンズの中から供給する産業インフラをローカルに構築する。さらにそのために必要な新しい食品加工・保存技術、未利用生物資源の活用法を開発する。これにより、自然資本を疲弊させず、**地域と密着したおいしい食で健康を実現させていく、新しい『食と健康』に対する価値観の創出**を目指す。

【研究開発課題3】 『エネルギー』の トランスフォーメー ション

本研究開発課題では、三浦市で進められているメタン発酵バイオガス発電を軸とした二酸化炭素排出削減力をさらに強化するため、ゲノム編集技術等を駆使した**有用農作物の開発と、その社会実装**を試みる。具体的にはイネ科作物であるソルガムを改良し、ヘクタール当たり50トン程度の本格的なバイオマス生産を開始するとともに、電力会社や公共交通機関を対象とした発電電力の売電と、地域の畜産農家への有機飼料の販売を事業化する。

【研究開発課題4】 『生物材料』の トランスフォーメー ション

本研究開発課題では、三浦市が持つ森林資源と海産資源を高度に利用して、**素材の脱炭素化を試みると共に、それら素材を都市に供給する産業を創生**し、三浦市の基幹産業に育てることを試みる。具体的には、森林由来のセルロース系素材、海産物由来のバイオ燃料やバイオミネラル等の生産拠点、さらに林業・水産業由来の廃棄物を利用した物質生産拠点を三浦市内の様々な場所に設置し、バイオ脱炭素素材の一大生産拠点化することを試みる。

【研究開発課題5】 地域社会の魅力を 最大化する 『観学都市モデル』の 構築

本研究開発課題では、三浦市に**観光施設と修学・研究活動施設が一体となった『ミウラ観学パーク』**を新たに設立し、次世代を中心に、楽しくwell-beingへの道筋を学び、実践できるまちづくりを推進する。さらにミウラ観学パークを訪れた人たちが街の魅力を体験し、定住してくれるまでの流れをデザインすることで、三浦市の活性化を推進する。この過程で得られたノウハウは**『観学都市モデル』として体系化し、様々な地域社会の活性化に役立てていく**ことを目指す。

**農、食・健康、教育をローカルな社会的共通資本と考える
個人行動・社会構造の変容を目指します**

今日のメニュー

1. 私の履歴と行き着いた疑問
2. 農学とは？
3. One Earth Guardians育成プログラムとは？
4. 私達がこれまで取り組んできた研究
5. 次世代栄養学・代謝学
6. 食生活の変化で人類は救えるか？
7. 私達がこれからの地球にできること

この90分間で考えていただきたかったテーマです

私たちは、このままの生活を続けていて、大丈夫なのか？



私たちは、このままの生活を続けていて、大丈夫なのか？

ヒトが、生物界を支配していると
考えられているかも
しれませんが・・・

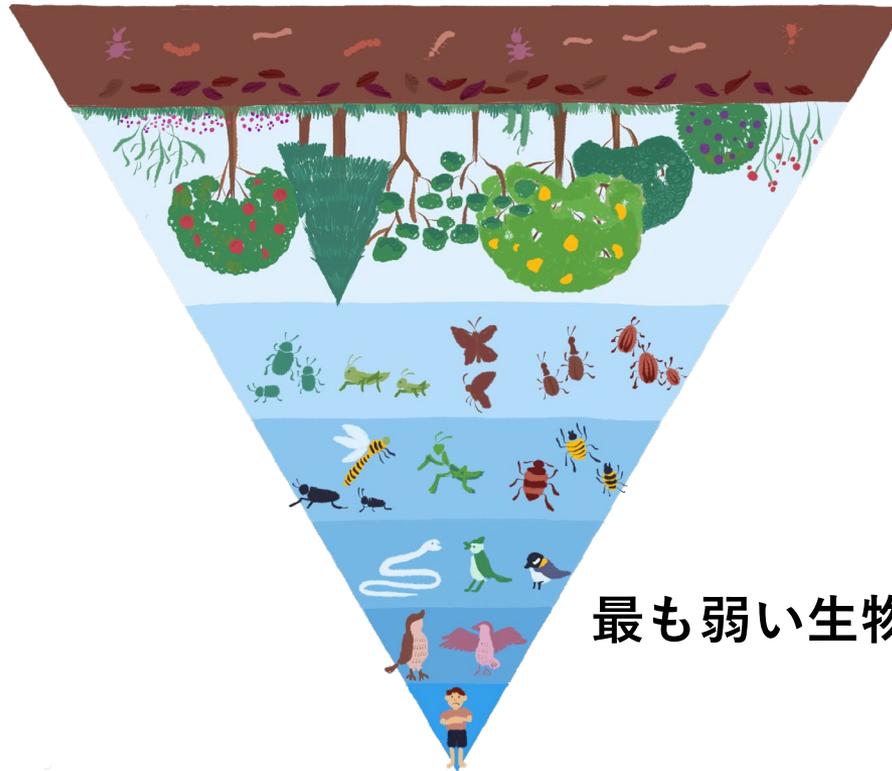


Copyright Kyoko Takahashi 2017



ONE EARTH GUARDIANS

私たちは、このままの生活を続けていて、大丈夫なのか？

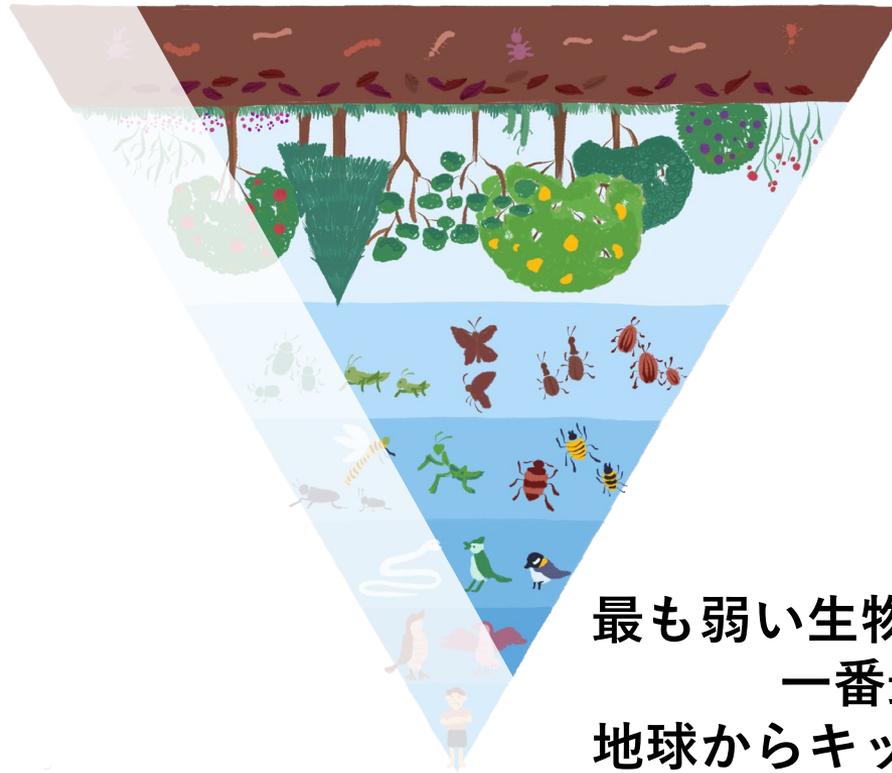


最も弱い生物であるヒトは、

Copyright Kyoko Takahashi 2017



私たちは、このままの生活を続けていて、大丈夫なのか？



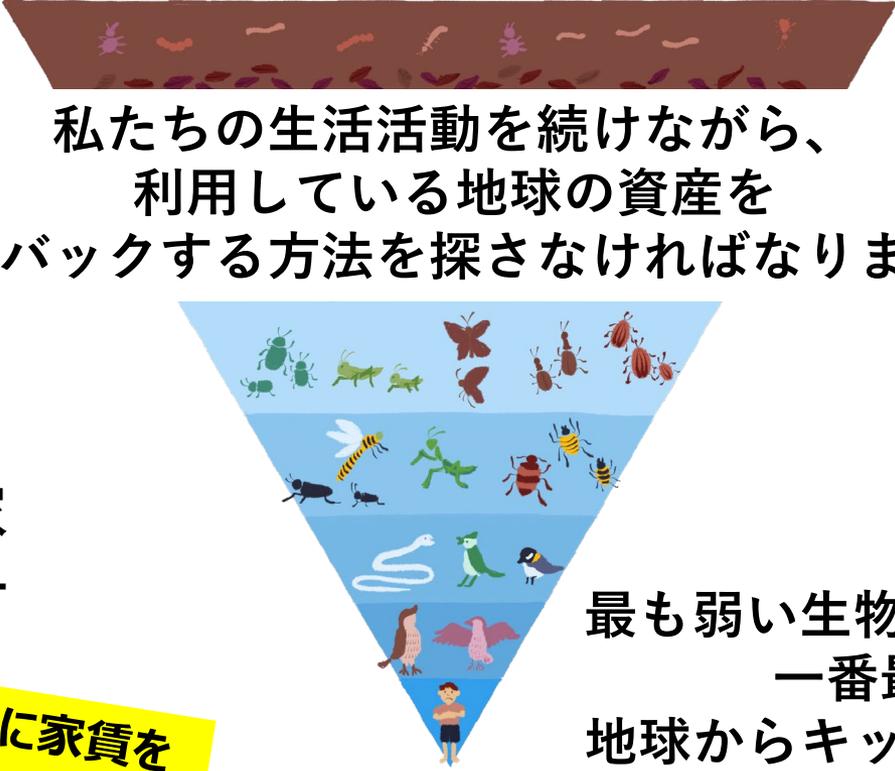
最も弱い生物であるヒトは、
一番最初に、
地球からキックアウトされる
可能性があります

Copyright Kyoko Takahashi 2017



ONE EARTH GUARDIANS

私たちは、このままの生活を続けていて、大丈夫なのか？



私たちの生活活動を続けながら、
利用している地球の資産を
ペイバックする方法を探さなければなりません

地球は大家
人類は店子

人類は一度でも地球に家賃を
支払ったことがあるでしょうか？

最も弱い生物であるヒトは、
一番最初に、
地球からキックアウトされる
可能性があります

Copyright Kyoko Takahashi 2017



私たちは、このままの生活を続けていて、大丈夫なのか？



私たちの生活活動を続けながら、
利用している地球の資産を
ペイバックする方法を探さなければなりません

自然科学・社会科学・人文学などの力を用いて
対立する価値観の融和・両立を推進する必要があります



人類の存亡を懸けて
この実現に取り組みませんか？



最も弱い生物であるヒトは、
一番最初に、
地球からキックアウトされる
可能性があります

Copyright Kyoko Takahashi 2017



ONE EARTH GUARDIANS

Q. 私たちが、将来の人類のために、
生活を変えていくとすると
何がきっかけになるでしょうか？

- 1 個人の意志
- 2 世論
- 3 政府の方針
- 4 経済的メリット
- 5 その他

- WebでGoogleを開き、Slido
へアクセスして、イベントコード
「4280341」をタイプインして、
イベント「学術フロンティア」にア
クセスしてください。

- あるいは
- QRコードを読み
込んで、イベント
にアクセス
してください。

現在Slidoは
公開して
おりません。

Q. 私たちが、将来の人類のために、
生活を変えていくとすると
何がきっかけになるでしょうか？

- 1 個人の意志
- 2 世論
- 3 政府の方針
- 4 経済的メリット
- 5 その他

高校への出前授業で
訊きました...



Q4. 私たちが、将来の人類のために、生活を変えていくとすると何がきっかけになるのでしょうか？

1 7 3

1 個人の意志



2 世論



3 政府の方針



4 経済的メリット



5 その他



3.5%ルール



**ボトムアップな活動
+
トップダウンの仕組**

Participants can vote at slido.com with code #75197



Q. 私たちが、将来の人類のために、
生活を変えていくとすると
何から始めますか？

簡単なことから...

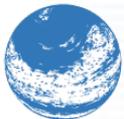


私たちにできること

- スーパーで賞味期限の残りが短いものをもって速やかに消費する
- 賞味期限や消費期限に頼らずに自分で判断できるようになる
- 少々高価でも持続可能性に配慮した食材を購入する
- 石油化学系プラスチックの使用を減らす
- 自家用車から公共交通手段に切り替える
- 生態系維持のためにマングローブ植林に対して寄付をする
- 資源の公平な分配から外れてしまっている国々や地域に行ってみる
- 夕食の食卓で家族とこのような話題について話をする
- OEGsの仲間になる

などなど. . .

「食品ロスの削減の推進に関する法律」(略称 食品ロス削減推進法)が、令和元年5月31日に令和元年法律第19号として公布



100年後の「地球」を考える One Earth Guardians（地球医）に なりませんか？



謝辭



- Late Dr. Judson J Van Wyk** *The University of North Carolina at Chapel Hill*
Late Dr. Louis E Underwood *The University of North Carolina at Chapel Hill*
Dr. Marco Conti *The University of California at San Francisco*
Dr. A Joseph D'Erole *The University of North Carolina at Chapel Hill*
Dr. David Clemmons *The University of North Carolina at Chapel Hill*
Dr. Robert Baxter *The University of Sydney, Kolling Institute*
Dr. Derek LeRoith *Mount Sinai School of Medicine*
Dr. Cunming Duan *The University of Michigan*
Dr. John Kopchick *Ohio University*
Dr. Jean-Paul Thissen *University of Louvain*
Dr. Jeffrey Pessin *Albert Einstein College of Medicine*
Dr. Girnita Leonard and Dr. Ada Girnita *Karolinska Institute*
Dr. Ignacio Torres Aleman *Instituto Cajal*
Dr. Antonino Belfiore *University of Catania*
Dr. Rosemary O'Connor *University College Cork*
Dr. Patrice Delafontaine and Dr. Yusuke Higashi *Tulane University/The University of Missouri*
Dr. Julian Weghuber *University of Applied Sciences Upper Austria School of Engineering*
Dr. Steven Boyages *The University of Sydney, Westmead Hospital*
Dr. David Flint *Strathclyde University*
Dr. Douglas Yee *University of Minnesota*
Late Dr. Leonard Kohn *Ohio University*

(continued)



Dr. Tomoichiro Asano *University of Hiroshima*

Dr. Takashi Kadowaki *The University of Tokyo*

Dr. Minoru Yoshida and **Dr. Akihiro Ito** *Riken*

Dr. Keiji Tanaka and Dr. Yasushi Saeki *The Tokyo Metropolitan Institute of Medical Sciences*

Dr. Tohru Natsume *National Institute of Advanced Industrial Sciences and Technology*

Dr. Masugi Nishihara *The University of Tokyo*

Dr. Naoyuki Kataoka *Kyoto University*

Dr. Kouske Takeda *Nagasaki University*

Dr. Takashi Umehara and Dr. Shigeyuki Yokoyama *Riken*

Dr. Jun Nakae *The Keio University*

Dr. Shiro Minami *Nippon Medical School*

Dr. Naomi Hizuka *Tokyo Women's Medical College*

Dr. Mitsutoshi Iwashita *Kyorin University*

Dr. Kohichi Suzuki *National Institute of Infectious Diseases*

Dr. Toshiaki Tanaka *Tanaka Growth Clinic*

Dr. Kouhei Miyazono *The University of Tokyo*

Dr. Susumu Kanzaki and Dr. Yuki Kawashima *Tottori University*

Dr. Kazuki Nakashima *National Institute of Livestock and Grassland Institute*

Dr. Masaya Katsumata *National Institute of Livestock and Grassland Institute*

Dr. Shigenobu Shibata *Waseda University*

Late Dr. Kenji Fujieda *Asahikawa Medical University*

(continued)



Dr. Noguchi Tadashi *Chubu University*

Dr. Hisanori Kato *The University of Tokyo*

Dr. Yutaka Miura *Tokyo Noko University*

Dr. Asako Takenaka *Meiji University*

Dr. Fumihiko Hakuno *The University of Tokyo*

Dr. Masato Masuda *Toyo University*

Dr. Taku Nedachi *Toyo University*

Dr. Miyako Ariga *Kyoritsu Women's University*

Dr. Tomohiro Kabuta *National Institute of Neuroscience*

Dr. Toshiaki Fukushima *Hiroshima University/Tokyo Institute of Technology*

Dr. Daisuke Yamanaka *The University of Tokyo*

Dr. Gen Kaneko *The University of Tokyo*

Dr. Yuka Toyoshima *Nippon Medical School*

Dr. Takafumi Miyamoto, Dr. Hisashi Shimano *Tsukuba University*

Dr. Yuichi Wakamoto *The University of Tokyo*

Dr. Yutaka Hanazono, Dr. Makoto Kuro-o, Dr. Longzhu Cui *Jichi Medical University*

Former and Present Lab members

Cell Regulation and Nutritional Biochemistry, Departments of Animal Sciences and Applied Biological Chemistry, Graduate School of Agriculture and Life Sciences, The University of Tokyo

研究サポート資金



Grant-in-Aid

Challenging Exploratory Research

Core-to-core program

Research Fellowship for Young Investigators

from the Japan Society for the Promotion of Science (JSPS)

Program for Promotion of Basic and Applied Researches for Innovations in Bio-oriented Industry

Adaptable and Seamless Technology Transfer Program through Target-driven R&D

Moonshot Agriculture, Forestry and Fisheries Research and Development Program

Chiome Bioscience Inc.

Astellas Pharma Inc.

Novo-Nordisk Pharma Ltd.

Ono Pharmaceutical Co., Ltd.

JCR Pharmaceuticals Co., Ltd., and Dainippon Sumitomo Parma Co., Ltd.

Ajinomoto Co. Inc.

Kanto Kagaku

Taisho Pharmaceutical Co., Ltd.

etc.

著作権の都合により
写真を削除しました。

IGF and Insulin System in physiology and Disease
Gordon Research Conference
March 10-15, 2019
Venture Beach Marriott, Venture, CA
Chairs: Claire Perks and Shin-Ichiro Takahashi
Vice Chairs: Wendie Cohick and Victor Han

動物細胞制御学研究室 創立25周年 REUNION (2018)

(2024.3現在：博士研究員 18人、博士課程修了 20人、修士課程修了 46人
学士課程修了 5人、外国人研究員 12人)

著作権の都合により
写真を削除しました。

著作権の都合により
写真を削除しました。

質問も、講演後に
Q&Aに
書き込んで
くださって結構です。

URL: <http://endo.ar.a.u-tokyo.ac.jp/index0.html>
(動物細胞制御でgoogle)

現在Slidoは
公開して
おりません。

今日の最後の質問（課題）： 私たちは、地球のために何ができるでしょうか？



Copyright Kyoko Takahashi 2021

- WebでGoogleを開き、**Slido**へアクセスして、イベントコード「**4280341**」をタイプインして、イベント「**学術フロンティア**」にアクセスしてください。

あるいは

- QRコードを読み込んで、イベントにアクセスしてください。

質問も、講演後に
Q&Aに
書き込んで
くださって結構です。

現在Slidoは
公開して
おりません。