

211029

研究大学コンソーシアムシンポジウム（第5回）

パラレルセッション3

「起業による社会課題解決」

野田口 理孝



名古屋大学 生物機能開発利用研究センター, 准教授
生命農学研究科, ITbM



グランドグリーン株式会社 取締役

自己紹介

野田口 理孝 のたぐちみちたか

名古屋大学 准教授

グランドグリーン株式会社 創業者・取締役



1980年、東京都生まれ。

京都大学理学部 → University of California Davis ポスドク → 名古屋大学 ポスドク →
同大学 特任助教 → 助教 → 准教授

→ グランドグリーン(株)創業 → 代表取締役 → 取締役

植物科学が専門。研究テーマは、「接ぎ木」「植物の全身性シグナル伝達」など

2014、2015年に異科接木技術と接木チップを発明、2015年にJST START採択

2016年に研究室立ち上げ、2017年に起業、2018年 現職に就任

自己紹介

アカデミア

未来の目指す姿

過去のエビデンス

現在 3年 10年 100年 ~300年

農業の歴史

科学の歴史

1万年 1000年 50年 10年

持続可能な

植物科学



農業

4億年 100万年 1万年

インダストリー

未来の目指す姿
(事業)

過去の経験

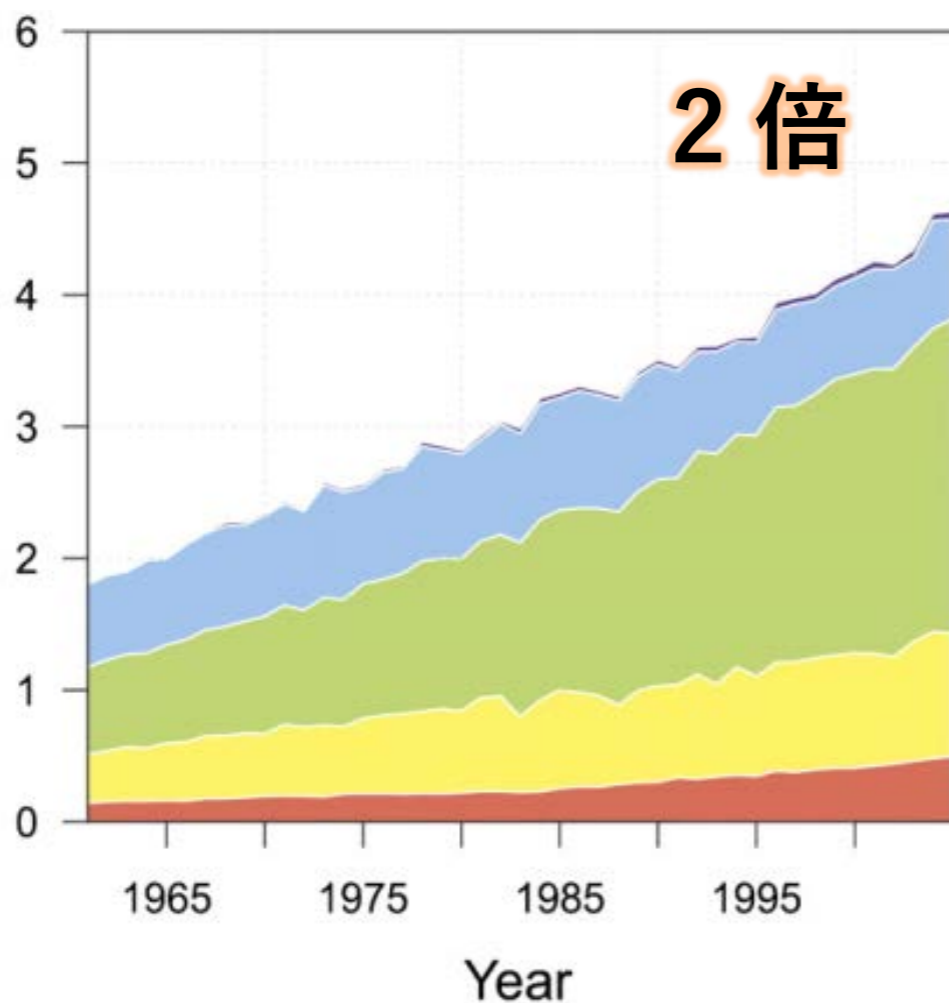
現在 3年 10年 100年

直線的成長

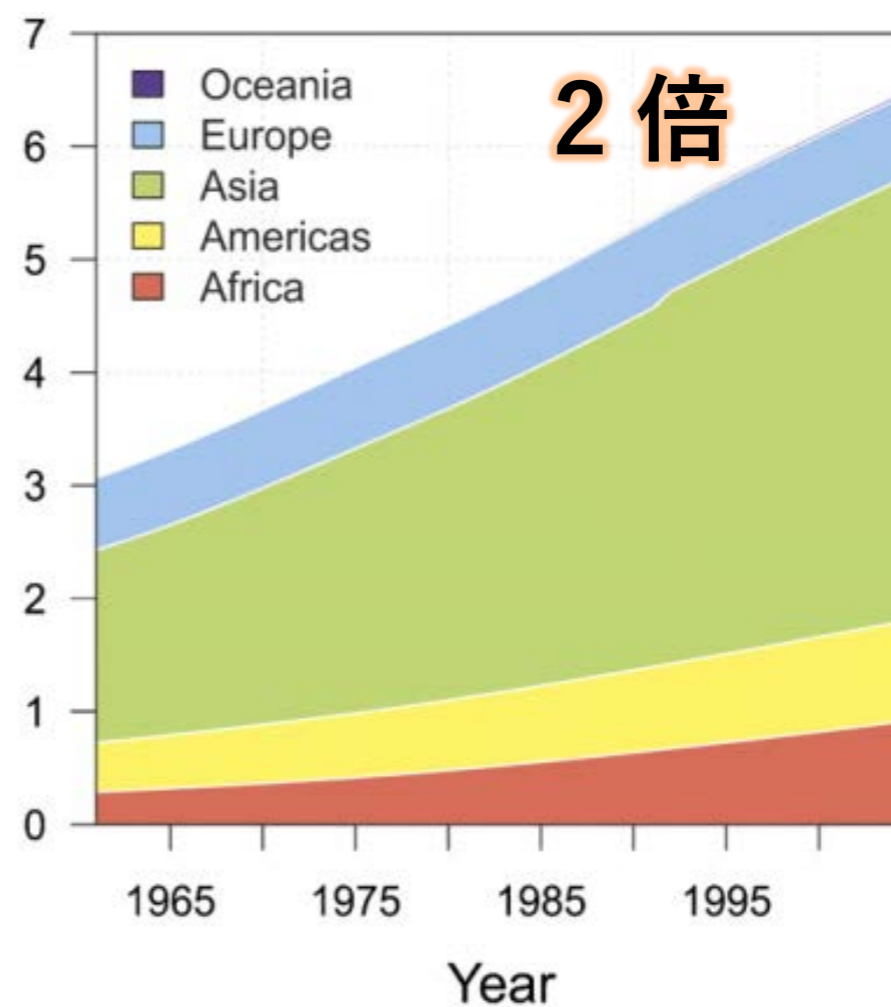
指数関数的成長 (スタートアップ)

人類と農業

作物生産 (10億トン)



人口 (10億人)



Burney et al., 2010

植物は私たちの生命と密接な関係を持つ

社会課題

地球規模の環境問題

作物生産リスク

病気

塩害

乾燥

貧栄養

ストレス土壌の拡張

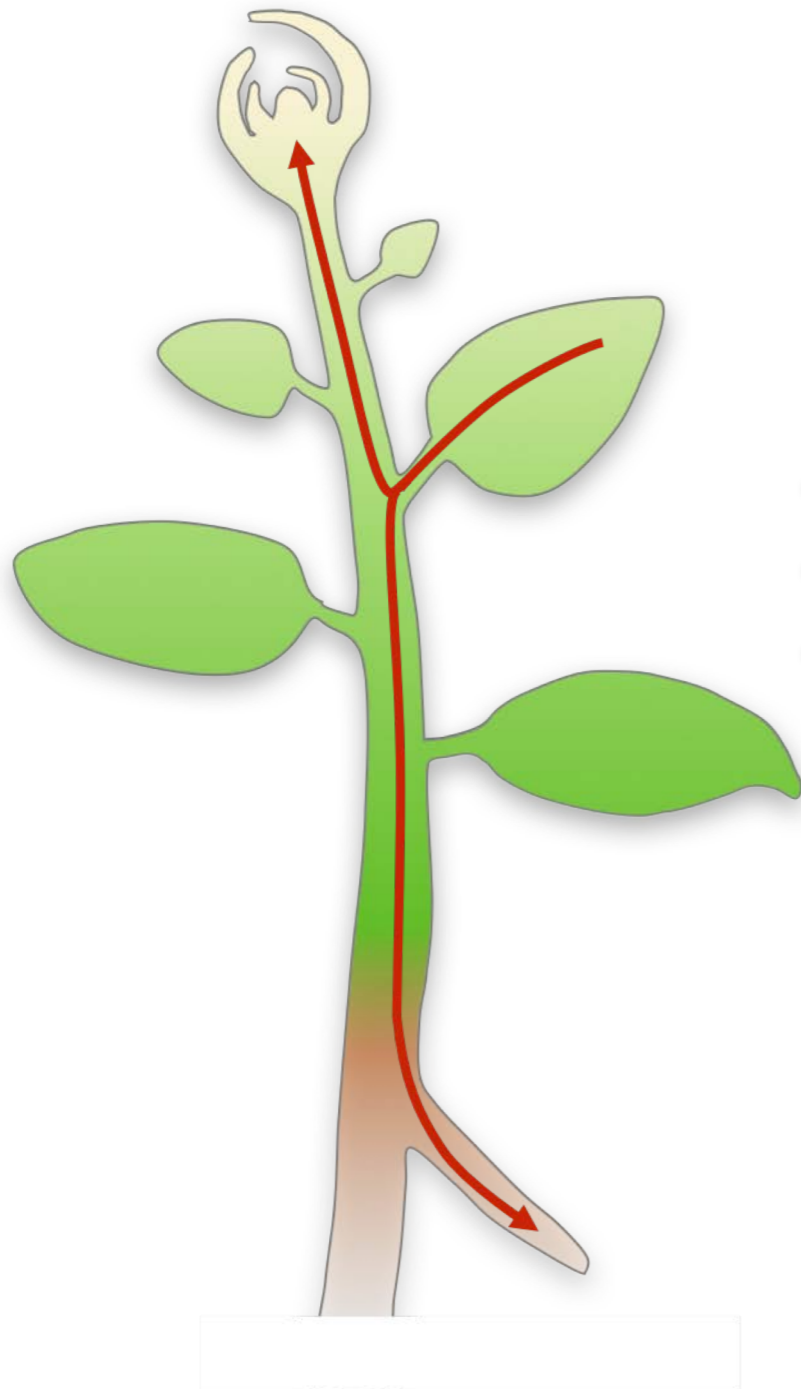
(耕作地の約4割)

高温

課題を解決する種苗を作りたい

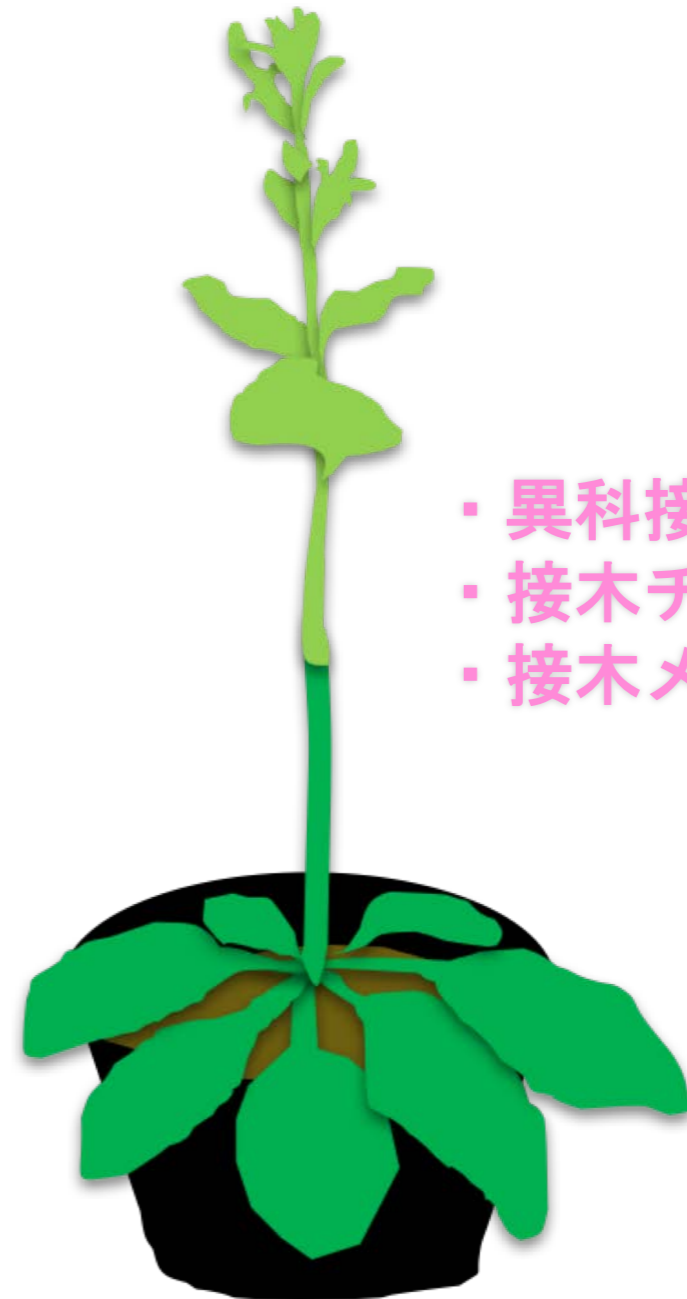
研究テーマ

植物の全身的な シグナル伝達



- mobile RNA
- mobile protein
- フロリゲン

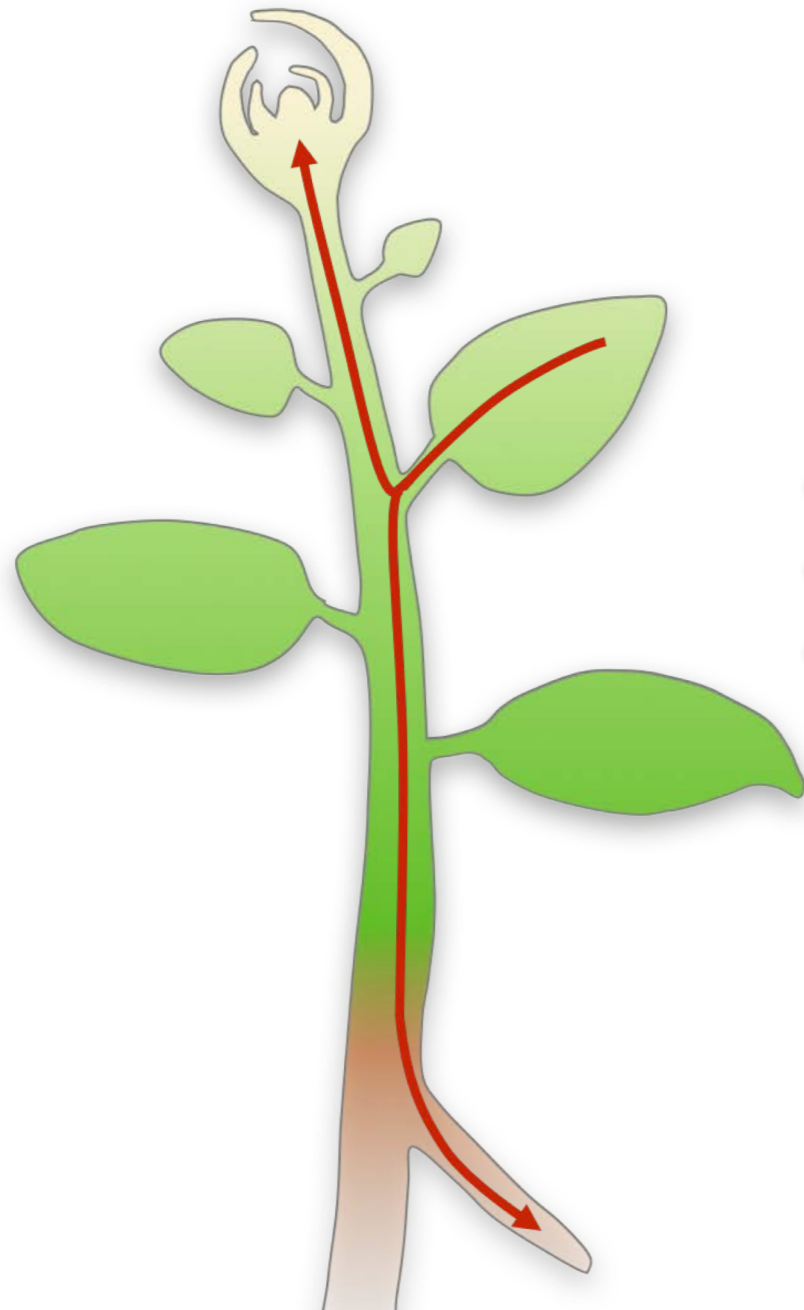
接木のメカニズム



- 異科接木
- 接木チップ
- 接木メカニズム

「追い求める研究」

植物の全身的なシグナル伝達



- mobile RNA
- mobile protein
- フロリゲン

PCP
Plant Cell Physiology

Identification of mRNAs that Move Over Long Distances Using an RNA-Seq Analysis of Arabidopsis/Nicotiana benthamiana Heterografts

Michitaka Notaguchi^{1,2,*}, Tetsuya Higashiyama^{1,2,3} and Takamasa Suzuki^{1,2,4}

¹Graduate School of Science, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, 464-8602 Japan
²ERATO Higashiyama Live-Holonic Project, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, 464-8602 Japan
³Institute of Transformative Bio-Molecules, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, 464-8602 Japan
⁴Present address: College of Bioscience and Biotechnology, Musumoto-cho, Kasuga, 479-8501 Japan

*Corresponding author. E-mail: notaguchi.michitaka@umbox.nagoya-u.ac.jp; Fax: +81-52-789-2497.
 (Received November 26, 2014; Accepted December 13, 2014)

Rapid Paper

Phloem is a conductive tissue that allocates nutrients from mature source leaves to sinks such as young developing tissues. Phloem also delivers proteins and RNA species, such as small RNAs and mRNAs. Intensive studies on plant systemic signaling revealed the essential roles of proteins and RNA species. However, many of their functions are still largely unknown, with the roles of transported mRNAs being particularly poorly understood. A major difficulty is the absence of an accurate and comprehensive list of mobile transcripts. In this study, we used a hetero-graft system with *Nicotiana benthamiana* as the recipient scion and *Arabidopsis* as the donor stock, to identify transcripts that moved long distances across the graft union. We identified 138 *Arabidopsis* transcripts as mobile mRNAs, which we collectively termed the mRNA mobilome. Reverse transcription-PCR, quantitative real-time PCR and droplet digital PCR analyses confirmed the mobility. The transcripts included potential signaling factors and, unexpectedly, more general factors. In our investigations, we found no preferred transcript length, no previously known sequence motifs in promoter or transcript sequences and no similarities between the level of the transcripts and that in the source leaves. Grafting experiments regarding the function of *ERECTA*, an identified transcript, showed that no function of the transcript mobilized. To our knowledge, this is the first report identifying transcripts that move over long distances using a hetero-graft system between different plant taxa.

Keywords: Graft • Long-distance transport • Mobile mRNA • Phloem • RNA-Seq.

Abbreviations: ddPCR, droplet digital PCR; qPCR, quantitative real-time PCR; RNA-Seq, RNA sequencing; RT-PCR, reverse transcription-PCR.

Introduction

Systemic signaling is an essential mechanism for multicellular organisms to co-ordinate body functions and act as a single living unit. In contrast to the animal nervous systems, plants lack a similar electrical network of tissues; besides, plants

frontiers
in Plant Science

published: 18 March 2015
doi: 10.3389/fpls.2015.00161

Dynamics of long-distance signaling via plant vascular tissues

Michitaka Notaguchi^{1,2,*} and Satoru Okamoto^{1,2,*}

¹Graduate School of Science, Nagoya University, Nagoya, Japan, ²ERATO Higashiyama Live-Holonic Project, Nagoya, Japan, ³Research Fellow of the Japan Society for the Promotion of Sciences, Tokyo, Japan

Plant vascular systems are constructed by specific cell wall modifications through which cells are highly specialized to make conduits for water and nutrients. Xylem vessels are formed by thickened cell walls that remain after programmed cell death, and serve as water conduits from the root to the shoot. In contrast, phloem tissues consist of a complex of living cells, including sieve tube elements and their neighboring companion cells, and translocate photosynthetic assimilates from mature leaves to developing young tissues. Intensive studies on the content of vascular flow fluids have unveiled that plant vascular tissues transport various types of gene product, and the transport of some provides the

OPEN ACCESS

Edited by:

Masaru Fujimoto,

The University of Tokyo, Japan

Reviewed by:

Koh Aoki,

Osaka Prefecture University, Japan

Shinzo Saito,

University of Tsukuba, Japan

*Correspondence:

Michitaka Notaguchi and

Satoru Okamoto,

Graduate School of Science, Nagoya

University, Furo-cho, Chikusa-ku,

Nagoya 464-8602, Japan

notaguchi.michitaka@umbox.nagoya-

u.ac.jp;

okamoto.satoru@umbox.nagoya-

u.ac.jp

Specialty section:

This article was submitted to Plant

Physiology, a section of the journal

Frontiers in Plant Science

Received: 01 January 2015

Accepted: 01 March 2015

Published: 18 March 2015

Citation:

Notaguchi M and Okamoto S (2015)

Dynamics of long-distance signaling

via plant vascular tissues.

Front. Plant Sci. 6:161.

doi: 10.3389/fpls.2015.00161

Frontiers in Plant Science | www.frontiersin.org

Plant Cell Physiol. 49(11): 1645-1658 (2008)

doi:10.1093/pcp/pcp0154, available online at www.pcp.oxfordjournals.org

© The Author 2008. Published by Oxford University Press on behalf of Japanese Society of Plant Physiologists.

All rights reserved. For permissions, please email: journals.permissions@oxfordjournals.org

Rapid paper

Long-Distance, Graft-Transmissible Action of *Arabidopsis* FLOWERING LOCUS T Protein to Promote Flowering

Michitaka Notaguchi^{1,5}, Mitsutomo Abe^{2,5}, Takahiro Kimura¹, Yasufumi Daimon², Toshinori Kobayashi², Ayako Yamaguchi^{2,4}, Yuki Tomita², Koji Dohi³, Masashi Mori³ and Takashi Araki^{2,6*}

¹Department of Botany, Graduate School of Science, Kyoto University, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8502 Japan

²Division of Integrated Life Science, Graduate School of Biotechnology, Kyoto University, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8501 Japan

³Research Institute of Agricultural Resources, Ishikawa Prefectural University, Nonaka-cho, Ishikawa, 921-8536 Japan

Introduction

Day length perceived by a leaf is a major environmental factor that controls the timing of flowering. It has been believed that a mobile, long-distance signal called florigen is produced in the leaf under inductive day length conditions, and is transported to the shoot apex, where it triggers floral morphogenesis. Grafting experiments have shown that florigen is transmissible from a donor plant that has been subjected to inductive day length to an uninduced recipient plant. However, the nature of florigen has long remained elusive. *Arabidopsis* FLOWERING LOCUS T (*FT*) is expressed in cotyledons and leaves in response to inductive long days (LDs). FT protein, with a basic region/leucine zipper (bZIP) transcription factor FD, acts in the shoot apex to induce target meristem identity genes such as *APETALA1* (*AP1*) and initiates floral morphogenesis. Recent studies have provided evidence that the FT protein in *Arabidopsis* and corresponding proteins in other species are an important part of florigen. Our work shows that the FT activity, either from overexpressing or inducible transgenes or from the endogenous gene, to promote flowering is transmissible through a graft junction, and that an FT protein with a T7 tag is transported from a donor scion to the apical region of recipient stock plants and becomes detectable within a day or two. The sequence and structure of mRNA are not of critical importance for the long-distance action of the FT gene. These observations led to the conclusion that the FT protein, but not mRNA, is the essential component of florigen.

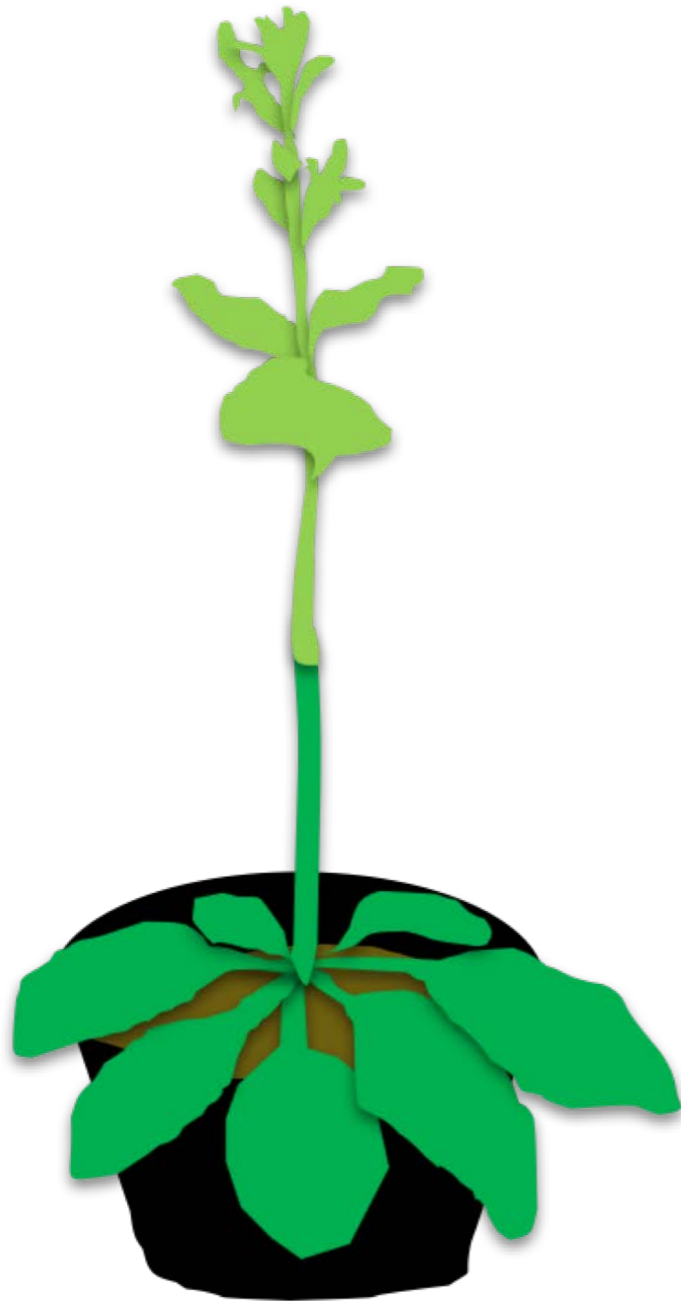
Keywords: *Arabidopsis* — Flowering — Florigen — FT — Graft — Long-distance signal.

Abbreviations: bZIP, basic region/leucine zipper; CBB, Coomassie brilliant blue; CL, continuous light; EGFP, enhanced green fluorescent protein; FT, FLOWERING LOCUS T; GFP, green fluorescent protein;

⁵Present address: Department of Biology, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA 19104, USA
⁶These authors contributed equally to this work.
 *Corresponding author. E-mail: taraki@lifkyoto-u.ac.jp; Fax: +81-75-753-6470.

「出会う研究」

接木に関する研究



新しい展開へ...

異科接木法

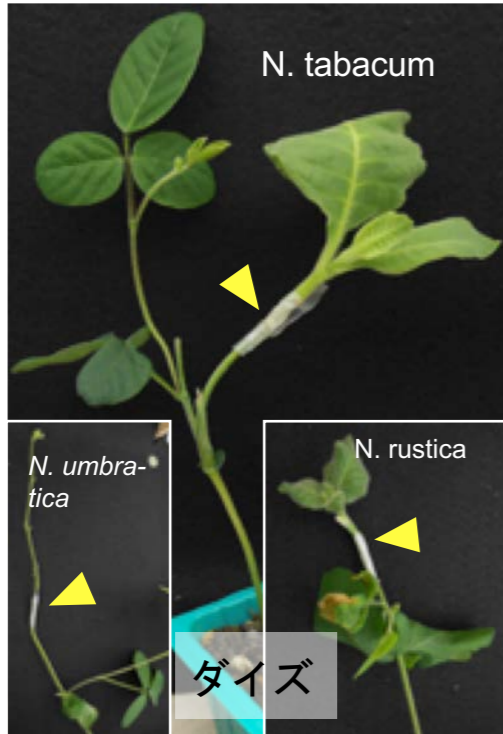
タバコ属は広範な植物と接木できることを発見

主要な野菜類

マメ科

アブラナ科

ウリ科

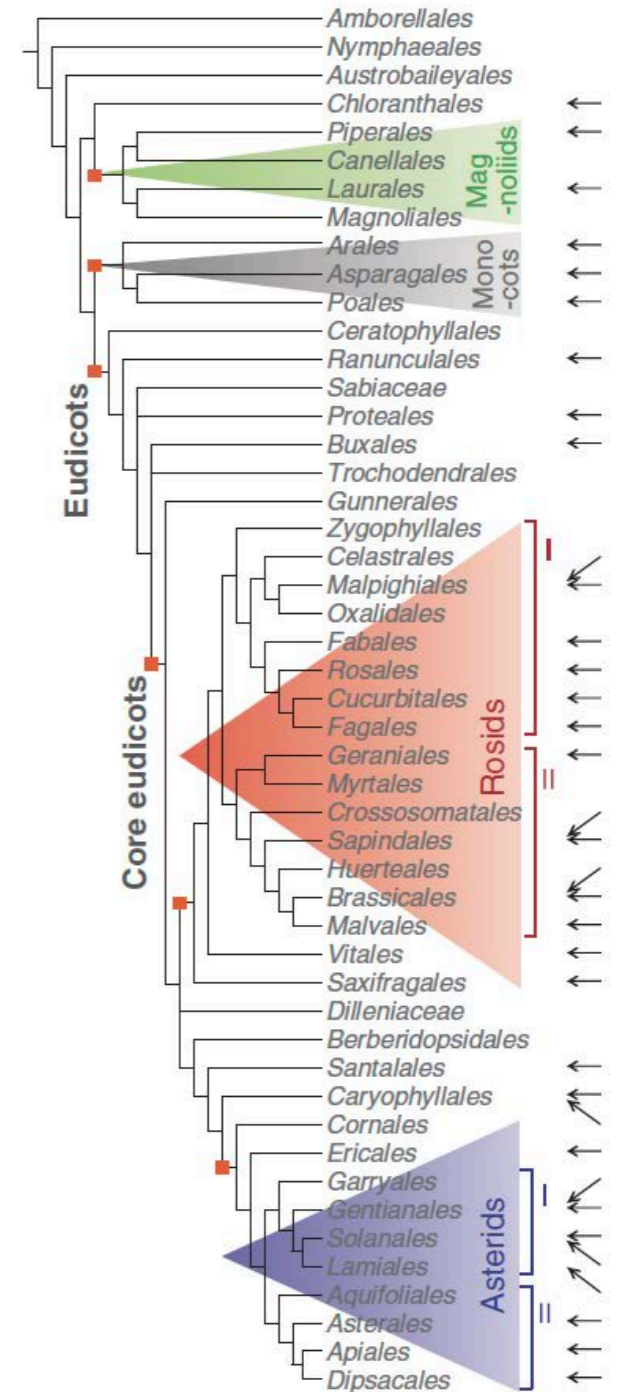


穀物・果樹



←これまでに接木が成立

被子植物の分類表



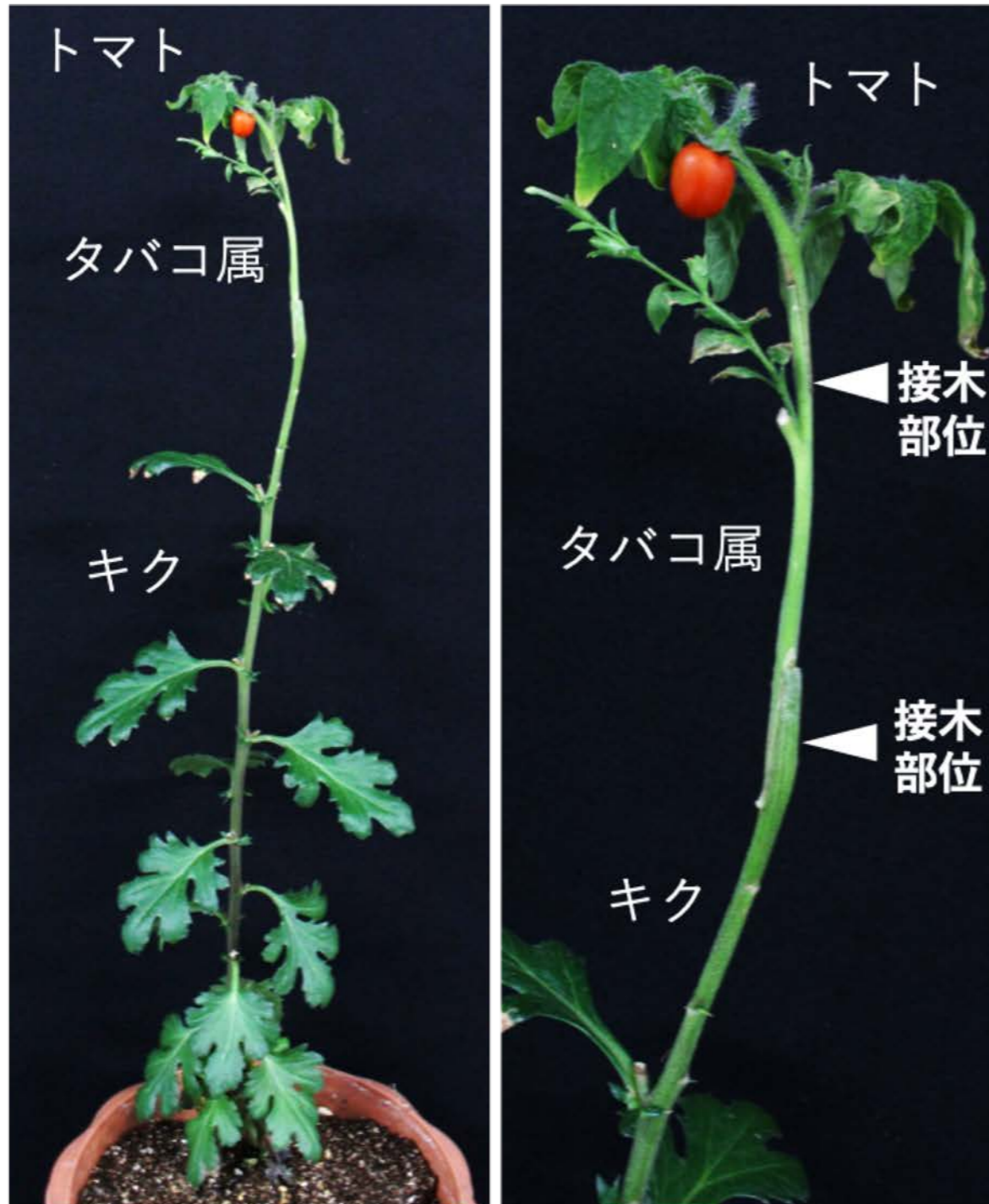
異花接木



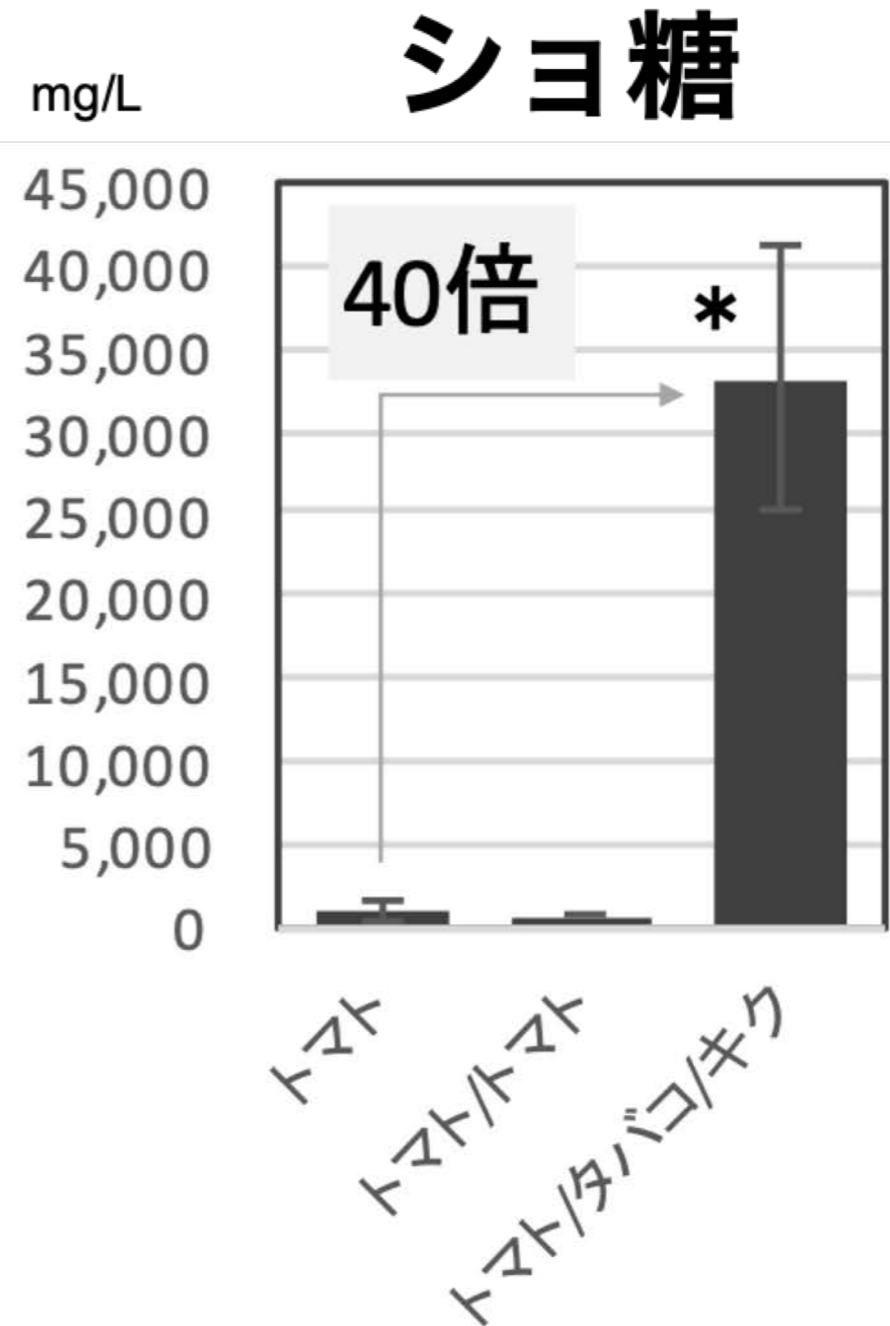
異科接木



キクの上にトマト！？

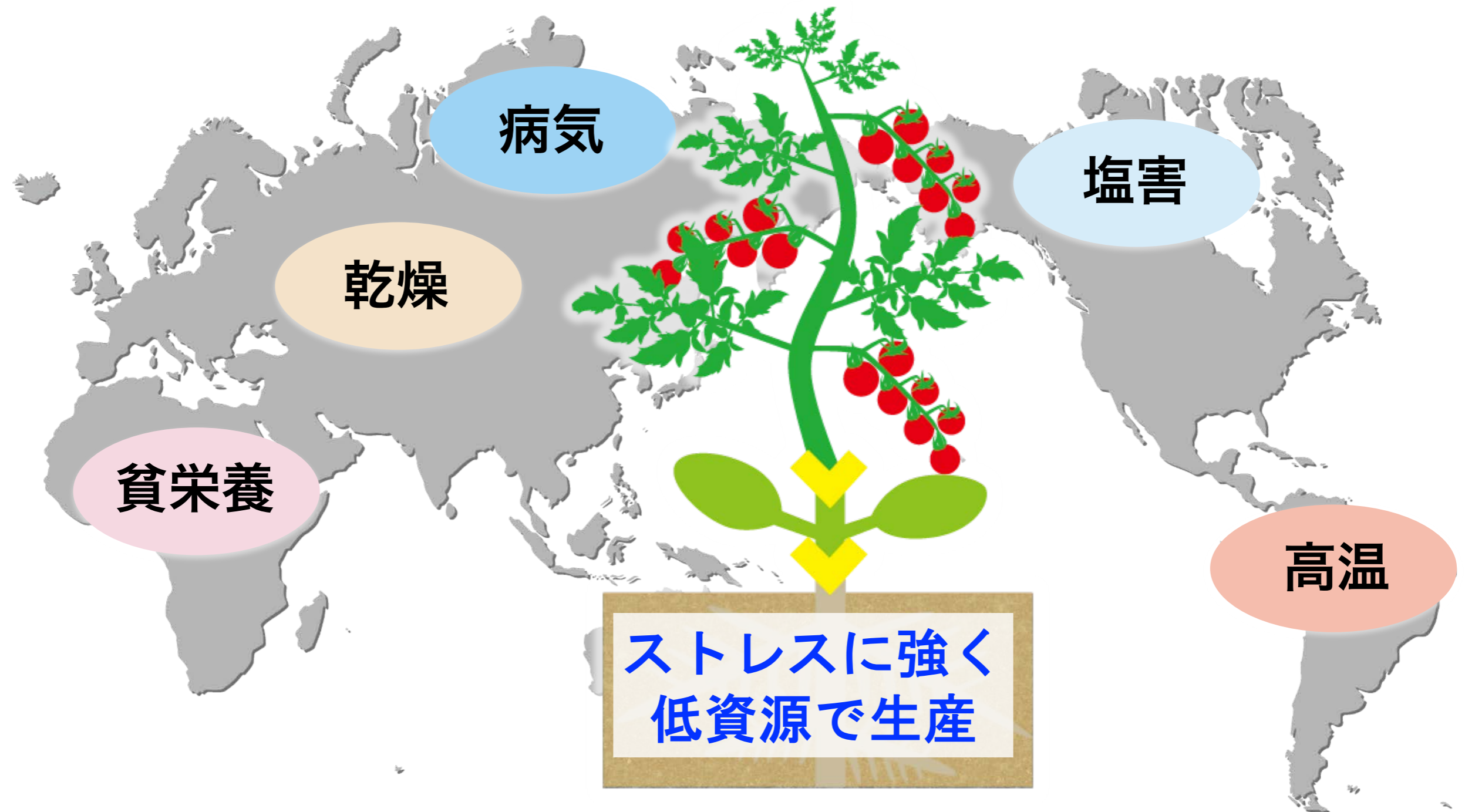


ストレス強耐性の根 (キク)



未来の持続可能な社会に向けて

ストレス土壌の再活用で
未来の食の安全を確保



会社設立の経緯

STARTの支援を受け、研究・事業を立ち上げてきた

2015年

2016年

2017年

4月7日設立



START

事業プロモーター (VC)

資金

目利き

連携

名古屋大学



野田口助教
取締役



丹羽
代表取締役
当初は研究チームの
一員として参画

参画

参画

経営チーム
組成

起業

シーズ

PJT
開始

研究開発・知財化



名古屋大学発
ベンチャー

いつ起業するのか？

理想：

事業の準備ができたタイミングで起業する
(ヒト・事業を進める技術・資金調達計画)

グランドグリーンの場合：

特許の各国移行のタイミング
(ただし、初期は雇用を発生させなかった)

誰と起業するのか？ -経営者

理想：

事業の立上げ経験があり、
アグリ分野にネットワークや知見がある人材をリクルート

グランドグリーンの実際：

協力者のネットワークを中心に起業前後で精力的に探索
候補は複数名挙げたものの、最終的に参画に至らず

-アグリ分野の難しさ

-研究者並みに技術を理解できる人は「存在しない」

-スタートアップに参画してくれるか？という問題も

研究者だった野田口・丹羽が代表に、サポートを専門家で固める
(知財、法務、財務、事業開発、試作、業界、、、)

研究者が経営感覚を身につけるのも
1つの回答ではないか？

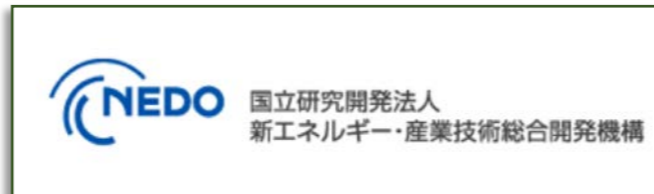
誰から資金調達するのか？

複数の資金調達先から支援いただいている

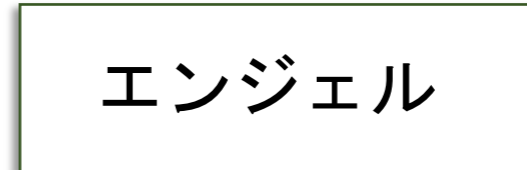
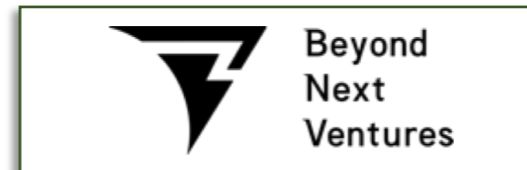
資本性ローン



助成金



出資



共同開発費

事業会社との
共同研究

起業





GRA & GREEN

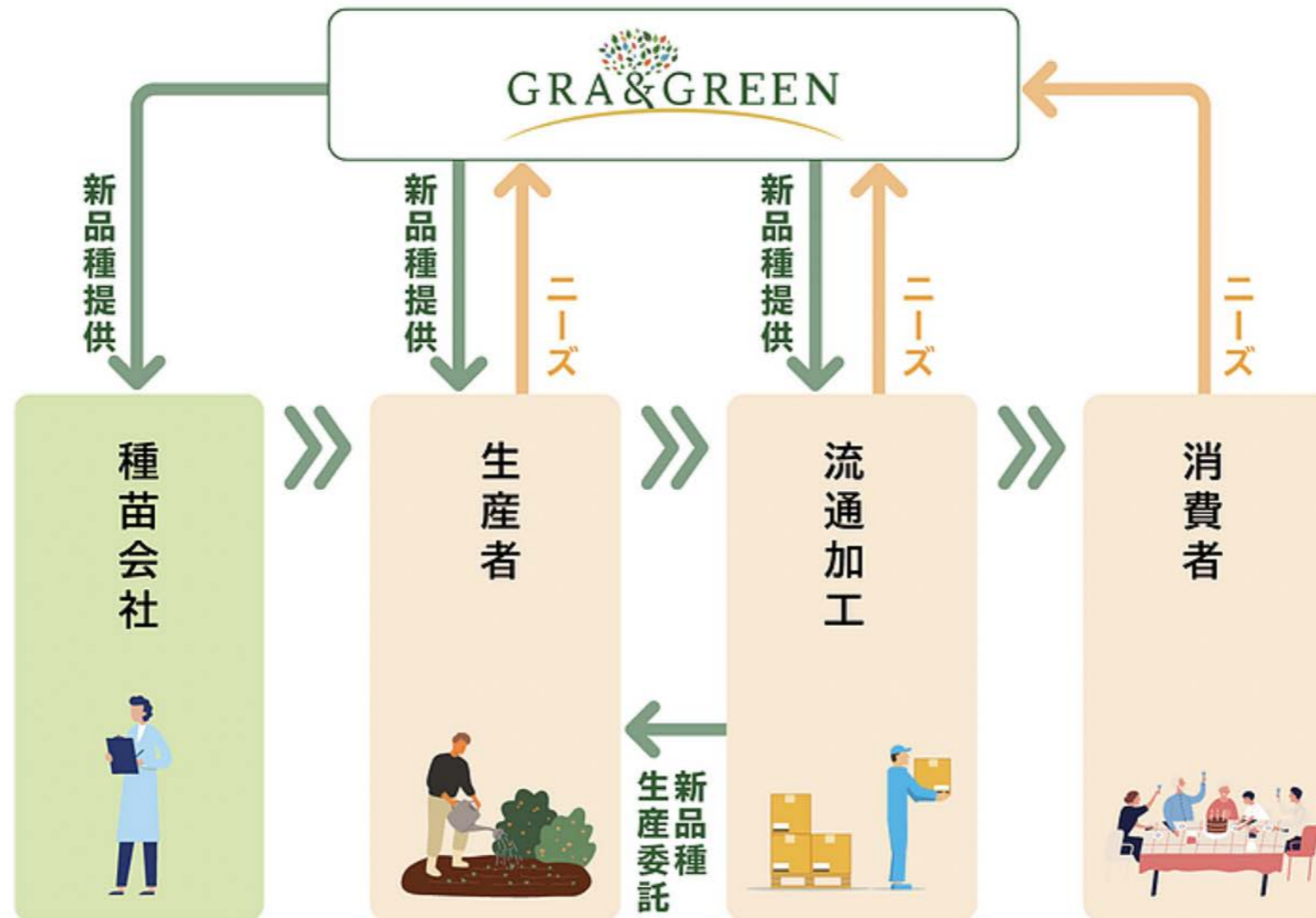
グラントグリーン株式会社
事業紹介資料



ミッション

先端のテクノロジーで植物のポテンシャルを最大限引き出し、
世界を幸せにします。

迅速な種苗開発 × オープンイノベーション = バリューチェーンを俯瞰した
新たな農業・食産業



業界のペイン

従来の種苗分野における課題

- ・ 交配育種を基盤とした**種苗開発には5-10年の時間**がかかり、新たなニーズや嗜好の多様化に対応できない。
- ・ 天然に存在する遺伝資源のみ利用可能であり、似たような品種が主流となり多様性が失われている。
- ・ 閉鎖的な開発環境のもと、生産者、加工流通業者、消費者などの多様なニーズに応えられていない。

グランドグリーン

種苗を起点とした農食分野の新たなプラットフォーム

迅速に資源創出

接ぎ木苗 ゲノム編集



ゲノム編集作物の実用化における課題

1. 導入技術が成熟しておらず、活用できる作物品種がごく一部に限られる。

品種 A
編集可能



品種 B
編集不能



2. ゲノム編集ツールの特許・権利関係が複雑。

3. どの遺伝子をゲノム編集すればいい？

ソリューション
を提供

コア技術 -ゲノム編集

①汎用的デリバリー技術

- ・非遺伝子組換え
- ・市販品種に適用可能

②オリジナル ゲノム編集ツール

- ・ライセンス取得済み
- ・高効率化済み

③ゲノミクス

- ・次世代シーケンサー
- ・データ解析
- ・標的遺伝子を特定

ワンストップでゲノム編集品種の設計から作出まで、多様な作物・品種で可能

ご清聴ありがとうございました