

SIP「次世代農林水産業創造技術」 ゲノム編集育種の研究進捗

筑波大学 生命環境系 教授

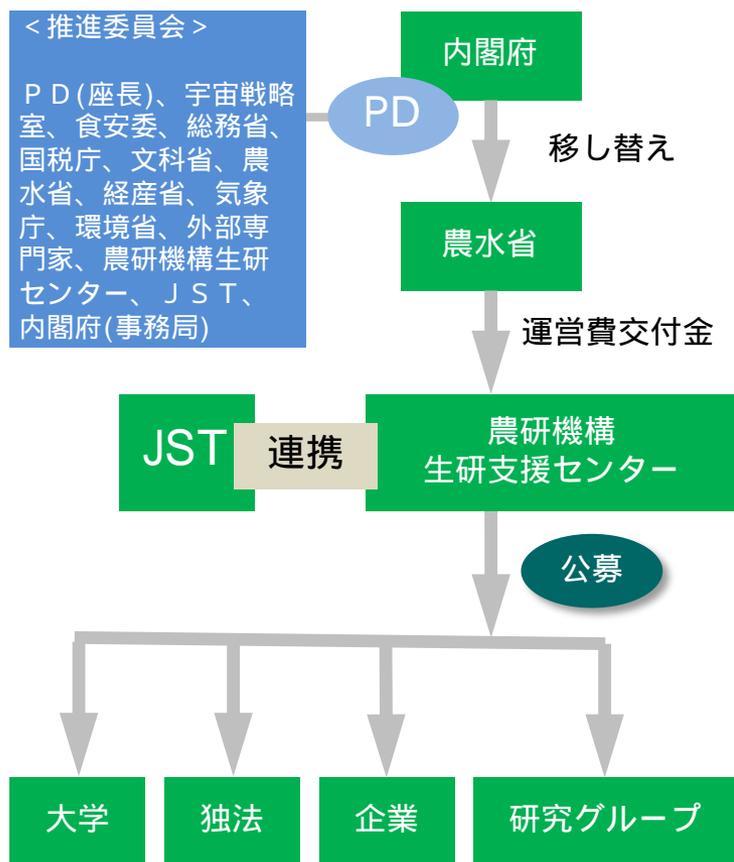
つくば機能植物イノベーションセンター センター長

江面 浩

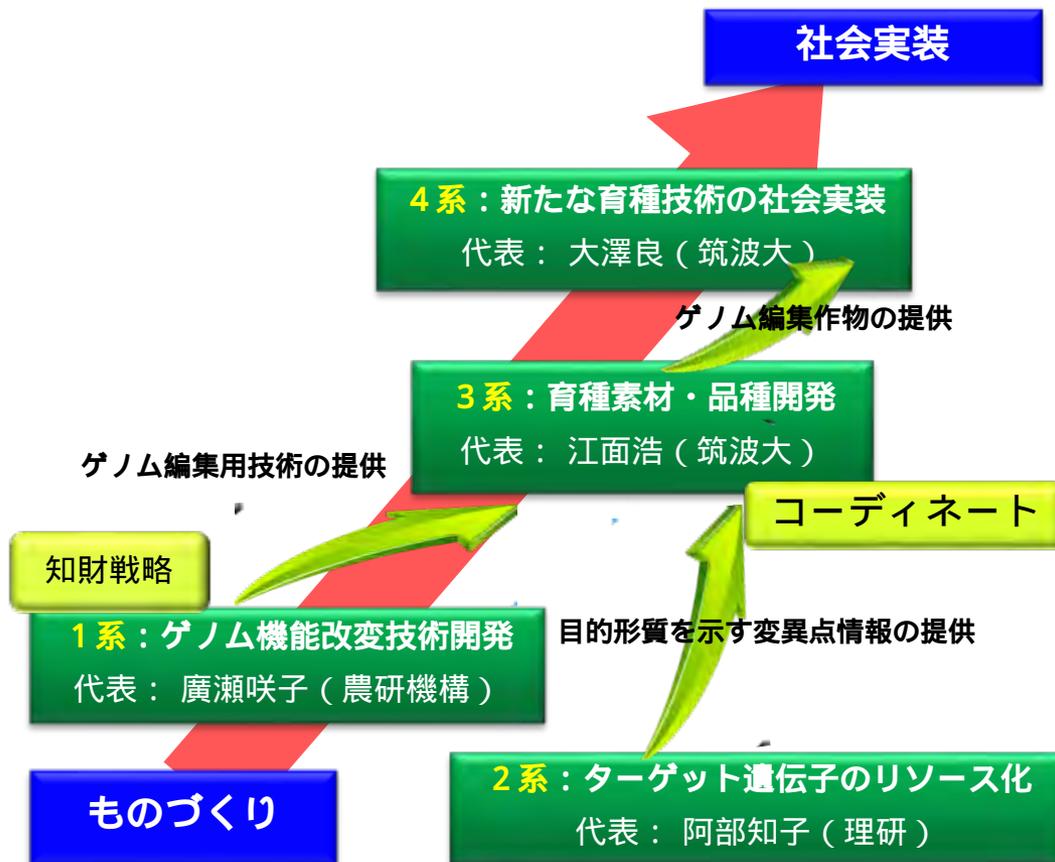
SIP農業「新たな育種体系の確立」推進体制

- 現在、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）の枠組みの下、大学や他府省研究機関の協力を得て、国産ゲノム編集技術等の開発（1系）、ターゲット遺伝子のリソース化（2系）、画期的な新品種の開発（3系）、社会受容を促進するためのアウトリーチ活動等（4系）を推進中

SIP / 次世代農林水産業創造技術研究推進体制



SIP / 「新たな育種技術体系の確立」研究推進体制



生産性を大幅に高める超多収米の作出

- 生産性向上のため、ゲノム編集による改良（籾数、粒の大きさ、糖の転流効率）等を進め、**超多収系統（従来収量限界を超える1.2t/10aの収量ポテンシャル）**の開発を目指す。
- 籾数、粒の大きさに関する改良をしたイネについては、文部科学省・環境省による承認を得て**隔離圃場での試験栽培を開始（実施期間：平成29年5月～平成34年3月）**。籾数や粒の大きさが増加しているか等の確認を実施。



インディカ種の形質を取り入れた有用系統を原品種として使用（1トン/10a）



籾数に関する遺伝子

ゲノム編集



粒の大きさに関する遺伝子

田植えから120日経過の生育状況



隔離圃場栽培試験

（つくば市・農研機構）

生産性の飛躍的向上、飼料自給や輸出拡大

海外市場を目指した画期的なトマト品種の作出

- 海外市場の開拓等をめざし、**輸送性（日持ち性）**に優れた品種や、**省力栽培（無受粉）**が可能な品種、**世界最高品質（高糖度・機能性）**のトマト品種を開発

突然変異体から有用遺伝子特定

ゲノム編集

1. 高日持ち性



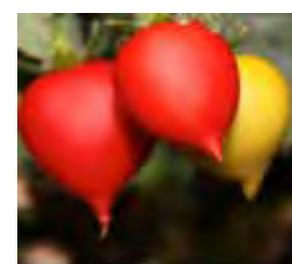
上：通常
下：日持ち性関与遺伝子変異

2. 無受粉でも結実



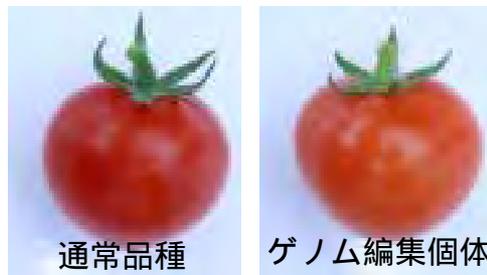
左：通常品種
右：単為結実遺伝子変異

3. 高糖度



高糖度系統（糖度10%）

高日持ち性トマト



通常品種

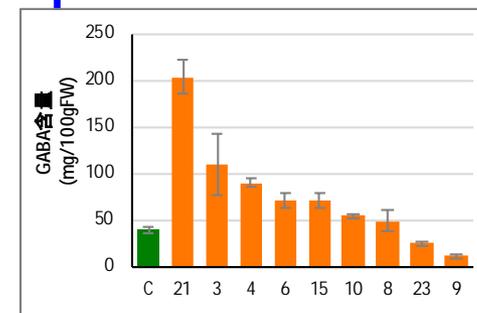
ゲノム編集個体

(Shimatani et al., 2016, Nat Biotechnol.)

単為結実性トマト



GABA高蓄積トマ

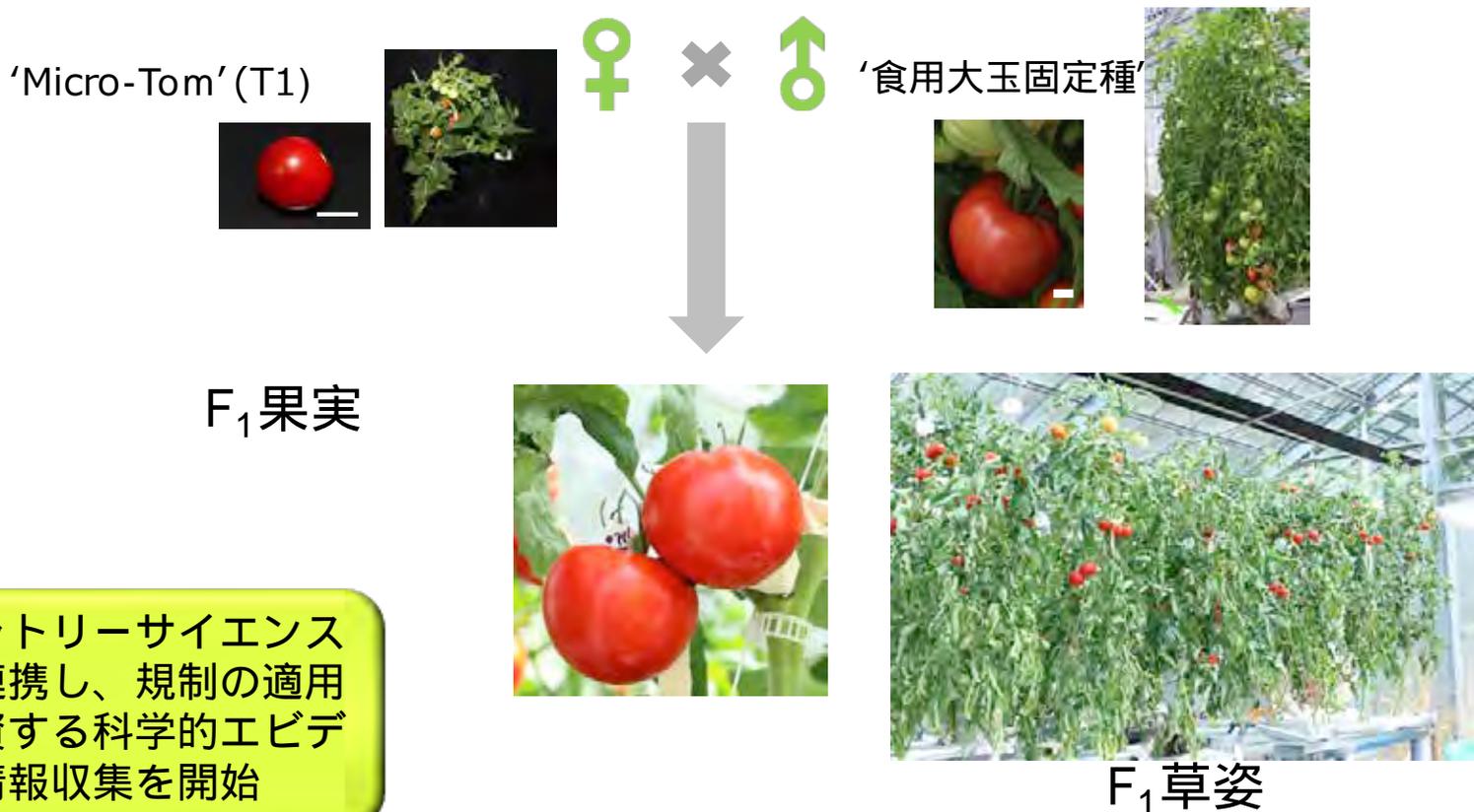


(Nonaka et al., 2017, Sci.Rep.)

国内における需要創出、海外輸出

事例構築：高GABAトマトの社会実装に向けた取組の状況

- 宿主トマトの品種：Micro-TomへCRISPR/Cas9システムを形質転換し、変異を導入し、T1世代でCRISPR/Cas9を検出しない系統と食用大玉固定種を交雑しF1を得て、科学データの取得中
- Crispr/Cas9の特許許諾交渉中、及び連携企業と許諾後の具体戦略策定中



規制当局の検討に資する取組の状況 —非意図的変異について—

変異密度 =
リファレンスに対する変異数/kb



従来の突然変異および自然突然変異とゲノム編集技術により作出された変異数の調査



新しい育種技術 (= CRISPR/Cas9) に生じる目的外変異発生について、従来の育種技術と比較しながら把握できるようにする

植物育種において、非意図的変異が憂慮すべき事象であるかも含めて検討が必要

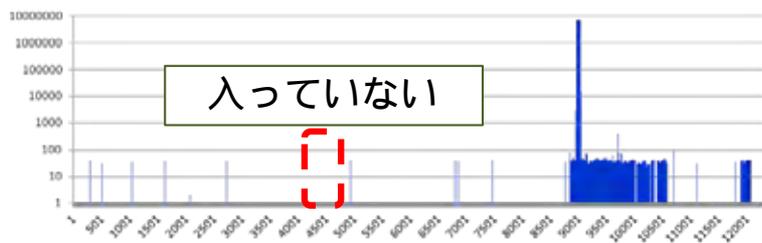
規制当局の検討に資する取組の状況 — 外来遺伝子がないことの証明について —

遺伝子組換え技術を利用しているが、
育成された作物は交配により外来遺伝子配列を取り除くことができる
導入遺伝子の残存性確認方法の標準化が必要

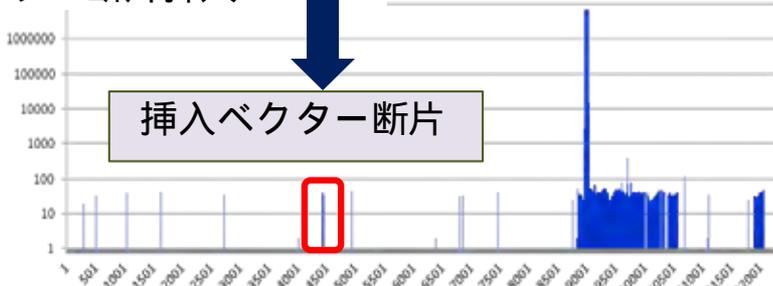
次世代シーケンス利用

全ゲノムのNGS配列情報から
Kmerのマッチングによるベクター配列に
マッチするNGS配列を検出

コントロール



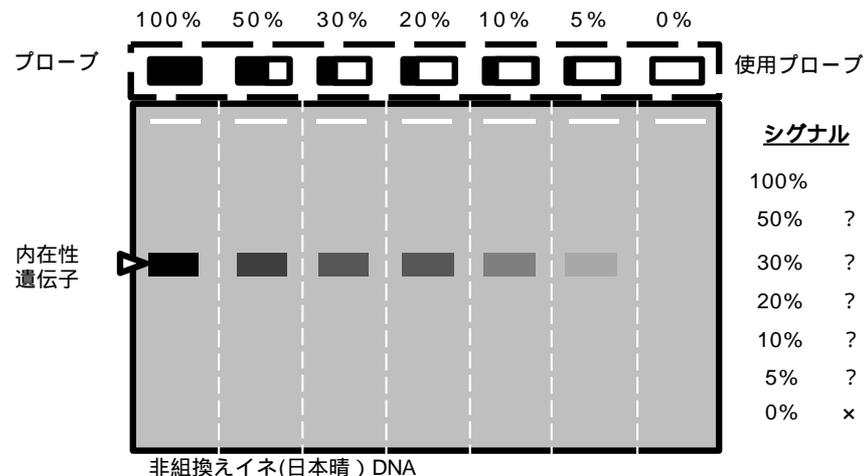
ベクター断片挿入



サザンプロット解析法

プローブを短くすることにより検出可能な限界を検証

シングルコピーの内在性遺伝子由来配列 . . . ■■■■
ダミー配列 □□□□



これらの方法の検出限界についての科学的知見を規制当局へ提供

今後の課題：ゲノム編集技術の利用に関するルールの明確化

環境影響の考え方

- | 外来遺伝子の残存リスクはあるのか？
- | 従来育種の経験のない新規形質をターゲットにしたか？
- | 新規形質の環境影響はあるのか？

ゲノム編集によって開発された品種は、従来の育種法で生産された品種と最終産物として区別できないのであれば、特殊な規制をするべきではない。

規制ルール策定の考え方

- | 規制は進歩する科学技術を正しく活かして有効に利用する最善の道を見出すためのものでなければならない
- | 日本のように国としてゲノム編集作物研究を推進し、規制に関して科学的に対応している国はなく、日本の研究動向は国際的に注目されているであろう。
- | ゲノム編集技術の活用を検討している企業等はルールの明確化を期待。

今後の課題 : 社会受容の進め方

ゲノム編集技術の社会調査に基づく産業界への出口検討・マーケティング

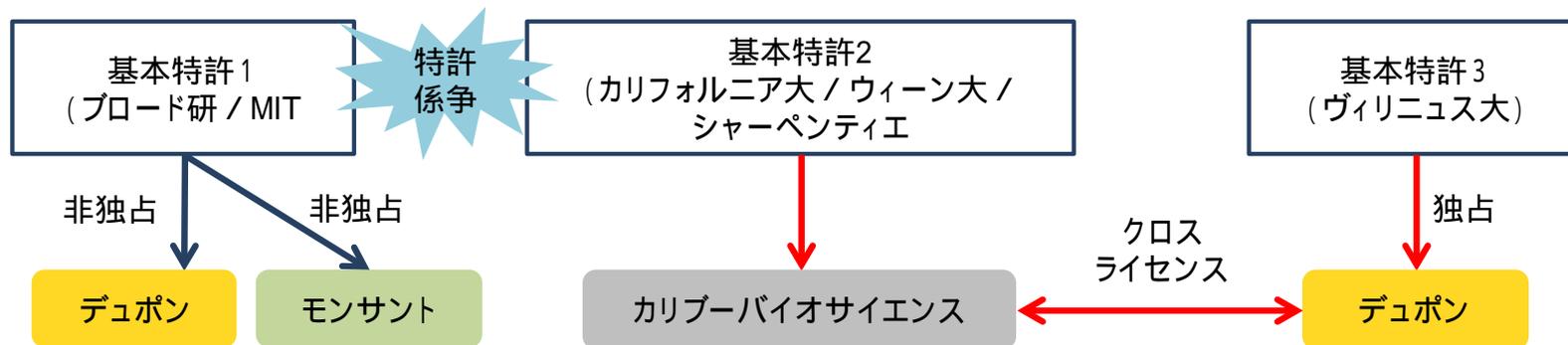
- ρ 消費者に対するベネフィット認知研究により、実際の作物を用いて、マーケティング戦略を立てる
- ρ SIP等において作出されたゲノム編集作物を、民間企業と共同し社会実装を行う
- ρ 規制当局への承認の制度化

実践的サイエンス・コミュニケーション手法の確立とコンテンツ開発およびその効果の検証

- ρ レギュラトリー・データ等に基づくリスク・コミュニケーションの展開サイエンスカフェコーディネーター養成とコミュニケーションの加速化
- ρ 食への信頼感の熟成
 - 情報開示組織の連携
 - 研究開発段階からの積極的なコミュニケーションの実施
 - 研究者によるアウトリーチ活動の強化 等

今後の課題：ゲノム編集技術の活用に資する知財戦略

ゲノム編集技術に関する知財の状況把握（現行SIP） （Crispr/Cas9について 知財管理2017年4月号より）



研究段階：

- 非営利機関はこの研究におけるゲノム編集技術の利用については制限はされない
- 営利機関は自ら特許権者等からライセンスを取得するか、正規リサーチライセンスを受けている企業を利用することが考えられる

産業応用段階：

- CRISPR-Cas9については、いまだ基本特許について訴訟中
- 農業分野においてCRISPR-Cas9の実施権の獲得で先行しているデュポン社は、今後、ライセンス交渉の主要窓口となることが予想される

社会実装のための具体的知財戦略戦略とその実行事例構築

先行の基盤的知財の活用

国産技術の開発と基盤的知財との連携

知財戦略の実行事例構築とそのための産官学連携拠点の整備