

トマトの未来を考える

～筑波大学におけるトマト研究最前線～

筑波大学生命環境系
蔬菜花卉研究グループ
福田直也

「トマトのあるところに料理下手はいない」？



ポルトガル料理

イスラエルの市場にて



いろんな種類のトマト



食べてみたい！／栽培してみたい！

トマトとは？

- ・やっぱり楽に作れるトマトがあるといいよね……交配作業大変だし、収穫も楽な方がいい
- ・棚保ちするトマトがあるといいね。できれば収穫してから一週間くらい新鮮なままで…
- ・いろんな形や色を楽しみたい。
- ・健康に少しでも役立つものがたくさん含まれているといいよね。
- ・自分好みの味があるトマトってあるのかなあ？

消費者や生産者の、多様化する要望に応えられるトマトをどう供給する？

育種的アプローチ(新品種)

交配による新しい形質をもった品種を育成

原種

突然変異

ゲノム

オランダ(ワーゲニンゲン大学)



National Bio-resource Project (NBRP) データベース「TOMATOMA」



TOMATOMA

Tomato Mutants Archive

[概要](#) | [更新情報](#) | [ご意見・ご要望](#)

Quick Search

Search

[Japanese](#) | [English](#)

[Home](#) > [閲覧](#) · [Tomato Mutants Archive](#)

DB Contents

[概要](#)

[系統 \(閲覧・検索\)](#)

[Phenotype](#)

[Plant Ontology](#)

[分譲依頼方法](#)

[ダウンロード](#)

[配布料金表](#)

その他

[論文情報登録](#)

[関連サイト](#)

Last updated: June.

14, 2011

(Ver 1.4.17)



系統リスト

※カラムヘッダをクリックすると、ソートされます

827 Hits [First](#) [Previous](#) 1-25 [26-50](#) [51-75](#) [76-100](#) [Next](#) [Last](#) [All](#)

※1セット当たりの種子数は変異系統で3~15粒、野生種・栽培種で30粒です。

Org. code	Strain Id	Strain Type	Growth Stage : Phenotype	Photo	Request(Set)
tkb	TOMJPE0018	EMS処理由来個別変異体	・果実 : 果実の形態-その他の変な形		To order 1
tkb	TOMJPE0034	EMS処理由来個別変異体	・葉の形成 : 葉の形態-その他の形態		To order 1
tkb	TOMJPE0039	EMS処理由来個別変異体	・果実 : 果実の形態-その他の変な形		To order 1
tkb	TOMJPE0046	EMS処理由来個別変異体			To order 1
tkb	TOMJPE0049	EMS処理由来個別変異体	・ - : 植物の性向-節間の長さ		To order 1

果実の棚保ちの良い品種

～エチレン感受性変異体系統を利用した長期保存可能な
トマト品種の開発～

果実成熟表現型変異体

Sletr1 mutant alleles

野生型

Sletr1-2

Sletr1-1



20 28 36 43 50 60

開花後日数

開花後50日



WT

Sletr1-2

Sletr1-1

Nr

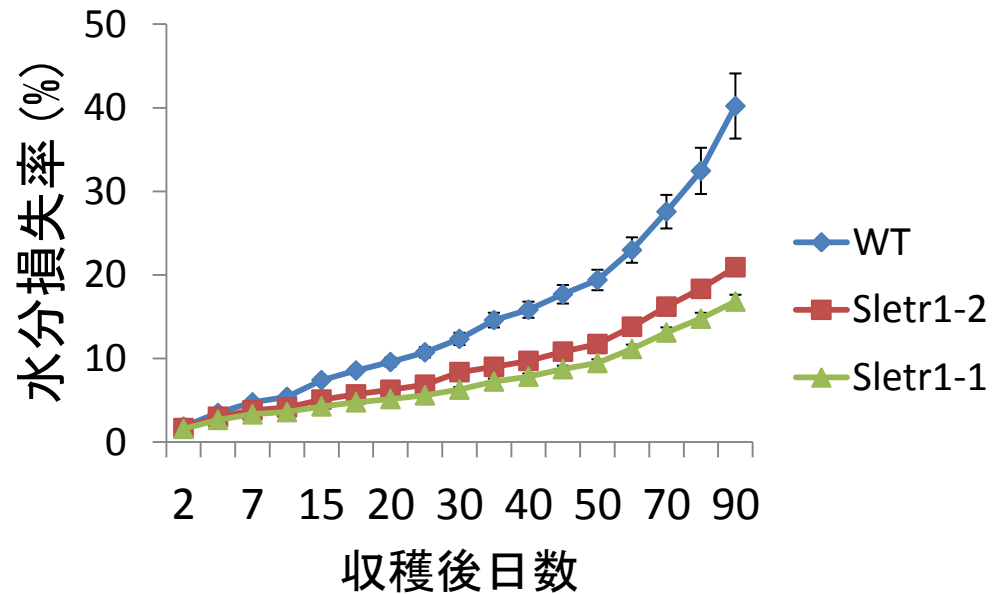
Sletr1-1 (P51L)

Sletr1-2 (V69D)

SIETR1



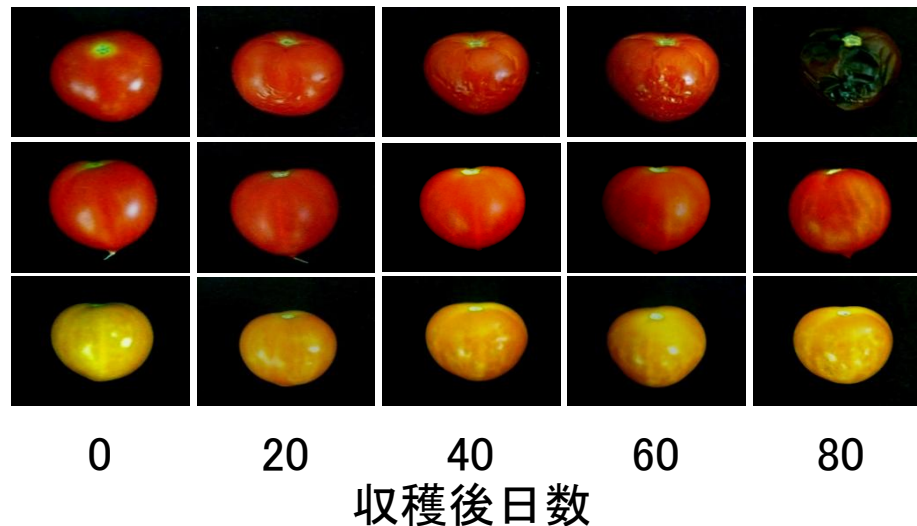
Sletr1 変異体果実の貯蔵中水分損失量の変化と果実の様子



野生型 (WT)

Sletr1-2

Sletr1-1



S/etr 変異体との交雑系統

MM × *etr1-1*

MM × *etr1-2*

MM × WT



収穫後日数

交配しなくても果実が実るトマト

～単為結果性変異体トマトの作出～

単為結果性を備えた突然変異体の選抜

IAA9: 5 mutants
DELLA: 24 mutants
ARF4: 14 mutants
PIN4: 12 mutants
TAP3: 3 mutants
CHLS1: 4 mutants
CHLS2: 4 mutants

66個の単為結果性変異
体を発見

g5970



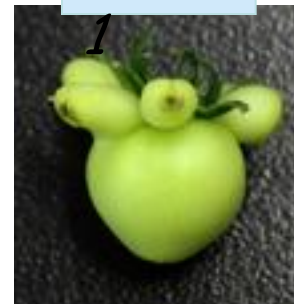
E300



E8986



E782



g3104



g2547



g1430



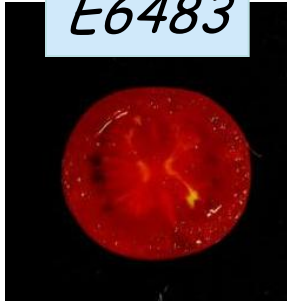
E7255



W593



E6483



突然変異体系統からの単為
結果性系統の選抜

異なるトマト系統間における物質 蓄積の差異

～高機能性トマト(高GABA含有)品種の作出～

トマト果実の「質」と「物質」

「トマトが赤くなると医者が青くなる」  健康野菜「トマト」？

内部に含まれる各種成分が人間の健康維持に役立つ？

トマト果実に含まれる主要な含有成分とは？（水分が90%）

糖類 : スクロース, グルコース, フルクトース, (デンプン)

有機酸類: クエン酸, リンゴ酸

色素類: カロチノイド類(リコピン)

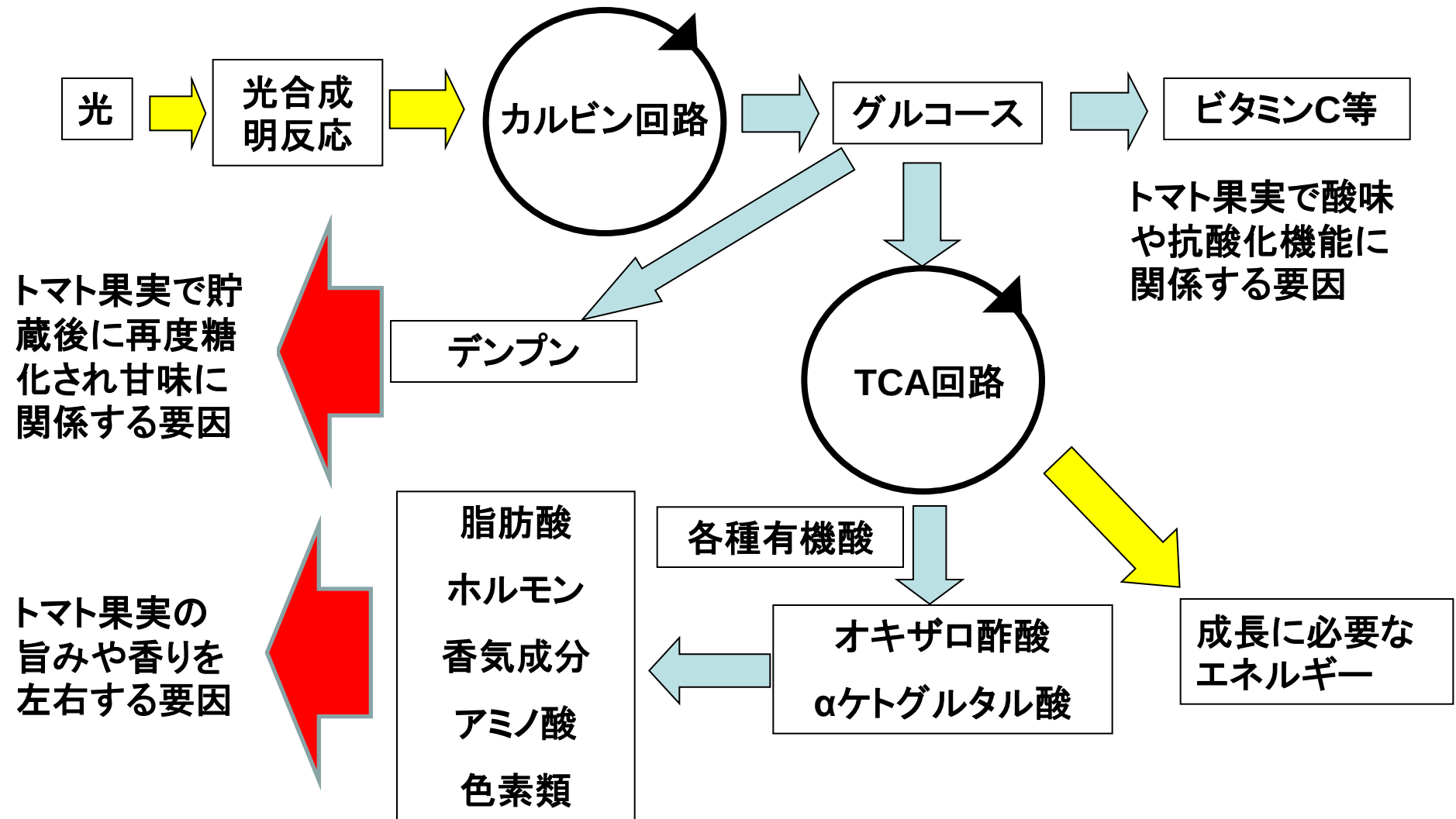
アミノ酸類: グルタミン酸, アスパラギン酸, グルタミン等

ビタミン類: ビタミンC, ビタミンA

各種ミネラル: あまり多くは含まれない 繊維: あまり多くない

これらの成分について、ガンの抑制やその他健康促進機能があるかどうかは未だに議論されている。

植物の物質代謝とトマト果実の「品質」



アミノ酸・GABA高含有系統の選抜

日本デルモンテ㈱、千葉県農総研へ提供

遺伝資源からのアミノ酸・
GABA高含有系統の選抜.



GABA高蓄積品種の育成

DNAマーカー開発

野生種	11系統
栽培種への戻し交配系統6 系統	
栽培種(加工用)	32品種
栽培種(生食用)	17品種
	合計66系統



M82 X <i>S. pennellii</i> 同質遺伝子系統
76系統

各系統5~10個体を圃場へ展開し、赤熟果実をサンプリング.



GABA含量を測定.

トマトにおける果実内含有成分 育種は可能か？

- ① 特定の物質を高含有する在来系統／野生種 の利用
- ② 特定の物質に関する代謝機構の解明とその知見に基づいた，関連突然変異をもつ系統の選抜
- ③ 遺伝子組換え操作による代謝調節

植物体内における物質代謝の知見(酵素, 関連遺伝子他)と選抜するためのマーカーが必要

安定的に選抜形質が発現する栽培条件に関する検討

栽培技術的アプローチ

栽培時の環境を制御

根圏ストレス 物質代謝 食味

果実における糖蓄積と栽培環境

～塩ストレス処理による高糖度
トマト生産のメカニズム～

根圏における塩ストレス処理と トマト果実の含有成分

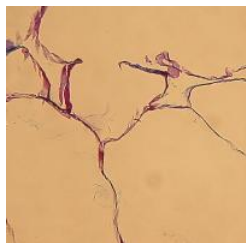
春～ 夏	糖度 (Brix)	硬度 (kg)	酸度 (g/100g)	ビタミンC (mg/dL)	果皮色		
					L	a	b
対照	6.06	0.71	0.23	21.4	28.4	31.8	3.74
高糖度	9.65	0.96	0.35	32.6	29.9	36.0	6.06
～	Glu : Asp : γ (mg/100g)						
	305	68.9	90.6				
	387	62.7	138				

高糖度処理を行ったトマト果実の特徴
糖度、硬度、酸度、V-C、果皮色、Glu、γ-アミノ酪酸の各値が増加

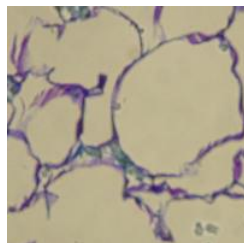
環境条件の調節(ストレス)により単に甘いだけでなくトマト果実がもっている機能性を向上させることができる？

トマト根圏での塩ストレス処理の効果

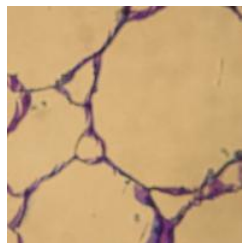
開花後49日目の細胞写真



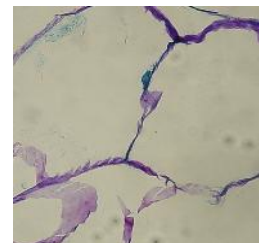
無処理区
(対照区)



全期間処理区
(T区)

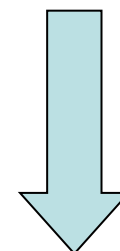


前期処理区
(E区)

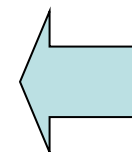


後期処理区
(L区)

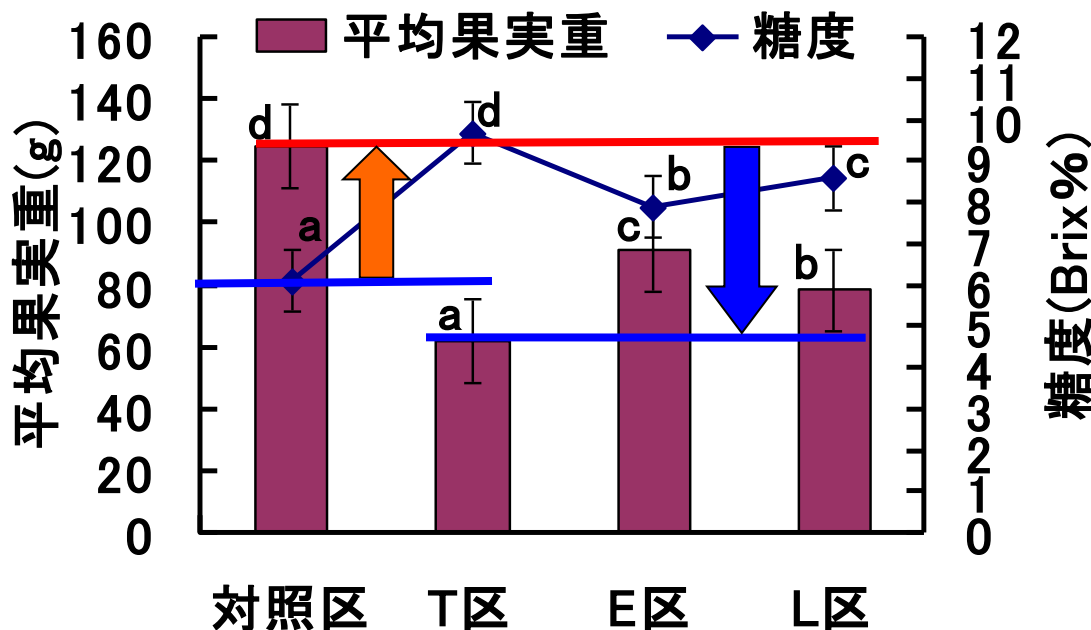
果実の肥大
抑制



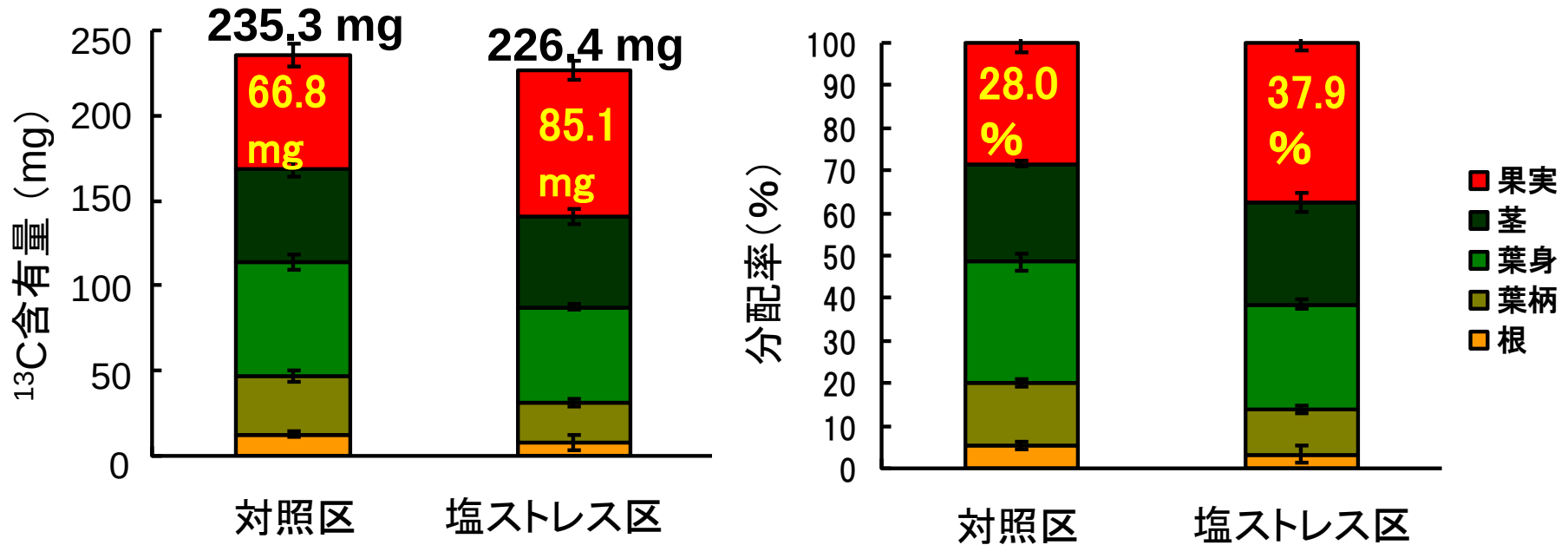
果汁の濃縮
効果？



果実糖度の上昇
果実の小型化

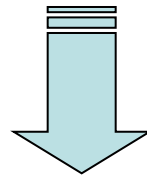


同化産物の転流および分配率に塩ストレスが及ぼす影響



Saito et al., 2009

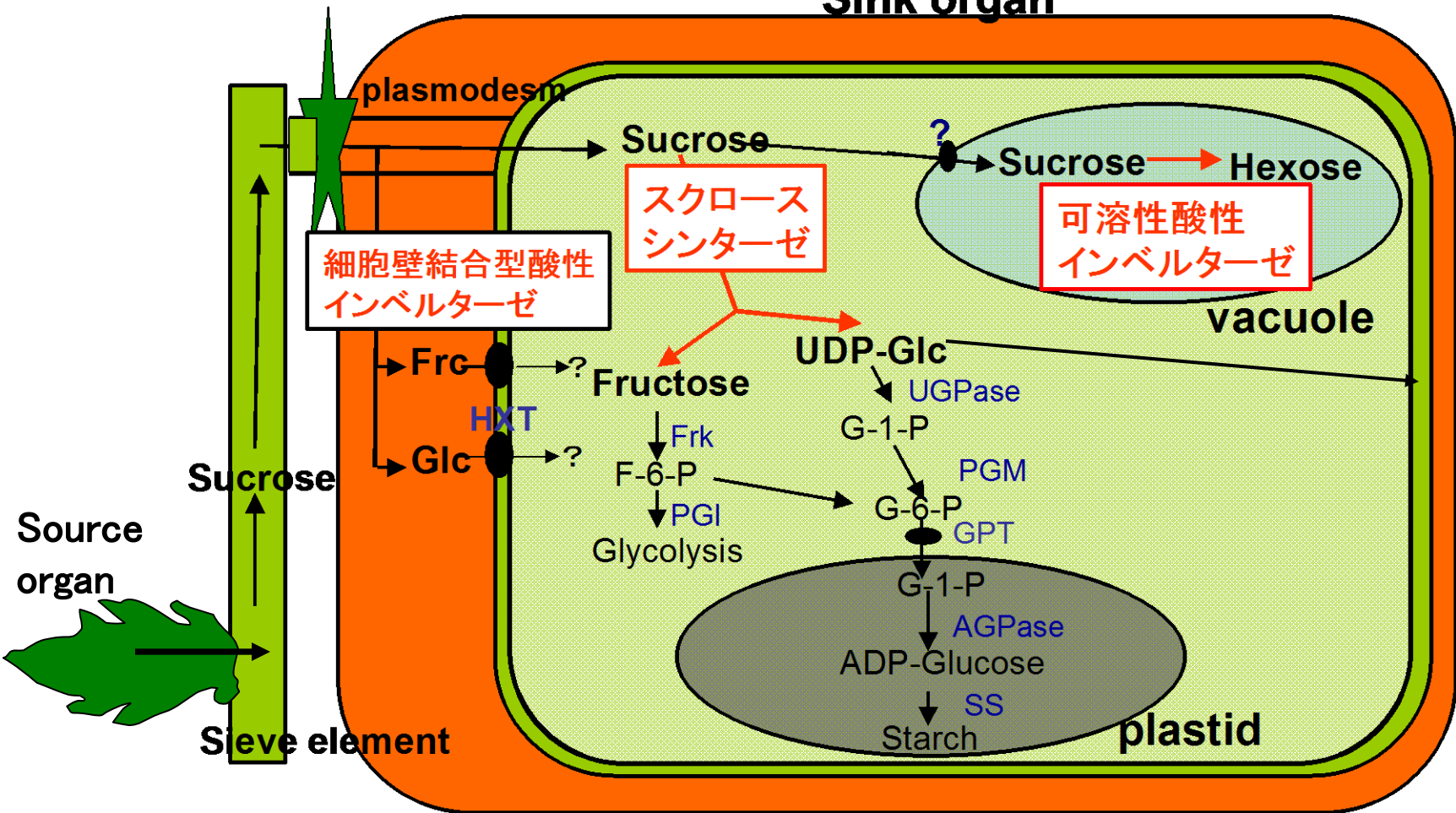
塩ストレスにより果実への同化産物の転流量, 分配率が増加



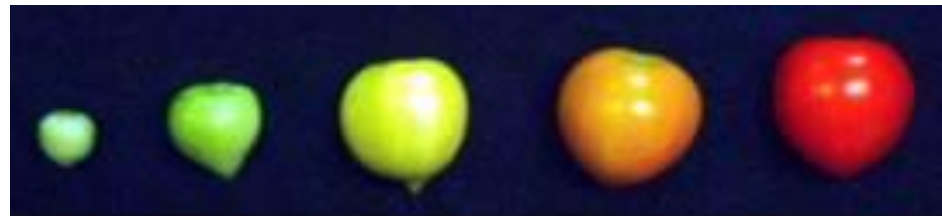
果実のシンク活性が上昇？

トマト果実内の糖代謝経路

Sink organ



果実成熟ステージ



IMG1

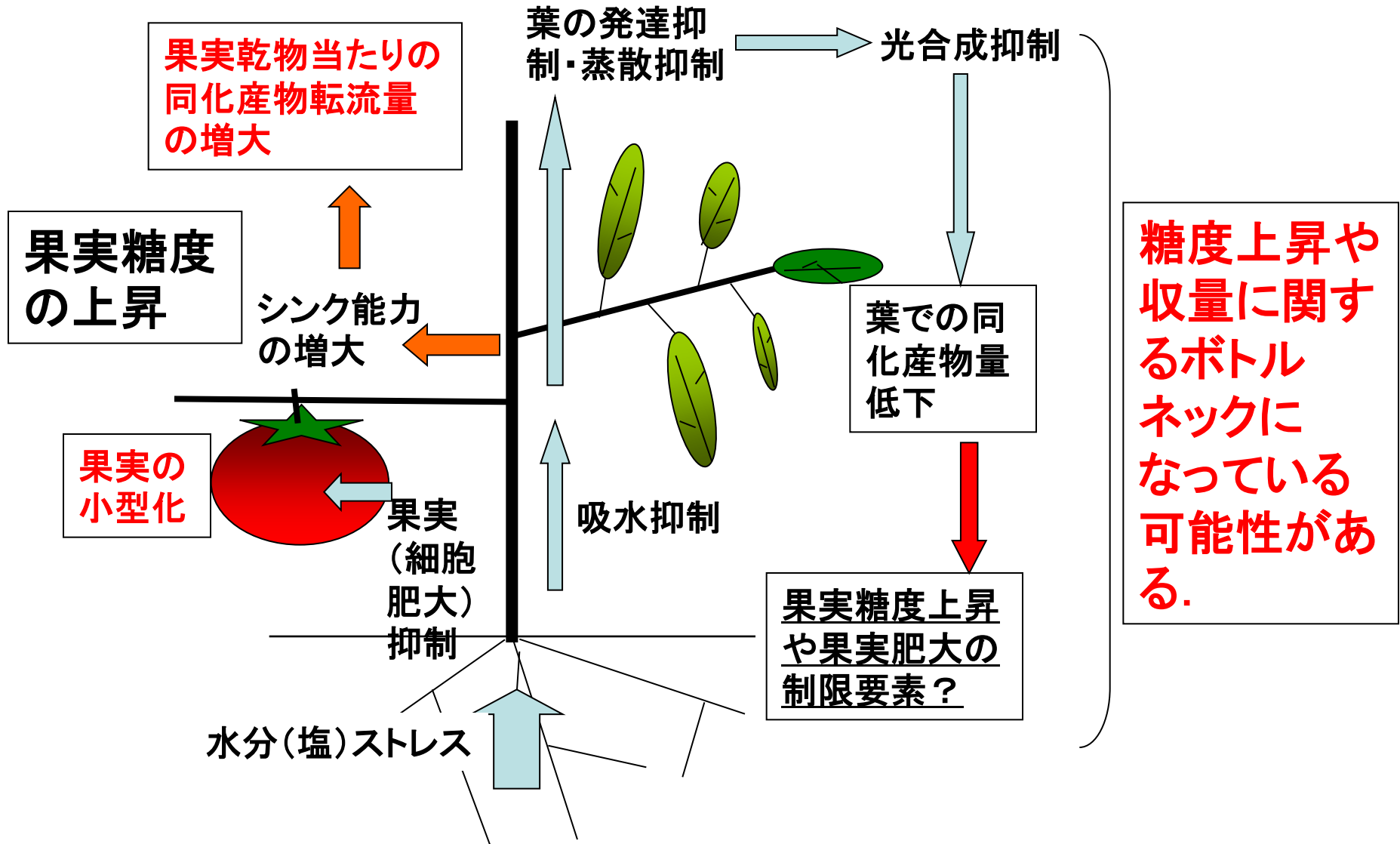
IMG2

MG

B

R

根圏へのストレス処理とその効果



トマト果実のアミノ酸蓄積と食味

～GABA代謝と食味～

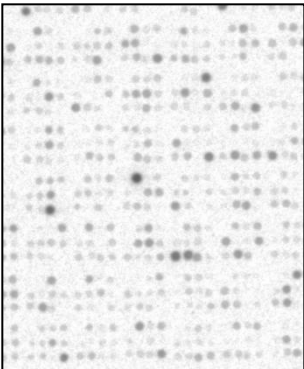
トマト果実におけるGABA含有量変化

緑熟果

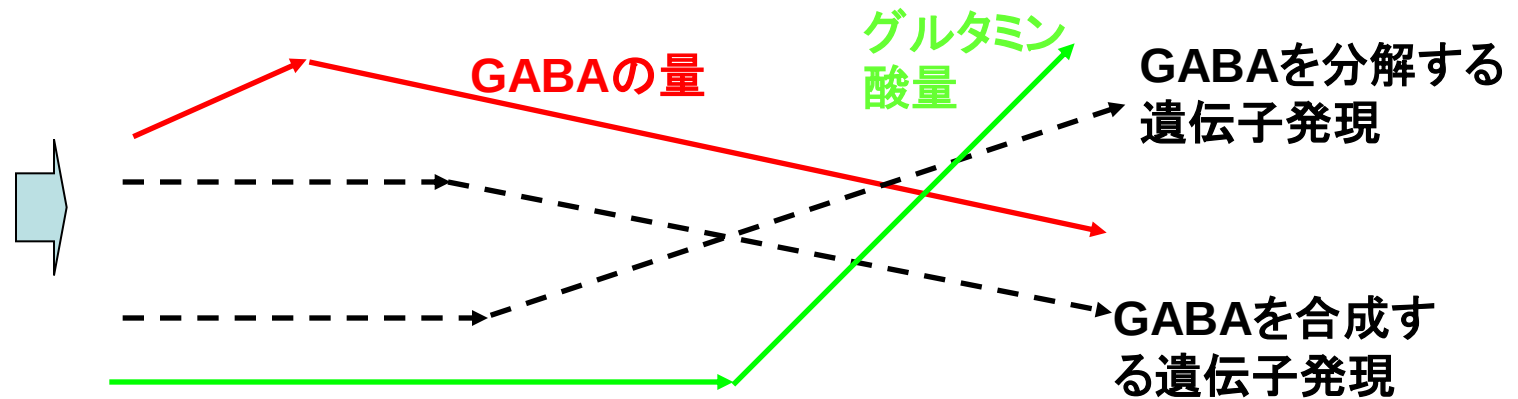
(まずい↓)

赤熟果

(うまい↑)



関連遺伝子
発現の解析



ストレスを受けた場合に、GABAを蓄積するために
合成速度が増加する一方、分解が遅延する？

含有成分調整による高付加価値
商品実現のための技術開発

研究の目的と流れ

①.在来種からGABA高含有系統
の株を選抜



②.栽培技術
(根域ストレス:塩／水分ストレ
ス, 根域容量等)



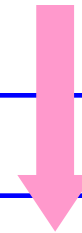
③.収穫後処理
(嫌気処理, エチレン阻害処理)

GABA含有量

在来種

40～60mg/100gFW

①.70～90mg/100gFW



②.100～120 mg/100gFW

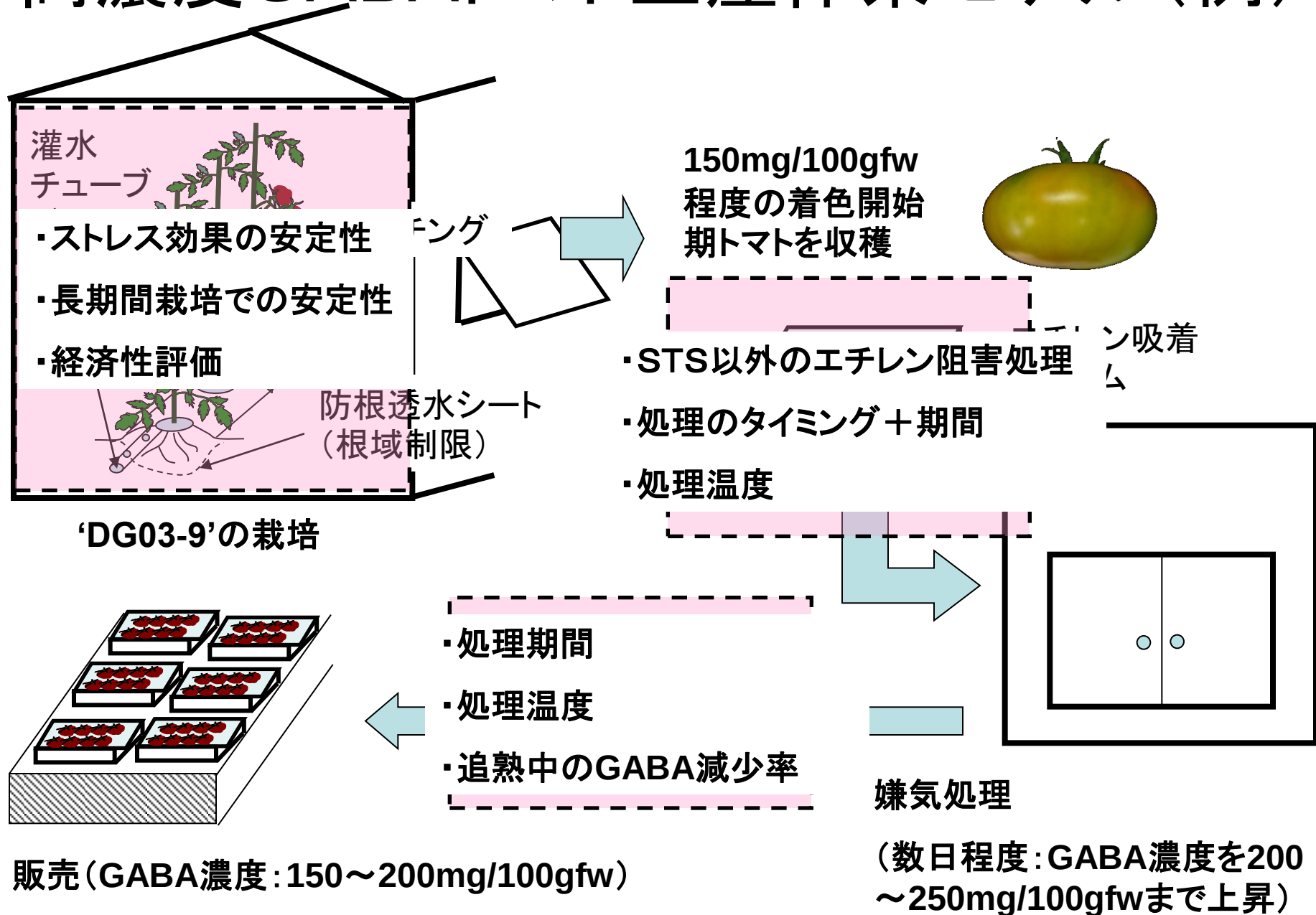


最終目標

200～250 mg/100gFW

GABA高含有トマト

高濃度GABAトマト生産体系モデル(例)



トマト果実の付加価値を向上させることを目的とした特定の機能性改善技術は有効か？

- 技術的には機能性改善は可能である.
- 未同定成分中に更なる新しい機能性物質が見つかる可能性もあり, 今後の発見が期待される.
- 実用化のためには以下のハードルをクリアする必要がある.

- ① 機能性成分を増加させたトマトに関する有効性／安全性の実証
- ② 安定的な生産技術を確立し, リーズナブルな価格で流通させる.
- ③ ①および②を確立した上で社会的認知を得る.

トマト果実の“パフォーマンス”を デザインできる時代に突入

長持ち

果実成長
着果

高糖度

栄養価



謝辞

筑波大学大学院 生命環境科学研究科

江面 浩 教授
松倉千昭 准教授
有泉 亨 助教
斎藤岳士 明治大学講師

蔬菜花卉研究室の皆様

