



砂栽培による高糖度トマト生産の実証試験
～産学連携による「さやまる」プロジェクト事業～

DEMONSTRATION OF TOMATO PRODUCTION BY SAND CULTURE
ORIENTED TO THE FRUITS WITH HIGH SOLUBLE SOLIDS CONTENT

農学部 農学科
峯 洋子

目次

1. 産学連携による「さやまる」プロジェクト事業
2. トレファーム®による高糖度トマト栽培のしくみ
3. 実証試験の経過
4. 今後の進め方

1. 産学連携による「さやまる」プロジェクト事業



さやまるトマトとは

2018年10月から開始した産学連携プロジェクト事業の成果物
日本郵便の長野農場で、砂栽培により生産された、糖度8以上のブランドトマト



プロジェクトの構成



- ・ 遊休地にハウスを建築
- ・ 社員が中心となって高糖度トマトを栽培
- ・ 自社オリジナル商品として出荷販売
- ・ 地域コミュニケーションを図る

東京農業大学

- ・ これまでの研究により確立した砂栽培による高糖度トマト栽培技術を提供
- ・ 常駐の研究員を派遣
- ・ 実証栽培の技術指導とデータの収集解析



ZERO to WONDERFUL



- ・ 高床式砂栽培施設トレファーム®の建設
- ・ (自動灌水・遠隔操作・画像とセンサーデータのモニタリングなど可能なスマート農業)
- ・ 施設の環境制御や管理における支援協力

プロジェクトの目標

- 遊休地を活用して、贈答品として通用するオリジナルブランド農産物を生産する。
- スマート農業の砂栽培システムを活用することで、未経験者でも高糖度トマトが生産できることを実証する。

 **日本郵便**
デジタルビジネス戦略部

- ふるさと小包（郵送で送る季節の果物などの農産物の贈答品）で自社オリジナルの商品を販売する。
- 退職者の再雇用、障がい者雇用などにも活用する。

ZERO to WONDERFUL
東レ建設株式会社
トレファーム事業推進室

- 農福連携を中心に展開していたトレファーム施設の「農業」の現場での実績を積む。
- 砂栽培による農産物の高品質化、ブランド化を実証する。

東京農業大学
農学部農学科

- 研究の成果を実践の場に移し、実用性を確かめる。
- ブランド農産物生産におけるデータと経験値を蓄積し、新たな課題を得る。
- 学生の実学の学びの場としてプロジェクトや生産現場を活用する。

プロジェクト発足まで

	東京農業大学（農大）	東レ建設株式会社	日本郵便株式会社（JP）
	1997年より砂栽培を用いた研究開始（別組織）。	2012年から高床式砂栽培施設トレファーム®開発に着手し、2014年に上市。	
2016	伊勢原農場で砂を培地としたトマト培地耕での試験研究を開始。	IoTを活用したシェアリング農業を実施できる「スマイルシェアシステム」の完成。	
2017	砂栽培での野菜生産について農大・東レ建設で共同研究開始。関係者を介して、JPの農産物生産について相談を受け、農大・東レ建設で共同研究中の「砂栽培による高糖度トマト生産」を提案。		JP民営化10周年イベントとして社内起業公募。ふるさと小包のオリジナル商品としての農産物を生産する提案が採択。
	2018年開始に向けて、東京農業大学・東レ建設株式会社・日本郵便との三者で研究契約を交わし、共同プロジェクト事業についての覚書を作成。農大とJPで包括連携協定の締結。		
2018	4月～8月 派遣予定の研究員へ栽培・分析法の指導。 6月～8月 栽培予定JP社員へ技術研修（週に1回、7～8回）	ハウス予定地の整備と施設の建設。トレファーム砂栽培システムの設置。	実証試験予定地（長野市JP信越研修センターグラウンド）の調整。竣工式（定植式）の準備、栽培資材の準備。





台風19号による豪雨被害時の浸水



夏の高温で多発した尻腐れ果と裂果

プロジェクト開始後

2018年9月 実証ハウス完成

2018年10月 竣工式（定植式）、栽培試験開始

2019年1月 トマト初収穫

2019年2月 糖度8以上のトマト初収穫

試食によるマーケティング調査開始

2019年7月 夏作において裂果、尻腐れ果多発

2019年10月 長野県台風19号による豪雨被害



近隣の小学生を定植式に招待



定植式から3か月半で最初の収穫

ブランド化

2020年2月 「さやまる」（糖度8以上のフルーツトマト）販売開始
郵便局のネットショップで旬の時期（2~5月）

2020年3月 サミットストア、スーパーライフで規格外品の販売開始

2020年7月 「さやまるプロジェクトの朝採り完熟トマト」（糖度5~7の良食味トマト）
郵便局のネットショップで販売開始



栽培の中心となった皆様
左から農大研究員、JP長野農場長、JP嘱託社員



さやまる初登場

規格外品のスーパー販売



「朝採り完熟トマト」への展開



販路拡大

2020年9月 「無印良品 銀座」での販売開始

2020年10月 「ポケットマルシェ」での販売開始

2020年11月 「農大ショップ農の蔵」「JPローソン3店舗」で販売開始



無印良品 銀座店 で銀座進出



ポケットマルシェで人気商品に

2021年6月 フルーツトマト「さやまる」
がおもてなしselection受賞



農大ショップ農の蔵での販売



2. トレフアームによる高糖度トマト栽培のしくみ



スターマークは
フルーツトマトの証

高糖度トマトとは

ベースグリーンの
強いフルーツ
トマト



- いわゆる**フルーツトマト**のこと。品種は通常のトマトと同じだが**特別な栽培法**で作られている。
- 通常の大玉トマトの糖度4～5に対し、**糖度8以上**のものが一般に**高糖度トマト**と呼ばれる。
- トマトを高糖度にするためには、

- 1) **水ストレス** (根が水を吸いにくい状態)
 - 2) **夜の低温** (20℃を超えない)
- の二つの条件が必要

※水ストレスにより、茎葉の過繁茂と果実への水の過剰流入が抑えられ、
 低夜温により開花から収穫までの期間が延びて果実に糖が十分蓄積する。



フルーツトマトは比重が大きいため水に沈む



尻腐れ果



裂果

- 水ストレスの与え方は、①**灌水制限**、②**根域制限**、③**塩ストレス**、④**高塩類濃度**など様々。

※これらにより根が水を吸いにくくなると同時に肥料吸収も減るため、Ca欠乏症の尻腐れ果を多発しやすい。
 また土壤乾燥→湿潤の急変により裂果が誘発される。
 さらに、水ストレスが強すぎると極端な小果になったり、皮がかたく食感が悪い果実になる場合もある。

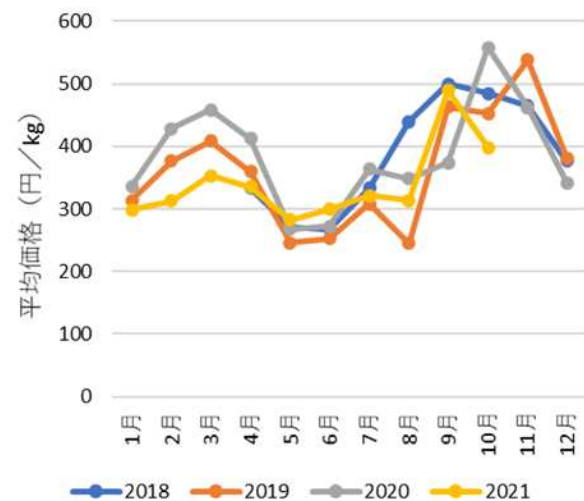
➡ **高糖度トマト生産に適した水ストレス状態を保つには 熟練の技 が必要**

国内の主な高糖度トマト生産組合・企業

※表は各社ホームページ等の情報をもとに作成

所在地	ブランド名	メーカー	栽培方法	価格	出荷時期
北海道	高濃度フルーツトマト	ファームフジタ	土耕	約1kg 1400円	夏～秋
北海道	北の極	下川トマトファーム	半養液栽培 (少量土壌ポット)	約800g 2780円	夏～秋
新潟	越冬フルーツトマト	曾我農園	土耕	約1kg 4900円	冬～春
茨城	スーパーフルーツトマト	NKKアグリドリーム	土耕	約1kg 2980円	冬～春
栃木	味恋トマト	高松農園	ハイポニカ	約1kg 3500円	冬～春
群馬	ブリックスナイン	JA全農群馬	根域制限土耕	風袋込約1kg 1610円	冬～春
静岡	アメーラ	サンファーマーズ	ココピート根域制限ポット	約1kg 3400円	冬～春
静岡	スイートピュア	JA遠州中央	養液栽培	900g 2000円	冬～春
愛知	ロツトトマト、匠	JAひまわり 4戸	土耕?	900g 3700円	冬～春
広島	あくまトマト	高本農園	土耕	約2kg 3500円	冬～春
高知	徳谷トマト	元木青果	土耕 塩ストレス	約2kg 5400円	冬～春
高知	夜須フルーツトマト	JA高知	根域制限土耕	約2kg 4000円	冬～春
高知	シュガートマト	JA高知日高	土耕?	0.8~1kg 3300円	冬～春
高知	Lisaトマト	堀おかざき農園	養液土耕隔離栽培	約1kg 3240円	冬～春
佐賀	かわそえ光樹トマト	JAさが	土耕 選果	約1kg 3240円	冬～春
長崎	小串トマト	川棚町小串郷5戸	土耕	約1kg 2160円	冬～春
長崎	たかしまフルーティトマト	崎永海運たかしま農園	土耕	約1kg 2900円	冬～春
長崎	大雲仙トマト特ちゃん	JA島原雲仙	土耕?	約1kg 2980円	冬～春
熊本	太陽の子ロイヤルセレブ	JAやつしろ	土耕 塩ストレス	900g 2580円	冬～春
大分	塩熟トマト朱々	サニープレイスファーム	1段水耕 塩ストレス	約1kg 3240円	冬～春
宮崎	興農宮崎	五つ星プレミアムトマト	土耕	約1kg 3780円	冬～春
鹿児島	薩摩甘照	高槻電器工業	水耕 塩ストレス	約1kg 5400円	冬～春
長崎	大雲仙トマト特ちゃん	JA島原雲仙	土耕?	約1kg 2980円	冬～春

東京都中央卸売市場のトマト平均価格



- フルーツトマトはネット通販で3000~3500円/kg、直売所で1500~2000円/kg程度で取引される。

※通常トマトは市場価格で300~500円/kg程度

- 高糖度トマトは夜温の低い冬～春にかけてが旬で、本州の平地では促成栽培 (9月頃定植・12月~6月収穫) でしか作れない。
- 通常のトマトの半分以下の小果 (50~100g程度) になり、尻腐れ果、裂果など障害果も多いため、収量は通常の1/3以下となる。

砂栽培とは

1. 砂を培地とした固形培地耕。培地の深さは10～15cm程度。
(九州大学福島博士が1960年代に提唱した栽培で、1980年に住友電気(株)が実用化)
2. 元肥は与えず、液肥を薄めた培養液を、灌水と施肥を兼ねて毎日与える。
(タイマー自動制御で少量多頻度の点滴灌液)
3. 栽培終了後は、砂から大きな根を除き、乾かして太陽熱等で殺菌したあと、砂に残った肥料を水で洗い流す

さらに

- 砂は一度乾いても撥水性が出ることはないため、水切り栽培ができる
- 砂は保水性が低いため、植物を水ストレス状態に持っていきやすい

という砂の特長は、高糖度トマト栽培に適している



トレファーム®（高床式砂栽培施設）の特長

1. 未経験者でも栽培を習得しやすく、連作で高品質な生産物を作ることができる。
スキルレス
2. 土耕と比べて身体的負担が少なく、高齢者や障がい者でも作業できる。
レイバーレス
3. 植物工場と比べて施設がオープンで、コミュニティ形成や人的交流に活用しやすい。
アクセシブル
4. 水と肥料を必要量だけ与えるため、化学肥料の環境への排出が少なく、また繰り返し使える培地なので、大量の培地廃棄もない。
エコロジカル



高糖度トマト砂栽培の流れ



砂の乾燥と洗浄



砂の整地



苗の定植



誘引、脇芽かき、病虫害防除



砂と植物体の診断



収穫



糖度チェックと出荷



栽培終了後 株の撤去

高糖度トマト栽培 スキルレス化の鍵

Key 1 : 砂栽培システム

- 栽培終了時に砂乾燥・洗浄でリセットできるため、毎回同じ状態で栽培開始できる。
- 砂の物理的特性が高糖度トマトに適した水ストレスを作りやすい

Key 2 : 幼苗定植

- 育苗は期間が長いほど難易度が増すため、幼苗で定植できると失敗が少ない
- ※砂栽培以外の栽培で幼苗定植すると樹が暴れるため、砂栽培でしか実施できない
- ※根鉢形成していない幼苗でも定植しやすいよう育苗用ロックウールで育苗

Key 3 : 3段階摘心栽培

- 長期多段栽培のように、栄養成長と生殖成長のバランスをとる高度な技術を要しない
- 低段の短期栽培のほうが、防除薬剤の使用回数制限にかかりにくい
- ※ただし苗の必要数が膨大になるため、閉鎖型苗生産システムの導入が推奨される

Key 4 : リアルタイム栄養診断

- 定期的に栄養診断と培地調査をすることで、管理目標値を目安にした養水分管理ができる

Key 5 : IoTを活用した水管理

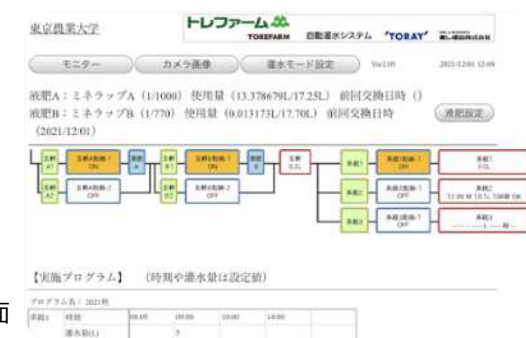
- わずかに萎れてから給液するという神経を使う水管理が、定点画像・土壌水分センサのモニタリングと遠隔操作により、簡易化できる。



他の栽培法だと難しい幼苗定植



閉鎖型苗生産システム



スマホの操作画面

3. 実証試験の経過

実証試験の概要

- 試験場所：長野県長野市の2連棟ハウス6.6a（間口16m，奥行42m，軒高4.5m）
- 試験規模：栽培ベッド（60×1800×15cm）5列を一区画とした4つの区画
- 培地：信濃川砂，深さ約13cm.
- 供試品種：‘桃太郎ファイト’（タキイ種苗），‘麗妃’（サカタのタネ）
- 育苗方法：閉鎖型苗生産システムで3葉期まで3週間育苗
- 栽植密度：株間30cmの2条千鳥植え（4.8株/m²）
- 給液管理：水耕用液肥0.1～0.15%希釈液を，生育ステージと天候に応じ0.1～0.5L/株/日となるよう、3～4回給液。
葉の萎れがわずかに見られたときに追加で給液
- 温度管理：ダクト温風暖房で最低夜温12℃で管理
- 栽培管理：第3果房の上4葉を残して摘心し，果房あたり3～4果に摘果



表1 トマト栽培の定植日と終了日

	3作目（秋冬作）	4作目（春夏作）	5作目（秋冬作）
区画1	2019/9/8～2020/2/18	2020/3/1～2020/7/18	2020/8/8～2020/12/12
区画2	2019/9/30～2020/4/7	2020/4/22～2020/8/13	2020/9/2～2021/2/20
区画3	2019/10/29～2020/5/5	2020/5/26～2020/9/10	2020/9/30～
区画4	2019/12/12～2020/6/7	2020/6/24～2020/10/9	2020/10/27～

年間収量と品質について

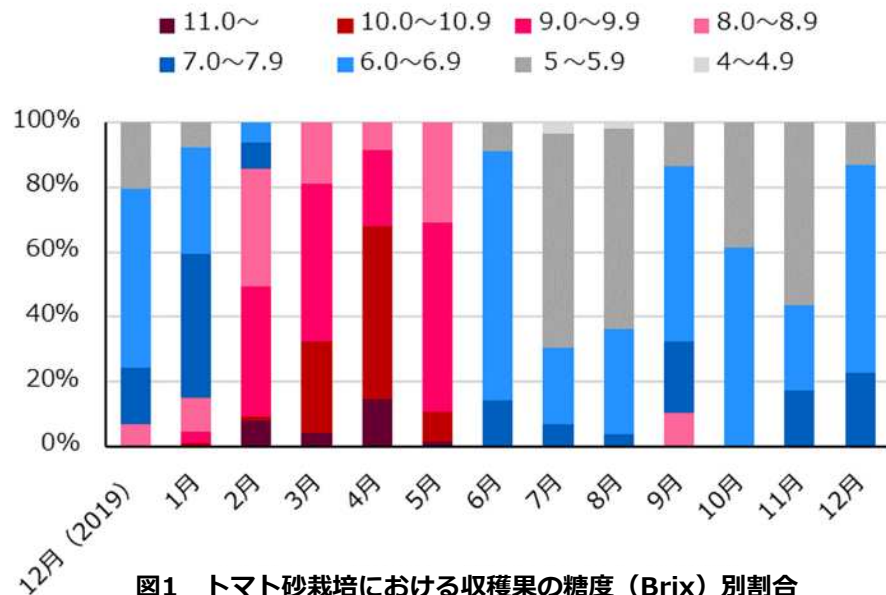


図1 トマト砂栽培における収穫果の糖度 (Brix) 別割合

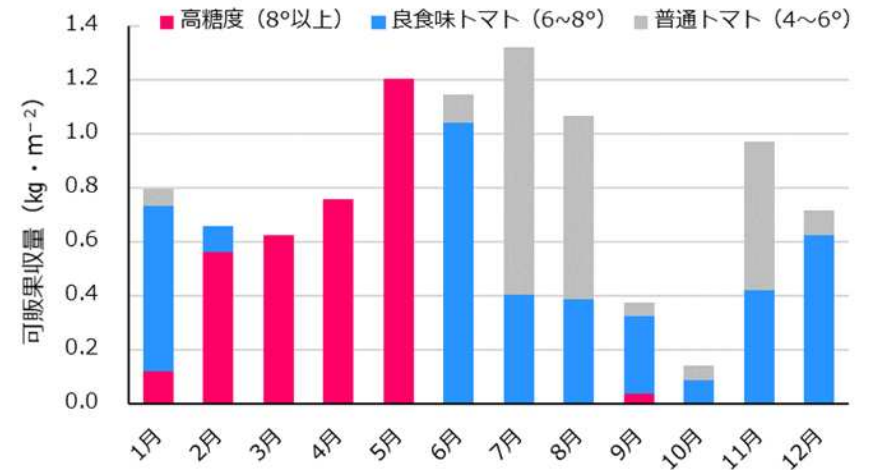


図2 トマト砂栽培における品質別の可販果収量

- 2~5月にかけて、**糖度8以上**の高糖度トマトが**3.3 t/10a**収穫できた。
- 3~4月は**糖度10を超える**果実も多数収穫できた。
- この期間の果実サイズは100~130gと、フルーツトマトとして十分な大きさであった。
- 6~12月にかけては高糖度果は収穫できなかったが、**糖度6以上**の良食味果が**4.0 t/10a**収穫された。

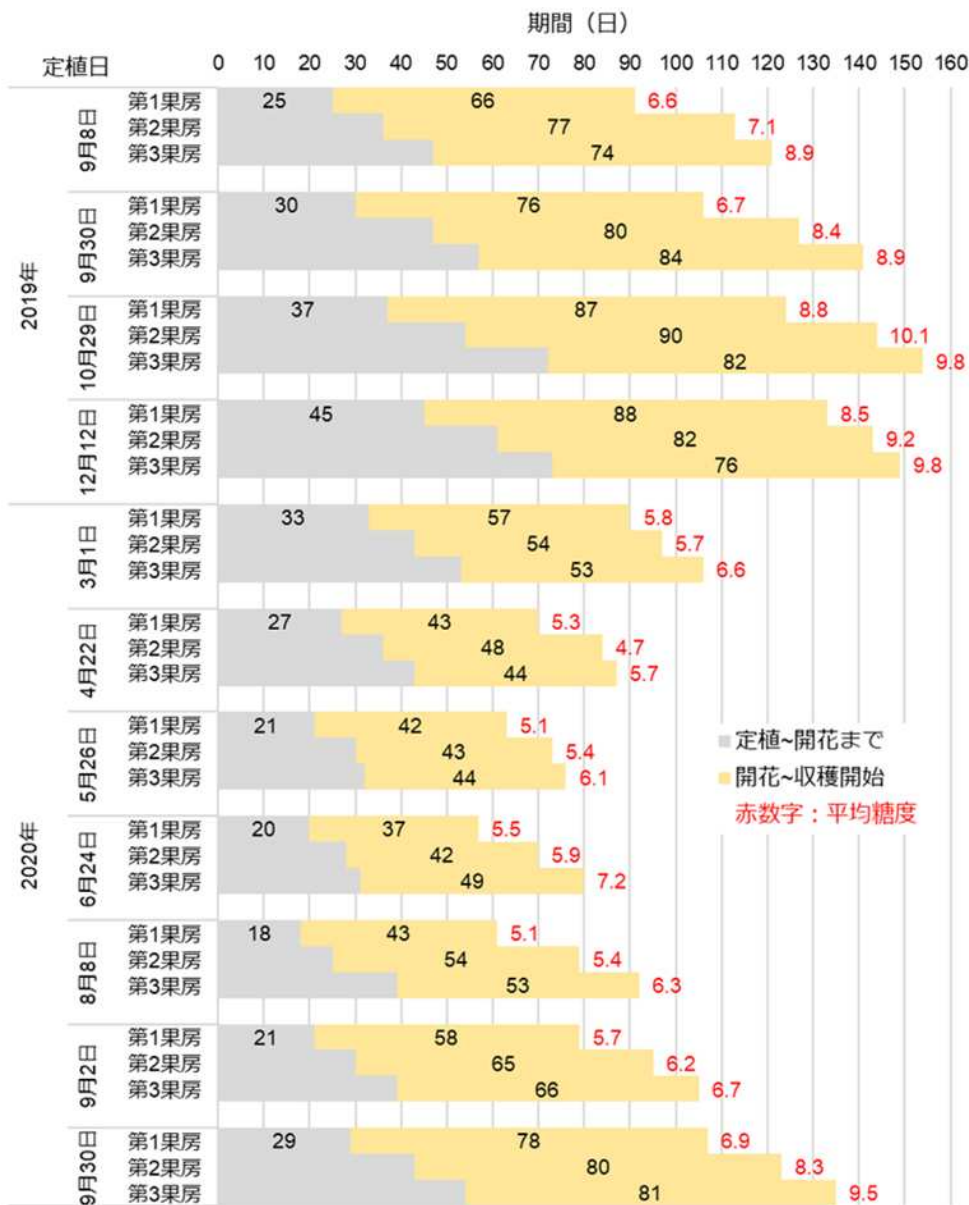


図 トマト砂栽培における定植後の到花日数と到熟日数

データの収集・活用

- 開花から**到熟までの日数が長いほど、糖度が高くなる**ことを、数値データとして示すことができた。

表4 トマト砂栽培における果実糖度と到熟期間の要因との間の相関係数

	果房段別 平均糖度	開花後 到熟日数	到熟期間の 積算日射量	到熟期間の 積算気温	到熟期間の 平均積算日 射量	到熟期間の 平均気温	到熟期間の 平均培地温	開花日 気温
開花後 到熟日数	0.79							
到熟期間の積算日射量	0.82	0.78						
到熟期間の積算気温	0.73	0.85	0.73					
到熟期間の平均積算日射量	-0.10	-0.46	0.17	-0.38				
到熟期間の平均気温	-0.69	-0.93	-0.73	-0.62	0.40			
到熟期間の平均培地温	-0.75	-0.96	-0.77	-0.70	0.41	0.98		
開花日気温	-0.72	-0.80	-0.80	-0.58	0.08	0.81	0.82	
開花日培地温	-0.65	-0.80	-0.76	-0.55	0.01	0.82	0.85	0.95

太字は無相関検定により1%水準で有意であることを示す

- その**到熟日数への影響が最も大きいのは、培地温度**であることをデータ解析で明らかにした。

学生のプロジェクトへの関与

東レ建設株式会社の皆様



- 学生がプロジェクトのデータ収集に携わることで、生産現場における課題を共有することができた。
- また、学生と連携企業の皆様との交流を図ることができた。



4. 今後の進め方

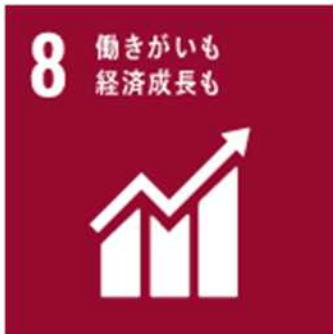
今後の課題

- 周年生産の実現に向けて（夏秋作での高品質化と歩留まり改善）
- さらなるスキルレス化（**萎れ直前灌水自動化プログラムの開発**）
- 規格外品の加工製品化（付加価値UP、6次化）



2021年9月 ハウス増設で生産規模が3倍に拡大

SDGsへの貢献



8-2

商品やサービスの価値をより高める産業や、労働集約型の産業を中心に、**多様化、技術の向上、イノベーションを通じて、経済の生産性をあげる。**



12-4

2020年までに、国際的な取り決めにしたがって、化学物質やあらゆる廃棄物（ごみ）を環境に害を与えないように管理できるようにする。人の健康や自然環境に与える悪い影響をできるかぎり小さくするために、**大気、水、土壌へ化学物質やごみが出されることを大きく減らす。**



2-4

2030年までに、食料の生産性と生産量を増やし、同時に、生態系を守り、気候変動や干ばつ、洪水などの災害にも強く、土壌を豊かにしていくような、**持続可能な食料生産の仕組み**をつくり、何か起きてもすぐに回復できるような農業を行う。



ご清聴ありがとうございました