



東京大学生産技術研究所

Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

地球の恵みを、社会の望みに。



2024年5月16日

国立大学法人 東京大学 生産技術研究所

エア・ウォーター 株式会社

## 東京大学 生産技術研究所とエア・ウォーターによる 「IoT センシング解析技術」社会連携研究部門が共同研究成果を発表 ～ 「予測」「観察」技術により、食品ロス削減や農業生産性の向上に寄与 ～

東京大学 生産技術研究所（所長：年吉 洋、以下「東大生研」）とエア・ウォーター 株式会社（代表取締役会長・CEO：豊田 喜久夫、以下「エア・ウォーター」）は、2020年12月に「IoT センシング解析技術」社会連携研究部門を設置し、国内外でのスマート農業の実現に向けて共同研究を進めてきました。このたび、収穫に適した時期（収穫適期）を高い精度で「予測」する技術と、農業生産性の向上に有効な「観察」する技術に関する共同研究成果が得られましたので、お知らせいたします。

従来の収穫時期や収穫量の予測モデルは、さまざまなセンサー類を用いて土壌分析を行うなど、データ収集やそのための高額な設備投資が必要となり、農業経営を圧迫してしまう恐れもありました。本研究成果では、気温データの収集のみで最も重要な指標である収穫適期に特化した予測モデルを提供します。本件を応用し、植え付けた日からブロッコリーの収穫適期を2.5日未満の精度で予測することに成功しました。品質低下防止はもとより、収穫適期逃しによる食品ロスの低減につなげていきます。

また、「観察」技術により収穫数/量が精度高く予測できるモデルを提供します。農業の担い手不足が課題となる中、収穫に関わる機材や人員、集荷などの最適化を通じて、生産性の向上を目指していきます。

### 記

#### ●共同研究成果 概要

#### 1. 収穫適期の「予測」技術により、農作物の収穫量と品質を向上

##### （1）共同特許出願の概要

「IoT センシング解析技術」社会連携研究部門の共同研究成果である、農作物の収穫適期を予測することに関する発明について、東京大学とエア・ウォーターは共同で特許を出願しました。具体的には、対象となる農作物の生育期間における最高/最低温度が所定の上下限值未満である日の平均温度から有効積算温度を算出し、その値に基づいて農作物の収穫適期を予測します。

こうした予測技術を活用することで、

- ① 収穫作業に必要な作業人数を事前に調整することが可能
- ② 農薬の種類によって「収穫の3日前までであれば使用可能」といった制約に対し、効果的なタイミングでの農薬散布が可能となり、農作物の品質向上が期待できる
- ③ 収穫適期を逃したことで発生する過熟による品質低下や収穫ロスを低減できる

などの効果を見込めます。

さらに、農業就労者人口の減少は、今後避けて通れないことから、機械化による一斉収穫が主流になることが想定される中、農作物の過熟/未熟の塩梅を見極め、畑（圃場）全体の平均的な収穫適期を科学的に判断することで過熟/未熟によるロスが減らして収穫量を最大化し、農作物の安定的な確保を目指します。

<収穫適期の「予測」技術のイメージ>



作物毎の一般的な生育温度例（品種によっても異なる）

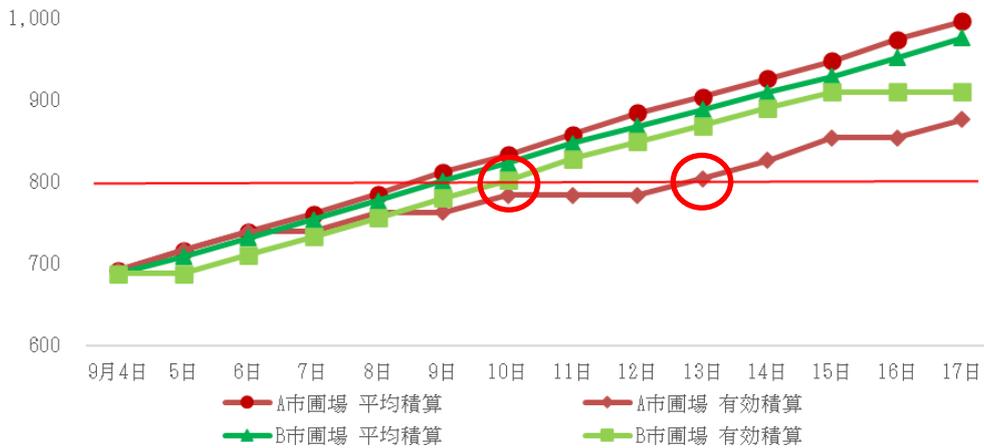
科名	作物	限界温度(°C)		生育温度(°C)
		最低	最高	
ナス	トマト	5	35	6~34
	ナス	10	35	11~34
	ピーマン	12	35	13~34
ウリ	カボチャ	8	35	9~34
	キュウリ	8	35	9~34
	スイカ	10	35	11~34
アブラナ	ブロッコリー	4	25	5~24
	ダイコン	2	36	3~35
	カリフラワー	4	30	5~29

参考：農業技術体系、野菜栽培指標

仮に、生育（有効）温度が  $10^{\circ}\text{C} \leq X \leq 28^{\circ}\text{C}$  で、有効積算温度が  $800^{\circ}\text{C}$  以上で収穫適期となる作物を、隣接した A 市と B 市それぞれの畑で同じ日に植え付けたケース。単純な平均積算温度は A 市の方が高いが、有効積算温度は B 市の方が高いため、収穫適期が早くなる。以下の表で赤字は生育温度外を示しており、青字は有効積算温度としてカウントされていない。黄枠は収穫適期を示す。

	A市圃場の温度(°C)					B市圃場の温度(°C)				
	最低	最高	平均	平均積算	有効積算	最低	最高	平均	平均積算	有効積算
9月4日	16	27	22	692	692	14	28	22	688	688
5日	17	28	24	716	716	18	29	21	709	688
6日	16	28	23	739	739	13	27	23	732	711
7日	16	29	22	761	739	13	27	22	754	733
8日	13	28	24	785	763	11	25	23	777	756
9日	21	32	27	812	763	19	28	24	801	780
10日	11	27	21	833	784	12	26	22	823	802
11日	14	30	25	858	784	14	28	24	847	828
12日	15	31	26	884	784	12	24	21	868	849
13日	13	25	20	904	804	14	25	20	888	869
14日	14	27	22	926	826	14	25	21	909	890
15日	16	28	22	948	854	18	27	20	929	910
16日	18	31	26	974	854	18	29	23	952	910
17日	17	26	22	996	876	16	30	24	976	910
平均値	15.50	28.36	23.29			14.71	27.00	22.14		

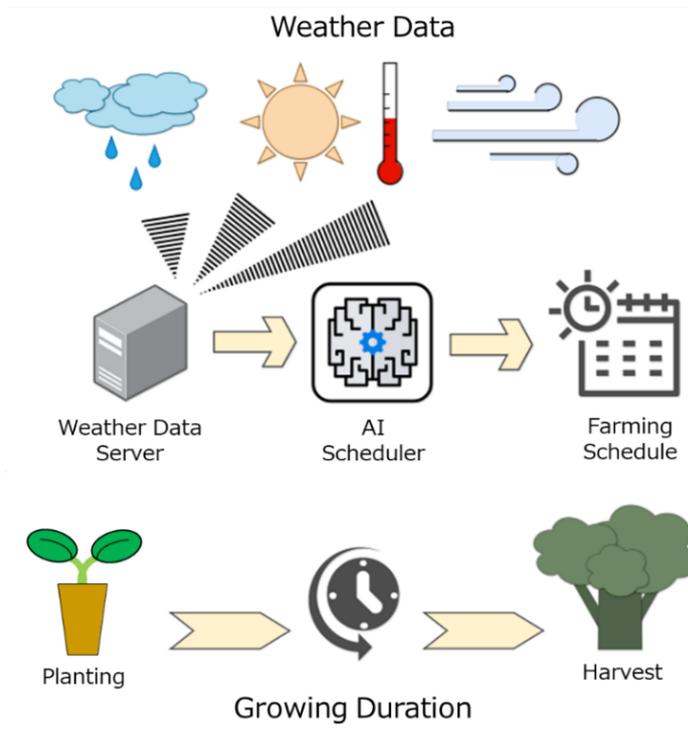
平均温度と有効温度帯での積算温度をグラフ化



(2) 「予測」技術を応用、機械学習を用いたブロッコリーの収穫予測精度を向上

農作物の収穫予測モデルを応用する形で、機械学習を用いたブロッコリーの収穫予測に関する研究を行い、植え付けた日から収穫するまでの時期を平均 2.5 日未満の精度で予測できることが研究ベースで明らかとなりました。ブロッコリーは、2026 年度から国が主導して出荷安定を図る「指定野菜」に追加されます。産地の努力で国産ブロッコリーの品質が向上し、産地の面的な広がりの方ができた一方で、異常気象などの影響で例年通りに収穫スケジュールが組みにくくなっているという課題があります。特にブロッコリーは、収穫適期を逃してしまうと品質低下により、商品価値が損なわれてしまうため、収穫適期を見極めるニーズが高まっています。加えて、適期に収穫するだけでなく、選果/出荷場との連携を強化することで食品ロス低減への寄与を目指し、研究と実証を進めていきます。

<機械学習を用いた収穫予測のイメージ図>

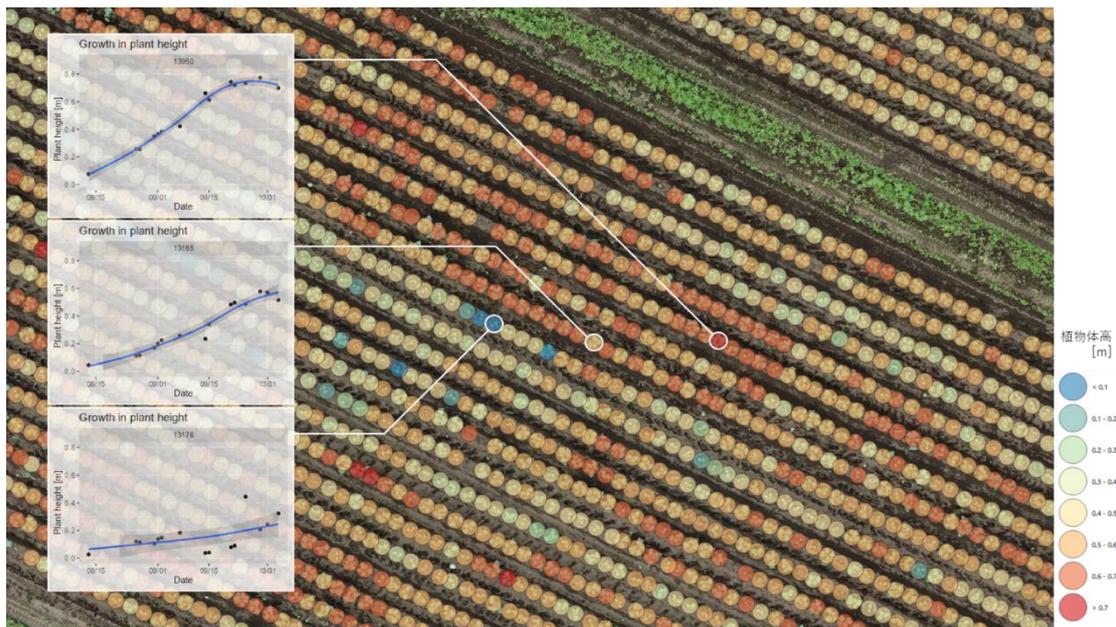


## 2. ドローンを活用した「観察」技術により、収穫数/量を精度高く予測し、生産性を向上

東大生研とエア・ウォーターは、ドローンを用いて農作物の個体番号を割り振り、位置と数を把握するための手法や、畑の中の生育差（農作物の生長量・生育速度）を比較・推定するためのモデルを開発しました。こうした「観察」技術により、収穫数/量が精度高く予測できるため、収穫物を収容するためのコンテナや人員、輸送手配、集荷場での受け入れ準備などの最適化が見込まれます。加えて、個体番号を判断することにより、どのあたりに異常が生じているかを個体毎や区画として認知することで、栽培途中もしくは次期作の改善につなげ、生産性の向上を目指していきます。

農業生産においては、気象環境や栽培環境、病虫害被害などの外的要因や個体そのものの遺伝的要因があるため、1000株植えた作物を1000株すべて収穫することは現実的に困難です。また、作物は、種子の時点で収穫時の最大収穫量が遺伝的に決まっているということもあり、収穫数/量を精度高く予測する上では畑に定植した株数と栽培途中に枯死してしまった株、外的要因によって生育が遅れてしまっている個体など、収穫できない株数を把握することが必要不可欠です。外的要因による生育遅延が発生することによって食品ロスとなってしまうため、それらを改善し、ロスを減らすことが食品ロス全体の改善につながることも見据えた開発も行っています。

ドローンでの空撮画像から株個体番号を割り振り、株個体番号ごとに生育差を検出



## 3. 今後の展望

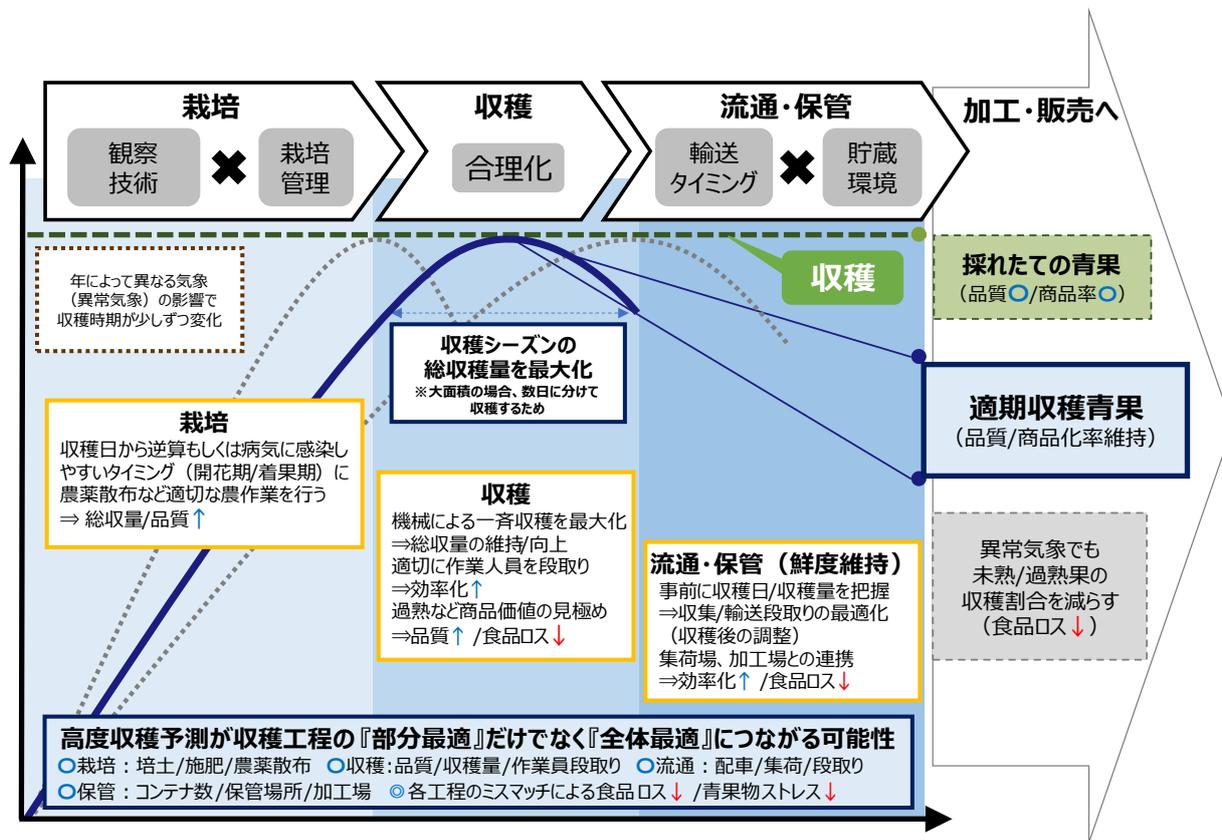
今後、日本の農業は、収穫機械の導入によって省力・省人化しながら土地生産性を高める方向に進むであろうことが予測されます。機械で一斉収穫する場合、個体ごとでなく畑（圃場）全体の適期を見極める必要があることから、東大生研とエア・ウォーターは、機械収穫での一斉収穫を見越した本研究の「予測」と「観察」における精度をさらに高めていきます。

また、毎年異常気象が観測される昨今において、気象予測の精度を高めることで農作物の予測精度の向上に寄与する研究開発を並行して推進し、気象予測を用いた収穫適期予測の実証試験を進めていく予定です。さらに、圃場走行ロボットの研究を行っていることから、ドローンで観察・把握した情報を圃場走行ロボットに与え、人に代わってモニタリングする研究開発も並行して予

定しています。

これらの取り組みが日本の農業生産をより良く変革する一端を担えるよう、社会実装に向けた取り組みを進めてまいります。

### 収穫適期予測の利用イメージ



以上

### ■ 発表雑誌

雑誌：Journal of Agronomy (MDPI)

題名：RNN-Based Approach for Broccoli Harvest Time Forecast

著者：Mykhailo Lohachov, Ryoji Korei, Kazuo Oki, Koshi Yoshida, Issaku Azechi, Salem Ibrahim Salem, Nobuyuki Utsumi

DOI：10.3390/agronomy14020361

URL：<https://doi.org/10.3390/agronomy14020361>

雑誌：Sensors and Materials

題名：Locating Open-field Broccoli Plants with Unmanned Aerial Vehicle Photogrammetry and Object Detection Algorithm: A Practical Prediction Approach

著者：Hiroki Hayashi, Hiroto Shimazaki, Ryoji Korei, Kazuo Oki

DOI：10.18494/SAM4364

URL：<https://sensors.myu-group.co.jp/article.php?ss=4364>

■ お問い合わせ先

<共同研究成果について>

東京大学 生産技術研究所 人間・社会系部門 特任教授 沖 一雄  
(IoT センシング解析技術社会連携研究部門 特任教授)

Tel : 03-5452-6128 E-mail : kazu@iis.u-tokyo.ac.jp

エア・ウォーター株式会社 アグリ&フーズグループ 農業・食品開発センター 是井 亮二

Tel : 0145-26-2280 E-mail : korei-ryo@awi.co.jp

<ニュースリリースについて>

東京大学 生産技術研究所 広報室

Tel : 03-5452-6738 E-mail : pro@iis.u-tokyo.ac.jp

エア・ウォーター株式会社 広報・IR 推進室

Tel : 06-6252-3966 E-mail : info-h@awi.co.jp