

## **アグリビジネス創出フェア in 東海 Web展示**

### **岐阜県中山間農業研究所 ①**

**～クリ樹の空撮画像を用いた物体検出アルゴリズム  
による収量の推定～**

- ① 背景と目的**
- ② 試験方法**
- ③ 結果及び考察**
- ④ 具体的なデータ**

# クリ樹の空撮画像を用いた 物体検出アルゴリズムによる収量の推定



## 背景と目的

深層学習や UAV を用いたリモートセンシングは、果樹を含めた作物の精密管理における有効性が示されつつある。クリにおいて収穫期前の樹上のきゅう果の計数は、作柄の予測や着果負担の把握に重要であるため、物体検出アルゴリズムを用いた画像解析により空撮画像内のきゅう果数を計測し、得られた計測数と収量や着果負担の関係を明らかにし、精度が高く効率的に作柄等を把握する手法の開発を目指す。

## 試験方法

### <画像取得>

収穫1～2か月前の晴天または曇天日に Mavic mini (DJI)を用いて空撮し、被植率8割程度の画像を各園地から3枚ずつ選択した(計12～24樹分)。



Mavic mini (DJI)

### <モデル構築>

撮影画像を5×10枚に分割し640×640ピクセルにリサイズした画像にきゅう果をLabelimgを用いてラベル付け(アノテーション)し、YOLOv4およびYOLOv7により学習させた。

また樹ごとに画像を切り抜いて640×640にリサイズし、きゅう果を自動計測した。

### <実証試験>

現地ほ場にて撮影した画像からYOLOv4によりきゅう果数を計測した(閾値0.1)。単収は出荷量および植栽面積から算出し、検出されたきゅう果数との相関を調査した(収量データは2023出荷実績を使用)。

## 結果及び考察

YOLOv4を用いた試作プログラムによるきゅう果検出数と撮影画像から目視により計測したきゅう果数の差は $R^2$ 値が0.976となり、高精度に検出できた(図1)。

樹ごとに検出数と収量との線形回帰を行うと、総収量との $R^2$ 値が0.76となり、総果数との $R^2$ 値と同程度となった(表1)。

単収との線形回帰を行ったところ、全園地を対象とした $R^2$ 値は0.033であり、相関が確認されなかった(データ略)。一方で、単収250kg/10a以上の園地および単収100kg/10a未満の園地のデータを除いたところ、は0.635となり、線形回帰で一定の相関がみられた(表2、図2)。

以上のことから、YOLOv4による試作プログラムは地区平均単収100～250kg/10aの場合、一定の有効な作柄予測を可能とすると考えられた。一方、枝葉によるきゅう果の遮り、日射の強さや方向による画像内の色合いの変化等によるきゅう果の過小評価(図3)または過大評価も検出精度に影響するため、より多様かつ多量のデータセットを用いた学習により、モデル改良の余地がある。

## 具体的なデータ

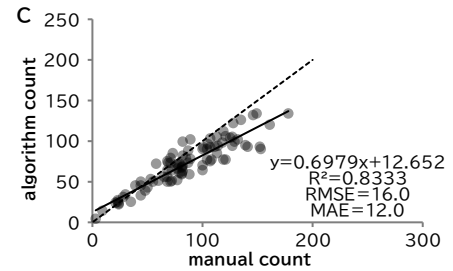
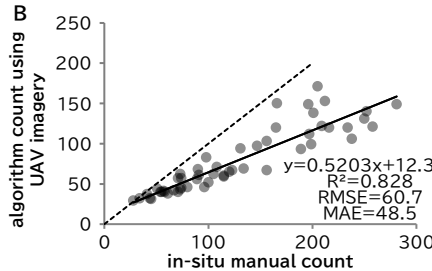
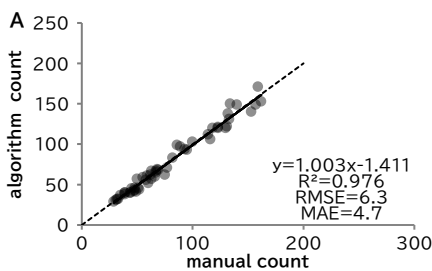


図1 YOLOv4により計測されたきゅう果数(algorithm count)と同じ画像のきゅう果を目視で計測した数(A, manual count)、実際のきゅう果着生数(B, in situ count)、YOLOv7により計測されたきゅう果数と目視の計測数(C)  
実線は近似曲線を示し、点線は1:1プロットを示す。

表1 きゅう果数および収量を用いた線形回帰の結果

	総果数		総収量(kg)	
	検出数	着生数	検出数	着生数
Multiple R	0.87	0.91	0.87	0.88
$R^2$	0.76	0.83	0.76	0.78
Adjusted $R^2$	0.75	0.83	0.76	0.77
Std error	65.03	54.85	1.08	1.03

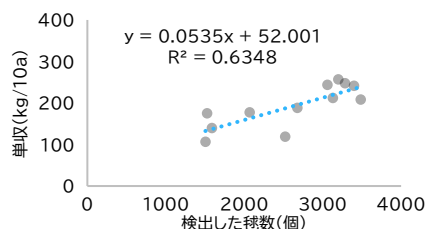


図2 計測されたきゅう果数と単収(2023)  
単収250kg/10a以上、100kg/10a未満のデータを除く

表2 園地ごとの検出値および単収(2023)

地区	樹数	検出値		単収	面積
		きゅう果数	樹あたり		
			(kg/10a)		(a)
N 12	2547	212	364	100	
S 18	2932	163	379	68	
N 12	1971	164	261	58	
E 18	3200	178	256	81	
E 18	3286	183	247	55	
N 24	3060	127	243	115	
S 18	3398	189	241	41	
N 12	3131	261	212	53	
E 18	3487	194	208	55	
W 20	2678	134	188	110	
S 12	2071	173	177	25	
N 24	1527	64	174	36	
W 14	1588	113	139	50	
W 24	2524	105	119	50	
W 12	1505	125	106	28	
S 18	2498	139	67	20	
W 20	2734	137	84	300	
W 18	3559	198	34	70	

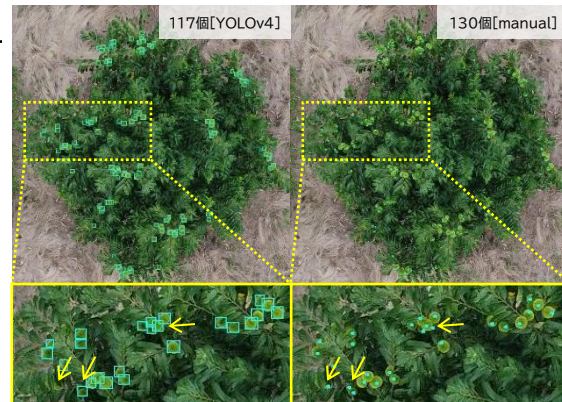


図3 きゅう果数が過小評価された例  
黄矢印は過小評価されたきゅう果を示す