クラウドくんとこよみちゃん

～人間と動植物の季節カレンダーを作ろう～

報告書

令和 3 年 11 月

鳥羽商船高等専門学校

制御情報工学科

5 年　小木曽史織

4 年　中山　光太

4 年　片岡　史浩

情報機械システム工学科

3 年　中山雄一郎

3 年　南　　偉斗

3 年　山本　啓介

要旨

古くから、人はたくさんの動植物と寄り添って生活してきました。自然と接することは、人々の心に豊かさを与えてくれます。しかし、産業が発展して生活が豊かになるとともに、人々が自然と接する機会は減少の一途を辿っています。SDGs(Sustainable Development Goals、持続可能な開発目標)では、目標 12.8 に「2030 年までに、人びとがあらゆる場所で、持続可能な開発や、自然と調和したくらし方に関する情報と意識を持つようにする。」、目標 12.b に「地域に仕事を生み出したり、地方の文化や特産品を広めたりするような持続可能な観光業に対して、持続可能な開発がもたらす影響をはかるための方法を考え、実行する。」と挙げられています。自然と接する機会の減少は私達自身の健康や生活の質を低下させるだけでなく、自然に対する興味や保全意識を大きく低下させます。さらに、その影響で自然の多い地域から人が離れてしまい、地方の文化や観光業が衰退してしまう可能性があります。これらの問題を解決するためには、人々に自然への興味を取り戻してもらうことが必要です。その第一歩として、身近な生物の情報に触れる機会を持つことが重要です。[1]

「クラウドくんとこよみちゃん」は、ユーザがクラウドで共有した画像から AI が、対象となる動植物が写っている画像を自動で判別します。そして該当画像の GPS 位置情報、時間情報などのデータを収集します。そのデータから生物季節のカレンダーを自動で作成、記録することで季節の遅れ進み、気候の変化などの地域特有の気象情報の推移を生物季節から把握できます。また、そのカレンダーと二十四節気や七十二候といった旧暦を照らし合わせ、昔と今の季節のズレを可視化します。地域ごとの季節のズレを把握することで、その年に合わせた各地域ならではの季節行事や旬の食材など、季節に関する情報を的確にユーザへ紹介します。人々が生物季節や季節に準じた文化について知ることで、自然への保全意識を高めることが期待できます。

目次

1. 背景 1
2. 目的 2
3. 本プロジェクトについて 3
3.1 プロジェクト概要 3
3.2 用語解説 6
4. システム 9
4.1 基礎的事項 9
4.2 使用機器概要 17
4.3 システム概要 18
4.4 システム詳細 19
4.5 生物季節観察・暦表示システム 20
5. 実験 21
5.1 学習用データの収集について 21
5.2 事前学習・検証 23
5.2.1 検証およびモデルの評価 23
5.2.2 考察 24
5.3 実際のシステムを使って検証 25
5.3.1 実験方法 25
5.3.2 実験結果 26
5.3.3 考察 28
6. まとめ 31
7. 今後の展望 31
8. 感想 32
9. 参考文献 35

1. 背景

気象庁は 1953 年から約 70 年もの間、季節の早まりや遅れ、気候の変化をとらえることを目的として、生物季節観測を行ってきました。生物季節とは動植物の季節による変動のことを指します。植物の開花や、動物の休眠などは、気温、日照時間、降雨量など、季節によって変化する気象によって引き起こされる現象です。自然が要因であるため、当然それらに左右されるズレも存在します。例として、紅葉を挙げます。日本には秋の風物詩として山の紅葉がありますが、近年、段々と色の変わる時期が遅れています。地域にもよりますが、イチョウの黄葉はここ 60 年で 15 日、イロハモミジの紅葉に至ってはおよそ 20 日も遅くなっています。東京を例に出すと、1960 年ごろのイロハモミジの紅葉は 11 月中旬にピークを迎えていました。ところが、近年では 12 月にならないとピークが訪れない年も多いです。紅葉が起こるには朝の冷え込みが必要です。イロハモミジやイチョウは、朝の最低気温がおよそ 8℃ 以下になると紅葉が始まります。紅葉が遅れている要因は、地球温暖化によって朝の冷え込みが始まるのが遅くなるためだと考えられます。[2]

このように生物季節観測は身近な気象観測として重要な役割を果たしていました。しかしながら気象庁は、生物季節観測を気象台、測候所近辺の生態環境の変化による動植物の対象確保の難化などを理由として、2020 年 11 月に規模の縮小を行うことを発表しました。これまでは、動植物を含めた計 57 種の観測が行われていましたが、2021 年 1 月からは植物 6 種のみとなりました。[3] 気象庁の生物季節観測は、気象台、測候所近辺において人力で行われているため、観測範囲は限られています。しかし、ヒガンバナやクリ、シロツメクサなど、一般に見られる植物であるにもかかわらず廃止されてしまったものも多いです。そこで私たちは、クラウドで共有されたスマートフォンなどで撮影した写真を AI により自動で生物季節が観測できれば、全国の生物季節を自動記録が可能だと考えました。それらの記録から気象の変化やズレも導き出すことで、四季の移ろいから始まり、最終的には地球温暖化に関する問題も本システムで観測できる可能性があります。

他にも、近年世界で推進されている SDGs では環境や資源の保護、地元への貢献の必要性が主張されています。都市化が進み、自然に触れる機会が少なくなっている現代において、自然に関する情報や地域の文化に触れる機会を設けることにより、自然への保全意識や地元への愛着を持ってもらえると考えられます。

2. 目的

私たちは、実際の生物季節と旧暦の間のズレや変化に着目しました。旧暦の七十二候は過去の生物季節観測の蓄積だと考えられます。実際に、七十二候のうちの「桃始笑（ももはじめてさく）」や「雀始巣（すずめはじめてすくう）」は、生物季節そのものです。また、「雷乃収声（かみなりすなわちこえをおさむ）」のように気象現象を指すものもありますが、それと同時にヒガンバナが咲くことが知られている等、生物季節と七十二候は密接に結びついています。しかしながら、現代の日本国内において生物季節を実際に観測した結果は、旧暦七十二候が示す生物季節と比べて、ズレが生じると考えられます。それら現在の生物季節と七十二候とのズレには以下の要因があると考えています。

◆ 緯度や標高の差から生じる影響

日本の南端である沖縄では海開きが早く、北端である北海道では初雪が早く訪れるように、日本という小さな国の中でも季節のズレは顕著に現れます。つまり地域的・地理的な違いに起因するものです。

◆ 気候変動の影響

現代には、地球温暖化をはじめとした環境問題や、それらが原因で発生するゲリラ豪雨、洪水、干ばつなどの異常気象が多く存在します。背景で紹介した紅葉の色付きが遅れる現象など、気候変動による生物季節への影響がうかがえます。

これらの要因から、生物季節と旧暦のズレには地域ごとの気候差によるものと、気候変動の影響を受けたものがあると考えられます。「クラウドくんとこよみちゃん」は、スマートフォンの写真共有機能と写真から得られるGPS情報を用いた手軽な手段で、生物季節を広範囲にわたって自動で記録します。さらに七十二候と観測された生物季節のズレから、地域ごとの気象の違いや、気候変動の影響ついて可視化することが可能です。

また、要旨で述べた現代人の自然離れは、地球温暖化など環境問題への関心を低下させる大きな要因となっています。自然に対する保全意識や関心を失わないため、生物季節カレンダーで気軽に自然や季節に関する文化に触れることのできる機会を提供することも目的です。本システムは起動するだけで、生物季節や季節の流れ、地域の行事や文化、季節の旬の食材についてレコメンドされます。ユーザはそれらの情報を利用した店舗選び、旅行のプランニング、食意識の改善が可能になることから、QOL（Quality Of Life）向上、地域の活性化に貢献することが可能です。

3.本プロジェクトについて

3.1 プロジェクト概要

本システムはクラウドの写真共有機能とGPS情報を利用して、ユーザの写真からAIが生物季節を判別し、日本全国の各地域の季節に基づいた暦を自動で作成します。これにより、的確にその地域で旬を迎える食材を紹介してくれる等、その地域ならではのイベントを紹介します(図3.1.1)。同じ地域でも旬の時期は毎年異なることが多く、生物季節に基づけば今年の旬の時期をいち早く捉えることが可能になると考えられます。地元の美味しい旬の食材をユーザが知ることで地産地消に、地域ならではのイベントを広めることでイベントの認知度向上に繋がります。さらに、ユーザは自分が住んでいる地域以外の生物季節の暦から旬の時期や食材を知ることが可能なため、旅行をする際のガイドとしても役立ち、地域の活性化に貢献することが可能です。

本システムで自動観測する生物季節の例としてヒガンバナを挙げます(図3.1.2)。ヒガンバナは秋の訪れを告げる植物であり、古くから、七十二候の「雷乃収声(かみなりすなわちこえをおさむ)」の季節に咲き始めると言われていますが、実際には緯度や標高などによる気候差で地域ごとの開花時期に若干のズレがあります。また、同じ地域でも毎年同じではなく少しずつ開花時期がズレます。このことから、旧来の暦はあくまでも目安であり、現在は実際に秋の訪れを表す指標にはなっていないことがわかります。そこで、旧来の暦より地域特有の気候が表れるヒガンバナのような生物季節を観測、記録することで、より正確な季節の訪れを可視化できるのではないかと考えました。その年、その季節の本当の暦である「地域の暦」を作成することで、ユーザが地域の旬の食材や風土を知ることができ、前述した地域振興に繋がると考えます(図3.1.3)。

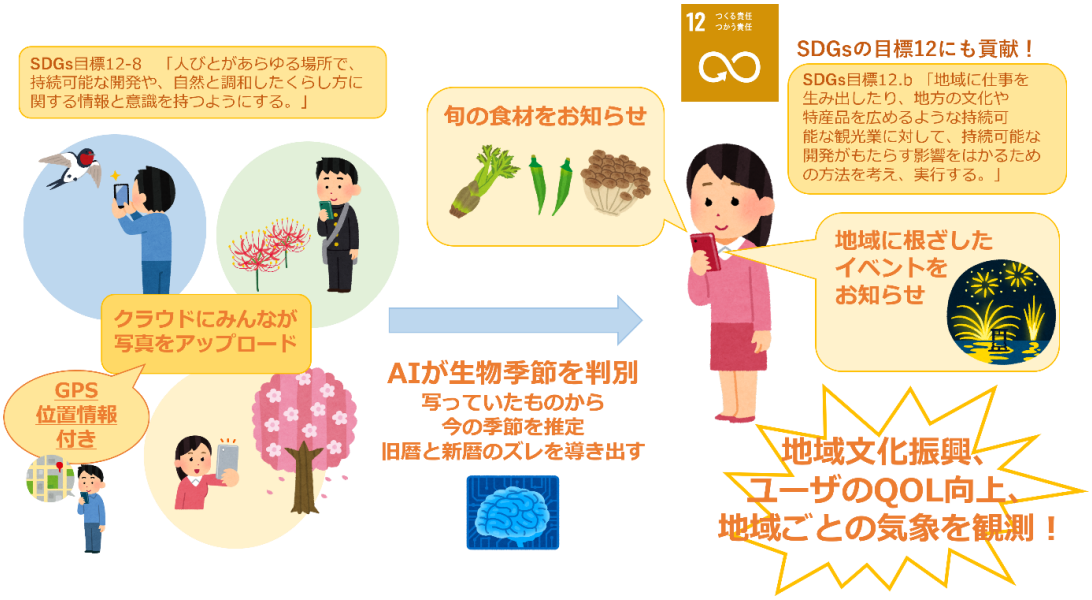

図 3.1.1 プロジェクト概要①

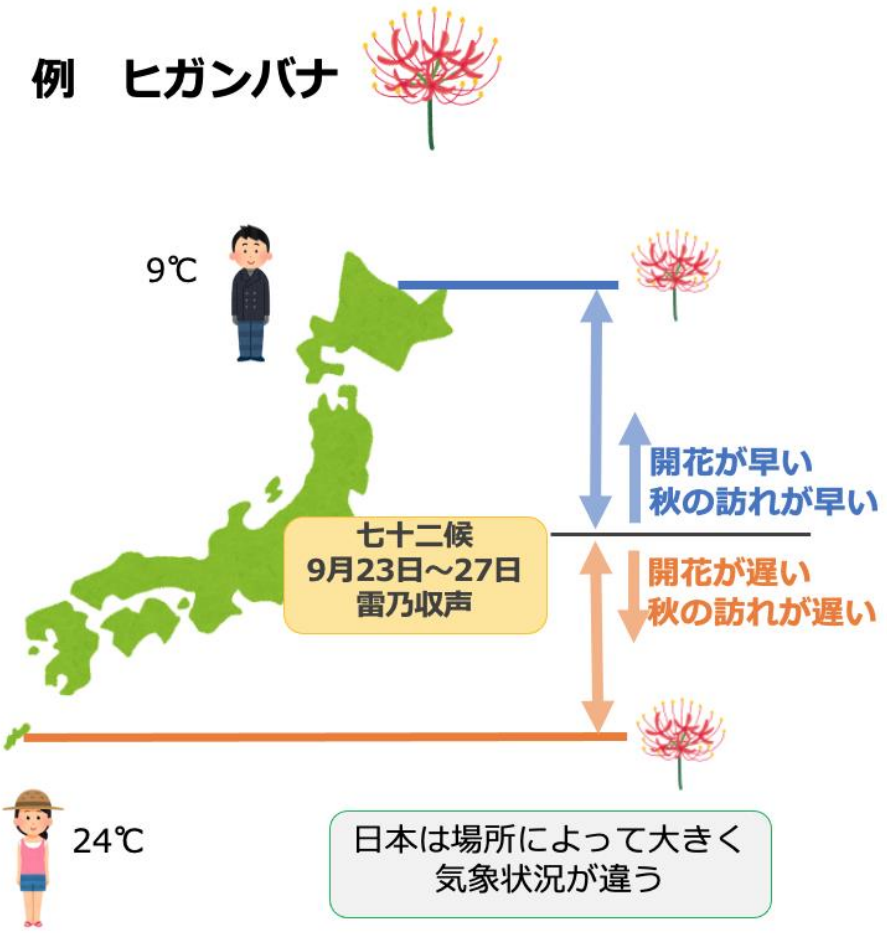

図 3.1.2 プロジェクト概要②

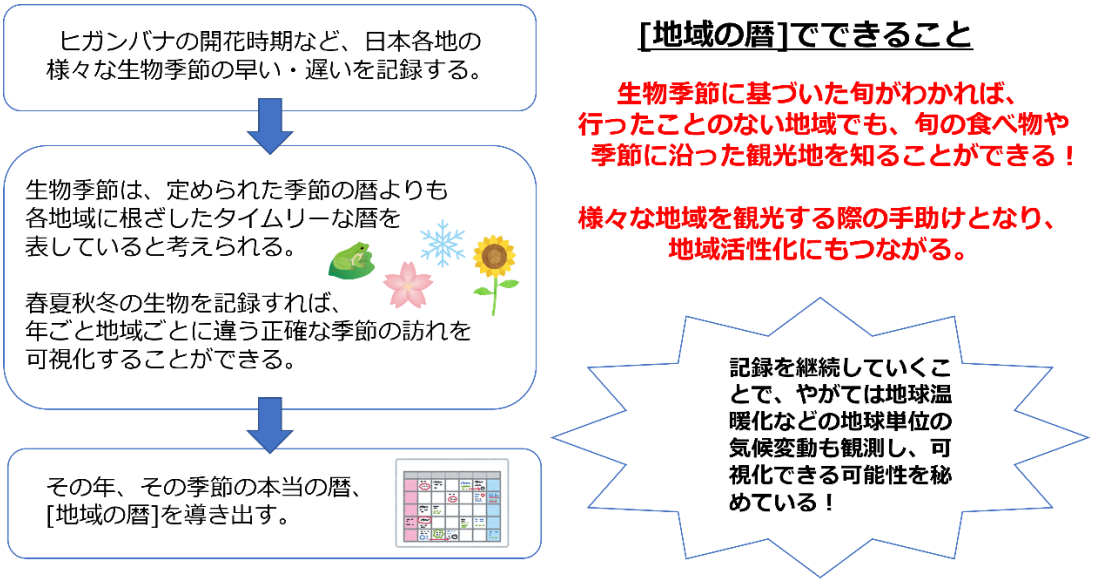

図 3.1.3 プロジェクト概要③

3.2 用語解説

◆ 二十四節気[4] (図 3.2.1)

地球の公転軌道を 24 等分したものが二十四節気で、古代中国の黄河流域において紀元前 5～6 世紀頃作られました。「夏至」「冬至」は地軸の傾きの方向と太陽の向きが重なる日、「春分」「秋分」は地軸の傾きの方向と太陽の方向が垂直となる日を指します(図 3.2.2)。これにより北半球では夏至の日に日照時間が最も長くなり、冬至の日に最も短くなります。南半球ではこれとは真逆です。春分、秋分では地球の位置に関係なく日照時間はほぼ 12 時間となります。

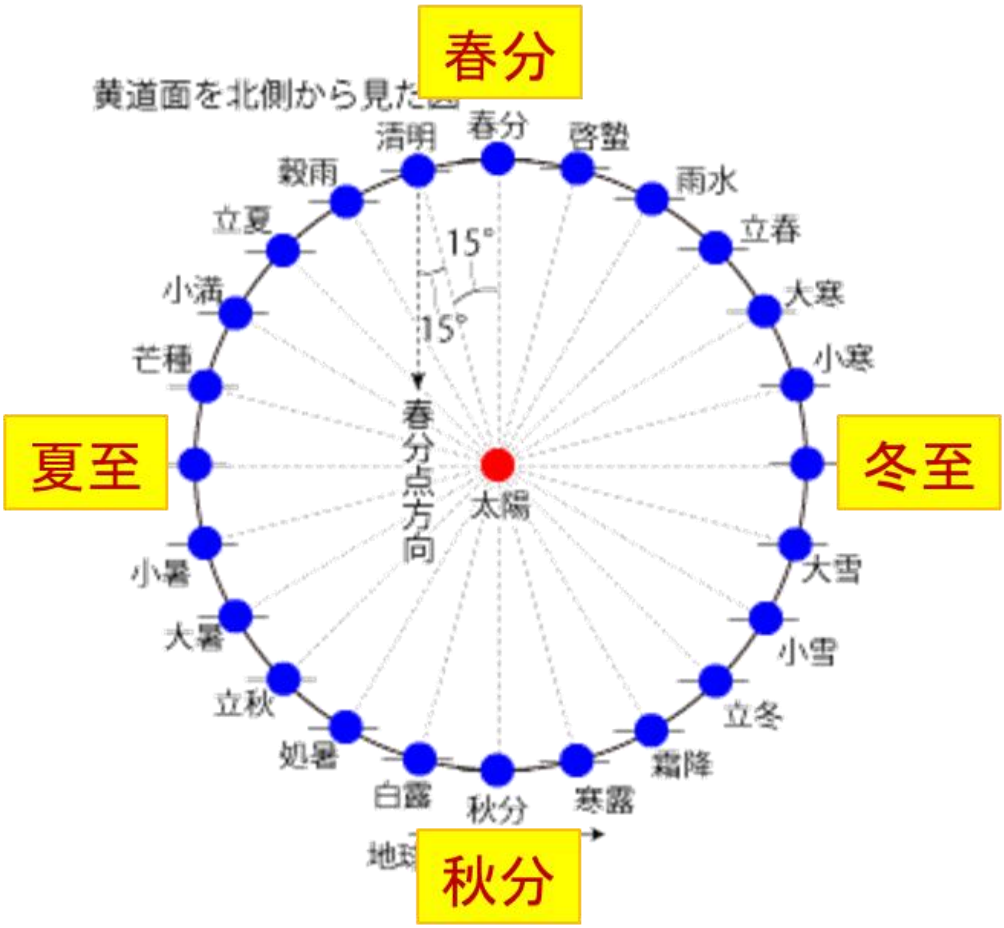

図 3.2.1 二十四節気

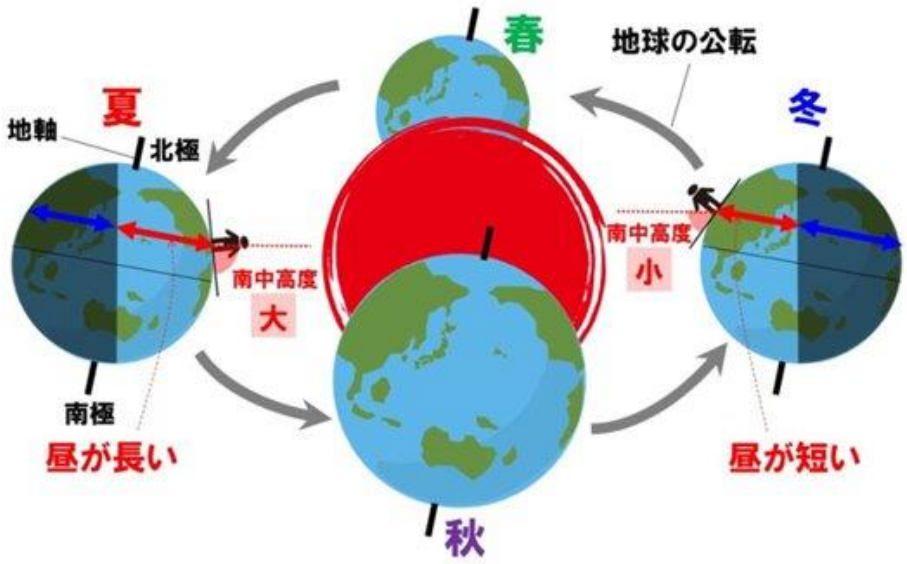

図 3.2.2 地球の公転軌道

◆ 七十二候(図 3.2.3)

七十二候とは、二十四節気の各一気(約 15 日)を約 5 日ごとに初候、二候、三候と 3 等分することで、1 年を 72 に分けたものをいいます。[5] 七十二候の名称は、日本の気候の変化や動植物の様子が短い文で表されています。[6]

七十二候は、動植物の様子や気候の変化を表す気象条件の表現が短文で書かれていることから、その時期の動植物の生物季節と密接に結びついています。古くから気象変化、生物季節は大切にされてきたことがうかがえます。

図 3.2.3 七十二候[7]

4. システム

4.1 基礎的事項

本システムを説明するにあたり、使用する専門用語について把握していただくため、システム説明の冒頭である本項に用語の詳細を示します。

◆ YOLOv3

本システムでは、YOLOv3 というアルゴリズムを使用して、ユーザがアップロードした写真から生物季節に関する動植物を検出します。YOLO とは You Only Look Once の略称であり、物体検出法の一つです。一枚の画像を入力するだけで、物体の検出と識別を同時に行うことが可能です。YOLOv3 を利用するメリットとして、既存の手法より検出速度、汎化性能が優れていることが挙げられます。YOLOv3 を使った学習の流れを以下に示します。(図 4.1.1)

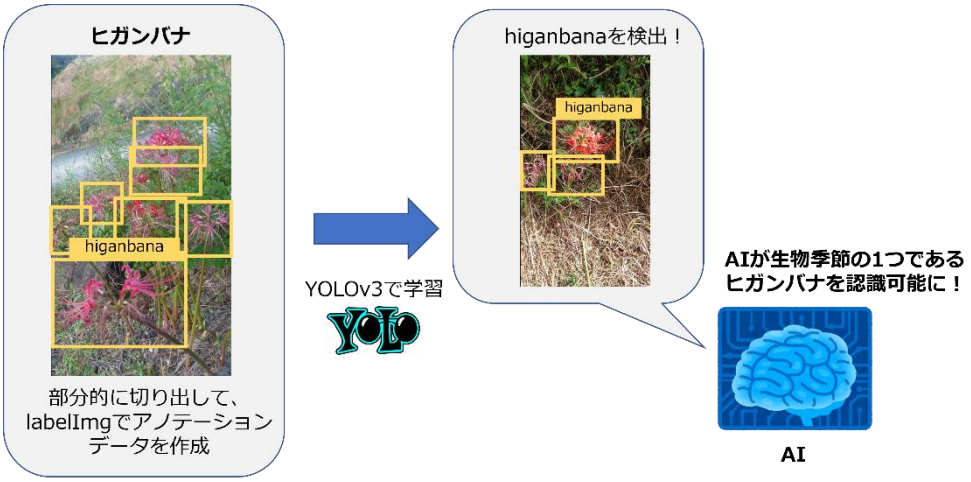

図 4.1.1 学習の流れ

◆ 過学習

機械学習において、教師データに対しては学習されていて高い正解率を出せるものの、未知のデータに対しては正解率が著しく低くなる状態のことを指します。過学習を防ぐことは、機械学習では大きな課題となっています。本システムでは、アノテーションしたデータを教師データとテストデータに分けて、テストデータで過学習を起こしていないかをチェックします。

◆ TP, FP, TN, FN

機械学習の物体検出問題において、モデルの精度を表す評価指標です。TP(True Positive), FP(False Positive), TN(True Negative), FN(False Negative)の略称です。Positive, Negative は対象物があるのか否かを示し、True, False は Positive, Negative の判断が正しいか否かを示します。これらは YOLO 学習時に出力されます。以下にまとめた表と図を記載します。(表 4.1.1)(図 4.1.1)

表 4.1.1 評価指数のリスト

対象の有無→ ラベルの有無↓	正	負
正	True Positive	False Positive
負	False Negative	True Negative

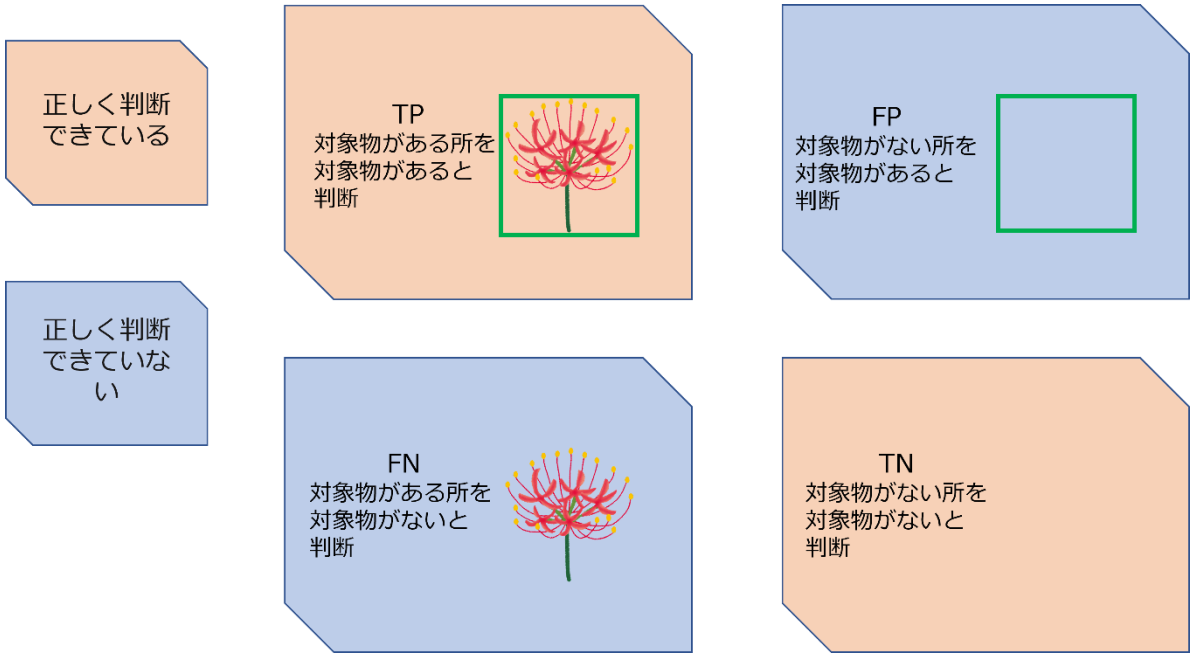

図 4.1.1 評価指数についての図解

◆ 正解率(Accuracy)

全体のデータ(TP+FP+TN+FN)から、正しい分類をしたデータ(TP+FP)をとった割合のことです。正解率が高いほど精度の高いモデルということになります。以下に正解率の算出法を示します。(式 1)

$$\text{Accuracy} = \frac{\text{TP+TN}}{\text{TP+FP+TN+FN}} \text{(式 1)}$$

◆ 適合率(Precision)

正(Positive)と分類されたデータの中から、実際に正であったデータ(TP)をとった割合のことです。適合率が高いほど誤った正の分類が少ないということがわかります。以下に適合率の算出法を示します。(式 2)

$$\text{Precision} = \frac{\text{TP}}{\text{TP+FP}} \text{(式 2)}$$

◆ 再現率(Recall)

本来対象が存在したデータの中から、実際に対象があると分類されたデータ(TP)をとった割合のことです。再現率が高いほど取りこぼしが少なく、正しく分類できているということがわかります。以下に再現率の算出法を示します。(式 3)

$$\text{Recall} = \frac{\text{TP}}{\text{TP+FN}} \text{(式 3)}$$

◆ F 値(F-measure)

適合率と再現率は一般的に片方が上がれば片方が下がるようなトレードオフの関係にあるため、片方の指標が高い値を示すからと言って一概に良いモデルとは言えません。よって両者を加味した指標の F 値を用いて、モデルの総合的な性能を評価します。以下に F 値の算出法を示します。(式 4)

$$\text{F-measure} = \frac{\text{2Recall・Precision}}{\text{Recall+Precision}} \text{(式 4)}$$

◆ IoU(Intersection over Union)

IoU とは対象を検知した枠が正確に対象を囲んでいる割合です。以下に図(4.1.3)と式(式 5)で表します。

$$\mathrm{IoU} = \frac{\mathrm{Intersection}}{\mathrm{Union}} \text{(式 5)}$$

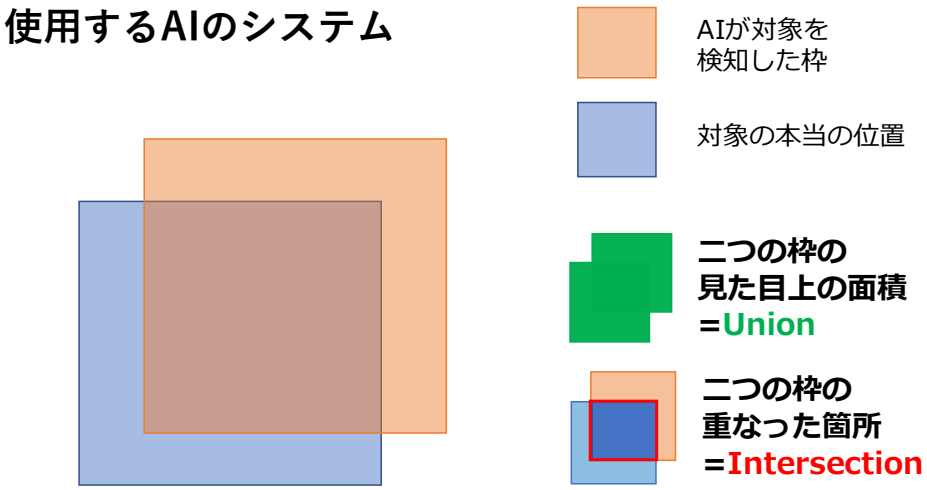

図 4.1.2 IoU

◆ Microsoft COCO: Common Objects in Context [8]

本システムでは、事前学習としてデータセット Microsoft COCO(以下 MS COCO とする)を使用しています。**一見関係のない物体のデータに思えますが、さまざまな特徴量を学習しておくことで生物季節に関連する学習データ数を少なくすることができます。**

MS COCO は、Microsoft 社が提供している、328,000 枚(うち 250,000 枚は教師ラベル付き、残りは教師ラベルなし)のカラー画像のデータセットのことです。主な用途は、画像分類、物体検出、セグメンテーション、キーポイント検出、姿勢推定、キャプション生成などがあり、データセットは画像データとそれに対する教師ラベルであるアノテーションに分けられ、さらにそれらが訓練(Train)/検証(Val)/テスト(Test)にあらかじめ分割されています。[9] Common Objects という名前の通り、日常生活を送るうえでよく目にするものが多く実装されており、車両、動物といった大まかな分類を示すスーパーカテゴリに、それより細かい分類として傘やカバンから、キリン、象までを含む 80 のオブジェクトカテゴリでアノテーションされています。以下にカテゴリをまとめた表

を示します(表 4.1.2)。画像はスーパーピクセルと呼ばれる、色やテクスチャが類似したピクセルの集合体に分割され、そのスーパーピクセルごとにセグメンテーションされており、そのアノテーションファイルはJSON 形式で保存されています。加えて各画像には、5 つのキャプションが付属します。

本来、画像認識などに用いる深層学習には、何百、何千枚もの画像データを用意し、一枚一枚ラベル付けを行ったものを教師データとして利用しますが、MS COCO のようなデータセットを用いることでその工程を大幅に短縮することができ、また画像の収集が困難な動物のデータを容易に入手することができます。

表 4.1.2 MS COCO オブジェクトカテゴリおよびスーパーカテゴリまとめ

No.	オブジェクトカテゴリ	スーパーカテゴリ
1	People	Person
2	Bicycle	Vehicle
3	Car	
4	Motorcycle	
5	Airplane	
6	Bus	
7	Train	
8	Truck	
9	Boat	
10	Traffic light	Outdoor
11	Fire hydrant	
12	Stop sign	
13	Parking meter	
14	Bench	
15	Bird	Animal
16	Cat	
17	Duck	
18	Horse	
19	Sheep	
20	Cow	
21	Elephant	
22	Bear	
23	Zebra	
24	Giraffe	

25	Backpack	Accessory
26	Umbrella	
27	Handbag	
28	Tie	
29	Suitcase	
30	Frisbee	Sports
31	Skis	
32	Snowboard	
33	Sports ball	
34	Kite	
35	Baseball bat	
36	Baseball glove	
37	Skateboard	
38	Surfboard	
39	Tennis racket	
40	Bottle	Kitchen
41	Wine glass	
42	Cup	
43	Fork	
44	Knife	
45	Spoon	
46	Bowl	
47	Banana	Food
48	Apple	
49	Sandwich	
50	Orange	
51	Broccoli	
52	Carrot	
53	Hot dog	
54	Pizza	
55	Donut	
56	Cake	
57	Chair	Furniture
58	Couch	
59	Potted plant	
60	Bed	
61	Dining table	

62	Toilet	
63	TV	Electronic
64	Laptop	
65	Mouse	
66	Remote	
67	Keyboard	
68	Cell phone	
69	Microwave	Appliance
70	Oven	
71	Toaster	
72	Sink	
73	Refrigerator	
74	Book	Indoor
75	Clock	
76	Vase	
77	Scissors	
78	Teddy bear	
79	Hair drier	
80	Toothbrush	

◆ ImageNet [10]

本システムで生物季節に使用可能なデータも含まれているデータセットです。最初から学習させるためのアノテーションがされており、今回の学習に非常に役立ちました。ImageNet は、スタンフォード大学、プリンストン大学、ノースカロライナ大学チャペルヒル校の教授らで構成された研究チームから研究目的で提供される、14,197,122 枚のカラー画像が登録された大規模画像データベースのことです。すべての画像は手動でアノテーションされており、どのオブジェクトが描かれているかを示しています。多種多様な画像データからなっており、その内訳は鳥類、魚類に野菜類をはじめとした動植物から、家具、衣類などの日用雑貨、果ては建築物に至るまで、1000 個にも上るクラスで研究者をサポートします。分類は種類ごとに行われており、鳥類一つをとっても、ライチョウ、ウズラ、ユキコサギなど約 50 種類以上が登録されています。非営利かつ研究目的ならば無償で利用することができます。

◆ Django [11]

Django は Python で実装された Web アプリケーションフレームワークです。Django の第一の目的は、複雑なデータベース主体のウェブサイト構築を簡単にすることで、無料のオープンソースとして公開されています。本システムではウェブシステムの主体として使用しています。

◆ React [12]

React は Facebook とコミュニティによって開発されているユーザインターフェース構築のための JavaScript ライブラリです。本システムのフロントエンド構築に使用しています。

◆ SQLite [13]

SQLite はサーバとしてではなくアプリケーションに組み込んで利用されるデータベースです。本システムでは、観測された生物季節や GPS 情報、時刻情報を記録する際に使用しています。

◆ FullCalendar [14]

FullCalendar は FullCalendar LLC が提供するオープンソースのカレンダーフレームワークです。本システムのカレンダー機能に使用しています。

4.2 使用機器概要

本システムの作成にあたり、学習に使用したマシンのスペックを示します(表 4.2.1)。

表 4.2.1 学習に使用したマシンのスペック

メモリ	32GB
CPU	Intel Core i7-8700K
GPU	NVIDIA GeForce RTX 2080
GPU メモリ	24GB

4.3 システム概要

本システムは、ユーザがシステムに共有した写真から生物季節を自動検出します。また、共有した写真には GPS 位置情報が紐づけています。その情報を基に、地域の魅力や文化を伝える「地域の暦」を作成します。以下に本システム動作の流れを示します。

本システムの流れ(図 4.3.1)

1. ユーザが撮影した画像をアップロード
2. アップロードされた画像の中から AI で生物季節に関係する動植物を検出
3. 何がいつ、どこで、いくつ検出されたかという情報を基に、二十四節気、七十二候と地域ごとの季節のズレや気候変動を観測
4. 季節の早まりや遅れ、当該季節の旬の食材や地域に根ざしたイベントを表示し、それに関連した行動をユーザにレコメンド
5. ユーザの QOL 向上や地域の活性化に貢献

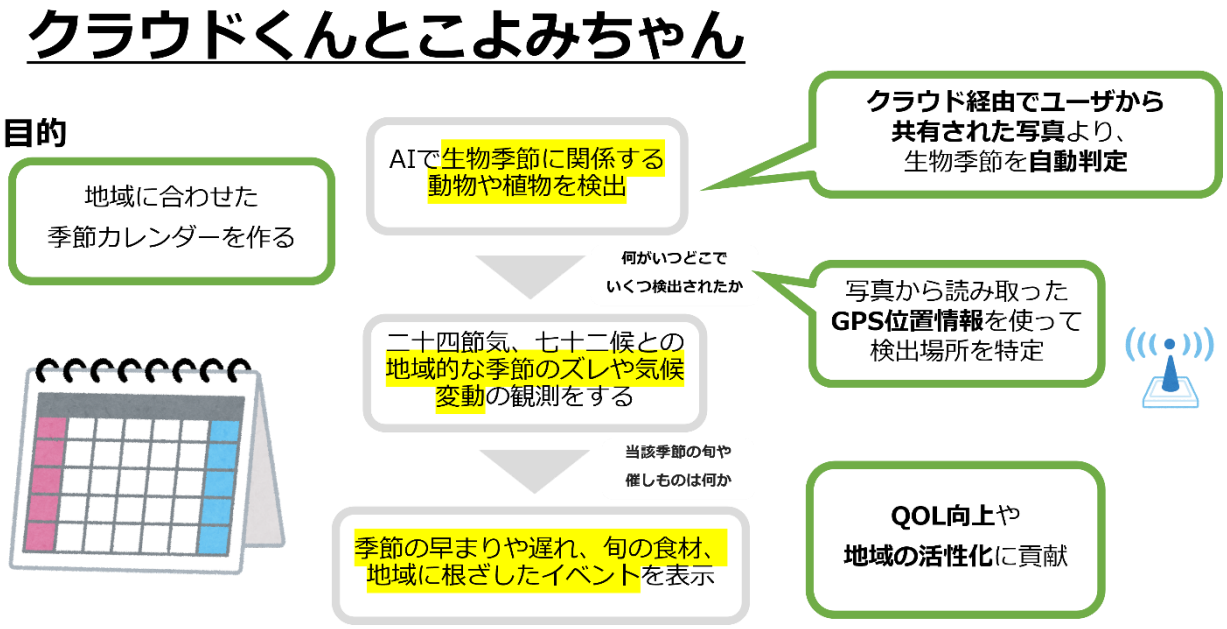

図 4.3.1 システム概要

4.4 システム詳細

本システムのウェブアプリケーションは、バックエンドに Django、フロントエンドに React、データベースに SQLite を使用しました。React のカレンダー部には FullCalendar、物体検出には、YOLOv3 を使用しました。

システムの動作詳細(図 4.4.1)

1. クラウド経由でユーザが共有した写真から YOLOv3 を使用して自動的に生物季節を検出
2. 検出した生物季節と写真から読み取った GPS 位置情報、時刻情報を SQLite に保存
3. データをもとに季節の早まりや遅れ、旬の食材、地域に根ざしたイベントを表示

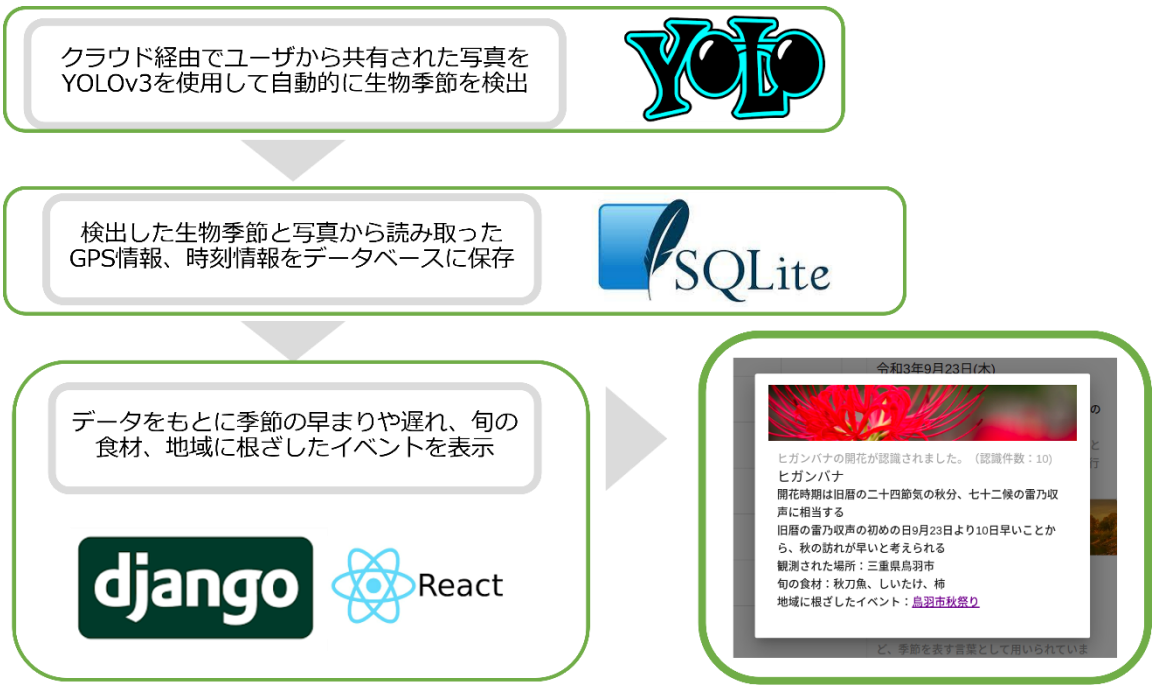

図 4.4.1 システム詳細図

4.5 生物季節観察・暦表示システム

◆ 開発環境

開発環境と開発言語は表 4.5.1 の通りです。

表 4.5.1 開発環境と開発言語

開発環境	開発言語
Django 3.2.7	Python 3.6.9
React 16.0.0.0-0	JavaScript ES2018

◆ 操作方法

本システムは、ユーザが生物季節を撮影した写真をクラウドにアップロードすると、各地域のカレンダーと、各日の和暦、四季、二十四節気、七十二候、旬の食材、地域に根ざしたイベントを表示します。カレンダー上の日付をクリックすれば関連する暦の情報を、イベントをクリックすると、季節の遅れ進みや旬の食材、地域に根ざした行事等が表示されます(図 4.5.1)。

図 4.5.1 動作画面

5. 実験

5.1 学習用データの収集について

学習用データについて、まずMS COCO、ImageNetからデータセットを使用しました。これにより14種類の動植物を学習させることができ、それらを基準とする生物季節への対応を可能にしました。また、それ以外に追加する対象にはヒガンバナを採用し、現在計15種の生物季節の観測、記録を行うことを可能にしました。なお、観測対象は今後さらに教師データを追加することで増やしていく予定です。以下に対応する生物、生物季節の内容、本来それが見られる時期の目安を表に示しました。(表5.1.1)

ヒガンバナを採用した主な理由には、ヒガンバナには曼殊沙華をはじめとした1000以上の呼び名があり、古くから人々になじみ深いということ[15]、「彼岸花」という名の通り開花時期がお彼岸で生物季節のズレがわかりやすいこと、気象庁の生物季節観測の対象から外されたことの3つが挙げられます。そのためヒガンバナについて、270枚の学習用画像を令和3年度に撮影、収集しました。加えて、インターネット上のフリー素材87枚を拝借し、学習用データとしました。参考資料部分に出典を記載します。[16] また、以下に撮影した画像(インターネットからの収集画像ではない)の一部を例示します(図5.1.1)。

表 5.1.1 対応する生物季節まとめ

対象物	生物季節	時期の目安
ヒガンバナ	開花	9 月中旬～
鴨	渡り	9 月～
鶴		10 月中旬～
イトトンボ (均翅亜目)	初見	4 月～
トンボ (ムカシトンボ亜目、 不均翅亜目含む)		4 月～
テントウムシ		3 月～
カブトムシ		6 月中旬～
モンシロチョウ		3 月～
シジミチョウ		4 月～
カタツムリ		6 月～ （年中だが今回は梅雨到来の目安として採用）
いもり		3 月～
ウシガエル		5 月～
アマガエル		4 月～
ザリガニ		6 月～
どんぐり	落果	10 月～

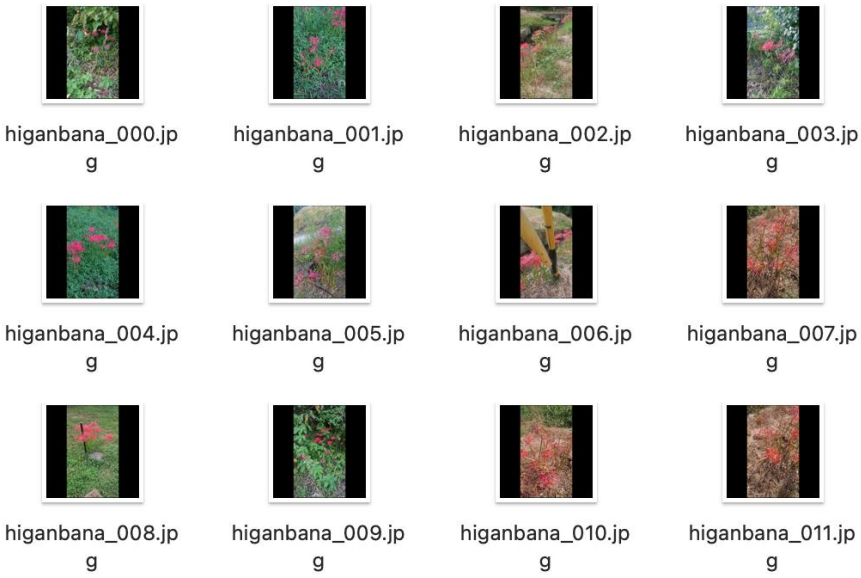

図 5.1.1 撮影画像の一例

5.2 事前学習・検証

5.2.1 検証およびモデルの評価

YOLO から出力される評価指標を用いて、学習を行った計 15 種の学習済みモデルの評価を行いました。これらの評価は、準備した画像データを全て学習に使用せず残しておいて、学習済みモデルがこの残りの画像データから正しく各種生物の認識ができているか検証、評価するものです。これらの結果を以下の表に示します。

表 5.2.1.1 評価値のまとめ

Accuracy	0.86
Precision	0.87
Recall	0.83
TP	682
FP	102
FN	140
IoU	72.14%
F 値	0.85

今回は 4.1 基礎的事項で解説した指標の Accuracy, Precision, Recall, TP, FP, FN, IoU, F 値を用いて指標を求めました。これらを利用したモデルの評価を行います。

5.2.2 考察

前項で提示したAccuracy, Precision, Recall, IoU, F値(TP, FP, FNを除く)の値は1（百分率で表記すると100%）に近いほど良い結果を示したということが言えます。今回の結果は、正解率が0.86を示しました。つまり、認識した物体が正解である割合が高く精度の良いモデルであると言えます。ただし、正解率だけでは本当に良い学習モデルであるかを評価することはできません。そこで、他の評価指標としてF値とIoUを用います。F値は0.85を示しました。つまり、誤検知が少なく認識漏れが低いモデルであると言えます。また、IoUは72.14%を示しました。つまり、AIの物体認識の仕方が人間に近い学習モデルであると言えます。物体認識の仕方が人間に近いと言える根拠としては、IoUは人間が「ここからここまでがヒガンバナだ」と認識しアノテーションをした範囲とAIが「ここからここまでがヒガンバナだ」と認識した範囲が近ければ、近いほど値が高くなる指標だからです。また、今回テストに使った画像は学習に使用していないデータでも高い値を示したため、過学習の心配はなく初めて見た生物季節でも問題なく認識できると考えられます。

以上の観点から、YOLOv3を利用した生物季節の認識が可能なモデルになったことがわかります。そしてこの方法を応用すれば他の生物季節も学習させることができ、今後認識できる生物季節を増やすことができると言えます。

5.3 実際のシステムを使って検証

5.3.1 実験方法

今回、システムの実装が他の生物季節の時期に間に合わなかったことと、鳥類など動物の撮影を期間内に行うことが困難であったことから、事前に撮影できたヒガンバナの画像を使用して実験を行いました(図 5.3.1.1)。画像を本システムにアップロードし、生物季節の認識ができているか、カレンダー部が正常に動作し、画像の記録が行われているか、画像から GPS 位置情報を取得、表示できているか、二十四節気、七十二候とのズレ、旬の食材、地域のイベントの表示が行えているかを確認しました。

図 5.3.1.1 実験に使用した画像

5.3.2 実験結果

実験の結果、ヒガンバナの認識ができました(図 5.3.2.1)。画像から GPS 位置情報も取得でき、対応した場所、日時が正確にカレンダーに記載されていることも確認できました。また、認識した季節と旧暦の季節とのズレから、当該地域の気候の特性や気象の変動を表示し、対応する季節の旬の食材、イベントについても表示することができました(図 5.3.2.2)。

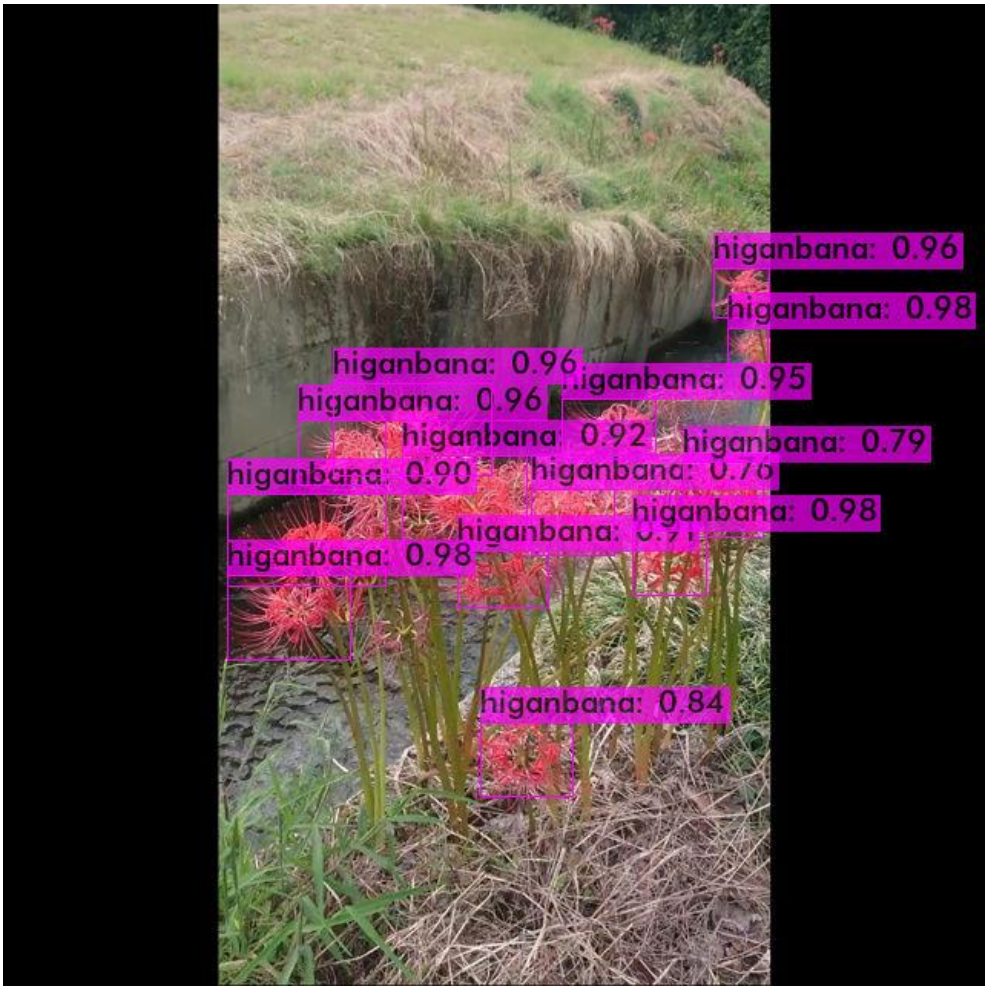

図 5.3.2.1 実験結果①

クラウドくんとこよみちゃん
2021年9月
今日
日 月 火 水 木 金 土
29日 30日 31日 1日 2日 3日 4日
5日 6日 7日 8日 9日
12日 13日 14日 15日 16日
ヒガンバナ
19日 20日 21日 22日 23日
26日 27日 28日 29日 30日
3日 4日 5日 6日 7日
和暦
令和3年9月23日(木)
ヒガンバナの開花が認識されました。（認識件数：10）
ヒガンバナ
開花時期は旧暦の二十四節気の秋分、七十二候の雷乃収声に相当する
旧暦の雷乃収声の初めの日9月23日より10日早いことから、秋の訪れが早いと考えられる
観測された場所：三重県鳥羽市
旬の食材：秋刀魚、しいたけ、柿
地域に根ざしたイベント：鳥羽市秋祭り
ど、季節を表す言葉として用いられています。1年を春夏秋冬の4つの季節に分け、さらにそれぞれを6つに分けたもので、「節または節気」と「気（中または中気とも呼ばれる）」が交互にあります。
四季
秋 あき
一般に季節と言うと、春夏秋冬を思い浮かべると思います。しかし、たとえば春がいつからいつまでなのかについては、絶対的な定義は存在しません。日本や中国の太陰太陽暦では、（節月で区切る場合）立春・立夏・立秋・立冬をもって四季の始まりとします。
七十二候
雷乃収声 かみなりすなわちこえをおさむ
雷が鳴り響かなくなる
七十二候は二十四節気を細分化したもので、気候を表します。一気を初候・次候・末候の三候に分けるので、合計72個になります。二十四節「気」と七十二「候」をあわせて「気候」となります。

図 5.3.2.2 実験結果②

5.3.3 考察

今回の実証実験によって、日本における過去の生物季節（旧暦七十二候）と本システムを使って自動観測した生物季節のズレを観測することで、地域の季節を表す暦を自動的に作ることができました。さらに、その地域の生物季節に基づいた旬の時期を推定し旬の食材等を紹介する機能と、地域イベントの表示機能により、その地域を訪れた観光客にも、地域の魅力や文化を伝える「地域の暦」を作ることができたと考えています。このことから、本システムの目的であるユーザの QOL 向上および地域活性化への貢献が可能になりました。システムを実際に稼働させ、ユーザを増やすことで、記録できるデータが増えていきます。その結果、さらにシステムの精度が高まることで、各ユーザに適した暦を提供できるようになると考えられます。以下に本システムによって可能となった内容を挙げます。

- 記録を利用して把握した生物季節と、従来の生物季節との時期のズレ、またそれに影響を及ぼした気象状況の関係を可視化

  動作を確認するため、2022 年のデータとして仮に 9 月 30 日にヒガンバナが開花したと設定し、表示を行いました(図 5.3.3.1)。図のように、今年と来年で観測時期と暦とのズレがそれぞれ表示できています。この機能により年ごとの生物季節出現の時期が記録、表示できており、可視化できていると言えます。

- 自然に関する保全意識や関心を失わないため、生物季節カレンダーで気軽に自然や季節に関する文化に触れることのできる機会を提供

  生物季節が観測できた地域の祭りごとなどが表示できるようになりました(図 5.3.3.1)。本システムは高頻度で情報が更新、表示されます。毎日カレンダーを使用する度に、季節の流れ、地域の行事などが目に入れば、自然や地域社会が身近に感じられるはずです。

- 生物季節や季節の流れ、地域の行事や文化、季節の旬の食材についてレコメンド、それらの情報を利用した店舗選びの補助、旅行のプランニング、食意識の改善などから使用者の QOL 向上、地域の活性化に貢献

季節の到来と関係するような、気温などの影響を受ける生物季節ならば、観測の時期のズレが季節にも旬にも影響を及ぼす可能性が高いと考えられます。本システムでは、生物季節から季節の移り変わりを知ることで、正確な旬の時期を把握することが可能になります。得られた情報を利用すれば、よりタイムリーな旬が把握でき、よりよい食生活への改善が見込めます(図 5.3.3.2)。また、上記で述べた通り、自然や地域社会が身近に感じられる仕組みを実装したことで、ユーザに地域行事や地域活動を知ってもらう補助をします(図 5.3.3.1)。

これらの方法でユーザの食生活や地域行事、地域活動への参加意向にアプローチし、ユーザの QOL 向上、地域の活性化への貢献を可能にしました。

図 5.3.3.1 2021 年と 2022 年の動作画像
(2022 年のデータは未来なので、仮に 7 日遅い場合を設定)

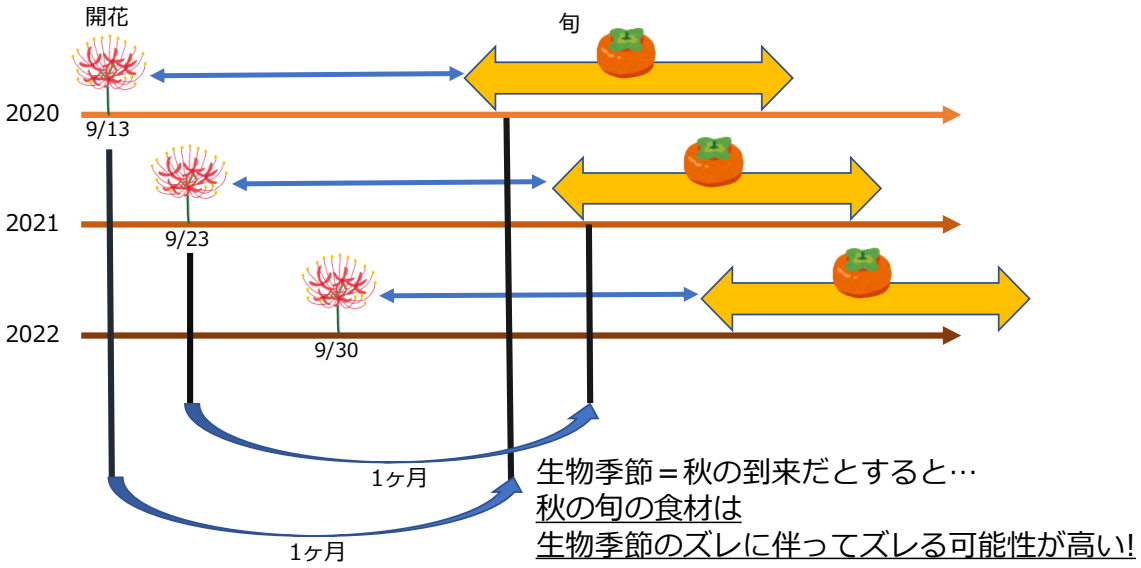

図 5.3.3.2 生物季節変化と旬の時期の変化に関する例

6. まとめ

AI を用いてさまざまな生物季節を観測し「過去の生物季節の蓄積である旧暦七十二候と本システムで自動観測した生物季節のズレ」から「今年の旬の時期」を推定することができました。これにより、各地域の食材の旬を逃さずとらえることが可能になります。また、季節行事をお知らせする機能も持つため、単純なカレンダーではなく地域の旬と文化を繋いだ地域振興にも貢献できると考えられます。さらに本システムでは、地域や年ごとにそれぞれ違う気象や季節の移り変わりを生物季節によって知ることが可能です。背景で述べた地球温暖化について、長期的に本システムで生物季節の観測を行い、生物の開花時期が暦とどのくらいのズレが生じているのかデータ収集を続ければ、気候変動の観測にも役立てられる可能性があります。

本システムのユーザは地域特有の食材や観光地のことをよく知らない旅行先等においても、旬の食材を簡単に知ることができるので、その地域ならではの美味しい料理を食べて季節と旅行を楽しめます。同時に、外出先や地元の行事、古くから続く暦の文化、生物季節の情報も季節に合わせて知ることも可能です。これら一連の流れは、地域活性化に繋がると考えています。

7. 今後の展望

本システムの生物季節の情報収集はシステムの性質上、たくさんのユーザから集められた情報に依存しているため、ユーザ数の増加がシステムの使用感に直結します。そのため、まずは本システムの存在をさまざまな人に知ってもらう必要があると考えます。その手法として Twitter、Instagram をはじめとした SNS を使用し協力を求めることで、ユーザの更なる増加が見込めると考えています。更にそれら SNS を利用することで、ユーザからリアルタイム性の高い情報も集めたいと考えています。また、外出先で利用するユーザ向けに、近くにある旬の食材が食べられる店舗を紹介することで、ユーザはその地域特有の食材を堪能することができ、同時にさらなる地域振興に貢献できると考えます。

8. 感想

私は以前に他のコンテストにも参加したことがあるのですが、その時は自分がチームで最年少であったため、今回は上級生としてコンテストに参加することの大変さを実感しました。後輩に任せきりになってしまった部分も多く、後輩たちへの感謝とともに自分の力不足を強く感じました。それに伴い、過去にコンテストで引っ張ってきていただいた先輩方へのより一層の感謝の思いも感じました。

今回私たちが紹介させていただいた「クラウドくんとこよみちゃん」は、多くの目的に使用できるシステムで、少々説明が複雑になってしまったと思います。しかし、地域活性化、生物季節観測、気象観測という SDGs といった形で注目されている分野に関係する目的で使用できるため、本システムは現代社会において非常に有意義なシステムだと言えると思います。

今後はより現代社会に合わせたシステムにできるよう、工夫を凝らしていきたいと思っています。

制御情報工学科 5 年　小木曽史織

私はプログラムを担当しました。バックエンド、フロンドエンドともに開発しました。本格的なウェブアプリケーションの開発は今までやったことがなかった、その上フロントエンドに使った JavaScript は初めてだったので、予想以上に時間がかかってしまいました。最低限のフロントエンドはかけるようになったので、コンテストに参加する前と比較して非常に成長を感じます。

盛り込みたい機能のアイディアは多くあったのですが、時間と技術力の関係で実装できなかった内容もあり、チームメンバーや助言をくれた方々には申し訳ないです。自分の満足がいくものが作れるよう日々努力していきたいです。

制御情報工学科 4 年　片岡史浩

私はアノテーション作業と学習、資料作成を担当しました。当初からアイディア出しが非常に難しく、どのようなシステムを作るのか考えることに苦戦しました。また、具体的なシステム立案からシステムの構築、アノテーション作業、学習作業、そして資料作成に取り掛かるまでが遅かったことが一番の反省点だと思いました。

今回気象観測機器コンテストに応募するにあたり、生物季節という分野に関して理解を深めると同時に人間の「暦」と生物の開花や動物の初見を照らし合わせることで、過去の生物季節の蓄積と考えられる旧暦七十二候と本システムで観測した生物季節のズレや、地域ごとの気候のズレを観測することが出来ました。非常に専門性が高く難しい分野でしたが、同時に今まで知る機会が無かった生物季節に関する知見を深めることができました。今回の経験を今後の研究に生かしていきたいと考えます。

制御情報工学科4年　中山光太

私は、今回の気象観測コンテストがはじめてのコンテストととなり、今までコンテストというものに出たことがなく、最初から不安でいっぱいでした。今回の役割としてはアノテーション作業が主な仕事であまり枚数を担当しなかったのですが、ヒガンバナの飛び出している糸のようなおしべやめしべをはみ出さずアノテーションするというのには、根気が必要で終わった後の達成感はすごく、頑張ってよかったなと感じました。

しかし、私は今回のコンテストを通じて、自分の実力不足が目立ってしまい、情けなく感じたのでまたこのような機会があればチームの役に立ちたいと思いました。

情報機械システム工学科 3 年　南偉斗

今回私は、画像収集、アノテーション、資料作成など、主に先輩方のサポートに回りました。初めてのコンテスト参加であることと、私自身の人見知りな性格も相まってか、初めからなかなか議論に入っていけず、全く役立てませんでした。このままではいけないと、資料作成を手伝ってみたり、画像収集をしたり、先輩にぶら下がってばかりでしたが、まったくの役立たずからは脱却できたように思います。今年は班の中での最下級生で、先輩方に引っ張っていただきましたが、来年からは自分たちが引っ張る側になるということに戦々恐々としています。不安や緊張が目立ちましたが、長い期間をかけて、チームの人たちと共にプロジェクトに取り組むことは面白かったです。

情報機械システム工学科 3 年　山本啓介

私は今回のコンテストで、画像収集、資料作成、アノテーションなどの仕事を行いました。ロボコン部に入っていたため、一応コンテストには出たことがあったのですが、想像以上の時間の無さとシステム開発に必要な技術力に驚きました。学年にも知識にも大きな差があり、なかなか議論には入ってはいけませんでした。しかし、最低限の役割はなんとか果たせたのではないかと思います。今年はまだ初めての経験で役立たずのことも多かったと思いますが、来年からは自分たちも中心のメンバーになっていくと思われるので、今まで以上に頑張る必要があると実感しました。特にシステム開発には殆ど手が出せない状況だったので、そういった技術も習得したいと思いました。

情報機械システム工学科 3 年　中山雄一朗

9. 参考文献

[1] “ 加速する現代社会の「自然離れ」 | 東京大学”
https://www.u-tokyo.ac.jp/focus/ja/articles/a_00471.html

[2] “ 身近な樹木の紅葉が遅くなっている! | 気候変動いきもの大調査事務局”
https://ccbio.jp/topics/t002

[3] “ 生物季節観測の種目・現象の変更について”
https://www.jma.go.jp/jma/press/2011/10a/20201110oshirase.pdf

[4] 亀岡 孝治(2021) “ 季節学と環境・食・健康(20210530)”

[5] “ 二十四節気七十二候とは”
https://kobe-kaikyopark.jp/24s74k

[6] “ 七十二候”
https://www.i-nekko.jp/meguritokoyomi/shichijyuunikou/

[7] “ 七十二候って何？ 四季の移ろいと日本の気候一年図”
https://www.beatstaff.com/post-289

[8] “ COCO Common Objects in Context”
https://cocodataset.org/#home

[9] 一色政彦 “ COCO dataset：セグメンテーションなどに使える大規模なカラー写真の画像データセット”
https://atmarkit.itmedia.co.jp/ait/articles/2109/08/news026.html

[10] “ ImageNet”
https://www.image-net.org/

[11] “ Django”
https://www.djangoproject.com/start/overview/

[12] “ React”
https://ja.reactjs.org/

[13] “ SQLite”
https://www.sqlite.org/index.html

[14] “ FullCalendar”
https://fullcalendar.io/

[15] 小島杏子“ 暦生活　彼岸花”
https://www.543life.com/shun/post20200919.html

[16]画像を拝借したサイト
“ フォトック” https://www.photock.jp/
“ よかフォト” https://www.yokaphoto.net/02sozaiphoto/index.html
“ キロクマ！熊本写真アーカイブス” https://kumamoto.photo/archives/
“ フリー素材.com” https://free-materials.com/
“ 京都フリー写真素材集” https://photo53.com/
“ まるぼランドのフリー素材写真”http://www.maruboland.com/index.html
“ Photo-pot” https://photo-pot.com/
“ T-photo Share” https://techs.co.jp/photoshare/
“ Active Photo Style” https://activephotostyle.biz/
“ IMAGE-GARAGE” https://img-garage.com/
“ Pixabay” https://pixabay.com/ja/
“ フリー素材ぱくたそ” https://www.pakutaso.com/