

ひこうき雲の観測と実験

気象予報士 10028号 伊藤優香

共同実験者 城戸研仁

1. はじめに

ひこうき雲とは飛行機の通過によってできる雲で白い線状の雲である。2017年版の国際雲図帳では、人間活動に伴って発生した巻雲 (Ci hogen) として正式に位置づけられた。

[1] 飛行機雲の発生を解明することは、人間活動が与える自然への影響の理解に繋がると考えられる。また、身近な存在である飛行機雲は、気象学に興味を持つ入り口として、そして、教育面や市民科学の面など大きな役割を果たすことができると考え、本研究に取り組むこととする。

1.1 ひこうき雲とは

現在の飛行機は、ジェット・エンジンを使ったジェット機が主流となっており、ほぼすべての飛行機に使われているのがターボファン・エンジンである。ターボ・ファンエンジンはファンを回転させて空気取り込むことで推力を得る。また、一部を推力に使用し、一部を圧縮して高温・高圧とした空気を燃料と混合させて燃焼する。燃焼ガスは排気ジェットとして外部に噴出され、[2] その排気により空気中の水分が増加・凝縮して水滴が発生し、それによって雲が発生する。[3]

雲は上昇気流によって上空に運ばれた水蒸気が飽和に達すると発生するが[4]、未飽和の状態下で飛行機が通過すると飽和に達し、排気ガスが雲凝結核として働く。すると、過冷却雲粒が発生し、その後氷晶核形成して氷晶のひこうき雲が現れる。[5]

その消え方については複数種が観測され、消滅時間が早いものや消滅せずに巻積雲や巻層雲となり残るものなど様々である。(図1)

飛行機雲の有無や雲が持続し成長するかどうかで上空の湿り具合が読み取れる。[5]



図1 幅広く残るひこうき雲

1.2 ひこうき雲を研究する意義

ひこうき雲は知名度が高い一方、ケムトレイルや地震雲など陰謀論に利用されている。科学は、論理性や実証性があるものだと多くの人が信頼しているため、科学知識や科学センスに弱くても科学のような雰囲気に乗せられやすい人は多く、人はニセ科学を信じてしまう心理システムを持っている。[6] ひこうき雲について理解するため、観測や解析は大きな意義がある。

また、小学生のころに体験活動を多くしていた子供は、家庭の環境に関わらず、高校生になって自尊心や外向性、精神的な回復力といった項目の得点が高くなる傾向にあることが、文部科学省が2021年9月8日に発表した調査結果より明らかになった。[7] 教育の面において、身近な存在であるひこうき雲を利

用した体験型の実験を開発することは重要である。さらに、実験を通して理科の学びを楽しむとして普及していくことには大きな意義があると考えられる。

以上より、ひこうき雲の観測、実験、啓蒙活動を並行して行っていくこととする。(図2)

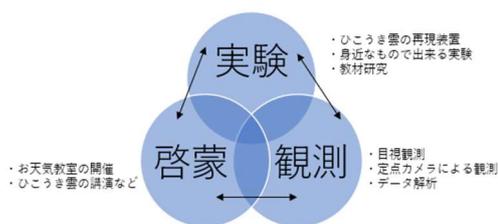


図2 計画プラン

2. アクリルパイプを使った真空実験

2.0 目的

お天気教室などで実施する実験カリキュラムは複数あり、現在も各所で開発検討されている。例えば、ペットボトルを用いて中に消毒液を入れて加圧した状態で開封するとペットボトル内の空気が薄くなり、雲が生じるという実験^[8]は特に人気がある。

今回は新たな気象実験の一つとして、ひこうき雲を地上で可視化できる装置を作成する。ひこうき雲の発生と消え方を再現し、気象を学べる装置としての普及を目指すこととする。先行研究として「実験室スケールでの雲の生成とそのキャラクターゼーション」^[9]を参考とし、耐圧性があり中の状態を確認しやすいアクリルパイプを用いた。アクリルパイプ内に低圧低温の状態を作り、空気中の水や氷の粒の可視化を目指す。(図3)

昨年度の実験により、アクリルパイプと真空ポンプを用いて、低圧状態を作り出すこと

ができた。^[10](図4)

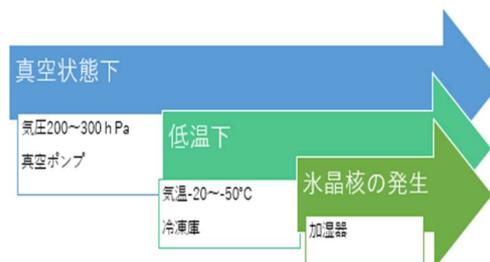


図3 実験の計画

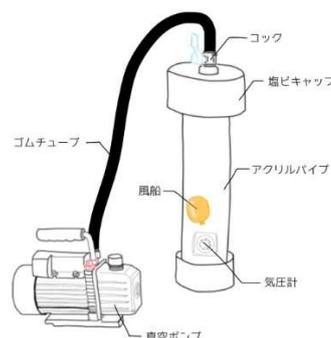


図4 アクリルパイプを用いた真空装置

2.1.1 方法1

1. アクリルパイプ内の空気を冷却するため、冷凍庫(アイリスオーヤマ142L)とアクリルパイプ(直径30cm、長さ100cm、厚み1cm)を断熱シートとダクトホースで接続し冷凍庫内の低温の空気を流入させることとした。その際冷却時間を2時間とした。冷凍庫内のダクトホースとの接続部に小型の扇風機を設置した。(図5)アクリルパイプは常に外気温により温められ続けているため二重にするほうが望ましいが、本研究では冷却下での可視化を目的とするため、目視できるように二重にはしないこととした。

2.1.2 結果1

1. アクリルパイプ内の温度は外気温と変わらなかった。(外気温 22.5°C パイプ内温度 22.5°C)

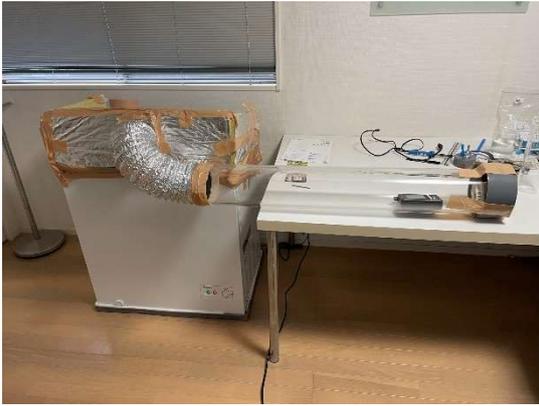


図5 アクリルパイプと冷凍庫を接続

2.1.3 考察1

1. 冷凍庫を用いてアクリルパイプ内の空気を冷やすには外部接続では力が足りなかった。冷凍庫内の気温は -20°C 、接続した空気は 22.5°C と 40°C 以上の気温差があり、気圧差が生じダクトホースの直径(30cm)では小型の扇風機では移流が生じるほどのエネルギーは発生しなかった。

2.2.1 方法2

1. アクリルパイプ内の気温を 40°C 以上上げるため、冷凍庫の中に直接キャップをしない状態でアクリルパイプ(小)を入れた。アクリルパイプ(小)の中には遠隔で操作で電源を入れることができる小型加湿器を入れた。

(図6)



図6 遠隔操作できる小型加湿器

2. 冷凍庫で冷やした後、真空ポンプを稼働

し、アクリルパイプ内の気圧を下げた。

3. アクリルパイプ(小)の中の小型加湿器のスイッチを入れアクリルパイプ内で低温、低圧、加湿の状態を作成した。

2.2.2 結果2

1. 冷凍庫の中で冷やしたアクリルパイプ内の気温は -25.7°C まで低下した。

2. 低圧化(33.1hPa)で小型加湿器を稼働させたが、周囲の気体には変化が見られなかった。アクリルパイプの蓋を外すとアクリルパイプ内の水蒸気が冷気に触れて白くなり凝結が確認できた。(図7)



図7 低温下での真空実験

2.2.3 考察2

1. 冷凍庫内でアクリルパイプを直接冷やすとアクリルパイプ内の空気も十分冷やされることがわかった。

2. 低温低圧下でアクリルパイプ内で加湿しても空気中の水を可視化することはできなかった。しかし、キャップを外すことによって、外部の冷凍庫内の空気に触れて冷やされ、可視化したと考えられる。

アクリルパイプ内で雲を可視化するには、パイプ内の水蒸気量を上げるだけでは不十分であるため、温度変化を大きくする必要がある。エンジンのようにパイプ内で点火できる装置の作製を検討する。

3. ひこうき雲の観測

3.1 目視観測

日常生活上において目視により観察できたひこうき雲を写真撮影し、同時刻に上空を飛行していた対応する飛行機のデータ（スマートフォンアプリ：フライトレーダー24）を記録した。観測日時、観測場所、飛行場所については別途付録として添付した。ひこうき雲の長さについて、上空に掌を伸ばした状態で指1本分（約1cm）をランク1、指2本分（約3cm）をランク2、指3本分（約4cm）をランク3、指4本分（約5cm）をランク4、掌一つ分（約10cm）をランク5、掌2つ分（約20cm）をランクS、それ以上をランクSSとした。写真から機体と比較した概算でひこうき雲の長さはランク1は約500～1,000m、ランク2は約1,000～3,000m、ランク3は約3,000～4,000m、ランク4は約4,000～5,000m、ランク5は約5,000～12,000m、ランクSは約12,000～24,000m、ランクSSは約24,000m以上とした。また、観測の際に同じ航路の機体があり機体の特定が困難な場合は記録として採用しないこととした。

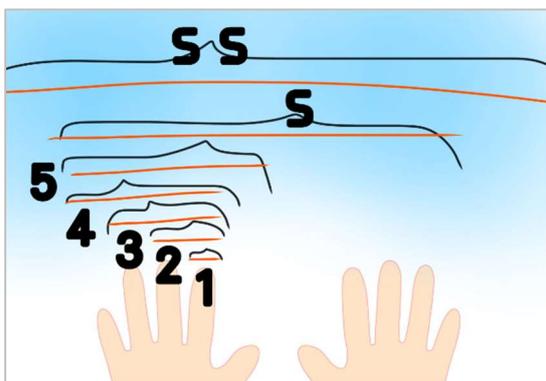


図8 観測基準

3.2.1 結果1

1. 2019年4月～2023年6月末の観測数

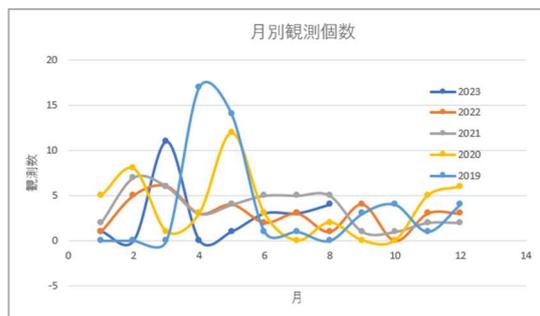


図9 ひこうき雲の観測数の比較

2019年は4月より観測を開始したため1～3月はデータなしとした。月別で比較すると3～5月（春）が多く、次に12～2月（冬）が多かった。

3.2 ひこうき雲と気圧配置

3.3.1 結果2

2019年4月～2023年6月末の期間においてひこうき雲を観測した日の気圧配置を気象庁のHPより参照し、西高東低型、低気圧型、移動性高気圧型、停滞前線型、台風型、南高北低型の6種類に分類し比較を行った。

ランク	西高東低	低気圧型	移動性高気圧型	停滞前線型	台風型	南高北低
1	6	4	9	3	1	3
2	1	4	10	3	1	5
3	5	2	16	3	1	5
4	1	2	8	3	0	1
5	1	9	15	7	2	3
S	2	1	5	2	0	2
SS	6	5	20	5	1	2
計	22	27	83	26	6	21

表1 気圧配置とひこうき雲の長さ別個数

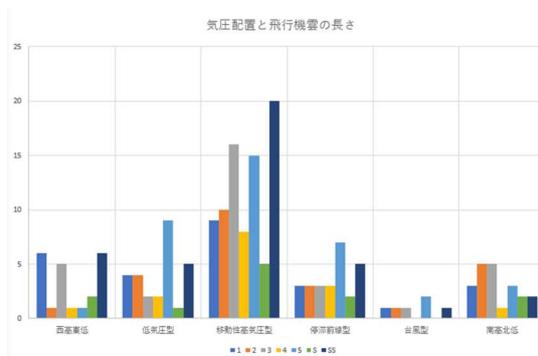


図10 気圧配置とひこうき雲の長さの関係
個数結果は、移動性高気圧型が1番多く、

次いで低気圧型、停滞前線型、西高東低型、南高北低型の順に多かった。台風型の日も比較的に少なかった。これは年間を通して台風が接近している日が比較的少ないためと考える。また、観測している場所が関東（茨城県）であるため、西高東低の冬型でもひこうき雲をよく観察することができたが、観測場所によっては同じ気圧配置でもひこうき雲が観測できる個数は大きく異なると思われる。

月別では3-5月に多く観測されたのは、春には移動性高気圧が多く通過するためであり、移動性高気圧の後面には移動性低気圧が東進し移流部において上層雲が発生しやすい状況下であったため。(図11、図12) また12-2月が次いで多かったのは西高東低型や低気圧型でも多く観測することができるため。

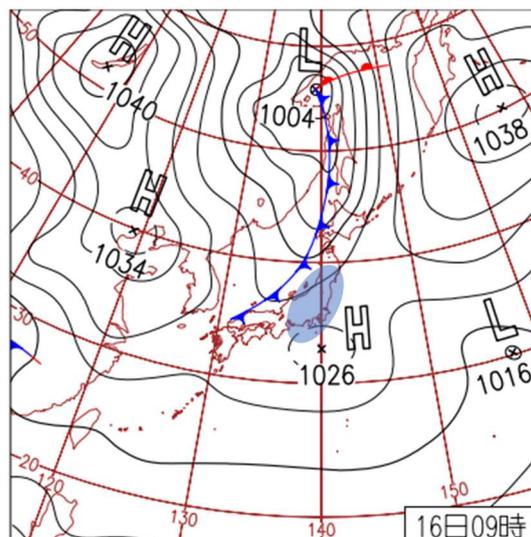


図12 2023年3月16日の天気図

(教科書通りではないが寒冷前線前面においてひこうき雲が見られた。翌日は雨。)

3.4 ひこうき雲と天気

3.4.1 結果3

2019年4月～2023年6月末の期間においてひこうき雲を観測した日における、雨の前、晴れの日の夕方、遠方で降水、にわか雨、大気の状態が不安定、放射冷却、黄砂の7種類に分類して比較を行った。

ランク	雨の前	晴夕方	遠方雨	にわか雨	不安定	放射冷却	黄砂
1	6	7	8	4	0	1	0
2	5	6	6	2	0	2	1
3	7	10	8	2	0	1	2
4	2	4	5	3	0	1	1
5	15	6	8	5	0	1	0
S	3	3	2	2	1	0	0
SS	22	5	9	1	1	0	0
計	60	41	46	19	2	6	4

表2 ひこうき雲の長さとお天気の関係

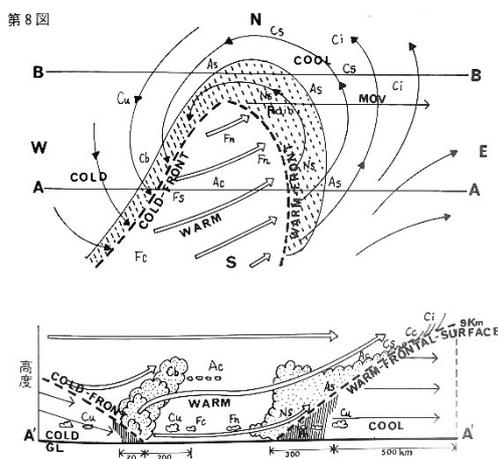


図11 「雲の発生と天気図」 姫路気象株式会社著 P37 より引用 [11]

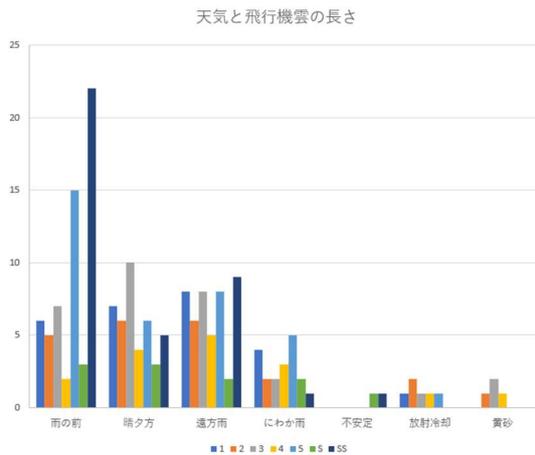


図 13 ひこうき雲の長さとの関係

個数結果は、雨の前が一番多く、次いで遠方に雨、晴れの日の夕方、にわか雨の日の順に多かった。その中に当てはまらない日は、大気の状態が不安定な日、黄砂、放射冷却の日などがあつた。

天気とひこうき雲の長さの関係は、雨の前の日に見られるひこうき雲ほど長いことがわかった。晴れの日の夕方は長いものより短いもののほうが多かった。

気象庁の過去の天気図で「黄砂」と書かれている日はひこうき雲が見られた。黄砂はひこうき雲が発生するのに必要な核として働いていることが考えられる。黄砂とひこうき雲の関係については今後も注目していきたい。

3.5 まとめ

今回はひこうき雲と気圧配置、天気の状態から考察を行った。今後は同時に出現していた雲やひこうき雲の消え方、上空の風速など、他の観点からの考察も追って行うこととする。

目視観測のみでは観測時間の偏りが生じてしまうこと、観測本数が少ないことなどを踏まえ、固定カメラによる観測を行う必要がある。

3.1 定点観測

3.1.1 目的

目視観測のみでは観測時間に偏りが生じてしまうため、さらに記録を増やす必要があり、固定カメラを設置して自動解析ツールを作成することを目的とする。

カメラでひこうき雲を認知すると自動的に画面を撮影し、同時にフライトレーダー24により発生方向から機体を特定し、フライトレーダーの画像も記録するというものを想定し、定点観測を開始する。定点観測ではカメラを固定して録画データよりひこうき雲の本数や長さ、時間などを解析し、解析データを増やすことでよりひこうき雲の理解を深めることを目的とする。(図 14)



図 14 自動解析ツール作成計画

フライトレーダー24において機体の同定を行うには羽田空港、成田空港付近は困難であり、観測範囲は近い範囲で撮影とすること



図 15 観測範囲

とした。また、飛行機の通過より時間が経過して巻積雲、巻層雲となって流れてきたものは未集計とした。

3.1.2 方法

1. 固定カメラ（ちび太陽灯 EGW1724W、ソーラーパネル接続）を自宅ベランダに2022年11月1日～2023年1月10日に設置し、筑波山にて2022年2月6日～2月25日に設置した。（図16）充電せずに長時間録画できるためソーラー電池での録画とした。曇や雨の日は使用できないが、曇や雨の日はひこうき雲も見られないため晴れている日のみの撮影とした。



図16 設置した固定カメラ

2. 撮影した動画をパソコンにてBeeCutを用いて1日ごとに動画をまとめて早送り再生し、目視によりひこうき雲の有無を確認した。



図17 BeeCutを用いたデータ確認

3.1.3 結果

記録日数は自宅カメラは11月：23日間、12月：25日間、1月：10日間、筑波山カメラは2月：20日間、1～3分ごとの動画データが1日5～500本撮影できた。ひこうき雲の観測本数は自宅では0本、筑波山にて計2本録画できていた。（表3）録画できた動画を合わせると1日の撮影時間は30分～5時間だった。

記録日	時刻	消え方	同時に出ている雲	翌日
2023/2/6	4:21	10分以上残った	巻層雲	曇
2023/2/6	5:23	10分以上残った	巻層雲	曇

表3 録画により観測できたひこうき雲

2月6日のひこうき雲発生時刻は巻層雲が広がっていた。2月6日の翌日（2月7日）は南西から前線を伴う低気圧が接近し、西日本では雨や雪だった。

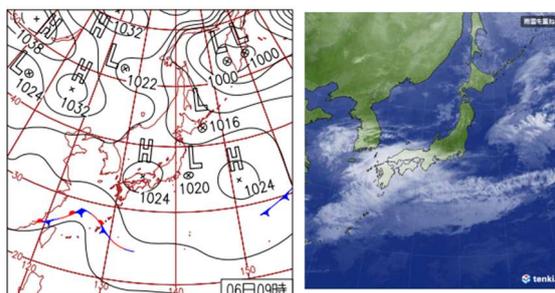


図18 2月6日の天気図と衛星画像

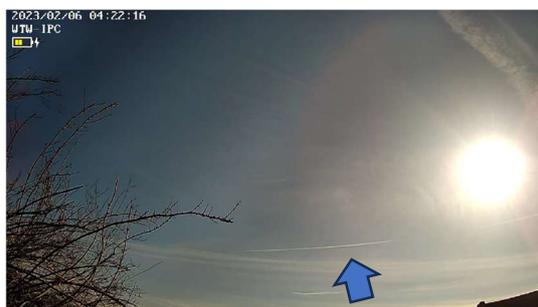


図19 2月6日16時22分ひこうき雲（発生）



図 20 2月6日16時31分のひこうき雲
(成長後流れ去った)

3.1.4 考察

2月6日の高層断面図の館野を見ると、飛行機の飛ぶ高度200~250hPaにおいて風速が極大となっており、相当温位線が密となっている。(図21)

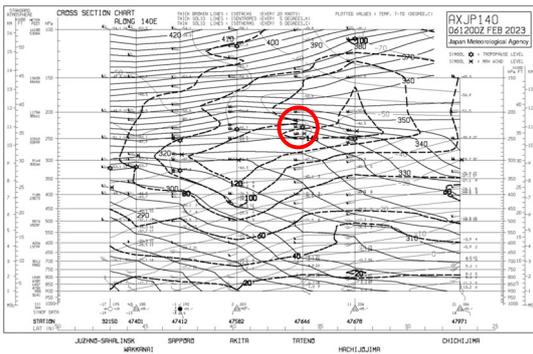


図 21 2月6日高層断面図

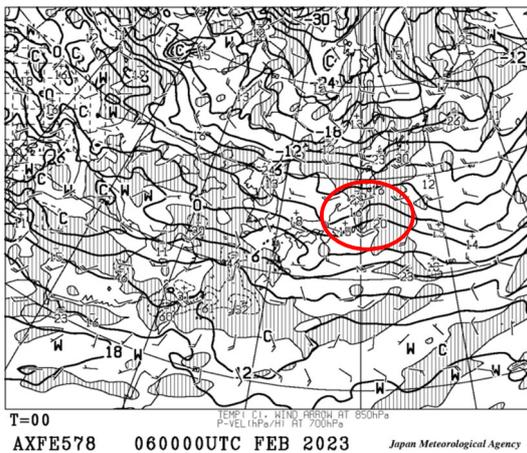


図 22 2月6日極東850hPa気温・風、700hPa上昇流/700hPa湿数、500hPa気温

また、地上天気図より房総沖の低気圧と西日本の高気圧の間で茨城県は気圧の谷に位置し、東側で南寄りの上昇流、西側で下降流の場となっている。(図22)

低気圧後面、高気圧前面において上層に雲が発生しやすく安定している状態で移流により巻層雲とともにひこうき雲が生じたと考えられる。

定点カメラによる2月6日のデータは目視観測では観察できていなかったため、固定カメラによる観測は重要である。また、固定カメラによる観測では、ひこうき雲の消滅過程を観察できるという利点大きい。

肉眼で観測するように固定カメラで観測するのは、画角が狭くなるためカメラの角度の調整を行うなど、満足いく録画を定量的に撮影するためには広角カメラや全球カメラを用いて、さらに録画視野の開けた場所で行う必要がある。Youtubeでの全国の空の定点カメラを観ているとひこうき雲がよく映るカメラと全く映らないカメラがあることから、カメラを空に向けて置くだけでなく、飛行機の航路上となりやすくひこうき雲が発生しやすい画角での撮影が望ましい。今回は自動化ツール作成のためのデータ収集として撮影を行ったが、1日で何本のひこうき雲を観測できるかという調査ではタイムラプスにしてデータ容量をおさえるなど撮影手段の変更も検討する必要がある。

ひこうき雲を理解するために、定点観測にて均等に連続したデータを用いて解析を行う必要があり、今後もカメラや場所を変えて記録を行っていく。

4. 発表やイベント登壇

こども時代の体験は一時的な楽しみだけでなく、その後の人生の豊かさに大きな影響を与えるため^[7]、こども達に向けてのお天気教室や実験教室は重要であり、成人の会話においても天気の話は雑談に使用されることが多く、雑談が問題解決型議論に与える影響について調査した研究では雑談を多く行っているグループは発話も多い傾向があることがわかっている。^[12] また、新しい経験や体験をすると脳が活性化され、シナプスの通りが良くなれば伝達物質の放出量が増え、数が増えれば接点が増える分、情報をたくさん伝えられる・受け取れるという効果がみられる。^[13] こどもから大人まで新しい知識を得ることや体験をすることは良い効果をもたらすことから年齢問わずひこうき雲や天気に関する普及啓蒙活動を行う。

・2022年11月

総合科学研究機構 CROSS 研究懇話会（約30名）

・2023年3月

取手市放課後デイサービス（約30名）

・2023年7月

先代の南極観測船 SHIRASE5002

（小学生の親子対象：約80名）



図23 イベントの様子（放課後デイサービスにて）

所属している総合科学研究機構の研究懇話

会において活動紹介を行った。研究者の方々に活動に興味を持っていただき、ひこうき雲に関する質問や実験に関するアドバイスをいただいた。

予備実験としてドライアイスを用いて空気中の水蒸気が冷やされて水や氷の粒として可視化された時、細長く線状に見える方法を探った。小さい容器ではあまり白煙は見られなかった。（図24）水を150ml、ドライアイスを80gではっきりと見えるため、実験では水を200ml、ドライアイス100gを細かく砕いて飲むヨーグルトの容器に入れて動かすことで気流の流れを観察した。（図25）



図24 ドライアイスと水（予備実験）

しかし早く動かしても線状とはならず、線状で水・氷の可視化という点は課題として今後も検討を続ける。参加者からは「白煙が下に流れているのが面白い」と気体の重さについて流れを観察して楽しんでいただけた。



図25 気流の流れ（予備実験）

また、今回訪問した放課後デイサービスではこのような出張授業の試みは初めてだったとのことで参加児童、先生方には喜んでいた

だけだ。今後も放課後デイサービス等への訪問を継続していく。

先代の南極観測船 SHIRASE5002 ではパネルを使ってひこうき雲の解説を行った。

アンケートの結果、「ひこうき雲の種類が色々あって面白い」「もっと空を見てみようと思った」という記入があり、対面で解説することの意義を大きく感じた。しかし、ひこうき雲をどれくらい見るか？という問いに対し、1年に1本も見ないという人もいて、ひこうき雲や空に興味がないという方もいるという現実を痛感した。改めて面白さや魅力についてもっと伝わるよう考えていきたい。



図 26 イベントの様子

5. おわりに

第 12 回気象文化大賞を受賞し、助成いただいたことにより多くの方にひこうき雲や空の話をお届けすることができ、とても嬉しく思います。継続していることで問い合わせも増えてきて、今後もさらに多くの方に届けていけるよう精力的に活動を行ってまいります。1 年間の多大なるご支援に心より感謝致します。

6. 参考文献

- [1] 最新の国際基準で見分ける雲の図鑑
- [2] 飛行機のしくみパーフェクト事典
- [3] プロが教える気象・天気図のすべてがわかる本 (ナツメ社)

- [4] 図解雑学よくわかる気象のしくみ
- [5] 雲を愛する技術
- [6] 暮らしのなかのニセ科学
- [7] 文部科学省：令和 2 年度青少年の体験活動に関する調査研究結果報告
- [8] 「びっくり！」から「なぜ？」を学ぶ小学生の理科実験
- [9] [山形 1996] 山形定：実験室スケールでの雲の生成とそのキャラクターゼーション, 1996
- [10] [伊藤 2022] 伊藤優香：ひこうき雲の生成と消滅に関する実験, 2022
- [11] 雲の発生と天気図 (姫路気象株式会社)
- [12] [奥原 2017] 奥原 俊, 伊藤 孝行：雑談が問題解決型議論に与える影響とそ議効果に関する研究, 2017
- [13] LINK@TOYO 今こそ身につけたい“教養”、大人のための WEB マガジン 東洋大学生命科学部 児島伸彦教授
- [14] ENEOS 石油便覧
<https://www.eneos.co.jp/binran/part02/chapter01/section03.html>
- [15] 気象庁過去の気象観測データ (高層)
<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/upper/index.php>
- [16] 気象庁 日々の天気図
<https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/hibiten/index.html>
- [17] 日本気象協会 過去の天気
<https://tenki.jp/past/>
- [18] 「空の科学」が一冊でまるごとわかる
- [19] よくわかる高層気象の知識 (2 訂版) 一 JMH 図から読み解く
- [20] 天気と気象がわかる! 83 の疑問 (サイエンス・アイ新書)
- [21] 一般気象学

8.付録

日付	時刻	観測場所	Lv	出発地	目的地	ft	fts	@	気圧配置	天気
2019/4/6	12:30	つくばみらい	2	ICN/SEOUL	LAX/LOSANGELES	33000		582 坂東	低気圧型	黄砂
2019/4/13	12:10	つくばみらい	1	HND/TOKYO	CTS/SAPPORO	27528		433 栃木県小山	移動性高気圧型	雨の前
2019/4/13	16:06	つくばみらい	5	CTS/SAPPORO	HND/TOKYO	7687		224 龍ヶ崎	移動性高気圧型	雨の前
	16:10							182 習志野		
2019/4/13	17:38	守谷	2	ICN/SEOUL	YVR/VANCOUVER	36975		578 龍ヶ崎～千葉県旭市	移動性高気圧型	雨の前
2019/4/19	12:04	守谷	SS	HND/TOKYO	N/A Nocallsign	17162		384 つくばみらい	低気圧型	雨の前
	12:07					20633		356 つくば		
2019/4/20	9:35	守谷	5	NRT/TOKYO	FUK/FUKUOKA	26064		405 立川	移動性高気圧型	沖縄で雨
	9:51					28833		399 所沢		
2019/4/20	9:47	つくばみらい	SS	ANC/ANCHORAGE	HKG/HONG KONG	36000		485 足利-高崎	移動性高気圧型	沖縄で雨
2019/4/20	9:52	つくばみらい	3	NRT/TOKYO	TSN/TIANJIN	27300		405 草加市	移動性高気圧型	沖縄で雨
	9:54					25032		395 新座市		
2019/4/20	10:45	つくばみらい	3	NRT/TOKYO	WAW/WARASAW	11608		334 つくば	移動性高気圧型	沖縄で雨
	10:47					15134		367 小山市		
2019/4/21	17:55	守谷	5	HNL/HONOLULU	ICN/SEOUL	40000		390 松戸市	移動性高気圧型	晴れの夕方
2019/4/21	18:05	つくばみらい	S	HND/TOKYO	GAJ/YAMAGATA	20827		392 八千代町	移動性高気圧型	晴れの夕方
						23000		431 宇都宮		
2019/4/23	12:05	守谷	S	ICN/SEOUL	DTW/DETROIT	35000		566 守谷	移動性高気圧型	雨の前
	12:08		3					稲敷		
2019/4/28	11:31	取手	3	ANC/ANCHORAGE	HKG/HONG KONG	34000		394 館林	移動性高気圧型	雨の前
			SS					380 秩父		
2019/4/28	11:50	取手	3	HND/TOKYO	FRA/FRANKFURT	13921		359 埼玉県吉川市	移動性高気圧型	雨の前
2019/4/28	11:52	取手	2	ICN/SEOUL	DTW/DETROIT	35000		614 春日部	移動性高気圧型	雨の前
			SS					太平洋(鹿嶋沖)		
2019/4/28	13:25	つくばみらい	2	DEL/DELHI	YVR/VANCOUVER	37000		613 熊谷	移動性高気圧型	雨の前
								館林		
2019/4/28	13:26	つくばみらい	5	HND/TOKYO	CTS/SAPPORO	18021		383 野田市	移動性高気圧型	雨の前
			SS			26930		445 宇都宮		
2019/5/2	17:48	つくばみらい	1	NRT/TOKYO	HKG/HONG KONG	7133		288 土浦	低気圧型	にわか雨日和
								8957		
2019/5/6	17:55	守谷	2	HND/TOKYO	HKD/HAKODATE	15258		378 吉川市	低気圧型	雨の前
2019/5/12	18:17	つくばみらい	2	HND/TOKYO	YYZ/TORONTO	16038		338 野田市	移動性高気圧型	晴れの夕方
	18:20		SS			21987		467 稲敷		
2019/5/16	18:33	守谷	3~4	ICN/SEOUL	SEA/SEATTLE	35000		530 つくばみらい	停滞前線型	晴れの夕方
2019/5/18	14:45	つくばみらい	SS	OSN/OSAN	SUU/FAIRFIELD	39000		535 龍ヶ崎	停滞前線型	九州で雨
								稲敷		
2019/5/18	15:02	つくばみらい	4~5	AJ/K/ASAHIKAWA	HND/TOKYO	7927		268 取手	停滞前線型	九州で雨
2019/5/19	18:13	つくばみらい	3	IKT/IRKUTSK	NRT/TOKYO	2815		166 阿見	停滞前線型	晴れの夕方
						2533		154		
2019/5/19	18:18	つくばみらい	3	ICN/SEOUL	SFO/SAN FRANCISCO	37000		553 川越	停滞前線型	晴れの夕方
			5			36957		549 吉川市		
2019/5/19	18:19	つくばみらい	2	NRT/TOKYO	FUK/FUKUOKA	23393		425 鎌ヶ谷市	停滞前線型	晴れの夕方
						21682		422 松戸市		
2019/5/25	18:31	つくばみらい	2	ICN/SEOUL	SEA/SEATTLE	35000		476 守谷	移動性高気圧型	晴れの夕方
2019/5/25	18:37	つくばみらい	3	SFO/SAN FRANCISCO	TPE/TAIPEI	35975		487 佐野市	移動性高気圧型	晴れの夕方
						35975		481 北杜市		
2019/5/25	18:37	つくばみらい	3	DEL/DELHI	YVR/VANCOUVER	37000		466 館林	移動性高気圧型	晴れの夕方
								佐野市		
2019/5/26	17:54	つくばみらい	1	HND/TOKYO	GAJ/YAMAGATA	14467		322 松戸市	移動性高気圧型	晴れの夕方
			SS			17789		357 境町		
2019/5/26	18:15	つくばみらい	4	ANC/ANCHORAGE	HKG/HONG KONG	36000		467 皆野町	移動性高気圧型	晴れの夕方
2019/6/3	19:05	つくばみらい	5~S	HND/TOKYO	CTS/SAPPORO	22396		406	停滞前線型	晴れの夕方
2019/7/27	16:07	つくばみらい	5	SHB/NAKASHIBETSU	HND/TOKYO	7334		195 つくばみらい	台風型	雨の前
2019/9/26	17:42	守谷	2	HND/TOKYO	CTS/SAPPORO	5513		269 東京湾上	移動性高気圧型	九州で雨
2019/9/29	16:11	守谷	5	HND/TOKYO	CTS/SAPPORO	19889		427 守谷	低気圧型	にわか雨日和
2019/9/29	16:54	守谷	SS	OBO/OBIHIRO	HND/TOKYO	6038		250 取手	低気圧型	にわか雨日和
2019/10/1	8:28	守谷	5	FKS/SUKAGAWA	ITM/OSAKA	30012		404 深谷市	移動性高気圧型	西日本雨
2019/10/1	16:24	土浦	4	MMB/MEMANBETSU	HND/TOKYO	10836		315 印西市	移動性高気圧型	西日本雨
2019/10/30	15:45	つくばみらい	3	NRT/TOKYO	ICN/SEOUL	35975		381 川越	移動性高気圧型	黄砂
2019/10/30	15:59	つくばみらい	3	NRT/TOKYO	ULN/ULANBATOR	22293		384 柏	移動性高気圧型	黄砂
2019/11/17	10:40	取手	3	NRT/TOKYO	DLC/DALIAN	18488		285 白井	移動性高気圧型	雨の前
2019/12/15	15:31	つくばみらい	1	HNL/HONOLULU	FUK/FUKUOKA	40000		380 東京	移動性高気圧型	晴れの夕方
2019/12/16	15:32	阿見	1	HND/TOKYO	AXT/AKITA	21110		375 つくば	移動性高気圧型	西日本雨
2019/12/16	15:32	阿見	2	NRT/TOKYO	CTS/SAPPORO	29085		432 真岡	移動性高気圧型	西日本雨
2019/12/16	16:14	つくば	4	HND/TOKYO	CTS/SAPPORO	28437		459 宇都宮	移動性高気圧型	西日本雨
2020/1/4	12:25	横浜	SS	TOKYO	TAKAMATSU	20263		338 大和	西高東低	雨の前
2020/1/4	12:31	横浜	SS	TOKYO	SHANGHAI	28015		365 真上	西高東低	雨の前
2020/1/4	12:34	横浜	3	TOKYO	HONGKONG	33494		297 相模湾	西高東低	雨の前
2020/1/4	13:42	横浜	SS	TOKYO	SHANGHAI	29184		318 町田	西高東低	雨の前
2020/1/4	14:05	横浜	SS	TOKYO	SHANGHAI	21001		303 大和	西高東低	雨の前
2020/2/2	11:38	みらい	1	TOKYO	MEMANBETSU	17964		338 つくば	西高東低	日本海側雨
2020/2/2	11:52	みらい	1	TOKYO	AMSTERDAM	22325		372 小山市	西高東低	日本海側雨
2020/2/2	12:01	みらい	1	TOKYO	SAPPORO	28201		460 宇都宮	西高東低	日本海側雨
2020/2/2	12:16	みらい	1	TOKYO	SAPPORO	23172		375 つくば	西高東低	日本海側雨
2020/2/2	12:28	みらい	S	TOKYO	SEOUL	30000		396 所沢	西高東低	日本海側雨

2020/2/7	8:02	みらい	S	TOKYO	SEOUL	34280	307	戸田市	移動性高気圧型	九州で雨	
2020/2/22	13:11	みらい	4	TOKYO	BUSAN	26000	366	川越	低気圧型	雨の前	
2020/2/22	13:28	みらい	5	TOKYO	SEOUL	25822	320	戸田市	低気圧型	雨の前	
2020/2/28	13:54	つくば	SS	SEOUL	MEXICO	35000	633	つくば-太平洋	高気圧型	雨の前	
2020/3/1	14:48	みらい	1	TOKYO	BUSAN	36000	340	入間	停滞前線型	雨の前	
2020/4/26	11:45	みらい	5	ANCHORAGE	HONGKONG	36000	329	小山-横瀬	低気圧型	雨の前	黄砂
2020/4/30	18:19	みらい	3	LOSANGELES	TAIPEI	38000	416	宇都宮-川上村	南高北低	晴れの夕方	
2020/4/30	18:19	みらい	2	TORONTO	HONGKONG	40000	441	宇都宮-川上村	南高北低	晴れの夕方	
2020/5/1	18:13	みらい	2	CHICAGO	NAGOYA	36000	460	足利-深谷	南高北低	晴れの夕方	沖縄で雨
2020/5/1	18:13	みらい	5	ANCHORAGE	HONGKONG	40000	464	熊谷-秩父	南高北低	晴れの夕方	沖縄で雨
2020/5/1	18:24	みらい	3	SEOUL	ATLANTA	33000	529	坂東-みらい	南高北低	晴れの夕方	沖縄で雨
2020/5/2	18:07	みらい	2	LOSANGELES	TAIPEI	38000	438	深谷	南高北低	晴れの夕方	沖縄で雨
	18:11		1					川上村			
2020/5/2	18:15	みらい	2	ANCHORAGE	TAIPEI	36000	451	栃木	南高北低	晴れの夕方	沖縄で雨
			1					秩父			
2020/5/7	18:12	みらい	3	TOKYO	SEOUL	40000	396	埼玉県新座	移動性高気圧型	晴れの夕方	
	18:27		2					長野県伊那市			
2020/5/10	14:06	取手	5	TOKYO	?	23455	495	松戸市	低気圧型	雨の前	
2020/5/10	15:58	みらい	3	?	?	?	?	守谷市	低気圧型	雨の前	
2020/5/14	18:10	みらい	5	TOKYO	SAPPORO	35802	423	?	移動性高気圧型	雨の前	
2020/5/14	18:25	みらい	SS	SEOUL	ATLANTA	37000	582	熊谷-真上	移動性高気圧型	雨の前	
2020/5/14	18:31	みらい	5	LOSANGELES	TAIPEI	38000	412	栃木-川上村	移動性高気圧型	雨の前	
2020/5/14	18:43	みらい	3	LOSANGELES	TAIPEI	38000	416	足利-小鹿野町	移動性高気圧型	雨の前	
2020/5/23	18:26	みらい	5	LOSANGELES	SHANGHAI	36000	352		停滞前線型	にわ雨日和	
2020/6/2	18:35	みらい	3	TOKYO	SEOUL	36018	402	越生町	停滞前線型	雨の前	
2020/6/2	18:36	みらい	SS	LOSANGELES	TAIPEI	38000	386	栃木-皆野町	停滞前線型	雨の前	
2020/6/2	18:41	みらい	SS	CHICAGO	HONGKONG	40000	399	熊谷	停滞前線型	雨の前	
2020/8/2	14:52	みらい	S	LOSANGELES	TAIPEI	38000	473	深谷市	南高北低	大気の状態が不安定	
2020/8/5	18:19	みらい	S	ANCHORAGE	HONGKONG	40000	501	東秩父村	南高北低	晴れの夕方	
2020/11/15	13:50	みらい	1	SEOUL	MEXICO	33000	538	坂東	移動性高気圧型	AM放射冷却	
2020/11/15	14:56	みらい	2	TOKYO	SAPPORO	29937	440	宇都宮	移動性高気圧型	AM放射冷却	
2020/11/16	8:15	みらい	4	SHANGHAI	ANCHORAGE	33000	540	坂東	移動性高気圧型	AM放射冷却	
2020/11/16	8:38	常総市	5	HANGZHOU	ANCHORAGE	33000	530	宇都宮	移動性高気圧型	AM放射冷却	
2020/11/16	8:39	常総市	2	TOKYO	SAPPORO	33912	422	宇都宮	移動性高気圧型	AM放射冷却	
2020/12/13	13:32	みらい	4	ANCHORAGE	HONGKONG	36000	314	秩父	西高東低	雨の前	翌日初雪
2020/12/13	13:39	みらい	3	SEOUL	MEXICO	35000	664	軽井沢	西高東低	雨の前	翌日初雪
2020/12/13	13:59	みらい	SS	SHANGHAI	TORONTO	33000	638	下妻-水戸	西高東低	雨の前	翌日初雪
2020/12/25	8:27	筑西	5	SUKAGAWA	OSAKA	16000	243	館林	西高東低	日本海側雨雪	
2020/12/26	12:25	みらい	2	TOKYO	FUKUOKA	31230	327	所沢市	移動性高気圧型	日本海側雨雪	
2020/12/26	12:58	守谷	SS	SHANGHAI	TORONTO	31000	574	常総-太平洋沖	移動性高気圧型	日本海側雨雪	
2021/1/10	14:33	守谷	1	NANCHAN	ANCHORAGE	33000	592	牛久	西高東低	雨の前	
2021/1/27	8:47	筑西	2	CHICAGO	TAIPEI	36000	410	上三川町	低気圧型	雨の前	
2021/2/5	8:49	筑西	3	TOKYO	SAPPORO	32789	460	宇都宮	移動性高気圧型	放射冷却?	
			1					那須塩原			
2021/2/5	17:09	筑西	1	SAPPORO	TOKYO	12988	364	茂木町	移動性高気圧型	晴れの夕方	
								桜川市			
2021/2/19	8:51	筑西	1	TOKYO	SAPPORO	30669	494	宇都宮	移動性高気圧型	日本海側雪	
			2					那須塩原			
2021/2/28	12:46	つくば	SS	SHANGHAI	ANCHORAGE	31000	500	牛久-鹿島	移動性高気圧型	西日本で雨	
2021/2/28	12:50	つくば	SS	NANCHANG	ANCHORAGE	33000	501	牛久-鹿島	移動性高気圧型	西日本で雨	
2021/2/28	13:29	つくば	4	SHANGHAI	ANCHORAGE	31000	493	香取	移動性高気圧型	西日本で雨	
2021/2/28	14:06	つくば	5	SEOUL	MEXICO	32999	518	坂東-銚子	移動性高気圧型	西日本で雨	
2021/3/17	17:39	筑西	1	YAMAGATA	NAGOYA	32000	339	長野市	停滞前線型	晴れの夕方	
2021/3/18	17:01	筑西	3	SHANGHAI	VANCOUVER	37000	536	久喜市	移動性高気圧型	晴れの夕方	
2021/3/18	17:11	筑西	5	ANCHORAGE	HONGKONG	34000	436	大泉町	移動性高気圧型	晴れの夕方	
2021/3/18	17:35	常総	SS	SEOUL	LOSANGELES	39025	544	牛久市	移動性高気圧型	晴れの夕方	
2021/3/19	17:22	下妻	SS	FUZHOU	LOSANGELES	35000	564	牛久市	移動性高気圧型	晴れの夕方	
2021/3/26	17:04	筑西	3	TOKYO	SAPPORO	35137	392	宇都宮	低気圧型	晴れの夕方	
2021/4/12	17:20	下妻	SS	SEOUL	LOSANGELES	36975	563	上空-鹿島	南高北低	雨の前	
2021/4/12	17:30	下妻	SS	SEOUL	LOSANGELES	39000	542	上空-阿見	南高北低	雨の前	
2021/4/12	17:52	みらい	5	HEIFEI	ANCHORAGE	33000	549	旭市	南高北低	雨の前	
2021/5/10	8:05	みらい	SS	TOKYO	MISAWA	25815	382	筑西	停滞前線型	北日本で雨	
2021/5/10	8:18	常総市	5	SHANGHAI	ANCHORAGE	33000	571	宇都宮	停滞前線型	北日本で雨	
			1					いわき市			
2021/5/11	17:29	下妻	3	HONOLULU	SEOUL	40000	331	埼玉市	停滞前線型	九州で雨	
2021/5/28	18:36	みらい	4	TOKYO	KOMATSU	24000	422	所沢市	停滞前線型	沖縄で雨	
2021/6/1	17:12	筑西市	SS	HONOLULU	SEOUL	40000	394	松戸→秩父	移動性高気圧型	晴れの夕方	
2021/6/1	17:36	下妻	3	SEOUL	LOSANGELES	37000	524	久喜→常総	移動性高気圧型	晴れの夕方	
2021/6/6	18:11	みらい	1	HONOLULU	SEOUL	40000	385	川口市	停滞前線型	にわか雨日和	
2021/6/12	14:11	みらい	4	LOSANGELES	SEOUL	38000	470	上玉川町 栃木市	南高北低	九州で雨	
2021/6/12	16:45	みらい	5	LOSANGELES	SEOUL	38035	428	流山	南高北低	九州で雨	
2021/7/15	8:35	下妻	S	ANCHORAGE	HONGKONG	38000	472	宇都宮	移動性高気圧型	にわか雨日和	
2021/7/15	18:08	みらい	4	SENDAI	OSAKA	39981	374	太田市	移動性高気圧型	にわか雨日和	
2021/7/18	14:22	みらい	2	VANCOUVER	HONGKONG	37975	494	太田市	移動性高気圧型	雨の前	西日本で雨
2021/7/24	16:56	みらい	3	HONOLULU	SEOUL	40000	478	埼玉市	台風型	にわか雨日和	
2021/7/28	17:52	みらい	1	CHICAGO	HONGKONG	40000	465	春日部	台風型	にわか雨日和	
2021/8/4	17:28	みらい	1	CHICAGO	HONGKONG	40000	491	太田市	南高北低	晴れの夕方	
2021/8/4	18:06	みらい	1	LOSANGELES	TAIPEI	40000	485	太田市	南高北低	晴れの夕方	
2021/8/17	17:59	みらい	5	TUCSON	TAIPEI	49000	437	久喜市	低気圧型	にわか雨日和	

2021/8/23	18:19	みらい	4	SEOUL	SANFRANCISCO	35000	550	巢鴨	低気圧型	各地で雨
2021/8/28	18:06	みらい	2→1	VANCOUVER	HONGKONG	43000	451	太田市→北杜市	停滞前線型	東北で雨
2021/9/28	17:30		2	TOKYO	ASAHIKAWA	17000	383	下妻	台風型	南に台風
2021/10/24	12:53	みらい	SS	SHANGHAI	CHICAGO	29000	576	常総市	移動性高気圧型	雨の前
2021/11/4	8:52		1	ANCHORAGE	SEOUL	36000	447	とちぎ	移動性高気圧型	にわか雨日和
2021/11/30	12:43		5	TOKYO	SAPPORO	34979		さくら市	移動性高気圧型	雨の前
2021/12/16	8:37	常総市	S	TOKYO	SAPPORO	29811	469	真岡	移動性高気圧型	雨の前
2021/12/24	9:42	取手	5	TOKYO	BEIJING	22925	328	印西	低気圧型	雨の前
2022/1/9	16:10	つくばみらい	SS	SHANGHAI	TORONTO	31000	586	常総	移動性高気圧型	大気の状態が不安定
2022/2/12	13:34	つくばみらい	SS	TOKYO	FRANKFURT	26439	383	つくば	移動性高気圧型	雨の前
2022/2/12	14:15	つくばみらい	SS	TOKYO	SAPPORO	24217	340	つくば	移動性高気圧型	雨の前
2022/2/18	17:17	筑西	1	TOKYO	FUKUOKA	32086	359	川越	西高東低	雨の前
2022/2/26	15:51	つくばみらい	3	TOKYO	SAPPORO	28212	436	筑西	南高北低	東北・沖縄で雨
2022/2/26	16:28	つくばみらい	2	TOKYO	SAPPORO	28890	459	真岡	南高北低	東北・沖縄で雨
2022/3/7	8:34	常総	3	TOKYO	SAPPORO	34609	440	宇都宮	西高東低	東北・沖縄で雨
2022/3/7	17:06	筑西	SS	TOKYO	ODATENOSHIRO	30905	444	宇都宮	西高東低	東北・沖縄で雨
2022/3/12	14:17	取手	SS	TOKYO	AKITA	23168	389	坂東	移動性高気圧型	北日本で雨
2022/3/16	15:18	つくばみらい	3	TOKYO	SEOUL	32533	377	越谷	移動性高気圧型	北日本で雨
2022/3/20	15:25	つくば	3	SHENZHEN	LOS ANGELES	37000	596	稲敷	西高東低	日本海側雨雪
2022/3/20	15:28	つくば	5	SEOUL	SEATTLE	35000	617	香取	西高東低	日本海側雨雪
2022/4/2	18:10	守谷	1	CINCINNATI	SEOUL	40000	347	秩父	移動性高気圧型	雨の前
2022/4/6	18:01	守谷	1	SENDAI	ITAMI	36000	316	上野村	移動性高気圧型	北日本で雨
2022/4/9	15:39	つくばみらい	1	HONOLULU	SEOUL	38000	413	越谷	南高北低	北海道で雨
2022/5/7	15:28	東小金井	2	HONOLULU	SEOUL	40000	399	川越	停滞前線型	にわか雨日和
2022/5/7	18:15	つくばみらい	5	SEOUL	SAN FRANCISCO	35000	537	春日部	停滞前線型	にわか雨日和
2022/5/10	17:04	筑西	5	LOS ANGELES	SEOUL	40000	396	松戸	停滞前線型	雨の前
2022/5/20	17:02	筑西	S	TOKYO	SAPPORO	31592	481	宇都宮	停滞前線型	雨の前
2022/6/3	18:03	つくばみらい	4	SEOUL	SAN FRANCISCO	35000	569	坂東	停滞前線型	にわか雨日和
2022/6/28	8:27	下妻	3	ANCHORAGE	HONGKONG	40000	496	宇都宮	南高北低	北日本で雨
2022/7/9	18:02	つくばみらい	SS	上海浦東	ANCHORAGE	33000	538	久喜市	低気圧型	九州・近畿で大雨
2022/7/9	18:21	つくばみらい	5	ANCHORAGE	HONGKONG	36000	480	太田市	低気圧型	九州・近畿で大雨
2022/7/11	18:55	つくばみらい	5	CINCINNATI	SEOUL	40000	464	太田市	移動性高気圧型	雨の前
2022/8/27	15:49	つくばみらい	SS	TORONTO	SEOUL	39980	470	草加市	低気圧型	雨の前
2022/9/11	15:04	つくばみらい	5	TOKYO	SAPPORO	21132	417	下妻	台風型	雨の前
2022/9/25	16:30	つくばみらい	2	HONOLULU	SEOUL	38000	451	さいたま市	移動性高気圧型	にわか雨日和
2022/9/25	17:01	つくばみらい	4	HONOLULU	SEOUL	40000	430	越谷	移動性高気圧型	にわか雨日和
2022/9/27	17:02	筑西	5	ANCHORAGE	HONGKONG	43000	391	太田市	移動性高気圧型	西日本で雨
2022/11/17	8:05	常総	5	TOKYO	AKITA	22843	434	筑西	低気圧型	北日本で雨
2022/11/17	8:53	筑西	1	CINCINNATI	NAGOYA	38000	394	小山	低気圧型	北日本で雨
2022/11/17	8:57	筑西	SS	CHONGQING	ANCHORAGE	31000	567	那須烏山市	低気圧型	北日本で雨
2022/12/2	8:59	筑西	2	上海浦東	ANCHORAGE	31000	644	大子町	西高東低	北日本で雪
2022/12/2	8:58	筑西	SS	ANCHORAGE	HONGKONG	38000	340	佐野市	西高東低	北日本で雪
2022/12/3	17:03	筑西	3	HONOLULU	SEOUL	40000	319	さいたま市	移動性高気圧型	晴れの夕方
2023/1/10	16:20	つくばみらい市	3	SEOUL	LOS ANGELES	37024	574	つくばみらい市	西高東低	日本海側雨
2023/3/10	17:45	つくばみらい市	1	SAPPORO	TOKYO	7179	230	常総	低気圧型	晴れの夕方
2023/3/10	17:45	つくばみらい市	1	TOKYO	AKITA	23000	366	常総	低気圧型	晴れの夕方
2023/3/14	17:36	常総	3	SEOUL	LOS ANGELES	35000	528	常総	移動性高気圧型	晴れの夕方
2023/3/15	17:57	つくばみらい市	4	SEOUL	SAN FRANCISCO	33000	504	牛久	移動性高気圧型	晴れの夕方
2023/3/16	17:02	筑西	5	ANCHORAGE	関西国際空港	36000	421	宇都宮	移動性高気圧型	雨の前
2023/3/16	17:02	筑西	1	VANCOUVER	HONGKONG	34000	425	宇都宮	移動性高気圧型	雨の前
2023/3/16	17:23	常総	5	チョウサ	ANCHORAGE	33000	565	坂東	移動性高気圧型	雨の前
2023/3/20	17:26	下妻	4	XIAMEN	VANCOUVER	35000	558	常総	移動性高気圧型	晴れの夕方
2023/3/22	15:40	つくばみらい市	5	HONOLULU	SEOUL	38000	416	松戸	停滞前線型	雨の前
2023/3/30	17:36	下妻	5	チョウサ	ANCHORAGE	33000	594	春日部	低気圧型	にわか雨日和
2023/3/30	17:49	常総	S	鳥山空軍基地	ANCHORAGE	35000	590	取手	低気圧型	にわか雨日和
2023/5/27	17:27	常総	3	HONOLULU	TOKYO	6189	213	守谷	南高北低	にわか雨日和
2023/6/1	17:29	常総	SS	ANCHORAGE	HONGKONG	38000	403	太田市	台風型	雨の前
2023/6/5	17:53	つくばみらい市	SS	HONOLULU	SEOUL	38000	346	柏市	移動性高気圧型	雨の前
2023/6/21	8:01	つくばみらい市	SS	CINCINNATI	NAGOYA	37271	447	宇都宮	停滞前線型	雨の前

北日本で雨