

ICT を活用した台風に関する探究的学習のための教材化

飯野直子^{*1}

Teaching materials for inquiry-based learning on typhoons using information and communication technology

Naoko Iino

(Received September 30, 2022)

The purpose of this study is to present the possibility of the various data and information provided by the public organizations as teaching materials for inquiry-based learning about typhoons. First, in order to obtain information effective to study typhoons in school science, we examined data and information open to the public on the websites of the public organizations. Next, we made digital contents by using the data obtained from these websites. And, to provide those digital contents and useful information for study on typhoons in elementary school and junior high school, we made our homepage.

キーワード：小学校理科，中学校理科，自然災害，公的機関のデータ活用

1. はじめに

近年、甚大な被害をもたらす洪水や土砂災害といった、大雨が誘因の自然災害が日本国内のさまざまな地域で発生しており、地球温暖化（人為起源の気候変動）によるものといわれることが多い。IPCC 第6次評価報告書第1作業部会報告書 [1] では、以下のような報告がされている。「大雨の頻度と強度は、変化傾向の解析に十分な観測データのある陸域のほとんどで、1950年代以降増加しており（確信度が高い）、人為起源の気候変動が主要な駆動要因である可能性が高い。強い熱帯低気圧（カテゴリー3～5：1分間平均の最大風速が50m/s以上）の発生の割合は過去40年間で増加している可能性が高く、北太平洋西部の熱帯低気圧がその強度のピークに達する緯度が北に移動している可能性が非常に高い（確信度が中程度）。すべてのカテゴリーの熱帯低気圧の頻度に長期（数十年から百年）変化傾向があること確信度は低い。イベント・アトリビューション研究と物理的な理解は、人為起源の気候変動は熱帯低気圧に伴う大雨を増加させることを示すが（確信度が高い）、データが限られているため、世界的なスケールで過去の変化傾向を明瞭に検出することは困難である。」つまり、大雨の頻度と強度の増加には地球温暖化が大きく影響している可能性が高い

といえる。一方、台風については、地球温暖化による影響が確信度の高い評価に至っていないことから、今後も観測を継続して、より長期のデータを活用して検討していく必要があり、近年の変化を地球温暖化によるものと短絡的に断定することはできない。

平成29年（2017年）告示の小中学校学習指導要領では、平成20年告示の学習指導要領から引き続き、理数教育の充実が図られている。小中学校理科では自然災害に関する内容の充実が図られており、単元の基礎的事項の学習が自然災害に関連付けられるようになってきている [2,3]。また、情報活用能力の育成も重視されており、教科の学習においてもICTを活用した学習が充実されている。従来は教師が事象や資料提示のためにICTを活用する授業スタイルが多かった。しかし現在では、ギガスクール構想のもと、コロナ禍で1人1台端末が急速に実現してきたため、児童生徒自身がICTを活用して、信頼できる情報やデータを用いて探究的に学習することが可能になってきている。

本研究では、小中学校理科において台風を学習する際に有用であると思われる、公的機関の情報やデータを検討して教材化を行うとともに、それらのデータ等を利用して作成したデジタルコンテンツや情報を提供するためにホームページを作成した。

^{*1} 熊本大学大学院教育学研究科

2. 小中学校理科における台風の取り扱い

小学校理科 [2] では、第 5 学年「B 生命・地球」の「(4) 天気の変化」において台風を学習する。「(4) ア (イ) 天気の変化は、映像などの気象情報を用いて予想できること」と示されており、(内容の取扱い) に、「台風の進路による天気の変化や台風と降雨との関係及び自然災害についても触れること」とある。解説部分には、「・・・天気はおよそ西から東へ変化していくという規則性があり、映像などの気象情報を用いて予想ができることを捉えるようにする。その際、台風の進路についてはこの規則性が当てはまらないことや、台風がもたらす降雨は短時間に多量になることにも触れるようにする。・・・」と書かれている。

中学校理科 [3] では、第 2 学年「B 生命・地球」の「(4) 気象とその変化」のなかの「(ウ) 日本の気象」と「(エ) 自然の恵みと気象災害」で台風を扱っている。「(ウ) ⑦日本の天気の特徴: 天気図や気象衛星画像などから、日本の天気の特徴を気団と関連付けて理解すること」と示されており、解説部分には、「・・・また、台風の進路が夏から秋にかけて変化していることに気付かせ、台風の進路が小笠原気団の発達や衰退と密接に関わっていることを理解させることが考えられる」と書かれている。「(エ) 自然の恵みと気象災害⑦自然の恵みと気象災害: 気象現象がもたらす恵みと気象災害について調べ、これらを天気の変化や日本の気象と関連付けて理解すること」と示されており、(内容の取扱い) に、「「気象災害」については、記録や資料などを用いて調べること」とある。解説部分には、「・・・例えば、台風について扱う場合は、被害をもたらした過去の台風の特徴を取り上げるとともに、台風の進路に基づいて強風や高潮などによる災害の発生した状況を整理させる学習が考えられる。・・・」と書かれている。

小学校中学校とも、台風の学習において、台風の経路図や気象衛星の雲画像、アメダスなどの気象観測による降水や風のデータ、天気図や過去の台風災害に関する記録など、さまざまなデータや情報を用いた学習が期待されている。

3. 公的機関のデータ・情報の教材化

以下に示す公的機関などのデータや情報の小中学校理科における台風の学習での利用について検討し、データ等を用いて台風の学習用のデジタルコンテンツを作成した。過去の台風の事例として、熊本県荒尾市付近に上陸した 2015 年台風 15 号 (以下, T1515) と鹿児島市に上陸して九州を縦断した 2022 年台風 14

号 (以下, T2214) を対象とした。

3. 1 気象庁

気象庁は、気象や気候、海洋、地震、津波、火山等の自然現象の観察・観測、観測データの取得・収集、スーパーコンピュータ等をはじめとする各種システムを活用した解析・予測、情報の作成・提供、さらに、それらに必要な調査・研究などの気象業務を実施している [4]。

観測データや解析・予測情報、各種情報などは気象庁のホームページで公開されている。台風の学習で有用なデータや資料として、過去の台風の経路図や天気図、過去の気象データを検索して得ることができる。本研究では、T1515 と T2214 の経路図を「過去の台風資料」のページ [5] から検索してダウンロードした。なお、T2214 の経路図は速報値 (2022 年 9 月時点) である。台風の月別の主な経路を示した画像が「台風について」のページ [6] に掲載されている。過去の日本周辺域の天気図は、およそ 2 か月前までの日は 3 時間ごと (3 時, 6 時, 9 時, 12 時, 15 時, 18 時, 21 時) のものが利用できる [7]。本研究では随時ダウンロードして保存しておいた 3 時間ごとの天気図画像から動画 (mp4) を作成した。なお、3 か月以上前の日については、「日々の天気図」として、1 日 1 枚 (9 時) の天気図と天気概況が月ごとまとめられた pdf ファイルが利用できる [8]。過去の台風の状況について調べる際に役立つ。

気象衛星の雲画像とアメダスの降水量や風向・風速の地図表示については、気象衛星は最近 30 時間分、アメダス地図表示は最近 2 日分の画像を利用できる。気象衛星画像 [9] は、日本域と全球の可視画像、赤外画像、水蒸気画像、トゥルーカラー再現画像が 30 分あるいは 10 分ごとに動画表示できる。雲頂高度が高い領域を色付けした、雲頂強調画像は日本域のみ 30 分あるいは 10 分ごとに動画表示できる。本研究では、T2214 が九州を縦断していた、2022 年 9 月 18 日 4 時から 19 日 15 時までの雲頂強調画像を画面キャプチャして動画 (mp4) を作成した。降水量と風向・風速のアメダス地図表示画像 [10] は、2022 年 9 月 17 日 15 時から 19 日 14 時までを画面キャプチャして動画 (mp4) を作成した。

「過去の台風資料」[5] には、1951 年以降に発生した台風の統計資料もある。本研究では、1951 年から 2021 年までの台風の発生数、接近数、上陸数の数値データ (csv 形式ファイルも用意されている) をダウンロードしてグラフを作成した。台風の発生、接近、上陸のそれぞれについて、1951 年～2021 年の平均値、平年値 (1991 年～2020 年の平均値)、2011 年～2020

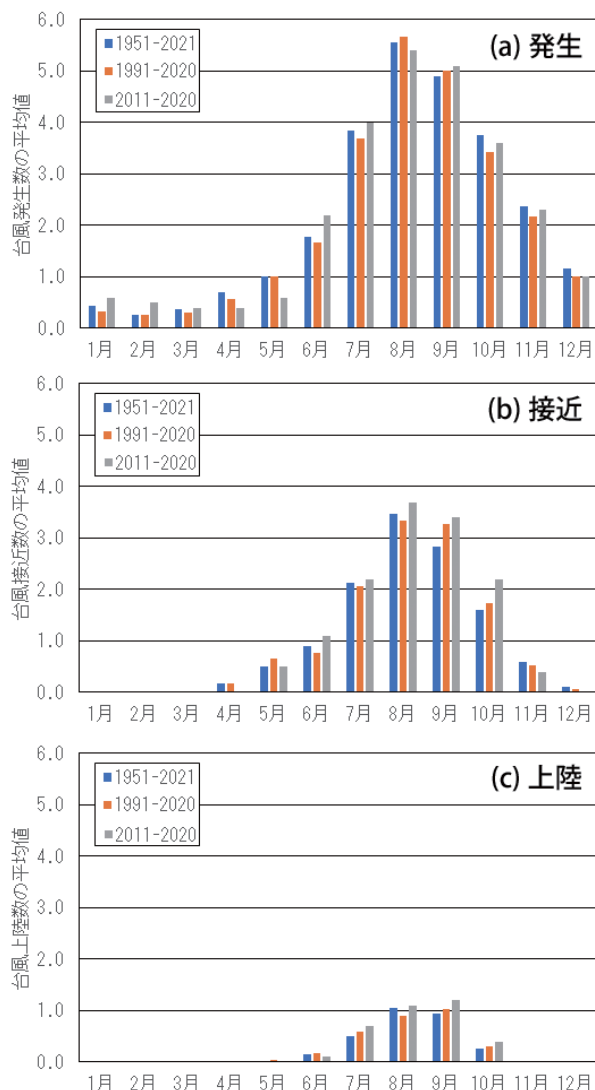


図1 台風の(a)発生, (b)接近, (c)上陸の1951~2021年の平均値, 平年値, 2011~2020年の平均値の比較

年の平均値を比較するグラフ(図1)をみると, IPCCの報告書[1]で「すべてのカテゴリーの熱帯低気圧の頻度に長期(数十年から百年)変化傾向があることの確信度は低い」と報告されていることが納得できる。台風の発生に大きく影響する海面水温に関する教材として, 月別の台風の発生数が最も少ない2月と最も多い8月について, 「北西太平洋月平均海面水温平年値」のページ[11]で, 2月と8月の画像を検索表示してダウンロードした。

過去の台風災害に関する資料は, 「災害をもたらした気象事例」のページ[12]で調べることができる。pdfファイルで提供されている資料には, 被害の情報も含めて台風の概要が簡潔にまとめられており, 台風の経路図や位置表, 天気図や衛星画像・雨量分布図, 雨や風, 波浪・潮位の状況などの画像や情報, データが示されている。資料に掲載されている一部のデータ

は csv 形式ファイルで公開されている。また, 関連資料として, 各気象台が作成した資料へのリンクも示されている。各気象台が作成した資料を利用すれば, 児童生徒が居住する県に関する気象や暴風, 大雨, 被害の状況の概要や県内の総降水量分布図, アメダス降水量の時系列図, アメダスの風速分布図, アメダス風向風速変化の時系列図などをみることができる。なお, 平成元年(1989年)以降の気象災害については, 被害を総合的にみて規模の大きなもの, 社会的な関心・影響が高いものが掲載されている。したがって, 日本に上陸や接近した台風すべての資料があるわけではなく, 本研究で教材化を行った T1515(熊本県荒尾市付近に上陸)については, このページ[12]に掲載されていない。

3.2 デジタル台風

デジタル台風[13]は, 国立情報学研究所の北本朝展氏が運営する台風画像と台風情報のデータベースサイトである。

気象データ動画アーカイブのページ[14]には, 気象衛星ひまわりの全球画像が, 1978年12月以来, 月別に動画ファイルでアーカイブされている。地図表示のアメダス(降水量, 風向・風速, 日照時間)の月別動画は1976年1月から2019年9月までアーカイブされている。また, この期間の日本付近の気象衛星画像とアメダス降水量, 風向・風速, 日照時間の4種類が1枚の画像で表示される月別動画ファイルも別途アーカイブされている[15]。その他, 各種レーダー動画もある。

過去の台風として, 1951年以降の台風情報がアーカイブされている。トップページ[13]の台風データベースの枠内の「1. メタデータによる検索」(図2の左下部分)から, 日時・シーズン, 台風の名前・番号, 地図, 地名(緯度・経度)などで台風を検索できる。3つの検索方法を例示する。(1)「1. 日時・シーズンで検索」を選択すると表示されるページの「2. 台風シーズンで台風系列を検索」の部分から各年の台風一覧が表示でき, 各台風について調べることができる。(2)「5. 地名(緯度・経度)で検索」を選択すると, 都道府県庁所在地に接近した台風経路で検索できるページに移動する。そこに表示される一覧表から児童生徒が居住する都道府県名をクリックすると, 都道府県庁が置かれている市を中心に半径150km以内に入った台風が検索されて, すべての台風の経路図と台風番号一覧が表示されるので, そこから自分たちの地域に関係した台風を調べることができる。(3)気象庁の日々の天気図などを利用して, 台風の年月日や番号を把握していれば, 「1. 日時・シーズンで検索」や

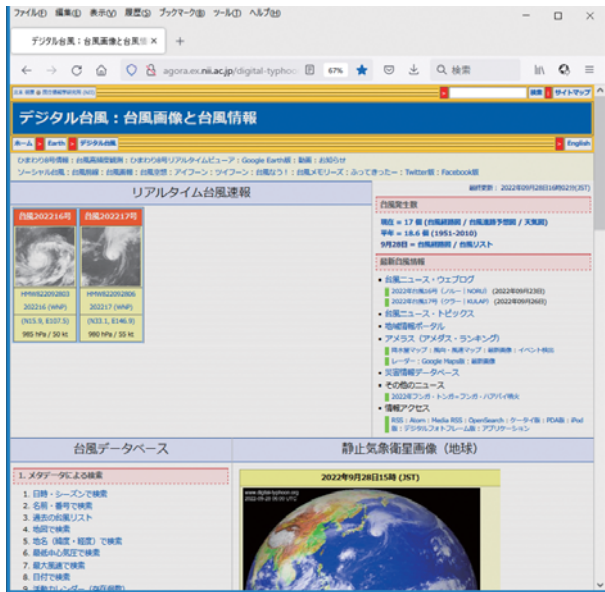


図2 デジタル台風のトップページ [13]

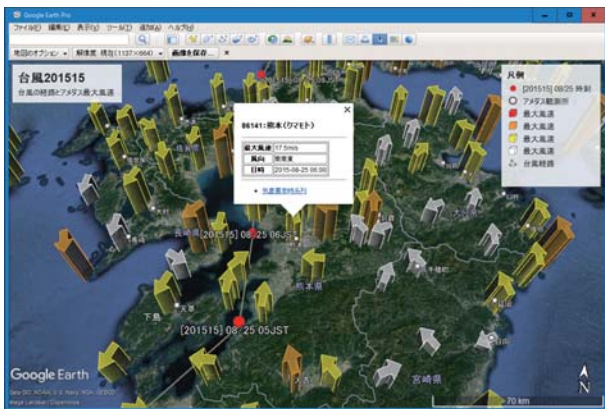


図3 T1515時の最大風速の地図表示

「2. 名前・番号で検索」で検索すると、目的の台風に関する「総合情報のページ」で各種情報（台風経路図や中心気圧時系列グラフ、台風を追跡して画像の切り出し位置が移動するタイプの気象衛星画像・各種レーダー画像の動画、アメダス情報がある期間内の台風であればアメダス降水量や風向・風速の動画など）が表示される。本研究では、「T1515の総合情報のページ」の上部に示されるリンクの中から「災害情報」をクリックして「T1515の災害情報のページ [16]」に移動し、掲載されているアメダス観測データのなかの最大風速と総降水量について、提供されている Google Earth KMZ ファイルをダウンロードして Google Earth Pro で表示した。台風の経路とすべてのアメダス観測点のデータが、風向・風速は矢印、総降水量は棒グラフで地図画像上に表示される。最大風速のファイルから熊本県付近をズーム表示してアメダス熊本をクリックしたときの画像を図3に示す。吹き出し部分に最大風速と風向、日時が表示される。気象要素時系列の

リンクをクリックすると、2015年8月23日23時から27日2時までの降水量と風向・風速、気温、日照時間の4つの時系列グラフが別窓で表示される。

小学校や中学校の理科教科書には、月ごとの主要な台風の経路図が掲載されているが、日常生活で体験する台風の動きが教科書に示されている図に当てはまらないこともある。デジタル台風には、1951年以降の台風を対象として、台風の動きを月別に表示した図やアニメーションが掲載されている [17]。大量のデータを用いて台風の発生場所や発生頻度、季節ごとの台風の進路の傾向を読み取る学習を行うことで、データマイニング的な見方や考え方を働かせる体験ができると思われる。

3.3 JAXA ひまわりモニタ

JAXA ひまわりモニタ [18] では、気象庁から提供されている静止気象衛星ひまわりの標準データや JAXA がひまわり標準データから作成した物理量データが公開されており、web上で画像を閲覧することもできる。本研究では、T1515とT2214の移動を連続してみるために、T1515は2015年8月23日3時から26日21時まで、T2214は2022年9月16日0時から19日23時までの1時間ごとのひまわりの赤外画像をキャプチャして動画 (mp4) を作成した。

3.4 熊本県苓北町の空の画像

2015年8月25日の6時過ぎに熊本県荒尾市付近に上陸したT1515の移動に伴う天気の変化をみるための教材として、著者らが熊本県苓北町の熊本県富岡ビジターセンターに設置しているネットワークカメラを用いて、日中 (7時~18時) に1時間1枚撮影してアーカイブ・公開している空画像 [19] を使用した。2015年8月23日の7時から8月26日の18時までの画像から動画 (mp4) を作成するとともに、4日分の画像を一覧できる画像 (図4) を作成した。なお、著者らは苓北町以外にも熊本県内や鹿児島県内に空や火山観測用のカメラを設置して撮影した画像をアーカイブしている。日中の1時間1枚の画像を研究室が運営するサイト (図5) [20] で提供している。図5右側の地図中の赤丸や地図の下のリンクからアーカイブのページに移動できる。



図4 2015年8月23日から26日までの熊本県苓北町の日中の風景画像一覧



図5 熊本大学理科教育研究室の Environmental Science & Education のトップページ [20]

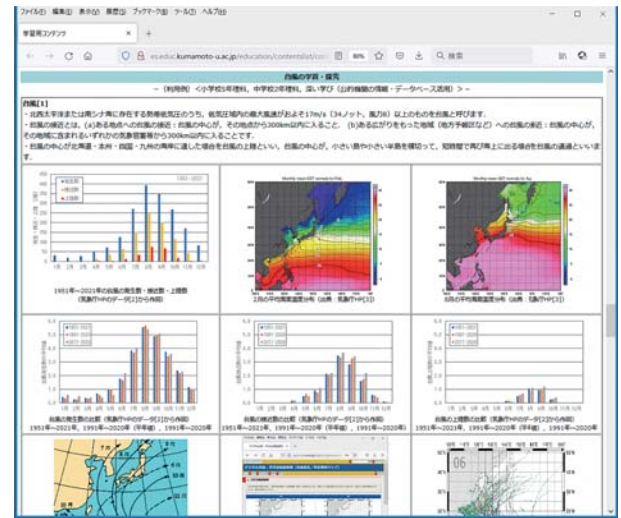


図6 台風の学習・探究のための学習コンテンツ・情報を提供するために作成したホームページ [21]

4. ホームページ

気象庁のホームページやデジタル台風のデータベースには有用なデータや情報が網羅的に掲載されているが、データや情報量が膨大なため、すぐに教材として利用するのは難しいと思われる。そこで、学校現場で教材として利用しやすくするために、先に述べた公的機関等からダウンロードしたデータや画像を用いて作成したグラフや動画などのデジタルコンテンツや情報を提供するために、ホームページ(図6) [21] を作成した。なお、本研究では利用しなかったが、日本気象協会の「過去の天気」のページ [22] では、日本付近の気象衛星画像、天気図、雨雲レーダー、アメダス地図表示が一日ごとに動画表示できる。特に小学校理科の教材に適していると思われるため、ホームページにリンクを掲載している。ただし、このページでは7年前の1月以降の情報がアーカイブされていて、随時更新されていくため、それ以前の情報については利用できないことに注意が必要である。また、台風災害について調べるには、防災科学技術研究所の台風災害データベースシステム [23] も有用であると思われる。このサイトもホームページにリンクを掲載している。

5. おわりに

台風には水資源をもたらす恵みの側面もあるが、台風による災害をもたらす影響は大きく、毎年のように日本国内のさまざまな地域で甚大な被害が発生している。気象や台風の予報精度や静止気象衛星の性能はかなり向上しており、国民が気象や防災に関する情報を即時に入手する通信環境も整っている。このような状

況下で、例えば、キキクルとして気象庁が発表する浸水や土砂災害、洪水の危険度分布などの防災情報をもとに“自分自身にとって”適切な行動を判断できるようにするためにも、自然災害発生メカニズムの理解を担う理科授業において、加工された情報だけでなく、生に近いデータや情報を使用して探究的に学習する機会を提供することは、国民の防災・減災力を向上させることにつながるだろう。

謝辞

データを利用させていただいた公的機関やデジタル台風を運営されている北北朝展氏に感謝いたします。熊本県富岡ビジターセンターへのネットワークカメラの設置について、熊本県と苓北町に心より感謝申し上げます。本研究はJSPS 科研費 21K02928, 15K00924 の助成を受けたものです。

引用・参考文献および URL

[1] 文部科学省・気象庁 IPCC AR6 WG1 報告書 政策決定者向け要約 (SPM) 暫定訳 (2022 年 5 月 12 日版), 2022.

[2] 文部科学省, 小学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説, 東洋館出版社, 2018.

[3] 文部科学省, 中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説, 理科編, 学校図書, 2018.

[4] 気象庁 気象庁の任務:
<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/intro/gyomu/index1.html>

[5] 気象庁 過去の台風資料:
<https://www.data.jma.go.jp/yoho/typhoon/index.html>

- [6] 気象庁 台風について：
<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/typhoon/index.html>
- [7] 気象庁 過去の天気図：
<https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/wxchart/quickmonthly.html>
- [8] 気象庁 日々の天気図：
<https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/hibiten/index.html>
- [9] 気象庁 気象衛星ひまわり：
<https://www.jma.go.jp/bosai/map.html#contents=himawari>
- [10] 気象庁 アメダス（地上の観測結果）
<https://www.jma.go.jp/bosai/map.html#contents=amedas>
- [11] 気象庁 北西太平洋月平均海面水温平年値：
https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/data/db/kaikyo/clim/norsst_wnp_mon.html
- [12] 気象庁 災害をもたらした気象事例：
<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/index.html>
- [13] 国立情報学研究所 デジタル台風：台風画像と台風情報（トップページ）：
<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>
- [14] 国立情報学研究所 デジタル台風：気象データ動画アーカイブ：
<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/archive/>
- [15] 国立情報学研究所 デジタル台風：気象衛星・アメダス複合動画アーカイブ：
<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/archive/composite/>
- [16] 国立情報学研究所 デジタル台風：台風 201515 号 (GONI) - 災害情報：
<http://agora.ex.nii.ac.jp/cgi-bin/dt/dsummary.pl?id=201515&basin=wnp&lang=ja>
- [17] 国立情報学研究所 デジタル台風：月次台風経路図（台風発生／存在時期マップ）：
<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/reference/monthly/>
- [18] 宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター JAXA ひまわりモニタ：
https://www.eorc.jaxa.jp/ptree/index_j.html
- [19] 熊本大学理科教育研究室 Environmental Science & Education：天草荅北町富岡城・熊本県富岡ビジターセンターから見た南東の空
<http://es.educ.kumamoto-u.ac.jp/view/reihoku/>
- [20] 熊本大学理科教育研究室 Environmental Science & Education（トップページ）：
<http://es.educ.kumamoto-u.ac.jp/>
- [21] 熊本大学理科教育研究室 Environmental Science & Education：学習用コンテンツ＞台風の学習・探究
<http://es.educ.kumamoto-u.ac.jp/education/contentslist/contentslist.htm#typhoon>
- [22] 日本気象協会 過去の天気：<https://tenki.jp/past/>
- [23] 防災科学技術研究所 台風災害データベースシステム：
<https://tydb.bosai.go.jp/TYDB/index.html>

URL は 2022 年 9 月 30 日に閲覧確認。