

身近な気象観測データと気象庁データを用いた 豪雨の気象条件に関する解析

—令和4年9月24日静岡市清水区で甚大な浸水被害をもたらした豪雨を例に—

山 根 悠 介

A study on the heavy rainfall associated with the devastating flood damage in Shimizu, Shizuoka City on September 24, 2022, using data observed in student's immediate vicinity and data provided by the Japan Meteorological Agency

YAMANE Yusuke

2022年11月4日受理

抄 録

本稿は、2022年9月24日静岡市清水区で甚大な浸水被害をもたらした豪雨の気象条件に関する解析を例として、身近な気象観測とそこから得られるデータ、さらに気象庁提供のデータを組み合わせて学校現場の気象学習に活用できる知見の提供を目的とするものである。著者の自宅（清水区草薙）での観測データと気象庁ホームページで入手可能な地上天気図と気象庁観測地点（清水と浜松）の降水量、風向・風速のデータを用いた解析の結果、清水で1時間降水量88mmの強い雨の発生直前に台風15号の静岡県への接近による南からの暖かくて湿った気流の流入が豪雨をもたらした積乱雲の発生と発達に寄与していた可能性が示された。このような解析と考察を通して気象学習において活用可能な見方や考え方、図の作り方といった実践的な知見を提示した。

キーワード：気象観測 気象庁データ 豪雨 気象学習 清水

1. はじめに

本稿は、令和4年9月24日静岡市において清水区を中心に浸水等による甚大な被害をもたらした台風15号に伴う豪雨の気象条件に関する解析を例として、身近で実施する気象観測データと気象庁が提供している気象データを用いた学校現場での気象学習に活用できるデータ解析の方法や考察におけるポイントについて示すものである。

令和4年9月23日夜のはじめ頃から24日明け方にかけて静岡県では猛烈な雨が降

り、これに伴う河川の洪水などによる甚大な人的、物的被害が生じた。23日から24日かけて台風15号が静岡県に接近し豪雨が形成されやすい気象状況になっていたと考えられる。気象庁観測地点の清水では、降り始めの9月22日15時から9月24日23時までの総降水量が323mmに達し、同地点における9月の月平均降水量278.8mmを超える雨量となった。また22日から24日にかけて同地点における最大の1時間降水量は95.5mm(24日2時45分)であった。静岡県中部においては、23日夜から24日明け方にかけて記録的短時間大雨情報が16回発表され、複数の地点で降水量の観測史上1位の記録が更新された(静岡地方気象台「令和4年台風第15号に関する静岡県気象速報」)。例えば、気象庁観測地点の清水では24日4時に日最大3時間降水量189mmを記録し、これまでの1位の記録であった182mm(2003年7月4日)を更新した。

この豪雨により静岡市全域で甚大な被害が生じた。中でも清水区では河川の氾濫による浸水被害が著しかった。静岡市による被害状況報告によると、清水区において床上浸水3608棟、床下浸水827棟、全壊家屋3棟、半壊家屋1670棟、河川被害が258箇所とのことである(静岡市「令和4年9月23日(金)台風第15号に係る被害状況等報告(第36報)」)。また、興津川の増水により取水口に土砂や流木が流入したことにより清水区の広い範囲で断水となった。

著者はこれまで、学校現場における気象観測とそのデータの活用に基づく気象教育の充実を図るため、静岡県内の小学校と中学校に気象測器を設置しそのデータの気象学習での活用方法に関する提案を行ってきた(山根(2017),山根(2019),山根(2020),山根(2021),山根(2022a),山根(2022b))。平成29年告示の中学校学習指導要領(文部科学省(2017))には「校庭などで気象観測を継続的に行い、その観測記録などに基づいて、気温、湿度、気圧、風向などの変化と天気との関係を見いだして理解するとともに、観測方法や記録の仕方を身に付けること。」とあり、中学校理科の天気の学習において学校で気象観測を行い、そのデータに基づく気象の理解及び観測方法や解析方法を身に付けることが求められている。また「前線の通過に伴う天気の変化の観測結果などに基づいて、その変化を暖気、寒気と関連付けて理解すること。」「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。」とあり、天気図や衛星画像といった面的なデータに基づく気象の理解も求められている。これらの面的データは気象庁のホームページから容易に入手することができる。学校での観測データに加えこれらの気象庁ホームページなどのインターネットから入手可能なデータといった多様なデータを組み合わせそれらを解析し気象を理解することが求められている。しかしながら、著者はこれまで学校現場の教員から「学校で気象観測を行ったとしてもそのデータをどのように活用してよいかわからない」「気象庁等のインターネットで入手できるデータをどのようにして授業で活用してよいかわからない」といった声を聞いてきた。そこで静岡県で発生した豪雨や台風といった顕著事例を対象に、著者が展開している学校における気象観測データと気象庁提供の天気図等のデータを用いた解析の実例を示しつつ、学習指導要領の記述内容に沿っ

た気象学習に重要かつ有用な見方や考え方のポイントを提示してきた。本稿の趣旨もそれらと同様であり、甚大な浸水被害が発生し、また断水等により日常生活に大きな影響を受けた本事例を対象とすることで、生徒がより興味関心をもって気象学習に取り組むことができることが期待されると考えられ、本事例を対象とした解析の実例を示すこととした。

以上のことから本稿は、令和4年9月24日に静岡市で甚大な被害をもたらした豪雨事例を対象とし、著者が現在行っている気象観測によるデータと気象庁提供のデータを組み合わせた解析の実例を示しつつ学校現場で実践活用できるデータの解析方法やグラフの作成、考察における見方や考え方を提示することを目的とする。

2. 使用したデータ

本研究で使用した観測データは著者が清水区草薙の自宅に設置している気象測器によるものである。著者はこれまでに静岡県内の小学校と中学校において自動気象測器を設置して観測を行っており、そこから得られたデータを用いた解析の実例を示してきた(山根(2017), 山根(2019), 山根(2020), 山根(2021), 山根(2022a), 山根(2022b))。身近な気象に対する自らの実感と測器による観測の両面から気象を捉えながら理解を深める学習プログラムの構築を目指して、学校現場のみならず著者自らにとって身近な場所である自宅においても観測を行っている。自らの感覚と測器のデータを常に比較しながら人間の感覚と測器のデータをいかに組み合わせて気象学習で活用させることできるか明らかにすべく著者の自宅でも観測を行っている。使用している測器はT&D社のTR-73Uである。観測対象となる気象要素は気温、気圧、湿度の3つであり、観測の時間分解能は20分に設定している。2022年9月22日から24日の3日間を解析対象とし、この期間に観測されたデータを使用した。著者が行っている学校気象観測においても同じ測器(T&D社のTR-73U)を使用しており、その詳細については山根(2017)を参照いただきたい。

TR-73Uによる観測データに加えて気象庁提供の地上天気図と気象庁観測地点の清水と浜松における風向・風速及び降水量の観測データを使用した。これらのデータは気象庁のホームページ(「過去の気象データ・ダウンロード」:<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>)より入手可能である。

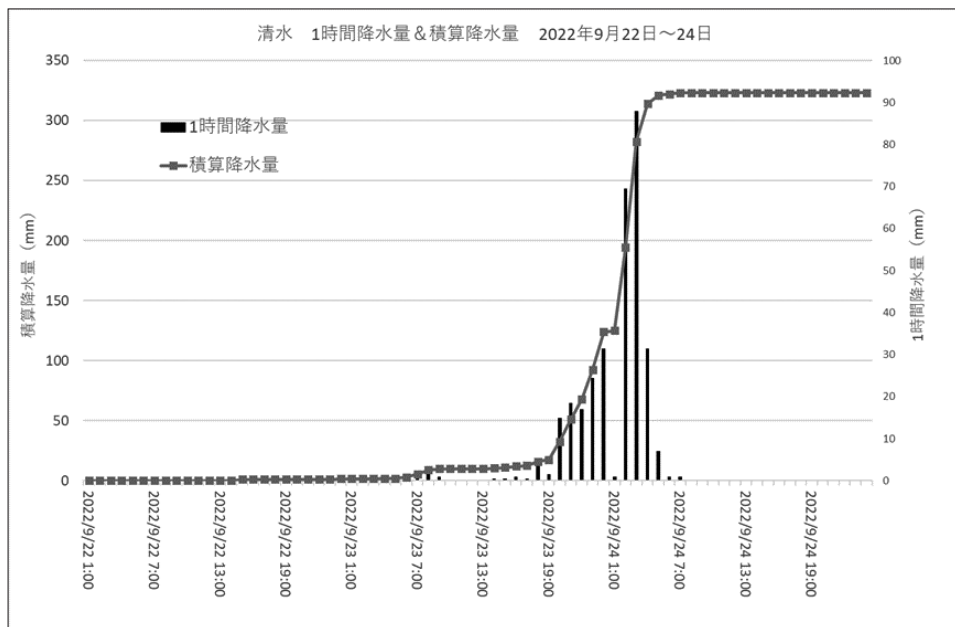
3. 結果と考察

図1に2022年9月22日から24日までの気象庁アメダス観測地点である清水における1時間降水量と積算降水量を示す。23日20時から1時間に30mmを超える降水が始まり、24日1時に降水は一時的に弱まるものの2時に69.5mm、3時には88mmを記録し24日7時まで降水が続いていた。特に24日の1時から3時にかけての降水量の多さが顕著である。

図1には1時間ごとの降水量と併せて積算降水量を示している。これは1時間ごとの降水量の積算を表したグラフであるが、この積算降水量のグラフから降水量の時間

変化の程度がわかる。つまり、積算のグラフが急に増加しているほど時間とともに降水量が激しく増加していることを示している。逆にこのグラフが平坦なところは降水量の時間変化が緩やかであることを示している。このように積算のグラフも併せて示すことで降水がどのように時間変化していたのか定量的に把握することができる。

図2に2022年9月22日から24日までの間に著者の自宅（清水区草薙）で観測された気温と気圧及び湿度と気圧の時系列を示す。23日の12時以降気温が23℃程度であまり変化していない。図1より清水では既に14時に降水が見られそれ以降継続的に雨が降っていた。よって12時以降は雲に覆われていて気温の変化が小さかったと考えられる。これは小学校の天気分野で取り扱われる晴れの日と雨や曇りの日の1日の間の気温変化の違いに関係することであるが（小学校学習指導要領に第4学年「天気の様子」において「天気によって1日の気温の変化の仕方に違いがあること。」を理解する旨の記述がある（文部科学省（2017）），このように実際の事例における観測データから確かめることができる。また、上述のとおり清水では23日14時から降水が始まっており、これに伴い湿度が上昇し23日18時頃には100%に達し、その後も100%近くの高い値が続いていることがわかる。継続的でしかも今回の事例のような強い雨が続くことにより、大気中の水蒸気量が増加し100%近くの高い値の湿度が続いた。さらには、台風15号の静岡県への接近による南からの湿った空気の流入の影響もあったと推察される（後述）。



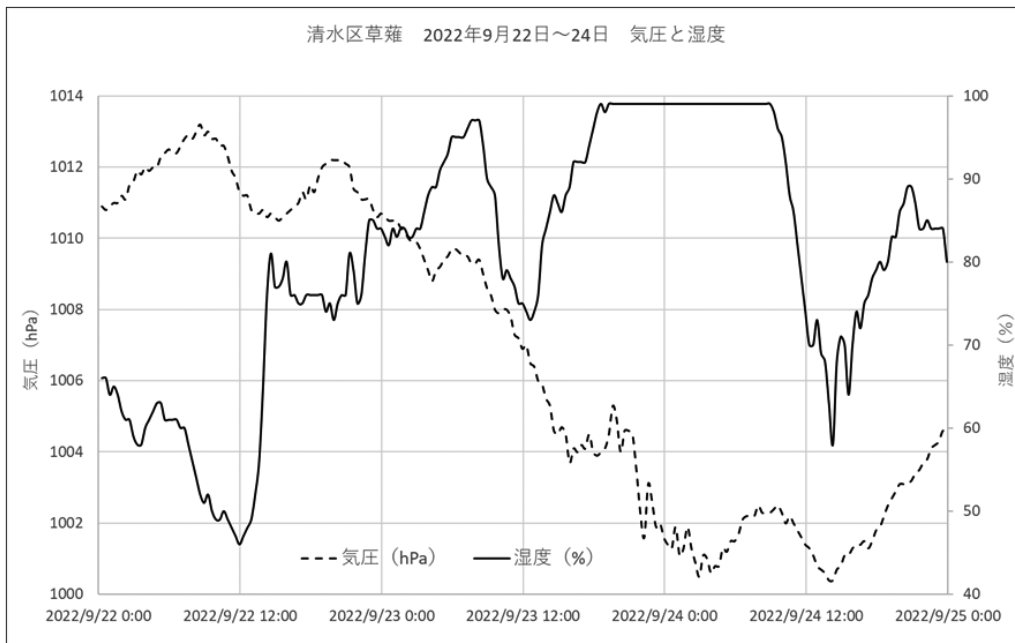
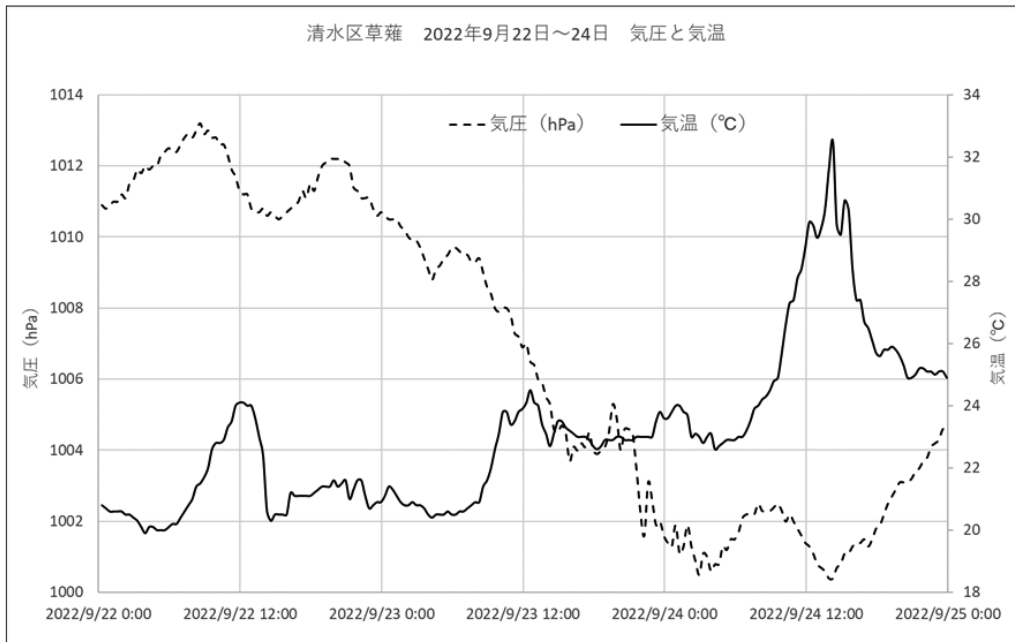
【図1】気象庁アメダス観測地点の清水における2022年9月22日から24日までの1時間降水量と積算降水量

図3に2022年9月23日の6時と18時、24日の3時と15時の地上天気図を示す。23日から24日の未明にかけて静岡県南方から台風15号が接近していることがわかる。図1において清水で1時間降水量が最も多かったのは24日3時88mmであったが、この頃に台風は静岡県に最も接近したと考えられる。台風の接近に伴い地上気圧が22日から24日かけて低下し続けており、台風が最も接近したと思われる24日3時ごろに気圧の極小が見られる(図2)。台風は熱帯で発生した低気圧であり、その接近に伴い気圧の低下が見られる。図2のような定点での気圧の観測データと図3の地上天気図の組み合わせは、天気図でみられる低気圧や高気圧の位置の変化とある地点での気象要素の変化の関係性を理解する上で良い題材となりうる。このような関係性についての考察を通して低気圧や高気圧、台風といった大気現象の構造をより深く理解することができる。

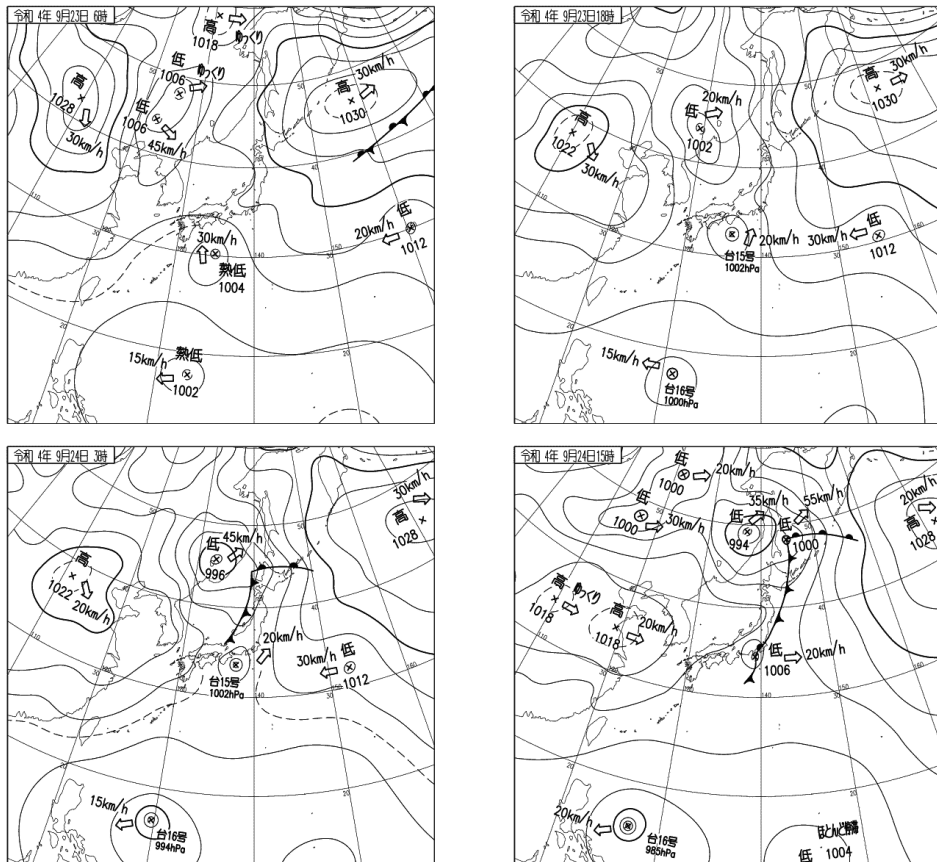
図4に2022年9月22日から24日までの気象庁観測地点の清水と浜松における風向と風速の時系列を示す。22日から23日にかけて清水、浜松ともに北よりの風が目立っている。図3の地上天気図を見ると23日6時と18時において日本の東の海上に高気圧があり、これに伴い静岡県の北東に局所的な気圧の尾根が見られる。これにより、静岡県には高気圧からの北よりの風が卓越する状況となっている。中学校理科の気象分野では等圧線と風の吹く方向の関係性を学習するが、このように実際の天気図と定点での風向データを組み合わせることで実際の状況を確認し理解を深めることができる。22日から23日にかけて北よりの風が卓越していたが、清水で1時間降水量88mmの強い雨を記録する24日3時の前の0時に南東の風が見られる。これは24日3時ごろに最も静岡県に接近したと思われる台風に伴う南からの気流の流入を示していると思われる。本解析で示したデータからは明らかにできなかったが、おそらくこの南からの気流の流入により暖かくて湿った空気が流入し、これが24日3時の清水での強い雨をもたらした積乱雲の発生と発達に大きく寄与したと思われる。このように時間分解能が比較的高い観測データを活用することにより気象要素の時間的変化をより詳細に把握することができる。また、このような高時間分解能の観測を学校や自宅といった生徒にとって身近な場所で行うことにより、実際に生徒が体験した気象の変化の感覚と比較することで実感の伴った理解を図ることが可能となる。このような高時間分解能の観測データと地上天気図を組み合わせることで、データが限られていて完全ではないものの、ある程度合理的な推察のもとで考察を行い気象のメカニズムについての理解を深めることができる。

4. まとめと今後の課題

本稿では、令和4年9月24日に清水区を中心に静岡市で甚大な浸水被害をもたらした台風15号に伴う豪雨の気象状況について、著者の自宅(清水区草薙)において実施している自動気象測器による観測データと気象庁提供のデータを組み合わせた解析を行い、児童や生徒にとって身近な場所である学校現場での気象観測データと気象庁ホームページから容易に入手できるデータを活用した気象学習に資する知見を提供



【図2】 2022年9月22日から24日までの（上）気温と気圧（下）湿度と気圧の時系列（著者の自宅（清水区草薙）における観測データ）

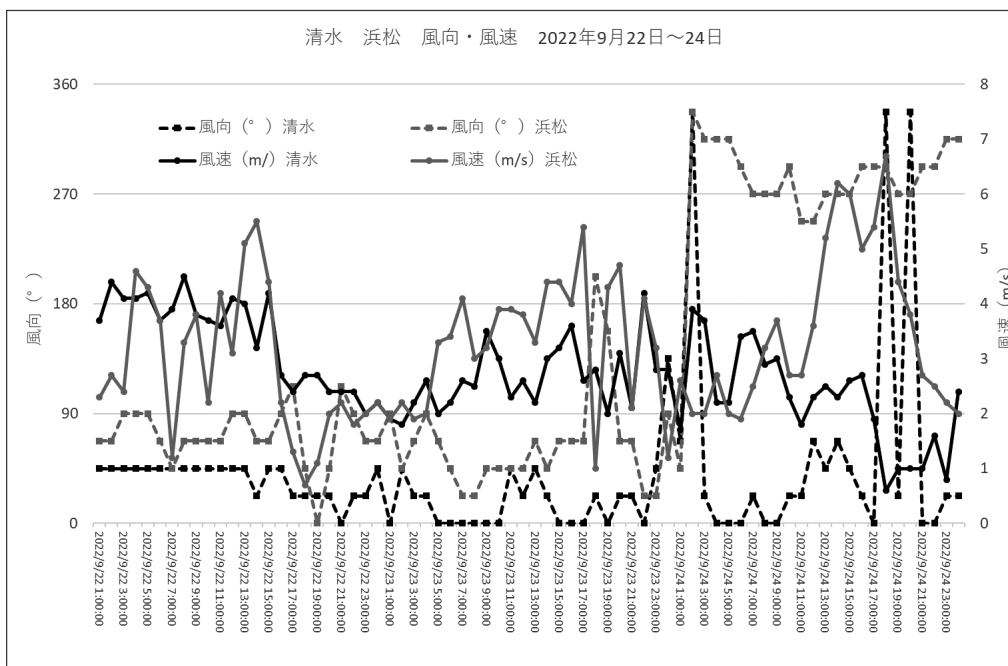


【図3】地上天気図(左上) 2022年9月23日6時(右上) 2022年9月23日18時(左下) 2022年9月24日3時(右下) 2022年9月24日15時(すべて気象庁ホームページよりダウンロード)

した。清水において1時間降水量88mmを記録した2022年9月24日3時の直前に、静岡県に接近していた台風15号の影響による南からの暖かい湿った空気の流入が推察されこれが豪雨をもたらした積乱雲の発生と発達に寄与したと考察された。これらの考察を通して気象学習に重要かつ有用なデータ解析の方法やグラフの実例、データ解釈における見方や考え方を示した。

本事例の豪雨の気象条件に関してはさらに詳細な解析を進める必要がある。例えば、24日0時に見られた清水における南寄りの風が台風15号による影響であるかどうかは、定点の風のデータだけで完全に断定することはできず、面的な風の分布データを調べる必要がある。本稿の目的は学校現場で活用できる解析の実例を示すことであるので、そのような専門的なデータを用いた詳細な解析については示さなかったが、気象学的にさらに詳細な現象の理解のためには気象レーダーや数値モデルによる解析データ等を用いた解析が必要である。

今後も今回のような甚大な被害をもたらした顕著事例を中心に、児童や生徒にとって身近な学校現場などでの観測データとインターネットから容易に入手できる気象庁のデータを組み合わせた気象学習の実践に有用となる解析事例を多く示していきたい。



【図4】2022年9月22日から24日までの気象庁観測地点清水と浜松における風速と風向の時系列（風向・風速データは気象庁ホームページより入手）

参考文献

- 静岡市（2022），台風15号関連情報「被害状況について」（令和4年9月23日（金）台風第15号に係る被害状況等報告（第36報）），<https://www.city.shizuoka.lg.jp/000956474.pdf>（2022年11月2日11時34分参照）
- 静岡地方気象台（2022），令和4年台風第15号に関する静岡県気象速報，https://www.data.jma.go.jp/obd/bsdb/data/files/sg_history/22000/2022/22000_2022_4_3_1.pdf（2022年11月2日11時41分参照）
- 文部科学省（2017），中学校学習指導要領（平成29年告示），https://www.mext.go.jp/content/1413522_002.pdf（2022年11月2日14時37分参照）
- 山根 悠介（2017），学校現場における自動気象観測測器の導入とその授業での利活用の可能性について，常葉大学教育学部紀要，37，pp.113-126.
- 山根 悠介（2019），気象庁ホームページで公開されている気象データを活用した卒業研究の事例について，教育研究実践報告誌，2(1・2)，pp.23-30.

- 山根 悠介 (2020), 学校気象観測データを活用した気象学習における解析と考察の実践事例集構築に向けて—小学校理科第4学年「天気の様子」を対象として—, 常葉初等教育研究, 3, pp.51-56.
- 山根 悠介 (2021), 学校気象観測データを活用した中学校気象分野における気象解析について—令和2年7月豪雨に伴う地上気象要素の変化を例に—, 常葉大学教育学部紀要, 41, pp.147-155.
- 山根 悠介 (2022), 災害をもたらす豪雨の発生条件に関する解析とその気象学習への活用について—令和3年7月熱海で発生した土砂災害を例として—, 教育研究実践報告誌, 5(2), pp.67-74.
- 山根 悠介 (2022), 学校気象観測データと気象庁データを活用した台風の解析事例, 教育研究実践報告誌, 6(1), pp.1-7.
- 文部科学省 (2017), 小学校学習指導要領 (平成29年告示), https://www.mext.go.jp/content/1413522_001.pdf (2022年11月4日10時50分参照)

