

一般財団法人WN I 気象文化創造センター

第9回気象文化大賞「デジタル温度ロガーとGPSを活用した微気象・微気候移動観測方法の開発と実践」

助成に係る研究・活動成果報告書

宇都宮大学共同教育学部

瀧本家康

1. 助成テーマ

デジタル温度ロガーとGPSを活用した微気象・微気候移動観測方法の開発と実践

2. 研究の背景と目的

平成30年告示の高等学校学習指導要領理科編理数編解説（文部科学省，2019）では，科学的に探究するための必要な資質・能力を育成するために，観察，実験などを行い，探究の過程を踏まえた学習活動を行うことが求められている。気象分野で学習する内容は，毎日の生活に密接に関係しており，生徒にとっても身近であるため継続的な観測活動を実施しやすい分野であるといえる。気象の学習において，自ら観測したデータを用いて自ら分析することは，気象に対する興味・関心を高めながら理解を深める上で極めて重要かつ効果的である（山根，2017）。そのため，現行の学習指導要領においても，気象の学習の中で観察や観測の活動を多く取り入れ，それらを充実させることが求められている。

名越（2009）は，生徒なりのテーマを設定でき，探究活動を行うことができる事例の1つとして局地気象の観測を挙げている。特に，「ヒートアイランドやクールアイランド」のような局地気温分布は温度計のみで明確に現象を捉えることが可能なことを主張している。

このように多地点における気温観測から得られる局地気温分布は，比較的容易にその特徴を捉えやすく，中学生にとっても探究しやすい現象であるといえる。そのため，局地気温分布の観測実践例はこれまでも多数報告されており，例えば，校庭や校舎内の気温分布（榎原，1988；平松，1991），学区域におけるヒートアイランド（榎原・山下，1993），公園緑地のクールアイランド（大鹿，1992）などが挙げられる。

気温の空間分布を捉えるためには，観測点は多い方がのぞましい。そのため，局地気象の把握には，「移動観測」という手法が用いられることが多く，観測機器が1つであっても高密度な観測が容易に可能である。ただし，学校の敷地内のような局地的な空間内における気温の差異は，小笠原ほか（2007）の実践で最大 0.6°C ，各観測点で5分前後の測定を行った狩野（2017）の実践で最大 3°C 程度と比較的小さい。そのため，学校現場で気温の測定に良く用いられるアルコール温度計は，時定数（気温が変化した場合に周囲の空気と温度計とが平衡に達するまでの応答速度）が大きいため，わずかな移動観測中の気温変化を短時間で捉えることができず，移動観測に適した測器とはいえない。

さらに，移動観測を行う際には，気温データとともに，観測箇所の位置情報も同時に正確に記録する必要がある。そのため，移動観測実習を容易に実現するためには，気温と位置情報の両方のデータを正確に，かつ手間なく得られることが必須である。

近年では，スマートフォンにGPS機能が搭載されていることに加え，スマートフォンと連携が可能で時定数が小さいデジタル温度計ロガーが比較的安価で入手できるようになった。これにより今まで以上に移動観測が実施しやすい環境が整ったといえる。特に，スマートフォンを介して気温と位置情報の両方を得ることができるようになったことで，気温と位置情報の照合が極めて容易になった。加えて，観測結果の図化についても近年普及が進んでいるGISソフトを用いることにより，得られた気温の情報を簡単に地図上に提示することができるようになった。

そこで本研究では，気温の空間変化を捉えるために必要な気温分布の調査方法としてこれまでも用いられてきた移動観測の手法を踏襲しつつ，生徒にとっても身近なスマートフォンと連携可能な観測機器を活用することに

より、大幅に観測の負担を低減した観測方法を提案する。また、実際の観測事例とその考察例についても紹介することで、今後の中等教育等における気象観測教育の充実を目指す基礎的資料を提示することを目的とする。

3. 本研究の成果

(1)開発した観測機器

図1のように市販の日射シェルター（Onset社製、ソーラーラジエーションシールド：RS3-B）、スマートフォンと連携可能なデジタル温度ロガーTR42（T&D社製）、フック付きのかごを用いて観測機器を作成した。



図1：使用した観測機器

(2)観測結果の例

観測結果の一例として、大学構内における観測例を示す（図2）。観測は、2020年5月8日10時20分00秒から10時30分40秒にかけて約10分間（総歩行距離約1.1km）実施した。観測日の選定に当たっては、名越(2009)が高気圧勢力下における観測を推奨していることと、人工排熱や地表面被覆や、周囲の建物の影響が気温分布に影響を及ぼすことで発生するヒートアイランド現象（藤部，2007）が晴天静穏日に発生しやすく、高気圧勢力下の日照時間が多い弱風日に観測を実施している先行研究（日下ほか，2012）を参考にした。

図2に、測定値を地図上に無料のGISソフト「MANDARA」を用いて示した気温偏差分布図を示す。これを見ると、気温の測定間隔を短時間に設定できるため、わずか数m程度の位置の違いによる気温の差異を明瞭に捉えることができている。

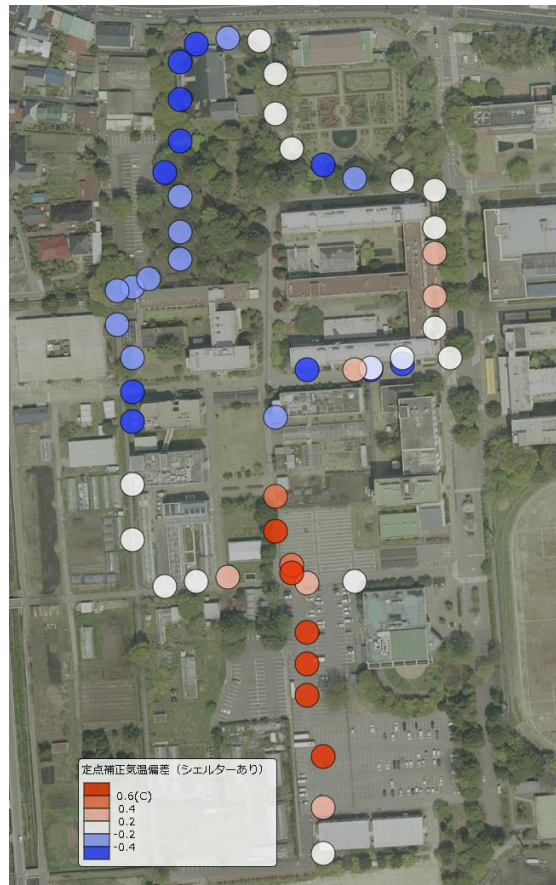


図 2：2020 年 5 月 8 日の観測結果の例

(3) 考察例

図 2 に示した観測例の結果を見ると、大局的には北側で低温、南側で高温傾向を示している。その中でも特に北西部で低温、南端部で高温傾向が強まっている。これらの気温の差異を空中写真から得られる地表面や草木の立地状況と比較すると、北東部の低温領域は、樹木が密集した領域に概ね対応しているとともに、南端部の高温領域は、周囲が開けた駐車場などの草木が相対的に少ない領域に対応しているといえる。

大学構内の気温分布を調査した磯ほか (2013) においても、気温の差異について、高温域は概ねアスファルトが多いような領域であり、低温域は概ね樹木が多い領域と対応していると考察している。

これらの結果は、佐藤ほか (2005) が、集合住宅地において樹木や芝生蒸散が冷却効果を生むことを明らかにしていることとも整合的であり、草木が多い領域では、それらによる蒸散効果によって気温の上昇が抑えられる一方、比熱が小さく蓄熱・排熱しやすいアスファルトやコンクリートが多いでは、気温が上昇しやすいと考えられる。

4. 今後の課題

本研究では、学生が所有するスマートフォンを活用した局地気象観測方法を提案することができた。しかし、コロナ禍におけるオンライン授業化により、開発した観測方法の実践にまでは至らなかった。この点については、今後の課題であり、実際の学生の使用感なども参考にしつつ、さらなる改良を行っていく。

5. 成果の発表について

本研究に係る成果については、日本地学教育学会学会誌「地学教育」に「スマートフォンアプリを活用した局地気温分布の移動観測」として投稿し、2020 年 12 月 25 日に受理され、73 巻 4 号で出版の予定である。本報告書は、その投稿論文を要約したものである。

以上