

2024 年度 WNI 研究助成 研究成果報告書

研究タイトル：観測と感測に基づく竜巻等突風襲来に先立つ気象変化の解明～世界有数の竜巻発生地域インド亜大陸北東部を対象として

山根 悠介（常葉大学教育学部・教授）

研究の背景と目的

本研究は、竜巻等発達した積乱雲に伴う突風の世界的な多発地域の一つであるインド亜大陸北東部を対象として、それら突風の襲来に先立つ特徴的な気象変化の解明を目的とする。突風の前兆となる地上での特徴的な気象変化を測器による観測と人間の感覚による「感測」の両面から明らかにすることを独自の視点として研究を推進する。

インド亜大陸北東部は過去に何度も竜巻やダウンバーストなどの発達した積乱雲に伴う突風の被害を受けてきた。にもかかわらず、予警報の発出などの被害軽減に有効な対策が殆ど取られていない。このような現状において、住民一人一人が被害軽減のための「知」を身に付け、それに基づき自ら適切な判断と行動を取ることで自分の身を自分で守ることが現実的かつ有効な対策となりうる。本研究は測器と人の感覚それぞれが捉える気象の変化、すなわち観測と感測の両面から突風に伴う特徴的な変化を捉え、突風襲来を事前に察知して主体的に被害軽減のための判断・行動を取るための実感を伴った「知」の創出に寄与する知見を提示する。

研究の方法

インド・アッサム州の州都 Dispur から北西に約 60 キロにある Tihu College において気象測器を設置した（図 1）。観測する気象要素は気温、気圧、湿度、風向、風速である。観測の時間分解能は 10 分である。2024 年 8 月下旬から観測を開始し現在（2025 年 9 月）まで継続中である。測器による気象観測に加えて Tihu College の学生に突風に遭遇した際にどのようなことを見たり聞いたり感じたりしたのか、それらの突風に伴う気象の変化の体験をグーグルフォームに入力していただいた。体験の入力に併せて突風の際の空や周辺環境の様子を撮影した写真や動画をアップロードできるようにした。このようにして、観測と感測の両面から突風現象を捉えることを試みた。

研究の成果

研究期間である 2024 年 7 月から 2025 年 6 月の間に 2 例の突風現象を捉えることができた（2024 年 9 月 11 日及び 2025 年 4 月 10 日）。図 2 に 2024 年 9 月 11 日における突風の速さ（m/s）と気温（℃）、図 3 に同日の突風の速さ（m/s）と気圧（hPa）の時間変化を示す。これらの図から当日の 11 時 54 分（現地時刻（インドの現地時刻は世界標準時+5 時間

半))に約 10m/s の突風とその時に約 8℃の気温の降下, 約 1hPa の気圧の上昇が見られる。これは積乱雲からの冷氣外出流を捉えているとおもわれる。よって, 当日観測された突風は冷氣外出流に伴うものであったと考えられる。この突風が発生した日は測器を設置し観測を開始してから 1 か月以内とあまり時間がたっておらず, 生徒へのグーグルフォームへの突風に伴う体験の入力について周知が十分にできていなかった。そのため, 当該突風に伴う生徒の体験の感測データを十分に得ることができなかった。

もう一つの突風事例は 2025 年 4 月 10 日に発生した。図 4 に Tihu college において当日観測された突風の速さ (m/s) と気温 (℃), 図 5 には突風の速さ (m/s) と気圧 (hPa) を示す。これらの図において当日の 11 時 39 分ごろに約 11m/s の突風が観測され, これに伴い 1 時間に約 7℃の気温降下と 1hPa の気圧の上昇が見られる。この日の突風も先に示した 2024 年 9 月 11 日に発生した突風と同様に積乱雲からの冷氣外出流に伴うものと考えられる。

2025 年 4 月 10 日の突風事例については気象測器による観測データに加えて, Tihu college の学生による突風に伴う様々な気象の変化についての体験を示した感測データを得ることができた。以下, グーグルフォームに入力された突風の際の生徒の気象変化についての感測データの一部を示す。

- Suddenly, the wind started to blow, and I saw the sky was covered with dark clouds. I heard the wind blowing sounds. I felt cold during that time.
- The sky turned dark and strange. Everything becomes quiet, and the air felt heavy and hot. Suddenly, strong winds started blowing, shaking trees and throwing dust everywhere. Big rain drops turned into heavy rain.
- During the local storm, the wind speed was strong, blowing dust and sand. The sky was filled with dark clouds. My body was screaming, as well as feeling very cold. The trees also fell. There was also the sound of lighting.

上記の感測データから「突然風が強くなり空が暗くなった」「大きな雨粒が降り出し雷鳴も聞こえた」「木が風で揺らされ, 気温の低下を感じた」ということが体験されていたことがわかる。突風の際の画像や動画も投稿されており (図 6), これらから木々や店舗の看板が風で激しく揺らされている様子がわかる。

以上のことから本観測が捉えた 2024 年 9 月と 2025 年 4 月の突風はいずれも積乱雲からの冷氣外出流に伴う突風であることがわかった。当該地域においてこのように 10 分間隔という高い時間分解能で突風に伴う地上気象要素の変化を捉え, それがどのような現象であるかを推測できた事例は殆どなく, 本研究による大きな成果と言える。さらに, 生徒たちの感測から, 突風に伴い空が暗くなり比較的激しい雨や雷, 気温の低下が体験されていたことがわかった。これらは積乱雲に伴って地上で一般的に観察されることではあるが, 生

徒たちが自ら実際に感じた体験であり、被害軽減のための実感を伴った「知」となりうる知見を得ることができた。

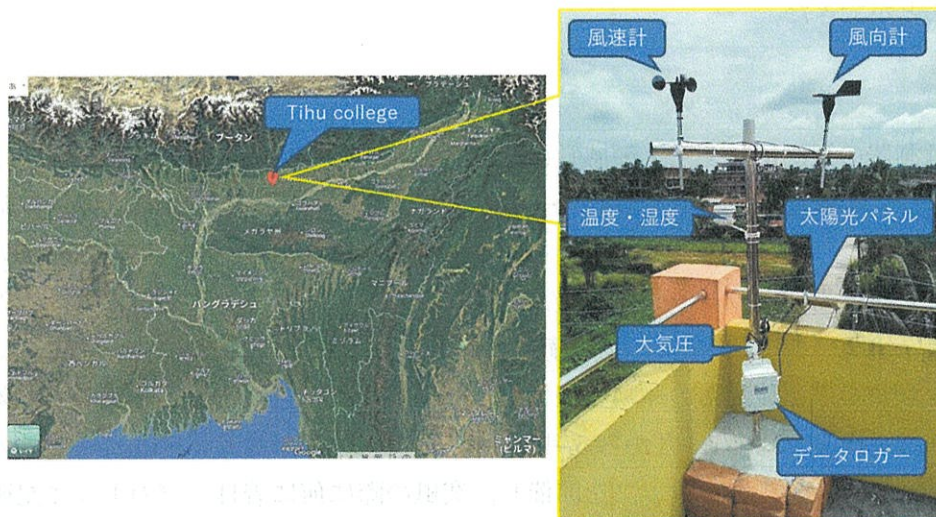
今後の課題

本研究では測器の観測に加えて人の感覚に基づく感測による突風の把握を目玉として研究を行ってきた。本研究での感測によるデータは、測器を設置した Tihu college の生徒たちに突風の際に見たり聞いたり感じたことをテキストで記述していただいていたものである。しかし研究当初、カレッジの生徒たちは何をどうテキストとして書いてよいのかよくわからない状況であった。そのため、観測を開始して間もない 2024 年 9 月 11 日に発生した突風においては生徒からの体験の報告は全くなかった。このことから、研究対象地域で突風が多発するシーズン（4 月から 5 月）に入る前の 2025 年 3 月に Tihu college の生徒と教員を対象としたワークショップを開催し、突風の際に何に着目しどのように記述すればよいのか、テキストの記入例を併せて示しながら感測の方法についてレクチャーを行った。その結果、ワークショップの翌月に発生した突風事例については生徒たちの体験報告を多く得ることができ、またその内容も興味深いものばかりとなった。

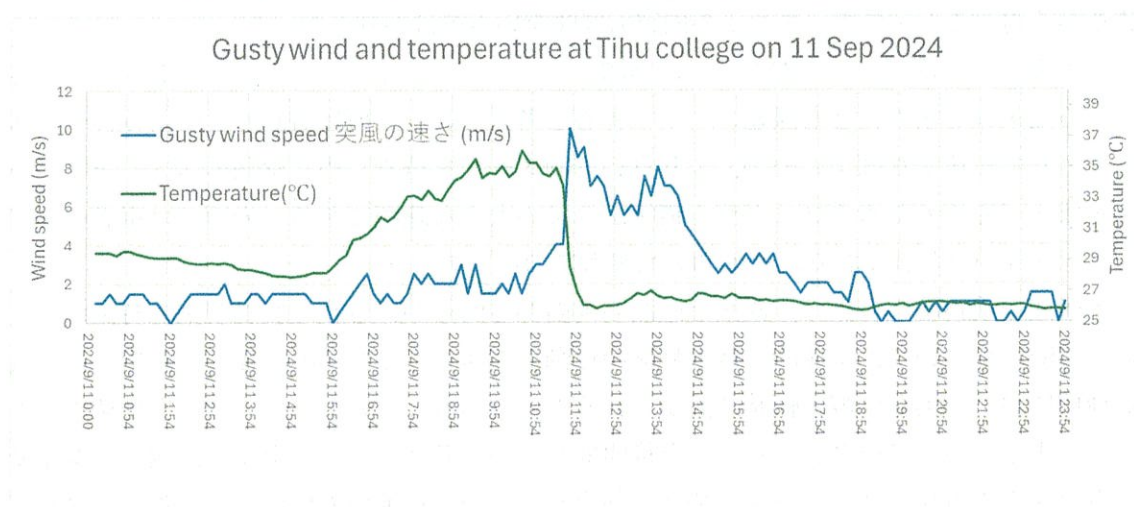
このような経緯からの反省として、感測を行っていただく方々へのワークショップのさらなる充実は今後の大きな課題の一つであると考えている。何に着目しどのようにテキストととして記述すればよいのか、より良い感測データを得るために感測のスペシャリストを養成すべくそのためのプログラム構築が今後の大きな課題である。米国では竜巻のスポットター養成が行われており、その知見も参考になるであろう。

本研究の最終的な目標は、観測と感測の両面から明らかにされる突風襲来の特徴的な変化の解明に基づいて、主体的に被害軽減の行動と判断をとるための「知」を創出し、それが地域において実際に被害軽減に活かされることである。このような「知」を地域の方々に伝達するためのワークショップを今後開催したいと考えている。上述の感測スペシャリストを養成するワークショップに加え、創出した「知」を地域の住民に伝えるワークショップについても、その内容について検討と実践を重ね、汎用性のある実施プログラムとして構築したい。

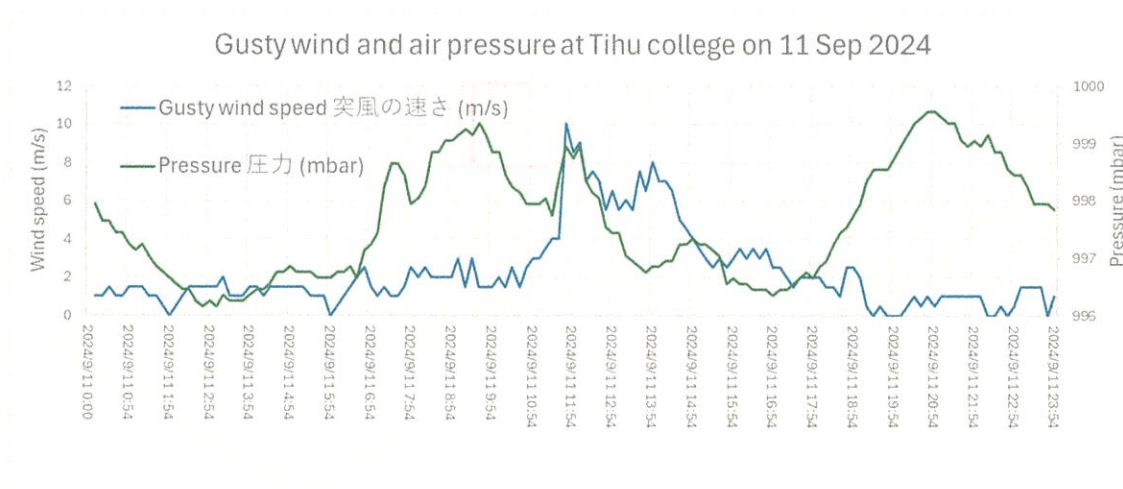
本研究は 1 年という短い期間であったこともあり、捉えることができた事例が 2 例と少なかった。今後も継続的に観測を行い、より多くの突風事例を観測と感測の両面から捉え、当該地域の突風襲来に先立つ変化の一般的特性を明らかにすることをめざしていきたい。



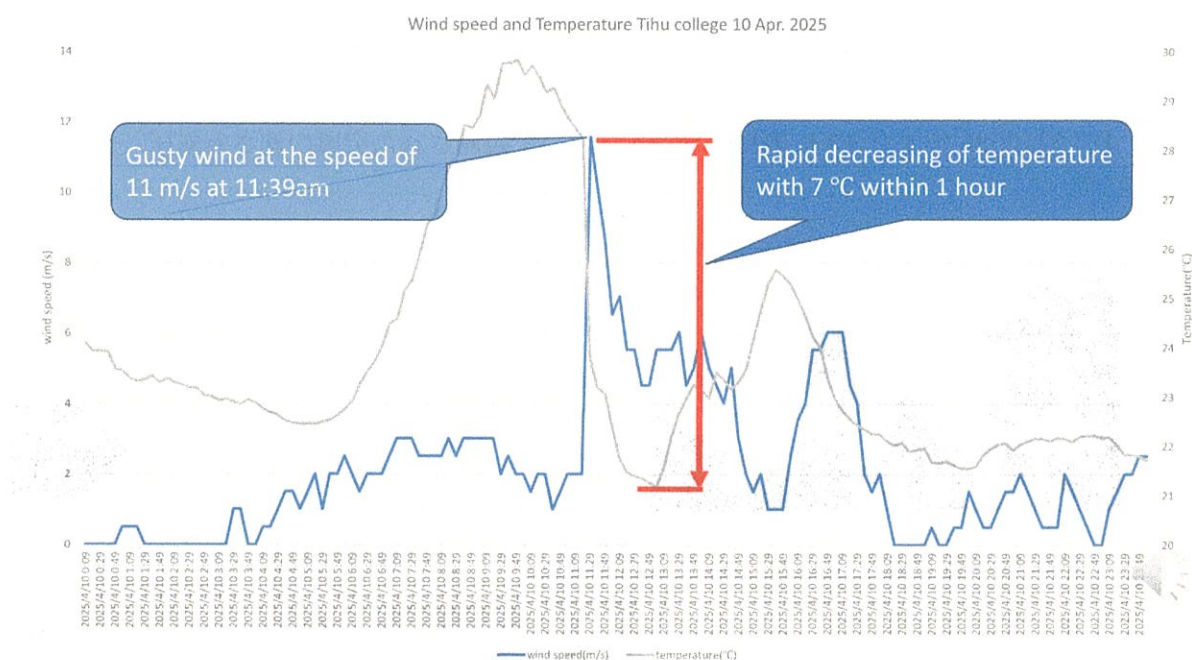
【図 1】 気象測器を設置した Tihu college の位置及び測器の様子



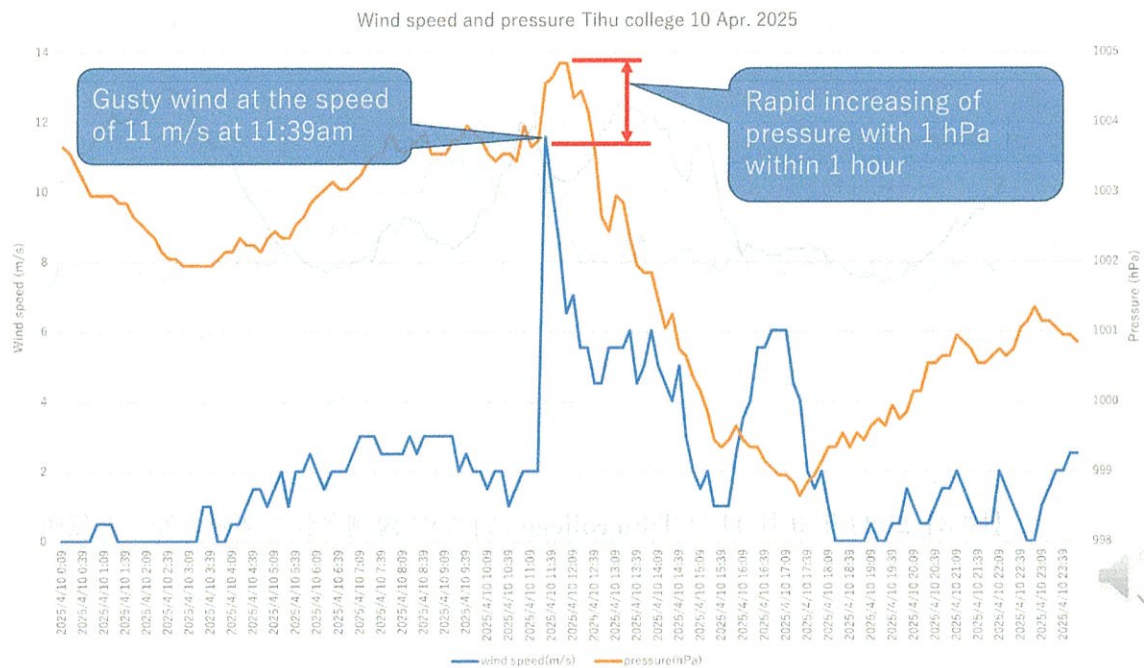
【図 2】 2024 年 9 月 11 日 Tihu college において観測された突風の速さと気温



【図 3】 2024 年 9 月 11 日 Tihu college において観測された突風の速さと気圧



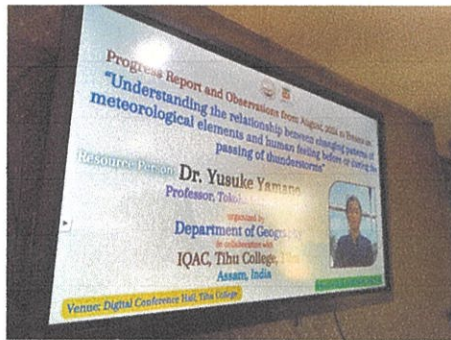
【図 4】 2025 年 4 月 10 日 Tihu college において観測された突風の速さと気温



【図 5】 2025 年 4 月 10 日 Tihu college において観測された突風の速さと気圧



【図 6】 2025 年 4 月 10 日 Tihu college で観測された突風の際にカレッジ周辺で撮影された写真と動画



プレモンスーン期入り前ワークショップ
2025年3月24日 in Tihu college



【図 7】 2025 年 3 月 24 日 Tihu college において開催したワークショップの様子。カレッジに設置した測器による観測データを用いた解析結果の紹介，感測の方法についてレクチャーを行った。

