

安価なMI半導体地磁気センサを用いた2025年磁気嵐の観測

Observation of Some Geomagnetic Storms 2025 Using A Cheap MI Geomagnetic Sensor



○岡本 義雄¹, 室井 勲²

Yoshio Okamoto, Isao Muroi

(yossi.okamoto@gmail.com, <http://www.yossi-okamoto.net/>)

Retired Geoscience Teacher¹, Retired Osaka Science Education Inst.²

2025年度全国地学教育研究大会
日本地学教育学会第79回全国大会釧路大会

1.背景と目的

昨年から今年にかけて、11年周期の太陽活動がピークを迎え、黒点数やフレアの増加のほか、磁気嵐に伴う低緯度オーロラなども散見されるようになってきている。筆者らはこの活発な太陽活動に伴う、地磁気の変化を観測するために昨年来、安価な半導体地磁気センサを用いた地磁気計を開発し、試行観測を行ってきている(岡本・西口, 2024)。

筆者らのこの開発のねらいは、特別な環境下ではなく、住宅や学校など通常の環境下で、観測が難しいとされる、太陽活動がもたらす微細な地磁気変化を、どの程度の正確さで捉えることができるかを確認すること。さらにその手法や観測結果を教室でどのように活用するかを議論すること。などを目的とした。

本稿では上記目的のうち、とくに昨年末から今年6月にかけての観測結果より、幾つかの小～中規模以上の磁気嵐について、その記録を紹介するとともに、観測環境とその手法について議論したい。

2.観測機器および観測環境

詳細はすでに岡本・西口(2024)に詳しいので、ここでは概要のみを列記する。

1. 地磁気センサ

BM1422AGMVという通販で2000円ほどで買えるローム社製MI型半導体センサを用いる (Fig1a)。

2. 記録装置

センサとAD変換の、Arduino基板とは磁気の影響を考慮し、離して木製の板に配置した。記録は住宅地版は通常のノートPC。モバイル版は**M5Stack**というマイクロコントローラを用いた。電源としてモバイル版は軽自動車用のバッテリーを用いた。このバッテリーで20日あまりの連続観測が可能となる (Fig1d)。

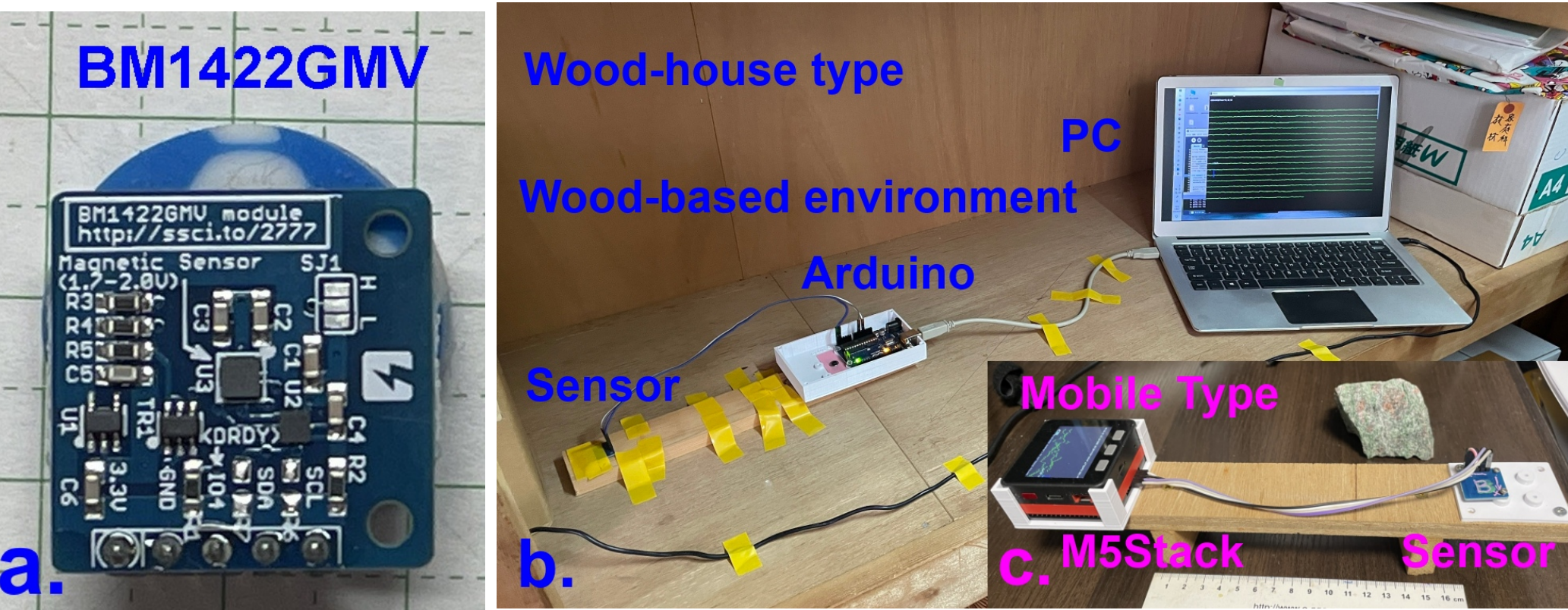


Fig1 a. Sensor:BM1422 (ROHM Semiconductor). b. Arduino and PC logging system c. Mobile logging system d. Mobile system driving battery

3. ソフトウェア

ArduinoIDEをシリアルデータのやり取りに、また画面表示とデータ保存に**Processing**言語をそれぞれプログラムを自作して用いた (Fig2 a). M5Stack版のみArduinoIDEの単独使用となる (Fig2.b)。

4. データ処理

さらにデータ統合や移動平均などのデータ処理には**Awk**および**Bash**を用いたが、このスクリプト作成に**ChatGPT**の示唆が参考になった (Fig2 c)。

5. 観測環境

観測場所として、第2著者の自宅庭に建つ小屋 (Fig.2 d) と、大阪教育大学柏原キャンパス内の、山林にある空き地を用いた (Fig2.e)。大学観測点はモバイル機器 (Fig.1 d) +雨よけの覆いを用いた。

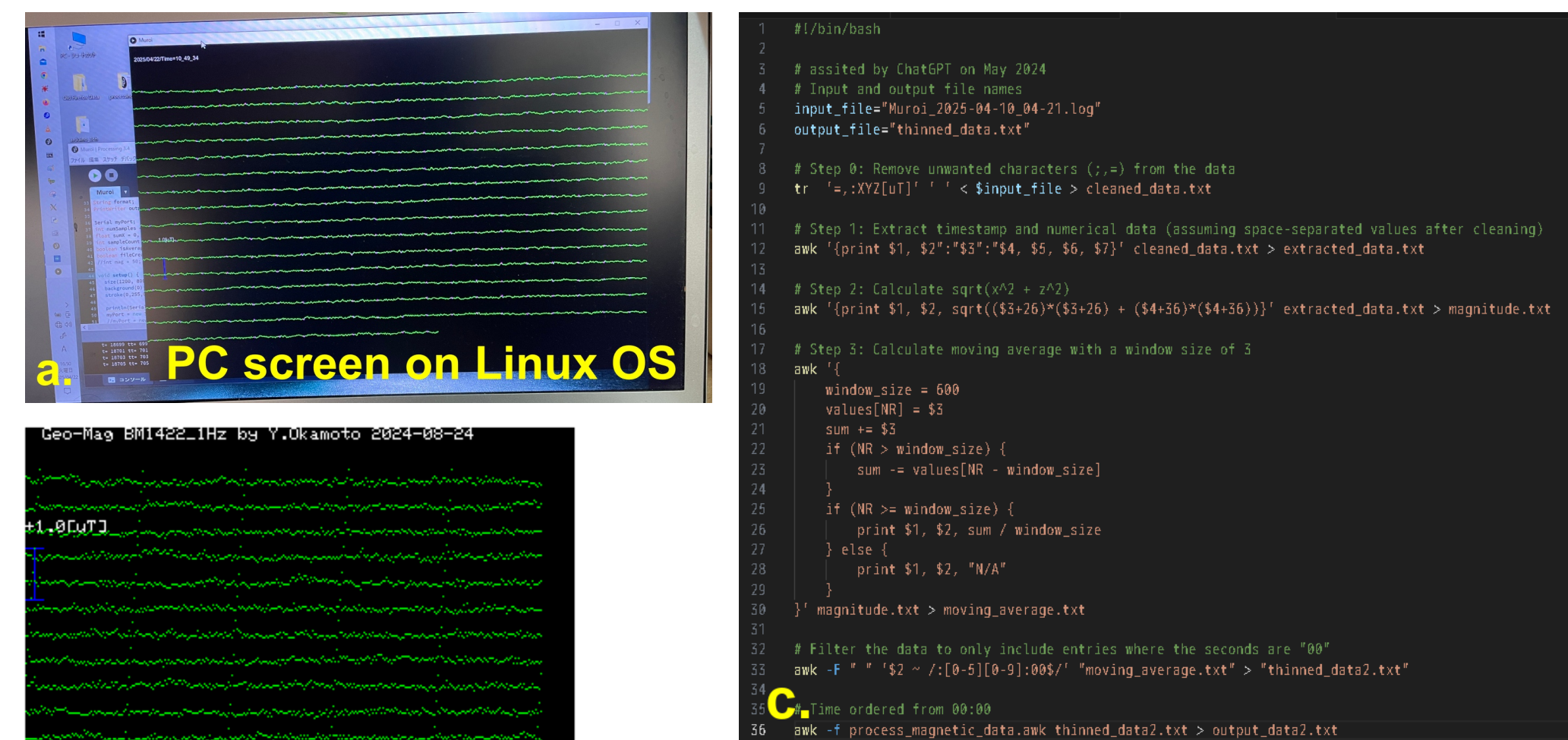


Fig2 a. PC screen b. M5Stack screen c. Moving average script. d. Second author's house in a garden. e. OKU site in a forest.

3.観測結果

やや大きな磁気嵐の記録例として、まず2025年1月1日から2日間の例を示す。第2筆者**住宅地**(大阪府河内長野市、以降住宅地と表記)、および大阪教育**大学柏原キャンパス**(以降大学と表記)における地磁気水平成分の観測結果を、referenceとして**気象庁柿岡地磁気観測所**のグラフとの比較のもとに記す(縦軸、水平成分は統一できていない)。

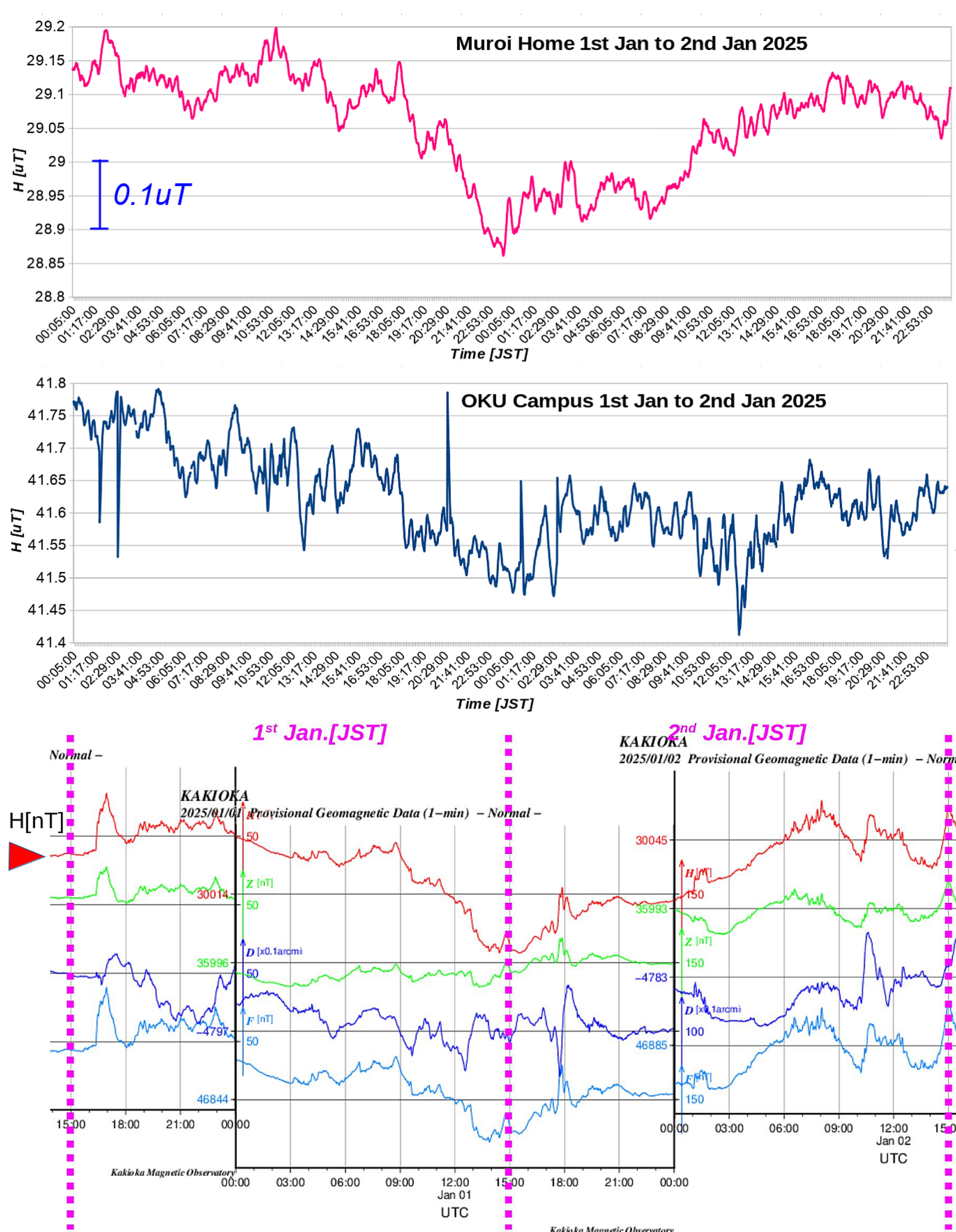


Fig.3 Comparison of the horizontal comps. of the geomagnetic field associated with the magnetic storm from January 1 to 2, 2025 (Top: Residential area in Kawachinagano City, Mid: University campus in Kashiwara City, Bottom: Record from the Kakioka Magnetic Observatory, JMA, Red ▲ indicates the horizontal component). The location map is shown in Fig.5.

次に、今年5月末から6月の中～小規模の磁気嵐の前後の記録を**住宅地**と柿岡の比較で示す。大学の記録はノイズ多く割愛した。Fig4.aは5回のMajor Stormを含む期間の記録で、幾つかなの変化の**ピーク**が**住宅地**の記録でよい一致を見せている。

一方、Fig4 bは最大でもMinor Stormということで、変化が小さい期間の記録。幾つかなのピークやトレンドが一致するが、全体に相関はあまりよくない。

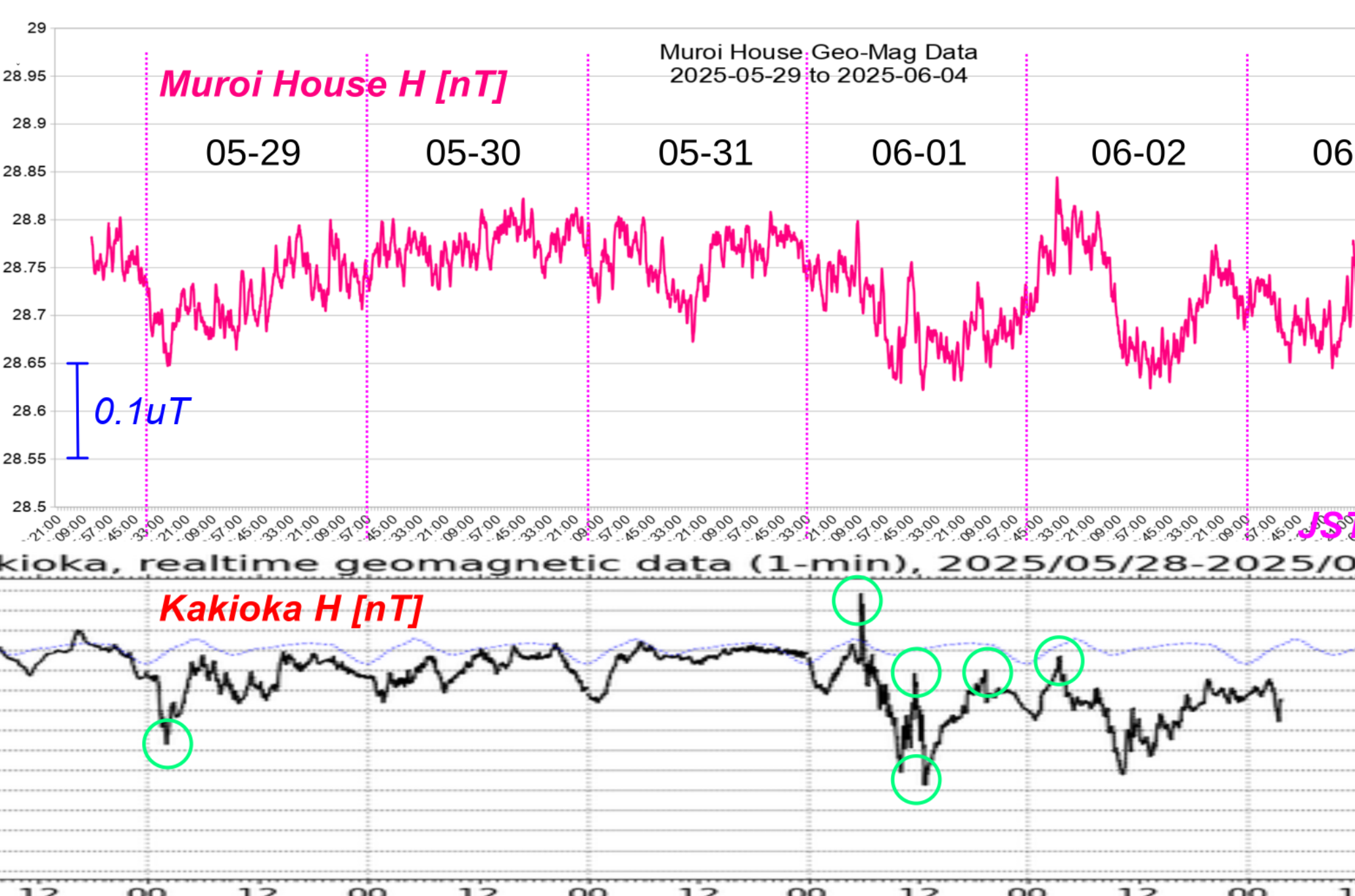


Fig.4 a. Changes in the horizontal component of the geomagnetic field at the second author's house following magnetic storms from May 29 to June 3, 2025 (Kakioka's record shows only horizontal component. University records with noises are omitted)

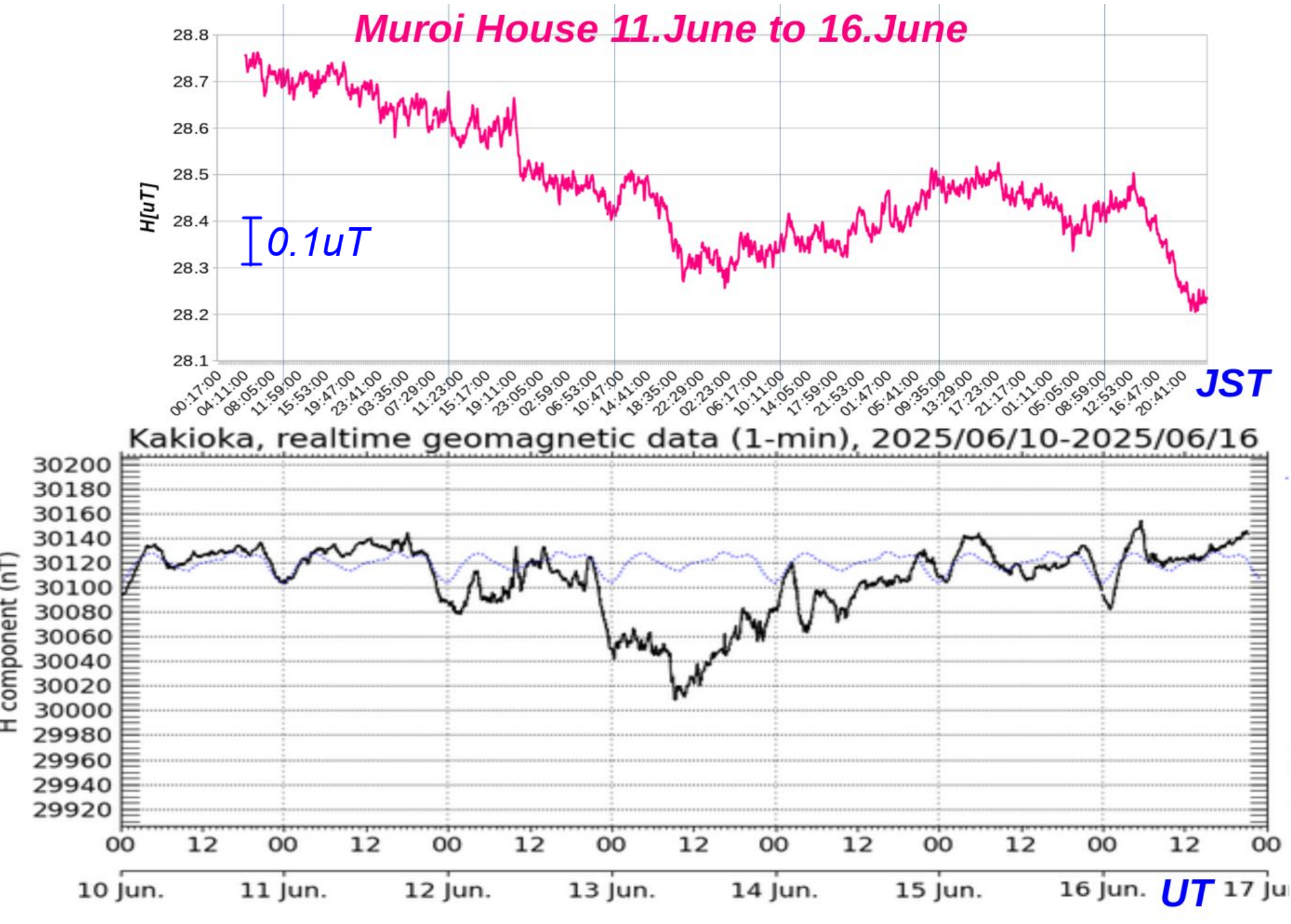


Fig.4 b. Including a minor magnetic storm from June 11 to June 16, 2025

4.議論

1. **住宅地**での記録は、地磁気の全体像や短期的なピークと谷の一致の傾向が高い。全体的な傾向も似ている。しかし部分的な相違やトレンドの不一致は、とくにFig.4bにおいて大きい。これはFig.3が正月という人間の活動がにぶい時期の記録であるのに比べ、Fig.4a,bが経済活動が活発な時期である違いに起因する可能性がある。

2. Fig.3の**大学構内**のかかなり建物などから離れた空き地における観測は、住宅地の観測に比べて周辺の人工物のはるかに少なく、一見観測の適地のように思える (Fig.5の地図を参照)。しかし筆者らの観測では意外な結果であった。大学記録の方がはるかに、地磁気変動の再現性が悪かった。その原因を筆者らは、電車線路への距離のちがいと考えている。すなわち、住宅地と直近の線路までの距離は約2.4km、それに対して、大学敷地の観測点から線路までの距離は0.5kmとかなり近い。直流電流による地磁気への影響については、例えば、wikipedia「気象庁地磁気観測所」の記述のほか、上野ほか(2010)などの報告がある。電車線路直近の観測例は筆者の昨年の発表に詳しい(岡本・西口, 2024)。

3. モバイル仕様の観測装置は、かなり期待したが、大学の環境の問題と、よく原因のわからないノイズが入ることの解明が必要で、将来の改良が必須。

4. 以上の分析から、地磁気観測点としては、なによりもまず、直流源である電車線路からの距離が遠い場所を選択することが重要と考える。その点で電源の問題が解決できれば、電車線路から、遠く車に入った、山の中のキャンプ場や高原、牧場などの環境が理想的かも知れない。

大規模な磁気嵐に限定して、環境さえ整えば、通常の学校の倉庫や、田舎の住宅などでも観測が可能になるのではないだろうか(学校のビル校舎は鉄筋などが入りあまり勧められない)。興味のある方はぜひ観測の追試をお願いしたい。

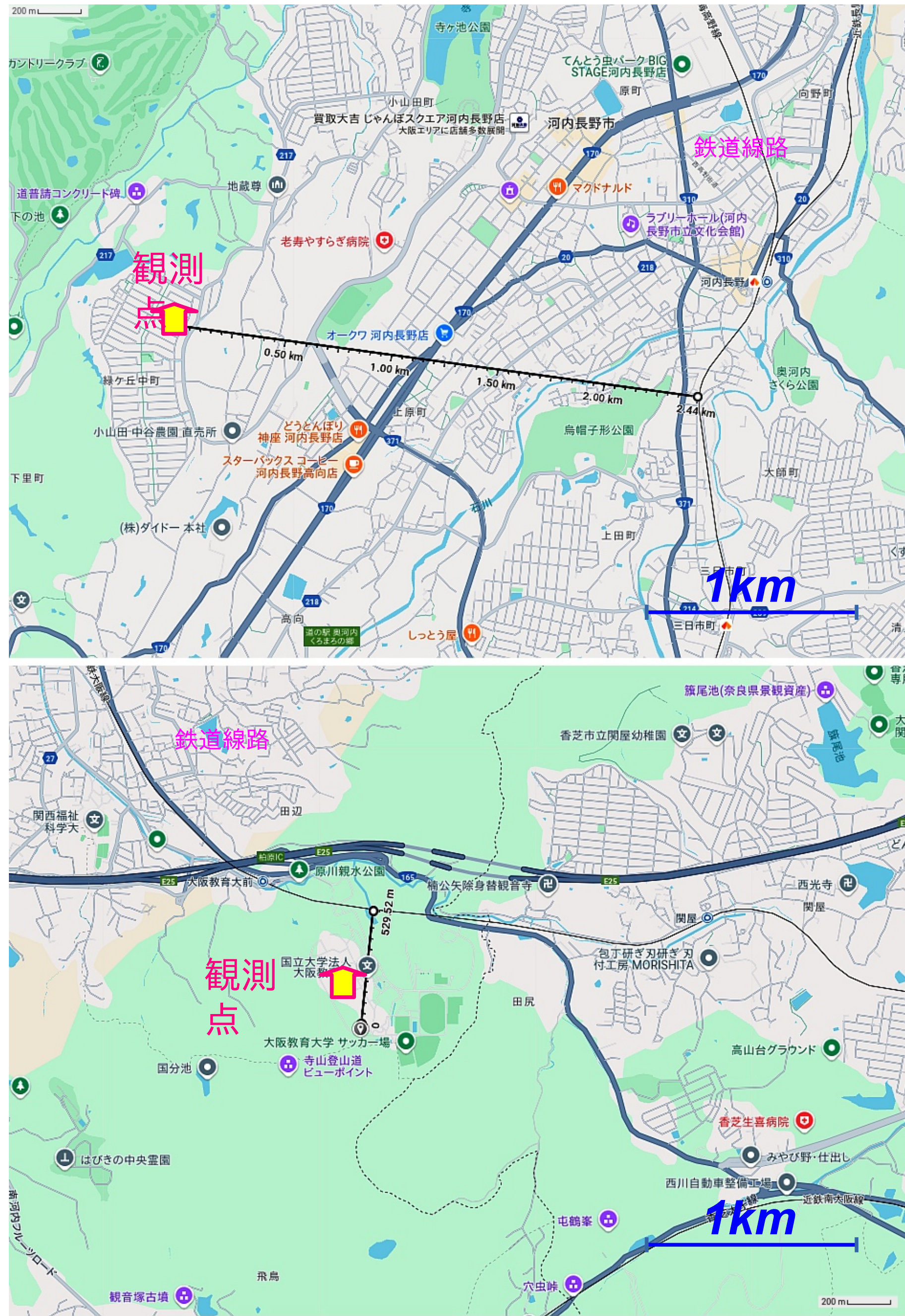


Fig. 5: Location Map of the two Obs. sites.

5.結論

安価な地磁気センサと簡単な観測装置で、特別な配慮をしない地磁気観測を行った。その結果、幾つかの磁気嵐に同期する地磁気変化を観測できた。また、観測環境として、電車の線路からの距離が、観測結果とくにノイズと地磁気信号の分離に、最も大きな影響を与えることがわかった。このため条件を選ぶと学校や住宅地での観測でも、ある程度規模の大きい磁気嵐を捉えることができることが予想できる。

謝辞および引用文献

<謝辞> 大学キャンパス内の空き地の使用に際して、大阪教育大学講師の平川尚毅氏にお世話になった。感謝します。

<引用文献>

岡本義雄・西口治佳:半導体センサを用いた簡単な地磁気計とそれを用いた観測, 日本地学教育学会大分大会予稿集, 2024
http://seagull.stars.ne.jp/2024_Oita/2024-Oita_Poster_Eng.pdf
上野賢也ほか:鉄道線が地磁気に与える影響を測る, JpGU高校生セッション予稿集, 2010
https://www2.jpgu.org/meeting/2010_disc1/program/PDF/OED001/OED001-P30.pdf

安価なMI半導体地磁気センサを用いた2025年磁気嵐の観測

Observation of Some Geomagnetic Storms 2025 Using A Cheap MI Geomagnetic Sensor



English Version

○岡本 義雄¹, 室井 勲²

Yoshio Okamoto, Isao Muroi

(yossi.okamoto@gmail.com, <http://www.yossi-okamoto.net/>)

Retired Geoscience Teacher¹, Retired Osaka Science Education Inst.²

2025年度全国地学教育研究大会

日本地学教育学会第79回全国大会釧路大会

1. Background and Objectives

Solar activity reached its 11-year maximum from last year to this year, producing more sunspots, flares, and occasional low-latitude auroras. To monitor related geomagnetic variations, we developed a low-cost magnetometer using a semiconductor sensor and carried out test observations (Okamoto & Nishiguchi, 2024). Our goals are: to examine how well small geomagnetic changes can be detected in ordinary environments such as homes and schools, and to explore their use in classroom education. Here we present several records of small to moderate geomagnetic storms (late 2023–June 2024) and discuss the instruments and settings.

2. Instruments and Sites

(see Okamoto & Nishiguchi, 2024 for details)

1. Sensor: BM1422AGMV semiconductor magnetometer (~2000 JPY) (Fig.1a).

2. Recording Devices

To minimize magnetic interference, the sensor and Arduino A/D unit were mounted separately on a wooden board. In residential observations, data were recorded with a standard notebook PC, while for mobile observations we used an M5Stack microcontroller powered by a small car battery. This enabled more than 20 days of continuous measurements (Fig. 1d).

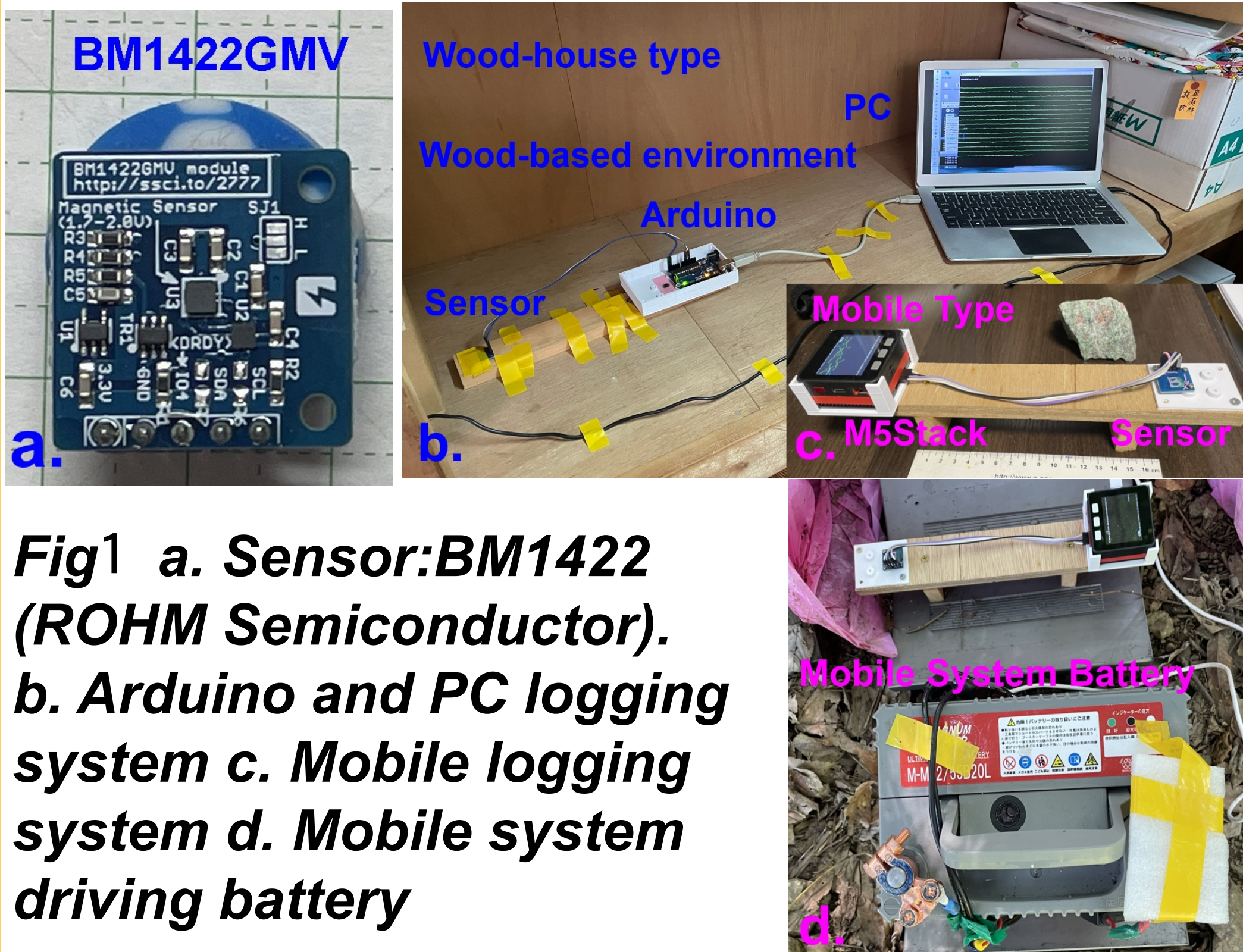


Fig1 a. Sensor:BM1422 (ROHM Semiconductor). b. Arduino and PC logging system c. Mobile logging system d. Mobile system driving battery

3. Software: Data transfer employed Arduino IDE, while display and storage functions were programmed in Processing (Fig. 2a). For the M5Stack version, only Arduino IDE was used (Fig. 2b).

4. Data Processing: Further processing such as moving averages was done with Awk and Bash scripts, for which ChatGPT provided useful suggestions (Fig. 2c).

5. Observation Sites :Observations were carried out at two sites: a small hut in the yard of the second author's residence (Fig. 2d), and a clearing in the forest of Osaka Kyoiku University's Kashiwara campus (Fig. 2e). At the university site, the mobile system (Fig. 1d) was placed under a rain shelter.



Fig2 a. PC screen b. M5Stack screen c. Moving average script. d. Second author's house in a garden. e. OKU site in a forest.

3. Geomagnetic Storm Records

A larger event on 1–2 January 2025: horizontal components at the residential site (Kawachinagano) and the university site (Kashiwara) were compared with the JMA Kakioka reference; note that vertical scales are not unified.

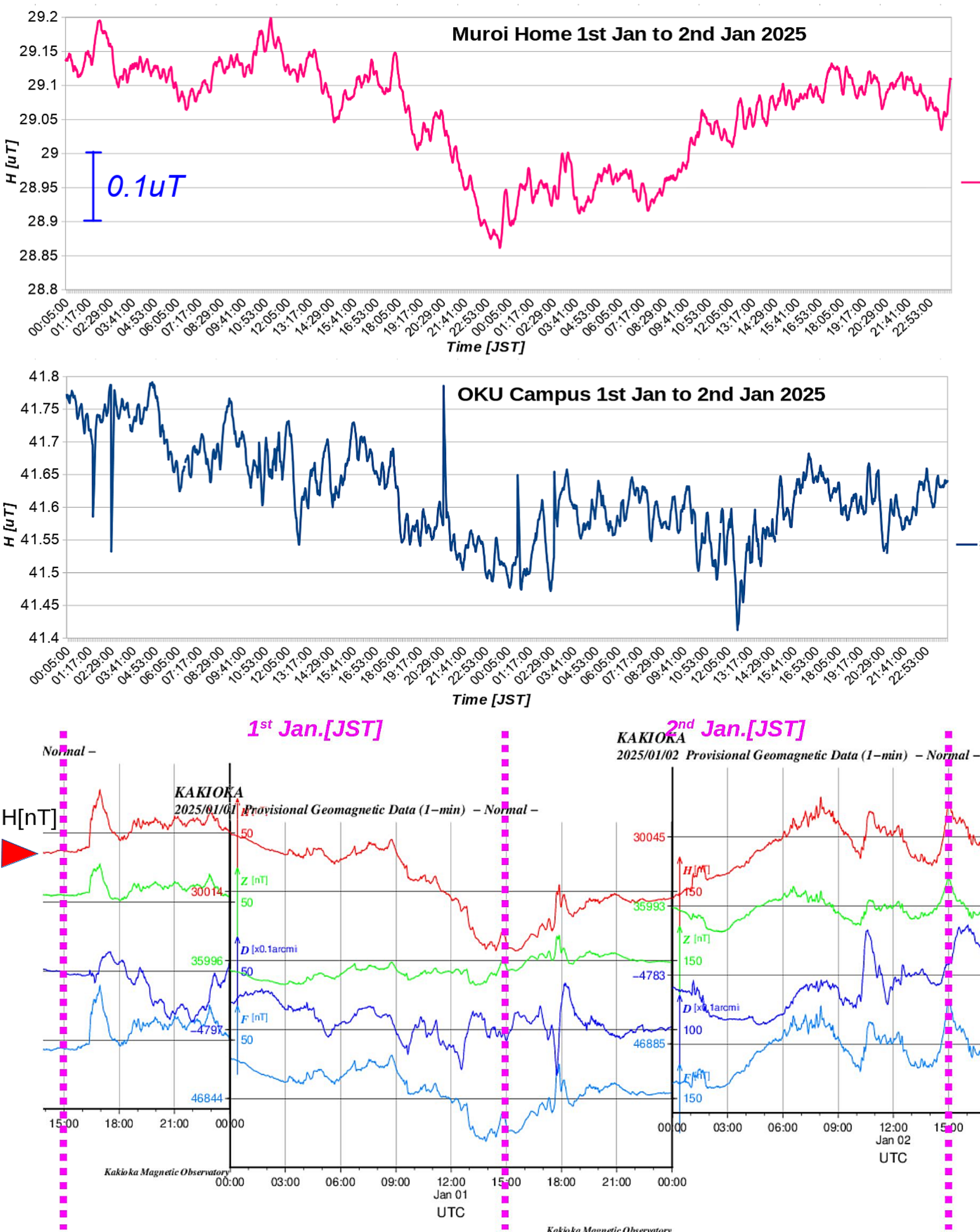


Fig.3 Comparison of the horizontal comps. of the geomagnetic field associated with the magnetic storm from January 1 to 2, 2025 (Top: Residential area in Kawachinagano City, Mid: University campus in Kashiwara City, Bottom: Record from the Kakioka Magnetic Observatory, JMA, Red ▲ indicates the horizontal component). The location map is shown in Fig.5.

Late May–June 2025 (smaller storms): comparison between the residential site and Kakioka (university data omitted due to noise). Fig. 4a covers a period with five major storms, showing good peak-time agreement. Fig. 4b represents a minor-storm period with weaker signals and only modest overall correlation.

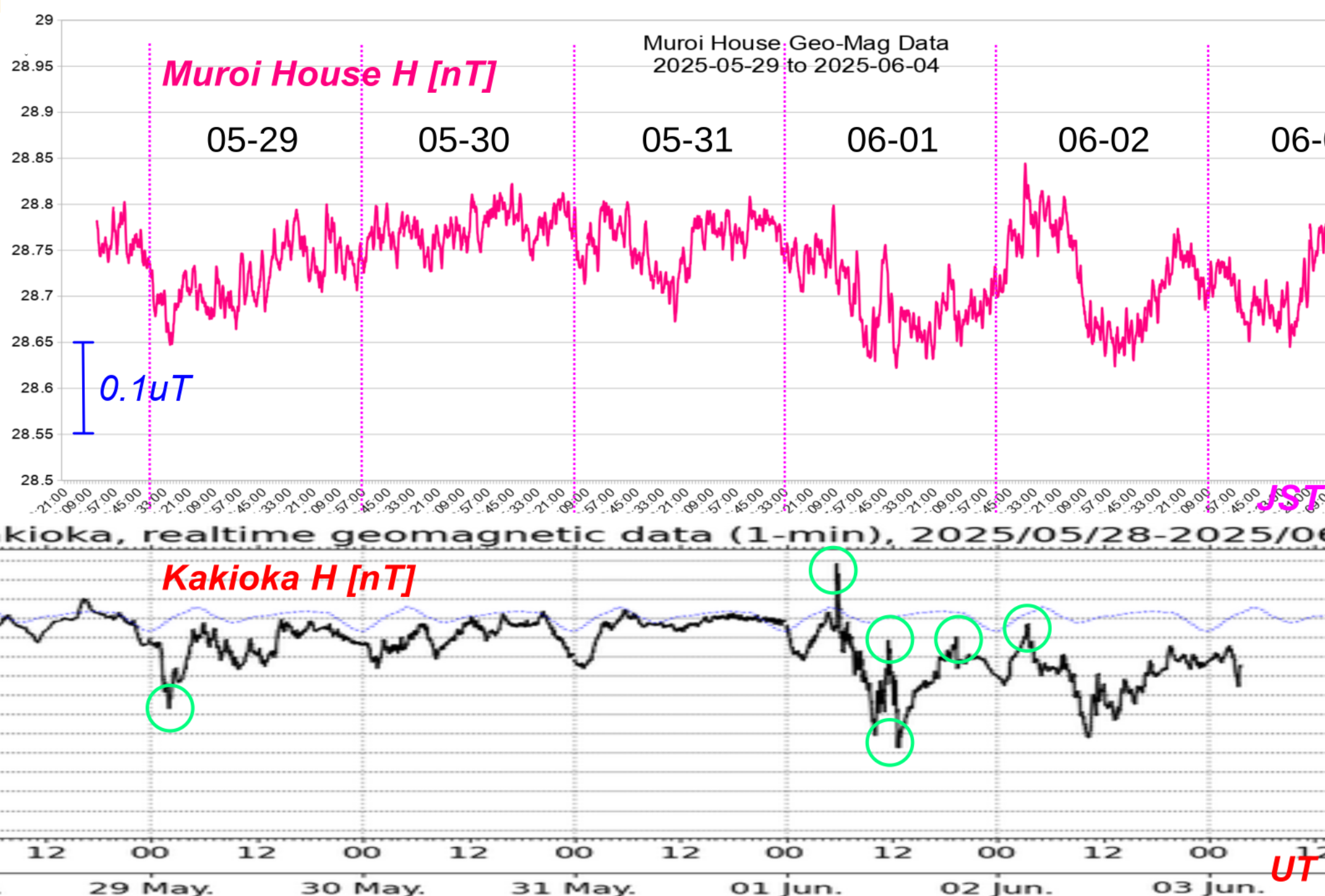


Fig.4 a. Changes in the horizontal component of the geomagnetic field at the second author's house following magnetic storms from May 29 to June 3, 2025 (Kakioka's record shows only horizontal component. University records with noises are omitted)

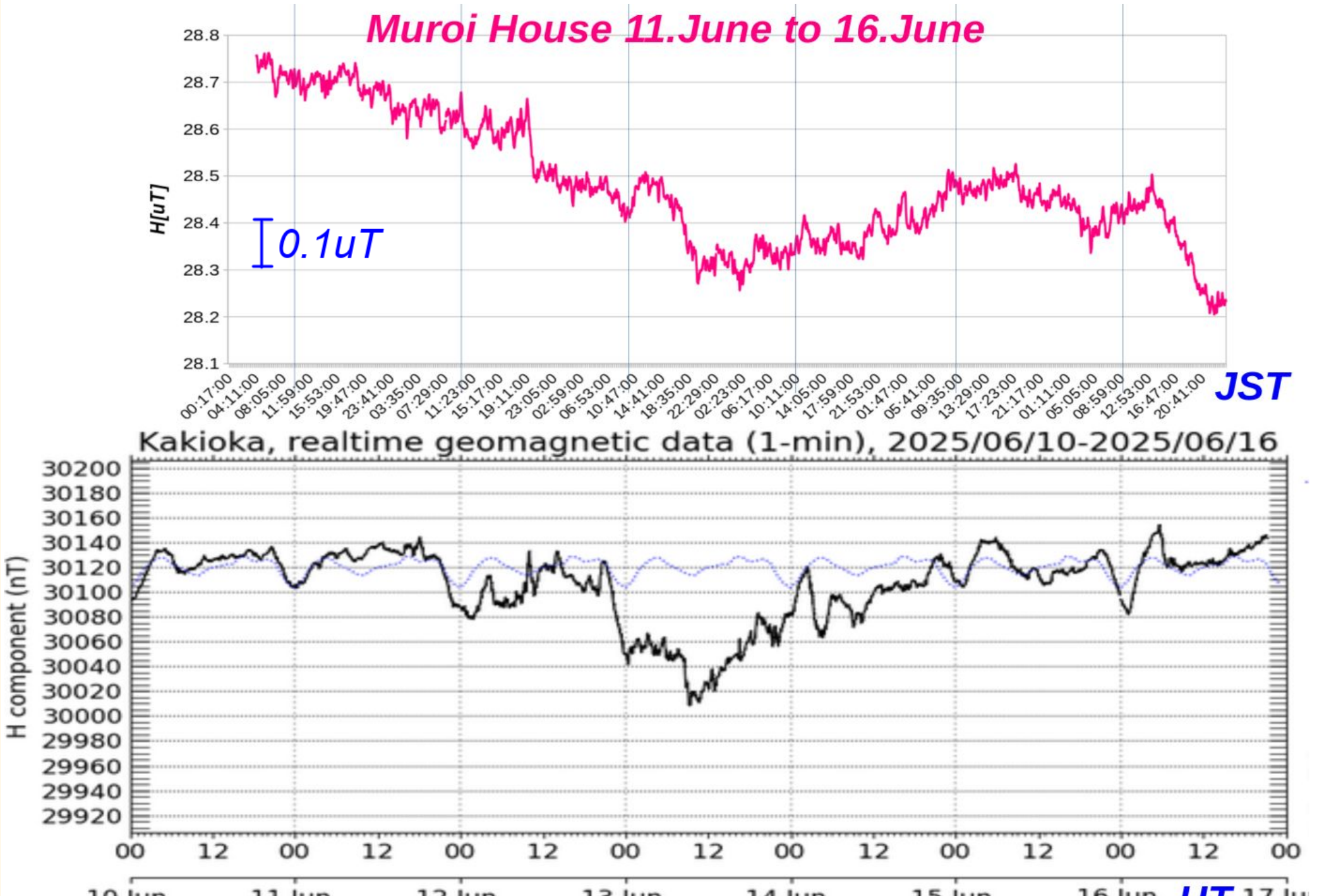


Fig.4 b. Including a minor magnetic storm from June 11 to June 16, 2025

4. Discussions

1. **Residential site:** Records show strong agreement with the overall geomagnetic storm pattern, including short-term peaks and troughs. However, discrepancies are larger in Fig. 4b than in Fig. 3, likely reflecting higher human activity during May–June compared with the quieter New Year period.

2. **University site:** Although located in an open area far from buildings (Fig. 5), the university data reproduced geomagnetic changes less reliably than the residential site. We attribute this to the proximity of railway lines: about 0.5 km from the university site versus 2.4 km from the residential site. DC railway currents are known to affect geomagnetic observations strongly (see JMA Kakioka Observatory notes; Ueno et al., 2010; Okamoto & Nishiguchi, 2024).

3. **Mobile system:** The M5Stack–battery setup showed promise, but unexpected noise and environmental issues at the university site highlight the need for further improvements.

4. **Site selection:** Distance from DC sources such as railway lines is the most critical factor. With a stable power supply, more remote settings such as mountain campsites, highlands, or pastures may provide ideal conditions. For strong geomagnetic storms, even rural houses or school storage rooms may be sufficient (reinforced concrete buildings are less suitable). We encourage others to attempt similar observations.

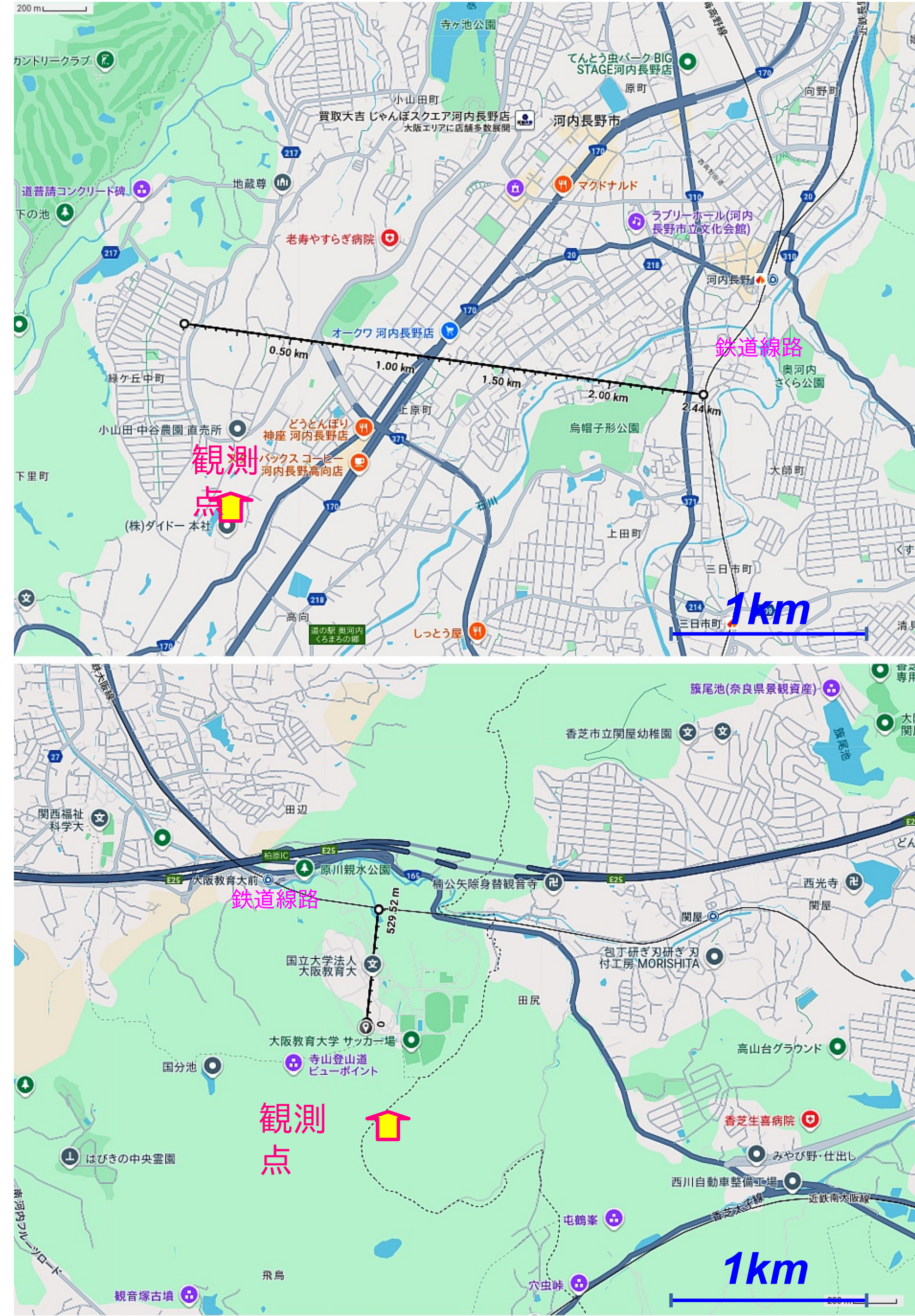


Fig. 5: Location Map of the two Obs. sites.

5. Conclusion

Using a low-cost geomagnetic sensor and simple instruments, we conducted observations without the need for specialized facilities. We successfully detected geomagnetic variations associated with several geomagnetic storms. The results show that the distance from railway lines is the most critical factor, strongly affecting noise levels and signal separation. With suitable conditions, observations of moderate or larger geomagnetic storms should be feasible even in schools or residential areas without special preparation.

<Acknowledgments> We would like to express our gratitude to Mr. Naoki Hirakawa, Lecturer at Osaka Kyoiku University, for his assistance in using the vacant lot on the university campus.

<References> Yoshio Okamoto and Haruka Nishiguchi: A Simple Geomagnetic Meter Using a Semiconductor Sensor and Observations Using It, Proceedings of the Oita Conference of the Japanese Society for Geoscience Education, 2024 http://seagull.stars.ne.jp/2024_Oita/2024-Oita_Poster_Eng.pdf Ueno Kenya et al.: Measuring the Effect of Railway Lines on the Geomagnetic Field, Proceedings of the JpGU High School Student Session, 2010 https://www2.jpgu.org/meeting/2010_disc1/program/PDF/OED001/OED001-P30.pdf