

# 地磁気異常の縞模様を観察できる「海底磁化モデル」の製作と解析

G04-P01

class room tool for demonstrating the striped magnetic anomaly across the mid-oceanic ridges

岡本 義雄 (大阪教育大学 [yossi@cc.osaka-kyoiku.ac.jp](mailto:yossi@cc.osaka-kyoiku.ac.jp))

井村 有里 (大阪教育大学附属高等学校天王寺校舎)

2015年日本地球惑星科学連合大会  
(幕張メッセ) 5/24 POSTER発表  
コアタイム実演予定!

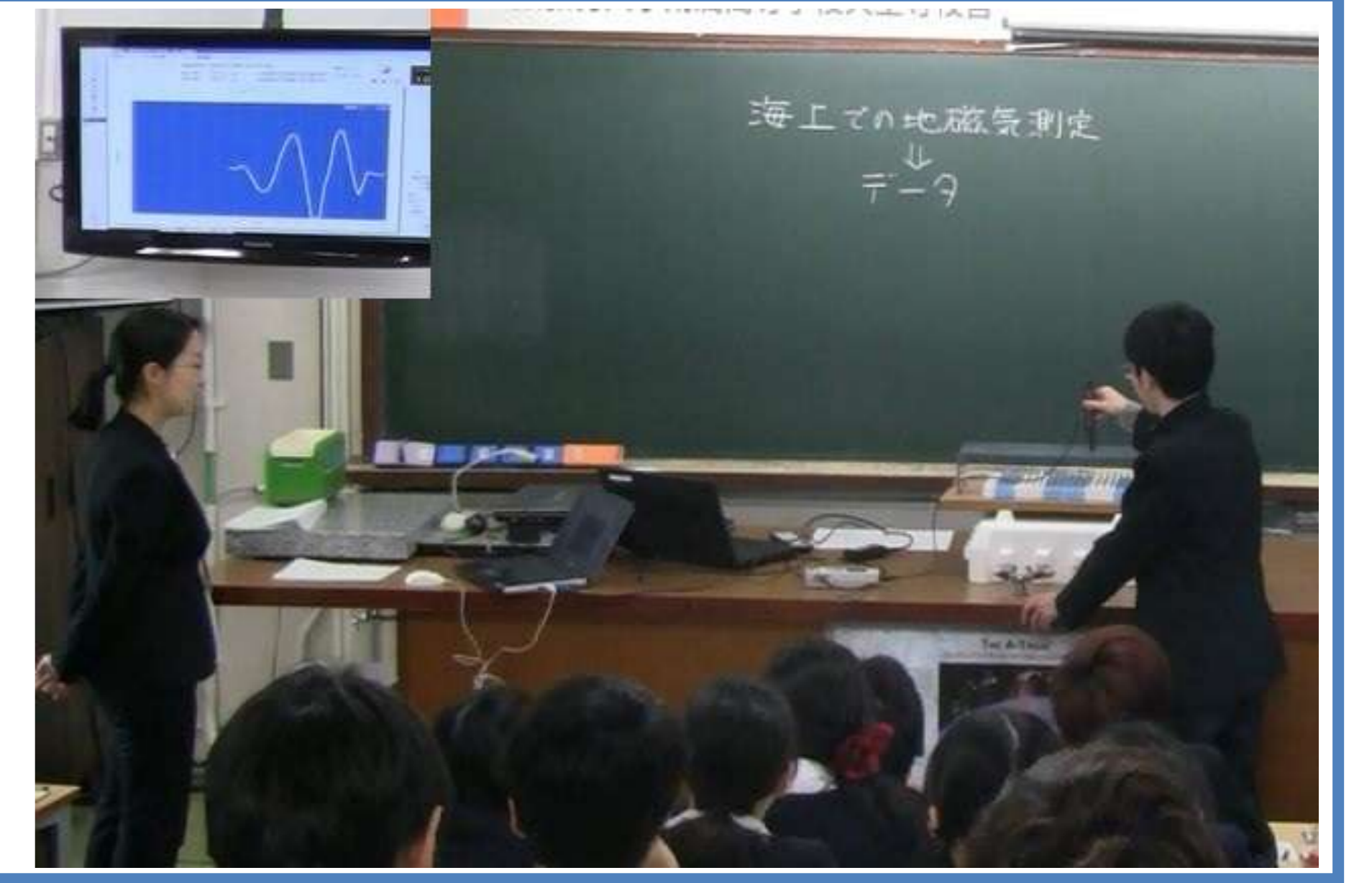
## はじめに

一旦は否定されたWEGENERの「大陸移動説」が、第2次大戦後の海底地形調査と古地磁気学の発展のもと、復活する物語は地球科学の中の一つの仮説実現物語として生徒の興味を引く部分である。しかし、実際にはその過程は教科書や図表のなかの図や写真に基づく「お話」として語られるだけで、その検証課程が教材として深く、高校地学教育の中で取り込まれている例は少ない。本研究では、筆者の一人(井村)が勤務校の研究授業のテーマとして選んだ「地磁気縞模様の発見と解析の過程を紹介する授業」のために、筆者らが開発した、机上実験としての「海底地磁気モデル」の詳細を紹介したい。

## 実験装置を用いた授業

本装置は教室でのデモ用として製作された。モデル海底上を船が地磁気計を曳航する様子を模して行う。

写真は本装置を用いた研究授業風景(2014年11月)。生徒がガウスメータのプローブを操作し、モニタ画面(左図上)に海上での観測波形がリアルタイムで表示される。



## 装置の製作

<材料> (ほとんどがホームセンターで入手可能)

- ・発泡スチロール板(厚さ3cm, 20×40cm)
- ・釘(軟鉄製, φ1.7mm, 長さ2.5cm), 盤面全体で20行×10列=200本。
- ・青色養生テープ, アルニコ棒磁石, ものさし, 透明アクリル板など。

<準備> 釘は磁石で磁化させておく。磁化の極性を反転させたものも用意し、釘の頭を適当な色で分けておく(下図参照)。

<製作(高緯度モデル, 釘を垂直に立てる)>

1. 発泡スチロールの中央に赤い線を書き中央海底の位置とする。
2. 養生テープを左右対称に適当な間隔で貼る。
3. 極性をそろえた釘を約2cm間隔(横は小さめ)にもものさしを補助として刺していく。
4. 養生テープの部分: S極が頭(図では青色)  
発泡スチロール部分: N極が頭(図では桃色) を図のように刺していく。

釘をさしているところ      釘をさし終わったところ      水平釘モデル(低緯度の海底)      中庭での実際の測定風景



## 測定器(ガウスメータ)

- ・佐藤商事製, **MILLI-GAUSS METER GU-3001D**(約8万円弱) +
- ・マルチログ収集ソフトMJ-LOG2(1万4千円弱)      計 約9万円
- ・レンジは ±3000mG (±300μT)



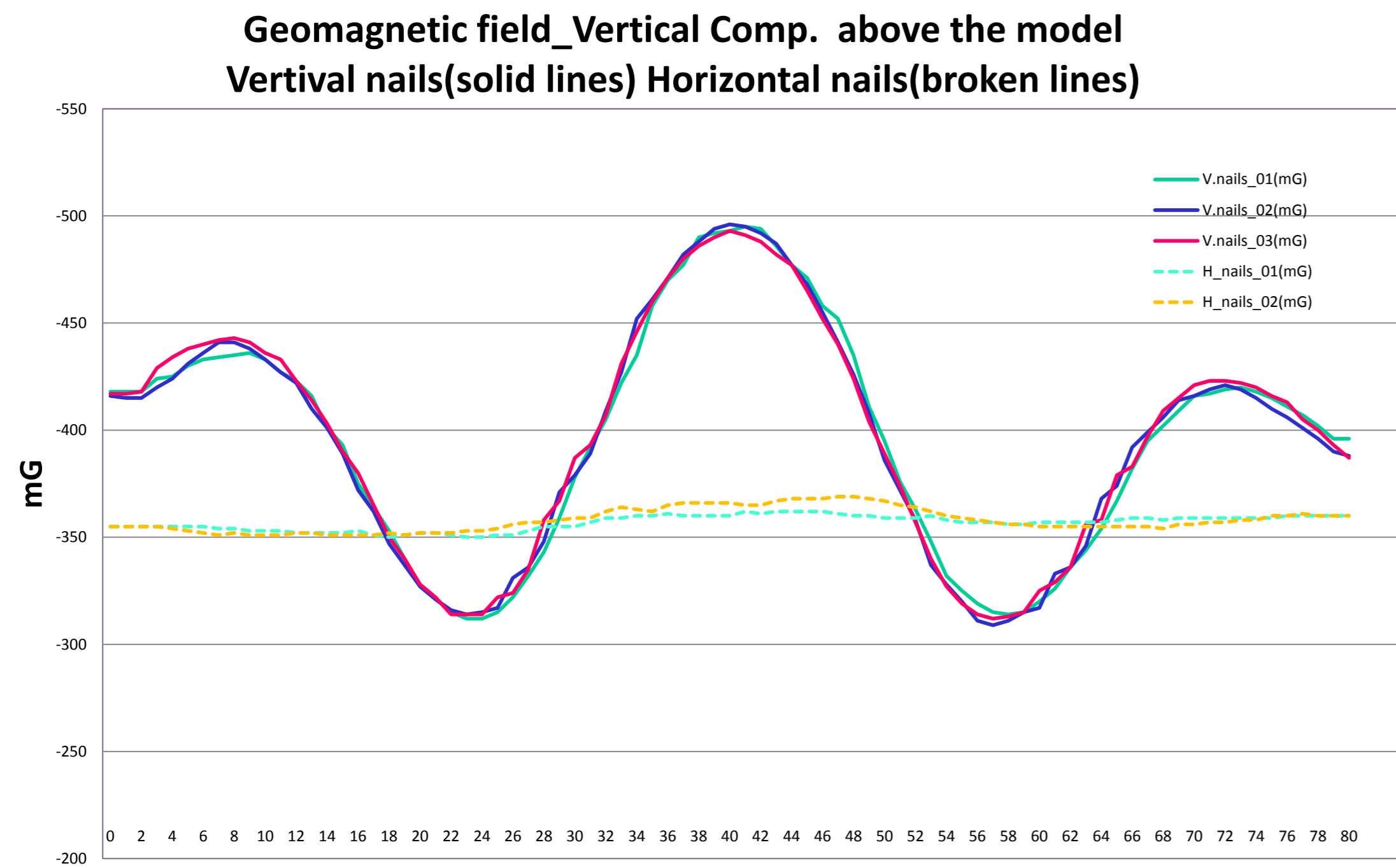
プローブ特性から測定値は極性が反転

- ・iPhone 無料アプリ:  
**Teslameter 11th**  
by Sky Paw Co. Ltd  
⇒地磁気センサ3成分  
+全磁力  
メールでPCにデータ転送可能



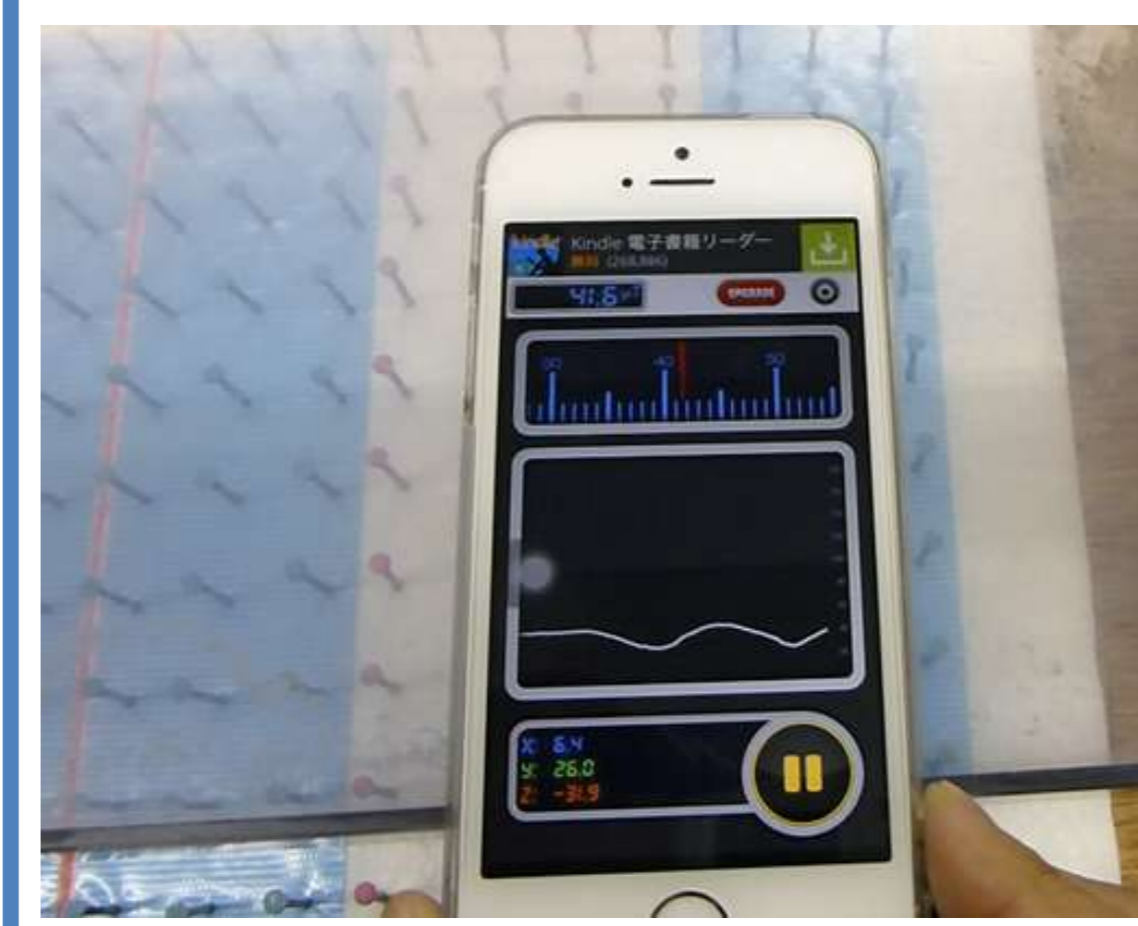
## 地磁気測定結果例(鉛直成分)

室内の鉄の磁気を考慮し、中庭に装置を置いて測定。装置の上8cmを横に約0.5cm/secでトラバースした測定例。水平釘(低緯度モデル)は同3cm上方で測定。

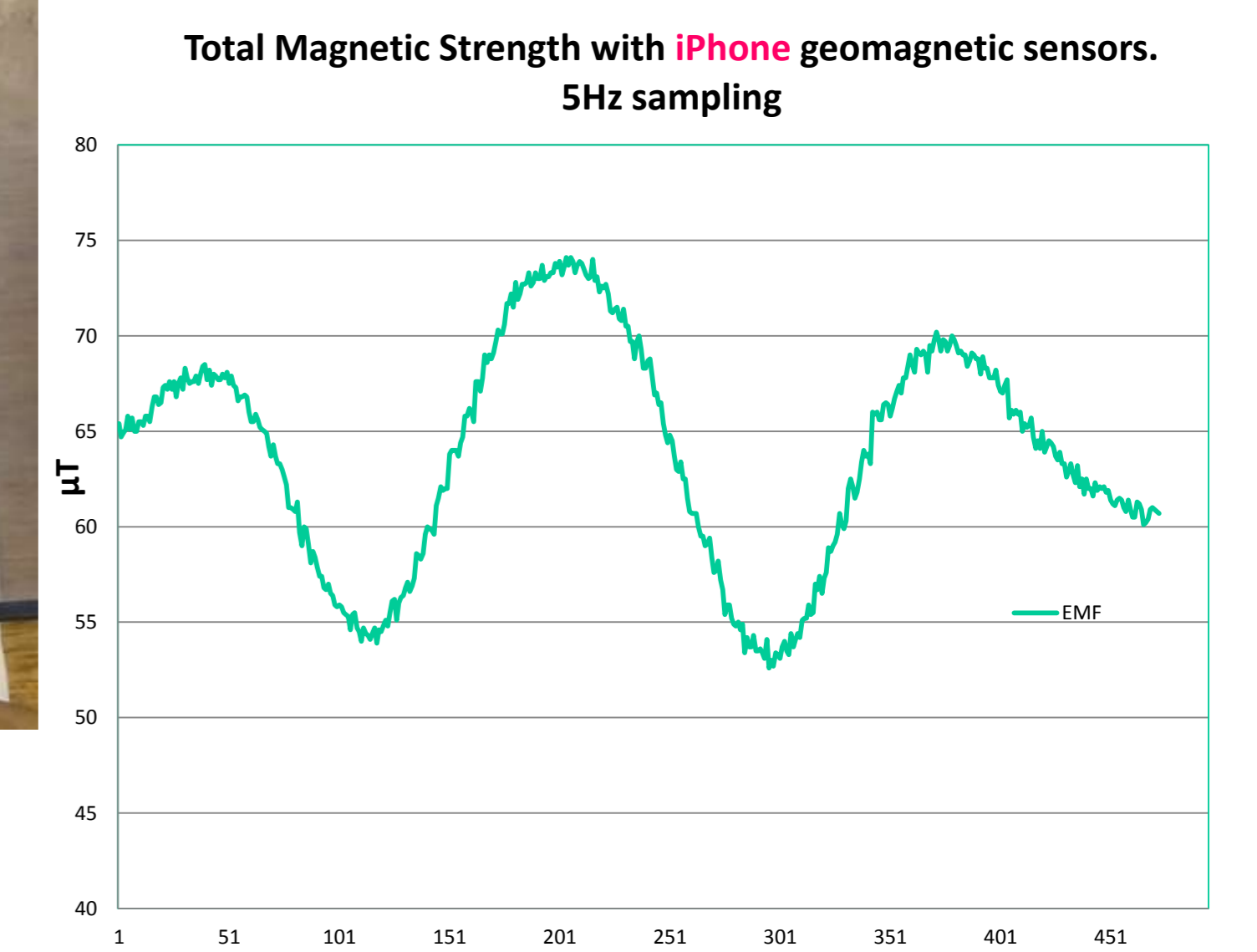


測定器はミリガウスメータ  
サンプリング1秒 3回測定  
水平釘は2回測定。  
海嶺を中心にしたきれいな左右対称な強弱が再現されている。3回測定した再現性はよい。水平釘の方はほとんどノイズレベル程度の変化しかない。同じ場所で定点での10分間のノイズレベルは最大±8mG程度(すぐそばをJR環状線が通るためなどによる)。

## iPhone無料アプリによる測定



iPhoneアプリでの測定サンプリングは5Hz  
定性的にはミリガウスメータの測定と大差はない。ただ、こちらは3成分&全磁力であることに注意。データはメールで送信可能。iPhoneからPCに画面を飛ばせば、デモ測定も可能。



## 考察

1. 釘の磁化に用いたアルニコ棒磁石(φ8mm長さ5cm)の磁極付近の磁束密度は平均120mT。またそれで磁化した釘は平均2.4mTくらいの磁束密度となる。垂直釘モデルでは、上記8~10cm程度離して測定するとちょうど地磁気を増減の程度が定性的に見せやすい量となる。
2. 授業では、GAUSSメータを本装置の上を動かして測定することで、測定値がリアルタイムで増減するので教材として効果的である。また測定値の再現性も上図のように極めて良い。ただし、定量的には海底磁化の程度が、モデルではとんでもなく強調されていることには注意が必要。
3. Milli-GAUSSメータは価格が高い、測定サンプリングレートが1秒より短くできない。測定用のソフトが別売で、起動時のCOMポート設定や、データ形式が特殊で使い勝手がよくない。などが欠点。また磁気プローブの仕様で、**全磁力ではなく鉛直成分のみの測定**となる。
3. iPhoneアプリは無料である。x,y,z3成分+全磁力を同時に計測可能。測定データは工夫をすればリアルタイムでPC画面に転送可能。測定データは圧縮してアプリから直接メールで送信可能。などが長所であるが、当然地磁気センサの精度は望めない。所有のもの全磁力は約2割高め?
4. 本教材のきっかけとなったVine&Mathews(1963)の論文は、低緯度(インド洋)における地磁気縞模様の異常の解釈が発端となっている。教室でこの地磁気異常縞模様を扱うとき、ともすれば、水平に磁化した海洋地殻をイメージする。少なくとも筆者の一人(岡本)は地学の授業ですっとそういう説明を続けてきた。しかし、低緯度での海洋地殻を形成する玄武岩の磁化の正負は、その上部(海上)での全磁力に逆のセンスで影響する(V&M論文の図)。今回この教材の解釈を検討する過程でそれに気づかされた(謝辞の星先生にもお世話になった)。海底磁化が全磁力に正の影響を与えるのは、このモデルのように、海底磁化が屹立する高緯度での観測である。これは意外と高校地学の教育現場では気づかれていないのではないかと思います。ここに記しておく。

## おわりに

海洋底拡大説の根幹をなす、海洋底の地磁気縞模様をモデル化した机上実験の教材を紹介した。プレートテクトニクスの成立過程は興味深い逸話にあふれるが、地磁気分野でその元論文が紹介される機会は少ない。生徒にもできるかぎり「お話」で終わらせず、この地球観の革命の過程を、実験や元論文の内容を実習資料として紹介する研究を今後も続けたい。地磁気や重力に関する教科書の記述も、結構誤解のおおい部分でもあり、そうした題材の教材化を今後も検討している。これらについても示唆やご批判を仰ぎたい。

## 参考文献・謝辞

- <文献>  
Vine, F. J.; Matthews, D. H.(1963):"Magnetic Anomalies Over Oceanic Ridges." Nature 199 (4897): 947-949  
Vine, F. J. (1966):"Spreading of the Ocean Floor: New Evidence (PDF)" (PDF). Science 154 (3755): 1405-1415.  
齋藤和男氏(山形大学)のWebpage: 数理地学 I 「海上で観測される地磁気異常の縞模様」 <http://ksgeo.kj.yamagata-u.ac.jp/~kazsan/class/geomath/geomath-enshu03.html>

<謝辞>  
愛知教育大学 星博幸准教授には、地磁気の測定全般や、授業展開について有益な助言をいただきました。感謝します。本研究には平成26年度青松会助成金、科学研究費補助金基盤C(No.25350200)の補助を得ています。本教材に関する詳細は筆者のWebサイトで順次公開予定にしています。本教材に関する問い合わせはメールで(yossi@cc.osaka-kyoiku.ac.jp)までお願いします。