

## 日本の考古地磁気データカタログ－現状と課題

# 畠山 唯達 [1]  
[1] 岡山理大・情報処理セ

## Archaeomagnetic database of Japan: new data and problems

# Tadahiro Hatakeyama[1]  
[1] IPC, Okayama University of Science

<http://mag.center.ous.ac.jp/>

Archaeomagnetism in Japan started in 1940s and has been developed during 1960s and 1970s. As a results so many paleomagnetic measurements on archaeological relics have been conducted, but the total number of the fruits is not well known because almost all the results were documented in the excavation reports published mainly by the education boards of local governments and they are bad to be efficiency of retrieval.

We now publish an archaeomagnetic database on line including 680 direction dataset and 60 intensity dataset. In this database all age of the sites were estimated by the archaeological ways such as type-morphology of the pottery, which are independent from the archaeomagnetic age estimation.

Therefore the archaeomagnetic data will be soon used for the discussion of the geomagnetic secular variations, if we as-is adopt the age.

On the other hand, we have recognized archaeodirection data from more than 1500 sites. Many of these sites has mixed age estimation of archaeological and archaeomagnetic values, so that it will lead a misinterpretation of the data in the study of secular variation. Now we are working the verification of the age estimation for each datum for the future public consumption.

In this talk we introduce the properties of the archaeomagnetic data published, unpublished and sought now.

日本の考古地磁気学は1940年代に始まり、1960～70年代に大きく発展した。結果として膨大な量の被熱遺構で古地磁気方位が測定された。ほとんどすべての測定結果は各遺跡の発掘報告書に一時記載されており検索性が悪いため、その全貌がどれほどのものかもはっきりしない。

我々は現在、約680の古地磁気方位データ、約60の強度データを含むデータベースを公開している。これらのデータは古地磁気とは独立に推定された考古学的年代値(おもに出土時の編年)が確認されているもので、そちらの数字を採用すればすぐに地磁気永年変化の議論に利用できるものである。しかし、他に少なくとも約1500サイトの考古地磁気方位データが存在することが確認されている。これらのデータには表記の年代値が「考古地磁気年代推定値」であるものが多く混ざっているため、そのまま公表すると地磁気の議論に対して誤解を悪影響を招きかねないと考えられ、現在その確認作業を行っている最中である。確認をするためには発掘調査報告書に直接あたり、古地磁気の報告内外に記載されている考古学的な解釈値を探す作業が必要である。

本講演では、これまでに公開している考古地磁気方位データの特徴と、集計中の方位データ、また、収集活動を続けている考古地磁気データについて紹介する。

石製資料の地球科学的分析に基づく原産地推定

# 田尻 義了 [1]  
[1] 九大・アジ埋文

Place of origin estimate based on the analysis of the earth science of the stone tools

# Yoshinori Tajiri[1]  
[1] Archaeology,Kyushu Univ

In this presentation,I estimate the place of origin for a stone tools excavated from sites from the field of the earth science.

## 九州大学内の遺跡探査

# 水永 秀樹 [1]

[1] 九大・工・地球資源

## Archaeological prospecting in Kyushu University

# Hideki Mizunaga[1]

[1] Earth Resources Engineering, Kyushu Univ.

<http://geo.mine.kyushu-u.ac.jp/>

There are a lot of archaeological ruins in Kyushu University. Some case studies of archaeological prospecting are shown here.

There are six keyhole-shaped mounded tombs in Ito campus. In order to investigate inner structure of these tumuli, electrical resistivity surveys were carried out at Shioyoke, Ikenoura and Mine tumuli. As the result of these surveys, anomalous resistivity zones that are related to mortuary facilities in the tumuli were detected.

GPR survey was carried out to know the possibility of cavities beneath a pathway at Onigaura ruin. The ruin is located in Fukuoka Experimental Forest of Kyushu University. As the result of GPR survey, strong reflections that indicate the part of tunnel tombs were detected.

## 伊能忠敬の山島方位記から十九世紀初頭の日本の地磁気偏角を解析する。第五回 報告

# 辻本 元博 [1]  
[1] なし

### Analyzing the early 19th century's geomagnetic declination in Japan from Tadataka Inoh's Santou-Houi-Ki the 5th report

# Motohiro Tsujimoto[1]  
[1] none

The Santou-hou-iki is a national treasure of Japan, consist of 67 volumes ledger of approximately 200,000 magnetic compass survey azimuth data by 0 deg 5 min unit in 1800 to 1816, cover from eastern Hokkaido to Yakushima recorded by map surveyor Tadataka Inoh. We excute interdisciplinaty and simultaneous analysis of real azimuth, magnetic declination, precise position of the survey reference point and target points where the value of declination to any targets are similar or proximate. We analyzed the declination at 200 points in Japan. The declination analyzed from Santou-houi-ki in wide area from Tsushima to north western coast of Kyushu are developed to 1 deg west more than the declination expressed in historical magnetic declination viewer by Andrew Jackson's gufm1 published from NOAA. There are lack of declination data in Japan from mid 17 century to mid 19 century equal to the term of national isolation of Japan. It is necessary to introduce the declination data analyzed from Santou-houi-ki to gufm1.

国宝山島方位記は地図測量家伊能忠敬により 1800 年から 1816 年に記録された北海道東部から屋久島迄の 67 巻の磁針測量方位角帳で測量対象地点及び測量実施地点の地名と 0 度 05 分単位の推計約 20 万件の磁針測量方位角が記録されている。測量対象地点緯度経度、測量実施基点緯度経度、真方位、地磁気偏角を同時解析する。測量実施基点からいずれの測量対象地点への磁針測量方位角にも含まれる地磁気偏角が一定或いは近似になる精確な位置を逆算して日本の 200 地点で地磁気偏角を解析した。19 世紀初頭の日本の地磁気偏角の分布が判明しつつある。山島方位記 7 からの解析値は対馬から九州北西部にかけての広域な範囲でジャクソンらの gufm1 に基づくアメリカ海洋大気庁の偏角の歴史図よりも約 1 度西偏の進行が早い。ジャクソンらの gufm1 は鎖国した 17 世紀中期から 19 世紀中期迄の日本のデータが不足しており、山島方位記からの解析値を gufm1 に導入して計算しなおす必要がある。

## タイ・クメール寺院の方位と地磁気永年変化

# 家森 俊彦 [1]; 橋爪 道郎 [2]; 齊藤 昭則 [3]; 能勢 正仁 [4]; Choosakul Nithiwatthn[5]; 津田 敏隆 [6]; 小田木 洋子 [1]  
[1] 京大・理・地磁気センター; [2] キングモンクート工大; [3] 京都大・理・地球物理; [4] 京大・理 地磁気センター; [5] なし; [6] 京大・生存研

### The orientation of temples in Thailand and its possible relation with geomagnetic secular variation

# Toshihiko Iyemori[1]; Michio Hashizume[2]; Akinori Saito[3]; Masahito Nose[4]; Nithiwatthn Choosakul[5]; Toshitaka Tsuda[6]; Yoko Odagi[1]  
[1] WDC for Geomagnetism, Kyoto Univ.; [2] KMITL; [3] Dept. of Geophysics, Kyoto Univ.; [4] DACGSM, Kyoto Univ.; [5] Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand; [6] RISH, Kyoto Univ.

According to belief, a Buddha image should face east, and consequently temples should be oriented in that direction. Yet in China and elsewhere, it has been shown that the actual orientation varies according to the time of construction. We measured the orientations of ancient large temples and their associated structures in Thailand constructed from 9th century to 17th century, and found a similar tendency of the variation with that estimated in south-west Japan if we shift the time assuming the westward drift of geomagnetic field distribution. If it can be assumed that the orientation of these temples was determined using a magnetic compass, this variation should reflect the Earth's magnetic field drifting over time in south-east Asia.

タイを含め東南アジア一帯には9世紀から15世紀にかけて長期に亘り栄えたクメール王朝や、それに続くアユタヤ朝関係の石造の寺院が多数存在する。それら寺院の方位は、概して地理的な真南や真東からは偏っている。地図に示された寺院の方向を見ると、南北方向については、真北からやや西に向いている場合が多いように思われた。そこで、9世紀から17世紀にかけて建立された主要な寺院、あるいは、寺院に付随する建築物の向きを調べるとともに、西南日本の地磁気永年変化や主磁場モデルなどと比較してみた。その結果、地磁気西方移動を考慮すると、西南日本の永年変化のパターンとある程度の類似性が見られ、寺院建立時にコンパスを用いて向きを決めた可能性が示唆される。

## 考古試料に対する地磁気を利用した年代推定法の提案

# 佐藤 哲郎 [1]; 中村 教博 [2]; 長濱 裕幸 [3]; 箕浦 幸治 [4]

[1] 東北大・理・地学; [2] 東北大・高教機構; [3] 東北大・理・地学; [4] 東北大・理・地学

## The dating for archeological materials using viscous remanence

# Tetsuro Sato[1]; Norihiro Nakamura[2]; Hiroyuki Nagahama[3]; Koji Minoura[4]

[1] Earth Science, Tohoku Univ; [2] IEHE, Tohoku Univ; [3] Earth Sciences, Tohoku Univ.; [4] Earth Science, Tohoku Univ.

Chronology holds a pivotal position within the Earth sciences and archeology. Traditional radiometric dating, such as radiocarbon and U-Pb, provides a formation age of materials. However, it is difficult to determine the reworked age of rocks and stone tools. To overcome the fundamental setback, we focus on the magnetism in rocks. Most rocks contain an assemblage of ferromagnetic particles that record the geomagnetic field as a natural remanence. When the rock has been reworked and stabilized in new orientation, subset particles change the direction with changes in the current magnetic field direction. The secondary remanence is a viscous remanence which grows with elapsed time. The theoretical framework of viscous remanence in single domain grains is from Neel's thermal relaxation theory. The traditional approach for determining the age of viscous remanence is to employ a time-temperature relation by assuming Neel's relaxation theory of single-domain magnetite. If single-domain magnetite can acquire viscous remanence in a magnetic field at low temperature over a long relaxation time, the remanence is demagnetized in the absence of magnetic field at high temperature over a short relaxation time. As a typical example, we found that the viscous remanence in four coral tsunami boulders on Ishigaki Island, Japan. The timing of tsunamis estimated from demagnetized temperatures of viscous remanence was compared with radiocarbon accelerator mass spectrometer ages directory obtained from the surface coral boulders. The viscous remanence ages of two boulders were in good agreement with the assigned radiocarbon ages although the others showed older age. Our results suggest that the relationship between time and temperature of viscous remanence suggest a potential use as a chronometer for stone tools up to 0.78 million years old.

## 聚楽土の磁気特性：相国寺境内発掘調査地における予察的検討

# 林田 明 [1]; 増田 富士雄 [1]  
[1] 同志社大・理工・環境

## Magnetic properties of the Juraku-tsuchi soil: preliminary results from the Shokokuji Temple precinct excavation site

# Akira Hayashida[1]; Fujio Masuda[1]  
[1] Environmental Systems Science, Doshisha University

The Juraku-tsuchi is earthen plaster used for clay walls of traditional Japanese buildings. Although its original material is mined from sub-surface deposits mainly around the ruins of the Jurakutei Palace in Kyoto City, the distribution, age and depositional environment of the deposits remain unclear. During the archeological excavation in the Imadegawa Campus of Doshisha University in 2010-2011, a yellowish brown sandy mud layer resembling the Juraku-tsuchi was found intercalated in fluvial sand and gravel deposits. Although exact chronological data has not been obtained yet, it is suggested that the sequence was deposited as a fluvial fan forming ground surface of the classical capital city, Heiankyo. We investigated magnetic properties of the muddy deposit including natural remanent magnetization (NRM), anhysteretic remanent magnetization (ARM), low-field susceptibility and its anisotropy (AMS).

Oriented block samples were collected from eight horizons in the sandy mud layer of about 1.4 m thick and divided into 3 to 8 cubic-shape specimens of 10 cm<sup>3</sup> for magnetic measurements. Measurements of NRM and alternating field (AF) demagnetization made on a cryogenic magnetometer (2G Enterprises 755R) showed that most specimens contain unstable overprint demagnetized below 25 mT and stable magnetization linearly decaying from 30 to 100 mT. Directions of the characteristic magnetization, calculated by principal component analysis of the stable component, showed good concentration in each block, although the top most samples showed dispersed shallow inclinations. The topmost sample was also characterized by anomalous AMS data suggesting mechanical disturbance by the overlying artificially modified surface soil layer. The overall mean direction of the seven horizons was close to the expected geomagnetic field direction at Kyoto and can be assumed representing the past geomagnetic field at the time of deposition.

Measurements of low-field susceptibility by using a Bartington MS2 susceptibility meter with a MS1B sensor at 0.47 and 4.7 kHz revealed frequency dependence of from 3 to 8%. The correlations of the susceptibility at 4.7 kHz with the high-frequency loss and with the ARM intensity suggested existence of superparamagnetic particles, which are commonly found in modern soil and paleosol deposits. This result suggests that the mud deposits had suffered soil development during depositional process from weathering through the deposition.

## 不定形試料の磁化を測定するときの注意すべきこと

#小玉 一人 [1]  
[1] 高知コアセンター

## Cautionary notice of systematic bias in the magnetization of an offset dipole arising from an irregular-shaped sample

# Kazuto Kodama[1]  
[1] Kochi Core Center, Kochi Univ.

To quantify how the irregularity of a sample shape affects its magnetization, measurements with a Magneto-Impedance (MI) spinner magnetometer were carried out using a small coil that simulates an offset magnetic dipole. The differential sensor output is transferred to an amplification circuit associated with a programmable low-pass filter, and the signal with reference to the spinning frequency is detected with a digital lock-in amplifier. The magnetometer can be operated in two selectable measurement modes, the fundamental-mode (F-mode) and the harmonic-mode (H-mode). Measurements in the F-mode detect signals with the fundamental frequency (5 Hz), in the same way as in conventional spinner magnetometers. In the H-mode, in addition to fundamental component, the second (10 Hz) and the third (15 Hz) harmonic components are measured. Tests in the H-mode were performed using the small coil and changing its distance from the spinning axis. The results demonstrate that the dipole moment of the offset-coil is systematically biased by the quadrupole and the octupole components. This is consistent with the theoretical calculation concluding that the magnitude of the fundamental component of the offset dipole is  $ar^2$  larger than of the non-offset dipole, where  $r$  is the ratio of the sample-axis distance over the sensor-axis distance, and  $a$  is a constant relevant to the magnetization direction. It is concluded that the MI spinner will be useful as not only a sensitive rock magnetometer but also a tool to quantify the contribution of harmonic components arising from irregularity in shape or inhomogeneity of magnetization. A method for correcting such effects due to the harmonics is also proposed.

円柱や立方体といった標準的なサイズ以外に、様々な形状の試料を計る必要に迫られることがしばしばある。特に考古地磁気では、焼物の一部など不定形の試料を計る機会が多いであろう。これらの測定にはスピナー磁力計を用いるのが一般的と思われるが、試料の形状によって測定磁化が異なることはないか。もし異なるとしたら、その違いは試料の形状といかなる関係にあるか。さらに、それらの違いを補正して、'正しい'磁化を得ることはできるだろうか。新たに開発した多機能 Magneto-Impedance スピナー磁力計 (MI スピナー) を用いて、これらの問題に取り組んだ。

Dipole を模した小型コイル ( $D=4$  mm,  $L=2$  mm, 100 turns) と火山岩ミニコア ( $D=2$  mm,  $L=4$  mm) を作り、その位置を中心からずらすことによって様々な offset dipole を測定した。MI スピナーの高調波測定機能を利用して、基本周波数 (5 Hz) だけでなく第2高調波 (10 Hz)、第3高調波 (15 Hz) まで計り、その波形と FFT スペクトルをもとに offset と磁気モーメントの関係を検討した。これら offset dipole 試料による一連の測定や既存スピナー磁力計との比較に加えて、多重極展開による理論的考察や3D シミュレーションなどを総合し、以下の結果を得た。1) 磁化が均一であれば、offset dipole の方向は non-offset dipole と同じ、2) 基本周波数成分の強度は、offset dipole の方が non-offset dipole よりも常に数%大きい、3) その差は offset の程度や磁化方向に依存する、4) offset の程度を  $r=d/l$  ( $d$ : 回転軸—offset dipole 間距離、 $l$ : 回転軸—センサー間距離) とすると各成分の強度は、基本周波数が  $1+ar^2$ 、第2高調波が  $br$ 、第3高調波が  $cr^2$  となる ( $a, b, c$  は磁化方向に依存する定数)。2)、4) から、基本周波数のみ計る既存のスピナー磁力計では、offset に起因する  $ar^2$  のバイアスが加わることがわかる。著しく不定形の試料をセンサーと近接距離で計る場合、このバイアス項は 10% を越えることもあるので、そこから得られる古地磁気強度には無視できない誤差が加わるであろう。MI スピナーを用いてこの誤差を補正する方法も提示する。



## 牛頸窯跡群の調査と考古地磁気測定

# 石木 秀啓 [1]  
[1] 大野城市教育委員会

### Investigation in Ushikubi Old Kiln Complex and Archaeomagnetism

# Hidetaka Ishiki[1]  
[1] Education Board, Onojo City

#### 1. Introduction of Ushikubi Sites

Ushikubi Old Kiln Complex is located among Onojo, Kasuga and Dazaifu cities with size of 4 x 4.8 km and the center is at Kamioori and Ushikubi districts in Onojo. The complex is the largest Sue ware kiln group in Kyushu Island which were designated as a National Historic Site in 2009, and includes ca. 600 old kilns, in which more than 300 kilns has been already excavated.

The beginning of the production of Sue ware in Ushikubi were in the middle sixth century. The rapid increase in the number of kilns occurred in the late to end of the century. The kilns in this stage were large with the length more than 10 m and not only large jars but also vessels with tops, bowls and tall cups were baked in those kilns. The structure of the kilns changed from bullet-shape to multi-chimney type in the late stage.

Tiles and coffins were also produced in the first half of seventh century. In the middle of the century, vertical-chimney kilns appeared, the both types of the kilns became smaller in the late of the century.

In the eighth century, the production of Sue ware was in the golden age. All kilns are the vertical-chimney type. In the first half, the large-type kilns are 7 to 8 m length in which the large jars and small vessels with tops were baked, while only small potteries were baked in the small-type kilns which was dominant and 3 to 4m length. The production of the large-type kilns almost ended in the latter half.

The number of the kilns dramatically decreased in the top of the ninth century. The number of types of potteries became also small, and there were only vessels with and without tops and dishes. The latest kiln in the Ushikubi complex was constructed in the deepest forest and the structure was different from the former kilns. The large jars and jars were produced again. This feature was same as that in the latter production in Higo area (south of Ushikubi), suggesting that the craftspeople moved to the area from Ushikubi sites.

#### 2. Geology and baking in the Ushikubi complex

The Ushikubi complex was built on the hills of 50 to 250 altitudes. The Sara type granites are distributed on the finger-shape hill terrain on the northern side of Mt. Ushikubi, and the ground surface was seriously weathered. The climbing kilns were constructed in the underground structure and mainly located on the upper half of the slope cut by rivers.

In the begging period of the production, the vegetation on the hill had already become second-growth forest. It is derived from analyses of the carbonized firewoods that they used several types of woods such as red oak and itajii. In the fire process, they ignited firewoods at the entrance of the kiln and no side pit, but, it is still considerable that they threw firewoods in the chimney. Floor and wall of the kiln were baked into white or red color, indicating the oxidation state, anoxic or oxic. There was an anoxic region between the side wall near the entrance and the entrance, and the anoxic region sometimes spread out the entrance, indicating the closed environments also spreads there.

#### 3. Archaeomagnetic measurements in the Ushikubi complex

Since 1987, archaeomagnetic studies were done in over 50 kilns from some branches of the Ushikubi complex; Hasemushi, Nozoe, Umegashi, Hondo and other sites.

The paleomagnetic results from 18 to 20 sites in Hasemushi area showed a 100-year difference in the estimated ages from archaeological estimation. However, now we don't recognize large inconsistency in the two-way ages by consideration of the area differences. In the complex, the archaeological exact age is only derived from the characters inscribed on a large jar unearthed in the 12-V or 12-IX kiln of the Hasemushi area. The description shows A.D. 713 (Wado 6). The archaeomagnetic age of these kilns shows the consistent value of A.D. 700 +/- 10. Mutual tests between archaeological and archaeomagnetic chronologies will be still necessary in the future.

#### 1. 牛頸窯跡群の概要

牛頸窯跡群は、福岡県大野城市上大利・牛頸を中心に春日市・太宰府市の一部に広がる。群は、東西約4km、南北約4.8kmの範囲に広がる。発掘調査された窯跡は300基を超え、今なお山中に150基以上が残り、未調査のまま消滅したものも含めると、総基数は600基におよぶと考えられる九州最大の須恵器窯跡群である。平成21年に、「牛頸須恵器窯跡」として国史跡に指定された。

窯跡群の操業開始は、6世紀中ごろに始まる。この時期の窯跡は極めて少ないが、6世紀後半から末ごろにかけて、窯の数は増大する。6世紀代の窯跡は、全長10mを超えるような大型のものである。こうした大形の窯では、大甕を含め、

蓋杯・椀・高杯なども焼かれる。大形の窯も、当初奥壁側がすぼまる紡錘形プランであったが、末ごろになると、複数の煙道を持つ多孔式煙道窯が主体となり、窯構造が変化する。

7世紀前半代は、大形の多孔式煙道窯で瓦や陶棺も焼かれる。しかし、中頃になると直立煙道窯が出現し、窯の規模は次第に小さくなり、後半になると全長5m以下のものも現れる。多孔式煙道窯も規模が小さくなり、数も減少する。

8世紀は最も盛んに操業が行われ、窯の数も多い。窯はすべて直立煙道窯となる。前半代、大形の窯は全長7～8m程度で、大甕を含め蓋杯などの小形器種も焼かれるが、主体を占める全長3～4mの小形の窯では大甕は焼かず、小形器種のみ焼かれる。窯の小型化の傾向はさらに続き、後半には小形の窯のみとなり、大甕・甕は主たる生産品ではなくなる。

9世紀に入ると、窯の数が急減する。焼かれる器種も減少し、蓋杯と杯・皿など限られている。牛頸窯跡群で最も新しい窯は、山の最も奥に作られる。窯構造はそれまでのものとは異なり、出土遺物には大甕・甕が含まれ、その特徴は肥後で生産されるものと同じであり、工人の移動が考えられる。

## 2. 牛頸窯跡群の地質と窯焚き

牛頸窯跡群は、標高50m～250mの丘陵部に位置する。背振山から派生する牛頸山の北側に広がるハツ手状の丘陵地帯には、早良型花崗岩が分布し、表層は風化しマサ土となる。窯は、山の斜面をトンネル状に掘りぬく地下式構造をとる。また、窯は牛頸川や平野川などの河川によって開析された丘陵斜面部において、斜面中位より上方に作られることが多い。

窯の周辺植生は、操業が始まる6世紀中頃にはすでに二次林化していた様子が分析から明らかになっている。炭化材の分析結果から、窯焚きにはアカガシやスダジイなどを中心に、周辺の雑木を用いている。

窯焚きは焚口部で薪材を焼成し、横くべに用いるような補助燃焼孔は認められない。ただし、窯の奥にあたる煙道から薪を投入することは十分に考えられる。窯の床面・側壁は白もしくは赤く焼け固まる。この違いは還元状態で焼かれたものと酸化状態で焼かれたものと理解している。窯の焚口部側壁には、窯の入り口に向かって斜めに上がっていく還元面が認められる。また、窯の入り口の外側まで還元面が広がる事例があり、閉塞がこの範囲まで行われたものと考えているが、成因は必ずしも明らかではない。

## 3. 牛頸窯跡群の考古地磁気測定

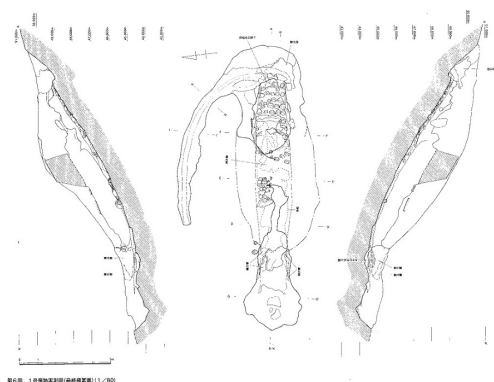
牛頸窯跡群では、ハセムシ窯跡群・野添窯跡群・梅頭遺跡群・本堂遺跡群などで、窯跡の資料を用いた考古地磁気測定が行われている。サンプル採取・分析が行われた窯跡は、50基を超える。

1987年に行われたハセムシ18～20地区の分析結果からは、地磁気推定年代と考古学的に出された推定年代はおよそ100年の差があるとされた。しかし、その後地域差を補正する作業が進められ、地磁気推定年代と考古学的推定年代は大きく矛盾しないとされている。

牛頸窯跡群で、遺物において実年代の分かる唯一の資料はハセムシ窯跡群12地区から出土しているへら書き須恵器である。これは大甕の頸部に書かれたもので、和銅六年(713)の紀年銘をもつ。この大甕が焼かれたのは、窯の大きさから見て12-V号窯跡もしくは12-IX号窯跡のいずれかと考えられる。何回目の操業でこの大甕が焼かれたかは明らかでないが、対象となる2つの窯跡の考古地磁気年代がいずれも700年±10年とされていることから見て、かなり確度の高いものであると言えよう。ただし、相互のクロスチェックが今後も必要である。

## 参考文献

いずれも大野城市教育委員会『牛頸ハセムシ窯跡群Ⅰ』大野城市文化財調査報告書第23集(1988),『牛頸ハセムシ窯跡群Ⅱ』大野城市文化財調査報告書第30集(1989),『牛頸ハセムシ窯跡群Ⅲ』大野城市文化財調査報告書第41集(1993),『牛頸野添遺跡群Ⅱ』大野城市文化財調査報告書第66集(2005),『牛頸窯跡群—総括報告書Ⅰ—』大野城市文化財調査報告書第77集(2008),『牛頸梅頭・本堂遺跡群～自然科学分析編～』大野城市文化財調査報告書第87集(2008)



## 考古学的方法論に基づく古墳時代土器編年とその課題

# 中久保 辰夫 [1]

[1] 阪大埋文調

## Typochronological framework of and issues surrounding Kofun-period pottery based on archaeological methods

# Tasuo Nakakubo[1]

[1] Archaeology, Osaka Univ.

Pottery is the most important tool used as a chronological scale in archaeology and numerous chronological approaches have been undertaken. Because artifacts inscribed with the dates of their production are very rare, it is necessary to recognize the relative new/old temporal relations of artifacts when deciding the dates of sites and features. Archaeology has developed typochronological methods to decide the date of artifacts by comparing their morphology, patterns, production methods, etc. The pottery of the Kofun period has been the subject of particularly detailed typochronological analysis. In this presentation, the author will present a brief overview of research on Kofun-period pottery and discuss the current state of the field by presenting a reconsideration of various artifacts.

The pottery of the Kofun period can be divided into two main types. The first is Haji ware, which is earthenware native to the archipelago that is low-fired in an oxidizing atmosphere. The second is Sue ware, which is stoneware high-fired in a reducing atmosphere utilizing technology imported from the Korean peninsula. Haji ware is made by firing in an open flame; on the other hand, Sue ware is fired in a tunnel kiln. While features for the firing of Haji ware are rarely found, Sue ware kilns are often found throughout the Japanese archipelago. The Suemura kiln group is located among the Senboku hills in Osaka Prefecture and is home to at least 854 kilns; it played an influential role as the center of Sue-ware production from the 5th century to the 9th century.

The advantages of utilizing Sue ware as a typochronological yardstick are as follows: 1) Sue ware has highly standardized features compared with Haji ware, allowing us to specify the place of the production; 2) Sue ware produced in the Suemura kiln groups was supplied across almost the entire Japanese archipelago; and 3) locally produced products were morphologically similar with those of the Suemura kiln group. Produced by specialized craftsmen, the typological evolution of Sue ware is readily traceable, making it highly effective as a benchmark for relative dating over a wide area. The current typochronological framework of Kofun-period pottery allows relative dating in 20 to 30 year increments.

Research on Sue-ware chronology showed impressive advancements from the 1950-60s and was generally established in the 1980s. Various archaeological methods were tested, such as the new/old relationship comparison of typical artifacts from different kilns, the examination of each firing stage within the kiln, and the comparison of the pottery, itself. These typochronological methods are called relative dating in archaeology. Advances in relative dating based on the typochronology of pottery have greatly improved our understanding of the absolute dates of the Kofun period. Absolute dates have been applied to relative chronologies by crosschecking the latter with limited numbers of inscribed artifacts and sites whose construction dates can be confirmed. Since the 1990s, dendrochronology has been utilized in Japan and in recent years its use in calibrating Carbon-14 dates has proved helpful in establishing the absolute dates of each phase of the period. Syntheses of this data have proven useful in securing highly reliable dates for the Kofun period, despite the lack of written materials. Archaeological dating is continuously being updated by the emergence of new artifacts and the development of new methods.

Research on the pottery of the Kofun period has entered a new stage since the beginning of this millennium, bolstered by 1) critical reexamination of Sue-ware typochronology and 2) an increase in high-quality artifacts and debates over our understanding of absolute dates. In this presentation, the author will introduce recent research on Kofun-period pottery and discuss methodological problems.

考古学研究にとって土器は「年代の物差し」の一つとして重要な役割を果たし、数多くの編年研究がなされてきた。製造時期が記載されていないことのある多くの考古資料を用いて、遺跡の年代や遺構の時期を決定するには、出土した遺物の相対的な新旧関係を把握する必要がある。考古学では、遺物の形状、装飾、製作技法などを比較検討し、その新旧関係を確定することによって、製作時期を特定する型式学的手法を発達させてきた。とりわけ古墳時代の土器は、精緻な型式学的編年研究が実践されてきた考古資料の1つである。本発表では古墳時代を中心に土器編年研究の学史を振り返り、最新の資料や既往資料の再検討をふまえ、現状の到達点について報告する。

古墳時代における主要な土器は、日本列島在来の土器の系譜上にある酸化炎焼成の土師器、韓半島由来の窯業技術を導入して日本列島で製作された須恵器の2種類である。土師器と須恵器の根本的な違いは主に焼成施設であり、土師器は野焼き焼成され、一方、須恵器は焼成時に窯を利用する。ただし、これまでの発掘調査事例によると、土師器を焼成した遺構はほとんど確認されていないのに対し、須恵器窯は日本列島各地で検出されている。大阪府泉北丘陵において854カ所の須恵器窯が確認されている大阪府陶邑窯跡群は、須恵器生産の中核地であり、古墳時代から奈良時代にかけて基本的な様式変化の発信源となる。

須恵器が有する編年研究上の利点は、次のとおりである。1) 地域色豊かな土師器と比べ、須恵器は陶邑窯跡群の生産品を中心に生産地が絞り込むことができ、2) 陶邑窯跡群の生産品は直線距離にして1300 kmを超す、日本列島の広範囲で供給され、3) さらに各地の須恵器窯においても製品の規格性が高い。こうした須恵器の有する特徴から広域における時期比定が可能となる。現在の編年研究では、須恵器片の特徴から20年～30年単位での時期比定が可能となっている。

古墳時代における須恵器の編年研究は、発掘調査事例の増加とともに1950年代後半から60年代にかけて大綱がかためられ、1980年代に確立する。1960年代より本格化する開発に伴ってなされた陶邑窯跡群の調査は、今日の須恵器編年を構築する上で膨大な資料をもたらした。窯から出土した典型的な資料の新古を比較する手法、窯内における焼成段階を検証する作業、土器そのものの形状や製作技術を比較し、その新旧関係を推定する手法と、様々な型式学的手法が試された。こうした考古学的手法による編年は、相対的な新旧関係に基づくため、相対編年とよばれている。相対的な考古資料の編年は、共伴した出土文字資料、歴史的な文脈によって年代が確定的な遺構からの出土品、年輪年代や放射性炭素年代の測定が可能な資料との共伴によって、暦年代が付与される。しかしながら、考古学による年代論は新資料の出現や新たな分析手法の開拓によって更新を重ねてきた。

2000年代以降、1) 考古学的手法による須恵器編年の批判的検証、2) 良質な資料増加と暦年代論の進展によって、古墳時代の土器研究は新たな段階にある。現在の型式学的研究と実年代観を紹介し、そしてその資料的制約、方法論的問題について議論したい。

## 復元窯で焼成された土器の考古地磁気強度実験

# 山本 裕二 [1]; 北原 優 [2]; 畠山 唯達 [3]; 夏原 信義 [4]  
[1] 高知大; [2] 九大・地球社会; [3] 岡山理大・情報処理セ; [4] 夏原技研

### Archeointensity study on earthenwares fired in the reconstructed ancient kiln

# Yuhji Yamamoto[1]; Yu Kitahara[2]; Tadahiro Hatakeyama[3]; Nobuyoshi Natsuhara[4]  
[1] Kochi University; [2] ISGS, Kyushu Univ.; [3] IPC, Okayama University of Science; [4] Natsuhara Giken

In 1972, a reconstruction experiment of a kiln had been done to reproduce an excavated kiln of the seventh century in Japan. After the experiment baked clay samples were taken from the kiln floor, and they are shown to provide the archeointensity of  $47.3 \pm 2.2$  (1 stdev) microT which is fairly consistent with the in situ geomagnetic field of 46.4 microT at the time of the reconstruction (Yamamoto et al., 2015). In the experiment earthenwares were also fired and some of them have been stored for archeomagnetic investigation. We have been performing archeointensity determinations on them using the Tsunakawa-Shaw (LTD-DHT Shaw) method, to investigate how reliable the archeointensity can be recovered.

The earthenwares have kept their original shape, that is, they are too large to be subjected to a series of the paleomagnetic analyses using ordinary instruments. Thus we cut them into mini specimens and placed them in plastic cubes typically used for paleomagnetic measurements. Multiple mini specimens could be prepared from each of the earthenwares. So far we have obtained six successful archeointensity results from mini specimens cut from an earthenware cup, giving an average of 48.6 microT with a standard deviation of 1.6 microT. Considering the two standard deviations, the average is consistent with the in situ geomagnetic field of 46.4 microT. We will continue the archeointensity determinations on the other earthenwares and report these results.

## 地磁気3成分を用いた遺跡の相対年代評価—岡山県邑久窯跡群の3基の窯跡を例として—

# 北原 優 [1]; 大野 正夫 [2]; 山本 裕二 [3]; 鳥居 雅之 [4]; 玉井 優 [4]; 桑原 義博 [2]; 亀田 修一 [5]; 畠山 唯達 [6]  
[1] 九大・地球社会; [2] 九大・比文・地球変動講座; [3] 高知大; [4] 岡山理大・総情・生地; [5] 岡山理大・生地・生地; [6] 岡山理大・情報処理セ

### Relative dating using full-vector archaeomagnetic information -A case study of 3 relics in Oku kiln complex in Okayama-

# Yu Kitahara[1]; Masao Ohno[2]; Yuhji Yamamoto[3]; Masayuki Torii[4]; Yutaka Tamai[4]; Yoshihiro Kuwahara[2]; Shuichi Kameda[5]; Tadahiro Hatakeyama[6]  
[1] ISGS, Kyushu Univ.; [2] Division of Earth Sciences, SCS, Kyushu Univ.; [3] Kochi University; [4] BIG, Okayama Univ Sci; [5] BIG, Okayama Univ Sci; [6] IPC, Okayama University of Science

In the previous studies of archaeomagnetism, there are a lot of studies that applied paleodirection data for archaeological dating. However, studies using three components (direction and intensity) is very few, especially in Japan (e.g. Sakai et al., 2015). This is because the traditional archaeointensity experiment called Thellier method (e.g. Thellier and Thellier, 1959; Coe, 1967) is so complex and the interpretation of the obtained result is so difficult.

We tried to restore the paleointensity from the baked-earth samples of Sayama Shin-ike 1st kiln, Sayama Higashiyama kiln, and Sayama Higashiyama-Oku kiln in Bizen city, Okayama using Tsunakawa-Shaw method (e.g. Yamamoto et al., 2003) to resolve the above problems. Tsunakawa-Shaw method is a modern experimental method that is based on the theory different from Thellier method.

First, we carried out Tsunakawa-Shaw experiment using the samples of Higashiyama-Oku, and we obtained an averaged intensity as  $48.1 \pm 3.1$  uT (success rate = 100%). In addition, it was confirmed that the sample has the optimum condition for the paleointensity experiment by rock magnetic experiments. Then, we carried out IZZI-Thellier method (e.g. Tauxe and Staudigel, 2004) using the sister sample as consistency test, and the result was  $45.3 \pm 4.3$  uT (success rate = 17%). Thus, it was consistent with Tsunakawa-Shaw method's result within the range of 1 sigma. Following these results, we applied Tsunakawa-Shaw method for the samples of Shin-ike and Higashiyama, and obtained averaged intensities as follows;  $36.5 \pm 3.0$  uT from the former and  $36.6 \pm 3.2$  uT from the latter. There are significantly different from the result from Higashiyama-Oku. The result that Shin-ike and Higashiyama show the similar value and only Higashiyama-Oku show a different value is consistent with the published archaeodirectional data in the same 3 kilns (Hatakeyama et al., 2014) and archeological and historical scenario.

Thus, we think that this high-accuracy 3D archeomagnetic dating method would contribute to the improvement of the archaeological chronology.

考古地磁気学の分野において、方位データを遺跡の年代決定に応用した事例はこれまでに多く存在するが、強度を含めた3成分の古地磁気データを考古学的研究に応用した例は、とくに日本においてはわずかしかない(e.g. 酒井ほか, 2015)。これは、従来一般的に用いられてきたテリエ法(e.g. Thellier and Thellier, 1959; Coe, 1967)と呼ばれる古地磁気強度実験法が、非常に手間のかかるものであることに加え、実験結果の解釈が難しいからである。

そこでこの状況を改善するため、テリエ法とは異なる理論に基づいており、なおかつ最新の実験手法である綱川-ショー法(e.g. Yamamoto et al., 2003)を用いて、岡山県備前市の佐山新池1号窯跡・佐山東山窯跡・佐山東山奥窯跡の焼土試料からの古地磁気強度復元を試みた。

まず、岩石磁気実験によって強度実験に最適な条件を備えていることが確認できた佐山東山奥の試料を用いて綱川-ショー法実験を行ったところ、 $48.1 \pm 3.1$  uT(合格率=100%)という平均強度が得られた。続いて、この値を検証するためにIZZI-テリエ法実験(e.g. Tauxe and Staudigel, 2004)を同様の試料に対して行ったところ、 $45.3 \pm 4.3$  uT(合格率=17%)となり、両者の値は標準偏差の範囲内(1 sigma)で一致した。この結果を踏まえ、佐山新池1号窯跡・佐山東山窯跡にも綱川-ショー法を適用したところ、前者からは $36.5 \pm 3.0$  uT、後者からは $36.6 \pm 3.2$  uTという平均強度が得られた。これらは佐山東山奥からの結果とは有意に異なる。この新池と東山が一致し、東山奥のみが大きく異なるという傾向は、すでに報告済みの同3窯の方位データ(畠山ほか, 2014)の傾向とも完全に一致し、さらには考古学や歴史学的見地から推定される窯の移動のシナリオとも合致している。

現在、我々はこの3遺跡のデータしか持ち合わせていないものの、以前よりもデータ確度、実験合格率ともに格段に向上した3次元的な考古地磁気学的手法を歴史的な議論の現場により積極的に導入することによって、遺跡編年の高精度化等に貢献できるのではないかと考える。

## 考古地磁気データベースを利用した、5－19世紀の古地磁気方位永年変化曲線。

# 渋谷 秀敏 [1]; 畠山 唯達 [2]

[1] 熊大・先端科学・地球環境; [2] 岡山理大・情報処理セ

## Archeomagnetic Secular Variation curve as a product of the archeomagnetic database of Japan.

# Hidetoshi Shibuya[1]; Tadahiro Hatakeyama[2]

[1] Dep't Earth & Env., Kumamoto Univ.; [2] IPC, Okayama University of Science

Japanese archeomagnetic studies have long history from the beginning of paleomagnetism. The estimate of the total number of archeomagnetic directional number can amount to more than 2500 sites. However, most of those measurements are for the age estimation of the kilns and fireplaces, using the secular variation (SV) standard curves established in the early history of the directional secular variation studies (e.g. Hirooka, 1971, Shibuya, 1980), and have not been reported other than excavation reports of individual ruins. For utilizing those dataset to SV studies, we have been constructing archeomagnetic database for a decade (Hatakeyama 2011 AGU). We have retrieved more than 2,000 data, which include 680 directional and 60 intensity data with independent (mostly archeological) dates.

Here, we present the revised directional SV curve for 400-1900CE using 582 directional data out of the above dataset. The calculation is performed as follows: The direction of each year of the period is determined so as to minimize the penalty function, a linear combination of the square sum of residual of each directional data and SV direction of the year and the second derivative of the SV directions. As this calculation is non-linear, the minimum is not easily determined and not guaranteed. Thus we linearized the problem solving on a gnomonically projected plane attached at the GAD direction. The balance of the residual and smoothness is chosen so as to the resultant smoothness is similar to the modern instrumental measurements. Although the differences between the previous SV curves by a few authors look not large except for around 15c, the mathematically defined procedure can be applied for further revision of the curve. This SV curve in Japan will contribute to the global SVC models, as its reliability is constructed from largest number of directional data.

日本での考古地磁気学の歴史は古く、古地磁気学研究が始まった当初から活発に行われてきた(例えば、Watanabe 1958, Kawai et al. 1967)。特に過去 2000 年の地磁気方位の永年変化の研究は、陶器古窯址群の研究を始めとして、1960-70 年代に極めて活発で、Hirooka (1971) や Shibuya (1980) など過去 2000 年の地磁気方位永年変化曲線としてまとめられた。その後も考古地磁気測定は極めて活発に行われてきた。しかし、これらの考古地磁気測定はほとんどが考古学サイドからの年代推定の依頼によって行われてきたものが多く、発掘報告書への記載を越えての報告は極めて少なく、複数のグループの測定結果をまとめた研究はほぼ皆無であった。しかし、千を超えるサイトにも及ぶと思われたこれらの考古地磁気方位の利用が十分なされていないことは極めて残念なことで、その利用の促進を図るために、データベースの構築を進めてきた (Hatakeyama 2011)。現在までに、方位・強度合わせて 2,000 を超えるデータが登録されているが、年代推定に使われてきた事情から、詳細な年代が独立に記載されているものは少なく、方位が 680、強度は 60 となっている。未収集のデータもある模様で、現在までに測定された日本の考古地磁気データは 2500 を超えると推定している。

このデータ量は世界的に見ても極めて稀で、世界的な地磁気永年変化研究に貢献するものとならなければならない。そこで、まずは古地磁気方位の永年変化曲線の改定に取り組むこととした。Hirooka (1971) や Shibuya (1980) の地磁気永年変化曲線は、当時の測定の限界と計算機の限界から、手書きのものであった。その後の測定の増加、スピナ磁力計での測定、消磁の適用などもあって、再描画の必要はデータベース問題を除いても明らかであった。そこで、十分なデータの揃っている 400 年～1900 年間の考古地磁気永年変化曲線を最小自乗法的に決定するアルゴリズムを開発して描画した。

全データベース中からこの年代範囲で年代が独立に与えられている方位データ 582 を抽出した。SVC は、曲線とサイト平均方位の距離の自乗、SV の速度変動の自乗などの線形結合をペナルティー関数として、それを最小化する 1 年毎の方位をパラメータとして決定するようにした。つまり、400 年から 1900 年までの各年の偏角伏角計 3000 の値を決定する計算となる。この手法を用いたのは、スムーズネスが一つのパラメータのみで表現されるからである。ただし、これを球面状の曲線に直接適用すると、非線形最小自乗法となって最小値を得るのが困難であるので、軸心双極子方位を中心とする接平面上に心射図法で投影した方位を点の集合として、フィッティングすることで線形化した。心射図法を用いたのは、球面上の大円が直線に投影されるからである。

適当なスムーズネスの結果を採用すると、得られた曲線は 16c 年付近の挙動がかなり異なる他は過去のものとは大きく異なるものではないが、曲線の描画手順がはっきりすることで、今後のデータの増加に伴う改定も客観的にできるものになったと考えている。

このデータ量は世界的に見ても極めて稀で、世界的な地磁気永年変化研究に貢献するものとならなければならない。そこで、まずは古地磁気方位の永年変化曲線の改定に取り組むこととした。Hirooka (1971) や Shibuya (1980) の地磁気永年変化曲線は、当時の測定の限界と計算機の限界から、手書きのものであった。その後の測定の増加、スピナ磁力計での測定、消磁の適用などもあって、再描画の必要はデータベース問題を除いても明らかであった。そこで、十分なデータの

揃っている 400 年～1900 年間の考古地磁気永年変化曲線を最小自乗法的に決定するアルゴリズムを開発して描画した。

全データベース中からこの年代範囲で年代が独立に与えられている方位データ 582 を抽出した。SVC は、曲線とサイト平均方位の距離の自乗、SV の速度変動の自乗などの線形結合をペナルティ関数として、それを最小化する 1 年毎の方位をパラメータとして決定するようにした。つまり、400 年から 1900 年までの各年の偏角伏角計 2800 の値を決定する計算となる。この手法を用いたのは、スムーズネスが一つのパラメータのみで表現されるからである。ただし、これを球面状の曲線に直接適用すると、最小値を得るのが困難であるので、軸地心双極子方位を中心とする接平面上に心射図法で投影した方位を点の集合として、フィッティングすることで線形化した。心射図法を用いたのは、球面上の大円が直線に投影されるからである。

適当なスムーズネスの結果を採用すると、得られた曲線は 16c 年付近の挙動がかなり異なる他は過去のものと同じく異なるものではないが、曲線の描画手順がはっきりすることで、今後のデータの増加に伴う改定も客観的にできるものになったと考えている。



## 埋没古窯を特定するための磁気探査

# 畠山 唯達 [1]; 北原 優 [2]; 望月 伸竜 [3]  
[1] 岡山理大・情報処理セ; [2] 高知大; [3] 熊本大学

### Magnetic surveys for identification of buried baked kilns

# Tadahiro Hatakeyama[1]; Yu Kitahara[2]; Nobutatsu Mochizuki[3]  
[1] IPC, Okayama University of Science; [2] Kochi Univ.; [3] Kumamoto University

Magnetic survey, one of a physical survey for buried archaeological ruins, is suitable to find a buried old kilns and other artificially baked objects prior to the archaeological investigation with digging trenches.

Magnetic survey can derive the exact position, size and approximate depth of the kiln floors (or roofs), so that the efforts of the dig for the body of kiln can reduce by the results of the magnetic surveys and become a money-saving.

We have conducted magnetic surveys in three regions in western Japan, and found about ten kilns buried several tens centimeters below the ground surface. Here we introduce our results of magnetic surveys and discuss the merit and limit from the point of view of paleomagnetism.

我々はこれまでに考古学的物理探査の一である磁気探査(地表での磁気異常を測定し、物質の磁気的性質の違いや加熱状況から人工物・人工的加熱物の調査をする)を行ってきた。主なターゲットは被熱遺構のうち、とくに、須恵器等の古窯である。

山林に埋没する、かつて創業した窯跡(古窯)を発見するためには、通常、まず広範囲な地域で土器片・窯壁片といった遺物の分布調査を行い、大まかな位置の特定を行う。最終的には窯跡の存在を確定するためにトレンチ調査をするが、その前段階として各種物理探査を行うことがある。この段階を磁気探査でサポートし、人手と時間がかかるトレンチ調査の量を減らすことができる。磁気探査によってはっきりとわかることは、埋没古窯の正確な位置、規模、およびおよその深さである。

我々はこの4年間に3地域・窯跡群で調査を行い、約10基分の古窯と比定しうる磁気異常体を発見した。うち、2つはこれまでに実際の発掘調査が行われ、我々が想定した位置に須恵器窯を見つけることができた(残りは未発掘、もしくは、これから発掘予定)。

本講演ではこれまでにやってきた調査の概要と、古地磁気学的な点から見た日本の山林における古窯調査の見立てや限界等について紹介する。

## 8～12世紀の甲信地方における考古地磁気方位の変化

# 邊見 涼 [1]; 齋藤 武士 [2]  
[1] 信大・理工; [2] 信大・理

## Archeomagnetic direction trend between 8th and 12th century at Koushin district

# Ryo Hemmi[1]; Takeshi Saito[2]  
[1] Shinshu Univ.; [2] Geology, Shinshu Univ.

The archeomagnetic secular variation between 8th and 12th century at Koushin district was deduced from the archeomagnetic direction data that were estimated from baked soil samples obtained at three sites (Takabatake site and Wada-taishido site in Matsumoto city, and Kamihara site in Hokuto city), Koushin district, central Japan. Each 3-10 baked samples were obtained from heated ground such as ancient kitchen and fire trails at 23 ancient housings (15 from Takabatake site, 1 from Wada-taishido site and 7 from Kamihara site). Progressive alternating field demagnetization (up to 60-160 mT) was carried out using each 1-4 specimens which was cutting these samples. Thermal demagnetization (up to 620 degrees) was also carried out for some samples.

As a result of experiments, almost samples had stable TRMs whose directions were probably parallel to earth magnetic field at the time when TRM was acquired. Every 15 site-mean directions (number of sample > 3) obtained by analysis of principal components have high degree of concentration ( $\alpha_{95} < 2.8$  degrees). Thus, we discuss about the shift of the archeomagnetic direction using these data. 13 directions are almost identical with those from the secular variation curve in Japan (Hatakeyama et al., in prep.) with a few exceptions.

The results provide that archeomagnetic secular variation between 8th and 12th century in Koushin district is similar to the secular variation curve in Japan (Hatakeyama et al., in prep.). According to the current declination diagram (GSI, 2010), Koushin district is almost entirely covered with the magnetic anomaly which declination is slightly higher of about 1-2 degree. However, the influence of the magnetic anomaly was not prominently visible in the past from our data. Therefore, we argue that the curve (Hatakeyama et al., in prep.) can apply for age estimate during 8th-12th century at Koushin district.

本研究では甲信地方の3つの遺跡（長野県松本市にある高畑遺跡と和田太子堂遺跡、山梨県北杜市にある上原遺跡）から得られた焼土試料を用いて考古地磁気方位測定を行い、8-12世紀の甲信地方における地磁気永年変化を明らかにした。測定に使用した焼土試料は住居跡23棟（高畑遺跡の15棟、和田太子堂遺跡の1棟、上原遺跡の7棟）のかまど跡や火事跡などの被熱箇所から、各3-10個採取した。それを1.5cm四方の試片に整形し、1試料あたりそれぞれ1-3試片を選び、段階交流消磁実験（最大60-160 mT）を行った。一部試料については熱消磁（最大620度）も行った。

測定の結果から、ほとんどの試料が原点に向かう直線性の良い安定な熱残留磁化 (TRM) を獲得していることがわかった。そこで、主成分解析を行い、安定な TRM をもつ試料が3個以上あつたものについて住居跡ごとに平均方位を求めた。得られた15個の考古地磁気方位は、いずれも高い集中度 ( $\alpha_{95} < 2.8$  度) を示しており、方位の議論に用いた。得られた方位を Hatakeyama et al. (in prep.) の永年変化曲線上に記載し、地磁気から年代を推定した。それを土器編年による推定年代 (松本市教育委員会, 私信; 北杜市教育委員会, 私信) と比較したところ、13個は誤差の範囲で一致した。一致しなかった2個の方位のうち、一つは地磁気による推定年代が土器編年によるものに比べ、50年ほど古くなった。もう一つは採取した住居跡からの出土土器が少なく土器編年による推定年代の信頼度が低いところからずれた可能性が考えられる。

以上のことから、8-12世紀の甲信地方における考古地磁気方位は Hatakeyama et al. (in prep.) の永年変化曲線と調和的な変化をしていると考えられる。また、現在の偏角の磁気図 (国土地理院, 2010年度値) によると、甲信地方では同緯度地域と比べて偏角が1-2度程小さい磁気異常帯が広域に広がっている。しかし、過去においてその影響は顕著に見られなかった。永年変化曲線を用いて年代推定を行う際、地域差について考慮する必要があるが、8-12世紀の甲信地方においては Hatakeyama et al. (in prep.) の永年変化曲線を適用することができると考えられる。

## 古墳～鎌倉時代を網羅する強度標準曲線の構築に向けて —陶邑遺跡群の研究: 第2歩目—

# 北原 優 [1]; 西山 大樹 [2]; 山本 裕二 [3]; 大野 正夫 [4]; 島山 唯達 [5]

[1] 九大・地球社会; [2] 高知大・理・地球; [3] 高知大; [4] 九大・比文・地球変動講座; [5] 岡山理大・情報処理セ

### For the construction of the archaeointensity reference curve in Western Japan -The study of Suemura kiln complex: the second step-

# Yu Kitahara[1]; Daiki Nishiyama[2]; Yuhji Yamamoto[3]; Masao Ohno[4]; Tadahiro Hatakeyama[5]

[1] ISGS, Kyushu Univ.; [2] Geoscience, Kochi Univ.; [3] Kochi University; [4] Division of Earth Sciences, SCS, Kyushu Univ.; [5] IPC, Okayama University of Science

A large scale archaeological research was carried out on Suemura relic complex in Senboku area, Sakai city / Izumi city, Osaka between 1960's to 90's. The relics are Japanese ancient sueki pottery kilns that are estimated to operate approximately between 5th to 13th century. The archaeomagnetic sampling was carried out at the same time, carrying out paleodirection measurement intensively over ten years. These results, published on a lot of articles and excavation reports, became the base of the reference curve of archaeodirection in Japan proposed by Hirooka (1971) and Shibuya (1980).

We are working on the study to construct the reference curve of archaeointensity between Kofun era to Kamakura era by reusing the sample used to paleodirection measurement. The intensity experiment used Tsunakawa-Shaw method (e.g. Yamamoto et al., 2003), because the samples were AF demagnetized partially in another studies about the remeasurement of paleodirection (Shibuya et al., 2016).

As pre-experiments for paleointensity experiment, we carried out the sample selection. At first, we selected 75 kiln's samples from a total of 286 kiln's in the order of directional determination accuracy. Then, we selected 2 sister specimens from each kiln, and measured natural remanent magnetization of them. In the results, it was confirmed that 27 kilns (36% of all) have strong enough NRM. Next, we carried out Tsunakawa-Shaw experiment for 2 sister specimens of each kiln, and obtained significant intensity from 15 samples (56% of all of selected samples).

Based on these results, we carried out full procedure of Tsunakawa-Shaw experiment for the 15 specimens. In the result, we obtained the significant averaged intensity from 8 kilns until the present.

It would suggest that the field intensity decreased approximately 10 uT between 5th to 7th century. However the details are unclear, because the data from some kilns of same archaeological age have large variation.

We are going to continue to carry out Tsunakawa-Shaw experiments, and to start new rock magnetic experiments for clarifying the cause of variations above.

1960年代から90年代にかけて、大阪府堺市から和泉市に広がる泉北丘陵の周辺において陶邑遺跡群の大規模な発掘調査が行われた。この陶邑遺跡群は5世紀から13世紀頃にかけて操業していたと推定されている須恵器窯跡群である。この発掘調査の際には、同時に考古地磁気サンプリングも行われ、これ以降十数年にわたって、これらの試料を使った古地磁気方位測定が集中的に行われた。そしてその結果は多数の論文や発掘報告書上で公表されるとともに、Hirooka (1971) や Shibuya (1980) で提案された日本における方位の標準曲線の中核ともなっている。

我々は現在、この古地磁気方位測定に利用された試料を古地磁気強度実験に再利用し、古墳から鎌倉時代にかけての強度の標準曲線を作成するための研究に取り組んでいる。なお本試料は系統的な方位の再測定にも用いられており(渋谷ほか, 2016 連合大会)、部分消磁がなされているため、強度実験には綱川-ショー法 (e.g. Yamamoto et al., 2003) を使用している。

強度実験を始めるにあたり、効率の良く実験を行うために試料選別を行った。まず全286基の試料の中から、方位の決定精度が良い75基の試料を選び、続いて各窯につき2個の姉妹試片を選んで自然残留磁化の測定を行った。その結果、36%にあたる27基の試料が強度測定に適したNRM強度を持っていることがわかった。次に各窯につき2個の姉妹試片に対して綱川-ショー法実験を行ったところ、56%にあたる15基の試片から有意な強度値を得ることができた。

我々はこの予察的実験に基づき、上の15基の試片に対して本格的な綱川-ショー法実験を実施した。その結果、現在までに全8基の窯から有意な平均強度値が得られている。

ここで、得られた結果を考古年代に基づいて並べてみると、5世紀から7世紀にかけて10 uTほど地球磁場強度が減少したことを示唆しているようにも思われるが、同時期の遺跡間のデータのばらつきが大きいと、詳細ははまだ不明である。

今後も残りの試料について綱川-ショー法実験を進めていくとともに、適宜、岩石磁気実験等を行うなどして、上で述べたようなばらつきの原因についても探っていきたいと考えている。

## 歴史記録にみられる考古地磁気変化と地球自転速度変化の関連

# 大野 正夫 [1]

[1] 九大・比文・地球変動講座

## Relation between archaeomagnetic variations and the Earth's rotation in historical record

# Masao Ohno[1]

[1] Division of Earth Sciences, SCS, Kyushu Univ.

The earth's magnetic field has close connection to the Earth's rotation, which is apparent from the observation that the shape of the Earth's magnetic field is approximated by a magnet located at the center of the Earth parallel to the rotation axis through geologic time.

Both the Earth's magnetic field and rotation rate has been observed directly by instruments for the last four centuries, and, in the prior period, by indirect method, individually. In the prior period, the archaeomagnetic study revealed the change in the direction and intensity of the magnetic field. The historical records of eclipses supply information of the change in the rotation rate.

An interesting observation of these data sets is the variation in the 17th century. The movement of north geomagnetic pole changed from counterclockwise rotation to clockwise rotation, possibly associated with acceleration of decrease in dipole intensity. The last four centuries after then is characterized by the westward drift of non-dipole component. In the record of rotation rate, on the other hand, a large amplitude fluctuation is reported in the 17th century. Further archaeomagnetic data prior to and during this event, detailed in time and space, will give a key in understanding the relation between magnetic field and rotation of the Earth.