

## 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。