RIMS Kôkyûroku Bessatsu
B69 (2018), 191-200

和算の環円図形に関連する外国由来の文様について

On the foreign patterns as the roots of Steiner Chain in Wasan

小曽根淳

Jun Ozone*

Abstract

Ajima Naonobu (1732-1798) studied the quantitative relationship on Steiner Chain in Wasan. He pursued the figures on circles which contact with one after another.

We showed that Ajima's figures correspond to crest of family, trademark of shops, and picture of kimono. We raised the hypothesis that Ajima researched the establishment conditions in the design of crest and picture of kimono

At first in this paper, we will show that the roots of such figures are three patterns from foreign countries. From the arrival of them, we will show that Japanese patterns were international at that time and Wasan had been under the influence of foreign culture of patterns beyond borders and language.

Received October 29, 2015. Revised April 29, 2017.
2010 Mathematics Subject Classification:
Key Words; Wasan, geometry, pattern, foreign origin, cultural fusion.
*亜細亜大学　Asia University, 5-24-10, Musashino City, Tokyo, 180-8629,　Japan.
e-mail: ozonejun@asia-u.ac.jp

©2018 Research Institute for Mathematical Sciences, Kyoto University. All rights reserved.

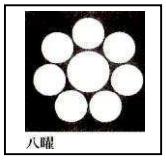
§1. 環円図形の背景にある星紋

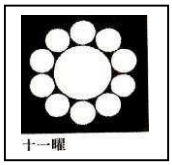
和算の環円問題に関して、松永良弼 (1690?-1744)や有馬頼徸(1714-1783) が先駆的に Descartes(1596-1650)の円定理を扱い、特に有馬は Steiner chain や Pappus chain も取り上げている。それを受け、安島直円(1732-1798)は「円内容累円術」[1]や「環円無有奇術」[2]において、環円図形間で成立する数理的関係を研究した。安島が研究した環円図形には、着物の絵柄や家紋などの文様が背景にある。安島は、それらのデザインを念頭に環円図形の成立条件を考えたのではないのか、という仮説を既に提示した[3]。

本稿では、まずそれに簡単に触れる。次にそれらの文様以前に、外国由来の三つの文様があり、そうした文様は仏教伝来などを経て大陸から伝来していた。それが美術・装飾や建造物などへの使用を経て、更に広く庶民の生活へと浸透していった。こうした受容の過程は文様の作図法の解明と不可分であり、数理的側面への関心が和算の研究対象となっていったと考えられる。

始めに、環円無有奇術と円内容累円術とに対応する家紋を示す。

①星紋(主に着物の絵柄)





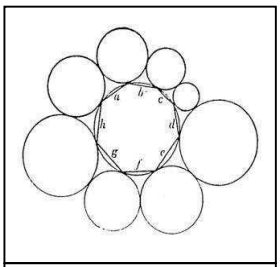


図1 環円無有奇術

②丸輪のある星紋(主に家紋)

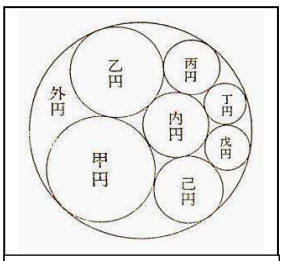


図 2 円内容累円術

以上、①の星紋は円の大きさや個数、位置を変えて一般化すると環円無有奇術に対応し、②の丸輪のある星紋は一般化すると円内容累円術に対応する。

安島がこのように彼の理論を作ったという物証はないが、身の回りに溢れる着物の絵柄や家紋が、絵巻や洛中洛外図屏風などの中に存在している。幾何の背景に江戸の文様があったとすると、和算を文化的に捉えられるだけでなく唐突に和算の幾何が出現したことの一つの大きな根拠となる。

[1,2] 平山諦、松岡元久編：『安島直円全集』，富士短期大学出版部, 1983.図 1 と図 2 は本書中から使わせて頂いた。

[3] 小曽根淳：和算における幾何図形の起源と背景について，京都大学数理解析研究所・共同研究集会「数学史の研究集会」，2014 年 9 月.

§2. インド曼荼羅に由来する九曜紋

我が国の文様の中で九曜紋は、梅鉢文と並んで、出自や発展の経緯が明確で和算との関連性があると断定できる文様である。

九曜紋は通常右二つを指し、当初は図3 の形であった。家紋に取り込まれる過程で図4のように外側に円のある形（丸輪の付加）が現れ、その後併せて九曜紋と呼ばれる。九曜紋は元々、平安時代に貴族の牛車の本体を飾る文様として使用されたことで知られる(図５)。それは牛車が事故やトラブルを避けるため、交通安全や厄除けの願掛けに使用されたからである。

背景としての九曜は、太陽、月、火星、水星、木星、金星、土星の七 つに羅睺（らごう）星と計都（けいと）星の九つの星を表す。星に霊験を認め神格化する天文観によって、九曜紋は信仰の対象となった。これらの星の配置が図６であり、対応する仏たちを描写したのが図７である。

曼荼羅は、仏教特に密教の教義や悟りを得ていく実践を絵画に描いたものであり、教義を視覚化した布教の手段であった。古代インドに起源をもち、中国や朝鮮半島を経て日本に伝わった。これが簡略化され象徴的な形になったのが図３や図４である。

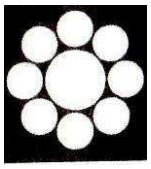


図3 九曜紋 [4]

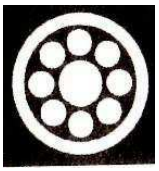


図 4 丸に九曜紋 [5]

図5 平治物語絵巻より [6]

図 6 九曜曼荼羅 [7]

図 7 曼荼羅図（東寺）[8]

[4,5] 図 1,2 の左側の図,及び図 3,4 は,『日本の家紋七〇〇〇』，新人物往来社，2009.

[6] 画像データは、国立博物館のe 國寶に依る。画像が鮮明である。

[7] 鳥取県倉吉市・満正寺の HP より。元禄12 年（1699）に鳥取池田藩城代家老・荒尾志摩の菩提寺として建立される。荒尾家の家紋が九曜紋であった。

[8] Wikipedia の曼荼羅の項目中の画像より。

§3. シルクロード由来の連珠円文

（1）連珠円文について

連珠円文は Steiner Chain 状の文様で、数珠状に入る円は等円である。内円の中に、鳥獣文、狩猟文、樹下動物文、花文などが施される[9]。

連珠円文はササン朝ペルシャ（226-651）で生まれ、それが配された様々な物品が現存する。特に 6 世紀頃登場のササン錦等に散見され、シルクロードを経て中国やヨーロッパに伝えられた。

（2）連珠円文が施された品々

実際、連珠円文が施された品々は多岐に渡る。図10は２～３世紀作のアフガニスタン出土の仏像で、台座に不揃いの連珠円文がある。図 11 は、6世紀後半作の絹製赤地猪頭円文刺繍裂で、中央アジアで見いだされた。他にも器や、靴下、衣服などへ用いられている。

図 10 仏像台座[10]

シルクロードの交通の要衝であったソグドは一大絹紡績センターとなり、逆にソグドを起点として絹織物の流通がなされていった。

これらの品々は、シルクロードの東の終点・奈良へも到達していた。

図11赤地猪頭円文刺繍裂[11]

（3）日本へ到来した連珠円文

我が国へ到来した連珠円紋は、国宝の四騎獅子狩文錦（法隆寺蔵、図 12）が代表的である。この文様については、「綾組織の緯錦。主文は、径 45 ㎝ほどの連珠円文のなかに花樹を中心として上下左右に翼馬にまたがり振り返りながら獅子を熬る四人の人物を左右相称に配す。主文の間地には、中心に花文、連珠円文の中に左右相称の獅子狩文を配した独特の文様、さらに人物の容貌や頭冠の形などに、ササン朝ペルシアの影響が見られるが、馬の尻部分に「吉」「山」の漢字が織り込まれている

図12四騎獅子狩文錦[12]

---

[9] 前田たつひこ：「連珠円文を求めて」，和光大学総合文化研究所年報 2007，pp.186-198。
[10] 月刊誌 pen 2/1/2014 No.552, 特集シルクロード p.55 より。
[11] 『シルクロードのきらめき』,平山郁夫シルクロード美術館,2006より。
[12] [10]の P.25 より。

ことから、中国で製織されたものと考えられる。複雑な文様構成であるが、文様の崩れや形式化もなく、見事な織技が見られる。」[13] とされる。本来は背景が赤で現存のものは茶に退色しているが、細部に至るまで丁寧な意匠が残されている。

なお、この錦の製作年代は7世紀後半とされているが、こうしてシルクロードを経て到来した文様は、その後どのように受容されていったのであろうか。

「日本書紀」によれば、大化三年（647）制定の 13 種類の位を示す冠飾りとして 4 種類の錦が挙げられており、その一つに車形錦[14]があり、これが連珠円文であろうとの推定がある[15]。そうであるなら、連珠円文は伝来後、文様として公認の地位を獲得していたことになる。その時代の文様としては、①ペルシア系の連珠円紋・唐草文・樹下動物文と②中国の六朝（222-589）以前の幾何学的抽象文様、③隋から唐の時代、数種の花を纏め上げた大きな花をあしらった文様の三つの系統があった。しかし、8 世紀後半になると①の連珠円文は大陸的な風合いが薄れ下火となり、隆盛をみたのは③の唐の花文である。それでは、連珠円文はどうなったのであろうか。

(4) 錦から抜け出た連珠円文

①野中寺・弥勒菩薩半跏思惟像

大阪府羽曳野市・野中寺は聖徳太子の命を受けた蘇我馬子が造営したとされる。本尊は弥勒半跏思惟像で、台座下框にある天智天皇五年の銘により、666 年製であるとされている。実は、この仏像の裳の衣紋に連珠円文の半形が連なる文様が刻まれている(図 15 上部と右端)。ただし、円文の中央にある内円の内側に文様はない。

図 15 衣裳の連珠円文[16]

②七曜文が描かれた鞘尻金具

図16は、東京都府中市熊野神社古墳で発掘された七曜文が描かれた鞘尻金具である。銀の象嵌で7世紀半ばに作られたとされている。また、金工象嵌自体がシリアのダマスカスで生まれ、シルクロード経由で飛鳥時代に日本に伝わった技術である。図15及び図16 の文様は作成時期が似通っており、意匠としても共通した素朴な風合いをもっている。図 16 を七曜文とみると妙見信仰や空海等が持ち帰った宿曜経などからの影響と考えることができるが、図15との比較からは連珠円

図 16 鞘尻金具[17]の七曜文

13 文化遺産データベース（文化遺産オンライン,文化庁）より。

14 孝徳天皇大化三年是歳に「大黒冠には車形の錦を以て、冠縁に裁ち入れたり。」とある。

15 松本包夫:『正倉院裂と飛鳥天平の染織』,紫紅社,1984. p.178に,大化三年に制定された十三位の冠の飾に四種の錦があり「三番目の車形錦というのがたぶん連珠円文であろう。」とある。

16 画像は滋賀県甲賀市MIHO MUSEUMのHPで2014「二つの綴織 MIHO悲母観音像と蓮華弥勒」より。

17 画像や説明等は,『遺跡の世界 2005』,東京都・府中市郷土の森博物館より。

文からの発想とみなすこともできる。

文様をデザイン的に見ると、図15では中央にある円は大きく描かれ連珠の円と区別化しているが、図 16 では中央と周囲の円に特段の差は認められない描き方である。ただ七曜の場合、必然的に 7 円が等円になるので単に作図的な条件のためかもしれない。いずれにしても 7 世紀半ばになると、伝来した文様が中央から地方へと広がり、身の回りの品の中へも取り入れられている。

一方、錦としての連珠円文は徐々に衰退していった。それは例えば四騎獅子狩文錦のように、内円内部の騎馬姿の文様が文化的背景の違いから受容されにくかったのであろう。我が国で模倣された連珠円文における狩の姿には、張り詰めた緊迫感が薄れ一種の記号化している。こうして、内部の文様が段々消滅し円だけの文様になっていったと推察される。図15や図16では、内円に文様を描く余地がないので描けなかったとはいえ、図案が簡素化の方向 へ進み、色々なものに使える余地を拡げていったのであろう。

こうして九曜紋等の家紋が記号化され、広く使用される素地ができていった。

§4. 中国発朝鮮経由の蓮華文

図 17の丸瓦の文様を一見すると、七曜文そのものに見える。しかし、小円の中に東大寺大佛殿の文字が入っていて、更にその外側に連珠状の文様があしらわれている。この丸瓦の文様も環円図形を連想させる。この背景について調べる。

図17銘軒丸瓦[18]

3000 年前には、中国で本格的に瓦が使用され、それが朝鮮半島を経て 1400 年前の日本に伝わった。

ここでは、軒丸瓦先端にある環円図形的な蓮華文を取りあげる。蓮華文は、中国の南北朝期（439-589 頃）に普及し、唐では文様の外側に連珠的な特徴が現れ、重層的な環円図形と化している。

4～5 世紀に、仏教は中国から朝鮮へ伝えられたが、寺院の建築様式の一つとして蓮華文も伝えられた。百済の蓮華文は重厚感があり、新羅では中央の突起が明瞭である。

図 18 南朝と唐[19]

図 19 百済と新羅[20]

図 20 飛鳥山田寺と安土桃山[21]

[18–21] までの画像と記述は、2014 年大阪府吹田市立博物館『一片の瓦から』展発行の冊子に依る。

更に我が国へは、仏教伝来と共に百済から伝わった。平安後期から江戸時代へかけては、火災除けとして図 20右のような巴文が多く使われた。一方、蓮華文も奈良等の寺院に多く残されており、現在でも巴文と共に見ることができる。

こうして、江戸や京都や大阪では建造物の丸瓦や商店の商標、そして人々の着物の絵柄に、環円図形的な文が用いられていた。また、家紋の使用は想像以上であり、必然的にそれを着物に描き込む紋上絵師の数も相当数存在しないと需要に間に合わなかった。文様の描き方の普及が問題となり多くの紋帳が発行され、幾何図形の数理的探求の機運を高めていった。

江戸初期の生産活動や社会活動の発展が、和算にその数理的解明を求めたことは塵劫記を見れば明らかである。面積や体積などの求積の例が多く見られるのも同様であろう。そして、その解決のために解析的な方法が研究され、目覚ましい発展を遂げた。一方、幾何的分野は角度の概念が不明確なため、三平方の定理で求めた長さを武器に、推論されることが多かった。そこへ文様等による華やかな図形の変化が加わり、人々の幾何的興味を掻き立たせ、多くの人々を和算に向かわせたのであろう。そして、それが江戸後半期の和算の幾何隆盛の大きな原動力となったのではないかと考えられる。

和算が家紋を取り込んだとする根拠は三つある。第一は、対象の幾何図形が家紋そのものである算額題が多数あることである[22]。第二は、家紋用語が幾何の問題文中で使われていることである[23]。第三は、家紋にまつわる数理的な問題集が出版されていたことである[24]。次は、算額題に家紋をどのように取り込んだのか紙数の制限から二つを取り上げる。

§5. 家紋素材の算額題

家紋題材の幾何問題は、既に言及してあるので、和算の算額題への家紋の取り込み方に焦点を当ててみる。

図 21 星梅鉢紋[25]

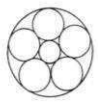


図 22 服部天神社[26]

(1) 家紋そのものの場合

これは、天保十四年(1843)に服部天神社（大阪府豊中市）に掲額され、大円径七寸のときの中円径と小円径を求めさせる問題である。

[22,23]は[3]。[24]大我塾主人：「算法紋尽」,1832,著者ついては倉持貞国か倉持貞固か？

[25]は[4,5]。[26]は近畿数学史学会:『近畿の算額』、p.41、大阪教育図書、1992。

（2）家紋に図形を加えた場合

図 24 は、嘉永四年(1851)菅原神社(群馬県妙義町)に掲額され、相交わる五つの大円の罅(ひび、すきまの意か)に六つの小円を容れ、大円径五寸のとき小円径を求めさせるものである。

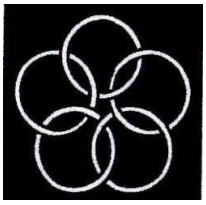


図 23五つ金輪[27]

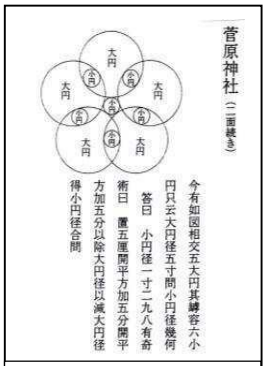


図 24 菅原神社の算額[28]

これは家紋に円を加えた場合であるが、家紋が複雑であればあるほど、その家紋を知らないと出題の背景が分かりにくい問題になる。

逆に、このような問題は和算と家紋の関係を示す根拠となる。上の二つは、家紋に関連する典型的な問題であり家紋との図形的共通性があるが、更に出題の構成に着目すると家紋の作図法と同一性があり、発想的共通性が見いだされる。

まず、図形の外枠の条件（外円の直径など）を与え、次に内部にある円の直径などを求めさせている。一方、家紋の描き方の歴史は、最初外周の円（丸輪）がないものが多数派であり、着物や幟旗等に取り入れる過程で丸輪が描かれるようになった。それは、デザインにまとまりを付けるための工夫であった。そして家紋は、それまでと逆に丸輪を先に描き内部に文様を描く方法へと徐々に変化し、その描き方が定着していった。

このことは和算で環円問題が扱われる以前のことであるが、環円問題から更に閉形問題へと発展する発想に影響を与えたのではないか。和算の幾何に家紋の作図法が影響を及ぼしたのではないのかと推察される。

すなわち最初は、九曜紋や梅鉢紋で円の個数が増え、星紋などの名称に家紋がまとめられていった。江戸時代に入ると丸輪を先に描く家紋の形式が定着し、一方では環円図形の元になったと思われる図形が準備されていった。こうした社会的・文化的な状況の下で松永や有馬、安島直円などの研究が華を開き、その成果が庶民の中へ投げかけられ、算額と和算の隆盛に進んでいったのではないであろうか。

§6. 結語

安島直円が研究した環円図形には、対応する家紋などの文様が存在していた。本稿では、その文様のルーツを調べると①インド由来の曼荼羅②シルクロード経由の連珠円文③中国から朝鮮を経た蓮華文といった外国由来の三つの文様に辿り着いた。それらは、仏教伝来等に伴い持ち込まれたものであり、受容と改変

---

27 は、 [4]『日本の家紋七〇〇〇』. p.108 より。

28 群馬県和算研究会:『群馬の算額』上武印刷、1987. p.84 より。

の結果、我が国に固有の文様文化を創出させた。

和算家はそうした文様文化を背景に、家紋の作図法に端を発する環円問題や閉形問題に取り組んだ。文様は和算の幾何の図形的な根拠になっただけでなく、幾何的発想にも影響を与えた可能性がある。

§7. 参考文献

[1] 平山諦･内藤淳編集：『松永良弼』、東京法令出版、1987.
[2] 藤井康生･米光丁著：『拾璣算法』(現代解と解説)、私家版、1999.
[3] 平山諦、松岡元久編：『安島直円全集』、富士短期大学出版部、1983.
[4] 沼田頼輔 :『紋章叢話』、明治書院、1935.
[5] 大枝史郎 :『家紋の文化史』、講談社、1999.
[6] 能坂利雄編;『日本家紋大鑑』、新人物往来社、1979.
[7] 家紋研究会:『家紋五〇〇〇種』、緑樹出版、1992.
[8] 泡坂妻夫 :『家紋の話』新潮社、1997.
[9] 並木誠士 :『日本の伝統文様』、東京美術、2006.
[10] 鶴岡真弓 :『ヨーロッパの装飾文様』、2013.
[11] 高見堅志郎:『世界の文様２ エジプト･ギリシア･ローマ･メソポタミア』青菁社、1985.
[12] 視覚デザイン研究所編:『日本･中国の文様事典』、視覚デザイン研究所、2000.
[13] 視覚デザイン研究所編:『ヨーロッパの文様事典』、視覚デザイン研究所、2000.
[14] 森郁夫 :『日本の古代瓦』、雄山閣、1991.
[15] かわら美術館 :『三州瓦と高浜いま・むかし』、高浜市やきものの里・かわら美術館、2015.
[16] かわら美術館 :『伊藤圭介旧蔵瓦コレクション』、同美術館、2013.
[17] かわら美術館 :『みちのくの瓦 東北と三州をつなぐもの』、同美術館、2013.
[18] 奈良国立文化財研究所：文化財論叢、同朋社出版、1995.
[19] 朝日新聞社 :『初代龍村平蔵 織の世界』、朝日新聞社、1994.
[20] 龍村織物美術研究所 :『龍村平蔵の世界』、龍村美術織物、1993.
[21] 松本包夫 :『正倉院裂と飛鳥天平の染織』、紫紅社、1984.
[22] 東寺 :『東寺の曼荼羅』、東寺宝物館、2012.
[23] 平山郁夫シルクロード美術館 :『シルクロードのきらめき』、同美術館、2006.

[24] 平山郁夫シルクロード美術館 :『ガンダーラとシルクロード』の美術、同美術館、2000.
[25] 故実叢書第三十七回:『興車廚考』、明治図書、1955
[26] 櫻井芳昭:『牛車』、法政大学出版局、2012.
[27] 国際浮世絵学会:『大浮世絵展』、読売新聞社、2014.
[28] 東京国立博物館:『洛中洛外図屏風 舟木本』、東京美術、2010.