

星座図の統計比較

真貝寿明 大阪工業大学情報科学部

hisaaki.shinkai@oit.ac.jp

報告する内容

[1] 真貝寿明「星座図の統計比較：(1)『欽定儀象考成』に描かれた星座」 大阪工業大学紀要 70-1 (2025) p.1-34
<https://doi.org/10.15046/0002000215>

[2] 真貝寿明「星座図の統計比較：(2)『天文瓊統』に描かれた星座」 大阪工業大学紀要 70-1 (2025) p.35-69
<https://doi.org/10.15046/0002000216>

[3] 真貝寿明「星座図の統計比較：(3)『新儀象法要』に描かれた星座」 大阪工業大学紀要 (2025) 掲載決定稿
https://www.oit.ac.jp/labs/is/system/shinkai/Papers/20251119_GishouHouyou.pdf



概要

天文に関する文化の伝播・受容のプロセスを解明する一助として、星座図の比較を統計的に行った。現代 IAU 星座、中国星座（『欽定儀象考成』（1753 年）、『新儀象法要』（1094 年））、および渋川春海の描いた星図（『天文瓊統』（1698 年））を Hipparcos カタログをもとに同定作業を行い、使われた星や星座線の特徴を比較した。次の結果を報告する。

- 南極天付近の星座と北極天付近の星座の違い
- 中国・宋代の星図と清代の星図の違い、渋川春海の同定作業の痕跡
- 中国・清代に、宣教師が西洋の星図を用いて中国星座を同定した痕跡
- 渋川春海が独自に制定した「元禄中所名星座」の特徴
- 中国星座の分類として使われる三家（石申、甘徳、巫咸）の比較

1 はじめに

現代の星座は、国際天文学連合（IAU）[4] が 1928 年に定めた 88 星座を使うことが基本となっている。正確には、IAU の星座は天空上の位置を示すための「領域」を定めたもので、星々の結び方を規定したものではない。しかし、その名称は西洋に伝わる神話や、大航海時代以降に命名されたものを起源としていて、文化的に多様性のあるものではない。IAU が制定するまでは、世界の各地で固有の星座が命名され、伝承されていた。日本人の描く星座は、江戸後期に司馬江漢が西洋星座を紹介するまでは、中国由来のものだった。

近年、世界各地での星座の形を比較し、文化圏のクラスター分析をした研究が Doina Bucur[5, 6] によって報告された。Bucur は、星空文化 (sky culture) という言葉を用いて、地域と時代を特定した社会における天文学に対する文化を定義し、世界の各地・各時代に作られた星座の形状をもとに、文化圏を俯瞰する試みを行った。彼女

の定義する星座 (constellation / asterism) は、天空上で線で結合された星の組である (IAU が定義した、天空上の境界分けではない)。星座は、あくまでも星を線で結んだ線図形 (line figure) として捉え、各星座の視覚的特徴 (visual signature) を定量的に扱うことによって、世界中の星空文化をおおきく3つに分類することができると主張している。

文化を論じる目的に、このような統計量を導入して類似性を議論する手法は、たいへん興味深い。しかし残念ながら、Bucur の論文には、詳細なデータは示されておらず、中国星座は、ひとまとめにして取り扱われているようで、時代変遷などを考慮して議論しているものでもない。そこで、本発表では、中国由来の星座を中心に、各種の星座図を統計比較する手法を用いて、それぞれの時代や地域で、人々が星空に描いた図形を再認識していくことを提案する。

2 今回取り上げる4つの星座図

IAU の定めた星座図のほか、中国・清代の『欽定儀象考成¹』、宋代の『新儀象法要』、江戸初期の渋川春海による『天文瓊統^{けいとう}』を取り上げる。

2.1 『儀象考成』の位置付け

明末から清の時代、宣教師は、中国にて布教を進めるために、西洋科学の優位性を示す方針をとり、積極的に西洋天文学を伝授した。中国側は暦の精度改善を目的に西洋天文学を取り込んだ。湯若望 (J. Adam Schall, シャール, 1592–1666) によって編纂された暦書『崇禎暦書』には星図 (1812 星) や星表 (1362 星) がある。この星図は、湯若望が同定した中国星座が描かれている。また、南懷仁 (F. Verbiest, フェルベースト, 1623–1688) は、天文観測機器を解説した『新製靈台儀象志』 (『靈台志』1674 年) を編纂し、その中に 1876 星の星表を収録した (星図ではない)。²『儀象考成』は、1753 年に編纂された公的な天文書で、戴進賢 (I. Kögler, ケーグラー, 1680–1746) によって 1744 年に着手された観測に基づき、彼の死後は劉松齡 (F. A. Hallerstein, ハラースタイン, 1703–1774) に引き継がれて完成されたものである [7]。これらは、最新の西洋の星表を参考に精密な観測を行って編纂したとされ (例えば大崎 [8])、日本にも伝えられ、江戸時代の日本の天文学に大きな影響を与えた。(大まかな流れは、[9] を参照されたい。) 現在では、中国星座と一括りにする場合の星座名は『儀象考成』のものを指す。

しかし、近年の研究では、宣教師たちは実際に観測して星を同定したかどうかの点が疑わしいことが指摘されている [10]。宣教師の不完全な同定記載によって、古来から伝わる中国星座は、『儀象考成』のものとは多少異なる箇所が生じていると考えられている。

2.2 『新儀象法要』の位置付け

宋の時代 (北宋 960–1127 年, 南宋 1127–1279 年)、中国の社会経済・文化・科学は発展し、天文観測機器が次々と開発されるとともに、天文観測も継続的に行われた。蘇頌、韓公廉 (生没年不詳) らによって 1092 年に制作された大型の (3 階建ての建物に相当する大きさの) 水運儀象台は、水流を用いた仕掛け時計と共に 望遠鏡 (渾儀, レンズのない望遠鏡) と天球儀 (渾象) が自動で動く世界で初めての天文時計とも言われる。³『新儀象法要』は、水運儀象台の内部構造を説明するのが目的の書で、上中下の 3 巻からなる。中国人による観測をもとに作成された現存最古の『新儀象法要』星図は、中国で考えられた星々をまとめて表した独自のものとして貴重である。

『新儀象法要』の原本は残っておらず、現在入手できるものは、清代に翻刻された守山閣叢書のもの²と、同じく清代に写された四庫全書に所収されたものがある [7]。星図としての決定的な違いは、星座線の有無である。本研究では、星座線の描かれている守山閣叢書系統を用いて、星座図の統計比較を行うことにする。

¹以下では単に『儀象考成』と記す。原本は、例えば国書データベース <https://kokusho.nijl.ac.jp/biblio/100265147/1?ln=ja> で閲覧できる。

²たとえば、wikimedia で見ることができる。天文学史学者の伊世同による写本も、この系統である。伊世同による星図は [11] や [7] にカラーで掲載されている。

2.3 『天文瓊統』の位置付け

渋川春海（別名は安井算哲、1639–1715）は、日本として初めての暦法である貞享暦（1685 年）を編纂した初代の幕府天文方である。自身で天文観測を行い、862 年以来日本で使われていた宣明暦の誤差を指摘して改暦を行った。また、朝鮮の『天象列次分野之図』（1395 年）を参考に『天象列次之図』（1670 年）および『天文分野之図』（1677 年）の星図を作成したのちに、より正確な情報（観測データや知識）を含めて天文書『天文瓊統』（1698 年、元禄 11 年）を著し、嫡男の昔伊の名義で精密な星図『天文成象之圖』（1699 年）を刊行している。

国立天文台が貴重資料としてウェブで公開している『天文瓊統』³は、櫻尾泉尹による文政 7 年（1824 年）の全 8 巻の写本である。国立公文書館デジタルアーカイブで公開している『天文瓊統』⁴は、渋川景佑（1787–1856）書入本として全 15 巻の写本である。

『天文瓊統』の内容のほとんどは、清・黄鼎編の『天文大成管窺輯要』（1653 年）を簡略化したものとされる。現代的な視点からは、あるいは 18 世紀後半に日本に伝えられた清の宣教師らによる『儀象考成』の視点からは『天文瓊統』の記載は非科学的な部分が多い。しかしながら、『天文瓊統』に記載された星座は、渋川春海による実際の観測に基づいて描かれた点で、日本の天文学史上、比類ないものである。

『天文瓊統』は専門的な内容であり、刊行されることはなかった [13]。そのため、天文方の中でのみ継承されたものと窺える。一方、星図の部分は独立した形で翌年に『天文成象図』として、一枚ものの図版として刊行され、江戸時代の終わる頃まで日本の天文文化に影響を与えた⁵。

3 星と星座の同定作業

3.1 星表について

それぞれの星図は、これまで多くの先行研究によって同定作業がなされている。しかしながら、同定に使われた星図は古く、再度の対応付けが必要となる現状であった。ここでは星表について、まとめておく。

現代の星の名称・番号付けは、Bayer 符号（1603 年）や Flamsteed 番号（1783 年）が始まりである。Bayer 符号は星座ごとに明るい順に $\alpha, \beta, \dots$ とするもので、ケンタウルス α 星を α Cen などと表す形式である。Flamsteed 番号は星座ごとに西から番号を振るもので、2500 余りの天体に付けられている。

HR 番号とは、Harvard Revised Photometry Catalogue（ハーバード改訂光度カタログ）による星の番号で、1908 年に出された 6.5 等級以上の星を含んでいる。1991 年に発表された第 5 版（BSC5、Bright Star Catalogue 5th ed.）は、合計 9110 個のカタログである。しかし大崎 [8] も述べているように、HR 番号では該当しない星も多々あり（大崎は 1982 年版の BSC4 を用いた）、Herschel の General Catalogue of Nebulae and Clusters から GC 番号も必要に応じて付されている。GC 番号は星団・星雲をふくめて 5079 個振られている⁶。

9 等星までの 225000 個以上を網羅する Henry Draper Catalogue（1924 年）による HD 番号もよく使われる。HD 番号は、1949 年に 359083 番まで拡張されている。1966 年には、スミソニアン天文台星表（Smithsonian Astrophysical Observatory Star Catalog）が、258997 個の恒星に対して作られた。SAO 星表と呼ばれている。SAO 星表は星の固有運動を含めたものである。これらのさまざまな星表をまたぐために、1983 年の時点での 44 万個の星について Catalog of Stellar Identifications（CSI 番号）も考案された。竹迫は、HR 番号と SAO 番号の対応表をウェブで公開⁷している。

³<https://library.nao.ac.jp/kichou/archive/0377/kmview.html>

⁴<https://www.digital.archives.go.jp/file/1271806.html>

⁵必ずしも長く絶対的な位置付けで影響を与えたというわけではない。早々に、分野説の意味づけに対して馬場信武『初学天文指南』（1706 年）が批判を始めている [13]。また、18 世紀後半には暦学研究者は『儀象考成』を使い始め、渋川春海の成果は使われなくなっていった [13]。

⁶GC 番号は、その後の Dreyer による New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars（1888）に掲載された NGC 番号（7840 天体）、Sulentic と Tifft による The Revised New General Catalogue of Nonstellar Astronomical Objects（1973）による RNGC 番号（8167 天体）、Sinnott による NGC2000（1988 年）の 13226 天体へと発展していく。

⁷https://www.kotenmon.com/star/catalog/sao_1.html

より新しく、位置天文衛星 Hipparcos（ヒッパルコス）の観測データから、1997 年に発行された Hipparcos カタログによる HIP 番号がある⁸。118218 星のデータであるが、9 等星程度より明るい星は、精度も高く、固有運動のデータに加えて、年周視差のデータがあることが特徴である。

3.2 星と星座の同定作業

中国の星は、基準となる星（距星）からの相対的角度、去極度（赤緯）と入宿度（赤経）で位置が表される。ただし、28 宿の代表星となる距星は、等間隔ではなく、時代によっても選定が変化する（渡辺 [12] の表 12.2 参照）。今回行った手順は以下の通りである。

- (1) Hipparcos カタログより 8 等星以下の星のデータをダウンロードし、座標面（北天・南天・赤経赤緯面）に描く。その際に、地球の歳差を考慮し、Hipparcos カタログにある各星の固有運動データも用いて、各星座図が描かれた（観測された）時点の星図を描く。
- (2) 各星座図にて使われた距星（28 星宿それぞれの基準となる星）の赤経線も描いて、星の同定の補助線とする。
- (3) 各星図を見比べて、星座を構成する星を同定し、さらに星座線を引く。

図の作成には Mathematica を用いた。

各星座図で同定できた星については、個別の論文に附表として示した。中国星座を構成する主要な星々の同定が、これでなされたかどうかは後世の判定を仰ぎたいが、より精度の高い現代データで表現する準備は整えられた。

このようにして同定作業を行い、星図を再現した。図 1 は IAU 星図、図 2 は『儀象考成』星図、図 4 は『儀象法要』星図、図 6 は『天文瓊統』星図である。それぞれの拡大図は各論文報告にある。

4 星座図の統計的性質

4.1 諸量

各星座図および IAU 星座図ともに、Hipparcos カタログにて星を同定し、星座線も確定したことで、それらをもとに、以下の比較表で示すような諸量を求めた。これらの諸量の計算方法のうち、次のものにコメントする。

- 「星座線の長さ (d2,h2)」は、星座線それぞれについて、結んでいる星の天球面上の位置から仰角（度）で表したものを「星座線の長さ」とした。星座ごとに平均値を求め、その平均値を用いて、全星座の平均と分散を求めた。
- 星座線 2 本（星 3 つ）に対して、天球面上では三角形が描けるので、その見かけの面積を平方度で計算し、その和を星座ごとの面積とした (j)。
- 星の明るさは、Hipparcos カタログのものを用いた (c1,c2,g1,g2,g3)。
- 各星座で、星座線を構成する星の東西南北の端にある星の位置を用いて、各星座の中心位置とし、赤道・黄道との仰角 (i1,i2) や星座間の仰角を求めた (e)。

⁸データのダウンロードは、<https://heasarc.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/W3Browse/w3browse.pl> のサイトから。

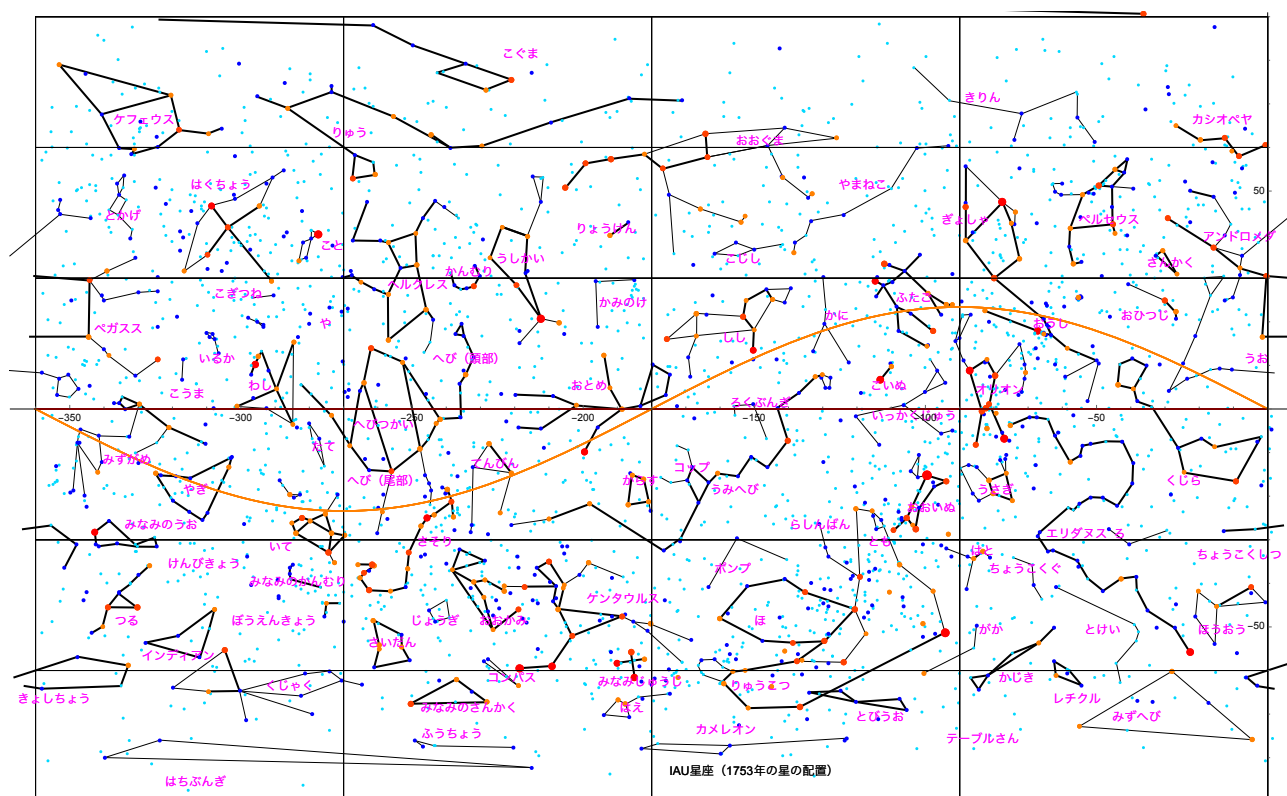
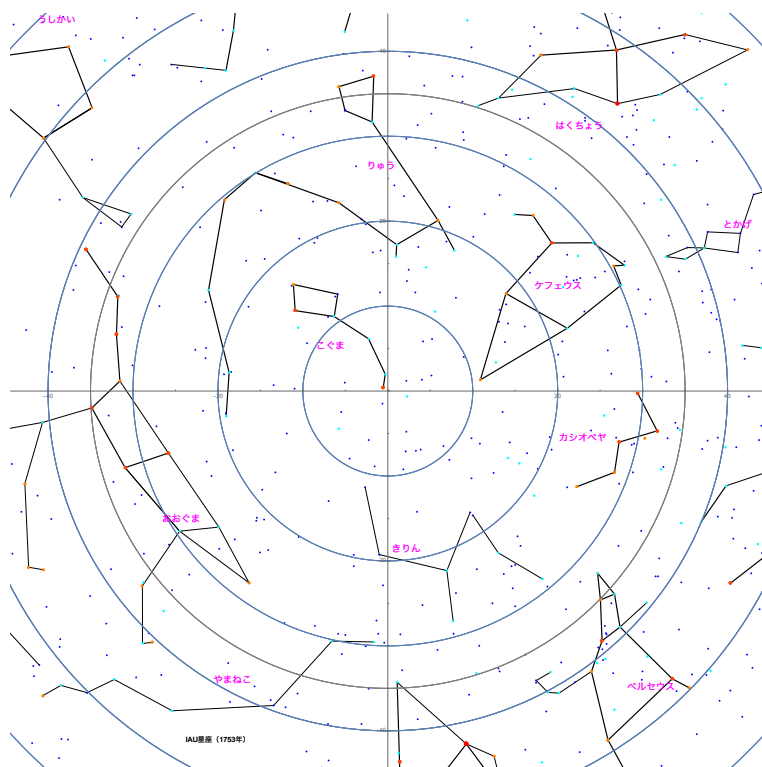


図 1: 現代星座 (IAU 星座) を北極中心図 (円図) と赤経赤緯直交の方図で表したもの。IAU は星座の領域を定義しているだけで、各星座線を定義しているわけではないが、IAU のウェブサイトに掲載されている星座線を線の太さ 2 種の区別を含めてプロットした。比較のため、1753 年時点の春分点で描いている。

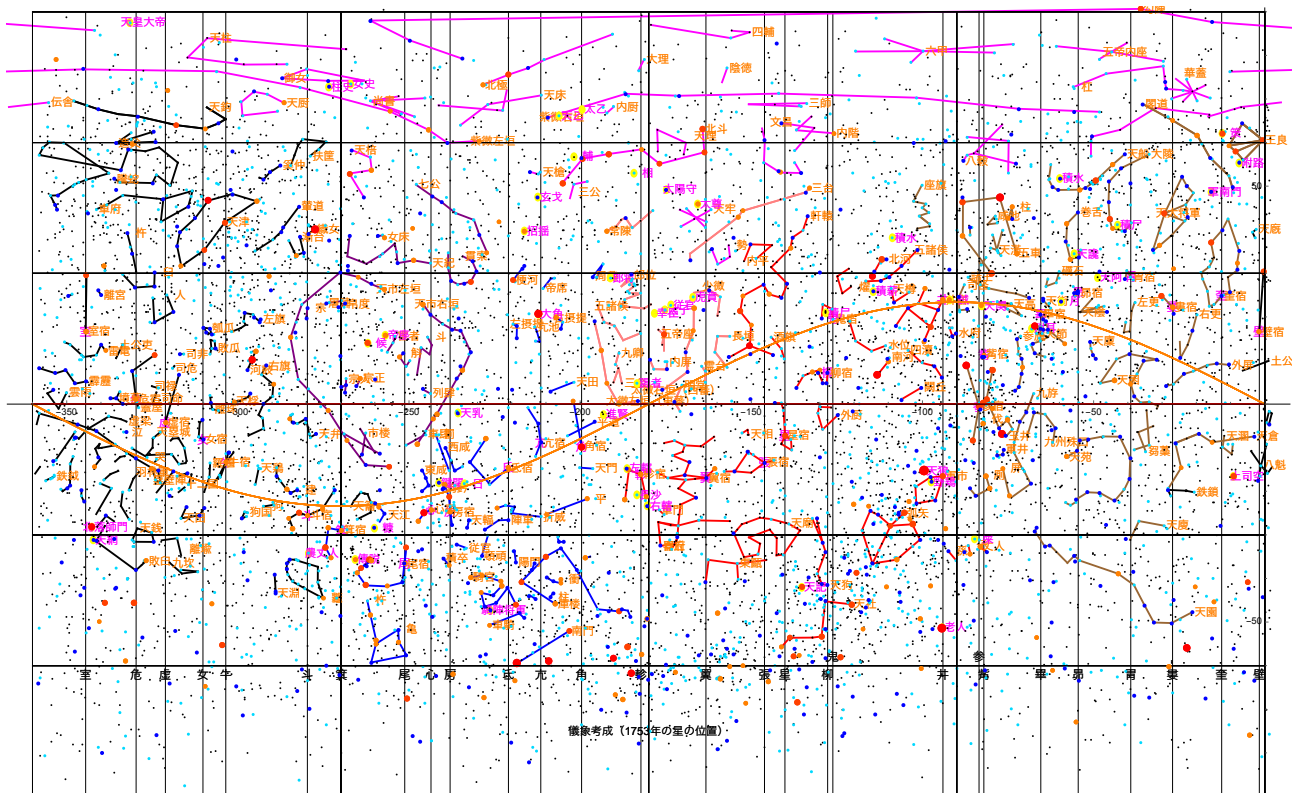
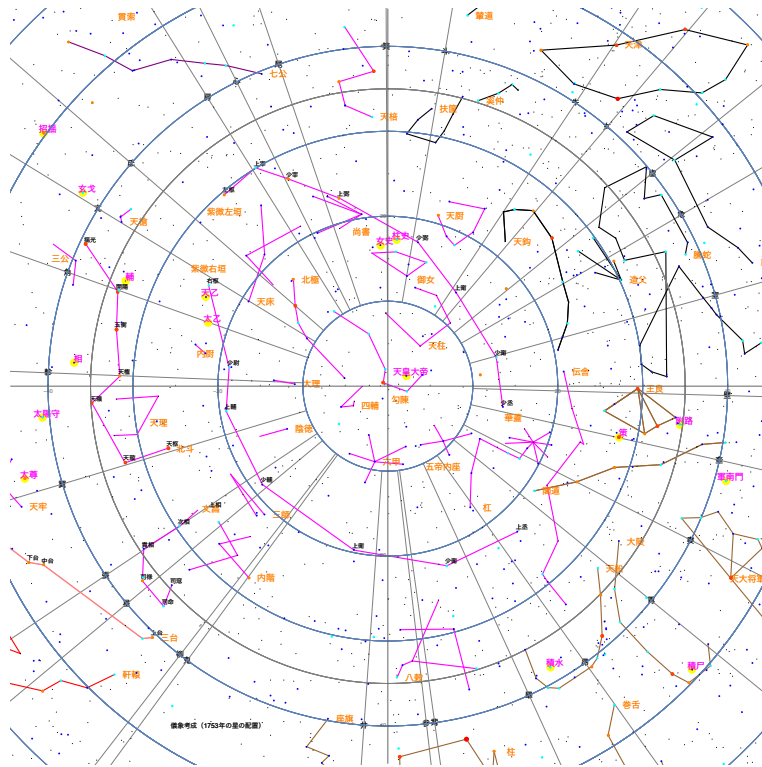


図 2: 『儀象考成』に描かれた星座を北極中心図(円図)と赤経赤緯直交の方図で表したもの。星座名がピンク色のものは、単独星で星座とされているもの。1753年の春分点で描いている。

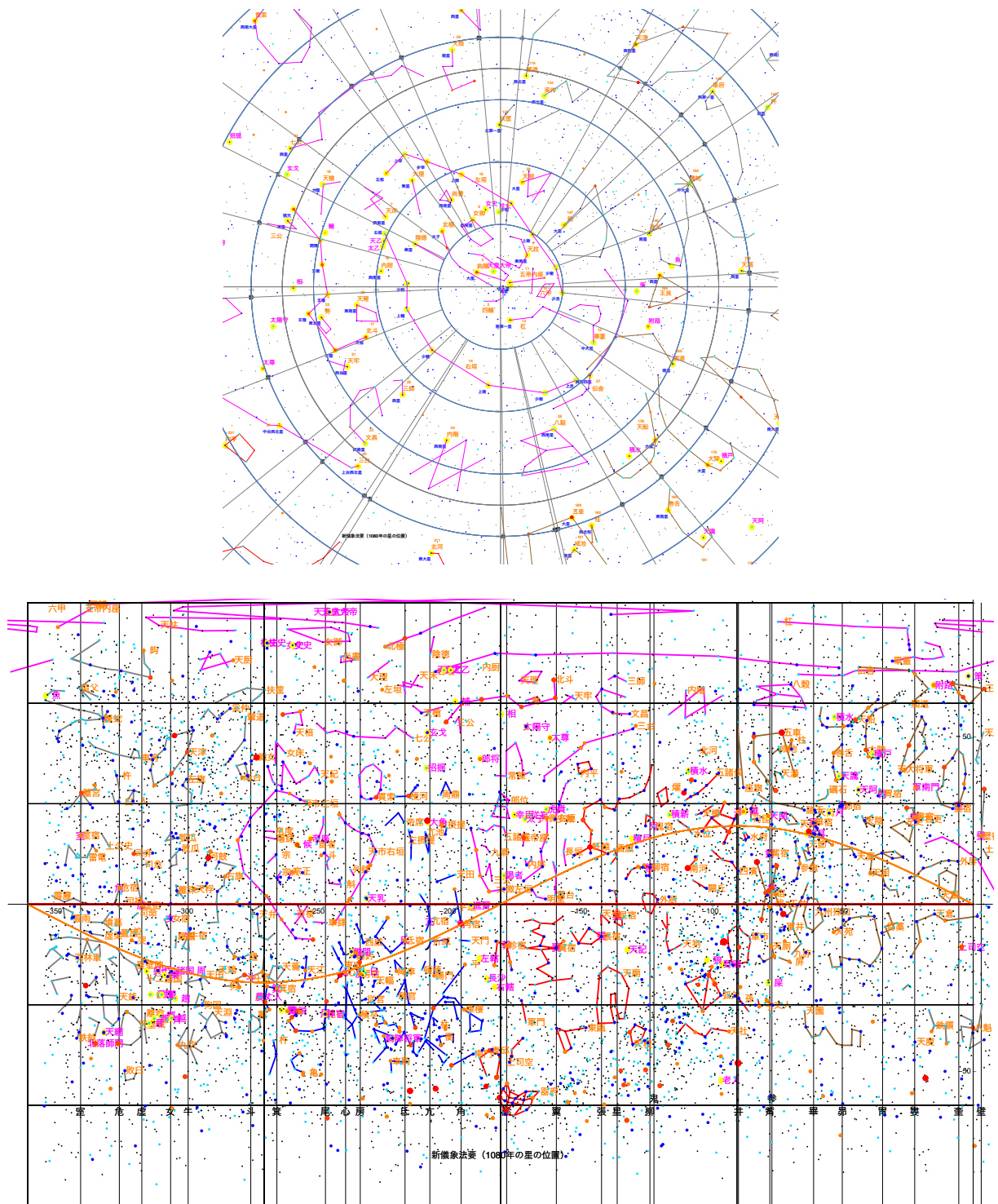


図 4: 『新儀象法要』に描かれた中国星座を北極中心図（円図）と赤経赤緯直交の方図で表したもの。星座名がピンク色のものは、単独星で星座とされているもの。1080 年の春分点で描いている。星座線の色分けは、図 2-4 に詳述。星座番号は附表 A.3 にあるもの。

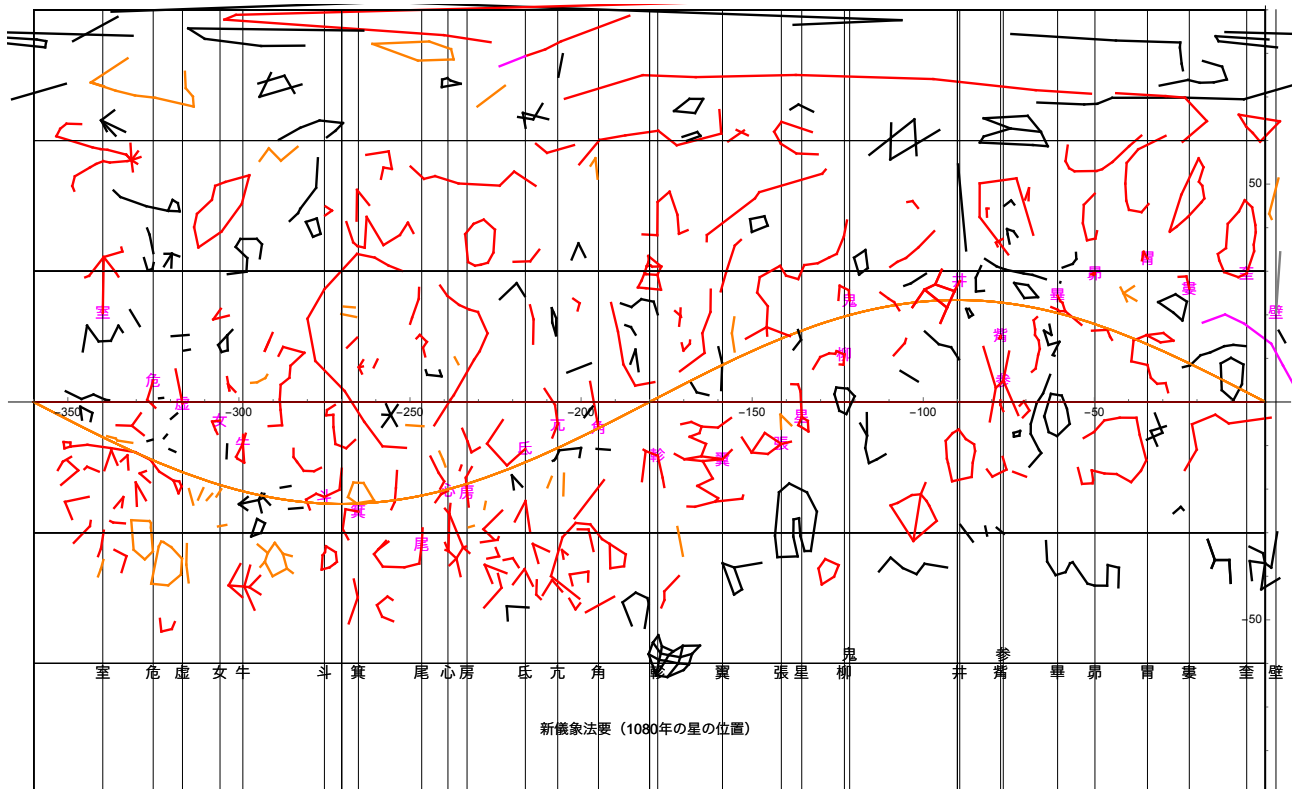
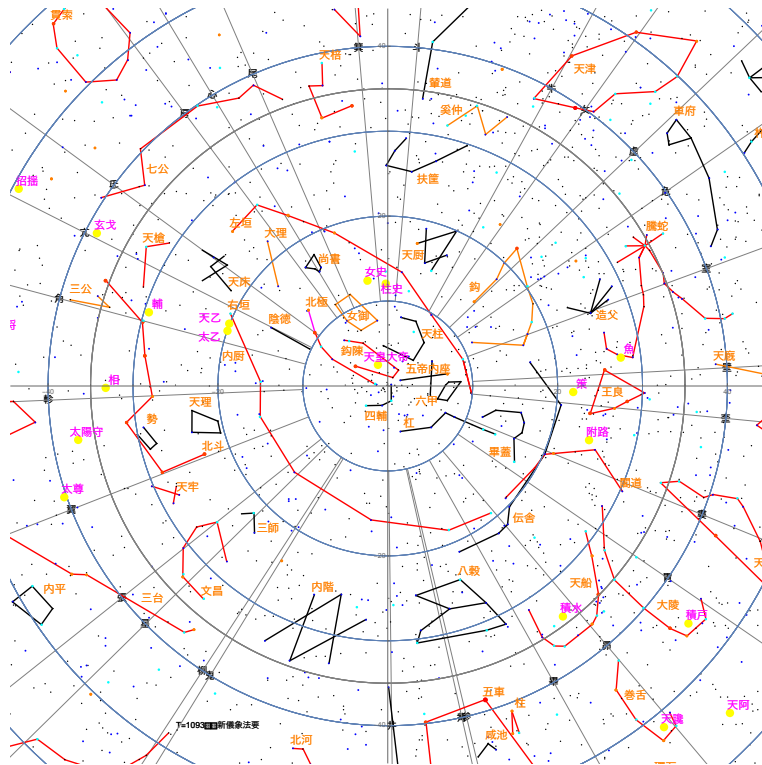


図 5: 『新儀象法要』に描かれた中国星座を三家星座別に色分けしたもの。石氏中外官を赤、甘氏中外官を黒、巫咸中外官を橙とした。中官か外官かは天の赤道より北側・南側で区別される。

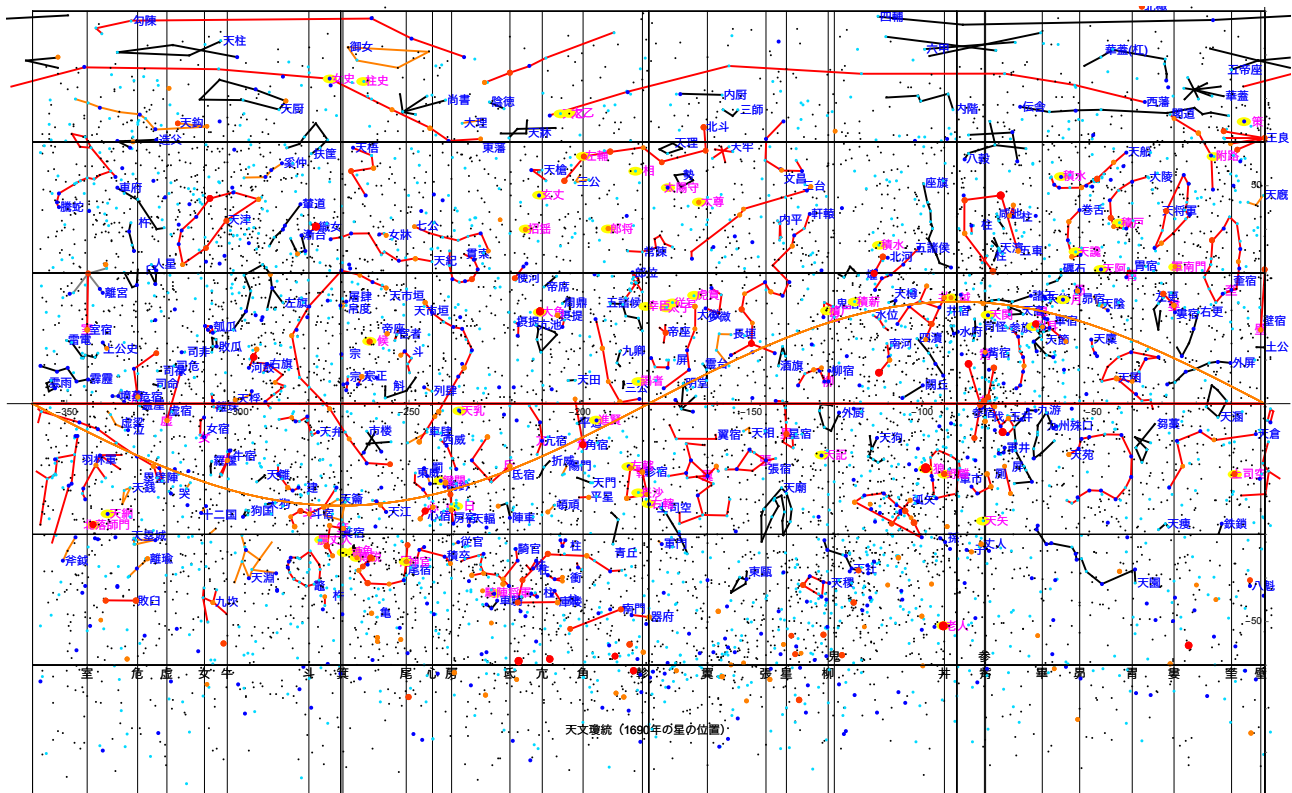
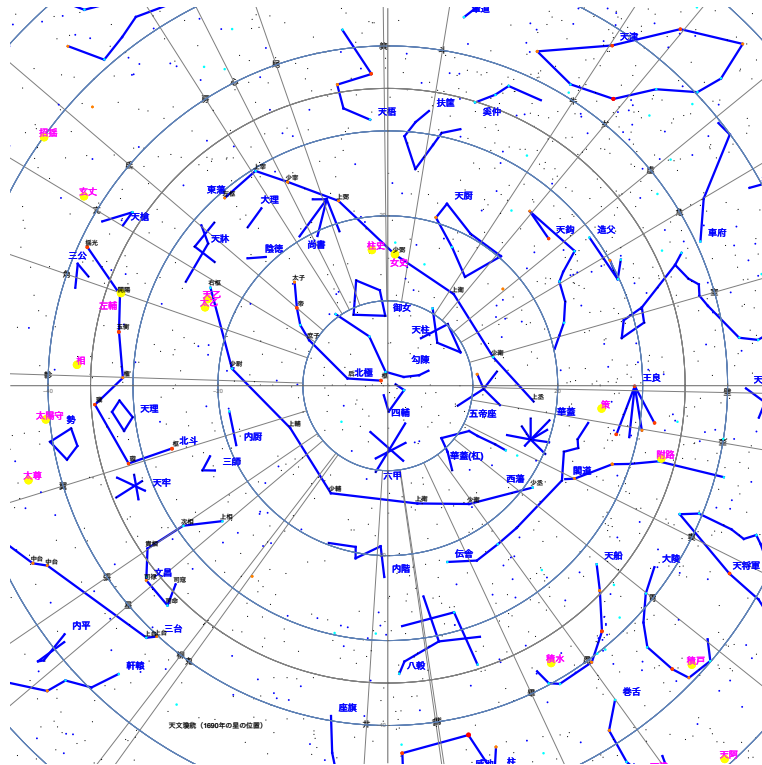


図 6: 『天文図説』に描かれた中国星座を北極中心図(円図)と赤経赤緯直交の方図で表したもの。星座名がピンク色のものは、単独星で星座とされているもの。1690 年の春分点で描いている。

4.2 IAU 星座と『儀象考成』

表 2 に、IAU 星座と『儀象考成』星座の比較を載せる。『儀象考成』では南極天のものは別扱いにした。

中国人が制定した星座は、当然ながら中国から観測できない南極点方向の星は使われていない。したがって、赤緯 $-52^{\circ}42'$ にある老人星（りゅうこつ座 α 星である Canopus, 全天でシリウスに次ぐ明るさの -0.74 等星）以南の星は扱われていない。この事情は、大航海時代以前の欧州でも同様であった。しかし、16 世紀末以降、欧州では南天の星座が加えられていくことになる（[9] の表 2, 表 3 を参照）。

『儀象考成』には南極天の星座図が添えられている。この星々を結んだ星座図を図 3 に示す。比較のため、IAU 星座を結んだものも掲載した。

『儀象考成』は、宣教師が編纂した『崇禎曆書』と『靈台儀象志』の系譜上にあり、かつ戴進賢の観測結果と、Flamsteed の星図 (1725 年) をもとに作成されたもの [10] と考えられている。南極天の星座が登場するのは、『崇禎曆書』以降であるが、もとは西洋の星図に由来するもの、ということになる。

表 1 は、この観点から『儀象考成』に掲載された南極天の星座名を比較したものである。『儀象考成』には 23 の南極天の星座が紹介されているが、星座形状と名称が西洋のものと一致するのは、十字（みなみじゅうじ座）と、三角（みなみのさんかく座）の 2 座のみである。名称のみが一致するのは、鶴、蜜蜂（現在のはえ座）、孔雀、飛魚である。近い名称では、ほうおう（火の中に飛び込んで焼死したのち、蘇る空想の鳥、鳳凰）が火鳥、きょしちょう（巨嘴鳥）が鳥喙、ふうちょう（風鳥、Plancius は 1598 年に極楽鳥として星図を描いた）は異雀に対応している。その他の星座名や星座形状は、中国向けにアレンジされている。

南極天星座で使われる星は比較的明るい星のみを結ぶ西洋星座のスタイルであり（後述する統計的比較を参照）、星座形状は現代でも特定しやすいものである。『儀象考成』以降に制定された現代星座としては、りゅうこつ座・テーブルさん座・レチクル座の 3 つがある。このうち、りゅうこつ座（船の竜骨を表す）はもともとはアルゴ座と呼ばれた大きな星座で、ギリシャ神話に登場するアルゴ船に相当していた。Bayer の『ウラノメトリア』(1603 年) には、船首部分が岩礁に衝突した形で描かれている。この領域の中国星座名が南船、海石、海山とされているのは、その関連であろう。みずへび座・テーブルさん座・レチクル座の位置には、附白、夾白という独自の中国星座が制定されている。それぞれ小雲座（小マゼラン雲）、大雲座（大マゼラン雲）の位置にある。

表 1: 『儀象考成』に記載された南極天の 23 星座と、現代の西洋星座との対応。

現代星座名	略称	ラテン語名	起源・設定者	Bayer(1603)	儀象考成での星座名	Bayer と儀象考成
ケンタウルス座	Cen	Centaurus	Ptolemy	所収	馬腹, 馬尾	馬の部分
エリダヌス座	Eri	Eridanus	Ptolemy	所収	水委	一星のみ重複
みなみじゅうじ座	Cru	Crux	1598, Plancius	所収	十字	直訳, 形状一致
みなみのさんかく座	TrA	Triangulum Australe	1598, Keyser-de Houtman	所収	三角	直訳, 形状一致
つる座	Gru	Grus	1598, Keyser-de Houtman	所収	鶴	直訳
はえ座	Mus	Musca	1598, Keyser-de Houtman	蜜蜂座として所収	蜜蜂	直訳
くじゃく座	Pav	Pavo	1598, Keyser-de Houtman	所収	孔雀	直訳
とびうお座	Vol	Volans	1598, Keyser-de Houtman	所収	飛魚	直訳
みずへび座	Hyi	Hydrus	1598, Keyser-de Houtman	所収	蛇首, 蛇腹, 蛇尾	3 分割
ふうちょう座	Aps	Apus	1598, Keyser-de Houtman	所収	異雀	新名称
カメレオン座	Cha	Chamaeleon	1598, Keyser-de Houtman	所収	小斗	新名称
かじき座	Dor	Dorado	1598, Keyser-de Houtman	所収	金魚	新名称
インディアン座	Ind	Indus	1598, Keyser-de Houtman	所収	波斯	新名称
ほうおう座	Phe	Phoenix	1598, Keyser-de Houtman	所収	火鳥	新名称
きょしちょう座	Tuc	Tucana	1598, Keyser-de Houtman	所収	鳥喙	新名称
りゅうこつ座	Car	Carina	1756, de Lacaille	アルゴ座として所収	南船, 海石, 海山	独自設定
テーブルさん座	Men	Mensa	1756, de Lacaille	—	附白	独自設定
レチクル座	Ret	Reticulum	1756, de Lacaille	—	夾白	独自設定

表 2 に、『儀象考成』の星座と、現代 IAU 星座の統計的な違いを示す。すぐにわかる大きな違いは、『儀象考成』星座の数が 300 近くあり、IAU 88 星座の 3 倍を超えていることである（表 2 の a1 行）。中国星座は、地上の世界を映し出す思想で構成されていて、単独の星であっても星座（星官）として命名されているものが多い。『儀象考

成』では 51 に及ぶ (a2 行)．星を結ぶ線も，単なる直線状であったり，3 点を結ぶだけのものであることが多い．そのため、『儀象考成』星座の平均像は，IAU 星座と大きく異なることになる．

表 2: 『儀象考成』の星座と，現代 IAU 星座の統計的な違い．

	IAU 星座	儀象考成 南極天以外	儀象考成 南極天
全体統計			
a1. 星座の総数	88	291	23
a2. 上記のうち単独星で星座とするもの	0	53	0
b. 星の総数 (同定できたもの)	740	1341	126
c1. 星の平均等級 (同上) (標準偏差)	3.63 (0.98)	4.49 (1.19)	4.05 (1.12)
c2. 最も暗い星の等級 (同上)	5.46	7.88	6.26
d1. 星座線の総数 (同上)	751	1030	104
d2. 星座線の長さ (同上) 仰角 [度] (標準偏差)	5.90 (3.66)	3.63 (4.31)	4.39 (2.23)
e. 星座中心点間平均仰角 [度] (標準偏差)	14.86 (4.56)	6.16 (3.00)	9.38 (4.67)
1 星座あたり平均 (標準偏差)	平均 (標準偏差)		
f. 星の数 (同定できたもの)	8.41 (5.70)	4.61 (4.24)	5.48 (2.98)
g1. 最も明るい星の等級 (同定できたもの)	2.52 (1.31)	3.67 (1.29)	2.77 (1.23)
g2. 星の平均等級 (同上)	3.70 (0.64)	4.39 (1.12)	3.94 (0.85)
g3. 最も暗い星の等級 (同上)	4.56 (0.58)	5.11 (1.30)	4.86 (0.93)
h1. 星座線の数 (同上)	8.74 (6.19)	4.33 (3.85)	4.52 (3.09)
h2. 星座線の長さ (同上) 仰角 [度]	6.10 (3.86)	3.72 (3.35)	4.22 (1.46)
i1. 星座中心と赤道との仰角 [度]	36.72 (21.64)	28.70 (20.13)	63.54 (9.07)
i2. 星座中心と黄道との仰角 [度]	38.78 (24.39)	28.91 (23.91)	65.55 (17.24)
j. 星座線の囲むおよその面積 [平方度]	284 (392)	51.74 (119)	182 (408)
k. 星 1 つあたり占有面積 j/f [平方度]	24.95 (25.03)	6.69 (12.99)	25.58 (53.73)

星座数の違いに対応して，星座に使われる星の数 (b 行)，星座線の数 (d1 行) のどちらも『儀象考成』は格段に多い．また，星座を構成する星の明るさも，暗いものまで必要となる (c1,c2,g1,g2,g3 行)．星の明るさは Hipparcos カタログにある現在の見かけの等級を用いている．通常，裸眼では 6 等星までが視認可能とされるが，『儀象考成』に描かれている星座を描くには，8 等星近くまでのものが必要となった．これは，先行研究でも同様である．おそらく，中国星座では，先に形状ありで，強引に星を割り当てていったものも多くあるのではないかと考えられる．

星座線それぞれについて，結んでいる星の天空上の位置から「星座線の長さ」を 2 星を結ぶ仰角 (度) で表した (d2, h2 行)．『儀象考成』星座は IAU 星座よりも短い線であることがわかる．

各星座を構成する全星の位置座標の平均値を星座の中心位置として求め，その中心位置と赤道・黄道との仰角 (i1,i2) を比較した．IAU 星座でも，『儀象考成』星座でも i1 行と i2 行に差異は見られないので，どちらも赤道や黄道を気にせず星座を構築していることがわかる．中国星座は距星を軸に構成しているが，黄道との仰角に特徴が見られないことは興味深い．

各星座で，星座線を構成する星の東西南北の端にある星の位置を用いて，それらの星と星座中心を結んだ図形の面積を平方度で計算し，その和を星座ごとの「およその面積」とした (j 行)．この値は，あくまでも星座線を結んだ星のみを利用して求めたもので，IAU 星座の表の値も IAU が定めた天空上の領域面積ではない．しかも東西南北端の星と中心点を結んだ最大 4 つの天空上の三角形の面積を算出した単純な値である．星座 1 つあたりの平均的な大きさは，5.5 倍もの違いがある．各星座の面積と星の割合から「星 1 つあたり占有面積」(k 行) を比較しても同様の差がある．IAU 星座では，およそ 5 度角平方に 1 つの星を選んでいるが，『儀象考成』星座では 2.6 度角平方に 1 つの星を選んでいることになる．

各星座の中心位置から、それぞれの再接近星座を求め、2 星座間の仰角を求めた。それらの平均値を e 行に示す。IAU 星座では約 15 度（手を伸ばした時の握り拳 1 つ半）であるのに対し、『儀象考成』星座では約 6 度（同指 3 本分）となった。

『儀象考成』の南極天星座に限ると、いずれも IAU 星座に近い値になる。星座を分割したり、図形を簡略化したりして南極天星座を中国人向けに描いた宣教師の努力の跡が感じられる結果となった。

4.3 『儀象考成』『新儀象法要』『天文瓊統』

表 3 に、3 つの星座図の統計比較を示す。

表 3: 『新儀象法要』渾象図の星座と、既報告星座図の統計。

	新儀象法要	天文瓊統 [2] 中国星座同定	儀象考成 [1] 南極天以外	IAU [1] 88 星座
全体統計				
a1. 星座の総数	295	293	291	88
a2. 上記のうち単独星で星座とするもの	55	54	53	0
b. 星の総数 (同定できたもの)	1407	1313	1341	740
c1. 星の平均等級 (同上) (標準偏差)	4.65 (1.20)	4.45 (1.13)	4.49 (1.19)	3.63 (0.98)
c2. 最も暗い星の等級 (同上)	7.98	6.72	7.88	5.46
d1. 星座線の総数 (同上)	1111	1013	1030	751
d2. 星座線の長さ (同上) 仰角 [度] (標準偏差)	3.79 (4.75)	3.33 (2.22)	3.63 (4.31)	5.90 (3.66)
e. 星座中心点間平均仰角 [度]	6.45 (3.33)	6.39 (3.42)	6.16 (3.00)	14.86 (4.56)
1 星座あたり平均 (標準偏差)	平均 (標準偏差)			
f. 星の数 (同定できたもの)	4.77 (4.43)	4.47 (3.56)	4.61 (4.24)	8.41 (5.7)
g1. 最も明るい星の等級 (同定できたもの)	3.71 (1.33)	3.67 (1.25)	3.67 (1.29)	2.52 (1.31)
g2. 星の平均等級 (同上)	4.54 (1.11)	4.35 (1.08)	4.39 (1.12)	3.70 (0.64)
g3. 最も暗い星の等級 (同上)	5.25 (1.23)	4.97 (1.19)	5.11 (1.30)	4.56 (0.58)
h1. 星座線の数 (同上)	4.00 (4.15)	4.24 (3.45)	4.33 (3.85)	8.74 (6.19)
h2. 星座線の長さ (同上) 仰角 [度]	4.27 (7.50)	3.18 (2.02)	3.72 (3.35)	6.10 (3.86)
i1. 星座中心と赤道との仰角 [度]	29.91 (20.10)	28.58 (19.78)	28.70 (20.13)	36.72 (21.64)
i2. 星座中心と黄道との仰角 [度]	29.98 (24.85)	28.88 (23.61)	28.91 (23.91)	38.78 (24.39)
j. 星座線の囲むおよその面積 [平方度]	50.61 (133)	50.54 (129)	51.74 (119)	284 (392)
k. 星 1 つあたり占有面積 j/f [平方度]	8.94 (23.2)	6.45 (14.9)	6.69 (13.0)	24.95 (25.0)

IAU 星座と中国星座の基本的な違い（星座数、星座線、星座線の長さなどに見られる星座の平均的な大きさの違い）は、前節で指摘したものが確認されるので繰り返さない。比較の軸となるのは、(A) 『新儀象法要』と『儀象考成』、(B) 『新儀象法要』と『天文瓊統』の 2 つである。

(A) は、中国国内で、宋代に描かれた星座と、清代に描かれた星座の比較になる。清代の『儀象考成』(1753 年) は、宣教師たちが持ち込んだ西洋星座図をもとにして、中国星座を描いたものである。中国星座といえば『儀象考成』あるいはその続編の『儀象考成後編』(1845 年) のものを代表とすることが多いが、宣教師たちは実際に天体観測をしたわけではなく、星座図も誤って記載したものがあることが竹迫によって指摘されている [10]。実際、『儀象考成』と『新儀象法要』の星図を並べると、星座の形状が一致しているのは三垣の右垣・左垣と 1 等星周辺の星座くらいのもので、その他は微妙に違っていたり、まったく違う場所に位置していたりする。表 3 の数値からは、時代が下ると、星座を構成する星の明るさが全体的に明るいものになり、星座線の長さは短くなっている。これらの違いの原因としては、単なる宣教師たちのミスとも考えることもできるが、肉眼で見える星を頑張って結

ぼうとした結果、とも考えられるのではないだろうか。両図に対峙した筆者の感覚として、中国オリジナル（『新儀象法要』）の星図の方が、形状が理想的に描かれていて、どうも「はじめに形あり」というスタイルで星座が設定されている印象を受ける。それが、後の時代に、現実の星の位置に対応して置き換える作業がなされていった、と考えるのも一案であろう。

(B) は、渋川春海が中国星座の情報を手にし、自身での天体観測での確認作業を通じて描き出した図との比較である。渋川春海が直接『新儀象法要』を参照したかどうかは不明だが、『新儀象法要』を典拠とする星図に影響されていることは確実である（拙論 [9] とその引用文献参照）。『天文瓊統』（1698 年）は、渋川が江戸と京都の双方で天体観測を行い、中国星座を同定し、天球面上の空いている箇所には自身で命名した星座（元禄中所名星座）を配置した。表 3 には渋川が同定した中国星座部分の統計を掲載している。『新儀象法要』星図と『天文瓊統』星図を見比べると、この 2 者も星座の形状が一致しているのはごくわずかである。どちらかという、『天文瓊統』の方が形状は簡略化され、小ぶりになっている印象を受ける。表 3 のデータからも『天文瓊統』の方が、(A) と同様に、星座を構成する星の明るさが全体的に明るいものになり、星座線の長さは短くなっていることがわかる。『天文瓊統』の特徴は、肉眼で観測できる星のみで描かれていること、といえる。この事実もまた、天球に描かれる図柄が、理想的なものから現実のものへとシフトしたことを示している。科学的なアプローチが、近代化されていくプロセスがみられる。

表 4: 『新儀象法要』渾象図を三家星座別にした統計。

	新儀象法要 石氏中外官	新儀象法要 甘氏中外官	新儀象法要 巫咸中外官
全体統計			
a1. 星座の総数	142	119	33
a2. 上記のうち単独星で星座とするもの	29	21	4
b. 星の総数 (同定できたもの)	794	478	134
c1. 星の平均等級 (同上) (標準偏差)	4.02 (1.23)	5.01 (0.70)	4.97 (0.75)
c2. 最も暗い星の等級 (同上)	5.85	4.92	6.29
d1. 星座線の総数 (同上)	641	380	90
d2. 星座線の長さ (同上) 仰角 [度] (標準偏差)	3.70 (2.40)	4.04 (7.43)	3.38 (2.02)
e. 星座中心点間平均仰角 [度]	6.42 (3.35)	6.59 (3.43)	6.43 (3.44)
1 星座あたり平均 (標準偏差)	平均 (標準偏差)		
f. 星の数 (同定できたもの)	5.59 (5.11)	4.02 (2.74)	4.06 (4.03)
g1. 最も明るい星の等級 (同定できたもの)	3.01 (1.35)	4.34 (0.89)	4.31 (0.97)
g2. 星の平均等級 (同上)	4.02 (1.23)	5.01 (0.70)	4.97 (0.75)
g3. 最も暗い星の等級 (同上)	4.87 (1.41)	5.61 (0.88)	5.56 (0.99)
h1. 星座線の数 (同上)	5.60 (4.12)	3.88 (3.47)	3.10 (2.66)
h2. 星座線の長さ (同上) 仰角 [度]	3.93 (2.37)	4.77 (11.40)	3.87 (2.38)
i1. 星座中心と赤道との仰角 [度]	28.66 (18.30)	30.96 (22.58)	31.81 (18.44)
i2. 星座中心と黄道との仰角 [度]	28.90 (21.47)	31.58 (28.44)	29.73 (24.95)
j. 星座線の囲むおよその面積 [平方度]	71.23 (143)	36.22 (134)	15.33 (31.66)
k. 星 1 つあたり占有面積 j/f [平方度]	12.18 (29.39)	7.05 (17.03)	2.45 (2.37)

表 4 は、中国星座にしばしば用いられる三家分類を統計的に比較したものである。三家分類は、歴史的には石氏、甘氏、巫咸の順に制定されていった [14] こともあり、石申星座が三分類の中では、平均的な星座像としては、明るい星が使われ、星の数も多く、星座の大きさも大きい。甘徳星座と巫咸星座の違いはほとんどなく、石申星座に比べれば、いずれも小振りの星座になっていることがわかる。この特徴は、渋川春海の星図に見られる三家分類の統計比較結果 [2] と一致する。

4.4 『天文瓊統』での渋川春海が独自に制定した星座

実際に天体観測をした渋川春海にとって、中国星座の定義されていない領域に同程度の明るさの星があることが気になったようだ。渋川春海は、空いている領域に、独自に「元禄中所名星座」と銘打った星座を 61 座 308 星として制定している⁹。

「天文成象図」では独自の星座を灰色の星で描いている。図 7 で、シアン色で結んだ星座線の星座がそれらである。星図を見ると、確かに独自の星座は、中国星座の定義されていないところに、同じような大きさで、考案されている。星座名 ([2] の附表に採録) は、周囲にある中国星座名に倣い、宮中の役職であったり、市中の施設に対応するものが多い。

表 5 に、『天文瓊統』の星座と、現代 IAU 星座の統計的な違いを示す。渋川春海が制定した「元禄中所名星座」は、中国星座のスタイルをほぼ踏襲していることもわかる。ただし、「元禄中所名星座」は、中国星座の定義されていなかった「残り物」の星々から作られたこともあり、使われる星の明るさは暗いものとなっている。

表 5: 『天文瓊統』の星座と、現代 IAU 星座の統計的な違い。

	IAU 星座	天文瓊統 中国星座同定	天文瓊統 春海独自制定
全体統計			
a1. 星座の総数	88	293	61
a2. 上記のうち単独星で星座とするもの	0	54	0
b. 星の総数 (同定できたもの)	740	1313	307
c1. 星の平均等級 (同上)(標準偏差)	3.63 (0.98)	4.45 (1.13)	4.91 (0.73)
c2. 最も暗い星の等級 (同上)	5.46	6.72	7.92
d1. 星座線の総数 (同上)	751	1013	248
d2. 星座線の長さ (同上) 仰角 [度] (標準偏差)	5.90 (3.66)	3.33 (2.22)	3.55 (1.98)
e. 星座中心点間平均仰角 [度]	14.86 (4.56)	6.39 (3.42)	14.32 (5.23)
1 星座あたり平均 (標準偏差)		平均 (標準偏差)	
f. 星の数 (同定できたもの)	8.41 (5.7)	4.47 (3.56)	5.03 (2.81)
g1 最も明るい星の等級 (同定できたもの)	2.52 (1.31)	3.67 (1.25)	4.17 (0.59)
g2. 星の平均等級 (同上)	3.70 (0.64)	4.35 (1.08)	4.77 (0.57)
g3. 最も暗い星の等級 (同上)	4.56 (0.58)	4.97 (1.19)	5.43 (0.91)
h1. 星座線の数 (同上)	8.74 (6.19)	4.24 (3.45)	4.28 (2.76)
h2. 星座線の長さ (同上) 仰角 [度]	6.10 (3.86)	3.18 (2.02)	3.75 (1.44)
i1. 星座中心と赤道との仰角 [度]	36.72 (21.64)	28.58 (19.78)	31.43 (21.13)
i2. 星座中心と黄道との仰角 [度]	38.78 (24.39)	28.88 (23.61)	37.48 (24.28)
j. 星座線の囲むおよその面積 [平方度]	284 (392)	50.54 (129)	42.67 (49.77)
k. 星 1 つあたり占有面積 j/f [平方度]	24.95 (25.03)	6.45 (14.9)	6.48 (6.19)

5 まとめ

本発表では、中国の清代に記された『儀象考成』星図 (1753 年)、宋代に記された『新儀象法要』渾象図 (1094 年)、江戸初期の渋川春海『天文瓊統』天文天象図 (1698 年) を、Hipparcos カタログをもとに星を同定することによって再現した。星座図の統計量を求め、3 つの星座図の比較を行ったところ、両者に比較して『新儀象法要』で使われた星は暗いものまで含まれていたり、形状が複雑であることが判明した。歴史的な流れを含めると、星

⁹実際には、渋川春海が 50 座、昔伊が 11 座を命名した (あるいは観測した)、という [13]。

座の形状が理想的なものから、観測を基礎とした現実的なものへと変遷していることが読み取れる結果となった。また、中国星座としてよく知られる三家星座分類の特徴も明らかにすることができた。

一連の本研究は、諸々の星図について、星の再同定を行いながら、歴史的なつながりを追うことにある。今後、他の時代や地域の星図についても、同様の同定作業と統計的比較を行うことによって、天文に関する文化の伝播・受容のプロセスが解明される一助となると考えられる。

謝辞

本研究は、科研費・挑戦的研究（開拓）「天文文化学の新展開：数理的手法の導入で文化史と科学論から自然観を捉える研究の加速」（課題番号：24K21170）のサポートを受けた。竹迫忍氏には、基本的な質問に丁寧にご回答いただいたり、資料やデータを提供されたことに感謝します。

参考文献

- [1] 真貝寿明「星座図の統計比較 (1):『欽定儀象考成』に描かれた星座」大阪工業大学紀要 70-1 (2025) p.1-34
- [2] 真貝寿明「星座図の統計比較 (2):『天文瓊統』に描かれた星座」大阪工業大学紀要 70-1 (2025) p.35-69
- [3] 真貝寿明「星座図の統計比較 (3):『儀象法要』に描かれた星座」大阪工業大学紀要 (2025) 掲載決定.
- [4] International Astronomical Union. The Constellations;. <https://www.iau.org/public/themes/constellations/>
- [5] D. Bucur, *The network signature of constellation line figures*, Pub. Lib. Sci. (PLoS) ONE 17(7): e0272270.
- [6] D. Bucur, *Parallels in the symbolism of star constellations*, preprint, arXiv:2306.17573 (2023)
- [7] 李亮著, 望月暢子訳『中国古星図』（科学出版社, 2024）
- [8] 大崎正次『中国の星座の歴史』（雄山閣, S62）（普及版として, 雄山閣, 2023）
- [9] 真貝寿明「星図・星座図の系譜」大阪工業大学紀要 69-1 (2024) p27-54
- [10] 竹迫忍「宣教師による中国星座の同定方法の検証」数学史研究 III 期 3 (2023) 93.
- [11] 徐剛, 王燕平『星空帝國 中國古代星宿揭秘』（楓樹林出版, 台湾, 2019）
- [12] 渡辺敏夫『近世日本天文学史（下）』（恒星社厚生閣, 1987）.
- [13] 嘉数次人「渋川春海の星座研究－天文占との関係を中心に－」科学史研究 54 (2016) 354.
- [14] 前原あやの「星座の三家分類の形成と日本における受容」東アジア文化交渉研究（関西大学） 8 (2015) 295.