

日本天文学史上に現れる天文儀の 3DCG 復元

天文・天体物理若手 夏の学校 2010/8/2-8/5

大阪教育大学 M1 柳澤洋文

・序：

古来日本において天象は吉凶を占う対象、占星術として扱われてきた歴史がある。そのため日月食や星犯などの記録は数多く残っているものの、これらは科学的な見地から行われた天体観測ではない。科学的見地から天体観測を行ったのは江戸時代、日本独自の暦である貞享暦を作成し、改暦に成功した初代幕府天文方の保井春海をもって初めてである。彼が改暦に際し使用した天文儀器は現存していないが、文献にその概要が伝わっている。そこで今回彼が用いた観測儀器の一つである「渾天儀」を取り上げ、その 3DCG 復元を行った。

・渾天儀：

略して渾儀ともいう中国由来の観測儀器で、赤道環や黄道環、子午環、地平環等からなる環を集合させた球形の儀器。漢の武帝(B.C.140~87)の時代、洛下閎が初めて作成したとされる。中国では天文学唯一の測器として、歴代天官が用いたものである。馬場信武著「初学天文指南」にその構造が詳しく載っている。導入天体の赤緯、時角を求めることが出来、主な恒星や惑星の位置測定に用いられた。日本への流入時期は定かではなく、作成された時期も不明瞭であるが、観測に特化させた新製渾天儀(後述)は保井春海が作成したものである。渾天儀は教育用のものと観測用のものとで分かれ、その構造も異なる。前者は主として天球儀を表し、現存するものは日本の各地に見られるが、後者で実際観測に用いられた大型のものは一基も残っていない。



馬場信武著「初学天文指南」より抜粋

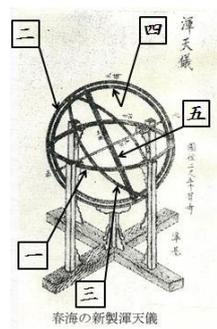
・新製渾天儀：

上記中国古来の渾天儀では環が多く不便があったとして保井春海は余分な環を省き、簡素化し観測に用いた。正確には三辰儀省いたものである。その後、同時期に何基か作られ、幕府天文方や京都土御門家の天文台などに設置された。しかしそのほとんどが現存していない。

・新製渾天儀の構造：

保井春海著「天文瓊統」巻一渾天の条にその構造、環の径の値について詳しく載っている。

- 地平単環、内径二尺四寸、闊一寸、厚四分(後略)
- 天経立双環、経二尺四寸、闊五分、厚三分(後略)
- 天緯単環、経二尺三寸八分、闊四分、厚二分(後略)
- 四遊環、径二尺二寸、闊五分、厚三分(後略)
- 玉衡、長二尺二寸五分(後略)



- ・一、地平単環… 渾天儀を水平に保つ環。輪の中心に溝が掘られており、そこに水を満たし、水平を保つ。水準器の役割を果たす。
- ・二、天経立双環… 天球で言う子午線を表わす双環。周天度を表わす目盛が刻まれている。
- ・三、天緯単環… 天の赤道を表わす単環。時角を表わす目盛が刻まれている。
- ・四、四遊環… 可動する双環。二点を子午線上で留め、その線上を北辰(北極星)に向ける。その二点を軸に回転し、時角を測る。赤緯を表わす目盛が刻まれている。
- ・五、玉衡… 四遊環に付属する天体観測‘筒’内空で、両端に円孔を穿ち、天体を窺いその赤緯を測る。また環は青銅が用いられていたと推定される。

・天文学者 保井春海

保井(渋川)春海(1639-1715)

元は徳川幕府将軍碁所を務めた安井家筆頭の棋士で、二代目安井算哲を名乗っていた。碁格 7 段、天元戦法の創始者として知られている。碁も達人ながら天文、暦、和算にも通じ、また山崎闇斎、安部泰福を師として神道も学ぶほどの博学多才な人物であった。彼は当時施行していた宣明暦の誤りの多さに気づき(宋や唐の暦をそのまま日本で適用させたため)、自身で新たな暦である「貞享暦」を作り上げ、初めて国産の暦により改暦に成功した。

この功績を讃えられ、幕府は天文、暦を扱う部門である天文方を創設し、春海を初代天文方に任命。1702 年、姓を安井家の旧姓である渋川に改めた。

春海の代表的な著書、作品に「天文瓊統」「天象列次之図」「天文分野之図」新製渾天儀、天球儀が挙げられる。

・自身の手法：

京都市下京区の円光寺には渾天儀を設置するための台石が現存している。この台石は当時梅小路にあった土御門屋敷内の天文台から移動されたものであることが分かっている。その台石については先行研究(京都天文めぐり・地連協共同プロジェクト 2000 以下先行研究と称す)で計測が行われ、重量約 900kg、一辺 142cm、厚さ 15cm の花崗岩製であることが明らかになった。台石表面には水準器の役割を果たす十字線、渾天儀の脚を固定する方形の穴が穿たれておりその間隔から渾天儀のサイズが推定される。

次に保井春海著「天文瓊統」巻一渾天の条に記載される新製渾天儀の数値変換を行った。

	春海的设计(天文瓊統) (尺)				3DCG 復元 (cm)			
	外径	内径	幅	厚み	外径	内径	幅	厚み
地平環	2.6	2.4	0.10	0.04	78.7	72.7	3.0	1.2
天経環	2.4	2.3	0.10	0.04	72.7	69.7	1.5	1.2
天緯環	2.38	2.3	0.10	0.04	72.7	69.7	1.5	1.2
四遊環	2.2	2.1	0.05	0.03	66.7	63.6	1.5	0.9
	長さ		幅		長さ		幅	
玉衡	2.25		0.055		68.2		2.0	
支柱	-		-				4.0	
脚	-		-				8.0	



※一尺 30.3cm として換算(先行研究を参考)

また台石が置かれていた地の経緯度は

経度=135°44'20"、緯度=34°58'51"

(近世日本天文学史 下巻 P.468 渡辺敏夫著)

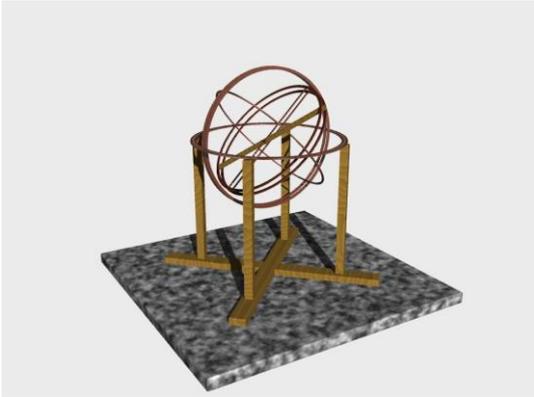
これより極軸、天緯環の傾きを決定できる。

以上の条件、数値を元に復元を行った。



円光寺所在

・3DCG 復元：



先行研究での復元及び試験観測

使用ソフト Shade11

・アニメーションレンダリングによる浑天儀の動きの表現

・結語：

浑天儀は天球を赤道座標で説明できる構造を持ち、さらに四遊環、玉衡筒の存在から天を伺う機能を持つため天球の構造を説明する上で非常に教材的な価値が高いと思われる。文献上イメージしにくい浑天儀の実際の動きをアニメーションで復元することにより、さらに汎用性の高い動画教材仕上がったと思われる。また、これら教材を用いてあまり知られていない日本の儀器史、天文学史の普及にも努めたい。

・参考文献：

- [1]近世日本天文学史 上下巻 渡辺敏夫著 恒星社
- [2]現代天文学講座 15 天文学史 中山茂 編 恒星社
- [3]京都天文めぐり・地連協共同プロジェクト 2000