

ラセカールが摂動法で得た結果ともよく一致している。しかし回転が速くなると採用した方法でかなりの差異を生じ、前述の近似が悪くなることわかる。ここで i) の変分原理で得られた結果が ii), iii) の方法で得られた結果の平均的なものを示していることに注目すれば、変分原理で得られた結果が $n = 1$ の圧縮性回転流体の形状を最もよく表現していると想像してもよいであろう。“マクローリン的”な形状から“ヤコビ的”な形状が分れる分岐点はロバーツにより近似的に与えられていたから、その位置を第 1 図の点線で示してある。したがって iii) の方法で得られる平衡形状は分岐点以前でなくなり i) の方法で得られる平衡形状は“ヤコビ的”な形状までも存続し得ることになる。それではどちらの解答が正しいのだろうか。

圧縮性回転流体にどの程度大きな回転を与えると平衡形状がなくなるかという大ざっぱな目安はポアンカレ (Poincaré), ジーンズ (Jeans) によって与えられていたが、ロバーツは独特な思考実験の後、 $n = 1$ の圧縮性回転流体に対する平衡形状系列の正確な終結点 (離心率) よりも i) で得られた終結点の方が大きく見積りすぎてあり、iii) で得られたものは小さく見積りすぎであることを確めて平衡形状系列の終結点を比較的狭い範囲におさえることができた。ロバーツが得た分岐点は確かにこの範囲内に入っているけれども、厳密な意味で終結点に分岐点より前にあるのか後にあるのか確かなことはいえなかった。仮に i) の方法で得られた結果を採用するなら、少なくとも $n = 1$ の圧縮性回転流体の平衡形状系列としては“ヤコビ的”な形状まで存続し得るだろうが、もっと確かなことについては今後の研究を待たなければならない。

つぎに第 2 図をながめて非常に顕著なことは、i) ~ iii) いずれの方法で求めた赤道半径とともに、平衡形状系列の終結点近くで回転のわずかな変化に対して非常に敏感になり、わずかに回転を増すだけで赤道半径が著しく伸びてしまうことであろう。これはなにか材料力学という金属の降伏現象を思わせる。わずかに回転をもった圧縮性回転流体としての原始星または原始星雲を考えるとき、

これらの物理状態が時間とともに徐々に変化する結果、これらは角運動量を保存しながら徐々に凝縮していくだろう。したがって、原始星または原始星雲は各瞬間ごとの物理状態と回転速度に対応した平衡形状を形づくりながら時間とともに準静的に変形していくものと考えられるから、もしこのような降伏現象が一般の圧縮性回転流体に起こるものならば、ある段階でこの凝縮をくいとめるようななんらかの機構が現れない限りこれらは平衡形状の終結点近くで加速度的あるいは破局的に非常に扁平な形になることを暗示していることになる。しかしこの段階ではもはや準静的な変形ではあり得ないから、多分別の理論を必要とする構造を示し始めるだろう。

(付記)

彼等による非圧縮性回転流体の議論で次の結果を付記しておきたい；非圧縮性回転流体に任意の無限小変形を与えた場合に、その回転流体が長年安定であるか不安定であるかという問題は、古典的には流体各部分の無限小変形によるポテンシャルエネルギーの変化の様子をラーメ函数を使って調べられ、回転 (正確には角運動量) を徐々に大きくしていくときに、長年安定の平衡形状を (数学的必然性とは無関係に) 接続したものが、球から出発するマクローリンの回転楕円体 → ヤコビの楕円体というポアンカレの平衡形状系列であったが、この方法ではマクローリンの回転楕円体に与えられた変形がどのように残留して、必然的に次のヤコビの楕円体に移行するのか明らかではなかった。ところがレボビッツ (N. R. Lebovitz, 1961, Ap. J., 134, 500) は回転流体に与えられた変形に関する諸量をテンソルに拡張して表示し、更にこれら諸量が回転流体全体にわたって積分された形で考慮したテンソルヴィリアル方程式から出発して、マクローリンの回転楕円体には五種類の独立な微小振動が存在し得ることを見出した。これら振動のうちには、マクローリンの回転楕円体が長年不安定なる分岐点で、振動周期が無限大になるものが一つあって、分岐点で時間に関係になるこの変形が、とりもなおさずヤコビの楕円体に連続させるような変形であることを確めた。

藤堂家旧蔵 渋川春海作天球儀

井本 進*

藤堂家にあった天球儀を、筆者は約 27 年間座右において眺めてきた。すなわちこの天球儀が私の所有となっ

たのは昭和 11 年 10 月 24 日のことであって、大阪市の高島屋で開かれた古書展で購入したのであった。

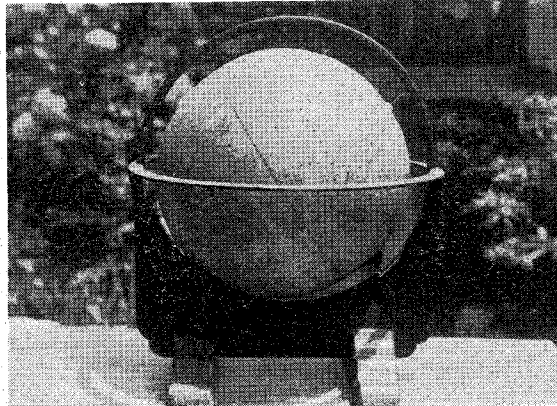
たまたま昨年春、筆者はこの天球儀が藤堂家にあつたほどのものであるから、相当な人の製作に違はなく、

* 大阪科学技術センター

またその天球に画かれている星座の様子から見て相当古いものに違いないと思ったので、どこかに銘があるはずと考えて、台木を解体するなどして調べた処、その天球儀の地平環の裏面につぎのとおり銘があることを発見したのである。それまでも誰の作か、天球に画かれている星座の春秋二分点などによって年代を算出して製作年代を知ろうと試みたこともあったが、多忙にとりまぎれて今日に至ったのであった。

この天球儀に画かれている星座には渋川春海が新しく制定したいわゆる青点の新星座⁽⁴⁾ 61 座が書かれていないので、相当古いものであることはほぼ想定されていたのであった。

この地平環とこれに垂直に作られている子午環とはともに銅製であって、地平環には子丑寅卯というような十二支や、甲乙丙というような十干（戊己を除く）それに乾坤巽艮を加えた二十四の方角の名が刻まれており、すなわち『甲卯乙辰巽巳丙午丁未坤申庚酉辛戌乾亥壬子癸丑艮寅』の順になっていて、これらの文字は地平環を上から見るとよ



く読みとれるが、地平環の裏となると光線の工合もあって、天球儀を全くさかさまにしてよほどよく見ない限り読みとれないものであった。その銘というのは、

『稻荷左兵衛泰為起日所望 保井算哲源春海因之
天球 貞享改元甲子夏日 元禄三年初秋写之』

というのであった。日という字があるが、これは東京天文台の故前山仁郎氏が筆者に知らせて下さったので判ったのであるが、因という字の異体文字だそうである。あるいはこの異体文字については前山氏は生前史料編纂所の桃裕行氏と往来があったから、桃氏の調査によったものかも知れない。

この天球儀の銘によるとつぎのことがわかるのである。すなわちこの天球儀は藤堂家のために作ったものではなく、稲荷左兵衛泰為起（大山為起）のために、保井算哲源春海が作ったものであって、大山為起は伏見稲荷の神官をしていた人であった。これも前山氏の調査である。

筆者はこの天球儀を購入して間もなく、前の所有者であった大阪市南区日本橋南詰の公立社書店主藤堂卓氏（すでに同書店はなく、藤堂卓氏も故人となった。）にこの天球儀の由緒を尋ねた処、昭和 11 年 11 月 14 日付の手紙で筆者宛次の回答があった。

1. 天球儀は小生宅に昔よりありしものにて、小生は趣味を有せざりし故、かつ保存に手数を要する故、試に即売会へ出陳せしに貴下のお目に留りお買上の栄を賜いしもの也。
2. 元来小生の家は津藤堂家の分家にして今より 300 余年前より名張に住せり。祖先藤堂高虎の養子と成り名張藩 2 万石を領せしなり。
3. 外に天球儀に関係せるもの見当らず、小生幼少の頃家運衰えし時、家具什宝尽く売尽したれば也。

右の次第にて小生今まで所蔵せしものは天球儀の外に山鹿素行著の兵法の書だけに候。亡父は天球儀の事は何も語らざりしも、山鹿素行の兵法の書だけは大事に

せよとの平素の言なりし故、これはまだ手放さず大事に保存致し居り候。以上のような内容の手紙であったのである。

天球儀の地平環と子午環とのみが銅製すなわち金属でできており、円形で互に直角に交叉していることは写真に見るとおりであるが、天球の心棒は 35 度の傾斜で子午環の目盛りに合わせてあって、子午環には

物指しに見るような目盛りがほどこされていて 180 度に分画されているのである。

北極出地 35 度は現在の大体北緯 35 度に当るが、銘によるとこの天球儀の天球は原型でなく写しであるので、最初京都梅小路司天台での観測用として作られたものが、別にあつたのではないと思われる。（実際は角度で約 5 分北にふれているのであるが、この程度の誤差は実用上当時の天文観測上の精度として無視できたのであろう。）

ここに問題となるのは、天球儀に彫られているその銘によると、この天球儀は元来藤堂家のために作られたものではなく、稲荷左兵衛泰為起（大山為起）のために、保井算哲源春海が元禄 3 年（1690）初秋に写して作ったのである。この天球儀が京都の緯度に合せて作られていることはこの銘を裏書きしているものであって、保井算哲というのは渋川春海の改名する前の姓名で、父の姓は安井といったが、その後延宝 5 年（1677）より後は春海は安井の安を保井と改め書いていたのである。その後天和 3 年（1683）頃になって姓を渋川に改め、渋川春海となったが、渋川というのは自分の郷里が大阪河内国渋川郡であったのに基づいているのである。

渋川春海（1638～1715）については有名な暦学者であ

るので知る人は多いが少しその事蹟について述べよう。春海の家は幕府の基所で代々世襲で勤めた名門であって、將軍家はもとより会津藩主保科正之など諸大名の知己が多くあった。大阪の道頓堀を開いた安井道頓を先祖にもつ家柄であった。父の死後は家業を継いだが、春海は天文曆学に精しく、当時行なわれていた宣明曆は施行700余年の古い曆であったので誤差が甚しく、日蝕が起こっても曆と一致しないという有様であった。すなわち宣明曆が天の運行に後れること2日なることを指摘したのはこの渋川春海であって、曆を改めるよう3度上表して、ついに日本人の手になる最初の改曆を行なったのであった。これを貞享曆という。そして春海はまた徳川幕府最初の天文方にもなったのであった。

さて上の銘によると、保井算哲は大山為起のためにこの天球儀を作ったのであるが、まず貞享改元甲子の年(1684)に星図を自ら画いて天球を製作し、その後6年を経た元禄3年(1690)初秋に、これに基づいて写しを作ったのであろう。ただ理解に苦しむのは大山為起のために作ったこの天球儀がどうして津の藤堂家の分家である名張の藤堂家へ行ったのであろうか？ これについてはさらに調査せねばならない。

渋川春海は同じ元禄3年に同様の天球儀を作って伊勢神宮へ奉納しているが、藤堂家も伊勢に近いことであるので何かこれと関連があったのではないか？ これは私の想像にしか過ぎない。伊勢神宮へ奉納された天球儀はいま伊勢の徴古館に残っている。その大きさ、型状、製作が似ており、特に相違しているのは、徴古館にある天球儀の天球は白い胡粉で塗った上に星座を画いてあるが、当方のそれは天球全面に漆を塗った上に星座を書いている点と、機械部分(銅製)と台座(木製)とは伊勢神宮へ奉納した方はさすがに入念に作られているなどである。銀河は両者ともに北から南へ金箔で縋めてあり、赤経赤緯の分画線も金泥にて描出している。

終りに天球に書かれている星座であるが、これは中国古来から伝わっている石申、甘徳、巫咸三家の星経にのっている星座286座1464星⁽²⁾が(その中、星名だけは5星座余りが異同があるが、例えば鬮頭2星、巫官2星、天棒5星、天維3星、天泉10星などは古代の名称で今はない。)昔この星座が定められたときのまま殆んど変更なくプロットされていることは特に注意する必要があると思う。すなわち約2000年余りの間殆んど変更のなかった星座へ、そのうち(元禄10年冬)渋川春海は新しく星座61、星数308を加えたのであって、この新星座は春海の実測によるもので画期的のものであるといえよう。すなわち紀元前324年ギリシャのアレクサンドロス大王が、ペルシャ、パクトリア、ソグジアナなどの諸国を征服し世界統一をなし遂げたが、この頃西域地方で多分コータン

(Khotan)か燉煌辺りで星経の元となっていた『星占』という書が著わされたものらしく、現在星経は散逸して内容は全部伝わっておらず、不完全本であり、星占もまた燉煌発見の残巻ではあるが、星宿と星数全部が記載されているのでこの天球儀が製作当時、天球儀に画かれた星宿が古代のままであることがわかるのである。

春海が定めたいわゆる青点の新星座61星数308はこのように画期的なものであるが、その著天文瓊統(元禄11年1698)、またその子普昇^{ひらたか}の名で公刊した天文成象図(元禄12年1699)などには載っているが、上記二つの天球儀の星座の中にはなく、したがって春海がその以前寛文10年(1670)に作った天象列次之図や延宝5年(1677)に作った天文分野之図にも新星座は同じく載っていないで、古来のままの星座のみ画かれているのである。こういう点から考えると春海は新星座を実測してプロットしたのであるから貞享元年(1684)の空と紀元前300年頃すなわち2000年前の空とを実際について比較しているものということができよう。

まだこの天球儀について検討を要することは多いが、故前山仁郎氏が藤堂家旧蔵天球儀につき寸法をとられたものがあるのでそれを記載する。筆者が測った寸法は前山氏測定のものとは多少違っているので、併せて下記しよう。

	前山氏測定	井本測定	平均値
天球の周囲	73 糎 2	75 糎 2	74 糎 35
天球の直径	23 糎 4	24 糎	23 糎 7
天球儀の高さ	—	38 糎	—
地平環の周囲	—	93 糎	—

平均値とあるのは前山氏の測定と筆者の測定との平均である。前山氏の方が精密に測られていると思うが、なおかつ多少の誤差があるであろう。(昭和38.10.4)

参 考

- 西内 雅 渋川春海の研究 昭和15年10月
 渡辺敏夫 保井春海星図考 昭和38年9月
 (東京商船大学研究報告第14号)

註(1) 星座には魏の石申、齊の甘徳、商の巫咸の三家制定のものがあるので石申を赤点で表わし、甘徳を黒点で、巫咸の星を黄点で表わすのが習慣になっている。春海は自分が制定した星座の星を青点で表わした。

註(2) 星経は不完全本であるので星の総数はわからないが、皇占残巻には『合赤黒黄星有二百三家八十三官一千四百六十四星』とあり天文成象図には『三家合三百座計一千四百六十五星』とあって合計で一星だけが合致しない。星座数も一致していないが、星座数は数え方によって変ることがあり得る。