規矩考
――墨家の幾何学――

岡本　光生

小稿は2010年5月中国山東省滕州で開催された第8回墨子国際研討会に提出した拙稿「規矩考――墨家の幾何学――」に大幅に手を加え、日本語に訳したものである。原文は中国墨子網・百家論墨第二頁に掲載されている。参考とされたい。

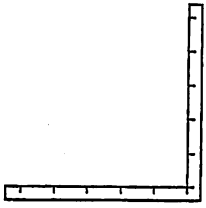
一　前言

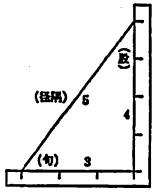
墨子・天志上篇に「我有天志、譬若輪人之有規、匠人之有矩。輪匠執其規矩、以度天下之方圜」、天志中篇に「子墨子之有天志、辟之無以異乎輪人之有規、匠人之有矩也。今夫輪人操其規、将以量度天下之圜与不圜也。曰、中吾規者謂之圜、不中吾規謂之不圜。是以圜与不圜皆可得而知也。此其故何也。則圜法明也。匠人亦操其矩、将以量度天下之方与不方也。曰、中吾矩者謂之方、不中吾矩者謂之不方。是以方与不方皆可得而知也。此其故何也。則方法明也」、天志下篇に「子墨子置立天志、以為儀法、若輪人之有規、匠人之有矩也。今輪人以規、匠人以矩、以此知方圜之別矣」、法儀篇に「百工為方以矩、為圓以規」とある記述によれば、墨家は規と矩とを用いて正確な円と方とが作図され、あるいは測定されることを認識していた。規はすなわちコンパスであり（図1）、規の作図する曲線はすなわち正確な円である。墨家の幾何学において、円は規によって前提なしに作図される図形であり、規は墨家の幾何学において基本となる二つの工具のうちの一つなのであった。

図1　和漢三才図会より

墨家の幾何学において基本となるもう一つの工具は矩である。矩は「われわれが常用する直角三角形あるいはT定規の類[1]」（図2）であって、直角を作図するあるいは測定するさい

に用いる。言い換えれば、墨家において直角は前提なしに矩によって作図され、測定される角度なのである。しかし、一般的に言えば、たがいに交わる二直線はかならずしも直交しない。二直線は特定の条件のもとではじめて直交するのであり、それゆえ直交する条件が明らかにされてのち、はじめて二直線を直交させる作図が可能となる。言い換えれば、直角は前提なしに作図される角度ではなく、直交条件が明らかにされてのち、はじめて作図される角度なのである。したがって矩の作図する、あるいは測定する〝直角〟が直角であるかどうかは自明ではない。しかし、墨家は矩の作図する直角が直角であることを自明とし、それをもとにして別の角度が直角であるかどうかを測定するのである。





荀子・不苟　五寸之矩、尽天下之方　　周髀経　句広三、股脩四、径隅五

図2　矩　渡辺卓「墨子」上　58頁（集英社　1974年）より

一方、Eukleides（BC365~BC275）の幾何学においては、直線定規とコンパスを用い、二等辺三角形の合同条件を利用して、直線上の任意の一点から直線外に垂線を引き、また直線外の任意の一点から直線上に垂線を引く、言い換えれば直角を作図することは他の前提から導出されるべき課題なのである。

周知のようにEukleidesの〝原論〟は第一巻において点と線とを定義し、無前提に成立する公理を設定し、コンパスと直線定規を用いて正三角形を、さらに二等辺三角形を作図する。続けてすでに証明された二等辺三角形の性質を前提とし、さらにいくつかの過程を経て直線上に正方形を作図し、最後に三平方の定理とその逆命題を証明する。すなわちEukleidesの幾何学は、円と直線から出発し、正三角形、二等辺三角形の作図を経由し、正方形に至り、三平方の定理にいたる幾何学であり、その過程で垂線の作図がなされるのであ

る。[2] それにたいし、墨家の幾何学は円と直角とから出発し、したがって当然にも正三角形、二等辺三角形とはかかわりなく、ただちに方に至る幾何学である。

以下において、われわれは規と矩とにかかわる墨家の言説――多くは墨経の言説である――を考察し、墨家の幾何学の特色を明らかにしたい。

二　規をめぐる言説

円と規との関係について、多くの古代中国の思想家は正確に認識し、「規矩、方員之至也」(孟子・離婁上、荀子・礼論)、「規矩、方円之正」(管子・法法)、「木直中繩、輮以為輪、其曲中規」(荀子・勧学)、「懸衡而知平、設規而知円、万全之道」(韓非子・飾邪)と述べる。しかし、規の描く図形それ自身については、かれらは関心を持たない。それに対し、墨家は規の描く図形の幾何学的性質に関心を示し、その観点から規の描く円に定義を下し、また規によって、定義にしたがった図形の作図できることを明確に述べる。すなわち、墨経上の54の経および説、58の経および説において以下のように述べるのである。

54　経：中、同長也。
　　説：中、心。自是往、相若也。

58　経：圜、一中、同長也。
　　説：圜、規写支也

経・説58の本文について、〝圜〟を譚戒甫「墨弁発微」[3](以下「発微」と略す)、高亨「墨経校詮」[4](以下「校詮」)、はともに〝圓〟とし、姜宝昌「墨経訓釈」[5](以下「訓釈」と略す)は〝圜〟は〝圓〟に通ずるとしている。今は「訓釈」に従う。〝支〟は三者ともに孫詒譲「墨子閒詁」[6](以下「閒詁」)に従って〝交〟に改める。こうした校訂によって経・説54、58は以下のように改められる。

54　経：中、同長也。
　　説：中、心。自是往、相若也。

58　経：圜、一中、同長也。

説：圜、規写交也

経・説54および58を解釈するにあたり、「発微」は経・説54を「同一の円において半径はたがいに等しい」と解釈し、経58を「同一の円において円周上の任意の一点から中心を経て他の円周上の一点に至る直線はたがいに等しい」、言い換えれば、同一の円において直径はたがいに等しいことを述べている、と解釈する。「発微」によれば、経・説54は半径の等しさに言及し、経58は直径の相等しいことを述べているとする。しかし「校詮」および「訓釈」は54、58ともに同一の円においては、中心から円周上の任意の一点までの距離はすべて等しい、すなわち同一の円にあって半径はすべて等しいことを述べているとする。さらに54条と58条との関連について「訓釈」は、経・説54は円の定義を下し、経・説58は、規を用いて作図すべく、規の一方の脚を中心とし、他の一脚で任意の一点から作図し始める、このとき、曲線は一周して、始点に戻ることをいう、すなわち「規写交也」とする。

以上のように、経・説54、58においては、三者ともに、同一の円では、半径または直径が等しいことを述べているとして、解釈の方向を同じくするが、ここでは、「訓釈」の解釈に従うこととしたい。

なお「発微」は、こうした円の定義とEukleidesの「円とは一つの線によって囲まれる平面図形で、その線にたいして図形の内部に置かれた一点から落ちる直線がたがいに等しいものである」という円の定義の共通性に注目しており、中国数学史研究者もまた同様の注目をしている。[6]

三　矩をめぐる言説

矩について墨家は「匠人亦操其矩、将以是度天下之方与不方」(天志中)、あるいは「百工爲方以矩」(法儀)とし、矩と方との関係を明確に述べている。規と円との関係を認識していた多くの古代中国の思想家は、また方と矩との関係についても明確に認識していた。すでに引用したように「規矩、方員之至也」(孟子・離婁上、荀子・礼論)、「規矩、方円之正」(管子・法法)と述べているのがそれである。しかし、ここでもまたかれらは矩の作図した方自体には関心を示さず、一方墨

家は方の幾何学的性質に関心を示すのである。

ところで、矩を用いて方を作図するとき、二つの問題が生ずる。第一の問題は、矩の作図する方が正方形であるか、長方形であるかという問題、第二の問題は方の四隅の直角の作図とその根拠の問題、すなわち矩の直角それ自体をどのように作図するのかという問題、――――いうまでもなく後者の問題がより重要である。

ここにおいてわれわれは以上二つの問題を考察していきたい。

墨経上58経・説は「経：圜、一中、同長也。説：圜、規写交也。」とし、円の定義を下し、規を用いて円を作図する方法を説明しているが、続く59経・説は

経：方、柱隅四讙也。
説：方、矩見支也。

とする。〃支〃は三者ともに「閒詁」に従って〃交〃に改める。〃見〃、「発微」は改めて「兒」、「画」の意だとする。「校詮」は「閒詁」にしたがい「写」とする。「訓釈」は〃見〃は「見てこれを得る」であり「〃写〃とも通じる」として

いる。方孝博は「規は・・・すなわち円を描く工具である。〃写〃はすなわち〃画〃の意味である。〃矩〃は・・・それを用いて直接に方を描くことはできない。ただし方を作図したさい、その図形が方であるかいなかを調べるためには必須の工具であって、それを用いて計測するのである。〃写〃と〃見〃との一字が異なることによって非常に明確に〃規〃と〃矩〃との工具としての性質と作用の相違があらわになる。幾何学の観点からみれば、規と矩との間にはその性質と作用においてたしかに根本的な差異があるのである[8]」と述べている。

結局説58「方、矩見支也」は、説54「圜、規写交也」と対比して解釈すれば、矩によって方を作図するとき、作図の始点に終点が戻ってくる、言い換えれば方は閉じられた図形であることを述べていると解釈される。

ところで〃方〃は正方形であろうか、長方形であろうか、この問題は〃讙〃の解釈と関連する。「発微」は墨子・大取篇に「權、正」とあることによって「讙は正なり」と解釈する。すなわち「発微」は〃方〃を四つの辺がそれぞれ直線であり、四つの角がそれぞれ直角である〃方〃であるとし、「これは幾何学の正方形あるいは長方形の理を論じている」とする。「訓釈」もまたこ

の〝方〟を正方形あるいは長方形と解釈する。

「校詮」は「讙は權、權は等。權衡の權である」とし、「方、柱隅四讙也」は「方の形は四つの辺が相等しく、四つの隅角が相等しい」を意味するとする。「校詮」の解釈によれば〝方〟はすなわち正方形である。

古代中国の思想家は、しばしば「規矩、方員之至」、「規矩者方円之正」と述べる。このことは、規の描く図形が「員之至」であり、「円之正」であり、矩の作図する図形が「方之至」であり、「方之正」であることにほかならない。すなわち〝方〟は正方形にほかならない。なぜなら辺の長さの異なる長方形は当然にも「方之至」でもなければ、「方之正」でもなく、「完全な方形」とは言えないからである。

荀子・不苟篇は「故操弥約、事弥大、五寸之矩、尽天下之方。故君子不下室堂而海内之情擧積此者、則操術然也」とする。五寸の矩が作図し、あるいは測定する〝方〟は〝天下之方〟の典型であり、天下のすべての方の情報がこの五寸の矩の作図する方の内に凝縮されている、言い換えれば、この五寸の矩の作図する方を探求することによって天下の方の性質をすべて知り尽くすのである。

すなわちこの一文は、天下のすべての方は、五寸の矩の描く方と相似であるがゆえに、五寸の矩は天下の方をすべて尽くすのであり、このような状況はあたかも君子が室堂を下らず、実地を検分せずして海内の情をすべて知り得るのと同様なのである、と解釈できる。言い換えれば、天下の方はすべて相似形であると荀子はここで主張するのである。だとすれば、五寸の矩によって作図され、測定される方形は正方形でなければならないはずである。

呂氏春秋・別類は「小方、大方之類也」という。すなわち大小の差異にもかわらずすべての〝方〟は同類だというのである。言い換えれば「小方」も「大方」もともに相似形であると主張するのであるが、このことからしてこの〝方〟は正方形であると判断される。(9)

以上の考察もまた、墨経の〝方〟が「四辺相等、四角相等」の正方形であるという「校詮」の解釈を補強することとなろう。

ここにおいて、さらに一つの問題が生ずる。すなわち墨経はどのようにして直角を作図するのか、という問題である。

Eukleidesの幾何学において、直角は直線定規とコ

ンパスを用いて作図されるが、墨家の直角は「衡以水、正以懸」(法儀)によって発見されるのである。すなわち容器に水を満たし、水平面を作り、そこに重りを垂らして鉛直線を求め、水平面と鉛直線の成す角度が直角なのである。言い換えれば、墨家の直角は数学的概念ではなく、物理的概念、世界の事実に根拠を置く概念なのである。言うまでもなくこの方法では斜面あるいは斜線にたいして垂線は引けない。水平面あるいは水平線にたいしても下から上向きに垂線を引けない。水平面あるいは水平線上のある一点からは垂線を引けない。実際にはこの方法で直角を定め、それを回転させればよいのであろうが、厳密に言えば、水平面あるいは水平線にその外、しかも上方にある一点から垂線を引くときにのみ、この方法は有効である(図3の1から4

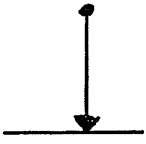


図3の1

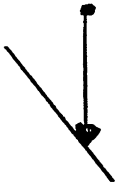


図3の2

図3の3

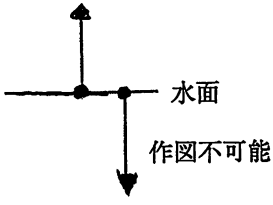


図3の4

規と矩との作図する図形への墨経の関心は円と正方形への幾何学的関心へと向かった。しかし、その他の中国古代の思想家の関心は、規矩の標準を設定するという作用へ向かった。たとえば孟子は「離婁之明、公輸子之巧、不以規矩、不能成方員、・・・堯舜之道、不以仁政、不能治天下」(離婁下)と述べ、荀子は「規矩誠設矣、則不可欺以方円。君子申於礼、則不可欺以詐偽。・・・規矩者方円之至、礼者人道之極也」(礼論)と述べ、韓非子は「巧匠目意中繩、然先以規矩為度、上智捷挙中事、必以先王之法為比」(有度)、また「夫懸衡而治平、設規而知円、万全之道也」(飾邪)、また「釈規

而任巧、釈法而任智、惑乱之道也」(飾邪)、また「釈法術而心治、堯不能正一国。去規矩而妄意度、奚仲不能一輪。廃尺寸而差短長、王爾不能半中。使中主守法術、拙匠守規矩尺寸、則万不失」(用人)と述べる。

韓非子にあっては、規矩尺寸は法と同じく、一つの客観的基準である。「正一国」ことと関連して言及されることからすれば、韓非子の関心は規矩尺寸の性質とそれが作図する図形の幾何学的性質にはなく、その標準を設定する性質にある。(10)

ところで、韓非子は「廃尺寸而差短長、王爾不能半中」、すなわち尺寸なしには線分の長さを測ることはできないとするが、墨経は尺寸なしに二本の線分の長短を比べる方法について述べる。

すなわち墨経上68は以下のようにいう。

経：比、以有相撄、有不相撄。

説：比、両有端而后可。

ここにおいて「両有端」とは二つの端のあること、つまりここでのテーマは線分の長さであることが明示されている。無限の長さを持つ直線、または半直線について長さを論ずること、あるいは比較することは無意味である。二本の線分であるならば、それらを重ね合わせたとき、「以有相撄、有不相撄」、共通して重なり合う部分と共通せず重なり合わない部分とが生ずる。こうして二本の線分の長短が比較できるのである。

ここでの墨経の関心は線分の具体的な長さにはない。具体的な長さを離れてより一般的な長短の比較に関心がある。尺寸を離れて長短を問題にする、つまり実用的な計測の場から離れて幾何学的な問題へと関心が移っていくのである。ここにおいて、われわれは墨家の関心が他の思想家のそれとははっきり異なっていることを理解するのである。

四　結語

小稿は円を作図する規と方を作図する矩にかかわる墨家の言説、とくに墨経にみえる幾何学関心に基づく言説を中心に分析してきた。ここにおいて墨家の幾何学が円と直角を前提として出発している幾何学である

ことが明らかになったのであるが、墨家が直角の作図を「衡以水、正以懸」(法儀)として、水面の作る水平面と重りを付けた糸が作る鉛直線とのなす角度に求めたことは注意されなければならない。なぜならば、このことによって墨家の幾何学が、純粋に数学的なものではなく、むしろ自然的事実にもとづくものであることが明らかになるのである。

当然にも、円と二等辺三角形から出発する古代ギリシアのEukleidesの幾何学からみれば、円と直角から出発する幾何学は不完全なものであろう。墨家にとって不幸なことは、彼らの幾何学の問題点を指摘するライヴァルのいなかったことである。

かれらをのぞいて円と方との幾何学的性質に関心を有する思想家、思想集団は存在しなかった。墨家の幾何学の問題点を指摘し、討論し、ともに数学の道を歩み出す存在はいなかった。他の思想家たちは規矩の作図する円や直角から標準、基準の思想のヒントを得るが、しかし図形の幾何学的性質には関心を有さなかった。墨経の作者たちは孤立していたのである。しかも墨家自身「我有天志、警若輪人之有規、匠人之有矩。輪匠執其規矩、以度天下之方圓」(天志上)として規矩を語るが、「故百工従事、皆有法所度。今大者治天下、其次治大国、而無法所度、此不若百工弁也。然則奚以為治法而可。・・・曰、莫若法天」(法儀)あるいは「我有天志、警若輪人之有規、匠人之有矩。輪匠執其規矩、以度天下之方圓」(天志上)とあるように、しかしその語りはあくまで政治について語る際の比喩としての役割以上のものではない。墨家の主流もまた幾何学的関心から規矩を語ることに関心を示さないのである。墨経の作者たちは墨家の内部でも孤立したのである。

墨家の幾何学は完璧なものであるとはいえない。しかし古代中国の偉大なる文化的成就であることは確かである。

さらにもう一つ問題がある。墨経以後、古代中国の幾何学はどのように展開していったであろうか。

矩からは容易に直角三角形を作図できる。中国古代の数学者たちはそこから三平方の定理を認識した。「九章算術」(前漢末期から後漢初期の成立だと考えられている数学書)には三平方の定理にかかわる多くの問題がみられる。しかし、二等辺三角形を作図することは依然として「規と矩」の幾何学の弱点であった。

ほんらい、矩だけを、または規だけを用いて正三角

形また二等辺三角形を作図することは不可能である。規と矩とを用いてはじめて可能となるのである。このとき、矩の直角を作図し、測定するはたらきは不要である。ただ縄墨、すなわち直線定規を用いれば可能なのである。矩は放棄しても問題ないのである。しかし、墨家はついに矩を捨てず、縄墨を用いることはしなかった。墨家の直角が自然に根拠を置く直角であるかぎり、矩を捨てることはできなかったのである。(11) 墨家は円と直線から出発し、正三角形、二等辺三角形を経て正方形を経由し、三平方の定理に帰着する幾何学の道は選択しなかったのである。

注釈

(1) 方孝博「墨経中的数学和物理学」499頁（1983年　中国社会科学出版社　「墨子大全」59　所収。2004年　北京図書館出版社）

(2) Eukleides「原論」（斎藤憲・三浦伸夫訳　2008年　東京大学出版会）。
なお、三浦伸夫の解説に依れば、Eukleidesは個人名ではなく数学者集団の名ではないかという説もある――この説は広く受け入れられるには至っていない――とのことである。しかし、墨経が個人の手になるのではなく、集団の手になったことを知っているわれわれからすれば興味深い説ではある。前掲書21～22頁。

(3) 譚戒甫「墨弁発微」（1964年　中華書局　北京）

(4) 高亨「墨経校詮」（1966年　太平書局　香港）

(5) 姜宝昌「墨経釈義」（1993年　斉魯書社　「墨子大全」74　所収。2004年　北京図書館出版社）

(6) 孫詒譲「墨子間詁」（「新編諸子集成」所収　1986年　中華書局）

(7) 銭宝琮編「中国数学史」19頁（川原秀成訳　1990年　みすず書房）

(8) 方孝博前掲書499頁

(9) 墨経下64は以下のようにいう。

経：一法者之相与也尽類。若方之相合也。説在方。

説：一。方尽類、俱有法而異、或木或石。不害其方之相合也。尽類猶方也。物俱然。

ここでの経が「若方之相合也」、また説が「方尽類」として「任意の方は他のすべての方と相似である」ことを述べていることは興味深いが、説での関心は「或木或石。不害其方之相合也」と述べ、幾何学的関心からは離れ、言い換えれば図形としての〝方〟ではなく、「或木或石」として実際の測定基準器具としての〝方〟の材質に向かう。図形としての〝方〟よりも器具の材質の差異に関心を向ける論者がおり、それに反駁する必要が生じたのかも知れない。

(10) 規矩に標準を求める発想と法家思想との関連については田中耕太郎「法家の法実証主義」(1949年 福村書店 東京)を参照されたい。また道具を扱う手工業者の発想と古代中国思想との関連については石母田正「古代社会と手工業の成立――とくに観念形態との関連において――」を参照されたい。同氏著作集第2巻所収 1988年 岩波書店 東京)

(11) 北宋の建築技術書「営造方式」(李明仲)は直角の計測について「墨子」法儀篇の「衡以水、正以懸」を引用する。宋代においても直角は自然的事実の根拠を置いて計測され、作図されるのである。