科学史

HI NOTE

CONTAINING BEST RULED PAPER
SUPERIOR NOTE BOOK. HATA CO., LTD. NO. 1581 150

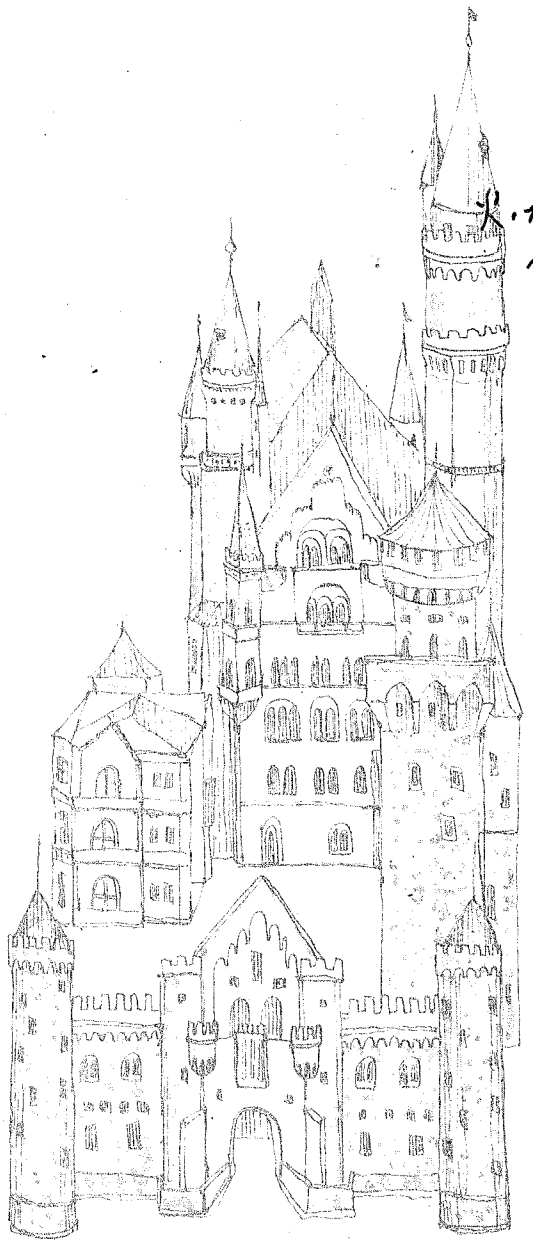
I

Index

存心館 30 (5.30-6.50 夜

6 (1.00-2.30 経

4-09 (3.10-4.50 宗女



火・水
金
月

清心館 9 (5.30-6.50 80m

6 (2.40-4.10 90°

4-09 (1.00-2.30 90°

Induction
deduction

(月)

タレス (Thales)

以上のエジプトやバビロン等の古代社会では神に仕える神官僧侶に支配されて居り，自然も自然現象も神であり，神の意志に依って変化するものであって，説明は神話傳説の型を取った。

ところで，希臘人こそが，自然を合理的に唯物的に説明しようとした最初の民族である。この民族が発明した科学の方法は演繹法である。演繹法とは勿論，自明の，分り切った公理公準を先ず作り，それに依って演繹的推理を働かして，一般自然を自然現象を説明して行く方法である。

希臘人の発明した傑作は幾何学であるが，この幾何学こそは徹頭徹尾，この演繹的推理を貫ぬいた大系である。彼等の幾何学は先ず公理から出発する。この公理は自明であり，外の理論では説明出来ないものである。彼等は，この公理から出発して定理を作る。この定理は一般的問題を解く場合，一々公理から出発して居ったのでは煩雑なので，第二次的な公理である定理を使って一般的問題を解くのである。この定理には，其を変形して，一般問題を解くのに都合よくした系を作って置く事もあった。一般問題は究極に於ては公理を出発点として演繹的推理をする事であるが，実際には定理と系を使って証明するのである。

それには中途から人間の感覚や観察を絶体に入込してはならないのである。

この幾何学こそは希臘人の天才的な発明であって，これが無ければ近代科学は不可能であったらう。成立しなかったらう。

しかし，希臘人は一般自然の説明にも，この演繹法を使って説明しようとした。そして人間の感覚や自然観察を軽視した。いや人間の感覚を全々信用しない人々さえ現れた。科学と云うものは，この演繹精神だけでは発展しない。近世に成って人間の感覚，自然観察を重要視する様に成った。望遠鏡や顕微鏡其他の科学器械が現れて人間の経験版図を拡大した。そして演繹法だけではなく，帰納法が重要視される様に成った。科学の方法，所謂自然弁証法はニュトンに依って初めてハッキリとした形と成るのであるが，それは将来のことである。

この自然を唯物的に，合理的に，演繹的説明を試みた最初の学者は今のところタレス(Thales)だと考えられている。

(火)

(Lavoisier 1743-1794) (Scheel 1742-1786)

彼は万物の元は水であると考えた。水は氷れば固体と成り，蒸発すれば気体と成る。水を陶磁器とか，硝子器に長時間たくわえて置くと所謂水アカが出来る。西洋では，この水アカは近代近くまで，水が変化して出来た泥であると考えて居た人が居た。この考を完全に非定したのは近代化学の父と言われ，あのフランス革命でギロチンの露と消えたラボアチェと酸素を発見したスウェデンの化学シェレーであった。

この水が万物の元であると云う事，自体はマコトに幼稚な考である。が，タレスの初めた宇宙一般を演繹的に説明しようとした事は学問としての科学が彼に初まったと云っても過言ではない。ことである。

技術家としてはハリユス河の堤防工事を行い，商人として塩，油を商ひ，エヂプトを訪れて断片的なエヂプト科学（それは生活上の具体的必要を満足させるための単なる道具であった）を自分のものとし，そこから新しい純粋科学の芽を発生させた。手段

○ 彼は日食を予告したと言われる。それは西紀前585年の日食だろうと考えられている。この日蝕を恐れて，リヂア，メヂア両王は和を媾じたといわれる。当時，リヂアとメヂアとは幾度が勝敗を繰返しながら戦ってゐたが，戦ひの今や酣なるの時，突然晝が夜となった。タレスの予言が適中した訳であるが，これは彼の偉大さを示すものではなくバビロンで発見されていたサロスの食周期のことを知って居た過をなく，彼が旅行中エヂプトで見た西紀前603年の日食を基礎したのだろうと云われている。

○ タレスに帰せられている初等幾何学の定理
(1) 二等辺三角形の底角は相等し。(2) 二直線の相交る時，その対頂角は相等し (3) 円は直径によって二等分される。(4) 半円中に直角三角形を内接せしめること。(5) 三角形は一辺とその隣接角とによって決定される (6) 相似三角形の原理。

○ 彼のピラミッドの高さを測ったのも，ミレトス港内の船までの距離を量ったのも，相似三角形の原理によっている。

○ 又航海には大熊座の星よりも小熊座の星を利用する方が良いと教えたと云はれる。

○ 星を見すきたタレスは失敗もあった

○ 星の美しい夜，トラキヤ生れの美しい侍女と散歩して，あまり星空を仰き過ぎて井戸にドブーンとはまったという，その他オリーヴ

○○ 圧搾器貸メの話や騾馬と塩とボロや海綿の話もあるが，

彼が希臘科学の祖と云はれる所以のものは「水は他のすべてのものがそれから作られているところの根源的な実体である」と云ふ仮説を以って従前の神話或は神学的な宇宙観を無視して，宇宙一般の演繹的澄明を開始したことある。この重要性は，その成果によってではなく，成しとげようと試みたことである。

イオニア学派，Miletos学派

ヘラクレイトス（Heraclitus）　(火)
火が始源的な元素であり，それから他のすべてのものが発生したと信じていた。

大ギリシア（マグナ・ギレキア）
哲学者，豫言者，科学者、イカサマ師といったものの混合

I

アピアロン
Apeiron

アナキシマンドロス　Anaximandoros

彼は西紀前546年に64才だったと云われている。ミレトス派の第二の哲人である。彼は事物は単一な始原的実体から万物が出来ると主張した。それは火でも，土でも，水でも，空気でもない。これらの物質は互に対立的で相剋するが，始原的実体は中立で，自然界には常に均衡を回復させるところの必然性，即ち自然法則が存在して，一定の割合が維持されると云う。~~彼は又，地図を最初に作った人だと云われ，地球は円筒形であると云う。又太陽は地球と同じ大きさとも，地球の27倍，或は28倍とか記録はマチマチだが主張している。~~

アナキシメネス　Anaximenes

彼はミレトス派の第三の哲人である。根本的実体は空気であると説いた。霊魂は空気で，火は空気の稀薄になったものであり，空気が凝集すると水となり，もっと凝集すると土に，ついに石と成る。異なる物質の相異は凝集の度合に依るとした。~~また彼は地球の形を円盤と考えた。~~

ヘラクレイトス (Heraclitus)　火を始原的な元素であり，それから他の総の物が発生する。

イオニヤ　Miletos

以上のミレトス派の人々の様々な思考は~~科学的仮説~~と見成すべきもので，擬人的に物事(神話)を見ようとする~~空想~~思考や道徳的観念が不当に侵入して居る様な事はめったに見られない。

一方，南伊太利に発達した大ギリシア(マグナ・ギレキア Magna Grikia)では変った傾向の学問が発達した。ミレトス派の人々が理知的であったのに対して，神秘であった。目をとぢ，口をとぢて分るもの

ピタゴラス　Pythagoras

彼は哲学者，予言者，科学者，~~カサマ師~~(教祖的)人物であった。サモス島の出身であったが，そこの僭主(文配者 Tyrant)ポリュクラテスを嫌い，エジプトに遊び，南イタリアのクロトーンに移って学園を開いて名声を挙げた。町の富裕な家庭の熱心な子弟が多く，この学園に集り，その数は三百人にも達したと云われる。当時は

公開の席に列することを禁じられていた婦人までも彼の講義を聞きに集ったと云う。ピタゴラスは白いガウンを着し，星形五角形☆の徽章の付いた黄金の冠を戴いて，堂々と教壇に現れて，自信に満々て教育したと云う。彼は一面宗教家で輪廻を信じ，「豆を食べざること」などの戒律があった。クロトンの学園で教授された学科は算術，音楽，幾何学，天文学の四科であった。また学則として，総べてのピタゴラス派の人々の発見は「師ピタゴラス」の物とされ，それを外部に洩らせば神罰に会うとされた。この派の人々は好んで数の神秘と考えた。特に10をTetraktysテトラクティスと呼んで神聖視した。また6を生気，7を健康，8を友愛に関係させていた。また音楽も数と考えた。絃の張力と弦の太さを一定にして，弦の長さを1:2，2:3，3:4の比にすれば8度，5度，4度の協和音程が得られることを知っていた。また彼は数その物を星座の様に点の集りとして表す「形象数」を考えた。

$1+2+3+\cdots\cdots+n=\frac{1}{2}n(n+1)=1,3,6,10,15\cdots\cdots$ 三角数

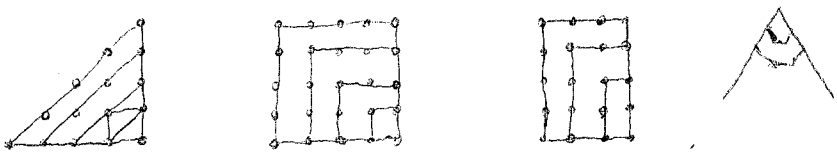
$1+3+5+7+\cdots\cdots+(2n-1)=n^2=1,4,9,16,25\cdots$ 正方数

$2+4+6+8+\cdots\cdots+2n=n(n+1)=6,12,20,30\cdots$ 長方数

$1+4+7+10+\cdots\cdots+(3n-2)=\frac{1}{2}n(3n-1)=1,5,12,22\cdots$ 五角数

$1+5+9+13+\cdots\cdots+(4n-3)=n(2n-1)=1,6,15,28\cdots$ 六角数

$1+7+13+19+25+\cdots\cdots+(6n-5)=n(3n-2)=1,8,21,40,65\cdots$ 星形数



この形象数の考えから万物の形は数であると考える様になり，それが嵩じて物の実体その物までも数であると考える様になって，そして「総ての事物は数である」と云った。

しかし彼は自分の全哲学体系が覆ってしまうような数を発見した。それは所謂ピタゴラスの定理から出て来たもので，$3^2+4^2=5^2$，$5^2+12^2=13^2$，$7^2+24^2=25^2$であれば，別に彼を不幸する事もないが，一般的に$\sqrt{\ }$が付き纏う。$1^2+1^2=\sqrt{2}^2$の如く無理数が現れる。

無理数は分数で表すことは出来ない。彼の数の観念は単位数であるから，単位数と無理数を説明することは出来ない。彼は無理数をアロゴン(口にし得ないもの)と名付けて，この様な数の存在する事を外部に洩らすことを禁じた。このアロゴンの存在を濫りに派外に洩した最初の人ヒッパソスは神罰を受けて海上に難破して死んだと傳えられる。ピタゴラスはアロゴンの存在は造化の神の手落ちであるから，どこまでも秘密に置くべきだとした。無理数と云うものは希臘数学史上の大問題の一つであったが，数を比例数と考える様に成って解決されて行った。

金水

エンペドクレス Empedocles

以上の様な一元論的な宇宙観はエンペドクレスによって四元素説に発展する。彼は土，空気，火，水が宇宙の根本物質であり，これ等は様々な比率割合で混合することが出来，それに依って複雑に変化した物質が出来る。この四元素は愛に依って結合し，闘争によって分離する。そして「愛」が支配的だった時代があり，闘争が強力な時代もあった。又その前の時代は愛の時代であった。複雑な物質は一時的なもので，四元素と「愛」と闘争だけが恒久的，永遠的なものであるとした。この四元素説は後にアリストテレスに依って大成されたが，この説はギリシア時代から，アラビア時代，中世期その後も広く流行した。

エンペドクレスはシケリア島の南岸のアクラガスの人で，哲学者，予言者，科学者，イカサマ師と云ったものの混合したピタゴラス的人物であった。イタリア医学の元祖でもあった。

~~ヒポ~~

ヒッポクラテス Hippocrates

四元素説は自然現象の説明の外に人間の身体の生理もこれで説明された。ヒッポクラテスの体液病理学説が左様であった。彼は血液(空気)，粘液(水)，黄胆汁(火)，黒胆汁(土)の四液が体内にあり，この四液に内在する力の調和が健康状態で，この体液が調和を失うと病気に成るとした。ヒッポクラテスは希臘最高の医者で，諸處を広く旅行して医学的な知識を

集め，医学を大成した。アリストテレースも大医と呼んでおり西洋医学の父祖されている人物である。徳川時代の蘭医者達も大変尊敬していたもので，座右に下げていた彼の(法)像画の軸物も多く残っている。

四元素説は仏教と共に中国，日本に伝り，四大と云い，又唐代に伝わったキリスト教の一派である景教の漢訳教典では四色と云っている。しかし大して根をオロスす事はなかった。このギリシアの四元素説に似た思想は中国にも，もともと有った。中国では木，火，土，金，水と云ふ五元素，つまり五行を以って宇宙生成を説いていた。この五行説が中国，日本では深く信じられていた。

原子説

四元素説と共に西洋の科学史の中には，一方に原子説の流が常にあった。西暦前5世紀のレウキッポス(Leukippos)デモクリトス(Demokritos)そして少し後のエピクロス(Epikouros)に依って唱えられた。ローマの詩人ルクレチウス―事物の本性に就いて

原子は幾何学的には分割出来ても，物理的には分割不能な物であって，原子と外の原子との間には空虚な空間があり，原子は不滅である。原子は過去も未来も常に運動し，数も種類も無限に近い，形と大さの違が種類の相異である。無秩序に勝手な方向に運動して居る様々な原子は衝突を繰返して居る内に渦流を生じ，その渦流が諸物体が生じ，ついに世界が生じ，自然法則を生ずる。また多くの世界が存在し，或る世界は生長しつつあり，又或る世界は衰退しつつある。又或る世界には太陽や月の様な物は存在しないかも知れず，他の世界には若干個存在する。各々の世界には始まりと終りがあり，一つ世界と他の世界が衝突して破滅することも有り得る。これは非常に現代科学を思わせるものが有るが，ギリシアの原子説は何ら実験的根拠を持たないもので，物質を細分して到行った最後のものと云う程の意味で，総てが頭の中で演繹された産物である。しかし原子説の学者は，自然現象をこうした原子の離合集散で説明しようとするので，その点で極めて

機械論的な唯物論的な世界観を持っていた。又ギリシアの学者達は無限を否定，空虚の存在を認めようとしなかったが，原子論者達は原子と原子との間に空虚真空が存在すると考えた。色々な点で，この元素説よりも，近代的な思想を持っていた事が感じられる。 (月)

ピタゴラス学派

ピタゴラス学派にフィロラウス（philolaus）と云う人が居る。前5世紀末頃にテバイ（アテナイの北西近郊都市）に住んでいた。彼は地球を含む総ての惑星が，太陽の周囲ではなく，「中心の火」の周りを円形を画いて運動すると考えた。そして月が常に同じ面を地球に向けている事を見い出し，地球も常に同じ面を「中心の火」に向けて居るのだと考えた。当時の世界，即ち地中海の諸地方は，中心の火に向いていない側にあり，それで，その火が何時も見えないのだとした。中心の火は「ゼウスの家」とか，「神々の母」とかと呼ばれた。(火) 太陽は中心の火からの反射の光で輝くのだと考え，地球の他に中心の火から同じ距離に今，一つの天体，即ち対地球とも云うべきものが同じ軌道に廻転して居るとした。彼等は対地球の存在理由として二つを挙げている。①は月食が太陽と月が共に地平線上にあるのに起る場合があるから。② 10（Tetraktys テトラクティス）の尊敬から，中心の火，太陽，月，水，金，火，木，土，地球では九個で，10個にする為に対地球を加える。

ピタゴラス派の人々は図形の中で円や球が完全な物と考えて居り，地球を初めとする諸天体は神聖なものであったから，その形は球であるとした。中国では相当後代まで大地は平面（天円地方）だと考えられていたが，ギリシアでは，初めは神秘的な思想から出たが，大地の球面説が古くから唱えられ，これが支配的と成った。また天体の運動も，やはり球や円に依って説明されなければならぬと確信されて居り，後に，この方針に添った幾何学的な天体運動論が組立てられて行った。この様にピタゴラス派の神秘思想は，地球説の様な正しい結論を導き出す事もあったが，また天体の運動を円や球の組合せに依って説明

しなければならないとする誤った方向にも導いて行った。
もとより神秘思想は合理主義に反し，その限りでは科学の進歩をさまたげるものであるが，ピタゴラス派が特に数や図形を尊重したことは，自然現象と数量的関係から獲え様とする科学の方法の源流と成ったとも考えられる。●夜

プラトン Platon

アテネと云う都市は西暦前480年にペルシアとの戦争が終結すると共に，ギリシャ世界の経済的にも，文化的にも指導者の地位に上った。哲学者ばかりではなく画家も彫刻家も歴史家もこの都市に集って来た。アテネに哲学を初めて紹介した人はアナクサゴラス(Anaxagoras)であった。彼はイオニア人で，タレスを祖とするイオニア派哲学者の最後の人で，その合理主義的傳統を擔ってやって来た。支配者ペリクレスは友として彼の政府の威信と安定の為に利用した。しかしアナクサゴラスが民衆の信仰を合理主義を以て余りにも嘲けったので西紀前432年に追放してう。彼は[illegible]月は反射された光で輝くと説明し，日月食の起る原理を正しく理解していた。又月が太陽よりも我々に近い事も知っていた。当時神聖と考えられていた太陽や星は天とさまよう火の球は火の石に過ぎなく，我々に熱気を余り感じないのは，それが遠距離に在るからだと云い，太陽はペロポネソス半島よりも大きく，月には山が有り，住民も居ると彼は考えた。

またアテネはソクラテスSocratesやその弟子であったプラトンPlatonの故郷だった。ソクラテスは数学を日常の必要を充たす以上には要求しなかったが，科学史には余り関係はないが，プラトンはその偏見のためギリシアの科学の真正な発達を害したと非難されるが，彼の影響が数学に威信を与え，後代の学者を数学に引き付けて立派な仕事を行わせた事も確かである。既に述べた様に，ギリシアではほぼ民主的な政治が行なわれていたが，政治に加わるのは都市に住む自由市民であって、実生活に必要な生産は奴隷の仕事であった。此様なギリシアでは，学問は必然的に高踏なものと成った。計算を主

(実用的な)とする数学や測量のための幾何学軽視され，もっと理論的な数学が都市の自由人の学問の対象となった。生産に関係する技術への関心は低く，実用から駆離れた学問こそ人間の精神を高めるものと考えられた。このような思想を代表したのがプラトンだった。~~彼は理想国家の人民を四等級に分けた。それは守護者と支配を行なう哲学者，防衛を行う軍人，一般の労働をする人民であり，それは階級に位置づけた。~~

(永久的な)

彼が追求したのは理念(Idea)の世界であって，感覚によって捕えられる物質的世界は見掛けの影に過ぎないのである。そして彼の関心は，この見掛けの影に説明を与える事ではなく，最も大切だと彼が思ったのは，~~或る種の抽象的概念~~絶対的真理は感覚的現象に依らず"絶対的で，永久的であり，純粋直観つまり魂の眼を通じてのみ把握されると云う事を証明することであった。そして彼は当時知られて居た科学を基礎として，この理念を論じた。

プラトンは師ソクラテスの没後アテネを去って十一年間広く地中海諸国を旅行し，エジプトでは幾何学，天文学を学び，Magna Grimaではピタゴラス派の人々と知合って，その教学を習った。特にピタゴラス派の影響の絶大だった。~~その数と幾何学図形の宇宙論的重要さの神秘的見解を包容し拡大して~~，この数と図形の内に感覚から独立した絶対的真理の実例を見出した。幾何学的な点，線，面は感覚に依って捕えられる点，線，面よりも絶対実在であると云うのである。彼がアテネに開いた学校アカデミアの校門に「幾何学を知らない者は入るべからず」と書いて居たと伝えられるが，この意味からであった。(0)

プラトンの著述の中で後世の科学史上に大変な影響を与えたものは「ティマイオス」Timaeusであった。これは羅馬人キケロに依ってラテン語に翻訳され，西洋の中世に知られた唯一の彼の対話篇であったし，中世及び，それ以前の新プラトン主義の双方に，プラトンの著作中最も影響を与えたものであった。ティマイオスはピタゴラス派の天文学者であるが，プラトンは彼の対話として宇宙創成などを説いている。科学と神秘主義の混り合った何んとも奇妙な書物

(サイケデリックな)

やぶった。その当時ギリシアの中心と成ったのはアテネであり，アテネには有名な政治家ペリクレスが現われ，アテネは政治上は勿論，学問上でもギリシアの中心と成った。ギリシア各地から多くの学者が訪れた。アテネに哲学を紹介した最初の人物はアナクサゴラス(Anaxagoras)だと云われる。彼はイオニア人で，タレスを祖とするイオニアの科学的，合理主義的傳統を捨ててやって来た。物理的変化の主な原因は精神であるとした。彼の科学上の功績には，月は反射された光で輝くことを説明し，日月食の起る正しく説明し，月が太陽よりも下に(近距離)にある事も知って居た。太陽や星は火の石であるが，我々に熱気を余り感じないのはそれが遠距離に在るからだと云い，太陽はペロポネソス半島よりも大きく，月は山々を持ち，住民も居ると彼は考えた。

またアテネにはソクラテスSocratesやその弟子プラトンPlatonが生まれた。この2人は哲学者であり思想家であったが，プラトンは多くの著述を残し，彼自身の見解と共に，それ以前のギリシアの学問について述べた。既に述べた様に，ギリシアではほぼ民主的な政治が行なわれていたが，政治に加わるのは都市に住む自由市民であって，実生活に必要な生産は奴隷の仕事だった。此様なギリシアでは，学問は必然的に高踏なものと成った。計算を主とする数学や測量のための幾何学は軽視され，もっと理論的な数学が都市の自由人の学問的対象となった。生産に関係する技術への関心は低く，実用から駆離れた学問こそ人間の精神を高めるものと考えられた。このような思想を代表したのがプラトンだった。彼の理想国家の市民を四等級に分けた。それは

ソクラテスは数学を日常の必要を充たす以上には要求しなかったが，プラトンは師の歿後アテナイを去って，十一年間広く地中海諸国を旅行し，エジプトでは幾何学．天文学を習い。Magna Grikia ではピタゴラス派の人々と知合って，その数学を学んだ。 Idealism
プラトンは観念論者であり，ギリシア科学の真正な発達を害したと非難される。理念（完全なものの像）

彼が追求したのは理念（Idea）の世界であって，感覚によって捕えられる物質的世界は見掛けの影に過ぎないのである。そして彼の関心は，この見掛けの影に説明を与える事ではなく，最も大切だと彼が思ったのは，~~或る種の抽象的概念~~絶対的真理は感覚的現象に依らず絶対的で，永久的であり，純粋直観つまり魂の眼を通じてのみ把握されると云う事を証明することであった。そして彼は当時知られて居た科学を基礎として，この理念を論じた。

プラトンは師ソクラテスの歿後アテネを去って十一年間広く地中海諸国を旅行し，エジプトでは幾何学，天文学を学び，Magna Grikia ではピタゴラス派の人々と知合って，その数学を習った。特にピタゴラス派の影響の絶大だった。~~その数と幾何学図形の宇宙論的重要さの神秘的見解を包容し拡大して~~，この数と図形の内に感覚から独立した絶対的直理の実例を見出した。幾何学的な点，線，面は感覚に依って捕えられる点，線，面よりも絶対実在であると云うのである。彼がアテネに開いた学校アカデミアの校門に「幾何学を知らない者は入るべからず」と書いて居たと伝えられるが，この意味からであった。①

プラトンの著作の中で後世の科学史上に大変な影響を与えたものは「ティマイオス」Timaeus であった。これは羅馬人キケロに依ってラテン語に翻訳され，西洋の中世に知られた唯一の彼の対話篇であったし，中世及び，それ以前の新プラトン主義の双方に，プラトンの著作中最も影響を与えたものであった。ティマイオスはピタゴラス派の天文学者であるが，プラトンは彼の対話として宇宙創成などを説いている。科学と神秘主義の混り合った何んとも奇妙な書物

（ティマイオスなど）

サイケデェリック　　Facet　切子面

である。プラトンの神は無から世界を創造した者ではなく，不規則で無秩序な前から存在したものを改造，再配置したものであった。そのやり方は永遠なるイデア世界の原型に従って模写し創造された。全体としての宇宙は魂と知性を持った生物であり，数多く存在するのではなく，唯一つである。~~宇宙は一つの動物であり，その中に總その他の動物を包括している。~~宇宙は球であり，円周運動をする。そうするのが永遠の原型に總ての点で類似し，公正であり，完全であるからである。~~時間と諸天体は同時に存在する様になり，数を知った。~~創造神は不死の部分を作り，死する部分は神々に作らせた。

魂は感覚や愛や恐怖や怒りを持ち，それに打ち克つか，それに溺れるかであり，前者の人間は死後自分の星の中で永久に幸福な生活をするが，もしも後者で，男が悪い生活をすれば，来世は女となり，その女が何時までも悪い所業を續ければ獣となり，その輪廻はその者の理性が勝利するまで，次々に下落して行く。

物質世界の真の元素は火，空気，水，土ではなく，二種類の直角三角形であると云う。その一つは正方形の半分の三角形であり，他の一種は正三角形の半分の三角形だと云う。この二つの三角形は最も美しい形であるから，神は物質を構成するに当って，それを用いた。正三角形を用いる事に依って五しかない正多面体の内の四つまで作る事が出来る。土の分子は~~正方~~六面体であり，火は四面体，空気は八面体，水は二十面体であると云う。

この正多面体の理論はプラトンの時代に発見されたばかりであった。その理論を作ったのテアイテトス（Theaetetus）と云う人であって，その名を付けたプラトンの対話篇（テアイテトス，これは知識とは何にか，その定義を主題としている）に依ると彼は当時非常に若い人であった様であり，正多面体には正四面体，正六面体，正八面体，正十二面体，正二十面体の五つしかない事を初めて證明したのは彼であった。

ティマイオス Timaios の元素分子の正多面体の中には正十二面体はない。正十二面だけが一平面が正三角形ではなく，正五角形であり，プラトンは「なお神が宇宙の描写に用いられた第五の組合せが存在していた」のみアイマイに記しているが，この正十二面体が星界物質を表すものかも知れない。後のアリストテレスのエーテルに当るものだろう。この五つ正多面体をプラトン体と言う。

（金）

Academia　900年　　Justinianus

⑨ プラトンの学校アカデミア（アテネの）は東ローマ帝国がキリスト教に改宗した後も二世紀餘も存續し，西紀529年にユスティニアヌス皇帝に依って完全に閉鎖される迄，この異教主義の学校は存したが，そこではピタゴラスのクロトンの学校と同じく算術，幾何学，音楽，天文学の四科が尊重された。プラトンは子弟教育に就て十三歳から十六歳までは音楽，十七歳までは数学，度量衡，暦法を学ぶことを勧め，又少数の選抜された者の為に，十八歳迄に抽象的理論数学，平面幾何学，立体幾何学，運動学，調和学を学ぶやうに勧めた。彼の四科は中世ヨーロッパの学校教育の七科の源である。七科はこれに文法，論理学，修辞学（之加えたもの）であるが，学校教育の初期に必らず学習する必要なもので，この七科を終えて後に神学，法学，医学などの専門課程に進むものだった。

~~プラトンの数学の業績と云われるものに①角錐の体積は底面積~~（同じ底）~~で，同じ高さの角柱の体積の三分の一に等しい。②球の体積はその直径の三乗に比例する。の二定理がある。又円錐を種々な傾きに切れば円の外に楕円，抛物線，双曲線が出来ることも知って居たと云われる。~~

又，プラトンと連環した「デロスの問題」がある。それはギリシアのデロスと云う都市にペストを流行したが，住民達が災禍から逃れるためにデルフィーの神の神託を願ったところ，神官は神託として今有る神像の体積の二倍の神像を作れとの事であったと云ふ。住民達はどう作ったらよいがコマリハテて，プラトンのアカデミアに持ち込んで来た。つまり~~その体積を~~（高さ幅などの寸法）$\sqrt{2}$ 倍すれば良い訳である。

9/K　月

アリストテレス　Aristoteles

プラトンの数ある弟子の中でユードクサス Eudoxas（前408-355）とヘラクリデス Heracleides（前388-310?），アリストテレス（前384-322）（Aristoteles）が有名である。ユードクサスは天文学，幾何学，医学，法学で名を残したと云われるが，彼は天体の複雑な天体の運動を説明する為に，其々の天体に対して幾つかの球を仮定し，これ等の球が其々別々な軸の周りに回転するものとして，これらの球の運動の組合で説明しようとした。月の運動を説明する為に3個の球を，太陽には3個，水，金，火，木，土星には4個の球を作った。（恒星には1個）

2014-6-11-27

Aristoteles Pythagoras Empedocles

ヘラクリデス(Heracleides)は天体の日週運動の原因を天動説つまり天球が一日に一回転するのではなく，地球自身が自転軸の周りに回転するのだとした。当時の地球中心説と異った意見を持っていた。又水星と金星は太陽を中心として廻っており，太陽は地球の周りを廻るとして，後の周転円説の先き駆けを成しておる。

しかし，これ等の学者よりも一層重要な人物はアリストテレスであった。彼の広版な学問は中世末期以後のヨーロッパを圧倒した。カトリック教会に入った彼の学説はコペルニクスを弱気にし，カリレオを苦しめたものであった。彼の学説を知らなければ，中世から近世への転換の意義はホントに理解出来ない。彼はアレキサンダー大王の皇太子時代の家庭教師だったが，後にアテネに学園を開いて弟子を養成した。彼の学派を逍遙学派ペリパトス Peripatos の名で呼れたが，それは逍遙，散歩しながら教育が行なわれたからだと云う。プラトンはピタゴラス派の強い影響を受けたが，アリストテレスはタレスの流れをくむイオニア派の影響を受けて居る。プラトンは観念的な理念(Idea)の世界を追求したのに対し，アリストテレスは割に現実世界を重視し，経験と観察とを重じた。とわ云うものも古代科学者の常として，彼も実証よりも思想を先行させたが，プラトンによりも遙かに科学者であった。彼は医者の息子であったから，生物学にも深い関心を持ち，鯨は魚類ではない事を初めて主張した学者であった。プラトンに勝る多くの著作を残し，論理学を初め学問の各分野に就いて論じている。中世末期にはアリストテレスの学説はカトリックの教理に合う様に解釋され，彼の言葉が聖人達の言葉と同様に権威を持って尊重された。それで近世科学の建設者達は宗教の強権を恐れず，アリストテレスの学説の誤りを指摘しなければならなかった。

彼に依ると物体には単一なものと，単一なるものを合成した合成物があって，物体の運動には直線運動と円運動があり，円運動は中心を廻る運動であり，直線運動には上え行く運動，つまり中心から離れるものと，下え行く運動，つまり中心に向うものの二つある。この三つが単一運動の總である。

単一物体は単一運動をし，合成物の運動は合成運動であり，

合成運動の性質は，その合成物体内に含まれる單一物体の割合の優勢なものの單一運動に，その大勢を支配される。
上え行く運動を本性とする單一物質は火と空気であり，下え行く運動を本性とする單一物体は水と地(土)である。(月)
直線は幾ら延長しても始めと終りがあるから，直線運動は完結したものではなく，円には始めも終りもないから円運動は完結したものである。この完結運動が存在する以上，それに対応する單一物体が無ければならない。それがエーテル(星界物質)である。これは他の單一物質，火，空気，水，土より神聖なものである。
彼は物体の輕重を此様に考える。中心に向って動く物が重い物であり(水，土)，中心から離れて行く物は輕いものである。(火，空気)
又重い物の中でも，水に沈む土は，より重い物であり，輕いものの中でも空気の上に浮く火は，より輕い物である。(火)
円運動は中心に向うことも，中心から離れる事もない運動であるから，輕重を生ずる原因を持たないから，エーテルには輕重は考えられない。
合成物体の
生成とか，消滅とかは基底を成す物質から，それと反対な物と成る事であり，その基底を成す物体の運動と反対物の運動は互に反対である。
彼は物理的変化のみならず化学的変化も，この種の運動論で考えた。
又増大とは同類の物に近づいて，その中に加わることであり，減少とは同類の物から離れて，その質料から別れることであるが，この近づいたり，離れたりする事は運動の変化によって起る。
円運動には反対の運動が存在しないから，円運動する物体には生成も消滅もなく，増大も減少もない。従って天界には変化はない。
又無限なものは円運動を成すことは出来ないから，宇宙は有限であり，一つしかない。有限な時間内に無限なものを通過することは出来ず，無限なものを通過するには無限の時間を必要とし，そんな運動には完結はない。従って宇宙は有限であり，その外は空虚であり時間もない。しかし宇宙内には空虚はない。以上がアリストテレス学説の大体であるが。もう少し問題点を見てみると，
彼は大地が球形であると云うピタゴラス派の説を採用してゐるが，その生成原因には，上下動する物体が四周から宇宙の中心に集れば地球が球形と成らざるを得ないと云い，その球形を示す幾つかの

証拠を挙げている。例えば月食の時に，地球の影で欠ける月面の境が円形であること等であり，また月が球形であることも，月の満ち欠ける形から立証した。ピタゴラス派の天体球形論には全く実証は無かったが，彼は証拠を挙げている。天体運動に就ては彼は天動説であり，それは彼の物体の運動論からの必然の結論であるが，この場合にも地動説の成立しない理由を挙げている。その理由の一つは，もしも地球が動くとすれば地球から見た恒星の位置は地球の運動に伴なって変化しなければならないと言う事であった。この理由は地動説を唱えた人々が，反対派から最も苦しめられた問題であった。それは恒星までの距離が非常に遠い為に，簡単な観測では発見出来なく，やっと19世紀になって大望遠鏡が出来，精密な観測が出来る様に成って解決された問題であった。即ち恒星の年週視差の発見に依ってであった。一応実証に依って天動説を支持したアリストテレスはユードクサスの同心球説を採用して居るが，それはユードクサスより少し複雑にしている。

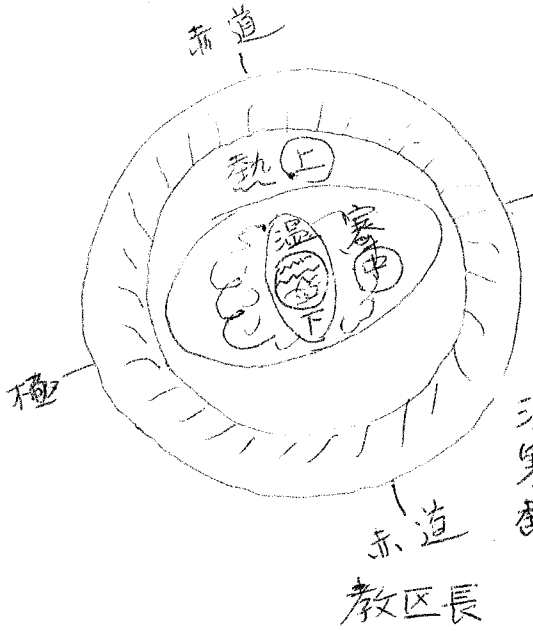
月5，日・水・金・火9，木・土7 恒星 56個であった。しかし普通アリストテレスの宇宙体系と呼ばれているものは，地球を中心にして日月と五つの惑星を乗せた七つの天球と，恒星を乗せた恒星天と，その外側に天球の日週運動を説明に設けられた宗動天を加えた九重天である。それに後世歳差現象が発見され，それを説明する為に水晶天が加えられ，又宗教的な天国を表す静常天が加わって十一重天となった。以上が天界の構造であるが，そこは円運動しかしない(非軽重の)エーテルの世界である。(従って変化ない世界)それに対して上下運動をする軽重を持つ四元素は月天の下に地上界を形成する。一番軽い火は地上界で最上の月天のすぐ下に火界を作り，その下に次に軽い空気の気界が出来，その下に水界，中心に一番重い土が集って土界を形成するのである。

そして，太陽及び他の天体の影響に依って地球から気(エクスハレイション Exhalation)が発生する。その気には地球上の水から発生する冷湿気と地球自身から発生する熱燥気の二種がある。

冷湿気は気界の下層で露，霜，霧，霞を作り，中層に昇って雲，雨，雪，雹，虹，電光と成る。

Exhalação
エイサラサン

Christovão



熱燥気は気界の中層に昇って流星の現象を起し，上層に昇って彗星の現象を起す。(地上界は変化する世界)
以上のアリストテレスの階層的宇宙観は長い間，多く人々を捕えた。我国の切支丹時代に紹介された宇宙観も，これであった。最近切支丹時代に豊後府内や長崎などのカレジョ(宗教学校)で使れたTextで，バテレンのPetro Gomezと云う人の編輯したDe Spharaと云うの写本が発見されたが，これも此種の天文，気象説である。小林謙貞の二儀略説と云うのが，前から知られて居たが，それはDe Spearaの翻訳であることも分った。又有名な背教者(転びバテレン)澤野忠庵Ferreiraがローマ字で書き，(日本人が)それを日本字に直した乾坤辯説も，この階層的宇宙観の天文気象説であった。

以上の如く四元素説をアリストテレスは採用して居るが，それよりも更に根本的な第一物質を考えている。つまり地上界に存在する物質は本質的には同じものであり，適当な操作に依って物質相互の変換も可能であると云う考えも可能となってくる。後世のアラビアや中世ヨーロッパで錬金術が起り，鉛の様な卑金属を貴金属に換えると云う無駄な努力が行なわれたが，こんな考えの思想的背景はこのアリストテレスの第一物質にあった。

またアリストテレスは四元素相互間の転換を説明する為に冷，熱，乾，湿の四情を二つずつ組合わせた乾冷(土)，湿冷(水)，湿熱(気)，乾熱(火)を土，水，空気，火の属性と考え，乾冷の土に湿の性質を与えると水が出来，水に熱を加えると空気となり，空気に乾の性質を与えると火と成ると云うのである。

エーテルは円運動を本性とし，四元素は上下運動を本性とする事は最初に話したが，この自然運動の外に地上界には強制運動がある。例えば石を投げる様な場合で，それは不自然な強制運動である。この強制運動の場合には，物体に加えられた力は周囲の媒体を通じて物体を押し進めるが，初めはこの動力

乾冷(土) 冷(大)湿(小) 湿(大)熱(小) 熱(大)乾(小) 乾(大)冷(小)

だけて動き，それが段々に弱められ，全く動かなく成って了う。そこから自然運動に変って直線的に落下すると彼は考えた。つまり強制運動と自然運動とが同時に行なわれないのであるから，放物体は二つの直線の道を描いて飛ぶのである。

アリストテレスの力学を現代式に解釈すると $F=R\cdot V$ で表される。Fは物体に加えられた力。Rは媒体の抵抗。Vは物体の速さである。この式の抵抗Rは真空中では $R=0$ とすれば，加えられた力の大小にかいわらず速さは無限大となるが，しかしアリストテレスは厳しく真空を非定して居るから問題には成らない。

またこの式を落下運動の場合に適用すると，この場合の落下を引き起す力は物体の重さであるから，二つの重さの違った物体を同時に落すと，重い物は軽い物より早く落下することと成る。この結論に対して中世末期の学者は段々に疑いを抱く様に成り，ガリレオの実験（ピサの斜塔の実験のことは彼の一傳記記者の記して居ることであるが，現今では疑れて居り，一傳説的なものと考えられている。実際には斜面の実験に依った）に依って，その誤りが指摘され，アリストテレスの力学は崩壊した。月

アレキサンドリア時代，Hellenism 時代（ギリシア風の文化の時代）

Ptolemaios

マケドニアのフィリップとアレキサンダーの大帝国の統一に依って希臘の都市国家の時代は終りを告げ，ギリシア人の異民族に従属する身分と成った。アレキサンダー大王の死後，彼の大帝国は部下の将軍に依って大体三つに分列した。欧州はアンティゴノス，亜細亜はセレウコス，エジプトはプトレマイオスが得たが，ヘレニズム文化が輝やかしい成功をしたのはプトレマイオス王家の主都アレキサンドリアであった。マケドニア人の領土の中で，エジプトは欧州やアジアの領土よりも少しは内紛や戦争に曝されなかったし，アレキサンドリアは通商上大変有利な位置にあった。プトレマイオス家は学問の保護者であって，その首都は当時の最良の学者を引き付けるに充分だった。これ等の科学者は王家から住宅，俸給，研究費を過分に貰っ

Museum
Mouseion
ムセイオン

であり，アレクサンドリアの学士院こそは政府で創設され，支持された世界で最初の官立の綜合大学であり，科学者達は生活の不安なく，各自の研究に没頭した。そこの必要とする設備や研究室，大図書館は完備したものだった。

しかし彼等はあらゆる学問を自分の領域と見なして普遍哲学を打立てる自由はなかった。彼等は従属者であり，専門家として雇われて居る身分で，昔の合理的な精神を持ち，軍人であり，行政家で医師で，数学者であり，哲学者を一身で總てを兼ねると云った様な，前代的人物は居なかった。金が有って軍隊の掠奪さえ無ければ愉快な生活が出来たし，無知な王族から道化者扱される事を意に介せず，諂い賢人，オベッカ哲学者として身をよして居れば学問は出来，ゼイタクも出来た。しかし生活全体に合理性を見出さうと思えば，自分自身の中に閉じ込って行くより仕方なかった。アレキサンドリア時代を前期と後期に分ける。前期は王朝創立からプトレマイオス七世つまりクレオパトラ期まで，後期はローマ人に占有された時代である。

アレキサンドリア時代の前期のギリシア科学は前代のプラトーンやアリストテレスに依って敷かれた軌道の延長ではあったが，花々しい発達をとげた。(火)

先ずユークリデス Euclides (前300頃)，彼の幾何学原本(Elements)は演繹精神に貫かれた最もギリシア的な見事な著作であった。そして聖書バイブルを除いたら，恐らくこの幾何学原本程，世界中の多くの人々に長い間，讀まれた書物はないと云われている。彼の生立ち其他は殆んで分っていないが紀元前300年頃アレキサンドリアに生存していた事は確かである。(月)

幾何と云う名前は，このElementsを中国明代の万暦35年(1607)にイタリア人の天主教士 Matteo Ricci 利瑪竇が中國語訳した時に作ったもので，幾何 Chi-ho，つまりGeometriaの音写である。

原本は全部で十三巻あって，当時のギリシア数学を体系化し，定規とコンパスだけに依って作図される平面及立体の幾何学図形の性質及び関係の比較研究が成されている

第一巻は直線，三角形及び四行四辺形を取扱い，最後にピタゴラス

の定理に及んでいる。先づ点（面，立体，直線，平面，平行線）に定義を与え，續いて幾何学公理と普通公理を挙げている。

幾何学公理 ⑤
- (a) 一つ点から他の点え一つの直線を引くことが出来る。
- (b) 一つの線分（有限直線）はその方向に沿って無限に延長する事が出来る。
- (c) 一つの点を中心として、一つの有限の長さを半径として，一つの円を畫く事が出来る。
- (d) 總ての直角は相等しい。

平行線公理 (e) 同一の平面上にある二直線と第三の直線が交る時，その同じ側にある二つの内角の和が二直角より小い時，此の二直線はこれを無限に延長すれば，遂に内角の和が二直角より小なる側に於て交る。

普通公理 ⑧
- (A) 全体はその一部分より大なり。
- (B) 全く相合するものは相等しい。
- (C) 同一の量に相等しい量は互に相等 $A=B$, $A=C$, $B=C$
- (D) 相等しい量を相等しき量に加うれば，其和は相等しい。 $\begin{matrix}A=B\\A+C=B+C\end{matrix}$
- (E) 相等しからざる量に相等しき量を加うれば，其の和は相等しからず。其の大なる方え加へたる和が他より大なり。 $\begin{matrix}A>B\\A+C>B+C\end{matrix}$
- (F) 相等しからざる量より相等しき量を減ずれば，その残りは相等しからず。その大なる方より減じたる残りは他より大なり。 $\begin{matrix}A>B\\A-C>B-C\end{matrix}$
- (G) 相等しき量の同じ倍数の量は相等しい。 $\begin{matrix}A=B\\A\times C=B\times C\end{matrix}$
- (H) 相等しき量の同じ分数の量は相等しい。 $\begin{matrix}A=B\\\frac{A}{C}=\frac{B}{C}\end{matrix}$

平行線の公理 これは「直線外の一点を通って，これに平行に引ける直線は一つである」と云い換えられるが，この公理には後の世に疑問が持たれ，Lobtchvsky（1793－1856）などに依って「直線外の一点を通って此れに平行に引ける直線は無数にある」をユークリデスの平行線の公理に換え全別の幾何学を建設した。非ユークリデス幾何学と云う。

第2巻はピタゴラスの定理の應用。第3巻は円に関すること。第4巻は内接及び外接多角形のことを取扱い。第5巻は一般の量に適用することの出来る比例論。第6巻は相似形と極大極小のこと（数学史上極大極の最初の物として知られる"正方形は与えられた長さの周を有する矩形

の中で最大なる面積である"がある。次の7,8,9の三巻は算術に関するもので,素数と非素数,比例数,最大公約数の決定があり,又等比級数の和の求め方,無理数論がある。
11,12,13巻は立体幾何学を取扱かっているが,11巻は比較的初歩的な定理を集め,12巻には角柱,角錐,円柱,円椎及球の体積に関する定理がある。第13巻ではプラトン体と呼ばれる五つの正多面体(正四面体,正六面体,正八面体,正十二面体,正二十面体)を論じられている。
又ユークリデスには光学に関する著述があり,光は直進すること。反射の投射角と反射角は等しいこと。太陽に向けられた凹面鏡で点火することの出来ること。容器の底に物を置き,水を注ぎ入れると浮上って見える屈折のことも書かれている。
彼もギリシアの学者らしく,幾何学を学び始めた一青年が彼に「こんな事を学んで何か徳をすることが有るか」と問うたら,奴隷に此奴に三文渡して オイ出して了えと言ったと傳えられる。

又 Archimedes アルキメデス(前287-213)が居た。ユークリデスの孫弟子に当る人で,シシリアのシュラクサイの生れで,そこの王様ゲロンに愛された。カルタゴのハンニンバルがアルプスを越えてローマを攻めた時,シュラクサイも彼に味方してローマと戦端を開くと,ローマは海陸から攻めて来た。その時アルキメデスは金属製の凹面鏡と投石機を作ってローマの将軍マルセルスを悩して居たが,シュラクサイの落城直前マルセルスは「アルキメデスの体には,指一本も觸れてはならない。なぜなら彼は世界人類の宝であるからである。」と命じて居たが,しかし一兵士が槍で突殺して了った。その時アルキメデスは地上に何にか図形を書いていて「此の幾何図形を踏むな」と言ったと傳えられている事は有名である。ローマの将マルセルスは彼の死を大変悲しみ,その一兵士を刺殺してすてい,アルキメデスが生前,その定理の発見を特意し,自分が死んだら円壔に内接する球の墓碑を作って呉れと云っていた墓碑を作って彼を葬ったと傳えられる。その定理は
(1) 円壔に内接する球の体積は,その円壔の体積の $\frac{2}{3}$ である。
(1) 円壔に内接する球の表面積は,その円壔の表面積の $\frac{2}{3}$ である。
であった。アルキメデスの死後150年位たった西紀前75年に彼の墓を

訪れた羅馬人のCicero（前106－43）はその荒廃振りに驚き修復したと記している。

又ゲロン王の即位に神々の社に奉納する黄金の王冠の話は有名で，彼は風呂からEureka！ Eurek！解った，解ったと叫んで自宅まで裸で走って帰った浮力の法則の発見は静水力学の誕生である。

~~彼は初めて浮力や静力学~~また彼は「支点をあたえよ。地球を動してみせん」と話したと云う。彼は初めて浮力や静力学（釣合った状態での力学・動力学・運動している状態の力学・ガリレオを元祖とする）の問題を研究した学者であり，鋭い観察に依って，此等の現象の間に存在する数量関係と獲えた。その意味で彼は物理学の始祖であった。後のガリレオは彼を非常に尊敬し，その影響を示す論文を幾つも書いている。アルキメデスは科学者であると同時に，優れた技術でもあった。海岸の砂の上で大軍艦を作ったが，どうにも進水出来ないで居た物を滑車と引いて進水させたとか，水揚げの螺旋ポンプや其他の力学機械を作った。この螺旋ポンプは江戸時代に佐渡の金山やシエ州（ゴウシュウ）でも農業灌漑にも使われていた。その来源はまだよく研究されていないが，明代に中国え来た天主教士で，ガリレオの友人でもあったTerrenz 鄧玉函（1576/1630）と云う人の書いた奇器図説（1621）に載っているから，こんな中国書の影響かも知れない。（挿画入で）

しかし既に述べた様に，ギリシアの知識人は技術的な研究や発明を軽蔑して居たが，アルキメデスも同様で，技術の関する著述を書かなかった。彼は自分を，やはり幾何学者だと思ってゐた。彼の幾何学は曲線形の求積問題で，彼は計量の幾何学の建設者だった。

アポロニウス Apollonius（前260－200）

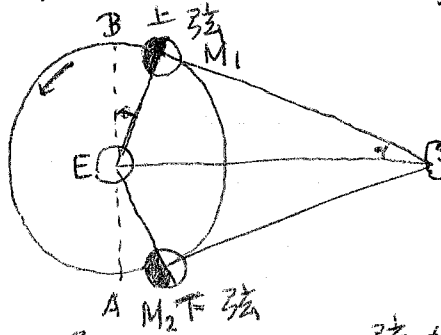
彼は小アジアのペルガPergaの生れで，アレクサンドリアの大学を出，そこの数学の教授だった。名著「円錐曲線論」8巻がある。前半の4巻までは昔からアルキメデス迄の研究の基付き，後半に彼自身の研究を記している。現代の円錐曲線論の基礎観念は大体述べつくしている。漸近線，焦点，共軛径，法線，極線などの観念を持っていた。彼の幾何学は，アルキメデスの幾何学が計量の幾何学であったのに対して，形と位置との幾何学であった。当時円錐曲線などと云うものは，何ら実用性の無いもので，抽象

ヘラクリデス(Heracleides)

的な遊戯に過ぎなかった。後にガリレオやケプラーやニュートンの時代となって動力学が確って初めて見直された数学であった。アポロニウスは又，複雑な天体運動の説明に周転円を考えた最初の人だった。

サモスのアリスタルコス Aristarchus (310－250 B.A)

彼はコペルニクスの先駆者地動説の1だった。"或る諸仮説より成る書"と云う本を作ったらしいが残っていない。アルキメデスがシュラクサの王ゲロンに送った手紙の中で，"彼の仮説とは恒星と太陽とは動かないままで居て，地球は太陽の廻りの円周上を公転し，太陽はその軌道の中央にあると云う事である"と書き残して居り，英雄傳を書いたプルタルコス(紀元1世紀のギリシアの傳記作者)はクレアンデスと云う人はこのサモスのアリスタルコスを告発することが，ギリシア人の義務であると考えたと記している。その嫌疑と云うのは，彼が地球を動かせると云う不信仰振を示したからである。彼は天は静止し，地球は円を画い公転し又地球自身も軸の周りに自転すると仮定し諸現象を説明しようと試みたと記している。(現代まで残っている彼は著作は太陽と月の大きさと距離についてだけである。)余り大したものではないが，天体の距離を測定する最初の試みとして価値がある。



例えば「地球より太陽迄の距離は，地球より月までの距離の18倍より大きく，20倍より小さい」と云っているが，それは次の様な観測から測定された。上弦から下弦まで時間，また下弦から上弦までの時間を測定し，その二つ時間の差から角BEM1を算出する。∠BEM1＝∠ESM1であるからES：EMは

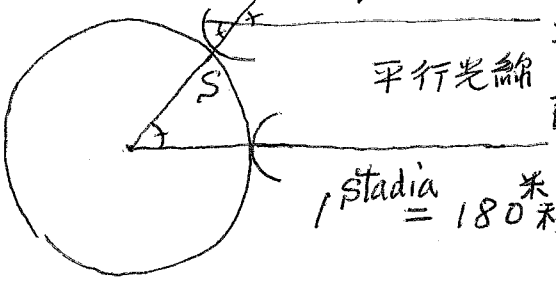
(差は発見出来ないのであるとした。)

Eratosthenes

(経線，緯線入の地図を作り) エラトステネス Eratosthenes (前275－194)

エラトステネスは地球の大きさを測定した最初の学者であった。彼はアリスタルコスの考案したスカライウスと呼れた半球形の日時計を用いて観測を行った。夏至の日にはアレキサンドリアでは太陽は天頂から円周の1/50(7°12')だけ南にあり，他方アレキサンドリアの南方5000 stadiaの距離にあるシエネ(今のアスワン・ダム附近)では丁度天頂に太陽の在る事を確めた。シエネには現在もエラトステネスの井戸と

云うのが存在するそうであるが，夏至の正午には太陽光線がその深い井戸の底まで照したと云うから，太陽は丁度頭上を通過した訳である。この事から両者の距離は地球の周囲の1/50であるとして，地球の周囲を25萬Stadia (=5000 Stadia×50)と計算したが，それでは一度の長さが694.4…Stadiaと云う複雑な数に成るので，1度を700Stadiaとして700Stadia×360°=252,000 Stadiaとしたと云われている。このStadiaと云う単位には色々の種類があり，



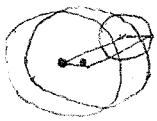
エラトステネスの使ったStadiaがどんな者であったか，よく分らないがメートル法に換算すると44,000米程であると云われる。メートル法は地球周囲を40,000粁として作られた尺度であるから，1割程大きいが，なかなか良い値である。しかし彼の測定には偶然が大分幸している様である。即ちアレキサンドリアとシェーネは同一子午線上にあると仮定されているが，両地は同一子午線上にはない。又，両地間の距離も正しく測定されたものではなく，彼の概算に過ぎない。つまり色々な誤差が幸運にも消し合って最終の結果が良い値と成った感じがある。しかし，彼は測地学Geodesyの元祖とされる人物であった。(測地学は地球の大きさや形を研究する学問)　(夜)

現代的意味

ヒッパルコス Hipparchus

アリスタルコス以後ほぼ1世紀程は，ギリシアには有名な天文学者は輩出しなかったが，前2世紀の半に，ギリシア時代第一流の天文学者ヒッパルコスが出現した。彼は地中海上のロードス島で一生を過した人である。彼の仕事は大体次の四つ方面で大きい業績を残した。

1. 初歩的では有るが三角法を使って平面や球面上の図形の計算を初めた事。
2. 当時として非常に精確な観測を続行した事。
3. 古代の観測の値を当時の観測と比較して短期間の観測では分らない長年差を検出した事。



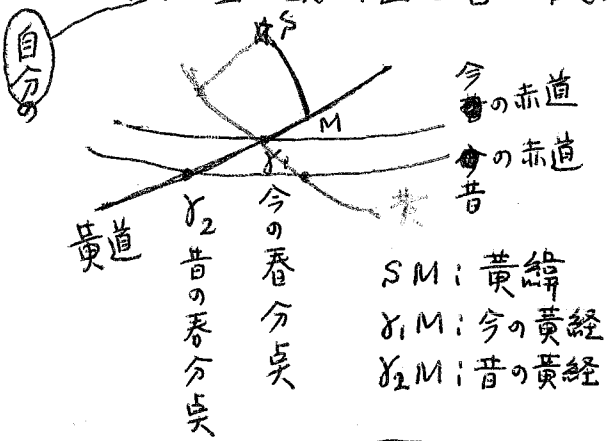
4. 太陽及月の運動を説明する爲に，幾何学的な解法を採用して，それを実用にした事であった。

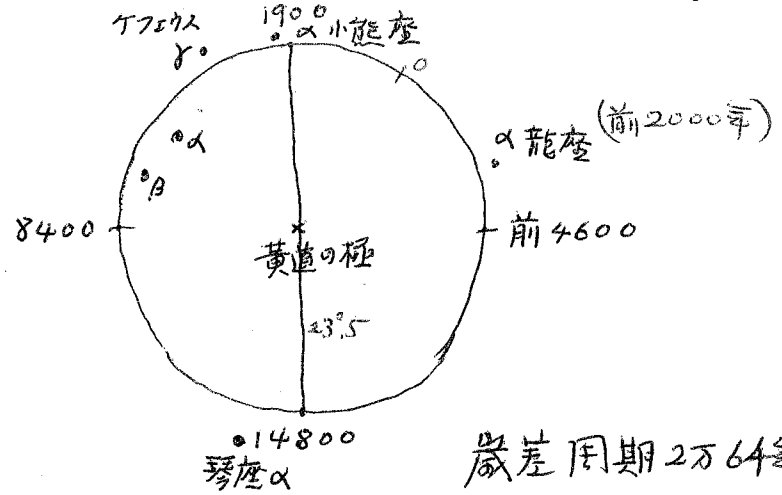
太陽や月などの運動を等速円運動の組合せで説明しようとする試みはアポロニウスに初まつた事は前の述べたが，この様な思想は18世紀頃に天体力学が確立する迄，約二千年間も續いた。後世の天体力学は星の間に引力を考えて星の運動を論ずる学問であるが，古代の星の運動論は引力など全く考えず，星の見掛けの動きを幾何学的に説明するものであつた。

太陽は見掛け上，黄道上を動くが，それは等速に動くのではなく，或る所では早く動き，他の所では遅く動く。この事を説明する爲にヒッパルコスは，太陽は一点Cを中心とする円周上を等速で動くとし，地球はCから離れた点に在るとすれば，太陽の一年間の黄道上の運行の遅速を巧く説明することが出来るとした。この様な方法を離心円（Eccentric Circle）と言うが，太陽は地球から最も遠い点A（遠地点）附近では遅く動き，最も近い点P（近地点）付近では速く動くこととなる。それにはPCの方向（近地点黄経）か，ACの方向（遠地点黄経）かの一つと，EC：PC（離心率）さえ決定すれば，任意の時の太陽の位置を予報する事が出来るように成る。今，太陽がSに在る時の平均太陽黄経は$\gamma\hat{C}S$であるから，近地点黄経$\gamma\hat{C}P$を引くと，$P\hat{C}S$（近地点引数）が得られる。この近地点引数に対する中心差角は（$C\hat{S}E$）であるから，最早の平均太陽黄経に中心差角を加えれば，地球から見た太陽の方向（真太陽黄経）が得られる。太陽がS'に在る時を考えると平均太陽黄経から中心差角$C\hat{S}'E$を引かなければならない。ヒッパルコスは月の運動に対しても同様な方法で説明を試みている。太陽の場合には遠，近地点黄経は動かない者としたが，月の場合には，それが可成り盛に動くので計算法が少しく複雑であつた。ヒッパルコスが此様にして太陽と月の運動を研究した爲に数値計算に依つて日月食を予報する事が出来る様になつた。しかし，好都合な場合に1時間程の誤差だつたと言はれるが，まだまだ原始的な予報であつた。（現代は2，3秒）

ヒッパルコスの最大の功績は歳差の発見であるが，それは彼の恒

星目録作製の時の副産物であった。彼は肉眼で見える恒星の位置と光度を観測し，1080星の恒星目録を作った。恒星の位置は赤経・赤緯で現し，又恒星の光度を一等星から六等星までの六等級に分けた。彼はこの恒星の観測値と昔の観測値を比較して歳差を発見したのである。





歳差周期2万64年

この歳差の現象の発見に依って春分点が退行することが分かったから，一年を二つに区別する必要が生じた。春分点から翌年の春分点まで太陽が回る一年と，太陽が恒星に出合って，翌年同じ恒星に出合うまでの一年とに区別する様になった。前者が太陽年で365.2422程であり，後は恒星年と呼び365.2564程である。以上の現象を歳差現象と呼ぶのは，この二つ一年に差が発見されたからである。

この時代のギリシアの天文学が，どう言う経緯でよく分らないが，600年後の西紀後4，5世紀頃のEp度の天文学に影響を与えている。アレキサンダー大帝のEp度侵入以来，Ep度の北部にはギリシア人の植民地が多く出来，Ep度の文化にも多くの影響を与えた。例のカンダラ美術の仏像のギリシア的微笑は有名なその影響であるが，この4，5世紀頃のギリシア天文学の影響を受けたEp度の天文書にはSiddhantaの語を含むから，この時代の天文学をシッダーンタ天文学と云う。ローマカ・シッダーンタ(Romaka.S)スールヤ・シッダーンタ(Sūrya.S)等という。これらの天文書の太陽や月の運動論は非常にヒッパルコスの離心円の方法に非常に似ている。この種のEp度の天文書の一つが，唐代に移住して来たEp度人の一家瞿曇(Gautama)家のシッダ悉達と云う人によって中国語訳されたものがある。それを九執暦と云う。九執はnava grahaの訳で，grahaには執ると云う意味と曜の意味が

日月食を計算された多少の事実知識

rāhu ketu
ある，(つまり)九執は九曜で，九曜は日，月，五星と羅睺と計都である。羅睺と計都は黄道と白道の交点に存在すると考えられた架空の暗黒星で，この付近で月が満月や新月に成ったりすると月食や日食が起る。後世アラビア人に依って中世紀のヨーロッパに輸入されて白道と黄道の交点を意味する言葉としてのCapite Draconis(龍頭) Cauda Draconis(龍尾)となった。この九執暦には後にアラビア数字の原型となったIndia数字や正弦函数などが載っている。

アレキサンドリア時代後期(ローマ支配下のギリシア科学)

西暦前30年に女王クレオパトラが自殺してプトレマイオス王朝は滅亡し，アレキサンドリアの都はローマの支配を受けることと成った。しかしギリシアの科学の伝統は直をしばらくの間はアレキサンドリアに残った。ローマ人は支配者として政治や軍事にいそがしく，学問はやはりギリシア人の仕事だった。しかし，この時代のギリシアの科学は一二の例外の外は，独創性のない，前時代の科学書の注解釈が科学者の仕事の観があった。しかしローマ帝国の領土が増大するにつれてギリシア科学はローマ帝国内の各地に広まった(しかし)。紀元395年にローマ帝国は東西に分裂し，ついで476年に西ローマ帝国が亡びると，ヨーロッパの内部に中世の沈滞が訪れ，ギリシア科学の伝統は東ローマ帝国を中心とするオリエント地方にのみ残ることとなったが，その科学も創独性に乏しい注釈の仕事が主なものであった。しかし古代ギリシア科学の本が現代に残り得たのは，これ等注釈科学者に依ってではあったが。

アレキサンドリア時代後期の学者としてはプトレマイオス Claudius Ptolemaios が有名である。彼はアルマゲストを書いたが，その書はコペルニクスが地動説を唱える迄は最大の天文学書であった。アルマゲストと云う書名はアラビア語の Al-majisti (المجسطي) から来たが，majisti そのものは(純粋の)アラビア語ではなく希臘語の Megiste から最大と云う意味である。中国の元のフビライの時代に輸入された回回書(波斯語の本)の中に，この書は麥者思的(mai-che-ssŭ-ti)と音字されている。

この書はギリシア天文学(書)の集大成を行なったもので「最大の書」と云うに相応(ふさわ)しい書で，天動説を体系的に論じ，それを数学的に取扱った高度な天文書であって，13巻から成っている。

最期には「数学的集成」の名で呼ばれたが

第一巻の最初に次の六個の命題(定理)がある。

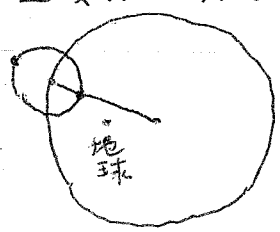
① 天空は回転する。② 地球は明かに全体として球形である。③ 地球は天空の中心にある。④ 地球は天空に対して点の如きものである。⑤ 地球は何等の位置変化もしない。⑥ 天空には異なる二つの基本的運動がある。

これらの命題に依って,地球が動くと云う説が正しくない事を幾つかの証拠を挙げて反駁し,天動説を取に到った過程を詳しく論じている。その後には第二巻にかけて,一般の天文学的現象(日周運動,昼夜の長さ恒星の出没など)の基礎知識の説明あてられている。つまり1,2巻は3巻以後に必要となる数学的基礎の準備である。

第3巻は1年の長さと太陽の運動を述べているが,ヒッパルコスの業績以上には出ていない。

第4巻は1ヶ月の長さと月の運動の説明に当てられ,ここにはプトレマイオス自身の最も重要な発見が含まれている。月の運動に於ける中心差は既にヒッパルコスは知って居た。この中心差を計算に入れることに依って朔と望の時の月の運動は計算結果と一致するが,上弦と下弦の時には,かなり喰い違が生する。この相違の原因として,彼は出差を発見した。彼は離心円に周転円を組合せ,この出差を幾何学的に解決している。

朔望月:29.5306
近点月:27.5546



第5巻は天文機械アストロラーベの構造と使用法,それに続いて月の視差や日,月までの距離を論ずる。

第6巻は日,月食論であるが,専らヒッパルコスの説に従っている。

アルマゲストの7巻,8巻は1028個の星を含む星表と歳差の議論であるが,これもヒッパルコスの観測をプトレマイスの時代に換算したものに過ぎない。1年36秒(ヒッパルコスが可能な最小値としたもの)

9巻から13巻までは惑星運動の理論で,(これはヒッパルコスが全く手を付けなかった部分で,)プトレマイスの業績の最も多く含まれている部分である。Equant

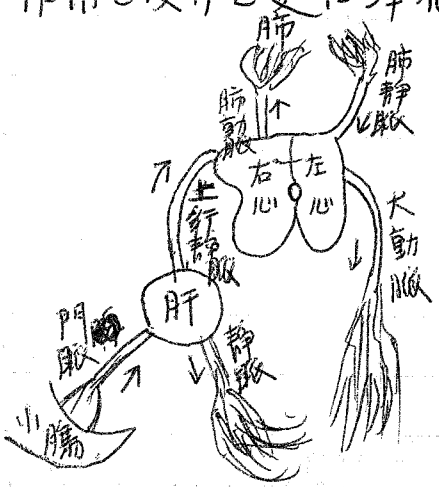
周転円	Epicycle
導円	Deferent
離心円	Eccentric Circle
回転中心	Equant

ガレーノス
Galenus (130－198)

コペルニクスの「天体の回転について」が出版された1543年に時を同じくしてVesaliusの人体解剖学が出版されたが，Vesaliusという人は天文学でのコペルニクスの役割を医学で演じた人である。Vesalius以前の医学で，天文学や物理学などでAristotelesが占めていた位置にGalenusが居たのである。彼はヒポクラテス以後では古代第一流の大医学者であった。ギリシア人である彼は医学体系を幾何学の様な合理的な精密科学としての学問に打ち立てようと試みたのである。しかし当時の医学はそれ程発達していた訳ではなく，彼は充分な観察もなく，純粋直観と云っても結極は独断であるが，それを演繹して構築め上げたものであった。それがアラビア人の註釈を受けて中世紀にヨーロッパに輸入されて，Aristotelesの場合と同じ様に，事実はどうで有らう共，彼の言葉は，彼の説は最大の権威を以って医学者に受入れられていた。近代の医学を建設した人々は，コペルニクスやガリレオがAristotelesの権威に苦しめられたと同様に，このGalenusの医学体系に苦しめられたのであった。

金

ガレーノスは肝臓と心臓と脳の三つの主要な器官と考えていた。肝臓は造血器官と彼は考えていた。小腸に於て出来た養分は門脈を通って肝臓に行き血液と成るのである。その時，浄血作用をするのは脾臓であって，脾臓は養分から無用な泥状の成分を取りさって黒胆汁とし，黒胆汁は管を通って胃に運ばれ，胃から腸を通って糞便と共に排泄される。肝臓で作られた血液は，その一部は特別な静脈により直接に全身に廻り，一部は上行大静脈を通って右心にき，濃熱の作用を受けて更に浄化される。そして不要な残り滓は「煤」となり，呼気の時に開かれた半月弁を通じて排泄される。



右心から血液は一方では肺動脈に依って肺に入り，また一方では心臓中隔の孔を通って左心に入る。そこで呼吸の時に空気と共に入ってくる霊気（プノイマ Pneuma）が混じって更に浄化され，その後に大動脈に依って全身の分布されると言うのである。この右左心室の中隔に孔があると云う誤った考えは非常に根深く信じられたもので，16世紀の英国の大医

学者Harveyの血液大循環論が現れるまで，續いた。(総合) (火)

ジオファンタス Diophantus (3世紀後半)

その外の有名な学者としては数学者ジオファンタスがあった。ギリシアの数学は幾何学の面で最もすぐれていたが，彼は代数学の研究で優れた業績を残してギリシア数学に新しい分野を開いた。彼は三部の著作を書いたが，最も重要なものは，Arithmeticaである。元は13巻あったが，6巻しか残っていない。計算とは無関係は数の理論であって，今日の代数学に属する領域にも及んでいる。しかし一次方程式は未知数が正の値に成る様に作られており，また二次方程式で二根が，いづれも正な場合でも一根しか用いていない。三次方程式の解法では単純で特殊な場合しか解てはいない。彼の不定二次方程式は現代式で書くと $Ax^2+c=y^2$，とか $Bx+C=y^2$ の様な形のものである。また彼は聯立二次方程式の特殊の場合を述べている。(特異な存在であった。)

〔代数学 西洋と中国〕 (月)

しかしローマの支配が匡むに従って，ギリシア人の学問は段々に独創性のなりものに成って，前人の業績を註釈する事が学者仕事のように成って行った。これら群小の科学者の事は省略して，

ディオファントス以前に於ては計算は文句だけで説明されたら

ς
χ ς シグマ
δύναμις 平方 δῦ
κύβος 立方 χῦ
ギュボス
χχῦ

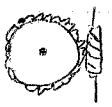
プシー 横プシー
φ φ

α:1 β:2 γ:3
κ:20, λ:30
ρ:100 χ 600 プシー φ:900
オーメガ ω:800

減法
インイ ヨーター
ιδού ニ ↙

ギリシアの技術に就いて少し述べておくと，既にプラトンやアルキメデスの所で述へたように，ギリシア人は，理論に重きを置いて実用を軽別していた。勿論ギリシアでも土木や建築技術は，かなり発達していたし，また戦争に使う武器の考案も色々と行なわれていた。従って技術的成果も決して乏しくはなかった。しかし奴隷を多く使っていたギリシアでは，しばしば学問は大変貴族的思想に支配され，技術は軽別する傾向が著

古代戯曲　ナウプリオス　五幕
パラメデス　石殺しの刑　バックス祭　船の建造 運水 航行 時化 偽ノロシ
難破危機カペレオス岬　偽の燈火　トロイア　難破
しかった。この事は技術的な逸話のあれ程多いアルキメデスに於ても強く見られたことは，既に述べた通りである。此の様な社会では，技術は遊戯的な虚構を作って権力者の娯楽と成ることが多かった。そうした技術者として有名なのは，クテシビオス Ctesibius とヘロン Heron である。クテシビオスは前3世紀頃，アレキサンドリアに居た機械師で，揚水ポンプ，水時計などの水力機械や，水の運動で声を出す黒鶫や水を飲む自動人形，その外，人の眼や耳に快楽をあたえる事を目的とした多く細工物を作った。クテシビオスの流れを汲んだヘロンは西紀1，2世紀アレキサンドリアで活躍した技術者である。彼はギリシア時代の学者としては珍らしく幾つかの技術書を書き残している。又ヘロンは幾つもの珍しい機械を考案した。特に有名なものは蒸気力を利用した汽力球である。これは蒸気を動力に利用したと云う点で古代唯一の装置である Aeolipile ばかりでなく，噴出する蒸気力の反動を利用して居る点で，現代のロケットと原理的に同一である。それはABの鍋の中で出来た蒸気がCM管を通って，Lより球内に入り，噴出口H，Iから噴出し，その反動で球が回転する装置である。その外，自動装置に依る人形芝居，路程計 Hodometer，自動聖水装置などがある。これらのヘロンの装置も大部分は結極は遊戯的な物で当時の王公貴族に一夕の快楽をあたえる物に過ぎなく，生産経済に何等に結び付く物ではなかった。



芋虫 ウオーム Whorl 無端螺

ローマ人の科学　Stoicism

西暦前8世紀頃にやっとローマの建国は初ったが，まもなく四方を征服し，前3世紀の頃にはイタリア半島の大半を支配し，南イタリアに殖民していたギリシア人と接触し，西暦前30年にはアレキサンドリアを占領する。ローマは空前の大帝国を作り上げるが，支配であるローマ人は政治や軍事の面では優れていたが，科学や一般文化の面ではギリシア人に頼った。毎度云う様にギリシア人が極めて理想主義的であったのに対して，ローマ人は極端に実用を好んだ。ローマの哲学者で政治家だったキケロ Cicero は「ローマ人は測量や計算に必要が無ければ幾何学などには注意しなかった」と述べており，真理追求と云うギリシア科学の理想はローマ人にとっては無縁のものだった。ローマの支配者は必要に応じてギリシアの科学者を招いた。アグリッパ Agrippa がシーザーの命を受けて広大なローマ帝国の土地測量を行った時にも，多くのギリシアの学者が参加した。この様な状態

であったから，科学自体として独創的なものはなかった。ローマ人の科学史に於ける役割は科学の発展ではなく，ギリシア科学の配分を受け，それを伝播することであった。かくの如く，ローマ帝国には独特な純粋科学は無かったが，応用方面に於ては大いに注目されるものがある。

ギリシア美術の彫刻家の主要なテーマである人像は神的なものであって，動物像はその神々の栄光を飾るものに過ぎなかったし，植物は装飾図案として以外にはなく，非常に理想主義的であったが，これに対してローマ人は自然の観察者で，愛好者だった。彼等は動植物の形態や習性に注意深い観察を行っている。例えば，風に吹かれている若い野バラとか，三匹の蜜蜂が凹みに貯った水を飲み，四番目の蜜蜂は小鳥の爪に掴まえられて居り，二匹の蜂喰虫が下枝で蜜蜂を追い駆けて居るという情景はギリシアの芸術にはない。

ローマ人の深く信じていたストア主義は個人の生活では徳が唯一の善であったが，自然は総て人間に関連した目的を持っていると考えた。或る種の動物は人間が食うに適し，或る動物，ライオンは人間の勇気を試みる機会を呈供し，南京虫でさえ，朝に成って我々が眼覚めるのを助け，寝床に余り長く居させない様にするから有用な動物なのである。

Leukippos, Demokritos, Epikouros

Lucretius（ルクレチウス 前98－前54）の詩「事物の本性について De rerum natura」を科学的に読むと，その中で原子論的物質観（特にエピクロスの）を述べている。しかし，それはギリシアのレウキッポス，デモクリトス，の原子論の模倣である。つまり世界の起原はアトムの相互作用に依って起り，その相互作用には何ら神の創造的理性の干渉はない。「如何なる物も無から神意に依って生じたることなし」と言っている。彼には精神もアトムから出来て居り，アトムと空虚以外には真の実在は存在しなかった。以上の如くギリシアの原子論の模倣である。しかし彼の「疫病種子」説には興味深いものがある。紀元前430年のアテナに於ける疫病の大流行の事を記し，「何が，その原因か？」と問い，「我々の生命に対して有益な事物の種子（セミナ Semina）があると同様に，疾病や死の原因を成す様なセミナも飛び廻っている」と述べているが，これは16世紀の医師Girolamo Fracastro ギロラモ・フラカストロに影響をあたえ，彼の伝染病はセミナリア（Seminaria）「種子を貯えたもの」から起ると云う，疫病種子説の来源と成った。

又，ルクレチウスにはエンペドクレスの進化論の適者生存まがいの説もある。『大地は奇妙な顔や変な手足を持った滑稽な怪物を創造しようとしたが，自然は彼等の増殖を禁じ，食物を獲る事も出来なければ，成長することも出来なかった。今日生存している動物は発生以来，自分の智慧と勇気と速力で，自分の種子を保持して来たものである』と述べているが，これはエンペドクレスの影響である。William Gilbert
又彼の磁石の記述は英国のエリザベス女王時代のウィリアム・ギルバートの研究にシゲキを与え，有名な「磁石について」De Magnetを書かせたが，ルクレチウスは磁石が鉄を吸引するのは，磁石から，その微粒子が発出し，それが周囲の空気を押退けるので，その空虚に鉄が飛び込むからであると原子論的に説明している。
このLucretiusの「事物の本性について」はローマの科学的文献としては特別な孤立した物であるが，ローマ時代の特徴を示すものはバルロVarroの農業論とPliniusプリニウスの博物誌とセネカSenecaの自然の探究である。Vitruvius の建築書 (立経)

バルロ Varro（前117－27）はユリウス・シーザーの友人で，皇帝の企画した大図書館のギリシアやラテンの文献の整理に当った。彼は科学に就いて，百科全書的に間口広く書いたと言われるが，不幸にして余り残っていない。彼は著作は自由学芸の中世の多く書くの書物の原型と成ったと言う。彼は自由学芸に文法，辯證学，修辞学，幾何学，算術，天文学，音楽，医学，建築の九科を立てた。この中の最後の二科，医学と建築は後のCassiodorus（490－585），Capella（500年頃）Isidrus（　）などの人々に依って否認され，その傳統が中世の自由学芸の七科と成った。彼の農業論（Rerum rusticarum libri）3巻は第1巻（農業の一般問題）第2巻（農業用動物）第3巻（蜜蜂，魚類，其他の多くの野生動物）であるが，自分自身の観察は少なく，資料は他の学者の著作からの借物，つまり孫引き的傾向の多いものである。しかし直接観察したものと察せられるマラリアに関する記事は注目すべきものと言われている。彼は「家を建てる時には沼澤の付近は避けねばならない――なぜなら，沼澤の水が乾き初めると，そこから目に見えない無数の昆虫が発生して，吸込む空気と共に口や鼻の穴に入り，屢々危険な病気をもたらすからである」と言っている。

プリニウス Plinius (23－79) 彼の博物誌 Naturalis historia は皇帝ティトウス Titus (79-81) に献じられた最もローマ時代らしい書物であり，彼の受けた教育，経歴，見解．性格など，総べてに於て，彼は典型的なローマ人であつた。博学で，旅行家であり，何んでも知りたがり，何にでも興味を持った。しかし彼は全くと言ってよい程に批判的能力がなく，尨大な資料を未整理のまま残した。でも146人のローマ人と，326人のギリシア人の作者に依る2000冊の書物から様々な引用をしている。その多くは今日失はれた文献である点で重要なものである。

博物誌は37巻より成り，第1巻は序説，第2巻は宇宙論，第3-6巻は地理学，第7巻は人類学，第8-11巻は動物学，第12-19巻は植物学，第20-32巻は医学，第33-37巻は鉱物学とその他の技芸である。

この著書を貫く彼の根本思想はストア主義的で，自然は人間に奉仕するものであり，自然の事物を人間との関係から記述しており，総ての事物は，その用途を持っていると云うのである。彼は次の如く記している『自然と大地とは驚嘆の心を以つて我々を満たす……植物におびただしい種類の有る事を考える時，我々は植物が人類の希望や享楽を満さん為に創造されたものであることを知る』と云うのである。
琥珀の摩擦電気，エルモの火，しびれえいの動物電気など珍らしい各種の古い記載も多いが，その他にマツタク「古唐無稽」な事柄の記載も多い。

セネカ Seneca (前3－後65) の『自然の探究 Quaestiones naturales』は主として天文学，気象学，地学を取扱つてゐる。彼は自然に対しては，プリニウスの観察事実を知りたがる傾向とは反対に，宇宙論的で，全体としての世界像の概念に関連させて，諸現象を考えると云う傾向であった。そして如何なる研究や議論にも人間の義務に関する考察を供ない，広い意味の道徳的意義を考えた。そして各巻の終りで，研究した現象から引出される教訓を総括している。例えば光学的現象の議論が終ると，「光を受けたり，反射したりする物質を与えた自然の目的は何んであるか」と云う問いに対する答は
『第一の自然の動機は我々に太陽の光を減じて見せる為であり，我々

文禄版羅葡日辞典
Abaculus_soroban
Calculus_soroban

の眼は弱く，太陽を直視する事が出来ないから，太陽を反射するものが無かったら，我々は太陽の形を知る事が出来ないだろう』

『第二には，地上の水盤に太陽と月の影を映さなければ，日光に遮ぎられて，二つ天体が重なり合う日食を観測研究は出来ない』

『第三には鏡と云う物は人間が自己自身を知るために発見した』と云うのだが，この自然は人間の鏡にあると云うストア主義的な考えは，中世紀のキリスト教会で大いに歓迎され，その方面の著作家達に七ネカは屢々引用された。しかし，その様な極端な倫理的態度は知識の進歩と両立せず，科学の最大の敵対物の一つと成った。（科学に対する）

ビトルビウス Vitruvius（一世紀の後半）の建築書（De Architectura Libri Decem）ここに建築術と言っている概念は現在の建築術の範囲より遙かに広く，土木技術，機械技術，軍事工学等も，その中に含まれるのである。彼は序文で『建築家は文筆を解し，絵画を習得し，幾何学に精通し，各種の歴史を知り，勉めて哲学者の言を聴き，音楽を理解し，医学に無智でなく，法律家の所論を知り，星学或は天空理論の知識を有すべきである』と記している。この建築書は建築術を中心に編集された百科全書的内容を持っている。ギリシア人は技術を奴隷に属する物として，技術書をほとんど書か無かったが，この書はギリシア人の間に知られていた技術上の成果が，その基礎に成っている。星座のこと，各種の日時計，東西の決定のしかた，ヘロンの路程計（Hodometer）等々，これらもローマ人の発明ではなく，ギリシアの時代から知られてた。以上の様にローマの科学書の特色は，実用的な知識を百科全書的に盛込む事にあった。しかしローマ帝国の残した壮大な土木工事は今もヨーロッパの各地に残っている。ローマ帝国はその広大な土地を支配するために舗装した道路を整備し，大きい河川には石橋を懸け，又立派な水道がローマを初，ヨーロッパの各地に残って居る。またローマには下水道も作られ，その一部は現在も使われて居ると云う。ローマには壮大なコロシアム其他の建造物が現在も残って居り，ローマ人の優れた技術的能力がしのばれる。

またローマ人は，その政治力の基で彼等の国語ラテン語をヨーロッパの各地に普及させた。昔の日本や朝鮮で中国語が国際用語の役を務め，徳川時代でさえも書物が漢文で書かれた様に，長い間，ラテン語はヨーロッパの共通語としての役目を持ち，一応の学者はラテン語を話したり，書いたりすることが出来た。この事はヨーロッパの中で学問の交流を推進する力と成った。

又，ユリウス・シーサーに依るユリウス暦の採用も見のがせないが，その事はエジプトの科学の所で少し触れた。シーサーはエジプトの太陽暦を取入れ，西暦前47年から1年を365日とする平年と，4年目毎日に1日増す閏年とを置く暦を使うことにした。このユリウス暦は1582年のグレゴリオ改暦迄，広くヨーロッパで行なわれた。現代でもギリシア正教ではまだ使用されている。

第一書　建築一般について　肉体と土地健康性　気流
第二書　建築材料
第三書－第四書　神殿建築　コリント，トーリヤ，イオニア，式
第五書　公共建築，元老院，劇場，浴場　築港
第六書　一般住宅建築
第七書　壁，天井，床，壁画　色彩
第八書　水脈，雨水水質，水準測量，水道
第九書　星座，占星術　日時計　水時計
第十書　器械　武器　城市の防備

暗黒時代　プロティノス主義

中世紀　(水)

新プラトン主義の始祖プロティノス Plotinus (204～270) の生きて居た三世紀の頃は現実の世界は全く希望の持てない時代であった。軍人は自分自身の腕力を意識し初め，金銭的な報酬で簡単にローマ皇帝を選び，しばらくすると新しい買手を求めて皇帝を暗殺して新しい皇帝を作ると云う様な事に夢中に成って居た。その為に辺境の守備は疎かに成り，北からはゲルマン人，東からはSasan朝のペルシア人の激しい侵入を受けた。戦争と疫病でローマ帝国の人口の1/3は死んで了ったと言われる。一方増大する課税と少なく成った物資は直接には外敵の侵入を受けなかった地方の経済的破綻さえ齎らした。文化の担い手だった都市は特にひどい打撃を受け，税金から逃れる為に重だった市民達までが多数，都市から自分のVilla ヴィラ荘園に脱出して行った。

この悲惨な現実を前にして当時の真面目な人々には現実の世界は全く希望の持てない様に見え，自分の心の中に真，善，美の永遠の世界を冥想する方向に向った。プロティノスの哲学も外を見るよりも内側を見よと奨めた。内なるものを眺めれば，我々に神的な精神が見え，外に眼をやれば感覚の世界の不完全さが見えると云うのである。これはプラトンのイデア思想に根源を発するものであり，彼のプラトンに対する尊敬は大変なもので，著書の中で，神に対してのみ用いられる，大文字で初まる「彼」という言語で，プラトンの事に及んだと云う。プラトンはまあ幸福な時代に生きた人であり，多血質でふざけ散した面と真面目で端正な面があったが，プロティノスのプラトンは端然と構えたプラトンである。

しかし，この種の主観性は学説だけであれば科学研究には大した影響はないが，教説と成って人間の気質的感情の中に入ってくると科学は顧り見られなくなり，徳のみが重要視され，物理的世界を理解しようとする欲望をなくして了うことと成る。

プロティノスはギリシア世界にとっては終結であり，キリスト教世界にとっては発端だと云われる。キリスト教も同じ絶望的な体制から脱出と云うことで普及して行った。信仰深い者にとっては，当時の偶像崇拝ばかりでなく，憎まれていた上層階級の国家に伴う一切のものは嫌悪すべき物だった。贅沢，芸術，哲学，科学は総べて地獄

中世紀

科学の応用は人間の進歩と幸福をもたらすと云う信仰は発生は，それ程古い事ではない。中世紀には革命的な危険思想だったのであり，フランシス・ベーコン F. Bacon (1561-1626) に依って初めて確信を以って主張された思想であった。

戦争と疫病でローマ帝国の人口の 1/3 は死んで了ったと言われる。一方増大する課税と少なく成った物資は直接には外敵の侵入を受けなかった地方の経済的破綻さえ齎らした。文化の擔い手だった都市は特にひどい打撃を受け，税金から逃れる為に重だった市民達までが多数，都市から自分の Villa ヴィラ荘園に脱出して行った。

この悲惨な現実を前にして当時の最も真面目な人々には現実の世界は全く希望の持てない様に見え，自分の心の中に真，善，美の永遠の世界を冥想する方向に向った。プロティノスの哲学も外を見るよりも内側を見よと奨めた。内なるものを眺めれば，我々に神的な精神が見え，外に眼をやれば感覚の世界の不完全さが見えると云うのである。これはプラトンのイデア思想に根源を発するものであり，彼のプラトンに対する尊敬は大変なもので，著書の中で，神に対してのみ用いられる，大文字で初まる「彼」という言語で，プラトンの事に及んだと云う。プラトンはまあ幸福な時代に生きた人であり，多血質でふざけ散した面と真面目で端正な面があったが，プロティノスのプラトンは端然と構えたプラトンである。

しかし，この種の唯心思想は学説だけであれば科学研究には大した影響はないが，教説と成って人間の気質的感情の中に入ってくると科学は顧り見られなくなり，徳のみが重要視され，物理的世界を理解しようとする欲望をなくして了うことと成る。

プロティノスはギリシア世界にとっては終結であり，キリスト教世界にとっては発端だと云われる。キリスト教も同じ絶望的な体制から脱出と云うことで普及して行った。信神深い者にとっては，当時の偶像崇拝ばかりでなく，憎まれていた上層階級の国家に伴う一切のものは嫌悪すべき物だった。贅澤，芸術，哲学，科学は総べて地獄

之の道標（ミチシルベ）であった。邪悪な学問よりも，神聖な無知を彼等は取った。大地が球形であると云う地球説さえ，一時は否定されたほどである。4世紀にはギリシア学術の宝庫であったアレキサンドリアの図書館が，キリスト教徒に依って焼き払われる事件もあった。5世紀の初めに新プラトン主義者であり，女流数学者であったヒパチア Hypatia (379-415) がキリスト教徒に殺害されたのも同じ運動の一環であった。

希臘科学は終結したが，数学は最後まで（まだ）孤燈を守っていた。五世紀のアレキサンドリアにはパップス Pappus，テオン Theon その娘であるヒパチア（Hypatia）と少し名の知れた三人の数学者が残っていた。パップスは幾つかの幾何学の定理で知られ，テオンも幾何学者であったが，数学史に名を止めて居るのは女流数学者ヒッパチヤの父としてである。

女数学者ヒッパチヤは雄弁で，才能があり，大変美しく，掛値なしに文字通りの生きたヴィナスであったと云う。アレキサンドリアの大学に学び，アテネのプラトンのアカデミアに留学し，アレキサンドリアに帰って大学で数学と新プラトン主義哲学を教授して居た。西はローマ，ギリシアから北はマケドニア，シリアから，東はペルシア，アラビアから，南はアフリカ，カルタゴから幾百幾千の弟子達が集まり，彼女の講堂は何時も学生で溢れて居たと云う。実際に彼女の哲学と数学の実力は父テオンより遙かに優れ，パップス亡き後のアレキサンドリアの数学を一人で背おっていた。彼女にはアッポロニウスの円錐曲線の註釈（論）など幾つか有ったが，著書は現存しない。（全）

当時アレキサンドリアの総大司教は聖キリルス（St. Cyrylus）であったが，彼は熱し安い狂信的な人物で，コンスタンティノープルの総大司教ネストリウス（Nestorius）とのキリストの位格（ペルソナ）（Persona）の論争でも有名である。西紀431年エペソの第三回全キリスト教会議で，自派の司教達を会議堂に，早目に入れ，鍵を掛けて了い，ネストリウス派の司教達を入場させず，異端者と断定して了った人物であった。このアレキサンドリアの総大司教キリルスは女数学者ヒッパチヤの虐殺でも有名である。西紀415年，かねて魔女の如く思って居たヒッパチヤを狂信的なキリルス派の修道僧達が大学に講義をする為に門前に差し掛った二輪馬車より引き摺り下し，衣服は剝がれ，教会まで引きずって行れ，讀経者（僧）ペトルスを中心にした無慈悲な狂信者の群集（もだ）に依って暴殺された。彼女の肉は骨から鋭い牡蠣の殻で削られ，手足は捥（もぎ）取られ，火中に投げ込まれた。後には公正な裁判も，處罰の手續きも財

賭に依って停止されて了ったと傳えられる。このキリルス派もキリルスの死後，異端者と断定されて了うが，この様な神学上の爭から出来た幾多の異端者はシリア，エジプト，ペルシアに生き残り，東洋に勢力を延した。中国の唐代に唐の都長安にやって来た景教はネストリウス派のキリスト教であった。この様な異端者が後にアラビア人の行った大征服事業を安々と行わせ，アラビアの文化建設に助力した。(火)

(文) キリスト教の神学はプラトンのイデア思想とヘブライの経典との綜合をやり初めた事から初まった。初期の神学者オリゲネスOrigenesの場合は特に濃厚である。彼は新プラトン主義の始祖プロティノスとは師匠アンモニオス・サッカスAmmonius Saccasの兄弟弟子であったと云われる。聖アウグスティヌスSt. Augustinusもプラトンを総べての哲学者の最上位に置いており，プロティノスは誰よりもプラトンを最もよく理解していたと言っている。アウグスティヌスの『神の国』De civitate Deiは紀元410年のゴート族の王アラリックに依るローマの掠奪によって起った様々な事件の考察から初まり，現世の国家と神の国とを対比して，神の国の住民は有徳であれば，たとえ(内体的には)幸運で無くとも，幸福だったのであると云うのだが，これはこのローマの没落に対する精神的慰めだったが，中世世界の成立の基礎と成った。

この種の主観主義的傾向が生活全体に行き渡った教会に支配されたラテン社会に科学活動の見られないのは当然である。しかしキリスト教がヨーロッパを支配するにつれ段々に修道院を中心に幾らか学問が行なわれる様に成ったが，その学問は程度の極めて低いものだった。当時までラテン語に成って居た希臘科学の文献は僅少なものだった。

先づ，前にも言った事があるが，キケロの訳したプラトンの「ティマイオスTimaeus」があった。前にも少し触れたが，この何んとも奇妙な書が中世全体を通じて人間や宇宙に関する見解の基礎と成った。特に中世科学の中心学説だった大宇宙(マクロコスムMacrocosm)と小宇宙(ミクロコスム・Microcosm)の思想の源泉となった。

アリストテレスの著書では範疇論(Categoriae)とporphorius解釈論(De Interpretatione)，それにプロティノスの弟子のポルフュリオス(polyphorius)が書いたアリストテレス範疇論入門がBoethius(ボエティウス)(480-524)に依ってラテン語に移されて居たが，以上は総て論理学的著作

アリストテレスの　　アリストテレスの
であって，自然学的著作は皆無だった。もしもボエティウスが自然学的著作をラテン訳して居たら，人類の全精神史は違った展開をしただろうと言われている。しかしボエティウスには極めて通俗的な算数論（De institutione arithmetica），音楽論（De institutione musica）幾何学（Geometrica）が有るのみだったが，これらの著作は暗い幾世紀かを通じて，断片的ではあったが，数学的知識の保存に役立った。

このボエティウスと，ほぼ似たものにMacrobius マクロビウス（395-423）とCapella（500年頃）の著書があった。特にカペラが散文と韻文を混合して書かれたサティリコンSatirikon諷刺九巻は百科全書的な物で，所謂，自由学芸（Artes liberales）の七科の各々に関する古代からの世間的学芸的教養を蒐集したものであって，神学を除く学芸教育の手引として広く僧院の学校で用いられた。このカペラの宇宙観は新プラトン学派の色彩が濃厚で，マクロビウスの著作に於ても同様だった。またプリニウスの博物誌も初期の七科的な百科全書的学者に大いに利用され，セネカの「自然の探究」は自然現象に対する，彼の倫理的態度の由に多くの中世の著作家に愛読された。その他に古代ギリシアの名医の名を借りた，極めて通俗的な医学書が幾つかあった。多分4－6世紀間に書かれるが，翻訳されたもので，中世紀の医学は大体，これ等の書物に頼っていた。

以上が中世紀の初期が継承したギリシア・ローマの科学の遺産であった。大体これらの文献を基礎として幾つかの中世紀初期の通俗的な百科辞典的な著作が書かれた。カッシオドルス（Cassiodorus 490-585）の「聖俗学芸の原則に就て」（De Institutionibus divinarum et humanarum literarum）やセヴィリアの司教のイシドルス（Isidorus, 560-636）の「物の由来」（Origineas 20巻）がある。「物の由来」は各科学に固有な学術語を説明すると云う形式で書かれた百科全書であって，中世の主要な知識の源であった。先づその名称の語原を説き，一寸した説明に転るのだが，中には語原の説明だけで終って居るものも少くない。しかも，この語原も大抵の場合，甚だ独断的である。

其他にビード（Bede 673-735），アルクウィン（Alcuin 735-804），ラバヌス・マウルス（Rabanus Maurus 776-856）等の同種の著作も現れたが，殆んどプリニウスの博物志に資料を仰いだものであった。以上の書物で暗黒時代の自然に関する知識の全体が成形された。

（上文）

イスラム時代　　(月)

アラビア人の最初の征服の動機(原因)は，アラビアは砂漠地帯であって，生産物が乏しく，増大する人口を支え切れなく成っての掠奪の為の襲撃であった。敵のローマ帝国のローマ人も，ササン朝のペルシアとの長期に渡る戦争で極めて疲労していて，案外弱かった。シリアでは人民は主としてネストリウス派のキリスト教徒であって，正統のカトリック教徒の下で迫害されていたから，アラビア人に協力的であったし，又エジプトでは人民の大部分が異端の単性説派のキリスト教徒であったから侵入者を歓迎した。カルタゴではベルベル人は昔からローマ人と仲が悪かったから同盟してスペインに侵入した。スペインでは西ゴート族に迫害されていたユダヤ人が助力した。このアラビア人の征服は大して激しい戦闘もせずに獲得した為に大して破壊もなく，民政組織も改変することなく，ペルシアや東ローマ帝国時代から担当して居た熟練して居た官僚の勤務を，そのまま受け容れた。それらの官吏の大部分も新しい支配者の下で勤務するのを嫌らなかった。勿論回教のために出来る限り多くの世界を征服することも義務だったが，非回教人民に対しては初期のキリスト教徒程には狂信的には振舞はず，特別な年貢を收めれば信仰の自由は買えた。勿論暴な行動もそしてモハメッドの死(632)から丁度100年目の732年にはフランス中央部のトゥール(Tours)で戦って居た。その戦には敗退したが，其頃が征服の頂点だった。それはOmmeya朝の末期に近い頃で，やがてアラビアの王朝はAbbas朝に換り，都をダマスクスからBaghdadに移すが，初期のAbbas朝の大きな目的は国内の平定であって，この目標を達成する為に侵略的な企図や，外国の征服計画は放棄された。前のOmmeya朝と新しいAbbas朝の行政の相違は，後世の回教国家の模範と成ったAbbas朝の複雑な行政機構だと云はれる。それは多くの役人を必要とし，かくて書記とか秘書と云う有望な職業が成立した。この書記に成る者が身に着けなければならない学問がadabであって，書記に成るには少しずつでも良いから色々な事を知って居なければ成らない。丁度西洋中世で僧侶と成るのに七科の自由学芸科目を学んだ様に彼等はadabの学問を学んだ，このadabの学問からアラビア文化科学は生れ出て来た。

アラビアでは科学はアジャミー(非アラブ)外来の学であって，それはSasan

イ
アラビ
生産
であ
渡る
ネス
され
部分
カル
スペ
が目

alef	1	
be	2	
te	400	
se	500	
jim	3	
sin	60	

469 نسج 562 نس

語頭字 ـ
語内字 ـ
語尾字 ـ

(26)字

した為に大して破壊もなく，民政組織も改変することなく，ペルシアや東ローマ帝国時代から擔当して居た熟練して居た着産の勤勞を，そのまま受け容れた。それらの官吏の大部分も新しい支配者の下で勤勞するのを嫌らなかった。勿論回教のために出来る限り多くの世界を征服することも義務だったが，非回教人民に対しては初期のキリスト教徒程には狂信的には振舞はず特別な年貢を收めれば信仰の自由は買えた。勿論凶暴な行動も

Amr ibn ul-Aas

無くはなかった。西暦642年にアラビアの將軍アムル・イブヌル・アスに依ってアレキサンドリアは占領されたが，其所の大図書館の處置に就いてCaliph Omarはこれらの書物がコラーンに出てゐることを含んでゐるならば，それらは無用である。それと別の事を含んでゐるのなら，それらは有害である。よって双方の場合とも，これを燒却すべし」と命じて図書館の藏書を風呂焚の燃料にしてしまったと云う。これには異論もあって，ペルシア征服の時の事件が，アレキサンドリア図書館の場合に轉用されたのであるとも云はれている。この図書館は4世紀にキリスト教徒に依って燒き払われた事のあった事は前に述べた。

科学は生れ出て来た。

アラビアでは科学はアジャミー（非アラブ）外来の学であって，それはSasan

Date / page ⑫月

イスラム時代

アラビア人の最初の征服の動機(原因)は，アラビアは砂漠地帯であって，生産物が多くなく，増大する人口を支え切れなく成っての掠奪の為の襲撃であった。敵のローマ帝国のローマ人も，ササン朝のペルシアとの長期に渡る戦争で極めて疲労していて，案外弱かった。シリアでは人民は主としてネストリウス派のキリスト教徒であって，正統のカトリック教徒の下で迫害されていたから，アラビア人に協力的であったし，又エジプトでは人民の大部分が異端の単性説派のキリスト教徒であったから侵入者を歓迎した。カルタゴではベルベル人は昔からローマ人と仲が悪かったから同盟してスペインに侵入した。スペインでは西ゴート族に迫害されていたユダヤ人が助力した。このアラビア人の征服は大して激しい戦闘もせずに獲得した為に大して破壊もなく，民政組織も改変することなく，ペルシアや東ローマ帝国時代から担当して居た熟練して居た官僚の勤務を，そのまま受け容れた。それらの官吏の大部分も新しい支配者の下で勤務するのを嫌らなかった。勿論同教のために出来る限り多くの世界を征服することも義務だったが，非同教人民に対しては初期のキリスト教徒程には狂信的には振舞はず特別な年貢を收めれば信仰の自由は與えた。勿論暴な行動も

無くはなかった。西暦642年にアラビアの将軍アムル・イブヌル・アス Amr ibn ul-Aas に依ってアレキサンドリアは占領されたが，其所の大図書館の處置に就いてCaliph Omarはこれらの書物がコラーンに出てゐることを含んでゐるならば，それらは無用である。それと別の事を含んでゐるのなら，それらは有害である。よって双方の場合とも，これを焼却すべし」と命じて図書館の蔵書を風呂焚の燃料にしてしまったと云う。これには異論もあって，ペルシア征服の時の事件が，アレキサンドリア図書館の場合に轉用されたのであるとも云はれている。この図書館は4世紀にキリスト教徒に依って焼き払われた事のあった事は前に述べた。

科学は生れ出て来た。

アラビアでは科学はアジャミー(非アラブ)外来の学であって，それらのSasan

神學，法学，言語学（アラブの学）

朝のペルシア，印度及び希臘から輸入されたものである。

先づ印度の科学の強い刺戟を受ける。Abbas朝の第二代目のCaliph Al-Mansurの宮廷に来た印度人でKankahと云うのが印度の天文書Siddhantaを献じたが，Muhammad ibn Ibrahim al-Fazari(800死)に翻訳したと云われる。前に話した如く印度には幾種類ものSiddhantaがあるが，Brahmasphuta Siddhantaではなかったかと云はれている。これに依って印度の算用数字を知り，羅睺rahu，計都ketuを知ったに違いない。また其頃プトレマイオスの占星術書Tetrobiblos四書やペルシアの占星術書がアラビア語に翻訳された。

千一夜物語で有名な第二代目のAl-Mansur(754-775)，第五代目のHarūn ar-Rashid，第七代のAl-Mamun(813-833)は学問の保護者であって，それに續く100年程の間はギリシア科学書の盛んなアラビア語化の時代であった。最大の翻訳者はHunain ibn Ishaq(809-877)であって，ギリシア医学書の多くを訳し，ネストリウス派の翻訳者の一派を主領して配下の学者の仕事を監督し、翻訳改訂していた。Thabit ibn Qurraもエウクレイデス，アルキメデス，アポッロニウス，テオドシオス，プトレマイオスなどのアラビア語訳本を作る翻訳者一團の指導者として有名である。其他多くのネストリアンや回教内外のユダヤ人が居た。

特にネストリアンは西方のカトリックがプラトン的であったのに対してアリストテレス的であって，小アジア半島のエデッサに学校を作って五世紀の頃からアリストテレスの著作や医学，数学，天文学などの希臘科学の本のシリア語訳を作っていた。しかし481年東ローマ皇帝ゼノンに依ってこの学校が閉鎖を命じられると，学者達はペルシアに移動して行った。こんな訳けから東洋に於ける文化の発展にネストリアンを無視する訳けには行かない。其他雑多な希臘科学の知識がアラブの世界に押しよせ，それがアラビア語に翻訳されたのである。この様にして，

~~イスラム科学の成果~~ギリシア科学の伝統を受け継いだイスラムの学者は，勿論遺産を受け継いだだけではなく，すぐれた業績も残した。彼らの著書は多く，中世末期のヨーロッパ人に依ってラテン語に翻訳され，イスラム学者の名前も，しばしばラテン語風に音写され，科学上のイスラム術語も数多く西洋科学の中に混入して行った。

イスラム学者は神秘的な化学，錬金術に興味を持った。後期の

神学，法学，言語学（アラブの学）

Nestorius
Nestorian

Date

朝のペルシア，印度及び希臘から輸入されたものであって＊

＊支配者である

の学問は神学，法学，言語学などのアラブの学であって

（純粋なアラビア人は科学上の仕事は余りやらず，それはシリヤ人，ペルシヤ人，ユダヤ人の仕事であって，正統のカトリックから異端の刻印を押されたネストリウス派のギリスト教徒なども見のがす訳には行かない。それでアラビア科学と呼ぶのは正しくなく，文献にはアラビア語だけでなく，波斯語で書かれたものも多い。Moslem 科学（回教徒の科学）と云うべきであると主張する人もあるが，我々には馴染み淡く，余り適当ではないが，イスラム科学として置こう。

（平女）

であって，それに続く100年程の間はギリシア科学者の盛んな［illegible］の時代であった。最大の翻訳者は Hunain ibn Ishaq (809-877) であって，ギリシア医学書の多くを訳し，ネストリウス派の翻訳者の一派を主領して配下の学者の仕事を監督し，翻訳改訂していた。Thabit ibn Qurra もエウクレイデス，アルキメデス，アポッロニウス，テオドシオス，プトレマイオスなどのアラビア語訳本を作る翻訳者一團の指導者として有名である。其他多くのネストリアンや回教内外のユダヤ人が居た。

特にネストリアンは西方のカトリックがプラトン的であったのに対してアリストテレス的であって，小アジア半島のエデッサに学校を作って五世紀の頃からアリストテレスの著作や医学，数学，天文学などの希臘科学の本のシリア語訳を作っていた。しかし481年東ローマ皇帝ゼノンに依ってこの学校が閉鎖を命じられると，学者達はペルシアに移動して行った。こんな訳けから東洋に於ける文化の発展にネストリアンを無視する訳けには行かない。其他雑多な希臘科学の知識がアラブの世界に押しよせ，それがアラビア語に飜訳されたのである。この様にして，

イスラム科学の成果（ギリシア科学の伝統を受け継いだイスラムの学者は，勿論遺産を受け継いだだけではなく，すぐれた業績も残した。彼らの著書は多く，中世末期のヨーロッパ人に依ってラテン語に翻訳され，イスラム学者の名前も，しばしばラテン語風に音写され，科学上のイスラム術語も数多く西洋科学の中に混入して行った。

イスラム学者は神秘的な化学，錬金術に興味を持った。後期の

イ
アラビ
生産
であ
渡る
ネス
され
部分
カル
スペ
が日

ا	alef	1
ب	be	2
ت	te	400
ث	se	500
ج	jim	3
س	sin	60

469 نسج 562 نس

語頭字 ـ
語内字 ـ
語尾字 ـ

(26)字

した為に大して破壊もなく，民政組織も改変することなく，ペルシアや東ローマ帝国時代から擔当して居た熟練して居た有産の勤勞を，そのまま受け容れた。それらの官吏の大部分も新しい支配者の下で勤勞するのを嫌らなかった。勿論回教のために出来る限り多くの世界を征服することも義務だったが，非回教人民に対しては初期のキリスト教徒程には狂信的には振舞はず特別な年貢を收めれば信仰の自由は與えた。勿論暴な行動も

Amr ibn ul-Aas

無くはなかった。西暦642年にアラビアの將軍アムル・イブヌル・アスに依ってアレキサンドリアは占領されたが，其所の大図書館の處置に就いてCaliph Omarはこれらの書物がコラーンに出てゐることを含んでゐるならば，それらは無用である。それと別の事を含んでゐるのなら，それらは有害である。よって双方の場合とも，これを燒却すべし」と命じて図書館の藏書を風呂焚の燃料にしたと云う。これには異論もあって，ペルシア征服の時の事件が，アレキサンドリア図書館の場合に轉用されたのであるとも云はれている。この図書館は4世紀にキリスト教徒に依って燒き拂われた事のあった事は前に述べた。

科学は生れ出て来た。
アラビアでは科学はアジャミー（非アラブ）外来の学であって，それはSasan

ジャブル・タリック

Târick

Ja Jabîl al-tarick

Gibraltar

جبل طارق

جبل

Jabîl

جبيل small Mountain

Jabal

三菱信託銀行

ランビキ

アレクサンドリア学派の時代が左様であったが，イスラム人も物質の化学変化の研究が日常の有用性から遊離して，飛んでもない方向の研究に奉仕して居た。それでも新しい化学物質を幾つか作り出してはゐる。我々が現在でも アルコール，アルカリ，アランビック などのイスラム術語を使っているのは，その名残りである。このイスラムの錬金術師連は Ibn Sina (980-1037, Avicenna) の哲学を依るべき権威としていた。彼は「金と銀とは月と太陽の影響で，地の蒸発気から生じ，人間が人工的に模倣し得ない特殊な性質の総べてを備えたものである」と唱えたが，これはアリストテレスの気象学の思想である。この Ibn Sina にはアリストテレスの哲学書の註釈があって，西洋の13世紀のスコラ哲学時代には相当の影響を与えた。彼は又医学者としても有名で，その医学百科辞典 Qānūn fi-l-tibb (医学正典) はイスラム圏だけでなく，西洋でも絶大な権威を保持した。ペルシア人 Al-Rāzi (865-925 Rhazes) は関連の書 (kitab al-ḥāwi) と云う厖大な医学百科辞典を作り，又天才的な化学者であり，医療化学者の元祖だった。ペルシア人の al-khwārizmi (Muḥammad ibn Musa al-khwarizmi 830年頃) は計算術と代数学で有名である。英語に Algorism (アラビヤ記数法，算術) は al-khwārizmi の名から来て居り，又彼の代数学書 Al-gebr w'almuquabaal の Al-gebr から代数学 algebra が出来た。Al-gebr は補充，つまり一つの方程式から，負の項を追い出す為に両辺に等しい正の値を加えることである。

天文学も又，イスラムの学者が深い関心を持った学問であった。有名な天文台も幾つか作られた。Caliph Al-Mamun 時代のバクダード，伊兒汗国時代の Maghara の天文台，チムール朝のサマルカンドの天文台其他が立てられた。しかし一応目的の仕事を終ると廃止されて永続的な天文台ではない。また実に多くの天文学者，占星術師が出て100以上の天文表が作られた。天文表は過去，現在，未来の天体の位置を算出するための数表と其の使用法を説明する書物である。又 Al-Mamun 時代にはメソポタニヤの平原で地球の大きさの測量も行われた。天文学者としては Al-Farghani (Alfraganius) が居た。彼は回教徒としては最初の包括的な天文書「天文学總論」を書いた。この書は16世紀頃まで非常にもてはやされた書物で，影響は回教徒

(Albategnius)
だけに止まらず，ラテン訳，ヘブライ語訳も出来て，キリスト教徒，ユダヤ教徒の天文学に関心を持つ人々にまで及んだ。Al-Battaniもイスラム最大の天文学者の一人であった。彼は精密な観測家であると共に優れた数理天文学者でもあった。彼は16世紀まで西欧で権威を保った「星の知識について」や「星の数と運動について」を書いた。この書には三角法がよく用いられて居る。正弦だけでなく，正切，余切も本式に(立経)使用されて居る。ところで正弦Sineと云う文字であるが，インド人は正弦をdjya(弦)と呼んだ。アラビア人がそれを音写してjaibaと書いたが，次第にjaibと読む様になった。アラビア語のjaibは着物の襟開き，ポケットを意味する言葉である。それをラテン語に訳する時ポケットの意味のSinusと訳して，Sineが出来た。

Al-Biruniも天文学者であったが，物理学，数学，博物学，なによりも地理学者であって，印度の哲学，科学，数学の研究者であった。Ta'rikh al-Hind インド誌は現在でもインド研究家の座右の書である。

Ibn al-Haitham (Alhazen 965-1038)は光学者であった。彼はカイロで活躍した。彼の幾何光学と生理光学の研究は古代希臘の光学と西洋の16世紀の光学を継ぐ重要な仕事である。針孔写真器を研究し，眼の解剖学的記載は現今の眼の主要部分の名称Humor viteus (水晶体)，Cornae (角膜)，Retina (網膜)などはIbn al-Haithamの光学書に由来したラテン訳名である。(ラ)

以上は東方イスラムの科学者の事であったが，ダマスクスに都したOmmeya(オマイア)朝が亡んだ後，一族のアブドゥル・ラーマーンはスペインに逃れ，アバース朝の総督ユスフと戦い，勝利してコルドゥバにスペインのオマイア朝を建てたのは，ダマスクス陥落後6年の西紀756年であって西紀1031年まで存続したが，内紛が絶えず，無力化し，群雄四方に起って小国群立の時代となる。此等の小国の王様達は，いづれも学問芸術の保護者となった。それは，どの王様も文化の奨励で他の王様に打勝ち人気を得ようと努めのであった。或るイスラム人の歴家は「首飾が切れて真珠が落ちて散ってから，小国の王達がオマイア家の人民を分け合ってから，この分散によって科学と文学の勢は失はれるどころか，却って増大した」と言っている。

そんな訳で，スペインのイスラムの科学活動は10世紀の終り頃から始まった。学者にはユダヤ人のMaimonides（マイモニデス 1135-1204）やIbn Rushd（Averroes アヴェロエス 1126-1198）などが有名である。Ibn Rushdは東方のIbn Sinaと列べ称される有名なアリストテレスの註解者であった。コルドヴァ生れで，家は代々判官であって，回教神学と法律学を学び，後に医学，数学，哲学を学んだ。彼が国王アブ・ヤクブ・ユスフに愛されたのはアリストテレスの著作を研究して居たからで，1184年に王の侍医と成ったが，王は二年後死んでる。次の王ヤクブ・アル・マンスールは11年間も父王と同じく愛護し續けていたが，回教の正統派の人々が，この哲学者に反対する様に成ると，彼を流刑に處してる。彼は真の信仰を蔑ろにして古代人の哲学を研究したと言う理由だった。アル・マンスール王は真理が，信仰の助けに依らない理性に依って見出し得ると考える者達を神は地獄の劫火に突落す事に定められたのだと布告し，彼の著書を火中に投じてる。

マイモニデス
Maimonidesはアリストテレス学派のユダヤ人で，Ibn-Rushd程には体系的な仕事はしなかったが，この方面の多くの論文を書いた。1135年にコルドヴァに生れ，30才の時にカイロへ行って，終生アリストテレスとユダヤ教神学の調和を目指した。ユダヤ人達は彼を異端していた。アヴェロエスはアリストテレスと回教の調和を目指し，マイモニデスはユダヤ教の目指し，後のキリスト教とアリストテレスの調和を目指したスコラ哲学運動の先駆者であった。特にアベロイスの影響は大きくヨーロッパに伝ってアリストテレスの流行を創った。

Al-Zarkali（Arzachel）ザルカル　Al-Bitruji（Alpetragius）ビトルジ
実証的な科学の方面では天文学者Al-Zachelと（Al-Bitruji）が居た。Arzachelは1080年にトレドTo天文表ledo Tablesを作り，Al-Bitrujiはプトレマイオスの天文学に批判的でKitab al-hai'a（天文の書）を書いた。

イスラム科学は10，11世紀を最盛期して，やがて衰微して行った。1258年に蒙古の将軍フラ烈兀に依ってバグダートは占領され，Abbas朝は37代のカリフ・ムスターシムを以って滅亡してる。フラーグは伊兒汗国を建てペルシアを支配し，文化を保護し，Maghraにペルシアの天文学者Nasir ed-din（1201－1274）を用いて天文台を建て，伊兒汗天文表を作らせた。その外歴史，文学などでも，当時のペルシア文化には見るべき

物があった。現在でも蒙古史を学ぶ者には，伊兒汗国時代の文献は大きく注目されている。

この時代には多くのペルシア人が元朝にやって来て，イスラム科学を傳え，天文学，数学，医学，占星術のペルシア語文献を持って来，天球儀や地球儀，その外の科学器械も多く持って来た。元朝では有名な授時暦法を作ったが，この授時暦の暦理(理論)にイスラムの影響がある様に，近頃まで云われたが，或は高等学校の東洋史の講義で教ったかも知れないが，それは誤りで，授時暦その物は純粋な中國の暦法の原理に依っている。しかし，その基礎の数値と天体観測した天文器械や観測の技術にはイスラム科学の影響があった。(立文)

又1370年にTimourに依って建られたTimour汗国は五代，一世紀程で亡んで了ったが，三代目のUlugh Beg(1394-1449)は学者であり，詩人であってサマルカンドをペルシア文化で飾り，ペルシア人の学者を優遇し，天文学を大変好み，サマルカンドに大天文台を建てて，Ulugh Beg天文表を作った事で知られている。これがイスラム科学の最後の花々しい花火であった。

イスラム科学はヨーロッパが暗黒時代と云われた時期に，ギリシア科学を傳承し，独自な研究も行ったので，このイスラムの功績は科学史の上で不朽の位置を占めるものであるが，さらにイスラムの人々は中國やインドの科学技術をヨーロッパに伝える役割をした。前に中国人の四大発明(紙，印刷，火薬，羅針盤)に就いては前に話したが，(インド)算用数字がある。(インドの)

前にAbbas朝(カリフ)のAl-Mansūrの時代にインド人が献上したインドの天文書の翻訳が行われたが，恐らくインドの算用数字は，その時にイスラムに傳わったのだろうと前に話したが，確実には820年にAl-Khwarizmiがインドの$Brahmasphuta$(ブラフマスプタ)の算術書の抜粋を翻訳してからであった。彼の名前が英語のAlgorism(計算法)と成って居る事からも分る様に，彼がインド式計算法の確実な紹介者であった。彼は其の中で彼様に書いている。「加え算に場合。和が九以上になると，十の数を一つ上の位に上げ，元の所には，十の余りの数のみを書く。もしも余りの数がなければ，その位が空にならない様に丸(零)と書く。丸を其處に置くのは，そこが空に成る爲に位の数が減り二位の数であるのに，一位の数と紛れない様にするためである」と云って居

印度でもインド数字は2世紀と8世紀の間では形に色々と変化が有って多様であった。Al-Biruniも印度誌の中でも「文字や数字には大変地方差のある事や，インド数字がイスラムへ渡る時，イスラム人は色々な形の中から，最も適当な形のものを選んだと記している。イスラムの算用数字は次の様である。

・١ ٢ ٣ ٤ (٥) ٦ ٧ ٨ ٩ ٠ である。(文章は右書であるが，算用数字は左書にする。)

元々イスラムには数字はなく後に希臘のアルハベット数字にならってアラビアのアルハベット数字が出来たが，計算には適しない。でも計算の結果のみ記す，書物などには，このアルハベット数字で書かれる事も多い。

この近東の回教徒が輸入したインド・アラビア数字とは別に，外の印度数字がスペインを中心にした回教徒の間に傳っていた。それをgubar (, i.e. Dust) 数字と云う。それは零なし1から9までのもので

1 2 ϒ 9 6 7 8 9 である。

このgubar数字の来源に就いては，此様に考えられている。紀元2世紀の初頭，インドでは9個の数字に零記号を加え，位取りの原則を持った新記数法が成立しかけていた。また位取もなく，零を含まない九個の数字だけの旧記数法も同時に併存していた。その頃アレキサンドリアの港を通じて，インドとローマの間には貿易が行われており，商品と共に少しは文化の交流もあって，零号のないgubar数字もアレキサンドリアに現れ，それを数字好きな新ピタゴラス派の学者の注意を引き，それがローマを経てスペインや西アフリカに広,拡ったので，それが西方のイスラム人が零と位取りのないgubar数字を知った経路であろうと考えられて居る。西方イスラム人が零記号と位取りの原則のある算用数字を東方イスラム人から学んだのは750年頃であった。これが全欧州に傳えられて今日世界中で使っているインド・アラビア算用数字となった。

欧州に算用数字の傳わるのは，12世紀の初めにAl-khwārizmiの算術書がラテン語に翻訳されてからであるが，速かに普及した訳ではなかった。古いローマの算盤の流れを汲む計算子(△円錐体(アピセス Apices)をしたコマで，gubar数字を符号として記入されていた)を運用して計算する器算派と新しい筆算派の争いは長く續いた。器算派は教会や学校などに属する傳統的な生活，思想，感情を持った古い知識階級であったのに対して，筆算派は日常の実務にたずさわり，国

saifr

の内外の経済に接触していた新進気鋭の生活，思想，感情を持って居ない商人階級であった。新しい筆算派の著書としては（12世紀の末頃の）セヴィラのJohnの算術書 Liber Alghoarismi やイタリアの商人 Leonardo Fibonacci（フィボナッチ）の Liber Abaci があった。このイタリアの商人は最初にインド数字の説明をこう始めている。「インドの九つの数字は，987654321である。この九つの数字とアラビアでSifr（saifr）と呼ばれてみる記号0とを以てすれば，如何なる数でも自由に表し得る」と云っている。このSifrは空の事で，ラテン語ではZephirumとなり，英語のCipherと成った。（月）

イタリアの商人達は13世紀の早い頃にはインド数字を採用して居た。しかし1299年フロレンス（フィレンチェ）の商人達は簿記の中にこのインド数字を記入することを厳禁された事がある。それは数字の字体がまだ確定していず，要体の数字の使用から生ずる曖昧，誤解，詐偽など過失や不正行為の発生を恐れたからであった。

このインド記数法の禁止令はフィレンチェに限らず，他のイタリアの諸都市でも起ったが，産業と金融の発展しつつあった13世紀のイタリアでは，実際に数字を取扱う階級である商人や銀行家達は社会的勢力も増大して居たから，一片の條例でインド記数法を阻止することは出来なかった。其頃寺院（教会）の学校が合流して大学の創設し始められた。パリー，オックスフォード，ケンブリッチ，ナポリ，パドゥアなどの大学が相継いで出来たが，これらの大学では実際的な学問や技術は尊重されなかった。これに対して新に社会的地位を獲得しつつあった商工業者の組合は自分達の組合立の学校を起して，実際的な学問や技術を教え，数学ではインド数字で筆算する実際的な商業算術を教えた。

しかし，インド数字が完全に普及するのはGutenberg（1410–1468）の印刷術の発明を待たねばならなかった。印刷術に依ってフィレンチェに於けるインド数字の禁止條例の理由と成った数字の形の変形も，印刷数字の登場と共に，ほぼ一定の形に統一されて，現在の形の出来たのは，ほぼその頃であった。近世に於ける計算術の奇蹟はインド記数と小数と対数法だと言われるが，小数も対数もインド記数法の存在に依って初めて可能と成った事である。

（立経）

十六世紀文化浸潤の時代

~~十六世紀と，それに続く時代は，今日我々の知っている東洋と西洋~~

صفر safr

(12世紀の中頃の)

の内外の経済に接触していた新進気鋭の生活，思想，感情を失って居ない商人階級であった。新しい筆算派の著書としてはセヴィラのJohnの算術書 Liber Alghoarismi やイタリアの商人 Leonardo Fibonacci の Liber Abaci があった。このイタリアの商人は最初にインド数字の説明をこう始めている。「インドの九つの数字は，987654321である。この九つの数字とアラビアでSifr (saifr) と呼ばれてゐる記号0とを以てすれば，如何なる数でも自由に表し得る」と云っている。このSifrは空の事で，ラテン語ではZephirumとなり，英語のCipherと成った。

(月)

α:1, β:2 γ:3 832 ωλβ

κ:20, λ:30

ρ:100. χ600 プシー φ:700, オーメガ ω:800

ا alef 1 ثبي 562

ب be 2 ت ث ج 463

ت te 400 ج ح

ث se 500 خ د

ج jim 3 ذ ر

ش sin 60 ز

26字

語頭字体
語中字体
語尾字体

(立経)

現在でも東洋の諸民族の大部分は西欧文化の優位を認め，それに熱心に追従しようとしている。東洋人は科学や技術や権力組織や公共精神が今日の西欧に発達してみる事を認めている。しかし西欧の優秀性への憧憬は宗教の領域にまでは及んでいない。今日西欧を自分の審判官とし，医者とし，教師として喜んで受入れる東洋人も，西欧の全体を認めようとはせず，特に宗教に於ては恐らく，これを軽視している。（現代我々の知って居る西洋と東洋の関係）10世紀，11世紀及び12世紀のヨーロッパでは，事情は全く逆であった。西欧の人々は回教徒が当時と古代の科学や技術を保持している事実を十分認めていて，武器の製造や行政組織に於ても回教徒の優秀性は当時充分に證明されていた。東洋の知識の宝庫に対する西欧の憧憬は強かった。しかし（20世紀初頭）今日の東洋人が西欧の宗教に対して抱いているのと同じ恐怖と嫌悪とが，東洋の宗教に対する西欧人の心理に働いてみた。それで当時の西欧には，丁度今日の東洋が西欧文明に対して遭遇していると同じ困難を，東洋の学術（20世紀初頭）を攝取する時に，経験したのであった。

当時，希臘科学の知識を知らうと思えば希臘語が亜剌非亜語に依るしかなかったが，ラテンの学者にとってはアラビア語訳の方がギリシア原文よりも近づき安すかった。ギリシアの世界は時間的にも距離的にも大変隔ったものであり，ギリシア語原文は殆んど忘れられ，多くの場合失われていた。それに対してアラビア文明はシシリアやスペインで，スペインでもムア一人の住んで居る地方だけではなく，キリスト教徒（イスラム）が支配していたトレドのような場所でも十分に接触出来たし，当時アラビア語を話す人間は地中海を取りかこみ，アジアの商業を握っていた。

それで西洋で深い知識の必要を感じ，古代思想に関心を持った時，先ず最初に注意を向けたのは，ギリシアの源泉からではなく，アラビアからであった。（そんな訳から）西暦12，13世紀の主な知的な仕事は翻訳事業であった。

最初の頃のアラビアの影響は直接の翻訳と言うのではなく潜入的なものだった。それはアラビア（イスラム）人の支配下にあったユダヤ人の遊歴学者によって促進されて行ったが，正式の翻訳も，屢々ユダヤ人学者に依って行はれる事も多かった。スペインではアラビア系の学者の盛りは過ぎてユダヤ人の学問の全盛期であって，アラビア語は，これ等の学識ある

ユダヤ人の生れながらの言葉でもあった。

初期の翻訳書は屢々翻訳しようと云う人々，つまり三人，或はそれ以上のグループに依って行われた。一人がアラビア語の原文を一章，また一章と，その地方の土語，或はヘブライ語に訳出すると，他の学者が次にラテン語に訳し，第三番目の学者が，それの文法的，文学的な姿を整えると云う方法であった。

その翻訳の仕事の中に，土語にも，又当時の野蛮なラテン語にも翻訳出来ない言葉に出合った。その原語の中には翻訳者自身にも，その意味を理解出来ない言葉が澤山あった。そんな場合にはアラビア語やヘブライ語の原形のまま，單にラテン文字で原音を音写する方法が取られた。初期の翻訳書には此の様なセム語系の言葉が多い。(Semitic ── 昔のアッシリヤ人，バビロニヤ人，フェニキヤ人，アラビア語，ヘブライ語)

中世ラテン語の天文学，数学，医学其他の科学語彙の中には，この様なセム語系の言葉が多い。

azure(青色染料)，zero(ゼロ)，zenith(天頂)，cipher(零記号，azimuth(方位)，algebra(代数学) nadir(天底)，その外星の名前のAldebaran，Altair 其他

中世紀のラテン語の医書も，大部分はアラビア語から輸入されたもので，セム語系の術語の大群を含んでみたが，このセム語系の言葉は16世紀と17世紀の間に，ギリシア語系の同意義語に置き換えられてホトンド影を潜めた。

以上の如き仕方で，アラビア語からラテン語えの翻訳に携わった最も古い人に，イングランド人のバスのアデラード(Adelard of Bath，1100年頃)があった。彼はAl-khwārizmiの天文表やエウクレイデスの幾何学原本の最も古いラテン語訳を作った。アデラードがスペインに住んだ證據は何もない。多分，彼のアラビア語の知識はシシリアか近東で得られたものらしい。彼は後のスペインで仕事をした翻訳者達とは違って孤立した人だった

スペインに於ける翻訳の中心はトレド(Toledo)であった。其頃(12世紀初期 1100年頃)には，この都はキリスト教徒の手にあったが，712－1085年間の4世紀の間も回教徒の手中にあって，多くのアラビア文献が存在していたし，もっと重要な條件はユダヤ人，キリスト教徒，回教徒を含む多くの住民が

Domingo Guntisalbo

現に
アラビア語を使っていた事であった。そしてキリスト教徒が"敵(回教徒)の秀れた文化を研究することが"其地の大司教Raymond I世(1126~1151)に依って奨励された。彼の周りには通訳者と協力して働く翻訳の一派が集まった。これらの一組の内で最大の一組はドミンゴ・グンディサルボと改宗したユダヤ人のセビリアのJohnの組であって、その翻訳は非常に多く、アラビア記数法の実用算術書、アルーファルガニーの天文書、や多くのイスラムの哲学書があった。

又、ダルマティア人のヘルマン　天文書と占星術書
~~ダルタリア人のウゴ~~　占星術書、地下術、錬金術
チェスターのロバート　錬金術

このロバートとヘルマンとで共訳した回教典コーランとアル・フワリズミーの代数学の訳本(1145)は有名である。

そして12世紀の後半に最大の翻訳者クレモナのゲラルト(1114~1187)が出てくる。彼は總てその時代を通じて最大の翻訳者であった。彼の弟子達の書いた傳記に依ると彼をトレドに引き着けたのは当時ラテンの読者には読めなかったプトレマイオスのAlmagestを研究しようと思ったからであった。彼がトレドに到着してアラビア語の澤山な文献に接した時、ラテン社会の人々が書物の缺乏に悩んで居る事を情け無く感じ、そこで彼はアラビア語の本を翻訳する欲望に取り着かれ、アラビア語を学び、回教徒の全科学文献と調査し、総べて方面の最良の書物を選んで、1187年に息を引取る最後まで、一切のエネルギーを翻に捧げたのであった。

このGerard一門の出現に依って、彼以前の翻訳者などは、その光輝を失って了った。この一門の主な翻訳の簡単な目録だけを作るのにも、多くの紙面を要すると云われる。その翻訳の中には多くのアリストテレスとアリストテレスの名を付された偽書、回教徒とユダヤ人のアリストテレス派の多くの論文、古代ギリシア人とイスラム人の数学、天文学、物理学の書物、アレキサンドリア時代の医学者ガレノスの全集の大部分、イスラム人原作の主な医学書、錬金術書等々を含んでいる。

このゲラルド一門の比類のない翻訳活動に依って、ギリシアとアラビヤの哲学、数学、天文学、物理学、医学、錬金術の宝がラテン世界に陸続として解放されたのであった。彼等の翻訳の中で最も重要なものは、恐らくアルマゲストの翻訳(Liber Almagest、アルマゲストの書 1175完成)とイブン・シナ Ibn Sina の医学正典の翻訳

(Canon Avicennae Libri quinque (アヴィケンナの正典・五巻)
の二つである。
このクレモナのゲラルドと同時には彼の刺戟を受けて多くの翻訳者
Domenico Gonzales, Johannes Hispalensis など有名な翻訳
者が出現したが, その事は抄略する。
一方, 同じ頃ギリシアの原典から直接にラテン語に翻訳する事も不活
発ながら小規模にシシリアや南イタリアで行はれて居た。しかしイス
ラム起原の翻訳の莫大な量には較べものには成らなかった。そしてこの12世
紀に於てはギリシア語からの翻訳はアラビア語よりの翻訳よりも(奇妙なことに)信用
されなかった。1160年にシシリアで行われたギリシア語原文からのAlmagest
の翻訳も, 1175年のトレドのクレモナのゲラルトがアラビヤ語からの翻訳
の為に, まったく顔色がなく成って了った程である。
スコラ哲学の時代 (コペルニクスやガリレオを苦しめた
カトリック教会側の思想の成立)
大翻訳運動に依ってアリストテレスの著作と そのギリシア

十三世紀革命

アベラールとエロイーズ
ゴリアルド族
goliad

(Canon Avicennae Libri quinque (アヴィケンナの正典・五巻)
の二つである。
このクレモナのゲラルドと同時には彼の刺戟を受けて多くの翻訳者 Domenico Gonzales, Johannes Hispalensis など有名な翻訳者が出現したが, その事は抄略する。
一方, 同じ頃ギリシアの原典から直接にラテン語に翻訳する事も不活発ながら小規模にシシリアや南イタリアで行はれて居た。しかしイスラム起原の翻訳の莫大な量には較べものには成らなかった。そして(この)12世紀に於てはギリシア語からの翻訳はアラビア語よりの翻訳よりも(奇妙なことに)信用されなかった。1160年にシシリアで行われたギリシア語原文からのAlmagestの翻訳も, 1175年のトレドのクレモナのゲラルトがアラビヤ語からの翻訳の為に, まったく顔色がなく成って了った程である。

(土曜) (水)

スコラ哲学の時代 (コペルニクスやカリレオを苦しめたカトリック教会側の思想の成立)
大翻訳運動に依ってアリストテレスの著作と, そのギリシア, アラビヤの注釈書, その他の多くの異教徒の科学上の書物が大量に導入されると, キリスト教の思想家達は, それが自由学芸 (Liberal Arts) の枠を遥かに越えるものであり, キリスト教の見地から掛け離れた世界観の花々しい体系を整えた科学上の意見に出合った訳である。この異教徒の科学の体系に対し如何なる態度を取るべきか, この異教徒の材宝に依って, 如何にすれば"キリスト教を豊かにする事が出来るか, 教育組織の中でアリストテレスの自然学, 形而上学, 倫理学をどうしたらよいか, つまり, ギリシア人の考え出した世俗的な知識, 或は純粋に合理的な学説の綜合と云う思想を認めても, キリスト教的な学問の統一を破り, 神が啓示された真理の優位性を危くすることはないであろうか。これがスコラ学者に依って解決を迫まられた問題だった。

スコラ運動の中心であった巴里で, アリストテレスの学説が(何時)教養学部の学芸学部の授業に進入したか, 詳しくは分らないが, 1210年の巴里教区会議と1215年の羅馬法王の特使 Robert de Courçon (クルソン) の禁令に依って講義計画」から, アリストテレスの自然学書とその注釈書は締出されて居る。自然学の授業は禁令の出た1210年より前から有った事は確かで, その数年前に初まったばかりであったと言われている。しかし, アリストテレスの倫理学は選択科目として認められて居った

この種の学問に携わった者はドミニクス Deminic 教團とフランチェスコ Francis 会の人々だった。これ等の会派の出来るのは13世紀の初めで, その目的は異端と闘かうことであった。中世の封建制度は農村経済に密着したもので, キリスト教会も, それを基盤として成立して居たが", 12世紀以後に成ると, 都市が次第に発達し, 教会は新しい町の商人や職人の俗社会の利益と対立する立場に立たされる。これらの商人や職人は可成りの知識を持って居り, 自分達の不満を各種の異端思想で現した。この様な異端の拡がった原因は教会人の個人の腐敗であった。「人間」は慈深かで, 素行の悪い坊主の仲介なしでも, 神に近づき, 天国へ行く事が出来ると主張し, 個人の清潔さが重要視され, 清貧が崇拝された。
これに対するキリスト教会の解決策として現れたのが, ドミニクス派とフランチェスコ会の托鉢説教者 Friar であった。しかし, これ等の会派の清貧主義も初期だけの事で, 教会は十字軍的な討伐と異端審問所 Inquisition (の運営) を以って異端に対した。この異端審問所を運営したのが, このドミニクスとフランチェスコの両会派であった。

から学芸学部の内容は変化しつつあった。この禁令は法王グレゴリウス九世に依って1231年にも更新されたが，1240年以後に成るとオクスフォード出の英国人教師Roger Bacon (1214-94)やRobert Kil-wardby (1279年死)がパリーで自然学書の講義を行っているから，最早禁止令など気にしなくてもよい状態にあった。(平安)

1255年3月19日は革命的な日であった。その日，学芸学部は知られている総べてのアリストテレスの著作の研究の自由と講義計画を主張した。この日から学芸学部は事実上の哲学学部の観と成り，神学部の教養過程であった地位から独立していた。

また，このアリストテレスの学説は1220-25年以後，神学部内でも発展しつつあり，伝統的な神学上の学説と融合して，所謂スコラ神学として発展するのであるが，初期の学者には

ヘールスのアレクサンデ (Alexandre Halersis 1186-1245)
オーヴェルのギョーム (Guillaume d'Auvergne 1249死)
ラ・ロシェルのヨハネス (Johannes de La Rochelle 1245死)

があり，それに続く者に

アルベルトゥス・マグヌス (Albertus Magnus 1206-80)が居り，聖ボナヴェントゥラ (Bonaventura 1221-74)も1250-1257年頃に，この傾向の神学体系を採用し強化した。彼の御影でフランシスコ会派がパリで，学問の上で相当勢力を延す事となる。もう一人の大人物はトマス・アクィナス (Thomas Aquinas 1227-74)であった。彼の仕事は1255-1270年の15年間に成しとげられた。このトマスの神学こそ，カトリック神学の中心と成った思想で，後にコペニクスの地動説を禁じ，ガリレオを苦しめたのは，このトマスの神学であった。(火)

当時巴里にはSiger de Brabant (シジェル・ド・ブラバン)を盟主とする急進的にアリストテレスの説を取る，活気の有る一派(左翼)と，フランシスコ会派の修道僧を主軸とする保守的な神学者(右翼)と，トマス・アクィナスを主軸とする，パリーのドミニクス会派と学芸学部の穏健なアリストテレス学徒(中間)の三派が出来て居た。

そして，1267年頃から，この右翼と左翼の間に争いが始った。シジェル

派の攻撃を指揮したのはフランシスコ会の總長であるボナヴェントゥラ自身であって，多くのパリの教師達の自然学的な，或いは合理主義的な態度を，そして彼等の間違った哲学研究観から新しい別な異教精神の発生する危険があると烈しく非難し始めた。
1270年からトマス・アクィナスもシジェル派を攻撃し初めたが，同じ1270年頃からトマス・アクィナスと保守的な神学者達の間にも裂け目が生じた。この三つの派閥の間には色々と形を変えて論争が1277年まで續いた。

法王ヨハネス21世は1276年9月に法王に選ばれたが，ブラバンのシジェルのグループに依って発生している情勢を聞き，巴里の大学に拡りつつある危険な誤りを調査し，報告するように，パリーの司教のエティエンヌ・タンピエ Etienne Tempier に命じて来た。このタンピエと言う人物は前々からアリストテレスの学説の進展を不愉快に思って居て，1270年にはシジェルと，その弟子達の主張の中から13個條を選び出して禁止したことがあるが，彼はモツケの幸と，法王の命令を熱心に実行し過ぎる位に実行した。1277年3月7日に彼は自分の権威に基付いて219個條の命題に厳しい断罪を布告した。これは中世紀を通じて最も重要な事件であった。

この断罪はブラバンのシジェルを巴里から亡命させ，彼の弟子達はその意見を諦めるか，公けに宣伝することを止めねばならなかった。またトマスの学説の発展を1325年まで後らせて了った。219個條の断罪は179條の哲学的な誤りと，40條の神学的な誤りを含んでみたが，厳密に考えれば当時のほとんど總ての学派が，この断罪に触れるものだった。

しかも，断罪を行った側の学説は分散的で，一度として均質であった事はなく，批判に耐える様なものではなかった。それで，この学派内の有能な者には，トマス学説の強固さと深さに魅力を感じない訳には行かなかった。トマス・アクィナスは死後の1323年に法王ヨハネス22世に依って，聖人 St. の位を授けられ，1325年にパリーの司教のブーレのタンピエ Tempier de Bourret に依って1277年の断罪の内，聖トマスの学説に触れるものは無効とされて，トマス・アクィナスの学説は完全に復活する。
つまりスコラ運動は，昔からのプラトンや聖アウガスティヌスの権威

(なキリスト教の)
を正統教義の枠内でアリストテレスで以って置き換える運動であった。プラトンは知識は感覚からではなく，神的な直観に依って得られると教えたが，アリストテレスは遙かに経験を重じた。それでスコラ主義はプラトン的な夢想から科学的観察に復帰する道を準備したとも云えるが，しかしスコラ主義者自身は事実や科学には無関心だったし，観察だけで決められる事柄にしても論理学的推理を働かして，様々な言葉の上だけの区別とか，微妙な言い廻しを不当に強調するだけだった。

それでも，此時代の科学史上，アルベルトゥス・マグヌス Albertus Magnus (1206-80) とロジャー・ベイコン Roger Bacon (1214-94) は注目される人物である。

Albertus Magnus

Albertus Magnus は Thomas Aquinas の師匠であったとして有名なばかりでなく，第一流のスコラ学者でもあった。独逸生れで，伊太利の Padova で教育を受け，ドミニクス教団に入り，パリーの大学の神学部の教師であった。大変人気があったらしく，講堂は何時も彼の講義を聞きにくる学生で溢れたと傳えられる。後に独逸のレーゲンスブルク Regensburg の司教となり，学術の研究に専心する。

彼が如何に博学で有ったかは「偉大なる」を意味するマグヌスと云う副名が付けられている事でも分る。前にも云った様にスコラ主義の学者は観察する事をしなかったが，彼は例外だった。彼が第一流のスコラ学者であり，彼の高い学識も，その個性を押しつぶす事は出来なかった。

当時アリストテレスの著作とされていた「De Plantis・植物に就いて」(この書は実はユダヤ王だったヘロデの友人で，ダマスクスのニコラオスの著書である) のラテン訳書を註釈しているが，それが単なる註釈のみに止まっていず，盛んに自分の観察を記している。(その中には) 植物地理学的な記載もあり，五倍子と昆虫との関係にも触れ，また植物の種子を観察して，その中に胚を認めている。彼は此の時期のキリスト教国では最大の植物学者だった。

またアリストテレスの動物学にも註釈している。この書も中世の最も主要な動物学書の一つであった。最初の19書は原文であって，その後の7書は他の文献から豊富な引用をして居るが，その中には自分の観察も多く含まれている。彼は又，当時の動物学研究の指導者でもあった。

地質学的なことでは，岩石中に化石した貝殻の存在することを，海の移動に依って生じたと説明したりしている。

Roger Bacon

Roger Bacon はイギリス人で，フランシスコ派の修道士だった。彼は生存していた当時には余り賞讃されなかったが，近頃に成ってその功績を再発見されたスコラ学者である。彼は哲学者であったと言うよりは，数学や科学に情熱を持っていた百科辞典的学者であった。当時，科学は妖術や魔術と同一視されて居たから，ベイコンは異端を稱え、魔術を操る者だと疑われて，絶ず災難に巻込まれた。彼も愼重に行動しようとはせず，周囲を批判し續けた。その爲に，オクスフォード大学からは除名され，フランシスコ会の總長ボナヴェントゥラ St. Bonaventura は彼をパリーで，自分の監視下に置いて著作の公表を禁止することとした。しかし，その禁令がまだ解けない内に，イングランドに居た法王使節ギュイ・ド・フルク Guy de Foulques が彼に命じて，如何なる禁令があろうと構わないから，お前の哲学を法王の爲に書き上げる様に傳えて来た。

それで彼は短期間の内に大著(Opus Majus)，小著(Opus Minus,) 第三著(~~Opus~~ Opus Tertium) と言う三著作を書き上げてしまった。それは好い印象を与えたらしく，オクスフォードえ歸ることを許された。

大著は七部より成り，第一部で当時の一般的だった無智の原因に就いて述べている。その中で四つの原因を掲げているが，それは第一に貧弱で不適切な権威を持出す無智(馬鹿)，第二は慣習に依る影響，第三は無学な群衆の意見，第四は上辺だけの智恵を見せびらかして，自分の無知を蔽い隠くす馬鹿である。

第二部でギリシア人，アラビア人の学問を概観しているが，その中心はアリストテレスである。しかしアリストテレスとても総てを盡して居る訳ではなく，完全無缺でないと論ずる。

第三部ではラテン語やアラビア語の翻訳で讀む事を止めて，希臘原文で研究すべきで，特に聖書とアリストテレスの著述では是非左様すべきだと勧めている。

第四部は天文学と数学を取扱っており，ユリウス暦の缺陷を指摘し，法王に，その改暦を提案している。

第五部はアルハゼン(Alhazen = Ibn al-haitham)の光学書を基礎にして，球凹面鏡の焦点や球面収差，屈気楼，虹，針孔像，抛物線鏡，また眼の生理学を論じ，視覚は眼だけではなく，神経に依って完結するとしている。第六部は実験科学の進めで，「実験に依らなければ，何物もより深く認識されない」と云う言葉で始まり，実験は理論をささえ，理論を新しい結果に導く最も重要な手段であると解説している。これは300年後に同じBacon，Fransis Baconの科学の方法の先駆である。

第七部は科学の任務に関する考察であるが，本質的には神学的で，科学の知識は神の啓示と一体不可分な知恵の一部であって，神に奉仕するために思索され，経験なれ，利用されべきものであったが，科学の応用は人類に幸福をもたらすと云う思想も，初めて初歩的に述べられている。この種の考えは，このロージャー・ベーコンの時代にはまだ革命的で，危険な思想であった。やはり，Fransis Baconに依って確信を以って主張された思想であるが

彼は其他に後世実現した飛行機や世界一周についての予想を行っており，中国から傳った火薬に関する記事もヨーロッパでは最も早いものだった。また望遠鏡の設計に関する記載も残している。

(金)

其後も同時代の最も学問のある人物を片っ端から軽蔑的に批判する事を止めなかった。1271年に彼は「哲学研究摘要(Compendium Studii Philosophiae)」と題する著作を現して，その中で僧侶達の無知を攻撃した。それは同僚達の間で彼の人気を悪化させた。1278年に彼の諸々の著作はフランチェスコ会の総長の断罪を受け，14年間も投獄されてしまった。1292年に釈放されたが，その後，程なく死亡してしまう。このベイコンは中世のキリスト教哲学者の中では極めて特異な人物だった。

(月)

ヨハンネス・デ・サクロボスコ Johannes de Sacro-bosco

彼の天球論(De Sphaera)は極め初歩的な天文学の本であるが，16世紀まで多くのヨーロッパ人に読まれ物であるから一言して置く価値がある

彼はイギリスのHollywoodの出身だから，英国名はJohn of Hollywoodと云う。Sacro-boscoはHollywoodのラテン語訳名である。オクスフォード

Matteo Ricci　　Al-Farghani

大学に学び，後にパリーに出て，パリー大学の学芸学部の数学講師と成り，パリーに没した。(1258) 彼は算術書のAlgorismusと天文書のDe Sphaera，それに暦算書のComputusの三書を著したが，持てはやされたのは天文書の天球論だけだった。

この書はアラビヤ語から翻訳された希臘・アラビヤの天文書を多く参照して作られた，まことに初歩的なアリストテレス＝プトレマイオス的な天文学の教科書である。この書がラテン世界で如何に多く読まれたかは，実に多くの筆写本の存在することでも分るが，印刷術が発明された以後でも，初版の1472年版から1500年頃までに30版があり，その後の各国語に翻訳された物まで含めると144版は世に出されている。このサクロボスコの天球論が如何に後々まで読まれたかが分る。この書は，まあ40頁程の小冊子であるが，この書の註解書も多くの人に依って作られている。その一人である16世紀の法王廳の天文学者Clavius の作った註解書 In Sphaeram Ioannis de Sacro Bosco Commentarivs (サクロボスコ天球論註解) は500頁程の天文書であるが，この書は中国の明代末と日本の切支丹時代の天文学に影響を与えた。利瑪竇マテオ・リッチの世界地図の解説や乾坤体義はこの書に依って書かれており，日本で切支丹のバテレン達が豊後の府内や長崎の所謂南蛮カレジョの教科書として作った天文書の種本はこの書であった。

現代の暦であるグレゴリオ暦はこのClavius中心に成って作った暦である

其の外にスペインのカスチラの国王であったアルフォンソ十世Alfonso Xの作ったアルフォンソ天文表に挙げて置かなければならない。彼はユダヤ人やキリスト教徒の学者を集めて天文学の研究所を作って，この天文表を作らせ，1252年の彼の即位の日に発表させたが，この天文表も16世紀迄でヨーロッパで大変尊重された。グレゴリオ暦も，この表の太陽年365日5時間49分16秒を使って制定された。

(12世紀に始った)

ルネッサンス Renaissance

ギリシア・ローマの文献の復活は14世紀から増々大規模に行われ，古代精神への理解の深まりが加わって行って人文主義と呼ばれる方向が生まれた。初期のアラビア文献を通じてヨーロッパに齎された(モタラサ)ギリシア文献と，14世紀以後に直接ギリシア語文献から齎された文献を比較してみると，その性格は非常に違っている。

以前のアラビア化したギリシア文献はイスラム教的立場から(彼等の一定)

◎神学的立場に依って阻止された面があって，ギリシア文化の或方面を缺いでいる。

例えば，Homerus(ホーメルス)やHesiodus(ヘシオドス)の詩，Aeschylus(アイスキュロス)，Sophocles(ソフォクレス)，Euripides(エウリピデス)の希臘悲劇，やギリシア美術，ギリシア建築などは，その缺けた面であった。それらはアラビアの場合と同じく，初期のキリスト教ヨーロッパにとっても，余りに異教的として禁じられ，閉された方面であった。

昔の~~端~~の中世紀の人々の関心を持ったのは哲学，科学，数学，医学の文献で，此等の文献は完全な物としてアラビア人を満足さし，それを翻訳してラテン世界の人々を魅惑したのも此方面であって，直接ギリシア語からラテン語に翻訳された初期のものも此種の著作であった。それは多彩ではあったが，生命力に充ち充ちた物ではなかった。

人文主義者達が発見し，我々に残したものは，もっと深く，もっと人間的なものである。それを文芸的作品の中に発見したのである。それで文芸復興と言われる。

ルネッサンスは後期に成らなければ科学の発達には余り利益をもたらさなかったが，(ルネッサンスは)人間の思考を拘束して居た中世的要素と縁を切り，人間の可能性を再発見さしたものであった。

伊太利のルネッサンス美術は美術のコンクールに依って発生する。*

~~伊太利の(~~~~フィレンツェ(Firenze)~~~~の市で羅紡製造の同業者組合がスポンサーと成って大美術コンクールが行われた。それは市の中心に在る大聖堂Sta. Maria del Fiore(サンタ・マリア・デル・フィオーレ)の西側にあるSt. Giovann洗礼堂の青銅の門扉の制作者を決めるコンクールであった。課題は旧約聖書の「アブラハムの犠牲(アブラハムが神の命に依って我子イサクを犠牲に奉りようとすると，アブラハムの信仰を感じた神が，天使を使遣わしてイサクを救う)」と云う場面を青銅の浮彫(Relief)に仕上げて

提出する事であった。それには当時相当に名の知れた七人の芸術家が応募した。

この様な公共の建造物のための公開コンクールは、これが最初ではなかったが、*コンクールと云うものは純粋に個人の能力だけで勝敗を争う世界であり、芸術家は自分の腕一本に総てを賭け、市民達はその成果のみで総てを判断する、実力競争の自由な雰囲気を作り出した。

それは中世の「職人」とは別な独立した「芸術家」と云う意識を、芸術家自身の中にも、又一般市民の中にも眼覚めさせた。

実力主義的な物の考え方は、当然優れた個人の能力に対する讃美と、劣れた位は其人に実生活上に別な欠点が有ろうとも、大目に見られ、一際、衆に優れた個性の開花する基盤を準備した。

またコンクールに実際に参加するのは専門の芸術家であるが、作品の批判と云う面で、市民全体が、それに参加する。初期のルネッサンス美術に於けるフィレンツェの優位は、それを物語る。然し一般市民に共通化した平均的趣味や、平均化された鑑賞力は往々にしてすれの天才の登場を許さない一面もあった。そんな彼等は其都市を出て、自分の才能の発揮出来る土地を求めた。

また、この様なフィレンツェの風土は芸術の理論的研究をも発達させた。それは人文主義の伝統と結び付いて、古代ギリシア・ローマの芸術文献や国外の技術が熱心に研究された。そして多くの美術論が現れた

ルネッサンス美術の技術の中で、一番注目されるものは透視図法(Perspective)である。透視図法、遠近法は幼稚な形では希臘の昔から有ったが、明確な幾何学的な理論に基づく線透視図法(Liner Perspective)の完成したのは15世紀のフィレンツェの芸術家達であって、明かに体系的に理論としたのは1435年に刊行されたレオン・バッティスタ・アルベルティ Leon Battista Albertiの絵画論であった。

「彼はジェノヴァ生れの僧籍にあった人文主義者で、建築設計家であって、古典研究を媒介として建築の基本精神を理解し、それを発展させた。技術的な経験のない、その方面では素人の彼の設計が、新時代の建築界を指導し、後代まで多くの影響を残した」

透視図法には 線投視図法(Linear Per.)と空気投視図法(Aerial per.)

線投視図法は視点 Point of sight と消点 Vanishing point の位置

に依って色々な透視画が作られる

又、鏡透視画法(Mirror perspective)
歪画図法(Anamorphosis, Anamorphoscope)等がある。

この透視画法の発見は、一つの視点(人間の目)から捉えられた統一的な映像と云う人間中心の世界像の発見、人間の外界認識の新しい時代の始りであった。ウッチェルロ Paolo Uccello (1397-1475)やレオナルド・ダ・ヴィンチ Leonardo da Vinci (1452-1519)などの透視画法の研究は次第に「現実の再現」と云う事よりも、それに依る知的秩序の追求と云う面にまで及んで行く様になる。ウッチェルロが透視画法の研究に熱中し、毎晩夜中過ぎまで、アトリエに閉じ籠って居るので、妻が心配して早く寝る様に催促に行くと、彼は放心したように「透視画法とは何んと美しいものだろう」と叫んだと傳えられる。

また15世紀に於けるイタリア美術の大きい特色として、また技術工業の発達の上で無視出来ないのはボッテーガ Bottega の制度であった。ボッテーガの本来の意味は「色々な物品を置くための場所であり」現在では商店の事であるが、14世紀から16世紀頃迄のイタリアの彫刻家、金工家、画家などの技術家(ボッテーガは)の工房(アトリエ)の事である。名のある美術家は其處に多くの若い弟子達を見習いとして働かせ、自分の仕事に協力させていた。

例えば彫刻家の弟子は彫刻ばかり習うとは限らない。親方が青銅の門扉の注文を受けるとすれば、彫刻師、鋳造師のみならず、下絵を描く画家、最後の仕上げをする金工師、門扉の取着けをする建築師まで自分のBottegaで養成しておく必要があった。この様なBottegaの発達はルネッサンスのイタリアに特有なレオナルド・ダ・ヴィンチの様な一人で多技を立派にこなす万能の天才を産み出す基礎となった。

一つのBottegaが建築、彫刻、絵画はもとより、モザイク・ステンドグラス、金銀細工、陶器までの、総べての注文をこなす多角経営を、その本来の姿だとすれば、そこに働く職人や弟子達は時に応じて如何様な仕事でもこなすだけの技術的基礎を備えて居なければならない。無論、

Bottegaの親方も多かれ少なかれ，万能の技術者であった。

レオナルド・ダ・ヴィンチは有名な彫刻家，画家だったが，彼はアンドレア・デル・ヴェロッキオ Andrea del Verrocchio(1436-88)の弟子でたったが，ヴェロッキオはフィレンツェで多数の弟子や助手を擁した第一流のBottegaの親方であった。

ダ・ヴィンチはミケランジェロ Michelangelo，ラファエルロ Raffaello，ティツィアーノ Tiziano と並び称されるルネッサンス美術の完成者であったが，科学や技術の方面でも偉大な仕事をしていた事は近代に成って分った事であった。ダ・ヴィンチには13巻，約5000枚の自筆稿本がある。これは元はイタリアのミラーノのアンブロシウス文庫に有った物であるが，1796年にナポレオンがイタリアに侵入した年にフランス人がパリーに持って行き，現在フランスの学士院の図書館に保存されている。後に1815年に，その内一巻だけはアンブロシウス文庫に返却されている。

この自筆稿本の中で，ダ・ヴィンチは自分の科学上の着想の様々を多く記している。でも，この天才の最大の弱点は文学的，語学的方面であった。彼の使用した言葉はフィレンツェの下層階級の小売商人の言葉であって，彼の稿本の文章は文法に外れてゐるのが普通で，謎や，また屢々中途半端に終ってゐる。それは全く自身だけに分る覚書に過ぎなかった。

彼の研究は数学から生理学に到るまでの科学の全分野に及んでおり，しかも，彼が手を着けた問題で，後世発展しなかった物は殆んどない様な有様である。航空機の原型を作り，ヘリコプターを発見し，鳥の飛行の本性を分析し，抛物線コンパスを設計し，太陽中心の宇宙観らしい物を記して居るかと思うと，速射砲などの設計を残している。彼は工学機械の天才的発明家であった。又透視図法の理論を研究し，脊椎動物の骨格の類似をも説明しているし，運動の法則を示してゐる様な記事もあると云う有様である。しかし彼の科学的着想が続く時代の科学には，ほとんど影響を与えた様子は少しも無い様である。しかし，当時の隠れた小ダ・ヴィンチ達に依って，技術が尊重され，工業と云うものの起る起原と成った。

初めはペトラルカ外二三人で初まった(人文学者の)ギリシア文献の蒐集の努力は次第に盛になって，在来のアラビア化し，又スコラ学者の改作した物に換って，ヨーロッパに本当のアリストテレスやプラトン其他の著作が行われる様になった。多くの希臘学の学者がローマに招かれ，コンス

しかし，科学はロージャ・ベーコンが主張した実験科学への道は開けず，低迷を續けて居たが，トマス・アクィナスの学説に反対するフランシスコ会のドゥンス・スコトゥス Duns Scotus の流れを汲む巴里の唯名論者 Nominalist の間にはビュリタン Buridan (1297-1358) やニコロ・オレーム Nicolo Oresme (1323-1382頃) の様にアリストテレスの天道論や運動論を批判する動きもあった。しかし、それは観測的方法に依らない純哲学的な思弁の方法に依ってであった。ビュリダンはアリストテレスの強制運動論に反対し Impetus 説を主張した。アリストテレスは強制運動の原動力は物体自身にではなく，周囲の媒体に伝わると言ったが，インペトス（駆動力）論者は原動力は直接物体自身に伝わると主張した。オレームも又，地球の自転を展開した。いずれも哲学的な思弁を以て主張しただけだったが，アリストテレスの天動論や運動論への疑問が少しづつ起って，後のコペルニクスやガリレオの道を準備した。地動説と天動説の双方を展開し、其々が当時知られて居た総ても事実を説明するから，何方か一方を正しいと決定する方法はない言った。

タンティノポリスの陥落後には商人を遣して，ギリシアや小アジアで多くの書物を集めさしたのは，人文学者の法王ニコラウス五世であって，ローマは人文主義の中心と成った。

人文主義の影響はアルプスの北の方えも広がって行った。特にドイツやイギリスに影響を及ぼした。特にドイツでは人文主義は枢機卿クサのニコラウス (1401-1464) Cardinal Nicolaus Cusanus に依って受入れられた。

彼は貧しい漁夫の子だったが，才能を認められ，イタリアのパドゥアで教育を受け，法王の命に依り，コンスタンティノーポリスに行き，貴重なギリシア写本をイタリアに持って来た事もあった。ユリウス暦の改正にも空しい努力を續けても居る。

彼の実験的方法の哲学的基礎付けの為の模索が，著書「学識ある無知」De docta ignorantia (1440)」と成った。これは，その題名が示す様な無知とは凡そ関係のない書物で，無知を認めること，無限なる物を認識する能力は人間にないと言ふ問題を取扱っている。彼は地球は動いて居ると言う信念に到達して居る。しかし，それは観測的方法に依らない哲学的思弁に過ぎない。

―我々は唯だ運動して居ない物と比較してのみ，運動を認めるのであるから，地球の運動に気が付かないでゐるが，地球が実際は運動している事は最早明らかである。水の流れを知らず，岸も見ない人が，もしも水の流に従って滑って行く船に乗って居たとすれば，その人は如何にして船が動いて居る事に気付くだろうか。それが，地球上であろうと，太陽の上であろうと，その他の星の上であろうと，其處では自分は不動の中心に立って居て，総ての物は自分を中心にして周囲が回転して居る様に見えるのであるから，太陽へ，月へ，火星へと移る毎に人間は別の宇宙の中心を作る事だろう。と主張してゐるが観測からではない。

一方彼は，植物の生長に就て綿密な実験を記録していて，植物は空気中から若干量の重さを攝取する事を證明し，空気も重さを持って居る事を知っていた。~~実験静力学 De staticis experimentis~~ 彼は総べての研究に測定的方法を取るべきだ唱えた初期の学者の一人だったが，彼の地球自転説の様に，その提唱を実行して居ない面もあった。

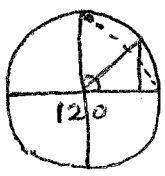
しかし，このクサのニコラウスの観察と学問との結合の傳統は15世紀の後半の二人の天文学者に傳わった。それはポイルバッハ Peuerbach (1423-1461) と Regiomontanus レジオモンタヌス (1436-1476) であるが，この二人の天文学の研究に大いに援助した人に，大人文主

あり希脳人

義者であった枢機卿(スウキキョウ)のヨハンネス・ベッサリオン Johannes Bessarion (1386-1472)があった。この時代と成りて，つまり15世紀の後半に成って，科学のルネッサンスが初ってくる。

当時の天文学の水準は極めて低く，古代のヒパルコスやプトレマイオスに遥かに劣っていた。天動説を体系的に説いてある Almagest を完全に理解する迄には到って居なかった。天文学は先ず以って古代のアレキサンドリア時代の水準まで引上げねばならなかった。この事を行ったのは先ずポイルバッハのゲオルク(Georg)(ポイルバッハ)の功績だった。彼はヨーロッパに於ける観測と数理天文学の開祖である。彼はベッサリオンの援助に依ってギリシア語写本の Almagest にも注意を向けたが，彼はギリシア語が読めなかったので，アラビア語からラテン訳された Almagest の改訂要約に着手した。Almagest の三角関数表は彼に依って根本的に改正された。 正弦表

(ウィーン大学の数学の講座を持つあたが)



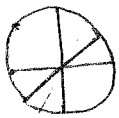
直径120部分
90°→84P 51' 10"
30'毎

半径60000部分
45°→42427
10'毎算出

また天体位置の精密な観測も盛に行った。当時よく使用されていたアルフォンソの天文表による天体の位置と彼の観測の間には相当の違いのある事を発見した。火星の場合には5，6度の違いがあった。(月の直径は大体30'であるから，月の直径の10倍程の違い)それで新しい天文表を作る必要を感じて居ったが，事業半ばにして卒して了った。

その事業を受継いだのが弟子のケーニヒスベルク(Königsberg 王の山)の Johanne Müller 通称 Regiomontanus であった。彼はギリシア語原書の Almagest を研究し，師のポイルバッハが不完全な状態のまゝに残したプトレマイオスのアルマゲスト概要 Epitome in Ptolemoei Almagestum (1496, Venice) を完成した。彼は又，三角法の発達の上に大きい功績を残した。彼の De Triangulis omnimodis (三角形について，1464) はヨーロッパで最初の三角法の書物であった。三角関数表(Tabulae directionum)では半径を r=10萬として10'毎に関数を算出，出来る様な正弦表を刊した。又1475-1506年間の太陽と月の位置と1475-1530年間の月月蝕の挿画入りで天文推算表 Ephemerides astronomicae を発表した。この表は

(1474)



コロンブス以下の新大陸発見時代の航海家の航海を助けたと言われる。が、左様だったかも知れないが、大きい影響を当時の航海天文学に与えたとは、考えられない節もある。海上の太陽観測から船の位置の緯度を算出されたが、それには赤道と黄道のなす角、即ち地軸の傾斜の値は計算に是非必要な値であるが、それには23°33′と云う古いイスラム時代の値が使用されていて、Regiomontanusの23°30′と云ふ値は50年程後の1550年頃に成って初めて航海家に使用されたのであったからである。現代と違って科学上の業績が、すぐに利用されると言う時代ではなく、まだノンビリしていた時代でもあった。Regiomontanusはベッサリオンの仲介でローマに招かれ、暦の改革に努力するが、業半にして死んでる。

しかし、ポイルバッハとレジオモンタヌスに依って、やっとヨーロッパの天文学はギリシアの水準に達する事が出来た訳けであった。

しかし、古代希臘の学者と違って技術を軽別するどころか、それを非常に尊敬した。それに依って近代科学は初ったのである。

月 金

コペルニクス Nicolaus Copernicus

天文学はギリシアに於て、高度に体系化された学問であった。それは天動説の立場から円運動の組み合わせと言うモデルを使って、かなり正確に日、月及び惑星の運動や日食を計算する事が出来た。~~しかし~~、古代希臘に於てもサモスのアリスタルコスAristarchusの如く地動説を唱える学者も居ったが、信仰に対する反逆として告発され兼ねない様子で異端の学説として傍の方に押し込められた。その後は何人も天動説に異論を唱える者は無かった。しかし中世末期頃からトマス学説~~のアリストテレス~~に対する反対の立場から唯名論者のオレームOresmeの如く、またニコラウス・クザヌスNicolaus Cusanusの如く、思弁的な立場から天動説を疑いを持って、地球の自転を考える学者も現われたが；数学的に、複雑に組織立てられたプトレマイオスの体系を覆返す事は出来なかった。

15世紀にポイルバッハとレギオモンタヌス師弟に依ってアルマゲストが詳しく研究される様に成ると、天動説が余りにも複雑な円運動の組み合わせで有る事から、もっと簡単なモデルに依って天体現象を説明し様とする努力が~~出~~成され初めた。その第一歩がコペルニクスの地動説であった。

しかし、彼の太陽中心説とても実際に計算を行なう場合には、Almagestと同じく円運動の組み合わせであって、幾何学的なモデルと云ふ点では、古典的な理論である。

に過ぎない

コペルニクスは1473年2月19日に，当時ポーランド領であったトルン(Torun)と云う町に生れた。トルンは元，ドイツのプロイセンの町であったが，1466年以来ポーランド領と成った町である。それでドイツでは，彼はドイツ人だと言って居る。彼の本名 Niklas Koppernigk はドイツ語で，ポーランド語では pp の如く子音を重ねる事は無いと力説する。

しかし，ポーランド領に生れ，ポーランドで聖職につき，ポーランド国王と直接に話の出来る地位に昇り，親籍にもポーランドで有名な人物が居たのであるから，ポーランド人と言うべきだろう。もっとも父方の祖先はドイツ人で1350頃，ポーランドへ移住して来たので，彼の父はトルンで，銅を手広く売買する商人だった。そしてトルンの大商人の娘 Barbara Watzelrode バルバラ・ワッツェルローデと結婚した。

彼は四人兄弟の末っ子で，一人の兄と，二人の姉があった。10歳の頃に父母を失い，母方の伯父 Lucas Watzelrode ルーカス・ワッツエルローデの世話になる。この伯父は Ermland エルムランドの僧正だった。コペルニクスは初のトルンの教会の学校に学び，1491年，19歳でクラコウの大学に入った。この大学で Brudzewski ブルッジェフスキと言う教授の影響を相当に受けた。

この人はアリストテレスの哲学や数学と天文学を教えて居て，1482年にはポイルバッハ「新惑星理論 Peurbach: Theoriae Novae Planetarum, 1454」の註釋書(Commentariolum super theoricas novas Planetarum Georgii Peurbachii)を書き，その講義をして居た。

コペルニクスが数学，天文学に興味を持つ様に成ったのは，この人の影響が多かった。又当時天文学は大変有望な学問と考えられて居た。それは教会が暦の改良と云う事に熱心だったからである。ユリウス暦は不完全であり，太陽や月の周期も充分正確には知られては居なかった。

1494年に，このブルッジェフスキー教授がクラコウ大学を去ると，彼も伯父の援助に依って，伯父の母校であるイタリアのボロニア大学に留学する。

この大学では希臘語を学び(ギリシア語で)，プラトーンなどを讀み，希臘の天文学などを勉強した。また彼の主なる興味も数学と天文学であった。

この大学にドメニコ・マリア・デ・ノヴァラ Domenico Maria de Novara と云う天文学者が居った。この人は観測に依って，プトレマイオスのアルマゲストの理論を訂正する必要があると結論付けて居て，コペルニクスは

このノヴァラ教授の学生としてよりも，助手か協力者として働いた。後にコペルニクスは自分の著書の中で，当時に観測の値を利用している。このイタリア留学中には医学を勉強したり，幾つかの聖職としての位を貰ったりしたが，1509に帰国し，1512年に伯父が亡くなると共に宗教活動に従った。

彼が宇宙の構造に就て考えたのは，この期間であろうと言われている。もっとも，その着想はイタリア留学時代に始まったかも知れない。その後も宗教活動の傍ら時々必要な天文観測を行っている。しかし彼は本質的には観測家ではなく，理論家であったから，観測の数は，左様に多くはない。彼の著書から拾ってみると，その数は58個に過ぎない。

1514年のラトラン(Latran)の宗教会議の時，暦の改良の事も論議と成って，彼にも意見を求められたが，彼は何とも答えなかった。後にこの事に就いて，著書の序文の中で，「一年の長さや，その外の重要な事が未解決のままだったので，何にも言う事が無かった」と記している。

1526年に管区教会の総監督と成って，ポーランド国王シギスムンド(Sigismund)とも度々会見出来る身分と成っている。

前にも言った様に，コペルニクスが天動説にアキタラズ，地動説を考え始めたのは，何時頃か，実はハッキリは分らない。やっと1543年に成って出版された有名な著書「天体の回転に就て，De Revolutionibus orbium coelestium」の序文の中には，この原稿が完成してから，九年どころか，その四倍も仕舞込んで置いた物であると記して居るから，これを文字通に取ると，4×9＝36年と成り，1506年に完成した事と成る。つまりイタリアから帰国した頃である。前にも言った様に帰国して伯父と共に，宗教活動や貧民の医療に従っていた時分に完成したの，だろうと言われている。

しかし，完成したと云っても，構想が纏ったと云う程度で，実際に書上げたのは1530年頃だったろうと考えられている。書上げて了うと，その概要(Commentariolus)を作って友人の間に配布している。この概要書は，かなり拡まった物らしく，ローマにも傳っていて，1533年にヨーハン・ウィドマンシュテッター(Johann Albrecht von Widmanstetter)は彼の学説の概要を法王クレメント七世(Clement VII)に示しても居る。

概要書を見た友人達は，この著作を出版する様に勧めて居るが，

彼は十カ十カ出版しようとは，しなかった。それは法王が公認して居る天動説に矛盾するものとして，物議を醸す事を恐れたからであったろう。

ところで1539年に一人の若い数学者がコペルニクスを訪れて来た。それはゲオルグ・ヨアヒム(Georg Joachim，ラテン名をレティクス Rheticus 1514-1567)と云う者であった。彼はウィッテンベルグ(Wittenberg)のルーテル派の大学の数学の教授で，ポイルバッハとレジオモンタヌスの跡を継ぐ優秀な三角法の学者であった。

彼はコペルニクスの噂を聞き，その学説にアコガレて訪れて来たのであった。コペルニクスも，この熱心な若者の来訪を非常に喜んで迎えて居る。

レティクスは「天体の回転に就て」の原稿を讀ましてもらい，学説と著者の人柄に深く惹き付けられ，一年程もコペルニクスの元に滞在する。そして学説の概要を書いて自分の師匠ヨハネス・シェーナー(Johannes Schöner)の送るが，後に，この書はコペルニクスの許可を受けて，1540年ダンチヒから出版された。これをナラチオ・プリマ(Narratio Prima)と言う。

この本は成功であった。翌1541年にはバーゼルから再版された。そしてローマ法王廳でも特別問題には成らなかった様であった。この成功はレティクス達を勇気付けたに違いない。コペルニクスに著書の公表を勧めるし，他にも勧める人もあって，とうとうコペルニクスも出版を承知する。原稿を友人のティーデマン・ギーゼに渡し，ギーゼからレティクスに渡されて，彼が出版に関する一有の世話をする事となった。ところが，レティクスは1542年にライプチヒ大学の教授と成って転任して行く事と成ったので，出版の世話を友人のアンドレアス・オシアンダー(Andreas Osiander)に依頼する。このオシアンダーはニュールンベルクのルーテル派の相当有名な神学者であるが，幾分異端的な面もある，其處の最高の知識人であった。

この街の出版者でヨハネス・ペトレュス Johannes Petrejus と云うのた居った。レティクスの編集した「ナラチオ・プリマ」を見て，コペルニクスの原著の出版を希望するし，そんな訳からオシアンダーはコペルニクスの許可を受けて，このニュルンベルグのペトレュスに出版させる事と成り，1543年に初めて刊行された。コペルニクスは，この年の5月24日，70歳で亡く成ったが，臨終で見本刷を見ただけたった。

以上からも分る様に，コペルニクスは非常に保守的な人で，激越な革命的な人物では無かった。

夜立 (火)

~~コペルニクスの「天体の回転に就いて」(Copernicus. De Revolutionibus orbium Coelestium)~~

このコペルニクスが死の病床で出版をみた「天体の回転に就いて」は歴史的な著述であって，プトレマイオスの「アルマゲスト」とニュートンの「プリンキピア：Principia」と列んで天文学の三大古典の一つである。先ず最初に三つの序文がある。

I，この著述の仮説について読者へ。

II，カプア・Capuaの僧正ニコラス・シェーンベルクNikolas Schönberg からコペルニクス(Copernicus)へ。

III 最も聖なる父，法王パウルス Paulus 三世へ。

最初の「この著述の仮説について読者へ」はオシアンデルの序文で，彼はこの出版に非常に神経を使い，物議を醸す事を恐れて，この一文を付けたのである。この地球が動くと云う理論は計算と観測とを一致させる為の仮説であって「実際に於て，此の仮説が真理であるか，真理でないかを言う事は必要ではない。観測に一致する様な計算が出来れば十分である」と云う様に述べている。コペルニクス自身の序文とも云える「最も聖なる父，法王パウルス三世へ」とはオシアンスを異にしていて「私が，この研究の中で成し遂げたことに就いては，貴方と総べての数学者の判断にお任せします」と言って相当自信の有る様子である。地動説が真理で有るとする後世の学者達は，地動説を便宜的な仮説としたオシアンデルOsianderの文章に不満を示し，この様な序文は全く不要であると考えた。

この書の第1巻には彼の理論の基礎を成す定理を挙げ，それに全般的な考察を述べている。14章から成り，①宇宙は球形なること②地もまた球形なること③地は水と共に如何にして球形をなすか④天体の運動は一様に丸いこと，或は円運動の合成なること⑥地球の大きに較べて天は無限なること。以上は「アルマゲスト」の天動説の定理と同様である。⑤「円運動は地球にも当てはまるか，又その位置。⑦なぜ古代人は地球は不動で，宇宙の中心であると考へたか⑧前章の理由の不十分なこと，及びその反論⑨地球に色々な運動を与え得るか，又宇宙の中心に就いて⑩天体の軌道の順序⑪地球の三様(自転，公転，歳差運動)の運動の証明は，彼コペ

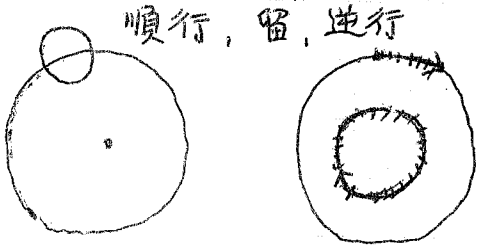
(自転：宗動天，公転：諸惑星天，歳差運動：恒星天)

Equant

ルニクスの地動論の基礎定理である。この第1巻には其の後に⑫円弧の長さについて⑬平面三角形の辺と角に就いて⑭球面三角形についての三章があり，後の天文計算法の基礎であった三角法を一般的に述べている。この中でもコペルニクスは三角法発達にも貢献した所もある。

第2巻以下は彼の基礎定理に依って，つまり地動説（天動説と同じ位に）に依って如何に良く実際の観測事実を説明することが出来かを具体的に数学的計算で論じて行っている。

もとより古い天動説に代って宇宙の中心に太陽を置く（コペルニクスの）太陽中心説は確かに時代を劃する新説であったが，実際に計算を行なう場合には古い天動説と同様に円運動の組合わせと云う幾何学的パタンPatternをやはり使っている。彼もまだ円運動が天体運動にはふさわしいと云う古代希臘以来の奇妙な思想からは解放されて居らないし，又等速な円運動しか認めなかった点ではアルマゲストよりも保守的で有ったとさえ言へる。しかも天体の運動を充分に説明するための円の数は，天動説では総計40個であったものが，彼の場合には48個にも増え，彼の予期した事と違って，宇宙の機巧は一層複雑にさえ成っており，観測との一致と云う点でも，古い天動説に較べて際立って改善されたとも思えない。地動説が正しいと云う適格な観測事実もまだ発見されては居なかった。ただ一般に地動説の方が惑星の天空上での運動を分り安く説明する様に思える点で一般人を魅惑した。天動説ではAlmagestの処で説明した様に惑星運動を~~エカント~~（等円）の大円とその上の周転円に依って説明するが，地動説では太陽の廻りに地球と他惑星とが，周期の違った各々一個ずつの周回上を動くとして説明されるが，同じく二つの円を考えるのであるが，地動説の方が可成り簡素な形で惑星の運動が説明される様に見えた。この点を除けば天動説と地動説とは観測事実の整度説明と云う点では差異は無かった。しかし，時代は移って，世は総ての方向で革新思想の漲って居て，多くの人々は小さい地球が厳然と宇宙の中心に静止し，宗動天の回転に依って太陽の日周運動が起ると云う様な説に，直観的



にその不條理を感じ取ったが，この種の感情に支えられて，伝統的な権威に反抗する新時代の学者達は次第に地動説を受け入れ，観測的な事実に依って地動説を完全なものに建設して行った。しかし，其には尚を経，多くの年月を必要とした。

コペルニクスの学説に就いては『天体の回転に就いて』の発表以前から学界には，其大略は知られていたし，出版を待ち望んで居たのは少数の人々で，決して多くの人々が待ち望んでいた訳ではない。書物も幾らも売れなかった。それでも何百人かの人は買い，その幾パーセントかの人々は，それを良く味わっただろう。そして学説を称讃する人もあったが，大体反対する人の方が多かった。前者は科学者の一部であり，後者は大部分の宗教家や俗人であった。科学者でも皆が賛成した訳ではなく，学説には不賛成だが，彼をプトレマイオス以来の大天文学者だと称讃する人々も，なかなか多かった。多くの宗教家や俗人の反対は学説を理解しての反対ではなく，聖書の教えに反すると言う頭からの反対であった。メランヒトン Melanchton，ルーテル Luther，カルヴィン Calvin 等の宗教改革者の反対も，この種の反対であった。カトリックのローマ法王庁では最初は，それ程，問題にはしかした。正式に禁書目録の中に入ったのは（出版70年後の）ガリレオ時代の1615年であった。

コペルニクス学説の最初の最大の称讃者はジョルダノ・ブルノ Giordano Bruno（1548~1600）であった。彼はイタリアのナポリ王国のノラ（Nola）に生れ，ドミニクス教団に入って24歳で僧職の資格を得たが，その頃コペルニクスの学説を知り，大変熱中して了った。大変な反逆児であって，神学上の化體や聖母處女受胎を信じ様としなかった。28歳の時に教団から追放され，それから16年間も，スウィス，フランス，イギリス，ドイツなどの欧州諸国を放浪する。熱狂的な思想家で何處へ行っても自分の考えを強烈な調子で述べて廻った。アリストテレスを貶し，コペルニクスを称讃して廻った。主なる理由は彼の神学思想の為で，彼がコペルニクスの称讃者であった為ではなかったが，ローマの宗教裁判所は彼の行動を恒に鑑視して居たから，席の暖まる暇もなく各地を転々と逃げ廻っていたが，その間にも多くの大学で講義し，多くの著書を書いた。イギリスで始めてコペルニクスの学説を講義したのは彼であった。1591年イタリアに歸った所を捕えられ，ヴェネチヤで宗教裁判に掛け

られ，ローマの宗教裁判所の拘置所に入れられ，外界から遮断(しゃだん)されてろう。彼の裁判は1599年の2月にやっと始められ，判決が下って，1600年2月17日，ローマの花の広場(Campo di Fiori(カンポ ディ フィオリ))で焼き殺された。後年の1889年，此處に頭巾を冠ぶり，本を手にした彼の銅像が立つられた。

ブルノの焚死は必ずしもコペルニクス学説の為ばかりではなかったが，彼が異端とされた理由の中にはコペルニクスの学説を深く信じて，説を廻った事も大きな部分であった。彼は恒星も太陽系と同じシステムで，こんな恒星系で宇宙はつまって居り，地球は球では楕円体である等を主張したが，それはコペクニクスの様に数学的に論じたのではなく，直観的な思弁の産物であった。

このコペルニクスの書籍は暦を作る学者の間に彼の数値は大いに利用され，彼の計算上の誤りや誤植を指摘したが，体系其物には殆んど触れようとしない者も居た。その代表的な者はドイツのラインホルト Reinbold (1511-1553) で1544-1549にコペルニクスの数値も利用してプロイセン表 (Tabula Prutenicicae) を作り，その中でコペルニクスの三角法の一寸した誤りを指摘してはいるが，宇宙体系そのものには少しも触れていない。我国の御朱印船の航海に使った航海書の「元和航海書」は池田好運と云う人が，西班牙人のマニエル・ゴンサレスの云う御朱印船主が教んだものであるが，その太陽赤緯表には赤道と黄道の斜傾角に23°28′を使っているが，これはコペルニクスの値で，プロイセン表に継るものであろう。

Tycho Brahe (1546-1601) 近代最初の (金)

コペルニクスの宇宙体系を完全なものとする為には精密な観測に依って，それを證明しなければならない。最大観測天文学者であり，彼に依って近代の観測天文学が初った。

1546年12月14日に丁抹の貴族の子として生れ，幼少の頃から天文学を好み，両親の反対に会って，いよいよ天文学に傾倒したと言われる。欧州各地を遍歴し，1571年に伯父のステノ・ベルの居城内に研究室を建てさせて貰い，翌年の1572年に此處で，近代のベツレヘムの星とも云うべきカシオペイヤ座新星を発見した。1576年丁抹王フリードリック II 世は彼の才能を賞でて，招致して，丁抹と瑞典の間

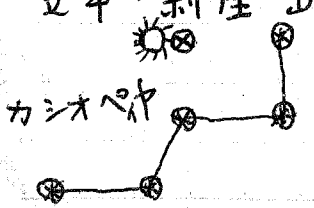
エルザベス女帝の法官Fransis Bacon

の海上にある小島フブエンHveen島を彼の為に借りてやり，年金を送って生活を保證してやり，またロスキルドRoskildeと云う寺院の司教に任じてやった。彼はこの島にウラニボルクUraniborg（天の城）天文台を建設した。この天文台は観測所ばかりではなく図書館，実験室，印刷所，住宅や観測器械を作る工場さえ付属していた。このウラニボルク天文台の観測設備は天体望遠鏡と精密な天文時計の発明される以前では最高水準を誇る天文台であった。この天文台の制度は後のフランシス・ベーコンのユートピア小説のNew Atrantisのソロモン学院のヒントと成った。

Bottega

表向きはフリードリッヒII世に彼が精通して居た星占術を以って仕えたのであるが，このTycho Braheは真の意味の近代の天体観測の創始者であり，組織的な連続観測を実行した人で，新しい天文学，近代天文学はコペルニクスではなく，彼に初まると言える。彼は希臘以来から当時まで重要視されてゐた演繹法の無力を悟り，精密な実際の観測の結果を整理し，これを総括して自然界を支配する理論を樹立すべきであると考えた。つまり帰納法的な研究の樹立者の一人で，この点でもフランシス・ベーコンの先駆者であった。

前に言った様に1572年11月11日に，彼はカシオペイヤ座に新星を発見したが，彼が最初の発見者で有りたか，どうかは分らなく，欧州の各地で獨立に発見した人が幾人も居たが，しかし彼は此の新星に就いて深く研究した。それで，この星を「Tycho Braheの新星」と呼ばれてゐる。彼は1574年の一月の末に全く肉眼で見えなくなる迄で観測を續けた。当時の人は勿論，彼自身も恒星界に変化が起って新しい星が輝くと云う現象は予想もしなかった處で，彼は非常な感動と興味を持って研究した。彼は附近のカシオペイヤ座の星々からの距離を詳しく測り，この星が少しも動かないこと，つまり非常に遠距離にある星であることを確めた。この新星の現象は月天下の現象，気象現象ではなく，土星よりも遠い恒星界の現象である事を初めて確信するに到って，翌年「新星 De Novā Stella」と題する研究論文を出版した。



彼はまた，1577年に現われた大彗星に就いても，その動きを観測し，彗星もアリストテレス以来信じられていた様な地球の大気内の現象ではなく，天界の現象

であることを確めた。彼はその距離は初めは月との距離の三倍以上であると発表したが，後には金星の軌道よりも外側で太陽を公転している物だと主張した。この彗星に関する研究は「天界の新現象に関する第二書。De Mundi aetherei recentioribus Phaenomenis, Liber secundus」と題して1588年にウラニボルグ天文台から出版した。彼は又1580，1582，1585，1590，1593，1596年と次々に出現した彗星の動きも詳しく観測して，何れも非常に遠方にあるものだと結論した。アリストテレス以来，天界には変化は無いと云う考も放壊しつつあった訳である。

永遠に変化の無いものと確信されて居た恒星界にも新星が現れることもある，将来に起るであろう新星の研究の為にも，主な恒星の位置を詳しく測って置く必要があると考えた（彗星）彼は1000個程の恒星表を作っている。又月や各種の惑星，特に火星の運行の観測を数多く行っているが，その集積は後にケプラー Keplerの三大法則発見の資料と成った。この惑星観測の集積はフリードリッヒII世に占星術を以って奉仕する為であったが，彼の最大の業績と成ったものである。

1588年保護者のフリードリッヒII世が死ぬと，その後継者は彼に好意を示さなくなり，援助も杜絶え，困難に直面する事と成る。彼はウラニボルグ天文台の機械設備や業績を紹介した「天文用器械設備，Astronomiae Instauratae mechanica」を出版し，その中には多くの挿画を入れ，又自叙傳も挟んだりして，全ヨーロッパにパトロンを求めることに努力をするが，1599年に，やっと独逸のルードルフII世 Rudolph IIに招かれてプラークに赴き，そこで弟子と成ったヨハンネス・ケプラー Johannes Keplerと共に死めまでの二年間を共に研究に従事する。

Tycho Braheは理論と云うものは観測から帰納して発見されるものと信じて居ったから，恒星に年周視差（地球が動くとすれば恒星は一年を週期として位置を多少とも変える筈である）の無い事を確めて，コペルニクスの地動説には賛成しなかった。彼はプトレマイオス宇宙体系とコペルニクスの宇宙体系を折衷した，地球は宇宙の中心に在って，その周りを月が公転し，次に太陽が，その外回を周り，その太陽の周りに水金火木土の五星を従えて地球を公転するものとした。これをTycho Braheの宇宙体系と云う。

Johannes Kepler (1571-1630)

惑星(Planet)の運動の真相を突止め太陽中心説を有意義に発展させ，ニュートンの万有引力の法則発見の基礎を据へた点で，ケプラーは近代初期の大天文学者であった。当時の学者は皆な貴族か，上流社会の出身であったが，ケプラーは下層階級の出身であった。南独逸の新教徒の家に生れ，父は雇われ兵士として行方不明に成ってゐる。母は当時流行の魔女狩りの犠牲に成って牢獄え繋れた事もあった。生来病弱で，思想や行動には黒い影が漂っている。チュービンゲンの神学校に学び(1589-1594)，そこでメストリンMichel Maestlin(1550-1631)に数学と天文学を指導された。24歳の時にオーストリヤのグラーツGratzで高等学校の教師と成ったが，間もなく皇帝フェルディナンドII世が即位して新教徒断圧を始めたので，彼は大変苦労した。それでも前々から文通関係の有ったTycho Braheに助われてプラークに招かれ，Tycho Braheの計算助手としてTycho Braheが16年間に行った観測の整理に着手する。やがてTychoは歿するが，彼は後継者とし活動する。このプラーク時代(1600-1612)が彼にとっては最も幸福で，成果を挙げた時代であった。彼はTychoと同じくルードルフII世の庇護の基にTychoの残した観測を研究して新しい惑星表の作製に従事した。彼の忍耐力と才能と知識と勇気は，この仕事をする上に最上の條件と成ったし，また幸にも古来から最も不規則な運動として天文学者を悩ましていた火星の運行の研究を中心のテーマとして研究した事から，太陽系の運動を美事に解決する結果と成った。

古代希臘以来の天体の運動は円運動か，又はその組合せとして解釋すべしとする假説は彼の初期の彼の研究をがんじがらめに束縛し續けたが，一大決心を以って，この大假説を放棄してゐ，惑星の運動は楕円運動だとする新しい假説に基付いて整理すると見事に説明する事が出来た。しかし，それに到達する迄には卵形軌道を考えた時期もあったが，1604年の末頃に楕円軌道ではないかと云う考えを持った様に成った。楕円の一つの焦点に太陽が在るとして，星が太陽に遠い時よりも太陽に近い時の方が速く動くことから，ケプラーの第一と第二の法則を発見するに到った。彼は非常に豊富な空想力の持主で，こんな惑星運動の姿を直観したのは全く空想力の所産であるが，

この彼の惑星運動の三法則は古来最も精密な学理を成しているのである。

第一法則（軌道法則）総べて惑星は太陽を一焦点とする楕円軌道を画く。

第二法則（面積法則）惑星は，その軌道上を，その動径（太陽と惑星を結ぶ直線）が一定時間に一定面積を画くように動く。

この二大法則は火星ばかりでなく，他の総ての惑星の運動をも正しく説明するもので，これを「新天文学，火星の運行の解釈」[Astronomia Nova, sen Physica Coelestis tradita commentariis de Motibus Stellae Martis (1609)]として発表した。

この法則に基付いて地球や他の惑星の運行位置を算出すると実際の観測と実に良く一致するので，Tychoの観測を資料として，この法則を用いて惑星位置表を作ることに邁進する事となる。（月）

又当時の天文学者の間に問題と成っていた事は各惑星間に成立するかも知れない数学的関係であったが，彼はこの問題を九年間程も研究し続けて，解決に到達している。彼はそれを「世界の調和 Harmonices Mundi, Libri V (1619)」と題して発表するが，これが第三法則である。

第三法則（調和法則）各惑星の公転周期の自乗は，各惑星の軌道半長径（長軸の半分）の三乗に比例する。

この法則を数式で示すと，各惑星の公転周期を夫々$T_1, T_2, T_3 \cdots$とし，軌道の半長径を$a_1, a_2, a_3 \cdots$とすれば

$$\frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3} = \frac{T_3^2}{a_3^3} = \cdots = 一定 = 1$$

と言う事で，公転周期を太陽年，半長径を天文単位（地球，太陽間の平均距離）に単位を取れば，この比は一となる。例えば

公転周期	水星	金星	地球	火星	木星	土星
	0.24	0.615	1	1.88	11.86	29.457
軌道半長径	0.387	0.723	1	1.524	5.203	9.539

であるが

	水星	金星	地球	火星	木星	土星
周期の自乗	0.058	0.378	1	3.54	140.7	867.9
距離の三乗	0.058	0.378	1	3.54	140.8	867.9

9/13 経立 京女 9/19

(幸福だった)
ケプラーのプラーグでの研究生活は保護者ルードルフ Rudolph II 皇帝の死に依って終り，最も悲惨なリンツ Linz 時代 (1612-1626) が始まる。彼は其頃の三十年戦争の動乱に巻込まれて，常に新教徒として窮迫を極め，僅かに星占年暦を作って飢を凌いで居た始末であり，而も其間に母親が魔女裁判を受ける身となり，身を挺して彼女を救い出したものの，間もなく母は死んで了う (1622)。継で新教徒の町ウルム Ulm に走り，少し落付いて「惑星表ルードルフ表」を1627年に完成出版した。これはプラーグ時代の保護者ルードルフ II を記念したものであるが，完成出版の地名を取って「ウルム表」とも呼ばれる。
その後も彼は各地を遍歴 (1627-1630) し，その間には星占術に大変熱心だった有名なワレンシタイン公 Wallenstein の保護を受けた事もあったが，遂に1630年11月15 レーゲンスブルク Regensburg で，その不幸な一生を終る。
ケプラーは惑星の運動を研究して，単なる幾何学的な以上の軌道，面積，調和の三大法則を発見した許りでなく，この法則を一つに統一する様な，言ってみれば第一原理 First Principle の様なものの有ることに就いて可成の程度，勘付いていた様である。惑星の間の軌道関係を保たせる力は丁度，地球上の物体に作用している重力と同じ様な力に依って三法則が成立するのだろうと考えて居たが，そんな引力が真空を透して作用する事の理解に苦しんでいた様である。彼は当時，英国のギルバート William Gilbert (1540-1603) の磁力に関する種々な研究を知っていて，磁力と重力を比較している。
ギルバートの磁気に関する研究は1600年に「磁石に就いて De Magnet」として出版されていたが，ギルバートも既に重力と磁力の相似性に気付いていた。
後のニュートンの万有引力の法則はニュートンが出なくても，少し後れるかも知れないが，何時の日にかは，何人かに依って，発見される筈のものであるが，もしもケプラーが居なかったら，惑星運動の三法則を発見する事は相当困難であったろうと，ケプラーの重要性を力説する人も居るが，もしも Tycho Brahe の精密な観測が無かったら三法則を発見する事は出来なかっただろう。

(金)

ケプラーは新教徒としては最初の大科学者であった。そして数の神秘に依って宇宙世界の構造や機巧を開明して行かうとする幻夢的傾向の神秘思想を持っている。彼の最初の著書「宇宙の神秘, Mysterium Cosmologicum」や前に話した「世界の調和」は共に神秘のベールに包まれている。数の神秘性を説いた古代希臘のピタゴラス学派の学説はプラトンに伝わり, 新プラトン主義を通じて15世紀の頃に再び復活したが, ケプラーも, この神秘的な新プラトン主義の信者であった。自然は極めて調和に満ちた物であり, 天体の運動や軌道を表す数値の間には, 簡単な数値関係が存在する(であろう)事を, 彼は深く信じていた。この確信と努力が「世界の調和」と中に発表した「第三の調和の法則」惑星の公転周期の自乗は軌道の長半径の三乗に比例するであった。彼の神秘主義から此の法則は生れ, 前に云つた如く, ニュートンの万有引力の法則を導く上に大きく役立つたのであった。彼はこの神秘主義的直観力と共に, 数学(計算)の精密さを一身に兼ね備えた学者であって, 対数を天文計算に使ったのも彼が最初であった。この天文計算に対数を使うことは計算器発達のなかった本20世紀の30年代までは行われていた。(合理的) 人間は屢々, この種の神秘主義的な方法で, 直観力で正しい結果に到達することがある。彼はそれが極端であっただけである。(水)10/20

彼は一生, 肉体的健康に恵まれず, 幼時に罹った病気の為に視力が弱く観測家としての仕事はない。ガリレオが望遠鏡を天体観測に使った事を聞き, 文通に依ってガリレオを励したが, 一方彼は光学書を書いて新しい望遠鏡の設計した。これをケプラー式望遠鏡と言う。凸レンズの対物レンズと凹レンズの接眼レンズを組合せたオペラグラス式のガリレオ式望遠鏡に対して, 接眼レンズに凸レンズを使った。このケプラー式の望遠鏡では像が倒立して見えるが, 解像力が良いので, 現代でも天体望遠鏡として用いられる屈折望遠鏡は総べて, このケプラー式である。
しかし彼の設計した望遠鏡は設計だけが彼で, 実際に作ったのは他の学者であった。これは彼の視力が弱かった為である。
このケプラーの光学書は優れたもので, ニュートンも若い頃には愛読したと云われる。

365.24219 88

グレゴリオ暦

ユリウス・シィザーの創めたユリウス暦は暦を造る上の一大進歩であったが，一年の長さを365.25日とした為に真の太陽年との差は0.0078日であり，128年で一日の差を生じ，400年で3日の差を生ずる事となる。ユリウス・シィザー時代に3月25日に在った春分が，16世紀の終りには3月11日となって，暦の月日が季節を表さなく成っていた。

中世以来，その事は注意されていて，Roger Baconはユリウス暦の欠点を挙げて改暦を促し，Regiomontanusは改暦の準備していてローマで死し，Copernicusは1514年のラトランの宗教会議で改暦のことが，問題となり，意見を求められたことは前に話したが，ローマ法王グレゴリオ13世（Gregor XIII）の時になって，始めて正式の改暦が実行された。つまり当時の季節との差を消却する為に，1582年10月5日から14日迄の10日間を除き，つまり1582年10月4日の翌日は10月15日として季節との差を除いた。

そして将来，この様な差の生じない様に次の様な置閏法に改められた。

西暦紀元年数が4で割切れる年は閏年とする。但しそれが100でも割切れる場合には，之を百で割切れた商が，更に4で割り切れない年は平年とする。そして閏日は2月28日の翌日に入れる。

と云うのである。それでグレゴリオ暦の一年の平均は

$$\frac{365日\times 303年 + 366日\times 97年}{400年} = 365.2425日$$

となるが，これでも真の太陽年との差は0.0003012日で，100年で0.030日，一万年たつと3日の差が生ずる。つまり一万年にして三日だけ寒暑が早く到来するが，かくの如き差は実際上には何等の差支へをも感じない。

この改暦に努力したのは，前に中世紀のSacro-boscoの處で一寸話した法王廳の天文学者Christopher Clavius（1537—1612）であったが，このグレゴリオの改暦に際して10日の日を除いたのは，西紀325年のニケヤNiceaの宗教会議で3月21日を春分と定めたので，それに合せる為であった。又，この改暦の第二の目的はキリスト教の最も重要な祭日の一つである復活祭の日の決定のため，月の位相（朔望）と計算とが，将来も余り狂はない様にする為であった。

英 1752, ロシア 1918
トルコ 1927 ギリシャ(昨年)

復活祭の日は初期の教会では一定の日は無かつたが，西紀325年のニケヤの宗教会議で一定の日に行う事に成った。その規則は「春分，又は春分の一日後に来るべき踰越節(Passover)の月の第十四日(満月)の直後の日曜日に行ふ」と云うのである。ユダヤの暦の踰越節はNisan月の十五日に行われるのである。三月二十一日が春分の日で満月であり，土曜日であったとすれば三月二十二日が復活祭である。これが復活祭としては最も早く起る場合である。しかし，三月二十日が満月だったとすれば春分後の満月は二十九日後の四月十八日となる。この日が日曜日に当れば，復活祭は次の日曜日の四月二十五日と成る。之が起り得る最も遅い復活祭である。

Galileo Galilei (1564-1642)

Galileoは1564年2月15日(ユリウス暦)にイタリヤのピサで産れた。この年はミケランジェロが死に，シェクスピアが生れた年である。Galilei家はFirenzeの共和国の古い名門市民階級の出で，父は織物商人であつたが，又優れた議論好きな音楽評論家でもあり，母も気むずかしく，気性の烈しい婦人であつて，Galileoの論争好きで戦闘的性格は親譲りであつた。と言つても彼は冷たく暗い学者ではなく，ギターの前身であるリュートを弾き，絵画を批判し，詩を論ずる事も好きな人物でもあつた。彼は父が商用で，しばらく滞在して居たピサの街で生れた。父は間もなくフィレンツエえ帰えつたが，彼は10歳に成る1574年迄，母と兄弟と共にピサに残つていた。彼は長男で，6人位の弟や妹が居た様である。1574年に一家がフィレツエに帰えると，父から学問の手ほどきも受けたが，数学に当時は余り興味を示さなかつたと傳えられる。後に郊外の聖マリヤ修道院に入つて初等教育を受けるが，1579年15歳の時に修道院を去つて家族と同居する。それは彼の眼病のためと傳えられるが，晩年に盲目に成った彼の病気が，この頃から徴候を示して居た様である。二年を経た1581年の秋に，生地のピサの大学に入り，医学部に進む為に，教養課程を受ける。当時，教養課程は勿論，大学制度その物が，抽象的なアリストテレス的な論理のみに頭を使う学問であつて，ルネッサンスの技術者達が開拓した機械的技術は軽蔑すべきものとみなされていた。ダ・ヴインチ流のルネッサンスの技術の学問を，古来からの自由学芸と同列に考えて居たGalileoには我慢出来ない物であつた。彼は一生左様であった様に，建築家，砲術学，造船工，航海士，画家などの技術家や

(に見られる様な)

彼等の中
や職人と付合い，其處から近代科学の土台と成る問題を探求し，それを解決して行く彼の方向とは，大学は相入れないものであった。

結極は，彼は，このピサの大学の医学部は卒業しなかったが，在学中の1583年にドーム（丸屋根）の天井から吊り下げられて居たランプの揺れるのを見て，後に，それを法則化した振子の等時性の最初のヒントを得たと言われる。1584年，彼は大学を中退してFirenzeの家族の元に帰える。

Ricci（金持）

Firenze之戻った彼は，暫く休養した後，父に内証で，父の友人のオスティリオ Ostilio リッチに就いて数学の勉強を始める。このリッチに師事したことが，Galileoの生涯のコースを決定したものであった。このリッチと言う人は1540年にフェルモに生れた人で，その伝記はよく分らないが，ルネッサンスの産んだ在野の数学者，科学技術の理論家であって，当時フィレンツェの高等工芸学校（Accademia del disegno ＝ Academy of design）の教授であった。このAccademiaは当時の教権的な大学とは関係のない，反正統的な教育機関で，造形美術の補助的な学課を教育して，絵画，彫刻，建築などの発展を目指すもので，その学校では人体解剖学，数学，道路や橋梁，運河の建設法，建築術，透視画法などの技術の学問が講じられて居た。

Galileoの受けたリッチの数学は実用性，應用性を持った物であったから，幼少の頃，父の数学の手ほどきに興味を示さなかった彼も，リッチの学問には心酔する事と成った。

Galileoが科学者として書いた最初の論文「流体静力学的天秤」（比重計）や「固体の重心に就ての定理」などはリッチの強い影響のもとに出来たが，それはアルキメデスの影響で紀元前3世紀にアルキメデスが行った事を吟味し，それが多分に数学的であり，粗雑であったものを，物理学的に正確な方法で再現する事を目的とするものであって，書末に主な金属や宝石等の空気中の重さと，水中での重さの表などを付録して居て，実用性を重視したものである。（月10/6）

此等の業績に依って，彼は次第に頭角を現し始める。1587年に初めてローマに旅行し，当時の有名な数学者であり，天文学者であったChristophor Clavius に会い，大いに激励され，其後も交渉を続ける事と成る。まだ若いガリレオの数学上の才能を高く買って居た人々から，ポローニア大学に推挙されたが，それは失敗に終り，1589年七月に

ピサの大学の数学教授として三年契約で任命される。しかし大学で教える事は，リッチから授った新式の数学ではなく，極めて旧式の七科の自由学課的な幾何学と天文学であった。

当時，彼はまだ，コペルニクスの地動説に関心を持って居た証拠は何もないが，当時から彼が問題にしていた事は，地上の物体の運動と天界の星の運動との関係であった。現在では地上の物体の運動も，天界の星の運動も同じ法則に従って居ると言う事は，誰も疑わないが，ガリレオ時代迄の学問では左様には考えられて居なかった。月天以上の天界の法則と，月天以下の四元素の世界での法則は，まったく異なり，物質も違っていた。つまりアリストテレス学説とスコラー学で，全く別個の問題とされて居た二つの運動を，ガリレオは統一した一つ問題として把握し，解決しようとして居た。

当時の彼に所謂，ピサの斜塔に於ける物体落下の実験と云う傳説がある。その傳説では，同じ材料で出来た重さの違う物体の落下速度は，アリストテレスの説の如くには重さに比例せず，総べて同じ速度で落下する事を，他の教授や哲学者や学生，立会の基に，ピサの斜塔上から幾度も実験して見せたと云うのであるが，しかし，この事は疑わしい。このピサ大学時代のガリレオには自由落下の法則は，まだ正しくは確立しては居なかった。1590年に書いた「運動に就て」と云う論文には，同質の物体は大いさが異っても，等しい時間内に等しい距離を落下する事は認めて居るが，異質の落下物は，この材料の比重に従って，落下速度が違うと書いて居る。それは鉄や~~アルミニューム~~ゴや，木材などで，速度が違うと云う事である。当時，彼はアルキメデスの影響の基に余りにもカブレて居た為に正しい理解には程遠かった。この余りにもアルキメデス的だった彼の初期の運動論は後年に成って，正しい落下法則に訂正する。

彼の真理に対する熱狂的な愛と，それから生ずる熱狂的な自信は，事柄が正しかったにしろ，しばしば彼自身を危険に曝した。その為に後には大変な痛手を被る事となった。ガリレオの晩年の不幸も一面では，その為でもあった。

また，ピサ大学の三年契約期限の切れた後に，それを継続することの出来なかったのも，その為であった。トスカナ大公の息子一人で，自分自身では有能な技術家であると考えて居た者が，一種の河川浚渫（シュンセツ）用の機械

（居る Medici

を考案し，ガリレオに意見を求めた時に，発明品の欠点を素気なく指摘し，多くの人々の中で，唯だ一人賛成しなかった。この彼の大変な率直さは，トスカナ大公の不興を買い，ピサ大学の再契約は出来なかったと云う。この失職や1591年の父親の死亡と共に，一家は全く貧乏もなく，総ての負担はガリレオ一人に掛る事と成る。

やっとヴェネチア共和国のパドヴァ(Padva)大学の数学教授の職に1592年の秋に任命される。彼は此の大学に18年間勤めたが，晩年宗教裁判所から断罪され，そして盲目に成った彼が，全生涯で最も幸福だったと追憶して居るのは，この18年間のパドヴァ時代であった。

パドヴァ大学に移っても，大学の正式の講義は旧式の内容であったが，家庭教師として教えた学生や，自宅に下宿させている学生には別種の教育，新しい科学や技術を授け，実用的な数学や透視画，機械学，軍事技術え注意を向けさせる様にした。パドヴァに移った翌年の1593年には幾つかの此等の手引書の様な物を書いている。

彼は1604年10月の初め頃から蛇遣座に現れた新星の事を11月3日に知った。前にも言った様に，Tycho Braheの新星の処で話した様に，アリストテレス学徒の説では，天には生成や消滅が発生する事は道理に合わない事とされ，何んとか新星を月天より下の四元素の世界の現象と理解しようと務めたが，当時の天文観測技術は最早，この種の理論を支えるには余りにも進歩し過ぎていた。有名なイエスズ会の天文学者であり，グレゴリオ暦改暦の中心人物であったClaviusでさえ，この新星は第八天，つまり恒星天の現象であろうと認めて居た。カリレオはパドヴァで，この新星に就いて三回の公開講演を行って，この新しい天界の現象の重要性を指摘して居る。この講演には多くの聴衆を集めたと傳えられる。

ガリレオが天動説から地動説え，宇宙観を意識的に何時変えたかわ分らないが，1597年5月30日付で，ピサ大学の一哲学教授に宛てたガリレオの手紙の中で，その頃，その哲学教授が著した書物の中で，地動説に反駁して居るのに対して，彼は(ガリレオは)地動説は天動説よりも，ずっと可能性があると書き送って居る。

ガリレオがドイツの天文学者ケプラー(七年年少)と接触したのも其頃で，ケプラーから送られた彼の著書「神秘な宇宙」に対する「宇宙の神秘」

御禮状の中で，当時の自分の宇宙観を次の如く書き送っている。
「私は数年前からコペルニクスの説を取って居るので，一層貴方の著書を樂しく拝見出来ると思う。私は地動説の立場から，天動説では説明出来ない自然界の現象の原因を発見しているが，しかし，まだ公表する勇気がない。それはコペルニクスの運命が自分に警告して呉れるからである。」と。

これに対するケプラーの返事は，地動説に就いての二人の意見の一致を喜び，ガリレオが発見したと云う地動説に就いての考えが，イタリヤが公表に不適当で，障害が有るならば，新教国のドイツが，その自由を与えるだろうと書き，又ガリレオの発見して居ると云うコペルニクス説に有利な根拠を私的にでも，自分に知らせて呉れないか，とも書送っている。

しかしガリレオは，この問題には公には沈默を守り續け，1604年の新星論争の時にも，宇宙観までは持出してはいない。ガリレオと云う人は決して論争を恐れる様な人ではなかった。むしろ論争好きでさえ有った。彼の沈默は充分な科学的根拠を，当時はまだ握んで居なかった為だろう。彼が充分に自分の宇宙観の根拠を得たと確信した後年の彼の声の大きさから，又その主張の執拗さから，その事が裏着けされる。それを知ると

ガリレオの永い沈默を破るキッカケは和蘭の眼鏡師達の望遠鏡の発明だった。彼は自分で望遠鏡を試作して，その望遠鏡を天体に向けて様々な新発見をした事に始まる。望遠鏡で見た月はアリストテレス学徒が考えた様には，神聖な数学的な円でも，球でもなく，山あり谷ありの凸凹だらけの物であり，木星には四つの衛星が有って，木星の周囲を廻っている。つまり地球だけが廻転の中心ではなく，別に廻転の中心に成って居る天体が存在する事を発見する。

木星が廻転の中心だとすれば，木星もアリストテレス学徒が考えている様な重さのない，第5の物質，エーテルではなく，地球の様に重さを持った普通の物質から出来て居るのでは有るまいか，反対に地球も，木星と同じ様に惑星の一つではないかと考えられる。

彼はこれ等の新発見を1610年1月30日付の故郷Firenzeのメディチ家(Medici)のコジモII世(Cosmo II de Medici)の宰相への手紙で報告し，自分の新発見の報告を作りながら，発見した木星の四つの衛星

大臣

Cosmos　　Cosmici
の名前を，その首相の進めに依って，最初はコジモの星(コスミチ)と名付け様としたが，宇宙(コスモス)に音がまぎらわしいと云うので，メディチの星と名付けられた。この報告は「星界の報告 Sidereus Nuncius」として同年三月に印刷され，19日にその一冊を上製の望遠鏡一台と共にコジモII世に献上した。この「星界の報告」は大変な反響を呼び，この三月十九日中には550部刷った物が一冊も残って居なかったと云う。立清 九サ
「星界の報告」の成功は大変なもので，多くの人々が彼に称讃を送り，詩人達は彼のために詩を作った。フランスのアンリー四世は，又別な新しい美しい星を発見し，ブルボン朝のために「アンリーの星」と名付けて呉るならば，フランスは如何なる事があろうとも保護を加えるであろうと誘って来た。

イエズス会のローマ学院の有名な天文学者Claviusさえ迷っていた。年末に成って，このローマ学院の神父達も自分達の仲間内で望遠鏡を作ってガリレオの発見したものを観測し「ローマ学院の星界の報告」を作って，それを確認している。 1615 陽瑪諾E　Diaz 天問略 ○○ (金)!?

しかし，彼の最大の同盟者はケプラーだった。ガリレオの「星界の報告」に対して「星界の報告論」を書いて，天文学に対するガリレオの貢献を称讃し，数ヶ月後には自分も望遠鏡で観測し，「木星の四衛星観測記録」を出版して，ガリレオを強く支持した。

一方，アリストテレス学派の学者達は相変らず頑固に自分の学説に固執(コシツ)して居り，或哲学者は，もしも望遠鏡を覗けばアリストテレスのテキストを馬鹿にする事に成ると云って，覗かなかった。木星の衛星のメディチ星と云うのは，望遠鏡の性で生じた光学的な錯覚であって，ガリレオの鳴物入りの勝利は金儲けの為の詐欺であると主張する者も居た。

ガリレオは当時46歳で，これまでの多くの新発明や新発見に依って名声は非常に挙がり，彼の最高頂の時代であったが，彼の健康は余り優れなかった。若い頃，トスカナ公の発明好きな公子の作品をけなして不仲に成って故郷フィレンツェを棄てたが，今ではフィレンツェに歸って，もう少し楽な生活をしたいと考えて居た。そして彼の名声は，それを可能した。1610年7月10日，トスカナ公コジモII世は彼を「ピサ大学の特別数学者」で「トスカナ大公付，首席数学者，哲学者」に任命した。 (水) 10 27

故郷フィレンツェでの生活は，しばらくは幸福だった。西洋では初めて太陽黒点を発見し，又，金星にも月と同じ様に満欠けの変化の有る事など多くの発見をした。

1611年の春，「星界の報告」以後の新しい発見を引提げ，それを一般に具体的観察させ，自分の著書や人格に対する偏見や不信を一掃する為にローマえの二回目の旅行に上る。この旅行は大成功だった。多くの枢機卿や其他の聖職者，諸国の君主に歓迎され，彼の観測（新発見）を見たがり，そして満足させた様に見えた。

またフィレンチェから派遣されていた大使立会の基に法王パウルス五世に拝閲を許される等，異例な歓迎であった。

しかし，この歓迎の間にも，これ迄の論敵であったアリストテレス学者以外にも，法王庁内部にも暗い雲が生じ掛けていた。彼のコペルニクス主義的な言動が法王庁の検邪聖省の手に依って蒐集されていた。ガリレオえの訴訟（コク）準備は極めて秘密に進められていたが，トスカナ公の周辺やローマの友人達から，ローマで自分に関係する訴訟の準備が進行中である事はガリレオは聞いていただろう。

彼は自分の立場を守る為に，三回目のローマ行を決心した。そして，彼のローマに於ける行動は不謹慎（キンシン）であった。彼は「海の干満論」を公表しているが，これはコペルニクス説に依って潮汐理論を考えたものである。それは，地球は自転しながら公転しているが，その為に地表面の或る部分は公転速度に自転速度が加わった処と，その反対側には公転速度から自転速度を引いた遅さの処が出来る。この様な地表面の各部分の速度の違いから，海水の動揺（ユレ）が起る。これが潮汐だと言うのである。これは明かに誤った理論であるが，彼は此の種の積極的な実証で，教会権力に自説を認めさせ，万事を解決出来ると考えていた。

しかし，彼の此の種の積極的な対策も，彼の楽観主義も打壊（ウチクダカレ）だかれる時が来た。1616年2月24日，彼に対する第一次宗教裁判の判決が発表された。ガリレオの学説の中で検閲された命題は次の二つであった。

1、太陽は世界の中心にあり，一寸の運動をしない。

2、大地は世界の中心になく，不動でもなく，全体として日周運動をさえもする。

そして，この第一の命題に就いては，哲学的には馬鹿げた不条理なことであり（ことであり），形式的には異端である。と言うのは，これは明らかに聖書の多くの個処と，文字通りの意味でも，教父や神学者の一般的注釈とも矛盾する。第二の命題に就いては，これも哲学上同じ批判を受け，神学上の真理

に矛盾し，少なくとも信仰上は誤りである。上記のガリレオを召喚し，上記の意見を棄てる様に訓告し，彼が従う事を拒否した場合には，委員が書記と証人の立会いの基に，その様な学説と意見を教えたり，弁護したり，それに就いて論ずる事を全面的に止めさせる様に命じ，それでも承服しない場合には投獄する」と言うのであった。

しかし，この判決のガリレオに対する実害は何んにもなかった。唯だ其年の3月5日にコペルニクスの「天体の回転について」が禁書と成っただけだった。

しかし，宗教裁判所の正式な記録として，この判決が当時ガリレオに対して施行された事に成って居た為に，後年の第二次裁判の際にガリレオを大変不利な立場にして了った。この裁判で実被害の無かったのは，全くトスカナ公や他の有力な友人（者である）の威光の御影に依るのであった。

1618年に現はれた彗星に就いて，ガリレオはイエズス会の耶蘇会のGrassi（クラッシ）神父との間に論争を巻き起した。Grassiの意見はTycho Braheの宇宙体系的な解釈であったが，ガリレオの彗星論はコペルニクス的であった。全般的に言ってガリレオの天文学の議論は総べて，コペルニクスの理論を演繹したもので，コペルニクス以上に出る物はなかった。この論争の時に，Grassi神父に対する反撃としてSaggiatore（黄金計量者）を1623年に出版した。これは53章から成る物で，各章の初めに論敵Grassiの文章を挙げ，これを徹底的に批判すると言う方法で進められて居り，非常に間接的な方法では有ったが，やはりコペルニクスの学説が顔を出している。

その頃（1623–1644）法王ウルバヌス8世（Urbanus）が即位するが，ガリレオはこの法王とは以前，トスカナ大公のサロンの常連として非常に親しい間柄であったから，1616年に禁止に成ったコペルニクスの学説を，この友情に依って，或いは復活させる事が出来るかも知れないと彼は考えた。

又，保護者であったトスカナ大公コジモ二世が1621年に死し，後継者のフェルディナンドII世は11歳の幼少であったから，トスカナ公国の保護は稀薄に成り兼ねず，もしも1616年の時の様な裁判でも起れば，幼少な大公からは何んにも期待出来ない。それで，今の内にローマの空気を変え，教会の権力を自分に有利

にして置く必要があると彼は考えた。かくしてガリレオの第4回目のローマ旅行が行われた。しかし，明るい見通しは全々出て来なかった。法王ウルバヌスとは六回も会見し，帰りには色々な土産を貰い，子供の為に年金を貰ったが，彼が考えて居た様な物事は，何んにも解決しなかった。

しかし，ローマでの優偶，つまり彼の才能に対して示された稱讃や，多くの権機卿との会見，六回もの法王との会見は，彼等の自分に対する友情の衰えて居ない事の証固と推測されて勇気は得た様である。

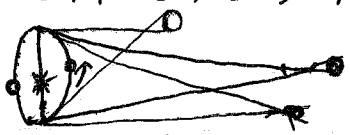
彼は，其頃彼の最も重要な著書「天文対話」に専心していた。この書は1610年頃から計画して居たもので，コペルニクスの学説，地動説を支持し，証明する資料を盛り込うとした物で，それに新しい科学的方法を明白に述べようとした物であった。この原稿は1629年には略出来上って居たが，翌年に出版の許可を得る為に彼は又，ローマに赴いた。幸か，不幸か，この本を調べた検閲者は一寸改訂を加えて，出版する許可を与えたので，1632年に刊行した。これが「二大世界体系，プトレマイオスとコペルニクスに就いての対話（Dialogo sopra i due massimi sistemi del Mondo, Tolemaico e Copernicano），約して天文対話である。

この対話は四日間に渡ってサルビアチ，シンプリチオ，サグレドと言う三人の人物の間に交された対話で，サルビアチはコペルニクス主義者，シンプリチオはアリストテレスの信奉者，サグレドは第三者的な傍観者であるが，すぐにコペルニクス説に響鳴する人物である。

この「天文対話」に取扱われる議論の多くは，彼の初期の著書に見えたものであるが，それを整理して体系的に述べている。天上の星には変化がないと云う等の，アリストテレス派の独断が，月面の凹凸，太陽の黒点，彗星，新星などに依って知られた観測事実と如何に矛盾するかを指摘し，又，木星に衛星の存在することは，それは地球も運動している事を証拠立てる物として取上げられる。又コペルニクス体系を採用すれば天球の日周運動や惑星の運動が如何に単純化されるかも論じている。コペルニクス体系の支持者であるサルビアチは，コペルニクス体系の最大の弱点と当時考えられていた年周視差の問題，地球が公転するとすれば，その影響に依って，恒星には見掛け上の運動が生じなければ，成らないと云う難点

にも論及している。それに対して彼はコペルニクスの考えと同じく，恒星の見掛け上の運動が発見されないのは，恒星が検出されない程，遠方に有るからであると論じ，光の明るい星は，暗い星に比べると，比較的近距離に在ると考えられるから，明い星と暗い星の位置を六ヶ月於て測定を行えば，地球の公転に依る恒星の見掛けの位置の変化は，明い星（つまり近い星）に大きく現れるだろう，と言っている。

この方法は~~2世紀後~~ 1838年にFriedlich Wilhelm Bessel，ベッセルが用いた方法，恒星の年周視差を測定し，恒星までの距離を測った方法と同じものであった。



61白鳥座 0.″299 10.9光年 5等星
Proxima ケンタウルス座 0.″762 4.2光年 11等星
α大犬座 0.″373 8.7光年（シリウス −1等星

これに依ってコペルニクス以来の宿題である年周視差の検出に成功し，恒星迄の距離の正しい概念が得られる事に成ったのであるが，これは2世紀も後の事である。

又「天文対話」で取扱って居るものは天文学ばかりではなく，彼の慣性の法則の事も記されている。急に馬が止まると，騎手は前のめりに成り，船室に飛ぶ蠅は船と共に運ばれて行く，また船のマストから落された石は，後方に落るのではなく，マストの直下に落下する。等の物体の慣性も説明されている。地球の運動を否定する人々は，もしも地球が運動するとすれば，高い塔から落された物体は，塔の直下に落ちないで，遥か西方に落ちるべきだ。又雲や空を飛ぶ鳥は地球の自転の西から東への回転に依って西の方に追いやられるだろうと唱えたが，これに対してコペルニクス主義者のサルビヤチは船のマストから石を落す例と，船室内を飛ぶ蠅の例とを引いて，それに応答する。

対話の第四日目は潮汐に関する事であるが，それは前に話した様にコペルニクス的で，地球の運動のみに依って説明し，全く月の引力を無視した誤った考えを述べている。（月）

この「天文対話」は大変な反響を巻き起した。そしてガリレオの名声が高まると共に，反対派の人々をイキリ立たせた。イエズス会（耶蘇会）士のScheiner（シャイナー）は前にガリレオと太陽黒点発見の先取権を争った人物であるが，彼はあらゆる手段を尽してガリレオに異端者の刻印を押そうと試みた。ガリレオの同情者である法王ウルバヌスVIII世に対して，「天文対話」の中で嘲笑の的にしているシンプリチオと言うアリストテレス

の信奉者は法王御自身の事であると中傷した。
遂に1632年七月に，ローマにカリレオに対する査問委員会が設けられ，著書は出版を禁され，ガリレオはローマに召喚された。彼がローマに到着したのは、その翌年の初めであって，69歳であった。この宗教裁判の結果，彼はこの年の七月に，異端の説を信じ，それを支持する者として有罪の判決が下され，今後は，かかる異端思想を捨てるか，死を選ぶかの岐路に立たされた。ガリレオはしぶしぶ強権の前に屈服した。宗教裁判所はフィレンツェの近郊に住居処を指定して，囚人に近い生活を送らせた。この「天文対話」に対する禁止令は19世紀まで續いた。

しかし、彼の科学への熱情は余り衰えなかった。木星の衛星の食現象を利用する経度の測定方法や，月を観測して秤動の現象(可視59%，不可視41%)を発見している。しかし，1639年，ついに失明してう。

彼は晩年に「力学に関する二つの新しい科学に就ての数学的説明と証明」，略して「新科学対話」の著作に専心する。この書は1636年に脱稿し，1638年にオランダのライデンから出版された。(Discorsie Dimostrazioni Matematiche, intorno à due nuoue scienze)

この書では宇宙体系には全く觸れず，物体落下の問題を多く取扱い，等一加速運動に対する正しい理解に到達して居る。また抛物体の運動も論じられている。これは動力学と云うものの誕生であった。

この書の出版後，四年目の1642年1月8日に世を去った。従来の科学は全く権威と辨證の中に求められたのに対し，彼は観察と実験とに訴えて，一歩一歩と科学を築いた。前者は綜合的，演繹的であったのに対して，ガリレオは分析と，帰納とに依って近代科学の礎石を築いて行った。

動力学の形成

既に述べた様にアリストテレスは物体の運動を宇宙論的な極めて広範な概念として獲えたが，動力学と云うものは，ギリシア時代にはホントド起らなかった。静力学に於ては，アルキメデスの場合の様に少しは存在したが，しかし，其は力学的だと云うよりは数学的なものだった。ところが中世末期に成ると段々に産業機械も作られる様になり，大規模な土木技術や軍事上の要請から力学上の問題が真剣に取上げられる様に成る。特に鉄砲や大砲が発明されてからは，その弾道の研究から，物体の運動の力学の研究が必要と成った。

立経 2004.4.d

これが動力学の発生であるが，この場合にも出発点はアリストテレスであった。アリストテレスの非定から出発する。(水) 11/10

アリストテレスは運動を自然運動と強制運動に分け，自然運動は四元素（地水の下方運動，空，火の上方運動）の直線運動と天界物質の円運動であったが，強制運動に対しては加えられた力，即ち原動力は物体の周囲の媒体に伝わり，媒体が物体を押し進める事に依って物体は運動すると考えた。

しかし，この様な考えは，運動体が空気の抵抗に依って減速する事から見ても，この考えは成立しない。

この様な考えに対して原動力が直接に物体に伝わると云う考が生れた。それは前に少し話したインペトス（Impetus，駆動力）説が発生する。

インペトス説はピロポノス Philoponus を始祖とされている。この人は六世紀前半，プラトンの始めたアテネのアカデミア学校が閉鎖（529）された頃のビザンチンの新プラトン派の哲学者で，アリストテレスに関する註釈などの仕事をした人であったが，アリストテレスの運動論と真空は存在しないと云う説に疑いを持ち，それを拒否，又慣性に就いて漠然とした考えを持っていたと言われる。

しかし，インペトス説の真の始祖者は Buridan（Nominalist 唯名だと云われ，）であったが，Philoponus の考えを具体的にした。大砲を離れた弾丸はインペトスを与えられて，暫くの間は弾丸は下方え落ちる自然の性癖を破る。「物体の動く速さが大きい程，その運動体に加えられたインペトスは多く，そうして強い」と彼は言って居るが，インペトスは速度に比例するもので，現代の力学で言う運動量 mv の概念に近いものである。

しかし，それでも実際に放物線を描いて飛ぶ事は説明出来ない。それでタルターリヤ Tartaria（1500－1557）やベネデッティ Benedetti（1530-1590），その他の人が Partaglia，その説明の為に手を加え，弾丸の激しい上昇と，その自然の落下との間に円運動を挿入する説を作り出した。こうして作られた混成軌道も当時の臼砲の弾丸には余り悪くない近似を与えた。

しかし，これには論理的にも，数学的にも裏付は全くなかった。

このインペトス説は14，15世紀頃の英国のオックスフォードや仏国のパリで盛に議論された。前に話したニコル・オレム N. Oresme の

地球自転説も(の場合)、その自転運動は天地創造の時に神の与えたインペトスに依って永遠に續くのであろうと云って居る。

インペトス説の流行して居た時代にも、少しは力学上の進歩はあった。速度が変化する加速度の概念は生れたし、また重さの違った同質の二つの物体を落す時、もしも空気の抵抗が無ければ、二つの物体は同時に落下すると云う事実も知られた。

ガリレオは此等の先駆的な仕事の上に立って、新しく動力学を打立て行った。勿論、ガリレオの力学は彼の長い研究生活の間に徐々に出来上ったもので、初期の彼の著書の中には屢々、古い(間)違った見解も見られる事は、前にも触れたが、~~彼の到達した主要な結論は、大体次の様である。~~ (金) 10.8

彼は著書にもインペトスと云う言葉は使われているが、それはアイマイな前時代の駆動力的な概念ではなく、現代の運動量の概念をハリキリと(捉)えている。又自然運動、強制運動と云う言葉も残って居るが、彼の自然運動は、重力の加速度に依って速度が増加する運動であり、強制運動は逆に減少する運動であって、最早、この二つの運動に本質的な区別(は)無くしていた。 (文)

放物体には絶えず重力に依る加速度が働き、従って其は二つの直線で(表)わされるのでなく、放物線を描く事を初めて明らかにした。この様な研究には落体の運動を詳しく研究する必要があったが、彼は斜面上をユックリ滑り落ちる物体を使って、落下の場合の時間と落下距離の間に成立する数量関係を求めた。落下距離:S、時間:t、加速度:aとすると、その関係は $S=\frac{1}{2}at^2$ と云う式で現される事を発見した。この様な実験的方法に依って、又、その結果を数量的関係式に依って表現する近代科学の方法は、彼、ガリレオに依って見事に実践されたのである。

彼は又、慣性の法則も発見して居た。真空状態で、しかも摩擦のない(運動)平面を考えた時、運動体は永久に、その運動を續けると云うのである。

これは後のニュートンの運動の第一法則と成った物である。即ち

「物体に力が働かない限り、運動、又は静止の状態を續ける。」

であるが、この様な記述の仕方で、この法則を述べる事は、実はデカルト Descartes に初った。しかし慣性の法則の本質は最早ガリレオに依って発見されていたと云ってよい。

ガリレオに初った成果が、ニュートンに依って完(成)され、近代科学の出発点と成ったのである。 (火) 10.12

科学と方法

中世科学と近代科学との転回点，つまり古典的世界像が破壊され，それに代って新しい世界像が，やっと輪郭を形ち作られた頃，二人の予言者，思想家が現れた。それはイギリスのフランシス・ベーコン Francis Bacon (1561-1625) と，それに数十年後れて現われたフランスのルネ・デカルト Rene Descartes (1596-1650) である。

共に知識の可能性を深く信じ，それを世界の人に示す事を自分の仕事とした人である。この二人共，広い視野を持って居たが，その知識の求め方は大変違って居た。その気質も正反対であった。ベーコンは抜け目がなく，利己的で，後には可成り尊大な司法官となり，常に政治的，また社会的な問題毎の中心に在ったが，デカルトの方は非常に内省的で，孤独であり，一生涯全くの浪人であった。この二人の思想家は共に方法論に熱中したが，科学の方法論と云う物に対する二人の考え方は非常に違っていた。それはイギリスとフランスの近代科学の革命の性格の特徴を表わしても居た。

ベーコンの方法は材料を蒐集し，また大規模な実験を遂行して，純然たる事実の集積から法則を発見すると云う，帰納的方法だったが，一方のデカルトは純粋直観の鋭利な刀物を依り処とした。彼は明晰な思考を以ってすれば，合理的に知り得る事は，何んでも発見出来るはずだと考え，実験も大事だが，それは本質的には演繹的思考の補助手段として役立つのみだと考えた。

又，この二人の思想家の主要な違いは，デカルトは科学を，彼の世界体系の建設に使い，その体系は当時，まだ根強く存在して居た中世のスコラ学者の体系に完全に打ち勝つ事が出来たのに対して，ベーコンは独自な体系は何等示さず，新しい体系を作る集団的建設者の役割を持つ組織 (Organization) を提案するだけだった。単に，その建設の使命をはたす新しい組織「新機関」の論理を論じただけだった。Novum Organum と題する著書は，アリストテレスのオルガノン (思考の道具) に対するもので，「新しいオルガノン」の意味である。即ちアリストテレスの演繹論理以外に，ベーコンが帰納法と云う真理探究の新しい方法を説き，二千年来のアリストテレスの権威に対して新旗幟

原始キリスト教時代の清教徒

プラトン

を樹てたものである。

~~このベーコンとデカルトの両者は互いに他を補い合うものであって~~，ベーコンの組織と云う考えは，後に有力な最初の科学の学会であったイギリスのロンドン王立協会の創立の出発点と成った。

~~デカルトの体系は過去と全く縁を切って，物質世界に就いて厳密に定量的，或は幾何学的な方法で議論するのに，基礎とする事の出来る一連の概念を打ち立てた。~~ベーコンの~~ユートピア小説~~ New Atlantis は彼の思想を具体化したユートピア物語(小説)である。アトランチスと云うのは，大西洋上に有ると古くから想像されていた神話的な巨大の島であって，ベーコンは，このアトランチスをアメリカと考え，彼の理想郷であるニュー・アトランチスは，これよりも更に遠方にあるとして太平洋上の一孤島に想定する。南米のペルーから十二ヶ月分位の食料を積んで太平洋を航海して日本，中国え向って出帆する。5ヶ月以上航海した頃，このニュー・アトランチスを発見する。そこはキリスト教を奉ずる君主国の理想境として描かれている。そこは，宗教，博愛，人間関係に於ける礼節が重んじられる家父長制的な家族制度が社会の基盤をなす国であった。そこには，実験科学の研究制度を組織化し，発明発見を奨励し，人間の智識を拡大して「人間帝国」の建設を目的とするサロモン学院~~の手紙~~と云うのが有って，その組織が詳しく記されている。この学院の長老は「我が学院の目的とする処は，事物の諸原因と秘かな運動力に関する智識であり，人間帝国の領域を拡大して，可能なる事を成就するにある」と述べる。

このソロモン学院は，一種の総合科学研究所であって，前に話したウラニボルクの Tycho Brahe の天文台の組織を理想化した者であったが，それが後世の科学研究所の構想の雛型となった。ベーコンは科学には素人であって，熱心に実験の必要を説いたが，自分では実験をした訳ではない。その上に彼はガリレオなどが見事に実行した複雑な事柄から真理を抽出するのに必要な整理簡約の苦労の多い手段を充分には理解しては居なかった。

彼は古代人の有害な観念を追放し，組織立てた平凡な実験さえすれば知識を得るには充分であると考えて居た。ベーコンは彼の研究

(簡単に帰納法に依って)

(月)
10/27

の初期の時代から「科学の目的は新しい発見(をし)と，その発見(見)した知識の力に依って人間生活を豊にする事にある」と説いてゐる。そして彼は自分を科学者や発明家で有るよりは，科学と発明の鼓吹者であるとし「私は人の智恵を一時に喚びさますベルを鳴らす役割を引受けたに過ぎない」とも述べている。ベーコンは科学に新しい方向を与え，その科学を物質的な産業の進歩にハッキリと結びつけた最初の人であった。ベーコンは1626年4月9日に死んだが，その死は雪の降った一日，ロンドン郊外に馬車を走らせて居たが，突然，雪が防腐(に)用いられないかと思い着き，馬車を降り一民家から鶏を買求め，それを雪に漬けたのであるが，その時，烈しい悪感を感じたのが原因だったと云う。食料冷蔵法のパトロンでもある。

この科学は人類に幸福をもたらすと云う思想は後世の産業革命時代にその頂点に達し，資本主義を繁栄させたが，原子爆弾や医学の進歩が人間の寿命を延すことに依る人口問題等は，はたして科学は人間に幸福をもたらすか疑問が生れ，社会の体制(科学利用する)が問題にされる様に現今は成ってゐる。

(2) ベーコンが充分に組織され，又充分装備された研究者の集団さえ有れば，事実を積み重ねる事に依って，最後には真理に到達する事が出来ると考えたのに対して，デカルトの方法はスコラ学者の方法の直接の後継者であった。しかし，その間には絶対的な違いがあった。デカルトの確立し様とした体系は彼等(宗教や国家)の体系ではなく，彼自身(個人)の体系であった。この点で彼は，ルネッサンスの解放の特性の一つだった個人の尊大さ，一切の権威を無視する尊大さを表している。

しかし，デカルトの体系は，無意識な内に彼が破壊し様とした体系の多くの物を取り込んでいる。つまり同じ様な演繹的論理と自明の命題(公理)と云う物を固執(コシツ)した。しかし，彼は其から出発して，精通して居た数学を用い，古典時代や中世の彼の先輩達の達した限界を遥(ハルカ)かに越えた結論に到達した。

彼が数学に与えた主要な貢献は座標幾何学の導入であり，それに依って曲線を固定軸に対する曲線上の点の座標の値の間の関係を表わす方程式に依って完全に表わす事が出来る様に成った。

それはギリシアの幾何学とインド・アラビアの代数学の間の古い差別を打破し，それに依って，以前には出来なかった問題に取り組む事が出来る様に成った。

デカルトは古い哲学に対する攻撃は勇敢であったが，又非常に用心深くもあった。彼は宗教と正面衝突する事を望まなかった。彼はうまく折合いを着ける様として，巧妙な方法を考え出した。

彼は以前の誰れよりも精密な仕方で，現実の宇宙を物理的部分と，道徳的な部分とに分割し，この分離が彼の哲学の中に不可分な一部として取り込み合理化した。彼が一次的性質とした物は物理的実在で，測られる長さと運動であり，存在の他の諸方面，色とか，味とか，香等を二次的性質として取扱った。そして此より彼方に有って物理学では，増々近づき難い領域，感情とか，意思とか，愛とか，信仰などを三次的性質とした。デカルトは科学は主として，一次的性質を取扱い，また或る程度二次的性質の物も扱う。しかし三次的性質は啓示の領域であるから科学は全くこれに関係しないとした。

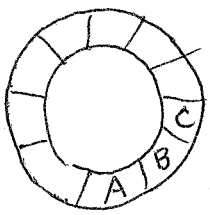
このデカルトの分割の結果，以後の科学者は宗教の領域に侵入しない限り，宗教から干渉されないで研究することが出来る様に成った。勿論，この領域を避けたり，遠慮したりすることは非常に難かしかったが，それでもそれは，宗教的乃至，政治的な論争に巻込れ安い分野に立入らないと云う型の科学者を生み出すと言う効果は上げた。

デカルト自身も或る程度，そんな傾向があった。~~それを意識した様である。~~彼は自分の世界体系を仕上げた時，ガリレオの裁判の便りを聞き，これは其ままではダメだと悟ったと伝えられる。カトリック教会はキリスト教の真理を護る為にはアリストテレス・トマス・アクィナスの体系が是非必要であり，それに疑問を抱かせる様な他の一切の体系を許さないとハッキリ決めていた。

そこでデカルトは自分の体系が神の存在を，よく証明する事が出来る事を示す仕事に取掛った。彼は有名な第一命題「我は考える，それ故に我は存在する」から，「総べての人は自分自身より完全な，或るものを考える事が出来るから，或る完全なものが存在するに違いない」と言う結論を引出した。デカルトの体系は非常に注意深く神学からの攻撃に備えて居ったから，諸大学からの抗議にもかかわらず，最もカトリック的なフランスで彼の生存中は勿論，その後一世紀の間，受け容れられていた。

彼の体系は　　(校立)

デカルトは真空の存在を非定し，空間即ち物質と考えたから，一物体と他の物体との間には隙間と云うものは無いと考えた。境界は幾何学の線や面の様なものであって，境は有っても隙間はない。それで一物体が動くと云う事は他の物体が，その代りに其場所を占めると云う事であり，初めの物体も又，実は他の物体に取って代って居るのである。



此様に考えると，一系列の運動物体は，その系列の初めの物体と終りの物体とが連がる一つの円環運動を成す様に成る。この様にしてデカルトは神が宇宙に運動を与えると，多くの渦巻状の運動が生じた，と考える。

この様にして，一様な連続した物質が分割されて微粒子状と成り，その円環運動の色々な部分の速度が違う事も出来，環の幅も広くも，狭くも成り得るし，物質粒子の大きさと形の相違が出来る。

彼は物質を三つに分類する。太陽や恒星を作っている第一物質，これは発光物質とも云う。それから透明な天空を作っている第二物質で，これは透明物質とも云う。そして惑星を造っている第三物質，(不透明物質)の区別が生ずることと成る。発光物質が最も細かい粒子から成り，透明物質が其に継いで細かく，不透明物質は最も粗大な粒子から成る。光と云う者は一種の衝撃の様な物で有って，密閉された液体の一部に加えられた圧力の様に，一瞬にして一所から他所へ伝えられると考える。

斯様にして，宇宙は無数の渦巻き運動の集まりであって，その渦巻きの一つ，一つの中心が恒星であり，その周りに惑星が浮んで廻る。これがデカルトの「渦動説」である。

このデカルトの体系はその後の一世紀余りの間，フランスを中心とした欧州に強力に受け容れられた事は前にも話したが，ニュートン力学の体系が浸透し，勝利を得る迄，続いた。有名なボルテールはニュートンの力学をフランスに招介した最初の人であるが，彼はこのデカルトの渦動説を「これは科学ではなく，フイクションだ」と云った事は有名である。(水11/17)

このベーコンとデカルトとは相待って実験科学の地位を上流社会で，文学のそれにも匹敵する程に尊重される位置に引上げた事も忘れことの出来ないことである。彼等の時代以後はスコラ自然学ではなく，新しい科学が多くの人々の関心と討論の中心と成った。

デカルト派の物理学者にオランダ人の学者ホイヘンス Huygens (1629

−1695）がある。彼は多分に演繹的な思索に依って遠心力の問題を解決した。しかし，彼はデカルトよりも大きい科学的業績を残している。振子時計を完成し，光の波動説を唱え，この説に依って光の反射や屈折の現象を巧みに説明した。この光の波動説はニュートンの光粒子説よりも19世紀迄は光学説の主流であって，勢力があったが，アインスタイン等の出現以後には粒子説も復活し，現代では盾の両面の如くに光は波動でもあり，粒子でもあることへ成った。

又ニュートンの万有引力の法則はケプレルの第三法則（調和の法則）とこのホイヘンスの遠心力の理論を結び付ける事に依って導き出されたものである。

科学器械

科学研究には実験は，ぜん必要なものであり，この実験は現象を総べて計量出来る者に還元する事であり，数量的な測定が行なわれなければ，実験の結果を数学的な関係で獲える事は出来ない。もっと根本的には，人間の感覚と云う者は，色々な現象を捕捉するには感度が悪く，弱い。どうしても人間の感覚を助けて，経験の世界を拡大する必要がある。この要求を満す為に科学器械は是非必要なものであって，近代科学はこの科学器械の発明に依って発達した。17世紀は種々な科学器械発明の時代でもあった。

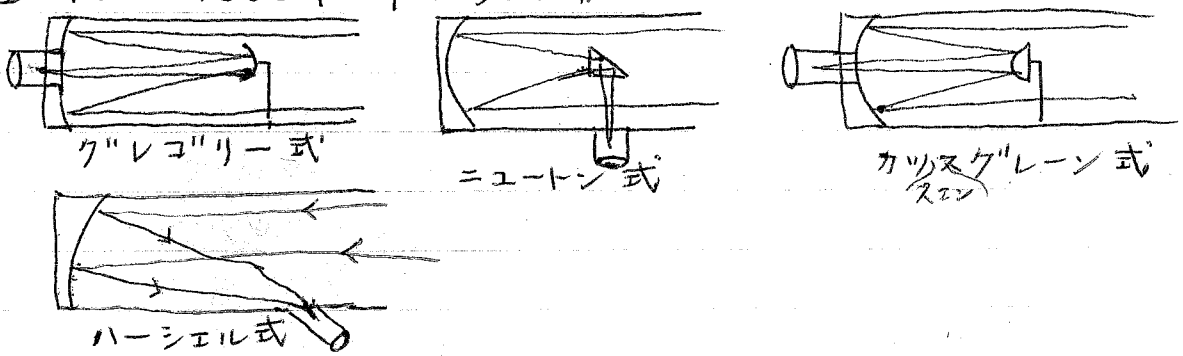
先ず望遠鏡の発明がある。光線の屈折を利用して，遠方の物を拡大して見ようとする望遠鏡の考は可成り古くから在って，最も古い物としてはRoger Bacon（1214−1294）に有った事は前に話したが，実際の望遠鏡を発明は1608年頃に和蘭人に依って為された事は確実である。その発明者としてはMiddleburgの眼鏡屋のHans Lipperhey（1619死）やZachaiias Jansen（1588?−1632?），又デカルトの著書にはA. Metiusの三人が挙げられているが，Lipperheyが最も早かった様である。

この望遠鏡発明の報を傳え聞いたガリレオは翌年（1609），自から凸レンズと凹レンズを組合せた，所謂ガリレオ式望遠鏡を作ったが，それは視野が狭い事と焦点が定め難い欠点があった。それで1611年にケプラーは凸レンズ二枚を組合せに依るべき事を提案（ケプラー式，天体望遠鏡）したが，それを実際に作って使用したのは1617年で，シャイナーと云う人であった。Huygheusも，このケプラー式望遠鏡を作ったが，球面収差□□を除く

Scheiner

為に組合せレンズ[　　]の接眼鏡を発明して，球面収差を除いた。しかし，その頃の望遠鏡では倍率を高め様うとすると像に不自然な虹色が着いた。それが色収差であるが，当時は，この色収差を出来るだけ避ける為に長焦点距離の対物レンズを用いる事を工夫した。17世紀には非常に長い望遠鏡が流行した。100米位の物も作られた。高い塔の上に設置された対物レンズを中心にして，その焦点距離に相当する円周上に観測者が移動して歩くものだった。この種の物を気中望遠鏡 Aerial Telescope と呼ばれる。(10金)

この色収差のない反射望遠鏡が色々と考案された。初めて反射望遠鏡を考案した人は James Gergory (1639-1675) で，1663年に著した新進光学 (Optica Promota) の中で，「抛物線面の凹面鏡を対物レンズに替えると色収差の心配はない」と記して居る。実際に反射望遠鏡(金属鏡の)を作ったのはニュートンで1666年の事であった。



次いで Cassengrain (1672) も少し変った型の反射望遠鏡を工夫した。18世紀は反射望遠鏡が大流行した時代であった。

△ 屈折望遠鏡の対物レンズから色収差を除くには，屈折率の違ったガラスで作った二枚のレンズを適当に張合したら良いと云う事を考案したのはオイラー Euler と云う学者であったが，最初に，これを工夫作製したのは(火10/26) John Dollond (1706-1761) であった。クラウン硝子とフリント硝子の二枚のレンズを組合せて色消しにする事の実験に1752年に成功し，小さい口径の望遠鏡を試作した。当時は均質の大きい光学用ガラスがナカナカ出来なかったので，大きい屈折望遠鏡は作れなかったが，次第に解決され，19世紀には反射望遠鏡に替って再び屈折望遠鏡の時代となり，米国の Yerkes 天文台の40吋 (102 cm) の物が1897年に作られた。しかし，これ以上の大きい屈折望遠鏡はバランスが悪く，それ以上の発達が望めなくなり，20世紀に成ると反射望遠鏡が再び見直され，Mt. Wilson 100吋 (257 cm) や Mt. Paroma の200吋の反射望遠鏡が出来た。

これらの望遠鏡で天体を観測する場合には，望遠鏡を地軸に平行な軸に設置して，その軸を時計仕掛で廻転すると，見ようとする天体を何時も望遠の視野に固定することが出来て，観測が便利なる。この種の装置を赤道儀装置と言うが，此種の望遠鏡に付属する器械装置の発達するにつれて，観測精度や観測分野が拡大して行つた。望遠鏡の無かつた16世紀のTycho Braheの場合は，観測精度は角度の1分が，せいぜいだつたが，17世紀の天文学者で初代のグリッチ天文台長だつたフラムスチードFlamsteedは，それを10秒に上げ，18世紀のブラッドレーBradleyは4秒した。現代では0.1秒まで測るのが普通である。又望遠鏡にプリズムを取着けて分光観測を行つて，星の光若を決めたり，視線速度を測つたり。また写真を取着けて人間には見えない天体の写真を幾晩も幾晩も露出して撮映出来る様になった。人工衛星が発達して月に上陸するまでは月理学(Selenography Geography)は望遠鏡が唯一のたよりだつた。 X線，電波 (月)11/10

日本史料に望遠鏡の始めて現れたのは，割合非常に早く，後藤光次(ミツツグ)の駿府記の慶長(ケイチョウ)で，これは平戸にイギリス商館を作る為に慶長18年(1613年)に日本にやつて来た英人提督Captain Sarisが駿府に居た，徳川家康に献上したものである。Sarisの海航日記には，これをProspective Glasse Cast in silver gilte（鍍銀作りの望遠鏡）と記している。

この一行は日本え三本の望遠鏡を持つて来た様で，駿府参府以前に平戸で松浦法印鎮信に献上して居り，他の一本は船長Wm Eatonの所有物で使い古した古物であった。Sarisが駿府に旅行中，平戸にやつて来た長崎奉行，長谷川佐兵衛が松浦法印の持物を見て，自分にも欲しくなり献上して呉れる様に要求するのでイギリス商館長Richard Cocksはこまりたが，Eatonの私有物を送るつもりで見せたが，余りの古物なので置いて帰ったと云う。日本語の遠目金は和蘭語のVerrekijkerの翻訳である。Verre(ベリン)は英語のfar(遠)で，kijkerはseeker眼鏡である。寛永時代に成ると将軍(しょうぐん)やその他の藩(はん)の要人達への贈物として，又商用として数多く輸入された。寛文(1668)8年には倹約厳令の一環として贅沢品輸入禁止令が出て輸入が止つたが，その頃からは長崎辺で和蘭品に真似て作られる様になる。八代将軍の洋学開禁を経て，安永の田沼時代(田沼意次(おきつぐ)若中)には江戸の湯島の高台や京都の清水の舞台には領金を取り望遠鏡を遊客に眺めさす商売の人が居た。以上は屈折望遠鏡であるが，反射望遠鏡が始めて現れるのは

周辺 log

寛政時代の

文献としては古川(カイ)獅の長崎聞見録(に)、挿画(シテ)入り(で)説明されている新製遠目鏡である。その後には高橋至(よし)時、間重富(シゲトミ)以下の天文学者や伊能忠敬の全国測量の時にも盛に使用された。作製した人で有名な人は屈折遠望鏡には岩橋善兵衛、反射望遠鏡には国友藤兵衛があった。

Pelscoopen という遠目金

時計

時間を保持する時計は、我々の日常生活には欠く事の出来ないものであるが、同時に天文学を初め一般の自然科学の研究には必要欠く事の出来ないものである。古代から時間を量る為に色々な工夫があった。

日時計、水時計、香時計、砂時計、油時計等々

鐵判発音 クレプシュドラ Clepsydra 田水介配

香篆

古い時代には科学には水盗人時計が便われたが、中世には下降する重りを利用する機械時計が便われたが、余り精密ではなかった。精密な時計はガリレオが振子の等時性を発見以後の事である。ガリレオは振子を使って天文観測を行なった。1657年にオランダ人のホイヘンスは初めて振子の等時性を利用した振子時計を完成した。これは時計の歴史に一つの時代を画するものだった。

14世紀頃から遠洋航海が非常に盛んに行はれる様に成ったが、陸地の見えない海洋の上での船舶の位置を示す物は緯度と経度であり、緯度の方は北極星の高さとか、南中する太陽の高さを測定する事で測定出来るが、経度の知ることは、精密な時計がなかったから、至難な事であった。それで月食とか、木星の衛星の食の観測が利用されたが、これらの現象は何時でも利用出来るものではなかった。その為に月の中心と恒星の間の距離、太陰距離 Lunar distance が利用された。しかしその為には月の運動を精密に予測する事が必要であり、その為には月の運動の力学を研究(月行論)する事が必要であった。それでグリニッヂ天文台(1675)、パリー天文台(1667)が創設された。しかし、此等の方法も不正確で、正確な経度を知る為には、何んとしても、精密な時計(天文的)が是非必要であった。やゝ精密なホイヘンスの振子時計が出来ても、温度変化のない地下室等に静かに置かねばならない。第一、振子時計では持ち運び等、出来ない。半年以上も船の中で動かして置いても狂いの少ない時計は是非必要であった。

こんな理由から，15世紀末以来，スペイン等の海洋国では，屢々船舶に携行出来る時計の発明に巨額の懸賞金が掛けられた。後には英国でも優秀な海上経度測定法の発明に懸賞金を掛けられ，「精度60哩以内で経度測定が出来たら，一万ポンド。40哩以内には一万五千ポンド，30哩以内には二万ポンド」が約束された。1747－1814年間に，その為に使われた金額は実に10万ポンドに到した。この経度の測定が正確に，又簡単に出来ない事は，屢々海難に結び付いた。1707年のイギリス海軍の海難故障は歴史的なものだった。イギリス海軍の地中海艦隊がジブラルタルの軍港が本国への帰国の途上，11月22日夜，強い西風の中を英仏海峡を通過し様うとして，針路を換えたが，シーリー群島（イギリスの南西の先端ランズエントの沖）に乗り上げ，四隻の軍艦が沈没し，指揮官を初め，数百名の乗員が死亡して了った。当時は海難と云うものは，少なくなかったが，この劇的な事件は世人に最も強いショックを与えた。この海難の原因は「正確に経度測定が出来なかった為である」と判定された。主して此の海難に刺激されて，英国国会は1714年に「イギリスと西インド諸島の間の航海で経度誤差が30分以内の測定法を考え出した者には，当時としては破格の二万ポンドを出すと言う「海上経度測定問題解決のための賞金法案」を通過させた。（May 1693－March 24th 1776）

⚠ これに応じて実現したのがジョン・ハリソン John Harrison（1693-1776）のクロノメーター Chronometerであった。彼は30余年間も正確な携行用時計の製作に打ち込み，1735年にクロノメーター第1号を作ったが，充分でなく，1761年に条件を満足させる精密のクロノメーター第四号を完成し，懸賞金の全額を獲得した。この彼のクロノメーターは五ヶ月間の航海での狂いは僅か1分15秒だった。この第4号式のクロノメーターの一つは1772－74のキャプテン・クックの第二回目の探験航海に使われ，その価値は証明されたが，その価格が非常に高価だったので，一般用としては，なかなか使われず，イギリス海軍でさえ，全般的に官給と成ったのは1825年からの事だった。

しかし無線通信，ラジオの発展は，このクロノメーターの効用を減少させた。そして最近の水晶発振器（chrystal Clock）を用いた電子時計の出現はクロノメーターを古い型の計時にして了った。現代では新しい船には電子時計が用いられる様に成って行きつゝある。実験的には電子時計の日差は1000分の1秒以下の性能の物で，時間の規準とされ，正確な物とされていた，地球の自転

クテシビオス
ヘロン　　日本には1549 フランシスコ・ザビエル　　和時計

さえ不均一な物であると云う事が検出，出来る程のものである。(水)12/1(金)

顕微鏡

天文学で望遠鏡が果した役割を，生物学の研究では顕微鏡が新しい数々の発見を貰した。望遠鏡の発見と同じく，顕微鏡の発明もハッキリと誰が何時，行なったかは，分って居ない。遠望鏡が発明されて，遠くの物を拡大して見る事が可能に成ると，微細な物を拡大する顕微鏡の考案されるのは，云わば自然の成行である。望遠鏡と同じくオランダの眼鏡師に依って，1612年から1618年位の間に作られた様である。

一枚のレンズの所謂，虫眼鏡は既に12世紀以前から知られて居たが，最初の顕微鏡は2枚の凸レンズを組み合わせた単簡な物であった。これが実際に生物学の研究に役立つ様に成ったのは17世紀の半ばからで，イギリスのRobert Hooke ロバート・フックは1665年にミクログラフィアMicrographiaと云う本を書き，照明装置を備えた顕微鏡を紹介して居る。1671年にはイタリアのマルピキ（Malpighi，1628–1694）は顕微鏡によって昆虫の新しい研究を発表した。また血球を発見したのも，この人である。オランダのレーウェンフックLeenwenhoekも1673年以後，生物学の顕微鏡に依る数々の研究結果を精力的に発表し續けた。　　日本えは蘭学時代（18世紀末）

寒暖計

(火)11/2

寒暖計の発明も17世紀に起った。Firenzeのトスカナ大公の下で1641年に始めてアルコールの膨張を利用した寒暖計が作られ，また同じFirenzeのチメント学士院（Accademia del Cimento 実験学士院）1657–1667での実験に使用された。それは一本のガラス棒や螺旋状のガラス管の上端を密閉し，下端の球にアルコールを入れた物である。当時は，まだ目盛りには定った規準はなかった。1743年にセルシュースCelsius（1701–1744）は氷の融解点（氷点）と沸騰点の間を100等分する，所謂摂氏の目盛を作った。彼より前に，アルコールの代りに水銀を使用する事が，オランダのファーレンハイトFahrenheit（1686–1736）に依って18世紀の初期に行なわれた。彼はまた華氏寒暖計の目盛りを設定した人であった。それは氷の融解点を32度，沸騰点を212°としたものである。Réaumur 列氏

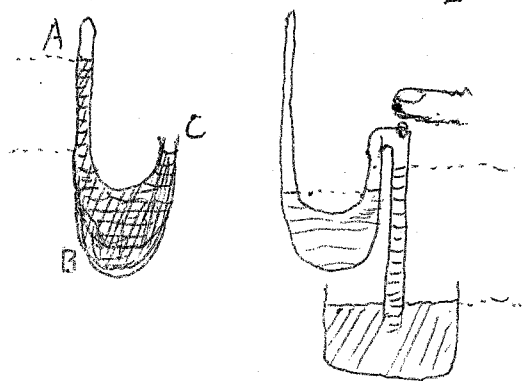
寒暖計の発明に依って，これ迄，漠然として居た。熱と温度の区別が次第に明瞭にされて来た。現代の言葉で言えば，熱は一種のエネルギー

であり，温度はエネルギーの強さを示すものである。こうした区別が明瞭に成った18世紀でも，熱の本性に就いて，それが熱素（カロリック Caloric）と呼ばれた物質，元素を含む事に依って起る現象であると云う，熱素説が支配的であった。その事は又，後に出てくる。~~日本人は中国を通して知らず 蘭学時~~

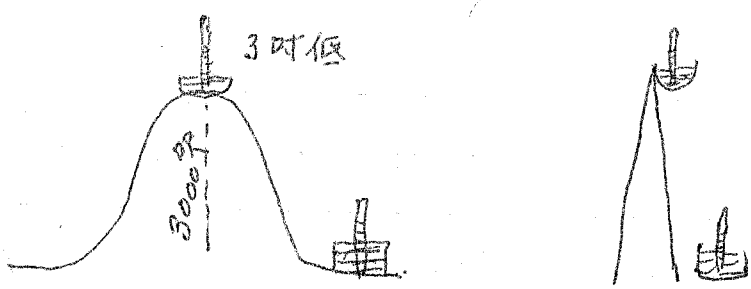
気圧計

物理学の発達の立場から，一層重要な科学器械の発明は水銀気圧計であった。ガリレオの最も有能な弟子であるトリチェリ Torricelli は1643年の実験に於て，一端を閉じた長いガラス管に水銀を満たし，他端を指でおさえながら水銀槽に立てて指を離した處，水銀柱は何時も一定の高さに停り，上部に真空の出来る事を知った。既に幾度も述べた様に，アリストテレスの学説では真空の存在を認めなかった爲に，当時の学会では真空に関して議論が盛に行はれる様になった。或る学者は，トリチェリの実験の現象は「自然は真空を嫌悪する爲だと言った」が，しかしトリチェリは，水銀の高さは大気の圧力を示すものであろうと考えていた。このトリチェリの見解は，フランスのパスカル（Pascal 1623－1662）に依って確かめられた。

パスカルも（や）最初は「真空の嫌悪」と云う言葉で，水銀柱を或る高さに停止させる力を呼んでいたが，「真空の嫌悪」の代りに，気圧だと実験でハッキリ決定したのはパスカルであった。彼の行った実験には二種あって，その一つは「真空中に於ける真空実験」と呼ばれるものである。



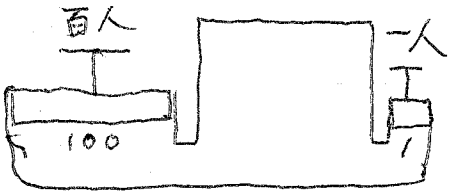
第二は「ピュイ・ド・ドム山の実験，サン・ジャック教会（の塔）堂の実験」であ



Jansénisme Jansenius
Janséniste

「自然が山頂でよりも麓で，より多く真空を嫌う等と言うことは有り得ね」と考えられる。結局，大気の重さ，気圧にその原因がある。つまり自然は真空に対する嫌悪などは持ってゐない。この嫌悪の性と考えられた事実は総て空気の重の圧力から生ずるのである。と彼は結論付けたのである。

尚，パスカルの行った科学は総て静力学に関した事で，彼の「流体平衡論」の中に有名な「水圧機上の業績は原理」，つまりパスカルの原理がある。



密閉された一つの器に水を充たし，これに二つ口を明け一方の口の広さを，他方の百倍にする。そして，その各々の口にぴったりとピストンをはめ込む。そこで一人が小さいピストンを押すならば，それは百人の男が，百倍の広さのピストンを押す力に匹敵すると云ふので，つまり力は，口の広さに比例して大きく成るのである。それで，この水を満たした器は，力学上の新しい一つ原理であり，力を幾らでも増大させる為の新しい機械である。つまり，これは水力の梃子であり，梃子と同じ様に仕事の量は不変である。力と，その力に依る運動の経路との積は変らない。つまり小さいピストンを1吋押し下げれば，大きいピストンは百分の1吋しか上らないのである。

パスカルと云う人は，学問を二種類に分けている。専ら記憶に基付き，證明が権威に依って成される学問（歴史学，地理学，法学，言語学，神学）と，権威に依らずして理性と感覚に依って得られる学問（数学，科学，医学）と厳しく区別する。

前者の学問に於ける知識は一度限りで，既に完成した物と認められる。例えば「徳川幕府の最初の将軍は誰れか」と言う様な知識は，後代の研究の進歩に依って別の事柄が着け加えられる様なものではなく，昔の記録文献に依って，一度限りで決って了うものである。特に，真理と権威がまったく一つに成っている神学では，新説を出す事は誤りで有って，古い権威が何処迄も決定的である。パスカルは合理的スコラ的神学などの様な後世の神学者の作った神学を認めない。彼はカトリック教徒の中で最も，新教徒の近いと云われるジャンセニストであった。つまり後世の神学者の解釈が真理ではなく，真理は聖書の中に有ると云うのであった。

しかるに「理性と感覚」とに依って求められる真理，つまり科学的真理に就いては，マッタク逆な行き方が正しいのである。この真理は昔の人

に学ぶべきではなく，前の人間は後の人間の踏み台に過ぎなく，後の人の方が真理に一歩近づいて居るのである。科学に権威を持出す事は動物の本能に返る事で，蜜蜂は本能で巣を作るが，それには進歩はない。人間の偉の様な哀れな存在であるが，然し考える偉である。この考える事に依って人間は一歩ずつ(科学)真理に近ずく。と言うのが彼の学問観である。

このパスカルなどの研究に依って，自然が真空を嫌悪すると言う様な説は，全く棄てられた。こうした研究を基礎してドイツのマグデベルクの市長 ファン・ゲーリッケ Von Guericke (1602-1682) は 1655年に空気ポンプ，真空ポンプを発明した。これは17世紀の気体研究の最も重要な科学器械の一つで有ったのみならず，これは真空技術の第一階段であって，現代科学が真空技術に如何に影響を被ってゐるかを思えば，この発見は偉大と言えるものである。電球，真空管，X線発生装置，螢光燈等々の発明，又最先端の科学上の実験は真空技術なしには成立しないものである。

こゝで少し近代科学としての医学発生の事を少し述べる事とする。

Andreas Vesalius (アンドリース ベッサリウス) (1514-1564)

このVesaliusの名はアレキサンドリア時代の大医 Galenus (ガレヌス) の處で一寸名を上げた事があるが，コペルニクスの「天体の回転に就いて」が出版された1543年に時を同じくして，このAndreas Vesaliusの人体解剖学 (De humani corporis fabrica) と人体解剖学綱要 (Suorum de fabrica corporis humani librorum epitome) が出版された。最初の人体解剖学は専門家の為の物であり，後者の綱要の方は初学者向の物であったが，この二書の出版に依って医学の近代は始ったと言われる。~~千年，日本で杉田玄白等の解体新書が出版されて，誠の意味の西洋医学が始ったのであるが，解体新書は日本の医学のVesaliusの人体解剖学に丁度当る様な訳である。~~

Vesalius以前の医学では，天文学や物理学等で，Aristotelesの入って居た位置にGalenusが居たのである。彼はヒポクラテス以後では古代第一級の医学者であったが，彼の医学体系は医学に幾何学の様な合理的な演繹的な精密科学としての学問を打立て様と試みたものである。しかし，当時は其程，医学が発達して居た訳ではなく，観察も充分ではなく，~~純粋~~直観と演繹法で纏め上げられて居る事は外のギリシア

このガレヌスの医学に

科学の場合と同様であった。それがイスラムの学者の註釈が加へて，中世のヨーロッパに輸入されたので在って，Aristotelesの場合と同様に，事実が真がドウデあろう共，彼の言葉が，彼の説が最大の権威を以って受入れられて居た。ルネッサンスに成ると，医学もスコラ化されてみたGalenusの学説を捨てて，直接に古代ギリシアの本源（アラビア化）に溯り，ギリシア医学の原文を検討し，やがて内容批判的研究に移って行った。又新大陸の発見は動物学，植物学の古代の文献の研究よりも，直接実物に接する研究に入らしむる一つの動機あり，又当時の新しい傳染病（黴毒，イギリス発汗病，発疹チブス）は実際的な観察をよぎなくさした。

又当時の有名な画家や彫刻家達は自然を正しく描写し，生物のあらゆる部分を精しく観察したいと言う事から，専門の解剖学者に指導を要求した。Vesaliusという人は1514年にブリュッセルに生れ，ルウヴェンで修学し，ギリシア，ラテン，アラビアの諸国語に通じ，数学も堪能であった。

少年の頃から解剖学に興味を持ち，小さい動物を解剖などした。18歳の年に医学を志してパリーに留学したが，当時の巴里の解剖学者庫の解剖と言うのは動物解剖だけであって，人体に就いての知識は浅薄極まりない者であった。当時の有名な解剖学者であり，ガレーノスの解剖学書を初めてラテン語訳をしたアンデルナッハ（Andernach）と言う学者も，文献研究のみで，実地研究には全く努力しなかった。Vesaliusは此の事態に憤慨し，自分一人で研究に邁進しようと覚悟し，多く動物を解剖し，人骨の蒐集に努力した。それで，彼の解剖学の実力は教師にも友人の間にも認められ，死人の内臓と筋肉の実地説明を行う様に成った。~~1536年に出版された師のアンデルナッハの解剖学書は彼も大に助力してやった。この書は後に彼に依って改訂された。~~「1536年後半のカール5世のフランス進入を避けて，彼はパリーからルウヴェンに歸ったが，此處でも彼の研究心は少しも衰えず，友人のゲンマ（Gemma）と共に市外の刑場に人骨採集によく行いた。次いでイタリアのヴェネチアに行き，其處では主として臨床医学の修業に努めた。このヴェネチアで同郷のStephanと云う画家と識合った。このステファンと云う人は有名なルネッサンスの大画家ティチアン（Tizian）の弟子であって，Vesaliusはこの友人の画家の協力に依って解剖図表を作製するようになる。~~解剖図表八枚を1538年に著した~~。やがて彼はヴェネチアからパドゥバに移り，1537年23歳の若さで，パドゥア大学の解剖学と外科学の教

1

罪人の

役に仕じられる。当時の彼は研究資料を集める事に実に熱心で，学術上是非必要であるからと主張して，死刑の方法や時間に就いて，裁判官に特殊な要求をしたとも傳えられる。

このパドゥア大学は当時全盛期であった。Vesaliusも最初はやはりガレーノスの信者であったが，次第に其の改革を考える様に成った。500年間も神聖視されて来たガレーノスの解剖学は，実は動物体の観察を，其のまま，人体に移した物であって，この記述には誤の多いことを彼は明かにして行った。

その結実が，彼の人体解剖学と人体解剖学綱要である。この書の中の挿画の大部分はヴェネチアで知り合って友人の画家ステファンの筆に成る物であって，師のティチアンも少なからぬ助言を与えたと傳えられる。

この書は医学に近代のイブキをあたえた大著述であったが，当時はなかなか世の中に認められなかった。巴里時代の旧師の一人であったデュボアと云う学者はVesaliusの名をもじってヴェサヌス(Vesanus狂人)と彼を呼び，彼の息気が全ヨーロッパを毒すると罵しったが，その尻馬に乗って彼を非難する者も多かった。彼はそれに対して再びイタリーへ行き，パドゥア，ピサ，ボロニアの各地で感激的に迎えられ，彼の実地の解剖学の講義を見学し様と集る者も非常に多かった。しかし彼の大著が宗教裁判所の検閲に付されようとしてみると云う風聞が立ち，彼はそれに憤慨して，大部分の手稿(Note)を焚き棄てて了ったと云う。1556年に，以前から彼を侍医に仕じて居たスペインのカール五世はカトリック教徒が屍体解剖に行なう事の可否を，スペインのサラマンカ大学の神学部に諮詢した事があったが，幸にサラマンカ大学は学問尊重の立場から非難しなかったが，しかし，それは神学部がカール五世にコビて回答を出しただけの事であった。

このカール五世が退位し，その後のフィリップ二世の侍医に彼は成ったが，スペイン宮廷での生活は実に煩わしいものであった。スペインの医者や宗教家の冷たい憎悪の為に楽しい所ではなく，1564年に隠退の意を決し，夫人と伴にマドリッドを去り，途中で夫人と別れ，しばらくヴネチヤの逗留して居たが，後に単身エルサレムえ旅行するが，その帰途1564年10月2日，地中海上で暴風に遭い，病気に成ってツアンテ(Zante)島で急死する。50歳であった。彼が，なぜエルサレムえ旅行したかに就いては色々な説があって

定説はない。悪意ある者の一つは，原因不明の病気で死んだ或る貴人の死体を近親者の同意を得て解剖した處，心臓が鼓動して居るのを見て驚いた。それは神をけがす者として宗教裁判に掛けられ，死刑を宣告されたのを，王様の恩恵に依って特赦され，贖罪の為にエルサレム巡礼の決心をしたのである」と云うのである。また一説では単にスペイン宮廷の生活が面白くなく憂鬱症に罹り，その保養の為に東洋旅行を企てたにすぎないのだとも云う。

ウィリアム・ハーヴェー（William Harvey）

16世紀にはヴェサリウスを始めとする優れた解剖学者の輩出に依って，人体構造の知識は進んだが，それに伴うべき生理学の進歩は非常に遅れて居た。それは，この領域でのガレーノスの権威は依然として衰えず，17世紀にウィリアム・ハーヴェーが血液大循環を発見して始めて一大変化をとげる。Galenus

ハーヴェーの大発見に達する道の第一歩は16世紀の中期のスペイン人の医学者ミゲル・セルヴェト（Miguel Serveto 1511－1553）に依って踏出された血液の小循環（肺循環）説であった。セルヴェトはガレーノスの説に反対して，右心室の血液が中隔を通って直接に左心室に入るのではなく，肺を迂回して鮮紅色に変り，肺静脈より左心に達すると述べている。しかし，このセルヴェトは大循環には少しも考えを及ぼしては居ない。それには旧態依然として肝臓を造血器と考えて居た。彼の書物は異端の書として焚き棄てられたから，この彼の小循環説は長い間世間には知られなく成った。17世紀に成ると，人体の生活現象を機械装置や化学者が用いる蒸溜装置の内の模様に類推して考える情勢が産れて来たが，この様な学風，思想の発展の立脚点と成ったのはウィリアム・ハーヴェーの血液大循環論であった。（火）9（金）10 29

ハーヴェーは1578年にイギリスの南海岸のフォルクストーン（Folkstone）の名門の出で，長男として生れた。カンタバリー（Canterbury）の学校で羅典語と希臘語を習い。ケンブリッヂに入り，イタリーのパドゥア大学に入って，1602年にドクターの学位を得て帰国し，バルトロメオ病院（Bartholomaeus-Hospital）に勤務して名声を博し，1615年37歳で王立医科大学（Royal College of Physician）の教授に任ぜられ，1623年ヂェームス1世の侍医と成り，次いでチャールス1世の侍医となる。

1628年に，有名な名著「心臓及び血液運動の解剖学的研究」(Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus)を発表する。これは72頁のパンフレットであるが，文章は簡潔で医学論文の模範とされる物である。

先ず緒言で，ガレーノスの学説の吟味に始まり，既にヴェサリウス等に依って大打撃を受けてゐるガレーノス体系の生理学的基礎を完全に覆すに到った事情を述べ，次いで各種の冷血動物，温血動物に就いて行った生体解剖の所見などの数々の実験を述べて，血液の大循環，小循環を明かにしてゐる。その要点は全く現代の生理学的所見と一致して居るものである。かくして，従来考えられて居た左右心室間の中隔通過説など最早問題でなく成り，肺を通過して血液が再び心臓に歸える小循環と同様に，全身を廻った血液が静脈に入って求心的に流れて右心に達し，血液の大循環が完結する事を明かにしたのである。

左 ⟶ 右

ハーヴェーは一脈動毎に左心室から大動脈に送られる血液が何處に行くかを注意し，精密な数量的研究を行った。今，一脈動に依って心臓から送り出される血液量を2オンスとするヒ，1分間に72脈動するとすれば1時間に8640オンス(72×60×2＝8640)と成るが，かかる大量の血液が，持続的に食物から新しく作られるとは考えられず，動脈に依って送り出された血液が，静脈を通って心臓に復歸し，絶えず全身を循環すると考える外はない。上膊の表面に有る静脈を圧迫すれば下クレ上り，動脈を結びしめれば，その部分は貧血して蒼白と成る事も実験的に證明し，静脈管にある瓣膜は血液の逆流を防ぐ物である事を確めてゐる。

唯だハーヴェーの血液循環論の中で，動脈から静脈え移行連絡する事に関する知識のみが欠如して居て，動脈の血の静脈えの移行に就いては單なる想定に止って居た。

その研究は，前に顕微鏡の個處に出て来たイタリー人のマルセル・マルピギ Marcello Malpighi に依って行われた。彼は蛙の肺と膀胱の顕微鏡に依る研究で，毛細管内の血行の観察したのは1661年で，血液の毛細管の発見に依って動脈から静脈えの連絡が明かに成り，血液循環論は完成する。それはハーヴェーの死後4年後であった。このマルピギーは1665年に前に述べた様に血球を発見している。

科学研究の組織化

近代科学樹立の為の最後の段階1650年代まで，この講義を進めて来たが，ここ迄の100年余りの間に封建的な古典的な諸学説は顛覆して了い，科学の一段の前進と強化の可能性は整った訳である。しかしその事だけが，その後の50年に満たない期間中に，近代科学の多くの分野で創造された爆発的活動の唯一の原因ではなかった。その科学の発達は目覚しいものであって，その主要な中心地はロンドンとパリであった。

その急速な発達を可能にした条件は，イギリスとフランスには上層のブルジュアー階級が支配的地位に在ったか，少なくも共，重要な地位に在って安定した政府を樹して居た事である。

イギリスでは，皇権と議会の間の内乱に依って，本当のブルジュアー革命が実現し，それに依って都会人と小地主に支持された金持ちの商人が王と地主貴族から権力を奪った。しかし，その連合体は，その勝利の後に，すぐに争いを始める。一部の人々は民主主義や経済的平等を嫌い，商人と地主層が妥協して，チャールズII世を初の立憲君主として登場させる。でも商人達は依然として経済を支配し，又新しい工業家が，一部は商人階級から，又一部は腕の良い職人層の親方から抬頭してくる。内乱の終りと共にマニュファクチュア(製造業)と商業が大発展し，新しい世界的な航海の可能性と合して，機械の発明が奨励された。時と所は科学の生長にとってイギリスは総べての意味で極めて好都合であった。

オランダは莫大な富を持って居たが，この17世紀の後半には既に全盛期を過ぎていた。スペインに支配されて居た頃に，この国の独立を保証していた民衆の支持は多方消えうせて，政府は富商と地主との連合体の手に落ちてみた。そして間もなく商業競争に依る消耗と適当なマニュファクチュア(製造業)を持たなかった為に，主導的な地位を保つ事は出来なかった。優秀なオランダ人の一部は海外に出で，特にオレンジ公ウィリアム治下のイギリスの開発に奉仕した。かのオランダ最大の科学者クリスティアン・ホイヘンスは，その仕事の大部分をフランスの科学院の一員としてパリーで行なった事は前に話した。

フランスでは封建貴族とカトリック教会の勢力が，なかなか強かったが，欧州で最も大きく，富裕で，精力旺盛で膨張途上の国であって，一般的な経済発展の外に立つ訳けには行かなかった。封建貴族達には

華麗な
税の免除と年金，それにヴェルサイユ宮殿でのモテナシと引換えに権力の一部を譲ずらせ，行政権は王が中心であったが，国家機関はブルジョア階級の手にあった。そして，それを運営したのは主として知的な法律家に依って行われ，そこから多くの科学者が輩出した。

フランスのカトリック教会もアリストテレスの教義えの固執をシブシブ引込めデカルトの提案した妥協を認める様に成った。

ヨーロッパの外の国々は当時の科学に余り大きな役割は演じなかった。獨逸とオーストリアは，やっと三十年戦争の被害から回復し始めたところであったし，西班牙と葡萄牙は宗教裁判所に縛り付けられて，科学の自由はなかった。伊太利では，まだカトリック教会と戦わなければならない情況にあったし，北欧のロシヤ，スエーデン，デンマーク等は，まだ原料の生産国に過ぎなかった。

以上の様な主導的な国々の政府や支配階層の要求も，この時代の科学が隆盛に向った一つ原因であった。経済発展には科学を必要としたので，科学を実際的な目的に便う為に組織的に，意識して努力を払った最初の時代であった。

この時代の科学者は，前代の科学者が君主の寵愛に頼って，生活して居たのとは違って，17世紀後半の学者は独立し，資力を持った人々であり，彼等自身，商人，中流地主，又は成功した医者，弁護士，宗教家だった。彼等は王室の後援は求めたが，余り学問に王室の金を当てにしないですむ人々が多かった。イギリスでは国王チャールズII世はRoyal Society ロイヤル・ソサエテイに一文の金も出さなかったし，一度も其處を訪問した事もなかった。

彼等のポケットは豊かで，商業の大発達で，それは急速に脹らんだ。商業の利益は科学の栄えた国々え流れ込んだからである。一部の科学者は研究に他の科学者を雇い入れる事さえ出来た。~~これ等の人々は，充分自分一人で科学を研究の出来る人々であったが，~~これ等の人々の数が増加するにつれて知識の討論と交換の為に集まる様に成り，その傾向は時代の商業化と人間の平均化的傾向に依って増々盛んに成った。それにフランシス・ベーコンの宣伝にヒントを得て，自然の秘密をお互いの協力に依って勝取る事を意識的に目指した積極的な組織を考え始めた。これが科学の学会の創立である。この科学の学会の形成は完全な科学の確立である。

科学の学会と云う着想自体は非常に古いもので，希臘のアカデミア等は左様であったし，回教徒とキリスト教徒の大学も，初期の段階では幾分，それに

権威が幅をきかせ
似て居たが，しかし，意見の相異から相手を憎悪し，地上から相手を抹殺する為に，熱狂した人々の集りと成り果ねない雰囲気が出来た。そこでは破門とか，異端者とか，宗教裁判，火刑の刑が横行した。

実際の近代の科学の学会の最初はイタリアに出来たローマのアカデミア・ディ・リンチェー（Accademia de Lincei，1600-30）とフィレンツェのアカデミア・デル・チメント（Accademia del Cimennto，1651-67）であって他の国の学会のモデルの役割を果した。

アカデミア・デイ・リンチェイはフェデリコ・チェシ大公の後援のもとに，1601から30年間続いた。ガリレオも会員であったが，1630年に後援者の死と共に解散してしまった。アカデミア・デル・チメントはメジチ家の後援のもとに出来た学会で，メンバーはトリチェリの弟子や友人10人余りから出来ている。彼等は主として温度や気圧や音に関する実験を行い，共同で研究報告を発表する等，活発な活動を行なった。会員の一人ボレリ Borelli（1608-1679）も居ったが，天体の力学の分野で重要な研究をしたが，その事は後にニュートンの所で話すこととする。

英国では ロンドン切っての大商人の一人で，英国王室の財政支配人であり，王立取引所の創立者でもあったトマス・グレシャム（T. Gresham 1519-1579）は 商人資本と新しい科学の連合を考えて居た人であったが，死んだ時に「航海に従事する市民の為の科学教育の機関を設置する為に土地と邸宅を提供する事を遺言した。その遺志に依って織物商組合とロンドン市長と市の参事会に依って管理運営されるグレシャム・カレッジ Gresham College が創立された。其処には天文学，幾何学，医学を含む七人の教授が置かれ，ロンドン市民のための自由な公開講座も開かれたのであるが，このグレシャム・カレッジが，後に英国の新しい科学研究の種子と成るのである。

航海術 ポルトガル スペイン の後退

英国で新しい科学の研究者が集まる兆しは，1645年の内戦の終結と共に現れた。彼等の大部分は議会側の同情者で，一部の者は清教徒であったが，実際の内乱には，ほとんど関係しない同情的シンパサイザーであった。此等の科学者グループの指導者はジョン・ウィルキンス J. Wilkins（1614-1672）で，彼は数学者で聖職だったが，政治力があり，クロムウェルの姉妹と結婚し，最後にはチェスターの司教に成った人であるが，新しい科学の強力な支持者だった。

Philosophical College

このジョン・ウィルキンスを中心に，グレシャム・カレッジの教授や色々な科学に関心を據せる人々が10人程で，定期的な会合を初めた。彼等はその会をフィロソフィカル・カレッジと呼び，グレシャム・カレッジで実験や討論を行なった。1646年にオックスフォードが議会派の手に落ちると，この王党派の大学は議会の委員会の手で改革され，~~このフィロソフィカル・カレッジの人々~~空席に成った教授職と学寮長の椅子は~~この国民的な大学~~フィロソフィカル・カレッジの人々に依って満たされた。それでオックスフォードは1660年の王政復古までの数年間だけは，その期間以前と以後に於て非常に尊重されたアリストテレス学説に対する攻撃の中心地と成って居た。

オクスフォードではこの仲間達の團結は幾人かの有爲な若者の参加に依って強化された。それはロバート・ボイル R. Royle (1627–1691) やクリストファ・レン C. Wren (1631–1723)，ロバート・フック R. Hooke (1635–1703) であった。特にボイルとフックは後に，このグループの重要な人物と成った。(女校)

ロバート・ボイルはコーク伯爵リチャード・ボイルの十三番目の子で，七番目の息子だった。父のリチャードはエリザベス女王時代に残忍な手段で~~成功した~~土地買占めを行って，財産を成した人であった。ロバートは幼時，スイスのシュネーヴの清教徒の中で過し，宗教的思索を経験したが，パスカルの様な世捨人には成らず，また宗教を科学と対立させる方向には向かわず，~~神の~~啓示(キリスト教)を支持するのに科学を利用する事に奮闘した。彼は生涯病弱であったから，一生独身生活を送り，国王と議会との内乱時代にはドチラ側にも着かず，その生涯と莫大な財産を実験科学の研究に捧げた。彼はオクスフォードの「フィロソフィカル・カレッジ」の流れをくむ Invisible College に参加し，後の王立協会の最初の発起人の一人と成り，1680年には会長に推挙されたが(事もあった)辞退して受けなかった。彼は王立協会の初期の時代の中心人物だった。彼は宗教と科学の問題に就いて多くの書物を書き，植民地(月)11/24の新教徒のキリスト教伝導にも熱心だった。

原子論に対する初期の興味から，真空と気体に関する，あの画期的な業績ボイルの法則

を発見したが，その後には余り成果は上らなかった。それは彼には充分な数学の力が無く，実験家としても余り技倆が無かった爲めと，当時には，まだ研究問題と仕難かった化学的な問題を力学的理論で説明しようと試みて居た爲である。それを成しとげる程，当時の科学は進歩しては居なかったから，袋小路に入り込んで何んとも出来なかった。彼の興味は生理学，医学方面

Subsidiary サブサイディアリ 従属 Scholar 学生 学風 方向

にも向ったが，それも成功しなかった。しかし，彼は自分の興味と熱心さを他の人々に伝染させ，次の世代の科学者の成功の中には，彼の示唆に依るものが多かった。

ロバート・フックはボイルの(研究助手であり)最初の弟子であり，生涯の友人だったが，その人生は色々な点で対照的だった。フックは貧しい牧師の息子であって，ボイル等がオックスフォードにやって来た時に学僕(学生兼小使)の職を得る事が出来た。彼はボイルを尊敬し，経済的援助も相当受けた様であるが，ボイルの実験装置は恐らく総て彼フックの製作で，真空と気体法則の実験も大部分，彼が行ったのだろうと言われている。事実ボイルはフックが彼の元を去った後には，実験家として目立った仕事はしていない。

フックは王立協会が創立した時には，その実験の管理者に任命され，その職責を行うと同時に，自分の乏しく，不規則な給料を補う為に，1666年のロンドン大火後の新しい都市計画に大きな責任を引き受けた。

彼は非常に気難かしく，疑い深く，意地の悪い人間だったと言われている。それは安定した社会的地位がなく，非常な不男だった上に，慢性の病気に苦しんで居った為であった。しかし，彼が科学の歴史の中で果した役割は可成の物が有った事は認めねばならない。

ボイルを王立協会の背後の精神だったとすれば，フックは其に目と手を与えたのであった。彼は英国に於て，ファラデー以前では最大の実験物理学者だと評価されている。しかしファラデー同様，数学的能力には欠けていたが。彼の興味は力学，物理学，化学，生理学等と多方面に渡っていて，フックの弾性の法則「伸びは，力に比例する」は有名であるが，彼の平衡輪の発明が，精密な懐中時計，ハリソンのクロノメーターの製作を可能にして居り，生物の細胞を研究したり，蒸気機関発明への道を準備したり，ニュートンと万有引力の逆自乗の法則と万有引力の思想の創始を争った事もあった。(水 12.8)

しかし，ニュートンには彼に無かった壮麗な数学的実力があったが，彼は単にその着想を持って居るだけだった。

「ロンドン王立協会 Royal Society of London (philosophical College)

1660年の王政復興と共に，オックスフォードの影の大学の大々はロンドンに帰って来た。オックスフォードは昔のアリストテレス学派の大学に帰ったが，ロンドンは再び新しい科学研究の中心と成った。議会派，王党派を問わず，自然研究に大きな意義を認める人々の間に，永続的な科学研究機関

354.36
1

3543.6
2

17087.7
354.36
7732.84

365.24
354.36
10.88

29.53
7
206.71

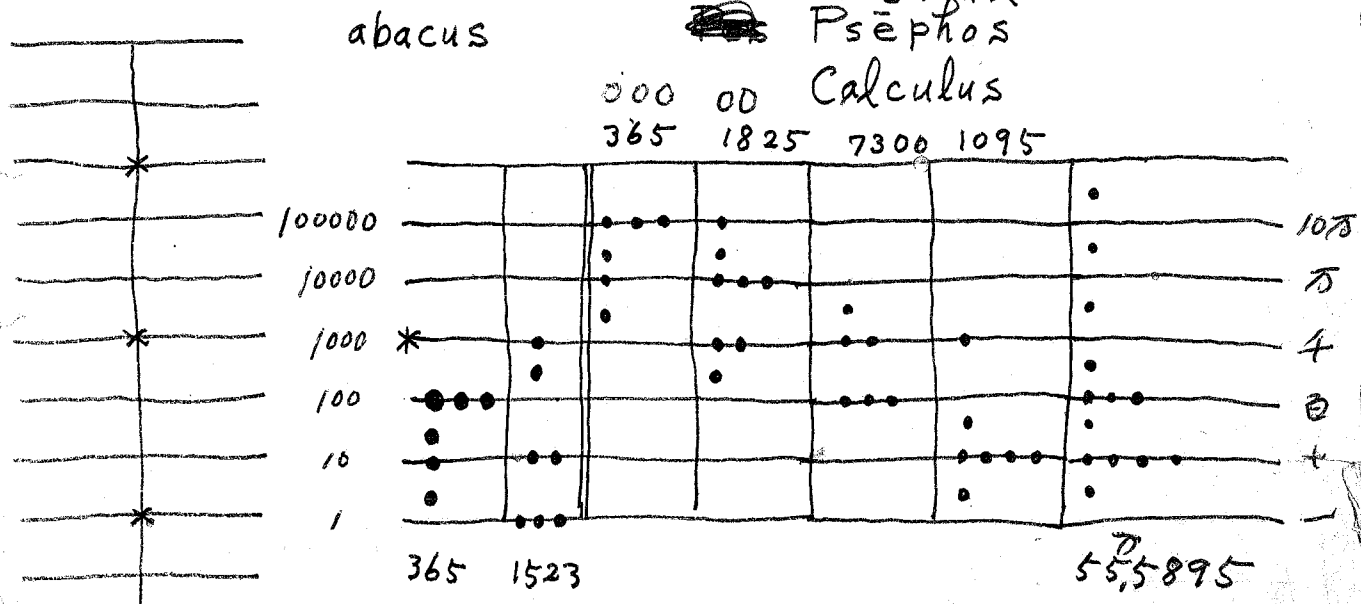
147.

{ Nov 11 (土) 休
Nov 13 (月) アリ
Nov 18 (土) 休 }

108.8
108.8
217.6
10.88
206.72

ヘロドトス
Herodotos

エジプト人は小石で勘定するのに，手を右から左へ動かしたが，ギリシア人は左から右へ動かした。



筭，策，算

算子

75cm

大理石

サラミス島

アテネ博物館

科学史

今井湊

科学史とは、自然科学技術史を意味する。人類の在(ママ)の痕跡はつい2、3百万年前に過ぎないと云はれ、生物として非常に後出の生物である。しかし人間には思考すると云う本能があって、それを自然認識に働かせ、種々なる智恵を思い付き、言葉文字を作りだして記憶と傳達を初めた。後人は先人の自然認識と智恵を批判して新しい認識と智恵を作る事を繰返えす。しかしこの繰返しが超人間的なUniversalな純粋科学的とは限らなく、個人や社会、民族、宗教に奉仕する場合も現れる。少くとも人類に奉仕している。人間は蜂や細菌の生命と人の命を同じ重みとは考えず天敵を抹殺して昨今過剰人口を産れだ。この人間の思考本能が人類の生存にとって善が悪か分らない。人類の存在に発生があったのであるから終末がある違いない。人間の作りだす智恵、この自然科学が人類の終末を早めるのではないかと思わせる昨今である。(左様でなければ幸であるが)歴史は史鑑ともいはれ、反省の資料であり、科学史も同様な面をもつものである。

本年も西洋科学史を基本に講じてゆくが、西洋ばかりとは限ることなく、近世以前の科学に関する東洋のことにも及んで行く。先頃まで科学史といえは西洋科学史と考える傾向があったが、西洋科学自身も独立単独で発達したものではなく、東洋科学の恩恵を相当に受けて発達したものであることが、近頃になって次第に認識されるよう

になってきた。ただ西洋科学史が今~~まで~~優位としめているのは，西洋に近世が早く成立したこと，その後の猛烈な科学の発達である。15世紀頃までの西洋科学と中国科学を比較してみて~~ると~~，大して優劣がある訳ではなく，中国の方が進んでいたと考えうる点も幾つか存在する。いや西洋近世成立の要因の一翼に中国科学があった。紙，印刷術，羅針盤，火薬の~~他~~四大発明は中国人の発明であった。それがイスラム人を通じて中~~近~~世末期~~に西洋~~に輸入されて西洋近世の形成に帰依した。

前期はエジプト，メソポタミアの古代国家からコペルニクスまでと予定する。西洋科学の根原はギリシアであるが，最初から総べてがギリシア人の手になった訳ではなく，その源泉には

エジプトとメソポタミア文明があった。しかしギリシア人こそが，自然を合理的に唯物的に説明しようとした最初の民族である。この民族が発明した科学の方法は演繹法である。ギリシア人の開発した~~最高~~傑作は幾何学であり，この幾何学こそは徹頭徹尾この演繹的推理を貫ぬいた大系である。そしてギリシア人は一般自然の説明にも，この演繹法を使って説明しようとした。その影響はコペルニクスまでに及んだ。この~~自~~科学の方法の中から四原素とエーテルの運動論に依って天文，気象，物理，化学などあらゆる自然現象を説明しようとしたアリストテレス宇宙体系が生れ，その軌道に添ってプトレマイオスの天動論天文学が完成する。~~この~~アリストテレスの自然学は後世の~~ス~~コラ神学の中組へ

まれ，カトリックの自然学となりコペルニクスを弱気にし，ジョルダノ・ブルノを焚殺し，ガリレオを苦しめる悲劇を演した。科学法則が権力に保護される時の恐怖を強烈に見せつけた。

イスラム世界にギリシア科学が輸入されるのは外国征服計画を放棄し内政に目的を移したアバース朝からであるが，ギリシアばかりでなくインド，ペルシア，中国東洋の科学技術も導入された。

12世紀頃からイスラム科学のラテン世界への導入に伴ってインドの算用数字，代数学，中国人の四大発明なども導入されて近世の形成に寄与し，ギリシア幾何学と綜合され座標幾何学と発展し，小数，対数など新しい数などが生産からとってゆく。

後期は帰納法という科学の方法が確実に科学史の中に当場してくるティコ・ブラエからニュートン或は産業革命直前までを講じてゆく。ティコ・ブラエやフランシス・ベーコンなどの帰納法主義者が地動説を信じなかったの当時まだ確実な証拠がなかったからで，ティコ・ブラエの新星や彗星の研究でアリストテレスの自然学の一部は確実に崩壊したし，彼の残した膨大な星の観測からケプレルに依って惑星運動の三大法則が導れたことは帰納法の勝利であったが，彼が神秘的な新プラトン主義の信者で，自然は極めて調和に満ちたものであり，天体の運動や軌道を表す数値の間には簡単な数値関係が存在するという信仰と努力を忘れてはならない。同じ帰納主義者でもベーコンでは組織立てた平凡な実験の集積さえあれば法則は簡単に得られると

10年掛かる知れず、一生掛っても到達することの出来ないかも知れない帰納に苦労は余り理解してはいなかつた。しかし彼は科学を産業の進歩にハッキリと結びつけた最初の人だった。そしてイギリスなどの支配的地位の上昇ブルジュアー階級の科学の方に向けさせ（技術）法外な期待を抱かせたのも彼であった。結果ロンドン王立協会」設立となったが、科学が充分に経済的機能を果すためには、科学と技術に或る程度の水準が必要である。しかし当時の水準は恵まれたものではなかった。このような状態で余りにも多くの期待を掛け過ぎれば失望する外はなかった。王立協会の初期の技術偏向から純粋科学への転換、ベーコン→フック時代からニュートン時代への移行は、この事情を反映している。ニュートンの偉事は偉大であった。彼に続くは、19世紀には総ての科学の分野がこのニュートンの方法をモデルとして発生し成長して資本主義生産活動の同伴者までに発展する再出発となったことも確かである。

彼の中から弁証法的方法の萌芽するが、

仕事は実に偉大であった。しかし

水 III 35

IV 99

金 I 30