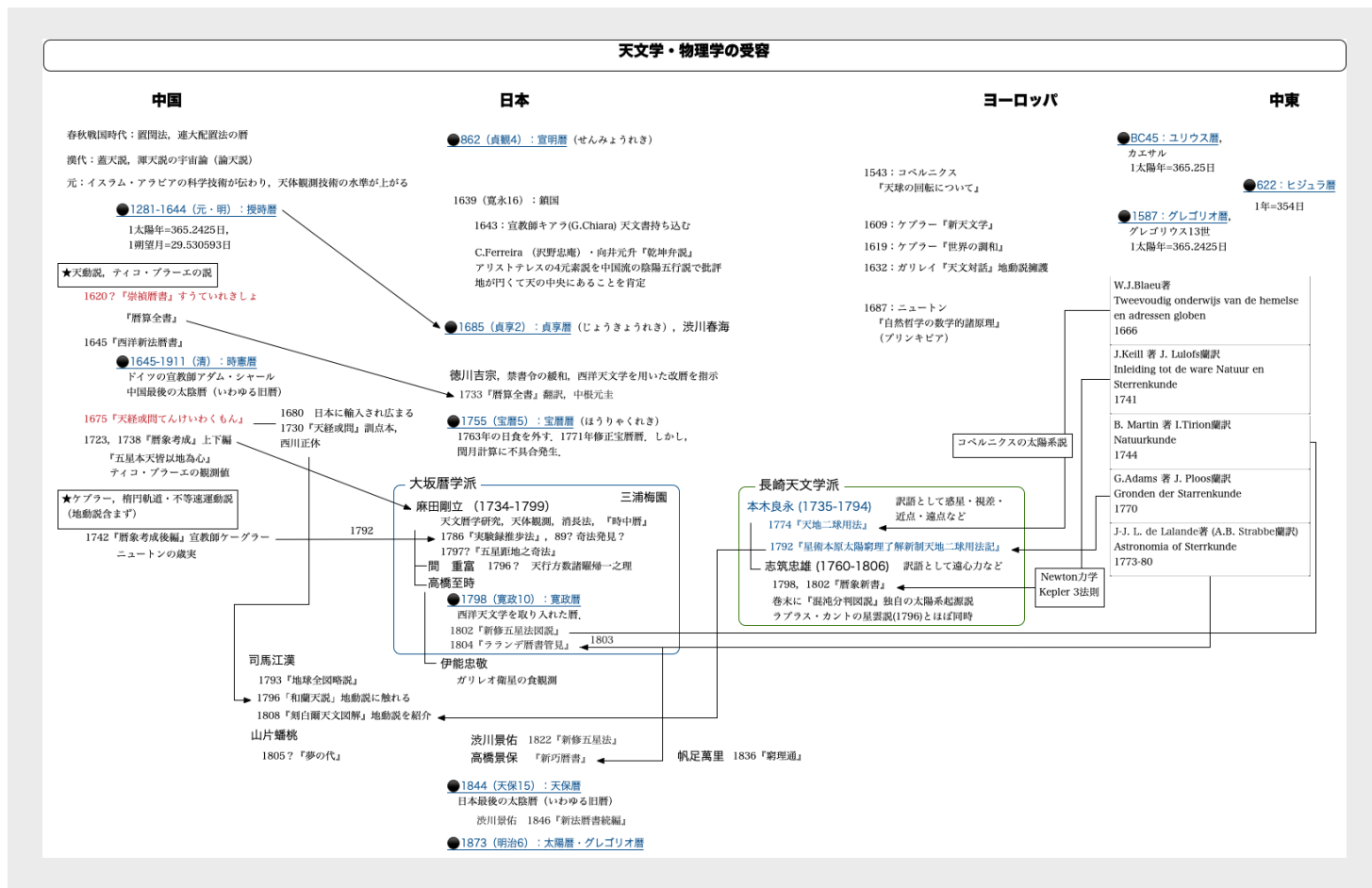


日本人と近代物理学の出会い(1)

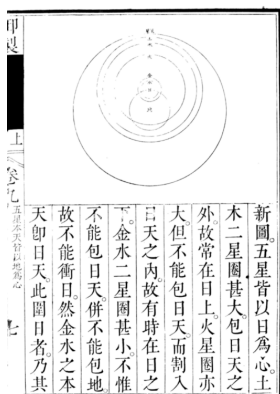
100年遅れて伝わったニュートン力学

People who faced with modern physics

コペルニクスによって提唱され、ケプラーやニュートンによって導き出された「地球は太陽をまわる1つの惑星にすぎない」とする西洋の近代物理学は17世紀に完成しました。当時、鎖国をしていた日本には、中国とオランダからしか情報が入って来ませんでした。しかも、イエズス会が太陽中心説（地動説）を認めなかったために、中国経由の西洋物理学は不完全な形でしか伝わりませんでした。



● 中国から伝わった太陽系モデルは、ブラーエによる地球中心モデルだった。



中国書『曆象考成』にあるブラーエの太陽系モデル (1723)

中国書『曆象考成』には、ティコ・ブラーエによる太陽系モデルが新図として紹介されています。ブラーエは精密な天体観測を行った人で、ケプラーがそのデータから惑星の運動法則を導きました。ブラーエ自身は、星の年周視差が見つからなかったことから、地球が太陽の周りを公転するとは信じませんでした。その代わりに、太陽が地球以外のすべての惑星を公転させながら地球を周回する、というモデルを考えました。このモデルでも惑星の相対的な位置は正しく予測できるので、曆を作る上では問題にはなりません。

江戸時代の天文方は、曆をつくるのが大事な役目であり、太陽系の構造には注目しなかったようです。日本や中国では、曆を正確に作ることが政権を握った者の役目であったため、天動説であったとしても惑星の運行や日食・月食の予報が正確にできればそれで問題とはなかったようです。

日本人と近代物理学の出会い(2)

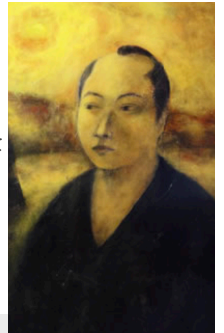
麻田剛立, 本木良永

People who faced with modern physics

● 中国書を学んだ麻田剛立 (あさだ・ごうりゅう)

豊後・杵築(現大分県)の綾部受彰は幼い頃より天文現象に興味をもち、自ら渾天儀を改良するなど観測と天体位置の計算に勤しみました。天体望遠鏡を製作し、日本ではじめて月面のクレーター観察図を残したことで知られています。

医者として藩に仕える身分でしたが、天文好きが高じて脱藩し、大坂に移り、麻田剛立と自身を名乗ります。後に自身が先事館とよぶ天文研究の私塾を開き、寛政暦(1798年)をつくることになる高橋至時や間重富などの後継者を育てました。



● 麻田剛立とケプラーの惑星運動第3法則

麻田は独自にケプラーの惑星運動の第3法則を発見した、という逸話があります。これは惑星の軌道長半径 R と公転周期 T の間には、 $R^3/T^2=(一定)$ という調和の法則がある、という法則です。

いずれも弟子たちの伝聞にすぎない話だけが残されているので真偽は不明です。しかし、麻田の用いた惑星の軌道半径や公転周期のデータを検討すると、麻田の用いた数値が第3法則に合致しすぎていて逆に怪しい、と結論されます。実際の太陽系の惑星運動は、多体問題であるので第3法則の表現から厳密には少しずれます。現に、ケプラーが第3法則を導出するために使ったブラウエの観測値は、現在得られている値に近い「ずれ」をきちんと含

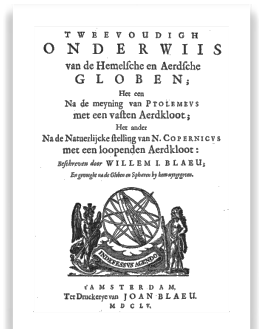
めたものになっています。残念ながら麻田の議論は、式を手中にしてその当てはめにはめすぎなかったようです。

	周期 T_0	半径 R_0 (長, 短)	周期 T_1	半径 R_1
水星	87.97	308 476	0.24085	38711
金星	224.7	716 726	0.61521	72335
地球	365.25	983 1017	1	100000
火星	686.983	1384 1661	1.88073	152365
木星	4332.62	4948 5464	11.856	519947
土星	10759.2	8994 10118	29.4217	953042

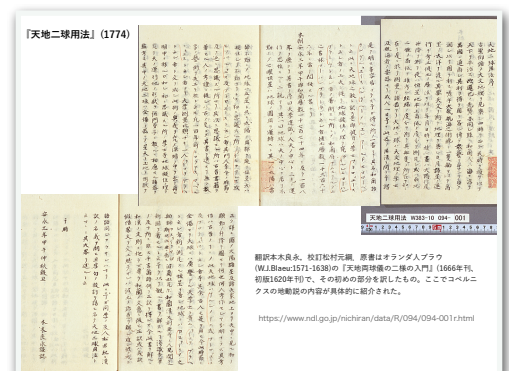
ケプラー『宇宙の調和』の数値 T_0, R_0 と麻田『五星距地之奇法』の数値 T_1, R_1 。それぞれ使っている単位は異なる。ケプラーのデータは、 $T \propto R^{1.50369}$ となるが、麻田のデータは $T \propto R^{1.5000}$ となる。正確な値は $T \propto R^{1.50444}$ である。

● 太陽中心説に初めて出会ったオランダ通詞, 本木良永 (もとき・よしなが)

江戸時代の長崎には、オランダとの貿易の窓口として、日常会話の通訳を行うオランダ通詞とよばれる家系がありました。本木良永は蘭語にも天文地理にも詳しく、役所より蘭語の天文地理書の翻訳を命ぜられました。その1つが『天地二球用法』(1774, 安永3)です。原著はオランダの地図製作者ブラウ(1571-1638)による手引書「天地両球儀の二様の入門」(1633年刊, 右図)です。この書は、第一部にプトレマイオスの太陽系の説を誤ったものとして紹介し、第二部でコペルニクスの説を正しいものとして紹介していました。本木は、第二部をごく短く翻訳し、これが、コペルニクスによる太陽中心説が初めて日本で紹介された書となりました。



本木良永は晩年に、『星術本原太陽窮理了解新制天地二球用法記』を翻訳します。原著は、英国王室御用の数理機器商だったアダムス(1750-1795)が天・地球儀を販売した際に添付した説明書のオランダ語訳(1769)です。太陽窮理とは太陽系のことで、惑星という訳語が初めて登場します。ケプラーによる惑星の楕円軌道説を紹介していますが、天文書ではなく、一般的な説明書の位置付けでした。本木が訳した太陽中心説の内容は、ケプラーの説をデータとともに説明しているもので、まだ理論的な説明がなされたものではありませんでした。ですが、興味ある解釈として、江戸の町人学者である司馬江漢によって、一般向けの啓蒙書として紹介されたり、三浦梅園の『玄語』、山片蟠桃の『夢の代』、本多利明の『西域物語』などによって広まっていきました。



日本人と近代物理学の出会い(3)

志筑忠雄

People who faced with modern physics

● 日本で最初の近代物理学の理解者、志筑忠雄（しづき・ただお）

志筑忠雄は、1760年に生まれ、十代の頃に数年オランダ通詞として働き、以降は蘭学者としてオランダ語の文法書『和蘭詞品考』を著したり、本木良永のもとで天文学を習いました。携わった分野は広く、日本で初めてコーヒーに言及したとか、鎖国という言葉を作ったことでも知られています。天文・物理分野としては、ケイル(1671-1721)の物理学書を翻訳した『暦象新書』（上編・中編・下編）の業績が重要です。1798年から1802年にかけて完成されました。

ケイルはニュートンの側にいた物理学者でした。ケイルは1700年にオックスフォード大学で行った講義録を『物理学入門』（1702）として出版しました。後に『天文学入門』（1718）も出していて、それらをオランダのルロフス(1711-68)が、1741年にオランダ語に翻訳しました。この本が日本に持ち込まれ、志筑の手元には1780年頃に届きます。志筑は、20年以上の長きにわたって、ケイルの著の理解に挑んだこととなります。

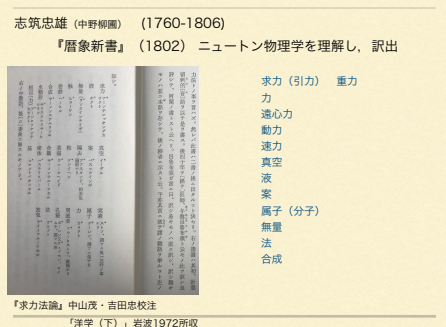
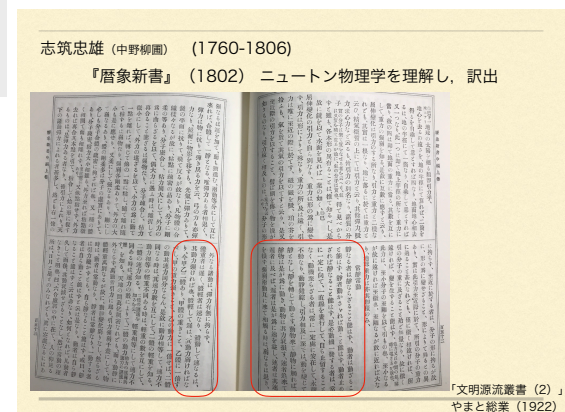
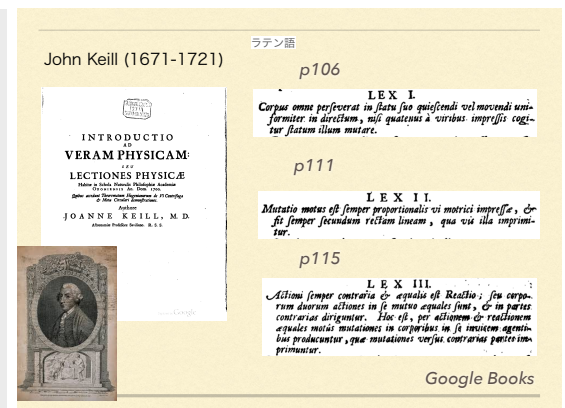
ケイルの書は、ニュートンの運動の3法則、万有引力の法則（重力が距離の逆2乗の大きさで作用すること）を説明し、太陽中心説に理論的な根拠を与えるものでした。そして、ニュートンの説が惑星の運動を見事に説明できることから、粒子間にはたらく力を仮定して、流体・物質化学・電磁気学・生体现象の説明を試みようとする野心的なもので、600ページを超える大著でした。

志筑は、ケイルの書を単に翻訳するのではなく、自ら理解し考察（時折「忠雄曰く」で始まるコメント）を加えながら『暦象新書』を書いています。例えば、万有引力については『暦象新書中編』（1800）にて

重力は大地の萬物を引に起るものなり、大地能萬物を引のみならず、萬物亦能大地を引く、其實は萬物の實氣と、地の實氣と相引ものなり、唯小者は引力微にして、其動は著なり、大者は引力盛にして、其動は微なり、...

と正しく訳し、さらに、万有引力の大きさを表す式については、「重力強弱應 \propto 干遠近 \propto 互數 \propto 」として、註として次のように解釈を述べています。

應 \propto 干遠近 \propto 互數 \propto と云るは、譬ば地上半径の所と、地心を去の遠さの地の半径にて算れば、二箇を得るを自乗して \propto とすれば四なり、又地面地心相去るは、地の半径にして、一箇なり、自乗して \propto とするに又一なり、この一は却て地上半径の所の重力に當り、彼の四は却て地面の重力に當る、其數を互にして重力の強弱を知る、是故に互數に應ずと云



志筑の生み出した訳語には、力・求力（引力）・真空・分子（分子）・蝕・粘・柔軟・無量・合成・液・案・法・重力・遠心力・動力・速力などがある。

「文明源流叢書(2)」やまと総業(1922)

窮理熱：明治初期の窮理書ブーム

落語仕立ての『滑稽窮理躰の西國』

Science Boom in Meiji-era

窮理熱

明治初年に、小幡篤次郎が『天変地異』を、福澤諭吉が『訓蒙 窮理図解』を出版したことから、窮理熱ともいわれる出版ブームがおきました。その出版数は明治5、6年だけでも60点以上になります。いずれも米英の子供向けの本からの抄訳でしたが、開国の掛け声とともに、学制公布より一足はやく、旧来の学問とは異なるスタイルに人々は夢中になったようです。

そのような出版物の中で、窮理をネタに仕込んだ落語の本『滑稽窮理躰の西國』（明治7年6月序、同9年11月刊、正宝堂）があります。5題からなります。実際に落語としては使われなかったと思われませんが、こんな形でまで教養を身につけさせようとする時代背景は楽しく感じられます。『躰の西國』とは、現代では「へそが茶を沸かす」と同義で使われていた「躰の西國巡礼」を意図したタイトルです。

著者の増山守正(1827--1901)は、丹後田辺藩の出身で、幕末に江戸で医学を学び、藩にもどって医を開業し、後に京都府の官吏として医学や教育関係に従事し、再び上京して文部省や博物館に勤めた人物です。静香園丹蓉とも号し、旅行記・詩集・小説など生涯に24点の著作があり、広く身につけた教養を多方面に展開させました。『滑稽窮理躰の西國』は著作としては初期の頃、本人の四十半ばの頃のもので、サイエンスものとしては、他に『天象地球略解』（明治20年）や動植物系統図などを出版しています。座右の銘は「虎は死して皮を遺し、人は死して名を遺す。須く著作を後世に遺すべし」だったと伝えられています。墓は東京・谷中霊園にあります。

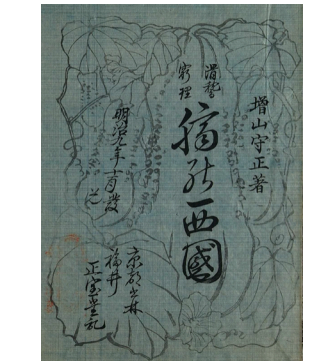
村松貞典 (1827-1879) 著の『登高自序』(明治五年出版)

花粉 (POLLEN) のこと? → ブラウン運動が謎だった時代

金持の主人が隣の遊女に惚れ込み、その遊女も主人に惚れていた。この話を友人に話すと大笑いされ、女は金が目当てでただけだろという。そもそも金で女をつなぎとめるのはもう古く、文明開化の現在では自然科学の学識を持つ者がモテるのだ、と友人は説得するが主人はとんと納得しない。そこで友人は、隣室で機織しにその遊女と窮理先生との会話を聞いたことを話しはじめ。始めは愛想のなかつた遊女だが、先生が話す宇宙や動物植物など次々に出される博識にすっかり惚れ込んでしまっていた。遊女は先生に誠を誓って指を切ると言っていた。それを聞いた主人が、俺のことは何か言っていなかったか、と友人にたずねると、「君とは手を切る、と言っていた」。

「手切れ丁稚」をなぞった「手と指のちがいの話、遊女に窮理の蘊蓄を語る先生。」

表紙には胡瓜の絵がある。



月・太陽の直径や月や太陽までの距離の値は、里で表記されているが、これらの数値はマイル (1.6KM) の値と解釈すると正しくなる。

福澤諭吉が『窮理図解』で示した値は、里で表記されているが、こちらは3.9KMの単位

増山本人が英語の文献をもとに探し出した値と考えられる

60余の元素名がアルファベット順に

メンデレーエフが周期表を提案したのは1869年だが、その周期表の値が認められるのは未発見のガリウムが発見される1875年以降

生気流行無始終
寒来暑往互交通
乾坤均造人短否
六十有餘原業中

「菊蕪問答」をなぞった「無言問答」の話。

「寿限無」をなぞった「元素坊」の話、63もの元素名を名前につけられた子供の話。