



談 話 室

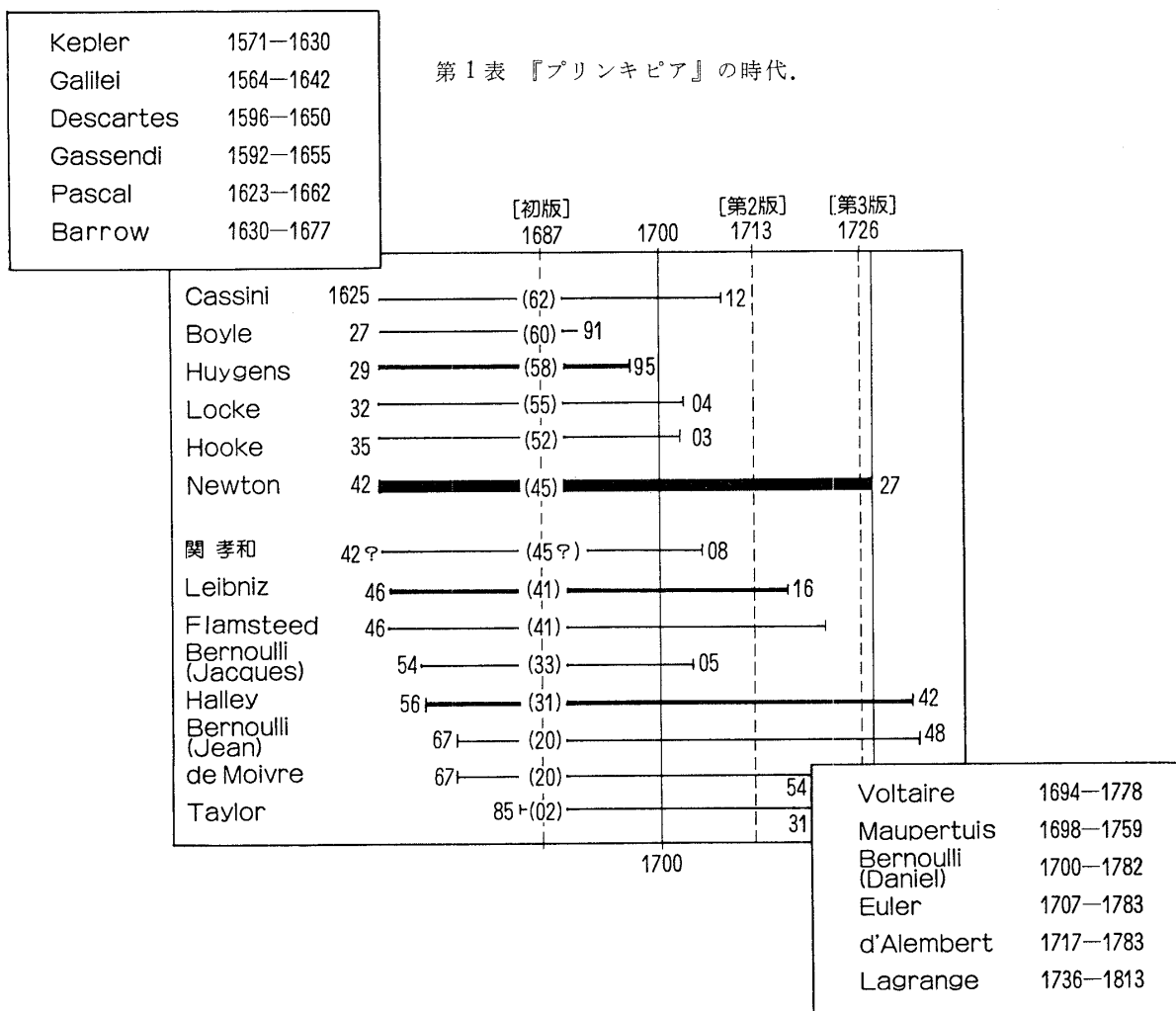
プリンキピア300年

大阪医大教養 河 辺 六 男

『プリンキピア』こと『自然哲学の数学的諸原理』*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* 初版の刊行は、御存知1687年、Isaac Newton 45歳の夏であった。本邦では貞享四年、東山帝の御宇、五代将軍綱吉が生類憐み令第一号を布告した年に当り、芭蕉が魚の目に泪させるのは翌々元禄二年三月のことになる。300年前の英国々教会はGregorio 改暦を未だ認めていない。切り換るのは1752年からである。この『プリンキピア』に関す

る書誌風小論中の日付もすべて旧暦のままにしている。

時代。17世紀の自然哲学界を『プリンキピア』初版出版に原点を置いて眺めたのが第1表である。1687年の列の数字は、各人の『プリンキピア』刊行年における年齢を示している。KeplerもGalileiもDescartesも世紀半ばまでに逝き、『プリンキピア』は、『世界の調和』(1619)から70年、『新科学対話』(1636)から50年、『哲学原理』(1644)からは40年の後に現われた。そして『プリンキピア』初版から半世紀後にd'Alembertの『力学概論』(1743)が、一世紀の後にLagrangeの『解析力学』(1788)



第2表 『プリンキピア』の執筆と印刷.

1684	1月	Christopher Wren, Hooke と Halley に, 逆二乗力下の運動の解決に対して懸賞(40s. 相当書籍)を提案.
	8月	Halley, Cambridge に Newton を訪ね, 逆二乗力下の軌道を問う. Newton 計算原稿がみつからず後日送ることを約束する.
	11月	Newton, 約束の原稿を Paget に託して Halley に送る.
	11月?	Halley, Cambridge 再訪(登録・出版懇談?).
	12月10日	Halley 王立協会例会で Newton の研究結果と登録用論文提出の約束を報告.
1685	2月23日	Newton, 王立協会書記 F. Aston に 'De Motu' 登録の礼状.
	夏	『プリンキピア』第 II, 第 III 篇の原稿はほぼこの頃に成る. (第 II 篇は浄書と製図を残すだけ, 第 III 篇では彗星論未了.)
	秋~冬	秋2カ月間種々計算を行い, 第 I 篇を再検討拡充する. 王立天文台長 Flamsteed に彗星, 月に関するデータを求める.
1686	4月28日	『プリンキピア』第 I 篇原稿を王立協会受領(ここではじめて『自然哲学の数学的諸原理』の表題が与えられた).
	(5月8日)	(『プリンキピア』初版著者序文の日付, 初版になく第2,3版で付けられる.)
	5月19日	王立協会例会, 協会の責任において『プリンキピア』の出版を決議.
	22日	Halley, 逆二乗則に関する Hooke の抗議を Newton に伝える.
	6月2日	王立協会評議会, Halley に『プリンキピア』印刷監督及び費用の負担を指令.
	7日	『プリンキピア』第 I 篇 1st sheet 校正刷出る.
	20日	Newton 『プリンキピア』第 III 篇削除を示唆.
	7月5日	王立協会々長『プリンキピア』出版許可署名.
11月30日	王立協会 Clerk 改選 (Halley を再選).	
1687	1月5日	王立協会 Clerk 業務遂行を査察する委員会を任命.
	26日	John Wallis, 空気抵抗のある場合の運動に関する論文を王立協会に送る.
	2月9日	査察委 Halley に好意的な結論を出す.
	13日	『プリンキピア』第 I 篇 M-sheet (11th sheet) 校正刷出る.
	3月1日	Newton, 『プリンキピア』第 II 篇原稿を発送. 3月7日 Halley の受領礼状.
	14日	『プリンキピア』第 I 篇 T-sheet (18th sheet) 校正刷出る.
	4月6日	『プリンキピア』第 III 篇原稿を王立協会受領.
7月5日	Halley, 『プリンキピア』初版(20+40)部を Cambridge に発送.	

が続く. [わが国に Copernicus 的世界観を紹介したのは木本良永の二訳著, 『阿蘭陀地図略説』(1771)と『天地二球用法』(1774)であるが, Newton 哲学のそれ, 志筑忠雄『求力(法)論』(John Keill, “*De Legibus Attractiones*”, 1739, の蘭訳からの重訳)が成るのは1784年(天明4年)まで待たねばならない.]

『プリンキピア』初版が1687年の何時頃店頭に見られたか. これには Halley の Newton 宛1687年7月5日付書簡を引くのが, L. T. More から R. S. Westfall に至る Newton 伝の筆者達の定石になっている. 「貴著漸く完成仕候, 御怡悦可有と存上候……」と書き出されるこの手紙は, London の Halley から Cambridge の Newton へ

の『プリンキピア』60部の送り状である, 「小生発送の荷箱は明日当地発荷馬車にて来る木曜日には到着可致……」. Halley はこの少し前6月25日付で John Wallis にあてて, 「数学的哲学に関する Newton 氏著作は今や完成に迫居候共, 猶十日余御辛抱願敷……」と書き送っている. また I. B. Cohen (1971)によると, Emmanuel College 蔵の初版本には「著者寄贈1687年7月13日」の書込みが見られるという. 『プリンキピア』の出来は, 1687年6月25日以降7月5日までの間, となる.

執筆・印刷. 『プリンキピア』という書物の成立に, Edmond Halley は著者 Newton と同じくらい重要であった. その Halley の, 1684年8月の Cambridge 下りから, 『プリンキピア』の歴史は

第3表 ‘De Motu’ と『プリンキピア』初版.

‘De Motu’—『プリンキピア』命題対応表 (Cohen 1970)		
‘De Motu’	『プリンキピア』初版	内 容
補助定理 1	運動の法則・系 1	力の平行四辺形
” 2	第 I 篇 第 1 章 補助定理10	
” 3	第 II 篇 第 1 章 補助定理 1	
” 4	第 I 篇 第 1 章 補助定理12	
定理 1	第 I 篇 第 2 章 命題 1・定理 1	面積速度の法則
定理 2	命題 4・定理 4	
系 1~5	系 1, 2, 4~6	円運動における向心力の決定
定理 3	命題 6・定理 5	
系	系	
問題 1	命題 7・問題 2	楕円中心に向う向心力の決定
問題 2	命題10・問題 5	
問題 3	第 3 章 命題11・問題 6	楕円焦点に向う向心力の決定
定理 4	命題15・定理 7	調和法則
問題 4	命題17・問題 9	逆二乗力下の軌道の決定
問題 5	第 7 章 命題32・問題24	逆二乗力下の直線的落下
問題 6	第 II 篇 第 1 章 命題 2・定理 2	速度に比例する抵抗媒質中における一様な重力下の運動
問題 7	命題 3・問題 1	

『プリンキピア』初版の構成

	頁 数	Sheet 数	命題数	補助定 理数
扉	2			
著者序文	2			
Halley の Newton 頌詩	2			
定義	[1]—[11]	~30	98	29
公理または運動の法 則	[12]—[25]			
第 I 篇 物体の運動 について	[26]—[235]			
第 II 篇 (抵抗媒質 中にお ける)物体の 運動につ いて	[234]—[400]	~20	53	7
第 III 篇 世界体系に ついて	[401]—[510]	~15	42	11
Errata	1			

始まることになっている(第2表)。だが執筆の具体的な話合いがもたれたのは Halley の再訪の折(同年11月 Newton 原稿受領後12月10日王立協会例会報告までの間と思われる)であろう。協会に登録された論文「物体の軌道運動について」De motu corporum in gyros (通称 ‘de motu’) は、

Newton の動力学体系を始めて公表するものではあったが、Cohen (1971) の命題対応表に見られる通り(第3表), 『プリンキピア』第I編の内容にはほど遠い。Newton が1686年6月20日付書簡で Halley に語るのところでは、『プリンキピア』は当初から三部構成の著作として構想された; 第II篇は1685年夏に脱稿, 浄書を残すだけであり, 第III篇では彗星の理論が未了; 同年秋二カ月間に種々計算を行い, 後再び第I篇に立戻って多数の命題を補填したという。1684年11月(または12月)から1686年4月に至る17(8)カ月間に大凡が書き上げられたことになる。

『自然哲学の数学的諸原理』の表題が始めて冠せられるのは, 1686年4月28日例会で受理された第I篇の印刷用原稿においてである(王立協会図書館に残る460枚の印刷用原稿は, Newton の書記 Humphry Newton の手になる最終写稿)。出版については評議会の決定に俟つことになったが, 「会長(『日記』で知られる Samuel Pepys) は王の許に参内, 副会長は好天に誘われてタウンを出遊不在にて, 事を決すべき評議会は以来未だ無之」(Halley 書簡1686年5月22日)。そこで5月19日例会は, 公刊をこれ以上遅滞させるべきでなく, 協

会の責任において「鮮明なる文字にて四折判に印刷」することを決議。6月2日漸く開かれた評議会は、出版を authorize し、「Halley 氏ハ Newton 氏著作ヲ管理シ、経費自弁ニテ印刷スベキコト指令サル。Halley 氏約之」(Birch『王立協会史』IV, p. 486).

この時期王立協会の財政の逼迫は、前年(1685)刊行の、図葉が多数入った F. Willughby『魚類譜』*De Historia Piscium* への出費のせいとされている。肩替りした Halley も、最終的には損をしなかったにせよ、この時は苦しかったろうとする説が多い。経済的後楯であった父親が1684年に死んで、遺言がなかったため、継母との相続訴訟が1693年まで決着をみなかったからである。この時代、英国の出版業者は、数理科学書の刊行にまったく消極的であったそうである(A. N. L. Munby 1952*)。そんな原稿を持込まれた時には、著者側に報酬を払うどころか、逆に助成金か保証金を要求したという[J. Collins (1677)の例では保証金は本の店頭価格100冊分であった]。

評議会の5日後1686年6月7日には、Halley はすでに『プリンキピア』校正刷の最初のシート(全紙判印刷用紙、四折判では1シートは8頁に相当; 第3表参照)を Newton に送り、紙質・活字・章分けの Articulat から Sectio への変更についての諒解を6月20日にとりつけている。ところが思わぬ横槍が Hooke から入る。重力の逆二乗則という考えは(重力下の軌道決定の数学は別としても)、Newton が自分から得たものだ、というのである。Halley は一方では激昂の揚句、重力則の応用である『プリンキピア』第三篇を削除し、書名も『物体の運動についての二巻』*De motu corporum libri duo* に変えようかと言い出す Newton をなだめ、妥協案を示唆し(『プリンキピア』第I篇命題4への注解参照)、他方 Hooke 派の『プリンキピア』出版に対する攻撃をさばかねばならなかった。王立協会評議会は突如協会 clerk の改選を行い、「38票中6票なるも小生を排撃せんとする試み」(Halley 書簡 1687年2月24日)が見られた。1687年々初には clerk の業務遂行を査察する委員会が任命され

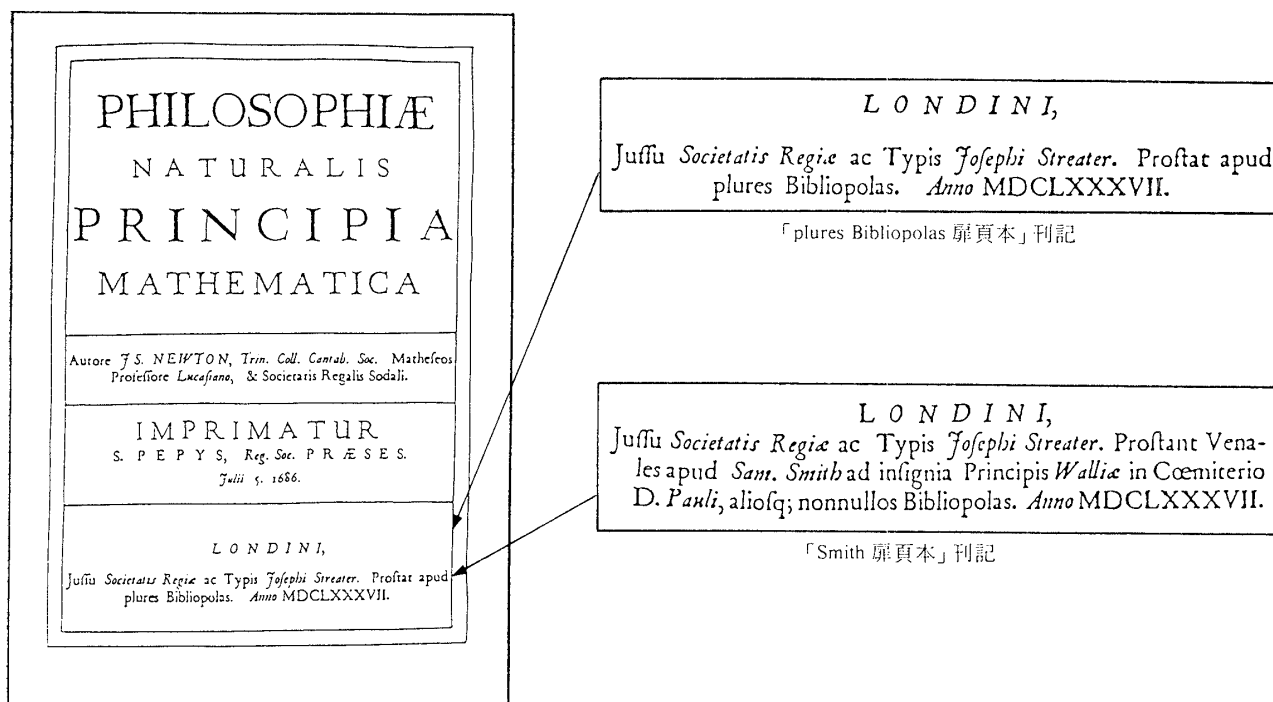
たが、Halley に好意的な結論を出している[Newton 書簡 1686年5月27日、6月20日、7月14日、同27日; Halley 書簡同年5月22日、6月29日; は熾烈な優先権論争を生々しく語るものであるが、Kepler 運動の動力学の展開を裏側からのぞかせてもくれる]。手間取った Halley は、1687年3月始に受領した第II篇原稿(第I篇に匹敵する量があった、第3表参照)を別の印刷屋に送り、第III編原稿(4月始受理)は第I篇に引続き従来の印刷所に入れ、活字の多少の不揃いには眼をつむった(Halley 書簡 1687年4月5日)[第4表の L(15)を見よ]。

この追込期の Halley を最も良く語るのは、*Philosophical Transactions* 1687年1, 2, 3月合併号297頁、近刊『プリンキピア』紹介に続く「広告」であろう。ここ数カ月 *Phil. Trans.* の発行が滞っているのは、『プリンキピア』出版が編集者に全面的に委任されてきたため(その仕事で学界により貢献できたと自負する!)、今後は旧に復し定期的に刊行されよう、と[Halley は1685年~1692年の間 *Phil. Trans.* の編集者兼発行者であった]。同号にはまた J. Wallis の空気抵抗のある場合の運動に関する論文(1687年始めに投稿され、『プリンキピア』第II編の取扱いに酷似)も掲載されている。『プリンキピア』の内容紹介は、Hooke に苦汁を嘗めた Halley の Wallis に対する布石でもあった。

刊行。『プリンキピア』初版は何部くらい出たのか。H. P. Macomber (1950) は、彼が追跡し得た現存部数75(U.S.A.: 46部, ヨーロッパ: 29部)から、~250部と推定する。だが Munby は、Macomber の現存本リストのヨーロッパ分になお35部を追加でき(計110部)、過去30年間に競売にかけられた初版本数(~30)を顧慮すると、現存部数が最低でも150部に達しないとは考えにくい; 発行部数の半分を生き残らせるというのはいささか気前の良すぎる仮定で、初版が300部より少かったということはないだろう; それより100部程度多いことも十分あり得る、とする。

初版本には扉頁の刊記がちがう異本がある。といっても独立に印刷されたものではない。扉頁の切取り跡に差替えの扉頁を糊付けしただけの代物で、刊記の部分が、「発行: 王立協会, 印刷:

* Munby の論文については金沢大学岩尾秀嶺氏の御配慮を得た。記して御礼申し上げたい。



第1図 初版異本.

Joseph Streater, 販売: 多数書籍商, 1687年] (「plures Bibliopolas 扉頁本」) から, 「……, 印刷……, 販売: Samuel Smith, St. Paul's Churchyard, Princes Arms, 他数名の書籍商, 1687年」 (「Smith 扉頁本」) に変わっている。これは, 流通段階までわが手でやってのけた Halley だが (「多数書籍商」とは彼が話をつけた本屋ということではない), さすがに国外販売だけは S. Smith に, 印刷完了後になって委託したものと解されている (H. Zeitlinger 1927, Munby 1952)。Smith 氏は 1683 年来王立協会発行の Phil. Trans. 誌の取扱業者の一人であり, 書籍の輸出入を手広く営み, 仏・羅語を流暢に話したという。この「Smith 本」は, 現存本の Munby 追加分では, 6冊に1冊の割で見られた。その比率通りとすれば, 300(400)部中少なくとも50部が「Smith 本」であったことになる。

では『プリンキピア』初版はいくらで手に入ったか。前にもふれた Halley の「送り状」には, 贈呈分20部と同便でなお40部送るが, Cambridge には伝手がないので, Newton の知るやり手の書籍商に卸してほしいという依頼が見られる。Halley のつけた卸値は, 仔牛皮装丁文字入本で9シリング, 未製本 (in quires) は6シリング (即金なら5s.) である。業者に儲けさせない本の取引はないし,

折角の著書が埋もれてしまうより利益折半で我慢するという。More (1934) が 10~12s. で売られたと書いたのは, 業者マージンを含めた小売値段であろう。More によると初版は速かにさばけ, 1691年には既に入手が極めて困難であったという。

著者 Newton 自身は, Halley が手配した London での贈呈分も含めると, £13.5 の印税相当の 30 部前後 (装丁本だったろう) を, 受取ったと見られる。初版当時の Newton の総収入は月額にして ~£21 (うち Lucas 教授職からは £8.6s.) であった (J.G. Crowther 1960)。[17世紀後半 (1643~1702 年間平均) の織物職人の月収は £2.11s., 農業労働者のそれは £1.5s. 7d. (C.M. Cipolla 1962).]

ついでに第二版 (1713) に眼をやると (大分事情はちがってくるが), 700部の印刷費 £117 を Richard Bentley が負担したが, 1715年末には £200 の利益をあげ, 71部を余すのみであったそうである (M.H. Black, 『ケンブリッジ大学出版会四百年史』1984)。売価は未製本 15s., 装丁本 1ギニー (21s.)。大陸向けに 200部を当てたが, それでも海賊版らしい Amsterdam 版が直に出ている (1714, 23; 第4表参照)。第三版 (1726) は 1250部が発行された。

流布・衝撃。『プリンキピア』初版の書評は,

第4表 『プリンキピア』ラテン語版一覧
(L(16)付録 VIII による).

	L(1) 1687 L(1') 1687	初版(E ₁)「plures Bibliopolas本」 E ₁ -「Smith本」
18世紀	L(2) 1713	第2版(E ₂)
	L(3) 1714	E ₂ の Amsterdam 版(海賊版?)
	L(4) 1723	"
	L(5) 1726	第3版(E ₃)
	L(6) 1739~42	T. Le Seur & F. Facquier 註積本(通称「Jesuit本」)
	L(7) 1760	L(6)訂正重版
	L(8) 1779~82	5巻本 Newton 著作集 (Vol. 2, 3に E ₃ を収録)
L(9) 1780~85	L(6)重版	
19世紀	L(10) 1822	L(6)の Glasgow 第1回翻刻, J.M.F. Wright 校訂
	L(11) 1833	L(6)の Glasgow 第2回翻刻
	L(12) 1871	E ₃ の Kelvin-Blackburn 複製
20世紀	L(13) 1954	L(1') 写真複製
	L(14) 1964	L(8) 写真複製
	L(15) 1965	L(1) 写真複製
	L(16) 1971	Cohen-Koyré 校訂版

Halley の前述の外に 3 篇が知られている。フランスでは *Bibliothèque Universelle* (1688年 3月号) と *Journal de Sçavans* (1688年 8月 2日号) の両誌である。前者は目次の仏訳程度のものらしい。後者はコチコチの Cartesian, Pierre-Sylvain Régis (1632~1707) の筆ではないかと P. Mouy (1934) は推測している。『プリンキピア』の数学に対する Régis の理解について Koyré (1965) は疑問を呈している。影響力が一番大きかったと思われるのは、Leipzig で発行されていた *Acta Eruditorum* 誌 1688年 6月号のそれである。Leibniz もローマで先ずこの紹介(同誌編集者 Otto Mencke 著という)を読み、原著に接するのはかなり後だったらしい。Huygens (1690, 98) も Leibniz (1689) も、『プリンキピア』第II編に従って Descartes 元来の形の渦動論を保持できぬことは認め、エーテルに新しい運動形態を付与して重力や Kepler 運動の説明を試みるが(「調和法則」の名は Leibniz に由来する)、遠達作用としての引力の概念は受け容れない。Newton 哲学の大陸への滲透は、フランス啓蒙思潮を Chastellet 侯爵夫人の『プリンキピア』仏訳 (1756) までたどらねばならぬのであろう[この

Voltaire の情人にしてパトロヌがコンパスを手にした、理知的なブルーを主調とする40号の肖像画(Marianne Loir 作・Bordeaux 美術館蔵)を、大阪市立美術館の展覧会(1971)で御覧になった向きもあろう]。

初版以来300年間に現われた『プリンキピア』を第4表にまとめた(Koyré-Cohen 1972)。誤って Jesuit を冠せられる L(6)は、530頁の第三版 L(5)に T. Le Seul と F. Jacquier が詳細な註をつけて1673頁の大冊に仕立上げたものだが、18世紀中葉の力学のアプローチの仕方を知る上で随分と便利で興味深い本である(九大桑木文庫は L(7)蔵)。『プリンキピア』の現代の最も正統的な text は L(16)であろう。Koyré と Cohen の両碩学が、初版から三版までの各版、註積が書込まれた Newton 所蔵本および頁間白紙挿入製本の自家本各初版と二版、それに初版の印刷用原稿という 8 種の資料について apparatus criticus を行った成果である。校異もすべて示され、別冊380頁の 'Introduction' (Cohen 1971) と text への10篇140頁の Appendices (Koyré-Cohen 1972) とが、『プリンキピア』の歴史と書誌学とを尽している。

文 献

- Carlo M. Cipolla 1962, *The Economic History of World Population*, Penguin Books.
 I.B. Cohen 1971, *Introduction to Newton's 'Principia'*, Cambridge University Press.
 J. Collins 1677, John Collins to Thomas Baker, 24 April 1677, *Macclesfield Correspondence, Vol. II*, p. 21.
 J. G. Crowther 1960, *Founders of British Science*, London, p. 223.
 Huygens 1690, "Discours de la cause de la pesanteur". Appendix to *Traite de la lumière*, Leiden; *Oeuvres Completes*, XXI, 443.
 Huygens 1698, *Cosmotheoros*, Hague; *Oeuvres complètes XXI*, 819.
 A. Koyré 1965, *Newtonian Studies*, Harvard University Press, p. 115.
 A. Koyré and I. B. Cohen 1972, *Isaac Newton's Principia, Text*, Cambridge University Press.
 Leibniz 1689, "Tentamen de motuum coelestium causis", *Acta Eruditorum* Feb. 1689, 82. *Leibnizens mathematische Schriften*, VI, 144.
 Henry P. Macomber 1950, "A Descriptive Catalogue of the Grace K. Babson Collection of the Work of Sir Isaac Newton", New York, p. 9.
 P. Mouy 1934, *Le Développement de la Physique*

Cartesienne, Paris, p. 256.

A.N.L. Munby 1952, "The Distribution of the First Edition of Newton's *Principia*", *Notes and Records of the Royal Society of London* **10**, 28~39.

Henry Zeitlinger 1927, Henry Sotheran Ltd. Catalogue No. 804, item 3627.

数理生物学者としてプリンキピアに想う

九大理 松 田 博 嗣

狭い意味の物理学を主専攻としていた頃の私には、ニュートン (I. Newton, 1642~1729) は余りにも遠い存在であった。以前は、クリスマスと重なるニュートンの誕生日を祝して、ニュートン祭を行なう物理教室もあったが、諸事忙しい昨今、どのくらいニュートンを記念する年中行事が行なわれていることであろうか。

今から丁度 300 年前の 1687 年に刊行された *Principia Mathematica Philosophiae Naturalis* (自然哲学の数学的諸原理、プリンキピアと略称される) はニュートンの主著であり、力学的自然観ないしは物理学の基礎の確立といった、歴史上の画期的な著作として名高い。けれども、物理学者でこの書を読んだ人が少いのは言うまでもなく、眺めた人すらもごく少数であろう。例えば、1760 年ジュネーヴで刊行されたこの書の第 3 版は、九州大学図書館に貴重図書として所蔵されている。しかし、九大にいる私自身、亡くなられた湯川先生が九大に来られた折に見たいと言いつけられるまでは、その存在すら知らなかった。

現在、私が担当を命じられているのは、理学部生物学教室の数理生物学講座である。プリンキピアが自然哲学への数学の導入を原理として体系づけた最初の集大成であるならば、生物学への数理の導入の体系化を志す者にとっては、或は必読の書かも知れない。こんなことを、うっかり会誌編集委員長の小沼さんに話した所、飛んで火に入る夏の虫とばかり、何かを書かされる破目になってしまった。

全 3 篇からなるこの大著の和訳をものにされた、河辺六男氏¹⁾の解説にも、「……それが伝説化するの『諸原理』が眺められるだけで読まれなくな

ってからのことにちがいないが、意外と早かったのではないかという気がする。『諸原理』初版後 60 年たらずのダランベールの *Traité de Dynamique* (1743) は数式を見ているだけでは、今日われわれの手にある力学のテキスト・ブックとほとんど変わりが無い。」とある。

プリンキピアは、定義、公理、定理、系と順を追って進むユークリッド幾何学のスタイルにならって書かれている。誰しも学ぶニュートン力学の運動の 3 法則は、「公理、または運動の法則」として定義に続いて冒頭に述べられ、それから、「第 1 篇 物体の運動について、第 2 篇 物体の運動について (抵抗ある媒質中における)、第 3 篇 世界体系について」と続くのが本書の構成である。第 1 篇、第 2 篇を眺めると、ユークリッド幾何学に運動の公理を加えて展開された数学書との印象を受ける。微積分があらわに使われていないため記述は冗長である。解析学の表記法の発展に伴い、本書は力学の教科書として不向きになり、好事家以外には読まれなくなったのであろう。

ニュートンが発見の先取権をめぐる、フック (R. Hooke, 1637~1702)、フラムステッド (J. Flamsteed, 1646~1719)、ライプニッツ (G. W. Reipniz, 1646~1716) らと烈しく争ったことはよく知られている。²⁾ 争いの正邪については、ニュートン研究者の間でもかなり分極した見方があるようで、日本でも、例えば、島尾永康氏³⁾はかなりニュートンに批判的で、河辺六男氏¹⁾はむしろ同情的であるように見受けられる。いずれにせよ、ニュートンが並外れた探究心、独創力を持つと共に、並外れた自己主張、自己顕示欲の持主であったことは事実のようで、それがどのような形でプリンキピアに盛込まれているのかは興味のそそられることでもある。

プリンキピアはラテン語で書かれている。読者の大多数は、私と同じく、ラテン語には馴染まれていないと思われるので、1803 年ロンドン版、Andrew Motte の英訳によってみると、著者の序文は、

Since the antients (as we are told by Pappus) made great account of the science of mechanics in the investigation of natural things; and the