

JLC 第 75 回研究発表会

2019 年 9 月 21 日 日本近代文学館

科学技術の進歩にまつわるエピソード その9

服部 陽一



写真撮影：小澤正樹

7. 近代 (その5)

—新しい地平への展望 III—

12. 数学の進展

[16 世紀のイタリア ルネサンスの残照 イタリア戦争 都市国家の衰退]

ジローラモ・カルダノ Girolamao Cardano

1501~76

パヴィア生 パヴィア大学教授の私生児
父はダ・ビンチとの交流あり

パヴィア大学 医学、数学、物理学、哲学
占星術師 プロの賭博師 ミラノ大学/パ
ヴィア大学/パドヴァ大学教授

腸チフス、アレルギー性の発見 痛風治療
法の開発

オートキー暗号方式 松
明通信 知恵の輪

『アルス・マグナ』(偉大
なる術) 1545

3次、4次方程式の解法を
紹介 ニコロ・フォンタ
ナ(タルタリア)から、



他言しない約束で聞き出
した方法

初めて虚数を用いた解法
虚数というものが注目さ
れる

『さいころ遊びについて』

1560頃(発行は1663)

さいころの目の出方の割合 複数個のさいころ
使用時(場合の数) 確率論へのヒント

ギャンブル依存症となり、悲惨な晩年を過ごす
自殺

QUOTES & JOKES

a. The greatest advantage in gambling lies in
_____ at all. G. Cardano

b. Italian Navy Officer at job interview:

“Naturally, you can swim.”

Candidate: “Eh? Is there no _____ in the
Navy of this country?”

[17~18世紀のフランス ルイ 14世、15世の時
代 啓蒙思想 ヴェルサイユ宮殿 繁栄から革命
へ ナポレオンの時代 7月革命から激動期へ]

ピエール・フェルマー Pierre Fermat 1601~65



法律家、裁判官 トゥルーズ地
方議会議員 趣味としての数
学研究、詩人 オルレアン大学
法学 数論の父 著作なし(メ
モ、手紙のみ)

無限小の概念から微分積分法

の先駆的開拓

ライプニッツ、ニュートンへのヒント

デカルトとの文通による解析幾何学の確立

数式のグラフ化という革命的アイディア 数学
全般の基礎的技法

パスカルとの交流による確率論の創始(カルダ
ノも参考にして)

経済学、経営戦略、保険、証券取引などに幅広
く適用される 量子論では決定的に重要

QUOTES & JOKES

c. “Der Alte würfelt nicht”

(God never cast dice.) —Albert Einstein

フェルマーの最終定理(大定理)

提示した 48 の定理のうちの1つ 最後まで証
明も反証も出来なかった定理(問題を提起して、
研究を大発展させた好例)

「次の式でnが2より大きい整数のとき、これを
満足する自然数x,y,zは存在しない」

$$x^n + y^n = z^n$$

「私はこの定理の驚くべき証
明を発見したが、それを書くに
はこの本の余白は狭すぎる」
ディオファントスの『数術』の
欄外に残したメモ

オイラー、ガウス、アーベル、
ガロア等、天才数学者達が熱心

に研究 20世紀に谷山豊、志 ディオファントスの数術
村五郎がお膳立て 代数学、幾何学、解析学の成
果を総動員して、1995年プリンストン大学のアン
ドリュー・ワイルズ教授によって解決



QUOTES & JOKES

d. Pourquoi vous aimez bien l'algebre et la
geometrie qu'on deteste assez.

(人の嫌いな代数幾何を、何故にお前はダイスキ
カ)

シャトレ侯爵夫人 Émile Gabrielle Chatelet
1706~49

ニュートンの「プリンキピア」(ラテン語)をフランス
語に翻訳 1759出版

適格な注釈と解説をつける
序文は啓蒙思想家ヴォルテ
ール「ここに2つの奇跡が
ある。1つはこのプリンキ



ピアであり、もう1つは女性がこれを翻訳し、注
釈まで添えたことである」(序文より)

美貌、誉れ高く、情熱的恋愛劇を展開 侯爵夫人の夫の所有する城でヴォルテールと同棲生活

「私は世の喧騒から逃れて心を養うために、暫くの間、若い貴婦人と共に地方に退くことを決意した。その女性是最も豊かな知性と天分を備えたシャトレ夫人である」(ヴォルテール回想録より)



プリンキピア・マテマティカ (仏語版)



二人が隠棲したシレー城 (La Chateau de Cirey)

シャトレ侯爵夫人の最後の恋人は、サン＝ランベール侯爵 (10歳年下)。夫人は42歳でサン＝ランベール侯爵の子を身籠り、プリンキピアの翻訳中に陣痛 書齋で女の子を生み、大判の幾何学書の上に寝かせる 数日後に産褥熱で死去 (1749年9月)



シャトレ侯爵夫人とヴォルテール (想像図)

その後の革命期、ナポレオン時代にフランスの数学・物理学が驚異的に発展:

3大数学者 (Trois Ls)

Lagrange, Joseph 1736~1813 「解析力学」 三体問題解析 メートル法制定

Laplace, Pierre 1749~1827 「天体力学」 全5巻 ラプラスの悪魔

Legendre, Adrien 1752~1833 「楕円関数論」 全3巻 フェルマーの最終定理 (n=5の場合) 証明
さらに、ルイ・ド・ブロイ (公爵) 量子力学基礎

M. J.コンドルセ (侯爵) 民主主義原理の数学的解明

G.L.ビュフォン (伯爵) ビュフォンの針 モンテカルロ法

エヴァリスト・ガロア Evariste Galois 1811~32

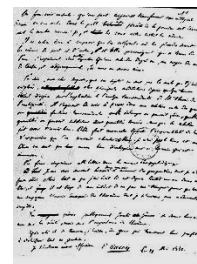
パリ郊外ブルラレーヌ生 町長の息子 奇行多く母親が12歳まで教育

中学で数学に驚異的才能 (ルジャンドルの幾何原論を2日で読破)

エコール・ポリテクニクの受験に失敗 本格的な数学研究

「方程式論の研究」科学アカデミーに提出 預かったコーシーが紛失 再提出するも、預かったプーリエが自宅で急死 (論文は行方不明に) その年のグランプリはアーベルが獲得

政治活動にのめり込み、逮捕され刑務所に収監される コレラ蔓延のため、警察病院に移管され、医師の娘と恋仲に 娘の婚約者と医師から決闘の申し込み (婚約者は射撃のプロ) 決闘前夜に友人に手紙 (遺書) 2つの論文を添える 論文の途中3か所に「ああ、もう時間がない！」



友人宛の手紙

「5次方程式には解法は存在しない」1832

不可能の証明 数学者が200年以上格闘した問題 群の概念を導入 (群論に発展し、素粒子物理学等に 응용される)

決闘で腹部を撃たれ、4時間放置された後、病院で死去 (20歳) 20年後に論文の価値が理解される (ギリシャ3大問題の解決など)

三島由紀夫 遺作四部作『豊饒の海』主人公がすべて20歳で死亡 フランスの作家レイモン・ラ

ディゲとエヴァリスト・ガロアに思いを馳せる
「私も何とか 20 歳前にこんな傑作をつくり、20
歳で死んだらどんなに素敵だろうと思っていた」
(三島由紀夫：若いころの思い出メモ)

QUOTES & JOKES

- e. Love of learning is the most necessary passion... in it lies our happiness. It's sure remedy for what ails us, unending source of pleasure. Émile du Chatelet
- f. Let us chose for ourselves our path in life, and let us try to strew that path with flowers. Émile du Chatelet
- g. Pour conserver longtemps le coeur de son amant, il faut toujours que l'esperance et la crainte agissent sur lui. Émile du Chatelet
(愛人の心を長い間つなぎ止めておくためには、彼に幸福と恐怖を常に味合わせしておかなくてはならない)
- h. I might disagree with your opinion, but I am willing to give my life for your right to express it. Voltaire
- i. Judge a man by his questions rather than his answer. Voltaire
- j. In research laboratory of corporation;
Chief: Around 35 out of 100 staffs are ignorant of probability theory here.
Director: That's terrible. It's over 65%. We might go bankrupt!
- k. You'd better keep off gambling in Africa. Too many c____s there.
- l. Why did the British blond bring French fries to the casino?
— She was told to bring her own c____s.
- m. Marriage is like a deck of cards. All you need at first is two hearts and a _____.
But in the end, you wish you had a ____ and spade.

[18~19 世紀 ドイツ、ロシア フリードリヒ 2 世
エカチェリーナ 2 世の時代]

フリードリヒ 2 世 (大王) 在位 1740~1786

啓蒙専制君主 多くの学者、芸術家を宮廷に招く フルートの名手



◀フリードリヒの演奏会

人口 30 倍の相手国と互角に戦い、目的を達成する 国王にして総司令官 参謀総長 軍服が最高の礼服 戦争のルールを守り、侵略はしない

フリードリヒとヴォルテールの小粋な応答

$\frac{P}{A} a \frac{6}{100}$? 王から哲人への招待状

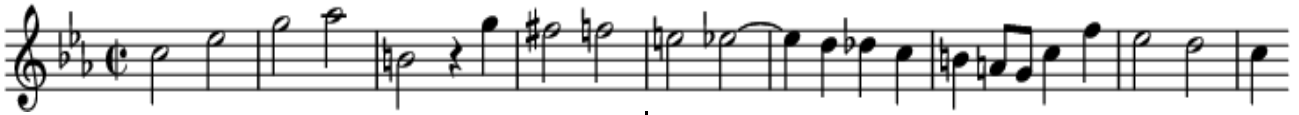
Ja! 哲人から王への返書

招待状は à sous p à cent sous six (p の下に à 6 の下に 100) と読み、それは à soupé à Sans-Souci (サンスーシ宮殿にて晚餐を) という意味になります。(sans=cent, sous six=souci)

ヴォルテールからの返事 Ja! はドイツ語の Yes! ではなく、大きい J と小さい a で J grand a petit と読み、これは J'ai grand appétit (私は大きな食欲を感じます) となり、「ご馳走になります」の意味になります。



サンスーシ宮殿



エカチェリーナ 2 世 (大帝) 在位 1762~1796



▲クーデターを指揮するエカチェリーナ

啓蒙専制君主 ドイツ貴族の娘 クーデターにより夫ピョートル 3 世を退位させ、女帝となる 自由経済、教育・医療施設 文芸振興 露土戦争に勝利

レオンハルト・オイラー Leonhard Euler

1707~83

スイス バーゼル生 牧師の子 バーゼル大学 神学、医学、数学 (17 歳で修士) 解析学の化身 史上最も多産な数学者 晩年失明後も



論文執筆 論文集 73 巻 論文数 500 死後 400 追加出版 (ドイツ、ロシアの紀要を半世紀独占)

「この子は偉大な数学者になることが運命づけられている」ヨハン・ベルヌーイ

ペテルスブルク・アカデミーから招聘 (エカチェリーナ 1 世) 1727 政情混乱の中、研究員として活躍、国立美術館学芸員の娘と結婚 (子供 13 人) 国定教科書、ロシアの地図制作 右目を失明する

ベルリン・アカデミーから招聘 (フリードリヒ 2 世) 1741 七年戦争中のプロイセンで論文 400 点執筆 『無限解析学序説』1748 ベルリン・アカデミー数学部門会長 19 世紀の数学大発展に貢献

ペテルスブルク・アカデミーから再招聘 (エカチェリーナ 2 世) 1766

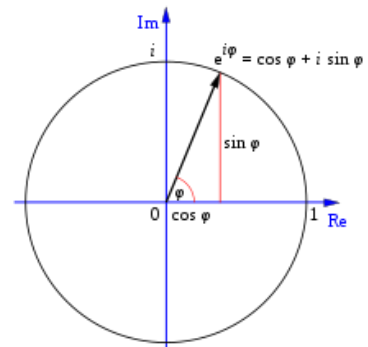
「どんな要望にも無条件で応じるから、ぜひ帰国してほしい」エカチェリーナ 2 世
左目も失明 『月の運動の解析』(すべて暗算にて処理) ロシアに帰化

円周率 π 、自然対数の底 e 、虚数 i の表記
オイラーの等式 (数学史上、最も美しい数式)

$$e^{i\pi} + 1 = 0$$

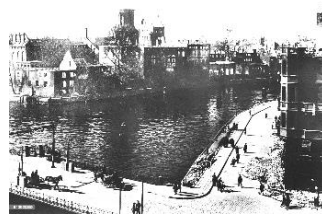
オイラーの公式

$$e^{i\theta} = \cos\theta + i \sin\theta$$



オイラーの公式の図形表示

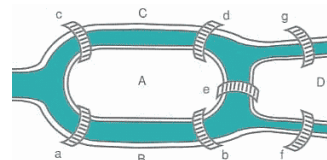
「ケーニヒスベルクの橋の問題」を解決



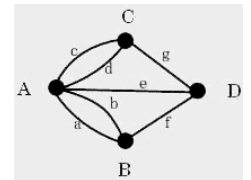
ケーニヒスベルクの市街地



ケーニヒスベルクの市街風景



橋の架かり方



幾何学的構造図

新しい幾何 (位相幾何学)、グラフ理論へ発展
多面体の頂点の数 p 、辺の数 q 、面の数 r とすると、必ず次式が成立する: $p - q + r = 2$

QUOTES & JOKES

n. Madam, I have just come from a country where people are hanged if they talk.

L. Euler

o. Logic is the foundation of the certainty of all the knowledge we acquire.

L. Euler

p. Secretary: Master, they ask you to come to the police office. What did you?

Official: Bribery!

He went out and returned soon.

Secretary: How did you?

Official: _____!

q. Patient: I can't stop my hands from shaking.

Doctor: Ah, you drink a lot!

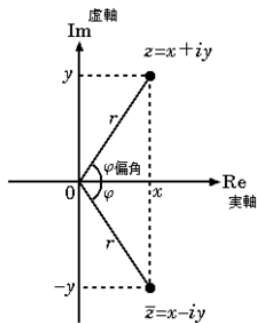
Patient: Not really. I _____ most of it.

カール・フリードリヒ・ガウス Karl Friedrich Gauss 1777~1855



ドイツ ブラウンシュヴァイク生 レンガ職人の子 天才児 数学の帝王
整数論、曲面論、虚数論、電磁気学 ゲッティンゲン大学教授兼天文台長

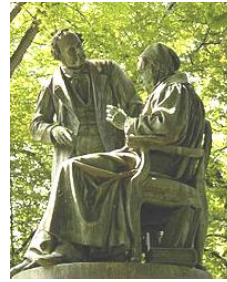
3歳時、父親の計算違いを指摘 9歳時 1~100の加算を3~5分で解答 先生が父親を説得し、特別教育実施 上級学校へ 領主フェルディナンド侯爵に招かれ、以降の奨学金を保証 ゲッティンゲン大学に入学、後に教授、天文台長



複素数と複素平面

素数確率予測 (15歳)

正17角形の作図 (17歳) 複素数 代数学基本定理「整数論の研究」(24歳) ガウス記号、ガウス



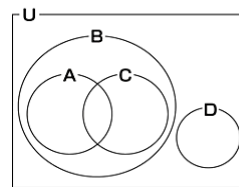
◀ゲッティンゲン大学の構内に建てられたガウスとウィルヘルム・ウェーバー (物理学者) の像

分布、ガウス整数 電信機発明 研究結果をノート (非公開) 若手の論文を無視 (アーベル、ガロアの悲劇)

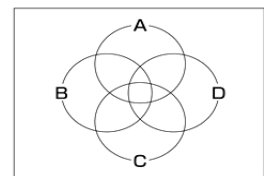
ゲオログ・カントル Georg Cantor 1845~1918



サントペテルブルク生 ユダヤ系商家の子 スイス工科大学 ベルリン大学 ハッレ大学教授 有理数と実数の真の発見 無限の濃度 集合論 パラドックス



(a) オイラー図



(b) ベン図

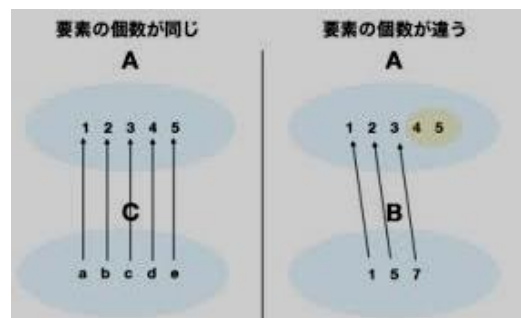
Uは全体集合をあらわす記号

▲集合の構造図

‘Je le vois, mais je ne le crois pas! (私は見える、しかし私は信じられない! [デデキント宛ての手紙]) 指導教官クロネッカー教授の妨害、中傷により精神病院に入退院、餓死

シェークスピア実像の研究 (フランシス・ベーコン説) 2冊子出版

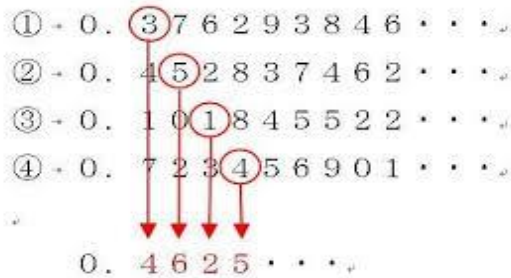
無限小数 0.9999999...と 1.0 はどちらが大きいのか? 分数 1/3 は 0.33333333...これを3倍すると...



集合の要素の写像 (1対1対応)

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= 0.a_1^{(1)} a_2^{(1)} a_3^{(1)} \dots a_n^{(1)} \dots \\ \alpha_2 &= 0.a_1^{(2)} a_2^{(2)} a_3^{(2)} \dots a_n^{(2)} \dots \\ &\dots \dots \dots \\ \alpha_n &= 0.a_1^{(n)} a_2^{(n)} a_3^{(n)} \dots a_n^{(n)} \dots \\ &\dots \dots \dots \end{aligned}$$

カントルの対角線論法 (0.0 から 0.1 までのすべての実数)



対角線論法の例示

整数の集合と偶数の集合は同じ濃度 可算無限 \aleph_0 (アレフゼロ)



「部分は全体より小さい」を否定

実数の集合は整数の集合より高い濃度 非可算無限 \aleph (アレフ)

QUESTIONS

r. 下記の空白に同じ文字列を入れて、どちらも正しい文章とせよ。

「 _____ である。」

「 _____ でない。」

s. ある村の掟：村人の一人を唯一の理髪師と定め、自分で髭を剃らない村人の髭を剃ることとし、自分で髭を剃る村人の髭は剃ってはならないこととした。さて、この理髪師の髭は誰が剃ったらよいか。

集合の集合を考える。自分自身を含まない集合の集合は自分を含むか。

自分自身を含まない集合の集合を H とする： H が集合 H の要素であるための条件 \Rightarrow H が集合 H の要素でないこと。—バートランド・ラッセル

QUOTES & JOKES

- t. Swiss cheese has lot of holes. The more holes you have, the less cheese you have. The more cheese you have, the more holes you have. Thus, the more cheese you have, the less cheese you have.
- u. Hospital clerk: We adopt 'the paradox system' in this hospital.
Patient: I like 'a pair of n___es system' better than that.
- v. At a new church; How did you like our minister's sermon? ___ Well, I like our own minister better. Because our minister says, 'In conclusion,' and he concludes. Your minister says 'Lastly,' and he _____ .

[QUOTES & JOKES の解答]

- a. not gambling
- b. ship
- k. cheetahs=cheaters
- l. chips
- m. diamond, club
- p. Bribery
- q. spill
- r. この文は肯定文
- s. 解決できないパラドックスの例
- u. nurses
- v. lasts