RIMS Kôkyûroku Bessatsu
B92 (2023), 57–76

至る所微分不可能な連続関数を初めて理解した日本人は土木技術者だった
It was a civil engineer who first understood nowheredifferentiable continuous function in Japan

河野 敬雄
Norio Kôno *

Abstract

After brief surveying the history of the acceptation of the differential and integral calculus around early Meiji Area in Japan, we introduce the article on nowheredifferentiable function which was originally presented by Japanese engineer at the regular meeting of Tokyo mathematical association in January 1882. Finally, we point out the significance of his presentation in the circle of Japanese mathematicians at that time.

§1. 明治期における西洋数学の受容

我国が東アジアの国々のなかにあっていち早く近代化に成功した要因のひとつがヨーロッパ（アメリカを含む）の近代科学技術を受容吸収した（出来た）ことであることはよく知られている．

では，そのヨーロッパ近代科学技術の受容は如何にして可能だったのか，川尻信夫はその著書「幕末におけるヨーロッパ学術受容の一断面」([13],cf.[12]) において，関流和算の免許皆伝を受けた後さらに高野長英に師事して蘭学を学んだ内田五観に焦点をあてつつ縷々論じている．

川尻の問題提起はそのまま明治前期における近代西洋数学 (洋算) の受容についても言えるのではないか，というのが本稿の問題意識である．なお，小倉金之助 ([28]) は同様の問題意識を「近代科学の移植時代（1868, 明治元–1885, 明治 18)」と表現している．また，「明治数学史の基礎工事」の序では「,,, 維新変革期における数学の，きわめて特徴的な面一すなわち，何よりもまず軍部による，西洋数学の移植と育成一の実情は,,, ([28], 128

Received November 29, 2022. Revised January 23, 2023.
Mathematics Subject Classifications: 01A27,01A45
Key Words: History of Japanese Mathematics, Nowheredifferentiable Function, Japanese Civil Engineer
This work was supported by the Research Institute for Mathematical Sciences, an International Joint Usage/Research Center located in Kyoto University.
*大津市比叡平 1-18-20, Ohtsu, 520-0016, Japan.
email: konon@hb.tp1.jp; kono.norio.58x@st.kyoto-u.ac.jp

頁)」とある[1]．さらに，同じく 132 頁には「明治数学史は西洋数学移植の歴史であった。」とあり，小倉は一貫して「移植」という表現をしているが，「受容」と「移植」では微妙にニュアンスが異なるのではないだろうか．「移植」された西洋の近代科学は基本的に西洋のそれと「同じもの」を含意するのに対して「受容」された近代科学は我が国固有の思想的伝統によって，敢えて言えば「ゆがめられて」，日本人に「受容」されたと理解するのが妥当なのではないだろうか．特に数学に関しては「世界に冠たる」我が国固有の数学，和算があると主張して止まない和算家の影響も色濃く残る明治初期の「洋算」の「受容」に関しては，当然「受容」した数学はギリシャ以来学問の中心でありつづけた西洋のそれ[2]と「同じもの」であるはずはないのである．佐々木 [31] の第八章は「幕末・明治初期における近代西洋数学の受容とその後の発展」となっており，安藤 ([1],180 頁) にも「我が国における西洋数学の受容は，まずオランダ海軍士官による海軍伝習から始まり，, , , 」とあるように「受容」と表現している．

なお，「中国の数学通史」([30]) の第 2 節 (306 頁) は「19 世紀中・後期から 20 世紀初期における西洋の古典的高等数学の伝来」となっており「伝来」という表現をしている．つまり，受容でも，ましてや移植でもなくただ伝えられただけだ，という意味であろうか．18 世紀中ごろ中国語訳のユークリッドの「原論」は我が国に「伝来」はしたが移植はもちろん，受容も理解もされなかった．

高瀬正仁 ([33],224 頁) は「日本の江戸期の数学の伝統は関口開という人物を通して洋算に受け継がれ，東京の大学で純粋の洋算に出会い，融合して日本近代の数学の基礎を形成したのではないか。」，と「融合」という表現を用いているが適切な表現であるとは思われない．むしろ誤解を与えるのではないだろうか．関口開が明治初期，我が国の優れた洋算学者を生み育てたのは事実であるにしても日本の伝統数学，和算とヨーロッパ起源の洋算が「融合」することが可能だとは思われない[3]．西洋と東洋，夫々の依って立つ精神世界，つまり OS が異なるからである．頭を切り替えることに成功した和算家だけが洋算を辛うじて理解することが出来たというべきではなかろうか．

本稿では西洋数学の中でも比較的遅くに急速に発展したニュートン・ライプニッツに始まる微積分の分野の我が国への受容・理解のメルクマールとして明治 15 年 1 月の東京数学会社例会において，仏国から帰朝早々の土木技術者古市公威によって披露された「至る所微分不可能な連続関数について」を手掛かりにして我が国における幕末・明治期における微積分学受容の諸相の解明を試みる．

なお，幕府の学問所の組織を引き継いだ明治新政府の正規の教育機関，開成学校や大学南校において日本人によって教授された数学のレベルは，最高レベルの微積分に関しても，軍事技術を含む西洋技術習得のための訓練機関である陸軍士官学校，海軍兵学校，工科大学校，横須賀造船所等において教授された数学のレベルの方がむしろ高かった可能性がある．明治初期の西洋数学受容の歴史を語る時には注意する必要がある．

[1]しきりに軍部との関りを強調するわりには，史実としての幕末明治初期にフランス政府から派遣された第 1 次，第 2 次のフランス軍事使節団のことに殆ど触れていないのは解せない．

[2]「微積分」は必ずしもギリシャ数学の伝統の産物ではない，という見方はある ([37], 21 頁).

[3]芸術，ファッションの分野で世界的に活躍した日本人はしばしば欧米の批評家から東西の文化と伝統が「融合した」作風として高く評価されることはある．

§2. 幕末・明治初期に於ける微積分学受容の実態

太平の夢をむさぼっていた江戸時代の日本も 19 世紀に入ると海外からの脅威にさらされるようになる．このような世界情勢に気づいた知識人は当初は専ら欧米原著の漢訳やオランダ語訳を通じて西洋の科学技術（以下本稿では数学にのみ焦点をあてるが）を学習，受容に務めることになる．ペリー来航 (1853) 以降はさらに来日（招聘）外国人教師から直接に，あるいは英語，仏語，独語の原著から直接，あるいは邦訳を通して洋算を学習，受容してゆくことになる．ここで問題になるのは物理，化学等他の理系学科とは事情が異なり，こと数学に関しては我が国固有の「世界に冠たる」和算との関係をどのように位置づけ認識するか，当時の和算家はどのような役割を果たしたのか，ということである．多くの先行研究は少なくとも幾何，代数の分野においては現代数学の立場から見た場合，和算による多くの成果は洋算の記号，概念に翻訳可能であることを明らかにしている．ただし，当の和算家達がどのように洋算を理解・認識していたかは別問題である．

然しながら，本稿で問題にするのは微積分の分野についてである．佐々木力はその著書「日本数学史」([31],456 頁–465 頁)，5. 円理技法はなぜ近世西欧の微積分学に到達できなかったか？ において縷々論じているように，たとえ和田寧レベルの和算を習得，理解していたとしても，それが故に洋算における微積分の習得，受容が容易だったとは到底考えられないのである．なお，杉浦光夫は「円理—和算の解析学について—」([32],19 頁) において，「和田寧において，和算の解析学は扱う函数は限られていたけれどもその範囲の中で一つの計算法 (Calculus) としての微積分法に到達した。」と佐々木力より相当和算に好意的な見方を示している．ただし，佐々木の言う「微積分学」と杉浦の言う「解析学における微積分学」は意味内容が必ずしも同一ではないことに留意したい．以下本稿では主として佐々木の言う「微積分学」に注目する．

2–1) 江戸時代後期の 19 世紀初頭，幕府天文方の高橋至時は西洋天文学を学ぶために蘭学者の助力を得て英書の蘭訳天文書の抄訳を試みた (1804)．日本の数学 100 年史 (上)([25], 12 頁）には，「注意すべきは，原書にある力学と微分積分学に関する部分が全く脱落していることであるが，それは当時の我が国の天文学者，数学者がこれらの部門を理解することができなかったからである」，とある．

2–2) 幕末になるとオランダ語の数学書も多数輸入された．日本の数学 100 年史 (上)(37 頁–39 頁) には現存するそれらのリストが挙げてある．算術，代数，幾何，三角法，微積分学，概論合わせて 58 冊中微積分関係は僅かに 5 冊であり，訳された形跡がない．術語の翻訳の関係もあり，我が国に直接間接に影響を与えたのは中国（清）に渡来した宣教師が中国人数学者の協力を得て翻訳出版した中国語訳の洋算書である．

2–3) 小松 ([15], 5 頁–6 頁) には「洋風の微積分を学んだことをはっきり言っている (幕末の) 人は誠に数少ない。(和算から学び始めた) 小野友五郎 [4] を初めとして，荒井郁之助，

[4](1817–1898). 佐々木 ([31], 504 頁) は彼を和算と洋算に通じたバイリンガルとして高く評価している．

甲賀源吾ぐらいである。 ,,, (蘭学から学び始めた) 荒井，甲賀は二人で独学で微積分を学んだという。これで見ると微分積分を学ぼうと意欲を持った人は多くあったが，実力を伴わず学び初 (ママ) めただけの人が多かったと思われる。」とある．なお，小野友五郎に関しては，後年長崎海軍伝習所において蘭人から学んだことについて「,,, それからチ”ヘレンシャーレ・アルゲブラが微分，インテフラールが積分でございます [5]。」と回想しているから彼は蘭人教師から直接微積分を学んだと思われる．

2–4) 同じく 214 頁には「とにかく新島 [6] は明治初期になって初めて微積分を正式に学んだといえる。外人に学んだとはいえ新島は明治三年では最初に微積分を理解した人といえる。」とある．残念ながら彼はその後明治期の教育界では活躍したが数学史上では貢献しなかった．

§ 3. 漢訳書「代微積拾級」の伝来とその受容

微分積分学の我が国への伝来，受容は幾何，代数よりずっと遅く幕末 1860 年代になってからである．函数，微分，積分といった概念の受容・吸収にあたって影響力のあった書物は漢訳の西洋数学書である「代微積拾級 ([35])」と「微積溯源 ([5]) 」であったことはよく知られている．とくに「代微積拾級」は「函数」「微分」「積分」等の訳語を含めて解析学に必要な諸概念の普及に大きく貢献した ([23]).

「代微積拾級」は幕末佐賀藩の中牟田倉之助が高杉晋作，五代友厚等と共に上海に渡航したとき (1862, 文久 2)「代數學」「數學啓蒙」とともに購入し持ち帰ったことで知られているが当時の世情を考慮すると複数のルートで我が国にもたらされたと思われる．同書はイギリス人宣教師 A. ワイリーと中国人数学者李善蘭による E. ルーミスの *Elements of Analytical Geometry and Differential and Integral Calculus*([35],1851) の漢訳本で 1859 年に上海で出版された．Differential Calculus, Integral Calculus の訳語，「微分」「積分」はこの書物に始まる [7].

本稿の口頭発表に際して小林龍彦氏よりご指摘があり，後日次のような詳細なコメントを頂いた．「刊本の荒至重『量地三略 [8]』(慶応元年叙) に与えた内田五観の序文に，内田は、荒を『少より数学を好み、而して代数諸術、微分積分諸法、皆其の奥を脩む』と評しています。即ち，内田の門人として学んだ数学の内容を指していることになりましょう。従って、内田には当時の和算家の術語であった円理豁術が微分や積分法に相当すると言う認識があったことになります。」ご教示下さった小林氏に衷心より謝意を表したい．

現代数学の視点から見た場合，前節で佐々木の指摘を紹介したように，和算の円理豁術が洋算の微積分に匹敵する内容を持っていたとはちょっと思われないがいずれにしろ，当時の最も優れた和算家といわれる内田五観の認識が推察できる貴重な資料だと思われる．なお，彼が「微分積分」という洋算の用語を用いているということは彼が既に「代微積拾

[5]小倉 [28], 10 頁
[6]同志社の設立者新島襄のこと．
[7]漢語の語彙自体としてはすでに中国の古典的数学書「九章纂術」にでている由 ([31],125 頁脚注).
[8]原本 (1865 年刊) は東北大が，複製 (相馬和算研究保存会 1977 年刊) は名大と神戸大がそれぞれ所蔵している．

級」を読んでいたことを推測させる．和算家に与えた序文にあえて「點竄」「円理豁術」という和算本来の用語を用いなかったのは何故だろうか．漢訳の近代的数学「洋算」が陸続として伝来しつつあった当時，我が国固有の「和算」が決して引けを取らないのだということをアピールしたかったのだろうか．

明治 10 年前後に微積分を独学で学んだ日本人は少数ながら名前が知られているが当時はまだ翻訳を含めて微積分についての纏まった邦書は極めて少なかった．日本数学 100 年史（上）([25],124 頁) では，この後詳しく検討する福田半編 [9]「筆算微積入門」(前集・後集)([8],[9],1880, 明治 13) について「微分積分に関する最初の邦書である.,,，曲率半径や漸近線などにも触れているが，厳密なものではなく，$\epsilon - \delta$ 論法も紹介されていない」と説明している．当時翻訳ではなくいわゆる種本（少なくとも主として参照した原著）を利用するにしろ，とにかく日本人が自分の頭で理解，認識している範囲で書いた微積分に関する最初の邦書のように思われる．一方訳書に関しては後の 3–8) で紹介する岡本則録の「査氏微分積分學」([29],1883, 明治 16) の「序例」の 1 頁目の著者，訳者名のところに「岡本則録増譯」とあるように，単なる直訳ではなく，他の類書をも参考にして苦労してまとめた様子が述べられており，「微分積分學ヲ我ニ譯シテ之ヲ公ニスルハ蓋シ此書ヲ以テ嚆矢トス」とある．

3–1) 「代微積拾級」は幕末，洋算を学んだ和算家福田泉 (理軒)・半（治軒）親子 [10] が読解を試みて著したのが，福田理軒閲註，福田半譯解「代微積拾級譯解」([7],1871, 明治 4) である．本書の凡例を見ると著者の半は漢訳書を参照しながら 1871 年に出版された原著を訳解し，さらに適時父理軒の註解を加えたと述べている．それでもなお「短見不才尚其任ニアラサ」ることを恐れていたところ，偶然「孝平神田先生ノ譯稿ヲ借受ケ」ることが出来て速やかに完成させることが出来たと神田に謝意を表している．このことから神田孝平も原著を学習していたことが分かる．さらに続けて，代数と幾何についての彼の考え方が記してあるので本稿の主題とは直接の関係はないが当時の和算家が洋算をどう理解していたか，参考になるので紹介しておく．

なお，結局本書は原著の Analytical Geometry の Section IV(代數幾何四) までを訳解した巻一しか刊行されず，肝心の微積分の「譯解」は含まれていないので代數幾何一の最初の部分について原著と比較して考察してみる．

3–2) 本書「凡例」には代数について「點竄ハ本邦ノ稱呼ニシテ,，(中略),，代數ノ名ハ形容ヲ以テシ點竄ノ号ハ實行ヲ以テス 異称ニシテ同技ナリ」と述べている．代数 (algebra) を點竄と同技だと理解し続ける限り和算家が洋算の algebra を受容・理解することには限界があったのではないだろうか．少なくとも點竄を知っていたがために頭を切り替えることなしにそのまま容易に algebra が理解できた（に違いない）という認識が妥当だとは思われない．

3–3) 同じく幾何については「幾何ハ測量ヲ云測量ハ總テ測算計量スルコトニシテ必ス

[9] 福田治軒 (?–1888, 明治 21)．小倉 [28], 211 頁–212 頁

[10] 子の福田半は父親から手ほどきは受けているだろうが，和算家とはいえないのかもしれない．小松 [15],113 頁–114 頁を参照されたい．

測天量地ノ業ニ限ルニアラス學者混同スルコトナカレ」と述べている．

同じ趣旨のことは代數幾何一の冒頭に和算家の父，泉も次のようにコメントしている．即ち，

「泉日ク代数ハ點竄ノ術 (ワザ) ナリ幾何ハ測量ヲ云フ測量ハ計算ノ總稱ニシテ必ス測天量地ノ法ノミニ非ザルナリ」

幾何が単なる測量術ではない，もっと広い範囲を指すという意味であろうか．しかし，どうも幾何学が理論に基づく諸科学の基礎だという認識とは程遠いように思われるが，和算家に限らず独学で洋算を学んだ者も含めて日本人数学者の大方の理解・認識だったのかもしれない．

3–4) 原著 Section I の冒頭は Article 1 で始まり，「代微積拾級譯解」(以下「譯解」と略記する) あるいは漢訳の冒頭 [11] は意訳ではあるがほぼ原著の内容に対応していると思われる [12]．しかし，それに続く段落 (原著 (2)) は意訳かつ抄訳という印象で原著の本意を必ずしも正確には反映していないように感じられる．

続いて原著では証明付きの例題 4 例と解答のみ記した例題 9 例が載っており「譯解」でもそうなっている．ここでは Ex.2 について少々気になったことをコメントしてみたい．例題は底辺 b と高さ h が与えられた三角形に内接する最大の正方形の一辺の長さ x を求めよ．という問題である．「譯解」では，ほぼ原文通りに訳されているのであるが，気になるのはその証明の部分である．論証のキーになる部分は三角形の相似に着目して $b : x :: h : h - x$ を得て，

「比例法ハ首尾ノ二率相乗ト中央ノ二率相乗ト等シ 故ニ式アリ $bh - bx = hx$」

の部分である．「比例法ハ, , , 故ニ」は, 原著では “we have, by similar triangle, Geom.,Prop. 16, B. IV,$\cdots$” となっており，先行する教科書の定理番号を引用しているのである．この部分，漢訳の「代微積拾級」代数幾何 I, 例 2 を見るとやはり「故依相似三角形之理有 $\cdots$ (比例式の記号も漢字を用いている)$\cdots$」となっており，「譯解」がほぼ「代微積拾級」の訳を踏襲していることがわかる．

ここで問題にしたいのは，原著が推論の根拠として，教科書の特定の定理番号 (もし読者が「比例法」を知らなければ遡って学習，確認できる) を引用しているのに対して，漢訳にしろ，中国伝来の数学書の影響を受ける和算家の和訳にしろ「比例法」なる定理を読者が既知であることを前提にしていることである．もし読者が「比例法」なる定理を知らない場合 (多くの読者がそうではないだろうか)，結局逆に $b : x :: h : h - x \Rightarrow bh - bx = hx$ なる公式を「比例法」というのだ，という暗記中心の理解が学習の中心になってしまう危険がある．これは数学の教科書のあるべき姿から逸脱しているのではないだろうか．少し大げさに敷衍すると我が国の数学教育において現在にまで尾を引いている，論証の意義を軽視して暗記に注力するという受験数学の悪しき伝統のルーツではないかと思われるのである．

3–5) なお，微積分の部分について彼等はルーミス以外の原著も参考にしながら訳書で

[11] 中国語に堪能な読者のご教示を仰ぎたい

[12] 原著，和訳，漢訳すべて web 上に公開されている ([22],[7],[35]).

はない「筆算微積入門 (前集，后集)(福田理軒閲，福田半編)」を 9 年後の明治 13 年 (1880) に刊行している．

前集の「凡例」に依れば彼等は，「微分積分ノ法」は「皇国ノ方圓豁理ノ術ト其理相同」だが「其技大ニ異」なるという認識を持っていたようだ．

続けて「此書ハ「ロオミュス」及ヒ「ロヲビンソン」「ダアビス」「トヲドホドル」「ハール」等諸氏ノ書」から初学徒の学習の用に供するために多数の問題を採ったと述べている．実際，筆算微積入門后集は「積分總説」の他に「微分復習例題」が 167 問と解答（内，解説 (「答式」) つきは 15 問)，積分復習例題が 223 問と解答 (内，解説 (「答式」) つきは 6 問) という多数の問題が収録されている．確かに演習問題は教科書として必要なものではあるが，和算書の伝統的作法を連想させる．例題を多数解いて自ら微積分術を会得せよ，という意図なのだろうか．

なお参考のために，ここで挙げられている「ロオミュス」(Loomis) 以外の人名と原著について，関連すると思われるデータを日本の数学 100 年史上 ([25])75 頁のリストから抜粋しておく [13]．

H.N. Robinson(アメリカ): *A New Treatise on the Elements of the Differential and Integral Calculus*(1868),

Ch. Davies(アメリカ): *Elements of the Differential and Integral Calculus.*

I. Todhunter(イギリス): *A Treatise on the Differential Calculus. Treatise on the Integal Calculus.*

T.G. Hall(アメリカ): *A Treatise on the Differential and Integral Calculus and the Calculus of Variations.*

3–6) 筆算微積入門，前集の内容についてもう少し立ち入って検討してみる．

第 1 頁「微分總説」の冒頭に微積分に対する彼らの認識が記されている．

> ○微分積分ノ術ハ最小最微ノ數ノ増損ヲ推究スル法ニシテ高等ノ算法ナリ諸般ノ運動器械ノ作用總テノ力學此術ニ関係スルコト最モ多シ

彼等はすべからく数学を術 (ワザ，業) として理解していたようだから微積分が物理現象の記述に応用されるということ自体は抵抗感なく理解できたようだ．しかし，その後の本文をみても，定理，証明で記述される論証が必要な数学理論の一分野であるという認識には至っていないように思われる（同じことは代数学についてもいえることだが)．概念として関数の増分 Δ と微分 d の違いは認識しているのであるが，どうも関数のグラフと微係数の関係が明らかにルーミスの原著とは異なる理解をしており，かなり独特で他の原著を参考にしているとは思われない．なお，和算では用いられなかったせいか，$dx^2 = 2xdx$ と表記すべきところを $x^2 = 2x$ と表記する等，等号 (=) の使い方が厳密ではない．これでは厳密な論証が出来ないはずだ．

3–7) 彼等が漢訳本や原著を離れて独自に (和算の知識をベースに) 微積分を理解しよう

[13]「トヲドホドル」については Todhunter を指すのかどうか確信が持てないが小倉 ([28],213 頁) にも全く同じこれら 4 人とその著作があげてある．

と努力しているところは評価すべきことかも知れないが，独自に解釈したと思われる部分には理解に苦しむ個所がある．

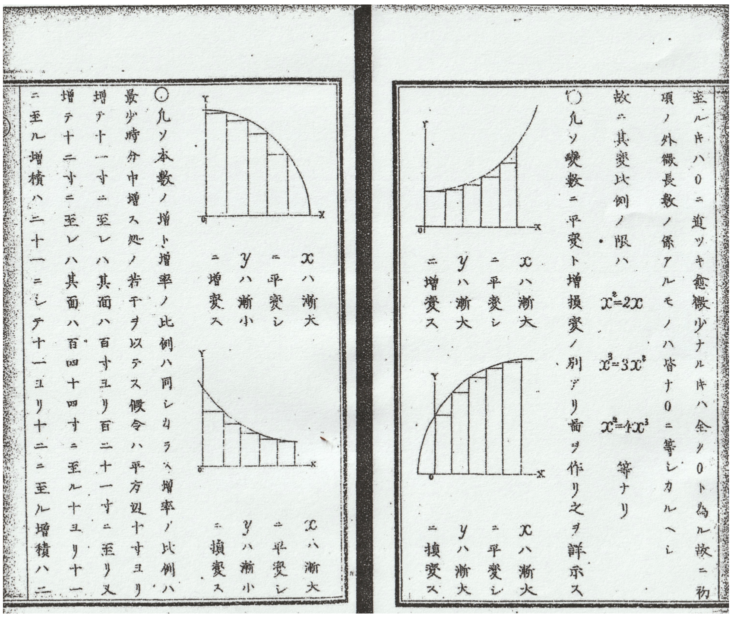

図 1.

たとえば，関数のグラフについて彼等はどう理解していたのだろうか．「凡ソ變數ニ平変ト増損ノ別アリ 面ヲ作リ之ヲ詳示ス」と述べて，4 種類の関数のグラフが描かれており，以下のように説明している．どうやら x 軸に沿って変化する独立変数を「平変」と呼んでいる．直線的に変化するという意味だろうか．それに対してグラフ上，従属変数 y の変化を 4 通りに分類している．図 1 にあるように，1. 下に凸の増加関数，2. 上に凸の増加関数，3. 上に凸の減少関数，4. 下に凸の減少関数 である．それを彼等は次のように説明している．括弧内は現代風の表現である．1. 「x ハ漸大ニ平變シ y ハ漸大ニ増變ス」(y は x の増加関数でかつ，導関数が増加している) 2 「x ハ漸大ニ平變シ y ハ漸大ニ損變ス」(y は x の増加関数でかつ，導関数が減少している) 3 「x ハ漸大ニ平變シ y ハ漸小ニ増變ス」(y は x の減少関数でかつ，導関数の絶対値が増加している) 4 「x ハ漸大ニ平變シ y ハ漸小ニ損變ス」(y は x の減少関数でかつ，導関数の絶対値が減少している)

増加関数，減少関数を定義しないでいきなり関数の凹凸を議論するのも奇異な印象をうける．ルーミスの原著をみると (114 頁)an increasing function, decreasing function は定義してあるが，導関数の増減や関数の凹凸については何も述べていない．ただ，example として直線 $y = ax + b$ しかあげていないので彼等は直線的変化を「平変」と名づけ，さらに一般化してより詳細に分類，理解しようとしたのかもしれない．

連続関数の増減，凹凸の説明の後に接線の図 (次頁の図 2) と共に「微分術」が説明してある．彼等は増分 Δ と微分 d の違いは理解しており，増分 Δ は「思想ノ及フベキモノ」，「dx ハ思想ノ及バザル最微數ニシテ」と区別しているから微係数は理解していたと思われる．それにしては何故接線の前に関数の凹凸を議論するのだろう．察するに，彼等なりに原著をより深く理解しているということを示したかったのかもしれない．しかしそれは誤解であって，接線は 1 次導関数，凹凸は 2 次導関数の話だということを彼等が認識していなかったということではないだろうか．ユークリッドの原論の漢訳本をみた和算家が和算で扱う図形より初等的な図をみて和算の方がより高度な数学に達していると誤解していたことを連想するのである．要するに，より基本的，単純な公理，定理から論証を積み上げてより高度な定理を認識するという西洋数学の基本を理解出来ていなかったのではないだ

ろうか．

3–8) 福田理軒父子の本が出版された 3 年後の明治 16(1883) 年には岡本則録が「査氏微分積分學[14] ([29]) を世に問うている．「序例」をみると，査氏の教科書とは 1876 年に刊行された A.E. Church:. *Elements of the differential and integral calculus*([2]) のことである．ただ，「増譯」と記してあるように忠実な訳本ではなく，「ウェルトン氏」「トッドハントル氏」「ウィリヤムソン氏」「コールテ子ー氏」を参照したと述べている．4 氏のうち，「トッドハントル氏」は 3–5) のところで紹介した Todhunter のことと思われるが他の 3 氏については特定できなかった．

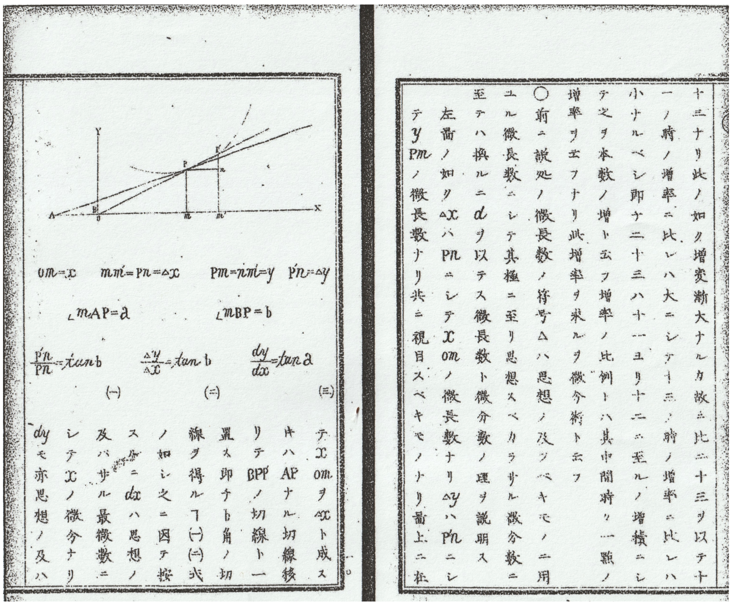

図 2.

なお，「序例」には前述したように「微分積分學ヲ我ニ譯シテ之ヲ公ニスルハ蓋シ此書ヲ以テ嚆矢トス」を述べているのであるが，先に紹介した福田理軒父子の書を無視しているのは何故だろうか．

同書第一章の各節では多くの微積分の教科書と同様に，常数，變數，自變數，函数，増函数 (増加関数)，損函数 (減少関数)，陽函数，陰函数の説明があり，現在の視点でも違和感なく読める．しかし，代数関数のみ，あるいは超越関数のみで表されている関数を單函数，両者が混在する函数，たとえば $u = \log x + \sin x$ や $u = ax^2 + a^x$ を混函数と呼んで区別している (第六節) のであるが，その意図，数学的意味が理解できない．3-7) のところでも触れたが，より詳しく分類することによって欧米の原著よりもより深く理解した，という誤った認識を持っていたのではないだろうか．西洋数学の真髄はよりシンプルな公理，命題から証明，論証によってより複雑な命題を定理として認識することだということを福田理軒父子や岡本則録はどうも理解していないように思われるのである．

さらに，第七節では実数値函数について別の分類を与えている．すなわち，連函数と絶函数である．連函数の例として $y = \frac{b}{a}\sqrt{a^2 - x^2}$，絶函数の例として $y = \frac{b}{a}\sqrt{x^2 - a^2}$ をあげていることから逆に推察すると定義域が連結集合なら連函数と名づけているようだ．そうでない場合が絶函数だというわけではなく，x に対して函数 y の値が虚数となる場合に，「其數價虚數ヲ得レハ，此ヲ絶函數ト名ク」のである．岡本は Church 以外にも複数の原著を参考にしたと序例で述べているが，このような関数の分類をしている原著が他に存在するとは思われない．近代西洋数学の感覚では到底理解できないからである．公田 [20], 232 頁脚注 8 には，岡本のこの著作について「邦訳で書き加えられた内容の中には，

[14] 目次には「査氏微分積分學上冊」とあり，内容は微分と微分方程式である．下冊に査氏の「積分學」と「變分法」さらに附録として「微分積分學略史」を予定していることが述べられているが，下冊は発刊された形跡がない．

原著者があえて記さなかったものがあると考える.」とあるが，この例一つを見ても岡本が独自に書き加えた内容が，原著者が「あえて記さなかった内容」であるとは到底考えられないのである (cf. [21]). 福田理軒父子のところでも指摘したが，最初に和算を学ぶことから出発した岡本 [15] の限界を感じざるを得ない.

なお，当時の「代數幾何」は analytical geometry の訳語だと思われるが，岡本則録増譯「査氏微分積分學」の最後の頁にある正誤表で「代數幾何學」と「分解幾何學」が何れも「解析幾何學」に変更されている.「代微積拾級譯解」が出版されてから 10 余年にしてやっと「解析幾何學」が「代數幾何學」とは別の分野であるということが認知されたということか.

§4. 明治前期に於ける微積分学受容の実態

明治前期までに我が国で正規，非正規 (私塾等) で教育されていた（または計画されていた)，あるいは当時の日本人数学者が理解していたと思われる微積分の実態について先行研究のいくつかを紹介しながら概観しておこう.

4–1) 公田 ([18],[19]) によると開成学校には仏語物理学科があり，明治 10 年に東京大学に改組されたあと，明治 11 年から 13 年まで卒業生を出している．この学科では第 2 学年で微分を，第 3 学年で積分をフランス人教師が教えており，当時の日本では最もレベルが高かったと指摘されている (cf. 小倉 [28], 34 頁). 因みにフランスに留学し明治 16 年に帰国して東大理学部教授に就任した寺尾壽は第 1 期の卒業生である．彼は東大で星学と確率論を含む最小二乗法の講義を長く担当した．また学生時代に発足したばかりの東京数学会社の社員になっていることでも知られている.

軍関係の教育機関では海軍横須賀造船所 (1871, 明治 4, 発足) と陸軍士官学校 (1874, 明治 7, 発足) においても微分積分は教えられている．さらに，技術者養成機関として 1873(明治 6) 年に設立された工部省所轄「工部寮 (明治 10 年に工部大学校と改称)」でも外国人教師により高等数学が教授されており，微分 (デフイレンシアル，カルキュロス)，積分 (インテグラル，カルキュロス) まで教えられていたようであるが実態はよく分からない．同校出身者で東京数学会社や数学教育に関わった人名を見つけることは出来なかった.

4–2) 幕末，フランス人技術者の支援を得て開設され，その後明治政府に引き継がれた横須賀製鉄所 (造船所) 内には技術者養成のための教育機関「黌舎 (こうしゃ)」が併設されていた．安藤 ([1],183 頁) によると，明治 8(1875) 年一等生の学科目表には高等代数学，高等幾何学はあるが微分積分学はない．ところが，明治 9(1876) 年本科 (専門科目主体の授業) の第一年次の学科目表には幾何図学と共に微分積分学とあるから，日本人学生は微積分を教えることが可能なレベルに達したとフランス人教官も認識したのではないだろうか.

4–3) 明治期における近代西洋数学の受容の実態を語る時，民間数学者の貢献も忘れてはならない．そのことは小倉金之助や小松醇郎の著作等ですでに詳しく紹介されている

[15] cf. 三上義夫 [24]

ことだが，一例を挙げると，海軍兵学校の予備校の観を呈したといわれる攻玉塾を明治 2 年に開いた近藤真琴 (1831–1886) がよく知られている．彼の伝記 ([38],31 頁) によると，体制が整った明治 4 年，学科毎の教科書の著者名が列挙されているが，数学については算術，代数，三角術に続いて「明治四年ダビース代數，幾何，截錐，微積分ヲ加フ」とある．明治 4 年といえば奇しくも 3 節で詳しく紹介した福田理軒父子の「代微積拾級譯解」が刊行された年である．同書については 3–1),–2) でも詳しく述べたように漢訳の「代微積拾級」および原著の最初の「代数幾何四」までしか含まれておらず，微積分はまだ「譯解」されていない．これらの事実を考慮すると近藤自身，あるいは外部から講師を招聘したとしても実際に「微積分」まで教えていたのだろうか，甚だ疑問である．ただし，伝記の年代表を見ると明治 19 年の欄に「三月，攻玉社[16]ニ専修數學科ヲ置ク」とあるからこのころまでには微積分まで教えることが出来る体制が整ったのではないだろうか．

4–4) 1878(明治 11) 年に出版された山田昌邦纂譯の英和數學辭書 ([39]) で Analysis の項を見ると「式解」とある．Analytical geometry はなんと「高等幾何」となっているから当時 analysis が代数や幾何とは別の新しい数学の 1 分野であるという認識は山田にはなかったように思われる．differential の訳語は「微分」となっているが integral については「整数の積分」とあり，Calculus の項に Differential calculus と Integral calculus が載っており，それぞれ微分計算，積分計算となっている[17]．なお，この辞書は C. Davies の *Mathematical dictionary and cyclopaedia of mathematical science* 等を「参譯」して「纂成」したものだという．訳語については当時すでに漢訳や広く使われている訳語が知られていた場合はそれを採用し，そうでない単語については山田自身が仮に造語したようだ．

4–5) 当時微分，積分という数学用語および内容が和算家，洋算家を問わずどの程度広く普及していたかという問題に手がかりとなる資料がある．それは 1877(明治 10) 年 11 月に第 1 号が発行された東京数学会社雑誌である．この雑誌の主な内容は各分野からの問題の提出とそれらに対する回答である．如何にも伝統的な和算の習慣を引きついでいるという印象を受ける．この雑誌の第 1 号をみると，算数雑問，代数学雑問，幾何学，斜三角百問ノ内，に続いて第五套 代微積雑問（以下最後は第九套 本朝数学）とある．当然，「代微積雑問」とは微積分の問題であろうと解釈するのが自然である．従って，当初何故「代」がつくのか疑問に思っていたが，3 節で紹介した「代微積拾級」のことを知るに及んでその疑問は氷解した．ところが，1 号から 6 号まで「代微積雑問」に分類されている問題をみると，和算の分類では「円理豁術」に属するような問題ばかりで微積分の記号や術語は出て来ない．よくよく考えてみるとそれは「代微積拾級譯解」の巻一に出てくる内容に近い．つまり，代数幾何 (analytical geometry) なのである．結局，この表題を採用した編集者は微分，積分の正確な内容を理解していなくて，「代微積拾級譯解」という本に書いてあるような数学，という程度の認識しか持っていなかったのではないだろうか．なお，雑誌 1 号には最後の第十套として分類を示す表題がなく，いきなり「極大極小ヲ求

[16]明治 12 年に攻玉塾を改組拡充して攻玉社と称した．

[17]手元の英和辞書をみると，現在では differential にも Integral にも数学的意味はなく，Differential calculus と Integral calculus がそれぞれ微分学，積分学となっている．

ムルニ西式 (柳猶二)」とあるがこれこそ「微積分雑問」に分類されるような内容である．

4–6) さらに調べてみると 2 号以下 1878(明治 11) 年の第 6 号までは「代微積雑問」とあり，ようやく第 7 号で第六套 代数幾何学雑問，第七套 微分積分法雑問，第八套 微分方程式雑問，と現代的意味で正しく分類されているのである．この頃ようやく「代微積」という分類名が不適切であることを理解したらしい．投稿者も和算家出身者だけではなく，最初から洋算を学んだ赤松則良，中川将行といった海軍関係者が投稿しはじめた影響だろうか．第 1 号の雑誌の代微積雑問は出題者名の記載がない 1 問しか載っていないが 2 号から 5 号まで続けて出題している伊藤雋吉は内田五観に本格的に和算を学んだ後に軍事的要請によって洋算を習得している (小松,[15], 194 頁– 195 頁)．彼について小松 (同 195 頁) は「(伊藤は) 大村（益次郎）からは兵学の実用数学を学んだが，数理思想の重要性にまで思い及ばなかったものと思われると同時に，青年時代に内田五観に学んだ和算研究の進め方の印象が強く残っていたものであろう。」とコメントしている．

4–7) ところが，1880(明治 13) 年 7 月の例会で学務委員が分担して各分野の質問を受け付けることにしたようだが，その分野名に代微積とある（担当学務委員は岡本則録と赤松則良）．この時期にまだ代微積という分類名を使うということは当時の学務委員の微積分に対する認識が深くなかったか，あるいは世間ではすでに「代微積」という分類名が定着していると思われためだろうか．つまり，現在の意味における微積分という新しい分類名とその内容が当時まだ十分に理解されていなかった証左ではないだろうか．

§5.　土木技術者古市公威が紹介した数学

東京數學會社雑誌第五拾號 (1882, 明治 15 年 8 月) に次のような記事が掲載されている [18]([14]) (以下単に「記事」と略記する)．

雑録　(一) 微係數ヲ有セサル聯續函數ノ説

左ニ掲クル者ハ社員古市公威君巴里ニ在リシトキ其師ヨリ得タル者ニシテ本年第一月ノ數學會ニ於テ之ヲ演セラレタリ今余カ當日ノ記ヲ略シテ以テ廣ク同好ノ諸君ニ示ス　菊池大麓識

菊池大麓が紹介している「微係數ヲ有セサル聯續函數ノ説」を現代風の定理の形で表現すると次のようになる．ただし，一部かっこ書きの仮名混じり文は原文からの引用である．

定理

「今 $f(x)$ ヲ以テ x ニ $-\infty$ ヨリ $+\infty$ ニ至ルマテ何ノ値ヲ與フルモ常ニ聯續函數ナリトス　其微係數 $f'(x)$ モ亦然リトス」（この仮定だけでは不十分であることは明らかであるが，例として $f(x) = \cos x$ をあげており，その限りにおいて証明は正しい)．また数列 $a_p \uparrow +\infty$ は次の条件を満たすと仮定する．

$$\lim_{p\to+\infty} \frac{a_1 + a_2 + \cdots a_{p-1}}{a_p} = 0.$$

[18]原文の日本語は縦書，数式は横書きにして縦の文章にしてある．なお，五拾二號に 3 行ほど正誤表が載っているが読者で修正可能である．

このとき，

$$F(x) = \sum_{p=1}^{+\infty} \frac{f(a_p x)}{a_p}$$

は至る所有限の微係数を持たない連続関数である．（定理おわり）

なお，「記事」では以下のように連続関数の定義から説明してある．

> $f(x)$ ヲ x ノ函数トス h を微數トス今 $f(x+h)-f(x)$ ナル式有リ此式の値 h ヲ小ニスレハ常に ϵ ナル一定數ヨリ小ナリ但シ ϵ は何如ホトニ微小ナルニ係ラス然ル者トス然ルトキハ則 $f(x)$ ヲ稱シテ聯續函數（コンチニュオス）ト云フ而シテ h ノ符号正或ハ負ナルヲ論セス

ただし，微係数については少々説明が雑で，

> 其無窮小トナルトキハ $\dfrac{f(x+h)-f(x)}{h}$ ニ若シ極限アレハ之ヲ $f(x)$ ノ微係數ト云フ且 h ハ何如ナル定則ニ從テ微小トナルモ更ニ關セス例ヘハ，，，（以下ゼロに収束する数列を 2 例挙げてあり改行）
>
> 上ノ如ク意義及ヒ豫約ヲ定メテ以テ本論ニ入ル可シ

以上のような説明をした後に定理の証明をしているのであるが，無限級数の収束概念，極限概念の説明や存在条件については説明していない．しかし，これらを理解していないと彼の紹介した定理の証明を正しく理解することは出来ないはずである．明治 15 年当時の日本人数学者で証明は勿論，「至る所微分不可能な連続関数」なる関数が存在するということすら到底理解することは出来なかったのではないだろうか．古市が講演した時の例会の出席者は 17 名ばかりだったらしいが，例え福田父子や岡本則録その他軍関係者，高等教育機関の日本人数学教授が出席していたとしてもまったく反応できなかったと思われる．寺尾壽がパリ大学で天文学と数学を学んで帰国するのは翌年の明治 16 年のことであり，藤澤利喜太郎は当時まだドイツで留学半ばだった．

ここで名前の挙げられている古市公威とはこの 1 年程前にフランス留学から帰国したばかりの土木技術者古市公威のことで日本土木学会初代会長としてその業績は土木学会の HP で詳しく紹介されている．菊池大麓の記事がでている東京数学会社雑誌 50 号の pdf ファイルも公開されており，ダウンロード出来る．

`http://library.jsce.or.jp/Image_DB/human/furuichi/index.html`

数学者菊池大麓が古市の報告を整理した「記事」も現在の視点で詳しく検討すると仮定が不十分で，かつ証明も完璧ではない．ただ，最後に例として $f(x) = \cos x$ の場合を示しており，その場合証明は正しい．なお，連続関数の定義はいわゆる $\epsilon - \delta$ 論法を言葉で説明していて現代流の理解をしていることがわかる．

古市公威は後述する年表にもある通り，帰国前の最後の年にパリ大学理学部で学び，当時の講義ノートが現在東京大学工学・情報理工学図書館に保管されている．その目録によ

ると，彼は数学（解析学，積分学）について M.Bouquet の講義を受講していることがわかる．「其師ヨリ得タル」の「師」は M.Bouquet[19] で，その講義ノートは Leçons d'Analyse mathématique, professées par M.Bouquet, à la faculté des Paris. のことと思われる．

実際に東大の工学・情報理工学図書館で古市の自筆の講義ノート ([6]) を調べた結果，概ね次のことがわかった．

1) 至る所微分不可能な連続関数の話は Bouquet の講義の 24 あるレッスンの内のレッスン III に書いてあるが，pathological(病理的) な例として紹介してあるのではなく，次のような定理として解説してある．

定理：微係数の存在は連続関数の帰結ではない（ダルブー）[20]

この定理の証明は反例をひとつあげれば十分である．さらにいえば教育上出来るだけ容易に証明できる例が望ましいが．いわゆるワイエルストラウス関数は証明が容易ではない．その点，Bouquet の例は証明が初等的である．

現在でも至る所微分不可能な連続関数の例は pathlogical(病理的) な例であるとしか紹介されない傾向があるが，当時のフランスの数学の認識は流石だと思われる．つまり，条件を付ければ，たとえば単調非減少な連続関数は連続濃度の微係数を持つことが知られているから，この定理は無条件では如何なる点も微係数の存在は保証されないということを主張しているという意味で数理哲学上極めて重要な定式化である．

ここで，ダルブーとは数学者 G.Darboux, のことと思われるが，彼が [3] で与えている同様の例と Bouquet がこの直ぐ後で紹介している彼の例とは同じではない．しかし，当時パリの数学サークルのなかで至る所微分不可能な連続関数のことが最新の数学上の問題として話題になっていたと思われる (cf. [36])．

2) この定理の証明は反例をひとつあげればよいのであるが，Bouquet はかなり一般的な説明から始めている．つまり，まず最初に単調増加数列 $\{a_p\} \uparrow +\infty$ を与えて

$$\frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} + \cdots$$

が収束することを仮定し，2 次導関数までが有界な連続関数 $f(x)$ に対して

$$\varphi(x) = \sum_{p=1}^{\infty} \frac{f(a_p x)}{a_p}$$

が連続関数であることを証明する．さらに必要に応じて a_p と f に仮定を追加して関数 $\varphi(x)$ が至る所微分不可能な連続関数であることを証明する．そしてすべての仮定を満たす例として $a_n = n^n, f(x) = \cos x$ をあげているのである．

3) これに対して菊池大麓のノートでは最初に単調増加数列 $\{a_p\}$ と関数に仮定を置いた上で関数 $\varphi(x)$ が至る所微分不可能な連続関数であることを証明し，最後に $f(x)$ の具体例として $f(x) = \cos x$ を与えている．つまり，命題として定式化してそれを証明してい

[19] ジャン・クロード・ブーケ Jean-Claude Bouquet（1819–1885）

[20] Théorem: L'existence des dérivées n'est pas conséquence de la continuité de la fonction(Darbaux).

る．ただし，彼の証明を仔細に点検すると f に対する最初の設定は明らかに条件が不足している．ただ，$\cos x$ に適用する限り間違ってはいない．

以上の考察に基づく限り，古市及び菊池は微積分に関しては当時の誰よりもよく理解していたと思われるのである．特に至る所微分不可能な連続関数という当時の日本人には恐らく想像を絶する数学の話題をいち早く日本に紹介したセンスは高く評価されてよいのではなかろうか．和算から出発した数学者や日本で洋算を学習した程度の数学者では当時のヨーロッパでいわばホットな話題であったと思われるこのような例の意味を理解することは到底無理ではなかったかと思われるのである．

注意 5.1:菊池大麓が報告した「微係數ヲ有セサル聯續函數」の現代的立場からの解説は2022 年 10 月 15 日–16 日に開催された第 32 回数学史シンポジウム (津田塾大学) において発表したので本稿では省略する ([17])

なお，(明治 15 年)1 月 14 日発行の東京數學会社雑誌第四拾三號には新入社員 6 名の名前が載っているが，その中に古市公威の名前がある．しかし，「一月ノ數學會ニ於テ之ヲ演セラレタ」ことは一切記載されていない [21]．東京数学会社雑誌の中身は大半が各分野からの問題の提出とそれらの解答集であり，数学英単語の訳語についての記事以外に「数学会社」の具体的な活動を伺わせるような記事は殆ど記載されていない．その意味でも菊池大麓のこの記事は異彩を放っている．彼は社長の廃止等幾度か組織改編の提案も行っており，彼が当時の東京数学会社の活動内容に不満を持っていたことが伺える．結局彼の主導により明治 17 年 5 月には物理関係の学者を引き入れて「東京數學物理學會」に衣替えしてしまうのである．その結果多くの和算家が脱落してゆくきっかけともなった．事実としてはよく知られていることだが，この辺りの背景，事情の解明のためにはもう少しつっこんだ考察が必要だと思われるが先行研究は見つけられなかった．

§6. 古市公威とその時代

最初に，古市公威 (1854–1934) 前後に生れた数学関係者をリストアップ [22] しておく．

人名の頭の記号の意味

(♯1):師について和算を学んだ経歴がある．

(♯2):蘭学系の私塾で学んだ経歴がある．

(♯3):正規に洋算を学んだ経歴がある．なお，古市公威以後に生れた者は全員そうであるから省略した．

(英)(仏)(独)(米)：それぞれイギリス，フランス，ドイツ，アメリカに留学して教育を受けたことを示す．

★古市公威以前に生れた数学関係者 [23]

[21] 実は東京數學会社は明治 17(1884) 年に物理学者も受け入れて東京數學物理學會に衣替えするのであるが，その雑誌「東京數學物理學會記事」(1885) 巻 1 の巻頭に長文の「本會沿革」が載っており，その五十四頁には「后一時ヨリ古市公威氏佛國ニ於テ發明セシ微分法ヲ施シ難キ函數ノ説ヲ演述セラレ」と出ている．この雑誌は Web 上で公開されている．

[22] 文献 [15],[16],[25],[28],[31] を参照した．

[23] 小倉 [28], 明治数学史の基礎工事 (142 頁– 143 頁)．このリストにない人名は他の文献から補った．

1.(♯1)(♯2) 内田五観 (恭，弥太郎)(1805–1882) 2.(♯1) 福田理軒 (泉)(1815–1889) 3.(♯1)(♯3) 小野友五郎 (1817–1898) 4.(♯2) 神田孝平 (1830–1898) 5.(♯2)(♯3) 近藤真琴 (1831–1886) 6.(♯1)(♯3) 柳楢悦 (1832–1891) 7.(♯3) 塚本明毅 (1833–1885) 8.(♯2) 荒井郁之助[24](1836–1909) 9.(♯3) 中牟田倉之助 (1838–1916) 10.(♯2)(♯3) 甲賀源吾[25](1839–1869) 11.(♯1) 伊藤雋吉[26](1840–1921) 12.(♯3) 赤松則良[27](1841–1920) 13.(♯1) 川北朝鄰 (1841–1919) 14.(♯1) 関口開 (1842–1884) 15.(♯3)(仏) 神保長致 (1842–1910) 16.(♯2)(♯3)(米) 新島襄[28](1843–1890) 17(♯1) 岡本則録 (1847–1931) 18.(♯3) 中川将行 (1848–1897) 19.(♯3) 荒川重平 (1851–1933)

次に，古市の経歴について，本発表に関係する範囲の経歴と関連する事項を纏めておく[29].

表 1. 古市公威とその時代

西暦	和暦	古市 公威	関連する事項
1854	安政元年		日米和親条約締結
	閏 7.12	姫路藩士古市孝の長子として江戸で誕生	
1855	安政 2.11		長崎海軍伝習所設置
1869	明治 2.1	開成所に入学，仏語，数学を修める	沼津兵学校 (静岡藩) 設置
1870	明治 3.10	大学南校に貢進生として入学	
1871	4.		海軍横須賀造船所発足
1873	6.4.	開成学校に入学，諸芸学科に在籍	工部寮 (後の工部大学校) 設立
1874	7.		陸軍士官学校発足
1875	8.7	仏国留学，エコール・モンジュに入学	
1876	9.7	エコール・サントラル (École Centrale des Arts et Manufacture 中央工業大学) 入学	
1877	10.4		東京大学開学
	10.9		東京数学会社設立
1879	12.8	同校を優秀な成績で卒業，工学士の学位を受領	
	12.11	パリ大学理学部に入学	
1880	13.7	パリ大学を卒業，理学士の学位を受領	
	13.10	帰国	
	13.12	内務省土木局雇に就任	
1881	14.10	東京大学理学部講師を兼任 (翌年 11 月 24 日まで) 菊池大麓に代って微積分の講義を担当 (注意 6.1)	
1882	15.1	東京数学会社の例会において講演	
1884	17.6		東京数学物理学会発足
1886	19.5	帝国大学工科大学長に就任 (明治 31 年 7 月まで)	19.3 東京大学を帝国大学に改組
1914	大正 3.9	土木学会初代会長に就任	
1934	昭和 9.1.28	没，享年 79	

注意 6.1: 東大には古市が東大理学部で行った無限小解析の講義ノートが残されている．中身はフランス語による手書きの Préliminaires が 6 頁ばかり記されているだけである．講義は師 Bouquet の講義ノートを直接参考にしたのかもしれない．講義ノートには Cours de Calcul infinitésimal professé à l'Université de Tokio en 1881–82 par K.Fourouitsi と表記してある ([11],52 頁も参照されたい)．当時の欧米の中等レベルの教科書や Bouquet

[24]小松 [15],198 頁–208 頁
[25]小松 [15],209 頁–219 頁
[26]洋算は大村益次郎の鳩居堂で学んだと思われる ([15],194 頁).
[27]長崎海軍伝習所の後和蘭に留学している.
[28]小松 [15],211 頁–218 頁
[29]古市公威の経歴と業績については [4],[11] に詳しく紹介されている.

の表現のような calcul différencial, calcul intégral を用いず，calcul infinitésimal を用いているところに古市のこの講義にかける意気込みを感じるのである．

★古市公威以後に生れた数学関係者

1.(英) 菊池大麓 (1855–1917) 2.(仏) 寺尾壽 (1855–1923) 3. 長澤亀之助 (1860–1927) 4.(独) 藤澤利喜太郎 (1861–1933)

注意 6.2: 純粋な和算家，例えば萩原禎助 (1828–1909)[30] 等は載せなかった．なお，上記リストの人々の大半は東京数学会社の社員になっている．

生年順にリストアップした数学者たちと古市公威の活躍を比較考察してみるといろいろ見えてくることがある．古市公威以前の生れで和算を学ぶことなく教育機関で正規に洋算を学んだ塚本明毅 (1833–1885)(長崎海軍伝習所) 等数人はその後我が国への洋算の導入，受容に大きく貢献したと思われること．一方，師匠について和算を学んだ和算家で後に洋算家としても活躍したこの時代の数学関係者，例えば関口開や岡本則録が当初から正規に洋算を学び，留学の機会を得ていたら古市公威や菊池大麓，寺尾壽レベルの貢献ができた可能性はあったのではないだろうか．ただ少々早く生れたために時代と彼等の環境がそれを許さなかった．

§7. まとめ

3 節で縷々説明したように，和算家出身の福田理軒父子や岡本則録は結局のところ計算術 (文字通り Calculus) としての微積分理解に留まっており，数学理論としての微積分理解にはまだ達していなかったと考えられるのである．

代数，幾何は兎も角，和算ないし和算家出身者がどこまで微分積分について認識・理解していたと言えるのかは評価の難しい問題ではあるが，和算及び和算家の明治期における近代西洋数学受容史における貢献ないし影響について少なくとも過大評価をしてはならないだろう．積極的に評価できる側面とそうでない側面，日本のその後の数学研究，あるいは特に数学教育に与えた負の遺産についても更なる実証研究が望まれるのである．

例えば小倉金之助は東京数学会社設立に尽力し，雑誌に多くの寄稿をなした和算家出身の柳楢悦について「和算から出発した彼は，ついに近代的数学の意義や精神を理会 (ママ) することなしに終わった，というべきだろう。」([28],187 頁)，と評している．

他方，この時期に軍事技術習得という動機を持って洋算を学び始めた日本人例えば，沼津兵学校で洋算を学び，その後海軍教官となり，東京数学会社でも活躍した中川将行が純粋数理概念としての洋算を真に理解していたかどうかまではわからない．3 節で紹介した福田父子や岡本則録のような洋算に関する教科書を書いていないからである．しかし手掛かりはある．それは中川が東京數學會社雑誌の五拾一號 (明治 15 年 10 月 2 日発行)，同五拾二號 (同年 10 月 12 日発行) に「數學効用論」(論説) と「數學會社之目的」という文章を寄稿しているからである．第五拾一號では套外として最初に數學會社之目的と題する文章が 1 頁ばかり載っており，以下次号となっている．続いて第一套論説「數學効用論」

[30] 佐々木 [31],11 頁には，萩原信芳 (通称，禎助)(1823–1909) とあり，生年が異なっている．しかし，萩原禎助の著作である「螽管算法」([10]) の川北朝鄰による序文には文政 11 年 4 月 8 日生れと記されており，文政 11 年=1828 年だから，佐々木の本の方が誤記ないしミスプリだと思われる．

中川将行抄譯 (原著名は書いてない) が載っている．次の第五拾二號では，第一套論説として「數學効用論 (前號ノ續キ)」 荒川重平抄譯が 1 頁半ばかり載っており，そのまま続いて「數學會社之目的」 中川将行，第一章 本會ノ目的達シタル乎 (前号ノ續キ)，とあって小倉 ([28],64 頁) が引用している和算家に対する痛烈な批判「苟モ公衆ノ実益ヲ謀ラズ，空理空論ニ乱淫シテ無上ノ樂トナシ，学者ノ栄誉ヲ得タリトスルモノハ，愚ニアラザレバ狂」が含まれているのである．実は彼はこの文章に続いて具体的に雑誌の体裁を改めるように提案している．すなわち，「故ニ本會ノ体面ヲ全クシ本會ノ目的を達センニハ雑誌の体裁ヲ改良シ之ヲシテ公衆多數人ノ望ミニ應スルニ在り」と述べて「高尚ノ理」を談じる研究と「數理ノ普及ヲ謀ル」教育をバランスよく載せるよう提案しているのである．その伏線は前半で雑誌の現状が「難問解義ニノミ多ク力ヲ用ヒ」ており，その多くは「所謂難問ナルモノ其多數ハ幾何三角代微積中内外切觸ノ理ニ止ランニハ未タ以テ世ニ誇ルニ足ラサルナリ否世ニ誇ルコトヲ耻ルナリ」という和算伝統の難問提出，解いてみよ，式の雑誌であることに対する彼なりの強い危機感を抱いていたからではないだろうか．そのような時に公にされた菊池の記事は東京数学会社の運営とその雑誌についての再考を迫る契機にとなったと考えられる．

小倉は「中川先生の言葉を以って，和算を葬る辞だと考えます。([28],65 頁)」と感想を述べているが．2 年後に東京数学会社は東京数学物理学会に発展的に改組され，多くの和算家が退会したことを考えると的を射た指摘だと思われる [31]．

西洋列強からの軍事的圧力に対抗するための「富国強兵」が急務であった明治新政府にとって，軍事技術の習得とその基礎である近代科学・技術の移植，さらにその基礎中の基礎である近代西洋数学（洋算）を急ぎ受容・理解することが急務だった当時の時代背景を考えると中川の主張はまさに時宜を得た批判だったと思われる．

なお，「數學効用論」は「實利ノ本源理學ノ基礎」となるものは「數學」だという趣旨のことも主張しており (五拾一號，二頁) 中川の論旨は和算は空理空論で洋算は実益をもたらすと単純に主張しているわけではないことにも注意する必要がある．

以上最終的に総括すると，本稿の主役である古市公威は年表にある通り，最初は土木技術習得のためにフランスに留学して学位を得ながらそれに満足せずにパリ大学理学部に編入学して高名な数学者から数学の講義を受けて理学士の称号も得て明治 13 年に帰国，直ちに土木技術者として内務省に勤務しながら明治 14 年から 1 年間東京大学理学部で微積分の講義を行っている．この講義は本来菊池大麓が担当していた講義だといわれており ([4],88 頁)，東京数学会社に於ける「至る所微分不可能な連続関数」について講演を依頼したのは菊池大麓ではないかと思われるのである．何故ならば当時古市がパリ大学で学んできた微積分の知識が当時の日本人数学者より数段レベルが高いことを理解し得たのは 6 節で紹介した当時の日本人数学者の顔ぶれと 3 節で縷々論じたことを勘案すると菊池大麓ただ一人だったと思われるからである．従来数学者としての古市公威は左程注目されてこなかったようだが，中川の論説が和算を葬る辞だとするならば，古市の「至る所微分不

[31] 小倉は同じ個所 (64 頁) で「,,, そのころ (明治 15 年頃) をもって，和算の廃滅時代と見ることができるだろうと考えられます。」とも述べている．

可能な連続関数」の講演は和算 vs. 洋算の優劣論争に決着をつけたという意味で明治初期における我が国の近代西洋数学受容史において土木技術者古市公威が果たした功績は決して忘れてはならないだろう.

謝辞

古市公威のパリ大学における講義ノートの閲覧と写真撮影を許可して頂き，いろいろお話を聞かせて頂いた東京大学工学・情報理工学図書館工 1 号館図書室 A の担当者の方に衷心より感謝申し上げます.

参考文献

[1] 安藤 洋美: 2001. 明治数学史の一断面．数理解析研究所講究録 1195 巻,176–190.
[2] Church, A.E.: 1850. Elements of the differential and integral calculus. G. P. Putnam, New York.
`https://archive.org/details/elementsdiffere09churgoog`（1850 年版）
[3] Darboux, G.: 1875. Mémoire sur les fonctions discontinues. *Annales scientifiques de l'É.N.S.* 2^e *série*, tome 4, 57–112.
[4] 土木学会編: 2004. 古市公威とその時代．土木学会.
[5] Fryer, J.(傅蘭雅) 口譯，華芳筆述: 1874. 微積溯源，全八巻
`http://kanji.zinbun.kyoto-u.ac.jp/db-machine/toho/html/E055menu.html`
[6] 古市公威: 1880. Leçons d'analyse mathématique, professées par M. Bouquet à la Faculté des Sciences de Paris. (パリ大学理学部 Bouquet 氏による「解析学」の講義.)．古市公威文庫目録 211,Jo2, UDC517 講義ノート.
`https://library.t.u-tokyo.ac.jp/pdf/furuichi_mokuroku.pdf`
[7] 福田半譯解，福田理軒閲註: 1871. 代微積拾級譯解．別所萬青堂，東京.
`https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/828793`
[8] 福田半編，福田理軒閲: 1880. 筆算微積入門. 前集，別所萬青堂，東京.
`https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/828991`
[9] ――――――――――: 1880. 筆算微積入門. 后集，別所萬青堂，東京.
`https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/828992`
[10] 萩原禎助: 1910. 蠡管算法．出版者萩原要.
`https://www.dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/829430`
[11] 飯吉 精一: 1982. 古市公威．近代土木技術の黎明期―日本土木史研究委員会シンポジウム記録集―．土木学会日本土木史研究委員会，15–56.
[12] 川尻 信夫: 1976. 幕末における西洋数学受容の一断面．思想 10(No. 628), 84–103.
[13] ――――: 1982. 幕末におけるヨーロッパ学術受容の一断面．東海大学出版会.
[14] 菊池 大麓: 1882. 微係數ヲ有セサル聯續函數ノ説．東京數學會社雑誌第五十号，1–5.
[15] 小松 醇郎: 1990. 幕末・明治初期数学者群像（上）幕末編．吉岡書店.
[16] ――――: 1991. 幕末・明治初期数学者群像（下）明治初期編．吉岡書店.
[17] 河野 敬雄: 2022, 明治期に日本人が理解した至る所微分不可能な連続関数．津田塾大学第 32 回数学史シンポジウム．.
[18] 公田 藏: 2005. 明治初期の工部大学校おける数学教育．数理解析研究所講究録 1444 巻,43–58.

[19] ———-: 2005. 明治初期の工学寮・工部大学校おける数学教育．数学教育史研究　vol.5, 26–37.
[20] ———-: 2007. 明治前期における「西洋高等数学」の教育．数理解析研究所講究録 1546 巻,230–246.
[21] ———-: 2012. 近代日本における，函数の概念とそれに関連したことがらの受容と普及．数理解析研究所講究録 1787 巻,265–279.
[22] Loomis, E.: 1851. Elements of Analytical Geometry and of Differential and Integral Calculus. Harper & Brothers, New York.

`https://ia800200.us.archive.org/23/items/cu31924004647123/cu31924004647123.pdf (19th ed. 1868)`

[23] 馮 立升: 1999. 『代微積拾級』の日本への伝播と影響について．数学史研究，通巻 162 号，15–28.
[24] 三上 義夫: 1932. 岡本則録翁．科學，岩波書店．第 1 巻第 4 號，144–145.
[25] 日本の数学 100 年史上: 1983. 「日本の数学 100 年史」編集委員会．岩波書店.
[26] ——————————下: 1984. 「日本の数学 100 年史」編集委員会．岩波書店.
[27] 小倉 金之助: 1942. 明治時代の數學．國民學術協會編　學術の日本．中央公論社，5–108.
[28] —————: 1973. 近代日本の数学．小倉金之助著作集第 2 巻．勁草書房.
[29] 岡本 則録増譯: 1883. 査氏微分積分學．文部省編輯局.

`https://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/829002`

[30] 李 廸 (大竹茂雄・陸人瑞共訳): 2002. 中国の数学通史．森北出版.
[31] 佐々木 力: 2022. 日本数学史．岩波書店.
[32] 杉浦 光夫: 1981. 円理ー和算の解析学についてー．比較文化研究．東京大学教養学部，第 20 輯, 1–20.
[33] 高瀬 正仁: 2010. 西欧近代の数学と日本 関口開と藤澤利喜太郎．津田塾大学第 21 回数学史シンポジウム，222–243.
[34] 徳永 秀也，鹿野 健: 1992. 微分不可能な連続関数を巡っての小史．津田塾大学第 3 回数学史シンポジウム，65–76.
[35] Wylie, A(偉烈亜力)，李善蘭: 1859. 代微積拾級．全十八巻，上海.

`http://kanji.zinbun.kyoto-u.ac.jp/db-machine/toho/html/E056menu.html`

[36] Weierstrass, K.: 1895. Über continuirliche Functionen eines reellen Arguments, die für keinen werth des Letzteren einen bestimmten Differentialquotienten besitzen. *Mathematische Werke II*, Mayer & Müller, Berlin. 71–74.
[37] 徐 澤林: 2005. 世界数学文化の視野における近世中日数学の比較．数理解析研究所講究録 1444 巻,19–28.
[38] 山口 鋭之助: 1937. 近藤 真琴先生傳．攻玉社.
[39] 山田 昌邦纂譯: 1878. 英和數學辭書.

`http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/826187`