

数学入門公開講座

(昭和52年8月2日~11日)

講師: 松浦重武
荒木不二洋
西尾英之助
一松信

京都大学数理解析研究所

講師及び内容

1. 数と代数の話 (6時間)

京都大学数理解析研究所教授 松浦重武

社会を無視すると個々の人間の意味が怪しくなるように、数の場合も数全体の集団としての構造を離れては、個々の数の意味はわからない。

このような立場から、整数および有理数から出発して、実数および複素数を説明する。また、それに必要な代数の話をつけ加える。

- (1) 数の演算と順序
- (2) 同型とは何か?
- (3) 実数の話
- (4) 複素数の話

2. 複素数と物理学 (6時間)

京都大学数理解析研究所教授 荒木不二洋

方程式を解くときの便宜上仮の数として考案された虚数が、ガウス、コーシーなどの大数学者の手をへて、数学の表舞台に登場したのは19世紀のことである。その結果、物理学においても計算や記述の便宜上複素数が使用されるようになったが、今世紀の物理学上の革命のひとつである量子力学において、複素数は物理学上本質的役割を獲得するに到った。このような虚から本質への移り変りを、量子力学における複素数の役割に重点をおいて解説する。

3. 記号列の数理 (6時間)

京都大学理学部助教授 西尾英之助

情報科学の一つの特徴は様々な対象を記号の列として表現することである。また、記号列を作り出したり、書換えたり、区別したりすることは情報処理の基本的な操作である。このような概念を扱うための数学的方法とそれらの生物学などへの応用について述べる。

- (1) 記号列とオートマトン
- (2) 記号の二次元配列
- (3) 生物の発生の記号列モデル

4. 和算の話 (6時間)

京都大学数理解析研究所教授 一松信

徳川時代に和算とよばれる日本独特の数学が発展した。その背景や、その内容の意味するところ、明治初年の日本の数学に及ぼした影響などに重点をおいて、和算の解説をする。また和算家達の計算法を電卓によって追試し、彼らの発見的方法を今日の数学教育に活用することを試みる。

時間割

日 時間	2日 (火)	3日 (水)	4日 (木)	5日 (金)	6日 (土)	7日 (日)	8日 (月)	9日 (火)	10日 (水)	11日 (木)
13:30~15:00	数と代数の話 (松浦)						記号列の数理 (西尾)			
15:00~15:15	休		憩				休		憩	
15:15~16:45	複素数と物理学 (荒木)						和算の話 (一松)			

和算の話

講師: 一松 信

期間: 昭和52年8月8日~11日

時間: 15:15~16:45

和算の話

数理解析研究所 / 一松 信

目次

0. 目標
 1. 準備期(輸入期)
 2. 草莽期
 3. 関考和
 4. 建部と久留島
 5. 山路とその弟子達
 6. 和算の最後の発展
 7. 衰退期——洋算への移行
 8. 東京数学会社
-

0. 目標

私が和算に興味をもつのは、一つには我々の祖先の貴重な文化遺産だからであるが、次のような動機がある:

- 1° 彼らの考えや、計算法などを現代の数学教育に生かす。
- 2° 明治以降の数学の発展に寄与した役割りを再評価する

1. 準備期(輸入期)

日本への数学の輸入は過去3回行われた:

第1回 上代(飛鳥奈良時代) 中国より → 消滅

第2回 室町時代 中国, 朝鮮より → 和算に発展

第3回 幕末以降, ヨーロッパより → 現代, 大発展

ここで扱うのは, 第2回の輸入時期までであり, 次のような話題を述べる予定である.

(i) 古代中国の数学, とくに「九章算術」の世界:

例. 鶴亀算, 二次方程式

(ii) 九九の輸入: 萬葉仮名に見られる戯書: 三五夜は中国にもあるが, $\overset{\text{し}}{二}=\overset{\text{し}}{二}$, $\overset{\text{し}}{並}=\overset{\text{し}}{並}$, $\overset{\text{し}}{重}=\overset{\text{し}}{重}$, $\overset{\text{し}}{十}=\overset{\text{し}}{十}$, $\overset{\text{し}}{六}=\overset{\text{し}}{六}$, $\overset{\text{し}}{二}=\overset{\text{し}}{二}$, $\overset{\text{し}}{八}=\overset{\text{し}}{八}$, $\overset{\text{し}}{十}=\overset{\text{し}}{十}$, $\overset{\text{し}}{一}=\overset{\text{し}}{一}$ など

(iii) 算木による計算, 色分けによる負数; 有限オートマトンとして

(iv) 奈良朝以降日本での受入れ体制, 教科書; 算博士; 胎児の性の計算 ← 迷信? → バイオリズム説?

一般の人々の「数学」に対する感覚の例.

(v) 凍結した術語 例. 方程式

(vi) そろばんの「探險」: 「^{「そろばんがま}算盤珠」[」]とかけて「急げ者」と

解く. 心は? ; 前田利家のそろばん……コロンブスの望遠鏡?

(vii) 天元術 高次代数方程式の数値解法

(viii) 日本の好運? — 「算学啓蒙」の輸入と理解.

→ 第2回目目の輸入の定着.

82

2. 草莽期

(i) 明の算法統宗 (1592) ; 日本最古の数学書 毛利重能:
割算書 (1622 ; 1619 佚亡) . 吉田光由: 塵劫記 (1627)
1680ままでに約40冊の数学専門書が刊行! 当時の数学者達の能力と層の厚さは予想以上である!

(ii) 江戸時代の庶民階級における算数知識の普及

(iii) 初期の和算のにない手 → 武士及び浪人階級; 再就職運動?

(iv) 割算九九, 二一天下五 という「呪文」

(v) 塵劫記の業績 (今年刊行の覆刻による解説) とくに
命名法, 求積, 継子立 など.

(vi) 遺題継承, 算額を上げる伝統 —— 算額について

(vii) 円周率の変遷 (後にもものぐる)

3.2, 3.16, $\sqrt{10}$, $22/7$, 3.14, $355/113$

五率 $9/16$, $(\pi/2)^2$, 0.79^3 , 0.5 → $\pi/6$ はずつと後世

村松茂清 (赤穂浪士の一人喜兵衛の養父) の失敗:

$\pi = \underline{3.14} \underline{15} \underline{9} \underline{264} \underline{8777} \underline{6988} \underline{6924} . 8$ (正 2^{15} 角形)

(viii) 芭蕉七部集の連歌より (1690)

「此村の広きに医者の無かりけり

そろばん 置けは「物知り」という。」

(パロディ) そろばん を 電算 と読みかえよ: 昭和元祿の痛烈な諷刺!
利!?

3. 関孝和 (セキ・タカカス — 通稱ゴウワ)

(1640頃 ~ 1708). 1908年 200年祭, 1958年 250年祭が行われた. 本名内山 (関家へ養子). 生年 1637~42; 42年説は Newton に附会したもの. 生地. 藤岡?

- 人物の虚像と実像, → 後継者錫の新人[郎]追放. (政治のとは?)
- 甲府綱豊 (後の將軍家 宣) に仕え, 勘定吟味役, 御納戸組頭を勤める.

師: 一説に毛利重能の弟子 高原吉種に学ぶ?

種本の存在, 西洋数学の影響などは明白に否定される.

代表的な業績. 教えたものは二十項目以上に存る.

(i) 傍書代数 — 筆算による記号代数の完成, 多元方程式の扱い可能.

甲 乙	甲 乙	甲 乙	甲 乙	甲 乙	---
$A+B$	$A-B$	$A \times B$	A^2	\sqrt{A}	

(ii) 「癸徴算法」(1674): 凌波術 → 代数方程式の Horner, Newton の解法と同じもの

(iii) 「解伏題之法」(1683): 行列式, 交代斜乗による5次まで. 二元方程式の消去法から. 比較 Leibniz 1693, Cramer 1750, 井筒知辰 「算法發揮」, 1690.

(iv) 「括要算法」(死後刊行): 差分法, $S_p = \sum_{i=1}^n i^p$ の公式について Bernoulli 数と同じものを発見 (1年早い).

(v) 「円理」 — 円や球の算法 $\pi \approx \frac{355}{113}$, 球の体積 $\frac{\pi}{6} d^3$ など.

直接の弟子: ごく少数. 荒木村英と建部三兄弟くらい.

4 建部と久留島

この2人は、関の次代の兩横綱であり、関流は事実上この3巨頭の合作; 和算の全業績の2/3ほどを占めるといわれる。

建部賢弘(タケベ・カタヒロ)(1664-1739). 長兄賢之, 次兄賢明, 末弟賢亮とともに数学者(c.f. Bernoulli 兄弟). 13才で関に入門. 家宣に仕え, 吉宗時代, 天文暦学の顧問格.

→幕府の役人であり, 有能すぎた学者の悲劇?

代表作: ^{テツゴツ}綴術算経(1722). 和算史上珍しい数学研究方法論(c.f. Archimedesの「方法」) 綴術は, 彼自身歸納法ないし逐次近似の意味に使った. →後には「級数展開」に退化.

$$\text{例1. } \frac{1}{2}(\arcsin x)^2 = \frac{x^2}{2!} + \frac{2^2}{4!}x^4 + \frac{2^2 \cdot 4^2}{6!}x^6 + \frac{2^2 \cdot 4^2 \cdot 6^2}{8!}x^8 + \dots$$

の発見法(Euler 1737; 初めて西洋に紹介された和算の業績)

例2. 正 2^{10} 角形までのデータから円周率41桁の計算.

(⇒電卓による追試予定); ———— その他かつて関の著とされた「大成算経」も, 実質的に賢弘・賢明兄弟の作.

久留島義太(クルシマ・ヨシヒロ)(1690頃? —1757)

備中松山(高梁)水谷家の士, お家断絶で浪人. 酒好で奇行が多い(「山路先生茶談」の伝説) 関流の人々と親交あり, 和算のファン内藤政樹侯に仕え, 6年間在途園, 2年間松永良弼(マツナガ・ヨシスケ; 1690頃? —1747)と共同研究.

現存する業績はほとんど草稿・メモ類で少数本から, 驚異

的内容にみちている。たとえば:

- ・ 行列式の Laplace 展開の公式 (昭和になってから確認)
(比較: Laplace, 1772 発表 76)
- ・ 円理乾坤之巻の完全な証明 (前出 $\frac{1}{2}(\arcsin x)^2$ の展開式)
- ・ Euler の函数 $\varphi(N) = N(1-\frac{1}{a})(1-\frac{1}{b})(1-\frac{1}{c})\dots$; $a, b, c, \dots | N$
(比較: Euler 1760)

学者の気質: 分裂型, ~~躁鬱型~~^{ソワツク}, 神経症型. の話.

新田次郎: 「算士秘伝」の Fiction 性.

5. 山路とその弟子達

山路主任 (ヤマジ - ヌシズミ) (1703 - 1772). 関流4伝.
後年天文才御用千伝となる. 独自の研究は角術 (三角法) を
どがあるが比較的少い. (しかし中根元圭, 久留島義太, 松永
良弼の3大家に学び, その所伝を一身に集め, 関流の体系を
ととのえたこと, 初学者のための教科書などを編撰したこと,
多くの弟子を養成したことで無視できない. 高名の弟子は10
人近くいるが, 三羽鳥は有馬, ^{アヅマ}安島, 藤田である.

有馬頼律 (アリマ - ヨリユキ) (1714 - 1783) 久留米の殿
様 (「二十一万石の数学看」). 最大の業績は百科全書的な
「拾遺算法」五巻の編集と出版: その著者「豊田文景」の
正体にはついて一言.

安島直円 (アジマ・ナホノフ) (1739-1798). 新庄戸沢家の江戸定府の士。出版された著書はないが、四十以上の稿本があり、すべて独創的な研究。しばしば「第2の関孝和」といわれる。最大の業績は円理を発展させ、積分法による統一算法に小みだしたこと; 他に二重積分, 二項展開, 対数表の作成など、多くの優れた業績がある。

藤田貞資 (フジタ・サダスケ; 定資とも書く) (1734-1807) 天下第一の算術者と評判は高かったが、独自の業績は少ない。ただ「精要算法」上中下(1779)は算書の尻を一変させた: 「算数に用の用あり, 無用の用あり, 無用の無用あり」。

藤田は会田と大論争をしたことで有名である。

会田安明 (アイダ・ヤスマキ) (1747-1817) 最上(サイジヨウ)流を樹て、関流と大喧嘩。非常な精力家で著書600冊。

論争の癡端: 蕪管問題の解(偶然のいたずら?) → 結局は泥試合となり、和算家は派閥争いに終始したような印象のみを残した感じがする。

なお18世紀後半の(有名な)数学者として、本多利明(ホンダ・トシキ; 本田理明とも書く) 1742-1820(おしる経済学者として有名); 坂部広勝(サカベ・ヒロトヨ) 1768-1824; 日下誠(クサカマコト) 1764-1839 などがある。

6. 和算の最後の発展

19世紀に入ると, 和算研究者の人口は増え, 武士のみならず, 町人その他の階級にまで広まった. 庶民教育もいちじるしく普及した. しかしいたずらに繁雑な問題に流れ, 足の引っぱりあいになり, 本当の発展は止りかけた. おしる西洋学術の伝来が次第に重要になってくる.

和算の最後の発展は, 和田率による積分法の完成である.

和田率(ワダ・ヤスシ) 1787-1840. 播州三日月藩士だが浪人, 日下誠に入門. 彼の円理表を受けのため, 当時の有名な数学者は皆入門したが, 真の弟子はほとんどない. しかも「盗作発表」した者もあり, 晩年火災で一切の著述を失い, 資性恬淡のためもあって, 歿時はひどい窮状であった. 関流正統は内田五靨(ウチダ・イツミ; 通稱ゴカン; 1805-1882)がっいだ. 最大の業績は各種の積分表である「六龍三陽表」の完成.

大体の方針: $f(x) = \sum a_m x^m$, $\frac{1}{n} f\left(\frac{r}{n}\right) = \frac{1}{n} \sum a_m \left(\frac{r}{n}\right)^m$

$$\sum_{r=1}^n \frac{1}{n} f\left(\frac{r}{n}\right) = \sum a_m \frac{1}{n^{m+1}} \sum_{r=1}^n r^m \rightarrow \sum \frac{a_m}{m+1} \left(= \int_0^1 f(x) dx \right)$$

この級数の和を求めて「円理表」とする. 変数変換により

$$\int_0^1 x^{m+\frac{1}{2}} dx = \frac{1}{m+1+\frac{1}{2}} \quad \text{なども出している.}$$

・和算家は「微分」を発見していたか? — 微分と積分が逆であることは, ついに発見されおかつたらしい.

7. 衰退期— 洋算への移行

ヨーロッパの数学の日本への初輸入ははっきりしない。本多利明がオランダの航海書から三角法を導入したこと、中国の「数理精蘊」を通じて対数表が入った(ただし安島と会田が独自に計算)のは比較的古いが、直接和算に影響している。KEILLLの「暦象新書」(1741)も、地動説の解説程度に止る。しかしアラビア数字が1728年に使用例があり、坂部がP, Q などを扱うなど、蘭学が次第にしみてきている。内田五観はマテマティカ、マテマチカ、詳詮学、瑪得瑪第加塾などの語を使っている。一才中国を通じて、たとえば Euclid の原論もかなり古く中国訳が入ったが、その厳密な論証法は認識されなかった!

ヨーロッパの数学の大量輸入は、黒船来る以降らしい。

1857 蕃書取調所 → 開成所 → 東京大学

1854 長崎海軍伝習所 → 1859 廃止
 1868 沼津兵学校 → 1871 廃止

} 軍事科学としての
 数学

柳河春三: 「洋算開法初篇」 1857 「洋算」の名の最初

碎数(分数), 魯率(ロカルト; 対数) などおもしろい術語

明治初年の度々の変革 1859 中学・小学の制

1872 和算(珠算を除く)を廃止して洋算へ転換

和算家達の活躍. 意外に容易だった(?) 式の書き換え.

8. 東京数学会社

1877秋, 当時東京にあった数学者達が端島昌平館に会し, 数学の發達を計ろうとし, 10月「東京数学会社」が設立された. 総代(後社長) 神田孝平, 柳楯悦(海軍), 編集者 大村一秀, 主幹会員 (会員117名という)

大学側: 菊池大麓, 山川使次郎, 寺尾寿, 村岡範高馳

沼津兵学校系: 塚本明毅, 赤松則良(海軍), 荒川重平, 中川新行など

長崎伝習所系: 小野友五郎, 中牟田信之助

和算家: 川比朝鄰, 遠藤利貞, 岡本則銑, [内田五観] など

洋算家: 上野清, 関口開(金沢), Dr. ゼンデル など

初期には和算の幾何問題があったが, 寺尾寿が洋算であつたり解いたりした. 和算本版 → 印刷

1882 → 東京数学物理学会に改組 ← 大学側へのつとめられた?

1919 → 日本数学物理学会と改組

1947 → 日本数学会と日本物理学会に分離 1977 百年記念

和算書の刊行は僅か否がら明治末まで続く. 算額奉揚は昭和初年にもあった(近年の復元奉揚を除く).

余裕があれば, 明治以降の数学史としての和算研究にも触れたい. また和算の性格についても総括してみたい.