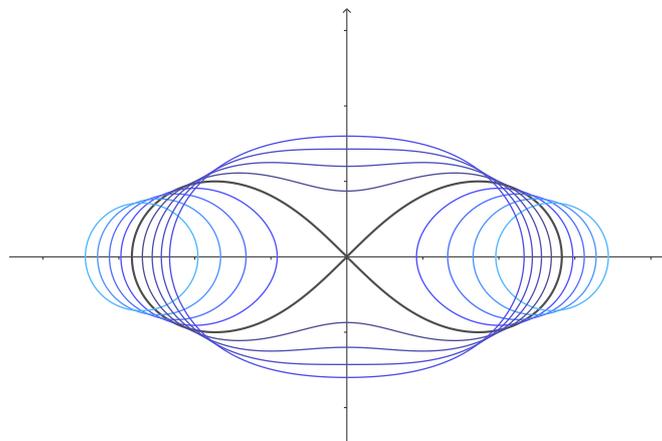


TECUM 数理教育セミナー

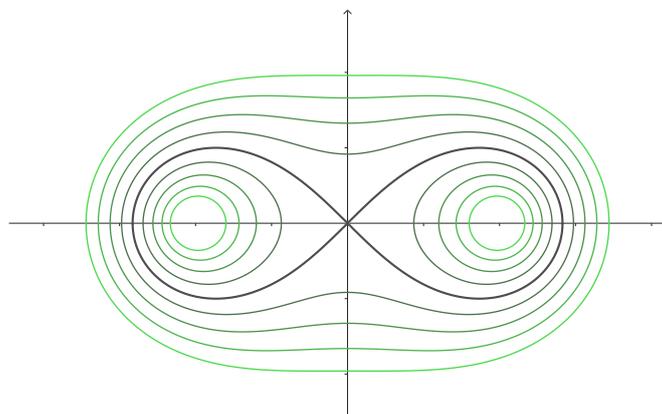
セミナー講演資料

研究機関誌『数理教育のロゴスとプラクシス 2024年5月号』

$$\text{Cassini Ovals : } (x^2 + y^2)^2 - 2b^2(x^2 - y^2) - (a^4 - b^4) = 0$$



$$a = 1, b = 1 \pm 0.i \quad (i = 1, 2, 3, 4)$$



$$b = 1, a = 1 \pm 0.i \quad (i = 1, 2, 3, 4)$$

TECUM 機関誌委員会編

2024年5月12日

巻頭言 高校数学と線型代数

永井 礼正

1 線型代数の思い出

線型代数との出会いは、中学生の頃に高校数学の内容は知らなかった。

ガロア理論を知りたいと思って、大きな書店に通った。二冊の著作：矢ヶ部巖「数学 III 方式ガロアの理論」とアルティン「ガロア理論入門」とが目立っていた。前者は高校数学との接続への配慮が感じられたがそもそも高校数学を知らなかった。また、ガロアの理論（ガロアのオリジナル）の解説されているという雰囲気があったが、表現に冗長さを感じた。一方、後者はガロアのオリジナルの理論から、デデキント、シュタイニッツを経て、アルティンによりその形式が書き換えられたものであり簡素にまとめられていた。後者は数学の教員から名著であると勧められた。

結局、後者を紐解くことになるのだが、その第一章が線型代数であった。連立一次方程式の理論を織り交ぜながら、線型代数を展開してゆく形式であり、線型代数は連立一次方程式の理論なのだ。と、思っていた。

その頃、線型代数をちゃんと勉強しようと思ひ、合わせて佐武一郎「線型代数学」を鞆に忍ばせていた。こんな出会い方をしたため、高校数学より線型代数との付き合いは古い。

2 線型代数の構造

一般に、何らかの構造を持つ集合を「空間」と呼ぶ。線型構造を持つ集合であるから「線型空間」と呼ばれる。

高等学校では、「自由ベクトル（物理的ベクトル）」、「束縛ベクトル（位置ベクトル）」、「数ベクトル（成分表示）」と学び進むが、線型空間は初等教程には取り上げられておらず、学ぶ機会は少ないであろう。

大学の教程で初めて公理的取り扱いを学び、多くの大学生は戸惑うようだ。線型代数は、その構造により概ね次元によらず、イメージが描きにくいという。また、線型写像との線型構造の「双対性」も悩ましいらしい。

3 高校数学

高等学校における数学にもこの「双対性」が様々な処に潜んでいる。そんな視点から、線型代数の公理的取り扱いから、高校数学をもう一度見つめ直して欲しい。

目次

巻頭言 高校数学と線型代数 (永井 礼正)	1
第I部 高校数学と線型代数 – いたるところに潜む線型性・ベクトル	5
高校数学に見る《線型構造》(山浦 義彦)	7
『プリンキピア』とベクトル解析 (平尾 淳一)	17
直線・平面・超平面の方程式：法線ベクトルの役割 (伊達 章)	27
学校数学と大学数学の間に横たわる深遠 – 「ベクトル」と「線型代数」の違い (長岡 亮介)	37
高校『ベクトル』と大学『線型代数』の差異 – 「位置ベクトル」と「アフィン空間」(松並 奏史)	41