

数学戯評（7月号）原稿：

数学は抽象的な学問とされる。しかし、数学は、現実と関わる時、それなりの具体的な姿をとる。現象の観察から数学が帰納されるというだけではない。数学から外界に対して積極的に働きかける場合もある。

面積器（プランメータ）という測定器具をご存知の方も多いただろう。単純閉曲線沿いに計測探針を走らせて閉曲線が囲む領域の面積を測定する器具である。生物系の分野では葉の生育状況の調査などで使われる。工学でも土木系や構造系の複雑な図形の面積測定に利用されている。数学教室には余り備えられてはいないようだ。しかし、面積器は、使用法からも想像がつくように原理的にはグリーンの定理の簡単な応用である。

かつて多数の面積器を組み合わせた微分解析機というアナログ計算機があった。ヴァネバル・ブッシュ製作の MIT の機械（1930年）が最初らしい。院生時代のクロード・シャノンはこの機械を操作していた。シャノンの修士論文（1941年）は、微分解析機によって生成される関数と多項式係数の微分方程式の解として得られる関数の原理的な同値性の証明であった。ブッシュの製作論文（1931年）は詳細を極めており、精密機器の製造と調整に関して一定の技術水準があれば類似品を作るのは困難ではなかったのであろう、東京理科大学近代科学資料館に清水辰次郎研究室の国産機械（1940年頃）が展示されている。同種のもは戦艦大和にも搭載されていたそうである。もっとも微分解析機は間もなくデジタル計算機に取って代わられてしまい、今や動いている姿を記憶している人も少なくなった。

ところで、ブッシュの論文では、ケルヴィン卿（ウィリアム・トムソン）による積分器の提唱から半世紀経て、この間の技術の進歩によって漸く卿のアイデアを実用化することができたと言っている。そこで、ケルヴィン卿の論文（1876年）にあたってみた。卿はもともと積分器を面積器の延長上に作ろうとしたようである。冒頭に述べたグリーンの定理を応用した面積器のアイデアに卿が関わっていたこともあったのかも知れない。しかし、卿の兄ジェイムズ・トムソンによる一層単純な積分器のアイデアを紹介している。これは、むしろリーマン積分の定義そのものを忠実に機械化したものであった。基本的構成は、円盤、そのやや上に設置された自由に回転する円筒、および円盤と円筒の両者に接する球である。配置は、球が静止円盤上を円筒に接しつつ転がる時の移動線が円盤の直径になるようにする。仕掛けは、円盤を周回させ、球を円盤上に描か

れた関数のグラフ沿いに円盤と円筒の双方に接した状態が保たれるように移動させる。円盤の周回で生ずる球の回転は摩擦によって球から円筒に伝達される。円筒の総回転量が円盤の回転に応じた区間上でのもとの関数の積分値を与えるのである。ケルヴィン卿が積分器を切望した理由はフーリエ係数の計算であった。熟練した計算技術者によっても余りにも時間が掛かりすぎて実際の潮汐の観測データの処理などが遅れるというのである。

微分解析機は、今日、実用上の計算では速度でも量でもデジタル計算機に到底及ばない。しかも、代数微分方程式を満たさないガンマ関数（ヘルダーの定理。1886年）などは原理的に計算することができない。しかし、数学を実感する道具としては、積分器はデジタル機より優れているのではないだろうか。ジェイムズ・トムソンのアイデアに近いものは簡単な工作により作ることができる。面積器も同様に素朴なものなら手作りできる。

積分器はもともと応用上の必要があって提案された。面積器は今日でも有用である。今、応用は別にして、これらを古典的な数学の定理をアナログ器として実現したものであると考えてみよう。現代数学の定理にもアナログ器として実現できるものがありそうである。いろいろと工夫してみる価値があるのではないだろうか。