

フーリエ先生ごめんなさい*

城戸 健一 (名誉会員)**

43.10.Eg; 43.60.Hj

音響学の温故知新に書けと言われたのは、それだけ古い人間と思われたからであろう。本人はそれほど古いと思っていなくても、客観的には古いとみられても当然であろうから、遠慮せずに、古い思い出を書くことにしよう。

学生時代からの勉強は、確実に温故である。それを基にして新しいことを知るための研究をする。その成果として新しいことを知る。従ってあらゆる研究が温故知新である。それで話を終わっては、せっかく書き始めたのに、余りにもあっけなさすぎる。そこで筆者の経験話をするようになるが、それでは筆者の恥さらしをすることにならざるを得ない。やむを得ないので、その話を続けることにしよう。

昭和 23 年、私の卒業直後のことである。学生時代の卒業研究は抜山平一教授の研究室でラウドスピーカをいじっていた。これで私が音響屋になったのであるが、そのとき、フーリエ解析というものがあり、それが周波数分析に使われるということは知っても、その詳細は全く分からなかった。何故こんなことで周波数成分が分かるのだろうと考え、サイン関数の直交性とは計算してみればなるほどと分かり、それを使って特定周波数のサイン波を取り出すにはどんなことをすればよいのかと考え、計算してみると実にきれいにフーリエ級数展開ができた。それは卒業研究には盛り込めないが、私自身としては、現実のラウドスピーカよりずっと面白いものに思えた。

あとで考えれば、そんなことは本に書いてあることで、何も目新しいことではないのだが、それまで不勉強でまともに本を読まなかった私には、フーリエ係数を計算する式を自分で作ったということが得意なのであった。

当時の抜山研究室では週に一度程度、研究室全

員で教授室に集まり、その期間の研究について報告するという習慣があった。私のような新参者は小さくなって隅に座り、先輩が抜山先生の鋭い質問に汗を流しているのを見ているだけであったが、君も報告せよと先輩に言われ、フーリエ係数算出の話が得意になってした。すると先生は、今頃そんなこと言っているようでは駄目だね、と言。相手にもされない。自ら不勉強を告白しただけに終わった報告会の記憶は、いつまでも消えないで残ることになった。

その後数年して、複雑な波形の周波数分析をすることになった。電磁オッシロで直流に近いところから数百 Hz までの周波数成分を持つ波形を記録するところまでは、コンデンサマイクを高周波で働かせ、低周波数まで平坦なアナログ増幅器をつくって済ませたが、それをどうするかは大問題であった。4 Hz の成分と 28 Hz の成分のどちらが主であるかを調べなければならなかった。7 気筒 240 rpm の 2 サイクルディーゼルエンジンの排気音で、100 m 離れた家の戸障子が、耳で聞いたところ毎秒 4 回ビリビリ音を立てているのである。毎秒のエンジン爆発は 28 回だから 28 Hz だと思うのだが、耳で聞いても、排気の煙を映画撮影機で撮影して調べても、毎秒 4 回の周期が強いように感じられた。28 Hz を消す消音機は設計できても、4 Hz が相手では大変なことになるのであった。

4 Hz の波 2 個分の波は少なくとも必要と考え、0.5 s の波のフーリエ変換を行うことにした。サンプル数を 48 としたのだが、フーリエ係数の計算には三角関数表から引いたサイン・コサインの積和を約 2,300 回行わなくてはならない。手回し計算機しか使えない時代である。先輩の助教授は、一つの波形の計算を半日で片づけたが、何も分からない。沢山の波形を分析すれば何かが分かるはずだと、高校卒業直後の女の子を 2 名雇い、毎日一波ずつ約 1 か月かけて計算しても何も分からない。

* First one step to Fourier analysis.

** Ken'iti Kido (Honorary Fellow)

そこで、サンプル時点を $1/2$ 周期ずらし同じ波形を分析したら、全く違う計算結果になった。これでは駄目と、数値計算を止め、テープレコーダのテープ速度を変えて周波数を 20 倍にしてアナログ分析器で周波数分析をした。お陰でもう一度佐渡島の現場に行けたが、今度は真冬の雪のはれ間であった。その結果として 28 Hz 成分が圧倒的に大きいことが明らかになった。それに従って巨大な消音機を取り付け、問題は完全に解決した。

しかし、これは温故すら満足に行っていないことの証明でもあった。昭和 20 年代の末期であった当時ならば、すでにパルス通信のための染谷・シャノンのサンプリング定理 [1, 2] が知られていたわけである。サンプリング定理を無視したサンプル率で波形をサンプルしたのでは何も分からなくて当然であった。また、それよりもはるかに前、大正の時代に、数学者小倉金之助 [3] によりその基本概念がつくられていたことを、不勉強な私が知ったのは、実に 21 世紀になんなんとする頃であった。

当時から数年して電子計算機が何とか使えるようになり、私もその恩恵に浴したいものと夢中になった。更に数年の後、1965 年には FFT のアルゴリズムが発表され、数千点のフーリエ変換も現実のものになった。それと共に、フーリエ変換を基礎とする新しい技術が開発され、今や何の不思議もなく使われている。正に知新である。

さて、そこで私自身の温故知新はどうであったかと反省するのであるが、果して温故知新であったらうかと考えると、心もとない。温故すら十分に果たせなかった。若い頃新しがり屋と周囲から冷やかされて、その気になったこともあるが、今にして思えば忸怩という単語は私のために用意されたのかと言いたくなるような心境である。

文 献

- [1] C. Shannon, "A mathematical theory of communication," *Bell Syst. Tech. J.*, 27, 379-423, 623-656 (1948).
- [2] 染谷 勲, 波形伝送 (修教社, 東京, 1949).
- [3] K. Ogura, "On a certain transcendental integral function in the theory of interpolation," *Tohoku Math. J.*, 17, 64-72 (1920).