

プログラミング言語 BASIC と保全研究の畳み込み演算

株式会社NTTファシリティーズ総合研究所
EHS&S研究センター 研究アドバイザー
高草木明

1976年8月、NECは、マイコン組立キットTK-80を発売した。TK-80は、CPUに μ PD8080A（インテルの8bitマイクロプロセッサ8080と互換）、表示装置にLED、16進キーボードを備え、機械語でのプログラミングおよびその実行が可能だった。

私は、翌年3月に狭い独身寮からアパートに引っ越して作業場（6畳）ができたので、早速このキットを購入した。当時、電電公社には若手社員対象のアセンブリ言語訓練コースがあり、これを受講していたので、機械語もある程度分かった。このワンボードマイクロコンピュータの組み立てで、はんだ付けの腕は確実に上がったが…結局、それだけ。同年11月にはTK-80キットの機能拡張ボード（TK-80BS）が発売され、BASICが使用できるようになり、出力用のCRTディスプレイとして家庭用テレビの利用が可能になった。しかしこの頃私は、高額なマイコン用磁気テープ記憶装置の衝動買いなど、いろいろ無駄な出費を反省し、またマイコンにほとんど飽きており、本格的な拡張には手を出さなかった。

【パソコン登場】

1979年5月にはNECから同社初のパソコンPC-8001が発表された。これにはMicrosoft BASICを基にしたN-BASICが搭載された。私は早速、これを購入した。N-BASICは、FORTRAN（当時、理系はFORTRAN、文系はCOBOLといわれた）に比べ分かりやすく、すぐにプログラムを作ることができた。とはいえ実用に供するものは、なかなか考えつかなかった。

インターネットの普及はまだしばらく先（新語・流行語大賞のトップテンに「インターネット」が選出されたのが1995年）、EXCELもまだ先（Microsoft Windows版が発売されたのは1987年10月）、役に立ちそうな、あるいは興味をひかれる汎用プログラムも見出せず、ゲームには馴染めず、埒もないプログラムの自作のみが楽しみだった。

【N88-BASIC登場】

1981年12月にはPC-8801が発売された。これはまだ8bitのCPUであった。これも自分で買った。N-BASICを大幅に拡張して作られたN88-BASICが搭載されていた。

1982年10月にはNECから16bitパソコンPC-9801が発表された。N88-BASICと互換性を

持つ N88-BASIC (86) を ROM で搭載していた。俄然、実用に供するプログラムが作成できるようになった。東京電気通信局建築部の課長になっていた私は、自分で買うだけでなく、経理を説得して職場にも数台導入した。職場の部下と、単純な事務的業務のプログラムを作り、仕事の効率化を進めた。OA (オフィスオートメーション) という言葉は使われていたかどうかははっきりしない。社宅の畳・襖の取り替え事務を自動化するプログラムは、効率化の効果が大きく、社内で表彰された記憶がある。

BASIC はその後、日本語入力システムが追加されて N88-日本語 BASIC (86) という名称になった。また、PC-9800 シリーズの MS-DOS への移行に伴い、N88-日本語 BASIC (86) の MS-DOS 版が発売された。パソコンがワープロに取って代わった。

【研究での BASIC の利用】

1989 年の春から研究を始めた私にとって、N88-BASIC (日本語はどうでもよかった) は極めて有力なツールとなった。2004 年頃まで続いた BASIC との長い付き合いが始まった。

初めて査読論文が建築学会の論文集に掲載されたのが 1991 年 12 月だった。この論文は、状態基準保全に関する理論研究で、畳み込み演算を多用している。計算プログラムは、全て N88-BASIC による自作である。

【畳み込み演算】

畳み込みは、空調技術分野では 1960 年代半ば頃から、動的空調負荷計算 (レスポンスファクタ法) と蓄熱槽の動的設計計算に使用された。私は、動的空調負荷計算法を一応勉強したし、1980 年頃、蓄熱槽の設計方法を研究していた。このため畳み込みには馴染みがあった。

私は、現在まで長らく保全の研究をしている。保全の主な対象は、故障、劣化、寿命といったところである。建物や設備機械の寿命は、長い場合もあるし短い場合もある。この時間間隔は、確率変数 (長いかもしれないし短いかもしれないというような確率的に考えるべき数) である。冷凍機などの故障発生間隔も、設備システムの劣化が進行して、ある規定値に達するまでの時間も確率変数である。確率変数であれば、その確率分布 (正規分布や指数分布など様々、平均値やばらつきなどが分かる) を捉えておくると便利である。

多分、最も分かりやすい例…ある設備の寿命が正規分布で、その確率密度が、 $f(t)$ であるとする。その設備を多数設置し、寿命がきたら同じ設備に取り替えるものとする。取り替えられた設備は、2 代目でありその寿命も初代と同じ寿命分布を持つとする。

初代が新しく設置された時点 ($t=0$) から見ると、設置後、短命のもの (台数は少ない) が取り替えられ、設備の寿命は機器個別には遺伝しないので、その 2 代目は寿命が短いものもあれば長いものもある。やがて、初代の寿命が平均的だったもの (台数が多い) の寿

命が尽きて取り替えられる。次に長命の初代（台数が少ない）の寿命が遂に尽きて取り替えられる。このような2代目もやがては全てが寿命が尽き、3代目の天下となっていく。

時点 $t=0$ から見て、2代目の更新が発生する確率分布の確率密度を $f_2(t)$ とすると、

$$f_2(t) = \int_0^\infty f(t-\tau) f(\tau) d\tau$$

となる。初代の更新発生確率密度分布は、もちろん寿命分布と同じく $f(t)$ である。2代目の更新発生確率密度 $f_2(t)$ は、 $f(t)$ （正規分布）を押し潰したような（平均は、 $f(t)$ の2倍、確率密度分布の山の裾野が広がる）形になる。

これは確率変数どうしの和の確率密度を求める式であり、畳み込み（convolution）である。大学教員時代、これを分かりやすく図で解説する教材を作ったが、それをここに引用することはできないので、下記を紹介しておく。

東北工業大学 情報通信工学科 中川朋子教授の絶妙な解説である。

<http://www.ice.tohtech.ac.jp/~nakagawa/laplacetrans/convolution1.htm>

確率変数の「和」の確率密度を求めるためではあるが、その計算は積分であるから台形公式で数値計算ができるが、これを EXCEL で行うのはなかなか難しい。できないことではないようで、次のような研究もある。

篠原広行, 坂口和也, 橋本雄幸 : Excel による畳み込み計算法の考案, 日本保健科学学会誌 8(4), 234-245, 2006

また、EXCEL VBA (Visual Basic for Applications) という手もあるらしい。Visual Basic は、BASIC から派生したものということだが、N88-BASIC が使えなくなって困った私は、その当時、この VB がどんなものか調べてみたが、相性が悪い、あるいは難しいとすぐに諦めた。

1991年12月、論文集に掲載された初めての論文以来、単著論文が18編となり、これで2003年の日本建築学会賞（論文）をいただいたのだが、その半数に畳み込みが使用されている。そして、それ以外の論文においても N88-BASIC によるプログラムをいくつか自作している。汎用的なプログラムを作るわけではないので、計算時間は気にせず、会社からの帰宅前に計算を始め、翌朝までに出力されているというような計算ばかりだった。このような使い方をするユーザーが数多くいるはずもなく、N88-BASIC はいつしか消えていった。私の研究も EXCEL による統計分析が多くなっていった。

【Windows 版 BASIC】

2005年に大学に移った。この時点で、今更 N88-BASIC を学生に教えるわけにいかないと気付いた。FORTRAN と C は健在だったが、これらを勉強する気もおきない。コンピュータ利用とは、小さな計算プログラムを自分で作るのではなく、数値流体力学（CFD: Computational Fluid Dynamics）やエネルギーシミュレーションなどの大規模な汎用ソフトを開発し、あるいは使うことを意味するようになっていった。特に CFD などは、目覚ま

しく発展していった。

大学に移ってからは、以前このコラムにも書いたのだが、保全現場の記録データの分析やアンケート調査を行い、その結果を統計分析するといった研究が私の研究室の中心となった。

確率論による新たな理論を構築すれば、N88-BASICで作ったプログラムによる計算が今でも十分役立つと思う。しかし、大学を定年退職した際、研究室の片隅に生き長らえさせていたMS-DOSの大型パソコンはどこにも置き場がなく、廃却処分してしまった。大学に移ったころ、Windows版のN88-BASICもどきのフリーソフトを見つけたが、使い物にならなかった。これでN88-BASICでプログラムを作る道は閉ざされたと思っていた。

ところが昨年末、「BASIC/98」という値段のついた（フリーソフトでない）ソフトを見つけた。早速あちこちに問い合わせ、ようやく注文したが、取り寄せに10日かかるという。そして10日過ぎても入荷したという連絡がなく、再度問い合わせると…何とか届いた。年を越して1月になっていた。

BASIC/98 入手から、2か月ほどで何とか記憶が蘇ってきた。このソフトには「拡張エディタ」という機能が付いていて、プログラム作りが期待以上に快適にできる。

実は、これを使う具体的な研究計画があり、目下プログラム作りを少しずつ進めている。先述は確率変数の和の畳み込みだが、差も、商も、積もある。和は簡単なのだが、目下作成中のプログラムは、確率変数の商と積を含んでいる。デルタ関数を改めて勉強して理論は何とか分かったのだが、商の確率密度の計算結果を使った積の確率密度の計算に手こずっている。

積の確率密度は、次のような式で表される。

確率密度 $f_M(t)$ は、確率変数 k と確率変数 t_T (互いに独立) の積 ($t_M = k \times t_T$) の確率密度であるとする、

$$f_M(t) = \int_0^\infty k^{-1} f_K(k) f_T(t/k) dk$$

となる。これは公式である。ここで、私の目下の研究では、 $f_T(t)$ は指数関数でよいのだが、面倒くさいことに $f_K(k)$ は、商の確率密度（同じように理解するのが難儀な公式がある）として別途計算された結果なのである。

収束計算をどこで止めたらよいのか分からない。BASICは50万個の配列が設定できるのだが、この積の畳み込み計算では、求める確率密度の最大50万個 ($t \rightarrow \infty$) の時系列値一つひとつの計算のために、確率変数 k について最大50万個 ($k \rightarrow \infty$) の計算値から収束値を設定することになる。

50万はたいした数ではないが（私のパソコンで10秒くらい）、50万×50万は、2500億で、さすがに計算時間が半端ではない。50万×10秒は、83333分=1389時間=58日で、どうしようもない。もちろんこんなに計算しなくても、現実的な時間でほどほどの精度が得られるはず。計算時間と精度、両方に許容できるセンを見つけねばならない。

古希を過ぎ、もはやプログラム作りでもないのだろうが、Web で、BASIC などのプログラミング言語についてのレビュー記事の用途欄に、「趣味」というのが入っていることに気付いた。なるほどと、膝を打った。久々の理論研究がうまくいなくても、自宅での「趣味」ということでいいか。

(2018年9月21日 高草木明)

※掲載された論文・コラムなどの著作権は株式会社 NTT ファシリティーズ総合研究所にあります。これらの情報を無断で複写・転載することを禁止いたします。また、論文・コラムなどの内容を根拠として、自社事業や研究・実験等へ適用・展開を行った場合の結果・影響に対しては、いかなる責任を負うものでもありません。

ご利用になりたい場合は、当社ホームページ「お問い合わせ」ページよりご連絡・ご相談ください。