

図形処理機能を有するアルゴルコンパイラNEWDAISYの開発

—— トータルシステムにおけるその役割について ——

横河橋梁製作所 開発室 正員 花村義久

○土屋克彦

1. まえがき

近年の電子計算機と数値制御機械の発達により、橋梁の設計・製作の分野においてもその利用が盛んになってきた。当社においても10年ほど前よりこれらを利用した橋梁・鉄骨の設計から製作へのトータル・システムの開発に着手し実用に供してきた。このシステムの開発にあたり図形処理をどのような形で取扱うかが問題となった。図形処理へのアプローチとしては大きく分けて2つの方法があると思われる。1つはAPT等に代表されるNC言語の利用であり、もう1つは基本的な幾何演算、描画のロジックをサブ・ルーチン化しプログラム作成時に呼び出し利用するという方法である。我々はこれらの方法をトータル・システムの開発に先立ち色々の面から検討した結果、総合的なシステムの開発はこれらの方式では無理であることが明らかになり、新しい機能と言語形態を持つ図面処理言語DAISYの開発に着手した。我々はトータル・システムの開発はこの言語を利用して行い、I断面プレートガードは設計から製作までの一貫システムとして実用に供している。しかし、取扱うべき構造物の多様さとシステムの高度化等にもない、従来のDAISYでは機能に限界があり、新たなシステムの開発要求に応じられなくなってきた。これらの要求に対処するためには新しい形態、機能を持った図形処理言語が必要であり、最近の電子計算機システム（ハードウェア、オペレーティングシステム、コンパイラ、データ・ベース、データ・コミュニケーション等）の発達はこの開発を可能にしていると判断し、図形処理、アルゴル、データ・ベースを含む総合的な図形処理コンパイラNEWDAISYを開発した。さらに図形処理を多角的に行なうためには、すべての構造物に対して汎用プログラムを用意して処理するのは、開発コスト、処理効率、利用頻度の面から考えて不利であり、これらの処理にあたってはパートプログラム形式、会話形式で行なうための会話型グラフィック言語-GIPSY-を開発し実用に供している。

2. NEWDAISY

2-1. DAISYについて

先に述べたように、我々はトータル・システムの開発に先立ちDAISYを開発し利用してきた。このDAISYは最初に当社に導入された電子計算機を利用して開発されたものであり、処理形態としてはアルゴルと図形処理の混用で記述された原始プログラムを入力しアルゴル以外の宣言、ステートメントをアルゴル文法にそうように変換するのを目的とするジェネレータであった。そして、変換されたアルゴルソースと幾何処理を行なうプロセジュアの集合であるファンクションをアルゴルコンパイラに入力することにより目的コードの生成を行なうという2段階の処理であった。

この処理形態は、電子計算機システムの制約上からも我々の当時の技術から考えてもやむをえないものであった。DAISYのトータル・システムにおける利用も9年を経過し、その間これを利用して多くのプログラムが開発され、その評価も明確になってきた。我々はこの度、新しい電子計算機システムの導入と今後のシステム開発にあたりDAISYの機能、処理効率、使いやすさ等を再検討した結果、従来のDAISYでは不備な点も多く、電子計算機の有効な利用とシステム開発を効果的に行なうためには処理形態の変更、機能の追加、データベースのインタフェイスが必要であることが分りNEWDAISYの開発を行った。

2-2. 設計思想

NEWDAISYの設計に際して、DAISYと同じように言語の文法はアルゴル+幾何図形処理とした。

汎用科学計算言語であるアルゴルを選んだ理由は、言語自体が自然語に近く文法が厳密に定められており論理の構成に適していること、最近効果的プログラム開発技術として盛んに言われている構造化プログラミングを容易に表現出来ること、アルゴルの最大の特徴である論理の区切りが物理的な区別になること、さらに我々の使用している電子計算機システムがアルゴルを最も効果的に実行出来ることなどである。

NEWDAISYの記述はこの種の言語処理に一般に用いられるアセンブラではなく、システム開発の容易さ、後々の保守を考慮して高級言語であるアルゴルコンパイラを用いることにした。

従来のDAISYは先に述べたように言語処理を行なうジェネレータと幾何演算処理を行なうファンクションより構成される。これらをどのようにコンパイラに変更するかという点が問題になるがアルゴル文法を解析する部分を新たに記述することは開発のコスト、期間、人員等より考えて現実的ではないのでここでは既存のアルゴルコンパイラを利用することにし、これに新たに追加される幾何処理の機能を組み込んで一体化することにした。

ファンクションの変更に關してはリンクージ・エディタの利用、標準関数としてシステムに組み込むなどの方法が考えられたが、前者の場合は処理時間が長く、手続きも複雑であること、同一のルーチンをいくつかのプログラムで二重に含んでしまいリソースの使用に問題があることなどの理由から採用しなかった。

我々は電子計算機システムの持っている機能を最大限利用することにした。すなわち、システムに本来そなわっているSIN、COS等と同じように毎回翻訳することなく誰れにでも利用出来る標準関数としてファンクションをシステムファイルに追加することにした。

次にNEWDAISYの保守についてであるが、今日ソフトウェアのコストと信頼性が問題になっている。ソフトウェアが大規模化、高度化、複雑化するにつれてその保守に要する費用はぼう大となり、計算機システムに占める割合は増大するばかりである。今日、効果的なプログラム開発技術が話題になっているのもののあたりに原因があると思われる。我々はNEWDAISYの開発にあたりこれらの点を考慮し、変更、機能追加、修正などの保守ロードの削減のため、わかり易い記述、機能別モジュール化の徹底などに注意して設計した。

2-3. 機能

NEWDAISYは大きく分けて次の3つの機能を持っている。

2-3-1. アルゴル言語としての機能

NEWDAISYはアルゴル言語を基礎として開発されたものであるのでアルゴルの言語機能はすべて持っているのは言うまでもない。アルゴルの文法についてはここでは省略し、取り扱える特徴的な機能についてふれてみたい。まず第1点はストリングの取り扱いが自由に出来ることで、これにより文字データの処理を容易に行なうことができる。第2点はプログラム間のコミュニケーションが図れることである。例えばプログラムAからプログラムBを走らせ、その処理が終るまでプログラムAをまたせるなどの処理ができる、すなわちジョブ制御言語を使用することなくプログラムでタスクの流れをコントロールすることができる。

2-3-2. 図形処理機能

NEWDAISYはアルゴルと同じ言語体系を持ち、図形データを変数で表現することは先に述べた。アルゴル言語はプログラム内で使用する変数はすべて宣言する必要がある。

この変数の宣言としてはPOINT(点)、LINE(線)、CIRCLE(円)、FIGURE(複合構成線で一筆書きのできるもの)、PATTERN(FIGURE以外の複合構成線)、MEMBER(部材)、DIMLIN(寸法線)、DIRECTOR(指示子)がある。

幾何演算処理機能としては、幾何変数の定義、加工、操作などがあり、製図作業において重要である寸法線の自動引出しと寸法値の記入などがある。さらに描画に関してはレベルを与えることによる重なり表現、描画範囲を指定するスクリーン等の機能を持っている。

NEWDAISYが他の言語に対し最も特徴的なのは次の点にある。すなわち普通、製図作業は無から有

を作り出すものであると言え、このとき人間は種々の条件を判断しながら作業を進めているがNEWDA-
ISYではこの設計者の思考過程と同じ形で行なえるよう図形生成、加工の機能や図形と図形の関係を表現
するための論理演算の機能を持っていることである。この機能によりプログラムを記述する上で作成者は自
由に図形を表現し、取り扱うことが可能となりプログラムの汎用性、柔軟性を増すことができる。

2-3-3. データベース

最近の情報処理システムは適用業務の大規模化、高度化に対応するためにファイルの構成も複雑になって
おり、システム開発には専門的な知識を必要とし、システムの保守に対しても種々の問題を投げかけている。

これらの問題を解決するための一方法としてデータベースシステムが今日注目をあびている。データベ
ースシステムの大きな特徴はプログラムとデータの独立であり、データ表現の一元性である。これはプログラ
ムの変更作業に大きなメリットをもたらす。つまりデータをプログラムから切り離すことにより、プログラ
ム内に複雑なファイル記述やアクセス・メソッドを持ちこむ必要がない。従ってデータの変更に対してのプ
ログラムの変更は容易になり、変更、修正等の保守ロードは軽減する。

NEWDA ISYにおいては扱うべきデータが図形処理であり、これを表現するのに多量の記憶空間を必
要とする。従ってこれらのデータをうまく管理できるかどうかは重要な問題である。この問題の解決のため
にNEWDA ISYはデータベース（パロース社のデータベースDMS IIと同等の機能）と図形処理を同
時に取り扱える機能を持っている。

3. 効 果

図形処理は、従来は先にふれたようにAPT等のNC言語の利用、基本的なサブルーチンを用意する方法
などが中心であった。我々はこれらの方法と異なり高級言語として図形処理、データベースの使用を含めた
総合的なコンパイラとしてNEWDA ISYを開発した。ここではNEWDA ISYがトータルシステムに
与える影響、効果について述べることにする。

3-1. システム開発に対して

情報処理の形態は電子計算機の初期の利用のような単純な処理、つまり単に人手に代わるという処理から
今日では企業全体を含む処理、いわゆる情報の総合管理、共同利用へと向かっていると思われる。これを指
向させる要因としては計算機システムのハードウェア、オペレーティングシステム、データ・コミュニケー
ションの発達もさることながら、高級言語としてのコンパイラの普及も大きな要因であると言える。

システム開発に対してコンパイラを使用する効果としては、言語自体が自然語に近く習得が容易であるこ
と、電子計算機の専門的な知識を必要としないこと、さらに最も重要な点は再三述べてきたようにシステム
開発後の保守に対する影響である。仮にシステムをサブルーチン呼び出し方式で作成したとするとシステム
の変更、修正時にはサブルーチンのパラメータの持つ意味をすべて理解しなければならないし、そのサブル
ーチンが何を意味するかをよく調べないと保守作業はできない。NEWDA ISYにおいてはアルゴリズムを知
っているとすれば、図形処理として追加された文法の意味を理解できれば保守作業はできるわけである。こ
の違いは今日ソフトウェアの保守作業のコストが問題になっているおりでもあり重要な問題であると言える。

3-2. リソースの有効利用

作成されたプログラムは適用業務を処理するためには保存しておく必要がある。この保存のための装置と
して磁気テープ、磁気ディスクなどが考えられるが、TSS利用の場合は何時でも、誰れでも利用できると
いうことを保証しなければならないため磁気ディスク等の利用が一般的である。これらの装置は磁気テープ
と比べて高価な上に記憶容量にも限度がある。従ってこれらを有効に利用するためには同一のファイルを重
複して保管することはできるだけさなければならない。この点においても図形処理ルーチンをシステムフ
ァイルとして登録し利用することは大きな意味を持つと考えられる。

3-3. データベースの利用

総合的、有機的、非重複性のデータを構築し、システムを運営する場合、従来のファイル構造でデータ構造を定義するのは、システムの設計段階、プログラム作成段階、データの管理、利用、保守面で作成者、利用者のどちらも大変な負担を負なければならなかった。データベースの利用はこの面での負担からユーザを解放し、自由なファイル構造の定義を可能にし、多数のユーザの同時、共同利用も可能とする。さらにプログラムとデータとの独立性を可能にすることから、開発、保守の両面でメリットが大きい。

3-4. トータルシステムに対する影響、効果

橋梁・鉄骨の設計、製作自動化システムの開発にあたり、我々は独自の図形処理言語 D A I S Y を用いて開発してきたことはすでに述べた。D A I S Y はジェネレータ形式でありプログラム作成に対して機能面、手続き、処理効率などの面においていくつかの問題があった。開発当初においては使用していた計算機システムが小さく、多重処理が可能に設計されていても実際は処理プログラムが大規模で単一で処理していたが、新しい計算機システムの導入によりその利用形態が複雑化するとともに従来のプログラムはマシン効率、システム設計の上で種々の問題を含んでいることが明確になってきた。さらに計算機システムも大規模になり、その機能もデータコミュニケーション、データベース、コンパイラ等格段に強化され、従来の設計思想とは異なる方法で業務プログラムの開発も可能になってきた。一方橋梁・鉄骨の設計・製作においても構造物は大型化し、複雑になってきており、生産コストの面においても省力化の要求が強まっている。我々は橋梁、鉄骨の自動化システムに対して各業務をバラバラに自動化したのでは効果はあげにくいと考え、各業務におけるデータの流れに着目し、設計から製作までを数値で表現することによりデータの変換のムダを省き自動化の効果を上げようと考えた。このようなシステム開発を目的とするにあたり、開発のための汎用言語を持つことはシステムの設計、開発、保守に対して非常に強力なサポートになると考えている。

今日、企業をとりまく社会環境の変化は激しく、これらの変化についてゆけない情報処理システムは陳腐化、硬直化してその存在価値を失なってしまう。

NEW D A I S Y がアルゴル、図形処理、データベースを含む総合的なコンパイラとして開発されたことは、システムの作成を容易にし、企業活動に見合った情報処理システムの開発を可能にし、システムのライフサイクルを長期に存在せしめるという点で意味があると考えている。

4. あとがき

橋梁、鉄骨の分野における自動化システムは今後も発展し、特に人間と計算機の相互協力によるデータベースシステムを利用したマン・マシン・システムとして発展すると思われる。この場合、計算機システムの発達もさることながら、ソフトウェアの重要性も一層認識されると思われ、問題向け言語も各種開発されるであろう。

我々も NEW D A I S Y を用いてより優れたシステムの開発、計算機の有効利用の道を開拓してゆきたいと考えている。

参考文献

- 1) 長谷川, 花村: 橋梁トータル・システムにおける設計と生産, 第21回構造工学シンポジウム, 1974. 11.
- 2) 花村, 古宮, 京田: 橋梁の設計・生産システムにおけるデータ・ベース、電算機利用に関するシンポジウム, 1976.
- 3) 花村, 土屋: 橋梁の設計・生産のための会話型グラフィック言語、第31回土木学会年次学術講演会