

3. FORTRAN†

菅 忠 義††

1. 歴史的経過

1.1 発 生

FORTRAN は、言語としては、1954年～1955年に IBM の J. Backus 等を中心として開発され、公式には、1956年に “The FORTRAN Automatic Coding System for the IBM 704 EDPM”[†] として発表された。704 FORTRAN コンパイラは、1957年に公表され、その後 IBM 社のほかの機種に対しても FORTRAN システムが供給されるようになり、1960年前後に急速に世界に普及し、IBM 社以外のメーカーも競って自社機種に FORTRAN 風の言語及びコンパイラを作製するようになった。なお、FORTRAN は FORMula TRANslation に由来している。

1.2 最初の標準化

(1) 米国：このような状況になったので、FORTRAN の標準化の要求が高まり、ASA(The American Standards Association) の X3 (計算機及び情報処理に関する専門委員会) が 1960年に組織され、直ちに X3.4 という汎用プログラミング言語の標準化を行う委員会が組織され、1962年に X3.4.3 という FORTRAN を標準化する作業委員会がつけられた。当時、普及していた FORTRAN 風の言語は、2種類に大別され、IBM 社の呼称でいうならば、一つは FORTRAN II 類似のもの、ほかは FORTRAN IV 類似のものであった。そこで、標準化に当って、前者を Basic FORTRAN、後者を FORTRAN と呼ぶこととした。このことは、FORTRAN という言語に二つの水準を設けたことに相当する。公式には、1966年に X3.9-1966 及び X3.10-1966 として、それぞれ制定された。

(2) ISO：一方、国際的には ISO/TC 97/SC 5 がプログラム言語の標準化を行っているが、1965年3月に ISO/TC 97/SC 5 に、ASA 及び ECMA (欧州

電子計算機工業会) から規格原案が提出された。ASA から提案されたものは上記の Basic FORTRAN 及び FORTRAN であり、ECMA から提案されたものは、この両者の中間規模の Intermediate FORTRAN であった。ISO/TC 97/SC 5 では、これらの原案について参加各国に意見を求め、多少の修正を行ったものを 1965年10月、東京で開催された TC 97 の総会で、推薦規格案 (DR 1539) とすることとした。すなわち、ISO FORTRAN としては、三つの水準が認められたことになる。DR 1539 は、その後、1972年に推薦規格 R 1539 となった。

(3) 日本：この直後より、我が国においても JIS FORTRAN 原案作成委員会が組織され、JIS 原案作成の作業が開始され、1967年5月に ISO FORTRAN の三つの水準にそれぞれ対応して、JIS FORTRAN、水準 7000, 5000, 3000 が JIS C 6201, 6202, 6203 として制定された。JIS FORTRAN の内容は、ほとんど ISO FORTRAN と一致している。JIS FORTRAN は、その後 1972年に続いて、1976年に改正が行われた。

1.3 規格の改訂 (FORTRAN 77)

(1) 米国：ASA FORTRAN (X3.9-1966) に代わるものとして、米国では 1970年4月以来、ANSI (ASA は、その後 USASI と改称され、さらに ANSI と改称された) の X3 J3 という委員会が新しい FORTRAN (当初、FORTREV と呼ばれていた) の原案作成の作業を行い、1977年6月に原案を FORTRAN 77 という名前で発表した。この原案は X3.9-1966 に代わるものとして、1978年に、公式に X3.9-1978 として制定された。FORTRAN 77 は full language (上位水準) と subset (基本水準) の二つの水準から成っている。

(2) ISO：ANSI X3 J3 による FORTRAN 77 は、1977年11月、オランダのハーグで開かれた ISO/TC 97/SC 5 の総会に、それまでの ISO FORTRAN (R 1539) に代わる改訂原案 (N 397) として提出さ

† FORTRAN by Tadayoshi KAN (Gakushuin University).

†† 学習院大学理学部

れた。投票の結果、1978年にDPとなり、続いて、1979年にDISとなった。さらに1980年3月にISとして公表された。

(3) 日本：我が国では、1973年に情報処理学会規格委員会SC5の下にFORTRAN WGを組織し、同年6月に第1回の委員会を開き、以後、ANSI X3 J3の議事録を入手し、その内容の検討を続けた。1976年6月にFORTRAN WGでの検討結果を58項目にまとめて、X3 J3へ提出したが、これらの意見はその90%が採用された。また、そのころの流行を反映してX3 J3において、急にIF THEN ELSE形の文を原案に含めるといふ提案が行われ、これに対する意見が求められた。FORTRAN WGは、IF THEN ELSE形の文を検討するのなら、CASE形の文及びWHILE形の文も検討すべきであり、それを行うには、かなりの時間が必要となるであろうから、この時点でIF THEN ELSE形の文を採用することは反対であるという意見を1976年9月にX3 J3へ提出したが、この日本の意見は採用されず、IF THEN ELSE形の文が含まれることとなった。上記の1977年6月に公表されたFORTRAN 77は上記の日本の意見が含まれたものである。1978年12月には、JIS FORTRANの改正を目的として、FORTRAN WGが作業を開始し、用語の検討に着手した。1979年7月に工業技術院より改正原案作成の依頼があり、1979年8月に第1回JIS原案作成委員会が開かれた。以後、具体的作業を行い、1980年12月現在、原案作成作業の約80%を完了した。1981年3月には原案が完成される予定である。したがって、JIS FORTRAN (JIS C 6201, 6202, 6203-1976)は、1981年中に改正されるであろう。

2. 最初の標準言語 FORTRAN

2.1 特性

最初の標準言語としてのFORTRAN, すなわちASA X3.9-1966, ISO R1539-1972, JIS C6201, 6202, 6203-1976は1.に述べたように、実際の原案はASA X3.4.3によって作成された。そこで、当初のIBM FORTRANの言語設計方針及びASAでの標準化の基本方針から、その言語特性を知ることができよう。まず、言語設計方針は1)によると次のようであった。“FORTRAN語は数値計算に関する任意の問題を表現することを可能にすることを意図する。特に多くの式の集まりと多数の変数を含む問題を

容易に取り扱いうるし、また、変数は三つまでの添字式をもつことが許されている。しかし、数値の意味よりも論理の意味をもつ機械語を扱うような問題に対しては、FORTRAN語は、その要求を満たすものではなく、しかも、このような、ある種の問題を全く表現することができないこともありうる。しかしながら、FORTRAN語で直接表現できない多くの論理的演算は、ライブラリルーチンを結合する便宜を利用することによって可能にすることができる。”これは、いわゆるFORTRAN IIといわれたものに対する記述であるが、IBM社は、1960年ごろ、FORTRAN IVといわれる言語を公表し、これも広く普及した。FORTRAN IVは、FORTRAN IIに対して補強の意味での機能の追加と多少の変更を行ったものである。その主な改変は、(i)普通の科学計算上必要な論理演算をとり入れたこと、(ii)“単純”さを重視する立場から、ある種の一般化が行われたことである。次に、X3.4.3が標準化に当って採用した、言語要素を評価するための基準は2)によれば、以下のようであった。a)人間による使いやすさ、b)それまでのFORTRANといわれていたものとの整合性、c)適用範囲の広さ、d)拡張の可能性、e)コンパイラを作成する立場からみての有用性及び実行効率。

以上のこと、及び実際に公表された最初のFORTRANを考察することによって、その全体的特性は次のようであるということが出来る。

(i) 普通の科学技術計算上の数値的、論理的演算のアルゴリズムの表現を主目的としていること。

(ii) 常に実用の立場からの使いやすさ、すなわち、プログラムの書きやすさ、見やすさ、及びプログラムをコンピュータに実際に処理させるときの実行の効率に重点を置いていること。

(iii) (ii)から導かれることであるが、言語として平明・単純であること、かつ、静的であること。

2.2 言語内容

言語内容を具体的に簡潔に示すためには、プログラム言語の文の種類を示すのが最も良い方法であろう。表-2において、(*)の付いていない文が、JIS FORTRAN-1976に含まれているものである。

2.3 コンパイラ

前述したように、IBM 704 FORTRAN コンパイラは、1957年に“Programming Research Department of IBM”から公表された。最初のコンパイラは、それを作成するのに18年人力を要したといわれている。

また、このコンパイラは目的プログラムの、特に算術式の部分の効率を良くすること、かつ、指標レジスタの使用を最適化することに多くの工夫を行っている。このことは、先に FORTRAN の全体的特性として述べた、“プログラムをコンピュータに実際に処理させるときの実行の効率に重点を置いていること”の一つの根拠である。

この最初のコンパイラに続いて、IBM 社は、IBM 709 及び IBM 650 に対する FORTRAN コンパイラを 1958 年に公表した。IBM 社の Heising W. P. 2) によると、1960 年前後の FORTRAN システムの普及の状況は、次の表-1 のようであった。

表-1 FORTRAN の普及状態

Manual	期間	冊数
704 FORTRAN Reference Manual	1958~1961	61932
704 FORTRAN II Reference Manual	1958~1962	37058
709 FORTRAN Reference Manual	1959~1962	69386
FORTRAN General Information Manual	1961~1962	61081

最初のコンパイラが“実行の効率”に重点を置いたので、かつ、メーカー間の競争が激しかったので、実際、今日に至るまで、ほかの言語のコンパイラに比べて、FORTRAN コンパイラは“実用性”及び“最適化”に関して商品として良いものがつくられている。

3. FORTRAN 77

3.1 特性

(1) 全体的特性: FORTRAN 77 といわれる言語は、前述したように規格としては、ANSI X3.9-1978 であって、米国内では現在 (1980 年)、すでに規格として効力をもつものであり、これは、以前の X3.9-1966 及び X3.10-1966 に代わるものである。FORTRAN 77 の開発の際の基本方針は次のようであった。

- (i) 処理系間での FORTRAN プログラムの互換性。
- (ii) ANSI X3.9-1966, それと同類の規格及び現存する慣用との整合性。
- (iii) 使用者にとって、矛盾のないこと及び単純なこと。
- (iv) 種々の構造及び能力をもった広

範な計算機に対して、効率の良い処理系としてのはたらしきを可能にするに關する適応性。

(v) 言語の将来の発展に対する可能性。

(vi) 現在は利用可能でないが、FORTRAN で書かれるにふさわしい処理にとって要求される能力をもっていること。

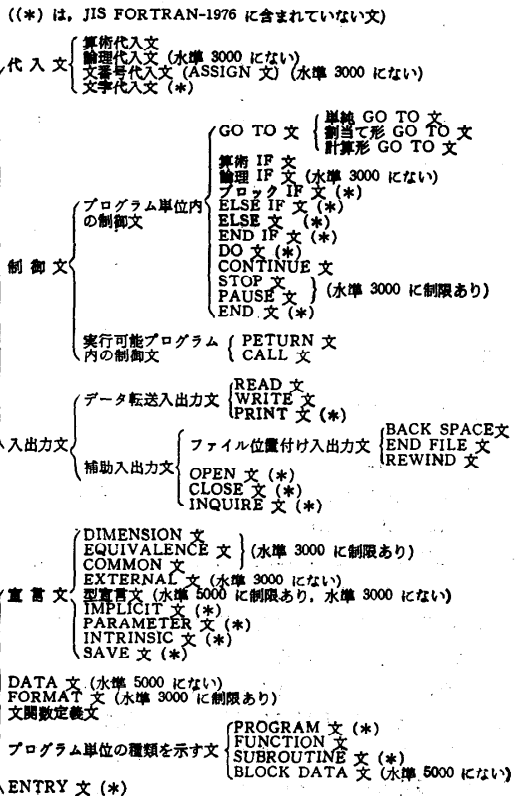
(vii) 使用者によって受け入れられること。

(viii) ほかの言語及び環境とともに FORTRAN プログラム及びデータを使用するための能力の改良。

上記の方針から明らかなように、2.1 で述べた実用の立場からの使いやすさ、すなわち、実行の効率、言語として、平明・単純であること、静的であること、といった特性は受け継がれている。これらの特性のほかに、特に ANSI X3.9-1966 との無矛盾性が強調されている。

(2) 言語仕様作成過程上からの特性: FORTRAN 77 のほかの大きな特性は、言語仕様の方が先行して、

表-2 JIS FORTRAN-1976 及び 改正 JIS FORTRAN の文の種類



この仕様を満たすコンパイラは、むしろ後から作成されつつあることである。基本方針の(ii)に述べられている“現存する慣用”とは、1970年前後の時代に米国において用いられていた拡張 FORTRAN 中の、又は、FORTRAN 以外の言語中の X 3.9-1966 が規定している仕様以外の種々の機能を指し、それらを整合性を考慮して FORTRAN 77 に取り入れようというのが(ii)の趣旨である。この意味で、FORTRAN 77 の中の個々の言語機能に関しては、実際に、実用の場で確かめられたものが多いが、これらのすべてを FORTRAN 77 という一つの言語体系としてまとめたコンパイラは、言語仕様完成後に初めて作成された。この点は X 3.9-1966 及び X 3.10-1966 の場合と事情が著しく異なる。

さらに、言語仕様作成上のほかの特性は、言語設計の段階から約 50 人の委員が集まって、1970~1977 年にわたって作業を継続して完成したことである。このため、多数の人の批判を経ているので、言語仕様が妥当なものになっていること、記述が平明で誤解の起こりにくいように注意が払われていること、また、抜けや矛盾がほとんどないことなどの成果があげられている。

3.2 言語内容

ここでは、FORTRAN 77 (ANSI X3.9-1978, ISO DIS 1539) の言語内容として、文の種類を表-2 に示す。FORTRAN 77 で新たに採用された文には(*)が付けてある。

3.3 JIS FORTRAN-1976 (ANSI X3.9-1966)

との相違

両者の相違については、JIS FORTRAN-1976 に新たに付加された機能と、JIS FORTRAN-1976 に矛盾する点とがある。

(1) 新たに付加された機能: 文に関して新たに付加されたものは、表-2 において(*)を付けた文である。しかし、文の種類が増加だけでなく、種々の機能が付加されたので、文の種類として現われていない新しい機能について簡単に述べる。

(i) 式: 算術式においては、型の混合が許されるようになった。添字式は任意の整数型の式でよく DO の制御パラメタは整数型、実数型又は倍精度実数型の任意の式でよいことになった。

(ii) 配列: 配列の宣言には、添字の上限と下限を含めうるようになり、かつ、次元は 7 次元まで許されるようになった。仮引数としての配列の最後の次元の

上限に*を書いてもよい。その場合、配列の大きさは実引数によって決定される。

(iii) 組み関数: 処理系が備えている関数を組み関数ということとなり、従来の組み関数及び基本外部関数がすべて、これに含まれ、さらに、それらのほかに新しい関数が追加された。また、総称名が許されるようになり、その関数の実引数の型によって、その関数値の型が定まるようになった。

(iv) FORTRAN 文字集合: 従来の FORTRAN 用文字にアポストロフィ及びコロンが追加され、FORTRAN 文字集合といわれるようになった。

(v) 注釈行: 第 1 けたに*を書いても、その行は注釈行となることとなった。

(vi) 入出力: 文の種類に現われた追加のほかに、次のような機能が付加された。

a) 出力並び中に定数や式を書いてもよい。

b) 入力文又は出力文中に書式仕様として用いられる文字列を書いてもよい。

c) 入力及び出力に対して、終了条件や誤り条件が与えられるようになった。

d) ファイルの探査法に関して、従来は、順番探査だけであったが、直接探査も可能になった。

e) 文字型の配列を内部ファイルとして用いる。

f) 並びによる入出力、すなわち、書式仕様を与えないで、入力並び及び出力並びに記されている形で、入力及び出力の外部表現の形が定まる入出力文が導入された。

(2) 現 JIS FORTRAN と矛盾する機能: 3.1 に述べたように FORTRAN 77 の設計に当っては、その基本方針として ANSI X3.9-1966 と矛盾しないようにすることが強調されていたので、矛盾点は最小限度におさえるよう努力されたが、9) の APPENDIX A2 によれば、24 点あげられている。ここでは拡張と縮少の両面をもつ次の 2 点について述べる。

a) 文字型: 新たに文字型 (Character type) が導入され、文字型の定数、変数、配列、式が許されるよ

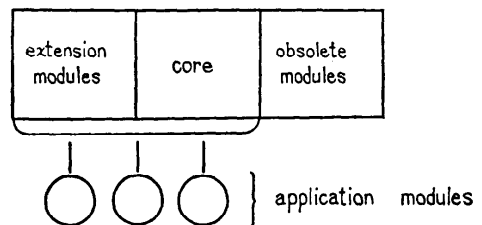


図-1 FORTRAN 8X のアーキテクチャ

うになったが、これにともない、従来の文字型 (Hollerith type) は除去されることとなった。

b) DO ループ: 従来は、終値パラメタの値は初期値パラメタの値より小さくはならないとなっていたが、この禁止は除去された。したがって、増分が正の場合、ゼロ回 DO ループを実行することもありうる。又負の増分も許す。従来は、DO ループが完了したとき、その制御変数は不定となったが、FORTRAN 77 では確定のままである。DO ループの中へ実行の進行の制御を移すことは、したがって DO の拡張範囲は、禁止されることとなった。

4. FORTRAN 8 X

4.1 特 性

1977年11月にハーグで開かれた ISO/TC 97/SC 5 の国際会議は、前述したように、FORTRAN 77 を DP として承認するか否かの審議が主な議題であった。これについては、ほとんど全代表が賛成して問題がなかったが、その後すぐに次期 FORTRAN を如何にすべきかということが、話題になった。それ以後、X3 J3 が中心になって、約 50 人の委員が隔月に数日間隔にわたって、米国の各地で委員会を開いて開発検討を続け、今日 (1980 年末) に至っている。その間、種変更があったが、1980 年末の X3 J3 の言語設計方針は以下のようである。

最も大きな方針は、core and modules 方式にすることであり、現在、core の内容及び modules の種類と内容を如何にすべきかが議論されている。core の内容は当初は FORTRAN 77 を予定していたが、現在は FORTRAN 77 に 11 種の機能を追加し、FORTRAN 77 から 14 種の機能を除去しようという案が出ている。さらに core と modules の関係については、図-1 のようなことが考えられている。

すなわち、obsolete module は、core から除去した FORTRAN 77 の機能など、将来の FORTRAN には含めたくない機能だけから成る module で、これは規格の改訂に際して旧規格との整合性のために必要なもので、最終的には除去しようとして予定されている機能である。application modules には、core だけを利用する機能もあり、extension module まで含めた機能を利用するものもある。現在予定されているものは、database module, realtime module および graphics module である。

4.2 今後の予定

X3 J3 のスケジュールは次のようである。

1980 年: 主な機能についての最初の原案作成。

1981 年: 言語全体としての評価、各機能間の相互関係の研究及び core と basic modules の内容の決定。

1982 年: 言語の完成

1983 年: 公表して意見を求める。

1985 年: ANSI としての最終的処理。

おわりに: FORTRAN の参考文献について案内をする。FORTRAN によるプログラミングの入門には、現在、入門書は多数あるので自分に合ったものを選べばよいが、3), 4), 5) をあげておく。また言語の立場から FORTRAN を学びたい人は、6), 7) がよいであろう。現 JIS 規格そのものについては、8) がある。FORTRAN 77 については、ANSI 規格としては、9), JIS FORTRAN 改正原案としては 10), 解説としては 11), 12), 13) がある。FORTRAN 8 X については 14), 15) がある。

参 考 文 献

- 1) IBM: The FORTRAN Automatic Coding System for the IBM 704 EDPM.
- 2) Heising, W. P.: History and Summary of FORTRAN Standardization Development for the ASA, CACM Vol. 7, No. 10 (1967).
- 3) 森口: JIS FORTRAN 入門, 第 2 版, 上・下; 東大出版会 (1973).
- 4) 浦: FORTRAN 入門, 改訂版, 培風館 (1980).
- 5) 大泉, 高橋: JIS に準拠した FORTRAN 基礎コース (1968), 拡充コース (1969), オーム社.
- 6) 菅: 標準言語 FORTRAN, 共立出版 (1972).
- 7) 西村: JIS FORTRAN 全訳, オーム社 (1974).
- 8) JIS FORTRAN 分科委員会: JIS C 6201, 6202, 6203-1976, 日本規格協会.
- 9) ANSI X3 J3: ANS X3. 9-1978, ANSI.
- 10) JIS FORTRAN 原案作成委員会: JIS FORTRAN-1981 改正原案.
- 11) 西村: 人文科学の FORTRAN 77, 東大出版会 (1978).
- 12) 西村: FORTRAN 77 の特徴, 情報処理 Vol. 20, No. 5 (1979).
- 13) Meissner, L. P. and Organic, E. I.: FORTRAN 77, Addison Wesley (1979).
- 14) ANSI X3 J3 Minutes, ANSI.
- 15) FOR-WORD, ACM-SIGPLAN.

(昭和 56 年 2 月 2 日受付)