〔解 説〕

ロボット言語標準化の動向*

(ISO/TC 184/SC 2/WG 4)

新 井 民 夫**

1. はじめに

ISO/TC 184 脚註は“Industrial Automation Systems” (生産自動化システム) を対象とし、その中に SC 2 “Manipulating Industrial Robots” (産業用ロボット)/WG 4 “Requirements for programming methods and data communication” (プログラム方法とデータ通信) がある。TC 内での WG 4 の位置付けからすれば、FA や FMS 工場内におけるロボット利用のためのプログラム方式ならびにそのデータ伝送方式が標準化の対象であろう。本 WG に関係する他の ISO 委員会には、表 1 があり、また基本となる用語については TC 184/SC 1 が担当している。親である TC 184 が 1984 年に初めて発足したこともあり、名古屋が WG 4 初めての会合である。以下、会議の概要、国内における対策、そして仏・西独・日本の 3 案について報告する。

2. WG 4 設置の経緯と国内の動向

産業用ロボットの発達は著しく、動作指定方法は従来の教示一辺倒から、オフライン・ティーチングあるいはプログラミングに移行しつつある。生産の自動化にとってロボットのプログラミング方法とデータ伝達方法の標準化が重要であることは明らかであり、それ故、ロボット言語標準化の動きが 1981 年頃から徐々に現われて来た。このような状況のなか、1983 年に『電子計算機および情報処理』の委員会である TC 97 から TC 184 が分離独立し、その中に 5 つの SC が設置された。この TC は自動化工場を対象とするのだが、とりわけロボットと CAD/CAM が中心である。そこで SC 2 が産業用ロボットを担当し、そのなかに WG 1 から WG 5 を設置すること

をフランクフルト会議 (1984 年 5 月) で決定した。生産全体を統合するデータ通信に関しては、TC 直属の WG である TC 184/WG 1 を設置することになった。

一方、これらの活動に対応して日本国内においても、(社)日本産業用ロボット工業会が ISO/TC 184/SC 2 の審議団体となり、各 WG に対応して ISO 対策委員会が設置された。WG 4 については、(社)日本産業用ロボット工業会がここ数年来進めている「ロボット言語標準化委員会」(以後標準化委員会と呼ぶ)活動¹⁾が日本提案となることから、この委員会メンバーを中心に電総研の柿倉正義氏を委員長とする対策委員会 (以後 WG 4 国内委員会と呼ぶ)が発足した。今回の名古屋会議にあたり両委員会は協力して日本提案を取りまとめた。

3. ISO/TC 184/SC 2/WG 4 会議議事要旨

昭和 60 年 9 月 4 日名古屋国際センタで開催された WG 4 会議の議事を報告しよう。

議長挨拶、出席者自己紹介 (米, 仏, 西独, スウェーデン, 日本), 議題案承認といった会議手続を経て、まず WG 4 の名称 “Requirements for programming methods and data communication” が討論され、全会一致で承認された。次に標準化作業手順が話し合われ、ロボット言語をデータ通信規格の制定より優先して取り扱うべきであるとする日本提案が賛同を得た。それゆえ、

表 1 ISO/TC 184/SC 2/WG 4 に関連する
ISO 委員会 () 内は国内審議団体

TC97/SC6	電子計算機および情報処理 ／データ通信 (情報処理学会)
TC97/SC21	電子計算機および情報処理 ／開放型システムにおける情報処理と管理 (情報処理学会)
TC97/SC22	電子計算機および情報処理 ／プログラム言語 (情報処理学会)
TC184/SC1	生産自動化システム ／機械の数値制御 (日本工作機械工業会)
TC184/SC4	生産自動化システム ／製品定義データの外部表現(精密工学会)

原稿受付 1985 年 12 月 19 日

* Standardization of Robot Languages (ISO/TC 184/SC 2)

** 東京大学工学部総合試験所

註) ISO では Technical Committee を TC, Subcommittee を SC, Working Group を WG などと略す。また、書類には N 5 などと番号付けされる。

表 2 合意内容 (名古屋会議議事録-TC 184/SC 2/
WG 4 N 10 より) 訳は文中を参照されたい

Item of work: To prepare a draft standard, Interface between higher level programming systems and Manipulating Industrial Robots.

Common objective: the purpose of standard is to draft recommendations relating to the characteristics of an intermediate code. An intermediate code defines a syntax and semantics. It is used to describe an application. It is generated by a programming system and operated by the control unit of a Manipulating Industrial Robot.

仏・西独・日本の3カ国はロボット言語標準化の方法論について提案書を提出し、討議の結果、『中間コードの段階で標準化を行うこと』について表2に示す合意内容とした。すなわち WG 4 の作業内容は、

表 3 LME, IRDATA, 日本案の比較

	仏案(LME)	西独案(IRDATA)	日本案(STROLIC)
1. 古典的アルゴリズムをプログラムするためのデータ型と演算子	Boolean Integer Real File	Boolean Integer Real	{Integer} Integer Real Array String Record (Function, Closure)
	Control Structure	Control Structure	Control Structure
2. 工業用入出力制御のためのデータ型と演算子	I/O Channel	I/O Channel	I/O Channel
3. リアルタイム・プログラミングのためのデータ型と演算子	Event Semaphore	Time Event	Event(Interrupt)
4. マルチ・タスク・プログラミングのためのデータ型と演算子	Common Channel Message Parallel operator Sequence operator Alternate operator	Classical Tasking	
5. ロボット用の付加的データ型と演算子	Vector Frame Path Transformation Vector calculation Compound Trans./Rot. Interpolation Coordinate Transf. Axis displacement Axis group disp. Disp. along path Linkage Translation Rotation	Vector Orientation Frame Configuration Evolution? Vector calculation Compound Trans./Rot. Interpolation Coordinate Transf. Axis displacement Axis group disp. Disp. along path Scale factor Linkage Translation Rotation	Vector Frame Configuration (Array of points) Transformation Vector calculation Compound Trans./Rot. Interpolation Coordinate Transf. Axis displacement Disp. along path Translation

(注) 本表は仏案IOS/TC184/SC2/WG4 N7よりの表に日本案を付加したものである。仏案中には意味不明の項もあったので適当な解釈をしている。日本案は筆者らの開発するSTROLIC³⁾に従った。よって、本表は標準化委員会の報告書における標準化試案とは異なる。

『上位プログラミング・システムと産業用ロボットとのインターフェースの標準原案作成』

である。その前提とされる共通認識は、仏案の緒言部(Introduction of TC184/SC2/WG4 N4)を借用し、

『標準化の目的は中間コードの特性に関する勧告案作成である。中間コードは構文則と意味とを定義し、応用プログラムの記述に用いる。(中間コードは)プログラミング装置で作成され、産業用ロボットの制御盤によって実行されるものである』と決定された。今後の作業は12月15日までに各国が仏・西独・日本の3カ国提案にコメントし、議長がとりまとめ、再度加盟国の審議に付し、61年5月以後の開催委員会で討議することとなった。

4. 3カ国案の概要

西独案、仏案、日本案について説明する。

4.1 西独案

西独は中間コードに IRDATA を提案している。IRDATA とは EXAPT における Cutter Location Data(略称 CLDATA)に対応した“Industrial Robot Data”のことであり、CLDATA と同一の表記法を採用している。この考えは Aachen 工科大学の ROBEX (“Robot EXAPT”) の中間ファイルデータとして提案されたものである。本方法は、APT や EXAPT との連続性があるので機械加工に慣れた作業員には便利だが、記述形式がコンピュータ技術の低い時代に設計されたため旧式であり、効率が悪いと考えられる。

4.2 仏案

フランスはグルノーブルの LIFIA (“Laboratoire d'Informatique Fondamentale et d'Intelligence Artificielle de Grenoble” グルノーブル基礎情報・人工知能研究所)で開発されたロボット言語 LM²⁾ (“Langage de Manipulation”) の中間コードである LME を提案している。LM についてはマニュアルがあるのだが、LME の詳細となると不明である。仏は当面「ロボット・コントローラの機能調査」を提案しているが、将来は LME ならびにその元である LM を標準化対象とすることを要求して来よう。提案(N4)は、

- 1) 緒言: 標準化の考え方と方法論
- 2) コントロール・ユニットの機能
- 3) 中間コードに関する提案

からなっており、2)には動力学モデル、画像解析、意志決定など当面産業用ロボット言語には組み込み難い機能までも検討対象に挙げている。一方、3)ではプログラムはオブジェクトのハンドリングであるとの考え方でデータ構造の定義について述べられているが、単に構造名の列

準にとどまっている。また、標準化の形式として後置演算子型 (Postfix operator) の擬似コード (P-code) で標準化すべきことも提案している。仏案には LM と IRDATA との比較表が載っていたので、日本案を付加して表 3 に示す。

4.3 日本案

日本が提案したのは筆者が取りまとめた (社) 日本産業用ロボット工業会での活動の説明 (N7 Activity of standardization of robot software) と標準化の方法論 (N8 Methodology for the standardization of robot languages) で、基本的考えは、

- (1) 段階的標準化
- (2) ロボット制御システム分割方法の統一
- (3) 中間コードによる標準化

である。機能の標準化については既に日本国内において調査が進んで規格案があること、中間コードの割付け方法と保守方法についても提案していることの2点が特徴

である。

4.4 各国案に対する日本の態度

西独・仏両国案に対する WG4 国内委員会ならびに標準化委員会の考え方は以下に要約される。

(1) ロボット言語システムの構成方法の考え方に関しては、日本案と西独・仏両案はほぼ同等ゆえ賛成し得る。

ロボットのソフトウェア・システムの構成をロボット制御盤 (ロボット・コントロール・ユニットとも呼ぶ) とプログラミング装置に分割する。図 1 に3カ国案の対比を示す。

(2) 中間コードでの標準化については、西独案 (IRDATA) も仏案 (LME) 案も日本案と似通った方向付けであり、賛同できそうであるが詳細不明故断言はできない。ただし、IRDATA は固定長のデータ表現で空き部分が多く、表現形式が旧式との感をまぬがれない。マイクロ・コンピュータ技術の発達した今日、CLDATA

図 1 仏・西独・日本案のシステム構成の比較

のような情報伝達効率の悪い方法は採用すべきでない。

(3) ロボット・コントロール・ユニットの機能調査を先に進めるとの仏提案に賛成する。加えて、機能の要求度をも調査すべきである。

(4) 今後の議論を実りあるものとするために、用語の定義を明確にすべきである。

5. お わ り に

ISO の活動は時間がかかり過ぎ、案が作成される時に時代遅れになっているという批判がある。確かに、5年、10年後に今と同じロボットの使われ方がされているとは限らないし、ロボット言語も加速度的に発達するであろう。しかし、他の標準化でも見られるように、基本的な考えは変化しないし、一般化するには数年を要するものなのである。ロボット言語の標準化について、3カ国が揃って中間コードを対象としている事は、『ロボット制御盤の開発者とロボット用応用ソフトウェアシステムの開発者とを分離し、相互に仕事が出来やすくする』考えが基本的考えとして確立する事を示唆している。同時

に国内で進めているロボット言語標準化作業方針が間違っていない事が確認でき、当事者として安心する次第である。

参 考 文 献

- 1) Arai, T. et al.: Standardization of robot software in Japan, Proc. of 15th Intl Symp. Industrial Robots, Sept. 1985, Tokyo
- 2) Mazer, E., Miribel, J.F.: Le Langage LM, Cepadeues-Editions, 1984
- 3) Arai, T., Matsumoto, A.: Intermediate Language for robot controllers, Proc. 4th Intl Conf. Assembly Automation, Tokyo 1983

新井民夫 (Tamio ARAI)

昭和 22 年 8 月 4 日生れ。昭和 45 年東京大学工学部精密機械工学科卒業。昭和 52 年同大学院博士課程修了、工学博士。昭和 52 年 10 月より東京大学工学部精密機械工学科講師。現在同学部総合試験所助教授。昭和 54 年 8 月より 2 カ年英国エディンバラ大学人工知能科研究員。ロボット用ソフトウェアならびに人工知能の研究中。精機学会会員。(日本ロボット学会正会員)