

解説

Ada の標準化・製品開発・利用の動向†



田中 清†† 吉岡 堯†††
伊集院 正††††

1. はじめに

Ada は、世界最大の計算機ユーザである米国国防総省により“ソフトウェア危機”を解決するための統一言語として開発され、1987年に ISO 標準となった汎用言語である。Ada の特徴は、広い適用領域をもつこと、パッケージ機能による情報隠ぺいなど最新のソフトウェア工学の成果を取り入れており、ソフトウェアの生産性向上が期待できること、言語仕様に準拠しているかどうかを検定するコンパイラの検定制度の徹底により異なる機種間でのソフトウェアの流通性が高いことである。Ada の処理系開発や利用は、これまで主に欧米において進められてきており、処理系については、1983年の時点では、3件しかなかった検定合格コンパイラが1989年3月の時点では、242件と増加した。利用については、航空、宇宙などの分野で著しく増加しており、さらにバンキングシステムなどを含む商用システムへの適用も増加してきている。また、利用技術面でも、ソフトウェア工学に立脚した Ada の良さが活かされるように、パッケージ機能を活かし、部品化、再利用などに有効な設計法としてオブジェクト指向設計(OOD)などへの関心が高まってきている。

国内においては、これまで Ada への関心はいま一つ盛り上がり欠けていたが、ここ2~3年の間にワークステーションやパーソナルコンピュータ上でも良質な処理系が入手可能になったことなどから産業界における Ada への関心は急速に高まってきている。1988年10月には Ada に関する研究・情報交換の場として ACM/SIGAda の日本支部 (Japan SIGAda) が発足している。

† Ada Recent Status on Standardization, Compiler/Support Tool and Usage by Kiyoshi TANAKA (NTT Software Laboratories), Takashi YOSHIOKA (NTT Software Corporation) and Sei IJUIN (NTT Research and Development Headquarters).

†† NTT ソフトウェア研究所

††† NTT ソフトウェア(株)

†††† NTT 研究開発技術本部

本稿では、Ada の最近の動向について、標準化の動向、コンパイラなどの製品開発、利用の動向および、国内の最近の状況について解説する。なお、本稿では誌面の都合でパッケージ、汎用体、タスクなどの Ada の特徴的言語機能についての解説は割愛した。これらについては文献 1), 2)などを参照していただきたい。

2. 標準化の動向

Ada の標準化は、単に言語仕様にとどまらず、他のソフトウェア標準を Ada 言語で利用するときのインタフェース規定 (Ada 言語バインディングと呼ぶ) やプログラミング支援環境などにおいても積極的に標準作りが進められている。

2.1 言語仕様標準化の経緯

Ada の言語仕様は、1980年に米国の軍規格として、規格化された後、何回かの改訂を経て、1983年2月に ANSI の標準となった。同時に、ISO に国際標準化が提案され、1987年3月に ISO の標準 (IS 8652) となった。この経緯については、文献3), 4)を参照していただきたい。1987年の ISO 標準は、1983年の ANSI 標準にまったく手を加えずに、そのまま ISO 標準としたものである。1988年まで ISO では、言語仕様の改善や新機能の追加などについて、あまり活発な議論はなされず、言語仕様のあいまいな点の明確化や他の標準との言語バインディングの作成などの、現行仕様のメンテナンス的な作業が中心であった。また、他の機関でも同様であった。これは、Ada の導入やコンパイラの開発に忙しく、言語仕様の改訂について検討する余裕がないという事情があったためであろう。しかし、米国国防総省の配下にある AJPO (Ada Joint Program Office) は、1988年10月に、Ada 9X プロジェクトを発足させ、Ada の改訂版 (Ada 9X と呼ぶ) の作成作業を開始した。このプロジェクトでは、まず、全世界から Ada 言語仕様の改訂要求を集約し、それを要求条件の形にまとめる。次に、それに合致する改訂仕様を作成し、ANSI および ISO へ提出する予定

である。このプロジェクトは1993年4月に終結することを目標としている。このプロジェクトの開始により、Ada 標準の改訂の議論が活発になることが期待される。

2.2 Ada 9X の動向

上記のように、Ada 9X についての議論はまだ開始されたばかりであり、今後、どのようなテーマが中心となるか、予測しにくいところもあるが、現在、考えられるテーマについて述べる。なお、言語仕様の改訂は必要最小限にとどめるべきであるという意見も少なくない。これは、Ada の普及が進みつつある段階であり、現行仕様と互換性がなくなるような言語仕様の大幅な改訂は普及に混乱を与えかねないという理由によるものである。また、言語機能の拡張は、パッケージや汎用体などの Ada に備わっている言語機能の拡張手段を利用すればよく、言語仕様そのものを改訂する必要はないという意見があるためである。

(1) 言語仕様のあいまいな点の明確化

ISO では、Ada 標準化の開始以来、コンパイラ開発者などから寄せられた、言語仕様のあいまいな点や矛盾点に関する質問やコメント(約600件)に対し、解釈を与えてきた⁹⁾。これらの主要なものについては、文献4)を参照していただきたい。なお、これらのなかには、すでにコンパイラの検定を行うテストプログラムである ACVC (Ada Compiler Validation Capability) に取り入れられたものもある。Ada 9X では、これらの解釈を言語仕様に反映し、表現の明確化や矛盾点の訂正が行われることとなる。

(2) 三角関数や対数関数などを含む数学関数パッケージ

ISO では、三角関数や対数関数などを含む数学関数パッケージの仕様の標準化について、検討を進めており、仕様案が提案されている。この検討結果に基づい

て、Ada 9X では、数学関数パッケージが、STANDARD や TEXT_IO などと同様に言語既定義のパッケージとなろう。

(3) 取り扱える字種の拡張

1987年の ISO SC 22 の会議において、日本から、各プログラミング言語で取り扱える字種を1バイトの文字から、複数バイトの文字へ拡張する検討を行うようにとの要請がなされ承認された。これを受けて、現状では7ビットコードの文字しか使用できない Ada においても検討が開始されたところである。日本国内においては、すでに検討が進んでおり⁹⁾、後述の情報規格調査会 Ada WG から ISO や Ada 9X プロジェクトへの案の提案を行った。今後、仕様案の検討推進により、Ada 9X において標準化できる可能性がある。

(4) タスク機能

リアルタイムシステムへ Ada を適用する場合に、現在のタスク機能だけでは機能が不足しており、機能拡充が必要という意見が多い。たとえば、周期的なタスク起動、非同期的なタスク間通信、優先度の動的な変更、割り込みの可/不可の記述機構などである。これらの幾つかを考慮した仕様拡張案も提案されているが、Ada 9X の仕様案を固めるべき時期までにまとめられるかどうかは流動的であろう。

2.3 標準化の組織

Ada の国際標準化は、他のプログラミング言語と同様に、ISO と IEC の共同機関である JTC 1 の配下の SC 22 で検討されている(図-1)。Ada を担当するのは、WG 9 と呼ばれ、出席者を送っているメンバー国は、米国、英国、オランダ、カナダ、スウェーデン、チェコスロバキア、デンマーク、西独、日本、ハンガリー、フランス、ベルギーである。委員長は、Robert F. Mathis (米国) である。なお、技術的な検討や仕様案の作成は、WG 9 の配下にラポータグループを設け

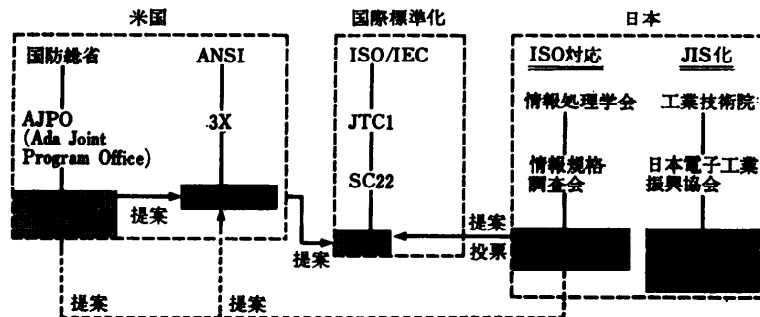


図-1 Ada の標準化機関と Ada 9X

で行っている。

Ada 9X の検討に関しては、まず、前記の Ada 9X プロジェクトにおいて主要な議論と仕様案の作成がなされ、ANSI への提案と承認、次に ISO への提案と承認という順で標準化が行われるであろう (図-1)。

国内では、情報処理学会の情報規格調査会の SC22/Ada WG 小委員会 (主査: 東京大学 米田信夫教授) において、仕様案の検討、ISO の投票への態度案の検討などが行われている。

2.4 JIS 化の状況

Ada が ISO 標準となったのを受けて、1986 年から、工業技術院の委託により日本電子工業振興協会の JIS 言語標準化調査研究委員会 Ada WG (主査: 早稲田大学 寛捷彦教授) で、Ada 言語仕様書の日本語訳が開始された。日本語訳は 1988 年度末に完了し、1989 年中に JIS の翻訳規格 (ISO 標準を日本語に翻訳し、それをそのまま JIS 規格とするもの) として、日本工業標準調査会の規格調整委員会へ付議される予定である。

2.5 Ada 言語バインディングの標準化動向

データベース、グラフィクスなどのソフトウェア関連の標準化が ISO などで行われているが、これらの標準で規定した機能を Ada プログラムから利用できるようにするため、それぞれの標準ごとにそれを利用するための Ada パッケージが標準化されつつある。現在、標準化の検討を行っているものは、次のとおりである。

- (1) データベースアクセス (SQL)
- (2) 2次元グラフィクス (GKS) および3次元グラフィクス (PHIGS)
- (3) UNIX システムコール (POSIX)

これらの Ada パッケージの標準化は、それぞれの標準化に責任をもつ機関や WG において行われているが、ISO の WG 9 では、代表メンバをそれらの機関や WG に派遣して、標準化に協力している。特に、SQL に関しては、SQL の標準化担当から、Ada 言語仕様の拡張をとまなうバインディング案が提案されたため、WG 9 では、現在の言語仕様の範囲内で済むようなバインディングとするように働きかけられている。

2.6 プログラミング支援環境の標準化動向

Ada は言語への要求仕様の検討段階から、言語仕様だけでなく、プログラミング支援環境

(APSE) の充実が進められてきた。すでに、構文エディタ、デバッガ、テストツール、ドキュメント生成ツール、構成管理ツールなどが開発されており、支援環境は充実しつつある。

また、これらのツールの可搬性を向上するため、オペレーティングシステムが提供する機能、データベースの機能、ツールがデータベースに登録する情報、ツール間のインタフェースなどを統一化する検討が行われている。具体的なインタフェース仕様案としては、次に示す CAIS (Common APSE Interface Set) および PCTE (Portable Common Tool Environment) がある。

(1) CAIS

CAIS の開発は、AJPO が中心となって 1982 年からアメリカ合衆国で進められている⁴⁾。徹底的に Ada 向きの開発環境を追求したものであり、現在、Revision A が公表されている⁷⁾。

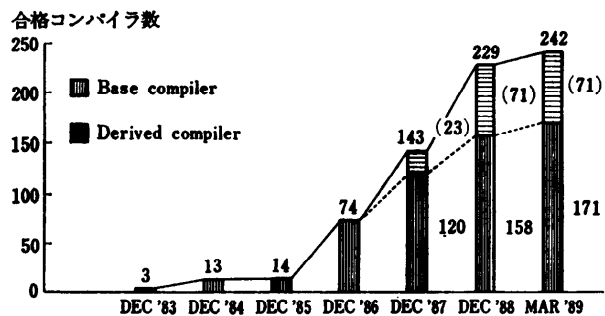
(2) PCTE

PCTE の開発は、EC が中心となって、ESPRIT 計画の一環として 1983 年からヨーロッパで進められている。Ada ばかりでなく C 言語の開発支援環境としても使えるように考慮されており、UNIX をベースとしている⁸⁾。

現在、両者の仕様を調整するような検討も行われているが、標準化を開始するまでにはまだ数年かかるものとみられる。

3. 製品開発の動向

3.1 コンパイラ



〔開発済主要メーカー〕

- AT&T, IBM, DG, DEC, Gould, Honeywell, HP, NCR, PRIME, UNISYS, Sun Micro, Tandem, Apollo, SofTech, Intermetrics, Rational, TeleSoft, CDC (以上米国)
- Alsys, Siemens, System, DDC (以上 欧州)

図-2 Ada の検定合格コンパイラ数

Ada には、4,000 本余りものテストプログラムによってコンパイラを検定する米国国防総省による検定制度がある。検定に合格したコンパイラは、1983 年 12 月の 3 件から 1989 年 3 月には 242 件と増加している(図-2)。欧米の主なコンピュータに対してすでにコンパイラはほぼ出揃い、各社がコンパイラの目的プログラム性能などを競っている状況にある。Ada の目的プログラムの実行速度が、最適化版の C コンパイラを上まわったとのベンチマークテスト結果もいくつか報告されるようになってきている⁹⁾。当初、Ada は処理系が巨大で大型機でないと使いものにならないとの意見もあったが、現在では、ラップトップを含むパーソナルコンピュータ上でも実用的な処理系がまわりはじめてきている。これにともない価格も他の言語の処理系並みになるものと予想される。

3.2 支援ツール

コンパイラとともにデバッガや構成管理ツールのような APSE を構成する Ada 用支援ツールが開発され、提供されている。最近の傾向としては、ソフトウェア開発の上流工程を支援することをねらいとした CASE ツールが注目されている。特に、Ada によるオブジェクト指向設計(OOD)¹⁰⁾を支援するツールが登場しており、OOD により抽出したオブジェクトを Ada のパッケージやタスクで実現することを支援する Ada 向けの CASE ツールとして、Teamwork/Ada、Cardtools などが米国を中心に使われはじめてきている。これらのツールは、構造分析/設計(Structured Analysis/Design)に必要なデータフローチャートなどの図表作成の支援を主体とするものである。要求分析/定義および設計の手順や図表を統一化するとともに、これらの作業を効率化するものとしても期待される。

3.3 Ada 向き OS

Ada の主要適用領域は組込み型のリアルタイムシステムである。この分野での汎用 OS として、種々のものが開発されているが、Ada による並列処理記述時の性能向上などをねらいとしてランデブ機能の追加などを行い、Ada 向きの OS とした ARTX などが製品化されてきている¹¹⁾。

3.4 Ada 専用マシン

Ada によるソフトウェア開発時の効率を専用マシンを作ることによって追求した米 Rational 社製の R 1000 が製品化され利用されはじめてきている。R 1000 は、Ada の標準中間言語として提案され、多くの処理系で採用している DIANA をマシン語とする高級言語

マシンである。プログラムの修正があってもその修正部分だけをコンパイルするだけで修正が完了し、with 節の参照関係で生ずる再コンパイルを不要とする機能を実現することによって、修正-テストのサイクルを大幅に短縮できるなどの特徴がある。

4. Ada 利用の動向

4.1 米国の状況

米国国防総省では、1983 年に Ada 導入を推進するために重要システム(Mission Critical System)の開発には、Ada の使用を義務付けた。さらに、1987 年には、それまでの Ada 利用の実績をふまえて Ada の使用をすべてのプログラムにまで拡大している¹²⁾。この結果、Ada 導入にいつそう拍車がかかかってきており、従来 COBOL で書かれていたプログラムを Ada で書き直すプロジェクトも進められている¹³⁾。NASA では、宇宙ステーションプロジェクト用に開発されるプログラムは寿命が長く(20~30 年)、信頼性・保守性が強く要求されることから、これに対して Ada の使用を義務付けた¹⁴⁾。

一方、一般の商用プロジェクトへの Ada の導入も進んでいる。たとえば、1989 年より、就航が始まったボーイング社の新型ジャンボ(B 747-400)のフライト制御プログラムは Ada で記述されている。ボーイング社では、さらに次期ジャンボには全面的に Ada を採用するとのことである。GE 社では、製鉄所の自動運転システムを Ada で記述し、これが成功したので Ada を他の業務にも適用していくとのことである。

また、モトローラ社では、全社的な品質向上運動の一環として C やアセンブラにかえて Ada を選定し、移動通信システム(Cellular Switching System)の開発に Ada の適用を開始している。商用システムでの Ada 利用例を表-1 に示す。なお、FM/CIM(Flexible Manufacturing/Computer Integrated Manufacturing)などの自動化生産部門へも Ada を導入しようとの動きが具体化し、SIGAda に新たな WG として AIM(Ada in Manufacturing)が 1989 年 3 月に発足した。

4.2 欧州などの状況

EC 本部(CEC)により、欧州共通のシステム記述言語として Ada が推奨されている。各国の国防省では Ada の採用を正式決定し、NATO としても Ada を用いることを申し合わせている。また、ESA(European Space Agency)でも NASA と同様に宇宙ス

表-1 商用プロジェクトでの Ada 利用例

会社名	システムの内容	規模	状況
CRI Inc 社 (米)	HP 3000 用の既存 RDBMS 製品 (RELATE システム: SPL/FORTRAN 記述) を Ada に書き換え	K行 180	Ada のポータビリティの良さにより、5 種コンピュータ用の製品を完成
Boeing 社 (米)	新型ジャンボ (B747-400) のフライト制御プログラムを Ada で記述	500	連邦航空局 (FAA) 認定: 1989. 1. 10, 太平洋路線でも、飛行予定次期ジャンボは全面 Ada 記述
GE 社 (米)	製鉄所の圧延機の自動運転システムを Ada で記述	250	現在、稼働中であり、他の業務にも Ada 利用を推進中
モトローラ社 (米)	移動通信システム (Cellular Switching System) を Ada により記述	60 初期版	全社的な品質向上運動 (6 シグマ) の中でソフト品質向上のために Ada を採用. ソフト工学を实践
Nokia 社 (フィンランド)	RDBMS, SNA, OA などからなる分散型バンキングシステムを Ada で記述	2000	現在、稼働中. 北欧は Ada 利用に積極的

テーション・ソフトウェアの記述は全面的に Ada とする方針である。なお、フィンランドの Nokia 社 (表-1) のバンキングシステムへの Ada の適用の例に代表されるように、人口・資源の少ない北欧諸国では、ソフトウェアの生産性向上をはかる手段として、Ada の導入に積極的であるとのことである。

さらに Ada の利用は、オーストラリア、シンガポール、台湾などの環太平洋地域を含め世界的に広がってきている¹⁵⁾。

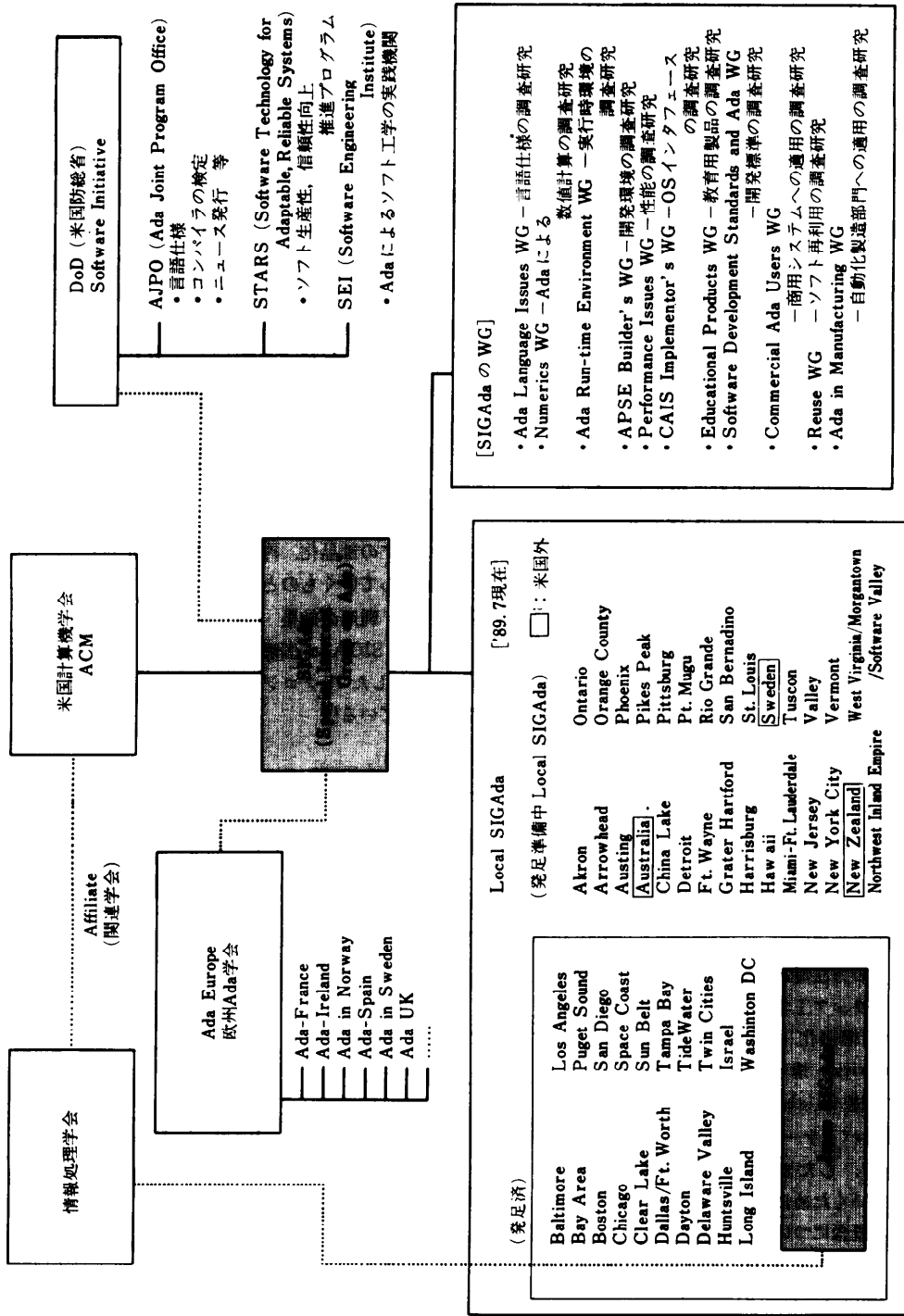
4.3 先端ソフトウェア技術開発プロジェクト

米国防総省の STARS 計画 (Software Technology for Adaptable Reliable System) は、Ada をベースに 90 年代半ばまでにソフトウェアの生産性を 10 倍にすることをねらいとして 1984 年から開始された総合的生産性向上計画である。1988 年からの 5 年間計画では、ソフトウェアを主体にシステムを構築する“ソフトウェア第一主義 (Software First)”を理念とし、これを実現するための再利用可能な部品の開発、開発環境、プロトタイプング技術の開発を進めている。また、STARS 計画、AJPO とともに国防総省のソフトウェア高度化計画

表-2 SIMTEL 20-ASR の概要

No.	分類	内容
1	Ada Books and Documents	Ada 関連の各種レポート、言語仕様、用語集 DoD 勧告、Ada の本など
2	Artificial Intelligence	エキスパートシステム、LISP 処理プログラムなど
3	Benchmarks	ベンチマークの概要、言語比較レポート タスク関連レポートなど
4	CAIS	Common APSE Interface Set の Ada パッケージなど
5	Communications	FTP などのドキュメント、TCP/IP などのプロトコルのドキュメントなど
6	Components	各種 Ada 部品パッケージ (ファイル比較、ソート処理など)
7	Data Base Management	SQL インタフェースパッケージなど
8	Graphics	GKS, MAP ジェネレータなど
9	Management Tools	Ada ソフトウェア開発管理用ツール (コスト計算、プロジェクト管理など)
10	Math	数値計算用部品パッケージ (グラフ計算、カルマンフィルタなど)
11	Metrics	ソフトウェア計量化ツール (パス解析、難易度解析など)
12	Program Design Language	プログラム設計言語 (グラフィック PDL など)
13	Programming Tools	各種 Ada プログラミング用ツール (シンボリックデバッカ、出来高カウントなど)
14	Text Manipulation	テキスト処理 (エディタ、スペルチェックなど)
15	Tools (Miscellaneous)	その他のツール (VAX/ANSI テープ作成など)

の三本柱の一つとして CMU (Carnegie Mellon University) に 1984 年に設立された SEI (Software Engineering Institute) は、Ada によるソフトウェア工学の実践機関であり、ソフトウェア教育、開発環境、



(国際会議例)

- Ada-Europe'90 Dublin, Ireland, June 12-14 Ireland, June 12-14
- TRI-Ada'90 Baltimore, Md, USA, Dec 3-6

図-3 SIGAda の位置づけ

開発方法論などについての研究成果を世の中へ技術移転することを推進しており、Ada 利用技術について指導的立場に立っている。

欧州では、EC による先端技術開発計画である ESPRIT 計画で Ada を推奨している。また、英国内の産学共同計画である ALVEY 計画においてはソフトウェア工学の研究対象言語として Ada が採用されている。

4.4 学会活動

米国 ACM には、Ada 専門の研究グループとして SIGAda (Special Interest Group on Ada) が設けられている。SIGAda には、前述の AIM の他に、開発支援環境 (APSE)、OS インタフェース (CAIS)、性能、再利用などの技術的課題を調査研究する 10 の WG (Working Group) が設けられている。さらに、全世界で 20 余りの支部 (Local SIGAda) が発足している。日本でも Japan SIGAda (主査: 早稲田大学、寛捷彦教授、会員約 380 名) が 1988 年 10 月に発足され、研究や情報交換などの活動を行っている。欧州においては、国ごとに Ada-XXX (国名) という名前の組織が設立され、研究会・チュートリアル開催、機関誌の発行などの活動を進めている (図-3)。

4.5 Ada 部品データベース

Ada 導入の進展にともない、Ada で開発されたツールや部品などのデータベースが、米国を中心にいくつか構築されている。その中で AJPO が提供する SIMTEL 20-ASR (Ada Software Repository) は、すでに 100 万行をこえる Ada ソフトウェアをパブリックドメインで提供している (表-2)。

4.6 Ada 利用の高度化

プログラミングの方法論についての 1970 年代前半のソフトウェア工学の主要な研究成果¹⁶⁾とされている階層化 (hierarchy)、モジュール化 (modularity)、情報隠ぺい (information hiding)、抽象化 (abstraction) などの概念は、Ada ではパッケージ機能に盛り込まれている (図-4)。したがって、パッケージ機能を活かしていくためには、ソフトウェア工学のこれらの概念についての理解が必要である。

Ada 利用の初期段階ではこのパッケージ機能などの利用法が十分に理解されないまま従来の言語とほとんど同じように使われてし

まったという反省があり、ソフトウェア工学の成果に立脚して生まれた Ada の真の良さが活かされるように Ada を使っていこうという動きが出ている¹⁶⁾。具体的には、パッケージ機能を活かす設計法としてオブジェクト指向設計 (OOD)¹⁰⁾ や支援ツール、開発環境、構成管理技法、開発管理技法などへの関心が強まっている。OOD では、構造分析などにより、システム仕様を明確に定義した後、ソフトウェアの構成要素をできるだけ意味のあるもの (対象物) としてとらえオブジェクトを抽出し、Ada パッケージ機能により実現する。Ada のパッケージは、仕様部と本体部からなり、データと処理を一かたまりにしてデータ抽象型として実現できる。外部インタフェースは仕様部で定義する。仕様部が変更とならないかぎり、本体部は自由に実現できる。また、外部に不要な情報はできるだけ本体部にまわして情報隠ぺいを図ることができる。OOD はまだ確立されたものとはいえないが、後述のような適用効果も報告されるようになってきており、ソフトウェアの部品化、再利用を促進させる方法として今後普及していくものと期待される。

4.7 Ada 利用の効果

1987 年の SIGAda 国際会議で、米 Reifer 社が、Ada を適用した 75 プロジェクトを分析して次のような報告をしている¹⁷⁾。

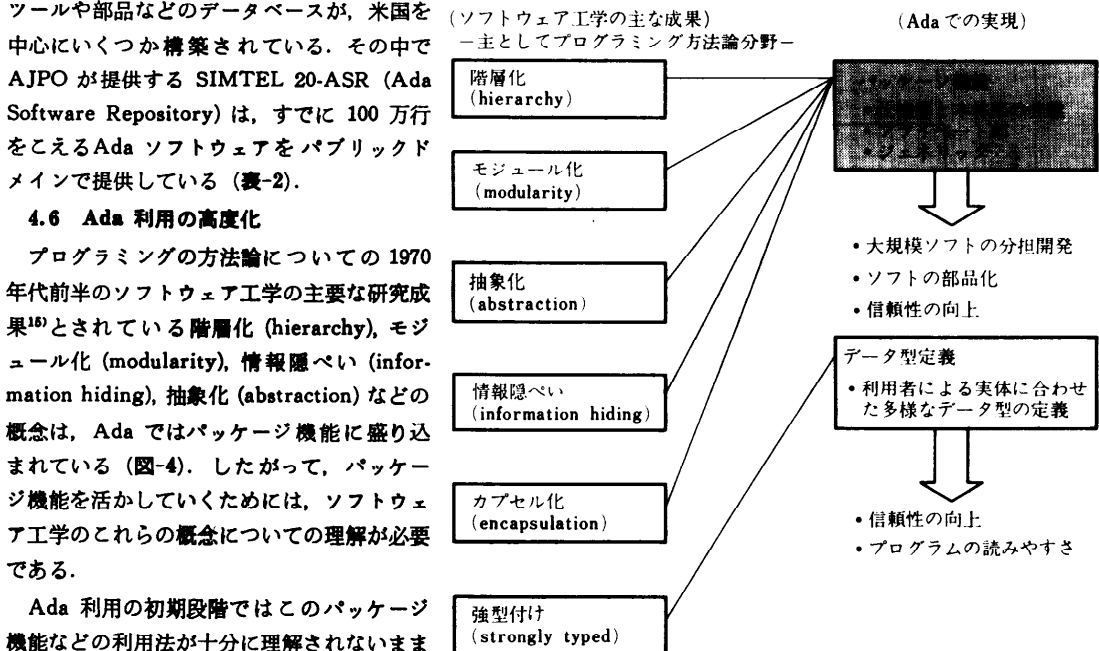


図-4 ソフトウェア工学の成果と Ada の関係の例

① 各ベンダ個有のシステム記述言語を用いる場合に比べ、高い生産性 (50% 向上) および信頼性 (エラー発生件数が25% 減少) が得られた。

② 工数配分は、要求分析/設計: 製造/単体テスト: 結合テストが 50:15:35 となり、他言語の場合 (40:20:40) と比較して、設計工程の工数の割合が大きくなるが、コンパイラの厳密なチェックなどにより、テスト工数が少なくて済む。

また、1988年の SIGAda 国際会議 (TRIAda '88) では米国の GTE 社 (世界最大級の通信網をもつ通信会社) が、構造分析/OOD を適用したところプログラマの生産性が社内平均に比べ3倍向上したと報告している¹⁹⁾。

5. 国内での状況

国内における標準化の状況および SIGAda 活動についてはすでに述べた。Ada の処理系開発・利用については、NTT の DIPS プロジェクトにおいて Ada 処理系の開発と適用が進められている¹⁹⁾。Ada によって記述され商用化された NTT の具体的なシステムとしては、ビデオテックス通信網システム²⁰⁾、大容量自動車電話方式²¹⁾が報告されている。また、Ada の適用の効果としては、適用プロジェクト全体の平均値で生産性が30%、信頼性が25% 向上という結果を得ている。NTT 以外では、Ada プログラム開発支援環境の構築²²⁾、リアルタイムシステムへの Ada の適用²³⁾、通信プロトコルの Ada による記述²⁴⁾などがあるが、まだ、本格的に Ada を利用するところまでにはいたっていない。しかし、前述のように、ワークステーションやパーソナルコンピュータ上でも良質な処理系が入手可能となってきたこと、宇宙開発や防衛システムを中心に Ada の利用の可能性が具体化してきたことなどから、産業界での Ada への関心は急速に高まってきている。

Ada が定着するまでには、Ada によるプログラミングならびに Ada の真の良さを引き出すためのソフトウェア工学面での訓練、既存のソフトウェア資産の継承、使い慣れた開発環境の切り換えなど乗り越えなければならない課題も多いが、ソフトウェア工学の実践のツールとしての Ada の利用が今後国内でも進展していくものと期待している。

参 考 文 献

- 1) 荒木: Ada—大規模ソフトウェアのために, Computer Today, No. 10, pp. 16-21 (1985).

- 2) 石畑, 疋田: Ada プログラミング, p. 286, 岩波書店 (1986).
- 3) 石畑: Ada 文法書の改訂について, 情報処理, Vol. 24, No. 9, pp. 1095-1105 (1983).
- 4) 石畑, 寛: 最近の Ada の動向, 情報処理, Vol. 27, No. 3, pp. 229-236 (1986).
- 5) ACM SIGAda: Approved Ada Language Commentaries, Ada Letters Special Edition, Vol. IX, No. 3, p. 342 (1989).
- 6) 伊集院, 石畑: Ada における日本語化の現状と今後の方向, 情報処理学会プログラミング言語研究会資料, 16-11, p. 61 (1988).
- 7) U. S. Department of Defense: Common Ada Programming Support Environment (APSE) Interface Set (CAIS), Revision A, Proposed DOD-STD-1838 A, May 20, p. 1208 (1988).
- 8) Commission of the European Communities, PCTE A Basis of for a Portable Common Tool Environment Ada Functional Specification First Edition, p. 299 (1987).
- 9) Cutter Information Corp: Ada Strategies, Vol. 2, No. 11, pp. 3-4 (1988).
- 10) Booch, G.: Object-Oriented Development, IEEE Trans. on SE, Vol. SE-12, No. 2, pp. 211-221 (1986).
- 11) 加藤, 石川: マイクロコンピュータ用オペレーティングシステムの動向, 情報処理, Vol. 30, No. 6, pp. 717-724 (1989).
- 12) Castor, V.L.: Dear Friends of Ada, ACM Ada Letters, Vol. 7, No. 4, pp. 40-55 (1987).
- 13) AJPO: Data Usage Database, Ada IC Newsletter, Vol. 6, No. 2, pp. 19-29 (1988).
- 14) Roy, D.: NASA's Software Engineering with Ada, Aerospace America, Feb. pp. 8-10 (1989).
- 15) 木村, 鳥居他: プログラミング方法論と言語機能, ソフトウェア工学ハンドブック, pp. 151-176 (1986).
- 16) Cutter Information Corp: Ada Strategies, Vol. 2, No. 5, pp. 1-6 (1988).
- 17) Reifer Consultants, Inc.: Ada's Impact: A Quantative Assesment, SIGAda International Conference, p. 22 (1987).
- 18) Biddle, M.E.: Lesson Learned by Using Different Methodologies on Five Ada Projects, Proceedings of TRI-Ada '88, pp. 556-565 (1988).
- 19) 福山, 吉岡他: DIPS プロジェクトにおける Ada の開発適用状況, 情報処理, Vol. 27, No. 3, pp. 237-243 (1986).
- 20) 望月: ビデオテックスサービスの現状と新ビデオテックス通信網システムの開発, NTTR & D, Vol. 38, No. 4 (1989).
- 21) 倉本, 渡辺他: 大容量自動車電話方式, 信学会誌, Vol. 71, No. 10, pp. 1011-1012 (1988).
- 22) 土田: Ada プログラム開発支援環境, 三菱電機技報, Vol. 63, No. 3, pp. 56-59 (1989).
- 23) 小林, 武久他: リアルタイムシステムへの Ada 適用事例, 第3回 Japan SIGAda 予稿集, pp. 9-18 (1989).
- 24) 長谷川, 堀内: Ada による通信プログラムの開発について—OSI トランスポート, セッションプロトコル, 第4回 Japan SIGAda 予稿集, pp. 2-11 (1989). (平成元年8月8日受付)