

日米における上流 CASE ツールの効果と評価の分析

藤村 直美
九州芸術工科大学

組み込み型マイクロプロセッサ用ソフトウェアの開発において、最初の要求仕様の分析や要求仕様書の作成が不十分なために、生産性や品質が向上しないという重要な問題がある。これを解決するために、組み込み型であることに起因する各種の制約にも関わらず、上流 CASE ツールを採用することが有効かどうかと言う観点から、日米における上流 CASE ツールの利用実態の調査を行なった。その結果、日米において、ソフトウェアの開発形態、上流 CASE ツールの利用状況、効果・影響、ツール自体に対する評価に大きな差があることが判明した。

An analysis of the effect and evaluation of upper case tools in Japan and USA

Naomi Fujimura
Kyushu Institute of Design
Fukuoka, 815 Japan

We have difficulties in developing good software efficiently for embedded microprocessors because of the lack of the requirement analysis and the incomplete specification. To improve the problems, we consider to adopt an upper CASE tool. However, it is not clear that an upper CASE tool is effective in developing software for embedded microprocessor that has many restriction. We made a research about the environment of software development, the usage of upper CASE tools in Japan and USA. As a result, we found the difference of the usage, effect, and evaluation between in Japan and in USA.

1 はじめに

組み込み型マイクロプロセッサ (MP と略す) は各種の機器・製品に組み込まれて重要な役割を果たしている。これらの機器・製品を要求仕様通りに機能させるために必要なソフトウェアの開発においては各種の問題が存在する。中でも最初に行う要求分析が不十分なために生産性と品質が向上しないという問題は深刻である。この問題は上流 CASE ツールを採用し、システム設計時に要求分析を十分に行なえば改善できる可能性がある。しかしながら組み込み型 MP 用ソフトウェアは、リアルタイム性が高い、プログラムを小さくする必要があり、目標 CPU の種類が多い、開発マシンと目標マシンが異なるなど、多くの制約があり、従来の上流 CASE ツールをそのまま適用可能かどうか明らかでない。

米国では上流 CASE ツールが広く普及していると言われている。そこで組み込み型 MP 用ソフトウェアの開発において、上流 CASE ツールを採用することがソフトウェアの生産性や品質の向上に有効であるか否かを検討するために、日米におけるソフトウェアの開発実態を調査した [1, 2]。特に上流 CASE ツールを採用したソフトウェア開発において、両国で開発実態に差異が存在するか、差異が存在するとしたらどのような点かといった点の分析を試みる。これによって組み込み型 MP 用ソフトウェアの開発において、上流 CASE ツールを採用することの是非を判断することが可能となろう。

2 調査方法と回答状況

今回は次に述べるような項目のアンケート調査を行なった。まず上流 CASE ツール使用の有無にかかわらず、目標 CPU、開発マシン、開発規模、製品分野など、さらに上流 CASE ツールを使用している場合にはツール名、稼

動機種、導入時期、使用効果、ツールに対する評価など、上流 CASE ツールを使用していない場合にはその理由や今後の予定などである。

調査対象は日本国内では日本電子工業振興協会 (電子協と略す) の参画メーカーとその他のメーカーを併せて約 1500 社、米国ではコンピュータ、電子、通信、軍需関連の各メーカー約 3300 社とした。調査依頼は 1992 年 11 月に行ない、回答のメ切は 1993 年 1 月末頃とした。回答の回収件数は国内が 206 件 (回収率は 14 %)、米国が 364 件 (回収率は 11 %)、合計で 570 件 (回収率は 12 %) であった。こうした形態のアンケート調査の回収率は通常 8 % 程度と言われているので、今回の調査は比較的好成績であったと言えることができる。

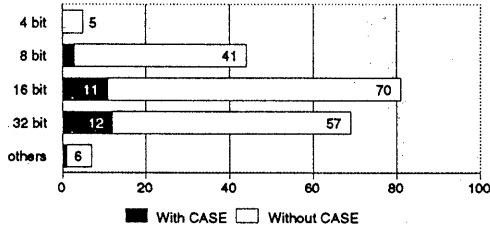
3 開発環境と対象

3.1 CPU ビット

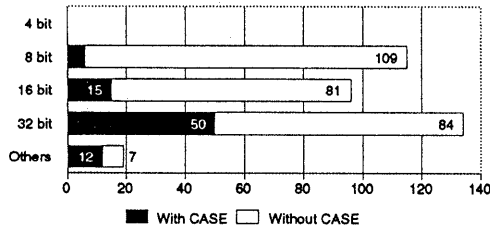
日米におけるビット数別 CPU の採用状況を図 1 に示す。全体の CPU ビット数別の採用状況を検討すると、日本においては 16 ビット CPU が一番多く使用されており、ついで 32 ビット CPU が多く使用されている。4 ビット CPU も少ないが使用されている。一方、米国では 32 ビット CPU が一番多く、ついで 8 ビット CPU が使用されている。米国では日本と異なり 4 ビット CPU は全く使用されていない。

3.2 開発マシン

組み込み型 MP 用ソフトウェアは最終的な製品上で開発することができない場合がほとんどである。そのために別のマシンでクロスコンパイルして開発することが多い。図 2 に開発用 (コンパイルやデバッグ用) のマシンの利用状況を示す。



(a) 日本



(b) 米国

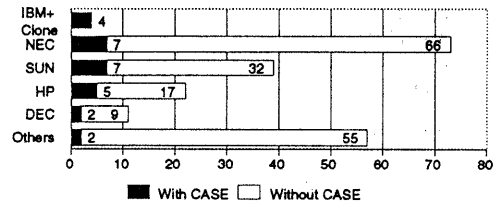
図 1: ビット数別 CPU 採用状況

日本では、NEC 製のパソコンによるものが圧倒的に多い。その他 (Others) も国産メーカー (富士通、日立など) のパソコンによるものが大部分を占めていることから、パソコンを利用した開発が多いことが分かる。ついで SUN、HP などのワークステーションが利用されている (全体の 35%)。

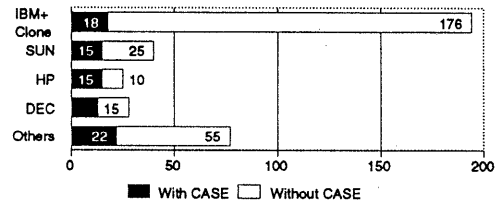
米国では、IBM-PC とその互換機のパソコンが多い。また、その他 (Others) も大部分が IBM-PC 互換機と考えられるが、無名ブランドであるために正確な判断が困難である。SUN、HP などのワークステーションの利用率は日本に比べて低くなっている (全体の 26%)。

3.3 プログラムの大きさ

組み込み型 MP 用に開発されているソフトウェアの大きさの分布を図 3 に示す。開発されているソフトウェアが組み込み型 MP 用



(a) 日本



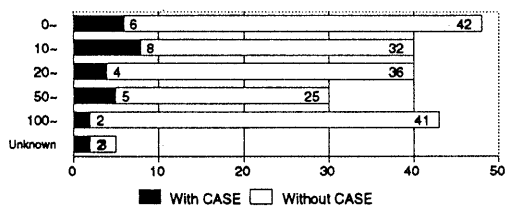
(b) 米国

図 2: 開発マシン

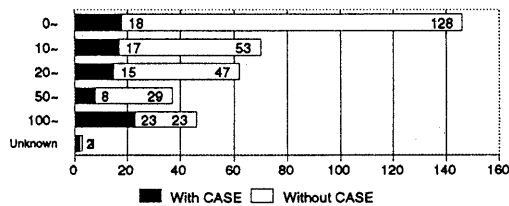
ということで、日米ともに比較的小さなソフトウェアが多い。特に米国では 10 KS 未満のソフトウェアが他に比較して多いことが分かる。ただし、日本では 100 KS (Kilo Steps) を超過するソフトウェアが 10 KS 未満について多い。

3.4 製品分野

ソフトウェアが組み込まれている製品の分野を図 4 に示す。両国とも制御関連 (Manufacturing Control) が一番多く、その他についても類似の傾向を有している。両国の一番顕著な相違点は日本に比べて米国では軍需関連製品が約 15% とかなりの比率を占めているという点である。



(a) 日本



(b) 米国

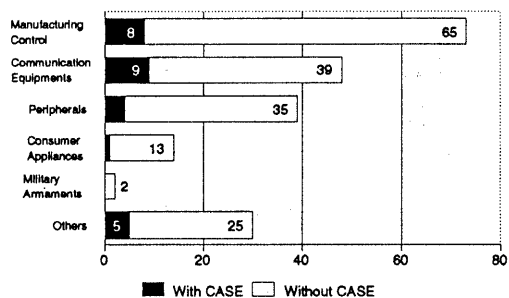
図 3: ソフトウェアの規模

4 上流 CASE ツール

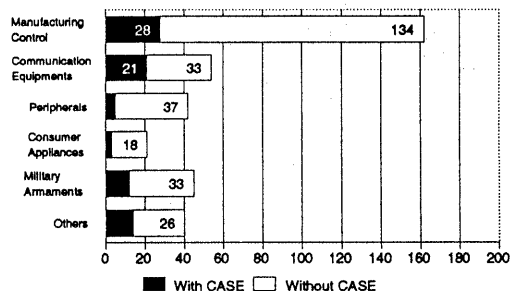
4.1 採用状況

上流 CASE ツールを組み込み型 MP 用ソフトウェアの開発に採用している比率を図 5 に示す。日本では 206 件の回答中 27 件 (13%)、米国では 364 件の回答中 83 件 (23%) が、上流 CASE ツールを採用してソフトウェアの開発を行なっている。この結果から日米でソフトウェアの開発における上流 CASE ツールの採用率に明確な差が現れていることが分かる。

先に示した図 1 から CPU のビット数別に検討すると、上流 CASE ツールは、日本では 4 ビット CPU では全く採用されておらず、16 ビット CPU と 32 ビット CPU では同じ程度の数量・比率で採用されている。一方、米国では上流 CASE ツールは CPU のビット数が大きくなるに従って採用率も増大して



(a) 日本



(b) 米国

図 4: 製品分野別採用状況

いる点が日本と異なっている。

次に図 3 から、ソフトウェアの規模による採用状況を見ると、日本では規模に関わらず比較的採用されていないが、米国では規模が大きくなるにつれて採用率が上昇しており、100 KS 以上の場合には 50% が上流 CASE ツールを利用して開発を行っている。

4.2 ツール名

ソフトウェア開発に使用している上流 CASE ツールの名前を図 6 に示す。日本では、Teamwork (TMW) が最も多数利用されており、ついで SAVER (SAV) が利用されている。SAVER は日本だけで使用されている。米国では、Teamwork (TMW) が一番多く採用さ

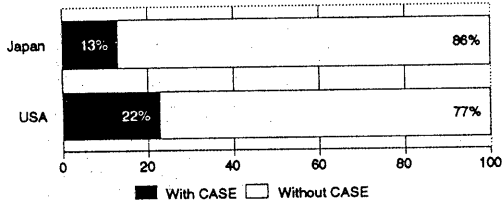


図 5: 上流 CASE ツール採用状況

れており、ついで StP (STP)、自社開発 (INH) などが使用されている。日米での大きな違いは、米国では自社開発 (INH) の上流 CASE ツールが良く使われている点であり、日米におけるソフトウェアに対する力量の差をかいま見ることができる。また、日米ともに多数の上流 CASE ツールが使われており、回答に挙げられた名前は、日本では 10 種類、米国では 22 種類である。しかしながらそれらの中でも良く使われるものは限られていることが分かる。

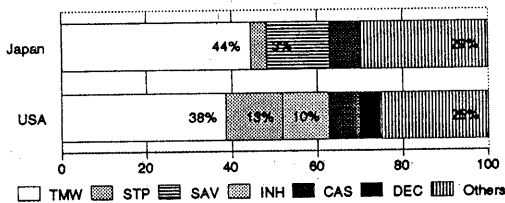


図 6: CASE ツール名

4.3 導入時期

上流 CASE ツールの導入時期 (会計年度) を図 7 に示す。日米ともに 90 年がピークでその後は減少傾向を示している。最近の景気の停滞の影響とも考えられるが、本当の理由は不明である。

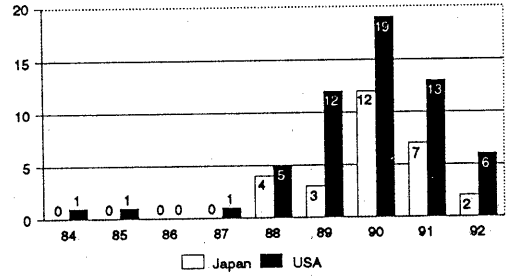


図 7: 導入時期

4.4 稼働マシン

上流 CASE ツールが稼働しているマシンの状況を図 8 に示す。日本では HP、SUN、DEC などワークステーションで稼働している場合がほぼ 60 % である。一方、米国では IBM-PC とその互換機が 22 % を占めており、HP、SUN、DEC などのワークステーションで稼働しているものはほぼ 50 % である。

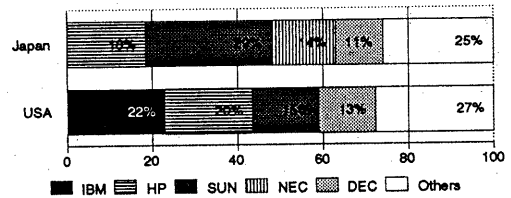


図 8: 上流 CASE ツール稼働マシン

5 効果と評価

5.1 効果

上流 CASE ツールを使用することでソフトウェア開発にどのような効果が得られたか

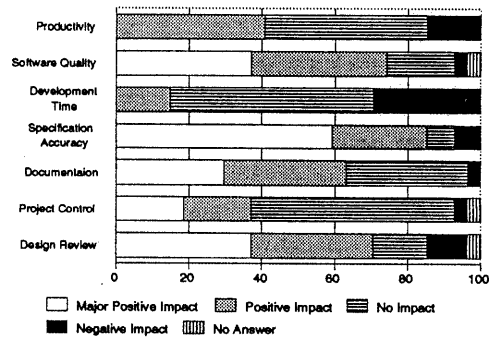
を図9に示す。それぞれ、生産性の向上 (Productivity)、品質の向上 (Software Quality)、開発期間の短縮 (Development Time)、要求仕様の明確化 (Specification Accuracy)、文書管理 (Documentation)、工程管理 (Project Control)、レビューの簡便化 (Design Review) について、「効果大」 (Major Positive impact)、「効果小」 (Positive Impact)、「効果無し」 (No Impact)、「逆効果」 (Negative Impact) を選択して回答している。

一般的な特徴として、米国では回答項目にバラツキが少ないが、日本では回答項目による変動が大きいことが分かる。中でも日本では、「生産性の向上」と「開発期間の短縮」に「効果大」という回答がないこと、「仕様の明確化」の「効果大」が約6割にもなるといった特徴がある。また日本は米国に比較して、「品質の向上」、「文書管理」、および「レビューの簡便化」において「効果大」の比率が高いという特徴がある。

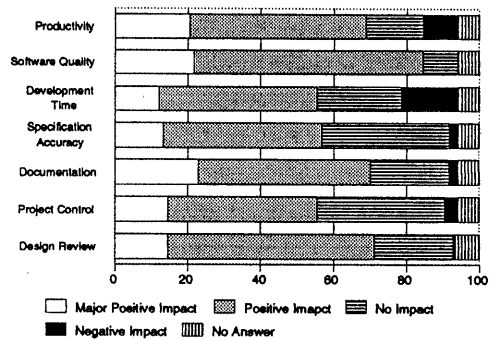
5.2 評価

上流 CASE ツールそのものに対する評価について、日米の調査結果を図10に示す。それぞれ全般的な使い勝手 (Ease of Use (Overall))、ユーザインターフェイス (User Interface)、応答性 (Response Time)、バグの少なさ (Error Free)、機能の豊富さ (Functionality)、マニュアルの分かり易さ (Tool Manual)、方法論 (Methodology Support)、モデルの記述性 (Modeling Capability)、サポート体制 (Technical Support)、価格性能費 (Price/Performance) についての評価を「大変良い」 (Very Good)、「良い」 (Good)、「どちらとも言えない」 (Fair)、「やや悪い」 (Poor)、「悪い」 (Very Poor) から選択して回答している。

一般的な特徴としては、日本の方が米国に比較して評価のバラツキが大きいことである。



(a) 日本



(b) 米国

図9: 使用効果

項目別に比較すると次のようになる。「大変良い」と「良い」を併せた比率では、「全般的な使い易さ」、「ユーザインターフェイス」、「応答性」、「方法論」、「モデルの記述性」は日米とも同じ程度である。ただし、「方法論」は日本では「効果大」が米国に比較して多い。

日本に比較して米国の方が評価が高い項目として、「バグの少なさ」、「機能の豊富さ」、「マニュアルの分かり易さ」、「サポート体制」があげられる。特にマニュアルについては、日本では「大変良い」という評価がなく、「良い」も少ない。逆に「やや悪い」や「大

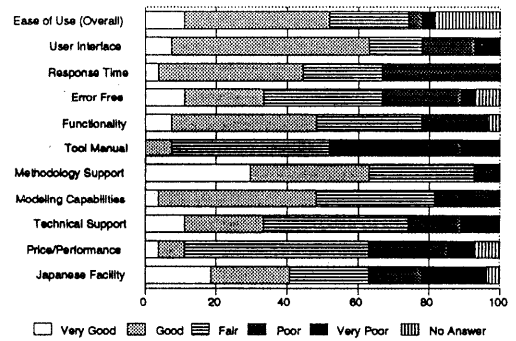
変悪い」という評価が多いことが目だっている。またバグの少なさは日本で販売するために日本語化の作業を行なう過程で新たなバグが混入していることも考えられる。

【価格性能比】については、米国では「やや悪い」や「悪い」という評価が少ない。日本ではソフトウェアを日本語化するための費用や販売後の保守料も価格に上乗せして販売する機会が多いことなどから価格が高くなる傾向があることが影響していると考えられる。しかし回答用紙を眺めていると、米国ではソフトウェアを導入した担当者がそれに対して「悪い」という評価をすることは、自分にとって具合が悪いために、「悪い」という評価が少ないのではないかという印象を受ける。

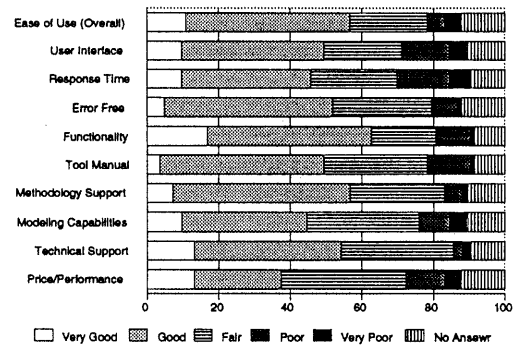
5.3 満足度

組み込み型 MP 用ソフトウェアの開発において、上流 CASE ツールを使用した結果、満足したか否かについて、「満足している」(Satisfactory)、「どちらとも言えない」(Indifferent)、「不満である」(Unsatisfactory)のどれかを選択して回答した結果を図 11 に示す。

日米を比較すると、米国では 65 % が「満足している」と回答しているが、日本では「満足している」という回答が 30 % と米国の半分程度しかない。また日本では「どちらとも言えない」と判断を保留している回答がほぼ半分と多い。「不満である」という回答も日本の 19 % と米国の 11 % を比較すると日本の方が倍近い。これは日本では上流 CASE ツールを導入して使い始めてはいるが、まだ満足できる使い方ができていないことを示していると考えられる。



(a) 日本



(b) 米国

図 10: 使用評価

6 おわりに

日米における組み込み型 MP 用ソフトウェアの開発実態について、特に上流 CASE ツールを使用したソフトウェアの開発実態を分析した。その結果、日米においてはソフトウェアの開発形態にかなりの差が存在することが判明した。全般的に日本では上流 CASE ツールの利用もソフトウェアのコンパイルやデバッグにもワークステーションが活用されているが、米国ではワークステーションに比べて数は少ないにしても IBM-PC と互換機が活用されている。また VAX などの古いマシンも依然として利用されていることが明らかになっ

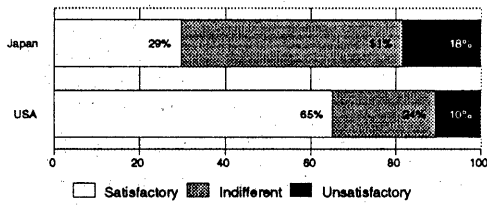


図 11: 満足度

- [2] 藤村直美：上流 CASE ツールの利用における日米比較、情報処理学会第 47 回全国大会論文集 (5)、pp.299-300、1993
- [3] Naomi Fujimura : Software Productivity in Built-in Microprocessors, Microprocessing and Microprogramming, The Euromicro Journal, Vol.28, No.1-5, pp. 169-172, 1990

ている。

日本においては多くの場合に要求分析を十分に行わずに開発に取り掛かるため、後ろの工程で要求仕様の変更が発生し、生産性や品質を低下させている [3]。そうした状況で上流 CASE ツールを採用すると、従来よりも要求分析をより精密に行なうことになるため、今までよりも開発に時間がかかるが（結果的に開発期間の短縮には貢献しない）、明確な要求仕様書を作成することが可能になる（結果的にソフトウェアの品質が向上する）。したがって上流 CASE ツールの採用は効果があると推定される。ただし方法論に習熟したり、使い方のノウハウなどを蓄積するにはそれなりに時間がかかっているようである。

謝辞

本論文は電子協のソフトウェア技術専門委員会 (90 ~ 92 年度に活動、著者が委員長) が 92 年度に行った調査の一部を改めて解析し直したものです [1]。調査に協力していただいた方々、データの利用と結果の公開を快諾して頂いた電子協に感謝します。

参考文献

- [1] 電子協：ソフトウェア技術調査、マイクロコンピュータに関する調査報告書 III、