

情報通信分野推進戦略(セキュリティ及びソフトウェアWG)報告書(案)  
快適で便利なサービスを支える高信頼・高安全・高価格性能・低消費エネルギーかつ  
セキュアな組込みソフトウェア設計開発技術

2006年3月2日  
セキュリティ及びソフトウェアWG  
(ソフトウェア技術)

## 1. 状況認識

イノベーター日本の実現に向けて、産業の視点から我が国のソフトウェア産業の競争力を見ると、ソフトウェア分野の貿易収支が大幅な輸入超過状態にあるなど、国際的にみて低い水準にあると言わざるをえない。ソフトウェアはネットワーク分野・ロボット分野・ヒューマンインターフェース分野等のさまざまな分野において、基盤技術から応用技術まで幅広く関連している。そのなかでも特に基盤的な技術(オペレーティングシステム、ミドルウェア、プログラミング言語、コンパイラ、ソフトウェア設計開発技術など)の分野においては、わが国発の技術で広く使われているものは極めて少ないのが現状である。

このような現状の中で組込みシステムは、わが国が国際競争力を持つ数少ない分野の一つである。例えば、組込みシステムのオペレーティングシステムは、わが国発の技術であるITRON仕様が広く利用されており、コンパイラも、国内で開発されているものが多い。組込みソフトウェアは各種の工業製品(自動車、家電、産業機械など)に組み込まれて輸出されており、貿易収支の観点では数字として表れないものの、わが国が競争力を持つ各種の産業分野への貢献が大きい。

組込みソフトウェアの近年の動向として、ソフトウェアの大規模化・複雑化が著しく、従来の設計開発手法では、設計品質の維持や効率化が困難になっていることが挙げられる。特に、自動車やロボットなどの機械制御システムの分野では、システムの誤動作により人命が危険にさらされる可能性があることから信頼性・安全性の確保が極めて重要であり、設計開発に高いコストと長い期間がかかるという現状がある。ソフトウェアの大規模化・複雑化は、今後も進行する傾向にあり、高信頼・高安全な組込みソフトウェアの設計開発技術の必要性が高い。

とりわけ、ソフトウェアを含む電子システムの安全性については、IEC61508が国際標準化され、各産業分野において、この規格への対応が大きな課題となりつつある。この規格は、安全性にかかわるあらゆる電子システムに適用されるもので、欧州発の規格である。したがって、この規格への対応に失敗すると、我が国の産業競争力の低下につながる恐れが高い。

一方、イノベーター日本を支える柱の1つであるユビキタスネット社会の実現を国民の視点から見たときには、サービスの品質が重要である。高品質なサービスを提供する

ためには、重要インフラも含めサービス提供に関わる IT プラットフォームを統一的かつ安全なトータルシステムとして検討することが必要である。そのアーキテクチャは国家レベルで検討推進することが重要であり、技術としてはソフトウェアが鍵となり、ソフトウェアアーキテクチャを統一し、オペレーティングシステム、ミドルウェア、コンパイラ等の基本ソフトウェアすべてを俯瞰的に設計することが必要である。

また、ソフトウェア産業全般の課題として、人材育成の問題がある。産業界の必要とする人材を大学が育成していないという指摘に加えて、電子・情報分野の人気低下もあり、今後のわが国のソフトウェア技術 / 産業を支える人材をどのように育成・確保していくかが、一刻も早く取り組みを開始すべき課題である。

## II. 重要な研究開発課題

### (1) 「高信頼・高安全・セキュアな組込みソフトウェア設計開発技術」

上に述べた通り、高信頼・高安全な組込みソフトウェアの設計開発技術の必要性が高いという現状がある。ただし、デバイス・ディスプレイ等WGなど他のWGとの関連を考える場合には、「高信頼・高安全・セキュアな組込みシステム設計開発技術」へと範囲を少し広げて取り組むことが重要である。

組込みシステムの開発においては、ソフトウェアとハードウェアの両者を協調して最適化すること(擦り合わせ)が重視される。また、組込みシステムのセキュリティについては、現時点では大きな課題とはなっていないが、組込みシステムのネットワーク化の進展に伴って問題化することは必至であり、早い時期からの取り組みが求められる。

高信頼・高安全・セキュアな組込みソフトウェアの設計開発は、一つの技術で可能になる種類のものではなく、各種の技術を総合することが必要である。そこで、研究開発の初期においては、既存技術(ベストプラクティス)の評価を行い、既存技術がそのまま適用できるテーマ、既存技術を元に発展的な技術を開発すべきテーマと、全く新しい技術の研究開発が必要なテーマを見極めることから始める必要がある。中長期的には、それらの技術の中から、国際標準に育つ可能性のある有望な要素技術を見つけだし、機動的に研究開発投資するのが妥当である。

官民の役割分担としては、特定の産業分野によらない基盤的な技術(オペレーティングシステム、ミドルウェア、プログラミング言語、コンパイラ、ソフトウェア設計開発技術など)については、その成果を広い分野に適用させるためにも、国の研究開発投資を中心として、可能な限り産業界のコミットメントも得る形で進めるべきである。それに対して、特定の産業分野向けの技術(例えば、アプリケーションソフトウェア)については、民間で研究開発を進めるのが原則となるが、その中で、わが国にとって極めて重要な産業分野向けの技術や、他の産業分野への波及効果が大きい技術については、国が研究開発投資することが必要と考えられる。

組込みソフトウェア技術は、第3期科学技術基本計画で目指す成果目標およびその

例の中で、「中目標: 世界を魅了するユビキタスネット社会の実現」に加えて、次の目標に貢献するものである。

中目標: ものづくりナンバーワン国家の実現・科学技術により世界を勝ち抜く産業競争力の強化

組込みソフトウェア技術は、わが国のものづくり産業を支える技術となっており、特に「他国が追随できない先端ものづくり技術を進化させる」ために重点化すべき技術分野である。

中目標: 地球温暖化・エネルギー問題の克服

組込みソフトウェア技術が地球温暖化・エネルギー問題に貢献できることは大きい。例えば、家庭やオフィスにある電気電子機器のほとんどに組込みシステムが用いられており消費電力削減に貢献しているし、自動車の制御システムは自動車の燃費向上に貢献している。今後、それらがネットワーク接続されることで、さらなる消費電力削減に貢献できる。それにあわせて、組込みシステムそのものの省エネルギー技術にも取り組むことが重要である。

大目標: 安全が誇りとなる国

「安全で快適な新しい交通・輸送システムを構築する」ための技術の多くは、電子制御技術や情報技術によって可能になるものであり、その迅速な実現にあたっては、高信頼・高安全な組込みソフトウェア設計開発技術が不可欠である。また、「宇宙にアクセスする技術を確立する」や「海洋フロンティアを開拓し資源を確保する」においても、組込みソフトウェア技術は重要な役割を果たす。

(2)「課題解決力や国際競争力の高いサービス提供を可能とする次世代のオープンアーキテクチャ及びその開発基盤の整備」

大目標: イノベーター日本

現在コンピューティングの世界においては、レガシーなシステムから、オープンシステムへの転換が今後も進んでいくものと見込まれる。同時に、イノベーター日本の実現を国民の視点から見たときには、課題解決力や国際競争力の高いサービスが重要であり、そのようなサービスを提供するためには、重要インフラも含めサービス提供に関わるITプラットフォームを統一かつ信頼性の高いトータルシステムとして検討することが必要である。その新しい次世代のアーキテクチャは国家レベルで検討推進することが重要であり、技術としてはソフトウェアが鍵となり、オペレーティングシステム、ミドルウェア、コンパイラ等の基本ソフトウェアすべてをオープンアーキテクチャに基づいて俯瞰的に設計するとともに、それらによって構成されるオープンシステムの課題解決力や国際競争力を確保することが必要である。

また、組込みシステム、重要インフラをはじめさまざまなサービスの提供において必要となるソフトウェアの開発、開発環境の充実及び実証事例の創出等を通じて、オープンアーキテクチャの最たるものであるオープンソースソフトウェアの利用を促進することにより、我が国ソフトウェア産業の競争力の底上げを図るとともに、政府を含めたユーザの有効な選択肢の拡大を図る。

### III. 研究開発の目標

組み込みソフトウェアの設計開発技術の確立に向けて、現場における設計開発手法を知識化・体系化するとともに、各種の理論・手法を実システムへ適用するための技術を開発する。その中から、国際標準に育つ可能性のある有望な要素技術を見極め、その技術への取組みを開始する。

産業競争力の強化という観点から見ると、日本における情報通信技術の役割は2つあると考えられる。第1は日本の輸出産業の競争力強化すなわち国際競争力の強化であり、第2は雇用者数の80%を占める非製造業の生産性の向上である。組込みシステムの国際競争力を強化するためには、低消費エネルギー化と高価格性能の目標を掲げソフトウェアの生産性を向上させることが重要になる。

さらに、高信頼・高安全・セキュアな組込みソフトウェア設計開発技術に関して、第3期科学技術基本計画の終了時点までに、前述した既存技術の評価とテーマの見極めを完了し、選定した重点技術への取組みを開始していることが目標となる。

最終的な目標としては、電子システムの「安全・安心」を達成する技術として、高信頼・高安全・高価格性能・低消費エネルギーかつセキュアな組み込みソフトウェアとITプラットフォームの設計開発技術、およびサービス品質の基準を体系化し、国際標準として提案するとともに、わが国のものづくり産業の競争力強化に貢献することである。

### IV. 研究開発の推進方策

組込みソフトウェア分野は、産業分野毎に各種の要求事項があり、その要求事項が整理されていない現状において、大学や公的な研究機関が単独で研究開発に取り組んだとしても実用性の高い成果を上げることは難しい。そのため、産学の連携プロジェクトに対して、国が支援する形が妥当である。

ユビキタスネット社会では電気、ガス、水道と同じく、ITプラットフォームが社会のライフラインインフラとなり、信頼性、性能、生産性、運用性を従来から飛躍的に向上させる必要がある。日本を世界で冠たるユビキタスネット社会とするために、「国民の安全・安心な情報サービスの享受」、「情報通信分野の国際競争力強化、情報通信人材育成」の両面が極めて重要である。このことから、国主導で、ユビキタスネット社会全体のサービス品質、安全性の基準を定め、研究開発成果の省庁、地方自治体

等での実証、活用等も検討すべきである。

このように産学官が連携することにより、実践を通じて生み出された様々なソフトウェアエンジニアリングに関する知識を体系化及び普及・展開することにより、ソフトウェアに対するユーザ満足度の向上を目指す。ソフトウェアエンジニアリングに関する知識を効率よく体系化及び普及・展開するためには、そのためのテストベッドを国として構築する必要がある。

ソフトウェアは「ものづくり(開発)」と「サービス(提供)」の両輪で成り立つ。ネットワーク化が進むことにより、上流のサービス/プラットフォームに付加価値がシフトしているが、ものづくりとサービスのバランスの良い推進が必要である。

このように、高い国際競争力を確保できる領域(「ものづくり」)を基礎として、今後競争力を確保すべき領域(「サービス」)を支えるプラットフォームの提供・構築に対するプライオリティを高める必要がある。このサービスモデルとリンクしたソフトウェアアーキテクチャを統一し、それに則ったソフトウェア・プラットフォームを築くことで、サービスからデバイスまで一貫通貫で波及する市場創造に大きく貢献できる。

また、組み込みソフトウェアに限らず、ソフトウェアは人が開発するものであり、ソフトウェア開発に最も重要な要素が人材である。一方、わが国では、ソフトウェア技術者の育成対象は十分ではなく、人材育成の強化が必要である。上述のテストベッドはそのためにも活用できる。

真のユビキタスネット社会構築のためには、国民のITリテラシー向上、関連法体系の整備も重要であり、単に製造業的技術開発に留まらない社会的な取組みが重要である。

## V. 戦略重点科学技術

重点化すべき研究開発テーマ、その選定理由と推進方策は次の通りである。

### 組み込みシステム開発力の強化に係るソフトウェアの品質及び生産性の向上技術

・現場の(アドホックな)システム設計開発手法の知織化・体系化  
組み込みシステムの開発現場には、知織・体系化されていない有効な手法が数多く存在し、わが国のものづくりを支えている。それらを発掘するとともに、理論的考察を行い、知織化・体系化することが重要である。

理論的考察や知織化・体系化は主に「学」の得意とするところであり、この課題は、産学連携で進めることが不可欠である。また、知織化・体系化された結果を広く活用するためには、「官」の支援が望まれる。

・ソフトウェアに関する各種の理論・手法の実システムへの適用技術  
上のテーマとは逆に、「学」から生まれた有効な理論や手法が、実際のシステムに適

用されずに眠っている。これを有効利用するためには、「学」が「産」の要求事項を理解し、要素技術を実際に適用できるものとするための適用技術の研究開発が必要である。

#### 高品質なオープンソースプラットフォームの構築と再利用

大規模化・複雑化するソフトウェアの開発効率を上げるためには、ソフトウェア全体の中で、企業や産業分野を超えて共通化できる部分を、共有資産として開発し各方面で再利用することが、一つのアプローチである。またこのアプローチは、開発リソースの集中を通じて、ソフトウェアの高品質化にも資するものである。

この技術の重点化において、サービスの視点からサービス基盤を確立しサービスの品質を向上すること、技術コンポーネントの視点から「官」の支援により産学連携で開発したソフトウェアを、オープンソースソフトウェアとして広く共有すること、人材の視点から将来のソフトウェア産業を支える人材育成等の課題を含めた検討が必要である。

以上