

高信頼言語と形式仕様言語を並列処理系上に統合する高性能高信頼ソフトウェア生産基盤

① 計画の概要

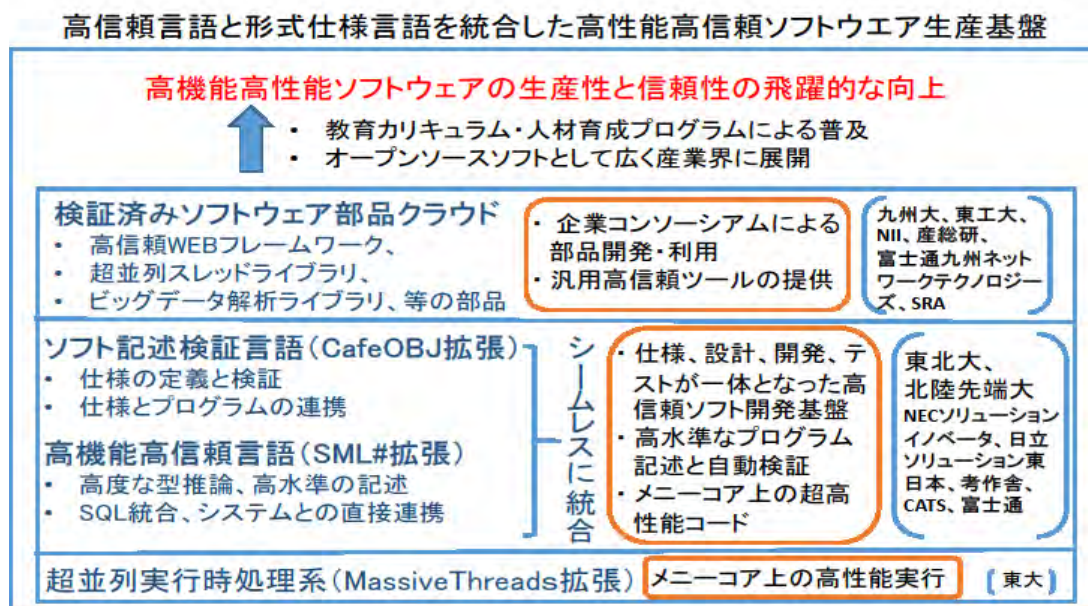
本計画は、高機能かつ高性能なソフトウェア開発の生産性と信頼性を飛躍的に高めるソフトウェア開発基盤を構築し、その産業界への普及によって、我が国の産業競争力の強化や新たな市場開拓に貢献することを目的とする。この実現のために、高信頼プログラミング言語と形式仕様記述言語を統合し、仕様記述から、システム設計、プログラム開発、テストまでを系統的に実現するソフトウェア記述システムと、開発されたソフトウェアをメニューコア上で高性能に実行する超並列言語処理系を開発する。これによって実現される高性能高信頼ソフトウェア開発基盤は、超高性能が要求されるビッグデータ解析から高度な処理が要求される脳型情報処理までの種々の高機能なシステムを、仕様が検証されたプログラムとして系統的に開発することを可能にする。さらに、以上の環境を用いて、種々のソフトウェア部品の仕様定義・開発・検証を行い、それら検証済み部品をソフトウェア部品クラウドとして公開するとともに、これら環境を使いこなす高信頼ソフトウェア開発技術者育成のための教育カリキュラムを開発・実施する。

ソフトウェア生産能力は、高機能機器や高信頼基盤システム等の生産力を決定する支配的な技術である。例えば、ITC 関連の貿易赤字の大きな割合を占める iPhone の優位性は、世界各国から調達されるハードウェア部品ではなく、シリコンバレーのどこかにあるとされる Apple 社の拠点で内製されるソフトウェアにある。本計画が目指す高性能高信頼ソフトウェア開発基盤が実現すれば、かつて、電子機器や家電等において我が国が誇りとした、斬新で、驚くほど精巧かつ極めて信頼性の高い製品を産し世界をリードした物作り体制を、高性能高信頼ソフトウェア開発基盤によって復活できると確信する。

② 目的と実施内容

今日の高機能なシステム開発の主要な部分はソフトウェアの開発である。高機能、高性能、高信頼なソフトウェア生産能力の確保は、我が国の産業競争力の鍵である。今日のソフトウェアには、高度な認識や制御を実現する高機能性、社会インフラ等を維持する高信頼性、およびビッグデータ等を処理する高性能性が要求される。さらに、それらを実現するシステムを、スマートフォンの WEB アプリに代表されるように、種々のソフトウェア部品が分散協調して動作するシステムとして実現する必要がある。これらソフトウェア開発の生産性と信頼性を実現する鍵は、仕様から設計、生産、テストまでを系統的に実現するソフトウェア記述システムと、記述されたソフトウェアをメニューコア上で超並列実行を実現する高性能処理系の構築である。

本計画の目的は、高信頼プログラミング言語と形式仕様記述言語を超並列処理系上に統合することによって、上記の機能を有するソフトウェア記述システムとその実行時処理系からなる高性能高信頼ソフトウェア開発基盤を実現し、その産業界への普及を通じて、我が国の産業競争力の強化や新たな市場開拓に貢献することである。この実現のために、(1) 高い生産性と信頼性を実現する高機能高信頼プログラミング言語の開発、(2) 形式仕様言語に高信頼言語とシームレスに統合した高信頼ソフトウェア記述検証言語の開発、(3) 高信頼ソフトウェア記述検証言語で書かれたコードをメニューコア上で超並列実行する実行時処理系を開発し高性能高信頼ソフトウェア開発基盤を実現、(4) 高性能高信頼ソフトウェア開発基盤を活用した検証済みソフトウェア部品クラウドの構築、さらに (5) その普及のため教育カリキュラムの開発と高度ソフトウェア開発を担う人材育成プログラム、の5点を実施する。



③ 学術的な意義

本計画が基礎とする高信頼プログラミング言語理論および代数的仕様記述言語理論は、それぞれの分野で、世界的に知られた最先端のものである。本計画が目指すそれら両者の統合は、プログラミング言語と形式的仕様記述の両分野において新たな研究領域を切り開く、独創性の高いものである。その結果得られる成果は、プログラミング言語から、フォーマルメソッド、ソフトウェア工学に至る幅広い領域への新たなシーズを与えると期待される。具体的には、プログラミング言語理論研究の中心概念の一つである型理論の代数的等式で表現された仕様を包摂する体系への拡張や、仕様記述の分野で試みられている仕様の検証実行の枠組みへのプログラミングの概念の統合等が期待される。

また、本計画が実現を目指す超並列処理技術を適用した高信頼言語の高性能実行時処理系は、従来科学技術計算等に限られていた超並列技術を汎用のプログラミングシステムに利用可能な技術として確立するものであり、高信頼言語と超並列処理との融合、さらにそれら高性能計算の仕様記述と検証という新たな領域を開拓するものである。本研究では、高性能高機能ソフトウェア開発基盤を活用し、先端アプリケーションから基盤ソフトにいたる幅広い分野のソフトウェア部品クラウドを開発する。これら開発過程で得られる高信頼ソフトウェア構築プロセスに関する知見は、従来のフォーマルメソッドを適用したソフトウェア開発モデルを超え、仕様策定からコード開発までを包含する高信頼ソフトウェア開発の新たなモデルの確立の端緒となると期待される。

④ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

高信頼言語研究では、OCaml, Haskell などが開発されている。代数的仕様記述の分野でも、Maude 言語や CASL 言語などの実用化が進展しつつある。これら海外の研究開発と並び、SML#は産業界への普及の可能性を持つ言語として注目され、関数型言語の主要会議 ICFP 等で招待講演を行なっている。CafeOBJ も、代数仕様言語の研究開発を先導し、形式仕様の有力会議 ICFEM で招待講演を行うなど、高く評価されている。メニューコア上の超並列技術の高信頼言語への適用は、メモリー管理 (GC) の制約から、十分に成功していない。超並列ライブラリ MassiveThreads は、CRAY 社などで使用された実績をもつ先端技術である。この技術を SML#言語に統合し、高信頼言語の超並列処理技術の確立を目指す。形式仕様のソフトウェア開発プロセスへの適用は未だに未成熟な状況にある。本計画では、九州大学における形式仕様のソフト開発への適用の高い実績を生かし、形式仕様を基礎とするトータルな開発モデルの構築を目指す。これらは、ソフトウェア工学と仕様記述との橋渡しの役割も期待される。

⑤ 実施機関と実施体制

(1) 高性能高信頼ソフトウェア生産基盤の研究開発

中心の実施機関：東北大学、北陸先端科学技術大学院大学

中心の実施機関以外の実施機関(大学等)：九州大学、東京大学、東京工業大学、国立情報学研究所、産業技術総合研究所

民間協力企業：NEC ソリューションイノベーション(株)、(株)日立ソリューション東日本、富士通九州ネットワークテクノロジー(株)、(株)SRA、(株)考作舎、CATS(株)、(株)富士通

(2) 高信頼ソフトウェア部品クラウドの開発：参画企業を中心とし、企業によるコンソーシアムの協力のもと実施。

(3) 教育カリキュラムの設計と実施：実施機関を中心に教育プログラムを開発し、企業および大学と連携し実施。

⑥ 所要経費

総額60億円。

(1) 高性能高信頼プログラミング言語の開発：10億円、(2) 高信頼ソフトウェア記述検証言語の開発：10億円

(3) 超並列実行時処理系の開発：10億円、(4) 検証済みソフトウェア部品クラウドの構築：20億円

(5) 教育カリキュラムの開発と実施：10億円

⑦ 年次計画

計画実施期間：平成28年度～平成35年度の8年間。

平成28年度～平成33年度：(1) 高性能高信頼プログラミング言語の開発、(2) 高信頼ソフトウェア記述検証言語の開発、

(3) 超並列実行時処理系の開発

平成34年度～平成35年度：(4) 検証済みソフトウェア部品クラウドの構築、(5) 人材育成カリキュラム開発・実施

⑧ 社会的価値

我が国のソフトウェア生産における競争力の急速な相対的な低迷が懸念される中、世界をリードするソフトウェア生産能力を確立する鍵は、極めて高い生産性と信頼性を実現できる次世代高信頼言語と代数仕様言語を基礎とするフォーマルメソッドの導入と活用である。これら両者は、今後急速に重要性を増す超高機能機器や超高信頼基盤システム等の生産力を決定する支配的な技術である。本計画によって開発されるこれら両者を統合した高性能高信頼ソフトウェア開発基盤の産業界への展開は、ソフト生産におけるブレークスルーにつながると期待できる。我が国の両分野の研究活動、情報処理教育のレベル、ソフトウェア工学の成熟度は、その十分な素地を与えている。基盤に習熟し使いこなす技術者が10%ほどに達し、これら道具を使いこなすソフトウェアアーキテクトが数%程度を占める状況が生まれれば、本研究が目指すブレークスルーを達成し、かつて世界をリードした物作り体制を、高性能高信頼ソフトウェア開発基盤によって復活できると確信する。

⑨ 本計画に関する連絡先

大堀 淳(東北大学 電気通信研究所)

実践的ソフトウェア工学研究協働ネットワーク基盤の形成

① 計画の概要

本計画では、実践と実データに基づいた最先端のソフトウェア開発技術を永続的に創出できる体制の確立するために、実践的ソフトウェア工学研究協働ネットワーク基盤センターを整備する。具体的には、ビックデータやAI関連技術など、世界のニーズと最先端のシーズをふまえ、新しい価値を提供するソフトウェアを開発する技術を創出し、社会に還元する体制を、海外のトップ組織と連携し構築することを目標とする。

この目標を実現するために、社会的に重要な複数のソフトウェア関連分野に関して、大型かつ世界規模の産学連携の研究領域を時限的に構成し、研究領域間の密な連携を実現する研究協働ネットワーク基盤を構築する。各研究領域は、企業から派遣された第一線の技術者と国内外の大学や研究組織で先端的な研究を行っている研究者から構成される。さらに、ポスドクや助教など若手研究者や博士学生がインターンとして参加する。また、その場に対して最新技術と企業や公共機関、国プロで実際に利用される素材や課題を提供する。例えば、ビックデータ研究領域では、政府や自治体、シビックテックの公共情報や医療の情報等、リアルな情報を研究開発に利用する。これは、医療の研究開発を大学病院の臨床データを用いることと同様である。そして、最新技術の適用実験や既存技術を新たな課題に適用する際の創意工夫、課題解決のための新技術の開発などを行う。これらより、産学による垂直連携とともに、適用領域・技術領域間の水平連携が行える世界規模の網の目状の研究協働ネットワーク基盤が構築でき、永続的に日本から新しい価値を創造するソフトウェアが生まれ、社会のイノベーションにつながる体制が完成する。そして、ソフトウェア技術の発展とソフトウェア研究者の人材育成の両面から社会貢献が期待できる。

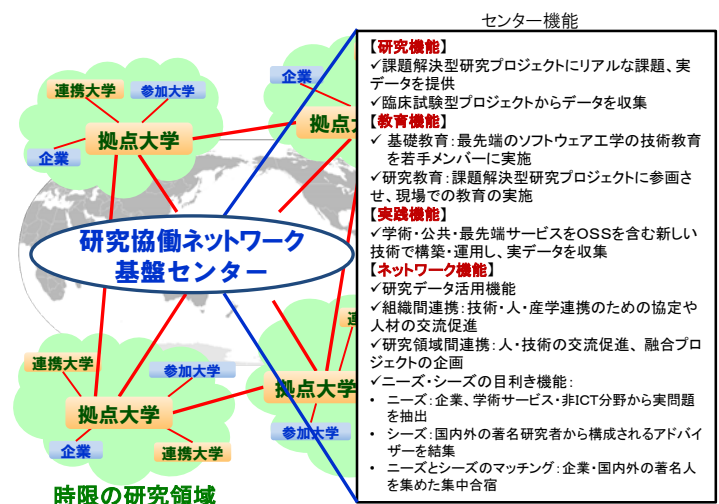
② 目的と実施内容

拠点となるセンターには、研究交流スペースや計算機設備等を整備する。そして、全国の大学をSINETによる高速通信網により連結し、遠隔会議のための設備を整備する。具体的には、研究領域の中心となる連携大学には、参加大学をはじめとする国内外との共同研究、研究交流を行うサテライトオフィスを設置し、連携大学間を、SINETを用いた高速ネットワークで接続する。センターが持つ機能は、「研究機能」、「教育機能」、「実践機能」、そして「ネットワーク機能」である。研究機能は、大学病院における基礎研究と臨床試験に相当し、各領域で実施されるプロジェクトをサポートする。教育機能は、大学病院における基礎教育、臨床実習に相当し、最先端のソフトウェア工学の技術教育を若手メンバーに実施する基礎教育の実施と、若手を中心に課題解決型研究プロジェクトに参画させながら研究能力を養う研究教育に分けられる。実践機能は、大学病院における医療と臨床研究に相当し、学術サービスを最先端技術で構築・運用し、センター自身がリアルな課題を発見し、実データを蓄積する。さらに研究領域間のネットワークを構築、強化する機能として、ネットワーク機能がある。

③ 学術的な意義

ソフトウェア工学研究は、大学の研究と社会を支える高信頼なソフトウェアの迅速な開発と結びつける必要があるため産学連携が必須となる。さらに、本研究分野は欧米中心に成果が出ており、日本から世界的な成果を創出するためには、日本の強みを活かしつつ、トップレベルの海外組織と連携する必要がある。しかし、現状の日本の研究体制には、次の3つの課題がある。すなわち、(1)国際連携や産学連携が研究室レベルの活動にとどまっており、世界に先駆けた成果に広がりがなく人材育成も不十分、(2)産学連携による教育・研究が不十分で、実践を知らない大学の若手研究者や先端技術を知らない技術者が多い、(3)異分野間の連携が不十分で、学際的研究開発が遅れているといった課題がある。特にIT利用分野の広がりと共に、新しい研究のほとんどは学際的であり、その研究開発の遅れは日本の産業界の発展の遅れに直結する重大な問題である。

本計画によって世界規模の研究協働ネットワークを作ること、点から面の活動に広げ、若手研究者の育成に大きく貢献する。さらに、時限重点研究領域を主体とすることで、世界のニーズとシーズにあわせた産学連携を永続的に実施できる。そして、研究領域間連携機能により、学際的な新研究を創出し、全国規模のナレッジマネジメントが実現可能になる。また、ソフトウェア分野でこのような基盤を構築することにより、バイオやヘルスケアなど、他分野への横展開が期待でき、様々な観点・側面における新領域の発展につながる。すなわち、本計画は新時代の研究開発の在り方を示す重要な第一歩であり、ベストプラクティスの構築になりえる。



④ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

ビックデータなどの新しいソフトウェア技術は欧米中心で生まれ、日本はその創出能力が不足している。これは民間企業の企業家精神の違いのみではなく、国の方策の違いにも起因している。例えば、超スマート社会に関連する国主導のプロジェクトは、米国では年間190億円、欧州では1,400億円なのに対して、日本では人工知能・ビックデータ・IoT・セキュリティが統合したAIPセンターが54億円（米国の28%）で平成28年から設置される。こういった影響は、ソフトウェア研究の成果にも表れてきている。具体的には、ソフトウェア開発分野におけるトップカンファレンスの日本からの採択件数が非常に少なく、特に日本の産業界からの発表・参加は、欧米と比べて極めて少ない。日本の研究開発能力の低下は、日本の大学のみならず、産業界においても若手研究者が育成されていないという現状につながっており、近年新しい研究に対する産学連携が生まれにくくなってきている。それに対して、本計画は、世界規模の研究協働ネットワークを構築し、若手研究者の育成の場を提供することで、今後の日本発のソフトウェア技術の創出と世界への普及の基盤となる。

⑤ 実施機関と実施体制

国立情報学研究所が中心となり全国の大学が共同利用可能な中核的な研究ネットワーク基盤拠点を構築し、全国大学の人的、および物理的なネットワークを構築する。具体的には、ネットワークの中核となる大学を連携大学として位置づけ、ビックデータをはじめとする6つ程度の重点研究領域を立ち上げ全国15～20の連携大学と密なネットワークを構築する。現在、GRACEセンターでは研究の観点で5つの連携大学（東京工業大学、電気通信大学、早稲田大学、大阪大学、九州大学）と連携し、教育の観点では15の大学院を連携大学が中心となる分野地域を超えた実践的情報教育協働ネットワーク（通称enPiT）において事務局を担っている。本連携大学を中心に本計画の協働ネットワークを構築する。

そして、各研究領域が推進する連携大学と地域的、研究領域的に関連が深い大学を参加大学として位置づけ、各研究領域あたり8大学程度、全国で30～50大学程度が参加し、複数の研究プロジェクトで構成されるクラスターを形成する。実践的ソフトウェア工学研究協働ネットワークセンターが立ち上がる年度までに、IT提供企業とIT利用企業を合わせて全国の70～100企業・団体と連携できるようにする。

⑥ 所要経費

総額：64億円（初期投資：4億円、運営費等：10億円）

初年度は、ネットワークを構築するための物理的な拠点となる設備を整備する。

本計画を推進していくために必要な運営費は、以下の通り年間10億円である。

- ・研究領域経費（6億）：約1億の重点研究領域を6件程度立ち上げる。これにより、常勤研究員を4～5名、非常勤研究員を15～20名雇い、若手の海外派遣等必要な研究費を賄う。
- ・情報基盤センター運用（1.3億）：技術スタッフを常勤で4名程度、非常勤で2名程度雇う。そして、既存の設備を活用し、研究用の共同設備を約7000万程度で整備する。この計算機設備の保守費は、年間2000万程度必要となる。
- ・組織運営費（2.7億）：研究領域の立ち上げや評価を行う企画室、役員等を、常勤で15名程度、非常勤で30名程度、常勤のスタッフで8名程度雇用する。さらに、センターやサテライトオフィスのテナント料や光熱費が4000万程度必要になる。

⑦ 年次計画

【初年度】設備を整備し、研究機関準備調査室を設置する。具体的には、国内外のソフトウェア研究における現状調査および重点的に推進すべき研究分野を具体化する。

【2年目】上記の調査結果をうけ、研究機関創設準備室を設置し、試行研究領域を6程度開始する。

【3年目】研究機関創設準備委員会を設置し、上記試行研究領域に対して、その運用の側面、産学連携の効果の観点、全国ネットワーク構築の観点、研究領域間連携による相乗効果の観点で評価を行い、協働ネットワークの構築スキームや運営体制の具体的内容を決定する。

【4年目】上記委員会の提案内容を受け、実践的ソフトウェア工学研究協働ネットワークセンターを設置する。また、試行研究領域の3年間の成果発表とその評価を実施する。

【5年目】センター内の企画機能を強化させ、永続的に新しい融合領域の研究領域やプロジェクトが立ち上がる体制を整える。特にナレッジマネジメントの観点で基盤を整備する。

【6年目】センターの3年間の活動の効果に関して外部評価を行い、センターを継続するかどうか、協働ネットワークの構築スキームや運営体制が改善できるかどうかを決定する。

⑧ 社会的価値

現在、ビックデータをはじめ、ソーシャルネットワーク、クラウド等、最先端のソフトウェアの開発は欧米中心に生まれており、日本は革新的なソフトウェアの開発に後塵を拝している。また、言語の障壁があるとはいえ、日本のソフトウェア開発研究の成果は欧米に比べ非常に少ない。今後このままの状態が10年続けば、ソフトウェアを利活用するあらゆる日本産業の空洞化が進み世界の変化に追従できなくなる恐れが高い。そして、ソフトウェアの高度化・高信頼化は欧米の後追いとなり日本におけるソフトウェア技術が空洞化し、ソフトウェアが日本社会の発展における大きなリスク要因となってしまうであろう。そのため、全国規模のソフトウェア工学研究の協働ネットワークを形成し、学際的な新しいソフトウェアによる価値創造を産学で実施することは日本社会の発展のため急務である。

⑨ 本計画に関する連絡先 本位田 真一（国立情報学研究所・アーキテクチャ科学研究系）