

平成14年度 次世代ソフトウェア開発事業

評価報告書

平成15年3月

米澤 明憲

目次

1	プロジェクト全体について.....	1
1.1	応募課題と審査の概要.....	1
1.2	採択課題の概要.....	2
1.3	今年度の評価と今後の課題.....	2
2	個別プロジェクトについて.....	3
2.1	再利用性の高い Java-XML リポジトリを用いた次世代ソフトウェア変更環境の開発.....	3
2.1.1	概要.....	3
2.1.2	開発目標.....	3
2.1.3	成果と進捗.....	4
2.1.4	今年度の評価と今後の課題.....	4
2.2	レンダファームによる3次元アニメーション制作ソフトウェアの開発.....	4
2.2.1	概要.....	4
2.2.2	開発目標.....	5
2.2.3	成果と進捗.....	5
2.2.4	今年度の評価と今後の課題.....	6
2.3	モデル駆動型ソフトウェア開発方法論によるソフトウェア開発支援システムの開発.....	6
2.3.1	概要.....	6
2.3.2	開発目標.....	6
2.3.3	成果と進捗.....	7
2.3.4	今年度の評価と今後の課題.....	7
2.4	組織内およびインターネット上の遊休 PC を用いた大規模並列計算のためのミドルウェア.....	8
2.4.1	概要.....	8
2.4.2	開発目標.....	8
2.4.3	成果と進捗.....	9
2.4.4	今年度の評価と今後の課題.....	9

1 プロジェクト全体について

1.1 応募課題と審査の概要

「ソフトウェアの信頼性・生産性の向上」をテーマに公募を行ったところ、最終的に 14 件の応募が集まった。これらを対象に第一次審査では書類選考を行い、8 件にまで絞り込みを行った。この段階では、「ソフトウェアの信頼性・生産性の向上」というテーマに合致していることと先進性・実現可能性などに大きな問題がないことの 2 点を主な選択基準とした。そして、第二次審査では、応募書類の他に公開ワークショップでの発表と質疑も考慮した評価を行い、最終的に 4 件の課題を採択と決定した。この審査では、以下の 4 点を主な評価軸とした。

- (1) 先進性
- (2) 技術の明確性
- (3) 実用性と波及効果
- (4) 実績および開発体制

まず、(1)については、今後の努力次第では世界のトップに立てる可能性があることを最低限の基準とした。当初の計画通りにプロジェクトが進んでも世界のトップに追いつけない提案では、本事業の趣旨に合わないものと考えた。なお、先進的なものほど実現が難しくなるので、極端に先進的な課題は他の評価項目が低くなる。(2)については、実現される機能とその実現方法が明確であることが基本的な要件である。ただし、実用化の時期として 3~5 年後を想定しているため、評価時点では不確定な要因を避けられない場合もある。説得力のある将来予想については積極的に取り入れる方向で評価を行った。(3)が、ある意味で一番評価の難しい部分である。3~5 年間で実用化できる可能性が高いことは当然重視したが、波及効果については、ライバルより早く実用化できるかどうか大きく依存する。ここでも、やや楽観的に考え、世界で最初に実用化にこぎつけた場合の社会的インパクトの大きさを判断基準とした。(4)は主として過去の実績に関するものであり、類似のシステムの構築実績等を評価した。全体的な方針として、実用化に向けた計画の妥当性や整合性に疑問が残るような提案では困るが、プロジェクトを取り巻く環境の将来像については、やや楽観的に考えて評価を行うことにした。

14 件の応募課題を分野別に分類すると以下ようになる。

- | | |
|----------------------|-----|
| ・ 開発環境や開発の支援に関する課題 | 5 件 |
| ・ ミドルウェアやライブラリに関する課題 | 6 件 |
| ・ インフラやビジネスモデルに関する課題 | 3 件 |

結果として、ソフトウェア開発環境に関する提案とミドルウェアやライブラリに関する提案が多かった。ソフトウェアの信頼性・生産性を向上させるためには、高級な部品(コンポーネント、ミドルウェア、ライブラリなど)を提供するアプローチと開発を支援するアプローチが主流であるため、これは当然の結果であろう。

採択されなかった課題の中にも、ビジネスモデルの提案や技術的に困難な問題への挑戦など、興味深いものがいくつかあった。しかし、ソフトウェアの信頼性・生産性とあまり関係がなかったり、3~5年後の実用化が困難であったりしたため、残念ながら、今年度は採択できなかった。

1.2 採択課題の概要

採択された4件の課題は以下の通りである。

- (1) 再利用性の高い Java-XML リポジトリを用いた次世代ソフトウェア変更環境の開発
- (2) レンダーファームによる3次元アニメーション制作ソフトウェアの開発
- (3) モデル駆動型ソフトウェア開発方法論によるソフトウェア開発支援システムの開発
- (4) 組織内およびインターネット上の遊休 PC を用いた大規模並列計算のためのミドルウェア

これらのうち(1)と(3)はソフトウェア開発環境に関する課題であり、(4)はミドルウェアに関する課題である。そして、(2)は並列レンダリングのためのインフラ構築を行う課題である。実用化に向けた戦略はさまざまである。(1)と(4)はオープンソース型のプロジェクトを目指しており、オープンソースコミュニティの支持が得られた場合には、飛躍的な発展も期待できる。一方、(2)と(3)は通常のビジネスとしての成功を目指している。(2)は製品開発とビジネスモデルの開発を同時に行うタイプの課題であり、(3)はビジネスモデルが確立された分野内での先進的製品の開発を行う課題である。

1.3 今年度の評価と今後の課題

採択課題が目指しているのは3~5年後の実用化である。一方、今年度は年度途中からの募集となり、実質的な事業期間は半年にも満たなかった。したがって、現状は、実用化までの全過程のうち10~20%が終了した段階と考えることができる。基本的なアイデアは提案されているものの、ソフトウェア開発自体は第一歩を踏み出したところである。そこで、今年度は、実用化に向けた計画の妥当性と初年度分の計画の遂行状況に基づき評価を行うことにする。

今年度のソフトウェア成果は、プロトタイプの試作や今後の作業で必要となる基盤の整備が主であった。初年度としては妥当なレベルの成果が得られたと考えているが、本格的な実用化までには今後も一層の努力が必要である。ソフトウェア開発はもちろんのこと、それ以外にも以下のような点に注意を払う必要がある。

- ・ オープンソース型の課題である(1)と(4)では、外部開発者の協力を取り付けることが重要になる。
- ・ (2)では、レンダーファームのビジネスモデルの構築が重要になる。
- ・ (3)では、モデル駆動開発に関する経験や事例の蓄積が重要になる。

2 個別プロジェクトについて

2.1 再利用性の高いJava-XML リポジトリを用いた次世代ソフトウェア変更環境の開発

2.1.1 概要

このプロジェクトは、ソフトウェア開発支援環境のオープンな共通基盤を構築することを目的としている。Java 言語をターゲットとしており、Java 言語で記述されたプログラムのためのリポジトリとそのリポジトリを利用した開発環境の構築を目指している。このリポジトリは、オープンでしかも情報量の多いフォーマットを採用しており、プロプライエタリなフォーマットを採用した商用の統合開発環境などとは一線を画している。また、リポジトリを用いた実用的なシステムとして、リファクタリング支援ツールが提供される。

リポジトリのフォーマットとそのフォーマットにアクセスするプログラムをオープンとすることにより、外部開発者の協力が得られる可能性がある。限られた人的リソースで実用的な開発環境を構築するために、オープンソース戦略をとったものであり、個別のソフトウェア成果よりも、外部開発者を巻き込んだコミュニティの形成に大きな期待がかかるプロジェクトである。

2.1.2 開発目標

今年度の開発目標となるソフトウェア群は以下の通りである。これ以外に、リポジトリのフォーマット策定等の作業も行われる。

(1) 静的解析モジュール

(2) アクセスライブラリ・モジュール

(3) リファクタリングブラウザ

まず (1)は、Java 言語で記述されたプログラムの構文解析を行い、XML 形式に変換するモジュールである。リポジトリに格納されるのは、この XML 形式のデータであり、抽象構文木に相当する情報と元のプログラムの字面に関する情報を合わせて持っている。(2)は、(1)で作成された XML 形式のデータにアクセスするための共通ルーチンおよび制御フローグラフとプログラム依存グラフを計算するためのモジュールよりなる。(3)は、リファクタリングを支援するシステムであり、リファクタリングの条件判定、コード変換・生成、ユーザインタフェースなどのモジュールから構成される。

2.1.3 成果と進捗

今年度は、共通基盤としてのリポジトリのフォーマット策定と関連するプログラム群の開発が行われた。また、このリポジトリを利用した開発支援ツールの実例としてリファクタリングブラウザも構築されている。共通基盤の構築と開発環境の一部の構築が行われており、計画通りに事業が進められている。

2.1.4 今年度の評価と今後の課題

ソフトウェアの開発は、予定通り進んでおり、特に大きな問題はない。このプロジェクトはオープンソース型のものであり、実用化とは、すなわち公開された成果ソフトウェアが実際に使われることを意味する。現段階でも、Java プログラムから XML の構文木を生成するツールとして共通基盤部分が利用される可能性は十分にある。また、今後さらに整備が進み、使い勝手が向上することも期待される。

一方、開発環境としての利用を推進するためには、各種ツールの統合が重要である。しかし、限られた人員と予算で統合開発環境を構築するのは困難であり、外部開発者の協力をいかに得るかが問題となる。また、リポジトリの共通化だけでなく、ユーザインタフェースまで含めたツールの統合が可能となるようなアーキテクチャの提案も望まれる。

2.2 レンダーファームによる 3 次元アニメーション制作ソフトウェアの開発

2.2.1 概要

このプロジェクトは、PC クラスタによるレンダーファームのための基本的なソフト

ウェアの構築とレンダーファームを用いた ASP 事業の展開を目的としている。高性能なクラスタ型並列レンダラの開発と ASP 事業向きのビジネスモデル構築を組み合わせる点に先進性がある。100 台超のクラスタ上で稼動する高性能レンダーファームを開発し、1,000 台超のグリッド型レンダーファームを用いた ASP 事業へ参入するのが目標である。

今年度は Linux PC による 16 台規模のクラスタで開発・実験を行った段階であるが、十分な台数効果が得られることを確認している。数台から十数台規模の PC クラスタであれば、導入可能な会社も多いので、ASP とは別に並列レンダラ自体を商品として展開する可能性も考えられる。

技術的な意味で今後期待される項目としては、大規模クラスタへの対応、サポートするアルゴリズムやモデラの拡充などがあげられる。また、レンダーファームがビジネスとして成立する分野や形態の模索も重要な課題であり、この分野での成果が期待される。

2.2.2 開発目標

今年度の開発目標となるソフトウェア群は以下の通りである。

- (1) レンダリングエンジン
- (2) レンダリングエンジンフロントエンド
- (3) クライアントフロントエンド

このうち(1)が、レンダリングの計算を実際に行うエンジンであり、クラスタを構成する各 PC 上で実行される。今年度の段階では、サポートするオブジェクトの種類、レンダリングやシェーディングに用いられるアルゴリズムの種類などはかなり限定されている。(2)はクライアントとレンダリングエンジンの橋渡しをするサブシステムであり、負荷分散の処理もここで行われる。(3)はクライアント側で動作するサブシステムであり、3D モデラが生成するモデルデータからレンダリングエンジンが受け付ける形式への変換、レンダリングエンジンが計算した結果の表示などを担当する。また、GUI を介したユーザとのインタラクションも担当する。

2.2.3 成果と進捗

今年度は、16 台規模の Linux PC クラスタ上でレンダリングエンジンが稼動するようになった。また、3D モデラの Maya にプラグインする形で、クライアントフロントエンドが実現されている。Maya が使いこなせるデザイナーであれば、(使える場面は今のところ限定されているが、) 比較的容易に成果ソフトウェアを利用できるであろう。台数効果に関する計測も行っており、問題にもよるが、16 台で 14~15 倍程度の高速化が達

成されている。

2.2.4 今年度の評価と今後の課題

ソフトウェアの開発は予定通りに進んでいる。最終目標である ASP 事業の展開までにはまだかなり距離があるが、小規模クラスタを対象とした並列レンダラとしてなら、実用化まで後一步という印象を受ける。もちろん、サポートしているアルゴリズムの種類が少ない等の問題はあっても、分野を限定すれば大きな問題とならない可能性がある。

しかし、当初の目的を達成するためには、技術的にもビジネスモデル上も超えなければならぬハードルが残されている。たとえば、1,000 台超の規模を目指すなら、計算ノードの一部が故障する可能性に対応する必要もある。ビジネスモデルに関しては、ASP のプロフィットモデルについての検討が必要である。

2.3 モデル駆動型ソフトウェア開発方法論によるソフトウェア開発支援システムの開発

2.3.1 概要

このプロジェクトは、OMG の MDA(Model Driven Architecture)に基づくソフトウェア開発を支援するシステムの開発を目的としている。MDA は世界中で研究・開発が進められているホットなテーマである。しかし、現時点では事例の蓄積も不十分であり、アクション記述方式などにも検討の余地が残されている。実用化の時期についても 3~5 年後であれば妥当であろう。MDA に取り組むこと自体に先進性が認められるタイプの課題である。

しかし、ホットなテーマであるがゆえに、世界にはライバルがかなり多い。優れた開発支援システムを迅速に構築しないと、苦しい戦いを強いられる可能性が高い。また、アクション記述言語の標準化なども進むことが予想されるので、実用化の前であっても、早い段階で実績を作っておくことが重要である。このプロジェクトで開発する開発支援システムまたは提案するアクション記述言語が広く世界で使われるようになれば、大きな波及効果が期待できるが、逆に 2 番手以下に甘んじた場合には、限定的な効果しか期待できないであろう。

2.3.2 開発目標

今年度の開発目標となるソフトウェアは以下の機能を実現するものである。また、JML

モデルにアクション記述を付加するための言語として TextUML の策定も行う。

- (1) XMI パーサ
- (2) UML コンパイラ

このうち(1)の XMI パーサは、既存の UML エディタで作成したモデルを XMI 形式でセーブしたものを入力とし、これを TextUML 形式に変換したものを出力する。また、(2)の UML コンパイラは、(1)の出力にアクション記述を付加したものを入力とし、これをターゲットシステム(現在は EJB)のソースコードに変換したものを出力する。

この他に、例題として、E-コマースサイトのビジネスロジック部分を TextUML で記述する。さらに、この TextUML 記述を EJB 用に変換したものと JSP で記述したプレゼンテーションコンポーネントを組み合わせ、動作確認と性能評価を行う。

2.3.3 成果と進捗

今年度は XMI パーサと UML コンパイラの実装を行った XMI パーサは Xerces と Xalan を用いて開発されている。一方、UML コンパイラは、TextUML から EJB への変換規則とその規則を解釈実行するインタプリタから構成されている。なお、この変換規則自体も TextUML のサブセットで記述されている。また、E-コマースサイトのビジネスロジックの TextUML による記述もあわせて行った。

2.3.4 今年度の評価と今後の課題

開発環境の構築はほぼ予定通りに進んでいる。しかし、MDA で提唱されているようなモデルの再利用が可能となるレベルには未だ至っていない。最大の問題は、再利用可能なモデル記述に関するノウハウが不足している点であろう。実例としてあげられた E-コマースサイトの記述を見ても、かなりプラットフォームに依存した部分が残っている。根本的に難しい問題ではあるが、プラットフォーム依存部を最小化するためのノウハウの蓄積を図る必要がある。これは、記述言語の改良だけで解決できる問題ではない。

今年度の段階では、ターゲットプラットフォームとして EJB しかサポートしていないため、異なるプラットフォーム上でのモデルの再利用可能性を検証することができない。MDA を目指す以上、少なくとも複数のプラットフォームをターゲットとした開発環境の構築が必要である。これも残された重要な課題である。

もう一つの重要な課題として、アクション記述言語の標準化作業をあげることができると。TextUML が有力な標準化団体で採用されるように働きかけることが望まれる。

2.4 組織内およびインターネット上の遊休 PC を用いた大規模並列計算のためのミドルウェア

2.4.1 概要

このプロジェクトでは、オフィスや家庭に置かれた PC の余剰計算能力を用いて大規模並列計算を行うためのミドルウェアを開発することを目的とする。組織内の遊休 PC を利用した比較的小規模な並列計算とインターネット上の遊休 PC を利用した大規模並列計算の双方をターゲットとしている。特にインターネット上の大規模計算をターゲットとした場合、単純なプログラミングモデル、ポータビリティ、耐故障性、P2P 型のグループ管理と負荷分散、サンドボックス実行、リソース使用量の制限、悪意あるホストへの対応、など多くの技術的課題を含む先進性の高い課題である。

実用化に向けた戦略としては、ソースコードを公開し、外部開発者の協力や広範なユーザの獲得を目指している。開発されたミドルウェアを用いて、社会的に有意義な計算が行われることも期待できる。プロフィットモデルについては特に考えられていない。

2.4.2 開発目標

今年度の開発目標となるソフトウェア群は以下の通りである。なお、アプリケーションは Java 言語により記述され JAR ファイルの形で配備される。

- (1) アプリケーション制御ツール
- (2) 管理サーバ
- (3) 計算サーバ
- (4) ライブラリ

このうち(1)は、アプリケーション(JAR ファイル)の登録および実行開始の指示を与えるツールである。(2)は、(1)から与えられたアプリケーションを計算サーバに配布するとともに、マスタ・ワーカ型アプリケーションの実行時にはマスタとしての動作を行う。(3)は、多数の PC 上に配置され、マスタ・ワーカ型アプリケーションの実行時にワーカとしての動作を行う。(4)としては、オブジェクトパッシングのライブラリやマスタ・ワーカ型アプリケーションのためのライブラリなどが提供される。

この他に、アプリケーション例として、暗号鍵探索プログラムを構築する。そして、この例題アプリケーションを用いた性能評価を行う。

2.4.3 成果と進捗

今年度は、組織内で数十台程度の PC を用いた並列計算に対応できるミドルウェアとして、開発目標に記載したソフトウェア群の構築を行った。グループ管理とアプリケーションの配備には Java 用の P2P ライブラリである JXTA を用いた。今年度の成果ソフトウェアは、Linux と Windows の混在環境に対応しており、PC クラスタと遊休 PC の双方での稼働を確認している。

2.4.4 今年度の評価と今後の課題

ミドルウェアの開発はほぼ予定通りに進んでいる。下位レイヤに JXTA を採用した点が当初の予定とは若干異なるが、これは次年度以降の開発を見据えた処置である。インターネット上の遊休 PC を利用した大規模並列計算を行うためには、ファイアウォールを越えたグループ管理やアプリケーション配備が必須となる。

実行性能や様々な環境での動作試験も行っている。16 台規模の PC クラスタでの評価実験では、ジョブが 45 個と負荷分散がうまく行えない状況設定でも、14 倍程度の台数効果が得られた。また、一部の PC に大きな負荷がかかる状況やネットワークが計算中に一部不通になる状況についても試験を行ったが、動作に問題は生じなかった。

組織内で数十台程度の PC を使ってマスタ・ワーカ型アプリケーションを稼働させる場合に限定すれば、現時点でも実用段階にほぼ達している。ただし初期化に時間がかかる傾向があるので、まだ改良の余地はある。今後は、インターネット上での大規模並列計算に対応できるようにミドルウェアの改良を進めること、実アプリケーションを用いた評価をきちんと行い性能改善に役立てることが期待される。

以上