2013 年度ソフトウェア工学分野の先導的研究支援事業

「IPA EPM-X の機能拡張によるプロアクティブ型プロジェクトモニタリング環境の構築 ―次世代の定量的プロジェクト管理ツールとリポジトリマイニング研究基盤―」に関する実施計画書

平成 25 年 5 月

国立大学法人 和歌山大学

用語定義

用語	意味
ソフトウェアリポジトリマイニング（リポジトリマイニング）	構成管理ツール（Subversion や Git など），プロジェクト管理ツール（Trac や Redmine など）および不具合管理ツール（Bugzilla など）に蓄積された膨大な開発履歴データベース（リポジトリ）に対するデータマイニング技術の総称．ソフトウェア開発に有益な知見を過去の定量データに基づいてフィードバックすることを目的としている．2004 年よりリポジトリマイニング技術に関する技術を発表・議論する国際会議 MSR(Mining Software Repository) が続いており，ソフトウェア工学分野の中でも最も注目される技術の 1 つである．
プロアクティブマイニング	本研究で提案する新しいリポジトリマイニング技術の総称．近い概念としては，ビジネスインテリジェンス（BI）技術の対比として，ソフトウェアインテリジェンス（SI）と呼ばれる技術がある．従来のリポジトリマイニング技術は，蓄積された膨大なプロジェクトデータに基づいて次期プロジェクトの工数を予測したり，ある程度開発が進んだ後にバグが多く含まれているモジュールを予測するなどの用途に向いているが，進行するプロジェクトをリアルタイムに支援するためのものではなかった．プロアクティブマイニング技術は，プロジェクトで発生する問題（異常）の早期検知や進捗遅延などの予兆検知を目的としている．しかしながら，ソフトウェア工学の分野において確立した技術は現在のところほとんど存在しない．リポジトリマイニング技術と併用することにより，定量的プロジェクト管理技術のリアルタイム性能および予測性能の大きな向上が期待できる．
EPM	Empirical Project Monitor の略称．文部科学省のリーディングプロジェクト「e-Society 基盤ソフトウェアの総合開発」の一環である EASE プロジェクトが研究開発した，ソフトウェアの開発データの自動収集・分析環境．開発支援ツールの履歴からデータを収集するため，開発者に与える負荷が少なく，人為的操作の少ないデータの分析が可能である．
EPM-X	EPM をモデルとして，IPA が開発・公開している定量的プロジェクト管理ツール．定量的プロジェクト管理の産業界への普及に重きを置いており，定量データ（ソース規模，工数，進捗，品質等）の自動収集と，グラフ化によるプロジェクト管理支援機能が提供されている．EPM 同様，基本的にはプロジェクト管理者がグラフ等から問題の発生を目視で発見し対策を講じるというリアクティブなプロジェクト管理を支援するツールとなっている．
プラグイン	ソフトウェアの機能（サブルーチン）を第三者の開発者が容易に差し替え，拡張あるいは変更するためのもの．本研究で対象としている EPM-X は，プラグインアーキテクチャを備えているため，リポジトリマイニングおよびプロアクティブマイニング技術をプラグインとして実装し，EPM-X の機能拡張において利用する．

目　次

１. 研究概要 1
1.1　研究課題 1
1.2　到達目標 5
1.3　研究の意義 5
1.4　期待される効果 6
1.5　契約期間終了時の提出物 6
２. 実施体制 6
３. 実施内容 10
3.1　研究のアプローチ方法 10
3.2　到達目標に向けた中間目標の設定 11
3.3　中間目標の課題と解決策 11
3.3.1　中間目標 SG-A-1 について 11
3.3.2　中間目標 SG-A-2 について 11
3.3.3　中間目標 SG-B-1 について 12
3.3.4　中間目標 SG-B-2 について 12
3.3.5　中間目標 SG-B-3 について 13
3.4　中間報告の範囲 14
3.5　成果報告書のとりまとめ 15
４. 実施スケジュール 16
4.1　契約期間 16
4.2 スケジュール表 17
4.3 マイルストーン設定 20
4.4　研究管理の指針 21
５. 研究成果のフォローアップ 21
5.1　SEC 機関誌への論文投稿 21
5.2　研究成果等の発表・普及 21
６. 実施経費内訳 22

1. 研究概要

1.1 研究課題

(1) 研究の背景

社会基盤として高度なソフトウェアシステムが広く普及した昨今，交通システムや金融システムの障害による業務・サービスの停止や中断は，我々の社会経済活動に多大なる損失を与えるようになっている．社会活動におけるソフトウェアシステムの重要性が今後も増々高まると予想される一方で，ソフトウェア開発環境のグローバル化による競争の激化から，開発の短納期化・低コスト化が同時に進むという状況にある．このような過酷な環境下において，ソフトウェア品質の確保や納期を遵守するためには，進行中のプロジェクトをリアルタイムにモニタリング（検出不具合数や工数の進捗具合などの計測と可視化）し，プロジェクト内で発生する問題を早期に検出し，対処する必要がある．

このような社会的要請に対する IPA の取り組みとして，ソフトウェア開発状況を定量的に把握しプロジェクト管理を支援するツール EPM-X（図 1）がある．EPM-X は，文部科学省のリーディングプロジェクト「e-Society 基盤ソフトウェアの総合開発」の一環の EASE（ソフトウェア工学へのエンピリカルアプローチ）プロジェクトにおいて開発された，EPM（Empirical Project Monitor）[大平 2005, Ohira2004]をモデルとしている．

ただし，現状の EPM-X は，定量的プロジェクト管理の産業界への普及に重きを置いているため，基本的な定

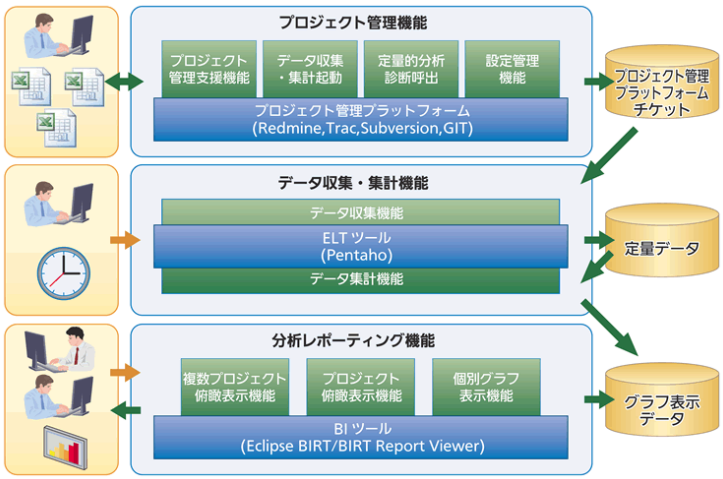


図 1　定量的プロジェクト管理ツール EPM-X の概要図（IPA HP より転載）

量データ（ソース規模，工数，進捗，品質等）の自動収集と，グラフ化によるプロジェクト管理支援機能が提供されているのみである（課題 A）．したがって，基本的にはプロジェクト管理者がグラフ等から問題の発生を目視で発見し対策を講じるというリアクティブなプロジェクト管理にならざるを得ないという問題がある（課題 B）．前述したように，昨今の厳しい開発環境下においてソフトウェア開発の現場で求められているのは，プロジェクト内の異変や問題発生の予兆をリアルタイムに検出し，問題の発生を未然に防止するプロアクティブなプロジェクト管理と言える．

[EPM-X]　定量的プロジェクト管理ツール，http://sec.ipa.go.jp/tool/ipf/

[大平2005]　大平雅雄，横森励士，阪井誠，岩村聡，小野英治，新海平，横川智教，ソフトウェア開発プロジェクトのリアルタイム制御を目的とした支援システム，電子情報通信学会論文誌D-I，「システム開発論文」特集号，Vol. J88-D-I，No.2，pp. 228-239，February，2005.

[Ohira2004]　M. Ohira, R. Yokomori, M. Sakai, K. Matsumoto, K. Inoue and K. Torii, Empirical Project Monitor: A Tool for Mining Multiple Project Data, International Workshop on Mining Software Repositories (MSR'04), pp.42-46, 2004.

(2)研究課題

本研究では，近年ソフトウェア工学分野で進展の目覚ましいリポジトリマイニング技術を定量的プロジェクト管理ツール EPM-X に取り入れること(研究課題 A)，さらに，リポジトリマイニング技術を発展させたプロアクティブマイニング技術を開発する(研究課題 B)ことを研究の達成目標とする．研究課題 A および B の成果を，EPM-X のプラグインとして実装することで，定量的な品質・進捗予測機能とプロアクティブ型のプロジェクト管理機能を実現する．

研究課題 A:リポジトリマイニング・プラグインの開発

リポジトリマイニングとは，構成管理ツール(Subversion や Git など)，プロジェクト管理ツール(Trac や Redmine など)および不具合管理ツール(Bugzilla など)に蓄積された膨大な開発履歴データベース(リポジトリ)に対するデータマイニング技術の総称であり，ソフトウェア開発に有益な知見を過去の定量データに基づいてフィードバックすることを目的としている．EPM-X においても上述のリポジトリが利用されており，適用への親和性が非常に高い技術である．

ソフトウェア工学におけるトップ会議やトップジャーナルである ICSE (International Conference on Software Engineering), FSE (Foundation of Software Engineering), TSE (IEEE Transaction on Software Engineering), ESEM (Journal of Empirical Software Engineering)などでは，若手研究者が次々と斬新なリポジトリマイニング技術を発表しており，近年最も発展の目覚ましい研究分野の 1 つとなっている．また，専門会議である MSR (Mining Software Repository)は発足から 10 年が経過し，様々な技術が出揃ってきた段階と言える．だたし，研究の急速な進展により，少数のプロジェクトで検証しただけのものから，実務者が技術を実装し現場へ適用するには複雑すぎるものまで，多種多様な技術が乱立して(数百件)提案されている状態であり，EPM-X のプラグインとして実装すべき技術を多くの開発現場にとって有益となるように選択するのは容易ではない．そこで本研究では，以下のようにサブ課題を設定し研究を進める．

研究課題 A-1:リポジトリマイニング技術の調査

リポジトリマイニング技術は，大きく分類して以下のカテゴリのものが提案されている．

- プログラミング支援(ソフトウェア部品検索，コードクローン分析など)
- テスト支援(バグモジュール予測，テスト工数予測など)
- 保守・デバッグ支援(バグ要因分析，エキスパート推薦，バグ特定など)
- 管理支援(ライセンス分析，コミュニケーション分析など)
- OSS 利用ベンダ支援(品質・成熟度評価，修正時間予測など)

これら既存技術をトップ会議・トップジャーナルの中から幅広く文献調査し，

(A-1-1) 現場のニーズに合っているかどうか

(A-1-2) EPM-X と親和性の高いリポジトリが適用対象となるかどうか

(A-1-3) プラグインとして実装するコストが大きくなり過ぎないかどうか(*)

を調査する．また，調査に当たっては，研究メンバーの国際ネットワークを駆使し，第一線の海外研究協力者とメール・スカイプ・国際会議でのミーティング等を通じてアドバイスを得る．

(*) 本研究ではプラグイン1件（Redmine版・Trac版の計2件）の開発に，実装・テストそれぞれに1ヶ月，計2ヵ月以内で完了を想定している．

研究課題 A-2:リポジトリマイニング・プラグインの開発

研究課題 A-1 で得られた調査結果に基づいて，EPM-X 用のリポジトリマイニング・プラグインを開発する．実

装するプラグインは前述した分類それぞれをカバーできるよう，各カテゴリ 1 件，合計 5 件（Redmine 版・Trac 版の計 10 件）を，以下のようなスケジュールで開発する．

（A-2-1） 中間報告（1 回目，2013 年 11 月）：調査結果と各版 1 件（計 2 件）のプロトタイプ

（A-2-2） 中間報告（2 回目，2014 年 05 月）：各版新規 3 件（計 6 件）のプラグイン

（A-2-3） 中間報告（3 回目，2014 年 10 月）：各版新規 2 件（計 4 件）のプラグイン

2 年の研究実施中に非常に有望な技術が提案された場合には，海外研究協力者とも十分に相談しながら，最新技術を優先的に実装する．

研究課題 B：プロアクティブマイニング・プラグインの開発

リポジトリマイニング技術は，蓄積された膨大なプロジェクトデータに基づいて次期プロジェクトの工数を予測したり，ある程度開発が進んだ後にバグが多く含まれているモジュールを予測する，などの用途に向いているが，進行するプロジェクトをリアルタイムに支援するためのものではない．

一方，EPM-X を代表とする従来の定量的プロジェクト管理技術は，プロジェクトの進捗をリアルタイムに把握するなどの用途に向くが，問題が発生したことをできる限り早く検知するためのものであり，プロジェクト管理者は問題を認識してからリアクティブに対応せざるを得ない．

そこで研究課題 B では，従来のリポジトリマイニング手法を発展させたプロアクティブマイニング技術を開発する．本技術は，ビジネスインテリジェンス（BI）技術の対比として，ソフトウェアインテリジェンス（SI）とも呼ばれる．しかしながら，SI の概念自体は Ahmed Hassan 氏（クイーンズ大学，カナダ）および Tao Xie 氏（ノースカロライナ州立大学，米国）によって提唱されている[Hassan2010]ものの，ソフトウェア工学の分野において確立した技術は現在のところほとんどない．図 2 に示すように，本研究により，定量的プロジェクト管理技術のリアルタイム性能および予測性能の大きな向上を期待できる．

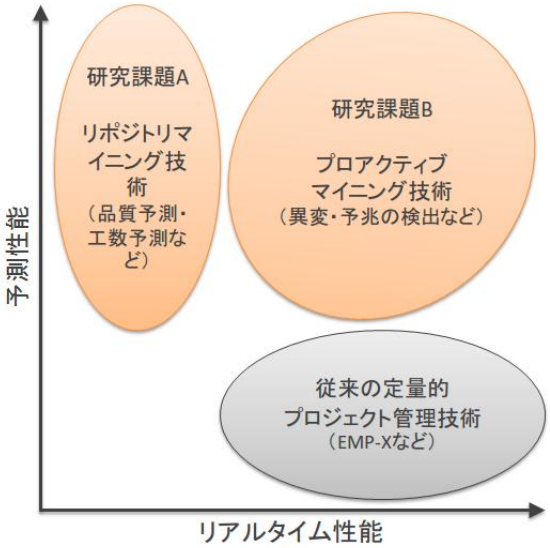


図 2　本研究のスコープと従来技術との違い

研究課題 B で開発するプロアクティブマイニング技術は，リポジトリマイニングの研究分野においても新規性の高い技術であるため，EPM-X のプラグインとしてそのまま実装できるようなものは存在しない．そこで本研究では，以下のようにサブ課題を設定し，十分な調査に基づいて研究を進める．

[Hassan2010] A.E. Hassan and T. Xie, Software Intelligence: The Future of Mining Software Engineering Data, Proceedings of the FSE/SDP workshop on Future of software engineering research (FoSER'10), pp.161-166, 2004.

研究課題 B-1:プロアクティブマイニング技術の調査

プロアクティブマイニング技術は，異常検知技術や予兆検出技術の一種であると考えることができ，ビッグデータの可能性から近年，ソフトウェア工学分野以外においても多方面で注目されている技術である．また，以下のようなすでに実用段階にあるものが存在する．

- プラント故障の予兆検出技術（早期の設備点検）
- 計算機システムの障害予兆検知技術（早期の部品交換）
- ネットワーク攻撃検出（不正アクセスの防止）
- 渋滞予兆検知技術（渋滞の回避）
- 入眠予兆検出技術（居眠り運転の防止）

他分野で利用されている異常検知や予兆検知技術を広く文献調査するとともに，他分野で特に重要とされている以下の 3 つカテゴリの問題を解くアルゴリズムについて，リポジトリマイニングへ応用できるかどうかを調査する．

（B-1-1） 外れ値検出問題（あるデータがデータ分布全体から外れたものかどうかの識別）

（B-1-2） 変化点検出問題（観察対象に変化が起きたかどうか，その時点はどこかの識別）

（B-1-3） 異常状態検出問題（観察対象の状態が正常なものか異常なものかの識別）

例えばソフトウェア開発において，(B-1-1)はコード規模推移の異常（計測ミス），(B-1-2)はプロジェクト進捗の停滞，(B-1-3)はプロジェクトの混乱状態などを早期検出するための応用問題として，既存アルゴリズムの活用を期待することができる．

技術調査に当たっては，上述の技術のソフトウェア工学への応用について，海外研究協力者とメール・スカイプ・国際会議でのミーティング等を通じてアドバイスを得る．また，次世代のリポジトリマイニング研究のための国際共同研究の基盤として国際展開する．

研究課題 B-2:プロアクティブマイニング・プラグインの開発

研究課題 B-1 で得られた調査結果に基づいて，EPM-X 用のプロアクティブマイニング・プラグインを開発する．実装するプラグインは前述した分類それぞれをカバーできるよう，各カテゴリ 1 件，合計 3 件を，以下のようなスケジュールで開発する．新規性の高いテーマであるため，プラグイン 1 件（Redmine 版・Trac 版の計 2 件）あたり実装約 1 ヶ月，テスト約 2 ヵ月，計約 3 か月の期間を見込んでいる．

（B-2-1） 中間報告（1 回目，2013 年 11 月）：調査結果と各版1件（計 2 件）のプロトタイプ

（B-2-2） 中間報告（2 回目，2014 年 05 月）：各版新規 2 件（計 4 件）のプラグイン

（B-2-3） 中間報告（3 回目，2014 年 10 月）：各版新規 1 件（計 2 件）のプラグイン

また，数件の大規模 OSS プロジェクトデータを用いて開発する各プラグインの有用性を検証する．検証結果は論文としてとりまとめ国際会議等で発表する．学会発表による専門家から得られるフィードバックに基づいてプラグインをさらに改良する．

なお，研究課題ＡおよびＢで開発したプラグインは契約期間終了後オープンソースとして公開し，EPM-X の機能拡張を支援する．

1.2 到達目標

(1) 想定する仮説等

(H-A-1) 文献調査により広く有用なリポジトリマイニング技術を明らかにすることができる.

(H-A-2) 有用なリポジトリマイニング技術を EPM-X のプラグインとして実装することができる.

(H-B-1) 文献調査により広く有用なプロアクティブマイニング技術を明らかにすることができる.

(H-B-2) 有用なプロアクティブマイニング技術を EPM-X のプラグインとして実装することができる.

(H-B-3) 実装したプロアクティブマイニング技術の有用性を示すことができる.

(2) 到達目標の設定

研究課題 A に対応する到達目標 (G-A) : リポジトリマイニング・プラグインの開発 (5 件)

(G-A-1) ソフトウェア工学分野における文献調査を幅広く実施し，EPM-X のプラグインとして実装すべきリポジトリマイニング技術を明らかにすること.

(G-A-2) リポジトリマイニング・プラグインを 5 件（Redmine 版・Trac 版の 計 10 件）開発し，容易に利用可能な形式で公開できるようにすること.

研究課題 B に対応する到達目標 (G-B) : プロアクティブマイニング・プラグインの開発 (3 件)

(G-B-1) 文献調査を幅広く実施し，ソフトウェア開発支援に応用可能な他分野のプロアクティブマイニング技術を明らかにすること

(G-B-2) プロアクティブマイニング・プラグインを 3 件 (Redmine 版・Trac 版の計 6 件) 開発し，容易に利用可能な形式で公開できるようにすること.

(G-B-3) 開発したプロアクティブマイニング技術の有用性を検証すること.

1.3 研究の意義

リポジトリマイニング技術は，開発過程で自動的に蓄積されるデータに基づくものであり，定量的プロジェクト管理におけるデータ収集のコストを大幅に削減することを可能にする．また，近年最も研究が盛んに進んでいる研究分野であり多種多様な技術が提案されているため，定量的プロジェクト管理を支援する強力な手段となり得る．しかしながら，提案されている多数の技術の中から一般性が高くかつ有用なものを選定する必要がある，データマイニングおよび統計学の知識がある程度必要なため実装のコストが比較的高い，などの理由から，開発現場において十分には普及していないのが現状である.

EPM-X は，定量的プロジェクト管理のための環境を「手軽に」構築できる点に優位性があるものの，リポジトリマイニングのような高度なデータマイニング機能が利用できない点，基本的にはリアクティブなプロジェクト管理のみをターゲットとしている点から，競争や変化の激しい分野でのプロジェクト管理ツールとしては機能的に限界がある.

本研究は，EPM-X の機能拡張として，有用なリポジトリマイニング技術をプラグイン化することと，プロアクティブなプロジェクト管理を支援するためのプロアクティブマイニング技術をプラグイン化することにより，次世代の定量的プロジェクト管理ツールの構築と普及をめざすものであり，ビッグデータ時代のソフトウェア開発に対する社会的要請に応えるものである.

1.4 期待される効果

<u>次世代の定量的プロジェクト管理ツールの普及による生産性・品質の向上</u>

ソフトウェア開発の生産性・品質に関して強力な支援を提供可能なリポジトリマイニングおよびプロアクティブマイニング技術を，EPM-X のプラグインとして実務者が容易に利用できるようにすることで，定量的プロジェクト管理基盤としての EPM-X のさらなる普及を期待できる．EPM-X の普及による相乗効果として，高度なデータマイニング環境が開発現場で利用可能となるため，特に競争や変化の激しい分野での生産性および品質の改善を期待できる．

<u>次世代のリポジトリマイニング研究のための基盤環境としての EPM-X</u>

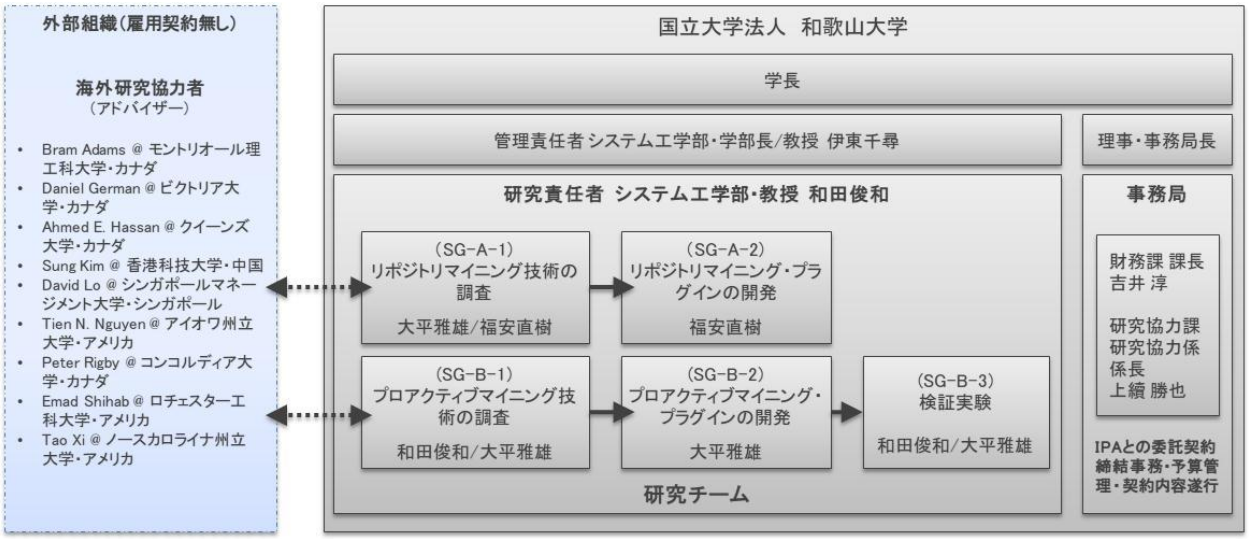
プロアクティブマイニング技術は，次世代のリポジトリマイニング技術として位置付けることができる．本研究により，開発した技術をプラグインという具体的な形として公開できることを示すことができるため，技術開発の基盤環境として EPM-X が内外の研究者からも広く利用される可能性が高い（リポジトリデータを公開している PROMISE Software Engineering Repository(*)のツール版をイメージしている）．結果的に，我が国のソフトウェア工学分野の国際的プレゼンスの向上につながるものと期待できる．

(*) http://promise.site.uottawa.ca/SERepository/datasets-page.html

1.5 契約期間終了時の提出物

項番	提出物	部数
1	成果報告書	1部
2	成果概要プレゼンテーション資料	1部
3	上記提出物一式の電子媒体	CD-ROM1枚

2. 実施体制



【管理責任者のプロフィール】

（ふりがな） 氏　名	いとう　ちひろ 伊東　千尋
生年月日	昭和 37年　8月　11日
所属機関・ 団体名	国立大学法人・和歌山大学
所属 （部署名）	システム工学部・精密物質学科
役　職	学部長／教授
住　所	〒640－8510 和歌山県和歌山市栄谷930番地
TEL	073-457-8244
E-mail	citoh@sys.wakayama-u.ac.jp

【学歴（大学卒業以降）】

昭和60年 3月 名古屋大学工学部原子核工学科　卒業

昭和62年 3月名古屋大学大学院　工学研究科　結晶材料工学専攻　博士課程前期　修了

平成 2年 2月 名古屋大学大学院　理学研究科　物理学専攻　博士課程後期　修了

【職歴】

昭和63年 4月日本学術振興会　奨励研究員

平成 2年 4月旭化成工業株式会社入射

平成 6年 5月旭化成工業株式会社ポリマー開発研究所　主査

平成 7年 2月名古屋大学理学部　助手

平成11年 4月和歌山大学システム工学部　助教授

平成19年 4月和歌山大学システム工学部　教授

【研究・管理業務の実績】

物質の電子系を励起することによって生じる、構造変化、構造相転移の素過程に関する研究、および外的刺激をうけて物質の性質を変化させる新規物質の開発に取組んでいる。特に、共役高分子、有機電荷移動錯体における光誘起相転移、ナノカーボンのX線誘起欠陥生成を利用にした構造・特性制御の研究に取組んでいる。

学会活動

・日本物理学会　代議委員
　第63期（平成20年）～第66期（平成23年）、第69期（平成25年）~第70期（平成26年）

・ 日本物理学会　大阪支部　委員長　平成24年9月～平成26年3月

学内管理業務

・平成20年4月～平成21年3月　システム工学部精密物質学科　学科長

・平成23年4月～平成25年3月　システム工学部　副学部長（教務委員長）

・平成25年4月～　システム工学部　学部長

【研究責任者のプロフィール】

(ふりがな) 氏　名	わだ　　としかず 和田　俊和
生年月日	昭和35年　2月　　18日
所属機関・ 団体名	国立大学法人・和歌山大学
所属 （部署名）	システム工学部・情報通信システム学科
役　職	教授
住　所	〒640－8510 和歌山県和歌山市栄谷930番地
TEL	073-457-8079
E-mail	twada@sys.wakayama-u.ac.jp

【学歴（大学卒業以降）】	【職歴】
昭和59年3月岡山大学工学部電気工学科卒業	平成2年4月岡山大学工学部助手
昭和62年3月東京工業大学大学院 理工学研究科情報工学専攻 修士課程修了	平成6年8月岡山大学大学院自然科学研究科助手
	平成7年4月岡山大学工学部講師
平成2年3月東京工業大学大学院 総合理工学研究科 電子システム専攻 博士課程修了	平成7年4月京都大学工学部助教授
	平成10年4月京都大学情報学研究科助教授
	平成14年9月～和歌山大学システム工学部教授

【研究実績】

パターン認識および信号処理の研究，コンピュータ・ビジョンの研究に取り組んできた．これらの成果として，平成７年６月デビッド・マー賞（第5回コンピュータ・ビジョン国際会議最優秀論文賞），平成９年９月情報処理学会山下記念研究賞，平成１１年５月電子情報通信学会論文賞など各賞を受賞．和歌山大学着任後は，最近傍探索および事例ベースの画像解析・スパムメール検出，データ・マイニング等の研究に従事．平成２０年８月Outstanding Paper Award(Korea Robotics Award)，平成２１年５月システム制御情報学会学会賞論文賞，など各賞を受賞．情報処理学会CVIM研究会運営幹事，電子情報通信学会PRMU研究会専門委員，などを歴任．

【主な論文・著書】

- Noritaka Himei, Toshikazu Wada, Approximate Nearest Neighbor Search on HDD, Proc. of Workshop of ICCV2009, IEEE International Workshop on Emergent Issues in Large Amounts of Visual Data, pp.2101-2108, Oct. 2009
- Yusuke Matsushita, Toshikazu Wada, Principal Component Hashing: An Accelerated Approximate Nearest Neighbor Search, Proceedings of the 3rd Pacific Rim Symposium on Advances in Image and Video Technology, pp.374-385, Jan. 2009
- 太田貴大，和田俊和，中村恭之，模倣による識別器の高速化，電子情報通信学会論文誌 D　Vol.J94-D, No.7, pp.1071-1078, Jul.2011

【研究実施体制の役割分担表】

表1　研究実施体制

<table>
<tr><td>実施機関名</td><td colspan="3">国立大学法人　　和歌山大学システム工学部</td></tr>
<tr><td>研究責任者</td><td colspan="3">教授　和田 俊和</td></tr>
<tr><td>連絡担当者</td><td colspan="3">講師　大平 雅雄</td></tr>
<tr><td rowspan="5">主な実施場所
および研究者</td><td colspan="3">国立大学法人 和歌山大学システム工学部
〒640-8510
住所　和歌山県和歌山市栄谷 930 番地
連絡先　　TEL 073-457-8056　　FAX 073-457-8056
e-mail　masao@sys.wakayama-u.ac.jp</td></tr>
<tr><td>氏名</td><td>職種</td><td>担当内容</td></tr>
<tr><td>和田俊和</td><td>教授</td><td>全体のとりまとめ，プロアクティブマイニング技術に関する技術調査および検証実験</td></tr>
<tr><td>大平雅雄</td><td>講師</td><td>リポジトリマイニング技術およびプロアクティブマイニング技術に関する技術調査，プラグイン開発，検証実験</td></tr>
<tr><td>福安直樹</td><td>助教</td><td>リポジトリマイニング技術に関する技術調査，リポジトリマイニング・プラグイン開発</td></tr>
</table>

【経理事務の役割分担表】

表2　経理事務体制

<table>
<tr><td>実施機関名</td><td colspan="3">国立大学法人　　和歌山大学</td></tr>
<tr><td>経理責任者</td><td colspan="3">財務課　課長　吉井 淳</td></tr>
<tr><td rowspan="4">主な実施場所
および担当者</td><td colspan="3">国立大学法人 和歌山大学
〒640-8510
住所　和歌山県和歌山市栄谷 930 番地
連絡先　　TEL 073-457-7576　　FAX 073-457-7030
e-mail　renkei@center.wakayama-u.ac.jp</td></tr>
<tr><td>氏名</td><td>所属・役職</td><td>担当内容</td></tr>
<tr><td>上續勝也</td><td>研究協力課研究協力係長</td><td>委託研究契約締結･報告等事務</td></tr>
</table>

3. 実施内容

3.1 研究のアプローチ方法

研究全体

海外研究協力者から適宜フィードバックを得ながら，研究課題 A と B を平行して，それぞれ以下の手順で進める．中間報告において得られたフィードバックに基づいて実装の見直しも行う．

研究課題 A：リポジトリマイニング・プラグインの開発

(A-1) 文献調査：ソフトウェア工学分野におけるリポジトリマイニング技術に関して，トップ会議・トップジャーナルを中心に過去 10 年分の文献を調査する．

(A-2) 技術分類：文献調査に基づき，既存技術を以下の 3 つの観点で分類する．

- 適用ドメイン（適用対象業務ごとに分類）
- 対象リポジトリ（Subversion や Trac など，リポジトリごとに分類）
- 支援目的（実装支援や保守支援など，支援目的ごとに分類）

(A-3) 技術選定：技術分類に基づいて，検証が十分に行われており，かつ，以下の条件を満たす技術を 5 件，選定する．

- 現場のニーズに合っていること
- EPM-X と親和性の高いリポジトリを適用対象としていること
- プラグインとして実装するコストが大きくなり過ぎないこと

(A-4) 仕様決定：選定した技術の詳細が記述されている文献に基づき，リポジトリマイニングのアルゴリズムおよび入出力のためのデータ構造の仕様を決定する．なお，拡張性と操作性を保持するために，プラグイン仕様および画面仕様（メニュー選択による画面遷移や分析結果のグラフ出力等）は EPM-X の仕様に準拠する．

(A-5) 実装・テスト：決定した仕様に基づき，プロトタイプとなるプラグインを 1 件実装する．その後，Redmine 版・Trac 版それぞれ 5 件合計 10 件のプラグインを実装する．数件のオープンソースプロジェクトデータを用いて，実装したプラグインが調査した文献に記述されている通りに解析結果を出力できるかどうかをテストする．リポジトリマイニング技術の有効性そのものは検証されたものを利用するため，研究課題 A では検証実験は行わない．

研究課題 B：プロアクティブマイニング・プラグインの開発

(B-1) 文献調査：他分野におけるプロアクティブマイニング技術に関して，トップ会議・トップジャーナルを中心に過去 10 年分の文献を調査する．

(B-2) 技術分類：文献調査に基づき，既存技術が扱う問題を以下の 3 つの観点で分類する．

- 外れ値検出問題
- 変化点検出問題
- 異常状態検出問題

(B-3) 技術選定：技術分類に基づき，ソフトウェア開発の支援に応用可能な技術を 3 件選定する．

(B-4) 仕様決定：仕様の決定については，(A-4)と同様に行う．

(B-5) 実装・テスト：実装・テストについては，(A-5)と同様に行う．

(B-6) 検証実験：数件のオープンソースプロジェクトデータを用いて，実装したプロアクティブマイニング技術の有効性を検証するための実験を行う．例えば，プロジェクト進捗が停滞する予兆を早期あるいはリアルタイムに検出できるかどうかなどについて検証を行う．

3.2 到達目標に向けた中間目標の設定

到達目標を達成するための中間目標は以下の 5 項目である.

<u>到達目標 G-A に向けた中間目標</u>

(SG-A-1) リポジトリマイニング技術の調査と選定

(SG-A-2) リポジトリマイニング・プラグイン 5 件の開発

<u>到達目標 G-B に向けた中間目標</u>

(SG-B-1) プロアクティブマイニング技術の調査と選定

(SG-B-2) プロアクティブマイニング・プラグイン 3 件の開発

(SG-B-3) プロアクティブマイニング・プラグインの有用性検証

3.3 中間目標の課題と解決策

3.3.1 プロアクティブマイニング技術の調査と選定(SG-A-1)

(1)内容

過去 10 年分の文献調査を通じて既存リポジトリマイニング技術を分類し，有用性が高くかつプラグイン化可能なものを明らかにし，その中から 5 件のリポジトリマイニング技術を選定する.

(2)想定される課題と解決策

リポジトリマイニング技術は，技術の体系化が進まない状態ですでに数百件のものが乱立して提案されており，選定のための調査が進まない可能性もわずかながら予想される. その場合は，TSE・ESEM のトップジャーナル，ICSE・FSE のトップカンファレンスで発表された技術のみを対象(数十件)として，海外研究協力者へのアンケートを行い投票形式で実装する技術を選定する.

(3)作業項目(SG-A-1)

- 文献調査
- 技術分類
- 技術選定

(4)達成期日

2013 年 8 月 31 日

3.3.2 リポジトリマイニング・プラグイン 5 件の開発(SG-A-2)

(1)内容

まず，SG-A-1 の技術調査および選定結果に基づき，リポジトリマイニングのアルゴリズムおよび入出力のためのデータ構造の仕様を決定する．拡張性と操作性を保持するために，プラグイン仕様および画面仕様（メニュー選択による画面遷移や分析結果のグラフ出力等）は EPM-X の仕様に準拠する.

次に，決定した仕様からリポジトリマイニング技術を EPM-X の拡張機能としてプラグイン化できることを確かめるために，実装の容易なリポジトリマイニング技術を用いてプラグインのプロトタイプを作成する.

次に，Redmine 版・Trac 版それぞれ 5 件計 10 件のプラグインを順に実装し，数件のオープンソースプロジェクトデータを用いて，実装したプラグインが調査した文献に記述されている通りに解析結果を出力できるかどうかをテストする．リポジトリマイニング技術の有効性そのものは検証されたものを利用するため検証実験は行わない.

その後，テストにより問題がなければ，インストーラを開発し容易に利用可能な形式で公開できるようにする．開発したプラグインを公開することにより，プラグインの改良点や本研究を委託契約期間終了後もさらに発展させるための知見を，早期にかつ多方面から収集することが可能になる．早期に得られた知見は，インストーラ開発終盤にプラグインに反映させる．

(2)想定される課題と解決策

1 プラグインあたり実装 1 ヶ月・テスト 1 ヶ月，計 2 ヵ月での完成を予定している．既存技術のプラグイン化であるため実装自体にさほど困難な点は考えられないが，プロジェクト開始当初はプラグイン構造の設計に多少手間取る可能性がある．用意されているドキュメント類を精査するとともに，必要があれば IPA の EPM-X 問い合わせ窓口に連絡し相談する．

(3)作業項目

- 仕様決定・プロトタイプ作成(SG-A-2-1)
- プラグイン実装・テスト(SG-A-2-2/ SG-A-2-3)
- インストーラ開発(SG-A-2-4)

(4)達成期日

2014 年 12 月 26 日

3.3.3 プロアクティブマイニング技術の調査と選定（SG-B-1）

(1)内容

過去 10 年分の文献調査を通じて既存プロアクティブマイニング技術を分類し，有用性が高くかつプラグイン化可能なものを明らかにし，その中から 3 件のプロアクティブマイニング技術を選定する．

(2)想定される課題と解決策

ソフトウェア工学の分野ではほとんど適用事例がないため，他分野の調査を中心に技術の選定を進める．海外研究協力者とも適宜相談しながら選定作業を進めるが，作業が捗らないことも予想される．その場合，すでに実用されている技術（故障予兆検出やネットワーク異常検出など）の分野の研究者に直接コンタクトをとり，技術指導を受けることも視野に入れる．

(3)作業項目(SG-B-1)

- 文献調査
- 技術分類
- 技術選定

(4)達成期日

2013 年 10 月 31 日

3.3.4 プロアクティブマイニング・プラグイン 3 件の開発（SG-B-2）

(1)内容

まず，SG-B-1 の技術調査および選定結果に基づき，プロアクティブマイニングのアルゴリズムおよび入出力のためのデータ構造の仕様を決定する．拡張性と操作性を保持するために，プラグイン仕様および画面仕様（メニュー選択による画面遷移や分析結果のグラフ出力等）は EPM-X の仕様に準拠する．

次に，決定した仕様からプロアクティブマイニング技術を EPM-X の拡張機能としてプラグイン化できることを確かめるために，実装の容易なリポジトリマイニング技術を用いてプラグインのプロトタイプを作成する．

次に，Redmine 版・Trac 版それぞれ 3 件計 6 件のプラグインを順に実装し，数件のオープンソースプロジェクトデータを用いて，実装したプラグインが想定通りに解析結果を出力できるかどうかをテストする．

(2) 想定される課題と解決策

1 プラグインあたり実装 1 ヶ月・テスト 2 ヶ月，計 3 ヵ月での完成を予定している．プロアクティブマイニングを実現するためのコアとなるアルゴリズムについてはソフトウェア工学の分野での適用事例がほとんどないため，テスト工数を多めに見積もっている．プラグイン化のみでは技術の有用性が保証できないことが想定されるため，(SG-B-3)において OSS プロジェクトデータ用いた検証実験を行うことで課題を解決する．

(3) 作業項目

- 仕様決定・プロトタイプ作成(SG-B-2-1)
- プラグイン実装・テスト(SG-B-2-2/SG-B-2-3)

(4) 達成期日

2014 年 7 月 31 日

3.3.5 プロアクティブマイニング・プラグインの有用性検証（SG-B-3）

(1) 内容

数件のオープンソースプロジェクトデータを用いて，実装したプロアクティブマイニング技術の有効性を検証するための実験を行う．例えば，プロジェクト進捗が停滞する予兆を早期あるいはリアルタイムに検出できるかどうかなどについて検証を行う．

検証できたプラグインは，インストーラを開発し容易に利用可能な形式で公開できるようにする．プラグインを公開することにより，プラグインの改良点や本研究を委託契約期間終了後もさらに発展させるための知見を，早期にかつ多方面から収集することが可能になる．また，実証実験の結果および早期に得られた知見は，インストーラ開発終盤にプラグインに反映させる．

(2) 想定される課題と解決策

検証実験には大規模 OSS プロジェクト（Linux や Apache プロジェクトなど）のデータを用いる予定である．研究メンバーの大平雅雄は過去 10 年で同様の大規模プロジェクトデータを用いて開発技術の検証を行ってきた実績があるため大きな困難は予想されないが，OSS 開発特有の習慣（仕様書・設計書がない，プロジェクトメンバーが流動的，厳守すべき納期がない，など）により検証結果の一般性が確保できるかどうかやや不明な点がある．その場合は，中心メンバーのほとんどが企業の開発者であるような Eclipse プロジェクトや MySQL プロジェクトなどのデータと比較しながら慎重に検証実験を行う．

(3) 作業項目

- 検証実験（SG-B-3-1）
- インストーラ開発（SG-B-3-2）

(4) 達成期日

2014 年 12 月 26 日

3.4 中間報告での目標

■ 中間報告 1 回目（2013 年 11 月頃）

- ➢ リポジトリマイニング技術についての調査結果
- ➢ 各版 1 件（計 2 件）のリポジトリマイニングプラグインのプロトタイプ

- プロアクティブマイニング技術についての調査結果
- 各版 1 件（計 2 件）のプロアクティブマイニングプラグインのプロトタイプ

■ 中間報告 2 回目（2014 年 5 月頃）
- 各版新規 3 件（計 6 件）のリポジトリマイニングプラグイン
- 各版新規 2 件（計 4 件）のプロアクティブマイニングプラグイン

■ 中間報告 3 回目（2014 年 10 月頃）
- 各版新規 2 件（計 4 件）のリポジトリマイニングプラグイン
- 各版新規 1 件（計 2 件）のプロアクティブマイニングプラグイン

3.5 成果報告書等のとりまとめ

本研究で得られた成果は，成果報告書および成果概要プレゼンテーションとしてとりまとめ，本研究終了時に提出する．成果報告書の構成案は以下の通りである．

研究成果概要（エグゼクティブサマリ）～10 頁程度

1. 研究の背景および目的～10 頁程度
   - 1.1. 背景
   - 1.2. 研究課題
   - 1.3. 研究の意義
2. 実施内容～10 頁程度
   - 2.1. 研究アプローチ
     - 2.1.1 研究の全体像
     - 2.1.2 関連研究について
     - 2.1.3 研究目標
   - 2.2 研究の活動実績・経緯
   - 2.3 研究実施体制
3. 研究成果～60 頁程度
   - 3.1 中間目標 SG-A-1「リポジトリマイニング技術の調査と選定」
     - 3.1.1 当初の想定
     - 3.1.2 研究プロセスと成果
     - 3.1.3 実用化へ向けた課題と問題点
   - 3.2 中間目標 SG-A-2「リポジトリマイニング・プラグイン 5 件の開発」
     - 3.2.1 当初の想定
     - 3.2.2 研究プロセスと成果
     - 3.2.3 実用化へ向けた課題と問題点
   - 3.3 中間目標 SG-B-1「プロアクティブマイニング技術の調査と選定」
     - 3.3.1 当初の想定
     - 3.3.2 研究プロセスと成果
     - 3.3.3 実用化へ向けた課題と問題点
   - 3.4 中間目標 SG-B-2「プロアクティブマイニング・プラグイン 3 件の開発」
     - 3.4.1 当初の想定
     - 3.4.2 研究プロセスと成果
     - 3.4.3 実用化へ向けた課題と問題点
   - 3.5 中間目標 SG-B-3「プロアクティブマイニング・プラグインの有用性検証」
     - 3.5.1 当初の想定
     - 3.5.2 研究プロセスと成果
     - 3.5.3 実用化へ向けた課題と問題点
4. 考察～10 頁程度
   - 4.1 研究により判明した効果や問題点等
   - 4.2 今後の課題

参考文献～2 頁程度

3.6 最終報告

2015 年 1 月に本研究の最終報告を行う.

4. 実施スケジュール

4.1 契約期間

「IPA EPM-X の機能拡張によるプロアクティブ型プロジェクトモニタリング環境の構築―次世代の定量的プロジェクト管理ツールとリポジトリマイニング研究基盤―に関する研究」に関する契約期間は, 2013 年 6 月 3 日から 2015 年 2 月 13 日までとする.

4.2 実施スケジュール

中間報告１回目（11 月）まで　　（１／３）

実施項目	2013年 ６月			７月			８月			９月			１０月			１１月		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
１．研究準備																		
海外研究協力者との調整	■	■	■															
２．中間目標の達成																		
(SG-A-1)技術の調査と選定				■	■	■	■	■	■									
(SG-A-2-1)プロトタイプ作成										■	■	■	■	■	■			
(SG-A-2-2)プラグイン実装・3件×2種																■	■	■
(SG-A-2-3)プラグイン実装・2件×2種																		
(SG-A-2-4)インストーラ開発																		
(SG-B-1)技術の調査と選定				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
(SG-B-2-1)プロトタイプ作成										■	■	■	■	■	■			
(SG-B-2-2)プラグイン実装・2件×2種																■	■	■
(SG-B-2-3)プラグイン実装・1件×2種																		
(SG-B-3-1)検証実験																		
(SG-B-3-2)インストーラ開発																		
３．中間報告の準備とフォロー																		
1回目（2013年11月頃）の準備															■	■	■	
フィードバック（1回目）反映の検討																	■	■
2回目（2014年5月頃）の準備																		
フィードバック（2回目）反映の検討																		
3回目（2015年10月頃）																		
フィードバック（3回目）反映の検討																		
４．最終成果のとりまとめ																		
（１）成果報告書の構成案																		
（２）成果概要プレゼン資料																		
（３）成果報告書の作成																		
５．成果物の納品																		

中間報告２回目（５月）まで　　（２／３）

実施項目	１２月			2014年 １月			２月			３月			４月			５月		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
１．研究準備																		
海外研究協力者との調整																		
２．中間目標の達成																		
(SG-A-1)技術の調査と選定																		
(SG-A-2-1)プロトタイプ作成																		
(SG-A-2-2)プラグイン実装・3件×2種																		
(SG-A-2-3)プラグイン実装・2件×2種																		
(SG-A-2-4)インストーラ開発																		
(SG-B-1)技術の調査と選定																		
(SG-B-2-1)プロトタイプ作成																		
(SG-B-2-2)プラグイン実装・2件×2種																		
(SG-B-2-3)プラグイン実装・1件×2種																		
(SG-B-3-1)検証実験																		
(SG-B-3-2)インストーラ開発																		
３．中間報告の準備とフォロー																		
1回目（2013年11月頃）の準備																		
フィードバック（1回目）反映の検討																		
2回目（2014年5月頃）の準備																		
フィードバック（2回目）反映の検討																		
3回目（2015年10月頃）																		
フィードバック（3回目）反映の検討																		
４．最終成果のとりまとめ																		
（１）成果報告書の構成案																		
（２）成果概要プレゼン資料																		
（３）成果報告書の作成																		
５．成果物の納品																		

中間報告３回目（１０月）および最終成果発表まで　　（３／３）

実施項目	2014年 6月			7月			8月			9月			１０月			１１月			１２月			2015年 1月			2月		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
１．研究準備																											
海外研究協力者との調整																											
２．中間目標の達成																											
(SG-A-1)技術の調査と選定																											
(SG-A-2-1)プロトタイプ作成																											
(SG-A-2-2)プラグイン実装・3件×2種																											
(SG-A-2-3)プラグイン実装・2件×2種	■	■	■	■	■	■	■	■	■																		
(SG-A-2-4)インストーラ開発																■	■	■	■	■	■						
(SG-B-1)技術の調査と選定																											
(SG-B-2-1)プロトタイプ作成																											
(SG-B-2-2)プラグイン実装・2件×2種																											
(SG-B-2-3)プラグイン実装・1件×2種	■	■	■	■	■	■																					
(SG-B-3-1)検証実験							■	■	■	■	■	■	■	■	■												
(SG-B-3-2)インストーラ開発																■	■	■	■	■	■						
３．中間報告の準備とフォロー																											
1回目（2013年11月頃）の準備																											
フィードバック（1回目）反映の検討																											
2回目（2014年5月頃）の準備																											
フィードバック（2回目）反映の検討																											
3回目（2015年10月頃）												■	■	■													
フィードバック（3回目）反映の検討														■	■												
４．最終成果のとりまとめ																											
（１）成果報告書の構成案																						■	■				
（２）成果概要プレゼン資料																							■	■			
（３）成果報告書の作成																							■	■	■		
							✓																				
５．成果物の納品																										■	

4.3 マイルストーン設定

番号	確定日	内　容
1	6 月上旬	研究実施の開始に係る研究チーム全体打ち合わせ
2	8 月 27 日	■ リポジトリマイニング技術の調査結果(中間目標 SG-A-1)の内部レビュー
3	10 月 24 日	■ リポジトリマイニングプラグインのプロトタイプ（中間目標 SG-A-2-1）の内部レビュー ■ プロアクティブマイニング技術の調査結果（中間目標 SG-B-1）の内部レビュー ■ プロアクティブマイニングプラグインのプロトタイプ（中間目標 SG-B-2-1）の内部レビュー
4	11 月 5 日	中間報告へ向けた内部レビュー
5	11 月頃	中間報告会での成果発表
6	11 月下旬	中間報告でのアドバイスのレビュー
7	4 月 23 日	■ リポジトリマイニングプラグインの実装（3 件×2 版）（中間目標 SG-A-2-2）の内部レビュー ■ プロアクティブマイニングプラグインの実装（2 件×2 版）（中間目標 SG-B-2-2）の内部レビュー
8	5 月 7 日	中間報告へ向けた内部レビュー
9	5 月頃	中間報告会での成果発表
10	5 月下旬	中間報告でのアドバイスのレビュー
11	7 月 24 日	■ プロアクティブマイニングプラグインの実装（1 件×2 版）（中間目標 SG-B-2-3）の内部レビュー
12	8 月 22 日	■ リポジトリマイニングプラグインの実装（2 件×2 版）（中間目標 SG-A-2-3）の内部レビュー
13	10 月 1 日	中間報告へ向けた内部レビュー
14	10 月頃	中間報告会での成果発表
15	10 月下旬	中間報告でのアドバイスのレビュー
16	10 月 24 日	■ プロアクティブマイニングプラグインの検証実験結果（中間目標 SG-B-3-1）の内部レビュー
17	12 月 19 日	■ リポジトリマイニングプラグイン用インストーラ（中間目標 SG-A-2-4）の内部レビュー ■ プロアクティブマイニングプラグイン用インストーラ（中間目標 SG-B-3-2）の内部レビュー
18	1 月 9 日	成果報告書の目次案とスケルトンの作成，IPA への提示(打ち合わせ)
19	1 月 16 日	成果報告書の内部レビュー
20	1月頃	最終報告会での成果発表
21	1 月 30 日	成果報告書の初稿の IPA への提示
22	2 月 6 日	成果報告書等の案の提示（事前確認）
23	2 月 13 日	成果報告書の提出

4.4 研究管理の指針

（1） 研究の進捗管理

- 研究責任者は，研究チームメンバーが参加する進捗報告会を毎週開催し，研究の進捗状況を確認すると共に，助言・指導を行い議事録を残すものとする．
- 研究責任者は，毎月初旬に IPA 担当者に研究成果の進捗報告を行う．ただし，重大な問題発生時や計画変更時には即時に報告する．

（2）研究成果の内部レビュー

- 研究責任者は，研究計画の各マイルストーンで，中間目標に対する成果の内部レビューを行う。

5. 研究成果のフォローアップ

5.1 SEC 機関誌への論文投稿

リポジトリマイニング技術およびプロアクティブマイニング技術について，本研究で得られた成果を契約期間終了後 6 ヶ月以内に SECjournal へ少なくとも 2 編の論文を投稿する．

5.2 研究成果等の発表・普及

国際会議 ICSE，MSR，FSE，ASE，ICSM 等への論文投稿を行う．また，国内研究会および国際会議等においてデモンストレーション・ポスター発表を積極的に行い，リポジトリマイニング研究基盤としての EPM-X の有用性を国内外にアピールし普及を促進する．

さらに，契約期間終了後 6 か月以内に開発成果のプラグイン（Redmine 版・Trac 版の計 16 件）をオープンソース・ソフトウェアとして公開する．また，容易に入手可能な OSS プロジェクトデータを用いれば，リポジトリマイニングの実践的教育にも利用できるため，所属機関でのソフトウェア工学教育はもちろんのこと，他組織においての利用を働きかける．

6. 実施経費内訳

次項，経費内訳（事務書式 1-1）の記載例のとおり．