

序論

本論文では、オブジェクトが定義され、変更される過程に生物学のアナロジを適用し、オブジェクトの組織化過程と進化過程について議論する。議論を始める前に、本研究の背景と目的について説明する。

オブジェクト指向技術は 1990 年中期以降、急速に企業での導入が進められた [24]。企業への導入が促進された要因として、オブジェクト指向自身が提供する新しいシステム開発の枠組み、分析 / 設計方法論、そして新しい再利用形態の提案を挙げることができる。もともとオブジェクト指向が提供する継承や集約といった機構は、生産性やシステムの信頼性を向上させるための技術として注目されていたが、1980 年代後半から紹介され始めたオブジェクト指向による分析および設計方法論 [7, 9, 29, 50, 51, 55, 62] も第二世代に入り、CASE (Computer Aided Software Engineering) が実用レベルに達しつつあるといった背景が、企業のオブジェクト指向導入に拍車をかけたようである。また、1990 年代初めまで、われわれが再利用できる単位として取り扱ったオブジェクトはクラスだけであったが、1990 年代中期に、より大きな単位でクラスを再利用する方法や、抽象度の高いレベルで再利用される単位が提案され始め、再利用が現実味を帯びてきた。とくにフレームワークは、協調動作するクラスをメッセージのプロトコルとともに定義し、複合化されたクラス群をひとつの単位として再利用するためのオブジェクトであり、抽象度の高い再利用を可能にした [34]。また、Gamma らが提案した設計パターンや Coad らがまとめたオブジェクトモデルのパターンは、開発者が蓄積してきた設計や分析のノウハウを再利用するための単位として注目され、1990 年代後半のオブジェクト指向開発に大きな影響を与えた [16, 38, 10, 11, 15]。さらに、実装レベルでも新しい形式の再利用が実用化されている。コンポーネントと呼ばれる再利用部品は、稼働環境上で再利用するインスタンスである。プログラマはコンポー

ネットのインタフェースを参照しながら視覚的なプログラミングを行う。そのためコンポーネントウェアと呼ばれる製品群には、視覚的プログラミングを支援する再利用環境も提供されている。これらの製品は、すでに実用レベルの実績もあげられ、ビジネスアプリケーションへの適用も進められている [1]。

このように企業へのオブジェクト指向の導入が促進されると、今後、少なからぬオブジェクト指向ソフトウェアがエンドユーザへ提供されるようになるであろう。ある種のソフトウェアシステムは製品提供後も利用者の要求変更に対応するための継続的な開発を避けることができない。Tate は論文の中で “.....evolutionary Prototyping, in the sense that the prototype evolves into the production system should, and perhaps will in future, simply be called evolutionary development” と言っている [58]。また、ソフトウェアシステムが利用者要求変更に適合し続けるためには、漸進型開発形態が適しているとも言われている [5, 12]。漸進型開発形態は、オブジェクト指向でも自然な開発形態として導入されているが [20]、分析/設計方法論や再利用に関する研究は、いずれも新規システム開発のための提案であり、漸進的な開発では、その第一段階だけが支援されているにすぎない。これからのオブジェクト指向ソフトウェア開発では、初期開発後のシステム開発過程に着目した研究がもっと重視されるべきであろう。

システムが漸進的に開発されるとき、オブジェクト指向システム開発者は新しい利用者要求に対応するためにクラスを変更し、同時に次の開発へ向けて、クラスを拡張容易な構造にするといった設計変更も行う [6]。このようなクラスの設計変更をクラスの側から観察すると、開発状況や利用者の要求変更といったクラスを取り巻く状況の変化に対応して、クラスがその構造や仕様を変更させているように見える。ここで生物学のアナロジを適用すると、クラスは、それを取り巻く環境変化に適応するために進化すると言うことができる。

本研究では、漸進型開発に焦点を当て、クラスの仕様やクラス継承木、システムの進化を定量的に観測し、それらの

1. 進化過程と設計意思決定の関連づけ
2. 進化パターン
3. ソフトウェアアーキテクチャの評価手段としての進化モデルの有効性

を示すことを試みた。

本研究では、オブジェクトの進化過程を定量的に表現する手段として進化メトリクスを定義し、実システム開発事例に適用することで、システムの開発に沿った時系列の計測データを収集してオブジェクトの進化過程を分析した。定量的な分析では、あわせて定性的な分析や開発者へのインタビューも行った。

本研究のもうひとつの課題は、オブジェクトが組織を形成する過程に関する研究である。オブジェクトの進化を考慮した組織化は、どのように進めるのが好ましいのであろうか。ここで再び生物学のアナロジを用いて、進化に適したオブジェクトの組織化の過程を考える。生物は、過去の原始的な生物から現在に至るまでに経た進化の過程を、組織を形成する際に再現すると言われている。オブジェクトがシステムの1要素として機能する組織を形成する際にも、生物のような組織化の過程を適用することができる。原始的なオブジェクトを、利用者やシステムに必要な機能や構造を保持していないオブジェクトと仮に定めよう。オブジェクトが進化する主な原動力は利用者要求であるから、オブジェクトを組織化する際にも、利用者要求をひとつずつオブジェクトの組織に取り込ませることが可能である。本研究では、利用者要求を個々に独立した視点で定め、それぞれの要求を満足するオブジェクトの組織を定義し、最終的に個々の組織を統合してシステム全体で協調するオブジェクトの組織を完成させる手法を提案する。本論文では、多視点を用いたオブジェクトの組織が形成される過程を組織化過程と呼び、従来の分析方法論の拡張を試みる。この手法では、システムに将来要求される利用者の要求を完全に予知することは不可能であるとの認識から、多面的に検討した構造をオブジェクトに定義することによって、単一の視点からモデル化するオブジェクトよりも新しい要求への適用範囲を広げることを目指した。新しい要求への適用範囲が広い組織は、オブジェクトの進化にも適した組織となると期待される。

本論文の第1章では、進化の分析結果を説明するための用語であるオブジェクトの進化、そして進化を定量化するための手段として進化メトリクスを定義する。また、調査対象としたシステムの概要もこの章で紹介する。第2章では、3つの実システムに対して進化メトリクスを適用した結果から、オブジェクトの進化の特徴を捉え、定量的な進化に関するデータに統計モデルを当てはめることを試みる。第3章では、クラスの継承木に着目し、オブジェクトの進化に

よって変化しない性質について仮説を提起し，検証する．第4章では，クラスを種に分類し，システムのソフトウェアアーキテクチャに基づいて想定される種の進化パターンと観測された個々のクラスの進化パターンとを比較し，オブジェクトの進化の要因とソフトウェアアーキテクチャの妥当性について議論する．第5章では，オブジェクトの組織化過程について議論し，事例に適用することで，その有効性を検証する．最後の第6章では，関連研究を示すとともに，本論文で議論したオブジェクトの進化過程やオブジェクトの組織化過程の解決すべき今後の課題について議論する．

謝辞

本論文の執筆にあたり，筑波大学大学院経営システム科学専攻在学中より懇切なるご指導をいただきました東京大学大学院総合文化研究科玉井哲雄教授に深く感謝いたします。また，同研究科の川合慧教授，山口和紀助教授，山口泰助教授には KTYE ゼミを通して，数多くの助言をいただきました。また KTYE ゼミでは，共に研究に励む学生の方々からも，研究の新しい観点を示唆していただきました。皆様には心から感謝いたします。

また，本研究には，通商産業省ならびに情報処理振興事業協会の推進する独創的情報技術育成事業の一環として行われた成果が含まれています。本研究の機会を与えてくださった同事業関係者の皆様に感謝いたします。

本研究を進めるにあたり，実システム開発における開発データが必須でした。実開発データの収集では，酒匂寛氏（当時，株式会社 SRA），友枝敦氏（当時，株式会社 SRA）ほか，株式会社 SRA の技術者の皆様にご協力をいただきました。とくに，Smalltalker である西中芳幸氏，近藤博次氏，松田晴美氏には，多忙のなか，時間を割いてインタビューの時間を取っていただきました。皆様のご協力なくしては本研究をこのような形で完成させることはできなかったと思います。深く感謝いたします。

有限会社インアルカディアの藤野晃延氏には，オブジェクトの組織化過程を適用したモデルのレビューで有益な助言を数多く頂いただけでなく，精神面で多くの叱咤激励をいただき，研究とコンサルテーション業務の両立の面でも支えていただきました。また，株式会社情報技術コンソーシアムの長島一夫氏には，モデル化手法を精緻化する機会を与えていただきました。皆様にも，この場を借りて感謝の意を表します。

最後になりましたが，本研究を進める上で，研究姿勢や将来の夢を共に語り合い，多くの励ましと力を与えて下さった湘南短期大学神林靖先生，慶應義塾大学大学院滝本宗宏氏に深く感謝申し上げます。

