

[報 告] 計算科学・計算機科学人材育成のためのスーパーコンピュータ無償提供利用報告

産学連携 PBL による人材育成のためのスーパーコンピュータ利用の報告

— Sendai Scheme の出前インターンシップ —

曾根秀昭*¹, 中尾光之*², 林優一*³, 庄子栄光*⁴, 村上隆生*⁵

*1 東北大学サイバーサイエンスセンター／大学院情報科学研究科

*2 東北大学大学院情報科学研究科

*3 東北大学大学院工学研究科

*4 (株)仙台ソフトウェアセンター (NAViS)

*5 (株)サイエンティア

1. はじめに

東北大学大学院情報科学研究科は、企業原理に基づく透過的で効率的なシステム構築技術を大学院生に修得させることを目的として、経済産業省の産学人材育成パートナーシップ事業の支援を受けて、コスト意識や研究開発の透過性などの企業原理を大学での研究に持ち込む「出前インターンシップ」を地元企業技術者のインストラクタの下に実施してきた。企業の現場で実施する通常のインターンシップと異なって、企業からのインストラクタが大学に赴いて学生の訓練に参加するので、「出前インターンシップ」と称している。

平成 22 年度に産学連携 PBL の「電磁情報セキュリティのための解析ソフトウェアの高精度化」を実施した際に、東北大学サイバーサイエンスセンターが試行する「計算科学・計算機科学人材育成のためのスーパーコンピュータ無償提供」を申し込んで、スーパーコンピュータ SX-9 をソフトウェア開発の実践的教育に利用した。本稿では、そのカリキュラムを紹介し、SX-9 を利用した人材育成の結果について報告する。

2. 出前インターンシップによる産学連携 PBL の特徴

上述の産学連携 PBL は、経済産業省の産学人材育成パートナーシッププログラム「産学連携を担う創造型 IT・エレクトロニクス人材育成体系の形成」を構成する一部である。このプログラムが実施するカリキュラムは、IT・エレクトロニクスに関する先端技術の基礎と実践に関する知識の習得、マーケティング、製品企画から技術経営まで企業家としての基礎知識の習得、および企業技術者の視点を導入した研究型 PBL による研究プロジェクト管理能力の醸成を経て、IT・エレクトロニクス企業が求める企業マインドと研究開発能力を備えた人材の育成を目指すものである。プログラムの全体の特徴として、地元の大学・高専等と地元企業などが参加して協同で運用する、プロジェクト遂行型のグループワークを中心とした独自開発の産学連携教育プログラム (Sendai Scheme 仙台スキーム) に基づいている [1]。

このプログラムのカリキュラムとして、東北大学大学院情報科学研究科は平成 22 年度に専門予備教育講義と産学連携の PBL を実施した。専門予備教育講義 (各 15 コマ/セメスター) は「高信頼システムデザイン」と「技術者のためのビジネス入門」の 2 科目である。産学連携の PBL は「リアルタイムシステムのためのソフトウェアの高信頼化」と「電磁情報セキュリティのための解析ソフトウェアの高精度化」の 2 コースであり、情報科学研究科内の各研究室レベルで 1 年間かけて実施し、受講対象はそれぞれの PBL について修士課程 1 年次の学生 2～3 名を予定して計画した。

産学連携 PBL は、企業で実際のシステム開発で用いられている開発プロセスを大学の研究開発の中に取り入れ、学生が研究を進める中で企業の開発プロセスを長期間にわたり実際に体験でき

る。特に、事前の計画立案、定期的な報告と文書化、レビューを通じた多角的検討、確立されたプロセスによる効率的作業という大学で経験できない企業の業務遂行プロセスを経験できる。さらに、企業の開発プロセスを未解決の研究課題の解決に利用する方法を考へることをとおして、開発プロセスを深く身につけ、課題に応じて応用できる柔軟性を獲得できる。企業の開発プロセスは、継続性のあるシステム開発を前提にしており、これまで研究者や学生個人の資質に依存し、属人性の高かった研究用ソフトウェアの開発を組織の力に革新できる。そのため、大学における研究の効率化、迅速化を進めることができる点で大学関係者にとっても意義のあるものである。

学生の企業における業務体験であるインターンシップは、学生に企業で業務を体験させることで、大学で学んでいる知識の応用力を身につけたり、業界や企業の業務内容を体験したり、企業で業務を行うことで大学とは異なる社会規律（挨拶や時間を守ることなど）や業務の進め方（報告や文書化など）を体験することで就職や職業観の確立に役立てることを目的に行われている。その一方で、体験期間が短く現実的な業務体験ができないことや情報関連企業では守秘義務の関係から顧客業務の開発に従事することが難しいという問題を抱えている。

本カリキュラムの「出前インターンシップ」は、連携する企業の技術者が大学に出向き、大学教員の与える研究テーマを顧客要求としてとらえて学生に企業内と同じ業務の進め方（開発プロセス）に従事させることでインターンシップと同じ体験をすることができる。すなわち、事前に計画を策定し、進捗にあわせて定期的に報告を行い、成果を文書化し、工程ごとにレビューによる承認を受けるといった企業内の業務と同じプロセスを長期間にわたり体験することで、これらの業務内容を確実に身につけることができる。さらに、企業の技術者と大学内とはいえ、一緒に作業を行うことにより、社会規範を身につけることができる。大学で学んだ知識の応用分野は、大学の研究テーマに沿っており、まったく異なる分野よりも深い応用力を修得できる。専門予備教育は、企業の一線で活躍する技術者と密に交流する機会を提供することで業務や業種の間口を広げるだけでなく、インフォーマルなコミュニケーションによるこれらの情報の補完に効果的である。このように、「出前インターンシップ」は、これまでのインターンシップの課題を解決しつつ、同等以上の効果をあげることができるものである。

3. 産学連携 PBL のカリキュラム

今年度の PBL で情報科学研修 A の一部として実施した「電磁情報セキュリティのための解析ソフトウェアの高精度化」コースの内容は、以下の通りである。

電磁情報セキュリティ環境を解析するソフトウェアを開発する中で、提携先企業から実践的教育の支援を得、設計から検査までのソフトウェア開発プロセスの知識と作法を習得する。電磁環境と情報セキュリティを融合させる研究テーマ[2]に、修得したスキルを応用し、物理現象を高精度で解析するソフトウェアの信頼性を向上させる手法と高信頼性解析ソフトウェアを使用した研究の高精度化を進める。

講師は情報科学研究科教員と企業講師である。教員は自身が作成した電磁界シミュレータを用いた研究経験が有り、電磁気理論およびプログラミング技法に通じている。企業講師はソフトウェアプロダクションの実践的プロセス管理を指導できる。

教員はソフトウェア構築の課題を与え、高精度な解析手法を教授する。

企業講師はソフトウェア開発の実践的管理技術と信頼性確保技術を指導する。情報科学研究科教員と企業講師が連携し、信頼性の高いソフトウェアを開発すると同時に、開発が極めて困難で企業における研究開発が進んでいない高精度な解析ソフトウェア開発における信頼性確保手法の確立に取り組む。

講座の内容は、以下のとおりである。

(1) システムエンジニアとマネジメント能力（情報科学研究科教員、企業講師）

・なぜプロジェクトマネジメントが重要でそれを学ぶ必要があるのかを企業エンジニアの経験を踏まえて講義

- ・引き続き行われる体験学習のモチベーションを高める
- (2) FDTD法(時間領域差分法)プログラム基礎(情報科学研究科教員)
- ・FDTD法プログラム
- ・高精度数値計算プログラミング
(研究課題となる電磁情報セキュリティに関して必要な知識は既習とする。)
- (3) ソフトウェア開発工程(情報科学研究科教員, 企業講師)
- ・ソフトウェア開発プロセス
- ・ソフトウェア開発体制
- ・ソフトウェア開発モデル
- (4) 開発計画と要求分析(システム分析, アーキテクチャ分析)工程(企業講師)
- 開発計画
- ・開発対象/開発体制(PL/SE/PG等, リソース確保)/開発スケジュール
- ・開発におけるリスク要因の分析, 開発予算/利益目標
- ・納品物の定義
- 要求分析
- ・ドメインに基づいた要求分析
- ・ユースケース図, コミュニケーション図, コンポーネント図, クラス図, 状態マシン図による要求分析法
- ・アーキテクチャ設計
- (5) 開発計画・要求分析の演習(情報科学研究科教員)
- ・電磁情報セキュリティ環境を解析する為のソフトウェアの基本仕様となる解析モデルと解析すべき問題を与え, それを対象に開発計画, 要求分析の演習を週1回(約1ヶ月)の間隔で行う。演習では以下の内容に力点をおく。
- ・全体的な開発手順
- ・要求分析と要求定義
- (6) 基本設計と詳細設計工程(情報科学研究科教員, 企業講師)
- 基本設計
- ・システム全体の概要図(モデル)
- ・機能定義
- ・単体テスト仕様書の作成
- コーディング規約を含め開発環境仕様に記載されている内容を解説
- WBS(Work Breakdown Structure)/開発スケジュール詳細版の作成方法について説明
- 詳細設計
- ・モジュールレベルの設計仕様書の作成
- ・単体テスト仕様書の作成
- (7) 基本設計と詳細設計の演習(情報科学研究科教員)
- ・解析モデルと解析すべき問題が与えられた電磁情報セキュリティ環境の高精度解析ソフトウェアを対象に基本設計, 基本設計に基づく詳細設計の演習を週1回(約1ヶ月)の間隔で行う。特に, 各設計書の作成, 作業報告書の作成に重点をおいて演習を行う。
- (8) プログラム実装と単体テスト工程(情報科学研究科教員, 企業講師)
- 詳細設計書に基づいて, 対象機能の実装を行うプログラム実装について, その留意点を講義する。
- 単体テスト(モジュールテスト/ユニットテスト等)では, 実装されたモジュールを単体テスト仕様書に基づきテストを行い, 単体テスト結果報告書を作成することを講義する。
- (9) プログラム作成から単体テストケース作成の演習(情報科学研究科教員)
- ・電磁情報セキュリティ環境の高精度解析ソフトウェアを対象に, 設計内容に基づくプログラムの作成から単体テストケースの作成, 実機を用いた単体テストの実施までの一連の演習を週

1 回の間隔で約 2 ヶ月行う。これらの演習結果に対して、必要に応じてレビューを実施する。

(10) プログラム結合テストと性能評価工程 (情報科学研究科教員, 企業講師)

●結合テスト (システムテスト) では, 実装されたモジュール群を開発環境上で一連の機能として実現できているかを確認するための結合テスト仕様書を作成し, 作成した結合テスト仕様書に基づきテストを実施し, 結合テスト結果報告書を作成することを講義する。

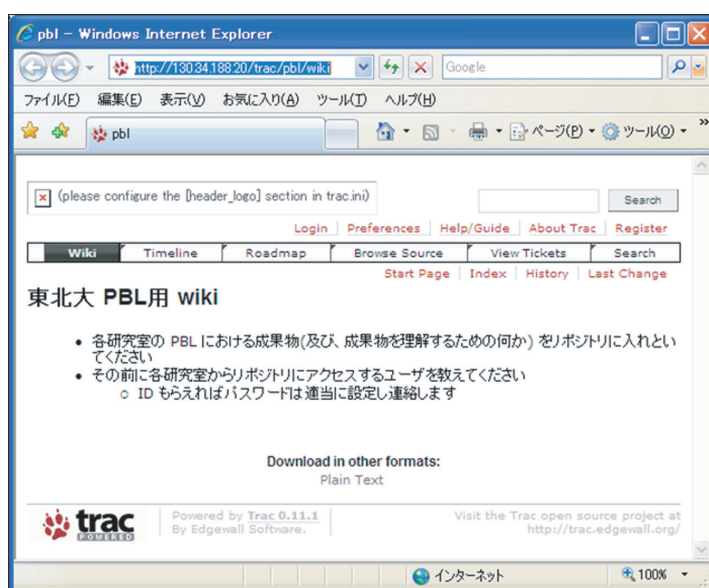
●総合テストでは, 実運用環境上で本番運用を考慮したテストケースを総合テスト仕様書として作成し, それを用いてテストを行い, テスト結果を総合テスト結果報告書にまとめることを講義する。さらに, 性能評価が必要な際は, このフェーズで負荷テストも行うことも解説する。

(11) テストと性能評価 (情報科学研究科教員)

・単体テストが完了した電磁情報セキュリティ環境の高精度解析ソフトウェアを対象にプログラム結合テストと総合テストのテストケースを作成し, 実機を用いたこれらのテストと性能評価を行う。これらを週 1 回 (約 1 ヶ月) の間隔の演習として実施する。

最初の講座 (1) は 2 つのコースで共通で行い, 後の演習は各コースのグループごとに設計等を演習した。演習の成果物は, PBL 用 trac サーバを利用して, 受講者が成果物をコミットし, 企業講師がレビューを実施する方法をとった。

プログラム実装およびテスト等の演習において, 東北大学サイバーサイエンスセンターのスーパーコンピュータ SX-9 を使用した。



trac の画面の例



講義の風景



演習の風景 (前年度)

4. 評価

今年度の受講者は2名であり、募集時の2、3名の想定通りであった。人数が少ないことの理由は、専門分野が関係するので、講座の第4回以降は参加者が限られることである。研究に必要な基礎スキルを得るために覚悟して受講し、充実した研修が展開できた。一方で、ソフトウェアの品質等に関する第2、3回は自由聴講公開講座の可能性が広い。出席率は100%であり、少人数講座であるため、柔軟なスケジュール調整ができた。

受講学生の満足度は、アンケート評価の結果、「想像より非常に良かった」である。高い評価の理由は、電磁情報漏洩の研究に必要な基礎スキルを得るとともに、不足していたプログラミングスキルおよびマネジメントスキルを得ることができたためである。また、企業の講師の「現実で通用する」技術を知ることができ、また、レビューでは実際のトラブルの例など「生きた」知識を得ることができ、得る物が多かったと、受講者の評価が高い。

このPBLが目標とした通りに、受講者は、電磁情報セキュリティ向けの信頼性の高い解析ソフトウェアを開発でき、精度と信頼性の高度な要求に応える解析ソフトウェアを実現するためのアイデアを自ら創出するだけでなく、他の人のアイデアを適切に評価できるようになり、企業の実践的手法を取り入れ、作業の計画性、管理性、可視化が向上した。

学生、運営、大学、および産業界の立場から目標達成度を見れば、以下のような評価である。

(1) 学生に関する観点

これまで研究室で行ってきたソフトウェア開発法は、テストフェーズを明確に設けていないため、完成度の低いプログラムにとどまっていた。企業で実施されている効率的なソフトウェア開発法を学ぶことにより、これまでのプログラムに比べ完成度の高いプログラムを目指す事が可能となった。

本課題で開発するFDTDプログラム作成では、スパイラルモデルを用い、モジュールもしくは段階に応じたテストフェーズを実施する事により完成度の高い、再利用可能なプログラムの作成が可能であることを理解した。

正しく動く小規模なプログラムの積み重ねにより、スケジュールに従ってプログラムの作成が可能となった。

企業の現場におけるプロジェクト管理技術を実際的に知り、演習することができた点で、カリキュラムが意図した効果が得られた。

納期を意識したスケジュール管理を徹底し、受講者各自が責任を持って分担タスクを実行した。また、受講者同士のディスカッションを積極的に行うことで、問題点を自己解決できる能力も得た。目標を概ね達成している。

スケジュールの遅れが多少生じたが、企業側・大学側講師の助言を生かした仕様見直しにより、最終工程の納品にまで至った。講座第5回以降で、次回開催までの間に済ませるべき設計やコーディング等の「宿題」の負荷が想定よりも大きかった。これは進捗の障害になるおそれがあるので、多少の高精度化等を犠牲にしてもコンパクトな課題を設定すれば本来の研修目的に注力してカリキュラムの効果が高まるものと期待できる。

すべての学生が、実用的な技術を得ることができ極めて有意義な講座であったと述べている。教育効果の観点からは目標を十分達成している。

(2) 運営に関する観点

前年度には、演習のための事前準備の見積が不適切であったために、プログラミング言語の習得、数値解析手法FDTD法の習得、及びスパコンの利用法の習得に予想以上に時間を取られ開発に遅延が生じた。スパイラルモデルでの開発を考える際に、中間目標の設定が困難であったためである。実践的教育の演習課題として取り上げる問題について、受講者および企業講師に過度の負担とならないように適度な規模とするよう、カリキュラムを見直す等の改善を行い、今年度には課題の選定にとくに配慮し、適切な課題設定になった。

多人数での知識共有や各自の行動の重要性など、企業の講師の「現実で通用する」技術がよく

わかる PBL 教育であり、また、レビューでは実際のトラブルの例など「生きた」知識を得ることができ、企業講師による実践的教育によって企業人材の基礎スキルを学習させることができた。

一方で、プログラム開発手法以外の知識について、たとえば企業内での他のマネジメント要素(企業経営的な視点など)との位置づけを理解させる視点が足りなかったところもある。これについて、産業人材の育成を考えるならば、企業運営の視点も含めた幅広い「企業の仕組み」を伝える必要があり、来年度の課題であると考ええる。

(3) 大学に関する観点

本学は、実学主義の教育目標を掲げ実践的技術者の養成を行い、また、地域企業との産学連携を重視しており、本研修における地域企業との連携による実践的教育は極めて意義深い。

しかし、本大学院研究科では、これまでソフトウェアに関する実践的技術の教育ならびに地域企業との産学連携に基づく教育をほとんど行ってこなかったが、「ソフトウェア開発工程」および「開発計画と要求分析(システム分析、アーキテクチャ分析)工程」の講座への関心は高く、学内教育体系への位置づけと組み入れの検討は意義深いものと思われる。

(4) 産業界に関する観点

企業講師の研修分析シートにおいて、教育の高い効果および企業としての社会貢献に対する意識が述べられており意義深いと期待する。

コース終了後の成果発表会において、講師派遣企業および受講者による報告を行って参加者と意見交換し、有意義であった。

(5) 今後の課題

企業内におけるマネジメント要素(企業経営的な視点など)について、産業人材の育成の中に位置付けて、企業運営の視点も含めた幅広い実践スキル習得のための教育と評価の方法の開発が課題である。

本プログラムによって多人数でのプロジェクト運営スキルを早期に習得することにより、研究活動を通じたスキルの反復学習を行うことができる。企業人材の育成を通して、副次的に研究室での知の共有の円滑性を高めることも期待できるため、今回と同様な研究基礎スキル習得を通じた PBL 企業人材教育を実施することが必要である。

本課題ではテストを行う際、得られた計算結果と物理現象を比較し結果の妥当性を検証する必要がある。そのため、開発を行ったモジュールに対応した物理現象を得るために必要な物理モデルの検討を行う必要がある。

5. おわりに

産学 PBL の実施により、これまで我流で行っていたソフトウェア開発に比べ、テスト工程、プログラムの細分化を行うことにより、信頼性が高く再利用可能なソフトウェアが完成すると期待される。これまで修士論文等で用いられたプログラムは作成者が卒業すると同時に高度のメンテナンスが難しい状態に陥っていたが、企業で実施されているプログラム開発手法を取り入れることで研究を引き継いだ者がメンテナンス可能なプログラムが可能となると予想される。

本プログラムは、東北大学サイバーサイエンスセンターのスーパーコンピュータを利用することで実現することができた。

参考文献

- [1] 庄子栄光, 宮西洋太郎, 樋地正浩, 岩本正敏, 脇山俊一郎, 富樫敦, 曾根秀昭, 中尾光之, “理念共有型の地域産学協同 IT 人材育成体系の形成”, 第 9 回情報科学技術フォーラム FIT2010, RO-003 (2010.9.7-9).
- [2] Yu-ichi Hayashi, Hideaki Sone, “The Effect of Position of a Connector Contact Failure on Electromagnetic Near-Field around a Coaxial Cable,” IEICE Trans. Commun., Vol. E92-B, No. 6, pp.1969-1973 (June 2009).