

Cloudbauhaus: 東京工業大学における実践的 IT 人材育成の試み

小林 隆志 榎藤 克彦 佐伯 元司 首藤 一幸 田中 康 西崎 真也
森本 千佳子 米崎 直樹 脇田 建 渡部 卓雄

本稿では東京工業大学における実践的 IT 人材育成プログラム Cloudbauhaus の取り組みを紹介する。

1 はじめに

あらゆる経済活動において情報技術 (IT) が活用されるに伴い, IT 関連産業が大きな発展を遂げている。そのため, IT を活用して様々な問題を解決できる人材が社会から強く求められている。特に, IT の基盤知識を適切に応用し実践する能力を持った実践的 IT 人材の育成は多くの場で議論されるようになってきた。

現在多くの情報系の大学・大学院が採用している計算機科学を中心とした教育は多様な分野における応用, 技術革新の基盤となる重要な IT の基盤知識を体系的に学修することに重きをおいている。しかしながら, IT の著しい進歩と深化に伴いその応用範囲は多岐にわたり, 各分野における応用に関する知識・技術を習得するまでに時間がかかるようになってきている。大学院が育成する人材と産業界が求める人材との間にずれが生じているという指摘も少なくない [2]。

文部科学省では 2006 年より, 大学間及び産学の壁を越えて教育内容・体制を強化し, 専門的スキルを

有するとともに, 社会情勢の変化等に先見性をもって対処できる世界最高水準の IT 人材を育成するための教育拠点の形成を支援する「先導的 IT スペシャリスト育成推進プログラム」[3] を実施した。このプログラムは 2010 年まで実施され, 最終的に 18 校が参加し産業界からも一定の評価を得た。また, 2012 年より全国 15 大学が中心となり「分野・地域を越えた実践的情報教育協働ネットワーク」(Education Network for Practical Information Technologies : 通称 enPiT) [1] という事業も開始されている。

東京工業大学大学院情報理工学研究科 (以下, 本研究科) では, 両事業に参加し, 平成 19 年から実践的な IT 技術者の育成を目的とした大学院特別教育研究コースとして「IT 特別教育研究コース」を本研究科内に設置し教育を行ってきた。

ソフトウェア作成は, 単純な工業生産物とは異なり, 人間の手によって作られる工芸作品という側面があり, そこには経験に裏付けられた勘が重要な位置を占めている。そしてソフトウェアは性能という価値基準のほかに, 作品としての洗練された美しさが求められる。そのような点においてもソフトウェアは工芸作品であるといえる。

情報システムは社会基盤として重要な位置を占めるようになり, より一層の安全性や信頼性が求められる。さらに情報システム構築においては, 情報理工学における学問的観点と技術的観点だけではなく, 産業的観点も不可欠である。クラウドの登場により,

Takashi Kobayashi, Katsuhiko Gondow, Motoshi Saeki, Kazuyuki Shudo, Shin'ya Nishizaki, Chikako Morimoto, Naoki Yonezaki, Ken Wakita, Takuo Watanabe, 東京工業大学大学院情報理工学研究科, Grad. School of Information Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology.

Yasushi Tanaka, 奈良先端科学技術大学院大学, Nara Institute of Science and Technology.

高品質で信頼のできるソフトウェアを作るだけでなく、適切なコストと生産期間の下で、要求される性能を満たした製品を生産し十分な利潤を生み出すことが以前にも増して求められている。したがって、産業からの視点を備え、そのうえで学術と技術を習得していくことが重要となる。

つまり、実践的 IT 人材に求められる資質は、学術、工芸としての技術、そして産業人としての視点である。Bauhaus は技術 (craft) と美術 (finearts) とが融合された教育を行う建築・デザイン・造形芸術の学校として、1919 年にドイツのワイマールに設立され、美術思想や美術教育のほか、モダニズム建築に大きな影響を与えた。我々は IT 分野において学術、技術、産業の三者が融合された教育体系を確立し、IT を利活用する人材を育成することを目的とし Cloudbauhaus の名のもとに教育プログラムを遂行している。

2 IT 特別教育研究コース Cloudbauhaus

2.1 概要

IT 特別教育研究コース Cloudbauhaus は、専攻を横断した学修コースであり、専攻ごとの修了要件によらず以下の独自の修了要件を満たすことで修了できる^{†1}

- 本コース科目を 20 単位以上取得
- ソフトウェア開発科目群 8 単位以上を取得

Cloudbauhaus では、ソフトウェア開発に必要なソフトウェア工学技術を学習するとともに、クラウド技術の基礎知識、活用法を学習する。具体的には、表 1 に示す 4 つの座学講義群からなる。**基礎科目群**は、コンピュータサイエンスにおける基礎理論を学習する科目から構成され、実践的 IT 人材が備えるべき基本的素養となる。**基盤ソフトウェア科目群**はオペレーティングシステムを初めとする基盤ソフトウェアに関する専門的知識を学習する科目である。**ソフトウェア工学科目群**は、ソフトウェア工学分野の専門的知識を習得する科目である。ソフトウェア開発を専門とする者の基本的素養となる。**ソフトウェア開発科目群**はソフトウェア開発に関する実践的な知識や経験を習得する科

^{†1} 修士号の取得には各専攻が定める要件を満たす必要がある。

表 1 座学講義・演習科目一覧

[基礎科目群] プログラム理論、並行システム論、ソフトウェア論理学、分散アルゴリズム論、計算機アーキテクチャ特論
[基盤ソフトウェア科目群] オペレーティングシステム特論、ハイパフォーマンスコンピューティング、分散システム構成論、実践的並列コンピューティング
[ソフトウェア工学科目群] ソフトウェア設計論、情報セキュリティ特論、ソフトウェア工学特論、プログラミング特論、ソフトウェアプロジェクト、マネジメントと品質管理
[ソフトウェア開発科目群] (座学講義科目) 先端スキル開発特別講義 I-VI (演習・実験科目) ソフトウェア開発演習、ソフトウェアテスト演習、システム検証基礎演習、システム開発プロジェクト基礎、システム開発プロジェクト・クラウド応用、ソフトウェア開発先端技術演習 I・II、クラウドシステム基礎、クラウドアプリケーション開発演習、情報理工学インターンシップ 1A・1B, 2A・2B (インターンシップ 1A・1B 以外は各 2 単位)

目である。実習・実験を実施することにより、より効果的に習得することを目標とする。

特に、クラウド技術の実践に焦点をあてた以下の 4 科目を含む、ソフトウェア開発科目群が特徴である。

- クラウドシステム基礎
- クラウドアプリケーション開発演習
- システム開発プロジェクト基礎
- システム開発プロジェクト・クラウド応用、

上記科目では演習を通して実践的な大規模データの分散処理技術やクラウドの利活用方法を習得する。国立情報学研究所が構築、運用している教育用クラウドを演習用環境として活用し、実際の事例を中心とした題材も活用することで、実践的な分散処理アプリケーション開発を体験する。また、学生同士がチームを組み開発プロジェクト実施する PBL 型教育を行う。以下でそれぞれを詳しく述べる。

2.2 クラウドシステム基礎

分散システムにおいては、場所に寄らないリソースの活用や、複製による性能・耐故障性の向上などの利点がある。一方でそれらの利点の実現するためには、一貫性などに関する課題と向き合い、複数の性質

の間のトレードオフを踏まえながら適切な設計・実装を行っていくことが必要である。クラウドの構築や利用にあたっては、こういった分散システムの難しさと向き合う必要が生じる。本科目では、分散システムに関する基礎知識として、同期や複製管理などに関する代表的なアプローチや、その利点、限界、トレードオフについて学ぶ。これにより要求に応じて、既存のミドルウェアやサービスを活用したり、自身で制御機構を適切に設計したりするための基礎知識と考え方を習得する。加えて、最近のクラウドにおけるスケラビリティ達成のためのアプローチについても概観し、その動向について議論する。

2.3 クラウドアプリケーション開発演習

本科目では、演習を通して実践的な大規模データの分散処理技術を習得する。クラウドコンピューティング環境の発展により、大規模データを効率的に処理し活用したいというニーズが増大している。しかし、まだ一般的には大規模データの分散処理技術の適用事例を経験する機会が少なく、その技術・ノウハウを身につけることは難しい。教育用クラウドを演習用環境として活用し、実際の事例をもとにした MapReduce アプリケーションの構築・テスト・性能チューニングなどの実践的な分散処理アプリケーション開発を通して、クラウドアプリケーション開発を学ぶ。

2.4 PBL 科目

本プログラムの PBL では、受講生同士が 6 名程度のチームを編成し、Android アプリケーションのチーム開発を行う。座学・演習で得た知識を基に、アプリケーション・情報システムのチーム開発を行うことで、実践的なシステム開発能力の涵養を目指す。標準的な enPiT フレームワークでは PBL 実施期間は 3-4ヶ月であるが、本研究科の Cloudbauhaus PBL 科目では、以下の 2つの科目を用意し、1年間の開発プロジェクトを実施する。

- システム開発プロジェクト基礎（前期）
- システム開発プロジェクトクラウド応用（後期）

システム開発プロジェクト基礎は後期より開始されるシステム開発プロジェクト・クラウド応用に必要

な知識や技術、プロジェクト運営のノウハウを身につける前段階的な内容で、システム開発に必要なソフトウェア工学の基礎に関してプロジェクト開発を通して習得することを目的とする。システム開発プロジェクト・クラウド応用は、システム開発に必要なソフトウェア工学の応用に関してプロジェクト開発を通して習得する。両科目では、受講生はチームを組み、要求分析、プロジェクトの計画、設計、実装、テスト、ドキュメント作成などの体系的なソフトウェア開発技術の実践面への適用を総合的な指導の下で習得する。PBL 科目は一般企業出身者 2 名が主担当となり、実業務でのシステム開発がイメージできるよう現場事例を交えた解説を実施している。チーム運営はスケジュール管理も含め、原則としてチームの自主性に任されている。

受講生は、講義時間だけでなくチームごとに個別のミーティングを行い開発を進め、9月に合宿形式の集中演習、3月に1年間の成果を発表する授業成果展覧会を行う。プロジェクトの後半からは、システム開発に並行して、デザイナーとともに実施する授業成果展覧会準備プロジェクトを立ち上げる。このことで、受講生はマトリックス型組織に参加することとなり、複数業務の調整を体験することができる。

授業成果展覧会は六本木ミッドタウンで開催し、一般企業にも公開する。一般企業聴講者の前で発表、フィードバックを得ることで、学びの再確認が出来る。また、PBL 参加前の学生のチーム作業経験は多様であり、PBL で得た気づきは個人により異なる。そこで授業成果展覧会後に、個人設定したテーマで振り返りを行い学んだことを発表する。

PBL 授業では、実際のシステム開発業務と同様の開発プロセスの体験を通じて学ぶことに加え、学生が自ら考えること、他者とのコミュニケーションを通じて共同作業を経験することを重要視している。具体的には以下の 3点を指導上の留意点としている。

- モチベーションとフロー状態の維持

学生が興味のある開発テーマ、開発環境を選択することにより、学習意欲を向上させている。成果発表会で投票を行い、最優秀チームを選ぶことによってチーム間の競争意識を作り出すこと、早期

段階で小さな成功体験をするようにマイルストーンを設置し誘導することなどに留意している。

- 学生の自ら学ぶ力を引き出す
How を教えず、What を与え、学生に考えさせる事を重視している。例えば、開発するソフトウェアは「大学講義を支援するアプリ」「大学生生活を豊かにするアプリ」などであり、意図的に要件開発の余地を大きく残している。また、振り返りや中間・最終発表を通じ CETI モデルにおける経験の表出化、連結化を促している。
- 授業の学習テーマを常に意識させる
手段（ソフトウェア開発）が目的化しないよう誘導し、プロセスを意識させながら、チーム開発体験の全体イメージを与える。また、個別に振り返りのレポートテーマを設定することによって学習テーマを意識しながら演習を進めるように指導を行う。

3 現在までの取り組み

Cloudbauhaus は 2012 年 10 月に開始され、2012 年度はシステム開発プロジェクト基礎およびシステム開発プロジェクト・クラウド応用について、PBL を試行した。受講者は主に本研究科の博士前期課程の学生 19 名である。この PBL では、複数の Android アプリケーションとサーバが連携するサービスを、6 名前後で構成される 3 チームが開発した。また六本木ミッドタウンにて成果発表会も行った。

本年度は、4 月上旬に学生の募集を開始し、修士入学オリエンテーションや参加教員の研究室を介しても募集を行った。基礎知識学習に関する授業の取得状況もしくはそれと同等な知識を有することを判断する

面接により選抜を行った結果、25 名の受講生を決定した。

2013 年度の PBL 科目での開発テーマは「大学生生活を豊かにするシステム」である。具体的なアプリケーション内容はチームに一任され、学生が問題分析から提案・実装までを行っている。

9 月の合宿では、User Experience 視点からのシステム要件開発（超上流工程）を対象とした PBL および SaaS クラウドの構築・開発を対象とした PBL を中心に、プレゼンテーションスキルの座学講義、企業技術者からの大規模分散システムの基礎やマルチデバイス時代のモバイルアプリ開発に関する講演を実施する予定である。現時点で、東京工業大学、東京大学、早稲田大学、電気通信大学、東京電機大学から計 41 名の学生が参加予定である。

4 おわりに

Cloudbauhaus は 2013 年度から本格的に始まったばかりである。IT 業界の変化スピードは速いため、産業界からの人材育成に関するニーズも年々高度化している。今後、さらに、産業界・教育界からの参加組織を増やし、相互交流と改善を加えながら実践的な IT 人材育成に取り組む予定である

参考文献

- [1] 文部科学省情報技術人材育成のための実践教育ネットワーク形成事業：分野・地域を越えた実践的情報教育協働ネットワーク。 <http://www.enpit.jp/>.
- [2] 山下徹：高度 IT 人材育成への提言 - 国際競争力の復権にむけて、NHK 出版、2007.
- [3] 文部科学省：先導的 IT スペシャリスト育成推進プログラム。 http://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/it/.