

# 教育利用報告

## 「実践的シミュレーションソフトウェア開発演習」

居駒 幹夫

東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻非常勤講師

### 1. はじめに

大学院工学系研究科機械工学専攻向けの演習科目「実践的シミュレーションソフトウェア開発演習」の今年度実施内容の報告および本科目実施の15年間をふりかえってみたい。

本科目の目標は計算流体力学(CFD)、分子動力学(MD)の国際的な競争力を持つシミュレーションソフトウェアを、信頼性、保守性、移植性などのソフトウェア工学の知識も考慮して開発できるスキルを身に付けることである。この目標達成のため、複数人の受講生がチームを組み、情報基盤センターのOakbridge-CXスーパーコンピュータシステムを活用してシミュレーションソフトウェアを開発する。2009年に科目開始以来15年間継続、改善しており、受講者が保守性の高いシミュレーションソフトウェアを開発することを可能にしている。演習の内容、スケジュール等は本科目の教科書[1]、学会報告[2]およびスーパーコンピューティングニュースでの過去の報告[3]を参照いただきたい。

### 2. 今年度の実施報告

今年度の講義、演習は、新型コロナウイルス感染症の5類感染症移行に伴い対面で実施した。本年度の科目履修登録者は10名で、このうち8名が修了した。演習の成果物となるシミュレーションソフトウェアは、これまでの最高レベルであった。受講生自身の評価としては、成果物としての満足度は過去2番目に高く、科目としての有益度も高い結果であった。Oakbridge-CXの活用時間も過去最長だったと思われる。

### 3. 2009年からの受講者評価および情報系のスキルレベル変遷

本科目は、2009年のスタートから今年度で15年目となる。2021年の報告[4]で開発環境の変更・改善を報告した。本稿では、本科目自体および、演習成果物に対する受講生の評価と、受講生の情報分野におけるスキルレベルの変遷について述べる。元になるデータは、本科目で採取している受講者アンケートのうち、(現在行っている講義内容になった)2012年以降の12年分の受講者アンケートで、このデータを4年ごとに前期・中期・後期に分けて集計した結果を報告する。各期のアンケート回答者数を表1に示す。アンケートは科目開始日と終了日に2回行っており、それぞれの回答者は、(一部例外を除き)ほぼ履修登録者と修了者である。

表1 受講前後のアンケート回答人数

期間	初日 アンケート	終了日 アンケート
前期(2012年~2015年)	44	32
中期(2016年~2019年)	37	37
後期(2020年~2023年)	42	37

### 3.1 本科目の受講生評価の変遷

受講生による、本科目の有益度評価、演習の成果物（受講生コーディング部分で 1000 行程度のプログラム）の満足度、研究室後輩への推薦度の変化を、表 2～表 4 と図 1～図 3 にまとめた。これらの結果を見ての通り、科目としての有益度、成果物の満足度ともに、後期で良い結果が得られている。2020 年度以降の後期は、コロナ禍の時期と重なっており、当初は演習の講義および成果物の品質の確保が懸念されていたが、結果としてはそれ以前よりも高い評価が得られている。この理由として、次の 3 点が考えられる。

- 従来から本科目では、コミュニケーションを活性化する電子的仕掛けを活用していたこと
- 受講生のグループでも Slack、Zoom 等の電子的な手段でのグループ内のコミュニケーションが従来よりも活性化し、さらに 2023 年度コロナ感染症 5 類移行後も活用が継続していること
- 受講生の情報科学的なリテラシが向上してきていること (3.2 項で詳述)

表 2 本科目の有益度

期	役に立たない <--->				科目有益度
	大変役立つ				
前期	21	11	0	0	4.66
中期	26	10	1	0	4.68
後期	30	6	1	0	4.78

図 1 有益度の変化



表 3 演習成果物の満足度

期	非常に低い <--->				成果満足度	
	非常に高い					
前期	3	9	13	8	4	1.97
中期	2	10	12	12	1	2.00
後期	11	15	7	4	0	2.89

図 2 成果満足度の変化



表 4 来年のM1学生に勧めたいか

期	勧めたいか <-->				科目推薦度
	ぜひ勧めたい			やめさせる	
前期	6	10	16	0	3.69
中期	10	18	9	0	4.03
後期	19	11	6	1	4.30

図 3 科目推薦度の変化



### 3.2 受講生の情報分野におけるスキルレベルの変遷

15 年前の本科目立ち上げ時、受講者の機械系の大学院生は情報系の知識は限定的だったが、その後、非情報系学科卒業者の情報系知識、スキルは向上している。今回、本科目の事前アンケートで検証してみた。

受講生の C 言語経験を図 4 に示す。後期になり、「学部教育のみで C 言語を経験」という学生が増え、過去にいた「C 言語で数万行コーディング経験」という受講生が消えている。

図 4 受講生の C 言語経験

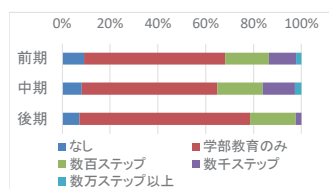


図 5 受講生のスクリプト言語経験

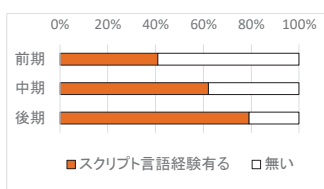
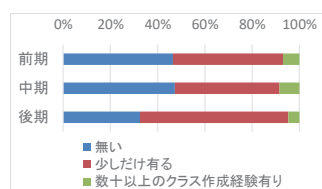


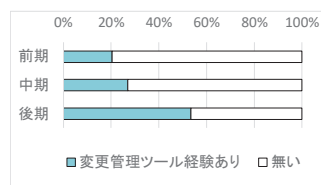
図 6 受講生のオブジェクト指向知識



一方、図5に示す通り、Pythonをはじめとした（オブジェクト指向型の）スクリプト言語経験者が増えている。図6に示す通り、「オブジェクト指向をかじりました」レベルの学生は増えているが、本科目受講時点でのソフトウェア工学的な知識・スキルはほとんどないというのが現状（本科目の最初の演習プログラムでは、ほぼすべての受講者が main 関数にすべての処理を書く状況）である。

また、最近の大きな変化は、変更管理ツール特に Git が普及していることである（図7）。科目開始時は全体で1名知っていたれば良い程度だったが、現在では、受講生の半分以上の学生が使用経験済みの状況となってきた。

図7 受講生の変更管理ツール経験



一般的に、学部卒業生の情報リテラシは向上しており、さらに本科目のソフトウェア工学的な指導により、良い演習成果物ができていると言える。ただし、保守性の高い良いプログラムを書くための知識、スキルは非情報系学科の学生すべてに重要であり、今後の学部カリキュラム標準等でも検討が必要だと考える。

#### 4. おわりに

筆者は2009年に本科目立ち上げ時から15年間本科目の講師を担当してきた。ここまで述べてきたように（他講師の活躍により）評価の高い科目にはなっているが、当初の目標である世界的に競争力のあるソフトウェアの創出という段階にはほど遠い状況である。

本科目開始時、筆者は企業の技術者としてソフトウェア性能の専門家でもあった。その目で数値シミュレーションソフトウェアを初めて見たとき、その膨大な計算量に驚いた。しかし、本質的にボトルネックになるのは計算量ではなく、時系列での MapReduce 的な処理の繰り返し部分の直列性にある。ここ15年で急速な進化を遂げている人工知能(AI)の世界でも、時系列予測においてのリカレントニューラルネットワーク(RNN)で同様の問題があったが、アテンション機構の導入/移行による並列化で、より良い実世界へのシミュレーションが可能になっている。もちろん、解く問題が異なるため、AIでの解がそのまま他の分野に使えるわけではないが、数値シミュレーションでも良いブレイクスルーは無いかと思いつつ退任の時を迎えてしまった。

来年度からはソフトウェア工学の一線で活躍している研究者が本科目に加わる。これまでの科目の維持ではなく、CFD、MDの専門家と情報系の専門家の化学反応により、新たな科目による国際的な競争力のある人材育成およびソフトウェア創出につながる成果を期待したい。

#### 参考文献

- [1] 佐藤文俊, 加藤千幸編, “ソフトウェア開発入門: シミュレーションソフト設計理論からプロジェクト管理まで”, 東大出版, 2014年4月, ISBN-4130624547
- [2] 居駒幹夫, 高橋英男, 他, “非情報系の学生を対象としたソフトウェア開発演習の設計と改善”, 情報処理学会研究報告, 2016年8月, Vol. 2016-IS-137 No. 2
- [3] 居駒幹夫, “講義紹介: 「実践的シミュレーションソフトウェア開発演習」”, スーパーコンピューティングニュース, [https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/VOL14/No6/10\\_201211education-2.pdf](https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/VOL14/No6/10_201211education-2.pdf)
- [4] 居駒幹夫, “教育利用報告: 「実践的シミュレーションソフトウェア開発演習」”, スーパーコンピューティングニュース, [https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/VOL23/No5/14\\_Lec202109-S1S2\\_ikoma.pdf](https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/VOL23/No5/14_Lec202109-S1S2_ikoma.pdf)