一般口演

一般口演7
教育・研修・ガイドライン評価

2017年11月21日(火) 14:15 ～ 16:00 G会場 (10F 会議室1006-1007)

[2-G-2-OP7-2] 放射線専攻学生を対象としたEGS5による放射線シミュレーションの教育的評価

松谷 秀哉[1], 門前 暁[2], 細田 正洋[2], 柏倉 幾郎[2], 加藤 博之[1] （1.弘前大学医学研究科, 2.弘前大学大学院保健学研究科）

【背景と目的】保健学科放射線専攻の学生にとって放射線は必須の道具であるが、その特徴から放射線の理解と知識の習得は難しいのが現状である。放射線シミュレーションは、放射線を視覚化するとともに、いろいろな条件に対する反応を手軽に疑似的に体験できる事から、教育用ツールとして有効な手段である。昨年、放射線シミュレーションの代表の一つであるEGS(Electron-Gamma Shower)に対するGUI環境の開発について報告した。今回は、これを実際の授業に用いて放射線シミュレーション教育における効果・有効性などを報告する。
【方法】本学の保健学科放射線科学専攻の3年次学生40人を対象。学習・実施済みの内容（放射線防護の3原則や放射線計測実験など）について、 EGS5によりシミュレーションを行い比較検討する課題を出題し提出レポートを評価した。これは学習済みの内容を用いる事により、課題レポートの内容にシミュレーションの効果などが明確に表れる事を期待したものである。また最後にアンケートを行い、意見などを集計した。
【結果】提出レポートは、結果に対して数値化は殆どされておらず、代わりに値に対応する飛跡の画像が貼り付けられていた。そのため、グラフ化やデータ処理が行われていない。問題点を指摘した再提出では、数値化はほぼ修正されたが、約半数の人はデータ処理などが定量的解析に結びついていなかった。アンケートの結果は、回答率：90%、放射線シミュレーションは必要と思う：60%、興味を持てた：40%（持てなかった：49%）、EGS5を難しい：46%（難しくはない：29%）、であった。
【考察】結果の数値化（画像貼り付け）は「見れば分かる」的な感覚と推測でき、シミュレーションに対するインパクト・肯定的な現れとも考えられるが、アカデミックスキルが不十分（実践できない）事を意味しており問題である。アンケートの結果は、必要性は感じるが操作・取り扱いが難しく興味までは持てなかった、と解釈でき事から授業ではこれらの改善・工夫が必要と考える。

©一般社団法人 日本医療情報学会

放射線専攻学生を対象としたEGS5による放射線シミュレーションの教育的評価

松谷 秀哉[*1]、門前 暁[*2]、細田 正洋[*2]、柏倉 幾郎[*2]、加藤 博之[*1]
*1 弘前大学大学院医学研究科、*2 弘前大学大学院保健学研究科

Effects of radiation simulation with EGS5 for Undergraduate Students in the Department of Radiology

Matsutani Hideya[*1], Monzen Satoru[*2], Hosoda Masahiro[*2], Kashiwakura Ikuo[*2], Katoh Hiroyuki[*1]
*1 Hirosaki University Graduate School of Medicine, *2 Hirosaki University Graduate School of Health Sciences

A student of the medical field need high expertise in knowledge and skills to be learned, and their amount is quite large. Furthermore, a high acquisition level is required to influence the life and death or the life of the person. Therefore, the simulated environment and the simulator play a major role in acquiring knowledge and skills.

A student in Department of Radiological Technology is mainly aimed at training medical radiology technician, and acquires a variety of knowledge and techniques related to radiation in medical treatment through lectures and practical training in 4 years. Because radiation itself can not be felt by the five senses, it is difficult to have a concrete image for a radiation generally. Therefore, there is a tendency to feel harder than necessary for the content of learning.

In tihs time, we conducted using radiation simulation (EGS 5) in the third grade practice class and evaluated the effectiveness of simulation education.

Keywords: Radiation Simulation, EGS5, e-learning, CUI, GUI

1. 緒論

保健学科放射線専攻の学生にとって放射線の理解と知識の習得は必須ではあるが、放射線の可視化は容易ではない事が放射線学習を妨げるひとつの要因となっている。放射線シミュレーションは、いろいろな状況や条件での物理量の算出や可視化が可能である事から、研究用途のみならず教育用ツールとしても有効な手段である。放射線シミュレーションの代表的なものとしては、Geant4[1)]、PHITS(Particle and Heavy Ion Transport code System)[2)]、EGS5(Electron-Gamma Shower ver.5)[3)]などがある。ただし、これらはいずれもコマンド操作やプログラミング技術などを必要としており、放射線専攻の学生には敷居が高く授業などでの使用は難しいのが現状である。

2. 目的

本研究は、この様な状況を改善して学生が授業や卒業研究などで放射線シミュレーションを道具として使える事を目的したものである。ここでは、放射線シミュレーション(EGS5)の汎用性を制限して医療や教育での典型的な場面を想定して限定的にする事により、CUI(Character User Interface)環境でのプログラミングやコマンド操作を必要とせずに、GUI(Graphical User Interface)環境で使用できるように開発した。この開発状況については昨年の本学会において報告した[4)]。

本報告は、開発したGUI環境でのEGS5を授業に用いて放射線シミュレーションの教育における効果や有効性などについて検討した。具体的には、CUI環境とGUI環境の相違における学生の印象や使用状況の比較、放射線シミュレーションの教育的効果を課題レポートやアンケートから評価した。

3. 方法

対象とした授業は本学の医学部保健学科放射線科学専攻の3年次科目「医用情報学演習」である。この科目は一般的な演習形式であり、後期の15回のうちEGS5は3回で実施した。授業の初回は従来のCUI環境でEGS5を使用し、次回以降から開発したGUI環境でEGS5を使用した。実施環境は、本学総合情報処理センターの教育用パソコン(OSはWindows8.1)であり、CUI環境ではOS以外にFortranコンパイラはフリーウェアとして一般的なgfortran(バージョン4.9.3)、結果の表示などにcgview[5)]を用いた。GUI環境では、CUI環境に加えて操作用のブラウザ(ここではインターネット・エクスプローラ)とこれらの処理作業を行う"Node.js"(バージョン6.2.2)[6)]とそのモジュール("ejs"や"cheerio"など)を用いた。

授業で出題した課題内容は以下の通りである。

- 課題1(放射線防護の3原則)
  放射線防護の三原則についてEGS5でシミュレーションしなさい(三原則の時間については省略)。ただし、方法などは各自で検討・デザインして実行すること。
- 課題2(放射線計測実験との比較)
  これまでに行った放射線計測実験と同じ測定系や観測条件を設定してEGS5でシミュレーションしなさい。なお、結果は実際の測定結果と共に示し比較検討すること。

これらの課題では、放射線における距離の逆2乗則や物質厚の吸収曲線などを定量的に示すためには、数量化から図表化(対数グラフ)やデータ処理が必要である。提出レポートは、この点に注目して教育的効果を評価した。なお課題レポートは提出して終わりではなく、その内容に対してコメントや問題提起といったフィードバックを何回かを繰り返した。

アンケートは五肢選択を基本とした簡易的なもので、EGS5の課題提出時に実施した。質問内容の要約を以下に記す。

- 放射線シミュレーションの興味や必要性
- CUI環境とGUI環境でのEGS5の難易度
- GUI環境やGUI環境の実用性・応用性
- 感想やご意見などの自由記述

4. 結果

4.1 CUI環境とGUI環境での違い

CUI 環境によるプログラミングは既に他の授業において実施している。しかし、CUI 環境に対するスキルは学生によりバラツキが大きく、容易に操作できる割合は 1/4 程度、逆に、ほとんど立ち往生状態で進まない割合も 1/4 程度であった。中には Windows での CUI 環境の基本となる「コマンドプロンプトって何ですか、知らない」という学生も何人かおり、あまり定着していないのが現状であった。CUI 環境おける EGS5 の実施では、チュートリアル用に公開されているユーザコード(″tutor1″ [7] と″ucshield″ [8])を用いた。単に、コンパイルと実行する状況では、全員が比較的スムースにコンパイル・実行できた。しかし、プログラムに対して1行を不実行するための記号(コメント文)を1文字入力する練習問題では、ほとんどの学生がコンパイルでつまずき実行できた学生は 2 割にも満たなかった。明らかにプログラミングやコマンドの不慣れが原因と思われる。

一方、GUI 環境での EGS5 は多くの状況に応じた設定が可能で、実習などをシミュレーションすることも可能である。授業での状況は、最初はやや戸惑いもあったが比較的短時間で慣れて全員が取り敢えずではあるがコンパイル・実行までできた。一度慣れると以後はつまずくこともなくスムースにコンパイル・実行できた。GUI 環境の EGS5 の様子を図 1 に示す。

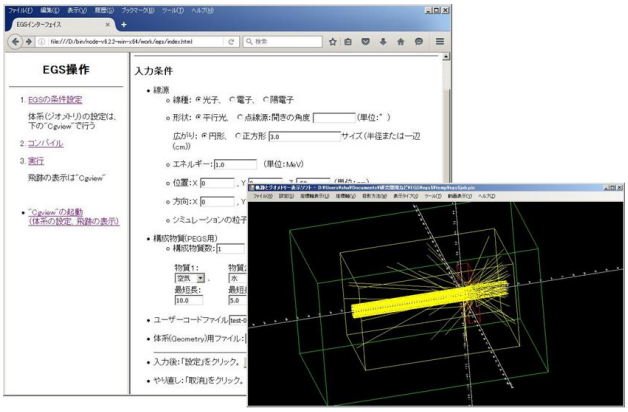

図 1 GUI 環境での EGS5(EGS5 操作用 Web ブラウザ(左)と結果の可視化(cgview:左))

4.2 数量化、図表化、データ処理

提出レポートは、当初、結果を数値化している学生ほぼ皆無であり、画像のみを貼り付けて1～2行程度の文章のみを書く学生がほとんどであった。そのため、グラフ化やデータ処理が行われていなかった。また、放射線防護の 3 原則である「距離の二乗で放射線は減少(距離の逆二乗則)」、「放射線は遮蔽物の厚さに指数関数で減少」などについては文章のみで述べる程度で、定量的に示したものはごく僅かであった。

このような問題点を指摘して再提出を求めた所、数値化については1回の指摘でほとんどの学生が修正したが、放射線防護の 3 原則などについては約半数の学生がまだ定量的には示さずに言葉のみのままであった。

4.3 アンケート

アンケートは 40 人中 35 人から回答があった(回答率:88%)。アンケート結果の抜粋を表 1～4 に示す。

意外だった事に、放射線シミュレーションに対して「興味がない」(あまりない、を含む)と回答した学生の割合が 6 割も達し、「興味がある」(それなりにある、を含む)の割合は3割弱にとどまった(表 1)。その一方で、放射線シミュレーションを「必要」(それなりに必要、を含む)と回答した学生の割合は 6 割、「必要ない」(あまり必要でなり、を含む)の割合は 1/4、と逆転している(表 2)。そのような中で、EGS5(放射線シミュレーション)に「興味を持てた」(それなりに持てた、を含む)と回答した学生の割合は 4 割、「持てなかった」(あまり持てなかった、を含む)の割合は 5 割、とある程度ではあるが改善が見られる(表 3)。

この状況は EGS5 の使用環境においても示され、「使用は無理」(たぶん無理、を含む)と回答した学生の割合は CUI 環境では 6 割であったが GUI 環境では 3 割にまで軽減した。同様に、「使える」(たぶん使えそう、を含む)と回答した学生の割合は CUI 環境では皆無な状況であったが GUI 環境では 1/4 と増加している(表 4)。

表 1 「放射線シミュレーションに興味がありますか？」

大いにある	1 人(2.9%)
それなりにある	9 人(25.7%)
どちらとも言えない	4 人(11.4%)
あまりない	11 人(31.4%)
ない	10 人(28.6%)

表 2 「放射線シミュレーションは必要だと思いますか？」

大いに必要	3 人(8.9%)
それなりに必要	18 人(51.4%)
どちらとも言えない	5 人(14.3%)
あまり必要ではない	6 人(17.1%)
不要	3 人(8.6%)

表 3 「EGS5(放射線シミュレーション)に興味を持てましたか？」

大いに持てた	1 人(2.9%)
それなりに持てた	13 人(37.1%)
どちらとも言えない	4 人(11.4%)
あまり持てなかった	9 人(25.7%)
持てなかった	8 人(22.9%)

表 4 「EGS5 は必要に応じて使えそうですか？」

	CUI 環境	GUI 環境
無理	10 人(28.6%)	7 人(20.0%)
たぶん無理	11 人(31.4%)	4 人(11.4%)
何とも言えない	14 人(40.0%)	15 人(42.9%)
使えるかもしれない	0 人(0%)	8 人(22.9%)
使える	0 人(0%)	1 人(2.9%)

5. 考察

CUI 環境は、以前の計算機では EGS5 を含めて一般的な利用環境であった。しかし現在では、パソコンやスマートフォンなどでも GUI 環境が一般的であり、CUI 環境で使用する事は殆どない。そのため、GUI 環境への対応することは自然な流れとも言える。CUI 環境と GUI 環境での実施状況の違いはこの様な変化に起因したものであり、課題におけるシミュレーションを実施できた事は GUI 環境の効果と考える。この事はアンケートの結果にも同様に表れている(表 4)。そのため、

EGS5 のように GUI 未対応の以前からのアプリケーションに対しても、今回の GUI 環境の手法は有効と思われる。

提出レポートにおいて、当初、殆どが画像を貼り付けるだけで数値化していなかった事は「見れば分かる」的な感覚と推測でき、シミュレーションに対するインパクト・肯定的な現れとも考えられる。しかし、これはアカデミックスキルが不十分（実践できない）である事を意味しており、3 年次である事を考えても問題であり、アカデミックスキル向上に大学全体で改善に取り組む必要がある。

アンケート結果における放射線シミュレーションの興味と必要性が異なる要因はいくつか考えられる。例えば、放射線専攻の学生は、授業などでは放射線シミュレーションを使う事がない事から、漠然としたイメージのみで興味が持てない可能性がある。さらには、プログラミングや CUI 環境が面倒・難しいといった印象などの影響も考えられる。GUI 環境の EGS5 は、この様な状況に対しての有効性を示唆する結果であった。今後は、興味や意欲が持てるように環境のみならず授業法や内容などを含めて改善・工夫する必要があると考える。

参考文献

1) Geant4. [http://geant4.cern.ch/].
2) 日本原子力研究開発機構. PHITS. [https://phits.jaea.go.jp/indexj.html]
3) 高エネルギー研究所放射線遮蔽グループ. Welcome to the Electron Gamma Shower (EGS) Web Page. [http://rcwww.kek.jp/research/egs/].
4) 松谷秀哉，門前暁，細田正洋，柏倉幾郎．放射線専攻学生を対象としたHTML5による放射線シミュレーション環境の開発．第36回医療情報学連合大会論文集．医療情報学 ，2016；36(Suppl.) :324-325.
5) Cgview. [http://rcwww.kek.jp/research/egs/kek/cgview/].
6) Node.js. [https://nodejs.org/].
7) 高エネルギー研究所放射線科学センター (2006). A SERIES OF SHORT EGS5 TUTORIALS. [http://rcwww.kek.jp/egsconf/2006-course/tutor.pdf].
8) 高エネルギー研究所放射線科学センター. [http://rcwww.kek.jp/research/egs/kek/egs5/isord5.tar.gz].