

別紙様式 4

平成 21 年度サバティカル研究者 ( A ) 研究成果報告書

平成 22 年 10 月 26 日

福岡教育大学長 殿

所属講座名	数学教育
職名	教授
氏名	藤本光史

受入大学・学部等名

The University of Western Ontario, Computer Science Department

受入教員の職・氏名

Professor Stephen M. Watt

研究期間

平成 21 年 10 月 5 日 ~ 平成 22 年 9 月 28 日

研究題目

ペンインタラクションを核とした新しい数式処理ユーザインタフェースの研究

研究成果概要 ( 800 字程度又は別紙添付 )

#### 1. 研究環境について

私が一年間滞在したのは、カナダ・オンタリオ州・ロンドン市にある University of Western Ontario (UWO) の理学部計算機科学科である。UWO はカナダ屈指の総合大学で特に医学教育とビジネススクールで有名であるが、私の専門の数式処理分野においても北米の拠点大学として知られる。理学部の応用数学科と計算機科学科には数式処理研究者が 6 名在籍していて、彼らを中心に 2 学科を横断する形で Ontario Research Centre of Computer Algebra (ORCCA) という研究所を形成し、20 数名の大学院生・ポスドク・客員研究員がメンバーとなっている。私の研究室は ORCCA の共有スペースを囲むように配置されたブースの一つで、University of Birmingham から同じくサバティカルで来ていた英国人研究者と共有した。この研究所では、毎週金曜に Regular Meeting があり、各メンバーの研究の進展具合や、国際会議の情報交換、そして、数式処理に関する新しい結果やテクニックが紹介された。また、車で 1 時間半程度の距離に、カナダの理工系大学トップの University of Waterloo と数式処理システム Maple の開発元の Maplesoft 社があり、UWO を含めた 3 機関合同で毎月 Joint Lab Meeting を行っている。この Meeting では、毎回海外の研究者による招待講演が行われ、最新の研究情報を得ることができた。

## 2. 研究内容と研究成果について

私が取り組んだのは「ペンインタラクションを核とした新しい数式処理ユーザインタフェースの研究」である。本研究は、Nintendo DSやiPhoneのようなペンベース携帯情報端末を活用した数学eラーニングシステムの実現を目指したものであり、私が数年前から取り組んできた課題である。渡加後最初の仕事は、これまでの研究をまとめ、課題を整理することだった。ペンベース携帯情報端末向けの手書き数式処理システムの開発に始まり、それを用いた中学校での暗号授業、Webベース学習支援システムの開発とそれを用いた小学校での算数授業・中学校での理科実験授業、そしてDSとMoodleを用いた高等学校での英語授業という5年間に渡る一連の研究を振り返ることで、取り組むべき課題を整理することができた(論文[1])。

この考察に基づき、数学eラーニングシステムMathellanの設計を行った。この部分については、受け入れ先のStephen M. Watt教授との共同研究として行った。毎週一回のディスカッションを重ね、必要となる機能の仕様を策定し、プロトタイプの開発を行った。オープンソースのCMSであるMoodleを拡張し、ペンベース携帯情報端末からの数式の入力と表示機能、及び関数グラフの描画機能を実装した。数式表示においては、MathMLに非対応の端末に対してもCSSを用いて数式を表示できるようにした。この成果は、数式処理のユーザインタフェースに関する国際ワークショップMathUIで発表した(論文[2], 学会発表[5])。

数学eラーニングシステムでは、入力された数式の評価が重要となる。正解・不正解という単純な判定だけでなく、展開されているのか、因数分解されているのか、といった数式の構造を評価する必要がある。このように数式を「取り扱う」ためには、数式の簡単化(simplification)が重要な役割を与えると考え、数式処理システムRisa/Asirに分数べきの入った数式の簡単化を行うプログラムを実装した(ソフトウェア[3])。

ペンベース携帯情報端末を用いた数学eラーニングには、クライアント側に数式処理システムを実装するというアプローチもある。このアプローチの最新の研究状況を把握するために、国際ワークショップCompact Computer Algebraを企画し、座長を務めた(学会活動[7])。また、発表者としてペンベース携帯情報端末で動作する数式処理システムの現状と、私が新しく移植したソフトウェアの報告を行った(学会発表[4])。この他に、数式処理に関する論文集の編集(編著[6])、数式処理に関する国際会議と国際ジャーナル誌の査読(学会活動[8,9])を担当した。

## 3. 研究経費について

本サバティカル期間における研究経費については特段の予算措置は行われなかったが、派遣者に配分された通常の研究費を利用できた。これにより、研究の遂行上必要な消耗品を購入することができた。また、科研費(基盤研究(C) ペンベース携帯端末を活用した授業支援システムの開発とその応用に関する研究、代表者 藤本光史)の使用も認められたため、パリで開催された国際会議への参加は科研費を利用することができた。

最後に、お世話になったUWO計算機科学科のスタッフの方々、一年間の海外での研究の機会を与えて下さった福岡教育大学、そして、不在の間ご迷惑をおかけした数学教育講座のスタッフと学生の皆さんに心より感謝申し上げます。

## 研究成果リスト

### 【論文】

- [1] 藤本光史: ペンベース携帯情報端末の通常授業における活用の試み, コンピュータ&エデュケーション vol.28, (2010) 29-34.
- [2] Mitsushi Fujimoto and Stephen M. Watt: An Interface for Math e-Learning on Pen-Based Mobile Devices, Proceedings of the Workshop on Mathematical User-Interfaces 2010, online, (2010) 10pages.

**【ソフトウェア】**

[3] Mitsushi Fujimoto: fj\_simplify, OpenXM 1.3.1の一部として公開, OpenXMプロジェクト(2010)

**【学会発表】**

[4] Mitsushi Fujimoto: The State of Computer Algebra on Compact Devices, Third Workshop on Compact Computer Algebra in Conferences on Intelligent Computer Mathematics 2010, 2010年7月, Conservatoire National des Arts et Metiers, Paris

[5] Mitsushi Fujimoto and Stephen M. Watt: An Interface for Math e-Learning on Pen-Based Mobile Devices, Mathematical User-Interfaces Workshop 2010 at the ninth Mathematical Knowledge Management Conference, 2010年7月, Conservatoire National des Arts et Metiers, Paris

**【編著】**

[6] 藤本光史, 佐藤洋祐 編: 京都大学数理解析研究所講究録1666, Computer Algebra - Design of Algorithms, Implementations and Applications, 京都大学数理解析研究所(2009)

**【学会活動】**

[7] Third Workshop on Compact Computer Algebra in Conferences on Intelligent Computer Mathematics 2010, 組織委員及び座長, 2010年7月, Conservatoire National des Arts et Metiers, Paris

[8] 国際会議の査読 1 件

[9] 国際ジャーナル誌の査読 2 件