

RISC-Linz 滞在報告

富士通国際研 横山和弘 (Kazuhiro YOKOYAMA)

私は 1989 年 8 月 28 日より 9 月 23 日までの約 1 月間、オーストリアのリンツにある Johannes Kepler University (University of Linz) の付属研究所である Research Institute for Symbolic Computation (RISC) に滞在した。ここでは、その滞在の概要を述べる。

RISC とは

数式処理アルゴリズム研究の第一人者 Bruno Buchberger 教授の下、数式処理研究 (代数的算法、システム、応用) 専門の大学付属の研究所として発足、今年より、リンツ郊外のハーゲンバーク城を改造し大学より移転。現在正教授 1 助教授 7 講師 3。その他海外より客員の研究員が不定期ながら訪問し、共同研究をおこなっている。院生はマスター以上を受入世界でも類を見ない数式処理の専門教育を行っている。来年度より正教授が 1 人増える予定で、その充実ぶりは素晴らしく、今や世界の数式処理研究のセンター的存在である。

ハーゲンバーク城内の構造は地階 (日本でいう一階) に院生室、ソフトウェア会社 (RISC と共同研究中) の駐在員室があり、一階に計算機室 (院生室を兼ねる)、秘書室、セミナー室、会議室、があり二階には図書室と教授・助教授等の研究室が並んでいる。私は丁度二階の中央部にある部屋を使わせてもらった。窓からは大変美しいオーストリアの田園風景を見ることができた。

ここで、リンツおよび大学についても説明しておく。リンツ (Linz) とはオーストリア北東のオーバーエースターライヒ州の州都でありオーストリア第 3 の都市である。ウィーンより約 150 km 位北西に位置し、旧市街はローマ時代より栄えた歴史がある。大学 (Johannes Kepler University) は比較的新しく出来たらしく、(筑波大学とほぼ同じ年) 天文学者の Johannes Kepler がリンツに暫く滞在したことに因んで名前が付けられたらしい。しかし、大学の学科に天文学はないとのことであった。

RISC の研究員

私は 10 名の研究員と個々に数式処理における代数的算法について意見を交換するとともに各自の研究を紹介してもらい、種々の資料を入手した。以下に研究員名を列挙する。

Kusch (Parallel computation) Ph.D student

Dr. Wang (Geometry theory proving, Computational ideal theory; Wu's method)

Kalkbrener (Computational ideal theory; Groebner basis) Ph.D student

Wall (Computational ideal theory; syzygies, Puiseux series) Ph.D student

Dr. Kutzler (Geometry theory proving) assistant professor

Dr. Rolletschek (Computational number theory) assistant professor

Dr. Winkler (Computational ideal theory) assistant professor

Dr. Lichtenberger (Algebraic specification) assistant professor

Dr. Paule (Combinatorics) assistant professor

Prof. Buchberger (Computational ideal theory)

個別には会わなかった研究員として、

Dr. Stifter (Computational geometry, robotics) assistant professor

Dr. Blurock, (chemical software systems, algorithms for molecular design) post-doc fellows

Dr. Strelow, (chemical software systems, algorithms for molecular design) post-doc fellows

特別にお世話になった研究員として、

井田哲夫筑波大助教授 (客員)

その他特筆すべきこととして、RISC では、1989 年の冬学期より外国人 (つまりオーストリア以外の国籍の人) への PhD-fellowship (博士課程大学院奨学生) を始めた。名称は RISC-LINZ-Fellowship (A PhD-Program in Symbolic Computation) であり、私自身 5 年も若かったなら是非とも応募した位の数式処理研究にはもってこいの機会だと思う。(日本の若い院生の皆さん応募したらどうでしょうか?)

RISC における最新研究

RISC 研究員との討議により私なりに気付いたり考えたりした点は以下である。

1. 高次元イデアルの処理

現在の代数方程式の解法は主に 0 次元のイデアルを取り扱うものであったが、今後より高い次元のイデアルを処理するアルゴリズムが最重要になる。これには、既存の Gröbner 基底を用いる考えの他に、中国の呉教授の提唱した方法 (Wu's method) も利用できる。

2. パラメトライズ問題

1. に関係するものであるが、1次元以上の代数多様体は、あるものは媒介変数を用いて表現できる。これからの問題として、この媒介変数による表現問題は重要である。現在は1次元 (curve) 2次元 (plane) について先駆的な研究が幾つか発表されている。

3. GCDおよび因数分解アルゴリズムの改良

これは、高度なアルゴリズムには必ず部品としてでてくるもので、これがいかに早くできるかが今後の高度なアルゴリズムが実用になるかどうか大きく関与する。特に代数的拡大体上でのこれらの操作は、既存のアルゴリズムではかなり効率が悪く、効率化は是非とも達成されねばならない。呉教授の方法では代数的拡大体上の因数分解を必要としており逆にこの因数分解に呉教授の方法が利用できることもわかり (Dr. Wang) これらを統一的にあつかう方法があるのではないかと思う。

今後の研究動向

今後の数式処理システムおよびアルゴリズムの発展像について、Buchberger 教授や Dr. Winkler との議論より私が感じた要点は以下に挙げられる。

1. 数値解析との融合

システムとして数値解析との融合は早くから提唱されており、最新の数式処理システムには取り入れられている。ここでは、それ以上にアルゴリズムの設計の段階で、数値解析の蓄積された知識を取り入れ統合した新アルゴリズムの必要性を強く感じた。

2. 高次元イデアルへの挑戦

数式処理のアルゴリズム研究は『構成的数学』を形成しうる段階に到達してきた。これに成功したときに、はじめて数式処理研究が数学界に認知されることになると思う。

3. 実用性

数学的に興味がある問題ばかりを解くシステムでは、真のシステムにはなりえない。工学等の現実の問題に利用しやすい形でシステムが提供されなければならない。

以上で、簡単であるが報告を終えることとする。