

内部に二種類の異なる原子・分子を内包することにより、一本のナノチューブ自体がpn接合素子(ダイオード)として機能する究極の一次元電子回路素子の構築にも初めて成功しています。本手法の特徴であるナノチューブの内部空間を活用することで、大気中でも外的要因の影響をほとんど受けない安定した動作が可能であることも、特筆すべき点であるといえます。一方では、生体物質として注目されているDNAや磁性材料であるFe原子等の内包も実現しており、生体分子利用電子回路素子

や一次元磁性材料素子の開発に関しても世界に先んじる大きな進展が得られています。

本研究室では「プラズマ科学」の新局面を切り拓くことを目標として、地道な基礎研究を積み上げ、プラズマナノバイオトロンクス等の新しい研究にも果敢に挑戦していきたいと思っておりますので、同窓会の皆様方におかれましては、今後ともご指導とご鞭撻をいただきますよう、よろしくお願い申し上げます。

電気通信研究所 外山研究室

本研究室は平成12年(2000年)4月に発足し、正式には電気通信研究所システム・ソフトウェア研究部門コンピューティング情報理論研究分野として、「証明と計算の融合」を目標に、ソフトウェアの基礎理論や定理自動証明の研究を進めています。現在のメンバーは、外山芳人教授、青戸等人准教授、菊池健太郎助教、Jeroen Ketema 非常勤研究員、事務補佐員1名の職員と、博士後期課程1名、博士前期課程5名、学部4年生3名で構成されています。

それでは、外山研究室で現在行われている研究として、定理自動証明手法とプログラム変換手法の特徴を併せ持つ新しいプログラム自動変換システムについて紹介いたします。このようなシステムでは、自動証明システムとプログラム変換システムが一体となって働くため、従来よりも強力なプログラム変換が可能となります。関数型プログラムの変換は、書き換えシステムの等価変換として数学的にモデル化することができます。一方、書き換えシステムの等価変換は、定理自動証明の世界でも強力な証明手法としても広く利用されています。プログラム自動変換と定理自動証明の原理を、書き換えシステムという共通のモデル上で比較してみると、両者の間には多くの類似点のあることがわかります。そこで、両者の原理を融合させることにより、プログラムの生成・変換・検証を一体化した新しいプログラム変換システムを提案しました。

最初に、パターンを用いたプログラム変換について説明します。多くの研究から、プログラムの効率化にはいくつかの定石があることが分かっています。これらの定石を高階の変換パターンで表現し、パターンマッチングによるプログラム変換で、プログラムの効率を改良する方法を提案しました。変換の正当性を検証するためには、プログラムのさまざまな帰納的性質を証明する必要があります。そこで、プログラムを書き換えシステムでモデル化し、定理自動証明の手法である潜在帰納法を適用することによって、プログラムの変換と正当性の検証を完全に自動化した実験システムRAPTの開発に成功しました。

次に、書き換え帰納法によるプログラム融合変換シス



テムについて説明します。小さな関数を組み合わせで作られたプログラムは、関数間のデータの受け渡しに大きなコストがかかります。このようなプログラムから、余分な受け渡しデータを生成しない効率的なプログラムへと変換するのが、プログラム融合変換です。プログラムを書き換えシステムでモデル化すると、定理自動証明の手法である完備化や書き換え帰納法を適用することで、プログラムの融合変換が実現できます。この方法は、プログラム変換に必要な性質を自動証明しながら、その結果を利用してプログラム変換を進めて行くので、これまでよりも強力な変換が可能となることが明らかになりました。

証明と計算を融合した新しい理論を確立するためには、論理構造や計算モデルの基礎研究が不可欠です。本研究室では、リダクションに基づく非決定型計算モデルの正規戦略、高階計算モデルの停止条件、高階帰納的定理の自動証明手法、無限構造を対象とした計算モデルの意味論、ラムダ計算とシーケント計算の対応に基づく論理構造の解析などの基礎研究も進めており、国際的に高い評価を受けています。今後とも、新しい証明・計算融合システムの確立を目指して、理論から実験システムまで幅広い研究を行うとともに、問題を基礎原理に立ち戻って考えることのできる人材の育成に努めてまいりますので、同窓会の皆様の暖かいご指導とご鞭撻をよろしくお願いいたします。