

[報 告] 計算科学・計算機科学人材育成のためのスーパーコンピュータ無償提供利用報告

東北大学数理科学連携研究センター主催 g-RIPS (graduate-level Research in Industrial Projects for Students)- Sendai プログラムにおける量子コンピューターに関するプログラミング実習

水藤 寛

東北大学材料科学高等研究所

1. 概要

2019年6月17日から8月9日まで、数理科学連携研究センターが主催する g-RIPS (graduate-level Research in Industrial Projects for Students)-Sendai プログラムが材料科学高等研究所(AIMR)にて行われました。本プログラムは、UCLA (University of California, Los Angeles) の IPAM (Institute for Pure & Applied Mathematics) がこれまで10年以上にわたり実施してきているもので、近年ではドイツ、シンガポールなどでも開催され、参加学生と企業の双方から高い評価を受けています。昨年からは日本でも東北大学材料科学高等研究所を会場として開催され、カルフォルニア大学サンディエゴ校の博士学生など米国人学生に加え、東北大学の大学院生など日本人学生が多数参加しました。今年度のスポンサー企業はトヨタ自動車株式会社、富士通研究所株式会社、日本電気株式会社 (NEC) の3社で、特に NEC が提示する量子コンピューターに関する研究課題に於いて、サイバーサイエンスセンター計算科学・計算機科学人材育成のためのスーパーコンピュータ無償提供制度を利用させていただきました。

2. 実習内容

米国人学生2名と日本人学生1名からなるグループが、バイクシェア (自転車シェアリング) の最適化問題に取り組み、サイバーサイエンスセンターのスーパーコンピュータと、D-Wave社が提供する量子コンピューター「D-Wave」を利用して、量子コンピューターの計算精度及び計算時間の検証等を行いました。まず、量子コンピューティングに必要な最適化ハミルトニアンを数学的手法により考案し、Python を用いてプログラムを作成した後、D-Wave 上での計算を行いました。作成したプログラムでは D-Wave 特有のハードウェア構成に対応するため、クラスター間の通信を最適にするエンベディングという手法を採用しており、世界の代表的な都市を想定したバイクシェアの最適化問題の結果をまとめました。次に、中心課題である量子コンピューターの計算精度及び計算時間の検証を行うため、サイバーサイエンスセンターのスーパーコンピュータ上で D-Wave での計算に似たアルゴリズムのプログラムを実行し、計算結果と計算時間の比較を行いました。その結果、D-Wave にとってちょうど良いサイズの問題などの特定の条件下では、D-Wave が要する計算時間がスーパーコンピュータのそれを下回るという結

果を得ました。但し、今回の D-Wave の利用法では多くの場合においてスーパーコンピュータの方が計算時間の点で優れており、量子コンピュータの利用におけるさらなる工夫の必要性、特にスーパーコンピュータとの併用という観点で新たな理解が得られました。

3. 今後の課題

今回、スーパーコンピュータで実行したプログラムは、量子コンピュータ (D-Wave) 用に最適化されたプログラムを基にしており、スーパーコンピュータ用に十分な高速化がされたとは言えません。今後は、スーパーコンピュータに最適化されたプログラムとの比較を行う事で、量子コンピュータの実用性や課題を整理することが重要と考えています。

この度、サイバーサイエンスセンターのスーパーコンピュータ無償提供制度を利用できた事は、g-RIPS-Sendai における NEC 様からの課題の実施において大変有意義な結果につながりました。関係の皆様、心より感謝申し上げます。