

jh150008-IS01

深沢圭一郎 (京都大学)

Xeon Phi・ベクトル計算機へのFDTDコードと電磁流体コードの最適化手法の研究



研究目的

- 現在スーパーコンピュータシステムに何らかの加速器が組み込まれていることは一般的であり、加速器はその性能の高さから、システムの性能のほとんどを占めることが多い。
- このような中、x86系計算コアからなるXeon PhiはNative利用においてはCPUを利用することなく、独立した計算ノードとして利用することができ(次期Xeon Phiではbootable対応)、CPUで動作しているアプリケーションであれば、コードの変更無く、動作可能である。しかしながら、そのままでは実行効率が極めて低く、Xeon Phiの性能は全く出ないことがわかっている。
- 国内次期スパコン調達でXeon Phiのようなメニーコアシステムが採用される計画があり、メニーコアシステムを活用できるアプリケーションの準備は非常に重要である。
- また、最新のベクトル計算機であるSX-ACEが稼働を始めており、さらに次期ベクトル機としてAuroraと呼ばれるシステムの開発も進められている。
- SX-ACEでは今までのベクトルCPUとは異なり、小さなベクトルチップからなる4ベクトルコア+スカラコアのCPUとなっており、加速器付きCPUシステムと構成が似ている。さらにベクトル計算機はメモリバンド幅が大きいことが特徴であり、同構成のXeon PhiやGPUと最適化の共通性がある可能性も考えられる。



- 電磁場解析アプリケーションであるFDTDと電磁流体力学シミュレーションコードのMHDコードを利用して、Xeon PhiシステムとSX-ACEに向けた最適化を行い、その最適化手法をまとめることを目的とする。

研究体制

異なる計算機システムを運用する計算機センター研究者が共同研究することが、新しい知見を効率的に発見していくことの出来る仕組みの一つと想定した研究体制としている。

● 研究メンバー

- 岩下 武史(北海道大): FDTD性能測定・最適化
- 江川 隆輔(東北大): SX-ACEへの最適化
- 片桐 孝洋(東京大)、大島 聡史(東京大): Xeon Phiへの最適化
- 深沢圭一郎(京都大): MHD性能測定・最適化
- 南里豪志(九州大): Xeon Phi利用時のノード間通信最適化

● 利用計算機システム

- 東北大学 SX-ACE(Vector)
- 京都大学 XC30(Xeon Phi)
- 九州大学 HA8000(Xeon Phi)



XC30は1ノードに1枚MICが載っている構成。



SX-ACEは1CPUに4coreで4CPU+64GBメモリで1nod構成。1B/Fとなっている。



HA8000は1ノードに2枚MICが載っている構成。

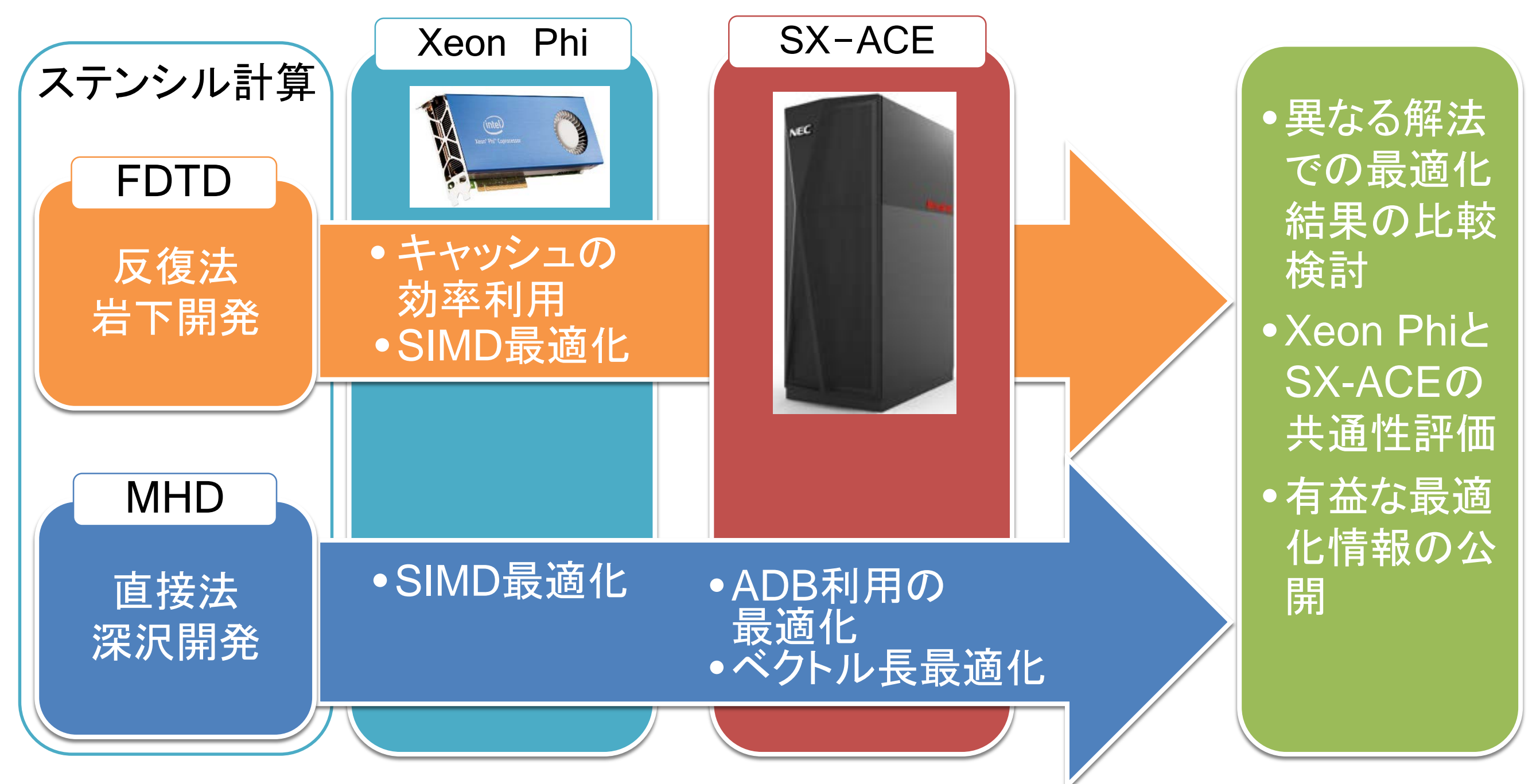
研究計画

本研究プロジェクトでは、電磁場解析アプリケーションであるFDTDコードと電磁流体力学シミュレーションコードのMHDコードのXeon PhiシステムとSX-ACEに対する最適化を行う。

- FDTDコード(岩下、片桐、大島)
FDTDコードは、Maxwell方程式を差分化し、電磁場の振る舞いを計算するアプリケーションである。計算手法は時間発展型の反復法である。このコードは今までx86系CPUで利用されているが、本プロジェクトではシングルノードでXeon Phi向けの最適化を行う。キャッシュの効率利用とSIMD化に注目し最適化を実施する。
- MHDコード(深沢、江川、片桐、南里)
MHDコードは電磁場を含んだ流体方程式を差分化して、マクロな宇宙プラズマの構造を調べるアプリケーションである。直交格子を直接法で解いている。Xeon Phi単体に向けた最適化を行う。現状の問題はAVX512命令で待ちが発生していることであり、こちらはその解消を含めたSIMD最適化を行う。SX-ACE向けには、規模が増えたADB利用の最適化とどこでループを切れれば最適になるのかなどベクトル長の最適化をまずは調べる。

それぞれ格子系アプリケーションであるが、反復法と直接法という異なった手法で計算を行っており、最適化結果が広くアプリケーション開発者に利用できると考えられるため、得られた結果は各計算機センターで公開を行うようにする。また、これらの最適化情報をオートチューニングにも反映できるよう共同研究も実施する。また、複数ノード間にまたがるXeon Phiの最適化は来年度行い、本年度は性能確認にとどめる。

平成27年度プロジェクト実施計画の概要



期待される成果

- Xeon Phiはすでに複数の計算機センターで運用が始まっており、さらに増えると思われる。アプリ開発者、利用者にとって、GPUと異なり、コードの変更無しで利用できるMIC(native利用時)は魅力的であるが、同時に性能が出ない問題が増大すると思われる。そのような中で、実アプリで利用頻度の高い流体系計算、電磁場解析コードにおいて、MIC向け最適化手法を研究し、情報を計算機センターに蓄積することは、今後のセンターの役割からも非常に意義がある。
- スーパーコンピュータを利用して計算を行う研究者の大部分は大規模の計算が正確で早く解くことが出来れば、どのシステムで良いという考えである。その考えからも新型ベクトル機の最適化手法を研究することは近年ベクトル機を利用したことが無いユーザが多いことも考えると意義がある。特にベクトル機で利用頻度の高い流体系、電磁解析系アプリケーションで最適化を行うことは利用価値の高い情報提供につながると考えられる。