

統合ダイバータコードSONICのMPMD化

Restructuring of integrated divertor code SONIC on MPMD system

星野一生、清水勝宏

Kazuo HOSHINO, Katsuhiko SHIMIZU

量研機構

QST

SONICコード[1]は、周辺・ダイバータプラズマの解析・予測評価を目的に開発が続けられており、磁力線に沿ったプラズマ輸送を流体モデルにより解くSOLDOR、モンテカルロ法を用いて中性粒子輸送を取り扱うモンテカルロ粒子モデルNEUT2D、同じくモンテカルロ法を用いて不純物輸送を取り扱うIMPMCからなる統合ダイバータコードである。また、不純物と壁との詳細な相互作用を取り入れるため損耗堆積コードEDDYや、主プラズマと自己無撞着な解析を行うため1.5次元輸送コードTOPICSとの結合を行っている[2, 3]。

このような統合コード開発において、最も大きな課題は、いかに各コードの独立性を保つかにある。統合後も各コードは複数の研究者・開発者により独自に開発が進められる。単一の統合コードとしてコード間結合を行うと、コードのアップデートや物理モデルの改良・追加時に、全ての研究者・開発者が統合コード全体の構造・グローバル変数を全て理解し、各モデル・プログラムルーチンで矛盾しないようにする必要があり、統合コードが大規模化するほど、その作業は不可能になる。

このような課題を解決するために、近年の統合コード開発では、各コードをモジュール化し、必要に応じて自由にコードモジュールの取り外しを可能にする手法がとられることが多い。そのような手法の一つに、MPI(Message Passing Interface)を用いたMPMD (Multiple Program Multiple Data) があげられる[4]。このMPMDシステムでは、各コードモジュールは独立して実行され、必要に応じて必要なコードモジュール間でMPI通信によりデータの送受信を行う。このため、各コードモジュールの独立性が高まり、各研究者・開発者は、他のコードの開発状況を把握しなくても、コード開発を行うことができる。SONICコードとTOPICSコードとの統合化

においてもMPMDが用いられており[3]、その後、データ通信方法の改善やフレームワークの一般化に加え、各コードモジュールの同時実行が可能となるよう改良された[5]。

これまで、MPMDシステムを用いた統合解析においても、SONICコードは単一コードとして実行していたが、今回、SONICを構成する3つのコード (SOLDOR、NEUT2D、IMPMC) をそれぞれモジュール化し、MPMD化した。これにより図に示すように、SOLDORの改良、IMPMCコードの多種不純物化／非定常化等、今後のSONICコード開発を効率的に進める基盤が構築できた。また、新しいMPMDシステムではコードモジュールを並列して実行可能なため、これまで計算時間の大部分を占めていたNEUT2DとIMPMCが同時実行可能となり、CPUコアを効率よく利用し計算時間を大幅に短縮することが可能になった。

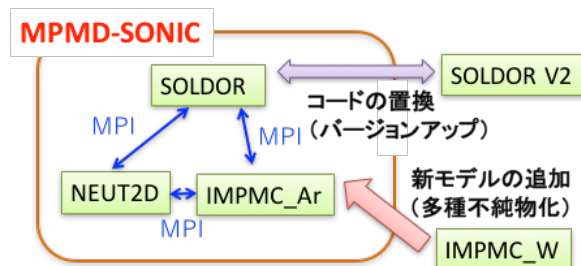


図 MPMD-SONICの構成。各コードがMPI通信しながら独立に実行される。また、バージョンアップに伴うコードの置換や新モデルの追加が容易に可能となっている。

- [1] H. Kawashima, et al., Plasma Fusion Res. 1, 031 (2006).
- [2] K. Shimizu et al., Nucl. Fusion 49, 065028 (2009).
- [3] M. Yagi et al., Contrib. Plasma Phys. 52, 372 (2012).
- [4] A. Takayama, et al., J. Plasma Fusion Res. SERIES, 9, 604 (2010).
- [5] K. Hoshino, et al., Plasma Fusion Res. 09, 3403070 (2014).