

Progress of the development of the integrated tokamak code TASK

福山淳

FUKUYAMA Atsushi

京都大学

Kyoto University

トカマクプラズマ統合コード TASK [1] は、平衡、輸送、加熱・電流駆動、高速粒子等のモジュールを連携させて、トカマク炉心プラズマの時間発展を記述する統合コードであり、個々のモジュールを利用した詳細な解析も可能である。現時点での主なモジュール構成を図1に示す。

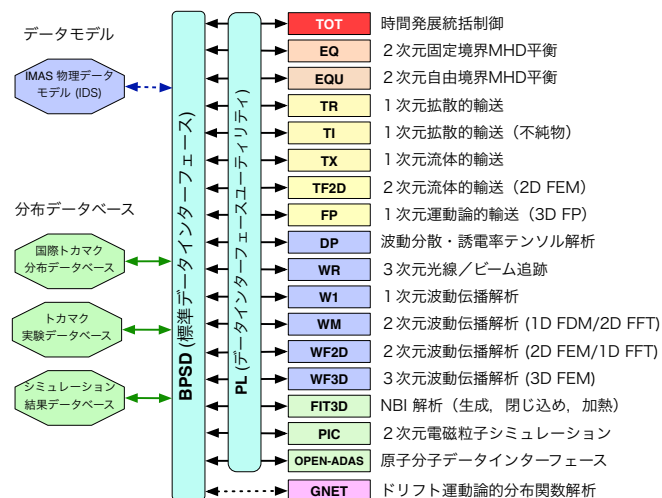


図1 TASKの構成図

プラズマの時間発展を記述する上で、基本となるのはプラズマの形状を記述する平衡解析とプラズマの密度・温度・電流密度の径方向分布を記述する輸送解析である。平衡解析については、計算が簡単な固定境界平衡（EQ）と指定された境界条件を満たすようにポロイダルコイル電流を変化させる自由境界平衡（EQU）が可能である。輸送解析については、密度・温度・トロイダル回転速度・トロイダル電流密度に対する1次元拡散方程式を解く標準的な拡散モデル（TR）に加えて、電子を含めた径方向1次元流体方程式を解く流体モデル（TX）、多粒子種の速度分布関数の時間発展をフォッカープランク方程式によって記述する運動論モデル（FP）が利用できる。さらに多数の電離状態をもつ不純物の拡散モデル（TI）も利用可能であり、ポロイダル断面の流体方程式を解く2次元流体モデル（T2）を開発予定である。

輸送解析における粒子源・運動量源・加熱源については、簡単なモデルは輸送解析モジュールに含まれるが、高周波波動や中性粒子ビームによる加熱・電流駆動は独立したモジュールで解析される。波動解析は幾何光学に基づく光線・ビーム追跡法（WR）と定常振幅波動方程式を解く波動光学的手法（WM, WF）に分けられ、WMは主にモード展開と差分法、WFは主に有限要素法を用いる。中性粒子ビームによる粒子・運動供給は村上他が開発したFIT3D [2] モジュールで解析できる。波動モジュールは内部で励起されるモードの解析も可能であり、アルヴェン固有モードの解析にも用いられている。

TASKコードに用いた解析は、原型炉におけるECCD（清野他, 7P25）、ミラー配位におけるIC波解析（Kim 他, 7P29）、閉じ込め改善時の不純物輸送（持永他, 7P38）、運動論効果を取り入れたICRF波解析（關他, 8P34）、有限軌道幅効果を取り入れた速度分布関数解析（安齋他, 8P44）で報告されている。

現在新たに開発が進められているのは、短波長波や高速粒子存在する場合の波動を解析するために積分形誘電率を用いた運動論的波動解析（W1 → WF）とITERモデリング解析ツールIMASへので対応であるが、これまでに開発したモジュールの整備（EQ・EQUのF90対応、TR・FPの簡素化等）も進められている。

IMASへの対応は、TASKの標準データインターフェースBPSDとIMASの標準データインターフェースIDSのデータ交換を可能にすることとTASKのモジュールをIMASのワークフローに対応させるためにモジュール固有入力データをFORTRANのnamelistからXML化することが主な内容である。現在、加熱・電流駆動関連モジュールを中心に検討が進められている。

[1] A. Fukuyama et al., Proc. 20th IAEA FEC (Villamoura, Portugal, 2004) IAEA-CSP-25/CD/TH/P2-3.

[2] S. Murakami et al., Trans. Fusion Technol. 27, 256 (1995).