

実験家から見た Numerical Torus Project とは
Experimentalist's Views on Numerical Torus Project

東井和夫

核融合科学研究所

Kazuo TOI

National Institute for Fusion Science

国際熱核融合実験炉 (ITER) が推進に向けての大きな動きの中、次世代の核燃焼プラズマの特性をできるだけ精度良く予測し、実験計画に充分反映させていく努力が続けられている。国際トカマク物理活動 (ITPA) に代表される協力活動により、既存装置を活用し規格化パラメータを ITER に近いものとしてのプラズマ閉じ込めのデータベースの拡充と理論モデルや数値シミュレーションなどとの比較検討が進められている。現状では、実験データと理論・シミュレーションとの比較はある特定の輸送特性や MHD 現象に関して限定的・部分的に行われている段階である。しかし徐々に方法論として確立しつつあるように見える。このような状況を踏まえ、数値トカマク計画のような大規模シミュレーションによって、ITER プラズマなどの次世代核燃焼プラズマの閉じ込め特性を精度良く予測しようとする野心的計画が日本や米国の理論研究者を中心に進められている。そこで、一実験家の立場からいわゆる「数値トラス計画」の課題について私見を述べたい。

数値トラス計画では、「ITER などの次世代プラズマの閉じ込め特性の定量的予測」、及び「新規アイデアの妥当性の事前評価」、などが大きな目的・目標であろう。すなわち、 α については、プラズマの閉じ込め特性の予測、未測定量の評価、制御方策の方向付け、限界運転への指針などが具体的目的となる。 α は実験装置への投資の最適化と最小化に寄与する。このため、既存データの定量的再現を実証することによってシミュレーションコードの信頼性を向上させることが不可欠である。既存の実験データは、コアプラズマ、コアプラズマの周辺部、SOL プラズマ、及びダイバータあるいはリミター、が密接に絡み合った状況下で得られている。シミュレーションではこれらの各領域の境界条件の設定が極めて重要である。最近話題になっている分布の硬直性 (Stiffness) や非局所輸送 (non-local transport) などはこのような境界条件設定の重要性が実験的にも認識されている。ただ、この数値トラス計画を推進する上で、実験家サイドに於ける問題も充分念頭に入れる必要がある。すなわち、通常の実験データセットでは、平衡量 (電子温度、イオン温度、プラズマ流速、径電場、回転変換など) 及びプラズマ揺動データ (周波数・波数スペクトル、揺動駆動流束など) の時間・空間分解データがそろっていることは現状ではほとんどないといってよい。したがって、数値トラス計画の成功は、実験家からの高品質の多くの実験データの提供にも大きく依存している。その上で、両者の詳細な比較検討がなされることによって、シミュレーションコードの改善が進行し、最終目標に到達できる。

シミュレーションとの比較のためのデータ提供に関して、ヘリカル装置や低温・低密度プラズマを利用した可能性についても論ずる。