

レーザー核融合における光線追跡法の高速計算法の開発および評価

大津 貴志^A, 坂上 仁志^B, 砂原 淳^C 名大院理^A, 核融合研^B, パデュー大学^C

多次元でも現実的な時間でレーザー吸収をシミュレーションする光線追跡(ray-tracing)が可能となるように、エネルギーデポジットの計算とレイ軌跡の計算それぞれについての計算方法を改良し、それにより計算時間がどの程度短縮可能なのかを調べた。光線追跡の様子を上図に示す。

- エネルギーデポジットの計算では吸収分布に数値的なムラが生じる事を防ぐため、近隣1点ではなく、近隣4点、9点にデポジットする分配法を用いた。横軸をメッシュ当たりのレイの本数、縦軸を誤差として評価した結果を下図に示す。この結果、レイの本数を減らすことができた。

$$1 \text{ 点} : 100 \text{ 本/メッシュ} \longrightarrow \begin{cases} 4 \text{ 点分配} : 15 \text{ 本/メッシュ} \\ 9 \text{ 点分配} : 10 \text{ 本/メッシュ} \end{cases}$$

- レイ軌跡の計算では、時間ステップを可変にするため、軌跡の曲率を用いて時間ステップを決定し、計算時間を短縮した。

$$|v|\Delta t \sim \theta R \longrightarrow \Delta t = \frac{\theta}{|v|\chi} \longrightarrow \kappa = \frac{\theta}{|\hat{v}|\chi\Delta x}$$

- 吸収分布の誤差の許容範囲によって時間ステップの上限と下限が変わるが、3%の誤差を許容できるならば、9点分配で時間ステップを $0.05 \leq \kappa \leq 0.35$ の範囲で可変にできた。

→ $\kappa = 0.05$ 固定, 1メッシュ当たりレイ100本の1点分配に比べて、約**28**倍高速化できた。

