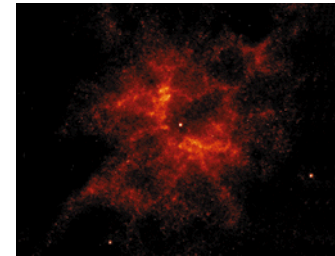


プラズマ物理工学

核融合を目指したプラズマの理論とシミュレーション

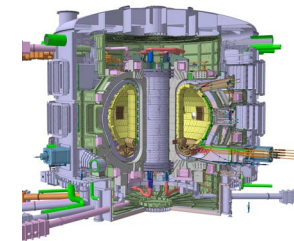
プラズマ物理学

非線形現象, 非平衡状態の物理



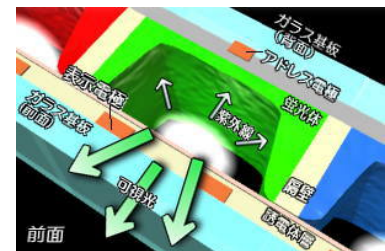
核融合プラズマ工学

核融合プラズマの解析



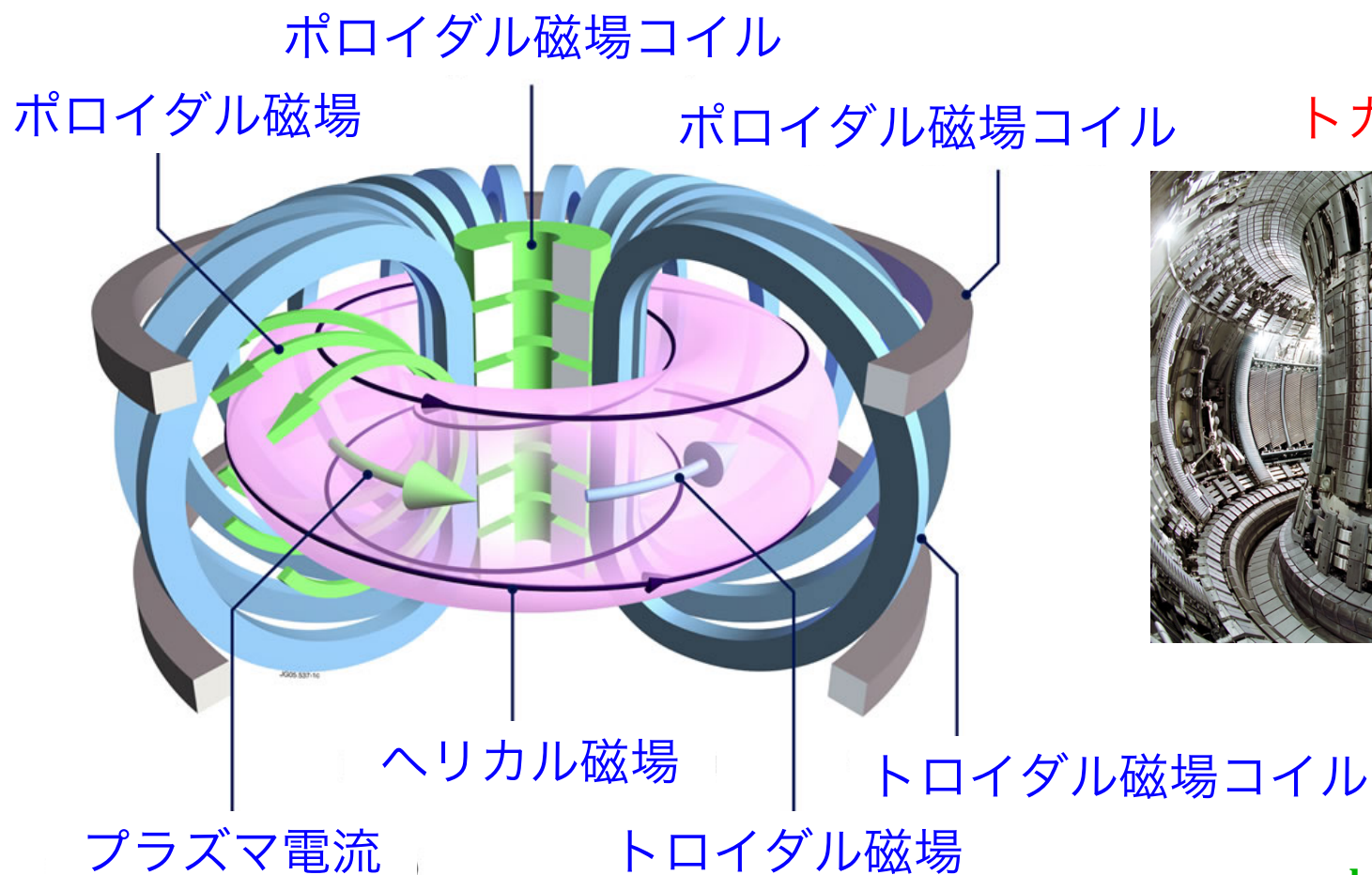
プラズマ応用

解析手法のプロセスプラズマへの応用

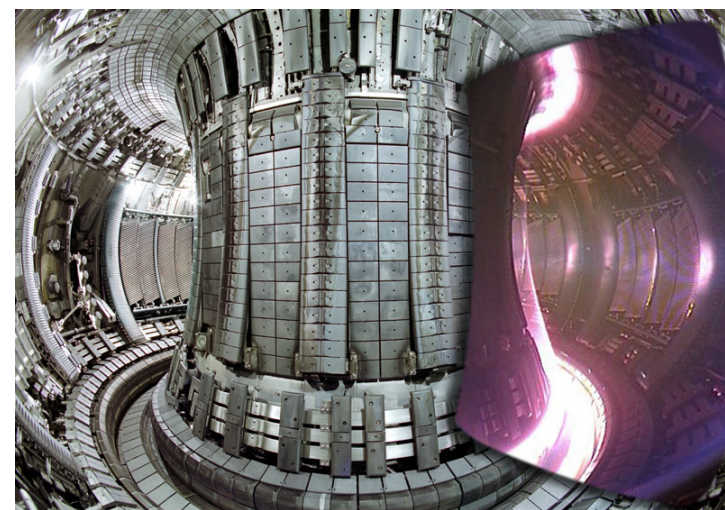


磁気閉じ込めプラズマ

- 直線型： ミラー配位, 逆転磁場配位
- ドーナツ型： トカマク配位, ヘリカル配位

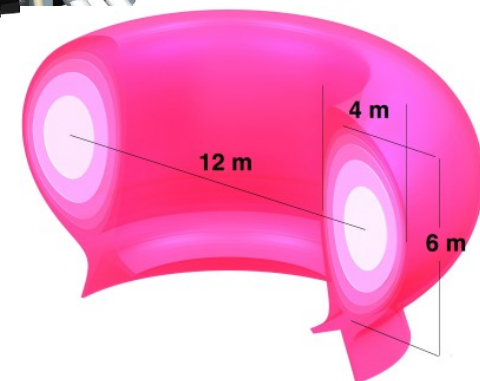
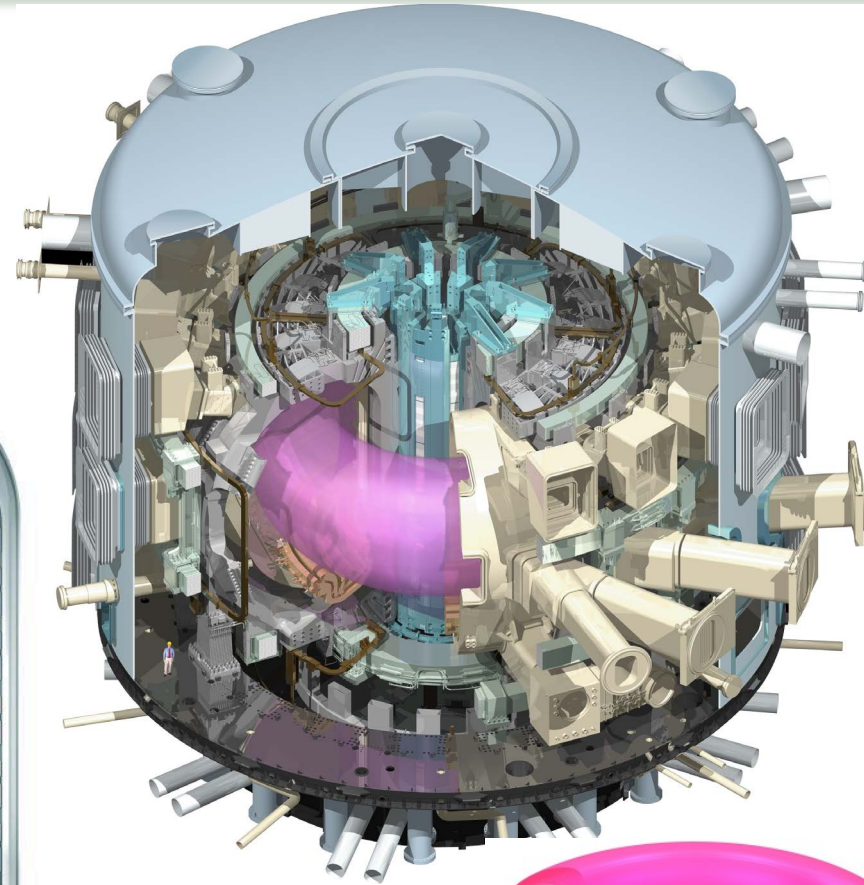
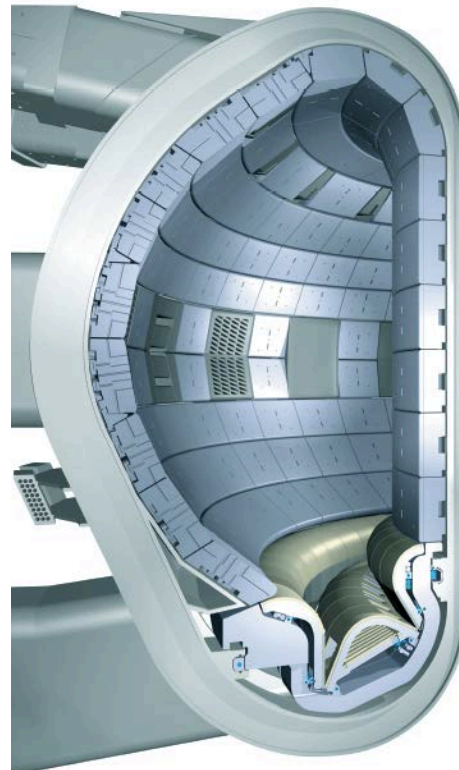
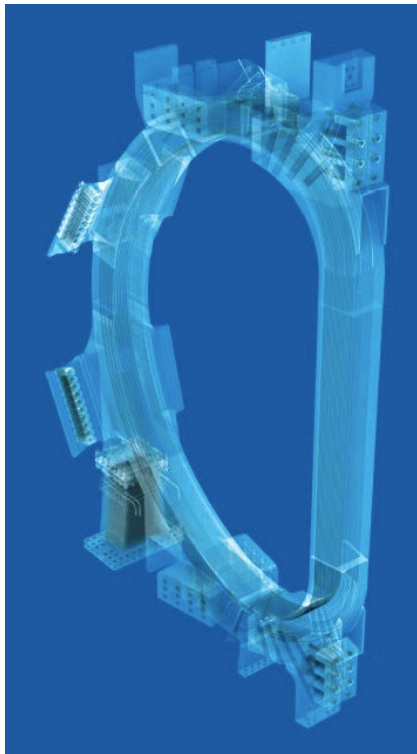


トカマクプラズマ



ITER (国際熱核融合実験炉)

- 国際協力による核融合開発
(日、欧、米、露、中、韓、印)
- ITER機構が正式に発足
- 核融合開発が新たな段階へ



日本国内の研究状況 (LHD)

- 2017年？重水素実験
開始予定
- プラズマの高性能化

プラズマ大半径：3.9m
プラズマ小半径：0.6m
磁場強度：3T
加熱パワー：15MW

Cryostat Vessel

支持構造

超電導ポロイダル
コイル

プラズマ

超低温
支持台

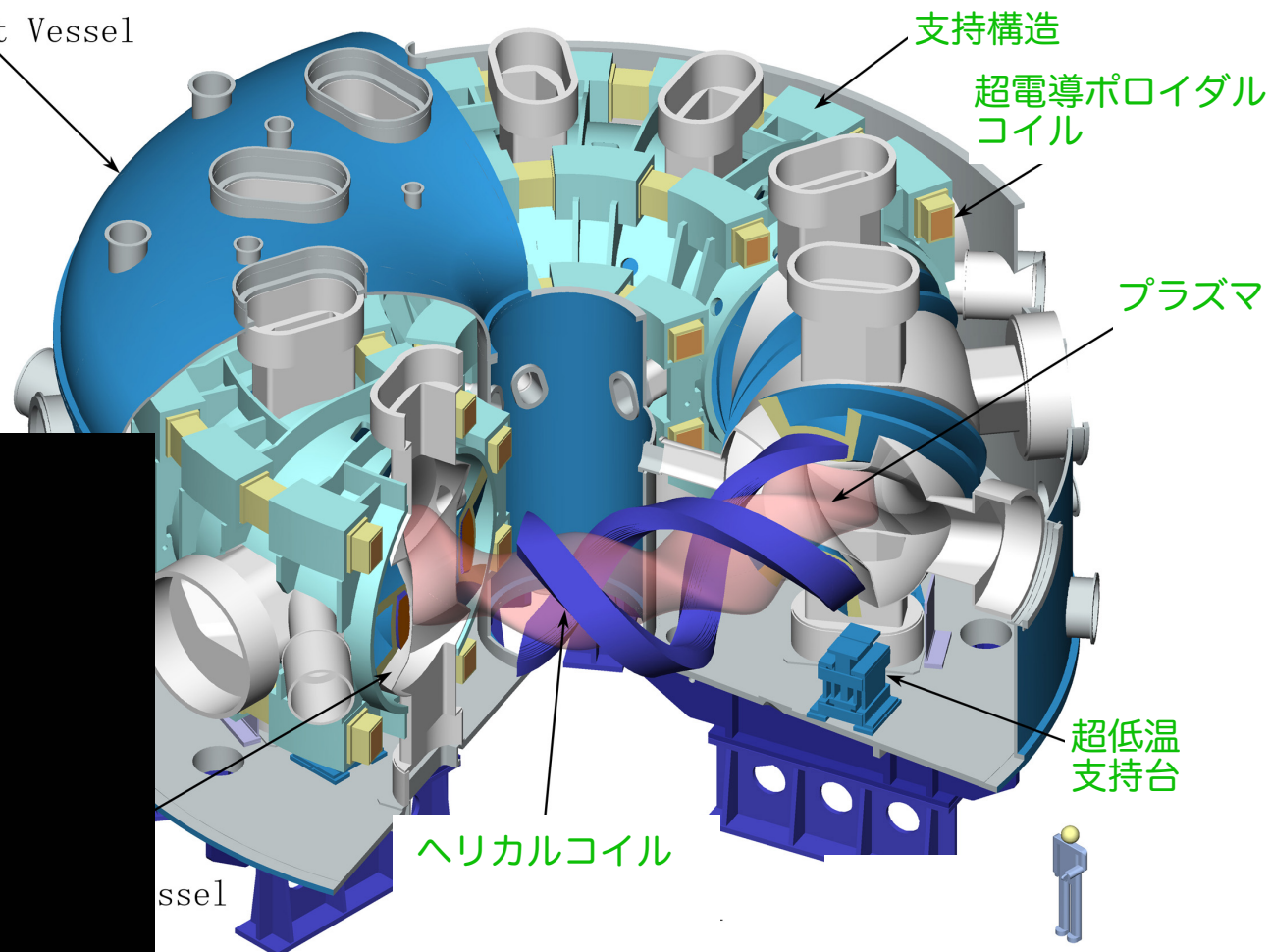
ヘリカルコイル

essel

LARGE HELICAL DEVICE

NIFS-PE424

98-10-14 WED
17:27:30

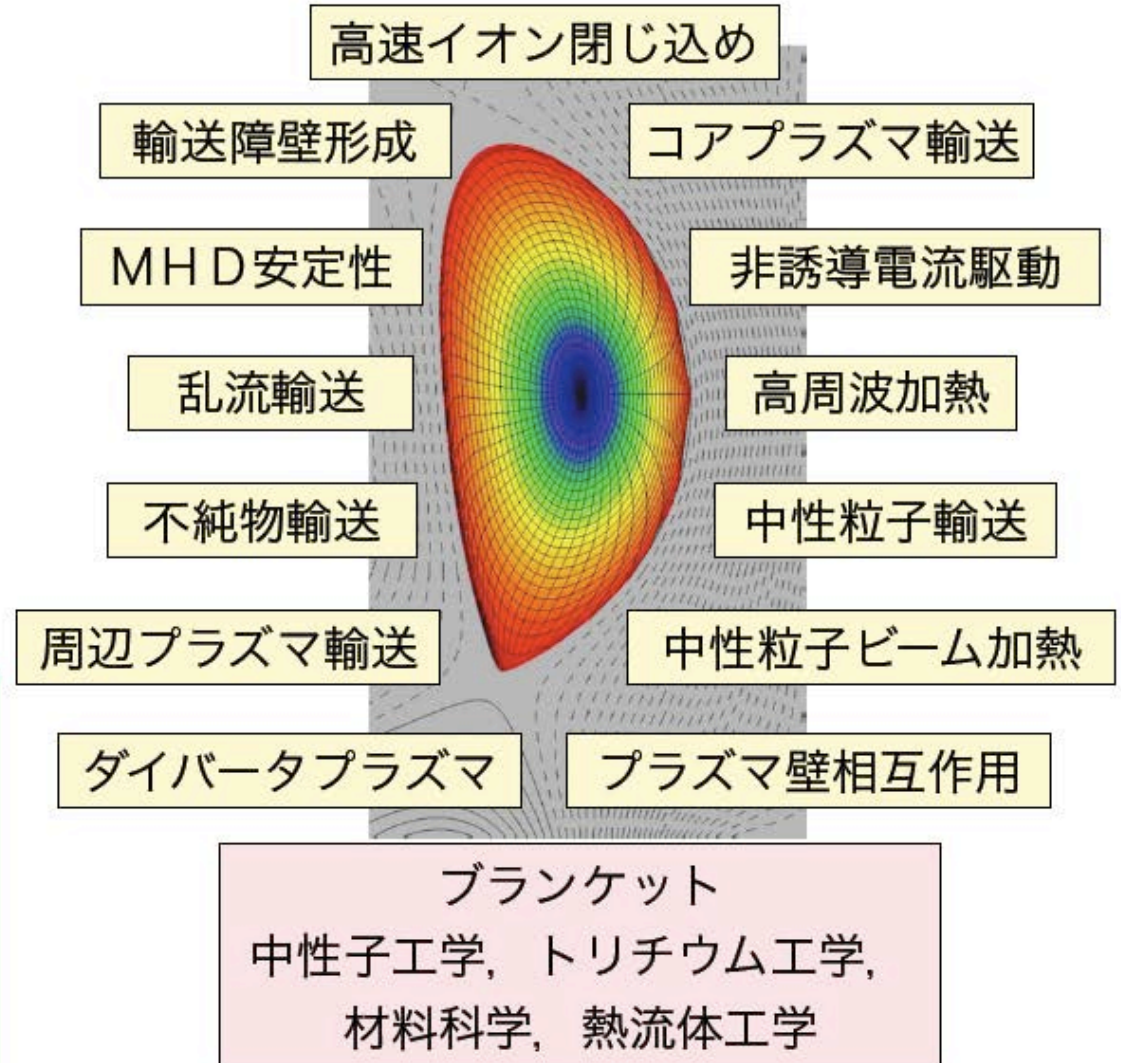


核燃焼プラズマ

閉じ込め高性能化
運転長時間化
運転シナリオ最適化
核融合炉開発の基盤

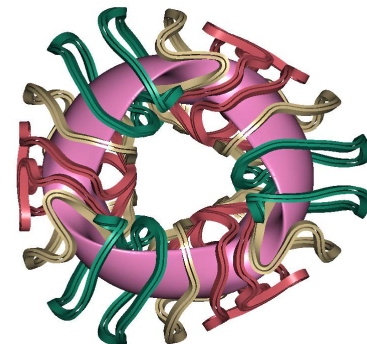
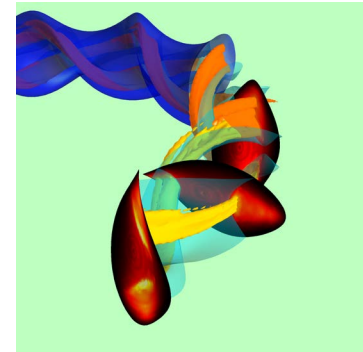
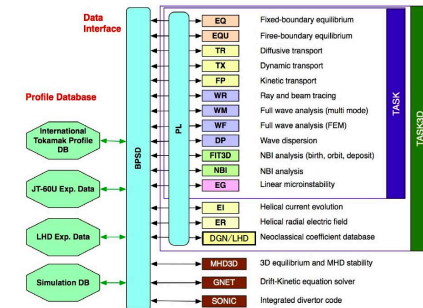


炉心プラズマ全体の
放電時間全体にわたる
自己完結的な
時間発展シミュレーション



磁気閉じ込めプラズマにおける物理現象の解明と制御手法の開発

- 核融合プラズマ中の輸送現象
 - 核融合プラズマの閉じ込め性能を支配する乱流輸送機構の解明
- 核燃焼プラズマの統合シミュレーション
 - ITERプラズマの性能予測、運転シナリオ
- 高速イオンとプラズマの相互作用
 - 高速イオンの閉じ込め, 減速, 不安定性励起
- 先進的閉じ込め配位
 - 優れた閉じ込め性能・安定性を備えた閉じ込め磁場配位の追求



スーパーコンピュータ

プラズマシミュレータ
(核融合科学研究所)



315TFLOPS

ヘリオス
(国際核融合エネルギー研究センター)

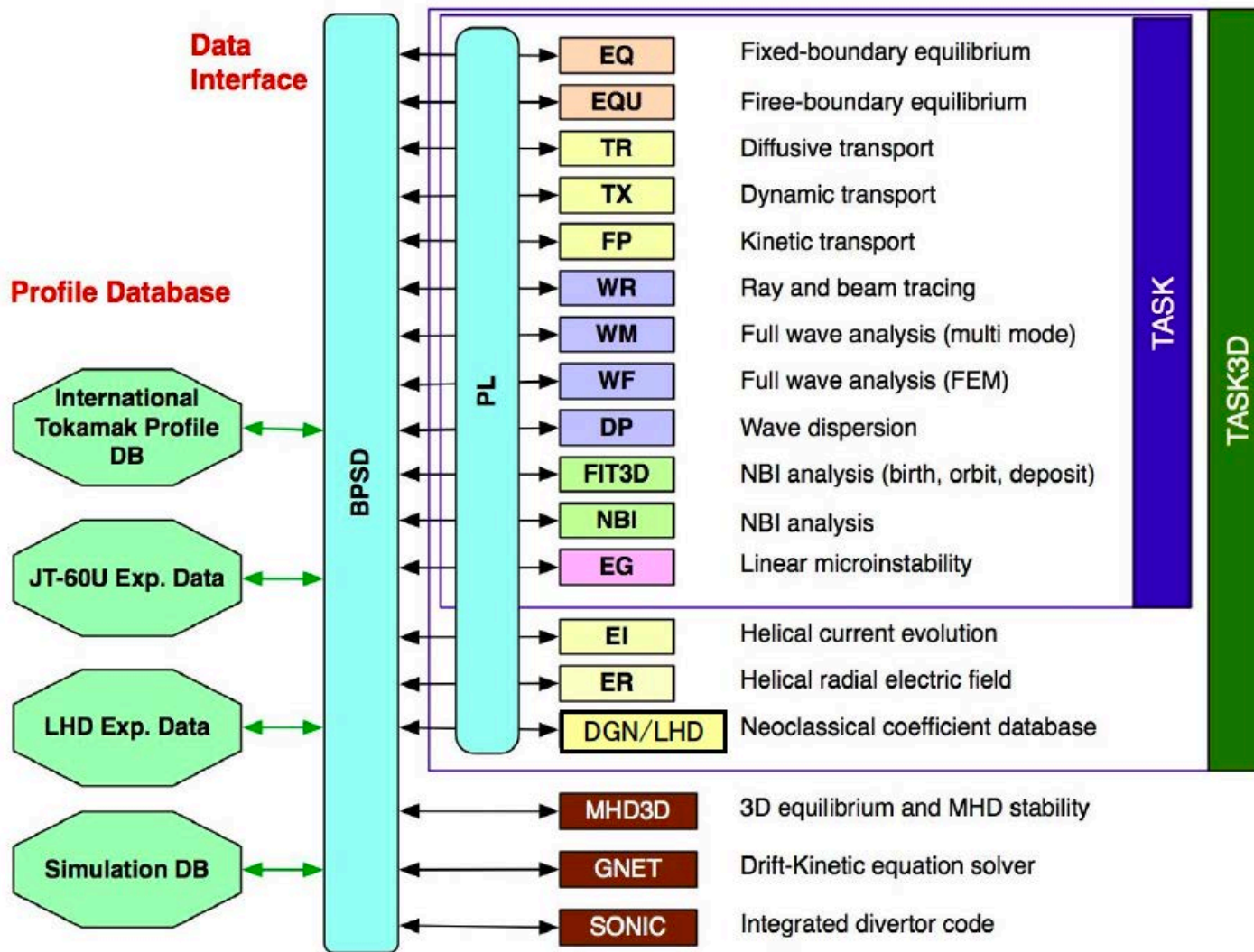


4,410ノード, 70,560コア
1.5_PFLOPS **世界15位**

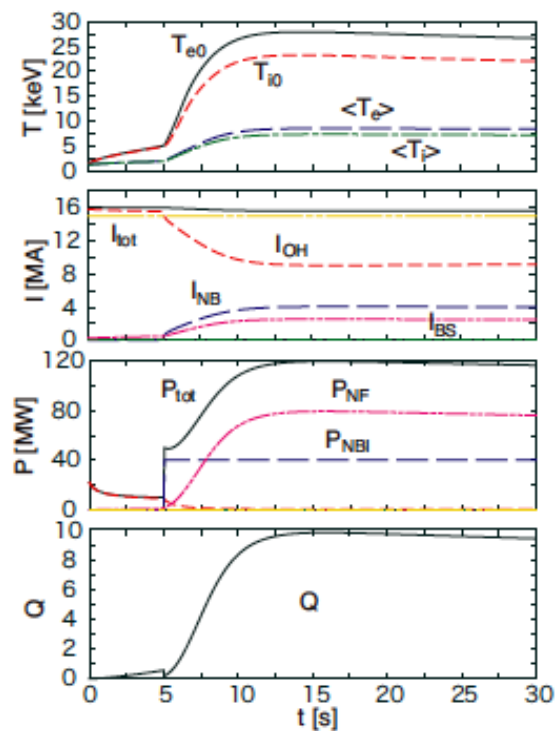
大規模並列計算に対応させ、プラズマシミュレータ、ヘリオスなどのスーパーコンピュータでの利用。

*PFLOPS(1秒間に1,000兆回の演算計算)

核燃焼プラズマ統合シミュレーション

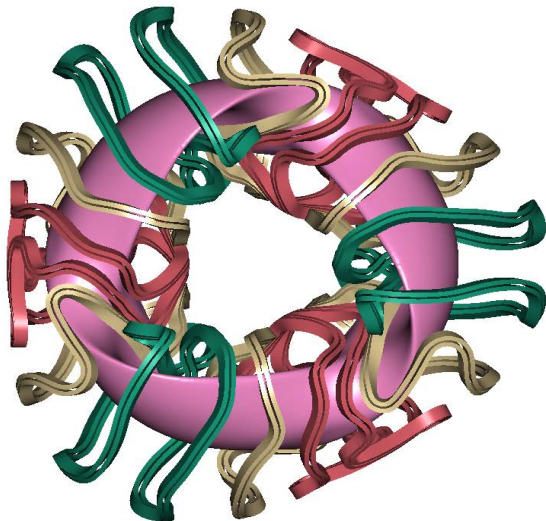


ITER プラズマ

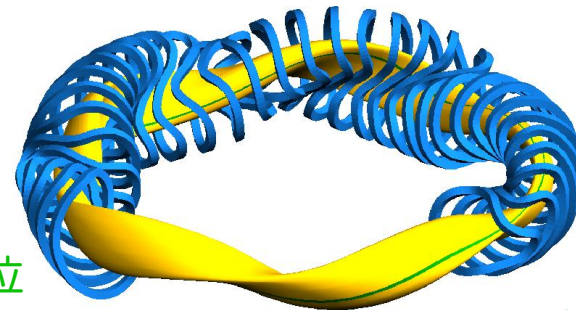


ヘリカルプラズマ: 様々な閉じ込め磁場構造

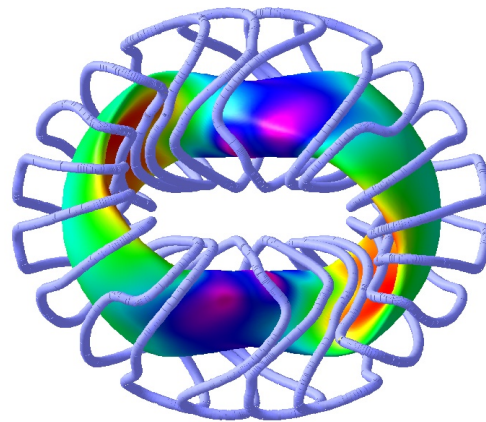
準軸対称配位



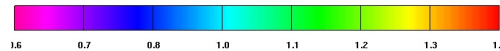
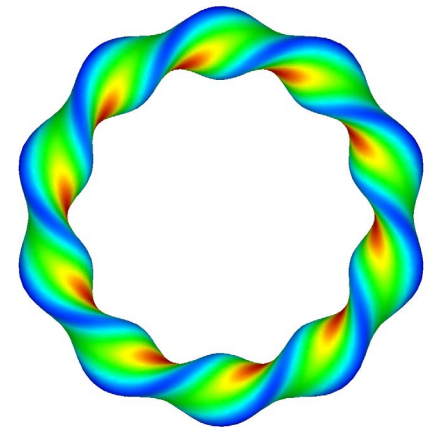
準同磁場配位



準ポロイダル対称配位



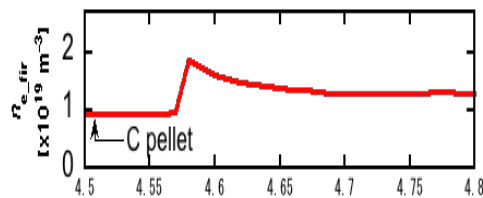
ヘリオトロン配位



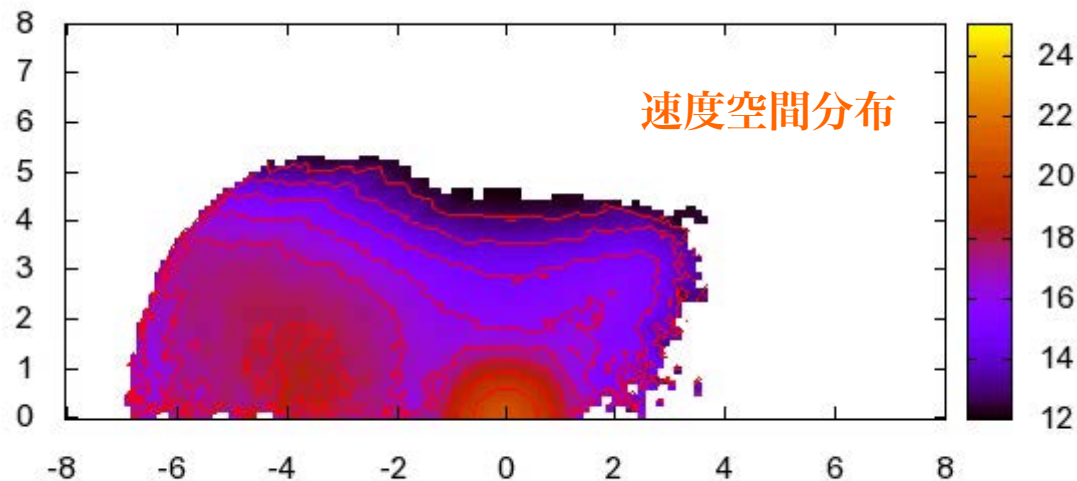
- 数値シミュレーションにより、優れた閉じ込め性能・安定性を備えた様々なヘリカル磁場配位が考え出されて来ている。

高エネルギー粒子の輸送現象

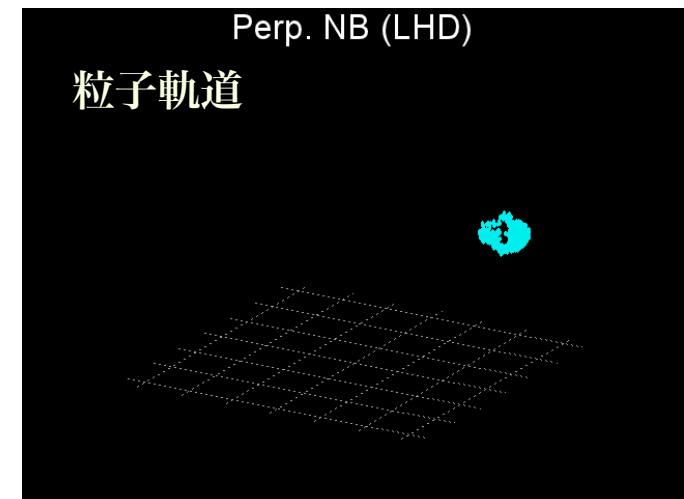
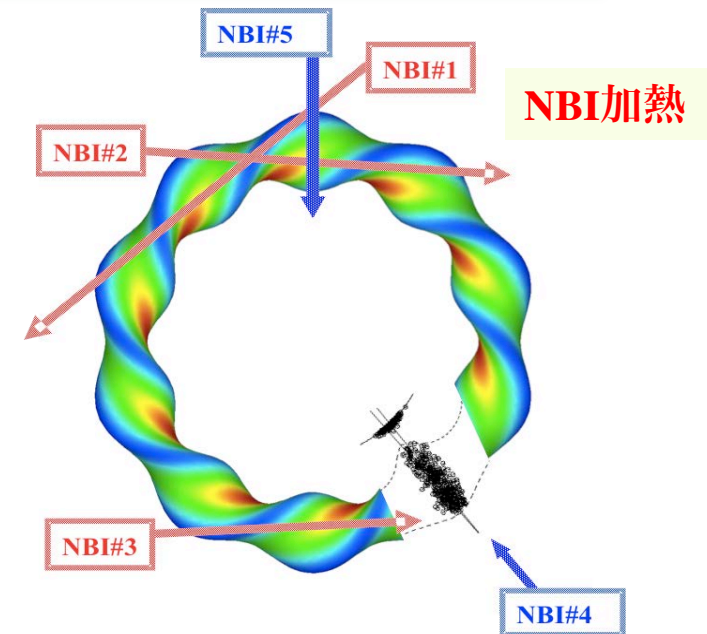
- プラズマ加熱により発生する高エネルギー粒子の輸送現象の解明
- 密度変化を逐次読み込みビーム発生分布を計算し、減衰分布・加熱分布を評価。(核融合研プラズマシミュレータ:4000CPUx6時間x5NBI)



プラズマ密度



速度空間分布

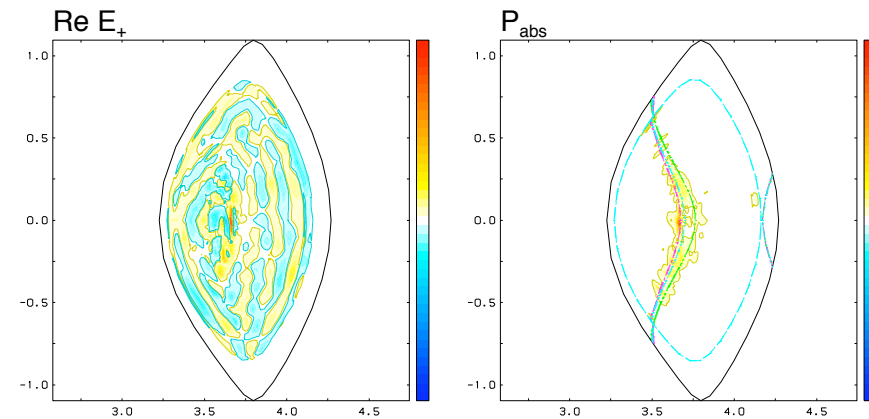


LHDにおけるICRF加熱解析

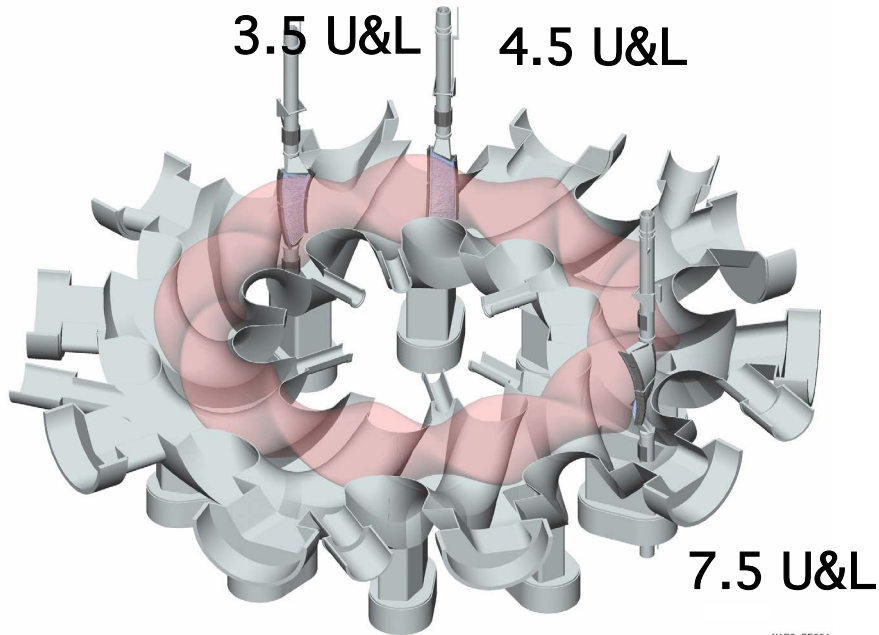
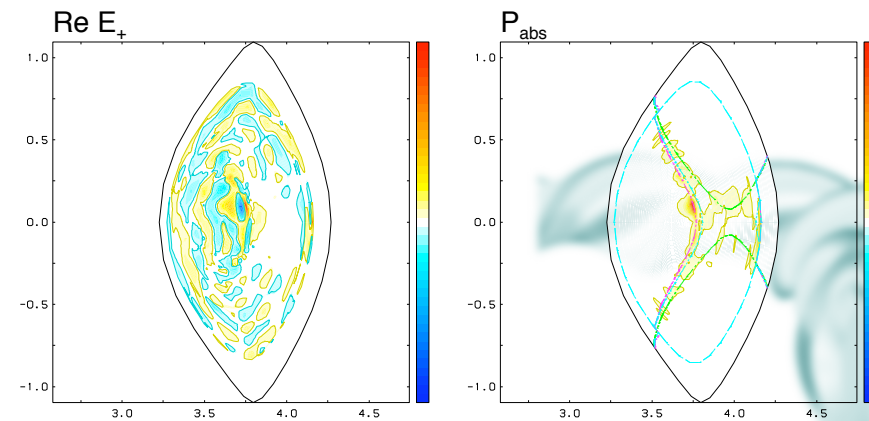


- **Wave propagation and absorption**
The amplitude of E_+ is **damped at the ion cyclotron resonance layer.**

$f_{RF} = 40.0 \text{ MHz}$



$f_{RF} = 38.5 \text{ MHz}$



TASK/WM

研究室では

- スタッフ：教授 福山淳 准教授 村上定義
研究員 Shabbir A. Khan, 奴賀秀男
- 学生構成：D3 1名, D1 1名, M2 1名, M1 4名
- 計算機環境 計算機クラスターやスパコンによる大規模計算
 - 研究室：Intel 4core Xeon 3.16GHz Dual 16台 128CPU
 - 核融合科学研究所：Fujitsu PRIMEPC FX100 (2.58 PFLOPS)
 - 国際核融合エネルギー研究センター：Bull B510 (1.5 PFLOPS)
- 期待する人材
 - 長期的な視野でエネルギー問題の解決を目指す人,
 - 未知の非線形現象の解明に興味のある人,
 - 目的指向の国際共同研究に関心のある人.
 - 核融合・プラズマを知ってみたい人,
 - そんな大学院生を募集しています.

研究テーマの例

- **プラズマ中の輸送現象**
 - プラズマ中の微視的不安定性の運動論的解析
 - 周辺プラズマの粒子シミュレーション
- **高速イオンとプラズマの相互作用**
 - 高速イオンによって励起される不安定性
 - 高速イオンの生成と閉じ込め
- **核燃焼プラズマの統合シミュレーション**
 - 波動による加熱・電流駆動・回転制御のシミュレーション
 - ITER 運転シナリオの検討・最適化
- **先進的閉じ込め配位**
 - 高 β , 高密度, 高閉じ込めの実現
- **トーラスプラズマの実験解析**
 - LHD、JT-60 および 国際トカマク実験データベースの解析
- **プラズマ応用**
 - 高周波によるプラズマ生成の解析