

プラズマ・核融合学会計算科学技術研究会(仮称)  
インフォーマルミーティング

磁場核融合関係活動報告

矢木 雅敏<sup>1),2)</sup>

1) 九州大学応用力学研究所

2) 日本原子力研究開発機構

- 次世代計算機戦略プログラム分野4課題6取り下げに関する 経緯報告
- G8 NuFuSE活動報告
- SC11報告
- IMEG報告
- CSC報告

## 核融合施設の次世代健全性評価シミュレーションに関する研究

担当者:核融合研 中島徳嘉、藤堂泰、山口大 内藤裕志、京大 福山淳、東大 小川雄一、電中研 岡野邦彦、(株)三菱電機(予定)、原子力機構 矢木雅敏、井戸村泰宏

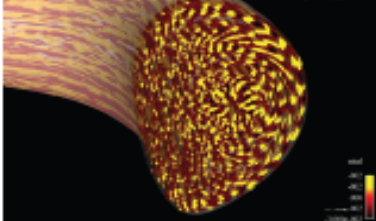
概要:核融合エネルギーの早期実現に貢献するために、核融合施設における炉心プラズマの輸送現象や高エネルギー粒子閉じ込めに関する次世代健全性評価シミュレーションおよび炉設計支援統合コードを開発し、炉設計コード基盤の確立を目指す。原型炉開発に必要な炉設計データベース構築のための実験計画を部分的にシミュレーションで代替するとともに、炉設計データに対する健全性評価の精度を飛躍的に向上させることにより原型炉設計の新手法を構築し、戦略目標を達成する。

5次元運動論モデルによる  
炉心プラズマシミュレーション  
MEGA, GT5D, GpicMHD...

高エネルギー粒子閉じ込め  
ハイブリッドシミュレーション



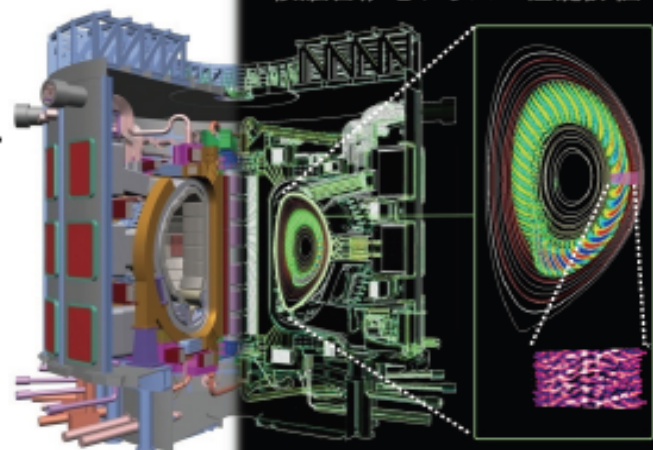
プラズマ輸送現象の  
乱流シミュレーション



次世代健全性評価シミュレーション

- 実装置閉じ込め磁場環境への適用
- 次世代スパコンフルシステムによるペタスケールシミュレーション
- 既存実験データに対する実証解析

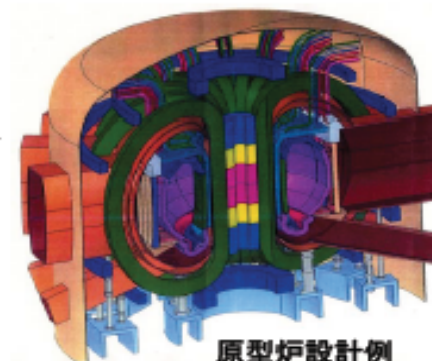
核融合炉心プラズマ性能評価



炉設計支援統合コードの利用


- 炉設計データベース構築に必要な実験計画の低コスト化
- 信頼性の高い炉心パラメータ提供による低コスト設計の実現
- 新しい運転シナリオやプラズマ制御方式の探索


⇒原型炉設計の新手法を構築

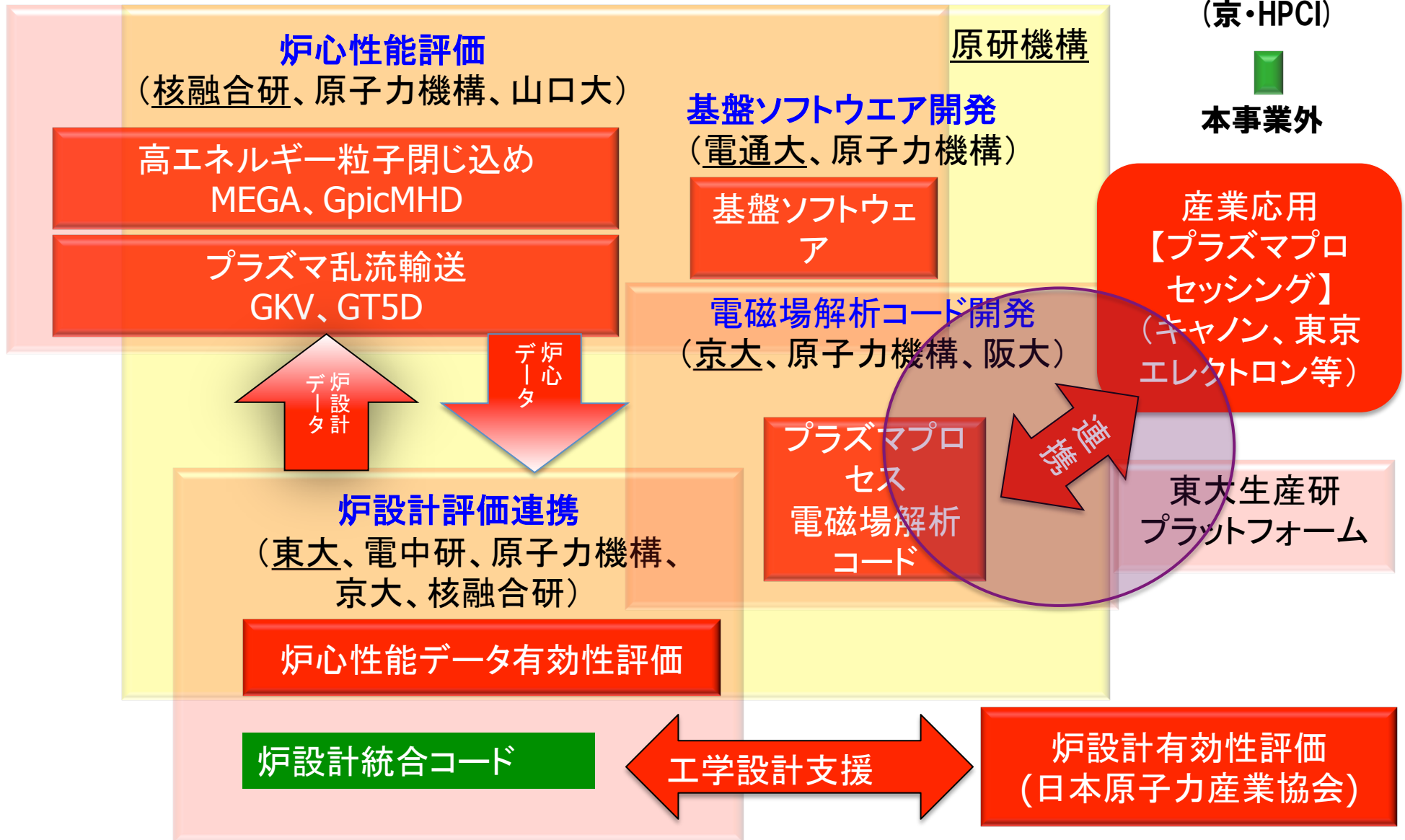


原型炉設計例

# 新 実 施 体 制

 **本事業で開発**  
(京・HPCI)

 **本事業外**



2011/7/14

## 課題取り下げの通知

各位

次世代スパコン戦略プログラム、課題6の件では皆様方にご尽力いただきましたが力及ばず、取り下げという結果に至りました。ここにご報告申し上げます。  
4月以降の経緯を簡単にご説明いたします。

4月に東大生産研で課題6に関して、FM会議からの問題点を指摘され、FM会議委員長の小林先生、生産研の加藤先生と継続的に協議してまいりましたが、文科省情報課より、ものづくりとして5年後に費用対効果の目に見える成果を示せない計画なら、学術会議のCSTP審査に耐えられず、結果として分野4の予算削減につながるので、課題として残すことは難しいというご意見をいただき、責任者である加藤先生の判断もあって、最終的に取り下げという結論に至りました。プラズマプロセスでもの作りへ具体的な貢献をすることを計画書の中で提案しておりましたが、準備不足を指摘され(フィジビリティースタディの期間中に、プラズマプロセスのシミュレーションに対し、京を使った1PF級の大規模計算の見通しがたっていなかった点)、撤退やむしということになりました。  
以上、ご報告まで。

平成23年7月14日

課題6研究代表者 中島徳嘉

# G8 NuFuSE

<http://www.nu-fuse.com/>

多国間国際研究協力事業 (G8 Research Councils Initiative: [G8RCI](#)) は、国際的で分野横断的な研究に対して、G8各国の学術振興機関が協力して研究資金の提供を行い、多国間の共同研究を推進する事業。3カ国以上の研究プロジェクトからなるコンソーシアム単位で採択。

<http://www.ccs.tsukuba.ac.jp/CCS/pr/media/g8rci>

[NuFuSE](#): Nuclear Fusion Simulations at Exascale

エクサスケール・コンピューティングにおける核融合シミュレーション

研究プロジェクト代表者 朴 泰祐教授 (筑波大学計算科学研究センター副センター長)

「NuFuSE」はイギリス、ドイツ、フランス、アメリカ、ロシアを含めた6カ国の研究者らと国際協力。国際熱核融合実験炉 (ITER) などの大規模実験を進める上で重要となる、[GT5D](#)、[GKV](#)、[MEGA](#)、[GpicMHD](#) 等の国内開発核融合シミュレーションコードのエクサスケールに向けた大規模並列化・高性能化を、計算工学と計算機科学の協調と、多国間協力関係の下で推進。さらに新しい世代の並列言語による核融合シミュレーションコードの開発。

「NuFuSE」は3年間で総額約175万ユーロ (約1億9600万円) の研究経費を見込んでおり、朴副センター長のプロジェクトには日本学術振興会から3年間で約2600万円が提供される予定。

# 今年度の活動

- 国内キックオフミーティング

2011年8月23日15:00-17:00、秋葉原ダイビル 8階つくば市事務所会議室

ターゲットコードの紹介(GT5D,GKV,MEGA,GpicMHD)、並列化・性能状況  
今後の方針等に関して議論

参加者、朴(筑波大)、奴賀(筑波大)、中島(核融合研)、坂上(核融合研)、  
藤堂(核融合研)、渡邊(核融合研)、井戸村(原子力機構)、矢木(九大)、  
内藤(山口大)

- 国際キックオフミーティング

2011年10月3-4日、CSEC(Centre for Science at Extreme Conditions),  
University of Edinburgh, England

参加者、朴(筑波大)、坂上(核融合研)、井戸村(原子力機構)

- NuFuSE meeting

2011年11月14日~17日(SC11の期間中)、Seattle, USA

## G8 NuFuSE Plasma Physics Research Efforts

**Goal:** improve exascale-relevant performance on modern (low memory per core) HPC systems

- **US** [**W. Tang, S. Ethier, ... B. Wang (G-8 post-doc)**]: PIC Method (**GTC-P, GTS**)  
-- focus on developing new scalable algorithms (e.g., for reduction of overall memory footprint via improved radial domain decomposition) and then demonstrating their impact on enabling important new scientific results on size-scaling for ITER.
- **Germany** (**F. Jenko, T. Dannert, et al.**): Eulerian/Continuum Method (**GENE**)  
-- focus on optimizing performance of hybrid MPI/OpenMP & compare vs. XcalableMP and begin porting onto GPGPU demonstrators.
- **France** (**X. Garbet, G. Latu, et al.**): Semi-Lagrangian on Eulerian Grid Method (**GYSELLA**)  
-- focus on modification of numerical scheme to reduce memory requirements per node, and redesigning the communication to increase the number of nodes.
- **Japan** (**Y. Idomura, et al.**): Eulerian/Continuum (**GT5D**) and hybrid MHD-PIC (**MEGA**) Methods  
-- focus on improving scalability of these codes in collaboration with computer science and applied math experts to enable effective utilization of future exascale computers.



# SC11

Top500 (11/2011)

Rank	Site	Computer/Year Vendor	Cores	Rmax	Rpeak	Power
1	RIKEN Advanced Institute for Computational Science(AICS) Japan	K computer, SPARC64 VIIIfx 2.0GHz, Tofu interconnect/ 2011 Fujitsu	705024	10510.00	11280.38	12659.9
9	Commissariat a l'Energie Atomique (CEA) France	Bull bullx super-node S6010/ S6030/2010 Bull	138368	1050.00	1254.55	4590.0
28 (3)	International Fusion Energy Research Centre(IFERC), EU(F4E)-Japan Broader Approach collaboration Japan	(Helios), Bullx B510, Xeon E5(Sandy Bridge-EP)8C 2.7GHz, Infiniband QDR/ 2011 Bull	20480 (70540)	360.87	442.37	

- 「京」が実アプリで実効性能3PFlopsを達成しGordon Bell賞を受賞

<http://www.fujitsu.com/global/news/pr/archives/month/2011/20111118-01.html>

- 東工大がTSUBAME2.0を用いた計算でGordon Bell賞・特別賞を受賞
- HPC Challengeで「京」コンピュータが4種目すべてを制覇
  
- 米 Intel、PCIe 3.0 搭載 HPC 向け Xeon E5 を発表

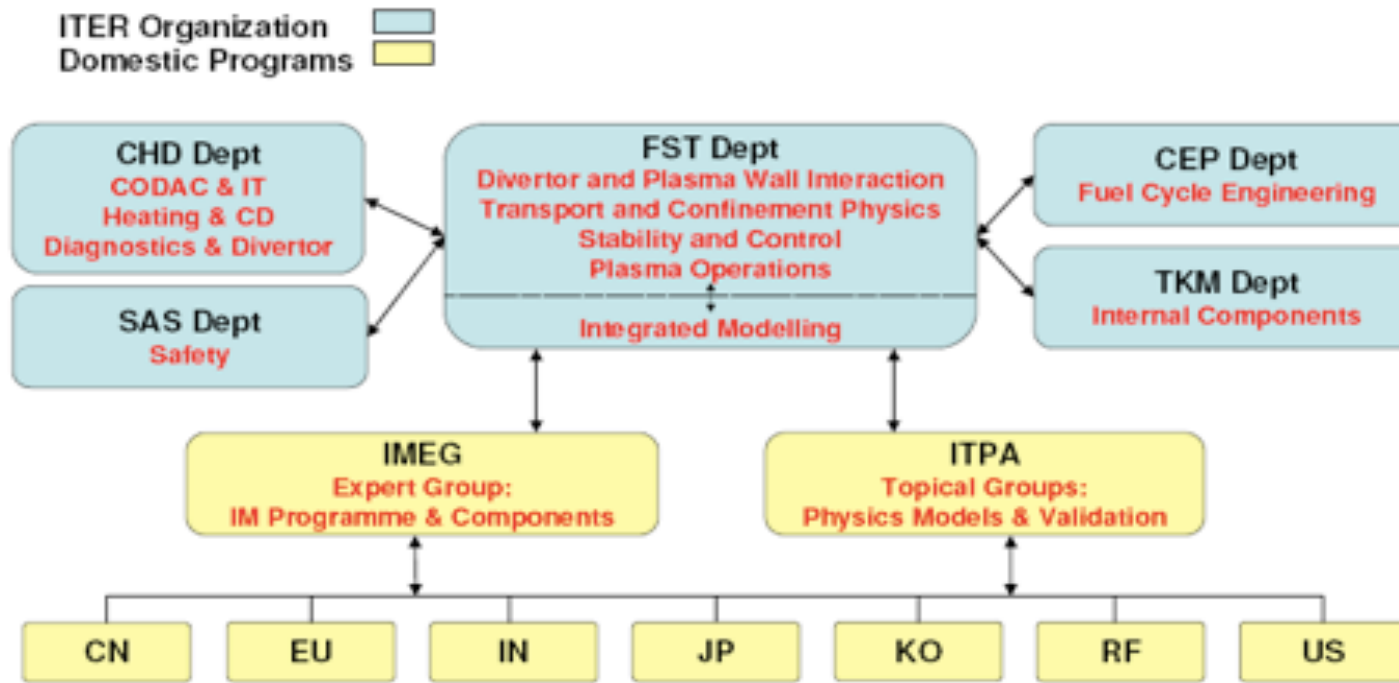
米国 Intel は2011年11月15日、HPC (high-performance computing) の国際会議 SC11 で、HPC 向け次世代 Intel Xeon プロセッサおよび「Intel Many Integrated Core」(MIC) アーキテクチャに基づくプラットフォームの詳細を明らかにした。

Xeon E5 ファミリは、米国テキサス先端計算センター (TACC) の 10PF (ペタフロップス) の「Stampede」、米国大気研究センター (NCAR) の 1.6PF の「Yellowstone」、大型集中計算施設 (GENCI) の 1.6PF の「Curie」、**国際核融合エネルギー研究センター (IFERC) の 1.3PF システム**、米航空宇宙局 (NASA) の 1PF 超の「Pleiades」の拡張版などのスーパーコンピュータに導入されることが発表されている。

# IMEG

## \* ITER IMEG (Integrated Modelling Expert Group)

### ▶ ITER 統合モデリング専門家グループ



### IMEG

ITER 機構と参加極の連係，  
統合モデリングコード群の構築

### ITPA

データベースの構築，物理モデルの開発，  
実験との比較による検証，シナリオ開発

# IMEG 活動 この1年

---

- \* **IM Design Team (CEA, CRPP, Chalmers U 他) に委託**
  - ▶ 2011/01 より活動開始 (3年契約)
  - ▶ IM Infrastructure Design and Implementation
- \* **IM Technology Workshop (2011/06/08-10)**
  - ▶ 各極からの提案 (日本から, 林, 横山, 關, 福山)
  - ▶ Frameworks and Workflow Technology
  - ▶ Data Structure, Data Description, Code Interfaces
  - ▶ Integration of Large-Scale Computing
  - ▶ Automated Plasma Reconstruction
  - ▶ Plant System Integration (PCS, Tokamak Simulator)
- \* **第3回会合 (2011/10/25-27)**
  - ▶ 議長の交替 : 議長 Lao (GA), 副議長 小関
  - ▶ IMAS Conceptual Design の報告と評価

# IMAS Conceptual Design

---

## \* IMAS (Integrated Modelling Analysis Suite)

- ▶ 統合モデル解析コード群（各極が開発したコードを統合）
- ▶ **Use cases:**
  - **Operation support** (preparation, execution, reconstruction)
  - **Plasma research** (model validation, scenario develop., upgrade)
- ▶ **Infrastructure:**
  - **Data model, component model, workflow tool, data base, monitoring, web-based access, life cycle**
  - **will be based on EU ITM data model**
- ▶ **Plasma reconstruction:**
  - **Outside of plant operation zone (vs. PCS, Diag)**
  - **Live display, inter-pulse and subsequent analyses**
- ▶ **Timeline:**
  - **Infrastructure development (2011- 2021)**
  - **Physics development (2015 - )**
- ▶ **Intellectual property rights**

# 今後の計画

---

- \* **IM conceptual design: 2012 March までに策定**

- ▶ Prototyping of data model を完成
- ▶ Coding standard を完成
- ▶ 必要な Hardware を評価
- ▶ 残り2年の活動の具体的内容は未定

- \* **国内：炉心プラズマ統合コード活動 (BPSI)**

- ▶ 各コード (TOPICS-IB, TASK, TASK3D, TOTAL) の開発と連携
- ▶ IMEG 活動への対応
- ▶ JT60-SA Research Plan への対応
- ▶ 炉設計コードとの結合
- ▶ IFERC-CSC の利用

- **IM Workshop, IMEG 会合資料：要望があれば提供**

# Call for proposals for the use of the IFERC-CSC

**Deadline for answers (first cycle): 1st December 2011**

Proposals will be selected according to a peer review process defined by the Standing Committee; only proposals, which are technically fit for the IFERC-CSC computer, requiring exceptional computational resources will be kept while the final selection will be made according to the scientific and technical merit of the proposals taking into account the following criteria:

- (1) Scientific excellence including innovation potential (40%, threshold: 2),
- (2) Relevance to fusion development (ITER & BA) (40%, threshold: 2),
- (3) EU/JA collaborative aspects (10%),
- (4) Efficient usage of the super computer (10%, threshold: 2),

where proposals with one or more evaluations below the threshold of 2 (the range of evaluated values is from 0 to 5) in categories (1), (2) and (4) will fail.

To download application form, please visit the site: <http://www.iferc.org/>