

米国不参加のITERへの技術的影響について

平成10年11月13日

日本国内チームリーダー

1. 設計について

○ITER/EDAでの設計タスクに係る米国分担

- ・EDA6年間の米国国内チームの設計タスク分担実績は、別表-1のとおりである。すなわち、数分野を除き、米国の貢献はほぼ1/4になっている。
- ・米国で創出された成果は、全て報告書化されJCTに納入されると同時に、他3種HTにも配布され、利用可能である。

○米国不参加による設計作業への影響

- ・国内チーム（HT）への設計タスク分担は、各種HTのポテンシャルを考慮しつつ1種に知見が偏在化しないようなバランスに留意された。各HTの設計作業結果は、報告書化され、JCTに納入されると同時に参加4種それぞれに配布されている。この成果を得る過程で米国が取得した知的所有権は、EDA協定第15条に基づき、平和利用の核融合研究開発のための他3種の利用は無償とされている。
- ・共同中央チーム（JCT）員の人選は、ある分野の作業が特定種に偏在しないように、各部門とも4種の混成になるよう配慮された。米国のJCT員が実施した成果はJCTの文書管理システムに保管され、今後の作業も他種チーム員に引き継がれた。
- ・設計分野毎の今後の進め方は、別表-1のとおり。米国が大きな貢献を果たした数分野についても他3種で補充し得るものであり、低コストオプション（RCO）設計を中心に進める今後3年間のEDA延長における設計作業は、米国不参加でも可能と判断される。

EDA 6年間の設計作業に係る米国分担と今後の進め方

分 野	分野毎の 米国分担率	米国の主な設計事項 下線：米国の貢献が大きな項目	今後の進め方
超伝導コイル	24.4%	・トロイダルコイル導体設計 ・コイル支持構造設計	・米国の主な貢献である解析作業は他国（例えば日本）で実施
真空容器	24.8%	・電磁力解析 ・支持構造設計	・4種の解析コードのベンチマーク済。3種で解析・設計の分担実施。
ブランケット	23.5%	・液体金属冷却ブランケット概念設計 ・遠隔ブランケット遠隔解析 ・ブランケット電磁力解析	・RCOでは液体金属冷却は不要 ・JCT、3種で今迄に担当した知見に基づき分担実施
ダイバータ	47.0%	・ダイバータ運転条件の把握 ・熱・電磁力解析 ・ダイバータカセットの流動設計	・JCTで米国が提供したコードを使用して実施 ・JCT、3種で解析・設計の分担実施
組立・遠隔保守	18.3%	・組み立て手順検討 ・組み立て機器設計	・JCTが設計統合作業の中で実施 ・3種で今迄に担当した遠隔機器設計の知見で実施
燃料循環系	32.1%	・ベレット入射装置設計	・他国（例えば露）で実施
加熱系	28.2%	・ICRF系設計 ・ECRF系設計	・RCOではICRF重要度なし ・他国（日・露）で実施
計測機器	23.2%	・計測機器のカテゴリー分類（初期計測、プラズマ基本計測、研究用計測等）	・今後は初期計測、プラズマ基本計測機器の設計を3種で実施、研究用は資源減少のため先送り
制御・電源	23.5%	・定常電源、プラント全系制御	・RCOではサイズ低減効果の評価のみ
建屋・プラント	15.1%	・補助施設建屋設計	・RCOではサイズの低減効果の評価のみ
安 全	19.5%	・冷却水異常の安全解析	・JCT及び日・EUにコード移管済。3種で分担実施
プラズマ設計	70.3%	・プラズマ性能評価（EDA初期段階） ・プラズマ制御解析	・EDA後期よりJCTで実施、今後もJCTで実施 ・今後は日本が中心で実施
その他 （プロジェクト 管理等）	40.3%	・コスト評価システムコード ・QA(ISO9000)の手順検討 ・作業工程管理（ソフト提供）	・JCTでコード利用可 ・作業完了済み（今後は建屋体制の反映） ・JCTは既にノウハウを取得
全分野	25.9%		

2. 工学R&Dについて

○ITER/EDAでの工学R&Dに係る米国分担

- ・ITER 7大工学R&Dの分担は別表-2、7大工学R&Dを含むEDA 6年間の工学R&Dタスクの分担実績は別表-3のとおりである。すなわち、米国の貢献は、ダイバータなどの炉内機器やCSコイルのR&Dに重点を置き、全分野の平均では約20%の分担率となっている。

○米国不参加による工学R&Dへの影響

- ・国内チーム（HT）への工学R&Dタスク分担は、1極に技術が偏在化しないようなバランスに留意された。特にトカマク・コアを形成する中核機器については、7大工学R&Dとして特化し、4極合同体制で実施された。
- ・米国で創出された成果は、全て報告書化されJCTに納入されると同時に、他3極HTにも配布されている。この成果を得る過程で米国が取得した知的所有権は、EDA協定第15条に基づき、平和利用の核融合研究開発のための他3極の利用は無償とされている。
- ・工学R&D分野毎の今後の進め方は、別表-2及び-3のとおり。米国が大きな貢献を果たした数分野についても他3極で補完（一部、建設段階へ送るものも含む）し得るものであり、RCO設計案の技術的妥当性及び製作性を判断するための工学技術ベースの整備は、米国不参加でも可能と判断される。

(別表-2) 7大工学R & Dの分担と今後の進め方

プロジェクト名	当初計画			今後の進め方
	とりまとめ	開発参加国	実証試験実施場所	
(L-1) 中心ソレノイド・モデルコイル (CS)	日米	4 国	原研	・米国担当のコイルは本年末に製作を完了し日本へ搬出する。 ・原研搬入後は日本がとりまとめとなり、日米が製作したコイルを組み立て後、99年9月迄に3国+米国でコイル性能確認試験を終了する。
(L-2) トロイダル・モデルコイル	欧	米欧ロ	欧/カールスルーエ(独)	・全ての導体製作完了は99年2月の予定。 ・試験装置への組み込み開始が4月、試験は8月頃から実施予定。 ・米国の分担は素線製造のみで、貢献終了。今後欧ロでの実施に影響はない。
(L-3) 真空容器セクター	日	4 国	原研	・真空容器セクターの製作は完了し原研に搬入済み。 ・今後はポート接続試験、荷重試験等を実施の予定。米国担当分の自動溶接の一部は日本が実施し、一部は先送りの可能性大。
(L-4) ブランケット・モジュール	欧	4 国	欧/ENEA(伊)	・実規模モジュールの一部製作は完了。今後、荷重・熱試験を実施 ・米国の貢献は完了しており、今後米国の担当分はない。
(L-5) ダイバータ・カセット	米	4 国	米/ボイナ	・各国で製作した機器を米国に輸送し、米国がセット本体に組み立てた後、総合試験を米国がとりまとめとなり、99年9月までに終了の予定。
(L-6) ブランケット遠隔操作	日	日米欧	原研	・遠隔操作機器の製作は完了し原研に搬入済み。 ・米国の貢献は修理等の一部に限られるので実質的な影響なし。 ・主要試験は日欧で実施する予定。
(L-7) ダイバータ遠隔操作	欧	日米欧	欧/ENEA(伊)	同 上

EDA 6年間の工学 R & Dに係る米国分担と今後の進め方

分野	分野毎の 米国分担率	米国の主な R & D 事項 下線：米国の貢献が大きな項目	今後の進め方
超伝導コイル	18.7%	・CSモデルコイル(L-1) ・TFモデルコイル(L-2)	・L-1 は試験を残すのみ。米 国タスクは本年度末で完了 ・L-2 に係る米国タスクは導 体材料の一部のみであり、 既に完了
真空容器	13.4%	・真空容器セクター(L-3) ・二重壁部分モデル試作 ・インコネル材料基礎試験	・自動溶接の一部は日本が実 施。資源減少のため一部を 建設期に送る* ・他のL-3 に係る米国タスク は既に完了
ブランケット	19.8%	・ブランケットモジュール(L-4) ・バナジウム合金の基礎試験 ・Be 覆材のその場修理技術開発 ・異種材料の接合技術開発と照射試 験	・米国タスクは完了 ・完了。RCDでは採用しない。 ・資源減少のため建設期に送 る* ・3 種で実施可能。一部を建 設期に送る*
ダイバータ	28.1%	・ダイバータカセットボディの製作 及び組合わせ試験(L-5) ・異種材料の接合技術開発と照射試 験 ・各種材料のトリチウム透過試験	・L-5 は試験を残すのみ。米 国タスクは来年9月までに 終了 ・3 種で実施可能。一部を建 設期に送る* ・3 種で実施可能
組立・遠隔保守	5.2%	・ブランケット遠隔操作(L-6) ・ダイバータ遠隔操作(L-7) ・機器の耐放射線データ取得 ・配管溶接機器開発	・L-6, L-7 に係る米国タスク は修理技術の一部のみで影 響なし。 ・3 種で実施可能
燃料循環系	32.1%	・ベレット入射装置開発 ・不純物除去装置開発	・資源減少のため建設期に送 る* ・3 種で実施可能
加熱系	14.1%	・ECRF窓材料開発 ・ICRFアンテナ、伝送装置開発	・3 種で実施可能 ・RCDではICRF重要度なし
計測機器	18.2%	・機器(ケーブル、窓等)の照射試 験	・3 種で実施可能。 ・プラズマ研究用機器は資源 減少のため建設期に送る*
安全	39.5%	・熱水力コード妥当性評価 ・放射性物質ソースデータ収集	・3 種での実施
その他	7.9%	・構造設計基準データ収集	・3 種で実施可能
全分野	20.2%	*建設期に送る資源は本会合資料第130-6号を参照	

3. 物理 R & D について

○ITER/EDAでの物理 R & Dに係る米国の貢献

- ・ITER物理 R & Dは、設計活動や工学 R & Dと異なりEDA協定外の活動であり、参加各極の自発的な活動として行われているもの。

○今後の物理 R & Dへの影響

- ・米国は、今後も自発的に物理 R & Dには継続参加し、
 - 1) 原理検証を含めた理論・モデリングを積極的に行う、
 - 2) 実験では、DIII-D において先進トカマクの物理、ALCATOR C-Modにおいてダイバータおよび高磁場／高密度プラズマの物理の研究に焦点を当てる、などの研究を通じて、RCOの物理設計に従来どおり貢献する意図を表明しているので、物理 R & Dには影響はない。
- ・JCT物理ユニット部長及び数人の同ユニットの米国科学者が離任するため、ITER物理委員会専門家グループの運営を各極側で引き受ける必要がある。

4. まとめ

- ・以上のとおり、米国の不参加による今後のITER/EDAへの技術的影響は少ないと判断する。

(参考表) ITERからみた4極の核融合要素技術力を相対的に比較した。

(参考表) 4 極の核融合要素技術力の比較

極	物理	工 学 技 術						総合技術
		超伝導 コイル	炉内 構造物*	加熱電流 駆動	トリチウム 工学	遠隔保守	材料 (照射)	
日本	A	A	A	A	B	A	A	A
EU	A	A	A	B	A	A	B	A
ロシア	B	B	B	B	?	C	A	B
米国	A	A	B	B	A	B	A	A

* 真空容器、ブランケット、ダイバータ含む

(注) 4 極とも技術ポテンシャルは保有すると推定されるも、実験炉を目指して「独自の」技術開発を行う場合、必要な投資（及び期間）に有意な差があるものと評価。

想定される「必要な投資」の少ないものから順に、A、B、Cとランキング。