

核融合反応プラズマ実験装置（R装置）技術報告〔Ⅰ〕
技術的問題点の分析と整理

目 次

1. 緒 言	1
1.1 R計画立案の経過	1
1.2 R計画の大局的意義	1
1.3 物理目標	1
1.4 装置の技術的特徴の概要	2
1.5 R装置技術の検討の進め方	2
1.5.1 スケジュール	2
1.5.2 体 制	3
2. 本 体	5
2.1 本体概論と設計の基本方針	5
2.2 全体構造	8
2.2.1 全体配置	8
2.2.2 全体構造	8
2.2.3 組立手順	14
2.2.4 他装置との比較	14
2.2.5 問題点分析	14
2.3 真空容器	18
2.3.1 概 要	18
2.3.2 各部の構造	20
2.3.3 設計上考慮すべき各種荷重	24
2.3.4 ベーキング温度と構造選択の得失	24
2.3.5 計測用ポート	25
2.3.6 他装置との比較	25
2.3.7 問題点分析	25
2.4 排気系	30

2 5	トロイダルコイル	34
2 5 1	概 要	34
2 5 2	構 造	34
2 5 3	使用材料	37
2 5 4	電磁諸量	37
2 5 5	強度評価	40
2 5 6	他装置との比較	40
2 5 7	技術的問題点	40
2 5 8	問題点分析	40
2 6	ホロイダルコイル	44
2 6 1	概 要	44
2 6 2	配置および起磁力	44
2 6 3	構 造	46
2 6 4	電磁諸量	46
2 6 5	機械的強度	48
2 6 6	使用材料	48
2 6 7	他装置との比較	48
2 6 8	技術的問題点	49
2 6 9	問題点整理分析	49
2 7	ローカルヘリカルコイル	52
2 7 1	概 要	52
2 7 2	構造の概要	52
2 7 3	設計上考慮すべき項目	52
2 8	R-2 フェイスにおける問題点	56
2 8 1	D-T実験段階の本体保守と修理	56
2 8 2	遠隔操作装置	58
2 8 3	D-T実験時のトリチウム消費量	58
2 8 4	ま と め	62
3	制御磁場電源	65
3 1	概 論	65

3.2	ポロイダルコイル系	66
3.2.1	ハイブリッドコイルの起磁力からみた特徴	66
3.2.2	制御電源の基本的考察	73
3.2.3	数値計算による所要電力評価	78
3.2.4	プラズマ位置及びプラズマ電流のフィードバック制御	88
3.3	電源設備	110
3.3.1	トロイダルコイル電源	110
3.3.2	ポイダルコイル電源の構成	119
3.3.3	ローカルヘリカルコイル電源	126
3.3.4	磁場電源からみたフライホイール発電機に関する検討	126
3.3.5	電源システム構成の比較	128
3.3.6	問題点の分析	141
3.3.7	資料 — サイクロコンバータの動作原理	142
4.	計 測	149
4.1	概 論	149
4.2	測定系概論	149
4.2.1	磁気プローブ系	150
4.2.2	TVシステム	153
4.2.3	干渉計システム	153
4.2.4	散乱計測システム	165
4.2.5	放射検出システム	169
4.2.6	放出粒子検出システム	177
4.2.7	R-2フェイズにおける検出器の信頼性について	179
4.3	データ処理システム	181
4.3.1	データ処理システムの基本方針	181
4.3.2	データ処理システムの機能	181
4.3.3	データ処理システムの構成	181
4.3.4	データ処理システムの動作シーケンス	185
4.3.5	データ処理システムの配置	185
4.3.6	インターロック用の信号	185

4.3.7	技術的な問題点	185
4.4	ま と め	188
5.	加 熱	189
5.1	加熱概論	189
5.2	中性粒子入射加熱 (N B I)	191
5.2.1	概 論	191
5.2.2	イオン源	193
5.2.3	ビームライン	200
5.2.4	電 源	215
5.2.5	制 御 系	224
5.2.6	中性粒子入射装置の問題点	225
5.2.7	R - 2 フェイズでの問題点	229
5.2.8	他装置との比較	229
5.2.9	要検討開発事項とスケジュール	236
5.3	高周波加熱概論と基本方針	237
5.4	イオンサイクロトロン周波数域 (I C R F) 加熱	239
5.4.1	物理設計	239
5.4.2	アンテナの概念設計	248
5.4.3	高周波源	252
5.4.4	その他のコンポーネント	253
5.4.5	総 括	258
5.5	低域混成加熱 (L H H)	259
5.5.1	物理設計	259
5.5.2	アンテナの概念設計	263
5.5.3	発 振 源	265
5.5.4	そ の 他	267
5.6	電子サイクロトロン加熱 (E C H)	269
5.6.1	物理設計	269
5.6.2	発 振 源	271
5.6.3	そ の 他	272

5. 7.	技術面から見た各種高周波加熱方式の比較	273
5. 7. 1	電 源	273
5. 7. 2	アンテナ	273
5. 7. 3	伝送線路系	273
5. 7. 4	発振源	274
5. 7. 5	高周波絶縁破壊	274
5. 7. 6	中性子照射の影響	275
5. 7. 7	総 括	275
6.	総合システム	277
6. 1	概 論	277
6. 2	全体制御システム	277
6. 2. 1	機器構成	277
6. 2. 2	運転シーケンス	278
6. 2. 3	他装置との比較	287
6. 2. 4	問題点と今後の進め方	291
6. 3	安全システム	292
6. 3. 1	非標準事態の摘出	292
6. 3. 2	非標準事態の結果と波及効果	292
6. 3. 3	保護方式の検討	296
6. 3. 4	今後の問題点	299
6. 4	保守・点検	301
6. 4. 1	保守・点検項目	301
6. 4. 2	予備品・交換部品	301
6. 4. 3	今後の問題点	301
6. 5	総合誘導対策	304
6. 5. 1	概 要	304
6. 5. 2	一般的な誘導対策	304
6. 5. 3	核融合実験装置の誘導対策	304
6. 5. 4	接 地 系	309
6. 5. 5	今後の問題点	310

付 録 数値解析・計算機シミュレーション

A. 1	R計画用計算機コードの開発について	315
A. 2	真空容器の渦電流解析	316
A. 3	トカマクプラズマのブレークダウン過程の検討	319
A. 4	壁面摺動プラズマのためのヘリカル磁場の計算	325
A. 5	中性粒子入射加熱のためのシミュレーション解析	328
A. 5.1	総 論	328
A. 5.2	デポジションコード	329
A. 5.3	リップルコード	330
A. 5.4	加 熱	335
A. 6	波動加熱のためのシミュレーション解析	336
A. 7	Rトカマクの輸送と加熱のシミュレーション	337
A. 7.1	総 論	338
A. 7.2	トカマク輸送コードの概要	338
A. 7.3	Rトカマクのシミュレーションのための輸送コードの拡張	344
A. 7.4	計算結果	353
A. 7.5	結 語	365
	あとがき・執筆者一覧表	367