

## 目 次

はじめに	第IV班班長 穴山 武 (東北大) 研究会世話人 岡田東一 (阪大)
<b>I. 核融合炉超電導マグネットの設計と材料の接点</b>	
Ia. 原研における極低温構造材料の開発	1 原 研 中嶋秀夫、押切雅幸、吉田清、島本進
Ib. パルス超電導マグネットにおける材料	8 電総研 大西利只
Ic. 最近の核融合装置の動向と超電導	
<b>II. 核融合環境下における材料の問題 (主として照射効果)</b>	
IIa. 有機絶縁材料の照射効果	14 京 大 山岡仁史、東 大 田川精一
IIb. 金属材料の照射効果	22 京 大 吉田博行、広島大 下村義治
IIc. 超電導マグネットコイル用安定化材の開発とその照射効果	26 東北大金研 茅野秀夫、阿部勝憲、松井秀樹
<b>III. 低温構造材料の進歩とその評価</b>	
IIIa. 液体He温度での軸ひずみ制御による304Lステンレス鋼の疲労特性評価	31 東 芝 鈴木謙一、深倉寿一、森 忠夫
IIIb. 極低温における溶接材料の機械的並びに磁氣的性質の検討	36 日立日立研 松本俊実、佐藤 宏、幡谷文男、小倉 慧
IIIc. 極低温構造材料の破壊靱性評価と構造安全設計基準	43 東北大 庄子哲雄、高橋秀明、大西慶太
III d. 大型超電導マグネット支持材料の破壊靱性評価	51 神 鋼 嶋田雅生、小川陸郎、堀内健文
III e. 極低温における繊維分散形複合材料の破壊靱性試験と微視破壊機構	58 東北大 関根英樹、藤田 淳、穴山 武

III f. 複合材料の低温における機械的性質 .....	64
阪大産研 西鳴茂宏、岡田東一	
III g. 極低温材料の 2, 3 の強度試験法 .....	72
阪大工 岸田敬三、片岡俊彦、中野元博	
<b>IV. 強磁場下における低温材料の挙動</b>	
IV a. 複合理論の超電導マグネット構造解析への適用 .....	78
東大 宮健三、高木亨、竹内由美	
IV b. 強磁場下のキ裂の挙動と電磁破壊力学 .....	84
東北大 進藤裕英、坂真澄、庄子哲雄	
IV c. 中規模超電導トカマク (STTA) の応力解析 .....	90
原研 小泉興一 東芝 喜多村和憲	
三菱 浅井脩次 日立 鈴木史男	
川重 平川長	
IV d. 高磁場超電導線材のヤング率 .....	99
住友重機 山田俊治	
<b>V. コメント</b>	
V a. Nにより強化した極低温用オーステナイト鋼の低サイクル疲労軟化 .....	105
東大 柴田浩司、藤田利夫	
V b. 超電導々体安定化機材用高伝導率・高強度材料 - Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 分散強化銅 - .....	108
東北大 能登宏七	
研究会プログラム .....	111
参加者名簿 .....	113

エネルギー特別研究（核融合）  
「核融合炉実験装置の核的安全性防護設計」研究会

昭和59年度  
報告書

まえがき

阪大・住田健二

目次

1. 核融合炉の安全性の考え方について

- |                   |           |    |
|-------------------|-----------|----|
| 1) 軽水炉との対比を中心に    | 東大・宮健三    | 1  |
| 2) 大型加速器との対比を中心に  | 高エネ研・加藤和明 | 6  |
| 3) トリチウム大量使用の立場から | 京大・東邦夫    | 11 |

2. 核融合中性子遮蔽の問題点

1) 深層透過と設計例

- |                         |         |    |
|-------------------------|---------|----|
| i) スイミング・プール型トカマク炉の遮蔽設計 | 原研・関泰   | 17 |
| ii) 非トカマク型核融合炉の核設計      | 九大・中島秀紀 | 21 |
| iii) R計画                | 名大・小川雄一 | 26 |

2) ストリーミング

- |                                |          |    |
|--------------------------------|----------|----|
| i) 核融合炉遮蔽の問題点                  | 東大・橋倉宏行  | 34 |
| ii) 14 MeV 中性子の細管ダクトストリーミングの評価 | 船研・植木紘太郎 | 39 |

3) スカイシャイン

- |   |         |    |
|---|---------|----|
| i) 核融合炉実験施設からの中性子<br>・二次 $\gamma$ 線のスカイシャイン | 東大・中村尚司 | 42 |
| ii) 核融合炉中性子スカイシャインの<br>PALLAS計算について         | 船研・竹内清  | 46 |

3. 誘導放射化の問題点

- |                              |           |    |
|------------------------------|-----------|----|
| 1) 核融合炉材の誘導放射化断面積            | 名大・加藤敏郎   | 48 |
| 2) 諸分野における問題点                |           |    |
| i) 第一壁材・構造材について              | 東北大・諸住正太郎 | 57 |
| ii) 核融合材料としての低放射化Al合金        | 名大・鎌田耕治   | 60 |
| iii) 超電導マグネット材料における誘導放射化の問題点 | 阪大・岡田東一   | 63 |

付

研究会記録

〃 参加者名簿

## 目 次

## 核融合炉プランケット第一冷却壁の非定常問題の評価に関する討論会

トカマクのディスラプション理論 .....	原研	安 積 正 史	1
トカマク実験におけるディスラプション .....	原研	木 島 滋	7
核融合炉における渦電流効果について .....	三菱原子力工業(株)	亀 有 昭 久	17
ディスラプション時の熱工学 .....	原研	関 昌 弘	24
ディスラプション時の電磁力 .....	原研	湊 章 男	29
プラズマの制御 .....	名大・プラ研	小 川 雄 一	38
核融合炉における伝熱の非定常効果について .....	原研	河 村 洋	46
高熱負荷を受ける核融合炉第一壁の破壊力学的評価 .....	横国大・工	白 鳥 正 樹	53
燃料ダイナミクス .....	京大・工	東 邦 夫	62
核融合炉の安全性 .....	原研	関 泰	67
プラズマ壁相互作用における非定常時問題の評価 スパッタリング・エロージョン .....	北大・工	毛 利 衛 山 科 俊 郎	71
ステンレス鋼の特性変化 .....	原研	白 石 健 介	79

材料物性Ⅱ 機械的性質	.....金材研	白石春樹	89
寿命評価	.....東大・工	宮健三	101
核融合炉（炉心構造物）の設計基準	.....原研	飯田浩正 湊章男	112
核融合炉第一壁熱除去における伝熱上の問題点	.....東工大・工	黒崎晏夫	115
非定常（伝熱）の総括	.....筑波大・構造工学系	成合英樹	120
非定常問題とニュートロニクス	.....九大・総理工	中島秀紀	122
火輪の設計にみる定常・非定常の課題	.....京大・原	大西正視	126
核融合炉第一壁の構造非定常問題と設計基準	.....東大・工	三好俊郎	131
総括的考察	.....東大・工	宮健三	133~137
会合プログラムおよび参加者	.....		139

## 目 次

1. 序 論 .....	1 - 1
2. カセットコンパクトトロイド核融合炉 ( CCTR ) の全体構想 .....	2 - 1
2.1 CCTRの迅速, 簡単な炉心部交換システム .....	2 - 5
2.2 Gun-Spheromakの生成, 加熱と保持 .....	2 - 8
2.3 CCTRシステム構成 .....	2 - 9
(1) プラズマ発生用磁化同軸ガンと給電システム .....	2 - 9
(2) 平衡超伝導コイルと制御コイルの配置 .....	2 - 9
(3) 炉心部組み立てと分解方法 .....	2-10
(4) 第一壁の構造と冷却 .....	2-15
(5) ブランケット部の構造と冷却 .....	2-16
(6) ダイバータと排気系 .....	2-16
2.4 プラズマパラメータと炉心パラメータ .....	2-18
3. プラズマ生成と加熱法 .....	3 - 1
3.1 磁化同軸ガンによる Spheromak の生成 .....	3 - 1
3.2 プラズマ重合による加熱 .....	3 - 2
3.3 $\alpha$ 粒子による加熱の効果 .....	3 - 4
3.4 燃焼プラズマ達成のための基本的条件 .....	3 - 6
4. 磁化同軸ガンの構造 .....	4 - 1
4.1 磁化同軸ガンの構造 .....	4 - 1
4.2 プラズマ発生用電源 .....	4 - 4
(1) 電源の構成 .....	4 - 5
(2) 主回路構成の詳細検討 .....	4 - 7
(3) 運転シーケンス .....	4-10
(4) 回路シュミレーション .....	4-12
5. コイルシステムの設計 .....	5 - 1
5.1 コンパクトトロイドプラズマの平衡 .....	5 - 1
(1) コイル配置と電流値 .....	5 - 5
(2) コイルの構成 .....	5 - 6

5.2	コイル構造 .....	5-16
(1)	導体部構造 .....	5-16
(2)	冷却部構造 .....	5-21
6.	プラズマ容器(第一壁)の設計 .....	6-1
6.1	プラズマ容器構成材の検討 .....	6-2
6.2	第一壁の熱設計 .....	6-9
(1)	設計条件 .....	6-9
(2)	必要除熱量および冷却水量 .....	6-10
(3)	熱および熱応力解析 .....	6-10
(4)	結果の検討 .....	6-12
6.3	渦電流損とプラズマ容器に作用する電磁力 .....	6-73
(1)	渦電流によるジュール発熱 .....	6-73
(2)	プラズマ容器に作用する電磁力 .....	6-76
6.4	まとめ .....	6-78
7.	交換技術 .....	7-1
7.1	形状記憶合金(SMA)継ぎ手の適応 .....	7-1
(1)	SMA継ぎ手の基本的動作 .....	7-1
(2)	計算手法の検討 .....	7-4
(3)	真空フランジの形状と締め付け力 .....	7-6
7.2	炉心部の交換手順 .....	7-25
7.3	迅速な交換技術のための支持構造 .....	7-31
(1)	上部平板部遮蔽体支持 .....	7-31
(2)	側面遮蔽体の力学的検討 .....	7-44
(3)	上部ブランケットの支持とブランケット部の力学的検討 .....	7-47
(4)	プラズマ容器, 同軸ガンの支持 .....	7-54
7.4	SMA継ぎ手の放射線防護対策 .....	7-58
8.	ブランケットの設計 .....	8-1
8.1	ブランケット構成の検討 .....	8-6
8.2	トリチウム増殖の検討 .....	8-7

8.3	ブランケットの構造と冷却構造 .....	8-40
9.	ダイバータと真空排気システム .....	9-1
9.1	スクレイブオフ層の粒子と熱の流れ .....	9-1
	(1) スクレイブオフ層 .....	9-1
	(2) 粒子と熱の流れに対する検討 .....	9-3
9.2	クライオパネルによる排気系の検討 .....	9-6
	(1) クライオパネルの面積 .....	9-8
	(2) クライオパネルの寿命 .....	9-9
	(3) クライオパネルの再生 .....	9-9
9.3	ダイバータの熱, 応力解析 .....	9-12
	(1) 熱解析 .....	9-12
	(2) 応力解析 .....	9-12
	(3) 結果の検討 .....	9-28
9.4	必要除熱量及び冷却水量 .....	9-28
10.	放射線遮蔽の検討 .....	10-1
10.1	遮蔽条件 .....	10-1
10.2	遮蔽構造の検討 .....	10-2
11.	エネルギー比の検討 .....	11-1
12.	総括 .....	12-1