

エネルギー特別研究(核融合)  
炉材料及びプラズマ-壁相互作用

昭和56年度  
研究報告書

## 目次

序	東理大・工	橋口隆吉	1
1. 炉材料及びプラズマ-壁相互作用(総括班)	東理大・工	橋口隆吉	2
2. 照射下および照射後の強度特性に及ぼす合金元素の影響	東大・工	井形直弘	4
3. 重照射効果によるボイドスウェリングに及ぼす合金元素の影響	九大・応力研	北島一徳	36
4. 重照射後の強度特性試験	東北大・金研	諸住正太郎	69
5. 核融合材料としてのアルミニウム基合金の基礎的研究	広大・理	紀 隆雄	73
6. 合金の照射誘起相変態の研究	九大・工	木下智見	78
7. 核融合炉内壁用炭化チタンの照射効果	名大・工	井関道夫	82
8. 各種低Z化合物ならびに合金の物理・化学スパッタリング過程に関する研究	北大・工	山科俊郎	88
9. 第一壁材料の水素同位体透過ならびにリサイクリング過程に関する研究	阪大・工	井本正介	109
10. 水素原子線・イオン線と固体表面層との相互作用における動的分子過程の研究	東大・生研	辻 泰	117
11. SIMS-SCANIR-ISSによる炉壁材料の選択スパッタリングの解明	阪大・工	志水隆一	123
12. 溶射低Zセラミックス被覆の高密度化とスパッタリング特性	東北大・金研	諸住正太郎	126
13. 核融合炉第一壁材料のコーティング技術の開発と耐照射性評価	北大・工	竹山太郎	129
14. 第一壁コーティング材料の界面特性に関する研究	阪大・工	孫 鳳根	134
15. プラズマCVT法による第一壁のIn-Situ低温被覆	東大・工	明石和夫	138
16. 核融合炉ブランケット及び遮蔽体中の中性子透過ベンチマーク実験	京大・工	兵藤知典	142

17. 核融合炉材二重微分断面積の評価・測定と関連中性子輸送  
コードの開発・整備……………阪大・工 住田健二・152
18. 中性子照射量推定のための断面積の研究……………九大・総理工 神田幸則・166
19. 核融合炉材料の高速中性子によるガンマ線生成核データの研究  
……………東工大・原子炉研 井頭政之・171
20. 核融合炉材料の接合法および接合性に関する総合評価の研究  
……………阪大・溶研 荒田吉明・177
21. セラミックスの核融合炉への適用……………東工大・原子炉研 鈴木弘茂・204
22. 核融合炉材(SUS 316材)の溶接部の改善と品質管理に関する研究  
……………九大・工 迎 静雄・224

## 目 次

## (I) 総 括 班

- I-0 トリチウム理工学及び生物影響に関する総合研究 田島弥太郎 (1)

## (II) トリチウム理工学研究室

- II-01 トリチウムの理工学 トリチウムの増殖, 分離および反応性 河村 和孝 (4)
- II-01a トリチウムの交換反応および反跳反応生成物の分離 吉原 賢二 (6)
- II-01b 共鳴法による金属材料中のトリチウム反応性および存在状態の研究 花田 繁門 (8)
- II-01c Nb および 316 -ステンレス鋼中におけるトリチウムの定量分析と拡散係数, 溶解度の測定 杉崎 昌和 (10)
- II-01d 316 ステンレス鋼中のトリチウムの分布 飯島 嘉明 (12)
- II-01e 触媒担体へのトリチウム移行 竹内豊三郎 (14)
- II-01f 水蒸溜法によるトリチウム同位体分離 山本 一良・蒲 彰・金川 昭 (16)
- II-01g 中性子照射トリチウム化合物のトリチウム放出 河村和孝・大橋健也・丸山忠司・岡本 真実 (18)
- II-01h 酸化-吸着法による気体中トリチウムの除去試験 柳 忠 (20)
- II-01i トリチウムガス除去プロセスの開発 高橋 洋一 (22)
- II-01j トリチウムの漏洩について 西武 照雄・花山 洋一・木村 正樹 (24)
- II-01k 各種グローブ材における水素の透過挙動 江間喜美子 (26)
- II-01l トリチウム廃棄物の保管技術 西川 正史・城戸 秀俊 (28)
- II-01m クライオソープションポンピングに関する研究 古藤 健司・西川 正史 (30)
- II-11 トリチウム固化体及び固化プロセスの安全性 鈴木篤之・田中 知・梅木博之・岡本 毅 (32)
- II-12 固体中における反跳トリチウムの挙動に関する基礎的研究 宮崎 哲郎 (34)
- II-13 トリチウムの金属材料中の透過及び拡散に関する実験的研究 東 邦夫 (36)
- II-14 水素及び重水素気下でのLi と高融点金属との両立性の改善 池谷 元尚・三木 俊克・蒲地 一義 (38)
- II-15 核融合炉, トリチウムプラントの為のモニタリングシステムの開発研究 村田 裕・堀内則量・飯島伸一・小川雅生・岡本真実・新井栄一 (40)
- II-16 トリチウムガス遮断性ゴム材料の開発に関する研究 竹川 勲・高田一成・渡辺耕一・山田純男 (42)

## (III) 生物影響班

- III-01 トリチウム水の食物循環と廃棄物処理の研究 坂本 澄彦 (44)
- III-02 トリチウム生物効果実験装置の開発 — とくにトリチウム安全クリーンキャビネットについて 代谷 次夫 (48)
- III-03 細胞レベルにおけるトリチウムの影響研究とトリチウム含有物燃焼装置の開発研究 中埜 栄三 (56)
- III-04 生体高分子及び細胞の分化・増殖に対するトリチウムの同位体効果とβ線効果 上野 陽里 (60)
- III-11 トリチウムの生物(人体)影響に関する総合的研究 秋田 康一 (63)
- III-11b トリチウムのクロマチンに対する効果 田中信徳・金西信次・渡辺 真・金城康人・宝月大輔 (65)
- III-12 環境中トリチウムの生体内への取り込みとその体内動態 一政 祐輔 (67)
- III-13 トリチウムのDNAに対する影響 山本 修 (70)
- III-14 自然界におけるトリチウムの挙動とその影響評価 高島 良正 (72)

- Ⅲ-15 トリチウムの遺伝的影響の分子機構の解析と総合的評価 賀田 恒夫 (74)
- Ⅲ-15b トリチウムによる誘発突然変異とその塩基障害特異性と線量率効果  
加藤武司・伊勢恒男・B.W.Glickman (80)

## 目 次

1. 炉心制御の基礎 (総括班)	阪 大 工	渡辺 健二	1
2. 遠赤線による超高温プラズマ診断 (計画研究)	名 大 工	築島 隆繁	7
3. 高出力・高効率レーザー用新材料の 分光学的研究 (計画研究)	電 通 大 レーザーセンター	宅間 宏	21
4. 波動による高温プラズマの加熱と制 御 (計画研究)	京 大 理	田中 茂利	31
5. 核融合プラズマ診断法の理論的研究 (計画研究)	広 大 理	鳴海 元	39
6. 高温・高密度プラズマの高時間・空 間分解能をもつ光学測定法の研究	群馬大 工	平野 克己	45
7. 粒子トラック法のプラズマ計測への 応用	金沢大 理	増崎 克	49
8. レーザー核融合プラズマの光学的お よび磁氣的診断技術の開発	岐阜大 工	阪上 幸男	53
9. 多価イオン衝突における極紫外域輻 射と荷電変換過程の研究	京 大 工	岡坂 令	57
10. 選択励起を利用したプラズマ内の揺 動電場の分光計測法の研究	広 大 理	尾田 年充	59
11. 共鳴散乱による高温プラズマ中真空 壁近傍の原子密度測定法の開発	九 大 工	前田 三男	63
12. 大出力サブミリレーザー励起用注入ロ ック式TEA炭酸ガスレーザーの開発	九大総理工	村岡 克紀	67
13. 核融合研究中型装置用重イオンビー ムプローブ法の開発	阪 市 大 原子力基礎研	勝俣 五男	71
14. 高温プラズマ診断用-光軸型極紫外 ・軟X線分光装置の開発	阪 市 大 原子力基礎研	小塩 高文	75
15. 希ガスハライド、エキシマーレーザ ーの同調および高効率化に関する分 光学的研究	東京学芸大 教育学部	島内みどり	79
16. エキシマーレーザーの励起準位分布 数の時間分解測定	東京農工大 工学部	島津 備愛	83

17.	核融合のための大出力高調波発生用 大形KDP単結晶の育成	山梨大 工	霜村 攻	87
18.	赤外レーザー光増幅系でのイソレー タ機能を有する新有機化合物可飽和 吸収セルの開発	阪 大 工	村井 真二	91
19.	短パルス化学レーザーの高出力、高 効率化に関する研究	慶応義塾大工	藤岡 知夫	95
20.	周期磁場によるイオンビームの非断 熱緩和	東北大 工	佐藤 徳芳	99
21.	ペレット粒子ハンドリング	東 大 工	増田 閃一	103
22.	プラズマ加熱用負イオン源の開発	京 大 工	板谷 良平	107
23.	シートーピンチで作られたプラズマ のAlfven加熱	日大 理工	椎名 庄一	111
24.	荷電粒子からの静電的エネルギー変 換	京大 原子 エネルギー研	吉川 潔	115

## 目 次

(敬称略)

## 第1回 研究会

## 1-1 超電導理論の最近の話題

東大物性研 福山秀俊 1

## 1-2 有機物超電導体について

東京大学教養学部 鹿兒島誠一 5

1-3  $(\text{SN})_x$  について

東京大学物性研 小田禎景 9

## 1-4 東北大金研ハイブリッド・マグネット

-その計画と共同利用について-

東北大金属材料研究所 武藤芳雄, 中川康昭, 能登宏七,  
星 彰, 三浦成人, 渡辺和雄 131-5 スパッタ法を用いた  $\text{Nb}_3\text{Si}$  系薄膜の製作

鹿兒島大学工学部, 東北大工学部\* 大串哲弥, 穴山 武\* 17

## 1-6 Mo-Si ならびに Mo-C 系超電導合金の開発並びにその基礎的性質に関する研究

東北大金属材料研究所 鈴木謙爾 21

## 1-7 超電導性化合物の超微粉体の合成

九州大学工学部 加藤昭夫, 渡 孝則 25

1-8 粉末冶金法による MF  $\text{Nb}_3\text{Al}$  の作成

日本大学理工学部 秋浜良三, 安河内昂 29

1-9 A-15 型  $\text{Nb}_3\text{Si}$  の合成金属材料技術研究所 川村春樹, 太刀川恭治  
化 技 研 青木勝敏 331-10 衝撃法による  $\text{Nb}_3\text{Si}$  の作製

東北大工学部 大嶋重利, 脇山徳雄 37

1-11 高圧合成法による  $\text{Nb}_3\text{Si}$  の作製-スパッター非晶質  $\text{Nb}_3\text{Si}$  膜の超高压力下での結晶化と超伝導性-

電子技術総合研究所 平林正之, 伊藤英雄, 権田俊一 41

## 1-12 レーザー加熱による超伝導相の生成

東北大工学部 脇山徳雄, 最上 徹 45

1-13	Chevrel 相超電導体	東北大学金属材料研究所	能登宏七, 武藤芳雄	49
1-14	Chevrel 相超電導々体	電子技術総合研究所	木村錫一, 山崎裕文, 相山義道	53
1-15	Laves 相超電導材料	金属材料技術研究所	井上 廉	56
1-16	非晶質超電導体	東北大学金属材料研究所	井上明久, 増本 健	60
<b>第2回 研究会</b>				
2-1	ICMC/CEC 報告-ICMC 報告	神戸製鋼所浅田研究室	堀内健文	65
2-2	ICMC/CEC 報告-CEC 関係	日本大学理工学部	小林久恭	69
2-3	大型超電導磁石における電磁力分布と支持構造	電子技術総合研究所	小山健一	73
2-4	大型複合超電導々体の引張試験	日本原子力研究所	吉田 清, 島本 進	77
2-5	超電導マグネットの応力解析の問題点	東京大学工学部	宮 健三	80
2-6	化合物超電導材料の応力/ひずみ効果	金属材料技術研究所	和田 仁, 太刀川恭治	84
2-7	超電導特性に対する応力効果	九州大学工学部	草柳英一郎	88
2-8	大阪大学超電導工学実験センターにおける0.5 MJパルスマグネットの研究	大阪大学工学部	村上吉繁	92
	阪大0.5 MJパルスマグネット-冷却-	大阪大学低温センター	山本純也	
2-9	超電導複合体のストレイン効果(レビュー)	古河電工中央研究所	田中靖三	98
2-10	N添加ステンレス鋼の4Kにおける機械的性質	日本原子力研究所	吉田 清, 島本 進	102
2-11	Nb <sub>3</sub> Sn 成型燃線のストレス効果	東芝総合研究所	村瀬 暁, 白木八男, 小泉 操, 堀上 徹	105
2-12	小型超電導コイルのトレーニングと応力効果	大阪大学産業科学研究所	西嶋茂宏, 岡田東一	109



2-13	エポキシ含浸超電導コイルの応力効果	三菱電機	山田忠利, 岩本雅民, 古田俊久, 地藏吉洋	113
2-14	Nb <sub>3</sub> Sn 導体のストレイン効果	日本原子力研究所	安藤俊就, 島本 進	116
2-15	AE法を用いた超電導電磁石の診断および監視	横浜国立大学工学部	塚本修己	120
<b>第3回 研究会</b>				
3-1	超臨界圧ヘリウム強制対流と超電導体の安定性	電子技術総合研究所	我妻 洸	125
3-2	超臨界ヘリウム強制対流熱伝達	日本原子力研究所	多田栄介	129
3-3	超電導マグネットの強制冷却	日本大学原子力研究所	安河内昂, 松原洋一	133
3-4	超臨界圧ヘリウム強制対流熱伝達	九州大学工学部	伊藤猛宏, 西川兼康, 笠尾大作	137
3-5	超臨界ヘリウム冷却系 (ミュオンチャンネルソレノイドの場合)	東京大学理学部	永嶺謙忠	141
3-6	Heat Transfer, Heating-Induced Flow, and the Stability of Superconducting Magnets	ORNL-JAERI	Lawrence Dresner	145
3-7	LCT コイル・ラフ・サーフェイスの沸騰熱伝達特性	日本原子力研究所	西 正孝	149
3-8	液体ヘリウムの過渡沸騰熱伝達特性	横浜国立大学工学部	塚本修己	153
3-9	超電導機器の断熱に関する研究	東 芝	稲井信彦	157
3-10	液体ヘリウムの沸騰流における限界熱流束	東京大学工学部	甲藤好郎	161
3-11	Thermo Acoustics-Local Theory	筑波大学物理学系	富永 昭	165
3-12	日立における伝熱研究の紹介	日立機械研究所	藤岡和正, 尾形久直	169
3-13	九州大学工学部超電導実験室の紹介	九州大学	入江富士男	172

3-14 超臨界圧ヘリウムによるマグネット冷却

東芝総合研究所 大熊啓嗣 佐藤明男, 丹治 昇, 中山茂雄 175

3-15 二相流冷却マグネットの冷却システムに関するレビュー

日立, 機械研 尾形久直 179

第4回 研究会

第4回研究会(低温材料)報告

大阪大学産業科学研究所 岡田東一 183

## 目 次

まえがき .....	1
概念設計の概念 .....	早川幸男 ..... 3
核融合炉システムデザイン .....	8
I. サマリー .....	長尾重夫 ..... 8
II. 開放系核融合炉概念設計作業班報告 .....	毛利明博 ..... 9
III. イオン慣性核融合炉概念設計作業班報告 .....	大林治夫 ..... 14
IV. 核分裂・核融合ハイブリッド炉の検討 .....	安成弘 ..... 18
核融合炉における高熱負荷面の液膜流を伴う噴霧二相流冷却 ..	井上 晃 ..... 21
I. 垂直磁場内液膜流の流動特性 .....	井上 晃他 ..... 22
II. 液体金属ミスト冷却の伝熱特性とミスト流の流動機構 ..	戸田三朗他 ..... 29
磁気閉じ込め型核融合炉の熱設計基礎研究 .....	秋山 守 ..... 35
磁場中に於ける液体金属リチウムの流動・伝熱特性の基礎研究...	宮崎慶次他 ..... 39
核融合研究のための原子・分子データ .....	鈴木 洋 ..... 42
一原子衝突断面積データ評価に関する日米共同研究について一	
核融合研究のためのプラズマ・壁相互作用データ .....	伊藤憲昭 ..... 45
核融合炉安全性の研究 .....	安成弘 ..... 48
液体金属リチウムの核融合炉システムへの応用 .....	藤家洋一 ..... 51
第3回 I A E A 主催核融合炉設計技術委員会からの話題 .....	迫 淳 ..... 55
プラズマ応用研究とエネルギー .....	高山一男 ..... 60
環状定常核融合炉の概念設計 .....	宇尾光治 ..... 64
慣性閉じ込め核融合炉の概念設計 .....	井門俊治 ..... 67
核融合炉第一壁の構造強度に関する研究 .....	安藤良夫他 ..... 72
慣性核融合炉材料と応力 .....	難波慎吾他 ..... 80
核融合プラズマからの単発バースト状放射線ドシメトリー .....	川西政治 ..... 85
核融合研究の進路 .....	早川幸男 ..... 91
付 録 1     シンポジウムプログラム .....	93
付 録 2     シンポジウム参加者名簿 .....	95