

目 次

まえがき

組 織

58- 1	プラズマ放射線計測器の放射線照射効果	藤 田 順 治 住 田 健 二	I - 1
58- 2	大型核融合研究装置における大量トリチウム使用に関する検討	河 村 和 孝	I - 5
58- 3	トリチウム安全取扱い目安の作成	岡 田 重 文	I - 133
58- 4	慣性核融合基礎技術ワークショップ	宅 間 宏	I - 197
58- 5	若手核融合研究集会	百 田 弘	I - 285
58- 6	計算機コードの集中整理と標準化	池 上 英 雄	I - 433
58- 7	共同研究の推進	内 田 岱二郎	I - 439
58- 8	傾斜ポテンシャル場における材料の挙動研究会	諸 住 正太郎	I - 475
58- 9	核融合炉におけるトリチウム増殖研究会	住 田 建 二	II - 1
58-10	核融合第一壁の機械設計研究会	秋 山 守	II - 89
58-11	重イオン慣性核融合のフィジビリティ検討作業	西 川 恭 治	II - 231
58-12	第一次3年計画研究成果報告会	内 田 岱二郎	II - 239
58-13	研究進展度(Δx)確認作業	内 田 岱二郎	II - 259
58-14	核融合プラズマの診断およびモデリングと原子過程に関するシンポジウム	百 田 弘	II - 263
58-15	トリチウムを用いるプラズマ壁相互作用—研究の現状と将来—	諸 住 正太郎	III - 1
58-16	第1班に関する研究計画の報告	諸 住 正太郎	III - 59
58-17	第2班	河 村 和 孝	III - 275
58-18	第3班	池 上 英 雄	III - 449
58-19	第4班	安河内 昂	IV - 1
58-20	第5班	住 田 建 二	IV - 247
58-21	第6班	渡 辺 建 二	IV - 367

目 次

まえがき	名古屋大学プラズマ研究所 天野 恕	1
第一回研究会分		
i) 熱量測定を利用したトリチウムの計量法	東京大学工学部 高橋 洋一	3
ii) 放射線測定原理に基づくトリチウムの計量	アロカ(株) 佐藤 博夫	9
iii) トリチウムのレーザー同位体分離	東京大学 理学部 巻出 義紘	18
iv) 蒸留法による水素同位体分離	名古屋大学工学部 山本 一良	29
v) 「トリチウム・ハンドリングに関する日米ワークショップ」の報告		
(a) TS TA 関係以外の米国側からの研究発表について ..	京都大学工学部 東 邦夫 ..	39
(b) TS TA 関係の研究発表について	九州大学工学部 西川 正史	53
第二回研究会分		
i) アイダホフォールズにおけるトリチウム研究 I	東京大学工学部 難波 隆司 ..	63
ii) アイダホフォールズにおけるトリチウム研究 II	名古屋大学プラズマ研究所 佐久間 洋一	71
iii) 熱拡散塔による水素同位体の分離	富山大学トリチウム科学センター 竹内 豊三郎	75
iv) 深冷蒸留法によるトリチウムの濃縮 東京工業大学原子炉工学研究所 北本 朝史	83	
v) 固体電解質によるT O の還元	原研トリチウム技術研究室 小西 哲之 ..	95
＝リサイクルモード大型トリチウム実験施設におけるトリチウムインベントリー＝		
vi) I S S (Isotope Separation System)におけるトリチウムインベントリー 東京大学工学部 田中 知 ..	105	
vii) Fueling におけるトリチウムインベントリー 大阪大学レーザー核融合研究センター 井澤 靖和	112	
viii) 処理処分系におけるトリチウムインベントリー - 2次閉じ込めシステム - 九州大学工学部 西川 正史	117	

目 次

I	はじめに	1
I	文 献	2
II	トリチウム	3
II	文 献	6
III	トリチウム取扱施設	7
III-A	アイソトープ取扱施設	7
III-A-1	施設の構成と基準	7
III-A-2	給排気設備	8
III-A-2-a	給排気設備の構成と空気の流れの制御	8
III-A-2-b	空気浄化装置	9
III-A-3	給排水設備	9
III-A-3-a	流しと排水管	9
III-A-3-b	給水管	9
III-A-3-c	貯留槽と希釈槽	9
III-A-4	表面仕上げ	10
III-B	トリチウムガス取扱施設	11
III-B-1	施設のデザイン	11
III-B-1-a	設計の目安	11
III-B-1-b	給排気設備	11
III-B-1-c	グローブボックス	12
III-B-1-d	貯蔵室及び貯蔵庫等	12
III-B-2	施設の使用法	13
III-B-2-a	給排気設備の運転	13
III-B-2-b	トリチウム濃度の測定	13
III-B-2-c	表面汚染の防止	13
III-B-2-d	各種施設の維持管理	13
III-B-2-e	使用装置材料及び設置場所	13
III-B-2-f	廃棄物	13
III-C	トリチウム水取扱施設	15

III-C-1	施設のデザイン	15
III-C-1-a	設計の目安	15
III-C-1-b	給排水設備	15
III-C-1-c	トリチウム水安全取扱用設備	15
III-C-2	施設の使用法	16
III-C-2-a	給排水設備の運転	16
III-C-2-b	放射線モニタリングの励行	17
III-C-2-c	表面汚染の防止	17
III-C-2-d	各種設備の維持管理	17
III	文 献	17
IV	トリチウム取扱い法	18
IV-A	トリチウムガス	18
IV-A-1	生 成	18
IV-A-2	トリチウムガス使用実験	19
IV-A-3	一時的貯蔵	23
IV-A-4	リサイクル	24
IV-A-5	実験後処理	24
IV-A-6	廃棄および廃棄用保存	26
IV-B	トリチウム水	27
IV-B-1	生 成	27
IV-B-2	トリチウム水使用実験	27
IV-B-3	一時的貯蔵	29
IV-B-4	リサイクル	30
IV-B-5	実験後処理	30
IV-B-6	廃棄及び廃棄用保存	32
IV	文 献	34
V	トリチウム取扱者の放射線管理	36
V-A	トリチウムガス	36
V-A-1	教育・訓練	36
V-A-2	防護服及び防護具	38
V-A-3	線量測定	38

V-A-4	被曝管理－室内モニタリング	39
V-A-5	人体取込まれ方	40
V-B	トリチウム水	41
V-B-1	教育・訓練	41
V-B-2	被曝管理－室内モニター	42
V-B-3	人体への取込み管理	43
V-B-3-a	取込まれ方	43
V-B-3-b	トリチウムの取込み量と被曝線量	44
V-B-4	体内よりのトリチウム除去法	44
V	文 献	45
VI	実験室（管理区域）内におけるトリチウム取扱時の異常事態対策	47
VI-A	事故等の定義	47
VI-B	予 防 対 策	48
VI-B-1	教育・訓練	48
VI-B-2	モニタリング	49
VI-B-3	トリチウム使用時における諸注意	49
VI-C	異常事態の規模と処置	50
VI-C-1	大規模の異常事態（小事故，事故）	50
VI-C-2	小規模の異常事態（異常）	50
VI-C-3	人体被曝についての処置	50
VI-D	緊急時用具の整備と保管	51
VII	トリチウム関係書及び綜説リスト	52
VIII	あ と が き	55
	トリチウムの理工学及び生物影響総合総括班リスト	56
	執筆者リスト	57
	協力者，レヴューアーリスト	58
VII	APPENDICES	別冊
	APPENDIX I-1 放射性同位元素取扱いの一般ルールについて	

APPENDIX	I-2	トリチウム取扱い施設におけるトリチウムの 許容濃度限度について
APPENDIX	II-1	トリチウムの物理的・化学的性質
APPENDIX	II-2	トリチウムの放射能特性
APPENDIX	II-3	放射線・放射能の単位
APPENDIX	III-1	富山大学トリチウム科学センター（TRC）の放射線 施設及び配置
APPENDIX	III-2	TRCの給排気設備
APPENDIX	III-3	グローブボックス
APPENDIX	III-4	トリチウム安全クリーンキャビネット（東大式）の概要
APPENDIX	IV	トリチウムガスおよびトリチウム化メタンの触媒 酸化速度について
APPENDIX	V-1	外気と平衡状態下の肺内HTによる線量当量率とその動態
APPENDIX	V-2	HT及びHTOの線量当量及び預託線量当量
APPENDIX	V-3	国際放射線防護委員会（ICRP）の在来の放射性同位元素の 最大許容濃度の概念破棄にかはる新しい年摂取限度（ALI） と誘導空気中濃度（DAC）定義及びトリチウム水とトリチ ウムガスの価の求め方
APPENDIX	V-4	我が国，米国，ICRPのトリチウム許容濃度限度の比較
APPENDIX	VI	人のトリチウム汚染被曝例

第4回若手核融合研究会報告集

目 次

まえがき

全 体 会：《レヴェュー》

1. 磁場閉じ込め核融合研究の現状と課題
百 田 弘 (プラズマ研) 1
2. 慣性核融合研究の現状と課題
中 井 貞 雄 (阪大レーザー) 8
3. 核融合炉材料研究の現状と課題
蔵 元 英 一 (九大応力研) 12
4. 核融合炉材料研究の現状と課題：Ⅱ (セラミックスの立場から)
岩 本 信 也 (阪大溶接研) 16
5. 中性子工学の現状と課題
高 橋 亮 人 (阪大工) 22
6. 熱工学の研究の現状と課題
秋 山 守 (東大工) 26
7. 超電導マグネットの研究の現状と課題
岩 本 雅 民 (三菱電機) 30
8. トリチウム理工学研究の現状と課題
西 川 正 史 (九大工) 35

第一分科会：《核融合炉材料工学》

- I-1. 照射によるマイクロ組織の変化
菱 沼 章 道 (原 研) 39
- I-2. ボイドスウェリングにおよぼすパルス照射効果
宮 原 一 哉 (東大工) 40
- I-3. イオン注入された重水素の欠陥との相互作用
古 山 雄 一 (阪大工) 41

I-4. ステンレス鋼のイオン照射損傷	
有賀 武夫 (原 研)	42
I-5. 照射環境下での炉材料合金組成変化と相安定性	
高橋 平七郎 (北大工)	43
I-6. FIM及びアトム・プローブによる照射損傷の直接観察	
佐東 信司 (東大工)	45
I-7. タンデム加速器による照射シミュレーション	
佃 昇 (九大応力研)	46
I-8. アルミ合金の超高真空装置	
石丸 肇 (高エネ研)	47
I-9. 第一壁材料としてのTiC表面諸特性	
毛利 衛 (北大工)	48
I-10. SiCの中性子照射効果	
丸山 忠司 (東工大原子炉研)	49
I-11. 低Z材料表面被覆に関連して——下地との相互作用——	
四竈 樹男 (金材研)	50
I-12. プラズマ溶射法による表面被覆	
遠藤 茂樹 (阪大溶研)	51
I-13. 核融合炉第一壁強度の破壊力学的解析	
三好 俊郎 (東大工)	52
I-14. SUS316の照射腐食に対する応力の影響	
平尾 桂一 (阪大工)	53
I-15. 照射下クリープについて	
永川 城正 (金材研)	54
I-16. 焼結条件の違いによるセラミックスのスパッタリング放出率とその角度依存の測定	
北条 喜一 (原 研)	55

第二分科会：《トリチウム理工学》

II-1. 原研におけるトリチウム取り扱い研究の現状と建設中の実験研究施設について	
成瀬 雄二 (原 研)	57
II-2. リチウム材料中に生成するトリチウムの化学挙動	
工藤 博司 (原 研)	58

Ⅱ-3.	R計画におけるトリチウム研究	
	佐久間 洋一 (プラズマ研)	60
Ⅱ-4.	慣性核融合における三重水素取り扱い技術	
	乗松 孝好 (阪大)	61
Ⅱ-5.	ステンレス鋼中のトリチウムの挙動	
	飯島 嘉明 (東北大工)	62
Ⅱ-6.	トリチウムの増殖研究について	
	大平 茂 (東工大総理工)	63
Ⅱ-7.	トリチウムライン・クライオ真空ポンプについて	
	古藤 健司 (九大工)	64
Ⅱ-8.	蒸留法によるトリチウム同位体分離	
	蒲 彰 (名大工)	65

第三分科会：《炉心プラズマ制御》

Ⅲ-1.	イオン種を選択を持つパルスイオン源	
	高橋 努 (東工大総理工)	67
Ⅲ-2.	軽イオンビーム輸送用プラズマチャネルのレーザー始動	
	田村 英樹 (東工大総理工)	68
Ⅲ-3.	軽イオン慣性核融合	
	川田 重夫 (東工大総理工)	69
Ⅲ-4.	軽イオンビームによる慣性核融合	
	今崎 一夫 (阪大レーザー)	70
Ⅲ-5.	軸対称化タンデムミラー“ガンマ10”実験の現状	
	犬竹 正明 (筑波大プラズマ)	71
Ⅲ-6.	RFC-XX実験	
	岡村 昇一 (プラズマ研)	72
Ⅲ-7.	ヘリオトロン-E実験	
	須藤 滋 (京大ヘリオトロン)	73
Ⅲ-8.	強磁性体壁による閉じ込め磁場の形成	
	小森 彰夫 (東北大工)	74
Ⅲ-9.	バンピートーラス実験	
	井口 春和 (プラズマ研)	75

Ⅲ-10. TRIAM-1における乱流加熱とTRIAM-1 M計画	
田中雅慶（九大応力研）	76
Ⅲ-11. WT-2トカマクのRF電流駆動	
中村正彦（京大理）	77
Ⅲ-12. JFT-2 M実験	
森雅博（原研）	78
Ⅲ-13. RFP実験について	
平野洋一（電総研）	80
Ⅲ-14. 同軸プラズマガンによるコンパクトトーラス実験	
永田正義（阪大工）	84
Ⅲ-15. 短波長レーザー光照射実験	
小山和義（電総研）	85
Ⅲ-16. ガラスレーザー激光M11号による爆縮と診断	
北川米喜（阪大レーザー）	86
Ⅲ-17. レーザー核融合理論	
高部英明（阪大レーザー）	87
第四分科会：《超電導マグネット》	
Ⅳ-1. 大型トカマク型核融合炉用パルスマグネット	
大西利只（電総研）	89
Ⅳ-2. TMC-1（ Nb_3Sn -10 Tコイル）の実験結果	
西正孝（原研）	90
Ⅳ-3. 高磁場マグネット	
渡辺和雄（東北大金研）	91
Ⅳ-4. 高磁界用超電導材料の現状	
井上廉（金材研）	92
Ⅳ-5. 内部拡散型 in situ Nb_3Sn 線を用いた double stuck 多芯線	
明永康範（九大工）	93
Ⅳ-6. 極低温用構造材料の最近の成果	
中嶋秀夫（原研）	94

第五分科会：《ブランケット（中性子）》

- V-1. D-T中性子照射によるタイプ316ステンレス鋼中の誘動放射能の実験
池田 裕二郎（原 研） 95
- V-2. 核融合炉材二重微分断面積の測定
山本 淳治（阪大工） 96
- V-3. 核融合炉ブランケット材における核設計パラメータの実験的評価に伴う不確定性
井口 哲夫（東大工） 97
- V-4. ブランケット模擬実験におけるトリチウム生成率分布の測定と問題点
前川 洋（原 研） 98
- V-5. カーボンセラミックの小球を使用した核融合炉の遮蔽概念について
辻 龍介（阪大レーザー） 99
- V-6. 核融合炉の遮蔽について——コードの現状と今後の課題——
橋倉 宏行（東大工原施） 100

第五分科会：《ブランケット（熱）》

- V-7. 磁気閉じ込め核融合炉における熱工学の問題（I）——第1壁の水冷却とガス冷却——
関 昌弘（原 研） 101
- V-8. 磁気閉じ込め核融合炉における熱工学の問題（II）——液体金属Li冷却——
宮崎 慶次（阪大工） 102
- V-9. 慣性核融合炉における熱工学の問題
北村 健三（豊橋技科大） 103
- V-10. 高熱負荷除去に関する話題
黒川 政秋（東北大工） 104

第六分科会：《14 MeV中性子をめぐっての話題》

- VI-1. RTNS-IIによる計測関係材料照射試験
飯田 敏行（阪大工） 105
- VI-2. 金属材料の14 MeV中性子による組織変化
吉田 直亮（九大応力研） 106
- VI-3. RTNS-IIを用いた核融合炉材料の機械的性質の評価
松井 秀樹（東北大金研） 107

Ⅵ-4.	RTNS-Ⅱによる超電導材料低温照射実験	
	岡田 東一 (阪大産研)	108
Ⅵ-5.	セラミックスの照射損傷	
	木下 智見 (九大工)	109
Ⅵ-6.	大型回転トリチウムターゲットの改善	
	柳 忠 (阪大工)	110
ま と め	百田 弘 (プラズマ研)	111
付 録：1	第4回若手核融合研究集会実行委員名簿、 ディスカッションリーダー一覧表	113
付 録：2	第4回若手核融合研究集会プログラム	115
付 録：3	第4回若手核融合研究集会参加者名簿	121

昭和58年度 エネルギー特別研究（核融合）総合総括班事業
「共同研究の推進」

共同研究課題	研究者	所属・職	氏名
ヘリオトロンEにおけるプラズマ壁相互作用の研究	北海道大学工学部	教授	山科俊郎
トリチウム標識核酸塩基の β 壊変にともなう化学的効果の研究	大阪府立放射線中央研究所	主任研究員	朝野武美
タンデムミラーにおける高ベータアンカーの形成（放電洗浄の実施と効果の評価）	理化学研究所	副主任研究員	坂本雄一
タンデムミラーによる高ベータアンカーの形成（赤外二波長レーザー干渉計によるアンカー部密度分布測定）	東京商船大学商船学部	助教授	安田明生
高温電子生成と電位制御・トモグラフィー法による軟X線二次元放射分布の測定	東京大学理学部	教授	宮本健郎
開放端プラズマにおける微視的諸特性の解明	広島大学核融合理論研究センター	助教授	渡辺二太
レーザー誘起蛍光法によるヘリオトロンEプラズマの診断	広島大学工学部	教授	尾田年充
ミリ波散計測法によるLHW及びICWの伝播と波動加熱効率の検討	福井大学工学部	助教授	出原敏孝
多重高分子バルーンの開発	近畿大学理学部	教授	久保宇市
大型KDP単結晶素子のレーザー損傷閾値向上に関する研究	山梨大学工学部	助教授	霜村攻
Pb-Mo-Sシェブレル相超伝導の高磁界特性	長岡技術科学大学	教授	小保虎之助
Nb ₃ Sn超伝導線の高磁場での臨界電流の測定	日本大学理工学部	教授	安河内昂
強14MeV中性子源のスカイシャイン測定	東京大学原子核研究所	助教授	中村尚司
中性金属原子ビームの電子衝突による極端紫外発光断面積測定	関西医科大学	教授	岩井録二
電子イオン衝突による励起と電離断面積測定	東京都立大学	助教授	小林信夫

目 次

序	東北大・ 金 研	諸 住 正太郎	
第 1 章 第一壁内の肉厚方向における温度分布とそれに伴う 材料中の熱応力			1
	東大・工 秋 山 守 筑波大・ 構 造 成 合 英 樹 原 研 関 昌 弘	東工大・ 原子炉研 井 上 晃 東大・工 宮 健 三	
第 2 章 温度勾配下の材料における水素同位体の再分布と透過			27
	九大・工 古 屋 広 高 阪大・工 田 辺 哲 朗	九大・工 杉 崎 昌 弘 東北大・ 金 研 中 嶋 英 雄	
第 3 章 照射下または温度勾配下における照射欠陥および組成 分布の変化			67
	北大・工 竹 山 太 郎 北大・工 高 橋 平七郎 原 研 白 石 健 介 東大・工 室 賀 健 夫	北大・工 桐 谷 道 雄 北大・工 大 貫 惣 明 東大・工 香 山 晃 日 立 加 藤 隆 彦	
第 4 章 プラズマ壁相互作用における表面と表面下との関連			91
	名大・ プラ 研 宮 原 昭 名大・工 伊 藤 憲 昭 北大・工 山 科 俊 郎	名大・ プラ 研 鎌 田 耕 治 名大・工 森 田 健 治	
第 5 章 温度勾配下および温度急変下におけるセラミックス材料 の挙動			111
	東工大・ 原子炉研 井 関 孝 善 東北大・ 金 研 新 原 皓 一	阪大・工 孫 鳳 根	