

目 次

まえがき

「トリチウム化学」研究専門委員会名簿・執筆担当者名簿・報告書作成世話人名簿	1
第1章 序 論	5
第2章 基本的データ	7
2・1節 核データ	7
2・2節 単 位	10
2・3節 保健物理的データ	11
第3章 トリチウムの基礎化学	19
3・1節 トリチウム化合物の壊変分解	19
3・1・1 チャージスペクトロメトリーとトリチウム壊変の化学的効果の解明	19
3・1・2 トリチウム壊変による生成イオンの基礎理論	20
3・1・3 トリチウム壊変によるフラグメント・イオンの分布	23
3・1・4 生化学的化合物におけるトリチウム壊変の影響	24
3・2節 トリチウムの物理・化学的挙動	26
3・2・1 トリチウムの物理・化学的性質と同位体効果	26
3・2・2 熱力学的同位体効果の算定	32
(1) 計算方法	33
(2) 計算例	33
(3) 問題点等	38
3・2・3 トリチウムの反応性	39
(1) 熱エネルギートリチウム	39
(2) 高エネルギートリチウム（ホットT）の反応	41
(3) 凝縮相でのホットトリチウムの反応	44
3・3節 トリチウムの交換・変換反応	49
3・3・1 トリチウムの交換反応	49
(1) 無機系の交換反応	49
(2) 主として有機系の交換反応	53
3・3・2 トリチウムのトリチウム水への変換	59
(1) トリチウムガスのトリチウム水への変換率	59
(2) トリチウムガスのトリチウム水への変換反応機構	61
(3) トリチウムガスのトリチウム水への変換率の低減化	63
(4) 今後の研究課題	63
3・3・3 金属表面でのトリチウムの挙動	65

(1)	H ₂ , D ₂ および T ₂ の化学吸着	65
(2)	水素同位体の内部溶解	67
(3)	シリカ, アルミナの水酸基との交換	69
(4)	金属上での移行反応	71
(5)	オートラジオグラフィ法によるトリチウムの探索	73
3・4 節	トリチウムの有機化学的挙動	77
3・4・1	トリチウム標識化合物合成での同位体交換反応の応用	78
(1)	気体接触法 (Wilzbach 法)	78
(2)	溶液中での同位体交換反応	79
(3)	立体特異的合成	79
3・4・2	トレーサー利用における同位体効果	80
3・4・3	トリチウム標識化合物の貯蔵と放射線自己分解	80
(1)	核壊変による分解	80
(2)	β 線による分解	81
(3)	2 次放射線分解	81
3・4・4	トリチウムを用いた有機化学反応の研究	82
(1)	反跳トリチウムを用いた反応	82
(2)	トリチウムの壊変を用いた反応	83
第 4 章	トリチウムと金属	86
4・1 節	T (H, D) - 金属系の物理化学	86
4・1・1	金属水素化合物	86
(1)	金属水素化合物の熱力学	86
(2)	金属水素化合物の同位体効果	90
4・1・2	U - (H, D, T) 系	93
(1)	UH ₃ の結晶構造	94
(2)	UH ₃ の平衡解離圧	95
(3)	混合水素化物の熱力学	97
(4)	生成エントロピーと生成熱	98
(5)	その他の性質	100
4・1・3	Li - (H, D, T) 系	101
(1)	平衡圧	102
(2)	溶解度	104
(3)	($\alpha + \beta$) 相領域の平衡解離圧	105
(4)	熱力学的データ	107
(5)	吸収, 拡散速度	107
4・2 節	T (H, D) の金属内挙動	110
4・2・1	基礎的挙動	110
(1)	金属中の水素の挙動	110

(2) 金属中の水素挙動と質量効果	114
4・2・2 吸収・放出挙動	117
(1) 吸収・放出の基本過程	118
(2) 吸収・放出挙動の例	122
4・2・3 拡散・透過挙動	127
(1) 金属中の水素透過と表面効果	127
(2) 高融点金属材料の水素透過	131
(3) 鉄またはニッケル基耐熱合金の水素透過	141
4・2・4 照射化における挙動	148
第5章 トリチウムとセラミックス, その他	157
5・1節 リチウムセラミックスにおけるトリチウム挙動	157
5・1・1 リチウムセラミックスとブランケット	157
5・1・2 リチウムセラミックスにおけるトリチウムの一生	158
5・1・3 反跳	159
5・1・4 ノックアウトトリチウム	159
5・1・5 生成トリチウムによる照射損傷	159
5・1・6 リチウムセラミックス中の静止トリチウム	160
5・1・7 β 崩壊による発熱とX線	161
5・1・8 温度に依存するトリチウム放出	161
5・2節 その他のセラミックスにおけるトリチウムの挙動	164
5・2・1 酸化物材料	164
(1) 酸化ベリリウム (ベリリヤ, BeO)	164
(2) 酸化チタン (ルチル, TiO_2)	165
(3) 酸化アルミニウム (アルミナ, Al_2O_3)	165
(4) 二酸化ウラン (UO_2)	167
(5) その他酸化物中におけるトリチウムの挙動	168
5・2・2 炭化物材料	169
(1) 炭化ケイ素 (SiC)	169
(2) 炭化ホウ素 (B_4C)および炭化チタン (TiC)	170
5・2・3 炭素材料	170
5・2・4 チッ化物およびホウ化物材料	172
5・3節 熔融塩炉におけるトリチウムの挙動およびトリチウム生産への応用	175
5・3・1 熔融塩炉中のトリチウムの挙動	175
5・3・2 熔融塩炉とトリチウム生産	177
5・3・3 熔融塩中の水素 (T) の溶解度	177
5・3・4 MSBR冷却材塩 $\text{NaF} - \text{BeF}_4$ 中のトリチウムの挙動	178
第6章 トリチウムの測定及び安全取扱	182
6・1節 はじめ	182

6・2節	前処理, 試料調製	183
6・2・1	固体の処理	183
6・2・2	液体の気体化	183
6・2・3	気体の液体化	184
6・3節	電離箱	184
6・3・1	原理	184
6・3・2	構造	184
6・3・3	応用	185
6・4節	内部充填式気体計数管	185
6・4・1	原理	185
6・4・2	構造	185
6・4・3	応用	186
6・5節	液体シンチレーション計数器	187
6・5・1	原理	187
6・5・2	構造	187
6・5・3	応用	188
6・6節	実時間 real time測定	191
6・6・1	液体の流れ	191
6・6・2	気体の流れ	191
6・7節	その他の測定法	192
6・7・1	制動放射 Bremsstrahlung	192
6・7・2	質量分析法	192
6・7・3	ガスクロマトグラフィー GC	192
6・7・4	赤外分析 IR	193
6・7・5	核磁気共鳴 NMR	193
6・8節	標準化と校正	193
6・9節	トリチウムの安全取扱	195
6・9・1	最大許容濃度MPC及び年摂取限度ALI	195
6・9・2	モニタリング	197
第7章	水素同位体分離・濃縮	204
7・1節	序	204
7・2節	重水製造法	204
7・2・1	稼動中の重水プラント	204
(1)	プラントの構成	206
(2)	水電解法	206
(3)	GS法 (H ₂ S/H ₂ O二重温度交換法)	206
(4)	アンモニア法 (NH ₃ /H ₂ 交換法)	206
7・2・2	水-水素交換反応法	206

(1) 原理	206
(2) 触媒	207
(3) プロセスの種類	207
(4) 本プロセスの適用対象	207
(5) 研究開発	208
7・3節 トリチウム分離・濃縮法	208
7・3・1 トリチウム分離・濃縮法の特徴と研究開発の重要性	208
7・3・2 目的とプロセスとの関係	210
(1) トリチウム生産プロセス	210
(2) 核融合炉燃料ガス循環システム	210
(3) ブランケットからトリチウム回収システム	215
(4) トリチウム除去システム	215
7・4節 各論	215
7・4・1 水蒸留法	215
(1) 平衡分離係数	216
(2) 蒸留塔	216
7・4・2 深冷分離法	218
7・4・3 熱拡散法	220
(1) トリチウム濃縮法の特徴	220
(2) 熱拡散法の原理及び特徴	220
(3) 多成分系の塔定数	222
(4) 熱拡散法の技術的問題点	223
7・4・4 金属膜透過法	223
7・4・5 金属-水素化合物	225
7・4・6 レーザー法	227
7・4・7 黒鉛層間化合物	229
第8章 トリチウムの製造と貯蔵	231
8・1節 トリチウムの製造	231
8・1・1 製造の歴史的経過と現状	231
8・1・2 リチウム化合物をターゲットとする製造の実際	232
8・2節 トリチウムの貯蔵	235
8・2・1 金属トリチウム化物と密封容器	235
8・2・2 金属トリチウム化物による貯蔵の実際	237
第9章 トリチウムの取扱施設	242
9・1節 海外におけるトリチウム取扱施設の現状	242
9・1・1 米国における代表的なトリチウム取扱施設	242
(1) Sandia Laboratory	242
(2) Los Alamos Scientific Laboratory	243

9・2節	日本原子力研究所のトリチウム分離捕集試験装置	246
9・3節	九州大学トリチウム実験室	250
9・3・1	トリチウム実験室雰囲気浄化装置	250
9・3・2	現在研究中のテーマ	251
9・3・3	研究成果	251
9・3・4	トリチウム研究会	252
9・3・5	その他主要設備	252
9・3・6	実験室の管理	253
9・4節	大阪大学強力中性子工学実験装置	254
9・4・1	装置の概要	254
9・4・2	トリチウム回収系	255
(1)	TRS - 1	255
(2)	TRS - 2	256
9・4・3	トリチウムのモニタリング	257
(1)	ガス分析	257
(2)	放射能測定	257
9・5節	東京工業大学放射性同位元素実験室	258
9・5・1	設備および取扱い量(現状)	259
9・5・2	管理・運営等	259
9・5・3	改造後の状態	259
9・6節	富山大学トリチウム科学センター	260
9・6・1	設立の経緯	260
9・6・2	設立の目的	260
9・6・3	研究内容	262
9・6・4	安全対策	262
(1)	管理区域への出入	262
(2)	排気設備およびトリチウム除去設備	262
(3)	排水設備	262
(4)	貯蔵設備	263
(5)	高レベル実験室	263
9・7節	東京大学工学部附属原子力工学研究施設トリチウム実験室	264
9・8節	放医研における生物用実験装置	266
9・9節	シンロイヒ(株)RI研究所のトリチウム取扱いシステム	267
第10章	その他	270

