

目 次

まえがき	編集委員一同	i
1 総 論	本田 雅徳	1
1 元素と同位体		1
2 安定な同位体		2
3 忘れられた原子量		4
4 同位体をはかる方法		5
5 同位体をつくる方法		8
2 核の世界	三雲 昂	11
1 核の世界の鳥瞰		11
1.1 核の世界と世界地図		11
1.2 安定核種		13
1.3 β 安定曲線—Heisenberg の谷		14
1.4 核の世界の果て		14
2 核の(不)安定性と懐変		15
2.1 核の質量と結合エネルギー		15
2.2 核力と核の安定性		16
2.3 質量の単位		19
2.4 核の崩壊とエネルギー関係式		19
2.4.1 α 崩壊		19
2.4.2 β 崩壊		20
2.4.3 自発核分裂		22
2.5 半実験的質量公式(Weizsäcker-Bethe)		22
2.6 その他の質量公式		24
3 不安定核種の探求		25
3.1 安定領域から遠く離れた核種 NFFSL の生成法		25
3.2 超フェルミウム元素		26
3.3 超重核の探求		27
3.3.1 天然の超重核		27
3.3.2 超重核の人工生成		28
4 重イオン核反応による不安定核種生成		28
4.1 重イオン核反応の重要因子		29
4.1.1 Coulomb 障壁		29
4.1.2 反応の Q 値としきい値		29
4.1.3 核反応断面積		29
4.2 重イオン核反応機構		29
4.3 重イオン核反応による SHE の生成		31
4.4 重イオン深部弾性核反応による不安定 核種の生成		32
4.5 重イオン融合反応による NFFSL の生 成		34
4.6 重イオン核反応生成物の識別		34
5 まとめ		36
文 献		37
3 核と電子系の相互作用		39
1 核構造と電子系の相互作用	池田龍一, 中村大雄	40
1 殻モデル		40
2 核磁気モーメント電子系の作用		42
3 核四極モーメント電子系の相互作用		44
4 トリチウムの核磁気共鳴		46
5 核二重共鳴法による NQR の測定		46
文 献		48
2 核過程と電子系の相互作用	吉原 賢二	50
1 化学形による半減期の変化		50
2 内部転換電子スペクトルに対する化		

学的影響	52	5 摂動角相関(PAC)と化学状態	56
3 電子捕獲とX線強度比	54	6 メスバウアー分光法と核共鳴蛍光法	61
4 イオン衝撃によるX線発生と化学シフト	55	7 電子遷移による核励起過程 NEET	61
		文献	63
4 化学反応および平衡における同位体効果	65		
1 反応過程における同位体効果	66	安盛 岩雄	66
1 動的同位体効果の解析と評価	66	2.1 プロトン移行反応	72
1.1 結合エネルギーおよび活性化エネルギーの変化	66	2.2 水素とハロゲンの反応	73
1.2 活性錯体理論による動的同位体効果の評価	67	2.3 水素の吸着過程	74
1.3 Bigeleisen の近似式	69	2.4 重い同位体元素による同位体効果	75
1.4 同位体効果の温度変化	69	3 複雑反応における同位体効果	76
1.5 透過係数	70	3.1 同位体交換反応と McKay 則	76
2 素反応における同位体効果	71	3.2 反応の微細構造による同位体分布と機構の解析	77
		文献	78
2 平衡における同位体効果	79	酒井 均	79
1 同位体分子間の交換平衡	79	定	83
2 同位体交換平衡定数と同位体分配係数	80	5.1 気体分子と溶存イオン	83
3 同位体分配係数の理論	80	5.2 結晶物質の同位体効果の計算	85
4 同位体分配係数の圧力依存性	83	5.3 各種鉱物間の同位体分配係数の実験的測定	86
5 同位体効果の理論的推定の実験的測定	83	文献	89
5 同位体交換反応	91		
1 均一相同位体交換反応	92	斎藤一夫, 稲本直樹	92
1 均一相における同位体交換	92	中間体	96
2 同位体交換の反応速度論	93	3.3.4 アレーンジアゾニウム塩における分子内および分子間窒素交換反応	96
3 化学研究への応用	93	3.4 反応の立体選択性研究への応用	97
3.1 構造決定への応用	94	3.4.1 平面四角形白金(II)錯体におけるオレフィンの置換	97
3.2 標識化合物の合成方法としての応用	94	3.4.2 カルボアニオンを経る水素-重水素交換反応の立体化学	98
3.3 化合物の反応性および反応機構の研究	94	3.4.3 有機水銀化合物における水銀交換反応と立体化学	98
3.3.1 トリス(アセチルアセトナト)ゲルマニウム(IV)イオンの配位子交換	94	文献	99
3.3.2 種々の中心イオンをもつ錯体の置換反応性	95		
3.3.3 シアノアジドの反応における反応	95		
2 気相反応における同位体効果	101	佐藤 伸	101
1 反応機構研究への同位体の利用	101	2.2 sec-ブチルラジカルの分解	103
2 同位体効果の数例	101	2.3 メタノールのカドミウム光増感反応	104
2.1 水素原子の二重結合への付加	101	2.4 クリプトンイオンの水素引き抜き反応	105

3 トンネル効果	105	文献	106
3 固体触媒による交換反応		尾崎 萃	107
1 はじめに	107	3.6 CO ₂ の交換反応	113
2 交換反応の解析	107	3.7 H ₂ O-D ₂ 交換	114
2.1 反応の理論	107	3.8 OH-D ₂ 交換	114
2.2 反応速度の決定	108	3.9 炭化水素-D ₂ 交換	114
2.3 交換反応の解析	109	3.9.1 金属触媒による交換	114
3 交換反応の機構	110	3.9.2 金属酸化物触媒による交換	115
3.1 H ₂ -D ₂ 交換反応	110	3.10 炭化水素-D ₂ Oの交換	116
3.2 ¹⁸ O ₂ - ¹⁶ O ₂ 交換	111	3.11 交換反応中間体	116
3.3 ¹⁴ N ₂ - ¹⁵ N ₂ 交換	112	3.12 反応中の平衡化反応	117
3.4 NOの交換反応	113	3.13 反応中の触媒固体内部原子との交換	117
3.5 COの交換反応	113	文献	118
4 錯体触媒を用いるH-D交換反応		山本 隆一	120
1 飽和炭素に結合しているHのH-D交換	120	交換	124
2 不飽和炭素に結合しているHのH-D交換	123	4 配位子におけるH-D交換	125
3 芳香族炭素に結合しているHのH-D交換	123	5 O-H, N-H, M-HのH-D交換	125
6 ホットアトム化学および放射線化学と同位体		文献	126
1 ホットアトム化学反応における同位体効果		立川円造, 松浦辰男	130
1 はじめに	130	2.6.2 フッ素	141
2 気相のホットアトム化学反応における同位体効果	131	2.6.3 ヨウ素	142
2.1 ホットアトムの反応と同位体効果	131	3 凝縮相のホットアトム化学反応における同位体効果	142
2.2 反応物質同位体効果	131	3.1 Zn, Br, Zr, Hfの同位体効果	143
2.2.1 反応性同位体効果	132	3.1.1 亜鉛と反跳エネルギー効果	143
2.2.2 モデレーター同位体効果	132	3.1.2 臭素と核異性体効果	145
2.2.3 平均反応エネルギー同位体効果	132	3.1.3 Zr, Hfと核スピン効果	147
2.3 反跳トリチウムの同位体効果	133	3.2 その他の元素における同位体効果	147
2.3.1 水素引き抜き反応	135	3.2.1 塩素およびヨウ素	147
2.3.2 置換反応	135	3.2.2 クロム	148
2.3.3 置換生成物の分解反応	135	3.2.3 鉄	148
2.4 光分解により生じたホット水素の反応同位体効果	136	3.2.4 コバルト	148
2.5 同位体効果からみたホットアトム反応のモデル	137	3.2.5 ゲルマニウム	149
2.5.1 水素引き抜き反応	137	3.2.6 ヒ素	149
2.5.2 置換反応	138	3.2.7 モリブデン	149
2.6 ハロゲン原子の同位体効果	139	3.2.8 ルテニウム	149
2.6.1 臭素と原子核反応形式への依存性	139	3.2.9 パラジウム	149
		3.2.10 アンチモン	149
		3.2.11 テルル	150

3.2.12 レニウム	150	3.2.15 水銀	150
3.2.13 イリジウム	150	3.2.16 鉛	150
3.2.14 白金	150	文献	151
2 放射線化学と同位体		篠野 嘉彦 154	
1 線源としての同位体	154	2.2.1 炭化水素の放射線分解における イオン機構	159
1.1 線源	154	2.2.2 炭化水素の放射線分解における 水素の生成機構	160
1.1.1 α 線源	155	2.2.3 ESR 測定における利用	161
1.1.2 β 線源	155	2.2.4 W 値測定への応用	161
1.1.3 γ 線源	155	3 素過程の同位体効果	162
1.2 放射線作用の基礎過程	156	文献	163
2 同位体利用による反応機構の解析	157	7 同位体分離	
2.1 放射性同位体	157	岡田 勲 165	
2.2 安定同位体	159	1 はじめに	165
7 同位体分離		2 個別的分離法	166
		2.1 電磁分離法	166
		2.2 レーザー分離法	166
		2.2.1 LISの原理	166
		2.2.2 ^{235}U の分離	171
		3 統計的分離法	172
		3.1 化学交換法	172
		3.2 イオン交換法	174
		3.3 電気泳動法	177
		3.3.1 水溶液系	177
		3.3.2 熔融塩系	178
		4 水素同位体の分離	179
		4.1 重水の製造	180
		4.1.1 蒸留法	180
		4.1.2 化学交換法	180
		4.1.3 プロセスの比較	182
		4.2 トリチウムの除去	183
		文献	184
8 生化学と同位体		香川 靖雄 189	
1 生化学と同位体	189	2.8 同位体希釈法	203
1.1 生化学における同位体の利用	189	3 同位体による生体内物質分布の観測	204
1.2 医学および生物学における同位体利用 の現状	189	3.1 シンチスキャンニングとその核種	204
2 同位体による生体物質の定量	193	3.2 吸収および排泄試験	206
2.1 ラジオイムノアッセイ	193	3.3 物質輸送系の単離と再構成	207
2.2 蛋白質の標識法	196	3.4 オートラジオグラフ	208
2.2.1 化学的アセチル化による標識法	197	4 同位体による代謝の研究	209
2.3 抗原と検体の結合物を分離する方法	198	4.1 生体物質の構成元素	209
2.4 ラジオレセプターアッセイ	199	4.2 生体元素の存在量と物質交代	210
2.5 インシュリンの定量	200	4.3 代謝回転	211
2.6 その他のラジオアッセイ	202	4.4 代謝経路の研究	213
2.7 その他の微量定量法	203	4.5 生体高分子の構造研究	215
		文献	215
9 太陽系・地球物質と同位体		217	
1 原子太陽系星雲の同位体化学	小沼 直樹 218		

1 はじめに	218	7 安定同位体組成の意義	225
2 始原惑星物質—隕石	218	8 惑星物質の酸素同位体組成	226
3 放射性同位体時計	220	9 炭素質コンドライトの起源	228
4 惑星物質の固化年代	220	10 原始太陽系星雲の温度分布	230
5 超新星爆発と消滅核種	222	文 献	231
6 原子太陽系星雲の進化	223		
2 地球における始原物質の同位体による探究		松尾 禎士	233
1 はじめに	233	2.3 希ガ, とくにアルゴンと地球大気の 進化	240
2 地球の始原物質の探究	234	3 おわりに	243
2.1 始原水(処女水)	235	文 献	244
2.2 始原ヘリウム	238		
10 最近の話題			247
1 オクロ現象		黒田 和夫	248
2 超重元素		馬淵 久夫	253
1 安定度の“島”	253	3.2 消滅核種の探索	256
2 加速器による合成の試み	253	3.3 宇宙線成分の探索	257
3 自然界での探索	254	4 まとめ	258
3.1 残存元素の探索	254		
3 励起標識		野崎 正	260
1 励起標識とは	260	3.1 親核の製造法と標識法	261
2 励起標識の特色	260	3.2 実験結果	262
3 放射性ヨウ素と臭素による励起標識	261	4 他の核種による励起標識	264
4 同位体交換分析法		池田 長生	265
1 放射分析における同位体交換分析法 の位置づけ	265	3.4 非平衡交換法	269
2 同位体交換分析法の歴史	265	4 同位体交換分析法の応用	270
3 同位体交換分析法の原理	266	4.1 環境放射能分析への応用	270
3.1 直接交換法	266	4.2 放射化分析への応用	270
3.2 逆交換法	267	4.3 有機ヨウ素化合物の元素分析への応用	271
3.3 二重交換法	268	5 同位体交換分析法のこれからの展望	271