

目 次

第 1 章	反強磁性の概要, スピン構造, 磁気転移温度	1
1.1	磁性体の分類	1
1.2	反強磁性スピン構造	4
1.3	有効交換積分とネール温度	8
第 2 章	Cr 金属および希薄合金の反強磁性	13
2.1	純 Cr の磁気物性とスピン密度波	13
2.2	スピン密度波と歪み波	16
2.3	Cr 基希薄合金のネール温度の変化と磁気相図	17
2.4	Cr 基希薄合金の磁気体積効果—インバー効果—	21
2.5	Cr の内部歪みと磁気状態, 磁区サイズ	24
2.6	その他の注目される物性	25
2.6.1	C-W 則とスピングラス状態の共存	25
2.6.2	Cr 合金の反強磁性と超伝導状態の共存	26
2.6.3	Cr _{100-x} V _x 合金の量子臨界現象	27
2.7	試料の品位と磁気特性	28
第 3 章	Cr の薄膜, 多層膜, 微粒子, クラスターの磁性	31
3.1	Cr のネール温度の膜厚依存性および SDW の周期性	31
3.2	Cr 膜の磁気状態と引張り歪みおよび格子の乱れの関係	32
3.3	界面と SDW および磁区	33
3.4	近接効果と磁気相図	35
3.5	化学吸着水素の磁性への影響 —Cr _{100-x} V _x —	37
3.6	ウェッジ膜とスピンスリップ	38
3.7	メスバウアー効果による Cr 人工格子膜の磁気構造解析	40
3.8	スピバルブ膜としての Cr 合金膜	41
3.9	表面磁性	42

3.10 Cr クラスターの磁性	44
第4章 Mn 金属・合金，薄膜，クラスターの反強磁性	47
4.1 Mn の結晶形態	47
4.2 α -Mn およびその合金の反強磁性	48
4.3 β -Mn およびその合金の反強磁性	50
4.4 β -Mn 合金の低温比熱と SCR 理論	52
4.5 常磁性 β -Mn 合金の熱膨張とスピン揺らぎ	53
4.6 γ -Mn の磁性	54
4.7 δ -Mn の磁性	55
4.8 ϵ -Mn の磁性	56
4.9 Mn の凝集エネルギーと体積弾性率	56
4.10 薄膜表面構造の表記法	58
4.11 Mn 層構造膜の格子軸比と磁性	59
4.12 2次元表面規則 Mn 合金	61
4.13 Mn クラスターの磁性	63
第5章 規則および不規則 Mn 合金の反強磁性	65
5.1 γ および γ' 相合金の反強磁性	65
5.2 γ -Mn 合金の格子歪みとスピン構造	67
5.3 $L1_2$ 型 γ' 相 Mn 規則合金のネール温度とスピン構造	70
5.3.1 Mn_3Rh および Mn_3Ir 規則および不規則相合金	70
5.3.2 Mn_3Pt の D-相と F-相の比較	70
5.4 $L1_0$ 型 Mn 合金の結晶変態の関係	71
5.5 $L1_0$ 型 Mn 規則合金の電子状態の特徴	73
5.6 $L1_0$ 型 Mn 規則合金のネール温度の濃度および格子軸比依存性	74
5.7 $L1_0$ 型 Mn 規則合金の結晶磁気異方性	76
5.8 $L1_0$ 型 $MnPt$ 規則合金のスピン構造と磁気相図	78
5.9 Mn-Au 化合物の反強磁性	80
5.10 Mn 合金のスピン構造と交換結合	80
第6章 Fe 金属，薄膜，クラスターの反強磁性	83
6.1 純 Fe の結晶形態	83
6.2 α -Fe および γ -Fe の磁気モーメントと全エネルギー	84

6.3	Cu 中の γ -Fe 粒子の安定化	86
6.4	γ -Fe の反強磁性スピン構造と格子歪みおよび構造相変態	87
6.5	γ -Fe のネール温度の析出粒子サイズ依存性	88
6.6	Fe 薄膜の磁性	89
6.7	ベイン変形と電場によるナノ Fe 粒子の磁性制御	92
6.8	ε -Fe 合金の反強磁性と ε -Fe 高压相の超伝導特性	93
6.9	Fe および FeM 合金クラスターの反強磁性	96
6.9.1	Fe _n クラスタ	96
6.9.2	FeM 合金クラスター	97
第 7 章	Fe 化合物・合金の反強磁性	99
7.1	Fe 基反強磁性化合物	99
7.1.1	NaZn ₁₃ 型化合物	99
7.1.2	RE ₂ Fe ₁₇ 化合物	101
7.2	アモルファス Fe の磁性	103
7.3	Fe 系ラーベス相 2 元系化合物の磁性	105
7.4	Fe 系ラーベス相化合物の磁気相図	109
7.5	Fe 系ラーベス相化合物のスピン揺らぎと多彩な磁気相図	110
7.6	Fe 系ラーベス相化合物の強磁性—反強磁性転移	111
7.7	Fe 系ラーベス相化合物における反強磁性と強磁性の共存	113
7.8	Mn _x Fe _{100-x} 反強磁性合金の磁気状態図とスピン構造	114
7.9	FeRh 合金の反強磁性—強磁性転移	116
第 8 章	希土類金属、合金、人工格子の反強磁性	119
8.1	希土類金属 4f 電子系の基本物性	119
8.2	希土類元素同士の状態図	119
8.3	希土類金属のスピン構造と反強磁性	121
8.4	f 電子系の局在性と遍歴性 —Ce を中心にして—	126
8.5	Sm の特異な磁性	127
8.6	スピン構造の回転角 (ピッチ) の温度変化	128
8.7	ドジェンヌ因子と磁気転移温度	129
8.8	希土類元素同士の合金のドジェンヌ因子と反強磁性	130
8.9	希土類元素同士の人工格子の磁氣的性質	130

第 9 章	希土類金属系化合物の反強磁性, 磁性超伝導, ランダム磁気異方性	133
9.1	Mn 系ラーベス相化合物	133
9.2	RE ₂ Mn ₂ Si ₂ , RE ₂ Mn ₂ Ge ₂ の反強磁性	136
9.3	反強磁性と超伝導の共存	139
9.3.1	磁性超伝導体—RERh ₄ B ₄ 系および REMo ₆ S ₈ 系—	140
9.3.2	RENi ₂ B ₂ C 系	141
9.4	アモルファス合金のランダム磁気異方性とスピン構造	143
9.4.1	ランダム磁気異方性—HPZ モデル—	143
9.4.2	希土類—遷移金属アモルファス合金のスピン構造	145
第 10 章	3d 遷移金属ニクタイト系の反強磁性	149
10.1	3d 遷移金属系 MX 型ニクタイトの結晶構造	149
10.2	MnAs の強磁性, 反強磁性, 常磁性状態の全エネルギー	150
10.3	MnAs の結晶変態と磁性—圧力および磁場効果—	151
10.4	MnAs 薄膜—歪み誘起による反強磁性相の生成—	152
10.5	MnP 型ニクタイトの反強磁性と 2 重らせん構造	154
10.6	M _{1-x} M' _x X 型ニクタイトの反強磁性	155
10.7	MX _{1-x} X' _x 型ニクタイトの反強磁性	157
10.8	ジンクブレンド型ニクタイトの磁性	158
10.9	3d 遷移金属を含む 2:1 型ニクタイトの反強磁性	159
10.10	(M _{1-x} M' _x) ₂ X 型ニクタイトの反強磁性	161
10.11	M ₂ X _{1-x} X' _x 型ニクタイトの反強磁性	162
10.12	2:1 型反強磁性体のメタ磁性転移と種々の物性の急激な変化—磁気 エントロピー変化, 磁歪, GMR—	163
10.13	1:2:2 型ニクタイトのディラックコーン	164
第 11 章	3d 遷移金属ナイトライドの反強磁性	167
11.1	3d 遷移金属系ナイトライドの形成	167
11.2	Cr-N 化合物の反強磁性	168
11.2.1	CrN の反強磁性	168
11.2.2	Cr ₂ GaN の反強磁性	170
11.3	Mn-N 化合物の磁性	172
11.4	ポーリングバレンスと磁気モーメント	177
11.5	MnXN ₂ (X:Si, Ge) の反強磁性	178

11.6 Fe-N 化合物	179
11.6.1 FeX 系化合物	179
11.6.2 η -カーバイド型ナイトライド	179
第 12 章 3d 遷移金属シリサイド系化合物の反強磁性	183
12.1 M_3X (X : IVb 族元素) 型化合物の反強磁性	183
12.1.1 $D0_3$ 型 Mn_3Si の SDW の高調波	183
12.1.2 Mn_3Sn の D-M 相互作用およびフリッピング比	184
12.1.3 Mn_3Ge 相の安定性	186
12.2 $MM'X$ 型反強磁性化合物の結晶変態と構造	186
12.3 $Mn_{5-x}M_xSi_3$ および $Mn_xM_{7-x}Ge_6$ の反強磁性	188
12.3.1 $Mn_{5-x}M_xSi_3$	189
12.3.2 $Mn_xM_{7-x}Ge_6$ —hp-13 型化合物—	189
12.4 MX 型 IVA 族化合物の反強磁性とスキルミオン	190
12.4.1 A-相とヘリカルスピンカイラリティ	191
12.4.2 スキルミオンの特徴	193
12.5 MX_2 型 IVA 族化合物の反強磁性	197
12.6 $MgZn_2(C14)$ 型ラーベス相 Mn 化合物の反強磁性	198
第 13 章 ホイスラー合金の反強磁性とハーフメタル特性	201
13.1 ホイスラーおよび関連合金の結晶構造	201
13.2 交換相互作用の距離依存性と反強磁性スピン構造	202
13.3 強い反強磁性相互作用の存在	204
13.4 ハーフホイスラー合金の反強磁性	207
13.5 ハーフメタル特性	209
13.6 ホイスラー合金のスレーター・ポーリング則	209
13.7 Mn_2VZ , Mn_2CrZ および Mn_2FeZ のハーフメタル特性	211
13.8 逆フルホイスラー合金の 28 則	214
13.9 逆フルホイスラー合金のスピンギャップレス半導体	214
13.10 擬フルホイスラー合金—3:1 型化合物—	215
13.11 擬ハーフホイスラー合金	218
第 14 章 カルコゲナイドおよびハライドの反強磁性	221
14.1 MX 型 VIA 族化合物の反強磁性	221

14.1.1	MnS の構造と反強磁性	221
14.1.2	FeS の構造と反強磁性	222
14.2	FeS と Fe ₇ S ₈ の比較—配位子ホールの形成—	223
14.3	Fe _{1+x} Te の反強磁性	224
14.4	ZB 型人工格子カルコゲナイドの反強磁性	224
14.5	M ₂ X ₃ および M ₃ X ₄ カルコゲナイドの反強磁性	225
14.6	MX ₂ 型カルコゲナイドの反強磁性	227
14.7	カルコパイライトのハーフメタル特性	229
14.8	ハライドの反強磁性	230
14.8.1	MF ₂ 型および MX 型	230
14.8.2	AMF ₃ 型—透明反強磁性体—	232
第 15 章	A_mB_n 型酸化物の反強磁性	235
15.1	強相関係の特徴	235
15.2	結晶電場と既約表現	236
15.3	反強磁性体の金属—絶縁体転移と相図	237
15.3.1	ハバードモデルによる相図	237
15.3.2	絶縁体の分類—Zaanen-Sawatzky 状態図—	238
15.4	NiO, FeO, CoO, MnO の反強磁性とエネルギーギャップ	240
15.5	NiO の反強磁性スピン構造と磁区, ナノクラスター	241
15.5.1	スピン構造と磁区	242
15.5.2	ナノクラスターの磁氣的性質	243
15.6	反強磁性酸化物の圧力効果	243
15.7	不定比酸化物ベルトライドの反強磁性と結晶変態	245
15.8	CuO の反強磁性と磁気転移	245
15.9	ルチル (Rutile) 型正方晶酸化物 MO ₂ の反強磁性	247
15.10	コランダム (α-Al ₂ O ₃) 型酸化物と弱強磁性	248
15.11	V-O 系マグネリ相の反強磁性相	250
第 16 章	ペロブスカイト型化合物の反強磁性	253
16.1	ペロブスカイト (ABX ₃) の基本構造と許容因子	253
16.2	電荷および軌道の秩序	256
16.3	超交換相互作用および 2 重交換相互作用—強磁性の出現—	257
16.4	磁気相図とフィリング制御による軌道秩序	259

16.5	REFeO ₃ , RECrO ₃ および REVO ₃ の反強磁性	260
16.6	巨大磁歪と巨大磁気抵抗効果	262
16.7	歪み工学による格子界面磁性の制御とモットトランジスタ	263
16.8	2重ペロブスカイト (A ₂ BB'O ₆)–反強磁性ハーフメタル–	265
16.9	A サイト規則化型ペロブスカイト	266
16.9.1	RE _{0.5} Ba _{0.5} MnO ₃ 型	266
16.9.2	AA' ₃ B ₄ O ₁₂ 型	267
16.10	層状ペロブスカイト—Ruddlesden-Popper 型—	268
16.11	逆ペロブスカイト M ₃ AB 型の反強磁性と熱膨張	269
第 17 章	フラストレーション系化合物の反強磁性	271
17.1	幾何学的フラストレーション	271
17.2	三角格子—Co および Ni 系層状酸化物—	273
17.2.1	Na _x CoO ₂ および A _{n+2} Co _{n+1} O _{3n+3} の熱電特性	273
17.2.2	NaNiO ₂ の軌道エントロピー変化	275
17.2.3	NaMnO ₂ および LiMnO ₂ のフラストレーションと次元性	276
17.3	スーパーカゴメ格子—ガーネット型酸化物—	277
17.4	パイロクロア型 (A ₂ B ₂ O ₇) 酸化物	278
17.4.1	スピニアイスルール—2 イン- 2 アウト—	279
17.4.2	不規則化によるスピン秩序化—Order due to disorder—	281
17.4.3	Pr ₂ Ir ₂ O ₇ の無磁場および無磁化での自発異常ホール効果	281
17.4.4	Cd ₂ Os ₂ O ₇ の 4 イン- 4 アウト構造と高いネール温度	282
17.5	スピネル (AB ₂ O ₄) 型酸化物	283
17.5.1	反強磁性とイオン充填率	283
17.5.2	低いネール温度とフラストレーション	284
17.6	磁化プラトーとスピンヤーン・テラー効果	285
17.7	Mn 系スピネルのヤーン・テラー効果	287
	引用文献	289
	欧文索引	313
	用語索引	316
	物質索引	322