



# 目 次

## 1 熱量測定と熱分析で何がわかるか

1.1 熱量測定 .....	3
1.1.1 熱量測定とは .....	菅 宏 3
1.1.2 熱力学諸量の関係 .....	徂徠 道夫 5
1.1.3 結合エネルギーと標準生成エンタルピー .....	長野 八久 6
1.1.4 多成分系に特有の熱力学量 .....	加藤 直 8
1.1.5 表面・界面に特有の熱力学量 .....	長尾 眞彦 10
1.1.6 化学反応を支配する熱力学量 .....	横川 晴美 12
1.1.7 非平衡系の問題 .....	小國 正晴 14
1.1.8 生物と熱力学 .....	高橋 克忠 16
1.1.9 生体分子の相転移と状態変化 .....	上平 初穂 17
1.2 熱分析 .....	19
1.2.1 熱分析とは .....	小沢 丈夫 19
1.2.2 熱分析の特徴と分類—どのような情報が得られるか— .....	吉田 博久 21
1.2.3 熱分析の特徴と分類—必要な情報をどのように得るか— .....	西本 右子 23
1.2.4 化学反応の熱分析 .....	丸山 俊夫 24
1.2.5 機械的性質の熱分析 .....	中村 茂夫 26
1.2.6 高分子の緩和現象と熱分析 .....	矢野 彰一郎 28
1.2.7 固相反応速度論 .....	田中 春彦 31
1.2.8 非定速昇降温熱分析 .....	小沢 丈夫 33

## 2 どのような測定法があるか

2.1 温度測定 .....	37
2.1.1 温度計の種類と測温誤差 .....	稲葉 章 37
2.1.2 国際温度目盛 .....	稲葉 章 39
2.1.3 温度測定の実際 .....	稲葉 章 42

<b>2.2 熱量測定</b>	<b>の原理と方法</b>	<b>43</b>
2.2.1	熱量計の分類と動作原理	松尾 隆祐 43
2.2.2	断熱法熱容量測定	阿竹 徹 45
2.2.3	断熱法微小熱量測定	城所 俊一 47
2.2.4	高温熱容量測定	辻 利秀 49
2.2.5	高圧下熱容量測定	小國 正晴 51
2.2.6	カルベ型熱量計	赤荻 正樹 53
2.2.7	温度ジャンプカロリメトリー	山口 勉功 55
2.2.8	蒸発熱・昇華熱測定	稲葉 章 58
2.2.9	反応熱・燃焼熱測定	長野 八久 59
2.2.10	溶解熱・混合熱測定	石黒 慎一 60
2.2.11	滴定カロリメトリー	木村 隆良 63
2.2.12	浸漬熱・吸着熱測定	長尾 眞彦 65
2.2.13	フローカロリメトリー	小川 英生, 村上 幸夫 67
2.2.14	AC カロリメトリー	八尾 晴彦 70
2.2.15	熱容量スペクトロスコーピー	川路 均 72
2.2.16	緩和法熱容量測定	中澤 康浩 74
2.2.17	微小カロリメトリー	中別府 修 76
<b>2.3 熱分析</b>	<b>の原理と方法</b>	<b>78</b>
2.3.1	熱重量測定	増田 芳男 78
2.3.2	速度制御熱分析	古賀 信吉 80
2.3.3	複合熱重量測定 (TG-MS, TG-GC-MS, TG-FTIR)	伊佐 公男 82
2.3.4	示差熱分析 (DTA) と示差走査熱量測定 (DSC)	児玉 美智子 84
2.3.5	トリプルセル DSC	高橋 洋一 87
2.3.6	温度変調 DSC	小沢 丈夫 88
2.3.7	同時測定 DSC	吉田 博久 90
2.3.8	熱膨張測定, 熱機械分析 (TMA)	中村 茂夫 92
2.3.9	動的粘弾性測定 (動的熱機械測定)	矢野 彰一郎 94
2.3.10	誘電緩和測定	吉田 博久 97
2.3.11	熱ルミネセンス測定と光音響測定	橋本 壽正 98
2.3.12	熱刺激電流測定	清水 博 100
2.3.13	熱伝導率測定法	三橋 武文 102
2.3.14	熱拡散率測定	三橋 武文 104
2.3.15	EGA と TPD	西出 利一 106
<b>2.4 その他の測定</b>	<b>の原理と方法</b>	<b>108</b>
2.4.1	高温質量分析	松井 恒雄 108
2.4.2	起電力測定	片山 巖 110

### 3 どのように解析するか

<b>3.1 熱量測定データの解析</b> .....	<b>115</b>
3.1.1 熱量測定による純度決定 .....	武田 清 115
3.1.2 正常熱容量の取り扱い .....	齋藤 一弥 116
3.1.3 相転移の取り扱い .....	阿竹 徹 118
3.1.4 部分モル量の求め方 .....	古賀 精方 120
3.1.5 バイオカロリメトリーにおける統計熱力学的解析 .....	城所 俊一 122
3.1.6 ファント・ホッフエンタルピーと熱測定エンタルピー .....	上平 初穂 125
3.1.7 モデルフィッティングを用いたデータ解析 .....	北村 進一 127
3.1.8 滴定型カロリメトリーのデータ解析 .....	鳥越 秀峰 128
<b>3.2 熱分析の測定技法と解析</b> .....	<b>129</b>
3.2.1 熱重量測定の測定技法 .....	古賀 信吉 129
3.2.2 複合熱重量測定の測定技法 .....	千田 哲也 131
3.2.3 DTA, DSC の測定技法 .....	小棹 理子 133
3.2.4 DTA, DSC の低温測定技法 .....	西本 右子 136
3.2.5 DTA, DSC の高温測定技法 .....	山崎 淳司 137
3.2.6 DTA, DSC の高圧測定技法 .....	前田 洋治 138
3.2.7 光反応 DSC の測定技法 .....	池田 満 140
3.2.8 熱機械分析の測定技法 .....	西本 右子 142
3.2.9 動的粘弾性の測定技法 .....	矢野 彰一郎 143
3.2.10 DTA, DSC におけるベースラインの意味と取り扱い .....	齋藤 一弥 146
3.2.11 DTA, DSC における熱異常の形状 .....	泉沢 悟 148
3.2.12 相転移の解析 .....	猿山 靖夫 150
3.2.13 DSC による熱容量の決め方 .....	小沢 丈夫 152
3.2.14 DSC による純度の評価 .....	成田 九州男 154
3.2.15 固相反応速度の解析法 .....	田中 春彦 156
3.2.16 等温結晶化の解析 .....	猿山 靖夫 158
3.2.17 ガラス転移と緩和過程の解析 .....	吉田 博久 160
3.2.18 DSC による相状態図の作成 .....	深田 和宏 161

### 4 熱力学データベースをどのように活用するか

<b>4.1 熱力学データベース</b> .....	<b>167</b>
4.1.1 熱力学データベース利用法の飛躍的な高度化 .....	横川 晴美 167
4.1.2 熱力学データベース MALT2 .....	横川 晴美 169

4.1.3	他の熱力学データベース	稲場 秀明	171
4.1.4	状態図計算	大谷 博司	173
4.1.5	熱物性データ集などその他の入手できる情報	山村 力	175
4.1.6	生物熱力学におけるデータベース	皿井 明倫	177
4.1.7	生物熱力学におけるデータベース利用例	皿井 明倫	178
<b>4.2</b>	<b>熱力学データベースの応用</b>		<b>181</b>
4.2.1	熱量測定・熱分析で現れる速度論的過程とその影響	横川 晴美	181
4.2.2	計算状態図と実測状態図の差	岡本 紘昭	183
4.2.3	化学平衡計算の使い方—温度・雰囲気の影響	川田 達也	185
4.2.4	化学平衡計算の使い方—出発原料比の影響	横川 晴美	187
4.2.5	化学ポテンシャル図の使い方—固体/固体界面反応 における拡散の影響	稲場 秀明	189
4.2.6	化学ポテンシャル図の使い方—固体/気体平衡の 温度・雰囲気の影響	横川 晴美	190
<b>5 どのように応用するか</b>			
<b>5.1</b>	<b>金属・合金</b>		<b>195</b>
5.1.1	アモルファス合金の熱分析	井上 明久	195
5.1.2	水素貯蔵材料の熱分析	秋葉 悦男	196
5.1.3	金属製錬プロセスと発生気体分析	寺山 清志	197
5.1.4	熱分析と耐熱鋼, 耐熱合金	村田 純教	198
5.1.5	電解コンデンサー用アルミニウム箔表面の迅速評価	小棹 理子	199
5.1.6	温度ジャンプ法による合金の熱力学量の導出	山口 勉功	200
5.1.7	固体電池起電力法による液体合金の熱力学的性質	片山 巖	201
5.1.8	高温断熱走査型熱量計による $\text{Cr}_5\text{Te}_8$ 合金の秩序- 無秩序相転移	辻 利秀	202
5.1.9	金属薄膜の酸化速度測定	山崎 淳司	203
5.1.10	熱膨張測定からアルミニウム金属内の平衡格子 欠陥濃度の決定	辻 利秀	204
5.1.11	熱容量と溶解熱測定による金属間化合物の標準生成 ギブズエネルギーの決定	森下 政夫	205
5.1.12	レーザー周期加熱カロリメトリー法による溶融シリコンの 熱容量測定	福山 博之	206
5.1.13	非定常熱線法による溶融金属および合金の熱伝導率測定 .....	遠藤理恵, 須佐 匡裕	207
5.1.14	レーザーフラッシュ法による溶融金属の熱拡散率測定	柴田 浩幸	208
5.1.15	双子示差型熱量計による溶融合金の混合エンタルピー測定	山口 勉功	209
5.1.16	カルベ型溶解熱量計によるIII-V族化合物の		

生成エンタルピーの決定	山口 勉功	210
<b>5.2 無機化合物・セラミックス</b>		<b>211</b>
5.2.1 金属塩類の TG に与える昇温速度の影響	長瀬 賢三	211
5.2.2 無機塩水和物の脱水反応の顕微熱分析	増田 芳男	212
5.2.3 水和物結晶の加熱脱水機構と速度論	田中 春彦	213
5.2.4 外圧を変えた DTA による結晶水の脱離挙動	川路 均	214
5.2.5 無機材料の速度制御熱重量測定(CRTG)	有井 忠	215
5.2.6 セラミックス前駆体の熱分解	津越 敬寿	216
5.2.7 ウッドセラミックスの熱分析	西本 右子	217
5.2.8 無機潜熱蓄熱材料の熱分析	神本 正行	218
5.2.9 強誘電体相転移のアコースティックエミッション(AE) と熱分析	嶋田 志郎	219
5.2.10 無機ガラスの熱分析	辰巳砂 昌弘	220
5.2.11 都市ごみ焼却灰溶融スラグの結晶化過程	白神 達也	221
5.2.12 イオン伝導性ガラスの熱測定	花屋 実	222
5.2.13 ガラス固化体のアクチノイド照射と蓄積エネルギー	佐藤 正知	223
5.2.14 金属酸化物の固相反応の追跡	古市 隆三郎	224
5.2.15 大型リチウム二次電池用リチウムマンガンスピネル 酸化物正極の熱測定	脇原 将孝	225
5.2.16 ペロブスカイト酸化物の相関係	橋本 拓也	226
5.2.17 複合酸化物の定温 TG	水崎 純一郎	227
5.2.18 熱天秤による無機材料の高温蒸気圧の測定	笹本 忠	228
5.2.19 質量分析計による核融合材料の蒸発特性の測定 —雰囲気制御型高温質量分析計の開発と応用—	山脇 道夫	229
5.2.20 酸化物超伝導体の熱分析	和田 隆博	230
5.2.21 複合酸化物の焼結挙動の TMA	酒井 夏子	231
5.2.22 照射済核燃料の熱伝導率	平井 睦	232
5.2.23 フラッシュ法によるペレット状試料の熱拡散率測定	安積 忠彦	233
5.2.24 超高温熱容量測定	松井 恒雄	234
5.2.25 ダイヤモンドとグラファイトの熱容量	阿竹 徹	235
5.2.26 鉛含有複合ペロブスカイト酸化物リラクサーにおける 熱容量異常	守屋 映祐	236
5.2.27 ペロブスカイト型コバルトランタン酸化物における スピン状態転移の熱力学	京免 徹	237
5.2.28 負の熱膨張物質の熱容量測定	山村 泰久	238
5.2.29 鉍物の融解熱の測定	赤荻 正樹	239
5.2.30 含水ケイ酸塩鉍物の熱分析	山崎 淳司	240
5.2.31 メカノケミカル効果の熱的評価	小棹 理子	241
5.2.32 TG-DTA によるアスベストの熱分解挙動	岸 證	242
5.2.33 ゼオライトの水和熱の測定	溝田 忠人	243
5.2.34 多孔材料の細孔径分布	石切山 一彦	244

5.2.35	吸着熱測定による固体表面活性点の解析	堤 和男	245
5.2.36	遷移金属硫化物の熱測定	日野出 洋文	246
5.2.37	ITO 薄膜の熱分析	王 美涵, 澤田 豊	247
5.2.38	ダイヤモンド薄膜の熱伝導	八田 一郎	248
5.2.39	薄膜材料の熱物性評価	山根 常幸	249
5.2.40	単結晶シリコンとガラス状炭素の熱膨張	山田 修史, 渡辺 博道	250

### 5.3 有機・高分子 .....251

5.3.1	相転移エントロピーのアルキル鎖長依存性	齋藤 一弥	251
5.3.2	ガラス転移	山室 修	252
5.3.3	周波数依存熱容量	川路 均	253
5.3.4	高分子のガラス転移	吉田 博久	254
5.3.5	磁場下での分子磁性体の熱容量	中澤 康浩	255
5.3.6	分子磁性体	中澤 康浩	256
5.3.7	有機伝導体	中澤 康浩	257
5.3.8	フラーレンの燃焼熱	清林 哲	258
5.3.9	分子性薄膜の熱容量測定	稲葉 章	259
5.3.10	液晶の相転移	江間 健司	260
5.3.11	高分子モデル化合物としての <i>n</i> -アルカン結晶の相転移	占部 美子	261
5.3.12	ポリテトラフルオロエチレンの相転移	猿山 靖夫	262
5.3.13	マイクロカロリメーターによる高感度熱容量測定	麻見 安雄	263
5.3.14	高分子結晶化の温度変調 DSC による測定	戸田 昭彦	264
5.3.15	剛直非晶の温度変調 DSC	飯島 正徳	265
5.3.16	合成繊維の熱分析—1. 融解転移による結晶サイズと 分子鎖配向の検出	十時 稔	266
5.3.17	合成繊維の熱分析—2. ガラス転移から求めた剛直非晶鎖量 と繊維物性の関係	十時 稔	267
5.3.18	サーモトロピック液晶の高圧 DTA	前田 洋治	268
5.3.19	高分子ブレンド系の熱分析	高橋 正人	269
5.3.20	高速 DSC による包装フィルムの熱分析	辻井 哲也	270
5.3.21	光学検出を組み合わせた DSC 測定の応用	澤田 順	271
5.3.22	半導体センサーによる高感度 DSC の有機・高分子への応用	篠田 嘉雄	272
5.3.23	DSC-XRD 同時測定による液晶型ブロック 共重合体の構造転移	山田 武, 吉田 博久	273
5.3.24	有機物の相転移と熱処理条件の影響—熱分析だけで 詳細がわからないときの対応方法—	岸 澄	274
5.3.25	DSC-FTIR 同時測定による配向ポリプロピレンの融解	山田 武, 吉田 博久	275
5.3.26	ナノサーマルプローブ法によるフォトポリマー材料の熱分析	金山 修二	276
5.3.27	チップカロリメーターによるナノグラム質量測定	中別府 修	277

5.3.28	温度制御型プローブ顕微鏡を用いたブレンドゴムの 表面物性評価	岩佐 真行	278
5.3.29	ナノサーマルアナリシスによる高分子の局所熱分析と 転移温度マッピング	浦山 憲雄	279
5.3.30	温度変調 TMA によるポリウレタンのガラス転移	大塚 康城	280
5.3.31	リチウムイオン電池セパレーターの特性	太田 充	281
5.3.32	レーザー熱膨張計による高分子フィルムの厚さ方向の評価	池内 賢朗	282
5.3.33	有機化合物の EGA-PIMS	有井 忠	283
5.3.34	TG-DSC-FTIR 同時測定による高分子の分解反応	篠田 嘉雄	284
5.3.35	植物由来環境調和型材料	畠山 立子	285
5.3.36	燃料電池用固体高分子膜の温・湿度制御熱分析	杉山 毅	286
5.3.37	動的粘弾性測定装置による非線形領域を含む高調波分析	竹ノ下 逸郎	287
5.3.38	ポリエチレン超延伸繊維の低温熱伝導率	山中 淳彦	288
5.3.39	温度波熱分析法による有機・高分子の熱拡散率	森川 淳子, 橋本 壽正	289
5.3.40	赤外線カメラによる非接触マイクロスケール 熱分析	森川 淳子, 橋本 壽正	290
5.3.41	熱刺激電流および熱ルミネセンス法による 高分子の分子運動性の評価	橋本 壽正, 森川 淳子	291
5.3.42	自己反応性物質の危険性評価	三宅 淳巳	292
5.3.43	カーボンナノチューブ類への気体吸着	金子 克美	293
<b>5.4</b>	<b>生 体 分 子</b>		<b>294</b>
5.4.1	蛋白質の熱安定性の pH 依存性	千葉 かおり	294
5.4.2	小さな球状蛋白質の相転移	本田 真也	295
5.4.3	超好熱菌由来蛋白質の熱安定性	油谷 克英	296
5.4.4	ジスルフィド結合と蛋白質の安定性	田中 晶善	297
5.4.5	蛋白質構造形成中間体の熱安定性	城所 俊一	298
5.4.6	多量体蛋白質の熱転移	城所 俊一	299
5.4.7	不可逆な熱変性をする蛋白質の安定性評価	上平 初穂	300
5.4.8	蛋白質の圧縮率測定	月向 邦彦	301
5.4.9	脂質の相転移	松木 均	302
5.4.10	DNA-リガンド相互作用	鳥越 秀峰	303
5.4.11	抗原・抗体相互作用	織田 昌幸	304
5.4.12	酵素・阻害剤相互作用の評価	深田 はるみ	305
5.4.13	酵素活性	深田 はるみ	306
5.4.14	リン脂質膜の AC カロリメトリー	八尾 晴彦	307
<b>5.5</b>	<b>医 薬 品</b>		<b>308</b>
5.5.1	DSC による医薬品の純度評価	成田 九州男	308
5.5.2	医薬品結晶の多形転移	川上 亘作	309
5.5.3	熱刺激電流法による医薬品結晶多形の評価	池田 幸弘	310



5.5.4	医薬品水和物の転移速度と粉碎の影響	米持 悦生	311
5.5.5	DSC-XRDによるトレハロースの脱水・再水和挙動 と湿度の影響	岸 證	312
5.5.6	医薬品非晶質の緩和	川上 亘作	313
5.5.7	微小熱量計による医薬品の長期安定性予測	木村 隆良	314
5.5.8	熱分析による医薬品の溶解速度予測	寺田 勝英	315
5.5.9	ヒト血液中の薬物相互作用	安藝 初美	316
5.5.10	微生物に対する薬剤の作用の解析	高橋 克忠	317
5.5.11	医薬品をゲストとする包接化合物	山本 恵司	318
5.5.12	医薬品凍結乾燥製剤の熱分析	伊豆津 健一	319
5.5.13	凍結乾燥プロセスの熱分析による評価	米持 悦生	320
5.5.14	医薬品と製剤添加剤の配合適合性	渡部 知行	321
5.5.15	固体分散体中の非晶質医薬品の物理的安定性	吉橋 泰生	322
5.6	食品・生物材料		323
5.6.1	糖脂質の相転移	南川 博之	323
5.6.2	多糖ヒドロゲルの熱分析	飯島 美夏	324
5.6.3	多糖ヘリックスの熱転移	北村 進一	325
5.6.4	デンプンの熱分析	北村 進一	326
5.6.5	チョコレート・脂質の相転移	上野 聡, 佐藤 清隆	327
5.6.6	食品中の水	北村 進一	328
5.6.7	皮膚の熱測定	八田 一郎	329
5.6.8	植物の熱分析	馬越 淳	330
5.6.9	毛髪 of 熱分析	棚町 宏人	331
5.6.10	バイオマス	小棹 理子	332
5.6.11	微生物の熱測定	古賀 邦正	333
5.6.12	カイコの液状絹の熱分析	馬越 淳, 田中 稔久, 中村 茂夫	334
5.6.13	ネムリユスリカの蘇生とガラス転移	古木 隆生	335
5.6.14	油脂および加工食品の酸化性評価	西山 佳利	336
5.6.15	高分子と水	畠山 立子	337

## 6 付 録

6.1	熱電対規準熱起電力の補間式	花屋 実	341
6.2	熱分析の校正用標準物質	加藤 英幸	342
6.3	熱力学量と関連諸量の記号と表記法	松尾 隆祐	344
6.4	基礎物理定数の値と単位の換算表	徂徠 道夫	346
6.5	JIS—プラスチック, ゴム	森川 淳子	347
6.6	JIS—セラミックス	有田 裕二	349

索引			351
----	--	--	-----

