

目次

【第I部 基礎編】

第1章 炭素の起源	3
1.1 地球上の炭素存在度	3
1.2 宇宙空間にある炭素	7
1.3 炭素の核種	12
第2章 炭素原子の電子配置	19
2.0 原子の構造	19
2.1 フリー原子の基底状態と励起状態	20
2.2 イオン化ポテンシャルと電子親和力	27
2.3 混成の概念と結合角	31
2.4 ケイ素・ゲルマニウム・スズ・鉛の特徴と炭素との比較	39
第3章 炭素を含む小分子の電子状態と化学反応性	47
3.1 一酸化炭素と二酸化炭素の電子状態	47
3.2 メタン、ベンゼン、アセチレンの電子状態	51
3.3 炭素とさまざまな原子との結合	57
3.4 大環状芳香族分子の電子状態	62
第4章 炭素物質の電子状態と化学反応性	71
4.1 炭素物質のおおよその分類	71
4.2 グラファイトとグラフェン	72
4.3 グラフェンフラグメント	80
4.4 カルビン	85
4.5 ダイヤモンド	89
4.6 アモルファス炭素	96

第5章 彎曲型炭素物質の電子状態と化学反応性	107
5.1 ゼロ次元物質	107
5.2 コラニユレン	114
5.3 フラーレン	117
5.4 カーボンナノチューブ	124
5.5 ナノホーン	133
5.6 カーボンナノファイバー	140
5.7 炭素繊維	144
第6章 炭素物質の示す電気・電子物性	151
6.1 炭素物質の電氣的性質とキャリヤドーピング	151
6.2 化学的ドーピング：置換型とインターカレーション	153
6.3 物理的ドーピング：電界効果トランジスター	161
6.4 炭素物質の超伝導	168
第7章 炭素物質の示す磁気物性	181
7.1 炭素のもつ σ ラジカルと π ラジカル	181
7.2 炭素物質の磁化率	184
7.3 カーボンナノチューブとグラフェンへのスピン注入	191
第8章 炭素物質の示す光学物性	201
8.1 炭素物質における光学的性質	201
8.2 回転励起	203
8.3 振動励起	205
8.4 振動励起（赤外吸収、ラマン散乱）の選択則	206
8.5 電子励起	208
8.6 ナノカーボン物質の光学的性質の基礎	211
第9章 炭素物質の示す相転移と熱物性	223
9.1 炭素物質の相転移	223
9.2 炭素物質の熱容量	231
9.3 炭素物質の格子振動	234
9.4 ナノカーボンの熱物性	238
第10章 炭素物質の示す力学特性	241
10.1 炭素-炭素結合のエネルギー	241
10.2 ヤング率と引張り強度	242

10.3 潤滑性（トライボロジー）の基礎	247
第11章 炭素物質のもつ生理活性	251
11.1 縮合多環芳香族炭化水素による発がん性のメカニズム	251
11.2 カーボンナノチューブの生体への影響とナノリスク	257
第12章 炭素物質表面の性質	265
12.1 炭素物質表面の電子状態	265
12.2 触媒担体としての作用	270
12.3 炭素表面のSPM測定で見えるもの	274
12.4 キャパシタ電極、電池としての炭素	282

【第II部 基礎と応用をつなぐ】

第13章 炭素学基礎の応用へのインターフェース	293
13.0 第13章の意図	293
13.1 炭素物質とナノカーボンが形成する表面と空間の化学	294
13.2 エネルギーデバイスとしての電池電極の限界（理論）容量を考える	314
13.3 電池電極の限界容量を超える工夫	321
13.3.1 炭素物質の形態と構造の制御	321
13.3.2 炭素物質へのLiドーピングと制御	325
13.4 エネルギーデバイスとしてのキャパシタ電極の理論容量を考える	332
13.5 カーボンアロイ触媒の電子状態	339
13.6 カーボンナノチューブ固有の物性と機能発現	349
13.6.1 合成法	349
13.6.2 立体構造を決めるカイラル指数(n, m)と電子状態	358
13.6.3 電界電子放出現象	366
13.6.4 半導体特性と輸送特性	371
13.6.5 磁気特性	376
13.6.6 カーボンナノチューブの機械特性	380
13.6.7 光物性	402

【第Ⅲ部 応用編】

第14章 エネルギー貯蔵・変換デバイス	413	第19章 複合材料	535
14.1 リチウム一次電池	東原秀和 413	19.1 軽量高強度構造材料：炭素繊維強化複合材料	松久要治 535
14.2 リチウムイオン二次電池	安部武志 417	19.2 ナノコンポジット	大竹尚登 543
14.3 電気二重層キャパシタ	白石壮志 430	第20章 トライボロジー	555
14.4 燃料電池	443	20.1 炭素系材料のトライボロジー	加納 眞 555
14.4.1 触媒担持炭素	安田和明 443	20.2 ナノトライボロジー	大前伸夫 561
14.4.2 カーボンアロイ系カソード触媒	尾崎純一 448	第21章 環境保全・浄化	567
14.5 太陽電池	452	21.1 気相浄化	尹 聖昊・宮脇 仁・下原孝章・持田 勲 567
14.5.1 炭素物質を用いた太陽電池	神保孝志 452	21.2 液相浄化	安部郁夫 574
14.5.2 炭素物質を共蒸着層に用いる太陽電池の特性	平本昌宏 460	21.3 土壌浄化・廃棄物処理	582
第15章 ガス貯蔵・分離	471	21.4 放射性物質の除去	588
15.1 ガス貯蔵と分離の基礎	金子克美・坂本裕俊 471	付 表	595
15.2 水素貯蔵	479	索 引	597
15.3 メタン貯蔵	485		
15.4 気体分離	487		
第16章 電子デバイス	491		
16.1 電界電子放出デバイス	齋藤弥八・中原 仁 491		
16.2 CNT 電界効果トランジスタ	水谷 孝 497		
16.3 フレキシブル透明電極	野田 優 505		
第17章 光 素 子	513		
17.1 単一ナノチューブのエレクトロルミネセンスデバイス	中村新男 513		
17.2 単一ナノチューブ光検出器	517		
17.3 非線形光学特性と受動モード同期ファイバーレーザーへの応用	519		
第18章 走査型プローブ顕微鏡 (SPM)	523		
18.1 はじめに	中山喜萬 523		
18.2 走査型プローブ顕微鏡の概要	523		
18.3 カーボンナノチューブは究極の探針材料	526		
18.4 ナノチューブ探針の製作	528		
18.5 ナノチューブ探針による像観察	531		
18.6 将来展望	534		