

目次

第1章 ナノカーボンの世界 ★	1
1.1 ナノカーボンの世界 ★	1
1.1.1 ナノメートルの大きさ ★	1
1.1.2 炭素は地球を循環する ★	2
1.1.3 鉛筆の芯からノーベル賞 ★	3
1.1.4 宇宙ヨットからタッチパネルまでの応用 ★	4
1.1.5 ナノカーボンの形と機能 ★	5
1.1.6 21世紀はカーボンの時代 ★	6
1.2 ナノテクの話 ★	6
1.2.1 見えない領域は未開拓だった ★	6
1.2.2 小さい方が有利 ★	7
1.2.3 ナノテクを実現するには? ★	8
1.2.4 ナノテクのかなめの半導体 ★★	9
1.2.5 もし炭素が半導体になったら? ★	10
第2章 ナノカーボンの発見 ★	12
2.1 C ₆₀ の発見 ★	12
2.1.1 星からのメッセージ ★	12
2.1.2 C ₆₀ と亀の甲羅の丸い理由が同じ ★	14
2.1.3 オイラーの多面体定理 ★★	17
2.1.4 C ₆₀ 発見後の展開 ★	17

2.2	カーボンナノチューブの発見 ★	20
2.2.1	捨てられた電極 ★	20
2.2.2	ナノチューブの丸め方 ★	21
2.2.3	ナノチューブ発見後の展開 ★	22
2.3	グラフェンの発見 ★	23
2.3.1	セロハンテープではがす ★★	23
2.3.2	グラフェン発見の前の研究 ★	24
2.3.3	グラフェン発見後の展開 ★	25
2.4	まとめ、発見するとは? ★	25
2.4.1	発見の前に発見者あり: 必然的な流れ ★	25
2.4.2	発見の重要性を説明する: プレゼンが重要 ★	27
2.4.3	予想外の結果を考える: 好奇心が科学 ★	27
2.4.4	巨人の肩に乗る★	28

第3章 ナノカーボンの形★ 31

3.1	グラフェンは六方格子★	31
3.2	フラーレンの展開図★★	33
3.3	ナノチューブの展開図★★	35
3.3.1	ナノチューブの分類★★	37
3.3.2	並進ベクトル: T ★★	38
3.3.3	対称性ベクトル: R ★★★	39
3.4	多層構造★★	40
3.4.1	グラフェンの AB 積層★★	40
3.4.2	多層ナノチューブ★★	42

第4章 ナノカーボンの合成★★ 45

4.1	レーザーアブレーション法, 抵抗加熱法, アーク放電法★★	45
4.1.1	すすからフラーレンの分離, クロマトグラフィー★★	46
4.2	化学気相成長によるナノチューブ合成★★	48

4.3	ナノチューブの分離精製法★★★★	50
4.4	アガロースジェルを用いたナノチューブ分離法★★★★	53
4.5	果てしなき挑戦★★★★	55
第5章 ナノカーボンの応用★		60
5.1	フラーレンの応用★	60
5.2	ナノチューブの応用★★	62
5.3	グラフェンの応用★★	66
5.4	安全性とコスト, 課題と展望★★	67
第6章 ナノカーボンの電子状態★★★★		69
6.1	C ₆₀ の分子軌道★★★★	69
6.1.1	原子軌道を用いた分子軌道★★★★	69
6.1.2	広がった軌道を用いる方法 ☆☆☆	73
6.2	グラフェンのエネルギーバンド★★★★	76
6.3	単層ナノチューブのエネルギーバンド☆☆☆	82
6.3.1	ナノチューブの状態密度とファンホープ特異性	85
第7章 ディラックコーンの性質☆☆		88
7.1	ディラックコーン上の電子の質量は0 ☆☆	88
7.2	ディラック点のエネルギーギャップは0 ☆☆	90
7.3	ディラック電子は反磁性☆☆	92
7.4	クライン・トンネル効果☆☆	95
7.5	後方散乱の消失☆☆☆	96
7.6	ディラックコーン付近の波動関数 (擬スピン) ☆☆☆	98
7.7	グラフェンの2つのディラックコーンとバレースピン☆☆	100
7.8	ナノチューブでのディラックコーン☆☆	102

第8章 グラフェンとナノチューブのラマン分光☆☆ 105

8.1	ラマン分光とは☆☆	105
8.2	ナノカーボンのラマン分光☆☆	107
8.2.1	Gバンド☆☆	107
8.2.2	Dバンド☆☆	108
8.2.3	G'(2D)バンド☆☆	109
8.2.4	RBMバンド☆☆	110
8.3	共鳴ラマン分光☆☆☆	111
8.3.1	2つの共鳴条件☆☆☆	112
8.3.2	固体での共鳴ラマン散乱☆☆☆	113
8.3.3	2重共鳴ラマン散乱☆☆☆	114
8.4	ラマン分光の使い方☆☆	116
8.4.1	ナノチューブの構造の決定☆☆	116
8.4.2	グラフェンのラマン分光☆☆☆	118

第9章 未来への課題★★ 123

9.1	科学の成果のもつ意味★	123
9.2	炭素を研究する分野の合流と分化★	124
9.2.1	炭素材料と化学★	125
9.2.2	ナノカーボンと固体物理学☆	127
9.2.3	固体物理から他の分野へ展開☆	128
9.3	ナノチューブ・グラフェンでのディラック粒子★★★	129
9.3.1	クライントンネリングの特殊性☆☆	131
9.3.2	擬スピンを操作する☆☆☆	132
9.3.3	プラズモニクス☆☆☆	133
9.4	オールカーボンデバイス（すべて炭素でできた集積回路）★★	135
9.5	ナノチューブでできた太陽電池，発光デバイス★★★	137
9.6	原子層のサンドイッチ★★	139
9.7	未来に展開する問題★★	141

9.7.1	宇宙エレベーター★★	141
9.7.2	すべて炭素でできたパソコン★★	143
9.7.3	室温での量子現象★★★	145
参考図書		149
参考文献		155