

通信教育講座

# GXを支える「新素材」あれこれ ～カーボンニュートラル実現に向けて

# ● ● ● も く じ ● ● ●

## ..... 1 か月目学習 ..... 1

第1章	新素材を理解するために .....	1
1.1	物質と材料は別物	2
1.2	結晶と非晶質体	4
(1)	結晶になりきれなかった非晶質体	4
(2)	ジャングルジムに似た結晶格子	6
(3)	結晶の欠陥が材料の特性を決める	7
(4)	118種類の元素を並べた周期表	8
1.3	原子同士を結びつける力	9
(1)	原子間に働く結合力	9
(2)	自由電子が仲立ちする金属結合	10
(3)	プラスとマイナスが引き合うイオン結合	12
(4)	原子グループの結束の固い共有結合	14
(5)	弱い電気力による二次結合	14
1.4	素材の特性を決める微細構造	16
(1)	微細構造の制御が重要	16
(2)	粒界という曲者	17
(3)	組織を制御するということ	18
(4)	新素材は純度も決め手	18
(5)	イレブン・ナインの純度が必要な半導体	19
(6)	純度を上げるにはコストもかかる	20
まとめ		21

## 第2章 ものづくり産業の屋台骨～金属材料 .....

2.1	金属の保守本流は鉄鋼材料	24
(1)	日本は高級品で勝負	24
(2)	730℃で変わる鉄	25
(3)	日本刀の秘密	27
(4)	転位が動いて変形する	29

2.2	形を憶える形状記憶合金	32
(1)	月面アンテナが最初の実用例	32
(2)	戦闘機の配管に使用	33
(3)	日本で進んだ実用化	34
(4)	合金が形を憶えられるワケ	34
2.3	軽くて強い金属～アルミ合金とチタン合金	36
(1)	航空機の機体はジュラルミン製	36
(2)	体に埋め込んでも安心なチタン	37
2.4	超高温に耐える合金	39
(1)	燃費を決めるタービンの素材	39
(2)	腐食にも強い合金～スーパーアロイ	40
(3)	報われた40年間の苦勞	41
2.5	古くて新しい粉末冶金	44
(1)	金属粉末を焼き固める	44
(2)	超硬合金	45
(3)	粒子分散スーパーアロイ	46
	まとめ	48
第3章	日本のお家芸～先進セラミックス	49
3.1	粉末からつくるセラミックス	50
(1)	第二世代セラミックス	50
(2)	第三世代セラミックス	52
3.2	タフなセラミックスを目指して	54
(1)	非酸化物が躍進する構造用セラミックス	54
(2)	日本の稼ぎ頭～機能性セラミックス	56
(3)	切削加工ができるセラミックスの登場	58
(4)	雲母がセラミックスの常識を変えた	59
3.3	自動車に使われるセラミックス	61
(1)	ディーゼルエンジンの構造	61
(2)	無冷却エンジンへの挑戦	63
(3)	アルコール・ディーゼルエンジン	64
(4)	排気ガスから動力エネルギーを	65
(5)	ターボチャージャーのセラミック化	65
(6)	複雑なロータの製造	67
(7)	現状では射出成型がベスト	68

(8)	本命の熱機関はガスタービンエンジン	69
(9)	効率を高める熱交換器	70
3.4	ニューガラスの展開	72
(1)	展望台の床に使われる強化ガラス	72
(2)	ゴリラガラスとドラゴンガラスの戦い	74
(3)	ガラスはどこまで強くできるか	75
3.5	GXに貢献する炭素繊維	77
(1)	炭と炭素材料	77
(2)	最も熱に強い素材～黒鉛	77
(3)	半導体シリコン製造に不可欠な高純度黒鉛	78
まとめ		80
第4章	新機能を求めて進化する高分子・複合材料 .....	81
4.1	高分子とプラスチック	82
(1)	高分子は有機物の一種	82
(2)	ブドウ糖分子が連結したセルロース	83
(3)	合成高分子	84
(4)	熱可塑性プラスチックと熱硬化性プラスチック	85
4.2	軽金属のライバル～エンブラ	87
(1)	軽くて強いエンブラ	87
(2)	ナイロンもエンブラ	88
4.3	新しい機能を求めて	90
(1)	透明なエンブラ	90
(2)	耐熱性はどこまで向上したか	91
(3)	最もタフな高分子繊維～アラミド	93
(4)	接着剤の優等生～エポキシ樹脂	95
4.4	膨大な廃棄プラスチック	96
4.5	高分子複合材料	99
(1)	土壁も日本刀も複合材料	99
(2)	複合材料の科学	100
(3)	プリプレグを制するものがFRPを制する	102
(4)	究極の炭素繊維を求めて	103
(5)	CFRPの泣きどころ～難加工性	107
(6)	民間航空機への本格導入が始まったCFRP	109
まとめ		112

..... 2 か月目学習 ..... 113

第 5 章 日本の生命線～電子・光材料 ..... 113

- 5.1 産業の米～半導体チップ 114
  - (1) 物質の電気抵抗 114
  - (2) 1兆個の信号を収めた半導体チップ 114
  - (3) 直径30cmのシリコン単結晶 116
  - (4) ナノテクを駆使してつくるLSIチップ 118
  - (5) 焼付け用マスク 118
  - (6) ウェハーへの焼付け 119
  - (7) 化合物半導体 120
  - (8) 炭化ケイ素とダイヤモンド 122
- 5.2 超小型化する電子部品 125
  - (1) 特異な電気抵抗素子PTC 125
  - (2) チタバリの電気特性と結晶構造 125
  - (3) 積層キャパシタの製造 127
  - (4) 超音波を出す圧電体PZT 129
  - (5) 魚群探知と胆石の破碎 130
  - (6) インクジェットと燃料噴射 132
  - (7) 日本で誕生した超音波モータ 133
- 5.3 ディ스플레이材料 135
  - (1) 液晶ディスプレイ 135
  - (2) 液晶ディスプレイの省エネを推進するIGZO 139
  - (3) プラズマディスプレイ 140
  - (4) 有機ELディスプレイ 141
- 5.4 LEDとレーザダイオード 143
  - (1) 青色LEDでノーベル賞を受賞 143
  - (2) LEDとレーザダイオードの発光を理解するために 144
  - (3) LEDの発光メカニズム 145
  - (4) レーザダイオードの発光メカニズム 147
- 5.5 銅線の1万倍の能力～光ケーブル 149
  - (1) 二重構造をもつ光ファイバ 149
  - (2) 石英ガラスファイバの製造 152

5.6	映画が1枚のディスクに～光記録	156
(1)	DVDの登場	156
(2)	急速に普及するBD (Blu-ray Disc)	158
5.7	半導体不足による製造業へのダメージ	160
まとめ		162

## 第6章 エネルギーと新素材 ..... 163

6.1	再生可能エネルギーの本命を巡って～太陽電池	164
(1)	再生可能エネルギーの普及が緊急課題	164
(2)	中断された電力買取り	166
(3)	最初の太陽電池実用化は日本企業	166
(4)	最も多く生産されている結晶シリコン太陽電池	167
(5)	製造エネルギーが少ないアモルファスシリコン太陽電池	170
6.2	脇役から主役へ～二次電池	172
(1)	B787の電池トラブル	172
(2)	電池の作動は化学現象	173
(3)	家庭用の主流～アルカリ電池	174
(4)	安全なニッケル・水素電池	175
(5)	日本人が突破口を開いたりチウムイオン電池	176
6.3	近未来の本命～燃料電池車	179
(1)	自動車に使われている燃料電池	179
(2)	天然ガスを使う燃料電池	180
(3)	高温で作動するセラミックス製燃料電池	181
6.4	再び注目される～超強力永久磁石	183
(1)	永久磁石は硬質強磁性体	183
(2)	永久磁石御三家	183
(3)	希土類元素磁石の登場	184
(4)	ネオジム磁石を巡って国際紛争	185
6.5	切り札は超電導材料	187
(1)	新たな超電導材料を求めて	187
(2)	超電導磁石を使った磁気浮上列車	188
(3)	2種類ある超電導体	190
(4)	超電導ケーブルの製造	191
(5)	高温超電導体の誕生	192
(6)	酸化物超電導コイルは実用化されるか	195

(7) コイルを使わないで浮かせる	196
まとめ	198
第7章 大変革時代に突入した自動車産業はGXの代表……………	199
7.1 減少する国内の自動車販売台数	200
7.2 電気自動車の分類	203
7.3 リチウムイオン二次電池	205
(1) 日本の電池生産	205
(2) 多様なリチウムイオン二次電池	206
(3) 車載用リチウムイオン電池の大規模生産	208
(4) 全固体LIBの開発を巡って	210
7.4 ネオジム磁石は電気自動車モータのキーマテリアル	212
(1) 産出量の少ない希土類元素が主役	212
(2) 独自の加工法によるネオジム磁石の耐熱性向上	213
7.5 ネオジム磁石には二種類ある	215
7.6 ネオジム磁石の発明者～佐川真人博士	217
7.7 新素材開発の視点から見た近未来自動車産業	221
さくいん	223
付表 元素の周期表	230