

目 次

総 論

1. 総論 金属材料発展の歴史……………(田中)… 3
錬金術と材料開発／金属の歴史は古い／磁性材料の発展／耐熱合金の進歩
でジェット機時代へ

構 造 材 料 編

2. 超高純度鉄 イメージチェンジした素直な金属……………(井垣)…17
2倍以上の高い純度水準／あてにならなかった従来の定説／狂いの少ない
便利な物差し／有効な鉄の高純度精製手段／総合判断から選んだ精製順序
／電気抵抗の温度変化／鉄もいつまでもその光沢を失わない／加工性の改
善に結びつく可能性／素直で取扱いやすい金属
3. 超強力鋼 未来をひらく先端技術に必要……………(河部)…27
いろいろな強度が得られる鉄鋼／鋼の強度はなぜ必要か／宇宙，海洋，原
子力など先端技術に不可欠／軽くて強い特性を追求／欠陥を多くして強く
する／種類と性質は炭素含有量で異なる／処理方法によっても三つのタイ
プに／強度を上げると粘り強さが低下／強じん化の限界に挑む／材料の改
善プラス設計の合理化へ
4. 超快削鋼・超々快削鋼 より削りやすい鋼を目指す
……………(伊藤)…39
超々快削鋼で30倍の工具寿命／空洞と軟かい物質の介在／“やっかいも
の”を積極的に利用／小さな径の機械部品に最適

4 目 次

5. 粉末ハイス 難削材に耐える切削工具……………(清永)…47
粉末ハイス登場の背景/均質で高品質な粉末ハイスをつくる/粉末ハイスの性質/被研削性に優れる/超硬合金にどこまで対抗できるか
6. 超硬合金 極限強度に挑む工具材料……………(鈴木)…55
焼結法により初めてつくられる/各種工具からボールペンのボールまで/現在使われている品種/合金の粒度と炭素量を正確にコントロール/要求される高硬度と高強度/最近の超硬合金の強度/今後の発展方向
7. 超塑性合金 加工技術を大きく変革する……………(宮川)…63
超塑性はなぜ注目されているのか/ジュラルミンの開発当時を思い起こせる/超塑性はどんなときに生ずるか/金属加工技術にどのように応用するか/これからの加工技術の25%を占める
8. スーパーフェライトステンレス 白く輝き、さびない鋼
……………(田中)…75
世界一のステンレス生産国/JIS規格だけで46種類のステンレス/18-8系ステンレス鋼は高級か/スーパーフェライトステンレスの登場/炭素、窒素を減らして高純度ステンレスの大量生産へ/フェライト系ステンレスの特徴/モリブデンを増して耐食性改善/用途は温水器から化学プラントまで
9. 超耐熱合金 ジャンボジェット機を飛ばす……………(田中)…85
1,000度以上に耐える合金の開発/鉄, ニッケル, コバルトが中心の金属/高温強度と耐食性が重要/若い合金, 年間10°Cずつ上昇で400種類/ニッケル基合金による性能向上/温度が高くなると強くなる γ' 相/コンピュータで新しい合金設計/原子力製鉄と超耐熱合金/コークスのいらぬ製鉄のために/1,000度に耐えるシームレス管製造が鍵/開発急がれる超耐熱合金

10. **耐火合金 超高温下での力持ち** ……………(依田)…97
 高い融点金属をつくる／酸化しやすく，加工が困難／ニオブ基合金／原子炉，宇宙ロケットなどに適用／モリブデン基合金／ヘリウムガスタービンへの期待／タンタル基合金／低温でも軟らかい特性／タングステン基合金／最高温に挑戦する金属／超々耐熱合金へ
11. **超低温材料 超低温で強じん性を発揮**……………(福島)…113
 リニアモーターカーの安全の決め手／極限状態でのふるまいの調べ方／超低温で高まる機械的性質／超低温での興味ある機械的ふるまい／発展が期待される応用機器開発
12. **高力アルミニウム合金 宇宙を飛ぶために軽く，強く**
 ……………(村上)…123
 時間の経過とともに硬くなる／ミクロ的指導原理が質・量とも確立／微細な中間相の均一分散をはかる／強化とぜい化のバランスが必要／すべり帯の均一分布が必要
13. **強力チタン合金 極限の強さをもつ軽い材料**……………(木村)…137
 “強さ”を極限まで引上げる／純チタンでも構造材として十分／アルミが「鋼における炭素」の役割／実用合金に三つの基本型
14. **耐摩擦材料 高温に耐え，摩擦に強く**……………(花澤)…145
 熱に強く，しかも摩擦に強い材料へ／新材料サーメットはセラミックスと金属で／摩擦はこうして起こる／高温に耐える航空機用ブレーキライニング／耐食性に優れた炭化物系サーメット／内燃機関のバルブシートにガラス粉末を分散／潤滑剤を入れて耐摩擦性改善へ
15. **繊維強化金属複合材料 比強度へ無限の可能性**
 ……………(渡辺治)…155

6 目 次

強さの大きい繊維で金属を強化／土壁にはじまり FRP で技術確立／単純な力学的強化機構／繊維の選択にポイント／繊維材との組み合わせでいろいろな製法／自由に比強度や比弾性率の高い材料がつけられる／特殊分野から一般産業分野に夢

16. 共晶合金一方向凝固材料 超高温で示すより高い強度 ……………(三浦, 浜中)…167

合金の組織をコントロールして複合材料／高温に長時間さらされても安定／温度勾配をいかに大きくするか／同じ合金でも4倍以上強化／タービンブレードなどの耐熱材料に期待／磁気抵抗効果, 偏光素子として利用へ

機 能 材 料 編

17. 超高透磁率材料・超高永久磁石材料 素晴らしい音楽も ビデオも……………(一ノ瀬)…181

磁性材料の基礎

軟らかい材料と硬い材料／永久磁石は直流的, 高透磁率は交流的／磁性材料は硬・軟二つ／材料をミクロに観察すると／障害物の有無で異なる／磁化されやすい方向とされにくい方向／磁化を回転させて永久磁石へ／高透磁率材料には不純物と内部ひずみは禁物／磁気異方性エネルギーが性質を二分

軟らかい材料——超高透磁率材料

急冷で逆に磁氣的に軟らかくなる——パーマロイ——／パーマロイに他元素を加え性能向上／スーパーマロイの誕生／多機能性の要求

硬い材料——超高永久磁石材料——

MK鋼の発見が基礎となる／単磁区粒子の集合体で高い保磁力／一軸結晶異方性で超高エネルギー積の磁石／自然の摂理——スピノードル分解のアルニコ磁石／超高永久磁石材料の時代に

18. 超微細金属粉末 より多くの情報を記憶再生……………(高田)…211 合金テープ出現の驚異／粒子外形が保磁力に大きな影響／より短いテープ

で大容量を記憶／微細で針状の粒子が必要／問題は鉄微粉の酸化防止

19. **超電導材料** エネルギー問題解決の鍵……………(太刀川)…217
 永久電流の状態では磁界が発生／臨界値が大きいほど高い利用価値／実用しやすい Nb-Ti 系超電導材料／世界最強の超電導マグネット／安定で均一な強磁界マグネット／応力に強い極細多芯線の開発／開発中の新超電導材料／エネルギー問題を解決する鍵
20. **半導体材料** 半導体 IC の超 LSI 化への道
 ……………(一ノ瀬・鈴木)…229
 トランジスタから超 LSI へ／温度が上昇すると電気を通す半導体／ちょっと不純物を入れる／半導体を組み合わせてトランジスタ／シリコンチップ上にトランジスタを並べ IC, LSI／超 LSI への道
21. **非晶質合金** ランダム構造の大きな魅力……………(増本)…243
 無秩序の状態の金属・合金／1970年、非晶質線として登場／液体急冷法が主流／共晶組成付近で非晶質化／すき間が多いが均質／結晶の核が成長しない速度で冷却／硬さ、強さ、プラスチックがある／結晶面がないので原子は集団で移動／異常に高い耐食性／注目される軟磁性／唯一の欠点は熱に不安定／小型部品と複合材料に応用
22. **記憶合金（超弾性）** 任意の形状を記憶する ……(舟久保)…255
 わずかの加熱ですぐに元の形へ／打ち破られた神話／記憶性効果を生む熱弾性マルテンサイト変態／マルテンサイトが温度の降下、上昇で成長、収縮／本質的に同じ“記憶性”と“超弾性”／板、線材にも加工できる TiNi の多結晶材／機能性材料としての実用化
23. **スピーカー振動板用合金** より速い振動で正確な音
 ……………(持田、徳島)…265
 より軽く、より音速の大きい振動板素材／製造技術に影響を及ぼすエレクト

8 目 次

トロニクス革新／難しい音の“表情”測定／条件が整った蒸着膜の工業的生産／振動板として十分に耐える強度／可能になったより高音部の再生／スーパーツイーターとしても使用可能／さらに新しい性質をもつオーディオ素材の開発

24. 防振合金 叩いても音の出ない金属……………(杉本)…275

耳ざわりな騒音の発生／防振係数の採用の提唱／叩いても音のしない金属／音を消す仕組み／活発な騒音制御への各種試み

25. 水素貯蔵用金属材料 未来のエネルギーシステムに……………(佐々木)…285

水素エネルギー利用への道／水素を“かんづめ”にする／水素を金属中に貯蔵／水素で自動車用エンジンを運転／暖房機器や冷凍機にも利用／マグネシウム基合金開発へ

26. 生体用金属材料 身体の機能を回復させる……………(安田)…293

骨を接いだり、歯に使用／変形しなくて剛性のある貴金属／刺激がなく、無毒で発ガン性などない材料／歯には金、銀の2系統に大別／ステンレス鋼も利用／元素の組み合わせで新材料へ

27. 原子炉用金属材料 より安全な材料の開発……………(渡辺亮治)…303

核分裂ではどんな材料が用いられるか／ウラン資源を100%利用できる“夢の原子炉”／動力炉に用いられる核融合反応／核融合炉ではどんな材料が用いられるか／使用環境がより厳しい核融合炉材料／核融合炉材料の照射損傷の特徴

索引……………316