ニューメタルマテリアルとその加工法に関する調査研究

三浦　一真[*1]　白川　正登[*2]　田辺　寛[*3]　平石　誠[*4]　田村　信[*5]

Newly-developed Metallic Materials and their Plastic-working

MIURA Kazuma[*1], SHIRAKAWA Masato[*2],TANABE Hiroshi[*3],
HIRAISHI Makoto[*4] and TAMURA Makoto[*5]

抄　録

医療・健康産業や輸送機器産業で注目され今後の成長発展が期待される生体材料や軽量化材料などの新金属材料について、開発動向・技術動向の調査を行った。また、チタン合金の温間・冷間鍛造性評価やニッケルフリーステンレス鋼の絞り性評価などの試験を行い、高精度塑性加工・高効率加工技術等高付加価値な加工技術に関する可能性の検討、課題の把握を行った。さらに、調査対象材料ごとにロードマップとしてまとめるとともに、今後取り組むべき研究開発課題の提案を行った。

1.　緒　言

県内には、県央地域を中心とした金属製品製造業の集積、金属加工技術の蓄積があるが、近年は輸入品との競合や素材価格の高騰により厳しい経営環境に置かれている。そのような中で、県内金属製品製造業は、従来からステンレス鋼やチタンなど新しい材料の加工に取り組み、産地の再生・活性化に努めてきた。最近では、地場産業振興アクションプランを策定し、マグネシウム合金の加工技術、商品開発などを積極的に推進している。

一方で社会環境に目を向けると、高齢化社会を迎える中、今後ますます医療・健康分野の重要性が高まると同時に、関連市場の大幅な拡大が見込まれている。また、地球温暖化や資源・エネルギー問題などの環境問題が顕在化し、CO_2 排出量の低減やリサイクル・省エネルギーの必要性が高まっており、自動車を始めとした輸送機器の軽量化やリサイクル技術の確立が急務となっている。

そこで、本調査研究では、医療・健康分野、環境分野等で注目される先進軽量化材料、医療用新材料などのニューメタルマテリアル（新金属材料）について、材料特性や成形性、利用分野とその市場性の調査研究を行った。併せて、新材料を成形するのに必要な加工技術、特に塑性加工技術を中心に高精度化・高効率化について調査研究を行い、新製品開発、金属加工業の新分野への展開の可能性を探った。

*1 県央技術支援センター
*2 素材応用技術支援センター
*3 研究開発センター
*4 下越技術支援センター
*5 県央技術支援センター・加茂センター

2.　関連産業・市場の動向と将来展望

2.1 医療・健康分野関連動向

医療機器産業は世界市場 13 兆円、うち米国が 42%、日本が 15%のシェアを占め、国内市場 2 兆円程度の産業である[1)]。

日本の医療機器産業の課題として、需要拡大の著しい治療機器の分野が弱く、輸入比率が高いことが指摘されている。特に、人工関節などの手術・外科用品、医科用鋼製器具などが、近年急激な成長を遂げているが、極めて輸入依存の高い品目である[2)]。一方で、国内医療機関か

らは、日本人の体形や生活様式にあった人工関節や使いやすい医療器具の開発要望があり、優れた製品の開発により、輸入比率を減らし大きな市場を得る可能性がある分野である。

図 1 に、主にインプラントを対象とした生体用金属材料の展開を示す。インプラント材料は、ステンレスに始まり、耐食性、生体適合性の面から、Co-Cr 合金、Ti および Ti 合金へとその主力が移り変わってきた。細胞毒性元素の排除や力学的な生体親和性などの要求から新しいチタン合金やニッケルフリーステンレスの開発が注目されている。

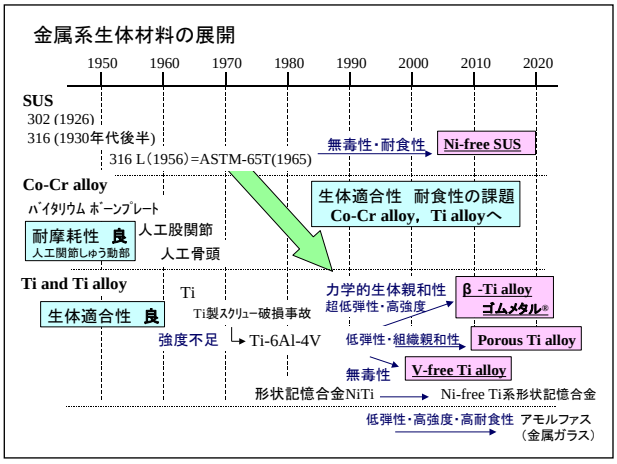

図 1　金属系生体材料の展開

2.2 軽量化関連動向

2005 年 2 月に京都議定書が発効された。同議定書では、先進国全体が 2008-2012 年の第一約束期間に温暖化ガスの排出量を 1990 年比で少なくとも 5%削減する目標を掲げており、日本には 6%の削減が義務付けられている。自動車を含む運送部門から排出される CO_2 ガスは、2002 年で、1990 年比 20.4%増と大幅に増えている[3)]。自動車のライフサイクルにおける CO_2 ガス排出量の内 80～90%は走行中に排出されるとされており、燃費の向上が自動車に課せられた最重要課題となっている。このような中、構造合理化、高張力鋼板などによる鋼板の高強度化、軽量材料への置換等の手法により、各自動車メーカは車両軽量化を急ピッチで進めている。

鉄系材料としては、すでに高張力鋼板の実用化が始まり、さらに超高強度化の方向に向かっている。

さらには、微細な多孔質構造を持つ発泡金属やポーラスメタルも注目されており、軽量化材料として、自動車や工作機械等の構造材への採用に向けて、研究開発が進められている。

また、省資源・省エネルギーの観点から、リサイクル性に優れた材料開発も求められている。（独）物質・材料研究機構を中心として行われている「超鉄鋼プロジェクト」では、リサイクルしやすいように希少合金元素を使わずに、材質の構造自体を変えて性能を高めようといった取り組みが行われている。その他にも、「スーパーメタル」や「ナノメタル」といった結晶粒や結晶構造を微細化することにより、優れた材料特性を得ようといったプロジェクトがなされており注目されている。

3.　新生体用チタン合金

3.1 チタン合金の鍛造性評価

各種チタン合金の冷間鍛造および温間鍛造の可能性を調査するため、端面拘束圧縮試験を行った。試験には(株)コマツ製 110ton クランクプレスを使用した。試験片は直径 10mm×高さ 15mm の円柱形状のものを用いた。鍛造性の評価は据え込み率で行い、据え込み率が高いほど、鍛造成形性は良好である。室温および温間で評価を行い、温間加工は試験片を加熱して行った。

試験結果を図 2 に示す。β 型合金は体心立方晶の結晶構造で滑り系が多く塑性変形能が高い。溶体化処理状態での鍛造性は高く、据え込み率は 90%以上であることを確認した。

α - β 型の Ti-6Al-2Nb-1Ta 合金は JIS に規格され、人工股関節等に用いられている。生体に害があるといわれるバナジウムが添加されてないバナジウムフリー合金で、近年、利用量が増加している。端面拘束圧縮試験の結果、常温での据え込み率は 30%であった。ワーク温度を変え

ることにより据え込み率は向上し､500℃で据え込み率 80%が得られ、Ti-6Al-4V 合金と同等かそれ以下の加工性であることがわかった。

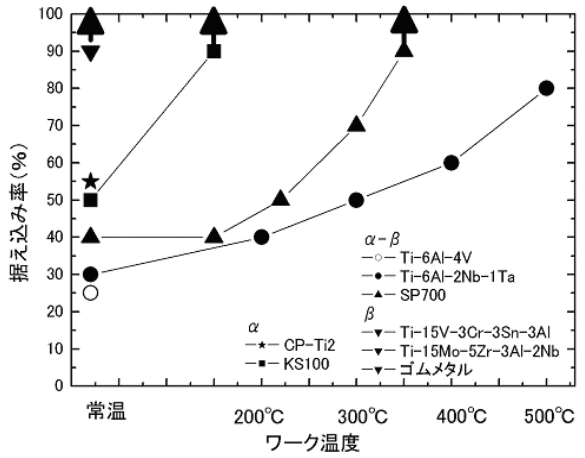

図 2　各種チタン合金の鍛造性

3.2 チタン合金の水素吸蔵加工

チタン合金の高精度冷間加工の可能性を調査するため水素吸蔵加工を試みた。

調査したα+β型合金の Ti-6Al-4V ELI 合金および SP700 は水素吸蔵処理により材料の軟化が確認されたが、材料の据え込み性は向上しなかった。また、水素吸蔵時および水素脱蔵時に大きな体積変化があることに加え、水素脱蔵処理に 600℃程度の加熱が必要であるため熱変形も予想される。本加工方法による高精度鍛造加工の実現可能性は少ないと考えられる。

3.3 チタン合金のまとめ

生体用チタン合金の材料開発動向と本調査より得られた情報を元に作成した生体用チタン合金のロードマップを図 3 に示す。

生体用金属材料で最も注目を浴びている分野が低弾性材料の開発である。各種開発されている生体用β型チタン合金は無毒性元素のみで構成され、また、従来の生体用金属材料に比べ低弾性率であることから、次世代の生体用金属材料としての期待が大きい。骨と同等の弾性率が目標とされており、低弾性率、高強度な合金開発が進められている。このβ型チタン合金は優れた冷間加工性を有しているが、弾性率が低くなることによりスプリングバック等の問題を生じやすくなると考えられる。低弾性チタン合金に対する取り組み、また、医療分野で注目されている超弾性・形状記憶合金などへの取り組みが必要である。

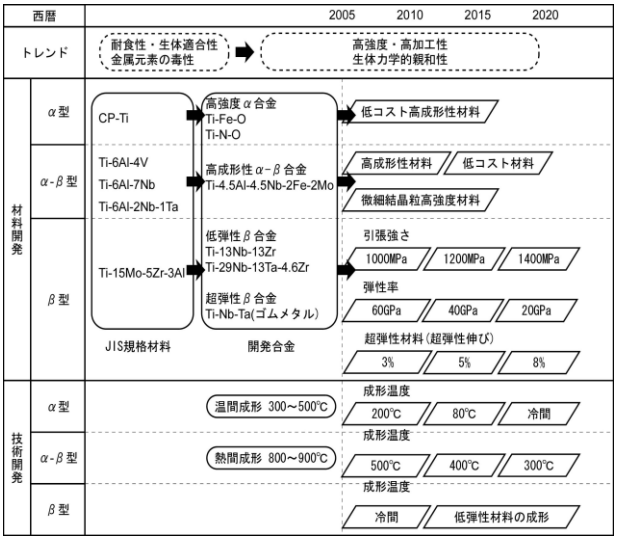

図 3　生体用チタン合金ロードマップ

4.　ニッケルフリーステンレス鋼

4.1 ニッケルフリーステンレス鋼の概要

オーステナイト系ステンレス鋼は機械的特性や耐食性が良く、加工性にも優れていることから､民生品から産業用まで広く用いられている。

欧州を中心に､Ni のアレルギー性が重要視され､Ni を含まないオーステナイト系ステンレス鋼の研究開発が進められている。国内においては（独）物質・材料研究機構が、Ni を含まないフェライト系の組成のステンレス鋼に窒素（N）を吸収させることで、金属組織がオーステナイトに変態することを見いだし､Ni フリーステンレス鋼（以下 Ni フリー材）の研究開発および歯科部材などでの実用化に取り組んでいる。[4), 5)]

県内でも、ニッケルフリーステンレス鋼の板材製造技術の確立および事業展開を目的に実用化に向けた検討を行っている。

4.2 成形性評価

Ni フリー板材を製造し、その板材で既存のステンレス鋼に近い絞り加工性を実現することを目的とし、成形性の評価を行った。金属組織観察、絞り性評価、絞り加工後の表面観察および破面観察を行った。絞り性の評価は、JIS Z 2249（コニカルカップ試験方法）により行った。

供試材には、Ni フリー材（Fe-24Cr-2Mo）の箔材（厚さ 80μm）と板材（1mm）、高 Cr フェライト系の SUS445J2 板材（1mm）のそれぞれを窒素吸収処理（1200℃で 24hr）したものと、比較のために SUS304 と SUS430 の板材（1mm）を用いた。

金属組織写真を図 4 に示す。窒素吸収処理後の Ni フリー材、特に板材では、SUS304 に比べ非常に組織が大きくなっていた。SUS445J2 においては Ni フリー板材より組織は細かいものの全域にわたり微細な析出物が認められた。

図 5 に試験後のサンプル外観および亀裂部分の破面電顕写真を示す。コニカルカップ試験の結果、Ni フリー板材の絞り性は、SUS304 よりは劣るが SUS 430 とほぼ同等であった。それに対して SUS445J2 窒素吸収材はほとんど絞ることができず、試験中に二つに破断した。亀裂部破面観察では、SUS304 については延性的な破壊であるのに対して、Ni フリー材と SUS445J2 については脆性的な破面を示していた。

Ni フリー材の加工性を上げるためには、結晶粒の微細化が必要と考える。窒素吸収処理を高温で長時間行うために結晶粒が粗大化していると考えられ、フェライト状態で圧延を繰り返すなどの強加工によりできる限り結晶粒を微細化するなどの対策を施し、窒素吸収時間を短くし、粗大化を防止する必要がある。なお、低コスト化を狙い、既存 SUS445J2 に窒素吸収処理を試みたが、良い絞り性は得られなかった。組織全域に微細な析出物が生成されており、Cr-N 化合物ではないかと推察される。N が固溶しておらず、もろい析出物の形になって存在し、成形性に影響を与えているものと考えている。

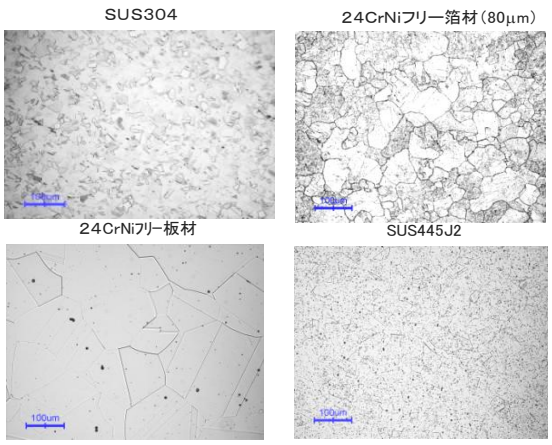

図 4　金属組織観察結果

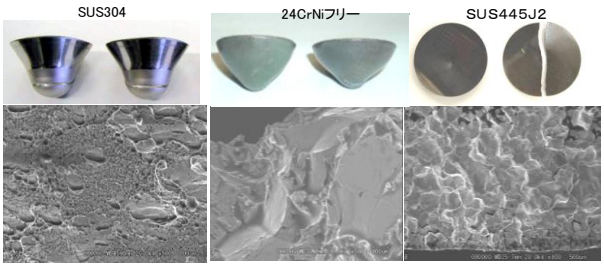

図 5　サンプル外観および破面電顕写真

4.3 ニッケルフリーステンレス鋼のまとめ

図 6 と図 7 に技術面および市場面のニッケルフリーステンレス鋼のロードマップを示す。ニッケルフリーステンレス鋼は強度、耐食、非磁性など既存ステンレス鋼に比べ優れた特性を有しているが、実用化のためには加工性の向上と製造コストの低減が必要であり、製造プロセスの改善、窒素吸収処理の簡易化、結晶粒の微細化が課題である。現在減圧化で行っている窒素吸収処理を大気圧中で行うことができれば、結晶粒微細化との相乗効果により N の拡散が促進され、処理時間の大幅な短縮が期待できる。将来的に圧延と窒素吸収処理を連続で行うプロセスを構築することで、量産化の実現、製造コストの低減が可能になるものと考えている。

市場については現在、医療分野における SUS316 の代替として考えているが、優れた耐食性や金属アレルギー要因である Ni を含まないことから、これら特性を生かした非医療分野にも適用されていくのではないかと考えている。

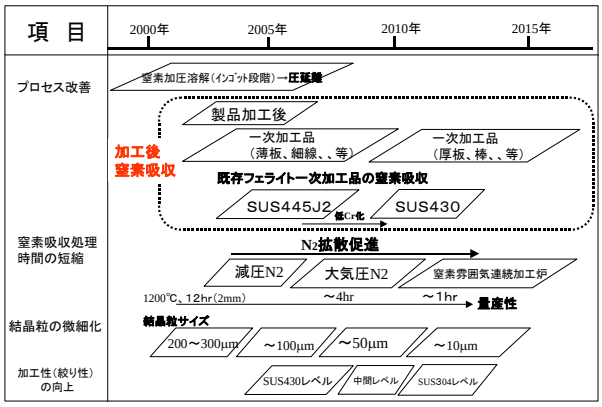

図 6　Ni フリーステンレス鋼の技術ロードマップ

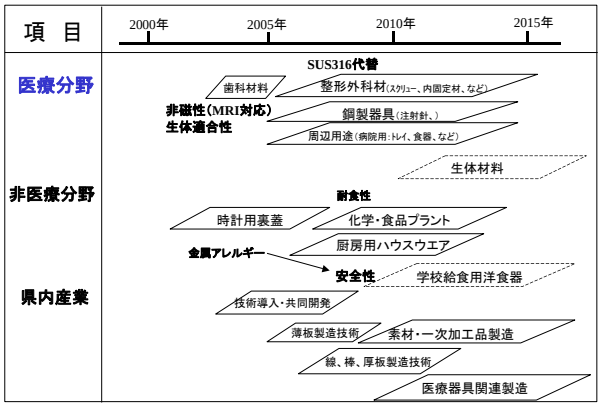

図 7　Ni フリーステンレス鋼の市場ロードマップ

5.　高張力鋼板

5.1 材料の開発動向と材料特性の調査

高張力鋼板は、1998 年頃から自動車の車体材料として急速に需要を伸ばしている材料である。その背景には燃費の向上を目的とした車両重量の低減や衝突安全性の向上があり、自動車メーカと鉄鋼メーカとの密接な協力関係の下で、多種多様な鋼種の開発が続けられている。強化機構によって区別すると概略次のようである。

・IF（Interstitial Free）鋼：固溶強化型。340～440 MPa 級の鋼板で高い成形性を持つ。極低炭素鋼に Si，Mn，P 等強化元素を添加して、フェライト地の強化を図ったもの。

・BH（Bake Hardened）鋼：固溶強化型。270～340 MPa 級。プレス成形時には低降伏点で高い成形性を持ち、焼付け塗装後には高い降伏強度を示す。鋼板中の C、N が焼付け塗装処理中に転位へ拡散し、転位を固着することで降伏点を上げる。BH 量は 30～50MPa 程度である。

・HSLA（High Strength Low Alloy）鋼：析出強化型。490～980 MPa 級。Ti、Nb 等の炭化物、窒化物を微細に分散させた鋼。成形性は劣るが高強度で、比較的安価である。

・DP（Dual-Phase）鋼：複合組織。590～980 MPa 級。フェライト中にマルテンサイトを分散させた鋼で、高い引張強さと同時に、成形性もある程度確保されている。

・TRIP（Transformation Induced Plasticity）鋼：複合組織。590～980 MPa 級。～20%の残留オーステナイトが含まれており、これがプレス時の塑性変形によって硬質マルテンサイトに変態する。高い加工硬化特性のため、良好な張り出し成形性、深絞り成形性を示す。

さらに、最近のトピックスとしては、HSLA 鋼中の炭化物を数 nm レベルまで微細化することにより、高い強度を維持しながら伸びや穴広げ率を改善したもの（NANO ハイテン；JFE スチール）[6]や、TRIP 鋼の結晶粒をサブ μm サイズに微細化することにより、成形性を維持しながら高強度化を図ったもの（‘微細粒 TRIP 鋼’と記す；神戸製鋼と信州大学）[7]なども開発されている。以上の鋼種について引張強さと伸びの関係をまとめると図 8 のようになる。

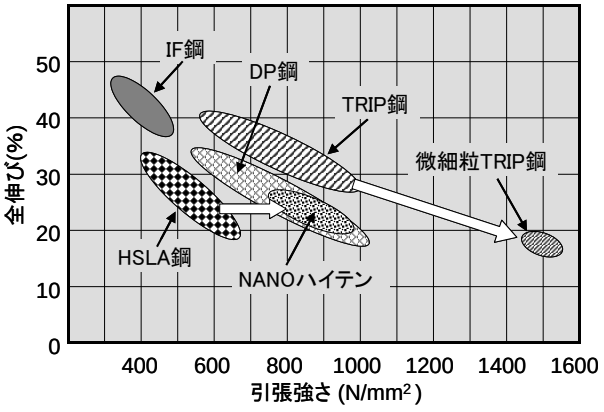

図 8　各種高張力鋼鈑の引張強さと伸びの関係

5.2 プレス成形の課題と成形技術

高張力鋼板では、プレス成形に際して次のような問題が生ずる。

・ 成形性の低下
（割れ・シワ・スプリングバックの発生）
・ 金型の強度不足・寿命低下
・ プレス機の能力不足

割れ、シワ、スプリングバックの発生については、型修正を繰り返すことにより対応している。修正の回数は鋼板の引張強さの上昇とともに多くなり、590MPa級で3～4回、980MPa級では7～8回を要するとのことである。また、以下のような成形性の低下を補ういくつかの技術が提案、実用化されている。

・ 成形シミュレーション

FEM 解析による成形シミュレーションを行い、金型形状の最適化が図られている。最近では、成形シミュレーションによる検討が金型メーカに義務付けられているケースも見られる。

現状では「破断時の成形量や破断箇所は予測可能だが、スプリングバックの定量的な解析は困難」との見解が一般的であるが、スプリングバックの予測が概ね可能なソフトも出てきた。

・ 割れ防止技術

液圧潤滑成形[6]や対向液圧成形などの技術が報告されている。液圧潤滑成形では金型から高圧の液体を供給しながら成形が行われる。絞り成形においては材料と金型間の摩擦力が低減され、割れの抑制・縮みフランジ部のシワの抑制ができる。また、張り出し、伸びフランジ部での成形可能範囲も著しく拡大される。

・ スプリングバック抑制技術

張力制御成形[6]、形状凍結ビード[8),9)]、対向液圧成形などが提案されている。張力制御成形は、成形中にシワ押さえ力をコントロールして成形初期にはゆるいR成形から始め、最後に張力を付与することにより応力分布を均一にしてスプリングバックを抑える。単純形状であれば 980 MPa 材でも軟質材と同等の寸法精度が得られるとする報告がある。

形状凍結ビードも、金型表面に設けた凹凸形状の装飾により応力分布に変化を与え、板厚方向の応力分布制御を図っている。

5.3 高張力鋼板のまとめ

調査結果をロードマップ形式にまとめたものが図 9 である。成形性の高い鋼板の開発や成形技術の進歩に伴って、使用される高張力鋼板の強度レベルは年々高まっている。現在は 590MPa が主流であるが、今後は 780MPa 級や 980MPa 級の割合が増加するものと思われる。ただし、冷間成形では 1180MPa 級が限界とされており[10)]、強度の増加傾向も頭打ちとなるであろう。 1 GPa 超級の強度が必要な部品については、ホットプレスが多用される可能性がある[11),12)]。

一方、ドアやフードなどの外板パネルは部品性能に引張強さが寄与しない。これらの部品では、軽量化のためにアルミ化、さらにはマグネシウム化・プラスチック化へと展開するものと思われる。

高張力鋼板の使用率は今後も増加を続け、2008 年には 60～70%が高張力鋼板化することが予測されている[10)]。

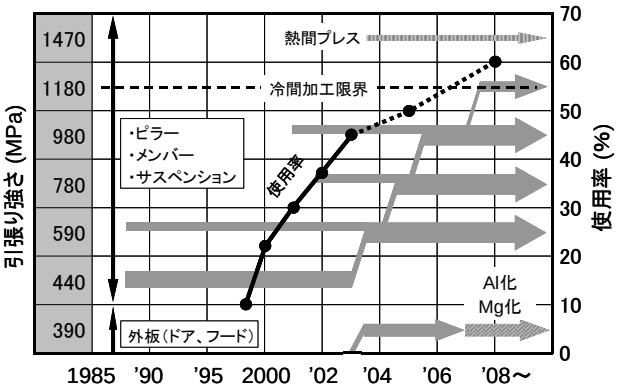

図 9　自動車用高張力鋼板の現状と将来動向

6.　微細結晶粒金属材料

6.1 微細結晶粒の概要

一般に、材料を強化させる機構には、幾つかの種類がある。その一つが「結晶粒微細化による強化」である。これを示す式としてホール・ペッチの関係式がある。結晶粒径が小さくなると降伏強度が高くなると言うことを示した経験的な式で、つまりは、結晶粒を細かくすること

で転位を結晶粒界で止めて、材料強化が可能となることを示している。また、マトリックス内に微細な析出物を分散させ、転位の移動を阻害し、材料強化する手法も微細粒金属には使用されている。

6.2 材料の開発動向調査

6.2.1　微細粒鋼研究プロジェクト

微細粒金属に関するプロジェクトは、1996 年度から 2 年間実施された「スーパーメタル先導研究」（鉄系・アルミ系）から始まった。現在実施中の研究を含め、鉄系の微細粒金属に関する研究プロジェクトを下記に示す。

- スーパーメタルの技術開発（鉄系）
- 新世紀構造材料「超鉄鋼材料」（STX-21）
- 環境調和型超微細粒鋼創製基盤技術の開発
- ナノメタル技術開発（鉄系）

6.2.2　非鉄系微細粒金属研究プロジェクト

非鉄系微細粒金属に関するプロジェクトを下記に示す。

- スーパーメタルの技術開発（アルミ系）
- ナノメタル技術開発（アルミ系，銅系）

研究が終了したアルミ系スーパーメタルでは、「3μｍ 程度以下の微細結晶粒径を有する組織制御材料で、工業的特性（強度、耐食性）が既存同種材料の 1.5 倍以上かつ板幅が約 200㎜以上のアルミ系大型素材創製技術の確立」を目標に研究開発が行われた。大圧下圧延、極低温圧延、異周速圧延、溶湯圧延、温間圧延などの加工プロセスについて研究開発を行い、一定の成果を得ている。[13)]

6.2.3　微細粒金属の実用化動向

2001 年 11 月に（株）中山製鋼所が微細粒熱延鋼板を世界に先駆けて工業的に製造可能にし、軽量・高強度鋼板の生産・販売を開始した [14)]。この微細粒熱延鋼板は（株）中山製鋼所が川崎重工業（株）と共同で開発を行ったもので、結晶粒径は従来材の 1/3 以下で 2～5μｍである。

6.3 微細粒金属のまとめ

前述のプロジェクト内容を中心に、技術開発動向について調査し、各プロジェクトの位置付け等について把握・整理することができた。微細粒金属に関する将来予測は、研究開発が現在も進行中であることから難しく、各プロジェクトについて時系列に整理し、ロードマップにまとめた。図 10 および図 11 に示す。

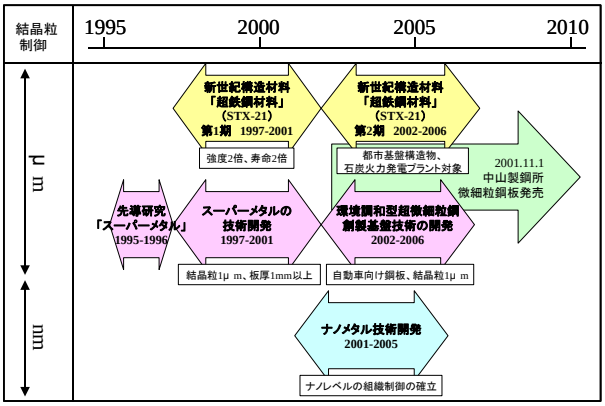

図 10　微細粒鋼ロードマップ

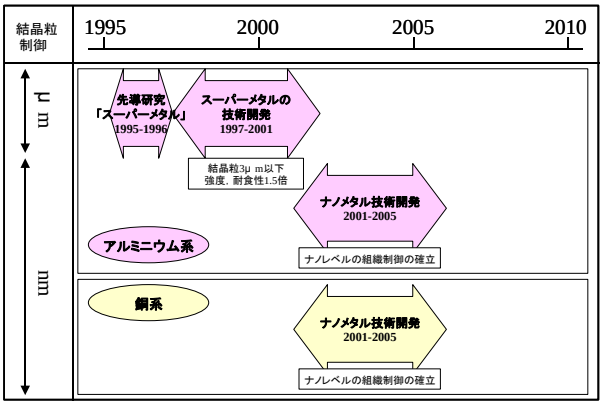

図 11　非鉄系微細粒金属ロードマップ

7.　ポーラスメタル

7.1 ポーラスメタルの開発動向

金属の多孔質材料は、ポーラスメタルや発泡金属などと呼ばれ、吸音性、高比表面積、微細孔形状から、吸音材、熱交換部材、フィルター材料、電池材料等で応用が図られている。その構造は、大きく分けて、すべての孔が連結し外部に対して開いているオープンセル構造と、気泡が金属材料内部に閉じた形で分散しているク

ローズドセル構造の 2 種類に分類される。それらの製造プロセスの例について以下に示す。

- 溶融・ガス注入法（クローズドセル）
- 溶融・発泡剤法（クローズドセル）
- インベストメント鋳造法（オープンセル）
- めっき法，気相合成法（オープンセル）
- スラリー塗布法（オープンセル）
- スペーサ法（オープンセル）
- 粒子間浸透法（オープンセル）
- ロータス型ポーラスメタル

7.2 ポーラスメタルの応用展開

7.2.1　ポーラスメタルの構造材料利用

最近では、軽量性に加え、衝撃吸収性や制振性を生かして、ポーラスメタルを工作機や自動車等の構造部材として利用しようといった動きが出ている。ポーラスメタルによる構造体が一定圧縮応力下において著しく大きなエネルギー吸収をするため、自動車用衝撃エネルギー吸収材料として期待されている[15)]。

革新的温暖化対策技術プログラム「自動車軽量化のためのアルミニウム合金高度加工・形成技術の開発事業」の中でも、「高信頼性ポーラスアルミニウム材料の開発」に取り組まれている。車体前後部の衝突力緩和装置（バンパー、クラッシュボックスなど）、高強度躯体材料（ピラー、サイドインパクトビームなど）などを対象に、ポーラス構造において衝撃エネルギー吸収性能に優れた超軽量構造部材の設計、製造技術を開発することを目標としている[16)]。

このような構造体に利用しようとする場合、ポーラスメタルを必要な製品形状に成形する必要がある。その代表的な手法として、プリカーサ法が揚げられる。これは、例えば、金属粉末と発泡助剤を混練した原料粉末を圧縮成型したもの（プリカーサ）を、金型あるいは形材内部に入れ、外部から加熱することで型内部が満たされるまで発泡し、任意の形状のポーラスメタルを得ようというものである。プリカーサとしては、この他に、混合粉末を発泡しない程度に焼結した後粒状にしたものや、混合粉末をバインダーによりスラリー状にしたものなどが用いられる。

7.2.2　ポーラスメタルの生体材料利用

ポーラス形状への細胞侵入や、ポーラス体にすることでヤング率が骨に近い低い値となり力学的な生体親和性があるといった特徴から、生体用インプラント材料として注目されている。

例えば、生体親和性の高い金属材料である純チタンで空孔径が 200～500 μm、空隙率が 80%以上というような連通孔構造を実現すると、骨芽細胞が容易に進入し、治癒期間が著しく短くできることが明らかになりつつある[15)]。従来は、骨と接する金属表面の一部を、ショットブラストなどで粗くしたり，ビーズ・メッシュ・粉末などを使用してポーラス構造にしたりすることで、ポーラス化を図ってきた。最近では，さらにその部分に生体活性に富む材料をコーティングして骨との接合性を改善する処理も積極的におこなわれるようになってきている。

7.2.3　ポーラスメタルのまとめ

多くの分野において応用展開が図られているポーラスメタルであるが、医療・健康分野、軽量化技術についてまとめたポーラスメタルのロードマップを図 12 に示す。

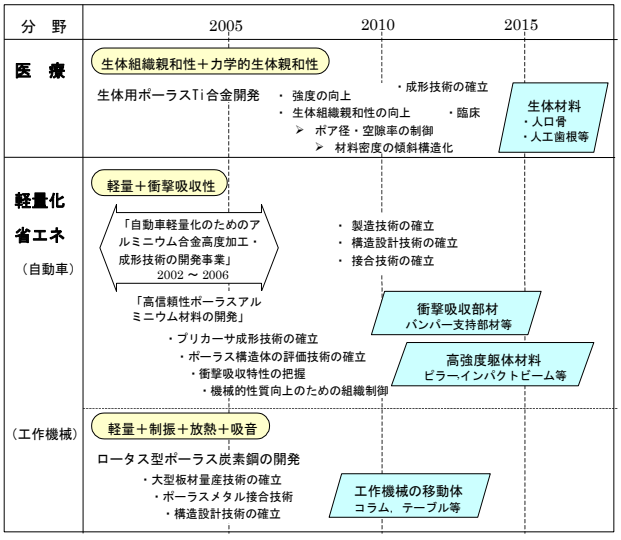

図 12　ポーラスメタルのロードマップ

8.　今後の展開

8.1 戦略研究への提案課題とその概要

本調査研究をとおし、新金属材料は、主に調査対象とした自動車を代表とする輸送機器産業や医療・健康・福祉機器産業に限らず、多くの分野で期待され、開発が進められていることが分かった。

本調査研究で得られた内容から提案した戦略技術開発研究課題とその概要を以下に述べる。

（1）　「チタン合金の冷間・温間塑性加工技術の研究」

低温度でのチタン合金の塑性加工が可能となることで､高精度化･低加工コスト化が図れ、高機能材料であるチタン合金の普及が期待される。チタン合金の水素吸収による相変態技術や金型への超音波利用による摩擦低減技術などを利用し、冷間・温間塑性加工の実現を目指す。

（2）　「高張力鋼板のスプリングバックレス成形技術に関する研究」

高張力鋼板の成形性の中でも最大の課題とされているスプリングバックの除去を目的とし、解決のための要素技術として、マルチ制御による高精度成形加工技術とレーザフォーミングを応用した高速局所加熱成形（矯正）によるスプリングバック除去技術の確立を目指す。

（3）　「無潤滑プレス加工技術および金型技術に関する研究」

無潤滑プレス加工技術は、環境負荷低減の観点から理想とされる塑性加工技術であり、大学等で研究が行われている。実用化のためには、低コスト化は勿論であるが、金型となるセラミックス等難加工材料の超音波援用による高精度･高効率加工技術や複雑形状への DLC 等低摩擦表面処理皮膜の高硬度・高密着処理技術の確立が必要となる。

8.2 他機関との連携による研究開発推進

8.2.1 地域新生コンソーシアム研究開発事業　ものづくり革新事業への提案

「高度塑性加工技術の統合による車両用軽量シートフレームの開発」

易成形性・高性能マグネシウム合金の材料開発と温間対向液圧成形、高速温間逐次成形、ハイブリッド金型等の技術開発により、高性能・軽量・低コストな車両用シートフレームを開発する。この技術開発により、軽量金属材料の輸送機器への幅広い展開を図る。

8.2.2　新都市エリア事業への提案

「安全高度医療を実現するナノメディスン産業の創出と発展，サブテーマ名：摩擦摩耗特性および骨親和性を改善した人工関節の開発」

人工関節を構成するチタンやコバルト-クロム(Co-Cr)合金およびポリエチレン等の摩擦摩耗特性および骨親和性の改善を図る。

9. 結　　言

（1）医療･健康産業､輸送機器産業を中心に、生体材料や軽量化のための新金属材料およびその加工法について調査を行い、調査対象とした新チタン合金、ニッケルフリーステンレス鋼、高張力鋼板、微細結晶粒金属およびポーラスメタルのロードマップを作成することができた。これは、各材料の技術面や市場面についての現状と今後の展開をまとめたもので、今後の研究開発や実用化の方向を検討する上で参考となる資料ができたものと考える。

（2）調査研究結果に基づき今後の研究開発課題の検討を行い、戦略研究開発課題およびコンソーシアム型研究課題の提案を行うことができた。

（3）チタン合金の鍛造性評価試験を行い、α＋β型合金の温間・冷間鍛造加工の実用化の可能性があることを示した。また、β型合金の冷間加工性ついて確認するとともに、生体材料などで将来的に期待される材料であることがわかった。

（4）試作ニッケルフリーステンレス鋼板の金属組織観察、絞り成形性評価試験を行い、

結晶粒の粗大化などの課題があることがわかった。実用化のためには板材の成形性の向上と製造コストの低減が必要と考える。

参考文献

1) 社団法人日本機械工業連合会, 財団法人日本産業技術振興協会,“平成 15 年度産業化をめざす健康医療メカトロニクスの新技術シーズと社会ニーズに関する調査研究報告書”, 2004.
2) 財団法人国民経済研究協会,“開発型中堅・中小企業が目指す社会需要拡大に関する調査報告書（医療機器産業の現状と課題）”, 2003.
3) 環境省,“平成 16 年版環境白書”, 2004
4) 黒田大介,“ニッケルフリーステンレス鋼”, まてりあ, vol.43, No.8, 2004.
5) 黒田大介, 塙隆夫,“安価でアレルギー性の低い歯科部材の開発”,（独）物質・材料研究機構広報誌 NIMS NOW, vol.4, No.7, 2004.
6) 関田貴司, 金藤秀司他,“自動車用材料と利用技術”, JFE 技報, No.2, 2003, p1-16.
7) “神鋼と信州大、加工性に優れた超高張力鋼を共同開発”, 日経 BP 社ホームページニュース記事(2004/7/23).
8) 比良隆明,“最近の高強度鋼板と加工上の課題”, 第 54 回自動車技術講習会.
9) 塩﨑克美, 吉永直樹他,“980MPa 級ハイテン材の車体骨格部品への適用開発”, (社)自動車技術会　学術講演会前刷集, No.81-04, 2004, p25.
10) 鶴原吉郎他,“軽量化狂騒曲”, D&M 日経メカニカル, No.590（2003）, p71-89.
11) 末広正芳, 真木純他,“ホットプレス用アルミニウムめっき鋼板の諸特性”, 新日鉄技報, No.378, 2003, p15-20.
12) 市川正信, 山崎信昭他,“Zn めっき鋼板を適用した熱間プレスの技術開発”, (社)自動車技術会　学術講演会前刷集, No.83-04, 2004, p13.
13) 財団法人金属系材料研究開発センター,“スーパーメタルの技術開発「アルミニウム系メゾスコピック組織制御材料の技術開発成果報告書」(平成 13 年度), 2002.
14) “世界初の微細粒熱延鋼板を開発、生産・販売を本格展開”, 中山製鋼所ホームページニュース記事(2001/11/1).
15) 朝比奈正,“新しい用途を拓くポーラス金属”, AIST TODAY, vol.2, No.2, 2002, p13.
16) 藤原武則,“JRCM 受託平成 14 年度新規プロジェクト「自動車軽量化のためのアルミニウム合金高度加工・成形技術開発」の研究計画概要”, JRCM NEWS, No.194, 2002, p2-3.