ISSN 0918-0192
CODEN:HKSHEQ

兵庫県立工業技術センター研究報告書

第１２号

平成１５年版

兵庫県立工業技術センター

Hyogo Prefectural Institute of Technology

兵庫県立工業技術センター研究報告書　第１２号　目次

＜創造的・先端的基盤技術＞

ページ

1「即効型地域新生コンソーシアム研究開発事業」
高機能肉盛材料を用いた局部溶造法の確立と熱間工具等の長寿命化
後藤浩二、富田友樹、山中啓市、尾野凱生　1

2「即効型地域新生コンソーシアム研究開発事業」
合金めっき技術を利用した次世代高容量電極の開発
園田　司、石原嗣生、吉岡秀樹　4

3「地域新生コンソーシアム研究開発事業
（マグネシウム合金用環境適応型高耐食蒸着被覆技術の確立）」
純Mg蒸着被膜の品質評価に関する研究
高谷泰之　6

4「地域新生コンソーシアム研究開発事業
（３次元超微細構造製造技術の確立と次世代型携帯端末部品の開発）」
トータルマイクロプロセスの要素技術の開発
加藤敏春、松井　博、山下　満、才木常正　8

5「課題対応技術革新促進事業（中小企業総合事業団委託研究）」
電子スペックル干渉法を用いた振動モード測定システムの開発
松本哲也、北川洋一、小坂宣之　10

＜地域産業の活性化＞

6「中小企業技術開発産学官連携促進事業
（食品系生物資源を利用した生理活性物質の生産と応用）」
植物性食品加工副産物の亜臨界水処理による生理活性物質の生産と利用
藤村　庄、桑田　実、原田　修、宮本知左子、吉田和利、大橋智子、脇田義久　13

7「地域活性化創造技術研究開発費補助金補助事業」
リサイクル性に優れた熱可塑性エラストマー/液晶ポリマー複合体の開発
長谷朝博、平瀬龍二、鷲家洋彦、松本　誠、志方　徹、三宅輝明、石原マリ、森　　勝、西森昭人、奥村城次郎　16

8「地域中小企業集積創造的発展支援事業
（皮革素材・副産物の高機能・新機能性付与に関する研究）」
シェービング粉を原料とする新規再鞣剤の開発
岸部正行、安藤博美、中川和治、岸本　正、杉本　太、西森昭人、佐伯　靖、松本　誠、奥村城次郎、石川　齋　19

9「地域中小企業集積創造的発展支援事業
（皮革素材・副産物の高機能・新機能性付与に関する研究）」
ソフト軽量革の開発
佐伯　靖、西森昭人、杉本　太、岸本　正、中川和治、岸部正行、安藤博美、奥村城次郎、石川　齋　21

10「地域中小企業集積創造的発展支援事業
（複合素材による先染織物生産技術に関する研究）」
複合素材織物の加工技術に関する研究
瀬川芳孝、礒野禎三、古谷　稔、中野恵之、小紫和彦、仙崎俊明、山口幸一　23

11「地域中小企業集積創造的発展支援事業
新原料による建設用粘土製品の開発　石原嗣生、河合　進、山下　満、石間健市、三宅輝明、泉　宏和、元山宗之　25

＜技術改善研究事業＞

12 通気性金型材の開発　髙橋輝男、兼吉高宏、柏井茂雄、山下　満、山田和俊、上月秀徳、元山宗之、杉本　護　29

13 遠隔操作型ロボットハンド用高機能感覚センサの開発
－触覚フィードバックを用いた高機能ロボット遠隔操作システムの開発－　中本裕之、才木常正、三浦久典、北川洋一、平田一郎、阿部　剛、長谷朝博、小坂宣之　31

14 めっき技術の高機能化と新分野への応用に関する研究　園田　司、三宅輝明、河合　進、西羅正芳、石原嗣生、山下　満　33

15 粉末冶金法による軽金属構造材料の開発　山田和俊、元山宗之、西羅正芳、石原マリ、柏井茂雄、兼吉高宏、髙橋輝男　35

16 鉛フリーはんだのクリープ疲労寿命評価法の開発　野崎峰男、浜口和也、福地雄介、富田友樹、松井　博　37

17 回収牛毛ケラチン由来の生分解性紫外線カットフィルム製造技術の開発　松本　誠、西森昭人、杉本　太、奥村城次郎、石川　齋　39

18「バイオテクノロジー技術事業化調査研究事業」
生理活性物質評価における生物発光の利用について　桑田　実、藤村　庄　41

＜プロジェクト事業＞

19「プロジェクト事業、
兵庫県イノベーションセンター・インキュベート事業」
磁気浮上精密軌道制御機構を用いた微細加工技術の開発　安東隆志、中本裕之、浜口和也　43

20「プロジェクト事業」
低・未利用蛋白質等の資源化　岸部正行、森　勝、松本　誠　45

21「プロジェクト事業」
環境浄化用高分子材料の開発　森　勝、岸部正行、毛利信幸、井上守正　47

22「プロジェクト事業、
兵庫県イノベーションセンター・インキュベート事業」
マイクロ加工技術に関する調査研究　福地雄介、松本哲也、松井　博、富田友樹、北川洋一、有年雅敏、兼吉高宏、長谷朝博、平瀬龍二　48

23「プロジェクト事業」
人間の咀嚼運動に基づいた食品物性測定システムの開発　吉田和利、浜口和也、中本裕之、平田一郎　50

24「プロジェクト事業」
中小企業向けﾗｲﾌｻｲｸﾙｱｾｽﾒﾝﾄ（LCA）評価手法の開発 Ⅱ
吉岡秀樹、富田友樹、中川和治、長谷朝博 52

25「プロジェクト事業」
繊維系廃棄物の再利用技術
中野恵之、藤田浩行、佐伯光哉、長谷朝博、平瀬龍二、小紫和彦 54

26「プロジェクト事業」
次世代量子ビーム利用ナノ加工プロセス開発事業
泉　宏和、松井　博、加藤敏春 56

27「プロジェクト事業、
兵庫県イノベーションセンター・インキュベート事業」
ﾜｲﾔﾚｽﾈｯﾄﾜｰｸ機能を持つ搬送ロボットの開発
幸田憲明、北川洋一、小坂宣之、三浦久典、中本裕之 57

28「プロジェクト事業」
プラズマＣＶＭによる超高周波用水晶振動子の作製
柴原正文、上月秀徳、兼吉高宏 59

29「プロジェクト事業」
機能性ナノ構造炭素材の作製と構造評価
石間健市、山下　満、元山宗之、山田和俊 61

＜兵庫県イノベーションセンター・インキュベート事業＞

30 酒粕の高度利用技術に関する調査研究
藤村　庄、毛利信幸、桑田　実、中川和治、原田　修、吉田和利、大橋智子 63

31 ラピッドプロトタイピングによる鋳造製品の製造技術に関する調査研究
兼吉高広、柏井茂雄、平田一郎、浜口和也、福地雄介、富田友樹、真鍋元保、松井　博 65

32 高付加価値炭化物の開発に関する調査研究
元山宗之、山田和俊、西羅正芳、石間健市、山下　満 67

33 斜め織り織物の作製と応用に関する調査研究
小紫和彦、竹内茂樹、佐伯光哉、山口幸一 69

34 ｲﾝﾀｰﾈｯﾄを用いた障害者・高齢者在宅就労支援システムの開発に関する調査研究
三浦久典、後藤泰徳、阿部　剛、瀧澤由佳子、中本裕之、小坂宣之 71

35 通気性金属材料の開発に関する調査研究
髙橋輝男、山田和俊、杉本　護、元山宗之、上月秀徳、兼吉高広、山下　満 73

36 導電性高分子を用いた機能性複合材料の開発のための調査研究
平瀬龍二、石原マリ、志方　徹、松本　誠、三浦久典、小紫和彦、瀬川芳孝、中野恵之 74

＜経常研究＞

37 光干渉法を用いたガラス表面内部の評価技術の開発　松本哲也、北川洋一　76

38 鋳造ＣＡＥによる湯口設計に関する研究　柏井茂雄、兼吉高宏　77

39 生分解性プラスチックの物性改善に関する研究　森　勝、石原マリ、志方　徹　78

40 超音波表面ＳＨ波を用いた薄板の残留応力の測定　浜口和也、森山茂樹　79

41 ホログラムシートを用いた視線入力インタフェースの開発　瀧澤由佳子、才木常正、北川洋一、小坂宣之　80

42 応力発光材料の開発とセンサーへの応用　石原嗣生　81

43 熱分解窒化ホウ素中からの特性X線スペクトルの分光分析　山下　満、元山宗之　82
－フラーレンC_{60}の高圧相変化過程のＸ線分光解析－

44 貨物輸送に係わる防湿包装技術の開発　山崎　潔、志方　徹　83

45 ケミカルシューズ用ヒール部材の安全性評価に関する研究　鷲家洋彦、平田一郎　84

46 集合状態の制御による新規有機系光ﾒﾓﾘの開発に関する研究　石原マリ、森　勝、鷲家洋彦、志方　徹　85

47 流動シミュレーションによるダイカスト製品の湯流れ解析　兼吉高宏、柏井茂雄　86
－実製品に適用するための解析条件および適用範囲の検討－

48 天然繊維系繊維強化複合材料の成形と土木建築資材への応用に関する研究　藤田浩行、富田友樹、松井　博、小紫和彦　87

49 人間動作シミュレーションシステムの高度化　後藤泰徳、平田一郎、真鍋元保　88

50 接合継手の特性評価方法に関する研究　福地雄介、北川洋一、富田友樹　89

51 人体装着型重量物運搬機器開発のための調査研究　阿部　剛、富田友樹、松井　博　90

52 機能性材料の高品位化　柴原正文、真鍋元保、松井　博　91

53 麦有効成分の利用技術に関する研究　井上守正、松井　博、真鍋元保　92

54 超臨界水流体中でのアミノ酸の縮合に関する研究　原田　修、桑田　実、藤村　庄　93

55 黒大豆種皮中に含まれる生理活性物質の食品への応用　吉田和利、大橋智子、桑田　実、藤村　庄　94

56 ロボット遠隔操作のための感覚フィードバック情報表示装置の研究開発　中本裕之　95

57 画像認識を用いた物体の追跡システムの開発に関する研究　中里一茂、北川洋一、小坂宣之　96

58 オンマシン三次元形状計測に関する研究　北川洋一、福地雄介、松本哲也、阿部　剛、小坂宣之　97

59 耐食性を目的とした析出硬化型オーステナイトステンレス鋼のプラズマ浸炭・窒化処理について　岡本善四郎、高谷泰之、山本章裕、吉岡秀樹、山岸憲史　98

60 精密機械部品の表面品位に関する研究　山本章裕、杉本　護、上月秀徳、髙橋輝男　99

61 燃料電池用材料の開発　吉岡秀樹　100

62 火花試験の鋼種判別手法の開発　永本正義、上月秀徳、杉本　護　101

63 無電解めっきにおける活性化前処理プロセスの解明　山岸憲史、西羅正芳、髙橋輝男、上月秀徳　102

64 繊維用薬剤の熱的特性とデータベース化　瀬川芳孝、中野恵之　103

65 先染織物の小ロット化に対応した合理化技術に関する研究　古谷　念、小紫和彦　104

66 織物のＩＤ付与技術に関する研究　佐伯光哉、金谷典武、瀬川芳孝、竹内茂樹　105

67 染色糸の風合評価技術の開発　礒野禎三、佐伯光哉、小紫和彦、　106

68 ポリ乳酸繊維を用いた先染商品開発に関する研究　中野恵之、小紫和彦　107

69 画像処理を利用した織物の欠点抽出技術に関する研究　金谷典武、佐伯光哉、小紫和彦　108

70 皮革の染色摩擦堅ろう度の改善におけるオキサゾリン基含有水性架橋剤の応用　安藤博美、石川　齋　109

71 皮革からの揮発性物質の測定　中川和治、杉本　太、安藤博美、奥村城次郎、石川　齋　110

72 サーマルデバリング法を用いた脱毛　岸本 正、佐伯 靖、奥村城次郎、石川　齋　111

「即効型地域新生コンソーシアム研究開発事業」

1　高機能肉盛材料を用いた局部溶造法の確立と熱間工具等の長寿命化

後藤浩二，富田友樹，山中啓市，尾野凱生

1　目　　的

「熱間加工」は、製鉄や自動車部品等、機械工業を支える重要な基盤技術である。これまでわが国はこの分野において技術力、生産力とも世界一級の地位を占め、着実な発展を遂げてきた。

しかしながら、昨今は中国、韓国等、アジア諸国からの激しい追い上げを受け、より一層のコストダウンを迫られるとともに、新工法や新技術の開発による競争相手との差別化、新市場の開拓等の必要にも迫られている。

そこで、工具鋼等の鉄系基材に対して Fe 基、Ni 基及び Co 基等の溶接材料を局部的に肉盛溶接して複合化する技術（局部溶造法）を確立、体系化するとともに、本技術を熱間工具や熱間鍛造金型に適用し、飛躍的な長寿命化とそれによる大幅な製造コストの低減、品質の安定を図ることを目的として本研究を行った。

2　実験方法

市販の Fe 基、Ni 基、Co 基肉盛溶接材料の中から 12 種類を選定し、ハンマー鍛造金型として用いられる鍛造用型鋼 SKT4 及びプレス鍛造金型として用いられる熱間用合金工具鋼 SKD61 の基材に対して種々の条件で肉盛溶接を施し、基礎試験の供試材とした。

基礎試験では、肉盛溶接したブロック試験片の溶接ひずみの測定及び肉盛溶接部のマクロ組織・ミクロ組織の観察、硬さ分布の測定、EPMA による元素分布の測定を行った。さらに、溶着金属及び基材(SKD61,SKT4)の高温硬さの測定を行った。

これらの結果を基に熱間ハンマー鍛造金型、熱間プレス鍛造金型、ノックアウトピン、ホットソーについて耐久性評価のための実証試験を試みた。

ここでは、基礎試験のなかでも局部溶造法適用のポイントとなる高温硬さについて明らかにするとともに、一例としてハンマー鍛造金型の実証試験結果を報告する。

2.1　高温硬さの測定

高温硬さ測定用試験片の形状は、2X4X8mmの直方体であり、それぞれの溶着金属部より採取した。また、比較のため基材（SKD61,SKT4）からも同様の試験片を作製した。

高温硬さの測定は、図１に示す電子ビーム加熱、電磁反発荷重方式の高温顕微硬度計を使用した。

測定条件は、昇温速度 25 ℃/min、プレヒート 20sec、荷重増加速度 0.98N/sec、荷重 1.96N、荷重保持時間 10sec であり、測定温度は室温、200 ℃、400 ℃、600 ℃、700 ℃、800 ℃の６点とした。



図１　高温顕微硬度計

2.2　熱間ハンマー鍛造金型による実証試験

両口スパナ 10×13（JIS B 4630）の製造においてエアハンマーを用いて行われる熱間鍛造工程がある。ここで使用される熱間ハンマー鍛造金型に局部溶造法を適用し、その耐久性についての検証を行った。

過去の実績から両口スパナの場合の型摩耗進行度合いが最も激しい部位を図２に示す。この部分は、スパナの中心線上に原材料を置き、鍛造によってその原材料が変形する過程で最も抵抗の大きな部分（変形量が多い）と考えられ、材料の流れも柄部の薄い部分から頭部の厚い部分に流動する。したがって、金型に傷が付く方向も一般的には図の矢印のようになり、頭部では放射線状に付く。図３は実証試験で使用した熱間ハンマー鍛造金型である。

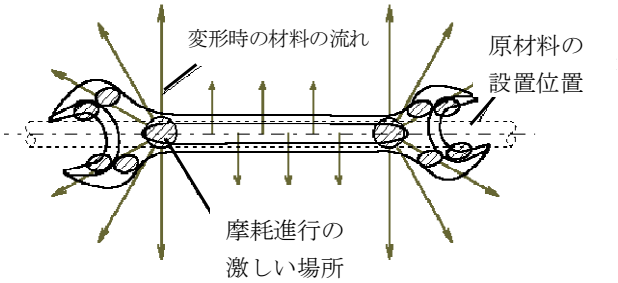


図２　両口スパナの熱間鍛造時における
材料の流れと金型の摩耗部位

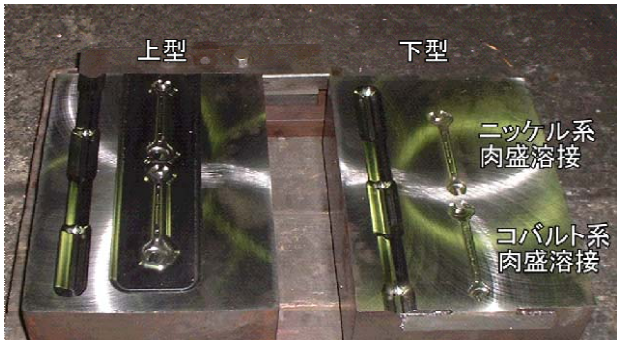


図３　局部溶造法を適用した熱間ハンマー鍛造金型

３　結果と考察

３.１　各種材料の高温硬さ

高温硬さの測定結果を図４に示す。基材及びFe基溶接材料は低温側では硬いが、400 ℃付近から軟化し始め、600 ℃では Ni 基や Co 基溶接材料と硬さが逆転し、700 ℃以上になると100HV0.2以下にまで軟化している。これに対し、Ni 基及び Co 基溶接材料では、低温側では軟らかいが、極端な軟化はせず、800 ℃においてもなお約200HV0.2の硬さを維持している。

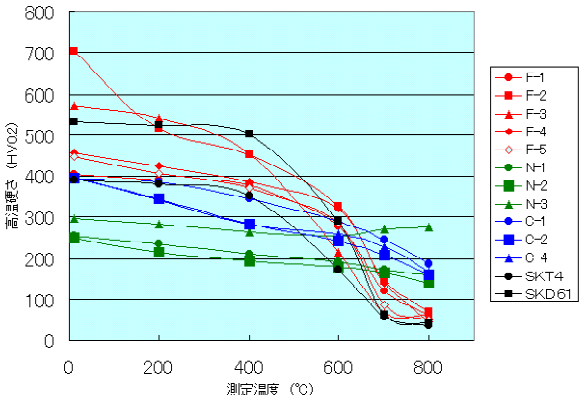


図４　基材及び各種溶接材料の高温硬さ
（F ：Fe 基、N ：Ni 基、C ：Co 基）

これらの材料が示す高温挙動は、後述する金型の摩耗に大きな影響を与えることになる。

３.２　ハンマー鍛造金型による実証試験結果

熱間鍛造作業中に金型の形状を直接計測するのは困難であるため、一連の作業が終了する2500ショット毎に金型を冷却させてエポキシ系樹脂を流し込み、摩耗した金型のレプリカを採取して形状測定を行った。金型からのレプリカ採取の状況を図５に示す。

このレプリカの形状測定には非接触レーザ３次元測定機を使用した。この測定ではレプリカ表面にレーザビームを走査させることによって３次元形状を計測することができるため、金型の摩耗状況を点としてではなく面として捕らえることができる特長がある。一例としてNi基合金を肉盛溶接したスパナ鍛造金型の３次形状測定結果を図６に示す。図２で予想された摩耗進行の激しい場所と３次元測定との結果がよく一致しているのが認められる。

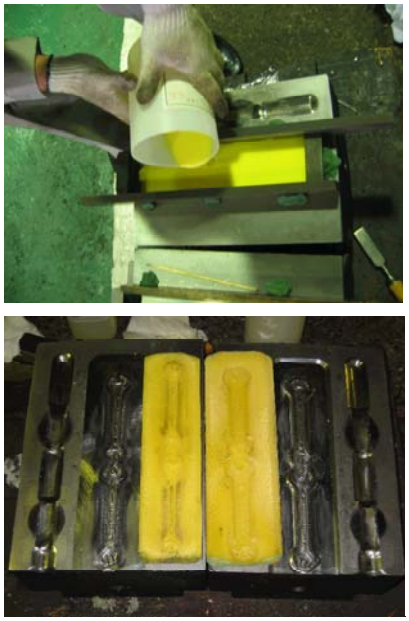


図５　金型表面からのレプリカ採取状況

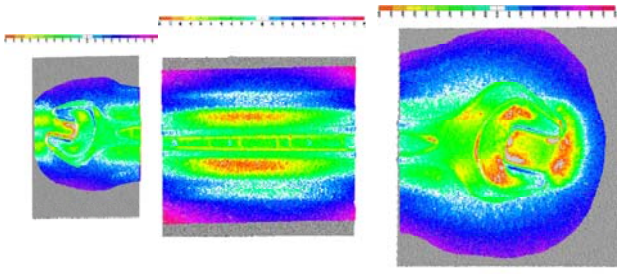


図６　金型表面から採取したレプリカの３次元測定結果（肉盛溶接材料；Ni 基、7500 ショット後）

実証試験において鍛造した両口スパナを図７に示すように500丁毎に抜き取り、その二面幅と呼ばれる金型の摩耗が激しい両口スパナ頭部の厚みをマイクロメーターにより計測した。その結果、鍛造ショット数の増加につれて二面幅の厚みも増加することが判明したため、初期の二面幅の厚みを基準とし、その値からの二面幅厚みの増加量を金型の摩耗量として金型の耐久性を定量的に評価することにした。

なお、両口スパナの二面幅の厚みが0.25mm以上増加すると、両口スパナ用金型は寿命限界であると言われており、この数値をスパナ用金型の耐久性の目安とした。

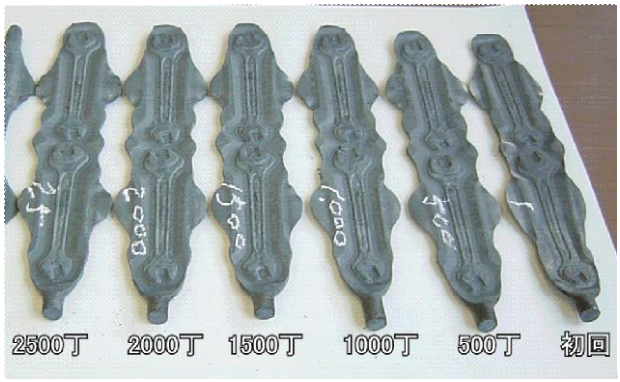


図７　鍛造直後の両口スパナ外観

図８は、このようにして求めた金型の耐久性試験結果であり、比較のため従来より使用されている非局部溶造金型(SKT4鋼基材)の結果も併記する。

図より金型の摩耗量はショット数の増加につれて大きくなり、その摩耗度合いは、Co基＜Ni基＜Fe基＜基材の順に大きくなる。

また、両口スパナ用金型の寿命限界と言われている二面幅厚みの増加量が0.25mmに達するショット数は、基材(SKT4鋼)金型では2200ショット、Fe基合金肉盛金型では3000ショット、Ni基合金肉盛金型では4400ショット、Co基合金金型では7000ショットである。

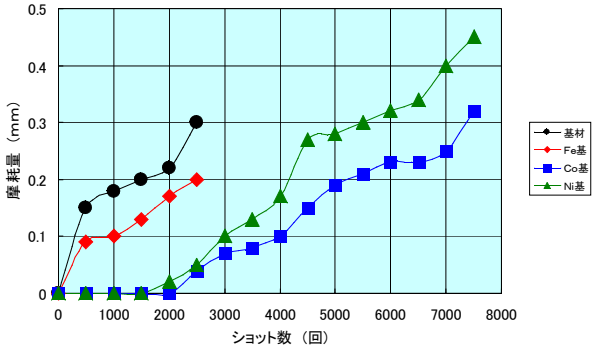


図８　従来の金型及び各種肉盛溶接した金型のショット数による摩耗量の変化

このことから肉盛溶接したスパナ用熱間ハンマー鍛造金型の寿命は、従来の非局部溶造金型に比較して、Fe基合金肉盛金型では1.4倍、Ni基合金肉盛金型では２倍、Co基肉盛金型では実に3.2倍も寿命が延長することが判明した。

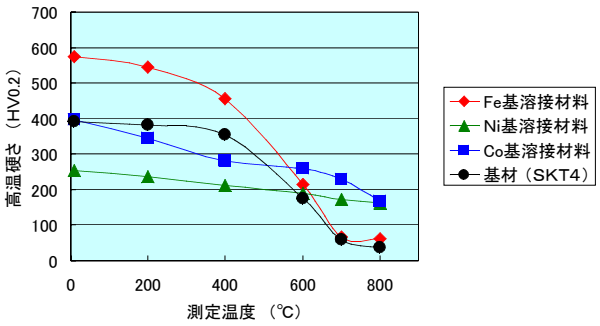


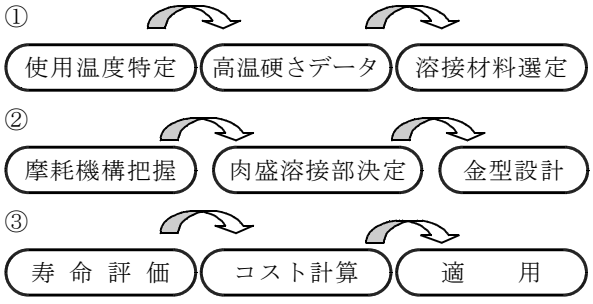
図９　実験に使用した金型の溶着金属及び基材の高温硬さ

また、熱間鍛造の実証試験時に放射温度計を使用して測定した結果、金型表面温度は約 700 ℃であった。図９における 700 ℃の各材料の高温硬さは、基材＜ Fe 基＜ Ni 基＜ Co 基の順に硬くなっており、先の型寿命評価結果に対応している。このことから熱間ハンマー鍛造金型の寿命を決定する因子として高温硬さが重要なパラメータであることが判明した。

4　結　　論

本研究では、熱間工具や熱間金型の長寿命化を目的とし、局部溶造法の確立とその技術の適用を検討した。その結果、局部溶造法適用の大きなポイントとなる材料の高温挙動を硬さの面から把握することができた。また、熱間ハンマー鍛造金型の実証試験においては、Ni 基及び Co 基溶接材料を肉盛溶接することで、従来に比べ、２～３倍の長寿命化を図ることができた。

最後に、局部溶造法適用のポイントを整理すると次のようになる。



（文責　後藤浩二）
（校閲　加藤敏春）

2　合金めっき技術を利用した次世代高容量電極の開発

園田　司，石原嗣生，吉岡秀樹

1　目　　的

ノートパソコン、携帯電話などの携帯電子機器の普及に伴い、機器をより軽量化するため、電源として使用される二次電池の小型化､高エネルギー密度化が要求され、年々リチウム二次電池の使用量が増大する傾向にある。現在、リチウム二次電池用負極として、炭素負極が実用化されているが、理論容量が低く、製造工程も複雑であるなどの短所を有する。

スズ(994mAh/g)は、炭素(372mAh/g)の約2.7倍の理論容量を有し、金属リチウム負極のような火災の危険性がないことから、リチウム二次電池用負極材として非常に有望である。これまで、金属スズ粉末を用いた負極の研究が報告されているが、金属スズ粉末による負極の作製では、炭素負極と同様に導電材およびバインダーとの混合が必要である。さらに、金属スズ粉末だけを使用しても優れたサイクル特性は得られていない。

本研究では、低コストで迅速に負極の作製が可能な電気めっき法[1)]により作製したスズ、スズ－8%ビスマス合金めっきおよびスズ－7%亜鉛合金めっき皮膜の充放電サイクル特性について、熱処理、合金元素、めっき厚さおよびリチウム電池電解液の影響を調べた。

2　実験方法

2．1 コインセルの作製

負極として、直径14mmの圧延銅箔上の厚さ1μmまたは5μmのスズめっき、スズ－8%ビスマス合金めっきまたはスズ－7%亜鉛合金めっき皮膜を用い、セパレーターを介して対極に直径14mmの金属リチウムを配置して、CR2032型コインセルを作製し、25℃の恒温槽中、0～1V vs.Li/Li^+の電圧範囲で充放電サイクル特性を調べた。

2．2リチウム電池電解液

電解液として、リチウム塩濃度1mol/dm^3のキシダ化学㈱製$LiN(CF_3SO_2)_2$/EC+DEC(1+1)、$LiN(CF_3SO_2)_2$/EC+DEC(1+2)、$LiPF_6$/ EC+DEC(1+1)を使用した。

2．3 熱処理

めっき皮膜の熱処理は、1μm厚さの皮膜では、120℃-17h、5μm厚さの皮膜では、スズおよびスズ－8%ビスマス合金めっきでは180℃-17h、スズ－7%亜鉛合金めっきでは200℃-17hで真空熱処理を行った。

3　結果と考察

3．1 充放電サイクル特性に及ぼす合金元素の影響

図１には、熱処理していないスズおよびスズ合金めっき皮膜の充放電サイクル特性を示す。電解液として、1mol/$dm^3$$LiN(CF_3SO_2)_2$/EC+DEC(1+1)を使用した。これより、熱処理しない場合は、スズ－ビスマス合金めっきが、スズ－亜鉛合金めっき皮膜より大きな放電容量を示すことがわかった。また、何れの皮膜においても10サイクル以降、放電容量が大きく低下した。この原因として、リチウムの充放電に伴う皮膜の膨張・収縮により、電気的接触が断たれた粒子の影響が考えられる。

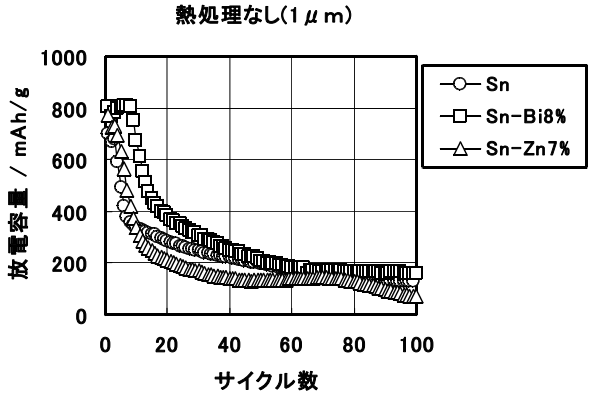


図１　充放電サイクル特性に及ぼす合金元素の影響

図２には、120℃-17hの熱処理後の皮膜の充放電サイクル特性を示す。熱処理することにより、充放電サイクル特性は大きく改善され、スズ－亜鉛合金、スズ、スズ－ビスマス合金めっき皮膜の順に放電容量が低下することがわかった。また、熱処理後の皮膜では、熱処理しない場合に比べ、10サイクル以降において放電容量は大きく低下しなかった。この原因として、熱処理後の皮膜では、めっき皮膜の構造変化が少ないことが考えられる。

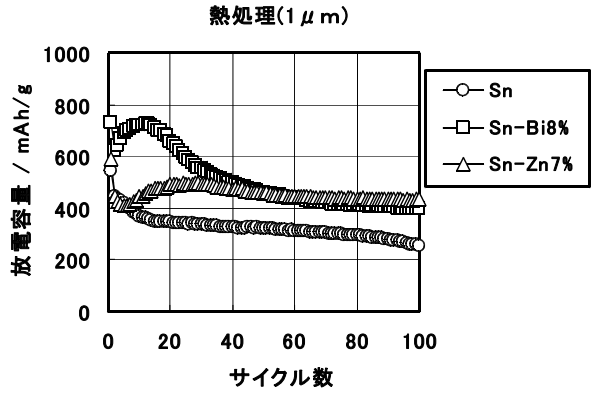


図２ 充放電サイクル特性に及ぼす合金元素の影響

図３には、熱処理後の厚さ5μmの皮膜の充放電サイクル特性を示す。熱処理することにより、充放電サイクル特性は大きく改善され、スズ－亜鉛合金めっきではスズ－ビスマス合金めっき皮膜よりも大きな放電容量が得られることがわかった。また、1μm厚さの皮膜に比べて、50サイクル後の放電容量は､約80～100mAh/g低くなった。

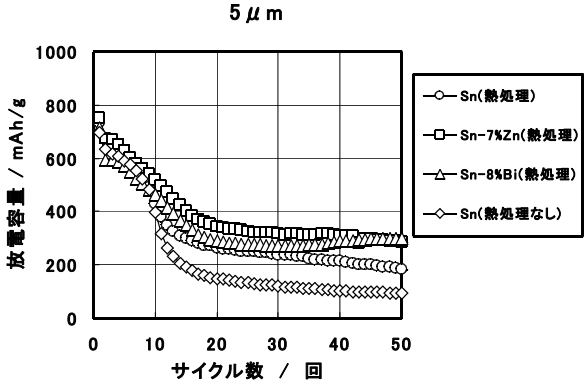


図３ 充放電サイクル特性に及ぼす合金元素の影響

３．２ 充放電特性に及ぼす電解液の影響

図４には、熱処理していない厚さ5μmのスズ－8%ビスマス合金めっき皮膜の充放電サイクル特性に及ぼす電解液の影響を示す。何れの電解液においてもほぼ同じ放電容量が得られた。

図５には、180℃-17hの熱処理後の厚さ5μmのスズ－8%ビスマス合金めっき皮膜の充放電サイクル特性に及ぼす電解液の影響を示す。

電解液として、1mol/dm^{3}LiN(CF_3SO_2)$_2$/EC+DEC(1+1)を使用した場合、LiN(CF_3SO_2)$_2$/EC+DEC(1+2)および$LiPF_6$/EC+DEC(1+1)に比べ、充放電容量が若干大きくなることがわかった。

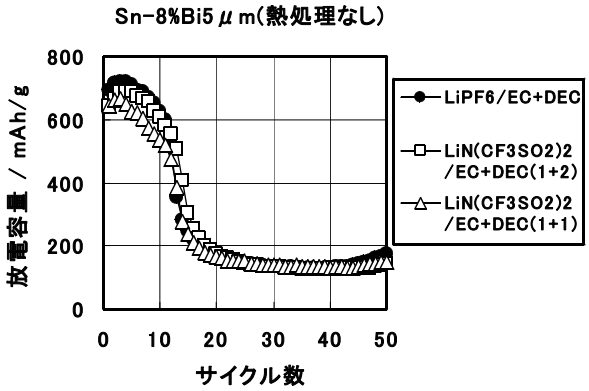


図４ 充放電サイクル特性に及ぼす電解液の影響

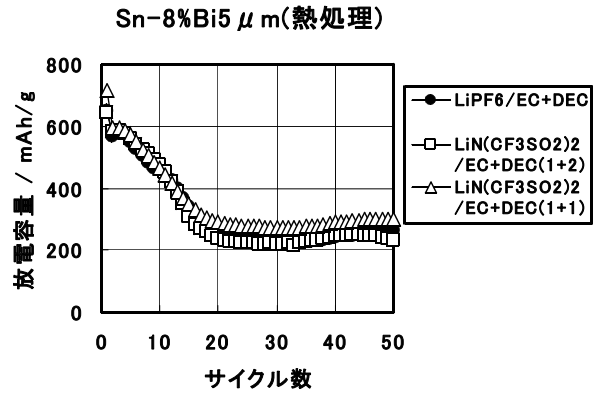


図５ 充放電サイクル特性に及ぼす電解液の影響

４ 結 論

鉛フリーめっき皮膜として、スズ－7%亜鉛合金めっき皮膜を熱処理することにより、スズ－8%ビスマス合金めっきよりも充放電容量は増大した。また、めっき厚さを増大させることにより、放電容量は低下した。一方、リチウム電池電解液を変化させても放電容量は、大きく変化しなかった。これらのことから、めっき技術をリチウム二次電池産業に適用することが可能となる。

参 考 文 献

1)園田,藤枝,鹿野,境,表面技術第99回講演大会要旨集, p114(1999)

謝 辞

本研究は、経済産業省近畿経済産業局平成13年度即効型地域新生コンソーシアム事業により実施しました。関係各位に深く感謝いたします。

（文責 園田 司）
（校閲 毛利信幸）

3　純 Mg 蒸着皮膜の品質評価に関する研究

高谷泰之

1　目　　的

マグネシウムおよびその合金は耐食性に乏しく､現在、使用にあたっては塗装、めっきなどの防食処理がなされている。耐食性低下の要因としてマグネシウムの不純物混入による純度があげられ、高純度化することによってその耐食性が向上するといわれている。そこで、純度の乏しいマグネシウム合金表面を高純度マグネシウム蒸着膜で被覆することによって、マグネシウム合金の耐食性が向上することが期待される。水溶液中における耐食性向上に及ぼす高純度マグネシウム蒸着の電気化学的特性をあきらかにすることを目的とした。

2　実験方法

マグネシウム蒸着膜の耐食性評価の比較材料として 99.9mass%マグネシウム（3N-Mg）および Mg-Al-Zn 系合金（AZ31）を用いた。なお、マグネシウム蒸着膜は蒸発源として Mg-Al-Zn 合金を用い、蒸気圧を利用した被覆法により AZ31 表面に施した（蒸着 Mg/AZ31）。

腐食試験は 0.5mol/dm^{3}NaCl 水溶液を使用し、電気化学的測定用フラットセルを用いた。腐食液は市販特級試薬の NaCl とイオン交換水を用いて調製し、溶液の pH は調整しなかった。それぞれの試料は空気開放の腐食液に静止状態で浸漬し、浸漬期間中に試料の腐食電位と電気化学的インピーダンス特性の経時変化をインターバルに測定した。電気化学的インピーダンス測定は３電極式とし、試料電極、白金対極と参照電極である。参照電極には KCl 飽和 Ag/AgCl 電極を用い、周波数応答解析装置（FRA）とポテショスタットを使用し、コンピュータにより自動計測した。測定条件は腐食電位における印加交流電圧の振幅を 5mV とし、10^{-2}Hz ～ 10^{5}Hz の周波数範囲で行った。なお、試料電極の測定有効面積は 1cm^2 であり、測定はすべて 308K 恒温とした。

3　結果および考察

3.1　腐食電位

塩化ナトリウム水溶液中における各種試料の腐食電位の経時変化を図１に示す。蒸着 Mg/AZ31 の腐食電位は、浸漬直後-1.85Vvs.Ag/AgCl 付近にあり、その後直ちに貴な方向へ移行し、30 分間で-1.60V に達した後一定値で落ち着く。3N-Mg の腐食電位の経時変化は蒸着 Mg/AZ31 の場合と同じ傾向である。蒸着基材である AZ31 の腐食電位は浸漬直後から-1.55V の貴な値を示し、その後ほとんど変動がなく定常値となっている。

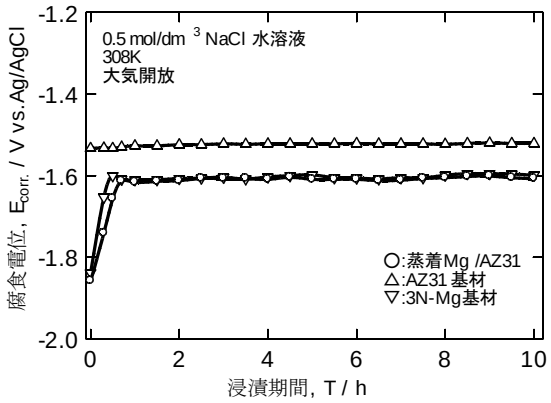


図１　腐食電位の経時変化

3.2　ボード線図

浸漬期間中に逐次測定した蒸着 Mg/AZ31 の電気化学的インピーダンス特性の経時変化を図２に示す。高周波数域には液抵抗に該当する 20 Ω cm^2 の一定なインピーダンスをとり、低周波数になると-1 の傾きをもってインピーダンスが増加する。周波数 10Hz 付近でインピーダンスの折れ点を示し、その後ゆるやかに増大する。それにともなって位相差（b）が 0 から 60deg へと変化する。浸漬期間が長くなると、インピーダンスの増加が低周波数側に移行し、低周波数での折れ点が早くかつ定常なインピーダンス値が小さくなる。さらに、低周波数側では逆にインピーダンスが減少するようになる。

3.3　ベクトル軌跡図

図 2 の電気化学的インピーダンス特性のベクトル軌跡図を図 3 に示す。蒸着 Mg では浸漬直後に半円が見られ、浸漬期間が長くなるとその半円は小さくなる。

各種試料の耐食性を比較するために、これら半円の直径の経時変化と半円の頂点より求められる電気容量を図示すると、図４になる。図４（a）は半円の直径すなわち

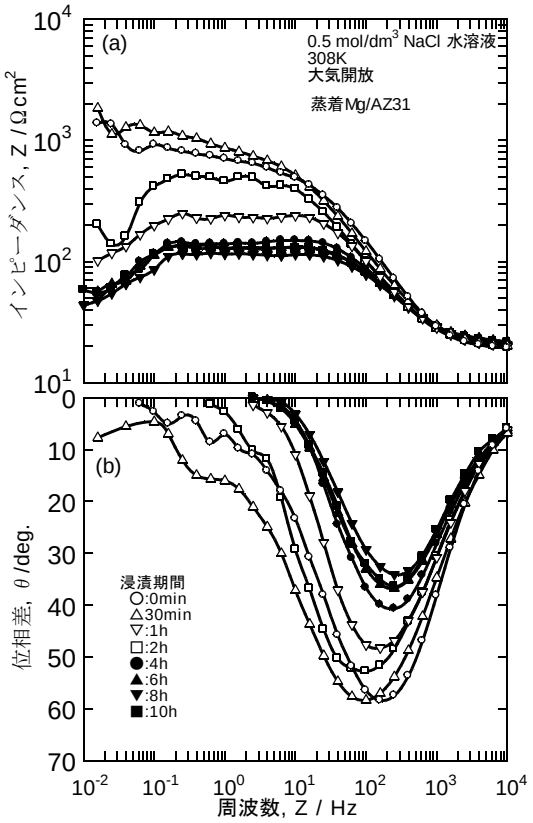


図２　蒸着Mg/AZ31のインピーダンス(a)と位相差(b)の経時変化.

腐食抵抗 R_p の値を示し、AZ31 では浸漬直後から直ちに R_p が減少し、それ以降もゆっくりと減少を続け浸漬 10 時間後には R_p 値は 20 Ω cm^2 となる。3N-Mg と蒸着 Mg/AZ31 の R_p 値は両者とも浸漬直後 500 Ω cm^2 の値を示し、多少変動しながら浸漬にともなってゆっくりと減少し、10 時間後には 100 Ω cm^2 となる。ここで、R_p の逆数が腐食電流に比例するので、腐食抵抗 R_p が大きいほど耐食性があることになる。

以上のことより蒸着 Mg/AZ31 は 3N-Mg と同等な腐食電流値となり、それらの値は基材 AZ31 のものより 1/5 倍であるといえる。

図 4(b)の電気容量の逆数(1/C_p)は表面酸化皮膜厚さに比例する。浸漬直後には AZ31 のみ皮膜厚さが厚く、浸漬にともなって薄くなって定常値となる。

4　結　　論

塩化ナトリウム水溶液中における電気化学的インピーダンス特性を評価し、そのベクトル軌跡を比較することにより、AZ31 に蒸着 Mg を被覆すると耐食性が向上することが明らかになった。

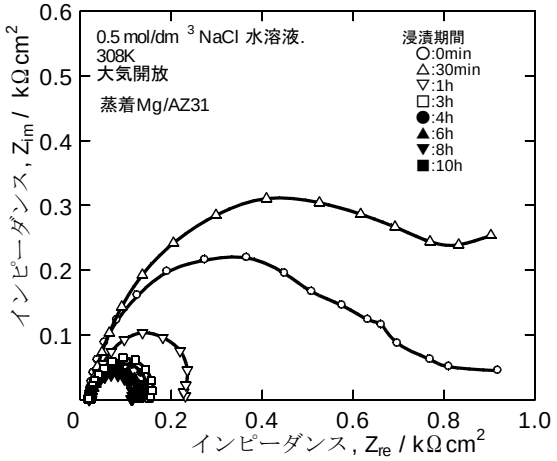


図３　蒸着Mg/AZ31のベクトル軌跡図の経時変化 .

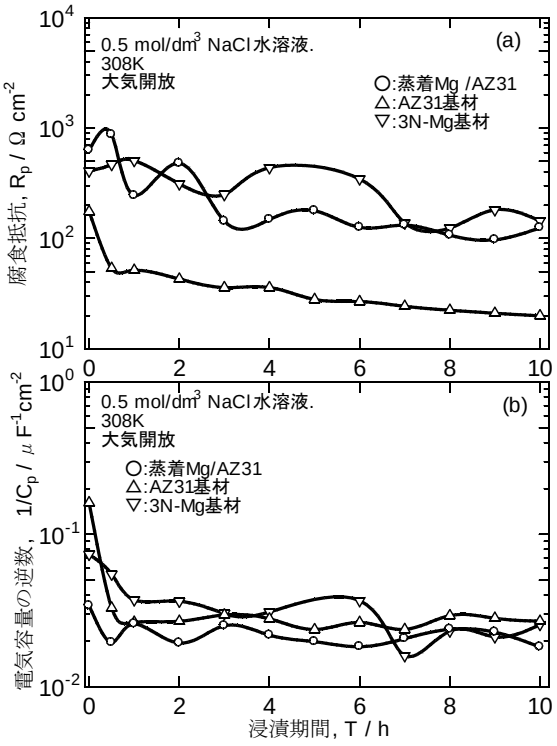


図４　腐食抵抗(a)と電気容量(b)の経時変化

謝　　辞

本研究は、地域新生コンソーシアム研究開発事業の一環として実施し、近畿経済産業局ならびに管理法人(財)新産業創造研究機構に深く感謝します。

（文責　高谷泰之）

（校閲　上月秀徳）

４　トータルマイクロプロセスの要素技術の開発

加藤敏春，松井　博，山下　満，才木常正

１　はじめに

近畿経済産業局の平成１４年度の「地域新生コンソーシアム研究開発事業」に姫路工業大学高度産業科学技術研究所の服部　正教授を研究代表者、（財）新産業創造研究機構（ＮＩＲＯ）を管理法人とする中型放射光施設「ニュースバル」を活用した上記研究課題プロジェクトに公設試験研究機関としての役割（支援機関）として、また当研究課題の成果を県下中小企業へ技術移転する役割として参画した。昨年度に引き続き、姫路工業大学中型放射光施設を用いたトータルマイクロプロセスの要素技術の開発及びニュースバルビームライン１１（ＢＬ－１１）の放射光スペクトル測定を分担研究した。

２　目　　的

硬度情報化社会を牽引する情報携帯端末の主要部品である液晶パネル等の主要部品は大企業で開発されているが、その周辺部品を製造している中小企業では、開発が立ち遅れている。情報携帯端末部品の製造を可能にする微細加工技術の要望で工業技術センターに対して寄せられている。

本コンソーシアムでは、トータルマイクロシステム技術を駆使し、高性能で小型化した次世代携帯電話等に使用が可能な小型情報端末関連部品を開発するための３次元加工技術の開発を行う。

３　結果と考察

３．１　トータルマイクロプロセスの要素技術の開発

目標は、姫路工業大学中型放射光施設ＢＬ－１１を用いたディープＸ線リソグラフィーにより、数十ミクロンレベルの微細加工、金型作製、成形技術等の要素技術を開発することにある。

Ｘ線の入射方向、及びＸ線マスクとレジストの相互位置を任意に変えることを可能にする９軸露光ステーションの立ち上げを行なう。そこで、まず９軸露光ステーションの制御方法の検討を行なった。そ
の結果、図に示すように、９軸露光ステーションの９軸（ｘ，ｙ，ｚ等）及び露光シャッターはＧＰ－ＩＢ制御で行い、蓄積電流値のコンピュータへの読み込みはイーサネット経由で行なうことに決定した。そして、これらを行なうために必要な制御機器（パソコン、ＧＰ－ＩＢボード等）を選定した。更に、今後開発する９軸を同時に動作させることが可能なプログラムのコアとなるＧＰ－ＩＢ制御、イーサネット経由の読み込みプログラム等を作成した。

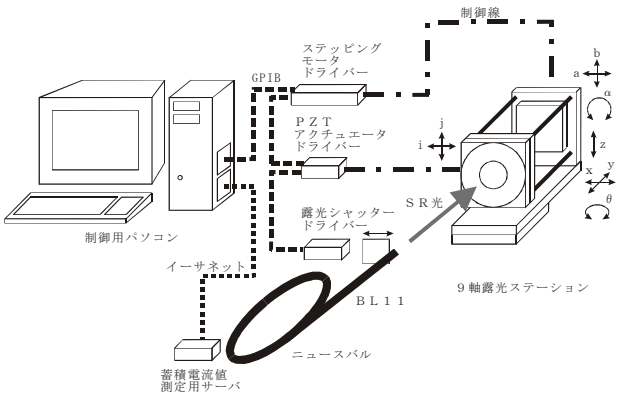


図１　９軸露光ステーション

その結果、以下のことが明らかになった。

これまでにプロセスの主要装置である放射光露光装置の光学特性測定装置の開発と３次元露光に必須となる多軸露光装置の設計を終えた。また、Ｘ線リソグラフィー用マスクの作製フローを検討し、作製に必要なプロセス装置全般の導入、立ち上げを行った。ＩＴ応用制御のグループと協力してＢＬ－１１のビームモニタシステムを構築し、これを用いてより精密な光学系のアライメントを行った。この結果、ビームラインの設計値を満足する強度と均一性を有する放射光ビームを得、ビームの整形が設計通りに可能なことを確認した。また、数10μｍレベルの高アスペクト(10以上)レジスト構造体の露光技術を確立し、ナノレベルの平坦度を得た。

Ｘ線リソグラフィー用マスクの開発に関しては、次のことが判明した。

①吸収体支持膜から微細パターニング、バックエッチに至る個別要素プロセスの条件最適化を終え、実際のＸ線マスクの作製に着手し、３次元マイクロ構造体を製作するために、Ｘ線マスク吸収体の厚さにより加工深さを制

御する方法の検討を行い、実現可能なことを実証した。
②露光する対象物に応じて露光ビームが整形可能な、ビームモニタを完備したＢＬ－１１を完成した。
③数10μｍレベルの微細パタンの金製吸収体と樹脂製メンブレンによるマスクを実現した。

３．２　ＢＬ－１１の放射光スペクトル測定

ＢＬ－１１では、図２に示すように、偏向電磁石より放出される放射光は２枚のミラー（Ｎｉ／Ｗ／Ｃ多層膜ミラー及び白金蒸着ミラー)及びベリリウム真空隔膜(厚さ：ｔ＝200μｍ）を経て、ビームライン末端の露光チャンバーへと導かれている。

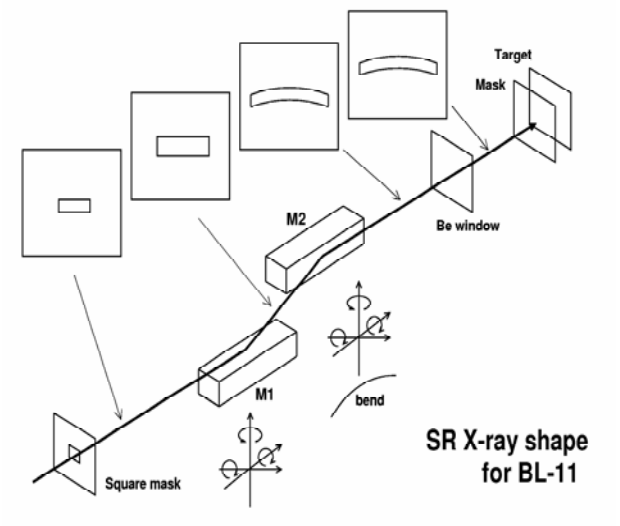


図２　ＢＬ－１１の光学系配置図

測定器として準備した固体半導体検出器（ＳＤＤ）は、図２のベリリウムウィンドウの直下流位置に、ｘ、ｙ、ｚおよび傾斜の４自由度ステージに固定して備え付けた。放射光は紙面左より入射し、ベローズを経て検出器に到達する。検出器はステージを用いて図３の影部の範囲を稼働できるように設置した。また、図３の右／下のグラフは、ビーム中央近辺におけるＸ線の強度を模式的に図示したものである。今回の測定ではステージのストロークや検出器のカウントレートが飽和する等の問題のため、これらビーム全体の形状の測定を行うことは出来なかった。測定では検出器が飽和してしまうのを避けるために、リング蓄積電流を調整して、ほぼ測定下限以下の極低電流値に絞り込む必要があった。

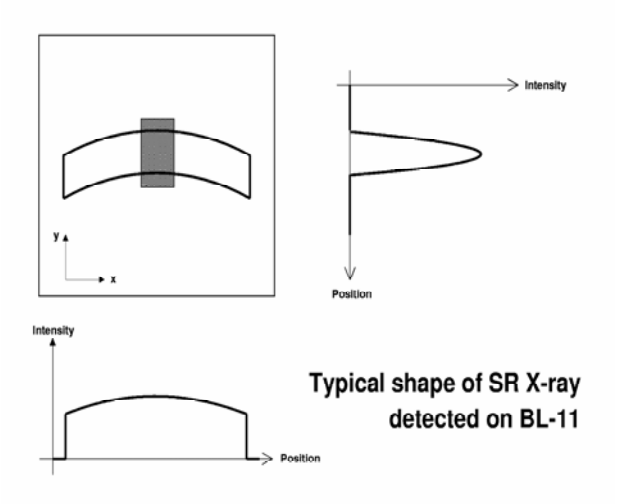


図３　ビーム形状とＳＳＤ検出器の可動範囲

リング蓄積エネルギーがＥ＝1.0ＧｅＶと1.5ＧｅＶで測定したＢＬ－１１放射光スペクトルの測定結果から、光子エネルギーは、アルミニウム（Ａｌ）フィルターを挿入した時に発生する蛍光Ｘ線（Ａｌ、Ｋα　Ｅ＝1.486eV）による校正を確認した。

また、ニュースバル蓄積リング内に挿入された偏向電磁石からのフォトンフラックス､第１の白金蒸着ミラー、第２の多層膜ミラーの反射率（第１の白金蒸着ミラーの入射角は 0.8°、第２の多層膜ミラーの入射角は白金蒸着ミラー 1.6° 入射の値で代用)、および 200 μｍ厚のベリリウム窓の透過率を基に、数値的に導出したスペクトルの計算値である。出力光スペクトルの形状および、ピークエネルギー値は、計算値と実測値で非常に良く一致していることが判る。2.1ｋｅＶ付近にある白金の吸収端は、計算値で特に顕著に現れている。これは理論計算の際、Ｎｉ／Ｗ／Ｃ多層膜ミラーの反射率計算に白金の値を代用したことに起因するものと思われる。また、Ｅ＝1.5ＧｅＶの時、3.5～5.5ｅＶの光子エネルギー領域で計算値との差異が大きくなっている。これはＥ＝1.5ＧｅＶ時の光学系アライメント（ミラー／光軸のマッチンク）が最適化されていないために、ミラーに対する入射角度が大きくなっていることが原因と考えられる。

（文責　松井　博）
（校閲　加藤敏春）

「課題対応技術革新促進事業(中小企業総合事業団委託研究)」

5　電子スペックル干渉法を用いた振動モード測定システムの開発

松本哲也，北川洋一，小坂宣之

1　目　　的

機器の輸送中や使用中に受ける振動により時として共振が起き、シャーシやボルトの欠落、破損、実装基板の破断、誤動作等の事故が起きている。また、振動による騒音も問題となっている。このような問題を回避するためには、設計・製造時に機器の振動モードを簡便に測定し､その耐振動性を評価できるシステムが必要となるが、現状ではそのような計測システムは開発されていない。

そこで我々は、振動面にレーザ光を照射し、振動モード画像を２次元かつ高速に表示可能な非接触振動測定システムを開発したので報告する。

2　振動モード画像の測定原理

振動振幅の等高線を高速に表示する方法として、レーザ光を振動面に照射する電子スペックル干渉法を用いた。

電子スペックル干渉法を用いた振動測定の原理を図 1 に示す。レーザ光を振動面(粗面)に照射すると、そこからの反射光には、図 2 に示すようにレンズの結像面で、像界のスペックルパターンと呼ばれるランダムな干渉パターンが現れる。このパターンを測定面を経由しない参照光と干渉させる。

今、測定面が距離方向(結像系の光軸方向)に変位したとき、測定面からの反射光(物体光)の、観測面上の点 P での光振幅 $U(P)_S$、ならびに参照光の点 P での光振幅 $U(P)_R$ をそれぞれ

$$U(P)_s = A_s \exp[i\{\psi_s + \frac{2\pi l}{\lambda}\}] \qquad (1)$$

$$U(P)_R = A_R \exp[i\{\psi_R + \frac{2\pi l_0}{\lambda}\}] \qquad (2)$$

ただし、As:物体光の振幅、Ψ s:物体光の位相、l:物体光の光路長、AR:参照光の振幅、Ψ R:参照光の位相、l_0:参照光の光路長、λ:レーザ光の波長

とすると、点 P での光強度は

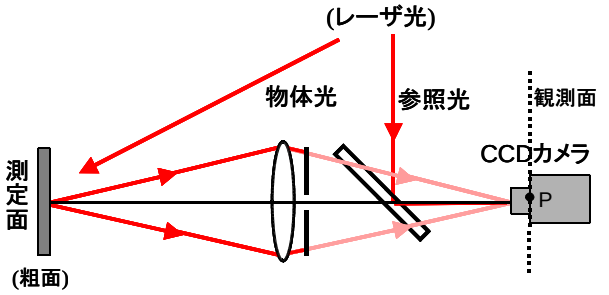


図１　電子スペックル干渉法による振動測定の原理

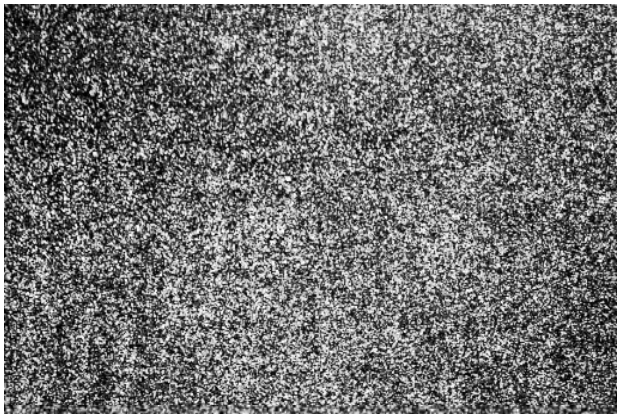


図２　測定面からの反射光（スペックルパターン）

$$I(P) = A_S^{\,2} + A_R^{\,2} + 2A_R A_S \cos[\psi_R - \psi_S + \frac{2\pi}{\lambda}(l - l_0)] \qquad (3)$$

で表される。ここで、l-l_0 は物体光と参照光の光路差である。l-l_0=OPD とおくと、測定面が振動している場合には、光路差 OPD が周期的に次式で示すように変化する。

$$OPD = OPD_c + V \cos \omega t \qquad (4)$$

ただし、V：振動振幅、OPDc：振幅 0 の時の光路差

CCD カメラを用いてこれを観測すると、カメラの取り込みレートよりはるかに高い周波数の振動(約 100Hz 以上)に対しては、振動の節(振幅が 0 の位置)の部分では図 2 に示すスペックルパターンがほぼそのまま観測され、それ以外の位置ではスペックルパターンが高速にゆ

らぐために、光強度の平均値が観測される。

実際の観測では CCD カメラへの画像取り込みのタイミングによって光路差が若干ゆらぐため、多数回画像を取り込み、光強度の最大値を各位置で求めると、振動の節の位置で最も明るく、間隔が約 0.2 μ m の振動振幅の等振幅線が現れる。これについての詳しい式の展開は、参考文献 1)に掲載されている。この縞を用いて、振動モードを評価することができる。

3　大振幅振動ならびに振動位相の測定方法

電子スペックル干渉法で得られる縞は原理上、振幅 0(振動の節)以外での縞のコントラストが非常に小さくなる。そのため、読み取り可能な縞の本数は高々 10 数本であり、測定可能な振動振幅は数μ m である。実際には、これより大きい振動の測定ニーズは多く(特に約 100Hz から 200Hz まであたりの低周波領域で)、約 5 μ m 以上の大振幅振動を測定する必要がある。

そこで我々は、レーザ光の波長を加振信号と同期させて変調し、最も明るい縞を振動の節からずらせる方式を考案した。

振動による光路差変化と波長変調が同時に存在する場合、観測面での位相変化は式(3)より、

$$d\psi = \frac{2\pi}{\lambda} dOPD - \frac{2\pi}{\lambda^2} OPD \cdot d\lambda \qquad (5)$$

と表され、振動と波長変調の周波数と位相を一致させることで、式(5)の第 1 項に示す振動による位相変化を、同第 2 項の波長変調による位相変化により打ち消すことが可能となる。

またこの式から光路差 OPD が大きくなる程、波長変調による観測面での位相変化が大きくなることがわかる。OPD を大きくする方法として、参照光を長寸の光ファイバーで導光する方式が考えられる。

一方、このレーザ光変調方式を応用すると、振動の位相を判別できる。振動の腹が複数個ある場合、それらが同位相で振動しているか否かは、それにより生じる騒音の音量に大きな影響を与える。そのため、位相測定が重要な問題となる。通常の等振幅線表示ではそれらの位相関係はわからないが、レーザ光の波長を振動周波数と同期させて変調させると最も明るい縞の位置が節からずれる。そのため、両者の位相が一致した振動の腹にのみ、その中腹に最も明るい縞が現れ、振動の位相を判別できる。

4　結果と考察

本原理による性能評価機を試作し、評価実験を行った。

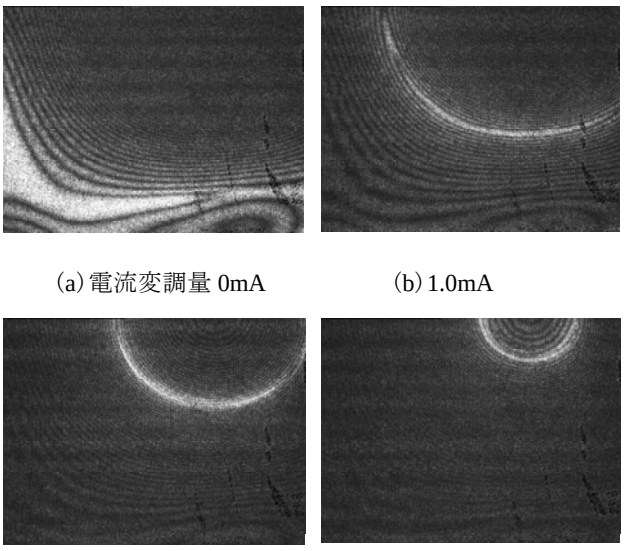


図 3　試作した性能評価機の外観

試作した評価機の光学ヘッドを図 3 に示す。光源には、波長 785nm の半導体レーザを用いた。製品化を念頭に小型化(W300mm × D250mm × H150mm)を図っており、持ち運びが容易な光学ヘッドになっている。また、光学ヘッドと振動面間の距離を約 1m に設定しているので、光ファイバーを用いない場合でも光路差は約 2m となる。そこで今回の実験では、光ファイバーを用いない構成とした。

実験では、スピーカーに白色のラッカーを塗布したステンレス薄板を貼り付け、スピーカーに電圧を印加して薄板を加振した。

まず、半導体レーザの注入電流を変調して縞画像を観測した。スピーカーの振動周波数と半導体レーザの注入電流の変調周波数を 150Hz に設定し、半導体レーザの



(a)電流変調量 0mA　(b)1.0mA

(c)2.0mA　(d)3.0mA

図 4　レーザ光の電流変調量を変化させた時の、最も明るい縞の位置の移動

電流変調量を 0，1.0，2.0，3.0（mA）に設定した時に得られた縞画像を図 4 に示す。ここで、1.0mA の電流変調は、約 0.07nm の波長変調量に相当する。0mA の場合には、最も明るい縞は振幅が 0 である振動の節(ここでは固定点であるスピーカーの縁)の位置に現れているが、変調量を上げてゆくにしたがって、最も明るい縞は振動の腹(図中の右上)に向って移動していることがわかる。

この実験結果では振動の節から腹まで縞が約 50 本観測されており、縞の間隔を 0.2 μ m とすると振動振幅は約 10 μ m であった。レーザの変調方式を採用することで、たとえば図 4 の各画像を合成して大振幅振動の観測を容易にしたり、振幅値を算出することが可能になることがわかった。

また、同じ振動面を用いて振動位相を測定する実験を行った。実験では、振動の腹が複数出現するようにスピーカーを 350Hz で加振し、加振信号と半導体レーザの変調信号の位相差を変えて観測した。観測結果を図 5 に示す。

これら２つの信号の位相差を或る値φにしたとき、図 5(a)に示すように振動の腹の中腹に明るい縞が現れ、また左側の腹には明るい縞が現れていない。次に位相差をφ+180°に設定すると、逆に左側の腹の中腹に明るい縞が出現する。この結果より、2 つの腹は逆位相で振動していることがわかる。

1 枚の縞画像を得るには、2 章でも述べたように多数回画像を取り込み、画像間で光強度の最大値を求める演算をする必要がある。今回の実験では、10 枚の入力画像から 1 枚の縞画像を得たので、測定時間は 0.33 秒であった。

今年度の研究開発では、振動面の振動周波数が測定できないため、加振試験には対応できるが、インラインでの振動評価が難しいという問題が残された。

5 結　論

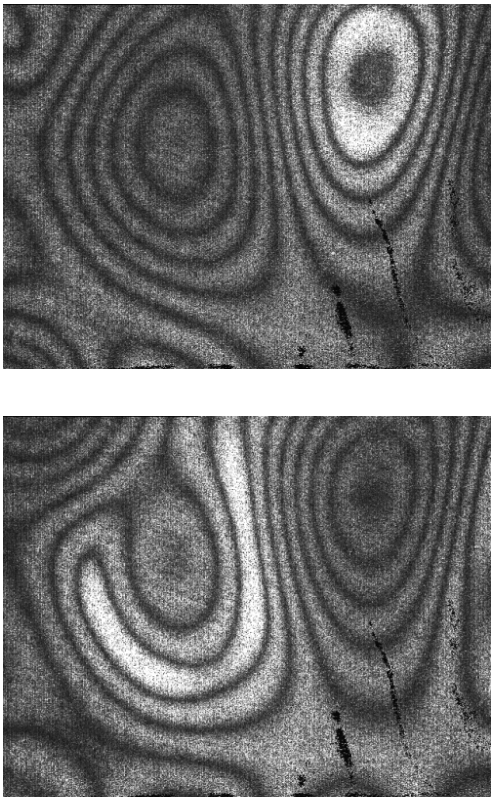
電子スペックル干渉法により、機器の振動モードを非接触、2 次元かつ高速に測定する振動測定システムを開発した。また、大振幅振動ならびに位相の測定機能を付加し、その性能を評価した。

引き続きこの事業では、平成 15 年度にシステムの高性能化を図り、企業での製品化に結びつける予定である。

参 考 文 献

1) K.J.Gasvik ; Optical Metrology , p143,JOHN WILEY & SONS (1996).

（文責　松本哲也）（校閲　小坂宣之）



(a)位相差φの時の縞画像
(b)位相差φ+180°の時の縞画像

図 5　位相差を 180°変化させた時の、最も明るい縞の位置の変化

6　植物性食品加工副産物の亜臨界水処理による生理活性物質の生産と利用

藤村　庄，桑田　実，原田　修，宮本知左子，吉田和利，大橋智子，脇田義久

1　目　　的

大豆や小麦を原料として食品加工時に生じる副産物を連続的な亜臨界水処理によって可溶化、低分子化させ、生理活性物質を含んだ新規な食品素材を開発した。機能性食品として利用することを目的として前年度に連続式亜臨界水処理装置を試作し、その装置を用いてオカラやフスマの低分子化、可溶化を検討した。

平成14年度は、オカラやフスマの亜臨界水処理物の各種の生理活性などの機能を*in vitro*あるいは*in vivo*な方法で評価するとともに、食品素材として用いる場合の安全性を確認した。

2　実 験 方 法

２．１　抗酸化活性測定

オカラ、フスマ亜臨界水処理物の抗酸化活性について、DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)のラジカル消去による退色を測定した。抗酸化活性の評価としては、吸光度を50%減少させるのに必要な亜臨界水処理物の添加量をEC50 (μl/assay tube)として示した。

２．２ アンジオテンシンI変換酵素(ACE)阻害活性測定

オカラ、フスマ亜臨界水処理物のACE阻害活性測定を行った。ACEは血圧調整に関与する酵素で、この酵素を阻害する物質には血圧降下作用が期待されている。ACE阻害能は酵素反応によって生成した馬尿酸の量をHPLC分析にて定量し、阻害率とした。ACE阻害活性評価は、阻害率を50%減少させるのに必要な亜臨界水処理物の添加量をIC50 (μl/assay tube)として示した。

２．３　抗変異原性試験

オカラおよびフスマの亜臨界水処理物の抗変異原性（変異原性物質の効果を打ち消す作用）試験を、サルモネラ菌 TA98株、TA100株を用いた変異原性試験（エームス試験）を応用した方法にて行った。エームス試験との違いは、変異原性物質Trp-P2を亜臨界水処理物と共に添加するところである。なお、抗変異原性の評価は、増殖したヒスチジン非要求性コロニー数をカウントして変異原性率の結果を基に算出した。

２．４　フスマのラット血清脂質に対する作用効果

フスマ亜臨界水処理物をラットに摂取させた時の血中脂質濃度に及ぼす影響を検討した。ラットには、フスマおよび240℃亜臨界水処理物を5%量添加したものを飼料とした。血液を回収し血清を調製した後、総コレステロール（TC)、高密度リポタンパク質コレステロール（HDL-C)、中性脂肪（TG）を酵素法により定量した。解剖前2日間の糞を回収し、TCと胆汁酸の排泄量を測定した。また、腸管に付着している脂肪を回収し重量を測定した。統計処理は、一元配置分散分析後、平均値の差の検定をDuncanの多重比較法で行い、$p<0.05$で有意差を判定した。

２．５　オカラのラット血圧上昇抑制効果

本態性高血圧自然発症ラット（SHR）は、加齢に伴い、血圧が自然に上昇する特徴をもつラットであり、このSHRを用いてオカラ処理物の血圧上昇抑制効果について検討した。ラットには、オカラおよび240℃処理物を５％量添加したものを飼料とした。血圧は飼育初日および7日間ごとに測定を行った。統計処理は、コントロール群を対照群としたDunnettの多重比較法を行い、$p<0.05$で有意差を判定した。

２．６　亜臨界水処理物の安全性評価

亜臨界水処理物を素材とする機能性食品を開発、製造する上で生成物の安全性を評価することは極めて重要である。サルモネラ菌TA98株およびTA100株を用いた変異原性試験（エームス試験）を行った。変異原性の判断は、復帰コロニー数が試料を加えないコントロール（自然復帰コロニー数）に比べて、統計的に有意な増加を示す場合を陽性と判断した。統計処理は、Dunnettの多重比較検定を行い、$p<0.05$で有意差を判定した。また、ラットに亜臨界水処理物を摂食させた時の体重増加および飼料効率を測定し、処理物の発育に及ぼす影響について検討した。その後、ラットの各種臓器の重量測定と肉眼による異変の観察を行い、臓器に対する処理物の影響についても検討した。

3　結果と考察

３．１　抗酸化活性測定

オカラ、フスマ亜臨界水処理物共に処理温度が高くなるに従い抗酸化活性が上昇することが分かった（図1、図2)。ただし、オカラ処理物の場合 140 ℃から 260 ℃

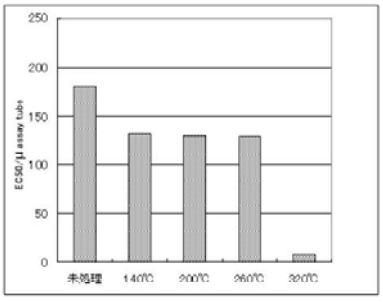


図 1 オカラの抗酸化活性

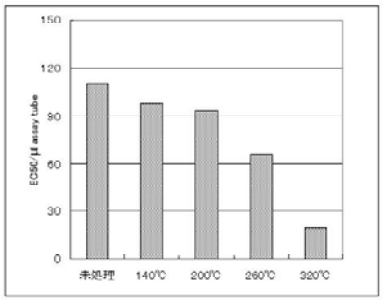


図 2 フスマの抗酸化活性

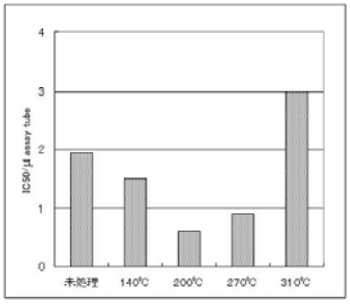


図 3　オカラの ACE 阻害活性

までの間はほとんど活性は変化していないが、フスマ処理物は温度依存性を示した。このことはオカラとフスマの組成の違いに起因するものと考えられる。

３．２ アンジオテンシンI変換酵素(ACE)阻害活性測定

オカラ処理物の場合、温度を上げて処理を行うに従い阻害活性が上昇する傾向が見られ、200℃で処理したものが一番高かった（図3)。しかし、さらに温度を上げていくと阻害活性が低下していくことが分かった。

これらのことから、亜臨界水処理を行うと大きな分子量のタンパクなどが低分子化されて、酵素反応に適度な長さのペプチドなどが生成されるが、更に温度を上げると低分子化が進行し活性を失うと考えられる。

３．３　抗変異原性試験

オカラ処理物については、170℃処理物は未処理物と同程度の抗変異原性を示したが、200℃以上の処理物については、未処理物に比べて高い抗変異原性を示した。一方、フスマ処理物では、260℃以上の処理物が未処理物に比べて高い抗変異原性を示した。変異原性物質のTrp-P2はアミノ酸が由来であるため、この効果を抑制することは、食品中の変異原効果を低減することができると考えられる。オカラ処理物に関しては、200℃以上の処理に関してこの効果が期待できる。また、より高温で処理した場合において高い抗変異原性が見られることから、有効成分は加水分解生成物中に含まれていると予想される。今回はフスマ処理物は抗変異原性が示されたものの、別種のサルモネラ菌TA100株に対して変異原性試験では高温処理物（290℃以上）に対して変異原性も示した。この矛盾は、サルモネラ菌の菌株の違いによるものであると考えられる。

３．４　ラットの血清脂質に及ぼす影響

ラット血清中においてはTC量で有意差はないが、290℃処理物群が他群に比べ、低いTC値（152.8±19.2 mg/dl）を示した。血清中TCの低下機構としては、1）TCの吸収阻害、2）胆汁酸排泄の促進、3）リポタンパク質代謝の変化、4）インスリン分泌の減少などが考えられている。今回、一日あたりに排泄される糞中のTC量と胆汁酸量を比較したところ、290℃処理物群は他群に比べてTC量、胆汁酸量ともに高い値を示しており、290℃処理物群におけるTC低下の原因の一つと考えられる。HDL-Cついては各群間で大きな差は認められなかった。一方、血清TGについては、フスマ群（313±80 mg/dl）と290℃処理物群（310±64 mg/dl）がコントロール群（468±96 mg/dl）に比べ有意に低下していた（図4)。また、240℃処理物群（361±41 mg/dl）においても、コントロール群に比べ、低下する傾向が見られた。このことから、フスマおよびフスマ処理物の血清TG低下作用が示唆された。腸管脂肪が過剰に付着している肥満状態では、血清TGが上昇しやすいことが知られている。腸管脂肪を測定したところ、コントロール群（7.89±0.75g）に比べ、フスマ群（6.02±0.86g)、240℃処理物群（6.31±0.95g）で有意に低下しており、フスマおよびフスマ処理物の腸管脂肪の減少効果（抗肥満効果）が示唆された。今回、フスマ処理物の抗肥満効果および血清TGの改善効果が示唆されたことから、これらの効果を目的とした機能性食品の開発においてフスマ処理物が有効であると考えられる。

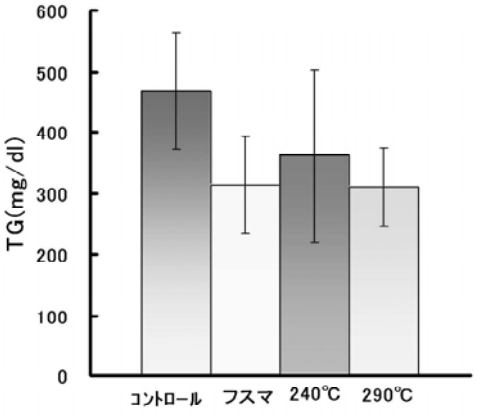


図4　血清中の中性脂肪(TG)量

３．５　ラットによる血圧上昇抑制効果

実験開始14日目では、コントロール群で185±7 mmHg、オカラ群で171±12 mmHg、処理物群で166± 9 mmHg で

あり、コントロール群に比べ、オカラ群、オカラ処理物群では血圧上昇を有意に抑制させた（図5）。また、実験開始後28日目ではコントロール群で191±12 mmHg、オカラ群で185±8mmHg、オカラ処理物群で175±8 mmHgであり、コントロール群と比べると、処理物群で血圧の上昇を有意に抑制させた。このことから、オカラにも血圧の上昇を抑制させる機能があるが、亜臨界水処理を行い水溶性のACE阻害活性を有するペプチドや水溶性食物繊維を増加させることにより、さらに血圧上昇を抑制させることができる。

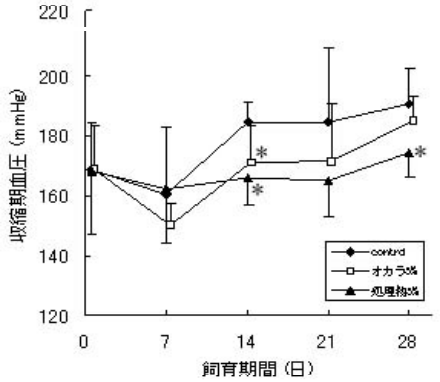


図5　SHRの血圧変動

３．６　亜臨界水処理物の安全性（変異原性）試験

オカラ処理物に関しては、サルモネラ菌TA98株、TA100株のどちらの菌株を用いた場合でも自然復帰コロニー数と比較して有意な増加は見られなかったため、変異原性は陰性であると判断した。

一方、フスマ処理物ではTA98株を用いた試験では、自然復帰コロニー数に比べて有意な増加は見られなかったものの、TA100株を用いた試験では290℃以上の高温処理物において有意な自然復帰コロニーの増加が見られた。すなわち、260℃以下の処理物に関しては陰性であるが、290℃以上の処理物に関しては陽性であると判断した。

フスマはオカラに比べて不溶性食物繊維の成分であるリグニン量が多い。このリグニンはフェニルプロパン骨格としており、熱に対して比較的不安定である（フスマ可溶化物中のポリフェノール量は処理前が0.29%、200℃で0.34%、290℃で1.76%、320℃で3.19%、350℃では3.95%に達する）。高温フスマ処理物では、リグニンが熱分解されることで変異原物質が生成される可能性がある。

ラットの発育に対する影響については、飼育期間中の体重増加量はコントロール群（271±27g）に比べ、フスマ（246±26g）、240℃処理物群（252±34g）、290℃処理物群（256±20g）で若干低下する傾向はみられたが有意差はなかった。また、飼育期間中の飼料摂食量、飼料効果についても、各群間で有意な差は認められなかった。このことから、240℃処理物、290℃処理物はラットの発育に対し、大きな影響を及ぼさないことが明らかとなった。臓器重量については、肝臓、心臓、腎臓、脾臓、肺臓、小腸、盲腸、睾丸、精巣上体、胸腺について、各群間で有意な差は認められず、240℃および290℃処理物がこれらの臓器に対し、悪影響を及ぼさないことが示唆された。胃については、コントロールが3.31±1.17gであったのに対し、240℃処理物群では1.86±0.33gと有意に低い重量を示した。しかしながら、フスマ群と比べると有意な差がないので、240℃処理物が胃に対して悪影響を及ぼしていないと推定される。さらに胃内容物の重量については検討しておらず、胃そのものの重量を測定していないことから、今回の結果が内容物に起因する可能性も考えられる。肉眼により各臓器における異変の有無を観察したところ、全頭の全臓器において顕著な異変は確認できなかった。

以上の結果から、240℃処理物、290℃処理物ともに、ラットの発育、各種臓器に悪影響を及ぼさないことが明らかとなった。

４　結　　論

１）オカラやフスマの亜臨界水処理物は抗酸化活性を示すが、フスマ処理物は温度依存性が高い。

２）オカラ処理物はアンジオテンシンⅠ変換酵素阻害活性を示し、200℃が最も高かった。しかし、それ以上温度を上げると活性は低下していく。

３）オカラやフスマは未処理物でも抗変異原性を示すが、オカラの場合は処理温度が200℃以上、フスマ処理物は260℃以上で未処理に比べて抗変異原性が高くなる。

４）ラットを用いた評価において、フスマ亜臨界水処理物は抗肥満効果、血清総コレステロール改善効果を見いだした。

５）オカラ処理物はラットを用いた試験では血圧上昇を抑制する効果を示した。オカラにもこれらの効果は見られるが、亜臨界水処理によりさらに効果が大きくなる。

６）オカラ、フスマ共に170℃から320℃の範囲の温度で亜臨界水処理をしてもサルモネラ菌TA98株では変異原性が見られないが、フスマ処理物はTA100株で290℃以上で変異原性があると判断した。

７）各種臓器重量並びに解剖による目視判定で各群間で有意な差は認められず、240℃および290℃処理物がこれらの臓器に対し悪影響を及ぼさないことが示唆された。

（文責　吉田和利）
（校閲　藤村　庄）

「地域活性化創造技術研究開発費等補助金補助事業」

7 リサイクル性に優れた熱可塑性エラストマー／液晶ポリマー複合体の開発

長谷朝博，平瀬龍二，鷲家洋彦，松本　誠，志方　徹，三宅輝明，石原マリ，森　勝，西森昭人，奥村城次郎

1　目　　的

近年、各種ゴム製品製造業において、地球環境保全のために加硫ゴムからリサイクル性に優れた熱可塑性エラストマーへの素材の代替が一部検討されている。しかし、現状の汎用熱可塑性エラストマーでは一般の加硫ゴムに比べて強度等が劣るために、加硫ゴムの代替品として使用できる分野が限られており、その使用用途を拡大するための技術開発が業界から強く求められている。

本事業では、加硫ゴムに比べてリサイクル性に優れた素材である熱可塑性エラストマーの機械的特性及び耐熱性の向上を目指し、液晶ポリマーとの複合化を行う。両者の複合化においては、複合体中での液晶ポリマーの分散状態、さらには両者の界面での接着性が、得られる複合体の物性に大きな影響を及ぼす。そこで、液晶ポリマーの分散性の改善、及び熱可塑性エラストマーとの接着性の改善を目的として、本年度は熱可塑性エラストマーと液晶ポリマーとを密閉式混練機及び二軸押出機を用いて複合化し、高せん断混練、相溶化剤の添加効果について検討した。さらに、得られた複合体の射出成形も行い、複合体の成形加工性についても検討した。

2　実験方法

2．1　試料

熱可塑性エラストマーとしては動的架橋型オレフィン系熱可塑性エラストマー（エーイーエス・ジャパン㈱製、Santoprene 8201-60、TPV と略す）、液晶ポリマーとしては液晶ポリエステル（ユニチカ㈱製、ロッドラン、LC-3000、LCP と略す）を用いた。相溶化剤としては三種類の酸変性ポリプロピレン（三洋化成工業㈱製、ユーメックス 1001、1010、CA-60）を使用した。

2．2　TPV と LCP との複合化

TPV と LCP との複合化は、密閉式混練機（㈱東洋精機製作所製、ラボプラストミル）及び二軸押出機（㈱神戸製鋼所製、HYPER KTX-30）を用いて行った。前者は、混練温度 180 ℃、回転数 60rpm で 20 分間行った。後者は、混練温度 190 ℃、回転数 200rpm で行った。なお、相溶化剤は LCP を複合化する前に TPV に予め混ぜ込んでおいた。

密閉式混練機で混練した複合体については、圧縮成形機（㈱神藤金属工業所製）を用い、成形温度 180 ℃、加圧力 10MPa で 5 分間プレス成形を行ない、所定の厚みのシートを作製した。一方、二軸押出機で混練した複合体は、水冷した後にペレタイザーを用いてペレット化した。得られたペレット状試料については、射出成形機（㈱日本製鋼所製、J55EL Ⅲ型）を用い、ダンベル状試験片及びカップに成形した。

2．3　複合体の特性評価

2．3．1　引張試験

引張試験は、材料試験機（島津製作所㈱製、オートグラフ AG-1000D 型）を用い、JIS K 6251 に準じて室温で行い、応力 - ひずみ（S-S）曲線、100%、300%伸び時の引張応力、引張強さ及び破断時伸びを求めた。さらに、70 ℃の恒温槽中に一定時間（30 分間）放置した試料についてその温度で引張試験を行い、高温での機械的特性を室温に対する 70 ℃での引張強さの保持率（T_R）及び室温に対する 70 ℃での破断時伸びの保持率（E_R）で評価した。これらの試験はすべてダンベル状試験片を用いて行った。

2．3．2　硬さ試験

硬さ試験は、デュロメータ硬さ試験機（高分子計器㈱製、ASKER A 型）を用い、JIS K 6253 に準じて室温で行い、タイプ A デュロメータ硬さを求めた。

2．3．3　複合体の構造解析

複合体中の LCP の形状及び分散、配向状態の評価は、

複合体の凍結破断面の走査型電子顕微鏡（SEM、㈱日立製作所製、S-800 型）観察により行った。

3　結果と考察

3．1　引張試験について

密閉式混練機で作製した TPV 及び TPV/LCP 複合体の S-S 曲線を図１に示す。相溶化剤を添加しない系では、LCP による補強効果は認められず、LCP の充てん量を多くすることによって複合体の機械的特性は低下した。これは、相溶化剤を添加しない系では複合体中の LCP の分散性、TPV と LCP との接着性に問題があるためと考えられる。

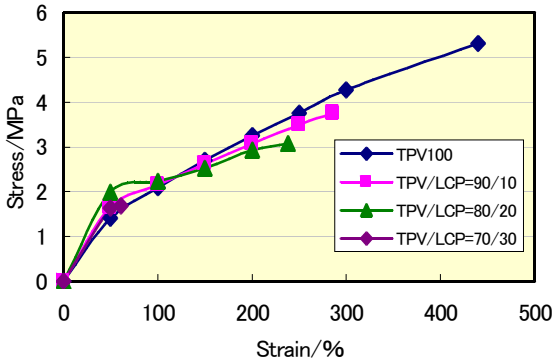


図１　TPV 及び TPV/LCP 複合体の S-S 曲線
（相溶化剤なし）

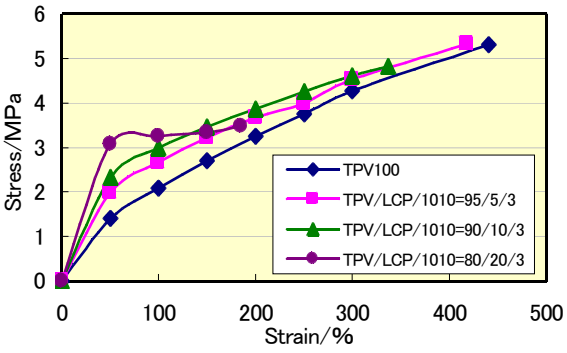


図２　TPV 及び TPV/LCP 複合体の S-S 曲線
（相溶化剤(1010)添加）

そこで、相溶化剤（1010）を 3wt%添加し、その添加効果について検討した。図２に示す S-S 曲線から明らかなように、相溶化剤を添加することによって前述の問題が改善され、100%伸び時の引張応力が TPV 単体に比べて向上することがわかった。特に、LCP を 5wt%あるいは 10wt%添加した系では機械的特性がバランスよく向上した。LCP は、少量でも TPV の機械的特性の改善に充分効果があることがわかった。

TPV 及び TPV/LCP 複合体の高温での機械的特性を図３に示す。T_R、E_R は、TPV 単体ではそれぞれ約 60%、約 70%であるのに対し、LCP を複合化することによって向上し、LCP の充てん量の増大とともに大きくなった。このことから、LCP を複合化することによって TPV の耐熱性が良好となることが明らかになった。

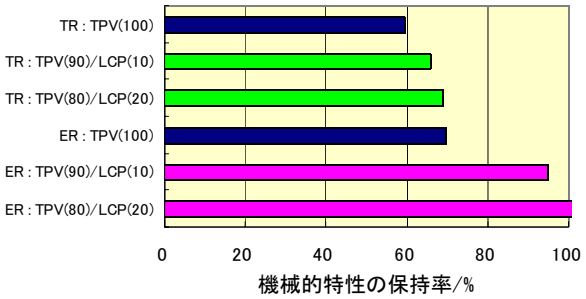


図３　TPV 及び TPV/LCP 複合体の高温での機械的特性

さらに、複合体を射出成形で成形した試料を用い、射出成形時の成形条件が複合体の引張物性に及ぼす影響について検討した。TPV に LCP を 20wt%充てんし、相溶化剤（1010）を 10wt%添加した複合体を射出圧 30MPa、射出速度 50mm/s で成形温度を変えて成形した試料の S-S 曲線を図４に示す。

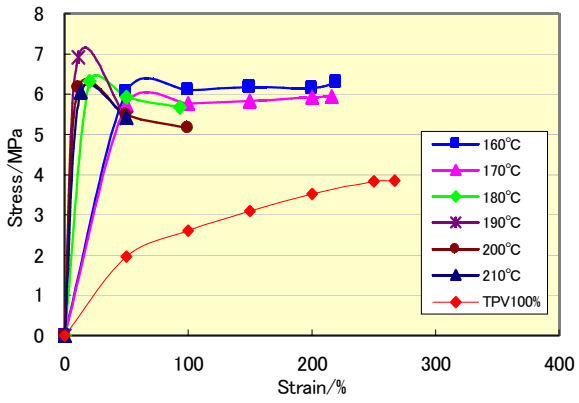


図４　TPV(80)/LCP(20)/1010(10)複合体の S-S 曲線
（成形温度の影響）

この系では 160 ℃でも成形ができ、LCP を 5wt%充てんした複合体よりもさらに 20 ℃低い温度での射出成形が

可能であった。このことから、LCP の充てん量の増大とともに複合体の流れがよくなり、成形性が良好となることがわかった。また、この系では成形温度 170 ℃と 180 ℃との間を境に複合体の初期弾性率が大きく異なり、成形温度が高いほうが初期弾性率が高くなることがわかった。これは、成形温度の相違によって複合体中の LCP の形状や配向状態が変化するためと考えられる。

3．2　硬さ試験について

TPV 単体及び TPV/LCP 複合体の硬さ試験結果を表１に示す。TPV 単体では硬さが 60 であったが、相溶化剤（CA-60）を 3wt%添加することによって硬さが 62 になり、相溶化剤の添加によって TPV は硬くなることがわかった。また、密閉式混練機を用いて TPV に LCP を 10wt%複合化した複合体（*1）では、CA-60 の添加量が増大するとともに硬くなることがわかった。さらに、二軸押出機で複合化した後に射出成形機で成形した複合体（*2）の硬さへの LCP の充てん量の影響について検討した結果、LCP の充てん量が増大するとともに硬くなることが明らかになった。この場合、射出成形時の成形条件の相違による複合体の硬さの変化は認められなかった。

表１　TPV 単体及び TPV/LCP 複合体の硬さ試験結果

	タイプAデュロメータ硬さ
TPV(100)	60
TPV(100)/CA-60(3)	62
(*1) TPV(90)/LCP(10)	63
(*1) TPV(90)/LCP(10)/CA-60(1)	65
(*1) TPV(90)/LCP(10)/CA-60(3)	67
(*1) TPV(90)/LCP(10)/CA-60(5)	71
(*1) TPV(90)/LCP(10)/CA-60(7)	72
(*2) TPV(95)/LCP(5)/1010(3)	68
(*2) TPV(90)/LCP(10)/1010(3)	72
(*2) TPV(80)/LCP(20)/1010(10)	86

3．3　複合体の構造解析について

相溶化剤を添加せずに TPV に LCP を密閉式混練機で 20wt%複合化した複合体の凍結破断面の SEM 像を図５に示す。マトリックス中での LCP の分散性がよくないこと、LCP がマトリックス中に数十μmオーダーの大きな塊で分散していること、LCP が抜けたような穴が数多く観察されることから TPV と LCP との界面での接着性がよくないことがわかった。

相溶化剤（1010）を 3wt%添加し、TPV に LCP を密閉式混練機で 20wt%複合化した複合体の凍結破断面の SEM 像を図６に示す。相溶化剤の添加によって LCP の分散性が向上すること、LCP がマトリックス中に数μ m オーダーで分散していること、TPV と LCP との接着性が改善されることが明らかになった。これらの効果により、複合体の機械的特性が向上したものと考えられる。

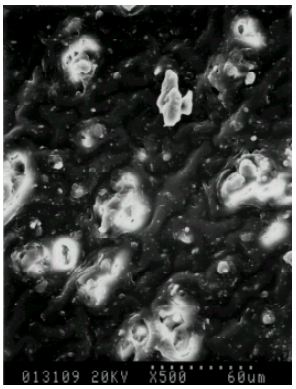


図５ TPV(80)/LCP(20)複合体の凍結破断面の SEM 像（相溶化剤なし）

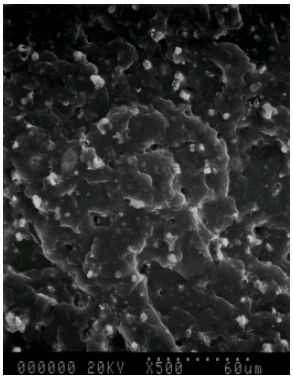


図６ TPV(80)/LCP(20)複合体の凍結破断面の SEM 像（相溶化剤添加）

4　結　　論

熱可塑性エラストマーと液晶ポリマーとの複合化において、液晶ポリマーの分散性、エラストマーとの接着性に優れた相溶化技術、複合化技術を確立することを目的として、両者の複合化に取り組んできた。その結果、酸変性ポリプロピレンの相溶化剤としての有効性を見出し、これを添加することによって液晶ポリマーの分散性、エラストマーとの接着性が良好となった。また、二軸押出機による高せん断混練についても検討し、液晶ポリマーの分散性が良好となるような混練条件を見出した。さらに、複合体の成形加工性についても評価し、複合体は成形加工性に優れていることが明らかになった。

（文責　長谷朝博）

（校閲　毛利信幸）

8　シェービング粉を原料とする新規再鞣剤の開発

岸部正行，　安藤博美，　中川和治，　岸本　正，　杉本　太
西森昭人，　佐伯　靖，　松本　誠，　奥村城次郎，石川　齊

1　目　　的

牛床皮由来のコラーゲン粗線維に対して無触媒グラフト共重合[1)]を行い、次いでグラフト共重合体を可溶化処理することによって超微粒子コラーゲンを調製した。平成13年度の本事業において報告[2)]したように、この超微粒子コラーゲンは皮革製造における再鞣剤としての活用が大いに望める。

一方、床皮と同じく製革副産物として大きな比重を占めているクロムシェービング粉は加工されて、工業用ゼラチン、肥料の原料として利用されている。しかし、これらのシェービング粉を原料とする製品は中国、インド、中近東諸国からの製品輸入攻勢によって国内での生産は漸減傾向にあり、シェービング粉の新規用途の開拓が望まれている。

そこで、無触媒グラフト共重合法をシェービング粉に適用して新規再鞣剤の開発に取り組み、実用化に向けてその可能性と問題点について検討した。

2　実験方法

2．1　再鞣剤の調製

シェービング粉（クロム含有量4.3%　600ｇ）、メタクリル酸メチル（MMA　600ｇ）、水（6L）を内容積10Lの重合缶に投入して無触媒重合し、重合温度50℃、重合時間24hrの条件で、重合率16%のグラフト共重合体を得た。グラフト共重合体を脱クロム処理し、次いで１）アルカリ・アミン溶液法、２）酵素法（パパイン、ペプシン）、３）１法と２法の組合せ法で前処理後、ビーズミルで粉砕してサブミクロンサイズの超微粒子コラーゲンを調製した。

2．2　可溶化法の検討

グラフト共重合体をビーズミルを用いた機械的粉砕によって超微粒子化するうえでの可溶化条件の影響について検討した。

１）アルカリ・アミン溶液法：グラフト共重合体（300ｇ）について脱クロム処理し、0.2Nメチルアミン／0.5N水酸化ナトリウム溶液（1,000mL）に浸せきし（12～24時間、30～40℃）可溶化させた。所定の条件で可溶化されたグラフト共重合体をホモジナイザー（ウルトラタラックスT-50型　Jank ＆Kunkel社製）によって湿式粗粉砕した。次いで、ビーズミル（WAD社製　ダイノミルKDLspecial）を用いて、1.0φシリカビーズ、80%充てん、粉砕時間３～120分の条件で微粉砕処理を行った。

２）酵素法：　グラフト共重合体（20ｇ）を水（200mL）に分散させ、食品用精製パパイン（0.1～0.5ｇ　ナガセケムテックス㈱製）を添加して、40℃で　48時間振とうした。湿式粗粉砕、微粉砕はアルカリ・アミン法と同様の条件で行った。パパイン以外の酵素してはペプシン（ナカライテスク社製）を用い、酵素処理条件、粉砕処理はパパインと同様の条件で行った。

３）アルカリ・アミン溶液法と酵素法との組合せ法：グラフト共重合体をアルカリ・アミン溶液法（40℃）で可溶化し、次いで溶液をｐＨ３に調整した後酵素法（ペプシン 40℃）でさらに可溶化し、単独の可溶化法で行ったものと同様の粉砕処理を行った。また、先に酵素法による処理を行い、次いでアルカリ・アミン溶液法による可溶化も検討した。

2．3　超微粒子粉砕の達成度評価

グラフト共重合体の可溶化処理物、ビーズミルによる粉砕物の粒径分布及び平均粒径（ 50%積算の粒径値：D50）はレーザー回折式粒度分布測定器（㈱島津製作所製　SALAD-2000A）を用いて計測した。グラフト共重合体の粉砕処理の達成度合はD50によって評価した。

3　結果と考察

グラフト共重合体の粉砕効率は共重合体の生成条件（重合系スケール、ナス型フラスコスケール 内容積200mL、大型重合缶スケール　内容積　10L）及び機械的粉砕（ビーズミル）を行う前の化学的粉砕（可溶化）条件によって大きく影響されることが分かった（表１）。表１に示された可溶化条件とD50との関係を分析検討した結果、その粉砕のされ方は単純ではない事が分かった。例えば、一般的に粉砕初期から60分粉砕へと粉砕時間の経過と共に粉砕処理物のD50は小さくなると思われる。しかし、粉砕試料、可溶化条件によっては粉砕処理されているのにもかかわらず粉砕前のD50より高い値を示す

表１　グラフト共重合コラーゲンの湿式粉砕

試　料	重合規模	可溶化条件 可溶化法(温度,時間)	ｐＨ	平均粒径(μｍ) ０分	６分	12分	60分
コラーゲン（粗線維）	大	Ⅰ法(20℃,24hr)	4.1	27.0	28.2	18.0	
コラーゲン（粗線維）	小	Ⅰ法(40℃,12hr)	6.5	19.9	22.3	19.8	6.5
コラーゲン（微粉体）	大	Ⅰ法(20℃,96hr)	4	9.6	13.8	11.4	1.6
コラーゲン（微粉体）	大	Ⅰ法(30℃,24hr)	7.2	77.9	66.8	39.1	6.3
コラーゲン（微粉体）	大	Ⅰ法(30℃,24hr)	8.6	88.3	70.4	48.9	11.4
コラーゲン（粗線維）	小	Ⅰ法(40℃,12hr)	6.5	19.9	22.3	19.8	6.5
コラーゲン（粗線維）	小	Ⅰ法(40℃,18hr)	7.5	24.5	23.2	20.6	9.2
シェービングコラーゲン(粗線維)	中	Ⅰ法(40℃,12hr)	8.2	12.3	20.6	14.8	0.89
シェービングコラーゲン(粗線維)	中	Ⅰ法(40℃,18hr)	7.5	12.1	21.2	20.4	2.7
シェービングコラーゲン(粗線維)	中	ⅡPP法(0.2ｇ,40℃,48hr)	4.9	93.5	17.1	17.5	10.2
シェービングコラーゲン(粗線維)	中	ⅡPP法(0.3ｇ,40℃,48hr)	4.9	78.2	19.1	15.3	18.9
シェービングコラーゲン(粗線維)	中	ⅡPP法(0.4ｇ,40℃,48hr)	4.9	80.6	19.7	16.2	8.8
シェービングコラーゲン(粗線維)	中	ⅡPP法(0.5ｇ,40℃,48hr)	5.0	65.7	16.6	15.6	10.0
シェービングコラーゲン(粗線維)	中	Ⅰ法(40℃)→ⅡP法(40℃)	3.3	5.6	13.2	17.0	3.2
シェービングコラーゲン(粗線維)	中	Ⅰ法(40℃)→ⅡP法(40℃)	7.8	10.3	32.5	24.6	0.95
シェービングコラーゲン(粗線維)	中	ⅡP法(40℃)→Ⅰ法(40℃)	6.9	16.8	31.7	28.3	6.1
シェービングコラーゲン(粗線維)	中	ⅡP法(40℃)→Ⅰ法(40℃)	4.1	16.7	29.9	27.1	4.1
シェービングコラーゲン(粗線維)	中	ⅡP法(40℃)→Ⅰ法(40℃)	9.6	18.2	40.8	28.8	5.4
シェービングコラーゲン(粗線維)	中	ⅡP法(40℃)→Ⅰ法(40℃)	8.9	19.1	36.5	29.6	3.5

コラーゲン（粗線維),コラーゲン（微粉体）：鞣し処理されていないコラーゲンのグラフト共重合体、シェービングコラーゲン(粗線維)：クロムシェービング粉のグラフト共重合体、Ⅰ法：アルカリ・アミン法、Ⅱ法：酵素法(PP,パパイン、P ,ペプシン)　重合規模：大(1000L)、中(10L)、小(0.2L)

場合が観察された。さらに、粉砕時間60分におけるD50は粉砕試料、可溶化条件によって19～0.9μｍと大きく変動している。ビーズミルによる粉砕を効率的に行う目的でグラフト共重合体の生成条件、可溶化条件等の最適化を検索しようと試みたが明確な条件設定が行えなかった。グラフト共重合コラーゲン粗線維を超微粒子コラーゲンまで微粉砕して再鞣剤を製造する上で、再鞣剤として効能が認められるサブミクロンサイズの粒径まで粉砕するのに要する時間は可能な限り短い方が望ましい。実用化を目指すためには粉砕時間は６～12分であることが要求される。したがって、表１に示された粉砕試験の結果はコラーゲン粗線維へのグラフト共重合体を合成し、次いでそのミリサイズの共重合体を粉砕してサブミクロンサイズまで微粒子化すること（ビルドダウン方式）が非常に困難であることを示唆している。

今後の方針として、クロムシェービング粉を原料としグラフト共重合し、脱クロム処理して得たグラフト共重合コラーゲン粗線維に対して、重合媒体のｐＨを低く設定したグラフト共重合を再度行う。その重合過程で超微粒子コラーゲンを生成させ、コラーゲンを基材とする再鞣剤を製造する技術の確立を目指す。

４　結　　論

１）シェービング粉を原料として用いる場合、高温（50～90℃）での重合が可能である。２）同一重合温度（50℃以下）における重合ではクロムシェービング系はコラーゲン系に比べて重合率は低くなる。

参 考 文 献

1)岸部正行,　特許第2578538 .

2)岸部正行,安藤博美,中川和治,岸本　正,佐伯　靖,西森昭人,松本　誠,隅田　卓,奥村城次郎,角田和成,兵庫県立工業技術センター研究報告（平成14年度）,11,　p.18,（2002）.

謝　　辞

ビーズミルによる粉砕処理を行っていただいた㈱ニチノーサービス 新規開発部 に厚くお礼申しあげます。

（文責　岸部正行）（校閲　石川　齊）

9　ソフト軽量革の開発

佐伯　靖，西森昭人，杉本　太，岸本　正，中川和治，岸部正行，安藤博美，奥村城次郎，石川　齊

1　目　　的

平成10年度から中小企業集積活性化計画に基づく関連機関支援強化事業として「皮革素材・副産物の高機能・新機能性付与に関する研究」に取り組み、海外産皮革および県内産皮革について、それぞれ化学分析および機械的性質、機能的特性に関する試験評価を行った。それらの試験結果[1),2)]から県内産革素材をより一層特徴づけるためには、良好な染色堅ろう性、柔軟且つ軽量性の付与が必要であると考えられる。本研究では、従来の樹脂系柔軟剤と加脂剤を使用しないで柔軟効果が得られる新規の樹脂系鞣剤を応用して革の軽量化の可否を検討した。

2　実験方法

2．1　樹脂系柔軟剤・再鞣剤による軽量革の調製

袋物用革に適した北米産ステアーのウェットブルー(クロム含有量4.2%(乾燥試料)、Ts：115℃)1.3㎜シェービングを試料革とし、小型ステンレス製ドラムを用い、水洗、中和、再鞣後、水洗、馬掛け、空干し、バイブレーションステーキング、トグル張りを行い試験革とした。

軽量化は従来の加脂剤の低減、柔軟剤(市販ポリアクリル柔軟剤２種類)および再鞣剤１(市販ポリアミドカルボン酸合成タンニン)、再鞣剤２(市販アクリル合成タンニン)による再鞣により行った。対比のコントロールは皮革製造工程で一般的な中和、再鞣、染色、加脂処方で行い、再鞣剤は芳香族系合成タンニン、加脂剤は、クロム革のソフト化に適しているスルホン酸化合成油を用いた。表１に柔軟剤および再鞣剤の添加量を示した。

表１　柔軟剤および再鞣剤の添加量

試験法	スルホン酸化合成油(%)	芳香族系合成タンニン(%)	ポリアミドカルボン酸系再鞣剤1(%)	ポリアクリル系柔軟剤(%)	アクリル系再鞣剤2(%)
コントロール	8	5.5	―	―	―
再鞣剤1+加脂剤	4	―	4	―	―
再鞣剤1+柔軟剤*	―	―	4	4	―
再鞣剤2	―	―	―	―	9

柔軟剤*：ポリアクリル系柔軟剤２種類を各２%使用

2．2　試験革の機械的性質および化学成分の測定

調整した試験革は、JIS K6550により、厚さ、引張強さ、伸び、引裂強さを測定し、JIS K6548により、銀面割れ試験を行った。柔軟性は、BLCソフトネスによる評価とし、British Leather Confederation社製ソフトネステスターを用い、 25㎜φの条件で測定した。見かけ比重はJIS L1096に準じ測定し、g/cm^{3}で示した。脂肪分はJIS K6550により測定した。

3　結果と考察

3．1　試験革の機械的性質

表２、表３に調製した革の機械的性質を示した。樹脂系柔軟剤および再鞣剤による機械的性質はコントロールと比べても、大きな差異は認められず、樹脂柔軟剤および再鞣剤による加脂剤への代替は可能であると考えられる。

表２　試験革の引張強さ、伸びおよび引裂強さ

試験革	引張強さ(MPa)	伸び(%)	引裂強さ(N/mm)
コントロール	１７	５７	３７
再鞣剤1+加脂剤	１５	５７	３３
再鞣剤1+柔軟剤	１３	６０	３６
再鞣剤2	１４	６０	３１

表３　試験革の銀面割れ荷重および高さ

試験革	銀面割れ荷重(N)	銀面割れ高さ(㎜)
コントロール	２３９	９．３
再鞣剤1+加脂剤	２６５	９．７
再鞣剤1+柔軟剤	３００	１０．３
再鞣剤2	２９６	１０．６

３．２　試験革の柔軟度と見かけ比重

表４、表５に試験革の尻部および腰部の柔軟度と見かけ比重を示した。これらの結果から、部位間による柔軟性と見かけ比重に差は認められるが、いずれも加脂剤を使用したコントロールより柔軟性が秀れており、加脂剤を使用しないアクリル系合成タンニン(再鞣剤２：添加量９％)による革の処理がソフト軽量革の製造に効果があることがわかった。また、ポリアクリル系柔軟剤の使用もコントロールと比較して、やや効果があることが認められた。

表４　試験革(尻部)の柔軟度と見かけ比重

試験法	厚さ (mm)	BLCソフトネス(mm)	見かけ比重(g/cm³)
コントロール	１．５	３．０	０．６０
再鞣剤1+加脂剤	１．４	３．９	０．６２
再鞣剤1+柔軟剤	１．５	３．８	０．５８
再鞣剤2	１．５	３．７	０．５６

表５　試験革(腰部)の柔軟度と見かけ比重

試験法	厚さ (mm)	BLCソフトネス(mm)	見かけ比重(g/cm³)
コントロール	１．６	２．３	０．５１
再鞣剤1+加脂剤	１．５	２．７	０．５３
再鞣剤1+柔軟剤	１．４	２．５	０．４８
再鞣剤2	１．６	２．７	０．４６

３．３　試験革の脂肪分および柔軟剤・再鞣剤のｎ-ヘキサン抽出分

表６に示す通り、試験革の脂肪分は加脂剤を柔軟剤や再鞣剤に代替することにより、低下することがわかった。使用した市販の柔軟剤および再鞣剤の詳細な成分は不明

表６　試験革の脂肪分

試験法	脂肪分(%)
コントロール	５．１
再鞣剤1+加脂剤	６．２
再鞣剤1+柔軟剤	３．６
再鞣剤2	２．４

であるが、再鞣剤2単独の試験革において、約２％のｎ-ヘキサン抽出分が見られることや、表７に示すように、再鞣剤2についてｎ-ヘキサン抽出を行った結果、約３％の抽出分が見られたことから、使用した樹脂柔軟剤および再鞣剤には､若干のワックス分が含まれていると思われる。この傾向は使用した樹脂再鞣剤1と柔軟剤(1、2)にも認められた。

表７　柔軟剤・再鞣剤のｎ-ヘキサン抽出分

樹脂柔軟剤 樹脂再鞣剤	固形分 (%)	ｎ-ヘキサン抽出分 (%)
柔軟剤1	３６．２	５．２
柔軟剤2	４８．２	１０．６
再鞣剤1	５３．６	１５．８
再鞣剤2	４７．１	２．８

4　結　　論

クロム革を主体としたソフト軽量革の製造において、加脂剤を使用しない市販アクリル系合成タンニンの使用が効果があることがわかった。また。加脂剤の低減においては、市販ポリアクリル系柔軟剤が従来の加脂剤に代替可能であると思われる。今後は、昨今の地球環境対応に見られように非クロム革あるいは非金属系鞣し革におけるソフト軽量革の検討が必要であり、消費拡大につながると予想される。

参 考 文 献

1)平成10年度集積支援事業(皮革産地)研究報告，p. 12,(1998).
2)平成11年度集積支援事業(皮革産地)研究報告，p. 10,(1999).

(文責　佐伯　靖)
(校閲　石川　齊)

10　複合素材織物の加工技術に関する研究

瀬川芳孝，礒野禎三，古谷　稔，中野恵之，小紫和彦，仙崎俊明，山口幸一

1　目　　的

播州織物は、糸を染めてから織る先染織物であり、ストライプ柄やチェック柄、シャンブレーなど、色柄豊富に生産されている。これら画一的な織物は、中国を始め東南アジア諸国で安価で生産されるようになった。

そこで、発展途上国に負けないためにも新しい技術開発が望まれる。今までにない新たな織物開発を考える時、その要素として素材並びにその複合技術、また組織等を含めた製織技術あるいは染色技術や仕上加工技術などが挙げられる。今年４年目となる本事業は、この内の仕上加工技術について検討した。

仕上加工とは、先染織物が織られた最後に行う工程で、織るために付けられている糊を落としたり、洗濯しても縮まなくする、光沢を出す、風合いを良くする、水をはじく等の機能を付与することを目的としており、本年度は、従来からあまり行われていなかった加工による新しい機能性織物の開発を試みたので報告する。

2　機能性織物の開発

2．1　羊毛織物のアルカリ加工

羊毛は、アルカリ剤に弱く高濃度になると溶解する性質があり、通常羊毛織物にはシルケット加工の様なアルカリ加工をしないのが常識である。しかし、溶解する濃度以下のアルカリ剤で処理すると風合いが変化し、シャリ感が現れることが分かったので、アルカリ剤に強い綿との交織による綿/羊毛交織織物を試織し、アルカリ加工により従来にない新しい風合い織物を検討した。試織織物の規格とアルカリ加工条件は、次のとおりである。

織物規格

素　　材：たて糸；綿40番手単糸、50番手単糸
　　よこ糸；羊毛30番手単糸、綿40番手単糸
織物密度：たて122本/インチ、よこ48本/インチ
組　　織：５枚朱子
織　　機：1344口電子ジャカード織機
目　　付（織物の重さ）：130g/㎡

加工条件

水酸化ナトリウム：10、11、12、13、15、20wt%
時　間　：0.5、１、２分

この結果、濃度が10wt%で１～２分の処理が色相変化もなく風合い改良され最も良好であった。この処理でよこ方向の収縮が約20%あり、これが風合い改良に起因しているものと思われる。また、この他５種類の羊毛織物も検討した結果、羊毛の種類によってアルカリ濃度と溶解挙動が異なったため、各々の織物によって前試験が必要であることがわかった。図１は、2003年３月播州織東京素材展に出展して大いに注目された、アルカリ加工の羊毛織物である。



図１ アルカリ加工を施した羊毛織物

2．2　先染織物のマイナスイオン加工

近年、電化製品や衣料においてマイナスイオンが話題になっている。マイナスイオンの発生は、(1)霧吹きや滝のように細かな水滴が生じたとき、(2)コロナ放電やプラズマなど、(3)放射性物質によるもの、等である。この内、織物にマイナスイオン加工するには、放射性物質やトルマリン鉱石などが含まれている物質を織物に付着するか、繊維に練り込むこととなる。

今回は、加工剤にセラパール（洛東化成㈱）を用いて、次の条件で綿ランダム織物に付着させた。

加工条件

セラパール　：10vol%
バインダー(アクリル系)　：２vol%
２dips、２nips処理後、100℃×３分乾燥
熱処理　：130℃×３分

次に、加工布と20回洗濯後のマイナスイオン数を空気

イオンカウンター inti製 ITC-201A で測定した。

測定雰囲気	加工布	20回洗濯布
410 個/cc	950 個/cc	620 個/cc

マイナスイオン測定器は、価格が数万円から数百万円といろいろ市販されており、測定基準も未だ決められていないため相対比較になる。測定の結果、加工布や20回洗濯布からも高い数値を示し、耐洗濯性も十分であった。

図２は、マイナスイオン加工織物であり、加工剤が固着されていることが分かる。この加工織物は、一時的に生産があった。

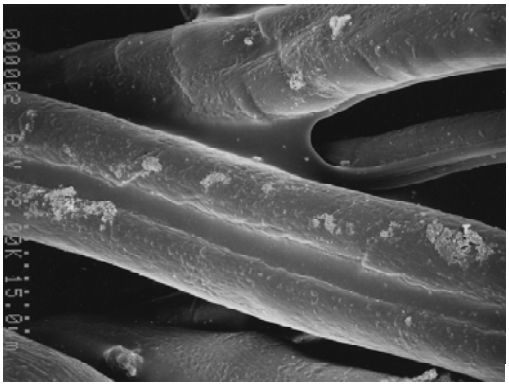


図２ マイナスイオン加工剤の固着状態

２．３　先染織物の芳香加工

人にやすらぎを与える匂いを付ける芳香加工は、匂いの元を織物に付けたり、繊維の中に練り込んだりすることが考えられる。しかし、付与方法によってはその効力が弱かったり、効果が長続きしなかったりするため、今回は、匂いをマイクロカプセル化した加工剤を樹脂で織物に付着させ、熱セットを行うことにより洗濯しても十分耐えられる加工を施した。加工条件を次に示す。

織　　物：ゆがみ綿織物

加工条件

芳香剤カプセル　：　0.5、１vol%

バインダー(アクリル系）：１、２vol%

２dips、２nips処理後、100℃×３分乾燥

熱処理　：　130℃×３分

このマイクロカプセルの大きさは、約0.5～５μmでラベンダーやローズ、ジャスミン、ラズベリーなどがマイクロカプセル化されている。加工布が手や他の物体に触れることでカプセルが破れて匂いが出てくるものである。

この結果、芳香剤カプセル0.5vol%、バインダー２vol%で強固に固着され十分な効果が長期間持続し、また20回の洗濯にも効力が残っていることがわかった。

図３は、ラベンダーの芳香加工であり、綿にマイクロカプセルが樹脂で強固に固着されていることが分かる。

この芳香加工織物は、播州織物の遊び感覚的な差別化商品として、少量ではあるが逐次生産されている。

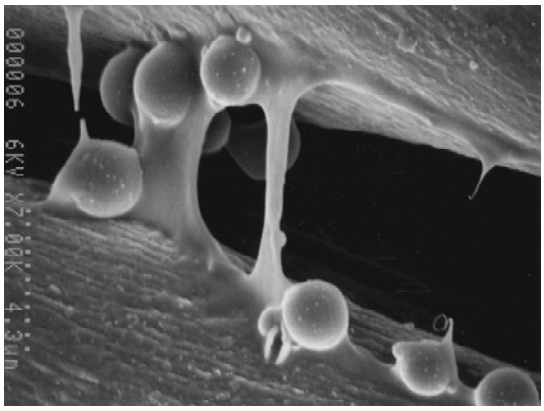


図３ マイクロカプセル芳香剤の固着状態

２．４　ナイロン織物の風合い改良加工

先染織物にナイロン素材を用いる企業ニーズが出てきた。このナイロンは、断面が円形で周りがナイロン、芯がポリエステルの新素材である。ナイロンは、強度が強くピリング（毛玉）が出来やすい欠点がある。そこで、ナイロン毛羽の脆化と柔軟性を付与する風合い改良加工を検討するため、水酸化ナトリウムで芯のポリエステルを溶解する試験を行った。加工条件を次に示す。

加工条件

水酸化ナトリウム：30、50、100、150、170 %owf

アルカリ促進剤（マーセリン）：３ ml/l

浴　　比　：　１：40

温度×時間　：　130℃×１、２、３ 時間

この結果、水酸化ナトリウム150%owf、温度×時間が130℃×２時間の条件でポリエステルの減量率が約43%一定値を示した。図４に示すように柔軟性のある中空ナイロン素材となった。

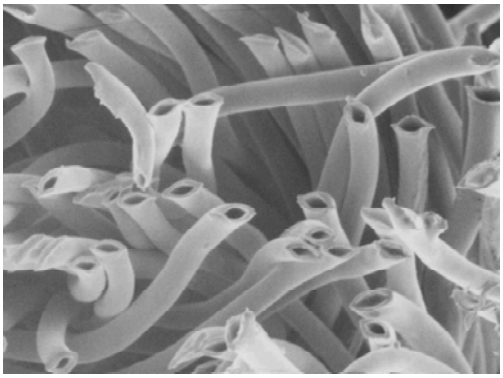


図４ アルカリ加工による中空ナイロン素材

（文責　瀬川芳孝）

（校閲　山口幸一）

「地域中小企業集積創造的発展支援事業」

11　新原料による建設用粘土製品の開発

石原嗣生，河合　進，山下　満，石間健市，三宅輝明，泉　宏和，元山宗之

1　目　　的

淡路粘土瓦業界では、長引く景気の低迷に加え、阪神・淡路大震災によるダメージにより、需要の低迷が続いている。そこで、淡路瓦の品質向上等による産地競争力の強化を目的に、新原料開発、原土処理工場建設、新製品開発などを目指しているが、特に新原料による建設用粘土製品の開発が重要課題となっていることから、そのための研究開発支援が必要となっている。

本研究では、淡路島内の未利用資源である硬質粘土、亜炭入青粘土を現用粘土である赤粘土と構造の比較を行い、石膏型押し成形ならびに鋳込み成形による園芸資材用原料としての特性について検討を行った。

2　実験方法と結果

2.1　使用原料

硬質粘土は三原郡西淡町登立、亜炭入青粘土は三原郡西淡町箕浦の各露頭から採取し、現用粘土である赤粘土は三原郡西淡町慶野産を用いた。使用した粘土の外観、可塑性及び分散性を表１に示す。

表１　採取粘土の外観、可塑性及び分散性

使用粘土	外観	可塑性	水への分散性
赤粘土 （西淡町慶野）	茶褐色	◎	◎
硬質粘土 （西淡町登立）	灰緑色	◎	○
亜炭入青粘土 （西淡町箕浦）	青灰色	△	◎ （亜炭が残る）

硬質粘土および現用の赤粘土は、乾燥後、０．５ｍｍ以下に粉砕した。また、亜炭入青粘土は、すいひを行い１５０μｍふるい通過分を用いた。

Ｘ線回折測定結果を図１に示すが、亜炭入青粘土は、緑泥石、石英、曹長石、雲母、スメクタイト、角閃石からなり、現在使用している赤粘土と同様であった。一方、硬質粘土は、赤粘土、亜炭入青粘土と異なり石英、スメクタイト、曹長石を含むカオリナイト系である。

含有する粘土成分を詳細に検討するため、鉱物粒子を

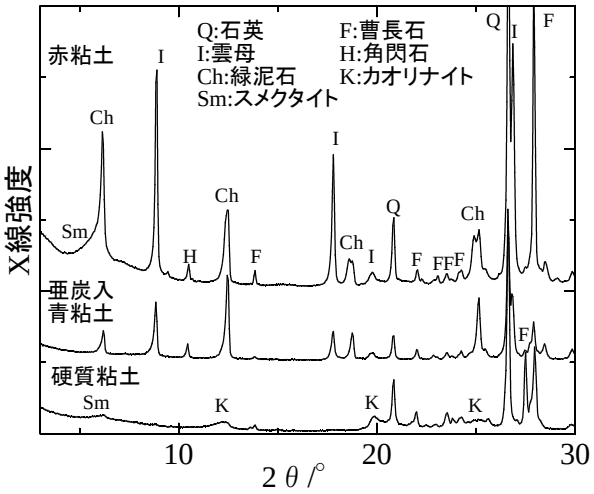


図１　原料粘土のＸ線回折図形

層面に垂直な方向の構造的性質を調べることができる定方位法を用いてＸ線回折測定を行った（図２から図４）。定方位法には、粘土を水に分散させた懸濁液の上部をスポイトで採取し、ガラス板上で乾燥させた試料をＸ線回折測定に用いた。

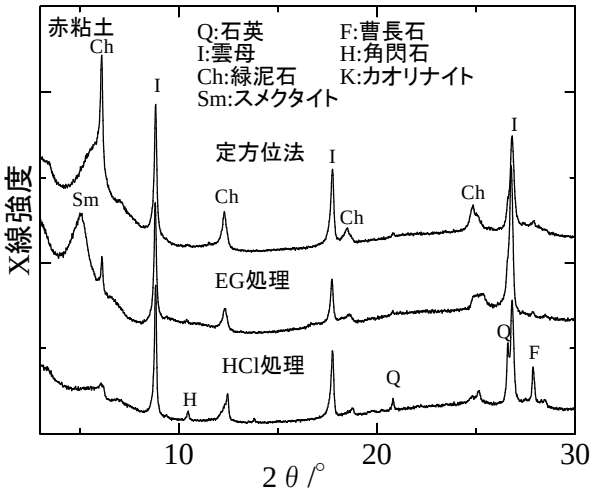


図２　赤粘土のＸ線回折図形の変化

図中でEG処理と記載している試料は、ガラス板上で乾

燥させた試料にエチレングリコール（EG）を滴下した試料で、緑泥石と膨潤性の粘土鉱物とを分離する目的で行った。一方、HCl処理と記載している試料は、懸濁液に塩酸（HCl）を添加して緑泥石を溶解し、緑泥石とカオリナイト鉱物を判別するために行った。

図２より、赤粘土は、EG処理を行うと緑泥石の底面反射からの２θ＝６．２°のピークが一部を残して低角側にシフトしていることがわかる。一方、２θ＝１２．４°付近のピーク強度に余り変化が見られないことより、膨潤性のスメクタイトと同様に赤粘土中の緑泥石は、バーミキュライト様のものも存在することを示している。また、HCl処理により緑泥石は溶解するので、相当するピーク強度が減少している。

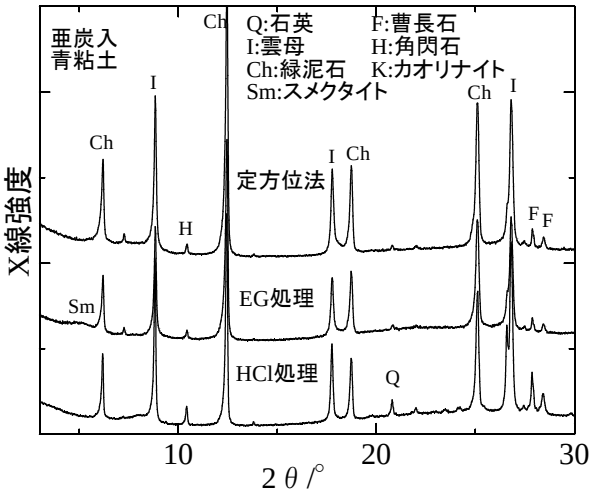


図３　亜炭入青粘土の X 線回折図形の変化

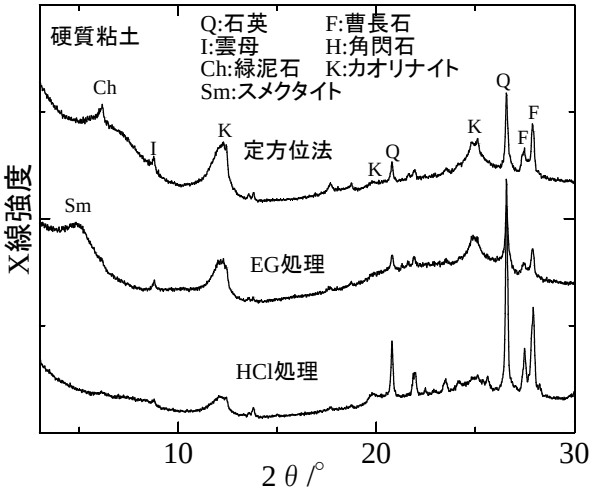


図４　硬質粘土の X 線回折図形の変化

それに対して亜炭入青粘土は、EG処理を行っても緑泥石の底面反射に相当するピークの強度にあまり変化は見られない（図３）。さらに、HCl処理を行った試料においても緑泥石に相当するピークが存在することより、赤粘土と亜炭入青粘土に含まれる緑泥石の特性が大きく異なることを示している。また、赤粘土と亜炭入青粘土の緑泥石に相当する２θ＝６．２°と２θ＝１２．４°、１８．７°、２５．１°とのピーク強度比が大きく異なっていることより、風化の度合いが少ない亜炭入青粘土は、鉄系緑泥石であり、風化が進行した赤粘土は、鉄分が溶質した緑泥石であり、さらに、バーミキュライト様の緑泥石であることがわかった。

一方、硬質粘土は、スメクタイトを多く含むので、EG処理により２θ＝６．２°付近のピークが低角側にシフトし、膨潤性を有する粘土であることがわかる（図４）。また、HCL処理を行っても、カオリナイトは溶解せず、確実に存在していることを示している。

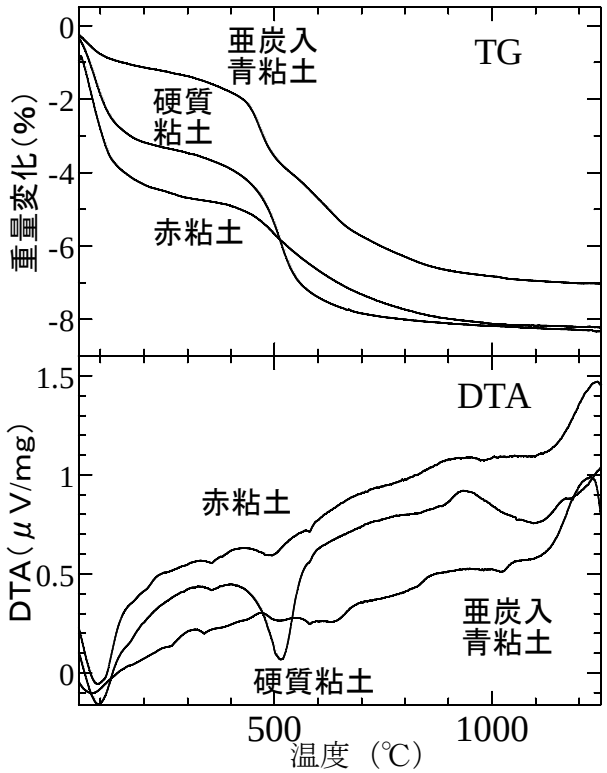


図５　原料粘土の熱分析結果

図５に熱分析結果を示すが、硬質粘土の熱重量曲線（TG）は、１００℃付近の吸着水離脱による重量減少と５００℃付近の構造水の離脱による重量減少が明瞭に観られる。赤粘土も同様の傾向を示しているが、亜炭入青粘土は吸着水の離脱による重量減少が少ないものとなっている。さらに、硬質粘土の示差熱曲線（DTA）は、１００℃付近と５００℃付近に明瞭な吸熱ピークが見られ重量減少と併せて考えるとカオリナイト（もしくはハロイ

サイト)、モンモリロナイトを多く含むことを示している。また、硬質粘土で９００℃付近の発熱ピークは、構造水の離脱により非晶質化したしたものが再結晶化することにより生じ、カオリナイトで見られる特徴的なものである。

図６に熱膨張測定（TMA）を行った結果を示すが、赤粘土と亜炭入青粘土は、同様の焼結挙動を示しているのに対して､硬質粘土は少し異なる焼結挙動を示している。すべての試料で５８０℃付近で見られる膨張は、含有する石英のα型からβ型への構造転移による急激な体積膨張によるものである。９００℃付近からの収縮は、焼結が進むことにより生じるが、硬質粘土においては２段での収縮が起こっており、カオリナイト系の粘土で特徴的なものである。赤粘土と亜炭入青粘土は、緑泥石の構造が異なっているが､基本的に鉱物組成が同じであるので、焼結が終了しその後の膨張が始まる温度はそれぞれ１１９５℃と１１９９℃とほぼ同じである。一方、硬質粘土は、それよりも高い１２６３℃である。

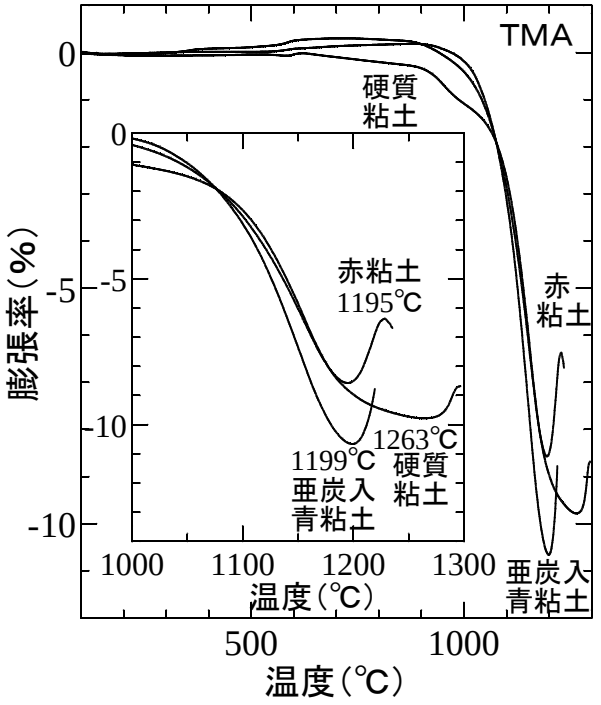


図６　原料粘土の熱膨張曲線

蛍光Ｘ線分析から求めた組成の分析結果を表２に示す。赤粘土は、酸化珪素、酸化アルミニウム、酸化鉄、酸化マグネシウム、酸化カリウムからなり少量の酸化カルシウムと酸化ナトリウムを含んでいる。硬質粘土は、赤粘土と比較して、カオリナイトを含むので酸化アルミニウムが多く、緑泥石の含有量が少ないので酸化鉄、酸化マグネシウムが少なくなっている。また、スメクタイトも多く含むので酸化ナトリウムも多く含んでいる。亜炭入青粘土の鉱物組成は、赤粘土と同じであるが、緑泥石の風化があまり進んでいないので酸化鉄および酸化マグネシウムを多く含んでいる。

表２　組成分析結果(wt%)

	赤粘土	硬質粘土	亜炭入青粘土
Na_2O	0.69	1.10	0.86
MgO	3.80	1.59	5.47
Al_2O_3	17.69	22.37	18.66
SiO_2	53.61	59.59	48.65
K_2O	2.98	2.04	3.70
CaO	1.34	0.85	1.51
Fe_2O_3	10.40	5.66	12.45

２．２　石膏型押し成形および焼成試験

石膏型押し試験は、硬質粘土、亜炭入青粘土ならびに参照として赤粘土で行った。亜炭入青粘土は、すいひ処理で分級し、１５０μm以下のものをそのまま用いた。硬質粘土および赤粘土は、０.５mm以下に粉砕したのものを用いた。それぞれの粘土に手でこねることができる堅さになるまで水分を添加し、木の葉の形（７０mm×４０mm）をした石膏型に入れ、相方の石膏型で挟み込み、手で荷重を加えることにより成形を行った。亜炭入青粘土は、水分を多く含むときには良好な可塑性を示したが、水分が少なくなるに従い可塑性が低下した。得られた成型品は、乾燥後、１０００℃から１１００℃で焼成を行い収縮率および吸水率を測定した。

亜炭入青粘土および赤粘土の焼成体は、焼成温度が１０８０℃以上で濃い茶褐色となりさらに表面に光沢が出てきた。一方、硬質粘土の焼成体は、茶褐色のままであった。表３に乾燥体および焼成体の収縮率を示すが、赤粘土と比較して、乾燥収縮率は硬質粘土が大きく、亜炭入青粘土が小さくなっている。一方、焼成収縮率は、亜炭入青粘土が大きくなっており、硬質粘土は赤粘土と同等である。

図７に焼成温度と焼成体の吸水率の関係を示す。亜炭入青粘土は、１０００℃では吸水率は１４％と非常に大きいが、焼成温度が高くなるに従い急激に低下し１０６０℃以上で吸水率は0.２％以下になり焼結性に優れたものであった。赤粘土も亜炭入青粘土と同様の傾向であった。一方、硬質粘土は、１０００℃では吸水率は１８％と非常に大きく、焼成温度が高くなるに従い徐々に減少し１１００℃においても吸水率は８％であり、焼結を進めるにはさらに高温で焼成する必要がある。

表３　乾燥体および焼成体の収縮率

		赤粘土	硬質粘土	亜炭入青粘土
乾燥収縮率(%)		7.94	10.29	4.34
焼成収縮率(%)	1000 ℃	1.09	2.58	3.35
	1020 ℃	3.46	3.21	7.13
	1040 ℃	4.52	4.91	7.89
	1060 ℃	7.77	6.08	13.58
	1080 ℃	5.61	7.61	12.49
	1100 ℃	6.77	8.53	12.23

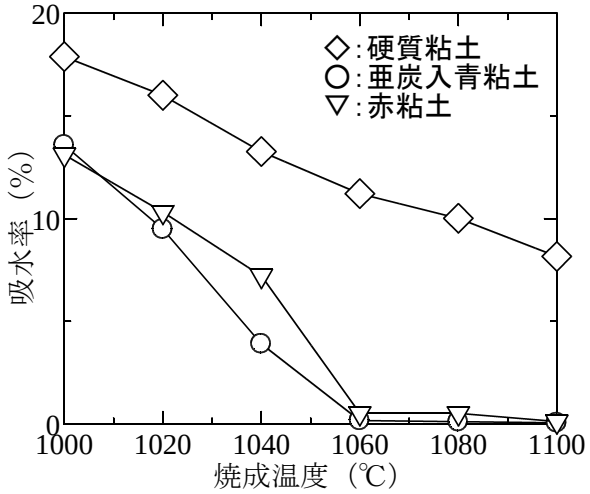


図７　石膏型押し成形素地焼成体の吸水率

２．３　鋳込み成形および焼成試験

鋳込み成形試験は、未利用資源の硬質粘土と亜炭入青粘土について行った。亜炭入青粘土はすいひ処理で分級した１５０μm以下のものをそのまま用いた。亜炭入青粘土は、微細粒子成分を多く含むため、解膠剤は必要なかった。一方、硬質粘土は、粗粒子が多く泥しょうとしての安定性が不十分であるのでボールミルで粉砕処理を行い、さらに、解膠剤として水ガラスを０.１％添加したものを用いた。泥しょう濃度は、粘度および流動性を検討した結果、亜炭入青粘土で５５％固形分および硬質粘土で５０％固形分とした。鋳込み試験は、亜炭入青粘土の泥しょうおよび硬質粘土の泥しょうをそれぞれ単独で行うとともに、５０％づつ混合した泥しょうでも行った。

亜炭入青粘土は、着肉速度が非常に速く、流し込みから１０分程度で十分な肉厚となった。乾燥収縮が少ないため石膏型から脱型しにくいものもみられたが、乾燥速度が十分速く非常に扱いやすいものであった。また、乾燥強度があまり強くないので、乾燥後に於いても仕上げ加工が十分に可能であった。１０４０℃以下の焼成では透水性であり、１０６０℃以上の焼成で非透水性の濃い茶褐色の焼成体が得られた。乾燥収縮は少ないが、焼成収縮が大きいため高温で焼成したものは一部ゆがみも生じていた。

硬質粘土は、着肉速度が遅く、十分な肉厚のものを得ることができなかった。乾燥速度が遅いので扱いにくく、また、乾燥収縮が大きいため乾燥切れが生じるものもあった。焼成収縮は、亜炭入青粘土よりも小さく、乾燥強度は十分に強いものであった。１１００℃以下の焼成では透水性であり、１１５０℃以上の焼成で非透水性の焼成体が得られた。

このように、亜炭入青粘土と硬質粘土で成形性および焼成性が大きく異なるのは、構成している粘土成分が大きく異なることから生じている。

亜炭入青粘土と硬質粘土の泥しょうを５０％づつ混合した泥しょうは、両者の特徴をかね合わせたような特性を示し、１０８０℃以上の焼成で非透水性の濃い茶褐色の焼成体が得られた。得られた焼成体の写真を図８に示す。



図８　鋳込み成形素地焼成体の写真

（文責　石原嗣生）
（校閲　毛利信幸）

12　通気性金型材の開発

髙橋輝男，兼吉高宏，柏井茂雄，山下　満，山田和俊，上月秀徳，元山宗之，杉本　護

1　目　　的

通気性金属材料はプラスチックの射出成形用金型材、ガスストレーナー、消音材料、気体発泡用材料など広い産業分野で使用されている[1)]。しかしながらこれらの通気性金属材料の製法は、焼結温度が高かったり、粉末の固化成形に高圧が必要であるなど、製造上の技術的困難を伴っている。これらの欠点を改善するために、前年度では、低融点金属の酸化物をその金属の融点以上の温度で水素還元することにより生成する液体金属による液相焼結（Oxide Reduction Liquid Sintering）を行うことで焼結時間の短縮と、焼結温度の低温下をはかった[2)]。

本年度は圧粉成形圧力と焼結体密度あるいは還元温度による焼結体の状態の変化などについて検討した。

2　実験方法

出発原料粉の走査型電子顕微鏡（SEM）像を図１に示す。実験の流れを図２に示す。マトリックスとして平均粒径 150 μ m の鉄粉を、また低融点金属の酸化物として酸化スズを選択した。本実験では、これらの粉末を酸化スズが還元された時に鉄粉表面に 5 および 10 μ m のスズ層が生成すると仮定した。配合比（重量比）は、金属スズが 5 および 10 μ m の場合 Fe : SnO_2 ＝１：0.252 および 1：0.537 である。これらの粉末を乳鉢で混合し、49.0、98.0、147.0 および 196.1MPa で圧粉成形した。圧粉成形後、水素気流中で 873 および 973K で１時間加熱した。得られた焼結体は SEM およびＸ線回折で焼結体の構造を調べた。

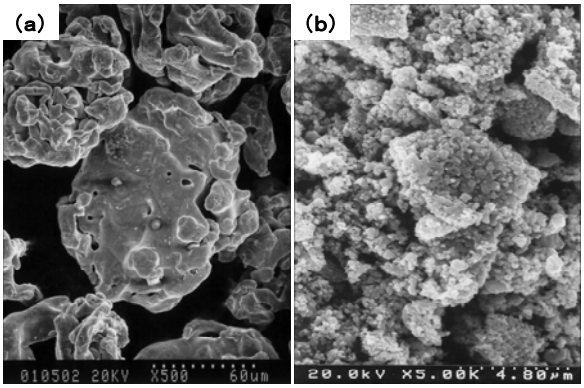


図１　出発原料粉の SEM 像
(a)鉄粉、(b)酸化スズ粉

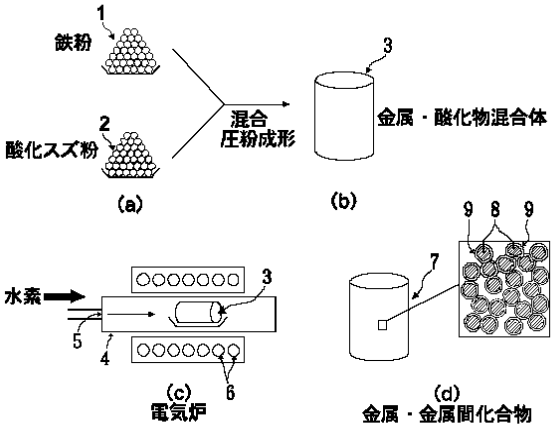


図２　実験の流れ
1.鉄粉　2.酸化スズ粉　3.ｸﾞﾘｰﾝ成形体　4.石英管　5.水素
6.ﾋｰﾀｰ　7.焼結体　8.鉄　9.Fe-Sn 系金属間化合物

3　結果および考察

3.1　焼結体に及ぼす処理温度の影響

図 3 は、Sn の厚み 5 μ m で 98.0MPa で成形後 873K で 3.6ks 還元処理することによって得られた焼結体の表面 SEM 像を示す。多くの球形粒子が存在しており、分析の結果この粒子は鉄と未反応のスズ粒子であることが判明した。



図 3　Sn の厚み 5 μ m で 98.0MPa で成形後 873K で 3.6ks 還元処理することによって得られた焼結体の表面 SEM 像

一方、Sn の厚み 5 μ m で 98.0MPa で成形後 973K で 3.6ks 還元処理することによって得られた焼結体には、873K で見られた球形スズ粒子は存在せず完全に FeSn になっていた。

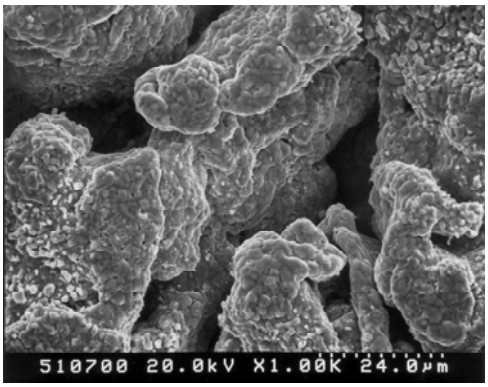


図 4　Sn の厚み 5 μ m で 98.0MPa で成形後 973K で 3.6ks 還元処理することによって得られた焼結体の表面 SEM 像

3.2　焼結体の空隙率に及ぼす圧粉成形圧力の効果

焼結体の空隙率に及ぼす圧粉成形圧力の影響について検討した。図 5 は Sn の厚み 10 μ m の混合粉をそれぞれ 49.0、147.0 および 196.1MPa で成形後、973K で 3.6ks 還元処理することによって得られた焼結体の表面 SEM 像を示す。成形圧力の増加に伴い焼結体の密度は増加した。

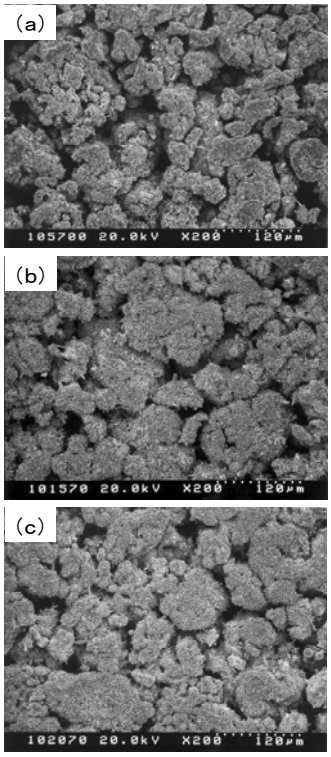


図 5　成形圧力が異なる焼結体の表面 SEM 像

(a) 49.0、(b) 147.0 および (c) 196.1MPa で成形

表 1　Sn の厚み 10 μ m で種々の圧力で成形後 973K で 3.6ks 還元処理することによって得られた焼結体の体積膨張率および見かけ密度

試験片の成形圧力 (MPa)	体積膨張率 (%)	見かけ密度 (g/cm3)
49.0	3.1	3.98
98.0	3.0	4.30
147.0	3.7	4.38
196.1	5.3	4.44

また表 1 は、Sn の厚み 10 μ m の配合比率のものについて種々の圧力で成形後 973K で 3.6ks 還元処理することによって得られた焼結体の体積膨張率および見かけ比重を示す。体積膨張率および見かけ密度とも成形圧力の増大に伴って増大した。本実験の合金の理論密度は 7.70 である。このことから空隙率を計算すると約 48 ～ 42 %であった。なお、体積膨張率と見かけ密度の関係についてはさらに検討する必要がある。

4　結　　論

マトリックスとして平均粒径 150 μ m の鉄粉を、また低融点金属の酸化物として酸化スズを選択し、混合圧粉成形後 873 および 973K で 3.6ks 水素還元処理を行った。得られた結果は以下のとおりである。

(1) 873K で 3.6ks 還元処理することによって得られた焼結体の表面には、鉄と未反応なスズが球形粒子として存在する。

(2) 973K で 3.6ks 還元処理することによって得られた焼結体には、873K で見られた球形スズ粒子は存在せず完全に FeSn になる。

(3) 焼結体の体積膨張率および見かけ密度は、成形圧力の増大に伴って増大する。

参 考 文 献

1) 佐藤孝征，多孔質体の性質とその応用技術，竹内雍監修，ﾌｼﾞﾃｸﾉｼｽﾃﾑ，(2001)，p.816.

2) 髙橋輝男，兼吉高宏，柏井茂雄，山下満，山田和俊，河合進，元山宗之，兵庫県立工業技術センター研究報告書，11，(2002),28.

（文責　髙橋輝男）

（校閲　上月秀徳）

「技術改善研究事業」

13　遠隔操作型ロボットハンド用高機能感覚センサの開発
-触覚フィードバックを用いた高機能ロボット遠隔操作システムの開発-

中本裕之，才木常正，三浦久典，北川洋一，平田一郎，阿部　剛，長谷朝博，小坂宣之

1　目　　的

従来、工場の生産ラインでは産業用ロボットが活躍してきた。これらは繰り返し制御されることが多く、通常外界の情報を得るためのセンサは備えていない。しかし昨今発表されている人間型ロボットやペットロボット等は、繰り返し制御ではなく自律制御で作業を行うため多くのセンサを必要とする。特に触覚情報を得るためのセンサは、物を運ぶなどの接触を伴う作業を自律的に行う上で必要不可欠であり、産業用ロボットが応用の範囲を広げるというニーズにも対応できると考えられる。

そこで昨年度から我々は、触覚という感覚をロボットハンドに与えるべく、触覚センサの開発に取り組んでいる。今年度は、開発した触覚センサを用いて遠隔操作システムを構成し、実験を行ったので本稿で報告する。

2　システム構成

ここではまず、遠隔操作システムの構成要素について述べる。その要素の一部である、触覚センサ、ロボットハンドとマニピュレータの写真を図１に示す。この遠隔操作システムでは、遠隔の作業者にその操作の判断を支援するセンサとして触覚センサを用いている。その触覚センサの特徴は、感圧導電性ゴムを用いた分布型圧力センサにシリコンスポンジを組み合わせた構造である[1)]。触覚センサが計測対象と接触したとき、このシリコンスポンジは計測対象の形状に馴染んで変形する。この変形によって接触面積が大きくなり、このセンサを適用したロボットハンドは安定した把持が可能となる。同時に、計測される圧力分布は計測対象の形状を反映したものとなり、形状認識に応用が可能である。この触覚センサは、触覚センサ制御回路を介してPCにより制御を行う。

またロボットハンドは、2指のフィンガからなる平行開閉式ハンドであり、0～69[N]の把持力を設定できる。フィンガは大きさが100x100[mm]であり、向かい合う面に触覚センサが搭載されている。また、デジタルI/0ボードを介してPCから開く、閉じる、停止の操作が可能である。

マニピュレータは、6軸の垂直多関節型である。その各関節のサーボモータは、コントロールボックスを介してリアルタイム制御が可能である。ここでのリアルタイム制御は、イーサネットを通じて7[msec]に1回の命令が送受できることを意味する。したがって、コントロールボックスはTCP/IPプロトコルによりPCから7[msec]に1回の指令値を受信し、同時にマニピュレータの各パラメータ値をPCに返信する。また、コントロールボックスは、指令値を各関節のサーボモータに与えるが、その際に指令値が適切な範囲内であるか判定している。このことより、通信上のエラーにより不適切な指令値を受信しても、その値がそのままサーボモータに与えられることはなく、誤動作による事故を防止することができる。

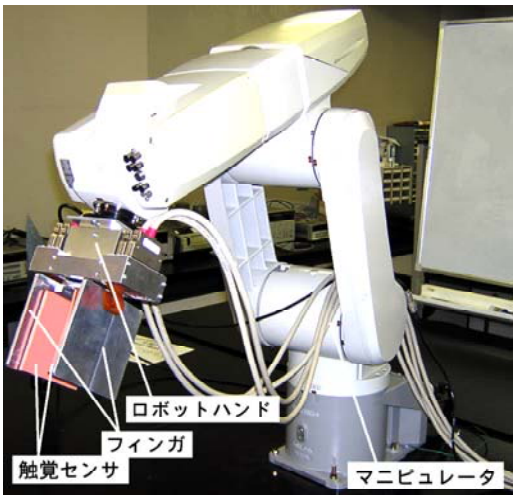


図１　触覚センサを適用したロボットハンドとマニピュレータ

次に、遠隔操作システム全体の概要図を図２に示す。図２では、作業環境にローカルPC、マニピュレータ、コントロールボックス、触覚センサとロボットハンド、触覚センサ制御回路、CCDカメラ2台があり、操作環境にリモートPCがある。それぞれの環境はイーサネットと通信機器により結線されている。一連の処理の流れは次のようになる。ローカルPCは、触覚センサ制御回路と2台のCCDカメラから、それぞれ圧力分布と画像を取得する。次にローカルPCは、TCP/IPプロトコルで接続されたリモー



図２　遠隔操作システム

トPCにそれらの情報を送信する。リモートPCは、受信データをチェックしデータ欠けがないことを確認したあと、圧力分布や画像情報を操作者に画面上で提示する。操作者は、提示された情報を元にマニピュレータを操作する。マニピュレータとリモートPCはリアルタイムで送受信を行い、操作者はマニピュレータのそのときの各関節角度を常に把握することができ、その値に応じた制御が可能である。ちなみに、ローカルPCとリモートPC、マニピュレータとリモートPCそれぞれの通信は平行して行われ、通信エラーなどで一方の通信に遅れが出ても、他方がその情報の再送信待ちをするようなことはない。

次に、図２の遠隔操作システムのリモートPCの操作ウィンドウを図３に示す。図３では、棒材をつかんでいるときのマニピュレータの各情報が表示されている。図３の左側上下に並んでいるのは2台のCCDカメラからの画像（320x240[pixel]）である。また、ウィンドウの右側上部に左右に並んでいるのは、ロボットハンドの左右のフィンガに搭載された触覚センサによって得られた圧力分布の様子である。この表示では、色の黒い部分に大きな圧力が加わっており、白い部分には圧力が加わっていないことを示す。一方、この圧力分布の下の各パラメータとボタンは、マニピュレータの姿勢、角度情報と操作ボタンである。

3　実験と結果

開発した遠隔操作システムを使って実験を行った。この実験では、設置してある棒材を把持し約600[mm]移動した先の箱の中にその棒材を置く作業を遠隔操作で10回行った。マニピュレータのある作業環境と操作者のいる操作環境間の距離は30[m]とした。また、比較のために圧力分布を表示させずに、同様の実験を行った。

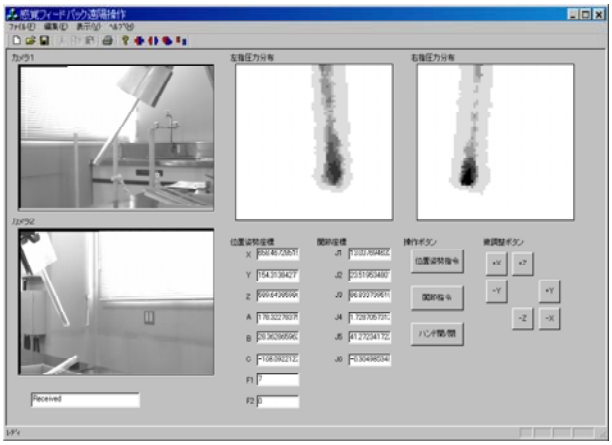


図３　遠隔操作システムの操作ウィンドウ

棒材を移動させる実験の結果、1回の移動に要する実験時間の平均を求めると、表示した場合は215[sec]、表示しない場合は296[sec]掛かった。この違いは、圧力分布を表示した場合、触覚センサに棒材が少しでも接触すると、操作者はハンドと棒材の位置関係を認識することができ、その状態を元に確実な把持ができる位置にハンドを移動させることができるからであり、圧力分布の表示がない場合は、操作を判断するための情報が画像のみとなり、ハンドを移動させるのに時間が掛かるからである。また、移動を終了してハンドが棒材を離す直前の圧力分布に関して、圧力を検出している点の総数を比較すると、圧力分布を表示した場合は852点、表示しない場合は612点となった。この検出点の総数は接触面積と考えることができるので、圧力分布を表示したほうが安定した把持ができていると推測できる。

以上により、遠隔操作システムに対して開発した触覚センサが有用であることが実証できた。

4　結　　論

昨年から開発している触覚センサを適用した遠隔操作システムを構成し、棒材を移動させる実験を行った。その結果、触覚センサを用いることで高速で安定した作業が実現できた。今後は、さらに複雑なタスクによる作業性の評価などを行いたい。

参 考 文 献

1) 中本裕之，才木常正，村田亘史，大西良孝，三宅輝明，「表面に粘弾性体を用いた分布型圧力センサ」，第19回日本ロボット学会学術講演会講演論文集，pp. 1043-1044, (2001)

（文責　中本裕之）
（校閲　小坂宣之）

「技術改善研究事業」

14　めっき技術の高機能化と新分野への応用に関する研究

園田　司，三宅輝明，河合　進，西羅正芳，石原嗣生，山下　満

1　目　　的

ノートパソコン、携帯電話などの携帯電子機器の普及に伴い、薄型・軽量化のために、高エネルギー密度を有するリチウム二次電池が広く実用化されている。しかし、携帯電話の高機能化に伴う写真・動画による通話および電気自動車の実用化に対応するため、さらなる高エネルギー密度化が要求される。リチウム二次電池用負極としては、金属リチウム（理論容量3860mAh/g）が最も大きな容量を有するが、発火事故を起こす危険がある。一方、スズ（理論容量994mAh/g）は、実用化されている炭素（理論容量372mAh/g）に比べ、単位重量当たりでは約2.7倍、単位体積当たりでは約8.9倍の容量を有するだけでなく、安価な金属であるという長所を有する。

スズをリチウム二次電池用負極として適用する方法として、従来、金属スズ粉末を導電材およびバインダーと混合し、銅箔に塗布する方法が検討されてきたが、導電材およびバインダーによる容量の低下および炭素負極と同様に銅箔への塗布・乾燥・プレス工程が必要になると考えられる。一方、電気スズめっき法では、導電材およびバインダーが不要で銅箔上に直接密着性に優れた高容量負極の作製が可能な特長を有する。

本研究では、電気めっき法により作製した安価で環境にやさしいスズ－鉄合金めっき負極を使用したコイン型リチウム二次電池の充放電サイクル特性を調べ、スズめっきおよび炭素負極と比較・検討した。

2　実験方法

2．1 試料作製

スズ－鉄合金めっき負極として、18μm厚さの圧延銅箔の片面に約3μmの皮膜を電析させた。めっき浴として、$SnSO_4$ 0.1moL/dm^3、$FeSO_4$ 0.05moL/dm^3、グルコン酸ナトリウム0.3moL/dm^3、ポリエチレングリコール1g/dm^{3}を添加した浴を使用し、pH4、100A/m^{2}の条件で電析させた。皮膜中の鉄含有量は、エネルギー分散型Ｘ線分析装置により分析し、表面形態は走査型電子顕微鏡により観察した。めっき皮膜の結晶構造は、Ｘ線回折装置(CuKα線、40kV-20mA)を用いて調べた。また、比較として光沢スズめっき浴には、中性グルコン酸浴を使用した。

2．2 充放電試験

リチウム電池用電解液として、1moL/dm^{3}LiN$(CF_3SO_2)_2$/EC[*1]+DEC[*2](1:1)、対極に金属リチウムまたは正極を用い、CR2032型コイン電池を作製し、25℃の恒温槽中、 0～1Vvs.Li/Li$^+$の電圧範囲または298mAh/gの充電電気量規制（下限電圧3V）の条件で、充放電サイクル特性を測定した。正極は、コバルト酸リチウム（セルシード)、PVDF、アセチレンブラックを86:10:4の割合で混合した後、アルミニウム箔上に塗布し、120℃で12hの真空乾燥後、プレスにより85μmに圧縮して作製した。炭素負極には、メソカーボンマイクロビーズを用い、PVDFと90.5:9.5の割合で混合した後、圧延銅箔上に塗布し、100℃-20hの真空乾燥後、プレスにより75μmに圧縮して作製した。

3　結果と考察

3．1　スズ－鉄合金めっき負極の結晶構造

圧延銅箔上に電析させたスズ－鉄合金めっき皮膜のめっき外観は、光沢のある平滑緻密な表面形態であり、皮膜中の鉄含有量は13%であった。図１には、圧延銅箔、光沢スズめっきおよびスズ－鉄合金めっき皮膜のＸ線回折測定結果を示す。スズ－鉄合金めっき皮膜では、スズおよび$FeSn_2$に対応する回折線が現れた。

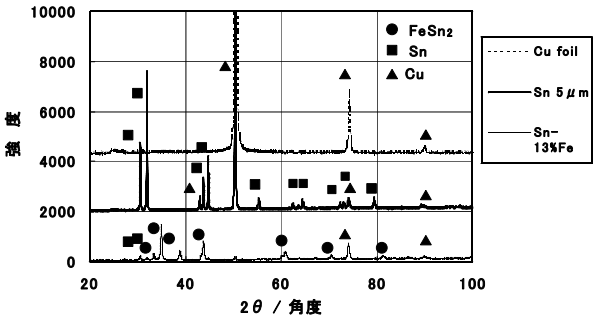


図１　Ｘ線回折測定結果

３．２　スズ－鉄合金めっき負極の充放電サイクル特性
（金属リチウム対極）

図２には、対極として金属リチウム、負極としてスズめっき皮膜（2μｍ）またはスズ－13%鉄合金めっき皮膜（3μｍ）を使用した場合の充放電サイクル特性を示す。比較として、炭素負極の充放電サイクル特性も示す。スズめっきでは、10サイクル付近から容量が低下する傾向を示し、50サイクル後では176mAh/gの放電容量が得られた。しかし、炭素負極では、急激な低下はなく、50サイクル後においても262mAh/gの放電容量が得られた。一方、スズ－13%鉄合金めっきでは、40サイクルまで466mAh/g以上の高容量を示し、50サイクル後においても356mAh/gの放電容量が得られた。なお、充放電速度は、スズめっきでは、83mA/g充放電（1サイクル）、167mA/g充放電（2サイクル以降）、スズ－13%鉄合金めっきでは、41mA/g充放電（1サイクル）、81mA/g充放電（2サイクル以降）、炭素では25mA/g充放電（1サイクル）、25mA/g充電-50mA/g放電（2サイクル以降）とした。

以上の結果、スズ－13%鉄合金めっき負極では、スズめっき負極の約2～3倍、炭素負極の約1.3～2倍の放電容量が得られることがわかった。

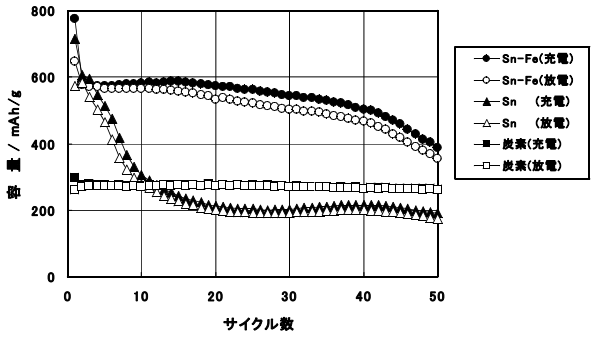


図２　充放電サイクル特性

３．３　スズ－鉄合金めっき負極の充放電サイクル特性
（コバルト酸リチウム正極）

図３には、スズ－鉄合金めっきを負極、コバルト酸リチウムを正極としたコイン電池の充放電容量および充放電効率を示す。比較として、炭素負極の充放電容量の結果も示す。充放電速度は、1サイクルは1/40C（40h充電）で充放電を行い、2サイクル以降は1/10C充電（10h充電）、1/5C放電（5h放電）とした。

初期効率は71.9%であったが、3サイクルで99.8%の充放電効率が得られた。充電容量を298mAh/gとしたところ、100サイクル後においても放電容量283mAh/g、充放電効率95.0%が得られた。

一方、炭素負極では、3-4.2Vの電圧範囲で測定し、初期効率84.8%、100サイクル後において放電容量191mAh/g、充放電効率99.9%が得られた。

これより、放電容量はめっき負極が炭素負極の約1.5倍となったが、充放電効率は炭素負極の方が高い値を示した。以上の結果から、スズ－鉄合金めっき皮膜は、高容量のリチウム二次電池用負極として適用可能である。

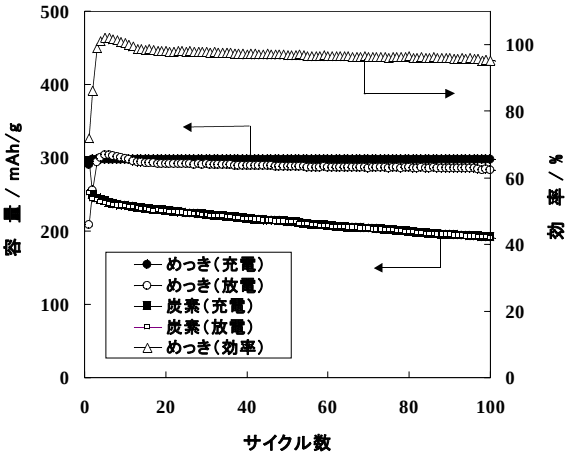


図３　充放電サイクル特性

４　結　　論

負極として圧延銅箔上に電析させたスズ－13%鉄合金めっき皮膜、対極として金属リチウムを用いたコイン電池では、スズめっき負極の約2～3倍、炭素負極の約1.3～2倍の放電容量が得られた。また、コバルト酸リチウムを正極とした電池では、炭素負極の約1.5倍の放電容量が得られた。これらのことから、めっき技術をリチウム二次電池産業に適用することが可能になる。

（注*1）　エチレンカーボネート
（注*2）　ジエチルカーボネート

謝 辞

本研究は、独立行政法人産業技術総合研究所生活環境系特別研究体次世代電池研究グループとの共同研究により実施したものであり、関係各位に厚くお礼申し上げます。

（文責　園田　司）
（校閲　毛利信幸）

「技術改善研究事業」

15　粉末冶金法による軽金属構造材料の開発

山田和俊，元山宗之，西羅正芳，石原マリ，柏井茂雄，兼吉高宏，高橋輝男

１　目　　的

近年、廃棄物の増加にともなう環境破壊が問題となっており、材料分野においてはリサイクル性に優れた材料への転換が注目されている。プラスチック等の樹脂に替えてリサイクル性に優れるマグネシウム合金を構造材料として用いることが検討され、すでに実用化されているものもある。しかし、マグネシウム合金は強度および靭性が低く、用途拡大にはこれらの特性の改善が求められている。このため強度改善を目的とし、粉末冶金法による軽金属構造材料の開発に取り組んだ。平成１３年度の結果、Ｍｇ，Ｔｉおよびグラファイトを出発原料とし、３元素を同時にメカニカルアロイング（MA）処理した場合、２８８ｋｓの処理時間においてもＴｉが十分に粉砕されず、粒子分散強化合金粉末を得るには熱処理を併用する必要があった[1)]。このため、MAプロセスを改善することにより、処理時間を短縮する方法について検討を行った。

２　実験方法

出発原料として図１に示した市販のＭｇ，Ｔｉおよびグラファイト粉末を使用した。まず、Ｔｉ粉末とグラファイト粉末を原子比１：１で粉末総量２０ｇで配合した。Ｓｐｅｘ８０００ミキサーミルにより、粉砕媒体として直径１２．７ｍｍの鋼球を５個用いて、種々の時間MA処理を行った。X線回折およびX線マイクロアナライザーによりＴｉC生成を確認し、走査型電子顕微鏡で粉末の形態を観察した。MAによって生成したＴｉCとＭｇ粉末をＴｉCが１０ｖｏｌ％になるように粉末総量２０ｇで配合し、種々の時間MA処理を行った。粉末の形態を走査型電子顕微鏡で観察し、最適処理時間を決定した。

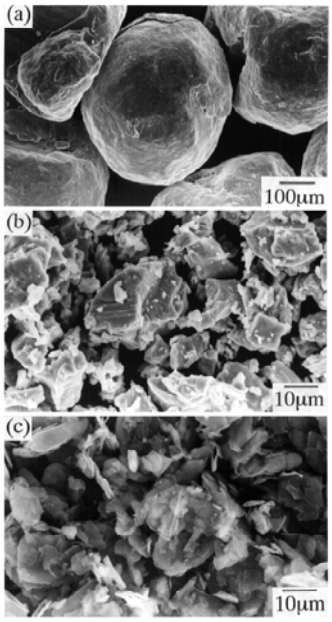


図１　出発原料の走査型電子顕微鏡像
（ａ）Ｍｇ，（ｂ）Ｔｉおよび（ｃ）グラファイト

３　結果と考察

図２にＴｉとグラファイトを種々の時間MA処理した粉末の走査型電子顕微鏡像を示す。これによると処理時間が３．６ｋｓでは鱗片状のグラファイトが確認できるが、処理時間が進むにつれて粉末の形態が変化することが分かった。処理時間が２８．８ｋｓおよび３６ｋｓの粉末は１μm以下の球状粒子であることが確認できた。

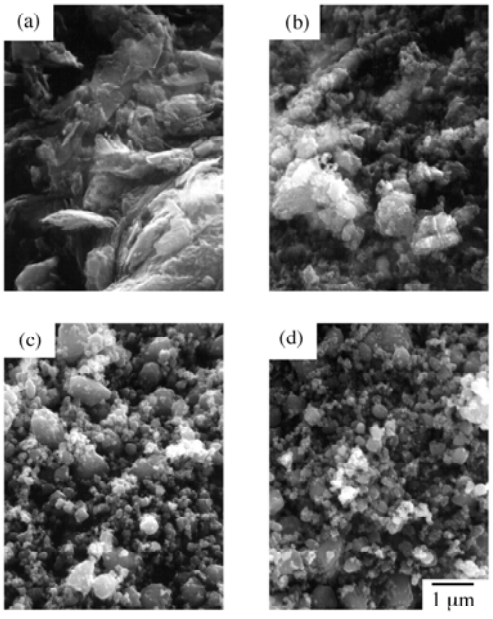


図２　ＴｉとグラファイトをMA処理した粉末の走査型電子顕微鏡像
（ａ）３．６ｋｓ，（ｂ）１８ｋｓ，（ｃ）２８．８ｋｓおよび３６ｋｓ

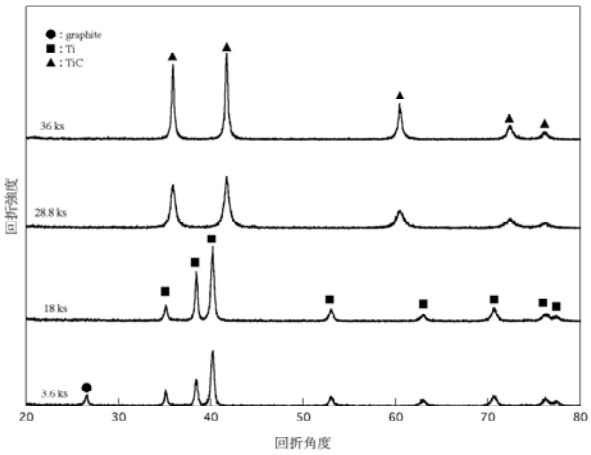


図３　種々の時間ＭＡ処理した粉末のＸ線回折パターン

これらの粉末のＸ線回折パターンを図３に示す。これによると処理時間３．６ｋｓではグラファイトとＴｉの回折線がみられるが、１８ｋｓではＴｉのみが確認できた。これはＴｉよりもグラファイトの方が粉砕されやすく、短時間で結晶性が失われたことを示している。処理時間２８．８ｋｓおよび３６ｋｓではＴｉＣの生成が確認できた。走査型電子顕微鏡像と併せて考えると、生成したＴｉＣは１μｍ以下の微粉末であることが分かった。図４にＸ線マイクロアナライザーで測定したＣＫＸ線スペクトルを示す。この結果はＭＡ処理時間の違いによるカーボンの存在状態を詳細に示している。処理時間３．６ｋｓのスペクトルはグラファイトの形状を示しており、１８ｋｓでは粉砕によりグラファイトの結晶構造が変化しているが、この処理時間ではまだＴｉと反応していないことが分かる。処理時間２８．８ｋｓおよび３６ｋｓのスペクトルはＴｉＣの形状を示しており、これらの

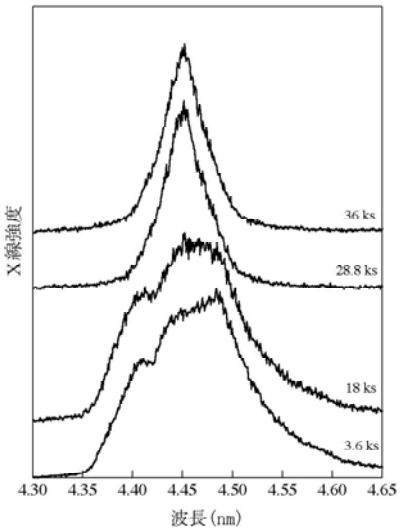


図４　種々の時間ＭＡ処理した粉末の
ＣＫＸ線スペクトル

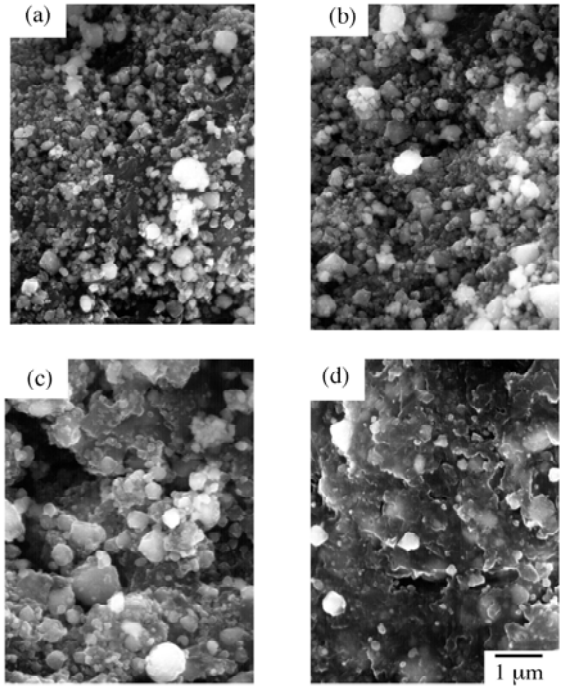


図５　ＭｇとＴｉＣをＭＡ処理した粉末の
走査型電子顕微鏡像
（ａ）０．９ｋｓ，（ｂ）１．８ｋｓ，（ｃ）３．６ｋｓ
および（ｄ）７．２ｋｓ

結果はＸ線回折の結果とも一致している。

ＭＡによって生成したＴｉＣとＭｇ粉末を、ＴｉＣが１０ｖｏｌ％になるように粉末総量２０ｇで配合し、種々の時間ＭＡ処理を行った。図５に種々の時間ＭＡ処理した粉末の走査型電子顕微鏡写真を示す。図５の像は高倍率で撮影したもので粒子の表面形態を観察することができる。処理時間が０．９ｋｓおよび１．８ｋｓではＭｇ粉末の表面にＴｉＣが付着している様子が観察できた。処理時間７．２ｋｓの粉末はＭｇの特徴である銀白色を示し、処理時間の増加にともなってＭｇ中にＴｉＣが練り込まれている様子が明らかになった。

４　結　　論

粉末をＭＡ処理するプロセスを改善することで、平成１３年度で得られた結果より短時間で目的の合金粉末を得ることが可能となった。平成１５年度は焼結後の機械的特性を評価し、構造材としての特性を検討する。

参 考 文 献

1) 山田和俊，高橋輝男，後藤浩二，西羅正芳，脇坂彰一，兵庫県立工業技術センター研究報告，11, (2002), 59.

（文責　山田和俊）
（校閲　元山宗之）

「技術改善研究事業」

16　鉛フリーはんだのクリープ疲労寿命評価法の開発

野崎峰男，浜口和也，福地雄介，富田友樹，松井 博

1　目　　的

電子デバイスのはんだの接合部は、電源のon/offに伴い、被接合部品間の熱膨張係数の差により熱応力が発生し、繰返し負荷を受ける。また、はんだは室温で著しくクリープ現象を呈することから、接合部はクリープ疲労損傷を受けることが知られている。[1] 現在、 はんだの接合部の設計は、実機による電気炉等を用いた実証試験等に頼っており、設計の省力化および低コスト化のためにも、高精度なクリープ疲労寿命評価法の確立が望まれている。これまで Sn-37Pbはんだについて、いくつかの疲労寿命評価に関する研究[2,3]が行われているが、環境負荷の比較的小さい鉛フリーのはんだSn-3.5Agのそれはほとんど実施されていない。

本研究では、Sn-3.5Agはんだのクリープ疲労寿命評価法を開発するため、対称および非対称三角波、および引張ひずみ保持を伴う台形波を用いて温度313Kの下、クリープ疲労試験を実施し、供試材の破損繰返し数に及ぼすひずみ速度比、ひずみ速度および引張ひずみ保持時間の影響を検討した。

2　実験方法

本研究で用いた供試材の化学成分を表１に、試験片の形状および寸法を図１に示す。試験片は，Sn-3.5Ag はんだの延べ棒をステンレス製の鋳型によって直径45㎜、長さ120㎜ のインゴットに鋳造した後、図１の寸法に機械加工で作製し、組織安定のために熱処理を施した。鋳造および熱処理条件を表２に示す。用いた試験装置[4] は 電気油圧サーボ疲労試験機であり、試験片標点部のひずみ制御試験を引張・圧縮負荷の下で行った。試験温度は313K、大気中とし、試験片はプルロッドに装着したバンドヒータにより間接的に加熱した。

本研究で用いたひずみ波形(図２)は、対称三角波のppおよびcc波、 非対称三角波のpcおよびcp波、 さらに引張ひずみ保持を伴う台形波のth波であり、クリープ疲労試験に用いる基本的なものである。ひずみ速度はすべての波形のfast部で0.5%/sとし、slow部については、pcおよびcp波で、0.05、0.01、0.005および0.001%/s、 cc波で0.05および0.005%/s に設定し、 th波における引張ひずみ保持時間は10および30min とした。さらに全ひずみ範囲は、0.5、0.7、1.0、1.5および2.0% に定めた。 本研究では破損繰返し数を、引張側応力振幅が、寿命中期のそれから 25%低下したときの繰返し数として定義した。

表１　供試材の化学成分（wt%）

Ag	Sb	Cu	Bi	Fe	As	Pb	Sn
3.54	0.005	0.001	0.001	0.002	0.005	0.015	Bal.

表２　鋳造および熱処理条件

鋳 造	熱処理
594K →空冷	430K, 1hr →空冷

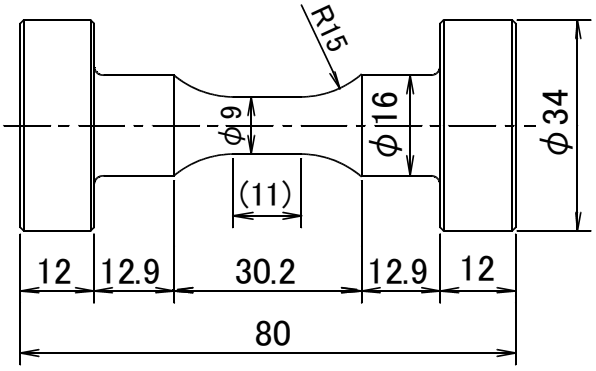


図１　試験片の形状および寸法（㎜）

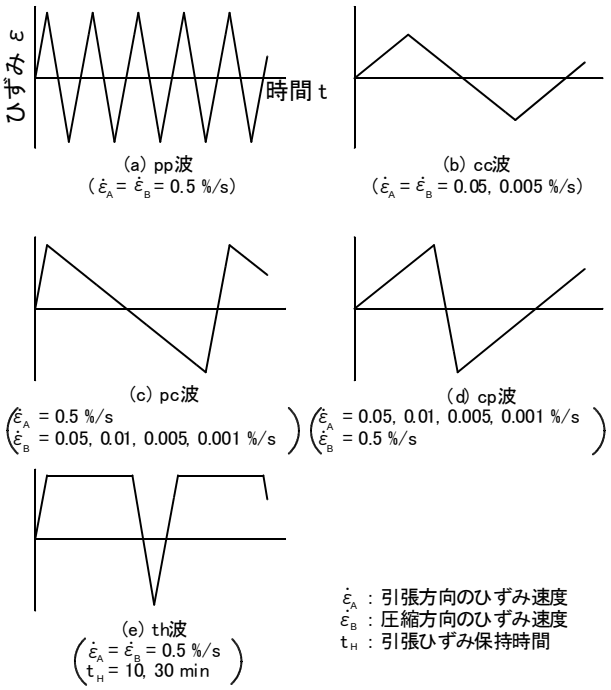


図２　ひずみ波形

3　結果と考察

図３に破損寿命比に及ぼすひずみ速度比の影響を示す。破損寿命比($N_{pc/cp}/N_{pp}$)とは、pcおよびcp波の破損繰返し数をpp波のそれで除した値であり、ひずみ速度比($\varepsilon_p/\varepsilon_c$)とは、pcおよびcp波のfast部のひずみ速度をslow部のそれで除した値である。ひずみ速度比および破損寿命比との関係を両対数表示した場合、ひずみ速度比と破損寿命比との間には線形関係が認められる。すなわち、ひずみ速度比の増加に伴い、破損寿命比は線形的に減少した。また、ひずみ速度比の増加に伴うpcおよびcp波の破損寿命比の減少率を比較すると、cp波のそれがpc波のそれよりも大きくなった。このことは、圧縮によるクリープ損傷よりも、引張によるそれの方が、破損繰返し数を減少させることを示している。

図４に破損寿命比に及ぼすひずみ速度の影響を示す。破損寿命比(N_{cc}/N_{pp})とは、 cc波の破損繰返し数をpp波のそれで除した値である。破損寿命比とひずみ速度の関係を両対数で表した場合、ひずみ速度の低下に伴い、破損寿命比は減少(減少率0.0169)した。したがって、対称三角波において、ひずみ速度の低下は破損繰返し数を比較的少量ながら減少させる傾向がある。

図５に破損寿命比に及ぼす引張ひずみ保持時間の影響を示す。破損寿命比(N_{th}/N_{pp})とは、 th波の破損繰返し数をpp波のそれで除した値である。破損寿命比は、保持時間が0.17hに至るまで顕著に低下したが、0.17hより長くなるとほぼ一定となった。これは、引張ひずみ保持時間を0.17hより長くしても、 供試材に対するクリープ損傷の蓄積は行われず、破損繰返し数にはほとんど影響を及ぼさないことを示している。

4　結　　論

鉛フリーはんだSn-3.5Agを用いて温度313Kで５種類のひずみ波形によりクリープ疲労試験を行った結果、以下の結論を得た。

ひずみ速度比を増加すると、破損繰返し数は減少した。破損繰返し数の減少率は、pc波よりcp波の方が顕著であった。ひずみ速度を減少すると、破損繰返し数は比較的少量ながら減少した。 引張ひずみ保持時間が0.17hに至るまでは、破損繰返し数は顕著に低下したが、 0.17hを超えるとほぼ一定となった。

参 考 文 献

1)須賀唯知 ： 鉛フリーはんだ技術， 日刊工業新聞社, (1999), p57.

2)H.D.Solomon, ASME J. Elec. Pack., 113,2,(1991), 102.

3)C.Kanchanomai, Y.Miyashita and Y.Mutoh, Int. J. Fatigue, 24,6,(2002),671.

4)野崎峰男,坂根政男,塚田裕,西村秀夫,日本材料学会第39回高温シンポ前刷, (2001),131

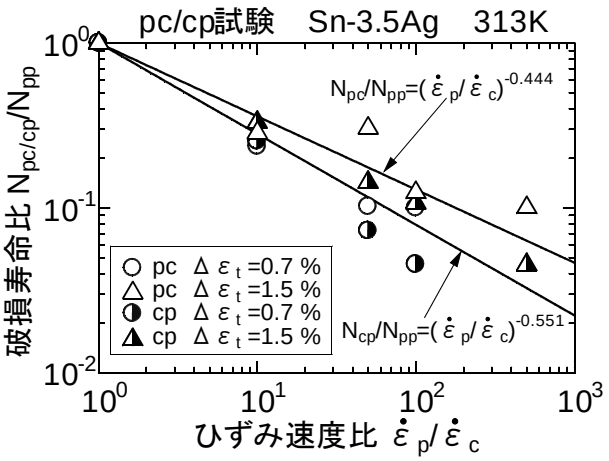


図３　破損寿命比に及ぼすひずみ速度比の影響

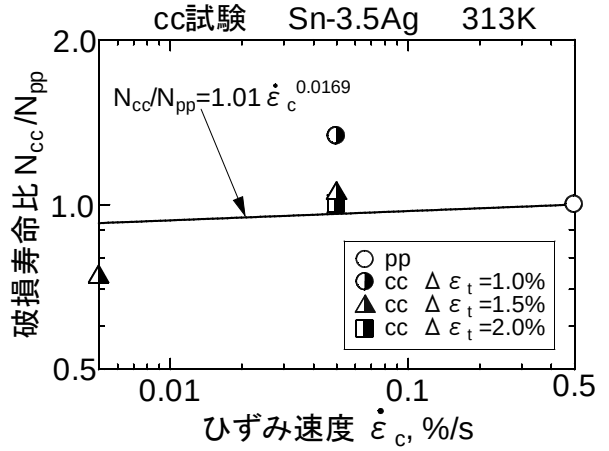


図４　破損寿命比に及ぼすひずみ速度の影響

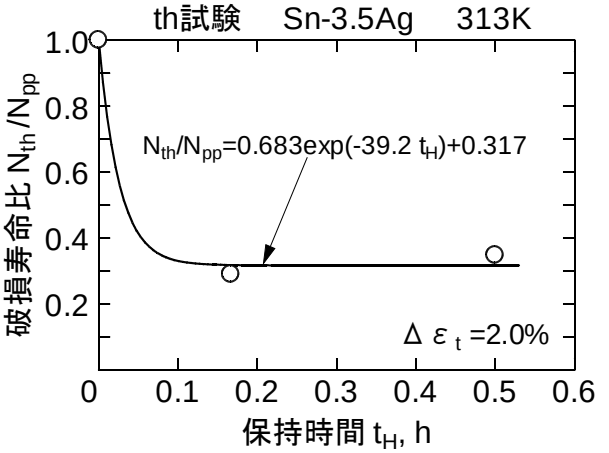


図５　破損寿命に及ぼす引張ひずみ保持時間の影響

（文責 野崎峰男）

（校閲 松井 博 ）

「技術改善研究事業」

17　回収牛毛ケラチン由来の生分解性紫外線カットフィルム製造技術の開発

松本　誠，西森昭人，杉本　太，奥村城次郎，石川　齊

1　目　　的

皮革排水処理で発生する汚泥はクロムが含まれていることもあり、処理コストが非常に高い。兵庫県では皮革排水の処理を行っている地方自治体、処理費の一部を負担している業界が共にコストを削減するために汚泥削減について検討している。当センターでは汚泥削減を目標として、毛を刈りとるバーバー法、従来の脱毛工程での牛毛回収方法について検討してきた。しかし、回収した牛毛の有効利用方法が確立されなければ、これらの方法は導入されがたいと考えられる。そこで、牛毛(黒毛、茶毛)には紫外線を遮断するメラニンが含まれており、ケラチンには生分解性があることから生分解性の紫外線カットフィルムへの有効利用について検討した。

これまでの、フィルム化の現状ではケラチン膜は引張強度等で実用化できるレベルに達していない。このため、ケラチンに他の材料を混合して引張強度を向上させる必要がある。今回、ケラチンと同様生分解性を持つコラーゲンとポリビニルアルコールを混合して、フィルムを作製した。作製したフィルムの引張強度を測定し、実用化に耐えうるかどうかについて検討した。

2　実験方法

2.1　牛毛の回収方法

バーバー法(バリカンで刈って毛を回収する方法)、ヘアーセービング法(Blair 法)(表１)、従来の脱毛工程から回収する方法(表２)の３種類の方法で牛毛を回収した。

2.2　可溶化ケラチンの調製

２.１で回収した牛毛を 0.15M-NaOH に加え、60 ℃で 24 時間、振とう処理し、可溶化を行った。

2.3　可溶化コラーゲンの調製

石灰漬け床皮を脱脂、精製してコラーゲンを得た。牛皮コラーゲンを 0.5M-酢酸に懸濁させ、ペプシンを加えて４日間振とう処理し、可溶化を行った。

2.4　複合フィルムの調製

可溶化ケラチンを 0.1M-アンモニア水に、可溶化コラーゲンを 0.01M-酢酸に、ポリビニルアルコール（重合度：2000）を蒸留水に溶解させた。様々な比率で各溶液

表１　ヘアーセービング法

125%	水(26～27℃)	
２%	水酸化カルシウム	25分間回転
		５分間停止
		（３回繰り返し）
１%	水硫化ナトリウム	10分間回転
		20分間停止
		（２回繰り返し）
0.5%	炭酸ナトリウム	10分間回転
		20分間停止
		（３回繰り返し）
150%	水(26～27℃)	15分間回転
150%	水(26～27℃)	20分間回転
200%	水	
１%	Fr-62	
0.5%	水硫化ナトリウム	10分間回転
		60分間停止
0.2%	BISRON/LS	５分間回転
		60分間停止
		２時間に８分間回転で翌朝まで処理
		翌朝排浴

表２　従来脱毛工程

300%	水(25℃)	
４%	水酸化カルシウム	10分間回転
１%	水硫化ナトリウム	30分間回転
		30分間停止
		30分間回転
１%	硫化ナトリウム	60分間回転
		180分間停止
		10分間回転
		180分間停止
		10分間回転
		翌朝まで静止
		翌朝排浴

を混合し、混合溶液を脱気した後、テフロンシャーレに流し込んだ。それを乾燥させ、複合フィルムを調製した。

2.5　複合フィルムの引張強度測定

㈱島津製作所製オートグラフ AG-1000D を用いて、50mm/min で引張試験を行った。

3　結果と考察

3.1　ケラチンーコラーゲン複合フィルム

表3は様々な割合で混合したケラチンーコラーゲン複合フィルムの引張強度である。コラーゲン 80%、ケラチン 20%では約 9MPa、コラーゲン 70%、ケラチン 30%では約 7MPa とケラチンの割合が多くなると引張強度は低下した。これ以上ケラチンの割合を多くするともろくなるので引張強度測定は困難であった。牛毛の回収方法が異なっても引張強度に大きな差は見られなかった。

表3　ケラチンーコラーゲン複合フィルムの引張強度

配合（%）		引張強度（MPa）		
ケラチン	コラーゲン	A	B	C
20	80	9.2	8.8	9.0
30	70	6.8	7.0	6.5

A：バーバー法
B：ヘアーセービング法
C：従来脱毛工程

3.2　ケラチンーポリビニルアルコール複合フィルム

ケラチン 90%、ポリビニルアルコール 10%～ケラチン 10%、ポリビニルアルコール 90%と混合割合を変えて、複合フィルムを作製したが、どれも不均一となり、うまく混ざりあわなかった。どの方法で回収した牛毛でも不均一となった。ケラチンとポリビニルアルコールには相溶性がないと考えられる。

3.3　ケラチンーコラーゲンーポリビニルアルコール複合フィルム

ケラチンとポリビニルアルコールのみではうまく混ざりあわなかったが、コラーゲンを加えると均一に混ざりあうことがわかった。このことからコラーゲンは相溶化剤の働きをすると考えられる。混合割合を変化させてフィルムを作製したが、コラーゲンの割合が最低 20%ないと均一に混ざりあわなかった。どの方法で回収した牛毛でも同じ結果となった。表4は様々な割合で混合したケラチンーコラーゲンーポリビニルアルコール複合フィルムの引張強度である。最も大きな引張強度が得られた条件はケラチン 20%、コラーゲン 20%、ポリビニルアルコール 60%の時で 32.1MPa となった。ケラチンが 30%の場合は約 27MPa、40%の場合は約 21MPa、50%の場合は約 15MPa とケラチンの割合を増すにつれて引張強度が低くなった。牛毛の回収方法が異なっても大きな変化が見られなかった。

表4　ケラチンーコラーゲンーポリビニルアルコール複合フィルムの引張強度

配合（%）			引張強度（MPa）		
ケラチン	コラーゲン	ＰＶＡ	A	B	C
20	20	60	32.1	30.8	31.2
30	20	50	27.3	26.1	26.5
40	20	40	21.6	20.7	20.9
50	20	30	15.3	15.5	14.8

A：バーバー法
B：ヘアーセービング法
C：従来脱毛工程

4　結　　論

ケラチンにコラーゲンのみを複合させたフィルムではあまり引張強度が上がらず、実用化は難しいのではないかと思われる。また、コラーゲンの量をかなり増やさなければいけないのも難点である。

ケラチンーコラーゲンーポリビニルアルコール複合フィルムでは既製品のフィルムとほぼ同様の引張強度が得られた。回収方法の異なる牛毛でも大きな差は見られなかったため、どの回収方法が普及しても対応できると考えられる。しかし、引張強度は向上したが、もろさという短所の改善にはいたらなかった。

そこで、今後ポリビニルアルコールやコラーゲン以外の生分解性プラスチックとの複合フィルムおよび、ポリビニルアルコールやコラーゲンとの架橋を促進する架橋剤を加えた系での複合フィルムの作製について検討する。以上の２方法で実用化に向けてさらなる物性の向上に取り組んでいく。

5　謝　　辞

本研究を遂行するにあたり、牛毛試料の提供をしていただき、また様々な助言をいただいた姫路工業大学の高田英資助教授に感謝いたします。

（文責　松本　誠）
（校閲　石川　齊）

18　生理活性物質評価における生物発光の利用について

桑田　実，藤村　庄

1　目　　的

近年、三次機能を持っている食品、つまり安全・安心が保証され､健康に良い加工食品が強く求められている。食品加工企業では、その確認と評価が不可欠である。ところが、現行の評価方法は、基礎的な研究レベルに対応しており、長い時間と多くの経費また技術的熟練を要するため、加工段階でも確認あるいは管理がルーチンで可能な、より現場的で迅速かつ少経費で信頼性のある評価方法が求められている。

そこで我々は、これらの評価方法に対して生物発光を応用することを目的にその現状と可能性を検討した。

2　調査結果

2.1　生物発光と生物フォトン

2.1.1　生物発光

生物発光とは化学エネルギーを光エネルギーに変換する生体システムであり、ルシフェリン（基質）の酸化をルシフェラーゼ（発光酵素／発光蛋白質）が触媒する酵素反応である。発光生物はバクテリアから菌類、原生動物、発光魚および昆虫までであり、その発光色は青色から赤色の広範囲にわたる。

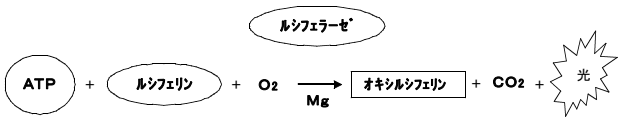


図１　ﾙｼﾌｪﾘﾝ･ﾙｼﾌｪﾗｰｾﾞ反応

この発光反応はルシフェリン・ルシフェラーゼ反応（L-L反応）（図１）と表現されるホタル、ウミホタルやホタルイカの他に発光タンパク質やリボフラビン５’-リン酸が還元型から酸化型になるとき発光するなど、このシステムは多種多様で、発光生物により発光基質、酵素の構造が大きく異なっている。つまり、発光バクテリアの発光基質をホタルの発光酵素は触媒できない。したがって、生物発光を十分に活用するためには、その特性を十分に考慮する必要がある。現時点で、生命科学のツールとして用いられる生物発光系は、ホタル、発光バクテリア、発光クラゲそしてウミホタルがある。既に多くの研究がなされているホタル発光系では、ＡＴＰ（アデノシン三リン酸）量の測定や転写活性測定に用いられている。例えば転写活性の測定では各種タイプの発光タンパク質遺伝子ベクター、測定用の基質溶液や細胞溶解液等が市販され、遺伝子発現が測定されている。また、ＡＴＰの測定は食品などの菌検出や食品の鮮度測定として普及しつつある。

生体内情報の検出ツールとして、生物発光が大変優れた系であると考えられる。

2.1.2　生物フォトン

生物フォトンは、細胞内部の代謝過程において外的刺激に対する応答として生化学的に励起され、低エネルギー状態へ遷移する分子種によってフォトンを発生する。通常、この現象の多くは生体内に存在する酸素分子種に依存し、反応過程で産生される活性酸素種やフリーラジカルと関連している。その際の発光は、生体内の過酸化や酵素反応､エネルギー移動などに付随して認められる。この発光は、Ｌ－Ｌ反応に代表されるホタルやホタルイカのような生物発光に比べて３～６桁以上も弱い極微弱生体発光（約 $10^{-16}W/cm^2$）現象である。

生物フォトンは、生体内の酸化ストレス状態、即ち活性酸素種などの産生と生体の抗酸化機能のバランスが不均衡となる過程で検出されることが多い。そのため生物フォトンの発光現象から得られる情報は、生物の生体計測および検査のための新しい手法として利用できると考えられる。

2.2　食品関連現場と評価

食品加工関連現場においては、食の安全・安心の観点から多大な責任を負っている。また、積極的に病気予防・健康維持に資する食品の提供を目指すとき、その品質評価は必要不可欠である。

2.2.1　微生物検査

通常、食品は無菌的に加工されるのが理想であるが、現実的には困難である。そこで食品中に含まれる微生物（生菌数）、また生産環境あるいは従業員の保有する微生物が常時管理されなければならない。現状では、定期的に従来の寒天培養法によって生菌数をチェック監視されている。しかしこの方法の欠点は、結果を確認するまでに少なくとも２～３日必要であり、即時的対応が困難である。

この欠点を補う目的で細胞のリボソームでエネルギー変換において生じるＡＴＰに着目し、Ｌ－Ｌ反応による

生物発光を利用した評価系が確立されようとしている。現在、検査キットとしての販売も開始されている。しかし、高価であり、検体数が多く、かつ頻繁に使うにはコストがかかりすぎて普及に手間取っているようだ。

２.２.２　生理活性物質の評価への利用

・抗酸化物質

ガンや生活習慣病の発症には過度の酸化傷害が関与していることが指摘されている。酸化傷害は、非常に高い反応性を待った活性酸素やフリーラジカルなどが過度に生じ、疾病や外的要因によって適度な消去機能とのバランスが崩れたときに起きる。近年、食事によってガンや生活習慣病を抑えるための検討がなされ、この抗酸化機能を持った付加価値の高い食品の提供が注目されている。これらに関する分析方法としては、主には酸化生成物の多少を測定することによって行われている。近年、生体内に発生した活性酸素などにより生体内で発光される生物フォトンの利用による評価方法が検討されている。

・変異原性物質

変異原性とは細胞に突然変異を誘起する性質のことを指し、食品の安全性の上から変異原性物質が含まれてはならない。大多数の変異原性物質は、細胞の DNA に傷をつけ、突然変異が誘起された場合にガンを引き起こすと考えられている。

現在、レポータージーンアッセイとして、生物発光に関与するルシフェラーゼ遺伝子や GFP(青色発光タンパク質)遺伝子を組み込んだプラスミド DNA を導入した生物を使って、外的ストレスの影響や変異原性物質の評価方法がさかんに検討されている（図２)。

以下には現在主に行われている変異原性評価および遺伝毒性評価方法の概略を示す。

（AMES 試験）　サルモネラ菌（ヒスチジン要求性変異株）を試料物質と一緒に培養し、変異原性がある場合、サルモネラ菌の分裂過程で突然変異を起こしてヒスチジンの自己生産が可能になり、増殖が可能となり、その形成されたコロニーを計数することによって評価する。

（MUTATOX 試験）　海洋発光細菌の自然変異した無発光変異株が、遺伝毒性因子の作用により復帰変異し再度発光する現象を測定し、発光強度を指標として評価する。生殖細胞に対する突然変異によって奇形を生じる可能性についても物質の変異原性評価がスクリーニングとして使われている。

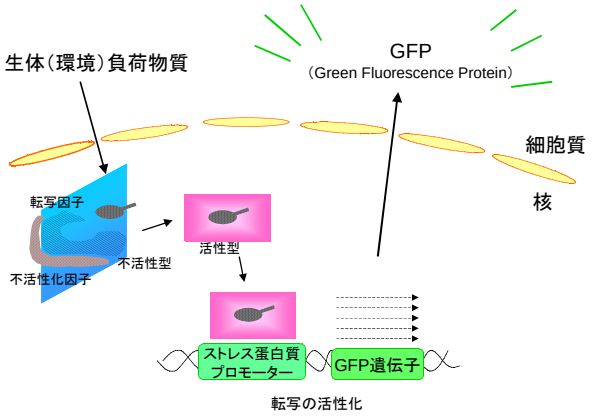


図２ GFP 遺伝子による発光

３　今後への展開

３.１　現場対応の条件

中小企業では、研究者などの特別な人員を配置できるところは少なく、各検査を熟練を要さず、短時間で、多くの検体に対し現場で直接対応できる必要がある。そのためには、できるだけ簡易・迅速化を図りかつ安価な方法を検討しなければならない。

この際、目的物質が存在するかどうかの判定を目的とし、スクリーニングの一手段として考える。

３.２　簡易測定開発可能性

・抗酸化物質の簡易測定

ルシフェラーゼを固定化した紙状担体に、一定量の検体を吸着させ、ルシフェリン他の反応により発光量を測定する簡易方法を検討する。

・生体負荷物質の検知

レポータージーンアッセイの応用を検討する。

（文責　桑田　実）
（校閲　藤村　庄）

「プロジェクト事業、兵庫県イノベーションセンター・インキュベート事業」

19　磁気浮上精密軌道制御機構を用いた微細加工技術の開発

安東隆志，中本裕之，浜口和也

1　目　　的

最近では、50[μm]以下のミリング工具も製作され、微細機械加工もおこなわれるようになっており、繊細な工具を用いた機械加工も実用化されニーズが高まりつつある。また、バイオテクノロジーの分野では、細胞を操作する必要性が生じつつあり、多自由度を有するマイクロマニピュレーション技術が有用である。

磁気浮上は非接触なので摩擦･摩耗がなく、経年的な精度の劣化と錆による影響がないこと、工具に加わる力を検出して工具の破損を避けるように力を制御しながら加工が可能なことなどの特徴があり、微細な機械加工に好適である。また、細胞操作においても、摩擦力が作用しないので、繊細な動きが実現できる。そこで、本研究では微細加工を目的として、磁気浮上を利用した技術の開発をおこなっており、その原理と精密軌道追従制御実験をおこなった結果について述べる。

2　磁気浮上の原理

まず、図１において磁気浮上による軌道制御の原理について説明する。金属(鉄)製の物体(Object)を左右の電磁石Pと電磁石 Nで吸引することにより、この物体を移動させる。この図では物体の位置を非接触変位センサで検出し、その信号を処理することによって左右の電磁石からなる1対の電磁石駆動電流を調整し、物体の運動を制御する。図２に製作した磁気浮上精密軌道制御機構を示す。写真中央の正方形状の鉄板(80[mm]×80[mm]×2[mm]、150[g])が軌道制御されるテーブルであり、電磁石により上下方向(紙面に対して垂直)に吸引浮上させ、水平方向(紙面の前後左右)に動かすことができる。この機構には6対の電磁石が組み込まれており、6自由度の運動を制御することができる。ただし、鉛直方向(紙面垂直)に対しては、重力が作用するので、重力に抗して吸引するだけの電磁石が組み込まれており、この写真では取り外してある。この磁気浮上精密軌道制御機構は、１[mm]角に収まるものを微細加工し、製作することを目標にしているので、最大移動距離を1[mm]としている。

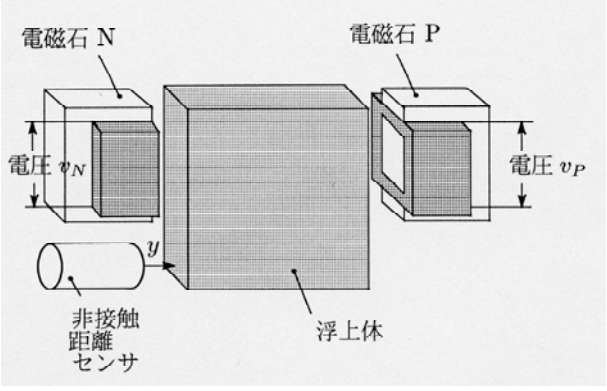


図１　磁気浮上軌道制御の原理

3　追従精度向上のための学習機能

２章で説明した原理では、物体の移動範囲が電磁力の有効範囲に対して大きく移動するため、電磁石と物体の距離に依存して磁力が変化する。そのため、物体を所定の位置へ復元させる力が位置によって大きく異なり、通常の制御方法では振動発生や不安定化、軌道追従性能の劣化といった問題が発生する。この問題を解決する手段として、磁気浮上系を一つの運動系とみなし、学習によって制御性能を維持する機能を備えた制御手法を開発した。

4　精密軌道追従制御実験

本研究で製作した磁気浮上精密軌道制御機構の精度を確認するため、-0.5[μ m]　から 0.5[μ m]までの移動を繰り返す軌道制御実験をおこなった結果を図 3 に示す。この図では、浮上体は-0.5[μ m]　から 0.5[μ m]までの

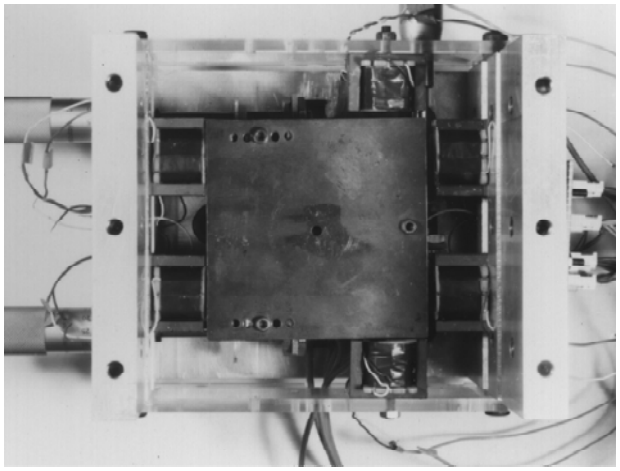


図2 磁気浮上精密軌道制御機構

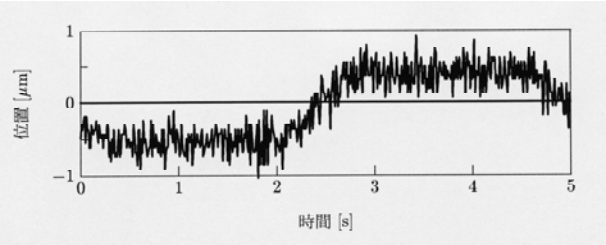


図3 精密軌道追従制御実験結果

移動をおこなっており、振動範囲は1[[μm]]以内であることが確認できる。したがって、本研究で製作した磁気浮上精密軌道制御機構は誤差が 1[[μm]]以下である。

今回の実験では、ローパスフィルタを用いていないが、ローパスフィルタを用いることにより振動を抑え、より精度を向上させることができる。

5 紫外線による光硬化樹脂の成形加工

図４に磁気浮上精密軌道制御機構を用いた紫外線による光硬化樹脂の成形加工の概略を示す。磁気浮上され、軌道制御されるテーブルに光硬化樹脂を塗布したガラス基板(試料)を載せる。この試料にレンズにより収束した紫外線を照射し、光硬化樹脂を成形加工する。図５はガラス基板上に光硬化樹脂を塗布し、紫外線を照射しながら磁気浮上精密軌道制御機構によりガラス基板を移動させて光硬化樹脂を成形加工したサンプルである。中央部の円で囲まれた正方形は硬化した樹脂の加工痕であり、一辺が1[mm]の正方形状に硬化していることが確認できる。この結果から、磁気浮上精密軌道制御機構と紫外線を組み合わせることにより、光硬化樹脂を成形加工できることが確認できたが、紫外線の集束が十分でなかったため、成形加工痕の解像度は十分なものではない。したがって、紫外線の集束度を向上させ、加工解像度をより鮮明なものにすることが今後の課題の一つである。また、磁気浮上の特長をより効果的にするための機械加工法についても検討する必要がある。

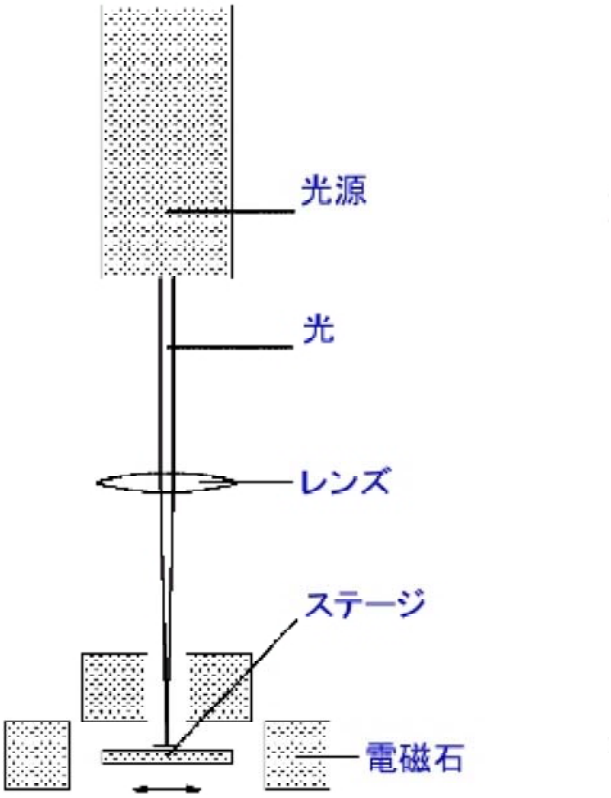


図4 紫外線による光硬化樹脂の成形加工

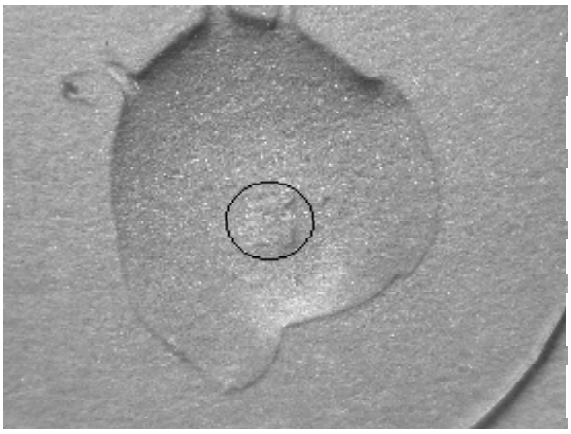


図5 光硬化樹脂の成形加工実験結果

6 結　論

微細加工をおこなうことを目的とした磁気浮上精密軌道制御機構を製作し、精密軌道追従制御実験をおこなった。その結果、軌道追精度 1[μ m]以下であることを確認した。また、光を用いて光硬化樹脂の加工成形をおこない、磁気浮上精密軌道制御機構を用いた光微細加工の可能性を確認した。

（文責　安東隆志）
（校閲　富田友樹）

「プロジェクト事業」

20　低・未利用蛋白質等の資源化

岸部正行，森　　勝，松本　誠

1　目　　的

県下の皮革産業、絹織物産業、水産加工業等から大量の副廃物が産出されている。それらはコラーゲン、ケラチン（皮革）、絹フィブロイン、セリシン（絹織物）、キチン・キトサン（水産）等であり、近年新素材の原資として注目されている。平成１３年度は、コラーゲンの複合材料への応用を図るための技術シーズとして無触媒グラフト共重合法[1)]について報告した。本年度は資源化を図る低・未利用蛋白質等としてキトサンを中心にコラーゲンとの組合せを検討した。

既にキトサンは抗菌、ホルムアルデヒドによるハウスシック対策材料への活用がなされている。

そこで、コラーゲンの細胞固着機能、創傷機能、ガス吸収能とキトサンの機能を組み合わせることによって新素材としての活用を図るために、コラーゲンとキトサンのハイブリッド化を目指した。

2　実験方法

2.1　試料

コラーゲン皮膜は医療用アテロコラーゲンシート（明治製菓㈱製創傷被覆材 メイパック)　を 0.1 N酢酸溶液に室温で 24 時間浸せきし、水洗、乾燥したものを用いた。キトサン溶液は粉末状キトサン（エス・イーケミカル㈱製 脱アセチル化率 95 %，分子量 100,000）を 90 %乳酸に溶解させて濃度 2.5 %に調製したものを用いた。

重合開始剤系は 0.2mol/L　ペルオキソ二硫酸ナトリウム(PPS）水溶液、0.2mol/L 亜硫酸水素ナトリウム（SHS)水溶液を用いた。

2.2　グラフト反応

コラーゲン皮膜（6 cm × 10cm）へのキトサンのグラフト反応は次のように行った。１枚のコラーゲン皮膜を排気管付きナス型フラスコ（内容積：300mL）に投入し、組成を変量したＰＰＳ/ＳＨＳレドックス系重合開始剤溶液を５ mL 添加し、この溶液に皮膜を 10 分間浸せきした後開始剤溶液を除去し、続いてキトサン溶液(20mL)、水 10mL を添加し１時間保持した。浸せき処理された皮膜は水洗し、105 ℃の恒温槽で恒量になるまで乾燥させた。

コラーゲン皮膜へのキトサンのグラフト反応を高めるために結合基としてメタクリル酸メチルを 0.2 ～ 1.0 mL 添加してグラフト反応を行った。

2.3　分析

キトサングラフトコラーゲン皮膜表面のキトサン分析は FT-IR(デジラボ社製 FTS-40）を用いて行った。グラフトの確認はグラフトコラーゲン皮膜を 6N HCl/氷酢酸溶液によってコラーゲンを酸分解し、グラフトされたキトサンを単離して行った。

3　結果と考察

ＰＰＳ/ＳＨＳ系開始剤は低温で効果的に作用する開始剤系であることが知られている[2)]。また、これは熱変性し易いコラーゲンへのグラフト共重合に応用する上で適した開始剤系である。さらに、本開始剤系はビニルモノマーを用いるグラフト重合において水素原子を含む幹高分子から強力に水素引き抜き反応を示す開始剤系である。キトサン溶液を本開始剤系で処理したところ、ビニルモノマーを含まない場合にもかかわらず、白濁の沈殿が生成された。この沈殿物は IR 分析の結果、キトサンであり（OH 伸縮振動　NH 伸縮振動　3400cm^{-1} 、NH 変革振動　1600cm^{-1} 付近等のキトサンに由来する吸収が認められた)本開始剤系の作用によってキトサン同志が結合し高分子量化した結果であると考えられる。このことに着目し、本開始剤系を用いてコラーゲン表面、キトサン中にラジカルを形成させ、コラーゲン表面のラジカルとキトサン中のラジカルとの結合によるコラーゲン/キトサンのグラフト反応の可能性を検討した。本研

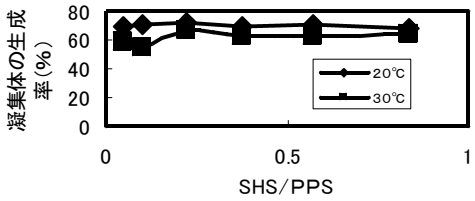


図1　開始剤組成とキトサン凝集体の生成率との関係

究ではこの開始剤系を通常の重合で使用される場合の約100 倍の高濃度で用いた。まず、本開始剤系におけるＰＰＳ/ＳＨＳの組成比の水素引き抜き能に及ぼす影響を調べるためにコラーゲンシートを含まないキトサン溶液のみの反応を行った。図１に示すようにキトサンの凝集体の生成率は 20 ℃、30 ℃においてそれぞれ 70 %、60 %と非常に高い値を示した。凝集体の生成率はＰＰＳ/ＳＨＳの組成比にかかわらずほぼ一定であった。

次いで、反応温度の影響を調べるために 20 ～ 50 ℃におけるグラフト反応を行った。図２に示すように反応温

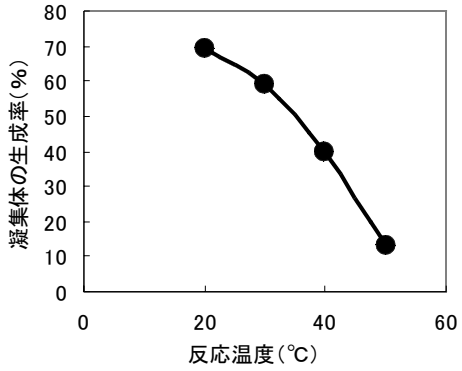


図2　凝集体の生成率と反応温度との関係

度が低い程凝集体の生成率は高くなった。しかし、コラーゲンシート上に反応し付加されたキトサンの重量は、反応温度 30 ℃においてでさえ、単位重量あたりのコラーゲンシートに対して１～２%にしか到達しなかった。

そこで、コラーゲンシートをメタクリル酸グリシジル（ＧＭＡ)を含む酢酸溶液に浸せきさせてコラーゲンシート上にビニル基を導入し、キトサン溶液に同じくＧＭＡを添加してキトサンにビニル基を付加させた。これらのＧＭＡによって化学修飾されたコラーゲンシートとキトサンとをＰＰＳ/ＳＨＳ系開始剤溶液に 30 分浸せきさせ、開始剤液を反応容器から除去し、キトサン溶液を添加しコラーゲンシートとキトサンとのグラフト反応を行った。得られたグラフト反応シートのキトサン付加率は約５％（ＰＰＳ/ＳＨＳ組成比　10/1）であった。しかし、重合時間の延長（図３）、ＰＰＳ/ＳＨＳ組成比の変量を行っても３～５％と付加率の上昇は観察されなかった。キトサンの付加率の上昇をはかるため、上記の反応条件に微量(0.8 ～ 0.2g)のメタクリル酸メチルを添加してグラフト反応を行った。図４に示すように微量のMMA をスペーサーとして添加することにより効率的にコラーゲンシート上にキトサンの付加が達成できた。

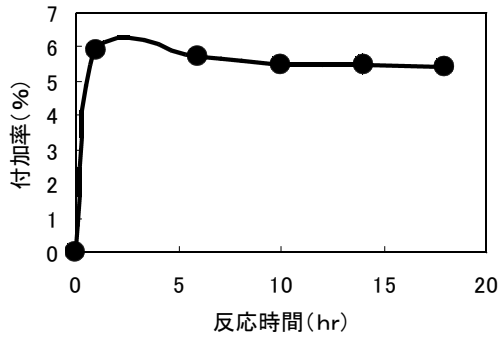


図3　キトサンの付加率と反応時間との関係

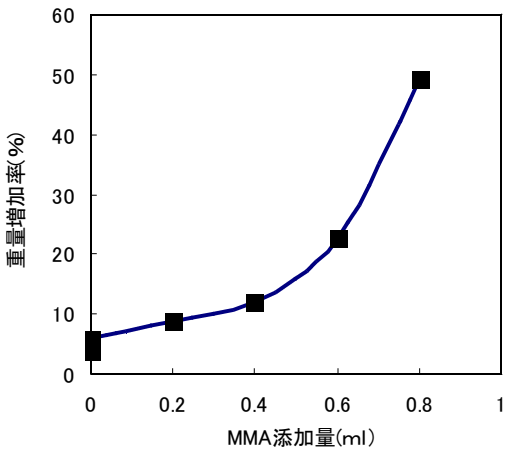


図4　MMA添加量とシートの重量増加率との関係

4　結　　論

１）ペルオキソ二硫酸ナトリウム/亜硫酸水素ナトリウム系開始剤の大量使用によりスペーサーを用いることなくコラーゲンとキトサンのハイブリッド化が達成できた。

２）メタクリル酸メチルをスペーサーとして用いることにより高い付加率でキトサンをコラーゲンシートに結合させることができた。

参 考 文 献

1)岸部正行,特許第 2578538.
2)立花太郎,新実験化学講座,高分子化学【１】,
日本化学会編,(1978),p.47.

謝 辞

キトサンを提供していただいたエス・イーケミカル㈱に厚くお礼申しあげます。

（文責　岸部正行）
（校閲　石川　齊）

「プロジェクト事業」

21　環境浄化用高分子材料の開発

森　勝，岸部正行，毛利信幸，井上守正

1　目　　的

近年、溶剤、洗浄剤などとして使用されてきた有機塩素化合物は、土壌汚染や地下水汚染などの深刻な環境問題を引き起こしている。トリクロロエチレン等については化審法、水質汚濁防止法、下水道法、大気汚染防止法で既に規制されてきたが、さらに、土壌汚染対策法が平成１５年２月に施行された。これにより大気や水に比べ、対策が遅れていた市街地の土壌汚染に初めて法律の規制が掛かり、土や地下水の浄化が進むものと予測されるとともに、各方面でこれら物質の除去方法の検討が行われている。これまで、活性炭吸着法が最も広く行われてきた。しかし、活性炭は吸着する物質に対する選択性が低く、有機塩素化合物が他の有機化合物と共存している場合、目的の有機塩素化合物の捕集効率が低下する。

そこで、本研究では、有機塩素化合物を捕捉する機能のある[1]シクロデキストリン（ＣＤ）を高分子化すれば、汚染水中からクロロホルム、トリクロロエチレンなどの有機塩素化合物を選択的かつ経済的に分離・除去できると考え、このＣＤをベースとした新規な環境浄化用高分子材料を開発することを目的とした。有機塩素化合物のうち、まず、クロロホルムを用いて検討した。

2　実験方法

β－シクロデキストリン（β－ＣＤ）、活性炭、クロロホルムは市販試薬をそのまま用いた。β－ＣＤ残基を有する高分子（高分子化ＣＤ）は、アミノエチル化ＣＤ、メタクリル酸グリシジル（ＧＭＡ）およびメタクリル酸メチル（ＭＭＡ）を無触媒重合させて合成したもの[2]（アミノエチル化ＣＤの導入率　11.8wt％（元素分析））を用いた。

容量26mlのバイアル瓶に20ppmのクロロホルム水溶液10mlを入れ、高分子化ＣＤを1g浸漬し、PTFEセパタムで密栓後、室温で18時間静置して捕捉を行った。比較のため、高分子化ＣＤの代わりに、β－ＣＤまたは活性炭を用いて同様の実験を行った。

クロロホルムの定量は、ガスクロマトグラフ（島津製作所製、GC-14B）にヘッドスペースサンプラー（島津製作所製、HSS-2B）を取り付けて、バイアル瓶中の気体をシリンジで1ml採取してFID検出器で測定した。キャピラリーカラムは、Ｊ＆Ｗ　SCIENTIFIC 社のDB-1（長さ30m、内径0.32mm）を用いた。バイアル瓶は、室温で18時間静置後、さらに、ヘッドスペースサンプラー中で40℃で５分間保温した後、測定した。

3　結果と考察

表１に各種捕捉剤によるクロロホルムの除去率を示す。バイアル瓶内の水相と平衡状態にある気相中のクロロホルムの定量を行い、捕捉剤を入れなかった場合と比較して除去率を求めた。β－ＣＤに比べて高分子化ＣＤの捕捉量が少ないのは、アミノエチル化ＣＤの導入率が11.8wt％と低いことが考えられる。単純には比較できないが、単位重量あたりの除去率では活性炭が一番高い。しかし、高分子化ＣＤはろ過などの捕捉後の取り扱いが一番容易であり、さらに、捕捉は可逆的であるので繰り返し使用することが可能である。本実験で用いたＧＭＡとＭＭＡは疎水性であり、高分子化ＣＤがクロロホルム水溶液中で膨潤しなかったため、クロロホルム水溶液が高分子化ＣＤの内部まで浸透せず、ＣＤに捕捉される量が少なかったと考えられる。したがって、ＣＤの回りの高分子は親水性にして膨潤させＣＤの環の中だけを疎水性にし、疎水性のクロロホルムを捕捉するほうが除去率が上がると考えられる。

表１　各種捕捉剤による水中のクロロホルム除去効果

捕捉材名	重量(g)	クロロホルムの除去率(%)
高分子化ＣＤ	１．０	１３
β－ＣＤ	１．０	４１
活性炭	１．０	９１

参 考 文 献

1)上桝　勇，櫛山　暁，資源と環境,6,(1997),39.
2)森　勝，岸部正行，毛利信幸，井上守正，兵庫県立工業技術センター研究報告書(平成14年版),11,41(2002)

（文責　森　勝）
（校閲　尾野凱生）

「プロジェクト事業、兵庫県イノベーションセンター・インキュベート事業」

22　マイクロ加工技術に関する調査研究

福地雄介，松本哲也，松井　博，富田友樹，北川洋一，有年雅敏，兼吉高弘，長谷朝博，平瀬龍二

1　目　　的

今後の発展が期待されるマイクロマシン、電子デバイス等の微細な精密機能性部品を製造するには、微細加工技術の確立がキーテクノロジーとなる。しかし、従来の機械加工法および半導体加工技術だけでは物理的制約や材料選択等に限界がある。

そこで、本調査では両加工領域の間を埋める新たなる微細加工法としてマイクロ溶射法とレーザー加工法を取り上げ、その適用の可能性について技術調査を行った。

2　マイクロ溶射

溶射は、図１に示すようにコーティング材料を加熱により溶融もしくは軟化させ、微粒子状にして加速し被覆対象物表面に衝突させて、扁平に潰れた粒子を凝固・堆積させることにより皮膜を形成するコーティング技術である。もし、ミクロンオーダーで膜厚や位置決めできるマイクロ溶射技術を開発すれば、微細部品の造形や微小部分の機能性皮膜の作製が可能となる。そこで、本研究ではマイクロ溶射の実現可能性について調査を行った。

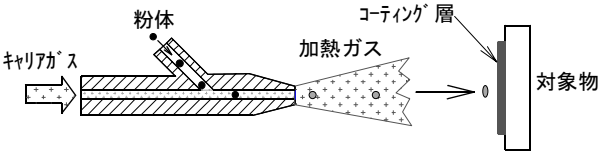


図1　溶射の概要

２．１　マイクロ溶射に必要な技術

粉体を１個づつ制御して薄膜を厚さ・位置ともミクロンオーダで高精度に皮膜形成させるには、図２に示すキー技術の確立が必要である。

〔粉体の搬送〕通常、ホッパー内の粒径が10μm以上の比較的大きな粉体をスクリューや振動によりに送り、キャリアガスに乗せて溶射ガンに供給している。制御もホッパーの重量変化で行っている。粒径が小さくなると流動性が悪く、制御も微量単位で計量する必要がある。現在、粒径が10μm以下でも粒子を数mg～数10μgであれば搬送・供給することは十分可能である。

〔粉体の加熱〕熱源にはガス炎、アーク、プラズマ、レーザーが用いられ、温度も数1000℃以上に達している。膜厚や位置を制御しようとすると熱源の温度制御と小型化が必要となる。ガス炎式は簡単であるが制御が難しく小型化しにくい。アーク式は、構造が単純なため小型化しやすいが線材のみで粉体には適用できない。プラズマ方式は実績があり、粉体供給法や電極等が小型化できれば実現性の可能性は高い。レーザー式はエネルギー源が清浄で微小部への溶射が可能である。

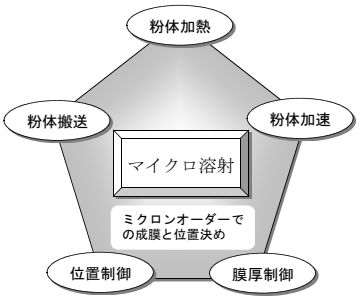


図２　マイクロ溶射のキー技術

〔粉体加速〕皮膜の欠陥や密着性を高めるため、溶融あるいは軟化した粒子を加速させて被覆対象物表面に衝突させる必要がある。キャリアガス、プラズマジェットを使い数100～数1000m/s程度で粒子を加速している。膜厚と位置を制御するには高精度に速度と軌道を制御する必要がある。ガスの場合、簡単な装置で高速が得られるが、小型化や軌道制御が困難である。プラズマジェットは熱源とともに加速を兼ねているため、効率のよい加速法で小型化できれば実現性の可能性は高い。他に電気推進による静電加速法がある。速度・軌道制御および構造が簡単で小型化も容易であるが、技術情報が少ない。

２．２　マイクロ溶射の可能性

プラズマ式と静電加速式がマイクロ溶射の実現に最も適していると考えられる。前者は実績あるが、ミクロンオーダーになるとプラズマジェットを高精度に制御することが困難で、この点が大きな課題として残る。後者は実績はないが、速度や位置決めが制御しやすいため、熱源の問題が解決すれば可能性が高い。

２．３　静電加速式レーザー溶射の提案

静電加速式レーザー溶射法では、粒子加速に図３に示

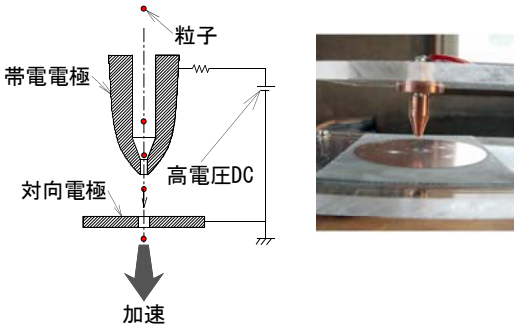


図３　静電加速法の原理

すような静電加速法を用いる。直流の高電圧を印加した帯電電極に粉末粒子を供給し、その電界あるいは接触により帯電させると、クーロン力により接地されたリング状の対向電極に向かって粒子が引張られることでて加速される。理論的には1000m/s以上も可能である。粉体の供給および搬送にはマイクロフィーダー用い、熱源にパルス発振レーザーを用いて集光レンズで粉体を加熱して、被覆対象物表面に衝突させて溶射を行うことができる。

3　レーザー加工

微細加工用の短波長レーザの中で、半導体レーザ励起のYAGレーザは、固体レーザであり、長寿命でかつ信頼性も高い。そこで本試験では、第3高調波(波長355nm)のYAGレーザならびに深紫外域である第4高調波(波長266nm)のYAGレーザによる加工技術に着目し、それら加工機を用いた微細加工試験を行った。

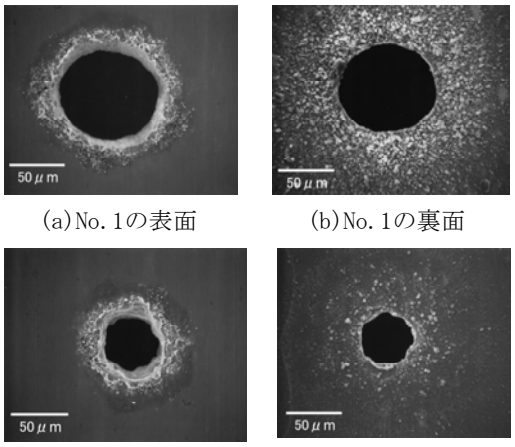
まず、スクライビング用第3高調波YAGレーザにより、微細加工の基本性能を確認する試験を行った。試験では、アルミナ＋シリカの基板上にパルスレーザ光の発振周波数と加工速度を変化させ、線幅12μm程度の溝を作製した。加工速度は20,50,80,110 (mm/s)、発振周波数は40,70(kHz)に設定した。試験の結果、すべての条件下で、ほぼ均一な溝幅で良好なスクライビングができることを確認できた。

次に、第4高調波YAGレーザを用いて穴あけ加工試験を行った。このレーザ加工機は高い照射パワー密度が得られるため、蒸発除去加工により、金属・有機材料だけでなく、ガラス等の無機材料の加工も可能である。加工試験には、耐熱性、耐食性に優れた難加工材である板厚50μmの純チタンと純タングステンの箔を用い、大気中で出力密度ならびに走査条件を変えて穴あけ加工を行った。

純チタン箔は、表１の加工条件で約100μmと60μmの穴あけ加工を行った。走査電子顕微鏡(SEM)写真を図４に示す。No.1の裏面(b)に顕著な現象として、溶融したチタンが穴の周囲に付着していた。このような穴周辺への

表１　純チタン箔材への穴あけ加工の試験条件

No.	出力密度	円走査半径 r(mm)	円走査速度 (mm/min.)
1	1.699E+08	0.04	30
2	1.699E+08	0.02	60



(a)No.1の表面　(b)No.1の裏面

(c)No.2の表面　(d)No.2の裏面

図４　純チタン箔材の加工穴の観察結果

付着(デブリー)は、円走査半径が小さいNo.2の裏面(d)でも観察された。この試験から、純チタンの場合は穴周辺にデブリーが付着するものの、直径約50μm程度の穴加工ができることが明らかになった。

一方、純タングステン箔では、出力密度のみを変化させて100μmの穴あけ加工を行った。純チタンの場合と比べて穴周辺でのデブリーは少なく、表面と裏面の穴直径がほぼ同一であることが明らかになった。

光学顕微鏡により加工表面の穴の直径を測定した結果、縦横比Y/Xはいずれの場合についても94～104%となり、非常に真円度の高い穴をあけられることがわかった。

4　結　　論

現在のところミクロオーダーで膜厚、位置などを制御できるマイクロ溶射技術は確立されていない。キー技術として粉体の搬送、加熱、加速について検討を行い、現状と課題を明らかにした。特に、ブレークスルー技術として、粉体粒子を静電気で加速し、レーザーで加熱する静電加速式レーザー溶射を提案した。

高調波YAGレーザ加工機を用いてセラミックスならびに金属箔にサンプル加工を行い、短波長レーザによる微細加工技術について評価を行った。その結果エッチング等、通常の方法では加工困難な素材の微細加工について基本データが得られ、レーザによる微細加工が十分可能であることが明らかになった。

(文責　福地雄介)
(校閲　松井　博)

「プロジェクト事業」

23　人間の咀嚼運動に基づいた食品物性測定システムの開発

吉田和利，浜口和也，中本裕之，平田一郎

1　目　　的

食品分野における課題の一つに「おいしさの評価」がある。食品のおいしさの評価要素としては、視覚（見た目）や化学的な感覚である味覚（味）や嗅覚（におい）、物理的な感覚である食感などに分類することができる。そのうち、食品の食感を測る方法としては、複数のパネリストによる官能検査が基本であるが、検査の省力化と結果の客観性を持たせることを目的として市販の食品物性測定装置を用いた食品のレオロジー的力学応答測定（物性試験）も同時に行われている。しかし、咀嚼中の口腔内環境を再現している訳ではないため、得られた情報と人間の官能検査の結果とが一致しないことも多い。また最近では、実際に食品を咀嚼している人間に直接センサを取り付け、その結果を数値化する方法も試みられている。

そこで、食感というあいまいな感覚を数値化することができれば、高い需要が見込まれる高齢者向け食品の開発用途、更には広く消費者に対して受け入れられる新規食品開発のためのデータベース化、品質管理など幅広い応用が期待される。

本研究では、人間のあごの動きを模した食品物性測定ロボットを作成し、これを用いた食品物性測定システムの開発を行う。今年度は食品物性測定法や咀嚼ロボット、食感に関する技術調査を行い測定システムの開発の可能性を検討した。

2　食品物性測定法の現状

食品の物性測定に関する研究の現状としては、市販の食品物性測定装置より得られる物性値と人間による官能試験の結果を統計処理して両者の間で相関性を導く例がほとんどである。目的としては、ある食品に求められる特定の食感（例えばサクサク感など）を有する素材の安定供給のための品質管理である。食品物性測定装置とは、歯形や円柱、円錐状など様々な形状をしたアダプターを取り付けた可動部が上下方向に動き、食品に直接接触して変形または破壊させることでその荷重、ひずみ量を測定するものである。この上下運動はすなわちあごの前部（前歯）の動きを模したものである（図１）。この方法は機械の構造が単純であるため、試験条件の再現性はよい。しかし、これでは咀嚼運動のうちの前歯の動きのみしか再現できておらず、口腔内の環境（温度、だ液、舌の動きなど）は全く再現できない。

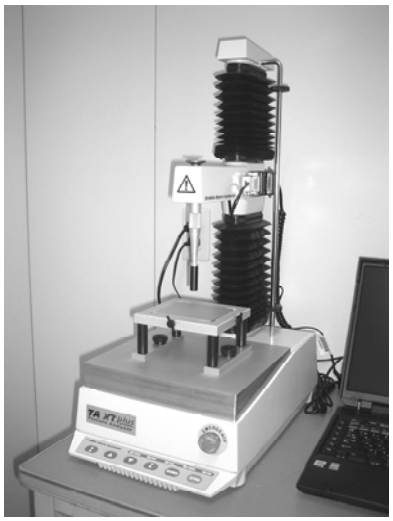


図１　市販の食品物性測定装置

もう一つは、人間の口腔内に圧力測定用のシートセンサを入れ、その中で実際に食品を咀嚼させたときの圧力変化を測定することも行われている [1)]。この方法では口腔内の食品の状態をより現実に近い形で捉えられることができるが、人間が介入することによる個人差や疲労といった要素も含まれることから、まだ研究レベルにとどまっている。

3　咀嚼ロボットの開発状況

本研究の目的の一つである人間のあごの動きをまねた咀嚼ロボットは既にいくつかの大学で製作されているが、早稲田大学の高信らは６自由度を有する食物物性計測・評価ロボットを既に開発していることが分かった[2)]。このロボットはこれまでの食品物性測定装置（１自由度）と比べて複雑なあごの動き、特に奥歯の動きを再現できるものであった。実際にこの装置を用いて食品の物性測定も行われているが、測定条件が既存の装置で行う物性試験法と何ら変わらないため、充分にその特徴を生かしきれていない。

4　食感に関する調査

食感に関する最新の知見について歯学系研究者に調査を行ったところ、「食感は食物のかみ始め３回でおおよそ決まり、あとは食物を飲み込みやすくするための動作といわれている」との見解を得た。当初、本研究の目標は、食品を人間と同じように連続的に咀嚼できるロボットを製作することで、その状態を再現・物性測定ができれば食感を捉えられるとしていた。そこで、これまでとは違った新たな食感評価法が必要となっことから、食感を表現する言葉の意味を再度確認し、実際に測定する食感表現の項目を決定する目的で独自に検討を行った（図２）。この分類は、普段使用する食感に関する言葉を集め、おおよそ重要かつ物性値として測定可能であると思われる因子別（音、歯応え・歯触り、触覚）に分類分けしたものである。この結果、食品の物性測定で得られる情報（歯応え、歯ざわり）のみを用いた場合は、かなり限定された食感しか捉えられないと予想される。ここで新たに、マイクロフォンなどを用い食品を破壊する際の音のデータを食品の物性値と組み合わせることで、より現実に近い状態の食感表現が可能ではないかという結論を得た。なお、本研究では図２の触覚に関する測定が技術的に困難であることから、当面はこの領域の含まれる食感は対象としないこととした。

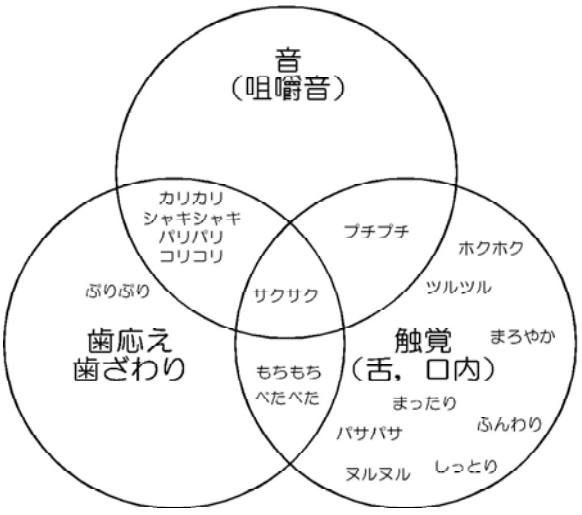


図２　食感を表現する言葉の分類

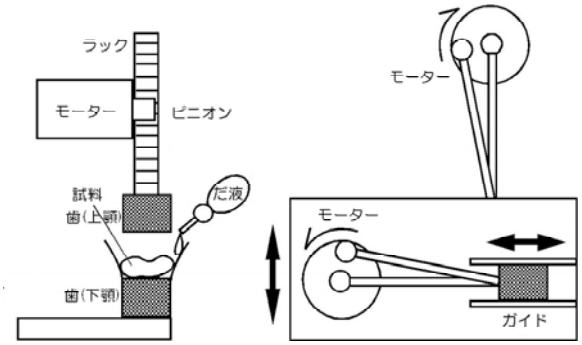


図３　新規食品物性測定装置の概略図

5　新規食品物性測定装置の概要

本研究では前歯の動きについては既存の測定装置に再現させ、今回は奥歯の動きのみに特化したものの製作に目標を絞ることとした（図３）。通常の咀嚼運動では下あご運動であるところを上あご運動に変更し、動きを回転運動にする。これにより忠実ではないが近似的にあごの動きを再現できるものと考えられる。測定値は食品を咀嚼させた際に歯にかかる荷重値である。さらに奥歯では必要な「だ液」を用いた物性測定がいまだ実現されていないことから、人工だ液等を咀嚼する際の潤滑剤として用いる方法の検討も行う。

食感の評価法については、当面は市販の測定装置を用い最初の噛み始めからの荷重値等のデータと、それとは別に独自にマイクロフォンなどを用いて採取した食品の咀嚼音（破壊音）のデータとを組み合わせることで、シャキシャキ感、バリバリ感といった特定の食感の認識や判定を行うことに目標を絞った。これらで得られた成果を基に新規測定装置にマイクロフォンを付けて咀嚼音を採取し、コリコリ感といった奥歯特有の食感を認識させる食品物性測定システムの構築を試みる。

6　結　　論

食品物性測定システムの開発を目的として調査研究を行った。その結果、食品の物性値のみを用いて表現できる食感がかなり限定されることから、新たな評価法を提案することが必要となった。

参 考 文 献

1）神山かおる, 食品工業, 44(20), 18-24 (2001)
1）高信英明, 正田耕一郎, 高西淳夫, 柳沢幸江, 日本咀嚼学会誌, 11(1), 21-28(2001)

謝　　辞

咀嚼運動などに関するご助言をいただきました東京歯科大学歯学補綴学第１講座の上田貴之歯学博士に感謝いたします。

（文責　吉田和利）
（校閲　桑田　実）

24　中小企業向けライフサイクルアセスメント（ＬＣＡ）評価手法の開発Ⅱ

吉岡秀樹，富田友樹，中川和治，長谷朝博

１　目　　的

ＬＣＡは、原料・製品の製造から、輸送・使用・廃棄にいたるまでの環境に及ぼす負荷を定量的に計算し、環境影響を評価する手法である。兵庫県立工業技術センターでは平成13年度からＬＣＡに関するプロジェクト研究を開始し、実施ソフトウェアJEMAI-LCAの購入と操作の習得、適用事例の調査、県内産業製品（替え刃式のこぎり）に関するケーススタディを行った。平成14年度は引き続き、刈払機用チップソーに関するケーススタディを実施した。また、ＬＣＡ研究の発展のひとつの方向として循環型生産システムに対するライフサイクルシミュレーションの研究開発動向を調査した。

２　県内産業製品に対するケーススタディ

２．１　対象製品と調査範囲の設定

草刈刃の先に超硬製のチップを取り付けた刈払機用チップソーのＬＣＡを行った。対象とした製品は外径255㎜のメッシュ型刈刃に40個の超硬チップを銀ロウ付けしたものである。チップソーの製造を図１に示すように、圧延鋼板の製造（原材料製造）、超硬チップの製造（部品製造）、チップソーの加工・組立・包装（製品加工組立）、表面研磨およびめっき（外注）、輸送の各段階に分けて調査した。製品出荷以降の使用や廃棄処分は調査範囲に含めなかった。

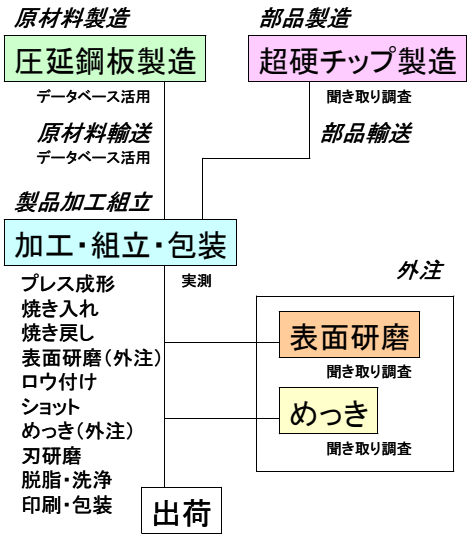


図１　チップソーの製造フロー図

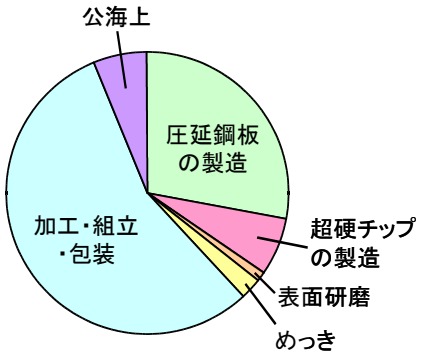


図２　二酸化炭素の段階別排出量の割合

２．２　インベントリ分析

各段階でのデータ収集方法を検討した。製品加工組立段階は製造工場の実地調査を行い、各工程の投入資源と排出物の種類および量を調べた。ただし、電力と水については他の製品や品種を含めた工場全体での値しか得られなかったので、生産枚数で配分した。超硬チップの製造、外注工程の表面研磨、めっき処理については標準的な製造データを聞き取り調査した。圧延鋼板の製造および輸送についてはJEMAI-LCAに付属のデータベースを利用した。

積み上げ法によるインベントリ分析の結果、超硬チップソー１個の製造で4.7kgの二酸化炭素が排出されていることがわかった。図２にその各製造段階別排出量の割合を示す。加工・組立・包装段階での排出量が全体の56％ともっとも多く、次いで圧延鋼板の製造（28％）、超硬チップの製造（７％）の順であった。なお、窒素酸化物や硫黄酸化物などの排出量はきわめて少なかった。

２．３　インパクト評価

インベントリ分析でチップソー製造時の資源消費量と排出物量が明らかになったので、資源の枯渇と地球温暖化に対する環境影響評価（インパクト評価）を行った。ここで、資源の枯渇に対しては推定埋蔵量の逆数、地球温暖化に対してはエコインディケータ９５の特性化係数を用いた。計算結果を図３と図４に示す。図の横軸は影響の度合いを示す指標であり、指標が大きいほど環境負荷が大きい。

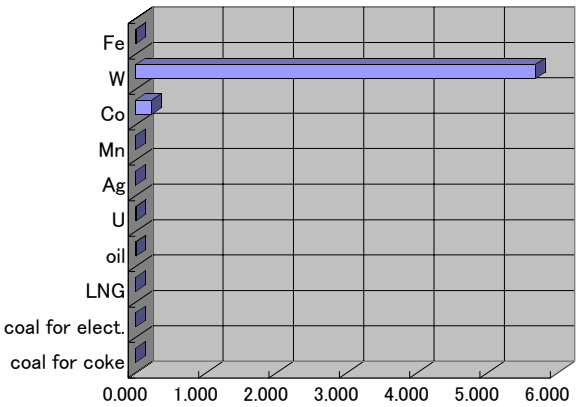


図３　資源の枯渇に対するインパクト評価

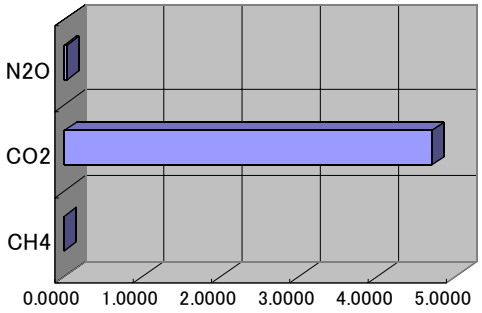


図４　地球温暖化に対するインパクト評価

資源の枯渇に対しては、タングステン資源の消費に関する指標がきわめて高く、次いでコバルトの指標が高い。したがって、資源枯渇への環境影響を低減するためには使用後のチップソーから超硬チップを回収し、再資源化することが重要である。一方、排出物のうち地球温暖化に対する影響はほとんど二酸化炭素によるものであり、その56%は製品加工組立段階で発生しているため、ここでの省エネルギーへの取り組みが有効である。

3　ライフサイクルシミュレーションに関する調査

ケーススタディで示したように、ＬＣＡを行うことによって製造工程で環境負荷の大きな段階や改良点が明らかになる。しかし、ＬＣＡは基本的に現存する製品や工程に対する評価方法なので、設計段階にある新しい製品や製造工程の開発に活用しにくい欠点がある。また、リユースやリサイクル量の変動による動的な変化などを取り入れることがむずかしい。これらの欠点を克服する新しい手法としてライフサイクルシミュレーション（ＬＣＳ）が提案されている[1)]。ＬＣＳではコンピュータ内に構築した人工社会（図５）で製品ライフサイクル全体に

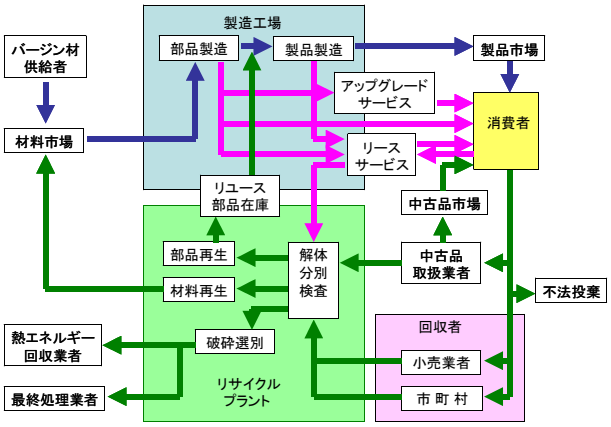


図５　ＬＣＳで用いる人工社会モデルの例

わたる物質、エネルギー、金銭などの流れをモデル化し、流れのバランスを評価することによって製品ライフサイクルの設計を支援する手法である。ＬＣＳはライフサイクルの動的な変化の評価に適する方法であり、環境負荷を抑えたまま、最大効率を得るための生産システムや社会システムのシミュレーションが行える。

ＬＣＳツールの開発は大学を中心に行われているが、標準的な方法は定まっておらず、コンピュータシミュレーションに関する専門的な知識が必要である。また、製品の耐用年数、製造原価などのデータ収集が困難なため、現時点では結果に信頼性がないという指摘もある。しかし循環型生産システムの評価ツールとして優れた特長を有しており、今後の実用化に向けた研究開発を注目していく必要がある。

4　結　　論

（１）刈払機用超硬チップソーのＬＣＡを行い、資源の消費、地球温暖化に対する環境影響を評価し、環境負荷の低減に向けた指針を示した。

（２）ライフサイクルシミュレーションに関する開発動向の調査を行った。循環型生産システムの評価ツールとして今後発展する可能性が見込まれる。

参 考 文 献

1) エコデザイン2002ジャパンシンポジウム論文集,
(2002), 138-173

謝辞

実地調査でご協力をいただいた三陽金属株式会社の田中茂代表取締役社長、小原武取締役巴工場長、松田英男技術部長に感謝いたします。

（文責　吉岡　秀樹）
（校閲　富田　友樹）

「プロジェクト事業」

25　繊維系廃棄物の再利用技術

中野恵之，藤田浩行，佐伯光哉，長谷朝博，平瀬龍二，小紫和彦

1　目　　的

繊維織物生産地から発生する繊維屑は産業廃棄物として処理されている。以前は野焼き等の焼却処理が行われていたが現在では環境問題から禁止されており新たな処理方法が望まれている。本研究ではそれら繊維系産業廃棄物のリサイクルを目的として繊維屑と熱可塑性樹脂との複合化材料を試作と軽量化に関する技術開発を行った。

2　実験方法

製織時の耳糸屑（図１参照）を５cmに切断したものを繊維屑試料とした。熱可塑性樹脂はポリプロピレン（三井住友ポリオレフィン㈱製J108M）を用い、複合体の試作は混練・押出装置NEX-T90（神戸製鋼㈱製）にて行った。（図２参照）２軸混練機にて繊維と樹脂とを混合し、１軸押出機にて射出成形を行った。複合体の軽量方法として、マイクロカプセル型発砲剤MWパウダー（㈱白石中央研究所製）、ガラスビーズQ-CEL7040S（パシフィックケミカルマーケチングカンパニー製）、シラスバルーンMSB-3011（㈱アクシーズケミカル：図３参照）、について行なった。２軸押出機は、200℃前後でスクリューによる加圧がかけられるため、発泡剤は成形機投入前に発泡してしまう可能性があり、また、シラスバルーン等の軽量混合物も圧力による破壊を受ける危険がある。そこで、成形時の軽量化剤の投入は、２軸混練機にて繊維屑と樹脂を混練した後に１軸押出機に投入する工程に行った。成形試作した試料（図４参照）の密度と曲げ強度（JIS A5908）、釘引抜抵抗（JASに準拠）を測定した。



図１　製織時の耳糸屑

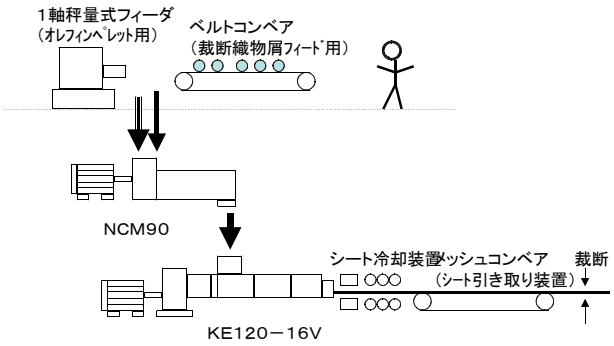


図２　混練・押出装置NEX-T90の概要

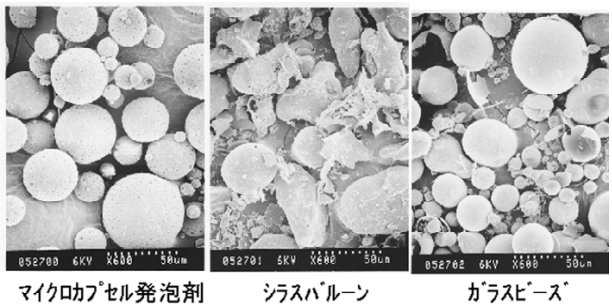


図３　軽量化剤の電子顕微鏡観察



図４　押出成形される複合体試料

3　結果と考察

表１に、各複合体試料の密度を示す。種々の軽量化試料は密度0.6～0.7g/ccを示し、十分な軽量効果が得られ

表１　各複合体試料の密度

サンプル	密度(g/cc)
従来品	１．０９
ﾌﾞﾗﾝｸ	０．７５
ﾏｲｸﾛｶﾌﾟｾﾙ(1%)	０．６９
ﾏｲｸﾛｶﾌﾟｾﾙ(2%)	０．６２
ｼﾗｽﾊﾞﾙｰﾝ(10%)	０．６８
ｼﾗｽﾊﾞﾙｰﾝ(20%)	０．７４
ｶﾞﾗｽﾋﾞｰｽﾞ(10%)	０．６４
ｶﾞﾗｽﾋﾞｰｽﾞ(20%)	０．６８

表２ 各複合体試料の降伏点応力と釘引抜抵抗

サンプル	降伏点応力(MPa)	釘引抜抵抗(kN)
従来品	３２．７９	１．７３７
ﾌﾞﾗﾝｸ	１７．７９	１．４４７
ﾏｲｸﾛｶﾌﾟｾﾙ(1%)	３０．１６	１．５７７
ﾏｲｸﾛｶﾌﾟｾﾙ(2%)	２１．１５	１．８６８
ｼﾗｽﾊﾞﾙｰﾝ(10%)	１３．９９	１．８９３
ｼﾗｽﾊﾞﾙｰﾝ(20%)	１８．０２	１．６６８
ｶﾞﾗｽﾋﾞｰｽﾞ(10%)	１５．０８	１．８１３
ｶﾞﾗｽﾋﾞｰｽﾞ(20%)	１２．４９	１．２１０

た。表２に降伏点応力と釘引抜抵抗を示す。降伏点応力は木屑以外はパーティクルボードの規格における最低基準を上回った。釘引抜抵抗については各試料で１kN以上の値が得られた。ガラスビーズやシラスバルーンについては混入割合が多くなると密度も高くなる傾向があった。これは混入割合を増やしてもガラスビーズやシラスバルーンの空隙が射出成形時に破壊されるものがあり、逆に密度を上げる可能性が考えられた。マイクロカプセル発砲剤は、混入割合が１～２％と他の軽量化材料に比べて少ないにも関わらず軽量効果が大きく、降伏点応力も20MPa以上を示した。

４　結　　論

繊維系産業廃棄物と熱可塑性樹脂との複合材料の軽量化を検討した結果、マイクロカプセル型発砲剤を用いた試料では低密度化が可能で物性試験結果も他の軽量方法よりも強かった。また混入割合も少量なため、低コストで扱いやすい軽量化方法と思われる。

今回の研究において従来の複合体サンプルよりも軽量でパーティクルボード程度の強度を有し、鋸加工や釘打ちが可能な複合体試作に成功した。これらの成果は複合体の利用範囲を広める可能性があり、今後の展開が期待される。

兵庫県は西脇市を中心に播州織産地を有しており、そのリサイクルシステム構築を支援するために本研究を行った。当産地では播州織工業組合が中心となり繊維廃棄物の分別回収（図５参照）や処理方法の検討を続けている。本研究の推進とともに複合体を用いた製品試作支援（図６参照）も行った。今後、このような活動が繊維リサイクルの進展に貢献するものと思われる。



図５　播州織産地での繊維廃棄物の分別回収

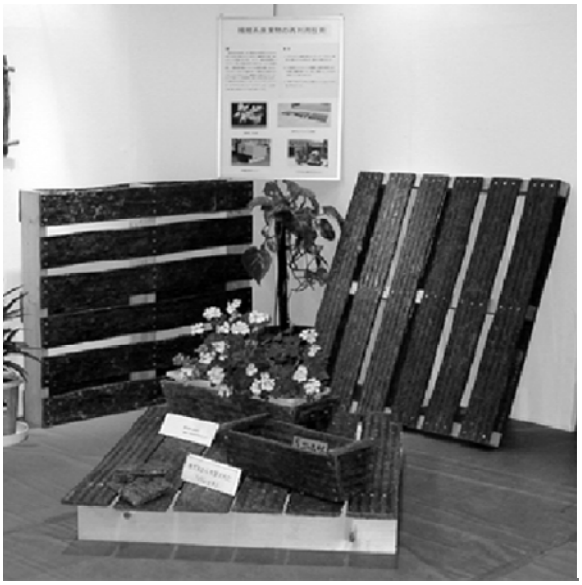


図６　複合体を用いたパレット等の製品試作

（文責　中野恵之）
（校閲　山口幸一）

「プロジェクト事業」

26　次世代量子ビーム利用ナノ加工プロセス開発事業

泉　宏和，松井　博，加藤敏春

1　目　　的

きわめて広範な産業技術分野において革新的な発展をもたらすことが期待されている「ナノテクノロジー」は、２１世紀初頭のキーテクノロジーとして、全世界において研究開発が展開されている。わが国においても、平成１３年に閣議決定された科学技術基本計画で、ナノテクノロジー分野が戦略的重点分野とされたことを受け、平成１４年度から５カ年の計画で「ナノテクノロジープログラム」を実施することとした。このプログラムは、ナノテクノロジーを日本の産業競争力の源泉とし、経済の持続的発展に寄与する技術的基盤を構築するため、超微細構造創製技術および計測技術を開発・確立することを目的にしている。

「ナノテクノロジープログラム」において、ナノ加工・計測技術の開発の一環として実施される「次世代量子ビーム利用ナノ加工プロセス技術の開発事業」プロジェクトは、山田公京都大学名誉教授・姫路工業大学客員教授をリーダーとする研究体を組織し、クラスターイオンビームを用いる無損傷ナノ加工技術および超高速・高精度ナノ加工技術の基盤確立を目指している。これに対して工業技術センターは、姫路工業大学と連携をはかることによって、プロジェクトにおけるナノ計測技術の確立を推進するとともに、プロジェクトで得られる成果を県内企業に対してすみやかに技術移転できる体制を整えることとした。

2　経　　過

経済産業省ナノテクノロジープログラム「次世代量子ビーム利用ナノ加工プロセス技術の開発事業」が、平成１４年１０月より正式に実施されることとなり、姫路工業大学高度産業科学技術研究所および京都大学大学院工学研究科に集中研究体が発足した。工業技術センターは、姫路工業大学集中研究体に参画し、クラスターイオンビームの照射による基板の損傷度の評価を担当することとなった。また、１２月より毎月１回開催された研究会に出席し、意見交換や議論を通して集中研究体内の他のグループの研究進捗状況の把握に努めた。

3　基板損傷度の評価

ナノ加工に用いるクラスターイオンビームを基板に照射したとき、基板にどの程度の損傷が与えられるのかの評価は、走査型プローブ顕微鏡および透過型電子顕微鏡による基板表面形態の観察によって行うものとして、試料の作製を行った。基板には Si(111)を用い、Ar クラスターイオンの照射量と加速電圧を表１に示すように変化させて照射を行った。

走査型プローブ顕微鏡による観察では、照射イオン量の違いによる表面形態の差異が明確ではなかった。今回の試料では最小の照射イオン量でも衝突痕が重なってしまったため、これまで報告[1)]されているような表面形態を観察することが出来なかったと考えられる。透過型電子顕微鏡による観察については、試料の加工が不十分であったため観察には至らなかった。

表１　試料作製条件

run	加速電圧(kV)	照射イオン量(個 cm^{-2})
1	5	1×10^{13}
2	10	1×10^{13}
3	20	1×10^{13}
4	20	1×10^{12}
5	20	1×10^{11}

4　今後の予定

平成１５年度以降は、早急に透過型電子顕微鏡による基板損傷度の評価手法を確立する。さらに昨年度末、クラスターイオンビーム照射装置に取り付けられたクラスターサイズ選別機を用いて、クラスターサイズを制御したビームを基板に照射し、基板損傷に対するクラスターサイズ依存性の評価を行う。

参 考 文 献

1) L.P.Allen, Z.Insepov, D.B.Fenner, C.Santeufemio, W.Brooks, K.S.Jones, and I.Yamada, J.Appl.Phys., 92, 3671, (2002).

（文責　泉　宏和）

（校閲　松井　博）

「プロジェクト事業、兵庫県イノベーションセンター・インキュベート事業」

27　ワイヤレスネットワーク機能を持つ搬送ロボットの開発

幸田憲明，北川洋一，小坂宣之，三浦久典，中本裕之

1　目　　的

最近注目されているケーブル敷設を必要としないワイヤレス通信による LAN は、生産現場における計測機器や生産管理用端末など LAN に接続する必要がある機器に有効なものと考えられる。しかし、生産現場には強ノイズが存在する環境が多く、ワイヤレス通信が充分に行えない可能性がある。

そこで本研究では、FA 機器としてワイヤレス通信を導入することが必須と思われる搬送ロボットを取り上げ、現場での使用に耐えるワイヤレスネットワーク機能の研究開発に着手した。

2　目標とする機能

本研究では、搬送ロボットをワイヤレス通信により制御するために以下の機能の実現を目指す．(i) 台車の移動に伴って通信アクセスポイントを切り替えていく (ii) ノイズ等により通信路が遮断，速度低下が発生した場合，別の経路を見つけて通信品質を確保する．

(i) は台車が移動しても通信を維持するために，先々のネットワークとローミングを繰り返す必要があることを想定している．また (ii) は工場内に存在するであろう強ノイズ発生源近辺における通信遮断や速度低下に対し，台車の移動もしくは近辺のより通信が良好なアクセスポイントへの切替によって通信経路を確保することを想定している．このことから台車との通信に適用されるワイヤレス通信方式は，他者同士の通信と干渉を起こしにくい小規模なネットワークを，処理能力の限られたＦＡ用コントローラでも容易に構築できる特徴が必要になると思われる．

3　ワイヤレス通信方式の選定

各ワイヤレス通信方式について性能や特徴の比較を行い[1-4]、ロボット搬送台車に適用する通信方式を選定した。表１に各ワイヤレス通信法についてまとめる。

近年はその通信速度の速さと無指向性から IEEE802.11 が主に使用されているが、本研究では２節で必要とした特徴を持つことを重視し、なおかつ通信規格内に暗号化機能をもち、送信から受信までの通信データの遅れ時間が一定に保証されている同期通信も可能な Bluetooth を採用することにした。

表１　ワイヤレス通信の特徴

	802.11b	IrDA	Bluetooth
最大電送速度:	11Mbps	4～10Mbps	723kbps
最大伝送距離:	30m	3.8m（指向性あり）	10/100m
使用周波数:	2.4GHz	赤外線	2.4GHz
消費電力:	最大1W	数mA	30mA（使用時） 3mA（待機時）
同期通信チャンネル:	なし	なし	あり
暗号化:	なし	なし	あり
モジュール価格:	不明	2～300円	5$（目標）

4　システム試作

図１に試作した搬送ロボットシステムを示す。ロボット側にはボードマイコンを搭載、動作制御と Bluetooth モジュールを介した Bluetooth 通信を行う構成とした。試作システムでは、搬送ロボットを Bluetooth 通信により遠隔操作する。具体的にはホスト PC からオンボードマイコンへ Bluetooth 経由でキーボード一文字を送り、その文字種によって搬送ロボットを前後左右に動作させることとした。

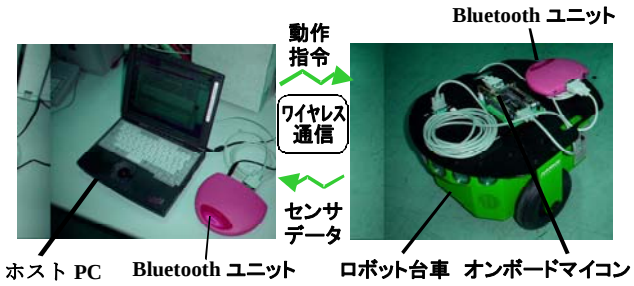


図１　試作搬送ロボットシステムの構成

評価の結果、搬送ロボットを Bluetooth を介して遠隔操作できる段階にまで到達した。

5　耐ノイズ性評価

ノイズ等妨害電波が存在する状況における通信伝送速度、通信内容のビットエラー率を測定した。測定条件は以下の通りで、妨害波条件としては EMS に基づく機器耐性を測定するための規格を用いた。よってきわめて厳しい電波環境条件になっている。図２に電波環境を作り

出した電波暗室内における各通信、測定機器の配置の様子を示す。なお伝送速度、エラー率の測定には開発キットに付属していたテストアプリケーション（Bluetest.exe）を利用した。

・妨害波条件

周波数：433, 800, 1200, 1500, 2000, 2400, 3000(MHz)

電界強度：　10　(V/m)

変調方式：　1kHz　80% AM変調

・Bluetooth通信条件

送受信器間距離：　1, 2, 5, 10(m)

(2, 5, 10mは、送信出力の低減により仮想的に実現)

通信パケット方式：DH5

(下り723.3kbps，上り57.6kbps非対称接続)

エラー検知あり、エラー訂正なし

・測定項目

受信ビット数：エラーも含めた総受信ビット数

ビットエラー率：総受信ビット数に対するエラービット数の比率

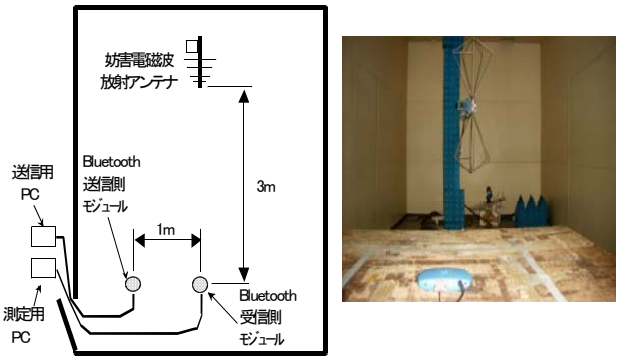


図２　電波暗室内の通信、測定機器の配置

図３、４に結果を示す。図３は５０秒間平均の伝送速度を示し、図４のビットエラー率は５０秒間平均のビットエラー率を表している。図より Bluetooth が使用している 2.4GHz の基本および高調波に相当する周波数の妨害波に対して伝送速度、ビットエラー率がともに悪化していることがわかる。同時にそれ以外の周波数帯では、きわめて厳しい条件であってもほとんど影響を受けないことが確認できる。

6　結　　論

本研究の結果、FA 機器ネットワークに対して、小型のコントローラでも容易にネットワークを構成できる Bluetooth を採用することに決定した。その Bluetooth を用いた通信システムを製作し、離れた PC から搬送ロボットを遠隔操作で動作させることに成功した。また妨害波に対する通信の伝送速度とビットエラー率を、妨害波の周波数と Bluetooth 装置間の距離について評価し、2.4GHz の基本、高調波に相当する周波数において顕著な妨害波の影響を受けるが、それ以外の周波数帯ではほとんど影響を受けないことがわかった。

今後，現在の一対一の通信から一対多の通信が行え、２節で述べたようなローミング機能をもつシステムに拡張を図る。また、より現実的な生産現場のノイズ環境を鑑みて同一の周波数域を使用する無線通信装置や電気機器との干渉性について評価していく予定である。

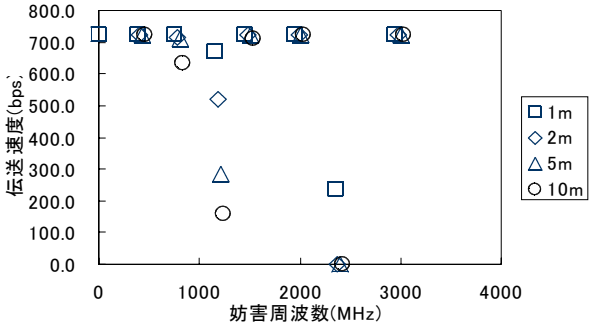
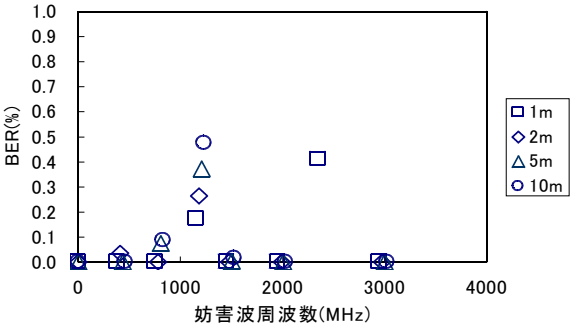


図３　妨害波周波数対通信速度



※妨害周波数 2.4GHz では、1m を除いて伝送速度が 0 なので 1m 以外の BER データは存在しない

図４　妨害波周波数対ビットエラー率

参 考 文 献

1) 宮津和弘：テクノロジー解体新書　Bluetooth™ 技術解説ガイド，リックテレコム，(2001)

2) ネットテクノロジーラボ：最新技術解説　入門 Bluetooth，技術論評社，(2001)

3) Interface　2001 年 8 月号　特集近距離通信技術 Bluetooth のすべて，CQ 出版社，(2001)

4) Bluetooth　Specification of the Bluetooth System v1.1b，‘Core’，(2001)

（文責　幸田憲明）

（校閲　小坂宣之）

「プロジェクト事業」

28　プラズマＣＶＭによる超高周波用水晶振動子の作製

柴原正文，上月秀徳，兼吉高宏

1　目　　的

近年のブロードバンド化により、光伝送路を行き交う情報量は膨大になり、その中継機器の高性能化が求められている。このクロック源には水晶振動子が用いられ、現在、増幅回路によって最高622MHzまで高周波化されている。しかし、信号の位相変動や機器の小型化・省電力化を解決するため、固有振動周波数の高い水晶振動子が望まれている[1)]。水晶振動子は、水晶素板を薄加工したものである。その板厚と共振周波数との間には反比例関係[2)]が成り立ち、水晶素板を薄加工すれば容易に水晶振動子の高周波化が可能であり、622MHzの水晶振動子は、板厚2.7μmとなる。薄加工には両面研磨法が通常用いられる。しかし、両面研磨法では周波数の経時変化の要因と考えられる残留加工歪み層が生じる[2)]。また、水晶素板を遊星運動させる保持キャリア、および水晶素板自体の機械的強度から、水晶素板の薄加工は10～30μmが限界となっている[1)]。

プラズマＣＶＭは化学反応のみを利用した非接触加工のため、残留加工歪み層、および加工材料の機械的破損が生じない特徴を有する[3)]。また、回転電極とパイプ電極を併用することにより、高能率に高精度加工が可能である[4)]。そこで、本研究では、622MHｚ以上の超高周波の固有振動を発する水晶振動子の作製を目的に、プラズマＣＶＭによる水晶素板の薄加工を検討した。

2　実験方法

加工試料は、25mm×20mm×80μmのＡＴカット水晶素板を用いた。図１に、実験に用いたプラズマＣＶＭ加工装置の概略図を示す。内部には、数値制御加工を行うためのＸＹＺテーブルの他、高周波電力を印加する回転電極(外径200mm、長さ280mm)、パイプ電極(外径3mm、内径0.5mm)が設置されている。本研究では図２に示すように、回転電極を使用してうねり成分を除去した後、パイプ電極を使用して微小形状を修正する薄加工工程を適用した。なお今回は、パイプ電極を使用する薄加工の後工程を検討した。加工試料は、両面研磨法により最大限うねり成分を除去したものを用いた。加工条件は、ガス組成、加工ギャップ、加工時間、投入電力、パイプ電極内部へのガス吸引流量などを設定した。

3　結果と考察

プラズマＣＶＭでは、電極形状に沿うプラズマに曝された加工物表面原子が化学反応により除去される。加工痕は窪み状に形成され、プラズマがその場で留まる時間に従って大きくなる。プラズマＣＶＭによる数値制御加工とは、単位時間当たりの加工痕の体積(加工体積速度)とプラズマ滞在時間分布とを積分化することで、目標とする除去形状体積を得る。

図３は、パイプ電極内部へガスを0.6^{リットル}／min吸引している状況下で、加工体積速度に対する加工ギャップの影響を調べたものである。加工ギャップ量によりガス流れの場が変化するため、加工量に影響したと考えられる。

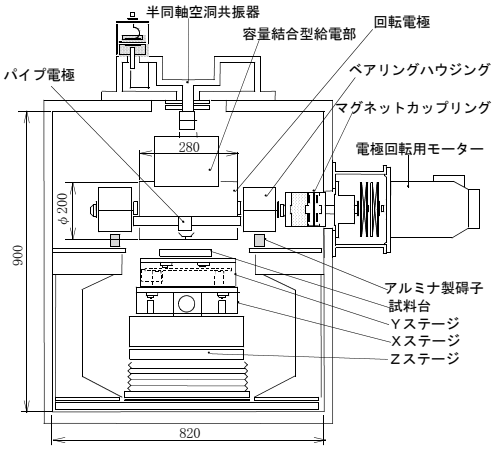
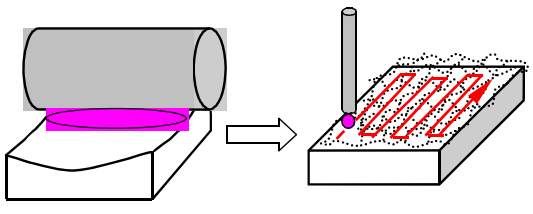


図１　プラズマＣＶＭ加工装置の概念図



長周期のうねりを回転電極で除去　　空間分解能の高いパイプ電極で最終的な形状修正

図２　水晶素板の薄加工工程

図中には、加工ギャップに対する加工体積速度の変化率を示す。高精度な数値制御加工を行うには、急激な変化率を伴う加工条件を選択することは不適当である。図から、加工ギャップ400～500μmにかけて加工体積速度の変化率が安定しており、望ましい加工条件と考えられる。

図４は、加工体積速度に対するパイプ電極内部へのガス吸引流量の依存性を調べたものである。吸引流量によって、反応ガスのプラズマ滞在時間が異なることから生成する反応基の量が変化するため、加工量に影響したと考えられる。図中には、吸引流量に対する加工体積速度の変化率を示す。図から、吸引流量0.6ﾘｯﾄﾙ／min以上では加工体積速度の変化率が安定しており、望ましい加工条件と考えられる。

以上の実験結果から、加工ギャップを500μm、吸引流量を0.6ﾘｯﾄﾙ／minに設定して、一軸方向に試料テーブルを数値制御走査して加工実験を行った。図５に結果を示す。図縦軸は走査１回当たりの加工痕断面積を加工面積速度として示し、図横軸はテーブル走査速度の逆数の単位長さ当たりのプラズマ滞在時間を示す。図から、プラズマ滞在時間と加工面積速度は線形関係にあることが認められ、テーブルを数値制御走査することで高精度な加工が可能であることがわかった。

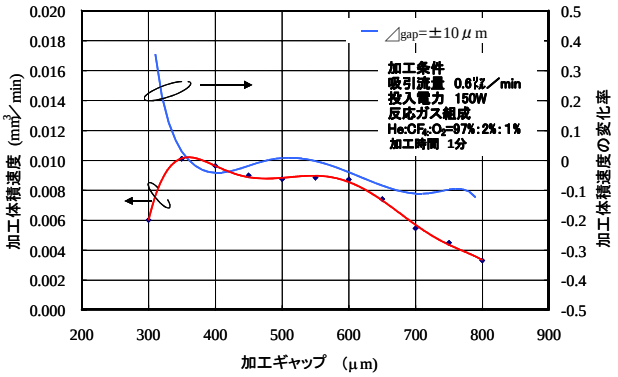


図３　加工体積速度に対する加工ギャップの影響

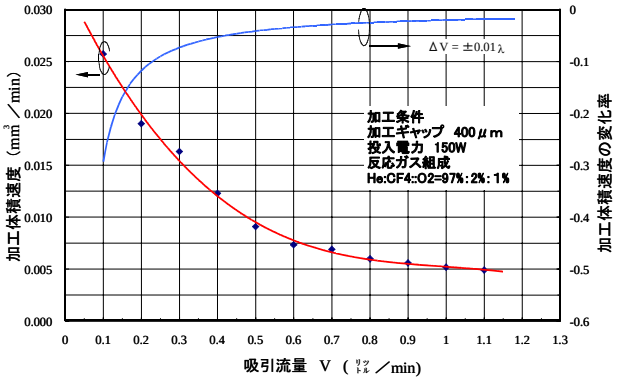


図４　加工体積速度に対するガス吸引流量の影響

加工条件		
	試料	AT カット (25mm×20mm×80μm')
	反応ガス組成	He:CF_4:O_2 = 97:2:1
	吸引流量	0.6λ/min
	投入電力	150W
	加工ギャップ	500μm

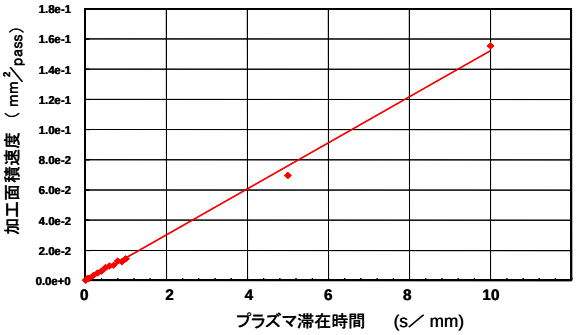


図５　加工体積速度に対するテーブル走査速度の影響

４　結　　論

プラズマＣＶＭによる水晶素板の薄加工について、回転電極とパイプ電極の併用による加工工程について検討した。このうち、パイプ電極を用いた実験結果からは、プラズマ滞在時間と加工面積速度との線形関係が得られ、高精度な水晶素板の数値制御加工が可能であることが明らかになった。

参 考 文 献

1) 日本水晶デバイス工業会：水晶デバイスの解説と応用, 日本水晶デバイス工業会, (1996).
2) 岡野庄太郎：水晶周波数制御デバイス, テクノ(1995).
3) 森勇蔵, 山内和人, 遠藤勝義, 極限精密加工技術, 精密工学会誌, 57(1991)36.
4) 森勇蔵, 山内和人, 山村和也, 佐野泰久, プラズマＣＶＭの開発, 精密工学会誌, 66(2000)1280.

謝　　辞

本研究は、大阪大学大学院工学研究科精密科学専攻にご援助頂き実施したものであり、関係各位に厚くお礼申し上げます。

（文責　柴原正文）
（校閲　松井　博）

「プロジェクト事業」

29　機能性ナノ構造炭素材の作製と構造評価

石間健市，山下　満，元山宗之，山田和俊

１　目　　的

炭素を含む気体を固体基板表面で分解することにより生成する炭素材は層状、粒子状、管状、繊維状等多様な構造物を得ることができる。これらの生成物は基本構造をグラファイトにもつ単位構造が数個以上集合した微細な構造を有する。この炭素のナノ構造を制御することによりこれら炭素材料の形態を決定しそれに伴う機能を発現させることができる。この代表的なナノ構造炭素として１９９１年に日本で発見されたカーボンナノチューブがある。カーボンナノチューブは発見以来、その特徴のある物性が解明され新しい素材として注目を集めている。

本研究ではこの素材に関する現況の調査[1)]を行い、その製造法を探るとともに、微細構造炭素の評価を行うことを目的とする。

２　調査結果

２．１　カーボンナノチューブの特徴

カーボンナノチューブ（以下ＣＮＴ）は、炭素６員環が連なったグラファイト層の１つの層（グラフェンシート）を丸めた円筒状の物質で、直径が1nm程度から数十nm程度、長さは約1μm程度である。ＣＮＴには、グラファイトの１層のみからなる単層ＣＮＴと何層もが同心筒状になった多層ＣＮＴがある。多層ＣＮＴは1991年に飯島澄男氏によって発見され、その後1993年に単層ＣＮＴの発見が報告されている。

ＣＮＴの特徴的性質をまとめると、①形状（先端径が小さくアスペクト比が大きい）、②電子物性（グラフェンシートの巻き方と直径により半導体的あるいは金属的となる）、③ガス分子等の吸着特性、④優れた機械的特性等がある。

これらの特徴を有するＣＮＴを活用する用途の例はつぎのものが挙げられる。

・走査型プローブ顕微鏡（SPM）探針
　より微細構造の観察が可能など多くの利点を有し実用化段階に達している。
・電界放出ディスプレイ（FED）用エミッタ
　発光ディスプレイの低消費電力化が可能で試作段階にあり、各国間で開発競争が行われている。
・水素吸蔵材料
　高い水素吸蔵能力を示すため、燃料電池用水素吸蔵材料として注目を集めており、試作品開発が行われている。
・リチウム二次電池負極
　従来材料より大容量の負極材料として基礎検討段階にある。
・電界効果トランジスタ
　集積回路の高密度化が可能となることで、 米国を中心に活発に研究が行われている。
・複合材料として高性能な樹脂等の強化や伝導性付与材料として応用検討段階にある。

２．２　ＣＮＴの一般的な合成法の概要

ＣＮＴは、一般に、炭素または炭素原料を必要に応じて触媒の存在下、高温条件に置くことにより合成される。

２．２．１　アーク放電法

炭素棒中にニッケル／コバルトなどの触媒を混ぜてアーク放電を行うことで単層ＣＮＴが生成されるが、量産には難しい。

２．２．２　レーザ蒸発法

ニッケル／コバルトなどの触媒を混ぜた炭素にYAGレーザの強いパルス光を照射すると単層ＣＮＴが得られ、条件変更によりチューブ径の制御が可能である。

２．２．３　化学気相成長法（CVD法）

炭素源となる炭素化合物を500～1000℃で触媒金属微粒子と接触させることによりＣＮＴが得られる。触媒金属の種類およびその配置の仕方、炭素化合物の種類などに種々のバリエーションがあり、条件の変更により単層ＣＮＴと多層ＣＮＴの何れも合成ができる。また、触媒を基板上に配置することにより基板面に垂直に配向したCNTを得ることも可能である。

この方法は、原料をガスとして供給出来るために大量合成に最も向いている手法と言われているが、合成されたＣＮＴは一般に欠陥が多い。

２．２．４　その他

電解法、電子線照射法、炭素物質に高温の熱水で高い圧力をかけることで製造する水熱合成法等がある。

３　実　　験

ＣＮＴは炭素を含む原料を高温状態に設置することで生成する。そこで、気相ダイヤモンドを作製したマイクロ波ＣＶＤ装置によるＣＮＴの合成を試みた。

用いた装置の概略を図１、反応条件を表１に示す。

表1　　装置操作条件

基板	ニッケル、モリブデン
供給気体	水素、メタン
気体供給量	200　cc/min.
反応容器内圧力	10　Torr
マイクロ波出力	500～800W

反応はマグネトロンで発生した2.45GHzのマイクロ波を導波管を通じ、内径50mmの石英ガラス製の反応管に照射した。10×10×0.5mmの基板に用いた。　基板を石英ガラス製の支持台に設置した。反応ガスの導入は反応管内の下部に設置したダイヤフラム真空計の指示値が13パスカル以下を指示してから総流量が200　cc/minとなるように流量計を調整した。反応槽内の圧力はロータリーポンプと反応槽との中間に設置したニードルバルブで所定値に調整した。設定した反応圧力に到達してから、マイクロ波を反応管に照射し、反応管内でプラズマの発生が安定するようマッチングおよびプランジャーを調整し、基板設置台にプラズマを集中させ、所定時間反応させた。

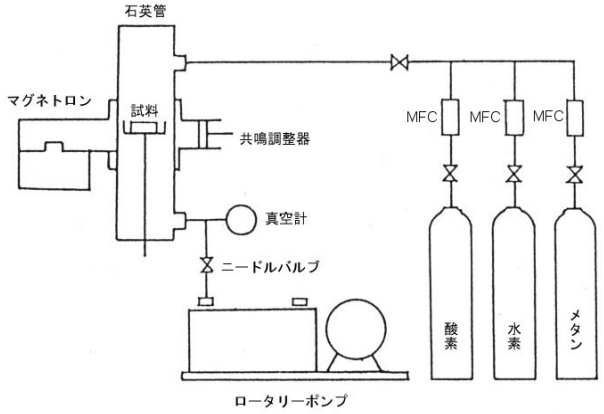


図１　　反応装置略図

基板に触媒効果を有するニッケルを選んだ。形状は板と粉末を用いた。粉末はニッケル板状に載せた。

表２に基板の種類、気体濃度、マイクロ波出力、反応時間の実験条件を示す。

4　結果と考察

基板上の生成物について、肉眼観察では褐色ないし黒色であった。これを走査電子顕微鏡で観察したが、No.1からNo.10において、繊維状形態の生成物はは認められなかった。

炭素の構造特性を反映する基板上生成物の炭素の特性エックス線を測定した。図２にNo.3の試料ならびに代表的な炭素素材のスペクトルを示す。

炭素の同素体のスペクトルと比較すると、本実験で得

表２　　反応条件

No.	基板	メタン濃度(vol.%)	出力(w)	反応(hr)
1	Ni	10	500	1
2	Ni	20	500	1
3	Ni	20	500	2
5	Mo	10	500	1
6	Mo	10	500	2
7	Ni粉末	20	800	0.5
8	Ni粉末	30	800	0.5
9	Ni粉末	40	800	0.5
10	Ni粉末	50	800	0.5

られた炭素はカーボンブラックに構造が類似していると考えられる。また走査電子顕微鏡の観察像視野からは繊維状形態が認められなかった。このＣＮＴ合成では、原料気体の分解に対するエネルギー投入密度、反応層雰囲気の検討が必要とされる。

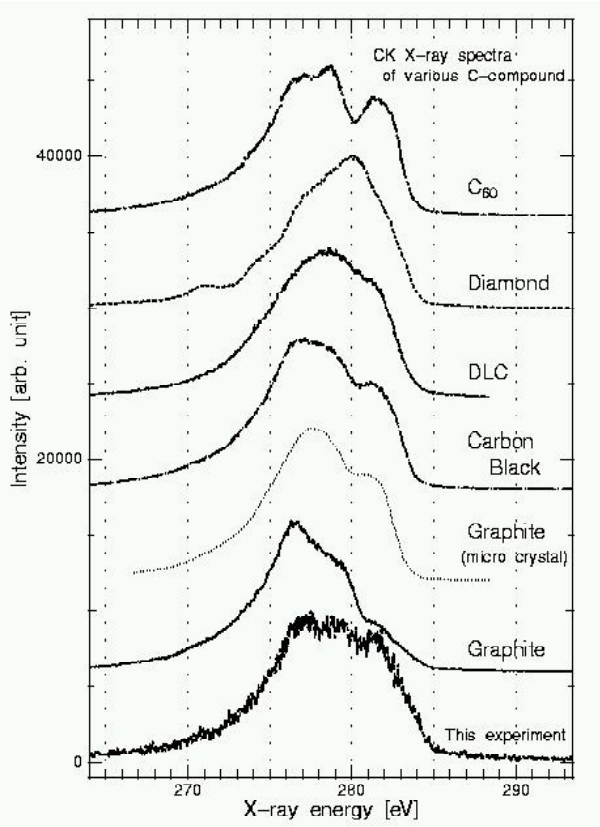


図２　　炭素特性エックス線

参考文献

1)カーボンナノチューブの基礎と工業化の最前線，㈱ＮＴＳ，(2002)

（文責　石間健市）
（校閲　元山宗之）

「兵庫県イノベーションセンター・インキュベート事業」

30　酒粕の高度利用技術に関する調査研究

藤村　庄，毛利信幸，桑田　実，中川和治，原田　修，吉田和利，大橋智子

1　目　　的

兵庫県下の清酒製造場から産出される酒粕は年間３万トンに達すると推定される。従来から酒粕は粕汁、甘酒、粕漬け等の原料資材として広く利用されているものの、その利用は低減の方向にある。特に、酵素により原料米を液状化処理した「液化仕込み」で発生する液化粕（ばら粕）は板状にならず、従来の酒粕（いわゆる板粕）同様の利用が困難となっている。年々、液化仕込み量は増加する傾向にあり、それに伴い発生する液化粕の有効利用法の開発は当業者にとって重大な問題である。

本調査研究では「液化仕込み」酒粕を中心に酒粕や焼酎粕などアルコール発酵副産物の高度有効利用を図るための技術開発指針を得ることを目標として、以下の項目について調査検討した。

①酒粕利用の研究開発動向
②酒粕の高度利用のための可能性試験
③機能性食品の市場
④今後の研究の方向
⑤具体的な研究課題

ここでは､酒粕利用の研究開発動向について報告する。

2　酒粕利用の研究開発動向

酒粕利用に関する研究は清酒製造業界によって、酒粕を粉末化したり（特開 2000- 166503）あるいは可溶化するなどによって（特開平 5-68531）性状を変えて使用価値を高める方法や、エタノールにより有効成分を酒粕から抽出する方法（特開平 11-75811）が報告されている。これらの研究は、酒粕そのものの処理法、あるいは酒粕に残存しているビタミン類の回収法の開発であり、機能に着目したものではない。　近年の研究動向は酒粕の持つ機能に着目して①酒粕の生理機能を明らかにする　②酒粕の生理機能を利用した調味料の開発　③酒粕の化粧品への利用等が中心である。 清酒やその副産物である酒粕に由来する生理機能が近年活発に研究が続けられている。その代表的な機能としてアレルギー物質の解毒作用や老化防止の機能を有するグルタチオン、高血圧症を予防するレニン・アンジオテンシン変換酵素阻害ペプチド、骨粗鬆症を予防する骨タンパク質分解酵素カテプシンＬ阻害物質など多岐にわたって報告されている[1)]。酒粕タンパク質の有効性については月桂冠の芦田ら[2)]がラットにタンパク源として酒粕を摂食させ有用性を検証している。また、酒粕を摂取することで血清、肝臓の両方のコレステロール上昇が抑制されることを見いだしており、肝臓中の脂質量の増加も抑制されており脂質代謝を改善する効果を認めている[3)]。

醸造研究所の石川[4)]や岡崎[5)]は愛媛大学と共同で5-FU（5-フルオロウラシル）と清酒粕を併用すると，清酒粕は有意に 5-FU の抗がん作用の増強，体重低下の抑制などの効果を示すこと、清酒および酒粕抽出画分に膵臓リパーゼ活性促進作用を認めている。酒粕の水抽出物からインシュリン様作用物質の精製を、陽イオン交換樹脂、限外ろ過、Sephadex　G-10 でのゲルろ過、HPLC 等で行ない単一物質を得ている。

月桂冠総研の斉藤ら[6)]は酵母を含む高蛋白酒粕のペプシン処理製品(Ｉ)に脂質代謝改善効果があることを動物実験で示した。清酒およびＩから分離した各種ペプチドは動物実験で血圧降下作用を確認している。類似のペプチドは抗健忘症に関係するプロリンエンドペプチダーゼ阻害活性を持つことを見いだしている。

持田ら[7)]や菅原[8)]は高コレステロール飼料に添加してラットに投与した結果、糞便重量と糞中タンパク質が増加、盲腸内PHの有意な低下、血清コレステロールの上昇抑制を見いだし、糞中への中性・酸性ステロールの排出量が増加したと報告している。

筒井ら[9)]は液化仕込み酒粕を 50%飼料中に混入し、トリアセチルグリセロールの有意な低下を報告しているが、飼料中に 50%の添加は現実的ではないと思われる。

杉山ら[10)]は酒粕や小麦フスマなど食品加工副産物の抗酸化機能を測定し、中間～高水分活性領域において抗酸化機能を報告している。

アミラーゼ阻害物質も酒粕中には存在することがわかっており、これは糖の吸収を抑えるため、肥満を抑制できるのではないかと考えられている。ガン細胞増殖抑制効果としては、酒粕中にナチュラルキラー細胞活性促進物質が存在する可能性が示唆されている。

酒類は従来より調味料としても多く利用されているが酒粕を用いた調味料の例は少ない。最近の
消費者は、従来の市販の調味料では表わせない、
より高度かつ繊細で、化学合成品を使用しない天然物指向の新調味料を求めている。そこでアミノ酸含有量の多い、旨味成分とビタミン類の豊富な酒粕利用の日本料理用などの新調味料の開発が試みられている。

栃木県食品工業指導所の岡本[11]は清酒製造工程で生じる酒粕の高付加価値化を目的とし、抗酸化機能を評価したところ DPPH ﾗｼﾞｶﾙ、ｽｰﾊﾟｰｵｷｼﾄﾞﾗｼﾞｶﾙとも高い活性を示し、 精米歩合が高く熟成期間が長いものほど高い値となると報告している。また食品素材としても、食感、香味の改善効果があることを報告している。

京都府中小企業総合センターの早川[12]らは液化仕込み酒粕、鶏肉、ダシガラの高タンパク質素材からの新しい液体調味料を試作している。

高知県立工業技術センター[13]がアルコールや良質のデンプン等の未利用資源、ビタミンＢ群をはじめとする健康増進によいとされる機能性成分を利用するため酒粕、白糠を利用した発酵調味料の開発を試みている。

酒粕の化粧品への利用研究に関しては、三井[14]が清酒粕エキスの化粧品としての有効性の観点から清酒粕エキスの高分子成分にスーパーオキシドジスムターゼ様活性のあることを示した。清酒粕エキスにはコウジ酸に匹敵する高いチロシナーゼ阻害活性があり、美白効果が期待される。入浴剤やダイエット食品など化粧品以外の可能性についても検討している。

また、酒粕にはシミ・ソバカスを薄くする効果が有るので酒粕に含まれるアルブチンいりの美白化粧品が販売され、さらに保湿保温効果やアトピー等にも効くとされている。シミ・ソバカス生成を阻害する物質としては遊離のリノール酸やアルブチン等である。遊離のリノール酸は日本酒の原料である米の中に含まれるが、当然日本酒を搾った後の酒粕にも酵母と共に大量に含まれる。この酒粕のエキスを使った実験で、酒粕がドーパクロムの生成を著しく阻害するという結果が発表されている。

3　まとめ

これまでの酒粕の機能性の検討は、酒粕そのものに含まれる成分のみであった。また、酒粕の機能性に関与する成分は、僅かしか分離同定されておらず、自体の機能性を高める研究は殆ど無いし、酒粕の機能と成分含量との関連も明確ではない。

今後の研究では従来のように酒粕そのものから有用物質を抽出するのみではなく、色々な手法での低分子化や可溶化など前処理技術を応用することにより、より容易に再発酵を行うと共に、特異な微生物を用いて特定の機能性物質の含量を高めた上で、分離抽出・精製を行うといった研究が必要と考えられる。

さらに、従来酒粕の機能性は可溶性部に存在するアミノ酸やペプチドの機能のみに注目されてきたが、酒粕の不溶性部の機能について検討する必要がある。酒粕は麹菌や酵母により利用できない不溶性部の酒米成分と菌体よりなる。この不溶性部が食物繊維と同様な効果、血糖値の上昇を抑制する作用、血中脂質を低下させる作用、および整腸作用があると期待される。

酒粕の生理活性などの機能に関する研究が展開されているが、まだ著についたばかりであり、機能を有効に活用した製品化事例は極めて少ない。また、機能成分は酒粕の 1%未満が大半であり、２次的な廃棄物が発生する可能性がある。特に液化仕込み酒粕の総合的な用途開発のためには、機能性成分含有量を高める手法開発や、液化粕が持つ高タンパク特性などを活かした製品化を考える必要がある。

参 考 文 献

1）岡崎直人, 酒研会報,**41**,(2001),27.　山田翼, 生物工学会誌,**80**(2002),159.など
2）芦田優子, 醸造論文集,**54**, (1999), 1
3）川戸章嗣, 生物工学会誌,**78**,(200), 458.
4）石川雄章, 物質関連データ（化学物質、食品成分、表面分析）のデータベース化に関する調査研究(第 2 期)成果報告書　平成 9-10 年度,(2000),177.
5）岡崎直人,日本醸造協会誌,**95**,(2000),57.
6）斉藤義幸, 醸造論文集,**51**,(1996),1.
7）持田和美など,日本食品科学工学会誌,**47**,(2000),78.
8）菅原正義,飯島記念食品科学振興財団年報,(1998),186.
9）筒井信夫など,J.Nutritional Science & Vitaminology,**44**,(1998),177
10）杉山 薫など,日本調理科学会誌,**33**,(2000).
11）岡本竹己,栃木県食品工業指導所研究報告, **16**, (2002), 10.
12）早川潔ほか,京都府中小企業総合センター研究報告 2002,(2002)
13）技術情報こうち　No.**50**(1999.8)　高知県工業技術センター＆高知県立紙産業技術センター
14）三井幸雄,Fragr J.,**30**,(2002),145.

（文責　藤村　庄）

31　ラピッドプロトタイピングによる鋳造製品の製造技術に関する調査研究

兼吉高宏，柏井茂雄，平田一郎，浜口和也，福地雄介，富田友樹，真鍋元保，松井　博

1　目　　的

近年のコンピュータ、ＩＴ技術の急速な発達により、３Ｄ－ＣＡＤ、ＣＡＭの導入をはじめＣＡＥ技術の導入が急速に進みつつある。最近では、専門的な生産プロセスのデジタル化いわゆる”デジタルマイスター技術”の研究が行われつつあり、これらが実現すれば企業における生産の高度化、製品の高品質化、生産性の向上が見込め、最近の経済不況、アジア各国の台頭に苦慮する中小企業にとって、大きなアドバンテージを得ることが期待される。

本調査研究では、鋳造技術分野におけるデジタルマイスター技術のひとつとして、ラピッドプロトタイピング（ＲＰ）技術を取り上げ、その研究動向や技術的調査を行い、ラピッドプロトタイピングモデルを用いた鋳造技術の可能性について検討することを目的とする。

2　調査方法

調査委員会を設置し、以下の項目について調査を行った。

○　ラピッドプロトタイピング技術に関する調査
- ・企業訪問：ラピッドプロトタイピング技術、三次元デジタルデータの利用に関する調査。
- ・ラピッドプロトタイピングシンポジウム参加：ラピッドプロトタイピング技術に関する最新情報、市場動向、装置開発状況、海外動向などの情報収集。
- ・公設試訪問調査：公設試でのラピッドプロトタイピング技術に関する研究動向、ラピッドプロトタイピング装置および関連装置に関する情報収集。

○　非接触三次元測定装置に関する調査
- ・非接触三次元測定装置メーカーでのデモ測定、調査
- ・非接触三次元測定装置での形状測定技術の現状調査および持参サンプルを用いたデモ測定。

3　調査結果

調査活動を通じ、ラピッドプロトタイピング技術に関する情報収集を行った。ラピッドプロトタイピング技術に関しては、現在、ラピッドプロトタイピング装置の普及、低価格化が進み具体的な製品への応用、ＲＰ技術そのものの商業化が行われつつある。まさに、今取り組んでいくべき技術であると実感された。また、海外、特にアジアでのラピッドプロトタイピング技術およびＲＰ装置の導入が急速に進みつつあり、関連分野、企業への導入、普及を早急に行っていく必要があると考えられた。

また、当センターで現在利用可能なラピッドプロトタイピング装置について以下のようにまとめた。

○光造形装置

レーザーを下方から照射するため、樹脂の必要量が少ない。このためランニングコストが低減できる。造形速度は遅いが無人運転が可能。造形直後は模型強度がないため、１日程度の硬化時間が必要。

○紙積層装置

大型物の製造が可能でコストも低い。造形速度が光造形装置に比べて早い。また模型強度も高い。製作したモデルの組み合わせ、接合が容易。複雑形状では模型製作後の模型取り出しが難点である。鋳造への応用性は高い。模型の完全な焼失は困難が予想され、焼失条件の調査が重要。

○樹脂溶融積層装置

神戸市震災復興センターに移管されている NIRO 所有の装置。溶融した樹脂を細いノズルより押し出しながら積層を行う。樹脂製品については実用性の高いモデルを作製できる。光造形装置に比べると造形精度が悪い。

一方、ラピッドプロトタイピング技術に密接に関係するリバースエンジニアリング技術や形状測定技術に重要な非接触三次元測定装置についても調査を行った。非接触の三次元測定法、装置開発、点群・三次元データ処理ソフトウェアについて現状や展望について詳しく調査することができた。

ラピッドプロトタイピング技術は、三次元デジタルデータを基に造形モデルを作製するため、三次元デジタルデータをいかに簡便、容易に作成できるかが鍵となる。また、三次元デジタルデータは、ラピッドプロトタイピング技術だけでなく、流動・凝固シミュレーションや応力解析などの理論計算への応用にも活用することができる。しかし、最近では三次元 CAD が普及しつつあるも

のの、まだ多くの企業では二次元図面が主流となっており、製品の三次元データを得るためには、あらためて作成しなければならない。そこで、実際の製品やモデルを三次元測定装置によってデジタルデータ化する技術が重要となっている。

4　まとめ

以上の調査結果から、鋳造技術分野への適用に関しては、大型モデルの作製が可能で、コストパフォーマンスに優れている紙積層装置の利用が適していると考えられ、今後、鋳造技術への紙積層モデルの応用について検討を進めていくこととした。当センターに設置されている紙積層装置の写真を図１に示す。

三次元測定装置については、接触型、非接触型の装置があり、プローブを対象物に接触させて測定する接触型では、複雑形状や広範囲での測定が困難であり、複雑形状や対象物全体を三次元データ化する場合は、非接触型が有効である。鋳造技術分野においても非接触型の三次元デジタルデータの活用は、流動・凝固シミュレーションによる鋳造製品の高品質化やラピッドプロトタイピング技術への適用などに積極的な展開を図っていく必要があると考えられる。



図１紙積層装置写真

ラピッドプロトタイピング技術を用いた鋳造技術の研究については、平成 15 年度産学官連携促進事業に発展させ、研究開発を進めていく予定である（図２に事業の概要を示す）。また、同産学官連携促進事業では非接触三次元測定装置の導入を予定しており、非接触三次元測定装置に関する本調査結果を装置選定、導入への重要な資料として活用していく。

（文責　兼吉高宏）
（校閲　真鍋元保）

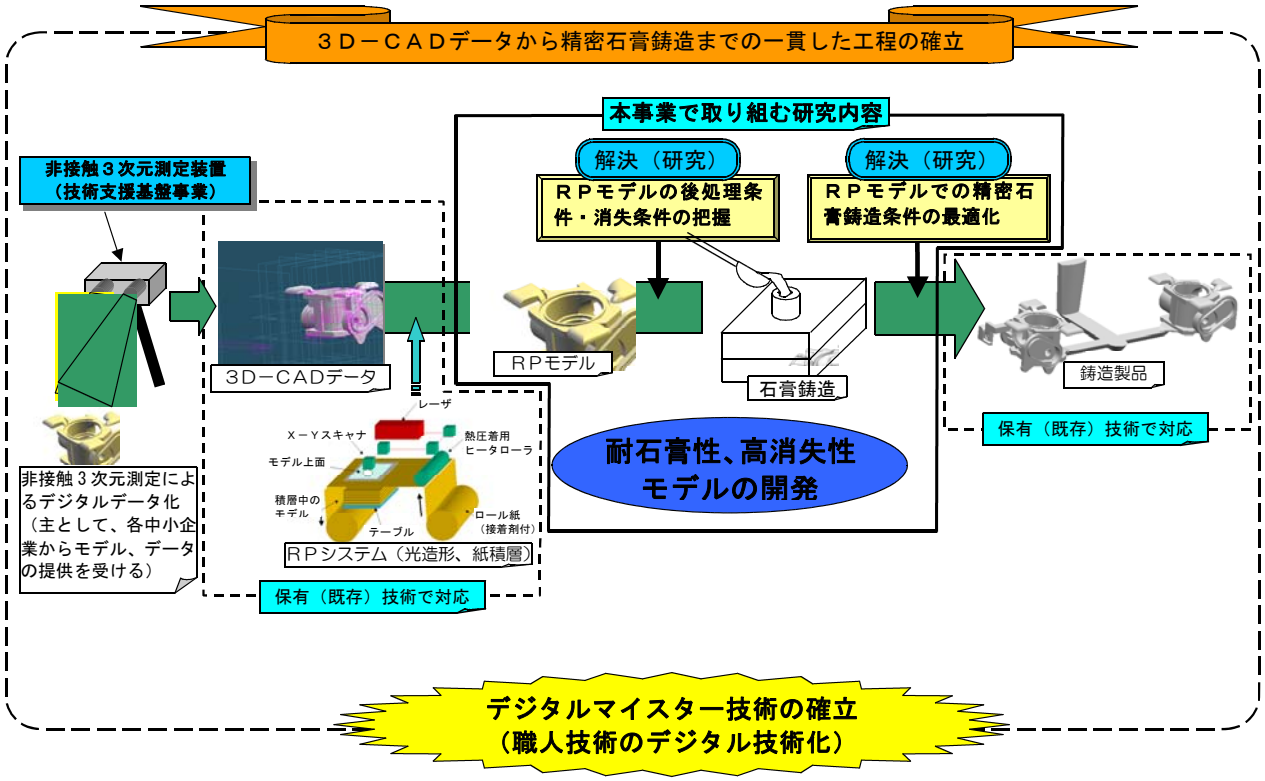


図２　平成 15 年度産学官連携促進事業の概要

32　高付加価値炭化物の開発に関する調査

元山宗之，山田和俊，西羅正芳，石間健市，山下　満

1　目　　的

地球規模の環境保全がますます緊急かつ重要課題となっている。兵庫県においても循環型社会の構築を目指して、食と森のゼロエミッション、リサイクル型社会構築を推進している。このような背景を受けて、本県でも間伐材、廃木材、木工廃品、おが屑、あるいは農作物・食品残査など多量に発生している天然有機物由来の廃棄物をいかに処理し、再資源化するかを考える必要がある。従来からこれら天然有機質系廃棄物は焼却処理あるいは埋め立てされてきたが、これらは最終的には炭酸ガス負荷を増長するものである。このような認識から、天然有機物由来の廃棄物を炭化して炭素固定することの重要性が認識されてきた。このような有機系廃棄物の資源再利用の動向の中で炭化物の製造と有効利用、特に工業材料への利用について調査研究を行った。

2　調査方法

天然有機物の炭化方法、炭化物の有効利用、炭素の構造変換について下記の企業、機関における研究開発について発表された学術論文、研究報告書を調べると共に、訪問して現地調査した。

1）川崎重工業株式会社環境ビジネスセンター
　下水・コンポストからの活性炭素製造について調査
2）京都大学木質科学研究所
　木質材料から得られる炭化物の構造に関する調査
3）独立行政法人産業技術総合研究所九州センター
　黒鉛化技術、炭化物の構造変化に関する調査
4）福岡県工業技術センター・インテリア研究所
　炭化物の利用技術に関する調査
5）広島県立東部工業技術センター
　炭化物の電気機能性に関する調査
6）鹿児島県工業技術センター
　炭化物の構造変化およびＶＯＣ吸着特性調査
7）ナノ炭素に関する講演会
　ナノチューブに関する調査
8）明和工業株式会社（石川県金沢市）
　炭化装置の調査
9）九州大学工学部
　ナノ構造解析と炭化物の生理作用に関する調査

3　結果および考察

3．1　有機系廃棄物の資源再利用の経過で、炭素化、炭化物利用が盛んとなってきている。これら炭化物は、吸着剤、土壌改良材、調湿材、脱臭剤などとして利用されている。これらの利用は、炭化物が微細孔を有する多孔体であり、比表面積が大きいという構造上の特徴を活用するものである。このような炭化物を工業材料として活用する場合の基本的な問題は、木質材料など天然有機物由来の炭素が難黒鉛化性炭素であることである。すなわち、多くの天然高分子物質を加熱して得られる炭素は２５００℃でも黒鉛化しない極めて安定な構造を有する。この構造的特徴は炭素材料として活用する場合には障害となる。すなわち結晶化させてグラファイトとして多彩な活用し、さらに反応性を高めて種々の炭化物として利用する場合の障害となっている。

3．2　高付加価値化の試みと製造技術

川崎重工業株式会社環境ビジネススセンターでは下水処理場から排出される汚泥利用を事業化している。同社の炭化技術の特徴は、単に炭化するだけでなく、炭化プロセスに高温で水蒸気と反応させることにより、活性炭化物として活用することである。従来の炭化物は、土壌改質剤、融雪剤などの応用に限られていたが、この活性化処理により有害物質を吸着・除去する能力が付与され、高付加価値化が期待できる。原料も生活廃棄物であるコンポストについても検討されている。高付加価値化による工業製品開発の事例として注目される。

一方製造技術に関して、農作物の炭化炉が明和工業株式会社で開発されており、すでに熊本県の「JA あしきた」でタマネギ、ミカンの残さ処理機として導入されている。また長野県の「JA 佐久浅間」ではレタス残さの処理として同社の炭化装置が採用されていた。処理能力はタマネギ 2.5 トン／日であるが、兵庫県のタマネギ取り扱い業者「淡路農産」は 10 トン／日処理を要望している。従って処理能力の向上、およびランニングコストのタマネギ１ kg 当たり５円以下を目標にシステム開発している。

3．3　炭化物の多孔質構造および物性を活用した用途開発・製品開発

福岡県インテリア研究所は福岡県大川市にあり、日本

有数の木質家具の生産地であり、木工品の開発とともに、木廃材の再利用のため、炭化研究が盛んである。木材にフェノール樹脂を含侵すると、耐久性・防虫性などの効果があり、広く採用されている。機能性炭素の研究ではセルロースを炭化して、電気部品としてのキャパシターの開発が行われている。自燃式の炭化炉で廃材処理により得られた炭化物を利用して護岸用ブロックが開発されており、近畿地方でも既に採用・施工されている。炭化の過程で発生する木ガスは回収して熱再利用している。その他調湿剤、土壌改質剤として活用する研究が行われてる。

広島県東部工業技術センターでは木材を炭化・粉砕したものを、樹脂中に拡散・固定して電波吸収材に応用している。研究に用いた原材料は、レッドオークやベイマツ、タウン、マカンバ、ヒノキ、キリ等の製材であり、炭化処理温度や混練する樹脂との比率を変えた時の電波吸収能を検討している。 遮蔽・吸収の対象となる電波の周波数は、工業用に解放されている周波数帯域を含む0.5GHz～3.0GHzとし、板状に加工した吸収材平板による諸特性が測定されている。 電波吸収体は磁性による電波シールド効果を利用するものと、自由電子による電波シールド効果を利用するものがある。ここでの炭化物を用いた電波吸収体は、後者の物性を活用したものである。

鹿児島県は竹林面積が日本最大で、鹿児島県工業技術センターでは、竹を炭化した炭（竹炭）の活用研究が盛んである。なかでもVOC（揮発性有機物質）吸着剤を重点的に研究開発している。ホルムアルデヒト、アセトなどVOCおよびアンモニアなどそれ以外の悪臭成分を効率的に除去する能力があり、シックハウス症候群の防止に役立つとのデータが得られていた。竹炭を使用した住宅を造り、居住空間でのVOC低減効果についてデータを蓄積しているこが注目された。

一方特に植物が発生するバイオフォトンに関する研究が九州大学工学部で行われている。植物根に病原菌が侵入する際、植物から発生する光の観察に成功しており、作物に炭化物を施用すると根の表面構造が変化する。それとフォトン生成との因果関係等を研究するのも炭化物の植物への影響を調査する上で今後取り入れるべきツールである。

３．４　炭素の構造および構造変化

木炭など炭化物は芳香族環の形成はかなり発達しているが、環同士が規則的に繋がってないため結晶構造は未発達である。図１に竹炭を熱処理したときのＸ線回折図形を示す[1)]。９５０℃で熱処理した竹炭の回折図形はグラファイトの（００２）回折線に相当するピークが極めて幅広く、結晶成長が未発達である。熱処理温度が高くなると回折線の多少の発達が見られるが、２５００℃の熱処理でもかなりピーク幅は広く、典型的な軟黒鉛化性炭素であることがわかる。

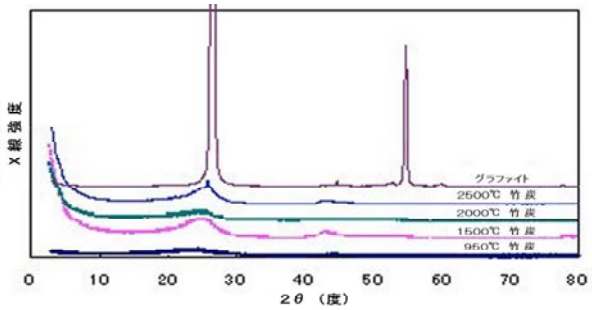


図１　熱処理した竹炭のＸ線回折図形[1)]

産業技術総合研究所九州センターでは炭素の構造変化に対して機械的粉砕処理がどのように影響するかについて研究した実績がある。 易黒鉛化性炭素を機械的摩砕すると比較的短時間に難黒鉛の炭素に移行し、機械的処理が炭素の構造変化に影響する。一方難黒鉛化性炭素については、実験データが少ないが、フェノール樹脂から得た炭素を摩砕すると炭素が結晶化する傾向を見いだしている。ただし、同様の実験で結晶化は必ずしも促進しないという報告もあり、より詳細な検証が必要である。当所ではＳｉＣの焼結において、炭素を摩砕すると焼結密度が向上することを発見していた。炭素の機械的処理の効果については未知の項目もあるが、反応の促進、高密度体の作製などの効果がある。

４　結　　論

天然有機材を炭化して炭化物として利用する研究が大変盛んである。ほとんどが炭化物の構造的特徴を利用した、吸着剤、土壌改良材、調湿材、脱臭剤としての応用である。電気的機能性材料としての用途開発も行われているが既存材料より特性が劣り、実用化は少ない。一方機械的粉砕による構造変化・制御については萌芽的研究が行われているに過ぎないが、炭素の構造変化に影響があることは示唆されている。最近注目を集めているカーボンナノチューブに代表される炭素のナノテクノロジーを参照して、多彩な構造変化を生じさせる制御技術が待望される。安価な輸入炭に市場を席巻されている今日、高付加価値炭化物の開発が強く望まれている。

参 考 文 献

１）松永一彦, 新村孝善, 西　和枝, 國生徹郎, 鹿児島県工業技術センター研究報告No. 12, 47(1998)

（文責　元山宗之）

（校閲　石間健市）

「兵庫県イノベーションセンター・インキュベート事業」

33　斜め織り織物の作製と応用に関する調査研究

小紫和彦，竹内茂樹，佐伯光哉，山口幸一

1　はじめに

兵庫県下には、多くの地場産業が存在している。しかし、多くの地場産業は、時代の流れへの対応が遅れるとともに中国、東南アジア等の工業化による輸入攻勢で厳しい状況に置かれている。地場産業がこのような状況を打開するには、各地場産業が時代に即応した変革を行うのも当然であるが、地場産業の交流等による異業種交流により新たな商品開発を推進することも地場産業活性化の一つの手段である。

神戸市を中心に明石市、加古川市、高砂市に集積するゴム製品製造業は、我が国におけるゴム工業の発祥地として100年以上の歴史を有する地場産業であり、タイヤ、ベルト、ホース等を生産している。また、西脇市を中心に２市７町に集積する播州織は、200年からの歴史を有し世界有数な先染織物産地である。

今回の調査研究は、繊維とゴムの複合体で製造するベルトについて、現在のキーワードである環境・省エネに関係した省エネルギーベルトを作成するために斜め織り織物を必要とするニーズがあるが、現在、斜め織り織物は生産されていない。一方、播州織産地においては、古くから斜め織りへの関心はあり、十数年前にも斜め織り織機の研究開発を試みて斜め織り織物の生産可能域までには達した[1)]が、後述する技術的課題があったとともに、産地の活況時期とあい重なり研究開発が中断しているシーズがある。

そこで、この確固たるニーズをベースに、斜め織り織物の作製シーズをコーディネートすることで、斜め織り織物の作製とその応用を実現化に向けて調査研究を実施した。

2　目　　的

播州織産地の斜め織り織機は、十数年前の研究開発状態で長年稼働していないことを考え、下記ステップで調査研究した。

1)　現有斜め織り織機を整備し、斜め織り織物を試織することにより、現段階での斜め織り織物の作製に関する技術的課題を明確にする。

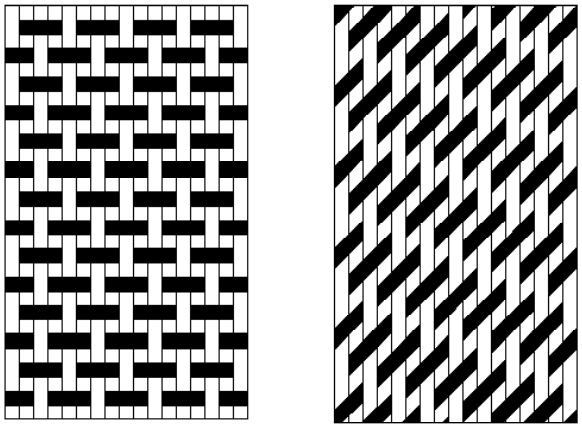
2)　試織した斜め織り織物を用いてニーズの基幹であるベルトを作成し、ベルトへの使用面から技術課題を明確にする。

また、斜め織り織物の実現化についても検討するとともに、斜め織り織物のベルト以外の用途について調査する。

3　内　　容

3．1　斜め織り織物の作製

斜め織り織物の作製に関する技術的課題を明確にするためには、たて糸とよこ糸が直角交差する従来織物とたて糸とよこ糸が広角交差する斜め織り織物の相違点を明確にしておく必要があるため、織物の概念図を図１に示す。



従来織物　　斜め織り織物

図１　織物の概念図

図１に示す通り、従来織物、斜め織り織物とも平面２軸の織物であり、たて糸とよこ糸が各一種類で構成されているが、たて糸とよこ糸の交差角が異なるだけである。しかし、織物作製上はこの相違点の技術的解決が困難なため斜め織り織物が実用化に至らなかった原因と考える。そこで、織機の整備、試織を通して検討したことを織機の基本運動に基づいて記す。

3．1．1　開口運動

よこ糸を挿入するため、たて糸に空間を作る運動であり、たて糸１本１本制御するジャカード方式と、たて糸

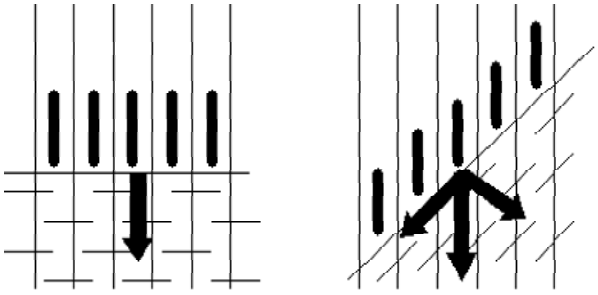
を数グループで制御する枠方式がある。織物の規格変更等を考えるならば枠方式が良いのが、枠がたて糸に対して傾斜するため、余分な力が働く等開口がスムースに行えないためジャカード方式とした。今後は、たて糸１本１本に作用する綜絖のメール角度等を検討して枠方式を検討する必要がある。

３．１．２　よこ入れ運動

開口されたたて糸の間によこ糸を入れる運動がよこ入れ運動である。よこ入れ方法としては、主なものとしてシャットル、レピア、ジェットの３種類があり、たて糸の開口量はこの順で小さくてすむ。しかし、よこ糸は織物幅に対して1.4倍の運動量が必要となる。現在は、レピアで行っているが織物組織崩れであるスクイ欠点が見られるためジェット化を検討する必要がある。

３．１．３　おさ打ち運動

おさ打ちは、櫛状のものでよこ入れしたよこ糸を織物方向に打ち込むとともに、たて糸の間隔を決定する重要な運動である。おさ打ち力に図２に示す通りの相違があり、斜め織りの場合は分力が悪影響を与えることが考えられるので、機構的には非常に困難であると考えられるが織前を把持する装置（バーテンプル）の考案が必要と考える。



従来織物　　斜め織り織物

図２　おさ打ち力の説明図

３．１．４　巻き取り運動

巻き取り運動は、織られた織物を巻き取る運動であり、基本的にはよこ糸の密度を決定するものである。従来織物では問題ないが、斜め織り織物ではおさと巻き取り装置が平行でないため斜め織り織物の特徴である織物の力学的異方性が関係し、クロスローラとクロスビーム間において斜め織り織物に波うち状態が発生する。解決方法としては、斜め織り織物の織物幅を強制する装置を考える必要がある。

３．１．５　送り出し運動

送り出し運動は、織られたたて糸分を送り出す装置であり、織物の品質を左右するたて糸張力に影響するため、たて糸がたて糸ビームから送り出されるポイントから開口装置までの距離を可能な限り一定にすることが最低限必要と考える。従来織物は１本ビームであるが、３本ビームの電動式積極的送り出し装置を採用しているのでそれほど問題はない。

３．２　ベルトへの応用

斜め織り織物のニーズの基となったベルトへの応用を検討するため、試織した斜め織り織物を用いてベルトを作製しベルトへの応用を検討した。

ベルトは繊維とゴムの複合体で作られており、ゴムは圧力を受けると膨らむ傾向があるため、繊維はその膨らみを押さえる目的で使用されている。繊維としては、従来からは厚い綿織物（帆布）が使用されているが、斜め織り織物を使用することによって省エネルギーとなることがわかっており、試織した斜め織り織物を使用して伝動ベルトを作製したところ、ベルトの作製は問題なく行なわれ、省エネルギー効果も確認できた。

4　まとめ

異業種交流により斜め織り織物の研究を開始したが、斜め織り織物が実用化することを確信する。

斜め織りの特徴を記す。

① たて糸とよこ糸が広角交差しているため、従来織物以上に力学的異方性がある。
② たて糸とよこ糸が広角交差しているため、織物に柔軟性がありフィット性が良い。
③ たて糸がたて方向に通っているから、長さ方向に引っ張ることができ、加工工程で扱いが容易である。
④ 斜め織り織物の表と裏の関係で重ね合わせて使用を考えると、さらなる使用方法が考えられる。

なお、本調査研究をベースとして、平成15年度地域新生コンソーシアム研究事業に申請したところ、採択されたことを付記しておく。

最後に、本研究を共同に推進して頂いたバンドー化学（株）（神戸市）、桑村繊維(株)（兵庫県多可郡）、(株)片山商店（西脇市）に感謝いたします。

参 考 文 献

1)「産業資材用特殊織物の開発に関する研究」，平成元年度加速的技術開発支援事業成果報告書　西脇地区，p. 1(1990)，兵庫県中小企業振興公社

（文責　小紫和彦）
（校閲　山口幸一）

「兵庫県イノベーションセンター・インキュベート事業」

34　インターネットを用いた障害者・高齢者在宅就労支援システムの開発に関する調査研究

三浦久典，後藤泰徳，阿部剛，瀧澤由佳子，中本裕之，小坂宣之

1　目　　的

厳しい雇用情勢が続く中、障害者の雇用はさらに厳しい。兵庫県の障害者のための職業能力開発施設では平成４年度からコンピュータ技術等の情報系の職業訓練を取り入れ、コンピュータ技術を持つ卒業生を毎年60名程度送り出しているが就労できる割合は１割程度である。特に、頸髄損傷や脳性麻痺等が原因による移動が困難で上肢にも麻痺などが残る障害者は、排便等の問題で容易に外出できない、企業での作業速度に対応できないなどの理由によりほとんど就労できていない。県内には、そうした移動が困難で上肢に麻痺があり、ある程度のコンピュータ技術を持つ不就労の障害者は現在1000名程度で今後も増加すると予想され、在宅での就労を可能とするシステムの開発が急務である。一方、パソコンの性能向上、DTP(Desk Top Publishing)向けソフトウェアの低価格化、ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line）等のネットワーク回線の高速化により上記障害者が在宅でDTP作業を行える可能性が出てきている。本調査研究では在宅の障害者がインターネットを介しDTP作業を行う可能性、問題点の抽出を行った。方法として可能性試験用ソフトウェアを作成し、福祉法人新生会にて可能性試験を行なった。

2　実験方針

インターネットを用いた障害者・高齢者在宅就労支援システムについて必要な要素・要件等について岡山理科大学・工学部・福祉システム工学科の奥教授、姫路工業大学・情報工学部・高橋教授らの意見を伺いながら、検討を行い、以下の方向性を出した。

・提案するシステムは机上での議論ではなく、現場の実態を充分に反映したものとする。
・現場で情報のデジタル化が充分に行われていない段階では、システムを構築しても充分な利用ができないため、現場のデジタル化も含めて検討する。
・システム規模は必要最小限にするべきである。大きなシステムを作っても、維持管理費が捻出できなくなる危険性が大きい。特に福祉分野で使用するシステムでは維持管理費はなるべくお金がかからないシステムとする必要がある。
・リーダのコーディネイト力にたよるところが大きいシステムでは機能の維持、継続が個人の能力にたよりすぎるため、システムの普及・継続が難しい。
・システムを複雑化させすぎないようにする。システムの運用に関し、専門的すぎる内容を伴うものだと、日頃の管理などでコストがかかりすぎることになる。一般的なＰＣの運用程度の知識で運用できるようなものを目指す。
・印刷の種類（名刺・はがき、伝票、ちらし、冊子、文書）によって、ポイントとなる技術（仕様、オペレータ、データ管理、カスタマーサービス）は異なる。
定型物（名刺、年賀等のはがきなど）は作業者に対しデータの受渡し、作業内容の説明、指示が行いやすく在宅就労にマッチする。
・顧客情報やデータをインターネット上で送受するにはVPN(Virurual Private Network)等によりセキュリティを充分考慮したシステムでなければならないがそれに伴い構築コストもかなりかかる。割り切って、ダイアルアップでのサーバー接続を利用したほうが、結果的にコストを下げることができる可能性がある。

以上の検討した内容を基に可能性試験を行った。

3　可能性試験

可能性試験は、社会福祉法人新生会（西宮市）で行った。可能性試験の内容等は以下のとおりである。

・現場の実態を充分に反映するため、新生会における印刷業務の流れの分析を行い。それに基づきソフトウェアを試作し検証評価した。
・現場で情報のデジタル化が充分に行われていない現段階ではシステムを構築しても充分な利用ができないため、現場でのデジタル化も含めて可能性試験用ソフトウェアを試作した。
・操作性、運用性を考え、システムは通常使用するPCと同じWindows系で構築した。
・対象物は定型物（可能性試験では名刺）とした。
・インターネットでの接続では、セキュリティ対策を充分に行わないといけないが、その点については次の段

階の検討項目とし、今回は、新生会LAN内での実験を行った。

以上の方針の下、可能性試験用ソフトウェアを作成し、新生会にて障害を持つ２名のDTPオペレータに被験者となっていただき可能性試験を行った。

試験日程：平成１５年１月２４、２８、２９、３１日

試験場所：社会福祉法人新生会
（西宮市染殿町２－１１）

試験協力者：Ａ氏（脳性麻痺による上肢・下肢の機能障害：身体障害者手帳1種1級）
Ｂ氏（髄小脳変性症による体感機能障害：身体障害者手帳1種2級）

作業内容：

・様々な仮想受注票をデータベースに登録する。
・仮想受注票に基づき、印刷物のDTP作業を行う。
・名刺の実発注を行い、納品までを行う。

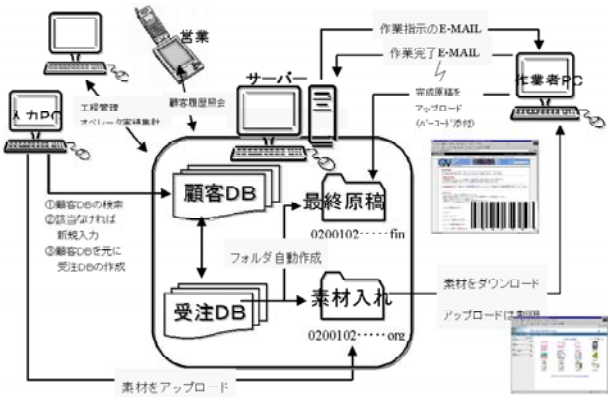


図１　可能性試験データフロー

４　結　　果

今回の可能性試験から得られた知見を述べる。

○画面インターフェース

・スクロールはなるべくない方がよい。
（スクロールするために移動バーまでマウスを持っていき移動ボタンをクリックする事が大変である。）
・スクロールするより、ページを飛ぶ方がよい。
・必要最低限の情報表示でよい。
・操作ボタンは１つでも少ない方が良い。
・全体の流れの中で現在の工程の位置づけが知りたい。
・次の手順の指示があればよい。
・情報提示だけのページには閉じるボタンが必要である。
・受注票を元に作成するので、受注票を常に表示しておくようにデュアルディスプレイ環境が望ましい。

○データフロー

・作成する側では、版（過去のデータ）にアクセスできる事が大切（名刺リピートが最も顕著）。できあがったコンテンツを再利用するために検索可能な環境を整える必要がある。
・印刷用用紙を受注と同時に発注するため受注データをDTP担当者と同時に印刷部所にも送付する必要がある。
・DTP環境の履歴を残す必要がある（Windows、Mac、フォント名、サイズなど）。
・DTP担当者にとっては仕上日より校正日の方が大切。

○在宅での仕事について

原稿の受け渡しと仕様説明方法が在宅就労のポイントである。阪神大震災の時には交通手段がなくなったため、新生会では在宅就労を一時期行っており、情報のやりとりをFAXで行った。FAXを使用する場合の欠点は、解像度の問題で書体がよくわからない、カラーが送れないので、色がわからないなどであった。また、PCのフォント環境等が違うため、データ渡し後のフォントのトラブルがあった。今後、ネットワークを使用して在宅就労を行う場合、フォント、色について在宅者のPCと印刷所でのPCとでマッチングをとる必要がある。また、作業中に疑問が出たときにすぐに回答が得られる環境を整える必要がある。また、在宅業務では孤独感があり、週１回でもいいので集まっての仕事をしたいという希望もあった。

５　ま と め

今回の可能性試験を行い、名刺、封筒などの定型物、フォント数、色等の情報量が少ない物ではネットワークを用いた在宅就労の可能性が高いことがわかった。しかし、在宅への仕事の提供の仕方では、継続して検討が必要である。今後、新生会でのデータデジタル化の推進及びこれをベースにし在宅就労の可能性の検討を続けていく予定である。兵庫県では、現在、兵庫セルプによる名刺共同受注プロジェクトを検討しており、このデータ管理、受発注システムに今回可能性試験を行ったソフトウェアをベースにしたシステムを提案していきたい。また、滋賀県で行われている名刺の共同受注を近畿全体で行おうという動きがあり、これにも関与していきたいと考えている。こうした経験を踏まえて、サテライトオフィス的な就労をステップとして在宅就労へと繋げていきたいと考えている。

謝　辞

本調査研究にご協力、ご指導いただきました社会福祉法人新生会の高田氏、松本氏、堀氏、岡山理科大学・奥教授、姫路工業大学・高橋教授に感謝いたします。

（文責　三浦久典）
（校閲　小坂宣之）

「兵庫県イノベーションセンター・インキュベート事業」

35　通気性金属材料の開発に関する調査研究

髙橋輝男，山田和俊，杉本護，元山宗之，上月秀徳，兼吉高宏，山下満

１．目　　的

工業用バルク素材のほとんどすべては、粉末冶金焼結法や溶解・鋳造法によって製造されている。その際に生成する空洞は、その後の成形加工や圧延工程においてクラックの発生源になるなど機械的性質を著しく損なう有害なものとして扱われてきた。しかし、木材、骨、葉や茎、蜂の巣など、自然界には実に多くの多孔質材料が存在する。もし機械的強度に優れた多孔質材料ができれば、多孔性に起因する巨大表面を利用したフィルター材料および電極材料等への広い範囲で用途が開けてくることになる。ここでは、ポーラス金属の内、特にポアーが連結したいわゆる通気性金属材料の種類および製造法について調査研究した結果について述べる。

２．通気性金属材料の種類と製造法

通気性金属の種類としては、発泡金属、ポーラス金属および金属セル構造体がある。これらの通気性金属材料の製造方法は大きく分けると、①鋳造法、②メッキ法および③粉末焼結法であり、それらの製造方法を以下に述べる。

鋳造法は大量生産に向いていており、溶湯発泡法、インベストメント鋳造法および粒子間浸透法などがある。

溶湯発泡法には物理的発泡と化学的発泡があり、現在は化学的発泡による製造法が一般的である。化学発泡はチタン水素化物（TiH_2）やジルコニウム水素化物(ZrH_2)などを発泡剤として溶融金属に添加すると、水素化物の分解によって水素の発泡現象が起こることを利用している。本方法は大量生産できる長所があるものの、気泡の大きさが不揃いになりがちであるという短所も有する。代表的な製品例はアルポラスである。他の例としては産業技術総合研究所中部センターで開発されたＭｇセル構造体などがある。

インベストメント鋳造法では、ポリウレタンフォームの空隙部分に耐火物スラリーを充填・乾燥後、焼成して鋳型を作製する。そこに溶融金属を減圧鋳造した後、鋳型を除去してポーラス金属を作製する方法である。

粒子間浸透法は、現在あまり利用されていない。

最近注目されているロータス型金属の製造方法は、液体金属中と固体金属中のガス溶解度の差を利用する方法である。ガス溶解度の大きな材料を高圧ガス雰囲気で溶解し一方向凝固させると、蓮根（ロータス）のような形状の気孔を持つ金属が得られる。このポーラス金属の作製原理は、溶融金属からの一方向凝固時における過飽和ガス原子の析出に伴う気泡を金属に一方向に生成させるものである。

メッキ法は、ポリウレタンフォームの骨格の表面にパラジウムなどを化学的方法で被覆し、陰極とする。電解浴槽内においてこれに金属をメッキした後、ポリウレタンフォームを焼成除去すればオープンセル型を作製することができる。この方法では均一性の高いセル構造が得られ、ポロシティは 90 ～ 96 %である。製品例としてはセルメットが挙げられる。

粉末冶金法には、常圧で金属粉体を焼結する常圧焼結法、有機媒体金属粉末のスラリーに発泡剤を混ぜて泡をたてて固めた後焼成するスラリー発泡法、ポリウレタンフォームを金属粉末のスラリー中に浸漬し乾燥させた後ポリウレタンフォームを熱分解させ焼結処理を施すスポンジ法、母材粉末と発泡剤を均一に混合した後解離温度以上に過熱し発泡させる液相発泡法等がある。また熱間および冷間等方加圧法などを用いた方法でも製造されている。

常圧の粉末冶金法による製品例としては、一連の焼結金属エレメント、多孔質超硬などがあり、また熱間および冷間等方加圧法による製品例としては、ヒポラスやポーセラックスⅡがある。

その他の製造方法としては中空金属球(Metal　Hollow Sphere)を用いる方法やスパッタ堆積法などがある。

３．結　　言

本調査研究により通気性金属材料の製造方法は数多くあり、それぞれ特徴ある製品が製造されていることが分かった。既存の金属材料をポーラス化し通気性を付与することにより付加価値の高い材料を開発していくことは、時代の要請に適合したものと言える。今後、種々の形態の多孔質金属材料に関する開発研究が盛んになると考えられる。

（文責　髙橋輝男）
（校閲　上月秀徳）

「兵庫県イノベーションセンター・インキュベート事業」

36　導電性高分子を用いた機能性複合材料の開発のための調査研究

平瀬龍二，石原マリ，志方　徹，松本　誠，三浦久典，小紫和彦，瀬川芳孝，中野恵之

1　目　　的

高分子材料の高機能化の手段として導電化がある。これまでの導電化技術としては金属による表面めっき、導電性フィラーの練り込みなどがあった。これらの方法に対して、導電性高分子を用いる方法が開発された。導電性高分子は金属に比べて軽くてしなやか、加工性も優れ、原材料コストも安いことから、大面積太陽電池、高効率蓄電池、センサー、プラスチック電線、電磁波シールド材料など幅広い応用が始まっている。今回は、機能性を付与する対象材料として多分野への応用が可能な繊維材料を選択し、社会的なニーズが大きく、付加価値が非常に高い電磁波シールド性能の付与を最終目標にして調査研究を行った。

繊維材料と導電性高分子を複合化（表面被覆）する手法は、R. V. Gregoryらにより開発されている[1)]。しかし、この方法には複合に長時間を要する、導電性高分子の歩留まりが悪いなどの解決すべき問題を有している。

これらの欠点を解決し、この複合材料をより実用性の高いものにするために、今回の研究では、繊維材料と導電性高分子（ポリアニリン）の複合化による導電化処理をより効率良く行うための反応条件（繊維材料および酸化剤の種類）の探索を行った。

2　実験方法

2．1　繊維材料とポリアニリンの複合

所定量の蒸留したアニリンと酸化剤を0.5N塩酸溶液に溶解し反応溶液とした。織物（50×50mm）をビーカーに入れ、反応溶液を添加した。織物と反応溶液との比は１：100（重量比）に調整し、25℃で所定時間重合した。重合反応後、ポリアニリン複合織物をビーカーから取り出し、蒸留水で洗浄した。次に、その複合織物を0.5N塩酸に15分間浸し、50℃の温風乾燥機により乾燥した。

2．2　複合織物の物性測定

複合織物の表面抵抗値は三菱油化製　Loresta-FP resistance meterを使用して４端子法により測定した。ポリアニリンおよび複合織物のFTIRスペクトルはPerkin-Elmer 製FTIR装置Spectrum Oneを使用してKBr錠剤法により測定した。アニリン溶液のUVスペクトルは島津製作所製分光光度計UV-200を用いて行った。

3　結果と考察

3．1　反応条件と複合織物の物性の関係

ポリアニリンと繊維材料のより効率良い複合条件を探索するために反応条件（繊維材料および酸化剤の種類）を変えてポリアニリン複合織物の作製を行った。複合織物の導電性評価は表面抵抗値の測定により行った。結果を表１に示す。

表１　反応条件*1と複合織物の表面抵抗値との関係

繊維材料	酸化剤	表面抵抗値（Ω/□） 重合時間（hr） 4	8
ウール	KIO_3	7.3×10^4	3.6×10^4
	$(NH_4)_2S_2O_8$	1.3×10^6	1.0×10^6
	$K_2Cr_2O_7$	1.3×10^6	1.0×10^6
PET*2	KIO_3	$>2.0\times10^6$	$>2.0\times10^6$
	$(NH_4)_2S_2O_8$	4.8×10^3	8.0×10^3
	$K_2Cr_2O_7$	5.5×10^4	8.1×10^4
ナイロン	KIO_3	$>2.0\times10^6$	$>2.0\times10^6$
	$(NH_4)_2S_2O_8$	6.3×10^3	7.1×10^3
	$K_2Cr_2O_7$	1.9×10^4	2.8×10^4
アクリル	KIO_3	$>2.0\times10^6$	$>2.0\times10^6$
	$(NH_4)_2S_2O_8$	4.0×10^4	6.3×10^4
	$K_2Cr_2O_7$	3.6×10^4	5.1×10^4
綿	KIO_3	$>2.0\times10^6$	$>2.0\times10^6$
	$(NH_4)_2S_2O_8$	5.7×10^5	6.2×10^5

*1アニリン濃度:0.02mol/L、重合温度:25℃
*2ポリエチレンテレフタレート

表１の結果は繊維材料がウールの場合において、ポリアニリンとの複合体の特異性を示している。繊維材料がPET、ナイロン、アクリルおよび綿の場合は、酸化剤に$(NH_4)_2S_2O_8$や$K_2Cr_2O_7$を用いた方がKIO_3に比べて低い表面抵抗値となっている。これに対してウールの場合は、酸化剤にKIO_3を用いて作製した複合織物の表面抵抗値のほうが、$(NH_4)_2S_2O_8$および$K_2Cr_2O_7$で作製した複合織物のものよりおよそ２桁低い値であるように逆の傾向を示した。また、$(NH_4)_2S_2O_8$や$K_2Cr_2O_7$で重合した場合には織物表面だけでなく、反応溶液中にも大量のポリアニリンが生成していた。これに対して、酸化剤にKIO_3を用いた場合は反応

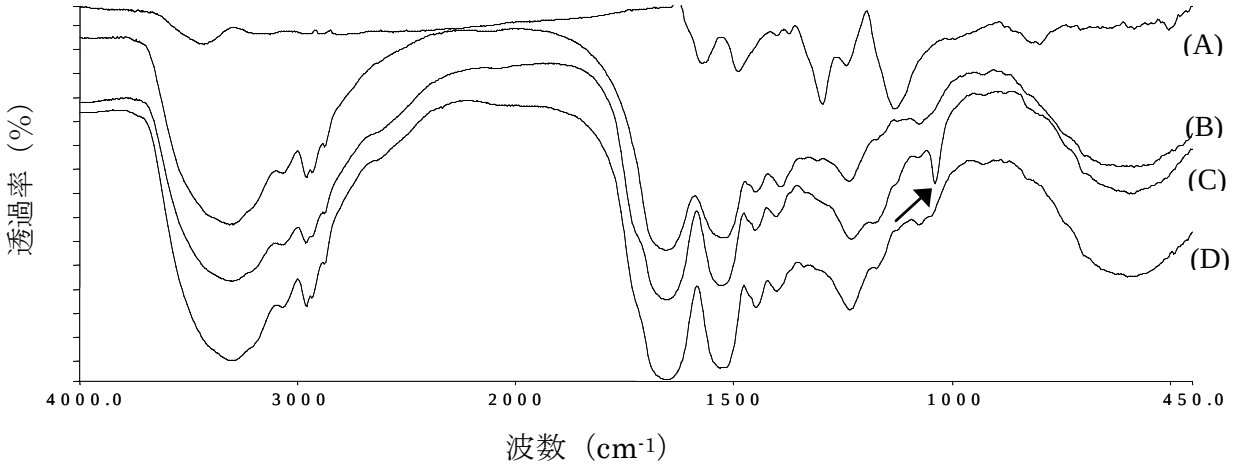


図１　FT-IRスペクトル（A）ポリアニリン、（B）ウール、（C）KIO_3で作製した複合繊物、（D）$(NH_4)_2S_2O_8$で作製した複合繊物

溶液中へのポリアニリンの生成はほとんどなしにポリアニリン複合繊物（ウール）を得ることができた。

この結果より、酸化剤にKIO_3を用いた場合、何らかの原因によりウール繊維表面がアニリンの反応場となり、そこで重合が進行し、生成したポリアニリンが繊維表面に付着していると推測できる。

３．２　ウール繊維に対するポリアニリンの選択的な付着の原因解明

ウール繊維に対するポリアニリンの選択的な付着現象について検討を加えた。ポリアニリン、ウールおよびポリアニリンーウール複合繊物のFTIRスペクトルを測定した。結果を図１に示す。ポリアニリンは図１(A)のように、約1580 cm^{-1}にキノイド環のC=C伸縮と約1500 cm^{-1}にベンゼノイド環のC=C伸縮の吸収を示す。約1300 cm^{-1}の吸収は塩素イオンとの塩の形成とキノイド環の次の窒素原子のプロトン化を示唆している[2)]。図１(B)のようにウールは、1650 cm^{-1}と1510 cm^{-1}にそれぞれカルボキシル基とアミド基に由来する吸収を示す。図１(C)および図１(D)はそれぞれ酸化剤にKIO_3、$(NH_4)_2S_2O_8$を用いて得られたポリアニリンーウール複合繊物のFTIRスペクトルである。ポリアニリンーウール複合繊物のFTIRスペクトルはウール繊維のスペクトルと類似していた。それは、ポリアニリンの吸収がウールの大きな吸収で隠されてしまっているからである。KIO_3で作製したポリアニリンーウール複合繊物のFTIRスペクトル［図1(C)］において、1040 cm^{-1}に新たな吸収が現れた（矢印）。これはウール繊維中に含まれるシスチン結合(S-S)がKIO_3による酸化開裂され生成したシステイン酸(-SO_3H)のS-O伸縮振動に由来するものである[3)]。酸化剤がKIO_3の場合において、シスチン結合が良く酸化される原因としては酸化剤から生成するヨウ素が影響しているのではないかと考えている。KIO_3から生成したヨウ素がウール繊維の内部に浸透し、繊維内部のシスチン結合を酸化していると推測している。詳細は今後検討する予定である。ウール繊維に生成したシステイン酸（スルホン酸）にモノマーである塩基性のアニリンが反応溶液中で吸着されることにより繊維表面におけるアニリン濃度が高くなり、そのためにその場でのアニリンの重合が良く進行する。この結果、反応溶液中よりウール繊維表面において優先的にポリアニリンが生成し、複合体を積極的に形成したと考えられる。

４　結　　論

酸化剤としてKIO_3を用いてウール繊維とポリアニリンの複合繊物を形成する場合にウール繊維表面における選択的なポリアニリン生成が起こることを見い出した。この条件を用いると、ポリアニリンは迅速かつ繊維表面に優先的に生成するため、従来手法に比べて短時間および高い歩留まりで複合材料を作製することが可能となる。また、この知見は導電性高分子の新たな用途展開（微細パターンの作製など）への有力な手段となり得る。

参 考 文 献

1)R.V.Gregory, W.C.Kimbrell and H.H.Kuhn, Synth.Met., 28,(1989),C823
2)Y.H.Park, S.H.Choi, S.K.Song and S.Miyata, J.Appl.Polym.Sci., 45,(1992),843
3)C.M.Carr, W.D.Cooke and D.M.Lewis, Textile Res.J., 68,(1998),739

（文責　平瀬龍二）
（校閲　毛利信幸）

37　光干渉法を用いたガラス表面内部の評価技術の開発

松本哲也，北川洋一

1　はじめに

液晶プロジェクタやデジタルカメラ等、民生品に精密光学素子が用いられてくるに従って、それらの検査技術のニーズが高まっている。そこで、平成 13 年度の研究成果 [1)]をもとに、光干渉技術を用い、ガラス表面内部の評価を行う手法について検討を行った。

2　測定原理

ガラス面内部の評価システムの構成を図１に示す。このシステムでは、コヒーレンス長が数 10 μ m の低コヒーレンス光源である SLD を用いて干渉計(センシングヘッド)を構成している。測定対象からの物体光（図１の O)と参照光(R)との干渉光は光ファイバーで導光され、分光器でスペクトルが求められる。

今、参照光と物体光の距離をほぼ同じにする。この時分光スペクトルを逆フーリエ変換すると、物体光の照射点までの距離に応じて信号のピークが現れるため、その距離を測定できる。透明ガラス板の場合には、裏面からの反射光に対して別のピークが現れ、板の厚みが求められる。

3　実験結果と考察

実験では、厚さ 152 μ m のカバーガラスを測定対象として用い、その厚さを測定した。参照光と物体光の距離を一致させた位置から、参照ミラーを 100 μ m と 150 μ m の位置に置いた時の分光スペクトルを図２に示す。

このスペクトルを用いてコンピュータ上で FFT(高速フーリエ変換)演算を行った結果を図３に示す。この図では、横軸が光軸方向の距離を表している。図中の２つのピーク(A,B)の位置がそれぞれカバーガラスの前面と後面に相当するので、その間の距離(図中 W)がガラスの厚みに相当する。今回はキャリブレーションのために、参照ミラーを 50 μ m 移動させてピークの移動量を算出し、それからガラスの屈折率を考慮してカバーガラスの厚さを算出したところ 153 μ m となり、実際の厚さとよく一致した。

4　結　　論

分光型低コヒーレンス干渉計を用いてガラス表面内部を評価する手法を提案し、実験でガラスの厚さ計測に有効であることを確かめた。今後、ガラス背面の空隙、内部気泡などの評価を進めたい。

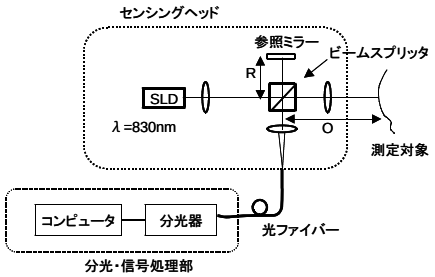


図１　ガラス面内部の評価システムの構成

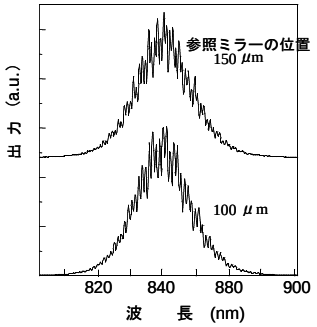


図２　参照ミラーの位置を変えた時の分光スペクトル

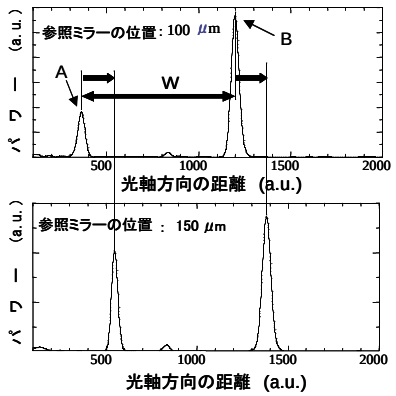


図３　図２の分光スペクトルの FFT 演算結果

参考文献

1)松本哲也，北川洋一，三宅輝明，兵庫県立工業技術センター研究報告書，11，p7(2002)．

（文責　松本哲也）（校閲　小坂宣之）

38　鋳造ＣＡＥによる湯口設計に関する研究

柏井茂雄，兼吉高宏

１　目　　的

近年のコンピュータ技術の発達により流動・凝固シミュレーションの鋳物やダイカスト製品への応用が広がりつつある。我々はこれまで鋳造工程へのシミュレーションの応用化について、アルミニウム合金の重力鋳造法における引け巣、湯回り不良解析を行ってきた。

本研究では、湯口設計への鋳造ＣＡＥ技術の適用、展開の促進を目的とし、実製品を対象に湯口方案を変化させたときの湯流れ状態について湯流れ解析による評価を試みた。

２　実験方法

解析の対象とした鋳物はアルミニウム重力鋳造品で、材質はＡＣ４Ｃ、鋳型は砂型である。湯流れ解析計算は３次元流動・凝固解析ソフトＪＳＣＡＳＴ（クオリカ㈱）を用いて行った。図１に湯口方案Ａの場合の解析用鋳物形状を示す。湯口、堰の数と位置を変更したＡ，Ｂ，Ｃ３種類の方案について解析計算を行い、湯流れ状態比較した。欠陥の発生状況は加工後の鋳物で外観及び組織試験により調べた。

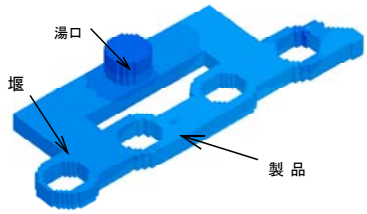


図１　アルミニウム鋳造品の解析用形状

３　結果と考察

図２に、湯口方案Ａの湯流れ解析結果を示す。この方案は現場で採用されている方案であるが、丸穴周辺部に欠陥が発生しており、特に右端の丸穴周囲に多数のガスホール欠陥が認められた。図２（ａ）は鋳込み途中の湯回り状態を示すが、溶湯は２つの堰からほぼ均等に流入している。一方（ｂ）は鋳込み終了直前の湯回り状態を示しているが、右端部と中央部が未充填の状態である。この位置は欠陥の位置とよく対応しており、特に右端部の湯回りが遅れていることが欠陥発生の原因と考えられる。図３は湯口を２カ所、堰を３カ所に変更し、湯回りの改善を試みた方案（湯口方案Ｂ）の解析結果を示している。しかし図３（ｂ）では、右側の堰から左方向に流入量が多いことが認められた。その結果、（ｂ）の右端は未充填であり湯流れ状態が改善できていないことを示している。図４に方案Ｂで湯口を１つにした方案（湯口方案Ｃ）の解析結果を示す。方案Ｃの場合、図４（ａ）で示しているように右側の堰からは左右均等に溶湯が流入しており、（ｂ）では右端が充填されていることが認められた。これらのことから湯口方案Ｃにより湯流れの改善が可能であると考えられた。

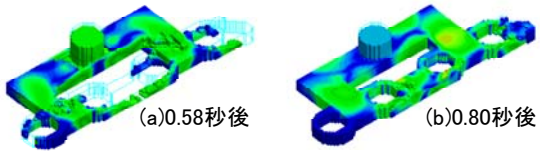


図２　湯口方案Ａの湯流れ状態

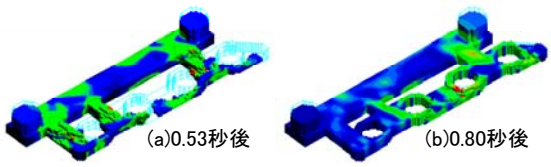


図３　湯口方案Ｂの湯流れ状態

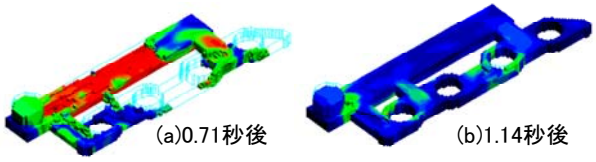


図４　湯口方案Ｃの湯流れ状態

４　結　　論

湯口方案を変更し、湯流れ解析により湯流れ状態を評価した。その結果湯流れの改善に有効な湯口方案の提案は可能であることがわかった。

（文責　柏井茂雄）
（校閲　尾野凱生）

39　生分解性プラスチックの物性改善に関する研究

森　勝，石原マリ，志方　徹

1　目　　的

ゴミの増加や環境中に不法投棄される廃プラスチックの問題の解決を目指して、使用後、微生物によって分解される生分解性プラスチックの開発が盛んである。これまで、様々の生分解性プラスチックが開発されてきており、その中のいくつかは実用化されている。しかし、生分解性プラスチックの実用物性には可塑性、耐熱性といった技術的課題も残っている。本研究では、市販の生分解性プラスチックに生分解性の可塑剤を配合して加工性および物性の改善を図ることを目的とした。

2　実験方法

2．1　試料

生分解性プラスチックとしてポリハイドロキシブチレート、ポリ乳酸、ポリブチレンサクシネート／アジペート、ポリブチレンサクシネート／カーボネート、ポリカプロラクトンを用いた。可塑剤として生分解性を有する３種類のカーボネート系バーレルプロセス油（(M-18、M-32、PC)）（松村石油㈱）を用いた。これらの溶解度パラメーターはそれぞれ7.2、9.1、13.3である。

2．2　動的粘弾性測定用フィルム試料の作成

クロロホルム4ml中に所定量の生分解性プラスチックを加え、室温で溶解するまで撹拌した。完全に溶解後、10、30、50部の可塑剤を加え、均一になるまで室温で撹拌した。得られた溶液をガラス板上にキャストし、室温で乾燥させ、フィルム状試料を得た。

2．3　動的粘弾性測定

試料は長さ20mm、幅5mm、厚さ0.1mmで、粘弾性測定装置(DVEレオスペクトラー)（㈱レオロジー）を用いて周波数110Hz、昇温速度2.0℃/minで測定した。

3　結果と考察

可塑剤を添加した生分解性プラスチックの動的粘弾性特性は生分解性プラスチック単独に比べて、ポリ乳酸以外は大きな変化は認められなかった。図１にポリ乳酸およびM-18を添加したポリ乳酸の動的粘弾性試験の結果を示す。ポリ乳酸の貯蔵弾性率E'は40℃付近から60℃まで緩やかに低下し、その後、160℃付近まで一定である。損失弾性率E''は45℃付近にピークがあり、100℃まで緩やかに低下し、その後、165℃付近まで一定である。 M-18を10部添加するとE''はピークが約10℃高温側にシフトし110℃まで低下後一定となり、165℃で急に低下している。30部および50部添加ではピークが70℃付近まで高温側にシフトし、また、急に低下する温度もそれぞれ、155℃、140℃と低温側にシフトしている。以上のことより、M-18を添加することにより、融点が低下し、加工性が向上するものと考えられる。

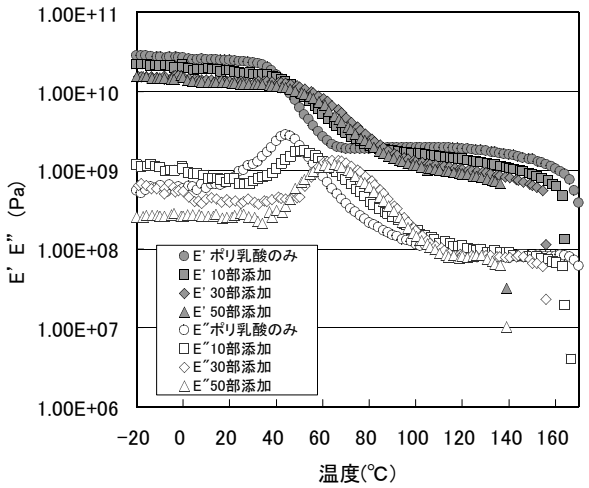


図１　M-18を添加したポリ乳酸の動的粘弾性特性

4　結　　論

５種類の生分解性プラスチックに生分解性を有する３種類のカーボネート系化合物を可塑剤として添加して、動的粘弾性測定により加工性および物性の変化を調べた。その結果、ポリ乳酸以外は可塑剤を添加しても動的粘弾性はあまり変化しなかった。ポリ乳酸は可塑剤添加により融点が低下し、加工性が向上するものと考えられる。

謝辞

本研究を遂行するに当たり、共同研究の一部として協力された松村石油㈱の中西径氏に厚くお礼申し上げます。

（文責　森　勝）

（校閲　尾野凱生）

40　超音波表面ＳＨ波を用いた薄板の残留応力の測定

浜口和也，森山茂樹

1　目　　的

携帯電話やノートパソコンの筐体に利用される薄板材では、加工や熱処理工程などで発生する残留応力により強度が低下したり形状精度が悪化することがあり、残留応力の測定が必要となる。残留応力の測定には各種の方法があるが、簡便性や迅速性に優れた方法として、音弾性法がある。この音弾性法による厚板の残留応力測定についての報告はあるが、薄板についての報告は少ない。そこで、マグネシウム合金の薄板について、残留応力測定の可能性について研究を行った。

2　実験方法

2.1 探触子及び測定条件

表面層の音速測定に使用した探触子は、マグネシウム合金の薄板用に当センターで開発･設計したもので、探触子の周波数は5MHｚで、表面SH波を送信することができる。表面SH波は、図１に示すように、試料表面を超音波の伝播方向に直角に振動するせん断波で、送信側から受信側に超音波が伝播する距離と時間から、音速を測定することができる。超音波の伝播距離は、探触子の小型化や、伝播時間の測定のしやすさを考慮して、10㎜になるよう設計した。

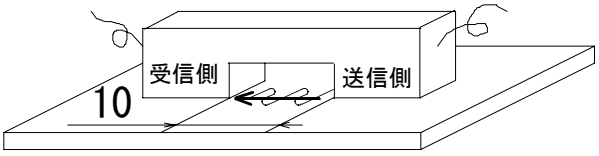


図１　探触子と超音波 SH 波の伝播状況

2.2 薄板の音速測定

試験片は、２５２×６０×２ｍｍのマグネシウム合金（ＡＺ３１）を用い、摩擦撹拌接合した。音速測定は、図２に示すように、接合線近傍のＡ、Ｂ、Ｃの３ヶ所について行った。音速の測定方向は、音弾性法で一般的に行われている方法で、それぞれの測定点で、接合線に平行な方向と、それに垂直な方向について行った。

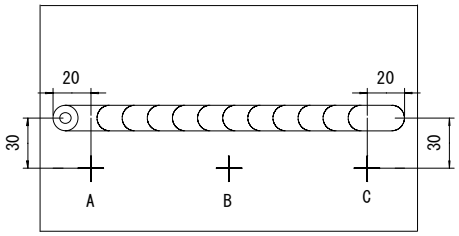


図２　試験片と音速測定位置

3　結果と考察

マグネシウム合金薄板試験片における超音波音速の測定結果を図３に示した。

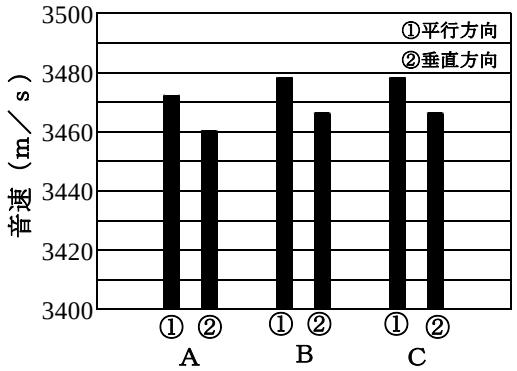


図３　音速測定結果

Ａ、Ｂ、Ｃ点ともに溶接線に平行な方向の音速と垂直な方向の音速に差が認められ、残留応力の影響で音速が変化したと考えられる。しかも、どの点においても垂直方向より平行方向の音速が大きく、接合線に平行に圧縮が、垂直方向に引張りの残留応力が生じていると推定できる。各点での音速差はほとんど同じであり、接合線の近傍の残留応力の大きさや、方向が等しいと思われる。

4　結　　論

薄板の残留応力測定の可能性について研究を行った結果、摩擦撹拌接合したマグネシウム合金薄板の接合線に平行な方向と垂直な方向とで音速に差が確認でき、音弾性法を利用して、薄板の残留応力を測定することが可能であることが分かった。

（文責　浜口和也）

（校閲　尾野凱生）

41　ホログラムシートを用いた視線入力インタフェースの開発

瀧澤由佳子，才木常正，北川洋一，小坂宣之

1　目　　的

近年、コンピュータが小型化されウエラブルコンピュータとよばれるような装着型のコンピュータの利用が期待されている。このようなコンピュータの利用環境において、従来のキーボードやマウスといったデスクトップコンピュータで用いられている入力インタフェースは使いづらい。そのためこれらに代わり簡易に入力できるインタフェースが期待されている。一方、視線の情報は人の興味をあらわす情報として着目されている。

本研究では、装着型のコンピュータへ視線情報で入力するインタフェースの開発を目的として、ホログラフィック光学素子（Holographic Optical Element 以下、HOE とする。）を用いた視線入力インタフェースを提案する。以下に、その概要と今後の実験計画について述べる。

2　基本構成

装着型の視線入力インタフェースとしては、装置が小さく軽量であること、視界がよいこと、ハンズフリーであること、ユーザーが動いても対象物の位置情報が取得できることが期待される。一方、従来の視線検出法は対象物の位置検出法との兼用は想定されていないため、それぞれの機器構成が必要となる。また、ユーザーが移動するとき互いの座標系の整合性をとるキャリブレーションが困難な場合が多い。本研究では HOE を用いて一組の機器構成によりキャリブレーションが簡易にでき、視線と対象物の位置を計測する方法について検討する。

HOE は光の回折現象を利用した光学素子で、任意の入射波に対して所望の光波に変換可能な素子であり、レンズ機能を付与することができる [1)]。また、比較的軽量であり、透明であるという特徴をもつ。提案する HOE を用いた視線入力インタフェースを図 1 に示す。フレームのレンズ部に設置された HOE において、目とその周囲からの光と対象物からの光を結合し、目付近のフレームに設置された撮像素子上に目と対象物の像を結像する。すなわち、目と対象物の両方に焦点があった 1 枚の画像を得ることができる。そしてこの画像をコンピュータに取り込み信号処理する。この画像から視線の移動量と視線がとらえている対象の位置検出を行う。

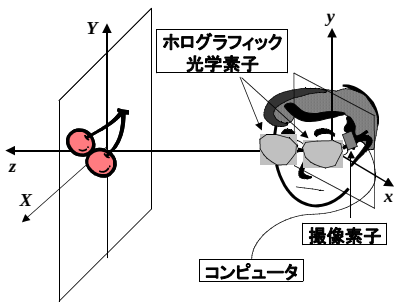


図 1　視線入力インタフェースの構成

3　ホログラフィック光学素子の設計

HOE は電子ビーム描画等の微細加工技術を用いて作成される。このとき、任意の曲面の作成は高度な加工技術を要するため、位相変調量等を考慮して曲面を比較的加工が容易な階段状へ近似する場合が多い。また、本装置では HOE と目との距離に比較して HOE と対象物の距離は大きく、撮像素子は光軸(図中では z 軸)からはずれた構成となっているため、これらの条件が考慮された結像系を設計する必要がある。そのため HOE の設置位置、格子数、撮像素子の設置位置、波長等をパラメータとしてシミュレーションを行い、設計のための最適条件を求める。その結果を元にして HOE を作成する。

4　実験計画

今後、作成した HOE を用いて実験を行う予定である。そして、視線と対象物の位置を同じ画像より検出する方法について検討し、視線と視線がとらえている対象物の位置間の整合性を評価する。

5　まとめ

提案する HOE を用いた視線入力インタフェースの概要と実験計画について述べた。今後、HOE の最適設計等、試作にむけて検討する予定である。

参 考 文 献

1)社団法人応用物理学会日本光学会光設計研究グループ:回折光学素子入門，オプトロニクス社，(1997)，p.3.

（文責　瀧澤由佳子）
（校閲　小坂　宣之）

42　応力発光材料の開発とセンサーへの応用

石原嗣生

1　目　　的

機械的な外力により発光する応力発光材料は、遠隔での応力センシング、応力分布のビジュアル化への応用が検討されている。特に、長残光性の $SrAl_2O_4$:Eu、$Ca_2Al_2SiO_7$:Ce 等酸化物系で強い応力発光が確認され、その発光には格子欠陥により形成されたトラップ準位から転位の移動によってトラップされたキャリアが解放されることにより発光すると考えられている。当センターでは、硫化亜鉛系蛍光体で、燐光性を有する ZnS:Cu,Al と燐光性を有しない ZnS:Mn では発光のメカニズムが異なり、ZnS:Cu,Al は摩擦熱により、ZnS:Mn はピエゾ電気により発光しているというメカニズムを提唱してきた。

本研究では､古くからよく知られている緑色蛍光体で、最近ではプラズマディスプレイパネル用緑色蛍光体として使用されているマンガン付加ケイ酸亜鉛蛍光体（$Zn_{1.75}SiO_4$:$Mn_{0.08}$）で強い応力発光を観測し、応力発光挙動から発光のメカニズムを推測した。

2　実験方法

ZnO、SiO_2、$MnCO_3$ を、$Zn_{2-x}SiO_4$:Mn_y($0 \leqq x \leqq 0.5$、$0.005 \leqq y \leqq 0.32$)のモル組成比になるように秤量し、ボールミルで混合した。１１００℃から１３００℃で焼成し、得られた４４μｍ以下の粉末を、冷間埋め込み法によりエポキシ樹脂で固めてディスク状成型体とした。成型体試料の発光スペクトルおよび発光挙動は、圧力ゲージ付きのハイプレッシャージャッキを用いて圧縮荷重を加え、生じた発光をモノクロメータで分光し、CCD 検出器およびフォトマルを用いて調べた。

3　結果と考察

圧縮荷重を加えることにより､破壊時に $Zn_{1.75}SiO_4$:$Mn_{0.08}$ は、薄暗がりの中、肉眼で十分に緑色の発光が確認できた。図１に示すように、応力発光スペクトルと蛍光スペクトルは、よく一致するものであり、Zn^{2+}サイトに置換した Mn^{2+}による発光である。

図２に示すように、１２００℃以下で作製した試料は破壊時にのみ発光を示し、一方、１３００℃で作製した試料は、圧縮荷重の増加により単調に発光強度が増加した。発光寿命は、ZnS:Mn と比較して非常に短いが、水中でも発光を示すことより、ピエゾ電気により発光していると推測された。

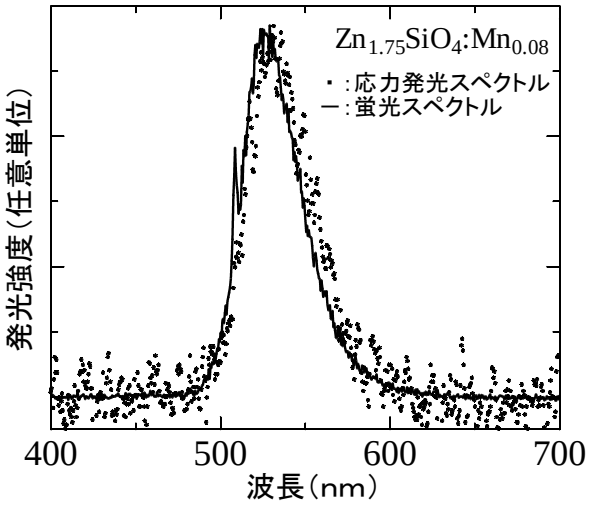


図１　応力発光スペクトルと蛍光スペクトル

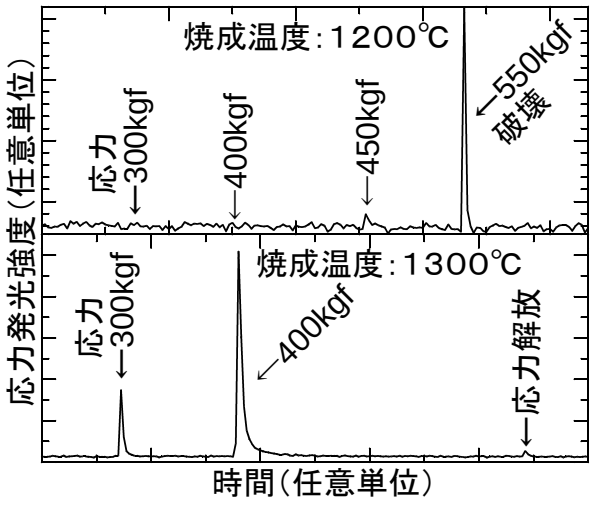


図２　焼成温度による応力発光の挙動の違い

（文責　石原嗣生）
（校閲　毛利信幸）

43　熱分解窒化ホウ素中からの特性X線スペクトルの分光分析
－フラーレン C_{60} の高圧相変化過程のX線分光解析－

山下　満，元山宗之

1　目　　的

熱分解窒化ホウ素はグラファイト類似の層状構造であるが、BN には籠状あるいは球状さらにチューブ状構造の存在が注目されている。 今回はこれら層状ー球状ーチューブ状構造の相変化に関連して、フラーレンを高圧熱処理したときの構造変化に注目して炭素の特性X線スペクトルを調べた。 図１は、これまでの研究で得られた種々の炭素物質の EPMA スペクトルである。

フラーレン C_{60} の高圧／高温相変化は、変化の途中で長距離秩序の消失を伴うため、X線回折法やラマン散乱などの従来法のみでは構造変化に関する知見は十分ではなかった。 我々は、原子周辺のごく近傍の局所的構造を強く反映した特性X線を分光分析できる EPMA を用いて、C_{60} の高温／高圧による相変化過程について特に炭素の電子状態に注目して解析を行った。

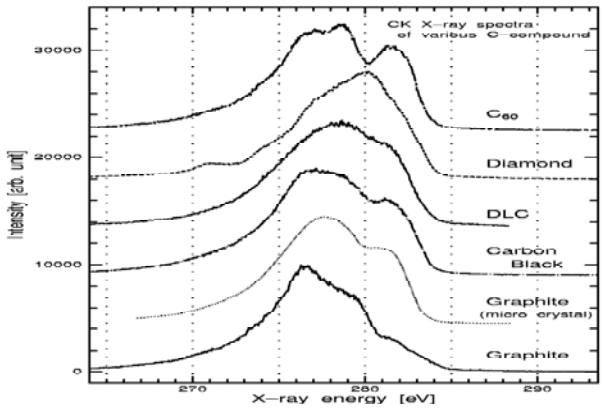


図１ EPMA による炭素物質の C_{60} スペクトル

2　実験方法

出発原料の C_{60} を 8 面体のアンビルにより圧力 12GPa、処理温度 300 ℃、400 ℃、550 ℃、650 ℃、800 ℃にて 30 分間、高温／高圧で処理し、速やかに常温／常圧に戻した後、EPMA（θ_{out}=52.5 °,V_{acc}=15kV, PbSt: d=5.01nm, ϕ=100 μ m, I_{sample} ～ 100nA, t=4.14ms ／ 0.014 Å）を用いて、波長分解能に有利な２次高次線スペクトルを測定した。 なお、この試料では電子線による帯電がほとんど見られなかったため、無蒸着の状態のまま測定し、さらに、今回の測定では出発物質の C_{60} を含めスペクトル形状に極端な異常は見られなかったので、試料の損傷／変質はないものと考えて解析を行った。

3　結果と考察

12GPa の高圧で 30 分間、種々の温度で処理した試料の C_{60} スペクトルを図２に示す。

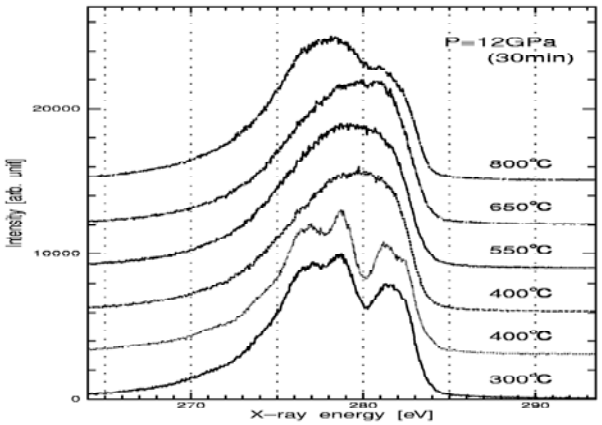


図２ 12GPa の高圧の下、30 分間各々の温度で処理した試料の C_{60} スペクトル

高圧印加時の処理温度が 300 ℃の試料では、C_{60} の特徴である細かな構造が残っており、これは 400 ℃で処理したものの一部にも見られた。 処理温度が 400 ℃の試料の一部および 550 ℃の試料においては、C_{60} の特徴的な構造は無くなり、比較的幅の広いスペクトル形状へと変化している。 この傾向は処理温度が 650 ℃の試料でも見られたが、この処理温度で得られたスペクトル形状はダイヤモンドのスペクトルに非常によく似ている。

これは C_{60} の sp^2 結合が開裂し sp^3 結合を持つダイヤモンド様の局所構造が形成されていることが強く示唆され、ビッカース硬さが非常に大きくなるという報告にも矛盾しない。 処理温度が 800 ℃の試料では、微結晶粒グラファイトに似たスペクトルが観察された。

4　結　　論

フラーレン系物質の C_{60} を出発原料とし、高温／高圧による経時変化を特に炭素の電子状態に注目して C_K X線スペクトル分析を行った。 X線回折・ラマン散乱では明瞭なピークが消失(アモルファス／不定形炭素状態)する 12GPa, 600 ℃近傍において、ダイヤモンド様の局所構造を示唆する結果を得た。 処理温度を 800 ℃に上げると、微結晶粒グラファイト様のスペクトルが観察された。

（文責　山下　満）
（校閲　元山宗之）

44　貨物輸出に係わる防湿包装技術の開発

山崎　潔，志方　徹

1　目　　的

県内企業が得意とする大型機械プラント類が輸出される場合、最終目的地に設置されるまでの輸送期間が長く、かつ現地の温湿度環境も劣悪な所も多く、機械性能・品質を損なわせないための防湿包装は不可欠である。

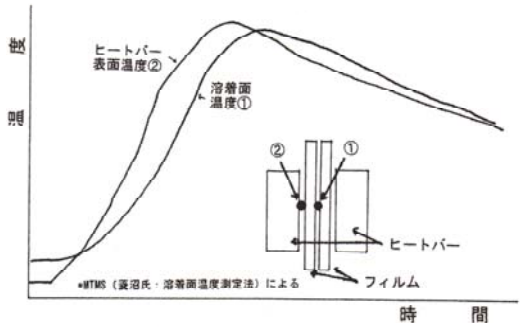
防湿包装として、防錆油処理とバリア材（吸湿材併用）による密封包装がある。前者は機械製造者自社にて充分な処置が可能であるが、後者は梱包段階での現場作業となり、密封の仕上がりが問題となっている。すなわち、バリア材のシール状況の確認ができない、コーナー部（３枚のバリア材が重なる部位）のシール温度設定が高めで行われ、高温によるバリア材の損傷（ピンホール発生）の危険性がある、などである。

本研究では、これらの密封現場作業に正確さと容易さを可能にするヒートシーラーの開発を目的とする。

2　実験方法

現場作業におけるヒートシーラーは大部分が電気鏝式であり、時間経過に伴う蓄熱現象などから正確な温度設定が難しいため、バリア材の種類に適合した作業は不得意であった。そこで、室内包装ラインなどで備え付けて使用されているインパルス式シーラーを対象に、軽量化などを含めてハンデイ型シーラーの設計を検討した。

バリア材（プラスチックフィルム）のヒートシールは、加熱バーからの熱でフィルム内面が溶融温度に到達した時点で圧着させるが、内面の正確な温度変化の把握のため極細の熱電対による計測装置（溶着面温度測定法：MTMS法：菱沼一夫）を用いて加熱バー温度との追従状態を測定した（図）。



図．ヒートシーラー温度応答特性（MTMS法）

3　結果と考察

MTMS法による測定より、シーラーの加熱温度とプラスチックフィルム内面の温度上昇に僅かな差（0.5秒程度）のあることが確認でき、この差がシール条件に大きく影響するものと考えられた。とくにポリエチレンのような最適シール温度領域の狭い材料に対しては、これを小さくする必要があり、瞬時に温度上昇を可能とするインパルス型シーラーが適している。また、圧着時間は通電表示ランプにより確認する方式とした。その他の主要仕様は表のとおりである。

表．ハンデイ型インパルスシーラー主要仕様

項　　目	仕　　様
シール方式	インパルス方式、上下加熱式
シールサイズ	幅 2 mm、長さ 150 mm
制御ボックス	可搬式（肩掛けタイプ）
手元通電表示	パイロットランプ
シーラー部質量	～ 600 gr.

現在、このヒートシーラーについて、決定された仕様に基づいて主たるユーザー業界の西日本梱包工業組合とシーラーメーカーの間で試作開発の取り組みが進められている。

4　結　　論

現在、防湿包装の大部分で高価なハイバリア材（アルミ蒸着フィルムなど）が使用されているが、シール作業が完全に行われる条件さえあれば安価な汎用フィルム（ポリエチレンなど）でも防湿性能を損なうことなく使用可能となり、包装コストの大幅な低減につながる。

今回検討中のヒートシーラーは、正確な温度制御を特徴とするものであり、その普及により包装コストの大幅な低減が期待される。（本研究は神戸商船大学船貨輸送施設、齋藤勝彦助教授、山口広高院生の協力を得た。）

（文責　山崎　潔）

（校閲　毛利信幸）

45　ケミカルシューズ用ヒール部材の安全性評価に関する研究

鷲家洋彦，平田一郎

1　目　　的

ケミカルシューズは甲皮、表底等さまざまな材料を組合せて製造されるが、中でも婦人靴のヒールは、デザインの面、及び体重を支える耐荷重の面からも、歩行時の安全性に重要な役割を果たしている。ヒール自体の単価は安価であるが、歩行時にヒールの折れなどのトラブルが発生した場合には、ヒールを製造したメーカーの責任が問われ、高額の賠償責任を負う可能性がある。現在、市販されているヒール専用の測定機は、数十万回連続してヒールに衝撃を与え続ける方法であるので、1回あたりの測定には数時間以上が必要になる。ところが、婦人靴は流行に大きく左右され、デザインに応じてヒールの形状も多様になることから、短時間で強度を評価したいという要望がある。そこで、メーカーの技術者と共同で試作した評価用治具を、当センターの機器に取付け実際に運用しながら、評価用治具の利用方法の検討、およびヒールが折れる状況観察を含めた強度の測定を行った。

2　評価用治具の作成

ヒール製造業の技術者とヒールの折れる現象について検討した結果、製靴に近い片側支持での評価が必要になった。そこでヒール用金型製造企業の協力を得て、図１に示す回転型のバイスを利用した評価用治具を作成した。



図１　評価用治具

3　結果と考察

３．１　評価用治具の利用方法の検討

測定方法は、加圧部（半径5㎜）をヒール下端（リフトを除く）から15㎜の位置に合わせて、ヒールに荷重を与え、最大荷重を採取する方法が最適と考えられた。試験速度は50㎜/minとした。足の短いヒールは、ヒール支持部と加圧部が接近しすぎ測定は困難であるが、トラブル例が比較的多い足の長いヒールは、この条件で測定が行えることが明らかになった。

３．２　ヒール強度の測定

上記の条件で、これまでに販売実績のあるヒール（№1から№3は通常品、№4はトラブル品）を実測した結果を表1に示した。№2と№3のヒールは、最大強度は接近するが破損状況に違いがあった。目視による観察の結果、№2のヒールは粘りがあり変形するだけであるが、№3のヒールは脆く割れ内部の鉄心が露出した。これらはヒール原料の組成の違いが原因であると考えられた。また、№4のトラブル品は、他の通常品と比較して最大強度が弱いことがわかった。

評価用治具を用いた測定は、ヒールに瞬間的な荷重を与えた場合に相当する。通常の歩行は、ヒールに長期的な疲労を与えた場合に相当することから、測定に長時間を要する市販機の測定方法が理想的であるが、№4がトラブル品である事実を考慮に入れると、短時間でヒール強度を推測する当初の目的は達成したといえる。

表１　ヒール強度測定の実施例

ヒール№	サイズ	最大強度(N)	目視
1	S	126	変形
2	S	92	変形
3	S	96	折割
4	M	50	変形

4　結　　論

ヒール製造関連業の方々が、ヒールの破損の状況を立会いのもと目視で確認するとともに、短時間で弱いヒールを推定することが可能となった。現在、評価用治具は、製造コストと材料強度のバランスを知る手段として実験的に利用されている。

（文責　鷲家洋彦）
（校閲　毛利信幸）

46　集合状態の制御による新規有機系光メモリの開発に関する研究

石原マリ，森　勝，鷲家洋彦，志方　徹

1　目　　的

書き換え可能型光メモリは無機材料系のみが実用化されているが、有機材料系は無機材料系と比較して耐湿性・耐酸化性等の点で優位であり、その実用化が期待されている [1]。これまでに検討されている有機材料系書き換え可能型光メモリは単一の記録層 [1]を用いるのに対し、当センターでは、記録層を二層に積層した素子構造を提案し、その積層膜の作製ならびに光機能性を検討している [2]。これまでに、二層の記録層に用いる有機化合物として、アゾベンゼン誘導体および銅フタロシアニンを選び、これらの積層膜を作製してその光機能性を検討した。その結果、書き換え可能型光メモリへ応用可能な光機能性を得るためには、積層膜においてアゾベンゼン誘導体を一様に配向させることが必要であると考えられた。本研究では、アゾベンゼン誘導体を一様に配向させることを目的として、ポリビニルアルコールを用いて基板の表面処理を行い [3]、その上にアゾベンゼン誘導体を固定することを試みた。

2　実験方法

各種濃度のポリビニルアルコール（PVA）水溶液（10^{-3}～10 wt%）からスピンコート法によりスライドガラス基板上に薄膜を作製し、これを80℃で2時間保持して乾燥させた。これを各種濃度の 4-octyl-4'-(3-carboxy-trimethyleneoxy)azobebzene（アゾベンゼン誘導体）ジクロロメタン溶液（10^{-6} ～ 10^{-2} M）に浸漬後、減圧乾燥して得られた試料の X 線光電子分光分析（XPS）により、アゾベンゼン誘導体の存在の有無を調べた。

3　結果と考察

図1に、試料の XPS スペクトルの一例を示す。PVA に含まれる O および C に基づくピークが 740、530、990 および 290　eV 付近に、スライドガラスに含まれる Si に基づくピークが 150 および 105 eV 付近にわずかに観測された。これに対し、アゾベンゼン誘導体に含まれる N に基づくピーク（約 400　eV）は観測されず、アゾベンゼン誘導体は、基板上にほとんど固定されていないものと考えられる。アゾベンゼン誘導体を含む積層膜の基板上への固定法が問題であり、この積層膜の書き換え可能型光メモリ素子の記録層としての応用化が困難であると考えられる。一方、例えば、光照射により分子内の電荷分布変化が生じる有機化合物群[1]が知られており、これを用いる積層膜の書き換え可能型光メモリ素子への応用が期待できる。

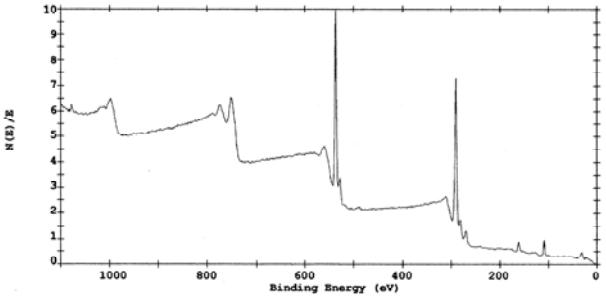


図1　試料（PVA:10 wt%, アゾベンゼン誘導体:10^{-4} M）の XPS スペクトル

4　結　　論

PVA で表面処理したガラス基板上へのアゾベンゼン誘導体の固定を試み、その存在の有無をXPSスペクトルにより調べた。アゾベンゼン誘導体は基板上にほとんど固定されていないものと考えられる。積層する有機化合物の組み合わせを検討し、光メモリ素子の記録層として有効な組み合わせについて知見を得ることが重要であると考えられる。

参 考 文 献

1)　堀江一之　編：光・電子機能有機材料ハンドブック，朝倉書店，(1997)，p. 317.；市村國宏　監修：クロミック材料の開発，㈱シーエムシー，(2000), p. 3.；市村國宏監修：光機能性高分子の開発，㈱シーエムシー，(2000), p. 158.

2)　石原マリ，鷲家洋彦，勝矢良雄，志方　徹，兵庫県立工業技術センター研究報告書，第 11 号.

3)　K. Aoki, T. Seki, M. Sakuragi, and K. Ichimura, Macromol. Chem., 193, 2163 (1992).

（文責　石原マリ）

（校閲　元山宗之）

47　流動シミュレーションによるダイカスト製品の湯流れ解析

－実製品に適用するための解析条件および適用範囲の検討－

兼吉高宏，柏井茂雄

1　目　　的

近年、コンピュータ技術の発達により、流動・凝固シミュレーションが鋳物やダイカスト製品の製造過程へ応用されつつある。我々はこれまで鋳造工程へのシミュレーションの応用化について、アルミニウム合金の重力鋳造法における引け巣、湯回り不良解析を行ってきた。

本研究では、湯流れシミュレーションをダイカスト製品へ適用、展開を行っていくための基礎的な検討を目的とし、具体的な実製品を対象として流動シミュレーションによる欠陥解析を行った。

2　実験方法

アルミニウム合金ダイカスト製品の図面および実物をもとに図１に示す３次元形状データを作成した。ダイカスト製品の材質はＪＩＳ　ＡＤＣ１２ダイカスト用合金である。３次元形状データを用いての流動・凝固解析ソフトＪＳＣＡＳＴ（クオリカ㈱）を用いて湯流れシミュレーションを行った。解析計算条件を表１に示す。欠陥の発生状況はＸ線透過試験により調べた。

表１　流動シミュレーション解析条件

分割メッシュ数	１６０万メッシュ
材質	ADC１２（製品），SKD６（金型）
動粘性係数	０．０１cm^2／ｓ（一定）
溶湯射出速度	速度境界条件２００cm／ｓ



図１　解析に用いたダイカスト製品の３次元形状

3　結果と考察

製品のＸ線透過試験の結果からは、製品（円形）中心部（図１の矢印部分）に欠陥が集中しているのが認められた。

流動シミュレーション解析結果の一例を図２に示す。解析結果は充填完了直前の湯回り状態を示している。上部のガス抜き部付近および製品（円形）中心部が未充填であることがわかる。この中央の未充填部分では、溶湯が衝突し、ガスがトラップされていることから、ガス欠陥の発生が予測される。一方、上部の未充填部については多くのガスはガス抜きに排出されると考えられ、欠陥の発生は少ないと予測できる。しかしながら、この部分では溶湯の衝突が認められることから、酸化物の巻き込みの可能性が考えられる。解析結果は、Ｘ線透過試験により認められた欠陥集中部と一致しており、本解析結果を用いてダイカスト製品の欠陥予測を行うことが可能であることがわかった。

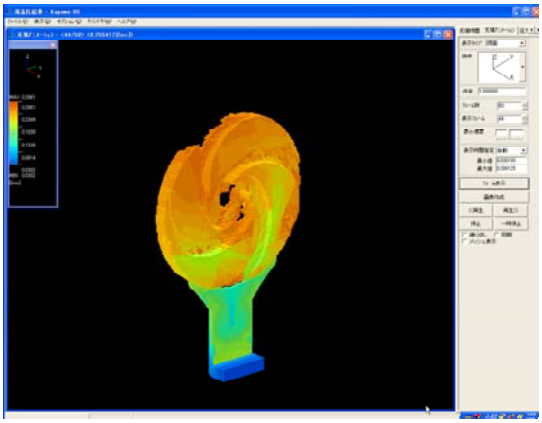


図２　流動シミュレーション解析結果例

また、図２の場合はゲート形状が左右非対称であるが、ゲート形状を対称とした場合についても解析を行った。対称なゲートでは製品への流入状態が大きく変化し、溶湯が大きく衝突するようになり、ガス巻き込みによる欠陥発生箇所が増大する傾向が認められた。

4　結　　論

以上、本研究では、流動シミュレーションを用いて、アルミニウム合金ダイカスト製品における湯流れ状態、特に、溶湯同士が衝突する状態とその個所を把握することによりガス巻き込みの予測を行うことが可能となった。さらに、溶湯のゲート形状の変更により溶湯の流れ状態の変化を把握し、欠陥対策の指針とすることができた。

（文責　兼吉高宏）

（校閲　真鍋元保）

48　天然繊維系繊維強化複合材料の成形と土木建築資材への応用に関する研究

藤田浩行，富田友樹，松井　博，小紫和彦

1　目　　的

環境に優しい天然繊維系繊維強化複合材料の作成を試み、その成形方法を確立する。また、セルロース系の天然繊維で作成した複合材料は、軽量でかつ振動吸収性に優れた材料であり加工性も良いと考えられる。そこでその特徴を活かした土木建築資材へ利用可能となる材料の開発を目的とし、振動吸収特性である損失係数の断面構造および温度依存性などの影響について明らかにした。

2　実験方法

2.1　実験試料の作成

実験試料に使用した材料は、平均繊維長約 30mm の綿繊維、ﾏﾄﾘｯｸｽに PP/PE（チッソ（株）製）繊維を用いた。各繊維は解繊機によりシート化し、その後各シートを重ねて解繊することにより両者を均一に混合させた成形用ウェブを作成した。成形用ウェブは 105 ℃の熱風乾燥機で２ h 乾燥後、ホットプレス成形を行った。成形条件は 210 ℃、30min である。なお、作成においては試料内部の空隙率を変化させた材料とするため、スペーサの厚みを4㎜一定とした状態でウェブの重量を変化させることで実施した。綿繊維の含有率は 50wt%である。表１に空隙率を変化させて作成した実験試料の密度を示す。

表１　作成試料の密度

ﾀｲﾌﾟ	A	B	C	D	E
密度(g/cm^3)	0.903	0.844	0.730	0.548	0.480

2.2　実験方法

制振性能は、制振性能計測評価システム（B&K 社 製）を用いて測定した。片持ち梁とした試料の自由端に正弦波強制力を作用させ半値幅法により算出した。測定は 0 ～ 60 ℃の各雰囲気中で実施した。また、損失係数測定後の試料は３点曲げ試験を行った。試験条件はクロスヘッド速度 2mm/min、スパン間距離 60mm であり、20 ℃の雰囲気中で実施した。

3　結果と考察

図１に試料 B と E の 20 ℃における伝達関数を示す。制振性能は矢印で示した２次の振動モードにおいて評価を行った。B,E とも高次の振動モードになるほど共振周波数におけるピークはなだらかになり、損失係数は大きくなった。また、密度の大きい試料ほど共振周波数は高くなった。図２に密度の異なる５試料の雰囲気温度と損失係数の関係を示す。どの試料とも 60 ℃での損失係数が最も小さく、雰囲気温度が低下するにしたがい大きくなった。 A,B,C の３試料は 20 ℃での損失係数が最大となり、20 ℃以下では温度の低下により小さくなった。一方、密度の小さな試料 D,E の損失係数の最大値は 10 ℃であり、試料 A,B,C よりも低い温度であった。この損失係数の温度依存性はマトリックスである PP/PE 樹脂により大きな影響を受けたためであると考えられる。また、損失係数の最大値を示した温度の変化は、試料内部の空気層により振動吸収特性が変化したためと思われる。また、20 ℃における曲げ弾性率と損失係数の関係は、密度が低下するほど損失係数が大きくなる傾向を示した。

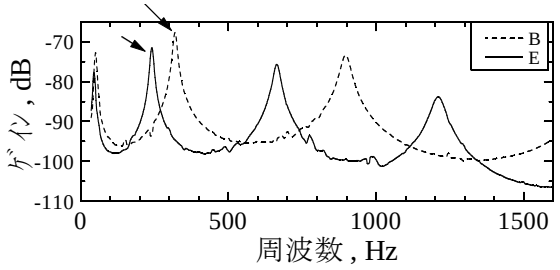


図１　作成試料の伝達関数

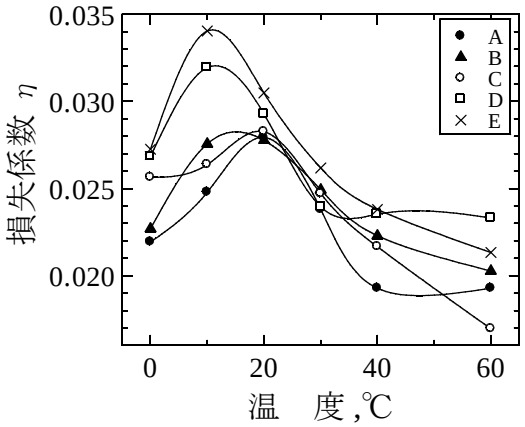


図２　各試料の損失係数と温度の関係

（文責　藤田浩行）
（校閲　松井　博）

49　人間動作シミュレーションシステムの高度化

後藤泰徳, 平田一郎, 真鍋元保

1　目　　的

人間動作シミュレーションシステム「JACK」は、住宅室内で使用する家具や器具などの CAD データを読み込み、人体モデルに使用させて人体の疲労度を評価するシステムである。ところが、このアプリケーションには浴室やトイレ、台所などの家屋の室内空間や、そこで用いられるもの…浴槽や便器、システムキッチンなどの生活に必要な基本的な器具のライブラリがない。そこで、住宅室内で任意の動作・作業姿勢をとった時の疲労評価を行うために、そ仮想空間のデータを CAD で設計・制作した。

2　形状設計プロセス

家屋の室内空間として、数々の移動補助具の必要性が高い箇所である浴室とトイレの２つの空間を選定した。使用する CAD アプリケーションのデータ形式については、IGS、STL、VP の３種類をついてデータの互換性を確かめた。確認の方法として、IGS 形式に変換した後に JACK に読み込んで、形状データが問題なく表示されるかどうかをチェックした。その結果、形状の一部の面が消失したので、データの受け渡しには向かないことが判明した。また STL 形式での互換性を確かめたが、こちらは問題なく表示された。ただし、一度 STL に変換してしまうと形状の修正ができなかった。VP 形式の場合はデータの互換性は問題なく、形状の修正も可能であった。以上の検討の結果、CAD アプリケーションは VP 形式でファイルの書き出しが可能な IDEAS を用いた。IDEAS を用いて各々の部屋と、各部屋の性質を決める基本動作に不可欠なものを設計・製作した。例えば、浴槽は「浴槽に入る、出る」という浴室内における基本動作に必要なものであり、トイレの便器は排便前後の「座る、立ち上がる」が基本動作に必要なものである。そのほか、浴槽蛇口やシャワーノズルなど身体の洗浄などの細かい動作についても検討できるよう制作した。図１にその一例を示す。浴槽に入る動作室内や浴槽は実際には様々なサイズがあるが、JACK にデータを読み込む前にスケールの拡大縮小をかけることで解決した。

次に IDEAS で制作した部屋と器具を JACK に読み込み、配置した（図２）。室内空間を配置した後、人体モデルを制作し[1)]可動した。入浴動作や排便姿勢など浴室やトイレなどで基本動作をさせたところ、問題なく可動した。

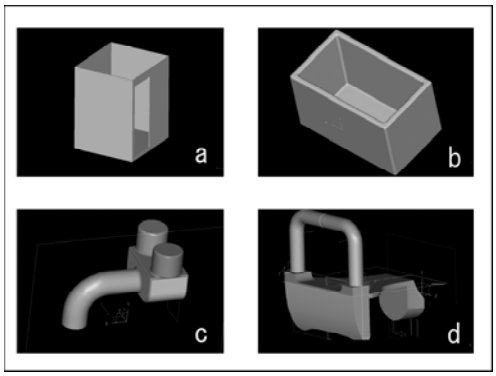


図１　部屋や器具の形状設計の一例
（a:浴室、b:浴槽、c:蛇口、 d:手すり）

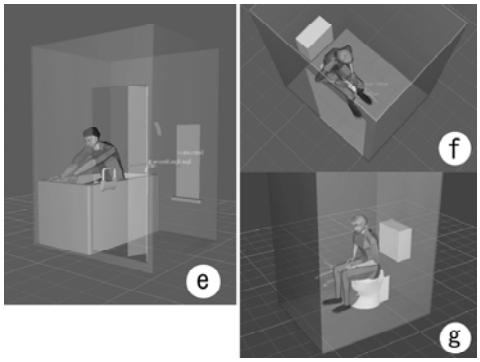


図２　図１－ a,b,c,d の CAD データを JACK に読み込み配置した間取り。e は人体モデルに入浴動作のシーン。f、g は排便姿勢のシーン

3　結　　論

IDEAS で制作した空間や機器が問題なく JACK に読み込み可能で、人体モデルの動作確認もできたので、今後は今回制作した２つの空間以外にも家屋の室内空間を設計・製作し、その種類を増やしていき、人間動作シミュレーションの効率化を図りたい。

参 考 文 献

１）人間生活工学センター,日本人の人体計測データ, (1997)

（文責　後藤泰徳）
（校閲　松井　博）

50　接合継手の特性評価方法に関する研究

福地雄介，北川洋一，富田友樹

1　目　　的

接着による接合法は専用装置を必要とせず施工が容易なため、現在、広く利用されている。しかし、強度が必要とされる個所での利用はまだまだ少ない。これは接着継手の強度評価方法が金属ほど確立されていないことによる。継手の信頼性の向上には、強度を支配する接着層の詳細な応力分布の解析が必要である。通常、解析には接着剤のバルク試験片から測定したヤング率が用いられる。しかし，接着層は非常に薄く、接合界面を有するためバルク試験片の材料値と同一かどうか疑問が残る。そこで、本研究では接着継手のねじり試験を行うことで接着層のせん断弾性率と接着層厚さの関係について調べるとともに、厚さの異なる接着剤のバルク試験片の引張試験を行い、ヤング率およびポアソン比に及ぼす厚さの影響についても検討を行った。

2　実験方法

図１にねじり試験に用いた薄肉円筒突合せ接着継手試験片の形状寸法を示す。被着体には機械構造用炭素鋼(JIS S55C)を用い、エポキシ樹脂にピペリジンを5wt%添加したものを接着剤として接着を行った後、373K、20hの条件で硬化させた。接着層のひずみの測定には、試験片の両側面の中央部に接着層を挟んで貼り付けた２枚の２軸直交ひずみゲージを用い、被着体の影響を補正して接着層のひずみを求めた。

継手と同様に製作した接着剤のバルク材について引張試験を行った。ヤング率とポアソン比を求めるのに必要な試験片の伸びおよび幅の縮みの測定にはレーザー変位計を用いた。

3　結果および考察

図２は、接着継手のねじり試験より求めた接着層厚さと接着剤のせん断弾性率との関係を示したもである。接着層厚さが薄くなるにつれてせん断弾性率が低下していることがわかる。一方、バルク材の引張試験によるとヤング率は、試験片厚さが薄くなるにつれてゆるやかに低下するが、ポアソン比はゆるやかに増加する傾向が認められた。

接着剤を等方弾性体と仮定すると、せん断弾性係数GはE/2(1+ν)と等しいから、実験によるバルク材の厚さtとヤング率E(t)およびポアソン比 ν(t)の関係からせん断弾性率と接着層厚さとの関係を求めることができる。図２中の実線はバルク材のヤング率とポアソン比から推定した接着層のせん断弾性率値で、実験値より少し低い値を示すが、その傾向は接着層の厚さとともに低下している。

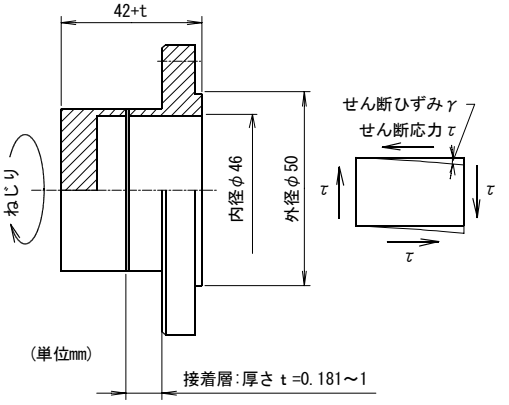


図１　薄肉円筒突合せ接着継手試験片の形状寸法

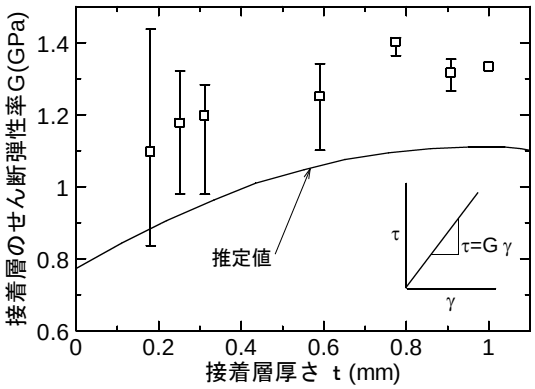


図２　接着層のせん断弾性率におよびす接着層厚さの影響

4　結　　論

ねじり試験の場合、接着層厚さが薄くなるとともに接着層のせん断弾性率は低下する傾向があることが明らかとなった。

（文責　福地雄介）

（校閲　松井　博）

51　人体装着型重量物運搬機器開発のための調査研究

阿部　剛，富田友樹，松井　博

1　目　　的

本研究では人体に装着することで作業者の負担が軽減し、かつ人の持つ機動性を損なわないパワーアシスト機器（以下パワーアシストシステムと記す）を開発するための調査研究を行う。

2　調査結果

2.1　商品化されている人力補助機器について

人力との協調作業で重量物をハンドリングするものに限っていうと

・作業用ホイスト
・エアーバランサー
・リフター

等がある。設置する必要があり、利用できる場所が限られるため、その都度環境が変わるような場所では利用できない。

人体装着型で、製品化されているものは今のところない。

2.2　研究開発中のものについて

主に大学などを中心に研究開発が行われておりアクチュエータの提案から、介護時の抱え上げ動作をアシストする機器の提案まで様々である。

ただし、それらいずれも以下に示すような問題点が見受けられる。

・採用している機構の根拠に欠ける
・人体が持っている機動性（Mobility）を損なわせてしまっている。
・人体の筋肉の作用などについての議論がない
・人体の中心を通る矢状平面上での議論が多く３次元空間に適用出来るのか疑問

2.3　それ以外のものについて

エンジニアリングの分野では人力をどのようにアシストするかという研究は行われていないが、アメリカンフットボールを発祥としたスポーツテーピングにおいては、人体をどのようにサポートするかという技術の蓄積がある。主なものを以下に挙げる。

・スポーツテーピング：固定と保護が主な目的。ケガした際の応急処置と、その後のリハビリ、またはケガを未然に防ぐために行われる。
・キネシオテーピング：伸縮するテープを用いて、皮膚下のリンパ液の動きを活発化することにより、関節のずれや炎症を治す事が出来る。

実際にこれらテーピングの技術を用いて、下着メーカーのワコールからスポーツウェアも開発されて市販されている。

3　考察及び結論

以上の調査結果から

１）装着型の人力補助機器は存在しない
２）人体のどの部分をどのように補助すれば良いのかという理論が存在しない
３）テーピングなど実際の現場で活用されている技術があるが、機器の研究開発に生かされていない

よって、人体の筋肉の動きなどよる働きを機械工学、及び器械運動学の視点から検証した理論の構築の必要性は明らかである。

解剖学や、人体の基礎運動学などを参考にしながら、人体全体及び、筋肉の作用についてモデルを考え、アシストに関して幾つかの仮説を立てて、それを実証するための実験機など試作し、理論の構築に役立てていく予定である。

参 考 文 献

1)バイオメカニズム学会編：バイオメカニズム 10 ～16，東京大学出版会
2)星宮　望：生体工学，昭晃堂(1990)
3)キネシオスポーツテーピング協会編：スポーツ障害別速攻キネシオテーピング，スキージャーナル社(2000)
1)中村隆一他：基礎運動学，医師薬出版（株）(1992)
5)竹内孝仁他：体表解剖と代償運動，医師薬出版（株）(2001)
6)津山直一他：徒手筋力検査法，東京協同医書出版社
8)松野正徳　監・訳：エンジニアのための解剖学，人間と技術社(1977)

（文責　阿部　剛）
（校閲　松井　博）

52　機能性材料の高品位化

柴原正文，真鍋元保，松井　博

1　目　　的

電子デバイスに用いられる機能性材料の形状創製には、通常、機械加工が用いられる。しかし、加工ダメージによる変質層はデバイス特性に悪影響をもたらすと報告されている[1)]。そこで本研究では、機能性材料として水晶を取り上げ、無歪み加工であるプラズマＣＶＭ[2)]、および湿式エッチングによる加工特性について検討した。

2　実験方法

加工試料は、25㎜×20㎜×80μmtのＡＴカット水晶素板を用いた。プラズマＣＶＭでは、回転電極(外径φ200㎜、長さ280㎜)を用い、ガス組成、加工ギャップ、加工時間、投入電力、および電極周速度を加工条件に設定した。湿式エッチングでは、エッチング液にフッ酸溶液(HF50vol %)を用い、加工試料の硫酸過水洗浄を行った後、フッ酸溶液中に加工試料を浸漬させた。

3　結果と考察

プラズマＣＶＭによる水晶素板の加工速度を図１に示す。高投入電力、かつ低電極周速度の場合、加工速度は、最高値となる傾向があり、効率的にプラズマ内で反応基が生成されたことを示す。しかし、投入電力700W以上では、加工表面粗さが著しく悪化した。プラズマ内での反応状態が不安定となったためと考えられる。

湿式エッチングによる水晶素板の加工量を図２に示す。図中に記す加工速度はプラズマＣＶＭの場合に比べて低い。加工表面を位相シフト干渉顕微鏡によって観察すると、未加工面になかった楕円状の窪み(長径≦40μm、深さ≦20nm)が見られた。窪みは､水晶素板のデバイス評価項目であるエッチチャンネル[3)]とは異なり、加工面全面に分布していた。その形状や分布密度は、溶液温度に依存することなく、また加工時間による変化がなかった。窪みの発生要因としては、プラズマ内での反応状態、あるいは結晶性等の加工試料の材料特性によるものが考えられる。そこで、水晶とは結晶性の異なる非晶質の石英板を加工試料に用いて比較した。石英板の加工表面は水晶素板で見られた窪みが観察されず、窪み発生は結晶面方位による加工速度の相違が影響したと考えられる。しかし、プラズマＣＶＭによる水晶素板の加工表面には、

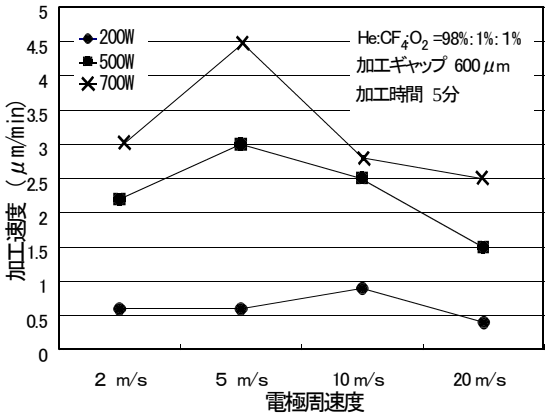


図１　水晶素板のプラズマＣＶＭ加工

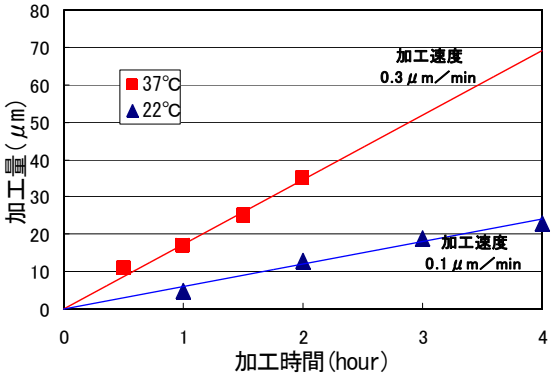


図２　水晶板の湿式エッチング加工

窪みは観察されなかった。窪みの発生は、湿式、乾式の化学反応状態の相違によっても影響受けると推察される。

4　結　　論

プラズマＣＶＭによる水晶素板の加工は、湿式エッチングに比べて加工速度が高く、また加工表面に窪みが発生しないことから、優位性を有する無歪み加工であることがわかった。

参 考 文 献

1) 佐藤佐千雄，砥粒加工学会誌, 41(1997)127.
2) 森勇蔵, 山内和人, 遠藤勝義，精密工学会誌, 57(1991) 36.
3) 岡野庄太郎：水晶周波数制御デバイス, テクノ(1995).

（文責　柴原正文）(校閲　松井　博)

53　麦有効成分の利用技術に関する研究

井上守正，松井　博，真鍋元保

1　目　　的

大麦などの有効成分を利用した新規酒類を開発する目的で、麦、米、各種ﾃﾞﾝﾌﾟﾝ粒の原料処理試験を行った。またこれらを原料の一部とし、並行複発酵法を用いて酒類を製造する試験を行った。

2　試料および実験方法

試料には、H11 年産酒米（70%）、もち米（85%）、国内産大麦（米粒麦）、造粒ｺｰﾝｽﾀｰﾁ（ﾆﾁｺﾝﾗｲｽ）並びに造粒ﾃﾞﾝﾌﾟﾝ（ｱﾐﾛｰｽ 23、40、51%）を使用した。

試験は吸水試験、蒸米試験、製麹試験を定法により行った。浸漬吸水は、測取量 100g、掛け流し洗米後水道水に浸漬し、浸漬後 30%吸水を目標に実施した。蒸し吸水は、浸漬済み原料を水切り後、蒸し器にて蒸煮、蒸気通過後 40 分を目標に捨て米の蒸し具合で調整して行った。蒸し後 37%吸水を目標に実施した。製麹試験は、蒸煮原料を 30 ℃まで放冷、種麹を約 0.1g 使用量、室温度：35 ℃、引き込み温度 32 ～ 35 ℃、在室時間 48 時間、出麹後放冷してﾃﾞｨｰﾌﾟﾌﾘｰｻﾞｰに保存、後日麹力価を測定した。

小仕込試験は表 1 に示す配合により行った。つまり、酵母は協会 9 号（ｽﾗﾝﾄ）を使用し、麹汁で液培（36 ℃、1.5 日）したものを 10ml づつ酒母として使用した。麹は、ﾆﾁｺﾝﾗｲｽと造粒ﾃﾞﾝﾌﾟﾝについては乾燥麹を使用した。もろみは総米 100g で、添仕込（１回目）、中､留仕込（２回目）の２段仕込で行った。もろみ日数は 18 日、平均発酵温度は 15 ℃になるよう調整した。乳酸は添直前に pH が 4 になるよう添加した。

表１　仕込配合

	酒母	添	仲、留	合計
総米		40	60	100
掛		32	48	80
麹		8	12	20
汲水	10	60	60	130

3　結果と考察

3.1　吸水試験

浸漬吸水：　浸漬 20 分で概ね目標の吸水となった。ﾆﾁｺﾝﾗｲｽ、米粒麦、もち米の吸水がやや多かった。

蒸し吸水：捨て米の蒸し上がりで判断した蒸し時間（今回 80 分）で概ね目標の吸水率となった。浸漬吸水と同様、ﾆﾁｺﾝﾗｲｽ、米粒麦がやや多かった。またｱﾐﾛｰｽ 51%、同 40%はやや少なかった。

3.2　製麹試験

経過と状況：酒米、もち米、ｱﾐﾛｰｽ 40%は概ね目標出麹歩合であったが、ｱﾐﾛｰｽ 51%は大変低く、ﾆﾁｺﾝﾗｲｽ、米粒麦、ｱﾐﾛｰｽ 23%は大変高かった。ﾆﾁｺﾝﾗｲｽと造粒ﾃﾞﾝﾌﾟﾝは菌糸の生育は見られず、それ以外は胞子形成が見られる総ハゼ麹であった。

酵素力価測定：（測定力価：αｱﾐﾗｰｾﾞ、ｸﾞﾙｺｱﾐﾗｰｾﾞ分析方法：力価測定ｷｯﾄ（ｷｯｺｰﾏﾝ製））

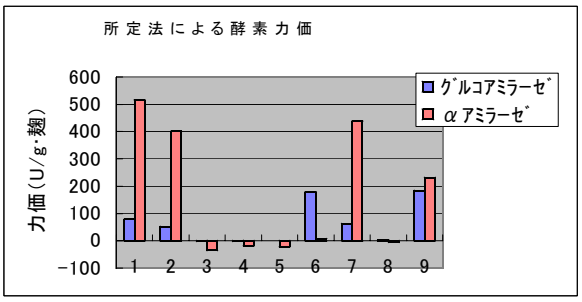


図１　各種麹の酵素活性

１：酒造会社 A、２：酒造会社 B、３：ｱﾐﾛｰｽ 23%、４：同 40%、５：同 51%、６：もち米、７：米粒麦、８：ﾆﾁｺﾝﾗｲｽ、９：酒米

造粒ﾃﾞﾝﾌﾟﾝとﾆﾁｺﾝﾗｲｽは活性が見られなかったがもち米、米粒麦、酒米は活性が見られた。活性ﾊﾞﾗﾝｽは米粒麦が比較試料に近く、もち米はﾊﾞﾗﾝｽが逆転していた。

3.3　小仕込試験

ﾆﾁｺﾝﾗｲｽは糊化し、ｱﾐﾛｰｽ 23、40%は全く溶けず、上槽出来なかった。上槽出来たもろみの経過は良好で、旺盛な発酵をしていた。

4　結　　論

米粒麦の吸水性並びに製麹時の酵素活性は酒米と同様で遜色無く、小仕込試験でも酒米と同様の経過であり、酒類原料としての可能性が示された。

さらに新規酒類の製造計画については、（独）酒類総合研究所へ研修に赴き、試験方法の改善を図った。今後は仕込を３段にする、留仕込のみに米粒麦を使用する等の改善を継続検討する予定である。

（文責　井上守正）
（校閲　松井　博）

54　超臨界水流体中でのアミノ酸の縮合に関する研究

原田　修，桑田　実，藤村　庄

1　目　　的

超臨界流体を用いた種々の反応系や応用例が注目されており、これまでに種々の研究成果が報告されている。著者らも超臨界水を利用したグリシンオリゴペプチドの無触媒合成に関して報告している[1), 2)]。無触媒でのオリゴペプチドの合成は環境への負荷の低減や原始地球で生命が出現する以前の有機物の生成過程の解明に資することも期待される。

本研究では、グリシンペプチド以外に例えばグリシンーロイシンペプチド（Gly-Leu）のようなジペプチドの合成を試みて、無触媒での生理活性ペプチド合成の可能性を見いだすことを目的とする。

2　実験方法

連続式の超臨界水処理装置（図１）を用いて超臨界水中で連続反応を行った。反応条件は、圧力 22MPa、反応温度 240 ～ 388 ℃、滞留時間は 379 ℃で約１秒である。使用した基質はアミノ基、カルボキシル基を保護していない Gly、Leu である。それぞれ 0.1M になるように蒸留水に溶解して用いた。

処理液中のアミノ酸、ジペプチドの分析は、ウォーターズ社 AccQ・Tag 法（HPLC）により行った。

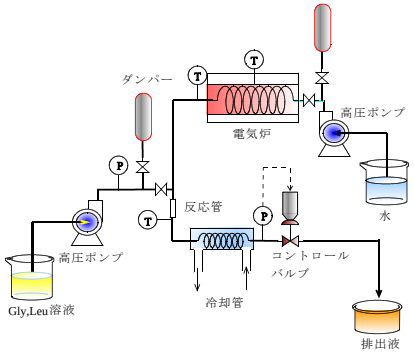


図１　超臨界水処理装置

3　結果と考察

図２に 0.1MGly、0.1MLeu 混合水溶液を圧力 22MPa、379 ℃の超臨界水中で処理した結果を示す。図のように超臨界水中で Gly-Leu、Leu-Gly ペプチドが無触媒条件下でも短時間で合成できることが分かった。Leu-Gly のピークが Leu のピークと重なっているため Leu-Gly の定量が難しいが、分析条件をさらに検討することにより可能になると考えられる。オリゴペプチドの生成物量は、臨界点近傍付近で極大を示した。図には未知のピークも見られるが、これは Gly や Leu 単独のオリゴペプチドや Gly と Leu から成るトリペプチド以上のオリゴペプチドと考えられ、単一アミノ酸の縮合に比べて生成物は大変複雑となる。これらの生成する割合は、それぞれのアミノ酸の持つ側鎖の立体障害とか塩基性基、酸性基があるかによって大きく影響されると思われる。

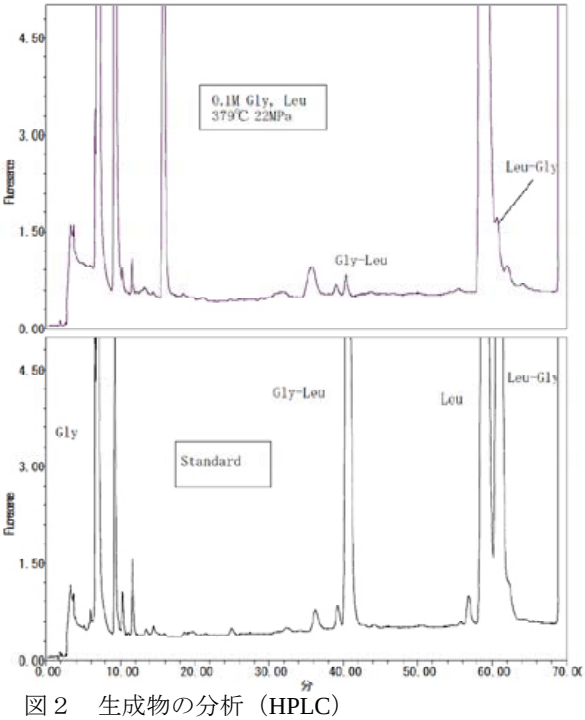


図２　生成物の分析（HPLC）

4　結　　論

超臨界水中で Gly-Leu、Leu-Gly ペプチドが無触媒条件下でも短時間で合成できることが分かった。今後、各アミノ酸のＮ末、C 末にどのような割合で縮合するかを検討する予定である。

参考文献

1) 生島，原田ら，化学工学会秋季大会予稿集，2000
2) 生島，原田ら，特開 2002-37799

（文責　原田　修）
（校閲　藤村　庄）

55　黒大豆種皮中に含まれる生理活性物質の食品への応用

吉田和利，大橋智子，桑田　実，藤村　庄

1　目　　的

大豆の有する生理活性機能については古くから研究されており、その中からイソフラボン、サポニンといった生理活性物質も数多く見いだされている。特に大豆の中でも、兵庫県の特産品である黒大豆に関しては民間薬として利用されてきたことから、特異的な生理活性物質を含むものと考えられる。

本研究では黒大豆の総ポリフェノール量の定量法などの基礎的な生理活性機能の評価を行い、同時に黒大豆の更なる高付加価値化を図る目的で最新の研究知見を収集した。

2　実 験 方 法

総ポリフェノール量を比色法（フォーリンーデニス法）にて測定した。黒大豆の試料溶液は、市販の黒大豆を家庭用ミルにて粉砕し、得られた黒大豆粉末1gをエタノール5mlで抽出し、遠心分離した上清液を用いた（0.2g/ml溶液）。総ポリフェノール量の換算には標準物質としてカテキン（1mg/ml溶液）を用いた。まず、3.2mlの水を入れた試験管に0.2mlの試料溶液を加えた。これに0.2mlのフォーリンーデニス液（タングステン酸ナトリウム100g、リンモリブデン酸20g、リン酸50mlを700ml水に溶解させて2時間還流後、1リットルに定容化した）を加えて撹拌した後、0.4mlの飽和炭酸ナトリウム溶液を加えて 30分間放置した。このときの青色溶液の760nm吸光度を測定した。なお試料の総ポリフェノール量はカテキンの標準曲線から算出した。

3　結果と考察

食品中の生理活性成分の中でも、ポリフェノールは活性酸素消去能（抗酸化活性）を有することで注目を集めている。活性酸素が関与する疾病としては、動脈硬化、高血圧症、糖尿病などの生活習慣病である。黒大豆粉末をエタノール抽出した抽出溶液の総ポリフェノール量をフォーリンーデニス法にて測定した結果、0.2g/ml黒大豆エタノール抽出液中にカテキン25μg相当が含まれていることが分かった。同様の方法で黄大豆についても測定を行ったが、ほぼ同程度の量を示した。なお、参考値として黄大豆の加工食品であるきな粉では、0.2mg/mlきな粉エタノール抽出液中にカテキン35μg相当と今回用いた大豆の1.4倍量の総ポリフェノールが含まれることが分かった。黒大豆と黄大豆で総ポリフェノール量に違いが見られなかった理由としては、家庭用ミルによる粉砕では粉砕した粒子が大きく抽出効率が悪かったこと、溶媒選択などの抽出条件の不一致が考えられる。きな粉に関しては、ミル粉砕よりも粒子が細かいことからポリフェノール成分が抽出されやすかったことが起因すると考えられる。

4　黒大豆の生理活性機能に関する調査

大豆には血圧降下性、抗肥満効果などの様々な機能性があることが知られている。これらのうち血圧降下性に関しては主に大豆タンパクが、抗肥満効果に関しては主にサポニンなどが作用している。また、イソフラボンは女性ホルモン様作用を持つことから、骨粗鬆症などの緩和に効果があることが示されている。実際にはこのような機能性物質が複合的に関与しており、その詳細な作用機構はいまだ解明されていない。

一方、黒大豆に関してはぜん息の症状の緩和、抗炎症性など黄大豆には見られない特有の機能があることが古くから知られている。これらの要因として、黒大豆抽出液中に血管収縮作用（炎症）や気管支収縮作用（ぜん息）に関与するリポキシゲナーゼという酵素を阻害する働きがあることが報告されている[1)]。このことから黒大豆に抗アレルギー性作用を持つことが期待される。今後はこのような機能を持つ成分の特定とこれらを濃縮して食品へ応用する方法について検討していく予定である。

5　結　　論

黒大豆の機能性について黄大豆と比較を行ったところ、今回の実験では有益な差は認められなかった。一方、文献調査により黒大豆特有の機能性として抗炎症、抗アレルギー性作用を持つことが分かった。

参 考 文 献

1)　関谷敬三，ぶんせき，8，656-661（1997）

（文責　吉田和利）
（校閲　藤村　庄）

56　ロボット遠隔操作のための感覚フィードバック情報表示装置の研究開発

中本裕之

1　目　　的

産業用ロボットのさらなる発展のためには新たな技術を適用しロボットの活躍の場を広げる必要がある。その活躍の場の１つとして、原子炉や宇宙などの極限地における遠隔作業ロボットがある。遠隔操作ロボットの問題の１つが、ロボットの感覚を操作者に伝える手段である。遠隔であっても自分の手足のようにロボットを操作するためには、ロボットの状態を認識するための表示装置が重要となる。そこで本研究では、遠隔操作ロボットハンドの把持状態の認識を向上させることを目的として、PCのディスプレイ上でその把持状態を３次元表示させるソフトウェアを試作、検討した。

2　システム構成

実験で用いた遠隔操作用ロボットハンドを図１に示す。図１では、丸棒を把持しているところ示している。このロボットハンド、またフィンガに適用した触覚センサの詳細は参考文献[1)]に示す。

次に把持状態を表示する手順について述べる。まず、触覚センサで計測した圧力分布をPCに取り込む。PCではこの圧力分布から把持状態、ここでは丸棒の判別（１０、２０、３０[mm]）、ハンドに対する角度、位置を求める。次にグラフィックスAPIであるOpenGLを用いて、把持状態をディスプレイ上で３次元表示する。このOpenGLの実行環境について、PCのCPUはPentiumIII-1.7GHz、メモリは512MByte、OSはWindows2000である。

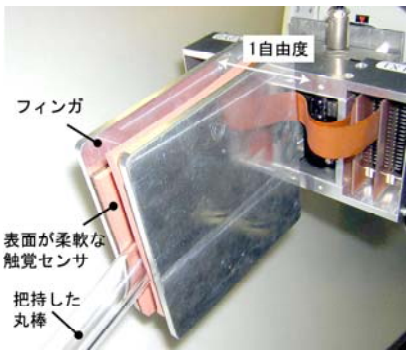
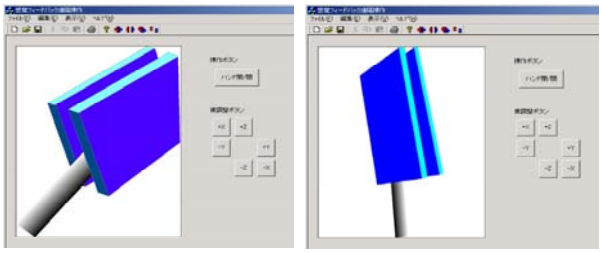


図１　触覚センサを有するロボットハンド

3　結果と考察

図２に３次元表示をしたときのウィンドウの様子を示す。図２では、図１で示した把持の際に得られた圧力分布を基準に棒材の判別等の処理を行い表示を行っており、ウィンドウの左側が３次元表示部分、右側が視点調整ボタンとなっている。また、(a)が図１と同様の視点による表示状態で、(b)が視点を変えた表示状態である。



(a)図1と同じ視点の場合　　(b)異なる視点の場合

図２　OpenGLによるウィンドウ表示例

図２のように、OpenGLを用いて３次元表示をすることで、作業者が任意の視点で把持状態を確認することができた。ただし、OpenGLは表示をするための３次元空間上の座標やベクトルの計算に時間を要し、前節で述べたスペックのPCを用いてもスムーズな表示ができなかった。しかし、図２のように３次元表示をすることで作業者は把持状態を認識しやすくなる。そのことから、作業の確実性や効率を向上させる上で、図２のような３次元表示をすることは有効であると考えられる。

4　結　　論

本研究では、遠隔操作ロボットハンドの把持状態の認識を向上させることを目的として、PCのディスプレイ上でその把持状態を３次元表示させる手法を検討した。その結果、今回用いたPC環境では、表示に関する遅延があるものの把持状態が認識しやすい３次元表示ができた。今後はロボットの操作者が操作しやすいように、自動的に視点の切り替る手法などについて検討したい。

参 考 文 献

1) 中本裕之ほか，「表面に粘弾性体を用いた分布型圧力センサ」，第19回日本ロボット学会学術講演会講演論文集，pp. 1043-1044, (2001)　　（文責　中本裕之）
（校閲　小坂宣之）

57　画像認識を用いた物体の追跡システムの開発に関する研究

中里一茂，北川洋一，小坂宣之

1　目　　的

交通、防犯、介護などの分野において、対象物の位置の把握や追跡は重要な基本技術であると考えられる。

現在、パターン認識の方法のひとつとして、ジョイントコリレータ（Joint Transform Correlater、JTC）がある。これは、全体の画像（ターゲットパターン）中にある物体画像（参照パターン）と前述の全体画像との相関を求めていくことで、相関のピーク値から参照パターンと一致する対象物の位置を認識する方法である。

これまで、JTCを応用した二値化減算型ジョイントコリレータ（BSJTC）を用いて人物像を対象とした移動物体の追跡を行い、本手法が有効であることが確認できた[1)]。今回、物体追跡を確実かつ精度よく行うために、ターゲットパターンから参照パターンを切り出す方法について検討した。

2　参照パターンの切り出し方法

これまで、参照パターンの抽出は対象とした人物像を中心とする長方形に切り出して行ってきた。このとき、背景や人物像の向きが変わることで相関が悪くなることが問題であった。そこで、認識精度を高めるため、参照パターンの切り出しについて次の新たな方法を試みた。

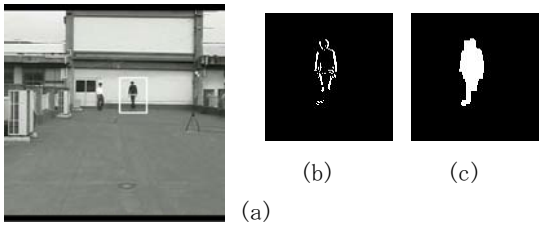
1)ターゲットパターン（図１(a)）と次フレームのパターン間で差分を求める。
2)得られた差分画像を二値化する（図１(b)）。
3)二値化画像に膨張・伸縮処理を行う（図１(c)）。
4)このパターンをマスクとして、人物像のみの新たな参照パターンを設定する。

3　評価結果

今回の切り出し方法の有効性を確認するため、61シーンの連続画像をターゲットパターン（１枚目図１(a)、61枚目図２）として用い、次に示す３とおりの方法で人物（黒服）像の追跡を行った。

①参照パターンの切り出しを初回だけ行い、後は同じ参照パターンを用いてターゲットパターンとの相関を求め、位置検出を行う。
②参照パターンの切り出しを行い、ターゲットパターンとの相関を求め、位置検出を行った後、検出位置を中心に新たに参照パターンを切り出し、これらの方法を繰り返して位置検出を行う。
③今回のパターン切り出し法による画像をもとの参照パターンにマスキングして、得られた画像を新たな参照パターンとして、②の方法で位置検出を行う。

その結果、①の方法では11シーンまで追跡することができ、②では２者が交差すると追跡ができなくなった。今回の③の方法では最後まで追跡することができた。



(a)　(b)　(c)

(a)ターゲットパターン（白四角内参照パターン）
(b)差分イメージ　(c)膨張・収縮処理画像

図１　参照パターンの切り出し方法



図２　ターゲットパターン（61枚目）

4　結　　論

BSJTCを用いた物体追跡に関して、参照パターンの新たな切り出し方法を提案した。実験では、61枚の連続シーンに対し、人物の追跡を行うことができた。今後、様々な対象物で追跡を行った場合の検討を進めていく予定である。

参 考 文 献

1)中里一茂，北川洋一，高谷泰之，三宅輝明，兵庫県立工業技術センター研究報告書，11，(2002)，56.

（文責　中里一茂）
（校閲　小坂宣之）

58　オンマシン三次元形状計測に関する研究

北川洋一，福地雄介，松本哲也，阿部　剛，小坂宣之

1　目　　的

CAD を駆使した設計・試作工程が普及するのに伴い、試作品の形状チェックやリバースエンジニアリングに用いるため、三次元形状計測に対するニーズが高まってきた。ところが、接触式の３次元形状測定器はオフライン測定を想定したものであるため測定に多くの時間が必要であり、一方、光を利用した測定法は高速測定が可能であるが、三角測量法を用いているため段差がある場合の測定が困難であるという問題があった。

このような問題に対応するため、低コヒーレンス干渉法を用いた三次元形状計測の実用化について検討を続けている。この測定法は光の照射と受光の方向が同じため、段差により光が遮られることがない。しかし、測定に際しては参照ミラーの位置を機械的に変えて干渉信号を測定する必要があるため、測定に時間を要するという問題があった。そこで本研究では、低コヒーレンス干渉法において、測定の高速化について検討を行った。

2　高速化の方法

低コヒーレンス干渉法において、測定を高速化するために機械的駆動部のない方法として、参照ミラーを回折

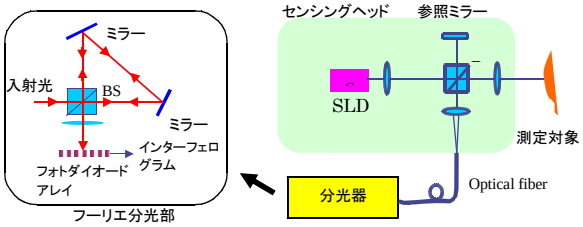


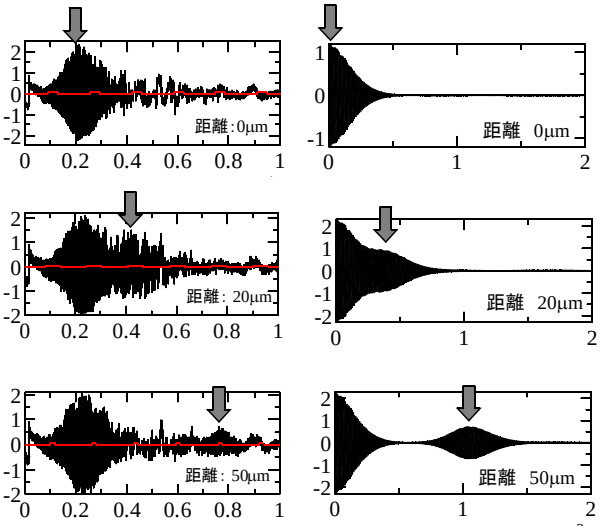
図１　干渉スペクトルを利用した低コヒーレンス干渉法の光学系の構成

格子に置き換える方法や、干渉スペクトルから求める方法が提案されてきた。ここでは、後者の方法において、干渉スペクトルの測定を通常の分散型の分光法から、図１に示すような機械的駆動部を持たないフーリエ分光法[1)]に置き換える方法を検討した。分散型の分光法では、測定値をフーリエ変換する必要があるのに対し、この構成を取ることにより分光器の出力すなわちインターフェログラムが直接距離情報に対応することになるため、高速測定が可能となる。

3　実験方法と結果

光源に中心波長 838.6nm の SLD、測定対象にミラーを用いて、距離を変えたときのスペクトルを測定した。

センシングヘッドの光出力を機械的駆動部を持たないフーリエ分光法で測定した結果と、分散型の分光法で測定した干渉スペクトルをフーリエ逆変換することにより求めたインターフェログラムをそれぞれ図２(a)、(b)に示す。これらの結果を比較すると、距離を大きくするにつれてインターフェログラム中のピーク位置（図中の矢印）が移動する傾向が一致しており、本方法により距離測定が可能なことを確認することが出来た。



（a）　　（b）

図２　実験結果

4　結　　論

ＦＡにおける三次元形状計測法として有望な低コヒーレンス干渉法の高速化に関して検討し、フーリエ分光法を用いる方法が有効であることがわかった。今後の課題としては、光学系の小型化と SNR の向上が挙げられる。

参 考 文 献

1)T.Okamoto, S.Kawata, and S.Minami, Appl.Opt.,23（1984）269.

（文責　北川洋一）
（校閲　小坂宣之）

59　耐食性を目的とした析出硬化型オーステナイトステンレス鋼のプラズマ浸炭・窒化処理について

岡本善四郎，高谷泰之，山本章裕，吉岡秀樹，山岸憲史

1　目　　的

20世紀末になって開発されたFe-C-Cr-Ni-V系合金はオーステナイト系のステンレス鋳鋼[1]と称され、基地組織中にバナジウム炭化物が球状に析出した場合に機械的性質が飛躍的に改善される。この材料は従来のステンレス系鋳鋼と比して鋳造性、耐食性に優れている反面、軟質なため耐摩耗性に難点がある。

そこで本研究では、このようなステンレス鋳鋼にプラズマ浸炭処理を適用した場合の表面改質(表面硬化)の有効性について検討した。

2　実験方法

試料をワークテーブルに取付け、まず炉内を6Paに減圧した後、所定の温度まで昇温し、H_2＋Arの混合ガスを導入して0.6ksスパッタリングを行い、試料の表面をクリーニングした。その後、浸炭ガスとしてCH_4ガス（流量$1.5\times10^{-6}m^3/s$）を導入し、メタン濃度15vol％のCH_4-Ar-H_2混合ガス雰囲気中で炉内圧力をほぼ250Pa、グロー放電電流密度を$0.06A/cm^2$に保ちながらプラズマ浸炭処理を行った。処理温度は1173K、1273K、1323K、各温度での処理時間は3.6ks、10.8ks、18.0ksとした。

以上の処理条件でプラズマ浸炭処理を施した試料についてＸ線回折を行い、表面に生成した化合物を同定した。

また、試料の断面を5％塩酸エタノール溶液で腐食し、化合物層や拡散層の生成状況ならびにそれらの厚さを光学顕微鏡および走査電子顕微鏡によって評価した。

さらに、試料の断面における硬さの分布状況をビッカース微小硬さ計を用いて測定（荷重0.25N）するとともに、一部の試料についてはＸ線マイクロアナライザー（EPMA）によって炭素の拡散状況を調べた。

3　結果と考察

ステンレス鋳鋼のプラズマ浸炭処理試料の外観観察では、いずれの処理条件においても、その表面は黒灰色を呈しており、明らかにスーティングが生じているが、表面には剥離や亀裂などは認められなかった。

処理条件が1323K、18.0ksの試料の断面組織写真を図1に示す。鉄-クロム合金基地中に球状のバナジウム炭化物の析出が観察され、表面から内部にかけて3～10μm厚さの化合物層が認められた。又､プラズマ浸炭処理することで1323K,18.0ks処理試料の表面硬さは約484HVの値を示し、表面硬さの向上(無処理試料：363HV)が認められた。

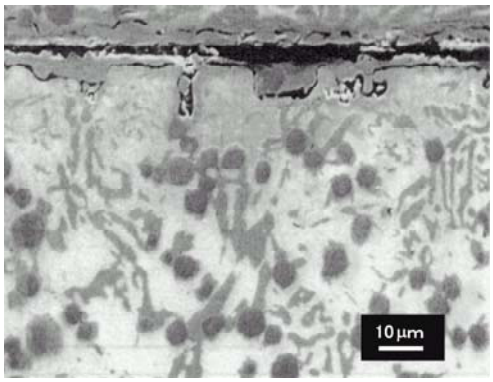


図1　1323K,18.0ks処理を行った試料の断面組織

表面に形成した化合物相はＸ線回折により、鉄およびクロム等の複炭化物相であることが確認でき、また試料表面の硬さ分布測定から、約50μm深さにかけて炭素拡散の影響と思われる硬化層が認められた。

4　結　　論

Fe-C-Cr-Ni-V系合金であるオーステナイトステンレス鋳鋼に、プラズマ浸炭処理を行い、その処理材の表面部に形成する炭化物の形状変化や硬化状況等について、表面改質の有効性評価の観点から検討した。

その結果、以下のことが明らかになった。

1)1173K、18.0ksのプラズマ浸炭処理では、化合物層、炭素の拡散が認められなかった。

2)1323K、18.0ksの処理で、表面に約3～10μm厚さの化合物層が形成される。

4)表面に形成された化合物層は、鉄およびクロム等の複炭化物からなり、表面硬さの向上が期待される。

参 考 文 献

1)川野豊,西内滋典,菅原清介,山本悟，鋳造工学,71,(1999)，727.

（文責　岡本善四郎）
（校閲　上月　秀徳）

60　精密機械部品の表面品位に関する研究

山本章裕，杉本護，上月秀徳，髙橋輝男

1　目　　的

機械部品の精密化にともない、表面仕上げにおいては、表面粗さだけでなく、加工により変化した表面部分（加工変質層）も注目されるようになってきている。

加工変質層は、加工面の潤滑特性や耐摩耗性など、部品の機能に影響することがあり、表面品位あるいはサーフェスインテグリティ（Surface integrity）として加工変質層の特性が考慮されるようになってきている。

一方、手作業で行われていたバリ取りなどの機械部品の仕上げを省力化や部品の精密化のために、バレル研磨法を利用した工程で行っている工場も多い。

そこで、バレル研磨法における研磨条件と機械部品の表面品位について検討する。

2　実験方法

機械部品に用いられる鋼材の種類は多いうえ、種々の熱処理や表面処理を施して使用する場合が多い。鋼材の種類や施された熱処理などによって機械部品の硬さが変化するため、工作物のバレル研磨特性においてはその硬さの影響も検討する必要がある。

ここでは、工作物として高炭素クロム軸受鋼（SUJ2）を用い、円柱状（直径30㎜、厚さ12㎜）に加工し、焼入れを施した後、種々の温度で焼戻しを行うことにより硬さの異なった工作物を作製した。

研磨実験としては、研磨条件を固定し、これらの工作物のバレル研磨を行い、工作物表面の残留応力と表面粗さについてＸ線応力測定機と表面粗さ測定機で測定した。

3　結果と考察

図１は、硬さの異なる工作物を正三角柱状のメディア（△4×4㎜）を使用し、メディア装入率20vol%、タレット回転数240min^{-1}で1時間研磨したときの工作物硬さと表面の残留応力の関係を示したものである。

同図において、バレル研磨により、工作物表面には圧縮残留応力が発生し、その残留応力は、工作物硬さの増大にともなって増加することがわかる。

図２は、図１と同一の研磨条件における工作物硬さと表面粗さの関係を示したものである。

同図において、工作物硬さの増大にともなって表面粗さが減少することがわかる。これは、工作物硬さの増大にともなってメディア表面の砥粒の工作物表面に対する食い込み深さが減少することによるものと考えられる。

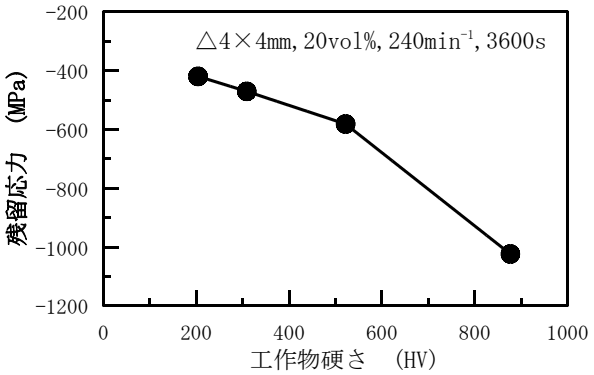


図１　工作物硬さと残留応力の関係

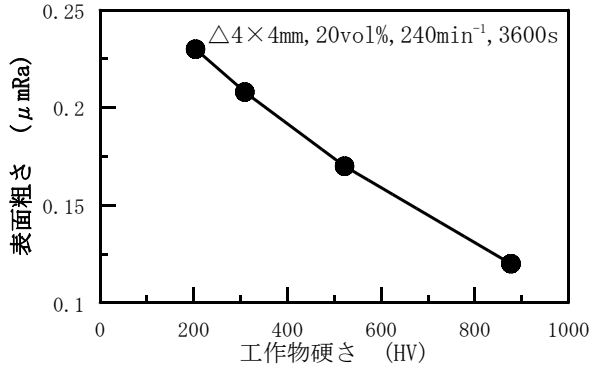


図２　工作物硬さと表面粗さの関係

4　結　　論

高炭素クロム軸受鋼のバレル研磨を行い、表面品位について検討した。本研究範囲における結果を要約すると以下のようになる。

(1) バレル研磨により、工作物表面には圧縮残留応力が発生する。

(2) 表面の残留応力および粗さは、工作物硬さの影響を受け、工作物硬さが高いほど、工作物表面の圧縮残留応力は大きく、工作物表面粗さは小さくなる。

（文責　山本章裕）

（校閲　上月秀徳）

61　燃料電池用材料の開発

吉岡秀樹

1　目　　的

国内メーカーから燃料電池自動車が市販されはじめた。燃料電池自動車はガソリン車に代わるクリーンな車として期待されている。携帯電話やノートパソコン用の小型燃料電池も注目されている。アルコールのカートリッジ交換による動作時間はリチウム電池の数倍である。大量の化石燃料を消費し、二酸化炭素を排出する火力発電に代わるクリーンな発電システムの本命としても、燃料電池の研究が進められている。燃料電池の原理は古くから知られていたが、地球温暖化を引き起こす二酸化炭素の排出削減への期待と電解質や電極の材料開発によって一気に実用化が近づいてきた。本研究では近年発展が著しい燃料電池用材料の開発状況と課題を調査した。また、燃料電池用電解質材料開発のための基礎実験を行った。

2　燃料電池用材料の開発状況と課題

現在実用化が検討されている燃料電池は表１に示す四種類である。このうち、リン酸型と溶融炭酸塩型は小型～中規模発電装置として実用化が可能な段階であり、材料的な検討もほぼ終了しているが、コストと耐久性の課題が依然解決されていない。

高分子電解質型は家庭用、自動車用、携帯機器用としてホットな研究開発が行われている。心臓部のプロトン伝導膜にはデュポン社のナフィオン膜が多く使われているが、コスト、動作温度、加湿の必要性など問題点が多い。また、メタノールが透過しやすく、メタノール燃料の使用にも問題がある。このため、新規高分子膜、無機－有機ハイブリッド膜、フラーレン膜など新しい電解質が研究されている。電極には白金を表面に担持した炭素微粉末が用いられているが、白金利用効率を高めるために新炭素材料（ナノホーン）の使用も検討されている。

固体酸化物型は効率がもっとも高く、白金触媒も不要であるので家庭用や工場用オンサイト電源として期待されている。しかし電解質である安定化ジルコニアのイオン伝導度が低いので、動作温度を１０００℃まで上げる必要があり、耐久性や他の材料との親和性に問題が生じている。1994年に開発されたランタン・ガリウム系ペロブスカイト酸化物[1)]は伝導度が高いため、８００℃以下での動作が期待されている。また最近アパタイト型構造のランタン・シリコン酸化物[2)]やランタン・ゲルマニウム酸化物[3)]も高い伝導度を示すことが報告されている。

表１　燃料電池の種類と開発状況

	リン酸型	溶融炭酸塩型	固体酸化物型	高分子電解質型
電解質	リン酸水溶液	Li_2CO_3-Na_2CO_3 Li_2CO_3-K_2CO_3	イオン伝導性セラミックス	プロトン伝導性高分子
運転温度	200℃	600-700℃	1000℃	60-80℃
発電効率	40-45%	45-60%	50-60%	30-40%
出力	50kW-200kW	200kW-10MW	25kW-1MW	1kW-10kW
用途	オンサイト分散電源	火力発電代替分散電源	家庭用 オンサイト分散電源	携帯機器用 自動車用 家庭用
開発状況	実用化	実証	基礎～実証	基礎～実証

3　燃料電池用電解質の基礎実験

アパタイト型電解質材料開発の基礎実験として、ランタン・シリコン酸化物の作製と伝導度の評価を行った。硝酸ランタンとオルトけい酸テトラエチルによるゾル・ゲル法で$La_{10}Si_6O_{27}$組成の粉末試料を作製した。これをディスク状に成形し、１５００℃で焼成した試料は８００℃で２．４ｍＳｃｍ$^{-1}$のイオン伝導度を示した。これは、ランタン・ガリウム系酸化物の１００ｍＳｃｍ$^{-1}$より低いが、焼成条件や組成の検討により伝導度の高い電解質材料が開発される可能性を見出した。

4　結　　論

（１）燃料電池用材料の開発課題について調査した。高分子電解質型、固体酸化物型ともに電解質材料の性能を向上する必要性がある。

（２）ゾル・ゲル法で作製したアパタイト型ランタン・シリコン酸化物はイオン伝導性を示し、新規な固体酸化物型燃料電池用電解質材料としての可能性がある。

参 考 文 献

1)T.Ishihara et al.,J.Am.Chem.Soc.,116,(1994),3801
2)S.Nakayama et al.,J.Eu.Ceram.Soc.,18,(1998),1413
3)H.Arikawa et al.,Solid State Ionics,136-7,(2000),31

（文責　吉岡秀樹）
（校閲　髙橋輝男）

62　火花試験の鋼種判別手法の開発

永本正義，上月秀徳，杉本　護

1　目　　的

即座に鋼の種類を見分けられる火花試験は、古くから多くの現場で採用され、熟練の技として人から人への伝承で引き継がれてきたが、最近多くの現場ではその技術伝承が困難となり、対策が急務となっている。そこで、ビジュアルな学習方法を提案し、火花試験学習用CD-ROMとしてまとめた。昨年より全国的な普及活動を始め、鉄鋼材料メーカや熱処理関係者、訓練機関等で利用され始めている。そのなかで、ユーザからは基礎学習をもとに、さらに鋼種判別まで進む手順を導くことで利用価値が一層高められるとの意見が多く寄せられている。

本研究は火花試験の学習から判別に至る効率的な手順・過程を見いだすもので、火花試験の実用的な活用に結びつけることを目的とする。

2　鋼種判別のためのデータベース

表１は、鋼種ごとにグラインダーから飛び出た火花の色や形状観察用のチェックシートを示す。

表１　鋼種別のチェックシート

				S10C	S35C	SK5	SKS2	SUJ2	SUP6	SKD11	SKH51	SUS420J2	白鋳1号B	純チタン
A	1	流線の長さ	長い	○	○				○					
	2		短い			○	○	○	○	○	○	○	○	○
B	1	流線の数	多い	○	○	○		○	○					
	2		少ない				○			○	○	○		○
C	1	流線の太さ	太い	○	○			○	○					
	2		細い			○	○			○	○	○	○	○
D	1	流線の色	橙	○	○	○		○	○			○	○	
	2		赤黒い				○			○	○			
	3		見にくい											
	4		銀白											○
E	1	破裂火花の形	大きい		○									
	2		小さい	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○
F	1	破裂火花の数	多い		○	○		○					○	
	2		少ない	○			○		○	○	○	○		○
G	1	破裂火花の形	小さなトゲ	○	○	○	○	○	○					
	2		数本破裂	○	○	○		○	○			○	○	○
	3		段破裂		○	○		○					○	
	4		花粉付き										○	
	5		菊花											
	6		槍先											
	7		きつねの尾					○			○			
	8		小さな雷花					○		○	○			
	9		枯れ枝										○	
H	1	砥石の手応え	軟	○	○			○	○			○	○	○
	2		硬			○	○			○	○			
I	1	磁性	あり	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	2		なし											○

これは、火花流線、破裂火花、砥石の手応え、磁性の有無などA～Iの9項目に大分類し、さらに項目を2～9に小分類したものである。このチェックシートにより鋼種毎の識別データを作成した。例えばS35C固有の識別記号は、S35C－A1、B1、C1、D1、E１、F1、G1、G2、G3、H1、I1として表している。

3　未知の鋼種の判別手法と判別効果

鋼種判別は、未知の鋼種の火花を観察しながら項目毎の観察データを入力し、識別記号データベース上での検索処理をAND－OR形式で行う方法と、火花の特徴毎（流線系、炭素破裂系などの特徴）に優先順位を付けて逐次枝分かれ的に分類していく二通りの方法で行った。いずれもCD-ROMに収録した鋼種の画像（例としてCD-ROMに収録されているS35Cの静止画像を図１に示す）と、目で見た火花と比較しながら判別する。実技試験の結果、識別データとのAND－OR形式での比較法は、火花の観察データの入力に個人差が影響して良い結果が得られなかった。これに対して、流線系と炭素破裂系で枝分かれ的に細分類していく比較法（フローチャート式）では該当鋼種にたどりつける精度は向上した。



図１　S35Cの火花像

4　まとめ

識別記号によるデータベースをもとに鋼種を絞り込む手法は、鋼種判別の手助けとなることが確認できた。しかし、火花試験は目で見て判別するのが基本であることに変わりはなく、反復訓練の重要性が再認識された。

（文責　永本正義）
（校閲　上月秀徳）

63　無電解めっきにおける活性化前処理プロセスの解明

山岸憲史，西羅正芳，髙橋輝男，上月秀徳

1　目　　的

無電解めっきは、非導電性素材表面の金属化処理に広く用いられている。無電解めっき反応に対して不活性である基板上にめっきを施すには、触媒活性化前処理が必要となる。この活性化前処理の最も基本的な方法の一つに二液法(センシタイジング-アクチベーティング法)があり、古くから使われている。この活性化のプロセスは一般に、次のように理解されている。センシタイジング液に基板を浸すと、(1)式に示す吸着反応が起こる。ここで、Sn^{2+}sol は溶液中のSn^{2+}、Sn^{2+}ads は基板表面に吸着したSn^{2+}種を示している。

$$Sn^{2+}sol \rightarrow Sn^{2+}ads \quad \cdots\cdots (1)$$

センシタイジング処理に引き続き、アクチベーティング処理を施すと、(2)式の反応により金属Pd：Pd^{0}adsが基板表面に形成され、Sn^{2+}ads はSn^{4+}sol となって溶液中に溶けると説明されている。

$$Sn^{2+}ads + Pd^{2+}sol \rightarrow Pd^{0}ads + Sn^{4+}sol \quad \cdots\cdots (2)$$

しかし、この説には矛盾点が多く見つかった。本研究は二液法による金属化処理の改善を進めるうえで基礎となる、この活性化プロセスの解明を目的とした。

2　実験方法

試験片は、スライドガラス(76×13×1㎜)を用いた。触媒活性化前処理は、二液法（センシタイジング-アクチベーティング法）により行った。前処理の液組成および処理条件は前報[1]と同様である。前処理による吸着物の量はプラズマ発光分光分析法(ICP)により求め、その化学状態はＸ線光電子分光分析法(XPS)で調べた。

3　結果と考察

各種前処理を施したガラス基板表面のPdおよび0(酸素)のXPSスペクトルを図１に示す。Pdは０価で吸着している。図１(b)の530.3eV付近には吸着物に由来する0のピークが認められることより、この0はSnと化合していると考えられる。Clは、ほとんど検出されなかった。アクチベーティング処理前後のSnおよびPd吸着物の量の変化より、アクチベーティング反応は、(３),(４)式に示す２つの反応が独立して起こっていると考えられる(文献２参照)。

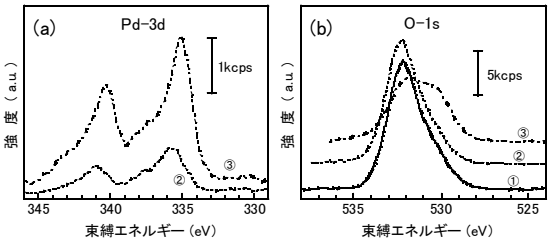


図1　センシタイジング処理後(①実線), センシタイジング-アクチベーティング処理後(②点線), 二液法3回繰り返し処理後(③一点鎖線)のガラス基板表面のXPSスペクトル　(a)Pd-3d, (b)O-1s

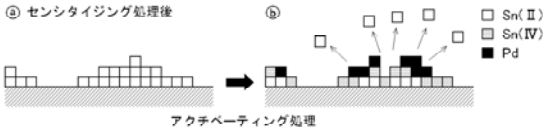


図2　二液法活性化前処理の吸着モデル

$$Sn^{2+}ads + Pd^{2+}sol \rightarrow Pd^{0}ads + Sn^{4+}ads \quad \cdots\cdots (3)$$

$$Sn^{2+}ads \rightarrow Sn^{2+}sol \quad \cdots\cdots (4)$$

センシタイジング処理により粒子状に吸着した２価のSn化合物が、アクチベーティング処理でその一部が溶解する一方、Pdの吸着に伴って４価に酸化され基板上に残存すると考えることで、この反応プロセスを矛盾なく説明できた。この吸着モデルを図２に示す。

4　結　　論

二液法によって形成される吸着物は、Snの酸化物あるいは水酸化物と金属Pdであることがわかった。アクチベーティング処理では、Sn^{2+}とPd^{2+}の酸化還元反応とは別にSn^{2+}の溶解が独立して起こっていると考えられる。

参 考 文 献

1) 山岸憲史，西羅正芳，園田司，脇坂彰一，兵庫県立工業技術センター研究報告書，10，(2000)，41.
2) 山岸憲史，八重真治，岡本尚樹，福室直樹，松田均，表面技術，54，(2003)，56.

（文責　山岸憲史）
（校閲　上月秀徳）

64　繊維用薬剤の熱的特性とデータベース化

瀬川芳孝，中野恵之

1　目　　的

繊維用薬剤は、繊維製品の製造分野において必要不可欠なものであり、全ての製造工程で使用されている。その数は、用途や目的によって数百種類にも達する。この薬剤は、希釈、織物浸漬、乾燥、熱セットなどの作業工程が伴うため、主成分やイオン性、熱的特性など薬剤個々の性質を十分に認識しておかないとクレームの発生や品質低下を引き起こす。

そこで、播州織産地で使用されている繊維用薬剤を数多く収集して、銘柄、イオン性、主成分などを分類整理するとともに熱的特性の分析を行って薬剤のデータベース化を図った。それにより、薬剤に起因するクレームの原因究明や再発防止等の技術支援に活用した。

2　実験方法

繊維用薬剤は、播州織産地の染色、サイジング、織布、仕上加工、準備工程の各会社を通じて244品目を、この他クレームの原因究明や品質管理には繊維などの分析データも必要となるため、繊維やプラスチック等の33品目も含め合計277品目を収集した。

収集した繊維用薬剤は、殆どが液状であるため時計皿に少量採り、105℃で約20分乾燥した。また、熱的特性を調べるため更に160℃及び180℃でそれぞれ３分熱処理し、粉末の薬剤とともにフーリエ変換赤外分光光度計（パーキンエルマ社製 FT-IR Spectro One）を用い、一回反射ＡＴＲ法で分析した。

3　結果と考察

繊維用薬剤のような有機化合物は、赤外分光分析のスペクトルで管理することが有効な手段である。

まず、収集した繊維用薬剤を銘柄、主成分、イオン性、用途、製造会社、乾燥後の状態に分類整理した。

用途別では、244品目のうち仕上加工に用いる樹脂が70、染色助剤が39、仕上加工や染色時の柔軟剤37、染料泣き出し防止のフィックス28、染色時などに使う無機薬剤27、界面活性剤17、たて糸に糊を付けるサイジング剤15、その他酵素など11品目である。

イオン性ではノニオンが多く使い易くなっているが、アニオン、カチオンの薬剤もあり、特に希釈時にはコンプレックスを起こさせないよう十分な注意が必要である。また、乾燥後の状態は、個体、ペースト状、液体と薬剤によって様々であった。

次に、分析法を検討するため、従来からよく使われているKBr法と近年開発された一回反射ＡＴＲ法を比較検討した。その結果、一回反射ＡＴＲ法は、試料が液体でもペースト状でも粉末でも約１㎜φのダイヤモンド結晶に乗せるだけで分析が可能であり、しかも精度良いスペクトルが得られる有効な分析法であることが分かった。

そこで、乾燥調整した全277試料を、一回反射ＡＴＲ法で分析し、得られたスペクトルをベースライン補正、ライブラリーネーミング等の処理をして検索システムの構築を行った。

また、これら繊維用薬剤は、糸や織物に浸漬付与した後、薬剤や工程によって異なるが100～170℃の高熱を掛けて反応及び固着させるため、薬剤の熱変成が懸念される。そこで、主成分を考慮した代表的な薬剤を乾燥後更に160℃と180℃で３分熱セットしたものを同法で分析し、スペクトルのシフトなどを調べた。その結果、スペクトルに異常がなかったので、105℃乾燥後の分析データが検索システムに使用出来ることを確認した。

4　結　　論

この結果、各薬剤の分析データが数秒で検索できるようになり、情報が迅速に把握できるとともに、数多く持ち込まれるクレームにも的確に対応でき、業界の技術支援が図れるようになった。

クレーム事例：仕上加工布の汚れ

仕上加工布に直径１㎜位の汚れが無数に付いているクレームが発生した。この汚れは、フイルム状ではないためサンプリングが出来ない状態である。そこで、汚れ部分と正常部分の織物の赤外分光分析を行い、その差スペクトルを求めて本事業で構築した検索システムの検索結果からシリコン系加工剤と判明、データに基づいて加工剤のイオン性や熱的特性、取り扱いを技術支援した。

（文責　瀬川芳孝）

（校閲　山口幸一）

65　先染織物の小ロット化に対応した合理化技術に関する研究

古谷　稔,小紫和彦

1　目　　的

企業との共同研究で開発中した糸繋ぎ装置（アレンジ・ワインダー）の、糸の長さの測定精度が高い利点を活かして、産地内の緊急課題である小ロットに対応した製織準備工程の合理化に関する研究を行った。

2　実　　験

アレンジ・ワインダー（写真１）は、糸の長さを任意に測定し、別の糸と繋ぎ合せる装置である。

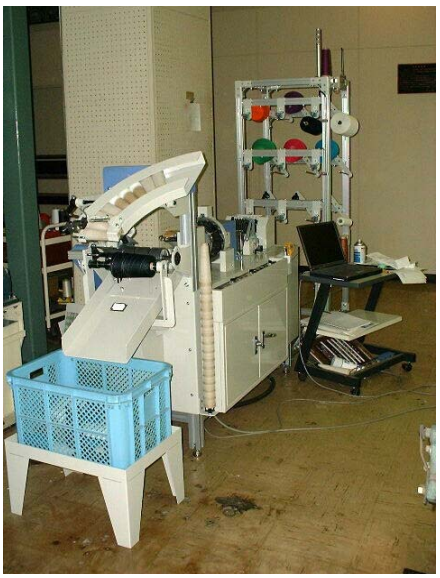


図１　アレンジ・ワインダー

この装置は糸の長さを正確に測定する機能を持っている。この機能を活用して、製織準備工程の合理化について、手法の開発検討および実証実験を行った。

たて糸を準備する工程には、一斉サイジングと部分整経があり、それぞれに工程の手順が違い、織物の生産量と柄によって使い分けられる。

一斉サイジングは、比較的大きな数量に適し、部分整経は、小ロットや複雑な柄に適している。

この２つの異なる工程について、アレンジ・ワインダーによる繋ぎ糸の作成から、複数の異なる柄が入った１本のビームの作成までについて、実験を行った。

3　結果と考察

実験の結果、次のような事が分かった。

アレンジ・ワインダーの運転上の制約や整経における作業から、適切なアレンジ・ワインダーによる繋ぎ糸の作成が必要である。例えば、部分整経の時はバンド間に調整用３～10ｍの糸を挿入することで、作業性・精度が向上し、織物としては不要な部分となるつなぎ目部分を減少さすことが可能となる。また、整経のスタート時や、バンド間の調整時に糸を揃える時、早く出てきた糸は糸を繋いで送り、遅れて出てきた糸は手繰ることで、後の糸に長さの狂いが少なくなる。

現状では、細かな問題点はあるが、概ね実用に耐える領域にまで精度を向上させる事が可能となった。

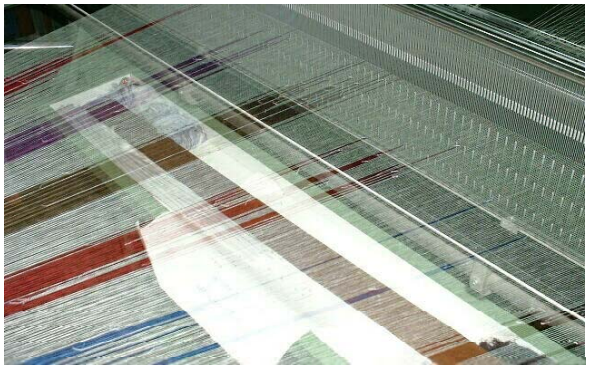


図２　部分整経における柄の変わり目

4　結　　論

この結果、産地の大きな課題である小ロットに対応した準備工程の合理化が図れる。例えば、小ロットでの先発見本（本出荷前にサンプルを出荷する）に１ビームで対応できる。１ビームで対応出来るため、織機におけるたて糸の掛けかえが不要となり、小口受注の増大が期待できる。１柄500ｍ～1,000ｍで数配色の受注の短納期化が可能である。

今後、実験を行い、更なる精度の向上を目指すとともに、実用化に向けた研究を継続していく予定である。

なお、本研究の実験に際し、多大なご協力をいただいた㈱片山商店、村田機械㈱に感謝します。

参 考 文 献

1)Arrange Winder Type-Ⅱ操作説明書,村田機械㈱新分野グループ(2003)

（文責　古谷　稔）
（校閲　山口幸一）

66　織物のＩＤ付与技術に関する研究

佐伯光哉，金谷典武，瀬川芳孝，竹内茂樹

１　目　　的

織物生産現場では、商品の多様化、クレームの削減、繊維のリサイクル、従業員の高齢化など多くの問題を抱えている。これらの問題に共通する課題として生産管理の簡易化が望まれる。そのための生産中の織物を識別する方法としてＩＤを付与する方法があげられる。

ＩＤを付与する場所、方法により、生産過程、生産後も残存できるものを付与することが可能であり、消費者に渡った後もＩＤ情報から生産情報を利用できるため、クレーム処理、繊維をリサイクルするための素材判別を支援することで社会的要求を満たすことにつながる。

ＩＤ付与方法による短所、長所を図１に示す。

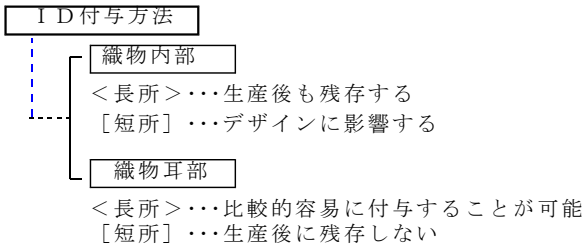


図１　ＩＤ付与方法

織物生産後もＩＤを残存させための付与場所として、織物内部に付与することを想定した付与方法の検討を行った。そのための一手法として特殊光により発色する糸を識別糸として用いる方法を提案するため、今回の実験では、織物中に織り込まれた識別糸を識別することの可能性を中心に検討した。

２　実験方法

識別糸として用いた色糸は、蛍光染料による染色糸と紫外線により発色する糸の２種類である。識別糸と生地糸を混合して配置した織物を、CCDカメラを使用してマクロ撮影した。このときの実解像度は0.02(mm/dot)であった。照明は、一般照明として蛍光灯による照明(155(lx))下と、紫外線蛍光灯を併用した２種類の異なる照明下で撮像した画像を比較した。

画像からの識別糸の検出方法は、画像の縦横に、識別糸のたて方向を合わせて撮像した画像から画像の縦方向に移動平均処理して得られる画像から、スプライン曲線を使用して識別糸断面方向の濃度断面曲線を作成することにより行った。

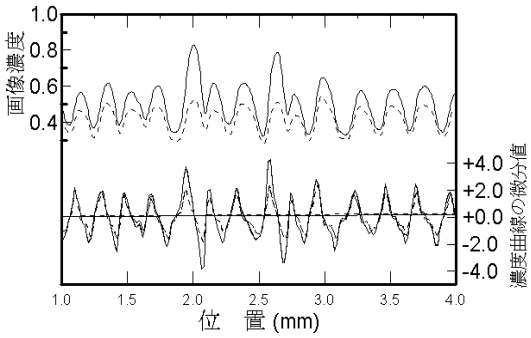


図２　識別部画像の濃度断面

――紫外線＋蛍光灯
-----蛍光灯のみ

３　結果と考察

図２に、２種類の照明下の画像から得られる識別糸を配置した領域の画像濃度値の変化を示した。このグラフは、糸の断面方向の濃度変化をしめしたもので、波形状は照明による糸毎の陰影特性が現れていることから、識別糸１本を判別することは可能である。蛍光灯下では、識別糸と生地糸の明度差はほとんどないのに、紫外線蛍光灯を併用した場合は、識別糸の濃度変化は、生地糸の明度変化に比べて大きく、識別糸として使用することが可能であることが伺える。また、一般照明下ではデザインへの影響は少ないことが確認できる。

また、紫外線で発色する糸を用いた場合は、２種類の照明下で撮像した画像情報からの色度差$\Delta L^*a^*b^*$=21.3あったので、色彩をによる識別も可能と考えるが明度の場合と違って、入力装置にる差が大きいため判別が困難であると考えられる。

４　結　　論

織物のＩＤ付与方法について、蛍光染料による識別糸を用いる方法について識別性を確認した結果、識別糸として利用可能であることがわかった。ただし、糸による識別情報の付与については、情報の付与形態（本数による識別、帯状での長さ比による識別が考えられる）の面からも有効性についても今後の課題としたい。

（文責　佐伯光哉）

（校閲　山口幸一）

67　染色糸の風合評価技術の開発

礒野禎三,佐伯光哉,小紫和彦

1　目　　的

繊維製品の「風合い」の評価は、新製品開発や品質向上のために欠くことのできない技術であるが、長らく熟練技術者による手触り評価で行われており客観評価技術の開発が望まれている。織物状態でのこの評価技術の開発は，日本繊維機械学会を中心としてKES法が開発され、この方法による評価が大手企業で普及している[1)]。

しかしながら、兵庫県下の繊維染色業は糸の染色が主流であり，この方法を適用することができない。そこで、糸の引張りによる変形を基に、染色糸の客観評価技術の開発を行ってきた。その結果、オイリングを行った綿糸について、手触りによる風合い評価と引張試験結果から、見掛微分弾性率－ひずみ曲線の高伸長時(2%以上)の近似直線を用いれば、処理剤の種類と濃度の影響について数値化の可能性があるとの結果が得られている[2)]。　本研究では、より手触り評価に近い、小荷重時の見掛け直径の変化を基に客観評価技術を検討した。

2　実験方法

2．1　試料

綿糸としては、東洋紡績(株)製エジプトコーマ80番手双糸(7.4tex×2)紫鷹を用い、常法による過酸化水素を用いた精練漂白を行った後、柔軟剤と平滑剤を用いて処理を行った。

2．2　見掛直径の測定

見掛直径の測定には、計測部に（株）キーエンス製のLS-3100型レーザ寸法測定器を用いた糸斑測定装置を使用した。測定は、所定の張力下で糸を5m/minの速度で走行させ1m当たり約200ヶ所を測定した。

3　結果と考察

見掛直径の測定方法として、CCDカメラを用いる方法とレーザスキャン式の寸法測定器を用いる方法について検討を行った。綿糸は、図１に示すように毛羽が糸の周りを取り巻いている。この毛羽の影響を除去して見掛直径を測定する必要があるが、CCDカメラを用いる方法では、この処理が困難であった。そこで、レーザスキャン式の寸法測定器を用いて、測定を行った。毛羽の影響の除去は、今回用いたレーザスキャン式の寸法測定器は400Hzの測定が可能であるがパソコンへの出力が約16Hzしかできないため、変化率による処理ができなかった。このため、前測定値との差が標準偏差以上の測定値を除去したところ、測定値の分布が平均値を中心とした対称型の分布が得られた。そこで、この方法により毛羽の影響の除去を行った。



図１ 綿糸のCCDカメラ画像

なま糸、精錬漂白糸、平滑剤処理糸および柔軟剤処理糸について、荷重下での見掛け直径を測定した結果、次のことが明かとなった。

(1)実験を行ったすべての糸で、荷重の増加により最密充填の状態まで見掛け直径が小さくなった。

(2)最密充填までの傾きは、処理および濃度の影響を受けた。

4　結　　論

染色糸での風合い評価には、低荷重時の毛羽を無視した糸見掛け直径の変形状態が関与していることが分かった。今後は、官能評価との相関性の検討が必要である。

参 考 文 献

1)川端季雄,「風合い評価の標準化と解析　第2版」，日本繊維機械学会(1980).

2)礒野禎三，杉本太，小紫和彦，山本統平，繊維学会誌，**56**,410(2000).

（文責　礒野禎三）

（校閲　山口幸一）

68　ポリ乳酸繊維を用いた先染商品開発に関する研究

中野恵之，小紫和彦

1　目　　的

ポリ乳酸系繊維は、使用期間中に優れた性能を発揮した後、廃棄後は自然界の微生物によって分解され、さらに、トウモロコシや芋類などに含まれる澱粉から作られる環境に優しい循環社会適応型材料である。平成13年度に、熱収縮性や熱分解性の問題を糸染条件や織物製造工程の最適化研究から解決し、ポリ乳酸系繊維に対応可能な生産技術構築を検討した。本年度は引き続き、新しい感性と環境配慮を組み合わせた商品開発を実施するために、ポリ乳酸繊維に対して天然の抗菌剤であるキトサン加工に関する検討を行った。

2　実験方法

2.1　試料

ポリ乳酸繊維はカネボウ合繊㈱のラクトロンマルチフィラメント（150 d/48 本）を用いて行った。キトサン加工はエス･イーケミカル㈱から提供を受けたサクシニールキトサン溶液（キトサン濃度５％）を用いて行った。

2.2　キトサン加工方法

サクシニールキトサン溶液を被加工糸の重量に対する濃度、1.25 % o.w.f.、5.0 % o.w.f.、20 % o.w.f.　で調整し 10 分間浸漬した。その後 1 時間風乾してから 140 ℃で 10 分間熱処理を行った。

2.3　重量測定

試験糸の重量測定は 105 ℃での絶乾重量をザルトリス製 MA30 型天秤で測定した。

2.4　赤外分光分析

赤外分光分析は Spectrum One（パーキンエルマー製）の装置を用い、ATR 法で測定した。

3　結果と考察

サクシニールキトサン溶液を加えずに処理したブランクと比べて処理試料はやや光沢を失ったが、絶乾重量を測定しても加工前と加工後で重量の変化は認められなかった。このことからキトサンがポリ乳酸繊維表面に僅かに加工されたものと推測し赤外分光分析を行った。図１にブランクと各濃度での赤外分光分析結果を示す。ブランクと比べて 1040 と 1210cm-1 付近のピークが加工液濃度と共に大きくなっていることがわかる。ただし、5.0 % o.w.f.と 20 % o.w.f.では大きな違いは無かった。これらのピークはＣ－ＯやＣ―Ｈの割合が大きくなったことを示している。この結果から、5.0 % o.w.f.程度のサキシニールキトサン溶液による加工で、繊維表面の官能基に影響を与える加工が可能であることがわかった。しかし、それ以上に加工溶液濃度を上げても効果は上がらないことがわかった。

4　結　　論

今回、サクシニールキトサン溶液で表面加工を検討して官能基を付与できることを見出した。しかし、この加工においてキトサンの持つ抗菌性が発揮されるかはさらに検討を必要とする。環境低負荷のポリ乳酸に天然の抗菌機能を有するキトサンを付与することから、ポリ乳酸繊維の表面つや消し効果や官能基付加は、繊維商品の展開に新たな可能性を与えると思われる。

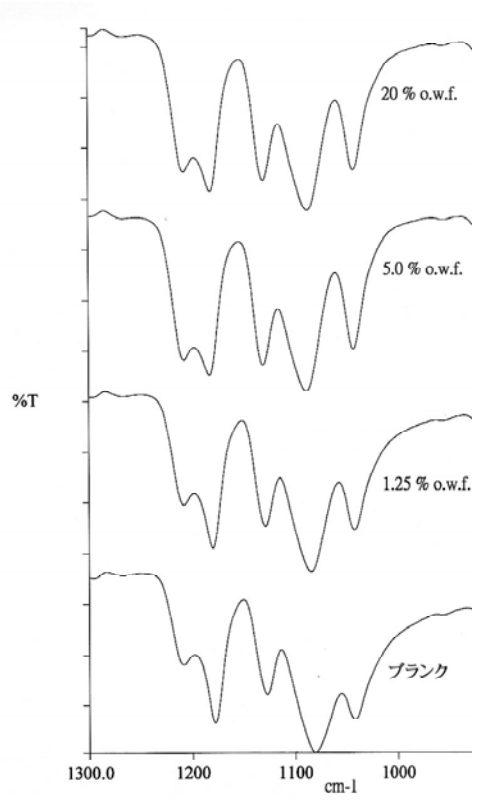


図１　ブランクと各濃度での赤外分光分析結果

（文責　中野恵之）
（校閲　山口幸一）

69　画像処理を利用した織物の欠点抽出技術に関する研究

金谷典武，佐伯光哉，小紫和彦

1　目　　的

播州織の産地では、産地の競争力の強化が重要視されており、織物の品質を保証するための検査が必要とされている。現在、この検査は目視により行われているが、人間による目視検査と装置による自動検査により品質保証の強化を図りたいという要望から、この検査を自動で行いたいという要求がある。そこで、本研究では、画像処理を利用して織物の欠点検査を行う技術について検討を行っている。

2　研究の経過と実験装置

本研究を進めるにあたり、播州織の検査工程について調査した。また、織物の欠点サンプルを収集するとともに、欠点と判定する基準について調査した。

安価なシステムで実験を進めるため、実験装置にはパソコンとＰＣＩバスで接続するビデオキャプチャーボードを利用した。実験に利用した装置を図１に示す。図１の左側がパソコンで、右側の黒い物体が画像データを取り込むためのＴＶカメラとそれを支えるカメラスタンドである。ビデオキャプチャーボードはパソコン本体に内蔵されており、ＴＶカメラからのビデオ信号を画像データとしてパソコンに取り込むことができる。本研究では、欠点抽出の実験を行うために、このような装置を構成し、パソコン上で画像処理ソフトウエアの作成を行った。

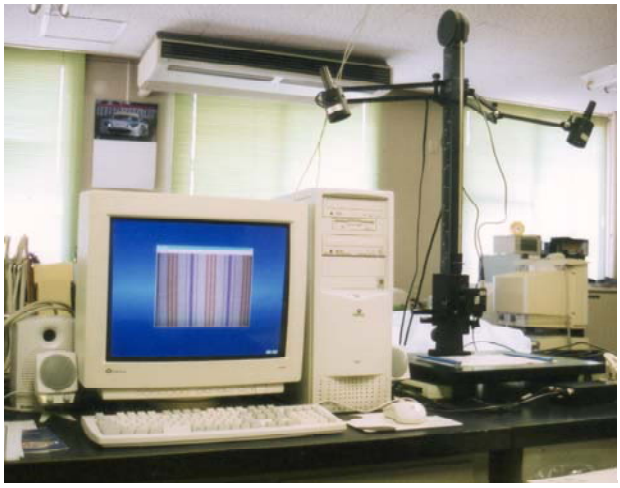


図１　実験に利用した装置

パソコンのモニタ中央に映し出されている映像がＴＶカメラからパソコンに取り込んだ画像データの例である。

3　実験結果

図１で取り込んだ画像データに対して、輪郭線を強調する画像処理を適用した例を図２に示す。原画像がたて縞の織物であるため、処理結果もたて線が出力されている。また、原画像のノイズや織物のしわの一部が出力結果に表示されていることがわかる。

種々の織物に対して実験を試みた結果、もう少し拡大された画像データに対して画像処理を試みる必要性があることがわかった。利用しているＴＶカメラはこれ以上拡大した映像を取り込むことが困難であるため、別の手段を考える必要がある。本研究は平成15年度も継続して実験を行う計画であり、今回の結果をもとに実験方法の変更を行う予定である。

4　結　　論

画像処理を利用して欠点抽出の実験を行うために、必要となる装置を構成するとともに、パソコン上で画像処理を行うソフトウエアの開発を行った。この装置を利用して実験を行い、現在の実験方法の問題点を確認した。

（文責　金谷典武）

（校閲　山口幸一）

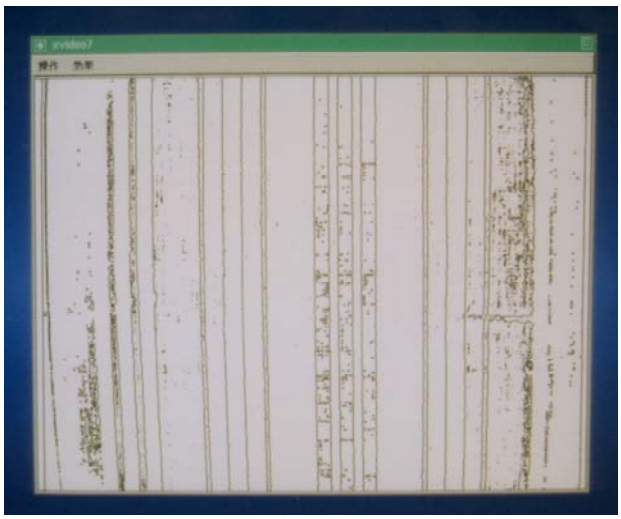


図２　画像処理を適用した例

70　皮革の染色摩擦堅ろう度の改善におけるｵｷｻｿﾞﾘﾝ基含有水性架橋剤の応用

安藤博美，石川　齊

1　目　　的

天然皮革の消費者からのトラブルで最も多い項目は染色摩擦堅ろう度（色落ち）であり、過去に様々な取り組みが行われてきた。しかし、従来の染料固着剤は十分な効果を生じていない。近年、従来のイソシアネート系、アジリジン系、ホルマリン系等の人体への安全性に問題がある架橋剤に代わり、カルボニル基と架橋するオキサゾリン基を含有したポリアクリル系架橋剤が市販されてきている。そこで、この安全性の高い架橋剤を用い水系ドラム中で染色革の処理を行い、革の染色摩擦堅ろう度の向上効果を試験した。

2　実験方法

2.1　供試水性架橋剤

供試架橋剤（以下、＃１、＃２、＃３、＃４と略記）はガラス転移温度（Tg）が異なる４種を用いた。＃１はー 50 ℃、＃２は０℃、＃３は 50 ℃、＃４は不明である。

2.2　供試染料

供試染料は市販酸性染料（C.I.Acid Brown 235:ｾﾗﾌｧ-ｽﾄﾌﾞﾗｳﾝ DGR）を用い、添加量はｼｪｰﾋﾞﾝｸﾞ重量に対して 2.0 %である。

2.3　供試革の調製

入手ウェットブルーの主要部から 30cm × 25cm の試験革を採取し、無作為に３枚１組として試験革とした。この試験革を用い、小型ドラム（サンド社製：φ 30cm）を使用して供試革を調製した。調製方法は水洗、中和、水洗、染色・加脂であり、水性架橋剤は加脂工程で加脂剤とともに添加した。次いで、水洗後、馬掛け、吊り干乾燥、味取り、バイブレーションステーキング、室温でのトグル張り風乾を行った。

2.4　試験項目および方法

染色摩擦堅ろう度試験（乾燥、湿潤）は JIS　K　6547 により摩擦試験機Ⅱ形（学振形）を用い、荷重は 4.9N で乾燥試験は 200 回往復、湿潤試験は 100 回往復（表面と裏面の各試験片６点）行った。白布の汚染の判定は JIS L 0805 に規定の汚染用グレースケールを用いた場合と、多光源分光測色計（スガ試験機㈱ MSC-IS-HD、測定孔 φ 30mm）を用い、色差Δ（E*ab）を求めた。

3　結果と考察

１）４種類の水性架橋剤について、革表面と裏面の摩擦堅ろう度の比較を行い、図１に示した。①は水性架橋剤未添加で熱処理無し、②は①の熱処理（120 ℃で 10 分間）、③は＃１の熱処理、④は＃２の熱処理、⑤は＃３の熱処理、⑥は＃４の熱処理である。○は表面の乾燥試験、△は表面の湿潤試験、●は裏面の乾燥試験、▲は裏面の湿潤試験である。Tg が０℃のやや柔軟な水性架橋剤④＃２が比較的良い傾向が見られた。

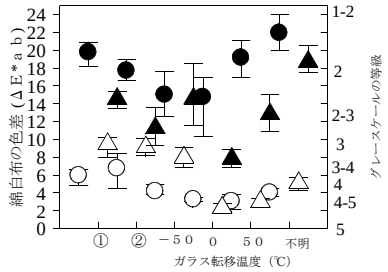


図１　水性架橋剤の比較

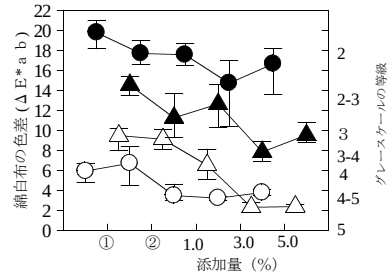


図２　水性架橋剤の添加量の影響

２）＃２について添加量の影響（③ 1.0 %、④ 3.0 %、⑤ 5.0 %）を調べ、図２に示した。添加量が多いと摩擦堅ろう度が向上する傾向が見られた。

4　結　　論

４種類の水性架橋剤の中で摩擦堅ろう度の向上に効果があるのは＃２であり、添加量が多いと、摩擦堅ろう度が向上する傾向が見られた。

（文責　安藤博美）
（校閲　石川　齊）

71　皮革からの揮発性物質の測定

中川和治，杉本　太，安藤博美，奥村城次郎，石川　斎

1　目　　的

皮革素材製造時および革製品加工時には揮発性化合物を含む薬品が使用されており、これらが残留して大気中に徐々に放散され、革の臭いとなっている。シンナーの主成分であるトルエン、キシレンはシックハウス症候群の原因物質として規制対象になりつつあり、皮革から揮発性物質の成分を分析する必要性が高くなっている。そこで、５種類の市販革からの揮発性成分のガスクロマトグラフ質量分析計による測定法を検討した。

2　実験方法

分析にはパーキンエルマー社製質量分析装置付きガスクロマトグラフ（GCMDS)TurboMassを用いた。シンナーの測定条件は、注入温度200℃、昇温条件65℃で２min保持後、４℃/minで200℃まで昇温、200℃で２min保持で行った。質量分析は30～300Daltonである。皮革からの揮発物質測定にはフロンティア・ラボ（株）製ダブルショット・パイロライザーPY-2020Dを用い、150℃で５min加熱後、GCMSで分析を行った。

3　結果と考察

３．１　皮革仕上げ用シンナーの分析

皮革の仕上げ工程で使用する３種類のシンナー（No.2シンナー、ウレタン用No.3000シンナーおよびノンブラッシングシンナー）を分析した。各シンナーの成分は以下の通りである。

No.2シンナー：ブチルアセテート、トルエン、2-アセトキシ-1-プロパノール、2-ブトキシエタノール

ウレタン用No.3000シンナー：4-ペンタン-2-オール、1-ブタノール、トルエン、4-メトキシ-4-メチル-2-ペンタノン、2-メチル-2,3-ペンタンジオール

ノンブラッシング・シンナー：3,3-ジメチル-2-ブタノール、2-メチルブチルオキシラン

３．２　市販革からの揮発性物質の測定

生皮、青底革（クロム鞣し革）、多脂革（植物タンニン鞣し革）、ホルムアルデヒド鞣し革、家具用革（コンビネーション鞣し革）からの揮発性物質を測定した。その結果は以下の通りである。

生皮：3-メチルトリデカン、1-クロロテトラデカン、ウンデカン、テトラデカン、o-デシルヒドロキシルアミン、トリクロロエイコシルシラン、1-クロロデカン

青底革：3-メチルトリデカン、１－クロロテトラデカン、ヘプチルヒドロパーオキシド、ヘプタナール、4-アジドヘプタン、2-メチル-2-フェニルペンタデカン、D,L-3,4-ジメチル-3,4-ヘキサンジオール

多脂革：3-メチルトリデカン、ヘプチルヒドロパーオキシド、トリクロロエイコシルシラン、o-デシルヒドロキシルアミン、トリコサン、セチルピリジニウムクロリド

ホルムアルデヒド鞣し革：ヘプチルヒドロパーオキシド、3-メチルブチルオキシラン、o-デシルヒドロキシルアミン、トリクロロエイコシルシラン、1-(エテニルオキシ)-オクタデカン、3-デシル-2-オール、1-メチルドデシルアミン

家具用革：1-メチルドデシルアミン、2-アミノノナデカン、5,7-ジメチルウンデカン、2-プロピルオキセタン、ヘプチルヒドロパーオキシド、1-クロロテトラデカン

4　結　　論

皮革製造に使用される主な３種のシンナーは成分に違いが見られた。これらのデータは、革からの揮発性成分にシンナー成分が見られる場合にはどのシンナーを使用したかを推定する資料となる。

市販革から揮発する成分にはシンナーに起因する成分は見られず、革の鞣しの種類によって異なることがわかった。

（文責　中川和治）
（校閲　石川 齊 ）

72　サーマルデバリング法を用いた脱毛

岸本　正，佐伯　靖，奥村城次郎，石川　齊

1　目　　的

原皮からの脱毛には、多量の石灰を使用しているために、排水処理費用が多額になっている。この排水処理費用の削減のために、毛分解物を含む排水を出さない方法として、金属材料業界ではバリ取りの方法として実用化されているガスを媒体とした非接触で瞬時に燃焼除去するサーマルデバリング法を脱毛工程に適用する研究を行った。

2　実験方法

サーフトラン社製サーマルデバリング装置Ｃ－２５０を用いて、脱毛実験を行った。供試皮は、水戻しした中牛皮を一辺150mmの正方形に切断したものを用いた。サーマルデバリング装置の容積8×10^{-3} m^3の燃焼チャンバー内に供試皮を置き、メタンガス：酸素ガスを1：3の割合で混合し燃焼ガスとして150～400kPaの条件で充てんし、点火燃焼させ、供試皮の脱毛行った。その後、供試皮の脱毛状況を観察した。そして、水洗による影響を確認するため、供試皮の水洗を行い、供試皮の脱毛状況を観察した。さらに、クロム鞣しによる影響を確認するため、クロム鞣しを行い、供試材の脱毛状況を観察した。

3　結果と考察

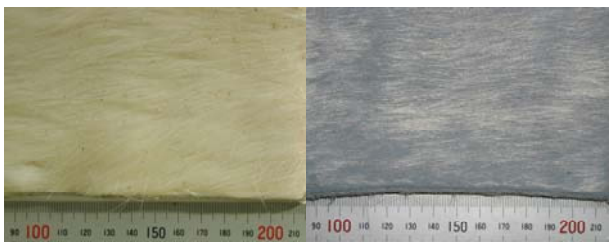
実験を行った供試皮の観察から、一辺150mmの正方形の水戻しした原皮に対して、混合燃焼ガス圧力が150kPa、燃焼エネルギーが120kJの加工条件でサーマルデバリングを行った結果が最適であった。この加工条件でサーマルデバリングを行った結果を図１に示す。サーマルデバリング後を 図１(a)に、クロム鞣し後を図１(b)に示す。サーマルデバリングを行った後は毛先が焦げたような状態(図１(a))でも、水洗し、クロム鞣しを行うにしたがって、毛が抜けているが、毛が抜けていない部分(図１(b))も一部あることがわかった。

サーマルデバリングを行わなかった未処理の結果を図２に示す。未処理を 図２(a)に、クロム鞣し後を図２(b)に示す。水洗、クロム鞣しを行うにしたがって、毛が少し抜けているが、多くの毛が抜けていないことがわかった。



(a)　サーマルデバリング後　(b)　クロム鞣し後

図１　サーマルデバリング法



(a)　未処理　　(b)　クロム鞣し後

図２　未処理

4　結　　論

水戻しした一辺150mmの正方形の原皮に対して、サーマルデバリング法を用いて脱毛実験を行った。実験後の状態観察から、本実験範囲での最適な混合燃焼ガス圧力を見いだすことができた。しかしこの条件でも燃焼除去が不完全な部分があり、今後さらに、全体を均質に燃焼除去することができる最適な装置全体についての加工条件を見いだすことが必要である。

謝　　辞

本研究において、サーフトラン社製サーマルデバリング装置Ｃ－２５０の使用許可、多大なご協力・助言を㈱東洋エクスツルードホーン社　伊藤良助氏、近藤暁美氏、関係方々からいただきました。ここにお礼申し上げます。

（文責　岸本　正）
（校閲　石川　齊）

所在地
（技術企画部、技術支援部、材料技術部、ものづくり開発部）
〒 654-0037　神戸市須磨区行平町３丁目 1-12　　Tel.（078）731-4033　FAX（078）735-7845
（機械金属工業技術支援センター）
〒 673-0405　三木市平田字フケ 240-1　　Tel.（0794）82-0026　FAX（0794）83-6230
（繊維工業技術支援センター）
〒 677-0054　西脇市野村上ノ段 1790-496　　Tel.（0795）22-2041　FAX（0795）22-3671
（皮革工業技術支援センター）
〒 670-0811　姫路市野里東河原 3　　Tel.（0792）82-2290　FAX（0792）22-9043

兵庫県立工業技術センター研究報告　第 12 号

（平成１５年版）

平成１５年　８月２５　日　発行
発行所　兵庫県立工業技術センター
〒 654-0037　神戸市須磨区行平町３丁目 1-12

15 産 T2-005A4