CRDS-FY2006-WR-18

分野融合フォーラム

伝統工芸と科学技術

～故きをもって新しきを知る・自然に根ざした伝統工芸と科学技術の「場（Interaction Fields）」の構築～

報告書

平成19年3月

独立行政法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
Center for Research and Development Strategy, Japan Science and Technology Agency

目　次

１．分野融合フォーラム概要 …… 1
　１．１　趣旨・目的 …… 1
　１．２　アウトプットのイメージ …… 2
　１．３　フォーラム概要及び構成 …… 2
　１．４　プログラム …… 4
　１．５　フォーラム参加者 …… 5

２．結果報告 …… 8
　２．１　主要な結論 …… 8
　　２．１．１　イノベーション創出可能性と重点分野探索 …… 8
　　２．１．２　フォーラムにおける検討事項 …… 8
　２．２　講演個別各論における議論のポイント …… 10
　２．３　総合討論における議論のポイント …… 15
　２．４　フォーラム終了後に参加者から頂いたコメント …… 16

Appendix
１．講演関連資料 …… 25
　⑴　講演説明資料及び講演発表資料（公表了解分のみ）
　　①「京都における伝統技術から先端技術への展開～福田金属箔粉工業㈱の挑戦」
　　　☒ 27
　　②「備前焼模様ひだすき：稲穂で赤に発色の微細構造と生成過程」…… 51
　　③「生物（タケ）に学ぶ材料設計・構造設計」…… 67
　　④「漆と科学技術」…… 78
　　⑤「モルフォ蝶発色の原理と応用」を中心に～量子ビームと物質との相互作用：
　　　ナノサイエンスへのさまざまな応用～ …… 95
　　⑥「伝統技術と先端技術の融合による知的伝産拠点の形成」…… 101
　　⑦「伝統産業とデザイン」…… 114
２．見学先企業（有限会社　フクオカ機業）関係資料 …… 125
３．地域「伝産学官連携」関係資料 …… 133
　⑴　地域「伝産学官連携」からのイノベーション創出による個性と特色ある
　　知識社会の創造（「知識社会とは何か？」懸賞論文特別賞 2006 年７月）…… 135
　⑵　地域「伝産学官連携」による地域イノベーション創出からの個性と特色ある知識社
　　会の創造（第 11 回伝統技術と先端技術の融合化研究会 2006 年 11 月講演資料）
　　·☒ 140
４．参考資料 …… 145
　⑴　伝統工芸関係 HP …… 147
　⑵　参考文献 …… 148
５．伝統的工芸品産業の振興に関する法律 …… 149

1．分野融合フォーラム概要

1.1　趣旨・目的

（独）科学技術振興機構研究開発戦略センター（JST/CRDS）では、科学技術と人文科学、社会科学との境界が曖昧となっている現状の下、未来へ向かう新たな研究フロンティアは何か、既存の分野にとらわれず自由で闊達な発想を駆使して議論を行う「分野融合フォーラム」を実施する。

今回のテーマである「伝統工芸と科学技術～故きをもって新しきを知る・自然に根ざした伝統工芸と科学技術の『場（Interaction Fields）』の構築～」においては、伝統工芸や文化、人に感動を与える芸術の中に「暗黙知」として埋め込まれている原理・摂理を科学技術によって「形式知」に変換することにより、イノベーション創出に向けた新しい科学技術分野の萌芽の可能性を探るとともに、将来的に「伝産学官連携」（伝統工芸産業と大学、国及び地方公共団体、産業界との有機的な連携）推進からのイノベーション創出による個性と特色ある知識社会の実現を目指す「場（Interaction Fields）」を構築する。

また、経済財政諮問会議がとりまとめた「日本 21 世紀ビジョン」（2005 年４月）においては、我が国の競争力強化のための「伝統資源の活用」として、ものづくりにおける「熟（こな）れの技」や伝統文化に築かれたコンテンツの戦略的活用が基本戦略として掲げられており、第３期科学技術基本計画においても、「科学技術の活用に関わる人文・社会科学の優れた成果は製造業等の高付加価値化に寄与することが期待されることから、イノベーション促進に必要な人文・社会科学の振興と自然科学との知の統合に配慮する。」とされている。

なお、現在、文部科学省、経済産業省、総務省等でも伝統工芸産業、文化関連の施策が検討・展開されているが、単なる伝統技術の保護ではない将来のイノベーション創出を目指した主導的役割を当センターが担っていくものである。

（用語定義）

本報告書では、「伝統的工芸品産業の振興に関する法律」（Appendix 5 参照）等を参考としつつ、伝統的な工芸品に関する産業を特に断りのない限り「伝統工芸産業」とする。

単に「伝統産業」とすると「ものづくり」以外の「伝統的な産業」全てを包含することとなって対象として広すぎるため、特に「工芸品」に限定して伝統的な「ものづくり」を対象とした（ただし、一部発表資料のママで「伝統産業」との記載あり）。

また、本報告書での「伝統技術」は、特に断りのない限り、伝統的な工芸品を製造する技術及び技法を指す。

なお、「伝統技能」という表現も広く使われているが、文化財保護法等の観点からは伝

統演劇･音楽を「伝統芸能」としており､「伝統技能」とすると「伝統芸能」における技法･能力を指す印象が強いため、本報告書では「伝統技術」を使用する。

1.2　アウトプットのイメージ

〔問題意識〕

・伝統工芸等からのイノベーション創出の可能性と重点分野探索

⑴　新たな融合分野への展開

・伝統工芸等の科学的解明による先端科学技術や既存産業への展開、計測・分析技術の高度化等によるナノテクノロジー、バイオテクノロジー等への応用可能性の検討

・文部科学省平成 19 年度概算要求「異分野融合研究プログラム」（注：フォーラム実施時点、最終的に平成 19 年度政府予算案ではゼロ査定）における「文化・芸術と科学技術」（課題例）へのインプット等

⑵　研究システム支援方策としての展開

・伝統工芸従事者の研究支援制度創設等「伝産学官連携」（伝統工芸産業と大学、国及び地方公共団体、産業界との有機的連携）研究支援システムによる地域イノベーション創出等の政策提言の検討

・地域ブランド・デザイン、知的財産保護の観点からの検討

⑶　HP 等による「場（Interaction Fields）」の構築の検討

・「伝統工芸と科学技術」に関する HP 作成による各種情報発信、関係者のネットワーク形成に向けた「場（Interaction Fields）」の構築の検討

・伝統工芸と科学技術に関するアーカイブの作成（HP 掲載・公表を検討）

・教養教育も含めた伝統工芸の一般ユーザーへの理解増進等を図ることによる伝統工芸の保護・振興の検討

1.3　フォーラム概要及び構成

⑴　開催日程

2006 年 12 月2日㈯～3日㈰

⑵　実施場所：京都

ホリディ・イン京都（京都市左京区高野西開町 36）

⑶　実施形態：クローズド・ディスカッション（参加者計 52 名）

⑷　コーディネータ・講演者・講演構成

〔コーディネータ〕

・永山國昭　自然科学研究機構岡崎統合バイオサイエンスセンター教授・JST 科学技術理解増進部事業統括

・小林康夫　東京大学大学院総合文化研究科教授（表象文化論）

基調講演

①「京都における伝統技術から先端技術への展開～福田金属箔粉工業㈱の挑戦」

：梶田　治　福田金属箔粉工業㈱常務取締役

福田金属箔粉工業㈱（1700 年の金銀箔粉商いから最先端微粒子加工技術の国際展開、プリント基板用電解銅箔世界シェア約 10%）の沿革と発展

個別テーマ講演Ⅰ “伝統技術の科学化”

②「備前焼模様ひだすき：稲穂で赤に発色の微細構造と生成過程」

：高田　潤　岡山大学大学院自然科学研究科長・教授

備前焼彩色技術の応用による人体に安全な顔料への展開、その他の可能性として、京都セラミックス産業との連携等

③「からくり人形とロボット：江戸ものづくり」

：鈴木一義　国立科学博物館理工学研究部第２研究室主任研究官

Science Portal（Appendix ４考参照）にも掲載されたからくり人形からロボットへの展開

個別テーマ講演Ⅱ “天然技術の科学化”

④「生物（タケ）に学ぶ材料設計・構造設計」

：岡本秀穂　九州大学特任教授、マイクロ・テクノ・リサーチ（MTR）代表

生物の進化によって獲得された生物的自然の先端技術への応用、バイオミメティックス（生体機能模倣）からマイクロリアクターへの展開等

⑤「漆と科学技術」

：小川俊夫　金沢工業大学環境・建築学部教授

漆の抗菌性をはじめとする漆の特徴について、伝統的経験からの示唆と漆の可能性検討、例えば金属等木材以外の素材へのコーティングの可能性

⑥「モルフォ蝶発色の原理と応用」を中心に～量子ビームと物質との相互作用：ナノサイエンスへのさまざまな応用～

：齋藤　彰　大阪大学大学院工学研究科助手

表面構造解析技術の応用による高周波数フィルターへの展開、構造色の応用による西陣織伝統技術やアパレル産業への展開等

発展テーマ講演“日本ブランド・イノベーション創出に向けて”

⑦「伝統技術と先端技術の融合による知的伝産拠点の形成」

：森本一成　京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科教授

京都工芸繊維大と地元企業とによる「伝産研究会」（後述）における産学連携事例の紹介及び同大伝統みらいセンターにおける事例の紹介等

⑧「伝統産業とデザイン」

：船曳鴻紅　東京デザインセンター代表・日本デザインコンサルタント協会理事長

伝統産業におけるデザインの重要性等について、イノベーション創出におけるデザイン・ブランドの役割

1.4　プログラム

⑴　プログラム及び進行方法

１テーマ 50 ～ 60 分でプレゼン最大 25 分（①については 40 分）

（本フォーラム・ディスカッションルール案）：CRDS 会議ルール修正

・フォーラムを通じて全員参加でお願いします
・１回の発言は３分以内にまとめるようにお願いします
・相手の発言は最後までお聞き願います
・意見は建設的に、否定する場合は対案をお願いします
・専門分野にとらわれない素人的・独創的発想を歓迎します
・明るく楽しくやりましょう

12/2 ㈯〔第１日目〕

11:30 ～ 12:00　受付
12:00 ～ 13:00　事務連絡
主催者挨拶：永野　博 JST 理事 /CRDS 上席フェロー
自己紹介・議論の方向性について
13:00 ～ 13:50　**基調講演**
①「京都伝統技術から先端技術への展開」
（休憩）
13:55 ～ 15:45　**個別テーマ講演Ⅰ　“伝統技術の科学化”**
②「備前焼模様」
③「からくり人形」
15:45 ～ 16:00　休憩
16:00 ～ 18:30　**個別テーマ講演Ⅱ　“天然技術の科学化”**
④「生物から学ぶ材料設計」
⑤「漆と科学技術」
⑥「モルフォ蝶」
18:30 ～ 20:00　懇親会
20:00 ～ 22:30　フリーディスカッション（自由参加）

12/3㈰〔第2日目〕

9:00 ～ 9:30　事務連絡・前日の議論の整理

9:30 ～ 13:00　**発展テーマ講演“日本ブランド・イノベーション創出に向けて”**

⑦「知的伝産拠点形成」

⑧「伝統産業とデザイン」

（休憩）

総合討論

14:00 ～：企業見学　有限会社フクオカ機業上京区浄福寺通五辻東入一色町 357）

西陣織技術の炭素繊維への応用　http://www.fukuoka-k.co.jp/index.html

1.5　フォーラム参加者（コーディネータ、講演者以外）

・浅井俊子　㈱情報工房　代表取締役

・石田寛人　金沢学院大学学長

・市原達朗　京都ナノテククラスター本部事業総括（㈶京都高度技術研究所）

・内丸幸喜　東北大学未来科学技術共同研究センター教授
京都工芸繊維大学客員教授、前文部科学省計画官

・大澤研二　群馬大学教授
色彩パターン化による一次元配列情報解析

・大藪　泰　京都市産業技術研究所工芸材料チーム（塗装技術研究室）主席研究員　漆関係

・生越由美　東京理科大学専門職大学院総合科学技術経営研究科教授
伝統文化保護のための知財のデジタル化

・河本哲三　ロレアル アーツ アンド ファンデーション代表

・清水宏一　平安女学院大学人間社会学部国際観光コミュニケーション学科教授
前京都市観光政策監、京都市デジタルアーカイブ事業担当

・下山　進　吉備国際大学大学院　文化財保存修復学研究科科長・文化財総合研究センター長・教授
浮世絵その科学的精密調査

・冨井洋一　京都大学大学院エネルギー科学研究科教授（12/2 参加調整中）
魔鏡メカニズムの材料学的・光学的解明

・林　主税　㈱アルバック社友
ナノテク関係

・前島一夫　㈱積水インテグレーテッドリサーチ取締役

・松島　巌　工芸作家
ガラス工芸家、コアガラスの再現

・松波弘之　JST 研究成果活用プラザ京都館長・京都大学名誉教授

・松本頼明　備前焼 桂花園主人（備前焼作家）

・和田雄志　未来工学研究所 21 世紀社会システム研究センター長
文部科学省の伝統科学技術関係調査を担当
○関西ベンチャー学会文化資産研究部会関係者
・今田　哲　関西ベンチャー学会副会長・京都ナノテククラスター本部科学技術コーディネータ
・日野孝雄　関西ベンチャー学会常任理事・神戸常盤短期大学講師
○デジタルセンセーション株式会社（静岡大学発ベンチャー：センサー利用によるデジタル知識、コンテンツ配信等）関係者
・竹林洋一　代表取締役・静岡大学情報学部教授
・杉山岳弘　取締役・静岡大学情報学部助教授
○「伝統技術と先端技術の融合化研究会（伝産研究会）」（森本一成 運営委員長・京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科教授、京都工芸繊維大学研究者と企業会員 32 社等で構成）
・竹永睦生　京都工芸繊維大学理事（副学長）：研究・産学連携等担当
・山田正良　京都工芸繊維大学地域共同研究センター長・教授
・吉本昌広　京都工芸繊維大学地域共同研究センター教授
・行場吉成　京都工芸繊維大学地域共同研究センター産学連携コーディネータ（客員教授）
・中森孝文　京都工芸繊維大学地域共同研究センター助教授
・西脇一雄　日新工芸株式会社取締役会長
・吉田丹治　NPO 法人 XO クラスター理事長
・日下敞介　㈲錦匠苑代表取締役社長
・谷口博文　谷口和紙株式会社代表取締役
・村上欣永　尾池工業株式会社技術管理部門長
・横田久幸　京都市産業観光局商工部産学連携推進課課長
（伝産研究会構成 12 分科会）
1．レーザー微細加工・パターニング研究会
2．ヒューマンインタフェース分科会
3．新素材用途開発研究会
4．意匠性に優れたシルクコンポジットの活用分科会
5．活路開拓デザイン分科会
6．ナノテク材料開発研究会
7．伝統産業技術アーカイブ分科会
8．金属板材の成形技術開発研究会
9．インクジェット染色分科会
10．自動車と運航体の衝突安全に関する研究会
11．照明と感性の研究会
12．伝統産業と３次元画像アーカイブ分科会

伝産研究会事務局：京都工芸繊維大学地域共同研究センター、㈶京都高度技術研究所

○京都工芸繊維大学「伝統みらい研究センター」（濱田泰以 センター長・大学院工芸科学研究科教授）

H18 科学技術振興調整費 地域再生人材創出拠点形成「伝統技能と科学技術の融合による先進的ものづくりのための人材育成」採択

・濱田泰以　京都工芸繊維大学伝統みらい研究センター長・大学院工芸科学研究科教授
・仲井朝美　京都工芸繊維大学伝統みらい研究センター助教授（伝産研運営委員）

（政府関係）

・杉田定大　内閣参事官（内閣官房知的財産戦略推進事務局）

（JST 研究開発戦略センター）

・永野　博　JST 理事・上席フェロー
・馬場錬成　中国総合研究センター長
・岡本信司　研究システムグループ　フェロー
・福田佳也乃　研究システムグループ　アソシエイト・フェロー
・嶋田一義　電子情報通信グループ　アソシエイト・フェロー
・嶋林ゆう子　計測・産業技術グループ　アソシエイト・フェロー

2. 結果報告

2.1 主要な結論

2.1.1 イノベーション創出可能性と重点分野探索

今回のフォーラムの命題であった「伝統工芸に関する技術等からのイノベーション創出可能性と重点分野探索」については、以下の結論に達した。

・伝統工芸に関する技術からのイノベーション創出の可能性は充分にあり（福田金属箔粉、フクオカ機業の成功事例等）、今回明らかになった成功要因の分析が必要である。
この分析については、別途作成中の地域イノベーション・エコシステム（Regional Innovation Eco-System）の構築に関する戦略プロポーザルで検討する。

・まず伝統技術ありきといった技術の性格上、受益者等のニーズからの伝統技術としての応用発展可能性の検討は容易でない。すなわち、伝統技術以外の技術応用でも可能であって、伝統技術である必然性がない。

・重点分野探索については、関連技術全体の俯瞰マップが作成可能な他分野と異なり、応用可能な技術の抽出及び俯瞰マップ作成は困難である。

・したがって、伝統技術全体の中から相対的な重点分野・課題を探索することは困難である。

2.1.2 フォーラムにおける検討事項

⑴ **新たな融合分野への展開**

伝統技術からの新たな融合分野へ展開については、以下の概念で整理できる。

伝統技術の科学技術による解明
→① 伝統技術とは異なる新たなイノベーション創出
→② 伝統技術の伝承・保護 →**新たな発展的展開の可能性**

伝統技術を科学技術によって解明することで、本来の伝統技術とは異なった新たなイノベーションが創出されるパスと伝統技術を伝承・保護していくパスが存在する。なお、二番目のパスからも新たな発展的な展開の可能性もあり得る。

今回のフォーラムにおける講演からは、①の観点における研究個別各論における技術的応用展開（ひだすき、漆、構造色等）と②の観点に関連した伝統工芸産業における計測・情報処理・評価技術等による知識伝承プロセス解明が今後の検討課題となった。

また、知識伝承プロセス解明における留意事項として、広義での社会的受容性、科学技術による伝統技術解明の持つ意義、伝統の伝承における「型」の重要性（暗黙知を含む形式知の意味・型の模倣から新しい「型」の創造）が議論された。

⑵ **研究システム支援方策としての展開**

研究システム支援方策としては、地域イノベーション・エコシステムの構築に関する戦略プロポーザルで検討中の地域「伝産学官連携」（伝統工芸産業と地域における大学や公

設試験研究機関との連携による知識の形式知・表出化、さらに産業界との連携による形式知の融合と発展からのイノベーション創出、各種連携活動の官による各種支援方策の実施）の推進において、地域ブランド・デザインによる発展（アイステシス[1]・イノベーション）、大学を研究拠点として全国から共同研究を募集するシステムの構築、人材の流動性を高めるシステムの構築等について詳細な検討を行う。

⑶　その他

フォーラムにおけるその他の検討事項は以下のとおりである。

・地域「伝産学官連携」のコンセプトをはじめ伝統工芸産業からのイノベーション創出に関する施策の第４期科学技術基本計画への反映

・伝統工芸等と科学技術との関係、「融合」ではなく「共生、競争」関係であるべき、といった留意・検討事項

[1] アイステシス（ギリシャ語：よりよい生への希求）、技術・経営と３軸を成すイノベーションの１成分
Ref. 山口栄一 同志社大大学院教授「イノベーション破壊と共鳴」（2006　NTT 出版）

2.2　講演個別各論における議論のポイント

〔基調講演〕

⑴　**「京都における伝統技術から先端技術への展開」**

（梶田　福田金属箔粉工業㈱常務取締役）

主な議論のポイントは以下のとおり。

・伝統産業（発表資料のママ、本報告書の定義では「伝統工芸産業」と同義、以下同じ）の強みと弱みについては、次のように整理される。

（伝統産業の強み）

①商品寿命が極めて長く、しかも安定している

②ブランド力がある

③洗練され無駄のない生産技術を持っていること

（伝統産業の弱み）

①市場規模の変化に追随しにくいこと

②造る側の立場優先で、応用の利き難い技術

③情報収集する努力が不足

この整理については、川上・上流側（基礎的・基盤的の意、注：この上流・下流の定義については、分野によっては上下流の意味するところが反対である場合あり）の技術なので可能だったのではないか、川下（デザイン等）を考慮すべきではないか、との議論があった。

・「伝統産業の意識を捨てることから新しい展開が生まれる」

①職人の技を科学技術的に捉える

②感覚に代わるセンサーを開発する

③科学技術情報、市場情報を入手できる環境に入り込む

・計測・情報処理・評価技術等による伝統技術の解明の可能性の課題

・社会的受容性

・伝統をどこまで科学技術で解明できるのか？

・さらなる伝統技術の継承と先端技術の開発をめざし、社会に貢献できる「ものづくり」・「人づくり」に取組む

①既存の技術、生産プロセスを改善・改良する

②異業種の知識を融合させ新製品・新プロセス・新サービスへ挑戦する

③「ものづくり」には「チームワーク」が重要

・アウエー（海外等）で如何に勝負できるか？

・若者等世代・国・地域・各時代における価値観・感性の相違

〔個別テーマ講演Ⅰ：伝統技術の科学化〕

⑵ **「備前焼模様ひだすき：稲穂で赤に発色の微細構造と生成過程」**
（高田 岡山大学大学院教授）

主な議論のポイントは以下のとおり。

・ひだすき模様（稲穂と陶器等の相互作用による自然発色）の人工生成による塗料としての応用展開可能性の検討
・人工的な「ひだすき」生成技術と本家備前ひだすきとの関係→新たな展開となり得るのか？
・地域ブランド（ご当地もの）の維持と人工的な類似物生成による相乗効果の可能性、伝統技術伝承における御法度の存在

⑶ **「からくり人形とロボット：江戸ものづくり」**
（鈴木 国立科学博物館主任研究官）

主な議論のポイントは以下のとおり。

・職人と作家：美意識の理解、伝統技術を保持できたのはユーザー（パトロン、評価者）の期待に応えるというニーズがあった
・からくり人形の伝統におけるロボット技術の社会的受容性：双方向コミュニケーション（敢えて失敗するからくり人形）
・東洋（日本）と西洋の美意識の相違

〔個別テーマ講演Ⅱ：天然技術の科学化〕

⑷ **「生物（タケ）に学ぶ材料設計・構造設計」（岡本 九州大学特任教授）**

主な議論のポイントは以下のとおり。

・生体そのものを求めず生体のよって立つところを求める（←生体に学ぶこととまねること）
・不揃いの部分から統一ある全体をつくる
・伝統の保持、伝承における失敗の持つ意味
・構造最適化が必ずしも最適経済性とならない

⑸ **「漆と科学技術」（小川 金沢工業大学教授）**

主な議論のポイントは以下のとおり。

・漆の各種機能（塗料・接着剤、抗菌性）と環境に優しい特性の活用（抗ガン剤等への発展可能性）
・酸化酵素であるラッカーゼの大量生産方式の確立が必要
・従来の高温高圧の有機反応に代わり、酵素反応を利用した化学反応（酸化還元反応等）の一般研究の進展が必要
・耐候性改善のための研究が必要

・多糖類を含む微量成分の有効利用のための基礎研究が必要
・天然漆が高価なためバイオテクノロジーによる天然漆の生成
・ナノテクノロジーによる人工漆の生成の是非
・アジアへの国際貢献としての漆植林
・「文化」ではなく「産業」としての展開が必要
・漆の良さをどのように理解させるか？
・京都・金沢など地域性の相違は何か？
　ブランド、デザイン、職人の文化力
・伝統をどこまで科学技術で再現できるのか？
　再現する意義・意味は何か？
　計測・情報処理・評価技術等の限界との関係も含め伝統技術の 100%の再現は不可能、
　伝統工芸産業と芸術との関係（価値観の相違、伝統の伝承をサポートする等）

〔「漆」に関するフォーラム終了後の参加者からのコメント〕

抗菌性については現在のデータでは確かに認められますが、漆中のどの物質がどのような菌に働くのか明確にしなければなりません。またその持続性についても同様です。抗腫瘍性や抗 HIV 性などもインビトロでは認められていますが、その様な物質は沢山あるでしょう。沢山の物質の中からどのように発展させていくかです。

その他に漆の特殊機能はなにか。今明確な答えはありません。ただ、漆の特長を考えることにより、例えば量産のための研究の意味が明確になります。

それでは漆の特長とは、

①肌合い。むっくり感や肉持ち感、しっとり感などと表現されますが、確かに他の合成樹脂塗料では認められない官能性です。

②有機溶剤がない、固形分 95%以上（揮発成分は水）。一般的な合成樹脂塗料は有機溶剤を含み、種類や塗装方法によっても異なりますが、約 50%は揮発成分の有機溶剤です。

③植物性の再生原料から得られる。水系塗料､粉体塗料など有機溶剤が必要ない塗料でも、原料はほとんど石油からです。

④硬化は常温常圧で架橋型塗膜です。工業用の水系塗料、粉体塗料など有機溶剤が必要ない塗料でも例えば 150 度 30 分程度の焼き付け乾燥です。

①と量産はあまり関われません。

②～④は、「漆は石油に全く依存しない植物系の再生原料で、有機溶剤を含まず固形分 95%以上、常温常圧で乾燥する環境調和型塗料である。さらに樹から採取・伐採後、新芽の成長や植栽により十数年後には再び採取可能となる。塗料を畑で作る、資源を畑で作る、その意味からも環境調和型塗料と言える。」

我々が研究する意味はここに見出しています。

具体的な研究は漆の改質と酵素反応形塗料（人工漆）の開発です。

漆器や仏壇等の従来からの利用だけに留まらない漆の利用拡大を図る。例えば家電、建造物、エクステリア、インテリア、車輌など。そのためには塗料として不都合な漆の性質を改質する。これについては既に我々は技術移転して、製造・市販されております。もちろんさらなる改質が必要です。

酵素反応形塗料（人工漆）の開発については、ウルシオール類似物、ラッカーゼ（キノコ等より製造）、この二つの成分をエマルジョン化する第３成分（反応にも寄与するタンパク質加水分解物）の３成分系で我々は既に実験室では開発しています。ウルシオール類似物について初めは合成していましたが、現在は上記の資源作物･資源植栽との意味から、ベトナム産の漆から抽出したウルシオール類似物（ラッコール）の利用を研究しております。漆の特徴である環境調和型塗料の性質を持った酵素反応形塗料（人工漆）が開発されれば、塗料工場（漆畑）が必要になり植栽が進展します。

以上、バイオテクノロジーの応用にかかわらず、日頃考えている漆研究の意義を述べました。（参加者コメント終了）

⑹ **「モルフォ蝶発色の原理と応用」を中心に～量子ビームと物質との相互作用：ナノサイエンスへのさまざまな応用～」（齋藤 大阪大学大学院助手）**

主な議論のポイントは以下のとおり。

・自然のナノ構造に学ぶ。

－透明な材質からも多様な発色が生じる原理。

－自然界におけるさまざまな構造発色の分類

・モルフォ蝶発色のミステリーとその原理の科学的解明

・モルフォ蝶発色の工学的な再現、産業応用可能性の提案

・応用へのマイルストーン：３原色、大量生産（ナノインプリント）、薄膜・粉体化

・いわゆる人工干渉色は広義の構造色でも、モルフォ蝶発色とは限らない

・セラミックスの原子レベル平坦化と産業応用

・放射光による元素分析：医学利用のほか、工芸材料や考古学的分析へ応用可能性

〔発展テーマ講演：日本ブランド・イノベーション創出に向けて〕

⑺ **「伝統技術と先端技術の融合による知的伝産拠点の形成」**

（森本 京都工芸繊維大学教授）

主な議論のポイントは以下のとおり。

・伝統工芸と科学技術

－科学技術の解明による新たな技術への展開、別の「ものづくり」への発展（伝統技術

には戻さない）や派生技術的な展開を目指す
－科学技術を利用した伝統技術・技能の保存と継承
・アカデミズムにおける伝統技術に関する研究の位置付け（大学における「本務」との関係）
・組紐と自動車との結びつきに関する含意
－研究者の問題意識が触媒←ターニングポイント
－若手経営者の危機感、アウエーへの挑戦
－上流側の意識とコストダウンの可能性（量的な革新、経済性）、質的（価値、美、デザイン）な革新
－ブランド化は下流の意識、如何に高く売るかが重要
－目的によって存在価値が決まる、世の中の要求（環境・エネルギー、安全安心）への対応

⑻ **「伝統産業とデザイン」（船曳 東京デザインセンター代表）**

主な議論のポイントは以下のとおり。
・日本における創造力と文化力の必要性
・理工系における文化力（デザイン等）の養成が必要ではないか
・流通メカニズムにおけるユーザーニーズの把握：コンサルタント機能が必要ではないか
・コピー問題（国民は容認？）、途上国との問題（WTO 裁定）、フェアユース・公共財としての活用（医薬品、伝統的知識）：知財権のみの問題ではない
・模倣品の排除
・知的財産権の趣旨：一定期間の権利保護、その後は公共財
・アウエーへの戦略
・知財教育：アプローチの工夫
・出処の混同、多様性の確保
・技能は暗黙知、技能の技術化（大量生産・一般への普及）→地場産業への影響
・知財権（特許、意匠、ノウハウ）による伝統技術の保護
・伝統的工芸品：定義付けが必要
・追いつめられた地方が国を超えて海外へ進出する（危機感）→地域における人材育成の必要性（伝統工芸産業の組合における政治構造の問題、お墨付きを与える）

2.3　総合討論における議論のポイント

主な議論のポイントは以下のとおり。

・伝統工芸産業→「革新：適切なヤマト言葉検討」→○○産業：移行過程
→一般産業への展開
・匠の技の限界を超える科学技術があるのか
・「価値」（美意識を含む）の重要性（日本人のみの価値ではない）
・人のネットワークの重要性
・上流～下流の表現（科学技術要素は下流なのか？分野によって異なるのではないか）
・伝統技術から産業への発展過程の解明が必要
・伝統工芸（美、感性）と科学技術（効率、経済性）の融合ではなく共生・協調・競争？（相互刺激、情報共有、コラボ）
・伝統工芸の細分化・特化と再統合が重要
・機会・場の提供、システム作りの必要性
・（伝統技術に限定されないが）評価とは何か、何が素晴らしいのか（過去の実績？わかりやすい言語での説明・発信が必要）、感性評価・数値化の課題
・伝統工芸産業におけるストーリー性の必要性
・科学技術の継承自体が課題：コミュニケーションの課題
・「伝統」「工芸」「産業」定義・意味合いを明確にすべき
・計測・情報処理・評価技術等の新展開：価値尺度（美意識、その他）・コンセンサスの必要性
・低環境負荷の資源利用への応用
・快適な日常生活の実現：伝統工芸の盛衰に関与、機能性・ブランド力（代替不能）
・文化・社会との科学技術の関わりをどうしていくのか
・伝統工芸の進化と継承、産業化
・人づくり（継承者のみならずユーザー、工芸繊維大：地域再生人材創出拠点の形成：場の提供　モデル事例→成功モデルへの期待）
・科学技術にはグラント制度で発展（人材育成・さきがけ制度）、伝統工芸に適用できないのか（流動性を高めるシステムの構築、全国から共同研究を募集、拠点は大学）
・伝統工芸の「伝道師」の必要性
・価値・美意識の重要性、文化庁とＪＳＴの予算規模の差は何か？
・伝統工芸組合の閉鎖性の課題（交流に時間が必要）
・「暗黙知工学」（伝統産業に内在されているものづくりの知恵を形式知化して現代のものづくりに応用することにより高品位製品を作るための工学）の創成と発展可能性
・江戸川区の職人と大学のコラボ
・伝統工芸伝承の知識データベースのユーザー:「情報技術」の使われ方（可視化、ビジュアル化・一般化）
・メッセージを送れる人が重要

2.4　フォーラム終了後に参加者から頂いたコメント

〔美意識等に関する参加者コメント１〕

美意識とは単に美術鑑賞だけのソフトではない。

作業を伴う工芸の制作過程で行動規範として、作業管理ソフトのような働きがあるのではないか。

工芸の場合、美意識は最終結果をジャッジするだけでなく、制作行程を制御する。美意識は制作の各ステップをジャッジしながら、技をコントロールする。作業過程では視覚以外に、触覚や時間の情報が重要である。

素材の手触りとその変化から、リアルタイムで作業に反映される。

この判断時間の短い作業を的確に行う身体性が匠の技の主体である。

美意識は製作過程の制御（技）、と結果の良否の判断の二面に関わる。

分野融合という言葉に期待したのは、私の場合は他分野、異文化と関わることで生じる美意識のハイブリッド化、のようなイメージでした。これは創作のインスピレーションの方法にも関わることだと思っています。

今回は融合というより、科学技術の側から見た伝統工芸技術のようになったのは少し残念だと思います。科学技術と伝統工芸の間には人文科学の人がもっと必要なのかもしれません。

〔美意識等に関する参加者コメント２〕

私は、20 年程前、京都大学の吉田光邦先生と関西学研都市にハイタッチリサーチパークを計画し、伝統産業から近代産業に脱皮した企業の研究所団地を作りました。

伝統産業を感性産業と位置付け、感性と手法としての工学（科学技術）を融合した産業の育成を目指す、というものでした。

このときに、京都市史をひもとき、京都の伝統産業の近代化（西陣織にジャガード織の導入のため明治初期にリヨンに留学生を派遣）と世界で２番目に建設した水力発電（蹴上浄水場、北垣国道：京都府知事・琵琶湖疎水に尽力、現在も京都市内、動物園の近くで発電しています）や舎密局（オランダの科学者を招き京都に近代科学を導入するための研究所、島津製作所の創始者、島津源三はこの外人科学者と仲良くなり、近代科学を学びました）を作り近代技術を導入したことなどを調べた経緯があります。

お話を聞いていて、伝統技術にも、伝統を重んじる技法を維持して求心力や新しさを出す方法（備前焼等芸術作品）と伝統技術の製法に近代技術を導入し（近代技術で置き換え）て成功する場合（西陣織のジャガード織の導入等）、日本古来の「組みひも」の技術や発想を活用し（衝撃力の）強い車を作る（京都工芸繊維大学の例）など、伝統技術の技の活用には三通りぐらいあるかなと感じています。

金沢と京都の伝統産業の違いは、京都は明治維新で天皇を中とした官僚（約２万人近く

といわれている）が江戸にくだり、公家や神社・仏閣を相手に商いをしていた伝統産業が一挙に衰退し、非常に危機感を持ち、維新政府の指導もあり、近代科学技術と伝統産業の融合を図りました。

一方、金沢の場合は、衰退のテンポは緩慢で、なんとか今のままでも食いつないでいくことができる状況に合ったのではないかと思います。一挙に改革するチャンス（裏を返せば危機）がなかった。

ここが京都と金沢の違いではないかと考えています。

「美しい」とは何か。

私は「人」にとって「美しい」とは、気持ちが良いことだと思います。脳に気持ちよい感覚を与え、美しい音楽を聴く、絵画を見ると、脳が活性化する。モーツアルトを聞くとドーパミンが活発に反応し、脳が活発に反応することが分かっています。

「美しい」と感じる創作物には、ある構造（パターン）があり、絵画では色彩や黄金分割等、音楽ではある「和音」の繰り返しが、気持ちよさをもたらしています。

また人間関係で「美しい」と感じるのは「倫理感」（あえて観ではなく感）なのではないかと思います。

しかし「倫理感」は衰退し、経済主義がすべての価値基準となりました。武士道等復古主義をもちだすのではなく、21 世紀のあらたな「美しい」倫理感を模索することが求められています。

明治の欧米近代文明の導入により、日本伝統の音楽、絵画は二流とされ、伝統技術者も職人として位置付けられ、技師と比べ二流とされました。

学校から伝統的なものは古いものとして完全に排除され、次世代への継承は途絶えました。

しかし欧米の近代文明と日本の「美しい」感性・技術を生かし、どのように融合させるかは、世界との競争力を生み出すもう一つの産業（感性）（アニメなど幾つかは融合産業だと思います）を生み出す基盤を持っていると思いますし、「美しい」感性を生み出す基盤になると思います。

例えばピカソやマネが日本の江戸版画に大きな影響を受け、ヨーロッパ絵画に大きな影響を与たように。

今後もぜひこうした「美しい・感性」分野の融合研究をしていただきたいと思います。

〔美意識等に関する参加者コメント3〕

金沢は、明治維新は、かなり苦しい状況で、石川県の県庁所在地も一時、美川という石

川郡の町に移される（この時から県名が石川県になった）などしましたが、他面、生活のあり方に急速な変化がなかったため、百万石意識から抜け出しにくかったということもありました。ただ、北陸地方は、今に至るも、個々の人々は経済的に豊かであり、それを何とか新しい活力に結びつけられないか苦心しているところです。

さて、「美しい」とは何か、大変難しいところで、人間の生物学的本能に基づく説明などが、どのあたりまで可能なのか、どこまでが科学的に説明でき、どこからがいわゆるお話なのか、興味があります。

「なぜ男は美しい女性に惹かれるか（男女逆にしても同じことでしょうが）。男性は、多くの男性が美しいと思うような女性に惹かれて、美しいと感ずるのではないか。それは、多くの男性が美しいと思う女性と交わって子供をつくることができれば、その子供は、その相手の女性に似た子になる可能性が大きく、その子に、また多くの男性が惹かれて、子孫が増える確率が高まるという説明は可能なのか。」

などというあたりが出発点です。

その多数の人々が感ずる「美しさ」は、バランス、心地よさ（近寄りがたい美しさに感動する心地よさもあれば、安心して近づき扱うことのできる居心地のよさのようなものもあり）その他いろいろのことが要素になっていると説明できるのかもしれません。

金沢に大樋焼という「楽」の系統の焼き物があります。今の窯元は大樋長左衛門氏で、芸術院会員。文化功労者として顕彰されており、加えて私の大学の美術文化学部長ですが、「楽」の焼き物の美しさは、決して一次的な均衡論、調和論だけでは説明できません。その美しさは、完璧な形状色彩で、ちょっとでも傷が付き変化すれば、崩壊してしまうような「美」、あるいは、近づいても跳ね返されるような厳しい「美」ではなく、でこぼこやザラザラで、不規則な形状をしながら、人に対する優しさを持ち、多くの人が心安らかに近づけ、安心して鑑賞できる優しさがあり、それが多くの人々を惹きつけて、「美」として感じられるという類のもののように思われます。その上、手にとってよくよく見れば、一見粗野のように思える形状色彩の中に、素晴らしい形状や色彩のバランスが秘められており、それが俗に言う「美しさ」と縁遠いようなものに、美しさを感ずる理由になっているように思います。

〔個別講演への参加者コメント〕

まず、梶田さんの講演について、ああいうものの失敗例とその後日談のようなものが、現実には役立つかもしれないと思いました。単純にああいう産業だけでなく、もっと広い意味についてです。もう一つは、何か新しいものが出た時の、広告というか、応用例の探索がどのように行われたのか、単に人との繋がりなのか、という点が気になりました。

高田さんのお話は、以前伺ったことがあるし、永山さんのコメントにもあったので、取

り立ててコメントはありません。一つだけあるとすると、800 年間全く同じやり方をしていたとすることを、科学で否定することができないか、という点です。当事者たちは継承のつもりでも、途中様々な突然変異が起きていたようなので。

鈴木さんの講演は、雑多な感じがしましたが、特に重要な点は、自信の回復でしょうか。ただ、最後にも言いましたが、現状は彼の思うほど懐豊かではないように感じます。言葉さえも通じなくなった状況で、一部の技術者だけでいい話にするのか、それとも大衆を相手にすべきか、後者ならば、彼の話だけでは十分とは言えないように思いました。

岡本さんのお話は、なるほどと思うところもありましたが、生物を専攻したものからすれば、少し違った見方も必要かなと思いました。生物では、限られた材料を駆使して、それなりのものを作り上げることが目標であり、産業で強調される材料選定からの考え方とは相容れないところがあります。それを理解させる為には重要な示唆でしたが、そういう点が伝わったとは思えません。

小川さんの講演は、ある伝統産業が抱える問題点の提示という点で、興味深いものでした。これは例示という意味での重要性であり、この経験が全体に与える影響はとなると、少し心配な感じでした。その一方で、この産業の危機感はどんなものなのか、ちょっとつかみにくい感じがしました。

齋藤さんの話は、ロレアルで聞いていたこともあり、前半はまあ、普通かなといった感じ。後半は、確かに色々な展開を図っていることがわかり、伝統だろうがどんな産業だろうが、こういう気持ちで取り組むのだろうな、という気持ちの問題としての重要性を受け取った気がしました。中味は、そのままどうこうというものではないように思います。

森本さんの講演は、同じ地方国立大学として、随分参考になりました。ベクトルはかなり違った方向を向いていますが、地道な努力の積み重ねしか解決策がないように思いました。ただ、あの手のこと、京都では、他の大学がどう関わるのか、群馬とは事情が異なるように思いました。まあ、地方とはいえ、地盤がかなり異なりますから。

船曳さんのお話は、展開としての面白さと、地域産業の担い手の抱える問題を紹介してくれて、面白かったと思います。働きかけの手法として、色々な可能性が含まれているような気がしました。

一日目の夜のフリーディスカッションは、個人的な理由で、はじめの大部分参加できなかったので、とんちんかんなことを申しました。ただ、私はコミュニケーションの重要性が更に高まりつつあり、メディアで何とかなる状況は遠い昔のことだと思っています。現

状では、媒体の発達が消し飛んでしまいそうなほど、受け取り側の受容力が低下しています。この解決の手段を探るのは、このフォーラムの目的とは全く異なるのですが、しかし、どこか隅っこにでも引っ掛けておいてくだされば、と思います。

もう一つ、最後に話をしたところで、簡単に片付けてしまいましたが、合目的性の話はこれから先の進むべき道を誤らせることに繋がりかねないと思っています。製品開発などの目的設定は当然重要なことですが､もっと長期に関わることにまで同じような目標設定、目的設定を必須のものとして扱うのは、大間違いだと思います。合目的性は生物の世界では、私が学生の頃に好んで論じられていましたが、そのほとんどは、人間によって行われる解釈であり、生物の生存について、そういう方向設定が重要であったという考えは、今ではほとんど信じられていません。例えば、突然変異による新たな機能の獲得にしても、そういう方向性があったのではなく、偶然得られたものを維持するという戦略の方が適切な解釈であろうと思われています。人間の営みにおいても、同じようなことが言えると思うので、ああいった目的主義の考え方には、大きな危険性を感じました。

〔伝統産業に従事する立場からの参加者コメント〕

伝統産業の疲弊はどの地域でも同様のようで、生活文化の変化にある事に異論はございませんが職人が保有する技と智恵をパトロンとしてプロデュースする立場の企業と流通側に大きな問題があると思います。

西陣産地や室町の流通業では、染織品を的確に目利きできる人材より、商い上手な人材が重宝されるようになって 10 年以上となりました。

昨年、倒産した「たけうち」等が台頭したのも同じ体質が小売業へ蔓延した結果です。

商品の品質価値よりもブランド名だけを頼りにした流通＆販売が横行、染織知識がなく品質に疎い消費者へ高額に売りつける詐欺紛いの商法が成立したと考えます。

企業と流通と小売と金融業が結託した結果において和装愛好家より信頼感を失った現状で業界全体の構造的腐敗といえます。

この構造体そのものが各産地組合を組織しておりますのでその下部組織に位置付けしている職人組合では歯が立ちません。

職人が為せるモノづくり品を別ルートの販売網で消費者に届く形の構築が必要ではないかと思います。

京都の染織業とデザイナーとのコラボが以前より為されておりますがデザイナーの資質

に問題があります。
　職人が持てるポテンシャルを引き出すだけの染織知識が薄いようでデザイナーと職人間のコンバータ役、考え方を通訳でき意訳できる人材の養成が必要だと思います。

　京都の友禅業は自己完結で製作できますが、西陣のジャカード織につきましては全く異なる技と智恵の職人達が連携して製作致しますので危機的状況に置かれております。

　余談ですが、昨年にパリ郊外のフォンテーヌブロー城に行きました。16 世紀築城の由緒ある古城で、そこでは壁貼りや椅子の織物修復が行われている筈でしたが、途中で止まっておりました。フランスでも優れた職人が居なくなったようです。日本の文化財クラスの織物製作が絶えてしまう事に懸念をしております。

（追加コメント）
　卸流通業に和装業界を疲弊させた元凶があると考えます。
　川上から川下に至るパイプの要として流通業が存在しマーチャンダイジング機能を的確に果たして来なかった事に全ての因があると考えます。

　バブル崩壊以降、生活文化の変化と共に売り上げ減分を補う為商品を量から質に転換、付加価値が高い高級品にシフトして、大衆向き、日常的な利幅の薄い低価格商品を扱わなくなった。

　元々原価が不透明な和装産品であり、ブランド企画が立てられる企業商品や希少価値のある商品には 10 倍～ 20 倍と言うようなマージン率を乗せつつ和文化論も商いの道具（方便）として併用する戦略を企てる事により企業存続を図った結果の結末が、今日の様相であると思います。

　日本の産業界全体に言える事ですが、「企業ありて人（職人）」と言う倫理がまかり通っております。モノづくりを担う職人あっての産地や企業が原点であり、高付加価値なモノづくりこそ日本を支える屋台骨と言うべき「人（職人）ありて企業」と言う論理が日本に根付かなかった風土の縮図であるかと考えております。

　この様な状況に陥った中で職人が為せる事、製造業者の変革等大きな視点に立っての意識改革ができなければ、行政等の助成事業は意味を成さないように思います。

〔伝統工芸の方向性に関する参加者コメント〕
　伝統工芸は、かつては藩や地域における産業振興として、ブランド化戦略がとられていたはず（でなければ、伝統として残らなかった）。

しかし、生活様式、生活感覚の変容に伴いブランド力を失った。古くて自然に近い良いもの、しかしとても高価なものという先入観が伝統工芸全体に対し確立しており、このままではほとんど再生不能。

そこで、次の方向が考えられるのではないか。
１．高価な少量生産（これは大家により可能。美意識に根ざす）
２．コストダウンによる、良品廉価大量生産（科学技術の協力によってのみ可能）
３．１と２の融合。程よく高価でブランド力をバックとする。
ただし、１と２は大きな矛盾をはらむ。

大家によるブランド力は科学技術と反し、科学技術によるブランド力は大家を不要とする。
ベストは大家が「科学的」アプローチをすること。そのためには、「作家集団」という合理的思考をする「大家」を作り出し、科学技術的アプローチに結合させることだろう。
生駒センター長の主張する大きな環は期待できないが、地域作家集団による中程度の環は作れると思う。

〔フォーラムに関する参加者コメント〕
今回の JST さんの狙いの奥底を知らずに失礼と存じますが、温故知新は、事例を並べて見る (知る) ことは最低線の与条件であって、その事例の場で生々しく奮闘された当事者の話を虚心坦懐に伺うことが温故だったのではないでしょうか。

この点で、もっと実体験者が何故その時そうしたのかといったことを、リーダーが整理せずに或いは取りまとめたりせずに聴きたかった。質問もしたかったという物足りなさが残りました。例えば「それはご法度」といった言葉の背景にある心理をもっと討議したかった訳です。大学教授の講義では聴けない「生活としての産業の営み」を識りたかったのです。そこに訊ね、参考にすべき「智」があったのに無理してとりまとめ「形式知」にしようとすることによって、行間が捨棄されてしまった感が否めません。

知新は、温故を各人各様に現場にアプライすることで、「これが知ったことだ」と紙に書いてまとめるようなものではないのではないかと思う次第です。
これが、暗黙知を暗黙知のまま共有・伝承する手法であって、京都ハイテクバレーに伏し水として脈々と流れている経営なのではないかと感じています。

〔今後の展開に関する参加者コメント〕
モノの物的機能性からの検討はかなりなされていると思うのですが、心地よさとか、和やかさとか落ち着きなど感性機能も、人とモノの関係にとって重要だと考えます。

その点での検討は余り為されて無いように思いますが如何でしょうか。

先端技術による、心地よさなどの感性機能を発現するメカニズムの解明も必要だと思います。

さらに言えば伝産品に含まれる時間軸も検討に値すると思います。その先は「文化」や価値論の世界になってしまいますので、科学の世界に留めるのであれば感性機能までででしょうか。

本来それらを融合する学問領域ができても良いと思うのですが・・・

一度小林先生のお考えを承りたく存じます。

今の科学は要素還元に拠っていると思いますが、モノはモノであり、全的に捉える視点も必要かと存じます。

ただ今回のフォーラムの趣旨を逸脱しない範囲では和やかさとか、人の感性に訴求する機能を有する伝産品及びそれらに用いられる素材を、先端技術を用いて現代に活きるモノ（生活用品）としてより多くの人の生活文化に資するべく開発することも肝要と考えます。

以　上

Appendix 1. 講演関係資料

⑴ 講演説明資料及び講演発表資料（公表了解分のみ）

①「京都における伝統技術から先端技術への展開～福田金属箔粉工業㈱の挑戦」

②「備前焼模様ひだすき：稲穂で赤に発色の微細構造と生成過程」

③「生物（タケ）に学ぶ材料設計・構造設計」

④「漆と科学技術」

⑤「モルフォ蝶発色の原理と応用」を中心に～量子ビームと物質との相互作用：ナノサイエンスへのさまざまな応用～

⑥「伝統技術と先端技術の融合による知的伝産拠点の形成」

⑦「伝統産業とデザイン」

（独）科学技術振興機構 「伝統工芸と科学技術」

京都における伝統技術から先端技術への展開

~福田金属箔粉工業㈱の挑戦~

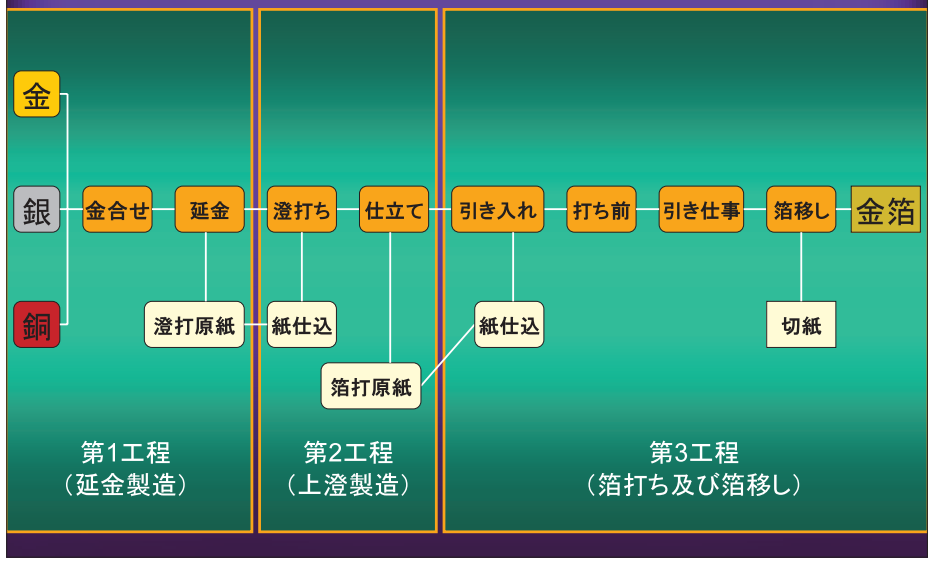
平成18年12月2日

福田金属箔粉工業株式会社
新商品事業部
常務取締役　梶田　治

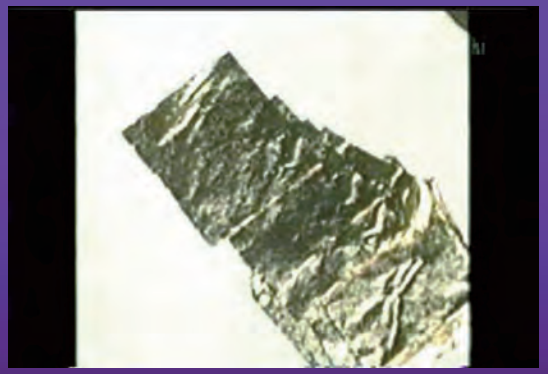
All Right Reserved Fukuda Metal Foil & Powder Co.,Ltd

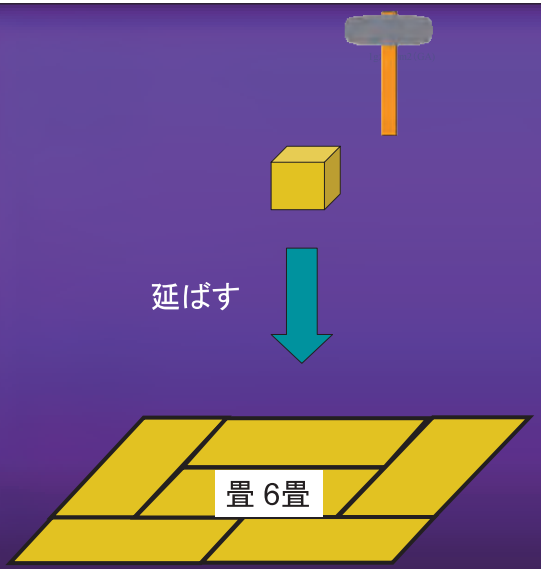
京都松原旧本社の明治時代と現代の建家

金箔の製造工程



箔打ち（M-21s）





厚さ = 1cm

体積 = $1cm^3$

厚さ = 0.1 μ m

体積 = $1cm^3$

面積 = $10m^2$

All Right Reserved, Fukuda Metal Foil & Powder Co. Ltd.

金箔の用途-1

金箔の用途-2

明治時代の主要金銀箔粉納入先

明治10年
・二条離宮修繕、天井・襖張り等の金箔・金泥

明治12年
・二条離宮修繕、天井・襖張り等の金箔・金泥
・率先して清国に輸出を開始

明治20年
・皇居造営用の金箔粉御用達
・京都主殿寮出張所御用達を拝命、離宮修繕用金箔粉上納
・本願寺御用を蒙る

明治25年
・大谷派本願寺両堂再建用の金箔粉等を上納

All Right Reserved Fukuda Metal Foil & Powder Co.,Ltd

明治時代の主要金銀箔粉納入先

明治26年
・主殿寮の御用を拝す、爾来多額の金銀箔粉等を上納

明治28年
・高知県庁御用を拝す

明治30年
・紀州高野山御用を蒙る、輸出漆器原料として多量の受注

明治38年
・栃木県日光町の日光第廟大修理用金銀箔粉類を上納
・日光修繕工事、純金箔3寸7歩方3万6500枚、1368円75銭

明治42年
・伊勢神宮造営用金箔8万3150枚

All Right Reserved Fukuda Metal Foil & Powder Co.,Ltd

金泥（般若心経）

摩訶般若波羅蜜多心經
觀自在菩薩行深般若波羅蜜多時照見五
蘊皆空度一切苦厄舍利子色不異空空不
異色色即是空空即是色受想行識亦復如
是舍利子是諸法空相不生不滅不垢不淨
不增不減是故空中无色无受想行識无眼
耳鼻舌身意无色聲香味觸法无眼界乃至
无意識界无无明亦无无明盡乃至无老死
亦无老死盡无苦集滅道无智亦无得以无
所得故菩提薩埵依般若波羅蜜多故心无
罣礙无罣礙故无有恐怖遠離一切顛倒夢
想究竟涅槃三世諸佛依般若波羅蜜多故
得阿耨多羅三藐三菩提故知般若波羅蜜
多是大神咒是大明咒是无上咒是无等等
咒能除一切苦真實不虛故說般若波羅蜜
多咒即說咒曰
揭諦揭諦波羅揭諦波羅僧揭諦菩提薩婆訶

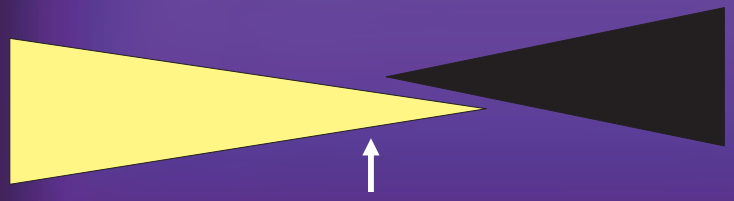
All Right Reserved Fukuda Metal Foil & Powder Co., Ltd

金箔自動化ライン（M-42s）

変革の様子

- 伝統産業の時代

金箔の時代（200年）　　工業材料の時代（100年）



1868明治維新

粉の造り方（量産対応）

1. 粉砕法（搗砕法）
2. 電解法
3. アトマイズ法
4. 化学還元法

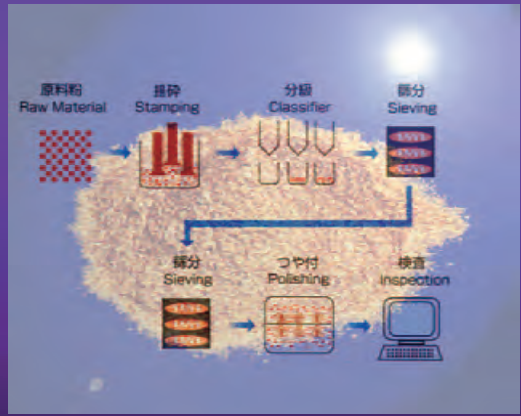
All Right Reserved Fukuda Metal Foil & Powder Co., Ltd

真鍮粉 製造

- 1879年（明治12年）
  京都 烏丸松原に工場建設
  金銀箔粉商から金属箔粉メーカーへ
  真鍮粉の製造開始

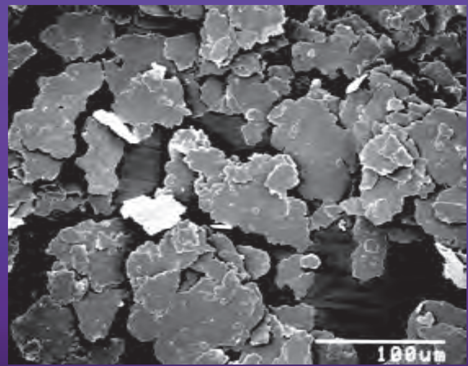
- 1908年（明治41年）
  京都市山科区に工場建設
  本格的に真鍮粉の製造始める

搗砕法

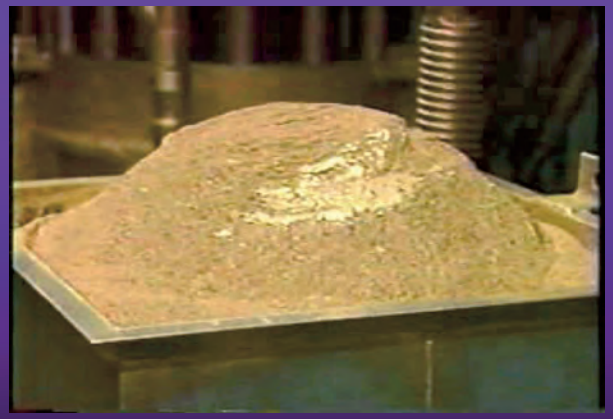


フェロクローム粉

搗砕法で製造された真鍮粉



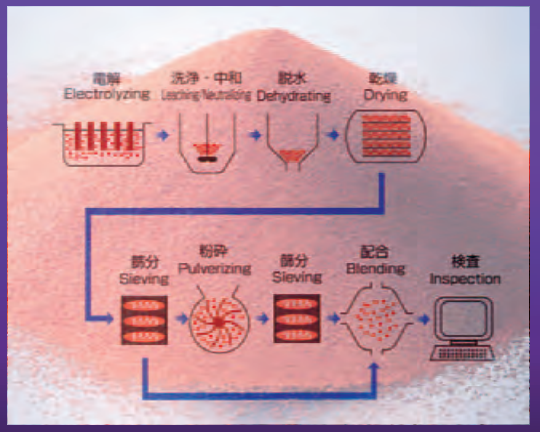
真鍮粉(M-37s)



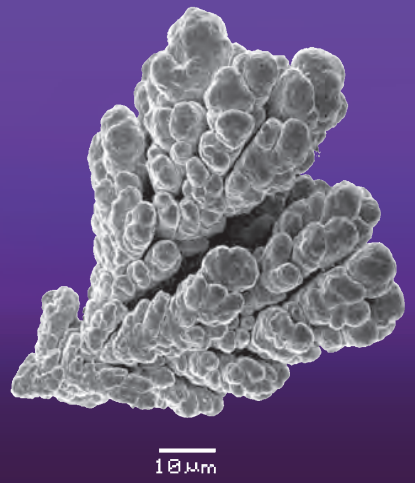
ゴールデンバット(M-29s)

真鍮粉の使用例

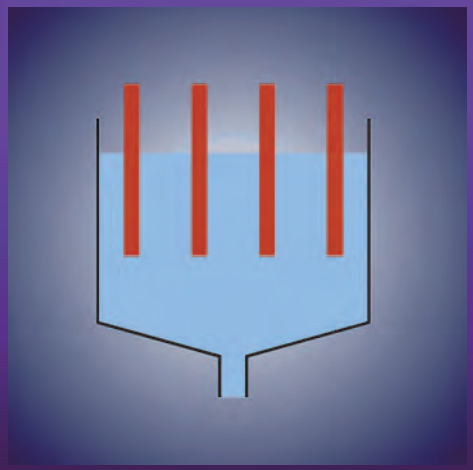
電解法



電解銅粉



電解銅粉の製法



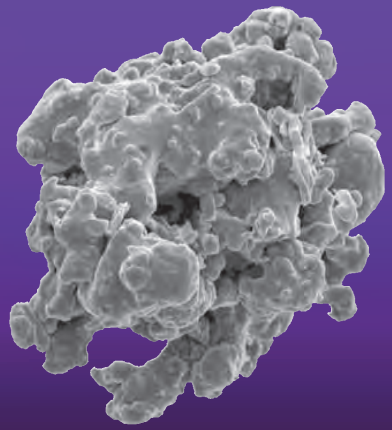
金属粉の製品群（ブラシ）

金属粉の製品例

アトマイズ法

ガスアトマイズ銅粉

水アトマイズ銅粉



アトマイズ粉製造

金属粉の製品例（軸受け）

金属粉の製品例（ギア）

世の中のニーズに応えて

より小さく

より丸く

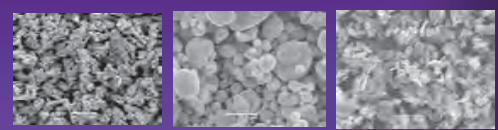
より薄く

当社の粉末製品

既存粉末製品

- 電解法
- アトマイズ法
- 粉砕法
- 還元法

銅、銀、錫など
数μmまで製品化



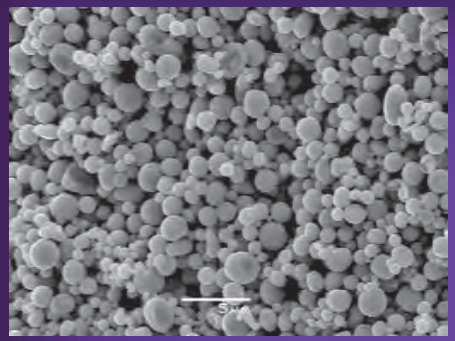
1mm　100μm　10μm　1μm　100nm　10nm

新商品事業

- プラズマ回転電極法
- 均一液滴噴霧法

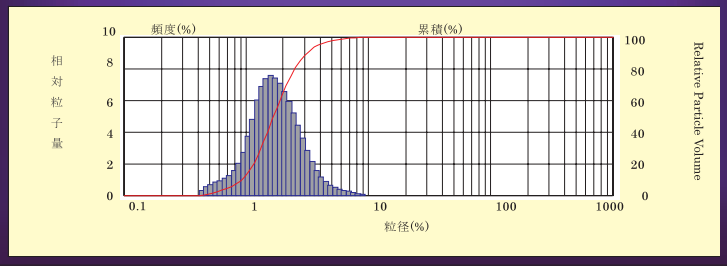
真球金属ボール

高圧水アトマイズ銅粉

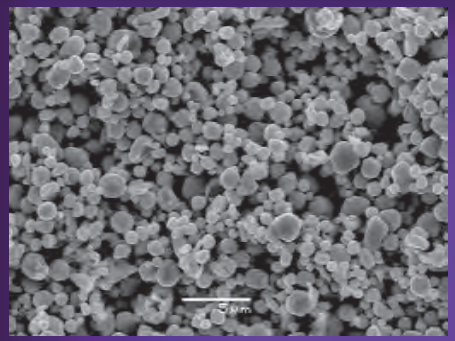


Cu-HWQ 1.5μm

タップ密度(g/cm³) ： 3.0～4.0
比表面積(cm²/g) ： 5000～8000
50%平均粒径(μm)： 1.0～2.0
酸素量 (%) ： 0.2～0.5

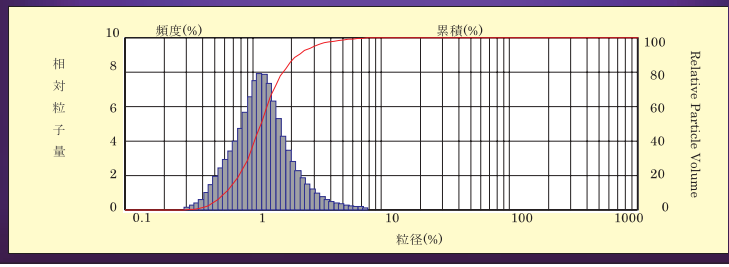


高圧水アトマイズ銀粉

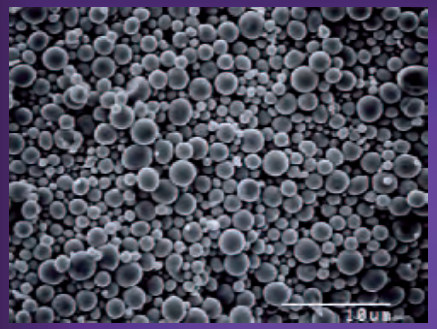


Ag-HWQ 1μm

タップ密度(g/cm³) ： 3.0～4.0
比表面積(cm²/g) ： 6000～10000
50%平均粒径(μm)： 0.8～1.3
酸素量 (%) ： 0.05～0.3

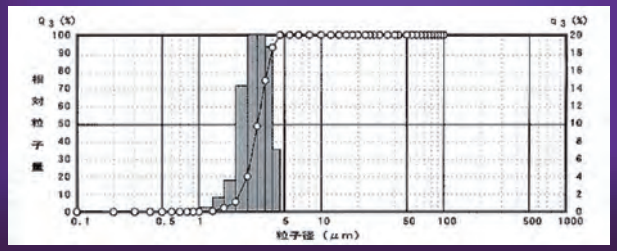


高圧ガスアトマイズ低融点粉末(Pbフリーハンダ)

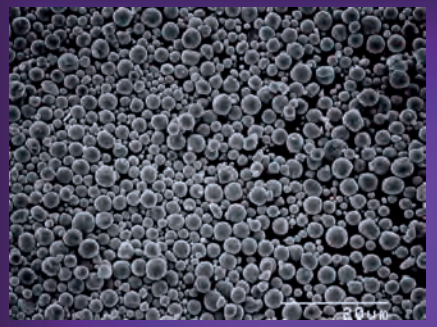


Sn-Ag-At -5μm

5%径（μm）：1.917
50%径（μm）：3.030
95%径（μm）：4.136
酸素量 (%)：0.23

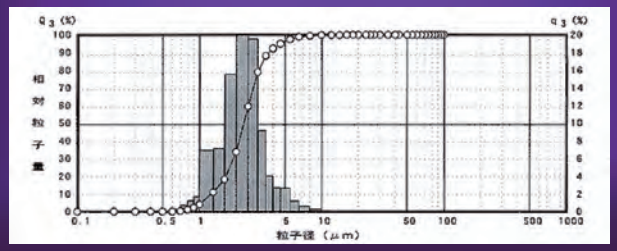


高圧ガスアトマイズ高融点粉末(NI基合金)



NI基合金-At 3μm

5%径（μm）：1. 033
50%径（μm）：2.307
95%径（μm）：4.648
酸素量 (%)：0.16



サブミクロン～ナノ粒子への新たな取り組み

京都大学大学院　川崎助教授 ／福田金属

サブミクロン粒子

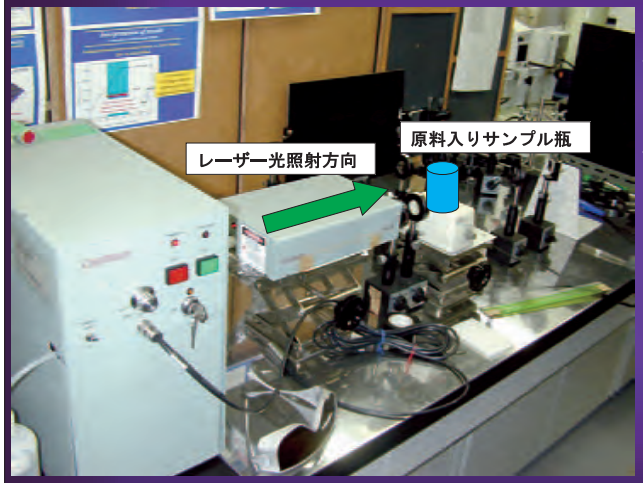
トップダウン法 → 製造困難な領域 → ボトムアップ法

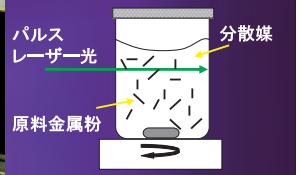
- ミクロンクラスの粒子
  - ・銅、銀をはじめ多種多様にある
  - ・粉末としての取扱いが可能である
- サブミクロンクラスの粒子
  - ・粉末としてのハンドリングが比較的容易な領域
  - ・工業的展開が可能と思われる
- ナノクラスの粒子
  - ・金、銀、白金などの貴金属類
  - ・粉末としての取扱いは困難なため溶液で使用
  - ・工業的展開は今後の課題

当社の金属箔粉製造技術と京都大学のレーザー科学の融合により
サブミクロンクラスの粒子が生成可能なことを見出した

（京都ナノテククラスター）

試験用小型YAGレーザー（京都大学川崎研究室）



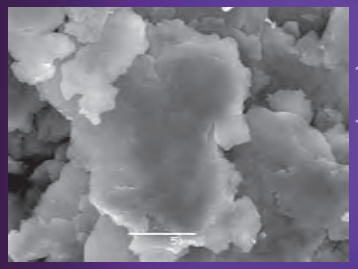


ナノ粒子分散液

単金属の他、合金のナノ粒子も作製可能。

観察例（SEM/TEM）

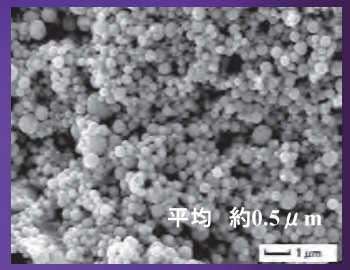
原料フレーク粉



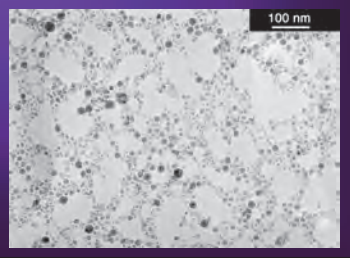
Laser

レーザー照射後

サブミクロン粒子

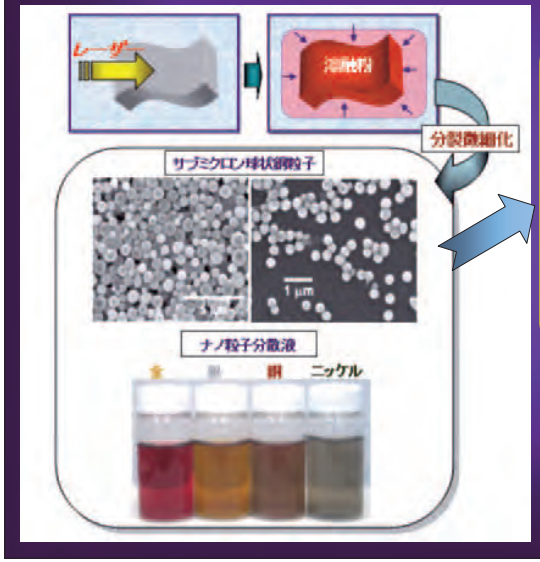


ナノ粒子



厚みの薄い金属粉に特有の現象

今後の展開



- 微細配線用導電材料
- 工業用触媒
- コンデンサー用材料
- 電池電極材料
- 導電性繊維
- 医療用器具等への応用

等々

市場調査とともにその要求に沿った粒子の仕様（粒径、粒度分布、供給形態、価格等）を探る。

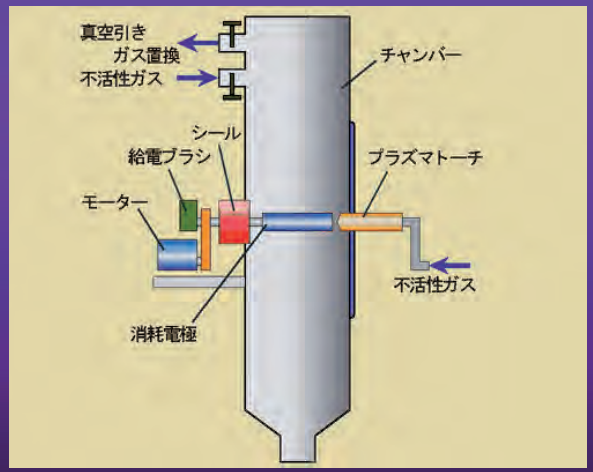
世の中のニーズに応えて

より小さく

より丸く

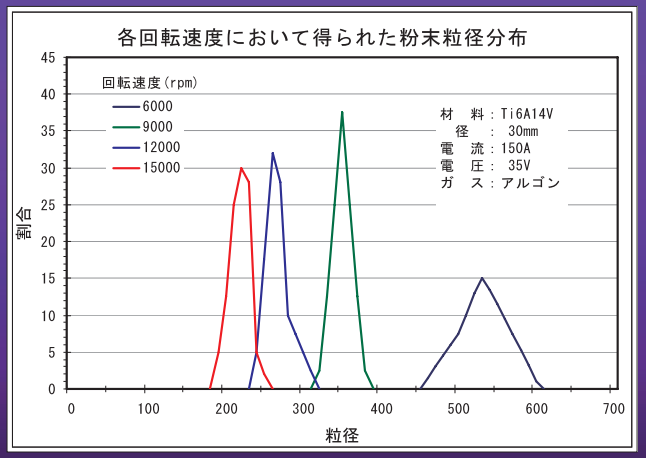
より薄く

PREP(GIFFアニメ)

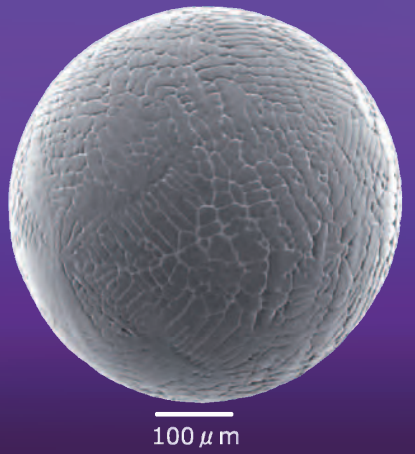


PREP（M-37s)

粒径分布



チタンボール(PREP法)



適　用　例

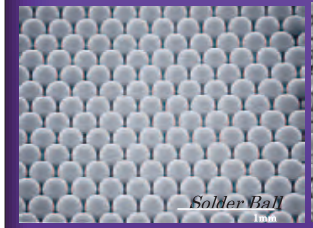
人工関節

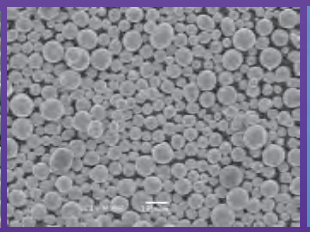
人工歯根

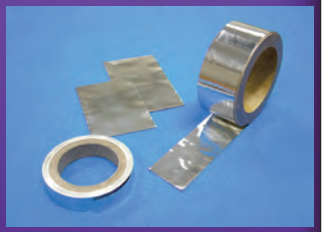
All Right Reserved Fukuda Metal & Foil Powder Co.,Ltd

環境対策 鉛フリーはんだ材料

ICパッケージ用ボール	ペースト用微粉末	接合用箔

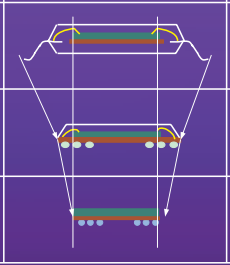






粒　径	100～760μm	粒　径	5～15μm	厚　さ	5～200μm
組　成	Sn-Zn	組　成	Sn-Ag-Cu	組　成	Sn-Ag-Cu
	Sn-Zn-Bi				Sn-Ag
	Sn-Ag				Sn-Zn
	Sn-Ag-Cu				

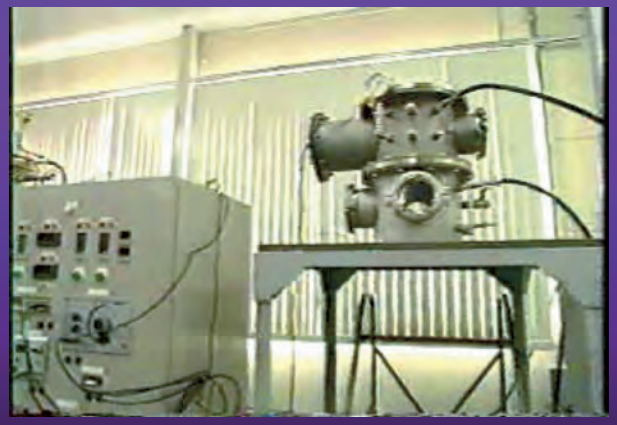
LSIパッケージ小型化効果

パッケージ形状（端子ピッチ）	パッケージ構造	実装面積（mm²）	重量（g）
QFP（1.0mm）		256（100%）	0.6（100%）
BGA（0.8mm）		121（50%）	0.3（50%）
WL-CSP(FC)（0.5mm）		49（20%）	0.07（12%）

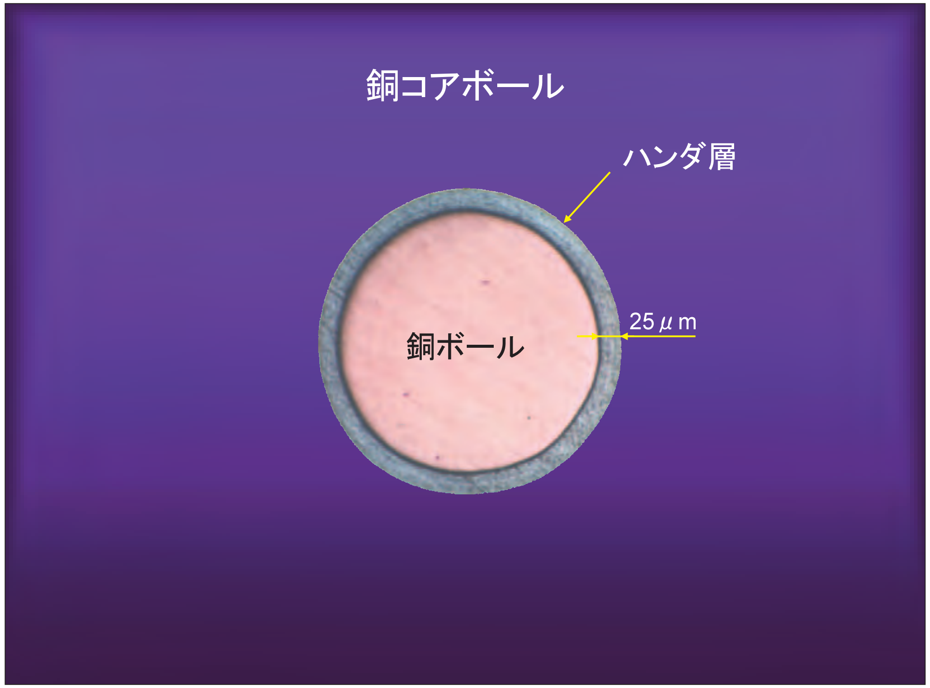
QFP：Quad Flat pack Package
BGA：Ball Grid Array
WL-CSP：Wafer Level Chip Size Package

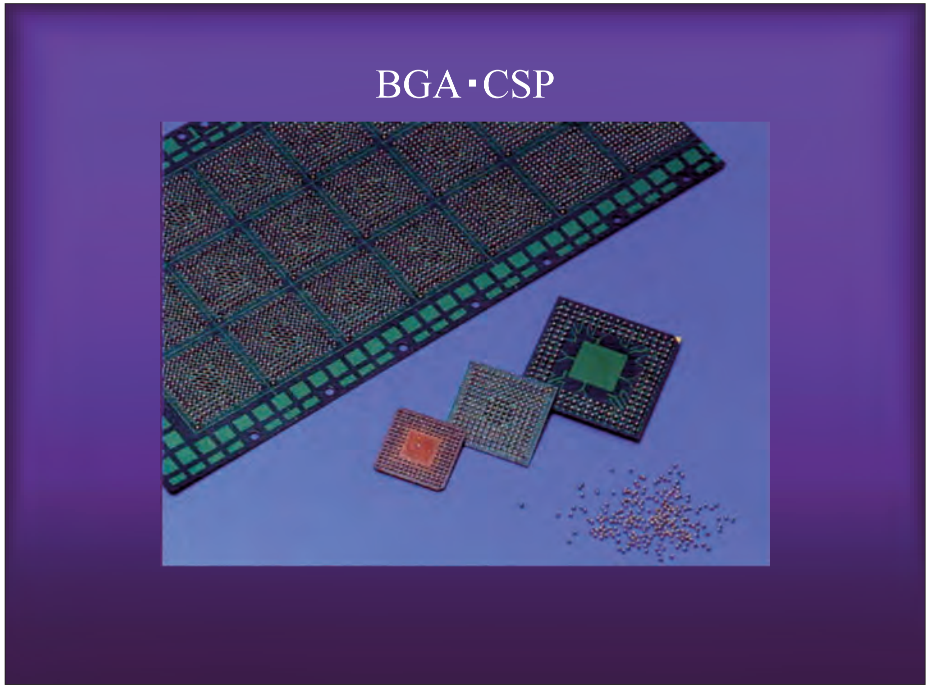
UDS（GIFアニメ）

UDS（M-47s）



銅ボール（UDS法）





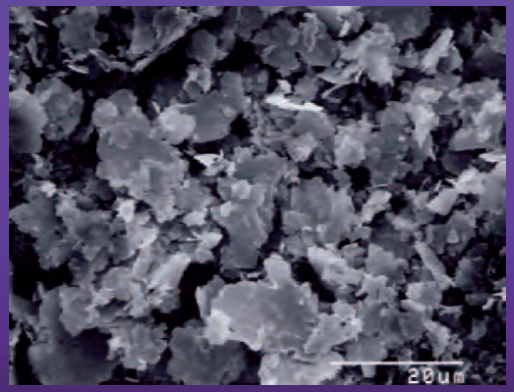
世の中のニーズに応えて

より小さく

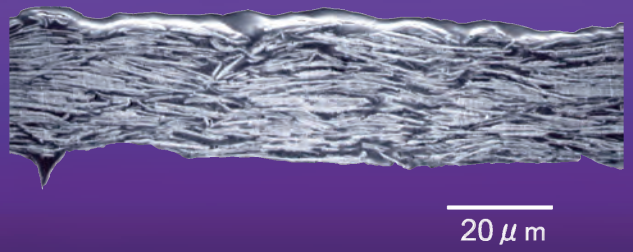
より丸く

より薄く

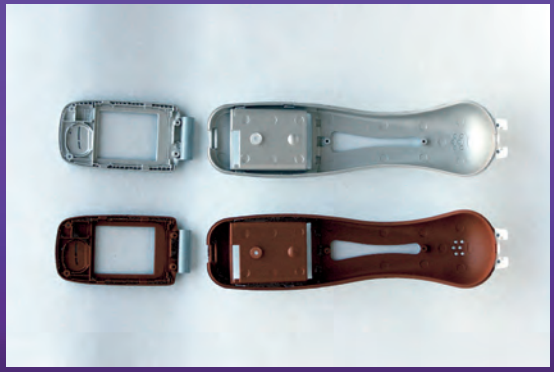
ナノメルトAg-XF301



ナノメルトAg-XF301積層断面

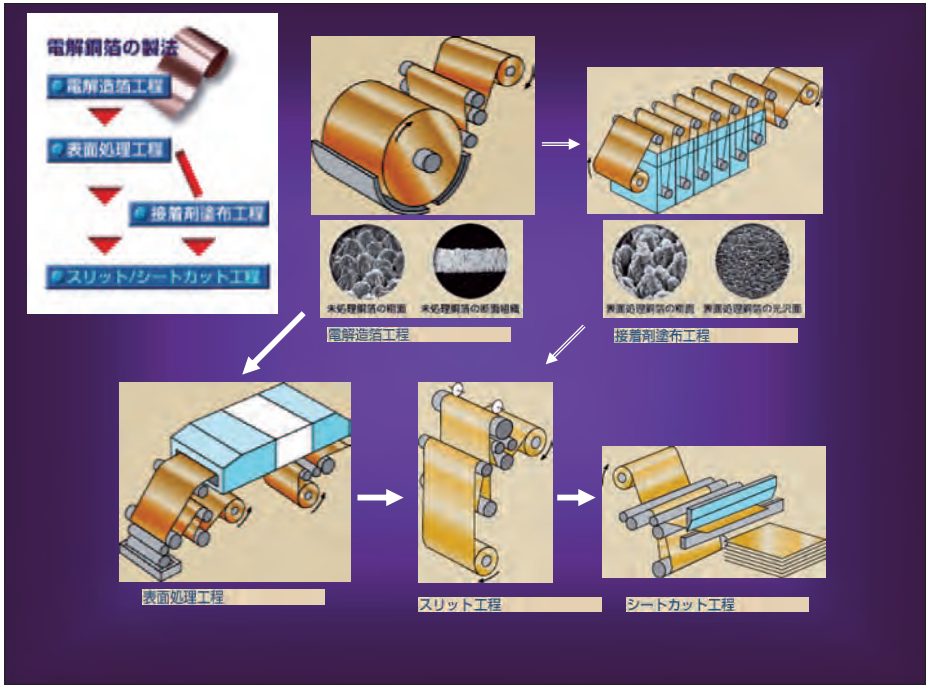


用途 例

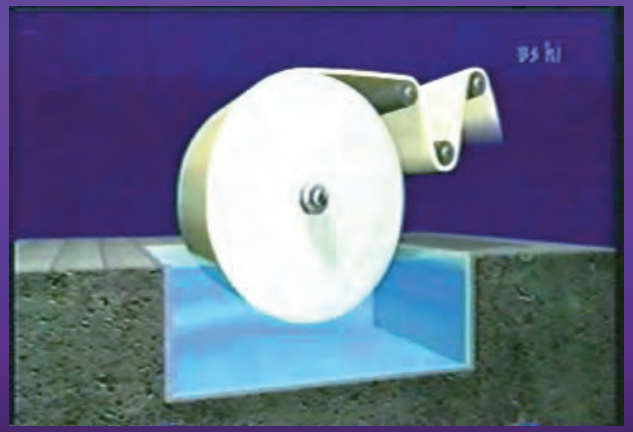


金属箔の製法

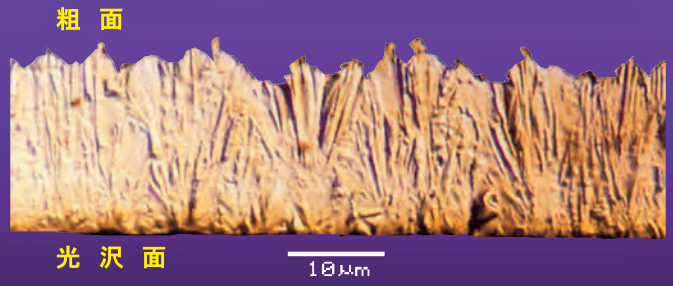
1. 電解銅箔
2. 圧延銅箔
3. 急冷箔帯



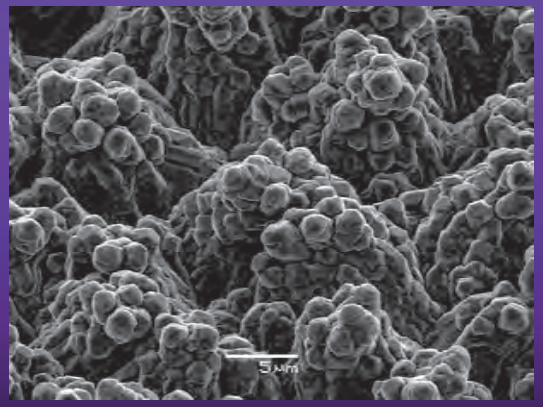
銅箔の製法(M-32s)



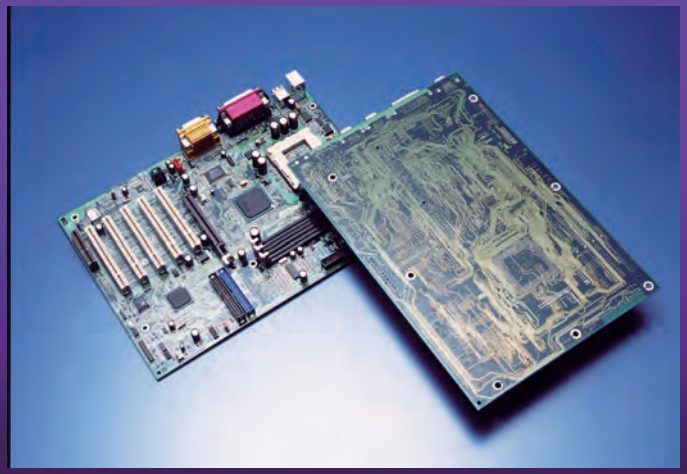
電解銅箔断面



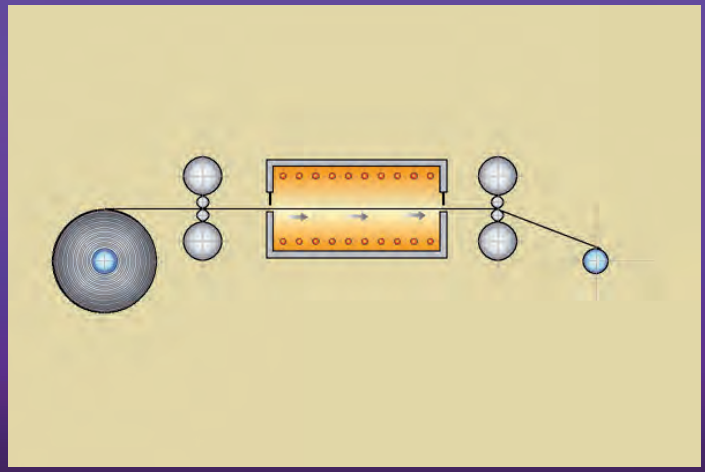
電解銅箔



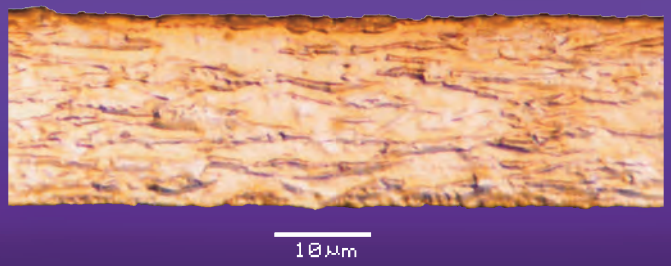
プリント配線板



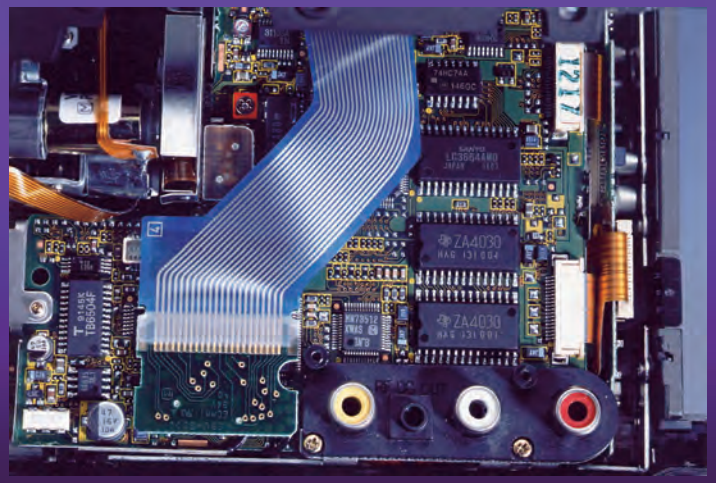
圧延銅箔(GIFアニメ)



圧延銅箔断面



銅箔の製品例(ビデオカメラ)

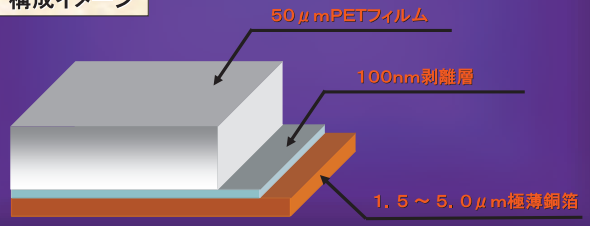


プリント配線板用 フイルムキャリヤ付極薄銅箔

構成・特徴

フィルムをキャリアとする事により、極薄銅箔の
ハンドリング性を飛躍的に向上させています

構成イメージ



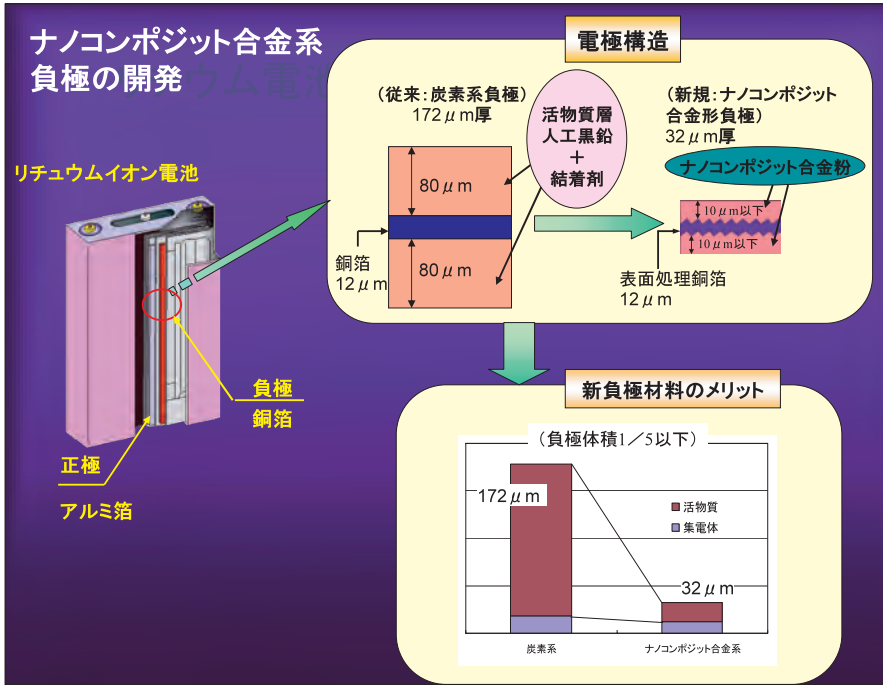
医薬用

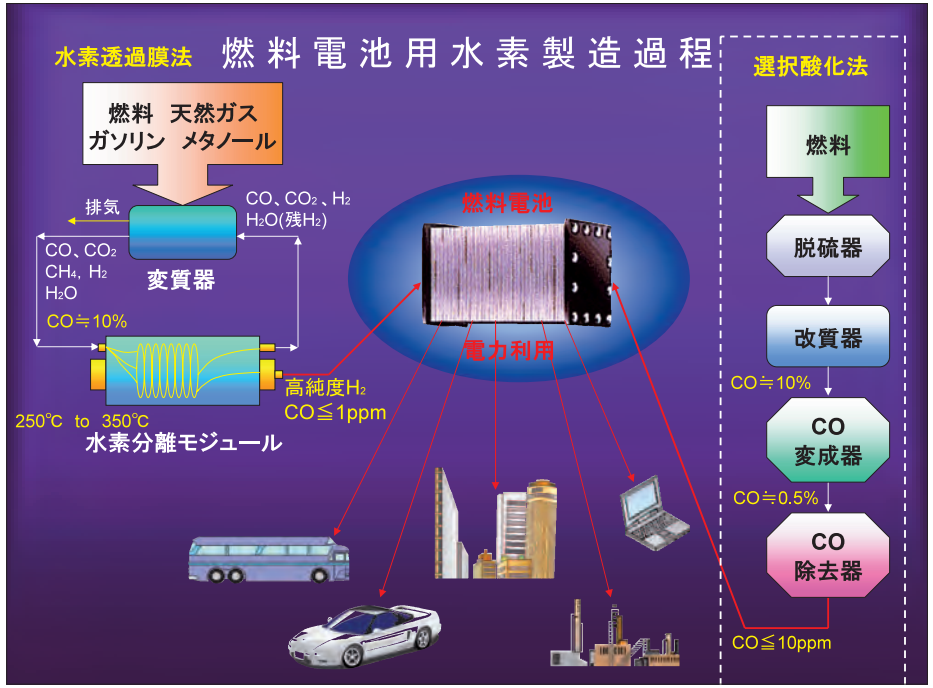
食品用

国家プロジェクトへの参加4件

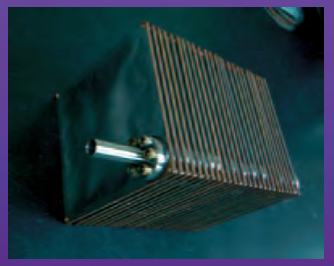
- **リチウム二次電池用負極材**
  （京大、産総研、島根大）
- **燃料電池用水素分離膜**
  （東北大、東京ガス、三菱重工ほか）
- **航空機部材用マグネシウム合金**
  （熊本大、コベルコ科研、三菱重工）
- **金属光造形複合加工法**
  （東大、松本歯科大、産総研、松浦機械ほか）

ナノコンポジット合金系負極の開発

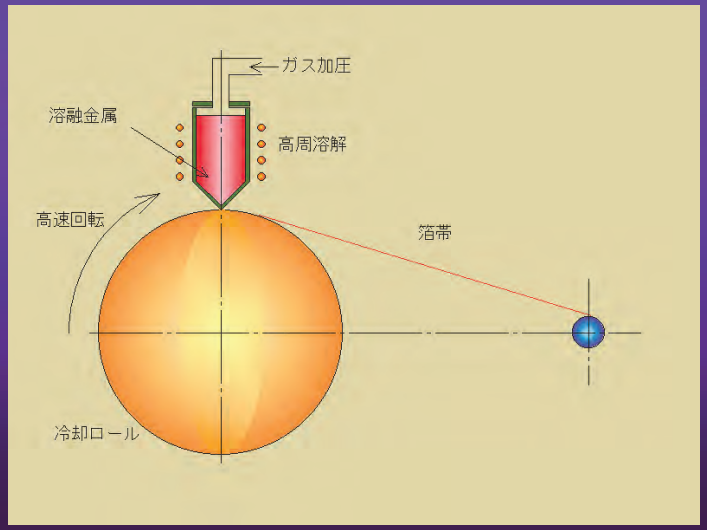




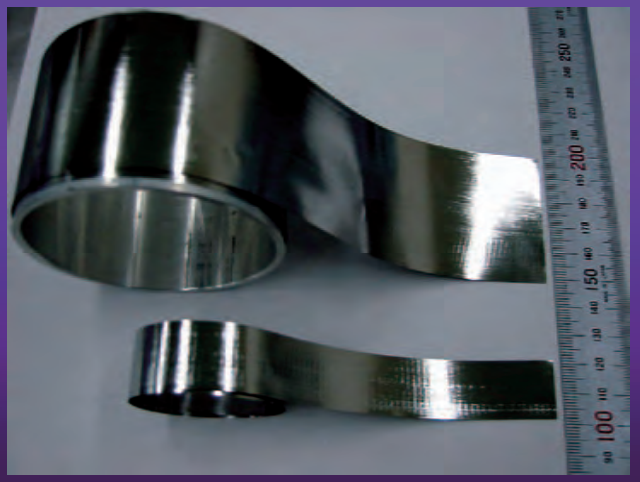
水素透過膜



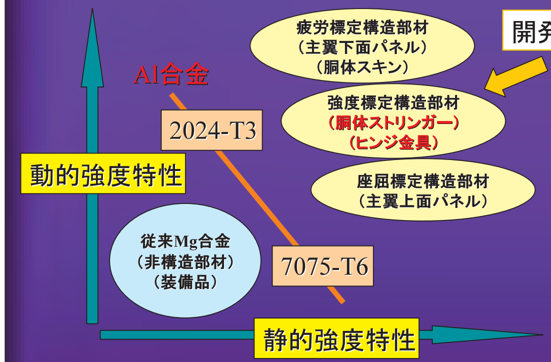
急冷箔帯の設備

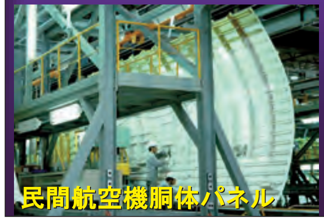


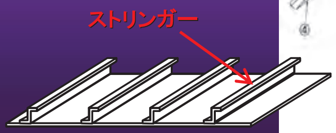
急冷箔帯

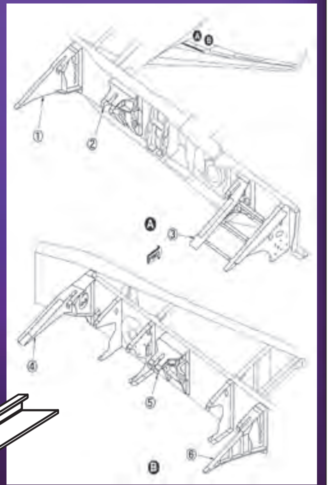


航空機構造部品への適用構想





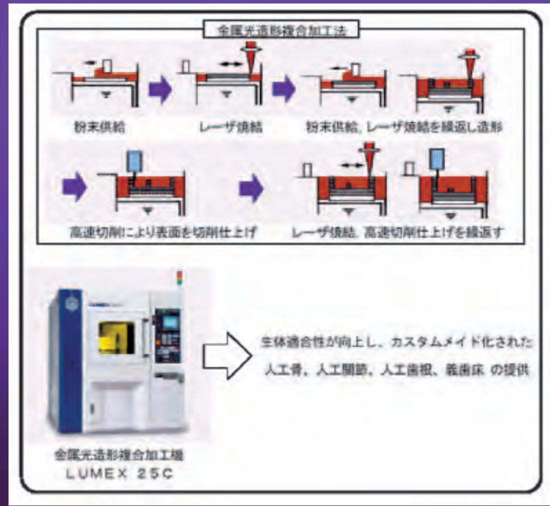




胴体ストリンガー

各種金具類

金属光造形複合加工法



㈱松浦機械製作所
㈱エムエーツール
㈱ネクスト
福田金属箔粉工業㈱
東京大学
工学院大学
松本医科歯科大学
東京大学付属病院
（独）産業技術研究所

第一回「ものづくり日本大賞」

内閣総理大臣賞受賞

「伝統技術の応用」部門

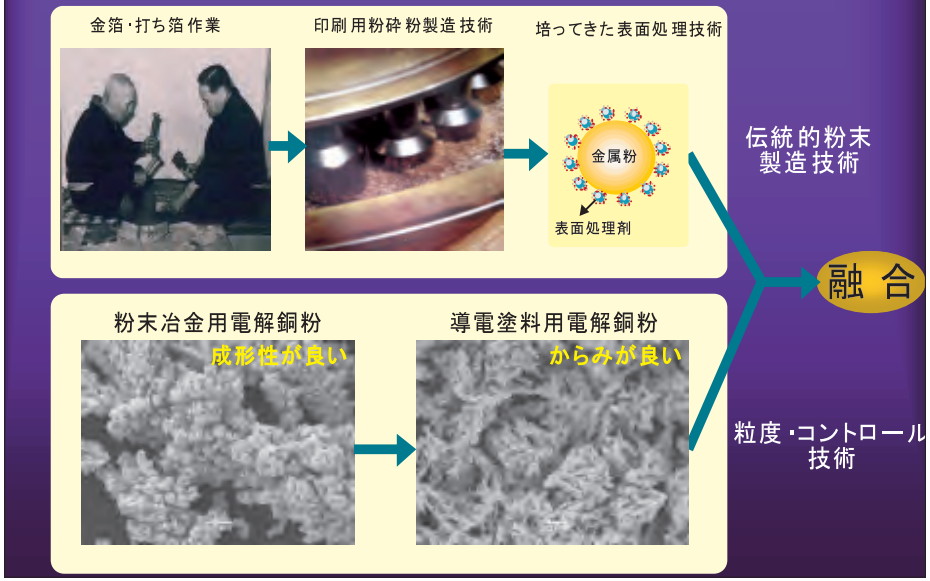
受賞のテーマ
「金銀箔粉の伝統的な製造・表面処理加工技術を活かした導電性塗料銅粉の開発」

対象分野

(1)産業・社会を支えるものづくり（経済産業省、国土交通省関係）
① 製造・生産プロセス
② 製品・技術開発
③ 伝統技術の応用 伝統技術を応用した商品開発
(2)文化を支えるものづくり（文化庁関係）
(3)ものづくりを支える高度な技術（厚生労働省、国土交通省関係）

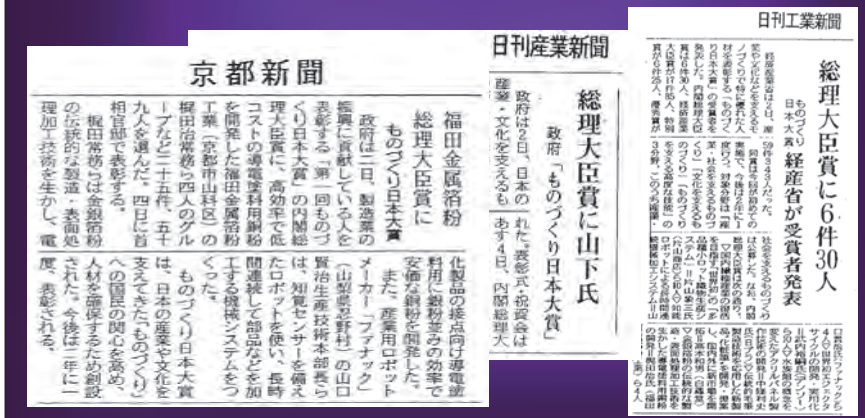
「金銀箔粉の伝統的な製造・表面処理加工技術を活かした導電性塗料銅粉の開発」で応募

伝統的な粉末製造技術を継承した導電塗料用電解銅粉の開発



２００５年８月４日　首相官邸

全国47新聞社が、8月3日付け新聞に記事掲載



京都新聞

福田金属箔粉
総理大臣賞に
ものづくり日本大賞

政府は二日、製造業の振興に貢献している人を表彰する「第一回ものづくり日本大賞」の内閣総理大臣賞に、高効率で低コストの導電塗料用銅粉を開発した福田金属箔粉工業（京都市山科区）の梶田治常務ら四人のグループなど二十五件、五十九人を選んだ。四日に首相官邸で表彰する。

梶田常務らは金属箔粉の伝統的な製造・表面処理加工技術を生かし、電化製品の接点向け導電塗料用に銀粉末みの効率で安価な銅粉を開発した。

また、産業用ロボットメーカー「ファナック」（山梨県忍野村）の山口賢治生産技術本部長らは、知覚センサーを備えたロボットを使い、長時間連続して部品などを加工する機械システムをつくった。

ものづくり日本大賞は、日本の産業や文化を支えてきた「ものづくり」への国民の関心を高め、人材を確保するため創設された。今後は二年に一度、表彰される。

日刊産業新聞

総理大臣賞に山下氏
政府「ものづくり日本大賞」

政府は2日、日本の産業・文化を支えるも…れた表彰式・祝賀会は…あす4日、内閣総理大…

日刊工業新聞

総理大臣賞に6件30人
経産省が受賞者発表
ものづくり日本大賞

All right reserved Fukuda Metal Foil & Powder Co.,Ltd.

伝統産業の強み

1. 商品寿命が極めて長く、しかも安定している
2. ブランド力がある
3. 洗練され無駄のない生産技術を持っていること

All Right Reserved Fukuda Metal Foil & Powder Co.,Ltd

伝統産業の弱み

1. 市場規模の変化に追随しにくいこと
2. 造る側の立場優先で、応用の利き難い技術
3. 情報収集する努力が不足

All Right Reserved Fukuda Metal Foil & Powder Co.,Ltd

伝統産業の意識を捨てることから新しい展開が生まれる

1. 職人の技を科学技術的に捕らえる
2. 感覚に代わるセンサーを開発する
3. 科学技術情報、市場情報を入手できる環境に入り込む

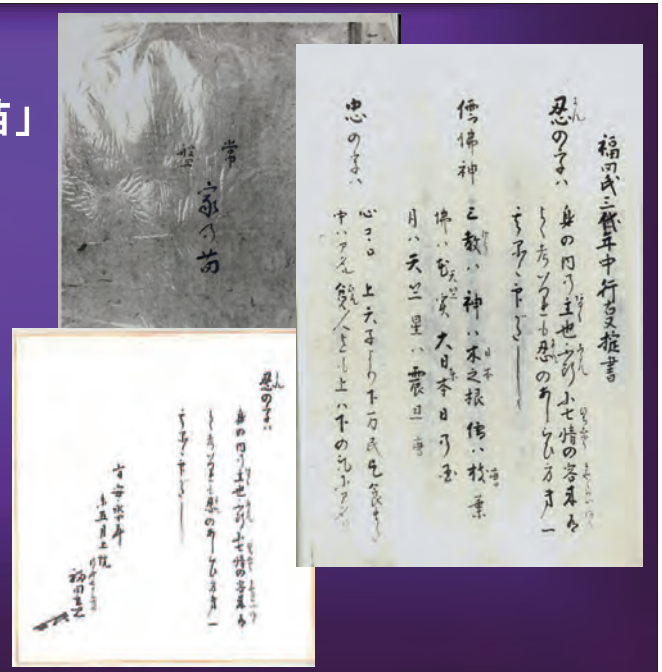
All Right Reserved Fukuda Metal Foil & Powder Co.,Ltd

福田家2代目 練石「常磐 家の苗」

- 忍も字は身のうちの主なり
- 倹約を第一、身をよく考え暮らし方に心を付く可し
- 商人は掛けの用心なくては是非に身上
- 先祖年忌等は例年帳面吟味寺へも相応の志をいたし可也一家方随分懇可有之
- 倹約は第一 余り客は害のできるものなり おごりはだらしないの本也
- 友として身の害成すべし
- 鈍き人にても誠有人

福田家2代目 練石

「常盤 家の苗」



- 身の程をわきまえる
  当社の強みは金属箔・粉を長年扱ってきたという経験で、この強みを生かせる分野からあまり外れたものは危険だと判断し手をださない

さらなる伝統技術の継承と先端技術の開発をめざし、社会に貢献できる「ものづくり」・「人づくり」に取組む

- 既存の技術、生産プロセスを改善・改良する
- 異業種の知識を融合させ
  新製品・新プロセス・新サービスへの挑戦する
- 「ものづくり」には **「チームワーク」**が重要

All right reserved Fukuda Metal Foil & Powder Co., Ltd.

メタルスタイリスト

METAL STYLIST FUKUDA
FUKUDA METAL FOIL & POWDER CO.,LTD.

ご清聴有難うございました

備前焼模様ひだすき（緋襷）：稲藁で赤に発色の微細構造と生成過程

岡山大学　大学院　自然科学研究科　高田　潤

Ⅰ．はじめに

日本の焼き物の歴史は世界で最も長く、縄文時代に始まり今日まで１万年以上の歴史がある。日本を代表する伝統的な焼き物の中に備前焼がある。備前焼は古墳時代の須恵器が発展したもので、六古窯（信楽、常滑、瀬戸、越前、丹波、備前）の一つとして知られ、1000 年以上の歴史を有する伝統的な焼き物である。備前焼は、無釉焼き締め陶と言われ、釉薬を施さずに一回の焼成で完成される。しかし、焼成後の作品の表面には、様々な色の模様が現れるため「土と炎の芸術」とも称され、そのシンプルな美しさから「侘び寂び」の焼き物として古くから茶道でも珍重されてきた。

備前焼の代表的な模様には、燃料として使用される赤松の灰と鉄分の多い備前焼粘土との反応により現れる黄色模様の「胡麻（ごま）」、還元焼成により現れるグレーや青色の「桟切り（さんぎり）」、灰や炭に埋もれて形成する黒、グレー、オレンジ色が織りなすグラデーションの「窯変（ようへん）」、稲藁との反応により現れる特徴的な赤色模様の「緋襷（火襷、ひだすき）」、強還元の焼成により現れる「青備前」等がある。

図１に、特徴的な赤色の「緋襷」模様を示す。この模様の名前は、緋色の襷模様に由来するが、炎のような模様であることから「火襷」とも表記される。備前焼は、成形後乾燥した作品を登り窯に入れ、他の焼き物に比べて著しく長時間（約４週間：昇温と高温保持に約２週間、その後冷却に約２週間）かけて窯焚き（焼成）する。備前焼は、釉薬を施さずに焼かれるため、作品を釜に詰めて重ねて焼かれるが、その際に作品を置く棚板や他の作品との接触を避けるため稲藁が使用される。これらを 1200℃付近で焼成すると、稲藁と接触していた部分に特徴ある赤色模様が現れる。この赤色模様は、柿右衛門様式に代表される上絵付けによる赤絵（あかえ）の原料に用いられる酸化鉄顔料「ベンガラ」と同様、α型酸化鉄（α-Fe_2O_3、ヘマタイト）によるものだと言われて来た。しかし、その微細構造および発色メカニズムについては現在まで明らかにされていなかった。

我々は最近、「緋襷」模様部の詳細な微細構造観察を行った結果、稲藁からＫの（カリウム）が焼き物の表面に非常に薄いガラス層を形成し、そのカラス層中で稲藁と備前土との反応で生じる酸化鉄（α-Fe_2O_3、ヘマタイト）の微細粒子が非常にユニークなプロセスで結晶成長するがことを見出した[(1)]。本稿では、「緋襷」模様についてのこれまでの研究結果を紹介したい。この研究は、草野圭弘氏が中心となって行った研究である。なお本稿は、最近「科学」（岩波）に記した小文“備前焼模様「緋襷」（「火襷」）の材料科学的研究”[(2)] をもとにしている。

Ⅱ．「緋襷」模様の形成過程－稲藁と冷却速度の影響―

備前焼粘土中には鉄分が多く含まれ、酸化鉄（Fe_2O_3）に換算して約 3wt%弱も含まれている[(3)]。一方、稲藁中にはカリウムが多く含まれ、1000℃で熱処理した灰中には

酸化カリウム（K_2O）として約 13wt%弱のカリウム分が存在している[1]。「緋襷」模様は、鉄分を多く含む備前焼粘土と稲藁のカリウムが反応することにより現れる。図２は、備前焼粘土のみを大気中にて 1250℃で焼成した後、1℃ /min で冷却した試料(a)、備前焼粘土に稲藁を置き 1250℃で熱処理後、急冷(b)、10℃ /min (c)および 1℃ /min (d)で冷却（徐冷）した試料の表面写真である。備前焼粘土のみを焼成した試料(a)は、赤色を示さず、黄褐色のざらついた試料表面である[1]。この試料表面には、石英（SiO_2）、加熱時に生成した非晶質の SiO_2 が結晶化したクリストバライト（SiO_2）および焼き物の骨格となるムライト（$3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$）が生成していた。備前焼粘土ペレット上に稲藁を置いて熱処理した後、急冷した試料表面(b)は赤色を示さないが、光沢透明のガラス相が生成している。この試料表面には、ムライトの生成は認められず、コランダム（酸化アルミニウム、α-Al_2O_3）と石英が形成されていた。これに対して、徐冷した(c)および(d)の試料表面は赤色を示し、冷却速度が遅いほど赤味が増している。(c)および(d)の試料表面には、ヘマタイト（α-Fe_2O_3）が生成しており、その生成量は冷却速度の低下とともに多くなる。

以上のことから、赤色の要因となるヘマタイトは冷却過程で析出することから、「緋襷」模様は高温焼成後の冷却過程で形成することが明らかとなった。

Ⅱ.「緋襷」模様部の微細構造 ― 酸化アルミニウム上への酸化鉄微細粒子の析出―

透過型電子顕微鏡観察（TEM）の結果、素地部に存在する主な結晶相は針状のムライト（$3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$）であった。一方、稲藁と備前焼粘土を熱処理して急冷した試料では、約１m 径のコランダム（酸化アルミニウム、α-Al_2O_3）の板状粒子が主に観察された。通常、コランダムは粒状の粒子形態をとるが、生成時に Si, Ca, Mg および Na イオン等が存在すると板状の粒子形態となることが知られている[4-7]。備前焼粘土中にはこれら全てのイオンが含まれているため、板状粒子となったと考えられる。図３に、「緋襷」模様部の TEM による微細構造観察結果を示す。図３(a)は、10℃ /min で冷却した試料の TEM 像を示しており、約１m 径のコランダム粒子の周囲に、約 0.3 m の小さなヘマタイト粒子が付着しているのが分かる。冷却速度が更に遅い１℃ /min の試料(b)では、ヘマタイトの結晶成長が進む。図３(b)中で Al_2O_3+Fe_2O_3 で示した粒子は、コランダム粒子をヘマタイトが完全に覆い尽くした粒子である。電子線回折（ED）の結果、コランダム粒子およびその周りに付着しているヘマタイト粒子の回折スポットの方位は完全に一致したことから、ヘマタイトはコランダムにエピタキシャルに成長（両者の酸素イオンが特定の結晶方位関係を持つ成長）していると判断される。図３(c)は、断面の［$\bar{1}2\bar{1}0$］入射像である。小さなコランダム粒子をヘマタイトがサンドイッチした粒子形態となっている。この結果より、図３(b)の Al_2O_3+Fe_2O_3 で示した粒子は、餡がコランダムで皮がヘマタイトの饅頭構造の粒子であると考えられる。図３(d)は、コランダムとヘマタイトとの界面の観察結果である。コランダムの c 面は非常に平滑であるが、端部には多数のステップやキンクが存在しているのが分かる。これらがヘマタイトの核生成の場となり、冷却速度が遅くなるとヘマタイトの結晶成長が進行する結果、特長ある赤色の「緋襷」模様が現れること

が初めて明らかとなった。

「緋襷」模様の緋色は 型酸化鉄の色である。その鮮やかさは、粒子のサイズが大きすぎたり、バラバラであったり、粒子が重なり合ったりすると失われてしまう。先に生成するα型酸化アルミニウムは無色であるため「緋襷」模様には関与しないが、この酸化アルミニウムは赤色の 型酸化鉄の核となって、約１μｍ程度の微細なα型酸化鉄をガラス相中に均一に分散させる役割を果たす。その結果、微細な酸化鉄粒子が重なり合ったり凝集することなく鮮やかな赤色を呈し「緋襷」模様を出現するのである。したがって我々の目に映る「緋襷」模様の赤色は、下地の粘土の茶褐色と微細 型酸化鉄の淡い赤色が合成された色である。

Ⅲ．酸素分圧の影響

1,200℃で焼成するときの酸素濃度（酸素分圧）の着色への影響を検討した結果、酸素分圧０%では黒色に、１%では薄黄色に着色しひだすき模様は得られないが、２%と３%で緋襷模様が出現することが明らかとなった。更に興味深いことに、酸素分圧が高いほど、緋襷模様の着色が濃くなることも見出した。

Ⅳ．おわりに　－応用へ向けて－

「緋襷」模様の生成過程と微細構造がこのように明らかになれば、様々な分野への応用が期待できる。例えば、素人でも緋襷模様の人工的に再現可能となる。例えば、稲藁の代わりに塩化カリウム（KCl）を分散させたアルコールを筆に含ませ、備前焼粘土に塗布すると「緋襷」模様を自由にデザインできる。この方法を更に発展させれば、化粧タイルや外壁パネルに緋襷模様が再現できる可能性もある。

文献

⑴　Y. Kusano, M. Fukuhara, T. Fujii, J. Takada, R. Murakami, A. Doi, L. Anthony, Y. Ikeda, M. Takano, *Chem. Mater.*, **16**, 3641-3646 (2004).

⑵　草野圭弘、高田潤、「科学」、岩波書店、(2006).

⑶　土井章、坂本尚史、堤貞夫、大塚良平、加藤忠蔵、日化、71-75 (1979).

⑷　H. Song, R. L. Coble, *J. Am. Ceram. Soc.*, **73**, 2077-2085 (1990).

⑸　H. Song, R. L. Coble, *J. Am. Ceram. Soc.*, **73**, 2086-2090 (1990).

⑹　A. P. Goswami, S. Roy, M. K. Mitra, G. C. Das, *J. Am. Ceram. Soc.*, **84**, 1620-1626 (2001).

⑺　X. Jin, L.Gao, *J. Am. Ceram. Soc.*, **87**, 533-540 (2004).

⑻　福原実、藤原峰一、山口一裕、土井章、日本セラミックス協会学術論文誌、**97**、1420-1423 (1989).

図１　備前緋襷花器

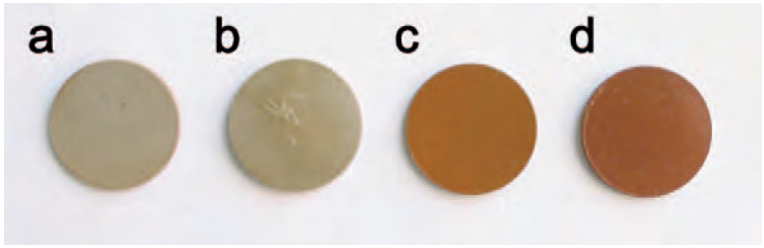


図２　稲藁と冷却速度の影響：備前焼粘土のみを大気中にて 1250℃で焼成した後、１℃ /min で冷却した試料(a)、備前焼粘土に稲藁を置き、1250℃で熱処理後、急冷(b)、10℃ /min (c)および 1℃ /min (d)で冷却した試料の表面写真。

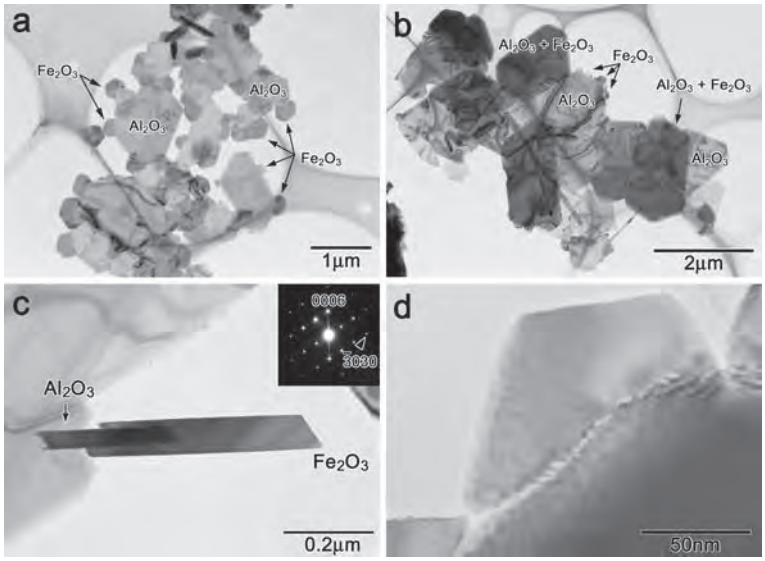
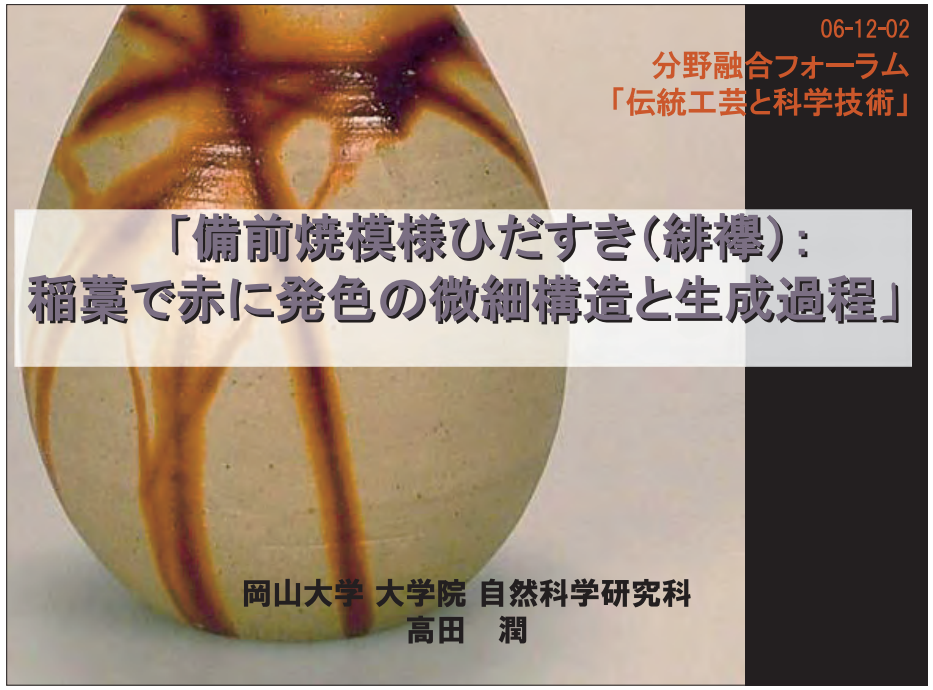
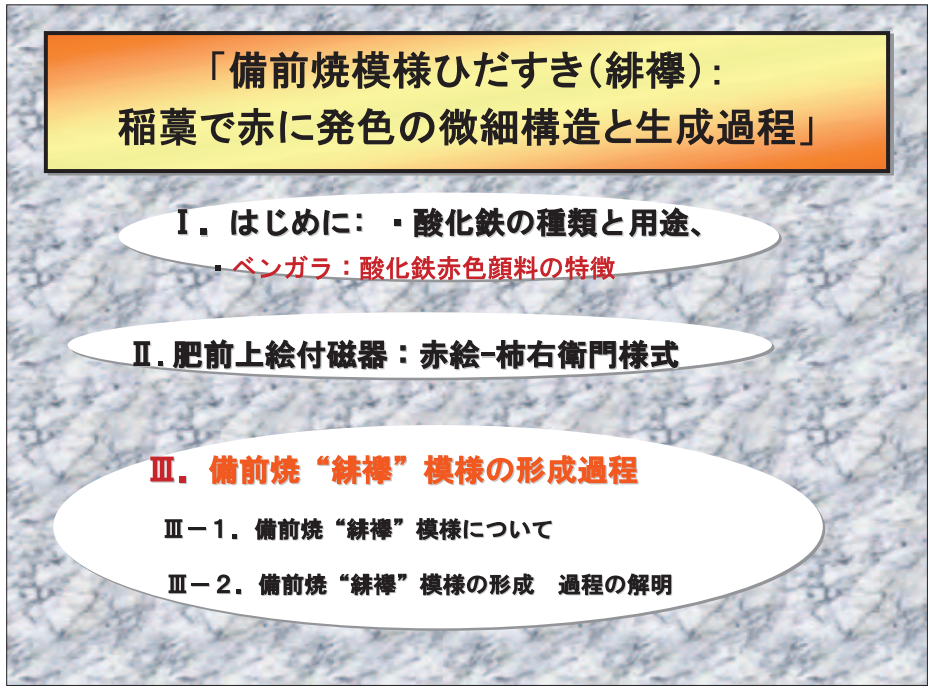
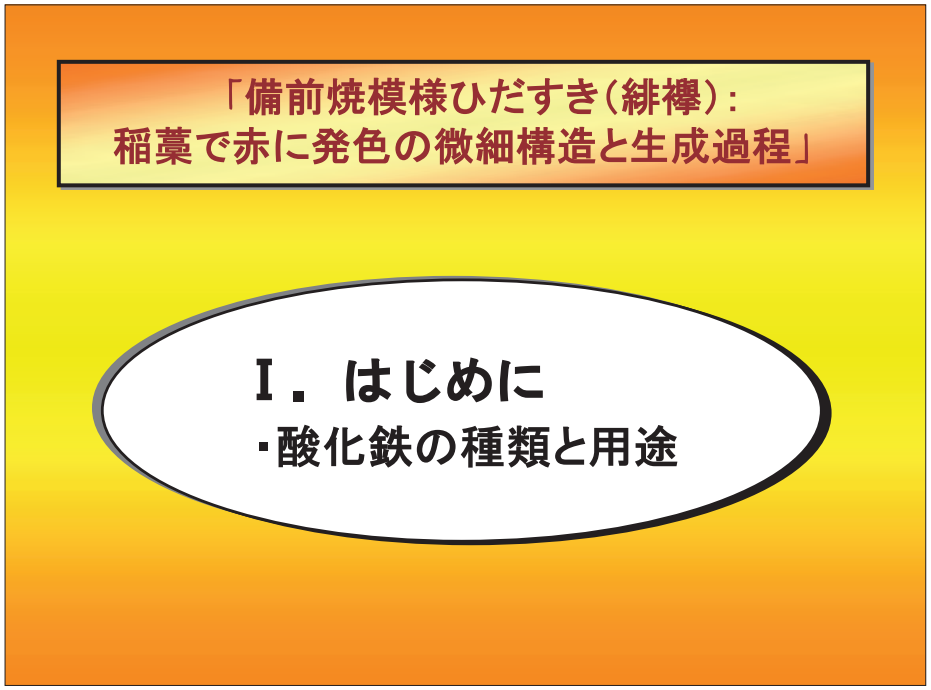


図３　緋襷模様の微細構造：備前焼粘土の上に稲藁を置き、1250℃で熱処理した後、10℃ /min (a)および１℃ /min (b)で冷却した試料表面に生成した結晶相の TEM 像。(c)および(d)は、10℃ /min (a)の試料の詳細な TEM 観察像。


06-12-02
分野融合フォーラム
「伝統工芸と科学技術」
「備前焼模様ひだすき(緋襷):
稲藁で赤に発色の微細構造と生成過程」
岡山大学 大学院 自然科学研究科
高田　潤

有田焼・“柿右衛門赤絵”と
備前焼・“緋襷”模様
色調・模様、
原料や作り方は
まったく異なる
共通点：
赤色はベンガラ
（酸化鉄）の色
“赤絵”ー “Kakiemon Red”
“緋襷”ー“Hidasuki” pattern


「備前焼模様ひだすき(緋襷):
稲藁で赤に発色の微細構造と生成過程」
Ⅰ．はじめに: ・酸化鉄の種類と用途、
・ベンガラ：酸化鉄赤色顔料の特徴
Ⅱ.肥前上絵付磁器：赤絵-柿右衛門様式
Ⅲ．備前焼“緋襷”模様の形成過程
Ⅲ－1．備前焼“緋襷”模様について
Ⅲ－2．備前焼“緋襷”模様の形成　過程の解明


「備前焼模様ひだすき(緋襷):
稲藁で赤に発色の微細構造と生成過程」
Ⅰ．はじめに
・酸化鉄の種類と用途

ベンガラ　赤色酸化鉄顔料（α-Fe_2O_3）（赤い鉄サビ）

種々の酸化鉄顔料：

ベンガラα-Fe_2O_3　赤色

γ-Fe_2O_3　淡褐色

Fe_3O_4　黒色

α-FeOOH　黄色

応用：磁気記録、磁石　等

コピー機のトナー

酸化鉄の形態と応用

ベンガラ α-Fe_2O_3(ヘマタイト)　着色材料（赤）：塗料・インク、セメント着色

γ-Fe_2O_3（マグヘマイト）　磁気記録材料：オーディオテープ

フロッピーディスクetc

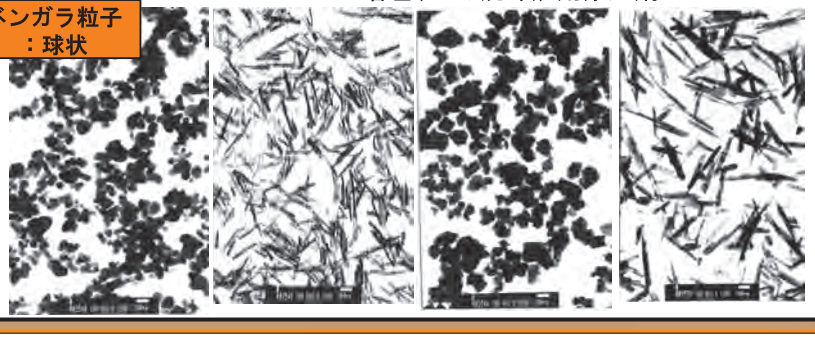
Fe_3O_4(マグネタイト)　着色材料（黒）：塗料・インク、印刷用記録材料

プリンターコピー用トナー材

α-FeOOH(ゲーライト)　着色材料（黄）：塗料・インク、環境機能材料

セメント着色、ごみ焼却炉用添加剤

ベンガラ粒子
：球状

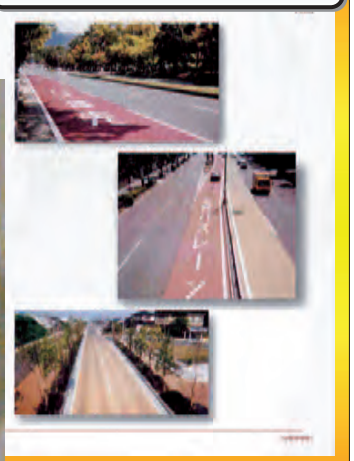


代表的なベンガラの利用

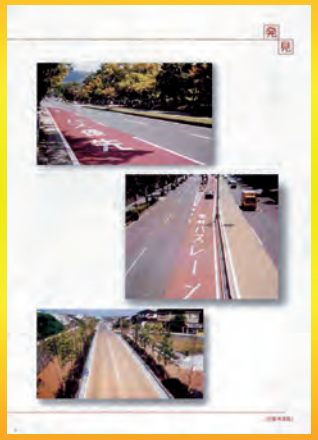
柿右衛門様式の作品

赤絵：異なる3種類以上の色調の赤色

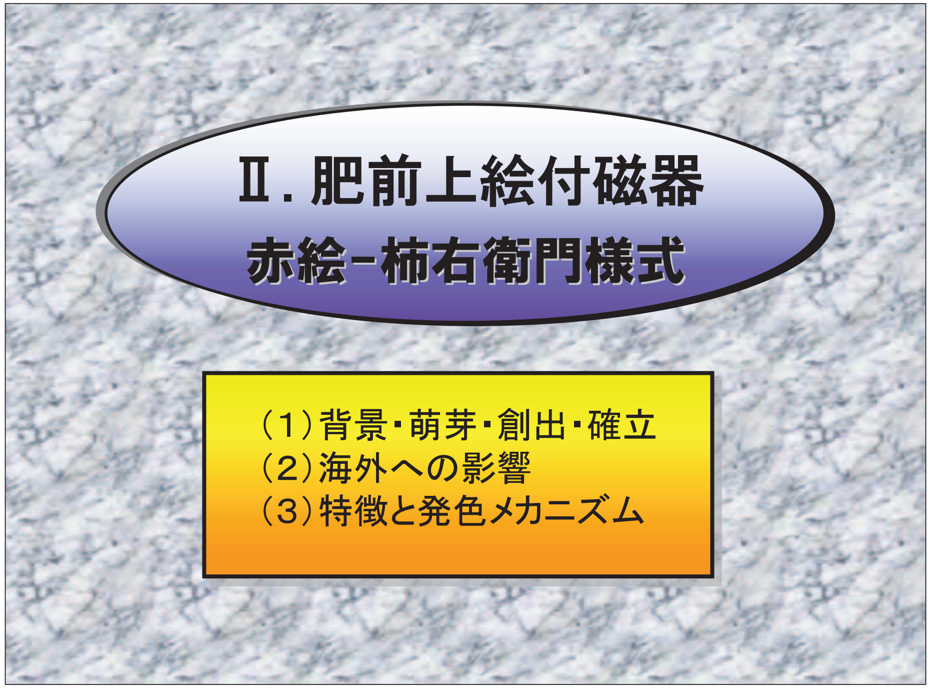
アスファルトへの着色



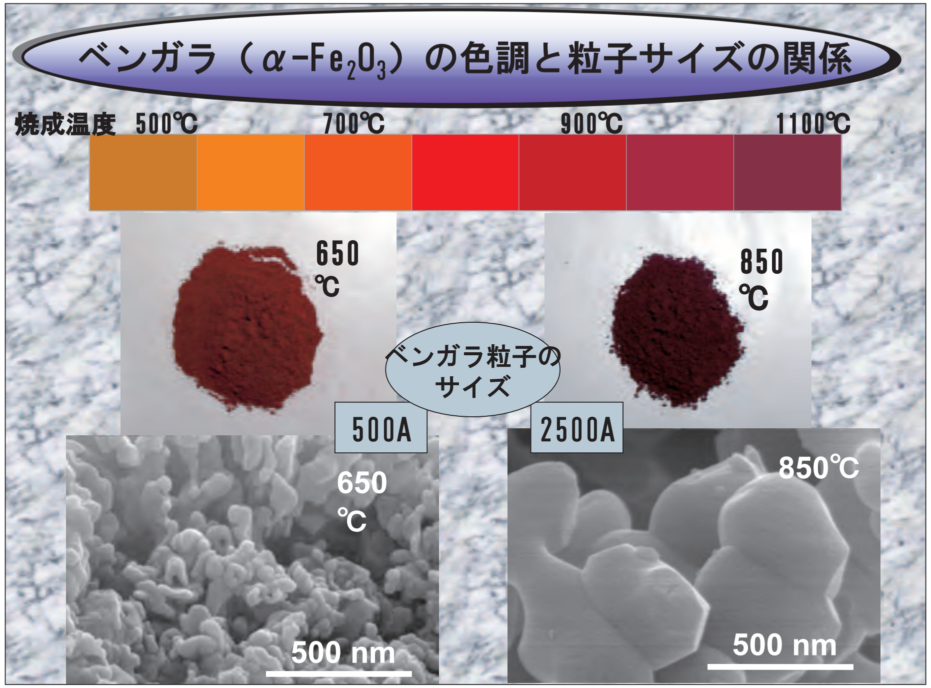
近年の着色顔料としてのベンガラ使用例



ベンガラの建物への利用
－ベンガラ格子と壁－
ベンガラ


Ⅱ. 肥前上絵付磁器
赤絵－柿右衛門様式
（1）背景・萌芽・創出・確立
（2）海外への影響
（3）特徴と発色メカニズム

柿右衛門様式の作品
・乳白色の濁手　・様々な赤色を呈するベンガラ(5種類)を使い分ける
・花鳥に用いる赤黄色での上絵を重宝


ベンガラ（α-Fe_2O_3）の色調と粒子サイズの関係
焼成温度　500℃　700℃　900℃　1100℃
650℃
850℃
ベンガラ粒子のサイズ
500A
2500A
650℃
850℃
500 nm
500 nm

有田・柿右衛門様式磁器の製造工程

柿右衛門赤絵の特徴

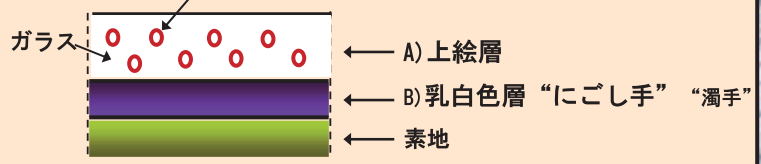
●構造：二つの異なる釉ガラス層

・乳白色層（“にごし手”）

・上絵層（ガラス層中に微細な酸化鉄粒子が分散）

※高品質な酸化鉄粒子の使用（長期間粉砕と水簸）

★微細なベンガラ粒子がガラス層中に分散

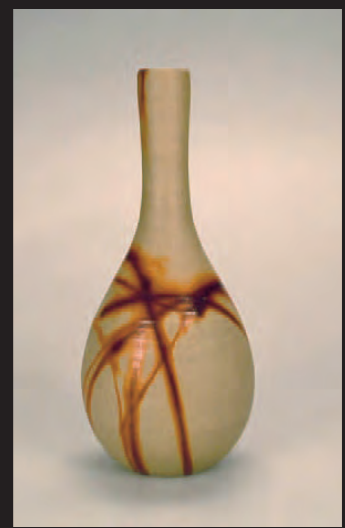


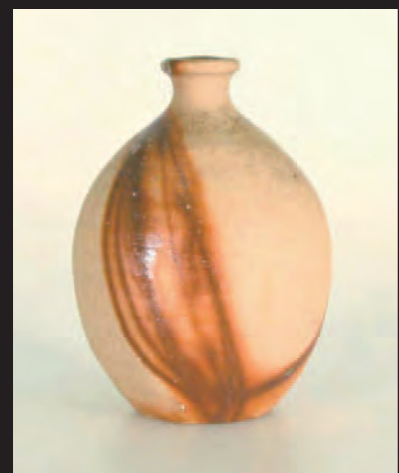
Ⅲ．備前焼“緋襷”模様の形成過程

Ⅲ－１．備前焼“緋襷”模様について

Ⅲ－２．備前焼“緋襷”模様の形成過程の解明

備前「緋襷」徳利（火襷）





備前焼模様

備前焼について

登り窯 (倉敷芸術科学大学)

窯焚き (1ヶ月)
もせとり(~300℃)→あぶり(~800℃)→中焚き(~1000℃) →攻め焚き(1250℃) →運道炭入れ→横くべ→煙道炭入れ→冷却

燃料の赤松
岡山県木

窯詰めの様子（電気炉内）

登り窯と緋襷模様

After heating

Rice straw changes to ash consisting of mainly SiO_2 .
The rice straw pattern appears in all directions on the pieces.
This pattern is often described as a “*fire-marked pattern*” in English.

備前焼について

★六古窯の一つ　（常滑，備前，丹波，信楽，越前，瀬戸）

★古墳時代からの須恵器が発展（1000年以上の歴史）

須恵器：　5世紀初めに朝鮮半島から伝わる（土器よりも高温焼成1000℃~1200℃）

鎌倉時代に現在のスタイルが確立

★無釉・焼き締め陶（釉薬が無くても水漏れしない）

・緋襷，胡麻，窯変，桟切，金・銀彩，青備前の様々な色模様

赤松灰（燃料），稲藁（接触防止），炭　＋　備前焼粘土（Fe分多い、耐火温度低い）

備前焼の製造工程と特徴

工程は非常にシンプル
- １回だけの焼成
- 稲わらを巻くだけ

- 焼成：長時間（約30日）
- 釉薬使わない、・絵付けしない
- ベンガラ顔料使わない
- 多様な色模様現れる

備前焼の特徴

（１）釉薬を用いない（無釉）

（２）絵付けしない（顔料用いない）：素朴で地味

（３）模様：炎（温度），窯の中の位置（酸化/還元雰囲気），灰，稲わら

（４）備前粘土（田の土）：鉄分，有機物多い—粘りのあるが，耐熱性低い

（５）焼成温度低い：約1200℃ ⟷ 有田焼：1250~1300℃

（６）酸素分圧に依存し色調変化---窯の中の位置、伏せ焼
- 酸化雰囲気：赤褐色 ⟷ ・還元雰囲気：灰色，黒色

（７）長時間の窯焚き：30~35日間 ⟷ 有田焼：約10日
- 昇温（室温→1200℃）：約10~12日
- 高温保持（1170~1230℃）：約5日
- 徐冷（室温（約20℃）まで）：約15~18日

（８）稲わらと備前粘土の反応→“緋襷”模様

本研究の目的

● 備前焼陶工の経験と熟練および偶然により作製されている

様々な備前焼模様の発色メカニズムを材料科学的に解明

冷却過程中に色が現れる

- 再現性良く模様を作製、
- より効果的な模様作製、・資源の有効利用

●本研究（１）稲わらの役割、備前粘土との反応
（２）「緋襷」の形成過程の解明
①冷却速度、②酸素分圧

★ 色と熱処理条件および微細構造関係に注目
—- ベンガラ（酸化鉄）微粒子のガラス層中での分散析出機構

備前焼粘土および稲藁灰の組成分析結果

備前焼粘土

SiO2	Al2O3	Fe2O3	K2O	TiO2	MgO	CaO	Na2O	P2O5	MnO	Ig. loss
63.51 (wt%)	21.61	2.77	2.05	0.69	0.66	0.56	0.51	0.04	0.03	7.57

F	S	Cl	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba	Pb	Th
239 (ppm)	446	116	16	98	64	10	27	22	87	117	75	37	167	14	536	29	14

稲藁灰　1000℃

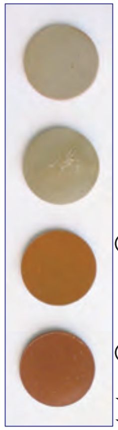
SiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	K2O	P2O5	Total
83.95 (wt%)	0.58	0.06	0.32	0.61	0.85	12.74	0.89	100

● 備前焼粘土中の 鉄Fe および稲わら中の カリウムK
➡「緋襷」模様に重要

モデル実験

- 乾燥：粘土
  備前市観音地区から採掘した田土 (木節粘土)
- 粉砕・混合
- 分級：106mm以下の粒子を使用 (備前焼粘土)
- 加圧・成型：ペレット状試料 (直径: 20mm)――10円玉の形
- 加熱・冷却：備前焼粘土 + 稲藁
  大気中, 1250℃
  昇温速度：1℃/min, 冷却速度：急冷～1℃/min (800℃まで)
- 評価：XRD, XFS, SEM, TEM, TG-DTA, メスバウアー分光, 分光測色
  TEM試料：1MのHF溶液処理後, CCl_4に超音波を用いて分散

熱処理条件と色の関係

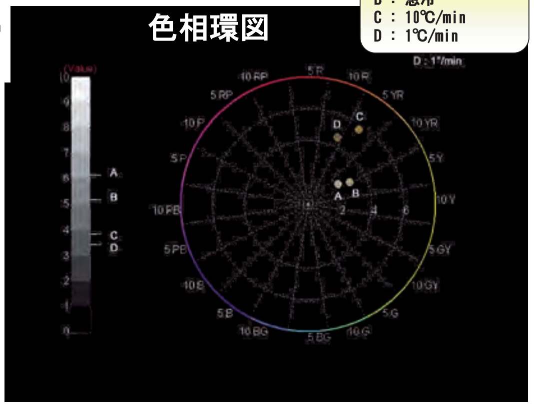


(a) 素地](稲藁なし)
冷却速度：1℃/min
★無着色
★光沢なし

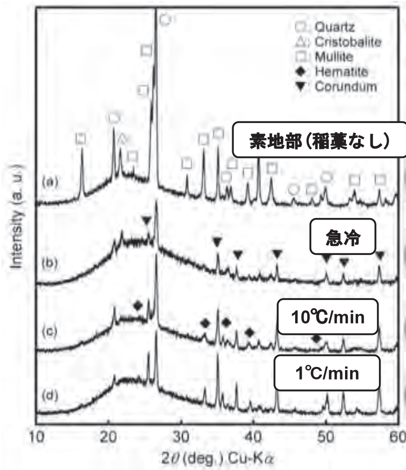
(b) 急冷(藁あり)
★無着色
★光沢あり：ガラス層

(c) 徐冷−1(藁あり)
冷却速度：10℃/min
★着色：薄い色
★ガラス層

(d) 徐冷−2(藁あり)
冷却速度：1℃/min
★着色：濃い色
★ガラス層



冷却速度による構成相および発色の変化



素地部 (加熱前)
ムライト ($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$)
クリストバライト (SiO_2)
石英 (SiO_2)

急冷 (1200℃から)
→ 色変化なし：石英 (SiO_2),
酸化アルミニウム (α-Al_2O_3)

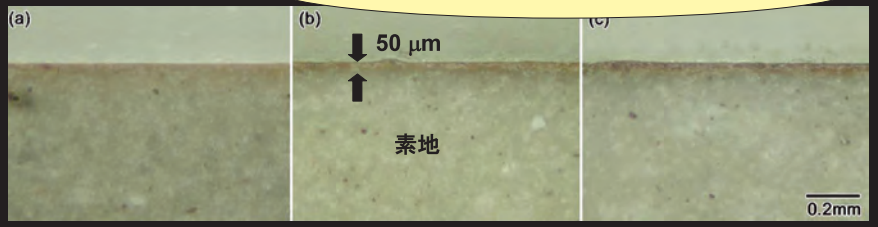
⬇ 徐冷 (10℃/min 以下)

徐冷 (1200℃から) → 緋襷色
ベンガラ (酸化鉄)　生成・増加
石英 (SiO_2) ～～ガラス　減少
酸化アルミニウム (α-Al_2O_3)　増加

「緋襷」模様部の微細構造

光学顕微鏡像

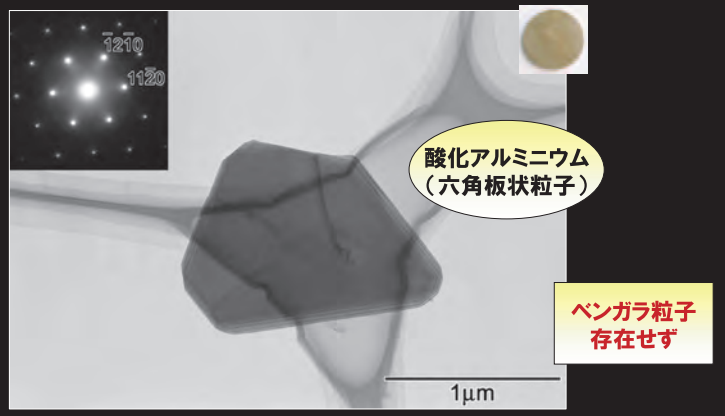
最表面に薄いガラス層（50 μm）:ベンガラ粒子含む



冷却速度
(a) 12℃/min　(b) 10℃/min　(c) 1℃/min

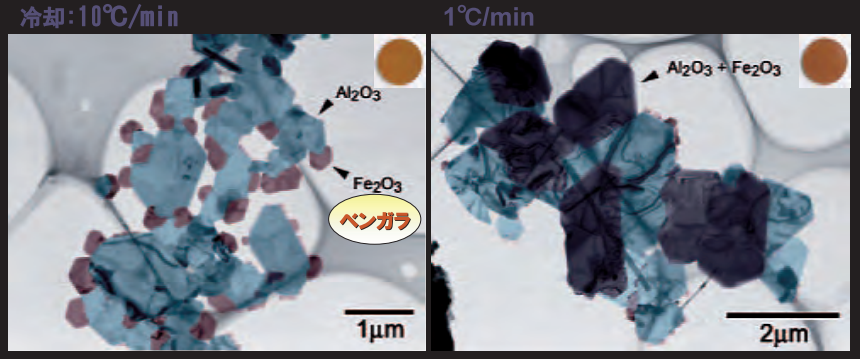
走査型電子顕微鏡像(SEM)

急冷試料のTEM観察結果
-表面ガラス層中に分散析出している微粒子-



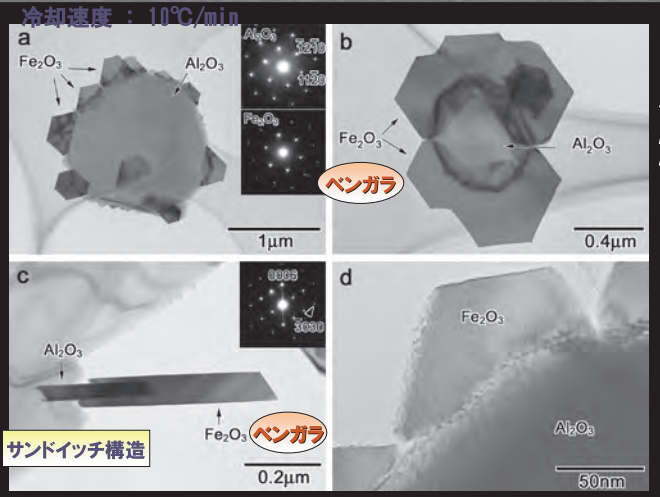
・直径約1.0μmの板状酸化アルミニウム(α-Al_2O_3)粒子
・Si, Ca, Mg, Naイオンが存在すると板状となる.
例えば Song *et al.*, *J. Am. Ceram. Soc.* 73 (**1990**), 2077.

徐冷により出現した「緋襷」模様部の透過電子顕微鏡TEM観察：冷却速度の影響
-表面ガラス層中に分散析出している微粒子-

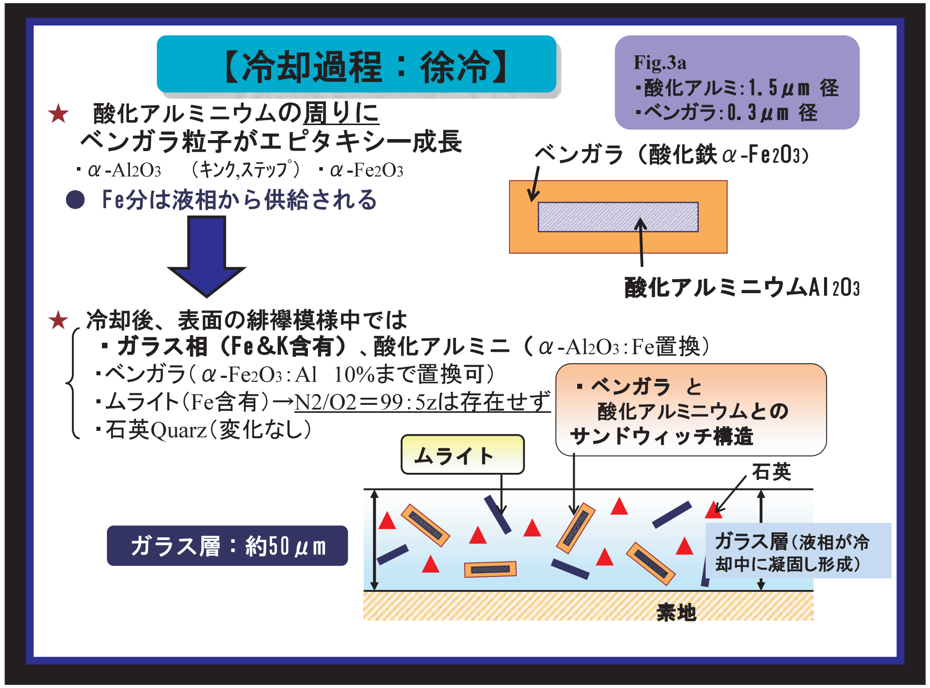


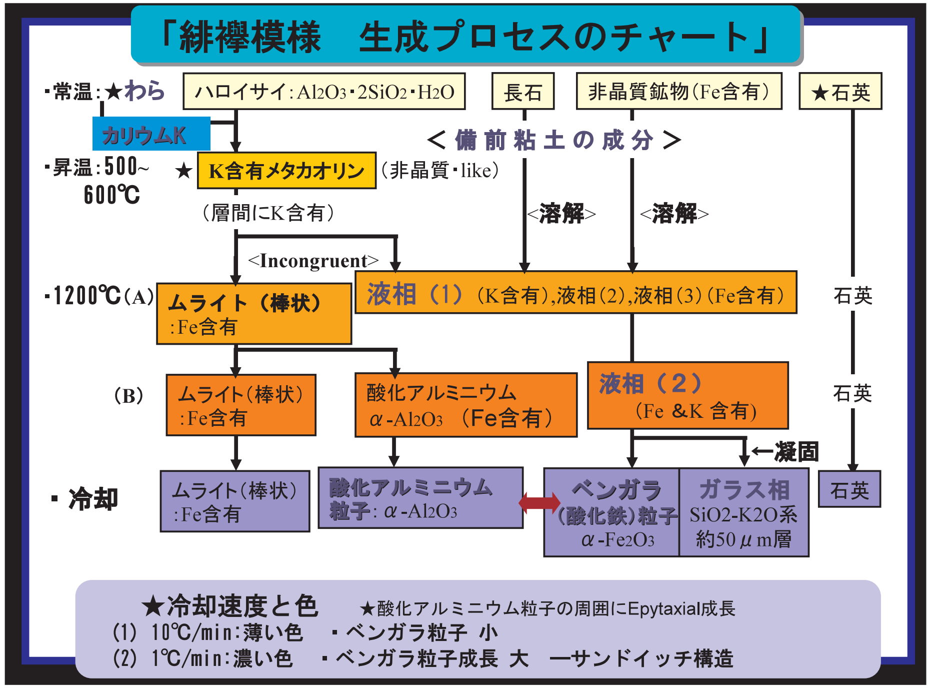
（１）酸化アルミニウム(α-Al2O3) 粒子の周りに
ベンガラ(酸化鉄Fe2O3) のナノサイズ粒子が付着成長
（２）冷却速度：小 → ベンガラ粒子大きく成長→濃い色

「緋襷」模様部の微細分散粒子の電顕TEM 観察結果
ー 表面ガラス層中に分散析出している微粒子 ー

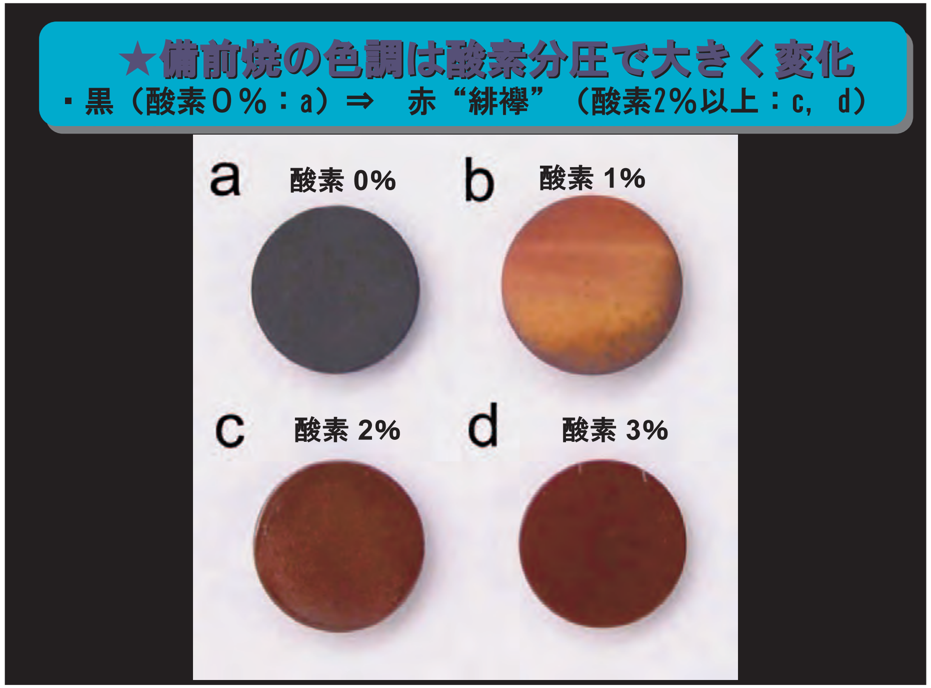


酸化アルミニウム粒子にベンガラ（酸化鉄）粒子がエピタキシャル成長


【冷却過程：徐冷】
Fig.3a
・酸化アルミ：1.5μm 径
・ベンガラ：0.3μm 径
★ 酸化アルミニウムの周りに
ベンガラ粒子がエピタキシー成長
・α-Al2O3 （ｷﾝｸ,ｽﾃｯﾌﾟ） ・α-Fe2O3
● Fe分は液相から供給される
ベンガラ（酸化鉄α-Fe2O3）
酸化アルミニウムAl2O3
★ 冷却後、表面の緋襷模様中では
・ガラス相（Fe&K含有）、酸化アルミニ（α-Al2O3:Fe置換）
・ベンガラ（α-Fe2O3:Al 10%まで置換可）
・ムライト（Fe含有）→N2/O2＝99:5zは存在せず
・石英Quarz（変化なし）
・ベンガラ と 酸化アルミニウムとのサンドウィッチ構造
ムライト
石英
ガラス層：約50μm
ガラス層（液相が冷却中に凝固し形成）
素地


「緋襷模様 生成プロセスのチャート」
・常温：★わら
ハロイサイ：Al2O3・2SiO2・H2O
長石
非晶質鉱物（Fe含有）
★石英
カリウムK
＜備前粘土の成分＞
・昇温：500～600℃
★ K含有メタカオリン （非晶質・like）
（層間にK含有）
＜溶解＞
＜溶解＞
＜Incongruent＞
・1200℃（A）
ムライト（棒状）:Fe含有
液相（1）（K含有）,液相（2）,液相（3）（Fe含有）
石英
（B）
ムライト（棒状）:Fe含有
酸化アルミニウム α-Al2O3 （Fe含有）
液相（2） （Fe &K 含有）
石英
←凝固
・冷却
ムライト（棒状）:Fe含有
酸化アルミニウム粒子：α-Al2O3
ベンガラ（酸化鉄）粒子 α-Fe2O3
ガラス相 SiO2-K2O系 約50μm層
石英
★冷却速度と色
★酸化アルミニウム粒子の周囲にEpytaxial成長
（1） 10℃/min：薄い色 ・ベンガラ粒子 小
（2） 1℃/min：濃い色 ・ベンガラ粒子成長 大 ―サンドイッチ構造

ベンガラ（酸化鉄α-Fe2O3）粒子の成長メカニズム
液相中（1200℃以上）
酸化アルミニウム粒子 α-Al2O3
酸化アルミニウム粒子：成長
加熱（1200℃~1250℃）
冷却中
★冷却時：1200→800℃
ベンガラ粒子 酸化鉄
酸化アルミニウム粒子
ベンガラ粒子成長→酸化アルミニウム粒子を覆う
断面


★備前焼の色調は酸素分圧で大きく変化
・黒（酸素0%：a）⇒ 赤“緋襷”（酸素2%以上：c, d）
a 酸素 0%
b 酸素 1%
c 酸素 2%
d 酸素 3%

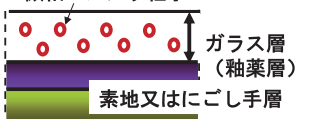
まとめ

- 備前焼粘土と稲藁(KCl)が反応し，1200℃以上でガラス相(液相)が生成する．
- ガラス相(液相)中において，ムライト($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$)は分解し，板状酸化アルミニウム(α -Al_2O_3)が生成する．
- 冷却過程において酸化アルミニウム粒子にベンガラ（酸化鉄）粒子(α-Fe_2O_3)がエピタキシャル成長する．
- 徐冷（冷却速度：小）の場合、ベンガラ粒子の粒成長は進行し，非常にユニークなサンドウィッチ構造（ベンガラ/酸化アルミニウム/ベンガラ） の粒子となる．

  →その結果，模様の赤味が増す．

● 冷却速度により「緋襷」模様の濃淡の制御が可能
● 酸素分圧2%以上の冷却 ⇒ 「緋襷」模様発色

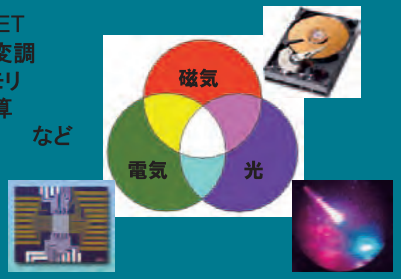
まとめ：柿右衛門“赤絵”と備前焼“緋襷”との比較

		“赤　絵”	“緋　襷”
共通点	発色の原因	●微細なベンガラ粒子 ●ガラス層中に均一に分散 	
相違点	原料	●陶石（白色）：鉄分少 ●上絵付け （ベンガラ粉末+ガラス粉末）	●田土（黒色）：鉄分多 ●上絵付けなし （ベンガラ，ガラス使用せず） ●稲わら
	焼成	●3回 ●短時間：計6～10日 ・素焼：800～900℃，2日 ・本焼：1250～1300℃，2日 ・後焼：800℃，2日	●1回 ●長時間：計約30日 ・昇温：ゆっくり，8日 ・高温保持：1200～1250℃，7日 ・冷却：超徐冷，15日

環境に優しい新規な磁性半導体材料の創製

磁性半導体とは 半導体中を流れる電子のスピン方向がそろっている
⇒ 磁気・電気・光が融合した新しいデバイスの可能性

・MRAM
・スピンFET
・光磁性変調
・多値メモリ
・量子演算
など



従来研究されてきた材料

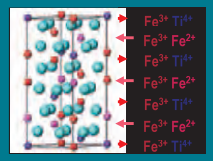
InMnAs, GaMnN, Co-TiO_2, CrO_2 など

問 題 点

・極低温でしか特性が出ない
・原料に毒性がある
・原料が高価

環境に優しい新規な高温磁性半導体として

α-Fe_2O_3 – $FeTiO_3$固溶体に注目



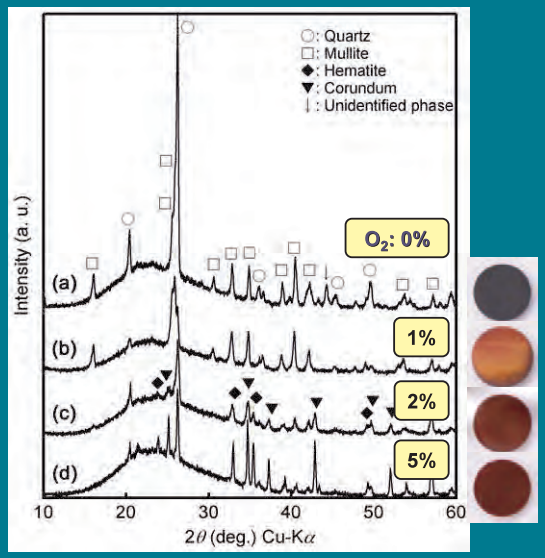
固溶体の結晶構造

酸素分圧の影響：
―還元雰囲気(酸素０%）下では黒色―

備前焼粘土と稲藁をN_2 : O_2 (vol%) = (a) 100:0 (b) 99:1 (c) 98:2 (d) 95:5の混合ガス中にて1250 ℃まで昇温した後，1℃/minで冷却した試料の表面写真．

「緋襷」模様には，2%以上の酸素が必要

種々の混合ガス中で熱処理した試料のXRD



酸素量: 0%, 1%
ムライト($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$)
石英(SiO_2)
クリストバライトなし

酸素量: 2%
ムライト($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$)
石英(SiO_2)
コランダム(α-Al_2O_3)
ヘマタイト(α-Fe_2O_3)

酸素量: 5%
石英(SiO_2)
コランダム(α-Al_2O_3)
ヘマタイト(α-Fe_2O_3)

備前焼粘土および稲藁灰の化学分析結果

Bizen Clay：備前粘土

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	K_2O	TiO_2	MgO	CaO	Na_2O	P_2O_5	MnO	Ig. loss
63.51 (wt%)	21.61	2.77	2.05	0.69	0.66	0.56	0.51	0.04	0.03	7.57

F	S	Cl	Sc	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba	Pb	Th
239 (ppm)	446	116	16	98	64	10	27	22	87	117	75	37	167	14	536	29	14

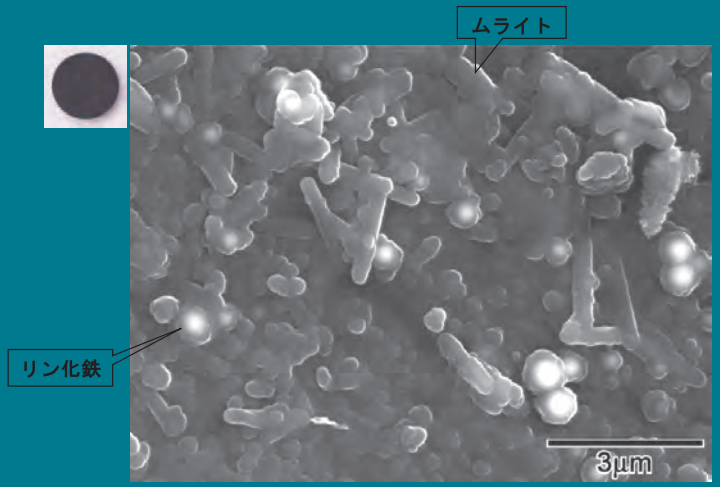
Rice Straw Ash：稲わら

1000℃で熱処理後の灰

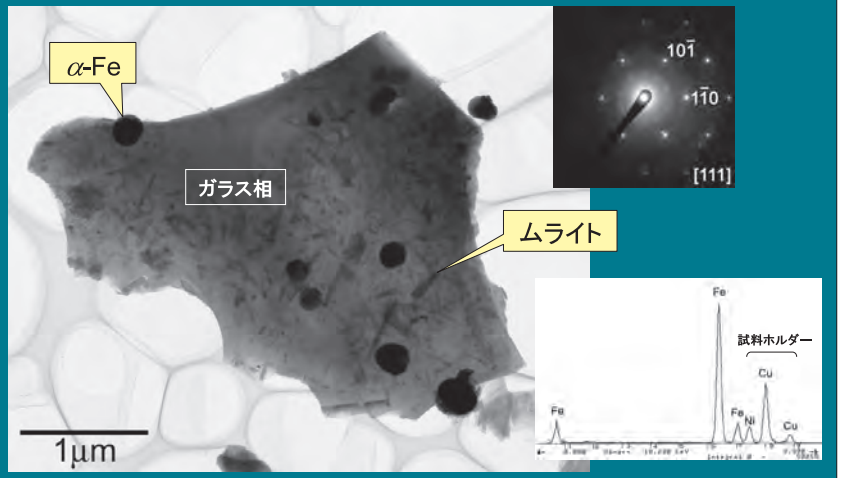
SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	MgO	CaO	K_2O	P_2O_5	Total
83.95 (wt%)	0.58	0.06	0.32	0.61	0.85	12.74	0.89	100

稲藁中にリン酸P_2O_5が多く含まれている

窒素中(酸素0%)で熱処理した試料のSEM像

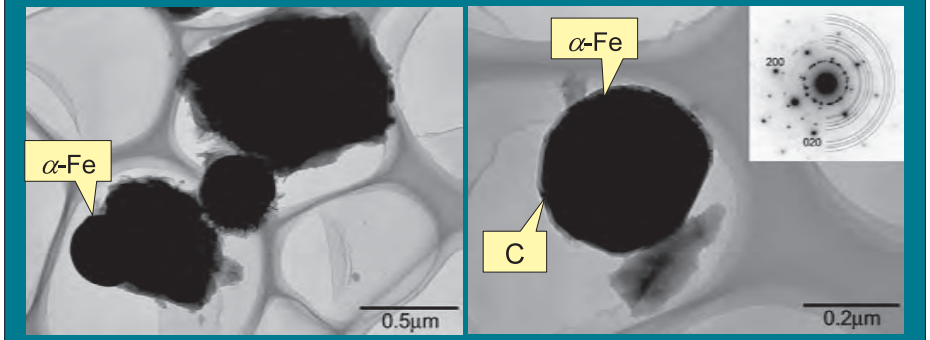


酸素0%で熱処理した試料のTEM像



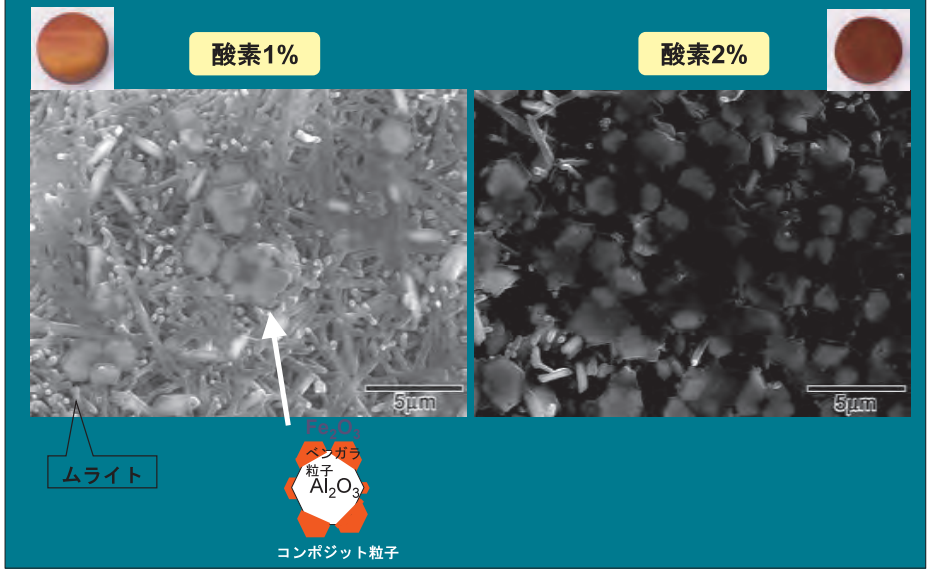
ガラス中に約0.3μmα-Fe粒子が分散

酸素0%で熱処理した試料のTEM像

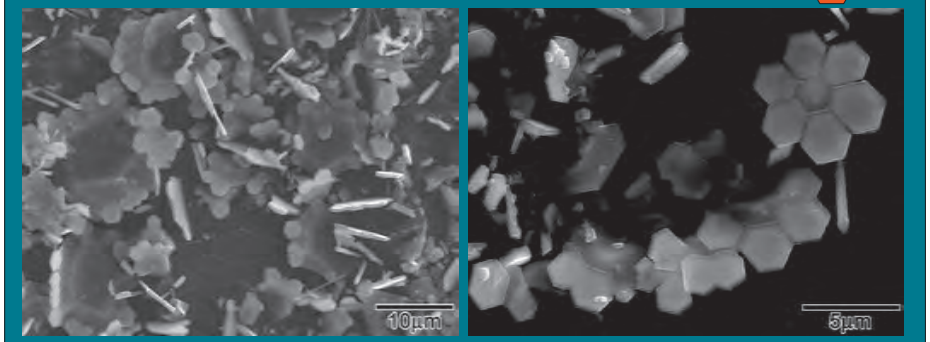


ガラス中およびα-Fe粒子周囲に炭素が存在

種々の混合ガス中で熱処理した試料のSEM像



酸素5%で熱処理した試料のTEM像



酸素5%の混合ガス中で熱処理した試料中には，α-Fe_2O_3とα-Al_2O_3のコンポジットの花が咲き乱れている．

「生物（タケ）に学ぶ材料設計・構造設計」

岡本秀穂（九州大学高等教育開発推進センター／鳥取大学地域共同研究センター）

1．はじめに－わが国伝統の竹文化

西洋が石の文化とすれば、日本は木の文化と言える。竹は形成層（年輪）がないので木ではないが、わが国の文化や伝統工芸にはなくてはならない存在であり[1]、日本人がもっとも親しんできた植物である。竹を割ったような性格というように、直立して青々とした清新な姿と風雪に耐える強じん性が好まれる理由である。もちろん竹の割裂性や高弾性などの優れた特性のために、身の回りの用品に古くから使われてきた。平安前期に成立した現存最古の小説である『竹取物語』も、竹取の翁が「野山にまじりて竹を取りつつ、よろづの事に使ひけり」というくだりから始まっている。竹は典型的な繊維強化複合材料である。

他方、“もっとよいモノをつくりたい”という願いは、人類始まってからずっと続いてきた。このモノづくりのひとつ方法として、生体機能を模倣して、新規な人工材料や構造物をつくろうという方向は、少なくともレオナルド・ダ・ヴィンチの昔から誰もが志向してきたことである。生体を力学的機能という側面からみると、環境に対してかなり最適に設計された多機能な複合材料構造体とみなせる[2][3][4]。最適とは、たとえば最小材料で最大強度を発揮する構造設計になっているということである。バイオミメティック・デザイン（Biomimetic Design；生体機能模倣設計）の立場から、どのような材料設計、あるいは構造設計の概念[5][6][7]が、竹の稈部および節部（節間板）における維管束鞘分布の観察から得られるか、について考えてみたい。

2．竹の力学的な構造形態

2.1　力学的特性（材料指数と構造指数）

力学的な機能設計の点で特に重要な竹の構造要素は、竹の節間隔、稈部と節部である。竹の力学的特性[8]は、種類、場所や水分の存在に大きく依存するが、モウソウチクの引張り強度は 100 ～ 300 MPa[9]（維管束鞘 85%含有部；900MPa[10]）、ヤング係数は 5 ～ 20 GPa[9][10][11]、破壊じん性値は 0.3 ～ 0.6 MPa・$m^{1/2}$ [8] のオーダである。いまこの材料から柱や平板のような構造にしたとき、たとえば座屈荷重に耐えうる必要な構造重量を構造効率（efficiency of structure）として考えると、この効率の材料だけに依存する項（構造指数[12]、または material efficiency criterion[13] ともよび、柱では$\sqrt{E}/\rho$、平板では$\sqrt[3]{E}/\rho$という値；ここでEは材料のヤング率、ρは密度）は、ヒノキの場合、鉄鋼と比べて、柱の構造指数の 3.6 ～ 4.0 倍、平板の構造指数の 5.7 ～

5.8 倍と大きく、また材料指数 E／ρ においてもひけをとらない値をもっている。

2.2　稈部での維管束分布

図 1 はタケの稈部の断面写真である。黒く見えるのは、根からの水分や無機養分が上がる道管と、葉で光合成された有機養分が下がる師管から構成された維管束である[1]。この維管束は、柔細胞マトリックス中を円筒軸にそって一方向に配列している。強化繊維の役目を果たしている維管束鞘は、稈部の外表面では細い繊維が密に、内表面では太い繊維が粗に分布している。

この稈部断面での維管束鞘分布については、尾田[11][14] や池上[15] らが、最小材料で最大曲げ剛性および強度を発揮できるように外表面から内表面にかけて傾斜機能型の配列になっていることを示している。

2.3　節部での維管束分布

円筒の偏平座屈を防止するため、植物の茎では周方向（竹）や軸方向（シソ）の補強形態がみられる。さらに竹の節間板は、一方向強化性の稈部中に発生したき裂の伝播防止にも寄与している。

図 2 にタケノコ［モウソウチク］の節部（節間板）の維管束分布を示す。この段階では半径方向に分布した U ターン型の繊維配列が主である。円周方向の繊維は節部上面にわずかにみられるだけである[16]。しかし成長した竹の節部は、［円周方向／半径方向／円周方向］の積層構造になっている[16]。これは、竹の成長とともに風雪が作用する曲げ荷重に、節部も維管束鞘分布を適応させていると考えられる。この考えを実証するには、可搬型 X 線 CT 装置を利用できれば、竹の成長過程で維管束の配列分布変化を直接、その場観察することが可能である。

2.4　稈部と節部での材料特性分布

人工の複合材料設計では、強化基材の分布（繊維含有率、配向）が主要な設計変数である。しかしタケのような生体複合材料では、基材特性自身も環境に応じて変化する設計パラメータである。実際、タケノコと成長した竹では表面硬さがまったく違っていることを、われわれは経験的に知っている。これは、タケの成長につれ、硬さに関与する構成元素が変化するためと考えられる。

タケ節部周辺の縦断面の電子線マイクロアナライザ像を観察すると[16]、Si は維管束鞘表面と、外表面／内表面近傍に特異的に分布している。前者は、維管束鞘の表面が酸化ケイ素（SiOx）で被覆された強化繊維の役目を果たしていることを示している。また後者の外表面／内表面近傍の Si 量と微小硬度（押込み硬さ）分布の間には、正の相関結果がえられている。

3．工学最適設計としての可能性

繊維強化構造体が、環境に応じてその繊維配列や繊維物性（強度、弾性率など）を最適に自己強化させているような複合材料はまだない。

いまタケの稈部の静的構造モデルとして、図 3(b)に示したような半径方向の繊維分布が

異なる不均質化複合材料製の円筒構造の最適設計ができたとしよう。これは最小の繊維量で最大の曲げ強度・曲げ剛性を発揮できる円筒である。現状では、多少過剰設計で材料コストが高くなっても、成形コストの安い方［図３ⓐ］が工業的には有利である。しかし繊維コストが高かったり、成形コストが安価になった場合には、繊維分布の最適設計は重要な課題になりうる。

４．バイオミメティック・デザインへの展開

4.1　設計の目的（機能模倣と機能代替）[6][7]

では竹の維管束鞘分布から、材料設計や構造設計の何が学べるのであろうか。生体に学ぶ設計（バイオニック・デザイン）には、少なくとも２つの側面がある。１つは、生体機能を模倣して新規な材料・構造を設計する立場（バイオミメティック・デザイン）であり、もう１つは、人工骨、人工腎臓などのように生体の機能や機構を人工材料で代替設計する立場である（図４参照）。前者の立場は、多くの技術者が昔から志向してきた生体に対する工学的視点で、なじみやすい設計思想である。生体機能模倣という伝統的な考えと、構造制御などの現在の先端技術手法は結合しうる。

4.2　バイオミメティック・デザイン空間[6][7]

図５は、筆者が提案している Biomimetic Design Space（生体模倣設計空間）である。新機能をもった複合材料を設計するという観点から描いたものである。Ｘ軸は機能型、Ｙ軸は構造材料から構造システムへの構造化度、Ｚ軸は生体模倣度（0 ～ 100%）を示す。z = 100%の平面は生体そのものである。また z = 0%の平面は、たとえば繊維強化複合材の場合、その設計と成形過程を示す[5]。

この生体模倣空間で、$x = x_0$ の機能平面や、$y = y_0$ の構造平面で切って、この平面上で z = 100%の生体を模倣して、z = 0%の人工材料／構造を設計するヒントも得られる。**図５**には竹の円筒構造（稈部）と円板構造（節部）に関する力学的機能の位置づけを示した。筆者は生体中の円板構造体として、繊維強化複合材では竹の節（[16] を、粒子強化型では巻き貝の蓋を考えてきた[17]。

バイオミメティック・デザインのためには、まず**図５**の z=100% 面の生体構造の設計図をよく理解し、ついで、ある機能が発現できる必須の生体基本構造を見いだすことが必要である。たとえばウェインライト（Wainwright）は、生体では円柱形が基本としている[18] し、オットー（Otto）は、曲げ応力に柔軟な嚢構造が生体中の唯一の構造システムと述べている。

５．おわりに－機能の創成（材料、構造、そして機能）－

タケノコを「筍」と書くように、その成長はきわめて早い。一日で 120cm の記録さえある[1]。カメラの蛇腹を伸ばすような[19] 成長に追いついて、繊維（維管束鞘）の配列分布を変えていくのは驚異であるとともに、工業的な設計・成形にも興味深いヒントを含んでいるに違いない。

生体は一般に、傾斜機能材料、不均質化複合材料や非対称積層材など均質化から離反した材料や構造[20]、あるいは環境変化に適応して材料組成や構造形態を変化させた知能（インテリジェント）材料[17][20]のよいお手本であるといえる。

また何も生物に学ばなくても、新規材料／新規構造は創案できると主張される方もおられるだろう。確かに、その通りである。われわれは、生体構造をヒントにして、真摯にヒトに役立つ新材料／新構造をつくりたいだけなのである。

本稿で手本とした生体のように、環境に応じて材料組成や構造形態・配向を変化・成長（退化も含む）する複合材料ができれば、まさに最適設計されたインテリジェント材料／構造になりうるので興味深い。この研究によって、静的構造では、「形状、純度、特性などの信頼性が低い材料からでも、信頼性の高い構造ができ」たり、そして動的構造としては、「少々いい加減な材料／構造でも、力学的、熱的などの環境に適応した変化・成長させて、そこそこの機能をもった構造にできる」などが考えられる[21][22]。さらに最初から材料／構造を最適設計にする必要がないので、工業的には安価にできる可能性もある。しかしその設計概念を具体的に材料設計／構造設計していくためには、まだまだブレークスルーしなければならない研究開発の壁が残されている。

工学設計（Engineering Design）とは、要求される機能を構造化することである。材料から出発して新しい機能を具現するには図６に示すとおり、２つの方法がある[6]。ひとつは材料に新しい特性を付与する方向であり、もうひとつはありふれた材料でも新しい構造化プロセスや形を経ることで実現する方向である。生体は、この工学設計のよいモデルとみなせる。今後、バイオミメティックな自己組織化プロセス[23]など革新的な設計思想の創出が期待できる。

文　献

⑴上田弘一郎，竹と日本人，日本放送出版協会（1979）．⑵ D'Acy W. Thompson（柳田友道ほか訳）：生物のかたち，東京大学出版会（1973），第８章．⑶ S.A. Wainwright *et al.*: “Mechanical Design in Organisms”，Edward Arnold（1976）．⑷岡本秀穂，高分子，**36**⑿，836（1987）．⑸日本複合材料学会編，複合材料ハンドブック，IV 編設計，日刊工業（1989），⑹岡本秀穂，繊維学会誌，**44**⑶，P-81（1988）；Proc. of Intnat'l.Workshop Intelligent Mater.,123,1989）；化学と教育，**39**⑹，622（1991）；日本ゴム協会誌，**65**⑶，158（1992）；応用物理，**64**⑻，817（1995）；マテリアルインテグレーション，**13**⑷，84（2000）．⑺ H.Okamoto, Biomimetics, **2**⑴，1（1994）．⑻尾田十八，竹のバイオメカニクス，バイオメカニズム学会誌，**5**⑴，7，（1981）．⑼ S. Chuma *et al.*, Composite Structure and Mechanical Properties of Bamboo, Proc.Jpn. Congr.Mater.Res.,33,129,（1990）．⑽野方文雄，自然界における複合材料，ニューセラッミクス，**1**,55,（1993）．⑾尾田十八，日本機械学会論文集，**46**，997,（1980）；**49**, 1063（1983）．⑿林毅, 日本機械学会誌, **76**, 713（1973）．⒀ J.E. Gordon: “Structures”, Penguin（1978），Appendix 2. ⒁ J. Oda，J.Mech.Trans.Auto.Design（Trans.ASME），**107**, 88（1985）．⒂池上皓三，機能材料，**4**⑾,47（1984）；日本複合材料学会誌，**11**⑶，108（1985）．⒃岡本秀穂，日本機械学会 68 期通常総会講演会資料，D，410（1991）；日本機械学会誌，**97**（902），43（1994）；Proc. 4th Japan Intnat'l SAMPE Symp., 632（1995）．

⑰ H. Okamoto, Proc. Int. Workshop Intelligent Mater. (Tsukuba, 1989), 123. ⑱ S. A. Wainwright (本川達雄訳), 生物の形とバイオメカニクス, 東海大学出版 (1979). ⑲野村隆哉、竹, **21**, 2 (1982). ⑳岡本秀穂, セラミックス, **29** (3), 197 (1994). ㉑岡本秀穂：インテリジェント材料, **4** (3), 38 (1994). ㉒岡本秀穂、『複合化の世界』(裳華房, 2006). ㉓玉置敬, Bio Industry, **15** (5), 31 (1998).

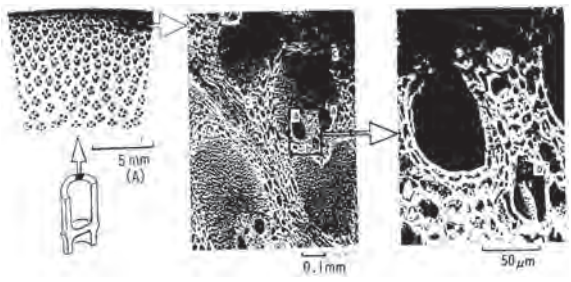


図1．モウソウチクの維管束鞘分布（稈部）
a：道管、b：師管、c：柔細胞

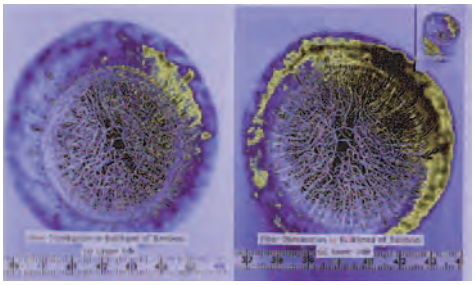


図2．モウソウチク（タケノコ）の節部の維管束鞘（道管と師管）分布
（左）節部上面, （右）節部下面

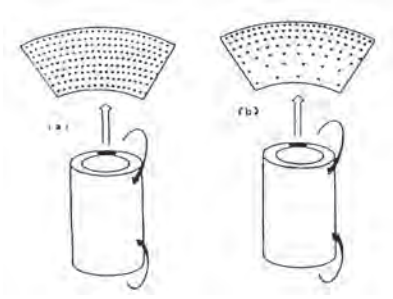


図3．繊維強化複合材料製円筒の設計
(a)最適設計、(b)過剰設計

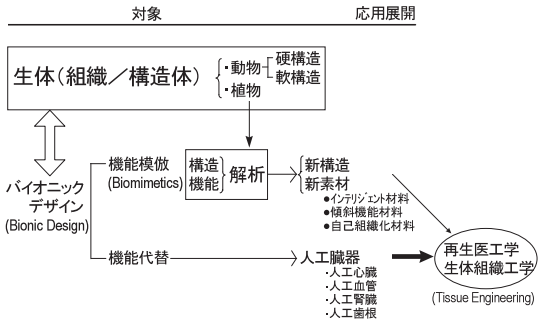


図4．バイオニック・デザインの2つの側面
（機能模倣と機能代替）

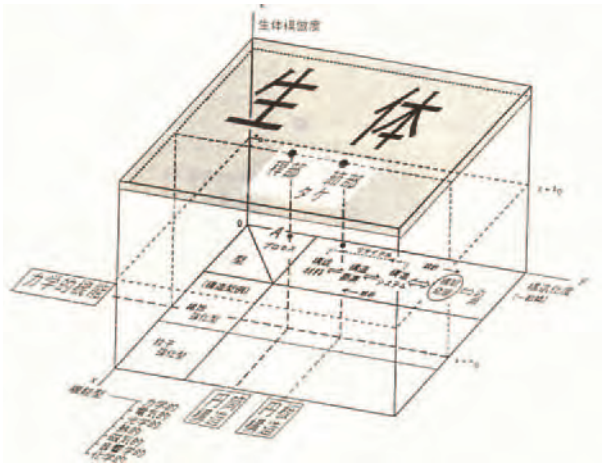


図5．バイオミメティック・デザイン（生体機能模倣）空間

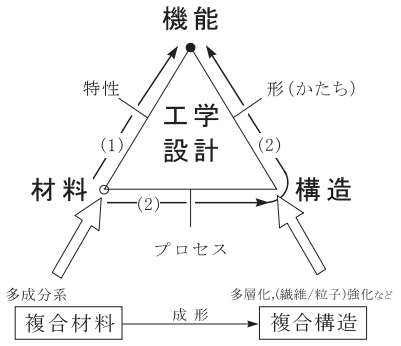


図6．複合材料設計における2つのアプローチ；(1) & (2)

分野融合フォーラム：
「伝統工芸と科学技術～故きをもって新しきを知る・自然に根ざした伝統工芸と科学技術の『場（Interaction Fields）』の構築～」

生物（タケ）に学ぶ 材料設計・構造設計

岡本秀穂

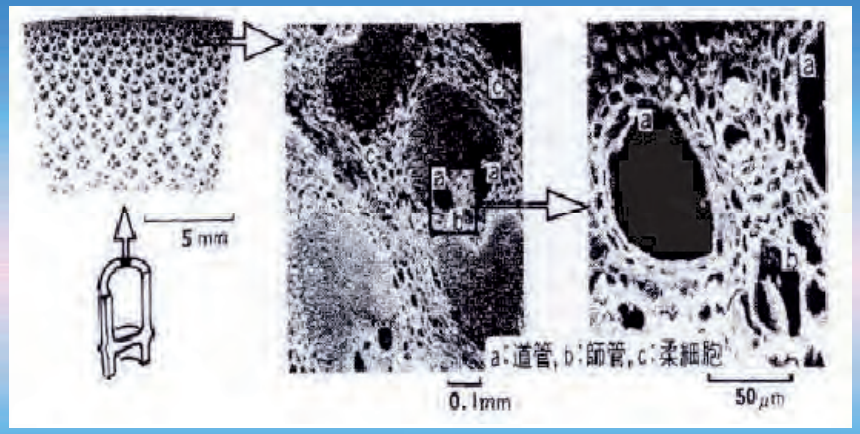
九州大学・高等教育開発推進センター
E-mail: okamoto@rche.kyushu-u.ac.jp
（兼）鳥取大学・地域共同研究センター

1

＜話の筋＞

1. はじめに－わが国伝統の竹文化
2. 竹の力学的な構造形態
   - 2.1 力学的特性（材料指数と構造指数）
   - 2.2 稈部での維管束分布
   - 2.3 節部での維管束分布
   - 2.4 稈部と節部での材料特性分布
3. 工学最適設計としての可能性
4. バイオミメティック・デザインへの展開
   - 4.1 設計の目的（機能模倣と機能代替）
   - 4.2 バイオミメティック・デザイン空間
5. おわりに－機能の創成（材料、構造、そして機能）－

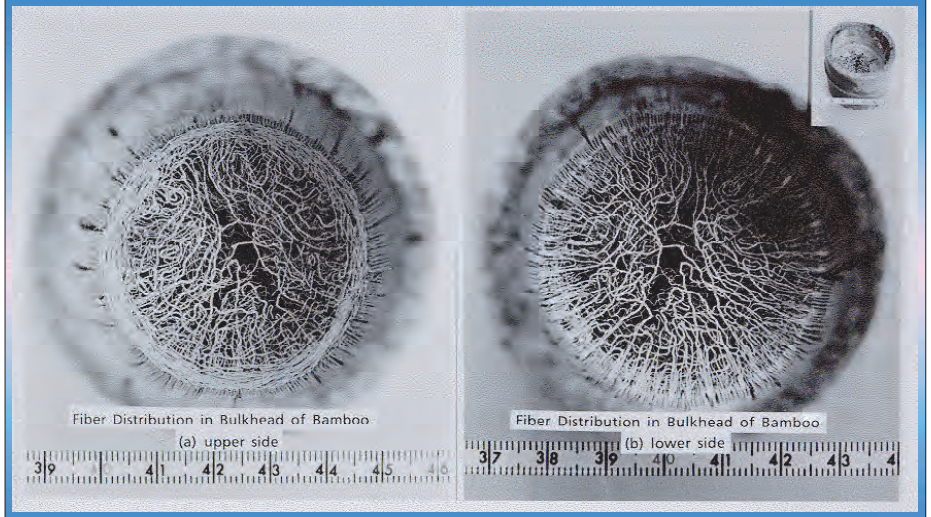
2



Vascular Bundles of “Take” Bamboo

a: trachea, b: sieve tube, c:: parenchmatous cell

3



4

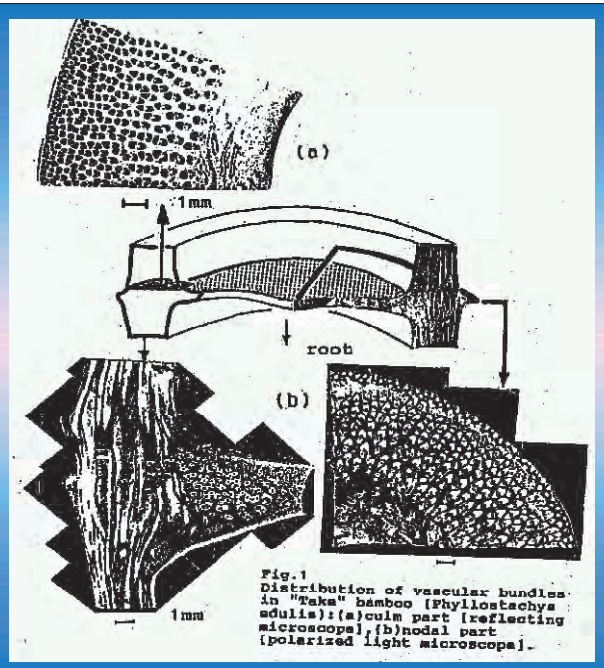
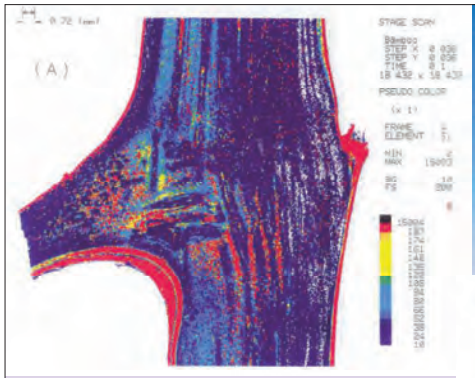
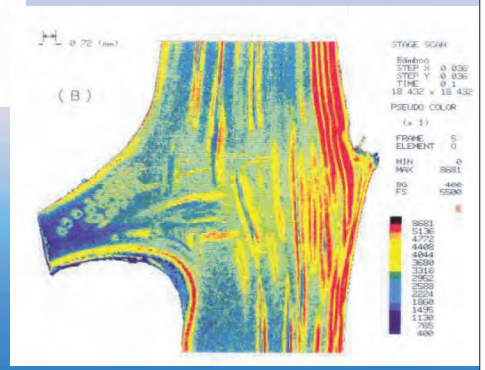


Fig.1
Distribution of vascular bundles in "Take" bamboo [Phyllostachys edulis]:(a)culm part [reflecting microscope],(b)nodal part [polarized light microscope].

5



(A)



(B)

EPMA Figures of Longitudinal Section of Bamboo
(A) Distribution of Si (SiKα)
(B) Distribution of O(Okα)

6

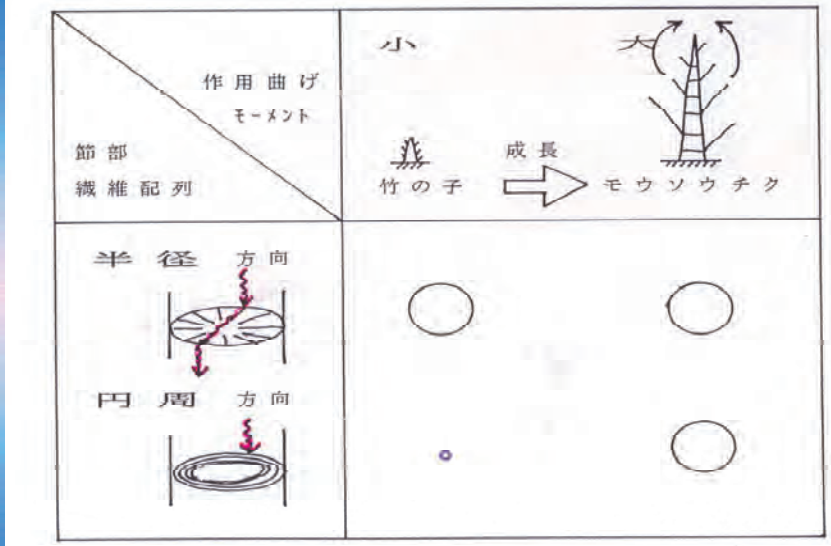


表1. 成長にともなうタケ節部の繊維分布変化

7

2. 構造システム:生体材料と生体構造、そして人工材料との比較

(1)材料指数

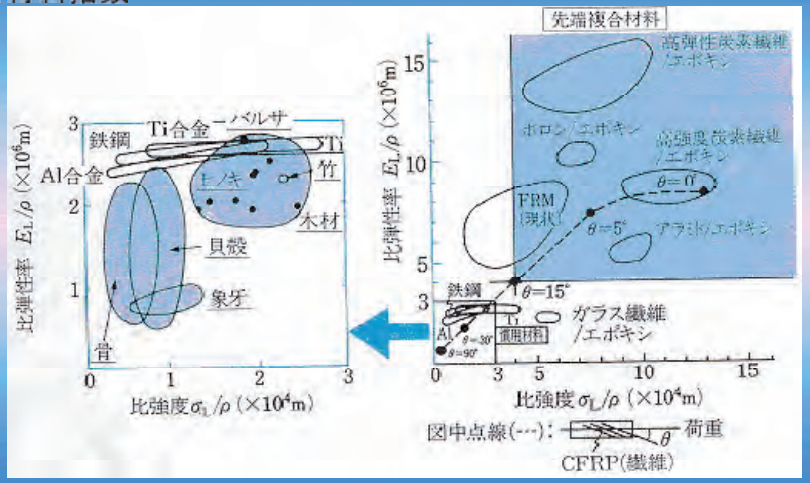


図11. 生体材料と人工材料の材料指数比較図

8

2. 構造システム：生体材料／構造と人工材料との比較

（構造効率）＝（座屈荷重 P）/（構造重量 W）

$P \to n\pi^2 EI/l^2$（オイラー座屈）
I：断面二次モーメント
l：構造長，ν：ポアソン比，G：せん断弾性率
［添字］ L：軸方向，T：軸に直角方向

構造 / 材料	(a) 柱	(b) 平板
等方性	$\frac{P}{W} \propto \left(\frac{\sqrt{E}}{\rho}\right) \cdot \left(\frac{\sqrt{P}}{l^3}\right)$	$\frac{P}{W} \propto \left(\frac{\sqrt[3]{E}}{\rho}\right) \cdot \left(\frac{P^{2/3}}{l^{5/3}}\right)$
直交異方性	$\left(\frac{\sqrt{E_L}}{\rho}\right)$	$\left(\frac{\sqrt{E_L E_T}+E_L \nu_{TL}}{1-\nu_{LT}\nu_{TL}}+2G_{LT}\right)^{1/3}/\rho$

構造荷重係数

構造指数

ヒノキ vs 高張力鋼：
構造指数 ：$\sqrt{E}/\rho$ 値で3.6～4.0倍、 $\sqrt[3]{E}/\rho$ で5.7～5.8倍
＊ 生体構造は、力学的機能が低い材料を用いても、構造機能は高い。

9

本朝文選 巻之一　五老井 許六選

柴門辭　芭蕉翁

送歸許六之故郷歸別之文也

○去年の秋。かり初に面をあはせ。ことし五月のはじめ。

［中略］

されし。あだなるたはぶれども。あばれなる座おほし。後鳥羽上皇のかゝせ給ひしものにも。これらは哥に實ありて。しかもかなしびをそふると。の給ひ侍りしとかや。されば此御ことを力とし。其ほそき一すじをたどりうしなふ事なかれ。猶古人の跡をもとめず。古人のもとめたる所をもとめよと。南山大師の筆の道にも見えたり。風雅も又これに同じといひて。灯をかゝけて。柴門の外におくりてわかるゝのみ。

10

生体に学ぶことと

生体をまねること

「生体のそのものを求めず、

生体のよって立つところを求める」

11

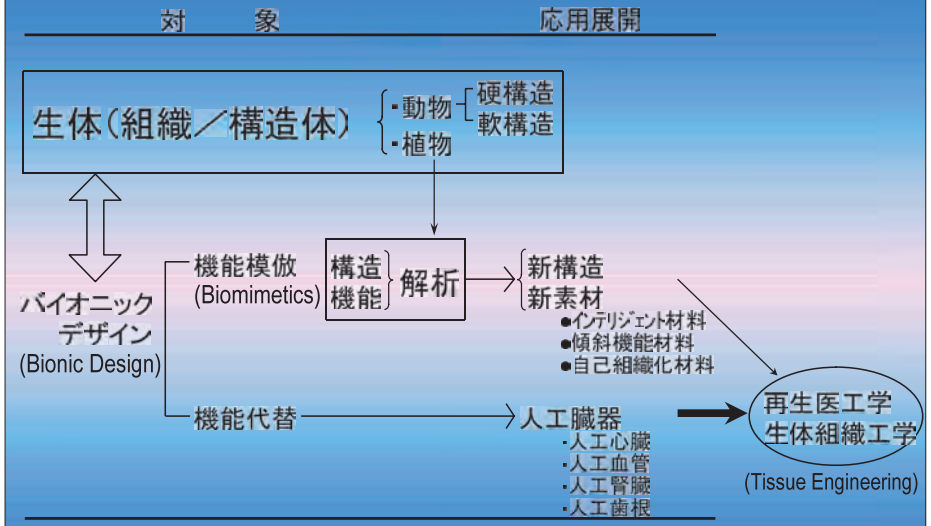


図6．7　バイオニック・デザインの2つの側面（機能模倣と機能代替）

12

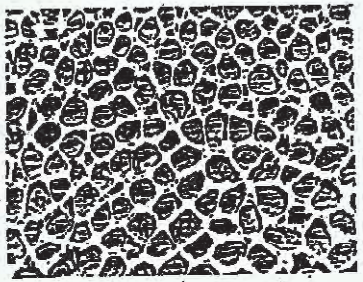


Figure 1 Scanning electron micrograph of the central region of the tooth of *Psammechinus miliaris*. The tooth was fractured and then vibrated in an ultrasonic bath for 2 min. The fibres are about 6 μm in diameter.

© 1976 Chapman and Hall Ltd. Printed in Great Britain.

Figure 2 Scanning electron micrograph of the central region of the tooth of *Psammechinus miliaris*. The tooth was embedded in resin, ground down to a plane normal to the long axis of the fibres, polished and etched briefly in dilute hydrochloric acid. The mean diameter of the fibres is about 6 μm. Note the parallel lines on the etched surfaces of the fibres. These show that the fibres have all essentially the same crystallographic orientation.

1977

K.Brear and J.D.Currey : Structure of a sea urchin tooth, J.Mater.Sci.,11,1977-1978(1976).

$CaCO_3$ (calcite fiber) / $CaCO_3$

13

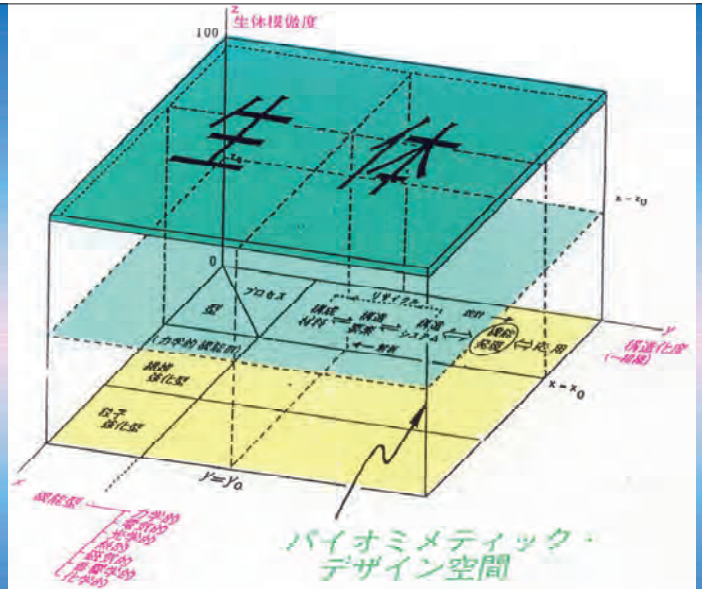
表2. 力学的機能設計からみた生体の特長と工業的な利用効果

特性	生体材料／構造の特長	工業的にみた効果
静的	1〕材料種 a. 比較的ありふれた材料を使用。 b. 種類も多くない。 2〕材料と構造 a. 材料指数が低いが，構造指数は比較的高い。 b. 部品材料の信頼性が低く(＊)ても，構造システムの信頼性は高い	製品のコストダウン 同上
動的	3〕インテリジェント機能(＊＊)による最適設計された構造 4〕構造の分解と材料のリサイクル	高機能／多機能の材料／構造開発 廃棄・再生利用

＊ 組成，特性，形態のバラツキと冗長度が大。

＊＊ 環境適応，自己診断，自己修復，自己増殖の各機能を複合化した機能

14



図．バイオミメティック・デザイン（生体模倣）空間

15

型	基本構造型	材質	生体系複合材料例：構成材料 分散材（／マトリックス）	構造要素		構造システム（複合構造体）
繊維強化型	(1次元) 一方向強化型	無機系	炭酸カルシウム／炭酸カルシウム	繊維／結晶系（カルサイト）		ウニの歯
		有機系	セルロース	維管束鞘		竹の稈部
	(2次元) 積層材型 ・クロスプライ ・アングルプライ → (フィラメントワインディング (FW))		キチン／タンパク質 コラーゲン／多糖類 アクチン－ミオシン コラーゲン コラーゲン／プロテオグリカン	クチクラ 実質層 筋線維 クチクラ		昆虫，エビ，カニの外皮 角膜 心臓，血管 線虫 椎間板
	(3次元) 強化型		セルロース／リグニン アクチン－ミオシン 同上＋コラーゲン	仮道管 筋線維 同上＋チューニック	・結合（接着） ・補強	木材 タコの外皮 イカの外皮
	混合積層型	有機－無機系	コラーゲン・アパタイト コラーゲン・リン酸カルシウム	ハバース層板 結晶系：ヒドロキシアパタイト		骨 歯 象牙
粒子強化型	稜柱構造 真珠構造 その他 葉状構造，交叉板構造など		炭酸カルシウム／コンテオリン ケイ酸	結晶系：カルサイト（方解石）アラゴナイト（あられ石）		貝殻（外殻層），サンゴ 貝殻（内殻層），真珠 ケイソウ

表1．複合構造体としてみた生体の分類

不揃いの部分から
統一ある全体をつくる

『塔組みは、木組み
木組みは、木のくせ組み
木のくせ組みは、人組み
人組みは、人の心組み』
（宮大工の口伝）

西岡常一・小原二郎
『法隆寺を支えた木』（日本放送出版協会：一九七八）

17

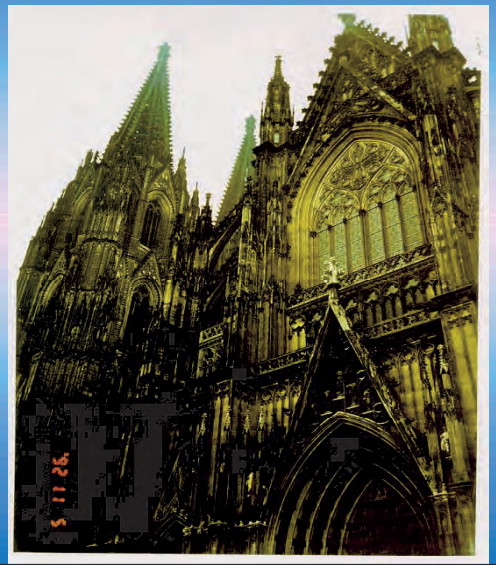
表1　複合材料の設計パラメータ（［　］内は生体例）

設計パラメータ ＼ 強化型	繊維強化複合材料	粒子強化複合材料
材料		
材質	強化繊維種	粒子・結晶種
組成・密度	繊維体積含有率 ［竹稈部／節部］ ［木材年輪］	粒子体積含有率
	ボ　イ　ド	
	［骨］	［象牙］
構造		
形態	繊維径	結晶構造 ［貝殻］
	繊維長 ‥‥（アスペクト比）‥‥ 粒径	
配向	配向角（積層角） ［昆虫クチクラ］ ［心臓］	結晶軸の方向 ［貝殻］

18

Cathedral at Koeln

Ground Breaking in 1248, Completed in 1880



19

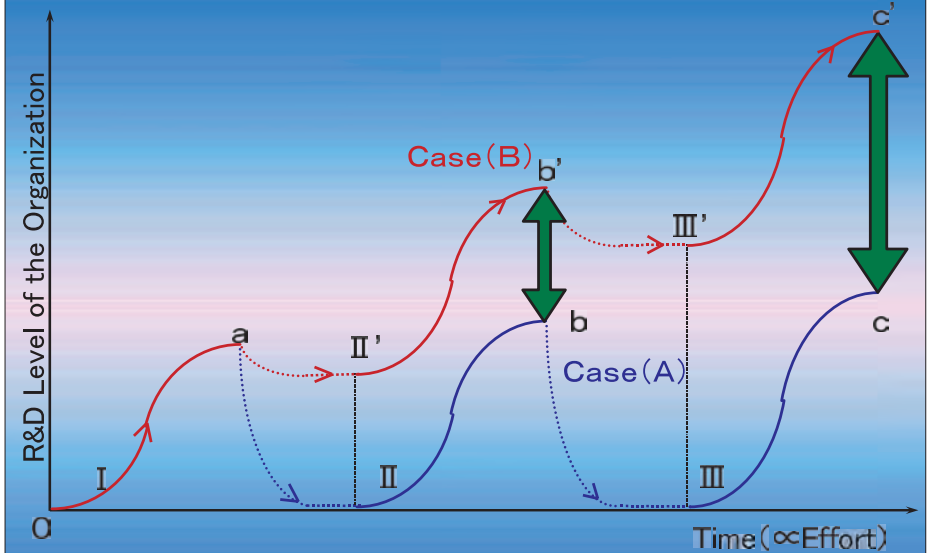


Figure 11　The Accumulation of Technology in R&D Organization

20

Reference Slides (For Q&A)

21

「複合科学原論」

参考書：岡本秀穂：複合化の世界（裳華房、2006）

21

漆と科学技術

金沢工業大学　小川俊夫

1．漆の歴史

漆は絹、綿などとともに有機材料を代表するものの一つで、古くから使われてきた。絹、綿、麻などは主として繊維として用いられてきたが、漆は今日で言えば塗料と接着剤に当たる。弓や鎧を造るときは接着剤として漆は欠くことのできない材料であり、いわば戦略物資であった。また、塗料には材料本体の保護と美観の付与という目的があるが、漆も金属類や木製品の保護という目的でこれら材料に塗られていた。家具、調度品、御椀やお盆といった什器に至るまで、また時には建物の内装、外装にも用いられていた。特に神社仏閣には顔料を混ぜて色鮮やかに材料の保護と美観の目的に使用されてきた。また、このような塗装の本来の目的の他に、加飾の技術が発達してきた。いわゆる、沈金、蒔絵はその代表的なものであるが、油絵という伝統がない東洋では漆絵として絵を描く材料としても特徴的材料である。また、漆を厚手に塗った後彫刻によって模様を描くような材料にも使用されてきた。第二次大戦を契機に合成化学工業が急激に発展し、合成塗料や合成接着剤が開発され、今や塗料や接着剤の大半は合成物に占められる状態に至っている。それに伴って漆の需要も落ち込んできている。かっては漆に関する国立の研究機関も存在したが、現在ではそのような公的な支援も少なくなっている。

2．漆液の採取

漆液は漆の木から採取される天然材料で、いわば多成分系の材料である。漆の木は約10 年の歳月を費やして育てられ、漆の木に傷をつける（写真１）ときに滲み出てくるわずかな漆を掻き取るという作業を繰り返す。そして１年で採取を終えた後木を伐採する。そしてまたその切り株から 10 年かけて木を育てるということを繰り返している。しかも、一本の漆の木からは約 200ml の漆しか採れない。漆の木に傷をつければ流出が継続的にあるというものではなく、傷をつけた時にだけ滲み出てくるものが漆であるので、木を伐採して圧搾して樹液を採取する方式は採用できない。これは出血した際に止血作用を発現させる血漿タンパク質に似ている。このため漆の生産には作業性と生産性に大きな問題を抱えている。日本では公的な援助がない限り、経済的には採算の合わない産業となっており、今日ではほとんど 100%が中国からの輸入によってまかなわれている。しかも中国でも発展の遅れた奥地での生産であり、輸送も大変であり、漆液の保存などにも注意が行き届いておらず、漆は原料的に大きな問題を抱えている。漆産業を発展させるにはこの辺の課題を解決することが最も重要である。

3．漆液の成分

漆液は樹液であるからいろいろな成分が混合した多成分系である。しかもその割合は採取する時期によって異なり、かならずしも組成が安定しているわけではない。しかし、成

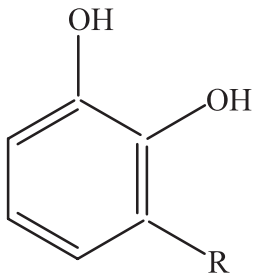
写真１　漆の木からの漆液採取風景

	水　分 (%)	ウルシオール (%)	ゴム質 (%)	含窒素物 (%)
日本産	22.3	69.5	6.6	1.6
中国産（城口）	30.8	60.5	6.2	2.5
中国産（安康）	32.4	58.2	5.6	3.8

表１　漆液の成分組成の一例

分の大枠は日本も中国の漆液も変りない。成分割合の一例を表１に示すが主成分はウルシオールである。生漆と呼ばれる上記のような採取した時点での液では水分を大量に含んでおり、水分がウルシオールに分散した W/O 型エマルションになっていて、不安定であり長期間保存では水とウルシオール成分に分離する。また、このままで塗布したのでは漆のつやが出ない。使用に当たっては全体を均一化するための「なやし」、水分を除去するための「くろめ」という作業が行われ、最後にろ過をして凹凸を発生させるような不純物を除去したものが精製漆と称されるもので、漆液はこの段階で通常市販されている。これらの工程は漆業者が扱うので、それなりに規模も大きいが経験と勘に頼った方法であり、通常の化学工業に比べればさらに改良の余地がある。我々が使用している漆液とは若干化学構造が異なる漆液がタイ、ミャンマー、カンボジアなどで採取できるがここではそれらについては割愛する。

これら成分のうちウルシオールは基本骨格が図１の構造であり、側鎖は C15 のアルキル鎖であり、二重結合がいくつか存在する。このため、フェニル基から脱水素する酸化反応と同時に側鎖中の二重結合が関与する酸化、架橋反応が起こって漆液は硬化してゆく。



側鎖の主要構造

R= $(CH_2)_7$-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH=CH-CH_3

$(CH_2)_7$-CH=CH-CH_2-CH=CH-$(CH_2)_2$-CH_3

$(CH_2)_7$-CH=CH - $(CH_2)_5$-CH_3

酸化反応を行わせるのはラッカーゼと呼ばれる酵素である。水分存在下で室温にて架橋反応をして硬化するところが漆液の一大特長である。一液性室温硬化型接着剤も市販されているが漆はそれに似ている。それらは水分が第二成分となって反応するが、漆液はそれだけで反応が進展する。ただし、酵素であるからあまり温度を上げると活性を失う。

ゴム質と呼ばれる成分は多糖類であり、構成成分はガラクトース 65%, メチルグルクロン酸 24%、グルクロン酸 3% からほぼ成り立っていることがわかっているが、特に用途等の話はない。含窒素物と称される物質は存在量がわずかである。炭素 63.4%, 水素 7.4%, 窒素 6.9%, 灰分 1.2% から成る。10% の糖と 90% のタンパク質から成り立っている。漆液は W/O 型のエマルションとして存在するが、含窒素物はエマルション形成のための乳化剤の役割をしているものと思われる。

漆液は樹液であるから極少量の化合物まで考えると、この他にいろいろなものが含まれている可能性はある。香気成分は微量ではあるがギ酸エチルやテルペン類の存在が確認されている。

3．用途

前述したように現代流に言えば、漆は塗料と接着剤としての用途である。塗料は材料の劣化を防ぐための手段であり、また美観を与えるために顔料を添加して用いられる。古くから神社、仏閣の建造物を保護するために、莫大な漆が使われてきた。今日ではその多くは合成塗料に置き換えられているが、文化財的に重要な建造物、たとえば、日光東照宮の建造物などは依然として漆が使われている。この他には家具、調度品それに食器である。現在でのほとんどの用途は食器への塗料としての用途である。これには蒔絵などの多くの加飾技術がある。接着剤としては弓、鎧、などの武具の製作に用いられていた。また、釣りの竹竿などにも欠かせない接着剤であったが、現在ではよほどのことがない限り使用されていない。強いて言えば文化財修復のための接着剤としてだけである。

4．漆の問題点と将来の展開

1）漆液は天然の素材であるため極めて生産性が低いことが致命的である。このため漆液は合成塗料に比べて非常に高価な材料になっている。漆の木を植樹し、10 年待って人手をかけて従来のようなやり方で採取するという方式を改めねばならない。このためには今後生物工的な研究が不可欠である。ウルシオール生成の機構を解明し、ウルシオールを遺伝子工学的手段で大量に迅速に製造するプロセスの確率が急務である。酸化酵素であるラッカーゼは真菌から既に多くのラッカーゼが分離されている。ウルシオールや酵素を工業的に大量に製造する技術を確立する必要がある。

2）塗装方法や乾燥方法も従来のような刷毛塗りで、しかも温度湿度が十分管理されているとは言えない所での乾燥ではなく、近代的な塗装システムと乾燥システムを採用する。

3）天然の漆液はウルシオールと水分の他にゴム質や含窒素物がある。このために漆膜劣化膜では月のクレータ状の凹凸が発生し光沢等を著しく低下させる。ウルシオールとラッカーゼのみの系から成る漆膜ができれば劣化の抑制はかなり可能なはずである。

4）ほとんどの工業用塗料では純粋に単一素材だけで用いられることは稀である。漆液も文化財関連は別にして一般製品への適用には各種合成化合物の添加も考慮する必要がある。

5）漆の接着剤としての研究は極めて乏しい。1）が実現し、漆液が低廉になることを前提に、接着剤としての用途開発とその基礎研究が是非必要である。

6）漆の塗料としての基礎研究が十分行われているとは言えない。たとえば塗膜の硬さや剥離強度などについても、工業的観点からの研究は極めて少ない。今後の研究課題の一つである。

7）漆液には含窒素物、ゴム質を含めいくつかの微量成分が存在する。これらの有効利用法に関する研究が必要である。

5．おわりに

漆という材料は極めて歴史のある材料であるので、文化財との関連が深い。このためには従来の漆精製法や塗装方法の技術も維持してゆかねばならない。また、漆独特の加飾技術も重要である。しかし、それだけでは今後の漆に関連する産業は存続できない。時代に応じた新しい考え方や技術を導入する必要がある。

漆と科学技術

金沢工業大学
小川俊夫

1

漆の概要

生産

組成

膜の性質

用途

2

漆液の一般的使用法

漆の樹からの漆液採取

中国

→ 精製（なやし、くろめ、ろ過）

→ 塗布 → 硬化（乾燥）

酵素反応

→ 二次加工

（加飾、蒔絵、研磨）

3

漆液の採取

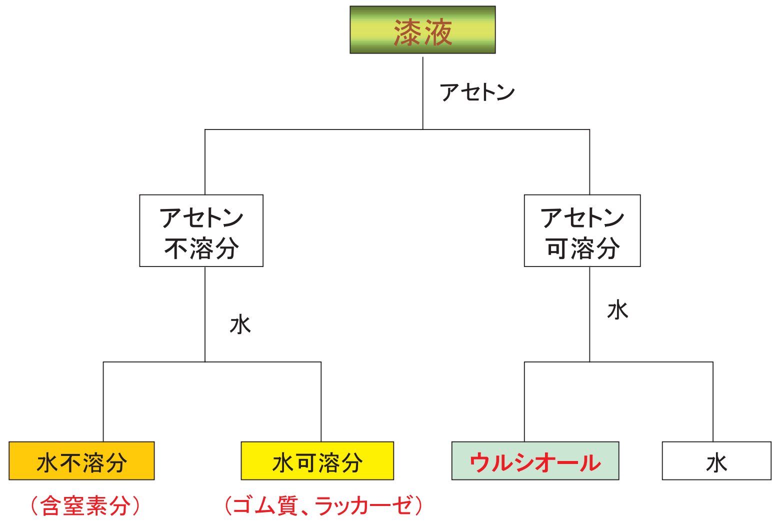
4

漆の樹はほとんど中国奥地でのみ栽培されている。

日本で使用される漆ほぼ100%中国からの輸入品である。

漆の主成分であるウルシオールの合成法は知られているが、未だかって、漆及び関連酵素の工業的規模での生産法は確立されていない。

5

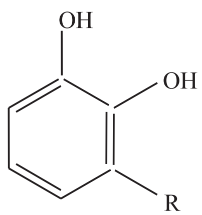


6

漆液の成分(水分を除く)

ウルシオール	90%
ゴム質	7.5%
含窒素物	2.5%
酵素(laccase)	0.1~0.3%
微量特殊化合物	-----

7



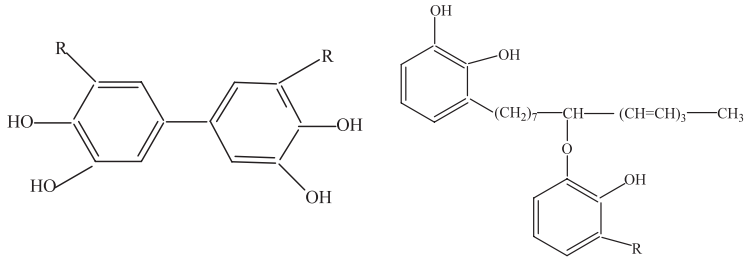
R= $(CH_2)_7$-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH=CH-CH_3	70%
$(CH_2)_7$-CH=CH-CH_2-CH=CH-$(CH_2)_2$-CH_3	4%
$(CH_2)_7$-CH=CH - $(CH_2)_5$-CH_3	21%

8

硬化反応

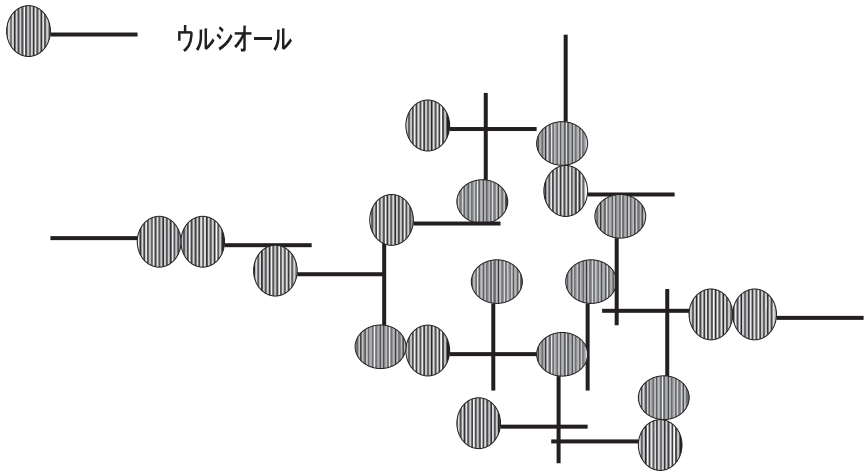
酵素による酸化反応と二重結合の架橋反応

9



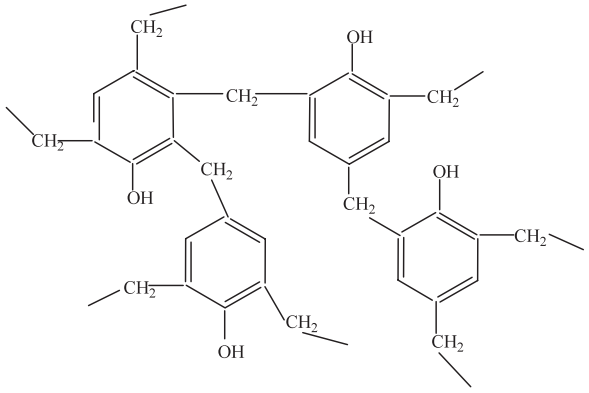
酵素反応でできるウルシオールダイマーの例

10



ウルシオールの酵素による硬化と酸化による三次元網目構造の形成

11



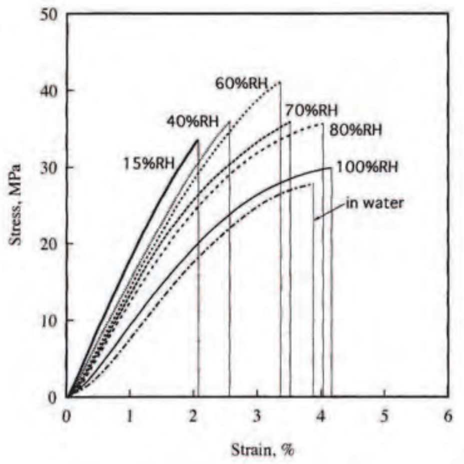
フェノール樹脂

12

漆膜とフェノール樹脂の物性値の比較

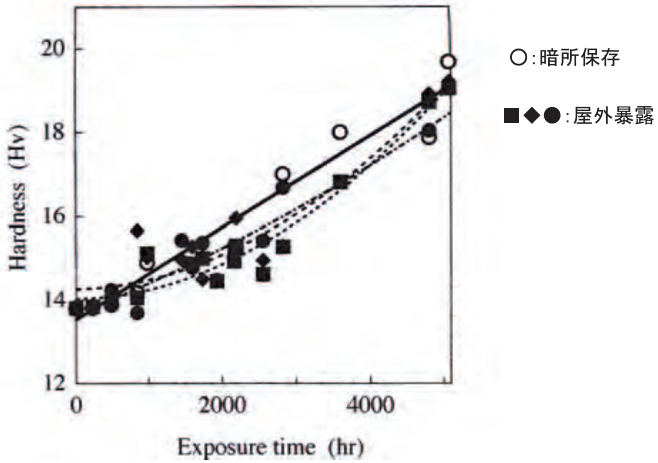
物性	漆膜	フェノール樹脂
密度(g/cm^3)	1.11	1.2~1.3
線膨張係数($^oC^{-1}$)	1~3x10^{-4}	7x10^{-5}
弾性率(GPa)	0.5~2	5~6
破断伸び(%)	2~3	1~1.5
破断強度(MPa)	50~70	50~60
ﾎﾟｱｯｿﾝ比	0.29	0.31
吸水率 (%at70%RH)	2.1	0.1~0.2
水の拡散係数 (m^2/s)at70%RH	8x10^{-4}	-----
比熱(J/(g･K))	1.44	1.46
熱伝導度係数 (J/(m･s･K))	2.1x10^{-1}	1.46x10^{-1}

13



漆膜の異なる湿度下での応力~ひずみ曲線

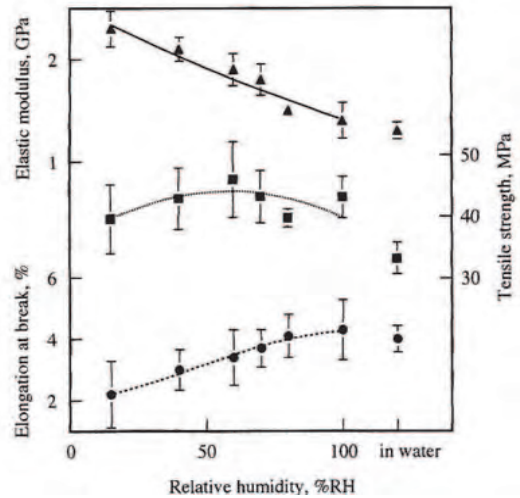
14



ヴィッカース硬さの経時変化

T.Ogawa, K.Arai and S.Osawa, J.Env. Polym. Degradation, ***6,*** 59(1998)

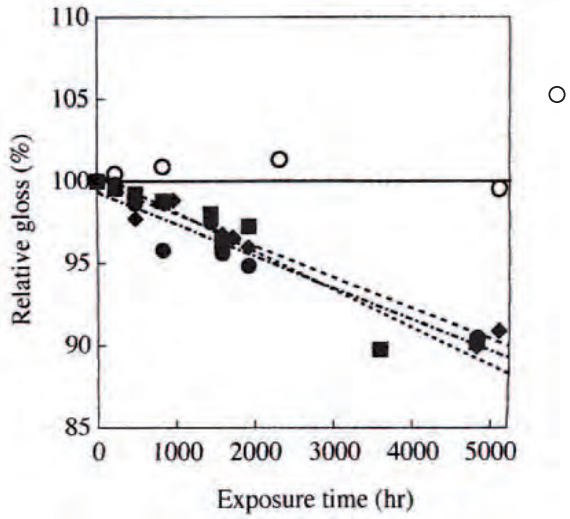
15



湿度と漆膜の伸び、強度、弾性率の関係

T.Ogawa, A.Inoue and S.Osawa, J.Appl.Polym.Sci., 69, 315(1998)

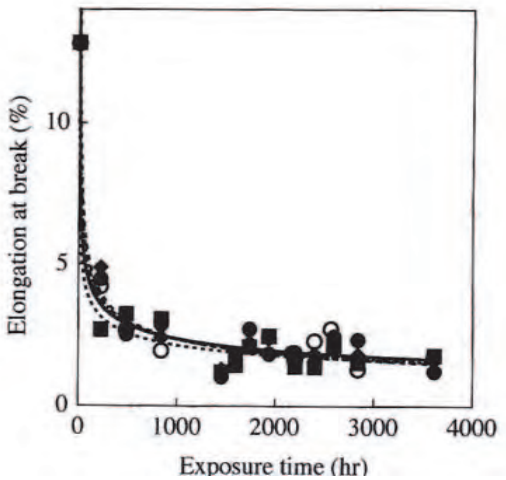
16



○:暗所保存

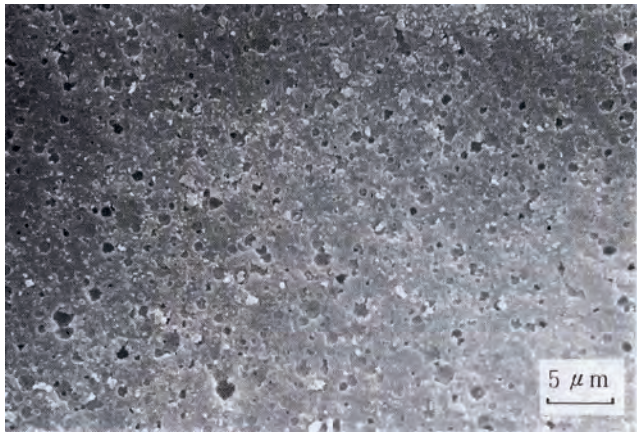
光沢の経時変化

17



漆膜の破断伸びの経時変化

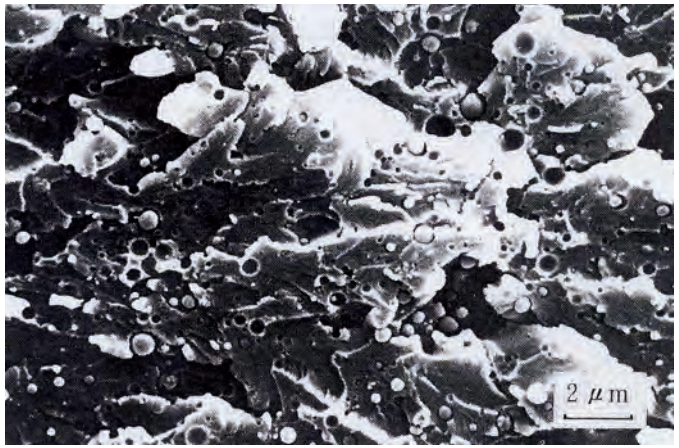
18



屋外暴露された漆膜の表面

小川俊夫、藪武宣、坂本誠、古文化財の科学、***38,*** 37(1993)

19



漆膜断面

20

漆の用途

塗料

接着剤

文化財修復材料

21

塗料としての用途

建築関係

漆器

家具、調度品

22

宇佐神宮本殿

23

宇治･平等院正面

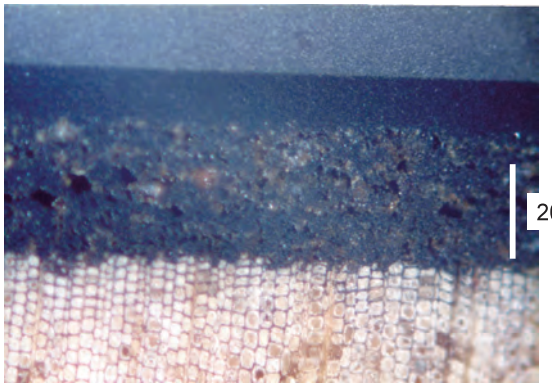
24

日光東照宮・五重の塔

25

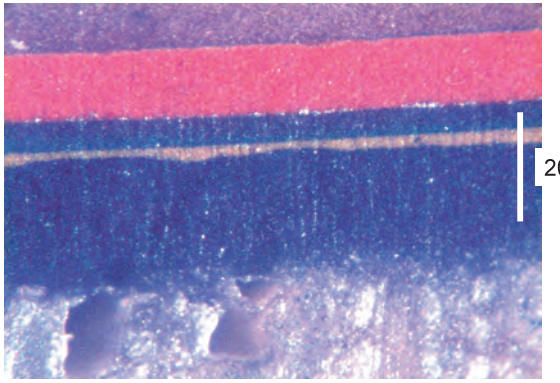
日光東照宮・収蔵庫

26



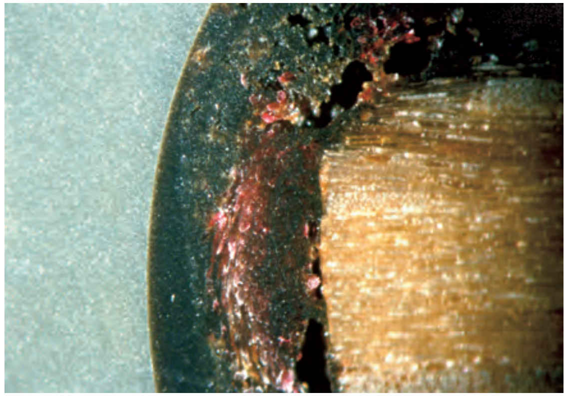
漆器断面（輪島塗）

27



漆膜断面（津軽）

28



漆器のエッジ部分

29

赤色漆塗櫛（あかいろうるしぬりくし）

縄文時代前期、5500年前、福井郡三方郡三方町で発掘。

日本最古の漆器

30

首振り鴨の形をした容器

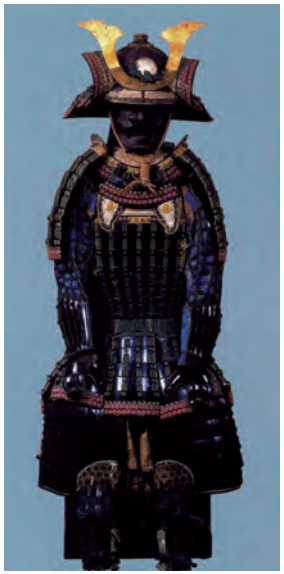
中国、紀元前433

31

袈裟箱（けさばこ）

一枚の大きな牛皮で成形して、表面に黒漆を塗り、さらに最後に透漆を塗って仕上げている。（正倉院御物）

32



1700年代後半

甲冑師

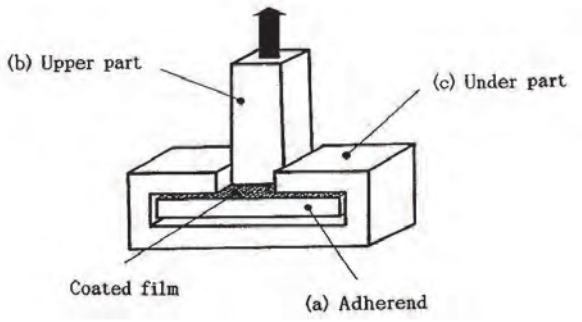
33

椀（会津漆器、明治時代）

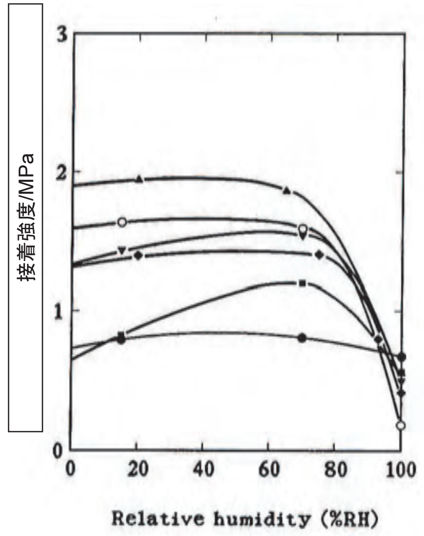
34

接着剤としての性質

35



36

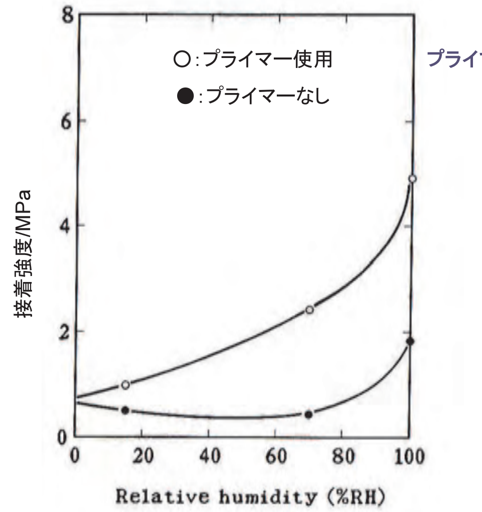


各種木材に対する漆の接着強度

小川俊夫、亀井孝宏、坂本誠、的場崇裕、日本接着学会誌、***30***, 358(1994)

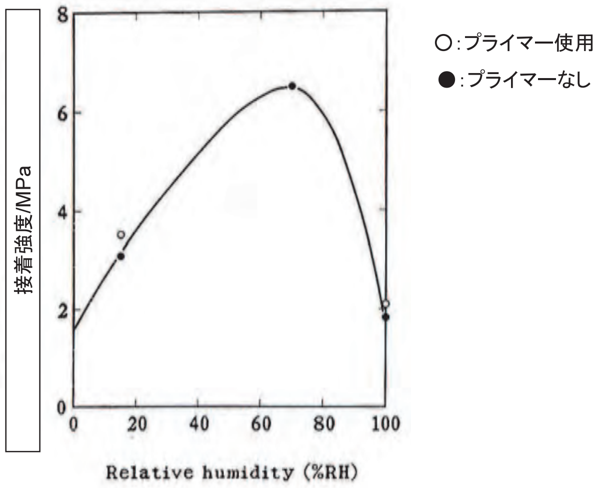
37

プライマー：ポリ酢酸ビニル系



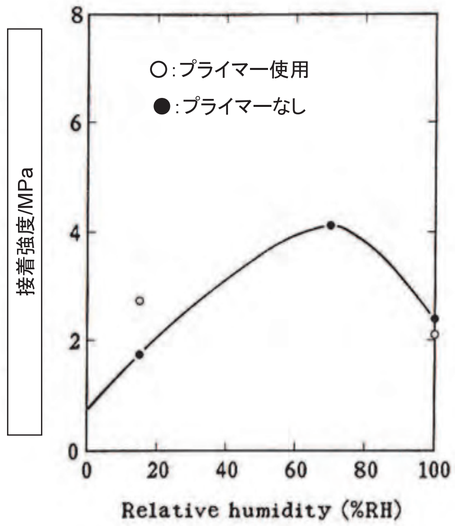
アルミニウムに対する漆の接着性

38



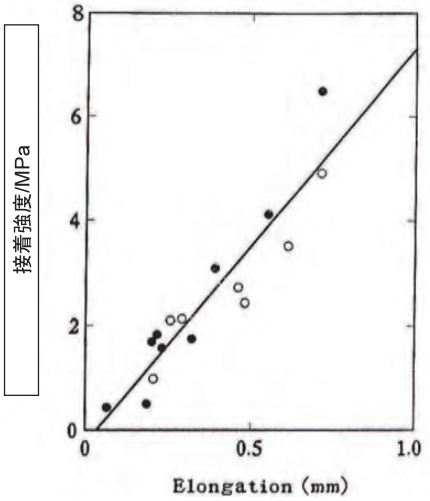
鋼板に対する漆の接着性

39



真鍮に対する漆の接着強度

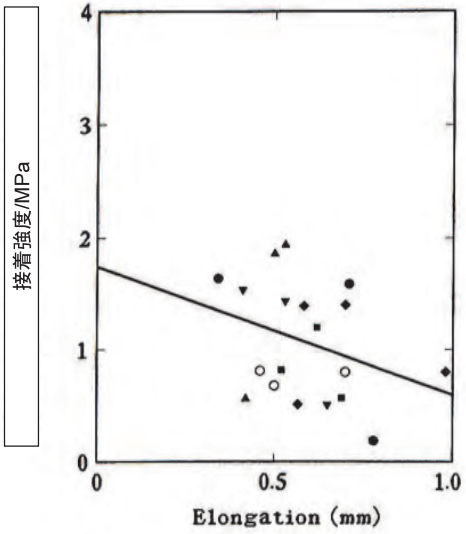
40



破断試験における破断伸びと接着強度の関係

(金属板使用の場合)

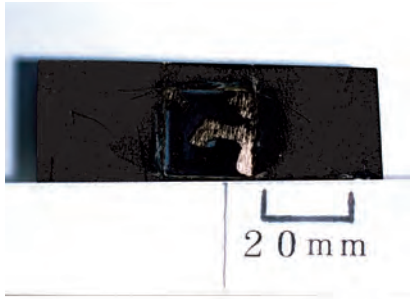
41



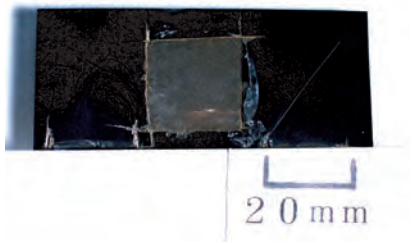
破断試験における破断伸びと接着強度の関係

(木材使用の場合)

42



65%RHで放置した漆器の剥離面



水中放置した漆器の剥離面

43

酵素、微生物との関係

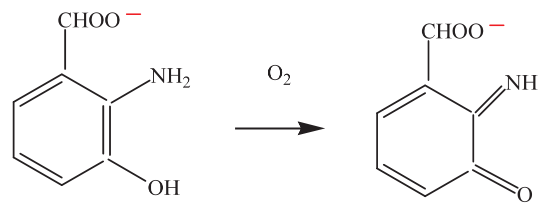
44

酸化酵素の例

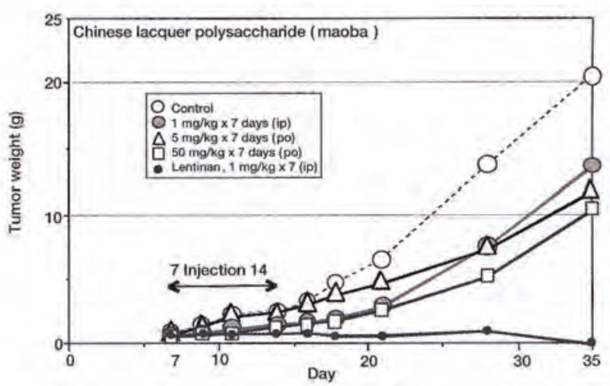
酵素名	対象物	存在場所
Catechol oxidase	catechol	ｷﾉｺ､ｼﾞｬｶﾞｲﾓ､ﾘﾝｺﾞ
Laccase	benzenediol	微生物、菌、ｳﾙｼ
Ascorbate oxidase	L-ascorbate	各種植物
O-Aminophenol oxidase	o-aminophenol	植物の葉
3-Hydorxyanthranilate oxidase	3-hydoroxyanthranilate	変温脊椎動物の肝臓

45

3-Hydroxyanthranilate oxidase の働き



46



漆液含有多糖類の腫瘍に対する抑制効果（ラット）

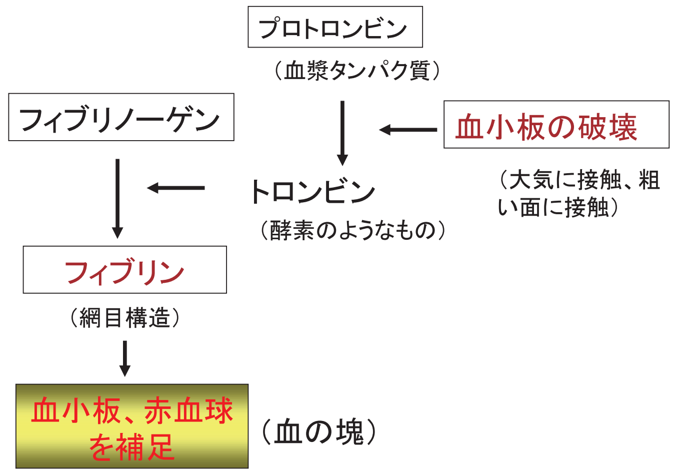
○：無投与、○、△、□：投与、●：抗腫瘍性多糖類投与

北見工業大学　吉田　孝、うるしニュース、2006.7.10

（うるしを科学する会）

47

血液凝固



48

(a) 基準値（微生物数）

Attenuation	Colonies	Viable organisms
1st	2081	20810
2nd	1235	123500
3rd	361	361000
4th	21	210000
5th	3	300000
	A	203062

(b) 漆

Attenuation	Colonies	Viable organisms
1st	3	30
2nd	1	100
3rd	0	0
4th	0	0
5th	0	0
	B	26

(C) ポリプロピレン

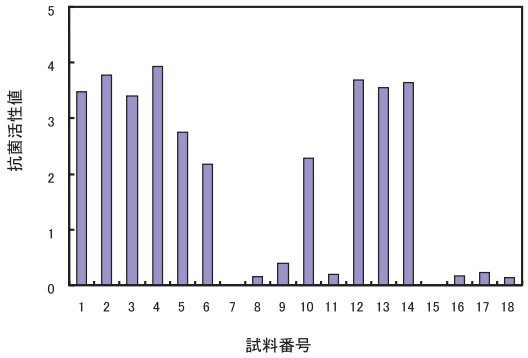
Attenuation	Colonies	Viable organisms
1st	1068	10680
2nd	108	10800
3rd	12	12000
4th	9	90000
5th	2	200000
	B	64696

(d) 抗菌活性値

Sample	R
Lacquer(Black)	3.89
Polypropylene	0.50

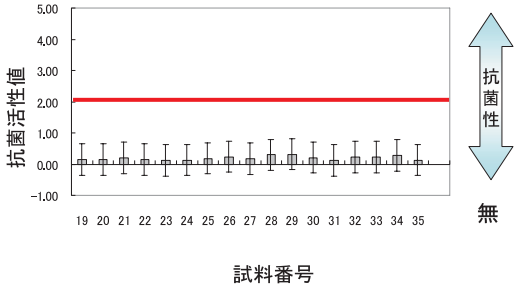
$$R = Log \frac{(A)}{(B)}$$

大腸菌群



1: 漆器(黒、輪島)
2: 漆器(朱、輪島)
3: 漆器(山中)
4: 漆膜(新)
5: 漆膜(古)
6: 漆膜(ガラス上塗布)
7: ポリプロピレン
8: ポリウレタン
9: ユリア樹脂
10: フェノール樹脂
11: ガラス
12: ヒノキ
13: ヒバ
14: アテ
15: アガチス
16: アユーズ
17: イチイ
18: ウエンジュ

大腸菌群



19: ウオールナッツ
20: カエデ
21: カツラ
22: カリン
23: キリ
24: クリ
25: クルミ
26: サクラ
27: シナ
28: スギ
29: セン
30: タモ
31: チーク
32: ブナ
33: ホオ
34: ポプラ
35: 松
36: ミズキ

まとめと今後の期待

- 漆の硬化は酵素反応であり、無溶剤で使用でき、環境に優しい材料である。
- 漆には抗菌性がある。
- 原料を天然樹脂に頼っていたのでは限界がある。バイオテクノロジーの技術で漆を大量生産することが必要。
- 酸化酵素であるラッカーゼの大量生産方式の確立が必要。
- 従来の高温高圧の有機反応に代わり、酵素反応を利用した化学反応（酸化還元反応等）の一般研究の進展が望まれる。
- 耐候性改善のための研究が必要。
- 多糖類を含む微量成分の有効利用のための基礎研究が必要。

「モルフォ蝶発色の原理と応用」を中心に
～量子ビームと物質との相互作用：ナノサイエンスへのさまざまな応用～

齋藤　彰[1, 2, 3] ※

[1] 大阪大学大学院工学研究科　生命先端工学専攻
[2] 理化学研究所　播磨研究所／ SPring-8
[3] JST（ICORP）　ナノ量子導体アレープロジェクト

はじめに

量子ビーム（可視光、X線、電子、イオン等のビーム）は、物質との相互作用を介して広い応用範囲をもち、現代のナノサイエンスに深くかかわっている。しかも対象となる物質は半導体から生物まで実に多様である。本稿では筆者がおこなっている研究から３つの例を選び、応用に焦点をあてて将来展望を含めて紹介する。なお筆者の主要な研究テーマに「原子スケール元素分析（シンクロトロン放射光と STM の組み合わせによる）」があるが、本稿では産業に接点の深いテーマを選ぶこともあり、紙幅の都合で割愛することをご容赦いただきたい。

1）モルフォ蝶発色の原理と応用（「可視光」と「生体表面ナノ構造」の相互作用）

南米に産するモルフォ蝶は、土産物からテレビ CM までさまざまな場面で用いられ、その青く輝く金属光沢でよく知られる。古くは 19 世紀後半のフランス社交界でも装飾にもてはやされた時期がある。その青く輝く光沢の不思議は「生体が金属のような光沢を発する」点にとどまらない。この色は 100 年を経ても色褪せないのである。それは発色の元が「色素」でなく、経年による化学変化に影響されない微細な「構造」だからである。

実際、モルフォ蝶の鱗粉は青い色素を含まず、その成分はわれわれの皮膚と同様な蛋白質からなる。色素によらない、光の波長レベルの構造に基づくこうした発色は「構造色」とよばれる。代表例は真珠や玉虫の光沢であり、上述のとおり、構造があるかぎり原理的に色褪せない利点がある。ほかに「色素と全く異なる色あいが出せる（上に述べた装飾はこの一例）」など、応用上の意義も大きい。

しかしモルフォ蝶の光沢の場合、話はこれで終わらない。なぜなら発色原理が特異で、物理学上もミステリーだからである。具体的には、ほぼ透明な蛋白質が高反射率の鮮明な青を生じるため、発色原理は干渉でしか説明できない。しかし真珠や玉虫とちがい「どこから見ても青い」性質は、干渉と根本的に矛盾するのである。この長年のミステリーの鍵が、鱗粉表面の特殊なナノ構造にあることを筆者らは以前、実験的に示した[1]。その構造の本質は、「秩序」と「乱雑さ」という相矛盾する要素を巧みにくみあわせた自然界の妙といえるものであった。次に筆者らは、この特異な発色原理の本質だけを抽出し、汎用的な半導体技術で簡便にモルフォブルーを再現する手法を開発した[2]。さらに、応用への課

※　e-mail：saito@prec.eng.osaka-u.ac.jp

題であった量産技術の開発に成功し[3]、３原色を含めた色彩制御にもほぼ成功している。以下、再現法とともに今後の応用に向けた試みについて紹介する。

1-1）発色原理

右に代表的なモルフォ蝶の鱗粉構造を示す。図１ｄに見える複雑な三次元構造（棚構造）が鍵である。材質はほぼ透明な蛋白質（屈折率～ 1.6）であり、発色の本質は以下５点に集約される。1）棚１つは屈折率の異なる相互積層からなる（この多層膜干渉が青の波長選択の元である）。2）棚１つの幅が光波長と同程度で狭い（これが回折広がりを生じ、広い角度範囲で青く見える）。3）棚が密に並ぶ（反射率の増大）。4）棚の並びが乱雑さを含む（異なる棚間の光干渉による、CD の表面のような虹色干渉を防ぐ）。この乱雑さは高さ方向＝図１d、面内方向＝図１c ともに存在する。5）一次元異方性＝図１c（反射率増大と、見える光の異方性）。以上が冒頭に述べた、秩序と乱雑さの組み合わせの本質である。

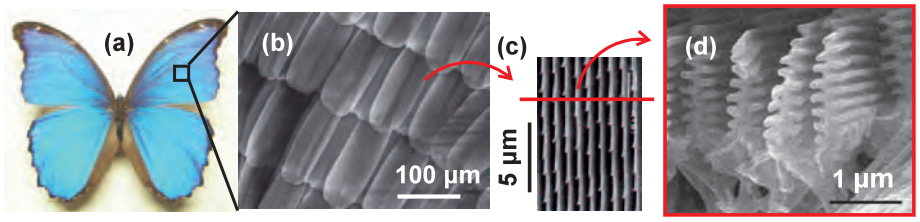


図１　(a)モルフォ蝶（*Morpho didius*），(b)鱗粉配列の SEM 像，(c)鱗粉の拡大 SEM 像（上面），(d)(c)の横線に沿った断面 SEM 像

1-2）人工モルフォ再現基板

しかし図１d の構造を効率よく再現することは至難の技である。そこで以下のように発色原理の本質だけを抽出した。まずガラス基板の表面に図２a の凹凸パターン構造を作る（電子線描画［EBL］とドライエッチングによる）。この構造は幅 0.3 μm、長さ 2.0 μm 平均（分散 0.5 μm の正規分布）の長方形を単位とし、領域の高低を乱雑に配置している。深さは 110 nm（440 nm の青い光が鏡面の垂直入反射を打ち消される条件。これにより拡散効果が増す）。この不規則パターン上に、青色の波長選択をする誘電体多層膜（TiO_2、SiO_2 の交互層）を蒸着した（電子ビーム蒸着）（図２b）。

結果、人工再現基板は鮮やかな青色を示した（図２c 左）。また光学測定からもモルフォ蝶との比較から、その特性をよく再現していることが示された（青い波長が主体であり、高反射率ながら広い視野角を有する点、１次元異方性、反射率曲線の滑らかさ、等）[1]。

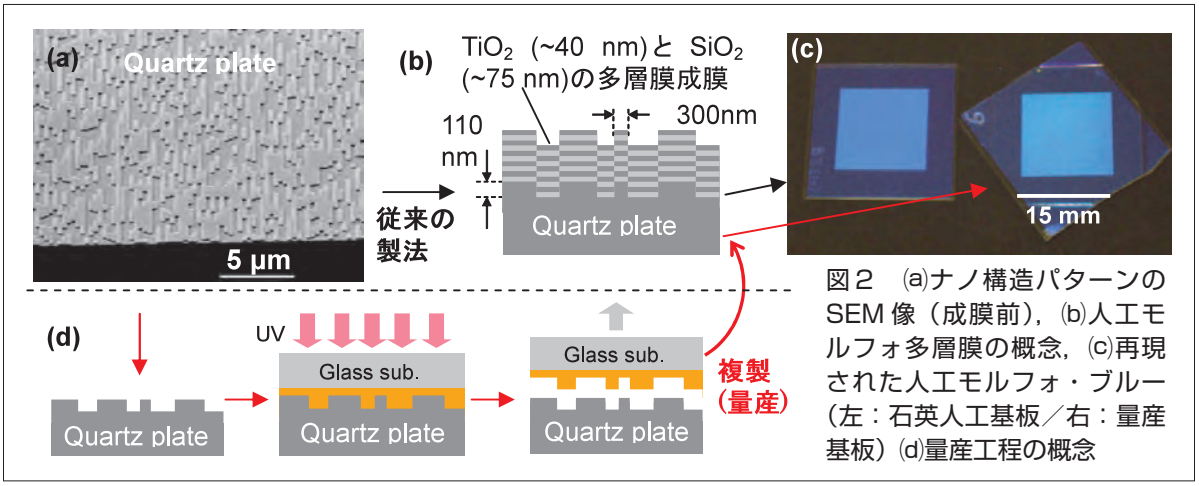


図２　(a)ナノ構造パターンの SEM 像（成膜前），(b)人工モルフォ多層膜の概念，(c)再現された人工モルフォ・ブルー（左：石英人工基板／右：量産基板）(d)量産工程の概念

1-3）量産技術の開発

産業応用をめざす上で、次の重要課題は量産技術の開発である。なぜなら上で述べたEBL とエッチングは膨大な時間とコストを要し、応用に不可欠な大量生産は不可能だからである。そこで鍵となるのがナノインプリントリソグラフィー技術［NIL］である。NIL は金型を用いたプレス加工をナノスケールに応用したもので、今の場合も図２a の石英基板を金型としてパターンを樹脂に転写し（図２d 橙色）、そこに蒸着を行うことでモルフォ基板が作製可能となる。しかし、従来の NIL では樹脂の硬化時間や、蒸着時の輻射熱による変形など欠点が多い。そこで NIL を改良したナノキャスティング法と光硬化性樹脂を用い、モルフォパターン複製法の開発を行った。その結果、効率は３桁上がり、複製基板は元の人工基板（図２c 左）同様に青く輝き（図２c 右）、モルフォブルーの特徴をもつことが光学測定でも確認された。

1-4）RGB ３原色と応用

人工モルフォ基板の試作、量産化、のあと、残る課題は３原色の実現であるが、自然界にない赤と緑のモルフォ発色も筆者らは実現しつつある。色素とまったく異なる色合いや質感が得られ、色合いも制御でき、原理的に色褪せない、等の利点は、繊維や塗料、化粧品へ応用が期待される。加えて、構造色でも特異なこのモルフォ型発色は応用上、ディスプレイ等さらに大きな可能性を含むことがわかってきた（高反射率をもちつつ、見る角度で色が変化しないため）。まだ生産ラインや粉体化、厳密な発色制御、視野角の拡張など課題は残るが、基本的には着実に応用への道筋が示せつつある。さらなる発展と応用が楽しみである。

2）セラミックス表面の超平坦化と構造解析（「イオンビーム」と「固体表面」の相互作用）

情報通信の基幹デバイスというとケイ素（Si）系半導体ばかりを考えがちである。しかし代表的セラミックスである酸化物の役割は日に日に増しており、すでに光学素子で担う大きな役割と組み合わせ、将来の主役となる可能性もある。しかしその表面は、電極との境に代表されるように極めて重要であるにもかかわらず、Si 系の表面に比べあまりに未知である。

一例として我々の携帯電話には必ず周波数フィルタが５、６個以上搭載されている。それは SAW（表面弾性波）素子であり、飛び交う何種類もの周波数から当該の電波を取り出す重要な役割をもつ。原理は図３a のとおり、酸化物単結晶 $LiNbO_3$（以後 LN と記す）または $LiTaO_3$（LT）表面の「櫛型（IDT）金属電極」による。櫛の歯の間隔に共鳴した特定周波の電波のみが基板に電圧振動を誘起し、それが結晶で機械振動に変換され、表面波（地震波もこの一種）として伝わる。対極の電極でこの周波数の信号だけが取り出される仕組みである。

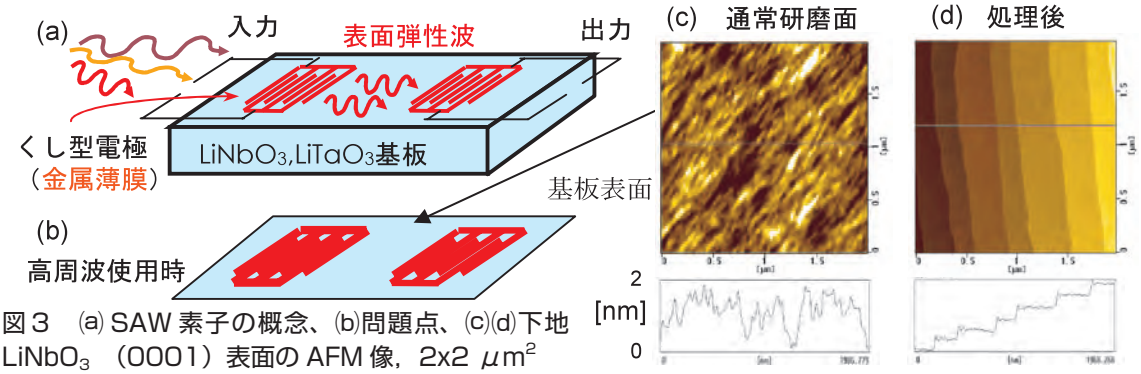


図３　(a) SAW 素子の概念、(b)問題点、(c)(d)下地 $LiNbO_3$ （0001）表面の AFM 像，2x2 μm^2

しかし近年の通信容量増加、高密度化（つまり信号の高周波化）により問題が生じている。それは高周波下での IDT 電極の崩壊である（図３b)。原因は、電極膜が粒界や欠陥を多く含み、結晶粒が拡散するためである。その理由は何か。通常、基板は「鏡面研磨」済み単結晶で表面粗さ数 nm（RMS)、一見すると平坦性はきわめて高い。それでもこの値は C 軸１周期(0.22 nm）の５倍以上に相当し、基板のこうしたナノスケールの凹凸(図３c）が電極膜の成長を乱雑にし、粒界を増すからである。そこで１つの対策は電極膜の結晶性を高め、拡散の主因である粒界を減らすことである。それには基板の「原子レベル平坦化」が有効である。

通常、こうした極端な微細加工はスループットで不利なことが多い。しかし筆者らは安価で簡便な手法を開発し、原子レベルのステップ＆テラスを得ることに成功した（図３d)。LN や LT は、SAW 素子以外でもピエゾ素子、光学素子、など異なる用途で幅広い応用をもつ。電極－結晶表面という汎用的な場を考えると、この簡便な技術は広く役立つと期待される。

また LT 単結晶の極薄膜を用い最近、超高密度メモリー開発が進んでいる［長ほか[4]］。磁気記録密度を３桁以上凌駕し、試験的に 10Tbit/inch^2 を超え（図４)、将来 100Tbit/inch^2 に達し得る。ここでは 50 nm 厚以下の極薄膜を使うため、超平坦面が役立つ。

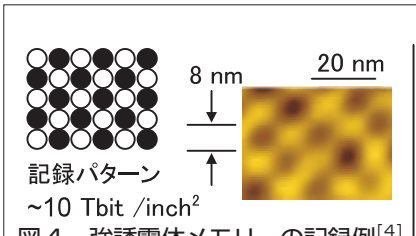


図４　強誘電体メモリーの記録例[4]

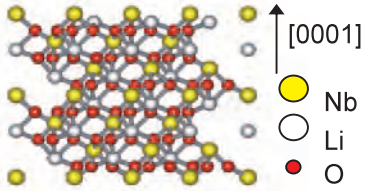


図５　LN の結晶構造(LT も同様)

さらに重要なことは、超平坦面で「最表面の終端元素が何か」の情報である。なぜなら平坦化で終わりではなく、電極であれメモリーであれ、上に処理を施すからである。通常、電子線回折や STM など汎用的な表面分析法では、こうした情報は得られない。しかし筆者らは元素を含めた表面近傍の３次元構造を調べる手法（イオン散乱分光法）を用い、この表面が金属終端（Nb または Ta）であることを確かめた（図５)[5]。このように半導体や金属でなく強誘電体セラミックス表面の原子スケール制御、分析ができることは、産業応用上多くの可能性を含む。

3）単一細胞の元素分析（「X線」と「生体内元素」の相互作用）

種々の体内元素の役割には不明な点が多く、さまざまに論じられてきた。実際、Zn や Fe の増減が知られる各種の腫瘍や、Cu の著減で知られるウィルソン病など、特定元素の増減がかかわる疾患は多い。さらにエネルギー代謝や神経伝達、細胞周期、アポトーシス、薬剤耐性など、特定元素に深く関係すると示唆される代謝、また生体反応は実に多い。従って、細胞内元素の機能は内外の研究者の関心を集めている。

しかし従来の元素分析法（原子吸光、ICP 発光分析など）では、組織レベルの平均含有量がわかるのみであり、本質的な細胞レベルのメカニズムを知るのは困難であった。ところがこの数年で、蛍光X線で細胞内元素を測る試みが日米欧のシンクロトロン放射光施設で始められている。これは高輝度X線源の利用が広がり、信号強度の微弱さという難点が克服されてきたためである。X線を絞り（～φ 1 μm）、走査して細胞内の元素マッピングを行う（蛍光X線顕微鏡）手法である。

図６に筆者らが行った観察例を示す。目的は、制癌剤（Pt 製剤 Cisplatin）に対する腫瘍細胞の薬剤耐性メカニズム分析である。詳細は文献に譲るが[6]、薬剤耐性の有る細胞株と無い株とでは、Pt 製剤を投与後の細胞内 Pt 濃度に明らかな差があり（図６中）、面白いことに Zn 濃度との相関が判明した（図６右）。つまり耐性株は Pt を排除する一方、Zn を増やしているのである。さらに生理学的な追加実験を行い、耐性株は結局、Zn を一種の解毒剤として用いることがわかった。本研究は光と生体の相互作用をナノスケールで応用した例である。

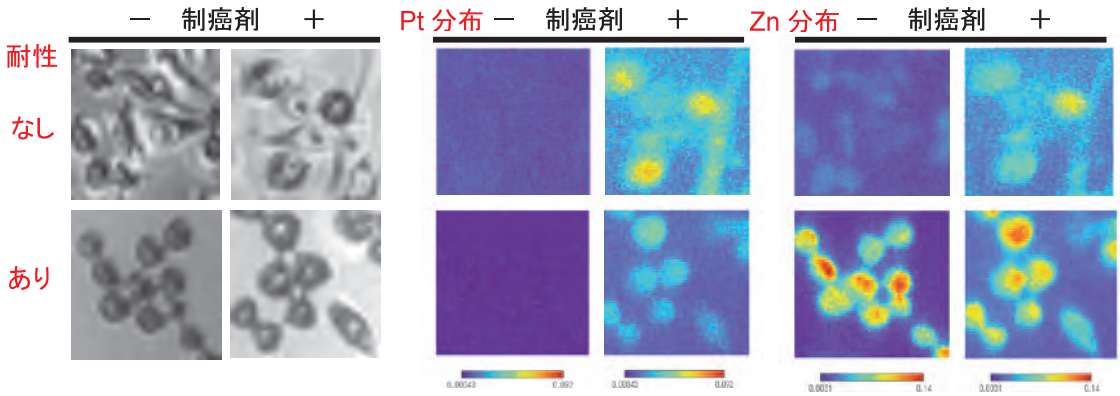


図６　（耐性の有無）×（制癌剤投与の有無）で比較した腫瘍細胞イメージ（サイズ 70x70 μm^2）：（左）光学顕微鏡像（中）Pt 分布（右）Zn 分布

この方向でさらに将来､新たな展開が期待できる。それは腫瘍マーカー(あるいはフローサイトメトリー＝ FCM）の元素版である[7]。実は図６は画像１枚の取得に約半日かかり、細胞多数の測定が原理的に不可能で、統計的信頼性の難点が残る。この点は個体差の不可避な生物試料、特に医学利用で不都合である。そこで大量に、しかし個々の細胞を測れる FCM を応用する試みである。これは前述の組織レベル観察のような平均値でもなく、蛍光X線顕微鏡のような統計的不都合もない上、元素を含む様々な要素の相関がわかり実用的である。多数の細胞を個別に測り、統計的信頼性をもって各種の相関を見る元素 FCM

は、現行 FCM の流布に鑑みても広い応用が期待できる。

参考文献

1）A. Saito, S. Yoshioka, S. Kinoshita, Proc. SPIE 5526 (2004) 188.

2）A. Saito: “Structural Color in Biological Systems” : Osaka Univ. Press, (2005), p.287-295. Chap 6.

3）A. Saito et al., Proc. SPIE 6327 (2006) 63270Z; A.Saito et al., J. Vac. Sci. Technol. B (2006), in press.

4）Y. Cho, S. Hashimoto, N. Odagawa, K. Tanaka and Y. Hiranaga: Appl. Phys. Lett. 87 (2005) 232907.

5）A. Saito et al., Jpn. J. Appl. Phys.43, 4B (2004), 2057.

6）M. Shimura, A. Saito, Y. Ishizaka et al., Cancer Res. 65 (2005) 4998; SPring-8 Frontiers (2006) 31.

7）特許 “フローサイトメーター”, 齋藤彰、特願 2004-207518.

伝統技術と先端技術の融合による知的伝産拠点の形成

森本一成 *、山田正良 *,**、吉本昌広 **、行場吉成 **、中森孝文 **

* 京都工芸繊維大学大学院、** 京都工芸繊維大学地域共同研究センター

1．はじめに

2002 年に本学の地域共同研究センターと㈶京都高度研究所は本学のエレクトロニクス系、デザイン系および情報系の研究者を結集させ、経済産業省近畿経済産業局および京都市の協力を得て「エレクトロニクス･情報技術と伝統産業の融合化研究会」を設立した[1)]。この研究会は地域における産業の振興と活性化を目指し、ハイテク伝統産業を創出するとともに、新商品の開発を目指すことを目的としている。2004 年からは「伝統技術と先端技術の融合化研究会」（略称：伝産研究会）と名称を改め、伝統産業の知的拠点の基礎を創ってきている[2)]。

さて、「日本 21 世紀ビジョン」専門調査会報告書には、2030 年の目指すべき将来像として伝統や創造力に裏付けされた魅力と存在感のある国づくりを謳っている[3)]。京都は伝統工芸技術の知的宝庫の地であり、伝統に裏付けられた魅力を世界に発信するに適している。しかし､伝統工芸における一人親方の高齢化や後継者不足の現状に見られるように、伝統技術の継承・保存の困難さが表面化してきている。伝産研究会はこうした問題の解決も視野にいれた幅広い活動を行っている。

本稿では本学の伝統産業活性化に対する取組み、伝産研究会の活動内容、および 2005 年に設立した「伝統みらい研究センター」の活動を紹介し、地域産業の基盤の確立のためには、伝統に潜むものづくりの知に先端技術を融合させ、新たな産業創出を目指した伝統産業の知的クラスター・地域クラスター形成などの必要性について述べる。

2．本学の伝統産業活性化に対する取組み

本学の前身である京都高等工芸学校には機織科、染色科、図案科などがあり、伝統工芸に科学的基礎を与えるための教育研究がなされた。新制大学としての歩みにおいても、その流れを連綿と受け継ぎ、地域の伝統産業のうち絹織物、染色、陶磁器などの関連分野との関連は蜜に取られてきた。しかし、伝統産業の範囲は広いため、さらに京都の中小企業との連携を深めるべく地域共同研究センター（1990 年設置）では学内教員のもつ技術シーズを企業に紹介するための展示や説明会を精力的に行ってきた。2001 年には同センターに「地域活性化プログラム」を組織し、2002 年に先述の「エレクトロニクス・情報技術と伝統産業の融合化研究会」を発足させると共に、伝統産業と先端技術の融合化のためのエレクトロニクス・デザイン・情報技術シーズ集を発行している。また、同年、現在の京丹後市に「たんごサテライトキャンパス」を設立し、丹後地域の産業振興と活性化に取組んでいる。さらに、2003 年にはインキュベーションラボラトリを増設し、前述のように 2004 年に「伝統産業と先端技術の融合化研究会」を発足させ、伝統産業界との連携をさらに深める活動を継続して行っている。

一方、学長裁量経費の採択課題を拾ってみると、2003 年に「匠の技のコラージュ」、2004 年に「プロジェクト ACT（Applied Conventional Technology）」と「美しさの工学・やさしさの工学・印象の工学」がある。これらは本学の掲げた「科学と芸術の出会いを求めて」というテーマに沿った課題であり、かつ伝統技能者の地位向上と伝統技能の科学的解明を目指すものである。また、2004 年度の教育研究推進事業「地域伝統産業に関する産官学教育研究連携」（先端ファイブロ科学専攻）により、2005 年２月に日本文化・伝統と科学技術の融合を考える特別講演会、３月には伝統技能と科学技術の融合を考える公開講演会がそれぞれ４日間にわたり開催され、伝統技術にまつわる現状と将来について熱い議論がなされた。このように、本学は伝統産業活性化のためのプログラムを積極的に採択し、伝統技術と先端技術に関連するテーマに対して重点的な対応を継続的にとってきた。

３．伝統技術と先端技術の融合化研究会の活動[2)]

本研究会は企業会員と大学研究者とが互いのニーズとシーズを確認し発掘する場を提供し、研究領域融合型の問題解決を可能とするための、伝統技術と大学技術の融合による「知的伝統産業クラスタ」を創生するための基盤作りを行ってきた。本研究会のねらいは次の３つである。

１）会員企業と大学研究者が「同じ目線・レベルで考える」

２）従来の１対１型の共同研究ではなく、組織対組織、複数研究者対複数企業などの多重マッチングによる問題解決ならびに解決速度の向上

３）伝統技術と大学技術のノウハウを融合し、「ハイテク伝統産業」の創成と、従来にない製品の創出

これらのねらいを達成するために研究会を横糸、分科会を縦糸とした活動を行っている。現在、企業会員 39 名（32 社）、大学特別会員 57 名、公的機関会員 13 名である。分科会は以下に示す 12 である。括弧内は代表者（敬称略）を示す。

１．レーザ微細加工・パターンニング研究会（山田正良）レーザを用いたファインセラミックなどの超硬質材料、高分子材料などの軟質材料、複合材料などの微細加工やパターンニングに関する研究。企業会員 13 名。

２．ヒューマンインタフェース分科会（渋谷　雄）さまざまな対象を人間中心にデザインして、人間の感性、心理、生理、生活、文化と融合させ、使いやすく安全なもの、感性を刺激するもの、満足感を得られるものを創り出すとともに、この分野に新しい技術を創造することを目指す。大学特別会員 16 名。

３．新素材用途開発研究会（福田民郎）キトサンとその他の素材、たとえば木材、繊維、紙などのとの組み合わせによる新しい素材の開発と、それを利用した製品化の研究。目標は市場開拓型商品による新企業、新産業立ち上げ、地場産業の活性化。

４．意匠性に優れたシルクコンポジットの活用分科会（木村照夫）西陣織や友禅染絹織物の意匠性と絹の強度を利用してプラスチック強化材に用いることにより、意匠性に

優れたシルクコンポジットを開発。このような材料の用途展開、商品化を図る。

5．活路開発デザイン研究会（西村雅信）京都の伝統工芸や先端技術の特殊性と専門性による商品化の遅れをデザインの立場から解明。某企業のロゴのデザイン開発を行った。

6．ナノテク材料開発研究会（播磨　弘）人に優しいナノテクノロジー材料の新しい合成方法を開発し、伝統産業への応用を図る。企業会員８名、大学特別会員６名。

7．伝統産業技術アーカイブ分科会（荒木雅弘）伝統産業技術の継承・普及のために、作業工程・作品・関連情報などを相互に関連付けたディジタルアーカイブ技術の開発、アーカイブを教材や観光資源として利用するためのインタフェース技術に関する研究。大学特別会員 16 名。

8．金属板材の成形技術開発研究会（高倉章雄）金属板材の新しい成形技術の開発。企業会員１名、大学特別会員２名。

9．インクジェット染色分科会（浦川　宏）インクジェット染色のプロセス簡略化や伝統工芸への応用。

10．自動車と運航体の衝突安全に関する研究会（濱田泰以）自動車の事故時に発生する衝撃エネルギーを吸収する部材の軽量化のための、組物技術を使ったプラスチック複合材料の開発。

11．照明と感性の研究会（馬場喜代広・星和電機㈱）人に安全で、感性に適した分光分布を持つ照明具開発のための、心理、生理評価法の研究。企業会員２名、大学特別会員２名。

12．伝統産業と３次元画像アーカイブ分科会（久保田敏弘）ホログラム技術を用いた伝統工芸品の３次元アーカイブ法に関する研究。企業会員１名、大学特別会員２名。

次に、活動の成功事例として手織り技法を自動化により、2005 年にものづくり日本大賞（内閣総理大臣賞）を受賞した「国内繊維産業の復活を目指す世界初の多品種少ロット織物生産システム」（片山商店㈱片山象三）の一部を紹介する[4)]。片山氏は兵庫県立工業技術センターや村田機械㈱、西村太良先生（元本学教授、日本繊維機会学会長）他らと共同で、先染めされた経糸を正確で均一な長さで自動的につなぐことができる自動制御機（アレンジワインダー）を開発した。糸は伸縮特性を持つため、5000 ～ 6000 本ある経糸を自動的につないで連続織りによる生産をした場合、一本一本の誤差の総和により膨大な誤差が生じる。そこで、伸びる糸の長さを正確に計測してつなぐ必要がある。そのためには糸の特性を熟知した西村先生との共同研究が欠かせなかった。糸の長さを正確に計測することができたことで、ロスを抑えて、一回の織物準備で複数の色柄織物を一気に製造することが可能になった。何よりも経糸の交換作業をなくした事の効果は大きい。また、これまで捨てられていた残糸をアレンジワインダーで繋ぎ、斬新な風合いの製品を作る事もでき、国内外で注目されている。西村先生に聞いたところ、正確な計測は非常に難しく試行錯誤の連続だったようだ。

分科会活動からも様々な成果が生まれている。第１分科会のレーザ微細加工・パターン

ニング研究会は、高出力Qスイッチレーザーの照射を制御し、電子回路のファインピッチ配線パターンの形成などに応用する「レーザーアブレーション」技術を研究している。京都は京友禅に代表されるように繊維の染色技術があり、捺染技術は印刷技術や画像解析へと発展している。スクリーン印刷もその一つで、ガラスやプラスチックの曲面印刷をはじめ半導体パッケージや電子部品の高密度実装などに使われている。ところが、半導体ロードマップによると 2012 年の半導体パッケージの導線幅は最小で 10 μm と予想されており、現在のスクリーン印刷の技術では実現が不可能と見られている。「レーザーアブレーション」技術は微細加工が可能であり、スクリーン印刷技術やナノ粒子などを使った導電性ペースト技術との融合により、最小で数μ m 幅の導線を実現できるため関連メーカーとの試験が進められている。

また、第２分科会（ヒューマンインタフェース分科会）から生まれた活動の１例として、2004 年度から進めている伝統産業技術の継承と発展のための新しいマルチメディアアーカイブ技法の研究（科研、2006 年からの研究代表者：宮里　勉）の一部を紹介する。伝統技術、技法、技能を記録して保存する試みは数多くある。そのほとんどは音声やビデオ映像のアーカイブである。これに対して本研究では技術の勘所やコツをディジタルアーカイブの利点を活用し、マルチメディア技術を使ってわかりやすく提示したり、多様なノンバーバル情報を理解できる形で表現しようとしている。そのために高度技能者の３次元動作の測定と解析、心理・言語・生理データの測定と解析、ならびに技のマルチメディア表現法の開発を行っている。ディジタルデータを取得し分析することで、技の真髄を定量的に扱える可能性がある。また、測定データのマイニングにより技のコツを定量的に表現することができる。たとえば、師匠と弟子の違いがどこにあるのかを数値で表現できるようになる。このように本研究は暗黙知を形式変換して匠の技を定量的に扱えるようにすることで、新たな技術の展開へ結びつけようとするものである。具体的な測定対象には地域の特色に配慮して、京弓の製作と和包丁の研ぎ動作としている。動作解析やものの物理的解析により、伝統の技の一端を定量的に明示できる可能性が見えてきた。

４．伝統みらい研究センターの活動

第３期科学技術基本計画では、産学官が研究課題の設定段階から対話を行い、長期的な視点に立って基礎から応用までを見通した共同研究等に取り組むことにより、世界的な研究や人材育成を行う研究教育拠点の形成を目指すとしている。一方、地域の競争力向上や大学や公的研究機関の地域貢献の促進の観点からは、中小企業を含めた地域産業の技術課題や新技術創出に大学等が取り組む地域貢献型の共同研究を促進するとある。

本センターは平成 18 年度科学技術振興調整費、地域再生人材創出拠点の形成「伝統技能と科学技術の融合による先進的ものづくりのための人材育成」を目的として設置された（センター長　濱田泰以）。本センターが教育対象とする人材は伝統産業企業後継者、伝統の技に造詣の深い人ならびに新たなモチベーションを創出したい人である。短期集中インターンシップでは、伝統工芸品の作製過程を科学的分析に基づき「知る」ことのできる人

材、ならびに伝統工芸に内在する知恵を「使う」ことのできる人材の育成を行う。今年度の教育対象は、調べ緒、京弓、京瓦、清水焼、友禅、京壁、金彩、飾り金具、西陣織、茶道である。受講生は京都産業技術研究所で実用化技術指導を、また、京都高度技術研究所では新イノベーション創出のためのマネージメントコースの講義を受ける。

5．おわりに

本学は伝産研究会の活動などを通して異分野融合による新たな価値の創造の場を少しずつ形成している。それを加速させるためには、今後は暗黙知を形式知として表現し、形式知を調和の取れた新たな技術へと展開していかなければならない。これはまさに伝統技術と先端技術の融合化によるイノベーションへ繋がる新たな展開である。また、伝統技術と先端技術の融合の対象が、今後は文化や芸術の分野へ展開することも期待できる。そこでは、たとえば従来のディジタルアーカイブの概念から特色ある伝統の新たなディジタルコンテンツの創成への展開が考えられる。

このような地域の特色を加味した伝統技術の知の拠点を形成し、地域から世界へと発展させる知的伝産拠点の形成が急がれる。すでに本学には伝統産業における人材育成のプログラムはスタートしている。優れた人材を育て活躍させることが車の片輪とすれば、もうひとつの車輪として、伝統の知を核とした新たなものづくり法を提唱できるプログラムが必要である。これら両輪の調和の上に教育研究を推し進めることが重要である。

参考資料

1．エレクトロニクス・情報技術と伝統産業の融合化研究会運営委員会：エレクトロニクス・情報技術と伝統産業の融合化研究会活動報告書、2003.12

2．伝統技術と先端技術の融合化研究会運営委員会：伝統技術と先端技術の融合化研究会活動報告書、2006.3

3．「日本 21 世紀ビジョン」に関する専門調査会：新しい躍動の時代―深まるつながり・ひろがる機会―、「日本 21 世紀ビジョン」専門調査会報告書、2005.4

4．パワフルかんさい、近畿経済産業局施策広報誌、pp.3-5, 2005

分野融合フォーラム「伝統工芸と科学技術～故きをもって新しきを知る・自然に根ざした伝統工芸と科学技術の『場（Interaction Fields）の構築～」について
ホリデー・イン京都　2006.12.02-03

伝統技術と先端技術の融合による知的伝産拠点の形成

■伝統技能関連のプロジェクトに対する本学の支援
■伝統技能に関する本学の教育研究事業
■伝統みらい研究センターの紹介
■地域共同研究センター「伝統技術と先端技術の融合化研究会」の紹介
■知的伝産研究拠点形成について

森本一成*、山田正良*,**、吉本昌広**、行場吉成**、中森孝文**
*京都工芸繊維大学大学院、**京都工芸繊維大学地域共同研究センター

学長裁量経費の採択課題

■2003年「匠の技のコラージュ」
■2004年「プロジェクトACT（Applied Conventional Technology）」
「美しさの工学・やさしさの工学・印象の工学」

- 匠の技の分析と評価
- 匠の技を生む時空間に関する考察
- 匠の技に潜む感性の分析と評価
- 匠の技能の人間工学的解析
- 匠の技を支える道具に関する研究
- 匠の技の外化
- 匠の技の可視化技術に関する研究
- 匠の技のコラージュによるビジネスモデルの構築

学長裁量経費の採択課題

■2003年「匠の技のコラージュ」
■2004年「プロジェクトACT（Applied Conventional Technology）」
「美しさの工学・やさしさの工学・印象の工学」

■2004年度教育研究推進事業「地域伝統産業に関する産官学教育研究連携」
2005年２月「日本文化・伝統と科学技術の融合を考える特別講演会」
2005年３月「伝統技能と科学技術の融合を考える公開講演会」

■これらは本学の掲げた「科学と芸術の出会いを求めて」というテーマに沿った課題
■伝統技能者の地位向上と伝統技能の科学的解明を目指す。

教育、研究センター

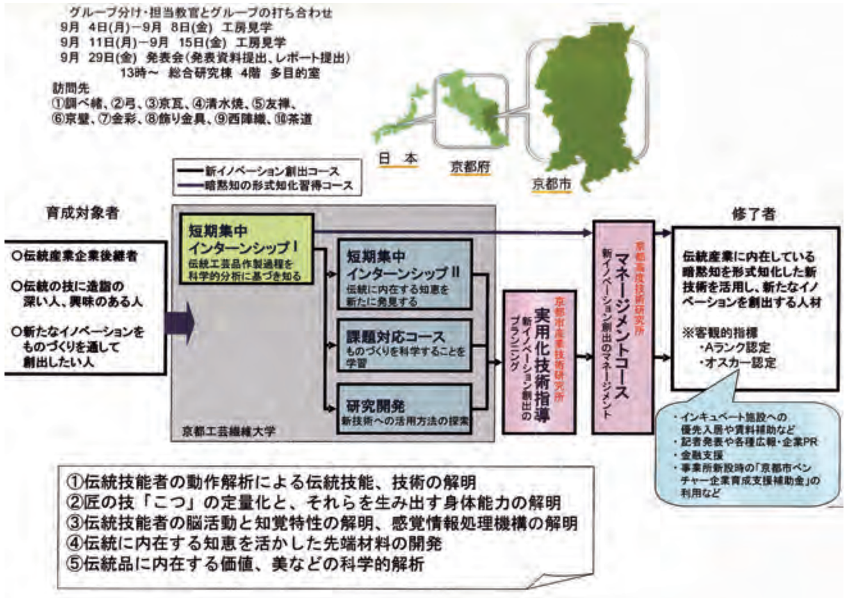
■地域共同研究センター（伝統技術と先端技術の融合化研究会）、
インキュベーションセンター、繊維科学センター

■伝統みらい研究センター、バイオベースマテリアル研究センター、
ブランドデザイン教育研究センター、昆虫バイオメディカル研究センター、
繊維リサイクル技術研究センター、人間指向型工学研究センター、
国際デザインマネージメント研究センター、新世代オフィス研究センター、
複合材料長期耐久性評価研究センター、
遺伝資源キュレーター教育開発センター

■平成18科学技術振興調整費
地域再生人材創出拠点形成（伝統みらい研究センター）
「伝統技能と科学技術の融合による先進的ものづくりのための人材育成」

■平成18年度現代的教育ニーズ取組支援プログラム（総合教育センター他）
「創造性豊かな国際的工科系専門技術者の育成」

伝統技能と科学技術の融合による先進的ものづくりのための人材育成



伝統技能と科学技術の融合による先進的ものづくりのための人材育成

課題対応コース

本学における科学技術を学習
- ・プラスチック成形加工学
- ・耐震設計工学
- ・複合材料工学
- ・高分子材料学
- ・金属工学
- ・セラミック材料工学
- ・言語認知学
- ・視覚情報学
- ・ナノ材料科学
- ・人間工学

実用化技術指導

形式知を新技術に転換するための実用化技術を有する人材を育成
京都市産業技術研究所による技術相談、現地指導、試験・分析などの技術支援を受給

マネージメントコース

京都高度技術研究所による創業可能なシーズをもとに新産業を創出する際のマネージメント教育
カリキュラム内容:
①演習Ⅰ:会計・ファイナンス
②演習Ⅱ:戦略論
③演習Ⅲ:知財
④特論 :科学技術の商業化

研究開発
- ・伝統繊維に内在する知恵を活かした先端材料の開発
- ・伝統技術を利用したセラミックス古材再生技術の開発
- ・認知科学的視点からの日本の伝統工芸の解明
- ・伝統的な天然染めを応用した染織技術の開発
- ・伝統技能者の感覚情報処理機構の解明
- ・伝統建築生産技術 の解明
- ・鍛金技術を応用した金属成形技術開発

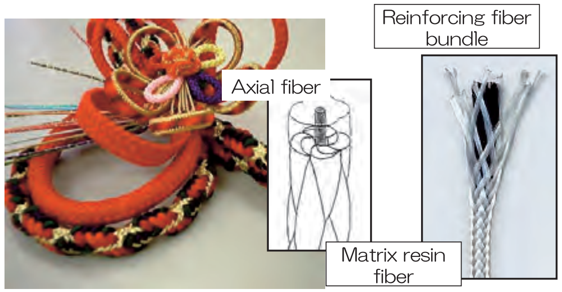
伝統みらい研究センター事業計画

・事業内容（基礎―開発―応用の３段階）

伝統に内在している知恵を掘り起こす基礎段階の研究、それを応用に実用に結びつける開発研究、製品ターゲットが定まっている実用研究の３段階に分け、基礎―開発―応用とする。

伝統技能に内在している暗黙知　：様々な形状・特性のひもを用途に合わせて展開
形式知化　：材料、内部構造、変形メカニズムと物性の関係
新技術　：多様な力学的特性設計、機能設計

京くみひも：丸忠
京都工芸繊維大学の組ひも技術を応用した熱可塑性複合材料の開発研究に参画
2005年9月研究成果を元にベンチャー企業「京都先端組紐製作所」設立
自動車メーカの試使用材料の提供、医療用テキスタイルの販売を行っている



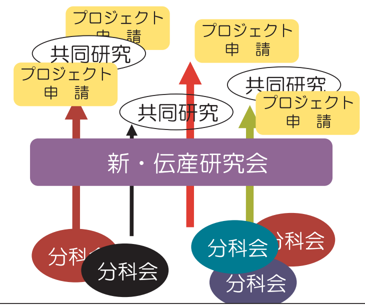
地域共同研究センター　伝統技術と先端技術の融合化研究会

- 2001 年　地域共同研究センター（1990年設立）地域活性化プログラムを作成、活動
- 2002 年　エレクトロニクス・情報技術と伝統産業の融合化研究会（伝産研究会）を設立

地域共同研究センター、（財）京都高度技術研究所、（経済産業省近畿経済産業局および京都市の協力）

●ねらい
1）会員企業と大学研究者が同じ目線・レベルで考える
2）従来の1対１型の共同研究ではなく、組織対組織、複数研究者対複数企業などの多重マッチングによる問題解決ならびに解決速度の向上
3）伝統技術と大学技術のノウハウを融合し、「ハイテク伝統産業」の創成と、従来にない製品の創出

- 2004 年「伝統技術と先端技術の融合化研究会」（新・伝産研究会）と改称。伝統産業の知的拠点づくり。企業会員39名（32社）、大学特別会員57名、公的機関会員13名



伝統技術と先端技術の融合

伝統技術と先端技術の融合化研究会

運営委員会方針

- 企業会員からの話題提供
- シーズ技術の紹介（大学特別会員からの話題提供）
- 講演
- 産官学交流会

分科会では次の事業により具体的成果を挙げる

- 特定の専門的課題について企業会員と大学特別会員，他の特別会員とのプロジェクト研究，技術開発，製品開発などの事業を実施
- プロジェクトを速効型地域新生コンソーシアム研究開発事業，地域創造技術研究開発事業費補助事業など各種支援事業，その他に申請
- 共同研究の実施//伝産研究会は各分科会からの申請内容を評価・精選して適切な提案公募型事業に提出

第 10 回伝統技術と先端技術の融合化研究会のご案内

■日　時：平成 18 年 8 月 1 日（火）15：30～17：30
■場　所：京都工芸繊維大学　総合研究棟 4 階　多目的室
■プログラム：
1. 講演（15：30～17：00）
・武智美保　氏（ミホプロジェクト）
中野仁人　氏（京都工芸繊維大学大学院・造形工学部門）
BOTTEGA　IN　KYOTO～京都ブランドの開発～
・横尾英史　氏（京都大学大学院・経済学研究科）
京都の伝統工芸を使った商品企画と学生的プロモーション活動
2. 分科会活動報告（17：00～17：10）
新分科会の紹介
・久保田敏弘　氏（京都工芸繊維大学名誉教授）
「伝統産業と 3 次元画像アーカイブ」分科会の紹介
3. 人材育成関連報告（17：10～17：30）
・清田泰以　氏（京都工芸繊維大学大学院・先端ファイブロ科学部門）
仲井朝美　氏（京都工芸繊維大学・伝統みらい研究センター）
科学技術振興調整費『地域再生人材創出拠点の形成』採択
「伝統技能と科学技術の融合による先進的ものづくりのための人材育成」の紹介

第 11 回伝統技術と先端技術の融合化研究会のご案内

■日　時：平成 18 年 11 月 6 日（月）15：30～
■場　所：京都工芸繊維大学　総合研究棟 4 階　多目的室
■プログラム：
15：30～16：00
岡本信司　氏（(独) 科学技術振興機構・研究開発戦略センター）
「知識社会とは何か？」～25 年後に実現させたい知識社会の姿～　駆真論文特別賞受賞記念講演
地域「伝産学官連携」からのイノベーション創出による個性と特色ある知識社会の創造
16:00-16:40
小堀　進　氏（京仏具（株）小堀）
仏壇屋さんの ＩＴ活用例『お客様のこころに信仰を伝える』
～お客様が変わったから私たちも変わろう…、独自化で競争のない世界へ～
16:50-17:20
岩崎　仁　氏（京都工芸繊維大学大学院・物質工学科）
南方熊楠関連資料のディジタルアーカイブ
17:20-17:50
薬崎程之　氏（京都市産業技術研究所・繊維技術センター）
公設試験研究機関から見た繊維業界の現状と課題と今後の展開

分科会

1. レーザ微細加工・パターンニング研究会（山田正良）

レーザを用いたファインセラミックなどの超硬質材料、高分子材料などの軟質材料、複合材料などの微細加工やパターンニングに関する研究。企業会員13名。

2. ヒューマンインタフェース分科会（渋谷　雄）

さまざまな対象を人間中心にデザインして、人間の感性、心理、生理、生活、文化と融合させ、使いやすく安全なもの、感性を刺激するもの、満足感を得られるものを創り出すとともに、この分野に新しい技術を創造することを目指す。大学特別会員16名。

3. 新素材用途開発研究会（福田民郎）

キトサンとその他の素材、たとえば木材、繊維、紙などのとの組み合わせによる新しい素材の開発と、それを利用した製品化の研究。目標は市場開拓型商品による新企業、新産業立ち上げ、地場産業の活性化。

4. 意匠性に優れたシルクコンポジットの活用分科会（木村照夫）

西陣織や友禅染絹織物の意匠性と絹の強度を利用してプラスチック強化材に用いることにより、意匠性に優れたシルクコンポジットを開発。このような材料の用途展開、商品化を図る。

5. 活路開発デザイン研究会（西村雅信）

京都の伝統工芸や先端技術の特殊性と専門性による商品化の遅れをデザインの立場から解明。某企業のロゴのデザイン開発を行った。

6. ナノテク材料開発研究会（播磨　弘）

人に優しいナノテクノロジー材料の新しい合成方法を開発し、伝統産業への応用を図る。企業会員８名、大学特別会員６名。

分科会

7. 伝統産業技術アーカイブ分科会（荒木雅弘）

伝統産業技術の継承・普及のために、作業工程・作品・関連情報などを相互に関連付けたディジタルアーカイブ技術の開発、アーカイブを教材や観光資源として利用するためのインタフェース技術に関する研究。大学特別会員16名。

8. 金属板材の成形技術開発研究会（高倉章雄）

金属板材の新しい成形技術の開発。企業会員１名、大学特別会員２名。

9. インクジェット染色分科会（浦川　宏）

インクジェット染色のプロセス簡略化や伝統工芸への応用。

10 自動車と運航体の衝突安全に関する研究会（濱田泰以）

自動車の事故時に発生する衝撃エネルギーを吸収する部材の軽量化のための、組物技術を使ったプラスチック複合材料の開発。

11. 照明と感性の研究会（馬場喜代広・星和電機（株））

人に安全で、感性に適した分光分布を持つ照明具開発のための、心理、生理評価法の研究。企業会員２名、大学特別会員２名。

12. 伝統産業と３次元画像アーカイブ分科会（久保田敏弘）

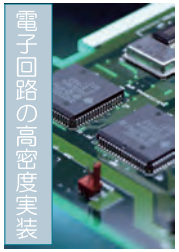
ホログラム技術を用いた伝統工芸品の３次元アーカイブ法に関する研究。企業会員１名、大学特別会員２名。

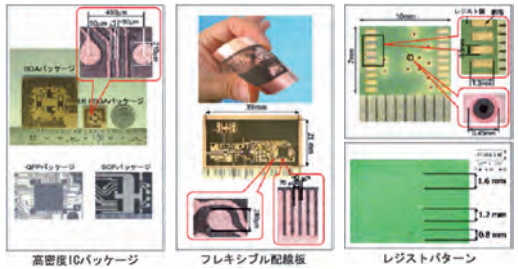
1.　レーザー微細加工・パターニング研究会

代表者：山田正良(電子システム工学)、学内教員数(6)、企業会員数(13)

【研究内容】京友禅に代表される捺染技術をプリント配線板の製造に展開した企業等との連携のもとに、レーザーを用いたファインセラミックスなどの超硬質材料、高分子材料などの軟質材料、複合材料などの微細加工やパターニングに関する研究、特に、電子回路のファインピッチ配線板に関しての選択レーザーアブレーション技術の研究を行っている。

【研究成果】半導体ロードマップによると2012年の半導体パッケージの導線幅は最小10μmと予想されており、現在のスクリーン印刷技術では実現不可能と見られているが、選択レーザーアブレーション技術によれば微細加工が可能であり、スクリーン印刷技術やナノ粒子を使った導電性ペースト技術との融合により、最小数μm幅の配線パターンを実現している。





選択レーザーアブレーションによるファインピッチ配線板の加工例

4.　意匠性に優れたシルクコンポジットの活用分科会

6.　ナノテク材料開発研究会

- 代表者：播磨 弘（電子システム工学）
- 研究内容：身近なナノテク材料、特に京都に縁深い産業分野へのナノテク技術還元
- 「身近なところにあるナノテクノロジー材料に目を向けよう。それらの新規な物性を見直し、安上がりな材料創製の手法とハイテクノロジーはもとより、伝統産業への応用のタネも探ろう。一例として、炭素ナノチューブ、シリコンクラスタ、窒化物ナノチューブ、酸化チタンクラスタのような人や環境に優しい材料の新しい合成方法を開発し、エネルギー利用や環境クリーニング、視覚装置への応用などを考えてみよう。」
- 予想する成果：大学内の先端ナノテクノロジーと京都地域産業との融合、例えば、伝統工芸技術などへのナノテクノロジー応用。

*酸化チタン（TiO_2）ナノ粒子*の強い酸化力

→ 水処理、排ガス処理、大気浄化、土壌処理、抗菌、抗かび、脱臭、消臭、汚れの分解、防汚、ぬめり防止、シックハウス対策など

→　衣料、工芸・美術　etc ...

Appendix

総果報告

分野融合フォーラム概要

7. 伝統産業技術アーカイブ分科会

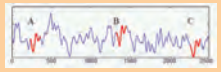
代表者：荒木雅弘(情報工学)

- 分科会の構成
  - 企業：3社
  - 学内教員数:12名

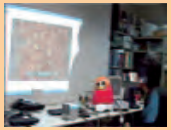
- 研究内容
  京弓、糸巻き、和包丁砥ぎの
  - 動作解析
  - 生理・心理的解明
  - 可視化技術

- これまでの成果

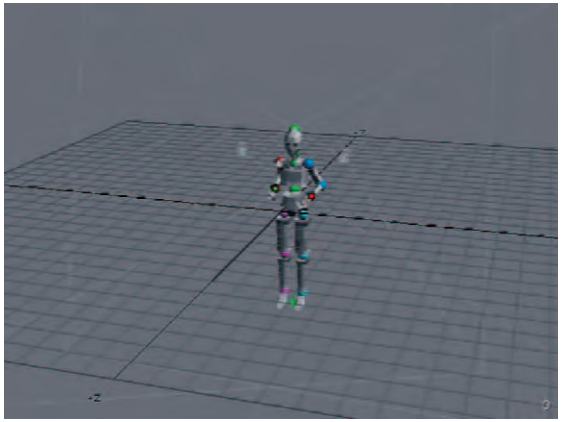
3次元動作計測、
筋電計測、
脳波計測
による技能の特徴分析



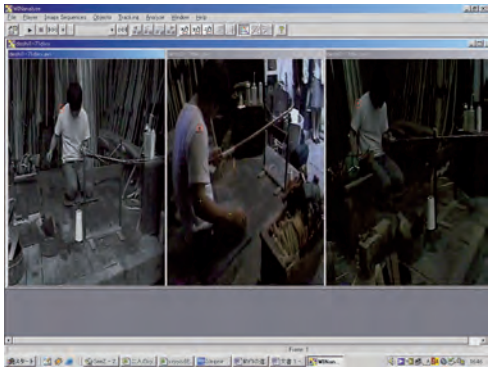
連続DP法による
繰り返しパターンの抽出



伝統産業技術アーカイブの
インタラクティブ
プレゼンテーション

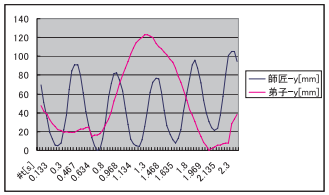


糸巻き動作

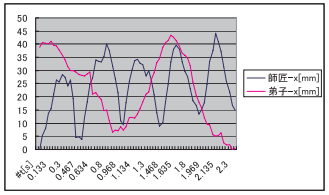


計測装置
ビデオカメラ：3台
解析ソフト：WinAnalyzer

- 手首の上下の動き

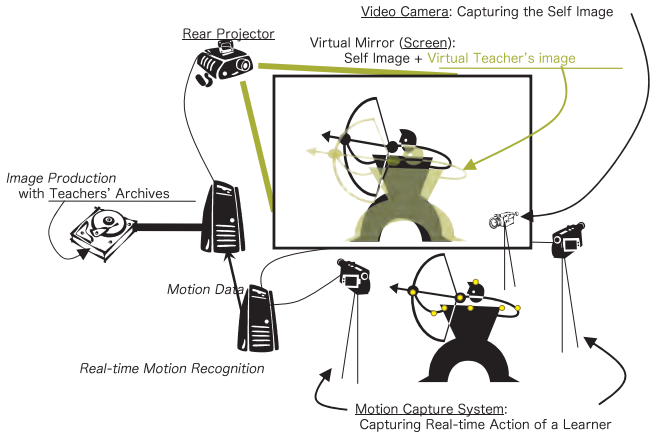


- 肘の左右の動き



技の教授システム

倉本　到　(情報工学)



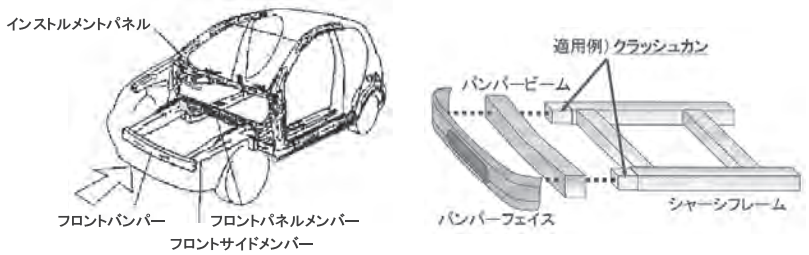
10.　自動車と運航体の衝突安全に関する研究会

代表者：濱田泰以(先端ファイブロ科学)

車体の軽量化
安全性の向上

→ 複合材料をエネルギ吸収部材として利用することが注目

- 組物技術を用いた自動車構造物のクラッシュエレメント



12.　伝統産業と３次元画像アーカイブ分科会

代表者：久保田敏弘　京都工芸繊維大学　名誉教授

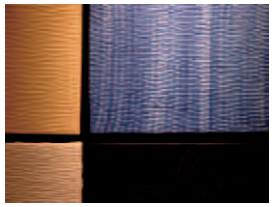
共同研究企業数　２、学内教員数　４

【研究内容】　日本、とりわけ京都には多くの伝統行事・文化財・風情・景観・伝統工芸品などがある。これらの貴重な文化資産を記録し次世代に引き継いでゆくことは必要かつ価値あることである。本分科会では、伝統産業を初めとする優れた文化的価値のある資産を真の３次元画像として記録・保存し、データベース化することを目的として、３次元情報の取り込み、記録、表示、評価の方法を開発し、伝統産業の普及と振興を目指すものである。伝統産業のもつ美しさ、繊細さ、力強さを３次元画像形成の先端技術で広く紹介し再認識の機会を与えて新しい展開を図ること、そして、そこから新たな伝統産業と技術が生まれてくることが期待できる分科会にしたい。

【活動予定】
・３次元画像関連技術についての最新情報、文化資産、伝統産業への応用例などの紹介
・見学会、講演会、研究会
・情報交換を行うための会合
などを適時開く予定。

絞りの可能性を空間に（壁面照明パネル）　　京都絞りフェア（銀座2006年11月）
絞りの技術は模様を描き出すだけでなく独特の質感、素材感を生み出す

中野仁人（造形工学）



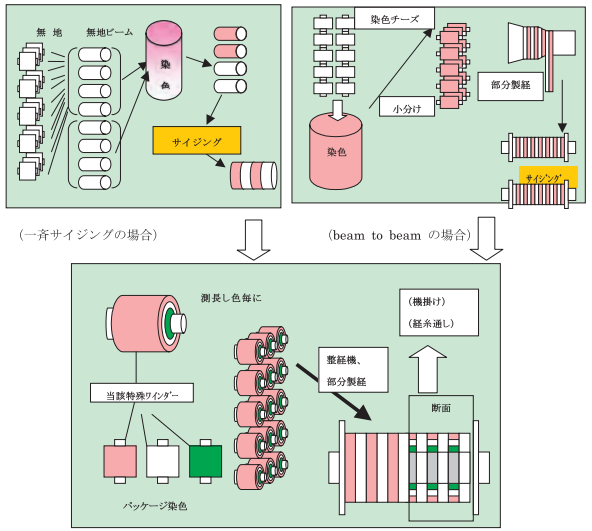
第1回ものづくり日本大賞　内閣総理大臣賞

世界初　「多品種小ロット織物生産システム」　の開発

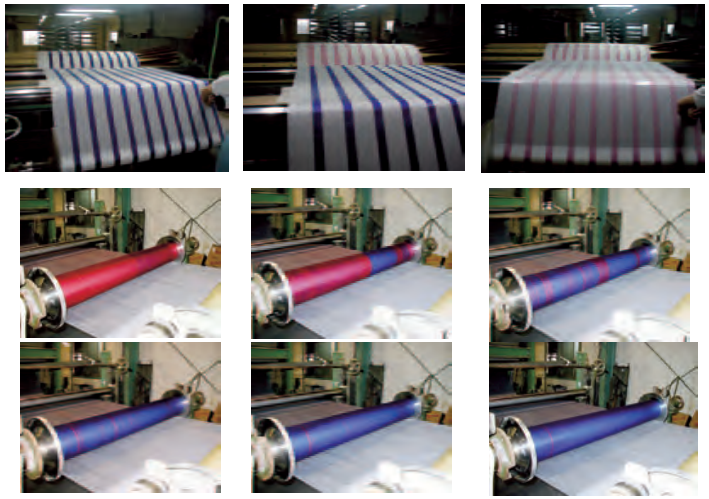
- （株）片山商店　片山象三
- 元京都工芸繊維大学　西村太良
- 兵庫県立工業技術センター　小柴和彦、古谷　稔、藤田浩行
- 村田機械（株）美馬博志
- 西角綿業（株）西角博文
- 牧村織物（株）村上博和
- （株）丸萬商店　丸山恒生
- 播磨織工業協同組合　武内康隆

など、20社80名余が開発に参加

従来の工程との比較



経糸（ﾀﾃｲﾄ）を整経している現場写真
（青い柄がピンクの柄に連続的に変わる様子）



「青のチェック柄」と「赤のチェック柄」が連続して生産されています。
この前後にも「違う柄」を生産しています。
このように「2色柄」以上を一度に生産する手法は、世界でも例がありません。

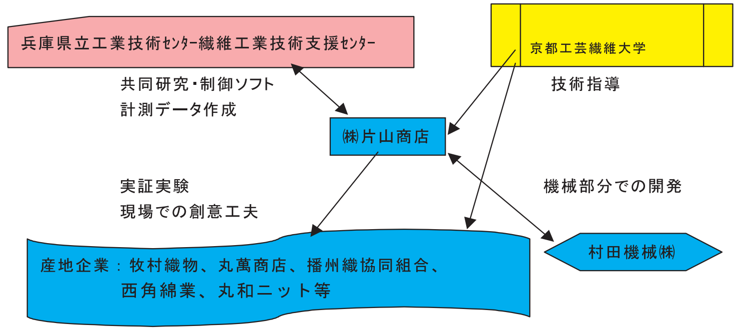
経営貢献度

ロット/配色	従来の製品原価/M	当該技術の製品原価/M	コスト削減率 %	糸ロスの削減率 %
50m×3色柄	3，025円	1，161円	62	66
300m×3色柄	695円	347円	50	66
500m×3色柄	509円	310円	39	66
50m×6色柄	3，025円	696円	77	83
300m×6色柄	695円	306円	56	83
500m×6色柄	509円	299円	41	83
50m×8色柄	3，025円	579円	89	88

ジャパンクリーション受賞作品

開発グループ構成

以下表のように産　官　学連携で開発を行った。
①基本ｱｲﾃﾞｱ・設計＝㈱片山商店　②技術指導＝京都工芸繊維大学
③共同研究・機械制御ｿﾌﾄｳｴｱｰ,生地ﾃﾞｻﾞｲﾝ＝兵庫県立工業技術ｾﾝﾀｰ繊維工業技術支援ｾﾝﾀｰ
④機械設計製造＝村田機械㈱　⑤実証実験、現場手順の確立＝産地企業



知的伝産拠点形成のために

故きをもって新しきを知る・自然に根ざした伝統工芸と科学技術の場の構築はできているか？
新・伝産研究会の成果はバラ色か？

■トップダウン（求心力）
■目的の明確化（基礎、応用）（保存、継承、啓発）

■大学の持つシーズの宣伝
■緊急のニーズへの対応
■共働の持続性
■デザインマネージメント　コンセプト（機能）から販売（感動）まで）
■人間中心設計（誰の何のためのデザイン）

■ひとづくり
徳は才の主にして、才は徳の奴なり　［洪応明（菜根譚）］

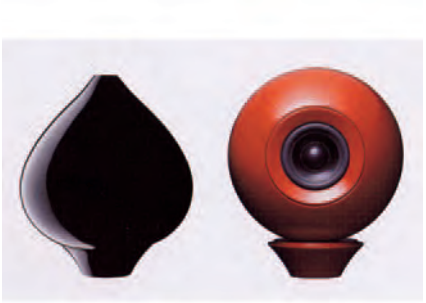
ご清聴ありがとうございました。

是非、新・伝産研究会へ一度お越しください。
次回は平成19年3月5日（月）です。

「伝統産業とデザイン」

船曳鴻紅

東京デザインセンター代表
日本デザインコンサルタント協会代表幹事



「メイド・イン・ニッポン」

これまで日本の製造業の強みは、先進諸国の間でもまれに見る技術者・ワーカーの高いモラルにあると言われてきた。一昔前で言えば大工棟梁や指物、漆芸といった職人芸を追求する我々の DNA が、IT に代表される先端技術の世界にあっても、とことん細部の仕上がりにこだわる職人意識を保証してきたのである。

今、日本では、「伝統資源（伝統技術や材料）」の活用を、我が国の競争力強化のために積極的に行っていこうという機運が高まっている。そこには私たちが失っていく日本の技へのノスタルジーもあるが、それ以上に 21 世紀の世界で図らずも先端グループに位置してしまった日本が、これからどういう舵取りを自力で行なっていくか、という時の手がかりとする意味合いが濃い。人、技術、技能、材料といったものに現れる、地域に根ざした伝統産業の文化。そういった文化遺伝子と言ってもよいようなものの戦略的活用が図られ始めているのだろう。

21 世紀に入り、世界経済にとっては BRICs（ブラジル、ロシア、インド、中国）が最大の消費マーケットとなる時代になった。対して日本は、今やモノやサービスが氾濫する豊か過ぎるほどの社会であり、もはや商品の一次的効用だけでは欲望を喚起できない成熟した市場となっている。その飽食日本で消費者に満足を与え、社会的にその価値を認められる商品というのは、高い品質や機能だけでなく、消費者の鋭い感性や嗜好に耐えるためのソフトを内包している商品でなければならない。ソフトとは即ち、美的価値、文化価値、公共価値（環境対応など）であり、さらにこれからは消費者個々の要望に対応するカスタマイズ性も加わってくる。製造業が飛躍的に伸びた 20 世紀の大量生産・大量消費型社会から、今世紀は持続的な発展を志向する社会へと転換していく中で、私達が私達の文化として継承してきた人間の技や美意識を再認識していくことが益々重要性を増してきていると感じる。

「JAPAN OLD&NEW」展の開催

あらゆるデザインの業務分野で活躍するコンサルタントの集団である「日本デザインコンサルタント協会（JDCA）」は、その多様な専門分野を背景に産業の資源や技術をたくみにコーディネートして様々な社会活動を行ってきた。特に近年は、ますます劣化していく地域の産業基盤をどう支えるのか、さらに地域に残る伝統技術という資産をどう継承し活用するか、といったことに取り組んでいる。

その試みとして昨年は石川県金沢市にてデザイン会議「日本のデザインに地域の資産を活かす」を開催し、中部・北陸のメーカー、自治体デザイン政策関係者を集めて熱い議論を交わす場とした。続いて今年に入って、全国商工連合会が行ったJAPANブランド育成支援事業を検証するフォーラム「JAPANブランドを考える」を主催。またこの夏は、(独)日本産業デザイン振興会の50周年記念フェアで「地域産業とデザイン」がテーマの「JAPAN OLD&NEW」展を開催している。

これまでJDCA会員が関わってきた地域産業のコンサルティングは、北海道から沖縄まで、個別の企業単位から県単位まで数多くあり、それらの活動の中で多くのすぐれた企業に出会っている。地方経済にあって、長い低迷で疲れ切った心を前向きにさせる一番の特効薬は、その地域でめざましい成功事例を作り出すことだ。「JAPAN OLD&NEW」展では、すぐれたデザインコンサルティングの導入や経営者自らがデザインマネイジメントを行った結果大きな成果をあげている企業を積極的に紹介し、各地の地場産業従事者の方々に生きたテキストとして参考にしていただくことを企図した。

「デザインコンサルティング」

一般的に、デザインというのは、デザイナーという職種の人間によって生み出される視覚的な表現だと思われている。もう少し広げてもユニバーサルデザインという観点で、使い勝手などの機能面を工夫することぐらいにしか思われていない。ここであらためて強調したいのは、まず「デザイン」とは、外形の意匠のことだけではないことだ。ヨーロッパでは企業内のデザイン部署は「設計」を行う「デザインの分かるエンジニア」もしくは「エンジニアリングが分かるデザイナー」であり、単なる外形意匠は「スタイリング」と呼ばれ、多くの場合それ専門のデザイナーに外注される。基本的に「デザインする」とは市場のニーズを先取りする先見性であり、生活文化と技術を結びつける方法論だと考える。

実際にデザイン関係者が商品開発に関わるときクライアントから求められることは、まず市場で認知され他社商品に対しても競争力を持つ、何らかの新しい価値を生み出すことだ。デザインコンサルタントは、企業や産業が抱える問題の解決にあたって、より効率的で質の高いデザイン能力の導入とその戦略的な活用を図る。特に重要なのは様々な事業開発や施策の発案の時点であり、そこでの方向付けが狂っていると、後々それを修正するのに甚大なコストとエネルギーが負荷としてかかってしまう。それを避けるには豊富な現場体験に裏付けされた適切なアドバイスが必要となるのだが、残念ながら日本においては企業も政府関連事業も、その重要性についての認識があまりに低い。その結果、社会的に不

要なもしくは不適切なものを作り出してしまって大きなロスを生んでしまっている。最後のところでスタイリングさえ専門デザイナーに頼めばデザインをしたことになると考えずに、企業も自治体も、ぜひ開発の初期段階からデザインの専門家を参加させてほしいと思う。

「JAPAN BRAND」

この２～３年にわかに脚光を浴び始めているのが、日本文化をいかにブランディング（商品化）できるかという動きだ。例えば中小企業庁が全国商工連合会に委託した「JAPANブランド」、経産省商務情報局の呼びかけで始まった民間企業の「新日本様式協議会」、文科省の「温新知故産業創出プロジェクト」など、それぞれの因ってきたる背景はあるにせよ、それらに共通するのは日本の伝統文化に世界競争力をもつ要素を探していこう、そして開発できた製品に JAPAN 印をつけて世界に発信していこうという動きである。

これらは正しく機能すれば、西洋化が進む社会の中での伝統文化の保存の問題を現実に即して解決することができる。伝統を「守る」という姿勢ではなく、それに工夫を加え今日に活かして、今を生きる私達の資源とするという企てである。そのこと自体は正しいのだが、理念は現実に落とし込まれたときが肝心で、実際、上記の動きも決して成功しているとは言い難い状況だ。第一に、製品開発プロジェクトに補助金をつけた場合、参加団体に真剣さが欠ける点があげられる。道路や箱物行政として地方で行われてきたことが、規模は違うが今度はソフト面で展開している。第二に、きちんとした事業評価がなされていない。それは企画段階からしてそうである。流通や企画のプロの目が入っていないために、職人たちが結果として「売れないもの」に付き合わされた例が少なからずある。

例えば、様々な地域のデザイン振興策の中で最も有効に機能していると評価される「JAPAN ブランド」事業（毎年 30 件ほどの認定事業がある）でさえ、まあまあ成功と言えるのはわずかの例でしかない。

一例として Y 県 H 市の場合をあげると、県内で問題化している（とされる？）放置竹林を、新しい竹林業を起こして解決しようという「JAPAN ブランド」が進行中である。２年間でおおよそ 3000 万円の補助金を得て、北欧のデザイナーに商品開発を依頼し国内外で展示会を行った結果、北欧のメーカーとの間で竹製家具の販売契約を獲得できた成功事例とされている。さらに地元の商工会議所を中心として６億円ほどが共同出資され、大量受注に向けての工場がほぼ完成間近でもある。しかし実態は最初の１年、市場開拓のためのサンプル的な輸出ができただけで、その後はたして輸出が継続できるかどうかは疑問だ。北欧メーカーはバルト海沿岸の工場で、アジアからの輸入竹材によって生産することを準備中である。結局、企画段階で日本製品がどのような競争力を、価格面で、品質面で、流通面で、持てるかを検証しないまま安易な事業計画を立ててしまった弱さが表れている。

地場産業、特に伝統産業の現場の人たちは今必死である。バブルの頃一時良い思いをしただけに、この 10 年間の売り上げの落ち込みは特に激しい。全国平均して、良いところでも１/2、1/3、ひどいところでは 1/10 となり産業として維持していくのが難しい状

況にある。しかしその中でも、それぞれの企業や地方の特性を生かした商品が、彼ら自身の手から生まれてきていたり、またその技術を全く別の分野に移植して成功している例もある。要はその芽を育てること、芽が育つように周囲の雑草を刈り取ることである。間違っても安易な企画や補助金で、雑草の種類を増やしてはならないと思う。

「技術と文化」

では、何が地域の中で生き残るのだろうか。または何を生き残らせようと私達は努力すべきなのだろうか。劇作家の山崎正和氏が日本の文化政策について、先日の新聞紙上で以下のように語っていた。

伝統の継承もうたわれているが、空疎な言葉だ。今の日本人にとって伝統とは何か。「古いものにも価値がある」という意味で伝統一般を愛するのはいいが、日本列島という地域で生まれた伝統に限って尊重しようというならば、それは愚かな発想だ。「グローバライゼーションの進行は止められないから、せめてその変化が一部の人々に不幸をもたらさぬよう、影響を和らげる対策を立てる」。それが今、良識ある政治家がやっていることだ。

同感である。「科学」が社会的認知を得る前は、職人の手による技術が私達人間の環境を整えていく手段としてあったのだろうが、その時代に戻らない以上、「職人」の職場を確保するために伝統技術を守ろうとするのはアナクロニズム以外の何ものでもない。例えて言えば、日本の農業を守ることが、ポピュリズム政治の手にかかると農業従事者や農協の既得権益保護になってしまうのと同根ではなかろうか。そうではなく、どう今日にその技術を生かせるのか、生かす意味があるのかを追求するのが、今を生きる私達の課題なのだ。

それには次の２つの視点を持ちたいと思う。一つは、地域の固有性と住民の創造性によって担保される人間文化の多様性の保持と、もう一つはそこに継承されてきた技術の発展・応用とその知的所有の問題である。

「文化のサステナビリティ」

急速に均質化や画一化が進みつつある世界において、それぞれの国や地域の文化の多様性をどのように守っていくかという課題は大きい。極度の貧困、飢餓はまず解決すべき第一の課題であるが、それと同レベルで考えるべきはそれぞれの文化圏に固有の生活様式や伝統の継承である。多様な民族や文化をかかえるだけでなく、歴史と伝統の厚みがどの地域よりもあるアジア諸国においては、この問題はより深刻だ。

価値の画一化は私たちが何千年にわたって積み重ねてきた多様な生活知を失うことであり、単一の価値体系の中に投げ込まれることによって起こる、崩されることのない南北格差の固定、価値のヒエラルキーにおける上層と下層の南北問題となる。またその固有の文化価値が先進国において高く評価された場合でも、例えばインドの寒村に突然大量のテキスタイルの注文が舞い込んで全生産をそちらにシフトさせたところが、１～２年の内に流行が終わり村の経済が逆に破綻してしまう、そういうことも起こっている。アジアのリーディング・ロールとして、日本がいかに多様な文化価値を継承できるかは、アジア諸国の

モデルにもなるはずである。

さらにコピーの問題についても考えたい。アジアの社会においては文化や知識の帰属や所有について、個人の財産権とされるよりは、民族や伝統の共有物とされる傾向がある。日本でも、戦後の産業デザイン施策がもっぱらコピーからの脱却を課題としたように、もともと日本人にとっては「模倣」は悪ではなく、それを改良させていくことが「物」を作る意味であった。生活用具の意匠にはコピーの積み重ねという面が元からあるので、社会的に害あるものとの間で線引きを明確にすることは難しいという現実がある。

しかし、先進諸国が積極的にそれをするとなると話は別だ。農産物などでこのところ話題になるのは米国の企業などが積極的に進める「遺伝子特許」の問題だが、デザインの世界でも同様のことは起こりうる。例えば伝統的な文様を意匠登録したり、土地に固有な自然素材や製法の名称を商標登録したりするのは簡単なことだろう。より深刻なのは、それらの材料を化学分析したり製法の解析を行って大量に生産し、昔からある製法に頼ってきた伝統産業を結果として市場から排除してしまう危険性である。そのように世界の各地に残る伝統文化を先進諸国の企業が安易に商品化していくことは、地域文化の多様性を守っていくためにも自制される必要があると思う。

最後に

私が関わっている「デザイン」の世界は、西欧においては「個性」であり、デザイナーが主役となる「人間の可能性の発現」であると思う。一方、日本においては、それはより無名的なもので、「作り手」より作られた「物」そのものが意味を持つ。例えば、日本で実際にインダストリアルデザインの仕事をしているのは、ほとんどインハウスのデザイナーだ。自分の名前でフリーランスに仕事をしているのはほんの一握りしかいない。

そこに見られるのは、人間中心主義とは違う、「物質主義」であると思う。ただしその「物質」とは、西欧型消費社会における「モノ」ではなく、「環境」そのものと言うこともできる。その意味で、日本人にとっては「物をつくる技術」は非常に価値が高いもので、決して「科学」の劣位におかれるものではない。もしくは一般人にとって「科学」はまだ移入されておらず、その位置はいまだに日本的アニマ観に漠然と支配されていると言えるかもしれない。日本人の得意技の「読み替え」も、もし「真理＝科学」であるならば容易には行えなかったはずだ。また日常の生活の中に「美」を見いだそうとする文化は何も日本だけの特許ではないのだが、日本の技芸がことに優れていたのは「技術の進化（＝工夫）」を、物を作る人々が常に意識していた点ではないかと思う。

創造力と文化力がなければこれからの日本はありえない、と多くの識者が語る。「技術も文化に向かう。今までインフラの整備を工学はやってきた。インフラをやっていれば、いつか文化は誰かが築いてくれるだろうと思ってきた。しかしこれからはインフラの上にどのような文化を築くか、ということを工学部も考えなければならない時代に入っている」と、最近、ある情報系の科学者が語っておられた。工学部から、新しいタイプのデザイナーが育ってくることを期待している。

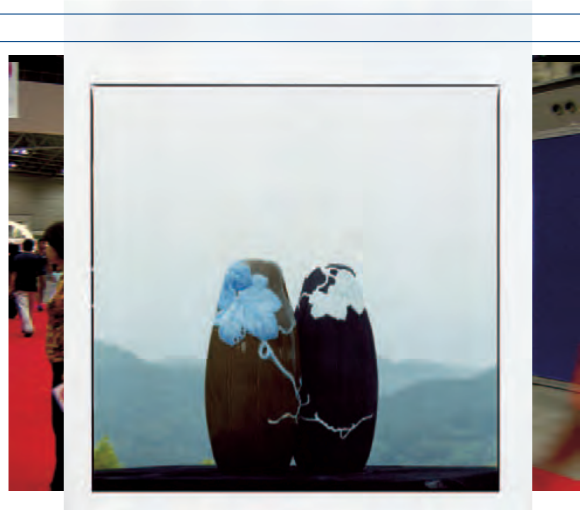
伝統産業とデザイン

船曳 鴻紅　日本デザインコンサルタント協会代表幹事

「JAPAN　OLD&NEW」展

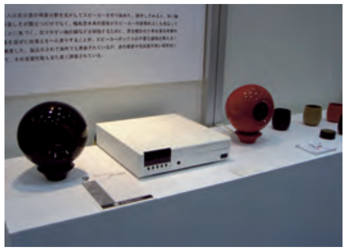
日本デザインコンサルタント協会主催

2006年8月23～26日　会場：東京ビッグサイト



「JAPAN　OLD&NEW」展

磁器　有田



漆　輪島

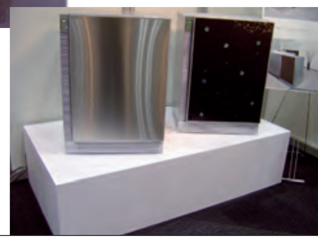
漆器　青森

「JAPAN　OLD&NEW」展

磁器　九谷

絞り　有松・鳴海

表面処理　高岡



漆　会津

デザインコンサルティング

有松・鳴海絞

絞り文様を出す
＝染色による柄だし

絞り込む技術を応用して形状記憶を起こす
＝ファブリックを三次元的（凹凸）に成形

チタン絞

チタンのスパッタリングをかけ繊維をメッキした状態にして、さらにその上に酸化チタンをコーティングしている

デザインコンサルティング

九谷和グラス

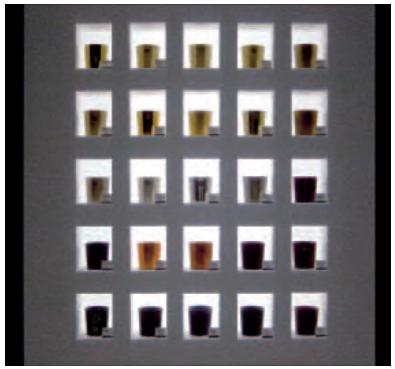
石川県能美市の九谷焼の清峰堂
石川県立九谷焼技術研修所
石川県立九谷焼試験センター
東京の松徳ガラス

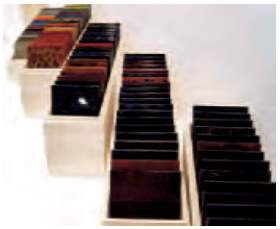
樹脂接着剤の使用によって、お互い異素材の母体を傷つけずに強力に接着するよう工夫している。

デザインコンサルティング

HIHILLプロジェクト

漆で140種、金属で40～50種、ガラスが20種程度ある手板。これらは塗りの見本ではなく、江戸時代以降古い技法が脈々とある技能の見本。和紙や金箔を張り込んだ漆、マルモの結晶を出した真鍮、米ぬかを塗って焼き模様を出した青銅など、多種多様な技法はどれも惚れ惚れするほど美しく、感動的だ。





デザインコンサルティング

坂本乙造（おとぞう）商店

熱に強く酸に強い“塗料や接着剤としての漆”の利点を生かした加工にも取り組み、その技術は漆以外のウレタンや金属を使っての溶射（金属の表面に、溶かした金属やセラミック材料の微粒子などを吹きつけて、皮膜を作ること。さびの防止や、表面を強化するなどの目的で行われる）技術にも発展させていった。

「ものづくり日本大賞」で経済産業大臣賞を受賞した日本航空のファーストクラス用シート。
FRP製で立体成形された本体に漆芸技術を組合わせた金属溶射がなされ、米国航空局の定める耐火性能をパスしている。

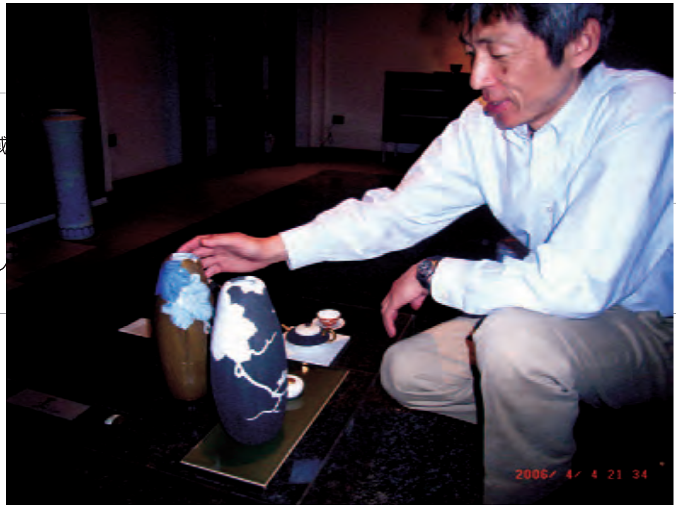
JAPAN BRAND

JAPAN BRANDの事例

技術と文化

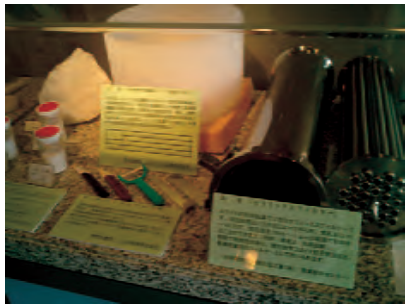
地域

そし



陶磁器の事例　長崎県・佐賀県

長崎県窯業センター



九谷焼　ソーラー表札

山忠　軽量磁器

エコポーセレイン

文化のサステナビリティ

文化のサステナビリティ

ミャンマー・トレード・センター

文化のサステナビリティ

フランス人経営の家具工場

物をつくること

Appendix 2. 見学先企業（有限会社 フクオカ機業）関係資料

有限会社　フクオカ機業

資本金　500万円　　従業員　7人
所在地／京都市上京区浄福寺通五辻東入一色町35-7
URL　http://www.fukuoka-k.co.jp
TEL/075-441-0235
FAX/075-441-0549

「炭素繊維，アラミド繊維を用いたハイ・ファブリックス」

得　意　分　野

当社では、炭素繊維、アラミド繊維、PBO繊維、高強度ポリエチレン繊維等、高性能繊維を用いた“ハイ・ファブリックス”の製織を行っています。

業　務　内　容

●西陣織の技術、ノウハウを生かしたハイ・ファブリックスの開発・製造
●帯地、几帳、能衣装等、西陣の技術を結集した高度な織物の製織
●コンピューターシステムによるデザイン開発
●高度精密織物製織時に用いる織機備品開発

提携希望内容

自動車・航空宇宙・産業・医療分野等の資材で、高性能繊維を用いたハイ・ファブリックスの応用・用途展開、共同開発を行う企業との提携を望みます。

提供する技術内容及び開発状況

炭素繊維、アラミド繊維、PBO繊維、高強度ポリエチレン繊維等、高性能繊維を用いたハイ・ファブリックスの設計、並びに製造技術

事　業　概　要

当社では、①西陣織の代表的なシャットル織機による帯地文様の緻密な製織技術、②炭素繊維、アラミド繊維、PBO繊維、高強度ポリエチレン繊維等、高性能繊維の高度精密製織技術[ハイ･ファブリックスの開発、製造技術]により、織物の三元組織（平織、朱子織、綾織）にて構成される耳付織物、必要性能の設計に応じた異種組織織物等を商品化しています。

これからは、①フロントエンド、デッキリッド、フード、ロアアーム等の自動車資材、②方向舵、ローターブレード、スポイラー、リヤファン等の航空資材、③癒着防止膜、人工骨強化資材等の生態適合性医療資材等、全てにおいて軽量化、強度を増した製品が求められ、高性能繊維を用いたハイ・ファブリックスの用途は拡大していきます。

主な応用分野・市場動向

●フロントエンド、デッキリッド、フード、ロアアーム等の自動車資材
●方向舵、ローターブレード、スポイラー、リヤファン等の航空資材
●癒着防止膜、人工骨強化資材等の生態適合性医療資材

これからは全てにおいて軽量化、強度を増した製品が求められ、その解決法として炭素繊維が使用されるようになっています。また、炭素繊維は生体適合性にも良いとも言われているので、今後、医療資材として幅広く利用されます。

15

フクオカ機業製　炭素繊維水浄化材・人工藻　製品紹介

〒602 − 8471
京都市上京区浄福寺通五辻東入一色町 35 番地の 7
有限会社　フクオカ機業
TEL：075 − 441 − 0235
FAX：075 − 441 − 0549
E-Mail：info@fukuoka-k.co.jp

●炭素繊維水浄化材・人工藻の特長

1．炭素繊維による水質浄化は、炭素繊維に固着した微生物によって、水中の汚濁物を付着し、付着した微生物によって分解し、浄化します。
2．海や環境水中に入れると、魚類が集まり、産卵も行なわれます。貝類も成長します。その他の水中生物も顕著に繁殖します。貝の付着によって、汚濁海水の浄化もできます。

従来の炭素繊維フィラメントが露出する水質浄化材では、大量の固着物があります。しかし、ハイファブリック織の浄化剤では、無機系も有機系も固着物量は極めて少ないですが、表面上には有用な固着物があります。ハイファブリク織の浄化材に無機系の固着物が付着すると、特異な挙動を示します。浄化材に固着した無機系の付着物は、徐々に剥がれだし、上部から下部に移動します。固着物は、水の緩やかな流れで、剥落し、それによって新しい炭素表面を作り、水中の汚濁物量を少なく、分解する事が可能となります。付着物の落下する箇所に受け器を設置しておけば、回収も可能となります。

従来の浄化材は、大量の固着物によって、水質を浄化しましたが、逆に長期間におよぶ水質浄化では困難でした。しかし、ハイファブリック織の浄化材は、持続可能な水質浄化が可能となりました。

●製品特長

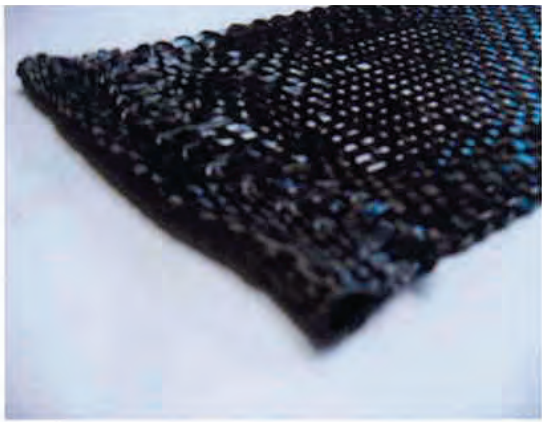
西陣織の技術を結集したフクオカ機業製炭素繊維藻は、織物の表面には微生物が固着しやすいように、起毛処理を施しています。炭素繊維のフィラメント部分はないので、大量の微生物の固着はありませんが、炭素繊維への起毛処理によって、水質浄化に必要な最小の微生物の固着は可能となり、それによって水質浄化を効果的に遂行することができます。

さらに、平面状であることから、微生物が大量に固着した場合には、表面の起毛部分以外は、剥落し、常に起毛した炭素繊維部分が露出する事となり、水質浄化を可能とし、機能を持続する事ができ、さらに耐久力もあります。

また、平面状のハイファブリック織の両端には炭素繊維ストランド部を露出させることも可能であり、初期の浄化効率をより高めるのに効果的です。

●商品規格

昆布型房状炭素繊維藻



両端をロープで通せる炭素繊維藻

（1枚あたり幅 15cm ／長さ 50cm・房 10cm）

※使用場所において、別の形状がよろしければオーダーメイドにて作製致します。弊社の炭素繊維藻は、幅は 1 cm ～ 100cm、長さは、 1 cm ～無限長さ、厚さは、0.1mm ～2mm、目付（密度）は、25mm/3 越～ 25mm/45 越まで製作可能です。

●実験データー

実験水槽（コンクリート製のU字溝をロの字状に連結。長さ 3.78 m、幅 0.3 m、深さ 0.29 m、内容積 0.86m^3）に炭素繊維製人工藻 13 枚を配置し、池水を流し入れ循環後、放流。流水と流出水の差から改善率を求めた。

表1　ハイファブリック織洗浄化材を用いた場合の水質分析結果

接触時間 [min]	pH		透視度		COD［ppm］		T-N［ppm］		T-P［ppm］	
	流入	流出	流入	流出	流入	流出	流入	流出	流入	流出
55	7.2	7.2	17	25	11.4	6.1	5.8	4.2	0.39	0.16
100	7.2	7.3	19	50	7.6	4.4	5.6	3.8	0.41	0.13
170	7.1	7.4	7	45	6.1	4.1	7.3	2.9	0.82	0.13

※ 1-1　平成 17 年5月 15 日テレビ朝日「素敵な宇宙船地球号」
台所から地球が見える～日本の知恵　炭　驚異のパワー～
2　平成 18 年 10 月1日テレビ朝日「素敵な宇宙船地球号」
大都会ドブ川の奇跡 vol. 2～よみがえれ水遊びの川大作戦～にて紹介される。

※2　参考文献：群馬高専　小島昭教授著「炭素、微生物と水環境をめぐって」東海大出版会

炭　素　繊　維

1．炭素繊維とは？

ポリアクリルニトル樹脂や石油、石炭からとれるピッチ等を繊維化して、その後、特殊な熱処理工程を経て作られる「微細なグラファイト結晶構造をもつ繊維状の炭素物質」です。

2．炭素繊維の種類

● PAN 系炭素繊維・・・アクリル繊維を炭素化して得られるもので、高強度・高弾性率の性質をもつ。一般に構造材料向け用途に使われている。

●ピッチ系炭素繊維・・・石油、石炭系ピッチを炭素化して得られるもので、製法の諸条件で、高強度・高弾性率の性質をもつのもある。又、熱伝導率や導電性の優れた性質をもち、それらの性質を生かして様々な用途に使われている。

3．炭素繊維の特徴・性質

「軽くて、強く、腐食しない」炭素繊維は、軽くて、優れた機械的な性質（高比強度、高比弾性率等）と炭素質からくる優れた特性（導電性、耐熱性、低熱膨張率、化学安定性、自己潤滑性、高熱伝導性、生体親和性等）を併せもつ為、色々な用途に幅広く使われています。

●比強度・比弾性率が高い
●耐熱酸化性が高い
●導電性、電波遮蔽性がある
●耐薬品性、耐食性に優れる
●寸法安定性が良好
●疲労・クリープ性がよい
●Ｘ線透過性がある
●振動減衰性に優れる
●耐摩擦性がある
●生体親和性が大きい

4．炭素繊維の応用事例

●炭素繊維とマトリックスの樹脂より構成される複合材料として、多様な性質が得られます。樹脂は、主にエポキシ樹脂、ビニルエステル樹脂等の熱硬化性樹脂、ナイロン、ポリカーボネート等の熱可塑性樹脂が使われています。

●阪神・淡路大震災がきっかけとなって、土木・建築の耐震補強を目的とする炭素繊維強化複合材料の需要が本格的になってきました。主に、既存の道路橋脚や床板、トンネルの補強財として多く使われています。また、電波障害対策としての需要も高まってきています。

●炭素繊維の特徴の１つである生体親和性を利用して、炭素繊維の表面に微生物を固着させ、その分解消化作用によって河川や池の水質を浄化させます。

●炭素繊維クロス（織物）においては、樹脂補強用強化材、CFRP 又は CFRTP の形態で航空宇宙機器、スポーツ用具、工業用途として使用されています。

炭素繊維の用途

航空宇宙	飛行機	１次構造材：主翼、尾翼、胴体 ２次構造材：補助翼、方向舵、昇降舵 内装材：フロアーパネル、ビーム、ラバトリー、座席
	ロケット	ノズルコーン、モーターケース
	人工衛星	アンテナ、太陽電池パネル、チューブトラス構造材
スポーツ	釣具	釣り竿、リール
	ゴルフ	シャフト、ヘッド、フェース板
	ラケット	テニス、バドミントン、スカッシュ
	海洋	ヨット、クルーザー、競技用ボート
	その他	野球バット、スキー板、スキーストック、剣道竹刀、和弓、洋弓、卓球、ビリヤード
産業資材	自動車	プロペラシャフト、レーシングカー、ボンネット
	自動二輪車	レース用カウル、マフラーカバー
	自転車	フレーム、ホイール、ハンドル
	車両・コンテナ	鉄道車体、リニアモーターカー車体、座席
	機械部品	繊維部品、板ばね、ロボットアーム、軸受、ギア、カム、ベアリングリテーナー
	高速回転体	遠心分離器ローター、ウラン濃縮筒、フライホイール、工業用ローラー、シャフト
	電子電気部品	パラボラアンテナ、音響スピーカー、VTR 部品、CD 部品、IC キャリアー
	圧力容器	油圧シリンダー、ボンベ
	化学装置	攪拌翼、パイプ、タンク
	医療機器	天板、カセッテ、X 線グリッド、手術用部品、車椅子
	土木建築	ケーブル、コンクリート補強材
	OA・事務機	プリンターの軸受、カム、ハウジング
	精密機器	カメラ部品、プラント部品
	耐食機器	ポンプ部品、プラント部品
	その他	樹脂型、洋傘、ヘルメット、面状発熱体、眼鏡フレーム

Appendix 3. 地域「伝産学官連携」関係資料

⑴ 地域「伝産学官連携」からのイノベーション創出による個性と特色ある知識社会の創造（「知識社会とは何か？」懸賞論文特別賞　2006 年 7 月）

⑵ 地域「伝産学官連携」による地域イノベーション創出からの個性と特色ある知識社会の創造（第 11 回伝統技術と先端技術の融合化研究会　2006 年 11 月）

「知識社会とは何か？」― 25 年後に実現させたい知識社会の姿―
懸賞論文特別賞（2006 年 7 月）

地域「伝産学官連携」からのイノベーション創出による個性と特色ある知識社会の創造

（独）科学技術振興機構研究開発戦略センター
岡本信司

1．はじめに

バブル崩壊後の「失われた 10 年」と呼ばれる経済停滞期からの脱却が図られ、景気拡大期間がバブル期を抜いた今日、「少子高齢化」や「格差社会」といった様々な問題がクローズアップされている。

我々は、一体これから何処に向かうのか、いや何処に向かうべきなのであろうか？

本論文では、25 年後における知識社会の実現に向けた原動力の一つとして、現在も重要政策課題である「地域からのイノベーション（科学的発見や技術的発明を洞察力と融合し発展させ、新たな社会的価値や経済的価値を生み出す革新：第３期科学技術基本計画より）」に着目して、地域における伝統工芸･産業などを基盤とした科学技術を活用した「伝産学官連携」（伝統工芸・産業と大学、国及び地方自治体、産業界との有機的な連携）推進からのイノベーション創出による個性と特色ある知識社会の創造を提言する。

本論文の構成であるが、まず、25 年後に実現させたい知識社会を検討するにあたって、その背景となる 25 年後の社会はどうなっているのか、その想定される社会状況について検討する。次に 25 年後の知識社会の実現のための方策として、地域からのイノベーション創出を取り上げ、その現状と課題及び海外での成功事例等を分析して、地域における伝統工芸・産業などを基盤とした科学技術を活用した「伝産学官連携」推進からのイノベーション創出による個性と特色ある知識社会の創造を提言する。

2．25 年後の社会的状況について

25 年後の想定される社会的状況であるが、各種統計資料等で既に顕著な問題となりつつある「少子高齢化」、「格差社会」の一層の進行が予想される。

「少子高齢化」については、2030 年に現在よりも約 1000 万人程度人口が減少、約５人に１人が 75 歳以上の超高齢社会になるとともに、地域では 2030 年までに地方中枢・中核都市の１時間圏外や人口規模３万人未満の市町村において、約 20%の大きな人口減少が見込まれている。

また、「格差社会」については、将来に希望が持てる人と努力しても報われないと考えて将来に希望が持てない人に二層化する「希望格差社会」や「下流社会」と呼ばれるような所得、学歴、就労意欲等による階層化の深刻化とともに、グローバル化や情報化の進展による都市部と地方との「地域格差」が一層拡大することが懸念されている。

25 年後にこれらの課題を解決して新たな知識社会を実現するためには、我が国の最大

の特徴・利点とも言うべき高い教育水準を持った人的資源とこれまで培われてきた科学技術を活用したイノベーション創出による新たな知識社会の実現が必要である。

新たなイノベーション創出によって需要と雇用が生まれ、その需要が新たなイノベーションを生む「イノベーションと需要・雇用の好循環メカニズム」を有効に機能させる必要がある。

では、どのような新たなイノベーション創出に向けての方策があり得るのであろうか？

イノベーション創出の方策として、例えば大学等における目的指向型基礎研究の充実や産学官連携活動の一層の推進等が考えられるが、先進諸国における成功事例を見るまでもなく、我が国においても地方分権の推進による地域の自立化、地域格差の解消のためにも地域におけるイノベーション創出が不可欠である。

3．地域からのイノベーション創出の推進

⑴ 現状と課題

地域における科学技術振興は、1995 年 11 月に公布・施行された科学技術基本法及び同法第 9 条に基づく科学技術基本計画において、地域における科学技術の振興（第 1 期科学技術基本計画）から、その一環としての地域における知的クラスターの形成（第 2 期科学技術基本計画）といった重要政策課題として推進されており、現行の第 3 期科学技術基本計画（2006 年 3 月閣議決定、対象期間 2006 ～ 2010 年度）においては、地域イノベーション・システムの構築と活力ある地域づくりとして、地域クラスターの形成等が掲げられている。

このように、地域におけるイノベーションの振興は、現在においてもプライオリティの高い政策であり、文部科学省の知的クラスター創成事業、都市エリア産学官連携促進事業、経済産業省の産業クラスター計画、地域再生本部のイニシアティブによる地域の知の拠点創出における地域再生計画等が実施されている。

さらに総合科学技術会議においては、地域科学技術クラスター連携施策群として、関係各省施策の連携が図られている。

しかしながら、地方分権推進の流れを受けて、国庫補助負担金の改革、税源委譲、地方交付税の改革、国による関与・規制の見直し等のいわゆる「三位一体改革」が推進されているところであるが、国（中央政府）と地方自治体その他様々な利害関係者の思惑が対立して、その進展が見えない。

また、地域においては、今後、我が国が直面する本格的な高齢化等が既に顕在化しており、東京等の大都市圏と地方都市との労働力人口、就業機会、住民サービス等に関する地域格差が一段と広がっている。

⑵ 諸外国の事例～フィンランドにおける地域クラスターの成功

諸外国における地域イノベーションの成功事例としては、フィンランドにおける COE（Center of Expertise）による地域クラスターの形成が参考になると思われる。

1990 年代初頭のソ連・東欧諸国の崩壊等による経済危機（1990 年から４年連続でマイナス経済成長、1994 年失業率約 20%等）に直面したフィンランドは、我が国の大規模都道府県に相当する人口 500 万強の小国で、政府組織がシンプルであることの特長を生かし、「科学技術政策審議会」（議長：首相、関係閣僚・産業界関係者等で構成）のイニシアティブで新産業創出、企業化の促進等を推進した。

特に 1994 年に地域アイデンティティ重視・ポテンシャル活用の COE（Center of Expertise）プログラムの導入による地域産業振興の推進によって、オウル市（IT、医療分野）、ヘルシンキ市（バイオ）等の地域クラスターが形成された。

これらのクラスター形成寄与３要素としては、

①地域に存在するポテンシャルの活用による地域に即した産業分野を重点的に振興する地域産業政策

②産学官の協力促進のための施策

③企業、大学からのスピンオフによる企業化を容易にするビジネス・インキュベーション施策

が挙げられている。

このフィンランドの成功事例について我が国と比較すると、我が国における地域クラスター政策（知的クラスター創成事業、産業クラスター計画等）の課題として指摘されているのは、地域クラスター対象分野の多くが科学技術基本計画における重点分野、特にライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料の４分野に偏っており、地域の個性や特色が十分に発揮されていない点である。

⑶　25 年後に目指すべき地域イノベーション

25 年後に目指すべき地域イノベーションは、現行の地域クラスター政策の継続的な推進に加えて、地域の個性と特色を生かした新たな発想によるイノベーションが求められる。

地域の個性と特色を生かした新たな発想として考えられるのは、我が国に 205 箇所あるといわれる地域における伝統工芸・産業である。

我が国がこれまで培ってきた地域における伝統工芸・産業には、科学技術の英知が隠されている。

例えば、岡山の備前焼模様の「ひだすき」とは、稲藁を巻いて焼くことによって赤色に発色することを称するが、この赤色模様の微細構造と生成過程を科学的に分析すると温度制御と酸素分圧の定量的制御によって、赤色模様の色調の制御と再現が可能になる。

また、京都や金沢の伝統工芸である金箔は、ナノテクに近い技術で作られており、純金にわずかな銀や銅を加えた金合金を百分の１ミリまでロール圧延機で伸ばした後、職人の手で箔打紙と呼ばれる渋柿や卵白を混ぜて藁の灰汁につけた手漉き和紙をはさんで打つことにより外国製の金箔よりもはるかに薄い厚さ 100 ～ 200 ナノメートルの金箔が誕生する。

これら地域の伝統工芸・産業における「暗黙知」を科学技術によって「形式知」として

表出化させて産業化に結びつけば、新たな地域からのイノベーションが創出できる。

これらを実現するためには、「伝産学官連携」（伝統工芸・産業と地域における大学や公設試験研究機関（公設試）との連携による知識の形式知・表出化、さらに産業界との連携による形式知の融合と発展からのイノベーション創出、各種連携活動の官による各種支援方策の実施）を推進すべきである。

その具体的方策として、伝統工芸技術を伝承してきたシニアをものづくりの指導者、例えば「ものづくりマイスター」として活用しながら、伝統工芸の従事者が研究支援制度（大学等の受託研究員制度に研究経費と間接経費を加えた制度を創設）によって、大学等の研究者と共同して、地域の大学や公設試において計測装置等を使用した先端科学技術による伝統技術の解析を行う。

地域の大学等においては、共用施設・設備の管理運営を合同会社（出資者が有限責任のみを負ってその意志を反映しやすい新たな会社形態）あるいは NPO 形態の大学発ベンチャー等による研究支援組織が担うことによって、共用施設･設備の有効かつ円滑な運用、外部資金の獲得、人材育成・確保を図る。

その形式知となった科学技術を産業界との連携によって新たな産業へ展開していくための研究開発を実施する。

これら全般の研究開発活動を国（中央政府）と地方自治体の適切な役割分担（地方自治体のイニシアティブによる国とのマッチング・ファンドの創設等）のもとで各種制度等による支援を行う、といったシステムを構築する。

また、伝統工芸・産業においても、いわゆる３Ｋを忌避する若年労働者等、後継者の不足により、熟練工の技術の伝承が危ぶまれているが、伝統によって培われてきた技術に、若者の新しい感性、例えば世界に通用するアニメーションやゲームなどのコンテンツを作る若い感性が融合することで､新たな付加価値が加わった「新･伝統技術」のイノベーションが創出される。

これらの伝統工芸・産業の科学技術による形式知・表出化は、子供達や一般の人々への科学技術に対する理解増進の有効な手段として活用できるだけでなく、観光産業への展開によって、新たな地域観光産業クラスターを形成していくことも可能である。

我が国の歴史を振り返ってみると、徳川幕藩体制における各藩の生き残りをかけた地域振興のための伝統工芸をはじめとする特産品奨励施策があった。

伝統工芸・産業の活用は、弁証法的な「正・反・合」による発展・展開、すなわち歴史を振り返って、過去からの遺産に新たな付加価値を加える事で復古・復活を果たすという歴史のスパイラル（螺旋）的な発展・展開とも言える。

さらに、既に地域で顕在化している高齢化の問題については、健康介護等地域のニーズに対応したイノベーションが期待できるとともに地域で若年層からユーザーでもある高齢者といった幅広い年齢層向けに良質な就業機会を提供できる。

少子高齢化・人口減少、特に労働力人口の減少に対しては、潜在労働力である 60 歳代の有効活用が必要で定年後の新たな活躍の場として、都会を離れた住みやすい地域におけ

るイノベーションによる様々な雇用機会の提供が期待されるとともに、これからより深刻な問題となっていくと思われるニート対策としても、若者の新しい感性を有効に活用した「クールな」伝統工芸・産業の復古・復活は、新たな雇用機会の拡大として期待できる。

4．まとめ～ 25 年後のあるべき知識社会～

地域からのイノベーション・モデルの構築は、各地域におけるイノベーション活動の競争・連携の相互作用によるシナジー（相乗）効果での一層の進展と新しい展開とともに、国家レベルのナショナル・イノベーション・モデルのアナロジー（類比）として期待できる。

今後の 10 年間が、「失われた 10 年」からの真の脱却と新たな再生と発展に向けた「残された 10 年」として、正念場ともいえる重要な時期である。

今後、新たな地域イノベーション創出に向けた革新的な政策が展開されることで、個性と特色ある知識社会が創造されることを強く祈念する。

参考文献

・平成７年法律第 130 号、科学技術基本法（1995）。
・閣議決定、科学技術基本計画〔第１期（1996）、第２期（2001）、第３期（2006）〕。
・経済財政諮問会議、日本 21 世紀ビジョン（2006）。
・経済産業省、新経済成長戦略（案）平成 18 年４月（2006）。
・新しい日本を作る国民会議（21 世紀臨調）他、地方財政自立改革宣言〔第５弾〕平成 18 年５月 17 日（2006）。
・三浦　展、下流社会　新たな階層集団の出現、光文社新書（2005）。
・姜　娟、原山優子、「地域科学技術政策」の展開―欧米との対比に見る日本の場合―、研究技術計画、Vol.20、No.1、63-77（2005）。
・姜　娟、原山優子、「クラスター計画」と「産学連携」、研究技術計画、Vol.20、No.1、4-11（2005）。
・山崎朗 編、クラスター戦略、有斐閣選書（2002）。
・石倉洋子、藤田章久、前田昇、金井一頼、山崎朗、日本の産業クラスター戦略、有斐閣（2003）。
・科学技術政策研究所第３調査研究グループ、地域イノベーションの成功要因及び促進政策に関する調査研究、POLICY STUDY No.9、文部科学省科学技術政策研究所（2004）。
・政府・与党、三位一体の改革について　平成 16 年 11 月 26 日（2005）。
・ロレアル アート アンド サイエンス ファンデーション、科学と芸術の創造的な出会い（2005）。
・京都ナノテククラスター本部編、洛中洛外ナノテクばなし、日刊工業新聞社（2006）。
・平成 17 年法律第 86 号、会社法（2005）。
・田坂広志、使える弁証法、東洋経済新報社（2005）。

地域「伝産学官連携」による地域イノベーション創出からの個性と特色ある知識社会の創造

現状における課題と将来に向けた提言

第11回伝統技術と先端技術の融合化研究会
2006年11月6日

（独）科学技術振興機構　研究開発戦略センター
岡本信司

発表概要

- 地域の個性と特色を生かした伝統工芸産業などを基盤とする科学技術を活用した「伝産学官連携」（伝統工芸産業と地域における大学や公設試験研究機関との連携による知識の形式知・表出化、さらに産業界との連携による形式知の融合と発展からのイノベーション創出、各種連携活動の国及び地方公共団体の各種支援方策の実施）推進によるイノベーション創出からの地域クラスター形成をはじめとする地域活性化・知識社会の創造に関する課題と提言

地域におけるイノベーション政策の変遷と現状

- 科学技術基本法（‘95）：地方公共団体の責務等
- 科学技術基本計画
  - 第1期（’96-’00）：「地域における科学技術の振興」
  - 第2期（’01-’05）：「地域における科学技術の振興のための環境整備」として、「知的クラスター」の形成等
  - 第3期（’06-’10）：「地域イノベーション・システムの構築と活力ある地域づくり」として、地域クラスターの形成（国際優位性を評価した世界レベルのクラスターへの重点支援、小規模でも地域の特色を生かした強みを持つクラスターの育成）等

地域イノベーション・システム構築に向けた関連施策

- 文部科学省（H18予算：172億円）
  - 知的クラスター創成事業（18地域：本年度11地域終了評価）
  - 都市エリア型産学官連携促進事業（31地域）
- （独）科学技術振興機構（JST）（H18予算：72億円）
  - 地域イノベーション創出総合支援事業
    - **地域結集型共同研究事業、重点地域研究開発推進プログラム（シーズ発掘試験、育成研究、研究成果活用プラザ等）等**
- 経済産業省（H18予算：576億円）
  - 産業クラスター第Ⅱ期計画（17プロジェクト）
- 地域再生本部
  - 「地域の知の拠点再生プログラム」→地域再生計画

現在と25年後の地域における社会的状況

（現状）

地域における高齢化の顕在化等地域格差の拡大、、地方分権推進（国庫補助負担金の改革、税源移譲、地方交付税の改革等「三位一体改革」）に対する根強い抵抗

（2030年頃）

知識社会の創造のためには新たなイノベーション創出が不可欠

- 少子高齢化→2030年に現在よりも約1000万人減少、5人に1人が75才以上、地域中小都市で20%の人口減少
- 格差社会→二層化「希望格差社会」、「下流社会」
- 地域格差→高齢化、就業機会、教育、行政サービス

4

今後目指すべき地域イノベーションのあり方

- 現状の地域イノベーション、クラスター政策の課題

重点4分野等への偏向、必ずしも地域の個性や特色が生かされていない

- 地域における伝統工芸産業をはじめとする地域資源の有効活用したイノベーション→新たなる地域イノベーション創出のヒント
  - 福田金属箔粉工業（株）：京都

    1700年の金銀箔粉商いから最先端微粒子加工技術の国際展開、プリント基板用電解銅箔世界シェア約10%
  - 日立金属安来工場：島根

    たたら製鉄技術を応用した特殊鋼（HⅡロケット・ボルトカッター、近視矯正施術角膜切開用ケラトーム等）

伝統工芸産業の課題

- グローバル化、生活様式変化等に伴う伝統工芸産業の需要の低下、経営難、後継者難

新規市場の開拓、地域ブランド・デザインの重要性、若者の新しい感性の活用と人材育成、政府の伝統産業保護政策（文化財保護法’50）の再検討？

6

地域「伝産学官連携」の推進によるイノベーション創出・クラスター構築

「伝産学官連携」（伝統工芸産業と地域における大学や公設試験研究機関との連携による知識の形式知・表出化、さらに産業界との連携による形式知の融合と発展からのイノベーション創出、各種連携活動の国及び地方公共団体の各種支援方策の実施）推進からのイノベーション創出・クラスター構築による地域活性化・知識社会の創造

7

「伝産学官連携」による発展的支援方策検討のためのモデル事例

（京都工芸繊維大学の取組）

- 「伝統技術と先端技術の融合化研究会（伝産研究会）」（12分科会）
- 科学技術振興調整費：地域再生人材創出拠点形成（H18～：伝統みらい研究センター）

「伝統技能と科学技術の融合による先進的ものづくりのための人材育成」

- 平成18年度現代的教育ニーズ取組支援プログラム（総合教育センター他）

「創造性豊かな国際的工科系専門技術者の育成ー伝統からイノベーションへ・ローカルからグローバルへ」

地域「伝産学官連携」における政策提言 (1/3)

（1）「伝統工芸ものづくりマイスター」（仮称）制度による伝統工芸技能者の活用と伝統工芸従事者への研究支援

- 既に複数の自治体等で置かれている「ものづくりマイスター」について「伝統工芸」に特化した国の認定制度設立
- 大学・公設試で伝統工芸従事者を受託研究員として採用、研究経費と間接経費を支援する制度の創設
- 大学等における各種計測機器の有効活用による伝統技術の解明

（2）「伝統工芸産業工学」の学際領域確立と人材育成の推進

- 伝統技術・技能の継承、他分野との融合等による先端技術への応用、地域ブランド・デザインの創造、伝統工芸産業をサポートする社会システム等で構成される「伝統工芸産業工学」学際領域の確立と若い感性及び団塊の世代を活用した人材育成

9

地域「伝産学官連携」における政策提言（2/3）

（3）形式知となった伝統工芸の科学技術の産業界との連携支援

- 形式知となった科学技術を伝統工芸に特化した研究支援制度創設による産業界との連携による発展支援（文科省H19概算要求「異分野融合研究プログラム」10億円要求中　等）
- 国と地方公共団体との適切な役割分担（地方公共団体のイノシアティブによる国とのマッチング・ファンドの創設等）による各種支援方策

（4）地域の大学における大学発ベンチャーによる伝統産業工学等への教育研究支援組織の設立

- 合同会社、有限責任事業組合，NPO等の業務に適した形態による地域における大学発ベンチャー教育研究支援組織の設立（既存研究協力会組織の活用、大学における共用計測設備等の有効活用支援管理運営等）

10

地域「伝産学官連携」における政策提言 (3/3)

（5）将来の地域クラスターとしての新伝統工芸産業クラスター構築から観光産業クラスター等への幅広い発展、理解増進活動、ニート・高齢者対策への展開・将来に向けた伝統工芸産業クラスターの構築から関連産業クラスター、観光産業と連携させることにより地域観光産業クラスター等への発展・展開、地域ブランド構築

- 地域における科学技術理解増進の素材としての活用、初中等教育への応用（「地域を愛する心」の醸成）、ニート・団塊世代・高齢者の人材有効活用

→「イノベーション25」、第4期科学技術基本計画への反映を目指す：政府としての強力な支援が不可欠

11

地域イノベーション・エコシステム（RIES）の構築と形成に向けた新たな視点からの提言

- 背景・目的
  - RIES構築と形成は第3期科学技術基本計画等における我が国の重要政策課題。
  - 既存の各種支援制度にはない各地域のニーズと特色を踏まえた補完的・加速的制度創設、地域における伝統工芸産業の活用による「伝産学官連携」等について、短中長期的視点を踏まえた政策提言を行う。
- 調査内容・検討方法
  - 国内外の地域産学官連携事業、地域クラスター関係者へのヒアリング調査等
  - 分野融合フォーラム「伝統工芸と科学技術」から得られる知見の反映
- 政策提言（案：7/5既提言分を含む）
  - 「地域クラスター形成加速支援制度」（仮称）の創設
    - ・補完的研究資金支援制度創設
    - ・人材育成制度創設・既存制度の事例案提案
  - 国立大学法人等における大学発ベンチャー教育研究支援組織モデル案構築
  - 基礎研究用地域COE制度（仮称）の創設
  - 地域「伝産学官連携」（伝統工芸産業との地域の大学・公的研究機関、産業界、国・地方公共団体との有機的連携）によるイノベーション創出
  - 道州制・複数市町村連携の導入等RIESに資する地方公共団体の体制構築

（独）科学技術振興機構 研究開発戦略センター主催
分野融合フォーラム「伝統工芸と科学技術」

- ・日時・場所：2006年12月2日（土）～3日（日）：京都
- ・実施形態：クローズド・ディスカッション
- ・趣旨：既存分野にとらわれない自由で闊達な発想による議論
- ・問題意識：伝統工芸等からのｲﾉﾍﾞｰｼｮﾝ創出可能性と重点分野探索
- ・講演・ディスカッション概要項目（講演予定順、仮題）
  - ・「京都における伝統技術から先端技術への展開」
    創業300年の福田金属箔粉工業（金箔から電解銅箔・先端微粒子加工技術へ）の挑戦
  - ・「備前焼ひだすき模様」：稲穂で赤に発色するメカニズム解明による磁気製品等への応用
  - ・「からくり人形とロボット」：からくり人形からロボット技術への応用
  - ・「生物（タケ）に学ぶ材料設計」：バイオミメティックス（生体機能模倣）の応用
  - ・「漆と科学技術」：抗菌性・耐食性等の特徴を持つ漆の応用
  - ・「モルフォ蝶構造色」：構造色のメカニズム解明及び表面構造解析技術の応用
  - ・「伝統技術と先端技術の融合による知的伝産拠点の形成」：伝統技術と先端技術の融合による挑戦
  - ・「伝統産業とデザイン」：イノベーションにおけるデザインの重要性

13

ご静聴ありがとうございました。

ご質問・コメントがありましたらご連絡下さい。

E-mail：s3okamot@jst.go.jp

14

Appendix 4．参考資料

⑴　伝統工芸関係 HP

⑵　参考文献

参考資料

1．伝統工芸等関係 HP（順不同）

・伝統技術と先端技術の融合化研究会
http://www.liaison.kit.ac.jp/new-densan/index.html
・京都工芸繊維大伝統みらい研究センター
http://www.kit.ac.jp/03/kyouiku/hamada_prof.pdf
・「伝統技能と科学技術の融合による先進的ものづくりのための人材育成」概要
http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/18/05/06051814/001/061.pdf
・清水三年坂美術館
http://www.sannenzaka-museum.co.jp/
・漆を科学する会
http://web.kyoto-inet.or.jp/people/urushi/index.html
・㈳色材協会
http://www.shikizai.org/
・村田製作所モノづくり世界紀行
http://www.murata.co.jp/monodukuri/index.html
・㈶日本美術刀剣保存協会（「たたら」関連）
http://www.touken.or.jp/index.html
・日立金属　たたらの話し
http://www.hitachi-metals.co.jp/tatara/index.htm
・たたらネット
http://www.tatara.net/
・㈶絲原記念館
http://www.itoharas.com/
・エリアガイド（備前市：備前焼関係）
http://www.optic.or.jp/kanko/area/tobi/bizen/index.html
・ロレアル・アート・アンド・サイエンス財団（英文のみ）
http://www.loreal.com/_en/_ww/loreal-art-science/centre-index.aspx
・産業技術史資料データベース（国立科学博物館産業技術史資料情報センター）
http://sts.kahaku.go.jp/sts/stsdb.html
・福田金属箔粉工業㈱
http://www.fukuda-kyoto.co.jp/
・NTT コムジンインタビュー（梶田 福田金属箔粉工業㈱専務）
http://www.nttcom.co.jp/comzine/new/wise/index.html
・「からくり人形とロボット」（JST サイエンスポータル連載 12 回）
http://scienceportal.jp/report/robo12.html

・千葉工業大学未来ロボット技術研究センター
http://www.furo.org/index.html
・積水化学「自然に学ぶものづくり」関連
http://www.sekisui.co.jp/eco/monozukuri.html
http://www.sekisui.co.jp/csr/next.html（研究助成プログラム）
・京都西陣　有限会社フクオカ機業
http://www.fukuoka-k.co.jp/
・「知財（知的財産）ってなあに」：生越東京理科大教授のブログ
http://ogose.air-nifty.com/
・幼児のコモンセンス研究会
http://minny.cs.inf.shizuoka.ac.jp/SIG-ICK/
・近畿の伝統工芸品（近畿経済産業局）
http://www.kansai.meti.go.jp/3-5sangyo/densan_page/densantop.html

2．参考文献（順不同）

・東京財団研究報告書　生越由美（東京理科大学専門職大学院教授）
「文化産業を育成する知的財産に関する調査研究」
http://www.tkfd.or.jp/publication/reserch/2006-17.pdf
・「洛中・洛外ナノテクばなし」、京都ナノテククラスター本部編、日刊工業新聞社
・「メイド・イン・ニッポン－日本の資産『技』を生かす」、船曳鴻紅編・著、デザインブックス・㈱東京デザインセンター
・「ジャパン・インパクト－伝統の技が未来を開く」、NHK「ジャパン・インパクト」プロジェクト、日本放送出版協会
・「和紙とケータイ－ハイテクによみがえる伝統の技」、共同通信編集委員室、草思社
・「幕末・明治の工芸」、村田理如（清水三年坂美術館館長）著、淡交社
・「色の秘密」、野村淳一著、文春文庫
・「『京都流』という方法」、大西辰彦著、有限会社のぞみ

Appendix 5．伝統的工芸品産業の振興に関する法律

伝統的工芸品産業の振興に関する法律

昭和 49 年5月 25 日
法　律　第　57　号
（改正）平成 13 年4月 18 日
法　律　第　33　号

（目的）

第１条　この法律は、一定の地域で主として伝統的な技術又は技法等を用いて製造される伝統的工芸品が、民衆の生活の中ではぐくまれ受け継がれてきたこと及び将来もそれが存在し続ける基盤があることにかんがみ、このような伝統的工芸品の産業の振興を図り、もって国民の生活に豊かさと潤いを与えるとともに地域経済の発展に寄与し、国民経済の健全な発展に資することを目的とする。

（伝統的工芸品の指定等）

第２条　経済産業大臣は、産業構造審議会の意見を聴いて、工芸品であって次の各号に掲げる要件に該当するものを伝統的工芸品として指定するものとする。

⑴　主として日常生活の用に供されるものであること。

⑵　その製造過程の主要部分が手工業的であること。

⑶　伝統的な技術又は技法により製造されるものであること。

⑷　伝統的に使用されてきた原材料が主たる原材料として用いられ、製造されるものであること。

⑸　一定の地域において少なくない数の者がその製造を行い、又はその製造に従事しているものであること。

２　前項の規定による伝統的工芸品の指定は、当該伝統的工芸品の製造に係る伝統的な技術又は技法及び伝統的に使用されてきた原材料並びに当該伝統的工芸品の製造される地域を定めて、行うものとする。

３　事業協同組合等（事業協同組合、協同組合連合会、商工組合その他の団体（政令で定める基準に従った定款又は規約を有しているものに限る。）をいう。以下同じ。）で工芸品を製造する事業者を直接又は間接の構成員（以下単に「構成員」という。）とするものであって、当該工芸品の製造される地域において当該工芸品を製造する事業者を代表するものとして政令で定める要件に該当するものは、当該工芸品が伝統的工芸品として指定されるよう当該工芸品の製造される地域を管轄する都道府県知事（当該地域の全部が一の市町村（特別区を含む。以下同じ。）の区域に属する場合にあっては、当該市町村の長）を経由して経済産業大臣に申し出ることができる。

４　経済産業大臣は、伝統的工芸品の指定をしたときは、その旨を公示するものとする。

５　経済産業大臣は、第１項及び第２項の規定により指定された伝統的工芸品について、事情の変更その他特別の事由があると認める場合（次項に規定する場合を除く。）には、

産業構造審議会の意見を聴いて、第２項に規定する指定の内容を変更することができる。

６　経済産業大臣は、伝統的工芸品が第１項各号に掲げる要件のいずれかに該当しなくなった場合には、産業構造審議会の意見を聴いて、その指定を解除することができる。

７　第３項及び第４項の規定は第５項の伝統的工芸品の指定の内容の変更について、第４項の規定は前項の伝統的工芸品の指定の解除について準用する。

（基本指針）

第３条　経済産業大臣は、伝統的工芸品産業の振興に関する基本的な指針（以下「基本指針」という。）を定めなければならない。

２　基本指針には、次に掲げる事項について定めるものとする。

⑴　伝統的工芸品産業の振興の基本的な方向

⑵　従事者の後継者の確保及び育成に関する事項

⑶　伝統的な技術又は技法の継承及び改善に関する事項

⑷　伝統的工芸品の需要の開拓に関する事項

⑸　伝統的工芸品又は伝統的な技術若しくは技法を活用した新商品の開発及び製造に関する事項

⑹　その他伝統的工芸品産業の振興に関する重要事項

３　経済産業大臣は、基本指針を定め、又はこれを変更しようとするときは、産業構造審議会の意見を聴かなければならない。

４　経済産業大臣は、基本指針を定め、又はこれを変更したときは、遅滞なく、これを公表しなければならない。

（振興計画）

第４条　製造事業者（伝統的工芸品を製造する事業者をいう。以下同じ。）を構成員とする事業協同組合等（以下「製造協同組合等」という。）であって、当該伝統的工芸品の製造される地域において製造事業者を代表するものとして政令で定める要件に該当するもの（以下「特定製造協同組合等」という。）は、伝統的工芸品産業に関する振興計画（以下「振興計画」という。）を作成し、これを当該伝統的工芸品の製造される地域を管轄する都道府県知事（当該地域の全部が一の市町村の区域に属する場合にあっては、当該市町村の長。第 13 条第１項、第 14 条第２項、第 22 条第３項及び第 27 条を除き、以下単に「都道府県知事」という。）を経由して経済産業大臣に提出し、当該振興計画が適当である旨の認定を受けることができる。

２　都道府県知事は、前項の振興計画を受理したときは、これを検討し、意見を付して、経済産業大臣に送付するものとする。

（振興計画の変更等）

第５条　前条第１項の認定を受けた特定製造協同組合等は、当該認定に係る振興計画を変

更しようとするときは、経済産業大臣の認定を受けなければならない。

2　前項の規定による認定の申請は、都道府県知事を経由して行わなければならない。

3　経済産業大臣は、前条第１項の認定を受けた特定製造協同組合等又はその構成員が当該認定に係る振興計画（第１項の規定による変更の認定があったときは、その変更後のもの。以下「認定振興計画」という。）に従って事業を実施していないと認めるときは、その認定を取り消すことができる。

4　前条第２項の規定は、振興計画の変更に準用する。

第６条　振興計画には、次に掲げる事項について定めるものとする。

⑴　従事者の後継者の確保及び育成並びに従事者の研修に関する事項

⑵　技術又は技法の継承及び改善その他品質の維持及び改善に関する事項

⑶　原材料の確保及び原材料についての研究に関する事項

⑷　需要の開拓に関する事項

⑸　作業場その他作業環境の改善に関する事項

⑹　原材料の共同購入、製品の共同販売その他事業の共同化に関する事項

⑺　品質の表示、消費者への適正な情報の提供等に関する事項

⑻　老齢者である従事者、技術に熟練した従事者その他の従事者の福利厚生に関する事項

⑼　その他伝統的工芸品産業の振興を図るために必要な事項

（共同振興計画）

第７条　特定製造協同組合等は、販売事業者（伝統的工芸品を販売する事業者をいう。以下同じ。）又は販売協同組合等（販売事業者を構成員とする事業協同組合、協同組合連合会、商工組合その他政令で定める法人をいう。以下同じ。）とともに、前条第４号、第６号又は第７号に掲げる事項（同条第６号に掲げる事項にあっては製品の共同販売に関する事項、同条第７号に掲げる事項にあっては消費者への適正な情報の提供に関する事項に限る。）について」伝統的工芸品産業に関する共同振興計画（以下「共同振興計画」という。）を作成し、これを都道府県知事を経由して経済産業大臣に提出し、当該共同振興計画が適当である旨の認定を受けることができる。

2　第４条第２項の規定は、共同振興計画に準用する。

（共同振興計画の変更等）

第８条　前条第１項の認定を受けた特定製造協同組合等及び販売事業者又は販売協同組合等は、当該認定に係る共同振興計画を変更しようとするときは、経済産業大臣の認定を受けなければならない。

2　前項の規定による認定の申請は、都道府県知事を経由して行わなければならない。

3　経済産業大臣は、前条第１項の認定を受けた特定製造協同組合等若しくはその構成員

又は販売事業者若しくは販売協同組合等若しくはその構成員が当該認定に係る共同振興計画（第１項の規定による変更の認定があったときは、その変更後のもの。以下「認定共同振興計画」という。）に従って事業を実施していないと認めるときは、その認定を取り消すことができる。

４　第４条第２項の規定は、共同振興計画の変更に準用する。

（活性化計画）

第９条　製造事業者又は製造協同組合等（特定製造協同組合等を除く。以下この項及び次条において同じ。）は、単独で又は共同して、活性化事業（次に掲げる事業のうち１又は２以上の事業であって、伝統的工芸品産業の活性化に資するものをいう。以下同じ。）に関する計画（以下「活性化計画」という。）を作成し、これを都道府県知事を経由して経済産業大臣に提出し、当該活性化計画が適当である旨の認定を受けることができる。この場合において、製造事業者又は製造協同組合等が共同して活性化計画を作成したときは、経済産業省令で定めるところにより、代表者を定め、これを都道府県知事を経由して経済産業大臣に提出しなければならない。

⑴　従事者の研修に関する事業

⑵　技術又は技法の改善その他品質の改善に関する事業

⑶　原材料についての研究に関する事業

⑷　需要の開拓に関する事業

⑸　原材料の共同購入、製品の共同販売その他事業の共同化に関する事業

⑹　消費者への適正な情報の提供に関する事業

⑺　新商品の開発又は製造に関する事業

２　第４条第２項の規定は、活性化計画に準用する。

（活性化計画の変更等）

第 10 条　前条第１項の認定を受けた製造事業者又は製造協同組合等は、当該認定に係る活性化計画を変更しようとするときは、経済産業大臣の認定を受けなければならない。

２　前項の規定による認定の申請は、都道府県知事を経由して行わなければならない。

３　経済産業大臣は、前条第１項の認定を受けた活性化計画（第１項の規定による変更の認定があったときは、その変更後のもの。以下「認定活性化計画」という。）に係る活性化事業を実施する者（製造協同組合等の構成員を含む。）が当該認定活性化計画に従って活性化事業を実施していないと認めるときは、その認定を取り消すことができる。

４　第４条第２項の規定は、活性化計画の変更に準用する。

（連携活性化計画）

第 11 条　製造事業者又は製造協同組合等は、単独で又は共同して、連携製造事業者（他の伝統的工芸品を製造する事業者をいう。以下同じ。）又は連携製造協同組合等（連携

製造事業者を構成員とする製造協同組合等をいう。以下同じ。）とともに、連携して実施する活性化事業（以下「連携活性化事業」という。）に関する計画（以下「連携活性化計画」という。）を作成し、経済産業省令で定めるところにより、代表者を定め、これを都道府県知事を経由して経済産業大臣に提出し、当該連携活性化計画が適用である旨の認定を受けることができる。

２　第４条第２項の規定は、連携活性化計画に準用する。

（連携活性化計画の変更等）

第 12 条　前条第１項の認定を受けた製造事業者又は製造協同組合等及び連携製造事業者又は連携製造協同組合等は、当該認定に係る連携活性化計画を変更しようとするときは、経済産業大臣の認定を受けなければならない。

２　前項の規定による認定の申請は、都道府県知事を経由して行わなければならない。

３　経済産業大臣は、前条第１項の認定を受けた連携活性化計画（第１項の規定による変更の認定があったときは、その変更後のもの。以下「認定連携活性化計画」という。）に係る連携活性化事業を実施する者（製造協同組合等及び連携製造協同組合等の構成員を含む。）が当該認定連携活性化計画に従って連携活性化計画に従って連携活性化事業を実施していないと認めるときは、その認定を取り消すことができる。

４　第４条第２項の規定は、連携活性化計画の変更に準用する。

（支援計画）

第 13 条　従事者の後継者の確保及び育成、消費者等との交流の推進その他の伝統的工芸品産業の振興を支援する事業（以下「支援事業」という。）を実施しようとする者は、当該支援事業に関する計画（以下「支援計画」という。）を作成し、これを当該支援計画に係る伝統的工芸品の製造される地域を管轄する都道府県知事を経由して経済産業大臣に提出し、当該支援計画が適当である旨の認定を受けることができる。

２　第４条第２項の規定は、支援計画に準用する。

（支援計画の変更等）

第 14 条　前条第１項の認定を受けた者は、当該認定に係る支援計画を変更しようとするときは、経済産業大臣の認定を受けなければならない。

２　前項の規定による認定の申請は、都道府県知事を経由して行わなければならない。

３　経済産業大臣は、前条第１項の認定を受けた者が、当該認定に係る支援計画（第１項の規定による変更の認定があったときは、その変更後のもの。以下「認定支援計画」という。）に従って支援計画を実施していないと認めるときは、その認定を取り消すことができる。

４　第４項第２項の規定は、支援計画の変更に準用する。

（省令への委任）

第 15 条　第４条から前条までに定めるもののほか、振興計画、共同振興計画、活性化計画、連携活性化計画又は支援計画の認定又は変更の認定に関し必要な事項は、経済産業省令で定める。

（経費の補助）

第 16 条　国及び地方公共団体は、認定振興計画若しくは認定共同振興計画に基づく事業を実施する特定製造協同組合等、販売事業者若しくは販売協同組合等、認定活性化計画若しくは認定連携活性化計画に基づく事業を実施する者又は認定支援計画に基づく事業を実施する者に対し、当該事業を実施するのに必要な経費の一部を補助することができる。

（資金の確保等）

第 17 条　国及び地方公共団体は、認定振興計画、認定共同振興計画、認定活性化計画、認定連携活性化計画又は認定支援計画に基づく事業を実施するのに必要な資金の確保又はその融通のあっせんに努めるものとする。

（中小企業信用保険法の特例）

第 18 条　第 13 条第１項の認定を受けた民法（明治 29 年法律第 89 号）第 34 条の規定により設立された法人（その出資金額又は拠出された金額の２分の１以上が中小企業信用保険法（昭和 25 年法律第 264 号）第２条第１項の中小企業者により出資又は拠出されているものに限る。以下「公益法人」という。）であって、認定支援計画に基づく事業の実施に必要な資金に係る中小企業信用保険法第３条第１項又は第３条の２第１項に規定する債務の保証を受けたものについては、当該公益法人を同法第２条第１項の中小企業者とみなして、同法第３条、第３条の２及び第４条から第８条までの規定を適用する。この場合において、同法第３条第１項及び第３条の２第１項の規定の適用については、これらの規定中「借入れ」とあるのは、「伝統的工芸品産業の振興に関する法律第 14 条第３項の認定支援計画に従った支援事業の実施に必要な資金の借入れ」とする。

第３条第１項	保険価額の合計額が	伝統的工芸品産業の振興に関する法律第13条第１項に規定する伝統的工芸品関連保証（以下「伝統的工芸品関連保証」という。）に係る保険関係の保険価額の合計額とその他の保険関係の保険価額の合計額とがそれぞれ
第３条の２第１項、第３条の３第１項	保険価額の合計額が	伝統的工芸品関連保証に係る保険関係の保険価額の合計額とその他の保険関係の保険価額の合計額とがそれぞれ
第３条の２第３項、第３条の３第２項	当該保証をした	伝統的工芸品関連保証及びその他の保証ごとに、それぞれ当該保証をした
	当該債務者	伝統的工芸品関連保証及びその他の保証ごとに、当該債務者

（税制上の措置）

第 19 条　国及び地方公共団体は、認定振興計画に基づく事業の実施を円滑に推進するため税制上必要な措置を講ずるものとする。

（表示）

第 20 条　特定製造協同組合等は、その構成員である製造事業者の製造する伝統的工芸品について、伝統的工芸品として指定されているものであることの表示を付することができる。

（指導及び助言）

第 21 条　経済産業大臣は、製造事業者若しくは販売事業者、活性化事業若しくは連携活性化事業を実施する者又は支援事業を実施する者に対し、伝統的工芸品産業の振興に関し必要な指導及び助言をすることができる。

（報告の徴収）

第 22 条　経済産業大臣又は都道府県知事は、認定振興計画若しくは認定共同振興計画に基づく事業を実施している特定製造協同組合等、販売事業者若しくは販売協同組合等又は認定活性化計画若しくは認定連携活性化計画に基づく事業を実施している者に対し、当該事業実施状況について報告を求めることができる。

２　経済産業大臣又は都道府県知事は、特に必要があると認めるときは、認定振興計画に基づく事業を実施している特定製造協同組合等の構成員である製造事業者に対し、必要な報告を求めることができる。

３　経済産業大臣又は都道府県知事は、認定支援計画に基づく事業を実施している者に対し、当該事業の実施状況について報告を求めることができる。

（伝統的工芸品産業振興協会の設立）

第 23 条　製造協同組合等は、伝統的工芸品産業の振興に資することを目的とする伝統的工芸品産業振興協会（以下「協会」という。）と称する全国を通じて一個の民法第 34 条の規定による法人を設立することができる。

（協会の業務）

第 24 条　協会は、その目的を達成するため、次に掲げる業務を行う。

⑴　伝統的工芸品の製造の事業に関する経営の改善及び合理化その他当該事業の健全な経営に関し調査、研究及び指導を行うこと。

⑵　展示会の開催その他需要の開拓を行うこと。

⑶　会員に対し、伝統的工芸品に関する需要の状況、製造の技術又は技法、原材料等について情報の提供を行うこと。

⑷　振興計画及び共同振興計画の作成及び実施について指導、助言等を行うこと。

⑸　伝統的工芸品の原材料、製造過程、品質等の改善に関する研究を行うこと。

⑹　伝統的工芸品の品質の表示について指導、助言等を行うこと。

⑺　伝統的工芸品に関する資料の収集及び調査を行うこと。

⑻　伝統的な技術又は技法に熟練した従事者の認定を行うこと。

⑼　活性化事業、連携活性化事業及び支援事業の実施に必要な情報の提供を行うこと。

⑽　その他協会の目的を達成するため必要な業務を行うこと。

（名称の使用制度）

第 25 条　協会でない者は、伝統的工芸品産業振興協会という名称を用いてはならない。

（協会に対する補助）

第 26 条　国及び地方公共団体は、協会に対し、第 24 条の業務を行うのに必要な経費の一部を補助することができる。

（都道府県又は市町村が処理する事務）

第 27 条　この法律に規定する経済産業大臣の権限に属する事務の一部は、政令で定めるところにより、都道府県知事又は市町村長が行うこととすることができる。

（権限の委任）

第 28 条　この法律の規定により経済産業大臣の権限に属する事務は、政令で定めるところにより、経済産業局長に委任することができる。

（事務の区分）

第 29 条　第２条第３項（同条第７項において準用する場合を含む。）、第４条第１項、第

５条第２項、第７条第１項、第８条第２項、第９条第１項、第 10 条第２項、第 11 条第１項、第 12 条第２項、第 13 条第１項及び第 14 条第２項の規定により都道府県又は市町村が処理することとされている事務は、地方自治法（昭和 22 年法律第 67 号）第２条第９項第１号に規定する第１号法定受託事務とする。

（罰則）

第 30 条　第 22 条の規定による報告をせず、又は虚偽の報告をした者は、30 万円以下の罰金に処する。

２　法人（法人でない社団又は財団で代表者又は管理人の定めがあるもの（以下この条において「人格のない社団等」という。）を含む。以下この項において同じ。）の代表者（人格のない社団等の管理人を含む。）又は法人若しくは人の代理人、使用人その他の従業者が、その法人又は人の業務に関し、前項の違反行為をしたときは、行為者を罰するほか、その法人又は人に対して同項の刑を科する。

３　人格のない社団等について前項の規定の適用がある場合においては、その代表者又は管理人がその訴訟行為につき当該人格のない社団等を代表するほか、法人を被告人又は被疑者とする場合の刑事訴訟に関する法律の規定を準用する。

第 31 条　第 25 条の規定に違反した者は、10 万円以下の過料に処する。

附則（平成 13 年４月 18 日法律第 33 号）

（施行期日）

第１条　この法律は、公布の日から施行する。

（認定活用計画に関する経過措置）

第２条　この法律による改正前の伝統的工芸品産業の振興に関する法律第７条第１項の認定を受けた活用計画に関する計画の変更の認定及び取消し、伝統的工芸品関連保証についての中小企業信用保険法の特例並びに報告の徴収については、なお従前の例による。

（罰則に関する経過措置）

第３条　この法律の施行前にした行為及び前条の規定により従前の例によることとされる報告の徴収に係る行為に対する罰則の適用については、なお従前の例による。

（政令への委任）

第４条　前２条に定めるもののほか、この法律の施行に関して必要となる経過措置は、政令で定める。

（地方自治法の一部改正）

第５条　地方自治法（昭和 22 年法律第 67 号）の一部を次のように改正する。

別表第一伝統的工芸品産業の振興に関する法律（昭和 49 年法律第 57 号）の項中「第２条第３項」の下に「（同条第７項において準用する場合を含む。）」を加え、「第４条の２第２項、第６条第１項、第６条の２第２項、第７条第１項、第７条の２第２項、第８条第１項及び第８条の２第２項」を「第５条第２項、第７条第１項、第８条第２項、第９条第１項、第 10 条際２項、第 11 条第１項、第 12 条第２項、第 13 条第１項及び第 14 条第２項」に改める。

（地方税法の一部改正）

第６条　地方税法（昭和 25 年法律第 226 号）の一部を次のように改正する。

附則第 32 条の３第３項中「製造協同組合等が」を「特定製造協同組合等（事業協同組合、協同組合連合会、商工組合又は事業共同小組合であるものに限る。以下本項において同じ。）が」に、「同項」を「同条第１項」に、「当該製造協同組合等」を「当該特定製造協同組合等」に改める。

（新事業創出促進法の一部改正）

第７条　新事業創出促進法（平成 10 年法律第 152 号）の一部を次のように改正する。

附則第７条の２第２項中「、伝統的工芸品産業の振興に関する法律（昭和 49 年法律第 57 号。以下「伝統的工芸品産業振興法」という。）第 11 条第１号に掲げる業務」を削り、同条第３項中「第９条、伝統的工芸品産業振興法第 11 条」を「第９条」に改め、「、伝統的工芸品産業振興法第 11 条第１号に掲げる業務」を削り、同条第４項中「、伝統的工芸品産業振興法第 11 条」を削り、同条第５項中「第９条、伝統的工芸品産業振興法第 11 条」を「第９条」に改め、「、伝統的工芸品産業の振興に関する法律（以下「伝統的工芸品産業振興法」という。）第 11 条第１号に掲げる業務」及び「、伝統的工芸品産業振興法第 11 条第１号に掲げる業務」を削る。

分野融合フォーラム「伝統工芸と科学技術」
～　故きをもって新しきを知る・自然に根ざした伝統工芸と科学技術の「場（Interaction Field）」の構築～
担　当　者

独立行政法人　科学技術振興機構　研究開発戦略センター
センター長　生駒　俊明

永野　博	上席フェロー
岡本　信司	研究システムグループ　フェロー
福田　佳也乃	研究システムグループ　アソシエイト・フェロー
嶋田　一義	電子情報通信グループ　アソシエイト・フェロー
嶋林　ゆう子	計測・産業技術グループ　アソシエイト・フェロー

分野融合フォーラム「伝統工芸と科学技術」

～故きをもって新しきを知る・自然に根ざした伝統工芸と科学技術の「場（Interaction Fields）」の構築～ 報告書

独立行政法人　科学技術振興機構　研究開発戦略センター
研究システムグループ

〒102-0084　東京都千代田区二番町３番地麹町スクエア
電話　　：03-5214-7487
ファックス：03-5214-7385
平成 19 年3月
http://crds.jst.go.jp
©2007　JST/CRDS
許可なく複写・複製することを禁じます。
引用を行う際は必ず出典を記述願います。