

CONTENTS

七十七ビジネス情報 第38号(2007年夏季号)

1

視点

富県宮城の実現を目指して

宮城県副知事 伊藤 克彦 氏

2

第9回(平成18年度) **七十七ビジネス大賞受賞企業インタビュー**

厳しい自主基準による徹底した品質管理と、的確な
マーチャンダイジング力を誇る業界のトップクラス企業

株式会社カナタ・ツーワン 代表取締役 田畑 正伍 氏

7

第9回(平成18年度) **七十七ニュービジネス助成金受賞企業インタビュー**

独自開発のデジタル制御製造法により、各種素材で微小・
均一の高精度球形粒子(デジタルマイクロボール)を開発

デジタルパウダー株式会社 代表取締役 加藤 洋史 氏

12

クローズ・アップ

仙台市の平成19年度商工業支援施策について

仙台市経済局産業政策部経済企画課

18

講演録

七十七ビジネス振興財団設立10周年記念講演会

夢の新素材“金属ガラス”の発見と実用化

東北大学 総長 井上 明久 氏

28

私の趣味

「週末の」街歩き・ウォーキング

前東北財務局長 金田 敬次 氏

表紙説明：せんだいメディアテーク

設計・建築：伊東豊雄建築設計事務所、構造：地下1階～地上8階：鉄骨造、地下2階：鉄筋コンクリート造+鉄骨造

工期：1997年12月～2000年8月

2001年度グッドデザイン賞：グッドデザイン大賞、2003年：建築学会作品賞、2006年10月：第10回公共建築賞・文化施設部門国土交通大臣表彰



富県宮城の実現を目指して

宮城県副知事 伊藤 克彦

民間企業から宮城県副知事に就任して、早いもので1年が経とうとしている。着任以後、県内各地域に赴き、様々な現場を見て歩いた。そこで感じたことは、県内の経済は緩やかな回復基調にあると言われているものの、地域によってはその状況に差があり、また、中小企業や県民にとっては、必ずしもそうした実感がないということである。

本県経済の活力を回復し、持続的な経済成長を実現するとともに、福祉や教育、環境、社会資本整備などに取り組み、安定的な地域社会の創造が、今まさに求められている。そのためには、しっかりとした経済基盤の構築と、ここで創出された富を循環させていく仕組みづくりが必要である。

このため、本県では平成19年3月に、10年先の将来を見据えて、「富県宮城の実現～県内総生産10兆円への挑戦～」を最大の柱とする「宮城の将来ビジョン」を策定した。この将来ビジョンでは、「富県共創！ 活力とやすらぎの邦づくり」を掲げ、まさしく官民挙げて富県づくりに取り組むこととしており、4月に産学官が一体となった「富県宮城推進会議」を設立したところである。

富県宮城の実現に当たっては、人口減少社会において域外需要型産業の振興を基本にしながら、10年後の県内総生産を10兆円以上にすることを目標に掲げている。具体的には、本県の産業構造の特徴や豊かな地域資源を踏まえた上で、①「県内製造業の集積促進」や、②「商業・サービス産業の強化」、③「農林水産業の競争力強化」を重点分野として集中的に各種施策を推進するとともに、④県内企業の海外販路開拓への支援等、「アジアに開かれた広域経済圏の形成」や⑤人材の育成・確保を始めとする「産業競争力の強化に向けた条件整備」を進めながら、各産業分野でイノベーションを起こし、付加価値の連鎖的な増加を図る戦略を展開することとしている。

既に本県では、「プロジェクトJ」による自動車関連産業の集積促進や、観光客の誘客戦略などに取り組んでいるところであるが、今年度からは県の財政状況等を踏まえつつ、引き続き「選択と集中」による更なる産業振興施策を実施する一方で、従来の「予算活用型の行政」から転換し「情報収集活用型の行政」を進めることにして、「企業訪問強化プロジェクト」や、富県宮城を応援・推進する人的ネットワーク構築のための「産業応援ネットワーク事業」等を行うことにしている。

私としては、これまで培ってきた民の現場感覚や知識を駆使しながら、スピードを常に意識して行政を進め、民間企業や県民と一丸となって、豊かさと安全安心を真に実感できる富県宮城を何としても実現して参りたい。

(当財団 理事)

七十七ビジネス大賞受賞

第9回（平成18年度）

企業 インタビュー

Interview

株式会社 カナタ・ツーワン

代表取締役 田畑 正伍 氏



会社概要

住 所：仙台市若林区卸町東四丁目1番5号
設 立：平成12年（創業：昭和28年）
資 本 金：96百万円
事業内容：食品製造・卸売（珍味、乾物、海苔等）
電 話：022（288）1001
U R L：http://www.kaneta-group.co.jp

厳しい自主基準による徹底した品質 管理と、的確なマーチャンダイズ ング力を誇る業界のトップクラス企業

今回は「七十七ビジネス大賞」受賞企業の中から、海苔・海産乾物の製造・卸売業として創業し、現在地元仙台でカナタブランド商品の製造から販売までを手掛け、全国24ヶ所の販売拠点を展開する株式会社カナタ・ツーワンの田畑社長を訪ね、今日に至るまでの経緯や事業展開などについてお伺いしました。

行商からのスタート

——七十七ビジネス大賞を受賞されたご感想をお願いします。

株式会社カナタ・ツーワンとしての歴史は6年とまだ浅くこのような賞をいただいてよいのかという戸惑いもありましたが、創業以来、商品開発・製造・売場づくり等あらゆる面において地域に密着した提案を続けてきた成果であると大変嬉しく思います。

当社は重要な決定も含め様々な決定に多数の社員が参加しておりますので、今回の賞も社員全員で受賞したものと思っています。

——創業当初の経緯をお聞かせください。

当時20歳だった私の長兄が昭和28年に創業しました。私は高校卒業後の18歳から手伝い始めました。出身地が志津川町（現在の南三陸町）のため夏は農業、冬は漁業を営み主に海苔や牡蠣を自分たちで養殖して売っていました。海苔や牡蠣の養殖からスタートした行商も次第に売上が伸びて自分たちの養殖だけでは商品展開が追いつかなくなったため、外部から仕入れを行うようになり食品の製造卸販売業として事業転換することとなりました。

そして、約40年前に仙台の卸町に卸商センター



本社社屋

ができたと同時にさらなる事業拡大に向けて事業拠点を仙台へ移しました。以降、売上の拡大に伴い海苔・珍味・農海産乾物の製造会社3社を分社化し、カネタグループとして5つのグループ工場を保有する株式会社カネタ・ツーワンの創業に至りました。

——社名の由来について教えてください。

「カネタ」とは昔の屋号を用いたものです。創業当時は「金」の付く屋号が主流だったので名字の「田」を後ろに付けました。創業者の兄が命名し、私が時代に合わせてカタカナ表記へと変えました。

「ツーワン」には3つのコンセプトがあります。お客様とカネタの二者が一体となって食文化の発展をめざすという使命感の「TWO ONE」、21世紀の今を大切に生きたいという願いの「21」、ナンバーワンを目標に努力をし続けるという誓いの「TO ONE」です。我々はこの3つのコンセプトを土台として活動しております。

こだわりの品揃え

——取扱商品について教えてください。

主力商品となっている海苔、生・ドライ珍味、農海産乾物の他に、惣菜、豆菓子、肉加工品、佃煮、ドライフルーツ、チルド品など、お客様の要望に合

わせて商品化しており、仕入品も含め3000アイテム以上と大変幅広い商品展開となっています。現在自社製品での人気ナンバーワンは、やわらかく仕上げたさきいか「ふんわりソフト」です。また今回新発売の「さきいか天」も大好評です。

——他社製品との違いについてお聞かせください。

自社商品を企画開発する上でいくつかのこだわりを持っています。各地方の特産物を原材料として使用するという「産地へのこだわり」、各食品

カテゴリのなかでも特に人気のある品種を使用するという「品種へのこだわり」、無添加という「健康へのこだわり」、その三点を集約した究極のこだわりが「おいしさへのこだわり」です。

また販売全拠点と製造工場をインターネット上で結び、お客様に最短でお届けする受注システムを構築しており、鮮度管理を徹底しています。

商品開発の民主主義化

——商品開発の体制について教えてください。

一つの商品につき約3ヶ月かけて、企画開発担当・営業担当・各工場担当計15名程で会議を行いお互いの意見を出し合います。大半の商品は、この段階から取引先の印刷会社が参加しキャッチコピー



各種商品



商品企画会議

やパッケージデザインなども並行して進められます。最終的に販売に至るまでには約半年かかります。

私の商品案も含めて常時30アイテムの商品開発案が動いており、基本的に商品化の採用については製造・販売担当者の多数決で決定されます。この体制により、月3～5アイテムが商品化されています。

——圧倒的な商品開発力の秘訣とは何でしょうか。

一つの商品開発に対して、担当部署や担当商品カテゴリに関係なく全員が自分たちの仕事から得た情報や知識を共有し、意見を出し合い一致団結して作り上げていることだと思います。社員全員が、おいしくて皆様に喜ばれる商品を作ろうと心をついています。

また、お客様や販売店様がより満足を得られる商品づくりをモットーに、皆様のご要望に的確にお応えできるよう商品ニーズの急速な変化にも敏感に対応していくという姿勢を常に持っていることも大きな要因であると考えます。

——チルド商品の開発についてお聞かせください。

チルド商品の開発には約1年前から着手しました。これまでは乾物・珍味・豆菓子を中心としてきましたが、現代は高齢化が進み、柔らかくて手軽で食べやすい製品が求められています。そこで辿り着

いたのがチルド商品でした。

牛タン・豚タンなどの肉製品を主力として仙台のかまぼこ、チーズ、じゃこ天、ほたて、イカの一夜干などの商品を取り揃えています。価格は500円から600円と安価に仕上げました。また強化策としてグループ企業の工場の加工設備を増強し、チルド商品は温度管理が最も重要であるため輸送をチルド専門の物流会社に委託しました。将来は、売上の四割を占める看板商品へと発展させたいと考えています。

鮮度とスピーディーさへのこだわり

——製造部門についてお聞かせください。

グループ企業も含めた5つの工場は取扱商品に特化した専門工場で、厳しい自主基準を設け徹底した管理体制の下、新鮮で高品質な製品を製造しています。

昨今、食品業界に対する安全性が大きな問題となっていますので衛生面・安全面に関しては細心の注意を払っています。特に工場内や機械の清掃は念入りに実施しています。またパッキング作業時には最終段階で金属探知機にかけ、人と機械の二重チェックを行っています。

食品業界にとって衛生管理は信用に係わる最重要課題であるため、今後もさらなる強化を図っていきたいと思います。



工場内風景



工場内風景

——受注生産のオンラインネットワーク化について教えてください。

当社は受注生産を基本とするためWebシステムを採用したペーパーレスな受注生産方式を実施しています。

オンラインネットワーク上で挙げられた各営業所からの注文は扱う商品ごとに各製造工場へと自動的に振り分けられ、その受注データを基に製造された商品はダイレクトに発注先へ出荷されます。このシステムでは注文から納品までの課程で誰一人としてデータに触れることがないため、スピーディーな生産・配送が実現できます。一昨年から実施しているこのシステムは多方面からの関心が高く今後、様々な分野での活用が期待されるシステムです。

日本レベルへの挑戦

——中国に工場を設置されましたね。

5年前に中国へ行ったときに中国産のバターピーナツを食べたのですが、味や商品としての完成度の当社との違いに大変驚きました。当社のバターピーナツの原料である豆も中国産であるため、この違いの元をたどってみると中国には食品に対する鮮度管

理という概念がなかったのです。そして私はビジネスチャンスを感じました。

最初は品質を重視したものを中国で販売したのですが、価格が高すぎて売上は上がりませんでした。そこで、中国に工場を設置して製造レベルを日本レベルまで引き上げて生産することを考え、山東省威海市に現地法人を設立しました。今では、中国での製造技術が日本レベルに追いつき鮮度管理の徹底が図られたと言えます。

中国工場は日本人責任者と中国人スタッフ合計30名程で稼動しており、毎月本社から現地におもむき商品開発や品質のレベル維持に努めています。

——中国工場での製造品について教えてください。

ビーフジャーキー、サラミの肉製品、小魚を中心としたおつまみ、豆菓子やバターピーナツを主要商品として製造し中国に進出した日系スーパーへ販売しています。原材料や管理基準は全て日本工場と同様となっています。

日本ほどの売上を見込むには少々時間を要しますが、売上アップに向けて同じく山東省に工場を増設する計画が進められており、甘納豆やイカ天など中国にはない商品展開で長期的な取り組みを考えています。

特性や地域性を活かした売場づくり

——「カテゴリーマネジメント」という営業スタイルについて教えてください。

販売店様ごとの適正な商品の組み合わせや数量、棚割りをマネジメントすることによって、売上と付加利益のアップを図る営業スタイルの事です。社内に実際の売場を再現し、膨大なデータから様々なプランを検討して「売れる売場づくり」を提案します。

売場づくりにおいて、自社の取扱商品をいかに組み合わせ配置するかが営業力であり最も大切だと考えます。商品ニーズは日々変化しています。その

企業 インタビュー

動向を素早く見極め、オリジナリティーのあるオンラインワンの売場提案をめざしています。

——販売店との関係づくりにおいて大切なことは何でしょうか。

売場づくりへの提案力を磨くことが一番の関係づくりに繋がると考えます。販売店様が求める新規性に対してどれだけの創造力を発揮し新しい売場を提案するかに懸かっています。

そのために我々は、過去の豊富な販売データや購買動向の情報などを有効活用し幾度の試作や会議を重ねて、より信頼度の高い売場提案を心掛けています。

新たな食文化の担い手を目指して

——現在、開発中の製品についてお聞かせください。

創業以来、海苔を主力商品としてきた当社ではさらなる海苔の開拓ということで、海苔部門の新開発がいくつか進められています。まず当社の焼き海苔部門で最も人気のある「松島」の、味付け海苔を開発中です。焼き海苔同様売上が期待されます。

大きな試みとしては、おつまみ・おやつ感覚で楽しめる味付け海苔を開発しています。これまでの海苔は食事のおかずとしての位置付けでしたが、これからは常にテーブルにならぶ位置付けへと変化させたいと考えています。特徴は、現在の味付け海苔の味に軽く甘みを加え、風味が持続し、おいしく食べやすいことです。まだ企画開発中ですが、今秋には各店舗にお目見えできると思います。新しい海苔文化を是非楽しみにしてください。

——今後、チャレンジしてみたいことはありますか。

おつまみ・おやつ感覚の海苔もそうですが、今後は食後のテーブルにならぶ商品として意外性のある商品の開発や、お子様向けにお菓子の代用品となる商品の開発に挑戦していきたいと思います。

このチャレンジによって、私が考える安くておいしいという豊かな食文化の担い手となっていきたい

です。

「人」ありきの企業

——最後にこれから起業する方へアドバイスをお願いします。

企業の本質は社員にあるといっても過言ではありません。社員全員が良い会社づくりをしていくという気持ちを持たなければ、他社に誇れる会社づくりなど不可能です。そのためには社員間との信頼関係をいかに築き上げるかが大切です。自分本位に推し進めるのではなく、社員の意見を重要視し社員と一体となって事業展開しています。

社長は事業展開する上で社員のことを第一に考え、社員は会社のことを第一に考えてほしいというのが私の願いです。社長として「人」をどう育てていくかという考えの下で、他社に誇れるより良い会社づくりをしてください。



本社にて

長時間にわたりありがとうございました。御社の今後のますますの発展をお祈り申し上げます。

(19. 5. 24取材)



デジタルパウダー 株式会社

代表取締役 加藤 洋史氏



会社概要

住 所：仙台市青葉区南吉成六丁目6番地の3
ICRビル3F

設 立：平成14年

資 本 金：178.5百万円

事業内容：微小金属ボール・製造装置の製造販売

電 話：022 (277) 8526

U R L：http://www.digitalpowder.com

独自開発のデジタル制御製造法により、 各種素材で微小・均一の高精度球形粒子 (デジタルマイクロボール)を開発

今回は「七十七ニュービジネス助成金」受賞企業の中から、今後半導体基板の接続端子や電子デバイス製品分野などへの幅広い利用が期待されるデジタルマイクロボールの研究開発に成功したデジタルパウダー株式会社の加藤社長を訪ね、今日に至るまでの経緯や事業展開などについてお伺いしました。

技術に魅せられて

——七十七ニュービジネス助成金を受賞されたご感想をお願いします。

県内の多数の名立たる企業が応募されたなかで受賞できたことを大変嬉しく思っています。頂いた賞状も会議室に飾っています。

これを機に、デジタルマイクロボールの認知度が高まってくれば幸いです。

——創業当初の経緯をお聞かせください。

東北大学で金属について学び、当社を創業する前は東京で技術分野の貿易会社を経営しヨーロッパの計測制御に関する技術を日本に紹介していました。

大学時代に同期だった東北大学大学院の川崎亮教授により発表されたデジタルマイクロボール製造技術に魅せられて事業化を考え、デジタルパウダー株式会社に先駆けて川崎教授と有限会社マイクロ粒子研究所を設立しました。

大学での研究開発は技術の実証を得ると大きな成果となりますが、実証された技術を事業化するためには付加的な研究開発による様々な条件付けが必要となるため、有限会社マイクロ粒子研究所で基礎技術を応用まで引き上げました。

そして、2002年9月に川崎教授から技術の出願特許の実施権を受け事業化に向けて有限会社マイクロ粒子研究所から独立した当社の創業に至りました。2006年7月には、より高い技術価値の創造に向けて微小金属ボールの研究開発と装置製造権を保有する有限会社マイクロ粒子研究所を吸収合併しました。

——経営理念についてお聞かせください。

事業展開する上で、お客様や従業員みんなが幸せであることを最も大切にしています。

我々の事業は、ほとんどの製品がリサイクル可能な技術に基づいて製造されているため、事業そのものが環境に優しく無駄を排除し環境を重視したものづくりとなっています。

また、マイクロボールに特化したものづくりを行っている企業は世界中にも類を見ないため、この最先端技術を積極的に社会へと還元していくことを使命と考えています。

幅広い分野への活用

——取扱商品についてお聞かせください。

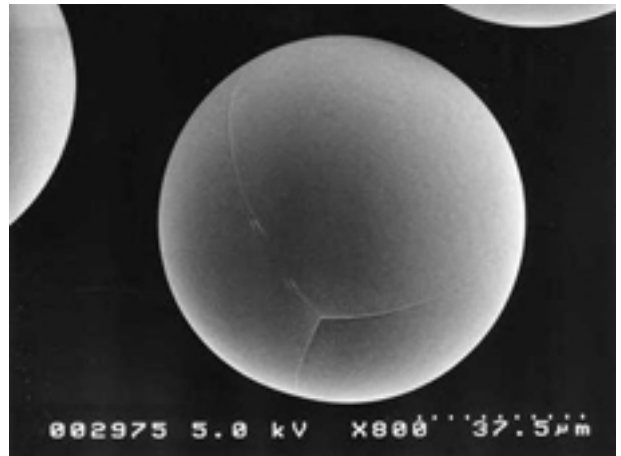
粒径40～500 μ mの各種純金属・合金マイクロボールを主力商品とし、ボール製造装置や周辺機器を開発販売しています。

また、新規性の高い優れた技術の波及のため技術ノウハウの提供も行っています。

——デジタルマイクロボールについて教えてください。

1980年代から半導体接続方法として低温材料のはんだボールが使用され始めましたが、均一のボールを生産する技術開発には至りませんでした。1990年初旬に均一なボール生産技術が東北大学の川崎教授によって研究開発され、一つ一つのボールを同じ条件で造るためにデジタル的な制御を加えたデジタルマイクロボールが製造されました。

大きさは文字通り1mmより小さくて1000分



デジタルマイクロボール (1 μ m=0.001mm)

の1mmより大きく、毛髪より細いマイクロサイズのボールで、純金属・合金、セラミック、樹脂、シリコンなどを素材とし広範囲なサイズ・材料に対応可能です。

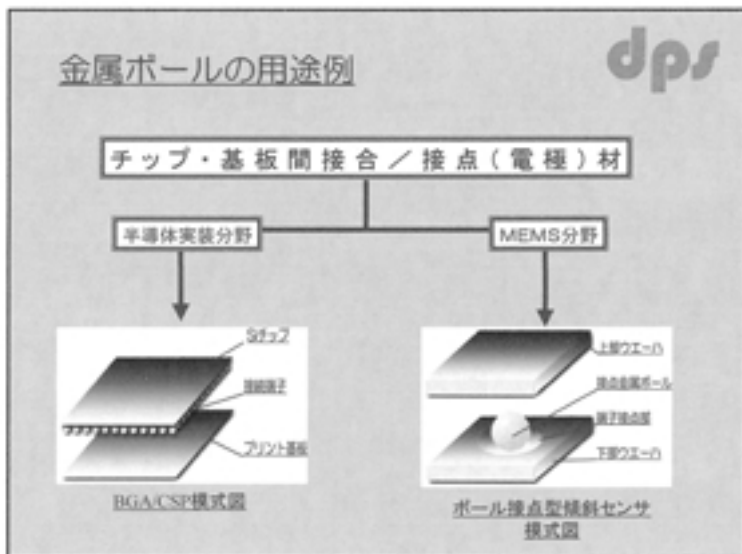
用途としては、半導体、基板実装、電子部品市場でのチップ・基板間の接合、接点材が主要な用途となっています。また、エネルギー分野への展開として次世代型太陽光発電システムにおける球状太陽電池の素材球としての利用も今後期待されています。

現時点ではアナログ方法や、アナログ方法とデジタル方法の中間方法で製造されている会社もありますが、デジタル方法のみでの製造は自社のみとなっています。

——受託研究開発について教えてください。

デジタルマイクロボールの材料は各種純金属・合金からシリコンまで多種にわたり、材料によって溶解温度や物質との反応の仕方が変化するため性格が異なるボールを製造することができます。

受託研究開発では、任意組成のマイクロボール開発、マイクロボールを利用した機能性材料の開発、特に新しい材料での開発製造や従来のボールとは異なる新しい開発要素を生み出す研究開発に力を入れています。



ボールの用途例

当社のHPを見て興味を持っていただき受託研究開発へと発展したケースや、株主である住友商事株式会社から委託されたケース、我々から関連企業へ直接働きかけるケースもあります。

今後、多種多様な活用が期待できるデジタルマイクロボール市場において、受託研究開発の位置付けはより高いものになると考えています。

市場拡大に向けた量産製造

——高精度マイクロボール量産製造機の開発に成功されましたね。

最初に東北大学で10年間研究開発されていたものを、コア技術の出願特許の譲渡を受けたことに伴い有限会社マイクロ粒子研究所が引き継ぎ2004年9月に開発に成功しました。

デジタルマイクロボールの認知度を高めてデジタルマイクロボールを活用した価値ある製品を普及させることで、ものづくりの発展と共に我々の事業の向上にも繋がると考え2006年7月に製造装置の販売を開始しました。

——製造装置の特徴を教えてください。

現在は、パルスインジェクション方式という製造技術を搭載した3シリーズの高精度マイクロボール作製装置を販売しています。

DM-Lシリーズは、鉛フリーはんだなど低融点金属向きのスタンダードモデルです。なかでもL2は、0.1mmよりも小さな100 μ mを切る高精度真珠状微粒子の作製が可能でパッケージ開発などに適したモデルです。

DM-Hシリーズは、貴金属材料や高融点材料にも対応したハイレベルシリーズで、Lシリーズ同様100 μ mを切る微粒子作製も可能なことから、今後の最先端研究開発の可能性を拓けるモデルです。

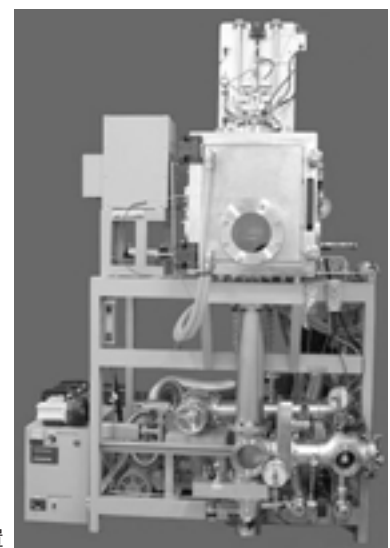
DM-Sシリーズは、シリコン材料の球形化が実現可能でシリーズ最高性能なフルスペックモデルです。将来の用途開発の重要要素技術となると考えています。

価格は20百万円～100百万円で、半導体や電子部品関連企業や、関連する研究所、大学など多方面からの問合せを受けています。

——製造装置の売上状況を教えてください。

マイクロボール市場がまだまだ小さいため、製造装置の売上もまだ少ないです。

我々は、2年半程前からデジタルマイクロボールの出荷を開始し、現在は出荷先である各企業がデジタルマイクロボールを活用した製品の開発段階である



製造装置

ため、デジタルマイクロボール市場の発展にはもう少し時間を要すると思われます。今後製品化が進むことでマイクロボール市場の拡大が計られ、売上アップが見込めると期待しています。

革命を起こした技術

——パルスインジェクション方式について教えてください。

2000年11月に特許出願したこの技術は、インクジェットプリンターのようにパルス式の電圧を金属に加えて噴射させることでボールを作製する方式で、ボールを同じ条件で作製するために電圧でコントロールしています。

これまでの技術との大きな違いは2つあります。一つは、デジタル制御によって一度に均一なボールが生産可能となったため選別工程が不要となったことです。もう一つは、一連の工程を不活性ガス中という高純度環境下で行っているため良好な表面性状のボール生産が可能となったことです。

その他にも、広範囲な温度に対応可能となったことで材料の範囲が幅広くなり、また少量生産から大量生産までコンパクトに展開できるようになりました。従来のアトマイズ法などの技

術と比較すると革命的な変化をもたらしたこの技術は、世界にも誇れる自信作です。

「所変われば品変わる」

——2005年4月にドイツで開催された「ハノーバメッセ2005」に出展されましたね。

創業以前に経営していた技術分野の貿易会社からのつながりで、ヨーロッパの中でもマイクロストラクチャーテクノロジーの中心地であるドイツ・ハノーバで世界最大級の産業見本市が開催されることを知り、住友商事株式会社と共同でMEMS（マイクロエレクトロニクスメカニカルシステム）関連企業として出展しました。ヨーロッパでは日本以上にデジタルマイクロボールの認知度が低いため、日本では発見できないような新しい用途や考え方に出会えるかもしれないと考えました。

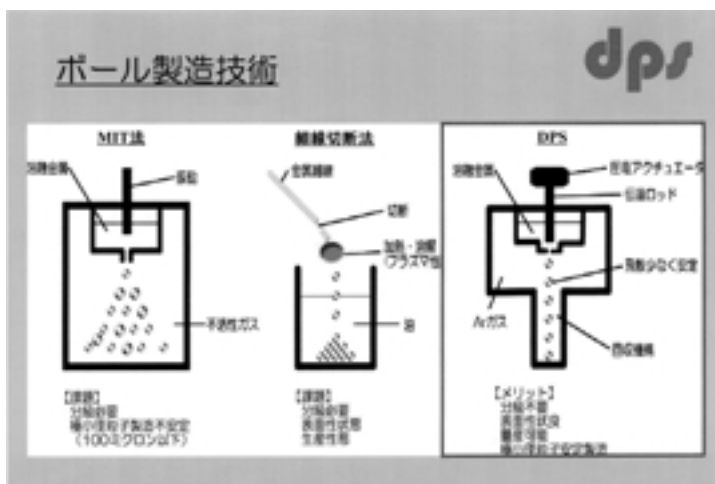
結果として、ヨーロッパでは「是非デジタルマイクロボールを使ってみたい」というような技術への驚きと興味は示してもらえたものの、実際にデジタルマイクロボールを活用した具体的な製品展開へと結び付けるにはまだ時間を要すると感じました。

——今後の海外への取組みについてお聞かせください。

ドイツでのメッセ出展でも実感したのですが、海外でデジタルマイクロボールを販売するためにはデジタルマイクロボールの認知度を高めることが最優先課題です。

しかし、日本でも言えることですが、デジタルマイクロボールの認知度を高める効果的な宣伝にはコストや人員が不可欠となるためベンチャー企業である当社にとってはコスト面での支援が大きな課題となります。

まずは日本での基盤作りをしっかりと行ってから、海外への取組みにも力を注いでいきたいと考えています。



ボール製造技術

次世代ボールの開発

——現在、開発中の製品についてお聞かせください。

5期目となった今年は試作品の研究開発が進み、関連企業への商品提案を積極的に実施しています。

その一つに、携帯電話に搭載されているカメラ機能やGPS機能の「センサ」があります。これは、小さな空間にデジタルマイクロボールを入れて左右どちらに接するかによって方向がわかるというものです。

他には、小型化・高機能化の時代に合わせたより微小のボール開発や、ボール側面へのコーティングの付加、球状の工夫などにも着手しています。

——ボールハンドリング装置について教えてください。

デジタルマイクロボールは人の毛髪よりも細い微小で尚且つボール状のため、研究開発の過程や製品として使用する場合の取り扱いが難しくなってきました。

ボールハンドリング装置は、機械によってボールの選別などを行って取り扱い上の手間を省き効率的に作業を進めるための周辺装置です。

現状では、コスト面や人員面から研究途上であり開発までには至っておりませんが、今後は外部企業との連携により積極的に取組む予定です。ボールハンドリング装置の開発がマイクロボール普及の道筋になると思います。

——今後の事業展開についてお聞かせください。

デジタルマイクロボールの主要用途である接合や接点としては難しいとされている素材でのボール開発を行い、他社との差別化や、さらなる新規性を追及していきたいと思っています。

応用展開としては、デジタルマイクロボールを活用した機密部品の製造や、デジタルマイクロボールを粒子配列して様々なデバイスの開発を行うなどデジタルマイクロボールによる大き

な付加価値の創造にも取り組んでいきたいと思っています。

しかし、いくら新規性のある開発を行ってもデジタルマイクロボール自体の認知度を上げなければ意味がなく、少しでも多くの方にデジタルマイクロボールを手にとっていただけるような取組みを大前提と考えています。

起業は「タイミング」が重要

——最後にこれから起業する方へアドバイスをお願いします。

材料をベースにしたものづくりには、製品化に至るまで二段階、三段階と開発工程があるため長期戦となってしまいます。そこで重要になるのが「タイミング」です。先の動向を見据えていない突発的な起業は失敗の基ですし、遅すぎても新規性が無くなってしまいます。常に目標を持ちタイミングを計りながら取組むことが重要です。

起業後は、自らの製品に自信と誇りを持ってより多くの方に手に取ってもらえるよう努力することが大切です。また、お客様や従業員など協力してくださる方々への感謝の気持ちを忘れずにいてほしいと思います。



本社にて

長時間にわたりありがとうございました。御社の今後のますますの発展をお祈り申し上げます。

(19. 5. 21取材)



仙台市の平成19年度商工業支援施策について

仙台市経済局産業政策部経済企画課

本市は、東北の経済・行政・文化の中心都市として、首都圏の企業の支社等が数多く集積する支店経済を基盤に発展してまいりましたが、IT化の進展や高速交通網の整備等は、東北経済における本市の中枢性の低下をもたらし、これまでの外部依存型の産業構造を変換し、自立した経済を実現することが求められております。

そのため、本市においては地域の知的資源等を活かした内発型産業の創出促進による自立的産業基盤の確立のほか、他地域からの資本導入と交流人口の拡大に取り組み、経済の持続的発展を図ってまいりたいと考えております。

そのため、平成19年度の経済施策の重点目標として、「新産業創出の推進」、「地域企業の競争力強化」、「投資や交流人口の獲得」を掲げるとともに、これらの達成のために、「健康福祉産業クラスターの創出」、「産学連携の推進」、「コンテンツ・デザイン振興」、「起業化・ベンチャー支援」、「中小企業総合支援」、「中心市街地・商店街活性化」、「コミュニティビジネス支援」、「ビジターズ産業振興」、「人材育成」、「産業立地促進」、「地域産業の国際化推進」、「観光プロモーションの促進」、「観光資源魅力創出」、「海外研究所・企業の誘致」の14分野における事業を実施することとしております。

ここでは本市の経済施策の中から、市内事業者の皆様を対象とした商工業支援施策を中心にご紹介いたします。

1. 新産業創出の推進

新産業創出の取組みを基軸とした産業クラスターの形成を図るため、健康福祉・医療産業、MEMS技術産業、クリエイティブ産業など本市のポテンシャルの高い分野において、地域の企業や大学などの参画と連携を促進し、地域の持つ資源の事業化に向けた取組みを一層推進します。

★健康福祉産業クラスターの創出

仙台フィンランド健康福祉センター事業

(仙台フィンランド健康福祉センター 022-303-2666)

仙台フィンランド健康福祉センターを拠点に、研究会の開催や健康福祉分野の事業化支援等を行い、

仙台地域及びフィンランドの企業・大学の連携による健康福祉機器・サービスの研究開発を促進し、健康福祉産業の集積と本市産業の国際化を図ります。

健康福祉・医療産業創出支援プロジェクト推進

(経済局産学連携推進課 022-214-8278)

「健康福祉・医療産業コンソーシアム」を創設し、健康福祉・医療産業振興に向けた産学官の連携を強化するとともに、東北大学と連携し地域産業創出に向けた検討を行うほか、事業化推進のための地域調査を実施し、健康福祉・医療産業分野における産業創出を図ります。

★産学連携の推進

仙台知的クラスター創成事業〔第Ⅱ期〕推進

(経済局産学連携推進課 022-214-8278)

「知的クラスター創成事業(第Ⅰ期)」を通じて地域に蓄積された先端的な知的資源や事業化に向けたノウハウを活用し、事業推進の中核機関等と連携しながら各種研究開発プロジェクトを推進することで、今後の成長が期待できる健康福祉・医療分野をターゲットとした、より付加価値の高い新産業の創出を図ります。

仙台MEMS産業クラスター創成事業推進

(経済局産学連携推進課 022-214-8278)

MEMS(ミリメートル単位以下の微小な電子デバイス)技術の産業化を目的とした産学官連携組織「MEMSパークコンソーシアム」の運営を支援するほか、事業化における試作・開発段階でのリスク軽減を図るため、事業化助成金を交付し、地元企業の技術力向上とMEMS産業の振興を図ります。

東北大学連携型起業家育成施設支援事業

(経済局産学連携推進課 022-214-8278)

東北大学連携ビジネスインキュベーター(T-Biz)の運営支援を通じて、大学のもつ高度な研究開発成果を活用し、地元企業の技術力向上等の成長と大学発ベンチャー等の創出を図ります。

産学官連携ファンド出資

(経済局産学連携推進課 022-214-8278)

東北グロースファンドに出資し、大学発ベンチャー企業や自社技術を活用して新規分野での事業展開を図る中小企業等を資金面から支援し、企業の早期

成長を促進します。

★コンテンツ・デザイン振興

クリエイティブクラスター創成事業

(経済局産業振興課 022-214-8263)

印刷・デザイン産業等とIT・コンテンツ産業等との融合により生み出される創造的産業の育成支援等を行うとともに、それらの連携により高い相乗効果を生み出す、仙台独自の創造的産業の集積(クリエイティブ・クラスター)の形成に取り組みます。

産業人材育成支援事業

(仙台市産業振興事業団 022-724-1212)

東北芸術工科大学の大学院仙台スクール(コンテンツ・プロデュース領域)に対し場所の提供等を行うことにより、今後の成長が期待できるコンテンツ産業の振興を図ります。

★起業化・ベンチャー支援

地域創業者支援事業

(仙台市産業振興事業団 022-724-1212)

仙台市内での新規創業者の育成を図るため、起業育成室や新規創業支援室(Nestせんだい)のインキュベーション利用者が販路拡大を図る上で必要な経費を助成するほか、フォローアップを目的としたセミナーや意見交換・情報交換の場の提供などを行います。

新事業創出支援事業

(仙台市産業振興事業団 022-724-1212)

新事業創出を効果的に支援するため、専門的な知識・経験を有するビジネス開発ディレクターを設置し、フィンランド企業とのマッチング、大学の研究成果の技術移転支援、大学等とのマッチング支援など市内企業の経営革新、国際化、産学連携など総合的な支援をワンストップで行います。

創業・経営革新施設提供事業(Nestせんだい)

(仙台市産業振興事業団 022-724-1212)

新規起業家等の発掘と事業化の促進を図るため、仙台市内の創業希望者を対象に、事業立ち上げ時に必要な事務スペース(「新規創業支援室(Nestせんだい)」)の提供とともに、継続的かつ一貫した経営アドバイスやコンサルティング、事業立ち上げの課題解決のための定期的な勉強会開催等、総合的な支援を行います。

2. 地域企業の競争力強化

地域経済の主たる担い手である地域企業の振興を

図るため、総合的な相談体制の構築や人材確保の支援を行うほか、地域商店街における集客力の高い商品やサービスの開発を支援するとともに、製造業における産学連携による技術力の向上の支援に取り組みます。

★中小企業総合支援

中小企業人材確保支援事業

(経済局地域産業支援課 022-214-1003)

インターネット等を活用して、市内での就職を希望する求職者と企業の求人情報をそれぞれに提供してその橋渡しを行うことにより、首都圏など地元以外を含む求職者の雇用と、地元中小企業の人材確保の双方を支援します。

地域産業金融支援事業

(経済局地域産業支援課 022-214-1003)

○育成融資制度

事業資金の円滑な供給を図るとともに、経済的事情の変化に適応するために必要な資金を融資します。また、事業の多角化やフランチャイズチェーンに加盟して事業を行う方を対象に、必要な資金の融資を行います。

○小口融資制度

小規模企業者(個人事業者)を対象に、無担保・無保証人で小口の事業資金の融資を行います。

○事業協同組合等融資制度

中小企業の組織化を支援するとともに、事業協同組合等の活性化を図るため、事業協同組合や商店街振興組合等に融資を行います。

○地域産業活性化融資制度

経営革新や業態変換への取り組み等による企業活力の増進等を図ることを目的として、次の方々を対象に金融支援を行います。

◆経済環境適応資金：経営革新のための事業等を行う方。

◆物流近代化設備導入資金：物流近代化のために設備を導入する方。

◆先端技術導入資金：先端機器等を導入する方。

◆環境保全促進資金：環境保全・省エネルギー・省資源施設等を設置または改善する方。

◆モノづくり支援資金：製造業を営み、経営の近代化または合理化(新製品・新技術の開発、販路開拓等)を図る方。

○新事業創出支援融資制度

創業や創業間もない事業者等の活動を支援するため、次の制度を設けています。

◆起業家支援資金：これから起業、独立しようとする方、創業1年を経過していない方を対象に、無担保で融資を行います。

◆創造的産業支援資金：新製品、新技術の研究開発や事業化を図る方（特許法による特許権等または旧創造法により既に取得した知事の承認をもって、事業を起こそうとする方に限ります。）に融資を行います。

地域 I T 活用支援事業

(仙台市産業振興事業団 022-724-1212)

I T 活用により経営改善を行おうとする中小企業に対し、I T 活用の具体的な方法やI T 経営戦略の策定等に関する勉強会を実施します。

企業等支援事業

(仙台市産業振興事業団 022-724-1212)

企業経営全般にわたってのノウハウや企業間のネットワークを有するビジネス開発ディレクターを活用し、支援対象企業の発掘及び当該企業に対する助言や販路拡大のための企業紹介等を行うことで、中小企業の振興を図ります。

総合相談事業

(仙台市産業振興事業団 022-724-1212)

中小企業者が抱える経営上の諸問題、新規創業希望者の創業時の課題等について、仙台市産業振興事業団の職員・相談員が相談内容の分野・段階等に応じて問題の明確化と解決策の提示を行います。また、中小企業者、新規創業希望者の求めに応じ、必要な専門家を派遣し、診断助言を実施することで、経営上の問題解決を図ります。

産学マッチング支援事業

(仙台市産業振興事業団 022-724-1212)

地域の大学・高専等と連携して地域企業のニーズをベースとした産学マッチングを行い、マーケットに合致した産学連携の促進を図ります。

①「御用聞き型産学連携」の推進

企業ニーズに基づく産学連携を推進するため、地域連携フェロー、産学連携ビジネス開発ディレクター及び仙台市産業振興事業団職員等が企業を訪問して技術的課題等を抽出し、解決に向けた相談や指導、共同開発を行います。

②専門家派遣事業

企業の技術的課題を解決するため、大学等の教員を専門家として派遣し、技術相談・指導等を行います。

③産学交流事業の開催

地元大学・高専等の技術シーズを紹介するセミナー等を開催するほか、関係機関と連携して産学交流事業を開催し、「産」と「学」の交流機会を創出します。

④産学連携ネットワークの構築

地元の大学・高専等と連携し、企業のニーズに対応する情報の収集を行います。

産業立地促進事業

(経済局産業振興課 022-214-8276)

製造業にかかる工場、研究開発施設やソフトウェア業・コールセンター等の都市型サービス業の立地を促進することにより、本市域内における研究開発をはじめとする様々な企業活動を活性化させ、本市経済の持続的発展と雇用の創出を図ります。

○企業立地等促進助成

助成金制度を活用し、工場、研究開発施設や都市型サービス業の立地促進（新設、増設、設備更新等）を図ります。

○企業立地促進

本市の立地環境を説明するPR資料を作成し、企業訪問・展示会への出展等による誘致活動を行うとともに、コールセンター人材養成講座等の実施により、企業の立地促進を図ります。

仙台圏製造業事業所データベース事業

(経済局産業振興課 022-214-8276)

仙台市及び周辺市町村の製造業事業所が保有する技術や設備、代表的な製品等、企業情報のデータベースを構築し、ホームページ上で公開することにより、企業同士のビジネスマッチングや産学連携等の促進を図ります。

★中心市街地・商店街活性化

商店街等助成事業

(経済局地域産業支援課 022-214-1004)

意欲的な商店街が、競争力を強化し自立的な発展を図るために取り組む事業に対し助成します。

○商店街イベント事業助成

商店街が販売促進・交流人口の拡大等を図る事業を行う際に、費用の一部を助成します。

◆助成額：対象経費の1/4以内、限度額25万円。

ただし、審査会により特別に選考された事業については、対象経費の2/3以内、限度額100万円を助成します。

○商店街ブラッシュアップ事業助成

商店街がアーケードやカラー舗装、街路灯等の補修更新（総事業費100万円以上）を行う際に、費用の一部を助成します。

◆助成額：対象経費の1/4以内、限度額250万円。ただし、県の補助対象事業となる場合は、対象経費の1/2以内、限度額500万円を助成します。また、アーケード安全強化に効果的な事業（総事業費5,000万円以上）については、市の助成額を20%、限度額を2,000万円とします。

○商店街環境整備事業助成

商店街がアーケードやカラー舗装などを新設する際に、費用の一部を助成します。

◆助成額：対象経費の1/2以内、限度額2,000万円。ただし、県の補助対象事業となる必要があります。

○商店街広報力強化支援事業助成

商店街が効果的な広報のノウハウ取得を目的として研修を実施し、その結果を踏まえ、各種広報物を作成する際に、費用の一部を助成します。

◆助成額：対象経費の1/2以内、限度額50万円。

○商店街空き店舗事業助成

商店街が空き店舗を活用し商店街の活性化を図るコミュニティ施設や店舗を設置する際に、費用の一部を助成します。

◆助成額：対象経費の1/3以内、限度額は改装費100万円、家賃80万円、運営費20万円を助成します。なお、県の補助対象事業となる場合は、対象経費の2/3以内（限度額もそれぞれ倍）を助成します。

○商店街地域力アップ支援事業

商店街が地域の伝統や資源等を活用して行う独自の商品開発や商品力の向上、その商店街ならではの魅力ある取組みを行う場合に支援します。

○商店街情報化事業助成

商店街が情報化を推進し、サービスの充実や情報発信を行う際に、経費の一部を助成します。ただし、宮城県の補助事業となるため、県の承認を受ける必要があります。

◆助成額：(1)システム機器の取得を行う場合、対象経費の1/2以内、限度額1,000万円。
(2)ホームページの開設等を行う場合、対象経費の2/3以内、限度額200万

円。

○意欲的商業者支援事業

市内の商業者5人以上で構成される団体が商店街の活性化を図る調査研究事業等を行う際に、費用の一部を助成します。ただし、宮城県の補助事業となるため、県の承認を受ける必要があります。

◆助成額：対象経費の2/3以内、限度額160万円。

商店街地域ビジネス連携促進事業

(経済局地域産業支援課 022-214-1004)

生活支援サービスなど地域の方々が望んでいるニーズに対応する事業を新たな地域ビジネスとして取り組む場合に支援します。

中心部商店街資源活用事業

(経済局地域産業支援課 022-214-1004)

中心部の回遊性や利便性を高め、来訪者を増加させるため、中心部商店街ならではの街並みや様々な資源を活用して、中心市街地が持っている魅力を改めてPRし、更なる集客と交流の基盤として中心部商店街全体の活性化を図ります。

★コミュニティビジネス支援

コミュニティビジネス育成事業

(仙台市産業振興事業団 022-714-1212)

地域課題の解決や市民ニーズの多様化に対応するとともに、地域社会や本市経済の活性化を図るため、地域の課題を想定し、これらに対応したビジネスイメージを明確にし、コミュニティビジネスによる起業を促進します。

★ビジターズ産業振興

仙台ビジターズ産業ネットワーク運営支援事業

(仙台観光コンベンション協会 022-268-6296)

本市への来訪や滞在につながる商品・サービスの開発を促進するため、コーディネーターによる事業化支援や、研究・商品化に必要な経費の一部助成を行います。また、集客ビジネスの成功例を紹介するセミナーや交流会を開催します。

仙台旅日和運営支援事業

(仙台観光コンベンション協会 022-268-6296)

仙台の観光ホームページ「せんだい旅日和」を活用した情報発信により、利用者が求める情報を幅広く提供し、仙台への訪問動機の拡大を図ります。

★人材育成

家庭における子供の就職支援事業

(経済局地域産業支援課 022-214-1003)

フリーターやニート等の子供を持つ親を対象に、子供の就職に関するセミナーや個別相談会を実施します。

若年求職者就業体験研修（ジョブ・トライアル）事業 （仙台市産業振興事業団022-724-1212）

市内在住の若年求職者を対象に、就業体験希望者と受入企業との合同面接会によるマッチングを行い、企業において就業体験研修を実施します。

若年求職者自立支援（脱・フリーター塾）事業 （仙台市産業振興事業団022-724-1212）

市内在住の若年求職者を対象に、社会人として必要とされる能力等を身につけ自立と就業を促すための短期集中講座（ビジネスマナー等各種講座）や個別職業相談を行います。

キャリア相談・就職支援講座事業 （仙台市産業振興事業団022-724-1212）

就職支援のための就職支援セミナー、及び中高年失業者の再就職や若年者の進路に関する個別相談（キャリアコンサルティング）を毎月開催します。

創業者支援・経営革新セミナー事業 （仙台市産業振興事業団022-724-1212）

創業や経営革新を図る人材の能力向上を目的としたセミナーを開催します。

○経営革新セミナー

経営革新や新事業展開に取り組もうとする中小企業者を対象に、マーケティングや販売戦略等に関するセミナーを開催します。

○創業者支援セミナー

創業しようとする方を対象に、ビジネスプランの策定や創業に必要な実務知識に関するセミナーを開催します。

3. 投資や交流人口の獲得

域外需要を呼び込み地域経済の活性化を図るため、本市の有する知的資源などを活用し、国内外の研究機関・企業等の誘致により新たな投資を呼び込むほか、観光資源などの魅力向上や積極的なプロモーションなどにより、国内外からの集客と交流の促進に取り組みます。

★産業立地促進

産業立地促進事業

（経済局産業振興課022-214-8276）

製造業にかかる工場、研究開発施設やソフトウェア業・コールセンター等の都市型サービス業の立地

を促進することにより、本市域内における様々な企業活動を活発化させ、本市経済の持続的発展と雇用の創出を図ります。

○企業立地等促進助成

助成金制度を活用し、工場、研究開発施設や都市型サービス業の立地促進（新設、増設、設備更新等）を図ります。

○企業立地促進

本市の立地環境を説明するPR資料を作成し、企業訪問・展示会への出展等による誘致活動を行うとともに、コールセンター人材養成講座等の実施により、企業の立地促進を図ります。

★地域産業の国際化推進

国際経済交流支援事業

（経済局集客プロモーション課022-214-8019）

市内企業の海外への事業展開を推進します。

○国際経済情報の提供

市内企業等に対してセミナー等を開催し、海外との取引や海外進出に関する情報の提供を行います。

○海外展示会出展助成

海外への新規販路開拓を図る市内企業に対し、海外展示会出展費用の一部を助成します。

仙台空港利用促進事業

（経済局集客プロモーション課022-214-8019）

仙台空港における新規路線の就航や既存路線の利用促進を図り、国内外各地域との人的・物的交流基盤の形成を図ります。

仙台国際貿易港利用促進事業

（経済局集客プロモーション課022-214-8019）

仙台国際貿易港において利用できる定期コンテナ航路の充実や、取り扱い貨物量の拡大を図ることにより、国際的な物流基盤の形成を図ります。

★観光プロモーションの促進

海外プロモーション事業

（経済局集客プロモーション課022-214-8019）

近隣の自治体とも連携し、近年高い経済成長を続けるタイやシンガポールなどの東南アジア地域を中心に各種プロモーション等を行い、観光客の誘客促進を図ります。

外国人観光客受入整備事業

（経済局観光交流課022-214-8260）

民間事業者等の受入環境整備や外国語ホームページの充実を進めるほか、外国人観光客への言語面でのサポートに関する事例等の調査を行い、市内観光

地等の受入環境の整備を図ります。

DESTINATIONキャンペーン事業

(経済局観光交流課022-214-8259)

自治体、観光関係者、JR 6社との協同による大型観光キャンペーンであるDESTINATIONキャンペーンに向け、プレキャンペーンを開催するなど協議会事業を展開するとともに、本市独自の観光客受入態勢を整備します。

広域観光連携事業

(経済局観光交流課022-214-8260)

本市及び周辺自治体の観光面での広域的連携によりプロモーション効果を上げ、地域の知名度向上と交流人口の拡大を図ります。

国内プロモーション事業

(経済局観光交流課022-214-8260)

本市観光情報の発信、キャンペーン等により、首都圏、中部、関西など全国からの観光客の誘客促進を図ります。

学習・体験型観光推進事業

(仙台観光コンベンション協会022-268-6296)

小中学校の教育旅行やグループ旅行等、体験を組み込んだ旅行の需要に応えるとともに、体験型観光メニューの開発とPRを積極的に行うことにより、新たな交流人口の拡大を図ります。

フィルムコミッション事業

(仙台観光コンベンション協会022-268-6296)

平成15年4月に設立した「せんだい・宮城フィルムコミッション」を活用し、仙台・宮城の魅力を全国に向けて映像により発信します。

★観光資源魅力創出

仙台三大まつり・市民創造型イベント支援事業

(経済局観光交流課022-214-8260)

本市の伝統ある行事の継承や市民の新たなまつりの創出に向けた取り組みを支援することで、「杜の都・仙台」のイメージアップに努めるとともに、仙台の魅力ある観光行事として全国にアピールし、観光客の誘客促進を図ります。

作並地区観光振興推進事業

(経済局観光交流課022-214-8259)

作並地区に点在する地域資源を活かしながら、観光地としての魅力向上を図ります。今年度は、作並地区の観光振興の核となる施設を建設するほか、駐車場から鳳鳴四十八滝までの遊歩道整備等を行います。

秋保地区観光振興推進事業

(経済局観光交流課022-214-8259)

秋保工芸の里の遊歩道の整備等により、秋保地区に点在する豊富な観光資源を有機的に連携させ魅力向上を図り、地区全体の観光振興をキーワードとする地域の活性化を図ります。

観光シティループバス事業

(経済局観光交流課022-214-8260)

市内中心部の主要な観光スポットを効率よく巡ることができる「るーぶる仙台」の利便性向上と、各種企画運行等による魅力向上により、新たな需要の開拓を図ります。

「仙台まるごとパス」推進事業

(仙台観光コンベンション協会022-268-6296)

交通機関の利便性向上のほか、観光施設・お土産店・飲食店等の割引等を付加し割安感を持たせることにより、仙台圏域の新たな観光需要の拡大を図ります。

★海外研究所・企業の誘致

国際プロジェクト推進事業

(経済局国際プロジェクト推進課022-214-8046)

世界的な国際会議やプロジェクトのほか、国際機関の誘致、研究機関・企業研究所・研究開発型企業等の誘致を推進します。

以上、平成19年度における商工業支援施策を中心に掲載いたしました。なお、本市の経済関連情報を、次のホームページ等によりご紹介しています。併せてご利用いただければ幸いです。

■仙台市経済局

〒980-8671 仙台市青葉区国分町3-7-1

<http://www.city.sendai.jp/keizai/kikaku/index.html>

■(財)仙台市産業振興事業団

〒980-6107 仙台市青葉区中央1-3-1 A E R 7階

<http://www.siip.city.sendai.jp/>

■メールマガジン「せんだいE企業だより」

各種支援機関等が実施するセミナーや助成金制度などの各種支援情報を無料で配信します。

配信登録は下記まで。

<https://www.siip.city.sendai.jp/mailmaga/public/bin/mmreginput.rbz>



夢の新素材“金属ガラス”の 発見と実用化

東北大学 総長 井上 明久氏

5月17日（木）、七十七銀行本店4階大会議室において、東北大学総長 井上明久氏をお招きして、「夢の新素材“金属ガラス”の発見と実用化」と題してご講演いただきました。今回はその講演内容をダイジェストとしてご紹介いたします。



○「金属ガラス」とは何かー成分条件と構造特徴

「金属ガラス」(metallic glass、bulk glassy alloy)に対比する用語、材料は「結晶金属」(crystalline metal)です。人類は金属材料を数千年前から使ってきたが、青銅器や鉄製の刀、槍、盾、工具、ナイフなど、厚みが数ミリ以上の三次元的なバルク形状として利用できたものは、全て結晶金属です。その特徴は、原子が長範囲に周期配列をとり、つまり原子が規則正しく並んでいること、そして結晶粒界とか、結晶内に原子が抜けたような格子欠陥的なものや、転位（原子の規則配列のずれ）などを必ず含む。ごく最近まで我々が使うバルク形状金属は結晶金属だけで、それが全てでした。

ところが、1990年前後を境に、原子が長範囲に無秩序に配列した金属で、しかも従来は結晶金属によるものしかない三次元形状、つまり厚みが7～8ミリメートルで長さも7～8センチメートルある金属ガラスが出現した。ガラスという一般的には透明な酸化物ガラスとか弗化物ガラスを考えるが、ここでは「金属元素で構成されたガラス遷移を示す物質」を金属ガラスと呼ぶ。あくまで金属であり金属結合つまり自由電子が漂っているため光を通すことはできないが、金属独特の金属光沢をもつ。酸化物は自由電子がなく電気を通さないため反対に光を通し透明性がある。結晶粒界があるとそれぞれの粒で光の反射も微妙に違うが、金属ガラスは全く結晶粒界等を含まず原子が長範囲ランダム配列のため、表面がナノスケールで非常に平滑で滑らかな光沢をもつ。

バルク形状の金属ガラスをつくるためには、必ず3成分以上の金属元素を混ぜることが必要です。そ

井上 明久氏 プロフィール

- いのおうえ あきひさ
- [経歴]
 1947年 兵庫県姫路市生まれ
 1975年 東北大学大学院工学研究科博士課程修了(金属材料工学専攻)
 1990年 東北大学金属材料研究所教授
 2000年 同 所長
 2005年 同大 副学長
 同大 金属材料研究所附属金属ガラス総合研究センター長
 2006年 同大 総長
 同 日本学士院会員
- [専門]
 金属材料学(非平衡物質、ナノ結晶材料、準結晶)
- [主な著書]
 「ナノコンポジットマテリアル～金属・セラミック・ポリマー3大物質のナノコンポジット」(フロンティア出版)「バルク金属ガラスの発見と実用化の現状ならびに将来展望」(槓書店)他多数
- [主な受賞歴]
 市村学術貢献賞、日本金属学会・論文賞・技術開発賞・組織写真賞・功績賞・学術功労賞等、日本学士院賞、内閣総理大臣賞 他計60余件を受賞

の成分となる元素がある条件のもとでは、液体状態のランダム構造がそのまま固る現象が起きることが1990年頃わかった(図1)。

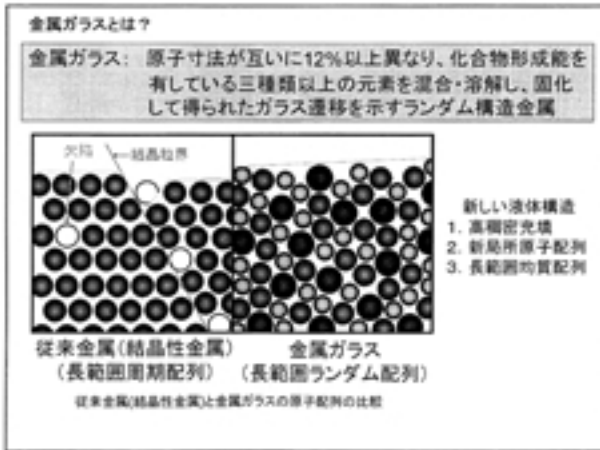


図1

その成分条件①「原子寸法が互いに12%以上異なり」とは、大、中、小の3種類の原子のそれぞれのサイズが互いに12%以上異なること。②「化合物形成能を有している」とは、それぞれの原子が互いに引き合う性質、反発し合うのではなくアトラクティブな相互作用が働く。③3種類以上の元素を混合、溶解し液体状態にした後、温度を下げて過冷却液体を経て固化すると得られる物質です。しかもそれがガラスと言えるためには、過冷却液体からガラス遷移を示してガラス(固体)になること、あるいは逆に加熱していく場合には、ガラス(固体)から過冷却液体に遷移するというガラス遷移現象が、明確に物性値としてとらえられるランダム構造の金属であること。

この成分条件の元素同士を我々が意図的に選ぶと、神様の贈りものというか、自然界に今までになかった新しい液体構造を、おのずとつくり出してきていたとしかいいようがない。

その構造特徴は、①高稠密無秩序充填であること。これはすき間ができるだけ少ないようにパッキングされているという意味です。大きな原子同士とか、大原子と中原子よりは、大・中・小混在しランダムである方が間隔的にもすき間が少なくなることは当然で、しかも液体状態においてこれが生じた。②新局所原子配列構造であること。新しい物質の局所構造をみると、独特な原子配列を有している。③長範囲に非常に均質で互いに引き合うような原子配列状態にあること。

○「金属ガラス」の誕生—なぜ金属学の常識はくつがえされたか

これらの条件を満たす原子構造をもつバルク形状でランダム構造の金属が、なぜ今まで1990年以前までの数千年間つくられなかったのか。(図2)左縦軸は温度、横軸は物質の保持時間、右縦軸は粘性で、右下がりの放物線は液体から過冷却液体を経て固体(ガラス合金)に至る過冷却液体の連続冷却曲線です。液体、例えば鉄が温度の融点 T_m で溶けて流れている状態は粘性値でいうと 10^{-2} 、0.01パスカルセカンド(Pa・s)。すべて固まった物質で停止した状態とみなせる粘性値は 10^{12} パスカルセカンドで、その粘性を示す温度がガラス遷移温度 T_g です。つまりグラフの T_m 以上の液体状態のものを融点以下に下げ、結晶化させずに過冷却液体状態を経て粘性値が 10^{12} パスカルセカンドに、つまり我々の生きている時間スケールにおいて物質が静止したとみなし得る状態の粘性値であるガラス遷移温度まで冷却することができれば、理論上液体構造がそのまま固

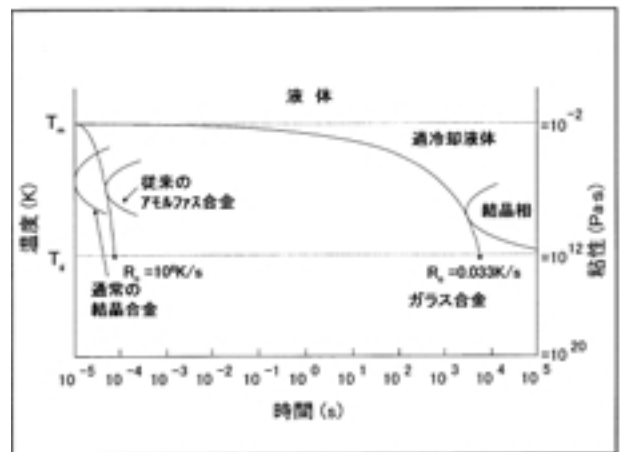


図2

まった構造の固体、ガラス金属ができる。しかし我々人類の科学技術がこれだけ発展してきても、通常のバルク形状のものを 10^{-5} 秒以下の超短時間で冷却する技術を持ち合わせていなかったため必ず結晶になる。

ところが1960年米国カリフォルニア工科大学のポール・デュエー先生らのグループが、金とシリコンの合金を1秒間に 10^6 Kつまり1秒間に約100万度(約1000度に溶かしたものを1ミリ秒0.001秒の速度)で固めると、液体構造が結晶化せずに室温まで保持される現象、いわゆるアモルファス合金を初めてつくり出した。しかしこの条件では極めて小さなものしか得られない。線だと髪の毛くらいの

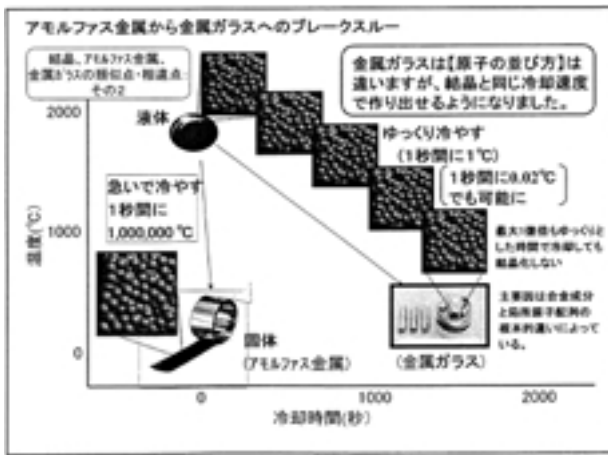


図3

直径約100ミクロンメートルのもの、箔体の場合には約20ミクロンメートル、0.02ミリメートルの非常に薄いものしか得られない(図3)。

アモルファス合金は、その後1971年以降東北大学金属材料研究所でも活発に研究されたが、1990年頃まではこの状態を打破できなかった。1990年以後過冷却液体の安定化の研究が進み、過冷却液体状態が約 10^{-5} 秒しか保持できなかったものが、現在では1秒間に0.033度(K/s)の徐冷速度で約4000秒の時間をかけて、つまり約1時間を費やして冷却してきても、驚くことに液体が結晶化せずそのまま固まるため、大きなバルク形状の金属ガラスができる。これは過冷却液体がアモルファス合金のそれと比較して約1億倍安定していることを示しており、結晶との比較では10億倍以上の安定性を有している。このような異常な安定化現象が金属成分のみで構成した合金において生じることを我々は発見した。

1990年前後、アーク溶解鋳造法で溶かした合金がある日突如結晶化しなくなる。銅製の水冷鋳型上でただ溶かして、何の強制冷却もしないのに結晶化しなくなった。これは従来の数千年の金属学の常識と全く反する。その要因は、アモルファス合金の局所構造を調べると平衡相と類似しており、平衡相に移行しようとしているのを1秒間に約100万度強制的に冷却させる強制手段でせき止めた。一方、金属ガラスの局所構造は準安定性が非常に高く、1秒間に100万度で強制冷却されようが0.1度の徐冷却であろうが、原子構造がほとんど変化せずそのまま室温まで下げられる。金属ガラスは対応する平衡相と全く異なる準安定性の高い新しい局所原子配列構造をもつため、必ずしも急冷を要しない。

まとめると、成分上の3条件に合う元素同士を混

ぜ合わせると、準安定性の非常に高い性質をもつ合金ができる現象を発見しその原因を突き止めた。結果としてランダム構造の液体相の構造がそのまま固まった、従来にない構造をもつ新しいバルク形状金属を創造したことになる。

○「金属ガラス」と1990年—研究史とエピソードの示唆するもの

金属の歴史を振り返ると、産業革命以前の数千年間、青銅器、鉄器時代には、人類が使用した金属元素はわずか11種類である。ところが産業革命後急速に製錬、冶金、採鉱技術等の発達により、周期律表の元素が増え現在78種類の金属元素が使用可能となり金属文明は大きく発展した。

しかし数ミリメートル以上の三次元バルク形状で利用できる金属は、1990年までは結晶構造のみであった。ところが我々は1990年にバルク形状でありながらガラス構造の金属を世に送り出した。これは金属ガラスによる新しい金属文明の夜明けと言える。現在この分野は多数の研究者人口をもち、中国が一番多く数百名以上となっている。それだけ本分野の多数の研究者をつくり出したことになるが、世界的にみると金属材料科学の人は今でも非常に勢いでバルク金属ガラス分野に参入している(図4)。



図4

2005年までに見出された金属ガラスの合金系をまとめると、非鉄族系と鉄族系に分類され、非鉄族系の方が早く開発されマグネシウム基の合金が最初であった。現在、鉄族系では鉄、コバルト、ニッケル基、非鉄族系ではマグネシウム、ランタノイド、ジルコニウム、チタン、銅基のものを中心に、2005年までに44種類の合金群が発見されうち37種類は東北大学で開発された。現在個々の合金系の総数は500種類以上になる。

今考えると1988年から1993年までの5～6年が、この分野の研究黎明期であったと言える。当時バルク金属ガラスに関する論文は、外国では1編もなく我々のもののみであった。古き良き時代で我々がデータを出しても他からのレスポンスがないことは、我々が本当に価値ある研究をしているのか非常に戸惑いのある時期でもあった。ところが1993年に世界トップレベルにあるカリフォルニア工科大学のグループが、ベリリウム入りの金属ガラスを発見以降、この分野でも他分野の経過と同様に日本以外の国で研究されていることが判明すると、米国、ヨーロッパは勿論、インド、アジアへと世界的に研究が発展した。

注目すべきは1995年以降のわずか10年間に、大部分の金属ガラス、特に鉄族系のものが開発された。ところで、米国のグループは自ら論文発表しなかったものの我々の研究成果を全てトレースしており、我々の発表論文を持ってワシントンに飛び、本研究分野の重要性を訴えている。その結果1991年からは日本円にして約10億円の巨額の米政府予算を獲得し、研究開発を開始していたことも後で判明した。この時我々研究者の感覚としては、今後この分野は世界的な大競争時代を迎えると予想したがその判断はまさに正しかった。理論的には数100種類の合金系が考えられ、試行錯誤を繰り返す方法での合金開発はとても困難であるので、何か探査指針・一般法則があるのではないかという思いを抱いた。

しかし実際には、当時軽くて強い金属材料として、結晶質のマグネシウム合金の研究をしていた。ところが研究中に過冷却液体がどんどん安定化することを見出した。またランタノイドを含むアルミニウム合金の研究をしていてガラス遷移を示すことを見出した。しかし1980年当時センチメートル級のバルク金属ガラスが得られるなどと言うと、恐らく我々も気が変になったのではないかと思われる程、全く誰も想像できなかった。金属成分のみで構成された合金で安定化が起きることが、上述したマグネシウム、アルミニウム合金の研究中にたまたま発見された。ジルコニア、アルミニウム、ニッケル、銅からなる合金の時も同じであった。基礎研究として特に金属ガラスの構造緩和、過冷却液体の安定性に注目していた。この安定性を追求する過程において、アーク溶解法のみで作製した合金が、ハンマーでいくらたたいても割れなくなる、すなわち粘い金属ガラスが生成することを初めて見出した。

以上のことは1990年前後の事ですが、1995年以後急速に発展したのは、いわゆる過冷却液体が安定化するためには何らかの理由、探査指針・一般法則があるはずとして実験と理論の両面から研究を進め、1994年に我々が提唱したルール、すなわち過冷却液体の安定化およびバルク金属ガラス形性能をもつための合金成分ルールです。1995年以降は、この条件を満たす合金成分を探査した結果、金属ガラス成分系が急速に増えていた。

○「金属ガラス」の性質—非常にユニークな多くのすぐれた特性

最も基礎的な特性として、**引張強度**（引張ったときの応力に耐えられる強さ）とたわみやすさ（ヤング率）があります（図5）。

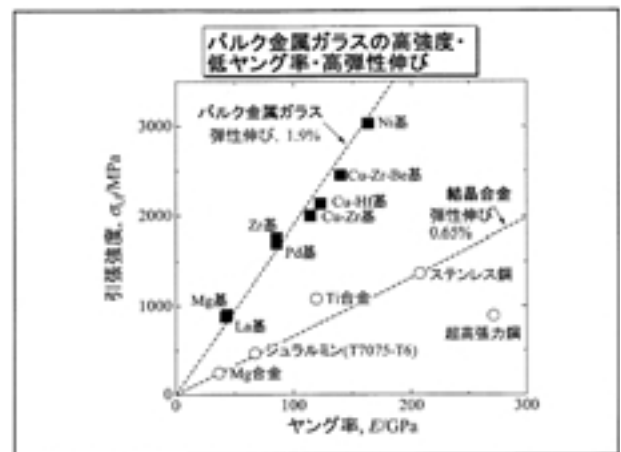


図5

結晶金属のマグネシウム合金、ジュラルミン、チタン合金、ステンレス鋼などと金属ガラスは明らかに違っている。例えば今100ギガパスカルのヤング率で比較すると、結晶金属の引張強度は約700メガパスカルであるが、金属ガラスでは約2,100メガパスカルであり、3倍引張強度が高い。つまり引張って破壊しようとする3倍の応力が必要です。一方、同じ引張強度で比較すると、金属ガラスのヤング率は約3分の1で非常にたわみやすい。

図5の両特性の間に直線関係がみられ、フックの法則が成立している。この直線の傾きは**弾性限界**を表している。この値はバルク金属ガラスでは1.9%、結晶金属では0.65%であり、3倍金属ガラスの方が大きい。つまり弾性限界内で曲がってまた元へ戻るとき、結晶金属はほんの少しの曲げで永久変形するが、金属ガラスを永久変形させるためには3倍大きな力が必要で、数百%も違う。金属ガラスの中でもニッケル基や銅基の合金を選ぶことにより、現在飛

行機の離着陸時の車輪の車軸に使用されている結晶質としては最高強度材料のマルエージング鋼よりも、さらに高強度の2,000メガパスカル以上のものが得られる。

破壊強度は圧縮強度でみると、鉄基やコバルト基合金では4,000メガパスカル以上です。工具鋼の方がやわらかくこれに耐えられるものが存在しないため、引張強度を測ろうとしても困難である。結果的にはコバルト、鉄、タンタル、ボロンよりなる合金では5,000メガパスカル以上の、結晶質材料では全く得られない高強度を示す。しかも、2,000メガパスカル以上の高強度が氏600度まで保持するため工具等にも使える。鋼では室温でも2,000メガパスカル以上の高強度を得ることは難しい。

金属ガラスの変形・破壊に至る**変形挙動**の特徴は、室温近くでは、圧縮応力方向に対して約45度傾いた最大剪断応力面に沿って滑り面が発生し最終破断に至る様式で起きる。結晶質材料の強度が低いのは、転位が発生するためそれを介して理想応力の50分の1くらいの非常に小さな応力でも変形する。金属ガラスでは原子がランダムに配列しており剪断で原子の結合を切らなければならないため、非常に高強度を示す。強度が高くなると普通は脆くなるが、原子がランダムで適当にすき間があり、応力をかけられるとランダム構造のすき間を介して原子が少しずつ動いてその**弾性**変形に耐えられる。また、応力を元へ戻すと動いたすき間の原子が元の位置に戻るにより、非常に高強度がありながら大きなたわみ性も持つことができるという異常な特性を示す。

金属材料において非常に重要な特性として、**破壊靱性値**というパラメーターがある。クラックが発生したときにどれだけの荷重に耐えられるか。通常ガラスは少しでも割れが生じると簡単に割れが進展するため構造材料としては脆くて使えない。金属ガラスにあらかじめ切り欠きを入れさらに疲労予備クラックも入れて、引張りか曲げ変形でどこまでの荷重に耐えられるか。ジルコニウム基金属ガラスでは通常の結晶チタン合金に比べてほぼ同じ、銅基金属ガラスではそれよりも高い値を示す。しかもこれらの金属ガラスは2,000メガパスカル以上の高強度でありながら、**靱性**（クラックを含んでいても破壊されにくい）も持つ。ちなみにゴルフクラブに使用されている結晶チタン合金の1,000メガパスカル強度材と比べ、**靱性値**が同程度で2倍の高強度をもつことが注目される。

疲労強度ですが、今年の連休中に遊園地の遊具が壊れた問題と関連する特性です。通常1,000万回繰り返し変形後に耐えられる最少の負荷応力をもって疲労強度とした場合、銅基、チタン基の金属ガラス合金では500から750メガパスカルです。鋼の最高級品S C M（クロモリブデン鋼）や工具鋼のS K Dなどに比べほぼ同じかそれを上回る。1,000万回繰り返し応力が働いても鋼の最高級品並みかそれ以上の強度です。

疲労による破壊は、良好な粘さをもつ銅基の金属ガラスでもどうしても一番応力が高い個所から疲労クラックが発生する。しかも、この場合複合的なものがあり、そこから疲労クラックが続いて伝播していく。早い段階でクラックを見つけると遊園地でのような出来事は起きない。ストライエーション（脈状模様）を示しながらクラックは伝播し、最終破断する。できる限り疲労クラック伝播速度が遅い合金系を開発するため、疲労破壊を起こした破面を観察して、疲労強度と破壊機構関係を研究中です。

通常ステンレス鋼など全ての金属材料で腐食が起きやすいのは、結晶粒界などの部分で原子配列が乱れ、成分偏析があり、内部エネルギーが少し高いためですが、金属ガラスは腐食を生じない。しかも全体的に一樣なランダム構造で結晶粒界等を含まないため、クロム、モリブデンなど耐食性にとり好都合な元素を含ませると、非常に早く不働態皮膜が発生しやすい。例えばp H 2の硫酸中で80度、不純物食塩を500 p p m含む過酷な条件、つまり燃料電池を想定した環境でも、現存の最高級ステンレスS U S 316 Lに比べても腐食電流密度が低く、腐食電位もはるかに高い非常にすぐれた**耐食性**をもつ。ありふれたニッケル基や銅基のバルクガラス合金でも同様にS U S 316 Lに比べてはるかにすぐれた耐食性を示す。

鉄系の金属ガラスは、現存する金属の**磁性**材料中もっとも電気抵抗が高く保磁力の小さな材料と特徴づけられる。高い電気抵抗は、ランダム構造のため伝導電子が散乱されることが要因となっている。特に保磁力の小さいのは原子がランダムではあるが均一に配列しているためです。

過冷却液体領域が存在しているのが金属ガラスの大きな特徴です。一度得られたバルク金属ガラスを加熱すると、必ずガラス遷移を示して過冷却液体に戻ってそれから結晶化する（図6）。そして過冷却液体に戻された液体構造では、過去の履歴が全部消

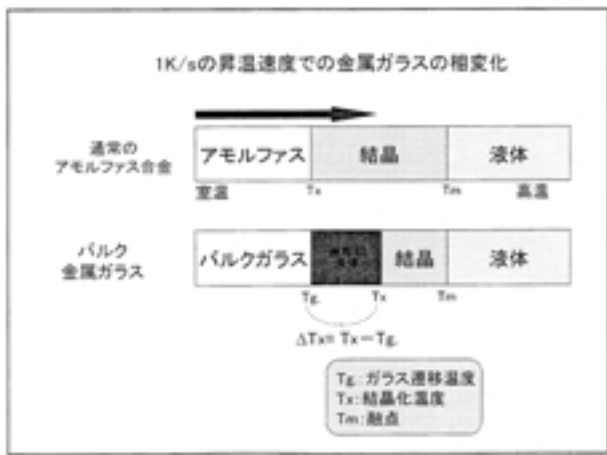


図6

える。いくら強変形した材料であろうと溶かしてしまうと過去の履歴はなくなるのと同じで、内部平衡状態にある。緩和時間が極めて短く原子が自由に動ける状態にあるけれども結晶化しない、つまり液体構造が非常に安定していてこの温度領域が広ければ広いほど過冷却液体が安定化しているといえる。通常金属ガラスの場合、この領域の温度範は50から130度ですが、アモルファス合金のように超急冷の必要なものには過冷却液体領域は無くいきなり結晶化する。このような違いは、金属ガラスの局所原子配列構造は対応する結晶相と大きく異なっているが、アモルファス合金では結晶相と似ており、しかも不均一核生成や密度ゆらぎを含むなどのためと考えられている。

過冷却液体領域では、水とか油と同じようなニュートン粘性を発現し、しかも真応力と真ひずみ速度の関係において直線関係を示す特徴をもつ。要点はひずみ速度感受性指数が最も大きな1.0を示すことです。これは応力が負荷されて伸びていったときにくびれだしてひずみ速度が大きくなると、それに対応して流動応力も上がりそこでの変形が止められる。つまり自的にどんどん均一に伸びる特性があり、理想的な超塑性現象が実現できる。結果として、この場合23,000%の伸びを示す。結晶質材料でギネスブックに載っている一番最高値が7,800%ですので、金属ガラスは最高の超塑性合金です。この一部をさらに伸ばして、数百万%の伸びが得られることを確認している。

酸化物ガラスでは、温度を上げて過冷却液体に戻して、ニュートン粘性を利用して光ファイバーを作る。金属ガラスでもそれを利用して、「金属ガラスファイバー」という線材を作れる。バネ材についても少し温度を上げて過冷却液体に戻すと、従来とは

バネ特性も大きく異なるバネ材に加工できる。また、過冷却液体域でプレス加工すると、木目、革、砂地調などいろいろの表面模様のほか高平滑性による金属光沢もつくり出せる。

ナノテクノロジー用の材料としても非常に注目されている。例えばくぼみのついた100ナノメートルのシリコンの型材に金属ガラスを300度くらいに加熱してプレスすると、100ナノメートルのスケールで正確に転写されるが、結晶金属では全くできない。ナノスケールのマイクロカンチレバーについても一度のプレス加工で可能ですが、切削加工では高度なテクニックが必要で切削加工の刃先も入っていかないすき間でも、1回のプレス加工で可能となる。これを何回かずらしてプレスすると、大面積のものも比較的短時間にしかもいろいろな型のものを一気につくり出すことができる。

最近ではナノスケールでの加工技術として、イオンビーム、電子ビーム、エッチング、LIGAプロセスなどがあり、従来は高分子系の材料とかガラスが用いられるが、結晶粒界を含まない非常に均質な構造のためである(図7)。

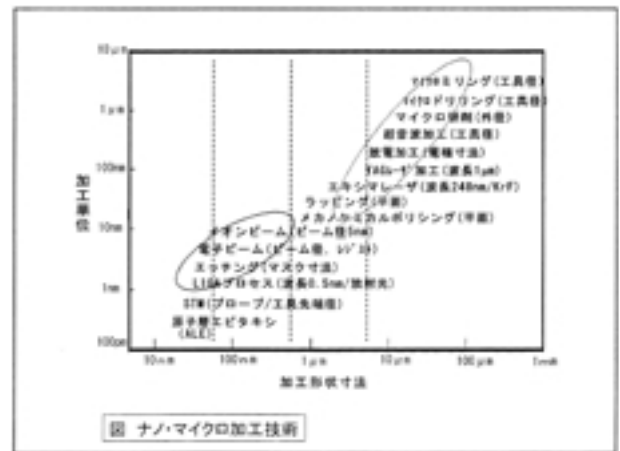


図7

従来の結晶質材料では粒界があり、もうそこで段差がありナノスケールの加工材としては適さない。一方金属ガラスは結晶粒界等を全く含まないためナノスケールでの被加工材に非常に適しており、金属材料としてこれに太刀打ちできる材料は全くない。

集束イオンビームは、ガリウムイオンで加工するナノスケールの最近発達した加工技術ですが、東北大学に設置されている非常に高価な装置で結晶質の白金を表面加工しても、ミクロンメートルサイズで表面が凸凹になる。ところが金属ガラスを用いると、ナノメートルスケールにおいても非常に正確な模様ができる。ナノスケールの文字、ナノメートルスケ

ール幅で識別できるパターンニングも書ける。表面のプレス加工についても機能や色を変え少しずつずらしながらプレスすれば、大面積のものの表面加工が一気にでき上がる。機能性表面の創製の量産性に非常に適している。

CD-ROMは表面の凸凹で記録するが、次々世代のものについては1回のプレス加工で可能なサイズが問題である。金属ガラスを用いるとトラック幅50ナノ・データビット幅22ナノが作り出されておりテラビット級のものも可能とされている。この表面にスパッター技術を用いて少し種々の磁性を付加することにより、次々世代の磁気記録材料としての可能性も秘めている。

通常の結晶では融点で液体が結晶になるときに、超短時間で突然不連続に凝固収縮が起きる。これは絶対避けられない。ところが、金属ガラスを冷却すると液体が徐々に固まってガラス遷移で固化するので不連続な収縮がない(図8)。

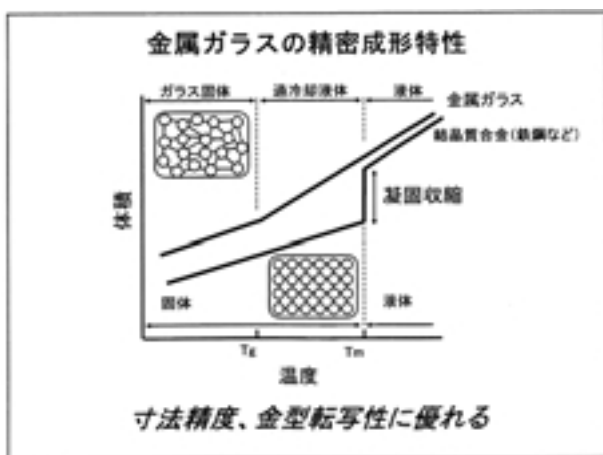


図8

温度による熱収縮だけですから少し液体に圧力をかけると、金属ガラスの表面は鋳型表面模様をナノメートルスケールで転写できる。金属加工においては、いかに金型の表面を精密に転写加工できるかが最大の課題です。結晶質材料だと自己収縮が起きて鋳型から離れる。鉄瓶をつくる精度では型と同じ鋳物ができたということになるが、ことナノメートルスケールでのものづくりでは、もはや結晶質材料では不可能である。一方金属ガラスは非常にすぐれた**金型転写性**をもち、金型に忠実な例えば直径0.1ミリの歯車等が溶湯から一気にでき上がる。ニアネットシェイプではなしに、いわゆる正真正銘の真のネットシェイプ加工ができる。

金属ガラスは、**ポーラス(多孔性)化**することにより、生体医療材料、フィルター、熱交換機、音波

吸収・振動吸収材料など多くの応用に展開可能である。金属ガラスを液体状態に溶かして水素圧をかけて、例えば10気圧の水素中で溶かして鋳込む寸前に9.5気圧にすると、0.5気圧の差により溶け出た水素が泡として析出して2~5%のポロシティーとして過冷却液体中に閉じ込められる。ポロシティーが70%~80%近いものまで制御可能です。ところがポーラスがあっても決して脆いものではなく、ポーラ周辺では応力集中があり変形も容易で、40%くらいのポロシティーになると壊れずに変形し太鼓状に変化する。

我々が今開発に努めているものとして、金属ガラスの生体医療材料がある。骨に代替する材料として、ヤング率20ギガパスカルの軽量ポーラス材料が金属ガラスによって可能になる。現在自動車にも使われている金属系、セラミックス系および高分子系のポーラス材料に比べ、金属ガラスのものは最も**降伏強度**が高く、破壊までに吸収するエネルギーが大きな新材料です。

金属ガラスは合金成分の3条件を満たした場合バルク材が得られるが、一方意図的にその条件を外したらどうなるのか知りたくなる。例えばナノ結晶が混在した銅基金属ガラスは、ナノ結晶粒子分散で非常に**延性**が出て、破壊までに大きなひずみが出現する。これは酸化物ガラスを強化するときナノ結晶分散を行うことと同じ。また銅基合金において、相分離型で正の相互作用をもち、反発し合う元素を入れると、銅基ガラス相中に高タンタル濃度の粒子が析出してガラス/粒子界面で応力集中が起き、界面近傍で変形しやすくなり、伸びが増大する特徴がある。

○「金属ガラス」の社会貢献—ドラステックな改善効果をもつ応用製品

約10年前に一番最初に金属ガラスを応用したのがゴルフクラブのフェイス材料です。非常にたわみやすい性質を利用したもので、ボールが当たりたわんで元へ戻るのですが、打った瞬間にボールをうまくとらえた感覚です。上手な人であれば制御時間を長くもつことになり、単純に反発するのではなく柔らかくなるという感じです。通常的设计では飛ばすので、フェース面積を小さく、たわみ量を少なくしてできるだけ飛ばないように調整した商品ですが、勿論普通のものよりよい性能です。5年間ほど売り出されたのですが、今度はフェース面のみな

らず全体を金属ガラスでつくったタイプがまた店頭
に並ぶと思います。

光学機器部材は**鏡面平滑性**を利用して加工し表面
光沢を出した。**精密加工性**等を利用したものでは、
光ファイバー用のフェルール、ケーシング材料があ
る。これは着色も可能で表面パターンの成形加工も
できる。金属ガラスでは大きな弾性限界伸びを利用
して弾性限界内で取りはずし、繰り返し使用が可能
です。

微細加工用の研磨剤および圧縮残留応力を発生さ
せるショットピーニングなど各分野で使われ始めて
おり、鉄基のものは今外国にも出荷されている。水
アトマイズ法で大量に球状粉末を作り、交流・直流
交換器などの磁性材料やJ Rのスイカ (suica) 対
応機の磁性部品としても実際に使われている。金属
ガラスの特徴である高いガラス形成能を利用すると
粉末でもあらゆるサイズの粉末をつくることができ
各種の磁性コア材等もつくれるが、性能ははるかに
すぐれているもののコストが高く、いかにコストを
下げた大量生産に進めるかが課題となっている。

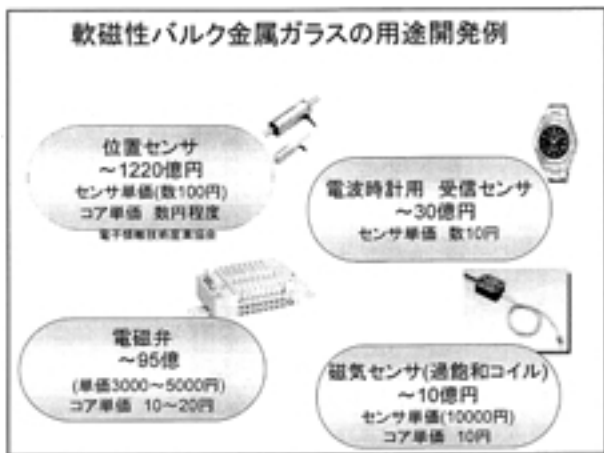


図9

NEDOプロジェクトで地元の企業と一緒に開発
した例では、金属ガラスを用いた位置センサー、受
信センサー、電磁弁、磁気センサー等への応用があ
る (図9)。金属ガラスを用いると非常に感度が良
好で小型化できる利点があり、応力を与えるとひず
み、磁界が発生して電圧が変化するという特性を利用
している。

大きな市場として期待しているものに圧力センサ
ーがある。今何億台という自動車が使われてセンサ
ーは何十億個も使われている。主としてステンレス
鋼 S U S 630 製ですが、ジルコニウム基、ニッケル
基の金属ガラスでは、強度が約1.5倍から2倍ぐら
い高く、ヤング率は2分の1から3分の2です。強



図10

度が2倍あってたわみやすさも2倍大きいなどとい
う材料はいまだかつてなかった。現在結晶金属の中
でもたわみ量が大きい特性をもつ材料が選ばれてい
るが、それらに比べて非常に高耐圧、高感度で今ま
での如何なる結晶金属でもはるかに及ばない。実際
に感度が従来のものに比べて3.8倍、さらにネット
シェイプ加工により従来できなかった小型化・軽量
化が達成できる。小型化できるとは、同じ面積、同
じ重量で多くのセンサーが積み込めるので、同じ感
度でよいなら小さくて軽くできる。自動車に積み込
まれたときに省エネとなり、センサーを多く積み込
めば信頼性が高く環境に優しいものが可能となる。
特に今需要の伸びが大きい高耐圧用、ジーゼル対応
の高圧力センサーとして非常に有望です。自動車に
限らず、従来のステンレス鋼 S U S 630 ではできな
い小型化、結晶質合金では不可能であった領域での
高耐圧化が十分に図れるため、車載用、民生用、産
業用で広範な用途が十分に期待できる (図10)。

他に実用化されたものの一つにコリオリ流量計が
あるが、肉薄の金属ガラスのパイプが簡単に溶湯か
ら作製できる (図11)。パイプの中を液体とかガス

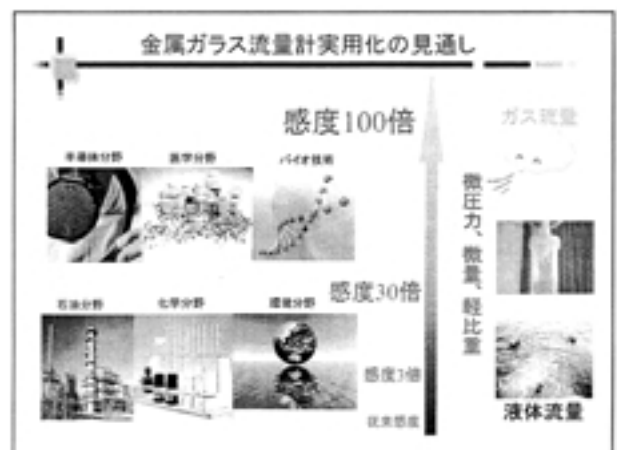


図11

が流れている場合、金属ガラス製のパイプがたわむと、**衝突力（コリオリ力）**が発生する原理の応用です。従来の流量計は感度を増すためパイプを長くしており、また強度が低いためにパイプの肉厚を大きくしているために、非常に大型で重くなっています。金属ガラス製は従来のステンレス鋼製に比べ非常に高強度でたわみやすいことを利用して、実際に非常に小型で軽量で高感度化を達成した流量計です。金属ガラス製では感度が従来比52.9倍のものが作製されている。30倍で石油化学、環境分野にも使えるが、50倍以上となると、半導体や医学において液体だけではなく気体の質量も測定できる。例えば、我々がガソリンを入れる時に夏と冬で同じ40リッターというが、熱膨張は考慮されていないと思う。人体の中に液体が入る場合、絶対質量を測定できることはきわめて重要である。

最近の小型モーターのサイズですが、1980年に直径12ミリメートルでカメラなどに使われていたものが、2000年には7ミリに小型化され、現在は2.4ミリであり、これは先端機械加工での最小制限に原因している（図12）。

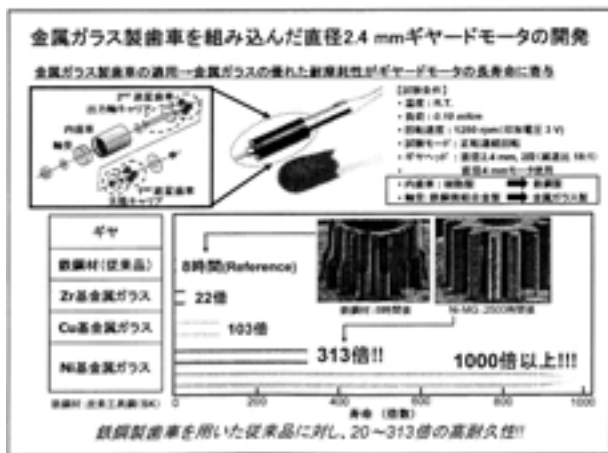


図12

しかし従来の機械加工法で作製した鉄鋼材料製のギヤードモーターを用いて作ると、8時間後に磨耗して使用できなくなる。ところが金属ガラスを用いると313倍、2,500時間回転後も元の形を保持している。しかもこれは鉄鋼材料でつくった軸受けが先に磨耗したため、軸受けもニッケル基の金属ガラスを用いると1,000倍以上の長時間回転し続け**耐摩耗性**にすぐれている。鋼に比べてもはるかに強い。

ネットシェイプ加工ができて切削加工ではできない材料、つまり全部金属ガラスで作ると、従来のいかなるプロセスを超えて世界最小の2段ギヤ型の直径1.5ミリのギヤードモーターができる。これまで

のギヤードモーターの世界最小直径は海外企業（スイス）の1.9ミリのプラスチック製であり、鋼よりも強いが少しトルクがかかると壊れる。トルク比254で3段ギヤ型の直径1.5ミリになると、4ミリ直径モーター搭載の携帯電話の振動モードと比べ、約3分の1の直径でトルクは20倍も大きく、この新モーターを胸のところにあてていると心臓によくない。3段と4段型も最近開発されて、1.5ミリの極小のものでつめなども簡単に削ることができる。先端医療機器のカプセル内視鏡、マイクロポンプ、吸引カテーテルや、精密工学機器、産業機器、マイクロファクトリー等への応用も考えられる。現在各種モーターは試供品あるいは半製品として一般に購入することが可能です（図13）。

我々の目的は、金属ガラスを用いた機器が社会で多く使われることだと考えているが、最近ではコーティング分野にも応用されている。金属ガラス粉末とケロシンと酸素を混ぜたもので、金属ガラスを瞬時に過冷却液体まで加熱して音速の約5倍の高速度で堆積させる。ステンレス鋼表面の他、アルミニウム、マグネシウムおよび炭素鋼の表面でも実際に適用されている。今鉛フリーのハンダとなり融点も上がり、非常に過酷な加工条件となっている。これまでの最高級ステンレス製容器でも1ヶ月でポロボロになる。ところが金属ガラスの表面コーティングがなされると、半年以上全く変化せず使用できることが示され、実用されている。

また、金属ガラスはステンレス鋼に比べて**耐食性**が極めてすぐれている。今燃料電池用の高分子用セパレーター等に使われているパラジウム銀合金という高価なものに比べても、水素透過性がすぐれている。今後例えばA4版サイズのシートをつくりプレス加工で溝をつけて燃料電池用として応用され



図13

ば、非常に大きな用途が展開できる。実際そのため A4 版サイズのもが現在作成可能となっている。

ボールベアリングに使える直径数ミリから十数ミリの金属ガラスボールや長さ1メートルの棒材も購入可能で、これらはネットシェイプ加工ができ、しかも瞬時に2次加工なしに部材ができる。これらは実際に内視鏡や手術用のはさみに応用されるが、手術用のはさみ一つを例にとっても、百何十度の高圧蒸気で消毒しなければならずステンレス鋼でも長持ちしない。それに耐えられる金属ガラスははるかにすぐれた特性を示しており、医療機器への応用は勿論、ナノテクノロジーあるいは高密度磁気記録材料などこれからの環境、情報、生体系材料などへの実用化を通して人類生活に大きく貢献できるものと期待している。

○「夢の新素材」を創造させたもの — “神様の贈りもの” を見つけるために

最後のまとめとして、ある特定の成分、すなわち3成分条件を満たすような元素を選ぶと、我々が今まで得たことのない新しい液体構造が自然界におのずと創成されることを利用している。今まで金属材料で融点以下の過冷却液体構造を利用するというような概念は全くなかった。換言すれば、そのような材料がなかったといえる。10⁻⁵秒以下の短時間で瞬時に結晶化するため、材料開発の対象としてとらえられなかったプロセス技術に、安定化した「**過冷却液体**」を世界で初めて仙台で創出できた。日本を中心にこの関連の基礎科学がこの10年で急速に進み、各種のバルク金属ガラスが開発・実用化されてきた。過冷却液体の超塑性加工、ネットシェイプ加工、精密転写加工、あるいは溶湯接合加工など先端技術が発展してきたといえる。

従来の金属材料学の分野では、「**過冷却液体の科学技術**」というキーワードの視点の研究、そこに焦点を絞った研究は、十数年前まで1990年以前は全くなかった。約15年前全く今まで注目されていない視点での、新しいキーワードによる、新しい科学技術の発見がなされ、新しい学術領域の展開が非常に活発化してきている(図14)。

金属材料という一番古いと言われている材料においても、新しいとらえ方により全くの新材料を研究開発することとなり、今や金属材料分野のみならず物理、化学、結晶学など専門の域を超えて広範囲の多くの研究者が携り、世界的にもますます重要視されている。恐らく今後、今日私が説明した用途展開等においても、従来一般的に改良というのは特に結晶質では数%改良できた、数十%できたと言いますが、「**バルク金属ガラス**」ではそうではない。数百%の劇的な改善効果がなされていくと予想される。またそういう点に注目する新しい技術開発、イノベーションの展開が重要になっていくものと我々は期待している。総長職にはありますが今後も時間の許す限り研究の方もできれば頑張りたいと思っています。

今日の話が何かの参考になり、仙台市、宮城県で関心を持っていただく方が一人でも多く現われ、何かの産業化のヒント、契機になれば非常に幸いです。



図14

(19.5.17講演 文責編集部)



— 19.5.17 講演会場のロビーに展示 —

「週末の」街歩き・ウォーキング



前東北財務局長 金田 敬次

無趣味な男に「私の趣味」の原稿依頼。団塊世代の最後の自分に対し、妻は「濡れ落葉にならないでね」といつも言う。

しかし、趣味読書という人はいるが、週に2冊読めば趣味と言えるのか、1冊では少ないのか。また、趣味映画という人は月に2本見れば趣味と言えるのか、1本でも良いのか。要は本人がどう思っているかなのだろう。そう考えて「週末の」街歩き・ウォーキングとした。

自分のウォーキングは、無理をせず、ラジオなどは聞かず、ただポーとしながら、回りを見ながら、いろんなことに興味を持ちながら歩くことである。これは実に楽しい。時々仕事のことや家族のことなども頭をよぎり、時としてグッドアイデアも浮かぶこともある。心がけていることは常に歩幅だけはチョット広めにしていることである。

自分は走ることは1分も出来ないが、歩くことなら多少の調整は行いつつも2～3時間は歩き続けることは出来る。東京に居る時は、住んでいる十条（赤羽の次の駅）から浅草、上野までよく歩いたり、近くの石神井川沿いを豊島園まで歩いたり、また、東北のみなさんにはなじみのある荒川の堤防を歩いたりした。



金華山にて

そして昨年8月に仙台に赴任し、角五郎の宿舎に入った。目の前が広瀬川であり、その堤防は、特に澱橋と牛越橋の間、約1.1kmは完璧に整備された遊歩道となっている。この堤防は大変良い。下流に向かって歩くと遠くにマンション群・ビル群が見える。大都会である。「毎日あの中で働いているのだな」と考えながら歩く。そして今度は澱橋から上流に向いて歩くとまさに森（杜）の都仙台である。ほんの近くから大きな森があり、遠くまでずーと続く。一瞬にして違う景色になるのである。さらに、荒川や石神井川と違い、いつも川のせせらぎ（もっと大きな流れの音）が聞こえて来る。本当に良い堤防であり、手軽に趣味が実行出来る堤防である。また、仙台に来てからもいろんな散策コースといわれているところを、あまり歴史やそのいわれなどを考えずに沢山ながら歩きをした。しかし太白山はきつかった。かなり早足で行ったため最後の岩登りは厳しかった。

そろそろ本当の趣味にするためには「週末の」を取り（毎日の）に格上げするように努力したい。そして濡れ落葉対策に妻と共通した趣味を持つことも考えたいと思う。しかし妻にとってはそれこそ濡れ落葉か？