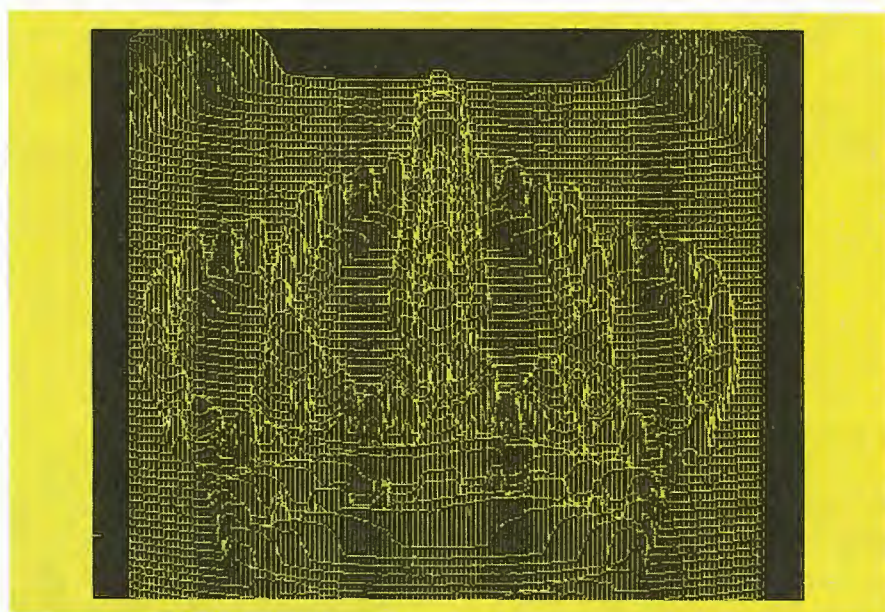


T E C H N O R I D G E



WINTEC



209

1995

中国の現状と展望	2
欧州における食品工業及び加工技術調査	4
物体色の統一的な解釈を求めて	6
ウェーブレット変換とオブジェクト指向	7

中国の現状と展望

—訪中経済ミッションに参加して—



次長 秋月 成夫

昨年11月、紀陽銀行が企画された訪中経済ミッション第3陣に参加し、香港から深圳、広州等の日系進出企業を中心に回りました。

第一印象は、とにかく広い。深圳から広州へ高速道路を2時間、山が見えなかった。

次に、街には人が多い。道のそばに座っている、歩いている、自転車に乗っている人など駅や商店街以外の所でも人がいっぱいである。

そして、日本の終戦直後と現代が同時に存在している。スコップとツルハシの道路工事や自転車・バイクの修理屋の多さ、一方では高層ビルやベンツなどの高級乗用車も普通の光景である。

以下、私の目を見て、聞いて、感じた各地の状況と感想を紹介します。

【香港】

国際的な観光・ビジネス都市として、ますます発展しています。

2年後に迫った中国への返還の影響もまったく感じられず、関空の2.5倍の面積をもつ新空港を返還時点までに完成させようとしています。

また、香港島のセントラル地区や九龍半島のチムサーチョイでは、超高層のオフィスビルやホテル、ショッピングセンターが次々に出来ています。

一方、東京都の約半分の面積(1,060km²)に602万人が住む過密都市であり、不動産や人件費の上昇に伴うコストインフレの為、工業の生産拠点はほとんど中国に移転しています。

今後も中国南部、広東省への投資窓口や観光の拠点として安定した発展が見込まれる。

※人件費 秘書、工場労働者で1996年当時6千円～8千円が現在は4万円

オフィス賃借料3.3㎡当たり2～4万円

家賃 日本人の住む100㎡程度のマンション20～60万円

法人税率 16.5% 地方税、事業所税、等の税は無し
個人は所得税 15%のみ 受取利息、株・不動産売却益も非課税

【深圳】

香港に隣接した中国南部の経済特区で、東北地方、上海地区とともに開放政策の導入に積極的な「実験都市」である。

深圳市の面積の1/6を占める特区内(327km²)は

第2国境線によって区切られ、外国人はパスポート、中国人も通行書がないと出入り出来ない。

現在、人口は10年前の約10倍の400万人に達しており、特区内は約200万人と過密化が進んでいる。(かなりの不法滞在者がいるとのこと)

このような状況から、年率20%のインフレが3年間続いており、工場の誘致よりも香港に習えという事で、商業地としての発展を目指す方向に進んでおり、特区内はオフィスビルやマンションの建設ラッシュである。

特区に隣接して国際空港の建設が進んでおり、今後、香港と一体となった広域都市圏として整備がされていくものと見込まれる。

※人件費 工場労働者で4千～6千円 特区外は3千円以下

工場長クラスの管理職2～4万円

工場賃借料3.3㎡当たり250円

家賃 日本人の住む3～4LDKのアパート3万円～4万円

特区内法人税 15% その他の税制有り、一方免税等の各種優遇策もある。



ビル建設ラッシュの深圳市内

【広州(東莞市、花都市の状況を含む)】

広東省の省都で、中国南部の政治、経済、文化の中心地。

和歌山県の約1.5倍の面積に省全体の人口の10分の1に当たる602万人が住む。

花都市に進出している日系縫製工場の責任者によれば、労働者の質は日本と変わらないが、中卒よりも高卒の方が能力が高い。6年前に進出したが、従業員教育に力をいれてきたので近くの工場の倍の生産性を上げている。平均給与も約2倍の6,500円である。

但し、中国人は個性が強くチームワークを取るのが苦手でリレー型の作業ができない。また、品質管理や工場を清潔にするという感覚が少ないので、かなりの教育が必要である。

従業員は平均2年で入れ替わるが、何百人でもすぐ採用できるとの事である。

市内に住む日本人が500人を越え、今後、建設中の新空港と関空が直行便で結ばれるとますます身近な都市になると思われる。

※人件費 工場労働者で3,500円～4千円 大卒、外国語の出来る人は約3倍
工場賃借料、家賃は深圳の2分の1～3分の1
外資系法人税 24%～30% その他の税制有り、一方免税等の各種優遇策も有る。
学制は日本と同じ6・3・3制 高校進学率約30%



花都市の日系縫製工場

【ミッションを終えて】

花都市への車中から見た光景―道ばたで、金網の中の小犬をヒョイと紙袋に入れ買っていく主婦。通訳の人に聞くと家で飼って大きくなると食べるとの事。

広州市の高校生に聞いた話―市内以外へは旅行した事がない、香港や日本にいったみたいが夢の話です。

国営企業では、昼休みは3時間有り、働く意欲が少ないとの話を聞きましたが、自分で企業を営んでいる人を始め民間企業、日系企業で働いている人は積極的に残業も進んでやるとの事です。

3年で所得倍増、地方から出て来て半年分の収入を



蛇から電化製品まで何でも売っている珠海市の自由市場

1か月で稼ぐ労働者、高級乗用車で走り回る企業家が自分のすぐ隣にいるという状況です。

今回のミッションで多くの人の話を聞く事が出来ました。また、珠海の自由市場や蛇口の企業団地等も見て、この経済発展は誰にも止める事が出来ない。

委託加工や軽工業、労働集約型の産業から精密、化学そしてハイテク産業へと速いスピードで発展してくださるの感を強くしました。

今、和歌山の人も、もっと中国に、ベトナムに関心を持って欲しいと思います。

経済の競争相手として、近い将来の消費市場として、そして、アジアの隣人としての対応を真剣に考えていかなければならない時期だと思います。

訪中経済ミッション主要日程

期間 平成6年11月14日(月)～11月19日(土)

日程表

11月14日(月)

午前 日本航空にて、香港へ
午後 ◇紀陽銀行香港駐在員事務所訪問調査
―香港・中国の現状、事務所の活動状況
◇セミナー「中国への企業進出について」
―公認会計士 白井 弘氏

11月15日(火)

午前 中国南方航空にて、広州へ
午後 ◇広東東方友誼服飾有限公司(日系進出企業＝ミドリ安全)訪問調査

11月16日(水)

午前 陸路、東莞へ
◇港業国際投資管理有限公司(冠源フロッピー工場)訪問調査
◇アジアテクノセンター(蛤地管理区工業団地)訪問調査
午後 ◇深圳テクノセンター(日技城有限公司＝日系工業団地)訪問調査

11月17日(木)

午前 ◇深圳美丸接挿件有限公司(日系進出企業＝丸仁ハーネス)訪問調査
◇深圳美星塑料有限公司(日系進出企業＝巴工業)訪問調査
午後 海路、珠海へ
◇珠海自由市場視察

11月18日(金)

午前 海路、香港へ
◇ショッピングモール視察
午後 ◇ヤオハン本社訪問
講演会「中国での事業展開」
ヤオハン代表 和田 一夫氏
◇セミナー「香港、中国の法律、税制、会計について」
―青山監査法人 白井 弘氏
「香港の不動産の状況」
―香港仲量業有限公司 田辺氏

11月19日(土)

午前 ◇香港市内視察
午後 日本航空にて、大阪へ

欧州における食品工業及び加工技術調査



研究開発部長 南 広 己

1993年にEC市場統合がスタートし世界最大のマーケットになるとともに、和歌山県も関西国際空港の開港によりその距離が短縮され今後は食品の輸入、輸出の種類、量ともに増加が予想される。そこで海外研修の機会を得たので食品市場及び加工技術について調査を行った。

I 食品及び加工機械調査

1) SIALパリ国際食品見本市

グルメの国フランスのパリ市郊外パリノール見本市会場で2年おきに開催される総合食品展で食品業界では最大級の見本市と言われているが、会場は1～6号館の全館が使用され展示場面積は165,000㎡で、昨年10月大阪で開催された日本国際産業見本市の約5倍の規模である。主な出展品は、乳製品、食肉、鶏肉加工品、魚介類、果物、野菜、ピクルス、パン、菓子（クッキー、チョコレート、キャンデー）缶詰、冷凍食品、健康ダイエット食品、中間食料品、ペット食品等、あらゆる食品が展示されほぼ世界の食品が集結した感じがする。

日本からもJETTOROによる日本の食品輸入実績の紹介や群馬県の物産（漬物、梅菓子、牛肉、こんにゃく、等）、静岡県レインボー興産のドレッシング、等が出展していたが経済大国日本のコーナーとしては淋しい感じがした。

本県から輸出可能な食品としては梅を原料とした加工品、梅ゼリー、ジャム、ドレッシング、梅酒、等が考えられる。

2) IPA国際食品機械見本市

従来のGIAパリ食品機械国際見本市、MATICパリ国際食肉機械見本市、SIELパリ国際乳業機械見本市、が今年からIPA国際食品機械見本市という名称のもとにまとまりパリ市15区のポルト、ド、ヴェルサイユ見本市会場で、10月24日～28日まで開催された。

出展企業はSIEL関係、447、MATIC関係、471、GIA関係、706、計、1,634社、出展機械では、果汁圧搾機、フィルタープレス、遠心分離機、濃縮機、レトルト殺菌器、ドイツ製では、食肉加工機、自動スライサー、自動はかり、ビール等の発酵タンク、大型輸送用タンク、ラボ関係では微生物検査装置等興味深い機器も出展されていたが全般に機器の展示と商談に重点がおかれ、日本で開催される

見本市のように機械の精度や機能をアピールするためのデモンストレーションは非常に少ない。

3) ベルシーエキスポ

パリ東部12区のセヌ河右岸に位置するベルシー地区は、400年前にベルシーワイン貯蔵センターが造られて以来フランスワインの中心としての役割を担ってきた地域であり、1993年のEC統一によりヨーロッパの大規模な総合食品市場として世界の酒、食品地区」を目標に開発が進められてきた「ベルシー地区再開発プロジェクト」の基本テーマ館である。

地上8階建てのハイテク駆使した情報集中管理ビルの中に、常設展示ルーム1,000社、5,000ブランド、20,000点の商品が出展可能であり世界各国の各酒類、食品メーカー、食品機械メーカー、流通業界の注目するところであるが、1年経過した現在の展示状況は3割程度で淋しい感じがする。しかし1階のレセプションスペースでは、毎週フランス国内外のメーカーがデモンストレーション、試飲会を開催しているとのこと、調査当日も南フランス、マルセイユ近辺FITOU醸造所の試飲会が行われていた。

II 食品工場調査

1) 食肉、ソーセージ工場、METZGEREIALOIS SCHOLLER社

ミュンヘン近郊シュタンベルグは人口12,000人の小都市である。この町でソーセージの製造、直売、レストランの直営をしているユニークな企業を調査した。従業員は、製造、販売、レストラン部門を含めて15名、その内、製造関係は3名である。生産量は1ヵ月、2～3トン、季節により変動する。製品数は7種類、夏は焼きタイプ、冬はレバークリルが多い。ドイツでは、ソーセージの原料について基本的に規定されており「タンパク質は何%以上」と云った規格をクリアするため脂身の少ない肉を使用、つなぎ（でんぷん）等は使用しない。ただしレバークレス（血を混ぜたソーセージ）には牛乳をいれる、また香辛料の使用量により味が異なるため各社のノウハウになっている。

食品添加物で表示義務のあるものは、リン酸塩3g/kg、その他硝酸塩、アスコルビン酸塩等は表示義務はない。製造における技術支援は、1. 香辛料会社からの技術アドバイス、2. 食肉組合の専門家の技術指導、3. マイスターの資格を取る専門学

校（大学）からの指導が受けられる。製造場と通路で結ばれた食肉店では3名の女店員が客の対応に追われていた。客の注文量をスライスしたソーセージは直ちに工場内の小型真空包装機で脱気包装して販売する等はユニークである。

2) ビール醸造所、BRAUEREI ALDER SBACH社

ミュンヘンから北東約150kmに位置するアルデルスパッサーにある同社は、同一敷地内に教会、ビール工場、ビヤホールを兼ね備え、1268年に創業、726年の歴史をもつ地ビール会社である。

年間生成量は、10,000klで瓶、樽、11種類の製品を出荷、その内ヘレスビールは85%、バイスビールは15%である。従業員数は約100名殆どが管理、販売部門で製造ラインは、ほぼ全自動に近くコンピュータ制御の為3人が1組となり、3交替（勤務時間は8時間）で、その内2名は瓶詰め部門である。

品質管理、試験、研究関係は5名、内マイスターが3名である。

酵母は上面発酵用と下面発酵の2種類で、下面発酵は全体の85%を占めている。またビール粕は家畜の餌として生のまま近くの農家に出荷している。

3) 乳製品（チーズ、ヨーグルト）工場、LAITERIES REUNIES社

同社の主要製品は、チーズ、ヨーグルト、鶏肉加工品で、特にチーズは750種類も取り扱っている。この工場でのチーズの製造は軟チーズが主で原料牛乳の処理量は、1日52kl、まず80℃に加熱後8ヶ所のキューブ（凝固槽）で連続処理を行う。出来たチーズは15日後に出荷され賞味期限は4週間としている。

また最高級品とされるグリエールチーズは週に500個（1個、35kg）、17,500kg入荷、4～6℃で6ヵ月～1年貯蔵後出荷している。

ヨーグルトは日産55,000個、フルーツやビフィーズ菌入り等20種類を製造、大手のミグロスには値札を入れてから出荷しているが、最近よく売れる商品は健康嗜好のビフィーズ菌入りである。

鶏肉関係では、日本のような養鶏方法が禁止され

ているので自由に育った鶏のみを加工している。従業員は630名、乳製品関係400名、鶏肉関係200名、うちラボ関係研究員は12名、勤務時間は朝6時からの出勤者は6名、あと7時30分～20時まで20時以後は会社には誰もいないことが原則であるが、たまに事務関係者が土曜日に勤務する事もある。

4) ミネラルウォーター工場 EVIAN/SOCIETE DE EAUX MINERALES社 ガビエル ボー氏の説明

エビアン®のミネラルウォーターは、アルプスモンブラン山系に降り積った雨や雪が15年以上の長い時をかけて大自然にろ過され生まれた水である。

1789年、胆石で苦しんでいたセールさんという人物が、人づてにセントカトリの水が良いと聞き、この水を愛飲したところ痛みが消えた。当初は個人の庭であったが1829年にセントカトリの水が「カ社」の水と云う名称でコマーシャル化された。

1826年に、「エビアン」の水と命名、最初の工場跡が現在の本社である。

1878年、フランス政府厚生省の公認を受ける。

1926年、この湧き水が健康に良いと政府の推薦を受け一般の人に紹介された。

1955年、ベビーブームに乗って第2工場を増設する。現在フランスの95%の赤ちゃんはこの水を飲んでいる。1960年、第3工場増設。

水源から工場まで5km、常に一定量の水が湧き出ており採取量も一定している。天然ろ過をされているので無菌で再ろ過はしない。当初はガラスビンで発売していたが1970年からプラスチック容器、1980年からポリエチレンペットボトルPVPとなり現在50ヶ国用のラベルで世界に出回っている。年間ビン詰量は13億ℓでガスなしミネラルウォーターでは世界一の出荷量でその内訳はフランス60%、ヨーロッパ、アメリカ、その他が40%である。第3工場ではペットボトルの製造ラインから洗浄ビン詰と自動化されており容器製造ではプラスチック原料120トン/日加工されている。

従業員は1,000名3交替で勤務している。1部 5:30～13:30 2部 13:30～21:30 3部 21:30～5:30

研究員数は300人

水質検査数は1,000～2,000/週

官能検査は毎日30人のラボ関係者で行っており賞味期間は製造日より2年間としている。

III 市場調査

パリでは高級食料品店フォーション、ファイバマーケットカルフル、青空市場、プランタン（百貨店）、食料品売り場、ミュンヘンのマリエン広場青空市、ヘルティデパート、ジュネーブで百貨店食料品売り場の調査を行った。



フランスF I T O U醸造所のデモンストレーション風景

物体色の統一的な解釈を求めて

— 自己紹介に代えて —



宝塚造形芸術大学教授 寺 主 一 成

ずいぶん古い話になるが、中学で化学という学科に初めて出会ったとき、元素記号やら分子式などの記憶をひたすら強要される暗記ものという印象しかなかった。ところがその後、旧制高校に入学してA教授の講義に接したとき、原子の軌道電子から説き起こされる化学反応の解説に、大げさにいえば衝撃的な清新さを感じさせられた。先輩からは「お前もとうとうA教授病に罹ったな」と冷やかされたりしたが、同じような影響を受けて理学部の化学を専攻することになった何人かの仲間の一人になっていた。

ところが大学を出て社会に出るとき、敗戦直後のこの国に存立を許されていたのは繊維工業を中心とするいわゆる平和的な産業しかなかった。それが繊維の染色問題に関係することになったそもそもの社会的な環境条件であった。ただし当時はわが国の合成繊維産業もまだ成長以前の試行的な模索が続けていた頃で、戦勝国アメリカから供給される「米綿」が加工の主な対象であるという時代であった。それでも当時としては新しい課題が次々と現れたり、また染色材料はもっとも代表的な化学資材の一つであったので、それなりに興味を惹かれるものも少なくなかった。

しかしその当時の、そしておそらく現在も、染色の化学の中心命題は、たとえばピッカースタッフの著書「染色物理化学」などに代表されるように、化学物質としての染料の染色過程における移動現象論や染色平衡論や結合論などであった。いってみれば化学における速度論や平衡論などの亜流でしかないように思われた。考えるまでもなく、染料などの色材を繊維に付与することは、染色の手段であって目的のものではない。染色の目的はあくまでも繊維を彩色することのほずである。

同じ染料をまったく等しい濃度で使用した場合でも染色の条件が違えば同じ結果を得ることができないのは周知の事実である。この傾向は染色の中でも多色使用の模様染めである捺染において特に顕著である。染液に粘度を与えるために必要な捺染糊の処方異なるだけでも、視覚的な色彩効果が違ってくるのである。捺染と同じ技術系譜に属する印刷では、同じインキを用いた同じ機械によって印刷したものでも、紙質が違えばまったく異なる彩色結果を生じることは、毎日のように配達されてくる日常の新聞紙と、正月版などに特に使用されている特別紙質の新聞紙との、カラー印刷の色彩効果を較べてみればその差は一目瞭然であろう。

それならば、染色や印刷や塗装などのような、色材を用いて色を表現することを目的とする産業分野では、物質としての色材の付着量のような、単なる手段にす

ぎない代用特性的なパラメータでなく、目的とする色彩そのものという直接的なパラメータで、その技術特性を評価しなければならないはずではないか。

また染料や染色のことにそれほど詳しくない人々の中には、たとえそれが化学にかなり堪能な人物であるとしても、染色物に表現された色彩が変色したり退色したりしてゆく挙動は、染料分子の化学構造がきまれば一義的に決定されるかのような、物質主因説を信じている場合が多いようである。そのような見解に出くわして面食らうのは必ずしも稀ではない。

色材で表現された色の環境条件に対する強さ、いわゆる堅牢度あるいはウエザリング性というのは、その色材物質そのものに関係することはいうまでもないが、それと同時にその表現された色の濃さの水準も大きく関係するのである。染料メーカーが染料の品質表示において、耐選択性や耐摩擦性や耐光性などを、色濃度水準ごとにそれぞれ別々に提示しているのはこの理由からである。

そのために色の濃さの水準が、標準染色濃度表としてわが国のJISにも規定されている。もっともこのJISは、色の濃さの重要性についての十分な理解に基づいて、わが国で主体的に制定されたというよりも、いわば国際規格であるISOをほとんど丸写しするような態度で制定されたのではないと思われるような節があって、その規格の本質的な意味についての理解は、今もなお十分に行き届いていないようである。現にわが国の色彩学の教科書には、奇妙なことに、色の濃さに関する記述はまったく見られない。

どうやら、わが国の色彩学では、たとえ同じ色相の色どおしであっても、その濃さが違えばそれらはまったく別の色と理解しなければならないという、もっとも基本的な認識が欠落しているのではないか。このような問題を考えると、染色や印刷などというこれまでの産業分野の縦割り分類にとらわれないで、色材を用いて色を表現することを重要な目的とする、いわば色材応用産業という横断的な分野の存在の認識と、それらの分野に共通する統一的な論理に貫かれた新しい色彩学が必要ではないかという想いが募ってきた。

今にして思えば、かつてA教授の講義から受けた刺激の本質は、その当時までの私に、きわめて雑然とした暗記物に見えていた化学を、統一的なものとして整然と解説してみせてくれた、その論理構成の美しさにあったようである。

このような思いの遍歴を経ながら、色材応用産業の色彩に納得できる解釈を与えられるような統一的な論理はないかという模索を楽しんでいる。

「ウェーブレット変換とオブジェクト指向」



研究開発部 上野 吉史

「ウェーブレット変換?、オブジェクト指向?」、初めて聞く言葉に頭の中が真っ白になりかけたのは昨年の10月の初旬のことでした。私は、平成5年10月1日から約1年間、茨城県つくば市の研究学園都市にある工業技術院機械技術研修所生産システム部において研修を受けてきました。機械技術研究所は、通商産業省の管轄にある国立の研究機関であり、ロボット技術、生産技術、基礎機械技術、材料技術、情報・システム技術、生体工学、等の分野における研究、技術開発を行っているところです。ここには外国からも大勢の研究者が研修を受けに来ており、私が指導を受けた部署だけでも1年間で約11人の研究者が研修を受けていました。そこで最初に指導担当官から研修テーマへの応用事項として聞かされたのが「ウェーブレット変換とオブジェクト指向」でした。今回は、「離散ウェーブレット変換を応用した転がり軸受のはく離発生予知」について少しお話をします。

1. はじめに

軸受は、機械システム等の運動部分を支持している重要な構成要素の一つである。なかでも転がり軸受は性能や互換性等において優れており、安価であることから軸受の中で、最も多く使用されている。しかし、軸受には転がり疲れを原因とする材料表面組織のはく離が発生して軸受が破損し、機械システムの機能や性能に多大な障害を与える場合がある。故にこのはく離発生を事前に予知することは、機械システムの保全という面からも大変重要となる。そこで、軸受の振動信号に離散ウェーブレット変換を適用し、軸受に発生するはく離を事前に予知することが可能な手法を開発した。

2. ウェーブレット変換

ウェーブレット変換は、フーリエ変換とよく似た変換法である。ある時間関数 $f(t)$ の連続ウェーブレット変換 $T(a, b)$ は、式(1)のように表現される。

$$T(a, b) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \psi_{(a, b)}^*(t) dt$$

$\psi_{(a, b)}(t)$ はウェーブレットと呼ばれ、変換の積分核を構成する関数系である。 $\psi_{(a, b)}(t)$ は、平均値がゼロで、時間原点を離れると急速に振幅が小さくなるという特性を持ったアナライジングウェーブレットと呼ばれる基本関数 $\psi(t)$ を用いて次式のように求められる。

$$\psi_{(a, b)}(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right), (a, b \in R, a \neq 0)$$

a は周波数に関する、 b は時間に関するパラメータ

である。低周波成分を解析する場合は、 a の値を小さくして $\psi(t)$ を引き伸ばして用い、高周波成分を解析する場合には a の値を大きくとり $\psi(t)$ を圧縮して用いる。また、 b によってウェーブレットの位置を時間軸方向にずらし、変化の発生している時刻を調べることにより信号の局所的な変動をとらえる。これによりウェーブレット変換ではフーリエ変換では失われる時間情報も扱うことができ、信号の局所的で非定常な変動や時間変化、不連続な点を検出することに適している。

3. 離散ウェーブレット変換

式(1)を用いて解析を行う場合、積分演算を微小分割して計算する手法があるが、莫大な演算時間を必要とする。ところが、アナライジングウェーブレットの形状やパラメータ a 、 b の離散化をうまく選択することによって非常に高速に演算することが可能な離散ウェーブレット変換が示されている。通常離散化は、式(2)のパラメータ a 、 b をそれぞれ 2^j 、 $2^j k$ に置き換えることにより行い次式のようにウェーブレットを離散化する。

$$\psi_{(j, k)}(t) = \frac{1}{\sqrt{2^j}} \psi\left(\frac{t - 2^j k}{2^j}\right)$$

$$C_{j, k} = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \psi_{(j, k)}^*(t) dt \quad (j, k: \text{整数})$$

$C_{j, k}$ は、ウェーブレット係数と呼ばれ、 $f(t)$ の周波数-時間分布を表す。本研究では Daubechies の直交ウェーブレットを使用した。

4. データ収集実験

はく離が発生する場合に軸受の振動に起こる変化の計測するため、図1に示す様な実験装置により軸受の

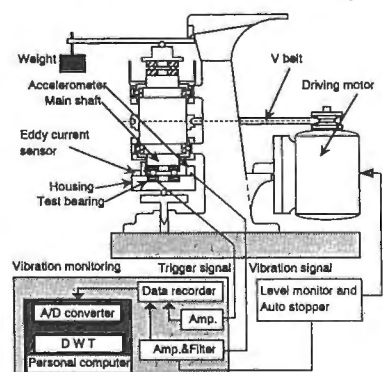


Fig.1 Experimental setup

寿命試験を行った。実験が長時間に至るのを避けるため、軸受に大きな接触応力を生じさせることによって転がり疲れの発生と進行が加速されるように転動体数

を3個に制限した。さらに、実験途中に外輪の転動体軌道面上に微小な圧こんを人為的に形成し、これによってはく離を積極的に生じさせる方法も採用した。

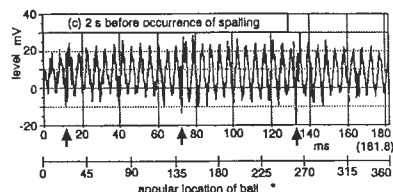


Fig.2 Vibration signal from Accelerometer at three different moments

図2は、はく離が発生する約2秒前の加速度センサからの出力波形を転動体の一公転周期で示したものである。角度位置で微小圧こんの存在する135度と、この前後120度移動した位置にインパルス的な応答が混在していることが観察できる。この応答は、はく離発生の直前ほどはっきりと現れる。これがはく離発生の前兆を示すものと考えられ、これらをもっと明確にとらえられれば予知を行うことができるものと考えられる。

5. 離散ウェーブレット変換

図2の振動信号に対する離散ウェーブレット変換の結果を図3に示す。これより、特に低次の解像度にお

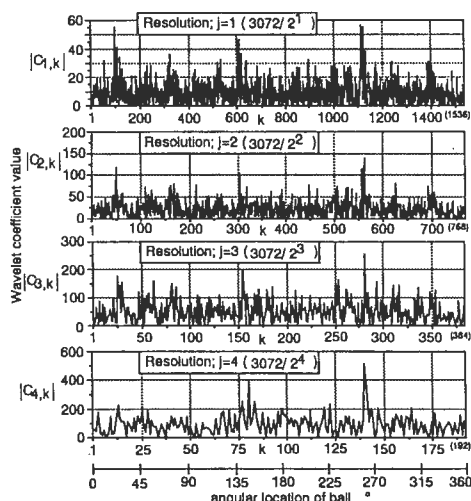


Fig.3 Wavelet transform of the vibration signal of 2 sec. before occurrence of spalling

いて圧こん位置である135度とその前後に転動体間隔である120度隔てた合計3箇所、ウェーブレット係数値が大きくなることから、圧こんを形成している位置を転動体が通過するときに、高周波成分を多く含んだインパルス的な振動が発生しているこ

とを示すものである。はく離発生が予想される箇所には、微小な形状変化や材料的变化が生じているものと考えられ、ここを転動体が高速で通過する時に非定常振動が発生するものと考えられる。

6. はく離発生予知法

転動体1公転周期におけるj次の解像度のウェーブレット係数の最大値を $M_{j,t}$ とする。いま、最新の測定代表時間を $t = t_0$ とし、次式のように $t = t_0$ を基点とした過去10点の最大値の平均と過去100点の最大値の平均 R_{j,t_0} の比較値を次のように求める。

$$R_{j,t_0} = \frac{\left(\sum_{m=t_0-9}^{t_0} M_{j,t_m} \right) / 10}{\left(\sum_{m=t_0-99}^{t_0} M_{j,t_m} \right) / 100}$$

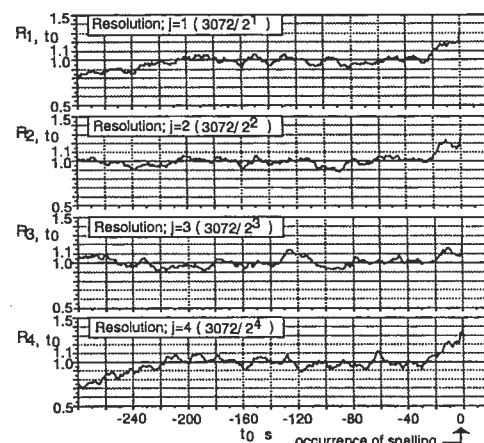


Fig.4 Trend of R_{j,t_0} ($j=1 \sim 4$)

図4は R_{j,t_0} を各解像度別に示したものである。はく離が発生する約20秒前から全ての解像度において R_{j,t_0} の値が同時に増加する傾向を示し、はく離に至るのがわかる。全ての解像度において $R_{j,t_0} = 1.1$ をしきい値として設定すると、はく離発生の約17秒前となり、この時点ではく離の発生が予知できる。つまり、この R_{j,t_0} の値が全ての解像度においてあるしきい値を越える時点を危険時と判断すれば、はく離発生を事前に検知することができる。

7. まとめ

R_{j,t_0} のしきい値は、軸受やシステムの違いによって異なるものと考えられ、また一義的に定めることはできず、さらに実験を進める必要がある。ここで用いた離散ウェーブレット変換は、高速変換が可能で複雑な処理装置を必要としない信号処理法であるので本手法はインプロセス診断システムへ容易に展開できる。

編集後記

本号は、これまで出版した各号とは違い、海外見学の報告を主体的に取り上げました。中国の経済事情、ヨーロッパの食品業界の現状を理解する上で参考になると思います。

技術アドバイザーによる寄稿、研究報告は従来どおり、各1テーマづつ取り上げました。(下林)

表紙写真：三次元表面粗さによるコインの王冠

平成7年2月10日印刷 平成7年2月17日発行
TECHNORIDGE 第209号

編集・発行 和歌山県工業技術センター
和歌山市小倉60番地
TEL(0734)77-1271 FAX(0734)77-2880
皮革分場
和歌山市雄松町3丁目45番地
TEL(0734)23-8520 FAX(0734)26-2074
印刷所 ㈱土屋総合印刷