

## 英国ピルキントン中央研究所の紹介

ビー・ジェイ・エル リミテッド

青木 勇二

### Introduction of Pilkington Technology Centre in Lathom

Yuji Aoki

P J L Limited

#### Abstract

The report shows notable glass products, which were developed by Pilkington Technology Centre, on the base of quotations from An Age of Glass, etc., which illustrated the history of Pilkington.

#### 1. はじめに

英国のピルキントン社は、1955年に公開したフロートガラス製法の発明により、世界のガラスメーカーをリードする技術を確立した。日本でも、昭和35年からの10年間に、旭硝子、日本板硝子、そして、セントラル硝子によってその技術が導入され、日本のガラスの歴史が書き換えられた。そして、英国のピルキントン社と日本のガラス関係者との交流も大きく変わった。それまで一部の関係者によって輸入されていたピルキントン社のガラス製品に代わって、その新しい技術を通して、英国のピルキントン社と日本のガラスメーカーとの交流が深くなった。その交流を通じて、日本のガラスメーカーの多くの方々が英国のピルキントン社を訪問するようになった。

一方、ピルキントンの製品は、日本の市場から徐々に姿を消し、そのブランドも一般の市場では馴染みの少ないものとなった。幸い、今、

ガラスへの関心がより広がってきた。建築ガラス、自動車ガラス、機能性ガラスでの仕様が多様化し、それにつれて、ビジネスが多角化した。そして、ガラス以外の一般分野からもピルキントン社の技術力に関心を示す動きが高まってきた。このように、英国ピルキントン社のブランドは、ガラス分野だけでなく、日本の一般分野へも浸透し始めた。

#### 2. ロケーション

英国ピルキントン社の本社と中央研究所は、リヴァプールの郊外約15キロ程のところにある。方角では、セントヘレンズの本社ビルが東北東で、レーザムの中央研究所が北北東で、トライアングルの位置関係になる。普段、訪問される多くの方々は、マンチェスター国際空港を利用される。15年程前、‘そのマンチェスター国際空港のロビーに行くと必ずピルキントンの誰かに会う’と言われた。空港のターミナルもまだ狭かったけれど、ピルキントンの人々が頻りに利用していたという思い出話になっている。

〒104-0061 東京都中央区銀座8丁目11番1号

TEL 03-3573-5381

FAX 03-3574-0845

E-mail: pjlaoki@ma.kcom.ne.jp



写真2 全国板硝子卸商業組合連合会訪問の際にレーザム中央研究所エントランスホールにて記念撮影

個人的に列車の旅が好きなので、皆様もロンドン・ユーストン駅から列車の旅を試みられることをお勧めしたい。ロンドン・ユーストン駅から、ウェルズのホリヘッド行きの急行列車に乗ると約2時間半でチェスターに到着する。そこで、別のプラットフォームからリヴァプール行きに乗り換える。30分程でリヴァプール・ライム・ストーン駅の地下プラットフォームに到着する。そして、さらに地上プラットフォームで別の列車に乗り換えて約20分程で、目的地のセントヘレンズ駅に到着する。もし、途中下車をする時間があれば、前述のチェスターをお勧めする。中世の面影を強く残すモールという由緒あるアーケード、大聖堂のステンドグラスもすばらしい遺産である。ショッピングにも最適な街だと思う。その駅長に気軽にご相談なさっては如何でしょう、‘スーツケースを預かってくれませんか’と声を掛けると愛想良く引き受けてくれる。ただし、‘預かり票’がないのでちょっと心配である。

1998年9月9日、全国板硝子卸商業組合連合会のミッションの方々中央研究所を訪問したときの私のメモを引用する。

「マンチェスター国際空港からバスをチャーターして、セントヘレンズ郊外のチッスルホテルに一泊、翌日、本社と中央研究所を訪問し

た。セントヘレンズにある三つの工場のうち、歴史のあるワトソンストリート工場が選ばれた。工場見学の後、セントヘレンズから北西へ約15キロの郊外にある中央研究所で昼食会となった。

中央研究所は、2年程前から順次改装工事が続いていた。新しい外装は、窓に高断熱性のコーティングガラスが導入され、ボルト締めプレイナーや、太陽電池セルのファサードも追加された。内装のカラーコーディネーションも改善され、より美しくなった。地球環境に優しい中央研究所に衣替えされた。内部には、新しいガラス技術の展示コーナーができた。21世紀のガラスのコンセプトを考慮した新しい研究成果の展示が印象的だった。

エントランスの太陽電池ファサードをはじめ、2階へのガラスステップの階段、その階段を上がったところが宇宙をイメージしたスペース等、工夫を凝らした展示が続いた。マルチ映像によってガラスの製造工程が紹介された。暗い空間から明るい空間への仕切りは液晶スクリーンだった。その明るい空間には、自動車、車両、飛翔体等に应用されたガラス製品。断熱、防火、防音、防弾、安全等の機能性ガラスが紹介された。ガラス表面から水滴を除去する撥水効果のデモンストレーション及びビジュアルシミュレーションの三次元立体装置等、自然に、将来のガラスのコンセプトが感じられるように展示されていた。」

### 3. 歴史—1930年代から1960年代へ

そのレーザム中央研究所は、1961年に設立された。初代所長は、Dr. メリン氏だった。世界にも類のないガラスの総合研究所として、当時の最先端のガラス技術と権威が結集された。そして、国際的規模の技術開発から、企業の買収、合併による統合を含め、1978年には350名の研究者と400名のスタッフがそこで働いていた。

レーザム中央研究所は、フロートガラスの小型パイロットプラントがあった場所に設立された。その設備は、その量産が開始されてからも、フロートガラスの量産技術の確立と標準化のために引き続き使われた。そのように、レーザム中央研究所が設立された背景には、フロートガラスの開発経緯があった。そこで、少し歴史を遡って、フロートガラスの発明のきっかけとなった興味ある一説をピルキントン社の歴史<sup>1)</sup>およびセントヘレンズの歴史<sup>2)</sup>からご紹介する。

従来の垂直方式あるいは水平方式で製造された板ガラスをより高品質のものにするため、1939年（昭和14年）、両面研磨加工が英国で開始された。ピルキントン社は、すでに、フランスのサンゴバン社に技術ライセンスを提供したが、研磨装置の長い加工ラインを運転する技術が非常に難しく、有効なロイヤリティを受け取れるようになったのは1945年（昭和20年—第二次世界大戦終結）以降になった。さらに新しい技術ライセンスが、1950年にベルギーのグラバーベルへ、1951年に米国のリビー・オーエンス・フォード（LOF）へ提供された。アメリカのピッツバーグ・プレート・ガラス（PPG）は、1954年にその一部を取得した。しかし、ガラスの両面研磨を完全にするために、さらに難しい技術が要求された。例えば、ガラス溶解炉、徐冷炉、両面研削および研磨装置からなる全プラントは、420メートル以上の長い工程になった。当時の新聞雑誌は、世界最大の豪華客船クィーンメリー号よりさらに21メートルも長いと報告した。モーターと機械設備の固定資産コストは想像を絶するものであり、運転コストも相当高額になった。

1947年1月にピルキントン社の製造担当重役Jメイクル氏によって設定された月例技術協議会において、その将来方針が討論された。その年の3月の会議で、メイクル氏は、より効果的な両面研磨装置の開発を継続するか、あるいは研削・研磨装置を必要としない新しい板

ガラス製造装置を発見するかどうか検討された。そして、その目的のために、一つの技術推進チームが組織された。これが、フロートガラス製造方法を発明するきっかけとなった。

まず、オーエンス・イリノイ・ガラス社の研究所長によってすでに提案されていた研磨装置に変わる振動板あるいは固定板が検討された。まもなく、この方法が望ましくないことが証明された。しかし、それでも、ピルキントン社は、もし、改良することができたら偉大な経済効果を生むかもしれないと予測し、その運転技術の一部を引き続き検証された。これは、‘自分たちが真に理解するまでそのことに執着する必要がある’というハリー・ピルキントン氏の信念の功績を例証することになった。

ピルキントン社は、アラスター・ピルキントン氏が入社したとき、すでに研削と研磨に代わる方法を考えていた。1949年にピルキントン社はセントヘレンズでロールによる実験を始めた。その頃、彼は、ガラス研削および研磨工場の生産部長に任命されたが、ロールから出てくるまだ軟らかい高温のガラスを、水面に浮いている水泡が静かに動いているように、ガラスを浮かせる（フロート）ことができないかと考えた。当時、約600°Cの金属スズをキャリアーとして利用する実験が若い技術者ケネス・ビッカーstaff氏によって続けられていた。しかし、熔融スズの上で約1,000°Cのガラスが形成できるとはまだ考えられなかった。アラスター・ピルキントン氏は、1,000°Cから600°Cまでの成形工程でガラスリボンに600°Cの熔融スズ槽に浮かせることを考えて、月例技術協議会に提案した。技術チームは、アラスターのイニシアルからコード名‘LABプロジェクト’と命名して、その開発計画を開始した。その技術開発で最も困難だったことは、スズの表面を完全に水平にし、その上部の雰囲気如何にコントロールするかということだった。アラスター・ピルキントン氏が後になって述べたように、‘われわれの前に横たわる総ての恐怖を真に理解し

ていたら、われわれは決して前進しなかったであろう。当時のピルキントンの研究者たちは、その恐怖に真っ向から取組んだ。技術者たちは、試行錯誤によって開発を進めた。グラスゴー大学の一級学位とマサチューセッツ技術研究所の資格を有するリチャード バラデル・スミス氏は、この開発リーダーとして巧みに指揮をとった。やがて、小規模なパイロットプラントが三基試作された。これが、現在のレーザム中央研究所の基礎となった。

1955年（昭和30年）に、本格的なフロートガラスプラントの着工が承認された。これは大変に度胸のいる経営上の決定であった。ピルキントンは、この新しい板ガラス製法に会社の総ての信念を掛けた。成功すればその技術の支流が変わり、企業への貢献も大きくなる。しかし、一方、失敗すればその報いは恐ろしく莫大になったに違いない。幸い、この高品質の板ガラスの需要は急増し、追加のフロートガラスプラントを建設する必要が生じた。その新しい技術による未知の魅力は、クィーンメリー号の規模の両面ガラス研磨ラインに掛かる数百万ポンドと比べて、遥かに低い生産コストで高品質の製品ができるという自信であった。

#### 4. 歴史—1960年代から1990年代へ

1968年、レーザム中央研究所の第二代所長にDr. オリバー氏が就任した。1960年代がフロートガラス技術の時代とすると、1970年代は、企業の多角化と市場ニーズの多様化によって研究テーマも広範囲になり、新しいガラス技術の時代となった。後に、彼は、日本の技術進歩に深い関心を示し、われわれに勲光産業技術振興協会の会員になることを承認した。第三代所長は、Dr. ロビンソン氏だった。

1988年に、Dr. レドウィズ氏が第四代所長に就任した。その前年（1987年12月）に、勲ニューガラスフォーラムのご招待で、‘新しいガラスコーティング技術’<sup>3)</sup>について講演さ

れたので、ご記憶の方も多いと思う。そのように、1980年代は、ガラスコーティング技術開発の時代となった。

1996年に、第五代所長となったDr. エリス氏は、1970年代に光の強弱でガラスの透明度が変調する調光ガラスを開発した。そして、1980年代、電子デバイス向けガラスの技術開発に尽力した。

1997年からDr. ウィルキンソン氏がレーザム中央研究所の第六代所長となり、現在に至っている。

英国ファイナンシャルタイムは、1996年5月21日付の記事<sup>4)</sup>で、‘ピルキントンの中央研究所は急激な変化に耐えた’と次のような内容を報告した。

「1980年代と比べて、ガラス組成の開発システムが大きく変わった。多くの研究所がそうであるように、ピルキントン社もコンピューターシステムの導入によって、例えば、約350種類の化学組成から新しいガラスを開発するのに僅か10名の研究者で開発できるようになった。

さらに、研究開発の評価方法を改善する必要があった。ピルキントン社は、研究開発のために年間約5千5百万ポンド（約150億円、売上高の約2%）を投入していた。1980年代は、まだ、研究者たちがその研究開発費をどのように使うかという予算管理方式だった。ところが、1990年代になって、それは、研究開発費と事業成果の関係を評価する新しい方式に変わった。

1970年代から80年代にかけて、ガラス市場のブームもあって、ガラスのコストを増産によって削減することが急務となり、また、経営の多角化が推進された。しかし、1980年代になって、英国は、高金利政策と産業界全体の低迷の下で、ガラスの需要が極端に落ち込んだ。広範囲な社内の経営分析と研究開発のコストを切り詰める管理方式が検討された。そして、

1990年代初め、中央研究所は、研究成果を適格に評価する新しい時代を迎えた。

フロートガラスの発明が近代ガラスの歴史に大きく影響したため、ピルキントン社の研究開発体制は、世界から注目されていた。しかし、経営者は、英国、ドイツ、イタリアおよび米国に分散した研究活動を統合するという新しい課題と、また、その成果を市場へ如何に還元するかという難しい問題に直面していた。1992年にピルキントン社のトップになったレバトン氏は、コスト効率の推進責任者として新しい経営方針を設けた。これは、2000年を目標とする中期的なもので、市場ニーズを研究開発の決定へ反映する必要、また、研究開発、製造、および市場という広範囲な事業をカバーする重要な職務であった。そのため、技術担当重役としてサー・ロビン・ニコルソン氏が任命された。

技術担当重役は、レーザムの中央研究所を指揮し、ピルキントン社の主要事業である1)フロートガラス製造、2)建築製品、3)自動車ガラス、そして4)テクニカルガラスの4つの先端ビジネスグループを指揮した。また、毎月「計画及び分担経費を見直すための会議」を設けた。

一般に、研究開発、製造及び市場の繋がりの中で、それぞれの研究開発成果を明確にし、それぞれの貢献度を評価することは大変に難しいことだが、ピルキントン社は、基本に戻って忍耐強い努力を重ねた。ピルキントン社は、研究開発の仕事がそれぞれ重複しないように研究体制を再構築した。そして、目的に相応しいグループをその研究開発の先導役として設定した。例えば、英国のレーザムとセントヘレンズでフロートガラスに係わる研究開発、英国と米国工場インライン・コーティング、ドイツでオフライン・コーティング、そして、ドイツと米国で自動車ガラスの研究開発という中心を設定した。

コンピューターシミュレーションを導入した研究開発システムが再構築され、コスト削減が

さらに推進された。そして、世界中の研究所のスタッフ数が約半数の700名まで削減された。」

## 5. 研究開発の評価

ピルキントン社は、会社が研究開発へ投入したコストから生じる利益を具体的に評価する試みを始めた。研究開発コストを計算することは容易だった。しかし、具体的に成果・利益を評価することは大変に難しく、価値のある職務となった。会社は、その年の研究開発の支出をその年の利益と比較する方針を重視した。そして、次のように、3種類の利益に区分した。すなわち、1)コスト節減によって生じる利益、2)新しい生産からの利益、及び、3)ライセンスの収入による利益を評価の対象とした。1)コストの節減による利益の場合、一度だけの節減は年間を通して対象とし、長期の節減は最初から5年間を対象とした。2)新しい製品からの利益は、開始から5年間の新しい製品からの総利益、そして、続く5年間に安定して増加した額を評価の対象とした。3)ライセンス収入は、ピルキントン社の技術を使うその他の製造者からのロイヤリティによる年間の収入を評価の対象とした。1992/93年度に評価が開始されてから、最初は、インフレーションの増加率に近いものでしたが、1995/96年度にその研究開発からの見返りは1億ポンドから2億ポンド以上に急上昇した。

この間に最も貢献した技術は、ガラスの製造ラインにおけるオン・ライン・コーティングだった。建築および自動車用に設計された熱線反射ガラスは、高温中のガラス表面へ数ミクロン厚さの化学蒸着が施されたコーティング製品だった。これは、最も成功した研究開発の一つとなった。さらに、その技術は、コーティング層の素材、構成を変えることによって、その応用分野の裾野を広げた。

高温のガラスに化学蒸着されるために、その

コーティング被膜が非常に安定したハードコーティングになるという一般的特徴のほか、着色によってゴールド・エクリプスのような、はっとするような美しさのある反射ガラスを量産することができた。また、複層ガラスユニットの熱貫流率を改善することができる低放射ガラス‘ピルキントン K GLASS’は、その透明さに人気が集まった。さらに、その技術を応用しながら、量産可能な透明伝導被膜の技術開発が進められた。そして、21世紀のミラー技術を一変するような技術が発表された。これは、1830年代に銀引きミラーが発明されて以来の出来事となった。コーティング層の光をより効率よく反射させるという技術が応用されて、湿式法に代わる、乾式ミラー製品<sup>5)</sup>がオン・ライン・コーティングによって誕生した。

新製品の量が増えると同時に、研究所における研究開発のスピードアップが重要になった。例えば、自動車用の新しいタイプの熱線反射ガラス‘ギャラクシー’の場合、一年以内で市場のニーズに対応する必要があった。このような開発計画の高速化が実現するとは、1980年代には想像もできなかった。

## 6. おわりに

レーザム中央研究所は、1961年に、世界にも類のないガラスの総合研究所として設立された。以来、時代の最先端を凝視しながら40年を迎えようとしている。当時の最先端のガラス技術と権威は、ようやく、21世紀の基礎技術として結実しようとしている。そのためにも、今、ガラスの研究開発への姿勢が問われている。例えば、‘より早く、より速く’、‘より低く、より高く’という姿勢が、研究開発をより

効率のよいものに変えるであろう。

レーザム中央研究所を訪問した時の印象と感想を感じたままにまとめてみたが、その内容は、もっと一般的なものになっていることに気が付いた。まるで、自分自身が問掛けられているように、日本のガラス産業全体の在り方を問掛けられているように感じた。そして、そのように感じたのは、私だけではなかった。

1. 1980年代の特殊ガラス産業は、2000年代の機能ガラス産業へと変わる。素材技術から応用技術への変化。
2. 光通信用ガラスファイバーのように、市場のニーズに相応しい製品が量産できる新しいガラス企業を必要とする。
3. 研究開発のスピードの速さが問われると同時に、長期開発計画と、その評価がより重要となる。
4. 民間企業が現在保有する試験設備・機能を一般に公開し、試験機関として承認されたものにする。
5. 環境問題に対応する建築関係者が真に高機能・高付加価値のガラス製品を愛し、新時代の高付加価値ガラスを育成する。
6. 複合商品の開発は、関連企業あるいは相応しい分野の研究開発チームによって効率化される。

## 参考文献

- 1) T. C. Barker, An Age of Glass, 1994
- 2) Mary Presland, St Helens-A Pictorial History, 1995
- 3) A. Ledwith, Application of Glass Surface, New Glass No. 8 1988
- 4) Stefan Wagstyl, Financial Time
- 5) Reflections-on-line mirror, Pilkington Spectrum, May 1996



写真1 レーザム中央研究所

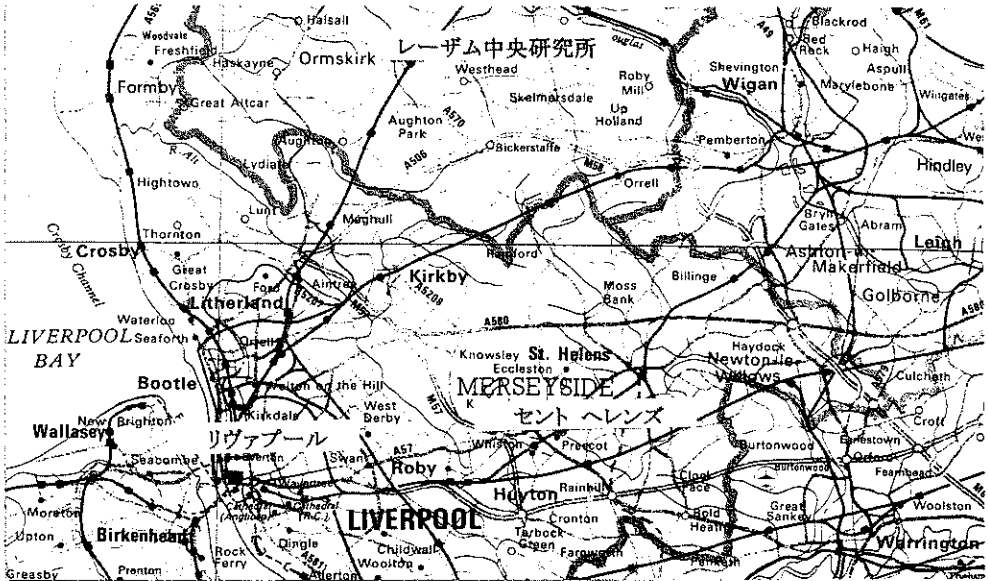



図1 サウス ランカシャー (タイムス ブックより)

**PILKINGTON K GLASS**

A hard coated, low emissivity glass which, when installed as one pane of a double glazing unit, will give you.....



- \* increased insulation
- \* reduced condensation
- \* greater comfort

*.....and because it saves energy its kind to the environment too!*

PILKINGTON K GLASS is ideal for use in windows, patio doors and conservatories and can be toughened or laminated when safety glazing is required.

**Clever technology from Pilkington Glass  
Making Better Windows**

図2 ‘ピルキントン K GLASS’ の初期の広告

ハードコート of 低放射能性ガラス

複層ガラスに挿入すると

\* 断熱性を向上し

\* 結露を低減し

\* 環境を快適にする

安全ガラスが指定されているドアガラスや

コンサバトリー向けには強化、合わせが可能な

ピルキントン K GLASS

ピルキントンの優れた技術である

1980年代、ピルキントン社は、複層ガラスの断熱効果を向上するだけでなく、高付加価値のフロートガラスを開発することに注目した。オン・ライン・コーティングで量産可能な‘ピルキントン K GLASS’は、複層ガラスの断熱効果を三層ガラスと同等にする。



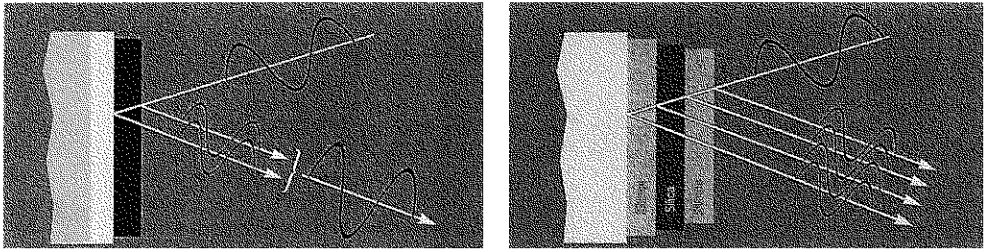


図3 オン・ライン・コーティングによるミラー製品

(図左) コーティングに光が射したとき、コーティング層の表面と底面において二つの違った反射を生じる。しかし、もし、そのコーティングの厚さが非常に薄かったら、この違った波長は、相互に作用しあって波形が一致し、より高い反射が達成できる。

(図右) ビルクイントン リフレックス ガラスは、全波長域で、コーティングを注意深く管理し、4種類の違った波長を一致させることによって、反射率をより向上した試作品である。

## 第21回日本熱物性シンポジウム開催案内

日本熱物性学会

日本熱物性シンポジウムを下記の要領で開催します。皆様のご参加をお待ちしています。内容は、物質の熱力学的性質、熱・物質輸送、熱ふく射、熱物性の計測・応用・制御、物質・エネルギーと自然・生活環境などに関する熱物性科学・工学およびその関連領域です。

後援：日本学会会議、共催・協賛：ニューガラスフォーラム ほか37学協会

開催日：2000年10月18日(水)～20日(金)

会場：名古屋市工業研究所、名古屋市熱田区六番3丁目4番41号

講演申込期限：2000年6月16日(金)

講演申込先：第21回日本熱物性シンポジウム実行委員会(プログラム担当事務局)

〒432-8561 浜松市城北3-5-1, Fax: 053-478-1051

静岡大学工学部機械工学科 荒木信幸, E-mail: tmdtan@ipc.shizuoka.ac.jp

論文集原稿提出期限：2000年9月11日(月)必着 [厳守!!!]

論文集原稿提出先：第21回日本熱物性シンポジウム実行委員会(論文集担当事務局)

〒462-8510 名古屋市北区平手1-1, 名古屋工業技術研究所 田澤真人, E-mail: tazawa@nirin.go.jp

予約参加申込期限：2000年9月18日(月)

お問い合わせ先：第21回日本熱物性シンポジウム実行委員会(総務担当事務局)

〒464-8603 名古屋市千種区不老町, 名古屋大学工学研究科 八田一郎

E-mail: a40114a@nucc.cc.nagoya-u.ac.jp

予約参加申込について：「熱物性」7月号でご案内いたします。本シンポジウムに関する情報は、「熱物性」4月号、ホームページ <http://wwwsoc.nacsis.ac.jp/jstp2> あるいは <http://www.naga.sd.keio.ac.jp/jstp2> のMENU「シンボ案内」にも掲載しておりますので併せてご覧下さい。