

## 高格・高品質生糸繰製計画（6Aプロジェクト）

一般財団法人大日本蚕糸会蚕糸科学研究所

所長 清水重人

### 1 はじめに

現在 50 の提携グループによる蚕糸・絹業提携グループ全国連絡協議会が組織され、国内各地で純国産宝絹（takaraginu）展を開催するなど純国産絹製品の PR 及び需要増進活動を積極的に行っています。

純国産絹製品は高額になることもあり、消費者の中には純国産絹製品は高品質であるというイメージを持っている人が多く、その期待に応える必要があります。しかし、経糸用 6A 格生糸は輸入に頼っているのが現状で、国内では高格・高品質生糸は技術的にできないのではないかと疑問を抱いている方もおられます。

生糸品質で常に問題となるのは、昔も今も「<sup>ふし</sup>節」と「<sup>せんど</sup>織度むら」で、この 2 項目で高成績を出すことが高格・高品質糸づくりの重要な条件となります。蚕糸科学研究所では、有限会社ハラダと共同で節と織度むら対策として、スラブキャッチャー（節検出装置）及びロードセルセンサー（荷重変換器）を組み込んだ万能型自動繰糸機（※ 1、写真 1、シルクレポート No.30 参照、特許第 5413758 号）を開発することで節と糸むらへの対応を図ってきました。この

度、万能型自動繰糸機で開発した装置及び技術を、従来の HR 型自動繰糸機（※ 2）に組み込み製糸工場に導入することで、国内における高格・高品質生糸繰製の可能性に関する実証試験を行いましたのでその概要について紹介します。

※ 1：万能型自動繰糸機

Universal Type Automatic Silk Reeling Machine

※ 2：HR 型自動繰糸機

High Speed Type Automatic Silk Reeling Machine



写真 1：万能型自動繰糸機の外観

### 2 節対策

我が国で開発され世界に普及した HR 型自動繰糸機では、繰糸工程における節対策として、「<sup>しゅうちよき</sup>集緒器（後述参照）」の<sup>こうけい</sup>孔径を小

さくすること及び<sup>あげかえしこうてい</sup>揚返工程でスラブキャッチャー（乾燥環境対応型）を使用することで対応しており、これは全世界的に高格・高品質生糸生産において行われている対策です。しかしながら、国内の製糸工場では年配の作業員が多いこともあり、集緒器の孔径を小さくすると、眼鏡をかけても孔に糸を通すことが容易でなく、作業能率上大きな障害となっています。

その節対策として、万能型自動繰糸機では、揚返工程で使用しているスラブキャッチャーを繰糸工程用として、高精度かつ「湿潤環境対応型」として改良開発するとともに（写真2）、スラブキャッチャーの節感知に連動したエア制御による小枠<sup>こわく</sup>ストップ機構も開発しました（（有）ハラダ、特願 2015-14523）。設定以上の大きな節は、小枠に巻き取らないことで節成績の向上を図ります。



写真2：スラブキャッチャーとロードセルセンサー

### 3 集緒器

集緒器は、瀬戸物製で中央に孔が空いており（写真3）、そこに糸を通します。孔

より大きな節があるとそこで詰まります。その時の張力をワイヤーで伝達し、小枠を停止する仕組みになっています。作業者はその節部分を取り除き、糸<sup>つな</sup>繋ぎをして小枠を再回転させることが主な作業となります。孔の開け方は、古くは馬の尾の毛で開けていたとのことですが、現在では機械的に開けています。ただし、<sup>うわぐすり</sup>糊薬による仕上げ工程で孔の形状が歪<sup>いびつ</sup>になることが多く、新品入荷時でも検査をし、孔の形状や大きさ等の異常なものは除外することが重要になります。また、使用していると繭糸との摩擦で孔が大きくなるため、定期的な検査も必要となります。通常 21 デニール用の集緒器では約 200 ミクロンの孔としていますが、高格生糸向けに節点を向上させるため、さらに小さい孔径のものを作って使用しています。ちなみに、集緒器には、繰糸能率の向上を図る目的からスリット型のタイプも多く使われました（写真4）。これらのタイプは、溝に沿って外側から孔へワンタッチで糸を挿入できるため、作業能率は格段に向上しますが、大きめの節も溝からすり抜けてしまうため、節点の向上は望めません。そのため、原料繭が少なくなってきた今日では、どの製糸工場でも能率

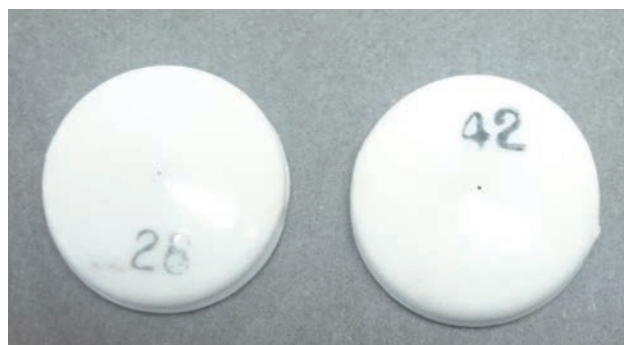


写真3：集緒器  
28 デニール用（左）と 42 デニール用（右）

よりは品位を重視する傾向にあり、作業が大変になるリスクを負ってでも集緒器を使っています。

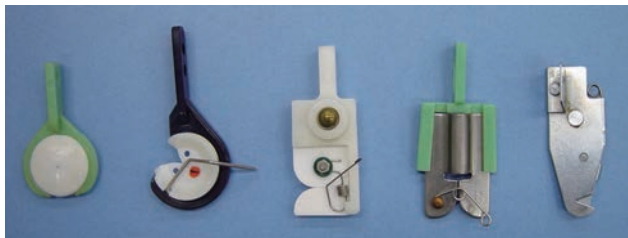


写真4: 各種のスリットタイプの集緒器  
(左端を除く)

#### 4 織度むら対策

織度むら対策として、万能型自動繰糸機ではロードセルセンサー（写真2）による織度感知機構を開発しました（（有）ハラダ）。このロードセルセンサーは、繰糸中の走行生糸との僅かな接触時の張力を感知し、生糸の織度に置き換える機構となっています。そのため、7～8 デニールの超極細生糸の繰糸や超低張力での繰糸が可能になる等の特徴をもつ他、感度の上下限を設定することで、織度の太、細の規格外の糸の除外が可能になります。しかしその半面、感度が敏感なため、早朝と日中の温度差、原料品種の違い、繭の煮熟度の違い等環境条件や繰糸条件等の変化に対応して自動修正する「キャリブレーション（校正）」調整が難しく、実験室レベルでは対応が来ていますが、製糸工場の現場レベルでの調整研究は道半ばの状態となっています。そこで、工場現場対応を重点とする観点から、ロードセルセンサーに代わる新しい織度むら対策としての織度感知方式として「チタン製織度感知器」を開発しました（（有）

ハラダ、詳細は後述）。

#### 5 織度感知器（従来型）

織度感知器は、自動繰糸機に於いて、生糸の織度をコントロールするための重要な部品です。主流はゲージ式でガラス2枚をマイラーと呼ばれる超極薄製の特殊フィルムを重ねて挟んで合わせたもので、マイラーによりできた間隙を糸が通ることで、走行中の生糸による摩擦抵抗を感知します。生糸が細くなり摩擦が小さくなると連動したカムが噛み、レバーが作動して1粒の繭を付け足す仕組みになっています。このような接緒要求方式を細限接緒方式と呼んでいます。ガラス間の間隙は目的とする生糸織度に応じてマイラーの厚みを調整しますが、マイラー（特殊フィルム）自身に厚さのむらがあること、ガラス板を締め付ける力加減によりマイラーの厚みが増減することなどから、感知器の固体間誤差が出やすくなり、織度偏差が悪くなります。そのため、ガラス板を締めつけるときは専用のトルクレンチ（写真5）を用い、一定の力で締め付けるようにして固体間誤差をなくすようにしています。ガラス製のため、経年使用すると、摩耗により間隙が変化したり、破



写真5: 織度感知器用トルクレンチ

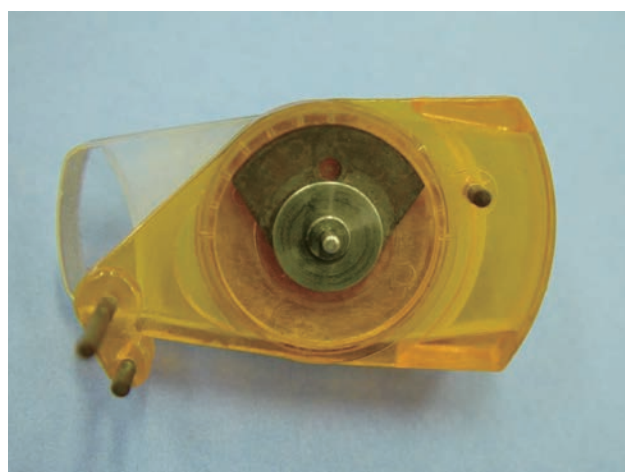


写真6: 織度感知器 (丸形 (左) と矩形型 (右))

損による不良品が出たりすることなどから、新品の補充に加え、定期的に専門業者による組み替え等のメンテナンスが必要となります。織度感知器の感度管理では、専用の1条繰りの簡易繰糸機を用います。正確な目的織度を検出できる「親感知器」を用意し、個々の感知器と縦に直列に並べ、糸を挽きながら、適合かどうかを判定します。不適合品についてはマイラーを調整して適合品にしますが、結構大変な作業です。間隙の設定は、21 デニール用の場合、計算式により 61.5 ミクロンに調整します。形状では丸形のものや矩形のものがあり(写真6)、材質ではセラミックで製作した研究もありました。

## 6 チタン製織度感知器の開発と特徴

チタンは軽く、耐蝕性に優れ、摩耗や破損が少なく、たわみ対抗力(ばね力)は鉄の約2倍ある素材です。最近では、チタン材に対する高度な精密加工技術及び高精度の研磨技術が進んでいます。そこで、従来型織度感知器のガラス板をチタン板(JIS2

種)に替えることとし、片方のチタン板に従来のマイラーの厚みに相当する段差を直接付けて加工し、平面板と合わせて組立て、チタン製マイラーレス織度感知器として開発しました(図1、(有)ハラダ、特願第2014-156947号)。加工時の切削温度、切削油などの検討を重ね、糸との接触面にはミクロン単位で平衡度を出すための加工技術及び最新の水中平面研磨機による表面平滑化研磨技術を利用し、ガラスと同様の均一な接触面に加工しました。直接段差加工することにより固体間誤差がほとんどなくなり、分解組み立てが容易で専用工具も必要なくなりました。チタンはガラスより比重が大きい材質ですが、感知器重量が大きくなると感知回転角度が小さくなる

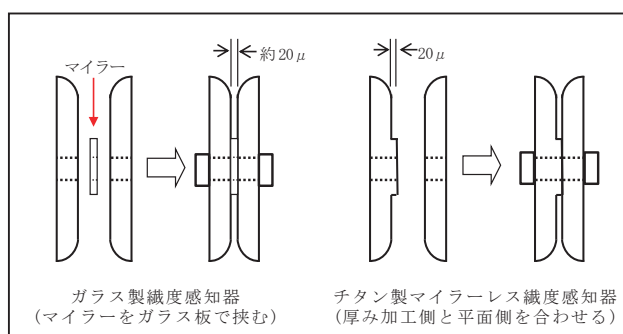


図1 織度感知器の違い

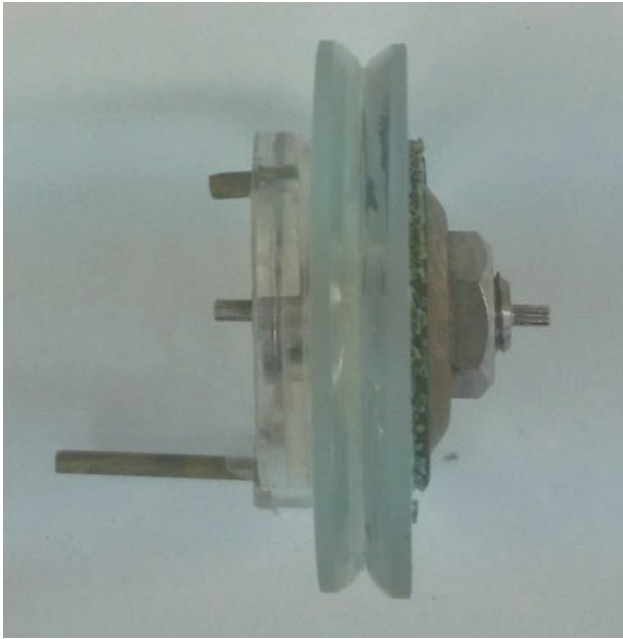


写真7:織度感知器 (ガラス製 (左) チタン製 (右))

ため、環境や繰糸条件の影響を受けにくくなる(「ニッサンHR3型自動繰糸機」、日本シルク学会参照)という利点もあります。また、破損や摩耗にも強いいため、長期間の使用が可能となる等メンテナンスフリーの部品と言えます(写真7)。

## 7 「新宿シルク」ブランド構想

蚕糸科学研究所では、当所のHR型自動繰糸機2釜40緒に、上記のスラブキャッチャーとそれに連動したエア制御による小枠停止装置及びチタン製織度感知器を組み込むことにより、高格・高品質用自動繰糸機(UE型自動繰糸機※2)として改良開発しました((有)ハラダと共同開発)。UE型自動繰糸機における繰糸工程の概要図を図2に示します。蚕業技術研究所を中心に飼育された国産繭を用い、当所繰製技術による高格・高品質生糸を「新宿シルク」ブランドとして繰製し、高品質の商品試作

試験を行った上で、実際の工場で実証試験を行うとともに関連した一連の技術体系の構築と技術の継承を図ることを目的とする「新宿シルク」ブランド構想を計画しました。

※2: UE型自動繰糸機  
Universal & Excellent Type Automatic Silk Reeling Machine

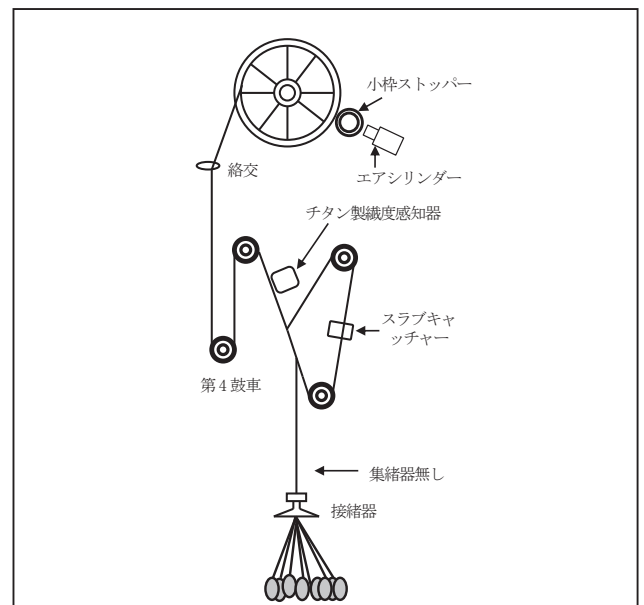


図2 繰糸工程図  
碓氷製糸農業協同組合に導入した  
UE自動繰糸機6釜タイプ

## 8 「新宿シルク」のいわれ

平成 26 年 6 月、富岡製糸場と絹産業遺産群が世界遺産に登録されました。明治 5 年に操業開始された富岡製糸場は、高品質生糸の生産が目的の一つでした。当時、明治政府は製糸技術開発に力を注ぐ中で、製糸教育のための施設として内務省勸業寮試験場を設けました。明治 7 年 3 月、勸業寮しよかつ所轄内藤新宿試験場内に「さんぎょうしけんがかり蚕業試験掛」が設置され、洋式繰糸機を中心とした製糸の試験研究が始まりました。その担任として任されたのが、明治 6 年、オーストリア・ウイーンで開催された第 5 回万国博に出張し帰国したささきながのぶ佐々木長淳氏と、同じくウイーン万博に出張し、イタリアで製糸や撚糸等の技術を習得したまるなかぶんすけ圓中文助氏で、試験研究とともに伝習生の養成を行いました。この内藤新宿試験場における製糸の研究は僅か 5 年の短い期間でしたが、多くの試験研究が行われ、ここで養成した修業生はその後の国内蚕糸業の発展に多大な貢献をしました。それから 140 年余り経った今日、蚕糸科学研究所は内藤新宿試験場と同じ新宿の地にあり、現在では国内唯一の試験研究機関として、日本の製糸技術の維持発展に努めています。そして、同じ新宿の地で新しく開発した繰糸機と繰製技術により繰製した高格・高品質生糸を「新宿シルク」としました。

## 9 製糸工場での実証試験(6A プロジェクト)

開発した UE 型自動繰糸機の性能の検証試験及び繰製生糸の性状調査を、蚕糸科学

研究所で開始しましたが、大日本蚕糸会の方針として、同時に現場の製糸工場における実証試験を行うことになりました。導入先工場の選定については、①生産規模が最も大きく提携グループの主要生産拠点となっていること、②当所との距離が近いこと等の理由から碓氷製糸農業協同組合を選定しました。導入に際し大きな問題がありました。現在の国内においては、HR 型自動繰糸機の重要な新品部品がほとんど無く、新品の自動繰糸機を導入することはできません。従って、使われずに余っている中古の繰糸機から部品取りし再利用するしか方法は無いのですが、リニューアルの対象となった碓氷製糸農業協同組合の 2 号機 6 釜タイプの繰糸機は、長く使用されていないため、腐食と摩耗が激しく、高格・高品質生糸生産用の繰糸機に仕上げるには相当の困難が予想されました。ふじむらせいし藤村製糸など最近廃業した製糸会社に繰糸機本体や部品などが在庫されていないか当たりましたが、総て廃棄した後でした。改修に携わった(有)ハラダでは、リニューアルが難しいほとんどの重要な部品については、函面を起こし、一部を一般メーカーに依頼し、一部は自社内で加工して対応しました。そのため、改



写真 8: 完成した UE 型自動繰糸機  
(碓氷製糸農業協同組合)

---

---

修工事は平成26年の10月に始まりましたが、完成したのは27年10月で1年かかりました。完成したUE型自動繰糸機6釜タイプの外観を写真8に示します。

## 10 製織試験及び製品試作

UE型自動繰糸機による蚕糸科学研究所での検証試験では、6A格相当の節と織度むらの成績を収めました。さらに6Kg余の生糸を繰製し、(株)マルシバの木下社長にお願いし、新潟県五泉市の江口機業株式会社で製織試験を行いました。五泉の産地では、生糸を撚ることなく経糸として使うため、生糸に欠点があるとそれがすぐにわかるとのことです。江口機業(株)では、通常はブラジルの6A格相当生糸を使用しているとのこと。試織の結果はブラタク6A格相当生糸(27中)と遜色ないとの評価を得ました。現在、男性用羽織ときものを試作中です。

## 11 終わりに

現在、国内産繭の不足を憂慮する声が各方面から聞こえる中で、大日本蚕糸会では、26年度からの繭代補填に加え、27年度か

ら繭増産対策、養蚕担い手対策等の新規事業を講じています。国内産繭の減産に歯止めをかけ、増産に結びつけることが目的ですが、すでにその成果が一部出始めています。一方では、蚕具のメーカーの廃業により、毛羽取り機等の入手が困難になってきており、蚕具類のリサイクルのための対策も行っています。収穫された国内の貴重な繭を生糸に加工する製糸においても同様に、重要な機械部品は、新品部品はおろか故障の際の部品の手当もままならない状況にあります。また、HR型自動繰糸機に精通した機械整備技術者の後継者の問題が深刻化しており、今後の憂慮すべき課題となっています。幸い、今回の6Aプロジェクト遂行により、現在国内で保存されている貴重な中古繰糸機を活用し、高格・高品質生糸対応の繰糸機を新品同様に仕上げる技術はほぼ確立できたと考えています。

先人から受け継いだハードとしての製糸機械に関する技術とともにソフトとしての繭乾燥から煮繭、繰糸、揚返し、仕上げ等の一連の製糸技術についても守り続け継承していくことが我々に課せられた使命と心得、研究業務に邁進したいと考えています。