

「研究と創造の精神」と「モノづくり」 赤れんが便利

Information of Toyota Commemorative Museum of Industry and Technology

特集 豊田式鉄製小幅動力織機(Y式)、
最新鋭のリング精紡機、企画展「うつす展」

Vol. 90

展示 File 007

動力のガラ紡機 (1931年製)

1873年に信濃(現在の長野県)の臥雲辰致がみすみぢが発明したガラ紡機は、当初は手回しでしたが、のちに下流では舟を浮かべて川の水で水車を回す舟紡績ふねつぎが、上流では谷川の水を使っ

て水車を回すガラ紡績が始まりました。
展示機は、1931年に製作され、1993年まで豊田市のガラ紡績工場ガラつぎばで使われていたものを復元、整備したものです。



豊田式鉄製小幅動力織機（Y式） についての考察

主任学芸員 成田 年秀

「見て驚いて学べる」博物館、トヨタ産業技術記念館の魅力の原点とは何か。
今回は、繊維機械館の魅力について日本の織機の歴史を紐解きながら、Y式織機に代表される小幅シャトル織機の存在意義、シャトル織機の保全・整備、さらには部品の調達法についても考察していきます。

1 はじめに

豊田式鉄製小幅動力織機（Y式）、通称Y式織機（図1）は、豊田佐吉が1915年に発明した小幅動力織機です。豊田佐吉はG型自動織機に代表される広幅の高速・高性能織機を開発しましたが、一方で零細な業者でも手軽に使用できるY式のような小幅の動力織機も開発しています。

小幅織機は、野良着や手ぬぐいといった生活用品、また絞りや緋かすりなど地場の伝統産業の素材・反物用として使用され、江戸時代の手織りから動力織機へと転換されて現在も使い続けられています。

2 日本の織機の歴史

1. 手機（人力織機）

日本たかばたの高機は、室町時代に中国から伝わった絹用の機織機はたおきが、庶民に綿織物が普及した1800年頃（江戸時代中期）から木綿用に改良され、綿織物の産地に普及したと言われています。

明治になって政府が富国強兵・殖産興業の施策を推し進める中、紡績産業（糸づくり）は政府が官営紡績工場を作り後に民間に払い下げるなど産業を補助・育成しましたが、一方、織布産業（布づくり）への補助・育成はなく、江戸時代から

の伝統的な手織りが続いていました。それが豊田佐吉をはじめとする多くの人々が、織機の改良を志した理由のひとつになっています。

2. 手機から動力織機へ

豊田佐吉も最初は手機の改良、続いて動力織機を開発していきました。1896年に開発された豊田式汽力織機は、製品化された国産初の動力織機（力織機）です。この時代には多くの人が動力織機を開発し、手機から順次動力織機に置き換わっていくとともに、農家の副業や家内工業であった機織業が、織布産業として成長していきました。

これらの反物用小幅動力織機は、木綿用では豊田佐吉の発明した38式、T式、I式、Y式（図1）など、絹用では津田米次郎が発明した絹力織機などがあります。

こういった中で、動力織機も改良が加えられ発展していきました。ひとつの方向性が高速化・高機能化です。布を大量生産するための開発に加え、不具合時の自動停止機能、杼ひや管の自動交換機能などが付加され、自動化が推し進められていきました。豊田佐吉の発明品で言えば、1924年完成の無停止杼換式豊田自動織機（G型）に至るL式、N式（図2）、G型（図3）の開発の流れです。



図1: 豊田式鉄製小幅動力織機（Y式）



図2: 豊田式鉄製広幅動力織機（N式）



図3: 無停止杼換式豊田自動織機（G型）

3. 高速シャトル織機はなぜ姿を消していったのか

高速・高機能な織機は、戦後しばらくまでよこ糸を巻いた管が入った木枠、シャトル(杼)を使ったシャトル織機が主流でしたが、約500gあるシャトルを左右に飛ばすために多大なエネルギーが必要であり、レバーで打って反対側で受け取りまた打ち返すことを繰り返すために、振動騒音が大きくエネルギーのロスも大きいのが難点で、スピードも200回転/毎分程度が上限、超広幅の布が織りにくいなど、シャトル織機での高速化・高機能化は限界になってきました。

1930年頃からレピア、1960年頃からウォータージェット、1970年頃からはエアジェットを使用した革新織機と呼ばれるシャトルレス織機が製品化され、コンピューター制御が一般化されるのに伴い大量生産用織機の主流になって、シャトル式の高速・高機能織機は姿を消していきました。

4. 現存する小幅シャトル織機

一方で、野良着や普段着、手ぬぐいといった生活用品、また絞りなど地場の伝統産業の素材用として、反物用の小幅織機が開発・改良されていきました。手機から小幅動力織機への転換です。これらの産地では高速化は特に求められておらず、よこ糸自動交換装置の要望も強くありません。よこ糸が切れたりなくなったら停止すれば良く、G型自動織機のような高い部品精度や組み付け精度はそれほど必要ありません。素人の調整でもそこそこ動きます。これも末長く使われている理由のひとつです。

現在全国の生産地では、小幅の動力織機を用いて反物生地を多く生産しています。小幅動力織機は、1900年前後くらいから豊田佐吉をはじめ、多くの人が開発していきました。東海地方をとっても、豊田佐吉(豊田商会)、豊田式織機、遠州織機、鈴木織機製作所、平岩鉄工所、岩間織機、天龍織機などの織機メーカーが製造していました。これらの仕様はほとんど同じで、互換性があるのではないかと思えるほどよく似ています。小幅織機を稼働させるのに大きな動力は必要ないので、家内工業的なところでも十分に駆動可能です。天井に電動機による動力軸を設け、そこから平ベルトで複数台を稼働しているところも多く見受けられます。

現在も残っている地域は、愛知県では知多半島、一宮、蒲郡、豊橋あたりです。全国へ目を向けると、三重、埼玉、群馬、福島など、木綿やウール、絹の織物産地で未だに活躍し続けています。

3 シャトル織機で織った布の特徴

それでは、なぜ未だにシャトル織機が求められているのか、考察していきます。

1. 耳付きの布を求めて

エアジェット織機のような革新織機で織った布の両端は、よこ糸通しが一方通行で毎回カットするため布の横側にはよこ糸の切れ端が出ており、両側のたて糸が抜けられないような処理が必要です。一方、シャトル織機はシャトルが往復運動をして連続したよこ糸で織っていくので、両横に耳と呼ばれる布の両端の部分が出てきて、たて糸が解れることはありません。例えば、タオルや手ぬぐいを作った場合、革新織機で織った布は耳処理が必要ですが、シャトル織機で織ると、自動的に耳ができるので耳処理の必要がなく、布本来の柔らかさが耳処理のために損なわれることはありません。そのため、日本手ぬぐいだけでなく、近年ではデザイナーズブランドのマフラーを、あえて小幅のシャトル織機で織っている例もあります。また、テキスタイルフェア(糸や布の展示商談会)では、布がシャトル織機で織られたことを宣伝しているメーカーもいくつか見られます。

2. 風合いのある布を求めて

革新織機ではよこ入れ・^{おさ}箆打ちを高速に行うため、織りの締まった布を作りやすい反面、ガーゼのような柔らかい布を織るのは苦手です。一方、シャトル織機は、たて糸やよこ糸の張力、箆打ちの力を調整しやすく、デニムのような厚い布から、ガーゼやマフラーのような薄い布まで自在に織ることが可能です。すなわち、たて糸の張力、よこ糸の張力、箆打ちの力を個別に調整することが簡単にできます。特に小幅織機を使って柔らかいガーゼやマフラーを織るのは、耳付きの特徴と合わせてシャトル織機の得意とするところ。地合い、風合いと言われる伝統織物の感触は、シャトル織機でしか出せないというのが、機屋さんの想いです。

4 Y式織機の構造・機構

豊田佐吉が開発したN式織機、Y式織機、G型自動織機に採用されている主要な機構について比較・考察しました。(表1参照)

表1: 主要な機構の比較

	たて糸切断自動停止装置	よこ糸切断自動停止装置	たて糸送出装置	自動杼換装置
N式織機(1914年完成) 広幅高速織機	ヘルド探知機械式(改良型)⇒ のちにドロッパー式	ウェフトフォーク式	ウォーム式積極的送り出し	なし
Y式織機(1915年完成) 小幅織機	ヘルド探知機械式(改良型)⇒ のちにドロッパー式	ウェフトフォーク式	アングル式積極的送り出し	なし
G型自動織機(1924年完成) 広幅高速高性能織機	ドロッパー探知機械式	ウェフトフォーク式	ウォーム式積極的送り出し	あり

N式織機、G型自動織機が広幅高速の製織を狙っているのに対し、Y式織機は小幅の手織機の代替を狙っており、速度はあまり要求されません。主要な機構も、表1のようにY式には、より簡単な機構を採用しています。また、たて糸送出装置には、さらに手軽な抵抗式もオプションで用意されています。以下に、たて糸切断自動停止装置と、たて糸送出装置の機構の比較を示します。

1. たて糸切断自動停止装置の構造比較

たて糸切断自動停止装置は、たて糸が切れた場合に織機を自動停止させる装置で、これにより不良品の発生を未然に防止でき、製織時の監視作業も軽減し、織物品質や生産性を飛躍的に向上させました。豊田佐吉はヘルド探知機械式

(1903年)、ヘルド探知電気式(1908年)、ヘルド探知機械式改良型(1910年、図4)を發明、1925年には究極のドロッパー探知機械式(図5)を發明しました。このドロッパー方式は、G型のみならず従来機種N式、Y式にも後に採用されました。

2. たて糸送り出し装置の構造比較

たて糸送り出し装置は、織られた量に応じて一定の張力でたて糸を送り出す装置で、張力変動によるたて糸切れや織りムラなどの不具合を防止し布品質を向上させます。豊田佐吉は、重錘式たて糸送出装置(1896年)、アングル式たて糸送出装置(1901年、図6)、ウォーム式たて糸送出装置(1914年、図7)を發明しました。これらはN式、Y式では同一機種内の選択肢としても設定されています。

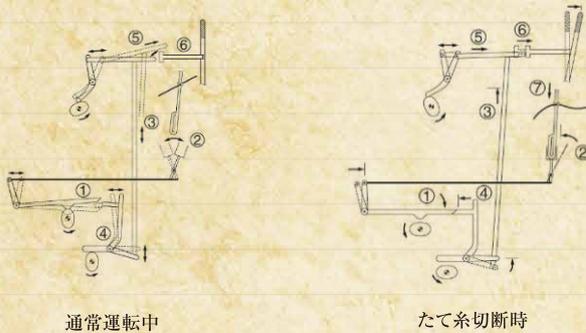


図4: ヘルド探知機械式たて糸切断自動停止装置



Y式織機に装着された様子

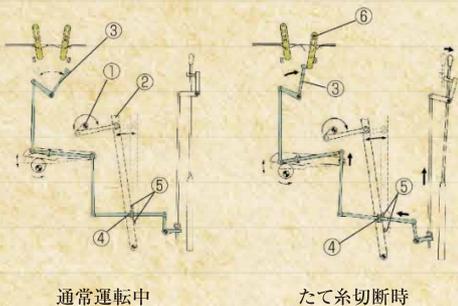


図5: ドロッパー探知機械式

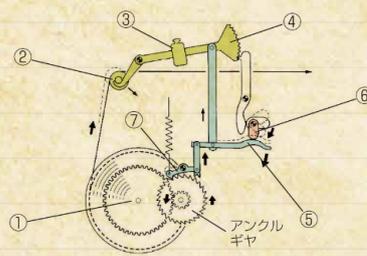
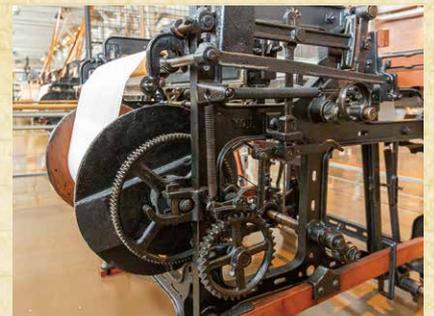


図6: アングル式たて糸送出装置



Y式織機に装着された様子

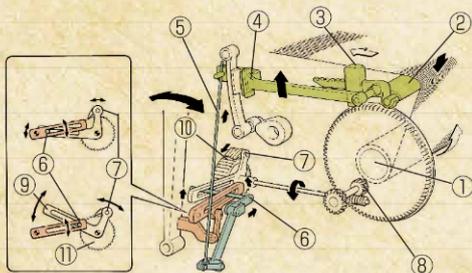
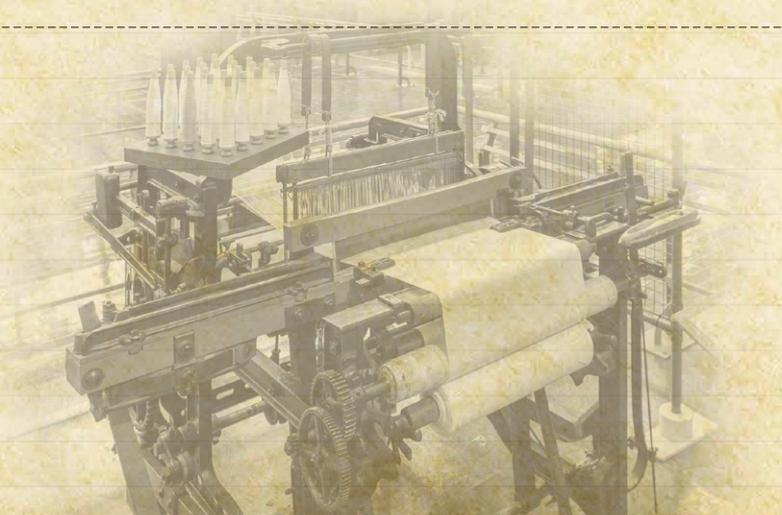


図7: ウォーム式たて糸送出装置



5 今後もシャトル織機を使い続けるために

豊田佐吉が開発したフレームが金属製、例えば、N式、Y式、G型などのシャトル織機は、ブッシュ(砲金)等の消耗品さえ交換していれば、半永久的に使い続けることができるフレーム強度を持っています。他社の同類の織機も同様です。実際にほぼ100年前に造られた織機が、国内はもとより、中国・東南アジアなど、未だに現役で使い続けられていることがそれを証明しています。この章では、今後もシャトル織機を使い続けるために必要なことを整理していきます。

1. 保全・整備

- ①まずは動かし続けることが、織機を最も長持ちさせる方法です。
- ②その良い使用環境を保つために、日々の綿ほこりの掃除と定期的な給油が重要です。
- ③N式、Y式やG型自動織機のように保全マニュアルがあるものはそれを参考に、ない織機は使用状況に応じて給油周期や保全内容などを記録し、それに基づいた保全を実施します。
- ④古い機械の保守、保全・整備には、固有の技術・技能が必要になってきます。シャトル織機の経験者は高齢化しており、運転や補修・保全の技術・技能のノウハウを伝承していくことが喫緊の課題です。

2. 部品の確保

織機自体も製造されてから100年以上経つものもありますが、メーカーが生産を中止してから長い年月が経っており、補給部品の供給もままなりません。メーカーも廃業や業容の変換を図っているところが多く、メーカーに問い合わせても対応は難しいのが現状です。皮(革)製品、木製品の入手も困難になってきました。そうすると、すでに製造中止となっている各部品を収集し確保しておくために、壊れた機械や廃業したところの機械を、部品取り用に保存しておくことも必要です。今後も稼働し続けていくために以下のことを実践する必要があります。

- ①古い機械に対しては、消耗品および機能備品のスペアパーツを備えておくこと。
- ②古い機械を扱える専門業者を確保し、情報や部品の入手を図ること。
- ③部品取り用のためにも、古い織機の収集・保管が望まれます。当時の部品を使用することができれば、修理も容易になります。
- ④当時の部品が入手できない場合は、図面や部品に照らし合わせて部品を複製すること。
- ⑤ブッシュ、ピッカー、篋、綜統そうどうなど、消耗品、摩耗や故障しやすい部品を入手できる業者を押さえておくこと。

- ⑥ブッシュや糸、皮(革)、木でできた部品は、現代の材料に置き換えていくのもやむを得ません。これらの代替部品を製作できる業者を探すことも重要です。

3. 業者同士の連携

さらには、個々の業者の取り組みでは限界があるため、今後の取り組みとして以下のような連携が望まれます。

- ①機台および部品の再利用のための情報ネットワークやデータベースの構築
- ②保全・整備の技能を伝承するための勉強会、見学会、情報交換会などの継続的開催
- ③これらを実施するためのボランティアなりNPO組織の設立

おわりに

当館の魅力の原点は、本物の機械を「動かし続ける」動態展示にこだわっていること。もちろんY式織機も動態展示しています。もっと詳しく知りたいと思った方、機械の仕組みについて興味が湧いた方。実際にあなたの目で見て驚いて学んでみてはいかがでしょうか。きっと新しい発見があるはずです。

※本稿は著者が日本機械学会2021年度年次大会講演会に投稿した論文(文献(7))をもとに、改めて書き起こしたものです。

【文献】

- (1) “四十年史”株式会社豊田自動織機製作所、1967年11月18日
- (2) “トヨタ産業技術記念館”ガイドブック、2018年4月13日改訂第4版
- (3) 岩崎充博：“産業技術記念館における産業遺産の保存と活用のあり方”、シンポジウム「日本の技術史をみる眼」第27回講演報告資料集、p26-p32、中部産業遺産研究会2009年2月
- (4) 拙稿：“動かし続けることにこだわる博物館—産業技術記念館の意義と課題—”、創立20周年記念誌p120-p121、中部産業遺産研究会、2014年7月
- (5) 拙稿：“動かし続けることにこだわる博物館—産業技術記念館の意義と課題—”、シンポジウム「日本の技術史をみる眼」第33回講演報告資料集「博物館における動態保存のあり方」、p4-p21、中部産業遺産研究会、2015年2月
- (6) 拙稿：“今だ稼働し続けるシャトル織機”、シンポジウム「日本の技術史をみる眼」第34回講演報告資料集、p16-p27、中部産業遺産研究会、2016年2月
- (7) 拙稿：“豊田式鉄製小輻動力織機(Y式)についての考察”日本機械学会2021年度年次大会講演会論文集2021年9月

繊維機械館に

最新鋭のリング精紡機登場!!

今年11月、リング精紡機(RX300E)が入れ替わります。最新の技術にご注目ください!



リング精紡機とは

糸

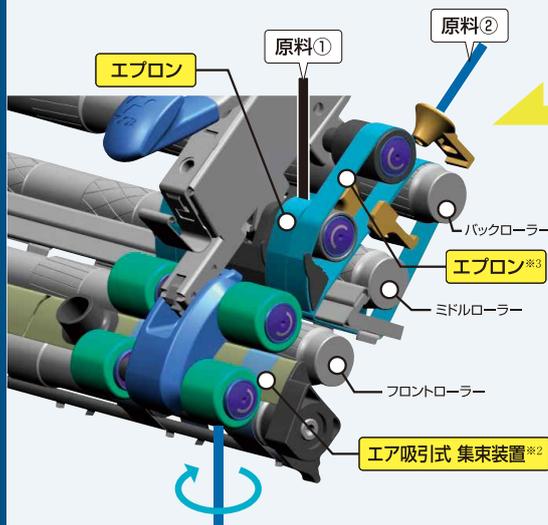
づくりの最終工程で使われる機械のことを「精紡機」といいます。精紡機の中でもリングという円周状の金属製の部品を使って糸に撚りをかけることから「リング精紡機」と呼ばれています。世界で最も広く、多く使われている精紡機です。

新しい機械では、今までできなかった新しい意匠糸^{※1}を作れるようになりました。

※1：異素材を組み合わせたたり、太さや形、色などに変化を持たせた糸の総称

新しい
意匠糸

新しい意匠糸を使った作品例



リング精紡機(RX300E)の最新技術の特徴

一つは、エア吸引式の集束装置^{※2}を設けて切断した原料の繊維束をつなぎ合わせる機能を付けたこと(特徴1)。もう一つは、2種類の原料を完全に独立して制御できるようになったこと(特徴2)です。

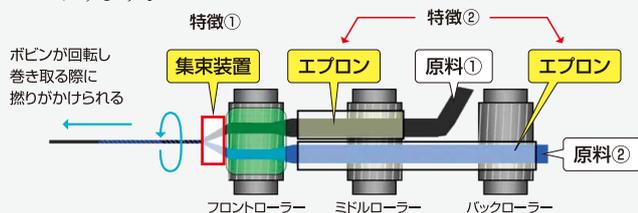
これらの新技術により「連続する繊維束原料は1種類」という常識が覆り、全く新しい構造の糸をつくるできるようになりました。

※2：空気で吸着した繊維をまっすぐ集める装置(コンパクト紡出装置とも言う)

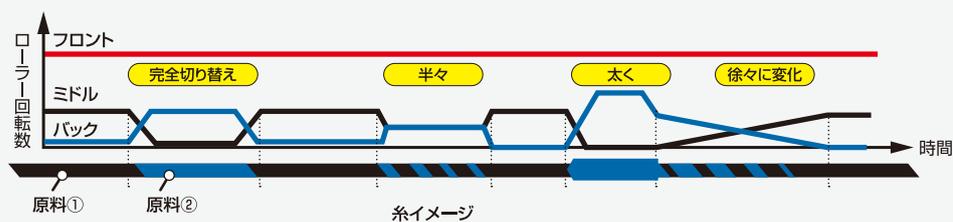
※3：平たいゴムベルト部品で、ローラー回転で引き伸ばされた原料を安定して下流へ送るガイドの役割をする

特徴

- 1 ローラーの回転や停止動作により、原料①から原料②に完全に切り替えた際、両者の接続部はエア吸引式集束装置で吸着してまとめられ、下流のポビン回転で撚りかけられることで1本の糸としてつながります。



- 2 原料①の送りを制御するミドルローラーと、原料②の送りを制御するバックローラーによって、2種類の原料の引き伸ばしを完全に独立させ、フロント・ミドル・バックの各ローラー回転を個別のサーボ駆動で制御することで原料①と原料②の配合比率や太さを自在に変更できるようにしました。



このような技術を用いて紡いだ意匠糸は、素材を寄せ合わせて表現するモザイク装飾を連想させる造語で「モザイクヤーン」と命名^{※4}され、今まで実現できなかった新しい糸の可能性を、アパレル業界に提案できるようになりました。

※4：(株)豊田自動織機の登録商標 (MOSAIC®)

NEWS

2 図書館コーナー 「本の森」オープン!!

展 示に関する本を集めた図書コーナーを2022年9月に新設しました。繊維機械や自動車を中心とした展示関連の本だけでなく、お子様向けの絵本も揃えました。蔵書検索機で2階にある図書室にある本を調べることができます。まるで森の中のようにリラックスしながら、読書をお楽しみください!



※イメージ

トヨタコレクション企画展

TOYOTA COLLECTION

うつす展

江戸から未来へ、映す、写す、移す。

2022年10月8日(土) ~ 12月18日(日)

特別展示室にて開催 ※館の入場料(常設展)でご覧いただけます。

特別協力：エバレット・ブラウン(湿板光画家)／渡辺京二(日本近代史家)

明治の近代化以降、わたしたちは何を手放し、何を受け継いできたのでしょうか？
幕末・明治の古写真や外国人手記には「未来を考えるためのきっかけ」が垣間見えます。
私たちが未来へ“うつし”たいものを、いま、一緒に見つめ直してみませんか？



「トヨタコレクション」は、日本のモノづくりの源流ともいえる、主に江戸時代中期から明治時代初期の貴重な科学技術資料です。

「着色古写真」は、幕末・明治に外国人観光客向けの土産として作られたものです。



最新情報は
特設WEBサイトまで

映



幻灯機

19世紀フランス
石油蒸気灯



無尽灯

江戸後期
空気の圧力を利用した灯火器



大樽時計

江戸中期
日の出、日の入りの間を各6等分
した時を映す和時計

移



色絵 開化皿「長崎港外輪船之図」

明治初期
中央に外輪船を上下に伝統柄を配した
和洋折衷の開花皿



磁石(方位計)

江戸後期
十二支を用いて30度ずつ
方位を指示



歩度計

江戸後期
歩行の振動をとらえ歩数を示し、
歩幅を掛け合わせ距離を算出

写

着色古写真



初期型スタジオカメラ

明治中期
スタジオ撮影に使われた
大型の乾板カメラ



顕微鏡

明治中期
エドワード・モース使用の顕微鏡



異国風景図ガラス絵

江戸末期
無色のガラス板の裏側から
塗り重ねて表した絵

みどころ

ポイント 1

幕末・明治にタイムスリップ。所蔵する5500点の着色古写真からの選りすぐりと当時の外国人が日本を見た手記を展示します。

ポイント 2

「うつす」は身近な言葉ですが、「写」「映」「移」「遷」…など多様な意味が。トヨタコレクションからいろいろな「うつす」モノを披露します。

ポイント 3

今は、スマートフォンで撮った写真を絵にする時代。昔から、絵と写真は近づいたり、離れたりと。その不思議な関係を年表で見せます。

ポイント 4

自撮りコーナーや、明治時代の立体写真が見られるパノラマ鏡やステレオビューワなどを用意しました。どうぞ、お楽しみに！

関連イベント案内

ワーク ショップ

10月22日(土) 14時～15時30分

「作って写そうカメラ箱
～つくればわかる、うつせばわかる～」

イシス編集学校中部支部長 小島伸吾氏



第1回 講演会

11月6日(日) 15時～16時45分

「世界27か国の幸せを日本にうつす」

「教室から世界一周」プロジェクト代表 堂原有美氏



第2回 講演会

11月19日(土) 14時～15時45分

「失われゆく日本」

湿板光画家 エバレット・ブラウン氏



第3回 講演会

12月4日(日) 14時～16時

「〈熱〉モノづくりの魂にみる
機械と人間のこれから」

写真家 平林克己氏

同志社大学社会学部准教授 勝野宏史氏



第4回 講演会

12月18日(日) 14時～15時45分

「一枚の自分史に見る写真の力」

自分史活用推進協議会副理事長 河出岩夫氏



THE EPOCH モノ誕生ものがたり

トヨタグループの創始者である豊田佐吉は、自動織機の発明に一生を捧げ、1924年にG型自動織機を完成させました。このG型自動織機はシャトル織機ですが、その後の生産性の追求により、時代はシャトル織機からシャトルレス織機へと移り変わっていきました。

今回は、シャトルレス織機のひとつであるレピア織機についてご紹介します。

繊維機械館 レピア織機の誕生と進化

THE EPOCH 1 レピアとは

レピアとは「細身の剣」という意味があり、右図1のように、①右側のレピアヘッドがよこ糸を把持し、②織物中央辺りで反対側のレピアヘッドに受け渡し、③よこ糸を反対側まで通します。つまりシャトル織機のように往復ではなく、よこ糸を1本ずつカットして一方向から通します。受け渡しが中央であるのは、工程が最も短くなるためです。この動作を繰り返し、よこ糸とたて糸を交差させ、織物が作られます。

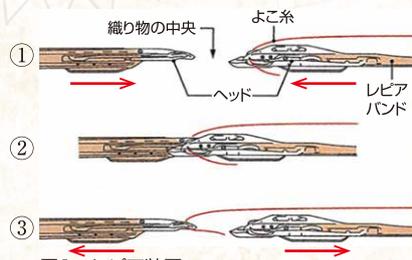


図1 レピア装置



当館展示のレピア織機
(バンドタイプ 1990年製)

THE EPOCH 2 レピア織機の誕生

シャトル織機は、よこ糸を巻いた木管を入れる器であるシャトルが、左右に往復する事でよこ糸を通します。しかし木管を含めたシャトルの重量が約400gと重く、高速化には不向きでした。そこでシャトルを使わずに、よこ糸を通す方法が研究され、古くは1846年のイギリスで、細幅用レピア織機の特許が取られています。しかし、幅広織機の商用化に至ったのは、1959年のDRAPER社製(アメリカ)が初めてで、長い年月がかかっています。細幅織物は片側駆動のレピアで対応できましたが、織物が幅広になると、両側駆動のレピアが必要となったためです。



よこ糸が巻かれた木管とシャトル

THE EPOCH 3 レピアの研究

レピアの研究としては、大きく2つあります。ひとつ目は、よこ糸をどのように織物の端から端まで運ぶかです。図2、3のように、「しごき式」と「把持式」があります。よこ糸の先端を掴む「把持式」は「しごき式」と比較し、よこ糸を掴み損ねる失敗が出易い特徴があります。また「しごき式」はよこ糸の先端を織物の端に固定したまま、糸を擦りながら搬送するため、弱糸部が切れ易い特徴がありました。その後「把持式」の改良がなされ、現在では「把持式」が主流となっています。

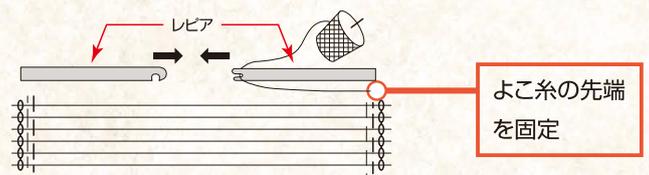


図2 しごき式

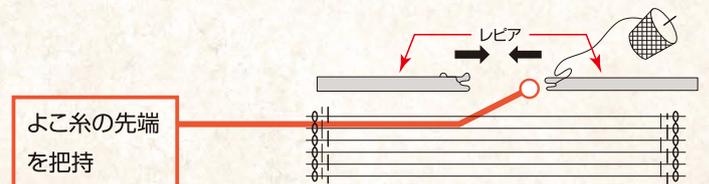


図3 把持式

ふたつ目は、レピアヘッドの駆動方法です。図4、5のように、「バンド式」と「ロッド式」があります。「バンド式」のメリットとしては、織機の左右でバンドをロール状に収納できるため、織機全体の幅を短くすることが可能です。一方、デメリットとしては、柔らかいテープ状の部品を使用するため、たて糸の中を通る時に不安定となり、図6のようなガイドが必要です。しかし、ガイドがあるとたて糸密度が均

一ならず、織物品質に影響を与える場合があります。次に「ロッド式」ですが、堅い棒を使ってたて糸の中を通すため、ガイドが不要です。しかし、ロッドは丸めて収納できないため、織機の幅そのものが広がってしまうデメリットがあります。バンド式が主流になって来っていますが、研究が進んだ現在でもこの2つの方式が用途によって選択されています。



図4 バンド式レピア

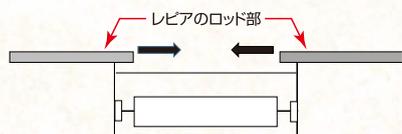


図5 ロッド式レピア



図6 ガイド

豆知識

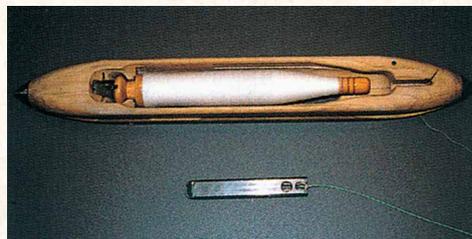
1927年に発表されたGABLER社のレピアは、しごき式+バンド式のレピアでした。続いて1930年頃に発表されたDEWAS社のレピアは、把持式+ロッド式でした。各社が試行錯誤で開発を行っていたことが伺えます。

THE EPOCH 4 レピア織機の汎用性

シャトルを使わないシャトルレス織機には、レピアの他に、よこ糸を空気飛ばすエアジェット織機や、水の力で飛ばすウォータージェット織機、弾丸の形をしたグリッパーを使用するグリッパー織機があります。下表に代表的なよこ糸の種類を記しますが、エアジェットは極端に弱い糸や、空気飛ばし難い重い糸には不向きです。またウォータージェットでは、水の勢いが強く、綿などの天然繊維は糸が切れやすくなります。しかし、機械的によこ糸を通すレピア織機は、よこ糸の種類を選ばず、これら多くのよこ糸に対応することが可能です。よって付加価値の高い織物分野、すなわちドビー装置やジャカード装置を用いた複雑なデザインとし、さらに多種多色のよこ糸を使ったインテリア織物で活躍

の場が広がっています。他方で、レピア織機の回転数は織幅にもよりますが、最大でも500回転/分前後であるため、生産性では1000回転/分を超えるエアジェットやウォータージェットに軍配があがります。各織布工場は、コストや品質を考慮しながら織物に適した織機を選択しており、これら4種類のシャトルレス織機は、今後も続いて行くと思われます。トヨタ産業技術記念館では、このようなシャトルレス織機も展示しておりますので、是非ご覧ください。

繊維	よこ糸	代表的な織物用途
天然繊維	綿	シャツ、ズボン
	毛	スーツ
	麻	ジャケット、シャツ
	絹	着物
化学繊維	ポリエステル	カーテン、傘地
	ナイロン	バッグ、シューズ
	アクリル	カーペット
	カーボン	釣竿、ゴルフシャフト



上:シャトル 下:グリッパー



当館に展示しているロッドタイプ(1933年製)

豆知識

ドビー装置やジャカード装置は、たて糸を上下して、織物の模様を決める装置の名前です。特にジャカード装置は、プリントのような絵柄を立体的に織り上げる事ができます。

自動車館 ～苦難の創業期のクランクシャフト鍛造とそこから受け継いだもの～

世界の自動車の始まりは1769年キュニョー(仏)が作った三輪蒸気自動車と言われ、その116年後にタイムラーが四輪、ベンツが三輪のガソリン自動車を作りました。1913年には「T型フォード」を代表とする大量生産が始まり、急激に大衆化が進みました。一方、日本での最初の自動車は1904年の山羽虎夫の4輪蒸気自動車と言われています。その後、1923年の関東大震災を機にフォードやGMが日本に組立工場を作り、日本の市場を支配していきました。

豊田喜一郎は1934年から日本に合った新しい乗用車の試作を開始します(A1型(写真1))。経験もなかった喜一郎が車をつくるために、欧米に対し遅れていた鉄鋼、铸造、鍛造、機械加工技術等立ち足はかかる壁を仲間と一つずつ乗り越えていきました。

今回は、A1型から搭載したトヨタ最初のA型エンジン(写真2)の重要な部品であるクランクシャフト(写真3)についてです。エンジンの爆発力を受け止めて力を伝えるための強度と耐久性が得られる加工法である鍛造について、どんな苦勞をして壁を乗り越えていったかをご紹介します。



写真1 A1型



写真2 A型エンジン

クランクシャフトの鍛造について

エンジンの燃焼室の中で燃料と空気に火をつけて爆発させ、その爆発力によりピストン(写真3)を往復運動させます。ピストンの力を受け止め、回転する重要な部品がクランクシャフトです。燃焼室での爆発による衝撃的な力が直接かかるなか、折れたり、曲がったりせず、1分間に何千回転もの回転数で車の一生の間、回り続けなければならない強さと耐久性が必要です。それを満足するために、創業期ではクランクシャフトを鍛造という加工法で作っていました。

鍛造は、読んで字のごとく金属を鍛えて強くする方法です。皆さんも日本の刀鍛冶はご存じですね。鉄を叩くと、内部の組織が細くなり、かつ、同じ方向に組織が伸ばされ、小さな空洞がつぶれ、介在物が除去されるため強くなります(写真4)。しかし、常温の鉄はとても硬く、クランクシャフトのような曲がりくねった形(写真5)を作るためには、非常に大きな力が必要だったので、変形しやすい約1200℃に材料を熱して加工していました。それを熱間鍛造と言います。



写真3 エンジン内部(R型エンジン)

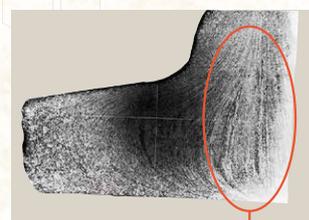


写真4 鍛造後の組織

ファイバーフロー(金属組織の流れ)が変形により同じ方向に伸ばされている。



写真5 A型エンジンクランクシャフト

THE EPOCH 1 苦勞したクランクシャフトの鍛造

創業期は鍛造のための設備は1/2トン、1トン、2トンのハンマーを蒸気で持ち上げて落として叩く、フリーハンマーが3基のみでした。作業は「^{ぼうしん}棒心」と呼ばれる親方が1200℃に熱せられた材料を火箸で挟んで叩く場所に置き、ハンマー士がレバーを操作し、ハンマーで打つ力を加減しながら打ち下ろしました。温度が下がらないうちに素早く行わなければならないので、棒心とハンマー士の絶妙な呼吸で行われました(写真6)。しかし、石炭の品質が安定しておらず、ボイラーも一定の蒸気圧で供給することができないため、ハンマーに送られてくる蒸気圧がいつも変動しました。普通は3回パン、パン、パンと叩けば一定の厚みになるのが、圧が下がると同じようにやっても駄目でもう一回叩くことになります。そのため、常に蒸気の抜ける音とかを聞きながら、圧力変動を感じし叩いていたのです。クランクシャフトを作るための大型の設備がなく、2トンフリーハンマーでは力が足

りませんでした。2つに分割した型を使い半分ずつ加工するというようなさまざまな苦勞と匠の技で完成させました。それでも当時の鍛造は余分な肉が多く、そのあとの切削加工で大変手間がかかりました(写真7)。

鍛造の作業者の多くは全国から集まった鍛冶屋の経験者で、なかでも棒心は鍛造の花形で憧れの職種でした。また、A型エンジンは6気筒なので、クランクシャフトの一部を120度ずつにねじる必要があります(写真5)。今ではねじるための専用機械がありますが、当時は天井走行クレーンで引っ張ってねじるというような、現在では想像もできないような作業が行われていました。

また、材料を約1200℃に熱するために細かく砕かれた石炭(粉炭)を詰めた炉内に、空気を送り込んで燃焼させる粉炭炉を使用しました。材料を熱する役の「金焼き」は高温の材料が発する色の具合で

温度を判断し、適切に加減するため、高度な熟練を要しました。

豆知識

昔のハンマーは音がすごく、地響きをする。それで鍛造工場は挙母工場内の一番北の隅の田んぼの前に設置されていました。



写真6 1トンハンマー



写真7 A型エンジンクランクシャフトの鍛造

■ 匠と家族の頑張り

粉炭炉、型の潤滑剤、離型剤はどれもとにかく黒。あまり洗濯をしなかったので作業に入る前から真っ黒なシャツになっていました。会社へ来たら、みんなパンツ一丁になって真っ黒なシャツに着替えました。洗濯をしてもきれいになりませんでした(写真8)。昭和31年7月に通称「鍛造温泉」と呼ばれるお風呂ができてからは、作業後お風呂に入り汗を流してから、洋服に着替えて帰りました。

ハンマーの振動によってパッキンの入っている配管の継ぎ目がよく痛み、次第に蒸気が漏れてきます。そこからお湯となってポトポトと垂れてきて、作業の最中にポタッと落ちてこないよう、日常点検が欠かせませんでした。服装は前掛け姿。夏は暑く蒸し風呂のようで前掛けだけで背中が裸だったという話が伝わっています。履物は足袋か下駄、底がゴム底だとすぐダメになりました。

1950年代でも鍛造工場はうるさく、汚いところと言われていました。その中で安全に仕事をするをまず優先してもらうため、イライラしながら仕事をするのがないように、作業員の奥さんに手紙を出して協力をお願いしました。その手紙には、「ご主人は、大変な仕事をされています。朝、ご主人を送り出すときに喧嘩をしないようにお願いします。また、ご主人が帰宅されたら『お帰りなさい』と一日の労をねぎらってあげてください」というようなことを書きました。その手紙を見た奥さん方は、皆さん喜んでいました。

(出典：「トヨタを作った技術者たち」)



写真8 当時の鍛造工場内部(1952年頃)
(出典：「写真で見るトヨタ自動車鍛造50年史」)

豆知識

鍛造部品を作るため、愛知製鋼知多工場建設時の喜一郎の姿。東大工学部機械工学科を卒業した豊田家の御曹子でありながら、豊田自動織機の現場で自ら油にまみれて苦勞してきた人で、忙しい身体を当社知多工場建設中にもたびたびこられて、飯場でめしを食ってともに働くという気さくな、しかも仕事の鬼でもありました。(出典：「愛知製鋼30年史」)

■ 創業期から受け継いだもの

創業期の鍛造は、材料を赤く熱しては叩き、熱しては曲げるということを続け、熟練を要する人手に頼った作業のため、加工の速さにも限界があり、何度も加熱することで材質も悪くなりがちでした。そのため大型の設備で一度熱した材料を荒地から仕上げまでを短時間に型で鍛造する型鍛造に進化します。鍛造クランクシャフトは、大型鍛造装置を備える専門メーカーに製造を委託していました。

しかし、1970年代後半の排ガス・低燃費規制により、エンジンの軽量化・コンパクト化が進み、より軽くて強い鍛造製クランクシャフトを再びトヨタで作ることになり、1978年にトヨタ初のクランクシャフト用の大型6000トン鍛造プレスを知多鍛造工場(現 愛知製鋼 第4鍛造工場)に導入し、1995年にはロボットによる全自動化を実施。こうして材料の投入から完成品までの全工程を自動化した、クランクシャフト専用の全自動一貫生産ライン(写真9)が実現し、鍛造製クランクシャフトが大量生産されるようになりました。このラインは、鍛造で丸棒(写真10)を製品の形状にするだけでなく、鍛造前の材料の加熱(写真11)や、鍛造後の6気筒エンジン用のクランクシャフトをねじるツイスト工程、材料を熱したためにできる酸化被膜に鉄の粒を吹き付けて取り除く工程、磁気を用いた傷を検査する工程もライン内で行います。当館では工程の説明と荒地型、仕上げ型、バリ抜き型とそれぞれの工程途中のクランクシャフトをご覧いただけます(写真12,13)。



写真9 全自動ライン



写真10 材料



写真11 熱せられた材料



写真12 仕上



写真13 バリ抜

■ 金属加工コーナー

金属加工コーナーでは、エンジンのピストンとクランクシャフトをつなぐ部品であるコンロッドのミニチュアモデルを鍛造する実演を行っています(写真14)。丸棒の鋼材を約1200℃に加熱し、赤くなった材料を120トン鍛造プレスを使い、荒地、仕上げ、バリ抜きの3つの金型で加圧、成型し、作り上げる様子をご覧ください。



写真14 鍛造実演

INFORMATION

都合により、変更させていただく場合がございます。詳しくはトヨタ産業技術記念館までお問い合わせください。

冬休み期間中 12/24 (土) ~ 1/6 (金) に限り、小学生は**入場無料!**

週末 Workshop ワークショップ

他、多数プログラムを開催!!

次世代を担う子どもたちが「モノづくり」に興味を持ち、豊かな創造性を育むきっかけとなる各種プログラムを用意しています。ぜひご参加ください。

受付期間	11月開催分	10月1日(土)~13日(木)	参加申し込みはホームページから トヨタ産業技術記念館 <input type="text"/> 検索
	12月開催分	11月1日(火)~10日(木)	
参加費	500円 ※入場料別途必要		
問い合わせ	052-551-6003 参加希望者が定員を上回る場合、抽選となります。詳細はホームページをご覧ください。		



11/6日 AA型乗用車・G1型トラック デザインタイルプレート

11/20日 手織り体験! シェニール織りの壁飾りづくり

12/3土 4日 エンジン分解組付教室

12/17土 LEDで光る☆クリスマスツリーのシャドウボックス

冬の

発見☆体験ミュージアム

モノづくりの楽しさが体験できる工作イベント!

日にちによって
工作するものが変わります。

開催日 11月26日(土) 27日(日)
12月24日(土) 25日(日)

事前予約制 **参加費無料!** ※入場料別途必要

【時間】10:00~16:45の間で約30分~1時間30分

【対象】親子ペア ※お子様は小学1~中学3年生

【場所】創造工房 【定員】1日40組80名程度

☆週末ワークショップ申し込みフォームより、お申込みください!



過去の開催の様子

Topics

トヨタ産業技術記念館のできごと

2022年 6月11日(土)・12日(日)

「開館28周年スペシャル2Days」開催

トヨタ産業技術記念館は、2022年6月11日に開館28周年を迎えました。日頃のご愛顧に感謝して6月11日(土)・12日(日)を入場無料とし、走行披露、車両撮影会、特別ガイドツアー、手織り体験、クイズラリーなどを開催しました。2日間にわたり、大勢のお客様で賑わいました。



走行披露



車両撮影会



特別ガイドツアー

2022年 7月30日(土)・31日(日)・8月20日(土)・21日(日)

「夏休み発見☆体験ミュージアム」開催

創造工房にて、小中学生を対象にした工作イベント「夏休み発見☆体験ミュージアム」を開催しました。トヨタ初の自動車のG1型トラックを段ボールで作る「段ボールクラフトでG1型トラックをつくらう」や、クラフトバンドを使って格子模様のトレーを作る「スイング♪ミニトレー」など、いろいろなモノづくりに楽しく取り組んでいました。





佐吉の7つの言葉 4 発明と試練

2019年9月に繊維機械館内に開設したコーナー「佐吉の志」では、トヨタグループの創始者である豊田佐吉の「7つの言葉」をキーワードに、佐吉の生涯とその歩みを展示しています。ここでは、佐吉の7つの言葉をシリーズで紹介します。

1905(明治38)年

営業的試験を為し、その成績充分にあらざる間は、決して販売すべきものに非ず。

豊田佐吉38歳、大手紡績工場での織機の比較評価試験で、佐吉の発明した織機ではなく、外国製織機に軍配が上がった際の言葉です。

原因は、織機の製作と試験を不慣れな他人に任せためでした。

佐吉はこれを教訓に、徹底的に営業的試験を実施し開発者が納得してからでなければ販売してはいけない、と自戒しました。

当時の主な出来事

- 1900年 バリ万博
- 1903年 ライト兄弟、初飛行に成功
- 1904年 日露戦争勃発
- 1905年 佐吉、外国製織機との比較評価試験で敗退 |
アインシュタイン「特殊相対性理論」発表
「国産吉田式：通称タクリー号」完成(日本初のガソリン自動車)
- 1908年 T型フォード発売(米)



豊田式鉄製自動織機(T式)

営業的試験を為し、
その成績充分にあらざる間は、
決して販売すべきものに非ず。



ここに注目!

私のイチオシ

糸紡ぎ



展示 大高帆乃香
※ご案内時はマスクを着用しています

繊維機械館では、江戸時代から日本で行われた、綿から糸を紡ぐ実演をご覧ください。みなさん、糸車をよく見てみてください。少し傾いて見えませんか?これは、糸車で糸を紡いでいた時代に座って作業を行っていたため、糸車のハンドルを回し易いように少し傾けているのです。そして糸を紡ぐ際には、3つの要素があります。綿から繊維を伸ばす①引き伸ばし、引き伸ばした繊維に撚りをかける②撚りかけ、最後に撚りをかけた繊維を巻き取る③巻き取りです。この3つの要素は機械化された現在も変わらずに行われているのです。ふわふわの綿から糸ができる様子を、ぜひご覧ください!

ここに注目!

ふわふわの綿から出て来る種

見た目はふわふわの綿ですが、摘み取った綿には種が入っており、「綿くりろくろ」という道具を使って種を取り除きます。回転する丸い棒の間に綿だけを通して種を取り出せるようになっています。実は綿の中にはたくさんの種が入っているので、種が何個入っているのか、予想してみてください!



ここに注目!

捻じると繋がる綿の繊維

ほぐした綿の繊維を薄く延ばして巻き、寿司を作るように巻いたものを、「よりこ」と呼びます。よりこの端から、綿の繊維を指先でねじりながら引っ張ると...あら不思議!綿の繊維が絡み合い、どんどん繋がって糸が出来上がります。ちなみに、綿から紡いだ糸を「綿糸」といい、カイコが作った繭から出来る糸を「生糸」といいます。



INFORMATION

都合により、変更させていただく場合がございます。詳しくはトヨタ産業技術記念館までお問い合わせください。

図書室

自動車、繊維をはじめとした科学、技術、産業、モノづくり等に関する資料(書籍・雑誌・視聴覚資料)を取り揃えており、小学生を対象とした児童書コーナーも併設しています。また、さまざまな体験イベントも開催しますので、ぜひご参加ください!

体験教室“折花” 参加費無料

新しい日本のおもてなし文化として11年前に生まれた“折花”
小さな正方形の紙を折って作りましょう♪

- 10月15日(土)、12月17日(土)
1日2回
● 13:00~14:10
● 15:00~16:10
- 8名/回(各回30分前より受付開始)
- 対象は小学校高学年以上
(大人もご参加いただけます)



さんぎ クイズラリー

春休み・夏休み・冬休みと
土・日・祝日 限定

館内を見学し、展示物にまつわる問題を
解きながら最後の答えを考えましょう。
正解するとお楽しみがあります!



<https://museumshop.stores.jp>

オリジナルグッズや
楽しいキャンペーンが盛りだくさん!!

5,000円(税込)以上のご購入で**送料無料**



ミニゴフル 好評発売中!

サクサクと香ばしい薄焼きの生地
に、バニラ、ストロベリー風味、
チョコレートのクリームをサンド
しました。可愛らしい車のイラスト
缶は、小物入れなどに最適。
ご来館記念にぜひどうぞ♪

内容量: 12枚
【6枚入(3枚入2袋)2缶】
907円(税込)



Museum Cafe

ミュージアムカフェ

営業時間

9:30~17:00

(16:30食事ラストオーダー)

NEW

ミュージアム ア・ラ・モード
~バニラアイスクリーム&タイヤドーナツ~

みてみて! オリジナルタルトに
そっくりなクッキー

純花のような
アイスクリーム

車を
イメージした
カップ

トヨタベクトラウンの
タイヤをモチーフにした
ドーナツ

¥580 (税込)
ドリンクセット ¥730 (税込)

NEW

「トヨタ産業技術記念館」ならではのスペシャル・スイーツ
メニューが誕生しました! タイヤをモチーフにした“タイヤ
ドーナツ”は単品でもご注文いただけます。 250円(税込)



無停止籽換式
豊田自動織機 (G型)



トヨタAA型乗用車

ご案内

- 開館時間 / 9:30~17:00(入場受付は16:30まで)
- 休館日 / 月曜(祝日の場合は翌日)、年末年始
- 入場料 / 大人500円、65歳以上・中高生300円、小学生200円
- ※ 団体割引あり ※ 学校行事での入場は半額(小・中学生・引率の先生は無料)
- ※ 障害者手帳・特定医療費受給者証等をお持ちのご本人とその付添の方1名は無料

交通

- 名鉄 / 名古屋本線「栄生駅」下車、徒歩3分
- なごや観光ルートバス「メーグル」/ 名古屋駅バスターミナル11番のりば
「トヨタ産業技術記念館」(敷地内)下車すぐ
- 「名古屋駅」からタクシー利用で5分
- 📍 無料駐車場(乗用車220台、大型バス10台)



トヨタ産業技術記念館

〒451-0051 名古屋市西区則武新町4丁目1番35号
TEL:052-551-6115 FAX:052-551-6199



フォロワー募集中!



フォロワー募集中!



Webサイトは
こちら!

<https://www.tcmi.org/>

