

「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 連載「豊田喜一郎による国産自動車事業化への道」第1回
トヨタ生産方式早わかり、現代の紡織機エリア リニューアル

Vol. 91

展示 File 008

トヨタG1型トラック

トヨタ自動車の創業者、豊田喜一郎が中心となり完成させたトヨタ初の自動車です。1930年に小型エンジンの研究を開始、1934年にはシボレー製エンジン（1933年型）を参考にA型エンジンの試作を終え、1935年5月に試作乗用車「A1型」を完成させましたが、国策上の理由や時間的・経験的理由からトラックの開発を優先。同年8月に「G1型トラック」の試作車第1号が完成し、12月に販売を開始しました。設計から販売まで9ヶ月で行ったため故障が頻発、販売後1年間での改良は800箇所に及びました。



トヨタ産業技術記念館

豊田喜一郎による 国産自動車事業化への道

第1回／1920年米国モータリゼーションの確立(工学的要因)

学芸・自動車館グループ 学芸員 桔梗 千明

トヨタ産業技術記念館では、自動車館の展示にて豊田喜一郎が自動車開発に取り組み、苦闘する姿を紹介しています。しかし、当時の日本の実情を知らないまま展示を見ると、“米国製自動車の模倣に苦労した”と見えてしまうかもしれません。とはいえ、当時の日本で自動車産業を成立させるには、大きな壁が立ちふさがっていました。その壁とは何であったのか。この連載を通じて、数々のデータを基に、喜一郎の事業について詳細に考察していきます。

① はじめに

豊田喜一郎の自動車事業は“研究段階から量産を前提としてなされた事”であり、“民需事業として成立させた事”に特徴があります。この実績がその後の国産自動車産業に与えた影響は計り知れません。

ただ、この功績は簡単に解説できるものではありません。そこで、年代的には1935年の日本で国産自動車事業を成立させる問題点とその鍵は何であったのか、連載を通して考察していきます。

② 米国との比較検証について

1935年当時の日本における乗用車普及の問題点を明確にする上では、他国との比較が一番分かりやすいと思います。例えば、米国のモータリゼーションは1920年であるというのが今や定説です。米国で早期に達成されている要因を探ることは、喜一郎の自動車事業化における問題点をより明確にすることが可能でしょう。

① モータリゼーションの定義

モータリゼーションの定義は明確化されていませんが、感覚的には多数の市民が自家用車を有する状態であると言えるでしょう。

では、米国の乗用車普及率を検証してみます。



1921年頃の米国都市風景

下のグラフが米国の実績です。1910年は200人に1台でしたが、以降急激に普及し1920年には13.4人に1台。4～5名/家族と仮定すれば、1920年には既に4世帯に1台は普及していたと言えるのではないのでしょうか。

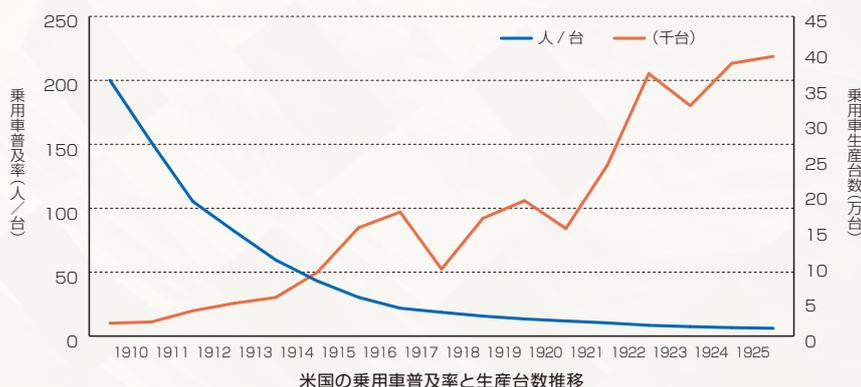
日本で自家用車の世帯普及率が20%を超えたのは1970年。世帯普及率20%超えがモータリゼーションの目安と言えるかもしれません。

② モータリゼーションが起きるための3要因

筆者なりに考えるモータリゼーションが起きるための必要条件は、以下の3要因が揃うことです。

- a. 工学的要因
大量生産を可能とする技術を持っていること
- b. 経済的要因
所得の増加とクルマを初めとする耐久消費財の価格が低下し、庶民が入手可能となること
- c. 社会的要因
大量生産大量消費の生活(アメリカ的生活様式)が定着すること

欧州で自動車産業が確立していたにも拘らずモータリゼーション



が第2次世界大戦後になった最大の要因は、c.の社会的要因、即ち「人々が自家用車を欲する生活様式ではなかった」からと言えるでしょう。

今回は米国のモータリゼーションの基礎を成した3つの要因のひとつ、「工学的要因」について振り返ってみます。

3 米国独自の生産システム

米国はその工業力もさることながら、欧州と比較しても高い労働生産性を誇っていました。その理由は米国内で独自に発展していった生産システムにあります。まずはその発展過程を見ていきましょう。

①科学的管理手法～テイラー・システム～

19世紀末の米国では技術革新が進んだことで企業間競争が激化し、企業側は生産効率を追求しますが、一方で労働者側の抵抗に会います。なぜなら当時の賃金制度では工夫や改善を重ねて生産効率を上げたとしても、それに対応した賃金上昇がなかったからです。そのため当時労働者側は、生産効率を上昇しないよう「組織的怠業」によって対抗していました。

この問題は1880年に設立された米国機械技術師協会(ASME)にて取り上げられ、差し当たって生産現場の能率、生産性を賃金に反映させる新しい生産管理に取り組みました。この運動は「体系的管理運動」として知られるようになります。

そしてこの運動を最終的な「科学的管理法」まで結実させたのが、Frederic W.Taylor (1856-1915)による「テイラー・システム」です。

テイラーはまず、熟練工の動きを科学的に分析し、細分化、単純化、ムダの排除、カン・コツ作業を廃止するための治工具を準備した上、作業の「標準時間」と「標準作業方法」を求めました。

次に熟練工が独占していた生産、労働管理をスタッフ部門へ移管します。Harry Braverman (1920-1976)の言葉を借りれば「手と頭の分離」です。

もちろん同時に「差別出来高制度」と「指導票」を導入し、標準時間を上回る労働者には高賃金を、下回る労働者には

低い賃率を与えるシステムを導入し、労働者の勤労意欲向上と、会社側の、生産効率が上がっても賃金が上がらない恣意的賃下げを防止することも実施しました。

このテイラー・システムの普及により、企業は熟練工に頼る生産工程から解放される手段を手に入れました。

しかしこれはあくまでシステム上の話であり、実際に熟練工に頼らない生産工程を完成させるには技術的課題がありました。その解決手段として登場したのが「アメリカ式生産方式」です。

②部品互換性の確立～アメリカ式生産方式～

大量生産には、部品の「規格化」と「品質管理」による「部品互換化」が成立していなければなりません。これにより別々に部品を生産する、即ちすり合わせをする熟練工に頼らない生産が可能となります。部品互換性を持った世界初の製品は、1850年頃に米国スプリングフィールド工場で製造された小銃です。

しかしこの銃は、戦場での優位性を確保するためコストのある程度犠牲にして部品共通化を図ったものだったので、コストに見合った効果が得られるようになり民間企業に波及するまで、約30年の期間を要しました。

民間企業における部品互換性の先駆者は、当時の代表的ミシンメーカー、シンガー社です。実際当時の実物調査をした結果、1884年～1885年にかけて部品互換性が成立していたようです。そしてシンガー社に引き続き、マコーミック社(農耕器具)、コルト社(銃器)等が次々導入し、1900年までには民間企業に広く普及しました。

部品互換性の確立により、生産効率のボトルネックとなっていた熟練工に頼る生産から脱却しました。(次ページに続く)



シンガー・ミシン(当館展示)



「モノづくり」と「工学(エンジニアリング)」

今 回の連載では、米国自動車生産「工学」の発展についてお話しています。では、「モノづくり」と「工学」との違いはどこにあるのでしょうか。右のバルタン星人たちは筆者が製作したものです。全身1mの巨体が自宅玄関でお客様をお迎えしています。筆者「モノづくり」の傑作です(自画自賛)。しかし、「工学」とは、かけ離れた存在と言えます。

「工学」とは「モノづくり」を一般化、汎用化し、「モノ」を社会に普及させる手段と言えるでしょう。私たちの

生活は、「工学」によって支えられているわけです。生活用品から嗜好品まで、「工学」がなければ手の届かない存在になってしまいます。(クルマに例えるなら、センチュリーは滅多に見えないが、レクサスやトヨタは世界中を走っている…ということでしょうか。)

現在「モノづくり」が注目を浴びていますが、「モノづくり」で終わっては筆者のフィギュアのように「自己満足」になりかねません。この世に普及している様々な「モノ」は、先人達の「工学」の結晶だと、思いを馳せるこの頃です。



来客の三面怪人ダダと記念写真

この世界初の生産システム、アメリカ式生産方式の完成が大量生産の土台となったと言えるでしょう。

4 大量生産～フォードシステムへ至る道

前章で述べた項目が現実化されたことにより、1900年までには米国において大量生産への道が整ったと言えます。但しどのような指標をもって「大量生産」が開始されたと言えるか、難しい問題です。

しかし、本格的な大量生産は下表に示すフォード社の生産体制の発展とともに完成されたと考えるのが妥当だと思います。そこで本章ではフォード・システムが確立するまでの過程と影響について考察します。

①流れ作業の確立～作業工程の連続化

流れ作業と聞くとコンベアに乗った製品を組み立てていく姿を想像しますが、本来は製品が流れているのではなく、工程に沿って設備、機械、治具を整備し、次の工程に一方方向に順番に流すことを意味します。この流れ作業が確立するまで、製品はあちこちの加工工場を行ったり来たりしていました。

②自動車大量生産に繋がる生産技術の確立

自動車の普及が早かったため短期間に終わりましたが、米国では1895年位から1897年まで自転車が多く普及しました。この時期の自転車製造業が、自動車製造に与えた工学的影響をまとめると以下になります。

- (1) 流れ作業（アセンブリーライン）の導入
- (2) 金型鍛造技術の進歩
（製品形状に近い鍛造による機械加工の削減）
- (3) プレス加工技術の進歩（特にパイプ加工）
- (4) 電気抵抗溶接の実用化（スポット溶接の採用）
- (5) ボールベアリング製造技術の向上

上記5項目は自動車製造に欠かせない技術であり、自転車製造業が自動車製造業の基礎を作ったと言えるでしょう。

フォード社による生産体制の発展過程

年次	製造工場	車種(Type)	価格(\$)	生産台数(台)	備考
1903	マック・アヴェニュー	A	850	1,708	
1904		B	2,000	1,695	
		C	900		
		F	1,000		
1905	ビケット・アヴェニュー	B	2,000	1,599	
		F	1,000		
1906	ベルヴェー・アヴェニュー	N	600	8,729	低価格車製造へ転換
		R	750		
		S	700		
1907		N, R, S		14,887	
1908		R	750	10,202	T型販売開始(10/1～)
		S	700		
		T	850		
1909	ハイランド・パーク	T	950	17,771	一車種限定生産開始
1910		T	780	32,053	
1911		T	690	69,762	
1912		T	600	170,221	コンベアシステム最初の導入
1913		T	550	202,667	
1914		T	490	308,162	コンベアシステムの充実・整備
1915		T	440	501,462	

5 大量生産方式～フォード・システム

フォード・システムは、世界中で多くの研究成果が出されています。そこで本稿では、大量生産に関する特徴・意図する項目を述べるに留めます。

■ フォード・システムの特徴

①労働対象の標準化

互換性のある部品が供給されるため、何をすべきか明確になり、手順を標準化することで作業に迷うこともなくなり、均質化された製品が生み出せます。

②労働手段の標準化

専用の機械や治具、測定具（ゲージ）を揃え、誰がやっても同じ品質の製品を製造可能にするよう手段を講じることです。

③労働力再編成と作業時間平準化

作業をできるだけ細分化し、標準化した後、それを均等に配分することにより、非効率作業を排除しつつボトルネック工程がないよう整理すること。各工程の作業時間を平準化することにより、全体の生産効率が最大化します。

④作業工程の連続化

従来の同一機械を同じ場所に並べるのではなく、工程順に分散配置し、工程の流れを一方方向に定めます。作業方向、順序が決まり、作業が途切れることなく連続で行われることになります。

⑤作業時間の一律化

労働力再編をもってコンベアにより各工程、各作業の時間をライン側で決めることにより、個々の作業効率を考慮することなく製造を可能とすること。これによりテイラー・システムの弱点であった個々の作業効率を管理する必要もなくなります。

この結果、熟練作業員や技術者は、工程改善、工程設計、治具考案、専用機械設計、試作など専門的分野に赴くことになりました。ただしフォードも初めからフォード・システムを完成させ自動車製造を始めたわけではありません。徐々に様々な試みを行いつつ完成形となりました。それでは、年代を追ってフォード・システムが完成していく過程を追っていきましょう。

■ フォード・システムの発展

①1903-1905年 経営支配権把握前

～ヘンリー・フォードと株主の対立時期～

自己資金が少ないこの時期は、株主の意向に沿った自動車製造をしなければなりません。

1915年までの車種、価格、生産台数を見ると1903年以降1905年まで毎年減少していますが、これは株主が利益率の高い高価格車の製造を求めたからです。

当初は部品製造を他社に任せていましたが、生産台数が少ない中でも部品互換性、即ち「労働対象の標準化」と機械を工程順に配置し、「作業工程の連続化」を実施した生産を構築していました。

②1906-1908年 低価格路線への変更

1906年、以前より大衆が求める自動車、即ち低価格車製造を目指していたフォードは、自社株の25.5%を新たに取得、全体の51%を握り経営支配権を獲得し低価格車製造へ転換します。

これに伴いピケット・アヴェニュー工場を再編拡充し、自動車製造専用の新設計された工作機械を導入。即ち「労働手段の標準化」推進を開始しました。

③1909-1910年 一車種限定生産への移行

1909年以降、T型一車種生産に代わります。これはT型が圧倒的売れ行きだったためでもあります。「労働力再編成」と「作業時間平準化」を一車種生産によって一気に達成する目的

もありました。さらに車種限定により専用工作機械、治具の導入も容易になり、「労働手段の標準化」が完成形となります。

④1911-1912年 ハイランド・パーク工場建設

1910年操業開始のハイランド・パーク工場は、鋳造、熱処理、機械加工、部分組付け、最終組立て(鍛造品は外注)までの一貫工場となり、「作業時間の一律化」以外の4要素全てを工場全体で完遂する試みを実施されました。その結果は生産台数と価格に反映されていきます。

⑤1912-1914年 フォード・システムの完成へ

1912年、ハイランド・パーク工場の組立てラインに初のベルトコンベアが導入されました。この「加工対象物を人のところに移動させる」考え方によって「作業時間の一律化」が始まりました。

当初は未熟なものでしたが、実験を繰り返し、1914年には完全に軌道に乗ります。この時点で「フォード・システム」が完成したと言えるでしょう。下表のような生産体制の変化により、生産台数と価格が下のグラフのように変化しました。

今回は大量生産を可能にする条件を再確認し、米国では1910年代にモータリゼーションに必要な工学的要因、即ちフォード・システムと呼ばれる大量生産システムを完成させたことを明らかにしました。

大量生産は工学技術そのものも重要ですが、生産システムとして様々な案件を達成しなければ完成しません。そしてこの大量生産の仕組みを世界に先駆けて完成させたのが、当時の米国工業界でした。

このような大量生産システムは、日本では1950年以降に漸く実用化され、普及しました。従って戦前日本の技術力では、喜一郎が自動車の量産化に苦労したのは当然だと言えるでしょう。

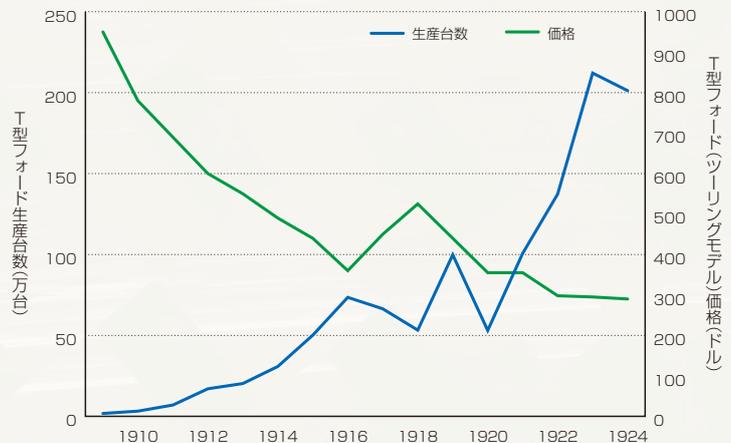
今回はモータリゼーションの経済的要因、すなわち所得、自動車を含む耐久消費財の価格変化と乗用車普及について、今回同様米国の事例を考察していきます。

フォード社によるコンベア導入実験結果例

年次	月	組立て工程完了時間(min)	備考
1913	8	750	コンベアなし
	8	350	コンベア上を流れる車体に作業員がついていくスタイル
	10	180	作業員は定位置に配置
	12	158	ラインを延長しタクト短縮を企図
1914	4	93	ほぼ完成形



T型フォード



T型フォードの生産台数と販売価格の変化

右のQRコードにて、今回の内容を詳細に記述した論文を読むことができます。参考文献、データなどはこちらをご参照ください



「トヨタ生産方式 早わかり」

～展示に見るTPSの思想～

※TPS：Toyota Production System

2023年9月18日まで、企画展「トヨタ生産方式 早わかり」を開催中です。「トヨタ生産方式」(TPS)は豊田佐吉の生み出した「自動化」、豊田喜一郎の「ジャスト・イン・タイム」を柱とした、トヨタの「モノづくり」の根幹を為すものです。「トヨタ生産方式」は製造現場だけに適用される「ツール」ではなく、「モノづくり」の全過程に適用される、ムダを省き有効な時間を生み出すための「思想」と言えます。従って、今では様々な分野の仕事の効率化、高付加価値化を生み出すだけ

ではなく、忙しい日常生活を見直し有意義な時間を生み出す手段としても利用されるようになるなど、全世界で幅広く活用されています。ここでは、館内ご見学の最後に今一度展示品を振り返り、佐吉、喜一郎、2人の考え出した「トヨタ生産方式」の一端に触れながら、現在へ引き継がれている様子をご覧ください。「トヨタ生産方式」はもはや「モノづくり」だけではなく、様々な場面で使われています。皆様の身近に感じて頂ければ幸いです。

「トヨタ生産方式」

(TPS：Toyota Production System)

「トヨタ生産方式」(TPS)は、異常が発生したら機械が直ちに停止し不良品を造らない「自動化」、各工程が必要なものだけを流れるように停滞なく生産する「ジャスト・イン・タイム」の2つの考え方を柱としています。ムダの徹底的排除と作り方の合理性を追求し「お客様の注文に最短で効率的にお応えする」ことを目的として、長い年月の改善を積み重ねて確立された生産システムです。

トヨタ生産方式の2本柱 ～「自動化」と「ジャスト・イン・タイム」～

「自動化」と「ジャスト・イン・タイム」の基本思想により、お客様の要望に合ったクルマを1台ずつ「確かな品質」で「タイムリー」に造ることができます。

1 自動化 ～トヨタ生産方式の源流～

■ 豊田式汽力織機



人が苦勞してやる仕事を機械に任せる。これが自動化の原点です。

■ 無停止杼換式豊田自動織機(G型)



現場で苦勞する作業員の方をなんとか楽にしてあげたい気持ちが、様々な工夫を生みしました。

「異常」を「機械が検知」「異常管理ができる」システムを組み込みました。

■ アンドン



異常があったら「すぐ止める」。どこで異常があったか、すぐに分かります。

異常を解決して初めて再稼働させる「不良品を造らない」ラインです。

2 ジャスト・イン・タイム ～必要なものを必要な時に必要な量だけ～

■ G型織機製造ライン



チェーンコンベアを使った組立ラインで製造していました。

ジャスト・イン・タイムの試みがなされています。

■ トヨタAA型乗用車 組立ライン



組立ラインだけでなく、工場全体が「ジャスト・イン・タイム」に沿うようレイアウトされました。

■ メインボデー自動組付け溶接機



1つの設備で様々なボデーを溶接することができます。

400ものプレス部品がジャスト・イン・タイムで造られ、ボデーが完成していきます。



エンジンが並ぶ会場



シンボルタワー「動力の塔」

「トヨタ生産方式」の展開

～誰かの仕事を楽にしたい～

1 「改善」と「ひとつづくり」 ～手作業こそ原点～

機械は勝手に進化してきたわけではありません。手作業でモノづくりの原理原則を知り、現場で応用、改善を重ね、その結果を機械に反映させる。お客様に「もっといいクルマ」をお届けするためには、自ら考え、改善していく「人財」の育成が不可欠です。

■ からくり体験コーナー



なぜ「からくり」が重要なのでしょうか？

「ひとつづくり」と「技術」の関係を分かりやすく解説

工場で考案、使用中のからくり装置を体験いただけます。

■ 塗装訓練体験コーナー



匠の技をロボット塗装と比較すると…!

トヨタ自動車で用いている本物の訓練機で、訓練体験ができます。

2 異業務・異業種への展開

「トヨタ生産方式」の真の目的は「誰かの仕事を楽にする」こと。新型コロナが日本中を覆う中、立ち向かう方々の負担を少しでも減らしたい。そのような想いがクルマづくりとは異なる分野にも生かされました。

■ 新型コロナワクチン集団接種会場 (提供：2021年6月16日トヨタタイムズ)

ワクチン接種を待つ方々をできるだけお待たせしないため、レイアウトや案内を考えました。



ワクチン接種に従事する医療関係者の方々の負担もできるだけ減らすよう、物流を含め考えました。

■ 医療用防護ガウンの製造 (提供：2020年5月27日トヨタタイムズ)

1日でも早く、1枚でも多く医療用防護ガウンを製造するため、多くの企業にご協力いただきました。



それぞれの企業で得られたノウハウは共有（トヨタでは「横展（よこてん）」と呼ぶ）されただけでなく、ノウハウを生み出す「人財」育成にも繋がりました。

現代の紡織機エリア リニューアル Area Renewal

【繊維産業の広がり】コーナー

1 生活を豊かにする繊維製品



衣服、インテリアなどさまざまな機能を持ったホームテキスタイル分野を展示しています。私たちの生活に繊維は欠かせません。糸を紡ぎ、布を織る、両技術の研究開発によって、さまざまな製品が生まれています。

2 産業製品に使われる繊維製品



自動車、スポーツ、アウトドア用品を展示しています。金属部品の代替品として使われるものや、航空宇宙の部品など様々な産業製品の素材として使われています。近くのウォータージェット織機でエアバッグを織る実演を行っています。

3 様々な産業を下支えする機能性繊維



ガラス繊維、炭素繊維、植物由来繊維、導電性繊維、中空糸膜などを展示しています。この中のガラス繊維は、2022年11月に導入したよこ入れ機構模型で実際に糸を飛ばしています。

4 モチーフの布 (未来デザイン)



この織物は、当館の電子ジャカード付きエアジェット織機で織っています。展示台の上の織物は豊田佐吉が完成させたG型自動織機で製織した織物となっており、新しい技術を根底で支えている姿を演出しています。

エビログゾーン

オプション
音声ガイドツアー
(4か国語)

【高速リング精紡機 RX300



現代の紡織機 エリア

繊維機械館



リニューアルエリア拡大マップ

【電子開口付きエアジェット



織 織機械館では、トヨタグループ創業の事業である繊維機械の技術の変遷を紹介しています。本物の紡織機をスタッフによる実演を交えた動態展示でご覧いただけるのが特徴です。当時や現代の機械の動きを五感で感じながら、進化の過程や歴史を見学できます。2022年1月、織機械館のプロローグゾーンを刷新し、日本の近代化・工業化に中心的な役割を果たしてきた繊維産業の紹介、繊維機械がトヨタ創業の事業であることを、大スクリーン映像にて当時（1800年代末から

1900年初頭）の時代背景や雰囲気を感じていただけるようになりました。今回は、高速紡織機や革新織機を展示する「現代の紡織機エリア」に織機械館のまとめとなるエピローグゾーンとして「繊維産業の広がり」コーナーを新設しました。また、あわせて豊田自動織機製の最新型の高速リング精紡機、エアジェット織機、電子開口装置、およびエアジェット織機の機構模型も導入しました。世界中で活躍する繊維機械から生み出されている繊維製品の広がりを、ぜひ織機械館でご体感ください！

E)

2022年11月に導入した新型紡織機です。異なる2種類の繊維を自由に配合比率を変えてモザイクヤーンという糸を作ることができます。写真のドレスは、繊維産業の広がりコーナーに展示されていますが、このモザイクヤーンを使っています。



織機 JAT910】

2023年4月に導入された新型織機です。開口装置は、グループ毎に分けられたたて糸をサーボモーターで上下させる電子開口装置を搭載しています。織物の表裏で柄を変えてリバーシブルで使用出来る織物を織りあげています。

※写真はイメージです

【電子ジャカード付きエアジェット織機 JAT910】



電子ジャカード装置

2023年3月に導入した新型織機です。開口装置として、たて糸を1本1本上下させることが出来る最新型のジャカード装置を搭載しています。撮った写真データを読み込み、それを織りデータに変換することで、プリントではない写真のような綺麗な織物を織りあげることができます。

【エアジェット織機によこ入れ機構模型】



模型



ガラスヤーンを使った基板基布
(繊維産業の広がりコーナー)

ご注意ください！

2022年11月に導入した展示です。よこ糸がどのように空気で飛ばかを分かりやすく紹介しています。4種類のよこ糸が飛ばせるようになっており、「繊維産業の広がり」コーナーで展示しているガラスヤーンも飛ばしています。この繊維はスマートフォンなどの基板の基布に使用されており、エアジェット織機がほぼ占有しています。その他、ストレッチデニムなどに使用されている伸び縮みするストレッチヤーンも飛ばしています。



THE EPOCH

モノ誕生ものがたり

時代の節目ごとに時代のニーズを先取りして、さまざまなモノが生まれてきました。当館でも、その代表的なモノや技術を展示しています。そこで、モノが誕生した経緯やエピソードを、その時代背景を交えながら紐解いていきます。今回は、繊維機械館はモザイクヤーンについて、自動車館は「ジャスト・イン・タイム」の始まりについて紹介します。

繊維機械館 モザイクヤーン

RX300Eリング精紡機は、2022年11月に当館のRX240Eリング精紡機と入替えした最新の機械です。異なる2種類の原料の配合比率を変えてモザイクヤーンという紡績糸を作ることができます。※モザイクヤーンの機構説明は、「赤れんが便りvol.90」でも紹介しています。

THE EPOCH 1 はじめに

糸とは、繊維を真っすぐに引き伸ばし撚りをかけて強さを持たせたものです(右図参照)。糸を作る工程を「紡績(工程)」といいます。

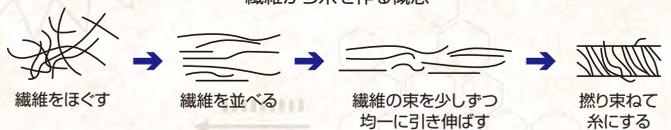
こちらは、紡績糸を生産するための一般的な紡績工程(綿紡工程)の流れを、絵図に示したものです。

現在も、最終工程のリング精紡機で紡績糸を作るまでに、このような長い工程を経ています。



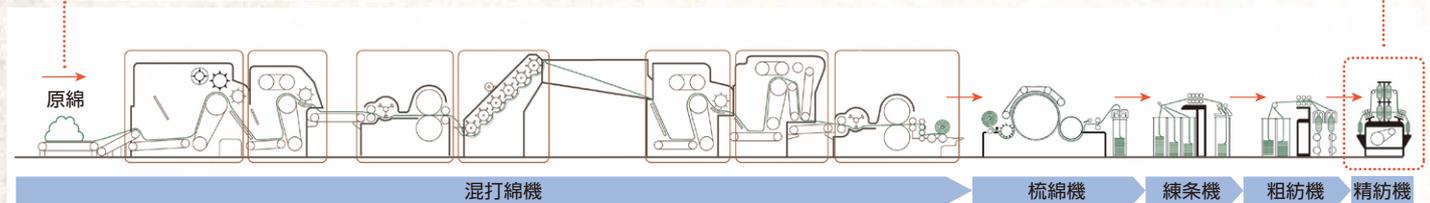
紡績糸 管糸 リング精紡機(糸作りの最終工程)

繊維から糸を作る概念



豆知識

- 1 糸は、紡績糸(短繊維糸、スパンヤーンともいう)とフィラメント糸(長繊維糸)の2種類に分けられます。
- 2 素材は、以下2種類に分けられます。
 - ◎天然繊維(ウール、コットン、麻など)は紡績糸が多い(但し、シルクはフィラメント糸が多い)
 - ◎化学繊維(ポリエステル、ナイロンなど)は、フィラメント糸が多い(但し、一部の紡績糸もある)



THE EPOCH 2 紡績糸を作る技術の進歩

糸づくりの歴史は古く、紀元前5000年以前の大昔から作られています。長い歴史の中で、生産性や糸品質の向上、省人化など、紡績糸を生産する機械は、数多くの工夫・発明が積み重ねられてきました(以下、代表的な写真)。

現在では、リング精紡機のように高品質な糸が大量に生産できる機械のお陰で、生活必需品の服飾製品などは身近な物となっています。

▶数多くの工夫・発明が積み重ねられてきた糸を生産する機械達(写真 右側ほど近年開発されたもの)



①紡錘



②糸車(紡車チャルカ)



③ジェニー精紡機



④自動ミュール精紡機



⑤リング精紡機
(1896年プラット社製)



⑥オープンエンド精紡機
(1973年豊田自動織機製)

ミニ解説

- 【①紡錘】紀元前5000年前の壁画にあり 【②糸車(紡車チャルカ)】14世紀にインドからヨーロッパへ伝承 【③ジェニー精紡機】1764年ハーグリーブス発明
 【④自動ミュール精紡機】1830年ロバーツ発明 【⑤リング精紡機】1828年アメリカのジョン・ソープ発明〜現在、世界一の生産産数(台数)を誇る
 【⑥オープンエンド精紡機】1901年フィリップ特許 1937年ローター式をデンマーク人Berthelsen考案

THE EPOCH 3 多様化する紡績糸

一方、糸そのものに新しい価値を加える工夫も行われています。

近年では、毛羽の少ない糸や、太さに変化のある糸、伸縮性の高い糸など、外観や機能に特色を持たせた糸の紡績法が考案され、広く普及しています。これらの変わった形状を持った糸や異素材を組合せ変化を持たせた糸を総称して、意匠糸（または意匠撚糸）と言い、一般的にはファンシーヤーン（英語名：Fancy yarn）と呼んでいます。

▶ファンシーヤーン例

スラブヤーン 一本の糸の中で太ムラ部位がある糸（太ムラ部位をスラブという）



撚糸工程で作られたスラブヤーン



（綿：55%、アクリル：45%のスラブヤーン、絵はイメージ図）

紡績工程で作られたスラブヤーン



（綿：100%のスラブヤーン、絵はイメージ図）



大きくは撚糸工程で作られる糸と、紡績工程で作られる糸に分類されます。前者は、既に紡績済みの2本以上の糸を撚り合わせ、変化を持たせた糸に対し、後者は、紡績段階で太さムラが周期的に起きるよう操作された糸です。

これ以外にも撚り数や色や太さ、原料の工夫により無数に分けられます。

以下にファンシーヤーンの例を示します。

ループヤーン ループが出来た糸のこと



モールヤーン 一般的にもこもこ芋虫みたいな毛糸のこと



THE EPOCH 4 更なる発展（モザイクヤーン）

こうした技術進化の延長として、さらに意匠性に富む新しい糸を求める声も高まってきました。特に、大量生産を中心に設備投資してきた紡績工場からは、保有設備はそのまま特殊な工程を追加することなく「新たな意匠糸を作りたい」とのニーズがありました。

このような要望に応えるため、2011年に発明・実用化されたインジェクションヤーンは、ベースとなる糸の所々に別の原料からなる繊維束を被せることで色の変化をつけた意匠糸となりました。

ただ、インジェクションヤーンは、ベース糸とインジェクション繊維の配合比率を変えられず、色の切替がシャープでないなどの課題があり、更なる多様な意匠を実現するための改良が望まれました。

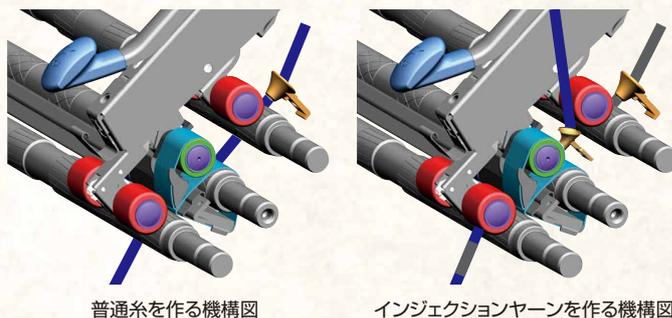
これら紡績工場のニーズに応えるべく、2015年に発表された新しい意匠糸「モザイクヤーン」。従来のファンシーヤーンには無いモザイクヤーンの特徴は、次の2つです。

①任意の配合比率で変化 ②相互の完全な切替え

1本の糸の中で2種類の原料を使いながら、従来には無かった方法で糸を紡いでいます。モザイクヤーンは、ファンシーヤーンの中でも今までに無い新しい意匠糸として、国際展示会で高い評価を得ました。

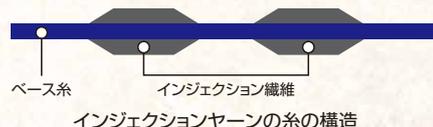
『モザイクヤーンを作る機構は、2種類の原料を独立して制御可能にすることで、任意比率での配合を実現させた装置です。これには、従来、誰もが前提条件のごとく思い込んできた「原料繊維束は連続的につながっているもの」という考えを捨て去る必要がありました。[発表資料抜粋]

この資料コメントから、保有設備はそのまま特殊な工程を追加することなく改良するのは既存技術では難しかったことを、うかがい知ることができます。



普通糸を作る機構図

インジェクションヤーンを作る機構図



インジェクションヤーンの糸の構造



モザイクヤーンを作る機構図

💡豆知識

モザイクヤーンあれこれ
1 名称の由来：素材を寄せ合わせて表現するモザイク装飾を連想
2 名称「MOSAIC」で商標登録。
ヤーンは「糸」を意味する普通名詞のため、商標の要素から抜いて登録されました。
登録国は、日本・中国・欧州・スイス・インドの5ヶ国です。



モザイクヤーンのニット服飾類

自動車館 ～「ジャスト・イン・タイム」は機械加工ラインから始まった～

皆さんは、「トヨタ生産方式」をご存じですか。今では世界中で知られているトヨタ発祥のモノづくりの方法です。海外では、TPSという名前で知れ渡っており、「ジャスト・イン・タイム」と「にんべんのついた自動化」の2つの柱からなる考え方です。

「ジャスト・イン・タイム」とは

「ジャスト・イン・タイム」とは“必要なものを、必要なときに必要な量だけ造る”という考え方で、在庫やムダをなくす効率の良い生産方式です。分かりやすい例は職人が握る寿司屋です。お客さんが「マグロ一つ」と注文すると、そこからマグロを切り、シャリを握り、

「ジャスト・イン・タイム」はトヨタ自動車の創業者である豊田喜一郎が提唱し、1950年代に機械加工ラインでの試行から現場への導入が始まりました。今回はその始まりの物語をご紹介します。

ワサビをつけて「ヘイ、マグロ一丁」とすぐに目の前に出してくれます。お客さんは、食べたいお寿司を食べたいときに、食べただけ食べられるわけです。

機械加工とは

機械加工は、金属などの材料に硬い刃や砥石を押し当てて材料を削り、必要な形や寸法を作る加工です。主な加工は次のとおりです。穴あけ加工は、ドリルを回転させるボール盤で穴をあける加工です(写真1)。フライス加工は、カッターを回転させるフライス盤で平らに削る加工です(写真2)。旋削は、材料を回転させてバイトという

刃を押し当てる旋盤で、円筒形の材料を削り出す加工です(写真3)。研削は、砥石を回転させる研削盤で材料の表面を削る仕上げ加工です(写真4)。機械工場では、これらの機械でエンジンブロックやカムシャフトを加工していました。

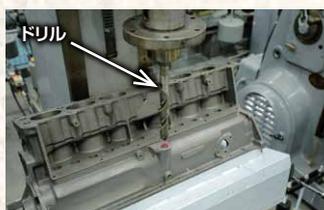


写真1 穴あけ加工

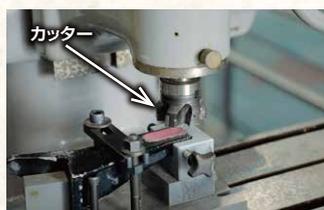


写真2 フライス加工

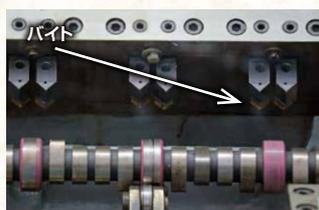


写真3 旋削

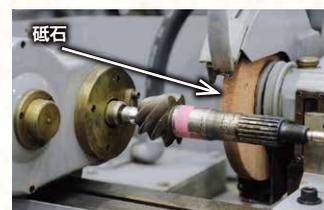


写真4 研削

創業当時の機械工場

創業当時の機械工場では、職人それぞれがボール盤やフライス盤といった機械を使って材料を取付け、手動で刃や材料を動かし、部品を加工していました。当時の職人はプライドが高く、その日に必要な数を作るとさっさと家に帰ってしまいました。また機械工場には作りだめした部品が在庫として山のように積まれていました(写真5)。当時はまだ生産量も少なく、そのような方法で作っていました。



写真5 創業当時の機械工場

挙母工場の大量生産

ところが、当時の副社長の豊田喜一郎は、日本の将来のために月に2000台の車を生産できる挙母工場を1938年に建設します。「ジャスト・イン・タイム」の考え方を実現するための大規模な近代工場です。そうすることで、すでに大量生産で安く車を作っている海外のメーカーにも勝てるように無駄な在庫をなくし、必要最小限の人数で安く早く生産しようと考えました。

その実現のためには、すべての生産工程が同期して流れる必要がありました。まず、ラインで組み立てる車に必要なエンジンを組み付ける。同時に、エンジンに必要な部品を機械工場加工する。そのためには、部品の加工

に必要な材料を作るラインが必要です(図1)。さて、先人たちはどうやって機械工場を在庫の山を無くすことに成功した「ジャスト・イン・タイム」の工場に変えたのでしょうか。

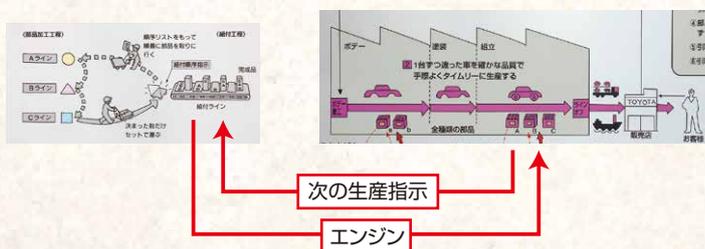


図1 ジャスト・イン・タイムの説明

「ジャスト・イン・タイム」の基本形をつくり上げた、大野耐一

ここで、トヨタ生産方式を現場で実現させた大野耐一の登場です。大野は1932年(昭和7年)豊田紡織に入社します。彼のトヨタ生産方式の考えの元は、豊田紡織での体験から始まります。その後1943年(昭和18年)に豊田紡織がトヨタ自動車と合併し、そこから自動車生産に携わることになります。彼は機械工場長になり、豊田英二取締役の強いバックアップのもとで、機械工場を何とか在庫やムダの無い「ジャスト・イン・タイム」の工場にしたいと考えていました。



写真6 大野耐一

豆知識

大野の部下への指導の有名な話です。「ラインで作業しているあの作業者を見ている。動作のなかからムダを発見しろ」と大野はチョークで半径1メートルくらいの円を描きました。そして「いいか、この中でずっと立って」と言いました。半日以上丸のなかで立って、何かを見つけようと生産ラインの同じ作業を何回も観察すると、初めは見えなかった改善点も次第に見えてくるようになるのです。

多工程持ち

ここから大野の変革が始まります。機械工場では、一人の職人が一台の機械を動かして、自分の加工だけを行っていたため、在庫ができ、それを次の加工をする職人が自分の機械で加工をして在庫を作っていました(図2)。これを、一台の機械が加工した部品を続けて次の機械が加工すれば、在庫はできず、部品がスムーズに作られていきます。また、豊田紡織では、女工が一人で、何台もの織機を動かしていました。機械工場でも、一人で何台もの機械を動かせれば、人も時間を持てあますことなく、いつも働き続けられます。そこで大野は現場の職人と考えました。一つ一つの機械が自ら部品を加工して停止する

ようにし、機械と機械をつないで、部品を受け渡して次々に加工していけば、在庫が発生せず、人も最小限にできると考えました。その考えが「多工程持ち」と呼ばれています(図3)。その実現のためには、機械が自分で部品を加工する必要があります。

次はその核心となる機械の工夫について説明します。

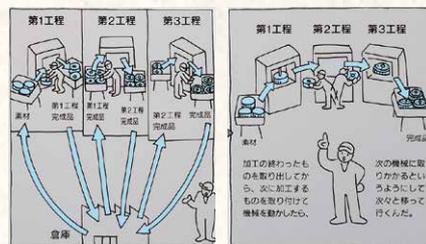


図2 創業当初の機械工場

図3 多工程持ち

自ら加工する機械

今までは職人が部品をセットして部品を回転させ、刃を押しつけて削り、刃を部品から離し、刃を元の場所に戻して動力を止める一連の作業を行っていました。大野たちはそれを、マイクロスイッチ、油圧や空圧のシリンダ、カムを用いて、作業者が部品をセットしてスイッチを入れたら、加工完了、停止までの動作を機械自らが行うように工夫しました。当館にあるFB12自動多刃(たじん)旋盤を例にご説明します(写真7)。この旋盤は、エンジンのカムシャフトの軸に該当するジャーナル部分を削り、面取り加工(角を滑らかにする)を行う旋盤

です。スイッチを入れると空圧シリンダで材料を固定し、カムシャフトを回転させます。次にカムの動きで刃を押しつけて削ります。最後に刃を元の位置に戻して、マイクロスイッチでモーターを止めます。

大野はさまざまな機械を現場の職人と一緒に粘り強く設備を繋いで工程に流れを作り、「多工程待ち」を実現。機械工場から在庫をなくし、ついに必要なものを必要な時に必要なだけ作るラインをつくり上げました(写真8)。

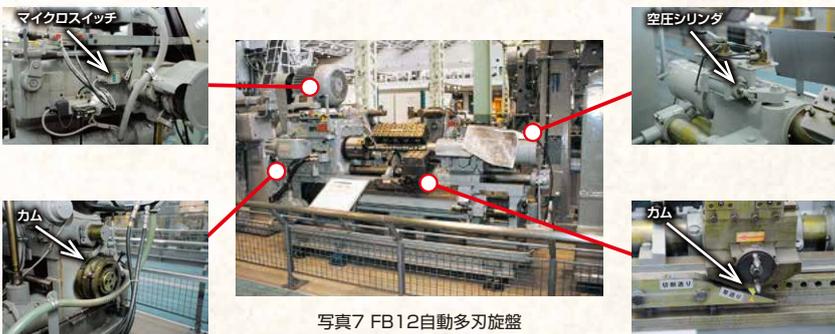


写真7 FB12自動多刃旋盤



写真8 多工程持ち機械加工ライン

豆知識

マイクロスイッチ、カムを用いた自動送りは、1950年の豊田英二常務、齋藤尚一常務の米国視察で持ち帰った技術です。

■金属加工コーナー、TPS企画展示、機械加工展示

金属加工コーナーでは、ボール盤(写真9)とフライス盤(写真10)でミニチュアのエンジンブロックの実演を行っています。自動車館では、FB12自動多刃旋盤や様々な加工を行う機械の動く様子を間近で見ることができます。また、9月21日まで自動車館で企画展「トヨタ生産方式早わかり～展示に見るTPSの思想～」を開催し、トヨタ生産方式を分かりやすく紹介しています。



写真9 ボール盤



写真10 フライス盤

INFORMATION

都合により、変更する場合がございます。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。

 トヨタ産業技術記念館

2023年6月11日、おかげさまで当館は開館29周年を迎えます。
皆様への日頃の感謝の気持ちを込めて特別イベントを開催します。

開館 29 周年

スペシャル2Days

入場無料

2023.6.10±11日

公共交通機関でのご来館に
ご協力ください。

初代クラウン・
初代カローラ・LFAの
車両撮影会も
あります！

いつもは館内にある
貴重な展示車が走っている
姿を見られるチャンス！

走行披露

トヨタAA型乗用車・トヨタG1型トラック
そして、特別な2台(当日のお楽しみ)

場所 南口のロータリー付近

【展示】9:30~17:00

【走行】①10:10 ②13:20 ③15:35

※雨天中止。(室内展示に切り替え)
詳細はホームページをご確認ください。



イメージ映像



トヨタG1型トラック

トヨタAA型乗用車

手織り体験!

① タペストリーづくり

～布はどうやって織るの?～

参加費
500円

② 記念カードをつくろう

～顔写真付き思い出カードをつくろう☆～

1枚
100円

③ さんぎクイズラリー

2 Days
限定

④ 特別ガイドツアー

夏休み期間中 7/21(金)～8/31(木)小学生は入場無料!

夏の

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です!
日にちによって
工作するものが変わります☆

開催日

7月29日±30日

8月19日±20日

【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

※過去の開催の様子



事前予約制
参加費無料!
※入場料別途必要

☆開催時間、プログラム内容などの詳細は当館HPをご覧ください。
☆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!

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!



週末ワークショップ

トヨタ産業技術記念館では、毎週末、モノづくりワークショップを開催しています。
次世代を担う子どもたちのモノづくりへの興味を喚起し、豊かな創造性を育む
一助としていただけるよう、各種プログラムを用意しています。ぜひご参加ください。

週末ワークショップお問い合わせ先: TEL 052-551-6003 ※お問い合わせ受付時間は、開館日の9:00～17:00です。

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 検索

参加費 500円

※入場料別途必要

受付期間

7月開催分 6/1(木)▶6/13(火)

8月開催分 7/1(土)▶7/11(火)

※受付期間終了後、3日以内に当落結果をメールにて通知いたします。
※抽選後にキャンセル等が出た場合、ホームページから先着で受付します。



佐吉の7つの言葉 5 世界進出の大志

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。

1910(明治43)年

自己の恥辱は小事たり。国恩は大事たり。

豊田佐吉43歳(1910年)、会社の業績不振により辞表を提出し、失意の中、欧米視察に行った先で、再び自信を回復し再起を誓う際の言葉です。

工業先進国のアメリカで、自らの織機が必ずしも劣っていないことに自信をつけ、日本で再び自動織機を完成させるという決意を固めます。

当時の主な出来事

- 1911年 佐吉、豊田自動織布工場を設立 | 韓国併合
- 1911年 辛亥革命
- 1914年 第1次世界大戦 勃発
快進社自動車工場、国産乗用車「DAT号」完成



豊田自動織布工場

国恩は大事たり。
自己の恥辱は小事たり。



ここに注目!

私のイチオシ

車のマーク



展示 毛利綾香

自動車館の1階では、トヨタの各年代の代表的な車が並んでいます。ここで特に注目いただきたいのが、車のマークです。

現在おなじみの楕円形のトヨタマークは、1989年(平成元年)に発売されたセルシオで初めて採用されました。楕円形の2つの中心を「お客様の心」と「トヨタの心」とし、楕円の輪郭が2つの心を繋ぐ世界を表現。更に楕円形を組み合わせる事でトヨタの「T」を表現すると共に、ステアリングホイール、つまり車そのものを意味しています。

また、エコカーに付いているトヨタマークは、内部が少し青色になっているのをご存じでしょうか? トヨタマークの色で、その車がエコカーかどうか判別できるのです。

このように、ひとつひとつに意味や想いが込められたマーク。是非ご注目!

ここに注目!

カローラ

1966年に発売された初代カローラのマークです。「カローラ」とは英語で「花の冠」を意味するため、カローラの「C」の上に可愛い花のモチーフが付けられています。

また、カローラの兄弟車であるカローラスプリンターには、この色違いのマークが付けられています。是非そちらも併せてご覧下さい!



ここに注目!

カムリ

1982年発売の初代カムリのマークです。「カムリ」という車名は、日本語の「冠」に由来しています。

トヨタには、クラウンをはじめカムリやカローラなど、「王冠」「冠」にちなんだ名前がたくさんの車があります。それぞれのマークの違いを比べてみてはいかがでしょうか?



INFORMATION

都合により、変更する場合がございます。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)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、2006年に生まれた“折花”
小さな正方形の紙を折って作りましょう♪

- 5月20日(土)、7月15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4年生以上 (大人もご参加いただけます)



絵本をつくろう! 参加費無料

雑誌を切り抜いたり、館内で織られた布などを貼ったりして、自分だけの絵本づくりにチャレンジしましょう!

- 8月5日(土)、8月6日(日) 1日4回
 - 10:00~11:00
 - 12:00~13:00
 - 14:00~15:00
 - 16:00~17:00
- 24名/回 (各回先着順で整理券配布)
- どなたでもご参加いただけます



<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**



TOYOTA マーク入り パイロットボールペン 好評発売中!

シャープペンシルと赤色・黒色のボールペンを搭載した実用的なペンです。シャープペンシルは0.5mm、赤、黒ボールペンは0.7mm。表面に光沢があり、とてもエレガント。プラスチックケース付きで、プレゼントにも最適です。ご来館記念にぜひどうぞ!



1,485円(税込)

Brick Age レストランブリックエイジ



公式ホームページ



インスタグラム



※写真はイメージです。内容は季節によって変わります。

フレンチのシェフが心を込めた本格的な洋食メニュー。時間と手間を惜しまない、こだわりの一品です。ご家族や気の置けない友人とお食事会に…



1杯ずつ豆から挽くコーヒーと軽食、スイーツを楽しめるセルフスタイルのカフェです。ご見学後のちょっと休憩タイムにぜひ御利用ください。



無停止撚換式豊田自動織機(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
- お車のご来館は名古屋高速「明道町出口」から5分あるいは「丸の内出口」から10分 無料駐車場(乗用車220台、大型バス10台)



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.tcmif.org/>



※QRコードは、株式会社デンソーウェブの登録商標です。