

「研究と創造の精神」と「モノづくり」 赤れんが便り

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4回、
自動車開発の歴史と未来 第3回企画展、トヨタコレクション企画展

Vol. 94



展示 File 011

トヨタグループ館

トヨタグループ館の建物は、1925年に建て替えられた旧豊田紡織本社事務棟を当時の状態に修復したものです。2階の役員会議室では、豊田自動織機製作所（現・豊田自動織機）やトヨタ自動車工業（現・トヨタ自動車）の創立総会などが開催されました。創業期からの貴重な資料やゆかりの品などを展示し、トヨタグループ各社の生成や歴史を紹介しています。



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4回／1935年日本国内の状況と自動車事業化の壁

学芸・自動車館グループ 学芸員 桔梗 千明

前回まで1920年代の米国における自家用車普及を至らしめた3要素、工学、経済、社会的要因について述べてきました。今回は喜一郎が自動車事業を本格化させた1935年の日本を検証したいと思います。

周知の通り戦前日本と米国では全ての面で日本が後塵を拝していたことは否めません。そこで今回は当時の日本の状況を検討し、自家用車普及の3要素、技術、経済、社会を考察した上、自家用車普及、ひいては自動車製造事業起業の壁について考えてみたいと思います。

1 はじめに

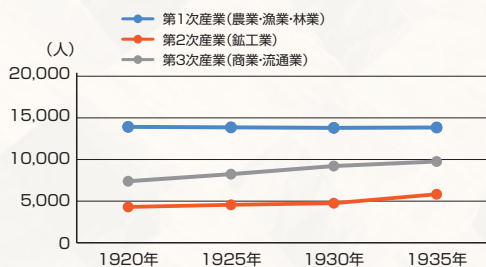
明治時代に入り日本は海外の技術を積極的に導入し、工業化を図ってきました。しかし欧米、とりわけ米国との技術力の差は歴然としたものでありました。

なぜ差が埋まらなかったのか。それは日本の社会、経済制度に起因すると言えるでしょう。今回は1935年の日本国内の状況について検証していきます。

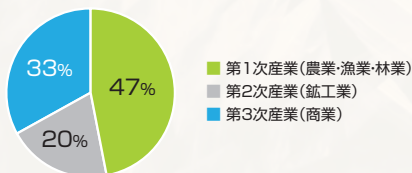
2 日本資本主義 ～半封建的経済制度～

明治維新後日本は「資本主義」を取り入れましたが、農業に関しては封建的土地制度の改革に至らず、地主と小作人の関係が残されました。驚くことに江戸時代に定められた田畑永代賣御仕置(1643)、分地制度(1673)が踏襲され小作人として地主への隷属制度が存続しました。

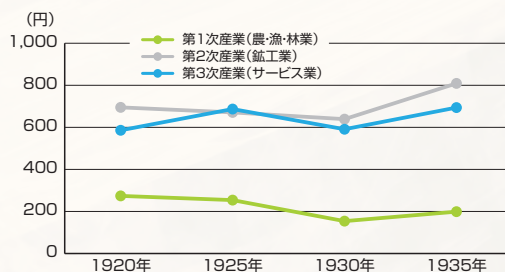
その結果、就労人口の約半分を占める農業従事者の生活水準は向上しませんでした。また工業化が進み労働者となった一般市民も、官営もしくは一部の先駆的経営者による工場の労働者を除き、他国より遥かに低賃金であり(後述)、経済の根底をなす中間所得層が育成されませんでした。



(図1) 国内産業別労働人口変化



(図2) 国内産業別労働人口割合(1935年)



(図3) 国内産業別所得変化

結果として工業製品の内需が育たず、民間企業の大半で低賃金が固定化され生産性向上の必要性に迫られることなく、輸出に回された繊維産業以外、工業製品の大規模生産は遅々として進みませんでした。

後に喜一郎たちが自動車事業を立ち上げる際、工作機械、金型、その他あらゆる生産手段を海外に頼るか自力で行うかしか手段がなかったことは、フォードをはじめとした米国自動車会社の創業期と決定的な差があったと言えるでしょう。

(表1) 日米英の労働生産率比較(1935年、日本=100とする)

業 種	日 本	英 国	米 国
綿織物	100	91	189
鉄 鉄	100	80~93	207~294
機 械	100	194	519
自動車	100	144	440

為替は1935年平均を適用
100円=18.25ドル
100円=116.67シリング

3 重工業構造問題 ～繊維産業なくして重工業なし～

さらに工業化を進める上で重大な課題がありました。それは工業用資源の入手です。

日本国内には重工業を支える資源がほぼありません。戦後日本は工業製品を輸出することによって資源を購入することが可能になりましたが、戦前日本ではどのように資源を輸入していたのでしょうか。

(表2) 輸入構成国際比較(1930~34年平均)

	米 国	英 国	ドイ ツ	日 本
食 料 品	25.9%	48.9%	27.9%	10.9%
原 材 料	31.0%	24.6%	54.5%	74.2%

ここで通常新興国が工業先進国に至る過程をなぞってみます。

- (1) 農産物などの一次資源または鉱物資源の輸出による資本蓄積
- (2) 蓄積資本と相対的に安い労働力にて軽工業が勃興
- (3) 軽工業製品の輸出による更なる資本蓄積
- (4) 軽工業を手掛けつつ重工業技術の基礎確立
- (5) (3)、(4)をもって重工業へ進出
- (6) 重工業技術の向上
- (7) 世界に通用する工業国家へ

しかしながら戦前日本の形態は全く異なっていました。それは貿易形態を見れば明らかです。

- (1) 日本から生糸を米国へ輸出
- (2) 米国から石油、工作機械、屑鉄、原綿を輸入
- (3) 日本から米国原綿を材料とし安い労働力で加工した繊維製品を英国太平洋経済圏へ輸出
- (4) 英国太平洋経済圏から以下の物資を輸入
カナダ：銅、ニッケル、クロム、マンガン等
オーストラリア：ボーキサイト（アルミの原料）
英領マラヤ：ゴム
インド：銑鉄（鉄鉱石から鉄成分を取出した物）

(表3)日本における主要品目輸出入比率変化

年度	輸出					輸入		
	生糸	絹織物	綿糸	綿織物	機械類	綿花	原油	機械類
1920年	19.8%	8.1%	7.8%	17.2%	2.6%	30.9%	0.0%	6.4%
1925年	38.1%	5.1%	5.3%	18.7%	1.3%	36.0%	0.6%	6.1%
1930年	28.4%	4.5%	1.0%	18.5%	2.4%	23.4%	5.8%	8.1%
1935年	15.5%	3.1%	1.4%	19.9%	5.7%	29.0%	6.2%	6.5%

繊維工業の発展が発端となり日本でも工業化、都市化が進み一次生産品が都市部で消費される中、日本から高額で輸出できたのが絹製品でした。そしてこれを原資に原綿を大量に輸入、国内で発展していた繊維産業を活用し加工、再輸出することで工業用原材料の他、技術、設備を入手するルートを確認させていきました。

(表4)日本における重要原材料輸入依存率

	石油類	鉄鋼用			製鋼用	繊維用	化学製品
	石油・重油	鉄鉱石	銑鉄	屑鉄	合金用金属	綿花	ゴム・樹脂
1929年	77.27%	100%	70.32%	43.03%	37.04%	99.96%	100%
1933年	88.41%	100%	26.49%	26.49%	34.39%	99.97%	100%
1934年	99.74%	100%	20.94%	20.94%	45.75%	99.98%	100%

製鉄業が進歩したことがわかる

筆者の
つぶやき

ライシャワー博士による 戦前日本成長のジレンマ ～なぜ近代化が遅れたか～



元 駐米大使(1961-1966)エドウィン・O・ライシャワー博士(1910-1990)の名前に憶えがある方も多いのではないのでしょうか。博士は外交官の側面だけでなく、米国における日本研究の第一人者でもありました。

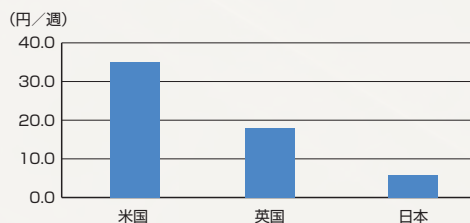
博士の戦前日本研究論には「不均衡」というキーワードが多用されています。「不均衡」というと、貧富の差を真っ先に思い浮かべますが、博士は経済だけでなく、政治、社会においても不均衡が対立を生み、その打開策として「妥協」方向性(決して独裁的ではない)を創造し、国内全体を同一方向に向かわせたと述べています。

大正デモクラシーのような議会制民主主義(都市部支持)と、「意思決定

当然繊維製品が世界中で価格競争できた理由は労働賃金の安さにありました。

当時の繊維メーカー、富士瓦斯紡織株式会社の鹿村美久専務取締役は自論文「我国綿業界最近の発展経過の考察」(1936)で以下のように記述しています。

「生産設備、生産高増加の反面からかくの如き純加工手取(労働賃金のこと)の減少傾向の存することは国家産業上看過し難い事項」



(図4)時紡織労働賃金比較(1935年、円換算・生産性考慮なし)

鐘紡の社長を務めた武藤山次氏も、自論文「紡績業」(1929)において下記のように記述しています。

「我国紡績業の発達が我国労銀(労働賃金)の低廉なりしに負う所多きことは明らかな事実である」

「元来日本は工業の発展を図る上に何も頼みとするものはない。原料はあるかと問えば、生糸を造る繭以外に殆ど何も無いと言って差支えない位極端に欠乏している。(中略)今日迄我国に諸工業が興った主たる理由は労働賃銀(賃金)が低かったことである。」

このように農業と繊維産業に重点を置き、農村、都市部に限らず低賃金を維持する以外成立しない経済構造では内需は育たず、輸出が見込めない重工業が発展する余地はありません。

当然幅広い工業基盤が育つはずもなく、喜一郎が自動車事業を起こす際、大きな壁となったのです。

4 日本の重工業はいつ定着したか

もともと日本に重工業が全く根付かなかったわけではありません。

第1次世界大戦(1914-1918)によって、世界市場で欧州製品が供給されなくなり、日本には様々な物資、これまでの繊維製品だけでなく工業製品も求められ、工業化が一旦軌道に乗りました。

しかし、第一次世界大戦が終結すると急速に需要が減少し、再び停滞期に入ります。

実行まで早急に動く先制的政治(農村部支持)」の対立による政治的不均衡。都市と農村部の文化的対立による社会的な不均衡。近代化の過程では様々な不均衡が生じますが、欧米先進国は農村部を都市社会に近づけ緩和を図りました。しかし日本は産業構造上農村部に頼らなければ立ち行かない。農村部を都市社会化できなかった結果「不均衡」が残りあらゆる物事に「妥協」しなければならず、近代化が大幅に遅れたと述べています。

「不均衡」というジレンマを抱えたまま時代が進んでしまった戦前日本。私たちは歴史から学ぶことが多々あるのではないのでしょうか。



筆者蔵書

(表5)日本の貿易収支と綿・絹及び機械収支の変化

	貿易収支	為替相場 100円につき 対ドル	綿業収支 綿製品輸出額－ 棉花輸入額	絹業収支 全て輸出	機械収支 輸出額－輸入額
1914年	-21	49.34	-105	198	-29
1916年	385	50.16	-138	319	4
1918年	265	51.47	-118	497	34
1920年	-500	49.78	-235	544	-99
1925年	-357	40.93	-373	997	-127
1930年	-160	49.38	-75	483	-90
1935年	130	28.57	-143	464	-19

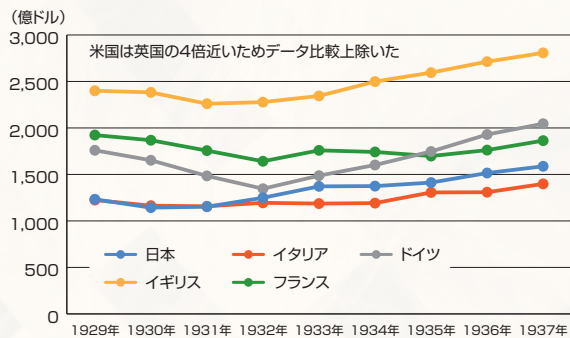
※1935年は円安ドル高

なぜこの機会を工業化邁進に使わなかったのか。それは大戦期を除き日本の貿易収支が絶えず赤字であり、一時的需要の工業製品に頼るわけにはいかなかったからです。

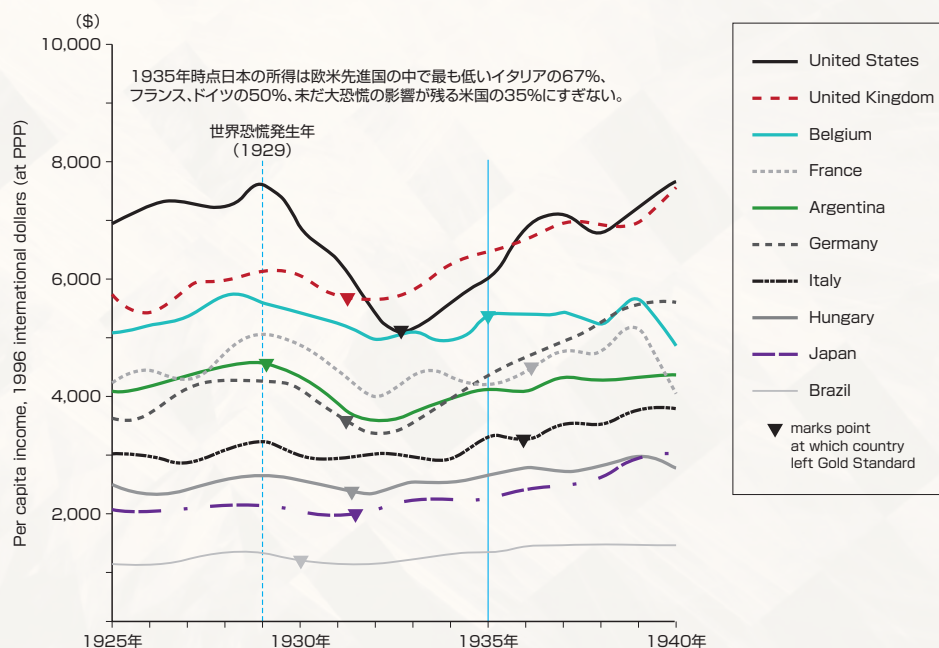
結局のところ戦前の重工業製品、特に機械製品は欧米のものより性能が劣る結末になりました。

⑤ 経済は成長したけれど

実は日本の経済成長率は先進国に引けを取らない数値が出ています。しかしこの経済成長は“国民を豊かにする”“技術を促進させる”成長とはなりませんでした。



(図5) 欧州先進国と日本のGDP比較(1990年度ドルベース換算)



(図6) 世界各国と日本の所得変化比較

(Golden Fetters: The Gold Standard and the Great Depression, 1919-1939. New York: Oxford University Press(1992))

戦前日本は見かけ上“急速な経済成長を遂げた工業国”であっても、内情は“低賃金を基盤とした農業・繊維工業国”でした。従って重工業たる自動車事業にとって技術的にも経済的にも大きな壁が残ってしまったのです。

ここからは、自家用車普及の3要素、技術、経済、社会の面で1920年代の米国と1935年の日本を比較してみましょう。

⑥ 自家用車普及の3要素比較 ～米国と日本～

前回まで自家用車普及には技術、経済、社会の3要素が重要な因子であることを述べてきました。

ここで当時の日本について米国と比較しながら、どの程度のレベルであったのか検証しましょう。

① 米国の場合

ここで米国について振り返ってみます。まず技術的課題ですが、部品共通化から始まるアメリカ式生産方式の確立に始まり、テイラー・システム(科学的管理手法)を経てフォード生産システムの完成により、同一品質の製品を大量に安価で供給することが可能となりました。

経済的には「フォーディズム」と呼ばれる経営策の一端として労働者賃金が向上、自家用車の価格低下と相まって爆発的に普及していきました。

そして社会的背景として、自家用車が生活スタイルを変えただけでなく、保有自体がアイデンティティ化し、1920年以降絶対的車社会に変貌する様子を前報でお伝えしました。

② 日本の場合～ 1935年自家用車保有の可能性～

a. 技術的問題

意外かもしれませんが、日本では早くからテイラー・システムを導入してきました。もっとも作業効率化より単純作業化が主目的でした。単純作業にし、農村部から工場労働者を迎え入れることが必要だったからです。

部品共通化に必須となる規格化も1921年には日本標準規格(JIS:現在の日本工業規格JISとは異なる)が制定されています。

しかし、喜一郎が「此処に想像外の支障を招来するに至った。それは各方面から材料が入る為に、寸法も一定しないのみならず、材質も一定しないことである。」(流線型第四巻第八号:1940)と語っているように真の標準化には程遠い状況でした。

フォード生産システムを応用したG型自動織機生産ライン(1924)などは例外中の例外で、同一品質製品の大量供給は不可能であり、低賃金労働力で生産量と価格をカバーする以外手段がなかったのが当時の日本でした。



(写真1)G型自動織機生産開始当時の様子(1927年)

b. 経済的問題

1935年時点、米国のように自家用車が普及しなかったのは円大暴落(1931)、関税引上げ(1932)による米国車の高騰があったにせよ、一般市民の所得が低かったことが最大の原因と言っているでしょう。

日本にも「プレモータリゼーション」と言われる時期があり、関東大震災後の自動四輪車普及とは別に安価な自動二輪、三輪車や自転車が普及しています。さらに1920年以降貨物輸送用馬車、牛車も増加しているのはトラックの代替であり、1935年頃に所得に見合った低価格の大衆車が発売されたのであれば、欧米同様自動四輪車が普及する下地はあったと推測されます。

(表6)日本国内移動・輸送手段変化(1910-1930年)

年度	馬車 運送用	牛車	荷車	自転車	自動車 二輪・三輪
1910	158,590	35,448	1,667,520	239,474	—
1915	183,969	32,010	1,842,594	706,467	660
1920	252,747	44,455	2,143,397	2,051,104	2,478
1925	306,038	66,308	2,186,775	4,070,614	12,378
1930	308,914	98,690	1,807,788	5,779,297	23,136



(写真2)初代フィアット500(1936-1955)

欧州は米国より低所得でした。そこで所得に見合った価格にするため2人乗り限定にするなどの工夫で、米国と異なる超小型の低価格車を国内製造し、普及に努めていました。

c. 社会的問題

米国で瞬く間に自家用車が普及した理由は

- ・都市化が進み郊外から通勤する労働者が急増した。

- ・農村、郊外から都市部へ、もしくは遠くの観光地へ移動する娯楽(余裕)が生じた。

つまり前報で報告した通り都市部と農村部の文化・社会的一致が進んだ結果です。これを当時の日本と比較すると

- ・都市化が進み、大都市では経済的に恵まれた層に多少需要はあったが、経済的問題から大部分の労働者に需要は期待できない。
- ・農村部では“居住・労働域”から移動する必要性がない。経済的に余裕がない。そして余暇に遠出をする文化が生まれなかった。いわゆる“古い農村文化”が残った。

これでは国内のごく一部にしか、自家用車需要が生まれません。実際日産自動車創業者の鮎川義介氏もトラックを含む四輪自動車販売が見込める数を“都市住民の1/7”と見込んで起業(1933-)しています。

社会・経済構造的に、国内で多くの人々が自家用車を保有するなど考えられないことだったのです。

7 まとめ

1935年時点、日本国内で自家用車が普及しなかった理由をまとめると以下の通りです。

- (1) 日本資本主義と呼称される経済制度が先進国と比較し後進的であり、経済発展が見込めなかった。
- (2) 特に労働者の半数を占める農業従事者は“半封建的経済制度”のもと、経済、文化的変革から切り離されてしまった。
- (3) 安い労働力を使役できたため、繊維産業が勃興した後世界的に価格競争力を有したが、逆に安い労働力が確保できなければ競争力がなくなるため、個人所得が抑制されたまま続き、国内の個人需要が伸びなかった。
- (4) 絹という資源と繊維産業により、海外から必要なものを購入するルートが構築された。その結果資源だけでなく技術、設備を自国で賄うより輸入に頼り、重工業の発展に大きな後れが生じた。
- (5) 特に低価格・大量生産の技術は国内需要がないため必要とされなかった。
- (6) 自家用車需要はあったと推測されるが、欧米と比較し低所得者が多数であり、米国大衆乗用車の価格でも購入、維持が叶わなかった。
- (7) 即ち戦前日本では技術、経済、社会的面全ての要素で自家用車普及は見込めなかった。

今回は1935年の日本国内事情について敢えて多くの紙面を割きました。当時の実情を知って頂ければ、喜一郎が自動車事業を立ち上げることがいかに困難で無謀と思われたかご理解いただけると思います。

次回は喜一郎の自動車事業がいかに進められたのか、日本の課題を克服していったのか検証していきます。

米国のように“大衆向け自家用車を作れば売れる”社会基盤が全く存在しない日本で、どのように自動車事業を立ち上げ、操業していったのでしょうか。

右のQRコードにて、出典、文献、
ならびに記述外の参考文献を読むことができます。



走ろう！愛車と

自動車開発の歴史と未来

第3回企画展

Fun To Drive

「操る楽しさ」を生み出すクルマづくり

展示期間

2024 10/1 (火) ▶ 2025 3/2 (日) 自動車館(1階)にて開催

※館の入場券(常設展)でご覧いただけます。

楽しく体験しながら学べる展示もいっぱいご用意しました。是非お越しください!

Fun To Drive って何?

どんな時にFun To Driveを感じるかな?

- Fun To Driveなクルマづくり(歴史と背景)
- Fun To Driveを感じる
8つのシーン 他



Fun To Driveを感じる8つのシーン

※完成予想 CG / 実際と異なる場合があります。

Fun To Drive のための クルマの技術

クルマはどんな工夫をしているか?

- 人間の感性とクルマ側の仕組みや工夫の関係
- 「走る・曲がる・止まる」「ボデー」の
技術開発と進化(ユニット展示)
- Fun To Driveを一体で考える「TNGA※」他

※Toyota New Global Architecture



※完成予想 CG / 実際と異なる場合があります。

Fun To Drive の技術を どうやって鍛えるのか

もっといいクルマをつくらうよ

- 道が人を鍛え、クルマを鍛える
- モータースポーツを起点とした
もっといいクルマづくり
- テストドライバー/テストベンチ/
テストコース/世界の道

トヨタコレクション企画展
TOYOTA COLLECTION

2024
10/5 土
12/15 日

特別展示室にて開催
*館の入場券(常設展)でご覧いただけます。

後援:名古屋少年少女発明クラブ

—江戸の地図づくり・知恵と技—

測天量地

てんをはかり
ちをはかる



象限儀

江戸後期

上下方向の角度を測る器具で、坂道の水平距離などを求めた。「伊能忠敬」の銘がある。

江戸時代に、精度の高さで外国人を驚かせた日本地図。それが日本人の手で作られていたことを、みなさんはご存知でしょうか。
当時の地図は、どのようにしてつくられたのでしょうか。
当企画展では、天文、暦、測量のつながりをひもときながら、地図づくりの歴史を紹介します。
地図づくりの体験コーナーもご用意し、みなさまのご来館をお待ちしております。

江戸の測量

体験コーナー



期間中いつでも体験できます

「トヨタコレクション」とは?

トヨタコレクションは、日本のモノづくりの源流といえる、江戸中期から明治初期の工学、医療、美術・工芸などに関する五百数十点におよぶ貴重な科学技術資料です。

最新情報は
特設WEBサイトまで



みどころ

ポイント 1

地図作成には天文学が密接に関連していました。天文学が暦作成の必要から発達してきた歴史と、和算の果たした役割を紹介します。

ポイント 2

地図、天文、暦に関する資料を展示するとともに、世界水準レベルの地図を作成した伊能忠敬など、関連する人物も紹介します。

ポイント 3

伊能忠敬の地図のすごさや当時の地図作りを体験できるコーナーも用意しました。



小方儀

江戸後期

杖に差し込んで使われた方位測定器。杖が斜めでも水平になるように工夫されている。



渾天儀

江戸後期

中国の天を球状とする渾天説に則った宇宙儀。地球を中心にし、周囲の天体の動きを模した。



暦

江戸後期

月の満ち欠けに太陽運行を加えた太陰太陽暦。月の運行と季節のズレを閏年で調整した。



グレゴリー式反射望遠鏡

1760年代

オランダ製の天体望遠鏡。幕府献上品と同型。渡来品を参考に、和製反射望遠鏡も作製。



染付 雲鶴日本地図大皿

江戸後期

平安時代から江戸時代初期の日本地図を総称して行基図といい、伊万里焼にも描かれた。

関連イベント案内

測天量地講演会

第1回
講演会

11月9日(土) 14時～15時30分

「誰もが使えた!? 江戸時代の測量術とは」

古くは大陸から伝わった測量術を使い、地を量って検地や河川改修を行い、天を測って暦を作っていました。日本地図も作られていて、当時は誰もが出来る簡単な方法で測天量地を行っていたお話をします。

講師／国立科学博物館 名誉研究員 鈴木 一義氏



鈴木氏

第2回
講演会

11月30日(土) 14時～15時30分

「天文学と暦と時計 ディープでなが～い歴史」

現代の天文学は宇宙の謎を解き明かす科学ですが、古い時代、天文学の重要な役割は時の流れを知ることでした。私たちが日常的に使っている暦や時計の発展の歴史と天文学との関わりについてお話しします。

講師／明石市立天文科学館 館長、山口大学時間学研究所 客員教授 井上 毅氏



井上氏



新訂万国全図(写)

江戸後期

日本初の官版世界地図。間宮海峡を発見した間宮林蔵の成果から、樺太を島として表記。

改正日本輿地路程全図

江戸後期

日本地図の先駆者とされる長久保赤水の地図。日本で初めて経緯線入りの地図を作った。



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、1924年に彼の夢であったG型自動織機を完成させました。このG型自動織機は、木管に巻いたよこ糸をシャトルと呼ばれる木製の器に入れてよこ糸を通す、シャトル織機のひとつです。その後、綿織物の需要が増える中で生産性の向上が追求され、時代はシャトル織機からシャトルを使わないシャトルレス織機へと向かいました。今回はシャトルレス織機のひとつであるエアジェット織機についてご紹介します。

繊維機械館 エアジェット織機の誕生と進化

THE EPOCH 1 シャトルレス織機とは

シャトル織機は、よこ糸が入ったシャトルが、左右に往復してよこ糸を通します。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(写真1)。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ました。最も古くから研究が始まったのはシャトルの代わりに40gと非常に軽く小型のグリッパーと呼ばれる

部品を使用するグリッパー織機です(写真2)。続いて空気でよこ糸を飛ばすエアジェット織機の原理が発表されました(図1)。その後、細い剣の意味を持つレピア織機、水の力でよこ糸を飛ばすウォータージェット織機も発表されていきます(写真3)。これら4種類の織機をシャトルレス織機と呼んでいます。



(写真1) よこ糸が巻かれた木管とシャトル



(写真2) シャトルとグリッパー



(図1) エアジェット織機のイメージ



(写真3) ウォータージェット織機

THE EPOCH 2 エアジェット織機の誕生

糸の生産量が増加し、それに伴って織機の高速度化が求められる中、1917年にアメリカのブルックス氏がエアジェット織機の原理を発表しました。また1929年にはアメリカのバルー氏がエアジェット織機の特許を取得しています。1958年にはスウェーデンのマクスボ社がエアジェット織機を発表し、欧米を中心に実用化が始まりました。写真4は、当館に展示の1974年製の同型機です。日本では、1960年に村田繊維機械(株)*がマクスボ社と技術提携し生産を開始しますが、日本メーカーによる独自開発は遅れ、各社が生産を開始したのは1970年代後半となります。1976年以降になると、各社日本のメーカーがエアジェット織機を生産を開始していきます。

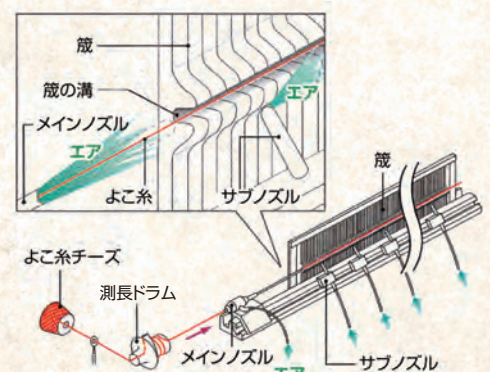
※現村田機械(株)



(写真4) マクスボ社と同型のエアジェット織機

THE EPOCH 3 エアジェット織機のよこ入れ方法

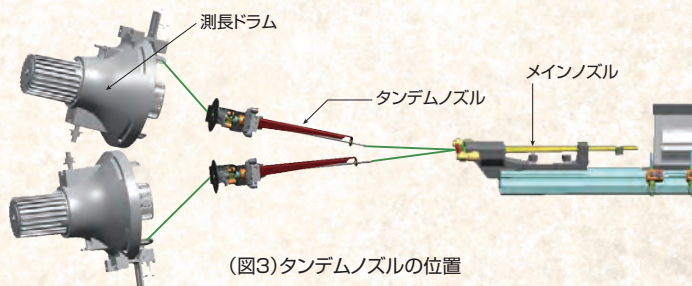
シャトル織機は左右に往復してよこ糸を通して行くのに対し、エアジェット織機などのシャトルレス織機は毎回よこ糸をカッターで切断して一方向によこ糸を通すため、織物の幅に合わせてよこ糸の長さを調整する必要があります。そのため、先ずよこ糸は測長ドラム部に巻かれ、1回のよこ入れで必要な長さが決められます。次に、コンプレッサーで圧縮された空気をメインノズルから噴射してよこ糸は挿入されますが、噴射された空気は直ぐに拡散してしまうため補助のサブノズルを使用して織物の右端までよこ糸を搬送します(図2)。メインノズル、サブノズルからのエア噴射タイミングは、高性能な電磁バルブによって個別に制御されています。



(図2) エアジェットのよこ入れ機構

(1) メインノズルの改良

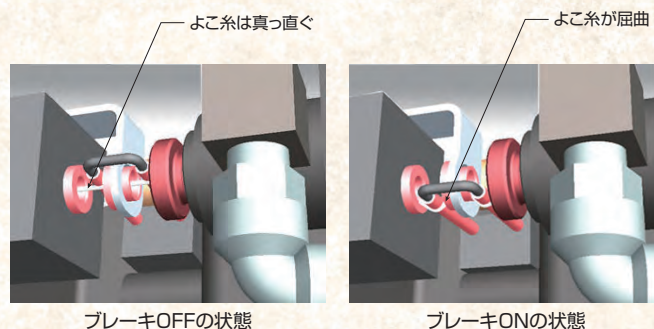
1つ目はメインノズルの改良です。当初は重量が重い綿の太い糸や、毛羽が無く空気との摩擦が少ない長繊維などの糸は飛び難く、エアジェット織機に不向きとされていました。メインノズル本体の改良が進むとともに、測長ドラムとメインノズルの間にタンデムノズルを配置(図3)することにより、飛び難い糸にも対応出来るようになりました。これらの進化は、生産性や汎用性の拡大に寄与しました。



(図3) タンデムノズルの位置

(2) よこ糸ブレーキ装置の開発

2つ目はよこ糸ブレーキの開発です。エアジェット織機の出現によって、高速化が格段に進みましたが、その一方で細い綿糸などの糸切れが目立つようになりました。よこ糸が飛び終わる時の衝撃が原因で糸切れしていることが判明し、飛び終わる直前のよこ糸スピードを下げる必要がありました。そこでブレーキ装置を開発し、飛び終わりの衝撃を和らげる研究がされ、更なる高速化が実現できました。(株)豊田自動織機のエアジェット織機では測長ドラムとタンデムノズルの間にブレーキ装置を配置しています。

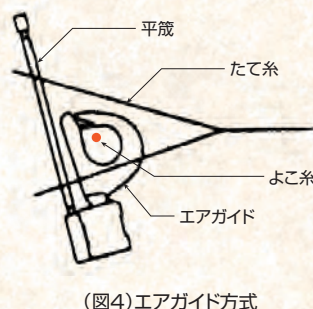


ブレーキOFFの状態

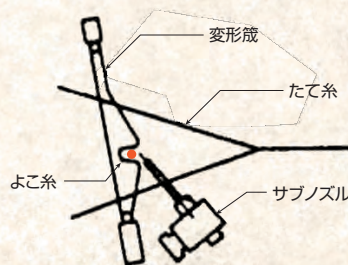
ブレーキONの状態

(3) 箴^{おさ}の研究

3つ目は箴の研究です。箴とはたて糸の密度を決める道具で、よこ糸を織物に打ち寄せて行く機能も持っています。当初は開いたたて糸の箴近くによこ糸を飛ばしていましたが、織物の幅が広くなるに連れて、よこ糸が飛ぶエリアの規制が必要になりました。そこでまずはエアガイドと呼ばれる部品を取付けたエアガイド方式(図4)が誕生しました。よこ糸はトンネル状のエアガイドの中を飛んでいきます。しかしこのエアガイドは織物品質に影響を与える場合があったため、トンネル形状をした箴羽を使用する変形箴方式(図5)が主流になっていきました。



(図4) エアガイド方式



(図5) 変形箴方式

豆知識

エアガイド方式は、ある程度の厚みがあるガイドが、たて糸をかき分けます。そのため、タテ方向の筋が織物に入り易く、それが問題になるケースがありました。またサブノズルはガイドの中に組み込まれています。

エアジェット織機が実用化されて70年近くが経過しようとしていますが、登場した当初は綿の産業資材など限定的な用途に限られていました。上記のような開発が進んだことにより、市場のニーズに応じて汎用性も拡大してきました。少し異なる視点で見ると、電気部品が苦手とする水を使うウォータージェット織機とは異なり、電磁バルブによりエアを噴射するエアジェット織機は、電子制御と相性が良い織機と言うこともできます。例えば、よこ糸の到達を確認するセンサーもそのひとつです。よこ糸が到達したか否かだけでなく、毎回の到達タイミングにより噴射の圧力やタイミングをフィード

バック制御しているのです。このような電子技術と基礎技術の融合により、太い糸から細い糸まで、あるいは伸縮性の高い糸やムラのある糸など、さまざまな糸種に対応し続けたエアジェット織機は、現在では生産性と汎用性に優れたシャトルレス織機として認知されています。さらに、各センサーから得られた情報を基に1台1台の織機の稼動状況をモニタリングして工場の操業管理を支援するシステムや、目的の織物を織るための最適な設定条件を提案する機能など、現在でも新たな開発が進められています。どこまで進化して行くのか、これからもエアジェット織機の動向に目が離せません。

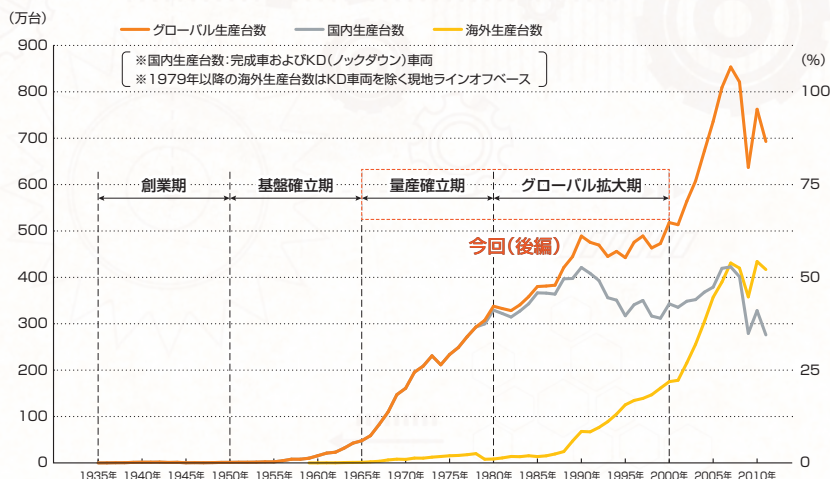
自動車館 機械加工技術の変遷～エンジンに見る進化の歴史～（後編）

THE EPOCH 1 はじめに

機械加工とは、工作機械を用いて工具（刃物や砥石）で金属を切る、削るなどして、製品として求められる形状、寸法、表面精度を得る加工方法であり、切削加工ともいわれます。

トヨタの機械加工技術の基礎は、豊田自動織機製作所（現・豊田自動織機）における紡織機の製造に始まります。前編では、創業期から基盤確立期について、生みの苦しみと成長を軌道に乗せる苦しみが交錯する激動の時代を見てきました。

後編では、本格的なモータリゼーションの到来によるグローバル生産の拡大と（図1）、お客様の価値観の多様化に対応するために、機械加工ではどのように対応してきたかを見ていきます。



（図1）トヨタの生産台数推移

THE EPOCH 2 量産確立期（1965年～1980年頃）

日本経済は、1955年から1970年にかけて高度成長を遂げます。こうした経済成長に伴う確実な所得の上昇は、個人消費の急速な拡大をもたらしました。とりわけ自動車は、戦後のベビーブーム期に生まれた世代が、車の大きな需要層として登場してきて、本格的なモータリゼーションが到来します。一方で日本は戦後、徐々に国際経済社会に復帰し、外資や技術を選択的に取り入れていきました。同時に、ヨーロッパの主要国から日本に対する経済の開放化の要請が高まってきます。結局日本は、乗用車の輸入自由化を1965年に、自動車の資本自由化を1971年に実施します。そこでトヨタは国際競争力強化のため、200万台体制を当面の目標とした量産体制の確立と、技術開発力の強化によるコストダウンを強力に推し進めていきます。

そんな状況下でエンジンの生産ラインでは、シリンダーブロックやヘッドを中心に安価に大量生産するのに適したトランスファー・

マシン^{※1}を広範囲にわたって導入するとともに、各トランスファー・マシン間を自動コンベヤーで連結していきます（写真1）。使用工具については、穴あけ加工では工作機械のスピンデルにボルト締めで固定するサイドロックホルダーと、高速度鋼（ハイス）工具の組み合わせから、ワンタッチで交換できるクイックチェンジ式ホルダーと、加工能率の向上を狙って表面にコーティング（TiN:窒化チタンなど）を施した超硬合金工具の使用が一般的になってきます（写真2、図2）。旋削加工ではチップをシャンクにロウ付けせずにはバイトホルダーに固定し、角度を変えて何回か使用した後は棄ててしまうスローアウェイチップが本格的に採用され始めます（写真3）。これらの進歩は、機械加工のライン可動率^{※2}の向上と、設備台数削減によるコストダウンに大いに貢献しました。

※1 「赤れんが便りvol.93」12ページご参照

※2 生産設備を、製造したい時にすぐに動かした時間の割合

豆知識

ロウ付けとは、結合させたい金属どうしの間にロウと呼ばれる合金（銀など）を溶かして結合する金属加工の一種のことです。



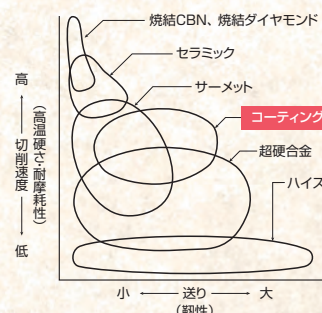
（写真1）豊田工機（現・ジェイテクト）製トランスファーマシン



（写真2）穴あけ加工の進化



（写真3）旋削加工の進化



（図2）超硬コーティングの適用領域

1980年、日本の自動車生産は1,000万台を突破し、米国を抜いて世界一になりました。日本車人気が上昇する中、最大の輸出先である米国との間で1970年代末から通商摩擦が急速に熱を帯びていき、結局1981年5月に日本は、168万台を上限とする輸出自主規制に合意します。これらの通商問題の深刻化は、輸出中心であった米国など先進諸国での現地生産化が避けられない局面に入ったことを意味しました。さらに追い打ちをかけるように1985年9月の「プラザ合意」以降、急激な円高ドル安が進行します。そこでトヨタは「円高緊急対策委員会」を発足させ、徹底した原価低減を達成させるべく、全社的な仕事の革新運動を展開します。一方で国内市場に目を向けますと、一般家庭の乗用車普及率が57%とマイカー世帯が多数派となり、新車市場が成熟段階に入っていく中、自動車ニーズが多様化していきました。

このような状況下でモノづくりに求められたニーズは、1本の生産

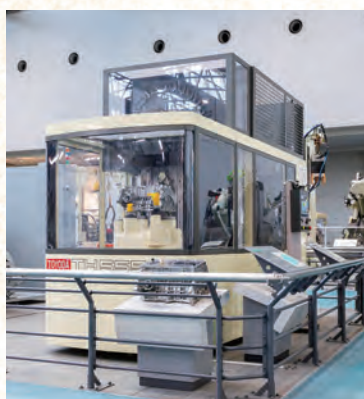
ラインで様々な種類の製品が加工できるようにすることと、さらなるコストダウン、そして確立できた「品質が安定」して「安くつくれる」生産ラインを標準化してグローバルに展開することにより、現地生産に貢献するものでした。その結果、それまでの同一車種の大量生産に向いている専用機主体の生産ラインから、少量で多車種を効率よく生産できるマシニングセンタ(このような設備を汎用機という)主体のラインへと革新を遂げました(写真4)。そして、国内工場で改善を重ねることで信頼性を向上させたうえで「標準ライン」としてグローバルに展開していきました。これらの設備では、工具とマシンとの締結方法を変更することで剛性が向上し、高い切削負荷に耐えられる仕様になっています(写真5、図3)。使用する工具の材質も超硬合金よりさらに硬度が高く、加工能率向上による切削温度の上昇に耐えられるセラミックや焼結CBNチップが採用されるようになり、更なるコストダウンと品質向上に貢献しました。(写真6、7、図4)。

豆知識

マシニングセンタとは、自動工具交換装置がついたNC工作機のことです。NCとは工具をあらかじめプログラミングされた座標系に沿って動かす制御のことをいいます。

豆知識

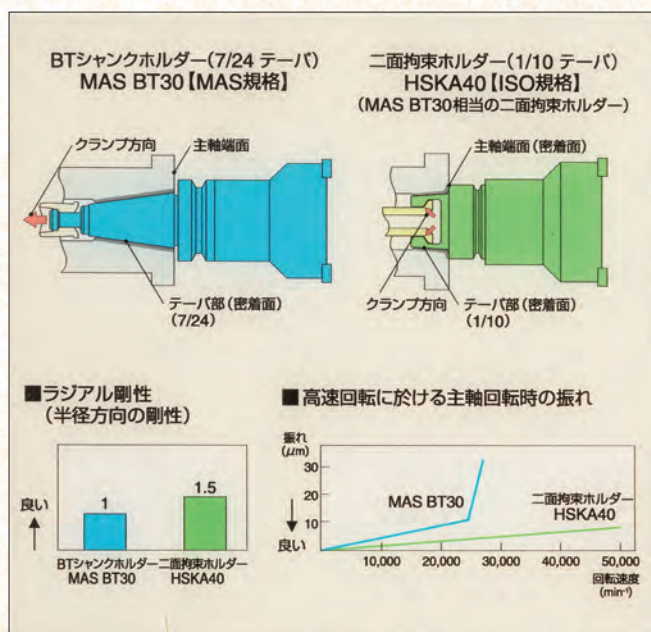
焼結CBNとは、Cubic Boron Nitrideの略称で、立方窒素素ほう素粉末に金属(Co)や炭化物、窒化物、酸化物(TiC、TiN、Al₂O₃)などを添加し、超高压、高温で焼き固めた焼結体です。



(写真4)自動工具交換装置付きNC工作機
トップセンタ:豊田工機(現:ジェイテクト)製



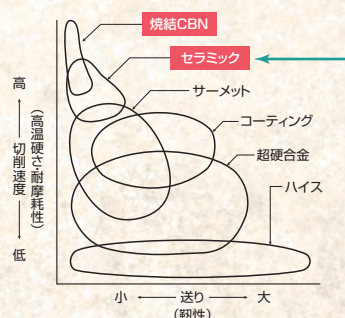
(写真5)工具ホルダーのマシンとの締結
方法の変更



(図3)工具ホルダー変更による締結剛性の向上



(写真6) 焼結CBNチップ (写真7) セラミックチップ



(図4)工具材質ごとの切削速度、送りの適用領域

今回は、トヨタ自動車のエンジンを例に機械加工技術の変遷を見てきました。その時代、時代における政治的、経済的、社会的課題に対する対応は、アプローチに違いはあっても自動車業界全体で同じ方向に向かってきたといえます。

現在「百年に一度の大変革期」といわれますが、先人たちが苦勞に苦勞を重ねて築いたこの業界を一致団結して、550万人誰一人取り残すことなく更に発展させたいものです。

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(火)～9日(水)
12月開催分 11月1日(金)～12日(火)

参加費 500円 ※入場料別途必要 参加申し込みはWebサイトから

問い合わせ 052-551-6003

トヨタ産業技術記念館 検索

参加希望者が定員を上回る場合、抽選となります。詳細はWebサイトをご覧ください。

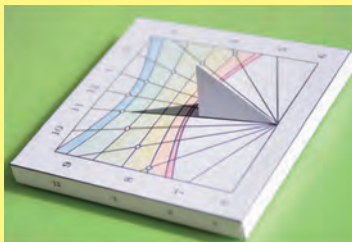
※会員限定プログラムへのお申し込みは、会員登録が必要です。
Webサイトから会員登録をお願いします。

11/2土 日時計を作ろう!

お気に入りの色を塗って自分だけの日時計を作ります。原理を学んで時刻と暦の月を観察しよう!

時間 ①10:00～12:30
②14:00～16:30
対象 小学4～中学3年生
定員 各回16名

協力 ●NPO法人テクノプロス



12/14日土 15日日 エンジン分解組付教室

会員限定

本物のエンジンを分解し、組み付け、始動させます! エンジンの内部構造を楽しく学びます。

時間 10:00～15:30
対象 家族
※お子様は小学5～中学3年生
※身長150cm以上推奨
定員 1日5家族
※1家族お子様・保護者
各1名以上、合計4名まで

協力 ●トヨタ名古屋自動車大学校



11/3日 パーチメントクラフトで作る「オータムグリーティングカード」 NEW

レースの様に繊細で可憐な模様が特徴のパーチメントクラフトで季節のデザインカードを作ります。

時間 ①10:00～12:00
②13:30～15:30
対象 小学4～中学3年生
定員 各回10名

協力 ●(株)アロマ工房、
パーチメントクラフトサロン
「Wの空間」主幸 柴田立江



11/16土 折り紙じゃない織り紙体験「クリスマスオーナメント」を作ろう

のりやテープを使わず、色紙を繋げて作るアートに挑戦! クリスマスオーナメントを作って飾ろう☆

時間 ①10:00～12:00
②13:30～15:30
対象 親子ペア
※お子様は小学4～中学3年生
定員 各回10組20名

協力 ●(株)アロマ工房、AmorinoConnection 達矢



11/24日 ふわふわクリスマスツリー アレンジ NEW

プリザーブドフラワーのバラを添えた、ワンランク上のクリスマスツリーを作ります。ファーで雪が積もったように可愛く飾りつけしましょう!

時間 ①10:00～12:00
②14:00～16:00
対象 小学1～中学3年生
※小1～3は保護者同伴
定員 各回16名

協力 ●アトリエオランジュレ

※イメージです



12/1日 ウッドアートのお花でつくるしめ縄飾り NEW

稲藁でしめ縄をつくり、かんなくずで製作したお花や檜の枝葉などで飾り付けしていきます。新しい年を彩り豊かに迎えましょう。

時間 ①10:00～12:00
②13:30～15:30
対象 親子ペア
※お子様は小学4～中学3年生
定員 各回12組24名

協力 ●manamana



12/7土 はかせとあそび! 雪の結晶を観察しよう

氷点下の世界でシャボン膜を凍らせて、雪の結晶が成長する様子を観察します!

時間 ①10:00～12:00
②14:00～16:00
対象 親子ペア
※お子様は小学4～6年生
定員 各回10組20名

協力 ●名古屋大学 未来材料・システム研究所 未来エレクトロニクス集積研究センター



12/8日 夜になるときらめく☆光センサツリー

暗くなるとイルミネーションが光るミニクリスマスツリーを作ろう! 今回は光感度センサ回路に挑戦します。

時間 ①10:00～12:00
②14:00～16:00
対象 小学4～6年生
定員 各回20名

協力 ●愛知工業大学





図書室 だより

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）が充実。集中して読書を楽しめるブースや学生向けコーナー「学びの森」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、是非ご参加ください！

“連鶴をおろう！”

参加費無料

江戸時代から続く伝統的な折り方を習って、1枚の和紙で連なった鶴を完成させましょう♪

- 10月19日(土) 1日2回
 - 13:00～14:00
 - 15:00～16:00
- 10名/回
- 対象は小学生以上
(大人もご参加いただけます)



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♪

- 11月16日(土) 1日2回
 - 13:00～14:00
 - 15:00～16:00
- 8名/回
- 対象は小学校高学年以上
(大人もご参加いただけます)



体験教室

毎月 第2・4土曜日 開催

おりがみをおろう！

図書室には、おりがみの本がたくさんそろっています。好きな本を選んで、自由におりがみを楽しみましょう!!



今年2024年2月にリニューアルした図書室「**学びの森**」では、**ティーンズコーナー**を新設しました。中高生はもちろん、大人にも楽しめる本が勢ぞろい♪ 是非ご利用ください!!

ここに注目！

私のイチオシ

繊維機械館ガイドツアー

展示 石黒萌

ここに注目！

繊維産業の広がりコーナー

進化した繊維機械から生み出される様々な製品を展示しています。繊維製品と聞くと、衣服やタオル、シーツ等の衣料分野の製品をイメージされる方が多いのではないのでしょうか。実は、カーシートやエアバッグ等の自動車部品、炭素繊維を使用したスポーツ用品など、あらゆる分野で私達の暮らしを支えています。また、スマートフォンの中にはガラス繊維が使用されています。身の回りの製品はどのように作られているのか、現代の繊維の実演と合わせて是非ご覧ください。



ここに注目！

シャトルの糸通し体験

G型自動織機で使われているシャトルは、豊田佐吉が特許を取得したものです。以前は口で吸い取ってシャトルの穴によこ糸を通していましたが、糸を引っ張って切れる時の反動を使い、簡単によこ糸を通せるよう改良しました。G型自動織機の実演とともに、シャトルの糸通しも是非体験ください！



簡単そうに見えますが
意外とコツがいるんですよ…

当館では、館内の展示物を分かり易く紹介するガイドツアーを毎日実施しています。通常のご見学でも各所で実演をご覧いただけますが、ガイドツアーでは繊維機械館と自動車館の見どころを各々45分間で巡ります。

私が特にお勧めしたいのは、繊維機械館のガイドツアーです。約3,000㎡もの広々とした空間は、大正時代に建てられた紡績工場の建屋をそのまま使用しています。ガイドツアーでは、スタッフがお客様に同行し、豊田佐吉が発明した織機や繊維産業の変遷を解説や実演を交えてご紹介します。

ガイドツアーは1日2回、各回先着20名で毎日実施しており、入場料のみでご参加頂けます。お一人でのご参加も大歓迎！海外のお客様にもお楽しみいただける英語ガイドツアーもございます。皆様のご参加をお待ちしています。

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。

Brick
Age

レストラン
ブリックエイジ



公式Webサイト



Instagram



記念館 アニバーサリーコース 3,300円(税込)

人気メニュー「赤レンガランチ」に
以下の特典をプラス。

- 30周年記念特製オードブルサラダ
- ノンアルコールビネガーカクテル
- オリジナルコルクコースター

さらに「30周年記念ランチョンマット」
もプレゼント♪期間限定の大変お得な
コースメニューです。

お昼過ぎにちょっとだけ
食べたい方にぴったり。
美味しさと栄養をバランスよく
楽しめる新メニューです。
ぜひお試しください。



14時30分以降限定の新アイテムが登場です。

アフタヌーン・ライトミールセット ¥1,870(税込) ※ドリンクは含まれておりません。

- ローストビーフ バゲットサンド・生ハムと
野菜のパニーニ
- 自家製ピクルス・コーンスープ・ヨーグルト 他

※写真はイメージです。



MUSEUM SHOP
ミュージアムショップ



記念館プライムカレー好評発売中

開館30周年を記念して、ミュージアムカフェの人気メニュー「記念館プライム
カレー」がついにショップに登場！大きめにカットされた牛肉の旨味と、じっくり
煮込んだ野菜と果実のまろやかさが特徴。美味しさと高級感を兼ね備えた記念館
オリジナル、自慢の逸品です。ただいま30周年記念特別価格500円(通常価格
648円)で販売中。お土産に、またご家族やご友人とのお食事に是非どうぞ。

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)



「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
大好評販売中！

- ミュージアムカフェ限定のオリジナル商品「タイヤドーナツ」¥270(税込)
トヨペットクラウンのタイヤをモチーフに、チョコをたっぷりコーティングしたドーナツです。
- “小さなパン家クロまる”さん特製「クロまるラスク」¥250⇒お試し価格¥180(税込)
地元で人気のパン屋さん、話題のラスクが登場です。カリッとした食感でお茶のお供にピッタリ♪
- カフェの新スイーツメニュー「つもの木ケーキ」¥750(税込)1ドリンク付き
珈琲風味のふんわり生地とマロンクリームの濃厚な味わい。大人のモンブランケーキです。



無停止付換式
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1,000円、65歳以上600円、大学生500円、
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!



Webサイトは
こちら!

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



※QRコードは、株式会社デンソーウェブの
登録商標です。



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

赤れんが便利

Vol.94 発行日/2024年9月 編集・発行/トヨタ産業技術記念館



ミックス
紙に責任ある森林
管理を支えています
FSC® C014969

この印刷物のインキは、環境に配慮した植物由来の原材料を使用し温室効果ガス排出低減に貢献しています。



バイオマス
No.210206