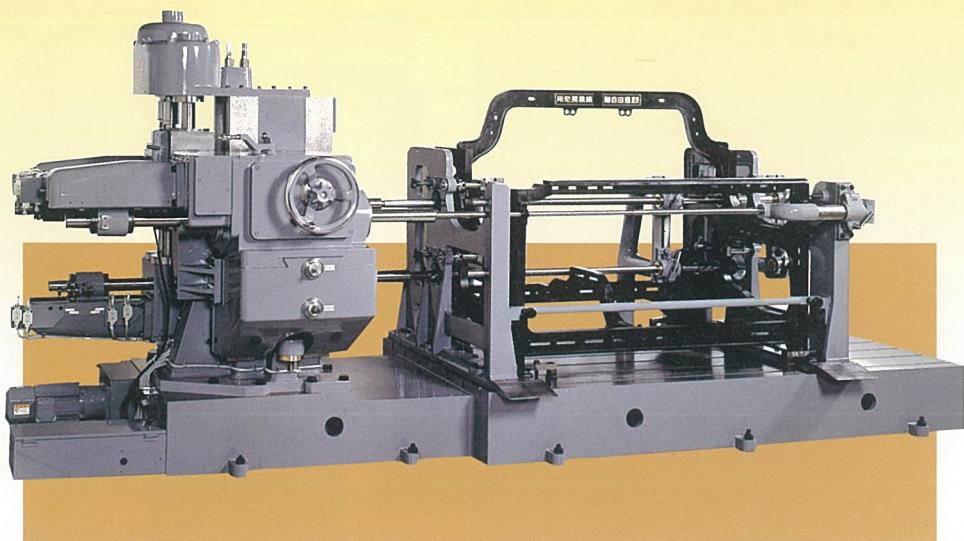




「モノづくり」と
「研究と創造」



CONTENTS

卷頭言 工作機械展の開催にあたって	②
記念館トピックス	②
研究と創造の広場 特別展特集 マザーマシンのロマン —機械をつくる機械の昔と今「工作機械展」—	④
工作機械の歴史	⑤～⑦
トヨタグループの工作機械史	⑧～⑨
展示機の解説	⑩～⑯
工作機械の要素技術	⑭～⑮
データ&インフォメーション	⑯

卷頭言

産業技術記念館理事
豊田工機(株)会長

加藤東洋



「工作機械展」の開催にあたって

この度、産業技術記念館では、「マザーマシンのロマン—機械をつくる機械の昔と今、工作機械展」を開催することになりました。この特別展は、トヨタ自動車(株)の創業者であり、また豊田工機(株)の創業者でもあります豊田喜一郎が、自動車事業への進出に際し、自動車の量産に適した工作機械の製作にも着手した歴史的背景から企画されました。豊田喜一郎は、大正15年に豊田自動織機製作所が設立された時から、機械をつくるための機械であるマザーマシンとしての工作機械の役割を重視して、織機や紡機の製造に必要な専用工作機械を導入するとともに、工具機械工場を設けて工具の製作や工作機械の修理と製作を行いました。その工場が同社工機工場になり、さらにトヨタ自動車の工機工場に引き継がれ、後にその工機部門が分離独立して、豊田工機となりました。今回の工作機械展では、このような創業者の工作機械に抱いたロマンが大きく膨らみながら、今まで引き継がれて来たところを実機でご覧いただき、あわせて実際の加工の様子から工作機械の「モノづくり」に果たす重要な役割をご理解いただけるように展示を構成しております。そのため、かつて豊田自動織機製作所で使用された自動織機フレームの軸穴加工用3軸同時中ぐり専用機については、現存していないところから、当時の写真をもとにして豊田工機で複製しました。同専用機には、工作機械に対する豊田喜一郎の考え方方が盛り込まれており、高精度な自動織機の量産を実現するとともに、設備の経済性にも配慮して、自動織機の仕様の変更にも対応できるように、三つの軸穴の位置を調節する機構も備えております。この考え方方は、後の自動車製造設備にも引き継がれ、今回展示する豊田工機製のNND形多軸ボール盤も、穴の加工位置を調節できる汎用性を備えた専用機として開発されました。また、展示機の中には、豊田自動織機製作所の工機工場で製造を開始し、後にトヨタ自動車工機工場や豊田工機に製造が引き継がれたE形旋盤もあります。この旋盤は、戦時の学徒動員により豊田自動織機製作所の工場で働いた時に使ったことがあり、後に工作機械製造業に携わるようになった私といたしましては、創業者の工作機械に対するロマンを実感するとともに個人的な思い出も重なって、感無量のものがあります。私どもは、今回の工作機械展の開催を機に、創業者をはじめとする先人たちの「モノづくり」にかけた情熱と、工作機械の「モノづくり」に果たす役割を改めて確認するとともに、新たなるマザーマシンへのロマンを抱いて、新技術の研究、開発に努めてまいりたいと存じます。

記念館トピック

第4回夏休みワークショップ

7月26日(土)、27日(日)、8月2日(土)、3日(日)

産業技術記念館恒例の夏休みワークショップ。4日間とも行列ができるほどの盛況でした。5種類のメニューの中から自由にテーマを選んでいただき、「モノづくり」の楽しさを実体験をおして味わってもらいました。



デニムのエプロンづくりでママも顔負け!?

エプロンに自分の名前を刺繡。慣れない手つきにハラハラする場面も・・・でも大丈夫。子供達は自分でつくる喜びを満喫してくれた様子でした。



工作機械にドキドキ! ミニシリンドブロックの ペン立てづくり

本格的な工作機械を使っての表面仕上げ。初体験の子どもばかりですが、みんなとても上手に工作機械を使いこなしていました。



今年のワークショップのメニュー

- ・デニムのエプロンづくり
- ・ミニシリンドラブロックのベン立てづくり
- ・模型飛行機づくり
- ・目の光る動物づくり
- ・有松・鳴海絞りのハンカチづくり

模型飛行機づくりに挑戦

飛行機づくりの名人の指導のもと、ゴム動力の飛行機づくりに挑戦。テスト飛行はロビーで行われました。作り方だけではなく、どうやら飛ばし方にもコツがあるようです。



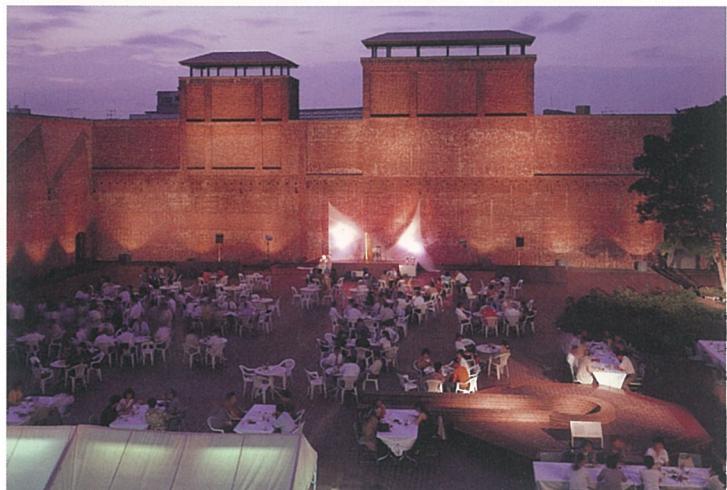
気分は絞り職人!? 有松・鳴海絞りの ハンカチづくり

自分だけのデザインに大喜び。大人も子供も、男性も女性も、和気あいあいと楽しんでいただきました。



屋外レストラン

今年は7月29日～8月10日と例年より期間を延長。天候不順だったにも拘わらず、連日満席でたくさんの方々に、ハープと胡弓の調べの幻想的な雰囲気のなか、ひと味違ったビールの味を楽しんでいただきました。



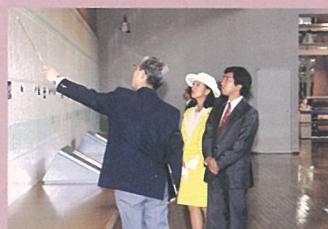
目の光る動物づくりも大人気

光センサーと発光ダイオードを使い暗い所で目が光る仕組み。配線にはみんな少々苦戦のようでした。



高円宮殿下、妃殿下が御来館

8月2日、「星空の街・あおぞらの街」全国大会ご出席に際し、当館に御来館いただきました。様々な展示物を大変、興味深くご熱心にご覧なされました。



特別展特集 マザーマシンのロマン —機械をつくる機械の昔と今「工作機械展」—

平成9年10月17日(金)～11月24日(月)、産業技術記念館特設会場

はじめに

トヨタ自動車の創業者である豊田喜一郎は、大正15年(1926)に(株)豊田自動織機製作所が設立された当初から工作機械の役割を重視して専用工作機械を導入し、機械加工精度と生産性の向上を図って高性能の自動織機や紡績機械の量産を実現した。さらに自動車事業への進出のため、高精度の輸入機を用いて紡織機を製造しながら精密加工の訓練を行うと同時に社内の工作機械製作能力を高めて、必要とする工作機械を製作し、基礎から自動車生産技術を築き上げていった。

トヨタ自動車の工作機械製造部門が後に独立して、豊田工機(株)が設立され、自動車のみならず幅広い機械製造業の発展に貢献してきた。喜一郎は、「自動車や飛行機を製作する根本のものは工作機械である」(工作機械工業に対する私の希望と抱負)と認識し、自動車工業のみならず、工業全般の発展には工作機械の発達が不可欠と考えていた。今回の「工作機械展」は、機械をつくるための“母なる機械”マザーマシンに抱いた喜一郎のロマンと、それに始まるトヨタグループの工作機械の歴史の一端を紹介するとともに、その役割をご理解いただくことを目的に開催したものである。



豊田喜一郎 (1894~1952)

工作機械に関する喜一郎の考え方

喜一郎は、優秀な機械を製作するには優秀な工作機械が必要であると考えていた。そのため、自動織機や紡績機械の製造に専用の工作機械を採用するとともに、必要とする治工具や工作機械の製作を自社内で開始した。特に自動車事業への進出に際しては、当時のわが国の工作機械が自動車の量産に適していなかったことから、旋盤、ボール盤、フライス盤を始め、仕様変更に柔軟に対応できる専用工作機械の内製化を図った。



工作機械とともに50年
(早坂力著、マシナリー1960年4月号
：喜一郎の自動織機製作工程の相談)



工作機械工業に対する
私の希望と抱負
(S15.4.20発行)
：16頁 池貝鉄工所のご主人のこと
：21頁 自動車工業と工作機械工業

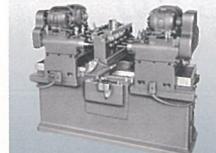
豊田喜一郎年譜

年号	主な事柄
明治27年(1894)	豊岡県浜名郡吉津村(静岡県湖西市)に誕生
大正2年(1913)	明倫中学校(名古屋市)卒業
10年(1922)	東京帝国大学工学部機械工学科卒業
6年(1927)	豊田自動織機(株)入社(監査課)欧米より機械、紡織機の研究開発に従事
14年(1925)	G型自動織機完成
15年(1926)	日本自動織機製作所設立、常務取締役・技術長に就任
昭和2年(1927)	杼(せん)式自動織機特許登録
8年(1933)	(株)豊田自動織機製作所設立、専用工具機械や流動業を人手で運営化
10年(1935)	G型自動織機の製造工程完成、専用工具機械や流動業を人手で運営化
11年(1936)	G型自動織機の製造工程完成、専用工具機械や流動業を人手で運営化
12年(1937)	工作機械の製作開始
9年(1934)	工作機械の製作開始
13年(1943)	工作機械の製作開始
14年(1949)	工作機械の製作開始
15年(1940)	工作機械の製作開始
16年(1941)	工作機械の製作開始
17年(1942)	工作機械の製作開始
18年(1943)	工作機械の製作開始
19年(1944)	工作機械の製作開始
20年(1945)	工作機械の製作開始
21年(1946)	工作機械の製作開始
22年(1947)	工作機械の製作開始
23年(1948)	工作機械の製作開始
24年(1949)	工作機械の製作開始
25年(1950)	工作機械の製作開始
27年(1952)	工作機械の製作開始
前記過去	トヨタ自動車工業(株)社長の復帰直

豊田工機略史



FTL(フレキシブルトランクスファ・ライン)
NC専用機によるライン構成

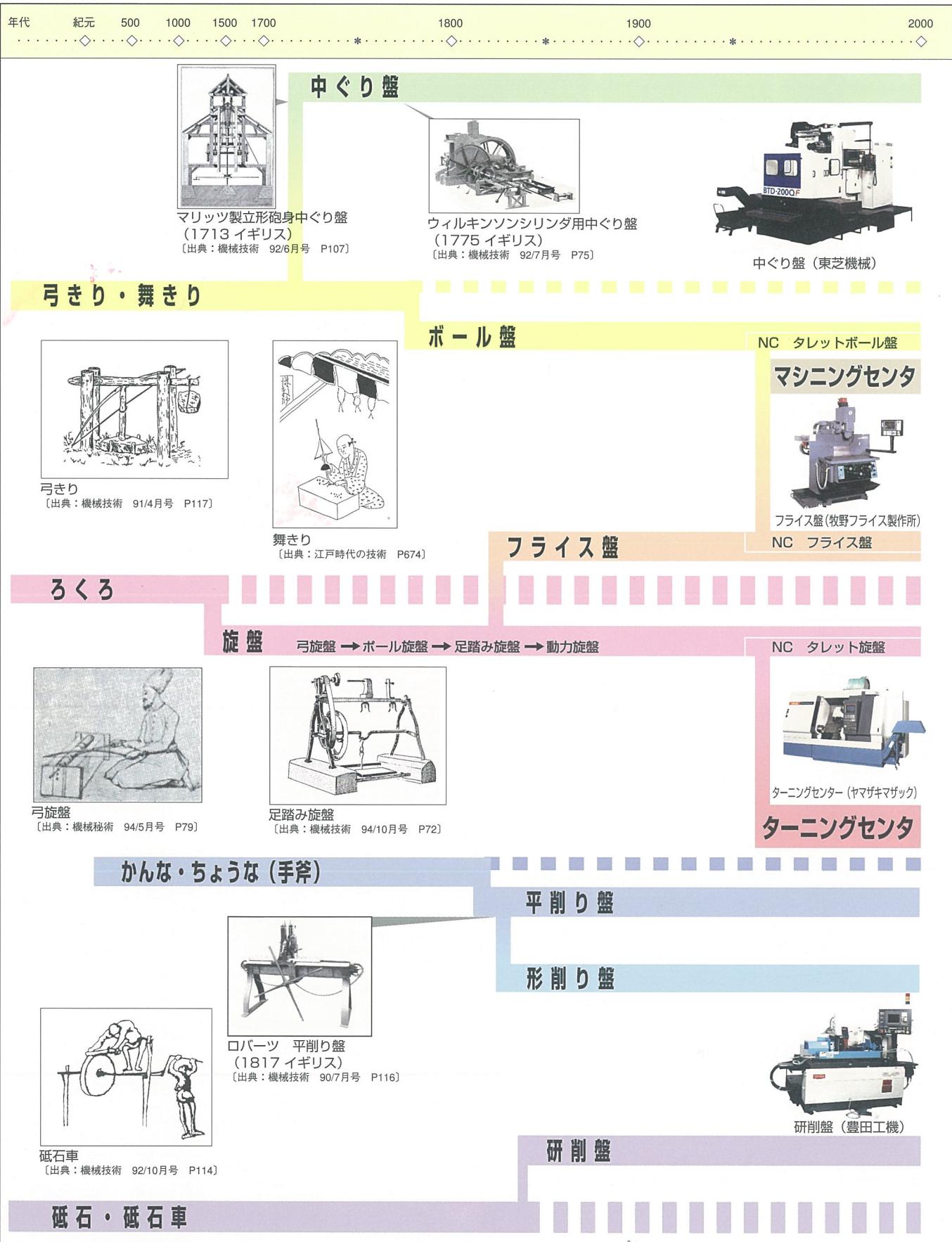


EJ形精密中ぐり盤
(1941)

年号	主な事柄
昭和16年(1941)	トヨタ自動車の工作機械製造部門が分離、独立、豊田工機(株)設立
昭和28年(1953)	B形ワーニング・EJ形精密中ぐり盤開発
昭和17年(1942)	技能者養成所発足
昭和30年(1955)	自動車部品の生産開始
昭和31年(1956)	仏国ジャンドルン社円筒研削盤の技術提携
昭和32年(1957)	シリンドラーブロック加工用トランクスボール盤発表
昭和33年(1958)	トヨダ・ジャンドルンRA25-100形円筒研削盤
昭和34年(1959)	国産1号機完成
昭和35年(1960)	ミーハナイ・鋤物の技術導入
昭和36年(1961)	発表
昭和37年(1962)	労働省認定技能者養成所発足
昭和38年(1963)	ERA形精密中ぐり盤、NNN形多軸ボール盤発表
昭和39年(1964)	Z形フライス盤技術導入
昭和40年(1965)	TOYODA研削盤発表
昭和41年(1966)	岡崎工場操業開始
昭和42年(1967)	半導体圧力変換器販売開始
昭和43年(1968)	マシニングセンタ販売開始
昭和44年(1969)	研削盤組立用コンベアライン完成
昭和45年(1970)	ミーハナイ・鋤物の技術導入
昭和46年(1971)	発表
昭和47年(1972)	TOYODA研削盤発表
昭和48年(1973)	幸田工場完成
昭和49年(1974)	汎用コントローラTOYOPUC販売開始
昭和50年(1975)	スベインダノバート社へ生産形円筒研削盤の技術供与
昭和51年(1976)	トヨダ・マシナリーユニティUSA設立
昭和52年(1977)	韓国起亜重工業へ汎用小形円筒研削盤の技術供与
昭和53年(1978)	東刈谷メカトロニクス工場完成
昭和54年(1979)	デミング賞実施賞受賞
昭和55年(1980)	PM優秀事業場特別賞受賞
昭和56年(1981)	等速ジョイント生産開始
昭和57年(1982)	スペインダノバートマシナリーユニティUSA設立
昭和58年(1983)	TQC導入
昭和59年(1984)	トヨダコウキド プラジル設立
昭和60年(1985)	計測制御機器工場完成
昭和61年(1986)	FMS 1号機納入
昭和62年(1987)	幸田工場完成
昭和63年(1988)	スベインダノバートマシナリーユニティUSA設立
昭和64年(1989)	東刈谷メカトロニクス工場完成
昭和65年(1990)	4WD車用カッティング生産開始
昭和66年(1991)	花園工場完成
昭和67年(1992)	技術2号館竣工
昭和68年(1993)	CNC/CBNマスタレスカム研削盤完成
昭和69年(1994)	田戸岬工場完成
昭和70年(1995)	TPM導入
昭和71年(1996)	ISO 9001認証取得(工作機械・メカトロ事業本部)
昭和72年(1997)	バラレルリンク形切削加工機開発
昭和73年(1998)	ISO 14001認証取得(花園工場)

工作機械の歴史

工作機械の変遷の流れ



工作機械の歴史

年代

紀元

500

1000

1500

1700

1800

5

◆BC3500～3000 メソポタミア、土器製作用ろくろを使用

◆BC1480 エジプト、弓きり（ボウ・ドリル）（壁画）

◆BC700頃 エトルリア、旋削加工の木挽（発掘品）

◆BC6世紀 テオドロス（ギリシャ）が旋盤、金属研磨器などを発明

◆BC6世紀頃 上ババリア（ケルト人）、旋削加工の木挽（発掘品）

◆BC3世紀 エジプト、ひもを引いて加工物を回転させる旋盤（壁画）

◆850 オランダ、クランク駆動の砥石車による研削加工（旧約聖書図版）



ボール盤

〔出典：機械技術 94/5月号 P79〕

◆13世紀 フランス、ポール旋盤（シャルトル教会のステンドグラス）

◆1395 ドイツ、ポール旋盤（刊行物の図版）

◆14～15世紀ヨーロッパ、曲り柄きり（クリック・ポール：一方回転きり）を使用

◆1430年頃イタリア、宝石用研磨機（図版）

◆1485 ヨーロッパ、足踏式工具研磨盤（銅板画）

◆1488～89頃 レオナルド・ダ・ヴィンチ（伊）が木工用足踏み旋盤、ねじ切り盤、中ぐり盤、研磨機、自動のこ盤などを考案

◆1615 ド・コウ（仏）が人力ブーリー式連続回転旋盤を実用化

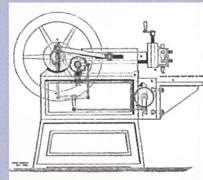
◆1671 シェルバン（仏）が足踏式連続回転旋盤（多段速度方式）を実用化

◆1701 フランス、ねじ加工のできるマンドレル旋盤（ブルミ工著「旋削加工技術」）

◆1713 ジーン・マリツ（スイス）が大砲用の中ぐり盤を考案

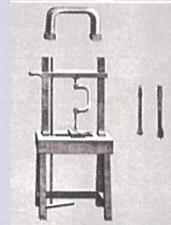
◆1741 ヴォーカンソン（仏）が旋盤など数々の機械装置を開発

◆1769 ジョン・スマートン（英）が水力駆動の横形中ぐり盤を製作



ナスマス形削り盤

〔出典：機械技術 91/1月号 P108〕



クランク式立形ボール盤

〔出典：機械技術 91/4月号 P118〕

◆1770

ドイツ、クランク式立形ボール盤（銅版画）

◆BC3～1世紀 弥生時代の畿内地方でろくろ製の木製品を使用

◆4世紀頃 玉の穴明けに弓きり、舞きりを使用

◆5世紀後半 須恵器の製作にろくろの使用が定着

◆708（和銅元年）ろくろでバリを切削した鎌銅錢「和銅開珎」を発行

◆762（天平宝字6年）青銅鑄造品のろくろ加工工程を記録した「造東大寺司解」を発行

◆770（宝亀元年）木工ろくろで製作した三重小塔百万基（百万塔）を諸寺に分置

◆1685（貞享2年）2人びきろくろの絵を掲載した「和国諸職絵尽」を発行

2人挽きろくろ
〔出典：機械技術 94/5月号 P78〕

世界

日本

1900

2000

◆1867 ブラット&ホイットニー社(米)が旋盤式研磨盤製作

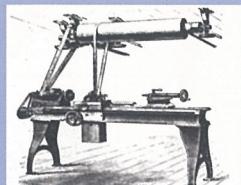
◆1868 ジョセフ・ブラウン(米)が万能研削盤を設計

◆1871 マシエット(英)がタンゲスチンを含む工具鋼を発明

◆1885 リンカーン社(米)がリンカーン・フライス盤を製作(ベッド形生産フライス盤)

◆1892 カーボランダム社とノートン社(米)が炭化けい素製の研削砥石を製造

◆1897 プロウター社(独)が差動機構を備えたホブ盤を製作



Pratt & Whitney社製
 旋盤式研磨盤

[出典: 機械技術 92/12月号 P108]

■横フライス盤を使用

米)がねじれきりを製作

イーン造兵廠が
機を製作

イットワース(英)が
自動送り装置の特許

・ナスマス(英)が形削り盤を発明

ムス・ナスマス(英)が研削盤を発明

エイムス・ナスマス(英)が
回し卓上立形ボール盤を製作

ジョン・フィッチ(米)が銃器製作用の
複軸タレット旋盤を製作

1846 ジョセフ・ホイットワース(英)が
3段ブリ付自動送り立形ボール盤を製作

1853 ソシエテ・アルザシエン(仏)が
立形フライス盤を製作

◆1855 ジョセフ・ブラウン(米)が歯切盤を発明
◆1860頃 アメリカ、ニューイングランド地方で
ツイストドリルを使用

◆1861 ジョセフ・ブラウン(米)が
万能フライス盤を製作

◆1862 アンドリュー・シャンク社(米)が
多軸ボール盤を製作

852 佐賀藩が砲身切削用の3連装錐台
(中ぐり盤)を製作

◆1855 薩摩藩が水力駆動の6連装大砲鑄開機
(砲身中ぐり盤)を完成

◆1857 オランダから旋盤など17台の工作機械を
長崎製鉄所に導入

◆1864 薩摩藩がオランダ製の工作機械10台を
尚古集成館機械所に導入

◆1875頃 伊藤嘉平治が足踏み旋盤を製作

◆1875 工部省赤羽製作所にろくろ場を整備、官用・民用の機械製作開始

◆1877以前 尚古集成館で英式小型旋盤を製作

◆1878頃 島津源蔵がドイツ人ワグネル技師の指導で足踏旋盤を製作

◆1889 池貝庄太郎が自家用の2人回しの旋盤を製作

◆1905 池貝鉄工所がアメリカ人フランシスの指導で本格的な旋盤を製作

◆1938 工作機械事業法公布

◆1953 昌運工作所がカズヌーブ社から超高速旋盤製造技術を
導入

◆1958 牧野フライス製作所がNCフライス盤を完成

◆1959 工業技術機械試験所がNCジグ中ぐり盤を完成

トヨタグループの工作機械史

年代	6 ○	8 ○	1930 ◇	2 ○	4 ○	6 ○	8 ○	1940 ◇	2 ○	4 ○	6 ○	8 ○	1950 ◇	2 ○	4 ○	6 ○	8 ○	1960 ◇	2 ○	4 ○								
年代別の特徴	輸入の高性能機、国産の専用機を導入し、織機械製造の加工精度、生産性を向上										高性能輸入機を参考にした、自社・グループ内製の汎用機・専用機や、国産他社機を導入して自動車部品の量産化、生産能力を増強					戦前・戦中に取得した工作機械を修復して生産を維持					海外からの技術の導入や試作研究補助の助成などを受けて技術力を立直し、国産工作機械の再出発。生産再開機や新規専用機により老朽設備の更新と生産能力を増強					自動化された専用機でされるトランスファー開発により自動化生産性を飛躍		
主要事項	<p>▷ '26 豊田自動織機製作所設立（11月）</p> <p>▷ '27 豊田自動織機製作所、自動織機フレーム用の3軸同時中ぐり専用機を導入</p> <p>▷ '27 豊田自動織機製作所、工具機械工場完成、治具、工具、簡易な工作機械などを製作</p> <p>▷ '30～'33頃 豊田自動織機製作所、高精度の工作機械を導入して紡織機製作</p> <p>▷ '30 豊田喜一郎、自動車の研究開始、小型エンジンを試作</p> <p>▷ '33 豊田自動織機製作所、自動車部を設置</p> <p>▷ '33～'34 自動車部、自動車製造用工作機械37台を導入 (輸入機27台、国産機10台)</p> <p>▷ '35 豊田自動織機製作所、工具機械工場で高度な工作機械の製作開始</p> <p>▷ '35～'36 自動車部、工作機械を輸入機58台、国産機15台、内製機13台 (立中ぐり盤、B型ボール盤など)を導入</p> <p>▷ '37 豊田自動織機製作所、工機工場完成（6月）</p> <p>▷ '37 トヨタ自動車工業設立（8月）</p> <p>▷ '37 自動車部・トヨタ自動車、工作機械359台を導入、 (輸入機178台、国産機26台、内製機155台)</p> <p>▷ '38 トヨタ自動車母工場、工機工場完成（11月）</p> <p>▷ '38～'40 トヨタ自動車、工作機械783台を導入 (輸入機390台、国産機76台、内製機317台)</p> <p>▷ '41 豊田工機（株）設立（5月）</p> <p>▷ '41 豊田工機、B形パワーユニット・EJ形精密中ぐり盤完成</p> <p>▷ '41 トヨタ自動車、工作機械50台を導入、 (輸入機1台、国産機5台、内製機・豊田工機製機44台)</p> <p>▷ '42 豊田工機、FB12型自動多刃旋盤完成</p> <p>▷ '42～'45 トヨタ自動車、工作機械235台を導入（輸入機28台、国産機89台、 豊田工機製機118台（精密中ぐり盤、自動旋盤、ロータリー立生産フライス盤など））</p> <p>▷ '51 日本電装、旧豊川海軍工廠の賠償指定工作機械74台を借用（'53払い下げ）</p> <p>▷ '51 トヨタ自動車、工作機械にマイクロスイッチ装置を装着し、一人で複数台の工作機械を担当（多工程持ちの発端）</p> <p>▷ '53 トヨタ自動車、豊田工機と共同開発 エンジン・シリンドラブロック加工ノ 削りフライス盤、ボア中ぐり盤、 クランク穴・カム穴同時中ぐり盤 ねじ立て盤）を導入</p> <p>▷ '55 豊田工機、フランスのジ ▷ '55 豊田工機、トヨタ自動車 F型エンジン・シリンドラ 日本初の本格的なトラン ▷ '55 日本電装、内製のダイナ ディストリビュータスバ</p> <p>▷ '56 トヨタ自動車、豊田工機</p>																											

6	8	1970	2	4	6	8	1980	2	4	6	8	1990	2	4	6	8	2000	2	4	6
○	○	◇	○	○	○	○	◇	○	○	○	○	◇	○	○	○	○	◇	○	○	○



E・シャフト加工用トランスファマシンを導入
 '60～'62かけてエンジン工程に
 スファマシンを導入
 動立旋盤AV18を発表

単軸自動旋盤AC30を発表
 フランスのソムア社とZ形フライス盤の技術提携
 世界初の本格的な工作機械組立コンベアライン
 (立用)完成
 '61～'64年にかけて内製のトランスファマシン
)、各種加工・組付専用機導入

豊田工機、数値制御(NC)フライス盤Z3Cを発表
 トヨタ自動車、富士通ファンック、豊田工機との
 共同開発による世界初のNCカム研削盤を完成

65 トヨタ自動車、トランスファマシンや専用機を自動搬送装置で
 結んで大幅に自動化したエンジン加工ラインを導入
 65 トヨタ自動車、NCフライス盤を導入

> '66 豊田工機、独自の流体軸受“TOYODA STAT BEARING”を
 用いた全自动クランクピッキン研削盤、全自动カム研削盤、
 マルチホイール研削盤を完成
 > '66 アイシン精機、豊田工機製のブレーキシリンダ加工用
 トランスファマシンを導入

▷ '68 豊田工機、マシニングセンタを発表

▷ '69 豊田工機、研削盤45M/60Mシリーズ、クランクシャフト
 加工用旋盤AMPL、マシニングセンタCHN305-I・DTN350-Iを発売
 ▷ '69 日本電装、NCフライス盤を導入

▷ '70 豊田工機、日本初の適応制御
 (AC)円筒研削盤GON20-100を発表

用の自動停止
 ▷ '72 豊田工機、日本初の角物加工用FMSを完成
 ▷ '72 豊田工機、NC専用機を完成

型
 用機(前後上下面
 ブリッタ穴明けボール盤、
 油ボール盤・

▷ '74 トヨタ自動車、NCピン研削盤を導入
 ▷ '74 豊田工機、超精密旋盤AHP50を完成

▷ '76 豊田工機、CBN砥石付全自动カム研削盤GCB7-63を完成

▷ '77 日本電装、フレキシブルトランスファラインを導入

▷ '78 トヨタ自動車、量産用NC専用機を導入

▷ '79 トヨタ自動車、豊田工機と共同開発のFTL(フレキシブルトランスファライン)を導入

円筒研削盤RA25-100を導入

▷ '80 豊田工機、CNC全自动円筒研削盤G61A-32×63を発表
 ▷ '80 アイシン精機、NC加工機を大量導入

▷ '82 アイシン・ワナー、豊田工機製のFF用A/T加工用直送型トランスファマシンを導入

▷ '83 アイシン精機、タンデムマスタリングとダブルPバルブの機械加工をフレキシブル化

▷ '84 豊田工機、立形マシングセンタFV45を発表
 ▷ '84 トヨタ自動車、豊田工機と共同開発したマシングセンタによるエンジンの中種中量生産ラインを完成

▷ '85 トヨタ自動車、ATC付NC専用機を導入

▷ '86 豊田工機、CNC/CBN生産形マスタレスカム研削盤を発表

▷ '88 豊田工機、TOPセンタ発表

▷ '89 豊田工機、CNCフレキシブルクランクピッキン研削盤GV70・GV100を発表

▷ '89 トヨタ自動車、豊田工機製のクランクシャフト加工用ターンプローチを導入

▷ '90 豊田工機、AI応用インテリジェント研削盤GL4を発表

▷ '91 トヨタ自動車、豊田工機製のCNC高速ピストン旋盤を導入

▷ '92 豊田工機、分散制御式ミュラートransファマシンを発表

▷ '93 トヨタ自動車、ビルトインモータ主軸付専用機を導入

▷ '93 トヨタ自動車、NCヘリカルプローチを導入

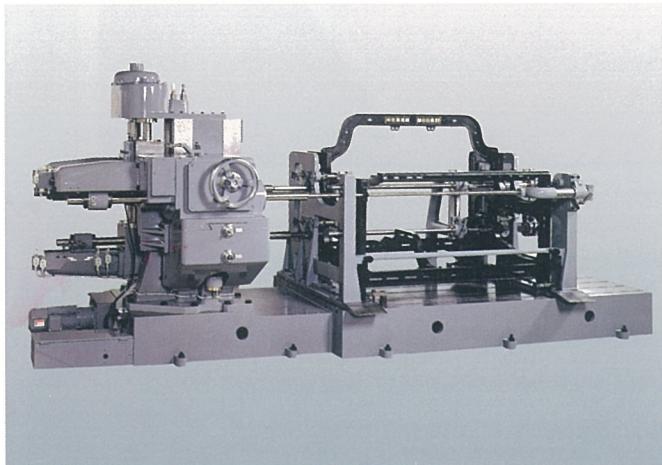
▷ '94 豊田工機、CNC超精密三次元曲面加工機、AHN60-3Dを発表

▷ '96 トヨタ自動車、豊田工機、豊田中央研究所、ハーベルリンク応用高速切削加工機HexaMを共同開発

展示機の解説

産業技術記念館の自動車館生産技術展示には、機械加工技術コーナーがあり、そこにはトヨタ自動車創業期から現代に至る工作機械が展示されている。今回の特別展では、新たに複製された自動織機フレームの軸穴を同時に加工できる3軸同時中ぐり専用機を始め、自動車創業時に導入された輸入工作機械、トヨタ内製や豊田工機製の歴史的な機械から最新開発による工作機械など14台を展示している。

織機専用工作機械



織機フレーム用3軸同時中ぐり専用機 (1927年、複製)

豊田自動織機製作所が、G型自動織機の製造を開始した時に導入した専用機の複製である。同織機のフレームの両側面には、クランク軸、タペット軸、サーフェスローラ軸の軸穴を備えている。この専用機は各軸の両側面の軸穴の中心線を一直線にそろえるとともに、3つの軸が互いに平行になるように軸穴を同時に加工する(下写真の矢印部分)。豊田喜一郎は、高精度の自動織機を量産するために専用機を導入し、さらに量産と設備の経済性を両立させるために、仕様変更にも対応できるよう、軸穴の加工位置を変える調節機構を同機に採用した。専用機に対するこの考え方は、初期の自動車製造にも引きつがれた。

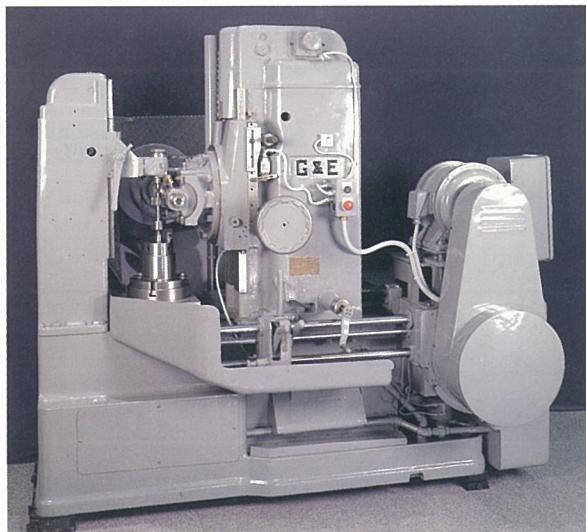
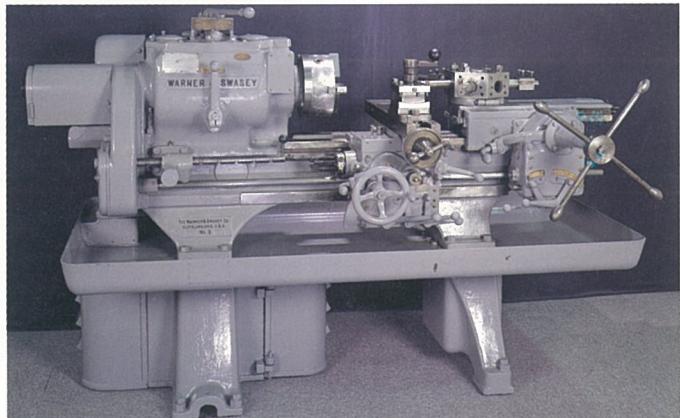


自動車創業当時の輸入工作機械

No.3タレット旋盤 (1936年、W&S社製)

豊田自動織機製作所の自動車部が、1936年に導入したアメリカのW&S(ワーナー＆スウェージー)社製No.3タレット旋盤19台の内の1台であり、同社は全アメリカの需要の半数以上を供給したと言われるタレット旋盤の専門メーカーである。タレット旋盤は、主にボルトの製造に使用され、材料送り出し、チャッキング、外径切削、ねじ切り、面取り、突っ切りの各工程を、横送り台やタレット台の工具を交換しながら、丸棒や六角材を長尺のままで加工できる生産性の高い旋盤であった。

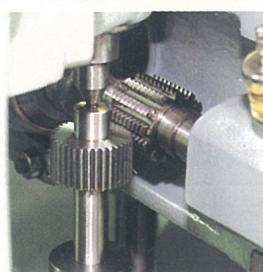
◇自動車部およびトヨタ自動車の導入実績◇
1935年～1940年 W&S社製タレット旋盤 136台
(No.1A:15、No.2:35、No.3:77、No.4:9)

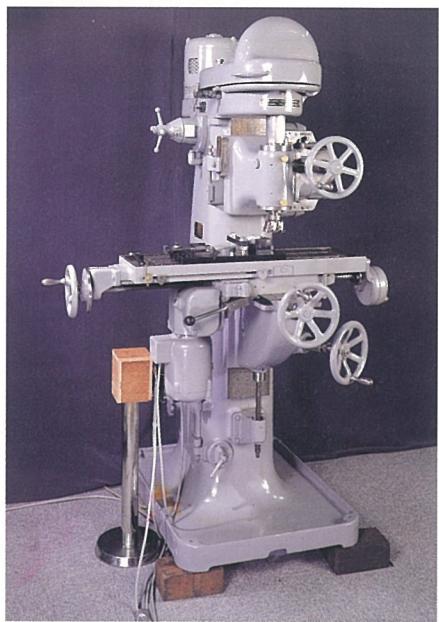


16Hホブ盤 (1939年、G&E社製)

トヨタ自動車が、1939年に導入したアメリカのG&E(グールド&エバーハート)社製の歯車加工用の16Hホブ盤7台の内の1台であり、トランスミッション用歯車の加工に使用された。ホブ盤は、多数の刃を外周に連続して螺旋状に備えた円筒状の工具(ホブ、下の写真)を回転・移動させながら、回転する歯車素材の外周に歯形を切削する生産性の高い歯切り機である。ホブと素材の回転が連動する精密で複雑な機構を備えており、当時の国産機は、わずかな機種だけであった。

◇自動車部およびトヨタ自動車の導入実績◇
1937年～1940年 G&E社製ホブ盤(12H形、16H形)12台





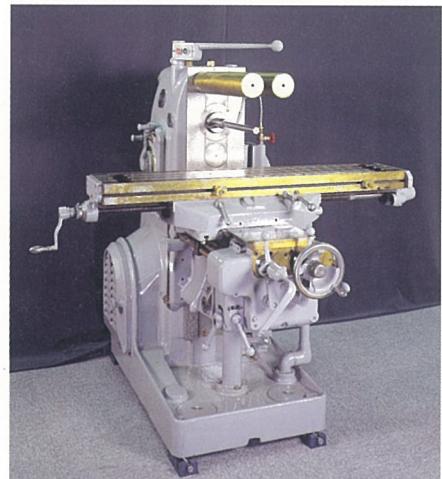
No.10V立フライス盤（1938年、AH社製）

トヨタ自動車が、1938年に導入したイギリスのAH（アルフレッド・ハーバート）社製No.10V立フライス盤3台の内の1台である。豊田自動織機製作所自動車部やトヨタ自動車で導入した数少ないイギリス製機の一つであり、同社はイギリス最大の工作機械メーカーであった（1980年代に消滅）。フライス盤については、アメリカのカーネ&トレッカー社製が主流になつたのであり、AH社製は少数のNo.10Vのみであった。

◇自動車部およびトヨタ自動車の導入実績◇

1934年～1938年 AH社製ボール盤 5台

1938年～1939年 AH社製No.10Vフライス盤 5台



自動車創業当時の内製工作機械

No.2H横フライス盤（1941年、トヨタ自動車製）

1937年から豊田自動織機製作所の工機工場で製造を開始したNo.2H横フライス盤は、後のトヨタ自動車工機工場や豊田工機でも製造され、1944年までに32台が導入された。展示機は1941年に導入した5台の内の1台であり、同機種はアメリカのK&T（カーネ&トレッcker）社のNo.2H横フライス盤（自動車館に展示）をモデルにしたものである。同機種は使いやすく故障が少なく、重切削にも耐えられたことから、多数導入され、内製機のモデルにもされた。

◇自動車部およびトヨタ自動車の導入実績◇

1933年～1940年 K&T社製フライス盤 79台（16機種、内No.2H:33台）



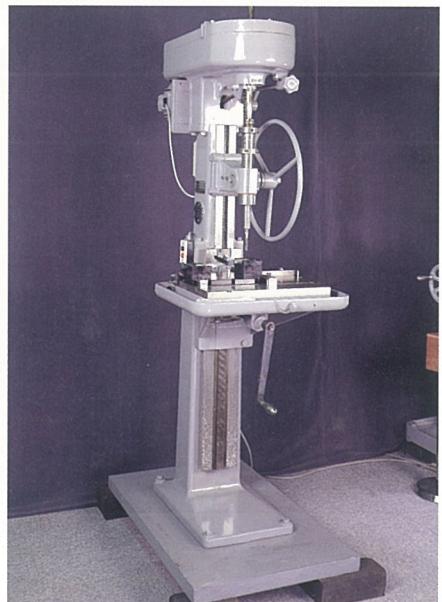
E旋盤（1939年、トヨタ自動車製）

E旋盤は、1937年6月に完成した豊田自動織機製作所工機工場で製造を開始し、後のトヨタ自動車工機工場や豊田工機でも製造され、1944年までに61台が導入された。E形は工場生産用のために、操作性を重視した簡素な構造に設計され、加工精度や経済性で評価された旋盤であり、E形より大型のF形とともに幅広く生産工程で用いられた。

◇自動車部およびトヨタ自動車の導入実績◇

1937年～1944年 豊田自動織機・

トヨタ自動車・豊田工機製旋盤191台
(A:5、B:10、DD:15、E:61、F:47、G:18、
GA:2、タレット[No.2、No.3]:7、自動
[HD200、FB-12]:26)



I直立ボール盤（1941年、トヨタ自動車製）

I直立ボール盤は、1937年から豊田自動織機製作所工機工場で製造を開始し、1942年までに31台が導入された。展示機は1941年に導入された19台の内の1台である。I形はイギリスのアルフレッド・ハーバート社製をモデルにした14インチ小型ボール盤であり、同機種は後に、豊田工機でNH形に改良された。なお、大型ボール盤については、アメリカのシンシナチ・ビッグフォード・ツール社製の24インチボール盤をモデルにしたC形が52台導入され、同様にNCA形に改良された。

◇自動車部およびトヨタ自動車の導入実績◇

1936年～1944年 豊田自動織機・トヨタ自動車・豊田工機製ボール盤117台（パワーユニット式B形、C形、D形、I形）

豊田工機開発主要工作機械

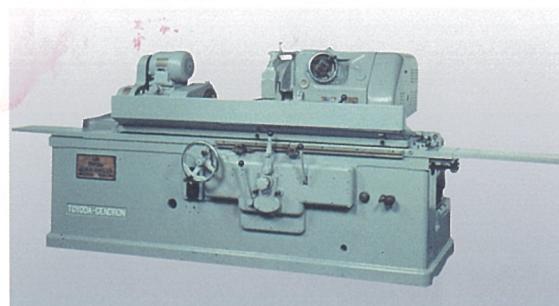
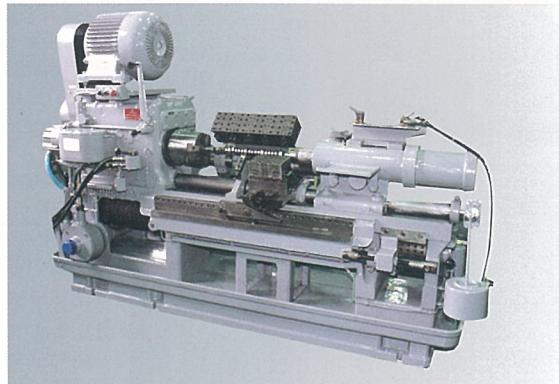
FB12自動多刃旋盤（1954年、豊田工機製）

FB12自動多刃旋盤は1942年から豊田工機が製造を開始した。展示機は、トヨタ自動車が1954年に導入した8台の内の1台であり、加工物の着脱装置を改良した型式で、12"×45"のアクスルシャフト加工用であるが、後に5V型エンジンのカムシャフト加工用に転用され、1996年まで使用されていた。同機種は1941年に豊田工機が設立される以前、アメリカのJ&L（ジョーンズ＆ラムソン）社製のFay形12"自動多刃旋盤をモデルに、トヨタ自動車工場で開発され、後に豊田工機に引き継がれた。

◇自動車部およびトヨタ自動車の導入実績◇

1937年～1938年 J&L社製Fay形自動多刃旋盤 10台 (8":5, 12":4, 20":1)

1942年～1954年 豊田工機製FB12自動多刃旋盤 23台



RA25-100円筒研削盤（1956年、豊田工機製）

豊田工機は1955年にフランスのジャンドルン社から円筒研削盤の技術を導入し、翌年RA25-100円筒研削盤の製造を開始。同機種は、ジャンドルン研削盤の特徴である流体軸受の砥石軸を採用し、加工精度、信頼性、耐久性に優れており、1956年に製造された6台の内の1台が、同年12月トヨタ自動車にも導入された。豊田工機では、1961年には世界初のコンペアを用いた工作機械の組立ラインを構築し、円筒研削盤を量産するとともに、独自の流体軸受を開発して自主技術によるTOYODA円筒研削盤を1965年に完成した。展示機は同社の研削盤技術の原点となったRA25-100円筒研削盤の1号機である。

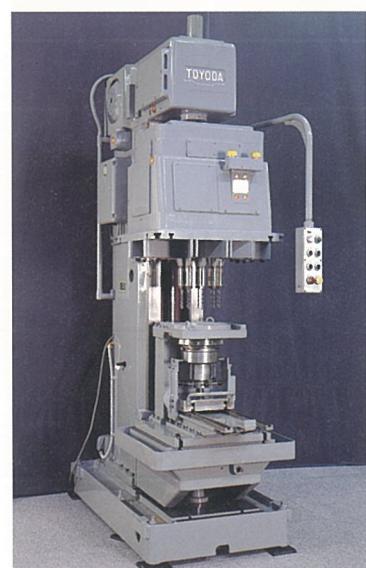
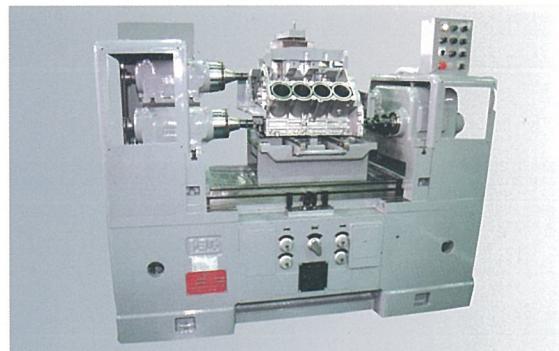
ERA-ES22精密中ぐり盤（1961年、豊田工機製）

豊田工機は、アメリカのエキセロ（EX-CELL-O）社製をモデルに、横精密中ぐり盤EJ・ESシリーズを1941年に開発した。戦後も同シリーズを製造したが、1956年には精度向上のために油圧タンク・主軸モーター位置を改良したERシリーズを、さらに、1958年には油圧回路を改良したERAシリーズを開発した。展示機は、トヨタ自動車が1961年に導入した豊田工機製のERA-ES22精密中ぐり盤であり、1996年までに5V型エンジンシリンダーブロックの前面2個、後面4個の同時穴加工に用いられた。

◇自動車部およびトヨタ自動車の導入実績◇

1937年～1938年 EX-CELL-O 社製精密中ぐり盤 6台

1942年～1945年 豊田工機製精密中ぐり盤EJ・ESシリーズ 9台



NND多軸ボール盤（1972年、豊田工機製）

展示機はトヨタ自動車が1972年に導入した豊田工機製のNND多軸ボール盤である。豊田喜一郎は仕様変更に対応することを考えて、軸の位置が調節可能な専用機を輸入し、それらをモデルにした内製の多軸ボール盤も導入した。それを豊田工機で改良し、1953年にNATCO製をモデルにしたNN多軸ボール盤を開発。その後の3次にわたる改良を経て、1958年にNND形が完成し、汎用性を備えた専用機として広く使われた。

◇自動車部およびトヨタ自動車の導入実績◇

1934年 バウッシュ・マシン・ツール社（米）製多軸ボール盤 2台

1936年 NATCO社（米）製多軸ボール盤 1台

1939年 内製10軸AAボール盤 1台

1941年 内製両頭16軸ボール盤 1台

最新工作機械



TOPセンターE (1997年、豊田工機製)

豊田工機が1987年に開発したTOPセンターM、Sシリーズに続いて、1995年に開発したEシリーズであり、小型・高速化された小物部品量産用の数値制御(NC)加工機である。上部に工具を8ないし16本装填した自動工具交換装置(ATC)を備えており、主軸の工具を交換しながら、平面切削、穴あけ、中ぐり、ねじ立てなどの加工を高速、高精度で行う。主軸の最高毎分1万回転の高速切削に対応して、主軸移動の高速化や工具交換時間の短縮を図り、単軸での高い生産性を実現した。本機自体の高い汎用性、生産性に加えて、付帯する豊富で多様な治具や搬送装置の採用により、フレキシブルで転用性の高い量産ラインの構築が可能となった。

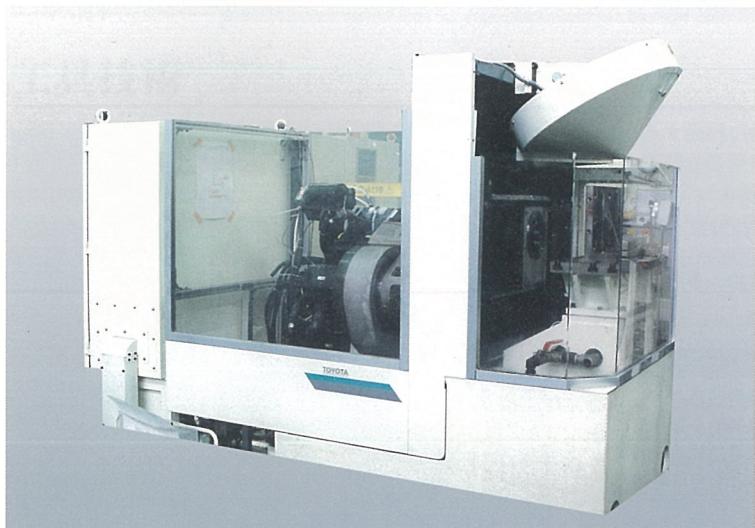
“HexaM” パラレルリンク形 切削加工機 (1996年、豊田工機製)

豊田工機が、トヨタ自動車、豊田中央研究所と共同で1996年に開発した切削加工機である。1組2本の平行なロッドで構成されるパラレルリンク3組、合計6本のロッドで保持された主軸が、高速で回転しながらパラレルリンク機構によって位置と姿勢を迅速に制御される。従来の概念を一変させた主軸制御機構であり、それぞれ独立してロッドを動かす直線駆動装置を固定側に装着することによって、移動体重量は大幅に軽減され、飛躍的な主軸送りの高速化(100m/min)、主軸移動の高速化(1G)を実現。革新的な型切削加工機として実用化が期待されている。



超高速穴明けセルマシン (1996年、トヨタ自動車製)

高速で穴加工する数値制御(NC)穴加工機の基本機構(セル)となるベースマシンであり、回転運動する二つの関節と往復運動する1軸で構成される位置決め機構によって工具の位置を制御する。従来の加工機の工具の位置が複数軸の座標の合成(ベクトル量)で決められたのに対し、この機構では各関節と軸の回転角度(スカラー量)で関節と軸を高速同期制御することによって、瞬時に工具の位置を決める。さらに、毎分8千回転での高速ねじ切り加工により、1穴の加工所用時間は1秒であり、従来の多軸加工機の加工所要時間内に単軸で多数の穴を加工できるので、従来機に置き換えることが可能である。



工作機械の要素技術

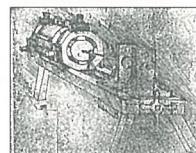
工作機械は、主に金属材料の工作物と加工工具とを動力を用いて相対的に移動させることで、工作物の不要部分を除去し、必要な形状、精度の製品に加工する。その際の相対的な移動の仕方は、直動（まっすぐな動き）と回転およびこれらの組み合わせで構成されるため、工作機械には直動のための「送り装置」と回転のための「軸受」が欠かせない。また、金属材料を削る、切るといった加工のためには、工具自体の材料の研究開発も重要である。今回の特別展では、これら工作機械に欠くことのできない技術を「工作機械の要素技術」として冒頭に展示している。



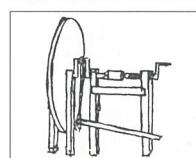
レオナルド・ダ・ヴィンチ
(1452-1519)

レオナルド・ダ・ヴィンチ式軸受

近代科学技術の先駆者であるレオナルド・ダ・ヴィンチは、工作機械に対して高い関心を抱いていたと思われ、力を伝達する歯車や、旋盤、中ぐり盤、ねじ切り盤など数多くの原理を考案している。そして現在機械のあらゆる回転部分で活躍するペアリングの原型も、彼のスケッチではないかと言われている。しかし、スケッチは残っているものの、それを再現した模型は世界中どこの博物館にも見当たらなかった。そこで、現存しているスケッチをもとに光洋精工（株）で再現したのが展示した「ピボットペアリング」と「スラストペアリング」の模型である。いずれのペアリングも、現代の視点から見ても極めて合理的で優れた構造を与えられており、約500年も前の天才のひらめきの素晴らしさを改めて伺い知ることができる。



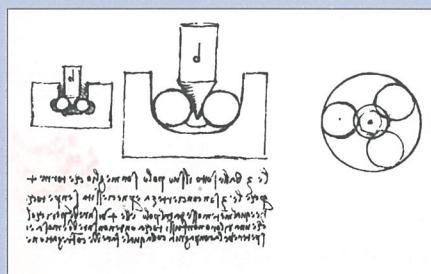
木管中ぐり盤スケッチ
〔出典：機械技術94/7月号 P73〕



足踏み旋盤スケッチ
〔出典：機械技術92/6月号 P106〕

ピボットペアリング

再現模型



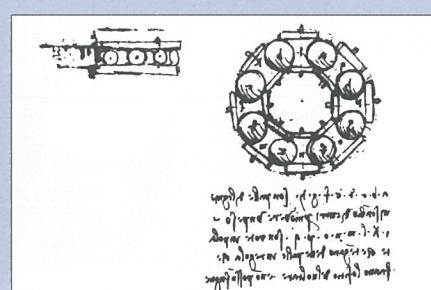
レオナルド・ダ・ヴィンチのスケッチ

（左図下の説明文の訳）

「軸の下の玉は4つよりも3つのほうがよい、というのは3つの玉は確実かつ必然的に常に軸に接触しており、その軸によって均等に動かされるからである。ところが4つの玉を用いた場合には、その内の1つが密着しない。そのため動かされないので、仲間を待っていてそれと摩擦する危険がある。」

スラストペアリング

再現模型



レオナルド・ダ・ヴィンチのスケッチ

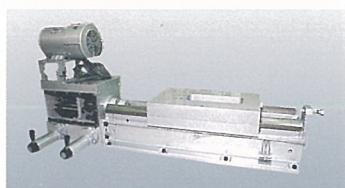
（左図下の説明文の訳）

「a.b.c.d.e.f.g.hh.は木製の玉であって、ころの代わりに重量物を動かすのに使用される。i.k.l.m.n.o.p.q.は、前述の玉を規制するための軸の付いた車で、玉がうまく転がって逸脱しないようにする。」

スケッチ出典はいずれも
マドリッド手稿より

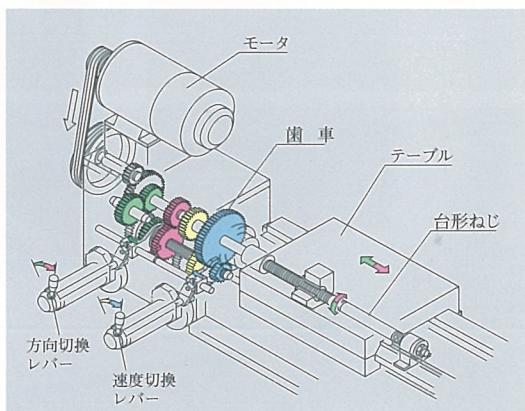
送り装置

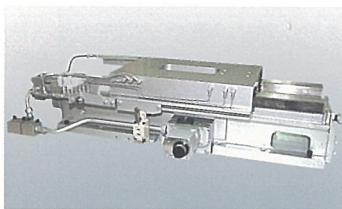
送り機装置は、加工を行うために工作物と加工工具を相対的に移動するために使用するもので、自動化のレベルにより、手動送り装置、半自動送り装置、全自动送り装置の3種類に大別される。さらに自動送り装置を機構によって分類すると、メカニカル送り装置、油圧送り装置、NC（数値制御）送り装置の3種類があげられる。加工作業では工作物の形状、材質などに応じてストローク（移動距離）と速度を最適に設定することが生産性を向上する上で重要なため、多種の加工サイクルを実行可能なNC送り装置が現在の主流となっている。



メカニカル送り装置

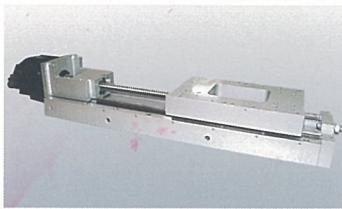
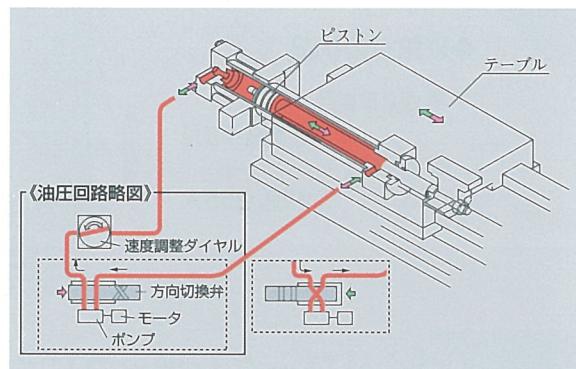
モーターの回転運動を、台形ねじによって変換し、テーブルの直線運動を行なう機構である。レバー操作で歯車の組み合わせを変えることにより正転逆転および高速低速の切り換えを行う。





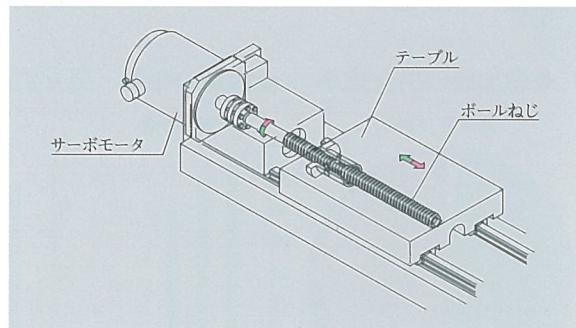
油圧送り装置

油圧の力を利用してピストンを動かし、テーブルを直進運動させ、油の流入方向の切り替えで、テーブルの運動方向を変える機構である。また、速度調整ダイヤルを回して油量を調節し、速度を調整することができる。



NC送り装置

サーボモータの回転をボールねじを用いて直線運動に変換する機構である。NC装置（数値制御装置）からサーボモータに指令を与えることにより、任意の位置に任意の速度でテーブルを移動することができる。



軸受技術

ボール盤、中ぐり盤、フライス盤、研削盤、旋盤、ホブ盤、円筒研削盤などの機械で、様々な回転部分に用いられている重要な技術である。軸受装置に求められる特性には、回転精度、回転工具あるいは工作物の重力や切削力に耐える剛性、使用する回転速度での動力消費（発熱）が少ないことなどと数多くあり、使用条件に応じて軸受装置の種類を選択して使用する。近年の傾向としては、工作機械の一層の生産性向上のために高速化に様々な工夫が払われている。

転がり軸受スピンドル

転がり軸受スピンドルは、内輪、外輪と転動体（ボールおよびローラ）および保持器で構成され、代表的なものとして玉軸受、ころ軸受、セラミックス玉軸受があげられる。高精度、高速度、高剛性や長寿命、低昇温、低騒音のニーズに対応して様々な種類・形式がある。



展示用模型

流体軸受スピンドル

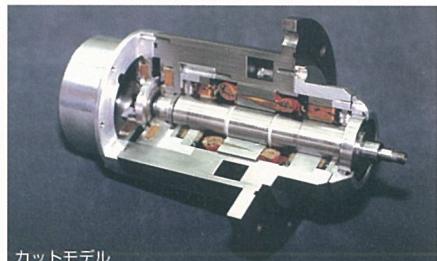
流体軸受スピンドルは、スピンドルと軸受メタルの間に油膜を形成して摩擦力を低減するものである。油膜形成の方法には、スピンドルの回転といっしょに回る油によって楔型の隙間に生じる圧力をを利用する動圧式と、あらかじめ加圧した油を軸受けポケットに供給する静圧式がある。



「静圧式」の展示用模型

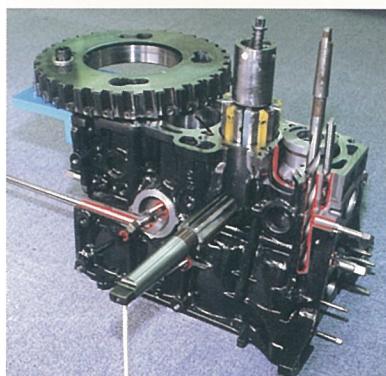
磁気軸受スピンドル

正式には制御型磁気軸受スピンドルと呼ばれ、変位センサーで回転体の位置を検出し、電磁石の吸引力を調整することで非接触での支持を実現している。これにより極めて高い静寂性、長寿命、超高速回転を可能にした軸受技術である。



カットモデル

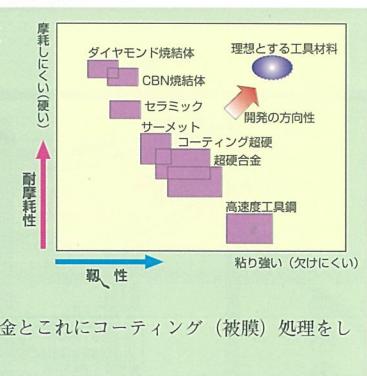
工具技術



工具の素材として、何を、どのように加工して用いるかという工具技術は、人類が石を工具材料として用い始めた太古の時代からの課題である。産業革命以降、特に1900年からの工具技術の進歩は著しく、加工能率、工具寿命、加工精度は急速に高められてきた。より複雑な加工を、より高速に行うためには、工作機械の構造的な進化と同時に工具技術の進化が不可欠である。展示したエンジンプロックのカットモデルは、各部の加工に用いる工具の種類とその形状を示したものであり、複雑な加工に必要な多彩な工具技術を見ることができる。

工具材料の特性

工具材料の理想的な特性としては、摩耗にくさと粘り強さの両方を備えていることである。しかし、このような材料は未だ見いだされておらず、現在のところ最も理想に近い工具材料は、超硬合金とこれにコーティング（被膜）処理をしたものと言える。

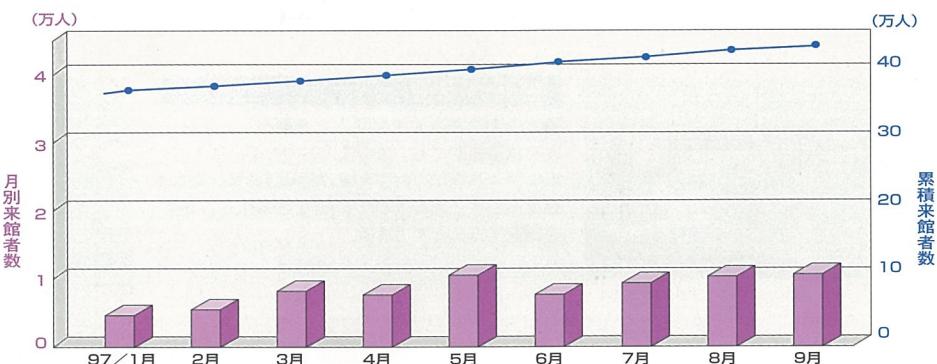


Data

●来館者数

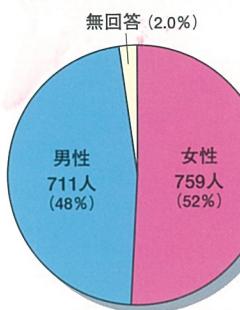
◆来館者の状況

平成6年6月～
平成9年9月
来館者数
429,855人

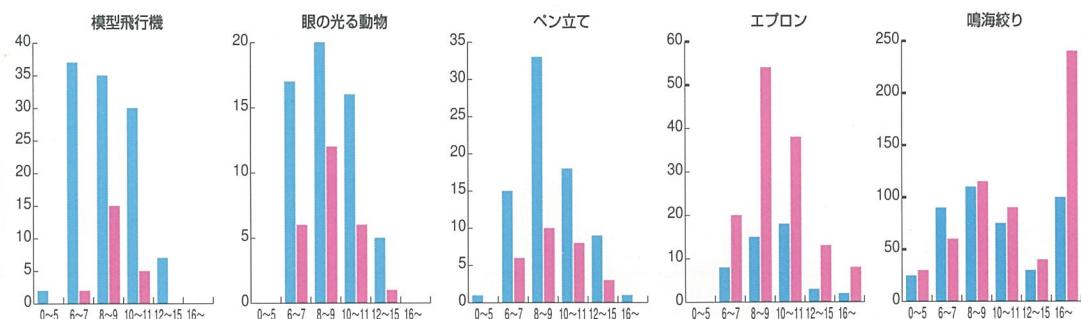


●モノづくりワークショップについて

◆参加者の男女比率



◆種別の年齢・男女別比率 (■: 男性 ■: 女性)



Information

●特別展 [マザーマシンのロマン]

—機械をつくる機械の昔と今「工作機械展」— 開催中

平成9年10月17日(金)～11月24日(月)

場所：当館特設会場

機械をつくるための機械の“歴史と進歩”をわかりやすく紹介。創業期の機械から最新の機械までを展示物とともに、各工作機械の役割を楽しく学べる体験コーナーも設置。ぜひご覧下さい。

〈レストラン X'mas 特別ディナー〉

館内のレストラン「ブリックエイジ」では、X'mas特別ディナーとホール内X'mas装飾及び生演奏により、素敵なお食事ディナーがお楽しみ頂けるよう用意しております。

期間：'97年12月16日(火)～25日(木)

ご予約お問い合わせ先

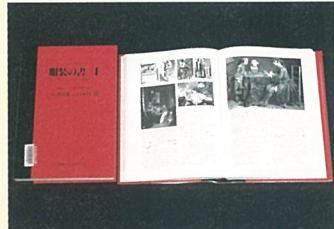
：レストラン「ブリックエイジ」

TEL (052) 551-6243・6244

図書室の小窓

「ファッションの歴史」

いつの時代にも、ファッションは女性の大きな関心事のようです。この本は、戦後日本で西洋の服飾研究が進むなか、研究者には必須の基本図書とされながらも、あまりにも膨大なため、これまで手がつけられなかったミリア・ダウンポート女史の労作（950ページ）であるTHE BOOK OF COSTUME (1948, NEW YORK) の翻訳です。女史自身、序文の中で述べていますが、「理想的な服飾の本とは、多くの絵（総て実録で、年代順に並べられ、色刷りであること）を提供してくれ、言葉なしで自然に物語られるもの」です。その目標に沿いこの本も作られていて、資料の収集だけで10年を要しました。残念ながらカラーではありませんが、2,782枚の図版により、古代から19世紀までのあらゆる時代を網羅する、年代記的な服装の調査書となっています。専門的で発行部数が少ないためか、個人で購入するには少し値段が高い（I・II巻で9万円）ので、ぜひ当図書室でご覧になって下さい。



「服装の書 I・II」
ミリア・ダウンポート著
元井 能監修 岩崎雅美 ほか 訳
関西衣生活研究会
平成5年

ご案内



開館時間

◆午前9:30～午後5:00（入館は午後4:30まで）
※レストランは22時まで営業

休館日

◆月曜日（祝日の場合は翌日）
◆年末年始

観覧料

◆大人（大学生含む）500円
◆中高生 300円
◆小学生 200円
※30名様以上の団体は1割引 ※100名様以上2割引
※学校行事での来館では学生は半額

交通

◆【名鉄】「栄生駅」下車徒歩3分
◆【地下鉄】「亀島駅」下車徒歩10分
◆【市バス】名古屋駅前 バスター・ミナルレモンホーム
10番のりば 「名古屋駅行（循環）」「則武新町3丁目」下車徒歩3分
無料駐車場 乗用車 300台 大型バス 10台

館報Vol. 10 発行日／平成9年10月15日 発行者／産業技術記念館



〒451 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