

## 令和3年度 千葉県立現代産業科学館 企画展 「カ・ラ・ク・る ―歯車が伝える動き―」について

\*1 佐俣 憲範  
\*1 荒井 喜代美  
\*2 家田 隆  
\*2 高橋 真希子  
\*2 村田 憲一  
\*2 金田 幸代

SAMATA Yoshinori  
ARAI Kiyomi  
IEDA Takashi  
TAKAHASHI Makiko  
MURATA Kennichi  
KANEDA Sachiyo

要旨：令和3年10月16日（土）から12月5日（日）の期間で、歯車などの伝える動きをテーマにした企画展を開催した。本稿は、企画の意図や展示の実際についての概要報告である。

執筆は、3・4 (2) ア・6を家田、4 (2) イ・5を佐俣、4 (2) ウ・8・9を金田、4 (2) エを村田、7を高橋、1・2・4(1) (2) オを荒井が担当した。

キーワード：機構 歯車 歯車アート からくり人形 歯車博士

### 1 はじめに

本稿では、「令和3年度 企画展 カ・ラ・ク・る―歯車が伝える動き―」に係る展示構成や要旨、関連行事の概要を報告する。また併せてアンケート結果を踏まえ企画展について総括する。

本展は、コロナ禍での感染症拡大防止に配慮した展覧会となった。

### 2 テーマの設定

展示計画として動くおもちゃを紹介する展覧会の開催を軸に、身近な動くしくみを体験する機会をつくることに繋げ、身の回りにあるさまざまな機械に使われ見えないところで活躍する、歯車などの動きを伝えるしくみをテーマに設定した。「からくり」が多くの展覧会で題名として多用されていることから、響きを特徴づけた別の名称として「からくる(絡繰る)」という動詞を採用した。「からくる」とは、もともとは糸などを繰る(引っ張る・回す)ことを指す。からくりのある機械などに使われているしくみは、人々の生活に直結し便利な工夫の数々となって今の暮らしに脈々と息づいている。カ・ラ・ク・ると一音ずつ「・」区切りを入れ、リズムカルで歯切れよい展覧会名とした。ほとんどの動きを伝えるしくみには「歯車」が使用されていることから、それを代表的なものに据えた。また、展示の意図を伝えるため、「歯車

が伝える動き」をサブタイトルとした。

### 3 調査研究

#### (1) 機構とは

図1は、運動の形や速度を変えて伝達するためによく用いられている仕組みの例である。これらのように、運動の伝達や変換を目的として、いくつかの部材を組み合わせて決められた運動をするものを機構(メカニズム)とよんでいる。この機構で、たがいに接触し、力を伝える、運動を伝えるという役割をする部材を、節またはリンクという。図1に示す、ベルトコンベア(ベルト・プーリ)・歯車などはすべて節である。

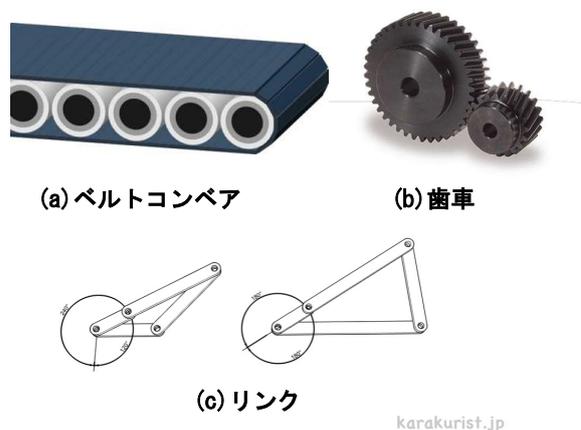


図1 運動を変換・伝達する機構の例

機構の身近な物の例として、DVD プレーヤーがある。映像・音質・操作性に優れ、私たちの生活から切り離すことのできない電子機械である。この DVD プレーヤーも機械であるから、目的の仕事をするために、複雑な動きをする。DVD プレーヤーのトレイを開けると、ラック（直線状の歯先）と歯車を直線運動⇔回転運動させるための仕組みがある。モータの回転運動が、ベルトと歯車によってトレイの直線運動に変換されていることがわかる。このように機械に決められた運動を行わせるには、モータなどの駆動源の運動の形を変えたり、速度を変えたりして伝達する必要がある。機械は、これらの運動を行うために多くの部品を組み合わせで構成されている。

展示では、身近なものを題材に、映像やアニメーションを使って、機械の見えない部分を解説した。

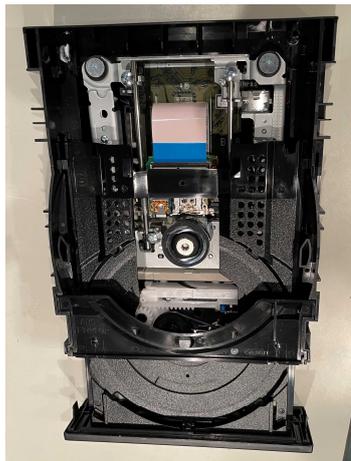


図 2 DVD プレーヤー内部

## (2) 歯車とは

歯車は、次々と噛み合う歯によって、回転運動を連続的に伝達する。回転する力を途切れることなく相手の歯に伝える。主に速度をコントロールし、噛み合う歯車の組み合わせを変えて、必要な速度を得ることが可能であり、低速から高速までの回転運動を伝達できる。速度を自由に変換することは歯車の代表的な使い方であり、2つの歯車が噛み合って、1つの機構を構成しているものは多数あるが、精密であればあるほど、デリケートで壊れやすく、耐久性に難があるといえる。展示では、現代の歯車、動力を使って動かす歯車というコンセプトのもと調査研究を行った。

## (3) 展示資料の検討

### ア ツインモータギヤボックス

モータと歯車の基本的な動きをシンプルに観察することができる。モータは一定の電圧をかけると、それに応じて回り続けるが、任意の速度を制御することは不可能である。そこで高速、中速、低速など、必要とする速度を得るためには歯車の存在が欠かせない。電圧、歯車の組み合わせ（ギヤ比も含めて）などを様々な条件のもと、設定し、速度制御ができていることを体感してもらう。高速・中速・低速の各ギヤ比を設定し、速度変換されている様子、速度の違いを見ることも可能である。しかし、歯車の速度変換だけであると、単調な動きになるので、ツインモータギヤボックスを活用した展示品を検討し、工業高校で一から製作されているライトレースカーを採用した。

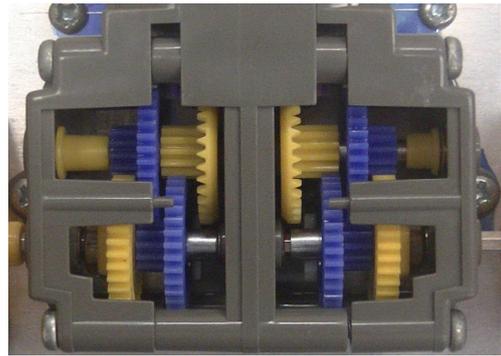


図 3 ツインモータギヤボックス

### イ サーボモータを使った二足歩行ロボット

2脚で移動する人間型ロボット（二足歩行ロボットとよばれている）の研究が、企業や大学・研究機関で進められている。一般の人が参加できる二足歩行ロボットの大会が内外で開催されるようになり、ロボット用部品や組立キットなども販売されている。二足歩行ロボットは、玩具メーカーが販売している身長 20cm 程度のものから、企業や研究機関が開発している人間とほぼ同じ大きさのものまで様々である。二足歩行ロボットには、制御の頭脳に相当するマイクロコンピュータ、ロボットの姿勢制御や転倒検出のためのセンサが用いられる。また、アクチュエータは、ロボットの関節などに用いられるが、ロボット用サーボモータを使用している。ロボット用サーボモータは、ラジコン飛行機やラジコンカーの舵取り装置などに

使われているラジコン用サーボモータ（RCサーボモータともいう）をロボット用に改良したものである。このモータは、小形のDCモータと減速装置、ポテンションメータ、制御回路を1つにまとめ、簡単に位置制御ができるのが特徴である。サーボモータの内部を分解すると、歯車減速機が中に入っているが、特に歯車の動き、内部を可視化することが難しい。そのうえ、二足歩行ロボットは、非常に精密な部品で構成されており、故障の頻度も高く、展示資料としてはメンテナンスが厳しいので断念した。

#### ウ 教育版レゴマインドストーム

教育版レゴマインドストーム EV3(以下「レゴマインドストーム」と表記)は、レゴマインドストームシリーズの3代目のロボット作成キットである。レゴマインドストームは、MIT(マサチューセッツ工科大学)とレゴ社が共同開発した、教育用ロボットキットである。センサやモータを使ってロボットを作ること、温度や距離など、センサを使って計測する科学実験などに用いられる。

レゴマインドストームは歯車で動く機械を自由に作ることができる。モータ、歯車、車軸、タイヤ、ブロック、センサ、歯車の機構部品や遠隔操作装置、さらにマイクロコンピュータを組み合わせてロボットを作ることができる。レゴマインドストームは、ロボットを一つ一つのパーツから組み立て、歯車の組み合わせも多岐にわたっている。バラバラのパーツからの組み立てであることと、少々値段が高価であることから展示資料としては断念をした。

## 4 展示概要

### (1) 概要

4つの単元に分けて構成した。機構模型やアニメーションで、楽しみながら力が伝わる動きやしくみを観察できるコーナーを設置した。これらの機構を使っただけに使われてきた道具類を紹介し、さらに機構を道具以外のものでも利用し、驚きをもって楽しめる作家による作品を紹介した。併せて房州に生まれた歯車の研究における世界的権威者を紹介した。また、現在作られているさまざまな歯車のうち、特徴的なものを展示した。以下

に内容をまとめる。

### (2) 展示構成

#### ア 単元1 カ・ラ・ク・る くるくる動きのしくみ

#### (7) 導入映像による展示

企画展の入口にあたる単元1は、「まわる仕組み、力の伝わり方を観察してみよう」というコンセプトである。企画展の導入部でもあるので、身の回りにある生活用品や製品などを映像で紹介し、入館者に興味を持ってもらうことに主眼を置いた。導入映像では、企画展の要である「機構（メカニズム）」について、機械の仕組みになりがちである物と物だけでなく人と人のつながりや組織などを例で紹介から始めた。身近な機構として、自転車のペダルを動かし、ベルトやチェーンを巻き掛けて伝動する様子や壁掛け時計の秒針を刻々と刻む歯車の様子を可視化し、身近にある機構を感じ取ってもらえるような工夫を行った。また、内部が見えない製品、例としてデスクトップ型PCに使用されているDVDドライブの内部を分解し、トレイを開閉するのにモータと歯車が連携して動作する様子を撮影し、製品の内側の見えないところでも歯車の動きなくしては成立しない様子を紹介した。



図4 単元1 導入映像による展示

#### (イ) 株式会社 MOLEN による機構模型展示

様々な製品や機械などで使用されている機構は、複雑な構造となっている。しかし、複雑な機構も元は単純な機構の集まりに過ぎないが、機構を理解するには書籍や3Dでは難しい点が多々ある。単純な機構を入館者自身が動かし、動きや仕組みを理解するための機構模型を展示した。単元1のコンセプトである力の伝わり方やまわる仕組みを見るにはうってつけの展示である。当初新型コロナ

ウイルス感染症拡大防止のための対応として、入館者自身が手で触ることをせず、動きの様子をモニターで流して対応することも検討していた。しかし、企画展開始の頃には、感染症が落ち着いてきたこともあり、基本的な感染症対策を行ったうえで、手で触れて体験してもらうことになった。展示スペース範囲や借用した什器テーブルの個数、3密回避のための感染症対策等を勘案し、機構の基本である歯車・リンク・カムの3つのカテゴリに分け、それぞれ2種類ずつ展示することとした。同時に、館職員が撮影した機構模型動作や鈴木完吾氏提供の機構アニメーション映像をデジタルフォトフレームの小モニターで流し、より理解を深めるように工夫した。また、映像はWeb上でも閲覧することが可能となっているため、キャプションに二次元バーコードを掲載し、それぞれの機構の動きをスマートフォン等で見るなどの閲覧手段を増やした。



図5 機構模型展示全景



図6 歯車機構模型および映像による可視化

機構模型の体験と合わせて、関連の展示キャプション、さらには同じ機構の種類に分類されている別の機構の動きについても、関連動画という形で小モニターにアニメーションを流した。手で動かすことと、映像や解説で確認することでさらに動きや仕組みの理解が深められると考えた。

具体的に展示した内容を以下に示す。

表1 機構模型展示内容

	機構模型	アニメーション
歯車	平歯車 ゼネバストップA	遊星歯車機構 傘歯車 決められた順番にバーを上下させる機構(#10)
リンク	早もどり機構 扇形歯車とラック	てこクランク機構による早戻り ラバー&ラチェット機構 回転→揺動→直線への動きの変換(#5)
カム	正方形を描く4運動カム カムとスタンパ	カムを使った論理和(#3) 共役カム スタンパ機構



図7 保護者が解説パネルを見ながら子どもに説明



図8 機構模型を子どもが動作させている様子

機構模型については、子どもが多く体験していた。単純な動き、手で動かすことで出力される結果も明快であるため、子どもの興味を惹きつけるには良い展示であった。また、図7のように子どもが手で動かしながら、映像の動きに見入っている様子も見受けられた。

新型コロナウイルス感染症拡大防止により、展示範囲のスペースに限りがあったため、ワークショップ内に機構模型4点を展示した。ワークショップはガラス張りの展示室であるため、機構模型を見ることは可能だが、直接手に触れることができない。動作の仕組みは、館職員による機構模型の動作を撮影および編集し、映像を流して展示した。



図9 ワークショップ内の展示

(ウ) 県立京葉工業高等学校によるライントレースカー走行演示および展示

ツインモータギヤボックスを用いた展示資料として、決められた白線を走行するライントレースカーの走行演示やパネルや特設映像による展示を行った。

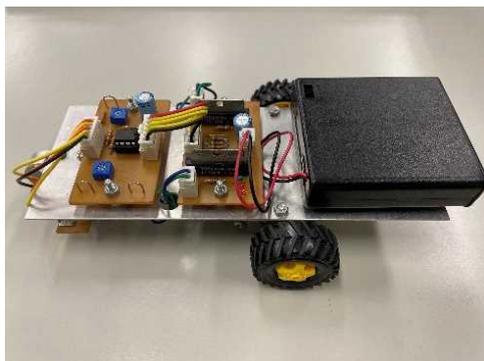


図10 ライントレースカー

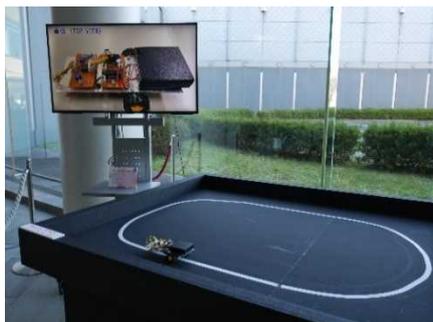


図11 特設映像とコース

展示では、あらかじめマイクロコンピュータ(以

下「マイコン」と表記)に走行プログラムを書き込み、周回で自動走行できるようにした。複雑なコースも検討したが、直接外からの光の加減調整をすることが難しいので、周回のコースとした。複雑なコースの場合、白線が交差する部分が増え、センサが誤動作し、脱線する可能性が高い。そのため、周回コースをまわるようにコースパネルを作成した。

今回展示したライントレースカーは、県立京葉工業高等学校電子工業科での授業の一環で、高校生が製作した実習作品である。ライントレースカーは、工業高校、専門学校、大学など、いわゆる理系の学校等で取り扱っている教材である。一般の人にはあまりなじみがないので、映像やパネルキャプションの説明で、倉庫や工場などで資材や製品の運搬に利用されて、無人化や省力化に役立っていることを強調した。さらにセンサの情報をもとにマイコンに書き込まれているプログラムによって自律的に動作すること、ライントレースカーに興味を持ってもらうことに主眼を置いた。走行演示による展示であるので、直接手に取って体験することができない。そのため、映像による説明、動画、アニメーションによる動きを取り入れた。



図12 特設映像による紹介



図13 アニメーションによる動作説明

ライントレースカーは、キットを使った既製品もあるが、今回のものは、全て無の状態から設計し、製作している。車体は機械加工、電子回路ははんだ付け、自立制御はプログラミングなど、様々な技術のもとに製作している。当館は「産業技術に応用された科学技術を体験的に学ぶことができる場を提供することを目的」としており、産業などで活用されている展示資料は、製作過程を知ることができ、入館者にとってより身近であると考えた。また、常設展示にもある半導体やセンサ、コンピュータ制御などの応用された産業技術の内容から、基礎・基本的な技術の積み重ねによって、製作品が成立していることの一部を知っていただく機会も意識した。例えば、ライントレースカーは、マイコンが白黒を読み取る「目」に相当するセンサからの情報により、白線をトレースしながら走行する車である。これらを達成するには、マイコンによる制御、センサ技術、電子回路の仕組みなどが必要であることもあわせて紹介することができたと考える。



図 14 センサ読み取りのしくみ

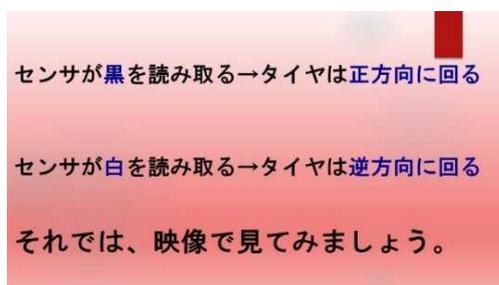


図 15 図 14 の続き

今回の企画展のテーマは「歯車(ギヤ)」である。ライントレースカーを走行させるためには、ツイーンモータギヤボックスの存在が欠かせない。ギヤボックスの中に 4 枚の歯車があるが、機体上部からは確認することができない。そこで、キャプションパネルにて、なぜ歯車が必要なのか、歯車はどこで使われているのか問いかけ、問いかけに対

する説明パネルを展示した。ライントレースカーはモータの回転が原動力だが、モータに電圧をかけても速度を制御することはできない。電圧のある限り、モータが一定速度回転するのみである。また、モータにタイヤを直接接続しただけでは、速度が速すぎて、コースを曲がることができない。マイコンに書き込んだプログラムによる速度制御も行っているが、その制御はプログラムだけでは十分でない。そのため、ライントレースカーの機構として、機械的に速度を加減する必要がある。ライントレースカーは、速度が速くなるほどコースを曲がるのが難しく、脱線しやすくなるので、コースに適した速度にする。特設映像では、例として、アニメーションを交え、異なる 2 枚の歯数の歯車をかみ合わせた時の回転速度はどうなるか、図 17 のように映像で説明を行った。



図 16 キャプションパネル



図 17 ギヤの仕組み

速度を制御するにあたり、適切なモータ回転数にするために、ギヤ比を考える必要がある。ギヤ比とは、ギヤボックスを付けた時のタイヤの回転数が、もとのモータの回転数の何倍遅くなっているかを示している。例として、100:1 のギヤ比ならば、モータ回転数の 100 分の 1 がタイヤの回転数となるが、回転の力は 100 倍となる。今回使用

したツインモータギヤボックスは、低速・標準・高速の3モードがあるが、標準モードを採用した。ギヤ比は114.7:1である。



図18 ギヤ比について

ライントレースカーは動いているモータ音やギヤの動きがあったので、動作音に誘われて、特に子どもたちが興味深く見学していた。残念ながら、手にとって触れることはできなかったが、ぐるぐるまわるライントレースカーをじっと見つめる子どもたちが多かった。今回の展示資料は、TVのリモコンなどで用いられている赤外線通信を採用したりリモコンカーの機能もある。しかし、新型コロナウイルス感染症拡大防止により、直接入館者が操縦することは厳しいと考え、映像による紹介を行った。子どもたちのみならず、写真のように大人も興味を持って見学している姿が印象的であった。



図19 見学者の様子

## イ 単元2 カ・ラ・ク・る 伝える 先人の知恵

古代から人々は、身近な材料から工夫してさまざまな道具を生みだし、それらを駆使して日々の生活に役立ててきた。伝えられてきた数々の道具類は、先人の叡智の結晶ともいえる。今回の展示では、中でも歯車などの機構をもつ繊維加工に関連した道具類、時計といった機械類や木製の水車用大歯車を展示し、古くから人々の暮らしに

かかわる歯車などの機構を持つ道具の一部を紹介した。

木製大歯車は、明治時代に水車用に作られたもので、動力に水を使用していた時代の片鱗を窺い知ることができる。展示の歯車のうち一番大きなものは直径約1.4mあり、2枚の木材を剥ぎ合わせている。木目の方向を利用して柁目部分からは歯形を切り出し、板目部分では別の柁目の木材で作った歯形を差し込む方法で、より堅牢なものを求め工夫の上で歯車の形にした。これらの木製歯車は、新潟県内で製粉・製糸用の水車に使われていた。



図20 木製大歯車の展示

布帛を作るための機構をもつ道具のうち、棉繰機、座繰り、総繰機の各資料について、歯車などの形態が見やすいように展示した。

棉繰機は、綿の原料となる木綿実から種を取り除くために使用する。2本のローラーの両端は螺旋状の機構になっており、かみ合うローラーの間に綿実を通し繊維と種が分けられる。

座繰りは、木枠に糸を巻く道具で、上下2本の軸があり、手回しのハンドルは下軸に直接つながっている。大きな歯車が回転しその上軸に付いた歯車はそれよりも小さいため回転数が増すことになる。上軸に取り付けた木枠はハンドルを手で回す回数より早く回り糸を巻き取ることができる。



図21 総繰機

総繰機は 1 本の糸を輪に巻き取り、総にするための機具である。レバーを回すとトンボと呼ばれる糸巻きが回転しながら糸を巻き取る。レバーとトンボの間には縦方向に回転を伝える歯車機構が備えられている。一定の回数を数えるとそれ以上は回らないしくみとなっており、予め定めた分量の糸を総にすることができる。

機構を持つ機械類のうち代表的な「時計」は、16 世紀に西洋から伝えられた。今回展示の時計は、歯車製作所の技術者の手により復元されたものである。各々複数の歯車がかみ合わさり、<sup>おもり</sup> 錘の下がる力を動力源としつつ、錘が一気に落ちないように脱進機（调速機）で制御している。和時計・振り子時計・フライング振り子時計の動く様子を観察できる機会にした。

江戸時代の日本では、昼と夜の時間の長さを季節により変える不定時法を使用していたことから、時間の長さを調節する和時計が作られた。和時計の上部には、横長の棒天符があり中央部を起点に水平に往復運動をしている。棒天符には櫛状に溝が切っており金属の分銅が左右に吊り下げである。速度は分銅の位置を離すと遅くなり近づけると早くなる。このように時を刻む速さの調節を行う。振り子時計は、振り子の等時性を利用し、歯車が一定の速度で回転する。脱進機が錘の落ちる力で一定の方向に回転し、振り子の振動を伝える爪が一目ずつ交互にリズムを刻みながら回るようになっている。フライング振り子時計は、小さな錘をつけたアームが垂直にのびた左右の棒に絡んだり解けたりを繰り返すもので、一気に錘が落ちるのを制御している。一定のリズムで動き、たのしい時計となっている。

いずれの復元時計も、歯車などの形態を観察しやすく展示し、各々 1 日に 2 回ほど錘を巻き上げ常時動くように備えた。



図 22 三種類の復元時計の展示



図 23 復元時計（振り子時計部分）左



図 24 復元時計（和時計部分）右



図 25 復元時計（フライング振り子時計部分）

江戸時代後期、伊能忠敬が地図制作のため日本全国を測量した際に使用した<sup>りょうていしゃ</sup> 量程車や<sup>すいようきゅうぎ</sup> 垂揺球儀といった高精度な道具の複製品を展示した。

量程車は、硬い地面の上を曳き、下面についている動輪の回転数を数えるしくみを利用して、進んだ距離が計算できる装置である。垂揺球儀は、錘の下がる力を動力として振り子の等時性を利用し、正確な時間を計測できるものである。振り子の往復回数を数える高精度な器具で、日食や月食の始まりから終わりまでの時間を測るために使用した。文字盤の表示は歯車の組み合わせにより、振り子が振れた回数を表わす。



図 26 量程車（複製）の展示

### ウ 単元3 カ・ラ・ク・る カタカタトコトコ 歯車アート

ここでは、歯車をつかった「からくりアート」、  
「からくりおもちゃ」、「江戸からくり人形」を紹介し、その動きの楽しさや驚きを体験する。4人の作家の作品を展示した。

企画展示室には、つちやあゆみ氏と鈴木完吾氏の2作品を展示した。通常の企画展であれば、ほとんどの資料をここで展示するが、換気の難しい企画展示室を使用するにあたり、密を避けるため展示点数を2作品とし、中で見学する人数の調整を行った。

つちやあゆみ氏は“音”や“触れるコト”をテーマとした美術・木工作家で、参加・体験型の作品を制作し、全国各地のアート・イベントや博物館、商業施設等で展示を行っている。今回展示した「歯車のオルゴール」は直径120cmの音歯車6枚とハンドル、それに動きをつたえる歯車を組み合わせた大掛かりなオルゴールである。全体で幅約8mほどになる。中央のハンドルを回すとハンドルの左右に3枚ずつある音歯車が連動して回りだし、各音歯車に設置された木琴様の木を歯に吊るされた球がたたくことにより、ド・レ・ミ・ファ・ソ・ラの音を奏でる。音歯車には24の刻みがあり、一周することで24拍のリズムを刻む。球を吊る位置を変えることによって、和音の組み合わせが変化し様々な曲を演奏することができる。今回は前半に「カエルの歌」、後半に「キラキラ星」の親しみのある曲で楽しんでいただいた。換気のため、出入口とは別の扉もわずかに開けていたが、オルゴールの音色が入館者の耳に入り、企画展示室へと誘導する大きな要素となった。



図27 「歯車のオルゴール」

鈴木完吾氏は東北芸術工科大学デザイン工学部

在学中に「からくり」に興味を持ち、卒業制作でからくり時計「書き時計」を制作して大きな話題となった。構造の可視化―“どこから力が加わって、どこに伝わり、最終的にこうなるという知的好奇心を刺激するもの”を目指し、複雑に組み合わせられた歯車の動きがみえる作品を生み出している。今回展示した「秩序ある無秩序」は“機械花”をモチーフとしており、5つの花は座標軸を無視した左右非対称のフレームや傘歯車を多用した傾いた歯車の中に、別々の方向を向いて配置されている。6枚の花弁を1つのリンク機構で動かす。開いたり、閉じたりするタイミングはバラバラでその動きは無秩序であるが、全体にはバランスが取れて秩序を感じる。約270の部品で構成された高さ33cmの作品が20cm×20cmの台に乗っている。台についているハンドルを手動で回す。展示に際し、作品の管理上入館者に動かしてもらうことを断念した。動く様子を見ていただくため、作品のそばにモニターを設置し、鈴木完吾氏が制作した動画を常に流すこととした。



図28 「秩序ある無秩序」

高橋みのる氏の木のからくりおもちゃは、消毒などの問題から手回しで動かす作品は避け、ボタンを押してモーターで動く作品のみとせざるを得なかったが、中でも歯車やクランク機構の動きがよく見える作品を選んだ。展示場所は、並んでも密にならないよう空間を広く取るため、常設展示室の一部を使用した。高橋みのる氏は“木”と“メカニズム”と“遊び心”の3つの要素を組み合わせた「メカ木ズム」というコンセプトでからくり作品の制作を行っている。出身の青森県の施設などで大規模な木のからくり時計や遊具を制作し、設置している。今回展示した6点の中で入館者の反応が最も大きかったのは、幅120cm×奥行60cm×高100cmの「ロボカマキリ」という大型の作品

であった。体を前後にゆすり、カマを持ち上げ、首を振る姿は本物のカマキリの動きの特徴をよくとらえている。「からくりおもちゃを作る過程で大切なことは、動きのヒントを得るために、身の回りにあるものを常に観察しなければならない」という作者の言葉がよくわかる。



図 29 「ロボカマキリ」

江戸からくり人形師の榎本誠治氏は、江戸中期の機械工学書『機巧図彙』や江戸末期に活躍した「からくり儀右衛門」と呼ばれた田中久重などの精巧なからくり人形に魅せられ、復元制作を始めた。漆の台座や金工装飾、小物類や着物なども自分で制作する。今回は、茶運び人形や弓曳童子、文字書人形など代表的な江戸からくり人形 5 点と対応する機構模型 5 点を並べて展示し、歯車やゼンマイ、カム、クランクなどの機構がどのように組み合わせられて複雑で繊細な動きが実現されているのかを見てわかるようにした。機構模型については実際にハンドルを手で回し、動作のしくみがわかるように制作されたものであったが、感染防止等を考慮しケース内に収めた展示となったことは残念であった。こちらにもモニタを設置し、各江戸からくり人形の動く様子がわかる動画を流した。茶運び人形は江戸からくり人形の中でも最も人気の高い人形の一つで、茶托に茶碗を載せて客の前まで進み、客が茶碗を取ると止まり、茶碗を戻すと 180 度回転して元の場所に戻る。『機巧図彙』には動力源のゼンマイに、入手が困難であった金属の代用として、クジラのヒゲを使うように書かれている。榎本氏は研究を重ね、セミクジラのヒゲを使用して『機巧図彙』の茶運び人形を忠実に復元した。部品類も合わせて展示をし、構造がより詳細に理解できるようにした。



図 30 「茶運び人形」



図 31 「部品」

## エ 単元 4 千葉が生んだ歯車博士—成瀬政男 / 現代のいろいろな歯車

本企画展は、歯車が使われているさまざまな機械や作品を通して動きのしくみを探り、先人の知恵のすばらしさを知ってもらうことを目的とした展示である。その歯車を語るうえで忘れてはならない人物が千葉県出身で歯車の世界的権威である工学博士成瀬政男である。

単元 4 では、初めに成瀬政男の業績や人となりについて紹介し、本県出身の偉人として理解を深めてもらえるように展示を行った。

次いで、現代の最新技術による高精度な産業用の歯車を紹介した。

なお、本単元はサイエンスドームギャラリーを使用して展示を行った。

まず「千葉が生んだ歯車博士—成瀬政男」については、小単元を以下の 4 つに分けた。

(ア)「成瀬政男の生い立ちと青年時代Ⅰ」では、成瀬政男が生まれてから白浜尋常高等小学校に入学するまでとした。

(イ)「成瀬政男の生い立ちと青年時代Ⅱ」では、成瀬政男が白浜尋常高等小学校高等科を卒業し、東北帝国大学工学部機械工学科に入学するまでとした。

(ウ)「歯車の研究を極め、世界的に知られる—国産乗用車第 1 号の開発にも協力—」では、成瀬政男が東北帝国大学工学部機械工学科を卒業して同大学の講師となり、本格的な歯車研究を始め、後に豊田喜一郎から請われ、国産乗用車第 1 号のトヨタ AA 型乗用車開発に協力し、完成させることができたところまでとした。

(エ)「職業訓練のトップに抜擢され技能を教える先生を育てる」では、成瀬政男が東北大学を退職後、

中央職業訓練所の所長及び職業訓練大学の初代校長を務めた晩年を扱った。

### (7) 成瀬政男の生い立ちと青年時代Ⅰ

成瀬政男は、明治31(1898)年2月3日に千葉県安房郡北条町(現館山市)にある母親の実家で生まれ、同郡白浜村(現南房総市)で育った。

明治37(1904)年4月に白浜尋常高等小学校に入学し、勉学に励み、明治44(1911)年3月に同小学校の高等科を卒業した。

政男の父の作蔵は同小学校の准訓導(准教員)で、収入が少なく母のしづが針仕事をして家計を支えていた。家も小学校の敷地内にあった借家で、後に小学校の建て替えの際には、近くの福壽院という無住の寺院の離れに引っ越すことになった。そのような中で、政男は長男であったので母親の代わりによく家事をしたり、弟や妹の面倒をみたりしていたことなどを解説パネルで紹介した。

ここでは成瀬政男のイメージを持ってもらうために、額入りの肖像写真(実物)を展示し、生誕地と育った場所がわかりやすいように白地図におとしたものをパネルにして展示した。併せて白浜尋常高等小学校の写真パネルも展示した。

### (イ) 成瀬政男の生い立ちと青年時代Ⅱ

政男は、白浜尋常高等小学校高等科卒業後は、東京の呉服屋へ丁稚奉公に出ることになっていたが、勉強が好きで成績もよかったこともあり中学校(旧制)へ進学が志が強かった。そこで自分で畑仕事をして働いて貯めていたお金を入学金とし、今後も畑仕事をして収穫した野菜を売って学費とすることで両親を説得し、明治44(1911)年4月千葉県立安房中学校へ入学した。こうした経緯を解説パネルで紹介し、安房中学校の写真パネルを展示した。

ところが、白浜村の自宅から北条町の中学校までは片道16kmあり、交通機関がない当時は、徒歩で4時間かかる道のりであったが、通学時間を有効に使うため、政男は毎日勉強しながら往復した。時には、真っ暗なトンネルの中で転倒して怪我をし、泥だらけになったこともあったという。

このことは、パネルで紹介した。

教師を希望していた政男は、大正5(1916)年3月に安房中学校を卒業すると、同年4月から平群

尋常高等小学校の准訓導(准教員)となった。そして、教育に一生懸命情熱を注いだ。

充実した教員生活であったが、1年たたないうちに中学校の恩師や周囲のすすめもあり、同校の准訓導(准教員)を辞し、大正6(1917)年4月に東北帝国大学工学専門部機械工学科(旧制専門学校)に入学、大正9(1920)年3月に同校を卒業し、同年4月に宮城県立工業学校教諭となった。

ところが、間もなくするとこれも周囲の勧めや自分の考えにより辞して講師として勤務することにし、同年9月に東北帝国大学工学部機械工学科に入学した。こうした経緯について解説パネルを用いて紹介した。

### (ウ) 歯車の研究を極め、世界的に知られる―国産乗用車第1号の開発にも協力―

成瀬政男は、大正12(1923)年3月に東北帝国大学機械工学科を卒業すると同大学の講師となり、恩師の助言により本格的な歯車研究に携わることになった。

また、研究(知識)だけでは不十分と感じ、大阪の歯車職人で名人とうたわれた溝口良吉に弟子入りをして実際に歯車を製作する技能やその大切さも学んでいる。

こうした努力の末、数式による歯車の一般理論を完成させた。この数式に従えば、自ずと歯車の効率的な歯の数、高さ、深さ、厚さ、相手の歯車の歯の厚さなどを割り出すことができるというものであった。

このようにして「歯車の成瀬」の名が世界中に知れ渡ったことについて解説パネル、著書『歯車と私』(歯車の数式が記載されているページを開いて展示)、成瀬政男所用の歯車(実物)などを用いて紹介した。

さらに成瀬は、昭和10(1935)年に豊田自動織機製作所の豊田喜一郎から国産乗用車第1号となるトヨタAA型乗用車の開発にあたり、協力を請われ、苦心の未完成させることができたことなどを解説パネル、写真パネル、トヨタAA型乗用車模型などを用いて紹介した。

この他にも、昭和17(1942)年6月、農業用水の灌漑用ポンプが故障して修理を頼まれ、北上川流域の米作農家を救った話や、昭和27(1952)

年 7 月に釜石製鉄所の巨大ギヤが故障して修理を頼まれ、これを徹夜で修理した話などがあり、いずれもエピソードパネル②及びエピソードパネル③として紹介した。

### (I) 職業訓練のトップに抜擢され技能を教える先生を育てる

成瀬政男は、昭和 36 (1961) 年に東北大学を退官し、東洋大学工学部教授となったが、間もなく労働省 (現厚生労働省) から職業訓練のための機関として、中央職業訓練所を新設するので所長に就任してもらえないかという相談があった。

同所は、技能を教える先生を育てる機関で、成瀬は、日本でもスイスに負けない技能者を育てる必要を感じ、技能の総本山を作る決意で承諾した。

中央職業訓練所は、最初は教員や設備も不十分であったが、労働省の意向を聞いたり、教員と勉強会を開いたりして、次第に内容も教員も設備も充実していった。

昭和 40 (1965) 年、同所は成瀬の提案により、職業訓練大学校に昇格し、成瀬は初代校長に就任した。このようにして、晩年期の成瀬政男は、有能な技能の指導者を育てることに尽力したことを紹介した。

なお、小単元の (ウ) と (エ) に関する成瀬の著作物の代表的なものを実物で展示し、また業績により褒章関係も数多くもらっているのが、代表的な学士院賞賞碑、河北文化賞楯、紫綬褒章、勲二等瑞宝章について写真パネルにして展示し、成瀬の業績の一端を感じられるようにした。さらに最後に成瀬政男略歴年表を作成・展示して、生涯を一覧できるように紹介した。



図 32 単元 4 展示風景 1



図 33 単元 4 展示風景 2

### (オ) 現代のいろいろな歯車

現在製造している歯車専門業者から 2 社の製品を展示し紹介した。機械部品の中でも極めて種類が多い歯車を、カタログモデルで販売する数少ない業者 (小原歯車工業株式会社) の製品の種類は 200 品目・3 万種にも及ぶという。その中から代表的な平歯車、内歯車、傘歯車などについて噛み合わせを考慮し展示した。また通常、歯車といえば円形のを思い浮かべがちだが、丸くない歯車という特殊な形の歯車を少量から製造する画期的な技術開発に取り組んでいる業者 (株式会社長岡歯車製作所) の、極めて特徴のある非円形歯車、球形の歯車などを展示し紹介した。コンピュータと歯切り機械が結びつき、精度よく自由な形で作れるよう技術革新が進んでいる。

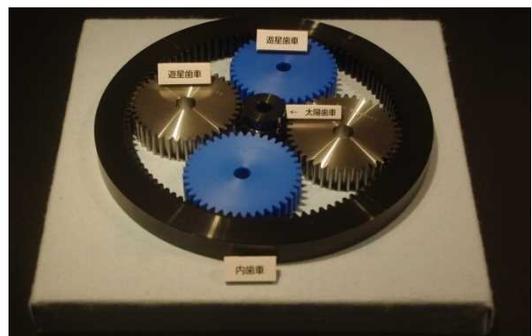


図 34 小原歯車工業株式会社の内歯車機構



図 35 株式会社長岡歯車製作所の非円形歯車

## 5 コロナ禍での展示の方法

新型コロナウイルス感染症拡大防止の観点から、どのように展覧会が開催できるかを考慮し、展示を計画する必要があった。計画段階で大幅に体験型の展示品を減らす方向で展示資料を考えることにした。同時に、密を避けるため展示スペースを見直し、コロナ禍以前主な展示場としていた企画展示室の一室を分割して使用する方法から、館内の1階エントランスホール他にそれぞれの展示コーナーを設置し、展示スペースを分散させた。企画展示室は室内の一部の利用に留め、エントランスホールおよび1階創造の広場の一部分と特設コーナーの前、特設コーナー・ワークショップにも展示を行った。さらにその周辺の空間には壁面を新たに作り付けるとともに展示台を設置し、展示スペースを確保した。各単元の展示は極力1つのコーナーで完結するようにした。

木製の作品などで消毒不可のものもあり、作品選定の時点で、手で触れることが可能な作品は極力少なくするよう心がけた。手動と電動がある場合は手動の作品を外し、作品に直接手を触れることなく動かす方法を選んだ。結果的にはスイッチ1つで2作品が動くようにするなど、設定を工夫して展示を行った。

また、手で触れるハンドル箇所に予めウレタン塗装を施した作品は、展覧会当初は係員がハンドルを回転させ作品を見学していただく対応であった。新型コロナウイルス感染者数が幾分抑えられていた展覧会期間の半ばからは、体験者の手指消毒と体験後係員による作品の消毒作業を行うことで入館者が自ら作品を回転させることが可能となった。

体験可能な展示品の近くに、手指消毒用器具を備え付け、床には順番待ちをあらわすための線や足形の印刷物で「しるし」を施した。密を避けること、手指消毒の推奨を促すこと、館職員や係員による消毒の実施で新型コロナウイルス感染症拡大防止の配慮とした。



図 36 足型のしるしと手指消毒用器具の設置

## 6 映像制作について

### (1) 感染症対応

歯車に関する展示は動くものも多く、入館者に触っていただくことで動きの確認や動作そのものを楽しんでもらうのが本来の姿である。今回の企画展では、新型コロナウイルス感染症拡大防止のために、入館者が展示品に直接接触して実際体験することが困難であることが予想された。そこで、映像を編集し、映像コンテンツを使って作品等の動きを可視化する手法をとった。

以下、表2に本来動きのある展示品を映像化したものを示す。

表 2 本来動きのある展示品の映像展示

単元	展示品名（動作方法）
1	MOLEN 機構模型（手回し）
1	ライントレースカー（※自動走行） ※映像＋走行展示
1	ライントレースカー 赤外線リモコン機能（リモコン操作）
3	江戸からくり人形（ゼンマイ操作）
3	「秩序ある無秩序」（つまみ操作）

### (2) 各単元映像について

映像制作については、各単元担当者が映像ソースを撮影または資料提供先より借用し、著作権の許諾が必要な映像については許可を得た。映像送出機は、常設展示でも使用されているサイネージプレーヤーである「ブライトサイン」を使用した。ブライトサインは、あらかじめマイクロSDカードに映像データを書き込むことができる。また、あわせて映像の繰り返し再生や流れる順番などのシーケンスをPCで設定し、書き込むことが可能である。書き込まれたSDカードをブライトサイン本体

に差し込み、本体電源の ON/OFF によって、マイクロ SD カードに記録されている映像が自動的に再生されるというものである。展示の立ち上げおよび立ち下げも限られた職員で行わなければならない状況であったので、業務内容の簡略化に貢献した。

**表 3 企画展映像展示一覧表**

単元	映像展示
1	導入映像 歯車・単元 1 紹介
1	MOLEN 機構模型 (歯車・リンク・カム)
1	ライトレースカー特設コーナー
1	MOLEN 機構模型 ワークショップ展示
3	江戸からくり人形等の動作映像
3	「秩序ある無秩序」の製作過程
4	歯車博士 成瀬政男氏紹介 小原歯車工業株式会社 歯車紹介

映像送出機およびモニタは、MOLEN による機構模型 (歯車・リンク・カム) 以外、移動用大型モニタを使用し、本来動きがある展示品の映像を流すことや静止している作品等の解説などに用いた。単元 1 の導入映像では、歯車のイメージや身近に使用されているものを使って、歯車の役割を紹介した。また、機構模型は当初、入館者自身は展示品には触れず、映像による展示を想定していた。あらかじめ、館職員が動かしている様子を動画で撮影し、鈴木完吾氏提供の各機構の動きを説明したアニメーション動画と合わせてデジタルフォトフレームの小モニタで映像を流した。これは機構模型の展示スペースが狭く限られた範囲であったため、新型コロナウイルス感染症拡大防止で密集をさけるための対応である。映像記録媒体は SD カードである。機構模型で動作を確認しながら、小モニタや展示パネル、さらにはアニメーションで動きの理解を深めることができると考えた。



**図 37 単元 1 導入映像**



**図 38 単元 1 機構模型映像**

ライトレースカーは、プログラムによる自立走行を行った。合わせて、映像による説明および走行動作、リモコン機能による走行映像を流した。



**図 39 単元 1 ライトレースカー特設映像**

展示範囲が限られていたため、MOLEN 機構模型 4 点をワークショップ内に展示し、大型モニタにて、動作映像を流した。



**図 40 単元 1 機構模型ワークショップ展示**

複数の江戸からくり人形の動作を確認することは難しく、からくり人形のしくみや動きについて、一連の動作映像を流した。図の左側に一部作品があり、大型モニタにて、からくり人形の動きを映像で流した。



図 41 単元 3 江戸からくり人形映像

「秩序ある無秩序」は、作品自体が細かく精密に制作されているため、容易に触れることが難しい。そのため、作品自体はアクリル板で囲い、展示を行った。映像は作品制作から完成までの流れを紹介した。



図 42 単元 3 「秩序ある無秩序」映像

単元 4 では、ドームギャラリー内に、歯車博士成瀬政男の歴史キャプションパネルや書籍、歯車を展示した。映像では成瀬の生涯、研究した成果などを静止画で紹介した。



図 43 単元 4 歯車博士 成瀬政男氏紹介映像

ドームギャラリー奥を進むと、小原歯車工業株式会社から借用した多岐にわたる歯車の展示がある。映像では、歯車の製造工程を紹介した。



図 44 単元 4 小原歯車工業株式会社  
製造工程映像

### (3) まとめ

今回の企画展では、新型コロナウイルス感染症拡大防止により、従来の企画展とは異なった配置や体験型の展示を抑えたものとなった。動きのある歯車を使った作品を入館者が手に触れる作品も一部あったが、ほとんどが制限のある企画展であった。歯車および作品が精密で容易に触れられないので、製造工程を映像で可視化するなどの工夫が必要であった。そのため、映像での展示が大きな役割を果たしたといえる。

## 7 関連行事

企画展開催中「歯車」に係る講座やワークショップを開催した。以下に報告する。

### (1) 工作教室 段ボールの歯車でつくる「歯車デコレーションケース」

日時：10月24日(日)・31日(日)

10:00～10:45/14:00～14:45

会場：研修室

講師：館職員

参加人数：32名

本工作教室では、段ボールや発泡スチロールを用いて歯車を作り、その歯車同士が互いにかみ合うことで回転するという動力伝達の基本を実体験させることに重点を置いて実施した。また、歯車の大きさを変えたり、発泡スチロール部分をデコレーションしたりすることで、参加者各々の発想によりアレンジすることが可能となる作品とした。

全体的に工作好きの参加者が多く、事後アンケートも大変満足度の高い結果となった。

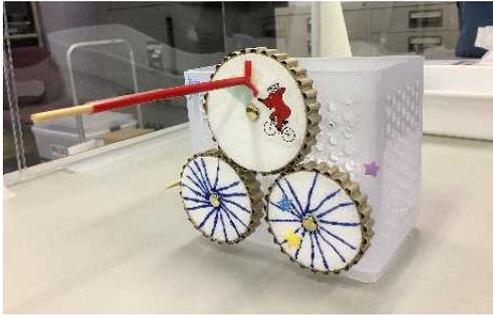


図 45 参加者の作品

(2) ワークショップ つちやあゆみさんとつくる「くるくるまわる歯車のバッジ」

日時：11月20日(土)

10:00～10:45/14:00～14:45

会場：研修室

講師：木工アーティスト つちやあゆみ氏

参加人数：17名

講師のつちや氏が自作した木工パーツを用いて、木の種類による色や香り、手触りを楽しみながら、歯車の回転を楽しむことができるバッジを制作した。パーツの種類を選んだり、色鉛筆でイラストや模様などを描いたりすることにより、参加者は楽しみながら自分だけの歯車バッジをデザインしていた。

事後アンケートでは、参加者全員が「イベントに参加して楽しかった」と回答しており、感想からも満足していただけたと考えられる。



図 46 「歯車のバッジ」を制作する参加者と講師の様子  
(3) からくりクリエイター鈴木完吾氏による実演&スペシャルトーク「動くしくみを考える」

日時：11月14日(日)

10:30～11:00/13:00～13:30/

14:30～15:00

会場：サイエンスステージ

講師：からくりクリエイター 鈴木完吾氏

参加人数：109名

からくりクリエイターの鈴木完吾氏を講師に迎え、機構アニメーションや映像を交えながら、からくりの魅力や動くしくみの基本(歯車, リンク, カムなど), 機構の組み合わせによる応用例などを紹介した。また、からくりアート作品『秩序ある無秩序』を作者本人から紹介することで、その動きの奥深さを体感してもらうとともに、歯車を用いたモノづくりの一辺にふれる機会を提供した。



図 47 作品『秩序ある無秩序』を実演する講師

(4) 講演会 江戸からくり人形師による実演&スペシャルトーク  
「江戸からくり人形の機構と技術」

日時：11月21日(日)

10:30～11:00/13:30～14:00

会場：サイエンスステージ

講師：江戸からくり人形師 榎本誠治氏

江戸からくり人形師榎本誠治氏による作品の実演(『茶運び人形』を中心とした実演)と、制作過程の工夫や機構の動き・しくみに関する講演の実施を計画した。ただし、今回は講師の都合により、開催を見送った。

8 データ

開催期間 10月16日(土)～12月5日(日)

開催日数 44日間

開館時間 午前9時～午後3時30分

入場者数 4,684名

(1) 入場者統計

表4 入館者数

区 分		入館者数(人)
有料	個人	1,943
	団体	0
	小計	1,943
	個人	2,703
	団体	38
	小計	2,741
合 計		4,684

(2) アンケート結果概要

方法 開催期間中、会場内にアンケートコーナー(1か所)を設け、自由回答する方式

回答数 69件

ア 年齢

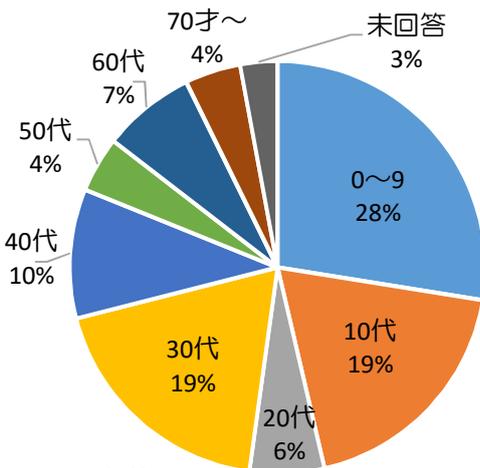


図48 年齢

イ どちらからお越しになりましたか。

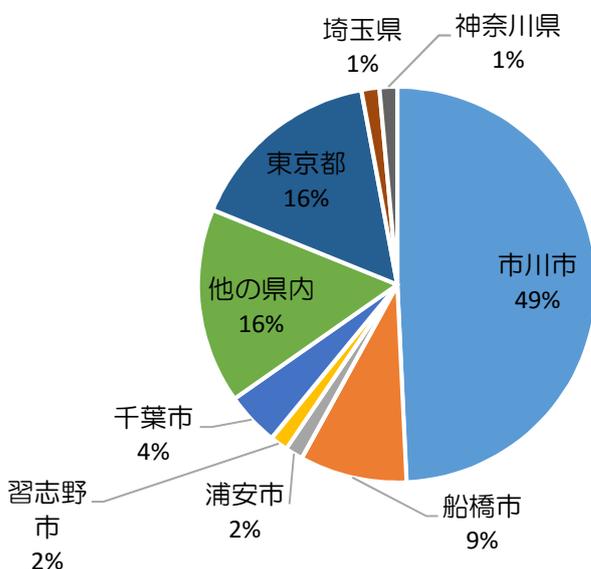


図49 居住地

ウ 何を目的に来館されましたか。

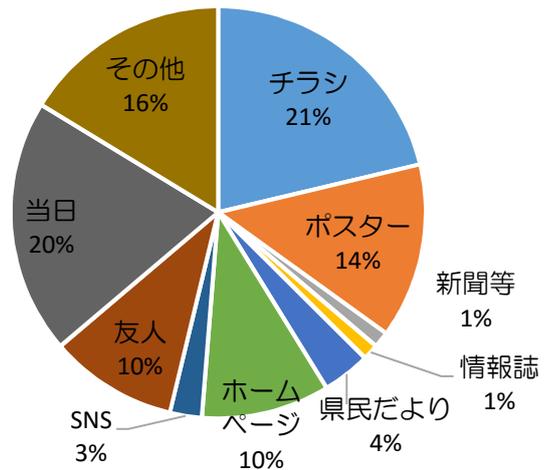


図50 来館の目的

エ 何でお知りになりましたか。

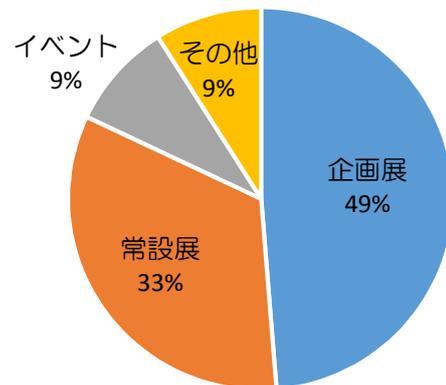


図51 展覧会の情報元

オ 感想をお聞かせください。

表5 感想

	満足	まあまあ満足	やや不満	不満	未回答
(1) 展示全体	49	13	6	1	0
	71.0%	18.8%	8.7%	1.4%	0.0%
(2) 展示資料 (質や量、種類など)	36	23	2	4	4
	52.2%	33.3%	2.9%	5.8%	5.8%
(3) 展示室 (配置や順路など)	37	23	4	3	2
	53.6%	33.3%	5.8%	4.3%	2.9%
(4) 解説パネル (わかりやすさなど)	38	20	7	2	2
	55.1%	29.0%	10.1%	2.9%	2.9%

カ 企画展で印象に残ったものはなんですか。

(抜粋)

- ・入ってすぐのつちやあゆみさんの作品が素晴らしい。入場者としては、この作品で心を持っていかれちゃいました。もちろんそれ以降の展示もすばらしかったです。
- ・歯車のオルゴールの音がきれいだった。
- ・企画展示室内の大型歯車 体験もでき、音楽もながれる

- ・ところ大変すばらしい。
- ・木の歯車の展示 テレビで見た作家さんの作品を生で見られ感動した。からくり人形に子供は夢中だった。
- ・秩序ある無秩序
- ・インターネットなどで調べてみていたものが目の前で見る事ができた。
- ・高橋みのるさんのからくりの動作がかわいくて面白かった。それを見た後に自分でからくりのしくみを体験できるコーナーで、実際に歯車を回すことで、こういった沢山の仕組みで動いていることに感動した。
- ・茶運び人形, 弓曳童子, 文字書人形, 品玉人形, 指南車, ロボカマキリ
- ・江戸からくり人形の技術
- ・カラクリの型・仕組みについて知れたこと 歯車の面白い型
- ・からくり人形の内部 和時計 振り子時計
- ・歯車の動きの細かさに感動しました。
- ・自分で歯車を回せる緑のコーナーがおもしろかったです。からくり人形の精密さに驚きました！！
- ・くるくる動きのしくみ
- ・歯車
- ・カム機構
- ・成瀬政男氏のこと 千葉県出身のこんな偉人がいたことは知りませんでした。さらにいろいろ調べてよく知ろうと思いました。

## キ ご意見・ご感想・ご要望(抜粋)

- ・1, 2, 3, 4 の順がわかりづらかった。1 のスペースが気付かなかった。文化の日, 入場無料でうれしかったです。
- ・もっと体験や触れられるものがたくさんあると子供は楽しかったなと言っていました。
- ・自分でさわって動かせるものをもっとたくさんやってみたかった。(コロナなので仕方ありませんが…)
- ・制作者の方のインタビューやエピソードをもっと見たい。
- ・各種の歯車の動きによって、どのような方向にどのような強さや時間間隔(変型歯車の場合)で力を伝えることができるのか、どういう機械のどの部分に活かされているのか見られたらよかった。
- ・実際に歯車がかみ合っているところを見ることができてとてもよかった。機構についての展示がとても面白かった。
- ・パンフレットの最終ページに成瀬政男先生の記事がありました。私の住んでいる白浜町出身の方で、とても誇らしく思います。
- ・質的には満足だが量がもう少し欲しかった。
- ・歯車によって動きが変わったり、音が鳴ったり、面白かったです！
- ・カラクリが何の動力で動き始めるのか気になった。子どもの夏休みの実験に試してみようと思う
- ・解説が難しく理解に苦しみました。

## 9 成果と課題

当企画展はコロナ禍での開催となった。企画展は、通常であれば企画展示室を主な展示場所とし、エントランス等は導入部分などの展示として使用する程度であったが、今回は企画展示室は、密を避けるため歯車アート作品 2 点のみの展示とし、多くの展示資料は、特設コーナー、サイエンスドームギャラリーのほか常設展示室の一部、エントランスの空間を使用して展示することとなった。

このため、展示構成や資料点数など当初の企画を大きく見直し、からくりの中でも歯車の働きに注目した内容となったが、参加型・体験型の展示にも制約があり、実際に動かして力がどのように伝わるのかを体験してもらう展示が大幅に減ってしまった。

アンケートのご意見の中にも「さわって動かせるものをもっとたくさんやってみたかった」という内容の記述が複数見られた。新型コロナウイルスの感染状況をみながら、手指消毒の徹底や資料の消毒などの職員を配置して、体験できる展示を増やすなどした。

密を避けるため、通常は展示に使用しないエントランスの一部を含む広い空間で展示を行ったため、導線が複雑となり展示構成がわかりにくくなった。単元 1「くるくる動きのしくみ」は、機構模型や動画により、歯車がどのような部分に使用され、どのような働きをしているのかを理解するコーナーとしたが、通り過ぎてしまう入場者もいた。

一方このコーナーでは、延々と機構模型を動かしたり、動画を見続けたりする小学生の姿を見かけた。アンケートの「印象に残ったもの」の記述でも歯車アートやからくり人形に並び、「くるくる

動きのしくみ」という単元名を記入された方が複数いた。

当然ながら、体験できるもの、音がでるものに人気が集まり、感動したという記述を多くいただいた。特に「歯車のオルゴール」を印象に残った展示として挙げられる方が多かった。この展示も当初は職員が動かしていたが、入館者の状況を確認し、直接動かしてもらうこととした。展示を見るだけの場合とさわって動かす体験ができる場合とでは反応が大いに違った。どこで音が鳴っているのか、歯車の大きさはどうかなど積極的な気づきがあるように思った。

今回、展示資料の管理上の理由から、露出展示が困難な資料もあり、実際に動かすことができない資料はモニタにて、動かしている映像を流した。また、「実演&スペシャルトーク」で作者に解説をしていただく機会を設けた。

また、あまり見る機会のない和時計の内部のしくみや歯車そのものに興味を持った方も多かった。

サイエンスドームギャラリーでは館山出身の工学博士で歯車の世界的権威、成瀬政男を紹介したが、「誇らしく思う」、「知らなかったのでさらに調べたい」という記述があった。

今回の企画展は、閉館時間が通常よりも1時間早く、開館時間は午前9時から午後3時30分までであった。また、常設展示でも体験展示については制限がある展示物もあり、全体に入館者が減少している中での開催であった。

アンケート回答数は69件で、入館者についてのデータとしては統計的に十分多いとは言えないが、積極的に記入して下さったご意見は貴重なものであると思う。

全体の感想としては、「満足」「まあまあ満足」を含めた割合が85%を超えているが、解説パネルについては84.1%であった。解説については「難しい」というご意見があった。基本的に展示資料のすべてを解説するのではなく、「ここに注目！」として機構の動きに焦点を合わせた解説やQ&Aを入れて、展示をよりよく観察するような項目を入れることを試みたが、さらに客観的に文章を評価して作成することが大事であると思う。

〈謝辞〉

本展の開催にあたり、御協力御支援をいただきました皆様に心より感謝の意を表します。

### 展示協力者

榎本誠治／鈴木完吾／高橋みのる／つちやあゆみ  
小原歯車工業株式会社／新京成電鉄株式会社／  
トヨタ自動車株式会社／長岡歯車資料館／株式会社MOLEN／一般社団法人日本鯨類研究所／南房総市立白浜小学校／千葉県立安房高等学校／  
千葉県立京葉工業高等学校／千葉県立中央博物館  
千葉県立房総のむら／フォント協力：株式会社モトヤ（敬称略・順不同）

### 後援

朝日新聞社千葉総局・読売新聞千葉支局・毎日新聞社千葉支局・日本経済新聞社千葉支局・産経新聞社千葉総局・東京新聞千葉支局・NHK千葉放送局・千葉日報社・千葉テレビ放送・日刊工業新聞社千葉支局（敬称略）

### 主な展示資料

巻末表6参照

### 展示スペース略図

巻末図52参照

### 参考文献

成瀬政男著『歯車と私』成瀬政男先生喜寿記念出版会、筑摩書房、昭和51年5月発行

表6 主な展示資料

	展示場所		主な展示資料	所蔵
1	エントランスホール	単元1 カ・ラ・ク・る くるく る動きのしくみ	機構模型（カムとスタンパ）	(株)MOLEN
2		単元1	機構模型（正方形を描く4運動カム）	(株)MOLEN
3		単元1	機構模型（早戻り機構）	(株)MOLEN
4		単元1	機構模型（ベルクランクドライブ）	(株)MOLEN
5		単元1	機構模型（平歯車）	(株)MOLEN
6		単元1	機構模型（ゼネバストップA）	(株)MOLEN
7		単元1	『カラくるくる動きのしくみ 歯車機構について イントロダクション・からくりすとアニメーシ ョンなど』 映像資料	映像提供
8		単元1	『カム機構』映像資料	映像提供
9		単元1	『リンク機構』映像資料	映像提供
10		単元1	『歯車機構』映像資料	映像提供
11	エントランスホール	単元1	ライントレースカー	千葉県立京葉工業高等学校
12		単元1	『ライントレースカー動きのしくみ』映像資料	映像提供
13	エントランスホール	単元2 カ・ラ・ク・る 伝わる 先人の知恵	木製歯車	長岡歯車資料館
14		単元2	木製歯車	長岡歯車資料館
15		単元2	木製歯車	長岡歯車資料館
16		単元2	木製歯車	長岡歯車資料館
17		単元2	木製歯車	長岡歯車資料館
18		単元2	木製歯車	長岡歯車資料館
19		単元2	木製歯車	長岡歯車資料館
20		単元2	木製歯車	長岡歯車資料館
21		単元2	棉繰り	長岡歯車資料館

22		単元2	座繰り	長岡歯車資料館
23		単元2	繰繰機（時計）	長岡歯車資料館
24		単元2	柱時計の歯車機構	長岡歯車資料館
25		単元2	復元時計（和時計）	長岡歯車資料館
26		単元2	復元時計（振り子時計）	長岡歯車資料館
27		単元2	復元時計（フライング振り子時計）	長岡歯車資料館
28		単元2	量程車（複製）	千葉県立中央博物館
29		単元2	垂揺球儀（複製）	千葉県立中央博物館
30	企画展示室	単元3 カ・ラ・ク・る カタカ タトコトコ歯車アート	歯車のオルゴール	個人
31		単元3	秩序ある無秩序	個人
32		単元3	『秩序ある無秩序の製作まとめ』映像資料	映像提供個人
33	特設コーナー	単元3	茶運び人形	個人
34		単元3	茶運び人形 機構模型	個人
35		単元3	茶運び人形 部品	個人
36		単元3	文字書人形	個人
37		単元3	文字書人形 機構模型	個人
38		単元3	弓曳童子	個人
39		単元3	弓曳童子 機構模型	個人
40		単元3	品玉人形	個人
41		単元3	品玉人形 機構模型	個人
42		単元3	指南車	個人
43		単元3	指南車 機構模型	個人
44		単元3	『江戸からくり人形 動きの様子』映像資料	映像提供個人
45	エントランスホール	単元3	ロボカマキリ	個人
46		単元3	ウサギのからくり時計	個人
47		単元3	満月と流れ星	個人
48		単元3	アンサンブル	個人

49		単元3	カメ（ドラミング）	個人
50		単元3	ウサギ（風車）	個人
51	ドームギャラリー	単元4 千葉が生んだ歯車 博士/現代の歯車	平歯車	南房総市立白浜小学校
52		単元4	平歯車の型	南房総市立白浜小学校
53		単元4	はずば歯車	南房総市立白浜小学校
54		単元4	軸付歯車	南房総市立白浜小学校
55		単元4	平歯車歯研見本	南房総市立白浜小学校
56		単元4	はずば歯車歯研見本	南房総市立白浜小学校
57		単元4	トヨタ AA 型乗用車模型 1/43	個人
58		単元4	『歯車と私』	長岡歯車資料館
59		単元4	『歯車』岩波文庫	長岡歯車資料館
60		単元4	『人生と技能』	南房総市立白浜小学校
61		単元4	『教育の聖者 ペスタロッチその業績遺跡巡礼』	南房総市立白浜小学校
62		単元4	『しあわせをつくりだす技能』	南房総市立白浜小学校
63		単元4	『心の灯台—成瀬博士の歯車物語』	本館
64		単元4	『ねむれる獅子』	南房総市立白浜小学校
65		単元4	『スイスとペスタロッチの遺跡』	南房総市立白浜小学校
66		単元4	写真額 成瀬政男講義風景	千葉県立安房高等学校
67		単元4	写真額 成瀬政男肖像	南房総市立白浜小学校
68		単元4	白浜尋常小学校風景写真	南房総市立白浜小学校
69		単元4	県立安房中学校正門風景写真額	千葉県立安房高等学校
70		単元4	はずば楕円歯車試作 1 号品	長岡歯車資料館
71		単元4	非円形歯車 1 号品	長岡歯車資料館
72		単元4	球形歯車	長岡歯車資料館
73		単元4	セラミックス歯車試作品	長岡歯車資料館
74		単元4	非円形歯車	長岡歯車資料館
75		単元4	非円形ベベルギヤ（一葉楕円モデル） 1 号品	長岡歯車資料館
76		単元4	等速早戻歯車	長岡歯車資料館

77		単元4	楕円形二葉歯車	長岡歯車資料館
78		単元4	間欠歯車	長岡歯車資料館
79		単元4	平歯車	小原歯車工業(株)
80		単元4	はずば歯車	小原歯車工業(株)
81		単元4	マイタ	小原歯車工業(株)
82		単元4	ラチェット	小原歯車工業(株)
83		単元4	ラチェット爪	小原歯車工業(株)
84		単元4	内歯車	小原歯車工業(株)
85		単元4	遊星歯車	小原歯車工業(株)
86		単元4	太陽歯車	小原歯車工業(株)
87		単元4	かさ歯車	小原歯車工業(株)
88		単元4	ねじ歯車	小原歯車工業(株)
89		単元4	ウォームギア	小原歯車工業(株)
90		単元4	ウォームホイール	小原歯車工業(株)
91		単元4	ラック	小原歯車工業(株)
92		単元4	『千葉が生んだ歯車博士成瀬政男氏の紹介・歯車紹介』映像資料	映像提供 小原歯車工業(株)

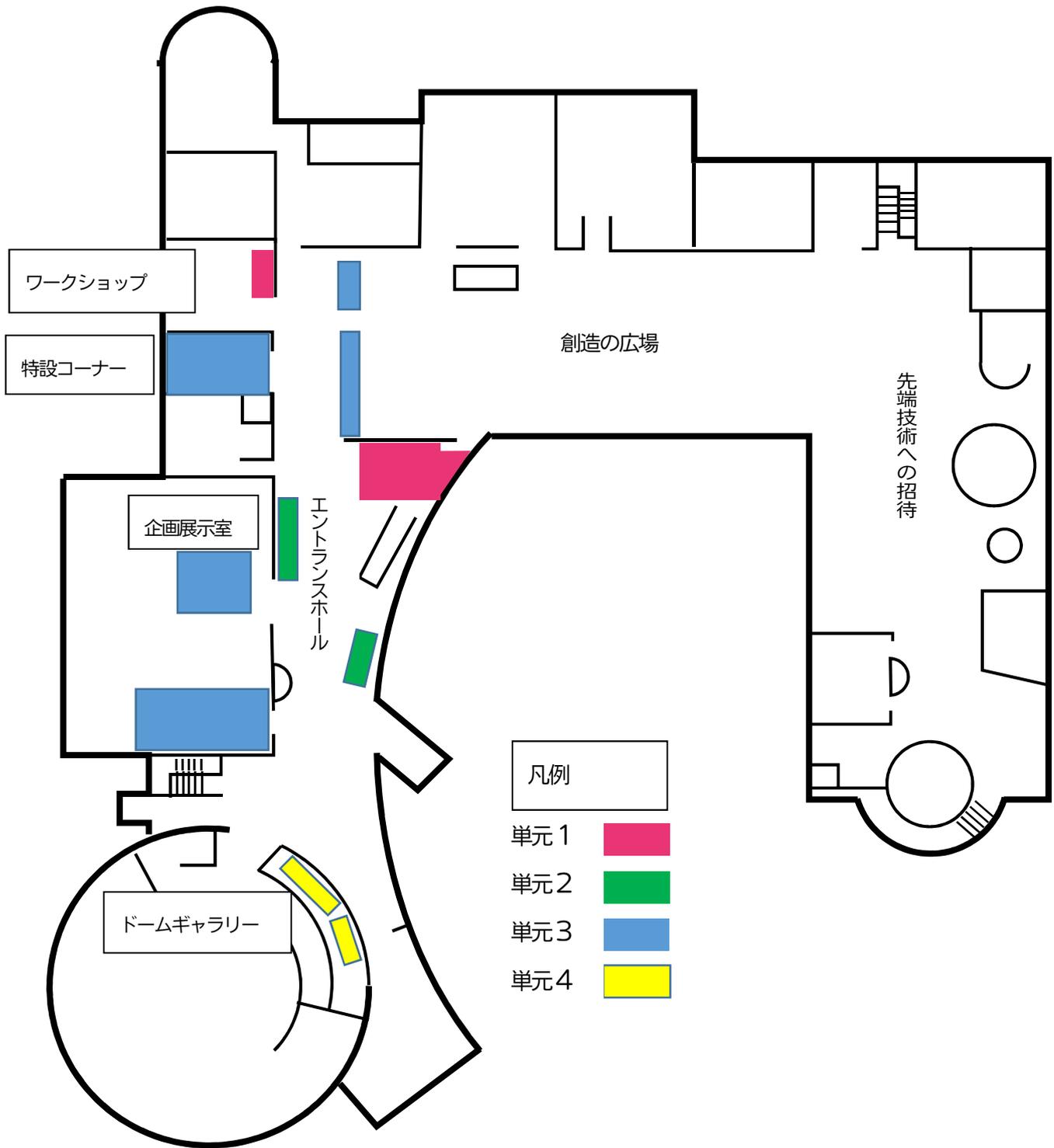


図 52 展示レイアウト概略