

“からくり”教材の作製と活用

H. K

1 はじめに

“からくり”とは「機械仕掛け」や「仕組み」、「策略」などを意味する古い用語です。ここでは「たくらみ」や「はかりごと」ではなく、現代の“からくり”ともいえるロボットハンドや江戸時代の振り子時計等の原理を実際に体験できる教材を作製し、JESO が実施する工作教室や研修で活用しましたので紹介します。

2 “からくり”教材その1 <ROBO-HAND シリーズ>

指の動きをリンク機構で設計しました。図 1-1 のように任意の長さを持つリンク（骨格）：L1、L2 及び第 1 関節、第 2 関節からなる指を①→②→③のように折り曲げるとします。このとき図 1-2 に示すように点 P1、P2、P3 を円弧で結びその中心を O' とします。O' - P1 をリンク：L' で結ぶと L1 は L' によって拘束された動きをします。

図 2 は人間の指と同じ 3 関節の指モデルです。2 関節よりは複雑ですが原理は同じです。リンク（骨格）が決まれば後はこれに肉付けします。リンクの長さは筆者の指とほぼ同じ長さにしました。

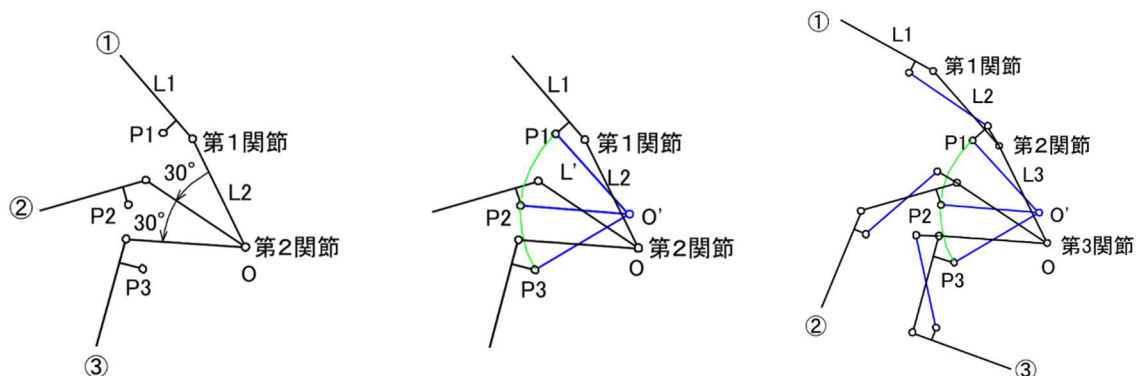


図 1-1 2 関節の指モデル

図 1-2 O' を求める

図 2 3 関節の指モデル

図 3 は図 2 をもとに設計した 3 関節の ROBO-HAND2 です。レバーを引くと人の手と同じようなつかみ動作をすることができます。

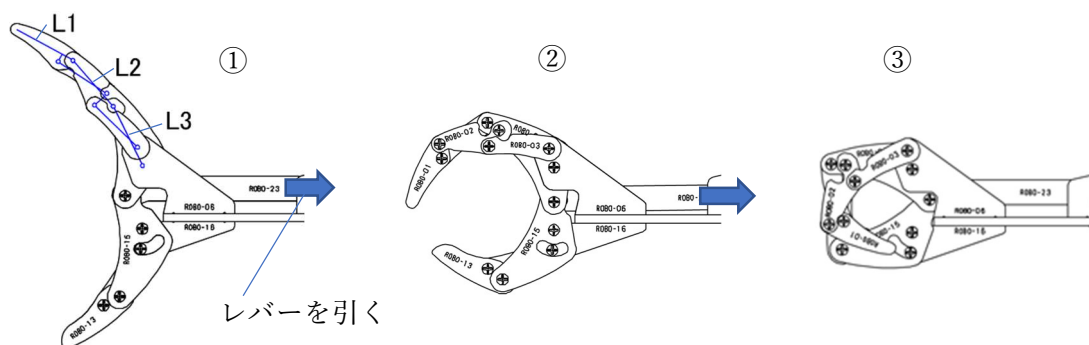


図 3 ROBO-HAND2 のつかみ動作

図4は ROBO-HAND2 のパーツです。厚さ 4mm、A4 サイズの合板にレーザー加工してあります。関節部には 3mm のネジを使っています。関節どうしがスムーズに回るためにはネジのしめ方が重要です。ROBO-HAND シリーズには3関節の ROBO-HAND2（図5）のほか、2関節の ROBO-HAND1（図6）、 平行リンク式の ROBO-HAND3 の3種類があります。いずれも組み立て時間は2時間前後です。

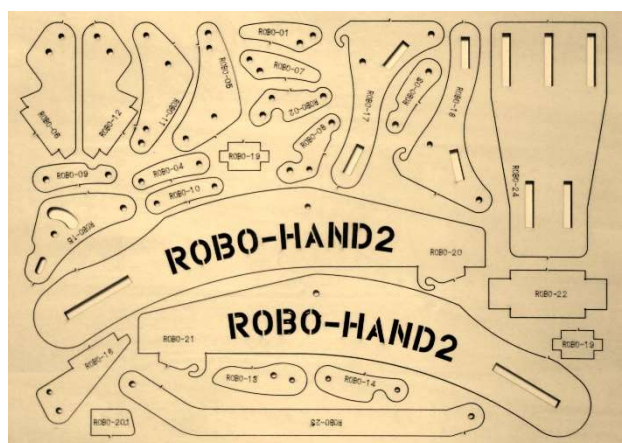


図4 ROBO-HAND2 のパーツ



図5 ROBO-HAND2 (3関節)



図6 ROBO-HAND1 (2関節)

3 “からくり” 教材その2 <からくりバード>

鳥が羽ばたく様子を“からくり”で再現しました。図7のように鳥は羽を振り下ろすときに羽を一杯に広げますが、振り上げるときは空気の抵抗を減らすために少し折りたたみます。これを“からくり”で実現するにはリンク機構を工夫する必要があります。からくりバードは飛ぶことはできませんがモーターでゆっくりと羽ばたきます。図8は組み立てた「からくりバード」です。パーツはA4サイズ1枚の合板に加工されています。

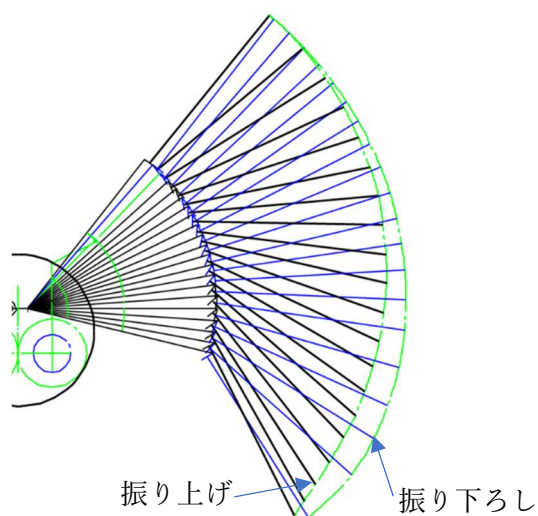


図7 鳥の羽ばたきモデル

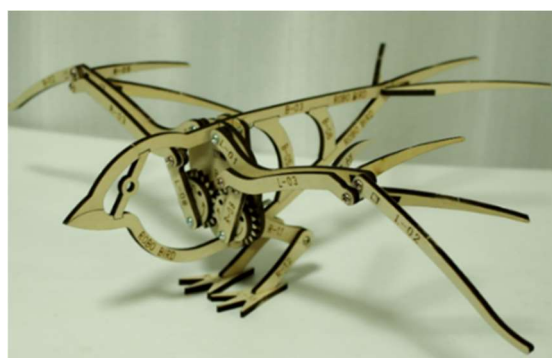


図8 からくりバード

4 “からくり” 教材その3 <からくりクロック>

機械式時計の元祖である振り子時計を教材化しました。振り子が往復する周期は振り子の長さに比例します。振り子の長さを約 25cm とすると計算上の周期は約 1 秒になります。ただし、動力であるおもりの重さによっても周期は変わります。図 8 は振り子式调速機の原理です。雁木（ガンギ）車がおもりによって回転しようとする左のツメが回転を止めようとします (1)。次に振り子が左に振れるため左のツメが外れ雁木車が 1 歯だけ進み右のツメで一瞬停止します (2)。このように一定の周期で往復運動する振り子に合わせて雁木車は 1 歯ずつ一定の間隔でカタカタと回転します。ヒモを 60cm ほど巻くと約 20 分間動かすことができます。図 9 は設計した振り子時計「からくりクロック」です。動力は約 100～150g のおもりを使った位置エネルギーです。

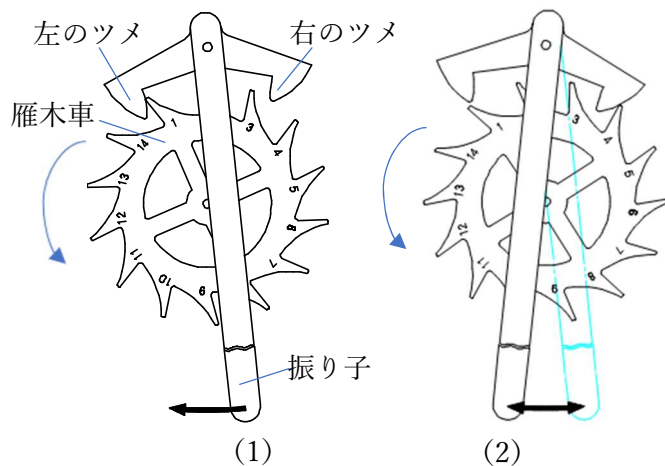


図 8 振り子式调速機の原理

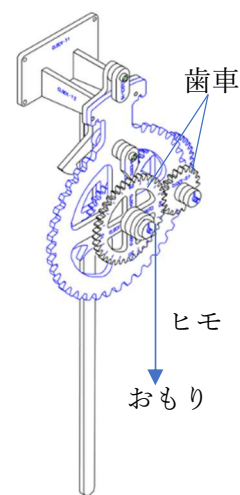


図 9 組立図(裏側)

図 10 は、からくりクロックのパーツ、図 11 は組立完成品です。正確な時間を表示することはできませんがラフなタイマーとして使えるかもしれません。

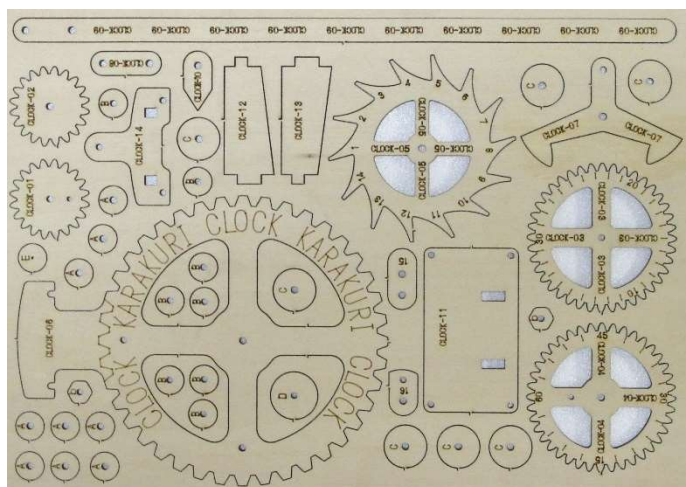


図 10 からくりクロックのパーツ (A4×厚さ 4mm)



図 11 組立完成！

5 “からくり”教材の活用

ROBO-HAND 等を活用した工作教室は子供たちに大変人気があります。豊橋市が小学館集英社プロダクション（以下、ShoPro）に業務委託をしている「豊橋市こども未来館」で年に6回ほど「からくりものづくり教室」を実施してきました（図12）。ROBO-HAND が完成するとさっそくモノをつかみ歓声を上げていました。子どもたちには「ものづくり」の楽しさと“からくり”の不思議さを伝えられたのではないかと思います。

この他、パキスタンをはじめ英語圏、フランス語圏の職業訓練関係者を対象とした JICA（（独）国際協力機構）研修の中で“からくり”教材を活用した研修を実施しました（図13）。ロボット等に使われている“からくり”の仕組みや、自主教材の作成方法等について学んでいただけたと思います。



図12 豊橋市こども未来館



図13 JICA 研修（パキスタン）

6 おわりに

“からくり”は古い技術のように思われがちですが、ロボットや機械の自動化には新しい“からくり”が必要です。モーターだけで自動化することはできません。“からくり”を使って生産工程を改善した例も多くあります。「故きを温ねて新しきを知る」のことわざのように、過去の“からくり”を知ることで新しい“からくり”のアイデアが生まれるかもしれません。

ここで紹介した工作教室や JICA 研修は、JESO が ShoPro や JICA から依頼を受けて実施したものです。2020 年度は残念ながら新型コロナの影響でこれらを実施することができませんでした。一日も早い終息を願うばかりです。

最後に、これらの“からくり”教材を使った工作教室や研修が「ものづくり」の啓蒙と創意工夫するきっかけづくりにつながれば幸いです。

なお、“からくり”教材の試作にあたっては ShoPro 様よりご支援をいただきました。改めて御礼申し上げます。