

クレーン車に使われている機構 —キャタピラとギア比に焦点を当てて—

河村 俊樹

1. 機関車の駆動部分の作成

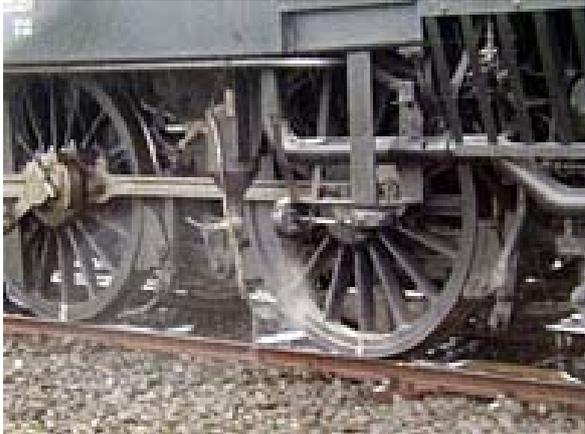


図 1

初めは図 1 のような機関車の駆動装置の部分の再現を試みた。機関車の駆動装置のような機構はレシプロエンジンと呼ばれている。現在自動車で使われているレシプロエンジンとは異なり、機関車の物は動輪そのものがクランクシャフトになっているが、往復運動を回転運動に変換しているという点は両者に共通している。

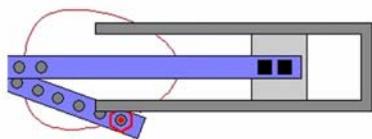


図 2 ピストン

レシプロエンジンをLEGOで再現しようとしたとき、ネックになったのは、ピストンの部分である。車輪とロッド、及びそれらをつなぐ棒はパーツで用意されているものをそのまま利用すればよかった。しかし、ピストンの直線運動をする部分を再現することが困難であった。レールのようなパーツを使えば再現できたかもしれないが、結局はできなかった。

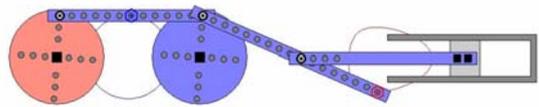


図 3

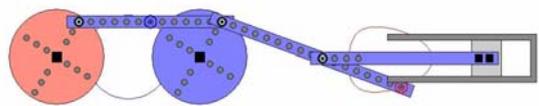


図 4

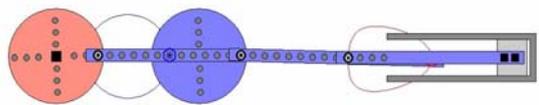


図 5

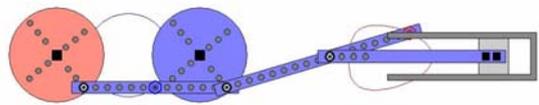


図 6

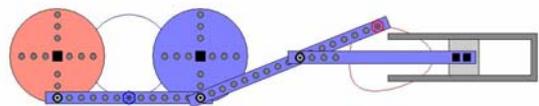


図 7

(図 2～図 7, 図 20 はリンク機構シミュレーターを使って画像作成)

他に、再現する上で困難だったことがある。機関車の駆動装置は図 3～図 7 のように動くが、図 3 のようにピストンが 1 往復する間に車輪とピストンを繋ぐ棒の先端が地面に向かうことがある。この時、棒の長さの調節が上手く行かず、棒が地面に引っ

かからないように調節するのが困難だった。機関車の駆動装置の部分の再現をあきらめて、次のテーマを探しながらキャタピラを作っていたところ、クレーンを製作していた玉井氏と意気投合し、2人の作品を合わせてクレーン車にした。

2. クレーン車の作成

2.1. キャタピラ部分

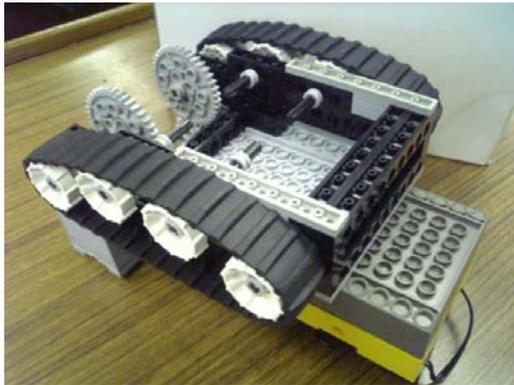


図8 下から撮影



図9 正面から撮影



図10 横から撮影



図11 ベルト・ドライブ・メカニズム

動力となるモーターは左右に1つずつ、2つ付いている。また、それぞれ別々に駆動させることが出来るため、前進・後退のほかに回転も可能である。

スプロケット・ホイール(起動輪)と呼ばれる、動力軸と繋がっている転輪は1番右に付いている(図10参照)。この転輪から履板(ゴムのベルト)に動力が伝達され、その他の転輪が履板に従って回転する。

また、キャタピラの性能について考えるとき、不整地走行性能と高速走行の両立が常に問題となる。例えば、大型転輪と言って、図10のように大転輪(白い転輪)を並べただけだと、高速走行に有利になるが、転輪の間隔が大きくなって不整地走行に難が生じる。逆に、小型転輪と言って、小転輪ばかりをならべて転輪の間隔を小さくすると、不整地走行性能は上がるが、高速走行ができなくなる。



図12

そのため、現在では図12のように、多くのキャタピラでは地面に接する転輪は中転輪、起動輪とその反対に位置するアイドラ

一・ホイール(遊動輪)に多少大きめの転輪,そして上部を小転輪で支える中型転輪を採用しているものが多い。尚,遊動輪は左右に位置を調整してベルトの張り具合の調整に用いられている。

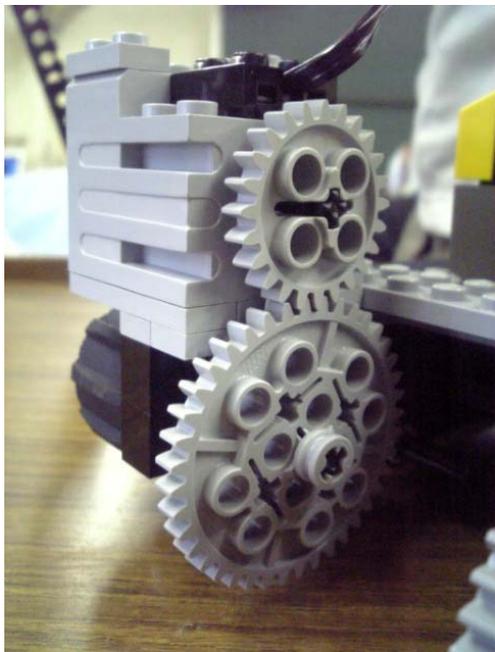


図 13

モーターをスプロケット・ホイールに直結させるには車両の幅が足りなかったので、図 13 のように、ギアを 2 つ使って動力を伝えるようにした。ギア比は $24 : 40$ である。従って、転輪の回転数は、モーターの回転数の $\frac{2}{3}$ になっている。

また、今回は左右のモーター両方で同じギアの組み合わせにしているが、ギア比を左右で変えれば常に左にカーブをし続けるようにすることもできる。例えば、上と下の歯車を逆にすればモーターとスプロケット・ホイールの配置を変えずとも左右のギア比が逆になる。

2.2. クレーン部分

クレーンの部分は玉井君が製作を担当したものである。

まず、ウォームギアを使ってモーターの速すぎる回転を落とす。

また、クレーンの頭の動力を伝える部分では、滑らないようにするために輪ゴムではなくキャタピラのゴムを使っている。

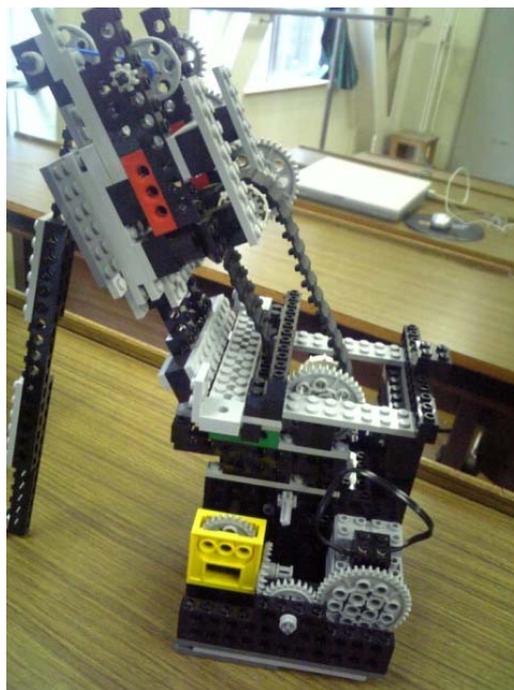


図 14

以下は各部の詳細である。

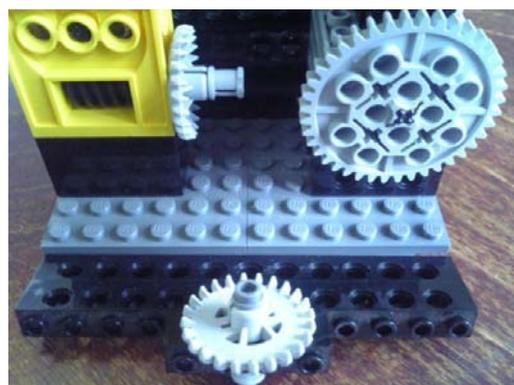


図 15

写真で 1 番右側にあるギアがモーターにつながってるギア。まず、画面の中の段階でギア比が $40 : 24 \rightarrow 24 : 24 \rightarrow$ ウォームギア $\rightarrow 5 : 24$ と変化していて、最終的なギア比は $25 : 72$ となっている。



図 16 ウォームギア(図 11 に同じ)

ウォームギアの特徴は、2つのギアだけを用いてギア比を大幅に変えられることである。

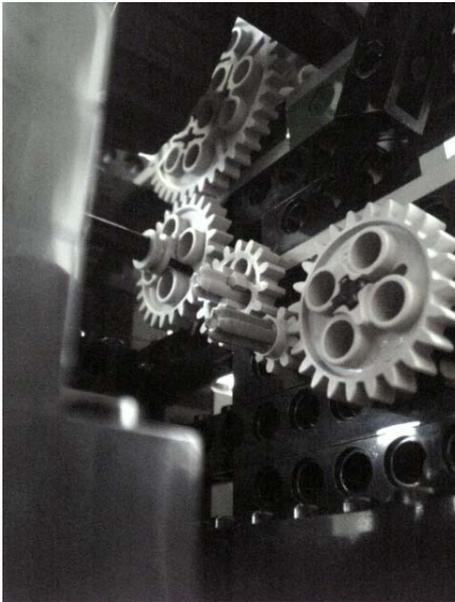


図 17

その後、クレーン塔の中のギア比は最初のギアと最後のギアだけで考えると 24 : 40 になっている。



図 18



図 19

さらに、クレーンの基部から頭にかけてのギア比が 40 : 24 になっている。つまり、このクレーン全体でのギア比は 25 : 72 である。

3. まとめ

ピストンと動輪を繋ぐ棒の先端は卵形線を描く(図 2 参照)。この軌跡を媒介変数表示で表す。

図 20 において、右の動輪の中心を原点 O 、棒上に左から順に点 A 、 B 、 C を取る。

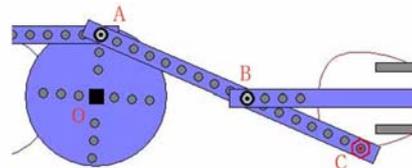


図 20

このとき、 $OA = a$ 、 $AB = BC = b$ 、 OA と x 軸が作る角を角 θ とすると、点 C の軌跡は下のように表される。

$$x = a \cos \theta + 2\sqrt{b^2 - a^2} \sin^2 \theta, \quad y = -a \sin \theta$$

参考 Web サイト

KINEMATIC MODEL DESIGN
DIGITALLIBRARY

<<http://kmoddl.library.cornell.edu>>

[2007, December 12]

リンク機構シュミレーター

<<http://www.edu-ctr.pref.kanagawa.jp/LinkWeb>>

[2007, December 12]