リンク機構の問題についての一考察

長　元　亀　久　男

One Consideration On the Problem of Link Mechanisms

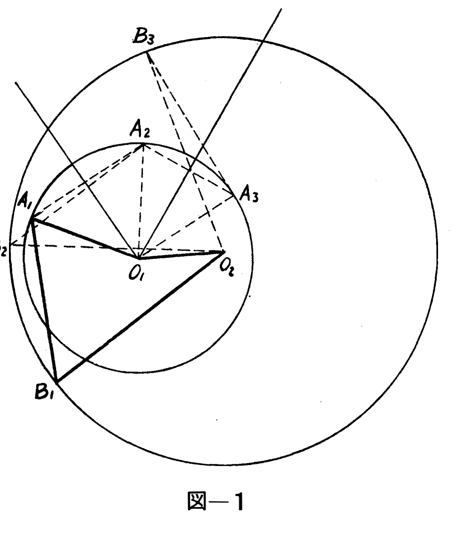
Kikuo　NAGAMOTO

A one consideration on the constitution of link mechanisms which pass through the five points is described in this paper.

4節リンク機構において与えられた3点，4点，5点を通るような機構について考えてみることにする。

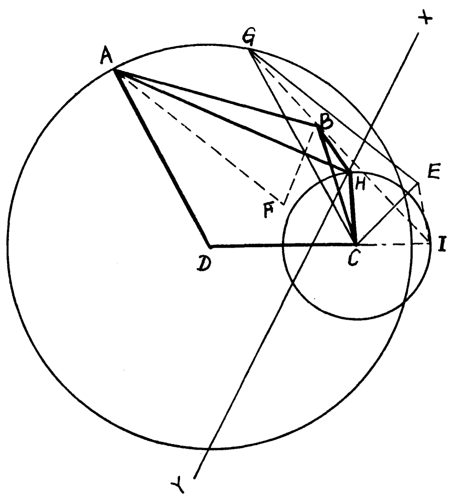
これらの機構の構成については3点を通る機構をもとにして4点5点を通る機構を考察するにここに一貫した一つの規則が存在する。ここではこれらの規則について述べることにする。

1.　与えられた3点を通る機構を4節リンク機構にて実現することを考えてみよう。図—1にて与えられた3点を A_1，A_2，A_3 とし，A_1，A_2，A_2，A_3 を結び，これらの線分の垂直2等分線をひき，この2線分の交点を O_1 とする。O_1 点から最短節の長さ O_1O_2 を図のようにとる。O_2を中心にしてA_1 A_2 A_3 点を通る円に交わらないような円，すなわち図のように O_2 B_1 を半径とする円を画く。与えられたA_1 A_2 A_3 点からコンネクティングロッドの長さ A_1 B_1 に等しく今画いた円周上に A_1 B_1 = A_2 B_2 = A_3 B_3 なる B_1 B_2 B_3 をとる。しからば図—1に示すように O_1 O_2 A_1 B_1なる機構は A_1 A_2 A_3 点を通る4節リンク機構である。



図—1

2.　4節リンク機構ABCDにてクランクBCにおけるB点がBCに等しくない他の点Eを通る機構について考えてみよう。

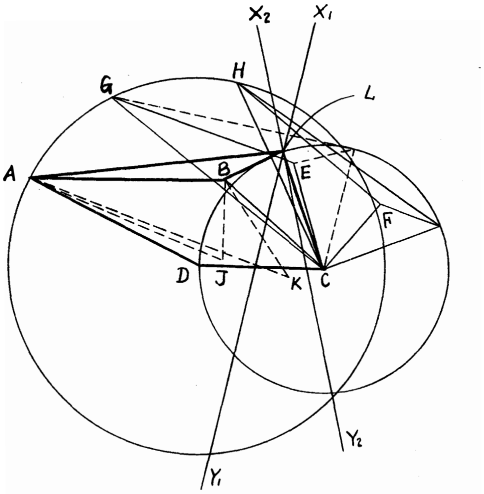


図—2

図—2にて示す4節リンクABCDにおいて，Dを中心にADを半径として円を画く。ECを結ぶ。Eからコンネクティングロッド ABの長さに等しく今画いた円周上にGをとる。GCを結ぶ。GEをABに重ねて△GCEに合同なる△ABFを作図する。FCを結ぶ線分の垂直2等分線XYをひく。このXY上に任意の点Hをとる。しからばAB節の代りに△ABH節をとり，ピンにてクランクHCに連続して得られる4節リンク機構ABHCDはABがB点，E点を通る4節リンク機構である。

3.　4節リンク機構ABCDにてクランクBCにおけるB点がBCに等しくない他の点EおよびFを通る機構について考えてみよう。

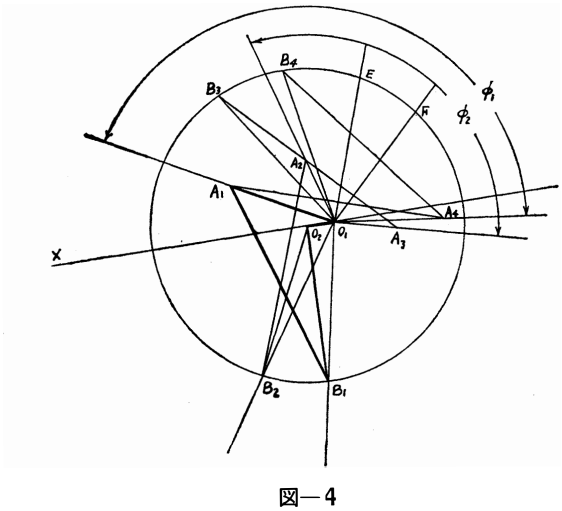
図—3にて示す4節リンク機構ABCDにおいてD



図—3

を中心はＡＤを半径として円を画く。ＥＣ，ＦＣを結ぶ。ＥからコンネクティングロッドＡＢの長さに等しく，またＦからＡＢの長さに等しく今画いた円周上にＧ，Ｈをとる。ＧＣを結ぶ。ＨＣを結ぶ。△ＧＥＣに合同にＧＥをＡＢ上に重ねて作図する三角形を△ＡＢＫとする。また△ＨＣＦに合同にＨＦをＡＢ上に重ねて作図する三角形を△ＡＢＪとする。点Ｊ，Ｋ，Ｃを通る円の中心をＬとする。しからばＡＢ節の代りに△ＡＢＬ節をとり，ピンにてクランクＬＣに連結すれば，4節リンクＡＢＬＣＤはＡＢがＢ点，Ｅ点，Ｆ点を通る4節リンク機構である。

4. 通過すべき4点を A_1 A_2 A_3 A_4 とし，これと連続するコンネクティングロッドの他の点 B_1 B_2 B_3 B_4を同一円周上にあるようにすることについて考えてみよう。



図—4

B_1 B_2 B_3 B_4 を同一円周上にあるようにしたいために，この4点が2つずつ対称の位置となるように考えることにする。そのために図—4を参照し，A_1 と A_4 A_2 と A_3 を結び，これらの線分の垂直2等分線の交わりを O_1 とする。O_1A_1，O_1A_2，O_1A_3，O_1A_4 を結ぶ。O_1A_1 と O_1A_4 のなす角$\angle A_1O_1A_4=\phi_1$，O_1A_2 とO_1A_3 のなす角 $\angle A_2O_1A_3=\phi_2$ とする。いま O_1 を通る任意の直線 O_1Xをひく。O_1X となす角が $\angle XO_1B_2=\phi_2/2$，$\angle XO_1B_1=\phi_1/2$ に等しく，O_1B_1，O_1B_2 をひく。最初の位置 A_1 から O_1B_1 上にコンネクティングロッド A_1B_1 の長さに等しく，O_1B_1 上に B_1 をとる。同じく A_2 から A_1B_1 に等しく O_1B_2 上に B_2 をとる。B_1B_2 を結び，これの垂直2等分線をひき，これが O_1Xとの交わりを O_2 とする。次に O_2B_1 を半径として円を画く。O_1 を中心として O_1B_2 を半径として円弧を画き，O_2 円との交わりを B_3，同じく O_1 を中心として O_1B_1 を半径として円弧を画き O_2 円との交わりを B_4 とする。しからば $\triangle O_1A_2B_2$ と $\triangle O_1A_3B_4$ において，

$\angle XO_1B_2+\angle XO_1B_3+\angle B_3O_1A_2=\angle B_2O_1A_2$

$\angle A_3O_1A_2+\angle A_2O_1B_3=\angle A_3O_1B_3$

$\angle XO_1B_2+\angle XO_1B_3=\phi_2=\angle A_3O_1A_2$

$\therefore\angle B_2O_1A_2=\angle A_3O_1B_3$

$O_1A_2=O_1A_3$

$O_1B_2=O_1B_3$

$\triangle O_1A_2B_2=\triangle O_1A_3B_3$

$\therefore A_2B_2=A_3B_3$

$\triangle O_1A_1B_1$ と $\triangle O_1A_4B_4$ において，

$\angle B_1O_1X+\angle B_4O_1X-\angle B_4O_1A_1=\angle A_1O_1B_1$

$\angle A_4O_1A_1-\angle B_4O_1A_1=\angle A_4O_1B_4$

$\angle B_1O_1X+\angle B_4O_1X=\phi_1=\angle A_4O_1A_1$

$\therefore\angle A_1O_1B_1=\angle A_4O_1B_4$

$O_1B_1=O_1B_4$

$O_1A_1=O_1A_4$

$\therefore\triangle O_1A_1B_1=\triangle O_1A_4B_4$

$\therefore A_1B_1=A_4B_4$

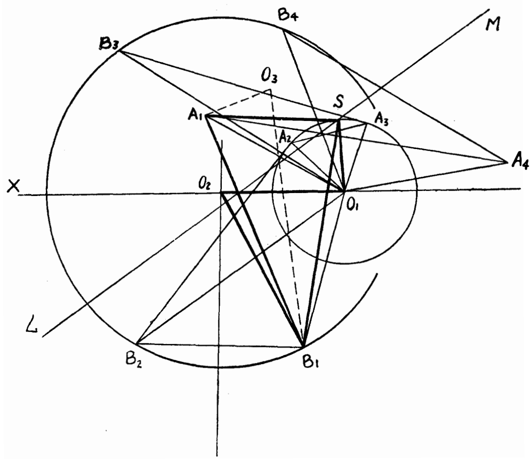
$A_1B_1=A_2B_2$（作図）

$\therefore A_1B_1=A_2B_2=A_3B_3=A_4B_4$

これを逆にいえば与えられた4点を A_1 A_2 A_3 A_4 とし，A_1とA_4，A_2と A_3 とを結び，これらの垂直2等分線の交点を O_1 とし，O_1 を通る任意の直線 O_1Xをひき，この直線と$\angle XO_1B_2=\phi_2/2$，$\angle XO_1B_1=\phi_1/2$ の角をなす直線 O_1B_2，O_1B_1 をひく。A_1 点からコ

ンネクティングロッドの長き A_1B_1 を O_1B_1 上にとり B_1 とする。同じように A_1B_1 を O_1B_2 上にとり B_2 とする。B_1B_2 を結び，B_1B_2 の垂直２等分線をひき，O_1Xとの交点を O_2 とする。O_2 を中心として O_2B_1 を半径として円を画く。そして A_3A_4 点よりコンネクティングロッドの長さ A_1B_1 に等しい長さをこの円周上にとって，これを B_3B_4 とすれば B_2 と B_3，B_1 とB_4 が O_1 に対して対称の位置にあるということになる。

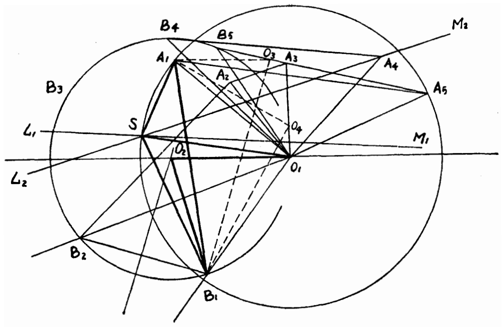
５．与えられた４点$A_1A_2A_3A_4$ を通る４節リンク機構を考えてみよう。



図—５

図—５にて通過すべき４点 $A_1A_2A_3A_4$ のうち，A_1 と A_4，A_2 と A_3 を結び，A_1A_4 と A_2A_3 の垂直２等分線の交わりを O_1 とする。このときできる $\angle A_1O_1A_4=\phi_1$、$\angle A_2O_1A_3=\phi_2$とする。O_1 より任意の直線O_1Xをひく。この直線と$\angle XO_1B_1=\phi_1/2$，$\angle XO_1B_2=\phi_2/2$ の角をなす O_1B_1，O_1B_2 をひく。A_1 よりコンネクティングロッドの長さ A_1B_1 を O_1B_1 上にとり B_1 とする。A_2 より A_2B_2 の長さを O_1B_2 上にとり B_2 とする。B_1 と B_2 を結び，これの垂直２等分線をひき，O_1Xとの交点を O_2 とする。O_2 を中心として B_1B_2 を通る円を画く。この O_2 円上に A_3 から A_1B_1 に等しく B_3，A_4 から A_1B_1 に等しく B_4 をとる。第２の位置 A_2B_2 にてできる $\triangle A_2B_2O_3$ に合同である三角形を第１の位置 A_1B_1 において $\triangle A_1B_1O_3$ として作図する。O_1O_3 を結び，これの垂直２等分線LMをひく。このLM線上に任意の点Sをとる。Sを定点として$A_1B_1O_1$ を結ぶ。O_2B_1を結ぶ。しからば O_1O_2 を固定節として$O_2B_1A_1B_1S$，O_1S をリンクとする４節リンク機構は $A_1A_2A_3A_4$ を通る４節リンク機構となるのである。

６．与えられた５点 $A_1A_2A_3A_4A_5$ を通る４節リンク機構を考えてみよう。



図—６

図—６にて通過すべき５点を $A_1A_2A_3A_4A_5$ とする。このうち A_1 と A_5，A_2 と A_3 を結び，これらの線分の垂直２等分線との交わりを O_1 とする。$\angle A_1O_1A_5=\phi_1$，$\angle A_2O_1A_3=\phi_2$ とする。O_1 より任意の直線 O_1Xをひく。この直線と $\angle XO_1B_1=\phi_1/2$，$\angle XO_1B_2=\phi_2/2$ の角をなす O_1B_1，O_1B_2 なる直線をひく。A_1 よりコンネクティングロッドの長さ A_1B_1 に等しく O_1B_1 上にとり，これをB_1 とする。A_2 より A_1B_1 の長さを O_1B_2 上にとり，これを B_2 とする。B_1 とB_2 を結び，これの垂直２等分線をひき，O_1Xとの交わりを O_2 とする。O_2 を中心にして B_1B_2 を通る円を画く。この O_2 円上に A_3 から A_1B_1 に等しく B_3，A_4 から A_1B_1 に等しく B_4，A_5 から A_1B_1 に等しく B_5 をとる。第２位置 A_2B_2 にてできる $\triangle A_2B_2O_1$ に合同である三角形を第１の位置 A_1B_1 において $\triangle A_1B_1O_3$ として作図する。第４の位置 A_4B_4 にてできる $\triangle A_4B_4O_1$ に合同である三角形を第１の位置 A_1B_1 において$\triangle A_1B_1O_4$ として作図する。O_1 と O_4，O_4 と O_3 を結び，これらの線分の垂直２等分線 L_1M_1，L_2M_2 との交わりをSとする。Sを定点として A_1B_1 と O_1 とを結ぶ。O_2 と B_1 と結ぶ。しからば，O_1O_2 と固定節として O_2B_1，A_1B_1S，O_1Sをリンク機構とする４節リンク機構は，$A_1A_2A_3A_4A_5$ を通る４節リンク機構となるものである。これはハイングリーブラの作図法である。

参照文献；渡辺茂，機構学講議，Ｉ，II，共立全書
益子，小川，機構学，〔機械工学講座〕共立出版
野口尚一，機構学，山海堂

（昭和40.10.30受付）