

RIMS 共同研究「準周期的秩序の 数理とその周辺」における 研究発表

上 木 敬士郎

Keishiro UEKI

数理・情報科学課程 2年



図 1 2種類の基本構造

1. はじめに

京都大学数理解析研究所 (RIMS) において 2021 年 11 月 8 日から 10 日まで開催された研究集会「準周期的秩序の数理とその周辺」に参加し、「相似な三角柱をリンクとする 1 自由度の立体リンケージについて」という題目で発表を行った^[1].

2. 研究内容

2.1 概要

本研究は三角柱をリンクとする原始的なリンケージメカニズムを起点とし、そのメカニズムの対称性の高さを根拠とする拡張可能性に注目して 1 自由度で展開することのできる正多角柱型立体リンケージの構成を目標とした。

2.2 基本となる構造について

発見した基本となる構造は図 1 の 2 種類である。それぞれの構造は合同な三角柱をリンクとしており、1 自由度で動作する。図 1 の左側の構造は三角柱底面の三角形の辺をヒンジジョイントとして接続され、4 つの三角柱側面の長方形によって菱形が形成される。そしてこの構造は中央で直交する 2 つの面による鏡映な対称性をもっている。以降はこの構造 (図 1 左) を基本構造 A と呼ぶ。図 1 の右側の構造は構造 A と同様に三角柱の底面の辺をジョイントとして 1 自由度で動作する構造である。中央に注目すると 4 つ正三角形が折りたたまれるような動作をする。そして構造 A と同様に中央で直交する 2 つの面を基準とする鏡映な対称性を持っている。今後はこの構造を基本構造 B と呼ぶこととする。

2.3 基本構造の連結

それぞれの基本構造の対称性を利用して基本構造同士を連結して目標とする正多角柱を構成していく。はじめに 2 つの基本構造 A の連結について考える。図 2 の左に示すように基本構造の端の 3 点を取り、その 3 点を通る面を基準として鏡映な位置に異本構造 A を複製したものが図 2 左の構造である。そして図 2 左の構造の中央の 4 つの三角柱に注目すると、基本構造 B が構成されていることがわかる。



図 2 基本構造 A の連結

2.4 正多角柱の構成

先ほどの基本構造の連結を用いて正多角柱を構成していく。図 3 では基本構造 A を 1 列に 3 つ連結した機構の動作を示している。これは正六角柱を構成するプロセスである。正 n 角柱を構成する場合は、それぞれの三角柱の底面は目標とする正 n 角形 ($2 < n$) を中心で n 個に分割した二等辺三角形としている。



図 3 連結された基本構造 A の動作の様子

これらの基本構造の列に対して、図 2 で示した対称面での鏡映の操作を上下方向に n が偶数なら $n/2$

回行う。 n が奇数であれば $n/2$ 回の操作に加えて基本構造列のそれぞれの基本構造 A について個別に基本構造 A の半分を複製することで正多角形を構成する。図 4 はこの手法で構成した正六角柱の動作の様子である。縦向きの細長い正六角柱から変形して横向きの合同な正六角柱に変形する構造を構成することができた。



図 4 正六角柱機構の動作の様子

2.5 三角柱同士の干渉

正六角柱の構造を構成することができたが、その他の一般の正多角柱においては 1 自由度で動作させるためにはそれぞれの三角柱同士の衝突を無視して自己交差を許す必要がある。一般の正多角柱を構成するためのそれぞれの三角柱の底面は 2.4 で説明したように二等辺三角形である。正六角柱を構成する場合にのみ、三角柱の底面が正三角形となり、その対称性の高さから三角柱同士の干渉を避けるようにリンケージを配置することができる。結果をまとめると、三角柱をリンクとして任意の正多角柱から合同な正多角柱に変形する 1 自由度の構造の構成方法を発見し、また特に正六角柱においては三角柱同士

の干渉を避けて現実においても設計可能な構造であることがわかった。

3 おわりに

学部 2 年生である私はこのような研究発表は初めてであり、緊張の中で発表に臨んだ。発表が終わるまでは不安な気持ちでいっぱいだったが、発表後の質問の場にて他の参加者の方から様々な質問や意見をいただき、有意義な体験ができたと感じた。特に発表者の一人である沖縄科学技術大学院大学の Johannes Schönke さんには研究分野が近いこともあり関心を持っていただき、様々な意見交換をすることができた。拙い部分も多々あり後悔の残る発表だったが、このように研究者の方々と交流することができて非常に刺激的だった。また、他の参加者の方々の発表は私にとって非常に難解であり、そのほとんどを理解することができず、より一層の研鑽が必要であると強く思った。普段からご指導してくださり、このような発表の機会を与えてくださった山岸義和先生ならびに研究集会の参加者の皆様に心から感謝いたします。

参考文献

- [1] 上木敬士郎「相似な三角柱をリンクとする 1 自由度の立体リンケージについて」、RIMS 共同研究 (グループ型 A)「準周期的秩序の数理とその周辺」、京都大学、2021 年 11 月 8-10 日。