

宇宙エレベーター

川島 順 予科 21-7
(越谷市) 航空 7-1

はじめに

平成29年3月12日の読売新聞朝刊の「エレベーター宇宙へGO」という記事が目にとまった。地球と静止衛星とをケーブルで結び、そのケーブルにエレベーターを取り付け地球と静止衛星の間を行き来するというアイデアである。

早速その起源を調べてみると、このアイデアは荒唐無稽のものではないことが分かった。

1. 宇宙エレベーターの着想

1895年(明治28年)物理学者でロケット研究者であり「宇宙開発の父」と呼ばれているロシアの、コンスタンチン・ツィオルコフスキーが発表している。

それは、エッフェル塔から着想を得て、赤道上から塔を立てていけば静止軌道半径の高さで重力と遠心力が釣り合うはずであるという着想である。この発表は当時あまり評価されなかった。

2. 宇宙エレベーターの構想

1959年(昭和34年)ソ連の、ユーリイ・アルツターノフが逆に静止軌道上からその上下にケーブルを伸ばしてゆく軌道エレベーターの構想(天のケーブルカー)を発表した。この構想によって宇宙エレベーターは現実味を帯びてきた。

この構想は、静止衛星から、地上へ向けてケーブルを垂らしてゆく。ケーブルを吊り下げた分だけ重くなるので、静止衛星は

地球の重力に引かれて落下してゆく。それを防ぐために反対側にもケーブルを伸ばしてその先端にバランス用の重りを取り付ける。地球と静止衛星の距離は約3万6千km、バランス用の重りは静止衛星から約10万kmの位置にまで伸ばす必要がある。そして、地球と静止衛星のケーブルにエレベーターを取り付ける。時速約200kmのエレベーターが完成したとすると、地球から静止衛星までは7日間かかる計算になる。



宇宙エレベーターの全体図 読売新聞より



国際宇宙ステーションJSCAより

3. 宇宙エレベーターの開発状況

(1) 米国における活動

全米宇宙協会などが2031年10月27日の開通を目指し、1メートル幅のカーボンナノチューブでできたリボンを、赤道上の海上プラットフォーム上から10万キロ上空まで伸ばすプロジェクトを進めている。

1999年にはNASAの二つのグループが、続いて2000年にはNASAの援助を受けて元ロシアモスク国立研究所員のブラッドリー・C・エドワーズ博士がそれぞれ軌道エレベーターの理論的な実現性に関して報告している。

これらの研究報告に基づき、LiftPort社がアメリカ、ワシントン州シアトル郊外のブレマートンに設立され、NASAからの援助を受けて軌道エレベーターの早期実現へ向けた研究開発を行っている。

(2) 日本における活動

①日本学術会議

日本学術会議の2017マスタープランに宇宙エレベーター（軌道エレベーターともいう）の研究開発を念頭に置いた研究開発案「宇宙インフラ整備のための低コスト宇宙輸送技術の研究開発」が採択された。これにより多分野にわたる研究開発を連携して宇宙エレベーターの実現を推進することを提唱している。

②株式会社大林組

大林組は、「2050年エレベーターで宇宙へ」のスローガンの基に、2050年の完成を想定して「宇宙エレベーター建設構想」を発表している。人や物資を経済的かつ大量に宇宙へ搬送するため、ロケットの代わりに建設。地球と月との距離の約10分の1の上空3.6万kmにターミナル駅、地球の海洋上に発着場を設置する。

そして、総延長9.6万kmのケーブルでつないでエレベーターを運行させる。



宇宙エレベーター想像図 大林組ホームページより

この構想が実現すれば、宇宙太陽光発電、宇宙資源の探査や活用、宇宙観光旅行など、さまざまな分野での可能性が広がっていくであろうと説明している。

③宇宙エレベーター協会（JSEA）

JSEAは一般社団法人として、会員から集めた資金で、「宇宙エレベーターの構築に必要な技術開発を行い、また社会における関連技術の開発を誘導する」との運営方針に基づいて、研究開発に関するパネルディスカッションや「宇宙エレベーターチャレンジ(SPEC)」と称する競技会等を開催している。

この競技会は、気球を使って、そのロープにエレベーターのひな型・クライマーを取り付け、クライマーの達する高度を競う競技会で毎年開催している。



宇宙エレベータ競技会 TELESCOPE No.004より

2009年に開始した競技会では高度150mであったものが、毎年高度を更新し、2014年度は1,250mに達している。

4. 宇宙エレベーター開発上の問題点

(1) ケーブルの素材

最大の問題点はケーブルの素材である。現在の所、カーボンナノチューブ (CNT) が有力候補である。CNTは髪の毛の1万分の1の太さで引っ張り強度は鉄鋼線の20倍以上の強さがあるといわれているが、何万kmの長さの繊維を強度を保ったまま製造する技術がまだ開発されていない。新しい素材としてコロツサルカーボンチューブが注目され始めた。

(2) 高速エレベーター

リニア方式とモーター方式が考えられるが時速200kmの高速エレベーターの開発はさほど問題にならないが、動力エネルギーに何を使用するかが課題である。電気が最も可能性が高いが、その供給方法に問題が残る。すなわち地上から送電する場合は、送電線が長いので約50%はロスとなる。遠赤外線レーザーによる送電は高高度における実績がないのでその成否のほどは不明である。太陽電池の場合はかなり大きなものになる。原子炉は安全性の問題で対象外となろう。

(3) 建設物の安定性・安全性

航空機や人工衛星との衝突、日光や宇宙線による材料の劣化、テロリストによる破壊工作、ケーブルの固有振動数の増幅による破壊、環境問題等様々な問題をクリアしなければならない。

(4) 建設場所や運用方法

建設できる場所が赤道に近い場所に限定されている。赤道から南北35度以内で、気象条件などを勘案すると西経90度から東経73度以内が最適とされている。しかし、限られた地域に建設するとなると各国間の利害が絡み、その調整に難航することが予想される。

(5) 開発費用

総工費は10兆円と言われている。

5. 宇宙エレベーターの特許

1. 米国特許:

(1) USP6981674(Jan.3,2006)

「宇宙エレベーターのシステム及び方法」

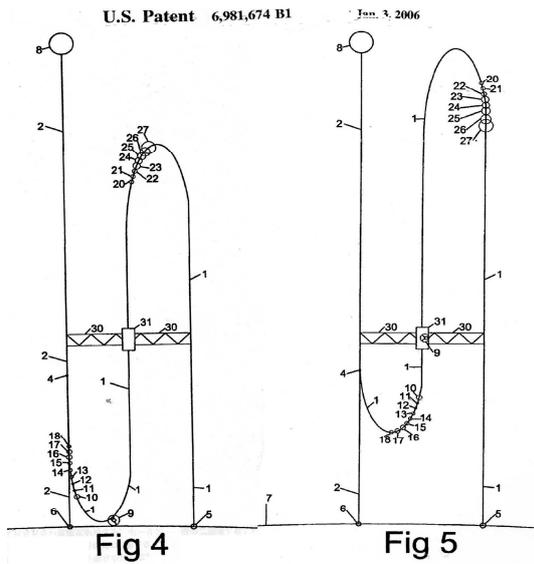
James G. Dempsey(米国)

静止衛星から上下に延長した支持テザー2及び輸送テザー1の複数のテザー(ロープ)を使用して、静止衛星30に取り付けられた駆動装置31を用いて、移動テザー1に取り付けられたエレベータ9を上下させる。図4に於いてエレベータ9は地球7に着地した状態、図5はエレベータ9が静止衛星30に到着した状態を示す。

20~10~はバランス用錘。

その後本発明者は1本のテザーを使用する宇宙エレベーターの発明を出願している。

(USP2010/0051750:Mar. 4, 2010)



米国特許の原理図

(2) USP9085897(Jul.21,2015) 「宇宙エレベーター」 Thoth Technology Inc.(カナダ)：この特許はロシアのツィオルコフスキーが提案した地上から塔を上へ伸ばしてゆく方式で、静止衛星と地上を結ぶエレベーターではないが、本出願人は、その後、この塔に使用するエレベーターの構造、構築法等について多くの米国特許出願をしている。

2. 日本特許

日本では宇宙エレベータに関する発明は多数出願されているが、特許になったものは未だ見当たらない。主な出願は、

(1) 特開 2017-013791「楕円軌道を利用した浮遊型宇宙エレベーター」鈴木一高：宇宙船を利用することにより地上基地を必要としない。

(2) 特開 2010-202148 グレスマリー・ワールド(株)「ファイバチューブを使用した成層圏プラットホーム、準宇宙エレベータ風の宇宙輸送システム」ファイバチューブを使用して宇宙船にヘリウムガスを送る。この会社は、「宇宙推進及び宇宙滞在システム」と称する新しい宇宙船の推進機関に関する発明を多数出願している。これらの発明は宇宙エレベーターの建設に利用できるとしている。

(3) 宇宙エレベータに使用するカーボンナノチューブに関する発明は、日本電気その他の会社から多数出願されている。また、この種の発明は、米国、韓国、中国その他の国においても多数出願されている。