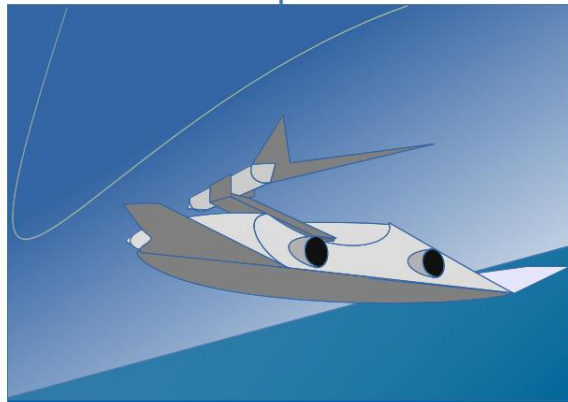
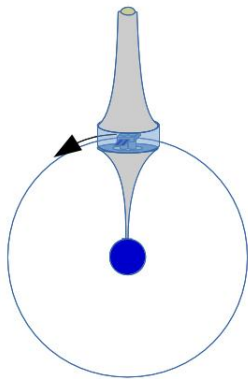
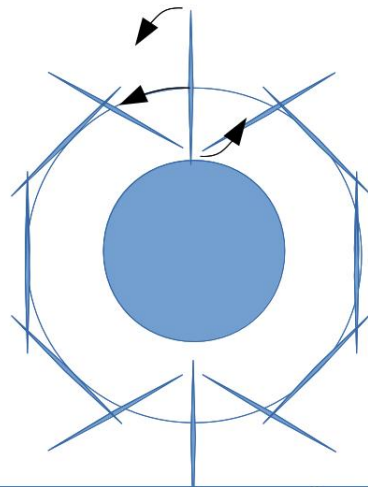
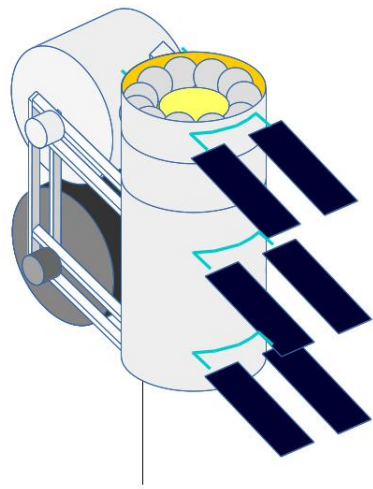


宇宙への架け橋

～数式で遥か彼方へ向かう演習書～

VER.20161230



〔軌道ウィンチ、極軌道スカイフック、軌道エレベータ、テザー往還機・・・今後の本書にて扱います〕

秘密結社オープンフォース

宇宙への架け橋

秘密結社オープンフォース 河野悦昌 著

2016-12-30 版 発行

目次

第 1 章	本書の狙い	1
1.1	宇宙に行こう	1
1.2	本書において	1
	ブラックボックスをなるべくなくします。	1
	有効数字は 3 桁	1
	解答	1
第 2 章	演習編	2
2.1	人類に必要な空間	2
2.2	増えすぎた人口	2
2.3	軌道発電衛星	3
2.4	宇宙へのコスト	4
2.5	宇宙に行く条件は？	4
2.6	以下続く	4
第 3 章	解答編	5
3.1	人類に必要な空間	5
3.2	増えすぎた人口	5
3.3	太陽発電衛星	5
3.4	宇宙へのコスト	5
3.5	宇宙に行く条件は？	5
第 4 章	資料	7
4.1	基本的な数値	7
	重力加速度	7
	地球の赤道半径	7
	1 年	7
	光の速度	7
	万有引力定数	7
第 5 章	C91 版あとがき	8

第 1 章

本書の狙い

1.1 宇宙に行こう

幾多の人々が天界を既に駆けています。共通の言語、数学によって。時代、政治、思想が異なっても、同じ世界に行くことができます。いつの日か、異なる星に住む人たちと話をする時、同じように数学による意思疎通が図られるでしょう。

1.2 本書において

ブラックボックスをなるべくなくします。

公式をできる限り導き出すようにします。自分の手でいちから計算していきます。

有効数字は 3 桁

計算の結果は有効数字内に四捨五入します。また、計算の途中で導き出した数字も同様に扱います。単位系は MKS 単位系を使います。

解答

演習編と、解答編に分けてあります。解答は、全て答えるのではなく過程や必要なデータは巻末資料や Web で検索したりして調べてみてください。

第2章

演習編

2.1 人類に必要な空間

立って半畳、寝て一畳という言葉があります。一畳というのは $85 \times 170 \sim 100 \times 2000 \text{cm}$ ですが、計算しやすく $1 \text{m} \times 2 \text{m}$ として、もし世界中の人口 50 億人を、一人あたり 2 平方メートルに入れるとすると、どのくらいの面積が必要でしょうか。

1. 佐渡ヶ島くらい
2. グリーンランドくらい
3. オーストラリア大陸くらい

2.2 増えすぎた人口

「機動戦士ガンダム」では、宇宙世紀という年号が使われています。UC0079 というように、Universal Century を略して使われていて、宇宙移民が始まった年を宇宙世紀元年という設定になっています。

UC0000, 人口が 90 億人。UC0050, 人口 110 億のうち、90 億が宇宙へ。

"地球の周りには巨大なスペース・コロニーが数百基浮かび、人々はその円筒の内壁を人口の大地とした。その人類の第二の故郷で、人々は子を産み、育て、そして死んでいった。"

ー 機動戦士ガンダム (劇場版) オープニング

さて、スペースコロニーは直径 4 マイル x 長さ 20 マイル で 3 枚の地上面を持ちます (オニール・島 3 号案)。km に直すと直径 6.4 km、長さ 32 km です。

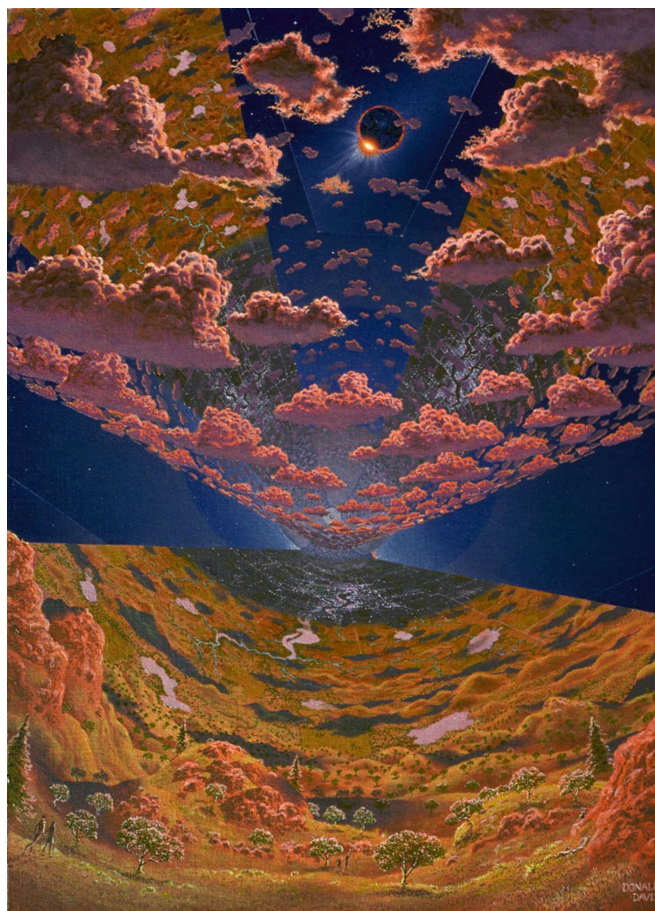


図 2.1 スペースコロニーの内部

スペースコロニーが数百機ということで、仮に 500 機としましょう。そのうち、90 億人が 500 機に住むとすると、人口密度はどれほどになるでしょうか。計算してみましょう。

2.3 軌道発電衛星

先の計算は洒落にならなかったですね。人口爆発分をスペースコロニーで吸収するというのはちょっと非現実っぽいです。とはいえ、宇宙には月や火星もありますね。また人口を吸収しなくても資源やエネルギーのために宇宙を目指す理由もあります。ここで、宇宙からエネルギーを賄うとして、10kmx10km の軌道発電衛星を考えます。太陽定数を $2\text{kw}/\text{m}^2$ として、効率 10% で地上に送電できるとして、1 テラワットを賄うためには太陽発電衛星がどれだけ必要でしょう。

2011 年の世界のエネルギー消費量は、123 億 toe (原油換算トン) でした。将来 200 億 toe とし、その 10% を賄うとすれば、太陽発電衛星はどれだけ必要でしょう。

太陽発電衛星の 1 平方メートルあたり、100g だとします。10kmx10km の太陽発電衛星の質量はどれだけになるでしょう。

2.4 宇宙へのコスト

H2A だと、打ち上げコスト 120 億円。4.6 トン（ブースター 4 基）

現在開発中の H3 ロケットだと、打ち上げ費用は約 50 億円（最小構成時）。打ち上げ能力 6.5 トン
1 万トンを持ち上げるにはいくらかかるでしょう？

日本の発電設備容量は、2011 年で 24578 万 KW。全部を太陽発電衛星にすると何トンになるでしょう？

2.5 宇宙に行く条件は？

第一宇宙速度を求めましょう。

$$g = r\omega^2$$

$g = r\omega^2$ のうち、 r は地球半径 g は重力加速度 ω は角速度。

角速度 ω と速度 v の変換は

$$r\omega = v$$

となります。

マッハに直すとどのくらいでしょうか。音速は 340m/s となります。

2.6 以下続く

- 静止軌道の力学
- 軌道エレベータの条件
- 軌道エレベータの材料
- 軌道エレベータの問題点
- 非同期軌道スカイフックの力学
- 軌道ウィンチ WINTLETT

第 3 章

解答編

ここでは、回答そのものを記した場合は、計算過程は記しません。回答そのものを記載していない場合は、回答に結びつく資料を書いています。

3.1 人類に必要な空間

佐渡ヶ島 855km²

グリーンランド 2,170,000 km²

オーストラリア大陸 7,690,000 km²

3.2 増えすぎた人口

ちなみに、50 年間で 70 億人が宇宙に移住するとなると、1 日あたり 38 万人宇宙に行かないといけません。羽田空港の利用者が 1 日 17～19 万人。2015 年度の渋谷駅 1 日平均秋葉原駅の利用者が 372,234 なのでそのくらいの賑わいになりますね！！

3.3 太陽発電衛星

toe = 42GJ 200 億 toe は 26.6 テラワットになります。10kmx10km の太陽発電衛星の質量は、10000t。

3.4 宇宙へのコスト

日本のお金として、平成 28 年度一般会計予算は約 96.7 兆円。2012 年の石油輸入額は 184.96x10 億ドル。

割に合うでしょうか？

3.5 宇宙に行く条件は？

マッハとの比較。飛行機がジャンボジェットだとマッハ 0.9 です。軍用機だともっと出せます。F-15 などの戦闘機だとマッハ 2.5 が最高速度ですが、この速度は 1 分程度しか出せません。持続的

に出すとなると XB-70 などだとマッハ3 程度出せるようになります。

第 4 章

資料

4.1 基本的な数値

重力加速度

$$10.9.81\text{m/s}^2$$

地球の赤道半径

$$6380\text{km}$$

1 年

$$8760 \text{ 時間}$$

光の速度

$$4.3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$$

万有引力定数

$$7.6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

第 5 章

C91 版あとがき

C91 に向けて、せめて静止軌道計算まで収録したかったのですが力及ばずでした！！

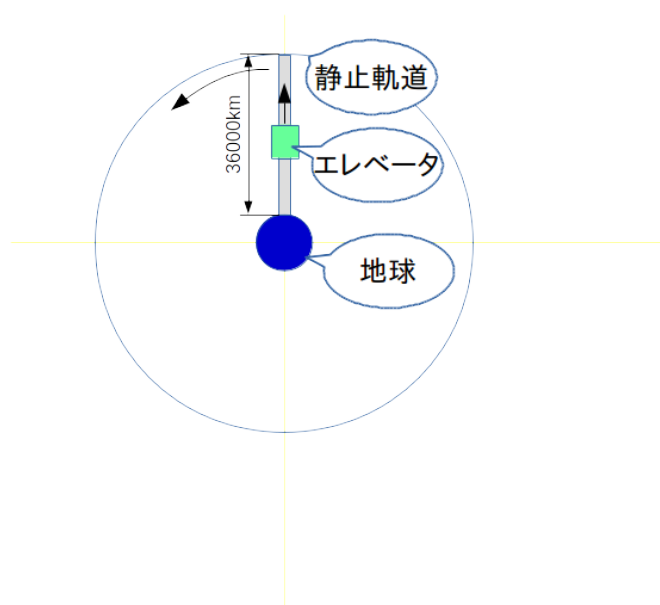


図 5.1 軌道エレベータ

おれたちのたたかいはこれからだ！

宇宙への架け橋

2016 年 12 月 3 日 初版第 1 刷 発行

2016 年 12 月 30 日 第 2 版第 1 刷 発行

著 者 秘密結社オープンフォース 河野悦昌
