

「宇宙利用に関するアイデアの募集」に対する応募結果(宇宙利用の長期的な将来像等)

政府が、目指すべき方向性や短期的に取り組むべき方策について、「宇宙利用の将来像に関する懇話会」での検討に先立ち、広く宇宙利用に関するアイデアの募集を実施。

アイデア募集②に対する応募結果は下表のとおり。
一部についてプレゼンテーションを依頼する予定。

＜参考：募集内容＞

② 宇宙利用における長期的な将来像やその実現に向けた方策

(募集期間：平成29年12月26日～平成30年2月27日)

例1 宇宙エレベータ、スペースプレーン等の輸送システム、
月近傍等における有人宇宙活動、宇宙デブリの自動除去、
宇宙空間での居住、太陽系外探査、量子テレポーテーション等

例2 その他SFやマンガ・アニメで描かれている将来像に関するもの

表 応募結果一覧

| 応募者※1 | 個人・団体 | アイデア名 | ページ | 分野 |
|---------------------|-------|---|--------|------------|
| 上智大学 理工学部 林研究室※2 | 団体 | 宇宙旅行のための携帯電話システム | — | 情報通信 |
| 個人① | 個人 | 超省エネ 宇宙で稼働する情報処理ステーション | p1-9 | |
| 個人② | 個人 | 反重力、超光速通信の基礎研究 | p10-11 | |
| 個人③※3 | 個人 | グローバル有機的ミスト状通信ネットワーク | p12 | |
| 個人④※3 | 個人 | 宇宙開拓アドベンチャーゲームシステム | p13 | |
| 個人⑤※4 | 個人 | 宇宙時代に有効なニュートリノを用いた 新たな通信環境の構築 | p15 | 輸送 |
| (株)大林組 | 団体 | 宇宙エレベーター建設構想 | p15 | |
| 個人⑥ | 個人 | 加速器の利用による系外惑星探査 | p16 | |
| 個人⑦ | 個人 | 絵本作品『のんちゃんのうちゅうんどうかい』 ～地上ときんせい(宇宙)を繋ぐ通路～ | p17-30 | |
| 個人⑧※3 | 個人 | 自走式以外のクライマー | p31 | |
| 個人⑨※3 | 個人 | 小惑星を利用した惑星間飛行 | p32 | エネルギー |
| 宇宙太陽発電 システム検討会 | 団体 | 宇宙での太陽発電と地球への送電システム | p33-40 | |
| ジェネロ(株) | 団体 | 人工光合駆動型火星作業ロボット | p41 | |
| 個人⑩ | 個人 | 人工太陽の活用アイデアと実現方法 | p42-44 | |
| 個人⑪※3 | 個人 | 光フェーズドアレイ通信・電力給電システム | p45 | |
| — ※4 | — | 宇宙における持続可能なエネルギー社会の実現 | — | 居住 |
| 個人⑫ | 個人 | 火星移住候補地とその調査方法について | p46 | |
| 個人⑬ | 個人 | 月面基地構想 | p47 | |
| 個人⑭ | 個人 | インフレーターブル3次元展開構造の宇宙基地開発 ～カブトムシの蛹の角に学ぶ～ | p48 | |
| 個人⑮ | 個人 | 第二の地球 | p49 | |
| 個人⑯ | 個人 | AIで異星進出 | p50 | エンタメ |
| 個人⑰ | 個人 | 東京オリンピックの開会式のオープニングセレモニーに 五輪の花火を打ち上げる | p51 | |
| 個人⑱ | 個人 | 360° カメラによるバーチャル宇宙ツアー | p52 | |
| 個人⑲ | 個人 | 月面オリンピック(仮称) | p53 | |
| 個人⑳※3 | 個人 | 宇宙アミューズメントパークの設立 | p54 | |
| 個人㉑ | 個人 | 10次産業：宇宙産業で第5次産業革命を興す | p55 | その他 産業等 |
| 個人㉒ | 個人 | 宇宙政策立案支援ツール：Wisdom×Space | p56-57 | |
| 個人㉓※3 | 個人 | 火星埋葬 | p58 | |

※1 団体及び個人から、30件の応募。(ただし、2件はアイデア名等の一覧への掲載も不可。)

※2 資料非公開。 ※3 プレゼンテーション不可。 ※4 資料非公開及びプレゼンテーション不可。

【超省エネ 宇宙で稼働する情報処理ステーション】 (応募者名:個人①)

背景・課題

COP21は今世紀末に人間活動による温暖化ガスによる排出を実質的にゼロにする目標を掲げた。先端分野では情報処理の活用が著しい、この分野の電力消費を宇宙空間を使って劇的に削減しよう。

実現イメージ

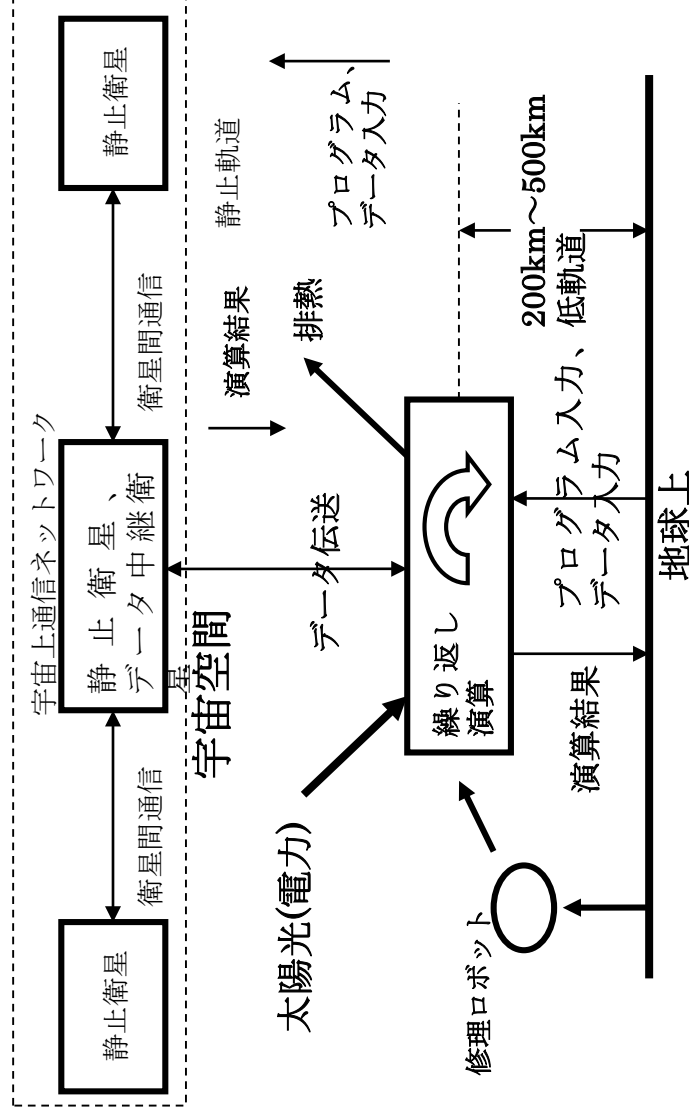


図 超省エネ、宇宙で稼働する情報機器ステーションの構図

実現方法・時期

宇宙空間で使用する情報処理ステーションの構想設計に取り掛かる。まず、10年計画でプロジェクトを進め、並行して新規な要素開発を進める。

超省エネ 宇宙で稼働する情報処理 ステーション

平成30年2月

22世紀学会

COP21の目標達成に参画しよう

- ・今世紀末まで、世界の平均気温の上昇を2度未満に抑制する目標に寄与しよう。
- ・これからは知識が主要な要素となる産業が主流となる。
- ・知識産業の活動範囲を宇宙空間まで広げ、上昇し続ける知識獲得に使われる地上の消費電力を抑制しよう。

増大するITの消費電力の抑制を達成しよう

Ⅱ-1. 日本・世界におけるITの電力消費予測

○ 情報社会に伴うIT機器・システムの消費電力量の急増は、世界全体の課題。先進国に加えてBRICs等の発展により、世界のIT機器の普及は急増、2025年には現在の9倍（世界の総発電量の15%超、全エネルギー消費量の約6%）に達する恐れがある。

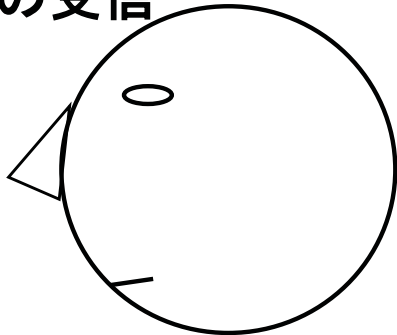


（出所）経済産業省/グリーンIT推進協議会試算(2008)

8

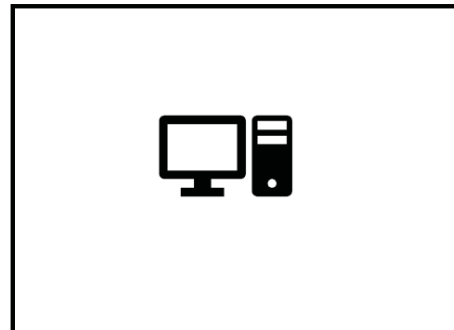
電力抑制は同時に地球大気圏への熱負荷の軽減である。

プログラムの作成、コマンドの作成と送信、
節目、節目の処理の状況判断、アップデート、計算結果の受信



地球上

機械的な繰り返し演算を収斂するまで継続



宇宙空間

地球上と宇宙空間で役割分担する

宇宙空間を利用の決め手

- ・宇宙空間で電力は無尽蔵に獲得できる。
- ・宇宙空間での熱の制御は管理できる。発生した熱は宇宙空間に放射し、衛星内部は適温に維持制御できる。
- ・地球と宇宙間は小電力の通信回線で接続可能。

新規な開発項目

- ・従来衛星搭載コンピュータと全く異なる、軽量な宇宙専用コンピュータを開発する。
- ・例えば、構体と演算部を分離して打ち上げる。構体は無重力で演算部を支える程度の軽量な構造とする。LSIは薄膜上に載せる。宇宙空間に到着後に組立、超軽量コンピュータを実現する。
- ・打ち上げられたコンピュータの保守管理方法や、一部分の交換を無人で行うロボティックスの全体構想を発想して開発を進める。

地上と宇宙の処理分担

・データ収集のフェーズ

・膨大なセンサ群、処理対象の膨大な入力データを獲得して、蓄積して、コンピュータに入力する。コンピュータへの負荷は軽い。主として、地上における作業であるので取得データを宇宙に送信。

・モデルの訓練(学習)フェーズ

・所定の収斂状態に達するまで繰り返し演算を行う。このフェーズはコンピュータへの負荷は重い。処理の途中で、処理状況をモニターして適切なコマンドを作成し、所定の収斂状態に達成させる。処理は宇宙上、モニターは地上で行う。**AlphaGoの学習に数週間を要した。**

・モデルの利用フェーズ

・衛星通信経由地上に送られた処理結果を人が判断して、利用者に配布する。

情報処理ステーションの軌道位置

・ステーションの軌道位置は宇宙環境が満たされていることが条件なので、投入負荷の少ない低高度を想定した。高度200km～500km程度が候補である。

・将来は宇宙エレベータの構想があるので、静止軌道も候補になる。

・現在の宇宙ステーションの定常の任務終了後に情報処理ステーション用に活用する提案もできる。

低軌道に投入された情報処理ステーションのブロック図

静止軌道の通信衛星

低軌道の情報処理
ステーション

地球上

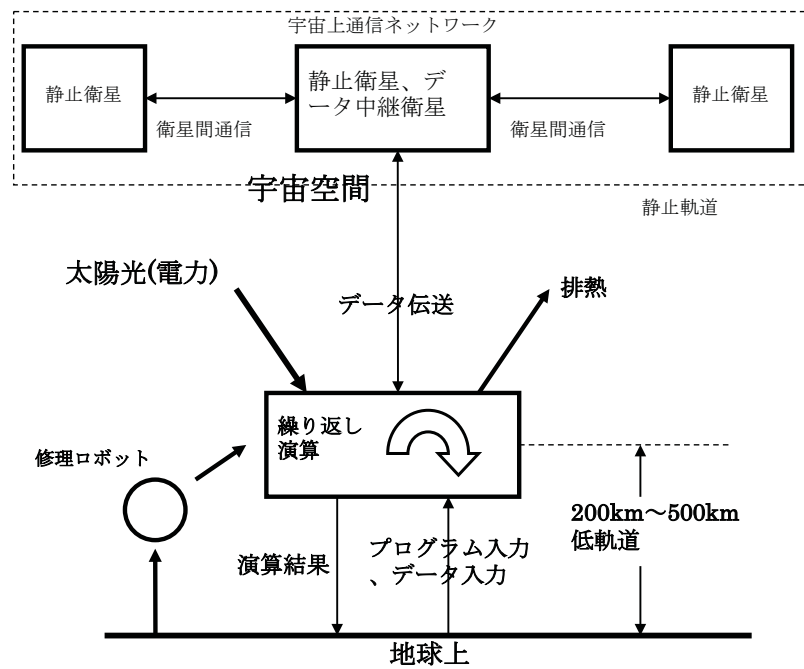


図 宇宙で稼動する情報機器の構図

超省エネ、宇宙で稼動する情報処理ステーション

平成 30 年 2 月 26 日

1. はじめに

人間活動によって生じた二酸化炭素ガスの大気圏への排出量は産業革命が始まった 18 世紀中頃から徐々に進んで蓄積されてきた。最近その影響と思われる地球の温暖化の現象が身近に感じられるようになって来て、削減の対策が求められている。途上国の工場から排出されている黒い煙や、高速道路一杯に走る車からの排ガスなどは直ぐに改善する対策を立ててもらいたいと考えているが、その様な著しい現象のみでなく、二世紀以上にわたって蓄積が進んだ現象は今後の人間活動のあらゆる面で 10 年、20 年あるいは 50 年の単位で改善を達成するため抜本的な対策を要するという記事である。

平成 19(2007)年 11 月 14 日付け日本経済新聞に鉱山の廃坑に情報処理拠点を設置するという記事が載っていた。記事によると、現在の IT 機器の消費電力は国内電力の 5%で、25 年後には 15~20%に膨らむと予想されている。そのため、省エネ対策としてデータセンターを地下に格納して、動作中に発生する熱を通常なら空調機で強制的に排熱する代わりに、ここでは小電力で汲み上げた地下水を使って冷却すれば、全電力消費の半分、5割を節減できると説明している。

経産省/グリーン IT 推進協議会試算による
と、IT 機器の普及が急増し、その消費電力は 2025 年には現在 (2008 年) に比べ 9 倍に増加する。これは世界の総発電量の 18%であり、全エネルギー消費量の約 6%に達する恐れがあると報告している。図 1 に消費電力の増加する様子をグラフで示した。

最近では COP21 のパリ協定で、世界の平均気温の上昇を 2 度未満に抑止するため、世界中が協力することが決められた。目標として今世紀後半には人間活動による温暖化

スの排出を実質的にゼロにする目標が掲げられた。

ここで二つの課題が浮上してくる。IT 機器から発生する熱の排除するため、さらに電力が必要な現状を改善し、これを最小にできないか。さらには大本の電子回路を動作させる電力も抑制したい。

しかし、いずれの機能も化石燃料から発生したエネルギーが使われれば、最終的に熱となって、二酸

化炭素ガスを伴って大気圏に捨てられるので、結局、総排出量削減の省エネ対策が求められる。

今までの人間の産業活動で使われたエネルギーの最終形態として排出される熱は人体に例えれば筋肉から発生する熱に相当する。これに対して、今後の熱の主要な発生源は頭脳活動に相当する IT 関係から多くが発生する。知識社会に成れば成るほど頭脳を使うので、それ故、増大する IT 機器の電力の省エネはあらゆる手段を講じて真剣に取り組むべき課題である。

2. 情報処理機能の宇宙への展開

我々の産業活動は地上で行われているが、それを拡大して、今日、開発が進んでいる宇宙空間にまで範囲を広げて考察する。宇宙空間は昼夜を問わず、曇はなく、様々な太陽光が輝いている。この光エネルギーをマイクロ波に変換して地球に伝送し、地上の電力を賄う宇宙太陽発電衛星の実験が進められている。これは宇宙空間に飛び出れば、エネルギーは無尽蔵に存在する現象を活用した例である。人工衛星や、宇宙ステーションではこのエネルギーを太陽電池で受けて、電力に変換して動力源としている。2006 年打ち上げられた陸域観測技術衛星「だいち、ALOS」の場合、3m x 22m の平面に太陽電池を貼り付けたパドル (屏風のように畳んだ状態でロケットに収納して打ち上げ、宇宙空間で展開して、広い板状の面を表現する) で、7kW (最大) (単位面積当たり、105W/m²) の電力が得られる。宇宙ステーションの発生電力は 100kW である。パドルは小さく畳んでロケットに収納して、宇宙空間の突入した後、展開して広い面積にして太陽光を受ける。しかも軽量化された太陽電池パドルは宇宙開発の基本技術として開発が進められ数多くの搭載実績を持つ。この方法によって電力を獲得し活用する。

次に日経新聞の記事に述べられている排熱の問題であるが、宇宙空間では太陽光に照射されている面は約 200 度 C に達するが、太陽光が当たらない真黒の宇宙に面した面は約マイナス 200 度 C に冷える。衛星はこのような極限の状態でも、衛星内に搭載した熱制御機器により衛星内部で熱の移動を行い、搭載している電子機器が室温の範囲で動作できるように熱制御されている。地上の IT 機器が本来の機能以外に排熱が大きな問題になっているが、宇宙空間ではこの問題は解決できる。

さらに、ここがキーポイントであるが、衛星と地上の間を通信する時、衛星側は微小電力で通信が可能である。例えば、我々に馴染み深い放送衛星は 150W の送信電力で静止軌道 (36000km 上空) から電波を送信して、地上では直径 50cm ~ 70cm ぐらいの小さなパラボラアンテナで放送が受信できる。逆に地球から宇宙に情報を伝送するとき、地上に少し大きなアンテナが必要であるが、衛星側に指向性のある高性能なアンテナが搭載されれば十分通信できる。即ち上り、下りの通信回線の伝送は容易に構成できる。

この特性を踏まえて提案する基本的な要点は、もし我々の頭脳の内部で血流を注ぎながら繰り返し演算する部位と、事柄を認識、判断する部門が別な部位であったとするとしたら、我々が頭脳作業を主とする仕事をする場合、前者は演算の専門家が実施して、後者は結果のみを成果報告書として受け取る



図 1 経産省グリーン IT イニシアティブ資料より引用

という分類が成り立つ。

この提案は、この前者の部分を宇宙に移動する発想である。宇宙上に情報機器を搭載して働かせれば、地上で問題視されている消費電力や、排熱が一切問題にならず宇宙上で処理が行えて、処理結果を衛星回線経由で地上で取得することが可能である。図2にここで提案する構想を主要機能のブロックを使って示す。図の中央にあるブロックが情報処理ステーションである。この図では低軌道に投入された場合を想定した。宇宙エレベーターのような静止軌道投入の場合も少し変更を加えることでシステムを構成できる。ステーションの主要機能は繰り返し演算で、データ入力、プログラム入力と演算結果を地上と間で通信する機能上のフローをステーションと地上との間に示す。実際はデータ中継衛星と静止衛星の組み合わせで、ステーションと地上間の通信回線を張る。ステーションが宇宙空間に投入される最大に利点である電力の入力と排熱の制御は太い線で示す。ステーションの保守管理に修理ロボットが活躍すると思われるので機能図に示した。

上野他²⁾が示す典型的な機械学習のモデルでは、ワークフローの仕事を上流からデータ収集、モデル訓練、モデル利用のフェーズの流れを示している。データ収集は膨大なセンサ群から学習データを獲得する作業である。このフェーズはセンサ群の取得データの伝送と蓄積の作業で、コンピュータへの負荷は軽い。通常地上で行える作業である。モデルの訓練(学習)は集積した学習データを用いて最適化に近づけるための繰り返し演算を行う。この過程はコンピュータへの負荷は非常に重い。この提案ではこの部分を宇宙で実施する。中間段階で計算結果を地上で監視して、モデルの修正、改善を行い良いシミュレーション結果を得られるように繰り返し演算の作業を続ける。繰り返し演算の結果が十分に収斂した段階で、モデル利用のフェーズに移る。即ち、宇宙で繰り返し演算され、十分望みの精度を得られた結果を衛星通信経由で地上で入手して、利用者の手元で利用する。モデル訓練で大規模な演算を必要とする例として、囲碁の棋士に勝ったAlphaGoは数週間の学習を行った。このように人工知能のバックグラウンド作業に膨大なエネルギーが必要である。

宇宙上での情報処理の対象として、例えば、世界中を飛び回っている航空機の安全には精度の高い地球の気象モデルに基づく情報が必要であり、この処理の演算部分を宇宙に移動する案が可能である。衛星の軌道上で世界中の気象センサで取得されるデータを基にして、想定している気象モデルを使い、多くの繰り返し演算を行い、数値データの算出により、全世界の飛行中の航空機が最新かつ高精度の気象データが直接入手を可能にすることができ、繰り返し演算を実行中に気象の数値モデルの更新が可能になり、最終的な気象データの質が向上する。

また、オフライン型式でも構わない大形の科学技術計算のような演算要素を細かく膨大な個数のセグメントに分けて、処理を繰り返し演算している間の総てを宇宙空間のエネルギーで実施して、所要の最終結果のみを僅かな送信電力によって地上で取得する。宇宙利用の計算センターが成り立つ。但し、貴重な計算結果や、改善が進んだモデルを宇宙、地上間で通信するので、通信中の情報の安全の確保は必須の課題である。最高レベルの暗号の使用が求められる。

3. 宇宙空間での情報処理装置の構想

ただし、現在地上で使われて情報機器をそのまま宇宙に持って行く場合は情報機器の重量効果の悪い値が期待できないので、極めて軽量化な情報機器の開発が欠かせない。地上の情報機器は重力に耐えるように、また、冷却のための機能などの対策を施した頑丈な筐体になっている。特別軽量化のための設計上の考慮は含まれていないが、宇宙上では無重力であるので全く異なった軽量化設計が可能である。ロボットや、衛星搭載のコンピュータは打ち上げロケットの打ち上げ時の振動に耐えられるように頑丈な構造に製造されている。しかし、ここで利用する宇宙用コンピュータはロケット段階では運用しない。例えば、コンピュータを保持する構造体と、LSIが搭載されているカードを打ち上げ時は別に纏めて、軌道投入された後、両者を組み立て案がある。無重力環境での構造体は極めて軽量化材料で製造可能で、さらにLSIカードも薄板や、それ類似の軽量化物体でも構わない。軽量、丈夫で柔軟性に富む新材料の開発が進んでいるので、実用になるように期待したい。宇宙上で構造体とLSIカードを無重力環境で利用するため無駄のない筐体とし、組み立ては最近のロボット技術の活用が可能であろう。

現在の筐体は外側は箱で、中にICチップや、電子部品を取り付ける基板などから成っているが、ICチップは微細化を加速する競争が進んでいるので、フィルム状の基板を使うなど、小型軽量化の達成は期待できる。太陽電池パドルは極めて軽量化な構造体が使われているので、今までの筐体の既成概念を越えた新規な構造体の開発が欠かせない。ただし、宇宙環境は地上と異なり、宇宙機器は宇宙空間を飛来する高エネルギー粒子である宇宙線に曝される。このため、ICチップなどの電子部品が誤動作する可能性がある。このため、素子そのものに宇宙線に耐えられる特性を持たせたり、論理回路の冗長構成で誤り修正をする、あるいは同じソフトウェアを複数同時進行させ、多数決冗長で誤りを除去するなど対策が考えられる。地上とは異なる点で対策が必要である。

情報機器の利点は、ハードウェアさえ宇宙上に打ち上げられれば、プログラムは随時地上から送信できるし、更新や、修正が簡単である。ハードウェアの一部が故障した場合、最初から一部の交換が可能になるような設計をしておけば、無人で部分交換を行なう宇宙ロボットも可能と考える。

軽量化が進められたとしても、打ち上げ重量は低軌道ほど稼げるので、投入する軌道は高度2000kmから500kmぐらいの地球周囲の低軌道が適している。低軌道衛星単体では地上の特定な地点から直接宇宙に回線接続できる時間帯は限定されるが、データ中継衛星、衛星間通信、静止衛星の組み合わせで、周回軌道の衛星も静止軌道の衛星と全く同じように扱うことが可能である。

さらに、平成22(2010)年5月21日「イカロス」が打ち上げられた。H-IIAロケットで「あかつき」と同時に搭載され、宇宙に投入された。「イカロス」は直径1.6m、高さ0.8m、重量310g小さな衛星である。軌道投入された後、一辺14mの幕、厚さ0.0075mmの極薄のポリアミド樹脂製の幕が宇宙に展開して、太陽風を受けて自動飛翔している。

その応用として薄膜コンピュータが可能なることを示唆している。コンピュータの基本要素は LSI であるが、その構造は地上で使うことを前提にしているので、LSI 素子は重力に耐える材質の樹脂板に搭載され、筐体に収められる。しかし、宇宙使用であれば、筐体の収める樹脂板のカードの代わりに、ポリアミドの薄膜に搭載した宇宙上で使用する無重力環境で使用する超軽量なコンピュータが可能であると考える。打ち上げ時の厳しい機械振動の環境も打ち上げ時専用収納箱で保護することができ、宇宙空間に投入後、無重力環境で組み立てる薄膜構造にコンピュータが実現可能だと考える。

最近のロケットは多くの試験を経て、信頼性が高くなっているため、大型の構造物を宇宙に構築することは可能である。また、ここで提案する超軽量化したコンピュータの耐宇宙試験として、宇宙ステーションの暴露部に設置して、耐宇宙線の影響を測ることを提案する。また、長期的には宇宙ステーションの最終利用形態として、提案するシステムの搭載も考えられる。

長期のスパンでは宇宙エレベータのような従来と全く異なる方法で宇宙への運搬を達成しようとする構想が持ち上げられている。現在ここで提案する構想は宇宙コンピュータを宇宙ステーションと同様な軌道に打ち上げることを発想したが、当然ながら、宇宙エレベータを使って静止軌道に宇宙コンピュータを持ち上げることができると、さらには月に設置することも可能である。

4. 将来への期待

上記提案は直に実現するものではないかもしれない。しかし、1940 年代の半ばに Authur C. Clarke によって提案された静止衛星は当時 SF と思われたが、24 年後の 1964 年に人類史上初の静止衛星 SYNCOMII が実現した。また、現在開発中の宇宙太陽発電衛星は 1963 年に米国で構想が持ち上がったことをマイクロ波の電力伝送に注目して、電子通信情報学会 (当時の通信学会) のアンテナ研究会で米国の最近の動向として、早稲田大学理工学部教授、副島光積によって報告されたが、当時は安易に石油で発電すればよく、宇宙からわざわざ電力を送電することなど関心が持たれなかった。しかし、欧米並に現在国内でプロジェクトが進んでいる。

日本は時流に乗る事柄に賛同して合意形成を達成することは容易だが、時流を作る最初の突破口に賛同することに一種独特な躊躇がある。本案は次世代の時流を創ることに寄与できると考えるので、ご検討いただきたい。

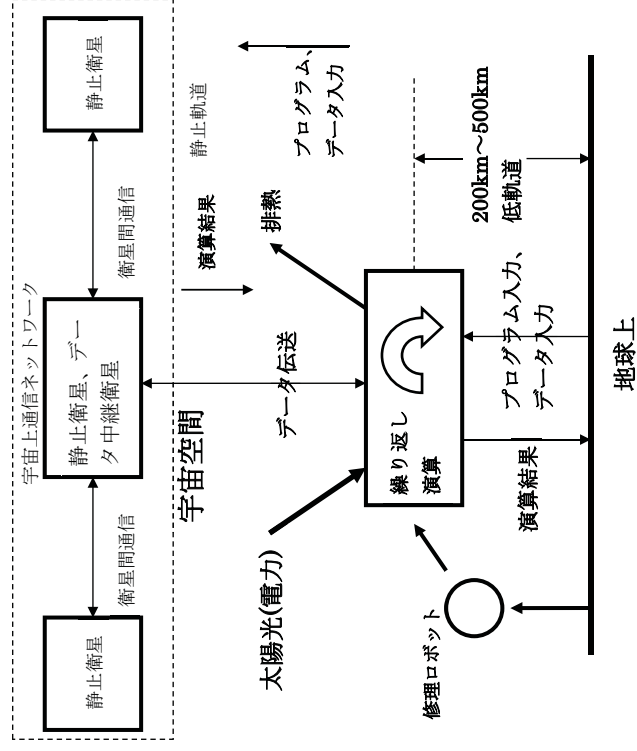


図 2 超省エネ、宇宙で稼動する情報機器ステーションの構図

参考文献

1. グリーン IT-環境技術解説
2. 上野 聡、高橋 恒一、田中 秀基、特集「AI 計算資源」にあたって、人工知能、83 巻 1 号 (2018 年 1 月) pp5-7

* 著者は 22 世紀学会メンバー

背景・課題

現代物理学には3つの間違いが存在します。

実現イメージ

- 1 宇宙空間と地表の重力は違う
- 2 質量は重力を生まない
- 3 電気力線は中和しない

この3つを踏まえると、反重力装置、超光速通信が可能になります。すでにEMドライブが発見、開発されていますが、これは2のテーマに沿って、電磁質量の理論で開発することで、より短期間に実用化が可能です。

1のテーマでは、反重力が理論的に可能になります。

3は、電界を利用した通信方式により、光速の制限を突破することが可能です。

実現方法・時期

反重力装置

実現イメージ

地表の重力は、地殻と電離層の電位差により生じているので、強誘電体を使うことで、反重力装置が実現可能です。

強誘電体で覆ったケースに、30万ボルト以上でマイナスの電荷を加えます。地表がマイナスなので、反発力が生じます。この仕組みは、航空機に応用することで、浮力の発生を劇的に増加することが可能です。

超光速通信機

実現イメージ

火星への飛行には、超光速通信が必要になります。現在使われている電磁波は近接作用による伝播のため、光の速度より速く伝わりません。電界による伝播は、近接作用による制限がないため、光速の数百万倍で伝わります。強力な電子ビームを強誘電体にぶつけることで、強度の高い電界を発生させることが可能ならずです。複数の強誘電体を重ね合わせると、指向性が生まれます。PWM変調で情報を載せ、試験通信を目指します。

EMドライブの実用化

マイクロ波をチャンバー内で照射、推力を得るEMドライブは、電磁質量の原理で動作しています。現在得られている数十グラムの推力を劇的に向上させ、実用化を図ります。

- ・最適な周波数の選定
- ・バイアス方法の試験
- ・強誘電体の応用

実現方法・時期

必要期間＝約1年

【グローバル有機的ミスト状通信ネットワーク】 (応募者名：個人③)

背景・課題

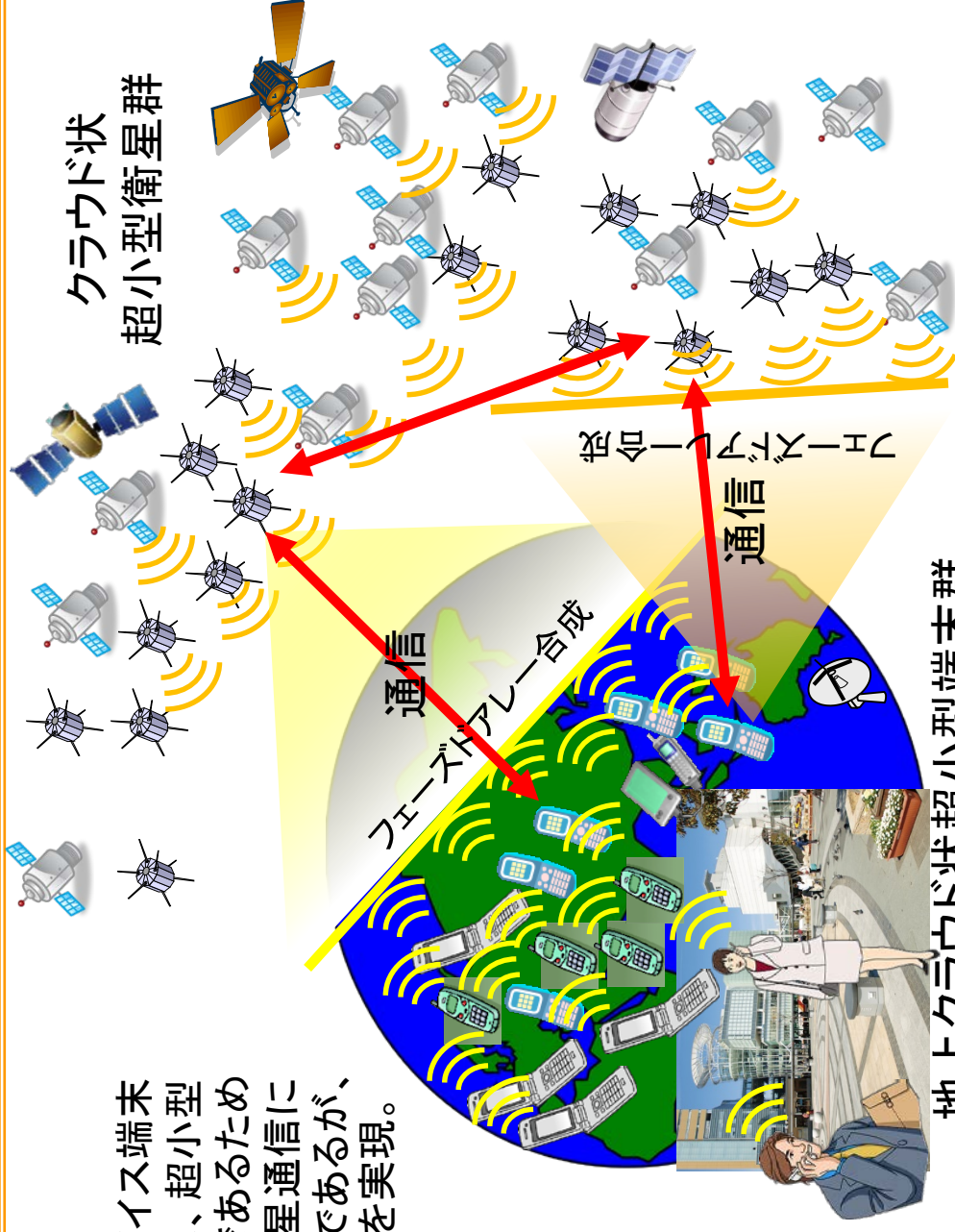
未来の通信は、携帯や超微小な小型デバイス端末がマシン同士でつながる世の中。これらは、超小型で、超低消費電力で、超小型のアンテナであるために、個々では宇宙空間までの長距離の衛星通信には適さない技術であった。これを、超小型であるが、長距離までどこでも誰とでもつながる技術を実現。

実現イメージ

地球を取り巻くクラウド状の超微小な小型衛星群や、地上における超微小な小型端末群が3次元空間を無秩序に移動。これらの小型通信端末が、通信したい相手端末へ、必要な周波数を有機的に同期してフェーズドアレイを形成し、合成開口として高いアンテナ利得を持ち、宇宙と地上を結ぶ通信を可能とする。

実現方法・時期

それぞれの微小な端末の必要な位置や周波数や通信方式などの情報がデータベースにリアルタイムに蓄積され、どのように同期をとるのか、どの周波数を発信するのか、何の情報を送るのかなど有機的に連携して動作するオーケストラの様な同調アルゴリズムでミスト状(霧状)な部分集団として送受信を行い、通信を実現しネットワークを構築。フェムト衛星(数十～百グラム以下)が実現するであろう2050年には技術として開花していればと考える。

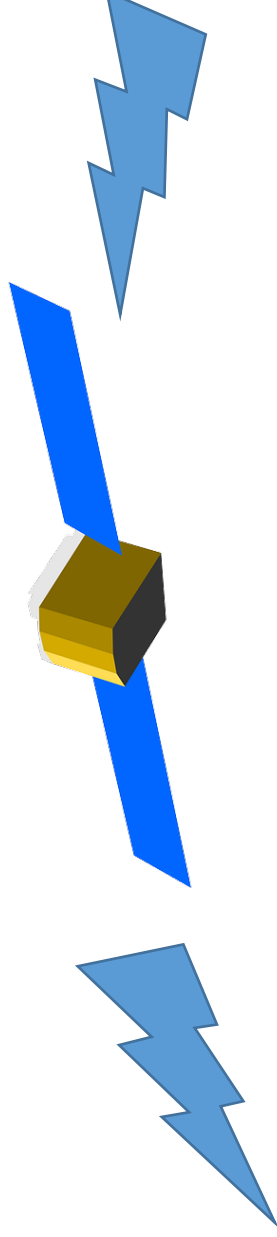


【宇宙開拓アドベンチャーゲームシステム】(応募者名：個人④)

背景・課題

今後、宇宙を利活用していくうえで、宇宙を開拓していく必要がある。地球を開拓するのとは異なり、膨大な宇宙を開拓していくためには、遠隔操作でローバー等の無人機を操作して進めていくことになるかと考えられる。そういった開拓作業のある種ゲーム感覚でどんな人でもできるようなシステムを提案する

実現イメージ



スマートフォンのアプリとして、惑星上の無人機や宇宙空間を航行中の探査機等を個人が自由に操作することができ、VRやAR等も活用し宇宙をより身近に感じながら、その開拓の一手を担うことができるようなシステム

スマートフォン上で農作物を育てるゲームが実際の農業と連動しているIoT×農業のようなイメージで、宇宙開拓もできるように面白！！

実現方法・時期

実現にはより通信インフラの強化や衛星コストの低廉化、無人機等の量産化が必要になると考えられる。また、開拓で得られた産物の取り扱い方等も細かなルール化が必要になると考えられる。2050年にはシステムが実現し、普及していればと思う。



宇宙エレベーター建設構想

(応募者名：大林組)

背景・課題

- ・宇宙ビジネス・宇宙旅行の拡大には、安価な新規輸送システムが必要
- ・宇宙エレベーターの輸送コストは、従来に比べ1/100と試算されている

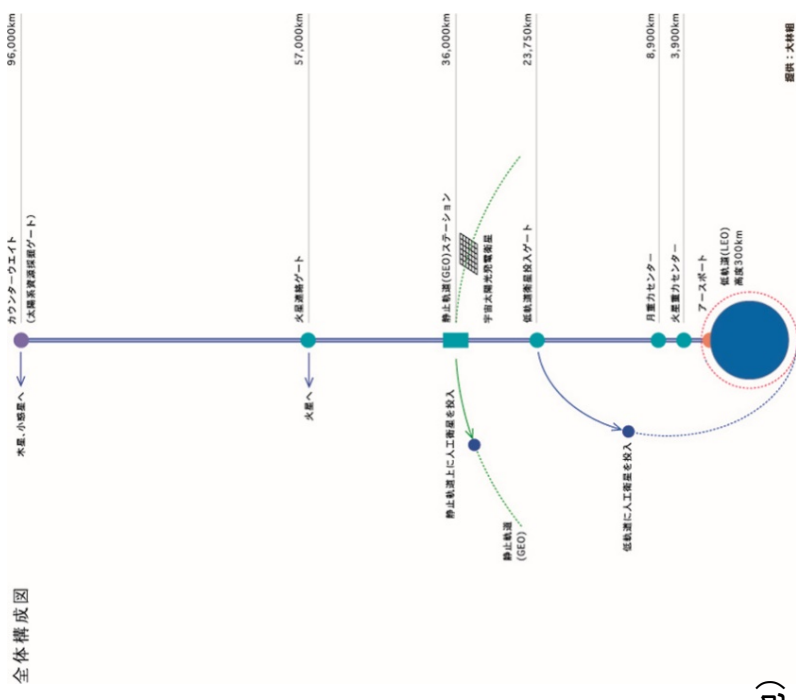
実現イメージ



静止軌道ステーション



宇宙エレベーター全景



アースポート(地上基地)

実現方法・時期

- ・実現のためには、技術開発、体制構築、事業計画、法的整備などが必要
- ・課題が解決されれば、施工期間は、ケーブル建設開始から20年
- ・2030年にケーブル建設が開始されれば、2050年に完成の可能性がある

【加速器の利用による系外惑星探査】

(応募者名:個人⑥)

背景・課題

太陽系や地球の起源については現在有力な説があるものの真実は未だ不明のままである。地球外生命体の存在を知るうえで惑星系の起源を明らかにすることには大きな意義があるが、太陽系内惑星と比べて遥か遠くにある系外惑星に宇宙探査機を到達させるにははとつもなく時間がかかると、現在の技術では非現実的である。Stephen Hawking 氏らによる Breakthrough Starshot 計画が始まったばかりではあるが、将来的には画像の撮影にとどまらない調査ができるようになることが望ましい。そこで、より長期的な視野の元、太陽系外惑星に探査機を送る手段を考えた。

実現イメージ

現在の惑星探査機を小型化・軽量化したもの (Breakthrough Starshot の StarChip ほどではなく、探査機としてのある程度の観測機器を搭載したものを) を絶縁体で覆い、それをさらに金属で囲う。その金属を帯電させ電場をかけることで、荷電粒子の加速器の要領で、宇宙空間に建設した加速器で光速近くまで加速させることにより、地球近傍の惑星に現実的な時間で探査機を送ることを目指す。

ただし、探査機ほどの大きな物体を光速近くまで加速させるのに必要な電圧や加速距離 (加速器の長さ) は私には計算できず、現実性は定かではない。また、加速器には線形加速器や円形加速器などの様々な形状があり、どれが適しているのかは判断しかねる。したがって、ひとつのアイデアとして検討の対象としていただきたい。

実現方法・時期

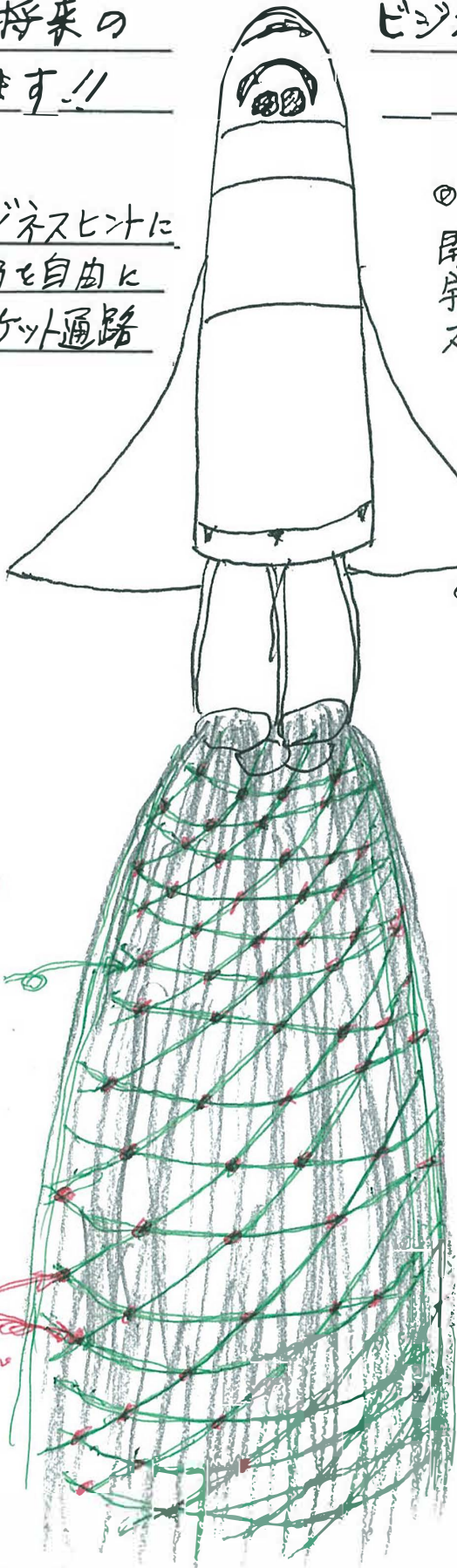
現在の技術では到底不可能であり、資金集め、研究・開発、加速器の建設には相当な時間 (最低でも100年) がかかると思われる。莫大なコストを考慮すれば、米加や露欧、中印などの政府や民間企業との出資、技術提供における協力が不可欠であろう。宇宙空間での建設をする上で、月面基地のような地球の外部に拠点をあつた方がよいと思われる。

《宇宙利用に関するアイデア応募》

◎地上と宇宙を結ぶ「宇宙エレベーター」や宇宙空間での
居住など、将来の
応募致します!!

ビジネスヒントになるアイデアを

[図1] 将来のビジネスヒントに
なる地上と宇宙を自由に
行き来出来るロケット通路



(株)東洋レーヨンの
化学的な特殊な繊維

コーティング
固定化

◎東京オリンピックが2020年に
開催されます。
宇宙でも「うちゅううんどうかい」や
スポーツ祭典が出来ると良い
なあ～「うれしい、楽しい」
夢から、絵本『のんちやんの
うちゅううんどうかい』を
倉創作致しました。

◎ロケット・エンジンが、宇宙に
向かって火を吐いて、発進だ!!
長い噴煙を残して、どんどん
上昇しています。(図2参照)
発射した噴煙の外側に模様が
出来て、その模様に(株)東洋レーヨンの
化学的な特殊な繊維が
出来て、筒状通路になっていき
ます。特殊な化学繊維で、外側が
おかわれ(内部は空洞化)をして
ITの稼働で、繊維が一気に
コーティングされ筒状の空洞が
出来て、宇宙への通路となり、
宇宙へのかけはしとなり、
地上と宇宙を自由に行き来
出来るようになります。

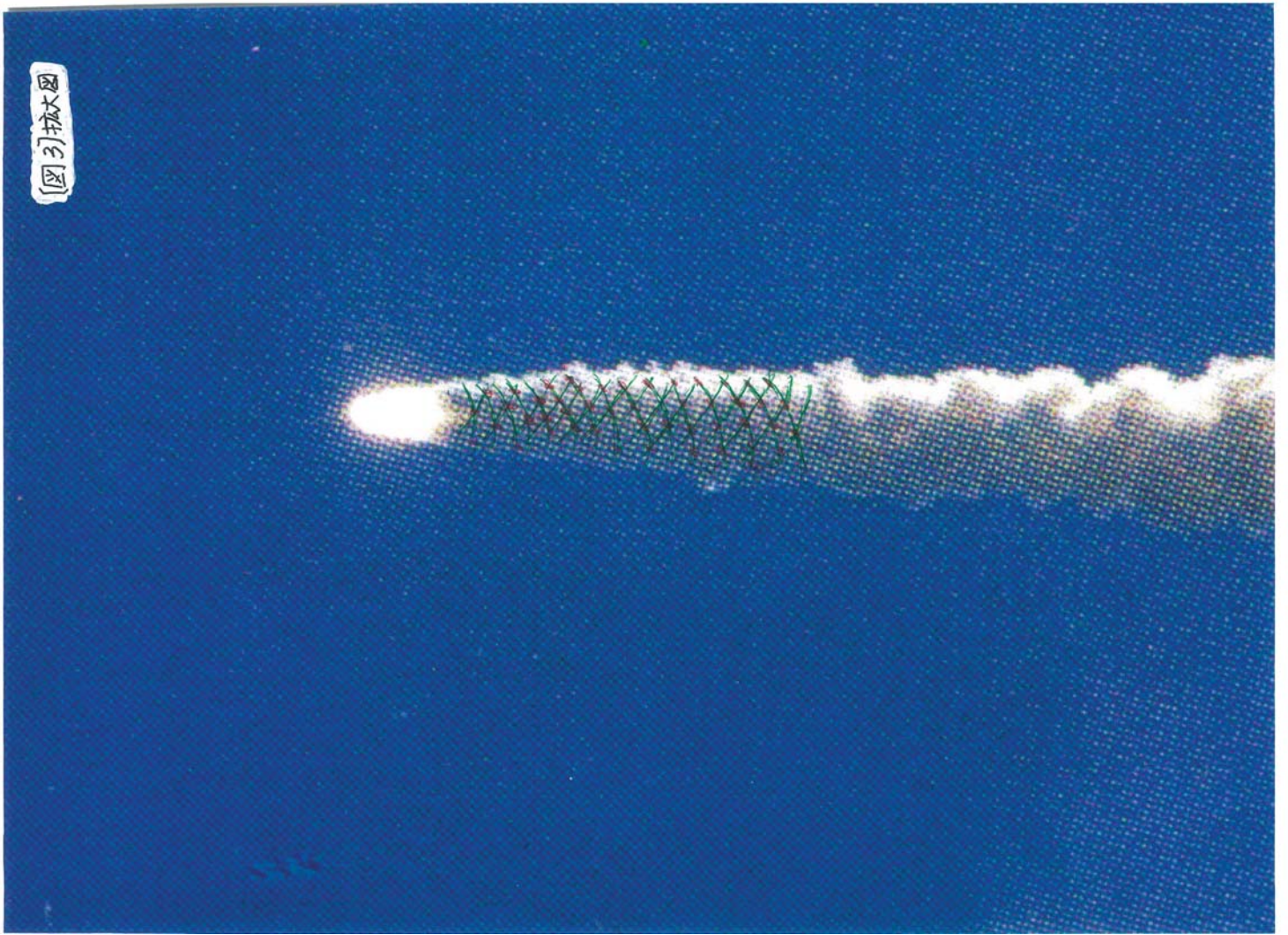
◎このロケット噴煙を活用する
ロケット通路は、エレベーターで
地上を行き来するエレベーターより、
容易につくられ、ロケットを飛ばす
方向によって、自由に行き来の
出来る通路を創る事が出来る。

◎なっています!!

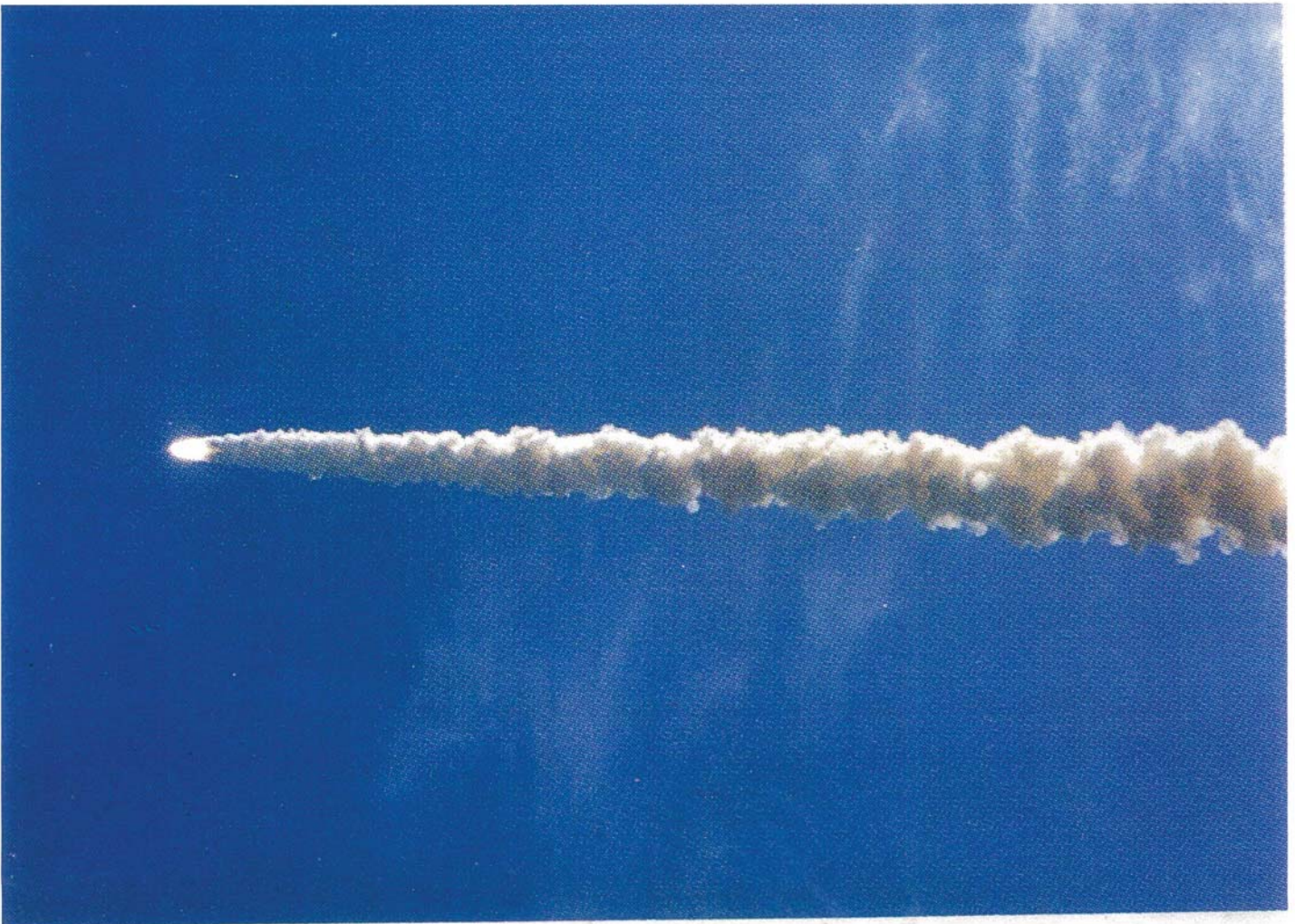
◎50年後の近未来に、うちゅううんどうかい
宇宙でオリンピック祭典が開催される

◎将来、宇宙にマホームをもって、
ロケット通路で、地上と行き来する
事によりさらにライフスタイルが豊か
な

[图3] 放大图



[图2]

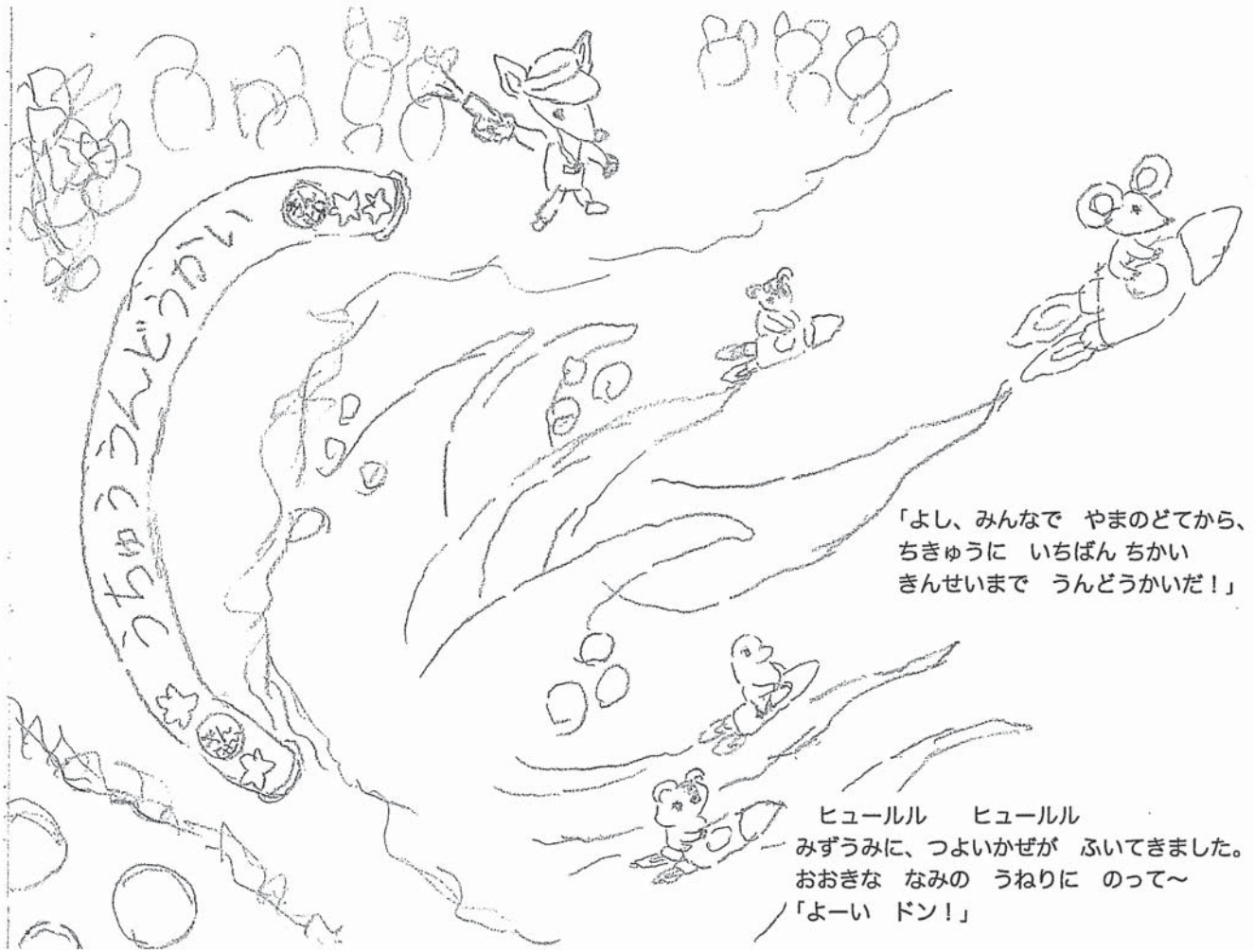


のんちゃんの
うちゅう うんどうかい

～地上とぎんせい(宇宙)を繋ぐ通路～

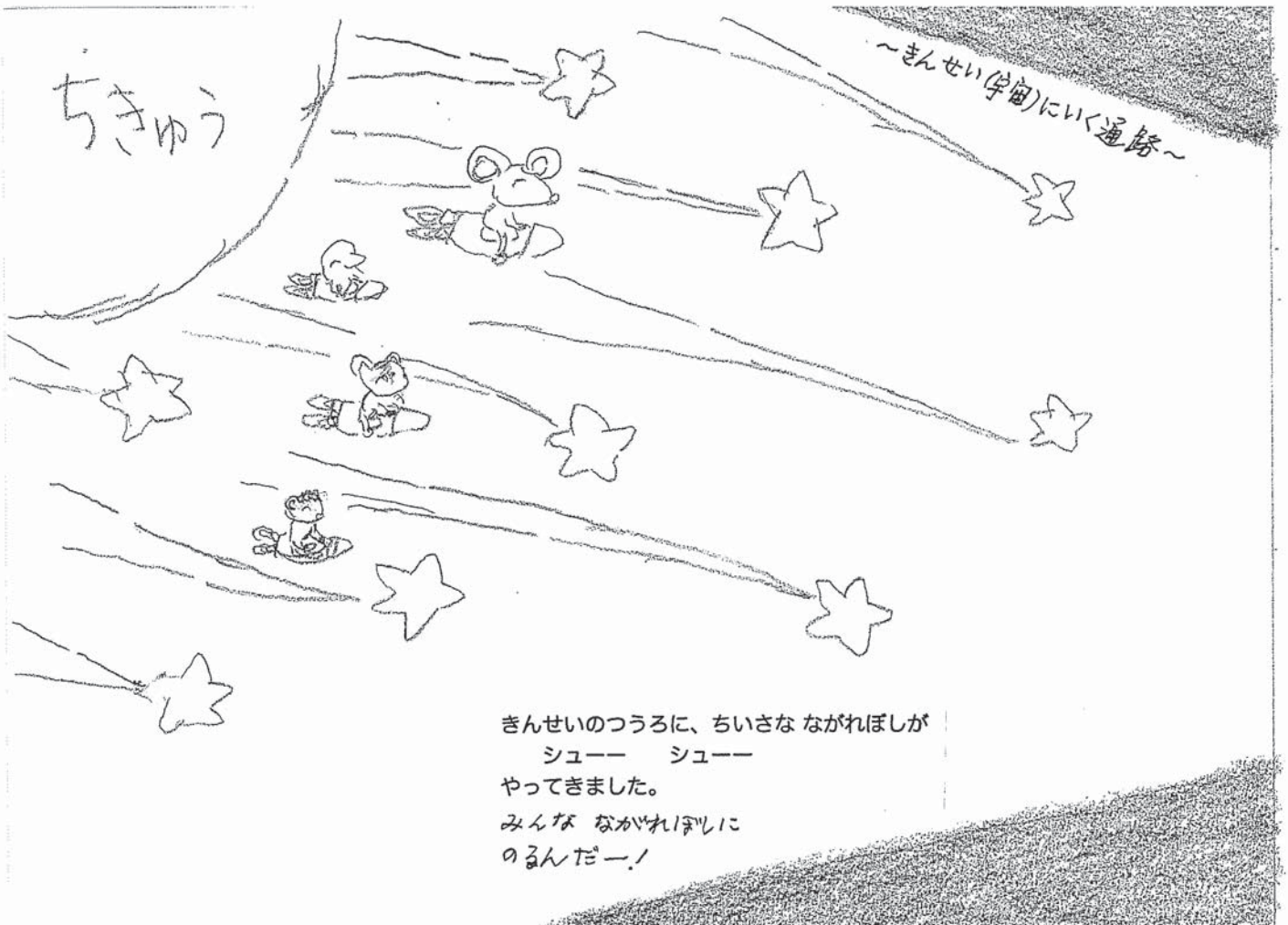
(応募者名:個人⑦)



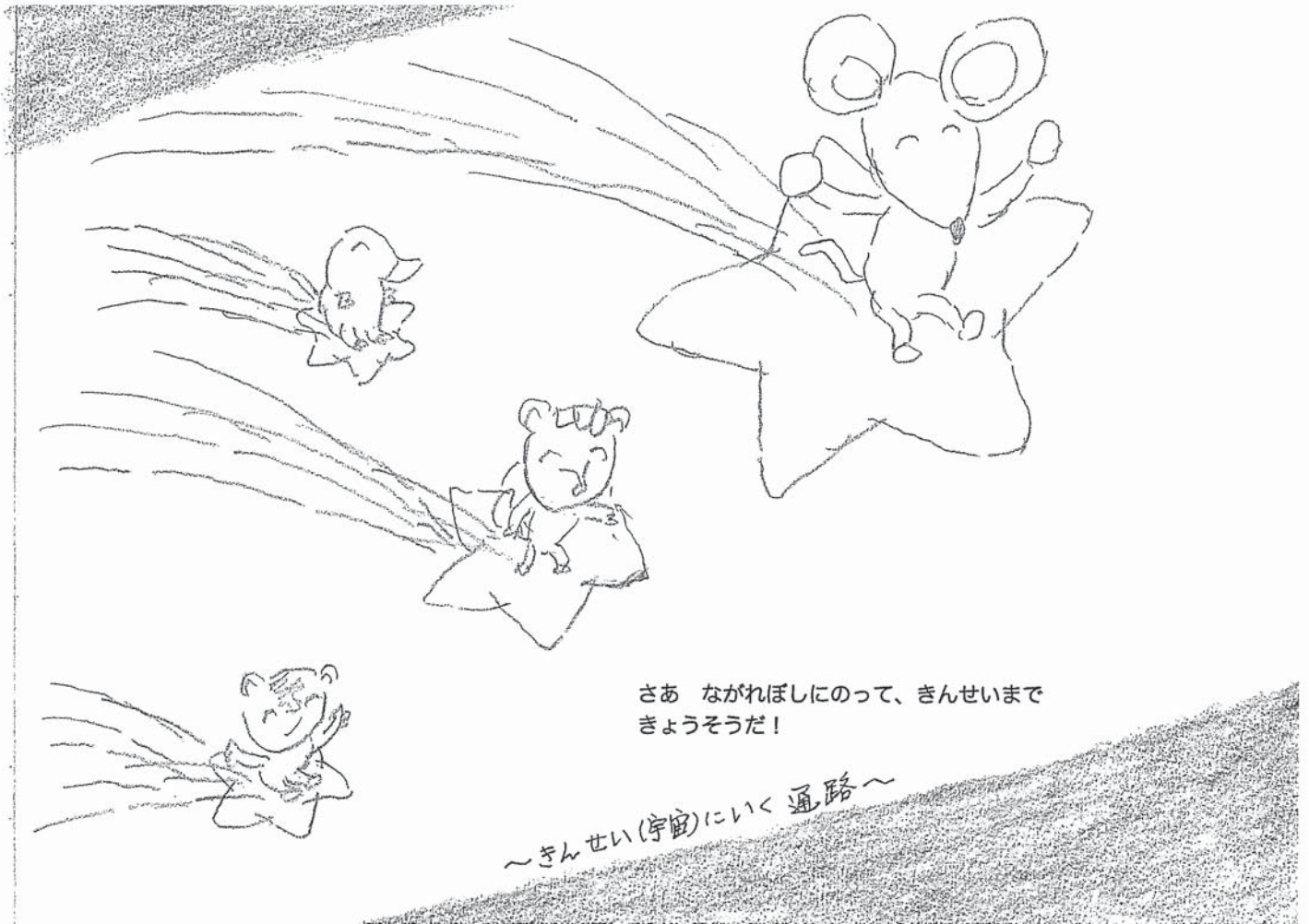


「よし、みんなで やまのどてから、
ちきゅうに いちばん ちかい
きんせいまで うんどうかいだ！」

ヒュールル ヒュールル
みずうみに、つよいかぜが ふいてきました。
おおきな なみの うねりに のって～
「よーい ドン！」



きんせいのつうろに、ちいさな ながれぼしが
シューー シューー
やってきました。
みんな なかあれぼしに
のるんだー！



さあ ながれぼしにのって、きんせいまで
きょうそうだ！

～きんせい(宇宙)にいく通路～

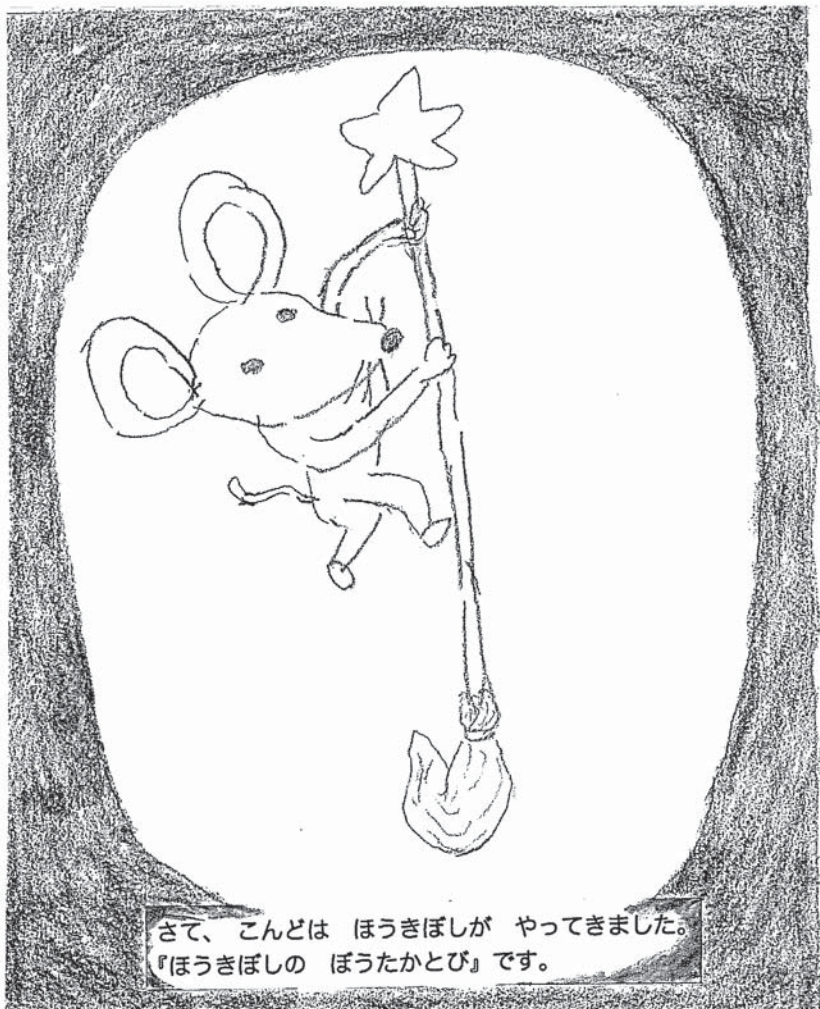


～きんせい(宇宙)にいく通路の中～
(内側)

いきおいよく とんでると、
てをつないだ ながれぼしが やってきました。
さいしょの きょうぎは、
その ながれぼしにのって、『ながれぼしジャンプ とび』です。
ひとつめジャンプ、ふたつめジャンプ
ジャンプ ジャンプ ジャーンプ！



さて、つぎは『ゆか うんどろ』です。
 おおきな ながれぼしに のって、
 ゆかうんどろで ほしめん ちゅうがえり
 クルン クルン まわって～
 クル クル クルリン はい、ちゃくち!



さて、こんどは ほうきぼしが やってきました。
 『ほうきぼしの ぼうたかとび』です。

ぼうたかとびで、パッパッパッ
 どーんととんで エー——イ!





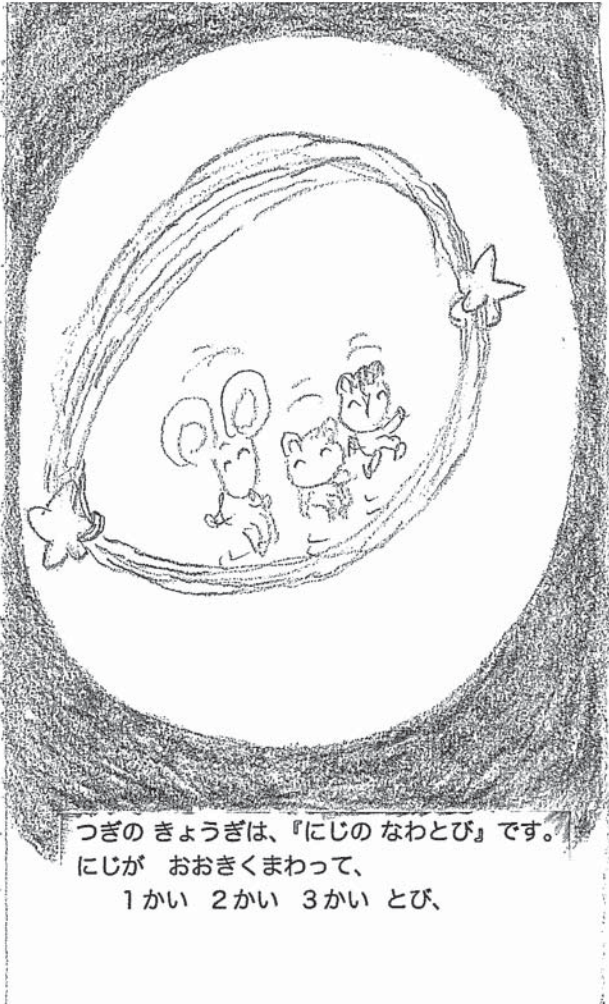
ゆうしょうは、ぼくだ
金メダル とるぞ!!

すると とつぜん



「きゃあ、 たたすけてー」
「おっこちそう たすけて たすけてー」

「あっ、たいへんだー、のんちゃんが
おっこちやうよ〜」
うんどうかいを ちゅうだんして、
「よいしょ よいしょ」
みんなで、ひっぱりあげて
たすけました。
「ふー あぶなかったね」

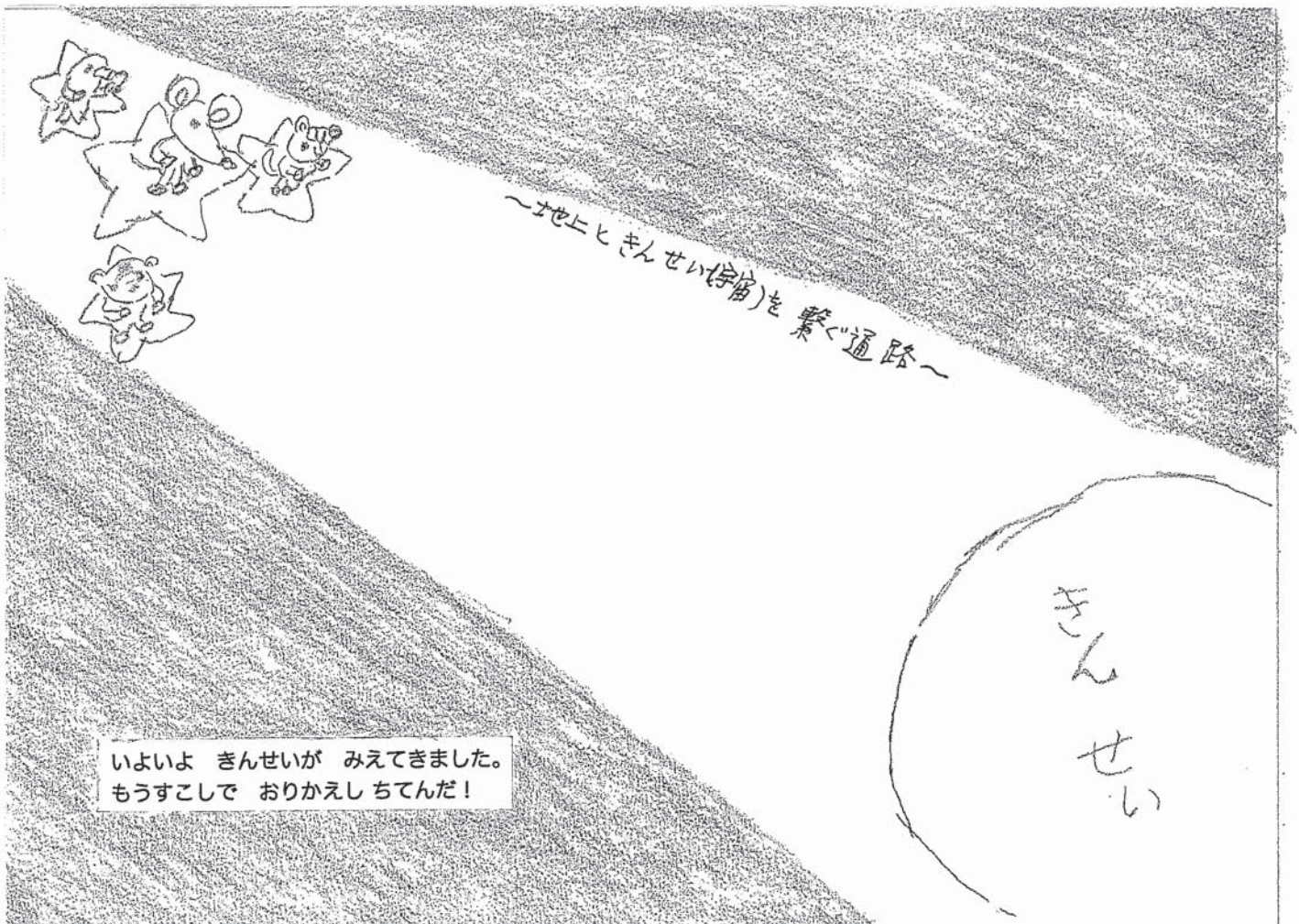


つぎのきょうぎは、『にじのなわとび』です。
にじが おおきくまわって、
1かい 2かい 3かい とび、

つぎは、『にじのわ くぐり』です。
わを くぐっていますが、あしが
ひっかかって なかなか じょうずに
くぐれません。



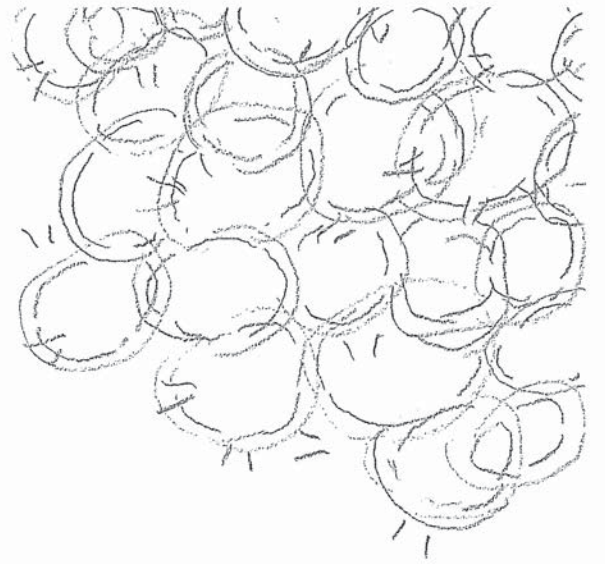
あっ、のんちゃんくぐった、
やまねくんくぐった、
りすさん もぐらさんも くぐりぬけました。



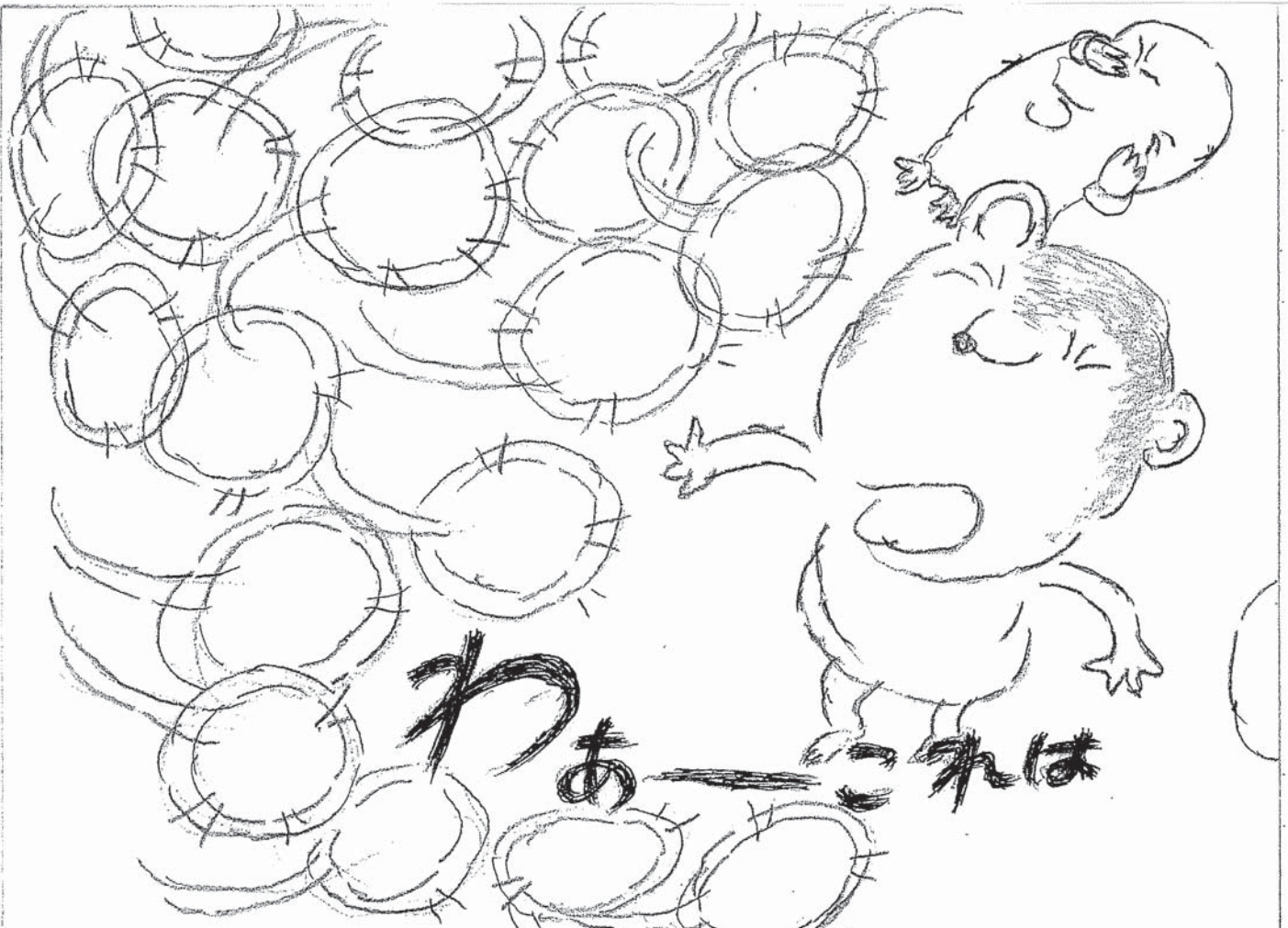
～地上と きんせい(宇宙)を繋ぐ通路～

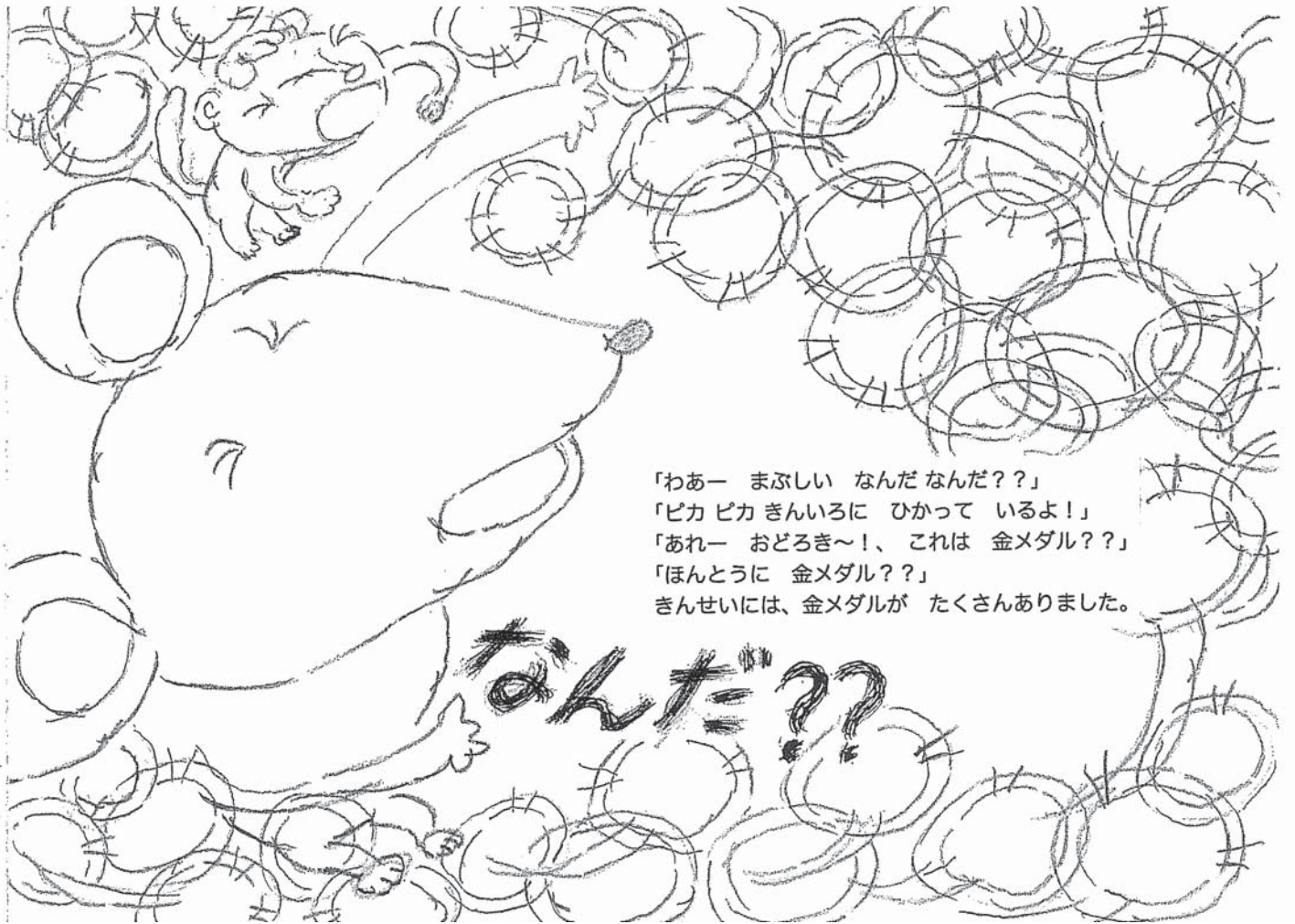
いよいよ きんせいが みえてきました。
もうすこしで おりかえしちてんだ!

みんなせい



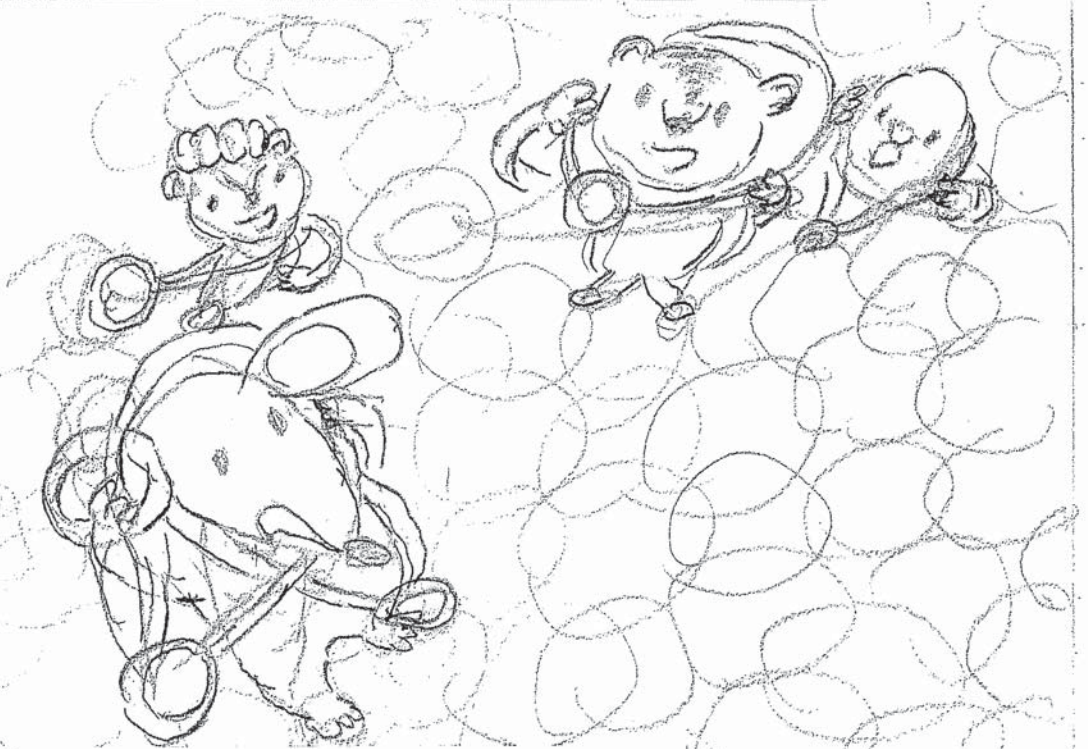
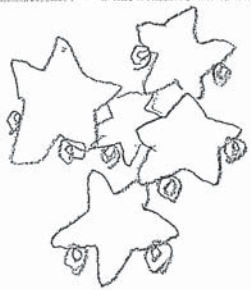
やっと きんせいに とうちゃくしました。
すると、ピカピカッ、ピカピカッ
なにか ひかっているものが、
「あっ、あれは なんだろう??」



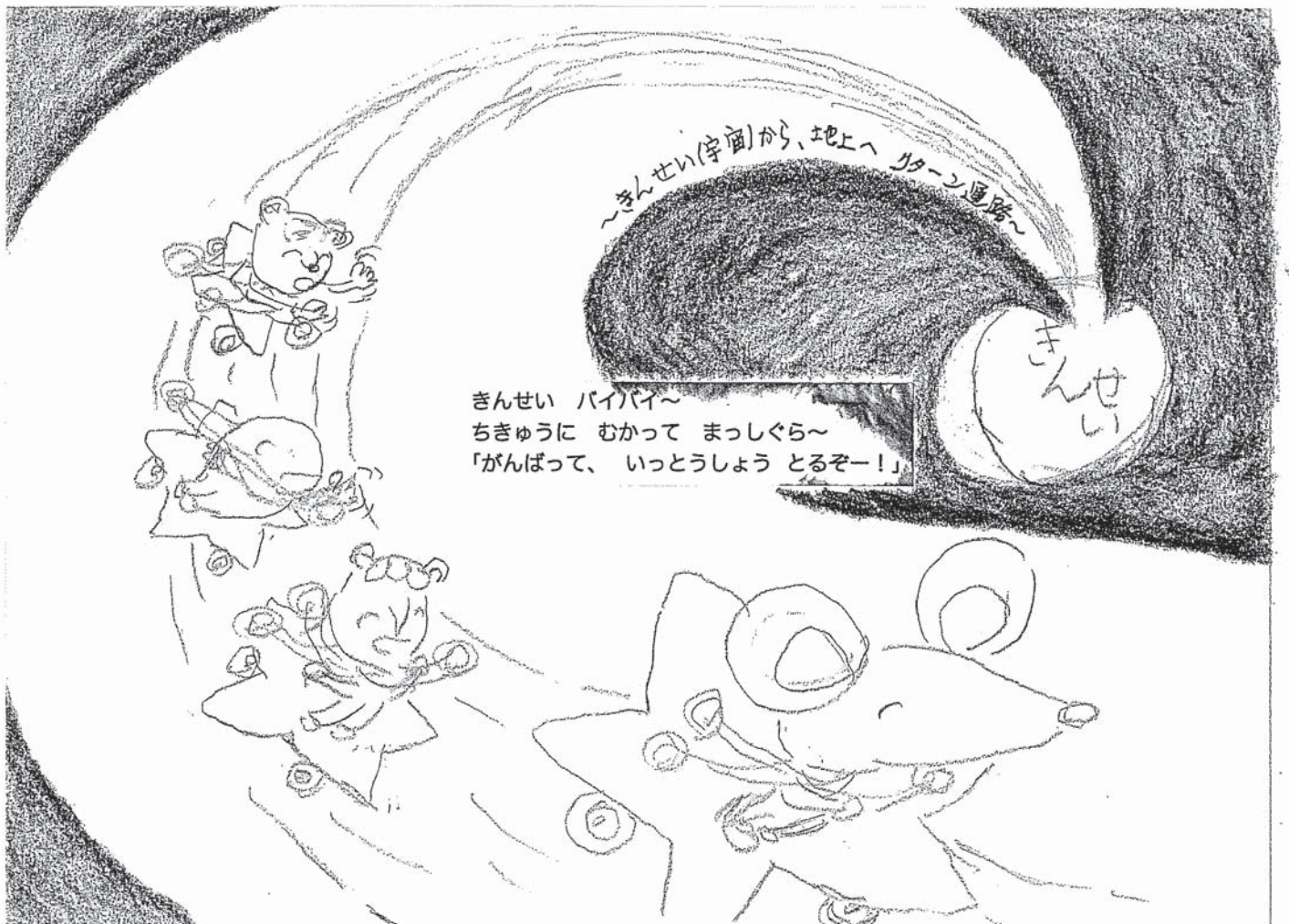
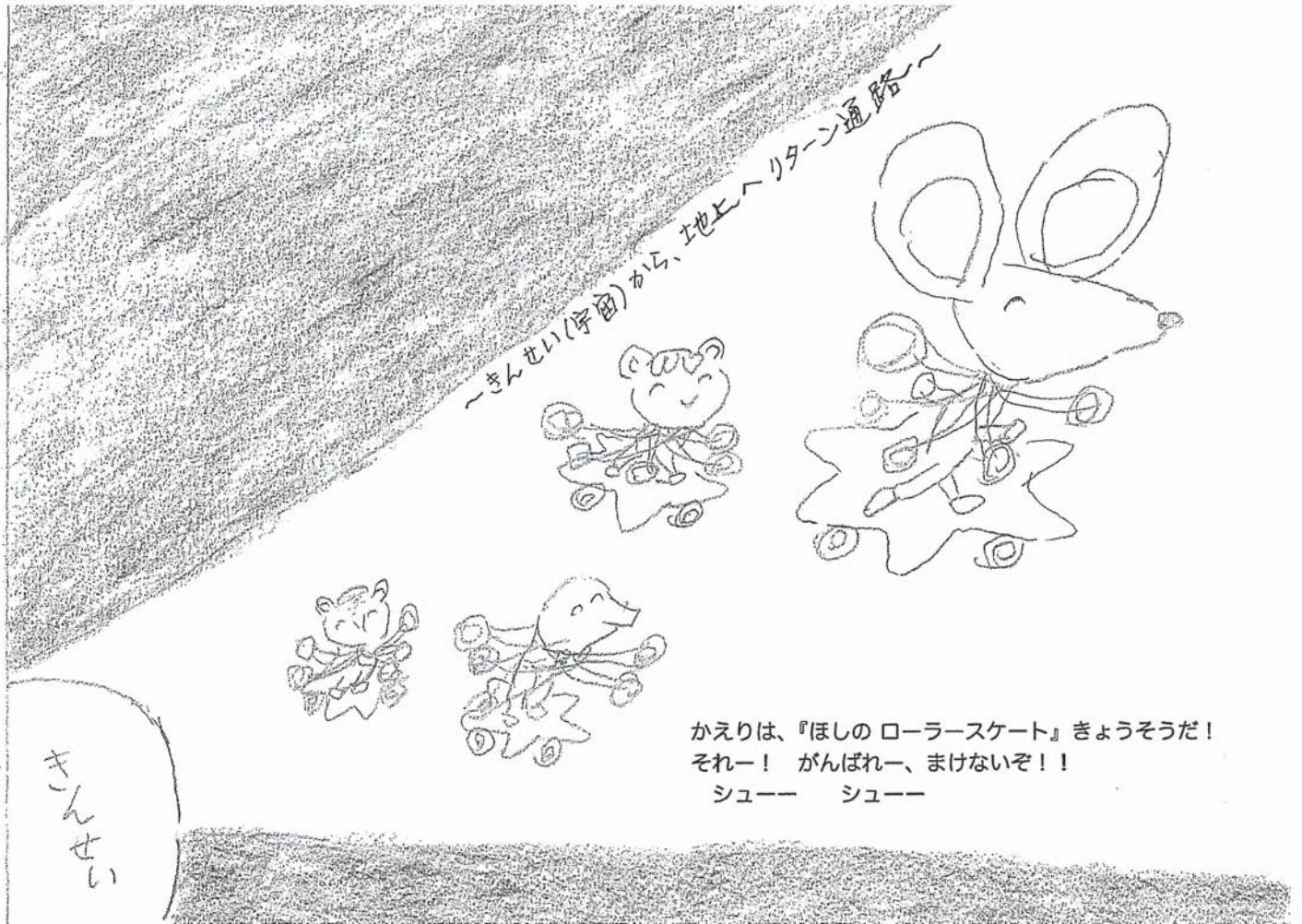


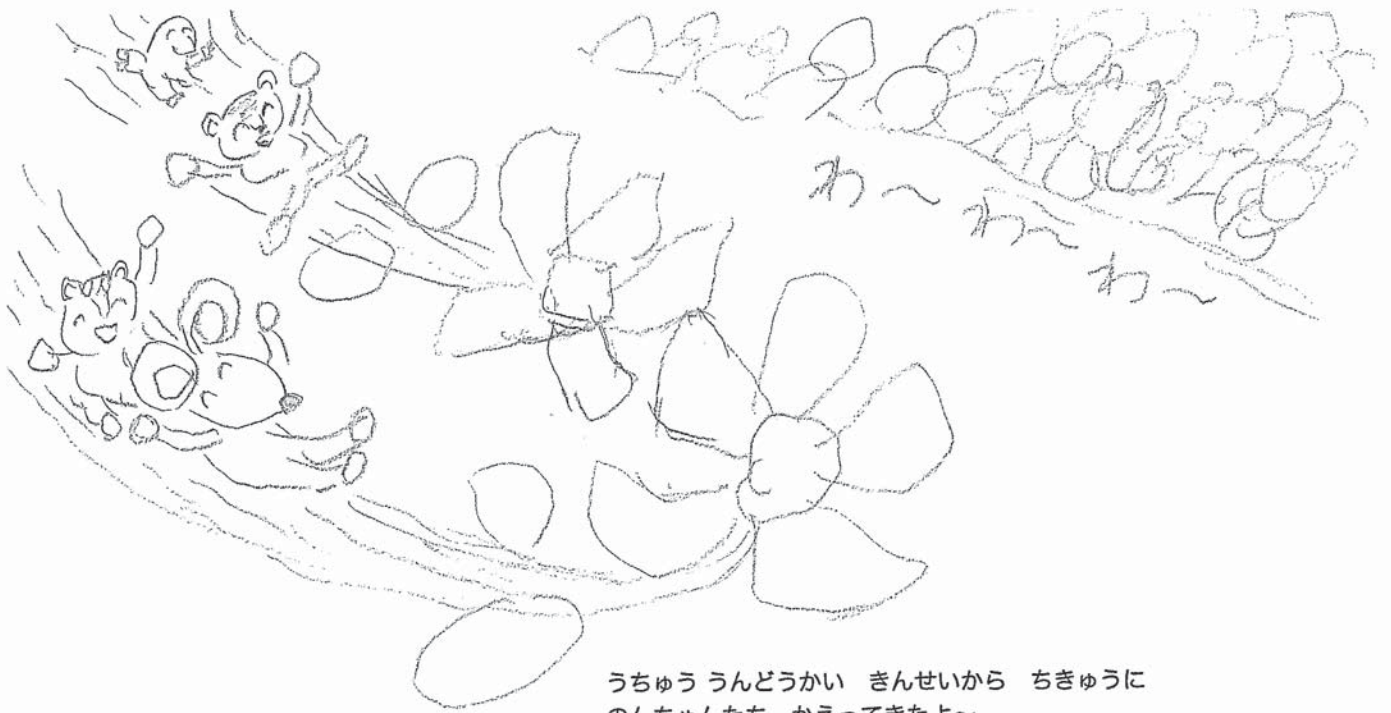
「わあー まぶしい なんだなんだ??」
「ピカピカ きんいろに ひかって いるよ!」
「あれー おどろき~!、これは 金メダル??」
「ほんとうに 金メダル??」
ぎんせいには、金メダルが たくさんありました。

なんだ??



「あっ、これみんなの あこがれの 金メダルだよ」
この 金メダル もって かえろう!
みんなに 金メダルを あげよう!!
ちょっとだけ がんばった きみにも、たくさん がんばった
きみにも、みんなを しあわせにする 金メダルを、
みんなに あげよう!!





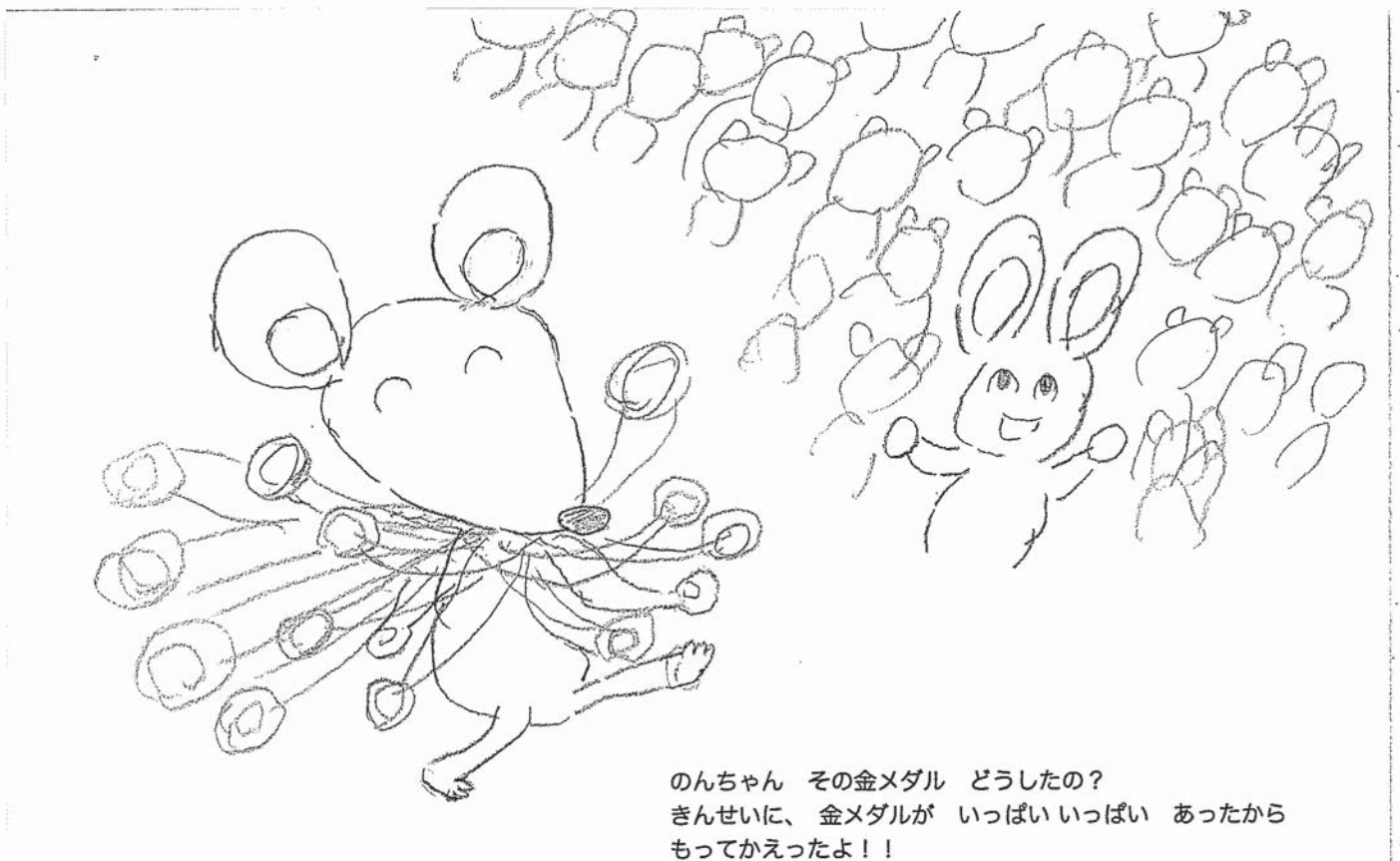
わ～わ～わ～

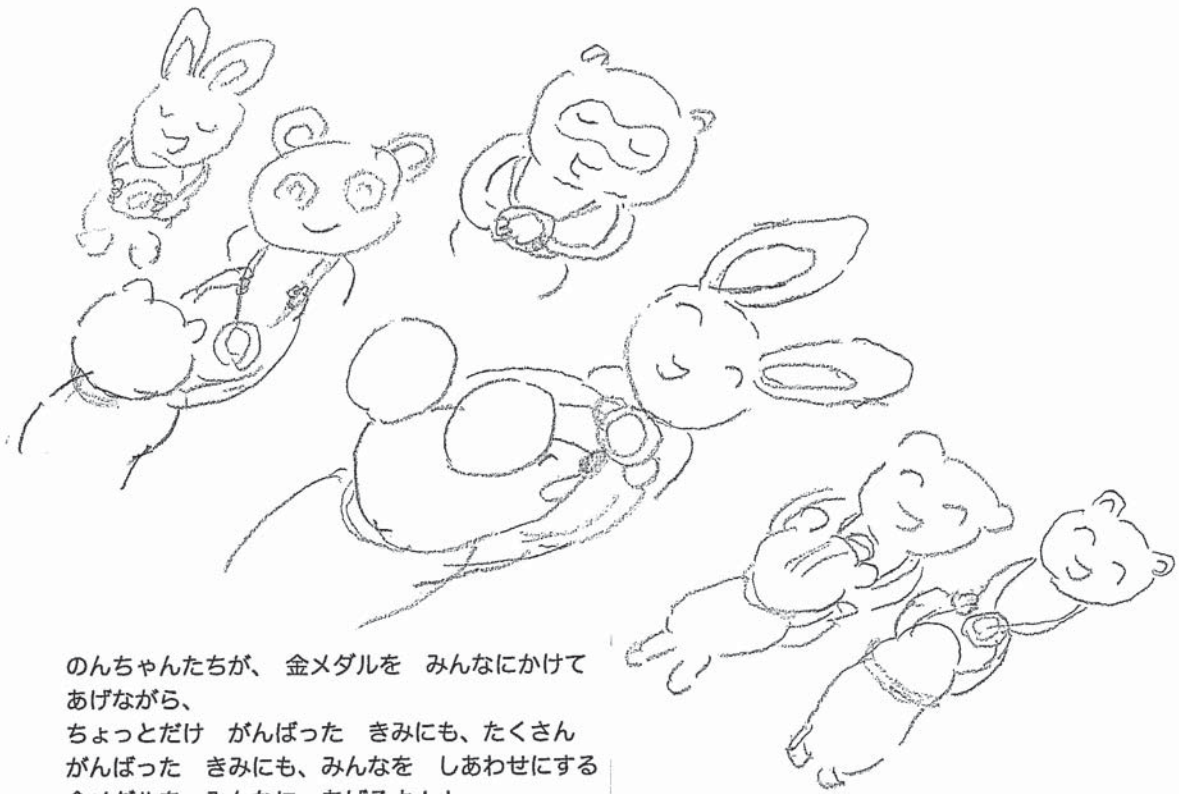
うちゅううんどうかい きんせいから ちきゅうに
 のんちゃんたち かえってきたよ～
 スルー スルン スルーっと、すべって ハイちゃくち！！

わ～ わ～ わ～
 のんちゃん りすさん やまねくん もぐらさん
 みんな かえってきたよ！
 いっとうしょうは だあれ～



うちゅううんどうかい のんちゃん いっとうしょう！
 のんちゃんの くびに いっぱい金メダルが、
 かかっています。





のんちゃんたちが、金メダルを みんなにかけて
あげながら、
ちょっとだけ がんばった きみにも、たくさん
がんばった きみにも、みんなを しあわせにする
金メダルを、みんなに あげるよ！！



うれしいな 金メダル！

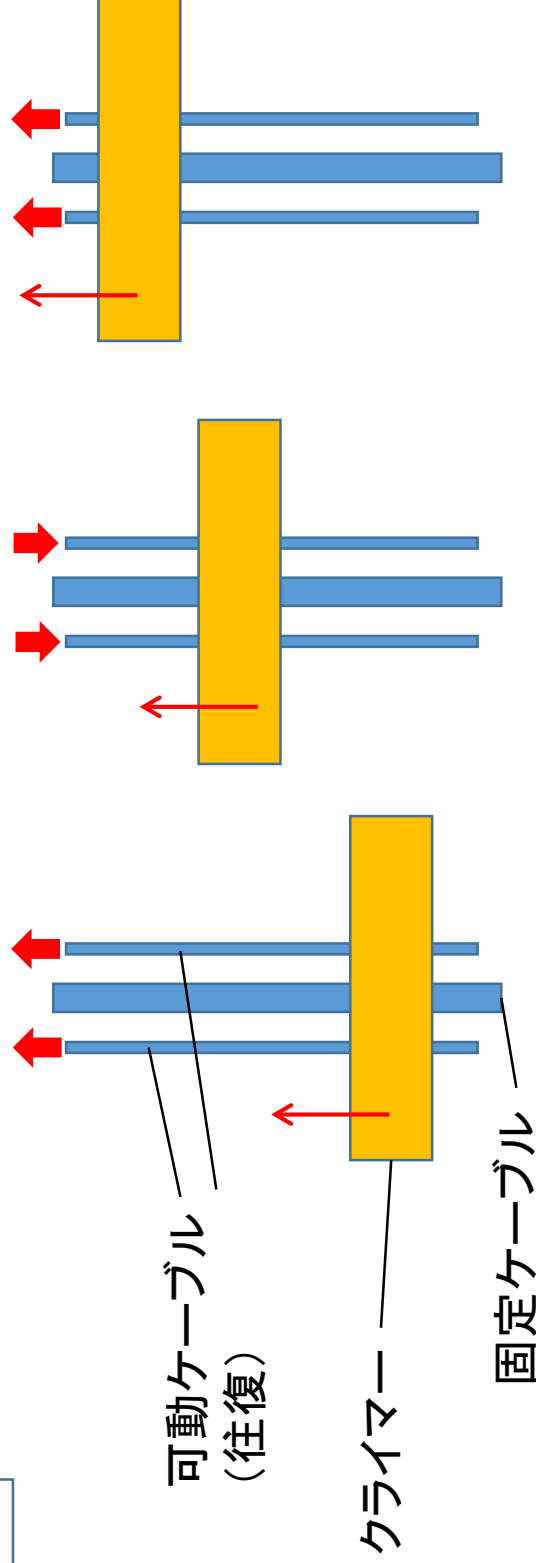
【直動の差動変速を用いたクライマー】

(応募者名：個人⑧)

背景・課題

宇宙エレベータ用として自走式のクライマーが研究されているが、上昇速度、動力源の限界は低い。
また、放熱が期待できない宇宙空間で、クライマー自身に動力源を持たせることは困難である。

実現イメージ



実現方法・時期

ケーブルは最低2本、できれば3本用いて往復運動させる。遅くて短い距離の往復運動を、増速することで、クライマーを速く登らせる。直動の差動変速は、変速の方向が変えられるので、往復運動であっても、クライマーは切換えて次々登れる。複数のケーブルを使うことで振れの問題が出て来るので、10年ぐらいの研究が必要と思われる。

(応募者名：個人⑨)

3) 政治的要素

- ・国内原発が作り出す余剰 Pu239 を宇宙空間に於いて消費する
- ・核爆発装置の原料と設計は日本が担い、製造と保管は米国に委託する。運用は国際管理が望ましい。

熱核兵器を人類に対して使用した唯一の国家として
米国には核兵器廃絶の日まで Pu239 の管理に道義的責任がある

地球に接近する小惑星（小天体）の公転軌道を核爆弾の近接爆発により変更し、この小惑星に牽引される形で惑星間航行を実現する

1) 航法の原理

- ・小惑星と宇宙船はケーブルで連結する。
- ・小惑星の裏側で核ミサイルを爆発させて軌道を変更する

人工衛星のパラドックスが太陽を廻る公転軌道に於いても同様に働き、小惑星と宇宙船は軌道変更の際、互いに離れて行く状況になるが、これを牽引ケーブル及びキャプスタンにより対応する。

1950年代と記憶しているが、米軍に於いて核爆発を推進力とした宇宙航行の構想があり
火星まで2日で飛行できるとの試算があった様だ
地球上からの打ち上げは、当時としても
無謀な計画として検討はされなかつた物と理解している。

2) 技術面の課題

- ・地球への天体衝突に備えた深宇宙探査により
利用可能な小天体を発見する。
- ・かつて月面探査用に計画されていたペネトレータの技術を活用し小天体にハーケンを打ち込む
- ・ハーケンと接続するケーブルには軌道エレベータ用ケーブルの実用化に期待する
- ・トルクを相殺する為、ケーブルとキャプスタンは2組必要

【宇宙での太陽発電と地球への送電システム】

(応募者名： 宇宙太陽発電システム検討会)

背景・課題

現在地球上では、人口問題、資源・エネルギー枯渇、環境汚染等多くの課題が山積している状況である。こうした課題に対して、宇宙利用の推進は、先駆的なイノベーションによる打開策を導き出すために有効である。また、人類を新たな高みへと引き上げる可能性を秘めていることから、期待がされているところである。

太陽発電衛星システム(SSPS)は、将来のエネルギー源として有望である [1] [2] [3]。すなわち炭酸ガスや廃棄物の排出は無いので、環境に優しい。太陽という無限のエネルギー源を利用するので、資源枯渇の問題がない。しかも地上の太陽光発電と比べ、夜という発電不能時間が無く、天候に左右されないので、平均発電時間ははるかに長い。従ってその研究開発に対するニーズは、明確である。

この利点のゆえにInnovation for Cool Earth Forum (ICEF) 2016において、核融合技術と共に注目すべき新電源として取り上げられた [4]。しかしSPSはシステムが極めて巨大であるため、ICEF 2016のみならず常に、様々な誤解や質問がある [3] [5] [6]。

また別な見方をすれば、電波の使い道として、これまで通信やレーダだったが、エネルギー伝送にも広がることを意味する。これは有線・ケーブルによる通信が電波に置き換わったのと同じく、送電線が電波に置き換わることに対応する。技術の必然的流れであり、これを先取りすることは重要である(総務省の管轄)。

【宇宙での太陽発電と地球への送電システム】

(応募者名： 宇宙太陽発電システム検討会)

実現イメージ

- 図1に示すように、太陽発電衛星 (SPS) は宇宙に浮かんだ発電所である[1]。
- 太陽電池で直流発電し、マイクロ波に変換し、アンテナによりビーム状にして地球に送り、アンテナで受け直流に変えて、出力する。
- その出力は、地上の電力網と接続される。
- この宇宙部分と地上部分をまとめた全体は、太陽発電衛星システム(SSPS)と呼ばれる。

【宇宙での太陽発電と地球への送電システム】

(応募者名： 宇宙太陽発電システム検討会)

実現イメージ

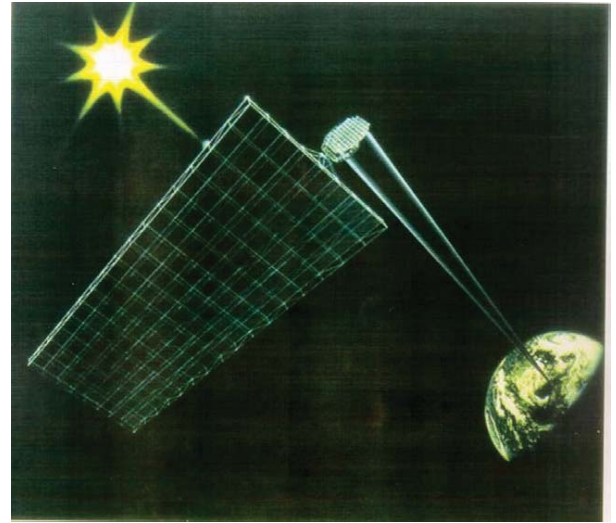
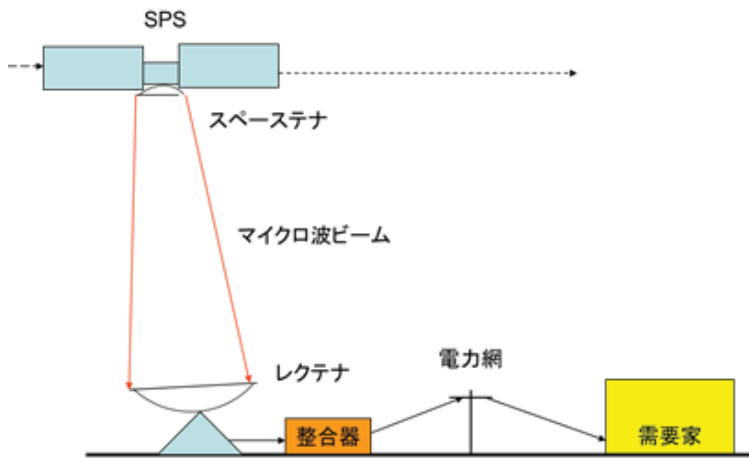


図1 SPSシステムと電力網の接続

図2 NASAのSPS基準システム
(イラストレーション)

太陽発電衛星システム(SSPS)の構成要素

- 太陽発電衛星 (SPS)
- レクテナ： 受電設備、地上電力網との整合器

SPSの構成要素

- 太陽電池
- 直流から電波への電力変換器 (超高周波の電力増幅器)
- アンテナ (スペースステナ)
- 通信装置
- 直流送電路
- 姿勢制御装置
- 構造体

レクテナ

- アンテナ
- 整流素子と合成回路

【宇宙での太陽発電と地球への送電システム】

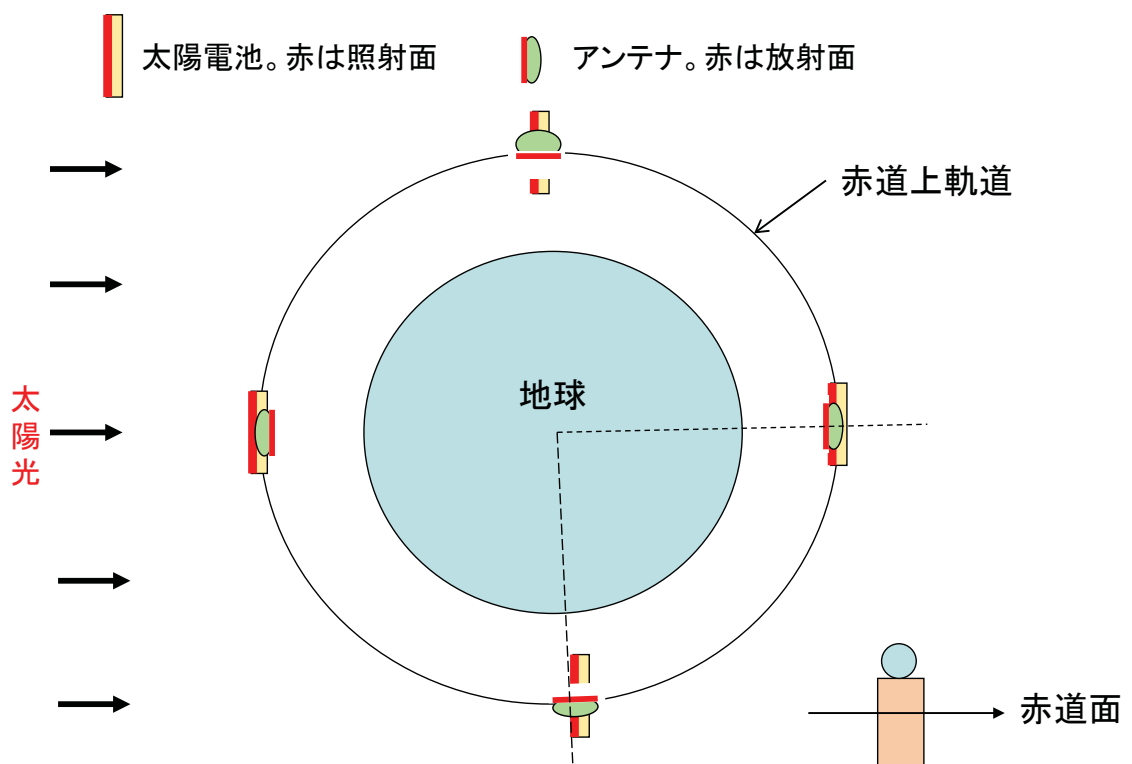
(応募者名： 宇宙太陽発電システム検討会)

実現方法・時期

システム実現への技術要求

1. 寸法・重量共に巨大なSPSの構成法。
2. 衛星全体の姿勢制御 <---図3に示すように理想的には、太陽電池は太陽指向、送電アンテナは地球指向
3. 太陽電池で発電した大電力を、衛星側にする。
4. 地上に向けてごく細いビームを作ること :0.008 度
比較: 臼田の64mアンテナ(はやぶさ向けの8GHz):0.03 度
5. そのビームを、衛星の軌道上位置と姿勢の変化を補正すべく、制御すること <---ビーム幅の1/10の精度は必要
6. 半導体技術 <---発電の太陽電池、送電側の増幅器と移相器、受電側の整流素子
7. 整流素子接続 <---素子の故障対策、電源の出力抵抗
8. 打ち上げコスト <---2万トン輸送

図3. SPSから見た太陽と地球受電点の方向
太陽電池と送電アンテナの方向を、完全制御する場合を示す。



衛星の姿勢制御に2通りの考え方

- 案1: 送電アンテナに対し、太陽電池の相対動きを制御する。
ロータリージョイント／スリップリングが要る。
- 案2: 太陽電池方向を制御しない。
ロータリージョイント／スリップリングを省略する。

それに伴って、次が変わる。

- | | |
|-----------|-----------|
| 1. 姿勢制御方式 | 2. 軌道制御方式 |
| 3. 熱制御方式 | 4. 送電アンテナ |

ごく細いビームを作ること

- 通信での電波使い方と違い、放射した電波は大部分受電アンテナに入らねばならない（図4）。従ってビームは極細くなる。
- ビーム幅はアンテナ直径に反比例するので、巨大な宇宙アンテナを作る必要。

比較:

NASAアレーアンテナ案では1kmφで2億素子。世界最大のフェルトリコ・アレスポでは305mφ。

- アンテナは無線システムの顔であると同時に、システムに応じた最適化が重要。そのため半導体素子などと異なり、具体的検討が、ほとんどされていなかった。

- アンテナの具体的な所用技術

(1) 展開構造

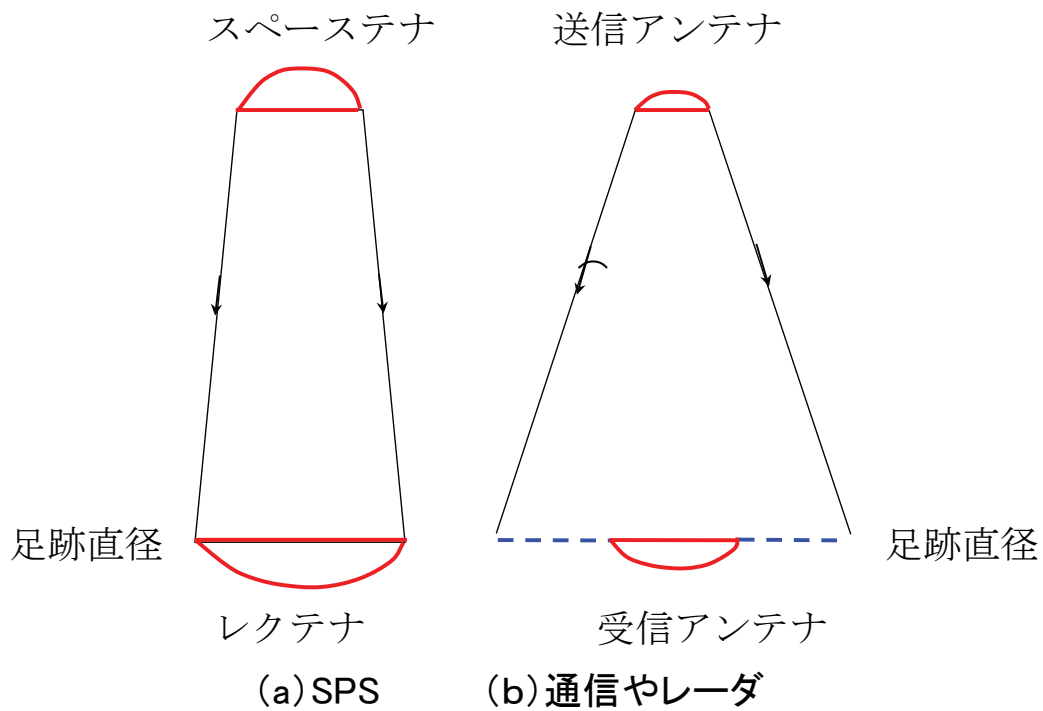
(2) 放射素子を平面構造に→ 大量生産アンテナ工学へ

(3) 給電回路の簡略化・平板化→ 大量生産アンテナ工学へ

(4) 能動素子の削減→ 大量生産アンテナ工学へ

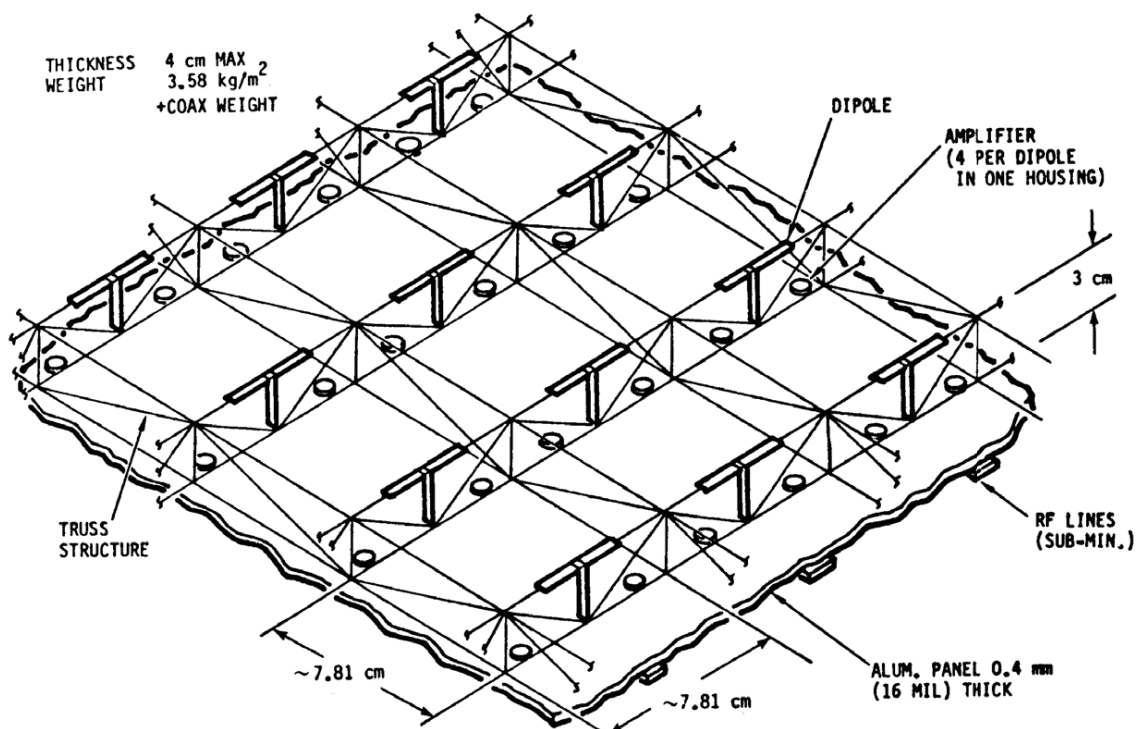
(5) 軌道上組み立て

図4 放射ビームと受信アンテナの寸法関係



高野忠、”エネルギーの未来 宇宙太陽光発電—宇宙の電気を家庭まで—”、アスキー新書、アスキー・メディアワークス、2月、2012.

図5. アメリカの基準システムで想定されたアレーアンテナ(半波長ダイポールアンテナの配列)。これでは、2億素子のアレーアンテナはできない。

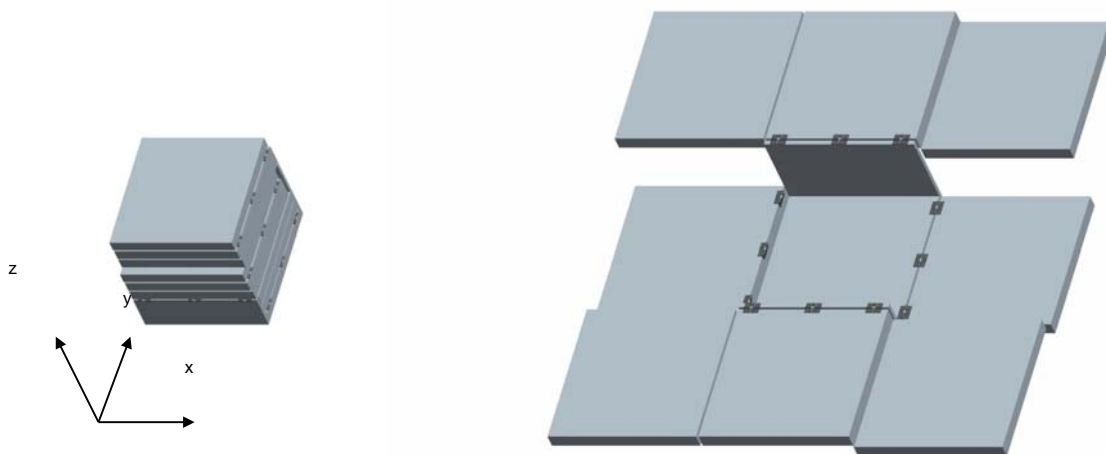


所要技術の実現法

1. 超大型の展開アンテナ： 1例
 - (1) 展開構造 → 多重折り畳み (図6)
 - (2) 同時に、段差を位相で補正
2. 製作性向上・コスト削減
 - (1) 放射素子を平面構造に → 印刷放射素子
 - (2) 能動・給電素子の削減 → 間引き給電
サブアレー毎の移相
 - (3) 給電回路の平板化と統合実装 → バラン内蔵放射素子
少量注文生産から、大量生産アンテナ工学へ
3. 軌道上組み立て
 - (1) 軌道上に組み立て枠を作る。そこに収納状態アンテナをはめ込み、展開する(図7)。

図6. 展開構造: 多重折り畳み

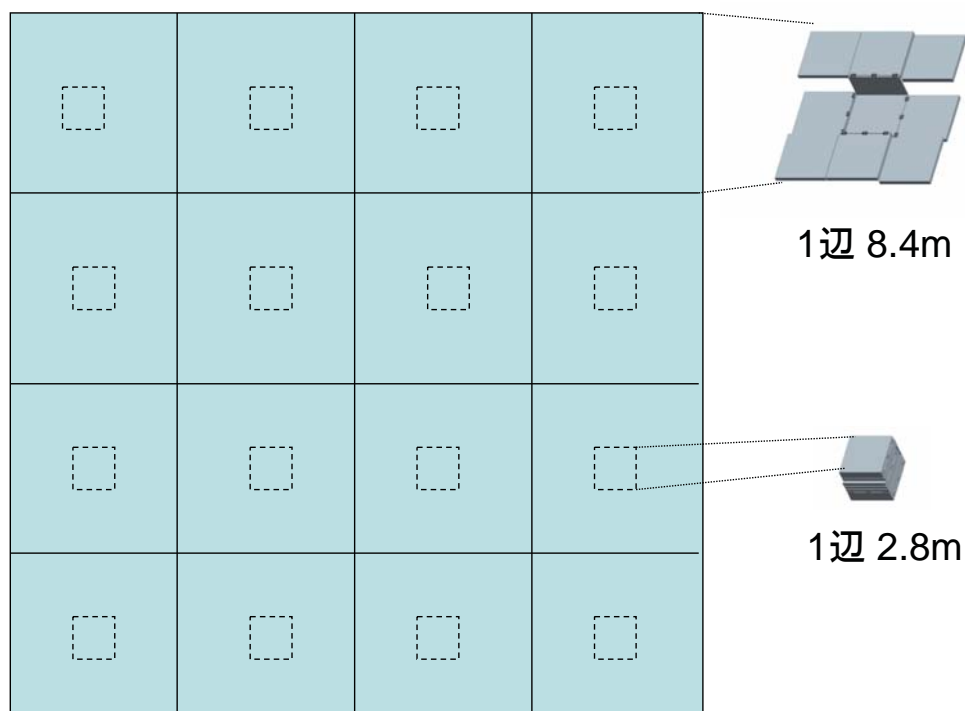
3枚以上のパネルを2次元で折り畳めるので、収納効率が高く大型開口ができる。パネル間の段差を位相的に補正するので、段差を許容できるアレーアンテナである。[10]



(a) 収納状態

(b) 展開状態

図7. 複数の展開アンテナを組み立ててスペーステナを作る。
(34m 開口を8.4m開口で構成する例)



【宇宙での太陽発電と地球への送電システム】

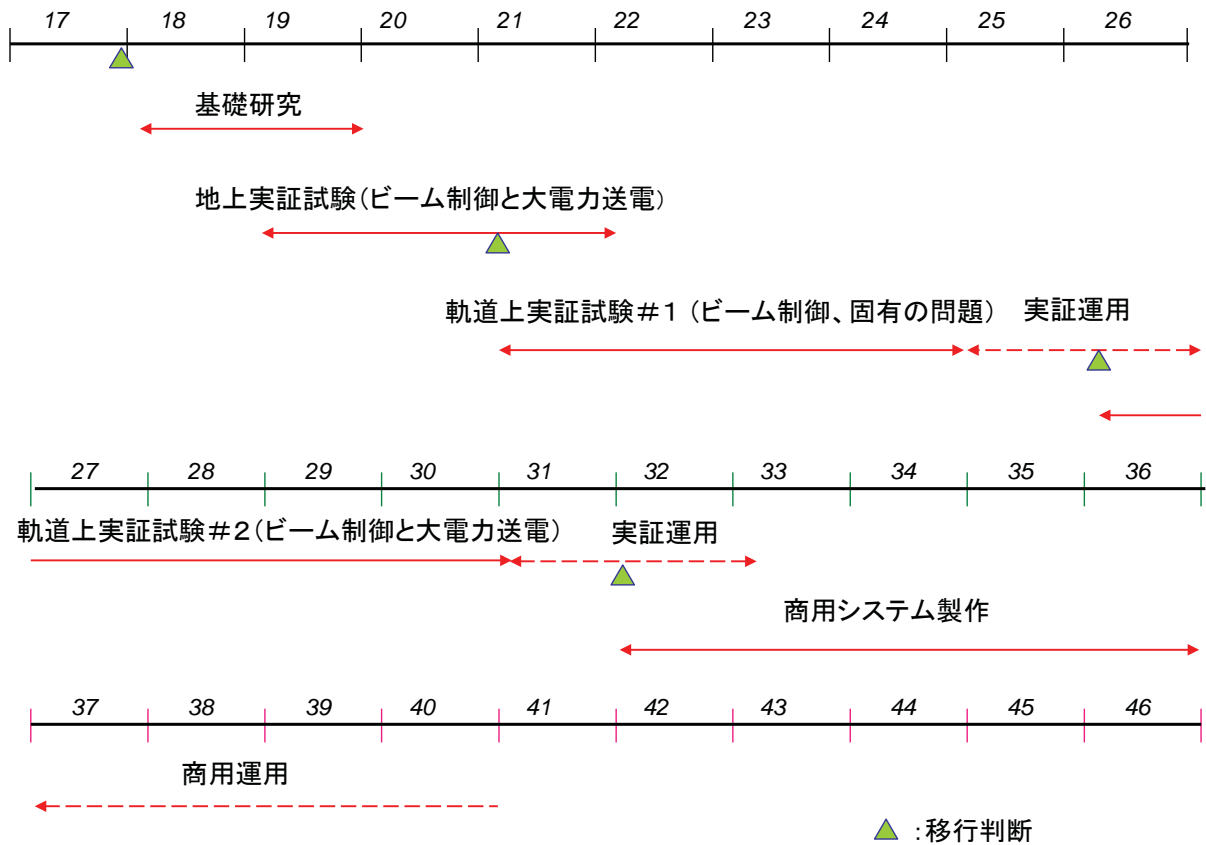
(応募者名： 宇宙太陽発電システム検討会)

実現方法・時期

SSPSの実現時期

- ・ シーズを開発していくので、段階的に実現・検証していく。図8は各段階を相当無理して、かつ順調に行った場合を示す。
- ・ 商用化に至るまでを、4段階に分けて段階的に進める。
 - (1) 地上実証 : 大電力の生成・整流とアンテナの構成を示す。スペーステナのBBM.
 - (2) 軌道上実証#1 : 衛星から細いマイクロ波ビームを、地上レクテナにぴったり納める技術を実証する。
 - ――> 小型衛星は、適しない。
 - 各モデルの基本問題を解決して見せる。
 - (3) 軌道上実証#2 : 1kW級衛星。赤道上低軌道。大電力伝送のデモを行なう。電力会社を入れる。
 - (4) 商用化 : 1GW(100万kW)級衛星。GEO。商業運用する。電力会社が中心になる。
- ・ 商用化まで、楽観的に考えても20年かかる。日本のまた世界の将来のため、今すぐ研究開発(1)を始める必要がある。

図8. 開発線表(案)



線表の具体的説明

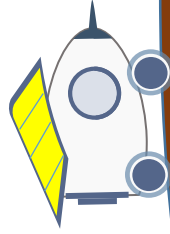
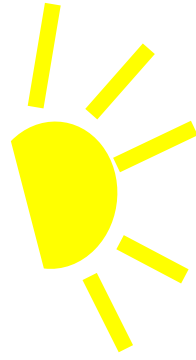
- 1つの線から次の線へ移る際、技術的課題が解決されているか、判断する。
- 次線の段階では、数倍~数100倍の金が要る。
- 新しい技術が出てくれば、それも使う。
- 解決されていなければ、次には移らない。その場合、前の線で開発された技術に対し、別な応用も考える。
- このようにすれば初期段階で、許容できない程大きな予算を、要求する必要がない。
- SSPSは、30年を有する長期計画となる。そのためシーズ側としては、途中での取得技術を、外部に応用することを考えていくことが重要。
- 地上実証試験と軌道上実証試験#1は宇宙機関主体、軌道上実証試験#2と商用化は電力会社が主体となる。

【人工光合成駆動型 火星作業ロボット】（応募者名：ジエネロ(株)）

背景・課題

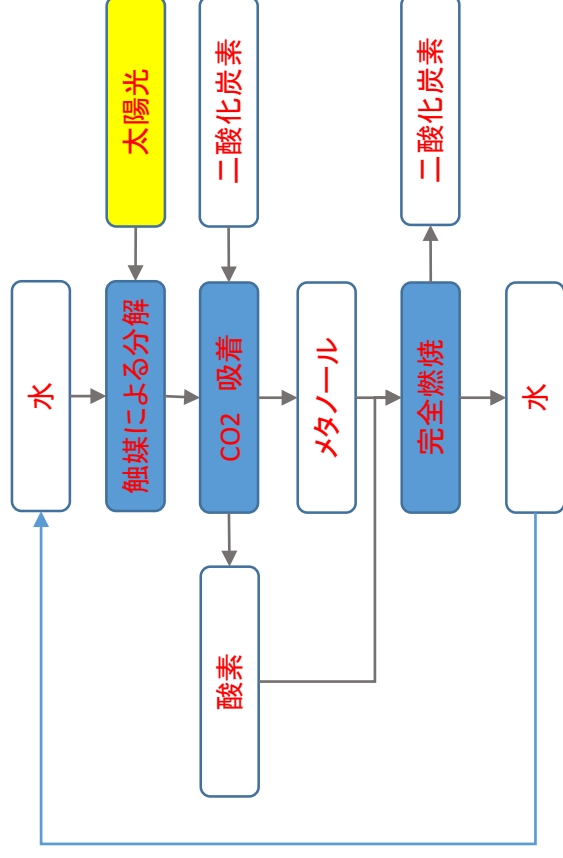
火星上で人類が活動ををする為には、エネルギー源が必要である。太陽光は、地球に比較すると弱くなるが、存在はする。また火星には水がある可能性が高く、二酸化炭素が多くある。これらの火星の特性を生かしたエネルギーシステムを研究する必要がある。

実現イメージ



人工光合成駆動型 火星作業ロボット

火星で現地調達した水を燃料として、ロボット内蔵の光触媒が、太陽光を利用して、メタノールを生成する。
そしてメタノール生成時に発生した酸素を利用し、メタノールを燃焼させた動力で、ロボットを駆動させる。
完全燃焼させたメタノールは、水として保存し、再び利用する。
ロボットが、自律的にエネルギー生成する事で、活動範囲が飛躍的に広がる可能性がある。



実現方法・時期

- 2020年： 光合成モジュールの完成（触媒技術、光合成膜デバイスの開発）
- 2030年： 光合成モジュールの実用化
- 2040年： 自律型 人工合成駆動型 火星作業ロボットの実用化

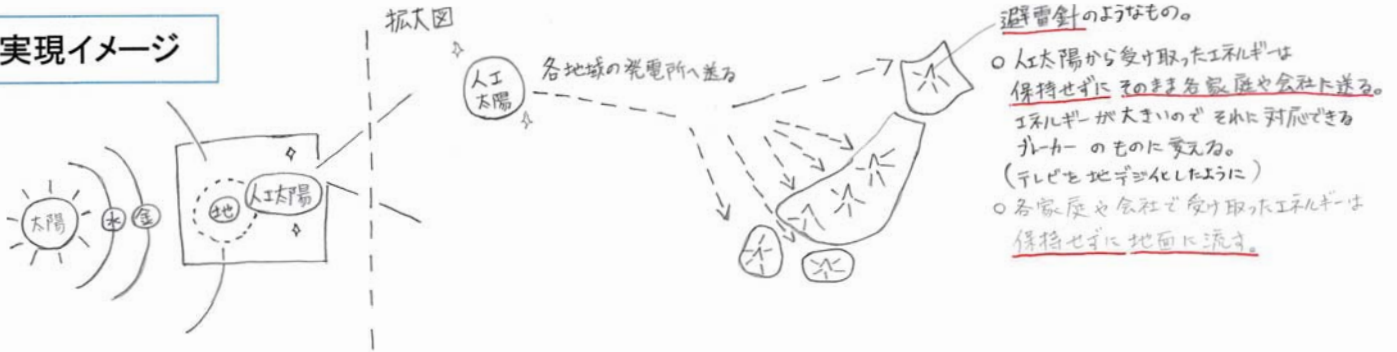
避雷針の原理を利用して太陽エネルギーを地球へ送る。案1

(応募者名: 個人⑩)

背景・課題

人工太陽を使用して集めたエネルギーを弱めずに地球へ送ること。
 避雷針の雷を呼び込む原理を応用して太陽エネルギーを受け取る。

実現イメージ



実現方法・時期

人工太陽から地球へ送るビームの中に「特種なもの」を入れる。(作動体)
 受容器である避雷針のようなものにも同じ「特種なもの」を入れてビームを呼び込むようにする。
AIを使用して入れる「特種なもの」を探してもらう。
 JAXAの人工太陽衛星の打ち上げが2020年~2030年を目標にしているの。それ以降、2030年~2040年をめどとする。

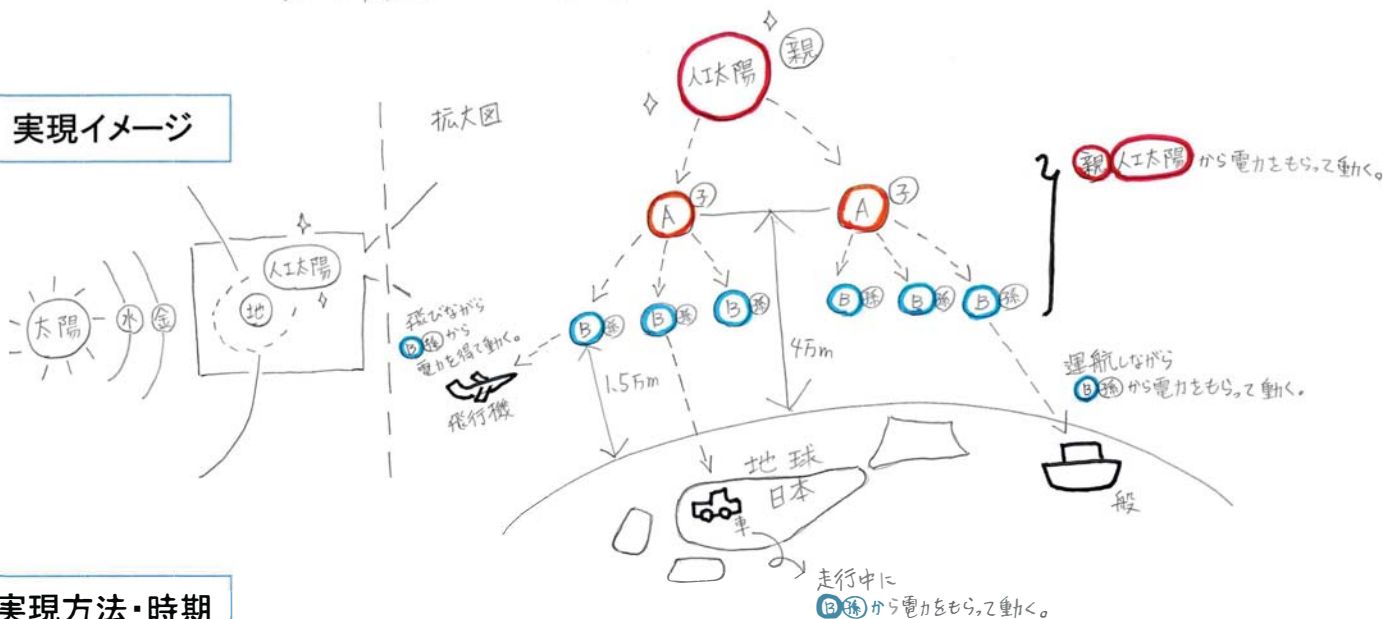
P. 1

避雷針の原理を利用して太陽エネルギーを地球へ送る。案2

背景・課題

人工太陽を使用して集めたエネルギーを弱めずに地球へ送ること。
 弱める努力を怠らなければ使用先をたくさん作ることでエネルギーを減らして地上へ送る。

実現イメージ



実現方法・時期

人工太陽の(子)孫を作って日本の上空で維持させるために(親)人工太陽から電力を使用させる事でエネルギーを減らす。
 実現時期はJAXAの人工太陽衛星の打ち上げ後のため、2030年以降になると予測する。

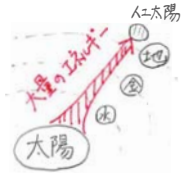
P. 2. 42

人工太陽の大量のエネルギーは、可能な限り上空で使う(地産地消) ①

背景・課題

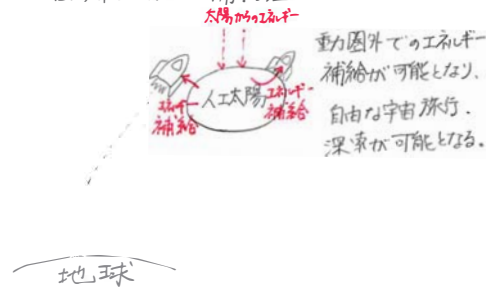
人工太陽を以て集めたエネルギーは膨大のため、全てを地球に送ることは危険を伴う。考え方を変え、上空に膨大なエネルギー源を確保できたと捉え、その活用方法を提案する。

実現イメージ



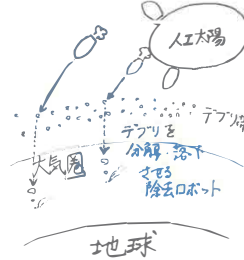
(案1)

宇宙旅行時代の
ロケットエネルギー補給基地



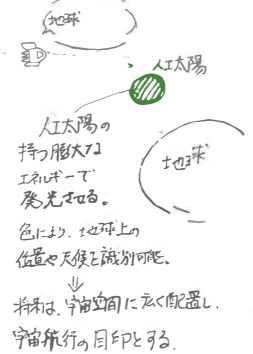
(案2)

スペースデブリ除去ロボットの基地として、人工太陽のエネルギーでロボットの動力源とする。



(案3)

宇宙空間の灯台の役目



実現方法・時期

人工太陽上にエネルギー補給基地を作る。

人工太陽はそれ自体が膨大なエネルギーを持つため、安全のため、メンテナンス、そこで運用するロボット(案2のスペースデブリ除去ロボット)は、AIや遠隔操作で制御する。

実現時期 100年後

P.3

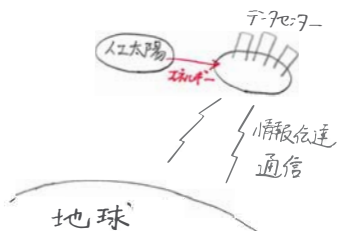
人工太陽の大量のエネルギーは、可能な限り上空で使う(地産地消) ②

背景・課題

P.3と同じ

実現イメージ

(案4)



地球外に天気予報をとり、その動力源に人工太陽のエネルギーを使う。

↳ 地球温暖化の問題もエネルギー消費量の増大を解消する。

実現方法・時期

実現時期 50年後

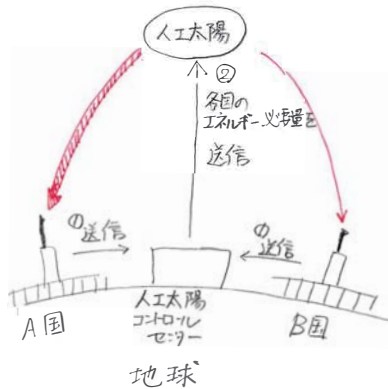
P.4

人工太陽の膨大なエネルギーを、必要分だけ地上に送る。

背景・課題

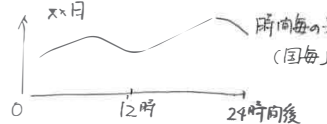
人工太陽を使用し集めたエネルギーは膨大のため、全てを地球に送ることは危険を伴う。
そこで、少しでも地上へ送るエネルギーを減らす方法を考える。

実現イメージ



②の送信データの例

| | | |
|----|------------|-------------|
| A国 | 50,000万kWh | 各国のエネルギー需要量 |
| B国 | 25,000万kWh | |
| C国 | 5,000万kWh | |
| | ⋮ | |



① A国, B国は、次の日に欲しいエネルギー量人工太陽コントロールセンターへ要求として出す。

② 人工太陽コントロールセンターが、各国のエネルギー需要量と24時間後までの各国の必要エネルギーを予測し人工太陽に送信する。

③ 人工太陽は、②で受けたデータと予測から、各国へ必要分のエネルギーを供給する。

実現方法・時期

エネルギーの供給は子孫人工太陽を経由して行う。

②のエネルギー必要量は過去の使用量実績データとAIを組み合わせて、予測精度を上げる。

時期は50年後。

【光フェーズドアレイ通信・電力給電システム】 (応募者名： 個人⑪)

背景・課題

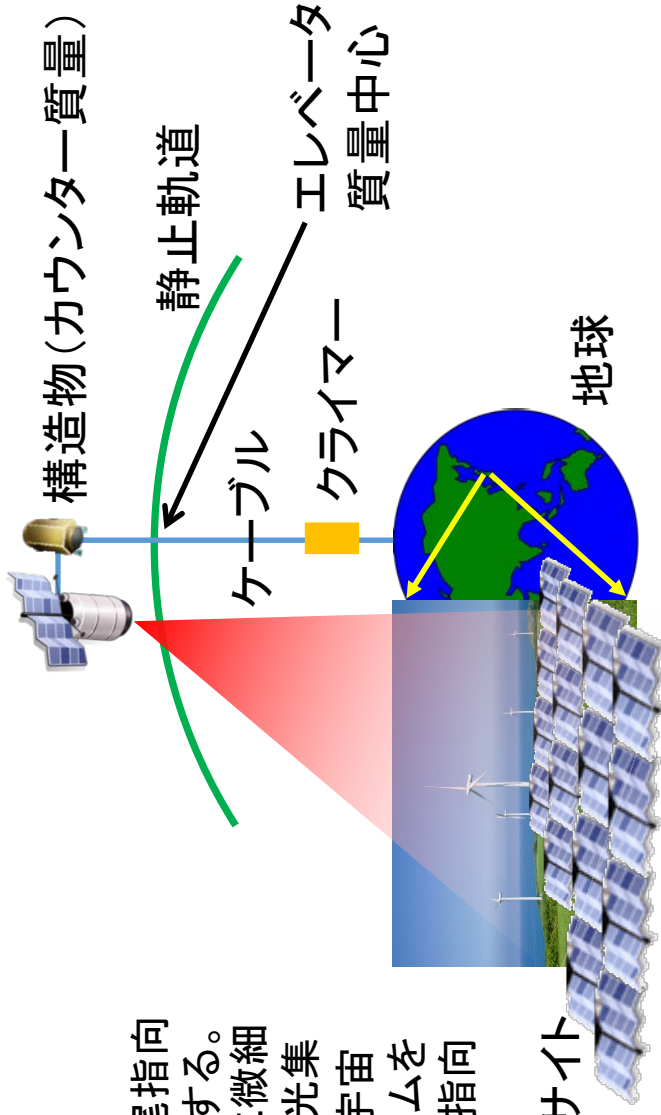
宇宙における太陽光発電システムは、地上でのCO₂排出量が小さく、地上より多くの太陽光を利用でき、昼夜、天候の影響を受けにくく、エネルギー源として安定しており、震災等の地上の自然災害の影響を受けにくい。レーザー(やマイクロ波)等で無線電力伝送を行うことで、必要とする地域へ無線により柔軟に送電できる。しかし、軌道上での高出力レーザーの実現、レーザーの電力変換効率の向上、追尾指向性能の向上、耐高出力光学システムの設計、天候によるエネルギー伝送効率低下・遮断の回避手法(天候予測、マルチサイト化)が課題。

実現イメージ

宇宙太陽光発電システムで課題となる、追尾指向性能の向上を行う光フェーズドアレイを実現する。光フェーズドアレイは、Siベースのデバイスに微細構造を持つプラズモン(Plasmon)デバイスを光集積回路で小型にして実現する。これにより、宇宙空間での機械的可動部分がない光学システムを構築することができ、レーザーシステムの追尾指向性能の向上を行うことが可能。

実現方法・時期

宇宙エレベータの近傍の静止軌道の静止軌道に、宇宙エレベータで輸送した太陽光発電パネルを展開すると非常に効率的で、そこで発生した電力をレーザー(やマイクロ波)等で地上に送ると、宇宙なら昼夜も天気も関係なく24時間発電できる。日本が研究の最先端である太陽発電衛星によりエネルギー問題を解決し、2050年には宇宙遊覧や、宇宙ホテルなどへの滞在といった様々な産業の発展が期待される。



【 火星移住候補地とその調査方法について 】

(応募者名: 個人⑫)

背景・課題

- ・火星移住は、人類の多くの人々が考える夢のひとつである。火星は1日の長さと、陸地面積が地球とほぼ同じで、薄い大気をもつ利点があり、候補地に挙げられる。(1)(2)
- ・課題としては、火星表面は放射線や温度差が大きいことや、火星特有の気象条件が挙げられる。これらを克服できる予想場所として、2007年頃に火星で複数発見された縦孔を挙げる。(3)

表1 火星の表面と縦孔内部の放射線, 温度, その他条件の比較 [(1)(2)(3)(5)]

| 火 星 | 放 射 線 | 温 度 | その他条件 |
|---------|------------------|--|------------------------------|
| 表 面 | 平均 22mrad/日 | 平均 -43℃(夜昼間の温度差は赤道上で100℃、極・赤道間の温度差は120℃) | 砂嵐、太陽風の影響が大きい。 |
| 縦 孔 内 部 | 表面より少ないと考えられている。 | 温度が一定で、表面より暖かいと考えられている。 | 砂嵐の影響を受けにくく、太陽風も防げると考えられている。 |

- ・火星の縦孔内部の詳細はわかっていないため、直接孔の内部を探索する必要がある。しかし、火星までは距離が遠く、通信時間もかかり初めての場所に探索を行うとなると、心許ない。
- ・そこで、火星より詳細が分かっており、尚かつ地球から距離の近く探索のしやすい、月の縦孔での技術実証を行ったのち、火星の縦孔調査を行うべきと考える。

参考文献 (1)<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E7%81%AB%E6%98%9F%E3%81%AE%E6%A4%8D%E6%B0%91> Wikipedia 火星の植民(2018/2参照)
(2) http://www.hirahaku.jp/hakubutsukan_archive/tenmon/0000025/72.html 平塚市博物館 (2018/2参照)
(3) https://www.jstage.jst.go.jp/article/vsj/2016/0/2016_67/_pdf 月火星の火成活動起源地下空洞の直接探査～UZUME計画～(2018/2参照)

【 火星移住候補地とその調査方法について 】

(応募者名: 個人⑫)

実現イメージ

- ・手順
 - 1 月の縦孔の1つ静の海の縦孔で技術実証を行う。
 - 2 1の技術実証で得たデータをもとに月の縦孔の残り2つの孔で技術実証を行う。
マリウスヒルの縦孔では孔口が小さいびつなため入孔の技術実証。賢者の海の縦孔では孔口が非常にいびつで、電波障害による通信困難が見込まれる(4)ことを克服するための技術実証となる。
 - 3 火星に向けて火星の縦孔状況を上空から観察するための探査機を送り込む。
 - 4 1・2・3のデータをもとに火星の縦孔内部を調査し、火星移住先地点にふさわしいか検討する。

実現方法・時期

- ・方法
月の縦孔調査技術実証機については、第25回衛星設計コンテスト発表作品孔があったら入りたい!(5)で詳しく説明している。
月の縦孔調査技術実証機を火星の縦孔に適応するように改良を加える。

- ・時期
月の縦孔調査を2030年頃までに終わらせることにより、遅くとも2050年までには火星の縦孔が人類の移住先に向いているか結論がでると考える。

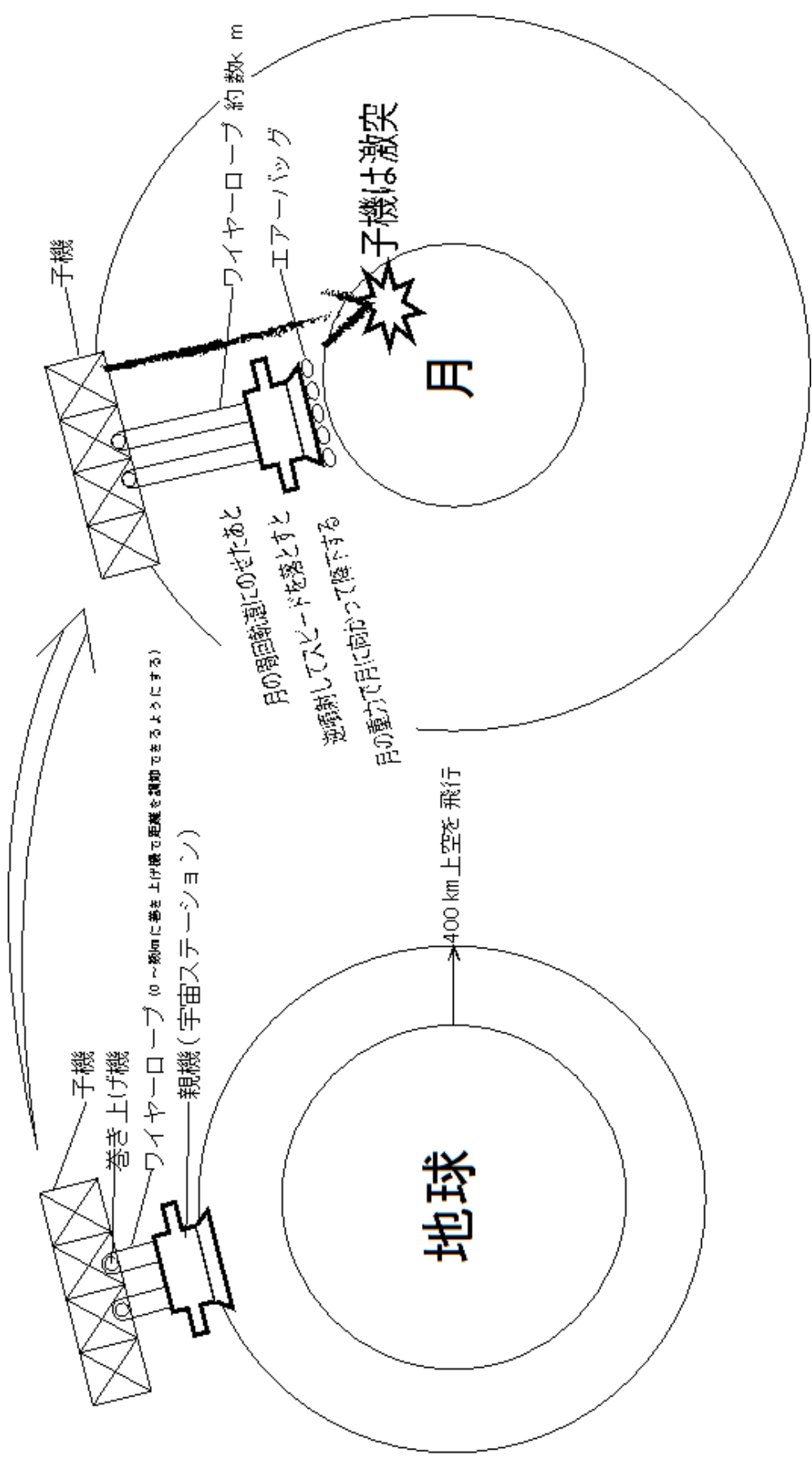
参考文献 (4)<http://kazusa.net/uzume/> UZUME計画(2018/2参照)
(5)<http://www.satcon.jp/history/prize25/pdf/doc09.pdf> 孔があったら入りたい!(2018/2参照)

【月面基地構想】

(応募者名：個人⑬)

実現イメージ

移動



インフラターブル3次元展開構造の開発 ～カブトムシの蛹の角に学ぶ～

(応募者名：個人⑭)

背景・課題

将来、月や火星の探査や鉱物、エネルギーの採掘に利用すべく、各国で宇宙基地が計画され、それに向けて技術開発が行われている。しかし、建物などの大型の立体物を低コストで宇宙に運ぶ方法は今のところなく、模索が続いている。

実現イメージ

カブトムシの幼虫が蛹になるとき、幼虫の頭の中で形成した角原基を膨らませて迅速に角を作ることに学び、内外壁のMLI（多層断熱材）を薄膜プラスチックのチューブを膨らませて展開させる3次元の展開構造を開発する。これを生かすことで月、火星周辺の宇宙ステーションや宇宙基地の建物を作ることができる。

実現方法・時期

- 1) 昆虫の蛹の展開構造や原基形成の研究を産学官一体で進め、折り畳みしわのパターンと立体構造の関係、しわの形成過程を明らかにする。
- 2) 壁内部に使用する薄型の放射線遮蔽材を開発し、その成果を開発に生かす。
- 3) 展開方法は産学官共同開発とする。
- 4) 実現時期 2025～2030年度

【第二の地球】

(応募者名：個人⑮)

背景・課題

世界では人口が増加しており、2050年には約100億人になると言われている。よって、土地の不足や資源の枯渇が問題視されている。

実現イメージ

宇宙エレベーターを要所要所に建て空港のようなステーションをつくる。各ステーションをつなげるようにして地球の外側を覆い、そこに新たな居住環境(これを第二の地球と呼ぶ)を作る。

人が第二の地球に住居することで地上(これを第一の地球とする)の土地に余裕ができ、ここで食料やエネルギーの生産がAI搭載のロボットで行われる。

基本、水や資源などの供給は宇宙エレベーターを通じて地球から宇宙ステーションへと運ぶ。

また、第一の地球またいろいろの高度での研究も可能となり、科学技術が発展すると思われる。

実現方法・時期

宇宙エレベーターのステーションを中心として箱型の空間をつなげていき、他のステーションと連結していく。宇宙エレベーターが実現可能次第作り始める。2050年に移住開始をめぐりに計画を進める。



【AIで異星進出】

(応募者名：個人⑩)

AIの進歩は凄い。

将棋やチェスのように駒の強さ/価値が変わらないゲームと違って、石の価値の変動が激しい囲碁は半永久的にコンピュータは人間に勝てないといわれていた。

が、人間は負けた。もうAIに勝てないらしい。

AlphaGO！？デိုင်プレーニング！？

人類の異星進出もSFで定番、常識だが、現実の認識では到底不可能という風潮。かつての囲碁の「コンピュータ <<< 越えられない壁 <<< 人」のように。

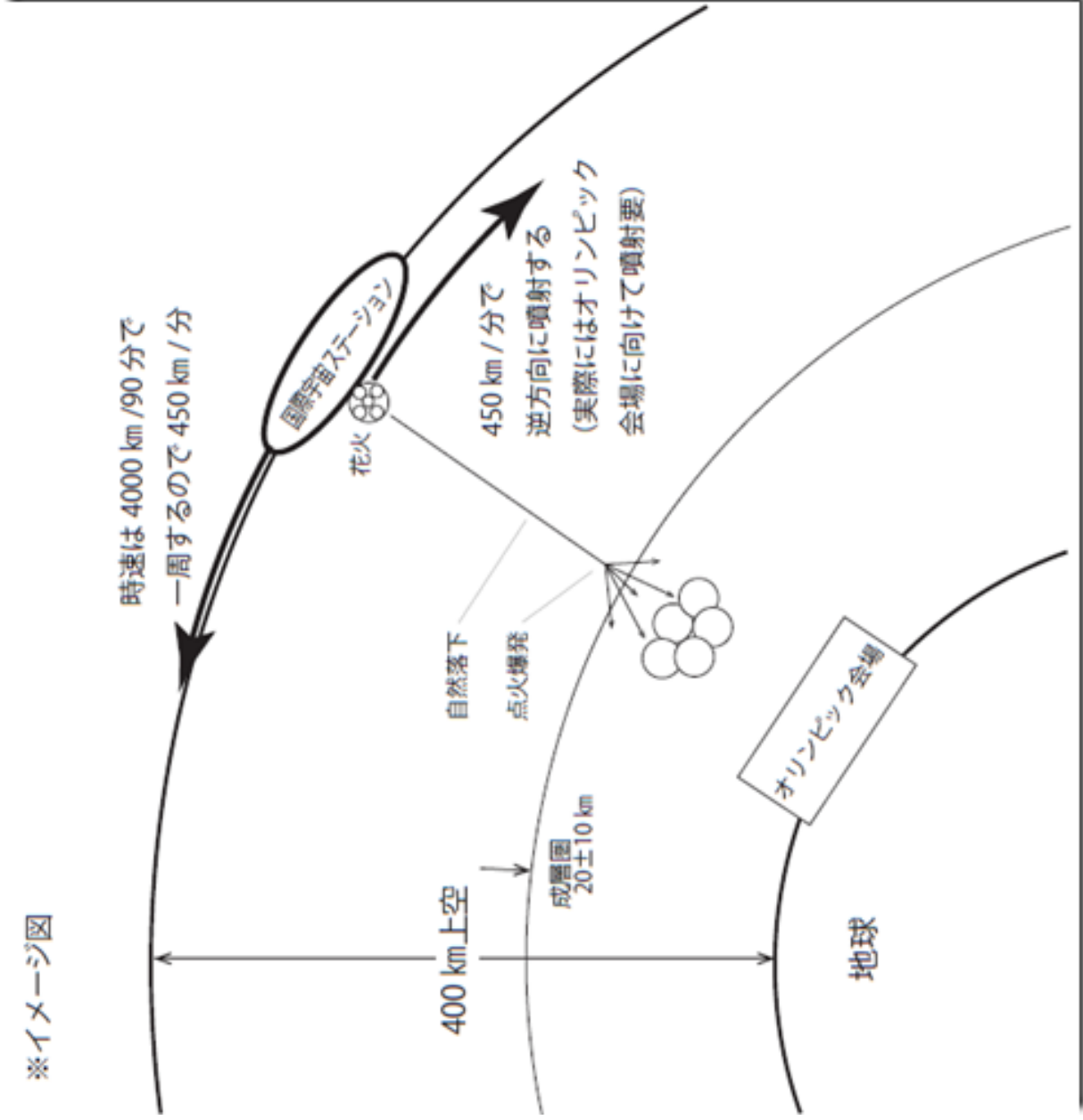
という訳で、これと同じようにAIが宇宙分野でも、パラダイムシフトを起こしてくれるはず。

宇宙分野でもAI推進を提案

【東京オリンピックの開会式のオープニングセレモニーに五輪の花 火を打ち上げる】 (応募者名：個人⑰)

実現イメージ

※イメージ図



360°カメラによるバーチャル宇宙ツアー

(応募者名：個人⁽¹⁸⁾)

背景・課題

横浜市では、横浜経済の強みである「ものづくり・IT産業の集積」を活かし、IoT等(IoT、ビッグデータ、AI、ロボット等)を活用したビジネス創出に向けた、交流・連携、プロジェクト推進、人材育成等の場となる『IoTオープンイノベーション・パートナーズ(I-TOP横浜)』を立ち上げ、企業・団体と活動しています。その活動の一環として、360°カメラのトップメーカーである、株式会社リコーと協力して、360°映像活用WGをスタートする予定です。

一方、宇宙旅行は子供たちを含む人々のあこがれですが、一部の人が体験することができません。360°映像とVRゴーグルで、宇宙を広く体験できるようになれば、宇宙開発投資の成果を人々が直接実感でき、さらなる理解と協力が得られるでしょう。

ロケット、人工衛星からの360°カメラ動画の撮影・映像転送により、その場にいるような感覚で宇宙飛行、惑星探査をVR体験できるコンテンツを作成する。

実現イメージ

360°・高画質画像・動画による体験

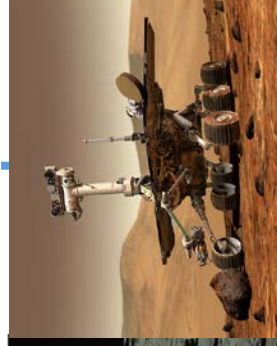
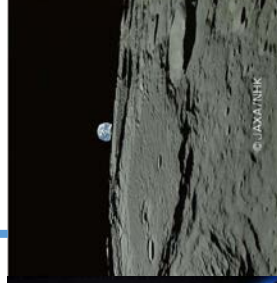
24時間の連続動作可能な金球ライブカメラ

- 1. 24時間連続動作可能な金球ライブカメラ
- 2. 高画質・高フレームレートの映像をリアルタイムで配信
- 3. 映像をリアルタイムで配信するサーバー
- 4. 映像をリアルタイムで配信するネットワーク
- 5. 映像をリアルタイムで配信するネットワーク

※ 映像配信には、インターネット接続が必要です。



STEP1「弾道飛行体験」 STEP2「周回軌道体験」 STEP3「衛星訪問」 STEP4「地表を歩く」



NASA/JPL/Cornell University, Maas Digital LLC

- ステップ1: 360° カメラ搭載ロケットの弾道飛行
- ステップ2: 360° カメラ搭載の地球低軌道周回衛星
- ステップ3: 360° カメラ搭載の月・惑星探査機
- ステップ4: 360° カメラ搭載の月・火星クローラー

- (発射から帰還まで)
- (宇宙からみた地球)
- (他の星に立ってみる)
- (他の星を探検してみる)

実現方法・時期

【月面オリンピック(仮称)※】

(応募者名：個人⑱)

背景・課題

- ・人類が育んだ貴重な資産である「スポーツ」を、宇宙の象徴である「月面」というスタジアムに届けたい。開発のための開発ではなく、掲げた夢の実現に向け、これまで培った宇宙開発技術のリソースと、地球上の英知が結集し、大きなイノベーションが起きる。
- ・アポロを超え、人類がこの生中継にきげ付けになる。それを可能にするためにS.W.W.はさらに進化を遂げる。
- ・同時に進む、宇宙空間の「スポーツ医学」の研究開発は、宇宙飛行士の健康促進だけでなく、来たる宇宙旅行・宇宙生活、健康に快適に楽しむための環境づくりにも大きく活きる。

※「オリンピック」呼称はIOCからの承認が必要



2030年のエンタメ・スポーツ・観光@宇宙
宇宙×IGT(総務省 2017.8)

実現イメージ

実現方法・時期

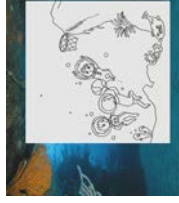
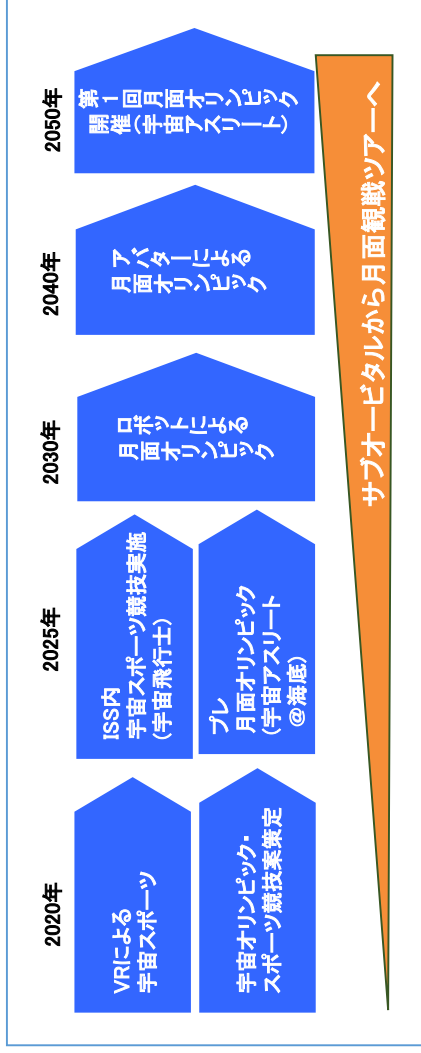
人類が初めて地球外の「星」で開催する
宇宙平和祈念イベント「月面オリンピック」(仮称)※

【推進体制】

| (宇宙機関) | (広業協会) 国際広告協会 (IAA) | (推進体制) 国際宇宙マーケティング 推進委員会 (ISMC) | (オリンピック組織) 国際オリンピック 委員会 (IOC) | (オリンピック組織) 宇宙オリン ピック委員会 (SOC)※ |
|-------------------------|---------------------------|--|--|---|
| 国際連合 宇宙局 (UNOOSA) | X | ⇒ | X | ⇒ |
| 日本 JAXA | X | JAAA | ⇒ | JSMC |
| 米国 NASA | X | AAAA | ⇒ | ASMC |
| 欧州 ESA | X | EAAA | ⇒ | ESMC |
| ロシア Roscosmos | X | AKAR | ⇒ | RSMC |

※「宇宙」としている理由は、将来的に、月面だけでなく、宇宙空間や火星でのオリンピック開催を目指しているからである。

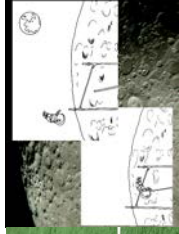
【ロードマップ】



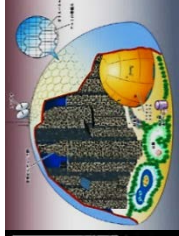
海中のプレオリンピック (バスケットボール)



「ロボカップ世界大会」



月面オリンピック競技
例:「棒高跳び」
跳びすぎると降りてくるまで
時間がかかる



1 気圧の空気を内包した人工空間(ムーンドーム)で、
鳥のように美しく舞う競技も面白い

各国の宇宙関連機関と広告業界により「国際宇宙マーケティング推進委員会」を立ち上げ、事業の推進母体とする。

広告業界全体が「宇宙マーケティング」という観点で、宇宙開発に寄与していく。

その象徴的なイベントとして「月面オリンピック」構想を、国際オリンピック委員会(IOC)と連携する形で「宇宙オリンピック委員会」を設立させ、ビジネススキームを構築していく。

1984年、IOCが電通と組んで、初めて民間スポンサーシップをオリンピックに採用した、そのスキームがモデル。

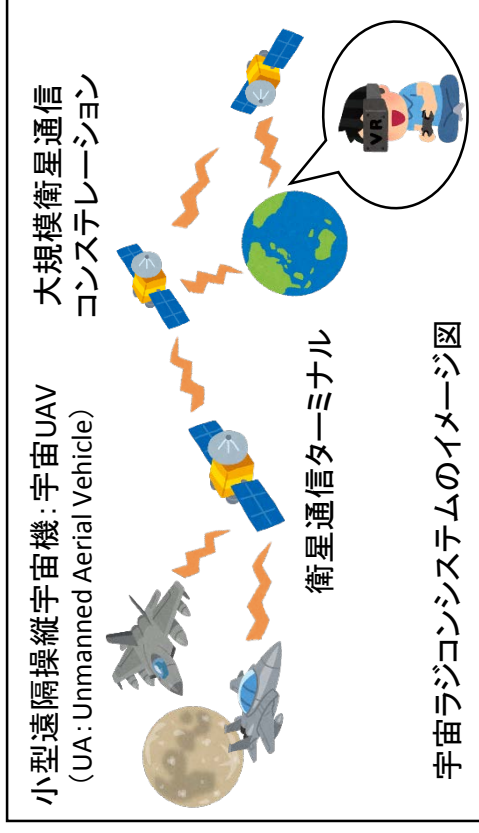
【宇宙アミュゼメントパークの設立】（応募者名：個人⑳）

背景・課題

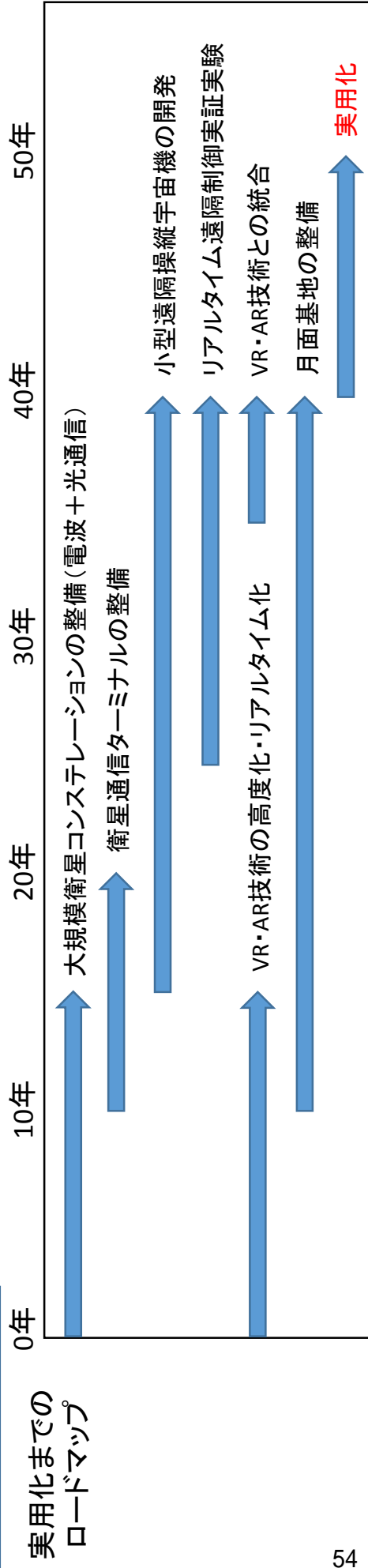
宇宙データ活用の一環として、宇宙を舞台にしたゲームなどを取り揃える**宇宙アミュゼメントパーク**の実現を目指す。
【課題】遠隔操縦宇宙機の安全性（システムの監視体制）、信頼度の高い超長距離・超高速データ通信、月面基地の整備など

実現イメージ

【宇宙アミュゼメントの例：宇宙ラジコンシステム】
 月面基地（または火星基地）から飛び立つ小型宇宙機を、地球にいながら実際に遠隔操縦できるシステム。衛星通信ターミナルと大規模衛星通信コンステレーションを介した高速通信により、**地球上の全世界のユーザーが同時に、リアルタイムに楽しめることを目指す**。さらに、VR・AR技術により、実際に宇宙空間で操縦しているかのようなリアル性を感じることができる。



実現方法・時期

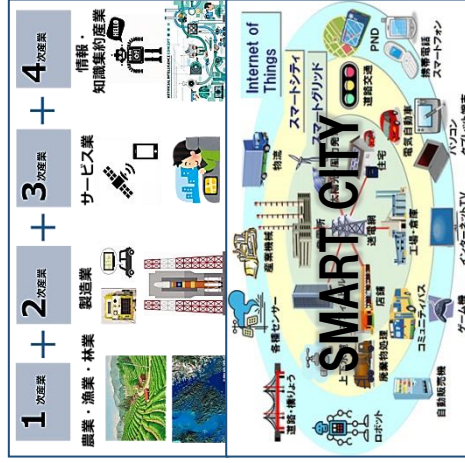


【10次産業：宇宙産業で第5次産業革命を興す】（応募者名：個人㉑）

背景・課題

- 2020年以降、1次産業から4次産業のそれぞれにおいて、**Space-Wide-Web**の働きによりAIが進化し、効率的、安全な産業振興が実現される。さらにその**S-W-W**によるネットワーク力で4つの産業界を繋ぎ、すべての産業を統合した、いわば「10次産業」と呼べる全産業の牽引役となる。
- その統合の象徴である「スマート構想」をリードしている技術と人材が、月面でのスマート構想へ進出する。
- 成果として、次の「**第5次産業革命**」が興る。その舞台は宇宙であり、インフラの主役は**S-W-W**である。

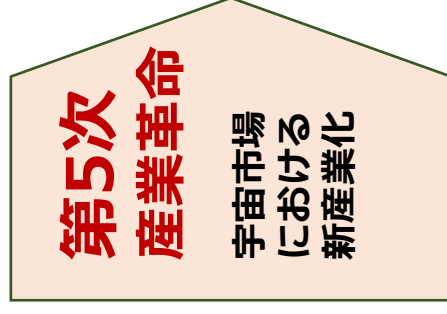
実現イメージ



Space-Wide-Web



宇宙産業



実現方法・時期

- スマート構想を推進しているNEDOのスマートコミュニティライセンス(2010年設立:会員約260社)が、そのスマート知見を月面に届けることを発表し、経済界全体の注目を獲得する。
- 「環境経営フォーラム」2000年設立:会員約150社)をモデルに、経営者に向けた「宇宙経営フォーラム」を設立させ、まずは宇宙における産業基盤構築のために必要な基本知見の共有から着手する。

"宇宙開発 問題点"に関してこのような質問があります ※回答できる質問はこれらに限りません **テキスト検索**でさらに他の可能性を表示する

| | | | |
|---|---|--|---|
| <p>なに 宇宙開発 問題点が何を作る</p> <p>なに 宇宙開発 問題点が何を起こす</p> <p>なに 宇宙開発 問題点は〇〇を開発する</p> <p>なに 宇宙開発 問題点は〇〇を作る</p> <p>なに 宇宙開発 問題点が誰を作る</p> <p>類似する質問をもっと見る</p> | <p>なに 宇宙開発 問題点はどこによる</p> <p>なに 宇宙開発 問題点は何による</p> <p>なに 宇宙開発 問題点は誰による</p> <p>なに 宇宙開発 問題点は〇〇による</p> | <p>なに 宇宙開発 問題点が何を利用する</p> <p>なに 宇宙開発 問題点が何を実施する</p> <p>なに 宇宙開発 問題点は〇〇を使う</p> <p>なに 宇宙開発 問題点が〇〇をする</p> <p>なに 宇宙開発 問題点は〇〇をワクワクする</p> <p>類似する質問をもっと見る</p> | <p>どうなる 宇宙開発が進むとどうなる</p> <p>どうなる 宇宙開発を進めるとどうなる</p> <p>どうなる 宇宙開発をやるとどうなる</p> <p>どうなる 宇宙開発をするとうなる</p> <p>どうなる 宇宙開発に取り組むとどうなる</p> <p>類似する質問をもっと見る</p> |
| <p>なに 宇宙開発 問題点は〇〇に役立つ</p> <p>なに 宇宙開発 問題点を〇〇に役立てる</p> <p>なに 宇宙開発 問題点が〇〇に達する</p> | <p>なに 宇宙開発 問題点を〇〇で探す</p> <p>なに 宇宙開発 問題点を何にする</p> <p>なに 宇宙開発 問題点が〇〇でいい</p> <p>なに 宇宙開発 問題点で誰を削る</p> <p>なに 宇宙開発 問題点は〇〇に及ぶ</p> <p>類似する質問をもっと見る</p> | <p>なに 宇宙開発 問題点を〇〇に入れる</p> <p>なに 宇宙開発 問題点が〇〇につながる</p> <p>なに 宇宙開発 問題点は〇〇に結び付く</p> <p>なに 宇宙開発 問題点を〇〇に振える</p> <p>なに 宇宙開発 問題点は〇〇につながる</p> <p>類似する質問をもっと見る</p> | <p>なに 宇宙開発 問題点で〇〇を使う</p> <p>なに 宇宙開発 問題点で使われるのは〇〇</p> <p>なに 宇宙開発 問題点で使用されるのは〇〇</p> <p>なに 宇宙開発 問題点で使用するのは〇〇</p> <p>なに 宇宙開発 問題点で〇〇を使用される</p> |
| <p>なに 宇宙開発 問題点で〇〇を解消する</p> | <p>なに 宇宙開発 問題点は何が懸念される</p> <p>なに 宇宙開発 問題点は〇〇が懸念される</p> | <p>なに 宇宙開発 問題点で〇〇を上げる</p> <p>なに 宇宙開発 問題点で上げるのは〇〇</p> | <p>なに 宇宙開発 問題点に〇〇を入れる</p> <p>なに 宇宙開発 問題点によるのは〇〇</p> <p>なに 宇宙開発 問題点に〇〇を投入する</p> <p>なに 宇宙開発 問題点に注ぐのは〇〇</p> <p>なに 宇宙開発 問題点につながるのは〇〇</p> <p>類似する質問をもっと見る</p> |
| <p>なに 宇宙開発 問題点で培うのは〇〇</p> <p>なに 宇宙開発 問題点で癒されるのは〇〇</p> <p>なに 宇宙開発 問題点で発展するのは〇〇</p> <p>なに 宇宙開発 問題点で培われるのは〇〇</p> | <p>なに 宇宙開発 問題点を〇〇が縮小する</p> | <p>なに 宇宙開発 問題点は何が起こる</p> <p>なに 宇宙開発 問題点は〇〇が湧く</p> <p>なに 宇宙開発 問題点を開発されるのは〇〇</p> <p>なに 宇宙開発 問題点は〇〇が発生する</p> <p>なに 宇宙開発 問題点を生み出されるのは〇〇</p> <p>類似する質問をもっと見る</p> | <p>なに 宇宙開発 問題点に〇〇が取り組む</p> <p>なに 宇宙開発 問題点に携わるのは誰</p> <p>なに 宇宙開発 問題点に〇〇が貢献する</p> <p>なに 宇宙開発 問題点に従事するのは〇〇</p> <p>なに 宇宙開発 問題点に参加するのは誰</p> <p>類似する質問をもっと見る</p> |
| <p>なに 宇宙開発 問題点は〇〇が達する</p> <p>なに 宇宙開発 問題点は〇〇がいい</p> <p>なに 宇宙開発 問題点は〇〇が果たす</p> | <p>なに 宇宙開発 問題点が〇〇でできる</p> <p>なに 宇宙開発 問題点を〇〇で達発する</p> <p>なに 宇宙開発 問題点を〇〇で開発する</p> | <p>なに 宇宙開発 問題点は〇〇が提供する</p> <p>なに 宇宙開発 問題点を〇〇が提供する</p> <p>なに 宇宙開発 問題点を与えるのは〇〇</p> | |
| <p>なに 宇宙開発 問題点を〇〇で見る</p> <p>なに 宇宙開発 問題点は〇〇で注目される</p> | | <p>なに 宇宙開発 問題点が何を表現する</p> | |

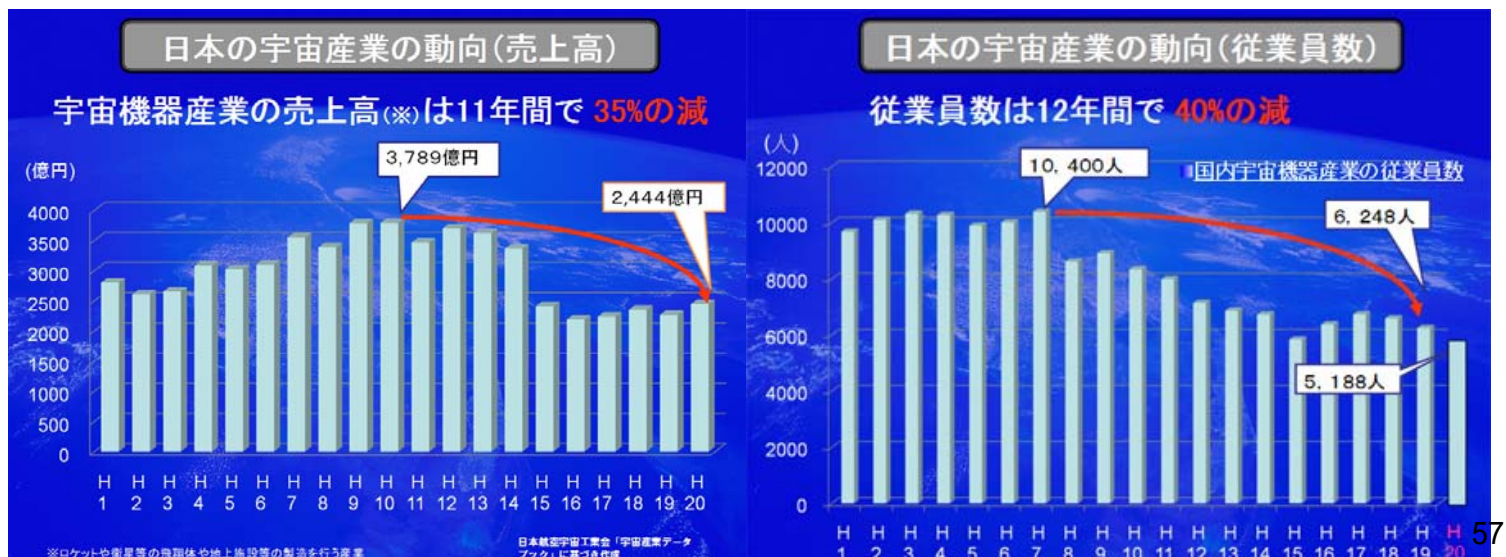
<http://wisdom-nict.jp/#question/any/%E5%AE%87%E5%AE%99%E9%96%8B%E7%99%BA%20%E5%95%8F%E9%A1%8C%E7%82%B9>

期待できる効果

- ・エビデンスベースの政策立案【思いつきプロジェクトの排除】
- ・持続的なプロジェクト立案【やりっぱなしプロジェクトの排除】
- ・適切なPDCAサイクルの実現【現状はPDPDサイクル】
- ・政策立案への有効なパブコメの反映【現状は聞くだけ】
- ・宇宙政策の全体最適化【筋悪プロジェクトの撲滅】

非研究開発衛星の公開調達を堅持して産業化など幻想【イノベーションなど夢のまた夢】

真っ当な将来計画なくして成果なし・人もこない【このままでは原子力・地震予知と同じ轍】



背景・課題

1. 人類は人口増加の一途をたどり、地球環境の悪化、生物の絶滅危機を抑制できないでいる。いずれ宇宙への拡散は必須のものとなる。とはいえ一般市民が宇宙ビジネスに対して投資する機運を盛り上げるのは難しい。宇宙ビジネス推進のための参加を促すためのきっかけが必要である。
2. 6000万年前に隕石が落下し恐竜が絶滅したように、地球規模の人類絶滅の危機はその可能性が認識されるようになってきた。人類だけではなく生物相も含めて絶滅のリスク回避のためには地球以外への移住が必須のものである。

実現イメージ

オランダのベンチャー企業の火星移住者募集に応募が殺到していることを見ると、宇宙へ行ってみたい、火星へ行ってみたいという潜在的欲求を持つものは多いと思われる。とはいえ、現在自分が火星へ行けるとか火星に住みたいと思える人はそうそういないであろう。しかし、いつか可能になったときに自分が火星に行く夢を抱く人もあるに違いない。

火星への人類の進出が可能になったあかつきには火星に永遠に眠ることができることを約束し、火星埋葬に必要な宇宙開発資金に投資することを前提に、遺骨の保管費用と火星埋葬実現に充てる費用を募るビジネスとする。

実現方法・時期

ビジネスは会員制とし、会費により賄う。

実現方法は会員の遺骨の一部を密閉容器に入れ、火星への移住が定着して物資輸送が始まるまで地球で保管する。

容器は500gとし一回の打上で2千人分の1トン

- ①火星までのロケット開発費 $1800\text{億円} \div 2\text{万人} = 900\text{万円} / \text{人}$
火星探査機ローバー(約1トン)の打上げ費を参考
 - ②火星の埋葬場所の確保費用 $100\text{万円} / \text{人}$
一般的な墓所代を参考
埋葬地は火星の高地
→いつか火星に海ができて海の下にならない場所
 - ③埋葬容器と保管場所の開発費 $20\text{億円} \div 2\text{千人} = 100\text{万円} / \text{人}$
容器に入れるのは遺骨の他、本人のDNA、生存履歴
→未来の人類への科学的データ遺産
容器は宇宙線の影響を防げるもの
 - ④地球での遺骨保管費 $50\text{万円} / \text{人}$
一般的は永代供養料を参考
- 合計費用 $1,150\text{万円} / \text{人}$

ビジネスの開始時期は

遺骨の保管は保管容器の開発と遺骨の保管場所を確保してから
火星埋葬の実現時期は火星の移住が定着するであろう300年後

☆「月埋葬」でもいいけど、月面は寂しそう・・・