

2018年12月6日
名大基礎セミナーB

未来エネルギーに未来はあるか？

映画・ビデオで見る未来エネルギー

教員：山崎耕造

自然の太陽エネルギー

宇宙太陽光発電


ソーラーセイル(太陽光圧) 

磁気プラズマセイル(太陽風)

人工太陽エネルギー

先進核融合発電

核融合ロケット 

対消滅エネルギー(光子ロケット) 

未知の宇宙エネルギー

ダークマターとダークエネルギー

ワームホールとタイムトラベル(ワープ) 

宇宙の膨張エネルギー

自然の太陽エネルギー

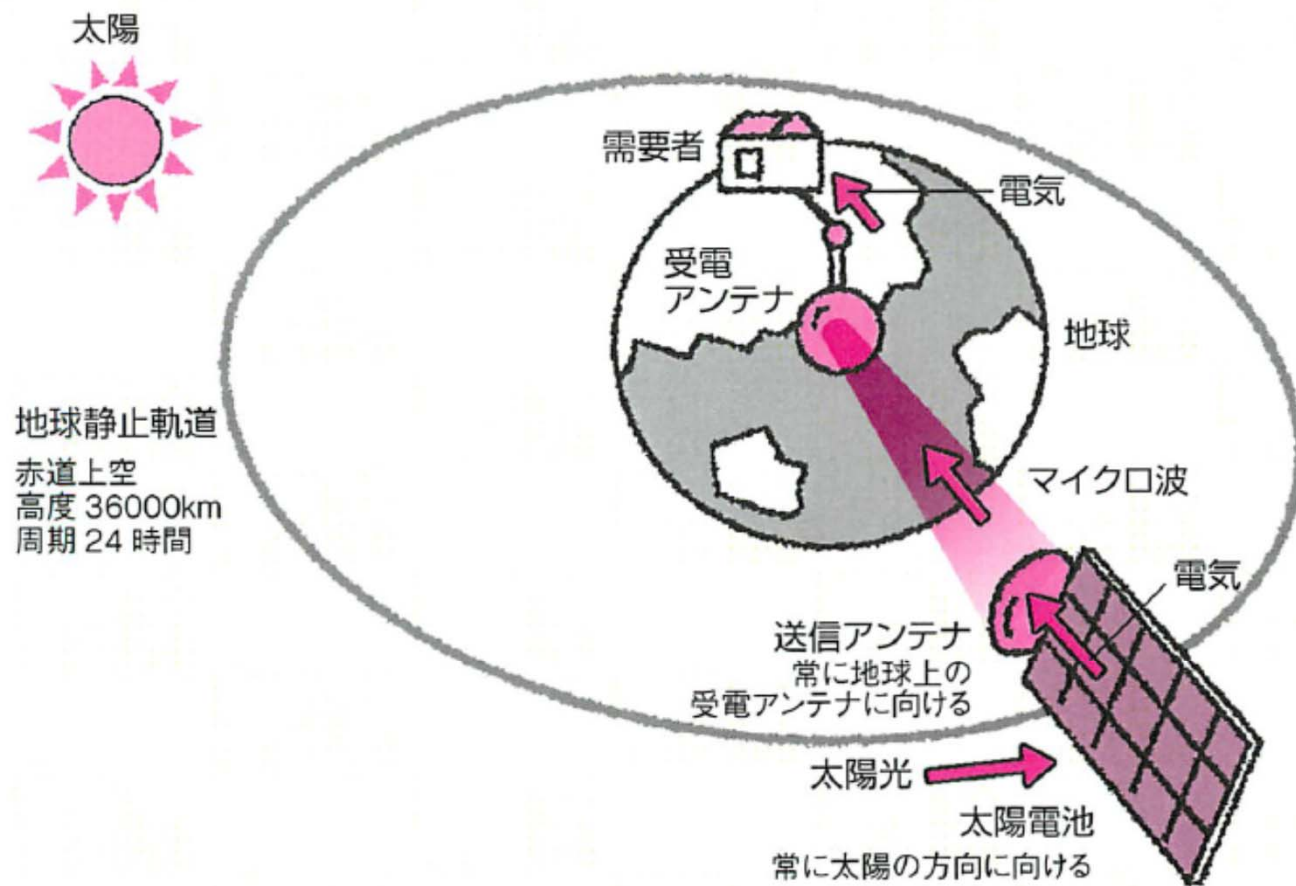
宇宙太陽光発電 

ソーラーセイル(太陽光圧)

磁気プラズマセイル(太陽風)

宇宙太陽光発電

宇宙太陽発電のしくみ

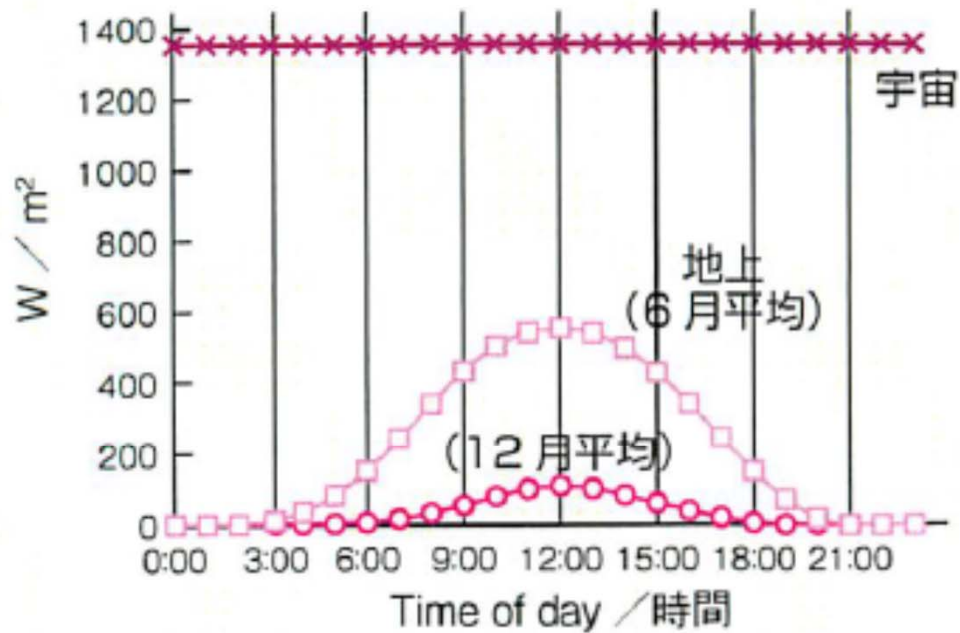


衛星はほぼ一定の太陽光を受けベースロード電力を供給します。
廃熱は宇宙に放出します。

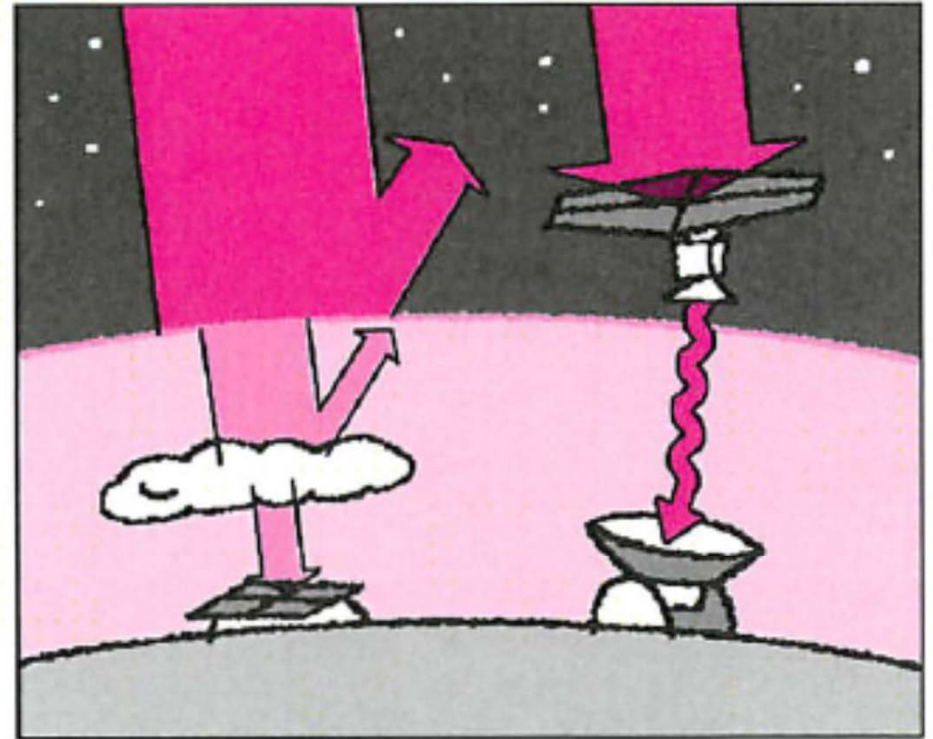
出典
トコトンやさしい
「太陽エネルギー発電の本」
山崎耕造著

宇宙と地上での太陽エネルギー利用の比較

平均利用可能太陽エネルギー



宇宙では地上の10倍程度の太陽エネルギーの利用が可能です。



左が地上の太陽発電、
右が宇宙太陽発電

出典: トコトンやさしい「太陽エネルギー発電の本」 山崎耕造著

ソーラーセイル

コラム

夏目漱石「三四郎」
1908年(明治41年) 朝日新聞に連載開始

小川三四郎 (小宮豊隆)
野々宮宗八 (寺田寅彦)
里見 美禰子(みねこ) (平塚雷鳥)

部屋の中を見回すとまん中に大きな長い檜(かし)のテーブルが置いてある。その上にはなんだかこみいった、太い針金だらけの器械が乗っかって、そのわきに大きなガラスの鉢(はち)に水が入れてある。そのほかにやすりとナイフと襟(えり)飾りが一つ落ちている。最後に向こうのすみを見ると、三尺ぐらいの花崗石(みかげいし)の台の上に、福神漬(ふくじんづけ)の缶(かん)ほどの複雑な器械が乗せてある。三四郎はこの缶の横っ腹にあいている二つの穴に目をつけた。穴が蟒蛇(うわばみ)の目玉のように光っている。野々宮君は笑いながら光るでしょうと言った。そうして、こういう説明をしてくれた。

「昼間のうちに、あんな準備(したく)をしておいて、夜になって、交通その他の活動が鈍くなるころに、この静かな暗い穴倉で、望遠鏡の中から、あの目玉のようなものをのぞくのです。そうして**光線の圧力**を試験する。今年の正月ごろからとりかかったが、装置がなかなかめんどうなのでまだ思うような結果が出てきません。夏は比較的こらえやすいが、寒夜になると、たいへんしのぎにくい。外套(がいとう)を着て襟巻をしても冷たくてやりきれない。……」

三四郎は大いに驚いた。驚くとともに光線にどんな圧力があって、その圧力がどんな役に立つんだか、まったく要領を得るに苦しんだ。

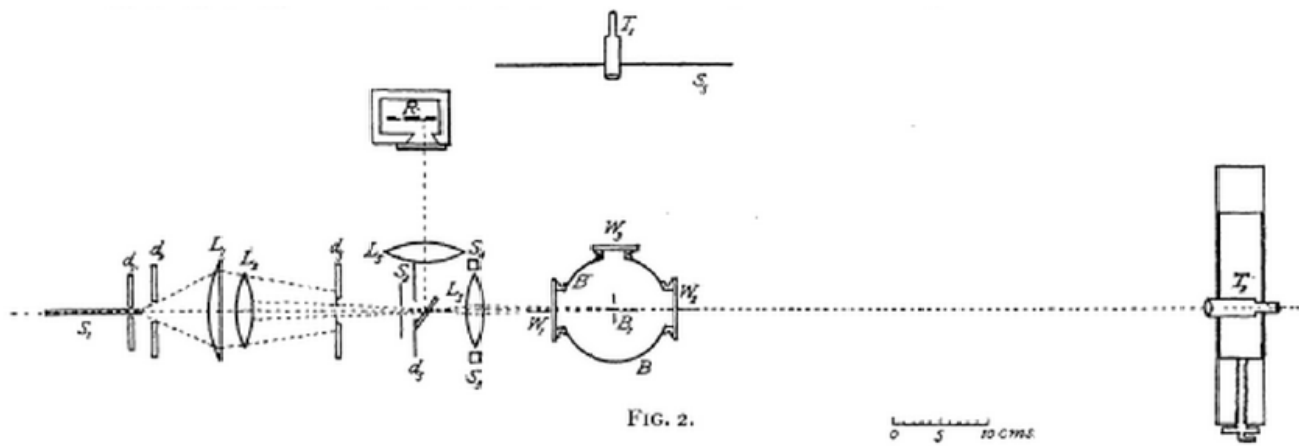


FIG. 2.

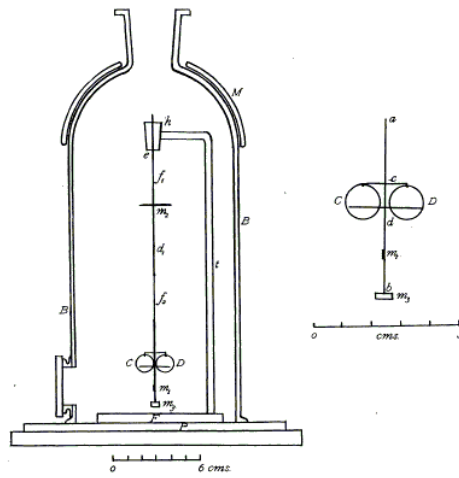


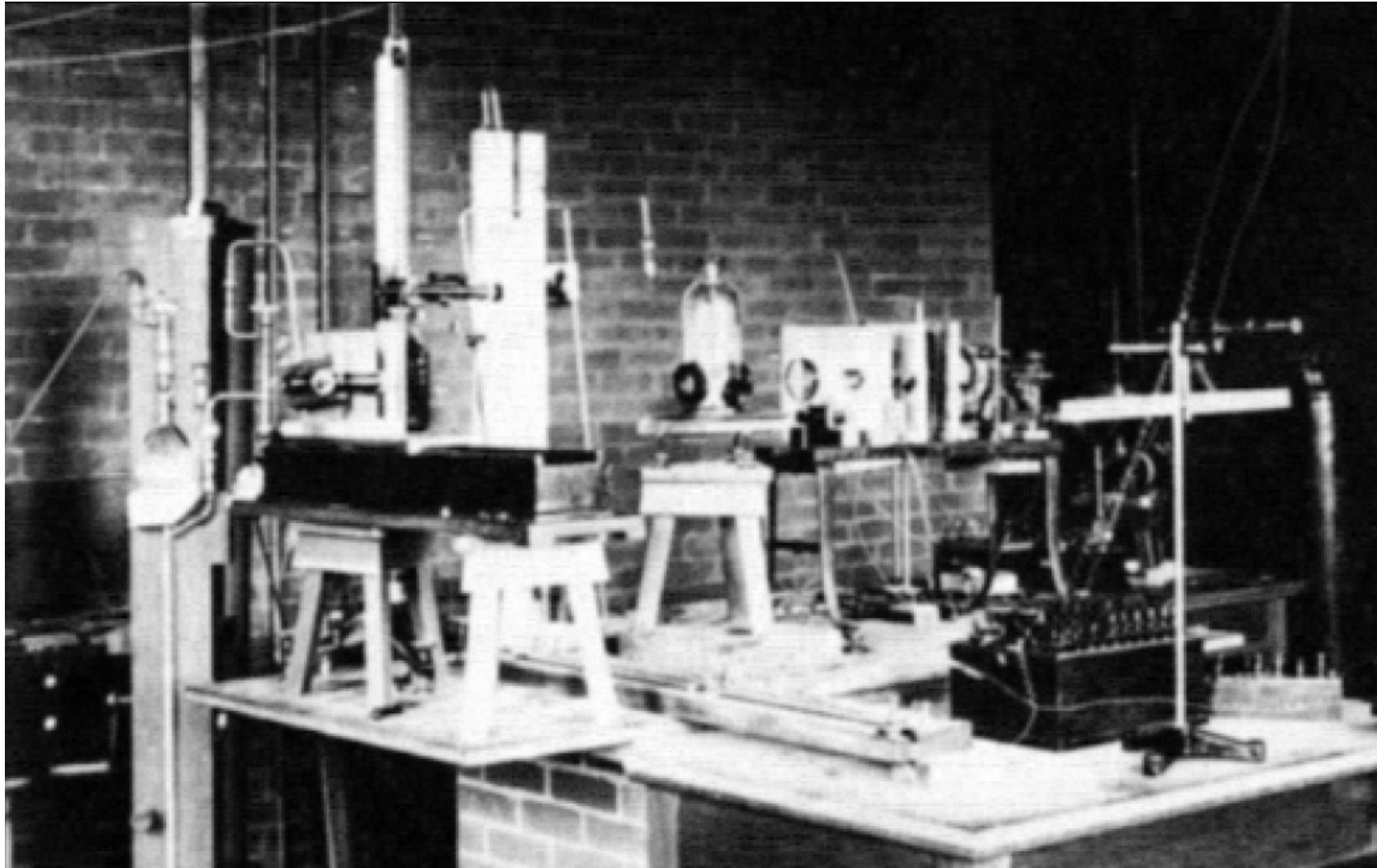
FIG. 1.

寺田寅彦が漱石に説明したといわれる研究内容(予備実験1901年)

Title: The Pressure due to Radiation

Authors: Nichols, E. F. & Hull, G. F.

Journal: Astrophysical Journal, vol. 17, p.315 (1903)

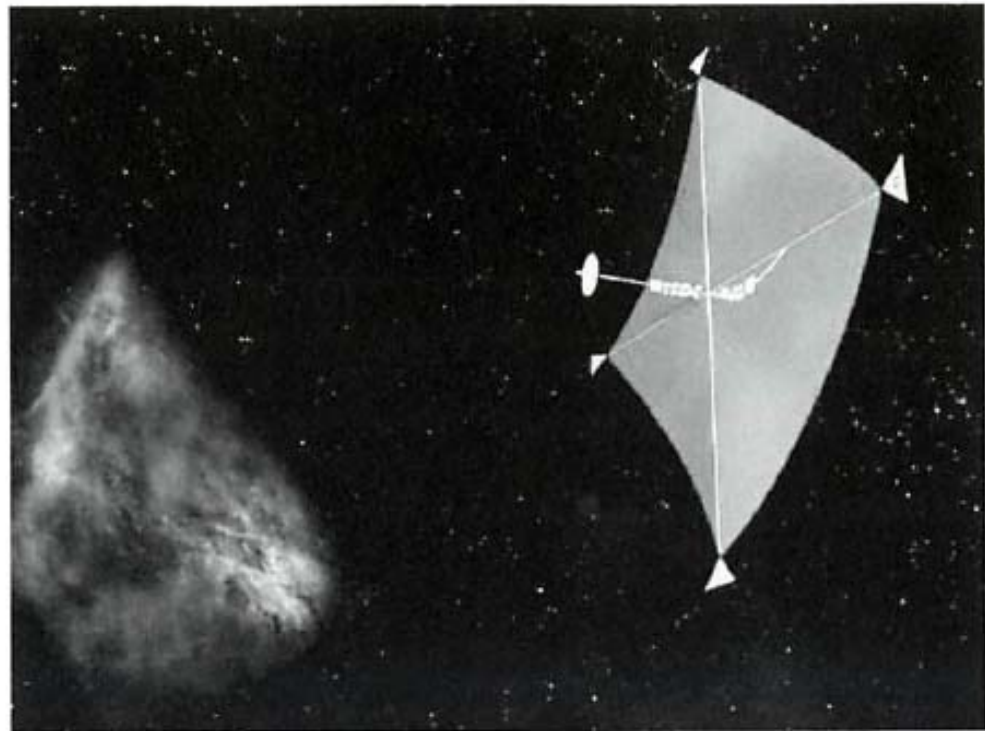
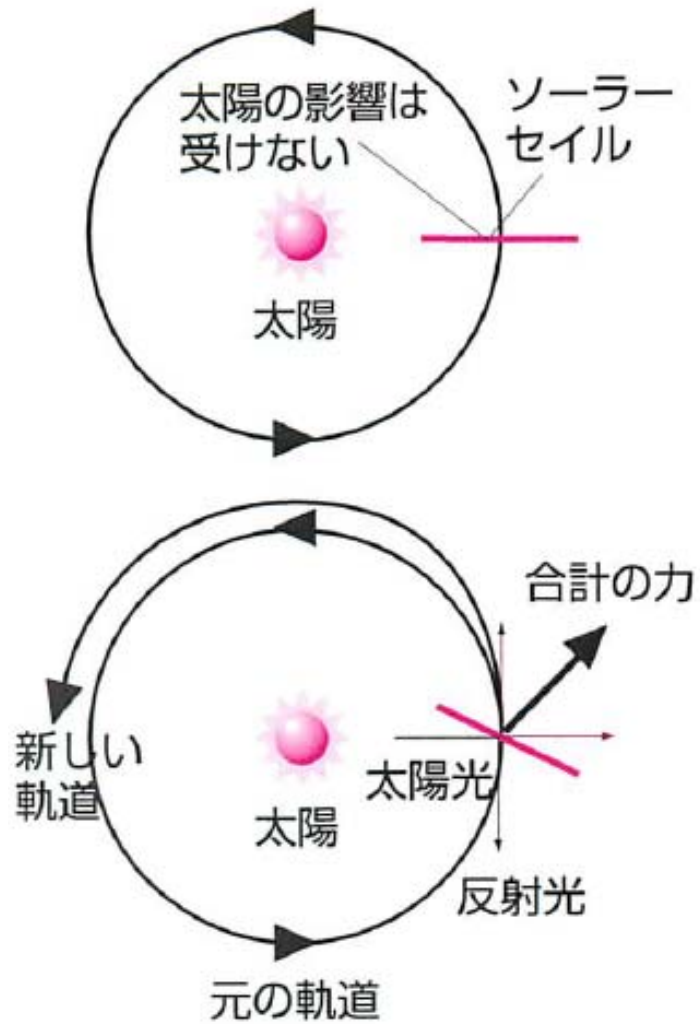


Nichols' and Hull's Instrument

(courtesy Rauner Special Collections Library)

DARTMOUTH SCIENCE HISTORY

ソーラーセイル (太陽帆)

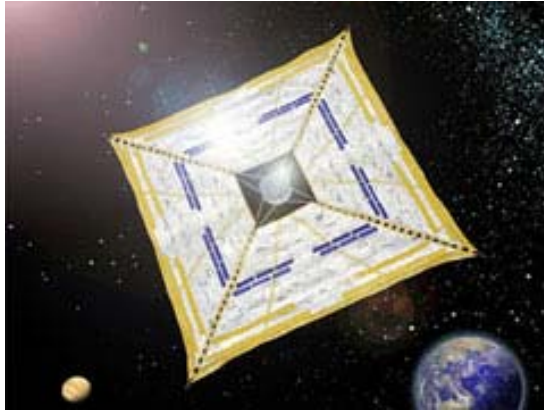


太陽や恒星からの光の圧力で航行します。地球や宇宙ステーションから発射されたレーザー光の圧力を利用する方式も構想されています。

(イラスト提供：NASA/MSFC)

出典：「太陽エネルギー発電の本」(山崎耕造著)より

小型ソーラー電力セイル実証機 IKAROS



JAXA イカロス 金星探査 あかつき

http://www.jaxa.jp/countdown/f17/overview/ikaros_j.html

(13分)

ソーラーセイル(太陽帆)は、超薄膜の帆を広げ太陽光圧を受けて進む宇宙船です。ソーラー電力セイルは、帆の一部に薄膜の太陽電池を貼り付けて大電力発電を同時に行います。この電力を用いて高性能イオンエンジンを駆動することで、ハイブリッド推進を実現し、効率的で柔軟なミッションが可能となります。小型ソーラー電力セイル実証機「IKAROS」(IKAROS = Interplanetary Kite-craft Accelerated by Radiation Of the Sun)では、帆だけで宇宙空間を航行できること及び薄膜太陽電池で発電できることの世界初の実証をめざします。IKAROSは、H-IIAロケットによって金星探査機「あかつき」と相乗りで打ち上げられ、セイル展開実験等に成功しました。

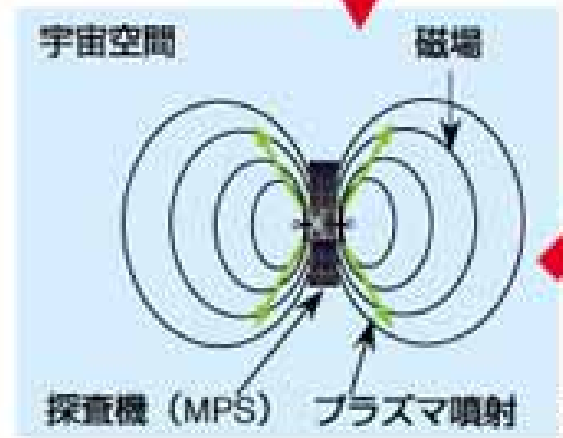
磁気プラズマセル

磁気セル

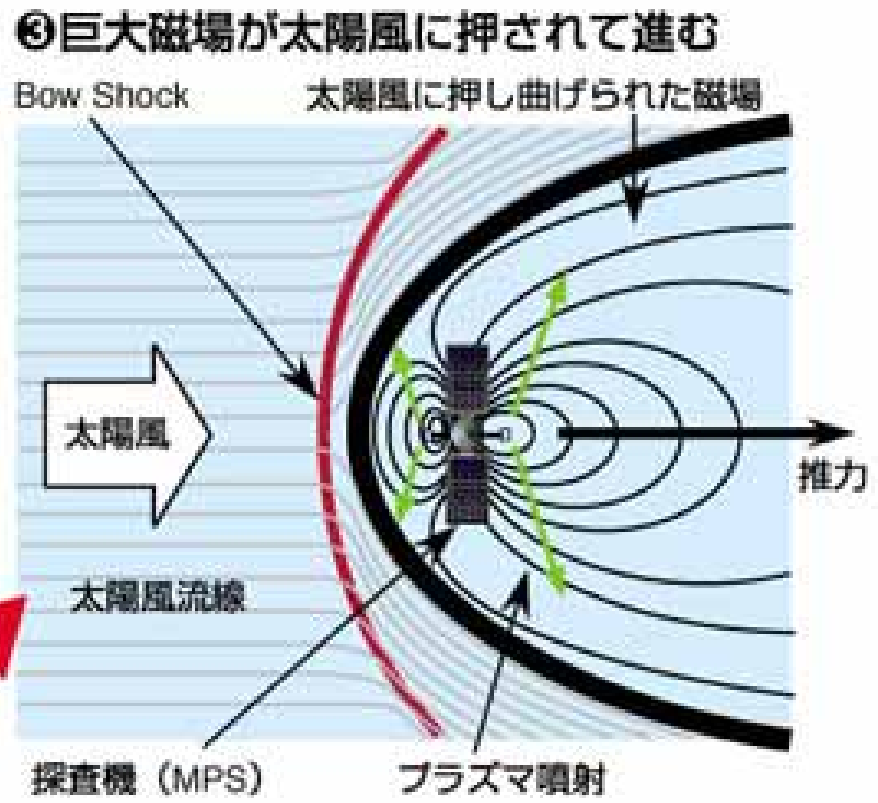
磁気プラズマセル



① 磁場を作る



② 磁場を広げる



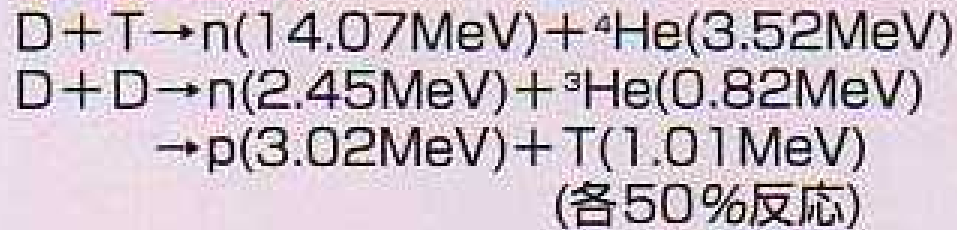
人工太陽エネルギー

先進核融合発電
核融合ロケット
対消滅エネルギー(光子ロケット)

先進核融合発電

先進燃料による核融合

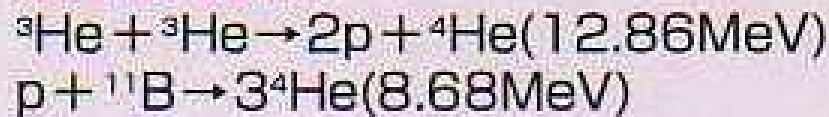
第一世代燃料：



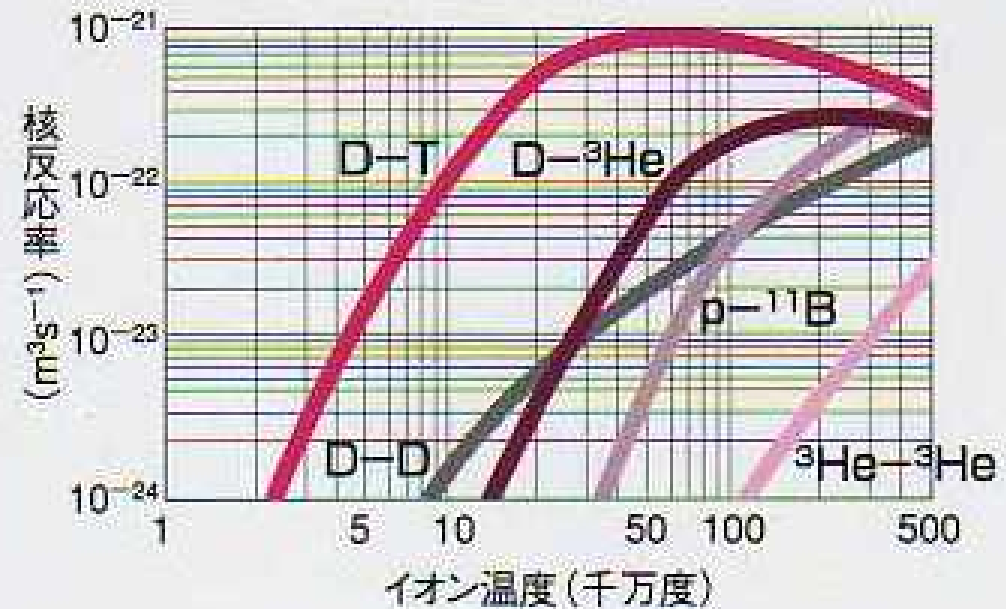
第二世代燃料：



第三世代燃料：

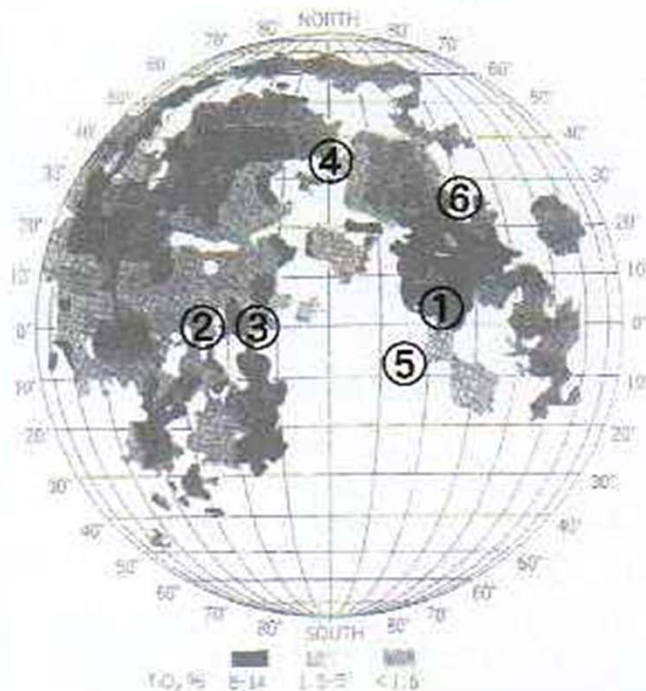


中性子が発生しない核融合炉が理想です
理由：中性子による壁材料の損傷、放射化を回避
荷電粒子による高効率直接発電が可能



出典：
トコトンやさしい「太陽の本」 山崎耕造著

ヘリウム3資源と月探査



月には磁場がないので太陽風により運ばれてきたヘリウム3が表面に吸収・堆積されます。酸化チタン (TiO_2) の中にヘリウム3が高濃度で蓄積されています。

- ①アポロ11号 (静かな海)
- ②アポロ12号 (嵐の大洋)
- ③アポロ14号 (フラマウロ丘陵)
- ④アポロ15号 (ハドリー峡谷・アペニン山脈)
- ⑤アポロ16号 (デカルト高地)
- ⑥アポロ17号 (タウロス・リットル峡谷)

ヘリウム3資源量

地球上:

約400キログラム
核融合エネルギー開発用として約800万
キロワット・年

月面上:

10^9 キログラム
約1000年間の世界のエネルギー使用量


巨大ガス惑星(木星・土星)上:


10^{23} キログラム
約 10^{17} 年間の世界のエネルギー使用量

ヘリウム3は、木星や土星に豊富にあります。

世界の主な月探査計画

数字は打ち上げ船の番号。
NASAの資料などをもとに作製

 米国のアポロ
計画の着陸地点

 旧ソ連のルナ
計画の着陸地点



中国の嫦娥3号が着陸した「虹の入り江」

アポロ計画最後の着陸
になった17号(1972年)



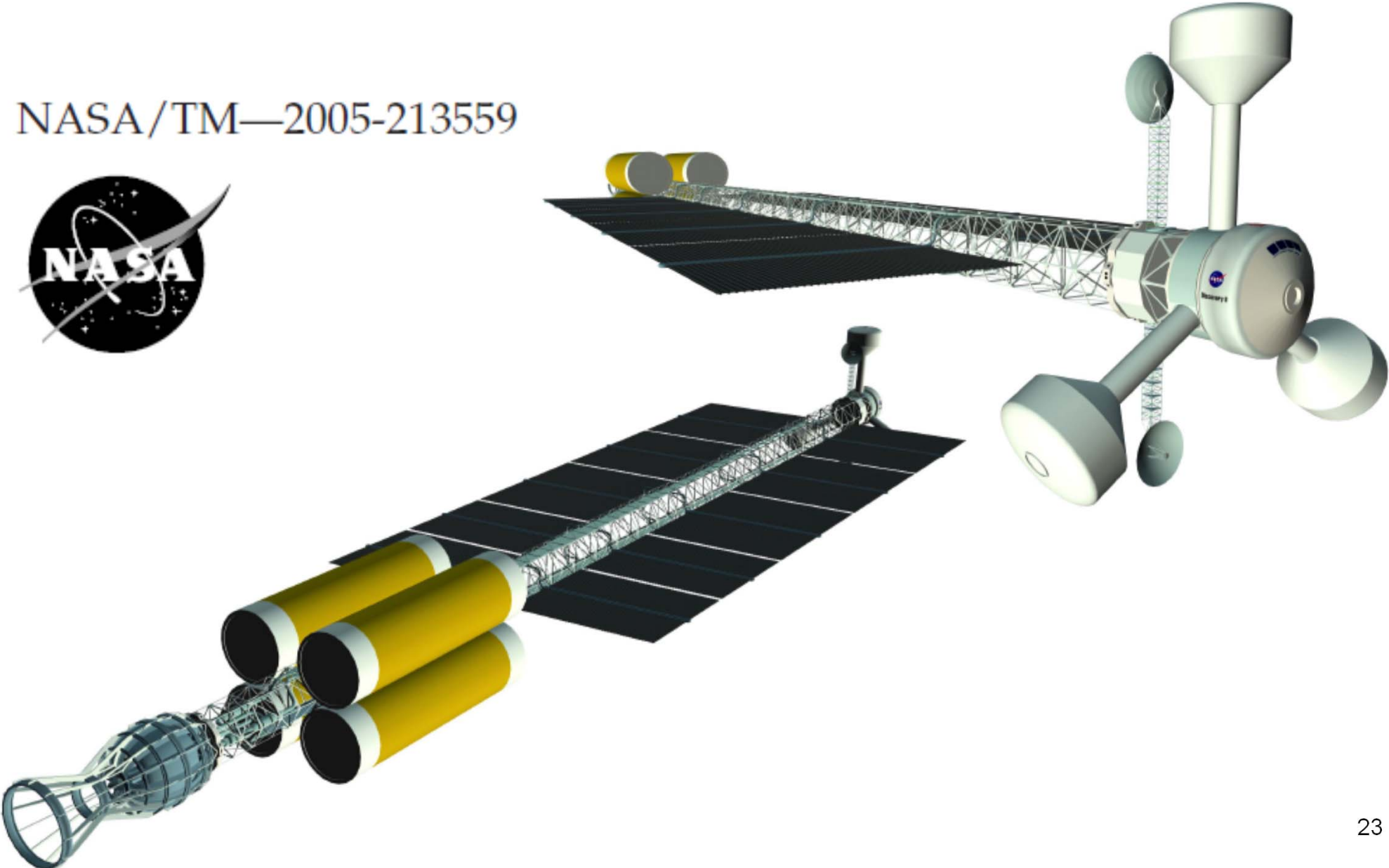
人類初の月面着陸に成功したアポロ11号(1969年)

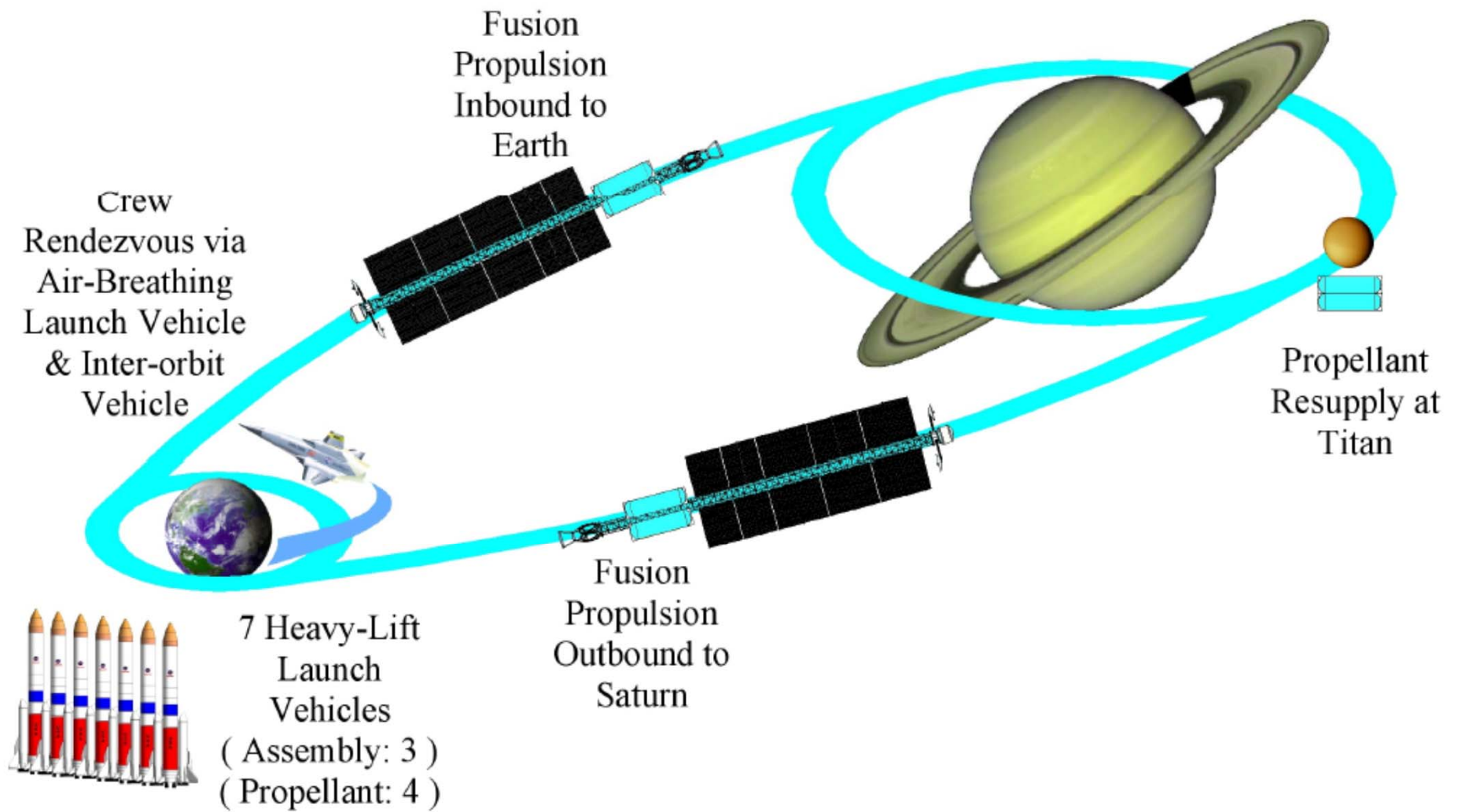


朝日新聞デジタル
2013年12月16日

核融合ロケット

NASA/TM—2005-213559

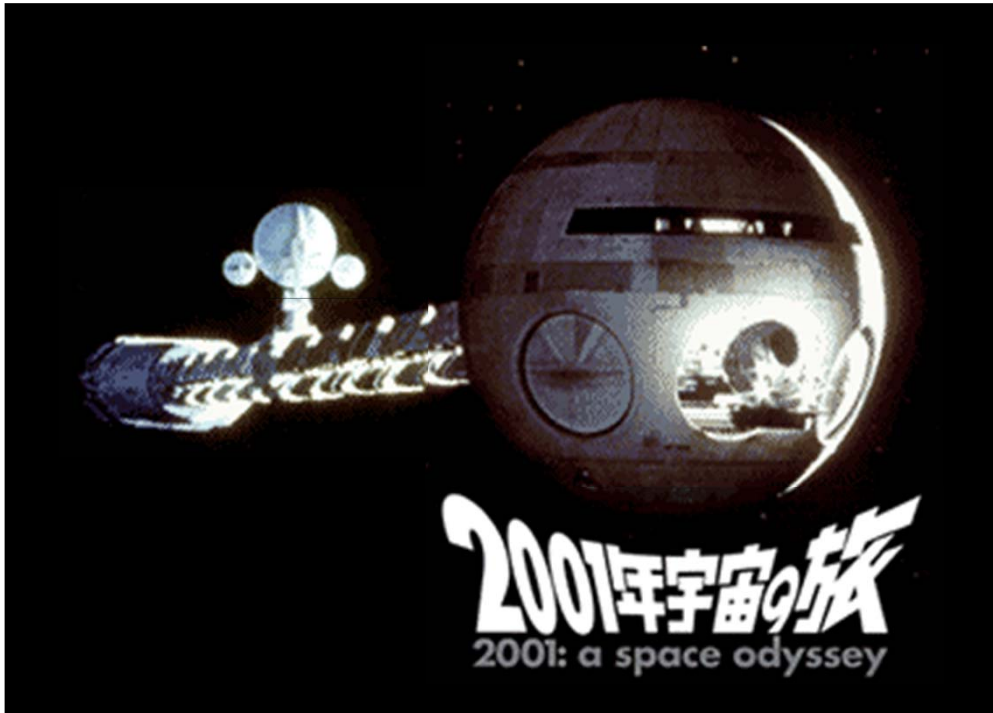






2001年宇宙の旅

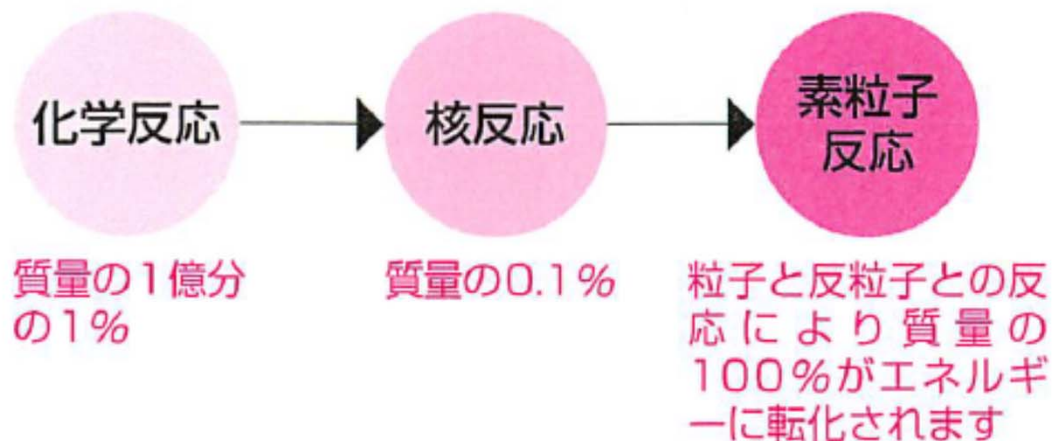
2001: A Space Odyssey (1968)



Eighteen months ago, the first evidence of intelligent life off the Earth was discovered.
Its origin and purpose still a total mystery.

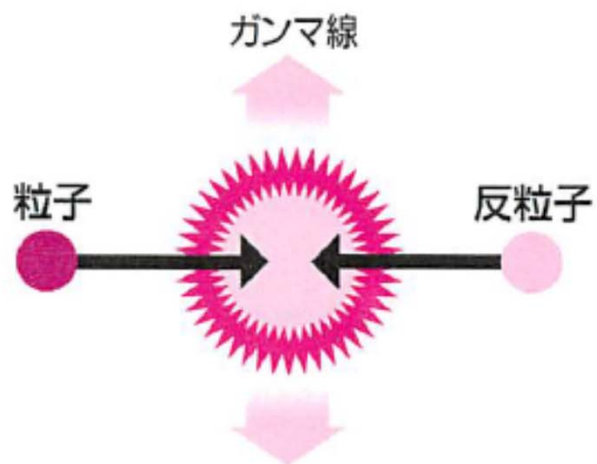
対消滅エネルギー

化学反応から素粒子反応へ



出典：
「トコトンやさしいエネルギーの本」
山崎耕造著 日刊工業新聞社

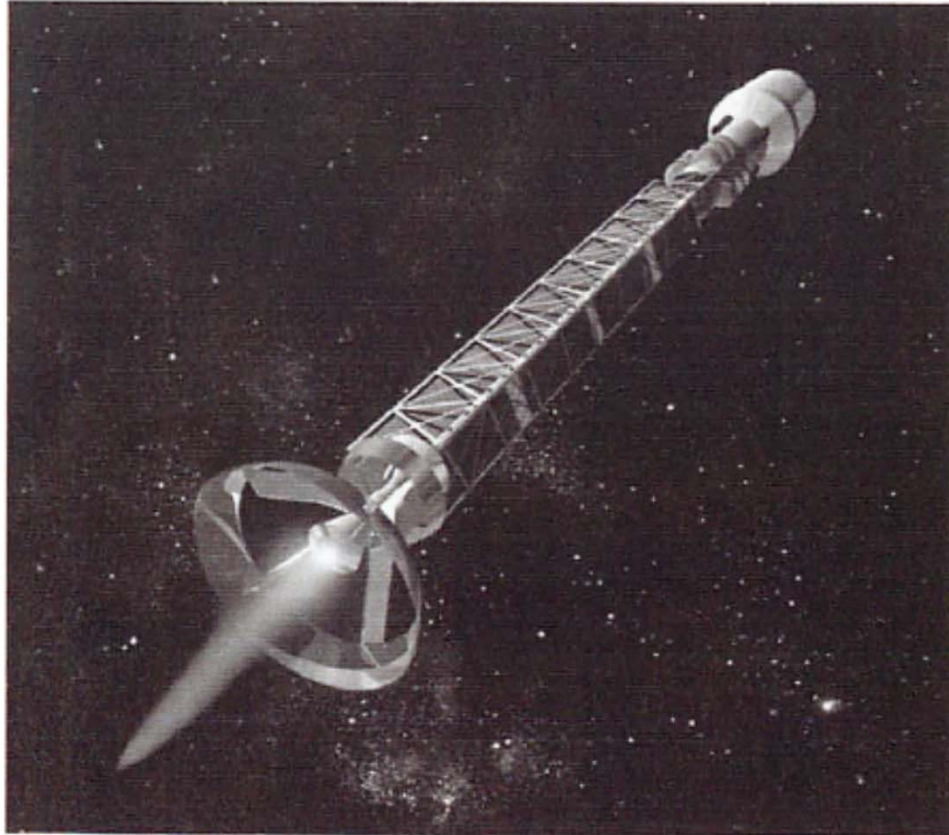
粒子・反粒子の対消滅反応



粒子と反粒子が衝突し、光子2個に変換される現象が対消滅です。逆の過程は対生成と呼ばれます。

たとえば、粒子、反粒子、それぞれ1gずつ、合計2gの粒子、反粒子を消滅させると、約180兆ジュールのエネルギーが放出されます。これは、広島市に投下された原子爆弾の2.4倍のエネルギーに相当します。

反物質エンジンの光子ロケット



物質・反物質の対消滅エネルギーを利用する
反物質エンジン搭載



出典:「トコトンやさしいエネルギーの本」
山崎耕造著 日刊工業新聞社



天使と悪魔 (2009)



監督:ロン・ハワード
原作:ダン・ブラウン

主演:トム・ハンクス



中世の物質と力
ガリレオの復権
反物質のエネルギー

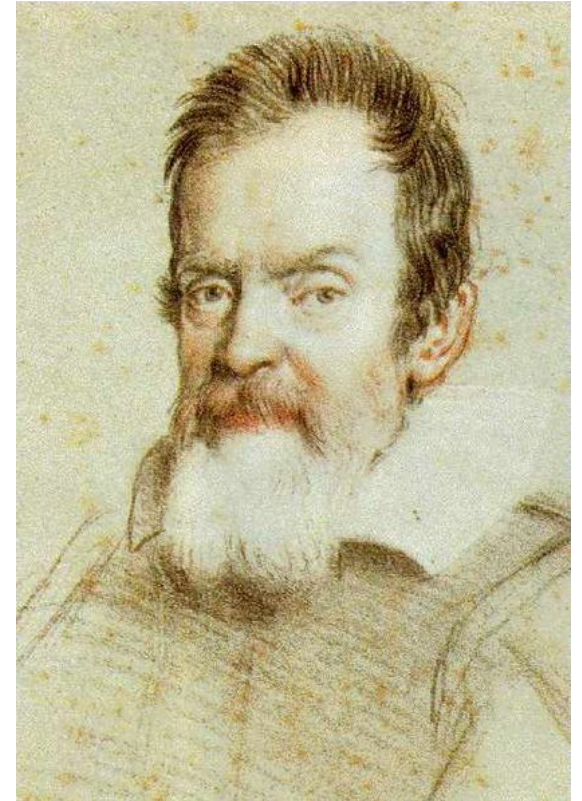


ガリレオの復権

1992年

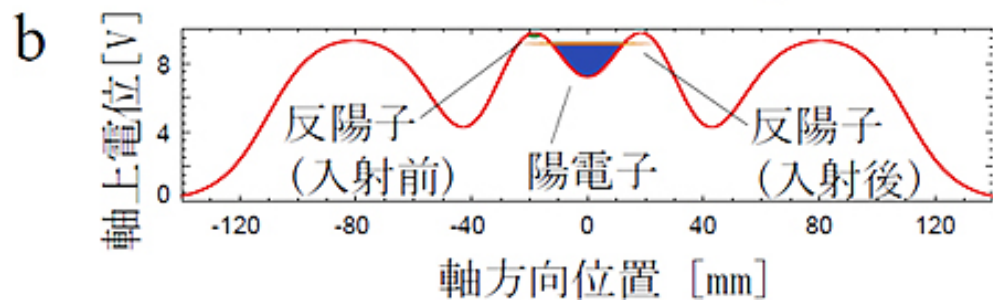
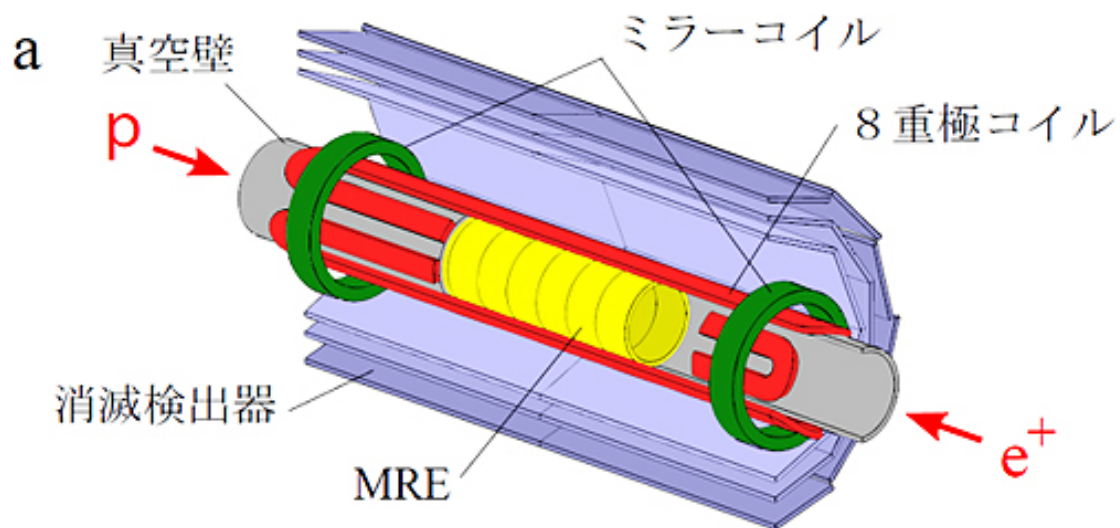
ローマ法王ヨハネ・パウロ2世が
宗教裁判が誤りであったことを認めた

死後350年





基底状態の冷反水素原子の閉じ込め時間、1,000秒以上に！



八重極磁気瓶の構造
(円筒電極内径4.45cm、
長さ約50cm)

2011年6月6日 独立行政法人 理化学研究所

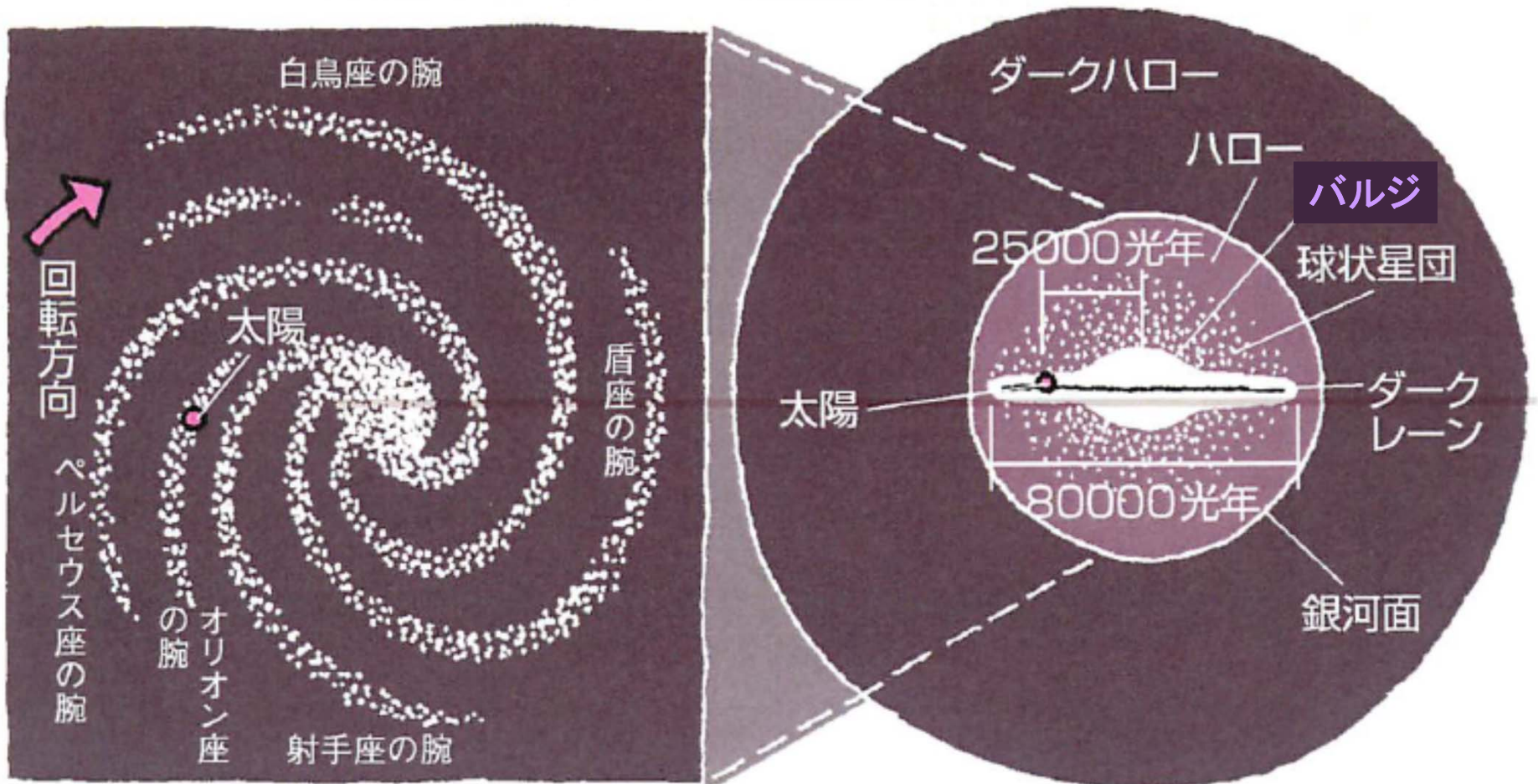
http://www.riken.jp/pr/press/2011/20110606_2/

未知の宇宙エネルギー

ダークマターとダークエネルギー
ワームホールとタイムトラベル(ワープ)
宇宙の膨張エネルギー

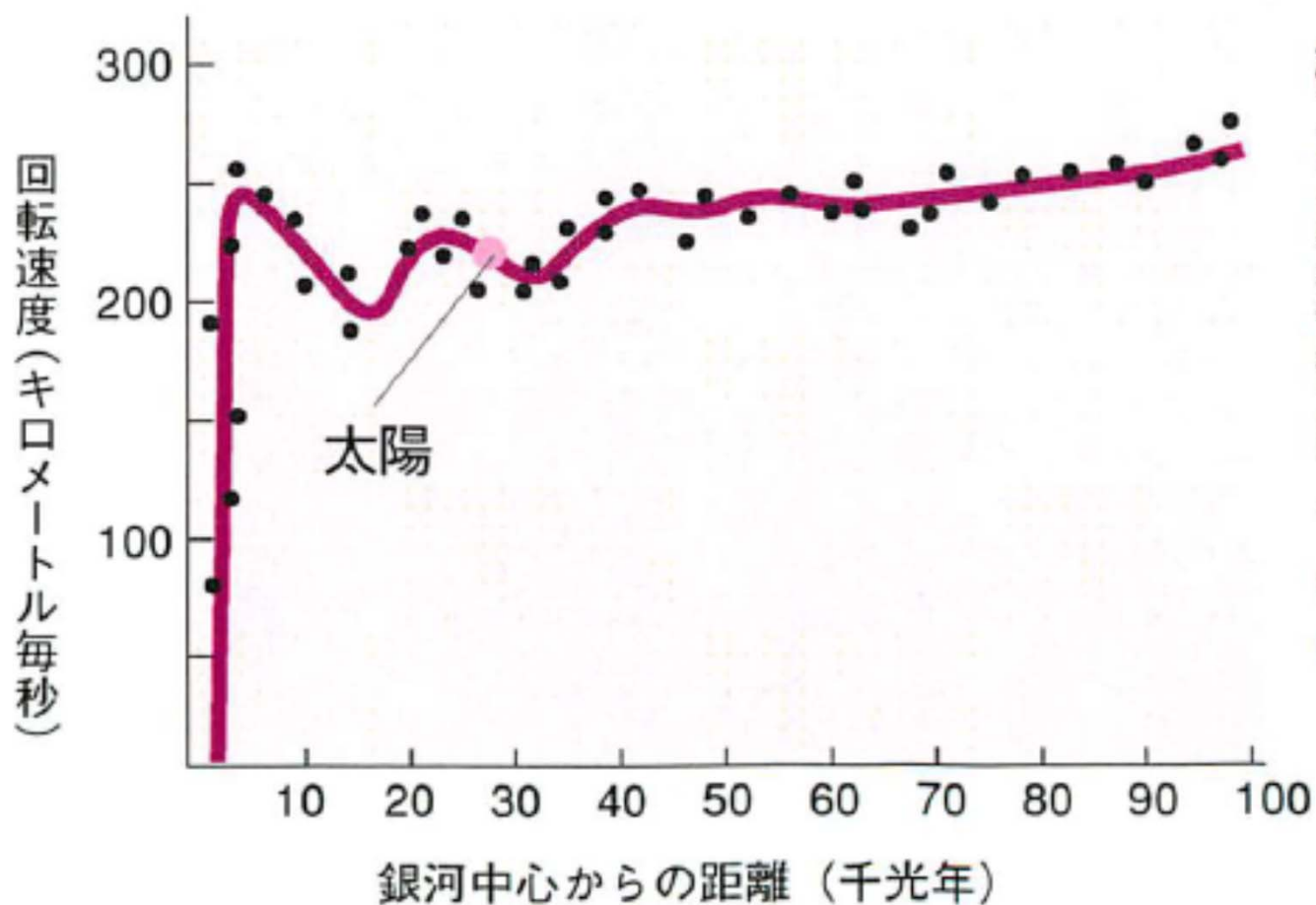
ダークマターとダークエネルギー

私たちの銀河（銀河系）の構造



出典:「トコトンやさしい太陽の本」 山崎耕造著 日刊工業新聞社

銀河系の回転とダークマター



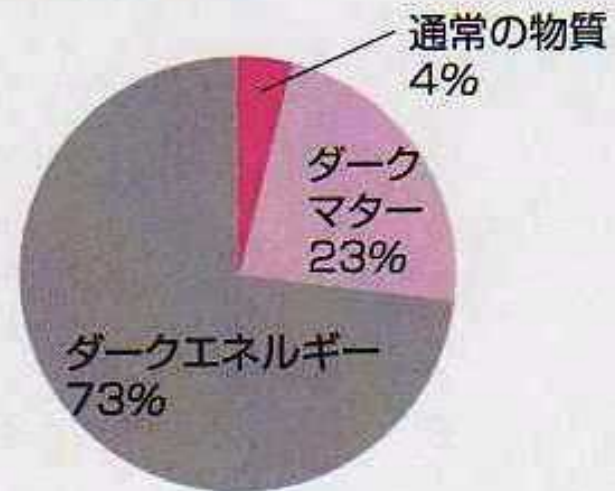
確認されている天体だけを考えた回転速度は、距離とともに減少するはずですが、観測された速度がほぼ一定なので、ダークマター（暗黒物質）の存在が示唆されています。

物質とダークエネルギー



古代インドの宇宙観

世界は半球形で、大きな蛇と亀と、その上の多数の象により支えられていると考えられていました。



アナロジー

象=物質

亀=暗黒物質

蛇=暗黒エネルギー

現代の物質・宇宙観

ワームホールとタイムトラベル

並行(多元)宇宙の仮説
量子力学の多世界解釈
ベビーユニバース

自然の太陽エネルギー

宇宙太陽光発電


ソーラーセイル(太陽光圧) 

磁気プラズマセイル(太陽風)

人工太陽エネルギー

先進核融合発電

核融合ロケット 

対消滅エネルギー(光子ロケット) 

未知の宇宙エネルギー

ダークマターとダークエネルギー

ワームホールとタイムトラベル(ワープ) 

宇宙の膨張エネルギー



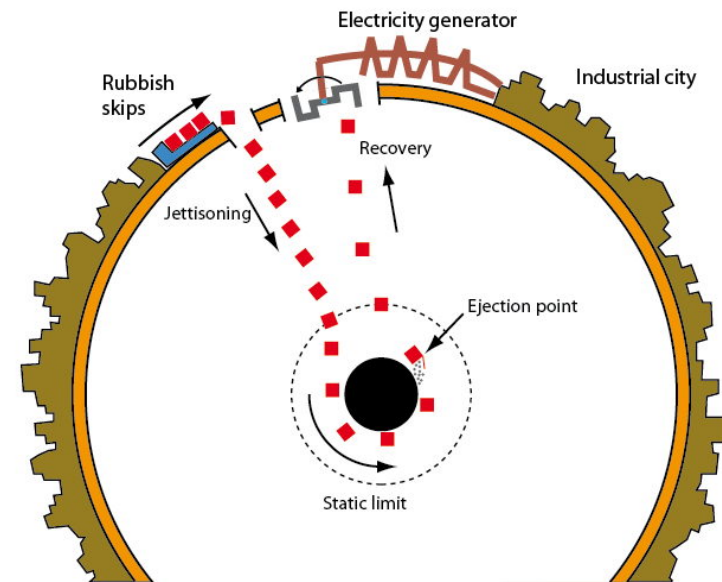
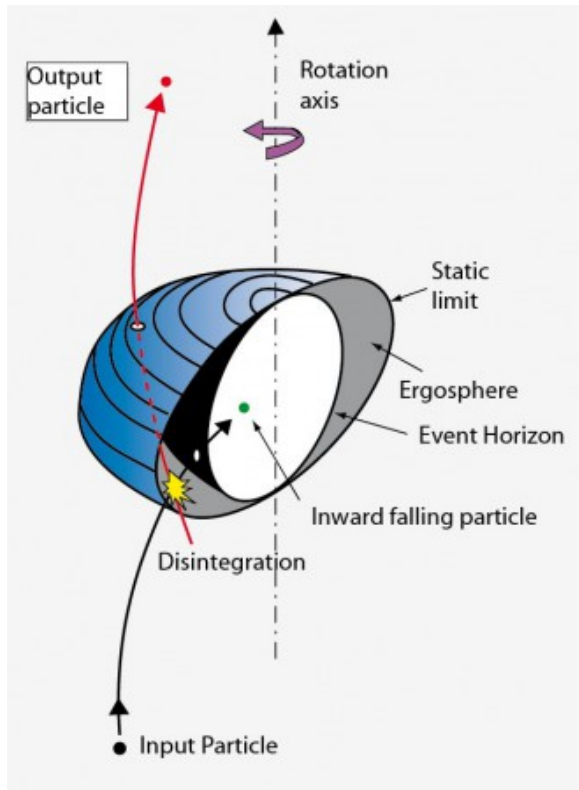
スタートレックを科学する



日本テレビ
「世界まるみえテレビ特捜部」
(放送日: 1995.06.12)

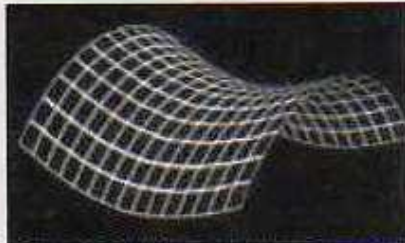
宇宙船
ワープ航法
レーザー砲
トランスポーター
エイリアン
アンドロイド
医学
宇宙ステーション

ペンローズ過程 ブラックホールのエネルギー利用



宇宙の膨張エネルギー

宇宙の曲率



臨界密度以下では開いた宇宙
(曲率マイナス)

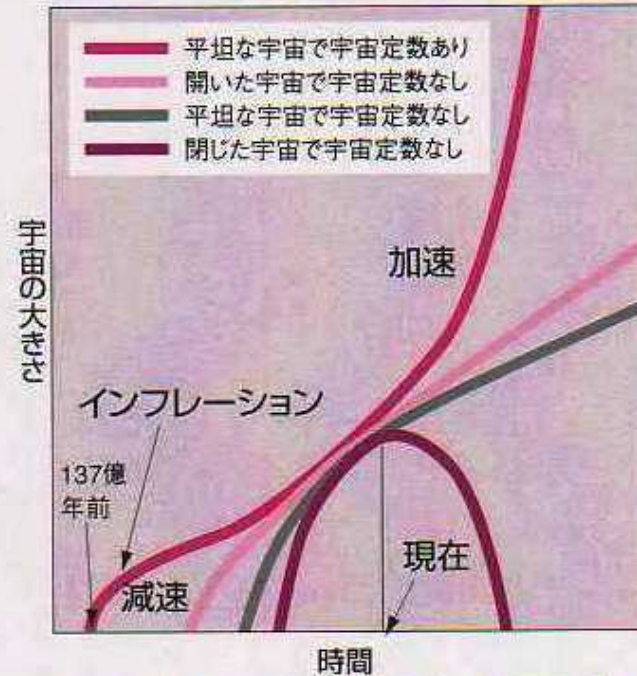


臨界密度では平坦な宇宙
(曲率ゼロ)



臨界密度以上では閉じた宇宙
(曲率プラス)

宇宙の誕生と未来



収宇宙の未来は、収縮（重力）と膨張（ダークエネルギー、宇宙定数）の力のバランスで定まります。

出典：「トコトンやさしい太陽の本」
山崎耕造著 日刊工業新聞社

文明の変遷とエネルギー

宇宙

137億年前

地球と太陽

現在

46億年前

50億年後

生命
人類



出典: 「トコトンやさしい太陽の本」
山崎耕造著 日刊工業新聞社