

第5回月惑星に社会を作るための勉強会

「宇宙への人類の取り組み」の過去 現在 未来

－ 宇宙曼荼羅の世界 －



2020年11月6日

柳川 孝二

日本航空宇宙学会/宇宙人文社会科学研究会

はじめに

約10年前、ISS建設が概ね完了した時、後の有人宇宙活動の多様な広がりを支えるため、「宇宙の人文・社会科学研究が担う役割は何か」との課題を検討した。その際、

- ① 人類の宇宙進出の基本理念は？
- ② 地球を護るための知的基盤は？
- ③ 「宇宙の人間社会」をどう構築するか？

との命題を設定し、検討を進めた。

ここでは、その取組みと、途中で作成した「宇宙への人類の取り組み(宇宙曼陀羅図)」を紹介する。

さらに、日本航空宇宙学会の場で再開した活動状況を紹介する。

内 容

1. 「宇宙の人文・社会科学」検討の流れ
2. 宇宙に対する人類の取り組み
3. 密教曼荼羅図
4. 宇宙曼荼羅

「宇宙の人文・社会科学」検討の流れ

1996～1999

可能性の検討

2000～2003

有望分野の開拓

2003～2012

「きぼう」の利用準備

2012～2016

● きぼう利用推進委員会決定(2011)

- [宇宙開発政策大綱\(1996\)](#)
- [NASDA外部評価委員会報告\(1998\)](#)

ISS「きぼう」の
人文社会的利用
の網羅的検討
(国際高等研委託研究)

ISS「きぼう」の
人文社会的利用
法の調査検討
(高等研・NASDA共同研究)

ISSを利用した新しい
社会制度の構築に関
する調査研究
(高等研・JAXA共同研究)

21世紀の宇宙開発・
宇宙環境利用の問題
ー人文・社会科学
からのアプローチ
(課題研究)

- 1. 哲学宗教分野
- 2. 民族学分野
- 3. 国際政治分野
- 4. 社会科学分野
- 5. 文学分野
- 6. 芸術分野

- 1. 教育/社会学分野
- 2. 哲学/宗教の分野
- 3. 法律学分野

微小重力空間の芸術表現の未来
(東京芸術大学との共同研究)
宇宙への芸術的アプローチ
(京都市立芸術大学との共同研究)

その他の調査段階の研究
(筑波大学、お茶の水大学等)

テーマ
公募

文化・人文
社会科学利用
パイロットミッション
1期/2期
計18テーマ

シンポジウム「宇宙と人間」
(京都(2006)・東京(2009)で開催)

人文・社会利用
シナリオ検討

思想分科会
「宇宙の人間学」
構築
啓発書の編纂

行動分科会
行動科学研究
シナリオ作成

芸術利用分科会
ミッション総括と
シナリオ作成

ガバナンス分科会
(未実施)



井口洋夫



宇宙開発政策大綱(1996)

© JAXA

➤ 宇宙開発の基本理念を提示(三つのポイント)

《 ISS「きぼう」利用における「宇宙の人文社会分野」の検討の起点 》

1. 宇宙・太陽系の存在、地球誕生と、そこでの生命体の発生の**根源的な疑問**を探求
2. このための科学的な探求活動は、人類の**知的フロンティアの拡大**を目指すもので、21世紀に向かってますます重要
3. 得られる知見や知識は、新しい宇宙観・地球観・生命観を生み出し、新たな思想や文化の創造や、**知的で成熟した社会の実現**に貢献

➡ 「宇宙での文化」を重視する価値観

NASDA外部評価委員会報告(1998)



J.ヤング委員長

ISS「きぼう」利用を中心に進められる宇宙環境利用の意義についての提言

- ✓ 宇宙環境利用は、ISSの運用や宇宙実験の実施に留まらず、**人類の活動領域を地球外に拡大**するとの意義を伴う
- ✓ ISS計画を、**科学的成果を求める場**とするだけでなく、**全人類への有形無形の貢献の場**とする

JAXA理事長諮問委員会「きぼう利用推進委員会」の決定(2011)

➤ 「きぼう」の意義を高めるための利用活動の検討

- ✓ 「人文・社会科学と有人宇宙開発との関わり」を議論し、
「宇宙の人文・社会科学が担うべき役割と活動の望ましいあり方」を
シナリオとしてまとめる
- ✓ 宇宙の人文・社会科学分野を4分類し、検討する
 - 「人文学系(思想)」
 - 「社会科学系(行動)」
 - 「芸術系(芸術利用)」
 - 「国際法・国際政治(ガバナンス)」:(未着手)



浅島誠委員長

シナリオ検討の共通課題

© JAXA

① 「人類の宇宙進出の基本理念」の提起

- ✓ なぜ有人なのか、何のためか、なぜ今なのか、価値は何なのか
- ✓ 宇宙と人間の関わり、地球と人間の関わり、さらには人間とは何か
- ✓ 今、なぜ日本も有人宇宙開発に取り組むのか

② 「地球を護る新たな知的基盤」の模索

- ✓ 「宇宙の視座」からの新たな宇宙観、地球観、生命観の醸成
- ✓ 地球益・人類益の視点からの「人類概念」

③ 「新しい人間社会の規範」(ガバナンス)構築の試み

- ✓ 人類の活動領域を宇宙に拡大する意義は
- ✓ 地上の人文社会科学の評価で多数の共感を

政治と経済と宇宙

- 宇宙から地球が丸見えになってくる
- 地上での《水平的な視点》に、宇宙から地球を《鳥瞰する視点》が付加
- 発生した事実がすべて把握され、確認できるようになるだろう
- これが《国際紛争の抑止力》として機能するだろう
- 同時に、《倫理観》や《人間の自由の問題》を再考する機会になり、《プライバシー》感覚も変わるだろう



作家 平野啓一郎

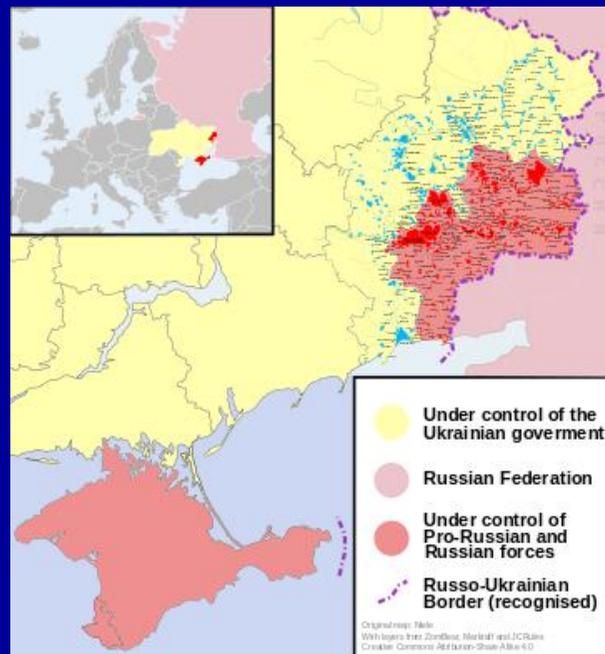


911 from ISS

《聖域》としての宇宙活動

© NASA/JAXA

- ✓ 2014.2 若田船長がISS搭乗中に、ウクライナ紛争が発生
- ✓ 《地球》上での対立とは裏腹に、《宇宙》では一緒に仕事
- ✓ この対比をISS搭乗員は熱心に議論



《聖域》としての宇宙活動

© NASA/JAXA

- ✓ 古代ギリシアではオリンピックを《聖域》とし、戦いを休戦
- ✓ 《ISS》を《国際インフラ》として《紛争抑止力》に使えないか
- ✓ 先ずは、《ISS》へ「ノーベル平和賞」を



「宇宙の人間学」研究の論点・目標 到達点

© JAXA

論点・話題	概要
地球から見た宇宙の歴史	<ul style="list-style-type: none">時代を超え、国家を超えて、広く文化という視点から、「宇宙と人間」の関わりを捉え直す。宇宙を見てきた人間像を哲学者・宗教家・芸術家・科学者、各々の宇宙観を概観する。
宇宙の中の人間	<ul style="list-style-type: none">重力のない世界で「感覚」はどう変化するか？ その結果、心と意味世界はどう変容するか？宇宙飛行士の体験とその分析を踏まえて、変容の状況を概観する。
宇宙時代の人間	<ul style="list-style-type: none">今後の「宇宙と人間」の関係は、どう展開するのか？「哲学」「宗教」「芸術」の分野で、今後の姿を概観する。
宇宙の視座	<ul style="list-style-type: none">現代人が手にした「宇宙の視座」の潜在力は一体どのようなものか？宇宙論、生命科学、環境科学の立場から、「宇宙の視座」の意義と価値を概観する。
宇宙の人間社会	<ul style="list-style-type: none">宇宙の中でどのような「人間社会」が構築されるのか？「いつまでに」、「どこに」、「どの程度の規模の」人間社会が成立可能か？宇宙の中の「人間社会」を機能させるのに必要な「宇宙のガバナンス」はどのようなものか？
人類の宇宙進出	<ul style="list-style-type: none">生活圏を宇宙に拡大する営みは、地球人類に何をもたらすのか？「有人宇宙開発」の意味付けは？「宇宙の視座」で獲得できる知見とその価値は？「地球に居住する人間」の立場からみて、宇宙進出は何をもたらすのか？

検討未完

より詳しい情報は:

A. JAXA特別資料

i 「宇宙の人間学」研究会

宇宙航空研究開発機構特別資料(2016)

宇宙の人間学」研究会記録(その1~3)

<https://repository.exst.jaxa.jp/dspace/handle/a-is/561718~561720>

ii きぼう利用の宇宙芸術ミッション

宇宙航空研究開発機構特別資料(2015)

a. 文化・人文社会利用パイロットミッション成果報告書

<https://repository.exst.jaxa.jp/dspace/handle/a-is/559609>

b. アートは宇宙でなにができるか?

<https://repository.exst.jaxa.jp/dspace/handle/a-is/236435>

B. 「宇宙の人間学」研究会の編纂図書

『なぜ人は宇宙をめざすのか「宇宙の人間学」から考える宇宙進出の意味と価値』

出版: 誠文堂新光社(2015 絶賛、発売中)

C. 国際宇宙ステーション「きぼう」関連資料

宇宙航空研究開発機構特別資料(2011)

宇宙にかける「きぼう」国際宇宙ステーション計画参加活動史

<https://repository.exst.jaxa.jp/dspace/handle/a-is/19888>

D. 国際高等研究所資料

「宇宙問題への人文・社会科学からのアプローチ(0804)」

JSASS宇宙ビジョン2050

© JSASS



- 2020年4月、日本航空宇宙学会は「JSASS宇宙ビジョン2050(増補版)」を制定
- その中で「地球と月の人間社会」が建設されることを想定し、5つを目標に
 - ✓ 人類の課題解決
 - ✓ 産業構造の変革
 - ✓ 新しい価値観の醸成
 - ✓ 知の獲得
 - ✓ 人類の生活圏拡大
- 活動を支える研究として「人文社会科学研究」を不可欠とする

JSASS宇宙ビジョン2050

© JSASS

2050以降

宇宙ビジョン2050

「地球/月圏での人間社会の構築に向けた
人文・社会科学研究活動の構築」

- I. 宇宙観の変遷
- II. 宇宙と人間の関わり
- III. 宇宙での知的活動の展開
- IV. 宇宙の視座の地上人への影響
- V. 宇宙空間での規範・倫理

2040

宇宙科学技術ロードマップ

- 宇宙輸送/宇宙建設/宇宙機/宇宙ロボット/情報/
宇宙科学探査
- 第六感が生み出すイノベーション(萌芽研究)
- 月探査
:ロボット/建設/エネルギー/放射線/健康管理/
水・空気/食糧

2030

宇宙総合政策ロードマップ

- 法政策に係る研究
:形成メカニズム/民間対象レジーム/月基地建設/資源利用
- 宇宙開発に関する人文社会科学系領域の研究について
:学術分野/宇宙の「豊かさ」の8分類/研究事例
- 宇宙の人文・社会科学研究のロードマップ
:経緯/活動事例/宇宙曼荼羅図/月の人間社会構築

内 容

1. 「宇宙の人文・社会科学」検討の流れ
2. 宇宙に対する人類の取り組み
 - 過去
 - 現在
 - 未来
3. 密教曼荼羅図
4. 宇宙曼荼羅

But why the moon?

J.F.Kennedy

@ Rice University Houston.TX

1962.9



- ✓ なぜ、月に行くのか？
- ✓ 易しいからでなく難しいからやるのだ
- ✓ 我々のエネルギーと技術が確かめられる
- ✓ チャレンジは喜んで受けるもので、遅らすものではない
- ✓ そして、勝ち取る

➡ 人類のフロントラインを押し広げろ！

そして、60年代に

“That’s one small step for [a] man, one giant leap for mankind.”

私には小さな一歩だが、人類には大きな飛躍だ



© NASA



30年後の記念式典で

単に、速く 高く 遠くへ進む事ではない

将来の世代に、人類の知見を深める選択肢を用意することだ



コリンズ ブッシュJr アームストロング オルドリン

アポロの成果



Genesis Rock
地球・月の起源
(Apollo 15)



光反射器
地球・月の測距
(Apollo11)



世界イベント
(Apollo11、6億人/36億人)



Earthrise
地球保護の概念
「Earth Day」へ
(Apollo 8)



The Blue Marble
市中最も流布
(Apollo17)

月への道

© RSA/NASA/JAXA

50年代 人工衛星から

世界初
スプートニク1
1957.10



米国初
イクスプロラ1
1958.5

動物初
ライカ
スプートニク2
1957.11



類人猿初
ハム
マーキュリー-2
1961.1

60年代前半 人が宇宙へ

人類初
ガガーリン
ボストーク1
1961.4



米国初
シェパード
マーキュリー-3
1961.5



有人宇宙開発のリーダー



セルゲイ・コリョリョフ



フォン・ブラウン

人類初の宇宙遊泳
レオノフ
ボストーク2
1965.3.18cv



米国初の宇宙遊泳
ホワイト
ジェミニ4
1965.6.3



60年代末 月へ

ロシア/N1ロケット
開発失敗
1969.2-72.11



人類初の月面到達
アームストロング
アポロ11
1969.7.20



- ✓ フロントラインを拓ける気概
- ✓ 確実な技術力
- ✓ メディア・国民の参画意識



RACE FOR THE MOON
1968.12

内 容

1. 「宇宙の人文・社会科学」検討の流れ
2. 宇宙に対する人類の取り組み
 - 過去
 - **現在**
 - 未来
3. 密教曼荼羅図
4. 宇宙曼荼羅

国際宇宙ステーション(ISS)

1984 : レーガン米大統領が
「建国500周年事業」として提案

1989 : 日本参加を決定

1993 : ロシアも計画へ参加

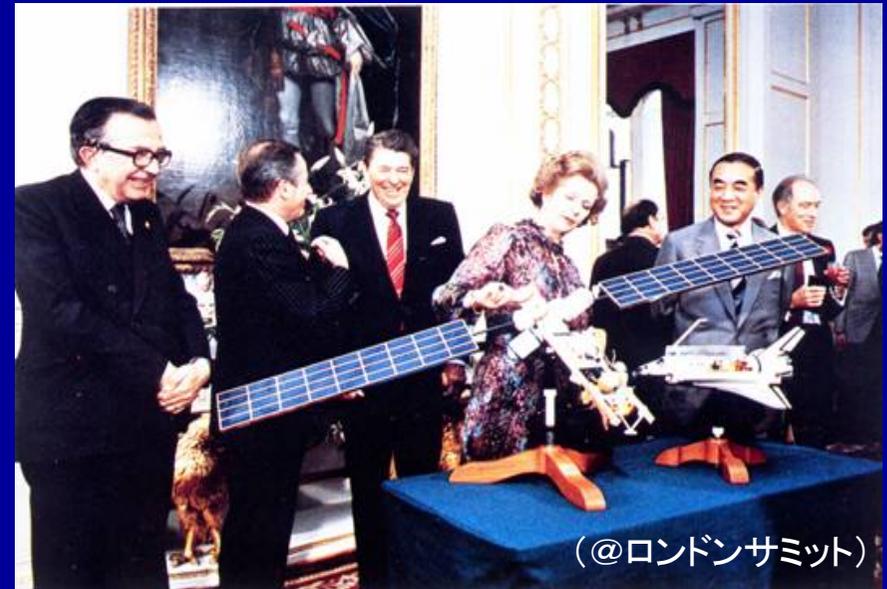
1998 : 軌道上組立を開始

2011: ISS完成

2025~: 民間運用予定

宇宙の恒久的な科学・技術・商業利用施設

- 科学/技術開発の実験
- 地球/宇宙の観測
- 月/火星探査のテストベッド
- 宇宙の商業利用を促進 ←



(@ロンドンサミット)

内 容

1. 「宇宙の人文・社会科学」検討の流れ
2. 宇宙に対する人類の取り組み
 - 過去
 - 現在
 - 未来
3. 密教曼荼羅図
4. 宇宙曼荼羅

NASA 月・火星構想

© ESA/RSA/NASA/JAXA

● 「ゲートウェイ」建設

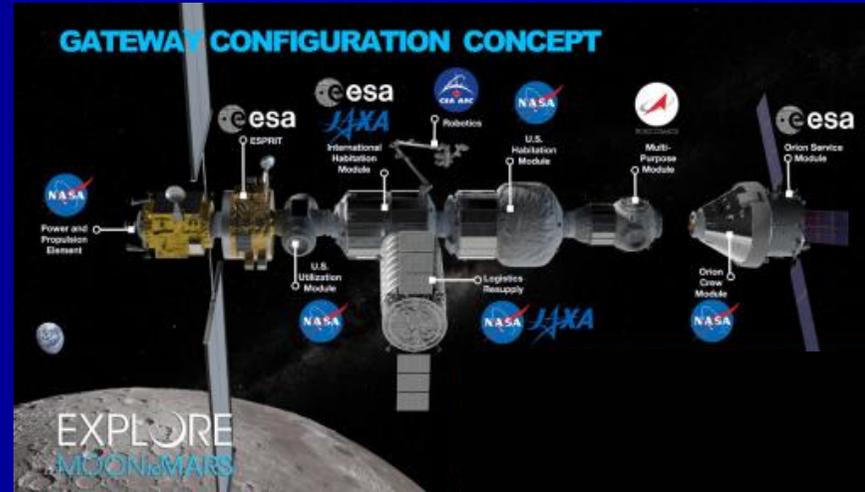
- ✓ 月を周回する宇宙ステーション
- ✓ ISSと同様に国際協力で
- ✓ 2022年、建設開始
- ✓ 2033年、月から火星への巡行開始

● アルテミスミッション

- ✓ 2021年、システムの月周回
- ✓ 2024年、女性飛行士を月面に

◆ 日本の参加

- ✓ 「人類の新たなフロンティアの拡大に貢献する」
(宇宙開発戦略本部 2019.10)
- ✓ 「新たな知と日本宇宙飛行士の活躍機会を」
(宇宙基本計画 2020.6)
- ✓ TOYOTA/JAXA勉強会「ルナ・クルーザー」



「人類の宇宙進出」の“今”という時代

© NASA/JAXA/TOYOTA



宇宙飛行
(1961)



月面到達
(1969)



日本人ISS搭乗
(2015)



宇宙遊覧旅行
(2021-)



日本人月面活動
(2029)



火星探査
(2033-)

<これから>

- ✓ 「地球近傍」には、常に人がいて、様々な活動
- ✓ 「地球・月圏を活動・生存域」とする意義と価値は？

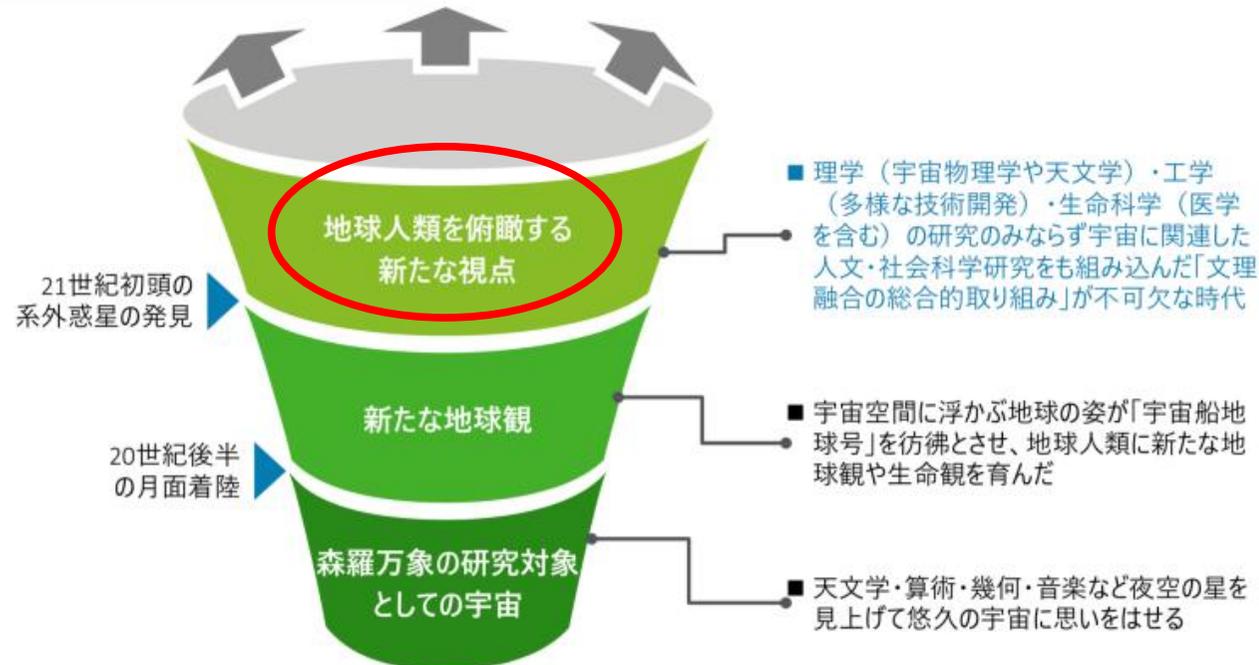
「パラダイムシフト」

「地球外への挑戦と経済性」
(研究会#2 永井希依彦)

宇宙への研究の広がり、科学事態を目前の自然の摂理から、「宇宙の生命原理」と「地球生命の歴史と将来」を総合的に追究目的へとパラダイムシフト

1. 宇宙の人文・社会科学研究への期待

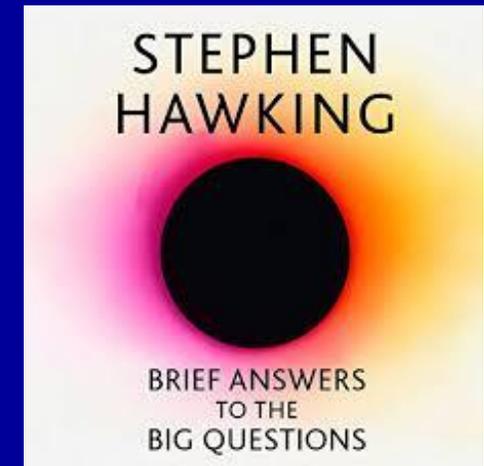
宇宙の人文・社会科学への期待の変遷



ビッグ・クエスチョン

〈人類の難問〉に答えよう

1. 神は存在するのか？
2. 宇宙はどのように始まったのか？
3. 宇宙には人間以外にも知的生命が存在するか？
4. 未来は予言できるか？
5. ブラックホールの内部は？
6. タイムトラベルは可能か？
7. 人間は地球で生きていくべきか？
8. 宇宙に植民地を建設するべきか？
9. 人工知能は人間より賢くなるか？
10. 良い未来のために何ができるか？



S. ホーキング
(1942.1-2018.3)

S.ホーキングの予測

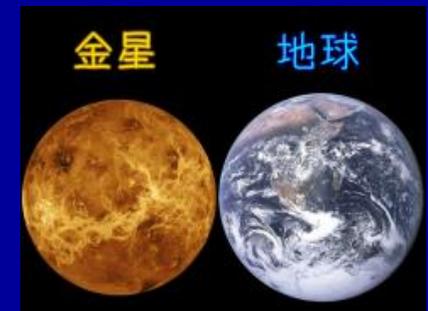
© NASA

⑦ 人間は地球で生きていくべきなのか？

➤ 地球の未来にとっての脅威

- ✓ 核戦争の脅威(世界終末時計が残り100秒に)
- ✓ 人為起因の地球温暖化(極氷の喪失→温暖化→金星化)
- ✓ 小惑星の衝突(6600万年前の恐竜絶滅)

- ➔
- 1000年以内の地球退避は必然
 - 指数関数的な成長の破綻(人口・エネルギー・情報)
 - 宇宙進出は大いなる人類活動



内 容

1. 「宇宙の人文・社会科学」検討の流れ
2. 宇宙に対する人類の取り組み
3. 密教曼荼羅図
4. 宇宙曼荼羅

胎藏曼荼羅



- ✓ 唐/長安での修行後、持ち帰った曼荼羅の一つ
- ✓ 経典「大日経」の理解を深める修行に必須な仏具
- ✓ 諸説あるが

「菩提心/悟り」から「大悲/理念」を介し「方便/衆生の救済」へ

この曼荼羅図から

- 真言密教の全系を概観して、多様性を確保し
- 身近な仏から、経や論では達し難い核心に迫り
- 自分事としての認識を得る

つまり、

「科学の理解(Public Understanding of Science)から
科学への参画(Public Engagement in Science)へ」
の考え方に通じると



空海

内 容

1. 「宇宙の人文・社会科学」検討の流れ
2. 宇宙に対する人類の取り組み
3. 密教曼荼羅図
4. 宇宙曼荼羅



宇宙システムの発展

[深宇宙の探査]

- ・月アルテミス計画
- ・往還/居住
- ・AI/VR/AR

[低軌道常時滞在]

- ・国際宇宙ステーション
- ・再使用型人/物資輸送

[低軌道往還]

- ・米シャトル
- ・露ソユーズ

[月面探査]

- ・米アポロ



生存・活動圏の拡大

- ・惑星探査(無人/有人)
- ・火星/月の基地建設と整備
- ・系外惑星の探査
- ・新エネルギーの獲得
- ・火星テラフォーミングの試み

これを例示

宇宙と地球の調和

- ・宇宙船「地球号」の保全
- ・国益と地球益・人類益の融合
- ・地球外生命との交信

人類の福祉

- ・宇宙人類の福祉
- ・宇宙規模の普遍的価値の創出
- ・国益から人類益へ

分野の融合

分野の融合

科学・技術の発展

- ・惑星探査(含系外惑星)
- ・NEO探査/制御/利用
- ・多様なリスク管理

産業の振興

- ・宇宙環境商業利用
- ・宇宙資源の活用
- ・宇宙製造技術
- ・宇宙ツーリズム

宇宙観/価値観

- ・宇宙哲学
- ・宇宙アート
- ・宇宙の宗教/信仰
- ・宇宙の文化/文明論

宇宙のガバナンス

- ・新しい国際協調
- ・宇宙戦争/テロの防止
- ・宇宙空間の共同利用
- ・国家主権の制限

国際関係の再構築

- ・地球化から宇宙化へ
- コスモポリタニズム
- 民族概念の希薄化
- ・宇宙社会の制度設計
- ・宇宙関連法の整備

分野の広がり

自然科学・工学系

人文・社会科学系

分野の広がり

環境の理解

- ・宇宙環境モニタ
- ・放射線影響
- ・宇宙天気予報
- ・NEOの観測

基礎科学の飛躍

- ・時空の理解
- ・宇宙の生成消滅
- ・宇宙の構造
- ・物質/生命科学
- ・地球観測

生命/人類の謎

- ・宇宙とは何か
- ・宇宙を動かす原理
- ・地球外生命
- ・生命/人間とは何か

価値観の変容

- ・価値の相対化
- ・意味世界の変化
- ・信仰への影響

新芸術の開花

- ・無重力界の芸術
- ・未知世界の芸術表現
- ・芸術と社会の連携

国益の確保

- ・国威発揚
- ・国民の一体感
- ・国家安全保障
- ・資源確保

宇宙飛行への憧れ

- ・飛行チャレンジ(ロケット)
- ・空への憧れ(気球・飛行機)
- ・SFの世界(月旅行記)

無限の好奇心

- ・DNAに刻まれた好奇心
- ・素朴な興味から知的好奇心へ
- ・人類の進歩・発展・発見の源泉
- ・「遠い彼方」の憧れと好奇心

パイオニア精神

- ・強い冒険心と不屈の意思
- ・開拓者魂が拓いた未知の世界
- ・「第二の大航海」

宇宙への人類の取組み

(「宇宙人間学」人文社会科学研究シナリオより)



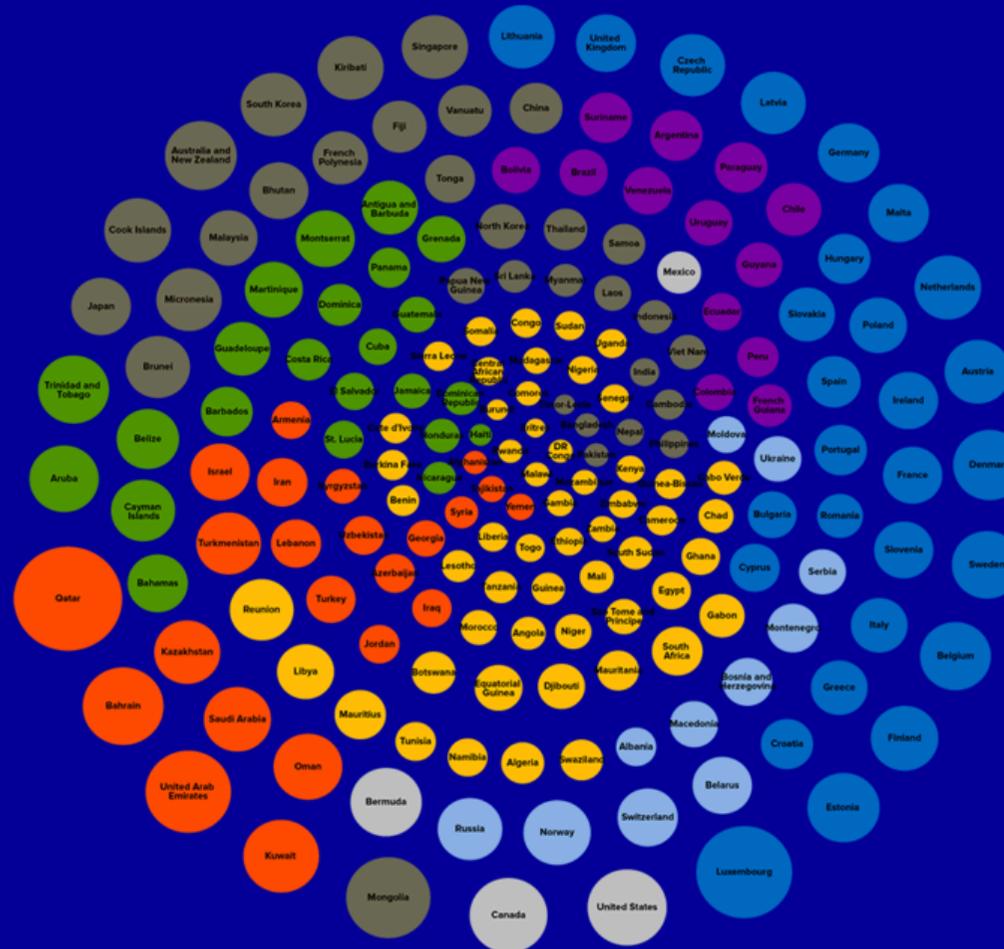
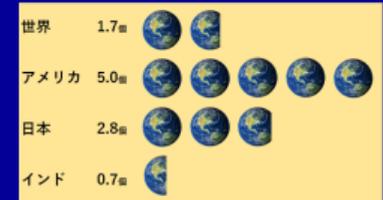
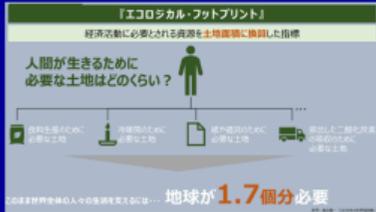
地球人



HUMAN POPULATION: 9.5 B PROJECTED



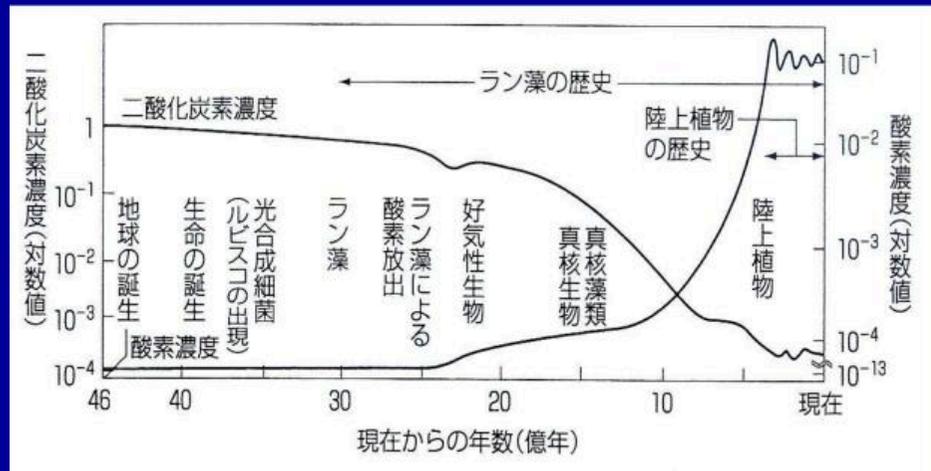
エコロジカル・フットプリント



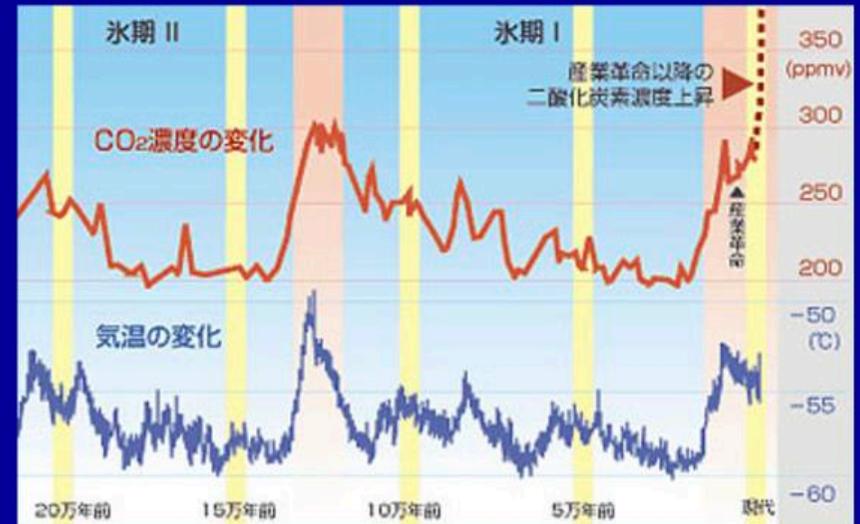
- ✓ アフリカ・アジア太平洋諸国以外は資源消費が超過！
- ✓ 1.0 への不断の努力を！



CO₂濃度を宇宙時間の尺度で見ると



『植物が地球をかえた!』(葛西奈津子著、2007、化学同人)



- ✓ 南極の3000mもの氷床コア中の気泡から
- ✓ CO₂濃度と気温: 氷河期で ↓、間氷期で ↑
- ✓ 二つの**相関性** ⇨ ありそう
- ✓ どっちが先の**因果関係** ?
- ✓ 産業革命以降の上昇は明らか

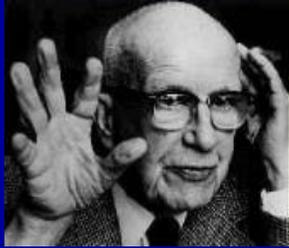
地球のエネルギーは何年持つ!?

(可採年数)

種類	年
石炭	164
石油	40
天然ガス	60
シェールガス	250~400
ウラン235	85
プルトニウム(?)	2500~
(太陽光)	(5×10^9)

- 化石燃料は数百年
- 核エネルギーも数百年
- 最後は太陽エネルギーを

「3つの循環と文明論の科学」
(岸田一隆)



永遠のエネルギー源を!?

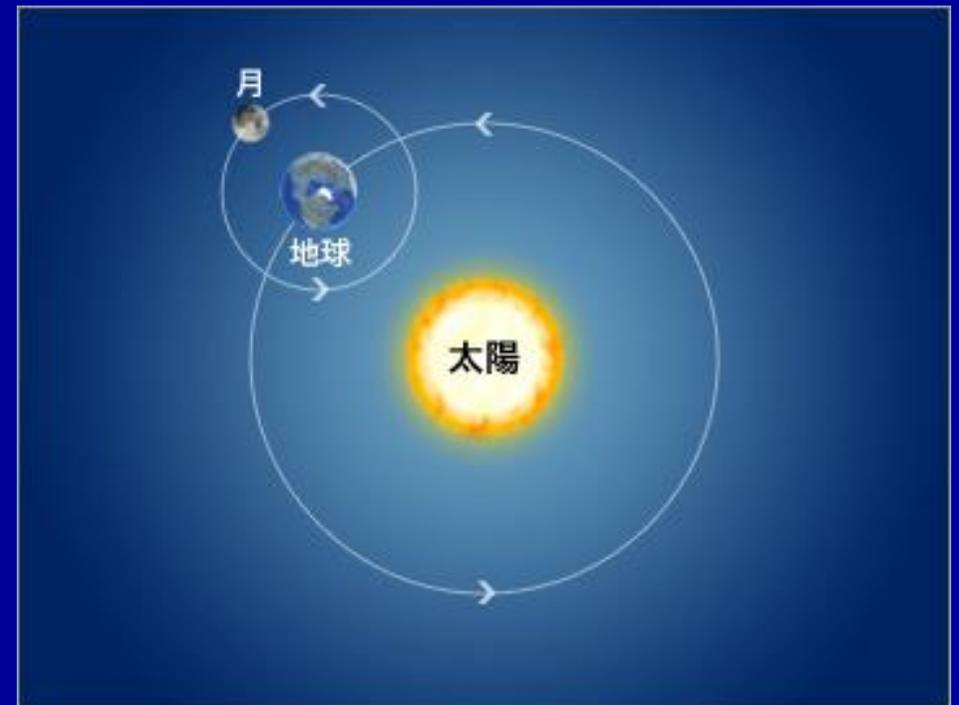
B.フラー

「宇宙船地球号操縦マニュアル」

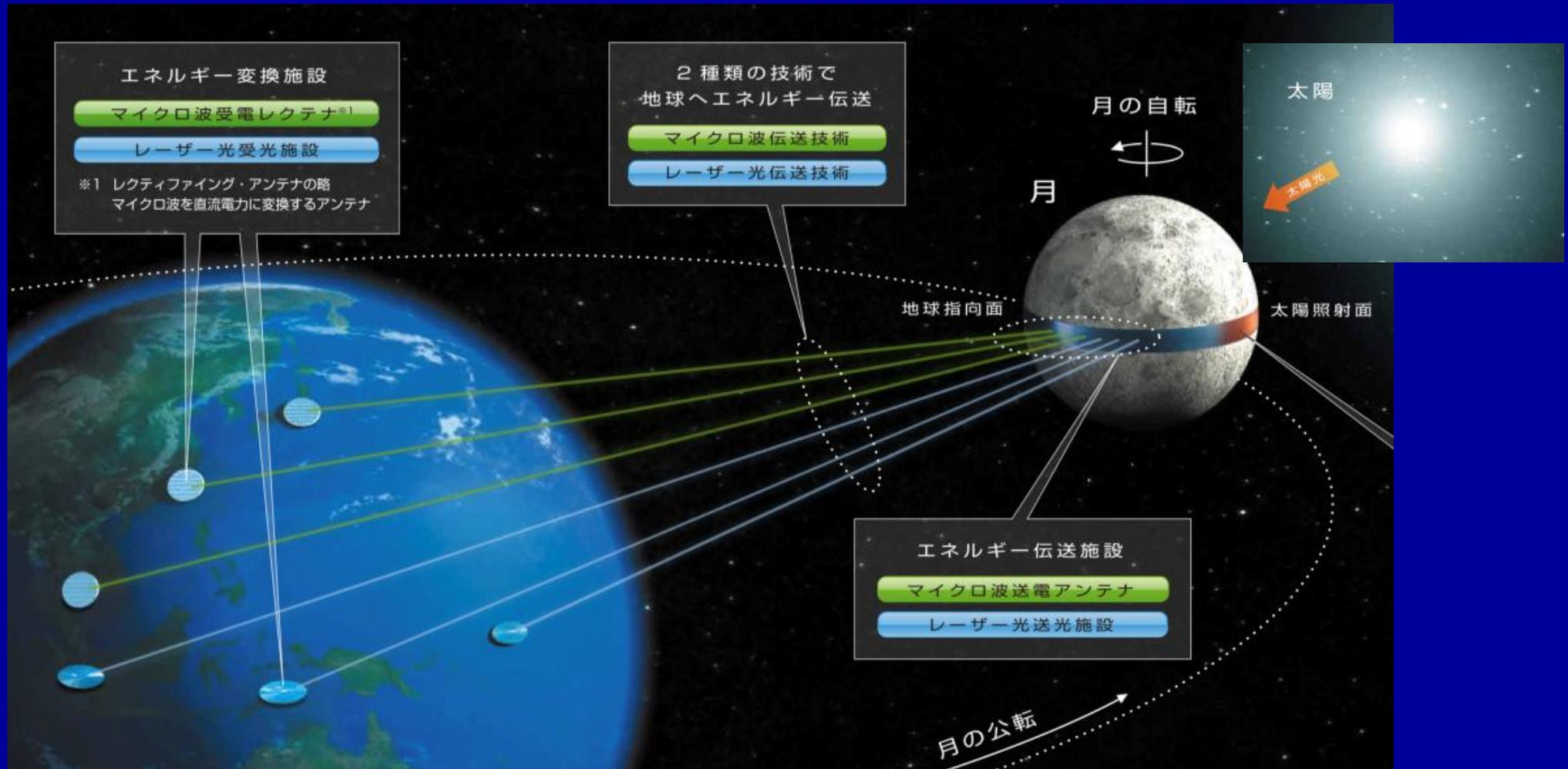
のアイデアを拝借

人類の生命維持システム

- エネルギー補給船「太陽号」
- 重力加振 + エネルギー中継器「月号」
- 宇宙船「地球号」



月太陽発電「ルナリング」構想



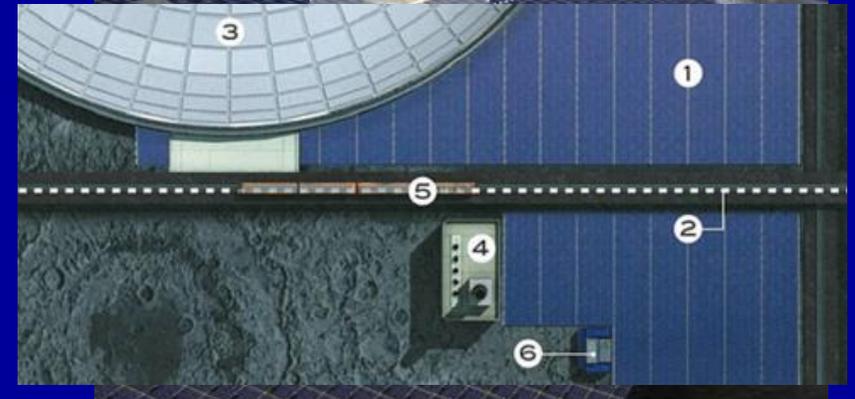
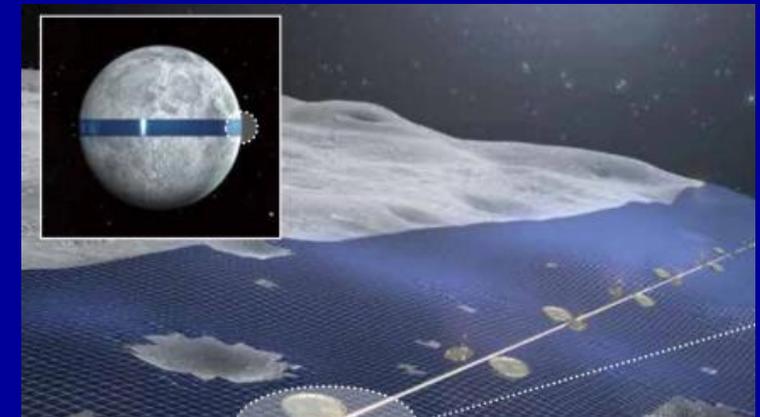
月太陽発電「ルナリング」の建設



- ✓ 太陽光発電電池を月赤道にぐるっと敷設
- ✓ ガラス・金属・水など、太陽電池や送電線の材料は現地で調達
- ✓ 建設と運用は人間とロボットが連携する共同作業

→ 地球資源を毀損せずに
エネルギーを永久に確保！

- ① 月太陽電池：赤道を全周11,000km、幅400km
- ② 送電ケーブル：月表側の伝送設備に送電
- ③ μ 波送電アンテナ：地球にエネルギーを伝送（径20km）
- ④ レーザ送電設備：高いエネルギー密度の光を送出
- ⑤ 輸送ルート：建設やメンテナンスに使用
- ⑥ 電池生産工場：太陽電池を生産・設置する可動工場

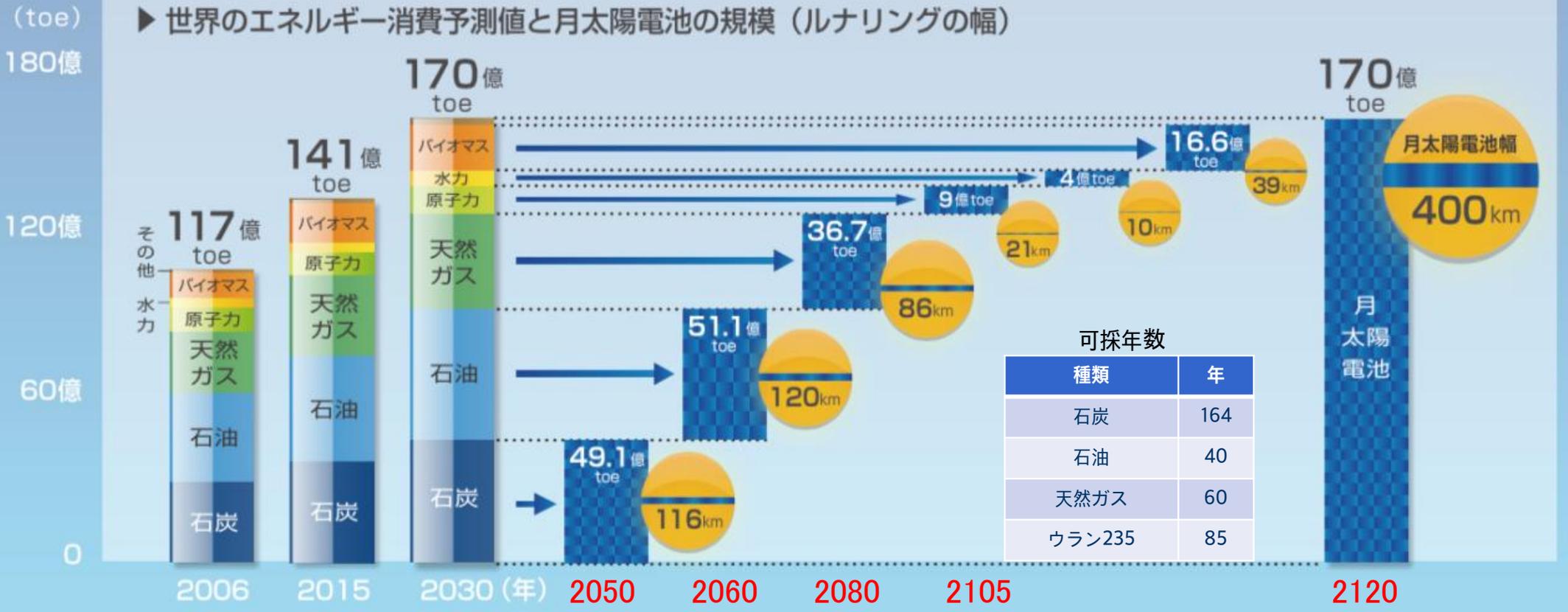


2030エネルギー構成と代替手順



※ 2030年の世界エネルギー需要予測170億toe (toe: 石油換算トン)
 出典「IEA World Energy Outlook 2008」

▶ 世界のエネルギー消費予測値と月太陽電池の規模 (ルナリングの幅)

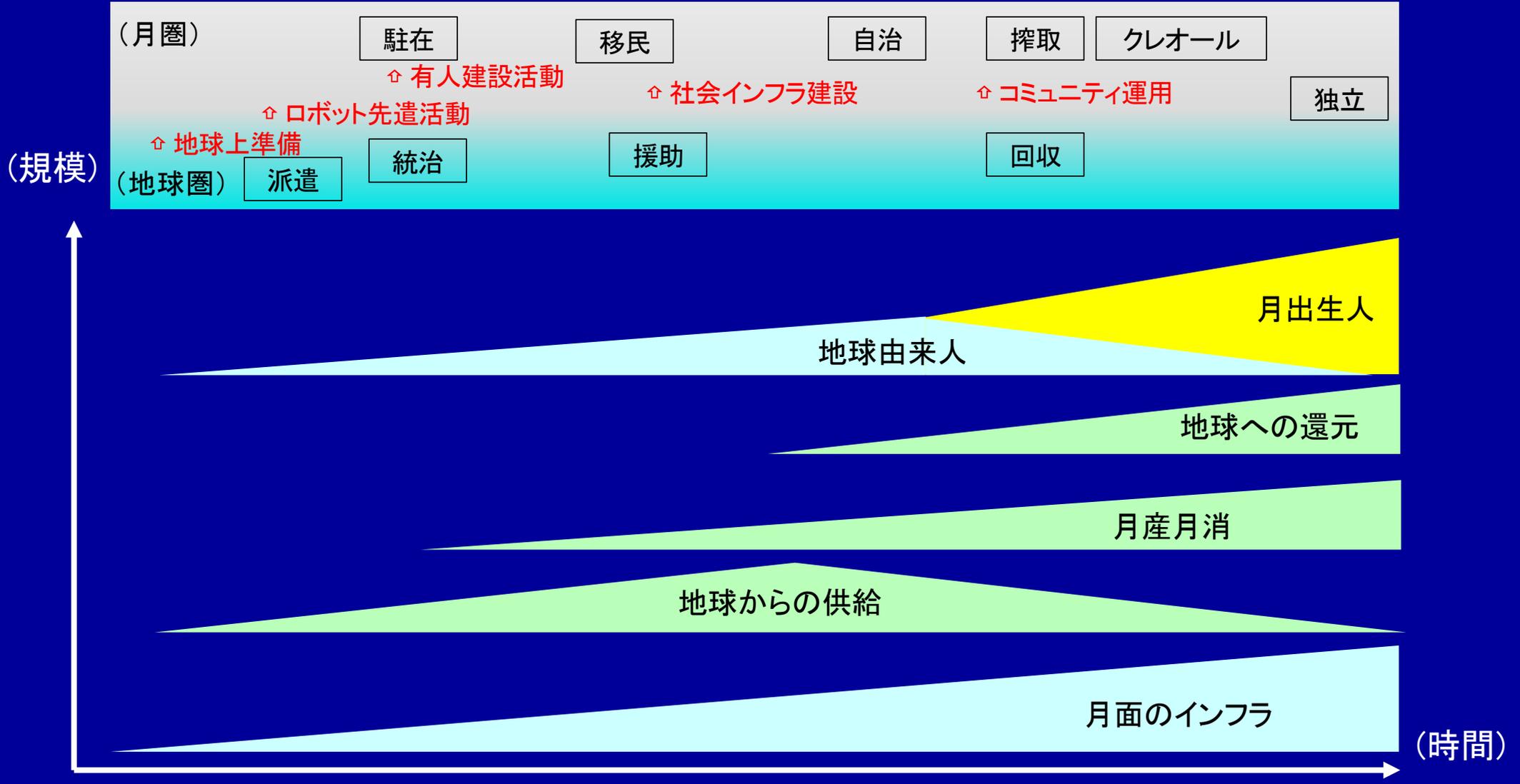


太陽光発電の場所比較

	製作 ・難易度 ・期間 ・コスト	運用 ・運転 ・維持 ・修理	環境影響 ・地球資源消費 ・システム換装	強靭性 ・安定供給 ・耐オフミナル	人類財 ・国益/人類益 ・紛争抑止
地上	○	○	×	×	×
地球周回軌道	×	×	△	△	△
月面	△	△	○	○	○

暫定案

地球・月圏の展開 (素人の妄想)



内 容

1. 「宇宙の人文・社会科学」検討の流れ
2. 宇宙に対する人類の取り組み
3. 密教曼荼羅図
4. 宇宙曼荼羅

【連絡先】

日本航空宇宙学会/宇宙人文・社会科学研究会事務局

ucyu.jinsha@gmail.com