

月探査情報ステーション
インターネットシンポジウム
成果のまとめ

2001年3月

筑波大学 芸術学系
文部科学省宇宙科学研究所
文部科学省国立天文台
宇宙開発事業団

月探査情報ステーション インターネットシンポジウム 成果のまとめ 目次

1. 全体の概要	1
1.1 月探査情報ステーションの背景	2
1.2 今年度のウェブサイト改正の概要	2
1.3 本報告書の構成	2
1.4 本書記述上の注意	3
2. 月探査情報ステーション	4
2.1 全体コンセプト	4
2.1.1 概要	4
2.1.2 本年度のコンテンツ構成	4
2.1.3 月探査情報ステーションのデザイン	7
2.1.4 今年度の改訂内容のまとめ	12
2.2 各コンテンツの説明	13
2.2.1 月探査開発室	13
2.2.1.1 日本の月探査	13
2.2.1.2 That's SELENE	17
2.2.1.3 今月の SELENE	18
2.2.2 みんなの制作室	22
2.2.2.1 仮想月開発プロジェクト	22
2.2.2.2 月占い	24
2.2.2.3 俳句コンテスト	31
2.2.2.4 月探査教室	32
2.2.2.5 アンケート	33
2.2.3 情報資料室	35
2.2.3.1 今日の日	35
2.2.3.2 シンポジウム	35
2.2.3.3 ギャラリー	35
2.2.3.4 月探査機展示	35
2.2.3.5 月の本	36
2.2.3.6 リンク集	37
2.2.3.7 Q&A	38
2.2.3.8 トピックス	40
2.2.4 広報室	42
2.2.4.1 最新情報	42
2.2.4.2 総合案内	42

2.2.4.3	メールサービス	43
2.2.4.4	シンポジウム案内	43
2.2.5	英語版コンテンツ	44
3.	インターネットシンポジウム ふたたび月へ mission 03.....	45
3.1	全体コンセプト	45
3.1.1	概要	45
3.1.2	今年度のコンテンツ構成	45
3.1.3	インターネットシンポジウムのデザイン	46
3.2	各コンテンツの説明	48
3.2.1	シンポジウム会場	48
3.2.2	アンケート	53
3.2.3	Q&A コーナー	58
3.2.4	俳句コンテスト	62
3.2.5	仮想月開発プロジェクト 2000	63
3.2.6	会議室	65
3.2.7	総合案内	66
3.2.8	連絡事項	66
4.	携帯電話コンテンツ	67
4.1	概要	67
4.1.1	携帯電話を利用したインターネットアクセスの背景	67
4.1.2	月探査情報ステーションの携帯コンテンツ	68
4.2	コンテンツ	72
4.2.1	今日の月	72
4.2.2	月の本	72
4.2.3	月占い	72
4.2.4	俳句コンテスト	72
4.2.5	FTB 実験のページ	73
5.	得られた成果	74
5.1	概要	74
5.2	アクセス状況の分析	75
5.2.1	アクセス総数	75
5.2.2	アクセス件数履歴	75
5.2.3	時間別リクエスト件数	77
5.2.4	曜日別リクエスト件数	77
5.2.5	ドメイン別のリクエスト件数	79
5.2.6	海外からのアクセス	80
5.2.7	コンテンツ別アクセス件数	81
5.2.7.1	月探査情報ステーション	81
5.2.7.2	インターネットシンポジウム	83

5.2.7.3	携帯電話コンテンツ	84
5.3	インタラクティブコンテンツ	87
5.3.1	概要	87
5.3.2	シンポジウム会場	89
5.3.3	アンケート	129
5.3.4	Q&A	151
5.3.5	俳句コンテスト	168
5.3.6	仮想月開発プロジェクト	171
5.3.7	会議室	178
5.3.8	月占い	179
6.	まとめと今後の課題	181
6.1	今年度のまとめ	181
6.2	インターネットを用いた広報活動を取りまく環境	182
6.2.1	概要	182
6.2.2	ネットセキュリティについての諸問題	186
6.3	今後の方向性について	190
6.3.1	今年度の課題	190
6.3.2	来年度以降の方向性	193
6.4	来年度の計画について	195

1. 全体の概要

1.1 月探査情報ステーションの背景

筑波大学芸術学系、国立天文台(NAO)、宇宙科学研究所(ISAS)、宇宙開発事業団(NASDA)が共同で運営しているウェブサイト「月探査情報ステーション」は、今年で3年目を迎えることとなった。

本ウェブサイトの開設は1998年11月に遡る。ISASとNASDAは共同して、アポロ計画以後初めての大型の月探査計画、セレーネ計画を実施しようとしている。また、セレーネ計画以降の月探査計画についても、様々な構想が練られ、多くの研究者がそれらの構想の実現に向けて研究や開発を進めている。さらに、宇宙科学研究所は独自の月探査計画「ルナー-A計画」を進めており、これらを総合すると、21世紀の日本の宇宙開発の大きな柱として、月探査が推進されていくことは間違いないであろう。

一方、このような国家的なプロジェクトにおいては、単に技術者や科学者の要望だけでなく、そのロケットを打ち上げるための費用を支出している、納税者としての国民の理解が必要不可欠である。また理解だけでなく、そのプロジェクトの推進状況を適時、わかりやすい形で国民に伝達することは、プロジェクトの大前提として必須である。宇宙開発委員会においてセレーネ計画が承認された際にも、「月探査の意義や重要性」について十分な説明を行うことが付帯事項として掲げられている。

このための活動の一環として、1994年以降、「ふたたび月へ」というシンポジウムを年1回開催し、月探査についての啓蒙普及活動を行ってきた。しかし、会場を借りて行うシンポジウムの場合、費用や準備の面でのマンパワーの問題、また、限られた時間と場所での開催では、必ずしも多くの人に月探査についての情報を伝えるということではできない。

さらに大きな問題としては、ただ一方的に探査の情報を伝えるだけでなく、日本人が古来から愛し、好んできた「月」という天体に対する、多くの人々の思いをつかみ、まとめた上で、最終的にはプロジェクト推進に向けての重要な「糧」としたいという考えがある。これは、ともすればパネラーや講演者からの一方通行での情報伝達となりがちな、会場形式のシンポジウムでは難しいことであった。

一方で、特に1994年以降、インターネットの普及は目を見張るものがある。多くの家庭ではインターネットに何らかの形で(携帯電話、パソコンなどで)接続できる環境が整備されており、もはやインターネットは特別なものではなくなりつつある。また、インターネットが持つ双方向性(インタラクティブ性)、時間・空間を超える情報伝達手段としての可能性、コストパフォーマンスは、上にて述べた我々の限界を克服するためには、インターネットが最適であることを示している。

上記の背景をもとにして、1998年11月より、従来のシンポジウム会場をインターネット上に移すという形で、本ウェブサイトが開設され、運用が始まった。

第1回のシンポジウム「インターネットシンポジウム ふたたび月へ」では、単に

従来のプロジェクト広報、すなわち、プロジェクトの内容を(一方的に)宣伝するのではなく、月と我々とのつながりという観点を重視してコンテンツを編成した。このような観点から生まれた「今日の月」(月齢と出来事を表示するページ)や「仮想月開発プロジェクト」は、現在でも本ウェブサイトにおいて非常に高い人気を誇っている。

このシンポジウムにおける経験、及びアクセスされた方々からのご意見などを参考に、1999年11月からは、「インターネットシンポジウム ふたたび月へ mission 02」を開催した。これは、前年度のコンセプトを基本的に踏襲しているが、それをさらに拡張し、併せて、月の科学や探査などについて、内容を強化したものである。

1.2 今年度のウェブサイト改正の概要

この2回のシンポジウムの経験、及びこの間に作成されたコンテンツが蓄積されてくるにつれて、従来のように限定された期間のみのシンポジウムという形では、恒常的な情報の提供をできないという点で不利であるということが問題点として浮かび上がってきた。

この問題を抜本的に解決し、かつ「月に関して(月探査を含めた)総合的な情報を提供する」という、より基本的なコンセプトに基づき、2000年11月より、本ウェブサイトは2つの大きな枠に基づいてコンテンツの再編を行った。

月探査情報ステーションは、この2年間に蓄積されてきたコンテンツに基づいた、月に関する総合的な情報サイト(ポータルサイト)と位置づけている。コンテンツは定常的な情報発信を行うために再編、強化され、月探査、月の科学のみならず、月に関する文化や人々の思いなど、これまでのインターネットシンポジウムにおいて得られた成果を最大限活用している。

インターネットシンポジウム ふたたび月へ mission 03(以下「インターネットシンポジウム」)は、これまでと同様、期間限定型のインタラクティブなインターネットイベントとして開催されている。ここでは、サイトを訪れた人々と主催者、及び訪れた人同士が、「月」を接点にして語り合い、議論し合い、情報を提供し合い、よって月探査や月の科学についての情報を得られる(提供できる)場とすることを目指している。

また、今年度の新しい試みとして、急激に普及しつつある携帯電話からのインターネットアクセスに対応したページの開設があげられる。既にNTTドコモの「i-モード」が契約件数2000万件を突破するなど、携帯電話からのインターネットアクセスはもはや、既存のPCベースのインターネットページをも上まわる勢いでの増強が行われている。本サイトではNASDAオフィシャルウェブサイト在先駆けて、8月からモバイル対応ページをオープンし、情報提供を行ってきた。

携帯電話というメディアの特性に配慮しつつ、カラーコンテンツ(月の絵など)などユーザニーズに合わせた取り組みを行ってきた結果、開設後半年を経て、携帯電話からのアクセスがユーザアクセスの1~2割を占めるまでに成長してきている。

1.3 本報告書の構成

本報告書は、この「月探査情報ステーション」及び「インターネットシンポジウム」に関する運営報告である。各章の内容は、以下の通りである。

第2章では、月探査情報ステーションの各コンテンツについて、その詳細を説明する。

第3章では、今年度の「インターネットシンポジウム」の各コンテンツの解説を行う。

第4章では、2000年夏より新たに加わった、携帯電話によるインターネットアクセスを対象にした新たなコンテンツについて詳述する。

第5章では、本ウェブサイトの運営により得られた成果についてまとめる。アンケートや俳句コンテストの結果や、アクセスログの分析などを行っている。

第6章では、これらの成果をまとめた上で、より広範なバックグラウンドなどにも触れ、本ウェブサイトの成果を位置づけることを試みた。

1.4 本書記述上の注意

本書内では商品名や登録商標名について言及されている場合があるが、その点についての注釈は特に設けていない。

2. 月探査情報ステーション

本章では、月探査情報ステーションの構成を紹介する。本節の構成は次の通りである。

- ・2.1 節では、月探査情報ステーションに関する全体コンセプトの説明を行う。
- ・2.2 節では、月探査情報ステーションの各コンテンツについての説明を行う。

2.1 全体コンセプト

2.1.1 概要

月探査情報ステーションは、月に関する総合情報サイトを目指して、これまでの「インターネットシンポジウム」のコンテンツを再編成する形で発足した。

基本的な内容は、日本で進められている月探査計画の紹介を軸に、日本人と月との関わり、あるいは人間と月との関わり、といった視点から月を見直し、月と我々との関係を再発見できるサイトとすることを目的としている。箇条書きにまとめると、

- ・月探査情報の発信
- ・月と我々との関わりの再発見
- ・月に関する情報の収集及び発信

という3つの柱から成り立っている。

これは、過去2回のインターネットシンポジウムにおいて打ち出されてきた方向性をもとに、それぞれのコンテンツを再分類した結果、まとめられてきたものである。

過去2回のインターネットシンポジウムの開催によって、我々は膨大なコンテンツを蓄積することになったが、一方でそれがかえってサイト全体の見通しを悪くしているという指摘があった。

また、本サイトでは、インタラクティブなコンテンツを多数用意している。ここでいうインタラクティブとは、たとえばアクセスするたびに毎回内容が変わったりするもの(「今日の月」「月クイズ」など)や、アクセスしてきた人と我々スタッフとの情報交換があるもの(Q&A、会議室など)があるが、後者のコンテンツについては、それを支えるスタッフの負担が大きく、なかなか定常のコンテンツとしにくいことがわかってきた。このため、こういったコンテンツは時期限定の「インターネットシンポジウム」という形でまとめ、定常的に発信できる情報を「月探査情報ステーション」としてまとめることにした。

2.1.2 本年度のコンテンツ構成

月探査情報ステーションについては、今年度は全体として、以下のような取り組み

を行った。

- ・デザインの変更

サイト全体にわたってデザインを変更し、統一した。全体としてデザインは第1回のインターネットシンポジウムのものにかなり近くなっている。このデザインは、比較的長期にわたってデザインを変える必要がないように考えられている。また、トップページのデザインも大幅に変更した。

デザインについては、2.1.3にて触れる。

- ・コンテンツ再編成

上述のように、月探査情報ステーションが掲げる3つの柱に対応し、これまで用意してきたコンテンツを3つの「部屋」に再編成した。さらに、月探査情報ステーションについての全般的なガイドとしての役割を果たす「広報室」を加え、コンテンツは全体で4つの「部屋」に再編成されている。

- ・月探査開発室

日本が進めている月探査計画、とりわけセレーネ計画についての情報を提供するスペースである。3コンテンツが用意されている。2.2.1にて詳述する。

- ・日本の月探査

日本の月探査の意義やその背景について説明する。

- ・That's SELENE

セレーネ計画の概要や背景、現在の取り組みなどについて解説する。

- ・今月の SELENE

セレーネ計画のトピックスを、ひと月に1回程度の割合で紹介する。

- ・みんなの制作室

月について考え、触れ、楽しむことを目指したコンテンツを集めた。以下の5つのコンテンツが用意されている。2.2.2にて詳述する。

- ・仮想月開発プロジェクト

筑波大学芸術学系で進められている、バーチャル月面開発計画の成果を公開している。

- ・月占い

月齢に基づく統計をもとにして、誕生日の月齢による性格判断、相性判断を行う。

- ・俳句コンテスト

これまでの俳句コンテストに寄せられた作品を掲載している。

- ・月探査教室

「月」について今までにわかっていること、昔の人々の考え方などを振り返る。また、月についてのクイズコーナーもある。

- ・アンケート

1998年、1999年のアンケートの結果を公開している。

情報資料室

月に関してのさまざまな情報を得たり、月の絵などを楽しむことができる部屋である。以下の 8 コンテンツが用意されている。2.2.3 にて詳述する。

- ・今日の月

今日の月齢と、同じ月齢の日に起きたイベントを表示する。

- ・シンポジウム

月探査や月の科学についての学会講演などがまとめられている。

- ・ギャラリー

月や月探査計画に関する絵や動画などを紹介する。

- ・月探査機展示

これまでに打ち上げられた月探査機についてのデータをまとめた。

- ・月の本

月に関する本を紹介する。

- ・リンク集

月についての情報を発信しているサイトへのリンク集。

- ・Q&A

これまでに皆様からお寄せ頂いたご質問とその回答、頻繁に寄せられる質問と回答(FAQ)からなる。

- ・トピックス

月についての海外の最新情報を週毎に掲載する。また、興味深いテーマについては、月 1 回程度のペースで特集を組んで紹介する。

広報室

月探査情報ステーション全般について説明する。以下の 4 コンテンツがある。

- ・最新情報

このサイトに関する最新情報を掲載する。

- ・総合案内

月探査情報ステーション全体について説明する。

- ・メールサービス

月探査情報ステーションメール配信サービスへのアドレス登録、削除、変更を行う。

- ・シンポジウム案内

「インターネットシンポジウム ふたたび月へ mission 03」について説明する。

「インターネットシンポジウム ふたたび月へ mission 02」から、今回のシンポジウムへのコンテンツの移動状況を表 2.1 に示す。

表 2.1 月探査情報ステーションと昨年度のインターネットシンポジウムとの対応

インターネットシンポジウム ふたたび月へ mission 02 コンテンツ	月探査情報ステーション コンテンツ	
最新情報	日本の月探査 (*4)	開発室 月探査
シンポジウム	That's SELENE (*4)	
月探査機カタログ	今月の SELENE	制作室 みんなの
月探査教室	仮想月開発プロジェクト	
アンケート (*1)	月占い (*4)	
コンテスト (*1)	俳句コンテスト	
Q&A (*1)	月探査教室(月クイズ)	
今日の月	アンケート	情報資料室
仮想月開発プロジェクト	今日の月	
会議室 (*2)	シンポジウム	
今月の SELENE	ギャラリー	
月研究に携わる人々 (*3)	月探査機展示	
ギャラリー	月の本	
リンク集	リンク集	
月の本	Q&A	
トピックス	トピックス(特集)	
メールサービス	最新情報	
総合案内	総合案内	
	メールサービス	
	シンポジウム案内 (*4)	

(*1)...募集など、一部コンテンツは「インターネットシンポジウム」へ移動

(*2)...全体が「インターネットシンポジウム」へ移動

(*3)...廃止

(*4)...新規コンテンツ

2.1.3 月探査情報ステーションのデザイン

月探査情報ステーション全体に関して、デザインの見直しを行った。デザインについては筑波大学芸術学系が担当した。

デザインの全体的なコンセプトとしては、

- ・わかりやすいこと
- ・操作環境に統一感があること
- ・月をイメージさせること

の3点があげられる。

以下、ページデザインについて解説する。

トップページ

トップページは、宇宙船のカプセルをモチーフにしている。各部屋を表したカプセルをクリックすることによって、さらにサブコンテンツが飛び出し、それをクリックすることによって各コンテンツへジャンプできるようになっている。

また、トップページには、最新情報のヘッドライン、バナーへのリンク案内、各主催団体のトップページへのリンクなどが用意されている。

図 2.1 月探査情報ステーションのトップページ



図 2.2 各部屋のカプセルをクリックした画面(ここでは、情報資料室をクリック)



各ページ

月をイメージさせるというコンセプトに基づき、今年は昨年度と異なり、黒を基調としたページデザインに戻し、ボタンやバナーなどの操作性を全てのページで統一した。また、各「部屋」にコンテンツが分かれたため、画面左上に新たなナビゲーション用の画像を用意した。各コンテンツを表わす文字をクリックすることによって、各コンテンツのトップページへジャンプすることができる。

図 2.3 代表的なコンテンツトップページ(Q&A)。左上にはナビゲーション画像があり、例えば「今日の月」をクリックすれば「今日の月」のトップページにジャンプできる。左下には必ず、月探査情報ステーショントップページへジャンプできるボタンが用意されている。



2.1.4 今年度の改訂内容のまとめ

今年度の月探査情報ステーションの改訂内容(デザイン変更以外)をまとめると、以下の通りとなる。

- ・新規コンテンツ

「日本の月探査」「That's SELENE」「月占い」を新たにスタートした。また、インターネットシンポジウムの分離に伴い、「インターネットシンポジウムご案内」を広報室内に設けた。

That's SELENE の内容の一部は、第 1 回のインターネットシンポジウムにおける「日本の月探査計画」を基にしている。

- ・一部コンテンツの廃止

アクセスが少なく、また更新が途絶えていたことから、「月研究に携わる人々」を12月31日をもって廃止した。

- ・一部コンテンツの内容分離

「コンテスト」「アンケート」「Q&A」については、募集受付などのインタラクティブ部分を、インターネットシンポジウムへ分離した。また、会議室はインターネットシンポジウムへ移設された。

- ・内容の再編

昨年度のシンポジウムの成果をコンテンツとして取り込んだ。「仮想月開発プロジェクト」「コンテスト」「アンケート」「Q&A」が該当する。

- ・最新の内容へのコンテンツ強化

「月の本」「リンク集」「トピックス」については、最新の内容を加えてコンテンツを強化した。また、「Q&A」「ギャラリー」については、セレーネ計画の進捗に合わせて一部内容を変更した。

2.2 各コンテンツの説明

2.2.1 月探査開発室

2.2.1.1 日本の月探査

月探査情報ステーションの「月探査開発室」のトップに位置する「日本の月探査」は、本ホームページ上で紹介する LUNAR-A や SELENE 等の月探査プロジェクトの意義や経緯を体系的に紹介するページである。かねてより、本ホームページでは個々のシステムの詳細等については豊富な情報を発信していたが、それらの情報のベースとなる

- ・ 月探査の意義
- ・ 日本の月探査計画の内容と経緯

等については十分な発信がなく、主催者内外からこの点に関してのコンテンツ作成・提供が求められていた。

本コンテンツの作成にあたっての基本方針を以下に示す。

- ・ LUNAR-A や SELENE 等の月探査プロジェクトの意義や経緯を体系的、時系列的に分かり易く紹介する。
- ・ 日本の月探査の意義について、人類にとっての月、アポロ計画等によるこれまでの成果等を絡めて紹介する。
- ・ 宇宙開発計画、宇宙開発政策大綱等における月探査の位置づけを紹介する。

上記に則って作成した「日本の月探査の意義」を次頁以降に紹介する。なお、WEB上ではサブタイトル毎に1頁ずつ表示する形式としている。

日本の月探査の意義

Back to the Moon

月を目指す技術者や研究者たちは口々に「あれから 年」という言葉を交わします。「あれ」とは、アポロ 11 号のアームストロング船長が月面に人類最初の一步を刻んだ瞬間（日本時間 1969 年 7 月 21 日 5 時 17 分 40 秒）を指すものです。その後、1960～70 年代にかけて、米ソにより多くの着陸機が月に送りこまれましたが、人類としては 1972 年 12 月のアポロ 17 号（米国）着陸機としては 1976 年 8 月のルナ 24 号（ソ連）を最後に我々は月への沈黙を続けている状況です。「あれから 年」という言葉には、人類が最初の一步を記した瞬間がいつまでも月を目指す人類にとっての原点であるという意識、偉大な一步への敬意、そしてその一步の重みを再確認する意識が重ねられています。

昨今、世界各国で「ふたたび月へ（Back to the Moon）」という機運が高まりつつあり、クレメンタイン（1994 年）ルナブロスペクター（1998 年）といった周回軌道船が送り込まれました。このウェブサイトのテーマでもある「ふたたび月へ“Back to the Moon”」は月を目指す世界中の人々にとっての共通語であり、多くの技術者や研究者達の目が月に向けられています。

人類にとっての月

それでは、月はこれからの人類にとってどのような意味を持つのでしょうか。なぜ、21 世紀を迎える今、「ふたたび月へ」なのでしょう。

冷戦当時は国家の威信を示すための絶好のモデルであった月ですが、21 世紀の人類にとって持つ意味は、概ね次の 3 つに集約されます。

- | |
|--|
| <p>(1) 人類の活動領域の拡大の新たな拠点
月自体が人類のフロンティアであるばかりでなく、月のさらに先(火星など)へ進出するための拠点として重要な意味を持っている。</p> <p>(2) 月の科学的探査による太陽系の理解と月面を利用した科学観測の実現
月の科学的探査により、地球や太陽系の起源の解明が可能になる。また、大気がなく、地球からの電波が届かない月の裏側は天文観測には理想的な場所である。</p> <p>(3) 資源とエネルギー利用
地球の資源を補い、人類発展の糧になり得る。</p> |
|--|

これらのことはあくまでもアポロに代表される過去の月探査プロジェクトにより得られた膨大なデータをもととしたビジョンであるといえます。アポロやルナで示した一步目の意味がほぼ明らかになった今だからこそ思い描ける二歩目といえるでしょう。

アポロやルナなどの大規模プロジェクトからの数十年の間に、宇宙輸送技術、探査技術は著しい進歩を遂げています。制御系、センサ系、通信系など、いずれをとってもアポロの時代とはまさに桁違いの能力や信頼性が得られています。また、アポロほど華やかではありませんが、いくつかの衛星が月に向けて打ち上げられていますし、月よりもはるかに遠い惑星への探査も着実に進行しています。このような背景により、より効率的に、より高度な月探査を展開する基盤が整ったことが「ふたたび月へ」という発想を加速させる大きな力となっています。

未知の星～月

アポロ計画では、人類が「月」に到達できることが確実に実証されました。それでは「月」についてはかつてどれほどのことが明らかにされているのでしょうか。月を知るための最大の成果は悲しいかな未だアポロにあります。アポロ計画で得られた月についての知識は、以下の点で不十分といわざるを得ません。そのため、月へのセカンドステップは、不足している情報を補い、より幅広い情報を得る、すなわち再び月をじっくりと見つめ直すところから始まります。

1. アポロでは赤道付近及び着陸点の限られた場所のデータしか得られておらず、月の全域にわたる鉱物組成、元素組成などの直接測定したデータがない。
2. 着陸機を安心して送れるほど信頼性の高い全域地形図は得られていない。
3. 月の表面を覆う砂（レゴリスと呼ばれる）の粒度(粗さ)分布、その厚さ、月の内部構造に係わる十分なデータがない。
4. 太陽活動期の宇宙環境モニタリング（放射線・微粒子）のデータがない。

このようなことと関連して、月の成因（親子説、捕獲説、兄弟説、巨大衝突説などがある）、金属のコアがあるかどうか(あればその大きさ)、月に資源として採掘できるくらい、元素や鉱物が集まっているかどうかなど、科学的にも未だ解明されない点も多いのが現状であり、月は「未知の衛星」を脱却していないのが実状です。

日本の月探査

日本の月探査構想が産声を上げた正確な時期は定かではありませんが、21世紀初頭に打ち上げ予定のLUNAR-AやSELENE計画の基礎となる本格的構想がスタートしたのは1980年代初頭～半ばのことです。

1970年代から、日本の科学者や技術者達は月探査や月の利用について、様々な可能性を追求してきました。アポロ計画により得られた種々のデータが続々と公表されるのに相まって、いろいろな研究機関や大学などで活発に研究が行われるようになりました。やがて学会をはじめとする公の場でも、活発に議論が交わされるようになりました。実際、この頃に発表された月や月探査に係わる論文やレポート、図書の数に極めて多く、現在の月探査計画の礎が築かれました。

このことに後押しされるかのように、1990年には宇宙科学研究所が将来の月・惑星探査計画に必要な衛星軌道制御等の技術を確認することを目的として「ひてん」と名付けられた第13号科学衛星(MUSES-A)を1990年1月に打ち上げ、探査を成功裏に終えています。

その後、1994年7月に宇宙開発委員会によってまとめられた「長期ビジョン」には、「月」が我が国の宇宙開発の中心テーマの一つであることが示されました。この長期ビジョンの発表は、「月」の幅広い可能性をオールジャパンの体制で追求していくことを明確にしたものであり、宇宙開発事業団と宇宙科学研究所の共同ミッションとしてのSELENE計画実現への大きな原動力となりました。その後、月周回衛星(SELENE)計画は「宇宙開発計画」における「研究」段階から「開発研究」段階、更に「開発」段階へと着実なステップアップを遂げていくこととなります。

そして「ふたたび月へ」

平成12年5月31日に宇宙開発委員会より発表された「宇宙開発計画」においては、宇宙科学の分野ではLUNAR-Aについて、月探査の分野ではSELENEについて、それぞれ「開発」項目として「引き続き開発を進める」ことが明記されています。また、月探査の分野では、「研究」項目に、各種宇宙活動実施の可能性の調査を目

的とした月無人探査システムの研究が掲げられています。

2. 宇宙科学の分野

(2) 開発

第17号科学衛星 LUNAR - A

第17号科学衛星 LUNAR - A は、月内部の地殻構造及び熱的構造を解明することを目的とした衛星で、M - V ロケットにより、平成14年度に月周回軌道に打ち上げることを目標に引き続き開発を進める。

3. 月探査の分野

(1) 開発

月周回衛星 (SELENE)

月周回衛星 (SELENE) は、将来の宇宙活動に不可欠な月の利用可能性調査のためのデータを取得するとともに、この活動を行う上で基盤となる技術を開発すること及び月の起源と進化を探る月の科学の発展を図ることを目的とし、月の表層構造・組成の全球的調査、月重力場等の計測及び月面着陸技術実証を行う周回衛星から構成されるものであり、H - A ロケットにより平成16年度に打ち上げることを目標に引き続き開発を進める。

(2) 研究

月面での各種宇宙開発活動実施の可能性の調査を目的とした月無人探査システムの研究を行う。

平成12年5月31日「宇宙開発計画」より抜粋

また、宇宙開発政策大綱(1996年1月改訂)においては、第2章「宇宙開発活動の展開」において、宇宙開発の重点活動の一項目として「宇宙科学及び月探査の推進」が掲げられています。その中で月探査については「人類にとって身近な天体である月については、科学的知見の蓄積とともに、利用の可能性を検討するため、その探査を進める。」と示されています。また、各重点分野の展開を記述した項目においては、「人類にとって身近な天体である月を拠点とする宇宙活動は、地球外天体に人間が宇宙活動を広げていく場合の第一歩である。月に関する科学的知見を蓄積し、月全体の地形、地質・鉱物組成やその分布等の詳細な探査を進めることは重要な意義を有するものである。」とした上で、無人探査、月面からの科学観測及び探査について以下の具体的な記述がなされています。また、ここでは無人探査以外にも月面からの科学観測及び探査として「月面天文台」構想が示されており、上述の二機関に国立天文台を加えた協力体制についても言及されています。

第2章 宇宙開発活動の展開

第2節 各分野における宇宙開発活動の展開

3. 月探査

人類にとって身近な天体である月を拠点とする宇宙活動は、地球外天体に人間が宇宙活動を広げていく場合の第一歩である。月に関する科学的知見を蓄積し、月全体の地形、地質・鉱物組成やその分布等の詳細な探査を進めることは重要な意義を有するものである。

1. 無人探査

宇宙開発事業団と宇宙科学研究所等が連携・協力し、月探査及び月の利用可能性調査を目的として、関連技術の進展状況や国際的な動向を勘案しつつ、段階的に月周回観測や月面着陸探査をはじめとした体系的な無人月探査計画を進める。

2. 月面からの科学観測及び探査

各国の月探査の成果を踏まえつつ、国際協力による月面天文台等の月面からの科学観測及び月面の長期的探査への発展に備えて、国立天文台、宇宙科学研究所、宇宙開発事業団等が連携・協力し、関連観測技術や月面インフラストラクチャー技術等の研究や開発を着実に進め、技術の蓄積と高度化を図る。

1996年1月24日改訂「宇宙開発政策大綱」より抜粋

以上、日本の月探査の意義や位置づけについてご紹介しましたが、「日本の月探査」の状況は日本としての初めの一步を踏み出そうと片足を地面から上げた段階にあるといえます。片足を踏み出すために軸足をどのように固め、片足を踏み出す方向をどのように考えていったのか、おわかりいただけたのではないかと思います。ご紹介した通り、この一步は月が秘めている将来の様々な可能性に期待をこめて踏み出されるものです。近い将来にはこの一步を礎として、二歩目、三歩目と足を踏み進めていく日が訪れることでしょう。

2.2.1.2 That's SELENE

本コンテンツは、日本の大型月探査計画、セレーネ計画について紹介するコーナーである。昨年度のインターネットシンポジウムではいったん途絶えてしまったが、新たに内容を強化して、定常コンテンツとして復活させている。

このコーナーでは、セレーネというプロジェクトについて、その進捗状況だけを一通り解説するのではなく、プロジェクトの背景にある科学的な話題や、セレーネ自体の歴史、さらには公開が可能な限りの技術情報など、プロジェクト全体の情報をできる限り提供できる場としてコンテンツが構築されている。

本コンテンツは、以下の6つのサブコンテンツに分かれている。

(1) セレーネの概要

文字どおり、セレーネについての全般的な解説である。セレーネ計画の目的、構成、搭載される観測機器、ミッション計画、実施体制について触れている。なお、本コンテンツの内容については、最新のセレーネ探査機のコンフィギュレーションをもとに随時修正を行っている。

(2) セレーネの旅 (工事中)

セレーネが地球から月へ向かう各イベント毎に、どのようなことが起るのかを順を追って解説する。

(3) セレーネの科学 (工事中)

セレーネが月の科学にどのようにして貢献するか、また、現在月についてどのようなことがわかっていないかをトピックスとして取り上げる。

(4) セレーネの人々 (工事中)

セレーネ計画に関っている人たちに、セレーネに対する思いや、月への思いなどを語ってもらうコーナーである。

(5) ここがすごい! セレーネ最新技術 (工事中)

セレーネで使われている最新のテクノロジーや、意外な技術などについて紹介する。

(6) 資料室 (工事中)

セレーネについての資料集となる。

また、本年(2001年)2月より開始された FTB (Flying Test Bed)の実験に関連し、この

実験を紹介するページを新たに、7つ目のコンテンツとして追加した。

(7) FTB 実験のページ

FTB の実験について紹介するページである。全体で2つのコンテンツに分かれる。

・ FTB 実験の紹介

FTB 実験を解説したページである。実験の目的、内容、試験を実施した北海道大樹町の紹介、FTB のデザインについての紹介からなる。

また、このページでは実験スケジュールを公開している。このスケジュールは実験の進捗や気象状況などにより随時変化するため、担当者の更新が間に合わないケースが出てくる。また、第4章でも触れるが、携帯電話からも実験スケジュールにアクセスしたいという需要があるため、全ての改訂を行うのは労力がかなりかかってしまう。

このため、今回のスケジュール改訂では、大樹町の現地の実験部隊からメールで送られてきたスケジュールを、サーバ内のプログラムを通して自動的にウェブページに変換して公開するという方式を採用した。

・ FTB ギャラリー

今回の実験の様子を、写真、及び動画で公開するギャラリーである。

写真については現地の実験隊からメールで送られてきたものを編集して随時アップロードしている。また、動画についても、現地からメールで送られたものを公開している。

さらに、今回はサーバ上に RealServer をインストールし、ストリーミング形式での動画配信を試みた。残念ながら動画フォーマットの都合により、現在公開できているのは実験1回分の動画だけであるが、今後は過去の実験映像などについてもストリーミング形式でのデータ公開を積極的に実施していくことを考えている。

この2つのコンテンツにより、実験の様様を準リアルタイムで公開することができた。

2.2.1.3 今月の SELENE

本コンテンツは、2004年に打上げが予定されている日本初の大型月探査衛星 SELENE (セレーネ) に関する、プロジェクト最新情報を紹介するものである。

現在 SELENE は開発段階にあり、2004年の打上げに向けての試作や試験等が行われている。

以下に公開した内容を記す。

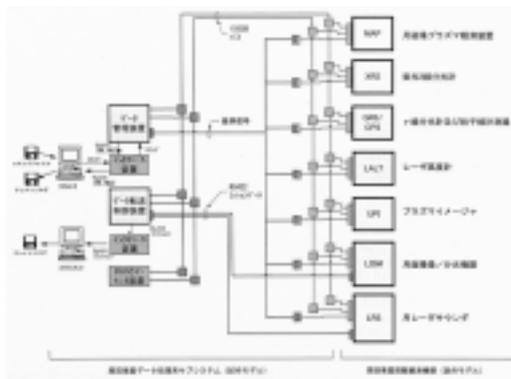
今月の SELENE 11月号

開発試験（データ処理系サブシステムと観測機器とのインタフェース確認試験）
が行われました！

平成 12 年 7 月から 8 月にかけて、SELENE の開発試験が日本電気（株）横浜事業場で行われました。

この開発試験は、周回衛星のデータ処理系サブシステムと周回衛星に搭載される各観測機器との間の、データ処理 機能を確認するためのもので、試作モデルを用いてインタフェース確認を行いました。

試験の結果はおおむね良好で、基本的な機能及び性能の確認やフライトモデルの開発に向けての課題を抽出することができました。今後はこの試験結果を踏まえてフライトモデルの開発に取りかかります。



< 開発試験の系統図 >



< 試験の様子 >

今月の SELENE 12 月号

試作コンポーネントの電磁適合性試験（EMC 試験）が行われました！

平成 12 年 11 月下旬から 12 月上旬にかけて、SELENE の衛星バス機器及び搭載観測機器の試作コンポーネントの EMC 試験が文部省宇宙科学研究所（相模原キャンパス）の磁気シールドルームで行われました。

この試験は、衛星に搭載される各コンポーネントが発信する電磁波が他の機器に影響を与えないレベルであることや、逆に他の機器から発信される電磁波によって誤動作しないこと等を確認するためのものです。今回は比較的強い電磁波を出すと予想されるコンポーネントを対象に試験を行いました。

試験の結果、フライトモデルの開発に向けての課題を抽出することができました。今後はこの試験結果を踏まえてフライトモデルの開発に取りかかります。



< 磁気シールドルーム外観 >

地球磁場や外部計測機器の電磁波を遮蔽する球状の 3 重殻磁気シールドルーム。



< 磁気シールドルーム内部 >

画面右が計測対象のモニタカメラ試作品。画面左と中央が計測用アンテナとセンサ。



< データ計測の様子 1 >

電界放射雑音限界（RE02）計測の様子。



< データ計測の様子 2 >

DC 磁気計測の様子。

今月の SELENE 1 月号

セレーネミッションマーク

今月はセレーネプロジェクトのミッションマークをみなさんに紹介します。

このミッションマークは平成 11 年末に募集され、プロジェクト関係者やデザインの専門家による選定により平成 12 年初めに決定されました。地球から月への旅をイメージしたデザインになっています。現在は主にプロジェクト関係の資料や論文等に利用されていますが、将来はセレーネのグッズ等にも利用される予定です。



<ミッションマーク 1>



SELenological and ENgineering Explorer

<ミッションマーク 2>

SELENEproject
SELenological and ENgineering Explorer

<ミッションマーク 3>

2.2.2 みんなの制作室

このカテゴリーは、現在までに行われたインタラクティブ性のある企画のコンテンツによるものである。ここには平成 10 年度～11 年度のコンテンツを掲載しており、今年度のコンテンツは、シンポジウム企画の終了する 3 月以降に取り入れられる予定である。

2.2.2.1 仮想月開発プロジェクト

仮想月開発プロジェクトとは、将来人類が月に住むようになった場合を仮想して、そこに必要となる設備やシステムなどを提案するプロジェクトである。このプロジェクトを推進するのは筑波大学の芸術学系の教官らと宇宙開発事業団の月利用推進研究室のメンバーである。

このプロジェクトは筑波大学芸術専門学群の 3 年次生を対象としたデザイン演習課題を授業と同時進行で Web 上にて公開するもので、学生の若い感性をベースにしたデザイン提案をまとめて行くものである。学生が提案活動を行う中で、月や宇宙などに関してデザイン制作上不明な点があれば宇宙開発事業団のメンバーがそれをサポートする形態をとっている。

また、Web を閲覧する一般の訪問者もこのデザイン提案について意見や質問ができる仕組みを作っているため、これらの意見などによってデザイン提案が変化する点も一つの特徴である。

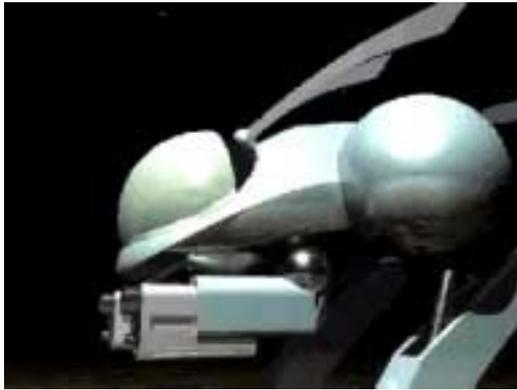
本報告書においては、平成 10 年度及び 11 年度において提案が行われたものについて、以下数点紹介を行う。当該期間の全作品については Web を参照されたい。

<平成 10 年度作品より> 月面アミューズメントビークル

L.A.V. (ラヴ) は、月面の大地を走破し、それを楽しむ機器である。

2 脚歩行方式によるスリリングな動きと高い走破性をもつ一方、メイン 1 基、サブ 2 基のランサーによる姿勢制御で安定性も抜群。

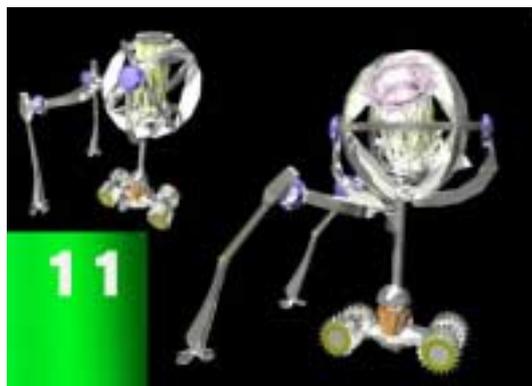
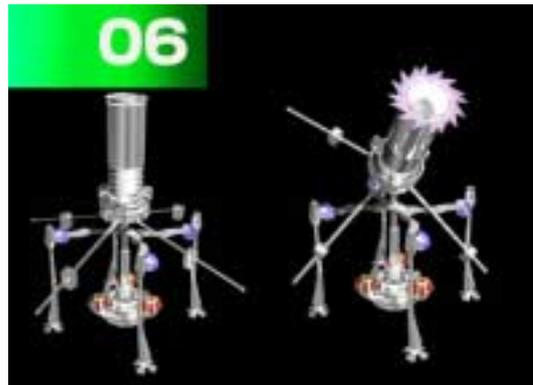
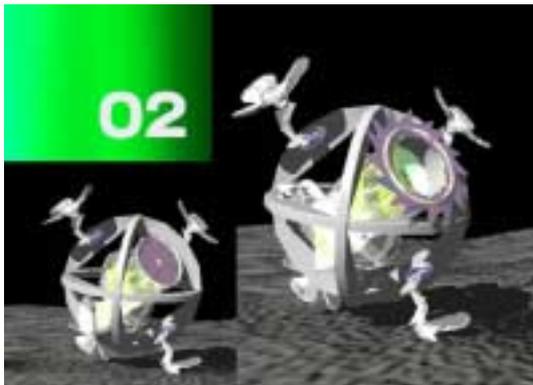
ユーザーの好みで、ジャンプ用 (スラスター) / バトル用 (マニピレータ) / シューティング用 (ペイント弾エアガン) の 3 つのオプションを選択でき、月の地形を生かしたアミューズメントを提供することができる。

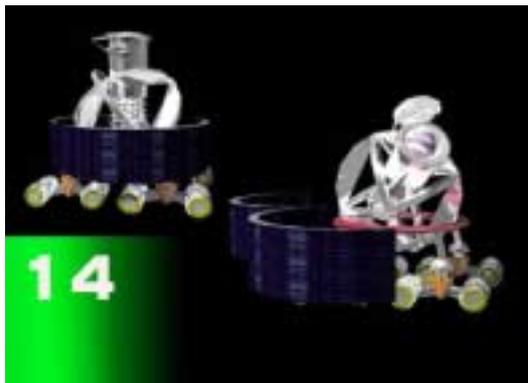


<平成 11 年度作品より> 宇宙観測所

自立化により自由に月面を移動できる宇宙観測所。望遠鏡によりとらえられた宇宙空間の映像は中にあるドーム型のスクリーンに映し出される。

以下は移動や観測の方法について様々なアイデアを提案している様子。





2.2.2.2 月占い

第1回～第2回のインターネットシンポジウムにおいては、予想を超えるアクセス数が獲得されたものの、リピーターの比率が極めて高く、当初の目標であった月探査の広報活動、すなわち、「より多くの人に月探査について興味を持ってもらう」という目標が十分に達成できない状況にあった。

「月占い」はこの状況を改善するために、主催者内で新たに発案されたコンテンツであり、「月齢」をベースとした占いを提供することにより、より広い層のビジターを獲得することを最大の目的としている。一般的に「占い」をコンテンツとしたWEBサイトはインターネット世代といわれる若年層からの支持が大きく、アクセス数が上位にランクされるWEBサイトの多くは何らかの形で「占い」をサポートしている。本コンテンツはその点に着眼したものであり、「占いをきっかけに月に興味をもってもらう」という「玄関口」としての機能を大いに期待するものである。

生まれ月や星座等の天体に着目した「占い」は世の中に多く存在する。本サイトの月占いの結果は当然それらと比較されることが予想されるが、月占いの作成にあたっては、既存の特定の占いに加担することがないよう配慮し、あくまでもオリジナルなものとするを前提とした。

月占いのコンテンツは以下により構成するものとし、利用者の年齢層なども考慮し、モバイル版でも利用可能とすることを基本方針とした。

1) 月齢性格判断

誕生日を入力すると、誕生日の月齢が算出され、それに応じた性格判断、同じ月齢の誕生日の著名人、当面のラッキーデーなどが表示されるもの。

2) 月齢相性判断

2名分の誕生日を入力すると、それぞれの誕生日の月齢及び双方の月齢の組み合わせに応じた相性度が表示されるもの。

上記をオリジナルなコンテンツとして実現するために、本コンテンツ作成にあたっ

ては主催者内でのアンケートを実施した。

アンケート票の内容を次頁に示す。本アンケート調査は紙面の WEB（関係者のみに公開）の双方で実施し、双方の結果をまとめた上でその傾向を読みとり、上述のコンテンツを作成していった。

当初は誕生日の月齢と血液型を組み合わせた性格判断や相性判断を目指していたため、本調査票には血液型の記入欄も設けてある。しかしながら、最終的には相性判断については十分なデータ数が確保できないため、今回の月占い作成にあたっては血液型は考慮に入れていない。

月齢占い作成のための調査票

以下の太枠の中を埋めて下さい。

月齢占い (<http://moon.nasda.go.jp>にて公開予定) 作成の材料とさせていただきますと思います。

1. あなたの生年月日をお答え下さい。

月齢

記入例

生年月日			1972.10.10
------	--	--	------------

2. あなたの血液型をご記入下さい。

血液型		/	O
-----	--	---	---

3. あなたの性格を一言で表現して下さい。(3つ)

性格	性格1		/	奔放
	性格2		/	マイペース
	性格3		/	寂しがりや

4. 生まれてからこれまでにいいことがあった日を3日挙げて下さい。

いいことがあった日	lucky day (1)			1997.5.20
	lucky day (2)			1985.2.20
	lucky day (3)			1990.12.31

5. 自分と最も相性のいいと思われる人の生年月日をお答え下さい。

相性のいい人の生年月日			1973.2.17
-------------	--	--	-----------

↑
記入の必要はありません。

ご協力ありがとうございました。

担当者 _____ までご提出願います。

月探査のポータルサイト (<http://moon.nasda.go.jp>) は現在も公開中です。是非お楽しみ下さい。

月占いの作成にあたっては、

- 1) 占い結果として表示するコンテンツ
 - 2) 入力された誕生日の月齢を算出するプログラム
- の双方が必要となる。

以下にそれぞれについて概説する。

(1) 占い結果

性格判断 (あなたの性格)

性格判断はアンケート調査結果の「性格を一言で」の部分で誕生日の月齢毎にまとめ、その傾向を読みとることにより記述した。記述の際、占いを讀んだ結果不愉快になってしまうような表現は避け、「長所」を引き立てるものとするのを心がけた。また、で表示する各月齢生まれの著名人の印象とかけ離れた内容とならないよう、該当する著名人の印象も考慮に加えた記述を行った。

著名人 (月齢 生まれの著名人)

人名辞典や著名人の生年月日を示すホームページ等から各月齢の生まれの著名人を4~5名ずつピックアップし、コンテンツとした。著名人の中には、宇宙飛行士や有名な天文学者等、宇宙に関連する人物を多く含めるよう配慮した。

ラッキーデー

ラッキーデーの作成にあたってはアンケート調査結果の「これまでにいいことがあった日」の月齢を誕生日の月齢毎にまとめ、その傾向を読みとることにより各月齢について2つの月齢を定めた。分かり易さを配慮し、最終的にはその月齢に相当する将来の日付を求めたもののうち、最近の3日を「ラッキーデー」として公開している。

相性判断

相性判断の作成にあたってはアンケート調査結果の「自分と最も相性がいいと思われる人の生年月日」の部分をもとに、相性がいい誕生日月齢の組み合わせをマトリクス上に表現し、その傾向に基づき各誕生日月齢の組み合わせ(30(0~29の30通り)×30/2)の450通りに対し、10~100%(10%毎の10通り)の相性度を付与した。その際、月齢毎に不平等が生じないように、各月齢毎の相性度の平均値が等しくなるよう配慮した。なお、各月齢毎の相性度の平均は、占いの結果にある程度の幅をもたせることと、なるべく不愉快な印象を与えないこととのバランスを考え、50%よりやや高い61%と設定した。また、各相性度の%に対してはその解釈についての説明を作成した。各相性度の補足説明を表 に示す。

表 相性占いにおける相性度毎の表示メッセージ

相性度 (%)	コメント
100	お二人の相性度は抜群です。あまりに気が合いすぎて、時にはお互いに対して反感を抱くこともあります。本音の部分では最も分かり合える相手だと言えるでしょう。
90	相性は非常によく、言葉がなくても心が通じる関係になれます。それだけに甘えが出てしまいがちなので、もたれ合いにならないよう気をつけましょう。共通の目標がある場合には、最高のパートナーになれる組み合わせです。
80	お互いに心を許せる、かなり相性のいい組み合わせです。遠慮のない言葉を投げつけあって、傍目には喧嘩をしているように見えても、本人同士は楽しんでいる。そんな、理想的な関係が築けそうです。
70	相性度 70 の相手は、シンパシーを抱ける部分が多く、気楽につきあえる仲間です。それぞれの個性を尊重すれば、良好な関係を長く保てるでしょう。
60	相性はまずまず。些細な感情の行き違いはありますが、無理に自分の考えを押しつけようとしなければ、息の合ったパートナーになれるはずです。
50	相性度 50 の相手とは、つかず離れずの距離を保つのが良さそうです。恋人や配偶者との相性度が 50 の場合は、ベッタリ仲がいいというのではなく、友達同士のようなカップルになることでしょう。
40	相性度 40 の人とは、最初から何となく気が合わないと覚えることがあるかもしれません。でも、それで敬遠してしまうのはどうでしょうか。自分とは違った部分を持っているだけに、学べることも多い相手です。
30	たとえ月齢が同じでも、その日その時ごとに月の表情はめまぐるしく変わるように、人間の考え方も違っていき当たり前。そのことを心がければ、相性度が低い相手とも衝突することなく、楽しく付き合っていけるはずです。
20	相性度が低い相手には、以心伝心を期待してはいけません。自分の考えをはっきり伝えて、相手の意見もきちんと聞くことが、気持ちのいいつきあいをするコツです。
10	これといった理由はないのに、何故かよそよそしくなってしまうのは、共通点がないからか、それともあまりに似すぎているためか。理解し合うには、ある程度努力が必要かもしれません。

(2) 月齢算出プログラム

月占いでは、誕生日からその月齢を逆算するためのプログラムが必要となる。これまで、「インターネットシンポジウム」「月探査情報ステーション」では、「今日の月」コーナーで毎日の月齢を算出していたが、これは実際には「理科年表」に記述されていた月齢をそのままデータファイルに蓄積して表示させていたもので、実際に計算させているわけではない。そのため、今回は月齢計算のアルゴリズムに基づいて、入力された誕生日から月齢を算出するプログラムを作成した。

この月齢計算のプログラムは、以下の書籍に記載されていた月齢計算のアルゴリズムをもとに、Perl スクリプトとしての実装を行ったものである。

Peter Duffett-Smith , "Practical Astronomy With Your Calculator, Third Edition",

本プログラムでは、1990.0 Epoch における月と太陽の位置を基準としている。これをもとに軌道計算を行って、月と地球の位置の差を求めて月齢とする。

経過日数は、1990 年以前であれば、マイナスとなるため、よほど古い場合でない限りは、1990 年以前の月齢も計算できる。誕生日は 1900 年以前の日付となることはほとんどあり得ないため、精度としてはこれで十分であると考えている。

但し、このプログラムでは、全ての時間を JST(日本標準時)と考えて計算しているので、世界の別の場所の月齢を計算することは(今のところ)できない。

現在のところ、本プログラムの精度は極めて高いというわけではなく、最大で 0.8 日程度の誤差が生じることが確認されている。現在のところ、実用上はこの程度の精度で十分であろうと考えているが、今後、より高精度な計算を行う必要が生じることも考えられる。

以下に月占いのトップページの内容ならびに、性格判断、相性判断の例を示す。

画面遷移を増加させないよう、トップページにおいて本人の生年月日と相手の生年月日を入力した場合は相性判断を、本人の生年月日のみを入力した場合は性格判断を表示することとしている。また、トップページにおける生年月日の入力「西暦」年としており、和暦はサポートしていないため、「和暦・西暦一覧」の一覧表示を設けた。(トップページにリンク。)

各月齢毎の性格判断、月齢相互の相性度やそれに付随するコンテンツの内容については月占い(<http://moon.nasda.go.jp/ja/fortune/>)を楽しみながら参照していただきたい。

【トップページ】

占いは生年月日の月齢(新月の時を 0 として数える月の満ち欠けを表す日数)に基づき個人の性格や二人の相性を占うものです。

この月占いは主催者が関係者内で実施したアンケートから各項目の傾向を読みとることにより作成したもので、科学的根拠に基づくものではありません。

また、誕生日の月齢計算プログラムは完全なものではなく、最大で0.8程度の誤差があります。
そのため入力した誕生日の月齢（四捨五入された結果）が必ずしも正しく表示されない場合があることをご了承下さい。

<使い方>

あなたの生年月日だけを入力すると性格占い、

あなたの生年月日と相手の生年月日を入力すると相性占いになります。

ラッキーデーは、今日以降で2001年12月31日までの3日以内を表示します。

相性占いの結果は各月齢毎に平均61%に設定されています。

あなたの生年月日 西暦年 月 日

相手の生年月日 西暦年 月 日

【性格判断（例）】

あなたの誕生日(西暦 yyyy 年 mm 月 dd 日)の月齢は、15 です。

あなたの生まれた日の月（写真表示：今日の月のコンテンツ）

あなたの性格

満月の日に生まれたあなたは誰からも愛され、頼りにされる存在です。基本的に明るい性格の持ち主で、知らず知らずのうちに周りの雰囲気をも温かくしています。何をしても注目度は抜群で、目立ちたくないときに目立ってしまうことも多々あります。明るく振る舞うことを周囲から期待されているため、それに応えようと無意識に努力してしまう悲しい性の持ち主でもあり、一人になったときにふっと疲れを感じることも。他人からは悩みのない人などと思われがちですが、実はかなり繊細で傷つくことが多いのも事実です。満月のような存在であり続けることは本人の望むところでもあるのですが、あまりそれに拘り過ぎないことが大切です。

月齢15生まれの著名人

W・ラッセル,1799年6月18日生,海王星の衛星トリトンの発見者

孫正義,1957年8月11日生,ソフトバンク代表取締役社長

ブラッド・ピット,1964年12月18日生

優香,1980年6月27日生

ラッキーデー(今日以降の3日以内を表示)

2001年03月25日

2001年04月09日

2001年04月24日

【相性判断（例）】

あなたの誕生日(西暦 yyyy 年 mm 月 dd 日)の月齢は、15 です。

あなたの生まれた日の月（写真表示：今日の月のコンテンツ）

相手の誕生日(西暦 yyyy 年 mm 月 dd 日)の月齢は、20 です。

相手の生まれた日の月（写真表示：今日の月のコンテンツ）

二人の相性度は、100 % です。

お二人の相性度は抜群です。あまりに気が合いすぎて、時にはお互いに対して反感を抱くこともありますが、本音の部分では最も分かり合える相手だと言えるでしょう。

2.2.2.3 俳句コンテスト

「俳句コンテスト」はインターネットシンポジウム発足当時からあるコンテンツである。どうしても理科系、技術系に偏りがちなコンテンツの中で、文化系の方々も楽しめるようなコンテンツも作っておきたいという事が趣旨であった。今までは、「月に関するコンテスト」というコンテンツ内にあったが、今年からは「みんなの制作室」内のコンテンツとなった。

内容としては、今までの「俳句コンテスト」の結果、「月に関する季語」、「月に関する名句」を掲載した。下記に簡単に各内容について説明する。

俳句コンテストの結果

ここでは1998年度俳句コンテストの結果、1999年度俳句コンテストの結果について掲載した。各年度共に、最優秀賞、優秀賞、佳作を選考している。また各年度共に応募作品全てを掲載している。

月に関する季語

春夏秋冬毎に月に関する季語を参照できる画面を用意した。ちなみに「春」の月に関する季語は以下の通りである。

[春]

春の月 (類) 春月 (春月)

朧月 (おぼろつき) 月光がぼんやりと滲んだ春の月

(類) 月朧 (つきおぼろ)、朧月夜 (おぼろつきよ)

過去の月の名句

芭蕉、蕪村といった歌人や文人らによる過去の名句 33 句を紹介した。以下に例を示す。

名月や池をめぐりて夜もすがら 桃青

蛸壺やはかなき夢を夏の月 芭蕉

ひとつ家に遊女も寝たり萩と月 ばせを

三井寺の文をたたかばやけふの月 翁

(一人芭蕉といえども時期、立場で 宗坊 桃青 ばせを 芭蕉 翁 等 名乗っています)

鎖 (錠) あけて月さし入れよ浮み堂 蕪村

名月や門へさしくる汐がしら 蕪村
菜の花や月は東に日は西に 蕪村

また最後に「2000年俳句コンテスト」へのリンクボタンを設け、インターネットシンポジウム mission 03」内の「俳句コンテストコーナー」へ直接いけるようにした。

2.2.2.4 月探査教室

月探査教室は主として月に対する科学的な興味についてとりあげた。

今年度は過去のインターネットシンポジウムで作成した月探査教室のコンテンツをもとに、今年度のイメージに合わせて修正し再構築した。

月探査教室のコンテンツとして以下の4つの構成になっている。

神秘なる未知の世界、月

月の科学から見た月探査の意義について簡単に説明した。また、SELENEの探査では月の起源について解明することが期待されていることを示した。

月の科学月のデータ / 月の起源 / 月に残された謎

「月の科学」の第一歩として、すでに分かっている「月」に関するデータをまとめた。

- ・月の位置

月の地球からの距離を示した。また、スケールを身近なレベルに変えて太陽 / 地球 / 月の距離関係を説明した。

- ・月の大きさ

月の大きさの値と地球との相対サイズを示した。また、他惑星の衛星の例として土星とタイタンの比と比較することにより、月が地球に対して衛星としては大きいことを説明した。

- ・月の特徴

月が常に同じ側を地球に向けていること、月の海、表裏の地形の違いについて説明した。

- ・月の環境

月の昼夜の周期、月面の温度、月震について説明した。

- ・その他

月について、アポロ計画とクレメンタイン、ルナプロスペクターの概説を行った。

月の雑学

ここでは、科学的 / 非科学的の区別をせずに、古今東西の「月にまつわる雑学」や「月関連のよもやま話」、FAQ（よくある質問とその答え）からこぼれてしまった話」などを広く集める目的で設定した。

第1回目は月の神様（日本偏）として、日本の神話における月の神として「月読命（つくよみのみこと）」についての説明をした。

月クイズ

月探査教室内にある「月のクイズ」は、昨年度は初級・上級に分かれて10問ずつ出題していたが、今年度は趣向をかえて、10問をSELENE飛行計画のイベントにそって1問ずつ出題し、正解すると次の問題に進む形式にした。問題は50題を用意し、ランダムに出題している。また、SELENE計画の変更に伴い、昨年度まで出題していた着陸機に関する問題は削除または修正した。

問題の解説では、月探査情報ステーション内にある関連するページへのリンクを設けて、詳しい情報を提供すると同時に他のコーナーも紹介するようにした。

2.2.2.5 アンケート

月探査情報ステーションにおけるアンケートセクションにおいては、第1回並びに第2回のインターネットシンポジウムで実施したアンケート結果について、個人情報等を削除したものをコンテンツとした。これまでのアンケートでは、日本の月探査計画についての所感や要望などが数多く寄せられており、これらを取りまとめたものはアンケートに回答するという形で本WEBサイトに参加した方々の声であると認識し、「みんなの制作室」の一コンテンツとして位置づけた。

第1回、第2回のアンケート結果紹介ページのメニュー画面のコンテンツを以下に示す。

なお、3.2.2で紹介するインターネットシンポジウム「ふたたび月へ」第3回では、これまでに引き続きアンケートを実施しており、月探査情報ステーションのアンケートのトップページにはシンポジウム内の本年度のアンケートへのリンクも設けた。

< 第1回アンケート結果の紹介ページ >

1998年11月から1月にかけて、皆様にご協力いただいたアンケートの集計結果をここに公表いたします。

アンケートは

アンケート1 「宇宙活動について」

アンケート2 「月旅行について」

アンケート3 「近未来の月探査・月旅行について」

の3種類があり、各アンケートを週がわりで1998年11月16日（月）より1999年1月17日（日）までそれぞれ

3週間(21日間)ずつ公開しました。

なお、重複を除いた皆様の応募数は、次の通りです。

アンケート1 56人

アンケート2 129人

アンケート3 52人

以下、皆様にアンケートの結果を公開いたします。

共通設問 全アンケートに応募された方のプロフィール
およびアンケート1～3に共通する設問への回答

アンケート1 「宇宙活動について」

アンケート2 「月旅行について」

アンケート3 「近未来の月探査・月旅行について」

アンケートに応募された方の住所などの個人情報については、公開しておりません。

最後になりましたが、ご協力いただきました皆様に、あつく御礼申し上げます。

< 第2回アンケート結果の紹介ページ >

重複を除いた皆様の応募数は93人です。

アンケート集計結果

共通設問(回答者のプロフィール)

Q1 あなたはこのホームページを何で知りましたか?(複数回答可)

Q2 あなたは将来月に行ってみたいですか?(一つ選択)

Q3 Q2で「行ってみたい」の選択肢(「月に降り立ってみたい」もしくは「月を近くから眺めてみたい」)をお選びになった方は、月旅行の費用がどれくらいなら行きますか?(答えは一つ)

Q4 Q2で「行きたくない」とお答えになった方はその理由をお聞かせください(複数回答可)

Q5 あなたが月に行ったとしたら、月で何をしたいですか?(複数回答可)

Q6 あなたにとって「月」とはどのような存在ですか

Q7 あなたの月にまつわる思い出やエピソードをご紹介ください

Q8 LUNAR-A計画について一言お願いいたします

Q9 SELENE計画について一言お願いいたします

Q10 インターネットシンポジウム「ふたたび月へ」をご覧になったご感想をお聞かせください

Q11 その他、ご感想やご要望を自由に記述してください

応募頂いた方の住所など、個人情報は公開しておりません。

2.2.3 情報資料室

2.2.3.1 今日の月

情報資料室の「今日の月」については、昨年までに作成・運用していたコンテンツをそのまま利用している。ただし、一部の内容について誤字等が指摘されたため、それについて必要な修正を施している。

また、「今日の月」を表示する際に必要な各日付に対応した月齢については、最新の理科年表を参照することにより、当面の日付と月齢の対応のファイルを新規作成した。

2.2.3.2 シンポジウム

シンポジウムは、1998年、1999年度のインターネットシンポジウムにおいて「月探査シンポジウム」として公開されてきたコンテンツを引き継いだものである。

ここは、過去行われてきた学会発表のOHPなどを公開しているコーナーと、シンポジウムの集録などを紹介している「特別展示室」の2つのコーナーに分かれている。また、今年度はシンポジウムとして、パネルディスカッションが行われているため、その会場へのリンクも用意されている。

学会発表については、今年度の追加項目はなく、デザイン変更、リンクの修正等にとどまっている。

特別展示室については、新たなコンテンツとして、

- ・シンポジウム「ふたたび月へ-mission02-」 - 成果のまとめ -
 - ・次期月探査シンポジウム講演集
- の2つを掲載した。

2.2.3.3 ギャラリー

情報資料室の「ギャラリー」については、昨年までに作成・運用していたコンテンツを基本として今年度のサイトデザインに合わせたものとしている。また、新たに「『ふたたび月へ』のあゆみ」コーナーを新設し、平成10年度、11年度のインターネットシンポジウムのトップページを閲覧できるようにした。なお、各トップページからは今年度コンテンツの該当ページへとリンクを張っている。

2.2.3.4 月探査機展示

月探査機展示は、現在までの各国の月探査衛星についてまとめたものである。今年度は過去のインターネットシンポジウムで作成した月探査機カタログのコンテンツをもとに、月探査機展示として今年度のイメージに合わせて修正し再構築した。

内容に関しては昨年度と同様であるが、年表と主要諸元、各探査機の情報を載せる

ことによりシリーズ内での変遷も判るようにした。また、探査機の図、写真を載せ可能な限りビジュアル的になるように考慮した。

コンテンツとして以下の3つの構成になっている。

月探査機年表

過去に打ち上げられた海外、日本の月探査機および今後の打ち上げを計画されている日本の月探査機を打ち上げの時系列順に並べて年表とした。またミッションの成功/失敗を記載した。

海外の月探査機

旧ソビエト連邦、アメリカ合衆国の月探査機について、文章と写真/絵を用いて簡単に紹介している。

- ・ルナ（旧ソビエト連邦）
- ・レインジャー（アメリカ）
- ・サーベイヤー（アメリカ）
- ・アポロ（アメリカ）
- ・クレメンタイン（アメリカ）
- ・ルナ・プロスペクター（アメリカ）

日本の月探査機

日本で始めて月に飛行したひてん・はごろもや、計画されているルナーA、セレーネについて、文章と写真/絵を用いて簡単に紹介している。

また、文部省宇宙科学研究所（ISAS）、宇宙開発事業団(NASDA)の公開ホームページにリンクを設けている。

- ・ひてん・はごろも（宇宙科学研究所）
- ・ルナーA（宇宙科学研究所）
- ・セレーネ（宇宙科学研究所/宇宙開発事業団）

2.2.3.5 月の本

情報資料室の「月の本」についても、第2回のインターネットシンポジウムにおいて作成・運用していたコンテンツをそのまま利用している。

ただし、月の本のトップページには以下に示す「情報提供のお願い」を掲示しており、本年度はこれに対応する形でいくつかの未掲載図書についての紹介が寄せられた。紹介が寄せられた「月の本」については、紹介文をできるだけそのまま活かす形で紹介情報を新規作成した。なお、新規追加分のうち、可能なものについては本のイメー

ジをつかみやすいよう配慮し、表紙のイメージデータを取得・表示した。

「月の本」は来訪者の参加型コンテンツとして今後も成長が期待されるものであり、主催者内外で月探査情報ステーションに相応しい息の長いコンテンツとして認識されつつあるといえる。

< 「月の本」における情報提供のお願い >

今後も続々と紹介図書を追加していきたいと考えておりますので、お奨めの図書がありましたら、書名、著者名、出版社名、発行年、ISBN 番号等、できるだけ詳細な情報と内容の簡単な紹介文を シンポジウム事務局 までご紹介下さい。

その際、ご紹介者のお名前(苗字のみ)も紹介させていただきたいと考えておりますので、お名前を表示させたくないという方は その旨をお書き添えください。また、ペンネームやサイバーネームでの表示をご希望の方もその旨をお書き添えください。

2.2.3.6 リンク集

1999 年から開設されたリンク集では、昨年に引き続き月に関係したトピックスを掲載しているホームページを検索サイト等を利用して調査し、サイトの概要及び表示言語を添えて掲載した。

(1)コンテンツ内容

コンテンツ内容は以下の通りである。[]内の数字は今年度追加したリンク数を示す。

月の写真

探査機からの画像を公開している NASA や宇宙科学研究所など 9[4]サイト

月の研究

月に関する観測や研究の紹介など、10[4]サイト

月探査

主に米国と日本の月探査衛星に関連するページなど 11[3]サイト

月の民俗

日本における月についての習慣（お月見等）の紹介など、4 サイト

個人のページ

個人のページは「科学・総合(10[1]サイト)」、「月齢表示(3[2]サイト)」、「写真(6[3]サイト)」、「月の民俗・神話・占い(4[1]サイト)」、「その他(3 サイト)」に分類して掲載

(2)掲載サイト選択の方針

掲載するサイトについては、公序良俗に反するもの、特定の思想・宗教に偏っているとされるものは避けた。また、宇宙全般に関するサイトは掲載を見送っている。

公共機関が運営するサイト及びリンクフリーと明示してあるサイトはそのまま掲載し、リンクについて記述していないサイト及び許可が必要なサイトにはリンク許可申請の電子メールを送信した。

2.2.3.7 Q & A

Q & A では昨年度と同様に、「過去の質問と回答」および「月についてのよくある質問 (FAQ)」の 2 コーナーを設けた。

(1)過去の質問と回答

今年度は、シンポジウム期間中に月についての質問を受け付け、各方面の専門家の協力を得ながら回答を作成し、このコーナーにて公開した。現在掲載されているのは、昨年度までに回答した 34 件を含む 55 件である。詳しくは 3.2.3 項及び 5.3.4 項に記述する。

(2)月についてのよくある質問 (FAQ)

月について疑問に思われるであろう質問を以下の 7 分野に分類して回答を掲載している。昨年度から引き続き調査中だった想定質問について新たに回答を作成して追加した。各分野の内容及び質問数は以下の通りである。

<月にまつわるエピソード>

月の語源や月の登場する文学作品などについて、5 件の質問を想定している。今年度は、以下の質問の回答を作成した。

- ・なぜ、「つき」というのですか？

<月をみる>

地球から月を観察する場合の月の模様や月食などについての 8 件の質問を想定している。今年度は以下の質問の回答を作成し、このコーナーは完成した。

- ・満月はいつもあるのに、中秋の名月だけがなぜ有名なのですか？

<月の正体>

科学的な観点から見た月の謎について 19 件の質問を想定している。今年度は以下の 6 件について回答を新たに作成した。

- ・月に関してはどのくらいのことかわかっているのでしょうか？
- ・月の最大のなぞは何ですか？
- ・月はいつ頃できたのですか？地球と同じ頃ですか？
- ・月のクレーターはどのようにしてできたのですか？
- ・月の裏側はどうなっているのですか？
- ・月には磁場があるのですか？

<月探査の歴史>

過去に行われた米・旧ソ連の月探査について 13 件の質問を想定している。今年度は新たに以下の回答を作成し、このコーナーは完成した。

- ・今、クレメンタインはどうなっているのでしょうか？

<日本の月探査>

主に SELENE 計画と LUNAR-A 計画に関する質問を 10 件想定している。今年度は以下の 3 件について新たに回答を作成した。

- ・LUNAR-A で積む地震計は、地球で使っているものと同じですか？
- ・LUNAR-A では月の写真を撮るのですか？
- ・SELENE にはどのくらいの人に関わっているのですか？

<月に住む・月で暮らす>

月面での有人活動や、月面環境について、19 件の質問を想定している。今年度は以下の 11 件について新たに回答を作成した。

- ・月で住むときに最大の問題になりそうなのはどのような点でしょうか？
- ・月にはどのような資源がありますか？
- ・地球で一般的に使われている材料で、月で使えないものはありますか？
- ・月ではどのようなエネルギーを使うのでしょうか？
- ・月面基地はいつ頃できるのでしょうか？
- ・月に住むとしたら、どのような場所が理想的でしょうか？
- ・月で見える星や星座は地球と一緒にですか？
- ・月にいると宇宙線がたくさん降ってきそうですが、どのくらいの量になるのでしょうか？
- ・月は空気がないということですが、呼吸をするための酸素は地球から持っていく必要があるのでしょうか？
- ・月面ローバって何ですか？

<その他>

上記の分類以外の、月に関する法律等について、13 件の質問を想定している。今年度は新たに以下の 4 件について回答を作成した。

- ・月から物を持ち帰ってきたときに、病原体などに汚染されているという可能性はあるのでしょうか？また、そういったことはアポロのときには考えられていたのでしょうか？
- ・月の地名はどのようにして決まっているのですか？自分の名前をつけることができますか？
- ・諸外国の月探査計画について教えてください。
- ・月の地名で「海」や「沼」などと名前がつけられていますが、海も沼もないのに不思議です。なぜこんな名前がついたのですか？

2.2.3.8 トピックス

トピックスでは海外の月・惑星探査に関する情報を紹介した。内容的には以下の2つで構成されている。

・ヘッドライン：

海外の新聞、雑誌などから、月・惑星探査を中心に、宇宙開発の最新情報を紹介。もとの記事へのリンクもあり(英文)。

・特集：

月・惑星探査をめぐる海外の最新の動きについて、テーマを絞りある程度深く情報を集めたもの。

ヘッドラインについては週に一回更新(月曜日)を行い特集については月一度更新を行った。それぞれについて以下に詳しく示す。

(1) ヘッドライン

ヘッドラインは海外での月・惑星探査に関するトピックスについてまとめたものである。大体一週間に一度の更新を行った。情報についてはNASDA国際部が収集/整理しメール配信しているSRADdailyというニュースソースを利用した。このニュースソースでは、

< 政策・協定・予算・組織 >

< 宇宙環境利用・有人宇宙 >

< 宇宙輸送 >

< 地球観測 >

< 通信・放送・測位 >

< 宇宙科学・技術開発 >

< その他 >

とカテゴリズされている。ヘッドラインについては主に<宇宙科学・技術開発>に分類されているニュースを中心にピックアップし掲載した。掲載したヘッドラインは約280にもなった。

掲載方法は、まずそのヘッドラインの題目と簡単な内容を掲載し、出典がウェブ上にある場合はそこへのリンクを掲載した。

(2) 特集

トピックスの「特集」は今年度始めたものである。トピックスの「ヘッドライン」掲載の月・惑星に関する最新のニュースから選んだ記事について、月に1回特集を組んで紹介するコンテンツである。情報はニュースに関連する団体の公開ホームページなどを利用して集めた。

以下が今年度取り上げた特集である。

民間企業による月探査の動向（2000年11月）

アメリカの民間会社が月探査計画に参入しているニュースを取り上げた。

NASAによる火星探査の動向（2000年12月）

過去に行われた火星探査の紹介と2000年秋に発表されたアメリカの今後10年近くの火星探査ミッションの紹介をした。

中国の月探査の動向（2001年1月）

2001年1月に中国が無人宇宙船を打ち上げたニュースを中心に中国が月探査を目指していることも伝えた。

月・惑星掘削探査の動向（2001年2月）

アメリカでの火星掘削用ドリルの開発と日本での月探査用モグラ型掘削ロボット開発の話題を取り上げた。

全体を通じて、シンポジウムの話（月の氷、月面車）と関連させて特集記事を選んだ。その際、トピックスのページからシンポジウム会場へのリンクを設けるなどしてディスカッションテーマを紹介するようにした。

2.2.4 広報室

広報室は、月探査情報ステーション全体の窓口として、全般的な問い合わせやヘルプ、基本的な権利事項など、様々な情報を提供するためのコーナーである。

ここは以下の4つのコンテンツに分かれている。

2.2.4.1 最新情報

月探査情報ステーションの最新情報を掲載している。

ここでは、コンテンツの更新や修正、エラーやサーバ停止などの情報などがあった場合に随時情報を更新し、公開している。また、月探査情報ステーションに限らず、月に関する大きなイベントや、関連した情報などがあった場合には、このページにて紹介している。今年度は、例えば2000年7月の皆既月食や、2001年1月の皆既月食などの情報を最新情報に掲載した。

最新情報ページはトップページにあるヘッドラインと連動しており、最新情報のヘッドラインが常にトップページに表示されるようになっている。

最新情報トップページ(常に更新されるページ)はSSIを使用し、更新した日付が自動的に表示されるようになっている。

2.2.4.2 総合案内

総合案内は、文字どおり月探査情報ステーションに関して総合的な案内を行うためのコンテンツである。

現在用意されている内容は以下の通りである。

・ご案内

月探査情報ステーションとは何かについて、その歴史、各コンテンツの概要を説明している。このサイトに最初に訪れた人が、サイト全体の内容を掴めるように構成されている。

・本ウェブサイトについて

著作権や引用の際の注意事項、リンクについてなど、本サイトを利用する上での注意事項についてまとめている。このページはトップページからも直接リンクが張られている。

・サイトマップ

月探査情報ステーション全体について、その階層構造を表した地図になっている。このページを利用することによって、各コンテンツや目的のページにダイレクトにジャンプすることも可能である。

・困ったときは

ブラウザが目的の動作を行わなかったり、画像や映像が見えないときに参照してもらうためのトラブルシューティングコーナーである。

- ・お問い合わせ先

月探査情報ステーションに関するお問い合わせ先のメールアドレス一覧である。

- ・ソフトウェアのダウンロード

月探査情報ステーションの一部のコンテンツをみるために必要なプラグイン、及び最新のブラウザ(Netscape Navigator 及び Internet Explorer)のダウンロードが行える。プラグインは現在、Adobe Acrobat Reader、Quick Time Player の 2 種類のダウンロードサイトへのリンクが張られている。

- ・個人情報について

本サイトにおける個人情報の取り扱い方針についての指針を示している。本サイトでは、アンケートや俳句コンテストなどで、住所や個人名などの個人情報を扱うことが多いため、このような指針を示しておくことが重要であると考えられる。

2.2.4.3 メールサービス

メールサービスは、月探査情報ステーションやインターネットシンポジウムの最新の情報を、ユーザに発信するものである。3月8日現在、1150名のユーザが登録されている。

このウェブサイトでは、メールサービスへの登録、アドレスの削除・変更などがオンラインで行えるようになっている。登録、削除、変更それぞれのボタンをクリックし、フォームに必要なメールアドレスを記入すれば、必要な作業はサーバ側のプログラムによって行われて、完了する。

なおこの自動化は、昨年度のインターネットシンポジウムにおいて開発されたプログラムをもとに、メールアドレス文字列の判定を強化した CGI を利用している。

2.2.4.4 シンポジウム案内

月探査情報ステーションと並行して開催されている「インターネットシンポジウムふたたび月へ mission 03」の案内である。このシンポジウムの概要を簡単に紹介し、そのトップページへジャンプするボタンが用意されている。

なお、インターネットシンポジウムへは、月探査情報ステーションのトップページからもダイレクトにジャンプできるようになっている。

2.2.5 英語版コンテンツ

今年度は、あらたに月探査情報ステーションの一部について英語版コンテンツを作成した。これまでに公開してきた日本語コンテンツの中から、まず以下を選んで英語訳を行った。

日本の月探査 (Japan's Lunar Exploration)

日本が独自の月探査を行う意義と位置づけを簡潔に解説した当コンテンツは、海外に向けての情報発信が必要と考えられる。

That's SELENE (That's SELENE)

SELENE について重点的に紹介する当コンテンツも、いち早く海外へ情報を伝えるべき項目である。現在はまだ SELENE の概要 (Outline of SELENE) のみ公開しているが、その他のコンテンツも順次英語版の作成が望まれる。

今日の月 (Today's Moon)

日本語版でのアクセス数が最も高く、過去のアンケート結果から人気もあるコンテンツとして、英語版を公開することとした。

なお、今後英語版ホームページを拡張するにあたっては、以下のコンテンツが候補としてあげられる。

アンケート及び過去のアンケート結果

英語版についてもアンケートを行うことで、海外からのアクセス者からの意見をきく有意義な場となると思われる。

ギャラリー

主に画像や動画を公開しており、文字情報にはない親しみやすさもある。また、英語化の作業も容易に済むと考えられる。

トピックス

海外の宇宙開発情報をトピックスとして発信しているが、著作権に関する問題が生じないかどうか、事前に調査が必要である。

3. インターネットシンポジウム ふたたび月へ mission 03

3.1 全体コンセプト

3.1.1 概要

インターネットシンポジウム「ふたたび月へ mission 03」(以下「インターネットシンポジウム」)は、月について学び、月と楽しみ、月について知る場として、主にインタラクティブ(ユーザとウェブサイト、ユーザと主催者、あるいはユーザ同士での情報交流があること)に楽しめる場として、期間を限定して開催しているイベントである。

月探査情報ステーションが、月探査計画を軸にしているのに対し、インターネットシンポジウムは、月をより広い観点から捉えることができるように、探査とは直接関係が薄い各種のコンテンツを含めた、総合的な内容となっている。また、ユーザが直接、応募やコメント送信、採点やアンケートなどにより、情報を送ったり参加したりすることができるようなコンテンツを中心としている。

昨年度までは、月探査情報ステーションはこういったインタラクティブなコンテンツと、情報系コンテンツが並行していた。しかし、インタラクティブなコンテンツは、ウェブサイト主催者側でのメンテナンスが必要であり、どうしても人手をかけざるを得ないため、長期間の開催や維持が難しいという側面があった。第 2.1 節も述べた通り、こういったコンテンツを時期限定という形で公開し、その代わりに様々な内容のコンテンツを揃えたイベントとして再編成したものが、インターネットシンポジウムということになる。

3.1.2 本年度のコンテンツ構成

今年度のコンテンツは、昨年度のコンテンツからインタラクティブなものを中心に移設した形となっている。昨年度とのコンテンツの違いについては、7 ページにある表 2.1 を参照願いたい。

昨年度からの変更点

- ・パネルディスカッションの追加

ホームページ上に仮想的なパネルディスカッション会場を設けて、パネラー同士がメールを通じて議論を行うコーナーを設けた。このコーナーにはフォームも設置されていて、アクセスしたユーザが質問を行うこともできるようになっている。

- ・連絡事項コーナーの設置

「最新情報」よりもより機敏に最新動向をアクセスしてきた人に伝えるために、新たに「連絡事項」コーナーを設けた。このコーナーでは、例えば現在進行しているパネルディスカッションの状況などをタイムリーに知ることができる。

今年度のインターネットシンポジウムのコンテンツは次の通りである。

- ・パネルディスカッション

ウェブサイト上に設置された仮想的な会場でのパネルディスカッションである。約 1 ケ

月ごとにかわる3つのテーマについてのパネルディスカッションを行う。

- ・Q&A コーナー

月に関する質問を行うためのフォームが設置されている。回答が完成したものは順次、月探査情報ステーションのQ&A コーナーに掲示されるとともに、質問者へ返送される。

- ・俳句コンテストコーナー

第3回月の俳句コンテストへの応募フォームなどが設置されている。応募された作品は随時このコーナーの中にあるギャラリーでみることができるようになっており、アクセスしたユーザがコメントを寄せることもできる。

- ・仮想月開発プロジェクト

筑波大学芸術学系が主宰しているプロジェクトである。今年度は、月面における装備や建物などのデザインと、仮想月科学館の2つのプロジェクトが開催された。

- ・会議室

月に関する様々な意見をやりとりすることができる会議室である。

- ・アンケートコーナー

日本の月探査や本ウェブサイトについてのアンケートコーナーである。

- ・総合案内

インターネットシンポジウム全体に関する案内を行う。

- ・連絡事項

インターネットシンポジウムの最新情報を随時掲載するコーナーである。

3.1.3 インターネットシンポジウムのデザイン

今年度は新たにインターネットシンポジウムが別コンテンツとしてオープンしたため、新たにトップページのデザインを行った。なお、デザインは月探査情報ステーションと同様、筑波大学芸術学系が担当した。

トップページは月探査情報ステーションと同様、宇宙船のカプセルをモチーフとしたもので、それを輪切りにした形になっている。その中に、プラモデルの部品のように各コンテンツへのアクセスのためのクリックブルマップが存在している。

また、クリックブルマップの下部には、文字ベースではあるが主催団体へのリンクや、月探査情報ステーションへジャンプできるページが用意されている。

図 3.1 インターネットシンポジウムのトップページ



各ページについては、月探査情報ステーションに準じたデザインとして、黒を基調とした月をイメージさせるものとなっている。但し、使用しているボタンなどは一部、月探査情報ステーションとは異なる、インターネットシンポジウム独自デザインのものを使用している。

3.2 各コンテンツの説明

3.2.1 シンポジウム会場

このコーナーは、ネットワーク上でパネルディスカッションを実施するコーナーで、今年度のインターネットシンポジウムで初の試みである。

パネルディスカッションは、通常の(すなわち、会場を設ける)シンポジウムではよく行われているが、これまで、そのような「会場でのシンポジウム」をインターネット上々に移設したというコンセプトで本シンポジウムを開いてきたにもかかわらず、これまでは技術上、あるいは構想上の難しさから実現がなかなかできないでいた。本年度は再度、インターネットシンポジウム開催の初心に戻り、インターネット上でのシンポジウムを開催するという本来の目的を実現するためのシンポジウム会場作成を構想した。

技術上の工夫

インターネット上でシンポジウムを開催するにあたっては、通常のパネルディスカッションのように、パネラーがいて、会場からの質問を受けつけ、それをフィードバックしながら進行して行く形式が選ばれた。

ネットワーク上でパネルディスカッションを実現するために、今回は複数の CGI スクリプトを使って、以下のような仕組みを作成した。

- ・ パネラーからの投稿を、電子メールという形で受け付ける。パネラー、及びシンポジウムの技術管理者、及び全体進行の管理者は、この発言を読むことができる。このため、全体的なシステムは一種の投稿者を限定したメーリングリストの体裁となっている。
- ・ 投稿されたパネラーからの発言は、スクリプトを通じて自動的に HTML 形式に変換され、ウェブサイト上に掲載される。また、発言は読みやすいように CGI スクリプトにより適当に区切られて表示されるようになっている。また、HTML で受け付けられないような文字を変換したり、余分なメールヘッダを削除したり、逆にメールヘッダから投稿日時を表示するといったような、読みやすさを向上させるための工夫も行っている。
- ・ 一方、「会場」からの質問については、フォームを用意して受け付けるようにした。フォームは上記のパネラーの発言リストの下に設け、読んですぐに思い立ったときに投稿できるようにした。

このフォームからの発言はパネラーからしか読むことができない。また、プライバシー保護の意味から、パネラーは投稿者の名前などを書かないことにした。

このような仕組みを設けたことにより、このパネルディスカッションでは、パネラー同士が顔を合わせられなくても、電子メールのアクセス環境さえあれば、仮想的なシンポジ

ウム会場での議論が進められるようになった。現に、出張先や自宅からパネラーが投稿することもあった。

テーマ

本パネルディスカッションでは、月に関する3つのテーマを設定した。テーマの設定にあたっては、科学的なテーマ、工学的なテーマ、及び一般的なテーマをこの順序で選んだ。

また、テーマについては月探査や科学でも重要であるテーマで、かつ一般の人々も議論も加わりやすいものを選定した、また、議論の流れを考慮して、テーマについては以下の3つの順番でパネルディスカッションを行うことにした。

第1回 月の氷 (11月中旬～12月中旬)

第2回 月面車 (12月中旬～1月中旬)

第3回 月旅行 (1月中旬～2月中旬)

この順序については、まず科学的なテーマにより全体の耳目を集め、次にそのようなテーマに関係する工学的な話題で進め、最後にその両方を包含する(かつより未来的で、一般の人々も議論に加わりやすい)テーマでまとめる、というコンセプトによる。

なお、期間については予定であり、議論の進展によって長くなることが予想されるので、そのためにやや余裕を持たせて設定している。なお、現在(3月中旬)の時点で、第3回「月旅行」が始まってしばらく経過したくらいである。

パネラーについては、専門家だけではどうしても話題が堅くなりがちであるため、専門家、一般人を取り混ぜた構成とした。ただ、専門家としては科学と工学という2つの視点が必要であるため、理学者と工学者が両方入る構成とした。また、一般からのパネラーについては、宇宙についての基礎的な知識が必要であることも考えて、日本宇宙少年団関係者をお願いした。また、全体進行役であるコーディネータは、月探査情報ステーションのスタッフが務めた。

各シンポジウムのパネラーは以下のとおりである。なお、名前がゴシックになっている、各回の1人目がコーディネータである。(敬称略)

・第1回 月旅行

川勝 康弘 (宇宙開発事業団 月利用推進研究室)

垣見 征孝 (日本宇宙少年団)

金森 洋史 (宇宙開発事業団 月利用推進研究室)

春山 純一 (宇宙開発事業団 月利用推進研究室)

出村 裕英 (宇宙開発事業団 月利用推進研究室)

・第2回 月面車

寺園 淳也 (財団法人日本宇宙フォーラム 調査研究部)

市川 誠 (清水建設株式会社 宇宙開発室 / 宇宙開発事業団 客員開発部員)

永井 智哉 (国立天文台)

・第3回 月旅行

園山 実 (株式会社三菱総合研究所 システム政策部)

今村 雄一郎 (日本宇宙少年団)

パトリック・コリンズ (スペーストピア株式会社)

松浦 晋也 (宇宙作家クラブ)

横山 隆明 (宇宙開発事業団)

各テーマについて

それぞれのテーマについては、各シンポジウムにおけるトップページの説明がもっとも適切であると思われるので、各回のトップページの説明を(一部省略、修正の上)掲載する。

(1) 月旅行

アポロ計画から 20 年以上経った 1990 年代後半、アメリカの探査機、クレメンタインが月に向かい、様々な科学データを送ってきました。詳細な解析の結果、観測データは月の南極地域に氷の状態で水が存在していることを示唆していることがわかりました。

一番近い天体である月に採取できる形の水があるとすれば、月面での有人活動に役立つばかりでなく、より以遠の探査のための燃料として活用する可能性も考えられます。

アメリカは 1998 年 1 月にルナ・プロスペクターを打ち上げ、月の南北両極地域の氷について、1 年半にわたり、より詳細な探査を実施しました。その結果、月の南極地域だけでなく北極地域にも氷があること、その量が最大で 60 億トンとも達する可能性があることが明らかになりました。

本セッションでは、「月の氷」をテーマに議論を進めていきます。

(2) 月面車

アポロ計画やルナ計画で、「月面車」(月面ローバ)と呼ばれる車を使った月面探査が行われ、大きな成果をあげました。それから四半世紀、ふたたび月探査が注目されているとはいえ、そのほとんどは月を上空から周回する計画です。

上空から月全体のデータを細かくとった後は、科学的、あるいは資源利用などの面から興味深いところに着陸して、月面車でくまなく探査するというシナリオが考えられます。つまり、月面車は、これから先の月探査での重要なツールとなっていくと思われます。一方、月面車を使った民間での月探査が計画されるなど、月面車は、月探査の新たな局面を切り開く「切り札」となる可能性があります。

このシンポジウムは、ちょうど世紀の境目をまたぐ時期に位置していることもあり、月面車(ローバ)を通じて新たな月探査の方向性を見いだしていただくことを主眼に、

- ・月面車でどんなことができるのか
- ・月面車で重要な技術は何か？ 何を開発しなければいけないか？
- ・を考えていきたいと思えます。

また、皆様からは、月面車(ローバ)を通じて、

- ・こんなことができるのではないか？
- ・こんなことをしてみたい

というようなご提案を大募集します。ご意見を頂き次第、随時コーディネータからご紹介させていただきます。また、そのご意見がさらに議論をいっそう盛り上げていくことになると確信しております。

(3) 月旅行

「月旅行」という言葉に皆さんはどのような気持ちを抱き、そして自らのどのような夢を重ねるのでしょうか？

1869年発表のジュール・ヴェルヌの小説「月世界へ行く」はSF史上不朽の名作として今なお多くの人々に親しまれています。19世紀半ば過ぎにこのような「月旅行」のイメージが語られたことは驚嘆に値することは言うまでもありません。「月世界へ行く」以外にも「月」が登場するSF小説やSF映画は多数存在し、世界中の人間が関心を寄せる一つの文化を形成しているといえます。そして、それらの創造力にはいつも驚嘆するばかりです。これらに向き合う現代人の多くはその「驚嘆」を楽しむというよりもむしろ、自分の持つ宇宙旅行、そして月旅行のイメージを重ねてそのイメージを膨らませ、この文化を堪能しているのではないかと思います。これまでアンケート等を通じて一般の方々から寄せられていた声をみると、「月旅行」のイメージは何もSF作家の中ばかりではなく、一般の人にもしっかりと息づいているといえそうです。

インターネットシンポジウム上でこれまでにを行った2回のアンケートにおいては、「将来月に行ってみよう」と回答いただいた方がおよそ97%にのぼり、そのうちの85%の方が「近くから月を眺めるだけでなく月に降り立ってみたい」と回答しています。アンケートにお答えいただいた方の多くは宇宙に興味深い方であると思いますが、この数字から、現代人が月に寄せる夢や希望、月に求めるものの大きさを改めて実感することができます。

これまでの2回のパネルディスカッションでは、

「月の氷」

「月面車」

に関して活発な討論が繰り広げられました。これまでの2回はテーマがテーマだったこともあり、必然的に専門的内容が主となってしまいましたが、今回は誰もが単純な気持ちで夢を寄せられる「月旅行」がテーマです。その特色を活かし、あまり科学的なことにはこだわりすぎないで話を進めていきたいと思っています。(少なくとも、科学技術の枠にとらわれすぎて話の枠を狭めないようにしたいと思います。)

そのような意味で、今回のパネルディスカッション「月旅行」は「皆で夢を語り合う場」

を基本コンセプトとしたいと思います。ただ、それだけ話をしてもやや発展性に欠けるので、後半では「その夢を現実にするためには何が必要か」という話題にシフトしていく予定です。

会場の皆様方からは、

- ・こんな月旅行をしてみたい
- ・月旅行に行くとこんな楽しみがあるのではないか
- ・こんなオプションツアーが用意されていれらうれしい
- ・こうでなければ行く気にならない

というようなご提案を大募集したいと思います。皆様方からいただきましたコメントについては可能な限りパネルディスカッションの中でご紹介していきたいと思っておりますので、是非とも（いつでも）投稿をしてみてください。

それでは。皆様「月旅行への夢」を心ゆくまでお楽しみ下さい。

3.2.2 アンケート

第1回及び第2回インターネットシンポジウムに引き続き、インターネットシンポジウム「ふたたび月へ」第3回においてもアンケートを実施した。第2回までにアンケートにより寄せられた声が主催者側にとり大変有意義だったこともあり、第3回におけるアンケートは基本的に第1回及び第2回のアンケートの目的や内容を踏襲するものとし、

- ・ 第1回及び第2回のアンケート結果と併せ、一般が捉える月探査計画への印象などの時期的な変化を明らかにしていくこと
- ・ WEBサイトそのものの印象や感想、内容やデザインの善し悪しについての意見を吸収していくこと

を基本とした。ただし、本年度からインターネットシンポジウムと月探査情報ステーションとを分離した運営としているため、その点についての意見を問う設問を追加するのと同時に、サイトのデザイン等に対する評価についても、インターネットシンポジウムと月探査情報ステーションのそれぞれについて分離して回答を得る形式とした。

また、本年度のアンケートにおいては、今後のWEBサイト構築や運営に有用な情報として、利用者のコンピュータ環境や通信環境についての設問を追加した。

インターネットシンポジウム「ふたたび月へ」第3回におけるアンケートの目的とするところは以下にまとめられる。

- アンケートの目的 -

- ・ 現状における月探査計画についての一般の認知度を明らかにする
- ・ 今後の月探査計画に対する一般の意見を広く吸収する
- ・ 広く一般の人の夢を語ってもらう
- ・ インターネットシンポジウムをはじめとする広報活動についての意見を吸収する
- ・ アンケートに答えてもらうことを通じて、日本の月探査計画への関心を高めてもらう
- ・ アンケートの継続により、上記についての時期的な変化を明らかにしていく
- ・ インターネットシンポジウムそのものの印象や感想、内容やデザインの善し悪しについての意見を吸収する
- ・ 今後のサイト構築や運営に資するため、利用者のコンピュータ環境や通信環境についての状況を把握する

これまでと同様、アンケートのコンテンツはこれらの目的に則り、インターネットシンポジウムの関係者によって挙げられた質問項目を整理することにより作成された。本年度は、昨年度までのアンケートの実施の経験から昨年度の結果によりその有意性が確認された設問を中心に1種類のアンケートを作成した。

アンケートの設問内容を以下にまとめて示す。

インターネットシンポジウム「ふたたび月へ」第3回
アンケート内容

Q1) あなたはこのホームページを何で知りましたか？(複数回答可)

インターネットシンポジウム「ふたたび月へ」のポスターやチラシ

ISAS(宇宙科学研究所)ホームページ

NAO(国立天文台)ホームページ

NASDA(宇宙開発事業団)ホームページ

筑波大学ホームページ

他のWebサイトからのリンク

Webサイト名 [

]

サーチエンジン

サーチエンジンの名前 [

]

ISAS関係者からの紹介

NAO関係者からの紹介

NASDA関係者からの紹介

筑波大学関係者からの紹介

ISAS, NAO, NASDA, 筑波大学の関係者以外の人からの紹介

新聞・雑誌などでの紹介

新聞・雑誌名 [

]

過去のシンポジウムを知っていたため

本シンポジウム主催者からのメールにより

Q2) あなたがインターネットシンポジウム「ふたたび月へ」を知ったのはいつですか？

今年

昨年

一昨年

それ以前

Q3) あなたが今回このホームページ(インターネットシンポジウム「ふたたび月へ」もしくは「月探査のポータルサイト」)にアクセスしたのは何回目になりますか？

今回が初めて

2回目

~5回目

~10回目

~20回目

~50回目

それ以上

Q4) このホームページをご覧になる主な目的は何ですか？

趣味

学業

仕事

その他 [

]

Q5) インターネットシンポジウム「ふたたび月へ」は本年度より、昨年同様の「シンポジウム」と月探査の情報ステーションとしての「月探査のポータルサイト」とに分けて運用することとなりました。この点についてあなたはどのように思われますか？

分かり易くて良い

かえって煩雑になってしまった
どちらともいえない
その他

[

]

Q6)「月探査のポータルサイト」及びインターネットシンポジウム「ふたたび月へ」をご覧になったご感想をお聞かせ下さい。

コンテンツの内容(一つお選び下さい)

<ポータルサイト>

豊富である

普通

物足りない

<シンポジウム>

豊富である

普通

物足りない

内容の分かり易さ(一つお選び下さい)

<ポータルサイト>

とても分かり易い

分かり易い

普通

やや分かりにくい

非常に分かりにくい

<シンポジウム>

とても分かり易い

分かり易い

普通

やや分かりにくい

非常に分かりにくい

構成の分かり易さ(一つお選び下さい)

<ポータルサイト>

とても分かり易い

分かり易い

普通

やや分かりにくい

非常に分かりにくい

<シンポジウム>

とても分かり易い

分かり易い

普通

やや分かりにくい

非常に分かりにくい

デザイン面(一つお選び下さい)

<ポータルサイト>

とてもセンスが良い

センスが良い

普通

センスが悪い

非常にセンスが悪い

<シンポジウム>

とてもセンスが良い

センスが良い

普通

センスが悪い

非常にセンスが悪い

データ量(一つお選び下さい)

<ポータルサイト>

多すぎ(重すぎ)て扱いにくい

やや多いがあまり支障はない

普通

やや少なく軽めである

とても軽くて扱いやすい

<シンポジウム>

多すぎ(重すぎ)て扱いにくい

やや多いがあまり支障はない

普通

やや少なく軽めである

とても軽くて扱いやすい

気に入られた項目(複数回答可)

<ポータルサイト>

1. . . .

2. . . .

3. . . .

<シンポジウム>

1. . . .

2. . . .

3. . . .

- | | |
|-----------|-----------|
| 4. . . . | 4. . . . |
| 5. . . . | 5. . . . |
| 6. . . . | 6. . . . |
| 7. . . . | 7. . . . |
| 8. . . . | 8. . . . |
| 9. . . . | 9. . . . |
| 10. . . . | 10. . . . |
| 11. . . . | 11. . . . |
| 12. . . . | 12. . . . |
| 13. . . . | 13. . . . |
| 14. . . . | 14. . . . |
| 15. . . . | 15. . . . |
| 16. . . . | 16. . . . |

その他、ご感想やご要望を自由に記述して下さい。

<ポータルサイト>

[]

<シンポジウム>

[]

Q 7) あなたはこのホームページを再度訪れようと思いませんか？

- 是非とも再度訪れたい
- 機会があれば訪れたい
- 二度と訪れることはないと思う
- わからない

Q 9) あなたにとって「月」とはどういう存在ですか。あなたの月にまつわる思い出やエピソードを交えてご紹介下さい。

[]

Q 1 0) 日本の月探査計画について一言お願いいたします。

[]

Q 1 1) あなたがインターネットをご利用する環境についてお聞かせ下さい。

使用コンピュータ環境

- Windows
- Macintosh (MacOS)
- UNIX (Linux, Solaris ほか)
- その他 []

通信環境

- アナログ接続 (28.8kbps, 33.6kbps)
- ISDN 接続(ダイヤルアップ)
- ISDN 接続(専用線、常時 IP 接続)
- CATV 接続
- ADSL 接続
- LAN 接続

携帯電話(PHS, デジタル携帯電話)をパソコンに接続
その他 []

最後に、あなたのプロフィールについてお聞かせ下さい。

ご氏名:[]

性別： 男性 女性

年齢： 12歳以下 13～15歳 16～18歳 19～24歳 25～29歳
30～39歳 40～49歳 50～59歳 60～69歳 70歳以上

ご職業:[]

連絡先：

(懸賞の郵送先になります。懸賞が不要でしたらご記入いただかなくても構いません。)

郵便番号(7桁[半角3桁]+[半角4桁])[]-[]

住所 []

電子メールアドレス：

(今後、同様のイベントをご案内させていただきます。案内が不要の場合はご記入いただかなくても構いません。)

[]

ご協力ありがとうございました。

3.2.3 Q & A コーナー

シンポジウム部ではシンポジウム期間中に月に関する質問を受け付けた。

受付には専用のフォームを用意し、回答作成の参考のため、質問のほかに氏名と電子メールアドレスを記入し、年齢、性別、職業、県名を選択するようにした。

一昨年度と同様に、月以外の宇宙に関する質問については NASDA 宇宙情報センターの Q&A コーナーへのリンクをはり、そちらへお願いするようにした。

当コーナーでは、月に関するあらゆる質問を受け付けるという方針を取った。このため、実に様々な質問がよせられ、中には、回答が非常に難しいものもあった。したがって、今年度は以下の手順で回答を作成した。

- ・ 事務局内関係者で回答作成可能な質問について、担当を決めて回答案を作成する
- ・ Isymp メーリングリストに回答案を発信し、関係者内でのレビューを受ける。
- ・ 質問者に事務局名で回答を発信すると同時に、月探査情報ステーションの「過去の質問と回答」に掲載する。ホームページ掲載分については、質問・回答ともに質問者に関する個人情報が含まれないよう、適宜修正する。

現在ホームページ上には、昨年度までに回答した 34 件を含む、55 件の回答を掲載している。

当コーナーで受け付けた質問 37 件、および事務局へ直接送信されてきた質問 2 件を以下に掲載する。今年度作成し、ホームページに掲載した回答は 5.3.4 項に記載する。

- ・ 月の石は、何で出来てるんですか?
- ・ 月にあるクレーターはどのぐらいの重さの隕石が落ちて出来たのですか 例えば copernicus や messierA など tycho のようなクレーターから円のように出ている光条と proclus のような三方向に放射的に伸びる非対称形の光条は、なんで光条の形が違うのですか
- ・ ティコクレーターや他のクレーターにも見られる放射状の光「光条」とはクレーターが出来ると言うことは分かったのですが、具体的にどのような現象が起こり、具体的に何が光って見えているのでしょうか?
- ・ 地球の公転、自転、太陽の公転、自転、月の公転、自転について速さを知りたいです。(地球の赤道上から)
- ・ 65 歳の老人です私が中学生の頃だったと思います オニールと言う新聞記者が望遠鏡で、月を観測中に発見した、と言われるオニール橋と言う地形の事を読んだ覚えが有ります。オニール橋に付いてその後どうなっているのか教えて戴ければ幸いです。何分古い事ですし、難しい事とは思いますが、おりにふれて思い出します
- ・ 今月の 12 月 9 日午前 3 時半前後の月についてなのですが 普段真夜中の月など見る事もなかったので 普通なのか良くわからないのですが神奈川県平塚市から見た月なのですが最初にアレ!?とおもったのは 月の位置がものすごく低く西の空 60 度辺りに見えて(地面から見た角度として)それが 15 分ぐらいの間に見るうちに西の空に沈んで行きました 驚いたのは肉眼でもわか

る速さで沈んで行ったのこものすごく大きく見えたのと(いつも見る月より)色が時々見るような山吹色のようなオレンジ色のような月で満月だったのです 月が沈む速度がどの程度なのかと明け方の月の位置が良くわからないのでなんとも言えませんが 友達と二人で田んぼの脇に車を止めてしばらく月の魅力にとりつかれて眺めてしまいました なにかわかることがありましたら教えてください

- ・ 月が東から昇って西へ沈む理由を教えてください。
- ・ 季節によって違いがあると思いますが、月の高さによって、(太陽のように)時間を割り出す事は、可能でしょうか。そして、月の高さを表現する言葉なんかは、存在するのでしょうか?(地上より何mとか安易なものなのかな?)何をみたら良いのかも解らないので是非教えてやってください
- ・ 12 / 13 東京都羽村市 満月かどうかは定かではないのですが、その地域のみ空気が澄み渡り、雲がない状態のとき月の周りにボウと円がでていました。(目玉焼きみたいなかんじ)今までにみたことのない現象でとても幻想的だったのですが、どういう現象で、どういうトキに起こるものなのかおしえてください。因みにその15分後5キロと離れていない場所では、もう見る事ができませんでした。
- ・ モノリスの発見の発表はいつ行いますか? 前向きに検討してください。 事実は、世間に公表するべきですが、 それとも、国防省の圧力がかかっているのですか?
- ・ 昔、何かの雑誌で18世紀の発明家の何人が満月の夜に集まって、今で云う異業種交流のような事をやっていたというのを読んだ事があります。たしかイギリスでその会の名前がMOON LIGHT SOCIETY と云うモノでした、結局後年産業革命につながる重要な発明だったのですが、月の人に対する影響について何か情報がないか探しています。よろしく願いいたします。
- ・ 10月のある日の夜明け頃、真南の空に月が見えました。このときの月の形はなんというのでしょうか。
- ・ 冬の月はなぜ高度が高いのですか?
- ・ ごめんなさい、質問ではないんですが、月から見た地球の写真(アポロ11号)を見たいんですが。NHKの番組を見てとても感動して。なにか情報を教えて下さい、どうぞよろしくお願い致します。
- ・ 月には溶岩洞窟があるらしいのですが、それはどのくらいあるのでしょうか?また、あるとした場合、地球の溶岩洞窟とどのように異なったものになるのでしょうか?
- ・ 月または月の資源を開発する事に関して国際的な条約、取り決めはあるのでしょうか。月の開発から特定の国や企業だけが利益をあげる事は許されるのでしょうか。地球上で行われて来た植民地獲得競争の様なものが宇宙でも行われる可能性は完全に否定されているのでしょうか。
- ・ 平素はmail-serviceを有難うございます。又、この様な新企画に絶賛です。異分野の方や、iモード世代の人達にもお知らせしようと思います。 さて、バーチャルな心配ですが、もし私がヴィバルディーやモーツァルト、AntoniusStradivarus やスタインウェイさんだとして、2002年に開催される「月面コンサート」の企画をどのように対処しようかな。又宇宙ステーション内ならば空気ブレンドはエアースムリエなる名人が出現することになるのでしょうか。宜しく願いいたします 宇宙で音楽したい!
- ・ 小学生の時から不思議だったんですが、なんで自分が移動したら月もついてきている様に見える

のですか？

- ・ 遷移軌道ってなんですか？
- ・ 三日月の弦付近の部分が赤く見えることがあるらしいのですが、これはなぜですか？
- ・ 1月16日の月は満月だったかどうか教えてください。
- ・ 最新の 月がどのようにして成立したのか？の 推論を教えてください。コンピュータシミュレーションによると、こんなに大きな衛星は、出きるはずがないということですが・・・
- ・ 月に関する様々な言葉について英語での表現を教えてください。例えば「月の表・裏」「明るいところ」「暗いところ」「満月」「半月」「三日月」「公転」「自転」「周期」などです。
- ・ 初めてホームページを拝見させていただきました。大変興味の有る内容が盛だくさんでしたが、他のサイトや資料を調べてみても、知りたい事がわかりません。アマチュア劇団にて台本を手がけているのですが、そのために必要なことなのです。ぜひ、教えてください。満月と近地点と近日点が重なり、さらに月食も起こるといような日は何年に一度くらいの割合で起こりますか？また、過去あるいは未来において、一番近いその日はいつですか？
- ・ 月食は、1年に何回あるのですか
- ・ 月には大気がないということになっていますが、その場合、月の地表に立てた旗がなびくということはありませんか？
- ・ 南極から月はどのように見えるのですか、また、どのような動きをするのですか？
- ・ 月虹というものについて、詳しく(いつ、どういう状況で、どんな原理で見えるのか等)教えてください。わがままを言うようですが写真などありましたら添付していただけると嬉しいです。
- ・ 時々、月がオレンジ色に見えるのは何故ですか？ごくありふれた質問ですみません。
- ・ 月占い(相性)%の基準をもっとくわしくわかりやすく教えてください。100%の相性の月齢も教えてください。
- ・ 先日、友人が月の裏側には宇宙ステーションがあると語り張るのです。そんな事内緒で出来るわけ無いと思うのですが、知っている人は知っていると言張り張ります。実際、地球上の数百キロ上空に建設計画しているのは誰もが知っている事ですが、友人に言わせると、そんな近くに作っても意味無いというのですが、確かに地球が爆発などによる消滅をした際、そんな近くでは爆発の影響を受けてしまうと思いますが、もし月の裏側であってもたいして変わりはないかと僕は思うのですが。本当のところ人類は何の為に宇宙ステーションを作るのでしょうか？地球の重力下で進化してきた生物が異なる重力下で、はたして生き延びる事に意味があるのでしょうか。人類は探求心と言う欲望のまま進んでいるだけで、踏み込んではいけないと言う事がある事を忘れがちです。(クローン技術の乱用など)質問から逸れましたが、宜しく願います。
- ・ なぜ、月は形が変わって現れるのか？そして、位置も変わって現れるのか？その時、太陽は？
- ・ 人類初の宇宙飛行士はガガーリンと言われてますが、その以前にイリューシンが宇宙に飛び、地上着陸計画(当時のソ連)があったそうです。が、失敗し中国に落ち数十年後にソ連に帰ることが出来たそうです。その後飛行機的设计士となったと言う話を聞いたのですがもっと詳しい事をしりたいのです。何かご存知でしたら教えてください。
- ・ ハワイに行ったときに夜、月の回りに光のサークルみたいなものができていました。なぜそのサークルができていたんですか？そしてこれは日本では見られないですか？

- ・ 月の内部を調べるため人工衛星をぶっつけて調査を行うようですが、データを私も調べさせてはいただけないでしょうか。非常に月の内部を知りたく納得したいです。素人が解析するのは難しいでしょうか？ある程度解析の方法を教えてもらえば出来そうに思うのですが、いかがでしょうか。私の個人的な趣味です。
- ・ 月が光るのは、なぜですか？初歩的な質問ですがすみません。
- ・ 月の光について質問します。月は自分で光を出しているのですか？昔、太陽の光を反射していると教えてもらった気がします。夜だから、太陽の光は無いし？自分で光を出しているとしたらどんな、原理ですか？
- ・ ごご3時ごろ出る月の呼び名を教えてください。
- ・ 前略 月の「1日」の長さは24.8時間と言うことをあるサイトで見ましたが、nasdaのサイトでは、1日は29.53地球日とありました。「月の一日」の定義はあるのですか？それから、月の軌道に関するデータを捜しているのですが、どこにあるかご教示下さい。

3.2.4 俳句コンテスト

「インターネットシンポジウム mission 03」での「俳句コンテスト」では主に月に関する俳句の募集を行った。内容的には、主旨説明、応募要項、応募画面、ギャラリー、月に関する季語、過去の月の名句、審査結果からなる。以下にそれぞれについて詳しく説明する。

コンテストの主旨説明

コンテストの主旨は以下の通りとした。

月は古くから日本人の生活や文化に密着した存在であることは、月を題材とした文学作品や芸術作品の数々を思い起こせば誰でも実感できます。月は多くの作品の主役に抜擢されているばかりでなく、月以外のものをテーマにした作品の中でも月が見事に脇役を演じていたりもします。

これらの作品と向き合うと、月に対する私たちの感覚には先人たちのそれと極めて近い部分とそうでない部分があることがわかります。その背景にはアポロ計画に代表される 20 世紀の先端技術に基づく月への急接近があることは言うまでもありません。しかしながら、月は科学や実利用の対象であるのと同時に、いつまでも文学や芸術の対象であり続けるものと私たちは信じています。

このホームページを皆さんの感性でとらえる様々な月を表現し、鑑賞する場としていただきたいと願っています。

募集要項

主な内容を以下に示す。

・応募作品の内容

句中に月を意味する言葉を含むものとします。俳句には通常季語が必要ですが、「月」という言葉そのものが季語であるため、月を意味する言葉を含んでいるものを広い意味での俳句と解釈させていただきます。一般的には川柳と解釈され得るものも可とします。

応募画面

ページ上で俳句の応募が出来るフォーマットを用意した。

ギャラリー

応募作品を展示すると共に、各応募作品へのコメントを応募者及び事務局宛にメール出来る機能を設けた。このようなコメントメールが応募者間で活発にやりとりされ俳句コミュニティが自然と形成されていくことを期待し、審査の際にはコメントメールによる評価を重視するという一文を設けた。

月に関する季語（俳句）

春夏秋冬毎に月に関する季語を参照できる画面を用意した。内容的には月探査情報ステーション-月の俳句-月に関する季語と同じものである（2.2.3 月の俳句参照）。

過去の月の名句

芭蕉、蕪村といった歌人や文人による過去の名句 33 句を紹介した。内容的には月探査情報ステーション-月の俳句-過去の月の名句と同じものである（2.2.3 月の俳句参照）。

審査結果

審査終了後に本ページにおいて審査結果を発表した。

3.2.5 仮想月開発プロジェクト 2000

仮想月開発プロジェクトとは、将来人類が月に住むようになった場合を仮想して、そこに必要となる設備やシステムなどを提案するプロジェクトである。

このプロジェクトは筑波大学芸術専門学群の3年次生を対象としたデザイン演習課題を授業と同時進行で Web 上にて公開するものとなっている。今年度は二つの研究室により以下のテーマによるデザイン提案が行われた。

- ・ 月の生活を支える機器と装備のデザイン

「人類が月を生活拠点にした時に必要となる機器や装備、システムなどの提案」

- ・ 仮想月科学館

「月探査や宇宙に関する知識を、わかりやすく視覚的に与えるための提案」

ここでは本年度のプロジェクトにおいて提案が行われたものについて、以下数点紹介を行う。今年度の全作品については Web を参照されたい。

<月の生活を支える機器と装備のデザインより：月という舞台>

月の生活は意外と暇をもてあますかもしれない。そんなとき、刺激的なシアターがあれば退屈はしないであろう。そんなコンセプトを想像させるデザイン提案がこの「月という舞台」である。

月の重力は地球の約 1/6 であるため、大きな構造物も比較的容易に宇宙空間に持ち出すことが可能である。このシアターはそれを何個ものロケット（クラスターロケット）で実現するとともに、3軸のジンバル機構を装備する事によって全球を指向することが可能となっている。さらに客席を透明の素材で覆うことにより、よりドラマチックな、よりエキサイティングな劇場となっている。



< 仮想月科学館より：ロケットマスター >

ロケットの原理は難しい。簡単にロケットのしくみがわかるためには？ゲームだったら子供も遊びながら学べるはず。誰もが考えつくが実現はなかなか難しい。できたとしてもその効果が大きいものはあまり見たことはない。それを回避するためには視覚的に、あるいは直感的に理解を与えるものが必要になるであろう。

本提案はこれをいかにして実現するかを検討し、提案している作品である。



尚、本書ではメディアの制限により掲載していないが、これらのデザイン提案はではよりイメージを強く与えるアニメーションの作成を最終的に行っている。詳しくは Web を参照いただきたい。

3.2.6 会議室

コンテンツ「会議室」は「インターネットシンポジウム mission 03」内へ設けられた。今年度はこの会議室と似たようなコンテンツとして「シンポジウム会場」という一つの話題に関して特定の人たちを中心にして話し合うというコンテンツがあった。会議室のほうは、特に話題は設けず、また誰でも発言自由なコンテンツとして機能させることを目的とし設置した。

会議室自体は昨年度からの継続コンテンツである。

セキュリティ面については、発言者本人は自分の発言を削除出来るようにし、主催者側では任意の発言を削除できるように設定し、シンポジウムの主旨に合わない発言があった場合には主催者側で任意に削除できる体制にした。実際は主催者側で発言を削除する様な事態は生じなかった。

3.2.7 総合案内

インターネットシンポジウムの総合案内は、月探査情報ステーションの総合案内をモデルに作成されている。基本的には2.2.4.2節で述べられている総合案内と内容は同じである。

- ・ご案内

インターネットシンポジウムとは何かについて、歴史的経緯、及び各コンテンツの解説を行っている。

- ・本ウェブサイトについて

著作権や引用の際の注意事項、リンクについてなど、本サイトを利用する上での注意事項についてまとめている。このページはインターネットシンポジウムのトップページからも直接リンクが張られている。

- ・サイトマップ

インターネットシンポジウム全体の階層構造を表した地図である。このページを利用することによって、各コンテンツや目的のページにダイレクトにジャンプすることも可能である。なお、月探査情報ステーションの「サイトマップ」へもリンクしている。

- ・困ったときは

ブラウザが目的の動作を行わなかったり、画像や映像が見えないときに参照してもらうためのトラブルシューティングコーナーである。

- ・お問い合わせ先

月探査情報ステーションに関するお問い合わせ先のメールアドレス一覧である。

- ・個人情報について

本サイトにおける個人情報の取り扱い方針についての指針を示している。本サイトでは、アンケートや俳句コンテストなどで、住所や個人名などの個人情報を扱うことが多いため、このような指針を示しておくことが重要であると考えられる。

3.2.8 連絡事項

連絡事項は、インターネットシンポジウムに関して周知したい事柄(例えば、新しいパネルディスカッションのスタート、俳句コンテストの募集締切など)があった場合、それをヘッドラインとして伝えるためのページである。

月探査情報ステーションの最新情報とは異なり、目的とする内容を極力簡潔に伝えるものである。そのため、更新の際にはなるべく内容を絞って、短くなるように努めた。

4. 携帯電話コンテンツ

4.1 概要

4.1.1 携帯電話を利用したインターネットアクセスの背景

携帯電話を利用したインターネットアクセスは、爆発的普及の様相を見せている。2001年2月末現在で、携帯電話によるインターネットアクセスを契約している件数は3,141万件(電気通信事業者協会調べ)と、国民の4人に1人がアクセスできる環境をもっている。これはいうまでもなく、アメリカをはじめとした諸外国でもみられない現象であり、日本では携帯電話(携帯端末)からのインターネットアクセスが、インターネットアクセスの主流を占めつつあるといえる。

現在、これら携帯電話からのインターネットアクセスとして代表的なものは、

- ・ NTT ドコモが提供する「i-モード」
- ・ J-PHONE グループが提供する「J-SKY」
- ・ au 及びツーカー(KDDI グループ)が提供する「EZweb」

があり、それぞれが激しいシェア争いを行いつつ、携帯インターネット市場を拡大している。

ここまで携帯電話によるインターネットアクセスが普及した要因としては、アクセスする側と作り手側の双方に利点があることが考えられる。アクセスする側にとってみての利点としては、次のような点が挙げられるだろう。

- ・ 手軽である

パソコンの準備やプロバイダの選択や契約、電話回線や接続用の装置の準備など、面倒なことを一切しなくても、携帯電話さえあればすぐに接続ができる。また、一般には各携帯電話会社は、アクセスの際に「オフィシャルメニュー」として、よくアクセスされるコンテンツや検索サービスなどをメニューとして揃えているため、そこから辿っていきさえすれば、一通りのインターネット接続が簡単にできるようになる。

- ・ 時間をとらない

上記と関連しているが、携帯電話は常に持ち歩いているため、自宅からとか、ノートパソコンを持たなければならない、といった制約はない。ちょっと時間が空いたときや、必要なときにすぐにアクセスすることもできる。

- ・ 課金が時間制ではなく、情報量毎の課金である

通常パソコンなどからインターネットへ接続する場合には、接続した時間によって課金されるシステムになっている。しかし、携帯電話の場合には、やりとりした情報量に応じて課金されるシステムが一般的である。i-モードの場合にはパケット単位の課金、J-SKY の場合にはリクエスト/リプライ毎の課金となっている。いずれにしても、これによって、時間を気にすることなく、やりとりした情報の量だけ料金を支払えばよいし、ダウンロードしてからゆっくりとページを眺めることも可能である。

作り手側からの要因としては、

- ・既存のページを転用しやすい

i-モード、J-SKY については、HTML を簡略化した「CHTML」(Compact HTML) という規格を採用している。このため、既存の HTML ページをこの規格に合わせて簡略化すれば、そのまま公開することができる。また、携帯コンテンツを簡単に作成、プレビューするためのツールも、各社から用意されている。

- ・市場が広い

PC 版に比べても遜色ないユーザ数があるため、簡単なページを作っただけでも、コンテンツ次第によっては急に注目度が上がるというケースが多い。「ニッチ市場」としての魅力がある。

- ・広い年齢層にアピールできる

携帯電話は既に 6000 万台近くまで普及し、国民のほぼ 2 人に 1 人が持つ、まさに必需品に近いものになっている。このような広い基盤を持つ携帯電話は、これまでの月探査情報ステーションへのアクセス層を越えて、さらに広い層からのアクセスを呼ぶための手段として効果的であると考えられる。

一方で、現在の携帯コンテンツについては、次のような問題がある。

- ・規格が固定化されていない

各社ごとに微妙に異なる規格を採用しているため、それぞれの携帯コンテンツに対応したページを作成しなければならない。このため、同じコンテンツを 3 種類の規格ごとに作らなければならない、負担が重い。

- ・仕様が不安定

タグの動作や画像フォーマットなどの解釈が、種類ごと、あるいは携帯端末毎に異なるため、作ったコンテンツが実際にどのように解釈されるかは、最悪の場合実機検証を繰り返さなければならない。

- ・CGI などを利用しなければ対応できないケースがある

機種を判別を行って自動的に対応したページを表示させる場合には、CGI などの機構を使うか、サーバ側でそれを判別するための機構を組み込まなければならない。CGI を使う場合にはどうしてもサーバに負荷がかかり、サーバ側の機構で対処する場合には、正常動作の確認は実機検証に頼らなければならなくなる。

4.1.2 月探査情報ステーションの携帯コンテンツ

月探査情報ステーションでは、早くから携帯電話によるインターネットアクセスの増加に注目し、2000 年初頭から実験的にサイトを作成してきた。内部でのテストを繰り返し、2000 年 7 月から、i-モード対応ページをオープンした。さらに、8 月には J-SKY、EZweb 対応のページの公開をはじめている。

さらに、2000年11月には、画像に対応した「今日の月」をオープンするなど、着実にコンテンツ強化を図っている。

図4.1に、携帯電話のトップページの写真を、図4.2には画像対応「今日の月」のトップページの写真を示した。

本サイトでは携帯コンテンツについて、次のようなポリシーのもとに作成を行っている。

- ・基本的に軽量であること

携帯電話端末は、アクセスや受信容量に制限があるものが多い。このため、PC上でみられるような重いページを作成すると、最悪の場合、何も見ることができなくなってしまう。また、古い機種では画面幅や表示装置などに制限がある場合もある。

なるべく多くの機種で楽しめるページであることを目指すために、こういった古い機種にも対応するように、テキストを中心とし、画像が入る場合には必ずテキスト版も用意している。

- ・シンプルなメニューであること

コンテンツ全体の配置は、なるべく1ストップ程度で必要とされる情報にアクセス

図4.1 各社の携帯電話で表示したモバイル版月探査情報ステーションのトップページ。左から、i-モード(N503i)、J-SKY(J-SH03)、EZweb(C309H)。



図 4.2 i-モード版「今日の月」(画像入りバージョン) できる分量にとどめている。



月探査情報ステーションのコンテンツの中には、長い文章や容量の大きな絵などを含むものがある。これをそのまま携帯コンテンツとして掲載すると、携帯端末やネットワーク側での制約に抵触する可能性があるだけでなく、実際のコンテンツとしてもスクロールや長時間のダウンロードが必要になるなど、使い勝手の悪いページになる可能性がある。

そのため、提供する情報はまずはなるべく最小限とし、携帯電話からでも簡単にサイトの全容を把握できる程度にとどめてある。

なお、アクセスが増加してきている現状を踏まえ、さらに多くのコンテンツを揃えていくことを考えている。

- ・手軽に楽しみたいメニューを中心に揃えること

ちょっと時間が空いたときにアクセスして来る人を念頭に置いて、あまり「肩の凝らない」、比較的眺めていて楽しいようなメニューを中心に揃えている。

- ・全ての携帯端末からアクセスできるようにすること

携帯端末ブラウザの仕様は、各社バラバラである。i-モードとJ-SKYは同じHTMLベースのシステムを採用しているが、タグの仕様に微妙な違いがある。また、EZwebはHDMLという、別仕様の言語を採用している。さらに、機種ごとの違いも大きく、新機種が発売されるたびに仕様が変わるといっても過言ではない。

一方で、月探査情報ステーションは多くの人アクセスしてくるサイトであり、端末の種類によってアクセスができなくなることはしたくないと考えている。これは、PC版においても、なるべく多くのブラウザ、多くのOSでのアクセスができるようにページを作っていることと同じコンセプトである。

このため、月探査情報ステーションの携帯コンテンツに関しては、i-モード、J-SKY、

EZweb の、携帯大手 3 グループが提供しているプラットフォームに対応するページを作成し、それらができるべく同じ画面で、同じ情報を提供できるようにページを作成している。

さらにユーザ側の利便を図るため、トップページ(<http://moon.nasda.go.jp>)にアクセスしてきたら、ユーザ側の携帯機種を自動的に判別し、適切なページにジャンプするように設定している。例えば、i-モードの携帯電話でアクセスしてきた人は、トップページの URL を入力しただけで、自動的に i-モード対応のページにジャンプするようになっている。

- ・多くの人からのアクセスを期待できるコンテンツであること

月探査情報ステーションのコンテンツは、月の科学や月探査など、どちらかというところ「堅い」話題が多い。ちょっと息抜きにアクセスしてくる人などにとって、日本の月探査の話題を提供するというのはミスマッチにあたると思われる。もちろん、サイトの目的としては探査などの情報も提供しなければならないと思われるが、ある程度サイトが定着するまでは、その点にはあまりこだわらず、気軽にアクセスしてもらえそうな内容のコンテンツを優先して揃えることにした。

そのため、見て楽しい「今日の月」や、特に若年層などに人気が高い運勢判断である「月占い」などをまず整備している。ある程度サイト自体が確立してきた時点で、探査など、より中心的な話題を揃えていくことを考えている。

以下、4.2 節において携帯コンテンツの解説を行う。

4.2 コンテンツ

4.2.1 今日の月

「今日の月」は、一昨年、昨年とインターネットシンポジウムで公開したコンテンツを携帯コンテンツ用に再編成したものである。「今日の月」では、月探査情報ステーションを訪れる日に応じて、その日の月画像及び月齢を表示するとともに、同じ月齢に起こった過去のイベントリストが表示される仕組みとなっている。

内容に関しては、2.2.3.1 パソコン版「今日の月」のページ解説と同じである。

なお、4.1.1 にも記述してあるとおり、携帯電話でのインターネット閲覧は、やり取りされた情報量に応じて課金されるため、CGI を使用して画像の表示・非表示をユーザーが選択できるようにした。

4.2.2 月の本

「月の本」は昨年からインターネットシンポジウムで公開したコンテンツを携帯コンテンツ用に再編成したものである。「月の本」はその名のとおり月に関する様々な図書を紹介するコンテンツである。

内容に関しては、2.2.3.5 パソコン版「月の本」のページ解説と同じである。

なお、携帯電話での閲覧にはファイルサイズの制約があるうえ、表示画面が小さくパソコン版と同じようなレイアウトにすると、画面のスクロールが大きくなってしまふ。そのため、1 ページに 1 冊の本の紹介をするようページを作成した。それに伴いユーザーインタフェースを考慮し、次のページへ進んだり、前のページへ戻るためのリンクを各ページに作成した。

4.2.3 月占い

このコンテンツは、今年初めて作成したコンテンツである。携帯電話でインターネットを閲覧する人は、パソコンを利用する人に比べて比較的年齢層が低く、女性も多いことから新しいユーザー獲得を目指し作成した。「月占い」は、自分の誕生日や相手の誕生日を入力することにより、性格判断や相性判断をするコンテンツである。

内容に関しては、2.2.2.2 パソコン版「月占い」のページ解説と同じである。

なお、当初は占いの結果を表示するだけであったが、2001 年 2 月末以降、入力された誕生日の月画像を表示するようにした。

4.2.4 俳句コンテスト

「俳句コンテスト」は、パソコン版で実施されていた内容を携帯コンテンツ用に再編成したものである。「俳句コンテスト」では、コンテストに応募するページや、応募された作品を閲覧できる「ギャラリー」などがある。

今回の「俳句コンテスト」では応募数が 100 首あり、そのうち携帯電話からは 9 首の応募があった。

内容に関しては、3.2.4 パソコン版「俳句コンテスト」のページ解説と同じである。なお、パソコン版で導入されているコメントメールシステムは携帯コンテンツでは導入を見送った。また、パソコン版では応募作品の掲載は画像を使用していたが、携帯電話ではやり取りされた情報量に応じて課金されるため、画像は使用せず文字での掲載とした。

4.2.5 FTB 実験のページ

FTB 実験のページは、PC 版「That's SELENE」における FTB 実験コーナーの内容の一部を、携帯コンテンツ用に再編成したものである。

このコーナーでは、FTB についての解説と、実験スケジュールをみることができるようになっている。解説は、PC 版のページの解説と同じである。

実験スケジュールについては、PC 版と同様の仕組みを使って表示している。PC 版における実験スケジュールの表示方法について詳細は 2.2.1.2 節に解説されている。PC 版との違いは、表示するファイルのデザインの部分のみである(画像を使用せず、文字だけにしてある)。

5. 得られた成果

5.1 概要

月探査情報ステーション及びインターネットシンポジウムにおいては、今年度も様々な成果を得ることができた。本章では、コンテンツ別に、得られた成果について供述する。本章で扱う内容は以下の通りである。

5.2 節では、月探査情報ステーション及びインターネットシンポジウムのアクセスログをもとにして、ユーザのアクセス動向やコンテンツ別のアクセス量などについての統計結果を記す。

5.3 節では、インターネットシンポジウムの各コンテンツごとに、以下のような内容についてまとめた。

- ・シンポジウム...発言内容
- ・アンケート...アンケート回答の分析結果
- ・Q&A...質問内容、及びその回答、追加された FAQ など
- ・俳句コンテスト...応募された句の内容
- ・仮想月開発プロジェクト...閲覧者からの意見など
- ・会議室...期間中の発言
- ・月占い...アクセス内容の詳細分析

なお、本章においては、一般アクセス者に関する情報については全て削除されている。

5.2 アクセス状況の分析

本節では、「月探査情報ステーション」及び「インターネットシンポジウム」のアクセスログから得られた代表的なデータを示し、アクセス状況の分析を記す。

5.2.1 アクセス総数

前年度まで「インターネットシンポジウム」として期間を限定して公開してきたが、今年度から定常公開の「月探査情報ステーション」及び、期間限定公開の「インターネットシンポジウム」という2構成で公開した。

当初「インターネットシンポジウム」公開期間は、平成12年11月1日～平成13年3月31日としていた。しかし、今年度初めて実施した「パネルディスカッション」が電子メールで行うディスカッションということもあり、発言のやり取りに時間がかかったため、公開期間を平成13年4月15日までとした。

図5.2.1-1にアクセス総数を示す。平成13年3月31日までのアクセス総数は約39,300件であり、公開終了時には43,000件程度になると予想される。これは、昨年度のアクセス件数と比較して約3倍の件数である。これは、一昨年からの公開実績やこれまでの広報活動により当サイトの認知度が上がったこと、検索エンジンへの登録、携帯電話対応コンテンツの公開などによるものであると推測される。

なお、同図においてアクセス数の伸びが鈍化している部分があるが、これは年末年始のアクセス減少や、停電によるサーバ停止によるものである。

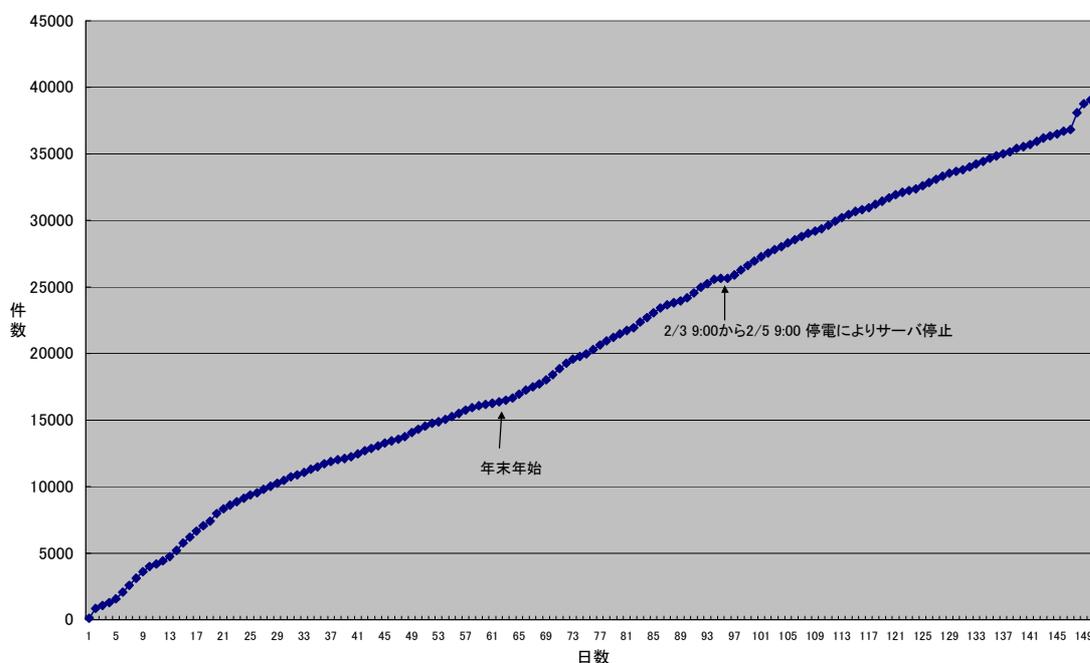


図 5.2.1-1 アクセス総数

5.2.2 アクセス件数履歴

図5.2.2-1にアクセス件数履歴を示す。アクセス数は1日100～300件のあることがわかる。この幅は平日と週末によるものが大きく、週末は平日よりアクセスが減少する傾向に

ある。

「月探査情報ステーション」では、あらかじめ登録された電子メールアドレスに対して更新情報等のメール配信サービス (mooninfo) を提供している。また、NASDAQ 公開ホームページにおいても同様のメール配信サービスがあり、今年度も本サイトの広報を 2 度にわたり実施した。NASDAQ メール及び mooninfo 配信後にアクセスの増加があるのは同図により明らかである。

なお、週末にメール配信サービスが多かったため、アクセス数の増加に数日のタイムラグが見られる。

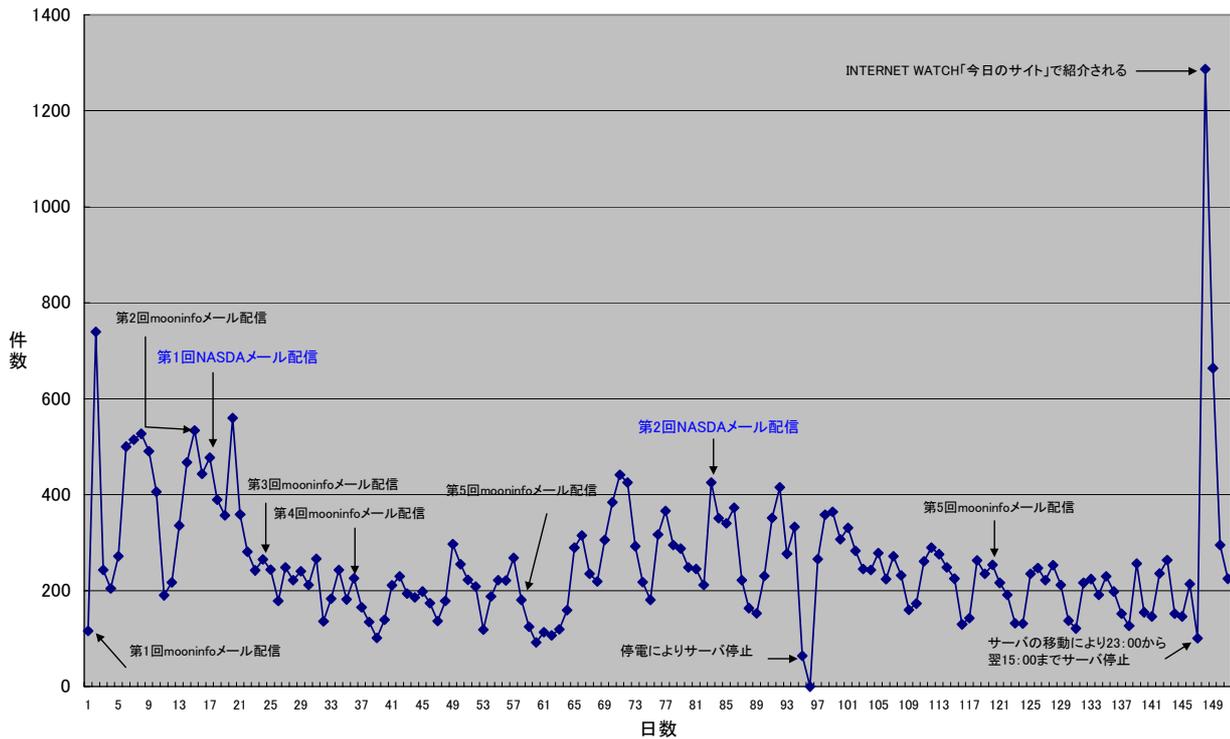


図 5.2.2-1 アクセス件数履歴

5.2.3 時間別リクエスト件数

ここでは、時間別のリクエスト件数について解析する。リクエストとはサーバーに対するコンテンツ構成ファイルへの配信要求数である。なお、本節ではトップページのリクエスト件数をアクセス件数と定義している。

図 5.2.3-1 に時間別のリクエスト件数を示す。これによれば深夜から早朝にかけて件数が極端に少なく、5時から6時にかけて最も少なくなる。その後、9時に急激に増加し、0時まで多少の増減を繰り返す傾向にある。この傾向は我々の活動時間にリンクしていると思われる。特に11時から12時、16時から17時と21時のリクエストが多いのは、昼休みや帰宅前、帰宅後などのゆとりのある時間帯に本サイトにアクセスするケースが多いことを意味している。

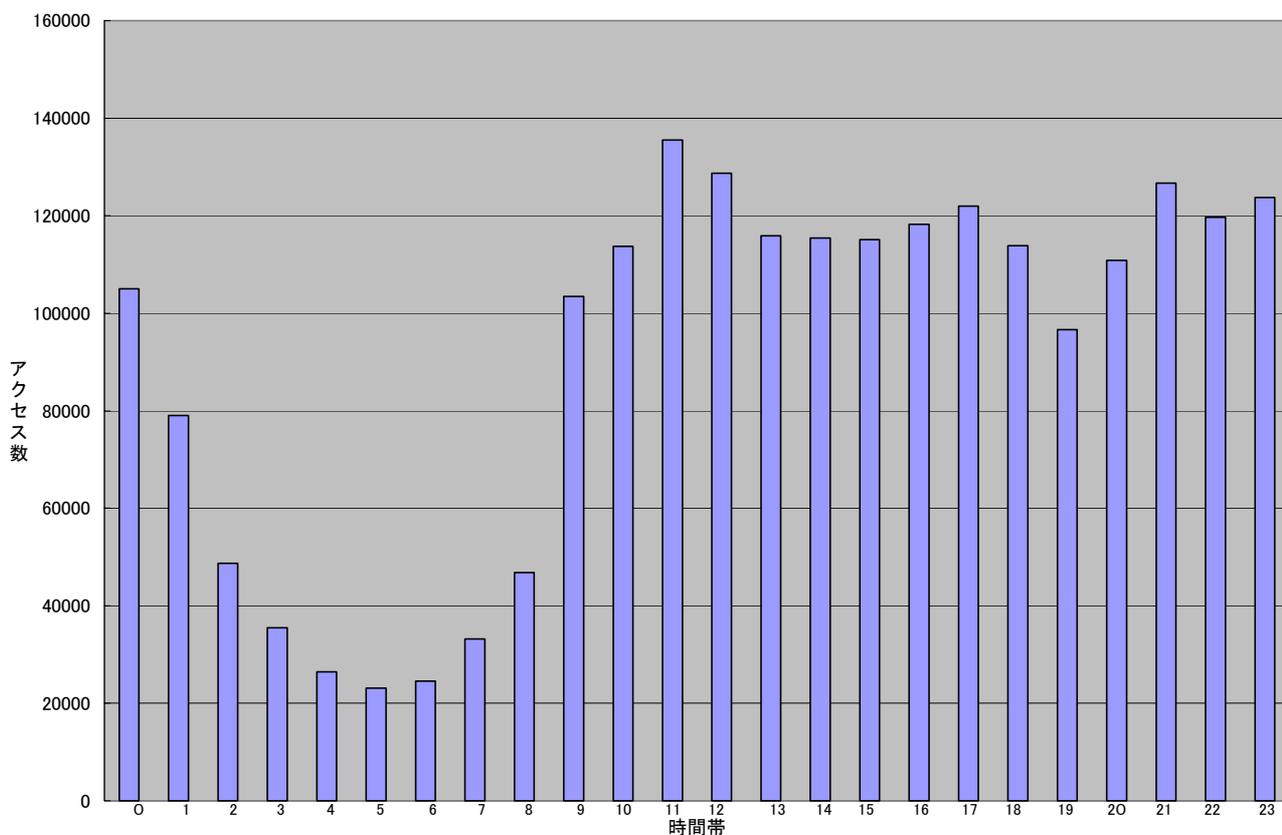


図 5.2.3-1 時間別リクエスト件数

5.2.4 曜日別リクエスト件数

図 5.2.4-1 に曜日別のリクエスト件数を示す。週末は平日の30%から50%のリクエストとなっている。このことから、平日に職場や学校からのアクセスが多いことが伺える。

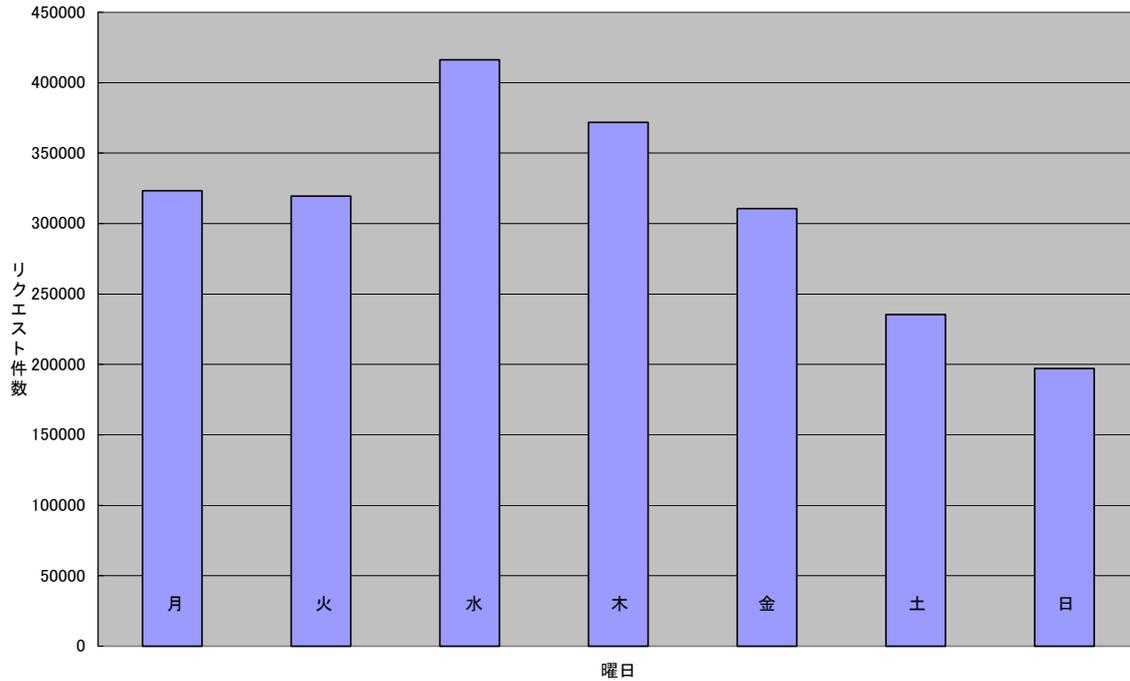


図 5.2.4-1 曜日別リクエスト件数

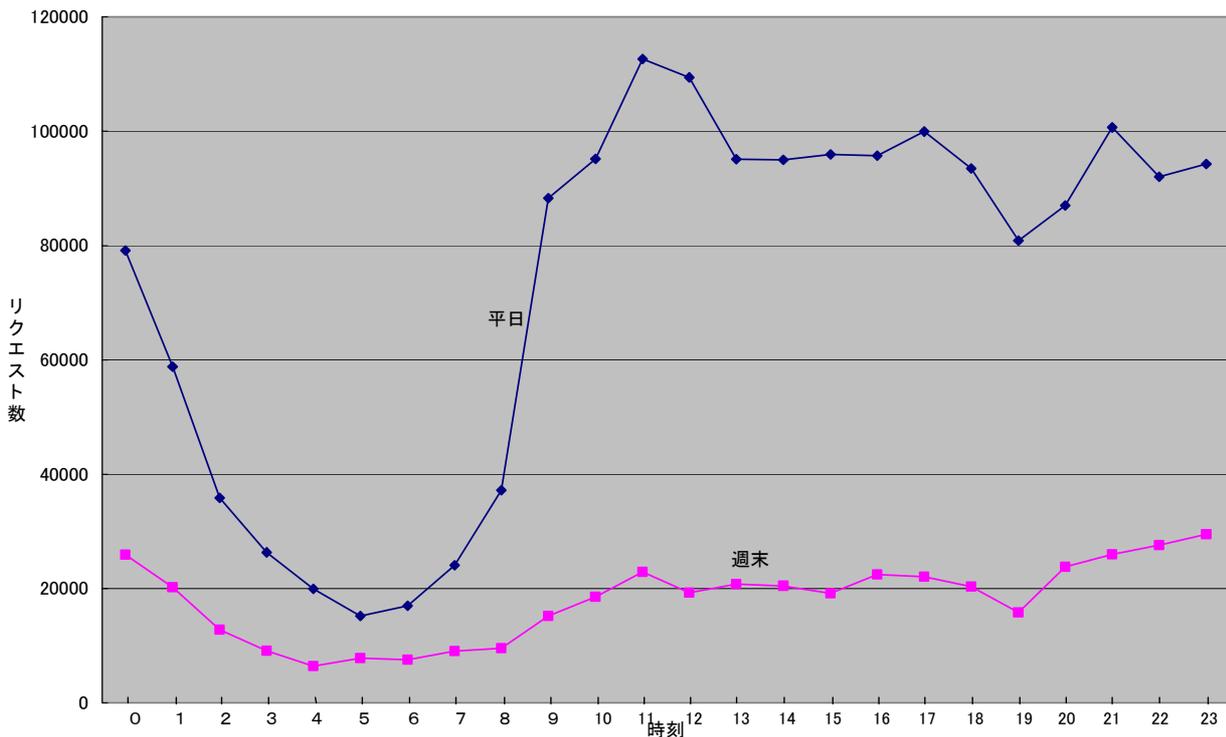


図 5.2.4-2 平日及び週末の時間別リクエスト件数

図 5.2.3-1 及び図 5.2.4-1 をもとに作成したものが図 5.2.4-2 である。この図は、平日と週末のリクエスト数を表したものである。この図を見るとリクエスト数の差はあるが、リクエスト件数の推移自体はほぼ同じことが分かる。

5.2.5 ドメイン毎のリクエスト件数

図 5.2.4-1 をもとに主要ドメイン別にしたものが図 5.2.5-1 及び図 5.2.5-2 である。政府機関（go.jp） 学術組織（ac.jp） 企業（co.jp）については週末になるとリクエスト数が減少しているが、プロバイダー（ne.jp） ネット管理組織（ad.jp） 一般団体（or.jp）などは週末の減少の割合が低い。

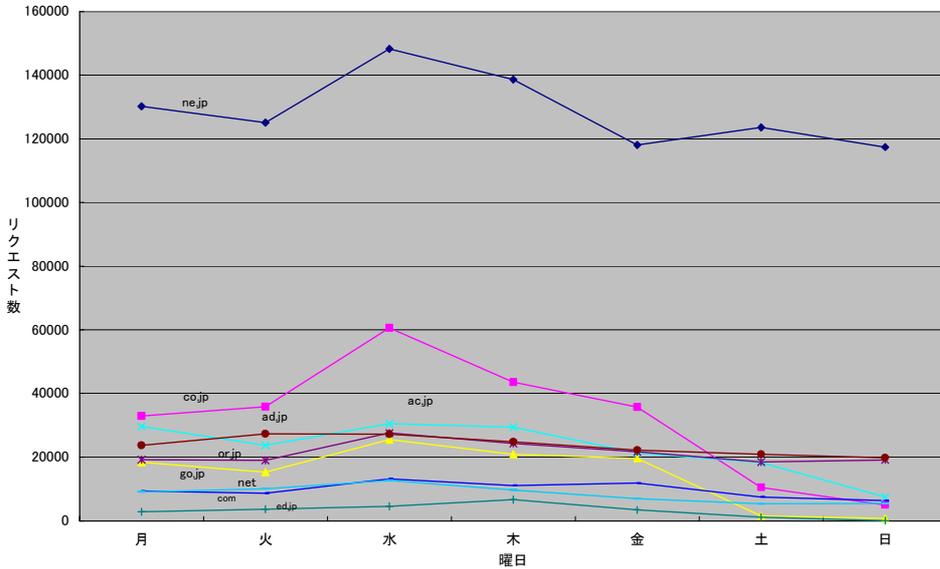


図 5.2.5-1 主要ドメイン毎のリクエスト件数

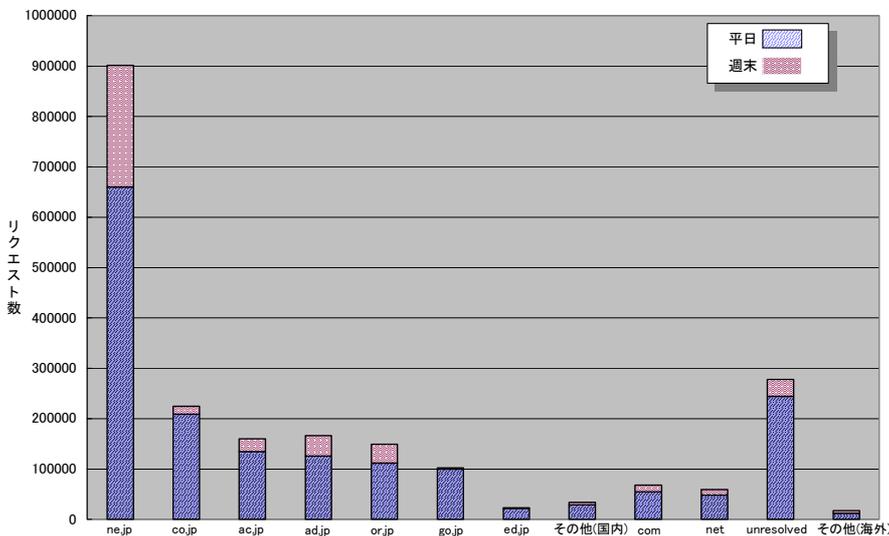


図 5.2.5-2 主要ドメイン毎のリクエスト数 (平日及び週末)

図 5.2.5-3 に日本国内及び米国を対象にドメイン別リクエスト件数について解析する。この図から分かるとおり、全体の約 80%が日本国内からのものであり、プロバイダー（ne.jp） ネット管理組織（ad.jp）でリクエスト数の約半数を占めている。これは当サイトへのアクセスの半数が個人のものであると推測され、月探査の意義などを広く広報するという本サイトの理念を鑑みても大変意味深いことである。

米国からのリクエストは企業（com）、プロバイダー（net）で全体の6%を占めている。なお、それ以外の米国ドメイン及び海外ドメインについてはその他に含めている。また、判別不明の多くはIPアドレスを認識したものである。

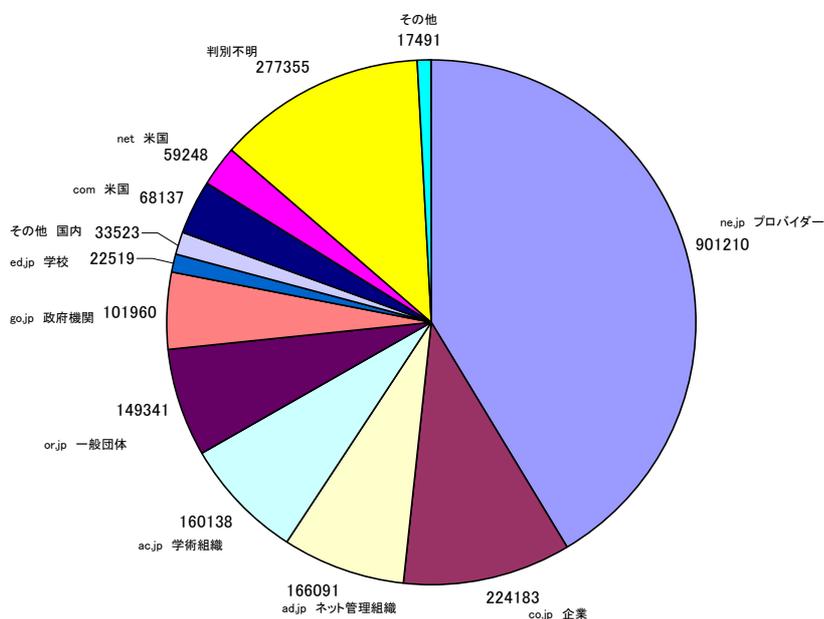


図 5.2.5-3 ドメイン別リクエスト数

5.2.6 海外からのアクセス

図 5.2.6-1 に海外（米国以外）からのアクセス件数を示す。リクエスト数の多い10ヶ国を表しているが、実際には45ヶ国からのアクセスがあった。現在、英語版コンテンツを準備中であるが、公開した場合リクエスト数の増加やリピーターの確保が見込まれる。

次の図 5.2.6-2 にリクエスト数の多いフランスとイタリアのアクセス数を示す。どちらもNASDA メールや mooninfo の配信後にリクエスト数が増えている。

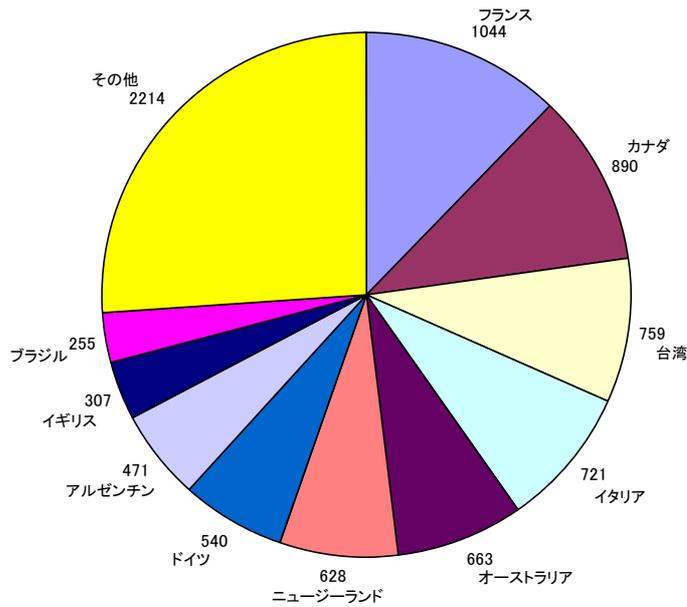


図 5.2.6-1 海外からのリクエスト件数

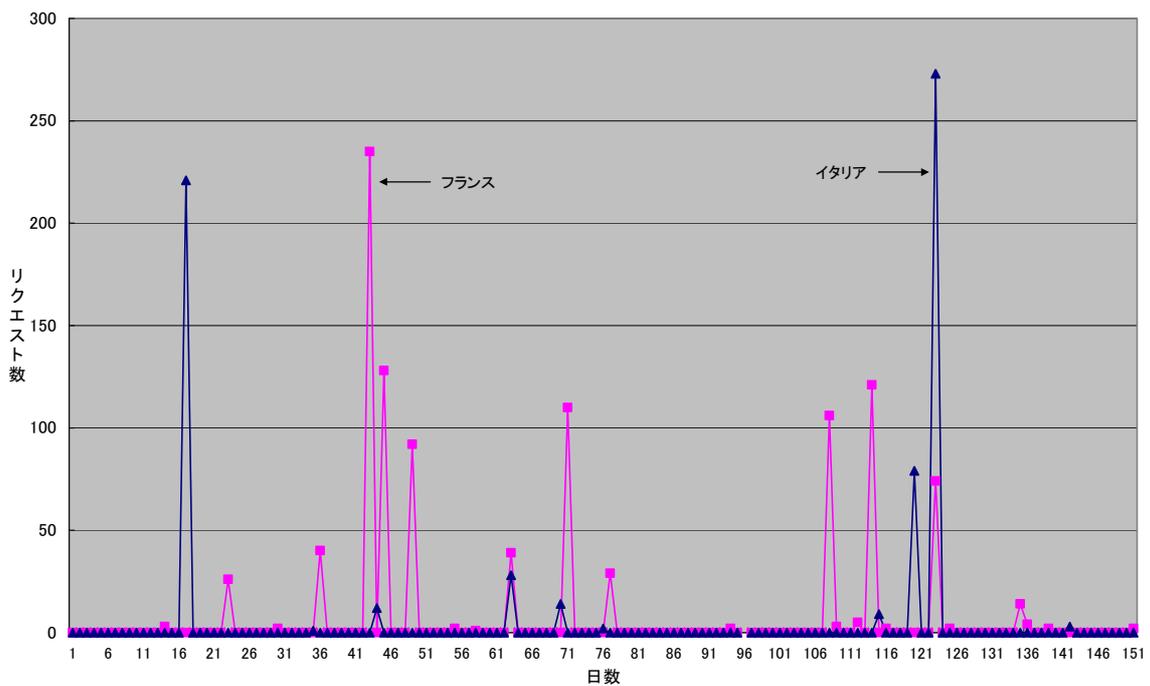


図 5.2.6-2 フランス/イタリアからのリクエスト履歴

5.2.7 コンテンツ別アクセス件数

5.2.7.1 月探査情報ステーション

図 5.2.7.1-1 にコンテンツ別アクセス件数を記す。一番多かったのは「今日の月」で前年度までと同様である。次に今年度新たに公開した「日本の月探査」へのアクセス件数が多く、日本の月探査の現状やこれからの月探査への取り組み方などに興味を持っていること

が推測される。

そのほか、Q & A、ギャラリー、月の本などのコンテンツへのアクセスが多かった。アクセス件数の少なかったコンテンツは、「月探査情報ステーション」として定常公開の形になったため、成果掲載のページ内容が前年度と同じで更新がほとんどされていないなどの原因が考えられる。

次回の「月探査情報ステーション」においては、日本の月探査の現状や取り組み方を広く伝えられるコンテンツ作りに注力すべきであると考えます。

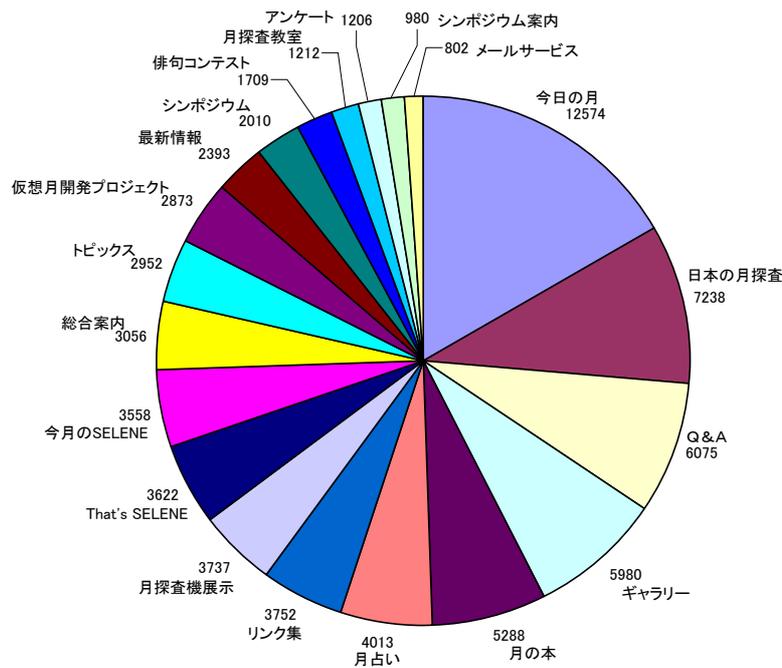


図 5.2.7.1-1 コンテンツ別アクセス件数（月探査情報ステーション）

5.2.7.2 インターネットシンポジウム

次に期間限定で公開している「インターネットシンポジウム」のアクセス件数を図5.2.7.2-1に示す。「仮想月開発プロジェクト」、「シンポジウム(パネルディスカッション)」で約70%のアクセス件数があり、どちらも更新頻度が高かったこと、参加型コンテンツであることなどが要因であると思われる。

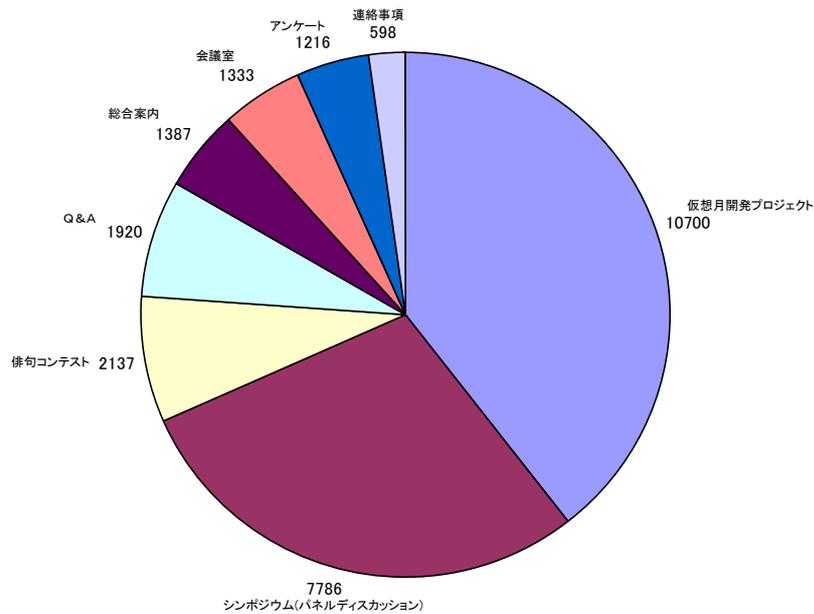


図 5.2.7.2-1 コンテンツ別アクセス件数 (インターネットシンポジウム)

5.2.7.3 携帯電話コンテンツ

図 5.2.7.3-1 に携帯電話でのアクセス件数履歴を示す。

急激にアクセス件数が増加している箇所があるが、これらは検索エンジンサイトへの登録が行われた際や、WEB 上の紹介サイトなどに掲載されたものである。携帯電話コンテンツは検索エンジンや紹介サイトなどからアクセスする比率が高く、今後も有効に活用することが望まれる。

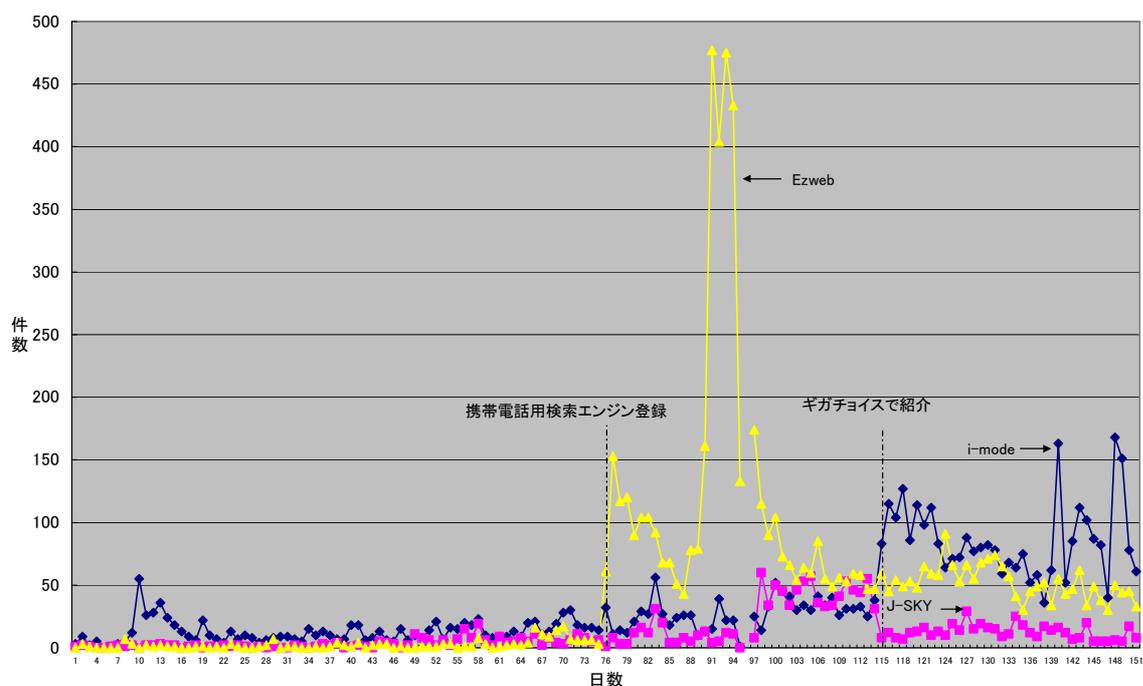


図 5.2.7.3-1 携帯電話でのアクセス件数履歴

以下に各機種毎のコンテンツ別アクセス件数を示す。

各機種とも、パソコンでのアクセスと同じで「今日の月」へのアクセスが一番多い。

また、若年層ユーザーの多い携帯電話向けに作成した「月占い」がその次に多くなっている。

携帯電話でのコンテンツは、画像を使用することがアピールにつながる。「今日の月」は機種毎にコンテンツ公開時から、「月占い」は 2 月末から全機種で画像を表示するようにした。

現在、携帯電話はカラー端末が普及してきている。今後はコンテンツ自体のカラー対応により新たなユーザーの獲得、リピーターの確保が出来ると考える。

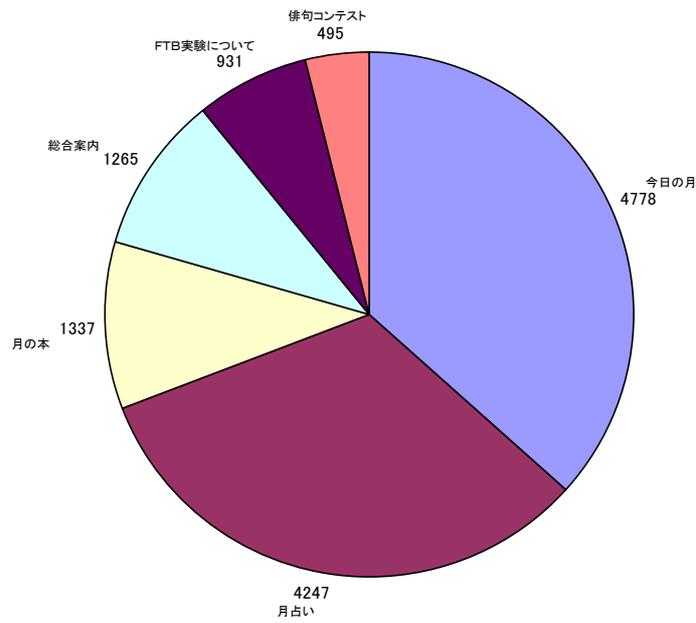


図 5.2.7.3-2 i-mode コンテンツ別アクセス数

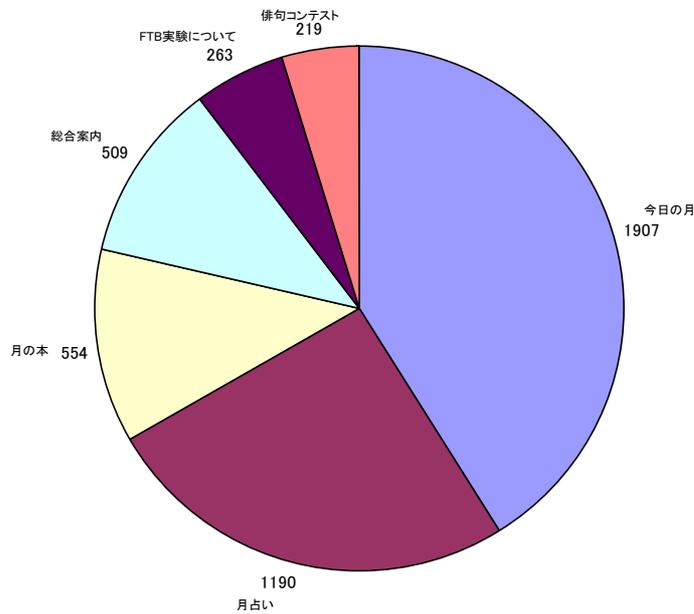


図 5.2.7.3-3 J-SKY コンテンツ別アクセス数

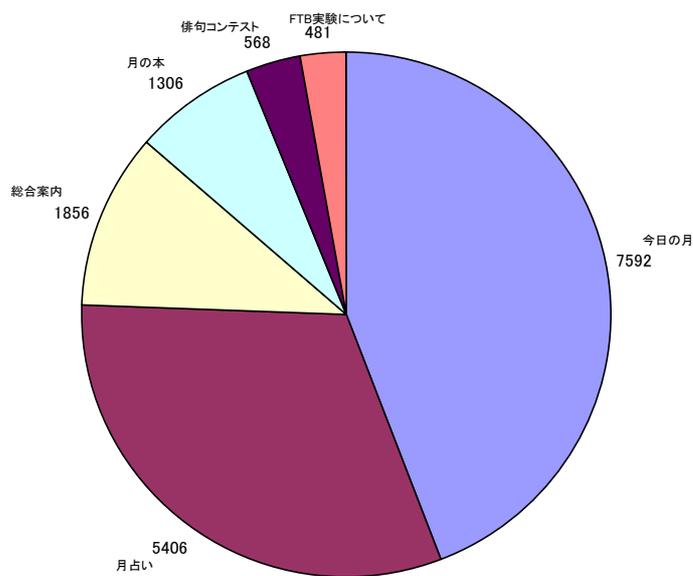


図 5.2.7.3-4 EZweb コンテンツ別アクセス数

5.3 インタラクティブコンテンツ

5.3.1 概要

月探査情報ステーション及びインターネットシンポジウム「ふたたび月へ-mission03-」においては、一般の Web 閲覧者が参加できる双方向型のインタラクティブコンテンツが存在する。これは宇宙開発や月探査の意義を広く紹介するだけでなく、一般 Web 閲覧者からの意見や質問を受け、それを取り入れてサイトとして発展することによって、更に宇宙開発や月探査の意義に対する理解を深めることを狙いとしている。このようにインタラクティブコンテンツは情報を与えるためだけのものではなく、一般の Web 閲覧者からの情報を受けて、それを反映し発展してゆくことに関与している重要なコンテンツであると認識している。

以下にインタラクティブコンテンツの概要を記す。

(1) シンポジウム会場

- ・ 月の氷、月面車、月旅行などのテーマのもと有識者によるディスカッションを行う
- ・ 一般閲覧者の意見はパネラーを通して紹介される
- ・ 本年度から始めた企画

(2) アンケート

- ・ 本 Web サイトのみならず、宇宙開発、月探査プロジェクトに関するアンケート
- ・ 応募者の中から抽選で「スペースガイド」などの賞品が当たる

(3) Q&A

- ・ 月に関する質問を募集
- ・ 一般的な質問と回答を用意した FAQ 集もある

(4) 俳句コンテスト

- ・ 月をテーマにした俳句のコンテスト
- ・ 応募者作品は厳正な審査の上、表彰がおこなわれる

(5) 仮想月開発プロジェクト

- ・ デザイン系の学生による月開発におけるデザイン提案
- ・ 一般閲覧者のデザインに対する意見により、最終的なデザインが変化する

(6) 会議室

- ・ 本 Web 上におけるすべての話題を意見交換できる場

(7) 月占い

- ・ 月齢計算をもとにした占いの企画
- ・ 自分の生年月日を入力するとその日の月齢を計算する
- ・ 月齢により性格判断、相性占いを行う
- ・ 本年度から始めた企画

5.3.2 シンポジウム会場

ここでは、3つのパネルディスカッションのうち、第1回「月の氷」、第2回「月面車」における発言について記す。各回とも活発な発言があり、この発言の様子を通して、議論の進み方や活発さを感じ取れるはずである。

第3回パネルディスカッションは現時点(3月中旬)の時点で4件の発言が行われている。

第1回パネルディスカッション 月の氷

No.1 2000年11月13日【月】20:08 川勝康弘(NASDA)

こちらは、インターネットシンポジウム「ふたたび月へ mission03」のシンポジウム会場です。

今年のシンポジウムでは、月に関する3つのテーマ(「月の氷」「月面車」「月旅行」)について、パネルディスカッションが企画されています。(パネルディスカッションについての詳細は、<http://moon.nasda.go.jp/ja/datasymp/2000/about.html> をご覧ください。)

今日から始まる第1回パネルディスカッションでは、4名のパネラーの方々を迎えて、「月の氷」についての議論を進めていきます。

申し遅れましたが、私、コーディネーターとして司会をつとめさせていただきます、宇宙開発事業団の川勝です。まず、私の方から簡単に自己紹介させていただきます。

私は、大学在学中から宇宙工学を専攻し、制御系を中心に宇宙システムの研究開発に携わってきました。今は宇宙開発事業団において、2004年打上予定の月探査機、SELENEの開発に携わっております。またSELENEにつづいて計画されている、月着陸を目指す次期月探査機の開発にも参加したいと考えています。

月の氷は、その発見のニュース以来、次期月探査機での有力な探査候補のひとつとなっています。私は、エンジニアとして探査機の開発を担当するわけですが、「月の氷」についての科学的背景、あるいはその将来の利用可能性は、とても興味があるところであり、また重要なモチベーションにもなります。今回は、その道の専門家の方々をパネラーに迎え、「月の氷」多角的に議論を進められればと思います。

今回のディスカッションでは、司会進行と同時に、エンジニアとして議論に参加したいと思います。では、つづいて、パネラーの方々、垣見さん、金森さん、春山さん、出村さんに自己紹介をしていただきましょう。よろしくお願いします。

No.2 2000年11月14日【火】09:07 出村裕英(NASDA)

みなさま、はじめまして。月利用推進研究室の出村です。

「真空の月に氷があ？」という、一見ありえなさそうなテーマ、喜んで参加させていただきます。しかも、インターネット上で「パネルディスカッション」という点も面白そうです。

議論はやや間延びしそうですが、そのぶん十分考えた丁寧な応酬になれるので、期待しています。

私の背景は地球惑星科学で、主専攻が画像に基づく惑星地質学、副専攻がクレーター形成機構等を含む地球物理学になります。

よろしくお願いします。

No.3 2000年11月14日【火】09:16 金森洋史(NASDA)

はじめまして。宇宙開発事業団の金森洋史(かなもり ひろし)と申します。

今回、「月の氷」に関するパネルディスカッションのパネラーとして参加させていただきます。

...が、私自身は特に「月の氷」関係に詳しいということではありませんので、色々教えていただけたらうれしいですね。

実は、私はもともと土木工学の人間で、その中でも特にコンクリートの施工技術の開発に携わっておりました。皆さんご存じのようなダムやトンネルなど、土木構造物の建設に当たって、どのようにコンクリートを利用していくかが主な課題

となっておりました。

ところがそんなある日(今から13年前になりますが)、アメリカの雑誌に「月でもコンクリートを利用できる」と述べた論文が発表されました。

「これは面白そうぞ!」ということで、日本でも「月コンクリート」に関する研究ができると考え、以来、月でのコンクリートの利用方法などに関する研究を行ってきました。

現在では、コンクリートに限らず「月の資源」全般にわたって、その利用方法についての研究を行っています。

このような研究の中で、「月の氷」というのは資源的な観点からみると、ものすごくインパクトのあることと捉えられています。もし、ある程度利用できるような氷(=水)が月で得られることになれば、「月面での様々な活動を支援できる」と期待する人たちも大勢います。

さあ、実際のところはどうなのでしょうねえ?

... ということで、皆さんよろしく申し上げます。

No.4 2000年11月16日【木】13:45 春山純一(NASDA)

NASDA 月利用推進研究室の春山です。

現在、SELENE 計画に搭載されるカメラ(月面撮像分光機器、LISM(Lunar Imager/SpectroMeter)の開発、データ研究のとりまとめをしています。

専門は惑星科学です。大学院時代には彗星の熱的進化を研究していました。

月の氷は、惑星科学の観点から非常に興味深いことです。

もし、この氷が彗星起源とするならば、過去の地球-月系への彗星落下の頻度や彗星の成分に関する情報が、月に存在することになります。

まだまだ分からないことがありますが、それだからおもしろい!

このパネルディスカッションで、いろいろな事が話し合えたらいいですね。

No.5 2000年11月16日【木】21:32 垣見征孝

皆さん、初めまして。垣見です。

専門家の皆さんの前で大変緊張しています。

宇宙には大変興味がありますが、月に関しては専門外ですので、ここでいろんな楽しい話ができたらと思います。

#実は仕事は宇宙関係だったりします。

よろしくお願いいたします。

No.6 2000年11月17日【金】00:08 川勝康弘(NASDA)

パネラーのみなさん、どうもありがとうございます。

では、さっそくはじめましょう。

まず基本的なことを確認しておきたいのですが。

出村さんも自己紹介の中で「『真空の月に氷があ?』という、一見ありえなさそうなテーマ」とおっしゃってますね。

月面というと

http://nssdc.gsfc.nasa.gov/imgcat/html/object_page/a11_h_40_5903.html

http://nssdc.gsfc.nasa.gov/imgcat/html/object_page/a11_h_37_5458.html

のようなアポロの写真がイメージだと思うんです。海も川もないし、空には雲もない。

月面では、環境条件とかから「基本的に水は存在しえない」ということだと思うんです。

大体のところは、押さえているつもりなんです、

出村さん、ここらへんのところをわかりやすく説明していただけますか。

No.7 2000年11月20日【月】21:33 出村裕英(NASDA)

川勝さま、みなさま:

出村です。

> 月面では、環境条件とかから「基本的に水は存在しえない」ということだと思うんです。

> 大体のところは、押さえているつもりなのですが、

> 出村さん、こちらへんのところをわかりやすく説明していただけませんか。

現在の月大気圧は 7×10^{-7} Pa 以下であることが分かっています。

地球大気圧 1×10^5 Pa の約一千億分の一。まあ「真空」です。H₂O の三重点圧力 610.6 Pa を下回っているので、H₂O は固体の氷が気体でしか存在できません。その意味で、液体の水はありません。

昼間の月地表温度は 380K [ケルビン、温度の単位。0 = 273.15K。] にもなります。もしここに水を一滴垂らしたら、たちまち気体分子になって自由に飛び回ります。そして... 月を脱出して宇宙空間に飛び去ってしまいます。従って、今の月には「水がない」とされているわけです。

ところが、月の南北極には一年中、陽が射さない「永久影」領域があり、月の夜の地表温度 120K 以下と考えられています。ここならば、H₂O は「氷としてならば」存在することができます。

実は、太陽に最も近い惑星、水星の南北極にも永久影があり、月ともども、かなり昔から「水があるかもしれない」と一部の人達の想像力をかき立ててきました。最近の月探査でそれを検証する材料が揃ってきて、現在、ホットな議論テーマとなっているわけです。

大まかな背景説明としては、こんなものでしょうか？

もし、月に水があれば... 人類が活動するのに、地球からはるばる重い思いをして水を運んでこなくても現地調達で済みそう、とか、永久影の水の起源は何を語るか、とか、いろいろ話題はつきません。

とまあ、まずは、こんなところでしょうか？

No. 8 2000年11月21日【火】11:04 出村裕英(NASDA)

まだ、閑古鳥しか鳴いていないようで、何人見ているのかも分かりませんが... 初意見が届きました。海外からです。

> ルナ・プロスペクターを月面に落下させて、そのときに

> 舞い上がった粉塵を解析して「月の水」の有無を確認する

> というプロジェクト(結局、解析に十分なデータが得られ

> ませんでした)は、私の勤める Center of Space Research

> (<http://www.csr.utexas.edu>)が発案し、衝突のための

> 軌道解析をおこなったこともあり、「どのようにして、

> 月面の水(氷)の存在を確認するのか」というテーマに

> 興味があります。

どのようにして確認するか、ということに関してですが、私の知る限り、現段階のすべて議論の基盤は間接証拠です。

電波で見て、氷は高反射能かつ特異な円偏光比を示します。クレメンタインはこの特徴を捉えようと、通信用電波を極永久影領域に反射させて地球で受信しました。

第一報で氷存在の可能性が示唆されて、再解析第2報で南極には見あたらないとされ、ホントのところがよく分からなくなりました...

Science の古い記事は、フルテキストがオンラインで読めます。

<http://www.sciencemag.org/search.dtl> から検索して当たって下さい。

Nozette et al. (1996) Science 274, 1495-1498

The Clementine Bistatic Radar Experiment

Simpson & Tyler (1999) Journal of Geophysical Research 104, E2,3845-3862

Reanalysis of Clementine bistatic radar data from the lunar South pole

ルナ・プロスペクターは中性子エネルギー分光器を搭載し、月面起源中性子の3バンド(スペクトル?)を取得しました。

南北極の一部に H₂O 氷であってもよい特徴が得られたので、氷が見つかったか? と関係者は色めき立ちました。

Feldman et al. (1998) Science 281, 1496-1500

Fluxes of fast and epithermal neutrons from Lunar Prospector

: Evidence for water ice at the Lunar poles

ミッションの最後に、ルナ・プロスペクターを極永久影へぶつけて揮発成分を気化させ、そのスペクトルから H₂O を検出しよう、との試みがありました。(投稿者の指している件) 結果は、光量が不足して何とも言えない、というものだったと理解しています。検出限界はどれくらいだったのでしょうか?

(Cf.)

月探査ミッションのまとめ

<http://www.tsgc.utexas.edu/everything/moon/missions.html>

ルナ・プロスペクターのホームページ

<http://lunar.arc.nasa.gov/>

クレメンタインのホームページ (3機関)

<http://www-phys.llnl.gov/clementine/>

<http://wwwflag.wr.usgs.gov/USGSFlag/Space/clementine/clementine.html>

<http://www.nrl.navy.mil/clementine/clementine.html>

- > 一般の読者がどのような形でディスカッションに参加
- > してゆけばよいのか、とまどっていますが、よろしく
- > お願いします。

意見や質問を頂くことで、パネラーの皆さんを刺激していただければ、嬉しいです。初めての試みで、聞き手が未知という環境に戸惑っていても、読者からの何らかの反応・きっかけが欲しいところです。

No. 9 2000年11月21日【火】20:35 出村裕英(NASDA)

> 8 へのコメント

> どうも、初めまして(でない人たちもいるが)

> 航空宇宙関係の仕事をしている者です。

>

> 少しでも話が進めばと、

> 月面の水(氷)の存在確認方法等についてお尋ねします。

ありがとうございます。さて、

> 【1】

> > どのようにして確認するか、ということに関してですが、

> > 私の知る限り、現段階のすべて議論の基盤は間接証拠です。

>

> ということですが、現在実施されてきた方法を含め、

> 間接証拠により水(氷)の存在を「確定」することは原理的に

> 可能なのでしょうか。

> それとも、やはり「可能性」が高くなるだけで、

> 最終的には直接探査を実施することが「確定」

> のためだけでも必須なのでしょうか。

まず、水(H₂O)を「厳密に」同定するというのは、結構大変です。地球上では実にありふれていて、似たような性質を示すものが見あたらないので、以下に挙げる全てをチェックしなくても水と判断されてしまいます。また、H₂Oは大抵の溶媒なので、検出試薬というものも、私はすぐには思いつかないです。

近赤外スペクトル(吸収線)を見るのが同定方法として一番確実な線でしょう。質量数が18のものは、まずH₂Oだと思って質量分析計で直接測定できれば、それも有力です。

あとは、固体にしてX線回折写真を撮って結晶構造&格子定数を得るとか、相図(固液気体の温度圧力条件図)がH₂Oのそれと一致することを示すとか、潜熱(気化熱)・比熱・粘性率・表面張力・比誘電率・屈折率・電気伝導率・双極子モーメント・分極率を測定したり、、、結局は組み合わせ・消去法となります。

これを踏まえて、月永久影の氷という対象を考えてみます。

永久影ですから、スペクトルを見る光源(太陽光)がありません。(照明弾でも上げれば、別でしょうが) 唯一かつ最強の間接同定手段が使えないので、「何らかの仮定をした間接測定」か、直接「その場(in situ)測定」するしかなさそうです。

ルナ・プロスペクターは、永久影から

水分子を太陽光のもとに叩き出すことを

狙ったのですが、検出限界以下だったので、

無いとも有るとも言えませんでした。

ルナ・プロスペクターの中性子分光器は、水素の存在を示しているに過ぎません。水かどうかを断定するにはまだ証拠不

十分です。

何か、いいアイデア・決定打は、ありませんか？

> 【2】

- > 月の水は氷の状態が存在することなのですが、
- > 具体的にはどのような具合にあると想定されるのでしょうか。
- > 地球の極地域のようにゴロッとしたいわゆる「固まり」の形で
- > 存在するものなのでしょうか。それとも氷といえども
- > 土塊に混じった状態なのでしょうか。
- > 間接根拠で確認する場合、このような存在の仕方の違いの影響は
- > 基本的にない（無視し得る）のでしょうか。
- > この想定具合によって、直接探査（や将来的な利用）の
- > 場合の採取方法については影響が出てくるとは思うのですが。

見つかっていないわけですから、起源を「想像」するしかなく、それが、「想定環境・状態」のすべて、となります。月はアポロ回収試料に基づき、岩石学的に H_2O に欠けていることが分かっています。これを極域（全球）まで外挿できるとすると、脱ガス起源というのは考えにくく、彗星物質（外来起源）と考えるのが自然です。

（この辺りは春山氏に振りたいのですが）

氷が塊で落ちているのは考えにくく、表層レゴリスの隙間に疎にへばりついているのだろう、というイメージを私は持っています。

間接根拠の仮定の差違・現実性の方が、より深刻な問題だと思います。

（答えになっているかどうか、自信がありませんが。）

他のパネラーの方々、HELP

No. 10 2000年11月22日【水】01:27 川勝康弘(NASDA)

発言 No.8 でルナ・プロスペクターの衝突の話題、発言 No.9 で月の氷の検出方法・存在形態の話題が出ましたが、ちょっと前に戻って整理したいと思います。

「(基本的には)月に H_2O (水) がないわけ」を発言 No.7 で出村さんに教えていただきました。

- ・月の大気圧では「液体の H_2O 」は存在しえない。
- ・したがって、 H_2O の存在形態は「固体(氷)」か「気体(水蒸気)」になる。
- ・しかし、昼間(太陽光があたっている状態)の月の温度は絶対温度で 380K にもなる。
この状態では、 H_2O は気体(水蒸気)になってしまう。水蒸気になった H_2O は宇宙空間に逃げてしまう。
- ・よって、基本的には月面に H_2O は存在しない。

ということだと思います。

ところが、ひとつ可能性がある、と出村さんはおっしゃってます。つまり、

- ・何らかの理由で月面のある部分に固体の H_2O (すなわち、氷) がある。
- ・その地域には太陽光があたらず、氷が溶ける温度まで温度があがらない。
- ・そこにある氷は、宇宙空間に逃げ出すことなく残っている。

この仮説が成立するためには、2つ条件がありますね。

- (1) 月面に太陽光がまったくあたらない地域がある。
- (2) その地域に氷がある。

この(1)の地域が、出村さんのいうところの「永久影」すなわち、「永久に影になっている地域」ですね。

出村さん、春山さん、あるいは金森さん、

まず、この「永久影」なんですが、月面上ではどのような条件下で存在するのでしょうか。地球でも北極圏とか南極圏では、「白夜」とかがありますね。あれと同じようなメカニズムなのでしょうか。

それから(2)の条件、つまりこの永久影に「氷がある」ということについて。

- ・月にもともと(月ができたときから)氷があった可能性はあるのでしょうか。
- ・それとも外部要因、つまり衝突した物体(彗星など)から氷が運ばれてきたのでしょうか。
- ・あるいは他の成因もありうるのでしょうか。

これは、出村さん、あるいは春山さんにうかがった方がよいのでしょうか。

No. 11 2000年11月22日【水】09:57 出村裕英(NASDA)

- > 発言 No.8 でルナ・プロスペクターの衝突の話題、
- > 発言 No.9 で月の氷の検出方法・存在形態の話題が出ましたが、
- > ちょっと前に戻って整理したいと思います。

(中略)

- > 出村さん、春山さん、あるいは金森さん、
- > まず、この「永久影」なんですが、月面上ではどのような条件下で
- > 存在するのでしょうか。

月の自転軸は、黄道面に対して1.5度の傾きしかありません。もし、太陽高度の低い両極に凹地(例えば、衝突クレーター)があれば、年間を通して陽の射さない領域が生じます。地球自転軸は23.4度傾いているので、太陽高度が変化して四季および白夜・極夜が生じているわけです。もちろん、年間を通して暗黒の世界は地球上にはありません。

- > それから(2)の条件、つまりこの永久影に「氷がある」ということについて。

いろいろ整理されて詳しい春山さんに振らせて下さい。

あと、金森さん、月レゴリス中の水の存在形態(粒間?非晶質?濃度は?)は月面施設建築材料を議論する上で基礎的な考察をされているかと思います。大まかなイメージを教えてください。

No. 12 2000年11月22日【水】19:54 春山純一(NASDA)

春山@NASDA 月研究室 です。

川勝さんに整理いただいた点について述べます。

「永久陰」の存在について

どういうものが「永久陰」か:

出村さんが答えられているように、極における低地が永久陰となりえます。

永久陰はどのように確認されているか:

探査機による写真データを重ね合わせたり、地球からのレーダー観測を利用したりして、月の(極)地形形状を把握しそれから、永久陰の領域を推定します。

どれくらいの領域が月の永久陰か:

これまでの研究で、月では

87.5度以北の北極域には、1000平方km以上の永久陰領域が、

87.5度以南の南極域には、2000平方km以上の永久陰領域が存在すると推定されています。

月ができたときから「永久陰」があったのか:

月の自転軸が、もし地球のように自転軸が大きく傾いていると、月の夏には極の低地にも太陽が照ることになります。したがって、永久陰は殆どできないことになります。月が今のように自転軸が黄道面に対してほぼ垂直であることが月に永久陰ができる点で重要です。

月の自転軸は、できたときからこのように垂直だったかということ、どうやらそうではなさそうです。このように自転軸が定まったのは、20億年前くらいではないかという研究があります。

永久陰の分布等は、SELENE計画で高度計や地形カメラによってかなり詳細に分かってくると期待されます。

No. 13 2000年11月22日【水】20:29 春山純一(NASDA)

春山@NASDA 月研究室です。

月の永久陰について、もう少しコメントします。

「永久陰」の中の氷について

永久陰の中に氷が有る可能性は?

永久陰の中に氷があるためには、

1) 源があること

すなわち、水が月に降ってきた、月の上でできた、中から出てきたことが必要です。

2) 水が水のままでいること

すなわち、降ってきたり、できたり、出てきたりした後、水素と酸素に分かれたり、ほかの物質と反応して水のまま

で無くなってしまふことが、無いことが必要です。

3) 永久陰まで到達すること

すなわち、月から飛び出して行ったりしないことが必要です。

4) 永久陰から無くならないこと

すなわち、せっかく永久陰に入っても、また陰の部分から飛び出したりその中でも反応したりして、失われないことが必要です。

これらの条件が満たされる必要があります。

これら各項目について、いろいろ議論や研究があります。

次の機会にコメントしたいと思います。

No. 14 2000年11月22日【水】20:39 出村裕英(NASDA)

佐賀県の大学生からの疑問に応えます。

> 私は月について勉強し始めたところなので、非常に興味があります。

> このような形でパネルディスカッションが聞けて、大変うれしく思います。

> 疑問が一つあります。月に液体の水は存在しないとされていますが、

> 永久影の中の氷が月内部の熱で温められて地下水になったりはしていない

> んでしょうか？

温度が上がっても、気圧が高くないと、ガス分子になって逃げてしまいます。もし、地下で圧力を維持する閉じた空間があって、そこにH₂Oと三重点温度(273.16K)以上の環境が達成されれば、「地下水」はあり得ます。が...

衝突破砕物のレゴリス層は空隙が多いので、着陸している漁れる深度にそんな場は無さそうです。液体の地下水は期待できません。

より深部ならあり得るか、という問いもありえるので、発展します。

月に水が無い、というのには、実は2つのレベルがあります。先に紹介したのは、月面温度圧力環境と、小さい脱出速度(月質量/重力の束縛)から「表面に水があるには永久影でない」というものでした。月回収試料の分析によると、「岩石組成レベルでも」、水がみつかりません。花崗岩と呼ばれるものもありますが、含水鉱物(黒雲母とか)は、ごっそり抜け落ちています。月には水以外にも、カリウム・ナトリウムといった揮発性元素にも乏しいことが知られていて、月の起源を考える上で、重要な制約条件とされています。

つまり、月内部には、脱ガスできる水すら、はなっから無い、と考えるのが大勢です。

No. 15 2000年11月22日【水】20:46 春山純一(NASDA)

春山@NASDA 月研究室 です。

永久陰の中の氷について、簡単ですがまとめてみました。議論のネタにしてください。

水の源は？

水があるとすると、いくつかの可能性が考えられます。

1) レゴリス(月の砂)中の鉄による太陽風の還元:

月上の酸化鉄と太陽風の水素が反応して水が生成される。

2) 水を含む宇宙塵による供給:

宇宙には、たとえば彗星からまき散らされた塵が存在します。

これらには水分子が存在しています。隕石にも水分子が含まれています。これらが供給源となる。

3) 彗星による供給

彗星は、雪玉のようなものと考えられています。こうした彗星が降ってくれば、おおくの水が供給される。

4) 内部からの噴出:

水分子は、月の形成時には非常に微量だが存在し月が形成した後に、月の内部から噴出した。

水は、まだ確実に発見されたとは言えませんが、もし有るとすると、どのような供給源だったのか、非常に興味深い問題です。

逆に、もし月に水があるとすると、水の調査から、月や惑星の形成、過去の太陽系の状態について大きなヒントが与えられるかもしれません。

水は、そのまま水でいられるか？

水分子は、宇宙空間のようなところで太陽の紫外線をもろに浴びるとおおよそ1日で水素と酸素に分かれてしまいます。光乖離という現象です。

このため、太陽にさらされていると、水がなかなか存在できないということになります。

また、水分子は暖められると活発に動きます。月の重力が小さいので、暖められすぎると、水分子は月から逃げてしまいます。したがって、やはり太陽にさらされすぎたり、さらに熱いところにいすぎたりすると、水は月になかなか存在できない、ということになります。

こうした意味で、太陽にさらされず且つ冷たい「永久陰」は水が存在するには好条件のところとなるのです。

なお、佐賀県の男性がコメントされていたような「液体の」水が存在するのは可能性が低いかと思います。理由は、水の液体の相が存在できる温度-圧力条件がなかなか達成できなさそうであることが理由です。

「水」というとき、「液体の」という誤解があるかもしれません。必ずしも、水は「液相の水」のことではないので、ご注意ください。

水は永久陰に到達するか

月の表面に水分子が存在したとすると、水分子は「適度に」暖められると、月の表面を移動していくことが考えられます。うまい具合に移動を重ね、永久陰に到達するとそこで「落ち着く」可能性があります。

この「水(分子)は移動して永久陰に到達する」という考えについては、移動の際にかなり光乖離してしまうこと、月の砂と結合してしまって、なかなか移動がされない、などの点が指摘されています。

永久陰の近くに彗星などが落ちて、水分子がすぐに永久陰に到達することも可能性は低いですが、考えられますが、詳細については、今後の研究が待たれます。

水は、永久陰にとどまるか

最近の研究では、「永久陰」は数K(-270 近く)といった「超低温」ではなく、100度Kくらいに暖まるところもあることがわかってきました。太陽光が、クレーターの壁に反射したりして、永久陰部分といえども暖められるのです。この温度は、水の「昇華」を考えるときに重要です。宇宙の時の長さから言うと、低温でわずかでも昇華していくと無くなってしまいます。

1mの厚さの氷は、150K(-120 程度)だと、数10億年以内に昇華仕切ってしまう。

小さなクレーター(10km サイズ)ですと、この壁からの反射の効果がきき、水は億年といった長い時間には、無くなるだろうという研究結果があります。

ただし、出村さんも述べているように、氷の上にうっすらとでも月の砂(レゴリス)がかぶっていると、この暖められる効果が減少し、水(分子)が存在し続けることができそうです。

水の存在形態

水が「永久陰」に存在するとすると、「水は永久陰に到達するか」の所でも述べたように、何かしらの形で月表面に供給された水分子が暖められて移動していったと考えるのが素直なようです。そうすると、永久陰の中の水は「霜」のような形ではないかと思われそうです。

また、ルナープロスペクターの中性子線計測器のデータから水の存在を仮定して得られる「月の砂中の水の存在比」は、1%のオーダーです。

非常に局所的に氷の固まりがあることは、永久陰への供給機構やデータの解釈をもとに考えると、(完全には否定できないものの)、かなり可能性が低いと思います。

以上です。

No. 16 2000年11月23日【木】19:49 川勝康弘(NASDA)

春山さん、出村さん、ありがとうございます。

とくに、春山さん、とても突っ込んだ分析をありがとうございます。

まず、永久陰について。

- ・月の自転軸は黄道面にほぼ垂直である。したがって月の極域では、一年中太陽高度が低い(1.5度程度)。
- ・太陽高度が低いと、わずかな凹地でも、底面には太陽光があたらない。一年中太陽高度が低い極域の凹地の底面には一年中太陽光があたらない。
- ・これが永久陰。

ということですね。クレータの分布や形状などを考えれば、極域では永久陰はたくさんありそうですね。

次に永久陰に氷がある可能性について。

- ・H₂Oの供給源としては、「太陽風の還元」「水を含む宇宙塵」「彗星」「内部からの噴出」などが考えられる。多量にある

とすれば「彗星」？

・水分子は「適度に」暖められると、月の表面を移動していくことが考えられ、うまい具合に移動を重ね永久陰に到達する可能性がある。

・太陽光にあたると、気化するだけでなく光乖離で水素と酸素に分解してしまう。その意味で太陽光があたらない永久陰はH₂Oの存在場所として有望。

・ただ、永久陰の中も100Kくらいに暖まることがある。氷があった場合でも、少しずつ昇華していき、億年単位ではなくなってしまう可能性がある。

これは、いろいろ驚きました(勉強になりました)。私は、永久陰に彗星がぶつかって、それを構成していた氷がそのまま残っていたんだろう、と安直に考えていましたが、いろいろな可能性があるわけですね。

氷の存在形態については、「これまでの観測結果の解釈」や「氷の利用可能性」などの議論につながっていくのではないかと思います。

が、そちらを展開する前に、もうひとつ基本的なところを抑えておきたいのです。それは「月に氷があると何で嬉しいの？」ということです。

No. 17 2000年11月23日【木】19:50 出村裕英(NASDA)

川勝&春山氏の整理と、疑問への回答を通じて、月の氷についての現在の理解が、パネラーと読者間で共有されたこととおもいます。

そろそろ、パネルディスカッションの本筋として、パネラー同士の議論に移りませんか？ >垣見さま、金森さま> 月に水(H₂O)は無い、というのが、ある程度知っている方の常識です。もしかすると極域の永久影に彗星等外来起源の水があるかもしれない、という「期待」を持つ人が、結構沢山いるわけです。

ここで、何で月に水があると嬉しいのか、議論させてください。

大雑把には、科学と資源利用、2つの観点があると思います。

前者は春山氏らの興味である、彗星(および地球海洋)の起源を組成から理解しよう、というもの。H₂Oだけでなく、簡単な有機化合物等の揮発性成分も、英語では一括して ice と表現されることが普通です。

Lunar Ice、とは、生命の材料物質も含めた、極めて意味の深い語でもあります。この話題は、春山氏が出張から復帰したところで、改めて。

後者は、月面有人活動で一々地球から水を持っていくのは大変だ、現地調達したい、という「切望」の一言に尽きると思います。地球上の活動では、ありふれた水の利用が大前提となっています。生命維持、は言うまでもありません。生活用水に至っては何リットル？建築材料の基礎、コンクリートが固まるのは、水と化学反応(水和)するからです。水がなければ建物(月基地)もできません。

各種工業プラントでは、冷却水、化学反応の場、搬送(廃棄)の溶媒として大量の水が使われます。月で完全自給するのなら、工業用水だけでなく、農業用水も確保しないとイケません。再利用するにせよ、人類活動の規模に応じて、水と空気が大量に必要です。

でも、地球から水を月まで運ぶとなると、莫大なコストがかかってしまいます。地球環境問題で共通理解が得られつつありますが、まさに、「水と空気は決して無料ではない」のです、月面上では。

金森さんは、この辺の背景にお詳しいと思いますが、水のコストと利用(採取?)方法についてなど、御意見・話題提供いただけませんか？

No. 18 2000年11月23日【木】19:51 川勝康弘(NASDA)

2つの考え方があると思うんです。

ひとつは「利用」という観点、もうひとつは「科学」の観点。

まず「利用」について。

そもそも地球には潤沢な水があるわけだから、わざわざ月から地上水を(利用のために)運ぶことは考えられない。

次に、地球周回軌道上の宇宙ステーションに月から水を運ぶということも、私は考えにくいと思うんです。たしかに「1kgの水を運ぶためのエネルギー」で考えれば、宇宙ステーションに行くためには地上からよりも月面からの方が近いんです。でも「コスト」は「エネルギー」だけで決まるわけではないですからね。水を精製する装置を月に運び、それを月で運用する、というのはかなり大変なことです。コスト的にはまったくかなわないでしょう。

やはり、基本的には月面で使うんでしょうね。用途としては、どのようなものが考えられるのでしょうか。金森さんで

よろしいでしょうか。

次に「科学」について。

春山さんの話の中でも、月の氷の起源にはいろいろな可能性がある、とおっしゃってます。ということは、月の氷を調べてみると、単にH₂Oがあったというだけでなく、いろいろな科学的発見につながる可能性があるのではと推測しますが、春山さん、出村さん、いかがでしょう。

No. 19 2000年11月23日【木】20:17 出村裕英(NASDA)

あ、川勝コーディネーターの交通整理と重複してしまいましたね...

しかも、ほとんど同時、期せずして内容もおなじ。驚きました。(ごめんなさい。ほんとの偶然です。)

> 次に「科学」について。

> 春山さんの話の中でも、月の氷の起源にはいろいろな可能性が

> ある、とおっしゃってます。ということは、月の氷を調べてみる

> と、単にH₂Oがあったというだけでなく、いろいろな科学的発見に

> つながる可能性があるのではと推測しますが、春山さん、出村さん、

> いかがでしょう。

指名されてしまいました。まとめをされた春山氏の御専門です。

月の氷が彗星起源であると仮定しますと、彗星探査で遠くまで観測機器を送らなくても、月に行くだけで済みます。近い分、重いけれども、より高精度の分析機器を多種搭載して、色々調べられます。

いろいろありますが、多くの方の共通認識としては、

#質量分析計で、重水素/水素比を求める

これが最も実現性が高く、かつ重要です。地球と月は太陽系の中では同一地点とみなせません。地球海洋の同位体組成は、過去45億年の進化履歴&途中供給を背負った「積分値」です。春山氏のまとめ通り月の氷の寿命が~10億年くらいしかないのならば、最近の寄与とそれまでの海洋組成とを分離できて、海洋の起源を議論する基礎データが入手できたことになります。

それに、そもそも、我々は彗星物質を手に入れたことはありません。ツングースの例にもあるとおり、今落ちてきても、地球突入時に爆発四散してしまいます。

水だけでなく、有機化合物も焼かれずに残っていると、いろいろ楽しい議論ができます。(?これは脇道かな?)

No. 20 2000年11月23日【木】20:25 出村裕英(NASDA)

他パネラーからの意見が届くまでに、おもしろい意見を紹介、コメントします。

> 生きてるうちに月に棲みたいのですが(笑)

そうですねー。私も老後、足腰が立たなくなったら、重力の小さい月で余生を送ってみたいです。私たちの生きているうちに一般の人が「普通に」行ける場所になると、いいですなあー。

また、高出力レーザーで極の永久影を照らして、氷を気化させてそれを見よう、という意見がありました。日本の月探査SELENE計画は太陽を光源とした、受動型センサーで全球組成マッピングをします。

これに対して、「自前の制御された」光源で能動的にマッピングしよう、という野心的なアイデアが付けられていました。

「原理的には大賛成！」です。太陽光量は活動度に応じて日々変化しています。太陽光は無偏光ですから、円偏光させた光源を用意すると、電磁波の浸透深度に応じて、いくつか情報を得ることができます。例えば、電波は可視光より長波長ですから、より深部までわかります。

ただし...

衛星高度のセンサーで感知できるほど明るく照らす光源を用意することができるかどうか、が問題ですね。電波では合成開口レーダーという実例がありますが、よりエネルギー密度の大きい(短波長の)可視光は、発生させるのが大変そうです。工学的に可能かどうか、どなたか、御存知ありませんか?

No. 21 2000年11月24日【金】10:36 金森洋史(NASDA)

どうも、久々に登場の金森です。月での水の利用方法につきましては、基本的には出村さんが書かれたようなことになりますね。

すなわち、大きく分けると生命維持と工業利用ということになります。

ただし、水をそのまま水として利用することもできるのですが、それをさらに電気分解して、酸素と水素の形にした方が、より使い勝手が良くなります。

ご存じのように、酸素は我々の呼吸に欠かせないものですし、またロケットの燃料（酸化剤）として利用することもできるからです。一方、水素はいわゆる還元剤として利用することができるので、例えば月の鉱物（酸化物）をこの水素で還元する（酸素を抜き出してしまふ）ことによって、金属などを取り出すことができるようになります。

これをするためには、もちろん水を電気分解する装置が必要になりますが、使い勝手を考えるとこのような装置が月にあっても良いのではないかと思います。... ともう一つ、ご存じの方も多いと思いますが、酸素、水素、水とくれば燃料電池を思い浮かべる人もいるでしょう。

このように、水があると様々なことができると期待されます。

... が、その水が月にあると嬉しいか、ということになると、単純には喜べないのです。

その理由の一つは、月で水を活用する段階では、水以外の物資もたくさん必要になるからです。例えば炭素や窒素、その他の精密部品（月で作れないようなもの）などがあります。地球から水を運ばなくて良いことが大きなメリットであることは間違いないのですが、水だけあれば良いということではないのです。いずれにしても多くの物資を地球から運ばなければならない状況は、大きく変わらないのではないかと思います。

また、永久影にある非常に低温の氷をどのようにして取り出すか、という問題もあります。そのような低温下で、ある程度長期的に稼働する装置を作ることは、現状の技術では結構厳しいのではないかと思います。これに関しては、今後の開発に期待しましょう。

もう一つの理由は、月の極地で水が採れたとして、それを使いたい場所まで運ぶことも大変ですよね。例えば地上で考えると、北極で氷を採りそれを運んで来て日本で使うというような状況もあり得るだろうということです。地上では交通網も発達していますから、水を長距離運ぶことはそんなに難しいことはありませんが、月ではどうなのでしょう。もちろん、基地を極地に近いところに建設すれば良いのですが、そうとは限らないでしょうし...

以上のように資源利用の観点から考えると、実は月の極地に氷があったとしても、単純に「嬉しい！」とまでは喜べないのです（水を差すようすみません）。

No. 22 2000年11月24日【金】16:12 出村裕英(NASDA)

金森さま、みなさま：

> ... が、その水が月にあると嬉しいか、ということになると、単純には喜べないのです。

あららあ...

> 水だけあれば良いということではないのです。いずれにしても多くの物

> 資を地球から運ばなければならない状況は、大きく変わらないのでは

> ないかと思われまふ。

月表層の化学組成は、太陽系元素存在度よりも揮発性元素に乏しく、特に炭素がない、というのが「農業・自活」する点で問題ですね。月の氷から少し逸れますが、考えないといけない要素です。

> 月の極地で水が採れたとして、それを使いたい場所まで運ぶことも大変

というの、コストと絡みますが、大問題です。輸送基盤がありません。海がないので、水運は×。鉄道はもちろん高速道路もありません。石油のようにパイプラインで送るのは、長距離の気密確保が困難です。（地球では、漏れても平気で送っていますが、真空に穴が空くと...？）

そもそも、液化（固化）して運ぶとすると、温度圧力管理が大変そう。何かの水和化合物にして運び出すのか、水素と酸素に分解して各々吸蔵合金に染みこませて運び出すか（酸素吸蔵合金なんてあるのかな？）何か工夫が必要そうです。

この手の研究は、現状、どんなものが検討されているのでしょうか？

> 以上のように資源利用の観点から考えると、実は月の極地に

> 氷があったとしても、単純に「嬉しい！」とまでは喜べないのです

> （水を差すようすみません）。

月に水を差してくれると、大歓迎なのですけどね。

No. 23 2000年11月24日【金】18:03 川勝康弘(NASDA)

氷が月にあると何が嬉しいか？

「利用」の話が先行しているようなので、掘り下げてみましょう。

対象とするフェーズとしては「月に人間が滞在する」ぐらい以降に絞ってよいでしょうか。

- ・無人の探査ミッションで帰りの燃料を調達
- ・短期的な有人ミッション（アポロ形式）で生活用水を調達

はちょっと考えにくいですからね。

で、この「月に人間が滞在する」にもいろいろな段階があると思うんです。金森さんや出村さんが述べられた水の利用目的には、生活用水から工業用水、農業用水まで、かなり広い範囲のものが含まれています。

でも、最初の段階、つまり国際宇宙ステーションのように5～10人程度が滞在する段階では、用途は生活用水だけですよ。で、次の段階として、工業か農業かわからないが、物を生産する段階になってくる。

このように、段階を分けたのは、それぞれの段階で「必要とされる物資の中で水が占める割合」が変わってくるのではないかと、思うからです。

金森さんがおっしゃるように「水以外の物資もたくさん必要になる」のは事実だと思います。必要な物資の中で水が占める割合が10%なら、水だけを現地調達しても、あまり意味がないかもしれません。でも、必要な物資の中の半分が水であれば、現地で調達する意味が高まってくるのでは、と思うんです。

工業・農業の段階はちょっと後回しにして、生活用水について調べて見ました。NASDAのECLSS（Environment Control and Life Support System）のホームページ

<http://sentan.tksc.nasda.go.jp/eclss/eclss.html>

には、ECLSSの環境要求モデルというのがあって、一日に一人の人間が必要とする物資として、

酸素	0.85kg
飲用水	2.5kg
衛生水	25.0kg
食料	1.1kg
その他	1kg

となっています。衛生水の90%はリサイクルするとしても、このモデルからすると必要とする物資の60%以上は「水」ということになります。これぐらいの割合であれば、結論は別として

「月にある氷を活用できる可能性はないか」

を考えてみる価値はあると思うのですが。

ただ、当然このあとに、

- ・どのように水を取り出すの？
- ・どのように必要なところまで運ぶの？

という議論が出てくるんですが。

No. 24 2000年11月24日【金】20:22 出村裕英(NASDA)

月の氷について、「科学」をするか、「利用」を目指すかについて、相反する意見が一通ずつ届きました。なかなか、むずかしい問題、です。このHPを見に来る人達は、こういった意識の方が多いのでしょうか？

個人的には、科学（試行錯誤&発見）をする偵察・基礎調査ミッションが成功してから、本格的な実利用ミッションに移行する方が「安全」だと思っています。必ず実利用に結びつけるべきかどうか（実利用の見通しが立つまで科学調査はすべきでないか）...人によって意見の分かれるところでしょう。

神奈川県的女性から：

- > ところで月に水があったとした場合、「利用」と「科学」という
- > 2つの考え方があるとのことですが、「利用」はどうか？
- > と思うのです。
- > 地球のように雨が降るわけでもありませんし、たとえ水が
- > 大量に存在していたとしても、無限ではないから、いつかは
- > 無くなってしまいますよね。
- > それに、安全に飲めるのかどうかも心配です。

（中略）

- >> 春山さんの話の中でも、月の氷の起源にはいろいろな可能性が
- >> ある、とおっしゃってます。ということは、月の氷を調べてみる
- >> と、単に H₂O があったというだけでなく、いろいろな科学的発見に
- >> つながる可能性があるのではと推測しますが、
- > 何がみつかるかと考えただけでワクワクします。
- > 貴重な月の氷はやはり「科学」活用が良いと思います。

埼玉県男性から：

- > 「利用」を進めて「科学」が加速する事があっても、その逆は
 - > 遠い道に見えます。学術調査を行うだけで、宇宙の資源活用や
 - > 工業基盤の確立が出来る筈がありません。
- (中略)
- > 問題は施設利用料を含む商業権の確保とコストの回収期間を
 - > 如何に短縮するか、そして世紀をまたがる事業計画に如何に
 - > 世界の官民から投資を集めるかでしょう。また、宇宙で自給率の
 - > 高い生活圏を築く上で確立すべき技術の多くは、地球の循環環境を
 - > 保つ上で重要なものになる為、民間投資の対象となりうると同時に
 - > 民生移転によるパテント収入も期待できます。何より、多くの
 - > 人間は学術研究とは無縁で関心もないまま一生を終えますが、
 - > 老後や子供の豊かな生活の為には、お金を惜しまなかつたりする
 - > ものです。

No. 25 2000年11月24日【金】22:53 金森洋史(NASDA)

川勝氏のご指摘のように、段階的に水の利用を考えていくことも一案かもしれませんね。

ただ、現地(月)の資源を利用する場合の本質は、その場所とその時期においてもっとも経済的でなければなりません。月の水を利用するのであれば、氷を採取し、解かし、精製し、運搬する装置が必要となりますので、それなりの設備投資をしなくてはなりません。この初期投資プラス運用費を製造する水の量で割りますと、そのときの水の単価が出ます。この単価で比較すると、利用する水の量が少ない段階では、地球から運び込んだ方が安いことも考えられます。基本的には、月(や他の惑星)でどのような物資を製造する場合でも、初期投資があるので、ある程度の量を製造(利用)しないと経済的には合わないのが通常です。

この意味におきまして、埼玉の男性の方が指摘されたように、ある意味での「商業化」を意識しないとなかなか開発は進められないと思います。

ただ、経済的に合わないことを敢えてやる必要があるのは、その「水」を科学する場合でしょう。その場合の「水」には大きな付加価値がありますので、単に経済性だけでは判断できません。地上における考古学のように、人が荒らしてしまってからでは遅すぎる情報が月(の氷)には沢山あると思います。「利用」を考える前に、まず「科学」することが大事ではないかと思います。

No. 26 2000年11月26日【日】17:37 川勝康弘(NASDA)

発言 No.17 から「月の氷で何が嬉しい?」という議論が進んでいます。出村さん(No.17)私(No.18)の発言で、期せずして、「利用」と「科学」の2つの観点がある、という点で一致しました。

確認ですが、「利用」と「科学」のどちらを優先しよう、という議論ではないと思うのです。「月の氷」があることのメリットを「利用」「科学」の2点に分けて考えようということだと思います。

「科学」の方は春山さんをもう少し待つことにして、。

「利用」の方については、焦点が絞られてきたような気がします。発言 No.25 の金森さんがおっしゃるように、

>ただ、現地(月)の資源を利用する場合の本質は、その場所と

>その時期においてもっとも経済的でなければなりません。

ということ、これに尽きると思います。

月の氷を用いることで、地球から水を運ぶよりもコストメリットがあるならば利用される。

これに対して、以下の懸念(メリットを減じると考えられる懸念)が金森さんから出されました。

- ・永久陰にある氷をどのように取り出すか。
- ・極地で取れた氷をどのように運ぶか。

また神奈川の女性の方からは、

- ・大量としても無限ではないから、いつかは無くなる。

という意見が、また私の方から

- ・人間の月面活動のフェーズによる

とも述べました。ここらへんも、「コストメリット有りや無しや」に関連する議論だと思います。

原油や、他のエネルギー・鉱物資源でもそうですが、『埋蔵量』という言葉を使いますよね。石油のページで調べてみると、確認埋蔵量とは、

「すでに発見されている油田に埋蔵されている原油のうち、現在の技術と経済性で回収できる量」

のことだそうです。技術と経済性から回収に適すると判断される量、という議論は、今回の「月の氷の利用可能性」に通ずると思いませんか。

さて、議論に戻って、「コストメリット有りや無しや」についてですが、当然ここでは、結論は出ないと思うのです。というより「場合による」という結論になるのでは、と思うのです。今、意見が出た範囲でも、氷を利用しようという「場所」と「時期」によるとなっています。

「極地で取れた氷をどのように運ぶか」「人間の月面活動のフェーズによる」がそれぞれ対応すると思います。

- ・極付近で5~10人で運営される月面天文台
- ・赤道付近の10000人規模の工業・農業をとまなうコロニー

では状況がだいぶ違いますよね。

では、「場合」が特定されれば、現段階で結論が出せるか、ということ、それもなしと思うのです。

「極付近で5~10人で運営される月面天文台を作ろうと思うが、月の氷を利用する方がよいか」と聞かれても、「わかりません」と答えるか「わからないことが多いのでやめた方が良いでしょう」と答えるしかない。

つまり、「わからない」ことがある（多すぎる）。

「わからないこと」の中には、「地上で」よく考えてみればわかることも含まれるのかもしれませんが、「地上で」いくら考えてもわからないこと、つまり、「月で調べてみないと」ということがあると思うんです。「永久陰にある氷をどのように取り出すか。」のためには、どのような形態で氷が存在しているか、などが重要になりますよね。

これから、おいおい「探査」の方に議論が移っていくと思いますが、「月の氷を利用する可能性」という立場から探査要求を出すときに重要になってくると思います。

「利用可能性」の観点から、月の氷について調べておかななくてはならない項目を挙げていただけますか、金森さん。

あと、まったく別の議論ですが、No.21の金森さんの発言に、

- >ただし、水をそのまま水として利用することもできるのですが、それを
- >さらに電気分解して、酸素と水素の形にした方が、より使い勝手が良くなります。

とあります。これは、月で水を利用するにあたって、

- ・地球から運ぶ
- ・極の氷を活用する

以外の方法を提示しているような気がするのですが。つまり、月の酸素（レゴリス中にごまんとある酸素）を取り出し、地球から運んだ水素と反応させる。H₂O中の水素の質量割合は1/9なので、酸素を月で調達するだけでも、その運搬量削減の目的は9割がた達成される。

安直すぎるかもしれませんが、どう思われますか。

No. 27 2000年11月26日【日】21:47 金森洋史(NASDA)

川勝さんのご質問について考えてみます。

「利用可能性」の観点から月の氷について調べるということは、「純粋な水を取り出すために必要な情報を得ること」に結び付けられます。先般の議論にもありましたように、

1. どのような形態（塊か霜状か）で氷がレゴリス中に存在しているか。
2. どの程度の割合（水平および深さ方向の分布）で氷が含まれているか。

は、非常に重要なことです。まず氷と砂を分離しなければなりませんので、その方法を検討するためにこの情報が必要になります。もう少し欲張りますと、

3. 氷が比較的多く含まれる部分のレゴリスには、何か特別な特徴があるか。

も知りたいところですね。効率良く水を採取するためには、ある程度採取目標が絞れた方が良いでしょう。

4. 氷を含んだレゴリスの機械的・熱的性質。

これは、氷を取り出す工程に用いる装置の仕様（所要エネルギーなど）を決めるために必要な情報です。

次に、水が分離できたとして、

5. 水に溶け込む可能性のある物質

も知る必要があります。氷の状態ではレゴリスと分離するか、水の状態にしてレゴリスから分離するかによって、得られた水の中に含まれる物質が異なると考えられます。

いずれにしても、水からさらなる不純物を取り除く工程を決めるための情報です。

... と、取り敢えずはこんなところでしょうか（足りないことも多いでしょうから、どなたか補足してください）。

初期段階の科学探査から得られる情報もあるでしょうし、現地へ乗り込んで試験をする必要のある情報もあるかと思いますが、腹をくくってプラントの設置を考えるのならば、この程度のことには調査しておく必要があると思います。

さて、川勝さんのもう一つのご指摘（地球から水素を運んで行って月で水を製造すること）についてですが、実はその通りなんです。

私自身個人的には、たとえ極地の水がある程度利用できたとしても、地球から水素を運び、その水素で月の鉱物を還元して水を製造することも考えた方が良いでしょう。以前にも述べましたが、水は酸素と水素になります。そしてこの水や酸素は、有人活動には欠かせない重要な物資となります。ですから、月のどの場所においても生命維持に結びつく重要な物資（すなわち水と酸素）が得られるように、体制や技術を確保した方が良いでしょう（もちろん、この技術はさらなる将来における金属の抽出などにも応用されます）。

また、このようにして製造された酸素を月-地球間の宇宙機の燃料（酸化剤）として役立てれば、一番の問題である輸送コストの低減にも結びつくので、月での活動がよりいっそう活発化することも期待できます... と、これは少し先走った話題になりました。この辺にしときます。

No. 28 2000年11月28日【火】21:48 出村裕英(NASDA)

出張から戻ってきました。

（本パネルディスカッションは11月一杯という予定ですが、開始が11/13でした。半月ずれると理解してよいでしょうか？）

茶々を入れるようで恐縮ですが、週末、同僚からの示唆で、永久影は極だけではない、ということに気がされました。月の「海」の玄武岩平原には溶岩チューブがあって、その中は「永久影」です。富士山の氷穴のように、永久影に近くに衝突した彗星物質の一部が捕獲・凍結されていても良さそうですが... そんな話は聞いたことがありますか？もし赤道域の海で氷が取れると、いろいろ都合が良さそうです。

またまた、

> これは、月で水を利用するにあたって、

> ・地球から運ぶ

> ・極の氷を活用する

> 以外の方法を提示しているような気がするのですが。つまり、月の酸素

> （レゴリス中にごまんとある酸素）を取り出し、地球から運んだ水素と

> 反応させる。H₂O中の水素の質量割合は1/9なので、酸素を月で調達する

> だけでも、その運搬量削減の目的は9割がた達成される。

確か、太陽風粒子（水素・ヘリウム）が月レゴリス中に打ち込まれていて、加熱回収しやすいと聞いています。水を作るのに問題なのは、水素をいかに持っていかというよりも、いかに酸素を調達するか（珪酸塩:Si 珪素と酸素の化合物、鉱物から酸素を分離するか）、という方が大問題な気がします。珪酸塩の分解では、普通に考える化学分解よりも大きなエネルギーが必要だだと思いますが、御確認下さい。

No. 29 2000年11月29日【水】09:54 金森洋史(NASDA)

出村さんのご質問にお答えします。

... といっても今手元に資料が無いので、定性的なことしか言えません。

酸素や水を取り出すための原料となる月資源として、もっとも期待されている鉱物はイルメナイトです。

これはいわゆるチタン鉄鉱で、チタンと鉄の酸化物です。アポロの時の調査結果では、月の海の部分に比較的多く含まれ

ているようです。多いところでは、質量比でレゴリス中に 15%以上も含まれているところがあるそうです。
イルメナイトを水素で還元することは、直接的には酸化鉄を還元して鉄と酸素を得ることと同じ反応になります。
この酸化鉄の還元反応は、珪酸塩の還元に比べて遙かに低いエネルギーを投入することで可能となります(この辺が定性的
ですみません。ちゃんとギブスの自由エネルギーなどを持ち出して説明すれば良いのですが、ちょっと専門的になり過ぎま
すし)。

具体的には、イルメナイトを多く含んだレゴリスを約 1000 (それでもこの程度の温度は必要になりますが)に加熱し、
そこに水素を吹き込んでやれば水(水蒸気)が生成されます。1000 の加熱はレゴリスの量にもよりますが、太陽集光鏡
を使えば比較的容易に得ることができます。

氷の話からはずれてすみません。この辺にしときましょう。

出村さんの言うように、溶岩チューブの下に氷があるとちょっとシナリオが変わってくるかもしれませんね。ただ、氷の
起源が彗星だったりすると、溶岩チューブは破壊されてしまうような気がします。(氷が打ち込まれた後に溶岩チューブ
ができるとは考え難いですよね。)

No. 30 2000 年 11 月 29 日【水】10:37 出村裕英(NASDA)

金森さま、ありがとうございます。定性的な話で十分です。

> 酸素や水を取り出すための原料となる月資源として、もっとも

> 期待されている鉱物はイルメナイトです。

> これはいわゆるチタン鉄鉱で、チタンと鉄の酸化物です。

ilmenite FeTiO₃

確かに、よく聞く鉱物名です。そうした背景で注目されているとは知りませんでした。

> 出村さんの言うように、溶岩チューブの下に氷があると

> ちょっとシナリオが変わってくるかもしれませんね。

> ただ、氷の起源が彗星だったりすると、溶岩チューブは破壊

> されてしまうような気がします。(氷が打ち込まれた後に

> 溶岩チューブができるとは考え難いですよね。)

おっしゃるとおり、溶岩チューブに彗星が直撃して壊してしまっただけですし、溶岩チューブの起源も彗星とは関係あ
りません。

月面上、日の当たるところで気化した水分子は、真空下を弾道軌道で飛び、地面ではね回って(反跳)移動します。春山
氏のまとめにあったとおり、移動中に光分解されたり月脱出軌道に乗ったりした分子は失われてしましますが、極低温領
域に飛び込んで捕獲されたものはそこにとどまります(コールドトラップ)。これが水(氷)が集積する機構なので、永
久影領域が地面に口を開けてさえいれば、氷の「鉱床」になれると考えていました。

No. 31 2000 年 11 月 29 日【水】17:22 金森洋史(NASDA)

このパネルディスカッションをご覧になった数人の方からの意見として、

「月の氷を使ってもいいのでしょうか？」

という疑問が寄せられました。

資源(特に氷)は貴重なものであり、使えばすぐに(あるいはいずれ)無くなってしまいますので、単にそこにあるからとい
ってそれを使ってしまうことに疑問を感じているのでしょう。

そうなんです。私自身も実は同じ疑問を持っています。

ただこの疑問を追求してしまうと、「環境との共生とは？」にも似たものすごく深い議論にはまってしまうので、
このシンポジウムでは避けたいと思います(すみません)。どんな動物も周囲の環境に影響を与えずに生きることは不可
能です。ただ、どこまでの影響ならば許容できるかの基準が、人それぞれの立場や考え方によって違うので、議論が難し
くなってしまいます。

...で、少なくとも月の氷あるいは月で製造した水を使えると認められた場合の話ですが、

地上と同じようには使えないことは、間違いのないでしょう。

特に、蒸発して宇宙空間に消えてしまうような使い方はできません。人が生活する限り空気中にはある程度の水分が存在
しますが、このような水も含めて全て回収・精製処理する設備が必要です。もちろん、用途に応じて中水道や下水道など
のような利用方法を採用するでしょうね。尿も回収・利用するのではないのでしょうか。

宇宙開発のメリットの一つとして、このようにして開発された技術を地上にスピン・オフし、地球のリサイクル技術として活用できると良いのですが...

No. 32 2000年11月30日【木】00:06 川勝康弘(NASDA)

月に氷があることの意義について、「利用する」という観点からの議論はだいぶ深まったと思います。
月で人類が活動するにあたって必要な水をどのような調達するかは基本的に「調達コスト」をもとに評価され、

- ・月の氷を活用する

という他に

- ・地球から水を運ぶ
- ・地球から水素を運び、レゴリス等に含まれる酸素と反応

が考えられる。

どの方法が良いかは、水が使用される「時」と「場所」に強く依存するが、「月の氷」については未知の部分が多く、その利用可能性評価にあたっては以下の項目を明らかにする必要があります。

- ・レゴリス中の氷の存在形態
- ・レゴリス中の氷の割合・分布
- ・氷が多く含まれるレゴリスの特徴
- ・氷を含むレゴリスの機械的・熱的性質
- ・月面で水に溶け込む可能性のある物質

かなりいろいろな議論がなされて、上述では表現しきれているとも思いませんが、もう一方の「科学的意義」に移る前に簡単にまとめておきました。

No. 33 2000年11月30日【木】00:07 川勝康弘(NASDA)

もう一方の科学的意義の方です。

春山さんの発言 No. 15 がベースになると思うのです。月の氷の起源としては、

- 1)レゴリス(月の砂)中の鉄による太陽風の還元
- 2)水を含む宇宙塵による供給
- 3)彗星による供給
- 4)内部からの噴出

などが考えられる、という話でした。逆に考えれば、月の氷を調べてみると、いろいろな科学的発見につながる可能性があるのでは、ということだったと思います。

まず、私の方から、あまり体系できないのですが、それぞれについてサイエンスのお二方に質問をしたいと思います。垣見さん、金森さんからも何かあれば、お願いします。

まず1)についてです。「水素・ヘリウムからなる太陽風粒子が月レゴリス中に打ち込まれている」という話は、出村さんの発言 No. 28 にも出てきました。この太陽風粒子に He-3 が含まれており、月面に蓄積されている He-3 が将来の核融合に使える、という話もありますね。

もし、月の氷(の一部?)が太陽風粒子起源とした場合、何か科学的な成果が期待できるでしょうか。

まったくの素人考えですが、太陽風粒子がレゴリス中の酸素と反応して H₂O となってしまう場合、そこが永久陰の場合だと、単に水素が吹き付けるのままの場合より定着率が高くなり、太陽活動の歴史がよりよくわかるとか。

次に 2)、3)ですが「宇宙塵」と「彗星」、大きさはだいぶ違うと思いますが、「水の起源」という観点では同じような意味合いと考えてよいのでしょうか。それとも「より大きな塊である彗星では内部が太陽風にさらされておらず昔の状態が保存されやすい」などの違いがあるのでしょうか。

それはそれとして、彗星起源の氷については、出村さんが発言 No. 19 で「彗星探査で遠くまで観測機器を送らなくても、月に行くだけで済みます。」とおっしゃってます。ただ、衝突時の衝撃・高温等で、それまでの様々な痕跡がどの程度保存されるのかが心配なのですが、こちらへんはどうなのでしょう。

最後に 4)なのですが、春山さんの発言の中では「水分子は、月の形成時には非常に微量だが存在し月が形成した後に、月の内部から噴出した」と述べられています。水の起源がこれだとすると、この水を調べることにより、月の起源についてなにかしらの制約が与えられることになるのでしょうか。

No. 34 2000年11月30日【木】13:25 出村裕英(NASDA)

川勝さま、締まったまとめ、ありがとうございます。

> 1)レゴリス(月の砂)中の鉄による太陽風の還元

にコメントしますが、太陽活動履歴復元については悲観的です。

> 太陽風粒子がレゴリス中の酸素と反応して H_2O と

なることは、光分解の速度と競争になりますが、どの程度水分子としてレゴリスの外に出てくるのかイメージがまだありません。仮に、幾らか損失はあるものの水が生成して外来起源彗星物質と区別できるくらい残るとして話を進めましょう。

> もし、月の氷(の一部?)が太陽風粒子起源とした場合、何か科学的

> な成果が期待できるでしょうか。

そもそも、太陽風履歴を知るには、損失のある H_2O を使うよりも、打ち込まれた生の水素・ヘリウムを使った方が量も多くて正確です。履歴そのものは、月の海の溶岩が成層しているところを掘って、各層時間面での値を得ることで復元できます。

また、太陽風履歴から太陽活動にどうやって復元するかも問題です。

永久影にトラップされた水の情報は、太陽活動履歴の積分が反映されるので、時間分解能がなく、あまりおいしくなさそうです。

もし、永久影の度合い(時間?)なるものが定義できれば、

> そこが永久陰の場合だと、単に水素が吹き付

> けるのままの場合より定着率が高くなり、太陽活動の歴史がよりよく

> わかるとか。

も可能ですが、残念ながら具体案は思いつきません。

> 次に2)、3)ですが「宇宙塵」と「彗星」、大きさはだいぶ違うと思い

> ますが、「水の起源」という観点では同じような意味合いと考えて

> よいのでしょうか。それとも「より大きな塊である彗星では内部が

> 太陽風にさらされておらず昔の状態が保存されやすい」などの違い

> があるのででしょうか。

地球軌道付近の太陽放射フラックスは H_2O 氷を被った宇宙塵の存在を許さなかったと思います。飛行中に気化しきらないほどの水量を氷安定領域から地球近傍まで持ってこれるのは、彗星だけと理解しています。これは、現在の太陽活動度・太陽系空間ガスダスト密度では、の話です。

詳しくは、春山氏の復帰を待ちたいと思います。

No. 35 2000年12月01日【金】11:39 垣見征孝

みなさん、こんにちは。垣見です。

今の方向性とちょっと違ってしまっても知れませんが・・・。

例えば月に利用可能な水(やその他の物質)があったとして、それらはどれくらい使うことができるのでしょうか?水があり、それを使うようになり、それを使った工業などが発達し、更に発展していき・・・と。

とか言っている間にあっという間に底を尽きて衰退・・・なんてことにはならないのでしょうか?

もちろん、量も何も分かってない状態での推論で、使い方にもよると思いますが、地球の今の科学技術の進歩を考えると月に人類が基地を作り、徐々に発展していった場合、数年単位なのか、数百年単位なのか・・・。

使うだけ使って使い切ったら「はい、おしまい」なんて使い捨ての状態では今の地球でやっていることと変わりません。使い終わった後のことは現時点では、まだ考えられていない状態なのではないでしょうか?どうなのでしょう?

No. 36 2000年12月06日【水】22:38 春山純一(NASDA)

春山@NASDA 月研です。

月の極の氷について、2, 3コメントしたいと思います。

極の氷は水素?

最近出た論文に、

「月の極には、氷があるのではなく、化学的に捕獲された水素がある(濃集している)のであろう」

というものがあります。

(L.V. Starukhina and Y.G. Shkuratov, ICARUS, 585-587, 2000)

永久陰の水素は、太陽風が直接吹き付け(その後移動して永久陰にとらえられ)たものではなく、月が地球の磁気圏の反太陽側に入ったときに、太陽風の水素粒子が、地球の磁力線を通して月の極に打ち込まれたものであろう、というものです。

個人的には、(研究をする者の立場としては)そこそこ説得有る話だな、と思います。

ただ、一方でそれだとつまらないなあ、と思うこともあります。

SELENE で極の氷の存在は分かるのか。

SELENE 搭載機器であるガンマ線分光計ですと、結論から言うと、水があるのか水素があるのかの判別は基本的に不可能です。

ガンマ線分光計は、化学結合をみるものではありません。「水素があれば水があると見て良からう」と仮定して、水の存在を論じる、ということです。

ルナープロスペクターのガンマ線分光計より感度は格段により様々な科学的成果が期待できますが、水の存在を断定できるかどうか、となると、仮定が必要です。 - 以上 -

No. 37 2000年12月06日【水】22:44 春山純一(NASDA)

月の氷についての科学についてですが、二つほど紹介します。

月の極の氷のD/H比(重水素/水素比)

氷(水分子)が移動するとき質量によって、宇宙空間に逃げる確率がことなるはず。(重い方が残る)

移動を繰り返す時間が長ければ長いほど重い方(D₂OやDHO)が残るはず。この結果、永久陰にはDが多く残ってきているはず、ということになります。

彗星のD/Hは、地球の全体のそれに比べて大きいと言われています。従って、もし月への水供給が彗星だとすると、永久陰のD/Hは更に大きくなるでしょう。

もし永久陰のD/Hが期待ほど大きくなければ、それは内部から永久陰に直接噴出して、そのまま逃げ切れずにたまったものと考えられるかもしれません。

この事実が発見されると、月の形成時に水がなくなったという話を再考する必要がでてきます。

ただし、この考えには仮定が多くもう少し検討を深める必要があると感じています。

月の極の有機物

極に氷があり、かつその中には炭素や窒素があると仮定します。(実際、彗星には炭素や窒素がある)。氷中をガンマ線や陽子線が通過すると、一瞬水の相ができて、H、C、O、Nが反応し、有機物が生成されるかもしれません。

横浜国大の小林先生は、エタノールを凍らせて陽子線を当てて、炭化水素ができているのを確かめつつある、と聞いています。この実験を解釈するに、氷中を陽子線などが通ったとき一瞬水の相ができて化学反応が起こって、重合が起きているのではないかと思います。

こうした反応が繰り返されれば、単純な有機物が複雑な有機物になっていくかもしれません。

(注:小林先生の実験では、こうしたC、H、O、Nを含んだ氷、もしくはガス中に陽子線などを当てると、簡単な有機物ができる、というより、いきなり複雑な有機物が生成されるようです。)

- 以上 -

No. 38 2000年12月08日【金】10:54 川勝康弘(NASDA)

「月の氷」の科学的意義について、その起源を

- 1)レゴリス(月の砂)中の鉄による太陽風の還元
- 2)水を含む宇宙塵による供給
- 3)彗星による供給
- 4)内部からの噴出

に分類した上で、サイエンスの方々に意見をいただきました。まとめておきたいと思います。

1)については、No.34の出村さんの発言から「あまりおいしくなさそう」という話のようです。

2)、3)の「彗星」あるいは「宇宙塵」起源の氷については、やはりNo.34の出村さんの発言から「彗星」起源に絞れそうです。その上で、No.37の春山さん、No.17の出村さんとも

「重水素/水素比 (D/H 比)」

に注目されています。この比が大きければ月の氷は「彗星起源の可能性が高く (No.37 より)」、「彗星起源の氷だとすればここ数億年の間に月に落ちてきたものであり (No.17 より)」、「ここ数億年の間の地球・月が置かれた環境の履歴を保存しているはず (No.19 より)」という可能性がある、という理解でよいでしょうか。

過去 45 億年の積み重ねの結果のみを表出している地球の海洋を (かなり大きなスケールとはいえ) 時間方向に分解できる可能性がある、というのが No.19 の出村さんの意見でした。

(整理してても、結構難しかったので、何か違っていたら指摘してくださいね、春山さん・出村さん)

一方、彗星に存在していたかもしれない有機物が残っている可能性については「有機化合物も焼かれずに残っていると、いろいろ楽しい議論ができます (No.19 の出村さん)」とあり、やはり焼けてしまっている心配があるということのようです。しかし、No.37 の春山さんの話では、彗星起源の氷中の物質が月面上で C、H、O、N の元素レベルまでバラバラになっていても、宇宙線の照射により重合する可能性がある、とのこと。もし、月の氷の中から有機物が発見されれば、たとえそれが月面上で生成されたものであっても、上述の反応が「宇宙空間では頻繁に起こりうる」という証拠になるのかもしれない。

最後に 4) ですが、D/H 比を調べた結果、その比がそれほど大きくなければ、4) を起源とする可能性が出てきて、この場合「月の形成時に水がなくなった」という仮説を再考する必要が出てくる (No.37 の春山さん)。

以上、「」 は一段落です。

No. 39 2000 年 12 月 08 日【金】11:39 川勝康弘(NASDA)

「月の氷」パネルディスカッションは、クレメンタイン、ルナ・プロスペクターの探査による「月に氷を発見」のニュース

(たとえば、http://moon.nasda.go.jp/ja/datasymp/2000/symp1/moon_ice.html)

をもとに、

「そんなことが原理的にありうるの?」

「月に氷で、何がそんなにうれしいの?」

と、議論を進めてきました。

ところが、No.36 の春山さんの発言の中で

- > ガンマ線分光計は、化学結合をみるものではありません。
- > 「水素があれば水があると見て良からう」と仮定して、
- > 水の存在を論じる、ということです。
- > ルナープロスペクターのガンマ線分光計より感度は
- > 格段によくなり様々な科学的成果が期待できますが、
- > 水の存在を断定できるかどうか、となると、仮定が必要です。」

とあります。

「えっ? どういうこと?」という感じがするのですが。

クレメンタイン/ルナ・プロスペクターが見たものは何だったのでしょうか。

- (1) どのような観測機器を使って
- (2) どのような観測結果が得られ
- (3) その結果は、どこまでが保証されて
- (4) それがなぜ「月に氷を発見」になったのか

出村さん、春山さん、教えていただけますか。

No. 40 2000 年 12 月 18 日【月】10:43 出村裕英(NASDA)

出張後、子供みたいに扁桃腺 & 高熱で休んで、間が空いてしまいました。ごめんなさい... 今日未明のお湿りで、少し元気が出てきました。

> > 「水素があれば水があると見て良からう」と仮定して、

> > 水の存在を論じる、ということです。

(中略)

> 「えっ? どういうこと?」という感じがするのですが。

> クレメンタイン/ルナ・プロスペクターが見たものは何だったのでしょうか。
先日も述べましたとおり、これまで水が見つかったとする根拠で直接的なものはありません。以下の立項に沿ってまとめると、

> (1)どのような観測機器を使って

クレメンタイン:

通信用電波の極域エコーを、地球上で観測。反射能を調べた。

ルナ・プロスペクター:

中性子エネルギースペクトル計測器で、宇宙線の極域反跳成分を調べた。

> (2)どのような観測結果が得られ

クレメンタイン:

第1報で、反射能が大きく、氷であることが示唆された。

後解析第2報で、起伏の効果かもしれないと断言できない、とされた。

ルナ・プロスペクター:

極域で衝突散乱された中性子の速度が遅いことが示された。

散乱で中性子を効率よく減速させる、ほぼ同質量の水素原子(陽子)。

減速の度合いから水素原子総量を求め、これが水分子起源と仮定して水の総量を算出した。

> (3)その結果は、どこまでが保証されて

クレメンタイン:

議論は色々あるが、事実上、次の探査結果待ち。

ルナ・プロスペクター:

水素をすべて水分子由来と仮定して良いかどうか。

また、クレメンタインの高反射能領域と水素濃集領域、および永久影領域との不一致が報告され、位置精度の問題なのか否か議論が継続中。

> (4)それがなぜ「月に氷を発見」になったのか

月永久影には水の氷が存在できるとの理論的予言が「もともと」あり、それを支持する証拠を見つけた、という期待で関係者の頭はいっぱい。現状はすべて間接証拠 or 一方的仮定に基づく「上限値」であり、次の探査で直接検証することが必須。その呼び水にするために、NASA が積極的に宣伝している... というのが私の認識です。

本パネルディスカッションは、真空で不毛の月に H₂O が氷の形で存在するかもしれない、という状況を踏まえて、何が嬉しくて、何を我々が期待するか、という議論がなされてきたと思います。

あまり夢のある話にまでは持ち込めませんでした。まとめられますでしょうか？ 川勝さま、みなさま >

No. 41 2000年12月22日【金】18:48 川勝康弘(NASDA)

出村さん、ありがとうございました。

さて、「月の氷」をテーマに11月13日以来、一ヶ月にわたりディスカッションをしてきましたが、そろそろ議論を閉じるときとなりました。

米国の探査機、「クレメンタイン」「ルナ・プロスペクター」により月の氷の存在可能性を示すデータが得られたことをきっかけに、このテーマでのディスカッションを企画しました。

11月の議論開始以来、まず

「月に氷が存在する可能性」

「永久陰の存在」

「そこに氷が残るメカニズム」

と氷の存在可能性を整理しました。

次に月に氷があることの意義として

「人間活動での利用可能性」

「月の氷から科学的知見の得られる可能性」

が論じられ、最後の

「米国探査機が検知したものは氷だったのか」

という議論で残念ながら期間終了となってしまいました。

コーディネータ(司会)としては

「月の氷の存在を確実にする方法」から

「月の氷の探査方法・探査計画」

まで議論を持っていければ、とも思っていました、これはまた次の機会にまわしたいと思います。

オンラインのディスカッションという形式で戸惑いと不安の中で始まった企画でしたが 40 件もの内容の濃い議論をしていただいたパネラーのみなさん、どうもありがとうございました。

また、期間中に一般の方々からのご意見もたくさんいただきました。

(一部はディスカッションの中に取りあげさせていただきました)

皆様からのご意見がパネラーを強く刺激し、議論の盛り上げに一役かったのは確実です。

ここに、お礼を申し上げます。

なお、第 1 回パネルディスカッション「月の氷」は、これで終了しますが、すぐに次のテーマ『月面車』についてのディスカッションが始まります。

『月面車』のディスカッションをコーディネートくださる寺園さん、あとをよろしくお願いします。

では、皆さん、短い間でしたが、どうもありがとうございました。

第 2 回パネルディスカッション 月面車

No. 1 2000 年 12 月 25 日【月】02:29 市川 誠

パネラーの一人の清水建設(株)宇宙開発室の市川です。

8 月まで宇宙開発事業団で「月面ローバ」の研究と NASA の有人火星探査ミッションの調査を行っていました。現在は、宇宙開発事業団の客員開発部員として研究に継続して参加しています。

パネルディスカッションを進めるにあたって、月面の移動探査に興味を持たれるできる限り多くの方に参加していただきたいと思います。

そこで最初は月探査の現状の認識のお話をさせていただきます。

ご専門の方は既にご存知の内容と思いますが、このパネルディスカッションをできる限り多くの方に楽しんでいただけるように、ということでご理解ください。

この現状認識の後は「どんなことをやってみたい」とか、「それを実現させるにはどうしたらよいだろうか」とか、皆さんの発言をいただきながら、議論をすすめていきたいと思っています。

では、話題に入りましょう。

地球の上を歩くように、月面を探査できたら、どんなにいいだろうと思いませんか？

でも、30 年前のアポロ計画のように人類が再び、月の上を立つにはもう少し時間がかかりそうです。ローバのパネルディスカッションをはじめにあたって、まずは有人月探査のことを少しおさらいしたいと思います。

1. 月探査の方法

有人月探査ミッションの実現のためにアメリカで 1960 年前後に考えられた主なものには次のものがあります。そしてこれらの方法から LOR が選定されました。

1) Direct flight

巨大なロケットの上段の宇宙機を月の軌道に投入してから月へ着陸、あるいは軌道に入らず、直接、月へ着陸させ、探査が終わった後、その宇宙機全体を地球に帰還させる方法。当時、ドッキングを行うことは非常にリスクが高いと考えられていたため、このような内容が検討されました。

2) Earth-Orbit Rendezvous (EOR)

Direct flight に対抗するものが Von Braun のグループの EOR でこれは地球の周回軌道上で月の探査機を組み立てるもの

で、月へ向かう以降は Direct flight と同じ計画です。Direct flight に必要な巨大ロケットを用いなくても有人月探査を実現できる案とされました。

3) Lunar-Orbit Rendezvous (LOR)

月の軌道に宇宙機を送り込み、そこで小さな着陸機を切り離して月へ着陸させ、離陸機により月の軌道上でランデブー・ドッキングして地球に帰還するというものです。開発期間、実現のためのコストも上記の2つに比較して安いですが、宇宙空間でのドッキングが実証されていないことからリスクが高いと考えられていました。

4) JPL 案

宇宙飛行士が月に到着する前に、月の表面に無人ロケットを打上げ、そこで帰還機を自動的に組み立てるという案。リスクが高すぎるということで取り上げられませんでした。

しかし、今日、アメリカで有人火星探査の検討が行われていますが、その方法として考えられている"Mars Direct"に通じるアイデアといえます。

2. 有人月探査に必要なロケット

LOR は巨大ロケットを用いなくてもよいですが、それでも今日の感覚からいっても大きなロケットがアポロ計画で使用されました。

SATRUN V ブースターロケットがそれです。これは NASA ジョンソン宇宙センターを紹介する時に映像として必ず出てきますので、皆さんもご記憶にあると思います。

次に日本の H-II の第 1 段の LE-7、スペースシャトルの SSME と SATRUN V を比較してみましょう。

表 1 ロケットの比較

エンジン型式	LE-7(Japan)	SSME(USA)	F-1(USA)
ロケット名	H-II	Space Shuttle	Saturn V (1st stage)
推進薬	液酸/液水	液酸/液水	液酸/ケロシン
推力(t)	110	213	689
比推力(秒)	446	453	304

スペースシャトルでは SSME を 3 基クラスター化して使用していますが、Saturn V エンジンは SSME の約 3 倍の推力の F-1 エンジンを 5 基もクラスター化しているのですから、その巨大さは理解できますね。

残念ながら、アメリカには F-1 エンジンの製造設備は既に存在していません。

エンジンの製造には巨費が必要なことから、人類が再び月の上に立つまでには、もう少し時間がかかりそうです。

3. ローバの可能性

人類による探査は直ぐには実現できませんが、現在の科学技術の発達により、ロボットの一種ともいえるローバを月に送ることは可能です。このローバに搭載したカメラによって月の表面の姿を撮影したり、掘削装置などにより月表面にあるまだ発見されていない月の岩を探査できるかもしれません。

そしてこのようなローバなら日本が現在保有する H-II ロケットで月へ送り込むことができるのですね。

パネルディスカッションの最初のお話はこれ位にしましょう。

次はローバの歴史や、現在、提案されている月のローバの探査について紹介したいと思います。

【参考文献】

Jonathan Allday : "Apollo in Perspective - Spaceflight Then and Now", 2000, IOP Publishing

No. 2 2000 年 12 月 25 日【月】09:45 寺園 淳也

こんにちは。私は第 2 回パネルディスカッション「月面車」のコーディネータを務めさせていただきます。寺園と申します。これから 1 ヶ月ほど、ディスカッションで皆さまとお付き合いをさせていただきます。どうぞよろしくお願いいたします。

世紀をまたぐ期間のシンポジウムということで、私としてもずいぶん感慨深いものがあります。また、この期間中、1月10日には皆既月食があります。月に思いを馳せる機会が一杯ありそうです。ぜひ、皆さまも夜空の月を眺めながら、このパネルディスカッションにご参加のほど、よろしく願いいたします。

今頃の時期は、寒いですが...

No. 3 2000年12月25日【月】17:30 市川 誠

市川@shimz です。

さて、ディスカッションの前の話題提供として、ローバの現状について少し紹介します。

1. 月のローバの現状

これまでに月へいったローバは2種類あります。

ひとつは Apollo 15(1971年), 16, 17 で使用された人類初の月の自動車といえる Lunar Roving Vehicle (LRV) です。そしてもうひとつは、ソ連の月着陸機 Luna と一緒に月へいった Lunokhod という無線操縦のローバです。

LRV については、

NASA の Web に Apollo Lunar Surface Journal

<http://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/alsj/frame.html>

の中に

"Spacecraft, Suits, and Rovers"

Lunar Roving Vehicle Operations Handbook

という項目で紹介されたり、

<http://www.nasm.edu/apollo/lrv/lrv.htm>

に関係する記述があります。

Apollo Lunar Surface Journal のサイトは Apollo program について詳細に紹介され、内容の更新が続けられているようですが、Apollo ミッションについてご興味のある方、必見です。

Lunokhod については、NSSDC Master Catalog/Spacecraft Query Form の中に

Luna 17/Lunokhod 1

<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/tmp/1970-095A.html>

Luna 21/Lunokhod 2

<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/tmp/1973-001A.html>

として紹介されています。

月のローバではありませんが、1997年のアメリカ合衆国の独立記念日に火星に着陸した Mars Pathfinder に搭載された Sojourner については皆さん、ご記憶に新しいと思います。

Mars Microrover Photo Gallery という次のサイトには Sojourner を含めてこれまでの NASA のローバ研究に関するさまざまな画像が含まれています。

<http://mpfwww.jpl.nasa.gov/rovercom/pixt.html>

2. ローバによる月探査の提案

ローバによる月探査はこれまでに様ざまなものが提案されています。

次の2つは、Web で読むことができる LunaCorp と Robotics Institute of Carnegie Mellon University の共同提案内容です。

The Apollo Grand Tour

<http://www.lunacorp.com/grandapollo.html>

The IceBreaker Moon Rover

<http://www.lunacorp.com/icebreaker.html>

* * * *

これは月面ローバに限定したものではないのですが、

SPACE EDUCATORS' HANDBOOK

<http://vesuvius.jsc.nasa.gov/er/seh/spaceid.htm>

は何かを調べたいとき、役に立ちますね。

No. 4 2000年12月26日【火】15:51 市川 誠

市川です。

埼玉県の男性から、「スペースシャトルとISS、そして20m級の軌道間往復船（電気推進）を組み合わせることで早期に有人月探査ができるのではないか？」というコメントをいただきました。

私が月面車のディスカッションに入る前のお話のつもりで書いたアポロ計画に際して検討された有人月探査の方法の紹介が誤解を生んでしまったようです。

本パネルディスカッション会場は「月面車」をテーマにしています。
よろしく申し上げます。

なお、送っていただいた文面から意図されたシステム構成を理解したとは言いがたいですが、考えなければならぬことを少しお話しします。

地球の周囲にはバンアレン帯と呼ばれる高エネルギー荷電粒子が存在するのはご存知ですね。このような環境は人間の健康のためにもよくありませんし、また、宇宙機に搭載の電子機器などにダメージを与えることとなります。よってこの領域はできる限り短時間に通過することが望ましいといえます。

このような観点からも宇宙機の推進方式を考えねばならないですね。

では、『月面車』に関するディスカッションに皆さんが参加されることをお待ちしております。既に冬休みモードに入っている方も多いと思いますが・・・

No. 5 2000年12月26日【火】17:11 永井 智哉

こんにちは。はじめまして。第2回パネルディスカッション「月面車」のパネラーをします永井智哉@国立天文台です。

このページにて、皆さんといろいろ議論していきたいと思っています。どうぞよろしくお願いいたします。

寺園さんの挨拶にあったように、世紀をまたぐシンポジウムになるのですね。

1月10日未明にある皆既月食があります。早朝で寒い時期ですが是非見てみてください。

また、私の参加している、インターネットによる天文普及を目指すライブ！エクリプス実行委員会（実行委員長：尾久土正己 みさと天文台台長）は、今回も皆既月食をインターネットで生中継します。この中継は動画と静止画で国内6地点から同時に行います。静止画では、撮影地によって空の中での月の位置が異なる様を見比べられるように、インターネットならではの工夫を凝らします。このプロジェクトは日本の産業界、政府機関、学術団体が支援しています。

ホームページのアドレスは <http://www.live-eclipse.org/>。

詳細は以下の通りです。

1. 1月10日の皆既月食について

皆既月食とは

地球の影の中に満月がすっぽり入る現象。太陽-地球-月が一直線に並んだときに起こる。白く輝く満月が影の中に入ると赤銅色になるのが見どころ。観測地によって空の中での月の位置が異なり、東の観測地の方が月は地平線に近く見える。

皆既月食のおこる日時

月食は、地域によらず同時に進行する。日本時間：2001年1月10日 午前3時42分～6時59分（3時間17分）皆既月食となるのは午前4時49分～5時51分（1時間2分）

グリニッジ標準時（日本時間マイナス9時間）：2001年1月9日 午後6時42分～9時59分、皆既月食は午後7時49分～8時51分

皆既月食が見えるエリア

日本から東南アジア、インド、中東、ヨーロッパ、アフリカ、アメリカ北東部まで。日本では全国各地で見られる。

月食中に星食

月食の起きている最中に、月の後ろ側を恒星が通過する星食が観測される。皆既月食中に星食が観測できるのはきわめてまれ。今回隠される星は3.4等の明るさで特に明るい恒星ではないが、皆既中で月面が暗くなっているため観測しやすくなっている。

星食が起こる時刻は観測地によって異なるが、東京では午前4時20分に月に隠され、午前5時15分に月から現れる。

No.6 2000年12月27日【水】13:04 寺園 淳也

寺園です。

今は、出張先の岡山から書き込んでおります。

市川さん、永井さん、メールどうもありがとうございました。市川さんにはさっそく、リプライまでしていただきまして、ありがとうございます。

永井さんの発言にもありましたが、皆既月食の方、私も中継チームの皆様のお手伝いをほんのわずかですがさせていただきますかと思っております。

さて、市川さんがまとめられた月面ローバなどについての現状やまとめですが、これをできれば、まとめて「参考資料」というページにしておこうかと考えております。

これをシンポジウムのトップページからリンクして、発言をしたり興味を持った方などにみていただけるようにしたいと思っております。市川さん、いかがでしょうか？

また、そのページには月面ローバを考える上で役に立ちそうなリンク集などもつけてみたいと思います。いわば、ごく小さな「月面ローバのためのポータルサイト」という感じでしょうか。こういったページがシンポジウム後も残れば、成果としてすごく役に立つと思いますが...

No. 7 2000年12月27日【水】16:37 市川 誠

市川です。

寺園さんからの「月面ローバのためのポータルサイト」のご提案，賛成します。

下記は火星を目指したローバのサイトですが，関連情報として追記します。

JPL Exploration Technology Rover (FIDO)

<http://robotics.jpl.nasa.gov/tasks/etrover/homepage.html>

FIDO Science Rover

<http://wufs.wustl.edu/fido/>

LONG RANGE SCIENCE ROVER (Rocky 7)

<http://robotics.jpl.nasa.gov/tasks/scirover/homepage.html>

AMES Research Center(Marsokhod, K9)

<http://ic-www.arc.nasa.gov/ic/projects/ai-rovers/>

No. 8 2000年12月31日【日】15:36 寺園 淳也

寺園です。

年末はいろいろと忙しいですね。書き込みが滞ってしまいまして、失礼しました。

市川さん、ご賛同いただきまして、どうもありがとうございます。早速年明けから、ページを作っていきます。

さて、そろそろ月面ローバについても、本題に入ってきてもいい頃ですよ。

ローバといえばどちらかと言えば火星が有名になってしまっていますが、月関係も研究が進んでいると思います。この辺の現状について、もしよろしければ簡単にまとめていただけたらうれしいです。...これは市川さんかな？

また、シンポジウムを訪れた方にも、「ローバでこんなことができるのでは？」というような、ご提案を頂けるとうれしいです。決してあまり専門的なことにこだわらなくても結構です。時期も時期、「初夢を見た」みたいな感じでご提案を頂ければと思います。

このあたりは、永井さんと2人でご紹介していきましょう。

これが年内(というか、20世紀)最後の書き込みになりそうですね。また来年もパネルディスカッションをご愛顧のほど、よろしく願いいたします。

No. 9 2001年01月09日【火】13:34 寺園 淳也

明けましておめでとうございます。寺園@JSFです。

いよいよ「宇宙の世紀」「月の世紀」の開幕ですね。月面にふたたび人類が戻る日が、今世紀のどこかでやってくるこ

とを信じたいものです。

年明け早々、年末の仕事の残りやら風邪やらで、レスポンスが遅くなってしまいまして申し訳ありませんでした。早速ですが、「宿題」のローバについてのポータルページを作ってみました。といっても、まだ、市川さんがまとめられたリンクの部分だけなのですが...

<http://moon.nasda.go.jp/ja/datasymp/2000/symp2/rover.html>

にて、ご覧頂けます。

「こんな情報が欲しい」「こういう構成にして欲しい」といったコメントなどございましたら、ぜひ下のコメント欄から私たちにお伝えください。

では、正月気分を忘れて、そろそろシンポジウムに本腰を入れていくことにしましょう。

No. 10 2001年01月09日【火】17:47 市川 誠

市川です。

本日はローバによるミッションについて少し考えてみたいと思い、発言させていただきます。

日本のSELENEプロジェクトにより、周回軌道から1画素約10mの分解能の情報が得られることが計画されています。この解像度はApolloミッションの時に月の軌道上のLunar Module (LM)から撮影した画像とほぼ、同じの解像度といわれています。

対象物が認識するには複数の画素が必要ですので、例えば凹凸が判断できるようになるには最低、縦横5×5画素位必要になりましょう。すると、50m×50m位の対象物でやっと何かの存在を認識できるようになる訳ですね。宇宙仕様のハッセルブラッドでLMから撮影した月面の写真を1600dpiのスキナーで取り込んだことがあります。その画像をコンピュータの画面に表示してびっくりしたのが、写真を裸眼で見ただけでは判らなかったクレータがいたところにあることでした。

(このような写真が近くにありましたら、是非、皆さんもやってみてください。)

なお、印刷した写真は200dpi程度の解像度しかありませんので、このようなクレータは浮かんできませんので注意を。)

月面を移動するローバのサイズは、1970年代に月を探索したLunokhodでも長さ約2mです。このサイズですと、例えば50cmのクレータでも走行の障害となりますので、ローバが月面を移動する経路は、実際に月面に降りてみないとわからないというのが現在の認識ですね。

さて、ローバによる月面探索は、地球におけるリモートセンシングに対するグラントルースという役割に対比されると思います。そこでローバでどのようなことができるか、考えてみたいと思います。

1. 画像取得

分光画像を含めて画像取得は、ローバによるミッションとして一番最初に考えられるものです。月面の状況の観察はもちろんのこと、カメラのマクロ機能を使うことで月面に点在する月の石の観察に使うことが期待されます。この時、石の表面に付着したレゴリスを除去して石の表面が直接観察できる方法についても併せて検討する必要がありますね。また、石を割ってその結晶構造が見られたらと考えます。

さて、地球上で地質学者はその地形の周囲の状況(断層等)などの全体像を把握してから、例えば断層の各部分の地質調査・分析を行います。このように地形の観測というのが欠かせないのですが、月の上でこれが同様に意味のあることなのかどうか私にはよくわからず困っています。月では過去の数多くの隕石の衝突により非常に月面があらわれています。このため、このような断層のようなものを見つけることが不可能な、という考えが浮かびます。

こちら辺について、詳しい方がいらっしゃいましたら、ご発言ください。

2. 測量

リモートセンシングデータの対比という点から、「月のどの場所を探索しているか」という情報は非常に重要です。地球上であれば、現在、GPSが利用できますので、経緯度は非常に正確なデータを得ることができます。月は残念ながら、まだ、GPSが必要な開発段階に入っていないので、他の方法で位置を知ることが必要になります。

ランダーとの組み合わせにより、地上で行っているような形で、月面の地形の測量（距離、高度）などが測定できると考えられます。

例えば月のクレータの精細な地形観測データが得られたら、クレータ学の分野で役立つということはないでしょうか？
ご興味のある方、ご意見をお聞かせください。

3. ランダーとローバの組み合わせによる月面分析室

将来のサンプルリターンミッションにも関係しますが、例えばランダーに分析装置を搭載し、ローバで石のサンプルを集めてきて、分析装置にかけるというシステム構成も考えられます。これにより、ローバに搭載が困難な大型分析装置をランダーに搭載することで月面分析室、なんというものができるともかもしれません。

このようなシステム構成で実現が期待されるサイエンスミッションのアイデアをお持ちの方、ご発言ください。

4. 月面の運搬人、ローバ

ローバで人工月震源となる複数の爆薬をランダーから所定の距離離れた場所に運んで埋設します。ランダーにはピックアップを搭載し、爆薬を順次、作動させることで月の表層の内部構造を分析するデータを取得します。

皆さんからのローバの探査に関するアイデアのご発言、お待ちしております。

No. 11 2001年01月09日【火】18:01 市川 誠

市川です。

先ほどの、ローバによるミッションの話、東京都の男性の方より、寺園さんご提案の「月面ローバのためのポータルサイト」に賛成のコメントの中で、『「ローバに実行させたい何か」を思い浮かべた段階でそのローバを実現させるうえで考慮すべき事項や必要とされる技術といった具体的検討事項に思考をスムーズに遷移させられるような気がします。』とコメントをいただきまして、「何か」について、色々、アイデアを出しあえればと思い、発言させていただきました。

発言の前後が逆になってしまいましたが、説明までに

No. 12 2001年01月10日【水】06:07 寺園 淳也

寺園です。

市川さん、コメントどうもありがとうございました。

さて、こちらとも関係しますが、「臨時ニュース」です。

NASAが進めている新しい惑星探査計画シリーズ「ディスカバリー計画」(Discovery Project)の次の計画(ミッション)として、月のローバ計画「アイスブレイカー」"Icebreaker"をはじめとして、3つの月関係の探査計画が、今回は選定されなかったということです。

残念ですね。ただ、次の計画の選定の機会は半年～1年くらい先にふたたびやってくると思いますから、そのときにまたチャンスがあるはずですよ。

ちなみに残り2つのミッションは、「ムーンレイカー」(どっかで聞いた名前だな)という、月からサンプルを採取して持ち帰るミッション、もう1つは「ポーラーナイト」という計画だそうです。詳しい内容がわかりましたら、ここ、あるいは月探査情報ステーション内の適切なページでお知らせしたいと思います。

No. 13 2001年01月12日【金】12:56 市川 誠

市川です。

東京在住の男性より、『ちょっと「ムーンレイカー」を調べてみたら、007シリーズの映画のタイトルにあったんですね。こんなものまでありました。』と映画で使われた宇宙服のレプリカ(?)の作り方を紹介したサイトを教えていただきま

した。

スピルズバーグの巨大鯨がでてくる映画がヒットしたことから、「ムーンレイカー」の前作でジョーズという人物を登場させました。そして「ムーンレイカー」にも悪乗り(?)してこの人物を登場させていたと記憶します。また、この映画は、まだ、スペースシャトルが実際には飛んでいない時代にスペースシャトルを映画の中で飛ばしたことから、これも評判になったと思います。

映画の題名として"Moonraker"は知っているのですが、その語源が気になり始めて英英辞典とか、色々調べているのですが、出てきません。

さて、寺園さんから、Discovery Project として月関係の"Icebreaker","Moonraker","Polar night"(?)の3つが提案されるも、選から漏れたとの、報告をいただきました。

"Moonraker"の方、月の科学者として有名な Michael B. Duke さん(NASA JSC. 現在、Colorado school of Mines (www.mines.edu) の Center for Commercial Applications of Combustion in Space に所属)や JPL の人たちが提案されたものだと思います。

このプログラムと仮定してミッションの内容を紹介します。

探査地点は South Pole - Aitken で、そこへ着陸して、ローバでサンプルを集めてサンプルリターンロケットで地球の周回軌道まで運んでこようというものです。South Pole - Aitken は月の裏側で地球から直接、通信することができないため、月の周回衛星を1機を一緒にもっていき、これを通信リレーに利用します。また、地球からの指令がない間も、ローバがサンプルを集められるように、自律性の高いローバを使用する計画です。実現すれば非常に野心的なミッションとなりますね。

このミッションの"Moonraker"の方の語源は次のようなものと想像されます。

アポロの宇宙飛行士は rake といわれる熊手のようなもので月面のレゴリスの中に埋まった月の石を集めました。なにしろ、宇宙服はしゃがんで何かをするという作業には全く不向きなため、このような道具は不可欠でした。

Catalog of Apollo Lunar Surface Geological Sampling Tools and Containers

<http://www.hq.nasa.gov/alsj/tools/Welcome.html>

にこの道具の写真が載っています。Fig.37, 38, 39 で使い方がわかりになるとと思います。

そこで提案するミッションの名称も、サンプルリターンの象徴的な意味で rake という単語を入れたのではないかと思います。

上記の Catalog を見ていると、ローバに「こんなことも、あんなこともさせたいな」という気になるのは、私だけでしょうか？

No. 14 2001年01月13日【土】01:32 市川 誠

市川です。

元同僚の疋田さんから、moonraker についての私の疑問への救いの手が差し伸べられましたので、そのまま、紹介させていただきます。

***** ここから *****

ムーンレイカーの話が出ていたのでちょっと。

「ムーンレイカー」は海洋用語では「ムーンスル(moonsail)」と同義語で横帆船の帆の内、風が弱いときに出す帆です。

また、俗語（隠語）で「密輸業者」という意味もあるようです。
ちなみに、密造酒（ウイスキー）のことを「moonshine」とも云うようです。（研究社 リーダーズ英和辞典）

- # 007の映画では「moonraker」はスペースシャトルの名前ですが。
- # 宇宙の象徴としての moon がつく、用語で適当な物でも探したか？

ディスカバリー計画の方は市川さんの考えた「物集めくまで」の方が信憑性がありそうですが。

蛇足ついでに、イギリスのストラトフォード・アポン・エイボンに「moonraker」というホテルもあるそうです。

・・・本題とは全然違うな。

では。

***** ここまで *****

ありがとうございました。

No. 15 2001年01月16日【火】20:33 寺園 淳也

寺園です。ご無沙汰してしまってますいませんでした。
今日も、外気温マイナス4度の岡山・美星町からの書き込みです。

市川さん、「ムーンレイカー」についてのフォロー、ありがとうございました。あと、疋田さんもコメントありがとうございました。

もちろん、最初に振ってくれた、東京都の男性の方(...私はよく知っている人ですが)にも、お礼を言わなければなりません。どうもありがとうございました。

さて、そろそろ議論を本題にもどすと共に、もっとも面白いところに向かうことにしましょう。つまり、月面ローバ(月面車)を使って何をするか、ということです。

少し整理してみましょう。まず、科学目的では、

- ・表層の探査(岩石の成分、鉱物の構成をみる、鉱物の組織などを調べる)
- ・地下の探査(ローバで人工地震を起こす、ローバで地震計を運んで調べる、など)
- ・広い領域にわたる探査(岩石の成分などを、広い範囲にわたって調べる)

など。

次に、工学的な目的としては、

- ・月の夜(14日間、マイナス100℃)を克服する技術(長期の場合)
- ・月の砂(レゴリス)の上で駆動するための車輪、あるいは他の駆動システム
- ・障害物などを避けて走行するための、自律制御システム
- ・軽量化、耐振動性、低価格化

などがありますね。

将来的な話、あるいは上の範疇に入らない話としては、

- ・資源開発(ローバを使った資源採掘、資源探査)
- ・ごく近い将来のアミューズメント(地球からのリモコン操作によるローバ)
- ・少し先の将来のアミューズメント(月面ラリー(!)、耐久度競争、...)

なども考えられます。

いずれも非常に面白いテーマです。

私自身はまずは科学者ですし、広く探査をして欲しいのですが、ローバの利点を活かすのであれば、

・そこそこ広い範囲を探るが、その中でなるべく精密に調べる
ような探査が必要だと思います。

現在の技術では、軽量化されたローバを持っていくとしたら、大体探査範囲は数十 km の範囲内が限界になります。一方で、セレーネのような周回衛星で、月の表面のデータがくまなく得られます。ただ、それはあくまでも全体の(比較的粗い)データでしかありませんので、それを補強する意味で、ある限られた領域を精密に調べるようなローバの役割が重要になってきます。

ただ、この場合にはどこを探査するかという点が問題です。

私も「どこにローバを降ろすか」という点については非常に興味がありますが、皆様の中でもさまざまなご意見があるか
と思います。ぜひ下の発言欄で、ご意見をお寄せください。もちろん、思いついたご意見で結構です。

No. 16 2001 年 01 月 18 日【木】15:05 市川 誠

市川です。

東京都在住の男性より、月探査ミッション、そしてローバによるミッションに関してコメントをいただきましたので、原
文のまま、紹介させていただきます。

***** ここから *****

科学的、工学的目的それぞれ挙げられていますが、一般的な観点からしますと、これらの目的の前にまずこれまでの国内
外の月探査ミッションで何がどこまでわかっているのかを整理しないとなかなか議論に参加できないなあ、と感じました。
実際、自分の浅薄な知識は議論できるレベルに達していないのです。

しかし、表層の探査にしるサンプルリターンにしる、既に 1960~1970 年代に人間が実際に月面まで足を運び地球まで岩
石を持ち帰っているのに、何を今更、というのが(僕自身を含め)一般的な国民(否、納税者と呼ぶべきか?)感情だと思
うんですね。

もちろんアポロ計画にしても結局のところ月面のサンプルは最終は着陸した 6 地点とそのごく近傍のものでしか持ち帰
っておらず、もっとほかの場所にある岩石や鉱物を調査することでより新たな科学的事実が明らかになることもあるので
しょうが...理由付けとしては弱いような気がしたのです。(上記のような感情に対する反論としては。)

誤解の無きよう注記しておきますが私は宇宙開発ファンであり、推進派であり、月面探査大賛成派ですが。

ですから、民間ならともかく、国家(NASDA)主導でローバによる月面探査ミッションを計画することを想定しますと、
まずそこらへんの動機をかなり明確かつ具体的にしなければなりませんね。

前置きはさておき、個人的には地下の探査、ローバで人工地震を起こすという内容に惹かれました。月の内部構造がアポ
ロ計画を含めこれまでの全ての月探査を通じてなお変わらず謎に満ちているということもありますし。

以前市川さまのほうで爆薬を使い人工月震を起こすというアイデアがありましたが、あれは面白いなと思いました。ただ、
実際のところ爆発点からどの程度移動すれば内部構造を探るだけの人工月震データを獲得できるのか?が知りたいで
す。

これはローバの移動可能距離の設計上の制約とも絡んできますね。広い領域にわたる表層探査を実施するにしてもそうだ
と思います。

あるいは、オービターから何回かにわけて人工地震源となる物体を落下・月面にぶつけて月震を起こし、その都度別の地
点で地震データをひろう、というのでも面白そうです。

ローバになにをさせたいか、その根源的な目的についての個人的な希望としては、やはり極域に存在すると考えられている氷の存在を確かめさせたいです。ただ、ローバを極域に下ろすにはローバをまずは月の極軌道に投入しなければならないのでそれが難しいだろうなということと、ローバの動力源として太陽光をほとんど利用できないということとで「ボツ」なのですが。

No. 17 2001年01月18日【木】21:30 寺園 淳也

寺園です。

月の内部構造、となると俄然元気がでてくるものですね(専門だもの)。東京都の男性の方のコメントに、この点に集中してまず、お返ししましょう。

地下構造を探查するという点ですが、アポロでは地下構造については、人工地震や不要になったロケットブースターなどを使った探查が、14、15号などで行われています(実は、不要になったロケットブースターの中では、例のアポロ13号のものもあり、この点ではアポロ13号の不要ブースターによる人工月震は、このミッションが月科学においてなした唯一?の貢献ともいえると思います)。

月の内部構造ですが、現在のところは、こういった人工地震や自然地震などからの解析が行われています。しかし、観測点が表側に限られていたり、観測期間が短かったり、何よりも月震があまりにも小さく、ノイズが大きいという問題点がありました。

このため、月の内部構造についてはまだ確定したことはほとんどいえないというのが現状ではないでしょうか。

ローバで人工地震を起こして内部構造を調べるという方法としては幾つかあり得ると思います。ローバ側に地震源を積み、動き回って調べるというやり方、もう1つはローバ側に地震計を搭載し、固定した地震源で起こした地震を調べる方法、さらには地震源、地震計側ともローバに搭載して動くというやり方です。

なぜ人工地震かということ、内部構造を調べる場合、地震波が非常に役に立つのですが、震源がはっきりわかっている人工地震であれば、解析が非常にやりやすく、地震波の伝わり方を精密に調べることができるからです。

また、地震源としては、火薬(市川さん、よろしくお願ひします!)や振動装置(よく道路工事などでやっているような振動固め装置のようなもの)などがあります。振動装置では振動が小さすぎるかと思われるかも知れませんが、小さな振動のデータを何千回と足し合わせることによって、大きな地震のデータと同じ効果を得ることができます。

地震源と地震計の関係をいろいろと変化させることができれば、その地域の地下構造を精密に、しかも2次元的に広く調べることができます。その意味では、ローバと地下探査というのは非常に相性がいいものかも知れません。

次の書き込みで、もうちょっと具体的にローバによる地下探査について触れてみることにします。

No. 18 2001年01月18日【木】22:24 寺園 淳也

寺園です。水を1杯飲んでから(^_^)、続きにまいりましょう。

内部構造を調べる場合には、4つの深さに分けてみるのがよいかと思います。

(1) 深いところ(深さ500km以上)の構造

深いところ、とりわけ月の中心部に地球のようなコアがあるかどうかは、月の起源ともからんで重要な問題です。

これは、ローバを用いた人工地震探査では難しいと思います。

(2) やや浅いところ(数十~500km程度)

月内部のマントルの構造がわかれば、月ができたときにあったと思われる、マグマオーシャンという溶岩の海のようなものの成り立ちがわかるかも知れません。そうしますと、月ができた当時の様子などを知る手がかりにもなるでしょう。

これも、ローバでは難しいかも知れません。ただ、アポロのときのように、ロケットブースターを落とすなどの大きな人工月震が起これば、現実味があるかも知れません。ただその場合にも結局「一発勝負」となるために、ローバを使ううま味はあまりないと思います。

(3) 浅いところ(数十 km より上)

月の地殻の深さはだいたい数十 km(60km くらい)といわれています。しかし、深いところもあれば浅いところもあるということが、アメリカの月探査機クレメンタインなどの調査でわかってきました。なぜなのか、またそれが月の進化などと関係しているのかどうか、興味深いところです。

(4) 地表付近(数 km)

月の表面はレゴリスという砂に被われています。少し下(1~2km)に行くとメガレゴリスという、大きめの岩からなっていると考えられていますが、本当のところはわかっていません。また、海と陸の地下構造が違うのか、クレーターの形成によって地殻構造がどのように変化したのかなど、浅いところでも月の進化を知る上で興味深い内容がたくさんあります。

地殻の構造については、今度のセレーネ計画でも「レーダサウンダー」という装置が調べることになっています。しかし、ローバ+人工地震の組み合わせは精密に調べることができますので、リファレンスとして使えるのではないかと思います。また、内部構造が特徴的な地域も興味深いところですね。

ローバが現実的に使えるとすると、(3)か(4)くらいだと思います。月は地震波の減衰が少ないため、地震波自体はかなり遠く(深く)まで伝わると考えられますが、それでも持っていける振動装置などの性能を考えると、このくらいまでが無難なのではないでしょうか。これは、これからもっと調べなければいけませんね(...実は、2年間ほど放ってあるので、真剣に調べないといけませんね...)

どんなところに行けばいいでしょうかね？ 例えば、

- ・マントルからの岩石が露出していると考えられている、サウスポール - エイトケン盆地中心部。
 - ・地殻が異常に薄いというデータがクレメンタインの重力探査で得られている、東の海(Mare Orientale)地域。
- などは、「なぜそのようなになっているのか」ということを調べるという意味でも非常に面白いと思います。

逆に、典型的な月の海や月の高地を調べるというのもあり得ます。セレーネや LUNAR-A で調べた内容を、このミッションでの「標準月構造モデル」で補強してあげれば、精密な月内部構造の議論ができるようになるでしょう。

また、科学的な観点でいえば、アポロでかつて、人工月震などで調査した場所へ行って、再度調べるというのも意味があるかも知れません。この30年で、地震波解析技術は飛躍的に進歩しましたから、アポロのデータと比較した、精密な月内部構造探査ができると思います。

このテーマ、もう少し追いかけてみたいですね。

No. 19 2001年01月22日【月】15:33 市川 誠

市川です。

神奈川県在住の男性から次のコメントをいただきました。

『月面ローバには、想定外や異常時も含め様々な運用状態での自律制御化が必要であり、NASAがDeep Space 1でフライト実証したリモートエージェント技術と類似の技術が不可欠になると思います。

この人工知能(AI)技術の宇宙への応用は、日本では進んでいない分野であることや、産・官・学の結集が必要な分野であることから、如何にこの分野を開拓するかのアプローチも含めた議論が必要です。』

AIに関連して、DS1のことも触られていますので、本来は日本の今後の探査衛星開発についても話が広げなければならぬのですが、残念ながら私自身、このような広範な知識を持ち合わせていません。そこでJPLでMPFとか色々な探査ミッションで通信関係の仕事に従事されていたGordon Woodさんから聞いたDS1についてお話を紹介したいと思います。

Deep Space Networkは現在、稼働中の多くの惑星探査機を支援するため、新しい探査ミッションに時間的な割当をするのが非常に難しくなっているとのこと。また、DSN自体の設備を拡充することも予算的な制約から・・・このような状況の中で、DS1は衛星自体の自律化を進めることで、衛星の運用に必要な時間を短縮することをひとつの重要な目的としているとのこと。これが実現できれば、現状のDSNの能力を拡大することなく、将来、予定される多くの惑星探査ミッションの運用も可能になるとのことです。

* * *

さて、ローバと制御を考えますと、ミッションの内容により、様々な要求レベルがあります。次のミッション要求と、探査システムの観点から少し述べたいと思います。

[ミッション要求]

- ・月の表側 / 裏側
- ・稼働時間

[探査システム]

- ・通信リレー衛星の配置
- ・データ伝送量

探査地点が月の表側の場合、地球と直接、通信することが可能ですが、月の裏側の場合、通信リレー衛星を配置して、月面のローバと通信を行うこととなります。月の平均半径は約 1738.2km でリレー衛星が高度 100km の周回軌道を 1 周するのに 6,863 秒 (1.9 時間) かかりますので、火星探査ローバ Sojourner を操縦した時より、時間遅れの面ではかなり条件が悪いこととなります。このような状況では、先に話題にあがりました Moon Raker のように自立性の高いローバが必須となります。

しかし、月の裏側でも「国際協力のもとに」3機の通信リレー衛星が夫々の通信リンクの確保される配置・軌道に投入される場合、その中継での時間遅れは生じますが、地球からのローバの操縦はリアルタイム性が確保されます。(「このような国際協力が現実のものとなり、ローバに限らず、月の裏側の本格的な探査が実現されたら」というのが私の夢なのですが)

月の表側のミッションの場合は地球と直接、通信が行えますので、通信の時間遅れはネットワーク上の遅れなどで、10秒位が想定されます。ローバの走行速度が速い場合は障害物回避などのために自律性が要求されますが、遅い場合や遠方の障害物まで検出できるセンサーを搭載する場合はこの要求は低くなります。

なお、日本単独のミッションの場合、通信は白田で行うことが想定されますので、通信ができない残りの時間、ローバがお休みとなってしまいます。ローバの自律性が高ければこの間も有効に探査に費やすことができることになりましょう。

このようにローバに対する探査ミッション要求、また、実現されるシステム構成によって自律化のレベルは様々なものとなると考えられます。

No. 20 2001 年 01 月 24 日【水】19:43 寺園 淳也

寺園です。

既に市川さんの方から、技術に関して貴重なご発言を頂きました。その元となりました、神奈川県の方、どうもありがとうございました。

AI 分野は、確かに日本が非常にリードしている分野であると思います。ところが、その宇宙への応用ということになりますと、どういうわけか日本ではあまり進んでいないように思われます。

1 つには、日本の技術者が「実学思考」が強い、つまり、自動車や家電製品などの「よく売れる品物」の開発意欲が強いために、宇宙関係にはこれまであまり関心が向けられてこなかった、ということがあると思います。

もう 1 つは宇宙側の要因もあるのではないのでしょうか。これまでは、探査機に搭載されるコンピュータは、宇宙用に安全が保証されている(つまり、激しい衝撃試験や放射線試験に耐えたもの)ものを積むことが普通だったため、どうしても私たちが使う最新型のものから、数世代遅れたものになってしまっていました。遅いコンピュータでは当然、自律処理は難しくなりますよね。

しかし、日本の AI 関係者も、宇宙への関心を向け始めているようですし、宇宙技術者から AI へのアプローチも始まっています。コンピュータについても、最近是我们が一般的な使うような CPU を探査機に積んだりしていますので(といっても、いまだ Pentium クラスだったりしますが。個人的には Pentium III くらいは積んで欲しいなあ)、自律的な制御

に関しても若干のゆとりが出てきているように思います。

市川さんが DS1 について触れられていましたが、このような自律化技術は日本が「すぐに」アメリカに対抗できる、数少ない宇宙分野の 1 つだと思います。月面ローバなどにも応用ができますし、その発展を期待したいところです。

なお、DS-1 のホームページは、
<http://nmp.jpl.nasa.gov/ds1/>
です。(全て英語です...。)

No. 21 2001 年 01 月 24 日【水】19:47 寺園 淳也

寺園です。もう 1 つ。

あまりレスポンスができない罪滅ぼし、というわけではないですが、以前お約束していたローバに関する「ポータルサイト」の原型を作ってみました。

<http://moon.nasda.go.jp/ja/datasymp/2000/symp2/rover.html>

また、パネルディスカッションのトップページからもリンクを張ってあります。

今のところ、中身は市川さんがまとめられた月面ローバに関するの情報源をまとめたものだけになっています。これからは、これまでにこのパネルディスカッションで取り上げられた話題を掲載するなど、徐々に内容を広げていきたいと思えます。

「こんなことを取り上げて欲しい」「こういうことが(月面ローバで)できるのではないか」というようなお話がありましたら、この下の投稿欄から、お気軽にご意見をお寄せください。

No. 22 2001 年 01 月 26 日【金】14:58 市川 誠

市川です。

先に AI についてコメントをいただきました神奈川県在住の男性から、次の 20 のコメントに対して追加参考情報の紹介がありましたので、そのまま、掲載させていただきます。

***** ここから *****

Deep Space 1 で実験された AI 技術応用のリモートエージェント (R A) 専用のホームページは

<http://rax.arc.nasa.gov/>

です。R A に興味ある方は是非覗いてみて下さい。多くの関連技術論文がダウンロードできます。そのなかに火星ミッション向け自律ローバへの R A 応用がありました。タイトルは以下の通り。N A S A が有人火星探査に向けた準備でしょう。

Autonomous Rovers for Human Exploration of Mars.

John Bresina, Gregory A. Dorais, Keith Golden, David E. Smith, Richard

Washington. In Proceedings of the First International Conference of the Mars Society, Aug/98.

***** ここまで *****

有人火星探査の関係で少し補足説明させていただきます。

このペーパーが発表された the Mars Society (<http://www.marssociety.org/>) は国内でも評判になった「マーズ・ダイレクト」の著者のロバート・ズブリンが中心になって 1998 年に設立されました。

1998 年は前年の Mars Pathfinder の成功, Mars Global Surveyor から送られてくる画像から, 火星探査の機運が非常に高くなった時期でした。この時, JPL と JSC は協力して, JPL の火星探査プログラムを有人火星探査ミッションのためのブリカーミッションとして位置付け, 有人火星探査を行うのに必要な火星の環境測定などをはじめとして様々な探査を行うことを考えていました。そして JSC が有人火星探査の研究に関する協力を各国の宇宙機関に呼びかけた時期でもありました。NASA の Ames 研究所は先に紹介しましたローバ関係の研究を行っていることもあり, 紹介していただきました発表を行ったと考えられます。(有人火星探査ミッションは JSC のインハウスの研究で, 将来のミッション提案を求められた時に対する準備という位置付けです。)

しかし, 1999 年の Mars Climate Orbiter, Mars Polar Lander と Deep Space 2 の連続した火星探査ミッションの失敗によって, NASA は火星探査ミッションのシナリオの大幅な見直しを余儀なくされました。

Mars Exploration Program については次のサイトが参考となります。

<http://marsweb.jpl.nasa.gov/>

Mars Odyssey 2001 Orbiter は今年の 4 月 7 日に打ち上げされ, 10 月 20 日に火星に到着の予定です。

2003 年のミッションでは 2 台のローバ送られる予定で,

"Using images and spectra taken daily from the rovers, scientists will command the vehicle to go to rock and soil targets of interest and evaluate their composition and their texture at microscopic scales."

と紹介されていることから, これらのローバは Sojourner と同様な運転方法が行われると推測されます。

No. 23 2001 年 01 月 26 日【金】15:23 市川 誠

市川です。

ローバ関係のサイトを続いて紹介します。

既に紹介したものの異なった URL アドレスのものを含みます。

月面の初の自動車, Apollo LRV の試験について記載されています。

Experiment: Lunar Rover Vehicle

<http://www-sn.jsc.nasa.gov/PlanetaryMissions/EXLibrary/docs/ApolloCat/Part1/LRV.htm>

Apollo LRV の操作マニュアルのコピーがあります。

Lunar Rover Operations Handbook

<http://www.hq.nasa.gov/alsj/lrvhand.html>

インフレータブルな構造の車輪のローバのサイトです。火星を目指していますが, Titan への適用も下記のサイトで紹介されています。

JPL Inflatable Rover Program

http://www.jpl.nasa.gov/adv_tech/rovers/summary_overview.htm

Titan Aerover

<http://robotics.jpl.nasa.gov/tasks/aerobot/studies/aerover.html>

NASA エームズ研究所のローバに関するサイトは紹介しましたが、次のサイトもあります。

<http://img.arc.nasa.gov/>

K9

<http://img.arc.nasa.gov/K9/index2.html>

NOMAD

<http://img.arc.nasa.gov/NOMAD/nomad.html>

Marsokhod

<http://img.arc.nasa.gov/marsokhod/marsokhod.html>

DANTE II

<http://img.arc.nasa.gov/dante/dante.html>

LRSR について紹介しましたが、次のサイトもあります。

LONG RANGE SCIENCE ROVER (Rocky 7, Rocky 3)

<http://robotics.jpl.nasa.gov/tasks/lrsr/homepage.html>

FIDO の NASA のサイトです。

FIDO

<http://fido.jpl.nasa.gov/>

MUSES-C 搭載予定で中止された NASA Rover です。caption が落ちています。

MUSES-CN Asteroid Rover

<http://www-a.jpl.nasa.gov/pictures/solar/musspcrft.html>

No. 24 2001 年 02 月 01 日【木】18:49 市川 誠

市川です。

さて、パネルディスカッション「月面車」も、次のパネルディスカッション『月旅行』が2月5日から開始予定ですので、まともに入らせていただきたいと思います。

これまでのパネルディスカッションで

- ・月探査とローバの関係（「有人月探査」の歴史から・・・）
- ・ローバに関するサイトの紹介
- ・ローバによる月探査ミッションの内容の検討
- ・NASA の Discovery Project の候補として提案された月の探査
- ・月面ローバへの AI の適用について

に関して、色々話ができました。

そして月の内部構造については物理探査の観点から詳しい話を聞くことができました。

ローバを考える場合、「ローバに何にさせるのか」という目的（科学）の面からの検討、また、「そのローバを実現させるにはどうしたらよいか」という工学面からの検討があると思います。

昔の科学者は、研究のためにそれまでにない実験装置まで自分で作ってしまい、新しい発見を行っていました。この時

は科学者と工学屋は混然としていたように思います。一方、今日のように研究の内容が複雑化し、研究に必要な実験装置を自分で作ることでできる限界を超えた状態となると、「科学者」、「エンジニア」と明確に分業化され、「工学的観点から科学を見る」、「科学的観点から工学を見る」ということが難しくなり、物づくりも要求性能の列挙、という形に留まり、相互理解が難しい状況になっているのでは、と危惧されます。

そこで月面ローバを対象としたディスカッションが今後も両者の相互理解の場として利用できたらと思います。

また、今回のパネルディスカッションの成果として「月面ローバのためのポータルサイト」ができましたが、今後も皆さんの参考となるように運営が継続できたらと思います。

永井さん、追記がありましたらお願いします。

No. 25 2001年02月02日【金】14:15 寺園 淳也

寺園です。

そうですね。ほぼ1ヶ月以上進めてきたパネルディスカッションですが、そろそろ次の「月旅行」に、ステージを譲る時間になってきたようです。

市川さんには、本当に多数のコメントをいただきまして、ありがとうございました。
また、たいへん重要なお指摘をたくさんいただいて、ありがとうございました。

市川さんのお指摘の通り、「何の目的で月面ローバを持っていくのか」という点に関しては、まさに科学者からの要求がいちばん切実ではないかと思えます。もちろん、月面でローバを試すため、というようなこともありますし、アミューズメント目的ということもあり得るでしょう。

しかし、技術実証というだけでは、やはり究極の目的とはなり得ません。科学者の「月のクレーターの中央丘まで走れるローバが欲しい」という要求があるから、工学者も必死になってそれを作ろうとするわけです。

そういったいい意味での要求の出し合いが、これからのローバ、あるいは宇宙探査機技術の発展に寄与していくのではないかと...と思えます。

以前のように、科学者が手作りの道具で宇宙の神秘を探っていた時代とは大きく異なり、セレーネのように、重さ2トン以上もある探査機を月に打ち上げるような時代になりました。宇宙科学も大型化、組織化された時代を迎えつつあります。

互いに顔を突き合わせて机に座って仕事をしているときは、以心伝心でコミュニケーションがとれていたかも知れませんが、しかし大きな探査機を作るとなるとそうは行きません。複雑なシステムは、どこかをいじればどこかがおかしくなります。

持って行って欲しい人と、それを作る人、いろいろな人がアイデアを出していくことが、これからの宇宙探査には不可欠なのではないでしょうか。

また、それは必ずしも専門家だけではなく、納税者という意味からも、一般の皆さんがその場に加われる(少なくとも、その議論の過程をみることが出来る)ということが必要なのだと思えます。

このパネルディスカッションは1ヶ月という短い期間ではありましたが、多少なりともその役割のほんの1歩にはなったのかな...と思っています。

もうちょっとだけお時間がありそうですので、「ローバのポータルサイト」の話はまた、次の発言にしましょう。

No. 26 2001年02月06日【火】10:23 寺園 淳也

寺園です。

どうも年度末はいろいろ立て込んでいていけませんね。発言もついつい遅くなってしまいます。

さて、残っていましたが「月面ローバのポータルサイト」ですが、まだまだ整備を続けていきます。というより、この回のシンポジウムで得た発言や、さらにこれからのいろいろな情報を盛り込んでいって、適宜成長させていくことを目指したいと思えます。

今のところ、URL は

<http://moon.nasda.go.jp/ja/datasymp/2000/symp2/rover.html>

となっていますが、発展に応じて適宜、「月探査情報ステーション」のどこかに移動させることになると思います。そのときにはまた、ご案内いたします。

最初に、月面ローバについては技術的、科学的な両方の問題があるということにふれました。ただ、月面ローバはそれに加えて、一般の方も気軽に参加できるミッションとして成長する可能性があるということも、付け加えたいと思います。

例えば、ローバを遠隔操縦することを軸として、ラリーを行ったり、操縦の正確さを競う競走を行うとか。またあるいは、よくニュースなどでやっている「定点カメラ」をローバに載せて、1日1回月面の景色を送ってもらうとか。

...いろいろな応用の仕方があると思います。それは全て、ローバが「動ける」ということが最大のポイントになるのではないのでしょうか。

そろそろ次のシンポジウムの準備も、整ってきているようです。

シンポジウムでご発言いただきました皆様に、改めまして感謝の気持ちをあらわしたいと思います。ありがとうございました。

また、お忙しい中、市川さん、永井さんには様々に貴重なご発言をいただきまして、ありがとうございました。

皆様とまた別の機会にお会いすることを夢見て、とりあえず第2部の「月面車」パネルディスカッション、この辺にてお開きとさせていただきます。

No. 27 2001年02月08日【木】13:50 寺園 淳也

「月面車」パネラーの寺園です。

さて、パネルディスカッションを完全に終了させるにあたりまして、皆さまにお知らせを1つ。

まだいろいろと議論をしたいという方や、「こんな提案がある」「あんなことを聞いてみたい」という方もおいでだと思います。そういう皆様のために、この「インターネットシンポジウム」内の会議室にて、議論を続けさせていただければと思います。

<http://moon.nasda.go.jp/ja/2000/room/>

にて、お待ちしております。

私も学会やシンポジウムなどへよく行きますが、昼間は会議場で議論していても、夜は飲み屋さんや喫茶店で議論の続きをしている(というかもっとくだけた話もしてますが)ということは、よくある話です。

そんなふうにして、議論の続きをできればと思います。もし皆様もよろしければ、会議室に立ち寄ってみていただけますでしょうか。

5.3.3 アンケート

インターネットシンポジウムにおけるアンケートコーナーは2000年11月27日に設置し、2001年1月30日までの約2ヶ月間開設した。

回答方法は昨年度までと同様ホームページ上におけるGUIを用いたもので、必要事項を打ち込んだ上で送信ボタンを押すことによりアンケート内容がサーバーに蓄積される形態をとった。郵送やFAXによるアンケート回収は一切実施していないこと、アンケート回答者に対しては抽選で100名に「スペースノート2001」を送付するという回答へのインセンティブを確保したことなどは昨年までと全く同様である。

約2ヶ月間にわたる受付期間を通じてのアンケートの有効回答数（重複発信などを除いた回答数）は43件であり、昨年の97件と比較すると半数以下に減少してしまった。その原因としては、

- ・ 昨年までと同じスペースノートの送付をインセンティブとしているため、昨年までに既にアンケートに答えた人への動機づけが不十分であったこと。
- ・ アンケート結果の経年変化を見る目的で、設問を昨年までに準じたものとしているため、リピーターにとっての内容面での新鮮さが確保できなかったこと。
- ・ 月探査情報ステーションを含めた全体のコンテンツ量が増加しており、アンケートコーナーが相対的に目立たなくなっていること。
- ・ パネルディスカッションなどに代表されるインタラクティブなコンテンツが増加しているため、特にアンケートに回答しなくとも主催者に意見を投じる場が確保されていること。

等が挙げられ、今後はこれらの点についての対策が求められる。

以下では各設問毎に主なアンケート結果を紹介していく。昨年度までと同様の設問については、可能な範囲で昨年の回答の傾向との比較を行った。

設問以外の部分においても回答者の属性データについて、性別、都道府県別などの集計を実施した結果も加えている。

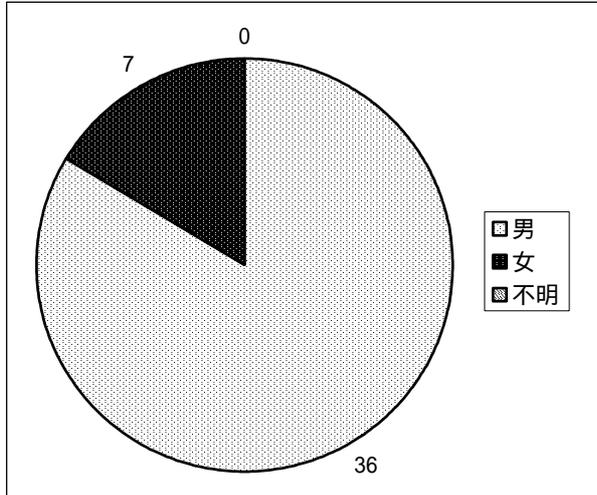
なお、本アンケートの結果をまとめるにあたり、選択式の設問については各回答の選択数を統計的に表現した。また、自由記述式の設問については、その全てが本シンポジウムの重要な成果であると捉え、原則としてありのままを引用した。

上記に示した回答数については十分に満足できるものとは言えないが、各設問について何らかの傾向を読みとることが可能なレベルであり、また、自由記述欄には数々の貴重な意見やメッセージが寄せられたことから、アンケート実施の目標はほぼ達成できたものと考えている。

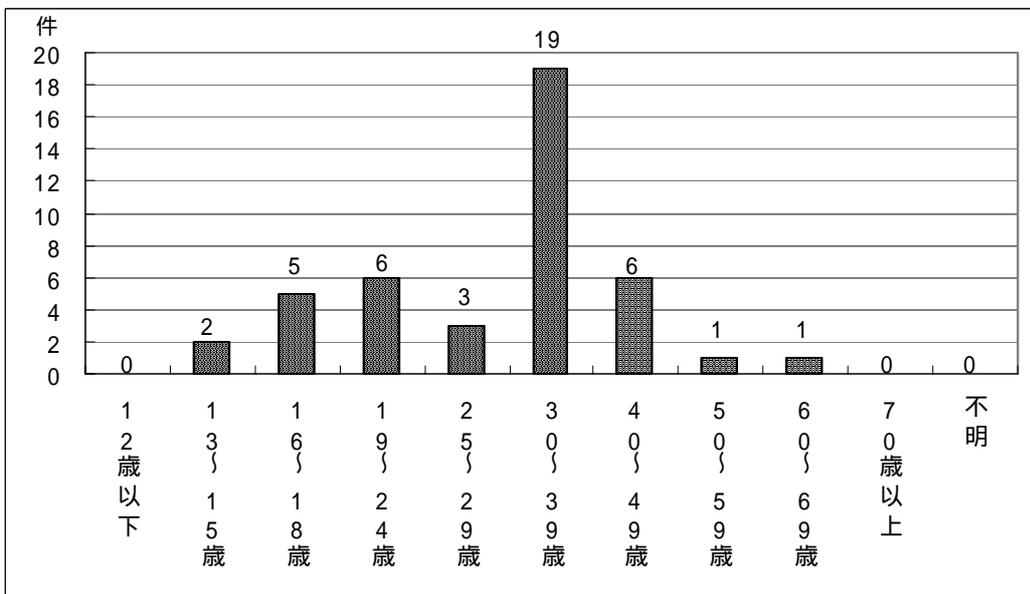
インターネットシンポジウム「ふたたび月へ」第3回 - アンケート結果 -

回答者のプロフィール

性別



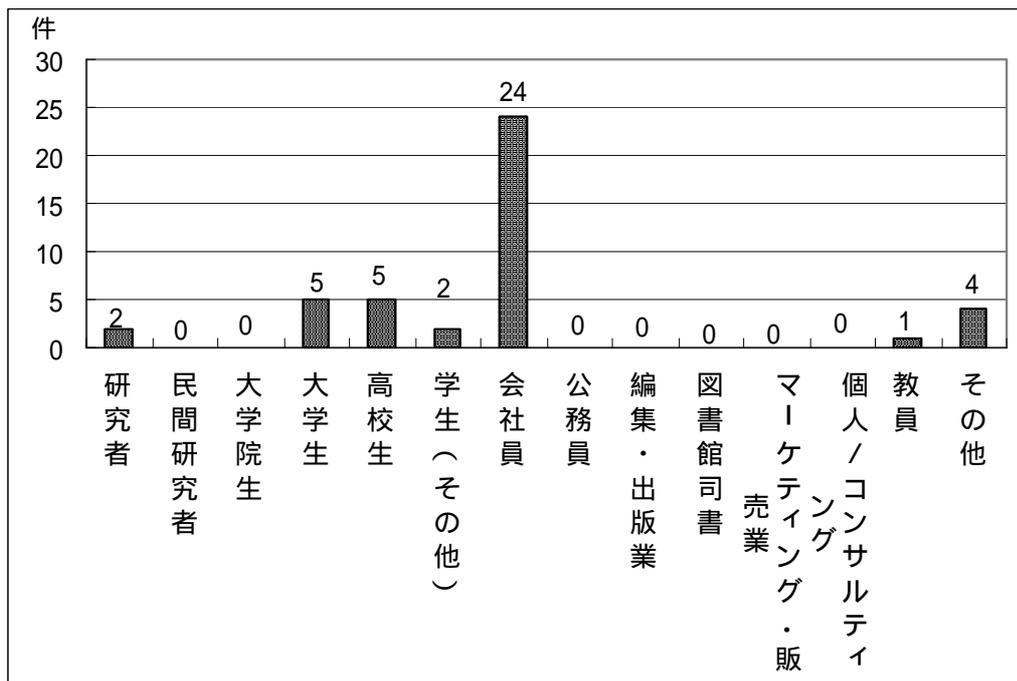
- ・回答者の男女比率は、男性は約 84%、女性約 16%であった。女性の比率は昨年度と同じだが、第 1 回目よりは減少した形となっている。(第 1 回：男性 75.2%、女性 24.8%、第 2 回：男性 81%、女性 16%)



年齢

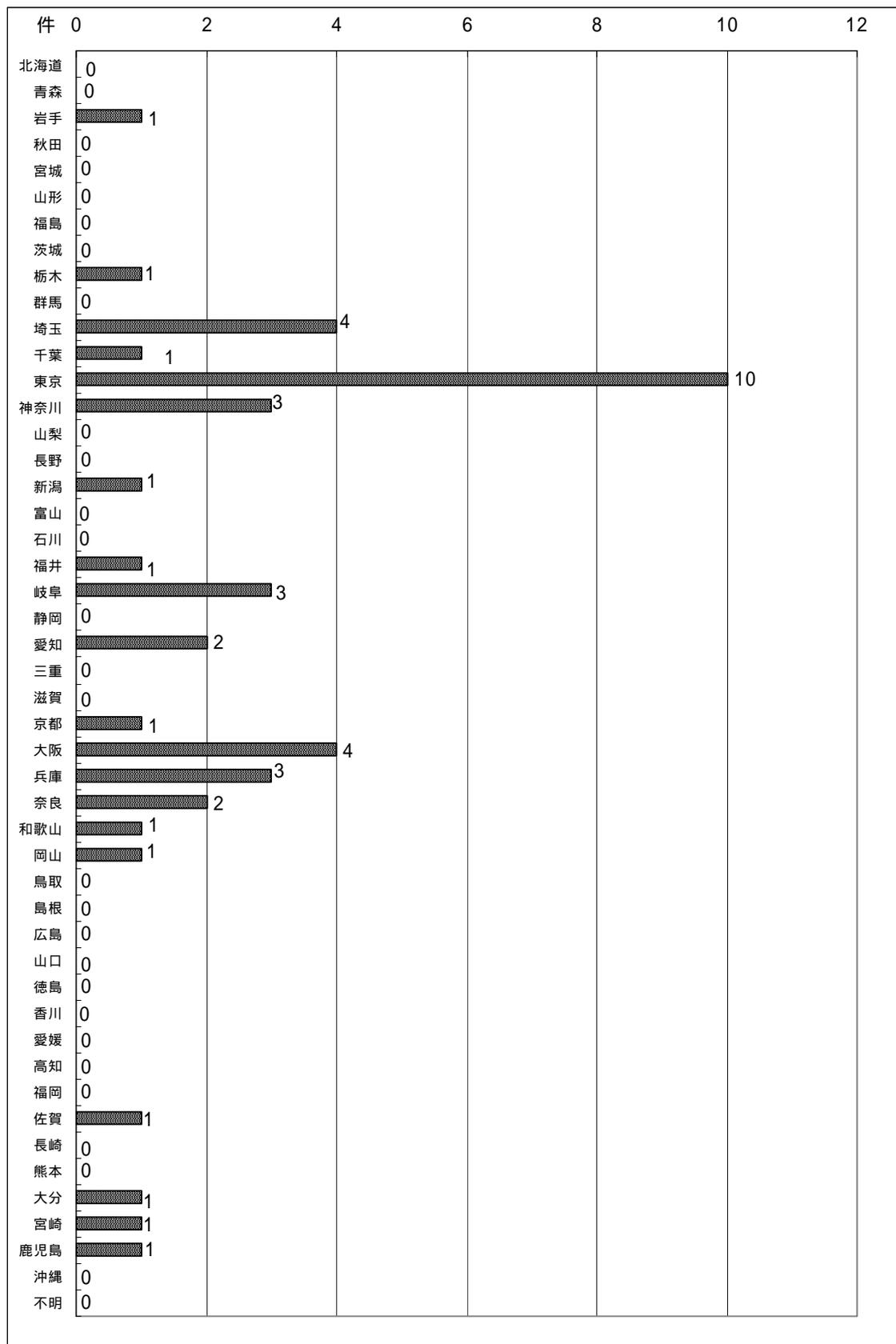
- ・回答者を年代別に見てみると、半数近くが 30 代で、全体の 44.2%を占めた。
- ・12 歳以下、50 歳以上の回答はほとんどなかった。
- ・「16～18 歳」の比率は昨年度より若干増加したが、「19～24 歳」「25～29 歳」の比率がやや減少した。

職業



- ・職業別では、「会社員」が全体の過半数を超える 55.8%を占めた。
- ・「会社員」の次に多いのは「学生」で、これは第1回、第2回とも同様の傾向が出ている。

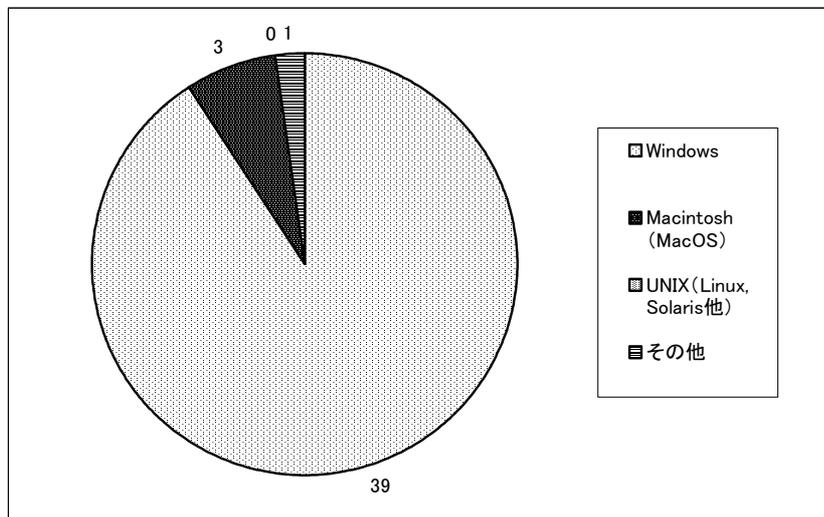
住所（都道府県）



- ・最も回答が多かったのは23.3%を占める東京。埼玉、大阪がともに9.3%でこれに次ぐ。
- ・エリア別にみると関東、近畿、東海、九州の順で回答が多かった。

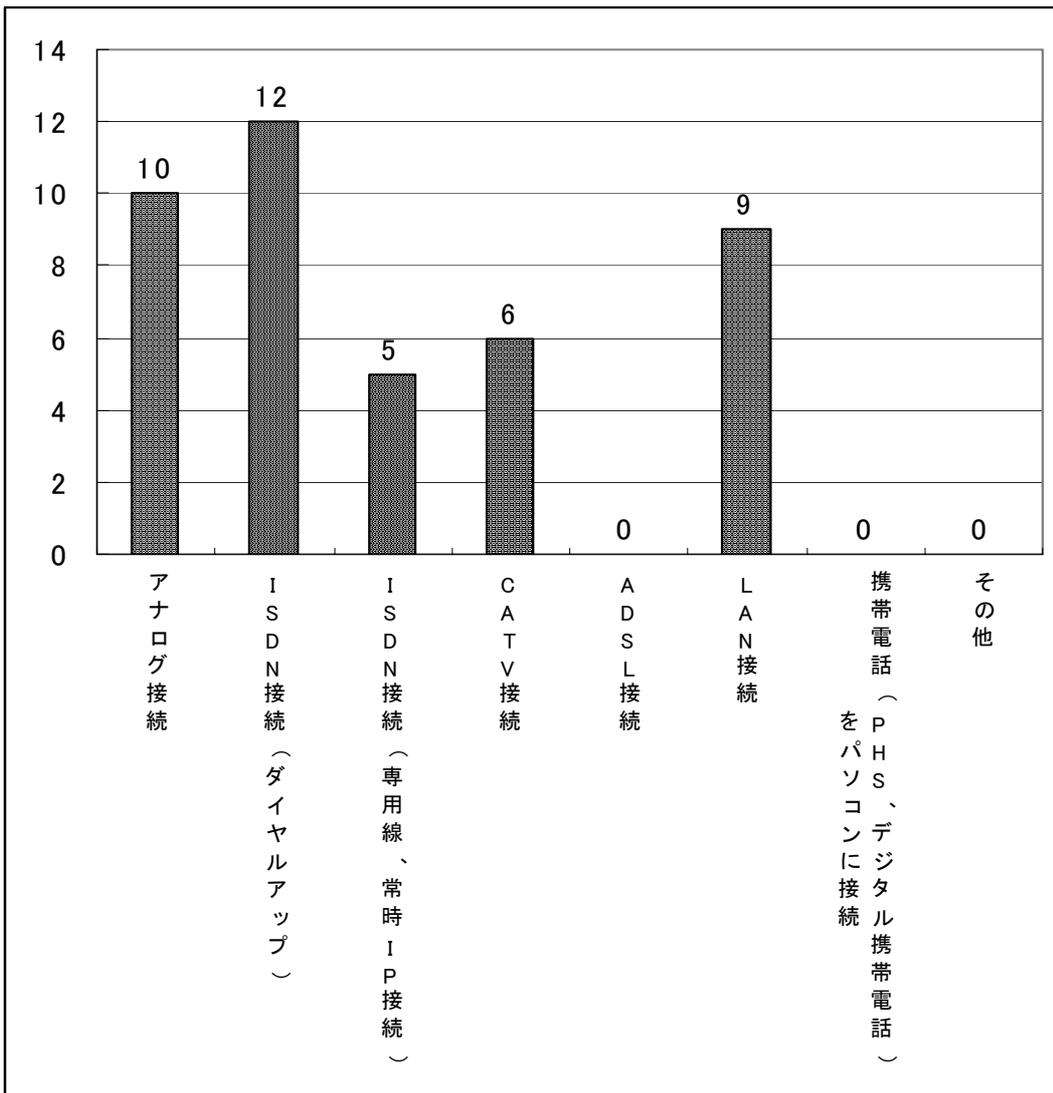
- ・昨年度は若干の回答が寄せられた北海道・東北、中国、四国からの回答がほとんどないという結果に終わった。

コンピュータ環境



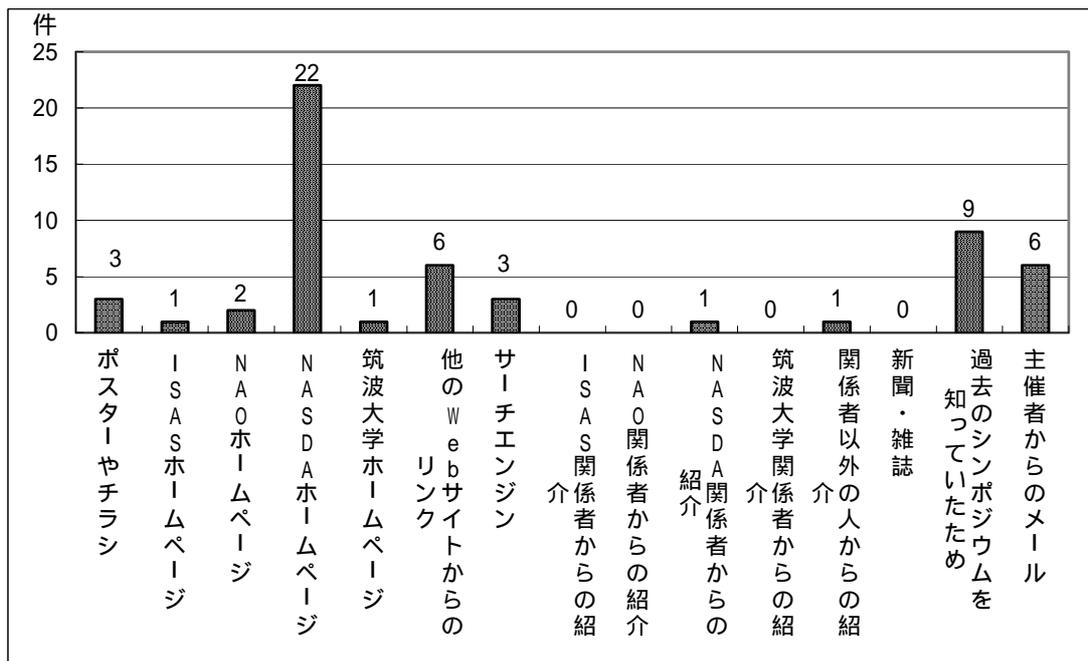
- ・90.7%にあたる 39 人が Windows を使用していた。Windows と Linux の両方を使っている人も 1 名いた。

通信環境



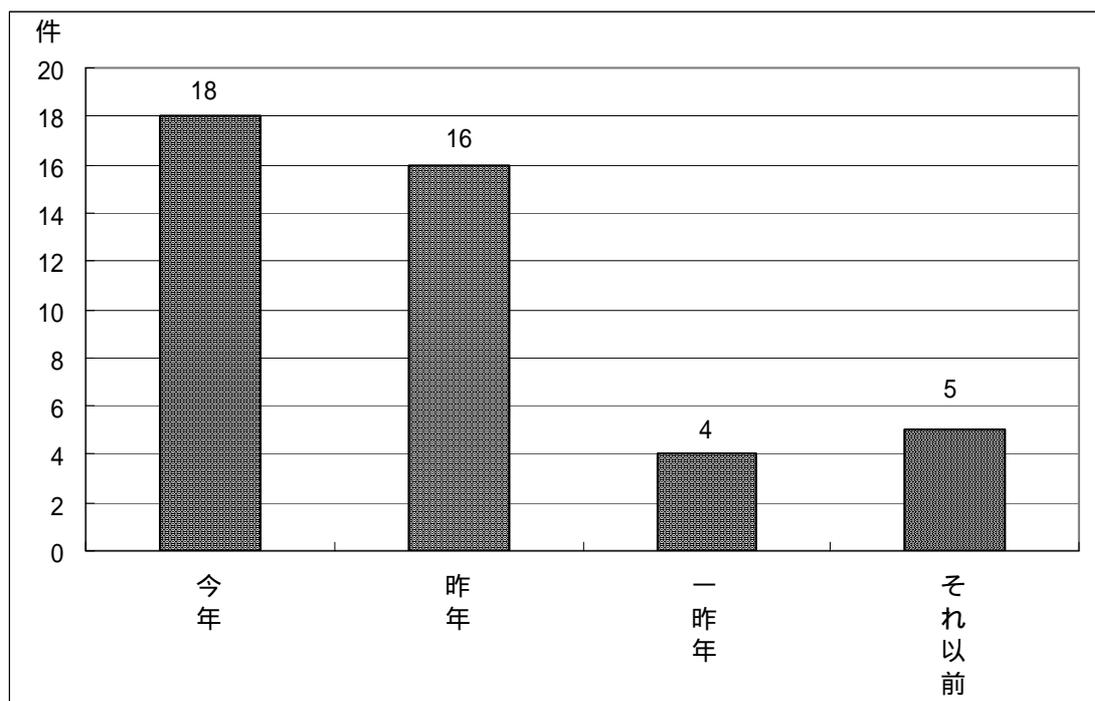
- ・通信環境で最も多かったのは「ISDN接続 (ダイヤルアップ)」で28.6%、次いで「アナログ接続」23.8%、「LAN接続」21.4%だった。

Q1 あなたはこのホームページを何で知りましたか? (複数回答可)



- ・当シンポジウムの認知方法は、昨年度と同じく「NASDA ホームページ」からのリンクが最も多い。
- ・「過去のシンポジウムを知っていたため」という回答が昨年度に比べて増加しており、シンポジウムの認知度が年を追って高まってきていることが読みとれる。

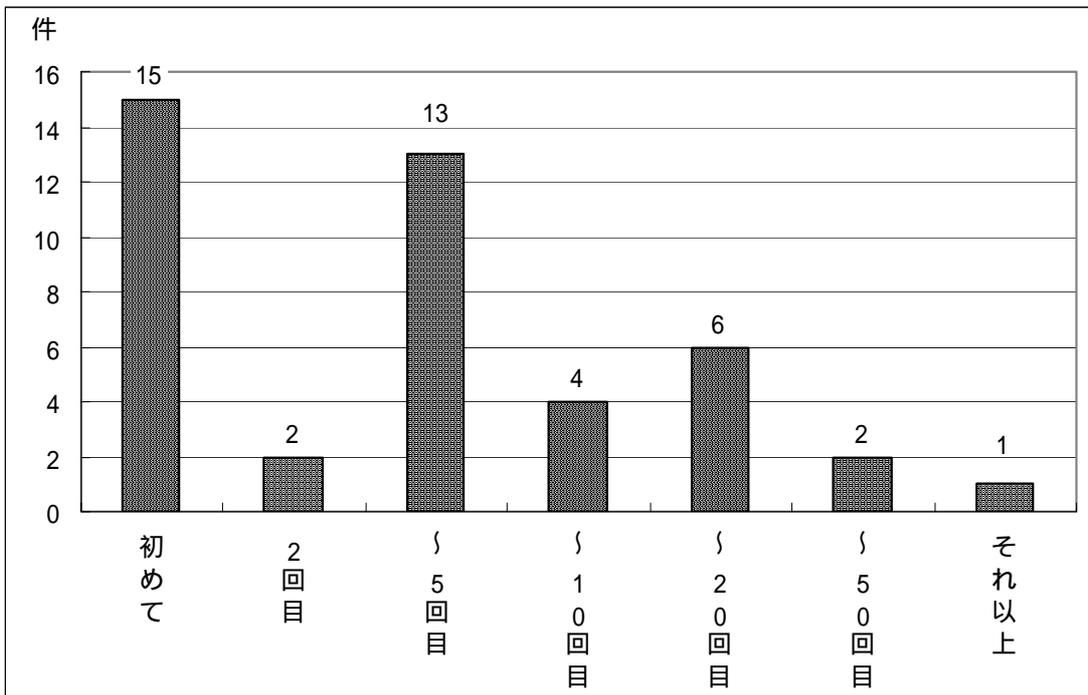
Q2 あなたがインターネットシンポジウム「ふたたび月へ」を知ったのはいつですか?



- ・「今年」という回答が最も多い(41.9%)が、「昨年」(37.2%)も比率的には大きな違いは

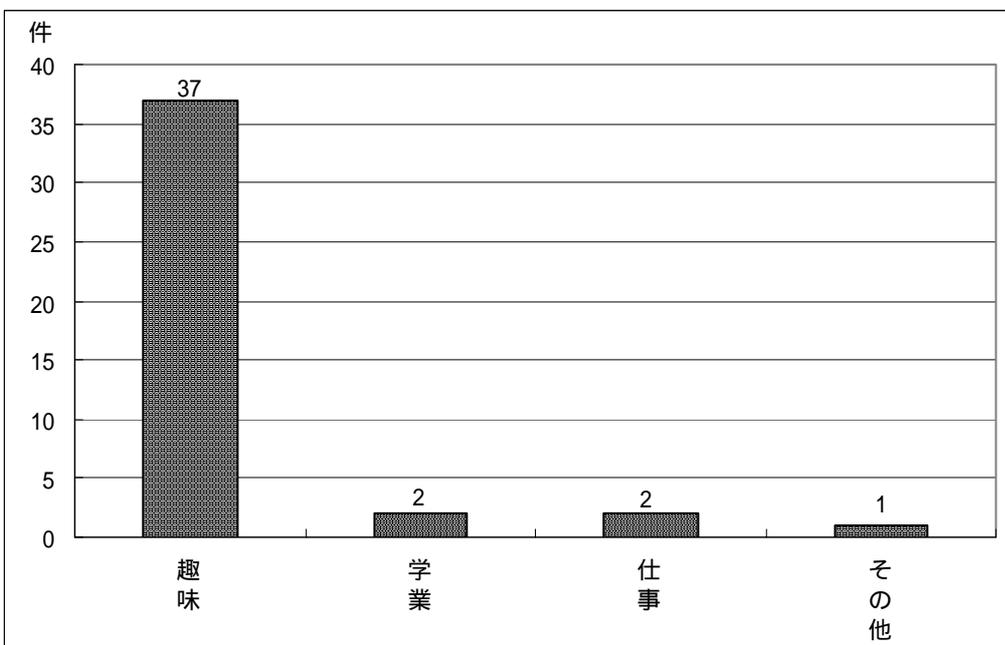
なく、第2回シンポジウムで認知度が上がったと推測される。

Q3 あなたが今回のホームページにアクセスしたのは何回目ですか？



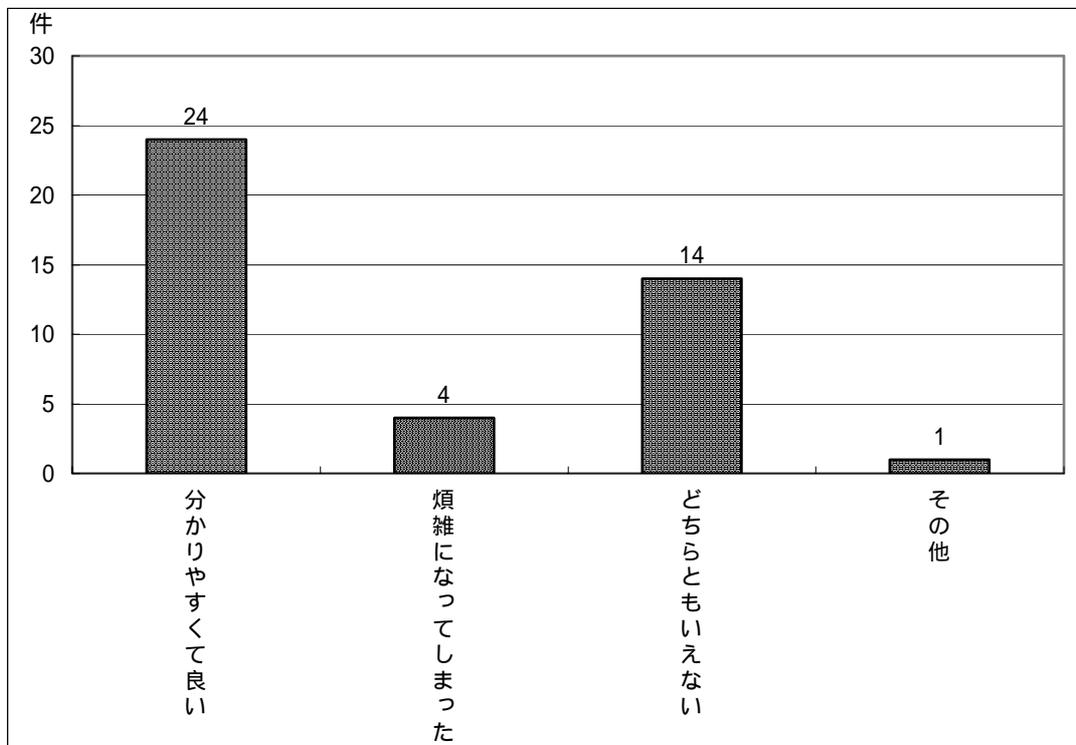
・「初めて」(34.9%)と「~5回目」(30.2%)が合わせてほぼ2/3を占めるが、11回以上アクセスしていると回答したリピーターも9名を数える。

Q4 このホームページをご覧になる主な目的は何ですか？



・「趣味」(88.1%)と答えた人が圧倒的に多いが、「学業」「仕事」に利用している人も若干名いることが読みとれる。

Q5 インターネットシンポジウム「ふたたび月へ」は本年度より、昨年同様の「シンポジウム」と月探査の情報ステーションとしての「月探査のポータルサイト」とに分けて運用することとなりました。この点についてあなたはどのように思われますか？

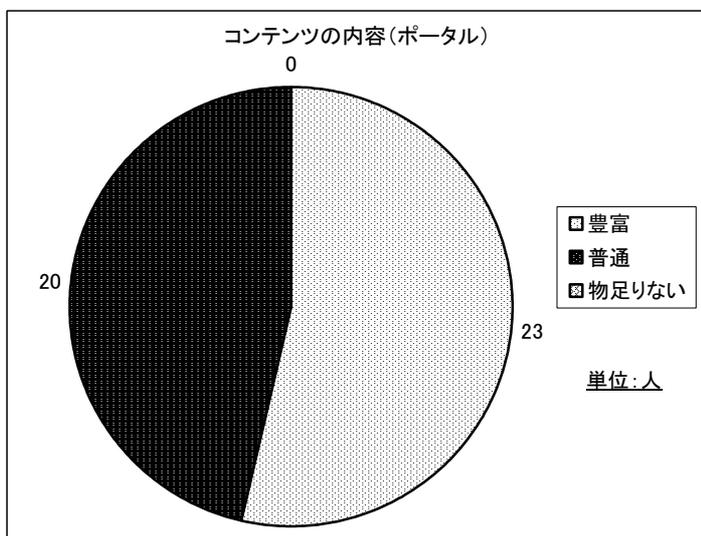


・「分かりやすくして良い」が 55.8% で過半数を超え、次いで「どちらともいえない」が 32.6%。「かえって煩雑になってしまった」という意見も 9.3% を占めた。

Q6 「月探査のポータルサイト」及びインターネットシンポジウム「ふたたび月へ」をご覧になったご感想をお聞かせ下さい。

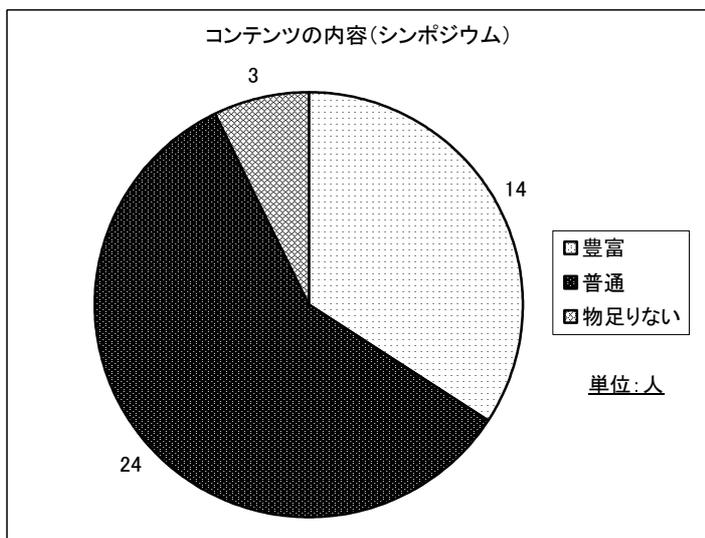
コンテンツの内容（ポータル）（一つ選択）

- ・「豊富」と回答した人が全体の 53.5% で過半数を超えた。
- ・「物足りない」という回答者はいなかった。



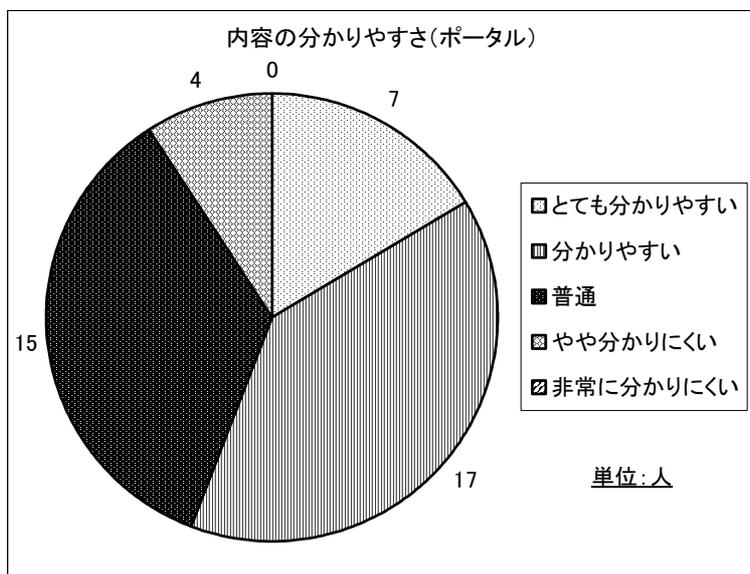
コンテンツの内容(シンポジウム)(一つ選択)

- ・「普通」と回答した人が全体の 58.5%で過半数を超えた。
- ・全体の 7.3%にあたる 3 名が「物足りない」と回答している。



内容の分かりやすさ(ポータル)(一つ選択)

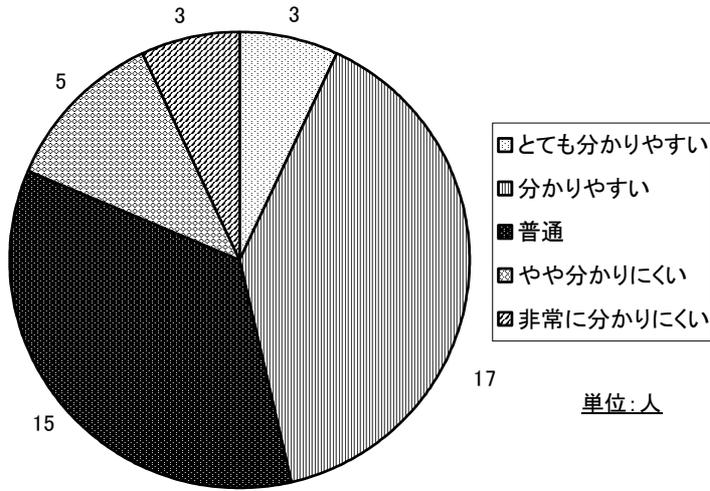
- ・「とても分かりやすい」「わかりやすい」と回答した人は、合わせて全体の約 56%を占めた。



内容の分かりやすさ(シンポジウム)(一つ選択)

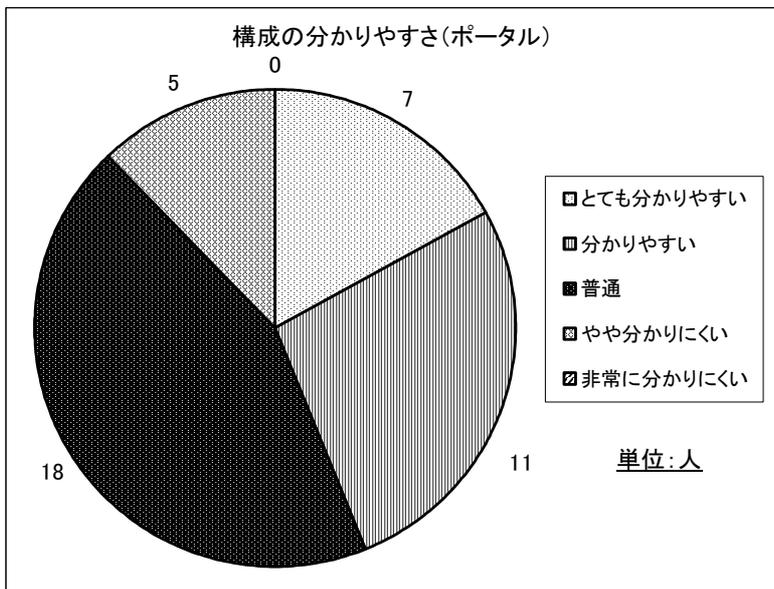
- ・「とても分かりやすい」「わかりやすい」と回答した人を合計すると、全体の約 47%を占める反面、「やや分かりにくい」「非常に分かりにくい」とする意見が約 18%にのぼった。

内容の分かりやすさ(シンポジウム)



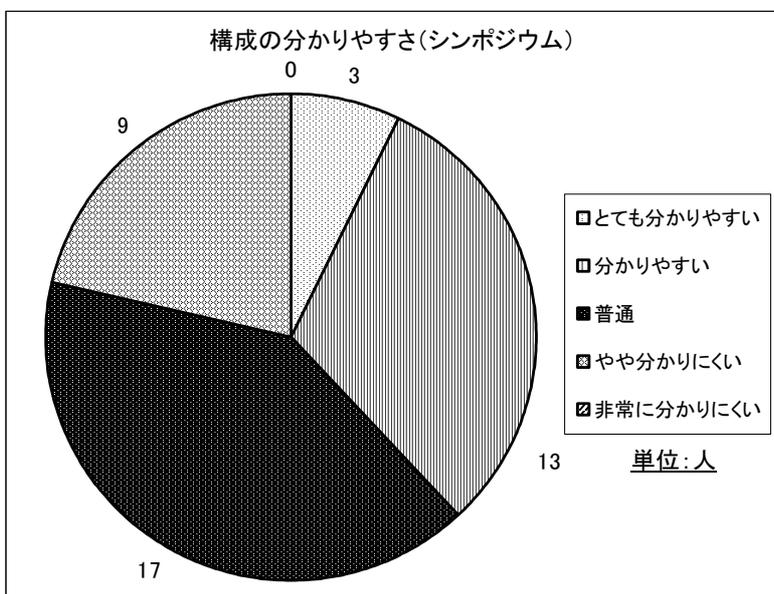
構成の分かりやすさ(ポータル)(一つ選択)

- ・「とても分かりやすい」「分かりやすい」を合計すると約 44%で、「普通」と同数だった。
- ・「やや分かりにくい」という回答者が 5 名 (12.2%) いた。



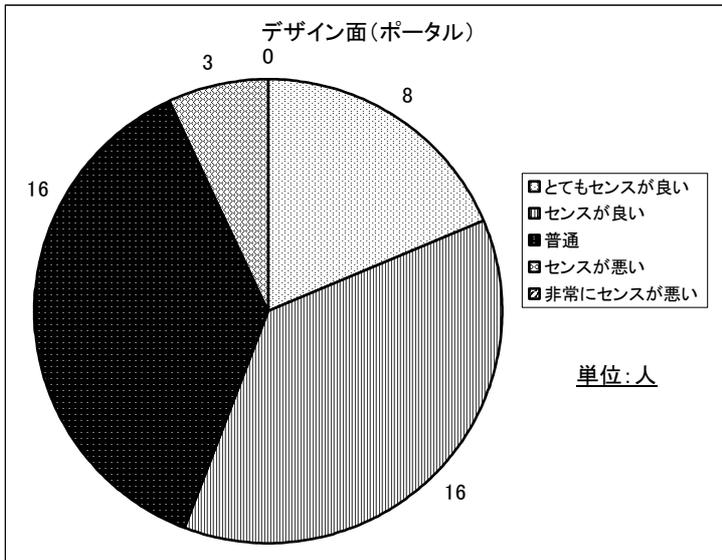
構成の分かりやすさ(シンポジウム)(一つ選択)

- ・「とても分かりやすい」「分かりやすい」を合わせて約 38%、「普通」が 40.5%だが、「やや分かりにくい」という意見も 21.4%を占めた。



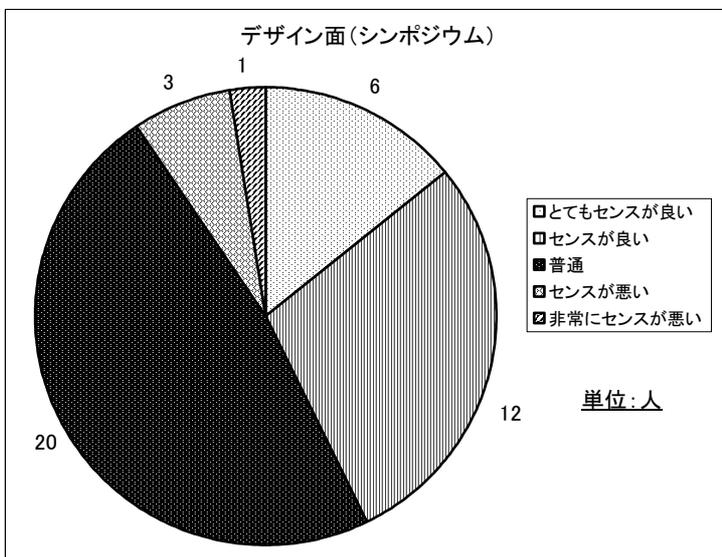
デザイン面（ポータル）（一つ選択）

・「センスが良い」「普通」がそれぞれ 37.2%で同数、「とてもセンスが良い」が 18.9%で肯定的な意見が多い反面、「センスが悪い」という意見も 7%を占めた。



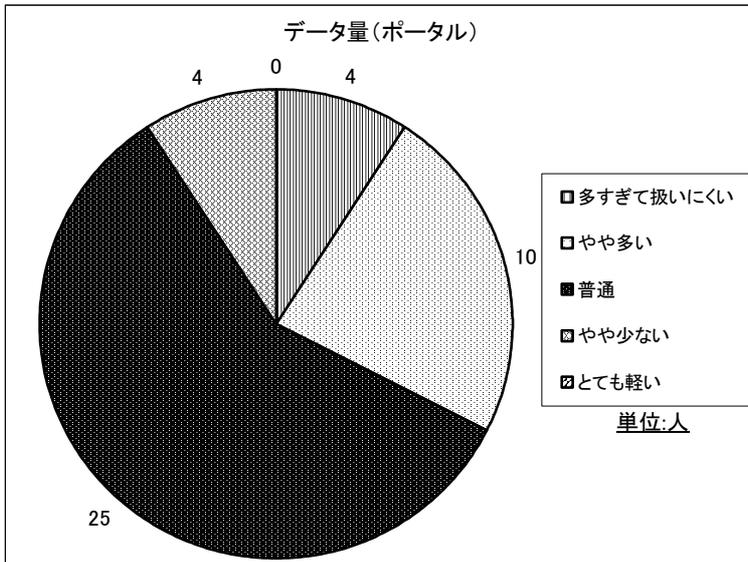
デザイン面（シンポジウム）（一つ選択）

・「普通」が 47.6%でほぼ過半数だが、「非常にセンスが悪い」という意見も 1 人から寄せられた。



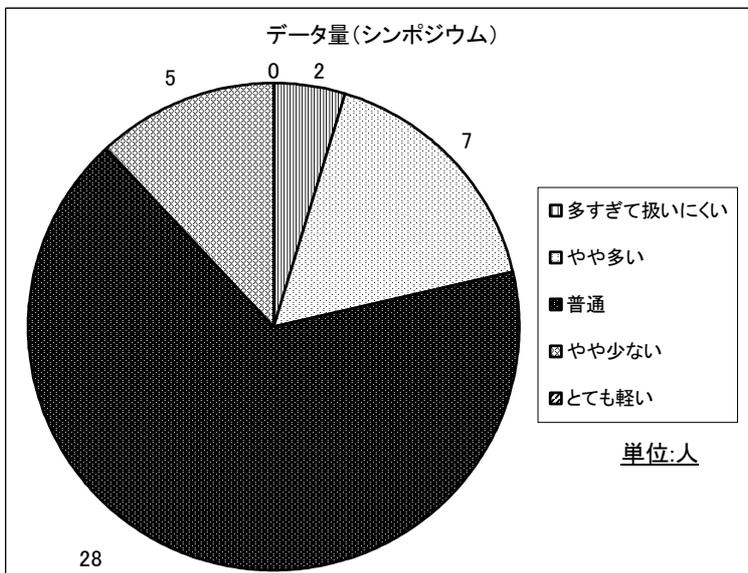
データ量(ポータル)(一つ選択)

- ・「普通」が58.1%で圧倒的に多い。「多すぎて扱いにくい」「やや多い」を合計すると約32%あるのに対し、「やや少ない」は約9.3%だった。

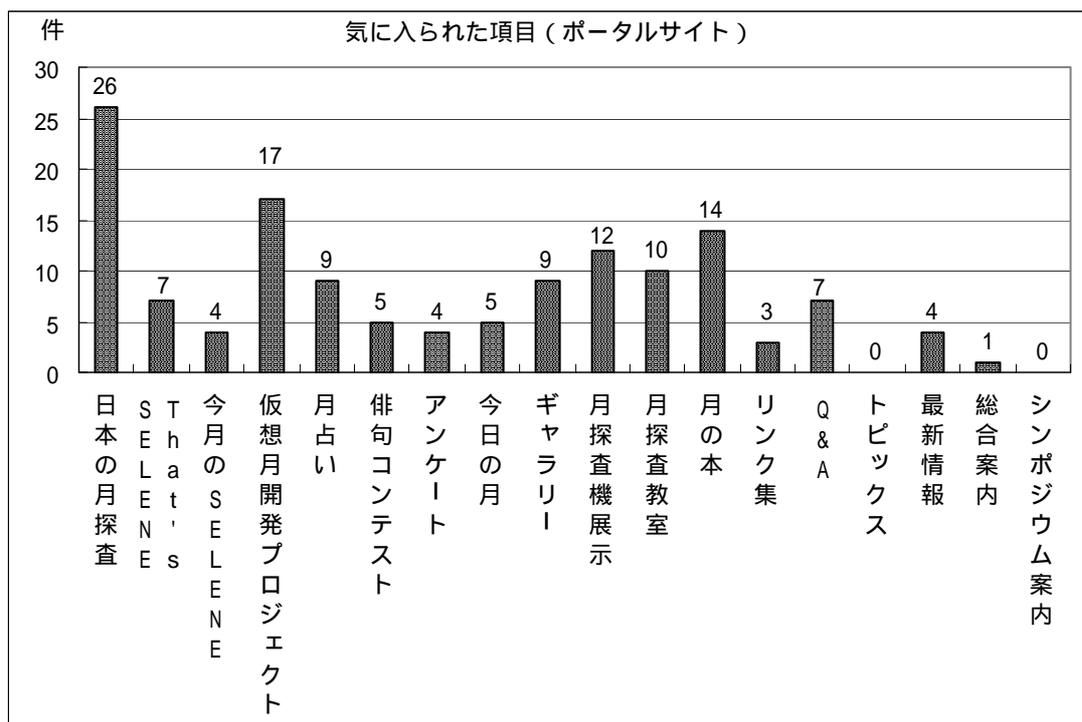


データ量(シンポジウム)(一つ選択)

- ・回答の比率構成はポータルと似ているが、「多すぎて扱いにくい」「やや多い」という意見が減少し、「普通」「やや少ない」が若干増加した。

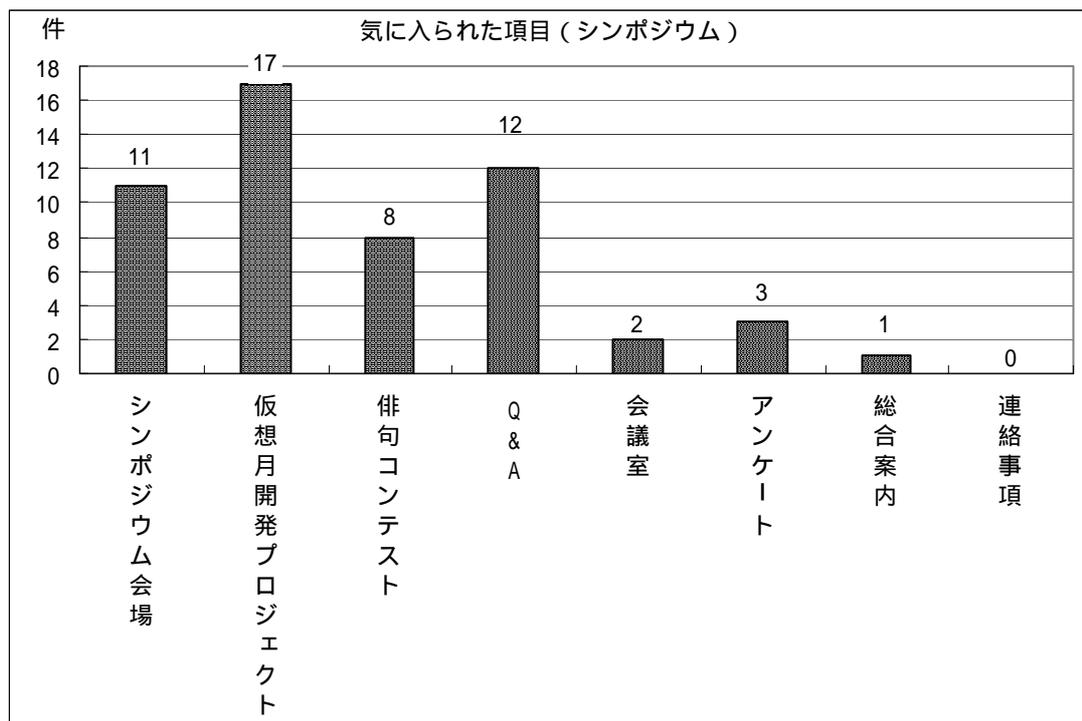


気に入られた項目（ポータル）(複数回答可)



- ・「日本の月探査」が 19.0%で最も多かったが、「仮想月開発プロジェクト」「月の本」も、それぞれ 12.4%、10.2%を占め、それ以外は回答が分散した。

気に入られた項目（シンポジウム）（複数回答可）



- ・「仮想月開発プロジェクト」が 31.5%で最も多く、「Q&A コーナー」「インターネットシンポジウム会場」もそれぞれ 22.2%、20.4%を占めた。

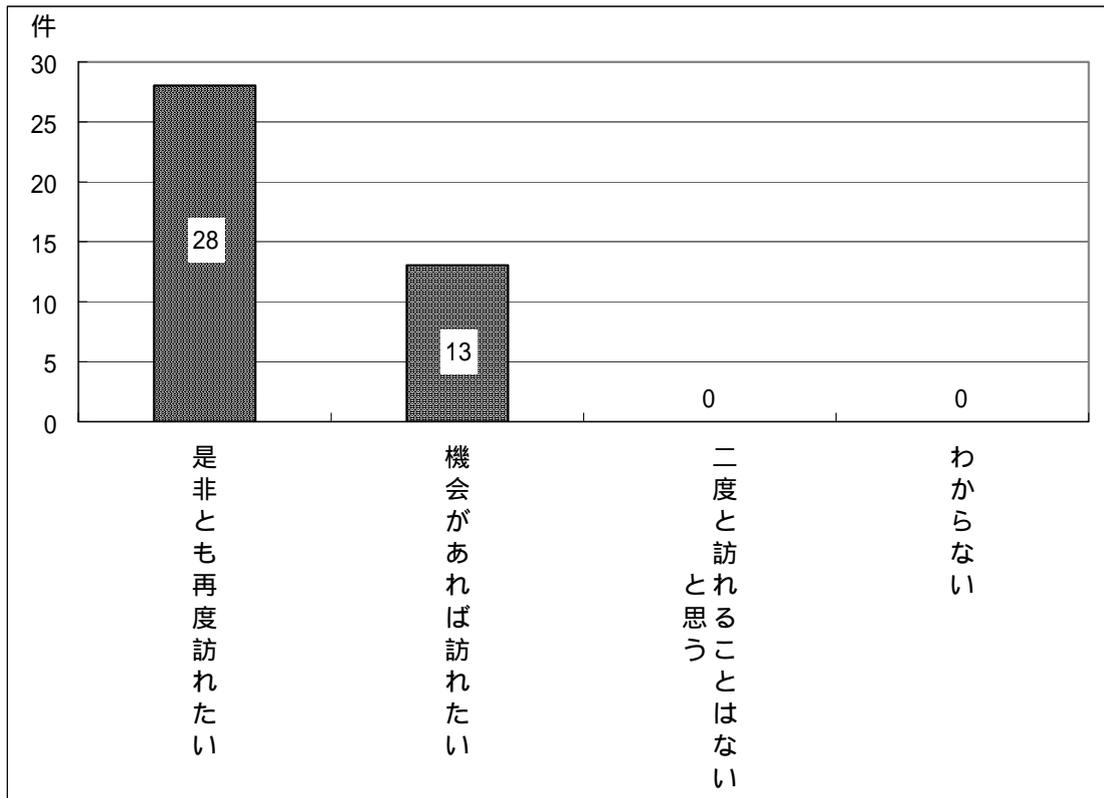
その他、ご感想やご要望を自由に記述して下さい。(ポータル)

- ・一般の方では少し難しい内容もあります。用語解説等があるといいとおもいます。
- ・最初の頃よりだいぶ見やすくなった。NASAでもよく使っているけど、黒は締まるね。
- ・仮想月開発プロジェクト の展開。
- ・今回から非常にデザインがよくなり雰囲気よくなった。
- ・イメージ暗い
- ・宇宙(月も)での生活環境の違いについての情報発信をしてほしい。
- ・デザインがかっこいいのですが、ちょっと全体的に暗い気がします。
- ・勉強になります。他のテーマでも同様の企画を進めていただけるとありがたいです。
- ・月探査に関することは大抵載っているのですが、ちょっとした調べものには大変重宝しています。
- ・もう少し説明を詳しくしてほしい。
- ・いろいろみても飽きないです。
- ・テキストベースのページのような軽いページを作ってほしかった。
- ・1つ1つの量が手ごろなので、いろいろ見るのも苦じゃありません。いいと思います。
- ・トップページで項目を選ぶとき、一旦引き出しのように開きますが、読み込む画像が多くて私の古いパソコンでは重いです。上の、データ量で多すぎ、と答えたのも、このことで、情報自体は豊富で大変いいと思うのですが、個々のページを読み込むのに時間がかかる、という意味です。

その他、ご感想やご要望を自由に記述して下さい。(シンポジウム)

- ・俳句掲載、ありがとうございます。友人達にも知らせまくっています。わたしの作品を見てくれているようです。今まで2通ほどコメントを送信頂きました。まだありましたら、ご送信ください。
- ・シンポジウム会場のやりとりは専門的で、私にはとても難しいものですが、長い間遠慮していた発言を先日させていただいたところ、シンポジウム中で取り上げていただきました。専門家の輪の中に、すこしでも加えていただくことが出来て大変にうれしく思っています。
- ・まだ、開発途中の項目が多い。それはよいのですが、どこまでできているのか、わかるようにしてほしいと思います。
- ・最初の頃は存在も余りよく分からなかったけどだいぶ見やすくなった。NASAでもよく使っているけど、黒は締まるね。
- ・仮想月開発プロジェクト をもっと展開してほしい。
- ・イメージが暗い。ないようが真面目すぎる。
- ・専門家の方が発言されていることが多いので見学はしても書き込むのは少しためらわれてしまいます。でも勉強になります。
- ・プロの目の一端に触れることができ、刺激になります。
- ・「仮想月開発プロジェクト」、いいですね。こういうのは夢があって、本当にいいと思います。特に若い人たちが積極的に参加すると活気が出ていいと思います(アイデアの実現可能性はともかくとして!!)
- ・専門的すぎて一般の人(私も含めて)見ても面白くないですし、参加する事も出来ませんでした。
- ・コンテンツというのが少し少ない気がしました。
- ・あんまり、分離する必要を感じないが、資料と現在進行中という面でいえば、しかたないかも。
- ・トップページおよび、俳句コンテスト、Q & A、会議室、総合案内、連絡事項 が、読み込みを繰り返し、結果として表示が点滅してしまっています。昨日連絡いたしました、アンケートの不具合と同様かと思われます。

Q7 あなたはこのホームページを再度訪れようと思いますか？



・「是非とも再度訪れたい」と回答した人は 68.3%で 2/3 にのぼり、残りの 31.7%も「機会があれば訪れたい」と回答した。

Q8 あなたにとって「月」とはどういう存在ですか。あなたの月にまつわる思い出やエピソードを交えて紹介下さい。

- SFだいすき ハイライン大好き
- つきは無慈悲
- 月 = ビートルズの Mr .moonright です。
- 小学生の頃にアポロ計画があり、打ち上げのたびに胸をときめかせていました。あの時は本当にアメリカ人がうらやましかったと記憶しています。13号のときは心配で毎日一目散に学校から家に帰っていたと思います。是非とも国産の技術での宇宙開発を強力に推進していただきたいと思います。
- 星座や流星群を見ているときは、ちょっとじゃまに感じますが、普通に夜道を歩いているときなどは、「今日は満月か」なんて気にしてしまいます。
- 永遠の憧れ。眺めるだけでなく、できれば旅行してみたい。
- あこがれ、それしか思いつきません。
- アポロ11号が月に着陸した時に、月を見上げ「あそこに今人間が居るのか」という不思議な感慨を持った覚えがあります。月がなくとも一見生活には関係ないようにも見えますが、実は潮の満ち引きに始まり人間・動物の生理的精神的活動にも大きく関わっています。生命の誕生自体にも何らかの関わりを持っているのではないかと考えます。一方、月の存在は宇宙開発の急激な発展に不可欠だったと考えます。
月という身近な天体の存在がなければ、宇宙に行ってみようとする人間の志が育つのも難しく、きっと宇宙開発がこれほどまで短期間に発達することはなかったでしょう。
- 小さい子供の頃、寒い中、青白い輝きの月を母と眺めた思い出があります。月は母を思い出させる存在でしょうか。
- 1歳になる子供が最初に覚えた言葉が何故か、「つき」でした。大きくなったらあそこまで行けるといいね。
- 望遠鏡で月を見て以来、興味のあるある天体です。生涯のうち一度行ってみたい場所。
- 双眼鏡や望遠鏡で一番よく眺める天体。
- 一度訪れてみたいところです。
- 子供の頃、自動車に乗るたびに、なぜ月は自分のことを追いかけてくるのだろう?と思った。
- 心を和ましてくれる存在
- 夢。いつも空にぼっかりあるもの。
- 昔、小さい頃は「なんで私が歩いても月は動かないのだろう」と不思議に思っていた。見た目は小さいけれどほんとは大きい、ということを知らなかったのです。かわいかったなあ、あの頃。
- 見上げるとそこにある天体。みていると心が落ち着いてくる。
- 地球のパートナー、月光値千金。満月の時は心晴れやかに、三日月の時は何となく寂しい。
- 一番なじみのある衛星
- 一番身近にある別の星 太陽のように押し付けがましくなく、ふと空を見上げるとそこにあることに気付く。忘れることがないように生まれてくることができなかつた自分の子供に「満月(みつぎ)」と名付けました。
- 顔面岩を楽しみにしていたのに偽者だと分かりさびしい
- 将来行きたい場所。
- 子供のころは、月をみて願い事をしていた。
- 将来は月で領土を巡って戦争が起きそう。
- 小学校に上がる前に父と見た月食が、私にとっての、最初の天文現象です。
- 一昨年生まれたうちの子供が空を見上げて、「お月しゃん、きれいねえ」と言って喜んでいるのをみると、月は本当に

我々人間にとって身近な存在なんだなあ、と思います。私も子供の頃を思い出しました。

- 癒されます・・・。
- 小学生の時、口径68ミリ、直焦点1000ミリで、皆既月食を撮影したことを今でも覚えている。
- 可能性の宝庫。
- 人類にとっての新たなフロンティア。
- ひっそりとしているけど、その光は何か力を与えてくれるような存在。
- 神秘的な存在。
- 子供の頃は月に生物が住める訳がないと思っていましたが、今思えば何と夢のない事だと思います。
- 月の模様が何に見えるか、友だちと言い合ったりしました。最終的には、ウサギが餅をついてるという変凡なものに落ち着きました。
- 見てると、飽きないですね。私もいつか行きたいなあ、と思ってます。先回の皆既月食の時は、ずーっと見てました。双眼鏡って便利ですね。
- 海外旅行したときに、向こうで知り合った友人や、アメリカから研究室に来ていたポスドクの方などに「月に兎がいる」という話をすると、大変興味を持ってくれました。世界中の何処でも共通に見られる物で、それぞれの文化の違いについて語り合えるのって、楽しいですよ。
- 子どもの頃にアポロ11号が月に着陸して以来天文が好きになり、月というか宇宙は常に私にとって憧れである。
- 手を出せば届きそうで、決して届かないもの。

Q9 日本の月探査計画について一言お願いいたします。

(注) :肯定的意見(応援メッセージ) :否定的(批判的)意見

Q8でも記述しましたが、宇宙開発のような夢のある事業に税金を投入してもらいたいと思います。今のような時代ですから訳のわからぬ公共投資をするくらいなら未来への投資という意味も含めて宇宙開発の推進に期待しています。スペースシャトルもいいですが、日本のロケットに日本人の宇宙飛行士が乗り組んでもらいたいものです。

がんばって

21世紀半ば頃には、日本人が中心となって住めるようにしたらいいなあ。

SELENE計画には多に期待しています。SELENE計画で実証試験する軟着陸技術を使って、次は月の極地域に月面車を軟着陸させLunar Prospectorの観測で有力視される氷の存在を直に確認するのはどうでしょうか？SELENEでいきなり極地域軟着陸は野心的過ぎますか？SELENEでいきなり極地域軟着陸は野心的過ぎますか？一方、ISASの方ですが、当初3個でデザインされていたペネトレーターが2個に減ってしまいました。一個でも失敗すると科学観測の成果は激減するのではと心配です。Mar Polar Landerと一緒にいった Deep Space 2の2個のペネトレーターも失敗しており、ペネトレーターという将来性のある野心的試みには是非成功して欲しいと思っています。

ぜひ、頑張って成果を上げて欲しいです。

宇宙開発に対する風当たりが強くなっていくように感じます。もっと未来への“投資”をアピールすべきです。

探査結果を一般にも手に入れやすい形でまとめて欲しい。過去発売された月面図より詳しい月面図等も欲しいです。将来的には再度人類を送って探査するようになればと思います。

月はまだまだなぞの多い天体だと思います。予算が限られていますが、なぞの解明にがんばってください。

単純に、うまくいくといいなあ～・・・と思います。

Hロケットが失敗してもがんばって月へ行行ってほしい。

たくさん資源が詰まっていると言う話を聞くのでその結果を知りたい。

成功して欲しい。

今までにない斬新なアイデアに基づいた計画でこの計画が日本で行われることに非常に興味を持っています。ぜひ、成功してもらいたく、応援します。

宇宙のことはぜひ知りたいです

とにかく実行だと思ふ。

宇宙や、地球の歴史について知る貴重な情報源を日本の技術力を発揮して進めてほしい。

ロケット失敗などの大きな事故があると計画が遅れてしまうので確実に実行してほしいです。

月はもう少し見直され、研究する価値のある星だと思うのでがんばって欲しいです。SELENEは名前は知っていてもよく計画がわからなかったけれど内容を知ることができました。でも一般にもどのような計画か広め、理解をしてもらうことが大切だと思います。

もっと予算を多く、もっと人を多くして、ぐいぐい計画を押し進めて欲しいと思います。そのためには、このようなプロジェクトの重要性を理解できる政治家や官僚、国民を増やさないといけないでしょう。

省庁再編などの影響でこれからの日本の宇宙探査計画自体がどうなっていくのか不安も大きいですが、世界の宇宙科学における日本のプレゼンスを、より大きくしていくべく、これからも野心的な探査計画をたてて、実行して欲しいと思います。

ぜひとも成功させて欲しい。またできればぼくが大学・大学院を卒業した時に参加させて欲しい。

目的完遂。

大きな期待を持って、成功をお祈り致します。

月の謎を少しでも解き明かせるように頑張ってください。

頑張ってください。

多分技術的には可能だと思いますが、企画・準備・実行段階で多くの決定・判断が必要ですが、その辺が日本人の最も不得意な面であり、それを克服して成功する所を世界に・若い世代にアピールするととても良いチャンスですから、是非進めて欲しいです。

アメリカばかり、宇宙開発で有名にならず日本もホントはすごいと言うところを、まずは日本人に教えてあげてほしい。それと、アポロ計画50年目までに、月基地が出来るようにがんばってもらいたいです。

月を身近にする探査計画、ぜひ、成功させてほしいです。

是非とも有人飛行をいつの日か成功させて、月の有効利用に貢献して欲しい。私も行ってみたいです。

ぜひ実現して欲しいし、いずれは人を月に送って欲しい。応援しています。

衛星打ち上げの失敗が多すぎて・・・

地球の産廃処理場にならないことを切に祈ります。

もっと国内・納税者を優遇する措置を講じて欲しい。それどころじゃないだろう。

進んでるんですか？いまいち、今何をしているのかが一般人には分かりにくい気がする。もっとメディアをうまくつかえばいいのになあ、と思います。

もっと積極的に行って欲しい。

5.3.4 Q & A

今年度の成果として、

(1)作成した回答

(2)質問者に関する統計

について記載する。

(1)作成した回答

シンポジウム期間中に受け付けた質問に対して今年度新たに作成し、ホームページ上に掲載した回答を以下に掲載する。

質問番号は前年度までに掲載した回答からの通し番号である。

【質問 38】月の石は、何で出来てるんですか？

【回答】

月の石といっても、なにか特別なものでできているというわけではありません。地球で見かける岩石と、実際のところよく似ています。

月は、大きく海と高地(それぞれ、月の黒っぽい部分と白っぽい部分で代表されます)の2つに分けることができます。

このうち、海を構成しているのは、主に玄武岩と呼ばれている岩石です。この玄武岩は火山岩の一種で、地球でもハワイをはじめ、富士山や三原山などの溶岩がこれにあたります。実際、月の海の岩石は、こういった火山から出てきた溶岩とよく似ています。

いっぽう、高地に多い白っぽい岩は、斜長岩(しゃちょうがん)と呼ばれています。これは、岩石に斜長石と呼ばれる、白い鉱物が大量に含まれていることからその名があります。斜長石自体はそれほど珍しい鉱物ではないのですが、それが多く集まった斜長岩となると、地球上ではそれほど多い地域では見つかりません。地球上では太古の時代、20～30億年前に多く噴出した火山岩として見つかり、アフリカなどに分布しています。

さて次に、月の石が「何でできているか」について、元素の面からお答えします。月の岩石に最も多く含まれている元素としては、ケイ素と酸素があげられます。ケイ素は半導体にも使われていますし、石英や水晶は二酸化ケイ素(ケイ素と酸素が結合したもの)です。月の海の岩石は、半分以上がこの二酸化ケイ素で占められています。

この二酸化ケイ素は地球上の岩石の主成分でもありますから、ここでも月の岩石は地球の岩石とそれほど大きく変わらないことがわかります。

その他には、アルミニウム、マグネシウム、鉄、カルシウム、マンガンなどが、比較的多く(数%～十数%の割合で)含まれているのが一般的です。

その他にも、月の海の岩石には、チタンを多く(20%弱)含むものなども見つかっています。

なお、関連する内容が、FAQ(よくある質問)コーナーにありますので、こちらをご覧ください。

・月の海はなぜ黒っぽいのですか？

- ・月の高地はなぜ白っぽいのですか？
- ・日本で月の石を見ることができますか？

【質問 39】コペルニクスやメシエ A などの月のクレーターはどのくらいの重さの隕石が落ちて出来たのですか？

【回答】

クレーターの大きさは、どのような原因で決まっているのでしょうか？

例えば、あなたが砂場において、地面にボールをぶつけたとします。弱く投げてぶつけたときと、強く叩きつけるようにしてぶつけたら、当然強く投げた方が、大きな穴(クレーター)ができます。

また、同じ速度でぶつけても、ピンポン玉と鉄の玉ならば、これまた当然、鉄の玉の方がより大きな穴があきます。

結論からいうと、クレーターの大きさは、ぶつかるものの大きさと速度に大きく関係してきます。つまり、その物体が持つ「運動エネルギー」が大きいほど、大きなクレーターになるということになります。従って、大きさと速度、どちらかが決まらないと、ぶつかったものの大きさは推定しにくいということになります。

さて、ではクレーターにぶつかるものの大きさは、どのようにして決めているのでしょうか？

クレーターがどのようにしてできるか、という研究は、アメリカや日本でも盛んに行われています。実験室で、高速(秒速数 km)の弾丸を標的(この場合、岩石やアルミ板などです)にぶつける実験も、日本やアメリカで精力的に行われています。アメリカでは、地上で行った核実験でできたクレーターを調べるようなことも行われているそうです。

このような様々な実験を通じて、クレーターを作ったエネルギーと、そのクレーター大きさには、かなりシンプルな関係があることがわかりました。式で書きますと、クレーターの半径を R 、クレーターを作ったエネルギーを W として、

$$10^9 R \text{ (km)} = W \text{ [エルグ]}$$

となります。

では、この式をもとにして、クレーターの大きさとそれを作った隕石、あるいは小惑星の半径を計算してみることにはしましょう。まず、ぶつかるときの速度を決めなければなりません、仮にこれを秒速 10km とします。また、ぶつかった物質の密度を 1 立方センチメートルあたり 3 グラムと考えます(普通の岩石の値が、大体そのくらいです)。

衝突した天体が球形であると仮定しますと、近似的には、クレーターの半径の約 20 分の 1 が、ぶつかった天体の半径と考えることができます。

あとはクレーターの半径がわかれば、上の式から計算することができます。例えば、コペルニクスは半径 47km ですから、衝突した天体の半径は約 2.5km と推定できます。また、メシエ A はさしわたし 13×11 km という比較的小さなクレーターです。半径を 6km としますと、半径約 300m(小さめの小惑星くらいの大きさ)の天体が衝突してできたと推定できます。

(参考資料)水谷 仁著、クレーターの科学(東大出版会、1983)

【質問 40】クレーターから伸びる光条には、円形のものや非対称なものがありますが、どうしてこのように形が違うのですか？

【回答】

月面を観察してみると、クレーターから出てくる光条は、ひときわ目を引くものです。この光条は、クレーターができたときに、地下の物質が飛ばされてできたものです。長いものになると、例えばチコクレーターの光条は、月の半径の4分の1近くまで達するほど長いものです。

この光条にも、たとえばかなり規則正しく放射状になっているものや、特定の方向へ飛び出しているように見える形のものなど、様々です。

最初にぴんと来る考え方として、ぶつかってきた天体が斜め(非常に低角度)に侵入してきた場合です。この場合、天体がぶつかってきた方向に破片が集中して飛び散り、対象形でない光条の放射パターンができるとも考えられます。

しかし、実験室内で衝突の模擬実験をいろいろと繰り返した結果、かなりの低角度(15度以下)でぶつからない限り、そのような非対称の放射パターンはできないということがわかっています。天体が衝突するときには、あまり低角度で衝突することはないので、このような原因で、全ての非対象な光条を持つクレーターの成因とすることはできそうにありません。

さて、クレーターができる過程は、非常に素早いものです。ぶつかってから物質が飛びって光条ができるまで、せいぜい数分から数十分くらいしかかかりません。そのような衝突の最中では、ほんのちょっとした原因で、飛び散る物質の方向が変わるということは十分に考えられます。例えば、衝突直前に天体が破片に分かれたり、衝突した場所の地質が複雑であったりすれば、そのような影響を受けて、物質の飛び散る方向が変わることは十分にあり得ます。

また、衝突後に、他のクレーターからの破片が覆ったりすることによって、本来放射状に飛び散っていた光条が被われて、特定の方向にしか光条が伸びていないように見えるということも考えられます。

このように、いろいろな要因、それに月面での様々な変化が重なり合って、いま私たちがみるような光条ができ上がっていると考えられるのです。

【質問 41】月・地球・太陽の赤道での自転の速さと公転の速さについて教えて下さい。

【回答】

まず、それぞれの天体の自転についてお答えしましょう。赤道における自転の速さは、天体の赤道の長さを自転周期で割れば算出できます。

地球：466 m/s

月：4.64 m/s

太陽：1.89 km/s

実際には潮汐の影響などで月や地球の自転速度には変動があります。また、太陽は地球や月と違って気体の天体なので、赤道付近と極付近では自転周期が違い、赤道付近の方が極付近よりも短い周期で自転しています。こちらのページをごらんください。

<http://www.ssl.msfc.nasa.gov/ssl/pad/solar/sunturn.htm>

次に公転についてですが、ここでは地球が太陽の周りを回転することを「地球の公転」、月が地球の周りを回転することを「月の公転」とします。

地球と月は楕円軌道を動いており、中心の天体に近いところでは速く、遠いところでは遅く運動しますが、軌道の長さを公転周期で割った平均軌道速度はそれぞれ

地球の平均軌道速度：29.8km/s

月の平均軌道速度　：1.01km/s

です。

また太陽が銀河系の中心の周りを回転することを「太陽の公転」と言うことにしますと、その速さは220km/sです。

なお、速さの算出にあたっては理科年表2001（国立天文台編）を参照しました。

【質問42】 ティコクレーターなどに見られる「光条」はどのような現象ででき、また何が光って見えているのでしょうか？

【回答】

ティコ・クレーター(Tycho)やコペルニクス(Copernicus)クレーターなど、月面のクレーターの中には、クレーターのまわりに放射状に広がる、白い模様が見られることがあります。これは「光条」(英語ではレイ: ray)と呼ばれています。

いかにも、何かがぶつかって飛び散ったような模様になっていますが、やはりこの光条は、クレーターができたときに、飛び散った物質によってできたと考えられています。

このクレーターができるとき、どんなことが起っているのでしょうか？もう少し詳しく見ていくことにします。

月面に天体がぶつかって、クレーターができます。このとき、月面にあった物質は吹き飛ばされて、遠くへ飛ばされます。

当然、重い破片ほどクレーターの近くに落ち、軽いものほど遠くへと飛ばされていきます。飛ばされる飛散物のことをイジェクタ(ejecta)といいます。このイジェクタは遠くへ飛ぶものほど高速で飛んでいきますので、まるでカーテンのようになってクレーターから四方八方へ飛んでいきます。

このとき、浅いところにあったものほど遠くへ飛ばされていきます。これは、飛び出すときに、深いところのものほど急角度で飛ばされるためです。浅いところにあった物質は低い角度で飛び出していき、その分遠くまで飛ばされます。

光条が白っぽく見える原因としては、クレーターができた時期が比較的新しく、そのために光を強く反射して見えているためではないかと思われます。光条は、例えば他のクレーターからの破片が上に積もったり、宇宙線による風化作用などを受けて、次第に暗くなってきて、消えていきます。つまり、光条がみえるクレーターというのは、かなり新しい時代(といっても、数千万年前とか数億年前)にできたものと考えられるのです。

また、光条を作っている物質自体が明るいために、光条が白く輝いて見えるのだという説もあります。

このようにいろいろな説があり、光条がどのようなものでできているのか、またなぜ明るいのか、具体的なことはよくわかっていないのが現状です。

【質問 43】午後3時ごろ出る月の呼び名を教えてください。

【回答】

月には色々な名前がつけられています。その多くはこのサイトでも紹介している「月齢」すなわち、月の満ち欠けに因んだものといえます。新月から2～3日たった細い月のことを指す「三日月」、それが半月に育った「七日月」(上弦の月)、お盆のような「満月」、それが欠けていく過程の「二十三夜」(下弦の月)など、月齢に応じた呼び名はこのほかにも多数あります。

紙の上に太陽と地球と月を描いてもらえればすぐに理解していただけると思いますが、月の満ち欠けはこの三天体の位置関係により定まるものであり、「月の満ち欠け」と「月の昇る時刻」は密接に関係しています。

午後3時頃出る月ということですが、出るという表現を「出現する」、すなわち「東の空に昇る」と解釈すると、概ねの月齢が推定できます。

午後の3時頃に月の出(東の空から月が昇る)の時刻を迎えるのは月齢12～13頃の月で、「十三夜」などと呼ばれるのが一般的です。太陽が西に沈み始める頃、太陽と交代するかのよう東の空に昇ってくる月、上弦の月が膨らんだやや満月に満たない月がこの「十三夜」に相当し、満月に次いで美しいと表現されることもあります。まさにこれから満ちようとする縁起の良さも「美しい」とされる理由の一つでしょう。

夕方に見える月は「夕月」と呼ばれますが、これは一般的に夕方西の空に見える「三日月」を指すものです。また、昼間に見えている非常に薄い月を「昼の月」と呼ぶこともあります。その他、日が暮れてからしばらくすると、ためらい(いざよい)ながら昇ってくる、満月をやや過ぎた月が「いざよい」(十六夜)と呼ばれているあたり、月の呼び名に込められた叙情的要素を深く感じることもできます。現在開催中の俳句コンテスト内で月に係わる季語を紹介しているコーナー

月に関する季語

でも沢山の月の呼び名を紹介していますので是非ご覧下さい。月の呼び名の奥深さを実感いただけることと思います。

また、このサイトのリンク集(個人のページ)にある

においても月齢毎の様々な月の呼び名が紹介されています。こちら是非お楽しみ下さい。

【質問 44】 アポロ 11 号で撮影された月から見た地球の写真はどこで見られますか？

【回答】

NASA (米国航空宇宙局) では、インターネット上の多くのサイトで画像を公開しています。まず、こちらのページをご紹介します。

「Photo Gallery」

<http://www.nasa.gov/gallery/photo/index.html>

NASA の画像公開サイトへのリンク集です。月に限らず、NASA の天文・宇宙開発全般の画像を探したいときにはこちらをご覧になると何か手がかりがつかめると思います。

さて、お探しのものはアポロ 11 号のミッションで撮影された有名な画像ですね。月の地平線に浮かぶ地球の画像は「Earthrise」と呼ばれます。

NASA の研究所のひとつであるエイムズ研究センターが運営する「[エイムズ画像ライブラリサーバー](#)」で、3 種類の Earthrise 写真を見ることが出来ます。

「Earthrise」

<http://ails.arc.nasa.gov/Images/Astrobiology/G69-44-6548.html>

<http://ails.arc.nasa.gov/Images/Astrobiology/G69-44-6552.html>

<http://ails.arc.nasa.gov/Images/Astrobiology/G69-44-6559.html>

なお、ご参考までに他のアポロミッションで撮影された月から見た地球の画像をご紹介します。

アポロ 8 号

http://nssdc.gsfc.nasa.gov/photo_gallery/photogallery-earthmoon.html

- 「NSSCD フォトギャラリー」より -

アポロ 8 号によって撮影された Earthrise の写真です。

このページでは他にも月探査衛星クレメンタイン、木星探査衛星ガリレオ、小惑星探査衛星ニアが、軌道上から地球と月とを一枚に収めた写真を見ることが出来ます。

アポロ 16 号

<http://images.jsc.nasa.gov/images/pao/AS16/10075824.htm>

アポロ 17 号

<http://images.jsc.nasa.gov/images/pao/AS17/10075989.htm>

<http://images.jsc.nasa.gov/images/pao/AS17/10075990.htm>

- 「ジョンソン宇宙センターデジタル画像コレクション・アポロ計画」より -

アポロ 17 号の撮影した 2 番目の画像は、真っ暗で何を撮影したのかすぐにはわかりにくいですが、月の夜側から三日月ならぬ「三日地球」が顔を出したところです。

【質問 45】 夜中に満月が沈むのを見ました。

西の空に地上からの角度として 60 度ぐらいに見えたと思ったのですが、15 分くらいで見る見るうちに沈

んで行ったことと、いつも見る月よりものすごく大きく見えたのと、オレンジ色の様な色に驚きました。普段、夜中の月を見ることがないのですが、しばらく月の魅力にとりつかれて眺めてしまいました。なにかわかることがありましたら教えてください。

【回答】

月の高度が低く、地平線に近いときには人間の目は地上の山や建物などと月を無意識に比較して錯覚をおこし、天空高くに月があるときよりも大きく見えると言われています。以前にお答えした回答がありますのでこちらをご覧ください。

見る場所や時間によって、月が大きくみえたり、小さくみえたりするのはなぜですか？距離が変わっているのでしょうか？

月の沈む動きも、同じように地平線のそばでは動かない地上の対象物と比較できるので、普段月を見上げているときよりもずっと速く動いているように感じられるのです。

また、山吹色に見えたということについてですが、これは夕日が赤く見えるのと同じ現象だと思われます。光は空気分子にぶつくと四方八方に散乱します。この散乱の度合いは光の波長によって異なり、波長の長い（赤に近い）光はあまり散乱されずに大気を通過しますが、波長の短い（紫や青に近い）光ほど大きく散乱します。

月が空高くにあり、光が通過する大気の層が薄い時には青みがかかった銀色に見えますが、低い高度では目に届くまでの大気層の距離が長くなります。このときは散乱される回数も増えるので、青っぽい光は弱まってしまい、月の色が赤や山吹色っぽく見えるのです。

月の色に関しましてはこちらのページをごらんください。

月が時折、緑色にみえたりするのですが、なぜですか？

なお、人間は一般に、角度については意外と認識が弱いと言われています。例えば、スキージャンプ台を下から見上げてご覧になった経験はおありでしょうか？実は、スキージャンプ台の傾斜はせいぜい30度くらいしかありません。

月が60度の角度にあり、そこから15分で沈んでしまったとすると、計算上は地球が90分で自転してしまう（月が昇ってから沈むまで、上空を通過するのに45分しかかからない）こととなります。今回の場合もおそらく、地上の風景などと比較して、高い角度にみえてしまったのだと思われます。

【質問 46】 空気が澄み渡り、雲がない状態のとき月の周りにボウと円がでていました。今までにみたことのない現象でとても幻想的だったのですが、どういう現象で、どういう時に起こるものなのかおしえてください。

その15分後、5キロと離れていない場所では、もう見ることはできませんでした。

【回答】

ご報告の「月の周りにボウと円がでている」様子は、「月の暈（かさ）」と呼ばれる現象と推定されます。

「月の暈」は空にある氷の結晶の中を光が屈折しながら通り抜けることによって月の周りに円形が出る現象

をいいます。

俗に「月にかさがかかると雨が降る」と言われますが、これは温暖前線や低気圧が近づくと上空に暖かい空気が入り、絹（巻）層雲（氷の粒で出来た雲）が出来て、そこに月の光が反射する状態を表現しているものといえます。

大気の特定の部分と月との位置関係は刻々と変化するものですので、同じ場所においても「月の暈」はそう長く続かないのが一般的といえます。

【質問 47】 10月のある日の夜明け頃、真南の空に月が見えました。このときの月の形はなんというのでしょうか。

【回答】

お住まいの地方の月と太陽の状況を調べてみると、月の南中時刻と日の出の時刻が最も接近していたのは10月21日でした。

この日の月齢は23で、「下弦の月」「下の弓張」などと呼ばれます。この日、夜半過ぎに月待ちをすると願い事が叶うと伝えられることから、皆が集まって供物を備え、飲食やおしゃべりをしながら月の出を待つ「二十三夜待ち」という風習が生まれました。

真夜中に月が出ることから、「真夜中の月」と呼ばれることもあります。また、静岡県富士郡では、「二十三夜の月を拝んで寝ると病気になる」という言い伝えもあるそうです。

【質問 48】 月が東から昇って西へ沈む理由を教えてください。

【回答】

月が東から昇って西へ沈む理由は、太陽のそれと同様です。

月や太陽だけではなく、地球上で観測される天体はすべて東から西へ移動するのですが、これは地球の自転によって天体がこのように動いて見えるためです。

地球の自転によって天体動いて見えるため、赤道付近と南極や北極では天体の動き方が大きく異なります。赤道付近ではほぼ真東から昇り真西に沈みますが、極地ではほぼ真上を中心に天体がぐるぐる回る様に動きます。極地では夏に太陽が月の地平線すれすれに動いて沈まない「白夜」という現象が現れます。このときには月も沈むことはありません。

【質問 49】 月または月の資源を開発する事に関して国際的な条約、取り決めはあるのでしょうか。月の開発から特定の国や企業だけが利益をあげる事は許されるのでしょうか。地球上で行われて来た植民地獲得競争の様なものが宇宙でも行われる可能性は完全に否定されているのでしょうか。

【回答】

月に限らず、天体について探査や資源開発を行う場合に必ず守らなければならない国際条約として「宇宙条約」があります。正式名称は「月その他の天体を含む宇宙空間の探査及び利用における国家活動を律する原則に関する条約」という、大変に長いものですが、この条約に加盟している国は、条約に定められているやり方で、探査や開発をしなければなりません。

また、この宇宙条約に基づいて、天体の探査や開発についてより詳しく定めた条約として、「月協定」(月その他の天体における国家活動を律する協定)があります。

さて、宇宙条約の第2条には、

月その他の天体を含む宇宙空間は、主権の主張、使用若しくは占拠又はその他のいかなる手段によっても国家による取得の対象とはならない。

という一文があります。これによって、月がいかなる国家によっても領有の対象にならないことが規定されています。また、宇宙条約の第6条には、非政府団体(会社など)に関しても国と同じような制限が課せられることが書かれています。

また、月協定の第11条では、とりわけ明確にこの点について触れられています。

例えば、第11条第2項では、

月は、国家主権の主張、使用若しくは占拠又はその他いかなる手段によっても国家の専有にならない。

第3項では、

月の表面又は地下若しくはそれらの一部又は本来ある天然資源は、いかなる国家、政府間国際機関、非政府間国際機関、国家機関、非政府団体又は自然人の所有にも帰属しない。(以下略)

と書かれています。

では、開発をどのように行えばよいか、という点については、同じく月協定第11条第5項に

この協定の締約国は、月の天然資源の開発が実行可能となったときには適当な手続を含め、月の天然資源の開発を律する国際的レジームを設立することをここに約束する。この規定は、この協定の第18条に従って実施されるものとする。

となっています(「レジーム」というのは法律用語のようですが「枠組み」と捉えておけばよいと思います)。つまり、具体的に月の資源などを採掘することが可能になった場合、新たに何らかの国際的な枠組みを作って、その中で議論しましょう、ということです。それまでは、勝手にどこかの国や会社が、月の資源を持っていてはいけないということになっています。

しかし、ここには大きな問題点があります。まず、月協定を批准している国はまだたった6ヶ国しかありません。アメリカや日本のように、月探査を行おうとしている国がまだ批准していません。

また、枠組みをどのように進めていくかについての議論が、まだ全くなされていないという点もそろそろ問題になると思います。既に、例えば月の土地を「売る」といった会社も出始めていますし、小惑星探査を民間で行うという動きなどもあります。

条約や協定はあくまでも道義的なものですので、必ずそれを守らなければならないという強制力は必ずしもありませんが、今のところ、技術力を持っている国がそれほどないことや、相互監視メカニズム(例えば、どこかの国が暴走したとしても、それを監視し、状況によっては制止するような仕組み)は、アメリカや旧ソ連などの宇宙機関などによって確立されているようにみえますので、今すぐにどこかの国が月を植民地にしてしまったり、民間会社が勝手に月の資源を開発し始める、ということはないと思われます。

ただ、たとえば南極の例などをみてみますと、1920～1930年代にかけて、当時のナチス・ドイツが、南極の一部を領有しようとしたという経緯もあります。当時はまだ南極条約のような枠組みがしっかりと確立されていなかったため、その隙についてナチス・ドイツが南極を植民地にしようとしたわけです。

月についてもこのようなことがないよう、まず月協定を実効あるものにするために批准国を増やすこと、そして、資源利用のための国際的な枠組みを早めに構築することが必要だと思います。

なお、このご質問に関連した内容のFAQが、月探査情報ステーション内にありますので、こちらをご参照ください。

- ・月を探査するときに、守らなければいけない国際条約などはあるのでしょうか？
- ・もし私たちが月に行ったとして、月ではいけないことというのはあるのでしょうか？

同じくFAQには、宇宙条約、及び月協定の全文も記載されています。

- ・宇宙条約
- ・月協定

【質問 50】モノリスの発見の発表はいつ行いますか？

【回答】

宇宙開発事業団をはじめ、日本の宇宙関係機関では、現在のところ該当する大きな板(モノリス)については、マスコミ等で報じられている以上の情報を持っていません。また、周辺で高周波が発生して人体に影響を及ぼしているという証拠がないこと、木星を周回している探査機ガリレオからの通信に異常がないこと、また、発見された場所が月面の表側のクレーターではなく、地球上の公園であることなどから、今回のこのモノリスについては、何らかのメッセージ性はなく、何者かのいたずらである可能性が高いと思われます。

但し、月に何らかの石板が発見されれば、セレーネ探査機をはじめとした日本の月探査機が、最初に発見する可能性は極めて高いと思われます。特に、セレーネが持つ高解像度カメラであれば、石板を捉える可能性が高いでしょう。我々も注目したいと思います。

(追記)

2001年の1月1日の夜、アメリカ・ワシントン州のシアトルにあるマグナソン公園に、何者かが黒い大きな鉄の板を置いているのが、翌朝になって発見されました。高さ約2.7mのこの石板は、スタンリー・キューブリック監督の名作「2001年宇宙の旅」に出て来るモノリスにそっくりなので、何者かが世紀の変わり目に「モノリス」を設置したものと思われます。

1月3日になって、この板は忽然と消えてしまい、再びシアトル市民を驚かせました。その後になって、シアトルの芸術家グループ"Some People" (<http://www.supportthemonolith.org/>)が設置したものとわかりましたが、別の場所に動かされるなど、いろいろ謎めいた動き(?)もあったようです。現在はSome Peopleの手により、再びマグナソン公園に設置されているそうです。

【質問 51】かつてオニールという新聞記者が、望遠鏡で月を観測中に見たといわれる、「オニール橋」という地形について教えて下さい。

【回答】

オニール橋事件を振り返ってみます。1953年7月、ニューヨーク・ヘラルド・トリビューン紙の科学部長であったJ.J.オニール氏は、月面の「危難の海」の西側に人工的に作られた橋のようなものを発見したと発表しました。この橋は二つの峰をまたぐような形で、20kmにもおよび、日没時には観測できましたが、日の出の時には見えなかった、ということです。

同年8月、英国天文学協会の月研究部長だったH.P.ウィルキンス氏らも同じ構造を確認したと発表しました。しかし、その後この構造は観測できなくなり、見間違いだったのではないかという批判が起きました。ウィルキンス氏はその批判に抗議し、月研究部長を辞任したそうです。

当時、オニール橋はかなりの話題を呼び、一部 UFO 研究者などからは巨大な UFO が一時的に着陸していたのではという推測もされたそうです。

その後に打ち上げられた月探査機ルナー・オービターや、クレメンタインでも、特に人工物のような構造が見つかったという報告はありません。

アマチュア天文観測家の間では、現在でもオニール橋付近はしばしばターゲットとして撮影されることがあるようですが、橋のような構造は見えないそうです。おそらく、光の角度によって月の地形の陰が橋のように見えたのでしょう。

【質問 52】 2001 年 1 月 16 日の月は満月だったかどうか教えて下さい。

【回答】

満月とは月齢 15 の月をさします。ご質問の 2001 年 1 月 16 日の月齢は 21 でしたので、満月ではありませんでした。

なお、ご参考までに、海上保安庁水路部広報測地課の「天文・測地情報 & 水路観測所のページ」をご紹介します。このページでは日本各地の日月出没時刻と月齢を計算するサービスがあります。

[天文・測地情報 & 水路観測所のページ](#)

ちなみに、月齢 20 前後の、夜もふけてから昇ってくる月は更待月（ふけまちづき）と呼ばれます。月齢が 20 を超えると、月の出は午後 10 時を過ぎてきます。

ちょっと夜更かしが必要ですが、夜型の多い現代人にとっては比較的親しみやすい月といえるでしょう。

【質問 53】 冬の月はなぜ高度が高いのですか？

【回答】

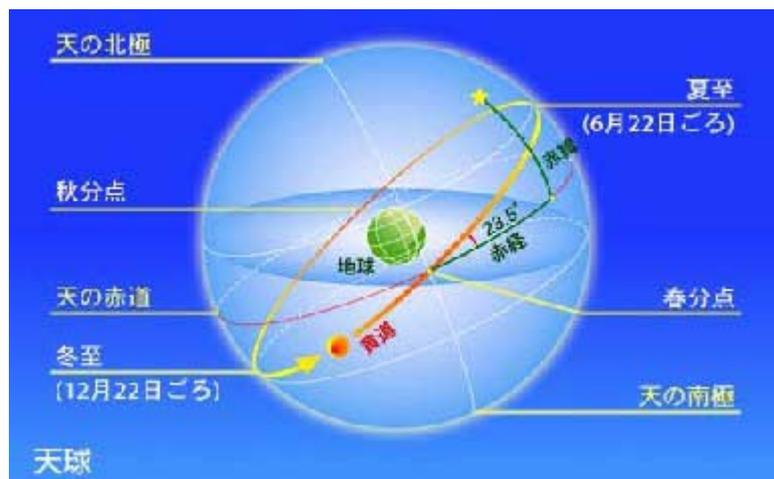
確かに冬の月は空の高いところに見える気がしますね。

太陽が季節によって高度が変わることはよく知られています。夏の太陽は空高く上り、冬の太陽は低くなります。つまり月は太陽と逆ということになります。これはなぜでしょうか。

太陽の一年の動きを天球の上に描いてゆくと、天球を一周する一本の線になります。これを黄道と呼びます（「おうどう」または「こうどう」と読みます）。実際には地球が太陽の周りを一年に一周しているのですが、地球から太陽の動きを見ていくとこのようになるのです。

さて、黄道をよく見てみると、天の赤道をまたいで北へ行ったり、南へ行ったりしています。これは地球の自転の軸が傾いているからです。黄道が赤道の北にあるとき、これは季節でいうと夏にあたります。この時太陽は空高く昇ります。一番北へ行くときが夏至（6/21 ごろ）です。一方、冬の時黄道は天の南にあり、

太陽の高度は低くなります。最も低くなるのは冬至（12/21 ごろ）です。



さて、話を月に戻しましょう。月にも太陽の黄道と同じように、天球上での動きを描くことができます。これを白道（「はくどう」と読みます）といい、黄道とだいたい同じところを通過しています。ところが月は約27日で白道を巡っていくため、太陽に比べてたいへん早く天球の中を南北に行ったり来たりします。ここで満月が太陽に対してどこにあるかを考えてみましょう。満月は地球をはさんで太陽の反対側にあります。つまり、冬の頃の満月は夏の太陽とだいたい同じ場所にあることになり、夏の太陽と同じように空の高いところまで上ることになるのです。

【質問 54】小学生の時から不思議だったのですが、なぜ自分が移動すると月もついてきているように見えるのですか？

【回答】

歩いて月がついてくるように感じる。昔からよく言われていることですね。これは本当に月がついてくるのではなく、実は錯覚の一種なのです。

歩いたり、乗り物に乗ったりして移動すると、回りの景色はだんだん変わっていきます。前の方、遠くにあったものはしだいに近づき、通り過ぎてまた後ろの方に遠ざかってゆきます。このときに注意してみると、近くにあるものに比べて、遠くにある山などは少しずつしか動いていないように見えませんか？
このように、遠くにあるものは自分が動いてもあまり距離や見える方向が変わらないのです。

月は地球からおよそ 38 万 km 離れています。これはわたしたちが歩いたり、乗り物に乗って移動する距離に対してものすごく大きな距離です。このため、どんなに動いても月との距離も、見える向きもほとんど変わりません。回りの近くの景色が動いて見えるのに、月が同じ場所に見える。このことが月がついてくるように感じられるのです。

特に、月は夜空の中で大きく、また明るい非常に目立つ存在ですから、余計にずっと同じ場所に見えるのが気になるのではないのでしょうか。

【質問 55】月にも溶岩洞窟があるときましたが、それはどのくらいあるのでしょうか？また、地球の溶岩

洞窟とどのように異なっているのでしょうか？

【回答】

月のウサギ模様を示す暗領域を海と呼びますが、この地域すべてが玄武岩という黒い熔岩の平原で、そこに熔岩洞窟は無数に存在すると考えられています。熔岩洞窟が崩壊すると曲がりくねった溝として写真上に現れますが、その地形は実にありふれたものです。

かつては、月の流水地形(Moon River そんな映画もありました)として議論されたこともありました。

地球の熔岩洞窟、例えば富士山麓の氷穴・風穴が有名ですが、それら熔岩洞窟の成因は月も地球も同じです。粘性が小さく、さらさらした熔岩の未固結部分が外殻を残して流れ去り、その流路が熔岩洞窟として発見されます。

唯一異なるとすれば、月の熔岩洞窟は天井が崩れないと写真上で見つからないので、新鮮なものが見あたらない、ということでしょう。

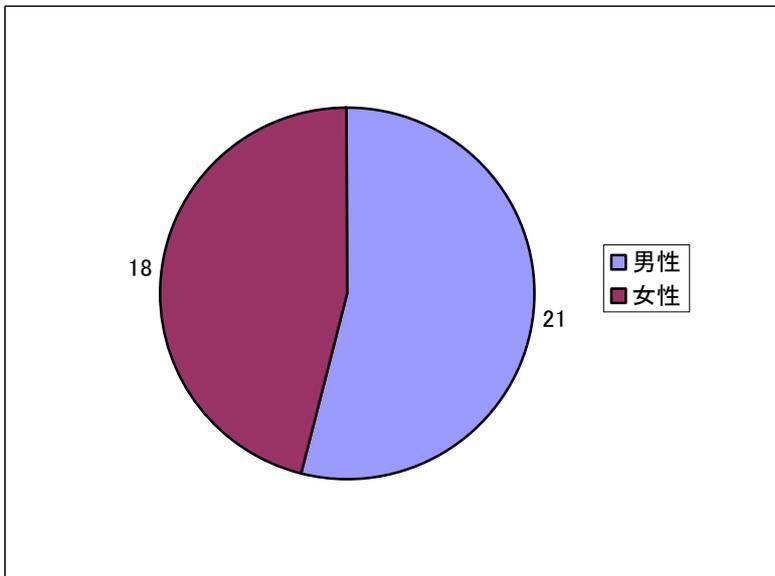
例えば、以下のホームページで見られる、写真中央の河川地形状にうねったものが、崩壊した熔岩洞窟です。

<http://photojournal.jpl.nasa.gov/cgi-bin/PIAGenCatalogPage.pl?PIA00090>

(2)質問者に関する統計

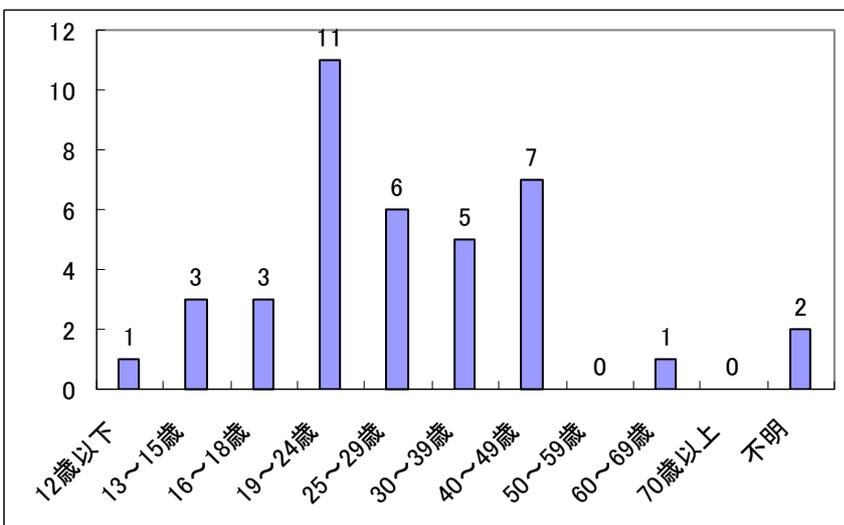
質問者のプロフィールは以下のとおりであった。

性別



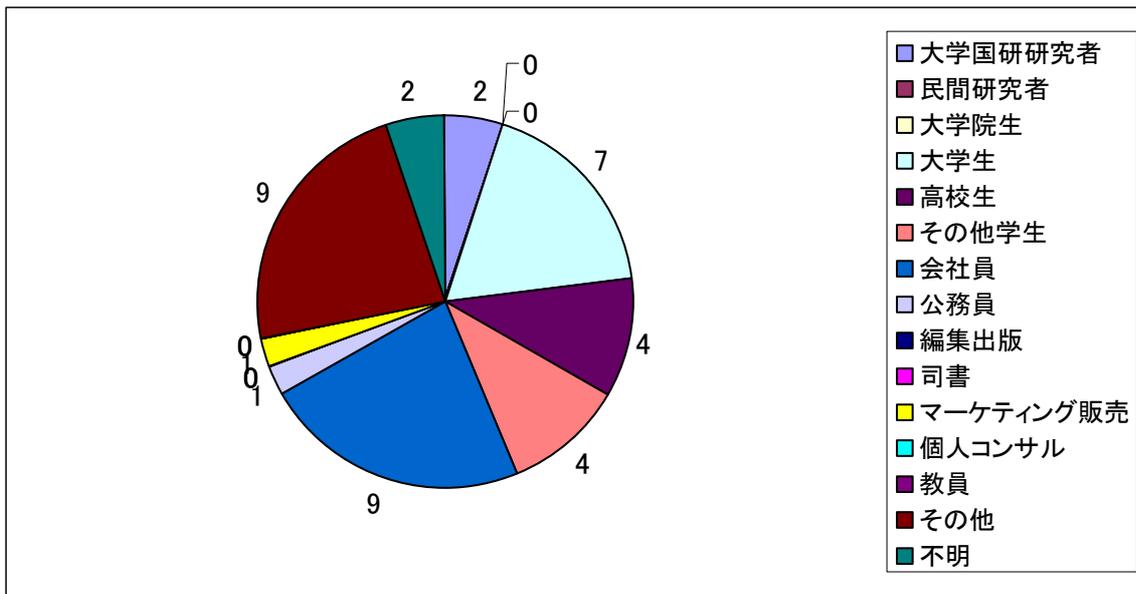
- ・ 性別に関しては男性 54%に対し女性 46%であり、毎年行っているアンケートの男女回答比率に比べると明らかに女性の割合が高い。

年齢



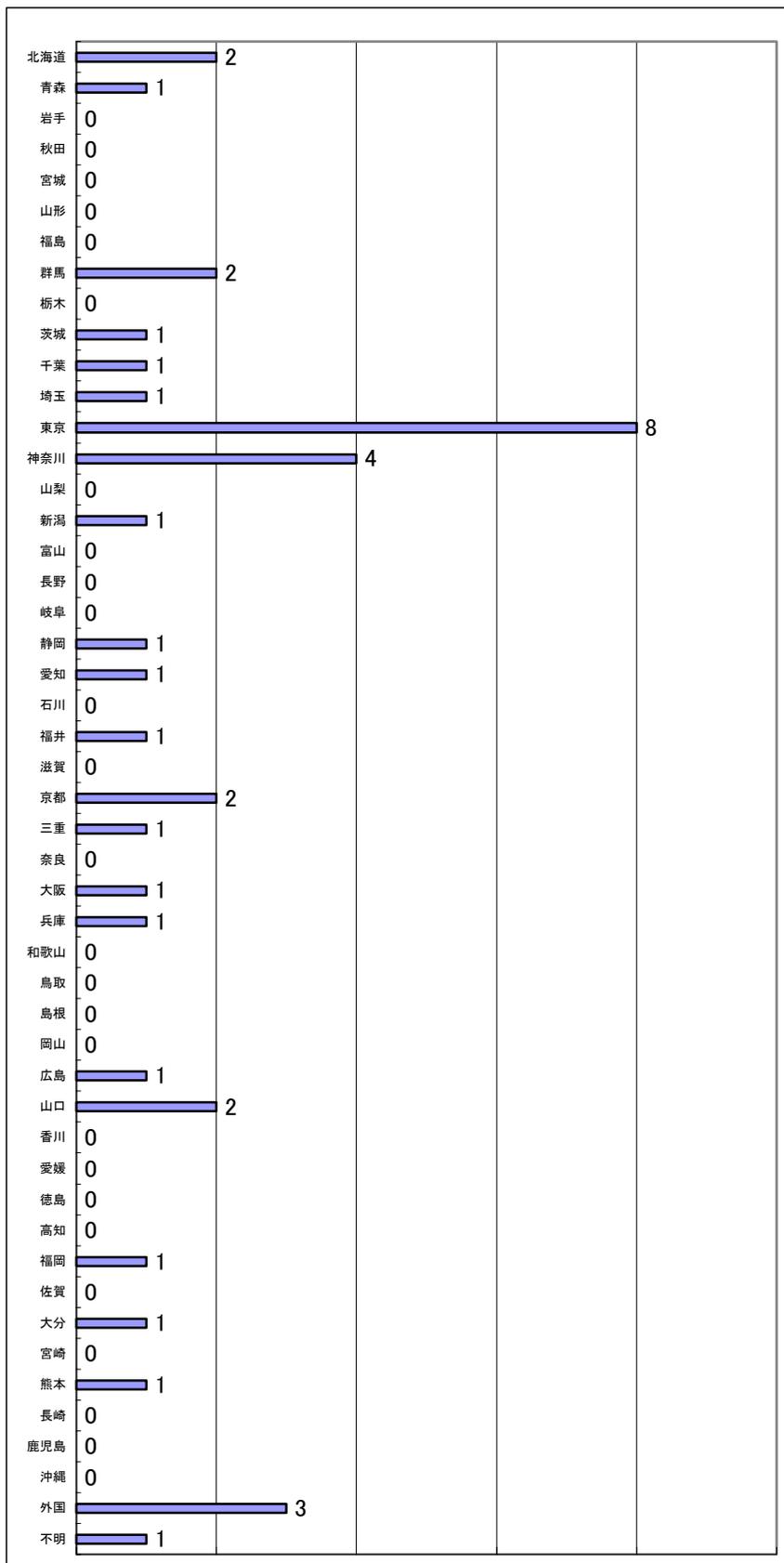
- ・ 19～24歳からの質問が28%と最も多く、ついで40～49歳が18%、25～29歳が15%となっている。
- ・ 12歳以下、50歳以上からの質問はほとんどなく、アンケート回答集計で見られる結果とほぼ同じである。

職業



- ・ 職業別に見た場合には、会社員・その他が最も多く、ついで大学生の順である。
- ・ 大学生・高校生・その他学生を合わせた学生からの質問が全体の約 40% を占めている。

住所（都道府県）



・関東エリア、特に東京都からの質問が多く、関東エリアだけで 17 件と全体の 44% を占めている。

なお、最後に、送信した回答に対して頂いたメールを引用する。
インタラクティブコンテンツとして、今後も誠実な回答作成を心がけたいものである。

こんにちは、
月探査情報ステーション Q&A への質問に質問を
させていただいたものです。

ひとことお礼を言いたくてメールを
出させていただきました。

ご回答くださり、本当にありがとうございました。
とても嬉しかったです。

溶岩洞窟が無数に存在するらしいと知り、
また、実際に写真を目にして、
月に思いをはせ、凄いなあ、
どうなっているんだろう、などと感動してしまいました。

これからの活動も影ながら応援しております。

ありがとうございました。

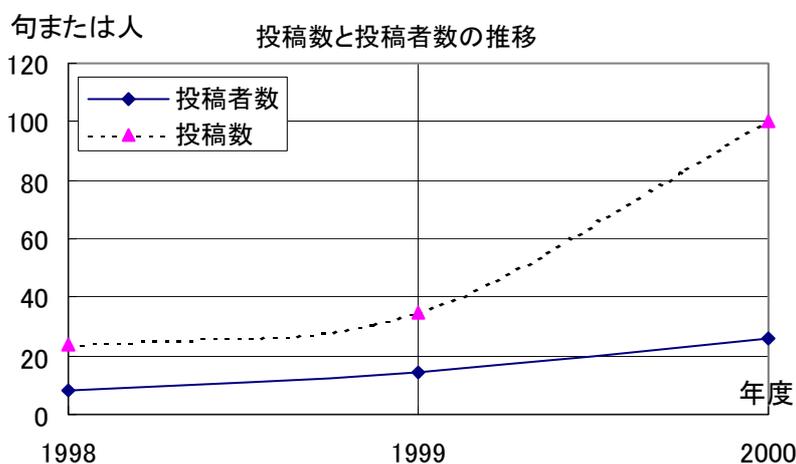
5.3.5 俳句コンテスト

俳句コンテストはインターネットシンポジウム開始時から続いているコンテンツであり、技術系・理科系に偏りがちなこの様な試みの中で、異彩を放っているコンテンツと言える。

3回目となった今年度の俳句コンテストでは、計 100 句という今まででにない多くの俳句が集まった。以下に投稿句と投稿者の内訳について簡単にまとめ、と今後の課題について示す。

投稿者数の推移

最終的には 100 句の俳句が寄せられた。理由としては投稿してくれる人数も増えたが、一人あたりの投稿数が多くなった事があげられる。以下に 98 年度、99 年度、2000 年度の投稿数をグラフで示す。



この図をみると、1998 年度（投稿句数 24 句、投稿者数 9 名）、1999 年度（投稿句数 35 句、投稿者数 13 名）、2000 年度（投稿句数 100 句、投稿者数 26 名）と順調に投稿句数と投稿者数が伸びていることがわかる。しかし今年度に限って見ると投稿者数にくらべて、投稿句数が大幅に伸びており、つまり一人あたりの投稿句数が増えていることがわかる。実際に投稿句数の内訳を見ると、投稿数上位 3 名で半数以上の投稿（27 句、17 句、10 句の計 54 句）をしている。

リピーター率

今年度、昨年度のリピーター率について示したのが下記の表である。

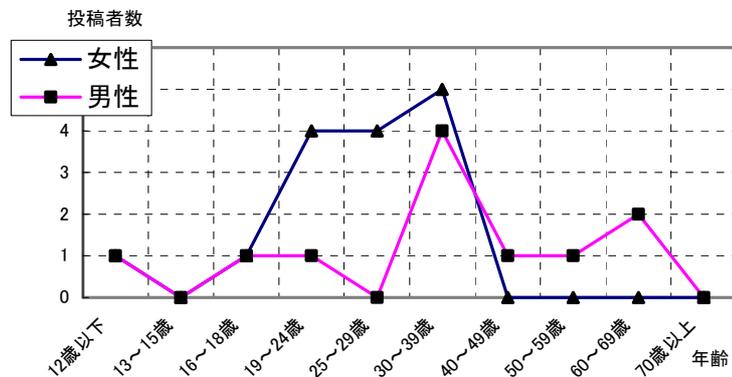
	投稿者数に対するリピーター率	投稿句数に対するリピーター率
1999 年度	38%	40%
2000 年度	19%	35%

この表よりリピーターによる投稿数が全体の 3,4 割を示していることがわかる。この様に投稿句数に対するリピーター率はかなりの割合を占めている。

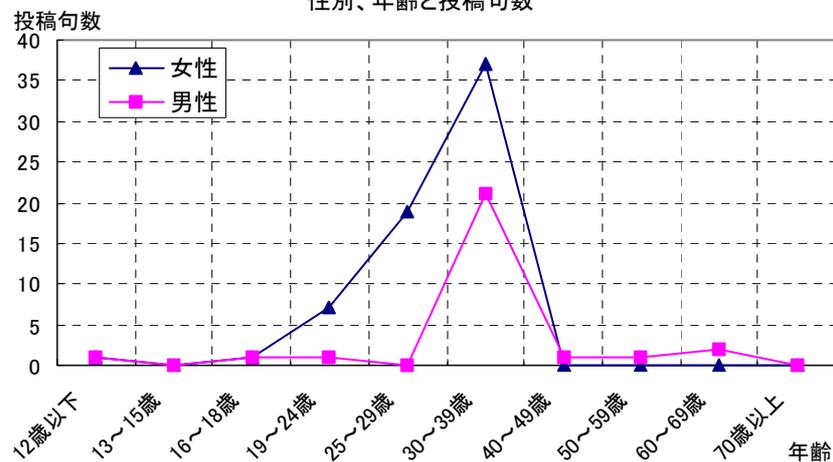
年齢及び性別

下記に年齢、性別に対する投稿者数、及び、年齢、性別に対する投稿句数についてのグラフを示す。

性別、年齢と投稿者数



性別、年齢と投稿句数



投稿者数のグラフより、女性の方が男性より若い世代を中心に投稿されている事がわかり、投稿句数のグラフより女性の方が男性より投稿句数が多いことがわかる。

まとめ

以上の分析から以下の事柄がいえよう。

- ・ 3年間コンテンツを継続してきた結果、参加者数、投稿句数は順調に伸びている。
- ・ リピーターを着実に増やしており、月の俳句コミュニティが形成されて始めている。
- ・ 俳句コンテストは若い女性が参加しやすいコンテンツといえる。

今後の課題

俳句コンテストも3回目となると3回連続して参加していただいている方々、いわゆるリピーター層が形成されてきた。これらの方々に対しては今後も参加して貰えるよう、そしてリピーター層以外に新規参加者の方々も参加して貰えるような環境をつくっていく必要がある。具体的には、季語の追加や月の名句を追加していき、まさしく「月の俳句データベース化」をすすめるなど、利用環境面の改善がまずあげられるであろう。

次には「応募していただいた俳句の利用」があげられると思う。今までに応募していただいた俳句の総数は約160句にも及ぶ。これらは有益な資源と考えるべきであり、今後こ

とある毎に利用していくことが望まれる。例えば来年度のポスター、ピラなどのキャッチコピーに利用するなど具体的な案となろう。俳句によって月をより身近に感じて貰える可能性があると考え。

最後に今までに形成された俳句コミュニティをどの様に活性化していくのかという事があげられると思う。その一つの手段として、コメントメールシステムが当初から設置されている。このシステムはそれぞれの俳句にメールボタンがあり、そのボタンをクリックすることで俳句投稿者と主催者側にその俳句に対する批評メールが送れるというシステムである。これにより主催者側を離れたところで議論が活性化する事を期待していた。今年はこのシステムが初めて機能し、全部で8通のコメントメールのやりとりがあった。今後はコメントの掲載なども考えていく必要があると思われる。

-2000 年度応募俳句一覧-

満月を 掴むふりして 柿泥棒
月夜には 庭の狸も 目が光る
新鮮に 輝く月の ミレニアム
新世紀 月への旅行 春の夢
寒月に 竿先ふるう 冬の夜の
鍋囲み 仰ぎみ月は 箸の数
おいしそう 眺めるだけで 欠ける月
星空を 望むが月は 幕を引く
とぼとぼと 家路を照らす 青白さ
月あかり 太陽が反射 望遠鏡
月明かり 乙女の髪を そっと撫でる
いつかは 人參持って 月旅行
天高く 優雅に誘う 月の船
塵置場 猫と目が合い 冬の月
長月を 切り抜く月に 吸い込まる
月もまた 還す二十世紀の 師走かな
月もまた 還す二十世紀の 師走かな
雪の舞台 月が主役の 幻想劇
うさぎがね ついたお餅が 月になるよ
枯れ枝に 重なる月と お正月
生まれたて もみじな手と顔 お月さま
月の使者 はかなき人世 幸多かれと
窓越しの 月に指筆 雫星
冬晴れに 沈む陽あれば 昇る陽あり
並木道 落陽と月で 黄金色
夜道ゆく 月も演出 影もゆく
星呼びて 月も宴の 聖夜
月ひとつ 宇宙いて聞けり 除夜の鐘
月灯り 冬の学舎を 照らし見ゆ
降る雪と 妖しく蒼き 光る月
偽りの 心射貫いて 凍る月
追いかけて 追いかけて月の 虜になる
嬰泣きて 乳あふれ出る 春の月
満月を 浮かべて白き 露天の湯

手のひらで 海なでわたる 朧月
マネキンの 気取ったポーズ 春の月
泣かないでと 月の光が 頬に触れる
湯治湯の 面にゆらゆらと 冬の月
秋月に バイバイをする もみじの手
おめでとくと 新年の月に あいさつする
よろしくと 新年の月に つぶやく
教会の 賛美歌に寄り添う 師走月
留学の 初夜に優しき 春の月
お月さん 君のこと大 大大好き
雪だるま 月の灯りが 守る宿
春の月 透かしたもうや 新世紀
夏祭り 終わり余韻に 涼む月
吐く息に 白くにじむ 君と月かな
実る穂を 照らし包める 月の影
珈琲を 飲み暖とれり 月の下
受験生 合格印を 見し月に
千年後 月と地球は 双子星
冬の月 白い吐息で 朧月
静雪夜 心フルエル 月氷ル
かざした手 こぼれ落ちる 月雫
悔しさに かすむ彼方に 光る月
夜空に ロマンを彩る 月一つ
十五夜に 歌う雅びの しもべかも
十五夜に ゆく歳月を 愛で浮かし
キミとボク つなぐ月夜に 愛しさを
銀世界 椽の上に 沈む月
月の海 君想うほど 満ちてゆく
寒の月 いのち透明に 友逝けり
満月に 「希望」という名の 星をみる
十五夜の 夜ふけて鳴くは 我ひとり
寒寒と 昔を偲ぶ 涙月
月宿る 水面に踊る 子ノ記憶

宵闇に 冷たく燃える 赤嫦娥
月を見て 愛しき人を 今思う
恋心 月の満ち欠け タイミング
声あげて 娘ゆびさす 昼の月
昇る陽と 沈む月あり 冬の朝
月ひとつ 霜降る町を 見しけふも
秋月に 馳せる我が 生まる空
満つ春の 月に繋がれ 子の未来
手のひらに 月を浮かばせ あそびみる
月光が 照らす夜道の 影法師
月に吠え 我に吠えたる 野犬かな
不登校 見上ぐやけふも 秋の月
美しき 月を眺めて 手を合わす
新月に 重ねて想う 見えぬ明日
空高く 「夢は月へ」と 想い馳せ」
山歩き 夕闇追い越し 月あかり
名月や 影絵の狐 耳長し
名月や 紐の切れたる 古草履
廃校の ジャングルジムに 月見客
月末は フトコロ目指し 北風ヒュー
告白を 今宵の月の せいにする
血洗ひ池に 映りて月の 鎌光る
少年の 夢乗せ自転車 E.T.と
月灯り 雪の道ゆく 人の影
故郷離る 春と夜汽車の 音と月
夕やみは 真昼の月に 色をのせつつ
体内に 月はたくさん されど見ぬ
月凍ても なお暖かし 母の写真
お月様！ 叫ぶ子供の ほほに夕焼け
朧月 君に振られてさらに 月朧
きみとまた めぐり合いたい 梅雨の月
宵闇に 君を重ねてみる このせつな
名月に 今誓わん 九人目

5.3.6 仮想月開発プロジェクト

仮想月開発プロジェクトとは、将来人類が月に住むようになった場合を仮想して、そこに必要となる設備やシステムなどを提案するプロジェクトである。このプロジェクトを推進するのは筑波大学の芸術学系の教官らと宇宙開発事業団の月利用推進研究室のメンバーである。

このプロジェクトは筑波大学芸術専門学群の3年次生を対象としたデザイン演習課題を授業と同時進行で Web 上にて公開するもので、学生の若い感性をベースにしたデザイン提案をまとめて行くものである。学生が提案活動を行う中で、月や宇宙などに関してデザイン制作上不明な点があれば宇宙開発事業団のメンバーがそれをサポートする形態をとっている。

また、Web を閲覧する一般の訪問者もこのデザイン提案について意見や質問ができる仕組みを作っているため、これらの意見などによってデザイン提案が変化する点も一つの特徴である。

現在まで本コンテンツは、筑波大学芸術学系の二つの研究室が主体となり以下のテーマによるデザイン提案が行われてきた。

<月の生活を支える機器と装備のデザイン (Industrial Design) >

人類が月を生活拠点にした時に必要となる機器や装備、システムなどの提案を行う。

デザイン提案を行う学生は一つのテーマを決め、まずそのコンセプトや実現性、問題点などの検討を行う。その中でシステムを構成するための要素について様々な方式を提示する。

宇宙開発事業団のメンバー及び一般の Web 閲覧者は、打ち出された様々な方式に対する採点やコメントを与え、それにより提案者はデザイン上の最適解を求め (コンジョイント解析)、それを参考にして最終的なデザイン提案をまとめることになる。

<仮想月科学館 (Visual Communication Design) >

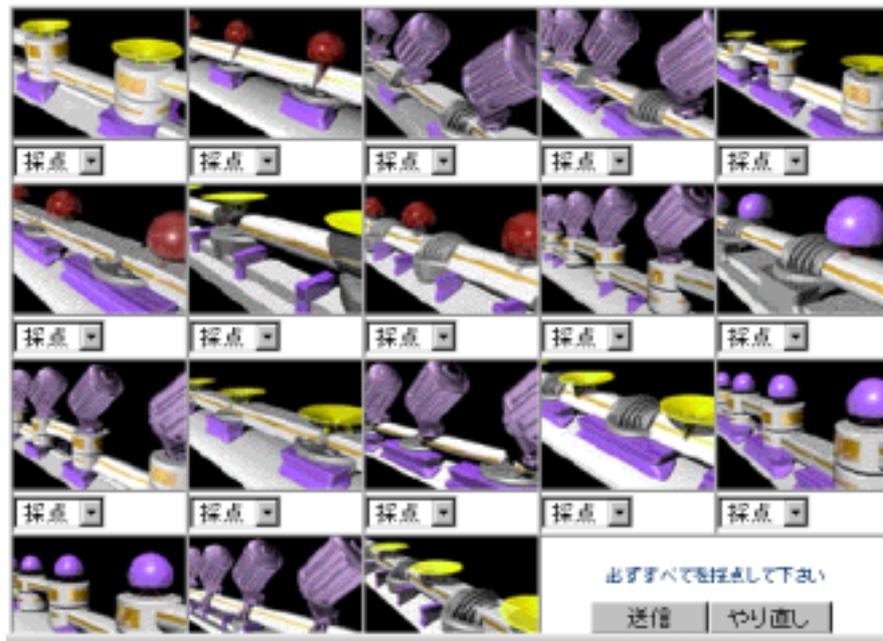
月探査や宇宙に関する知識を、わかりやすく視覚的に与えるための提案を行う。

デザイン提案を行う学生は、月探査に必要な知識、無重力や微少重力、放射線等の影響や現象、ロケットや衛星の仕組みなどを、わかりやすく視覚的に訴えるような教材を作成することを目標に定めて作業を行う。

テーマを決めた学生は自分の考えをまとめて Web 上に掲載し意見を求める。意見が与えられるとそれを参考にデザインを進め、それを繰り返して最終デザインが完成する。

これらのデザイン提案に必要不可欠であるのが、指導教官、宇宙開発事業団のメンバー及び一般 Web 閲覧者からの採点情報やデザインに対する質問及び意見である。これを実現させるため、Web 上に採点システムとコメント受付のシステムを用意した。以下にそのシステムの画面などと、提案者からの質問・スタッフの回答、及び一般 Web 閲覧者からの意見の一部を掲載する。

採点システム画面



採点の結果（コンジョイント解析）

コンジョイント分析		
順位	サンプルNo.	得点
1	12	60
2	18	59
4	06	56
4	14	56
5	08	55
6	10	52
7	03	51
9	01	50
9	02	50
10	04	48
13	05	47
13	07	47
13	17	47
14	16	43
15	15	42
16	11	41
18	9	39
18	13	39

18のサンプルによるアンケートから得たデータをコンジョイント分析にかけ、最適解(最も人気のある物)を導き出した。予測していたモデルとは基本構造が異なっており、グラフ上では似ているが、イメージは大きく異なる結果となった。

Image 00

コメント受付システム画面

お名前	<input type="text"/>
	<input checked="" type="radio"/> 一般閲覧者 <input type="radio"/> アドバイザー <input type="radio"/> 教官 <input type="radio"/> プランナー
Eメール	<input type="text"/> 性別 <input checked="" type="radio"/> 男性 <input type="radio"/> 女性 年齢 <input type="text" value="10"/> 歳代
タイトル	<input type="text" value="仮想月開発プロジェクト"/>
コメント	<input type="text"/> <input type="button" value="投稿する"/> <input type="button" value="リセット"/>

提案者からの質問・スタッフの回答（例）

< 例 1 >

> 月のベッドをつくる です。

> 質問ですが、月上に酸素のある、人間の住む部屋を作るとして、その中で布を使用した
いのですが、重力が 1 / 6 だと布が落ちる速度は地球上より遅くなる、つまり、ゆっくり
落ちるのですか??? 教えて下さい。

さんへ

××です。

さんのコメントの通り、落下速度は重力加速度が 1/6 になることによって地球上にく
らべて遅くなります。

厳密には加速度が少なくなるだけなので、落下する高さが高いほど、地面に到達する時の
速度は上がるのは、地球上の法則とかわりませんが、同じ高さから落とすのであれば地球
上に比べて遅くなります。

さらに、真空（宇宙空間）では同じ質量の物体ならば、落下速度は同じになります。

アポロ計画でも実験されましたが、たとえば 100g の羽毛と 100g の鉄のかたまりの落下速
度は真空中では同じです。

しかし空気（酸素も同じ）がある場合ではその抵抗が働くため、羽毛の方が遅く落ちます。
月面上で、人間が眠るためのベッドを想定すると、1/6 の重力と、空気抵抗が作用して、
結構ゆっくりになるでしょう。

紙吹雪や綿を散らしたら、ロマンチックになるかもしれませんね。

では、また！

<例2>

> 最先端技術というか、こんなものってできますか？っていう質問です。

> いま、二人で月面に数日間滞在する、という設定が頭にあるのですが、二人きりで生きて

> いくには、必要最低限のものを供給するセンターの様なものが必要になると思います。

> センターと滞在者の部屋は、離れているのですが、そこで、滞在者が、時間を問わず

> 自由にそのセンターを利用できるようにするために滞在している部屋自体が、二人の意志

> で動けるようにしたいのです。技術的な面で、人が歩いていく方向に、二人を覆ってる

> 部屋と一緒に動くっていうのは、ありますか？

> イメージ的には、キャタピラみたいなものの中に人が入っている感じなのですが。

技術的にどう実現するか考えてみました。

部屋の中の人歩いた方向へ部屋が動くとなると、まず、コントローラとして歩くと床が動くしかけとセンサーが必要になるでしょう。床が動かないと歩くと壁にぶつかってしまいます。それを部屋の特定の部位に設置し、周囲の風景を写したスクリーンをその回りへ設置し、歩く方向と速度をその床でひろいます。

その入力をもとに、部屋の底に設けた動力を動かすことになると考えられます。

この動力はキャタピラよりも、アポロなどの月面車で使われた金属網でできたタイヤになると考えられます。これが360度方向に回転できるようにして方向を決めなおかつタイヤして回転するようにしておけばよいでしょう。

こうすることにより、部屋で歩くと部屋自体も動くようになります。

エネルギー源は太陽電池が主で、太陽があたらないところに行ってしまった場合の非常用に蓄電池と燃料電池と燃料（水素、酸素）を搭載しておくことになるでしょう。部屋は1気圧の与圧をするので、内圧に耐えられる構造にしておく必要があります。与圧に適した形状は球か円筒です。また生命維持システムも必要です。こう考えると結構でかく重くなります。前回見学に来られたときのJEMモジュールのようになるでしょう。

月の夜は15日も続き、太陽電池でエネルギーを供給できず、温度も-170になるので、とても月の一晩はもたないため、昼間だけの活動になると考えられます。あまり遠くへ行くと帰ってこれなくなったり、地形が厳しいところもあるので、動き回れる範囲は限定されるものと考えます（海水浴場で遊泳範囲が決まっているようなイメージ）。

実際にはこの部屋は、ほとんど月面車になってしまいますが、月は荒地同様なので、乗りごごちは悪いと思います。アクティブサスなどを使って揺れを少なくすることはできますが、限度があります。

もう少し技術が進歩すれば、4足や6足の脚で歩くようにし、床の高さを常に一定に保つようにしておけば揺れはほとんど無くすることができると思います。

別の考えとして、与圧された月面ドームの広場を作っておき、そこで球状の軽い部屋を作るという方法もあります。球を透明にして中で転がすように歩けば部屋ごと動きます。重力も少ないですから動きやすいと思います。マジックミラーにしておけば外からは中が見えないのでプライバシーも守られます。

< 例 3 >

> 月では、重力が 1/6 ですが、宇宙では無重力なんですか？

> その境目はどこなんでしょうか？

> 月面上で無重力状態をつくるのは難しいですか？

月面上は重力が 1/6 ですが、宇宙では飛んでいて一種の自由落下状態になっているので無重力になっているだけのため、宇宙でも停止することができれば重力を受けます。重力は距離の 2 乗（重心からの距離です：月の半径をお忘れなく）で弱くなるため、ざっと計算すると、月面高度 100 km で 1/6.8、1000 km で 1/15、5000 km で 1/91、高度 10000 km で 1/275 の重力になります。この高度で停止するためには常にロケットを噴射しつづけなければなりません。もしやめると落下して無重力になります。

地球や月の回りを回っていたり、地球から月へ移動中では、一種の自由落下状態にあり、そのために無重力になります。これらの位置でも、太陽、地球、月の重力を受けています（他の惑星の重力も受けているがごく小さい）。したがって、重力がなくなる境目があるわけではありません。

月に行く場合を考えると、月の周回軌道から離脱して着陸軌道に入り、逆噴射しているときが実際の境目になると考えられます。

月面上で無重力をつくるのは難しく、今の技術では、地面に穴を掘って落下させるぐらいしかできません。穴の深さにもよりますが、1 km くらい掘って落下させてもせいぜい 30 秒程度しか無重力にできません。日本にも北海道にこのような装置がありますが、10 秒程度しか無重力になりません。

もうひとつの手として、月は空気がなく、重力が小さいため、低い高度と比較的遅い速度（とは言っても秒速 1.7 km）で衛星軌道になれるので、高度 20 ~ 30 km のところをぐるぐる回るという方法があります。月は重力異常があるため、低い高度で長時間は回ってられませんが（月にぶつかる）、軌道修正して数時間くらいなら可能と思います。あまり低くすると山にぶつかります。また、ぐるぐる回らなくても、真上に打ち上げて着陸するという方法もあります。

< 例 4 >

> 宇宙ステーションを作るのにつかわれている材質にはどのようなものがあるのでしょうか？教えてください。

基本構造はアルミ合金が使われています。

アルミ合金はアルミに銅やマグネシウム、マンガンなどを混ぜて、様々な特性の合金が作られています。これらの合金は番号で呼ばれます（例：5052、2024、7075など）。

その他にチタン合金や複合材（FRP）などが使われています。

複合材は釣りざおや一部のスキーの板などに使われているものの上質なもので、繊維を樹脂で固めたものです。繊維は強度の強い炭素繊維が使われることが多く、これを用いた複合材をCFRPといいます。

太陽電池パネルなどにはアルミ合金でできたハニカムを使った構造が用いられます。ハニカムは蜂の巣のように六角形の形状を繋ぎ合わせたもので、これを板ではさむと軽くて頑丈

な構造ができます。

宇宙ステーションはデブリ（宇宙空間にただよっているゴミ：今まで打ち上げた衛星やロケットの残骸などが多い）からの損傷を防ぐため、本体の外壁が2重構造になっています。

一般 Web 閲覧者からの意見

< 例 A >

なかなかおもしろそうなタイトルが並んでいますね。前年は具体的な案が多かったようですが、個性的で楽しみ。ただ、うけねらいにならないように、工夫して実現可能なモノに仕上げてください。月に光を投影する案がいくつかありましたが、私達人間は、月の満ち欠けになんらかの影響を受けていると言う学説もあります。考慮してみると、面白い案が出るかも知れません。

< 例 B >

みなさんおつかれさまです。さんから紹介されてやってきました。

さらっと拝見させていただきましたが、みなさん「隕石の落下、衝突」を気にしているようですね。そんなときは過去の作品「スペースガードシステム by ヨシダヒロシ」を配置すれば万事オッケー。自由に月面で活動できますよ。

そういう意味では月面上でのインフラ整備というのは重要ですよね。

隕石が落ちてくるから地下へ、ではなくて。月環境に対して積極的にアプローチするっていうのもアリでしょう。

落ちてくる隕石やスペースデブリで発電しようなんて考えたヤツもいるくらいだから……。

< 例 C >

月までの距離は38万 km 以上あるので、「歩いていく」冒険野郎のことは、とりあえず考えないとして、中の移動はどう考えてますか？

高速移動できる「エレベータ」が必要です。

この「エレベータ」は、おそらく数日～10数日のオーダで移動するわけですから、食事・宿泊・万が一の医療設備等も必要でしょう。"moonlight express"なんてね。また、「中継ステーション」あたりに巨大な発電所も要りそうですね。「降りてくる」場合は、落下の時のエネルギーを流用すれば、多少発電所の負担を減らせるかもしれませんが。

中継ステーションは幾つも居るので、それが文字通りエレベータの「駅」になって観光名所になるかもしれないし、橋の付帯設備として、「ステーション」の周りに居住空間を作ることが出来れば、それは巨大な「都市」へと広がりますね。・ ・

ここまでいくと、まるきりクラークのSFに成ってしまいますが。

「橋」の構造を作る物質は、その道のプロに任せるとして、内部を走らせる「エレベータ」や「居住空間」、それを実現する「ステーション」などの設備も掘り下げると、それ1つづつがとっても面白いテーマに成ると思います。

5.3.7 会議室

会議室は昨年度から始まったコンテンツである。コンテンツの主旨としては、誰でも自由に意見を言える場を提供する事であった。

昨年度の利用のされ方を見ると、まさにインターネットシンポジウムにふらっと立ち寄った人が一言書いて帰るといった使い方をされていた。

この様な使い方が主旨としてはまさしく合っているが、例えば何か一つのテーマについてじっくりと話し合う場として使えないかと言う意見も、昨年度の反省として出ていた。

この様な意見のもと、今年度は会議室の使われ方として、会議室と平行して、月代わりで一つのテーマについてパネラー同士が議論を行う「シンポジウム」というコンテンツで、期限内に議論できなかった事柄について、会議室に場所を移しての議論がおこなわれた。以下にその議論のやりとりを抜粋して示す。

題目：月を目指そう

投稿日 2月9日(金)13時35分

パネルディスカッション「月面車について」が終わり、一息ついたところです。

昨日(2月8日)夜、BS ハイビジョンのチャンネルをひねったら、ソ連が1973年に月へ送り込んだ月面車 Lunokhod がオークションで米国人に700万円で落札されていて所有権が移っていることを紹介していました。実際に地球へ持ち帰る手段は現在はないですから「夢を買った」ということでしょうか。Meade の12"のシュミカセラシキ望遠鏡が設置されたドームの中で所有者が紹介されていたので、かなり宇宙好き・・・21世紀、人類が再び月へいくことも、火星に降立つことも、ごく当たり前の気がします。日本がそれらに対してどのような関わりをもっていくかわかりませんが、日本による月・惑星探査の成果が将来の自国以外のミッションに役立つことは非常に誇らしく思えます。もし、そのような状況となったら、日本の教育に対しても大きな効果をもつでしょう。「夢」と思えることも実現できる日本でいつまでもあって欲しいと願わずにいられません。

では・・・

題目：月面車について

投稿日 2月28日(水)15時55分

NASA の開発史の中でも異様な名称の付けられた「ルナ・マーズローバー」。これはグラマン社との共同開発機で、アポロ計画のルナローバーのモデルになったものです。今は石川県の羽咋市にある宇宙科学博物館に飾られています。何かの参考になるのでは。またソジャーナー号の生みの親のラジブ博士のローバーは、基本アルゴリズムは昆虫からといわれる人工知能タイプですね。JPL で火星に飛ばされる前に見せてもらいましたがなかなかユニークな動きと危険回避能力がありました。

題目：コスモアイル羽咋

投稿日 3月8日(木)17時54分

コスモアイル羽咋のホームページ URL です。

<http://www.city.hakui.ishikawa.jp/ufo/index.html>

UFO がモチーフになっているらしい。確かに建物の

形はどう見ても UFO...

以上の様に会議室の場所を利用して、更に議論を続ける事が出来ている。誰でもどんなことでも発言できるという会議室のメリットを生かしてこの様な他のコンテンツと連携した利用の仕方についても検討していく事は重要であろう。

5.3.8 月占い

月探査情報ステーションにおける「月占い」は、2.2.2.2 に示した趣旨に基づき今年度新たに作成したコンテンツであり、誕生日の「月齢」をベースとした占いを提供することにより、より広い層のビジターを獲得することを最大の目的としている。本コンテンツはこの目的に則り携帯電話用サイトへの展開も図っている。携帯電話でインターネットに接続できるサービスは昨年以降大きな広がりを見せており、その利用者としては特に若年層の比率が高いため、「月占い」構築の目的にあたる幅広い層の新規ビジターの獲得に大いに貢献するものと考えた。

月占いは、2000 年の 11 月初旬からパソコン版、携帯電話の各機種への対応を図る形で順次オープンしていくこととなった。以下に、コンテンツオープン日とアクセス数を各機種毎に示す。

なお、コンテンツの詳細については「2.2.2.2 月占い」を参照されたい。

表 1 . 各機種ごとのアクセス

機種	コンテンツオープン	性格判断	相性判断	合計件数	アクセス比*
パソコン版	2000 年 11 月 16 日	1,403 件	1,998 件	3,401 件	5%
i-mode 版	2000 年 11 月 07 日	1,161 件	1,066 件	2,227 件	33%
J-SKY 版	2000 年 12 月 15 日	377 件	331 件	708 件	26%
Ezweb 版	2000 年 11 月 29 日	4,130 件	3,319 件	7,449 件	31%
全体		7,071 件	6,714 件	13,785 件	7.5%

注) 件数は、2001 年 3 月 29 日現在

*) ホームページ全体(ポータルサイト部及び各携帯コンテンツ)のアクセス数に対する合計件数の比率

上記表 1 のとおり、かなりのアクセスがあることがわかる。また、アンケートの回答で「気に入られた項目(ポータルサイト)」でも「ギャラリー」と並んで 6 番目に多い。

携帯電話でのアクセスは 3 機種とも「今日の月」の次に多く、約 30%を占める。なお、パソコン版のアクセスは 5%で割合の数値としては少なく感じられるが、一番多い「今日の月」でも 17%であることからアクセスの多いコンテンツと言える。

以上のことから「月占い」が、月探査情報ステーション及びインターネットシンポジウム全体のアクセス増に大きな役割を果たしたといえるであろう。

以下に機種、年齢(月占いに投入された生年月日より算出)別の「性格判断」「相性判断」のデータを示す。月占いに投入される生年月日は必ずしもアクセスしている本人のデータとは限らないが、これにより来訪者の年齢の一定の傾向は把握できるものと考えられる。

表2 . 機種、年齢別の内訳

年齢	パソコン		i-mode		J-SKY		Ezweb	
	性格判断	相性判断	性格判断	相性判断	性格判断	相性判断	性格判断	相性判断
～15歳	82	166	50	31	17	2	80	31
16～19歳	83	81	100	141	91	75	593	530
20～24歳	236	312	278	239	101	104	1,435	1,138
25～29歳	306	415	287	291	60	55	1,003	805
30～39歳	513	639	329	287	84	78	777	681
40～49歳	110	198	82	59	19	11	147	91
50～59歳	40	118	24	10	4	2	71	40
60歳～	33	69	11	8	1	4	24	3
合計	1,403	1,998	1,161	1,066	377	331	4,130	3,319

注) 件数は、2001年3月29日現在

性格判断と、相性判断を比較するとパソコン版では「性格判断」が4割強であるのに対し、携帯電話では3機種とも「性格判断」が5割を超えている。

また、パソコンでは30歳台のアクセスが一番多いが、携帯電話でのアクセスでは20歳台が1番多い。特にEzwebでは、20歳台前半のアクセスが多くなっている。また、各機種とも20歳未満の利用が比較的多い傾向にあることにも注目される。

以上のような状況から、月占いは特に若年層が気軽にアクセス出来るコンテンツとして大きな機能を果たしていることがわかる。今後は月占いの利用者を他のコンテンツへも誘導すべく、コンテンツ(特に携帯電話版)を一層充実していくことが課題といえる。

6. まとめと今後の課題

6.1 今年度のまとめ

今年度は、第1章に述べた通り、定常コンテンツとイベント部を分離するという形でのウェブサイト運営となった。また、これまで蓄積されてきたコンテンツも強化、再編され、よりわかりやすいシンポジウムとなったと自負している。

昨年度、一昨年度と着実に重ねてきた成果が、今年度のコンテンツ内容の明確化で実を結びつつあると思われる。例えば、俳句コンテストへの予想を上回る100句もの応募や、アクセス数の大幅な増加などは、関心の高さと共に、アクセス層の拡がりや新規ユーザの獲得など、我々が当初目指していた目標をほぼ達成したと考えてよいと思われる。

また、今年度から新たな試みとして開始した携帯電話版のウェブサイトは、我々スタッフの予想をはるかに上回る多くのアクセスを頂き、今や月探査情報ステーションの主要コンテンツとして重要な地位を確立している。

月探査情報ステーションへリンクするサイトの数も増え続けており、雑誌やポータルサイトなどで紹介されるケースも増えてきている。

一方で、3年目を迎え、コンテンツの増加を背景にして、今後の運営体制やコンテンツの強化などについて真剣に考えなければいけない段階に来ていると思われる。例として、今年度のインターネットシンポジウムにおけるパネルディスカッションは、新しい試みとして期待も高かったが、議論については必ずしも我々が当初考えていたほど盛り上がらなかった。同様の現象は、アンケートコーナーへの応募の減少などにもみることができる。

さらに、「今日の月」の更新プログラムが停止していたなどの事故や、ページ内の記述の誤りなど、トラブルが目立ち始めている。これは、コンテンツの増大に対して、支えるマンパワーが追いついていないことが根本的な原因である。今後も増え続けていくコンテンツを管理、更新していくための、根本的な運営体制の確立が必要である。

なお、全体的な課題については、6.3節で提起することにする。

6.2 インターネットを用いた広報活動を取りまく状況

6.2.1 概要

インターネットは、現在では電話やテレビ、その他さまざまなメディアと同一、さらにはそれ以上の影響力を持とうとしている。また、アクセス速度の高速化や、電子商取引(E-commerce)など、さまざまな側面で、今後(それも比較的早い時期に)インターネット自体がさらに進化していくことが見込まれる。ここでは、そのようなキーとなる技術、あるいは状況について、月探査情報ステーションとの関係を中心として述べることにする。

・IT 国家戦略の樹立

内閣府内に設けられた高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部では、情報技術(IT: Information Technology)を日本の新たな国家戦略の1つと位置づけている。このため、政府としてIT技術の精力的な普及を促進するための基本戦略を策定しており、これは「e-JAPAN戦略」として知られている(<http://www.kantei.go.jp/jp/it/network/>)。

このe-JAPAN戦略においては、全ての国民に対し、5年以内に世界最高水準のネットワークサービスを楽しむことを目標としている。そのために超高速ネットワークの普及、電子政府の実現など、様々な施策が謳われている。

個別の状況については以下に述べるとして、今後IT技術が国家の基本技術としても取り入れられていく状況を踏まえると、インターネット経由での広報活動はますます重要なものとなってくであろう。月探査情報ステーションもそれを踏まえて、継続的な活動を行っていくことが求められる。

・アクセス速度の高速化

従来、インターネットへのアクセスは、専用線でない限り、個人では電話回線を使うことがほぼ主流となっていた。この電話回線は、アナログ56kbps、デジタルISDN64kbps(マルチチャンネルモードで128kbps)であり、従って個人でのインターネットアクセスは、一般的には128kbpsが最速という時代が続いていた。

しかし、1999年頃から、ケーブルテレビ(CATV)経由でのインターネットアクセスが増えてくるようになった。ケーブルテレビ会社が敷設しているケーブル回線をインターネットアクセスに利用することで、理論的には数十Mbps以上のスピードでのアクセスが可能である。実際にはその上流にある基幹回線の制約などもあるため、せいぜい数Mbps(ユーザ側へのダウンロード速度)となるケースが一般的であるが、それでも従来のISDNなどに比べれば格段に高速であることから、利用者が急増している。

また、2000年から本格的なサービスが開始された、一般電話回線を利用したADSL(アナログ電話回線を利用した高速データアクセス)も、同様に利用者が増えている。これは、従来の電話回線をそのまま利用して高速なアクセスを行うもので、300kbps~1.5Mbps程度での高速なアクセスが可能である。

さらに、NTTは光ファイバーを利用したインターネットアクセスの実証実験を2000年から開始しようとしている。また、その他にも無線を利用したインターネット接続(10Mbps程度)や、電力線を利用したインターネットアクセス(数Mbps)なども、それぞれ商用利用に

向けたサービスが準備されつつあったり、技術開発などが行われている。

既に、月探査情報ステーションにおいても、アンケートなどにある通り、アクセスしてくる人の約 6 割が高速系のネットワークを利用しており、ADSL などの普及に伴ってこの比率はますます高まっていくと思われる。

このようなネットワークの高速化を踏まえて、月探査情報ステーションでは以下の 3 項目について重点的に考慮していく必要があると考えられる。

(1) コンテンツ内容

従来、回線が低速であることを前提としていたために公開が難しかったコンテンツや企画などについても、今後は積極的に公開していくことを考えなければならない。例えば、

- ・動画(高品質の動画)
- ・チャットサービスや中継などのストリーミングメディア
- ・大容量の文書
- ・高い品質の(従って大容量の)画像

などについて、既存のコンテンツの増強、あるいは新たなコンテンツの設置などを行っていく必要がある。たとえば、SELENE の動画についてはこれまでは細切れとなった QuickTime 画像であったが、これをストリーミング形式でつなげた映像として公開すればよりわかりやすく、アクセスもしやすくなると思われる。

既に FTB 実験において、ストリーミング形式での動画公開(フリーバージョンの RealServer 8 を使用)を開始しているが、今後は画像の種類を増やすとともに、画質の向上や、1 ファイルで様々な帯域に対応するフォーマットへの変更(これは、エンコーダ側の問題で、フリーバージョンのエンコーディングプログラムを使用すると、帯域ごとのファイルを作成しなければならない)を考慮していく必要がある。

(2) 低速系ネットワークへの対応

高速回線が普及しているからといっても、高速回線でのみ楽しめるコンテンツばかりを揃えていくことはできない。依然として 28.8kbps のモデム経由でアクセスしている人もあると考えなければならない。また、携帯電話からのアクセスは、次世代携帯電話の普及までは、しばらくの間は 9600bps、あるいは 28.8 ~ 64kbps にとどまると考えられる。このような低速でのアクセスは L-モードなどのサービス開始によりさらに広がる可能性もある。

このため、こういった低速回線でも十分に楽しめるように、文字ベースのページを拡充、確保していくことが求められる。また、月探査情報ステーション自体は高速ネットワークアクセスを主流として整備していくものの、平行した文字ベースのページなどを強化することにより、全ての人に月探査についての情報を提供できる態勢を整えていくことが望まれる。同時に、コンテンツが様々な広がっていく場合、それを一元的に管理する仕組みが望まれるが、それについては XML をベースとした仕組みを検討する必要がある。

(3) サーバ側の強化

アクセス速度が増大することは、必然的にダウンロードされるデータ量が増えることに

つながり、サーバ、及びネットワーク系への負荷が高くなることが予想される。現在の月探査情報ステーションのサーバはまだ十分に余力があると考えられるものの、イベントなどが発生した際には予想を超えた負荷がかかり、ネットワークやサーバがダウンする可能性が考えられる。現在のアクセス数の増加傾向が続くと、今後はコンテンツの増加などに伴って、1日あたりのファイルヒット数が30000程度にまで上昇すると考えられる。

また、セキュリティの確保とログ解析の便宜のため、現在、サーバにおいては全てのアクセスに対してDNSの逆引きを実行しているが、これがサーバに負荷をかけている可能性がある。

実際に、2000年7月19日、いわゆる「20世紀最後の皆既月食」が起きた当夜は、月探査情報ステーションにもアクセスが集中し、それによるとみられるサーバのダウンが発生した。アクセス、及びそれによって発生する負荷の状況をみながら、次第に負荷が高くなるようであれば、サーバの増強やミラーサーバの設置など、ネットワークやサーバ自体への負荷を軽減する策が必要である。

(3) 常時接続の普及への対応

ネットワークの高速化に加えて、いわゆる「常時接続」の急速な普及が注目されている。

常時接続とは、コンピュータが常にインターネットに接続可能な状態になっていることである。従来、常時接続を実現させるためには、いわゆる「専用線」と呼ばれるサービスを利用し、そのための専用の回線や、場合によっては専用のインタフェースも利用する必要があった。そのため、サービスは高価で、企業や一部のマニアユーザの間でしか利用ができないものであった。

しかし、1999年頃から、低価格で利用できる常時接続サービスが開始されてきた。たとえば、NTT 東日本・西日本が提供している「フレッツ」サービスなど、月数千円単位で、個人ユーザでもそれほど負担を感じずに利用できるサービスが開始された。

また、上述した、ケーブルテレビや無線アクセス、ADSLなどによる高速インターネットアクセスについても、基本的な利用法は常時接続が前提となっている。

また、従来型のダイヤルアップアクセスについても、電話料金を込みにした定額制サービスが普及してきており、使い勝手の上では常時接続とそれほど変わらない接続を利用することができるようになってきている。

常時接続は、従来のように、利用したいときだけ電話をかけてインターネットに接続する方式と違い、ユーザがネットワークの存在を意識することなく、必要なときにいつでもネットワークに接続できる。時間を気にすることがないため、ストリーミングや閲覧型コンテンツなど、従来であればアクセス時間を気にせざるをえなかったコンテンツも安心してみることができる。

(4) 教育分野へのネットワークの普及への対応

上述のe-JAPAN戦略でも、教育分野へのIT活用は重要な戦略の1つとして謳われている。日本の小・中学校へのインターネット接続は、現時点ではまだダイヤルアップ接続中心に限られているが、今後政策的な後押しが行われれば、広帯域(Mbpsオーダー)での常時

接続がごく当たり前になると思われる。

特に学校からの接続が多くなると、発生する可能性がある問題としては、次のような項目が挙げられる。

- ・授業などで使用するため、同時に特定のファイルにアクセスするため、サーバの負荷が瞬間的に跳ね上がる。

1つのファイルやコンテンツを授業などで集中的にアクセスする場合には、サーバの負荷が上がり、一時的ではあるがサーバの反応低下などを引き起こす場合がある。さらに、CGI など、サーバに負荷がかかる仕組みを利用しているコンテンツの場合には、最悪の場合サーバ停止などの問題が発生する可能性がある。

対処方法としては、高負荷に耐えられる高性能サーバの導入ということになるが、現状ではすぐに対応することは難しい。月探査情報ステーションを教育用に利用する小・中学校に対しては、CD-ROMなどのオフラインメディアを提供するなど、種々の工夫を行う必要がある。

- ・内容が難しすぎる場合がある。特に、現在の月探査情報ステーションの内容は、一般人を対象に作られているため、子供、とりわけ小学生には難しい場合がある。

子供向けに説明記述をやさしくすることは可能である。しかし、内容のレベルを一定に保つとなると、ページ全体が長いものになる可能性がある。また、イラストなどをふんだんに入れたページを作成するためにはある程度の予算が必要になり、特に Q&A のように大量にあるコンテンツの場合は、優先順位を定めて取り組んでいくことが必要になる。

最終的には、いわゆる「キッズページ」を月探査情報ステーションにも作成し、子供向けのコンテンツを充実させていくことが必要である。

- ・Q&A などをはじめとして、子供向けの対応をどのように行うか

Q&A では、現在は子供からの質問であるかどうかは、フォームにある年齢を元にして判断している。それでも確かに基礎的な情報は得られるが、たとえば小学生などの場合には、まだ習っていない漢字が回答に使われていたら、回答を読めなくなってしまう。

このようなきめ細かな対応が、特に子供向けの対応には必要になってくると考えられる。

2002年からの教育カリキュラムの見直しにより、小・中学校には総合学習の時間が導入される。また、理科教育はむしろ内容の見直しによりカリキュラムそのものが減少するため、教科書にない学習素材を求める傾向が強まると思われる。

これらの傾向を見据えた上で、来年度以降の月探査情報ステーションの1つの方向性として、教育関係のコンテンツの充実を考えてもよいのではないだろうか。

6.2.2 ネットセキュリティについての諸問題

2000年1月末に発生した、官公庁のウェブサーバへの連続侵入により、インターネットへのセキュリティについての意識は、特に公共機関のサイトにおいて一気に高まったと考えられる。しかし、それ以降もクラッカーによるサイトの書き換えなど、数多くの事件が発生している。また、直接サイトを狙うのではなく、例えばネットワーク全体の負荷を上げることを目的とした分散型サービス拒否(DDoS)攻撃や、サイト自体とは別に、配信されるメールなどにウィルスが混入する事故など、複合的、広範囲にわたるセキュリティへの配慮が必要な事例が目立ってきている。

ここでは、2000年から2001年にかけて比較的多数発生した事例をもとにして、当サイトにおける対処について説明すると共に、安全なサイトの運営に必要とされるポリシーについて付記する。

(1) メール添付により広まるワーム

「メールに添付されたファイルを開くと、自動的にプログラムが実行され、ウィルスに感染してシステムに被害を及ぼす」という被害のパターンが、この1年の間に何度も繰り返された。有名なものだけでも、Merissa、LoveLetter、MTX、Hybris、Navidadなどがある。また、これらのウィルスの多くはVBS (Visual Basic Script)を用いて書かれているため、変更が非常に簡単に行える。このため、いわゆる「変種」「亜種」と呼ばれるウィルスも多数存在する。

ウィルス自体はWindowsプラットフォームを攻撃ターゲットとしていることが多いため、月探査情報ステーションのサーバ自体がこれらのウィルスにより被害を受けるということはまずない。しかし、問題点としては以下が考えられる。

- ・メール配信サービスにより出されるメール(月探査情報ステーションニュース)に添付されて、ウィルスが発信される可能性がある。また、事務局からの応答のメールにウィルスが添付されることも可能性としては考えられる。

- ・ウィルスが勝手に送信する大量のメールにより、LAN、あるいはネットワーク全体のトラフィックが異常に増加し、結果としてネットワークの機能低下を招くことがある。

前者については、送信端末には全て、ウィルス防御ソフトをインストールするとともに、ファイル、及び受信メールのスキャン機能を有効にしている。さらに、ウィルスパターンは常に(自動的に)最新のものへ更新するようにしている。また、ウィルスがよく利用するMAPI機能を実装していないメールクライアントを使用することにより、ウィルスによる攻撃を無効にしている。

後者については、月探査情報ステーションだけの対処では不可能であり、NASDA全体としての取り組みが必要になっている。NASDA内の端末にはすべてウィルス防御ソフトがインストールされており、自動的に防御パターンがアップデートされるようになっているが、それでも各自の最新の注意を促していく必要がある。

(2) DDoS 攻撃

DoS (Denial of Service)とは、サーバに対して許容範囲以上のサービス要求(リクエスト)

を送信することによって、サーバが他の(本来反応すべき)メッセージに反応できなくなるようにしてしまう攻撃手法をいう。

特に 2000 年当初には、この DoS 攻撃の発展型的手法である、DDoS (Distributed Denial-of-Service: 分散型サービス拒否)攻撃が、yahoo!などをはじめとするアメリカの大手サイトなどに対して行われた。

DDoS 攻撃は、DoS 攻撃において、サービス要求を出すサイトを分散させ、複数のサイトから攻撃を仕掛ける手法である。もちろん、これらの攻撃元となっているサイトはあらかじめ侵入されており、攻撃のためのプログラムを導入されている。クラッカーはある時刻に一齐にプログラムを起動するようにして、攻撃を行う。

DDoS 攻撃は、発信元が分散しているため、攻撃を受けた場合でも対処に時間がかかってしまう。また、ある 1つの攻撃元に対処したとしても、侵入プログラムを仕掛けられたサイトが多数存在する場合には、次々に攻撃が行われて、事実上対処が不可能となってしまう。セキュリティ対策が進んでいる全米の多くのサイトが DDoS 攻撃のターゲットになってしまったこと自体、この攻撃を防ぐことがいかに難しいかを示しているといえる。

DDoS 攻撃は、この攻撃の性質上、防ぐことは非常に難しい。この攻撃に対処する対策としては、大きく分けて 2 点が考えられる。

- ・ DDoS 攻撃のターゲットになった場合の対策

一齐に攻撃されてしまった場合、基本的な対処としてはネットワーク系からの分離と、攻撃元の特定、及びそこからアクセスの遮断が挙げられる。

ネットワーク系からの分離は、ソフトウェア上での対処(サーバプログラムの遮断)とハードウェア上での対処(ケーブルを引き抜く、緊急シャットダウン)があり得る。ただ、DDoS 攻撃が起こってしまうと、ネットワークはほぼ使えなくなるため、リモートでログインしてシャットダウンすることは難しくなる。このため、リモートでメンテナンスすることが多い月探査情報ステーションのサーバの場合には、なるべく早いタイミングでコンソール上でシャットダウンできるようにするための仕組みが必要である。

攻撃元の特定、及びアクセス遮断については、NASDA のネットワーク管理部署との連携が必要である。そのため、定期的に情報交換を行うとともに、緊急時にシステム管理者に対して連絡を行う体制が必要となる。

- ・ DDoS 攻撃の発信元にならないようにする対策

DDoS 攻撃は、まず最初に侵入のためのプログラムを仕掛けるためのサイト探しから始まる。この段階では、例えば不必要なポートが開放されていたり、セキュリティホールがふさがれていないなど、基本的なセキュリティ対策が行われていないサイトが(自動的に)探し出され、ターゲットになっていく。

従って、セキュリティ対策をこまめに行って、OS やサーバプログラムに存在するセキュリティホールは丹念につぶしておくことが必要となる。

(3) 特定プラットフォームを対象とするワーム

サーバとして比較的広く使われているプラットフォームを対象として、攻撃をしながら次のターゲットを探して侵入していくプログラム、いわゆるワームが広まりつつある。最

近では特に、Linux プラットフォームを攻撃対象とするワームが目立つが、Windows、あるいは Solaris などについても、ワームが報告されている。

これらのワームは、各プラットフォームに存在する既知のセキュリティホールを悪用し、それを利用してまずターゲットとなるシステムへ侵入する。その後、侵入されたシステムからさらに別のシステムへの侵入を試みる。このようにして、多数のシステムに侵入していく。

基本的な仕組みは(2)で触れた DDoS 攻撃の全段階に類似している。ただ、ワームは増殖を行うだけで、そこから新たな攻撃を行わないのが特徴である。

但し、ワームの繁殖により、

- ・システムの安全性の低下
- ・ネットワークの負荷増大
- ・ネットワークにおける信任の低下

といった副次的な問題が発生する。

ネットワークにおける信任の低下とは、ワームの繁殖を許したことにより、そのサイトのセキュリティが低いということがネットワーク上で認知されてしまい、同じドメインからのアクセスを拒絶されるなどの制限を受けてしまうことをいう。

ワームについても基本的には、

- ・セキュリティパッチを適用する
- ・なるべく新しいバージョンのプログラムを利用する
- ・不必要なサーバ、デーモンプログラム、サービスを走らせない
- ・不必要なポートを開放しない
- ・IP アクセスの制限を行う

といった、セキュリティの分野ではごく基本的な対応を行うことによって、対処することができるはずである。たとえ侵入を防げなかった場合でも、これらの対処が行われていれば、少なくともクラッカー側からみれば侵入の優先度は下がるはずで、その意味でもよりセキュアなサイトとして運営できると考えられる。

(4) BOF(バッファオーバーフロー)アタック

BOF(Buffer Over-Flow)アタックとは、プログラム内に存在するバッファオーバーフローエラーを利用してアタックを行うものである。

プログラム内には、入力した項目などを一時的に貯えておくための「バッファ」と呼ばれる領域が存在する。ここに、想定された以上の巨大な入力が行われたとする。それによってバッファをあふれさせた場合、もし適切な対処がなされていなかったときには、システム内のメモリ領域を一時的に破壊してしまう。

クラッカーがこの巨大な入力文字列内に不正なコマンドを仕掛けて、システムへの侵入を行うのが BOF アタックである。とりわけ、管理者権限で走行するプログラムは、一度 BOF アタックによりプログラムの利用権限が乗っ取られると、そのまま管理権限も入手されてしまい、そのサーバを事実上意のままに操作することが可能になってしまう。この意味で、BOF アタックは極めて危険な攻撃である。

BOF アタックを直接防ぐための対策は存在せず、その可能性がベンダ、あるいは開発者から報告された場合に、パッチ当てやプログラムのアップデートなどの対策を行うしかない。その意味では、常にベンダや開発グループからのニュースリリース、あるいは CERT などのセキュリティに関するニュースレターなどを定期的にチェックし、危険がある場合に速やかな対処を行う体制を作っていくことが望まれる。

月探査情報ステーションでは、管理者が常に使用しているプログラムやベンダのセキュリティレポートを購読していて、問題があった場合にはなるべく速やかにプログラムのアップデートを行えるような体制を作っている。

また、攻撃に対応する策として、例えばサーバプログラム自体を管理者権限で走らせないという方法も、予防策として有効である。実際月探査情報ステーションでは、必要最低限のプログラムを除いて、いわゆるサーバプログラム(デーモン)はなるべく専用ユーザの権限で走らせている。

システムのセキュリティを脅かす要因はいろいろと存在するが、その対策は上で述べてきたようにごく基本的な事柄の積み重ねである。問題は、この「積み重ね」を継続し、チェックしていくためのシステムの管理体制にあると考えられる。

月探査情報ステーションにおいては、2人の管理者がシステムを見張り、NASDA のネットワーク関係の部署など、関係外部とも常に連絡を取り合いながら運営を進めている。しかし、実際には2人とも専属職でないことから、場合によっては機敏な対応ができない可能性が残されている。今後、どのような管理体制を取っていくか、スタッフ間で十分に議論を行っていくことが必要である。

6.3 今後の方向性について

6.3.1 今年度の課題

今年度の月探査情報ステーション及びインターネットシンポジウムにおいて出てきた課題についてまず、述べることにする。

全体的な問題点

- ・運営体制をどのようにしていくかを再度考える必要がある。とりわけ、規模が大きくなってきたことを踏まえて、これまでの体制のよいところを受け継ぎつつ、大規模コンテンツや多機関連携にも耐えうるようなシステムを考えていかなければならない。
- ・各共催機関ごとの作業分担について、現状を踏まえて再考していく必要がある。
- ・コンテンツのアップデートやリニューアルについて、その時期の目標設定や工程のコントロールなど、作業内容の把握が必要である。
- ・更新が遅れているコンテンツをフォローし、分担を分け合っていくための体制が必要である。
- ・問い合わせに対しての対処の方法を考える必要がある。とりわけ何人かで対応している場合、「誰かが対応するだろう」と考えて結局誰も対応していないというケースがある。「いつまでに」「誰が」「どのような内容を」返答するのか、ケースに分けた対応が必要と思われる。

各コンテンツの問題点 - 月探査情報ステーション -

[日本の月探査]

- ・イラストや写真を加えてビジュアルにしていく。
- ・携帯コンテンツへの採用を検討する。

[That's SELENE]

- ・未完成コンテンツが非常に多いので、残っている部分についての製作が必要である。
- ・コンテンツ内容が多いので、何らかの形で一部を独立させられないかどうか検討する。
- ・FTB については、現在のページを定常コンテンツとして改造していくことが必要である。また、過去の実験の写真や動画などの公開も必要である。

[今月の SELENE]

- ・なるべく定常的に情報を掲載していくようにする。

[仮想月開発プロジェクト]

- ・2000 年度のプロジェクトがまとめ次第、シンポジウム部から移転する。

[月占い]

- ・月齢計算プログラムの精度をより高められないかどうかを検討する。

[俳句コンテスト]

- ・2000 年度のプロジェクトがまとめ次第、シンポジウム部から移転する。
- ・過去の俳句については、携帯コンテンツとしても掲載する。

[月探査教室]

- ・月クイズの問題数を増やす。
- ・一部の内容については携帯コンテンツとしても掲載できないかどうかを検討する。

[アンケート]

- ・過去のアンケートとの相関をとった総合的な分析を行う。年を追うごとにどのように傾向が変化していくか、定点観測のような分析もあってもよい。

[今日の月]

- ・最近(1999年以降)の出来事を追加する。
- ・更新の監視体制を強化する。

[ギャラリー]

- ・動画コンテンツを強化する。とりわけ、ストリーミングによる発信ができるようにする。
- ・まだ他に公開できるような写真や動画、例えば実験で撮影した映像などがあるかどうかを発掘する。
- ・携帯コンテンツにも、SELENE のイラストなどを掲載する。

[月探査機展示]

- ・SELENE、LUNAR-A の内容が古いため、更新する。

[月の本]

- ・最近出版された本の情報を追加する。
- ・過去の本の情報も(可能であれば)追加していく。

[リンク集]

- ・リンク切れをより効率的にチェックするためのプログラムなどを検討する。

[Q&A]

- ・残っている Q&A、FAQ の完成を目指す。
- ・Q&A などはイラストが少ないため理解しにくい面がある。理解が進むと思われるものについてはイラストを作るなどして理解増進を図る。
- ・Q&A の回答作成体制について検討する。

[トピックス]

- ・定常的なコンテンツ更新体制について検討する。
- ・特集ページについて、記載されているイベントに変更があった場合には適宜内容を変更していく。

[最新情報]

- ・現在はありとあらゆる最新情報が掲載されているが、これだとわかりにくいいため、たとえば天文現象やイベントなどを掲載するための「イベント情報」を別に設けるなどの工夫が必要である。

[総合案内]

- ・増えているコンテンツの説明など、新たなページを作る必要がある。
- ・トラブルシューティングのページを充実させる必要がある。
- ・より直感的にアクセスできるように全体を再編成することが必要である。

[メールサービス]

- ・現在、トップページからメールサービスに直接ジャンプするリンクが、下の方に仮に設

けているだけになっている。そのため、メールサービスの登録や削除がわかりにくい。トップページの中にうまく反映できるようにデザインの変更が必要である。

各コンテンツの問題点 - インターネットシンポジウム -

[パネルディスカッション]

- ・いろいろな意見が集まったが、当初予想していたよりはアクセスが少なかったように思われる。定期的に「観客」を集めるための工夫を考えなければならない。
- ・テーマによっては、パネラーの発言が少なかったり、なかなか議論をまとめていくことが難しいものも見受けられた。今年度は初めての試みであり、うまくいかない部分があることも予想されたことであったが、パネラー間の発言をいかにして維持していくかについては、人選やテクニックなども絡めて、根本的な再検討を行う必要がある。

[Q&A コーナー]

- ・応募されてきた Q&A に対して、我々で対処すべきものかどうかの判断をどのようにしていくか、何らかのクライテリアを作る必要がある。
- ・Q&A を他機関にお願いする場合のガイドラインなどを考える必要がある。特に主催者間で何らかの提携の枠組みを作れば、質問に対してより適切な回答を迅速に得られるかもしれない。

[俳句コンテスト]

- ・今回は募集が予想をはるかに超えるものであったため、選考などに時間がかかってしまった。集計や選考体制などについての再検討が必要である。
- ・コメントメールがそれほど多くなかったため、コメントをもとにした審査が難しかった。また、コメントを公開するかどうかについてはスタッフ間でも議論が分かれた。見解を統一して、コメントを有効に活かす枠組みを考える必要がある。

[アンケート]

- ・今年度のアンケートは数が少なく、統計上必ずしも有効な量が来なかったことが懸念される。懸賞サイトなどに登録を行ったのにもかかわらずあまり来なかったことは、アンケート自体が「飽きられている」か、あまり魅力的ではないという可能性が考えられる。アンケートの存廃を含めて、検討を行う必要がある。
- ・これとは別に、例えばどこかのページに Yes/No 形式、あるいは 3 択形式程度の簡単なアンケートを設けておき、それをリアルタイムで集計してみられるようにするといった「クイックアンケート」を行ってもよいと思われる。

[仮想月開発プロジェクト]

- ・プロジェクトの進行結果を、メール配信サービスや最新情報などであまり告知していなかった。週ごとに進行状況などを知らせていく必要がある。

[会議室]

- ・今年度も非常にアクセスが少なく、来年度以降これを独立したコンテンツとして維持していくかどうかは再検討が必要である。
- ・続けていく場合には、何らかの形でよりコンセプトを明確にして運用することが必要と考えられる。たとえば、特定のテーマに絞ったディスカッションができるようにするなど

の工夫が必要である。

[連絡事項]

- ・更新がきわめて不十分でしかなかった。更新を例えばメール経由で行えるようにするなど、より更新しやすくすることが必要と考えられる。
- ・今回のデザインは、「連絡事項」のページをクリックするとそのページにジャンプするようになっていたが、本来のイメージではトップページに連絡事項が直接記されているようなものであったので、来年度のシンポジウムでは、このような方向性に直していくことが必要である。

6.3.2 来年度以降の方向性

月探査情報ステーションは、SELENE 計画をはじめとする日本の月探査計画を紹介することを主目的としている。このため、月探査計画の進行に伴って、サイトの内容やそのあり方を変えていくことが必要となる。

今後月探査情報ステーションを5年、10年単位にわたって恒久的に運用していくことを想定すると、来年度以降については次のようなストーリーを考えていくことが必要になるのではないだろうか。

(1) 2001～2002年

- ・現状コンテンツの拡充をメインとする。
- ・探査機の開発状況などを報告する。現行の「月探査情報ステーション」の枠組みの中で、内容の強化、拡充を行う。
- ・これまでの研究成果などについてのわかりやすい解説を設け、どのような経緯で日本が探査を行おうとしているのか、また、そのバックグラウンドはどのようになっているのか、わかるようにする。
- ・特にミッションが近づいている LUNAR-A について情報を公開するページを設ける。

(2) 2002～2003年

- ・SELENE の地上データ処理センターなどの進捗を考慮しつつ、開発状況の報告をタイムリーに行う。
- ・LUNAR-A の打ち上げを踏まえて、宇宙研の広報とも連携し、イベントやデータ提供などの試みを行う。
- ・過去の研究などについてコンテンツが膨大になってくるので、データベース化などを検討する。
- ・場合によっては、SELENE そのものの広報と、月探査情報ステーションを分離して、相互に連携させつつ2本立てで運営することも考慮する。
- ・月探査の将来計画のページをより充実させ、迅速な情報公開を行う。

(3) 2004～2005年

- ・SELENE の情報公開に向けて、地上データ処理センターのウェブサイトなどを融合する

か、緊密に連携して、SELENE で得られたデータ(とりわけ画像データ)を素早く公開できるような態勢を整える。

- ・ SELENE 自体の広報を強化する。

(4) 2005 年以降

・ SELENE で得られたデータにわかりやすくアクセスできるように、このためのウェブサイトを用意して、専門家、一般、子供などの各対象層ごとのページを作ってわかりやすく解説する。

・ 将来的な月探査計画などについての研究が進んでくるので、その進捗状況を広報するとともに、ウェブ上での一般の人との共同研究などの体制も検討する。

6.4 来年度の計画について

来年度の月探査情報ステーションでは、今年度の成果を踏まえ、よりコンテンツを拡充・強化する方向で引き続き進めていきたいと考えている。と同時に、内容が全体に広がってきているため、それをわかりやすくまとめ、「日本人の月に対する思い」がサイトをアクセスすることによって理解できるようにしていくことを目標としたい。

以下に、新規コンテンツ案について箇条書きで述べる。

・チャットサーバによる技術者・研究者とのオンライントーク

今年度の「パネルディスカッション」をより強化した形である。時間を決めて一般のアクセス者とのチャットにより議論を進めていく。パネルディスカッションと異なり、リアルタイムでの議論の進行で、より活発な議論が行われることが期待される。

・リアルタイムアンケート

単純な設問に対して1クリックで回答できるようなアンケートを設けて、月探査や宇宙開発についての意見を集約するとともに、アクセス数の向上を目指す。

・Q&Aの改造

現在のQ&Aページは到着順に並べられており、過去の質問を目的別に探ることは難しい。そのため、「月のみえ方」「月探査」など、ある程度大きな目的別に質問を並べるようにして、内容を探しやすいようにする。また、全文検索システムを導入して、簡単なキーワードによってページを探し出しやすいようにする。

・英語版の増強

現在は「今日の月」「日本の月探査」「仮想月開発プロジェクト」にとどまっている英語版を強化する。具体的には、ギャラリー、Q&A(一部)、That's SELENE、今月のSELENEなどを英語化の対象にする。

・携帯コンテンツの強化

人気が高まってきている携帯コンテンツを強化する。既存コンテンツの一部の移設を検討する(月クイズ、日本の月探査など)。また、携帯版専用コンテンツなども検討したい。その際には、携帯ならではのコンテンツにはどのようなものがあるか、考える必要がある。

・これまでの月研究をまとめたページの作成

これまで、NASDA などにおいて進められてきた月に関する様々な研究を紹介するページを設ける。論文や研究結果など、もし公開が可能なものがあればできる限り公開する。

月探査情報ステーションの URL は、以下の通りです。

<http://moon.nasda.go.jp/>

<http://moon.nasda.go.jp/i/> (i-モード対応版)

<http://moon.nasda.go.jp/j/> (J-SKY 対応版)

<http://moon.nasda.go.jp/ez/> (EZweb 対応版)