「月探査に関する懇談会　報告書（案）」に対する意見の募集（パブリックコメント）の結果について

平成 22 年 7 月 29 日

1．パブリックコメント実施期間

平成 22 年 5 月 28 日（金）　～　6 月 17 日（木）

2．寄せられた御意見の総数

68 人／団体　から 143 件

3．御意見及び御意見に対する考え方

寄せられた御意見については、御意見の内容に沿って、以下のとおり分割・分類した上で、当該御意見に対する考え方を付記した（別紙1）。

グループ 1:　報告書（案）全体に関するもの
グループ 2:　「1．はじめに」に関するもの
グループ 3:　「2．月探査の目的」に関するもの
グループ 4:　「3．月探査の目標と取組」に関するもの
グループ 5:　「4．有人宇宙活動への技術基盤構築」に関するもの
グループ 6:　「5．我が国の宇宙開発戦略上の位置付け」に関するもの

4．「月探査に関する懇談会　報告書（案）」のパブリックコメント内訳

分　類	内　容	件 数
グループ　1	報告書（案）全体に関するもの	31
グループ　2	「1．はじめに」に関するもの	2
グループ　3	「2．月探査の目的」に関するもの	16
グループ　4	「3．月探査の目標と取組」に関するもの	76
グループ　5	「4．有人宇宙活動への技術基盤構築」に関するもの	17
グループ　6	「5．我が国の宇宙開発戦略上の位置付け」に関するもの	1
	合　計	143

グループ１：　報告書（案）全体に関するもの

別紙1

【全体について】

番号	御意見	御意見に対する考え方
1-1	宇宙プログラムは国家プロジェクトである。人類の未知への挑戦や未来の生存のために絶対的に位置づけられるものであるからこそ、広く国民の応援ををうけている。これが平成22年4月3日の「月探査ナショナルミーティング」の参加して一番深く印象に残ったことである。私は一人のロボット研究者であるが、単純なコストや生産性の比較であらわされるような相対的な技術論が入る余地のない、歴史の漂白に耐える長期的な展望を与える計画をもつことが宇宙プログラムの戦略には何よりも重要であると考える。 宇宙プログラムは上述のような科学的な挑戦である他に、社会的な挑戦の側面があることも、アポロ・ソユーズの競争の時代からの事実である。国家の誇りをかかげ、同胞との一体感を与え、軍事・防衛技術となり、極限技術の民生展開は成長産業をつくるなどの、社会的な広がりを持っていることも忘れてはならない。回り巡って国民の関心を集めることで、科学や技術を持続可能な位置にとどめるためにも、宇宙プログラムの決定にあたってはこの効果を軽んじてはならない。 極めて長期的には、われわれの子孫は宇宙に出てゆくか、消え去るかを選択する時期が来る。その選択の機会を手にするためにも着実に科学の挑戦をすすめ、技術の蓄積をはからなければならない。この観点から見えてくるのは惑星探査や有人探査技術であることはだれにも明らかである。わが国だけの開発で達成できるものではないとしても、これに向けて貢献することが、長期的な目標として掲げることができるものである。月探査がそのような科学や技術の揺りかごになることを祈っている。 「月探査に関する懇談会」の「わが国の月探査戦略」～世界をリードするロボット月探査と有人宇宙活動への技術基盤構築～（案）を読んで感じたことは、月の内部構造調査やサンプルリターンというミッションに特化して、閉じてしまったかのような問題設定の議論の方向性への失望である。 冒頭の「月探査の目的」の①にあげた「太陽系探査のための宇宙技術を自ら確立する」との長期的な目的の表明にもかかわらず、具体的な目標は、ローバによるサンプルリターンや地震計の設置による内部構造の調査という分かりやすい地質学的な「科学」にすり替えられてしまっている。ここで得られる知識の発見が世界初かどうかではなく、果たしてこの科学と技術の取り組みが長期的な宇宙プロジェクトの方向にベクトルをそろえたものかどうかという点について懸念と疑問を感じている。 有人惑星探査につながるような基地建設や、人間の宇宙活動支援技術、それを周辺から支援するさまざまな技術の開発こそが重要で、月面は地質学の科学が目的ではなく、これらの長期的な有人宇宙技術の揺り籠としての位置づけを明確にすることが必要である。	月探査の目的については、1 ページ、2章(注)に記載の通り、①太陽系探査のための宇宙技術を自ら確立、②世界トップレベルの月の科学を一層発展、③国際的プレゼンスの確立、の三本柱としております。 目標についても、科学のみではなく、上記の3つの目的を達成することを目指し、3．1に記載の通り、「今後の太陽系探査に重要なステップとなる宇宙技術を確立すると共に、月の起源と進化の解明にせまる」としています。 将来のロボットによる自在な宇宙活動を展開する能力を持つことにつながるものとして、重力天体への往還技術や惑星探査ロボット技術などの探査技術は重要であり、このような我が国が保有していない技術を着実に確立していくことが重要と考えます。 なお、有人宇宙技術につきましては、4 章に示すとおり、まずはその根幹をなす有人往還システムの鍵となる要素技術等の研究開発から進める内容としております。 また、11 ページ、5章の最後に記載の通り、月探査への取組と有人宇宙活動への取組は、「長期的には、ロボットによる自在な宇宙活動、及び有人による国際協力での自律的な宇宙活動を展開する能力を持つことにつながり、国際的にさらに大きな役割を果たすことが可能となる。」という重要な位置づけを持つと考えております。

（注）ページ番号、章番号等は、資料３「月探査に関する懇談会　報告書案〔修正版〕」の番号に対応。以下同様。

	これは限られた科学予算の中で失敗を許されない計画を立てる戦略として苦慮した末の結論ではないかと好意的にみることも可能である。しかしミッションを成功確率だけから計算することは、人類の長期のミッションを歴史のなかで考えることを放棄してしまっているともいえる。日本の中の文部科学省の一部局としてのJAXA中心の組織から、わが国全体の政策としてより高い視点から宇宙プロジェクトを見る組織を考える時期ではないだろうか。	
1-2	報告書は広い分野の、我が国を代表する優れた識者の討論をまとめただけあり、大変すばらしく、読み応えがありました。ここに書いてある内容に基本的には賛成です。 ただ、報告書全体を通して、月探査に関する最も基本的な哲学が完全に抜け落ちているような気がしました。以下、それをごく簡単に述べます。 この報告書案では、月探査の目的として、以下の3つを掲げ、これを基調にして報告書案全体が作られています。 ① 太陽系探査のための宇宙技術を自ら確立 ② 世界トップレベルの月の科学を一層発展 ③ 国際的プレゼンスの確立 この 3 つはまさにその通りだと思います。しかし、この3つだけでは、月探査（に限らず宇宙探査そのもの）を進める原動力としては不十分であると思います。 たとえば、①の目的に関していうなら、「なぜ大きな予算を用いて、太陽系探査の技術を確立する必要があるのか」という疑問がすぐ返ってきそうです。②、③に関しても同様でしょう。 この3つの目的の上位に、そもそも、何のために月の（あるいは太陽系の）探査を行うかという大きな設問がある筈です。それは一言にまとめるなら人類のフロンティアの拡大だと思います。 人類の歴史は、原始的な洞穴の生活から、 洞窟⇒村⇒都市⇒国⇒大陸 というフロンティアの拡大の歴史でありました。人類の生存圏の拡大の本能は文明が途絶えることなく持続的に発展するのを支えてきたと言えるでしょう。 そして地球上の辺境がほとんど消滅しようとしている今、人類は本能として宇宙にフロンティアを拡大していこうとしています。フロンティア拡大は、短期的な経済効果や国同士の縄張り争いを超越して、人類のDNAに刷りこまれた本能であると思います。	太陽系探査を含む宇宙空間というフロンティアへの挑戦については、宇宙基本計画の6つの方向性の一つとして、「先端的な研究開発の推進による活力ある未来の創造」の中で、御意見のような意義がある旨記述されております。 本懇談会においても、第 2 回会合において、月探査の意義の一つとして、「人類の活動領域の拡大」という点を挙げており、このような意義も踏まえ、本報告書はより具体的な目的等についてまとめものです。 なお、11ページ、5章において、本取組全体がフロンティアへの挑戦の位置づけにあることを記載しております。 しかし、人類の活動の場（あるいは、フロンティア、生存圏）を拡大することへの貢献などについて、より直接的には有人宇宙活動、有人探査の意義として、本懇談会においても議論されておりますので、4章の第2パラグラフ（10ページ、5行目から）に、以下のように追記修正させていただきたいと思います。 （修正前） ・・・また、有人探査を含めた有人宇宙活動への取組は、厳しい環境や要求に挑戦することを通じて最先端科学技術をさらに進化させ、将来の環境・エネルギー問題、医療問題などの解決の鍵を提供できる可能性を秘めている。 （修正後） ・・・また、有人探査を含めた有人宇宙活動へ

	このように、宇宙探査には、経済効果や国威発揚だけでは理解できない上位の目的があると信じます。現在運用中の宇宙基地もその観点からの理解が是非必要でしょう。 なお、人類のフロンティアの拡大は当初は（人間の分身である）ロボットで行うことができます。したがって上記のような哲学は短期的には宇宙ロボットで実現可能であります。もちろん長期的には、必ず人間が月・惑星に進出していくべきでしょう。 一方、月・惑星の科学はいわば知的フロンティアという意味で人類のフロンティアの拡大に含まれます。このような基礎科学は近未来の経済効果は持たないけれど人類の知的好奇心を充たすという意味で、長期的には人類の精神文明を豊かにし、さらに文明の展開を通して人類の持続的な発展を支えていくものであると言えましょう。	の取組は、人類の活動の場の拡大につながることはもとより、厳しい環境や要求に挑戦することを通じて最先端科学技術をさらに進化させ、将来の環境・エネルギー問題、医療問題などの解決の鍵を提供できる可能性を秘めている。
1-3	報告書を拝見させていただきました。 別件ですが、探査機「はやぶさ」の世界初の偉業に日本、世界がわいています。 目的は惑星の地表物質の採集のようですが、月までの数倍の距離を往復できただけでも驚異的なことらしく、日本の技術力に改めて驚きと感動をしています。 将来性のある分野は事業仕分けで予算削減などせず、むしろ将来への投資という意味で開発予算を増やすべきだと個人的には思います。 某女性議員さんの「2 番じゃダメなんですか？」という言葉にはガッカリさせられました。 話が逸れましたが、本件に関しましてとても素晴らしい内容だと思いました。 「はやぶさ」と同じように国民に夢と希望を与えてくれる、将来の日本の姿がイメージできる、そんな計画です。 これまでの航空機分野では日本は欧米に比べて遅れていたのか他国からの政治的圧力で開発できなかったのか分かりませんが存在感を示せませんでしたね。 宇宙開発分野ではぜひ先行して技術・経験・データの蓄積、そして世界に対して発言権の獲得をしていただきたいと思います。 他国の後追いや協力ではなく、「世界の中心となる日本＝他国が協力してくれる日本」を期待しています。	本報告書（案）に賛同される御意見として承ります。
1-4	税収が限られた中で、宇宙開発予算だけが突出して増額になる可能性も少ないと思うので、得意分野を伸ばすためと有人宇宙船を開発する上で必要な技術に絞って開発を進めるのが常識的かと思います。 以下に、私の考えを述べます。 1．無人探査機による小惑星と枯渇彗星核への接近調査。可能で有ればサンプルリターンを継続し、得意分野を世界最高水準に維持する。イオンエンジン等、外国に売り込める装置は拡販を図り、宇宙関連産業を発展させる。 2．有人活動は、低軌道への日本独自の輸送手段の確保を第一目標とし、重粒子が飛び交うバンアレン帯外部への進出は、有人宇宙船に充分な安全対策が施されてからとして、当面は考えない。 3．木星以遠探査機用電源開発を第一目標とし、目処が立つまでは、月探査は周回機による調査を主とす	長期的視点から、我が国が宇宙先進国として自在な宇宙活動、及び国際協力での自律的な宇宙活動を展開するためには、得意分野を伸ばすだけではなく、今後の太陽系探査の重要なステップとして、我が国が保有していない重力天体への往還技術などを確立していく必要があると考えております。地球に最も近い重力天体である月は、その技術確立の場として最適であると考えております。

	る、短期間活動の着陸機は可。 4．惑星探査機と24時間通信可能なアンテナ群を全世界に設置する。運用の要員や設備の維持管理にかなり費用が掛かりそうなので、ESA、インド、イラン、ブラジルの衛星通信用アンテナを借りることも視野に入れて、NASAのDSN以外の手段を確保する。 5．探査機と宇宙船を宇宙に送り出すロケットの継続的な開発を行う。今年から新固体ロケットの開発が始まるようですが、液体ロケットも扱いが難しい液体水素からLNGかケロシンに変更する開発を行うべきです。	また、深宇宙用の追跡管制設備については、探査機との微弱な電波の通信や可視時間の確保などのために、今後とも国際的な協力は重要と考えますが、7ページ、3．2（2）の最後に記載しているように、計画を進める上で必要な設備については整備を行っていくことが必要と考えております。 有人宇宙技術については、本報告書案の4章に記載のとおり、まずは有人宇宙活動の根幹である有人往還システムの鍵となる要素技術等について研究開発に取り組むこととしております。 なお、他の様々な天体の探査を行うことも重要と考えており、そのための技術の研究開発を否定するものではありません。 ロケットについて、いただいたご意見は、今後の参考とさせていただきます。
1-5	このたびは国民から広く意見を募っていただきありがとうございます。 ごく個人的な意見ではございますが述べさせていただきます。 まず「2．月探査の目的-①」に於いて目的のひとつとして挙げられている、 将来の惑星探査に備えて重力の大きな天体への着陸、離陸技術を得たいということについてです。 「参考表2」にあるように各国着陸を図るミッションが予定されている中、同様の探査を行うことに疑問を持っております。 故に現時点で惑星規模の天体に対する着陸技術を得ることに必要性を感じておりません。 惑星探査に関しては得意な磁気圏や大気の研究に重点を置くべきですし、「2．月探査の目的-③」に挙げられております 「国際的プレゼンス」という言葉に沿うのは、現状トップクラスの各天文衛星や小惑星探査機を伸ばすという方向であると考えます。 また関連して、「4．有人宇宙活動への技術基盤構築」に於いて、あたかも有人宇宙活動技術がなければ国際的なパートナーシップを持つことが出来ないかのような記述がございます。 地球圏に於ける有人宇宙活動は維持されるべきと考えますが、こと惑星探査に於いては無人探査が有人探査に対してメリットを持たないなどということは考えにくく、人命を危険にさらすことなく行える無人探査は賞賛こそされ、蔑まれるべきことではないと考えます。 有人探査の方が優れているかのような考えをいつまでも持ち続け、有人活動技術を持つことが世界に並ぶことだと信じ続けることは、いつまでも大国の後を追い続けることに他なりません。	惑星の誕生と進化の解明などの科学や資源利用調査などのためには、リモートセンシングによる全球の把握の後に、着陸して多くのデータを取得するという地質学アプローチが重要であると考えております。また、長期的視点から、我が国が宇宙先進国として自在な宇宙活動、及び国際協力での自律的な宇宙活動を展開するためには、得意分野を伸ばすだけではなく、今後の太陽系探査の重要なステップとして、我が国が保有していない重力天体への往還技術などを確立していく必要があると考えております。地球に最も近い重力天体である月は、その技術確立の場として最適であると考えております。 2020 年のロボット月探査の目標は、国際的プレゼンスの確立を目的の一つとしております。 有人宇宙活動については、有人宇宙活動としての意義があり、将来の国際協力において諸外国と対等のパートナーシップを発揮するためには、有人宇宙活動を可能とする能力を確保する

	本報告書に於いても随所にロボット技術を掲げておきながら最後は有人に立ち返るというのは理解致しかねます。 無人探査は有人探査のためのステップだという考えを捨て、他の追随を許さない無人探査技術の確立によって「国際的プレゼンス」を確保する方向を志向していくべきだと考えます。 次に、「3．2　目標実現に向けての進め方」以降に挙げられております、予算に関してです。 月探査計画は月面基地考想をはじめとして、大規模ミッションとして検討なさっているようにお見受け致します。 月震計の設置や未踏区域の探査等、目標とする研究内容自体はとても意義のあることと感じますが、要求のある科学衛星さえも製作がままならない予算規模の中、さらなる予算圧迫を生むのではないかという懸念を持っています。 天文衛星の機体更新の合間に探査機を打ち上げている現状を鑑みますと、月探査に関しまして、現状の科学衛星関連予算とは別枠で行われるのでなければとても支持できるものではないと感じております。 最後に懸念する点として、随所に登場いたします「国際協力」という言葉に危うさを感じております。 ISSは国際協力の名の元、窮屈な運用を迫られてしまいました。 国際協力の折にはあくまで各国別々のミッションの協力とする形で御検討を御願い致します。 （例：国際月面基地のようなものではなく、近年の惑星探査のように各国が役割分担をし別々の探査機を運用する形） 以上を私の意見と致します。御参照いただければ幸いです。	こと、その鍵となる要素技術等を独自に確立することが重要であり、今後の宇宙開発の展開には必須であると考えます。 　また、11 ページ、5章の最後に記載の通り、月探査への取組と有人宇宙活動への取組の両面への取組により、「長期的には、ロボットによる自在な宇宙活動、及び有人による国際協力での自律的な宇宙活動を展開する能力を持つことにつながり、国際的にさらに大きな役割を果たすことが可能となる。」という重要な位置づけを持つと考えております。 　予算との関係につきましては、他の太陽系探査・宇宙科学を含む宇宙開発利用全体の総合的な推進に留意しつつ月探査に取り組むべきと考えております。太陽系探査については、2章＜月探査の目的＞に記載している通り、様々な天体の探査が重要であると考えております。上記の考え方を明確にするため、本資料の最後の【別紙1】の通り、報告書案6章、及び参考3に追記いたしました。 　なお、国際協力については、2ページ、2章③や10ページ、4章に記載のとおり、リーダーシップ、あるいは対等なパートナーシップを発揮できるようにすることが重要と認識しております。
1-6	私は当該分野の専門家ではありませんが、下記に、一国民としての率直な意見を述べさせていただきます。 1．「月探査」について 　日本の宇宙開発は、我が国のみならず、人類全体にとって大きな進歩となる目標を掲げて行うべきと考える。宇宙開発の結果として得られた、人類としての新たな知見は、広く世界の人々に積極的に公開し、「世界から目標とされ、尊敬される日本」を目指していきたい。 　月面は、人類としては既に有人探査技術を有している。また、既に「かぐや」の実績を持つ日本としては、月面のロボット探査は目線が低すぎるように思われる。「2．月探査の目的」として「①　太陽系探査のための宇	月に関しては、既に米国のアポロ計画や旧ソ連のルナ計画などにより探査が進められてきましたが、着陸して詳細に探査した範囲が限られていることや、当時の観測機器の能力の限界もあり、科学的に未解明の部分が多く残されており、「かぐや」の成果を踏まえ探査活動を発展させることにより、月の誕生と進化の解明にせまるという、トップレベルの科学を達成することが可能と考えています。 　月探査を推進することで、世界に貢献していく

	宙技術を自ら確立」とあるが、その後のビジョンが明確に語られていないので「なぜ今、日本が月探査なのか？」という素朴な疑問がぬぐいきれない。 ついては、 ・報告書として語るべき対象を「月探査」ではなく「太陽系探査」に変更。 ・他国の探査機が到達していないか、十分に探査できていない惑星・衛星・小惑星などの天体のロボット探査やサンプルリターンを最終目標に設定。 ・月探査は、あくまでそのためのステップ。ミッションもその範囲に限定。 ・その後のステップとしては・・・・を予定。 という形に、月探査の位置付けやその後のビジョンを明確にしていただきたい。 また、太陽系探査を最終目的とした場合、月探査よりも優先度・有用度が高いことがあるようであれば、選択と集中の観点から、むしろそちらを優先すべきと考える。	ことについては、1ページ、2章①の技術の面では記載しておりますが、2 ページ、2章②の科学の面では記述が不足しておりましたので、御指摘を踏まえ、2章②の最後の文を以下のように追記したいと思います。 （修正前） 我が国としては、これまでの成果を基に、世界で初めてロボットにより探査基地を構築して探査を進めることで、世界トップレベルの月の科学を更に発展させることが重要である。 （修正後） ・・・世界トップレベルの月の科学を更に発展させ、人類の知的資産の蓄積に貢献していくことが重要である。 本懇談会は、宇宙基本計画に基づき、月探査の検討を行うために開催されているものであり、その検討の成果をまとめた報告書案の記載範囲も月探査としておりますが、太陽系探査全体における月探査の位置付けにつきましては、11ページ、5 章に記載のとおり、自在な太陽系探査を可能とする技術の確立に向けた重要なステップと位置付けており、有人宇宙技術の蓄積と併せて、長期的には、ロボットによる自在な宇宙活動、有人による国際協力での自律的な宇宙活動を展開する能力を持つことにつながり、国際的にさらに大きな役割を果たすことが可能と考えております。 なお、本懇談会は、月探査と他の探査との優先順位を検討しているものではありません。太陽系探査については、2章＜月探査の目的＞に記載している通り、様々な天体の探査が重要であると考えております。他の太陽系探査との関係に

		ついての上記の考え方を明確にするため、本資料の最後の【別紙 1】の通り、報告書案6章、及び参考3に追記いたしました。 また、他の天体に比べて月探査を優先しているかのような誤解を招かないよう、2 章の＜月探査の目的＞を以下のように修正致します。 （修正前） （前略）、様々な天体の探査を行うことが重要である。その中でも、地球に最も近い重力天体である月において、（後略） （修正後） （前略）、様々な天体の探査を行うことが重要である。<u>その中で、月は地球に最も近い重力天体であり、</u>（後略）
1-7	3．報告書（案）に関連して、航空・宇宙分野への我が国の取り組みについて 日本はいわゆる交通機関の分野で、自動車、鉄道、船舶に関しては世界トップレベルの技術基盤を有しているが、唯一、航空・宇宙分野だけが劣っている。この分野の強化・世界トップレベルへの到達に関しては、国の最重要目標として掲げるべきだと考える。 日本の航空・宇宙分野の研究開発予算の規模は、GDP 比を考えても、米国、欧州より大きく見劣りするのは何故か。JAXA には航空機分野の研究開発部門も含まれているが、宇宙開発だけでなく航空機産業振興も含めて、本来であれば日本が相対的に他国に劣っている分野にこそ予算を重点配分し挽回に努めるべきであるのに、理解に苦しむ。 今の日本の「そこそこ豊かで安全だが、活力が失われつつあり、目標を喪失していて、将来に不安を感じている」という閉塞感を鑑みるに、改めて「人類初」「世界一」といった高く明確な目標を掲げて、国民に夢を与え、自信を取り戻させるような政策を望みたい。航空・宇宙分野は、それにふさわしく、日本には幸いにもそのために必要なポテンシャルがある。	我が国の宇宙開発利用に対する危機感を踏まえ、宇宙基本法が制定され、宇宙基本計画が作成されたことについては、宇宙基本計画の冒頭に記述されております。 月探査につきましては、その宇宙基本計画における6つ方向性の一つである、「先端的な研究開発の推進による活力ある未来の創造」という方向性の中で検討を進めているものであり、本報告書案においても、3．1に記載のとおり、世界初の高い目標を掲げているものです。
1-8	僕の様な若者に夢をもたせ、将来のために技術開発を推進するには宇宙開発は必要でコストパフォーマンスの高いものだと思います。 しかし日本の少ない宇宙開発予算のなかで宇宙開発を行おうとするときに報告書にあるような費用も他の探査計画よりも高く、それでいて期待される成果はそれらよりも少ない計画を進めることは、結果的に宇宙開発	本懇談会は、月探査と他の探査との優先順位を検討しているものではなく、他の太陽系探査を含む宇宙開発利用全体の総合的な推進に留意しつつ月探査に取り組むべきと考えております。太

	をだめにし、若者の夢もつぶしてしまいます。僕は報告書で述べられている計画に反対です。 はやぶさ(muses-c)が先日小惑星から帰還しました。IKAROS は帆を開きました。これらは大きな成果を上げ、将来必要となる技術を開発することにもつながっています。一方予算はどれだけの規模だったでしょうか？ ひじょうに小さなものでした。しかし、国民の関心を引き宇宙への夢を掻き立てました。 月探査計画の予算はいくらでしょうか？ 「2015 年ごろまでに約 600～700 億円（3.2(1)、5p）、2020 年までに 2000 億円（3.2(2)、8p）」 と書いてありました。 その資金をを例えばすべて「はやぶさ」が行ったような小惑星探査に振り向けた場合、そのことによって期待される成果と同額を月探査に使った場合に期待される成果を比べた場合、あらかに前者のほうが大きな成果を上げることができます。 日本は「はやぶさ」や「IKAROS」によって得られた成果を最大限に生かすべきではないでしょうか。そのためには月探査は他の探査計画よりも優先順位を下げられるべきです。ということは、月探査計画に予算をつぎ込むべきではありません。	陽系探査については、2章＜月探査の目的＞に記載しております通り、様々な天体の探査が重要であると考えております。他の太陽系探査との関係についての上記の考え方を明確にするため、本資料の最後の【別紙 1】の通り、報告書案6章、及び参考3に追記いたしました。 また、「はやぶさ」では微小重力天体を対象とした着陸探査、帰還を行いましたが、太陽系探査の対象となる天体は、小惑星などの微小重力天体のみならず、月、火星、金星、木星の衛星等の重力天体があり、月探査で確立する着陸探査を行う技術は、このような重力天体を含めた将来の自在な太陽系探査への重要なステップとなると考えております。 そのため、「はやぶさ」のイオンエンジンやIKAROSのソーラーセイルなどの遠方航行の技術の発展とともに、対象天体へ着陸して探査を行う技術を確立する必要があると考えております。今後の太陽系探査に向けた技術確立については、上記の考え方を含め、本資料の最後の【別紙2】の通り、報告書案 2 ページ、（＊1）に技術的な説明を追記いたしました。
1-9	■ロボット探査の先に有人活動はあるのか？ ・月の科学探査の重要性には同意 ・ロボットと有人では必要とする技術基盤が異なるのでは？ ・ロボットへ進むならロボットへ有人へ進むなら有人へアメリカと比べて潤沢とは言えないリソースを分散させず最も効果的かつ将来性のある計画を選択して集中すべきでは？	ロボットと有人で必要となる技術基盤には違いもありますが、例えば、重力天体への着陸技術、帰還技術などは共通の技術基盤であり、まずはロボット月探査でそのような基礎となる技術を確立した上で、将来的には有人に適用していくことも可能と考えます。 月探査につきましては、4ページ、3．1に記載のとおり、できる限り低コストで最大限の成果を得るために、まずロボット月探査を実施することとしております。また、有人宇宙活動については、有人宇宙活動としての意義があり、将来の国際協力において諸外国と対等のパートナーシップを発揮するために、有人宇宙活動を可能とする技術的能力を確保することが、今後の宇宙開発の

		展開には必須であると考えております。このため、上記の共通的な技術基盤とは異なる有人に特有な鍵となる要素技術等の研究開発を進めていくことが重要と考えております。
1-10	■太陽系探査のために月探査は有効か？ ・月で得られた技術やノウハウは太陽系探査に活かせるのか？ 重力天体としての月の特長は太陽系内では特殊では？ ・月基地建設で得られるメリットは建設・維持コストを上回るのか？ 本当に月に建設した基地は太陽系探査の足がかり足り得るのか？ ・「はやぶさ」「あかつき」のように直接探査が可能なのであれば月を経由する意味はないのではないか？	探査の対象となる天体毎に、固有の探査技術が必要となりますが、太陽系探査の対象としては、月以外にも、火星や木星の衛星等の重力天体があり、月探査で確立する技術は、将来の自在な太陽系探査への重要なステップとなると考えております。また、今後の太陽系探査に向けた技術確立については、上記の考え方を含め、本資料の最後の【別紙2】の通り、報告書案 2 ページ、（＊1）に技術的な説明を追記いたしました。 また、月基地建設で得られるメリットは、4ページに記載のとおりですが、基地そのものが太陽系探査の足がかりとなるというよりも、月で確立する技術が太陽系探査の重要なステップとなると考えております。 したがって、「はやぶさ」「あかつき」などが物理的に月を経由して目的地に行くということではなく、月以外の重力天体への着陸探査のためには、「はやぶさ」などで確立した技術のみならず、重力天体の着陸探査を行う技術を確立していくことが重要と考えております。
1-11	月探査は月探査のみで独立した分野ではなく、広く太陽系探査全体の中に位置づけられるものである。それをなぜ月のみを突出して宇宙開発戦略本部の懇談会を立てて審議したのだろうか。 アメリカの有人月探査計画に呼応したものと推察する。が、今年初めにオバマ米大統領は有人月探査計画のキャンセルを発表した。正式決定はまだだが、米有人月探査計画に呼応した日本の月探査構想は、この段階で「梯子を外された」と考えるべきである。 米計画がなくなった以上、日本の月探査は日本の宇宙戦略の一環として企画立案する必要がある。 日本の宇宙戦略にもっとも必要なのは、現実と見据えた合理性である。その意味では月探査には、科学的意味以上のものは見いだせない。科学探査には意味がある。太陽系全域探査に向けた技術開発は意味がある。しかし国際政治的な意味は、米の方針転換で消失した。	御指摘の通り、月探査が広く太陽系探査の中に位置付けられるということにつきましては、1 ページ、2 章の月探査の目的に、「太陽系の成り立ちなどを解明するためには、様々な天体の探査を行うことが重要」と記載しているとおりです。 懇談会としては、月探査の3つの目的のために、我が国独自の目標や進め方を検討したものであり、アメリカの有人月探査計画に呼応したものとの御推察は当たりません。この点を明確にするため、本資料の最後の【別紙1】の通り、報告書案6章、及び参考3に追記いたしました。 また、2ページ、2章③に記載のとおり、米国の

	従って、日本の月探査は、1)太陽系探査の枠組みの中で、2)科学的探査と技術開発の両面で合理性を持った形で、実施する必要がある。 上記の観点からすると、月探査に関する懇談会報告案に記載された月探査計画は 2 つの問題点がある。 1)予算規模が大きすぎる。現行の予算規模の中で実施すると、他の太陽系探査計画を圧迫しかねない。これは本末転倒だ。太陽系探査の中の月探査であって、月探査のみが科学目標として突出しているわけではない。 この規模で実施するならば政治的判断による予算増額が必須である。予算規模が全体として増えない場合は、探査の小規模化すべきと考える。 2)2020 年の計画については、果たして月の南極を目標とすべきか、その科学的意義を最優先に再考すべきである。南極については水資源存在の可能性が指摘されており、米有人月探査計画でも着陸候補地・基地建設候補地であった。しかし、米計画がなくなった今、極域を目指す理由は何なのだろうか。月の水については、その存在はほぼ確認できたものの量は少なく広く薄く分布していることが分かっている。これまでの探査では資源として有望なだけの量がまとまって存在する確証は見つかっていない。 月探査機「かぐや」の観測で発見された溶岩チューブに通じるらしき縦穴も、探査目標の候補として、ミッションの科学的価値の視点から論証すべきであろう。 技術開発の面でも、再考すべきところは多々ある。本当に精度 100m でしか着陸できないのだろうか。むしろ「科学側の要求が 100m でしかないから、工学側もそれ以上のモチベーションが出ない」という可能性はないか。縦穴縁への着陸、あるいは縦穴への降下まで考えることはできないのだろうか。 あるいは、越夜技術について。プルトニウムを使えば簡単に問題解決可能なのだから、無理筋の技術開発を行うよりも、プルトニウム搭載が可能な体制を作るほうが、正論ではないか。それは検討されたのか。あるいは、そもそも越夜技術の将来の太陽系探査への展開の可能性が乏しいならば、ぱっさりあきらめるという選択肢も考慮する必要があるだろう。 追記：我が国独自の有人宇宙計画について、このような公文書に記載されたことは高く評価できる。しかし、有人宇宙計画と月探査をリンクさせるのは、米有人月探査に引っ張られた大きな間違いだ。有人宇宙計画と月探査は独立した別物として扱うべきである。 なぜ、我が国は米有人月探査との絡みでしか、独自有人計画を議論できなかったのか。どこに日本という国の自主性があるのか、よほどきちんと反省する必要がある。 以上	方針転換に関わらず、複数の国が月を目指している状況に変わりはなく、今後月とその資源の開発・利用に関する国際ルール作りが進展していくものと考えており、国際的なプレゼンスの観点からも依然重要であると考えております。 1）について、他の太陽系探査を含む宇宙開発利用全体の総合的な推進に留意しつつ月探査に取り組むべきと考えております。他の太陽系探査との関係についての上記の考え方を明確にするため、本資料の最後の【別紙 1】の通り、報告書案6章、及び参考3に追記いたしました。 2）について、2020 年の探査地点を南極周辺に絞った理由は、水資源存在の可能性や米国有人探査計画の着陸候補地であったこととは直接関係はなく、3～4ページ、3．1に記載の通り、科学的観点から、目標として、月の起源と進化の解明にせまること、そのために、内部構造探査、及び異なる年代の岩石の分析が重要であるとの認識の下、ロボットの長期間の周辺探査により、例えば月の裏側のマントルの岩石や、形成年代の古い石から新しい石まで、これまで人類が手にしたことのない科学的価値の高い岩石を採取できる可能性が高いことや、今まで観測できていない月の裏側で発生した地震を直接計測できる可能性があるなど、内部構造探査の場所としても価値が高いことなどがその理由です。 なお、溶岩チューブ（溶岩洞窟）の探査など、将来の発展的探査の可能性を否定するものではありません。 越夜技術につきましては、日本が得意とする民生技術をいかし、新たな宇宙技術の確立を目指すものとして重要と考えております。なお、過酷な環境における技術が、地上における次世代の民生技術のイノベーションの創出にもつながるこ

		とが期待されるものです。 懇談会においては、有人を視野に入れたロボットによる月探査について検討を進める中で、月探査に絞らずに有人宇宙活動全般について広く議論を行いました。 将来の有人による探査にもつながる技術基盤の構築を着実に進めていくことが重要であり、探査目標にかかわらず、有人宇宙活動の根幹となる有人往還システムに関する鍵となる要素技術等の研究開発を進めることが適当であるとの結論を得たものです。
1-12	まとめとして、技術の開発・確立、科学の発展という目的は全く正しいと思う。 しかし、この戦略では実際のところこの２点以外に重点が置かれておりまったくの計画立案倒れだと思える。 長期計画において短いスパンで探査機を月に送り目的を達成するのが本来の計画だと考えられる。最低でも２年に1機は探査機を月へ送るべく計画を再検討すべきである。 また、有人月活動は、その後を受けて再度検討する内容だと思える。 この月探査戦略だと、現在の日本宇宙開発の優先順位においてけして高いものだと思えないのがこの報告書を読んでの感想である。 これでは、集中と選択から言えば月探査よりも小惑星探査の方が優先順位が高く見えてしまう。 月探査にこだわるのであれば、すでに月周回衛星「かぐや」の実績があり、そこから得られたものを具体的にあげて戦略を練る直すのが望ましいと思われる。 最後に、小惑星探査機「はやぶさ」のように月探査が国民から祝福と理解を得られる計画になることを望みます。	月探査の目的については、2章に記載の通り、①太陽系探査のための宇宙技術を自ら確立、②世界トップレベルの月の科学を一層発展、③国際的プレゼンスの確立、の三本柱としており、これらに重点を置いて検討を行った結果、３．１の目標、３．２の目標実現に向けての進め方に記載のとおりとなりました。また、有人月探査を前提としているものではなく、4章に記載のとおり、まずは有人宇宙活動の根幹である有人往還システムの鍵となる要素技術等について研究開発に取り組むこととしております。 なお、検討に当たっては、懇談会の第1回会合より、「かぐや」のみならず、これまでの各国の月探査の成果も踏まえ、具体的に検討を行い、世界初の成果を目指す内容としております。 なお、本懇談会は、月探査と他の探査との優先順位を検討しているものではありません。太陽系探査については、2章＜月探査の目的＞に記載している通り、様々な天体の探査が重要であると考えております。他の太陽系探査との関係についての上記の考え方を明確にするため、本資料の最後の【別紙 1】の通り、報告書案6章、及び参考3に追記いたしました。

1-13	■意見3： 月探査の目的と手段の繋がりがこの文書だけでは説得力に欠ける 実はここが今回の提言の一番の弱点ではないかと思われる。 確かに月探査によって列挙されている3つの目的には近づけると思われるが、文書で触れられている通りインド、中国の参戦もあり、競争率は上がっている。 当然国際貢献度は相対的に下がる上に、「トップレベル」は1位の座をより多くの国と共有することになる。「フロンティア」としての価値も下がっている、といっても過言ではないと思われる。 「太陽系大航海時代」と銘打っているこの時期に、なぜ近い月に再び挑むのか、また「かぐや（月）」「はやぶさ（小惑星）」「あかつき（金星）」の次が、なぜ月なのか。これだけリソースを集中させることで、どれだけ効果的に、また与えられた選択肢（火星、小惑星、その他の目標）を目指すことに比べて、目的が達成できるのかが説明されていないと感じる。 特に先日帰還した「はやぶさ」が多数の「オンリーワン」な実績を残したことは記憶に新しい。研究分野において、少ない「オンリーワン」な功績は、多数の「トップレベル」の実績に勝ることが多々ある。新規分野の開拓は、自国の技術の発展だけでなく、同時に確実に国際的研究に貢献にも繋がる。 月探査が設定された目標を達成するのに最も効果的な手段なのか、が検討された経緯を提示するべきと考えます。	太陽系探査については、2章＜月探査の目的＞に記載している通り、太陽系の成り立ちなどを解明するためには、様々な天体の探査を行うことが重要と考えています。その中で、月は地球に近い成り立ちを持ちながら、火山活動や地殻変動などが早期に終了したため、進化の初期過程の痕跡が残っており、地球を含む固体惑星の誕生と進化の解明にとって重要な研究対象の一つであると考えられています。 技術的には、「かぐや」「あかつき」では、重力天体を周回する軌道への投入と、リモートセンシングによる観測を行い、また、「はやぶさ」では微小重力天体を対象とした着陸探査、帰還を行いました。「太陽系大航海時代」に向け、2章①に記載のとおり、今後、我が国が有していない、重力天体へ着陸して探査を行う技術などを自ら確立することが重要であり、そのためには、地球に最も近い重力天体である月においてこれらの技術を確立することが最適と考えております。今後の太陽系探査に向けた技術確立については、上記の考え方を含め、本資料の最後の【別紙2】の通り、報告書案 2 ページ、（＊1）に技術的な説明を追記いたしました。
1-14	「他国が、アメリカが月へ向かっていたから月へ」ではなく、 日本がまったく独自に宇宙を目指す上での最適な目的地が月であるから月へ行くのだ、という意味合いがあるなら大いに賛同出来ますが、現状では何故月で何故ロボットによる探査なのかがいまいちイメージ出来ません。 現在、アメリカは月ではなく、その先にある火星へ向かおうとしています。 日本は今一度、「今日本に出来る最適は何か」を考えなおすべきではないでしょうか？ 個人的には、つい先日偉業を成し遂げ帰還を果たした小惑星探査機「はやぶさ」で切り開いた小惑星探査に全力を投入するべきだと考えます。	懇談会としては、我が国独自の目標や進め方を検討したものであり、アメリカの計画に対応したものではありません。日本が月を目指す目的は、2 章に記載のとおりです。この点を明確にするため、本資料の最後の【別紙1】の通り、報告書案6章、及び参考3に追記いたしました。 また、長期的視点から、我が国が宇宙先進国として自在な宇宙活動、及び国際協力での自律的な宇宙活動を展開するためには、「はやぶさ」で切り開いた重力の小さい天体の探査技術を伸ばすだけではなく、今後の太陽系探査の重要なステップとして、我が国が保有していない重力天体への往還技術などを確立していく必要があると

		考えております。地球に最も近い重力天体である月は、その技術確立の場として最適であると考えております。 なお、本懇談会は、月探査と他の探査との優先順位を検討しているものではありません。太陽系探査については、2章＜月探査の目的＞に記載している通り、様々な天体の探査が重要であると考えております。他の太陽系探査との関係についての上記の考え方を明確にするため、本資料の最後の【別紙 1】の通り、報告書案6章、及び参考3に追記いたしました。
1-15	時間が無いため箇条書きをお許しください。 全体の印象を述べさせていただきます。 数千億円も使ってアメリカの後塵を拝す、しかもアメリカが40年前に達成したことの追随と感じる。周辺開発を含むとはいえ、数千億円も使いながら月までしか行かないのか。 アメリカ・オバマ大統領は月はさしおいて火星を目指すという。国際協調路線や予算的観点から、各国バラバラに行わず協同で火星を目指すことは考えていないのか。 科学的興味は充分にある（いまだかつて世界が成功していないデジタル地震計の多量設置など）が、それでも他のプロジェクトや距離と比べ予算が10倍程度あることには疑問を抱かざるを得ない。 p7？あたりからやたら「二足歩行ロボット」にこだわる理由が論理の飛躍にしか思えない。 二足歩行でなければならない理由はあるのか。故・福田首相が答弁したから、というのは理由にならない。 ローバータイプ、キャタピラなどのほうが安定していると（素人考えだが）思うが。 転倒した場合の破損まで考慮に入れているか。また頑丈にする分だけ重量が増すがそこの考慮はあるか。 はやぶさのような、緻密なサンプルリターンや地震学的貢献を日本の町工場の力を借りてお家芸とすべきである。はやぶさの技術は戦争目的には力格好のものであろう。 極論だが、宇宙を純粋に平和利用しかしない日本が技術的に囲い込んでしまえば技術流出を防げるばかりか米国の核の傘を借りる必要さえなくなるかもしれない。 以上よろしくお願いします。	2章①に記載している通り、我が国は重力天体への着陸探査・帰還に係る技術はまだ有しておらず、我が国自らの技術として、これらの技術を確立していくにあたり、月は地球に最も近い重力天体であることから、今後の太陽系探査に必要となる新たな宇宙技術を確立する場として最適であり、将来の自在な太陽系探査への重要なステップとなると考えております。 本懇談会は、月探査と他の探査との優先順位を検討しているものではなく、幅広く様々な天体の探査が展開されることが重要と考えております。他の太陽系探査との関係についての上記の考え方を明確にするため、本資料の最後の【別紙 1】の通り、報告書案6章、及び参考3に追記いたしました。 なお、4ページ、3．1の最後に記載している通り、「特に内部構造探査など、国際協力によりいっそうの価値のある科学的成果が見込めるものについては、国際協力を呼びかけることも検討する。」としております。 また、特に有人における国際協力は必須と考えており、我が国は宇宙先進国として、将来の国際協力において対等のパートナーシップを発揮できるようにしておくことが重要と考えておりま

		す。 　御指摘の金額については、本懇談会において月探査戦略を検討するにあたり、計画遂行に必要となる資金規模を試算したものです。 　月探査ロボットについては、二足歩行ロボットにこだわってはおらず、2020年に、7ページの（＊2）に記載のような機能を実現するロボットとして、現時点では技術の実現性や確実性の観点からローバタイプが有力であるものの、今後、最先端のロボット技術を積極的に取り入れて研究開発を進め、2015年頃を目処に適用可能な最適な技術を選定することとしており、それとともに最適な形状も自ずと決まって来るものと考えております。 　なお、技術の軍事的な側面については、懇談会の検討対象となっておりません。
1-16	月探査に関する懇談会　報告書（案）を拝見して、疑義を感じた事を中心に、意見を述べさせて頂きます。 1．今、何故「月探査」なのか 近年の「かぐや」、「嫦娥」「チャンドラヤーン」、そしてLROと月探査ブームの背景には、米前政権の月・火星有人計画に対応した側面も有ると思われますが、月の資源、特に水に対する関心の高さはその利用（分解して燃料・呼吸用に活用？）を見越しての物と思われます。 しかしながら、既に計画の放擲、大幅な方向転換を余儀なくされている米国の場合、水の利用や月以遠の深宇宙探査拠点とするメリットより、本報告書に挙げられている様な重力天体に降下・帰還する技術について、困難さ・不経済によるデメリットが勝ると考慮した上での、方針変換と推察されます。 一方、引き続き探査機の降下・サンプルリターンに積極的な中国・インドの場合は、ごく短期的には技術的挑戦や国威発揚、或いは核融合実用化後のヘリウム3活用まで視野に入れた、遠大な計画を抱いているのかもしれませんが、長期的に算盤は合うという戦略の元で臨んでいると推察されます。 翻って、日本の場合、「かぐや」によってごく一時的に、サイエンス部門でのトップに立つ事は出来ましたが、データの分析・発表で後続の探査機に遅れを取りつつ有ります。更に実現されなかったLUNAR-Aに関しての充分な検証も無いまま、「かぐや」後継プロジェクトは進められながらも、全体の戦略が不明確であったままの中、今回初めて検討されたのではないかと思われ、その事自体は評価に値するとはいえ、月は到達点なのか、もしくは通過点なのかという捉え方を明確にしないのでは、「ただ行きたいから行っただけ」に終わってしまう危険性は高いと推察されます。 例えば、60年代の米ソの月レースの場合、「先に月に辿り着く」という到達点への争いとなった為、一番乗り出来なかったソ連は言うまでもなく、勝者のアメリカも、その先の目標を提示出来ず、以後長期の停滞・迷走を続	懇談会としては、我が国独自の目標や進め方を検討したものであり、アメリカの月・火星有人計画に対応したものではありません。この点を明確にするため、本資料の最後の【別紙1】の通り、報告書案6章、及び参考3に追記いたしました。 　なお、重力天体へ降下・帰還する技術については、有人着陸船のような大型の着陸機において、不経済であるというようなことが言われておりますが、中国や米国においても無人着陸機、回収機によるサンプルリターンについては検討がなされていると言われております。 　日本が月を目指す目的は、2章に記載の通り、①太陽系探査のための宇宙技術を自ら確立、②世界トップレベルの月の科学を一層発展、③国際的プレゼンスの確立、の三本柱としております。目標については、上記の3つの目的を達成することを目指し、3．1に記載の通り、「今後の太陽系探査に重要なステップとなる宇宙技術を確立すると共に、月の起源と進化の解明にせまる」としています。なお、太陽系探査全体における

	ける事となってしまいました。	月探査の位置付けにつきましては、11ページ、5章にも記載のとおり、自在な太陽系探査を可能とする技術の確立に向けた重要なステップと位置付けており、有人宇宙技術の蓄積と併せて、長期的には、ロボットによる自在な宇宙活動、有人による国際協力での自律的な宇宙活動を展開する能力を持つことにつながり、国際的にさらに大きな役割を果たすことが可能と考えております。
1-17	1.（全般・広報につての希望） 月探査計画は、貴重な探査結果の獲得という意味でも、民生技術の進展という意味でも非常に重要であると思います。 技術立国としてしか今後の発展が望めない日本において、宇宙産業を確立することが新しい技術・産業の創出につながり、ひいては雇用の確保・外貨獲得につながることは私のような一般国民に理解できることです。 もっとも宇宙関連事業は予算の使途が一般国民にはわかりづらく、衛星打ち上げ事業についても、正直どのような効果を最終的に狙ったものか理解できませんでした。事業仕分けを見ていて、仕分け人の意見に賛同せざるを得ない部分がありました。 今後、相当の予算をつけて継続していく以上は、これまでより効率的なかたちで国民への啓蒙活動を進めるべきと考えます。民生技術を使っていくうえで、担当企業 CM 等を相互利用するのも方法かと思います。 先日のはやぶさの帰還は我が家でも話題となり、子供も大きく反応しました。科学への興味を育てることは、人材育成の点でも全人的教育の点でも重要です。今後の宇宙事業の進展の様子を国民にもっと発信していくことにより、国民の理解も得られ、将来の人材育成の一助にもなることと思います。 そのためには、一部の興味ある人が訪れる JAXAi 的な施設というよりは、誰にでもアクセスしやすい TV・ネットでの展開が望まれます。 （はやぶさでは JAXA のネット TV は回線が重く、アクセスできない方も多かったようです。NHK はワールドカップよりはやぶさ大気圏突入を放映すべきでなかったかとおもいます）。	３．５（２）に記載している通り、月探査の取組の中で、探査活動の臨場感のある映像を国民に提供することは、あたかも国民自らが月に行き探査をしているような疑似体験を可能とするものであり、これらの取組は、次世代を担う子供や若者が活力ある未来への夢や希望を持ち、次世代の我が国を支える人材の育成につながることが期待されます。 御意見の趣旨は重要と考えており、このため、３．２の目標実現に向けた進め方の中で、（１）③や（２）④に、映像配信などについて具体的に記載しております。 TV、インターネットの活用などにつきましては、頂いた御意見を今後の取組の参考とさせていただきます。
1-18	「ロボット月探査計画」に反対します。 GXロケットを「事業仕分け」で廃止したのは民主党の快挙でした。 この税金浪費の事業にも強く反対します。 理由は以下のとおりです。 1.　民主党が掲げる財政再建とまったく整合しません。消費税引き上げ理論と大きく矛盾します。	宇宙開発利用を含めた科学・技術については、先日閣議決定された新成長戦略においても、未来への先行投資として極めて重要と位置づけられております。

	2. ロボット技術の兵器転用の恐れもあります。 ・参考）ビデオ「パックスアメリカーナと宇宙軍拡」の予告編 http://www.youtube.com/watch?v=JmOcJ_MBsA8&feature=player_embedded （Youtube 映像） http://www.anatakara.com/petition/pax-americana-and-weaponization-of-space.html（その訳） 3. 資源開発には多大なエネルギーが必要で、必然的に原子力ロケットによる宇宙開発になり、 デブリによる事故発生の高い可能性の中、不測の事態が起きかねません。 米国でのBPの石油流出事故をみてもわかるように、事故が起こったときの対策、責任、補償支払いなど、 すべての問題はいつまでたっても解決されません。宇宙が原子力で汚染されれば、除去の方法がありません。 つまり人類はもう 2 度と宇宙空間にでることが不可能になります。 アメリカの原発は、すでに放射能漏れをおこしており、ハドソン川も汚染されています。 ・参考）異例ではないと考えられる、ヴァーモント州原発付近の放射能汚染魚 http://www.commondreams.org/headline/2010/06/02-3 Common Dreams.Org June 3, 2010/06/03 http://www.anatakara.com/petition/radioactive-fish-deemed-common.html（訳・その他参考） 4. 雇用の創出の面でいえば、このような事業への雇用創出には限界があります。 同じ税金を投入すれば、教育が一番見返りが多いという、 マサチューセッツ大学アマハースト校の調査もあります。 ・参考）（雇用を減らすのは今の）戦時経済ではないか、ばかばかしい！ http://www.anatakara.com/petition/it's_war_economy_stupid.html 5. 関与企業だけが潤うようなことに、国民全体の税金を投入してよいものでしょうか？ もし税金を投入するのであれば、事故が起こったときの責任や補償まで、細部に渡り、 関与企業と「契約」をしなければ、税金投入をしてはいけないと考えます。 それが最低限の政治家の責任です。 が何よりも、BP事故で海底資源の開発の意義に大きな異議が出されている今、月の資源の開発になど、参加すべきではないと思います。無尽蔵にある太陽や風力の自然エネルギーの開発に本気になって取り組めば、どれだけ世界に貢献することになるでしょう。どうか、宇宙開発はやめてください。税金浪費をしないでください。原子力利用をこれ以上すすめないようにしてください。	その中でも、月・惑星探査や宇宙天文などの宇宙科学・技術は、宇宙開発戦略本部会合において決定された「宇宙分野における重点施策について」において、新たなフロンティア分野として最先端科学・技術の基盤の強化につながるものと位置付けられており、月探査についても検討を深めることとされております。 また、一昨年に制定された宇宙基本法は、宇宙開発利用に関する施策を総合的かつ計画的に推進し、もって国民生活の向上及び経済社会の発展に寄与するとともに、世界の平和及び人類の福祉の向上に貢献することを目的としており、かつ宇宙開発利用は、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等の宇宙開発利用に関する条約その他の国際約束の定めるところに従い、日本国憲法の平和主義の理念にのっとり、行われるものとされております。 なお、月探査に活用するロケットについては、液体水素、液体酸素を燃料とするH2A系ロケットを想定しております。
1-19	【緊急】無駄遣いの「月探査」計画に意見を！（6 月 17 日締切） http://www.labornetjp.org/news/2010/1276728390501staff01 というページを見て気が付いたので、月探査に関する懇談会　報告書（案）をざっと読ませてもらいました。 私はこの計画に反対ではありませんが、このような大切な意見募集の機会があまり知られないままひっそりと行われていることには失望しました。 はやぶさ、IKAROS、かぐやの活躍を見ると、宇宙探査分野の必要性は非常に理解でき応援しますが、月探査	月探査に関する懇談会の会合は、マスコミを含め、一般にも公開する形で実施してきており、また、方針の取りまとめにあたっては、広く国民の皆様の御意見を伺うために、パブリックコメントの募集も行っております。パブリックコメントの実施に当たっては、プレスリリースを行い、Webにも掲載しており、その周知に努めております。 その他、今年4月には、懇談会での検討状況を

	ともなると予算規模も大きくなります。しかし、今回の報告書では、国民の理解を得る大切さがあまり触れられていない点が気がかりです。 現在の宇宙関係の広報は、JAXA のホームページを見ればだいたいのことは分かりますが、一般の報道を見る限りでは、偏った報道が多く、目的とは異なる部分に関心が集中したりしています(この月探査計画でも二足歩行ロボットの問題ばかりが注目されていましたし)。 広報のありかたとして、実施する機関に任せるだけでなく、非常に関心を強く持つ個人や、海外も含めて独立系の宇宙関係サイトなどと連携して、いろいろな面から情報を流す工夫をしないと、堅苦しい情報か、逆に子供向けの情報ばかりとなり、一般の人が本当に知りたい情報が流れないように思います。下手すると熱狂的なサポータの方が情報を正しく認識して、技術や苦労した箇所を的確に解説できる場合もあります。 「はやぶさ」がなぜあれほど熱狂的に支持されたかをよく考えないと、今度は逆に支持を失いかねなくなります。草の根レベルで根付くサポータ作りや意見をフィードバックする場が必要なのではないでしょうか？ ぜひ国民へのアピール（名前の搭載というレベルではなく、継続的な情報出し）を考え、適宜国民の反応を見ながら方針の取りまとめをやって欲しいと思います。	広く国民に御紹介し、また御意見を伺う場として、月探査ナショナルミーティングを内閣官房、文部科学省、JAXAの共催、経済産業省の後援にて開催いたしましたが、このような活動を通じ、引き続き国民の理解を得る工夫が必要と考えております。頂きました御意見につきましては、今後の取り組みの参考とさせていただきます。
1-20	今日意見募集があることを知りましたが、あまりに周知されていない中、進行されること自体が問題と思います。 世界で破産状態の国が出てきていますが、日本がそれらを他人事と思えるほど、良い経済状態であるわけもなく、限られた財源を宇宙開発にあてるより、実際存在している人間をこそ救うべきと考えます。 １２年間連続で3万人を越す自殺者をだしている日本は、米国追随で宇宙開発にもひっぱりこまれることには自戒したほうが良いと思います。米国の帝国主義は底知れぬものがあります。自分たちのライフスタイルを変えようとせず、貪欲すぎます。私の周囲の若い世代はすでに車を捨て、通勤前に畑に出て、6時ごろ帰宅してすぐまた畑の様子を見て、非常に質素でエコロジーを大切に生きています。宇宙資源を捜し求める前にやるべきことはもっとあります。税金をおさめるのに必死でかつかつの生活をしている人が多い中、そのような巨額を要する領域に入ってしまって税金を使われるのはイヤだ、と素朴に感じます。 日本政府は米国から期待されてではなく、主体的に哲学・理念を持って政策を選んでいるでしょうか。どうしても米国の顔色をみながら、という何十年間に渡ってしみついた考え方から脱却できていないのでは、と思えてなりません。	月探査に関する懇談会の会合は、マスコミを含め、一般にも公開する形で実施してきており、また、方針の取りまとめにあたっては、広く国民の皆様の御意見を伺うために、パブリックコメントの募集を行っております。パブリックコメントの実施に当たっては、プレスリリースを行い、Webにも掲載しており、その周知に努めております。 また、宇宙開発利用を含めた科学・技術については、先日閣議決定された新成長戦略においても、未来への先行投資として極めて重要と位置づけられております。 なお、懇談会としては、我が国独自の目標や進め方を主体的に検討したものであり、米国の顔色を見ながらというものではありません。この点を明確にするため、本資料の最後の【別紙1】の通り、報告書案6章、及び参考3に追記いたしました。
1-21	貧困に苦しむ人々を尻目に月探査などへの税金投入に強く反対します。	宇宙開発利用を含めた科学・技術については、先日閣議決定された新成長戦略においても、未来への先行投資として極めて重要と位置づけられております。 また、月・惑星探査や宇宙天文などの宇宙科

		学・技術は、宇宙開発戦略本部会合において決定された「宇宙分野における重点施策について」においても、新たなフロンティア分野として最先端科学・技術の基盤の強化につながるものと位置付けられております。
1-22	夢ですね。日本は 1000 兆円近い借金があるのですよ。夢を追う余裕はありません。 「国際的プレゼンス」とは何ですか？日本は偉いんだぞーーーと誇示したいのですか？ 偉い人は借金は無い筈。破産しそうな国家予算の立て直しこそ最も優先されるべきです。 正義の戦争が好きなアメリカは軍事目的でしょう。同じ道を進む愚は 2 度とくり返さないで、仏教国日本として誇りをもって違う道を探すべきです。 まず借金地獄からの脱出を達成して下さい。	宇宙開発利用を含めた科学・技術については、夢を追うということではなく、先日閣議決定された新成長戦略においても、未来への先行投資として極めて重要と位置づけられております。 また、国際的プレゼンスについては、月探査の目的の一つとして、2ページ、2章③に記載のとおり「協調的な国際ルール作りなどで世界を先導していく」ことが重要と考えており、８～９ページの３．４に記載のとおり、国際ルール作りにおいて「平和利用を軸とした我が国の方針を反映できるように取り組む」こととしております。
1-23	全体を読んでの気持ちを書きます。 報告書にあるような、国境のない、平和な地球上での共生が一時も早く実現して欲しいと思うものです。とても、重要な時だと思います。 しかし月探査は了解できません。 かかり過ぎる費用を国民の税金で賄って、月まで行って月の資源を活用する、ロボット含めてすべての技術の進歩は同時に戦争につながり核開発にも及ぶという危惧があると思います。 日本国内に、どれほど暮らしのたちゆかない、サポートの必要な人達がいるでしょうか。 外交政策の上でも、宇宙を標榜する前に、まず貧困や自然災害、戦争の災禍などなど、各国が協力して希望の持てる世界を築いていく努力こそが求められているのではないでしょうか。 きちんとそのシステムに沿えば、まったくお金をかけずに十分に生きていける循環の内にあるのに、わざわざなぜその外へでかけていくのでしょうか。 自然生命は人ももれなく、生命連鎖の関わり合いと無縁ではいられません。それを踏み外そうとし、連環自体の外部へ、あるいは上位へと逸脱しようとする欲望。としか思えません。科学技術テクノロジーを追求する方向性に問い直しを。	一昨年に制定された宇宙基本法は、宇宙開発利用に関する施策を総合的かつ計画的に推進し、もって国民生活の向上及び経済社会の発展に寄与するとともに、世界の平和及び人類の福祉の向上に貢献することを目的としており、かつ宇宙開発利用は、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等の宇宙開発利用に関する条約その他の国際約束の定めるところに従い、日本国憲法の平和主義の理念にのっとり、行われるものとされております。 月探査については、宇宙基本法に基づき、我が国の宇宙政策の基本的方針としてとりまとめられた宇宙基本計画において検討することとされているものであり、本懇談会ではその具体的な検討を行ってきたものです。 宇宙開発利用を含めた科学・技術については、先日閣議決定された新成長戦略においても、未来への先行投資として極めて重要と位置

	エネルギーはもう、自然エネルギーを小中規模のネットワークでつなぐことで、充分まかなえる技術があり、実現するだけで非核が実現します。戦争をする必要もなく、安全と安心の中で、自然そのものの生かす力を享受し放射能に煩わされない時代へ進みたいと希望しています。 人間は旧石油原子力文明の失態で、いくつか、手をつけてはならない領域を知ったのではないでしょうか。 核を扱わない、遺伝子を扱わない、と並んで、宇宙を人智の及ぶものと軽んじてはならない。 税金の無駄遣いをしながら、月を探索することが簡単に許されるのでしょうか。 とても心配です。考え直していただくようお願いします。	づけられております。 　また、月・惑星探査や宇宙天文などの宇宙科学・技術は、宇宙開発戦略本部会合において決定された「宇宙分野における重点施策について」においても、新たなフロンティア分野として最先端科学・技術の基盤の強化につながるものと位置付けられております。
1-24	1.「はやぶさ」の帰還 今月，無事に「はやぶさ」が帰還でき（また時期的に間に合えば）イトカワの砂採取の成功とその国内外における意義・成果を最終報告に追加記入することで，より多くの全国民的感心と指示を集め，我が国の宇宙科学技術における国際競争力の向上に大きく貢献できるものと思います.	「はやぶさ」の帰還につきましては、我が国の宇宙科学・技術に対する高い評価につながっていることや国民的に大きな関心を呼んだことなども含め、本資料の最後の【別紙1】の通り、報告書案6章に追記いたしました。
1-25	［P19:（別紙 2）］ 　審議経過に関して疑問を投げかけたい。今まで宇宙開発戦略本部は「宇宙基本計画」策定に向けた「宇宙開発戦略専門調査会」などの委員会を非公開（秘密審議）としてきた。ところが、今回の懇談会は傍聴可能とされ、会議資料のホームページへの掲載も他委員会に比べて早いと言われている。その理由は何か。また今後、他の委員会も同様に公開すべきと考えるがどうか。	宇宙基本計画の策定等の議論を行う宇宙開発戦略専門調査会の議事については、安全保障・外交といった分野を含めた総合的な国家戦略を議論していただく場であり、かつ、有識者に忌憚なく自由に議論していただくとの観点等から非公開としておりますが、宇宙開発利用に関する施策を推進するに当たっては、国民の皆様のご理解を得ることは必要不可欠であるものとの認識に基づき、会議終了後のマスコミに対するブリーフィング、議事概要の掲載等を行っております。 　なお、本懇談会については、安全保障等の分野について議論するものではなく、企業秘密、個人情報に関するもの等を除き、公開としているものです。 　また、会議資料のホームページへの掲載については、宇宙開発戦略専門調査会も含め、極力早急に実施できるよう努めており、特に本懇談会のみ他の会議に比較して掲載が早いということはございません。
1-26	［P5.P6.P10 の経費試算について］ 　2015 年頃までの月探査に約 600～700 億円程度（P5）、2020 年頃までの月探査に累計約 2000 億円程度	御指摘の金額は、本懇談会において月探査戦略を検討するにあたり、これまでの JAXA におけ

	(P6)、有人宇宙活動への技術基盤構築には 2020 年頃までに約 900 億円程度、その後の実機規模の研究開発のための第2ステップには数千億円規模を要する(P10)との「試算」が示されているが、その試算の具体的な根拠が不明である。大まかであれ根拠を書き込むべきである。また、有人宇宙活動への技術基盤構築への第2ステップにかかる「数千億円規模」との表現は幅があり過ぎ、わからない。「数千」をより具体的に示すべきである。	る様々な実績を踏まえ、計画遂行に必要となる資金規模を試算したものです。 また、有人宇宙活動への基盤構築への第2ステップに掛かる金額については、第1ステップの基盤構築に向けた要素技術の研究開発やシステム検討の成果により、規模が変わってくることが想定されますが、オーダーの目安として、数百億のレベルではなく、また兆を超えるようなレベルでもないという規模感を示すための表現となっております。
1-27	[P13:参考 1 の(2)の③(イ)] 米オバマ政権が 2020 年までの有人月探査を目指すコンステレーション計画を中止したことが書かれている。従来、日本の月探査構想は米国との連携を前提としていたとも言われていた。米国の計画中止をどうとらえ、その影響をどのように考えるかについての言及が一切ないのは不自然である。ごまかさずにきちんと書き込むべきである。	懇談会で検討してきた月探査構想は、米国との連携を前提としたものではないため、米国の計画中止の直接的な影響はないものと考えております。この点を明確にするため、本資料の最後の【別紙1】の通り、報告書案6章、及び参考3に追記いたしました。
1-28	1. 全般的コメント 1. 1　国家戦略として月探査を通じて描く国の将来ビジョン本戦略に基づいた月探査を実施することで、具体的にどのような社会を目指すことにつながるのか、その先に見える国家像・社会像をビジョンとして明示してはいかがでしょうか。 月探査の3つの目的「①太陽系探査の為の宇宙技術を自ら確立、②世界トップレベルの月の科学を一層発展、③国際的プレゼンスの確立」を達成することにより、国民がどのような恩恵を受け、どのような社会が実現し、どのような国際貢献ができるか、あるいは計画されたより大きな国家ビジョンの中で、この月探査計画がどのような位置づけにあり、そのビジョン達成に対しどのように貢献していくのかといった国家レベルのビジョンとスケジュールをまず明示することで、より国民の理解と指示が得られるのではないでしょうか。	宇宙開発利用を含めた科学・技術については、先日閣議決定された新成長戦略においても、未来への先行投資として極めて重要と位置づけられております。 その中でも、月・惑星探査や宇宙天文などの宇宙科学・技術は、新たなフロンティア分野として最先端科学・技術の基盤の強化につながるものとして、宇宙開発戦略本部会合において決定された「宇宙分野における重点施策について」において位置付けられており、月探査についても検討を深めることとされております。
1-29	1. 3　国際的プレゼンスについて 月探査の目的の一つにも挙げられている「国際的プレゼンスの確立」については、全般にわたり多面的にその重要性が述べられています。 一国で有人月探査を行うことは非現実的であることが自明とするならば(有人後発国が先進国と同じステップを踏むのではなく)所有する技術を融合する形で国際協力していく提案が日本からあっても良いのではないでしょうか。 例えば、要素技術のみならず、遠隔操作における月探査ロボットの運用も含めた統合的な技術開発において国際的プレゼンスを発揮する、あるいは、日本単独で、月探査衛星やロケットを開発するのでなく、日本が呼	有人探査につきましては、本報告書案の4章に記載のとおり、将来の国際協力において諸外国と対等のパートナーシップを発揮するために、まずは有人宇宙活動の根幹である有人往還システムの鍵となる要素技術等について研究開発に取り組むこととしております。その上で、国際協力をリードしていくことも含めて、国際協力上の戦略を立てることが必要と考えています。頂いた御意見は今後の取組の参考とさせていただきます。

	びかけ、各国で分担して開発するということも検討してもよいのではないでしょうか。 また、その探査システムが地球と月を往復する中継点として ISS/JEM の活用を検討してはどうでしょうか。	
1-30	■月探査で国際的プレゼンスが得られるのか？ ・各国が月探査を進めている中ですでに出遅れている日本が「国際的プレゼンス」が本当に得られるのか？ 　後追いではなく日本独自のミッションによってしか「国際的プレゼンス」は得られないのではないか？ ・アメリカは有人月探査/基地建設をキャンセルして月への有人探査は中国のみとなったがその理由と分析は？ 　国際的な環境/状況の変化に対応できていないのではないか？	1ページ、1 章に記載のとおり、我が国は「ひてん」「かぐや」により、1990年代以降の第2段階の月探査の先鞭をつけており、「かぐや」の成果がサイエンス誌で大きく特集されるなど、月の科学においては世界をリードしていると考えます。懇談会では、これまでの成果を基に、日本独自の戦略を検討し、国際的プレゼンスの確立を含む目的を達成すべく、目標と目標に向けた進め方を提案しております。 　アメリカの有人探査計画の見直しにつきましては、懇談会でも第 2 回会合、第 6 回会合などで紹介され、適宜国際的な動向も踏まえながら議論を行っておりますが、我が国の月探査の検討に直接影響を及ぼすものとは考えておりません。 　なお、アメリカの宇宙探査計画の見直しの概要につきましては、参考1．（2）③（イ）に記載しております。
1-31	1.　はじめに（P.1） 2.　2－③国際的プレゼンスの確立（P.2） 5. おわりに　（P.10） の項目に共通して 日本の宇宙開発に、軍事目的が入ることがないようにお願いします。また、その考えを、国際間で共有するよう、リーダーシップをとってください。 原子力を使わないという点に、共感します。 死の灰を含む、人工の放射性物質で、これ以上汚染を広げる愚を繰り返すわけにはいきません。 計画の中に、スペースデブリ対策を国際協調で進めるという事はできないでしょうか？ これを推し進めれば、上記2点に対する抑止が望めると思います。 命と、環境を最優先に、計画をたててください。 私たちは、地球なしには生きていけません。 それを知らせてくれたのは、宇宙からの視点でした。 宇宙がかつてのフロンティアのように、血で染まったり破壊と、収奪の場となり果てぬよう、注意をはらってくだ	一昨年に制定された宇宙基本法では、宇宙開発利用は、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等の宇宙開発利用に関する条約その他の国際約束の定めるところに従い、日本国憲法の平和主義の理念にのっとり、行われるものとされており、月探査についても、宇宙基本法に則り遂行されるものです。 　なお、スペースデブリの問題については、地球周回軌道上の課題であり、懇談会における月探査の検討対象とはしておりません。

	さい。 これ以上、地球や、生態系の寿命を縮めるようなことにだけはならないよう、予防原則で取り組まれてください。 よろしくお願い申し上げます。	

グループ２：　「１．はじめに」に関するもの

【「はじめに」について】

番号	御意見	御意見に対する考え方
2-1	［P11:1.はじめに］ 「はじめに」では、「技術力・科学的知見の獲得」「日本の地位向上や交渉力の向上」「地上の技術イノベーションにつながる」「次世代の子どもや若者に大きな感動」「日本の活力を高め、新たな文化を創造」と月探査への最大級の美辞麗句が並んでいる。そもそも、月探査自体の是非も含めた検討が行われるべきであるにも関わらず、月探査は既定方針とされているかのようである。泉健太・内閣府政務官（宇宙担当）は、4 月に行われた記者会見で「月探査懇談会を開催したから月探査ありき、というわけではない」と発言していたが、あの発言はどうなったのか。 月探査も含め、巨額の税金投入が不可欠となる宇宙開発については、情報をできる限り開示したうえで、開発の是非も含めて民意を問うべきである。また、立法府である国会での十分な審議も経るべきであろう。今回の 手法は、民意を無視したものであり、民主主義の原則に反している。「ロボット月探査計画の愛称募集」にまで踏み込んでいるが、本来こうしたやり方は許されない。「民意偽装」ではなく、原点に立ち戻り、民主主義的な政策決定プロセスを踏むことを主権者として強く要望したい。	月探査に関する懇談会の会合は、マスコミを含め、一般にも公開する形で実施してきており、また、方針の取りまとめにあたっては、広く国民の皆様の御意見を伺うために、パブリックコメントの募集を行っております。 また、懇談会では、なぜ月探査を行うのかも含め検討を行ってきた結果、２章に記載の目的を達成する観点で、月探査を戦略的に進めることが重要と考えております。
2-2	「月探査に関する懇談会　報告書（案）」を拝読した。僭越ではあるが意見を述べさせていただきたいと思う。 ********** 「1．はじめに」について 果たして「太陽系大航海時代」の幕開けを迎えつつあると言えるのだろうか。別にアメリカの動向を常に追いかける必要は無いが、少なくとも宇宙大国アメリカですらが基礎技術の熟成・低軌道の開拓に舵を切ったということを、もっと真剣に捉えるべきではないだろうか。 ましてや日本の宇宙開発は独自の有人打ち上げ技術すら確立していないどころか、衛星打ち上げロケットのラインアップが現在 H2A、B という大型しかなく、GX 計画が中止となり、イプシロンも実用化に至っていない状態で、輸送系は決して余裕のある状況ではない。 また、「月探査に関する懇談会」の提案であるから月探査重視なのは当然のことと思うが、月探査は数ある宇宙探査計画、宇宙開発計画のなかの一つに過ぎない。もちろん月探査を行なう意義は十分にあるとは思うが、この計画一つをもって、他の探査計画を包括するような提案の仕方は、他の宇宙探査計画を停滞・頓挫させる影響を及ぼすことも想像される。	アメリカの有人宇宙探査構想の見直しにかかわらず、我が国は「かぐや」「はやぶさ」「あかつき」などで世界トップレベルの太陽系探査を行ってきており、また諸外国を見てもさまざまな天体を対象とした探査構想があり、まさに「太陽系大航海時代」の幕開けと呼ぶにふさわしい状況と認識しております。 有人宇宙技術につきましては、御指摘の通り、我が国は独自の有人打上げ技術は保有しておりませんが、有人宇宙活動の意義に鑑み、将来の国際協力において対等なパートナーシップを発揮することが重要であることから、４章に記載のとおり、まずは有人宇宙活動の根幹である有人

	「明日への希望と未来を切り開く宇宙というフロンティアに日本が技術、科学の持てる総力を結集」する場は月探査のみとは限らないし、むしろ総合的な宇宙技術の向上を目指すなら、ISS のような軌道ステーションの建設、打ち上げシステムの拡充を目指したほうがよほど確実だと思う。まさにこの「我が国の月探査戦略（案）4．有人宇宙活動への技術基盤構築」で自ら語られているように、月探査はあくまでも安定した輸送系を確立したその先にあるべきで、そのための手段や技術はまだまだ足りていない状況というのが、個人的な見解である。	往還システムの鍵となる要素技術等について研究開発に取り組むこととしております。 なお、2020 年の探査の実現には、重量級のロケット 2 機相当が必要と想定しております。7ページ、３．２（２）の最後に記載している通り、重量級ロケットについては、月探査の計画と並行して開発を進めることが必要と考えており、現行の基幹ロケットの成熟した技術を活用して効率的に大重量化する方向で、静止衛星の大型化などにも対応できるロケットとしていくことが検討されております。いずれにせよ、ロケットは需要に応じて必要なものを充実させていくことになると考えております。 また、月探査は数ある太陽系探査、宇宙開発の中の一つであることは御指摘の通りであり、1ページ、2章の＜月探査の目的＞の中で、様々な天体の探査を行うことが重要と記載している通りですが、ここに挙げる3つの目的から、月探査を戦略的に進めることが重要と考えております。 なお、本懇談会は、月探査と他の探査との優先順位を検討しているものではなく、本報告書案で月探査以外の探査計画を包括した提案をしているものではありません。他の太陽系探査との関係についての上記の考え方を明確にするため、本資料の最後の【別紙 1】の通り、報告書案6章、及び参考3に追記いたしました。 また、他の天体に比べて月探査を優先しているかのような誤解を招かないよう、2 章の＜月探査の目的＞を以下のように修正致します。 （修正前） （前略）、様々な天体の探査を行うことが重要である。その中でも、地球に最も近い重力天体である月において、（後略）

		（修正後） （前略）、様々な天体の探査を行うことが重要である。その中で、月は地球に最も近い重力天体であり、（後略）

グループ３：　「２．月探査の目的」に関するもの

【目的について】

番号	御意見	御意見に対する考え方
3-1	○なぜ、今、月なのか、月を目指さなければならないのか、についての合理的説明がない。 ・全般的には、科学的要素のみの目的のために、ロボットを月に送り探査するという説明に終始しているが、国家財政が危機的状況にある中で、月の科学探査のために、これだけのビッグプロジェクトを立ち上げる理由としては、あまりにも稚拙。 この程度の目的であれば、必要なセンサだけを開発し、「かぐや」や「はやぶさ」に搭載して探査することでも対応可能と思われるし、大幅なコストダウンが図れるはず。国家財政が危機的状況下では、非常識とも思われるほどの低コスト化を図り、より多くの成果をあげることに挑戦することの方が、インパクトはある。（マーズパスファインダ計画は、打上げ費、地上運用等を全て含めたトータルコストが、２．８億 USドルである。） ○中国等が月を目指すのは、明確な目的があるからで、月に豊富にある「資源獲得」である。科学技術発展や国際的プレゼンスは、二の次。	月探査の目的については、2章に記載の通り、①太陽系探査のための宇宙技術を自ら確立、②世界トップレベルの月の科学を一層発展、③国際的プレゼンスの確立、の三本柱としております。 科学以外の観点では、例えば2章①に記載している通り、我が国は重力天体への着陸探査・帰還に係る技術はまだ有しておらず、我が国自らの技術として、これらの技術を確立していくことが、将来の自在な太陽系探査への重要なステップとなると考えております。また、月は地球に最も近い重力天体であることから、今後の太陽系探査に必要となる新たな宇宙技術を確立する場として最適であると考えております。今後の太陽系探査に向けた技術確立については、上記の考え方を含め、本資料の最後の【別紙2】の通り、報告書案 2 ページ、（＊1）に技術的な説明を追記いたしました。 なお、惑星の誕生と進化の解明などの科学や資源利用調査などのためには、リモートセンシングによる全球の把握の後に、着陸して多くのデータを取得するという地質学アプローチが重要であると考えており、そのためには、重力天体である月に着陸して探査を行う技術が必要となります。

3-2	まずは結論から申し上げます。この懇談会は興味をもって眺めておりました。それは、毛利宇宙飛行士が、月面でのヒューマノイドロボット利用計画を提案されていたからです。それが、結論的にはなくなってしまってがっかりしております。そのような結論にいたった理由を知りたくてこの報告書を読みました。そして私が感じた疑問をいくつか述べさせて頂きたいと思います。 1頁の「はじめに」では以下のような背景が述べられています。 「（前略）宇宙というフロンティアに日本が技術、科学の持てる総力を結集してチャレンジする“月探査”は、そのこと自体大きな技術力の獲得、科学的知見の獲得に貢献し、世界における日本の地位や交渉力の向上をもたらす。さらに、宇宙開発以外の他の分野をも巻き込んで地上の技術イノベーションにつながることが期待できるものであり、次世代の子供や若者に大きな感動を呼び起こし、日本の活力を高めあらたな文化を創造するものである。」 科学技術が人々に感動を呼び起こし、日本の活力を高めることには疑問はないのですが、その最適なものがなぜ“月探査”なのか賛成するのには躊躇します。たとえばアメリカが月探査を打ち切って、火星に向かうという宣言をだしたばかりなのに、なぜ日本は“月の科学”にこだわり続けるのかがよく理解できません。これについての説明は、次章「2．月探査の目的」に説明されているものと読み進めると、②で「月の科学での日本の優位性を維持発展することは困難となる」というのが主たる理由と理解しました。しかしながら、今の日本のここもなぜ「月の科学での優位性の維持発展」がそれほど大切なのか疑問を持ちました。単なる科学的興味、では不十分と思います。日本の科学技術発展のためにやらないといけないことはそれこそ星の数ほどあるだろうに、そのなかでなぜ「月の科学」に巨額の予算をつぎ込むのか、産業力の低下、経済の低下の危機がさけばれているなかで、結果がでるまで長期を要し、また成果の不確定性も高く、実用性とのつながりもまだはっきりしない「月の科学」に国の予算を特化する理由としては不十分に感じました。「月の科学」を否定するつもりはありませんが、他の科学トピックとの有用性、今の時点での我が国の科学技術力再生の戦略性が本当にこれで良いのか、という疑問です。人々に役立つ科学研究としての優先順位であれば、地上のさまざまな課題を優先した方が良いと考えています。	月探査の目的については、2章に記載の通り、①太陽系探査のための宇宙技術を自ら確立、②世界トップレベルの月の科学を一層発展、③国際的プレゼンスの確立、の三本柱としております。 目標についても、科学のみではなく、上記の3つの目的を達成することを目指し、3．1に記載の通り、「今後の太陽系探査に重要なステップとなる宇宙技術を確立すると共に、月の起源と進化の解明にせまる」としています。 宇宙開発利用を含めた科学・技術については、先日閣議決定された新成長戦略においても、未来への先行投資として極めて重要と位置づけられております。 その中でも、月・惑星探査や宇宙天文などの宇宙科学・技術は、新たなフロンティア分野として最先端科学・技術の基盤の強化につながるものとして、宇宙開発戦略本部会合において決定された「宇宙分野における重点施策について」において位置付けられております。 なお、本懇談会は、政策の優先順位を検討しているものではありません。
3-3	NASA も月から小惑星探査にシフトしそうなのに、ESA と同レベルの日本が、宇宙後進国の真似をするのは、納得できません。 せっかく、はやぶさで微重力天体への往復飛行（自立航法によるランデブー、タッチダウン）に成功している日本が、得意分野を伸ばさずに月にシフトする理由はありません。 案の中で変な所を取り上げてみます。 1．重力天体への着陸離陸技術の獲得となっていますが、火星と違い大気が無いことから、着陸機構に差が出てきます。逆噴射専門の月で習得した着陸機構を大気のある天体に応用するのは難しいと思われます。火星を目指すのであれば、バリュートを開発すべきです。	「はやぶさ」では微小重力天体を対象とした着陸探査、帰還を行いましたが、太陽系探査の対象となる天体は、小惑星などの微小重力天体のみならず、月、火星、金星、木星の衛星等の重力天体があります。 我が国は重力天体の着陸探査を行う技術を有しておらず、長期的視点から、我が国が宇宙先進国として自在な宇宙活動、及び国際協力での自律的な宇宙活動を展開するためには、得意分野を伸ばすだけではなく、今後の太陽系探査の

		重要なステップとして、我が国が保有していない重力天体への往還技術などを確立していく必要があると考えております。地球に最も近い重力天体である月は、その技術確立の場として最適であると考えております。また、月と火星に限らず、ターゲットとなる天体毎に、着陸離陸技術など、固有の技術が必要となるのはご指摘の通りですが、月探査で確立する技術は、共通基盤技術として、火星など他天体への着陸離陸技術に活用が期待できるものと考えます。 今後の太陽系探査に向けた技術確立については、上記の考え方を含め、本資料の最後の【別紙2】の通り、報告書案2ページ、（＊1）に技術的な説明を追記いたしました。 なお、本懇談会は、月探査と他の探査との優先順位を検討しているものではなく、幅広く様々な天体の探査が展開されることが重要と考えております。他の太陽系探査との関係についての上記の考え方を明確にするため、本資料の最後の【別紙 1】の通り、報告書案6章、及び参考3に追記いたしました。
3-4	報告書(案)1 ページ、2，月探査の目的では、月探査の目的として、「月において、1，太陽系探査のための宇宙技術を自ら確立、2，世界トップレベルの月野科学を一層発展、3，国際的プレゼンスの確立、という 3 つの目的から、月探査を戦略的に進めることが重要である。」とありますが、なぜ月を目指すのかという根本的な目的、理由が不明です。 報告書(案)では、月を目指すなら、先の1，2，3，の目的を行うと読めますが、なぜ月を目指すのかという点については答えていないと考えます。 月探査の目的に「1，太陽系探査のための宇宙技術を自ら確立」とありますが、この目的に対して、月に着陸しサンプルリターンを行うという計画は矛盾していると考えます。 月探査の技術と他惑星探査の技術との間には大きな違いがあると考えます。 月探査の目的の「3，国際的プレゼンスの確立」の詳細な目的に、国際コーディネータ役を目指すとありますが、これは、国際的プレゼンスの確立と矛盾していると考えます。 他国の探査計画を頼みに自身の立場を得ようという方針は、日本の宇宙計画の自由度を狭め、結果的に、	2章に記載の月探査の目的は、我が国として、なぜ月を目指すのかについて記載したものです。 我が国は重力天体の着陸探査を行う技術などを有しておらず、長期的視点から、我が国が宇宙先進国として自在な宇宙活動、及び国際協力での自律的な宇宙活動を展開するためには、得意分野を伸ばすだけではなく、今後の太陽系探査の重要なステップとして、我が国が保有していない重力天体への往還技術などを確立していく必要があると考えております。地球に最も近い重力天体である月は、その技術確立の場として最適であると考えております。また、探査の対象となる天体毎に、固有の探査技術が必要となるのはご指摘の通りですが、月探査で確立する技術

	国際的プレゼンスの確立を阻むことになると考えます。 これらの理由により、報告書(案)による月探査には反対します。	は、共通基盤技術として、他の重力天体への着陸探査技術に活用が期待できるものと考えます。今後の太陽系探査に向けた技術確立については、上記の考え方を含め、本資料の最後の【別紙2】の通り、報告書案2ページ、(＊1)に技術的な説明を追記いたしました。 3章に記載の月探査の目標、目標実現に当たっての進め方は、我が国独自で達成することを想定しており、他国の探査計画に頼むという方針ではありません。各国が独自に進めるであろう月探査活動において、我が国が月面でのロボットによる探査活動の有機的な国際協力を提案するなどにより、国際コーディネータ役を目指すものであり、国際プレゼンスの確立と矛盾するものとは考えておりません。
3-5	3ページ 月探査の目的について 「太陽系の成り立ちなどを解明するためには、様々な天体の探査を行うことが重要である」とありますが、そのためには月だけではなく、小惑星・火星・金星・水星・木星等さまざまな天体を探査することが重要であって、探査対象を月に限定する理由が「地球に最も近い」という理由のみでは、根拠が薄弱です。月探査の重要性については否定するものではありませんが、できるだけバリエーションの幅の広い研究・開発が行えるような戦略を立てることが重要であると考えます。すなわち月探査だけでなく、小惑星探査や火星探査なども含めて戦略を立てることが必要であると考えます。 とくに「はやぶさ」のような技術的にも挑戦的なミッションについては、宇宙船を 1 機飛ばしただけでは、一部の機器の故障などでミッション全体が失敗となるリスクが高いために、2 機をある程度の期間で連続して打ち上げる等してバックアップ体制をとるなどの考え方が必要であります。幸い「はやぶさ」は数々の機器故障にもめげず、無事地球に帰還することはできましたが、「のぞみ」は太陽フレアの影響で機器が故障し、ミッションを達成することが出来ませんでした。このことでせっかく多くの研究者・技術者がすすめてきた開発がその後長い間いかされないまま、最悪技術が散逸してしまうことになります。ある程度連続的・継続的な開発が進められるようにする計画が重要であると考えます。	本懇談会は、月探査と他の探査との優先順位を検討しているものではありません。太陽系探査については、2章＜月探査の目的＞に記載している通り、様々な天体の探査が重要であると考えておりますが、天体全体の探査戦略を立てることは本懇談会の検討範囲ではありません。懇談会では、様々な天体の探査の重要性を認識した上で、なぜ月探査を行うのかといったことも含め検討を行ってきた結果、2章に記載の目的を達成する観点で、月探査を戦略的に進めることが重要と考えております。 なお、他の太陽系探査との関係についての上記の考え方を明確にするため、本資料の最後の【別紙 1】の通り、報告書案6章、及び参考3に追記いたしました。 また、他の天体に比べて月探査を優先しているかのような誤解を招かないよう、2 章の＜月探査の目的＞を以下のように修正致します。 （修正前）

		（前略）、様々な天体の探査を行うことが重要である。その中でも、地球に最も近い重力天体である月において、（後略） （修正後） （前略）、様々な天体の探査を行うことが重要である。<u>その中で、月は地球に最も近い重力天体であり、（後略）</u>
3-6	日本の将来を危惧している一人の宇宙ファンの意見を述べさせていただきます。 今の日本にとって宇宙開発はとても重要な位置にあると考えています。子供の理科離れ学力低下が問題視されている昨今、宇宙ほど教育的に良いテーマはないと思います。 私も子供の頃から宇宙が大好きで、ロケットや宇宙機に心を躍らせて来ました。分野は異なれど、私が科学・技術の道を選んだ影響の多くを占めています。基礎科学に対する「仕分け」などという言葉を聞くにつれ、この国の将来を本当に考えているのかと残念になります。 ＜なぜ月なのか＞ 日本が月探査を宇宙開発の最大テーマにする事には何か違和感を感じざるを得ません。 アメリカのコンステレーション計画に歩調を合わせたのが発端なのでしょうが、当のアメリカが方向転換しているのに、月に固執しているのはオフサイドトラップに嵌っているようにも見えます。 もちろん月が非常に魅力的で重要な探査テーマであることに異論はありませんが、桁違いに人・金・時間がかかるであろう事も素人目にも明らかです。 困難であるからこそ挑戦する意義がある事も理解しているつもりですが、他のテーマを差し置いて（にならざるを得ない）月に絞る理由についての議論が抜けていると感じます。 先日帰還した「はやぶさ」は本当に日本の誇りだと思います。 なぜ小さな「はやぶさ」があれ程までの成果が出せたのか、これ程人々の共感を得たのかと考えると、（世界と比して）小さな組織、明確な目的に研究者・技術者が力を結集したからだと思います。 技術者・研究者はお金や組織で動く訳ではなく、重要なのはモチベーションであると考えます。 日本が誇る人材もトップダウン的に使ったところで大きな成果は期待できないと感じます。 ボトムアップ的な研究テーマにリソースを注ぐ事の方が日本を牽引できるのではないでしょうか？	月探査は、あくまで我が国の数ある宇宙開発利用のテーマの一つとの認識であり、月探査を宇宙開発の最大テーマとするものではありません。本懇談会は、月探査と他の探査との優先順位を検討しているものではなく、幅広く様々な天体の探査が展開されることが重要と考えております。懇談会では、太陽系探査において様々な天体の探査を行うことの重要性を認識した上で、なぜ月探査を行うのかといったことも含め検討を行ってきた結果、2章に記載の目的を達成する観点で、月探査を戦略的に進めることが重要と考えており、他の対象を差し置いて月に絞るということを提案しているものではありません。他の太陽系探査との関係についての上記の考え方を明確にするため、本資料の最後の【別紙1】の通り、報告書案6章、及び参考3に追記いたしました。 また、他の天体に比べて月探査を優先しているかのような誤解を招かないよう、2 章の＜月探査の目的＞を以下のように修正致します。 （修正前） （前略）、様々な天体の探査を行うことが重要である。その中でも、地球に最も近い重力天体である月において、（後略） （修正後） （前略）、様々な天体の探査を行うことが重要

		である。その中で、月は地球に最も近い重力天体であり、（後略） また、懇談会では、我が国独自の目標や進め方を検討したものであり、アメリカのコンステレーション計画に歩調を合わせたものではありません。この点を明確にするため、本資料の最後の【別紙1】の通り、報告書案6章、及び参考3に追記いたしました。
3-7	2. 月探査の目的 ①太陽系探査のための宇宙技術を自ら確立　について 重力天体への着陸探査、重力天体からの帰還技術確立に月は適していない。 月の重力は地球の約 1/6 であるが、大気（空気）がなく、着陸には大気（空気）の抵抗を利用することは出来ないため、ロケット噴射等によるエネルギーを大量に使わなくてはならない。また逆に、帰還は、地球の重力より約 1/6 と小さいため、地球離脱時よりは容易ではある。太陽系探査とあるが、太陽系の主な重力天体としては月は最も重力が小さい部類に入り、しかも大気が、月には存在しない。これは、太陽系の重力天体において月は特殊な存在であり、月に対する着陸探査・帰還技術もまた特殊なものとなり、他の重力天体への応用には適していないのではないか。将来の人類の宇宙進出を考えるならば、エネルギーの消費を抑えられ、着陸、帰還の容易である重力のない、資源の期待ができる小惑星等の天体において、宇宙技術の実験、基地機能の確立を行い、そこでの技術や経験、資源を足がかりにして、エネルギーの消費の大きく、着陸、帰還も困難な重力天体への着陸探査、重力天体からの帰還技術確立を含む、さならる、宇宙への進出を行うべきではないのか。 太陽系探査に必要となる新たな宇宙技術を確立する場として月は適していない。 地球の日数に換算すると月は約 14 日間連続で昼、約 14 日間連続で夜となる。このため、14 日間連続した太陽の灼熱にさらされる環境、14 日間連続した暗い極寒な環境となる。このように連続する昼と夜を持つ、極端な環境の天体で、仮に環境条件が多少緩くなる月の両極（南極、北極）を選択するという特殊な条件に合わせた技術を、他の惑星探査にも応用するための宇宙技術を確立する場として用いるのは、不適切ではないのか。 太陽系探査に必要となる新たな宇宙技術を確立する場として、なぜ月を選択するのか。 根本的に、なぜ月を選択するのか理解に苦しむ。アポロ計画を始めとする月探査の過去の栄光に捕らわれ過	太陽系探査の対象となる天体は、小惑星などの微小重力天体のみならず、月、火星、金星、木星の衛星等の重力天体があります。長期的視点から、我が国が宇宙先進国として自在な宇宙活動、及び国際協力での自律的な宇宙活動を展開するためには、得意分野を伸ばすだけではなく、今後の太陽系探査の重要なステップとして、我が国が保有していない重力天体への往還技術などを確立していく必要があると考えております。地球に最も近い重力天体である月は、その技術確立の場として最適であると考えております。 探査の対象となる天体毎に、固有の探査技術が必要となりますが、月探査で確立する技術は、共通基盤技術として、他の重力天体への着陸探査技術に活用が期待できるものと考えます。 今後の太陽系探査に向けた技術確立については、上記の考え方を含め、本資料の最後の【別紙2】の通り、報告書案２ページ、（＊１）に技術的な説明を追記いたしました。 本懇談会は、月探査と他の探査との優先順位を検討しているものではなく、太陽系探査については、２章＜月探査の目的＞に記載している通り、様々な天体の探査が重要であると考えております。他の太陽系探査との関係についての上記の考え方を明確にするため、本資料の最後の【別紙 1】の通り、報告書案6章、及び参考3に追

	ぎではないのか。科学調査目的としての月探査を否定するものではないが、上記のように、月は、太陽系探査としては特殊な部類に入ると考える。太陽系探査に必要となる新たな宇宙技術を確立とあるが、将来の人類の宇宙進出までを考えるならば、その実験場所や基地機能として月は不適切である。仮に、月を宇宙進出のあらたな中継基地とした場合、膨大な予算とエネルギーを消費して地球から送り込んだの物資やエネルギー等を月の重力という、谷間に下ろすことなる。月から離脱するには、地球ほどではないにしても、エネルギーを浪費する。このことは2度手間以外の何者でもない。また月自体には、資源等期待はできないため、結局、地球からの物資の補給に頼しかない。将来の人類の宇宙進出を考えるならば、重力のない、資源の期待ができる小惑星等の天体において、宇宙技術の実験、基地機能の確立を行い、そこでの技術や経験、資源を足がかりにして、重力天体への着陸探査、重力天体からの帰還技術確立を含む、さならる、宇宙への進出を行うべきではないのか。月にこだわった宇宙進出計画は、無駄が多く、遠回り以外の何者でもない。他国がやるから月に重点を置くというのも、安易過ぎると考える。しかも、本計画の拠り所になっていた、国際協力、アメリカのブッシュ政権での月探査計画は、オバマ政権により中止され、いわば、日本はハシゴを外された状態になっている。ブッシュ政権の月探査計画が、アメリカ国内で疑問視され、必ずしも現状重要ではないと判断されたのである。このようにアメリカの宇宙計画は、大幅な見直しを行っているにも関わらず、日本は相変わらず、月にこだわり続けるのはなぜか。これは、日本に宇宙計画の自立性がない事の現われとともに、本計画を立案、審議しているアポロ計画を見た世代の人たちが、アポロ計画の呪縛をかけられていると思えてならない。過去のアポロ計画の呪縛を断ち切る必要がある。	記いたしました。 月探査については、①太陽系探査のための宇宙技術を自ら確立、②世界トップレベルの月の科学を一層発展、③国際的プレゼンスの確立、を目的の三本柱としており、有人月探査や宇宙進出のための中継基地を目的とするものではありません。 また、懇談会で検討してきた月探査構想は、米国との連携を前提としたものではないため、米国の計画中止の直接的な影響はないものと考えております。この点を明確にするため、本資料の最後の【別紙1】の通り、報告書案6章、及び参考3に追記いたしました。
3-8	②世界トップレベルの月の科学を一層発展　について 月探査は、科学調査目的に限るべきである。太陽系探査に必要となる新たな宇宙技術を確立する場として月は不適切であり、膨大な予算を裂いて探査基地を構築することには反対である。科学調査目的ならば、探査基地は必要ではない。計画の大幅な見直しが必要だと考える。	長期的視点から、我が国が宇宙先進国として自在な宇宙活動、及び国際協力での自律的な宇宙活動を展開するためには、得意分野を伸ばすだけではなく、今後の太陽系探査の重要なステップとして、我が国が保有していない重力天体への往還技術などを確立していく必要があると考えております。地球に最も近い重力天体である月は、その技術確立の場として最適であると考えております。探査の対象となる天体毎に、固有の探査技術が必要となりますが、月探査で確立する技術は、共通基盤技術として、他の重力天体への着陸探査技術に活用が期待できるものと考えます。 今後の太陽系探査に向けた技術確立については、上記の考え方を含め、本資料の最後の【別紙2】の通り、報告書案２ページ、（＊1）に技術的な説明を追記いたしました。 また、科学的観点から、目標として、月の起源

		と進化の解明にせまること、そのために内部構造探査、及び異なる年代の岩石の分析が重要であるとの認識のもと、南極域に基地を構築することにより、長期間の日照が確保できる場所でエネルギーを確保するなどして長期間の探査を行い、３．２「目標実現に向けての進め方」に記載しているような科学的成果の獲得を目指すこととしております。
3-9	＜意見箇所＞ P1(pdf では 3) ２．月探査の目的 ①太陽系探査のための宇宙技術を自ら確立 ＜意見＞ 項目最後「将来の自在な太陽系探査」の具体像についてもっと踏み込んだビジョンを示して頂きたいと思います。 重力天体への着陸やロボット（ローバー）探査の技術を習得する事によりどんな展望が開け、どんな天体で何ができるのかという事を示して頂きたいと思います。 そうでないと、「まず月ありきの議論だ」というイメージがつきまとい国民の深い理解を得られないと思います。 また 2015 年頃までに約 600～700 億円、2020 年頃までには累計約 2000 億円という費用は、歴代の科学衛星と比べると高額ですので他の計画との予算配分を考慮するという点からも目的、意義の精査はもっと行われるべきと考えます。	太陽系探査の対象となる天体は、小惑星などの微小重力天体のみならず、月、火星、金星、木星の衛星等の重力天体があります。長期的視点から、我が国が宇宙先進国として自在な宇宙活動、及び国際協力での自律的な宇宙活動を展開するためには、得意分野を伸ばすだけではなく、今後の太陽系探査の重要なステップとして、我が国が保有していない重力天体への往還技術などを確立していく必要があると考えております。地球に最も近い重力天体である月は、その技術確立の場として最適であると考えております。 探査の対象となる天体毎に、固有の探査技術が必要となりますが、月探査で確立する技術は、共通基盤技術として、他の重力天体への着陸探査技術に活用が期待できるものと考えます。 今後の太陽系探査に向けた技術確立については、上記の考え方を含め、本資料の最後の【別紙2】の通り、報告書案２ページ、（＊１）に技術的な説明を追記いたしました。 本懇談会は、月探査と他の探査との優先順位を検討しているものではなく、他の太陽系探査・宇宙科学を含む宇宙開発利用全体の総合的な推進に留意しつつ月探査に取り組むべきと考えております。太陽系探査については、2章＜月探査の目的＞に記載している通り、様々な天体の探査が重要であると考えております。他の太陽系探査との関係についての上記の考え方を明確にするため、本資料の最後の【別紙1】の通り、報告書

		案6章、及び参考3に追記いたしました。
3-10	［P1:2.月探査の目的①］ 　そもそもなぜ太陽系探査が必要なのか、という疑問への説明が十分になされていない。貧困や格差の拡大、気候変動などの環境破壊、グローバルな経済危機、やまない紛争など、地球上で解決されなければならない難題は幾つも存在する。限られた予算を今、本当に太陽系探査に振り向けるべきなのか、という政策の優先順位をめぐる素朴かつ根源的な疑問にまずは向き合うべきである。	宇宙開発利用を含めた科学・技術については、先日閣議決定された新成長戦略においても、未来への先行投資として極めて重要と位置づけられております。 　その中でも、月・惑星探査や宇宙天文などの宇宙科学・技術は、新たなフロンティア分野として最先端科学・技術の基盤の強化につながるものとして、宇宙開発戦略本部会合において決定された「宇宙分野における重点施策について」において位置付けられております。 　なお、本懇談会は、政策の優先順位を検討しているものではありません。
3-11	［P2:2.月探査の目的③］ 「国際的プレゼンス」とあるが、その意味が不明である。安易にこの表現が使われることが多いが、厳密な説明とは言い難い。月探査をしなくとも、宇宙開発の協調的な国際ルールづくりに主導権を発揮することは可能であろう。	「国際的プレゼンスの確立」については、2章③に記載の通り、「国際協力におけるリーダーシップの発揮や外交力の発揮を可能とすること」、また「世界全体で研究成果を高める国際コーディネータ役」を果たすことなどの意味で使用しております。 　また、本報告書案は、宇宙開発全体の国際ルール作りというよりも、3．5に具体的に記載している通り、継続的な月探査への取組を通じて、月の開発・利用に関する国際ルールの形成に向けた取組を念頭に置いて考えております。
3-12	2．項目別コメント 2．1「2．月探査の目的」 報告書の後半部分に述べられている、我が国における月探査の戦略的位置付けを明確にするため、「太陽系の成り立ちなどを解明するため・・」と科学目的（の国際的プレゼンス）に限られるようにもとれる現案の表現を ③　有人技術も視野に入れた国際的プレゼンスの確立 とすべきではないでしょうか。	2章③に記載の通り、国際的プレゼンスの確立は、協調的な国際ルール作りなどで世界を先導していくために不可欠と認識しており、必ずしも科学を目的とするものではありません。 　また、2章③には、「将来想定される人とロボットの連携による高度な探査活動にもつながる取組により」国際的プレゼンスを確立することを記載しており、御指摘の趣旨は原案に含まれていると考えます。
3-13	「2．月探査の目的」について まず、「①太陽系探査のための宇宙技術を自ら確立」についてだが、太陽系探査のために確立すべき宇宙技術の対象を、「重力天体への往還技術」との前提で進められているが、重力天体への往還技術ならば、むしろ	本懇談会は、月探査と他の探査との優先順位を検討しているものではなく、2章＜月探査の目的＞に記載している通り、様々な天体の探査が

	地球低軌道開拓のための技術開発のほうがふさわしい。地球重力を克服し、安定して且つ定期的な低軌道往還がまずできなければ、月軌道までの到達やその先にある、安定した月面探査活動も不可能と考える。 そもそも太陽系探査のための宇宙技術は「重力天体」に限定されるものではないはずだ。「はやぶさ」も「あかつき」も月面から出発したわけではないし、くりかえずが、あくまでも月探査は数ある探査計画の一つでしかない。 こうしてみると、「太陽系探査のため」のものとするには方向性がずれているのではないか？　それこそ、はやぶさミッションで培った技術の発展系を目指すほうが、よほど太陽系探査のための宇宙技術を確立しうるし、現在運用中のソーラーセイル航行技術もまたしかりである。 「②世界トップレベルの月の科学を一層発展」について、確かに「かぐや」は素晴らしい成果を残したが、NASAのアポロ計画で採取された月の石からは今でも新しい知見が得られているし（最近もヒドロキシ基がこれまでの定説より100倍も多く含まれていることが報道された）、かぐやの後に行われたエルクロスミッションでも水の発見に成功している。 この案でも紹介されているように、前世紀ですでに米ソ宇宙開発競争のさなかで月探査が行われたが、案の中ではあえて低く評価して見せているのはやはりおかしいのではないだろうか。日本を含む現在の月探査レースはしょせん「第２次」に過ぎない。そうした状況下でかぐやの成果が月の科学で世界をリードしている、というのはいささか語弊があるのではないか。なによりも、いわゆる月探査レースという意識で日本の月探査計画を進めることは必ずしも国益には直結しないものと考える。	重要であると考えております。他の太陽系探査との関係についての上記の考え方を明確にするため、本資料の最後の【別紙 1】の通り、報告書案6章、及び参考3に追記いたしました。 太陽系探査の対象となる天体には、小惑星などの微小重力天体のみならず、月、火星、金星、木星の衛星等の重力天体があります。長期的視点から、我が国が宇宙先進国として自在な宇宙活動、及び国際協力での自律的な宇宙活動を展開するためには、得意分野を伸ばすだけではなく、今後の太陽系探査の重要なステップとして、我が国が保有していない重力天体への往還技術などを確立していく必要があると考えております。地球に最も近い重力天体である月は、その技術確立の場として最適であると考えております。 技術的には、「かぐや」「あかつき」では、重力天体を周回する軌道への投入と、リモートセンシングによる観測を行い、また、「はやぶさ」では微小重力天体を対象とした着陸探査、帰還を行いました。「はやぶさ」のイオンエンジンやIKAROSのソーラーセイルは、遠方航行の技術であり、対象天体への着陸技術とは異なります。探査の対象となる天体毎に、固有の探査技術が必要となりますが、月探査で確立する技術は、共通基盤技術として、他の重力天体への着陸探査技術に活用が期待できるものと考えます。 今後の太陽系探査に向けた技術確立については、上記の考え方を含め、本資料の最後の【別紙2】の通り、報告書案２ページ、（＊１）に技術的な説明を追記いたしました。 また、アポロ計画等の取組については事実に基づいて記載しており、成果を低く評価しているものではありません。 なお、「かぐや」の成果がサイエンス誌で大きく特集されるなど、我が国は月の科学においては

		世界をリードしていると考えます。また、太陽系の成り立ちなどを解明するためには、様々な天体の探査を行うことが重要であると考えています。その中で月は地球に近い成り立ちを持ちながら、火山活動や地殻変動などが早期に終了したため、進化の初期過程の痕跡が残っており、地球を含む固体惑星の誕生と進化の解明にとって重要な研究対象の一つであると考えられています。
3-14	・国政的プレゼンスの確立(P.2) 月に到着するや否や日の丸を突き刺す、などという無粋な真似だけは日本国民として非常に恥ずかしいので避けてください。月は日本の領土ではありません、国境もありません。無駄な争いの種を蒔く事はくれぐれも避けてください。	実際の月での活動の詳細については、今後、検討がなされるものですが、無駄な争いの種を蒔くことを避けるのは当然と考えます。
3-15	月探査の目的について③は①②が達成されれば自動的に達せられる内容である。 日本にとって月はまだまだ未知の分野である。まずは、調査研究に目的を絞るべきである。 発言権ばかり求めてもそれの裏付けがないのでは本末転倒である。	御指摘の通り、また、2章③に記載している通り、「かぐや」の成果を基とした科学探査活動の段階的なステップアップなど、継続的な月探査への取組を通じて、国際的プレゼンスを確立することが重要と考えております。
3-16	p1. 月探査の目的について 月探査をどのように進めるかは、どのような目的を選択するかに左右される。「②世界トップレベルの月の科学を一層発展」させることは大切な目的であり、月探査を行う十分な理由である。 しかし、「①太陽系探査のための宇宙技術を自ら確立」するための重力天体への着陸探査・帰還に係る技術の確立、惑星探査ロボット技術、燃料補給の不要な再生型燃料電池技術などの確立は必ずしも月探査を通じて行う必要はなく、むしろ他のプロジェクトによって習熟を進めるほうが望ましいものもあり、個別に検討が必要である。 また、月をめぐるルール作りのための「③国際的プレゼンスの確立」は重要であるが、そのための先進技術を保有するために月探査を進めることは本末転倒である。月探査において日本がやりたいこと、やるべきことがあり、それを進めるための望ましいルールを作るのがあるべき道筋である。 また、①であげられているような技術の確立は、それ自体を目的とするのではなく、プロジェクト、すなわち目標を選び、それを達成するために最適な手法を選定し、実現のための試行錯誤の中で達成されていくものである。 これらを考えると、月探査の目標は「月の科学の発展」の重要性は論をまたないとして、月でなければできないことで日本がやりたいプロジェクトを選ぶことから始めるべきである。その候補として「月面天文台」を提案したい。 月は大気がないこと、切れ目ない帯域で観測ができることなど、天文台に好適な環境にある。そして、月面と言う固定した場所に天文台を作ることは、軌道上のハッブル望遠鏡などと比して、比較的単純で軽量なものから、だんたんに発展させていくことができるという利点がある。また、ALMAプロジェクトなどがそうであるよう	月探査の目的については、2章に記載の通り、①太陽系探査のための宇宙技術を自ら確立、②世界トップレベルの月の科学を一層発展、③国際的プレゼンスの確立、の三本柱としております。 技術については、長期的視点から、我が国が宇宙先進国として自在な宇宙活動、及び国際協力での自律的な宇宙活動を展開するためには、今後の太陽系探査の重要なステップとして、我が国が保有していない重力天体への往還技術などを確立していく必要があると考えております。地球に最も近い重力天体である月は、その技術確立の場として最適であると考えております。探査の対象となる天体毎に、固有の探査技術が必要となりますが、月探査で確立する技術は、共通基盤技術として、他の重力天体への着陸探査技術に活用が期待できるものと考えます。 今後の太陽系探査に向けた技術確立については、上記の考え方を含め、本資料の最後の【別

	に、各国が協力したプロジェクトに発展させることができる。つまり、日本単独で小規模でも始められ、各国が協力するビッグプロジェクトに発展させることもできるが、他国が協力する環境が整わない場合でも日本単独のプロジェクトととして徐々に発展させることもできる。副次的な効果として平和的な月面基地を日本が保有することにより、米露欧中の宇宙先進国による軍事化を防ぐこともできる。そのプロジェクトに合わせて進め方は再検討するものとする	紙2】の通り、報告書案2ページ、(＊1)に技術的な説明を追記いたしました。 目標についても、科学のみではなく、上記の3つの目的を達成することを目指し、3．1に記載の通り、「今後の太陽系探査に重要なステップとなる宇宙技術を確立すると共に、月の起源と進化の解明にせまる」としています。 科学の目標と目標実現に向けての進め方については、御提案の月面天文台も候補の一つとして検討を行いましたが、宇宙理学委員長からのヒアリングや月の科学、天文学の専門家の知見も踏まえ、地震計等による内部構造探査や、岩石の採取等による地質探査により、月の起源と進化の謎に迫る世界初の成果を目指すこととしております。

グループ４：　「３．月探査の目標と取組」に関するもの

【目標と、目標に向けた進め方　全般について】

番号	御意見	御意見に対する考え方
4-1	●南極エイトケンからのサンプルリターンについてもまた、第一義的にかがげることについて。 すでに、アメリカは MoonRise という計画を立ち上げており、そこでサンプルリターンを狙っている。検討で遅れを取っていることは明らかであり、また、目的からして、先を超されれば、意味が殆どが無くなります。 私も MoonRise に関わっていますが、これでは、剽窃と言われかねません。。また、実際、このサンプルリターンで本当に月の HeavyBombardment があったかどうかを知ることが出来る試料が得られるか、かなり機器を含めて考えなければならないと思いますが、その準備は全く日本にできていない状況で、このような案が唐突にでていくことに奇異を感じます。 アメリカの計画を、その重要性、競合性、難易度を理解せずに、丸写しにした、というような感じさえも受けます。	本懇談会では、国際動向も踏まえ、世界をリードする科学的成果を得られるよう、検討を行ってきたものです。今後、実施段階においても、諸外国の動向を注視しつつ、世界をリードする成果が得られるよう、適切に対応していくことが必要と考えます。 なお、懇談会では日本独自の計画を検討してきたものであり、アメリカの計画を丸写しにしたというものではありません。
4-2	●「かぐや」の最新の成果を取り入れた形での提案になっていません。	科学の目標と目標実現に向けての進め方については、JAXA宇宙理学委員長からのヒアリン

	我々実際に「かぐや」の現場の研究者に諮問されていない、ということもありますが、たとえば、かぐやの重要な発見であるオリビンの発見や、ウラン濃集分の確認、、、といういくつかの最新の重要な成果に基づいたその場調査やサンプルリターン計画の可能性がしめされていません。 他に、多少専門的すぎる嫌いはありますが、「宇宙風化」とよばれる現象の原因を調べるための磁気異常地域からのサンプルリターンも求められます。 あるいは、太陽系の年代を確定するために重要なクレータ年代学とよばれる手法の精度向上のためには、若い地域の代表的なところからのサンプルリターン（クレータ年代決定法で、まだ無い若い地域のところのグランドトゥルース）なども触れてもいいかとおもうのに、触れられていません。	グ、また、「かぐや」の成果に基づく月の科学の専門家の知見も踏まえ、３～４ページの考え方に基づき、目標を、月の起源と進化の解明にせまる、とし、目標に向けた進め方として、内部構造探査と多様な岩石の分析を行う旨記述しているものです。 今後、実施に当たっての詳細については、最新の成果も踏まえ、更に専門家により検討がなされ決定されていくことが適当と考えます。
4-3	時間をかけたわりに極めて稚拙な内容です。 トップサイエンスはなし、技術は前世紀の焼き直し、国威発揚すらなりません。 有人部門のリストラ対策程度の話で、産業振興など夢のまた夢でしょう。 http://moonstation.jp/ja/symp/meetings/selene-b_2001/index.html http://www.nikkeibp.co.jp/archives/316/316258.html あえて言うならば情緒と空気によって作られた、極めて「日本らしい計画」と言えるでしょう。 http://www.sorae.jp/0249/3794.html	科学については、地震計等による内部構造探査により月の起源を検証することや、岩石の採取等による地質探査により月の進化の謎に迫る世界初の成果を目指しております。また、技術についても、世界最高精度での月面無人自動軟着陸、再生可能エネルギーによる長期間のエネルギー供給が可能な基地の構築、数ヶ月間の総走行距離 100km を超えるロボット探査など世界初の技術の達成を目指しております。
4-4	冠省　このたび、一般人として上記報告書に意見を述べさせて頂きます。わたしは、かねてから、月探索推進（おそらくその最終目的は月資源開発への活用でしょう）ということについて、一市民というより一地球人として危惧の念を強めております。なぜなら、これまでの人類が歩んできた歴史では、資源開発・活用で得られる利益獲得は猛烈な勢いで推進される一方で、かならず損なわれる環境や文化的価値（月をモチーフにした神話や伝承をはじめ、それらを通じた月をはじめとする宇宙への尊崇の念など）に対する対策は、後手後手にまわされてきたからです。その中で、南極大陸の開発については、唯一、国際的な取り決めで規制がなされてきた希有な例です。報告書（案）の中にも、国連宇宙空間平和利用委員会等における国際ルール作りに触れられてますが、日本は月の開発も推進する一方、環境監視で世界に先駆けイニシアティブをとるべく注力すべきと考えます。 環境破壊は、これまでは地球上に限られてきました。しかし、今後、各先進国政府が推進している宇宙開発が現実問題と考えられる時代になり、環境問題も宇宙規模で考えなくてはならないのではないでしょうか。例えば、月は地球の六分の一の重量を持っていて、潮汐現象やいろいろな自然現象（珊瑚の卵放出やウミガメの産卵、あるいは女性の月経周期？など）に関連が指摘されています。月の重量が数万分の一にしろ失われたり、あるい人工物で増えたりした場合の地球環境に及ぼす影響がどうなるか、あるいは月の重力部位が変化した際、地球にどういう変化をもたらすかなどについて、現段階でシミュレーションした研究はあるでしょうか？探索にはそうした観点もぜひ加えて頂きたいと願います。そして、もし月（や月ー地球相関）の環境問題を他国に先駆けて検討し世界に発信していくならば、環境問題、特に宇宙環境問題のイニシアティブをわが国が	月探査の目的の一つとして、２ページ、２章③に、国際的プレゼンスの確立を挙げており、「協調的な国際ルール作りなどで世界を先導していく」ことの重要性について、また、９ページの３．４には、「平和利用を軸とした我が国の方針を反映できるように取り組む」ことについて記載しております。 南極地域の平和的利用を定めた南極条約の作成に当たっては、我が国を含め、実際に南極で活動する能力と意思を持っていた国々が大きな発言権を持ち、その後、南極の環境保護、観光の問題などについて議論が行われてきたと言われております。 このように、探査能力の有無が国際ルールの形成に際して大きな影響を持った南極の例にかんがみ、平和的な国際ルール作りにおいて我が国がリーダーシップを発揮していくためにも、継続

	握ることができるでしょう。 とにかく、地球もその一部にすぎない宇宙環境の変化は、太陽の黒点をとりあげてみても甚大な影響を地球にもたらします。取り返しがつかない究極的な破壊にならないよう、世界中で月も含めた宇宙空間環境を考える場を日本が率先して形成すべきと考えます。そしてそれは、今回、奇跡の生還をはたした「はやぶさ」に代表されるわが国の高度な技術力が活かされる絶好の場になるでしょう。国際統一基準を認定する機関になれば、将来相当な利益をわが国にもたらすに違いありません。ぜひ宇宙空間環境監視研究のメッカとなるべく、仮称「宇宙空間環境監視センター」創設をご検討くださいますようよろしくお願い申し上げます。不一	的に月探査に取り組むことが必要と考えております。 頂いた御意見については、今後の取組の参考とさせていただきます。
4-5	月探査に関する懇談会が、真摯な検討の上本資料(以下「戦略」)を上梓し、日本の月探査を推進しようという姿勢を明らかにしていることに対し大いなる敬意を表する。しかしながら、月探査を巡る海外事情は激変しており、加えて国内の事情も日々変化しているといって構わない状況である。このような中で、本資料はかなり不十分な点もみられる。以下の指摘は、私からみて不十分な点、補完すべき点をまとめたものである。 〇過去の月探査に関する真摯な反省 日本の月探査においては、過去 LUNAR-A 計画と呼ばれる内部構造探査計画が存在した。この計画では、1995 年(当初予定)に、3 本のペネトレータ(当初予定)を月表面に打ち込み、搭載された地震計によって内部構造を探査するという計画であった。 しかし、ペネトレータの開発の相次ぐ遅延に加え、プロジェクトに関するマネージメントの問題などもあって計画の遅延が続き、最終的に 2007 年 1 月に JAXA として開発中止の方針を決定した。 当初の打ち上げ予定から 12 年もかかって開発中止を決め、またその間に根本的な体制変更や開発体制の見直しなどがまったくなされなかったまま、巨額の国費(当時報道では 140 億円)を費やしたままプロジェクトが終了している。 LUNAR-A 計画が終了した後、この計画の中止に関して JAXA からは何の報告書も出されておらず、検討会が行われたという記事すら出ていない。また、ペネトレータ開発についても、その後どのようなことが行われているのか、一切情報が国民の目に明らかにされていない状況が続いている。JAXA ウェブサイト内にペネトレータに関するページが 1 ページもないというのは異常としかいいようがない。 このような JAXA の姿勢は、月探査に対する国民の期待を大きく裏切るものであり、「また同じようなことが起こるのではないか」という国民の疑念を抱かせるのに十分である。さらに、本懇談会が提案している探査にはいずれも地震計探査が含まれており、これは LUNAR-A 計画においてなしえなかった探査を実現させようという意図が強いが、上記のような経緯を踏まえた際に、果たしてちゃんと稼働する地震計を月面に持ち込むことができるのか、またその際の解析体制などはどのようになっているのかについてきわめて大きな疑問を抱かざるを得ない。 以上のようなことから、将来月探査計画に話を進める前に、まずは LUNAR-A 計画がなぜ失敗(中止)に終わり、それがどのような原因であったのかを、マネージメント、技術開発、予算などさまざまな角度から徹底的に反省し、国民に対しわかりやすい言葉で報告することは義務であるといえよう。 また、現在のペネトレータ開発についても、その状況を国民に対し説明し、理解を求める必要がある。それなしに将来月探査を進めようとすることは、また同じような失敗を繰り返す種を蒔いているといっても過言ではな	LUNAR-A 計画については、プロジェクトの中止にあたり、その原因分析などについて、文部科学省　宇宙開発委員会において詳細な報告及び評価がなされております。(平成 19 年　宇宙開発委員会　第2回推進部会を参照) http://202.232.86.81/b_menu/shingi/uchuu/gijiroku/h19/07020505.htm JAXA ではこの評価結果を真摯に受け止め、LUNAR-A 計画以降のプロジェクトについては、JAXA 全体として、実施段階での大幅なコストアップや工期の大きな遅れを防ぐよう、プロジェクトの準備段階での概念検討・概念設計の充実や技術課題解決のための研究を重視すると共に、プロジェクトの進捗状況の評価活動を重視し、これらの活動を推進するシステムエンジニアリング部門の強化を図っています。 今回の着陸探査では、探査機が月面に軟着陸して地震計を設置することを考えています。地震計の感度が高い周波数領域を広帯域化することより、地震波波形の解析から、1箇所に設置する場合でも深さ方向の構造を測定することができるものです。しかしながら、詳細な内部構造解明には多点での観測が重要であり、海外との連携も視野に入れ、4ページ、3．1項の最後に記載している通り、「特に内部構造探査など、国際協力によりいっそうの価値のある科学的成果が見込めるものについては、国際協力を呼びかけること

	い。	も検討する。」としております。 なお、ペネトレータについては、本年度中には技術実証を終了する見込みであり、その時点で研究成果をまとめて報告することとなっております。
4-6	○「SELENE-B/2 計画」の大きな遅れに対する説明と反省 将来月探査については、日本は 1990 年代末から、既に検討に着手していた。名前は何度か変わるが、SELENE-B、あるいは SELENE-2 と呼ばれ、現在はプリプロジェクトフェーズにあるとされる。 しかし、10 年かかっても未だプリプロジェクトフェーズにある現在の状況から、一気に 5 年でパイロットミッションフェーズに引き上げるということは極めて難しい行為であり、人的、予算的なリソースがすぐに確保できるかどうかという重大な疑念を提起せざるを得ない。 そもそも、これだけ長い間(10 年にもわたって)、ある種将来検討を放置したまま進んできた日本の月探査に対する政策の欠如、人員育成の途絶、予算確保の失敗などに対し、まずしっかりとした反省が必要である。 計画が遅れた理由の中には、「かぐや」ミッションを優先させるためにすべての(人的、予算的)リソースを「かぐや」に振り向ける、というものもあったが(2003 年頃)、これは逆にいうと、日本の月探査に関わる層の薄さを如実に示したものであるといえよう。このような状況が現在も改善されているとは思えず、仮にこの「戦略」に沿って突然来年から月探査計画が大きく動き出したとしても、人材をすぐに育てるわけにはいかないので、思ったように動かせるとはとうてい考えられない。 層を厚くする努力がまず必要ではあるが、それには時間とお金が必要である。もし 2025 年を目指して将来月探査計画を実施するのであれば、「戦略」としてそのような人材育成についても述べていくことが必要であり、その点がまったく欠如し、アドバルーンのごとくミッションだけが記載されていることには大きな違和感を感じる。 まずは、外部要因によってもてあそばれてきた月探査の将来計画についての大いなる反省が必要であり、もし今後、月探査を日本としての重要な科学計画に加えるのであれば、政府保証のレベルで、人材・予算の確保、15～20 年にわたる計画的なコミットメント(政権交代などがあっても保証されるということを念頭に置き)を政府として国民に約束することが必要である。	御指摘の金額については、本懇談会において月探査戦略を検討するにあたり、計画遂行に必要となる資金規模を試算したものです。 なお、人材育成につきましては、８～９ページの３．３(３)に記載している通り、長期的視点に立って、高度な宇宙活動を支える人材の基盤を承継・発展させていくことが重要と考えております。
4-7	○海外の月探査状況に対するより深い洞察 月探査については、海外の動向が非常にダイナミックに変化している。既に、インド、中国は国家レベルでの月探査への取り組みを宣言しており、将来的(おそらくは 2030 年頃)をめどに有人月探査を実施する方向で、検討を行っている。 アメリカは今年 2 月の予算教書で、従来の月探査計画「コンステレーション計画」を中止し、宇宙開発の基礎力向上に予算を振り向けると宣言している。一見すると月探査計画を中止したようにみえるが、実は将来的に月を含む有人探査を再開するために、より近代化された宇宙開発プラットホームを大金をかけて準備することがこの意味であり、決して月探査を止めたわけではない。 むしろ、アメリカなどは、月探査は民間が行ってしまう可能性すらある。2012 年が期限となっているグーグル・	我が国が将来の太陽系探査を進めるために、いまだ保有していない重力天体への往還技術などを確立する必要があると考えており、自らの技術として、段階的に技術の確立を進めることが重要と考えます。 なお、懇談会において、ILN や ISECG の活動についても報告され、それらの状況も踏まえつつ、海外との連携につきましては、４ページ、３．１の最後に記載している通り、「特に内部構造探査な

	ルナー・X プライズでは、民間企業・団体で、月面に小型ローバを着陸させ、高精度の写真を送付した場合に賞金を与えるという企画である。既にいくつかの団体が動いており、おそらくどこかが達成する見通しが高い。もしそれが達成されれば、今回の「戦略」で述べているようなローバ・着陸探査は民間が(2015 年より前に)達成する。そうなれば、日本はそれを買えばよい、という議論は必ず噴出する。 また、2016 年をめどに、世界的に月着陸機を一斉に送り込む、という計画(ILN: International Lunar Netowrk)という計画が存在する。既にアメリカ、中国、インドなどがこれに向けた準備を進めている。日本は今回の着陸機がこれに該当するものと思われるが、海外との連携に関しての記述がまったくない。 特に、地震波探査は全球ネットワークが必要であり、ILN を前提にするのが自然と思われるが、その記述が抜け落ちているのは、海外の状況をまったく考慮していないことが一目瞭然である。このような状況の真摯な検討をもとに、再度全体的な計画の実施年代を決めていくことが必要である。	ど、国際協力によりいっそうの価値のある科学的成果が見込めるものについては、国際協力を呼びかけることも検討する。」としております。
4-8	3. 月震計について 月面に月震計を設置する計画について書かれていましたが、これについてはできる限り多く設置して、ネットワークを形成してほしいと思います。 月震はまだまだ多くの謎があると聞いております。 これらを解明は、地震大国である日本の力が大きく発揮される分野であると考えます。	地震計については、幅広い周波数帯域を観測できる広帯域地震計を想定しており、その特性をいかして、地殻の厚さ、マントル構造、中心核の大きさなどを明らかにすることを目指しております。月で発生する地震は発生メカニズムに関しても謎が多く、その原因を探るためにも有用な地震計であり、１点の観測でも科学的意義が高いと考えております。震源を決定して内部構造をさらに精密に推定するためには多地点で観測することが不可欠ですが、それについては、4ページ、３．１の最後に記載している通り、「特に内部構造探査など、国際協力によりいっそうの価値のある科学的成果が見込めるものについては、国際協力を呼びかけることも検討する」ことで、海外との連携による実現も視野に入れております。
4-9	2. 月基地の実現性と、科学的、技術的な意義 5 ページ目の「２）2020 年のロボット月探査」に「世界初の基地構築」と述べられているが、実現性は? どれくらいのペイロードを月に輸送すべきなのか、ある程度の見積りが欲しい。汎用高機能ロボットと重量級ロケットを月基地建設の前提としているようだが、複数の技術開発案件を盛り込むのは技術プロジェクトとして堅実ではない。電力供給量は 1KW 程度ではあるが、月の長期で低温の夜に耐えるには、リチウムイオン電池はともかく、再生型燃料電池は適切か? また、科学的目的のためには月基地建設は必ずしも必要ではない。	懇談会における検討では、2020 年の探査の実現には、重量級のロケット 2 機相当が必要と想定しております。7ページ、３．２（２）の最後に記載している通り、重量級ロケットについては、月探査の計画と並行して開発を進めることが必要と考えており、現行の基幹ロケットの成熟した技術を活用して最小限の変更（2 段の大型化など）を行い効率的に大重量化する案が、第 3 回会合において提案されております。 また、目標として、月の起源と進化の解明にせまること、そのために内部構造探査、及び異なる

		年代の岩石の分析が重要であるとの認識のもと、南極域に基地を構築することにより、長期間の日照が確保できる場所でエネルギーを確保するなどして長期間の探査を行い、3．2「目標実現に向けての進め方」に記載しているような科学的成果の獲得を目指すこととしております。 エネルギー供給システムの開発に当たっては、エネルギー密度や効率などを考慮し、太陽電池、再生型燃料電池、リチウムイオン電池の組合せを目指しております。
4-10	3. 月からのサンプルリターン サンプルリターンには、高機能ロボットの開発も月基地の建設も必要ではないにもかかわらず（旧ソ連のルノホート)、なぜか月からのサンプルリターンの前提条件のように書かれている目標を月からのサンプルリターンにしぼりこむならもっと早く、費用も安く実現できる。新規に重量級ロケットの開発をせずとも H-IIA/B で十分である。 また、月の裏側からのサンプルリターンは科学的に重要だが困難(3 ページ)とあるが、複数のデータ中継衛星の展開コストと、月基地建設、高機能ロボット開発とのコスト比較がなされていない。	サンプルリターンについて、技術的には御指摘の通りですが、科学的価値の高い岩石を厳選して持ち帰ることが重要と考えており、それを効果的に実現するために、月の南極をロボットで一定期間探査し、基地に設置した岩石の分析装置による現地分析を行い、価値の高い岩石を厳選することが必要と考えております。 また、月の裏側からのサンプルリターンと月基地建設については、科学、技術、国際プレゼンス及びコストの面も含め、第 4 回会合において比較を行い、結果として3～4ページの認識に至っております。具体的には、月の裏側からのサンプルリターンのためには、御指摘のデータ中継衛星が数機必要となり、それに伴い、少なくともロケット1機、数機のデータ中継衛星分の追加コストが必要と想定しております。
4-11	4. 輸送ロケットの開発コストと波及効果 重量級ロケット(6 ページ)の要求仕様はどのようなもので、開発コストはいくらかかるのか? 本格的な月とその資源開発・利用には、宇宙輸送系(ロケット以外のものも含む)大幅コストパフォーマンスの向上が必要だが、その手順は? LE-X,低コスト固体ロケット、エアブリージングエンジンなどで宇宙輸送系のコストパフォーマンスと信頼性が向上されれば、月探査に限らず、日本の宇宙技術の国際競争力全体が非常に優位になるが、この報告書では開発の優先順位が不明確である。汎用高機能ロボットの開発の方が優先順位が高いように読み取られかねない。	重量級ロケットは、現行の基幹ロケットの 2 倍以上の月面への輸送能力を有するロケットを想定しております。コストについては、現行の基幹ロケットの成熟した技術を活用して最小限の変更(2 段の大型化など)を行い効率的に大重量化する案が、第 3 回会合において提案されております。 なお、本報告書案の月探査を実現するためには、探査の目的を達成するためのロボット、重量級ロケットのいずれもが必要です。

		ただし、重量級ロケットについては月探査専用としてではなく、大型化しつつある静止衛星など様々な用途に対応することが想定されており、7ページ、3．2（2）の最後に記載している通り、月探査の計画と並行して開発を進めることが必要であると考えているものです。
4-12	6. まとめ この報告書は汎用高機能ロボットの開発とそれを使った月基地建設に偏り過ぎている。 目的は月からのサンプルリターン、さらに将来的には惑星探査、火星などからのサンプルリターンや有人月探査として、そのための手段となる要素技術（ローバータイプのロボット、再突入技術、重量級ロケット開発、宇宙輸送系のコストパフォーマンスと信頼性の向上)などをもっと幅広く取り上げたほうがよい。	1 ページ、2章①において、将来の自在な太陽系探査への重要なステップとして、重力天体への軟着陸技術、重力天体からの帰還技術、惑星探査ロボット技術などを確立することが、月探査の目的として重要と記述しており、この目的を踏まえ、3章にて月探査の目標を設定し、目標実現に向けての進め方においてもロボット、サンプルリターン、重量級ロケットについて記述しているところです。 また、10ページ、4章には、安全かつ低コストで有人宇宙活動を実現するための技術基盤の構築が重要であることについて記述しております。
4-13	意見1.「月探査に関する懇談会　報告書（案）」には、信頼性・システム安全の向上に関する記述が不足しています。 参考文献：第 3 版　航空宇宙工学便覧　日本航空宇宙学会編　丸善株式会社 平成 17 年 11 月 30 日　ISBN 4-621-07570-5 C3053 理由1.「月探査に関する懇談会　報告書（案）」に記載された、各種の高度な先端的目的目標を継続的に達成し、確実に成果を得るための、リスクに対する根本原因分析（RCA）を実施します。JIS 規格や各種標準で定められた FMEA 解析　他に基づく、リスクアセスメントを繰り返し実施します。フェールセーフ・フールプルーフ・多重化　他の織り込みをする事が必要です。 方法の提案1.「月探査に関する懇談会　報告書（案）」に記載された、各種の予算に対する、詳細なキャッシュフローを明確にします。上記の信頼性・システム安全の向上に関する織り込み手順フロー・重要度レベルの明確化　他が必要です。 確認方法の提案1. 上記の参考文献の編集者等の信頼性・システム安全の向上に関する専門チームによる、プロジェクト全体に関する定期的な監査の実施が必要です。評価の整理と報告の公開が必要です。 改善方法の提案1. 全世界レベルのプロジェクトに発展し、今度の社会システム・社会インフラとして、必要不	5ページ、3．2には、技術を段階的に確立し、確実に探査活動を遂行していくこと、10ページ、4章には、安全かつ低コストで有人宇宙活動を実現するための技術基盤の構築が重要であることについて記述しております。 本報告書では、月探査の目的、目標、目標実現に向けての進め方などについて記載しておりますが、ご指摘も踏まえ、5ページの3．2の冒頭を以下のように修正します。 3．2　冒頭 （修正前） 2020 年の月探査の目標は、重力天体への往還技術を実現していない我が国にとって技術的に極めて難易度の高い目標であり、トップレベルの科学的成果を獲得するためにも、技術を段階的に確立し、確実に探査活動を遂行していくこと

	可欠なプロジェクトとして「月探査に関する懇談会　報告書（案）」を仕上げるために上記の内容を実施します。 国際社会での信頼性を向上し、得られる成果は特許・実用新案・意匠・商標　他で権利を確実に保護します。 国際社会全体とのリスクコミュニケーションを継続的に実施します。	が必要である。（後略） （修正後） 　2020 年の月探査の目標は、重力天体への往還技術を実現していない我が国にとって技術的に極めて難易度の高い目標である。また、トップレベルの科学的成果を獲得するためにも、信頼性・安全性などを確保しつつ、ハードウェア・ソフトウェアを高度に統合したシステムを実現することが重要であり、技術を段階的に確立し、確実に探査活動を遂行していくことが必要である。（後略） 　なお、信頼性管理等の具体的な方法については、実際に月探査を実行する段階で、更に詳細について専門家により検討がなされ決定されていくことが適当と考えております。なお、頂いた御意見については、今後の取組の参考とさせていただきます。
4-14	現状の他の宇宙開発の予算を食いつぶさない、つまり新規に予算を獲得して行う探査であれば歓迎する。 もし、月探査を目的として月面着陸＆リターンを実現するために他の探査機等の予算が食われるならそんな計画はやめてもらいたい。 すべては予算である。目的のために独自で予算を取得できないのであれば、重力の井戸に落ちる必要はない。 予算が目的額だけ取れない場合、それこそ『かぐや2』『かぐや3』『かぐや4』と2年置きくらいに観測衛星として行えばいい。月に行きますというよりも、月をもっとよく見たい、知りたいのほうが国民の理解は得やすいだろう。	他の太陽系探査を含む宇宙開発利用全体の総合的な推進に留意しつつ月探査に取り組むべきと考えております。太陽系探査については、２章＜月探査の目的＞に記載している通り、様々な天体の探査が重要であると考えております。他の太陽系探査との関係についての上記の考え方を明確にするため、本資料の最後の【別紙 1】の通り、報告書案6章、及び参考3に追記いたしました。 　なお、惑星の誕生と進化の解明などの科学や資源利用調査などのためには、リモートセンシングによる全球の把握の後に、着陸して多くのデータを取得するという地質学アプローチが重要であると考えております。
4-15	地上インフラの充実 現在深宇宙探査船との交信においては臼田宇宙空間観測所を使って運用していますが、国内の一つおアンテナでは運用時間が 8 時間程度に限定されてしまいます。できれば海外に 1～2 箇所施設を持つことが必要であります。現在は NASA 等海外の施設を利用することである程度運用は可能ではありますが、どうしても他の	また、深宇宙用の追跡管制設備については、探査機との微弱な電波の通信や可視時間の確保などのために、今後とも国際的な協力は重要と考えますが、7ページ、３．２（２）の最後に記載

	ミッションとの優先順位の関係で、日本の宇宙船との交信に制約が多いのが現状です。是非自前の交信施設を海外に設置し、運用時間を拡張して、貴重な時間を有効に活用できるように考えるべきだと思います。	しているように、計画を進める上で必要な設備については整備を行っていくことが必要と考えております。
4-16	最後に、草案を通じて、研究テーマと開発テーマが一緒に扱われている様な印象を受けました。 理学と工学が協調しなければ進むことは出来ませんが、本来本質は異なるものだと思います。 月探査で泥沼に嵌ってしまう事態になりません様、願いを込めて。	我が国の宇宙科学・太陽系探査は、一つの目標に向かって理学研究と工学研究が一体となって取り組んできたことにより優れた成果を上げてきたと言われており、懇談会においても技術と科学を計画の両輪と捉えて記述しております。
4-17	３．月探査の目標と取組 ３．１ 月探査の目標 広い意味での人類の宇宙進出を考えた場合、月の科学のトップレベルの維持が日本の宇宙進出への最短ルートとは限らない。月探査は、科学調査目的に限定し、太陽系探査に必要となる新たな宇宙技術の場、基地建設の場とは切り離すべきだと考える。予算、人員、計画規模とも、削減を行い、その分を、別の小惑星探査等、将来の人類宇宙進出までを考えた別の計画に振り分けるべきだと考える。他国に比べても、宇宙関連予算が少ない日本において、その配分には十分な熟慮が必要である。将来の宇宙進出に対して、月往還技術は、特殊なものであり、他の惑星航行等への応用が困難であり、また、予算、人材への負担も大きい。月探査を科学調査目的に限定し、ロボットによる調査を行うならば、サンプルリターンを諦めることになるが、月の往還技術は不要となり、予算、人員の負担を大幅に減らすことができ、その分を他の計画の予算、人員を振り分けることができるはずである。月には有用な資源がとぼしく、また重力もあり、無駄が大きく宇宙進出の基地機能としても適していない以上、将来の発展性に乏しい。月計画については縮小が妥当である。	長期的視点から、我が国が宇宙先進国として自在な宇宙活動、及び国際協力での自律的な宇宙活動を展開するためには、今後の太陽系探査の重要なステップとして、我が国が保有していない重力天体への往還技術などを確立していく必要があると考えております。地球に最も近い重力天体である月は、その技術確立の場として最適であると考えております。 探査の対象となる天体毎に、固有の探査技術が必要となりますが、惑星間の航行技術と、対象天体への着陸技術とは異なるものです。月探査で確立する技術は、共通基盤技術として、他の重力天体への着陸探査技術に活用が期待できるものと考えます。 今後の太陽系探査に向けた技術確立については、上記の考え方を含め、本資料の最後の【別紙2】の通り、報告書案２ページ、（＊１）に技術的な説明を追記いたしました。なお、本懇談会は、月探査と他の探査との優先順位を検討しているものではなく、他の太陽系探査・宇宙科学を含む宇宙開発利用全体の総合的な推進に留意しつつ月探査に取り組むべきと考えております。太陽系探査については、2章＜月探査の目的＞に記載している通り、様々な天体の探査が重要であると考えております。他の太陽系探査との関係についての上記の考え方を明確にするため、本資料の最後の【別紙 1】の通り、報告書案6章、及び参考3に追記いたしました。

4-18	宇宙開発に関しては　素人ですので　思った事を数点。 6 ページの　2020年のロボット月探査　の　中で　活動を支える重量級ロケットの開発が必要となっていましたが、現状の　H－ⅡBを　短期間に複数打ち上げ（1ヶ月に5機程度）　探査機を数機体制で　月に向かわせ探査ではいけないのでしょうか？　量産コスト的にも　多頻度打ち上げ能力的にも　いいと思うのですが。 あと、重量級ロケットの開発費用を　探査機や運営資金に回す等　そちらのほうはがいいと思うのですが。	詳細な検討は今後専門家により実施されるものですが、探査ロボットやサンプルリターン機などの搭載を考慮した探査機の質量を考慮し、現行の基幹ロケットの 2 倍以上の月面への輸送能力を有する重量級ロケットを利用することを想定しております。ロケットの開発コストについては、現行の基幹ロケットの成熟した技術を活用して最小限の変更（2 段の大型化など）を行い効率的に大重量化する案が、第 3 回会合において提案されており、コスト的には H-ⅡB を多数打ち上げるよりも低減可能と考えております。
4-19	今回の「我が国の月探査戦略」に関しては、どうもよくわからない点があるので、その辺を明確にしていただけると助かる。それはどこかというと、「科学探査」と「技術開発」がいろいろと輻輳しており、どこが必須なのかが見えにくい点である。そのため、ここでは2と3、特に3．1に対してコメントしたい。 3．2についてはスケジュールなので、これが良いかどうかは実のところあまり判断できない。従って、目標のみに焦点を絞りたい。 まず科学探査の目標として、2の②に概略があり、具体的な内容は3．1に書かれている。これを読むと「月の起源とその進化」を命題とし、そのために「内部構造探査」「異なる年代の岩石分析」が重要だとある。それぞれについては異論はないが、 1．内部構造を知るには月面の様々な場所に地震計を設置することが望ましいと考えられるが、何故南極域のみなのかが不明 2．進化に関しても南極域だけで岩石の分析を行ったとして、果たしてそれがどの程度有効なのかが不明 と、その観察・観測・実験方法に大きな問題があるように見受けられる。むしろ小型の着陸機を複数用意し、地震計を設置するのと同時に、サンプル採集を行った方が良いのではないか？ 一方、「かぐや」で発見された縦穴の存在は、月の進化を考える上で重要だと考えるが、今回の目標に盛り込まれていないのは片手落ちではないか？ 特にこの縦穴は日本が初めて発見したものであり、今後、解像度の向上とともに、数多く発見されることも期待される。その内部の調査によって初めて明かされる事柄も多いはずなので、是非探査目標に追加していただきたい。 またその際、月には「越夜」の問題があるが、太陽光の当たらない2週間は基本的に地震計にのみ電力を供給し、他の活動はスリープモードにしておくというような対応を行い、そのために必要な小型大容量バッテリを開発するというのであれば、技術面でも大きな飛躍を得られる可能性があると考える。特に今後を期待される	地震計については、幅広い周波数帯域を観測できる広帯域地震計を想定しており、その特性をいかして、地殻の厚さ、マントル構造、中心核の大きさなどを明らかにすることを目指しております。月で発生する地震は発生メカニズムに関しても謎が多く、その原因を探るためにも有用な地震計であり、1点の観測でも科学的意義が高いと考えております。また、南極域の日照条件の良い場所を選んで地震計を設置することにより、1年以上の長期にわたる観測が可能となるほか、南極域は、今まで観測できていない月の裏側で発生した地震を直接計測できる可能性もあるなど、内部構造探査の場所としても価値が高いと考えております。震源を決定して内部構造をさらに精密に推定するためには多地点で観測することが不可欠ですが、それについては、4ページ、3．1の最後に記載している通り、「特に内部構造探査など、国際協力によりいっそうの価値のある科学的成果が見込めるものについては、国際協力を呼びかけることも検討する」ことで、海外との連携による実現も視野に入れております。 地質探査につきましては、月の南極周辺は、4ページに記載している通り、月の裏側からも多様な物質が飛散してきている可能性が高く、かつ長期間の日照が確保できるため、ロボットの長期間

	電気自動車などは小型大容量バッテリーと急速充電技術が必須であり、これは月探査に於いての技術課題と目的が合致する。 では、これまでの意見を踏まえて、技術開発部分に言及する。 技術面では「サンプルリターン」と「ロボット」となっている。サンプルリターンについては異論はない。ただし、上記の科学探査目標について言及したとおり、何故南極域のみなのかが不明である。 出来ることであれば、1カ所から数多くのサンプルを持ち帰るのではなく、複数箇所から少量ずつが小分けされた状態でサンプルを持ち帰る方が望ましいのではないか？ そのためには月面から帰還するための小型ロケットを数多く作る方が良い。さらには、ロケットの重量はペイロードが大きくなればなるほど雪だるま式に増えていく。1カ所から多くのサンプルを持ち帰ろうとした場合と、複数箇所から少量のサンプルを持ち帰るのとでは、キチンと計算しなければ行けないのだが、地球から打ち上げられる質量にあまり差はないのではないか？ 次にロボットだが、ローバータイプを中心に持ち込むという考え方は正しいと考える。以前に出ていた二足歩行タイプが引っ込められた事は評価に値する。実際、不整地である月面を二足で歩行するロボットを作ることに技術的なメリットは感じない。むしろ1Gである地球の方が環境としては厳しく、それこそ二足歩行の不整地踏破実験を行いたいのであれば、どこかの砂漠で実験した方が良く、大金をかけて月面で行うメリットはない。	の周辺探査を行うことで、例えば月の裏側のマントルの岩石や、形成年代の古い石から新しい石まで、これまで人類が手にしたことのない科学的価値の高い岩石を採取できる可能性が高いと考えております。 目標として、月の起源と進化の解明にせまること、そのために、内部構造探査、及び異なる年代の岩石の分析が重要であるとの認識の下、現状の、目標実現に向けての進め方を記載しております。 なお、溶岩チューブ（溶岩洞窟）、あるいはそれにつながると思われる縦穴の探査など、将来の発展的探査の可能性を否定するものではありません。 月は地球の 6 分の 1 の重力を持つ天体であり、大気もほとんどないため、着陸や再離陸のために比較的大きな推力を持つエンジンや燃料を搭載する必要があります。したがって、着陸機、離陸機に占めるペイロードの質量割合は非常に小さくなるため、例えば2回に分けて着陸させるよりも、1回で着陸させる方が、圧倒的に効率は良くなります。これを踏まえ、多様な物質が飛散してきている可能性が高い月の南極周辺において、科学的に価値の高い多様なサンプルを選別し、一回のサンプルリターンで持ち帰る方が効率的と考えております。 2020 年の月探査ロボットとしては、現時点では技術の実現性や確実性の観点からローバタイプが有力であるものの、今後、最先端のロボット技術を積極的に取り入れて研究開発を進め、2015 年頃を目処に適用可能な最適な技術を選定することとしており、それとともに最適な形状も自ずと決まって来るものと考えます。

4-20	追加で3．3、3．4、4について私見を述べさせていただく。 3．3、3．4については、大変期待している。特に今後の宇宙産業の広がりと、一般国民へのフィードバックを考えると、開発体制は柔軟で、成果がすぐに活かせる態勢は大変重要だ。	本報告書（案）に賛同される御意見として承ります。
4-21	2．2「3．2目標実現に向けての進め方」 ・ <世界初>の項目に関し、中国、インド、欧州も月を目指す中、2015 年、2020 年に目標通りに月探査が実現したとして、どこまで<世界初>となるかが資料からは判断しかねます。各国の月探査機開発状況の分析結果を提示されてはいかがでしょうか。 ・「(2) 2020 年のロボット月探査 ①技術」の中で「世界で始めてロボットで基地を組み立てる」とありますが、どのような規模の基地を想定するか、規模、構想により予算も技術も異なるため、より具体的な構想とスケジュールが必要かと思われます。また、「4 章 有人宇宙活動への技術基盤構築」でも将来的に有人での月探査について触れられていますが、有人を目指すのであれば、有人に係わる技術実証についても触れても良いのではないでしょうか。また、「(3) 2020 年より後の．．． ②最適なロボットの活用」の中で、「「きぼう」のロボットアームなどの技術の実績を踏まえ」とありますが、逆に「きぼう」を利用し、効率的に月探査技術やロボティクス技術の検証を行うことが可能となり、これらを明記することで、より効率的な開発及び「きぼう」の利用についてアピールも可能となるのではないでしょうか。 ・ 長期にわたる探査の総資金軽減のためには、宇宙輸送コスト低減のための研究開発を平行して進めることが必要ではないでしょうか。	世界初の項目については、現時点で想定される範囲で記載しております。各国がいつどのような探査を行う構想を持っているかについては、参考表2に記載しておりますが、具体的な内容については今後詳細に検討され、実行されていくと考えますので、適宜国際動向を見ながら進める必要があると考えます。 2020 年の基地につきましては、6ページ、3．2（2）①に記載している通り、電力エネルギー供給機能、地球との通信機能、岩石の分析機能をそなえ、特にエネルギー供給機能につきましては、太陽光発電と再生型燃料電池、リチウムイオン電池を組合わせた、1kW 級の持続的なエネルギーを供給する機能を有しているものを想定しております。 有人宇宙技術につきましては、4 章に示すとおり、まずはその根幹をなす有人往還システムの鍵となる要素技術等の研究開発から進める内容としております。 ISS を利用した効率的な開発につきましては、11ページ、4章（3）に記載している通りです。 宇宙輸送系全体については、懇談会の検討対象となっておりませんが、現行の基幹ロケットの成熟した技術を活用して最小限の変更（2 段の大型化など）を行い効率的に大重量化する案が想定されており、大型静止衛星への対応も見据えた、効率的な輸送系を利用することとなると考えます。
4-22	2．3「3．3民生技術の活用とオープンな研究開発の体制」 ・幅広い知見を結集し得るオープンな研究開発体制に関して 月探査を国家的プロジェクトとして取り組むのであれば、産学官さらには一般をも対象として、情報公開をベースとしたプロジェクト推進の受け皿作りが必要で、そのような体制作りに対して具体的に言及すべきではないでしょうか。	3．3（1）、（2）に記載している通り、研究開発の推進に当たっても、評価に当たってもオープンな体制を構築することとしております。月探査ナショナルミーティングの継続実施については、今後の取組の参考とさせていただきます。

	ロボット以外にも、広いジャンル、層から月探査（または他の有効な宇宙活動）における参入・役割の可能性を、集中的に議論する場を設けてはいかがでしょうか。（ナショナルミーティングの継続実施）	
4-23	２．５「３．５月探査による波及効果」 ・ (2)次世代の人材育成に関して 月面探査活動の映像を提供するとありますが、これは 2015 年以降、ミッションが実現した後になります。それまでの期間、国民の支持を得るには月探査ミッションが国民レベルの活動と認識される必要があります。そのためには、研究開発段階の情報と進捗をオープンにし、様々な形で本ミッションに興味を持つ人、担い手となれる人を増やすことが有効と考えます。最終成果としての月ミッションだけではなく、それに至る過程への参加者を増やすことは、将来の技術を担う人材の育成につながるのではないでしょうか。	例えば、３．２（１）に記載の「能力上の余裕に応じて、例えば超小型ロボットやメッセージプレートの搭載など、先端技術実証や国民の夢の実現などの幅広い活動を可能とする工夫」や、３．２（２）④に記載の「最先端の技術や独創的な技術などを将来の探査技術にいかすための工夫」としての月面公募プロジェクトなどの取組を通じ、研究開発段階から、若手研究者・技術者の育成や宇宙開発の裾野の拡大につなげていくことを考えております。 また、３．３（１）、（２）に記載している通り、研究開発の推進に当たっても、評価に当たってもオープンな体制を構築することとしております。
4-24	■次世代技術の革新に期待される波及効果 ・ロボット技術の革新、エネルギー技術の革新は月探査による効果とは思えない ・逆にロボット技術の革新、エネルギー技術の革新が先では？	３．５（１）に記載の通り、月探査に要求される過酷な環境や高い信頼性要求に対応することによるステップ的な革新が、地上における次世代の技術革新につながることが期待されるものであり、ロボットやエネルギーに関する専門家の知見も踏まえ、期待される波及効果の例を参考2に記載しております。
4-25	月探査は「かぐや」で日本が世界を大きくリードしたが、中国を始めてして他国も追い上げている状況にあります。議論だけではなく日本も継続的な月探査ができるようにして欲しいです。 「2015 年に軟着陸とロボットによる予備的な探査を実施する」とありますが、あと 5 年で開発が完了するか、少々不安です。時間をかけて高いレベルを狙うよりも、今できる事を短い間隔で積み重ねる方が確実かと思います。	2 章②に記載している通り、我が国は月の科学で世界をリードしておりますが、複数の国が月を目指す中、探査活動が停滞すれば月の科学での優位性を維持発展することは困難になると認識しており、また、2 章③の国際プレゼンスの確立の観点でも、継続的な月探査は重要と考えております。 また、2 章①の技術の確立も踏まえ、検討を行った結果、３．１の目標、３．２の目標実現に向けての進め方に記載のとおりとなりました。 ３．２冒頭にも記載の通り、技術的には極めて難易度の高い目標ではありますが、長期的視点に立って、高い目標を掲げ、段階的に技術を確立しながら確実に探査活動を遂行していくことが

		必要と考えます。
4-26	月探査戦略の計画を拝見させていただきました。 以前伺っていた、月面での２足歩行探査用ロボットなどの曖昧な計画が消え探査機はローバタイプとするという点にまず安心しました。 まだ計画の初期段階故、仕方のないことだと思いますが、地上系や推進系ソフトウェアなどの、探査以外に関わるいわば土台の部分の計画が少ないように感じました。 先のアポロ計画では、人が月面に行き、そして帰還したという成果そのものが大きく取り上げられています。しかし、あの計画ではそれ以上に、計画によって得られた推進系、品質工学の成果というものが、今の社会に貢献していると思います。 日本が科学技術で世界をリードしていくために、宇宙開発への期待というのは、今後ますます高まってくるともいます。その際、直接の成果も期待されますが、間接的な成果というのもの、各分野では期待されることと思います。 私自身、月探査計画はとても楽しみにしています。今後も期待しています。	2020 年の月探査ロボットにつきましては、現時点では技術の実現性や確実性の観点からローバタイプが有力であるものの、今後、最先端のロボット技術を積極的に取り入れて研究開発を進め、2015 年頃を目処に適用可能な最適な技術を選定することとしており、それとともに最適な形状も自ずと決まって来るものと考えます。 また、ソフトウェアも含めた高度なシステムの実現が重要であるため、御指摘も踏まえ、5ページの3．2の冒頭を以下のように修正します。 ３．２　冒頭 （修正前） 2020 年の月探査の目標は、重力天体への往還技術を実現していない我が国にとって技術的に極めて難易度の高い目標であり、トップレベルの科学的成果を獲得するためにも、技術を段階的に確立し、確実に探査活動を遂行していくことが必要である。（後略） （修正後） 2020 年の月探査の目標は、重力天体への往還技術を実現していない我が国にとって技術的に極めて難易度の高い目標である。また、トップレベルの科学的成果を獲得するためにも、信頼性・安全性などを確保しつつ、ハードウェア・ソフトウェアを高度に統合したシステムを実現することが重要であり、技術を段階的に確立し、確実に探査活動を遂行していくことが必要である。（後略） なお、アポロ計画の間接的な成果については、参考1．（2）③（ア）に御指摘の趣旨を記載しております。我が国の月探査においても、直接的な成果に加え、9ページ、3．5（1）に記載のとお

		り、宇宙技術として開発されたシステム、装置、ソフトウェエアなどの技術成果を、スピンオフを通じて再度民需に還元し、地上の技術革新につなげるために、成果の積極的な活用促進を行うことが重要と考えております。
4-27	月の科学的探査には大いに賛同いたしますが、素人考えではございますが、２点ほど気になるところがあります。 まず１点目： 3.2 目標実現に向けての進め方 （1）2015年のロボット月探査の最終項目（5ページ） 「資金規模は、2015 年頃までに約 600～700 億円程度と試算」 とありますが、この額が宇宙関連予算の中に占める割合が多すぎないかという点。 様々な宇宙関係の計画が進めるべき中で、ある一つの計画にのみ予算が集中し、その他の計画が頓挫するようなことがあってはならないと危惧しております。 また、他の宇宙探査と比べて、すでに人類が到達し、ある程度の科学探査の進んでいる月探査の重要性とプライオリティについても疑問があります。 もちろん、月探査大いにすべしですが、結局は他の対象天体とのバランスかとお思います。 宇宙関連予算が増額し、その中で月探査予算も増額というのであれば問題なしです。	本懇談会は、月探査と他の探査との優先順位を検討しているものではなく、他の太陽系探査を含む宇宙開発利用全体の総合的な推進に留意しつつ月探査に取り組むべきと考えております。太陽系探査については、2章＜月探査の目的＞に記載している通り、太陽系の成り立ちなどを解明するためには、様々な天体の探査を行うことが重要であると考えています。その中で月は地球に近い成り立ちを持ちながら、火山活動や地殻変動などが早期に終了したため、進化の初期過程の痕跡が残っており、地球を含む固体惑星の誕生と進化の解明にとって重要な研究対象の一つであると考えられています。他の太陽系探査との関係についての上記の考え方を明確にするため、本資料の最後の【別紙 1】の通り、報告書案6章、及び参考3に追記いたしました。 また、他の天体に比べて月探査を優先しているかのような誤解を招かないよう、2 章の＜月探査の目的＞を以下のように修正致します。 （修正前） （前略）、様々な天体の探査を行うことが重要である。その中でも、地球に最も近い重力天体である月において、（後略） （修正後） （前略）、様々な天体の探査を行うことが重要である。<u>その中で、月は地球に最も近い重力天体であり、</u>（後略）

4-28	「3. 月探査の目標と取組」について これは単純に疑問なのだが、現在地球上で、完全にロボットのみによる建造物の建築というのは行われたことがなかったと思うのだが、先に地上でそういったシステムを完成させることが先決ではないだろうか。 ここで設定されている各探査活動や技術実証については、盛り込めるものをできるだけ盛り込んだような感がしなくもない。また、そのうちのいくつかは果たして月探査計画として必要なのかという疑問も残る。たとえば太陽光発電の実証を行いたいなら、実利を兼ねて太陽光発電衛星を研究開発したほうが実用化も早まるのではないか？　そこから応用を利かせて、太陽光発電衛星を月軌道上に配置することも可能だ。 ここにさまざまな計画を列挙しているのは月探査計画の意義を誇張するためだけのように見てとれる。「世界初」や「本邦初」という言葉が躍るのは心躍るが、その先につながるような、もっと宇宙開発全体の発展につながるような具体性のある計画案を見せてほしい。	現在想定している基地構築作業は、整地、機器の設置、配線といったものであり、地上での建造物の建築という一般的な概念よりは簡易な規模となっており、ロボットの専門家の方も可能と判断していますが、実際に月探査を実行する段階では、基地構築などについて、事前に地上で検証が行われるものと考えます。 また、宇宙太陽光発電衛星については、宇宙基本計画では、今後「10 年程度を目途に実用化に向けた見通しをつけることを目標」としており、今回の月探査に適用するのはスケジュール的に難しいと考えております。また、宇宙太陽光発電衛星の開発という観点から見ると、月での技術実証の実施はコスト的に現実的ではないと考えております。技術的にも、宇宙太陽光発電衛星の見通しをつけるまでの初期段階の主要な技術課題は、大気圏での影響の確認などであることから地球周回軌道上で技術実証を実施する方が有意義と考えます。 なお、宇宙太陽光発電衛星の技術が確立されれば、将来的には月探査への応用の可能性はあると考えています。
4-29	・資金規模は 2015 年頃までに約 600～700 億円程度(P.5) 金額が大きすぎて一般人では多いのか少ないのか把握できませんが、この計画により他の宇宙開発計画の資金を圧迫したり、他分野の資金を圧迫して宇宙開発分野が恨みを買わぬようよろしくお願いいたします	御指摘の金額は、本懇談会において月探査戦略を検討するにあたり、計画遂行に必要となる資金規模を試算したものです。
4-30	お仕事お疲れ様です。 「月探査に関する懇談会　報告書（案）」について、若干の意見がありますので、以下に述べさせて頂きます。 私は、月探査、及び月探査技術の開発は、惑星、小惑星探査に並ぶ重要項目であると考えます。 その点では「月探査に関する懇談会　報告書（案）」（以下「報告書（案）」）の「1.はじめに」及び「2.月探査の目的」については、概ね賛同です。 しかし、それに続く「3.月探査の目標と取組」で触れられている計画と目標設定は、試算される予算規模に対して余りに急ぎすぎではないでしょうか。 「報告書（案）」の5ページには「資金規模は 2015 年頃までに約 600～700 億円程度と試算」とあります。また	本懇談会は、月探査と他の探査との優先順位を検討しているものではなく、他の太陽系探査を含む宇宙開発利用全体の総合的な推進に留意しつつ月探査に取り組むべきと考えております。太陽系探査については、2章＜月探査の目的＞に記載している通り、様々な天体の探査が重要であると考えております。他の太陽系探査との関係についての上記の考え方を明確にするため、本資料の最後の【別紙 1】の通り、報告書案6章、及び参考3に追記いたしました。

	6ページには「2020 年頃までに累計約 2000 億円程度と試算」とあります。よって、単純計算で、仮に 2015 年までの計画のみとしても年 120～140 億円、2020 年までの計画を組み入れると月探査関連のみで年 200 億円の予算規模になると認識しています。 ご存知のように GX ロケットが開発中止、HTV や各種衛星についても1割削減の要求が行政刷新会議より出ている今、この予算規模はちょっと現実的とは思えません。 確実に月探査を進めるならば、予算を確実に組めるよう、もう少し控えめな目標で、もう少し長い期間をかけるべきではないでしょうか。 また、予算に不足が出た場合、月探査計画を延期もしくは中止をするのか、他の宇宙開発を止めてまでも月探査を優先させるのでしょうか。 現在の日本には、様々な宇宙開発計画があります。この「報告書（案）」は他の科学衛星、実用衛星等との関連や優先順位等が全く触れられていませんが、月探査計画は、それらとの関係の中で、どのような優先順位にあるのでしょうか。 私個人の意見としては、月探査は重要ではあるものの、現状では急べき理由はさほど無いと考えられるので、優先度としては、月探査は他の計画より若干低いランクとすべきではないかと考えます。 我が国独自の月探査計画は、恐らく誰もが夢見る宇宙開発の1つだと思います。 ただ、月ばかりに気をとられ、宇宙開発計画全体のバランスや方向性が狂うことだけは無いよう、どうかご配慮を頂きたいと思います。 以上、乱文大変失礼致しました。 稚拙な私見ではありますが、どうか宜しくお願い致します。	また、御指摘の金額は、本懇談会において月探査戦略を検討するにあたり、計画遂行に必要となる資金規模を試算したものです。
4-31	宇宙基本計画制定時に比べ、ようやく地に足のついた等身大の報告書が提出されたことに関係者の努力に敬意を表します。 （案）世界初の再生可能エネルギーのみによる越夜（2 週間続く極寒の夜を越える） 従来、越夜には原子力電池が使われているが、世界で初めて太陽光発電と蓄電池（リチウムイオン電池）のみによる、観測機器の越夜を行う。 （私見）リチウムイオン電池を貯蔵する容器の被曝露体制の検証が重要ではないか？ディスクエネルギー貯蔵などの手法も検討していくべきではないか？ ＜我が国初＞ ・ 我が国初の重力天体への往還（サンプルリターン）について （私見）固体燃料だけでなく、太陽風を逆走するヨット技術等検討していく必要があるのではないか。 ＜世界初＞ ・ ロボットの活動や月面からの地球の姿の移り変わりなど、世界初の月面からの臨場感のある高精細映像の提供（例えば、定期的なハイビジョン中継、3次元ハイビジョンやスーパーハイビジョン映像の配信など、実	実際に月探査を実行する段階では、容器の被曝耐性などについて、事前に地上で検証が行われるものと考えます。 今後、実施に当たっての詳細については、更に専門家により検討がなされ決定されていくことが適当と考えます。 ディスクエネルギー貯蔵については、出力密度（W/kg）は電池より高いため、瞬間的に大きな出力が必要な場合には適していると考えますが、現状の技術では単位質量当たりに蓄えられるエネルギー（Wh/kg）が電池に比べて小さく、今回の月探査のように、小さな電力でも長期間にわたって持続的に電力の供給が要求されるような場合

	現可能な最先端のもので実施） ・ 世界初のインフラのリソース提供による月面公募プロジェクトの検討 　最先端の技術や独創的な技術などを将来の探査技術にいかすための工夫として、メインミッション以外にも、月面での実証実験ができるよう、例えば公募して選定されたヒューマノイドロボットや高速移動ロボットなどのプロジェクトに対し、スペース・電力等のインフラのリソースの一部を提供することを検討する。 （私見）映像発信はかぐやで評価を高めたので賛成であるが、偏光望遠鏡にHVカメラを装着する等のバリエーションも必要ではないかと思う。 また第 1 段階では4Kの映像提供、第 2 段階で8Kの映像提供を目指せるように、廉価な方式で実現できるように 民生用のHVカメラの映像合成・固体化メモリへの映像蓄積・映像の高速転送等技術的なブレークスルーがないと実現しにくい点もある。 共同開発者と十二分に検討していく必要が高いのではないだろうか。	には、電池の方が適していると考えられます。 　太陽光圧によるヨット技術は、宇宙空間を航行する技術と考えられますが、月のような重力天体からサンプル回収機を打上げるにはロケットエンジンの技術が必要となります。 　映像配信については、7ページ、３．２（２）④に記載している通り、技術を限定しているわけではなく、実現可能な最先端のものでの実現を目指しております。
4-32	月探査の目標と取組において、5 年おきの探査計画紹介されているが、これだと15年・20年・20年以降の3回しか探査計画がないように読める。 たった3回の探査で「20年に世界をリード出来る成果の達成を目指す」は稚拙ではないか？ また、アポロ計画においてレインジャー計画において9機、サーベイヤー計画において7機（いずれも成功失敗に関わらず数字）の探査機を送ってから人を月に送っている。 ロボット月探査と有人計画が結びついていないなら問題ないが最終目標が人を月に送ることであれば、この取組は無謀にしか見えない。	３．1に記載の通り、まずは2020年に月探査の目標を設定し、その前段階として 2015 年に月面着陸と短期間のロボット探査を行うこととしておりますので、目標までは2回の探査計画となります。この中で、世界をリードする成果を創出することを目指しております。 　なお、有人につきましては、4章に記載の通り、有人月探査を前提としているものではなく、探査目標にかかわらず、まずは有人宇宙活動の根幹である有人往還システムの鍵となる要素技術等について研究開発に取り組むこととしております。
4-33	■意見2： 　輸送手段の開発／改良を補足ではなく「進め方」に昇格させ含めるべきである 将来的に重力天体へのサンプルリターンを伴う往還を視野に入れるのであれば、輸送能力の向上を含めたロケット／エンジンの開発研究は急務であると思われる。報告書においても、当該技術を所持していない我国にとっては、項 3.2 で「技術的にきわめて難易度の高い目標」と触れている。 しかし今回の提言では、その開発は「3.2(2) 2020 年のロボット月探査」項の欄外に相当する箇所で短く触れられているのみである。 重力天体へのサンプルリターンを含めた、一方通行でない探査に繋がる「宇宙技術を自ら確立」することを目標にするのであれば、これは「進め方」の軸の一つに据えることが必須であると考えられる。	御指摘の通り、輸送能力の向上を含めた重量級ロケットの開発は重要であると考えております。 　ただし、重量級ロケットについては月探査専用としてではなく、大型化しつつある静止衛星など様々な用途に対応することが想定されており、7ページ、３．２（２）の最後に記載している通り、月探査の計画と並行して開発を進めることが必要と整理しているものです。なお、現行の基幹ロケットの成熟した技術を活用して最小限の変更（2 段の大型化など）を行い効率的に大重量化する案が、第 3 回会合において提案されております。

4-34	意見1. 「月探査に関する懇談会　報告書（案）」には、計画全体の費用対効果や本計画が科学技術イノベーションにもたらす価値への具体的記述が不足しています。 利湯1. 　　現在、日本国の財政状況は年を追うごとに悪化していく傾向にあり、本プロジェクトにより創出される価値をしっかりと国民が理解できるようでなければ、プロジェクトが単なる計画で終わる可能性が多いにあると考えられます。それに対して、本企画書は定量的にプロジェクトを評価する資料がほとんど提示されていません。「開発以外の他の分野も巻き込んで地上の技術イノベーションにつながることが期待できる」「次世代技術の革新に期待される波及効果」などの文章が報告書に記載されていますが、実現計画を具体的に示さなければ、このプロジェクトが本当に技術イノベーションにつながるのか、次世代技術の革新に期待される波及効果を得ることができるのかという点で疑問が残ります。実際に、日本国においての科学技術研究の産業移転は長年の改題であり、科学技術の特許数では多くの分野において欧米に勝っていますが、そのシーズがうまく活用されていないため、具体的かつ明確なプロジェクトなしに、この状況が本プロジェクトにおいても改善できるとは考えにくいです。 方法の提案1. 　　本プロジェロクトにより創出される価値として、単に本プロジェクトが1つの科学プロジェクトだけではなく宇宙開発技術の産業利用のモデルケースという位置づけを持たせるべきです。各技術の具体的な転用の展望や技術イノベーションとしてのインパクトを具体化し、戦略的な計画を立てる必要があります。そのために、米国などの諸外国の宇宙技術の転用やビジネス化のシステムを参考にし、宇宙技術の産業への移転のプラットフォームとロードマップを示す必要があり、本プロジェクトの過程で得られた技術をどのように産業に落とし込め、ビジネスに繋げるかを計画段階から検討すべきです。さらに、各種の予算に対する見積もり、詳細なキャッシュフローを明確し、費用対効果を提示すべきです。 確認方法の提案1. 　　月探査に関する懇談会において各種メーカの幹部、経団連、技術ベンチャーの専門家を交えて協議をする必要があります。さらにプロジェクトの中に、技術マネージメント監査チームを創設し、全体に関する定期的に計画したような価値を本プロジェクトが産出しているかの監査を実施し、評価の整理と報告の公開する必要があります。また、同チームが外部の企業とグループと繋がり、継続的に開発技術による産業への波及効果を模索していくべきです。 改善方法の提案1. 　　本プロジェクトにおける参加者の内側の参加者と外側の参加者のインターラクションを活発にしていくべきです。それにより、プロジェクトという閉じられた世界の活動にするのではなく、外部から意見を常に吸収し、改善方法を促すような体制を整えるべきです。	月探査の目的は、2章に記載の通り、①太陽系探査のための宇宙技術を自ら確立、②世界トップレベルの月の科学を一層発展、③国際的プレゼンスの確立、の三本柱としており、単に一つの科学プロジェクトではありません。また、3．5（1）に記載の通り、月の過酷な環境や高い信頼性要求に対応することによるステップ的な革新が、地上における次世代の民生技術のイノベーション等につながることが期待されるものであり、地上の科学技術のイノベーションそのものを目的とするものでもありません。 　したがって、2 章の目的に記載されている内容が月探査により創出される価値であり、さらに次世代の技術革新や人材育成などへの波及効果も含め、単純に費用対効果を算出できるものではないと考えております。 　なお、御指摘の実施体制につきましては、月探査の実施に当たり、3．3に記載の通り、宇宙関連以外も含めた幅広い知見を結集可能なオープンな研究開発体制を構築するとともに、幅広い外部の有識者を含めたオープンな評価を行うことが重要と考えております。

	例えば、外部有識者によるプロジェクト運営、予算の割り当て、特許戦略への助言が考えられます。	
4-35	2. 何故ロボット探査なのか 昨年、多くの国民の失笑を買った、「二足歩行」が表面上消えた（まだ、委員の方々の中には、諦め切れない方もおられる様ですが）のは良いとしても、既に月に送られた探査機はサーベイヤー、ルノホート等を嚆矢に、近年の「かぐや」、LROに至るまで、“ロボット“達で有り、手足が有るという事が「初めて」という事に拘泥するのは、蓋然性を欠くと思われます。又電池技術なども含めて、極限環境での運用・試験に関しては、JAMSTECの「うらしま」など、深海など苛酷では有りますが、月より遥かに低コストで繰り返し検証可能な領域でも実行出来ると考えられます。「宇宙で実績の有るロボット技術」という謳い文句の実現の為に、多額の費用を投じる必要性が、本当に有るのでしょうか？	月探査において、できる限り低コストで最大限の結果を得るためにロボット技術や電池技術は重要と考えており、また今後の太陽系探査においても必須の技術と考えております。ただし、電池技術の運用・試験を月で実施することや、「宇宙で実績のあるロボット技術」という謳い文句の実現が目的ではありません。 また、探査機なども広い意味ではロボットであるとも言えますが、本報告書案では、月面で作業を行うものをロボットと記載しております。月探査ロボットについては、手足があることに拘泥してはおらず、2020 年に、7ページの（＊2）に記載のような機能を実現するロボットとして、現時点では技術の実現性や確実性の観点からローバタイプが有力であるものの、今後、最先端のロボット技術を積極的に取り入れて研究開発を進め、2015 年頃を目処に適用可能な最適な技術を選定することとしており、それとともに最適な形状も自ずと決まって来るものと考えております。
4-36	月探査に関して特に中国の状況はどのようなものでしょうか。有人宇宙開発に続いて月面着陸でも中国に先を越されてしまう可能性は無いのでしょうか。日本は月の科学では中国に勝てると思うので、月面着陸機は中国に任して、月の科学を観測する機器をそこに搭載する事は無理なのでしょうか。	中国も含め、諸外国の月探査構想については、参考表2に示すとおりです。実際に実現する時期や探査の内容については必ずしも明らかではありませんが、仮に中国などが先に月面着陸を実施するとしても、2章①に記載の、将来の自在な太陽系探査への重要なステップとして、重力天体への着陸探査・帰還に係る技術などを自ら確立することが重要であるとともに、2 章②に記載の、世界トップレベルの月の科学を更に発展させること、2 章③の国際的プレゼンスを確立することが重要と考えております。

【月の資源について】

番号	御意見	御意見に対する考え方
4-37	月探査に関する懇談会　報告書（案）に対する意見をいたします。 ○　月南極に資源探査を求めることを第一義的に上げることについて。 「かぐや」データにしても、LCROSS 実験結果にしても、南極における水については、資源利用できるなどほど遠いと思われる結果を出しています。また、どうしても、というなら、北極の方がまだ水素濃集から考えて、いいとも考えられます。 一方、月の極に限らず、月の水については科学的な興味（月の上での水の形成過程、或いは持ち込み過程）があります。その意味では、月の極探査は重要な意味を持つと思います。 ただ、極に基地を作るということについては、永久日照域の確保だと思われますが、それ以前に何故基地をつくるのか？という議論がされていないことを疑問に思います。個人的には、科学的研究の立場から言えば、月の地質学的鉱物学的研究拠点、地球外サンプルの解析保管基地、あるいは月面天文台という観点があげられ、それはそれで、基地が建設されれば、月科学のみならず、人類の科学的知見は増大すると思っております。 しかし、たとえば、月の地質学的鉱物学的研究拠点、地球外サンプルの解析保管基地とするならば、平坦で可動領域が確保できる月の海領域のほうがいいでしょうし、天文台については、裏がいい、或いはやはり設置領域が広く確保できる海がいいという考えがあるかと思います。He3 の確保であれば低緯度の方がいいでしょう。こうした、将来の基地の利用構想を考えず、日照率だけで、越夜を考えずに済む、という発想は、いささか本末転倒な感を受けます。	月の南極に水を含む資源を求めることを第一義的に考えているものではありません。月探査の目的については、2章に記載の通り、①太陽系探査のための宇宙技術を自ら確立、②世界トップレベルの月の科学を一層発展、③国際的プレゼンスの確立、の三本柱としており、目標についても、上記の3つの目的を達成することを目指し、3．1に記載の通り、「今後の太陽系探査に重要なステップとなる宇宙技術を確立すると共に、月の起源と進化の解明にせまる」としています。 ご指摘の通り、月の南極に基地を作ることについては、技術的には長期間の日照が確保できるということがありますが、科学的には、3．1に記載の通り、ロボットの長期間の周辺探査により、例えば月の裏側のマントルの岩石や、形成年代の古い石から新しい石まで、これまで人類が手にしたことのない科学的価値の高い岩石を採取できる可能性が高いことや、今まで観測できていない月の裏側で発生した地震を直接計測できる可能性があるなど、内部構造探査の場所としても価値が高いことなどの意味があります。 その上で、月の資源につきましては、岩石の組成分析などにより、その利用の可能性を探ることができるのではないかということで7ページ3．2（2）③に記載しております。
4-38	○ターゲットを南極に絞った理由について 月の南極にターゲットを絞ったのは、水があるというアメリカでの研究結果に基づくものと考えられるが、「かぐや」探査で、その肝心なシャックルトンクレーターに水が存在しない可能性が高いことを JAXA の研究者が発表している。また、水についても、NASA の研究に関して疑問を投げかける研究者は多い。 そもそも、水の存在にこだわりすぎることで、かえって月全体の科学を分散させてしまうおそれがある。着陸点としてまず調べるべきは、月内部物質が露出している可能性が高い大きなクレーターの中央丘であり、そのためには月の裏側のサウスポール・エイトケン盆地(「戦略」では「南極エイトケン盆地」)の中央部が重要である。ただ、この場合、通信が不可能になるので、月表側の大きな盆地(例えばティコ・クレーターなど)の中央丘をターゲットにするというのが妥当である。	2020 年のターゲットを南極に絞った理由は、水があるという研究成果に基づくものではありません。科学的観点からは、4ページ、3．1に記載の通り、ロボットの長期間の周辺探査により、例えば月の裏側のマントルの岩石や、形成年代の古い石から新しい石まで、これまで人類が手にしたことのない科学的価値の高い岩石を採取できる可能性が高いことや、今まで観測できていない月の裏側で発生した地震を直接計測できる可能性

	水が存在するからといって、それがすぐ使えるわけでもない。科学的という観点を重視し、かつ日本の研究者の成果を生かした探査を実施すべきである。	があるなど、内部構造探査の場所としても価値が高いことなどがその理由です。 また、2015 年は、参考図1に記載のとおり、月の表側の大規模クレーターが着陸地点の候補となっております。
4-39	月の資源活用について、現時点の科学的知見から、現実性はあるのでしょうか？ 今回の懇談会の報告書内は、夢見がちな目標と、他国に競争で勝つ事しか語られておらず、20 年のプランとしては、内容があまりありません。月の資源活用について、現時点での科学的知見からの報告書が必要かと思います。また、今後の月探査については、それを元に進めるべきではないでしょうか。 （もし既に他の報告書で詳細な科学的知見かどうかは探しきれませんでした。 すでにあるようでしたら、本意見は意味を失うかと思いますので、無視して頂いて結構です）	月の資源につきましては、岩石の組成分析などにより、その利用の可能性を探ることとしており、現時点で月の資源活用が可能であるとの結論を得ているものではありません。 なお、月探査の目的については、2章に記載の通り、①太陽系探査のための宇宙技術を自ら確立、②世界トップレベルの月の科学を一層発展、③国際的プレゼンスの確立、の三本柱としております。

【月面の溶岩チューブ（溶岩洞窟）の探査について】

番号	御意見	御意見に対する考え方
4-40	●基地構想をするなら、何故、月の孔、或いは孔が連なると考えられる溶岩チューブ探査を記載しないのでしょうか？ 「かぐや」では、月に、地下の溶岩チューブに連なると思われる孔を見つけました。これは、月科学、月探査において重要な成果です。海外でも非常に注目は高い成果です。実際、すでに中国は 2013 年の着陸探査構想で、溶岩チューブ利用構想を打ち立てはじめました。 http://headlines.yahoo.co.jp/hl?a=20100604-00000089-scn-sci また、アメリカでは、40 年前よりこうした溶岩チューブの基地利用構想で多くの研究が為されています。確かに孔や地下探査は難しく、工学的チャンレンジが大きいですが、我が国の将来の月探査の一つの目標に、孔や溶岩チューブ探査を置く価値は高いと思っています。難しいから、誰かがやった後に様子を見ながら、というのは確かにリスクは少ないですが、宇宙探査、科学でトップを走っていこうとしているのであれば、チャンレンジングな課題こそ　逃げずに挙げていくべきではないでしょうか？	目標として、月の起源と進化の解明にせまること、そのために、内部構造探査、及び異なる年代の岩石の分析が重要であるとの認識の下、目標実現に向けての進め方を記載しております。また、有人月探査を前提に検討を進めたものではありません。 なお、溶岩チューブ（溶岩洞窟）、あるいはそれにつながると思われる縦穴の探査など、将来の発展的探査の可能性を否定するものではありません。
4-41	「かぐや」が月面に地下の溶岩洞窟に通じている可能性のある“穴”を発見しました。 あまり大きく報道はされていませんでしたが、JAXA の研究者によると宇宙放射線の届かない地下の空間は有人基地を設置する有望な候補地だと言うことです。 日本は無人ロボット探査機をこの“穴”に降ろし、調査をするべきだと思っています。	

	アメリカやロシアの探査機もなしえていない、人類が未だ目にしたことのない未知の空間を映像として公表することは、宇宙開発の意義を広く国民に知らしめることに寄与し、また、実際、その“穴”が利用可能だと判れば、月開発における日本の発言権も大きく確保できることでしょう。 「かぐや」が発見した“穴”です。 日本が責任を持ってフォローする義務があると思っています。 その“穴”の内部に将来、宇宙都市が築かれるかも知れないと勝手に夢を見ています。	
4-42	2’ 「かぐや」のデータを解析した結果、「嵐の大洋」に「溶岩トンネル」が見つかったとの報道がある。 この様な局所地形を利用することで(温度が一定で放射線ダメージもないので)月基地の建設も容易になるもしれない。しかし、この報告書では触れられていない。	
4-43	素人の考えではありますが、少しでもご検討いただければ幸いです。 1. 月面基地の建造について 報告書には月面基地の候補地として月の南極があげられていますが、「かぐや」が発見した縦穴については検討されたでしょうか。 南極に建造した場合に比べて長い夜が訪れるデメリットはありますが、深い縦穴はいわば天然のシェルターであり、建造コストはずいぶん抑えられるように思います。 むろん南極のメリットは大きいと思いますが、第一段階の候補先として縦穴は検討の価値があるのではないでしょうか。	

【ロボットについて】 二足歩行ロボットを推進・活用すべき

番号	御意見	御意見に対する考え方
4-44	「日本は 2020 年にヒューマノイドロボットを月面で歩かせるべき」 私は国立研究機関において 2 足歩行ロボットの研究を 25 年続けているものです．一昨年，宇宙飛行士の毛利衛氏がヒューマノイドロボットを用いた月探査を提案された際には，大きな期待と興奮を覚え，計画がスタートした暁には，どんな形であろうと協力を惜しまないつもりでした．しかし，今回の報告書「我が国の月探査戦略（案）」を拝読し，若干の失望を禁じえません．確かに 2015 年のロボット月探査（4 ページ）に関して，ローバタイプの採用は理解できます．しかし，2020 年のロボット月探査（5ページ）において，「ローバタイプが有力であるが，・・・（中略）・・・2015 年ごろをめどに適用可能な最適な技術を選択する」と玉虫色な表現にとどまっており，チャレンジングな技術に挑戦するという気迫がまるで感じられません． 私は，2020 年のロボット月探査においては，「目的に応じた2～3体のロボットを活用し，うち1体は 2 足歩行ヒューマノイドとする」と明記すべきだと考えます．以下に理由を述べます． （1） 人間型のロボットは，我々の心を根源的なところで揺さぶる強烈なインパクトを持ちます．日本が世界で始めて人間型ロボットを月面で歩行させることができれば，それは，アポロ 11 号の月面着陸に匹敵するニュースとなり，あらゆる国のあらゆる世代の人々に感銘を与えることでしょう．それは，月探査の目的である「③世界的プレゼンスの確立」に大いにかなうものです． （2） 「ロボットは作業目標に合わせた形状をとるべき」という意見は正当なものです．すべての作業をヒューマノイドだけで行うことはできません．同時にすべての作業をローバタイプだけでやることも，技術的にはナンセンスです．目的に応じた2～3種類の異なった形状のロボットを月に送るのが正しい選択です． （3） 2 足歩行タイプのロボットの「不整地・砂地における歩行の実現性」が懸念されていますが（7 ページ），これは解決の見えている問題です．そもそも，この程度の技術的ハードルを理由にヒューマノイドを断念するなど，志が低すぎます．1961 年やっと有人弾道飛行を実現したばかりのアメリカが，アポロ計画を決断した勇気を見習うべきです．ご存知のように現在 NASA においてもヒューマノイドを月に送る計画「Project M」が進行中です．しかし，今なら彼らに先んずることができます． 結論ですが，日本は 2020 年に何としても月面でヒューマノイドロボットを歩かせるべきです．これは，今この時代に日本に生まれ，ロボット工学や宇宙工学に携る我々だからこそできる技術的なチャレンジです． どうか，10 年後，20 年後，子供や孫達に胸をはって「俺達はこれをなしとげたのだ」と誇れる計画を立ち上げてください．心よりお願い申し上げます．	月探査ロボットについては、懇談会の第 7 回会合において提示された懇談会のロボットの専門家による検討結果も踏まえ、7ページの（＊2）に記載の通り、月面の過酷な環境下で、高い信頼性を有し、様々な状況に対応できる高度なシステムとする必要があり、基地の組み立て、観測機器の設置、岩石の採取などの多様な作業を的確に実行する操作機能と、広範囲の移動が可能な移動機能とともに、人による修復が不可能な中での自己回復機能を持った高度なロボットを目指すこととしております。 このような機能を実現する 2020 年の月探査ロボットとしては、現時点では技術の実現性や確実性の観点からローバタイプが有力であるものの、今後、最先端のロボット技術を積極的に取り入れて研究開発を進め、2015 年頃を目処に適用可能な最適な技術を選定することとしており、それとともに最適な形状も自ずと決まってくるものと考えます。
4-45	日本の宇宙開発(月探査)について、意見を述べさせて頂きます。 資料を拝見しますと、日本は宇宙開発分野において米・露に遅れをとっているだけでなく、このままでは中国、インドにも追い越されてしまう可能性が高いのではないかと感じます。	

	今回のはやぶさ帰還により、世界中に、日本の技術の優位性を示すことが出来たと思います。今後もこの宇宙開発分野での技術開発を加速し、将来の技術革新を担保するためにも月面探査において、ヒューマノイド型ロボットを使用すべきです。 報告書の中には、ローバータイプのメリットについての記述がありますが、例えば、月面に段差や溝がある場合、ローバータイプでは行動範囲が制限されてしまうところもヒューマノイドタイプであれば、はしごを掛けて登ったり、跳躍により飛び越えることも可能です。また、ローバータイプと協働とすることで、お互いのメリット・デメリットを補完できるとも考えます。月面探査のステージが進むほど、このような要求は大きくなってくはずです。 もちろん、ヒューマノイドタイプのロボットを、現在の技術水準のまま月面に送っても歩行すらままならない状態であるのは事実だと思います。しかし、高い目標があってこそ、技術革新は起こるはずですし、何より世界中を見て日本が先端を走っているロボット制御技術をさらに加速し、圧倒的優位な立場に立てる絶好の機会だと思います。 自動車や家電分野での外国勢の追い上げ/追い越し、内需低迷により今の日本には元気がありません。そのような中、前述のはやぶさ帰還のニュースは、“まだまだ日本の技術も捨てたもんじゃない“と国民に広く知らしめ、元気を与えることができたと思います。 今後日本が先端技術(ロボット、宇宙開発)において世界をリードし、再度、技術立国を目指すためにも月面探査にはヒューマノイド型ロボットを使用すべきである、と考えます。	
4-46	2（P4　3．3．2について） 　月面探査時のロボットについては、二足歩行型を強く希望します。ローバー型が 2015 年時点で最適であるとしても、最終的には、日本が他国より一歩ぬきんでている二足歩行型の開発を強力に推進すべきと思います。 確かにローバー型より難しい選択にはなりますが、二足歩行タイプであれば、将来的に人との協働がしやすい点、高低差に強い点など、完成した場合多くの利点があり、そこが、技術を商品化する場合の強みとなります。 また、困難な課題をクリアするために技術の蓄積がなされることはそれだけでも大きな日本の財産と考えます。宇宙開発が予算のお荷物視されないためにも独自技術の展開は非常に重要と考えます。 もちろんはやぶさに感情移入する日本人の心性から鑑みて、ヒューマノイド型に愛情を抱くことは当然と思われます。有人探査がまだまだ先のことになりそうですからかわりに「日本のこども」であるヒューマノイド型が月	

	面を歩いてくれればどれだけの夢を与えてくれるでしょうか。 このプロジェクトは、日本の将来を拓くものだと信じております。	
4-47	P.4(1)2015 年のロボット月探査、P.5(2)2020 年のロボット月探査で述べられている、ローバータイプのロボットを用いて月探査を行うことについて以下に提言いたします。 ロボット技術は、省エネ技術と並ぶ日本の現有技術であって今後成長すると考えられる産業分野であり、宇宙空間で使われることにより、優秀な研究者、技術者の獲得やモチベーションの向上につながり、世界をリードする更なる技術的な発展が望めると思われます。 これは、P.8 3.5 月探査による波及効果 に述べられておりますので考慮の内とは思いますが、宇宙開発は日本の国民のみならず世界の人々の注目を受け、優秀な人材の動向やモチベーションに影響があります。ロボットの分野に置いても、革新的な技術を導入することで、産業界への波及効果は大きいと考えており、探査ロボットについても、耳目を集める革新的な要素があって欲しいと思います。 ロボット技術の期待される分野としては、参考2.(P.14)に述べられている分野以外に介護や家事支援などがあり、これはロボットが人間と共同して作業を行うことを想定しております。ロボットと協調した有人での月調査を考えた場合に、介護や家事支援などの人間ロボット協調作業の技術が必要となり、宇宙開発においても研究、開発を促進することが有用であるばかりでなく、実生活にも直接役立つ技術であることから、広い波及効果が望めます。 特にロボットの形態としては、人間協調を考えた場合、ヒューマノイド型であれば、協調する人との心理的障壁が少なく、有人環境における人間の補佐的役割を行う場合に適した形態であると考えます。無人調査に置いても、完全な自律的な動作ではなく、地球からの操作を考慮した場合、双腕と頭部カメラという人間型ロボットの典型的な構成程度の自由度を有していることが様々な状況に対応するために必要であると考えます。 また、報道などにより一般の方々の目に入る機会が多いことを考えれば、ヒューマノイド型は理解や親しみやすさが得られやすいと思います。 以上のことから、月探査に用いるロボットについて、2015 年の調査はローバータイプで行い、2020 年の調査は 15 年の調査の発展型であるとすることは、ロボット分野での革新性や波及効果について限定的であり、ヒューマノイドロボットを含めた幅広いロボットの方式について研究、調査を行っていただけるよう提言いたします。	
4-48	5. 完全人間型ヒューマノイドの導入 （1） 本来，ヒューマノイドとは手足も2本ある完全な人間型のロボットを意味していますが，報告書案の予想図に下半身がクローラ式で上半身が人間型のロボットが掲載されているため，違いを強調する意味で完全人間型と表題に 書いています.	上記、4-44～4-47 番の御意見に対する考え方の通りです。 なお、7 ページ、（＊2）に記載の通り、2020 年より後に、人との連携などが想定される場合には、二足歩行タイプの活用も考えられます。

	上記のように有人宇宙活動での安全性の確認を最も確実に行えるのは，全ての開発機材を実際に宇宙に打ち上げて実験を行うことであり，その際，できるだけ人間に近い，つまり2脚も含めた完全に人間型のヒューマノイドを宇宙飛行士のダミーとして用いること以上に有効な方法はあり得ないと思います． 幸いトヨタ，三菱重工，ホンダ，テムザック，川田工業など，我が国の人間あるいは準人間サイズのヒューマノイドの開発技術の高さと事例の多さは世界で群を抜いており，これらの国産技術を100％活用することで，世界に例を見ないほど安全性に配慮した我が国独自の宇宙技術開発に関する国家哲学を打ち立てるべきと思います．（これは，既に報告書にある探査用ロボット等の開発を止めろというのではなく，これらの開発はそのまま続け，さらに並行して実施するという意味です） （2） 月表面では地球上の6分の1に重力が減るため，アポロ11号の宇宙飛行士の活動映像にあるように，歩行ではなく走行あるいはホッピングになります．この理論的な理由に関する ZMP 方程式を用いた基礎的な解析は早稲田大学の博士論文にも掲載されており，ヒューマノイドを使うことで，月に限らず，他の惑星の有人探査における低・大重力下での人間の様々な移動様式に関する研究や技術開発も発展が加速されると思います． （3） 有名な宇宙飛行士型ヒューマノイドとして NASA の ROBONAUT がありますが，これは宇宙飛行士の代理作業を行う目的であり，安全性を代理評価するためのヒューマノイドとは目的が違います．もちろん，安全評価が十分に行えるほどに我が国のヒューマノイドの完成度が上がれば，NASA のように自律化して代理作業を行わせることも充分に可能と思います．	
4-49	私は、研究所にて人型ロボット、特に歩行制御・自律移動技術の研究に携わっております。今回、二足歩行タイプのロボットを2020年の月探査ロボットとして考慮する(p.7)ということに大きく期待しております。私は次の点で、人型のロボットを強く推進すべきと考えております。 ・「2-3 国際的プレゼンスの確立」の観点から、人型ロボットが月面を動ける技術を有することは非常に効果的である。日本の人型ロボット開発技術、歩行制御技術は世界トップにある。この強みを生かして、他国より早くこれを実現することは、大きな意味があると考える。 ・3.5(2)次世代の人材育成に関連して。ここ数日の「はやぶさ」の報道を見ていても思うことは、人型ロボットを月面に送ることができた時の、国民に対する宇宙開発への共感・賛同、科学技術立国としての自負、科学技術への興味の喚起の効果は非常に大きいと考える。また、人型でのテレプレゼンス体験を実現できれば、さらに大きな効果があると考える。 ・将来の有人探査を見据えて。人型により、有人探査に必要となる機器との共通化による開発コスト削減・有人探査のためのシミュレーション、データ取得への活用等の効果が見込まれる。 ・探査基地の組み立て、観測機器設置、岩石の採取・研削・観察(p.7)の多種の作業への対応、不整地路面での作業、建築物の中に入っての作業、当初予定外の作業への対応といった点	上記、4-44～4-47番の御意見に対する考え方の通りです。 なお、テレプレゼンス体験に関連しては、人型に限るものではなく、3．5（2）に、「探査活動の臨場感のある高頻度かつ高精細な映像」の提供により、「あたかも自らが月に行き探査をしているような疑似体験を可能とする」旨記述しております。

	で、人型の利点は大きいと考える。 ・高度な判断を要するような地上でのアプリケーションに比べ、月面探査は知能化技術の成熟を必要としないため、早期のターゲットとなりうる。 2 足歩行制御技術は、大きく進歩してきており、計測限界以下の不整地への適応、計測された地形に適応した歩容計画等、どこへでも行くための準備は整ってきています。月面での利用可能性を見極めるためにも、月面を想定した研究を推進する段階に入ってきていると考えます。月面に人型ロボットをという、みんなが、「日本はすごい」と夢を見られる研究を推進していただき、それが、ロボット技術のテクノロジードライバーとなることを強く願います。	
4-50	標記報告書を拝見致しました．ロボット学の研究者としての意見を申し述べさせていただきます． ・ローバタイプの採用に関する疑問 2015 年のみならず 2020 年のミッションにいたるまで，基本的にローバタイプのロボットの開発・利用を想定されていますが，搭載マニピュレータを用いた多様な作業を要請する場合において，対地姿勢が固定的なローバタイプは決して適しておらず，対地姿勢を自在に変更可能な脚式あるいは倒立振子型の方が遥かに優れていることは，ロボット学の専門家の間では常識といってよい知見です．このような技術分野こそ，日本のロボット技術が明らかに世界をリードしている分野です． ローバ型は，本質的に，平面上の移動に最適化された移動機構です．これを採用し続けることは，多様な可能性を秘める月面ミッションを開始前から不必要に限定し，岩石等の探索・採取のみとする意図を感じます．しかし，その程度の計画では，日本の誇るロボット技術のアドバンテージと月面基地を前提とした月面開発の可能性を全く活かしきれません．実現したときには時代遅れになっている可能性が高いと危惧致します． また，地球上に比べて1/6の重力で塵に覆われた月面上では，移動のためでさえ，ローバタイプが最適か，疑問があります．このように接地面積が広く，摩擦に頼って駆動する方式は，効率および信頼性が低い恐れがあります．月面環境に適した移動形態は，例えば，脚式でジャンプを繰り返して移動するような方式であると考えます．これならば，接地面積は最小であり，弾性体による力学的エネルギー回生によって極めて高効率な移動が実現可能です． 報告書では触れられていませんが，月面上のロボットの利用に関して，広く一般から非常に強いニーズと関心が寄せられる可能性の高い応用として，「アバター」あるいは「テレイグジスタンス」すなわち，双方向感覚運動結合技術に基づいて人間が遠隔地での行動を体験するといったものがあると思われます． 報告書でも記載されているように，これまでも，映像の提供は，宇宙開発と一般社会との最も重要な接点であったわけですが，ロボットの投入により初めて，これを質的に進化させ，体験の提供という新たな次元に持ち込める可能性があります．エンターテイメントだけでなく，様々な分野の研究者・技術者が月面活動に従事することも可能とします．もちろん，通信遅延の問題の解決には高度な情報技術の活用が不可欠ですが，仮想的だがリアルな体験を提供する技術は確立可能と予想します．こういった応用は，現時点では日本のヒューマ	上記、4-44～4-47 番の御意見に対する考え方の通りです。 なお、7ページ、３．２（２）④に記載の通り、最先端の技術や独創的な技術などを将来の探査技術にいかすための工夫として、メインミッション以外にも、月面での実証実験ができるよう、月面公募プロジェクトの検討を行うこととしております。

	ノイド技術やセンサ技術を持ってしてのみ，描くことができると考えます． 「参考2．（1）ロボット技術の革新」とありますが，これらは非常に限定的かつ技術的にも自明に近いため，波及効果も，一般へのアピールも，ほとんど望めないと考えます． 宇宙開発は，無限の可能性を秘めた分野であり，専門家以外の一般市民に幅広く訴求し理解を得ることの可能な題材であるだけに，我が国独自の発展を描く本報告書が，ことロボット技術に関しては我が国のアドバンテージのない，もはや研究対象でなくなっているローバタイプを中核に据えることは，技術的にも，社会的にも，全国民の意識や支持の観点からも，大いなる展開の芽を自ら摘んでしまう行為でないかと大変危惧する次第です．	
4-51	なぜ、二足歩行ロボットを2020年までの目標にできなかったのか、理由を書くべき。 ローバー型のロボットが月を探査しても何も新味がない。 すでに、火星でアメリカ製のローバーが活躍しているのに、火星よりも行くのが簡単な月にローバー型のロボットを送り出しても、日本人には何も感動を与えない。 計画の一部を省略してでも、二足歩行ロボット、特に、人型ロボットを2020年までに開発して、月の上で、仕事をさせるべき。 また、宇宙太陽光発電衛星を、月に周回させて、月探査ロボット用の電力供給源とする案はどうか。宇宙太陽光発電衛星は、地球では、衛星が送ったエネルギーが大気に吸収され、効率が悪いが、月にはほとんど大気がないため、非常に効率が良い。太陽光発電衛星の実用の場として適切であると考えられるが、回答をお願いする。 この意見は、一般の方々にも検討していただきたいため、貴局から公表していただきたい。	上記、4-44～4-47 番の御意見に対する考え方の通りです。 宇宙太陽光発電衛星については、宇宙基本計画では、今後「10 年程度を目途に実用化に向けた見通しをつけることを目標」としており、今回の月探査に適用するのはスケジュール的に難しいと考えております。また、宇宙太陽光発電衛星の開発という観点から見ると、月での技術実証の実施はコスト的に現実的ではないと考えております。 なお、宇宙太陽光発電衛星の技術が確立されれば、将来的には月探査への応用の可能性はあると考えています。
4-52	Web で表記報告書を読みました。この困難な時期に大胆な研究開発計画を進められることに敬意を表します。 ロボットの専門家として意見を申し上げます。 大きな予算を投じてのプロジェクトであり失敗が許されないことから、より確実性が高いと考えられるローバー型のロボット開発を優先するのは当然の方針と思います。しかし、本計画は、月探査（サンプルリターン）という、言わば、経済的には効果のない目標を掲げており、だとすれば、本来の目的は、派生的な技術の開発であり、技術の総合であり、フロンティアへの挑戦の姿勢を国民、特に若者に示すことだろうと思います。そうすると、ローバー型のロボットという当たり前の方法、また米国追随型の技術開発ではインパクトが小さいのではないかと懸念します。日本の 2 足歩行ロボット技術は世界最先端であり、2 足歩行ロボットによる月表面探査を計画のメニューに入れるべきと考えます。	月探査の目的については、2章に記載の通り、①太陽系探査のための宇宙技術を自ら確立、②世界トップレベルの月の科学を一層発展、③国際的プレゼンスの確立、の三本柱としております。 将来のロボットによる自在な宇宙活動を展開する能力を持つことにつながる技術の一つとして、重力天体における惑星探査ロボット技術などの探査技術は重要であり、このような我が国が保有していない技術を着実に確立していくことが重要と考えます。

	2 足歩行は、おそらく人間に固有の移動手段と誤解されるため、人間と協調するために、有人飛行が可能になった段階での実用化を目指せばよいとのことですが、rough terrain を移動する恐竜もダチョウもカンガルーも 2 足であり、2 足には数々の利点があります。車輪では車輪の半径以下にまで対象に近づくことが困難ですが、2 足では多様な姿勢をとることができ、対象に近づけます。自然界（生物）には、車輪がありません。車輪は、「道路」というインフラがなければ役に立たない技術だからです。つまり、不整地移動能力は脚式が上回り、インフラが何もない星の上では、脚が最初に登場すべき移動手段です。人間が 2 足歩行を開始したのは、視点を高くする利点があったと言われます。衛星表面の探査には、サバンナのサルと同様、視点を高くすることに大きなアドバンテッジがあります。ローバーは安定に思われますが、転覆したときの回復能力には限りがあります。カメより人間の方がずっと信頼性の高い移動が可能です。いざとなれば、両手を補助に使えるからです。 最初から 2 足歩行を計画の主目標にする必要はありませんが、将来性の高い日本の技術として、継続的な研究を進めることで、日本の技術の優位性を示すことができますし、そのアクティビティがまた日本のロボット技術全体を先導することにつながることが期待できると考えます。 以上、ご検討いただければ幸いです。	また、月探査ロボットについては、上記、4-44～4-47 番の御意見に対する考え方の通りです。
4-53	次に、ヒューマノイドロボットが採択されなかった理由を読みました。たぶん主な理由として、4ページ（1）2015年のロボット月探査、①技術、＜我が国初＞で「地上での技術を過酷な条件の宇宙仕様とするために5年程度の時間を要することを考えると、5年程度前には地上においてその技術の見通しがたっている必要がある」とあります。これは理解できるところです。一方で、これが＜我が国初＞の項目で語られているところに情けなさを感じました。毛利さんがあのような提言されたのはその上にある＜世界初＞を目指して欲しいという気持ちだったのだと私は理解しています。ようするに「チャレンジ精神の不足」をこの報告書から感じたというのが私の結論です。「人々、若者に感動をあたえる」のだと、「はじめに」に書いてありました。今回のはやぶさの帰還が人々に感動をあたえてくれたのは技術的な困難に立ち向かった技術者たちの姿だと思います。 最初に「月の科学」ありきで、それを確実にすすめるために。。。というこの報告書のロジックの進め方は、技術的なチャレンジ精神があまり感じられず、さびしい限りです。 以上は、「好みの問題」でもあるのですが、技術開発の観点からもひとつ申し上げたいとおもいます。それは「地上で確立された技術を月(宇宙)に持っていく」という論理展開なのですが、これだとヒューマノイドロボット技術はいつまでも「地上で確立」されないと思います。何が何でも月面で歩かせる、というような明確な目標と予算が与えられた始めて技術は進歩します。新しい技術を育てるという観点も不足しているのでないでしょうか。 以上、本報告書をご検討された専門家の皆様にはいろいろ失礼なことを申し上げましたが、一国民、一納税者として率直な気持ちを申し上げさせていただきました。1 つの意見としてお聴き頂ければ幸いです。	月探査の目標は 2020 年に設定しており、月探査ロボットについては、懇談会のロボットの専門家による検討結果も踏まえ、6ページ、3．2（2）①や、7ページの（＊2）に記載の通り、最先端の高度なロボットにより＜世界初＞を目指すこととしております。 具体的には、上記、4-44～4-47 番の御意見に対する考え方の通りです。 なお、目標達成のために最適な技術で実現することが重要であり、ヒューマノイドロボット技術を「地上で確立」することを目的としているものではありません。

4-54	標記　報告書(案)を拝読いたしました。 月探査にかける、関係者の皆さまの、真剣な検討が伺えます。つたない意見ですが、一国民としての意見を述べさせてください。 今回の「はやぶさ」の帰還は、技術者としても、国民としても本当に胸おどることでした。このプロジェクトに関わった方々に、心より拍手を送りたいと思います。宇宙開発は、学術的成果や、工学的成果が大事なことはもちろんですが、できれば、「はやぶさ」のように、国民を元気づけるものでもあって欲しいものです。 そうしたときに、今回の月探査戦略のなかで、日本が現在世界をリードしている二足歩行ロボットの活用があまり積極的でないように感じられ、少し残念でした。 「我が国の月探査戦略(案)に概要」によりますと、 2015 年での重力天体でのロボット探査が、「日本初」であり、「世界初」ではないのですね。2013 年に、インドや中国が月面に着陸するようですが、彼の国がここで探査車を用いるのではあれば、ローバータイプロボットとの差がなく、後追いとなり、そういう意味で、遠慮して「日本初」としたのでしょうか。ロボットで世界をリードする日本が、ここで世界初を言えないのは少し寂しいですね。 2020 年では、ゆるぎない世界初を、日本はめざして欲しいです。ロボットによる基地構築においては、ローバータイプよりも、二足歩行タイプのほうが活用できるのではないかと思います。もちろん、今までの技術では、使えませんが、2020 年を目指して、国民技術も導入して、国が総力をあげれば、可能だと思います。二足歩行だと、設置面積を最小にして、高い位置での作業ができます。これは、結局月への運搬において、コンパクト化が可能ということです。 また、階段等の昇降が可能であり、有人を視野に入れた基地建設であれば、より有用と思います。また、なにより人と同じ手足を有しているので、遠隔操作を人の動作を直接摸倣させることができ、容易にできます。 また、この 10 年間をかけて、目標を決めて研究すれば、例えば、よじ登りや、はしごを使ったりの手を補助手段として用いることができるのではないでしょうか。さらに、少しでもジャンプができれば、重力の小さい月では移動手段として有効になると思います。防塵やでこぼこ路の移動で、相当の困難はあるかと思いますが、技術的に不可能ではないように思います。大事なことは、将来の可能性で比較して、ローバータイプより有利なところを、総力をあげて、実現させ、二足歩行とローバータイプのそれぞれの良いところで、活用することだと思います。 　日本は予算厳しい中、しかし、だからこそ知恵を絞り、日本らしい宇宙開発を行って、世界に貢献できるのではと思います。 　中国等は人を送り込むのでしょう。しかし、それは所詮、過去に見た風景です。他の国が人を危険にさらして、基地を作るなか、日本は少ない予算で、二足歩行ロボットを送り込み、人を危険にさらせず同じものを作る	月をロボットで探査すること自体は、1970 年代に旧ソ連が実現していることもあり、2015 年の御指摘の箇所は、我が国初と記載しております。しかし、3．2(1)①の＜世界初＞のところに記載している通り、ロボットで地震計等の観測機器を月面の適地を選んで設置する作業については、ロボットの形態にかかわらず、世界初のこととなります。 2020 年につきましても、3．2(2)①に記載のとおり、世界で初めて数ヶ月間の総走行距離 100km を超えるロボット探査を目指すこととしております。 そのため、上記、4-44～4-47 番の御意見に対する考え方の通りです。

	ことも可能かもしれません。それは、他国にとって、とても羨ましいことになるでしょう。 そして、若いロボット開発者にモチベーションがあがり、日本の技術力向上に間違いなく寄与します。どうか、これからの 50 年くらいを視野に、日本人が誇れるような計画にしてください。民力も入れて　総力をあげて、二足歩行ロボットを進化させて用いていただきたいと思います。	
4-55	報告書にある計画は中途半端に思われる. ＜月探査の目標＞にある月の裏側からのサンプルリターンを実施することを主目標にするのであれば，小惑星探査機「はやぶさ」で培った技術で十分だと考えられる. ロボットによる月探査についていえば，1970 年にはルノホート 1 号による月面探査が行われており，今回の計画は，40 年前に実行されたものを，日本独自の技術で実現しようとするものに留まっているように感じられる. また，月探査ロボットについても，ローバータイプのものが提案されているが，マーズ・エクスプロレーション・ローバーで採用されたロボット以上のものとなっているかに疑問を有する. 我が国の月探査戦略としては，表紙にあるように「有人宇宙活動への基盤基礎構築」とうたっているように，国際宇宙ステーション（ISS）のように，将来，人が長期滞在できるような基地の構築こそを目指すべきではないか．そのような人の滞在を前提とした基地のオペレーションには，人と同様の形態を有するロボットが最適であると考える．これは，NASA が R2 を ISS に送り込もうとしているのと同様の理屈からである. 既に（他国の）既存の技術で実現可能な保守的な計画ではなく，アポロ計画のような日本国をけん引するような計画を，ぜひ立案していただきたい.	月探査の目的については、2章に記載の通り、①太陽系探査のための宇宙技術を自ら確立、②世界トップレベルの月の科学を一層発展、③国際的プレゼンスの確立、の三本柱としており、目標についても、科学のみではなく、上記の3つの目的を達成することを目指し、3．1に記載の通り、「今後の太陽系探査に重要なステップとなる宇宙技術を確立すると共に、月の起源と進化の解明にせまる」としています。 「はやぶさ」のサンプルリターン技術は重力の小さな天体には有効ですが、重力天体へはそのまま適用できず、2章①に記載のとおり、我が国は重力天体への着陸探査・帰還に係る技術はまだ有しておりません。 本報告書案では、世界最高精度での月面無人自動軟着陸、再生可能エネルギーによる長期間のエネルギー供給が可能な基地の構築、数ヶ月間の総走行距離 100km を超えるロボット探査など、世界初の技術の達成を目指しております。なお、ロボットについては、7ページ、（＊2）に示すような高度なロボットの実現を目指しております。 また、有人技術については、まずは将来の有人による探査にもつながる安全かつ低コストで有人宇宙活動を実現するための技術基盤の構築を着実に進めていくことが重要と考えており、探査目標にかかわらず有人宇宙活動の根幹となる有人往還システムの鍵となる要素技術等の研究開発から取り組むこととしております。

【ロボットについて】 二足歩行ロボットを推進・活用すべきでない

番号	御意見	御意見に対する考え方
4-56	＜ロボットとは＞ 月探査とロボット開発を絡めていますが、ここにも違和感を感じます。 ヒューマノイド型ロボットを月に持ち込む事が最適なのかという議論が抜けていると思います。 将来の人間との協調作業ということでしょうが、そもそも人間が不得手な作業を人間型ロボットで行っても成功するのでしょうか？ 地上の常識を月に持ち込むことと、夢の実現とは違う事だと思います。 下半身だけローバーにすげ替えてもグロテスクなだけです。 月に限らず、宇宙探査となれば既にどの探査機も高度なロボットであるでしょう。 「はやぶさ」が人気を得たのは、自律した機械が頑張っている姿に人々が「人格」を感じたからでしょう。 ロボットという単語だけ振り回しても時代遅れなだけです。 ぜひ未来の機械を開発してほしいです。	月探査ロボットについては、懇談会の第７回会合において提示された懇談会のロボットの専門家による検討結果も踏まえ、７ページの（＊２）に記載の通り、月面の過酷な環境下で、高い信頼性を有し、様々な状況に対応できる高度なシステムとする必要があり、基地の組み立て、観測機器の設置、岩石の採取などの多様な作業を的確に実行する操作機能と、広範囲の移動が可能な移動機能とともに、人による修復が不可能な中での自己回復機能を持った高度なロボットを目指すこととしております。 このような機能を実現する 2020 年の月探査ロボットとしては、現時点では技術の実現性や確実性の観点からローバタイプが有力であるものの、今後、最先端のロボット技術を積極的に取り入れて研究開発を進め、2015 年頃を目処に適用可能な最適な技術を選定することとしており、それとともに最適な形状も自ずと決まってくるものと考えます。
4-57	３．２ 目標実現に向けての進め方 月探査ロボットについて 低重力、荒地の月に２足歩行ロボットは不適切であり不要である。ローバタイプに絞るべきである。２速歩行では、ローバタイプに比べ、移動速度は出せないし、安定性にも欠けると考える。	
4-58	・p.5：①技術＜世界初＞『ロボットについては、～』 本件について、“ローバタイプが有力であるが“、とありますが、ローバとは、転んだり、ひっくりかえったりしても起き上がれるのですか？転ぶという概念を持たないロボットが、あるのではないでしょうか？？上下や表裏の無いロボットがあると思います。 ・p.7：（＊１）月探査ロボットについて 本件について、“人による修復が不可能な中での自己回復機能“、とありますが、壊れたら、そこを付け替えるというのはありですか？補助や冗長でなく、例えば、手も足も同じ作りのマニピュレータですべての手足の作業をこなすというのはありえないのですか？？？手足になるマニピュレータを複数持ち込んでおいてそれを交換という手段。ところで、人の助けといえば、ワールドワイドなイメージは犬です。かといって、４本足ではこころもとないので、４本足＋２本腕という構成のロボットという意見はでなかったのでしょうか。６本のマニピュレータなら超安定で、どこでも走れますよね。	
4-59	二足歩行ロボットについては「また、脚タイプ、特に二足歩行タイプのロボットについては、2020 年までの実現を目指すためには、不整地・砂地における歩行の実現性を早期に見極める必要がある」とありますが、文中にあるような「広範囲の移動が可能な移動機能とともに、人による修復が不可能な中での自己回復機能を持ったロボット」にするには不向きと考えます。分かり切った結論を見極めのため無駄なリソースを使わぬよう、二足歩行ロボット案は除外すべきです。	

4-60	1. なぜいまだに二足歩行タイプロボットにこだわるのか理解できない。 （報告書（案）P7、（＊１）月探査ロボットについて　より） 「また、脚タイプ、特に二足歩行タイプのロボットについては、2020 年までの実現を目指すためには、不整地・砂地における歩行の実現性を早期に見極める必要がある。なお、今後の地上サービスロボット等での技術開発の進捗次第では、2020 年より後に、人との連携などが想定される場合には、二足歩行タイプの活用も考えられる。」 月面での最適な探査／建設手段とは何か？という点から検討を開始すべきはずが、まずは二足歩行タイプのロボットの検討ありきという文章である。また「人との連携など」とは月面で宇宙飛行士と共同作業を行うことを指すのだろうが、何を行うつもりなのだろうか？　月面での作業はある意味、地球の工事現場や南極観測基地と似た環境である。現在の地球で二足歩行タイプロボットがないと実施できない作業／実験とはなにがあるのだろうか？建設用重機は役に立たないのだろうか？本当に役に立つロボットは、宇宙飛行士や資材を載せ移動手段として目的地まで自動運行で移動する。決められたサンプリング箇所でサンプル採取作業を行う。宇宙飛行士が活動不能に陥った緊急時は自立制御で基地まで帰還する。などではないだろうか？	上記、4-56～4-59 番の御意見に対する考え方の通りです。 また、2020 年より後の探査にどのようなロボットを活用すべきかについては、３．２（３）②に記載のとおり、改めて最適な技術について検討・選定することとしており、二足歩行タイプのロボットの検討ありきではありません。
4-61	■意見1： 月探査の「進め方」において、二足歩行ロボットに対する言及は不要である 項 3.2 にあげられた「世界初の再生可能エネルギーのみによる越夜」などは まさに「太陽系探査のための宇宙技術を自ら確立」するためのステップといえる。 ところが、その後に続くロボットについての言及はあまりにも「ロボットありき」で作られている印象が拭えない。将来的な「探査目標」に惑星の探査に繋げることを想定するのであれば、真空並びに重力面から月面はそれらのシミュレートにはあまり適さない環境である。 特に二足歩行ロボットは、「人との連携」を考えた場合であっても必須ではない。二足歩行ロボットの宇宙空間における運用を検証することが主目的である場合を除き、踏破性能、耐久性を鑑みても、ローバタイプに留めるべきはほぼ必須で、文書に含める意図がこの文面では伝わらない。あくまで「探査」が主役になるべきである。	上記、4-56～4-59 番の御意見に対する考え方の通りです。 なお、人との連携などを含め、2020 年より後の探査にどのようなロボットを活用すべきかについては、３．２（３）②に記載のとおり、改めて最適な技術について検討・選定することとしております。
4-62	1.「ロボットによる月探査」がキーワードであるが、内容が不明確であり、特に高機能ロボットの実現性には疑問がある。 ローバータイプのロボット（4 ページ）は、技術的には新しいものではないが、堅実である。 しかし、ヒューマノイドロボット、高速移動ロボット(6 ページ)、自己回復機能を持ったロボット、ロボットに要求される探査基地の組み立て、観測機器の設置、岩石の採取・研削・観察などの多岐にわたる作業(7 ページ)に	月探査ロボットについては、ご指摘の通り難易度が高いものではありますが、懇談会のロボットの専門家による検討結果も踏まえ、7ページの（＊２）に記載の通り、高度なロボットを目指すこととしております。 このような機能を実現する 2020 年の月探査ロボットとしては、現時点では技術の実現性や確実

	ついては、10 年先でも技術的に実現性を持っているかどうか怪しい。 この様な汎用高機能なロボットを開発するコストは、下手をすると有人月飛行（少なくともアポロで実証はされている）より高額になるのではないか。また、この様な高機能ロボットを開発するための前提となる要素技術がなにか、この報告書では整理されていない。開発期間も予想がつかない。 ロボットは産業ロボットやレスキューロボットのように目的に合わせて開発すべきで、汎用ヒューマノイドロボットはエンターテイメント向きならいざ知らず、実用にはかけ離れている。	性の観点からローバタイプが有力であるものの、今後、最先端のロボット技術を積極的に取り入れて研究開発を進め、2015 年頃を目処に適用可能な最適な技術を選定することとしており、それとともに最適な形状も自ずと決まって来るものと考えます。 なお、7ページのヒューマノイドロボット、高速移動ロボットは、（＊2）のメインミッションの機能を実現するためのロボットとは別に、将来の探査技術につながる月面公募プロジェクトの例示として挙げているものです。

【ロボットについて】 その他

番号	御意見	御意見に対する考え方
4-63	2. ロボットの本格導入 産業用ロボットに関しては JARA の世界統計，あるいは産業用以外のロボットに関しても，多くの工学系国際会議・学会誌あるいはマスメディアにおける産官学の発表・掲載・報道総数の多さから，我が国のロボット技術は世界最高峰にあることは明らかであり，これを全面的に導入できれば，すなわちロケット技術，人工衛星技術にロボット技術が加わることで，我が国の総合的な宇宙開発力の高さを世界トップレベルに向上させ得ることを強調でき，国費投入の効果予測がよりいっそう明確になると思います．	御指摘の通り、ロボット技術などについては、我が国の優れた民生技術、幅広い知見を総結集することが重要であると考えており、その旨8ページ、3．3（1）に記載しております。
4-64	文章の至る所にロボットの文字があるが、無人で月探査を行う機械はもともとロボットではないのか。二足歩行の兼ね合いがあるのでこのような文字が躍っているのかもしれないが「月探査戦略」の報告書としては得意分野ばかり強調した内容はいただけない。	御指摘のように探査機なども広い意味ではロボットであるとも言えますが、本報告書案では、二足歩行タイプに限らず、月面で作業を行うものをロボットと記載しております。 また、報告書案では、我が国の得意分野のみならず、現時点で有していない技術を確立することの重要性についても 2 章①などに記載しております。
4-65	○ロボット技術については、月に行って宇宙技術として確立するよりも、ISSの宇宙飛行士の代わりになるロボット技術を確立させることの方が、今後のISSを活用していくためにも急務。宇宙飛行士の維持費、打上げ費（51億円／回）を考慮すると、ロボットによる運用を目指すことが喫緊の課題。	月探査において、できる限り低コストで最大限の結果を得るためにロボットの活用は重要と考えており、また今後の太陽系探査においても必須の技術と考えております。 なお、今後の ISS の活用や運用については、

		懇談会の検討対象となっておりません。
4-66	2. ロボットによる月探査について 報告書にローバー型ロボットによる月面探査が書かれていますが、この点について強く賛同いたします。 当初の案にあった二足歩行型は安定性などの点から実現性に疑問がありますが、ローバー型であればより確実に進めることができると考えます。 また将来計画として二足歩行型があげられていましたが、ローバー型の発展系としてであればこちらも賛成したいと思います。	本報告書（案）に賛同される御意見として承ります。

【エネルギーについて】

番号	御意見	御意見に対する考え方
4-67	●原子力エネルギーに頼らない、ことについて 極がエネルギー的な条件を考える上で、有利というのは分かるとしても、要は、夜における保温（越夜）の問題であり、それなら、孔や溶岩チューブは優れていますし、そもそも、エネルギーの話をするなら、越夜におけるサバイバルを可能にする電力資源の検討こそを、正面切って検討していくことが必要ではないでしょうか？　それを自ら、「原子力エネルギーに頼らない」などと明記してしまうのはどうかと思います。ちなみに、中国、ロシアの近々の月着陸ミッションでは、原子力電池を積むことが予定されています。 雑多にかきましたが、ご参考になればと思います。	原子力エネルギーに頼らない長期間のエネルギー供給技術を確立することは、日本が得意とする民生技術をいかした燃料補給の不要な再生型燃料電池技術や軽量・高効率な太陽電池技術など、新たな宇宙技術の確立を目指すものとして重要と考えております。なお、過酷な環境における技術が、地上における次世代の民生技術のイノベーションの創出にもつながることが期待されるものです。
4-68	○再生型燃料電池による越夜構想 旧 NASDA では、月の夜のエネルギー源として、かつて「ガラスの海構想」を提案したことがある。「ガラスの海」は、月面のレゴリスを高温でガラス化し、そこに昼間の間の太陽光を熱として蓄積し、夜間の熱源として利用するものである。 再生型燃料電池についても NASDA 時代からの研究は行われているが、まだ実用化にはなかなか難しいレベルであると考えられる。それであれば、このような再生型燃料電池だけでなく、「ガラスの海」のような構想についても検討対象とすべきであろう。	再生型燃料電池につきましては、ご指摘の通り、難易度が高いものではありますが、日本が得意とする民生技術をいかし、新たな宇宙技術の確立を目指すものとして重要と考えております。なお、過酷な環境における技術が、地上における次世代の民生技術のイノベーションの創出にもつながることが期待されるものです。 今後、実施に当たっての詳細については、更に専門家により検討がなされ決定されていくことが適当と考えます。なお、ガラスの海構想は、100kW 級の出力を想定したものと考えられますが、今回の月探査におけるエネルギー供給は1kW 級を想定しているため、このレベルの出力を想定したシステムとしては、再生型燃料電池の方

		がコスト的に現実的と考えます。
4-69	2.『越夜に世界で初めて太陽光発電と蓄電池（リチウムイオン電池）のみによる、観測機器の越夜を行う。』と言う事ですが、1日の使用電力量の2倍＋αの発電容量の持つ太陽電池の設置と寿命末期でも1日の使用電力量の14倍の容量を持った蓄電池を設置するだけの話で、蓄電池の新開発は、電気自動車かプラグインハイブリッド等の自動車分野に任せた方が効率的だと思います。 ローバーの電源も太陽電池パネルと蓄電池の組み合わせでは、行動範囲がかなり狭くなりそうです。夜の間は、休止させる手もありますが、基本的に越夜用電源から補給を受ける行動パターンが想像されます。 電源として同位体崩壊熱とスターリングエンジンの組合せによる発電機を日本も開発すれば、越夜の問題が解決すると同時に、木星以遠探査機用の電源が手に入ります。	原子力エネルギーに頼らない長期間のエネルギー供給技術を確立することは、日本が得意とする民生技術をいかした燃料補給の不要な再生型燃料電池技術や軽量・高効率な太陽電池技術など、新たな宇宙技術の確立を目指すものとして重要と考えております。なお、過酷な環境における技術が、地上における次世代の民生技術のイノベーションの創出にもつながることが期待されるものです。
4-70	1．総評 総じて簡潔・明解で分かり易い内容の報告書であり、大変良い。特に、目標時期を 2015 年、2020 年と明確に示し、600～700 億円、2,000 億円、900 億円等の具体的な予測経費を示している点は画期的であり、是非とも実現に向けて尽力願いたい。 2．各論の問題点 内容面で唯一貧粗なのは「エネルギー確保の手段」の中身であり、「世界初の再生可能エネルギーのみによる越夜（P-4-）」、「世界初の再生可能エネルギーによる長期間のエネルギー供給（P-5-）」の内容である。「月面での太陽光発電とリチウムイオン電池の組み合わせ」だけに囚われてしまっている為に、我が国の月探査は自ずから極域のみに限定される結果となり、極めて乏しい電力量の制約の為に計画構想全体と活動目標の設定までも委縮してしまっている。 3．提案 地球－月系のラグランジュポイント1（L1 ポイント）に 2015 年と 2020 年にレーザー太陽光発電衛星（L-SSPS）を打ち上げ、この「L-SSPS 技術実証ミッション」と「ロボット月探査」の連携を国家戦略としてダイナミックに打ち出すべきである。これでようやく世界が目を瞠る「世界初の再生エネルギー」云々の内容が生きてくる。L-SSPS との連携によって我が国の月面活動は昼夜を問わず 2015 年の段階で数 kW、2020 年には数十 kW の電力を継続的に確保し、極域限定という呪縛からも解き放たれて活動範囲は数百楚紗仭赱鈑重劉孑城躰仭両、活動期間も数年間に拡大し得る自由度と余裕を持つ。月探査という「科学技術ミッション」と宇宙太陽光発電という「（地球環境改善に寄与する）新エネルギー開拓ミッション」との連携は、双方にとって Win-Win を達成する構図となる。「宇宙太陽光発電」の推進は宇宙基本計画の「H 項目」に堂々と掲げられた一つの推進方針であり、正に、現宇宙戦略本部、今後の宇宙庁が縦割り行政を打破して為し得る「国家戦略としての宇宙開発」の姿である。	2020 年のエネルギー供給システムについては、将来の太陽系探査への活用も見据え、エネルギー密度や効率などを考慮し、太陽電池、再生型燃料電池、リチウムイオン電池の組合せを目指しており、これにより、3．1の目標の達成、より具体的には、3．2（2）に記載の、世界をリードするような成果が期待できると考えております。 なお、これらの技術が確立できれば、将来にわたって探査領域が極域に限定されるとは考えておりません。 宇宙太陽光発電衛星については、宇宙基本計画では、今後「10 年程度を目途に実用化に向けた見通しをつけることを目標」としており、今回の月探査に適用するのはスケジュール的に難しいと考えております。また、宇宙太陽光発電衛星の開発という観点から見ると、月での技術実証の実施はコスト的に現実的ではないと考えております。なお、宇宙太陽光発電衛星の技術が確立されれば、将来的には月探査への応用の可能性はあると考えています。

【ハイビジョン映像等について】

番号	御意見	御意見に対する考え方
4-71	○ハイビジョン映像配信について 「戦略」にはハイビジョン映像がうたわれている。これは、「かぐや」におけるハイビジョン映像の成功を受けての記述と思われるが、上記のようにグーグル・ルナー・X プライズが映像配信を行ったあと、また「かぐや」の映像を見慣れた国民の目に新規性があるかどうかは極めて疑問である。 また、スーパーハイビジョンの搭載であるが、センサーが宇宙環境に耐えられるかどうかはまだ確認されておらず、さらにいえば開発中の技術であり、搭載できるかどうかの確信はない。さらにいえば、センサーが高精度化すればするほど、宇宙線などに対する耐性は低下するため、このようなセンサーが正常に働くかどうかは疑問である。 前回「かぐや」ではNHKがセンサーを開発し搭載したが、その結果としてコンテンツの利用に厳しい条件がつき、事実上 NHK でのみ利用可能という状況になっている(NHK のコンテンツの事実上の独占化)。国民の税金で開発されたカメラであるにもかかわらず、コンテンツがまったく有効に利用されていない。当初データ公開がまったく行われず、多くの国民の声により数ヶ月遅れでやっとネット掲載が実現したというのがよい例である(しかも、リリース後にはカナダではアクセスができたわけで、日本の探査機のデータをわざわざカナダからダウンロードするユーザが続出した)。 これらの問題を解決すること抜きにセンサーの搭載だけを決めるのは拙速である。センサー搭載を行うのであれば、民間事業者から搭載事業者を選定すること(場合によっては入札を行うこと)、配信映像についての利用モデルを確立すること(低解像度映像は自由に利用でき、高解像度映像は有料化することなど)を公開の場で議論し、確立させることが必要である。	7ページ、3．2(2)④に記載している通り、高精細映像の提供については、ハイビジョンまたは、スーパーハイビジョンに限定しているわけではなく、実現可能な最先端のものでの実現を目指しております。これらの取組は、9ページ、3．5(2)に記載している通り、あたかも自らが月に行き探査をしているような疑似体験を可能とすることで、次世代を担う人材の育成につながるものとして重要と考えております。 実施に当たっての詳細については、今後、更に専門家により検討がなされ決定されていくことが適当と考えます。頂いた御意見については、今後の取組の参考とさせていただきます。 なお、「かぐや」に搭載されたハイビジョンカメラは、国の予算で開発されたものではなく、NHK が開発を行ったものです。
4-72	＜ハイビジョン＞ 「はやぶさ」の再突入のネット配信の情報量や速報性を見れば明らかなように、TV放送は進化し続けるネット配信に太刀打ちできないでしょう。 ハイビジョンフォーマットも既に時代遅れと感じます。こだわり過ぎないで下さい。地デジやNHKに対する批判になりますのでこの辺で・・・	高精細映像提供の取組は、9ページ、3．5(2)に記載している通り、あたかも自らが月に行き探査をしているような疑似体験を可能とすることで、次世代を担う人材の育成につながるものとして臨場感のある映像として重要と考えておりますが、速報性や TV 放送等が必須であると考えているものではありません。 なお、7ページ、3．2(2)④に記載している通り、ハイビジョンまたは、スーパーハイビジョンに限定しているわけではなく、実現可能な最先端のものでの実現を目指しております。
4-73	・ハイビジョン(P.5等) パフォーマンスとして優れていると思いますが、パフォーマンス重視の計画にならぬよう勤めていただければ学ぶ者として幸いです	いただいた御意見は今後の進め方の参考とさせていただきます。

【国際ルールの形成について】

番号	御意見	御意見に対する考え方
4-74	5. 月の開発・利用に関する国際ルールの形成に向けた取組(8 ページ) 月までの有人飛行能力を持つ国家、あるいはその可能性の高い国家が主導権を持つことになるだろう。	国際ルールの形成に向けては、探査能力の有無が国際ルールの形成に際して大きな影響を持った南極の例にかんがみ、有人無人にかかわらず、我が国として月探査の取組を継続して行っていくことが重要との認識です。
4-75	[P8:3.4「国際ルール形成に向けた取組」] 月協定は 1967 年に制定された宇宙条約を論理的に拡張させたものだと言われている。日本は 1969 年の「宇宙開発事業団法」制定時の国会決議によって、宇宙開発は「平和の目的にかぎり」行うと明記し、その中身は「非核、非軍事」であると明確にされた。宇宙条約をさらに徹底させた「宇宙の平和利用原則」を国是としてきた日本が、軍事利用や資源競争(例えば月には、核融合原子炉の燃料になるとされるヘリウム3が豊富に存在する)への歯止めとなる月協定を今まで批准してこなかったのは不可解である。その理由を示すべきだ。 2008 年 5 月に成立した「宇宙基本法」により宇宙の軍事利用への道が開かれたが、政府は平和利用を今なお掲げており、報告書(案)にも「平和利用を軸とした我が国の方針」とある。ならば、率先して月協定の早期批准を行い、米国、ロシア、中国、インド、欧州諸国等にも批准を呼びかけるべきである。肝心の宇宙開発国の批准がない中で、日本の批准は大きな意義を持ち、国連宇宙空間平和利用委員会等におけるリーダーシップを強化することにもつながるだろう。2008 年の「宇宙基本法」審議において宇宙軍縮を主張されていた泉健太・内閣府政務官(宇宙担当)の積極的なイニシアチブを期待したい。 [P8:3.4「国際ルール形成に向けた取組」] 「平和利用を軸とした我が国の方針を反映できるように取り組む」とある。しかし、宇宙基本法により宇宙の軍事利用が法的に解禁されたことに加えて、宇宙技術は軍民両用(デュアルユース)の側面が強いとされる。実際に、先日地球に帰還した小惑星探査機「はやぶさ」において、大気圏突入時の約 3000 度という高熱からカプセルを守った技術(IHIエアロスペース)は、ミサイルの先端など軍事用途にも使えるとされる(6 月 15 日、日経)。 月探査や有人宇宙活動への技術基盤構築に向けて開発された技術が、軍事転用(他国への技術供与も含めて)されない保証はない。それを未然に防止するためにも、月協定への批准に加えて、宇宙基本法を改定し、軍事利用を可能とする部分を削除すべきだと考える。 米オバマ政権は、軍事用シャトルや地球上のあらゆる場所を 1 時間以内に攻撃できる無人極超音速兵器の実験を行い、危険な原子力ロケットの開発も構想している。中国等も宇宙における軍事能力向上を図りつつある。そうした中で、日本は宇宙の平和利用原則を取り戻し、宇宙の非軍事化に向けて強いイニシアチブを発揮	まず、宇宙基本計画における安全保障分野での宇宙開発利用については、宇宙基本法第14条に、「国は、国際社会の平和及び安全の確保並びに我が国の安全保障に資する宇宙開発利用を推進するため、必要な施策を講ずるものとする」と規定されておりますが、これはあくまで日本国憲法の平和主義の理念にのっとり、専守防衛の範囲内において、新たな宇宙開発利用を推進することとされております。 また、これまでの各国による月その他の天体を含む宇宙空間の探査及び利用は、我が国をはじめ宇宙活動を行うほぼすべての国が締結している「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(宇宙条約)」に定めるルールに従い実施されています。具体的には、月その他の天体を含む宇宙空間は、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(いわゆる「取得の禁止」)旨が定められている宇宙条約第2条並びに核兵器及び他の種類の大量破壊兵器を(月を含む)天体に設置しないこと等が定められているとともに、(月を含む)天体上においては、軍事基地、軍事施設及び防備施設の設置、あらゆる型の兵器の実験並びに軍事演習の実施を禁止している(いわゆる「軍事活動の禁止」)宇宙条約第4

	すべきである。	条等が挙げられます。「月協定」についても同様に、上記の「宇宙条約」に定める取得の禁止や軍事活動の禁止の考え方を踏襲した内容となっていますが、これまで、月探査活動を行う能力を持つ米・露などの国が締結していない状況において、実効性の低い同協定を我が国として締結する必要性が見出せないことから、我が国は締結をしてきておりません。 　今後、各国が月探査に取り組む中で、より実効性のある国際ルールが必要となってくると考えられることから、そのようなルール作りを行っていく中でリーダシップを発揮していくことや宇宙空間の平和利用の方針をかかるルール作りに反映していくことが重要と考えております。 　なお、報告書３．４において、「批准」という用語を用いておりましたが、「批准」という用語は「批准書を寄託する」という独立した行いを指すものであり、署名及び批准又は加入といった我が国に対して効力が生じるための一連のプロセス全体を指す場合は「締結」との用語を通常用いるため、「批准」を「締結」に修正いたしました。 （修正前） 　現在、月とその資源の開発・利用などに関して定めた月協定を批准している国は非常に少なく、我が国も含め、実際に月探査に取り組んでいる国々はまだ批准していない状況である。 （修正後） 　現在、月とその資源の開発・利用などに関して定めた月協定を締結している国は非常に少なく、我が国も含め、実際に月探査に取り組んでいる国々はまだ締結していない状況である。
4-76	２．４「３．４月の開発・利用に関する国際ルール形成に向けた取組」 ・　有人による月探査を目指すのであれば、各国（特にアジア）との連携／協力が必須になります。国際ルー	御意見のとおり、我が国独自の目標を持ちつつも、成果の拡大などのために国際協力も有用

	ルの形成だけではなく、各国との協力体制の構築についても明記してはどうでしょうか。なお、本件については、3.5 章の中に追記する形でもよいと考えます。	であることから、2 ページ、2章③に有機的な国際協力の提案などによるコーディネータ役を目指すこと、及び 4 ページ、 3.1 の最後に、国際協力を呼びかけることについて記述しております。 なお、懇談会としては、有人による月探査そのものについては、2020 年より後の発展的探査の中での検討事項としましたが、将来国際協力で進めることが想定される有人宇宙活動に向けては、我が国の自律性を確保し、国際協力において対等なパートナーシップを発揮するために、鍵となる要素技術等を独自に確立することが重要と考えています。 この要素技術等の実現の見通しを踏まえ、実機規模の研究開発の見通しや、その後の実際のシステムを開発する段階での国際協力上の戦略を立てることが必要と考えています。

グループ５：　「４．有人宇宙活動への技術基盤構築」に関するもの

【有人宇宙活動について】

番号	御意見	御意見に対する考え方
5-1	1．わが国における 100km 程度の弾道軌道に有人を輸送する輸送手段の開発に関する検討結果を示せ。 報告書　9-10 ページ項番4．および　14 ページ参考1．(2)②関連 以前、宇宙基本計画に関するパブリックコメントにおいて、100km 程度の弾道軌道に有人を輸送する輸送手段の開発について記述すべきであるとの意見を述べた。これに対する回答（ご意見に対する考え方）は次のとおりであった。 ＞将来の有人輸送系を含めた宇宙活動については、有人を視野に入れたロボットによる月探査について、 ＞今後1年程度をかけて検討する中で検討することとしております。 ＞また、将来の輸送システムについては、第3章2（5）②（a）()に記載の通り、有人を視野に入れたロボット ＞による月探査等の検討にも留意しながら、研究開発を進めていくこととしております。 ＞今後、この検討を進めていく中で、弾道飛行を含めた有人往還システムの開発などのご意見も参考としつ	懇談会においては、有人宇宙活動全般について広く議論を行いましたが、将来の国際協力による有人探査活動を想定した議論を中心としたため、弾道軌道への輸送手段そのものについては検討を行っておりません。 懇談会としては、我が国が宇宙先進国・科学先進国として、将来の国際協力において諸外国と対等のパートナーシップを発揮できるようにするため、有人宇宙活動を可能とする技術的能力を確保することが、今後の宇宙開発の展開には必須であると考えております。 この認識の下、有人宇宙技術の保有に向けた

	＞つ、これらの取組みの中で、総合的に検討していきたいと考えております。 だとすれば、本報告書こそ、その検討結果が示される報告書であると考える。 しかるに、なぜ、わが国における100km程度の弾道軌道に有人を輸送する輸送手段の開発に関する記述が全くないのか。 本報告書4．では「今後の我が国の有人宇宙活動そのものをどう進めていくか」については「月探査に関する懇談会の検討範囲を超えるもの」として「本格的な検討は行わなかった」としているが、「有人技術の保有に向けた現実的な進め方については一定の議論を行」ったとしている。 また、参考1．（2）② には明白に「また米国では、（中略）宇宙旅行をも目的とした弾道飛行飛行や低軌道への有人宇宙開発に取り組んでいる」と記述されている。 つまり、「知らなかった」「忘れていた」等ではなく、このようなテーマが厳然として存在する事を充分に認知しながら、なおかつこの件の日本としての対応について、全く記述しなかったということである。 月や ISS での有人宇宙活動が、ごく限られたエリートだけが宇宙に行けるという、一部の特権階級のみがその利益を享受できるものであるのに対して、100km 程度の弾道軌道における宇宙旅行は、将来、国民全員が自由に参加できる可能性があり、真の国民生活向上に寄与するものであることから、何にも優先して議論しなければならないものである。 もし、この報告書で記述しないのであれば、いつ、どこで議論するのかを明確にすべきである。 また、決してあってはならないことではあるが、もし日本の国家として、100km 程度の弾道軌道における宇宙旅行手段の開発を行わないと考えるのであれば、その理由を、国民全員が理解できるように明示すべきである。 すごい金をかけてわずか数人のエリートだけしか宇宙に行けない施策と、大して金はかからないが国民全員が宇宙に行ける施策の、どちらが真に国民の為の宇宙施策であるかは、誰の目にも明らかである。 本件は、先送りにした上、うやむやにしてしまっていい問題では決してない。 2．有人宇宙活動の第一ステップとして、まず第一に 100km 程度の宇宙往還機を実現せよ。 報告書 9-10 ページ 4．（1）関連 本報告書では続いて、有人技術の保有に向けた現実的な進め方の第一ステップとして、「要素技術等の研究開発」としている。 また「ISS の活動やロボット月探査の実現により基本的な技術を蓄積しつつ」とあり、「ISS 以下に到達する有人往還技術」に関してはあたかもすでに実現しているかのような扱いである。 しかし4.の前文に「未だ宇宙空間に自力で出て行き、帰還するという技術を有していない。」とあるように、日本は未だ 100km 程度の弾道軌道における宇宙への往還も実現していない。 なぜ、月などというはるか遠くの有人活動の、更にその基礎研究という最終的な実現からほど遠い所から始めるのか。	現実的な進め方について、安全かつ低コストで有人宇宙活動を実現するための技術基盤の構築を着実に進めていくことが重要との結論に至りました。 具体的には、有人ロケットや有人宇宙船などの有人往還システムは探査目標にかかわらず有人宇宙活動の根幹となるシステムであることから、まずはその鍵となる要素技術等を独自に確立することを目指すこととしており、宇宙ステーション補給機（HTV）を活用した帰還の安全化技術など、要素技術の研究開発を進めていくこととしています。

	誰が考えても、まず行うべきは『近くの一歩から』ではないのか。 日本として、100km 程度の宇宙往還機の開発を急ぐべき理由がある。 参考1．（2）②にあるように、米国ではすでに 100km 程度の弾道軌道における有人往還機が実現しており、一般市民を乗せるための機体も今まさにテスト飛行中である。 従って、世界では、今まさに一般市民による有人宇宙活動が開始されようとしている。 市民は自由であるがゆえに、日本に 100km 程度の有人宇宙往還技術が無ければ、積極的に外国の宇宙往還機を利用して有人宇宙活動を行うであろう。 世界中の一般市民が、自由に有人宇宙活動を行っている状況において、たとえ遠方だとはいえ、たかだか数人の人間の有人宇宙活動しか行えないような国をして、誰が技術を有すると思うだろうか。 しかるに、宇宙基本計画では、「宇宙旅行などの新たな宇宙利用産業の国際的な動向についても留意する。」となっており、つまり「他国の出方を見て、その状況によっては対応しよう」という、出来の悪い管理職のような日和見的な見解となっている。 ビジネスにおいては、このような見方では殆どの場合商機を失う。他国の出方を待っていたのでは、間違いなく出遅れ、取り返しがつかないことになる。「とにかくやってみよう」の精神が無ければ、世界に冠たる技術は確立できない。 ＯＳやCPUなど、全てのインフラを米国に押さえられているICT産業の二の舞となってはならない。 有人宇宙活動の第一ステップとしてまず第一に行うべきは、100km 程度の宇宙往還機の開発である。 3．一般市民のための有人宇宙活動を。 報告書　10 ページ　5．関連 本報告書5．には「有人宇宙活動のように、すぐには地上の便益には繋がらないものの」とあり、また「有人宇宙活動への取組は、後者のフロンティアへの挑戦という点において．．」云々として、以下長大な記述があり、有人宇宙活動は国民生活の向上に直接つながらないものと位置づけている。 しかし、当コメント1．2．で述べてきたように、今始まろうとしている 100km 程度の宇宙往還機による一般市民の有人宇宙活動については、海外旅行や温泉旅行と同様、一般市民の生活に密接に結びつくものであり、国民生活の向上に大いに寄与するものである。 このような活動に目を背けてしまうから、国民生活の向上につながらないなどという、とんでもない話になる。 なぜ、真に国民生活の向上となる有人宇宙活動への取り組みである 100km 程度の宇宙往還機の開発を行わないのか。 ISS や月での有人宇宙活動の研究や開発をやるなとは言わない。それは将来一般市民が宇宙ホテルや月のホテルに滞在し、余暇を楽しむ為の基礎研究として重要なことである。 しかし、物事には優先度があり、順序がある。 宇宙開発の真の目的は、一部の学者の自己満足や一部のエリートの為のものではなく、一般市民のためにこそあるべきである。	

	だとすれば、まず最初に行うべきは「100km 程度の宇宙往還機の開発」であり、日本の卓越した技術でコストを下げ、海外旅行や温泉旅行並みの価格で一般市民が気軽に宇宙に行けるように、官民を挙げて努力することこそが、真に国民生活の向上に資する正しい有人宇宙活動への取り組みである。	
5-2	2.「4. 有人宇宙活動への技術基盤構築」について 我が国として、地球周回軌道への有人往復技術・手段の早期確立を明確な達成目標として掲げて、「月探査」とは別に、きちんと推進すべきと考える。この分野は、経済的・直接的な実利が見込める。米国のスペースシャトルに同乗させてもらうことがニュースになる現状は、とても奇異に感じる。また、できることなら、その過程で宇宙開発のみならず日本の航空機産業の復活に役立つような波及効果を期待したい。	懇談会においては、有人を視野に入れたロボットによる月探査について検討を進める中で、月探査に絞らずに有人宇宙活動全般について広く議論を行いました。しかし、ISS計画との関係など幅広い検討を要することから、今後の我が国の有人宇宙活動そのものをどう進めていくかといった本格的な検討には至りませんでした。 但し、有人宇宙活動への取組の重要性や、我が国が宇宙空間に自力で出て行き、帰還するという技術を保有していないことを認識し、将来の有人による探査にもつながる技術基盤の構築を着実に進めていくことが重要との結論に至りました。具体的には、探査目標にかかわらず、有人宇宙活動の根幹となる有人往還システムに関する鍵となる要素技術等の研究開発を進めることとしております。
5-3	天体探査以外の宇宙開発について また天体の探査だけでなく、低軌道無人往復輸送船の実現、低軌道有人飛行の実現等についても考える必要があります。スペースシャトルが引退した後、ISS 往復のためにはロシアのソユーズ以外には有人の往復手段が無い状態は好ましいものではありません。まず低軌道無人輸送機として HTV がありますが、これは地上から低軌道に荷物を輸送することは出来ますが、逆に低軌道から地上に輸送することは出来ないので、地上に輸送できるシステムを開発することが必要です。また将来は低軌道有人飛行を目指していくことも必要であると考えます。ただしまずは低軌道無人往復輸送実現を優先させるべきだと思います。	上記、5-2 番の御意見に対する考え方の通りです。 なお、要素技術等の実現の見通しを踏まえ、実機規模の研究開発の見通しや、その後の実際のシステムを開発する段階での国際協力上の戦略を立てることが必要と考えています。
5-4	3. 有人宇宙活動の強調 有人宇宙活動については，大半の内容が最後に記述されているのみですが，最低でも今世紀前半までの我が国の宇宙開発における明確な目標を挙げるべきであり，それが有人宇宙活動であれば，報告書の最初に具体的目標として明確に述べておくべきかと思います. この文章のままでは，有人を実施するのかしないのか不明確であり，結果として2020年までの具体的計画にどのように組み込まれるのかが明確にならないと思います.	
5-5	4. 宇宙飛行士の安全技術の確立	懇談会においても、有人宇宙活動については、人命にかかわる高いリスクの認識が必要で

	スペースシャトルの爆破事故に代表されるように，有人宇宙飛行の先進国であるアメリカ・ロシア（ソ連）あるいは中国において既に多くの宇宙飛行士あるいは関係者が命を落としています．有人宇宙活動は人命に対するリスクが極めて高いことは，それくらい明確ですが，この点には，ほとんど触れられていません．しかし，もし有人宇宙活動を実現するのであれば，開発した有人宇宙船，宇宙服，各種装備・装置類の宇宙飛行士に対する安全性をどのように確認・確保するのか，身体的・精神的両面での安全を考慮した技術開発の要素と実施内容を今のうちから配慮・計画・吟味しておくべきと思います．	あるとの観点についても議論を行い、最終的に“安全かつ低コストで有人宇宙活動を実現するための技術基盤の構築“という記述を行っており、安全には最大限配慮が必要と考えております。 なお、ご指摘を踏まえ、10ページ、4章を以下のとおり修文いたします。 【第4パラグラフ】 （修正前） このため、まずは将来の有人による探査にもつながる安全かつ低コストで有人宇宙活動を実現するための技術基盤の構築を着実に進めていくことが重要であり、・・・ （修正後） このため、人命損失に対する高いリスクを十分認識しつつ、まずは将来の有人による探査にもつながる安全かつ低コストで有人宇宙活動を実現するための技術基盤の構築を着実に進めていくことが重要であり、・・・
5-6	＜有人往還システム＞ 月探査にリソースを割いてしまって有人開発が後回しになってしまう事が気がかりです。 H2A／B、きぼう、HTV、そして優秀な宇宙飛行士を持つ日本。もう必要な要素は殆ど揃っている様に見えて仕方がないです。無人の月探査より、低軌道の有人宇宙船。近いのは距離だけでは無いと感じます。	懇談会においては、将来の有人宇宙活動そのものについて本格的な検討は行わなかったものの、有人宇宙活動への取組の重要性や、我が国が宇宙空間に自力で出て行き、帰還するという技術を保有していないことを認識しつつ、将来の有人による探査にもつながる技術基盤の構築を着実に進めていくことが重要との結論に至りました。
5-7	4．有人宇宙活動への技術基盤構築 （3）ロボット月探査等との連携による効率的な研究開発 ロボットを使用した探査技術と有人宇宙活動技術は全く別物である。これを一緒にし効率的な研究開発を行うことは不適切であり、分けるべきではないのか。ロボットの場合は、往還技術は、サンプルリターン等を考慮しなければ不要、生命維持装置も不要になり、有人活動は逆に、この 2 つは必須となる。また、必要とする装置全体の構成やその割合も全く異なる。有人宇宙活動の技術を考えた場合、月の有人往還は、月の重力により、往還に必要な機材、エネルギーも多大であり、乏しい月での資源、エネルギー調達も期待できない。活動	懇談会においては、有人を視野に入れたロボットによる月探査について検討を進める中で、最終的には 2020 年まではロボットによる月探査により目標を達成することが適当と考えました。有人による探査については、2020 年より後の発展的探査に向けた検討課題として、ロボット月探査とは切り分けて有人宇宙活動全般に関して検討を行いました。

	に必要な物資の殆どを地球に頼ることになる。有人宇宙活動を有意義なものにするには、過去の月探査や現状の宇宙ステーションのレベルに限定せず、先見性を持った、人類の宇宙進出、深宇宙への人類進出までも考えるべきで、このためには、資源、エネルギーを自ら持つような小惑星等を探し出し、その小惑星等こそを宇宙進出への基地とするべきではないか。地球という重力のある星からの、膨大なコストをかけての物資やエネルギーの運搬、持ち出しを極力減らさない限り、人類の宇宙進出は、停滞したままとなり、大きな発展は望めない。日本が世界における最先端の宇宙活動、宇宙科学を目指すというならば、かつてのアポロ計画の考えや思い込みを捨て、地球からの物資依存型の宇宙活動をいつまでも行うのではなく、先を見越した、進出先の小惑星等での物資やエネルギーの調達、そのために必要となる、科学的な調査、技術の開発、そして、それらを活用した基地建設を行うことにより、さらなる宇宙進出を行うという事までをも考えるべきではないのか。このことは、長い目で見た税金に依存しない自立した産業としての宇宙開発の育成発展の面からも必要不可欠である。	ご指摘の将来の有人探査については、今後実施場所も含めて検討が必要となりますが、懇談会としては、将来の有人による探査にもつながる技術基盤の構築を着実に進めていくことが重要との結論に至りました。具体的には、探査目標にかかわらず、地球低軌道までは人の輸送が必要であることから、まずは有人宇宙活動の根幹となる有人往還システムに関する鍵となる要素技術等の研究開発を進めることとが適当と考えております。
5-8	報告書案大変興味深く読ませていただきました。 有人宇宙船も日本で持つべきと思います。月面有人探査を目指す事は大変素晴らしいと思いますが、有人用の月着陸船の建造がなかなか大変であると思います。はやぶさが世界で初めて月以外のサンプルリターンを成功させたのですから、日本の有人宇宙船も世界で初めて月以外の場所に降りる方がインパクトが強いと思います。近い小惑星でも往復半年以上かかると聞いていますので、国際宇宙ステーションで長期間の有人宇宙活動ができるような生命維持技術の実証を経て、日本得意の環境技術で国際的な小惑星有人探査に貢献できるように今から準備するべきであると思います。このような環境技術で活躍する事が日本らしい宇宙開発だと思います。	
5-9	5について言えば、有人宇宙飛行の研究を行うことは重要なのだが、何故月探査に含まれているのかが不明。有人開発は別でキチンと議論し、月とは別で検討・報告を行うべきであると考えるが、どうか？	懇談会においては、有人を視野に入れたロボットによる月探査について検討を進める中で、月探査に絞らずに有人宇宙活動全般について広く議論を行いました。しかし、ISS計画との関係など幅広い検討を要することから、今後の我が国の有人宇宙活動そのものをどう進めていくかといった本格的な検討には至りませんでした。 但し、将来の有人による探査にもつながる技術基盤の構築を着実に進めていくことが重要であり、探査目標にかかわらず、有人宇宙活動の根幹となる有人往還システムに関する鍵となる要素技術等の研究開発を進めることが適当であるとの結論を得たものです。
5-10	1．2　有人活動の展望について 月探査における有人活動の将来計画について、具体的なミッション設定の言及が殆どないことを残念に思います。	懇談会においては、御意見のとおり、今後の我が国の有人宇宙活動そのものをどう進めていくかといった本格的な検討には至りませんでした。

	「4. 有人宇宙活動への技術基盤構築」において、本懇談会では、検討範囲を超えるもので有人宇宙活動そのものについて本格的な検討は行われなかったと あるが、理念として「将来の地球や人類全体の安全保障・生存保障に向け、国際協力をリードしていくことも重要」と明記されていることは非常に重要であると思われます。 ただ、現実の問題として世界的にもISS後の有人宇宙活動が不透明ではあるものの技術継承の観点からもISS/JEM で培った有人技術・人材の有効な活用・継承戦略について、何がしかの具体的な提案がなされるべきではないでしょうか。また、本戦略が非常に現実的論拠に基づいていることを承知しつつも、長期展望に立てば、今後10年をかけて無人月探査を実施するというよりは“有人惑星間飛行”というキーワードを入れることが国民に夢を与えるだけでなく将来ビジョン設計にもつながるのではないでしょうか。	ご指摘の将来の有人探査については、今後実施場所なども含めて検討が必要となると考えます。懇談会としては、将来の有人による探査にもつながる技術基盤の構築を着実に進めていくことが重要との結論に至りました。具体的には、探査目標にかかわらず、有人宇宙活動の根幹となる有人往還システムに関する鍵となる要素技術等の研究開発を進めることとが適当と考えており、11ページ、4 章(3)に記述のとおり、HTV を活用した再突入技術の実証など、ISSの技術や人材の活用なども考慮した、効率的な研究開発を進めることが重要と考えます。
5-11	2. 6「4. 有人宇宙活動への技術基盤」 ・(1)第1ステップの技術基盤の構築に関して 日本は、環境、再利用、小型化技術に長けており、民間技術を積極的に導入し、このような世界トップレベルの技術分野をさらに推進し宇宙利用することにより世界的にも貢献できると思われますので、世界的レベルの技術を宇宙利用に昇華する戦術も具体的に検討されるべきではないでしょうか。	御意見のような高い民生技術は、ISSの「きぼう」にも活用され、各国から高い評価を受けていることは認識しております。 有人宇宙活動の根幹となる有人往還システムの鍵となる要素技術等の研究開発を進めることとしておりますが、これは我が国がまだ保有していない要素技術等についての見通しをつけることを目的としております。 その研究開発にあたっては、優れた民生技術の活用を考えていくことが重要と考えます。
5-12	「有人宇宙活動への技術基盤構築の目標」についてですが、この文章では何がしたいのか明確ではありません。 10 年区切りで目標を立てるのも良いかもしれないのですが、これでは意思が見えません。 私は日本独自で有人宇宙船を開発すべきと考えていますが、そういう人達への言い訳、 アリバイのように見受けられます。 こんな中途半端な結論しか出せないようなら、月探査に関する懇談会では議論しなかった方が良かったのではないでしょうか。	懇談会においては、月探査に絞らずに有人宇宙活動全般について広く議論を行いました。しかし、ISS計画との関係など幅広い検討を要することから、今後の我が国の有人宇宙活動そのものをどう進めていくかといった本格的な検討には至りませんでした。 但し、将来の有人による探査にもつながる技術基盤の構築を着実に進めていくことが重要であり、探査目標にかかわらず、有人宇宙活動の根幹となる有人往還システムに関する鍵となる要素技術等の研究開発を進めることが適当であるとの結論を得たものです。 なお、要素技術等の実現の見通しを踏まえ、実機規模の研究開発の見通しや、その後の実際

		のシステムを開発する段階での国際協力上の戦略を立てることが必要と考えています。
5-13	2. 日本の有人活動と月面探査の整合性について 米国のオバマ政権は「月には行かず、火星を目指す」としている。月面での有人活動のための運搬手段（ロケット）は米国政府には頼れないと考えた方が自然である。そうなると使用するロケットはH2の有人化タイプか？米国の民間ロケットか？ソユーズや長征シリーズか？ 報告書(案)では有人活動の運搬手段について、議論が抜け落ちているのではないか？ 「そのうちに決まるのでそれまで待て」という論理は「運用システムの最適化」を考えると大変危険である。 また、有人活動と月面探査の整合性については、むしろサーベイヤー計画とアポロ計画の様に独立して計画し、互いに協力する程度で厳密な連携を取らない方が良いと思う。	懇談会においては、有人を視野に入れたロボットによる月探査について検討を進める中で、最終的には 2020 年まではロボットによる月探査により目標を達成することが適当と考えました。有人による探査については、2020 年より後の発展的探査に向けた検討課題として、ロボット月探査とは切り分けて有人宇宙活動全般に関しての検討を行いました。 将来の有人探査については、今後実施場所なども含めて検討が必要となると考えます。懇談会としては、将来の有人による探査にもつながる技術基盤の構築を着実に進めていくことが重要であり、探査目標にかかわらず、有人宇宙活動の根幹となる有人往還システムに関する鍵となる要素技術等の研究開発を進めることが適当と考えています。
5-14	2点目： 4. 有人宇宙活動への技術基盤構築（9ページ） 私個人の意見では、現状において有人宇宙計画を積極的に進めるのは拙速に過ぎるのではないかと思います。 有人活動を進めるにあたって必要な予算が、やはり上記同様、他の宇宙計画の進捗に支障を与えることが有ってはならないと思います。 有人宇宙活動はもちろん必要な事業ですし、早急に実現したいということには賛同できますが、順を追って、他計画とのバランスを鑑みて進めるのが良かろうと思います。 こちらについてもやはり、宇宙関連予算が増額され、人的金銭的資源が潤沢にある状況であれば、何の問題も有りません。	
5-15	「4. 有人宇宙活動への技術基盤構築」は、現段階での月探査戦略で取り上げることは時期尚早ではないか。いくら ISS で地球低軌道上で活動能力を獲得した」とあるが、日本独自で有人の弾道有人飛行すら行っていないのが現状である。この月探査戦略の大目的が「人を月に送る」ならこのような取り組みも分かるのだが、あくまでも月探査が主戦略である以上、この項目を報告書に載せてかつ意義のある活動と取り上げるおかしい。	
5-16	3. 何故有人探査なのか 現状、シャトル・ソユーズで往還し、ISSに滞在するという形で、日本の有人宇宙活動は実施されていますが、その経費の負担すら重荷になっている中、低軌道での独自活動を経ずに、一足飛びに月面有人活動を目指すという根拠は、米国の月・火星計画に「国際協力」という形で便乗する事で、実現される予定であった物が、完全に梯子を外された格好で、これを引き続き計画案に載せ続ける意義は、無いものと考えられます。 今回の計画は、基本的に「月に行く・ロボットで行く・有人で行く」事に対して、様々なスピンオフに関して語られていますが、結果として目的・意義が、投入される費用・マンパワーに比して有用で有るかが、却って判りに難くなっている嫌いが有ると思われます。 従って、宇宙基本計画のレベルで、日本が利用出来る過去の資源・これから伸ばしていける分野などを考慮	上記、5-13～5-15 番の御意見に対する考え方の通りです。 なお、懇談会としては、我が国独自の目標や進め方を検討したもので、他国の計画に便乗する議論を行ってきたものではありません。

	に入れた上で、月は適切な目標か？という原点に立ち返って、再検討の必要が有ると思われます。	
5-17	「4. 有人宇宙活動への技術基盤構築」について 最初の方にもふれたが、総合的な宇宙開発を目指すなら、まずはもっと輸送系を充実させていった方がいいのではないだろうか。さらに一歩進んで有人宇宙開発を進めれば、よほど国際貢献でき、国際的プレゼンスの確立も容易となろう。月探査計画のみが単体で日本の宇宙開発を引っ張っていく必要はないし、宇宙開発全体の底上げを図るための計画として月探査計画を位置づけていく方が結果として月探査計画の実現につながるのではないだろうか。 ********** 以上、乱文ではあるが、意見を述べさせていただいた。月探査計画が「計画のための計画」ではなく、われわれ国民にとって本当に意義があり、その成果を共有できるような計画となってほしいと切に願うものである。	有人宇宙技術につきましては、4章に記載のとおり、まずは有人宇宙活動の根幹である有人往還システムの鍵となる要素技術等について研究開発に取り組むこととしております。 なお、月探査計画のみで日本の宇宙開発を引っ張っていくことは考えておりませんが、11ページ、5章の最後に記載の通り、月探査への取組と有人宇宙活動への取組は、「長期的には、ロボットによる自在な宇宙活動、及び有人による国際協力での自律的な宇宙活動を展開する能力を持つことにつながり、国際的にさらに大きな役割を果たすことが可能となる。」という重要な位置づけを持つと考えております。

グループ６：　「５．我が国の宇宙開発戦略上の位置付け」に関するもの

番号	御意見	御意見に対する考え方
6-1	5. おわりに ～我が国の宇宙開発戦略上の位置付け～ について ①ロボット月探査は、科学調査目的に限定するべきである。物資の補給を地球に依存している限り、重力惑星間の有人・無人往還も研究、単独調査レベルからの脱却はできないし、真の人類の宇宙進出にはつながらない。将来の人類宇宙進出に必要な技術の確立には、小惑星等の探査を活用し、地球資源依存を前提とした研究・開発からの脱却、転換を図るべきである。進出先の小惑星等での物資やエネルギーの調達、そのために必要となる、科学的な調査、技術の開発を行うことは、世界の最先端の研究・開発につながる。このことは自立した産業としての宇宙開発の発展の面からも必要不可欠である。 ②有人宇宙技術については、将来の人類宇宙進出に必要となる、地球資源に依存しない、進出先の小惑星等の資源の活用を視野にいれた技術開発を行うべきである。このことは世界の最先端の研究、開発につながり、日本の有人宇宙活動は、対等なパートナーシップ以上のもの手に入れることができる。このことは、日本の国益にも十分貢献することである。 ③真の自律的な宇宙活動を展開するということは、日本独自の視点、目標、目的地を持つことが必要である。まずは、過去のアポロ計画の呪縛を断ち切る必要がある。その上で本計画を含め、我が国の宇宙開発戦略を	月探査の目的については、2章に記載の通り、①太陽系探査のための宇宙技術を自ら確立、②世界トップレベルの月の科学を一層発展、③国際的プレゼンスの確立、の三本柱としており、これらに重点を置いて検討を行った結果、3．1の目標、3．2の目標実現に向けての進め方に記載のとおりとなりました。天体の資源利用については、月に限らず、幅広く様々な天体において、まずは利用可能性調査を行うことが重要と考えております。 将来の有人探査については、今後実施場所なども含めて検討が必要となると考えます。懇談会としては、我が国が宇宙先進国・科学先進国として、将来の国際協力において諸外国と対等のパートナーシップを発揮できるようにするため、有人宇宙活動を可能とする技術的能力を確保するこ

	立て直す必要があると考える。	とが、今後の宇宙開発の展開には必須であると考えており、将来の有人による探査にもつながる技術基盤の構築を着実に進めていくことが重要と考えております。具体的には、探査目標にかかわらず、有人宇宙活動の根幹となる有人往還システムに関する鍵となる要素技術等の研究開発を進めることが適当と考えています。 　これらの取組は、5章に記載の通り、長期的には、ロボットによる自在な宇宙活動、及び有人による国際協力での自律的な宇宙活動を展開する能力を持つことにつながり、国際的にさらに大きな役割を果たすことが可能となる、という重要な位置づけを持つと考えております。 　なお、懇談会としては、我が国独自の目標や進め方を検討したものです。

【別紙１】　６章「おわりに」の追記について（報告書案　１２ページ　６章、１６～１７ページ　参考３）

<table>
<tr><th colspan="2">6章　追記内容</th></tr>
<tr><td colspan="2">６．おわりに

本懇談会は、宇宙基本計画（平成２１年６月２日宇宙開発戦略本部決定）に基づき、月探査や有人宇宙活動の目的や取組について、科学、探査技術、ロボット・エネルギーなどの関連技術、国際的プレゼンス、将来の有人宇宙活動の観点はもとより、これら取組を通じた未来への夢と希望、更には超長期的な人類の生存保障といったような多様な観点から、必要となる費用の試算についても考慮に入れ、進め方などの検討を行い、報告をとりまとめた。
報告をとりまとめるに当たり、パブリックコメントを求めたところ、専門家をはじめ、一般の方からも多くの意見を頂いた。また、パブリックコメントの募集中に、「はやぶさ」が７年ぶりの帰還を果たし、国民的に大きな関心を呼ぶとともに、我が国の宇宙科学・技術が「太陽系大航海時代」において世界をリードする快挙として高い評価を得たことは記憶に新しい。このような中、米国の有人月探査計画との関係や、太陽系探査全体の中での月探査の位置付けなどについて、複数の方から意見を頂いたこともあり、懇談会としての考え方を明確にしておくこととしたい。また、頂いた意見に対する考え方を整理して追記することが適当と考えたものについて参考３に記す。

懇談会では、ロボットによる月探査を中心として、我が国独自の目標や進め方を検討してきた。有人宇宙活動については、将来的にはロボットと有人の連携も考えられるが、当面は、探査目標に係わらず、将来に向けた着実な技術基盤の構築が重要であるとの結論を得た。
ロボットによる月探査については、「はやぶさ」の成果と相まって、今後の幅広い太陽系探査の重要なステップとなり、我が国の保有していない宇宙技術を自ら確立していくこと、そして、「かぐや」の成果を更に発展させ、月の起源と進化の解明にせまることなどが、我が国の宇宙開発戦略上重要であると考えている。一方で、太陽系探査は、月に限らず様々な天体について幅広く展開されることが重要であり、段階的にステップを積み重ねながら戦略的に実施していくべきものである。したがって、太陽系探査全体の総合的な推進に留意しつつ、月探査に取り組むべきと考える。
近年の我が国の目覚ましい太陽系探査の成果を発展させていくことの重要性を考えれば、この分野に更に多くの予算が確保される必要があると考えるが、国際協力による効率的な実施の検討や、予算等の状況に応じ、実施時期などについての柔軟な対応が望まれる。</td></tr>
<tr><th>主な御意見</th><th>参考3　追記内容</th></tr>
<tr><td></td><td>参考３．パブリックコメントで頂いた主な意見に対する考え方

複数の方から同様の趣旨で頂いた意見に対して、懇談会としての考え方等を踏まえ、再度、考え方を整理して追記することが適当と考えたものを、以下に記載する。</td></tr>
<tr><td>（意見１）
月探査はそもそも米国の有人月探査計画（コンステレーション計画）に対応して検討が始まったと考えられ、米国がコンステレーション計画をキャンセルした今、月にこだわる意味がなくなったのではないか。</td><td>（考え方）
本懇談会の検討は、米国の有人月探査計画に対応して始めたものではなく、「かぐや」がこれまで数々の目覚しい科学的成果を上げてきたことを受け、この成果を更に発展させるため、及び今後の太陽系探査に向けて、我が国が保有していない宇宙技術を自ら確立していくため、我が国独自のロボットによる月探査として検討を進めてきたものである。また、長期的にロボットと有人の連携を視野に入れる中で、有人宇宙活動について、月を前提とせずに幅広く全般について議論を行い、探査目標に係わらず、将来に向けた着実な技術基盤の構築を目指すとしたものである。このように、懇談会においては、我が国独自の目標や進め方を検討したものである。</td></tr>
</table>

（意見２） 　月探査は、広く太陽系探査全体の中に位置づけられるものであるが、何故月探査が優先されるのか。	（考え方） 　太陽系探査は、月に限らず、微小重力天体である小惑星などや重力天体である金星や火星など、様々な天体について幅広く展開されることが重要であり、世界をリードする科学的成果の創出と技術の確立を目指して、着実かつ継続的に取組を進めて行くことが重要であると考える。このため、懇談会としては、太陽系探査全体の総合的な推進に留意しつつ、月探査に取り組むべきと考える。 　月の重要性については、２章に記述したとおり、①月は地球にもっとも近い天体であり、今後の太陽系探査に必要となる重力天体への往還技術などを確立する場として最適であること、②我が国は「かぐや」の成果により月の科学で世界をリードしているが、科学的に未解明の部分が多く残されており、引き続き月の科学を発展させることが重要であること、③月における国際的な競争や協力が活発化しつつあり、今後予想される月とその資源の開発・利用に関する国際ルール作りにおいて世界を先導するなどの点で、継続的な月面での活動が、国際的プレゼンスの確立に重要であること、などが挙げられる。これら３つの目的を達成し、「はやぶさ」の成果と相まって、今後の幅広い太陽系探査の重要なステップとなる宇宙技術を確立するとともに、月の起源と進化の解明にせまることが、我が国の宇宙開発戦略上、重要であると考える。
（意見３） 　我が国は、「はやぶさ」で切り開いた小惑星探査などに注力すべきで、大きな予算を必要とする月探査への取組により、他の太陽系探査活動を圧迫するべきではない。	（考え方） 　月探査については、意見２の考え方に記述したとおり、我が国にとって重要であると考えている。一方で、太陽系探査は、月に限らず様々な天体について幅広く展開されることが重要であり、段階的にステップを積み重ねながら戦略的に実施していくべきものである。したがって、太陽系探査全体の総合的な推進に留意しつつ、月探査に取り組むべきと考える。 　近年の我が国の目覚ましい太陽系探査の成果を発展させていくことの重要性を考えれば、この分野に更に多くの予算が確保される必要があると考えるが、国際協力による効率的な実施の検討や、予算等の状況に応じ、実施時期などについての柔軟な対応が望まれる。

【別紙２】　今後の太陽系探査に向けた技術確立に関する補足説明の追記について（報告書案　２ページ、２章（＊１））

2章　追記内容
（＊１）　今後の太陽系探査に向けた技術確立について 太陽系の天体には、大きく分けて、恒星である太陽、月や木星の衛星のような「大気のない重力天体」、火星や金星のような「大気のある重力天体」、及び小惑星や火星の衛星のような「大気のない微小重力天体」があり、中でも重力天体は、地表面を持つ地球型惑星（固体惑星）とガスが主成分の木星型惑星（ガス惑星）などに分類できるなど、様々な天体がある。また、その探査手法も、大気、磁気圏観測や内部構造探査、サンプルリターンなど多岐に亘る。我が国は、「さきがけ」、「すいせい」による惑星間航行技術などの実証を皮切りに、昨今の「かぐや」による月の周回軌道での軌道制御技術や精密落下制御技術の実証、「はやぶさ」による超遠距離の惑星間航行技術や微小重力天体からのサンプルリターン技術の実証など、探査技術の確立を着実に進めてきている。将来の自在な太陽系探査を実現するためには、今後、微小重力天体探査に向けた「はやぶさ」の技術の発展や、重力天体の周回探査に向けた「かぐや」、「あかつき」などの技術の発展などに加え、重力天体の着陸探査を行う技術の確立が必要である。 月は大気がなく、夜が長いなどの特徴があり、大気のある重力天体探査向けの技術と比べ、着陸の際にパラシュートのような大気による減速手段を使えないことや、長期間の越夜技術が必要などの相違点はある。しかし、高精度に探査地点に降りるための自律誘導制御による軟着陸技術や再離陸技術、惑星表面を移動しながら岩石採取などを行う惑星探査ロボット技術、岩石分析や地震計のような観測技術、ロボットや観測装置用の電源技術などは、いずれも共通技術基盤として活用が期待できるものである。また、月は地球に近いため、大容量の通信が技術的に容易であることから、評価に必要な詳細データが月以遠の天体に比べ多く取得できることや、通信における遅延も小さいことから、宇宙環境において地球からのほぼリアルタイムの監視の下で実証を行うことが可能であり、上記のような技術実証の場として最適である。さらに、探査機は月に数日で到達可能であることから、他の天体に比べ短期間で技術実証を行うことが可能であるなどの利点もある。 なお、現時点で、月以遠の重力天体からのサンプルリターンは、探査機の規模が大きくなるなど難易度が高いため、それを達成した国はなく、世界最先端の探査を目指して、我が国も月を重要なステップとすることが、着実な技術の確立に向けて有効な方法であると考えられる。