

「宇宙輸送システム長期ビジョン素案」に関する  
意見募集の結果について

平成 26 年 3 月 31 日

宇宙戦略室の委託調査の一環として、「宇宙輸送システム長期ビジョン素案」（以下、長期ビジョン素案）に関する意見募集を行い、平成 26 年 3 月 13 日に開催した宇宙輸送システム長期ビジョンワーキンググループ会合において、意見への対応について検討を行った。

以下、意見募集の結果及び意見への回答（別添）について報告する。

1. 募集期間等

期間：平成 26 年 2 月 21 日（金）から 3 月 10 日（月）正午まで

方法：調査委託先 WEB サイトに意見を入力

2. 意見総数（件）

46 件

合計	全体	はじめに	第 1 章	第 2 章	第 3 章	第 4 章	おわりに
46	13	0	6	5	6	16	0

(注)意見総数は、ホームページの入力フォーマットで意見を提出した件数を集計したもの。

2名の連名で出された意見については、入力フォーマットの意見提出 1 件につき、2 件として集計している。

1 件の意見の中に記載された内容毎に分割して別添の表に整理した。このため別添の表の項目数は意見総数 46 件を上回る。

3. 意見提出人数（人）※WEB 入力フォーマットに記載の氏名より集計。

12 人

合計	民間企業	NPO 法人	独立行政法人	一般社団法人	大学	個人
13	4	3	2	1	1	2

(注)1 の者が 2 件以上の意見を提出している場合があるため、人数より意見総数の方が多い。

**「宇宙輸送システム長期ビジョン素案」に関する意見への回答**

(注)1件の提出意見に当たり複数の意見を含むものについては、分割して回答しています。

資料1別添

No.	ご意見	回答	長期ビジョン(案)の該当箇所	原文	修正文	備考
1	安全保障の観点も踏まえるべき。	宇宙基本計画の「基本的な方針」において、「宇宙活動は、我が国の安全保障や社会的経済的利益の確保のために不可欠であり、自律的に行う能力を保持することは、我が国宇宙政策の基本である。」とされています。ご意見を踏まえ、この文言を本ビジョンに反映します。	本文p.3 第1パラグラフはじめに	宇宙基本計画(平成25年1月25日宇宙開発戦略本部決定)において、宇宙輸送システムは、我が国が必要とする時に、必要な人工衛星等を、独自に宇宙空間に打ち上げるために不可欠な手段であり、その維持は我が国の宇宙活動の自律性確保の観点から重要であるとされている。	宇宙基本計画(平成25年1月25日宇宙開発戦略本部決定)において、 <b>宇宙活動は、我が国の安全保障や社会的経済的利益の確保のために不可欠であり、自律的に行う能力を保持することは、我が国宇宙政策の基本であると示されている。また、</b> 宇宙輸送システムは、我が国が必要とする時に、必要な人工衛星等を、独自に宇宙空間に打ち上げるために不可欠な手段であり、その維持は我が国の宇宙活動の自律性確保の観点から重要であるとされている。 <b>さらに</b>	
2	将来宇宙輸送システムの開発自体が目的ではなく、何のミッションのために将来宇宙輸送システムを開発するのかという視点から検討すべき。	本ビジョンは将来の新しい宇宙利用の姿を描き、それを実現する将来宇宙輸送システムは何かという視点で検討を行っております。また、将来宇宙輸送システムの姿として従来のように特定のミッションに限定した宇宙輸送システムではなく、インフラとして誰でも自由に利用できるものと想定しておりますので、その趣旨をより明確に記載いたします。	本文p.4 第6パラグラフ第1章1-1.	したがって、ここで想定する宇宙輸送は、特別な輸送手段ではなく、鉄道や航空機のようなインフラとして当たり前存在し、誰でも自由に利用できるものになることが必要である。	<b>このような</b> 宇宙輸送は、 <b>従来のように特定のミッションに限定した</b> 特別な輸送手段ではなく、鉄道や航空機のようなインフラとして当たり前存在し、誰でも自由に利用できるものになると <b>想定される</b> 。	

No.	ご意見	回答	長期ビジョン(案)の該当箇所	原文	修正文	備考
3	以前の将来宇宙輸送システムの検討時からどのような変化があったのか示すべき。	以前の検討時からの変化について更に分かり易く記載いたします。	本文p. 5 第2,3パラグラフ 第1章 1-1.	このような宇宙輸送の転換は、現在の技術では困難であるため、他分野技術の積極的な導入を含め、先端的な技術を獲得する必要がある。	<u>これまでに開発された繰り返し運用の可能な宇宙輸送システムは技術的な限界等からコスト低下や高頻度運用を実現することはできなかった。しかし、近年、輸送コストの低減に対する要求が高まり、それを支える技術にも大幅な進展があったため、再使用型宇宙輸送システムの実現を可能とする技術基盤が整ってきた。たとえば、設計や加工・製造、素材等の基盤的な技術において技術革新が起きていることや、スクラムジェットの飛行試験の成功や、ターボ系エンジンの技術実証の成果の蓄積等も進んでいること等が挙げられる。諸外国においても、米国空軍やDARPA等のほか、民間の米国SpaceX社、英国Reaction Engines社等の企業を含め、再使用型宇宙輸送システムの開発に向けた動きが再び見られるようになってきた。</u> <u>したがって、今後、このような再使用型宇宙輸送システムが実現する可能性が高まっており、我が国としても自律性と国際競争力を確保するためにその開発を加速させる必要がある。</u> このような宇宙輸送の転換を実現するためには、現在の技術では困難であるため、他分野技術の積極的な導入を含め、先端的な技術を獲得する必要がある。	
			本文p.18 第5パラグラフ 第2章 2-3.	諸外国においても、米国空軍やDARPA等のほか、民間の米国SpaceX社、英国Reaction Engines社等の企業を含め、再使用型宇宙輸送システムの開発に向けた動きが再び見られるようになってきた。	<u>我が国について言えば、H-IIシリーズや一連の固体燃料ロケット等の開発を通じて宇宙輸送システムの開発能力が飛躍的に高まるとともに、宇宙利用の進展により、宇宙環境についての理解が大幅に深まった。諸外国においても、米国空軍やDARPA等のほか、民間の米国SpaceX社、英国Reaction Engines社等の企業を含め、再使用型宇宙輸送システムの開発に向けた動きが再び見られるようになってきた。これらは、スペースシャトル計画が始まった1970年代当時よりも先進的な技術に基づくものである。</u>	
			本文p.34 第4パラグラフ 第4章 4-3. (1) (2)	エアブリージングエンジンの技術的な課題としては、取り入れた空気の速度が超音速のまま燃料を燃焼させる技術、超音速の空気を取り込む超音速インテーク技術等、極限環境の中で飛行するための技術が挙げられる。これらは現在の延長上にある技術では実現が困難である。	エアブリージングエンジンの技術的な課題としては、取り入れた空気の速度が超音速のまま燃料を燃焼させる技術、超音速の空気を取り込む超音速インテーク技術等、極限環境の中で飛行するための技術では実現が困難であるが、 <u>近年では米空軍がマッハ5級のスクラムジェット実験機X-51の飛行試験に成功する等、技術的蓄積やその実証が進みつつある。</u>	
4	基幹ロケットの高度化や新型基幹ロケットの開発に大きな意義があると最初から結論付ける表現は避けるべき。	基幹ロケットの高度化や新型基幹ロケットの開発は方針として決定されていますが、ご意見を踏まえて事実関係のみを記載するように修正いたします。	本文p.18 第2パラグラフ 第2章 2-3.	現行の基幹ロケットの高度化や新たな基幹ロケットの開発等に着実に取り組むことには大きな意義がある。	<u>すでに現行の基幹ロケットの高度化や新型基幹ロケットの開発等のプロジェクトが進展しつつある。</u>	

No.	ご意見	回答	長期ビジョン(案)の該当箇所	原文	修正文	備考
5	小型超小型衛星のコンステレーション運用の例として示されているDARPAのF6はキャンセルされているはずである。	ご意見を踏まえ、誤解を招かないように修正いたします。また、コンステレーション運用に関してより分かり易い表現に修正しました。	本文p.20 第3章 3-1. (1) (人工衛星の利用)	また、小型・超小型の衛星を連携させることにより、時間頻度を高めて地球上をモニタリングするような利用方法が既に実現しつつある。	また、 <u>複数の衛星が同じ軌道を通ることで時間頻度を高めて地球上をモニタリングするコンステレーション運用が既に始まっており、今後、拡大することが想定される。</u>	
6			参考資料集p.31	大規模なコンステレーション化により、大型衛星に匹敵する能力を持たせる構想(例:DARPAのシステムF6)もある	大規模なコンステレーション化により、大型衛星に匹敵する能力を持たせる構想(例:DARPAのシステムF6)も <u>あった</u>	
7	将来の宇宙利用の姿として軌道上の組立・製造により人工衛星や探査機の大型化・高機能化が可能になることを加えるべき。	ご意見を踏まえ、将来の宇宙利用の姿の例として追記いたします。	本文p.22 第3章 3-2. (2) (軌道上サービス)	人工衛星をより長期間にわたって運用可能とするため、軌道上での燃料補給や修理・改修を行うことが見込まれる。	<u>軌道上で人工衛星や宇宙探査機等の組立を行うことにより大型化や高機能化が可能となると想定される。また、人工衛星をより長期間にわたって運用可能とするため、軌道上での燃料補給や修理・改修を行うことが見込まれる。</u>	
			本文p.22 第3章 3-1. (2) 脚注66	軌道上において衛星への燃料補給や修理・改修を行う活動を指す。資料集p.36「新たな宇宙利用の姿(3/6)」を参照。	<u>(削除:軌道上において衛星への燃料補給や修理・改修を行う活動を指す。)</u> 資料集p.36「新たな宇宙利用の姿(3/6)」を参照。	
			参考資料集p.36	-	<u>軌道上における人工衛星や宇宙探査機等の組立を行うことによる大型化や高機能化</u>	
8	航空輸送の考え方と技術に、宇宙輸送の考え方と技術をいかに近づけるかがポイントであるという表現にすべき。	本長期ビジョンでは将来宇宙輸送システムにおいて「航空と宇宙の融合」が重要であるという認識を持っております。また、個別の技術について航空と宇宙では相違点もあるため、ご意見を踏まえ、「航空輸送の考え方を宇宙輸送に導入する」という表現に修正します。	本文p.24 第2/パラグラフ 第3章 3-2. (1)	輸送インフラとして確立している航空機技術あるいは航空輸送の考え方が参考になる。すなわち「航空と宇宙の融合」である。	輸送インフラとして確立している <u>航空輸送の考え方を宇宙輸送に導入することがポイントになる。</u> すなわち「航空と宇宙の融合」である。	
9	宇宙エレベータについても言及すべき。	本ビジョンの検討範囲は2050年までとしており、宇宙エレベータ等の技術的な不確定性が極めて大きい将来宇宙輸送システムは、2050年以降の出現が想定されると認識しております。ご意見を踏まえ、その趣旨を追記いたします。	本文p.26,27 第10/パラグラフ 第3章 3-2. (3)	-	<u>なお、核融合推進やレーザー推進、軌道エレベータといった革新的な将来宇宙輸送システムも、2050年代以降には出現すると考えられる。</u>	



No.	ご意見	回答	長期ビジョン(案)の該当箇所	原文	修正文	備考
10	2030年代に新たな基幹ロケットしか念頭にないような表現は避けるべき。	ご意見を踏まえ、重複排除の観点からも文言を修正いたしました。	本文p.28 第2パラグラフ 第4章 4-1.	我が国では新たな基幹ロケットの運用を2020年から開始する予定であり、各国の動向を踏まえても、少なくとも2030年代までは新たな基幹ロケットのような使い切り型ロケットが低軌道への主な輸送手段であると想定される。	我が国では <b>新型</b> 基幹ロケットの運用を2020年から開始する予定であり、各国の動向を踏まえても、少なくとも2030年代までは <b>(削除:新たな基幹ロケットのような)</b> 使い切り型ロケットが低軌道への主な輸送手段であると想定される。	
11	発展経路を「発展形態」とし多様な発展形態の混在を強調する表現にすべき。	本ビジョンでは、将来宇宙輸送システムのゴールに到達する道筋が複数あるという趣旨を強調するために「発展経路」としております。ただし、ご意見を踏まえ、開発の過程で多様な発展形態が想定されるとの記述を追加しました。	本文p.29 第5パラグラフ 第4章 4-1.	上記の通り、再使用型宇宙輸送システムには複数のパスが考えられるが、適切な時期に適切なパスを選択し、開発を集中させる必要がある。ただし、どのパスにおいても共通に必要な技術があることや、各パスが進展する途上で、実用化できるシステムが生まれる可能性もあることから、開発の初期の段階では、各パスの発展可能性を追求することが必要である。	上記の通り、再使用型宇宙輸送システムには複数のパスが考えられ、 <b>その過程においては、発展形態についても多様なものが想定される。また、どのパスにおいても共通に必要な技術があることや、各パスが進展する途上で、実用化できるシステムが生まれる可能性もあることから、開発の初期の段階では、各パスの発展可能性を追求することが必要である。その上で、適切な時期に適切なパスを選択し、開発を集中させる必要がある。</b>	
12	将来宇宙輸送システムの推進系で使用する燃料について限定することは避けるべき。	本長期ビジョンでは、将来宇宙輸送システムに使用する燃料について限定していませんが、ご意見を踏まえ、誤解の生じない表現に修正いたします。	本文p.31 第3パラグラフ 第4章 4-2. (2)	これに関する技術的課題としては、極低温燃料の帰還後の扱い、有毒燃料の使用排除、飛行中の点検、ヘルスマニタリング、次の飛行開始に向けた確認等があり、航空機や高度な安全性が求められる地上システムの運用、点検、検査等の手法から、その解決策を学ぶことも多いと考えられる。	これに関する技術的課題としては、 <b>(削除:極低温)</b> 燃料の帰還後の扱い <b>(安全化措置等)</b> 、 <b>(削除:有毒燃料の使用排除、)</b> 飛行中の点検、ヘルスマニタリング、次の飛行開始に向けた確認等があり、航空機や高度な安全性が求められる地上システムの運用、点検、検査等の手法から、その解決策を学ぶことも多いと考えられる。	
			本文p.33 第4パラグラフ 第4章 4-3. (1) ①	再使用型ロケットの基本的な原理は現在使われている化学燃料ロケットエンジンと変わらないが、長寿命化や、故障発生時に安全に停止できるフェールセーフによる信頼性向上等を図る必要がある。	再使用型ロケットの基本的な原理は現在使われている化学燃料ロケットエンジンと変わらないが、長寿命化や、故障発生時に安全に停止できるフェールセーフによる信頼性向上等を <b>踏まえた設計にする必要がある。</b>	
			本文p.37 第1パラグラフ 第4章 4-4. (1) ①	炭化水素燃料	炭化水素燃料 <b>(LNG、ケロシン等)</b>	
			本文p.37 第3パラグラフ 第4章 4-4. (1) ①	炭化水素系燃料の一種である液化メタン燃料推進系の研究開発にも取り組んできており、	<b>LNG</b> 燃料の一種である液化メタン燃料推進系の研究開発にも取り組んできており、	
			本文p.37 第4章 4-4. (1) ①	貯蔵性の観点で、現在の延長線上の技術では、水素燃料を用いた推進系は地球低軌道から月周辺までの、炭化水素系燃料を用いた推進系は火星以遠の再使用型の軌道間輸送機に適している。	<b>これらの推進系は、燃料の貯蔵性や比推力等に関するそれぞれの特性を活かし、地球低軌道から月までの輸送や火星以遠への輸送等、用途に合わせて使い分けられることになると想定される。</b>	

No.	ご意見	回答	長期ビジョン(案)の該当箇所	原文	修正文	備考
13	構造設計技術において、生物に学ぶバイオメテイクスの重要性を強調すべき。	ご意見を踏まえ、バイオメテイクスを例示させていただきます。	本文p.35 第1パラグラフ 第4章 4-3. (2)	材料技術と構造設計技術の革新的進歩が必要である。	材料技術の革新及び高度化に加え、 <u>バイオメテイクスをはじめとする新たな考え方に基づいた構造設計技術の革新及び高度化が必要である。</u>	
			本文p.35 第4章 4-3. (2) 脚注81	-	<u>バイオメテイクスとは、「生物模倣」を意味し、生物の構造とその機能から着想を得て、それらを人工的に再現することによって、工学や材料科学、医学等の様々な分野への応用を目指そうとする考え方を指す。</u>	
14	比推力の解説を分かり易くしてほしい。	より分かり易い表現するとともに、比推力の定義と式を併記しました。	本文p.37 第4章 4-4. 脚注88	比推力とは、「1kgの燃料によって、1Nの推力を生じさせることができる時間」である。言い換えれば、「効果的な燃焼が維持できる秒数」であり、自動車で言えば「燃費」に似た概念である。	比推力とは、 <u>航空機やロケットエンジンの性能指標であり、「1kgの燃料(削除:によって、)で1Nの推力を生じさせることができる時間」と定義される。</u> 自動車で言えば「燃費」に似た概念である。 <u>式としては、次のように表される。Isp=F/(dw/dt)</u> <u>Isp: 比推力(単位:秒)</u> <u>F: 推力(単位:kgf)→kgf: キログラム重</u> <u>dw/dt: ロケットが噴出する推進薬の重量流量(単位:kgf/秒)</u>	
15	小型実験機の成果を積み重ね、1/3～1/4程度のコストを実現する「部分再利用型の実用システム」を2030年頃の間目標として設定することが適当。	今後、小型実験機の具体的な検討は、別途実施されるものと認識しておりますので、その趣旨を追記いたします。	本文P.40 第3パラグラフ 第4章 4-6.	以上の考え方に基づき、2010年代中に、再使用型ロケット実験機とエアブリージングエンジン搭載型実験機の二種類の小型実験機の開発に向けた検討を開始すべきである。	以上の考え方に基づき、2010年代中に、再使用型ロケット実験機とエアブリージングエンジン搭載型実験機の二種類の小型実験機の開発に向けた検討を開始すべきである。 <u>具体的な検討については、今後、適切な場において別途実施する必要がある。</u>	
16	将来宇宙輸送システムの開発についてタイムフレームを示すべき。	開発のタイムフレームは、将来宇宙輸送システムの開発プロセスの図において大枠を示しています。ご意見を踏まえ、本文中にも図に示したタイムフレームについて追記いたします。	本文p.40 第5パラグラフ 第4章 4-6.	-	<u>実験機に続いて、2020年代以降には実証機の開発にも着手し、2030年代には将来型宇宙輸送システムの実用化を見据えた試験機を開発することが想定される。</u>	
17	試験場等の地上施設についても言及すべき。	ご意見を踏まえ、実験等に必要地上施設について追記しました。	本文p.41 第2パラグラフ 第4章 4-6.	-	<u>なお、実験等に必要地上施設についても、検討を行う必要がある。</u>	

No.	ご意見	回答	長期ビジョン(案)の該当箇所	原文	修正文	備考
18	スペースポート等の地上施設についても言及すべき。	ご意見を踏まえ、スペースポート等の地上施設について追記しました。	本文p.42,43 第6パラグラフ 第4章 4-7. (5)	-	<b>(5)スペースポート等の地上施設</b> — <b>実用型の将来宇宙輸送システムを運用するために必要なスペースポート等の地上施設や管制、運航管理に関する技術についても、今後、開発の進展とともに検討を行う必要がある。</b>	
19	失敗の歴史を繰り返さないため、実務経験のある退職者を活用することが重要。	ご意見を踏まえ、これまでの開発ノウハウの伝承の必要性について追記いたします。	本文p.43 第3パラグラフ 第4章 4-7. (6)	将来宇宙輸送システムの分野においても、同様に実験機の開発等を通じて、システム全体の開発を若いうちに経験できる機会を確保し、若い人材にとって魅力的な環境を創出することが必要である。	将来宇宙輸送システムの分野においても、同様に実験機の開発等を通じて、システム全体の開発を若いうちに経験できる機会を確保し、若い人材にとって魅力的な環境を創出することが必要である。 <b>その際、過去の開発ノウハウの伝承にも留意する必要がある。</b>	
20	将来宇宙輸送システムの開発を活性化するために、これまで宇宙開発利用に携わってきた民間企業ではなく、間口を広げた他の民間企業の自主的な活動を促進する必要がある。そのために、民間の活動を促進するための、法整備、規制緩和、助成金等が必要。	ご意見を踏まえ、新しい民間企業の取組への期待や制度についても言及させていただきます。	本文p.43 第6パラグラフ 第4章 4-7. (7)	商業活動を行うための規則	商業活動を <b>促進する</b> ための <b>制度</b>	
			本文p.43 第7パラグラフ 第4章 4-7. (8)	民間に期待される役割としては、将来宇宙輸送システムの実験機の開発過程から民間の活力を取り込み、得られた成果を民間に円滑に移転していくことが適当である。民間は適切な段階で事業化判断を行い、国との適切な役割分担の下、開発に責任を持って取り組むことが望まれる。	<b>民間が新しいアイデアの提案も含めて開発段階から積極的に参画し、将来宇宙輸送システムの実現に向けた取組が活性化することが期待される。また、実用機については、民間は適切な段階で事業化判断を行い、国との適切な役割分担の下、開発に責任を持って取り組むことが望まれる。</b>	
21	海外でサブオービタルの商用飛行が始まろうとしている中、2030年までは使い切り型ロケットの開発に集中し、その後で再使用型宇宙輸送システムを開発するという構想は悠長である。	本長期ビジョンでは、2010年代に再使用型宇宙輸送システムの開発の検討に着手すべきとしており、2030年までは使い切り型ロケットの開発に集中するということではございません。また、所要の施策を早期に実施することにも触れております。ただし、ご意見を踏まえ、早期に実験機の開発に向けた取組を行うことを明示しました。	本文p.44 第5パラグラフ おわりに	そのために、所要の施策を早期に実施することを期待する。	そのために、 <b>実験機の開発に向けた</b> 所要の施策を早期に実施することを期待する。	
22	高度化という文言は、独創的創造性の高い技術開発の精神から乖離した表現であるため、使用を避けるべき。	ご意見の通り、高度化という文言は、既存の技術の延長上と読み取れるため、高度化とともに革新を図るという文言に修正します。	全体	高度化	<b>革新及び</b> 高度化	

No.	ご意見	回答	長期ビジョン(案)の該当箇所	原文	修正文	備考
23	長期ビジョンとして、宇宙利用の飛躍的な拡大に向けた再使用型システム構築が国の文書としてまとまったことの意義は大きい。この文書に示される計画を確実に実施していくことが重要。	本ビジョンに賛同するご意見と認識しました。	全体	-	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見
24	人、物の地球規模での更なる高速輸送は求められていると考えられる。安全に配慮し、ステップを踏んだ開発を期待する。その時、2002年7月オーストラリア・ウーメラでの超音速機実験失敗、2013年8月スウェーデンでの超音速実験失敗等の経験を生かしてもらいたい。	本ビジョンに賛同するご意見と認識しました。	全体	-	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見



No.	ご意見	回答	長期ビジョン(案)の該当箇所	原文	修正文	備考
25	二地点間輸送を考えれば、エアブリージングエンジンを装着したスペースプレーンが最も望ましい将来ビジョンだろうと思われるが、四半世紀前、航空宇宙技術研究所及び宇宙科学研究所で行われていたスペースプレーンの研究が技術不足か研究予算の打ち切りにより目覚ましい成果を上げることなく現在に至っていること、また会社設立10年でFalconを事業化したSpace-X社の最近のGrass Hopperは短期間に大きな成果が出る可能性があることを考慮すると、二番手ではあるが安定している再使用ロケットとエアブリージングエンジンを共に候補とすることは妥当と考える。	本ビジョンに賛同するご意見と認識しました。	全体	-	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見
26	全体的に良く検討されていると考えます。これを今後日本としてどう展開して行くかの具体策、ロードマップが求められる。	本ビジョンに賛同するご意見と認識しました。	全体	-	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見
27	宇宙輸送システムに関する制度について、優位性確保の観点から日本も積極的に参画すべきとの見解に同意見である。	本ビジョンに賛同するご意見と認識しました。	全体	-	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見
28	最終目的である「宇宙利用の飛躍的な拡大」に向け、途中段階でもユーザー利用と連携した活動としていくことが大事だと考えます。(無重量実験、小型衛星打上等)	本ビジョンに賛同するご意見と認識しました。	全体	-	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見

No.	ご意見	回答	長期ビジョン(案)の該当箇所	原文	修正文	備考
29	既存技術を大いに利用し、低額開発を図る。	本ビジョンに賛同するご意見と認識しました。	全体	-	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見
30	輸送手段としての現有使い捨てロケットの発想から脱却する。この資料にもあるよう再使用に特化する。	再使用型宇宙輸送システムの実現に向けた取組を活発化させる必要性について本ビジョンで記載しています。	本文p.19 第3/パラグラフ 第2章 2-3.	このような状況に鑑み、我が国としても使い切り型ロケットである新型基幹ロケットの開発だけでなく、再使用型宇宙輸送システムの実現に向けた取組を活発化させる必要がある。	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見
31	実験機能(元ステーション同じ発想)。無重力下での実験等の業務を実施する。ニーズを一般から募集する機能を追加する。	宇宙実験・生産拠点について本ビジョンで記載しています。	本文p.22 第3章 3-1. (2) (滞在型宇宙旅行、宇宙実験・生産拠点)	(滞在型宇宙旅行、宇宙実験・生産拠点) (~中略~) こうした商業宇宙ステーションは、滞在型宇宙旅行のためのいわゆる宇宙ホテルとしての利用や無重力環境下での実験・生産拠点としての用途が考えられる。	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見
32	現有の宇宙ステーションの考えに加えて、宇宙往還のハブステーションとする事を提案したい。	軌道上における人・物資の中継及び燃料貯蔵・補給について本ビジョンで記載しています。	本文p.22 第3章 3-1. (2) (軌道上サービス)	(軌道上における人・物資の中継及び燃料貯蔵・補給) 月周辺に対して頻繁なアクセスを行うため、地上から低軌道領域までの再使用型宇宙輸送機から低軌道領域から高軌道領域までの再使用型の軌道間輸送機、それらの輸送機の間で物資や人を載せ替えるための中継拠点、軌道上に燃料や物資の貯蔵・補給施設(デポ)等が建設され、宇宙輸送のハブとして利用されると考えられる。	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見
33	静止軌道に大型プラン(例太陽光発電所(SSPS)等)を建設する事をまず考えたい。	宇宙太陽光発電について本ビジョンで記載しています。	本文p.22 第3章 3-1. (2) (宇宙太陽光発電等)	(宇宙太陽光発電等) 太陽光発電パネルで発電した電力をマイクロ波等で地球に送信する宇宙太陽光発電システム(SSPS)等、大規模な構造物を宇宙空間に建設することが想定される。	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見
34	デブリ対策システムの構築を忘れてはいけない。近い将来大問題になる。	デブリ低減について本ビジョンで記載しています。	本文p.22 第3章 3-1. (2) (軌道上サービス)	(軌道上サービス) 軌道上で人工衛星や宇宙探査機等の組立を行うことにより大型化や高機能化が可能となると想定される。また、人工衛星をより長期間にわたって運用可能とするため、軌道上での燃料補給や修理・改修を行うことが見込まれる。これにより衛星の寿命が延び、デブリ低減にもつながる。	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見

No.	ご意見	回答	長期ビジョン(案)の該当箇所	原文	修正文	備考
35	<p>輸送システムは次の4つに区分して開発目的を明確化して実行する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地球からハブ基地への輸送</li> <li>・宇宙空間への輸送(従来に近い)</li> <li>・衛星間移動</li> <li>・地球上での輸送(スクラムジェット等)</li> </ul>	<p>ご意見の区分は、軌道領域別に見た2040年から2050年頃の宇宙利用と輸送の分類に含まれていると認識しています。</p>	<p>本文p.27 第3章 3-2. (3)</p>	<p>「軌道領域別に見た2040年から2050年頃の宇宙利用と輸送の分類」表参照</p>	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見
36	<p>輸送システムはあくまでも、目的(例、宇宙往還機等)の為の手段であることを個々の計画段階から、整理して宇宙開発計画としたい。</p>	<p>本長期ビジョンでは、低軌道では再使用型宇宙輸送システム、高軌道ではミッションや行き先に合わせて多様な軌道間輸送機を使用することを想定しています。</p>	<p>本文p.27 第3章 3-2. (3)</p>	<p>同上</p>	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見
37	<p>「数十分の一の輸送コストの実現」はいまさら改めて言うまでもないことで、この点がどれだけ議論し詰められたのかが本報告では見えない。具体的な提言を述べるべきである。</p>	<p>抜本的な低コスト化について本長期ビジョンで詳しく記載しています。</p>	<p>本文p.25.26 第3章 3-2. (1) ②</p>	<p>②抜本的な低コスト化 米国や欧州では、2020年代以降に輸送コストを数十分の一程度まで低下させることを目指して、再使用型宇宙輸送システムの研究開発が行われている。 また、宇宙空間にSSPS等の大規模構造物を建設するためには、大量の建設資材を分割して軌道上まで運ばなければならないため、1日1回から数回程度の高頻度輸送を長期間にわたって行う必要があり、そのためには、JAXAの試算によると、輸送コストを1/50程度にまで低下させる必要があるとされている。 また、新たな宇宙利用においては、滞在型宇宙旅行や資源採掘等その他の宇宙輸送需要も増大すると見込まれ、このような高頻度な宇宙利用を支えるためにも、現在に比べて輸送コストを抜本的に低下させる必要がある。 さらに輸送コストの抜本的な低減により、宇宙利用の需要全体が大幅に拡大することが予測される。 しかし、第2章2-3で述べたように、従来の使い切り型ロケットでは、輸送コストの抜本的な低減が困難である。このため、1回あたりの輸送コストをロケットの数十分の一に低減させることができる再使用型宇宙輸送システムにより、抜本的な低コスト化を図る必要がある。</p>	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見

No.	ご意見	回答	長期ビジョン(案)の該当箇所	原文	修正文	備考
38	有人まで含め1兆円を越えるような開発規模では、実現は難しいと感じています。開発規模削減に向けた手法構築も合わせて獲得できると、現実味が出てくると考えます。	開発プロセスの効率化について本ビジョンに記載しています。	本文p.32 第2.3/パラグラフ 第4章 4-2. (3)	再使用型宇宙輸送システムのようにロケットより大規模で複雑なシステムにおいては、開発プロセスをこれまでより効率化する必要がある。 事前にコンピュータによるシミュレーションを活用した評価を行い、大規模な開発試験を不要とするような開発プロセスの効率化が今後、更に重要になっていくと考えられる。また、シミュレーション技術をシステム全体のライフサイクルを通じて適用することにより、安全性、運用性、保守性等を評価できる技術を習得することが重要であると考えられる。	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見
39	日本のロケットエンジンは芸術品であり過ぎるため、シンプル化を図ることが重要。	エンジンを簡素化する技術について本ビジョンに記載しています。	本文p.33,34 第7/パラグラフ 第4章 4-3. (1) ①	具体的にはエンジンの構成やコンポーネントを簡素化して損傷箇所を減らすとともに、航空機設計のように意図的な破損箇所及び破損モードを盛り込むことで、自己状態診断の強化、点検・交換等の簡便化を図るとともに、破損箇所の影響がエンジン全体へ波及しないように設計することが必要である。 また、エンジンの構成やコンポーネントを簡素化する技術は製造コストの削減をもたらす。この点で日本は世界をリードできる可能性があり、注力すべきである。	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見
40	機体の軽量化を図る。ナノマテリアルを出来るだけ利用を図る。	機体の超軽量化技術と極低温/超高温構造の一体設計技術について本ビジョンに記載しています。	本文p.35 第2/パラグラフ 第4章 4-3. (2)	タンクをはじめとする構造材の革新的な軽量化には、2020年代に実用化が予想されるカーボンナノチューブをはじめとするナノマテリアル技術が大きく貢献することが期待される。このような革新的材料の開発に加え、それらの繊維の強度を引き出すために、航空機製造に用いられているFRP 構造設計技術をさらに一歩進めることが重要となる。	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見
41	・高温、高圧に耐えうる材料を開発、有効利用する。	機体の超軽量化技術と極低温/超高温構造の一体設計技術について本ビジョンに記載しています。	本文p.35 第6/パラグラフ 第4章 4-3. (2)	また、我が国が得意とするSiC (シリコンカーバイド)等の耐熱素材技術を用いて、熱構造技術の革新及び高度化を実現することも重要である。	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見



No.	ご意見	回答	長期ビジョン(案)の該当箇所	原文	修正文	備考
42	地上制御室と機体とは通信、制御可能とする。機体のヘルスマニタリング可能とする。	ヘルスマニタリングやネットワーク技術について本ビジョンに記載しています。	本文p.36 第2/パラグラフ 第4章 4-3. (3)	特に「エンジンヘルスマニタリング技術」、「構造ヘルスマニタリング技術」、「統合機体ヘルスマネジメント(IVHM)技術」等が重要である。 また、ヘルスマニタリングの結果、飛行継続が困難と判断された場合に適切な行先や飛行経路を再設定する自律飛行管理・飛行計画技術も必要である。これらの開発に当たっては、現在の航空機用エンジンや地上のプラントシステム等で故障予知に用いられている、センサー技術、ネットワーク技術、ビッグデータ解析技術等のICT技術の進展を積極的に取り込む必要がある。	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見
43	宇宙ステーションのような、ベース基地と衛星間輸送はLNG/LOXエンジンとする事を基本として、高速を必要としない輸送、長距離輸送はイオンエンジン等の電気推進とする。	化学推進系と電気推進系の用途の違いについて本ビジョンに記載しています。	本文p.37 第4章 4-4. (1) ①、②	① 化学推進系 高い推力を発揮できる化学推進系は、燃料として水素を使用するものと、炭化水素(LNG及びケロシン等)を使用するものに大きく分けられる。 (～中略～) これらの推進系は、燃料の貯蔵性や比推力等に関するそれぞれの特性を活かし、地球低軌道から月までの輸送や火星以遠への輸送等、用途に合わせて使い分けられることになると想定される。 ② 電気推進系 月周辺等の比較的近い軌道間輸送用の電気推進系に関しては、現在の静止衛星の軌道維持や惑星間探査機で主に用いられるイオンエンジンよりも低コストかつ小型で、大推力を発揮できるホールスラストが考えられる。	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見
44	国際間協同開発で実施のものとして日本独自で開発システムを明確に区分する。	本ビジョンでは、国際優位性の確保の観点から、推進系技術や材料技術等個別の要素技術で優位性を確保するとともに、システムインテグレーション技術を獲得することにより、主体的な立場で国際共同開発を主導していくべきという考え方を示しています。	本文p.39 第6/パラグラフ 第4章 4-5.	国際共同開発とそのビジネスにおいて重要なことは、主体性を確保することである。推進系技術や材料技術等個別の要素技術で優位性を確保するとともに、システムインテグレーション技術を獲得することにより、主体的な立場で国際共同開発を主導していくべきである。	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見

No.	ご意見	回答	長期ビジョン(案)の該当箇所	原文	修正文	備考
45	実用性の認識に欠けている。	本ビジョンでは、将来宇宙輸送システムの実用化を念頭に置いた検討を行っています。	本文p.40 第2/パラグラフ 第4章 4-6.	このため、実験機の開発と運用を通じて、得られる各種の成果を再び研究フェーズにフィードバックするというサイクルを確立し、実用化に向けた研究開発を進めていく必要がある。より具体的には、まず実験機を開発し、その成果を研究開発にフィードバックして、再使用型宇宙輸送システムの実用化に必要な技術を実証する実証機を開発するというプロセスが想定される。さらに実証機で得られた成果を研究開発にフィードバックして、実用型の再使用型宇宙輸送システムの試験機を開発することになると考えられる。	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見
46	将来宇宙輸送システムの実現に向けた取組の意義として、先端技術の獲得を先端技術の獲得と取得として、他分野との相互交流とする。	他分野技術の取得は宇宙輸送システム開発の意義とは言い難いと判断しました。また、他分野技術の利用については本長期ビジョンで記載しています。	本文p.42 第5/パラグラフ 第4章 4-7. (4)	これまで述べたように、航空機技術、材料技術及びICT技術等他分野技術の取り込みが、将来宇宙輸送システムの研究開発において重要となる。このため、他分野の民間企業等からの協力を得て、将来宇宙輸送システムの技術課題を解決することも必要である。	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見
47	この報告書を広く学生、若者、ひいては国民が読んで賛同し、活力を生み出す源泉となるよう努めていただきたい。	次世代の活力とビジョンについては、システム全体の開発を若いうちに経験できる機会の確保として記載しています。	本文p.43 第3/パラグラフ 第4章 4-7. (6)	将来宇宙輸送システムの分野においても、同様に実験機の開発等を通じて、システム全体の開発を若いうちに経験できる機会を確保し、若い人材にとって魅力的な環境を創出することが必要である。	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見
48	ON THE JOB TRAINING を主眼とする。	本ビジョンでは、実験機の開発等を通じて、システム全体の開発を若いうちに経験できる機会を確保することを記載しています。	本文p.43 第3/パラグラフ 第4章 4-7. (6)	人工衛星の分野においては超小型衛星の開発が一部の大学等で行われ、学生時代からシステム全体の開発を経験する機会がある。将来宇宙輸送システムの分野においても、同様に実験機の開発等を通じて、システム全体の開発を若いうちに経験できる機会を確保し、若い人材にとって魅力的な環境を創出することが必要である。その際、過去の開発ノウハウの伝承にも留意する必要がある。	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見
49	従来の国家予算に縛られている国家主導の色彩を払拭できていない。	将来宇宙輸送システムの開発において、自律性確保の観点から、国の果たす役割は大きいと認識しています。ただし、本ビジョンでは、民間が開発段階から積極的に参画することや適切な段階で事業化判断を行い、開発に責任を持って取り組むことについても言及しています	本文p.43 第7/パラグラフ 第4章 4-7. (8)	民間が新しいアイデアの提案も含めて開発段階から積極的に参画し、将来宇宙輸送システムの実現に向けた取組が活性化することが期待される。また、実用機については、民間は適切な段階で事業化判断を行い、国との適切な役割分担の下、開発に責任を持って取り組むことが望まれる。	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見

No.	ご意見	回答	長期ビジョン(案)の該当箇所	原文	修正文	備考
50	日本が有人宇宙開発を目指すことを記述すべき。また、有人のミッションのビジョンやその背景についても深い議論すべき。	有人宇宙活動の議論は、宇宙輸送システムの議論にとどまらないため、今後、別の総合的な検討が行われることが望ましいと認識しています。	本文p.44 第4/パラグラフ おわりに	なお、高い信頼性を前提とした再使用型宇宙輸送システムは有人輸送にも用いられることを想定した上で一連の検討を行ったが我が国における有人宇宙活動の議論は、宇宙輸送システムの議論にとどまらないため、今後、別の総合的な検討が行われることが望ましい。	-	趣旨が既に本ビジョンの内容に盛り込まれているご意見
51	将来の宇宙輸送系分野で我が国が国際共同開発のインテグレータを目指すに当たっては、現在実現に向けて動き始めている「国際リニアコライダー研究所計画」における我が国の立ち位置と、高エネルギー加速器研究機構(KEK)を中心とする関係機関のリーダーシップを持った活動内容が参考になると考えられます。	今後の検討の参考にさせていただきます。	-	-	-	参考とさせていただきますご意見
52	宇宙輸送系の将来ビジョンも大切であるが、現時点も大切である。宇宙基本計画には「打上げは国産ロケットの優先使用」を記載しているだけでは、WTO国際調達の可能性が残る。米国と同様に「打上げはWTO国際調達から除く」の条文とすべきである。H-X(新型基幹ロケット)、イプシロンの能力向上型等の直近のプログラムへの予算付与、計画推進もお願いしたい。	今後の検討の参考にさせていただきます。	-	-	-	参考とさせていただきますご意見
53	航空との融合の観点から、UAV、LTA等による空間輸送活動の活発化に注目する必要がある。	今後の検討の参考にさせていただきます。	-	-	-	参考とさせていただきますご意見

No.	ご意見	回答	長期ビジョン(案)の該当箇所	原文	修正文	備考
54	開発プロセスが抽象論的。ある程度の予算が示されるべき。幾つかのケーススタディが有ってもよい。	本ビジョンは大きな方向性を示すものであり、予算については今後の検討に委ねるべきと判断しました。	-	-	-	予算に関するご意見
55	開発ロードマップは示されているが、どれくらいの経費を要するのかが明示されていない。コストを無視したビジョンは画餅である。開発費用を考えながら議論していただきたい。	同上	-	-	-	予算に関するご意見
56	長期ビジョンを検討し、将来に向けての基礎研究を着実に実行して頂きたい。是非、政府関係者は予算付与をお願いしたい。	同上	-	-	-	予算に関するご意見
57	予算処置がなされ、本文書に示される、システム全体としての技術獲得/検証が段階的に進むことを望みます。	同上	-	-	-	予算に関するご意見
58	液酸/液水エンジンは既存システムでOK、液水は取扱い不便、推進タンクは大型化してしまう。推進はLNG/LOXエンジンかケロシン/LOXと主体とする。将来火星等といった場合はLNGはそこで製造できる。	本ビジョンでは、燃料の種類を限定していません。具体的な検討については、今後、適切な場において別途実施する必要があると認識しています。	-	-	-	将来宇宙輸送システムに関する具体的なお意見



No.	ご意見	回答	長期ビジョン(案)の該当箇所	原文	修正文	備考
59	もはや有人輸送システムを前提とする時、従来の使い捨てロケットで人の輸送は考えない。	火星等への飛行については使い切り型ロケットによる有人輸送も想定されると認識しております。	-	-	-	将来宇宙輸送システムに関する具体的なご意見
60	問題発生時のための脱出可能装置を備える。	具体的な検討については、今後、適切な場において別途実施する必要があると認識しています。	-	-	-	将来宇宙輸送システムに関する具体的なご意見
61	宇宙ステーションのような、ベース基地への輸送はシャトル型として大気圏突入は急角度突入しないで済む形状をとる。	同上	-	-	-	将来宇宙輸送システムに関する具体的なご意見
62	運用システム/管制・支援システムの在り方・要求される技術や推進系以外の主要サブシステムについて、もう少し深く言及することを希望。	同上	-	-	-	将来宇宙輸送システムに関する具体的なご意見

No.	ご意見	回答	長期ビジョン(案)の該当箇所	原文	修正文	備考
63	制度への参画に当たっては宇宙関係者のみでなく航空関連の経験も大いに参考・連携・協力いただくことも必要と考える。その想定として、現在の航空機のように製造メーカー(ボーイング等)/航空メーカー(JAL等)のようなことを想定するのか。	同上	-	-	-	将来宇宙輸送システムに関する具体的なご意見
64	本ビジョンは、過去のHロケットを評価し、この延長線としての新型基幹ロケットの実現と、さらにこれを再使用型ロケットにつないでいくというある種既存の組織・業界にとって都合のよい論理が打ち出されたに過ぎないのではないか。	本ビジョンでは、マルチパスのアプローチを採用しており、将来宇宙輸送システムの発展経路に関して一つに限定していません。	-	-	-	その他
65	第一のパス(再使用型ロケット)の”現在進めている第一段ロケットの開発”が唯一の既定路線であるような記述は改めるべきである。	使い切り型ロケットの部分再使用化は米国、ロシア等諸外国とともに我が国でも検討されており、完全再使用型が出現するまでの過渡的形態として想定することは妥当と認識しています。	-	-	-	その他
66	M-Vロケットの経緯についてもっと詳述すべき。	本ビジョンでは、宇宙輸送システムの歴史の大きな流れを示しているため、個々のロケットについて詳述していません。	-	-	-	その他

No.	ご意見	回答	長期ビジョン(案)の該当箇所	原文	修正文	備考
67	「実用化されており、性能面でも信頼性においても世界最高レベルのロケット……」と云う文言は、少々自画自賛が過ぎると考えます。	事実の記載として過大評価では無いと認識しています。	-	-	-	その他
68	将来宇宙輸送システムの実現に向けた取組の意義として、「長期的な自立性の確保」が最初に出てくることは奇異に感じる。	宇宙基本計画において、宇宙輸送システムは、我が国の宇宙活動の自律性確保の観点から重要であるとされているため、意義として最初に記載することが適当と認識しています。	-	-	-	その他
69	日照コントロールは、多くの議論を呼ぶことになるので削除した方が宜しいと思います。ハリケーンコントロールは過去に多くの議論を呼んだ経緯があります。	議論となりうることは承知しているものの、技術的可能性として記述は残すべきと認識しています。	-	-	-	その他
70	開発は現状のような一社優先体制ではなく、多くの民間企業が参加できる体制とする。	本ビジョンでは、民間企業の参加を制限していません。	-	-	-	その他
71	先端技術の獲得による国際優位性の確保は……国際協調ならびに競争における優位性の確保とすべき	国際協業は優位性獲得の背景であるため、タイトルを変更する必要は無いと認識しています。なお、国際協調については、第4章4-6.(2)国際連携の推進に既述してあります。	-	-	-	その他

参考:事務局による修正について

No.	修正趣旨	箇所	原文	修正文
1	宇宙輸送システム部会において「新たな基幹ロケット」から「新型基幹ロケット」に文言を統一したため	全体	新たな基幹ロケット	新型基幹ロケット
2	文言の統一	全体	など および	等 及び