

「きぼう」船内実験室 第 2 期利用後半期間の科学分野候補テーマ
選定結果について

平成22(2010)年3月31日

国際宇宙ステーション・きぼう利用推進委員会
与圧部分科会長 浅島 誠
(東京大学特任教授/産業技術総合研究所フェロー・ラボ長)

1. 報告事項

「きぼう」第 2 期利用後半期間（2012 年度頃）に、「きぼう」船内実験室を利用する科学分野の候補テーマの選定結果について報告する。

2. 経緯

- (1) 平成 21 年 5 月 14 日から JAXA が募集を開始し、同 8 月 14 日に応募を締め切り。68 件（生命科学 47 件、物質科学 21 件）の応募があった（表 1）。
- (2) 平成 22 年 3 月 15 日、専門家による科学的な意義の評価等を経て、国際宇宙ステーション・きぼう利用推進委員会（外部有識者による JAXA 諮問委員会）において、フライト実験候補として 19 テーマの選定が審議了承された。
- (3) 3 月 25 日、JAXA 内の報告を経て、提案者へ選定結果を通知。

3. 第 2 期利用後半期間候補テーマ募集・選定方針

「きぼう」船内を利用する生命科学・物質科学分野において科学的意義が高く、宇宙実験が不可欠な候補テーマを選定した。なお宇宙基本計画等を踏まえ、以下のような観点でのテーマ提案を促し、評価を行った。

- (1) 科学の発展・進歩に寄与し、世界をリードする成果が期待されるテーマ
- (2) 科学的な成果を発展させ、地上社会の様々な活動に貢献することが期待されるテーマ
- (3) 将来の長期宇宙滞在に貢献する基礎的な科学研究や関連する技術開発テーマ

4. 選定候補テーマ

選定された候補テーマを表 2 に示す。また、これらテーマの総括を添付する（3 頁）。

5. 選定後の作業

選定されたテーマはフライト実験に向けた候補であり、今後 1 年程度、JAXA と提案者が連携して実験計画の具体化作業を行う予定。この際、実

験の統合化・同時実施等による効率的実施について検討する。
その後、中間評価を経てフライト実験準備に着手する予定（図1）。

以上

表1 応募・選定状況

分野	応募数	選定候補テーマ
生命科学	47	15
物質科学	21	4
合計	68	19

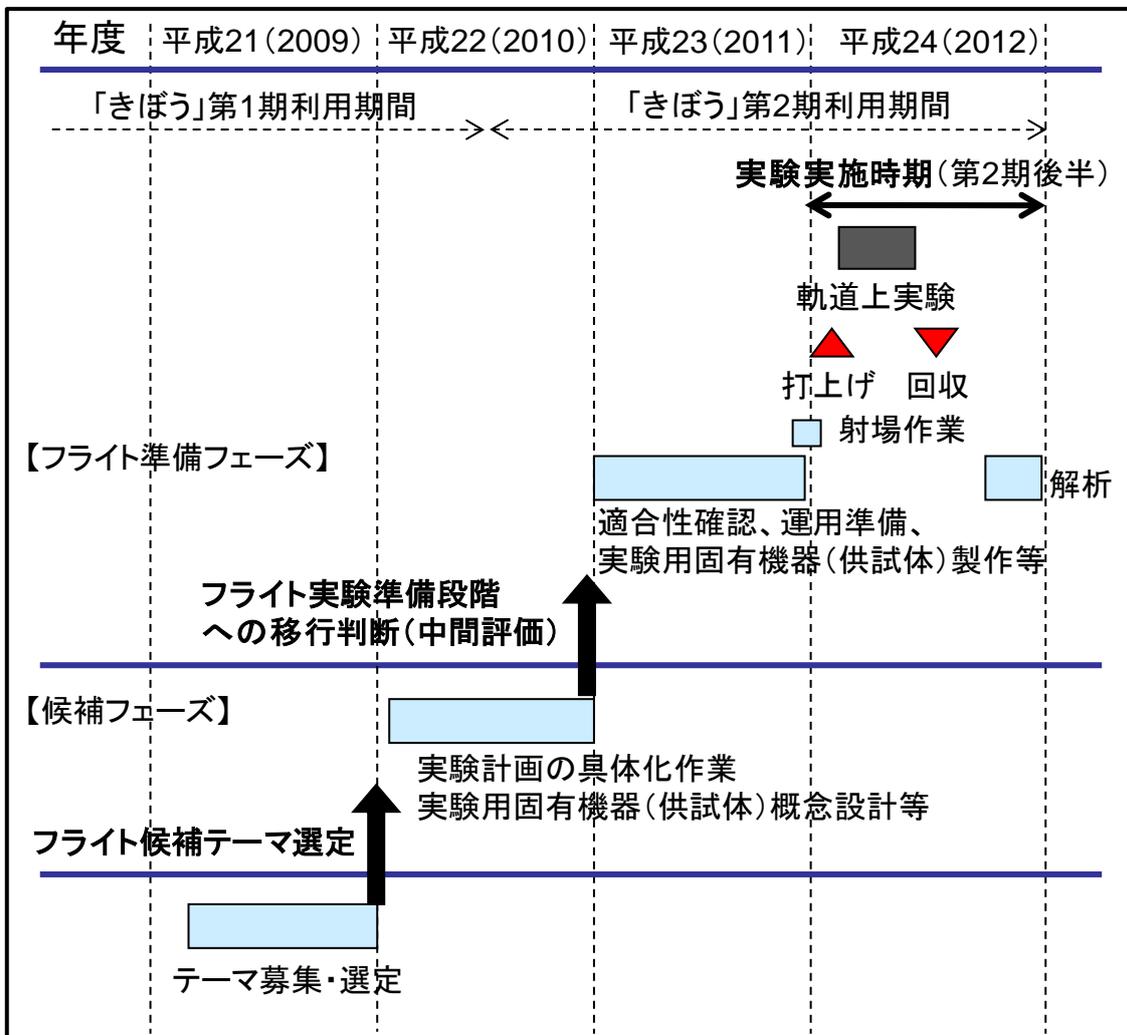


図1 実験実施までの作業計画

選定候補テーマの総括

1. 各分野の候補テーマについては、以下の研究に分類できる。

【生命科学分野】

- (1) 宇宙環境利用が不可欠であるのみならず、科学研究としての価値や新規性の観点で意義の高い成果が期待できる研究
 - ① 日本が国際的にリードしている植物、細胞等を用いた重力作用メカニズムの解明に関するテーマ
- (2) 健康長寿など地上社会への貢献が期待される、宇宙環境の生物への影響(筋・骨維持、老化、生殖等)に関する研究
 - ② 生物(線虫)の老化速度や世代交代に関するテーマ
 - ③ 水棲生物(メダカ、ゼブラフィッシュ)を用いた、宇宙環境が骨代謝、筋維持、子孫等に与える影響に関するテーマ
 - ④ 宇宙環境の生殖への影響に関する万能細胞、生殖細胞、凍結乾燥精子を用いたテーマ
- (3) 有人宇宙活動を進める上で重要な基礎データの蓄積に貢献できる研究
 - ⑤ 宇宙船内の微生物モニタリングに関するテーマ
 - ⑥ リアルタイム宇宙放射線計測技術に関するテーマ

【物質科学分野】

- (1) 微小重力環境を用い、地上の未解明の課題や新たな概念を追究した研究
 - ⑦ 噴射液体の微粒子化メカニズムに関するテーマ
 - ⑧ コロイド粒子の相互作用に関するテーマ
 - ⑨ 燃焼限界の理論に関するテーマ
- (2) 将来の宇宙技術に適用可能な実用性の高い課題に対する基盤的な研究
 - ⑩ 微小重力環境での材料の可燃性に関するテーマ

(※ ①～⑩は表2の各候補テーマと対応)

2. 候補テーマ代表研究者の拡がり等について

- (1) 選定された19件の候補テーマのうち、13件の提案者は今回初めて代表研究者として参画する。
- (2) 今回の候補テーマは大学以外の研究機関からの参画も多く、拡がりを持ってきたと考えられる。

表2 選定候補テーマ一覧

	テーマ名	代表研究者(提案者)	概要(目的等)	分類*
生命科学分野	植物細胞の重力受容装置の形成分化とその分子機構の研究	名古屋大学 辰巳仁史	世界に先駆け、微小重力環境下で植物の重力(機械)刺激に対するカルシウムイオンチャネルの関与を検証し、植物の重力受容のメカニズム解明を目指す。	①
	宇宙環境を利用した植物の重力応答反応機構および姿勢制御機構の解析	大阪府立大学 上田純一	植物の姿勢制御機構解明を目指し、重力によって制御される植物ホルモン(オーキシン)の動態・発現等に関し詳細な解析を行う。	①
	生体自己組織化現象を介する重力効果の増幅発現	お茶の水女子大学 最上善広	重力など弱い力が微生物集団等の共同現象と動的不安定性により増幅される「重力の増幅作用」の解明を目指す。重力と生体システムの協同作用に係る新たな概念提示等への発展が期待される。	①
	無重力ストレスの化学的シグナルへの変換機構の解明	名古屋大学 曾我部正博	細胞膜に存在すると考えられる機械的(無重力)ストレス感知機構の解明を目指し、細胞膜ゆらぎに着目した詳細な解析を行う。重力に対する筋機能影響のメカニズム解明への貢献が期待される。	①
	宇宙環境における線虫の老化研究	東京都健康長寿医療センター 本田陽子	宇宙環境が生物の老化速度や寿命に及ぼす影響に関し、モデル生物である線虫を用い、「微小重力は老化を遅らせる」という従来の実験に基づく仮説を詳細に検証する。	②
	線虫を用いた宇宙環境によるエピジェネシス	東北大学 東谷篤志	宇宙環境において生物が世代交代を繰り返した際、子孫のゲノム等に生じる遺伝的変異及びエピジェネティックな制御について、世代交代の早い線虫を用いて明らかにする。	②
	メダカにおける微小重力が破骨細胞に与える影響と重力感知機構の解析	東京工業大学 工藤 明	宇宙での骨量減少のメカニズム解明を目指し、骨を吸収する細胞である破骨細胞に焦点をあて、その動態の蛍光観察が可能なトランスジェニックメダカを用いた影響解析を行う。	③
	メダカを用いた宇宙環境における突然変異生成の解析	東京大学 三谷啓志	放射線高感受性メダカを作製し、精巣組織変化の解析等により宇宙放射線等による生物個体レベルでの経世代影響を定量的に評価する。	③
	メダカのライブ・イメージングによる宇宙環境ストレス応答の評価	宇宙航空研究開発機構 向井千秋	ヒトと同じ脊椎動物であり、唯一宇宙にて長期飼育が可能なメダカを用い、宇宙環境影響を軌道上で観察する。宇宙飛行士長期滞在時のストレス影響予測、健康管理への応用が期待される。	③
	ゼブラフィッシュの筋維持における重力の影響	京都大学 瀬原淳子	骨格筋やその維持に必要な細胞の動態を可視化できるトランスジェニックゼブラフィッシュを作製し、骨格筋の維持に対する重力の影響を解析する。筋の衰え・回復等の機構解明が期待される。	③

	テーマ名	代表研究者(提案者)	概要(目的等)	分類*
物質科学分野	万能細胞(ES, iPS 細胞)を用いた宇宙環境が生殖細胞に及ぼす影響の研究	大阪市立大学 森田 隆	長期有人宇宙滞在時の子孫等への影響評価を目指し、凍結万能細胞を軌道上で長期保管(被曝)後、地上で受精卵に導入し、マウス個体の発生、生殖、継世代等への影響を解析する。	④
	ほ乳類の繁殖における宇宙環境の影響	理化学研究所 若山照彦	提案者による長期室温保存が可能な凍結乾燥精子作製技術を用い、凍結乾燥精子を宇宙で保管後、地上で授精し、出産率等を評価する。宇宙でのほ乳類繁殖等の研究への発展が期待される。	④
	ISS 搭載凍結生殖細胞から発生したマウスを用いた宇宙放射線の生物影響研究	放射線医学総合研究所 柿沼志津子	宇宙放射線被曝による発がん継世代影響評価のため、マウスの生殖細胞を凍結保存状態で ISS に長期保存した後、地上で個体として発生させ、寿命、発がん、遺伝子変異等への影響を解析する。	④
	宇宙船内環境微生物のオンボードモニタリング技術の開発と利用	宇宙航空研究開発機構 山崎 丘	ISS 内搭乗員の衛生微生物学的な安全・安心の確保のため、軌道上で搭乗員が簡便に実施できる船内環境のモニタリング技術を開発、実証する。	⑤
	位置有感生体等価比例計数箱による宇宙ステーション内での線量当量計測技術の確立	高エネルギー加速器研究機構 佐々木慎一	長期有人宇宙滞在中で必須となる、宇宙放射線の変動や被曝の蓄積等をリアルタイムで統合的に実測可能な能動型線量計を開発・実証する。	⑥
	落下実験から生まれた新しい微粒化概念の詳細検証～乱流微粒化シミュレータの構築を目指し～	名古屋大学 梅村 章	液体を高速噴射した際に微粒化する機構の解明を目的とする。落下実験を通して微粒化に関する新たな概念を提唱し、長時間微小重力環境において検証する。	⑦
	レーザー光回折による微小重力下でのコロイド結晶の構造解析と粒子間相互作用の研究	京都産業大学 曾我見郁夫	コロイド粒子間の相互作用について、レーザー回折装置を搭載して詳細なコロイド結晶構造解析を行う。物理学的にも重要な基礎的知見の獲得を図る。	⑧
	酸素燃焼の燃焼限界に関する統一理論構築のための極低速対向流実験	東北大学 丸田 薫	高濃度の二酸化炭素を含む混合気体の燃焼現象について、燃焼限界の統一的理論構築を目指す。地球温暖化対策技術としての発電効率向上等に应用可能な基礎データの蓄積が期待される。	⑨
	宇宙火災安全性評価の基礎となる重力条件による固体材料燃焼性変化の定量的把握	北海道大学 藤田 修	微小重力環境での宇宙用材料(電気配線等)の燃焼性、火災安全性に関し、燃焼実験により定量的に評価する。将来の有人宇宙活動に資する基盤的知見の獲得を図る。	⑩

*p.3 の候補テーマ総括の番号との対応

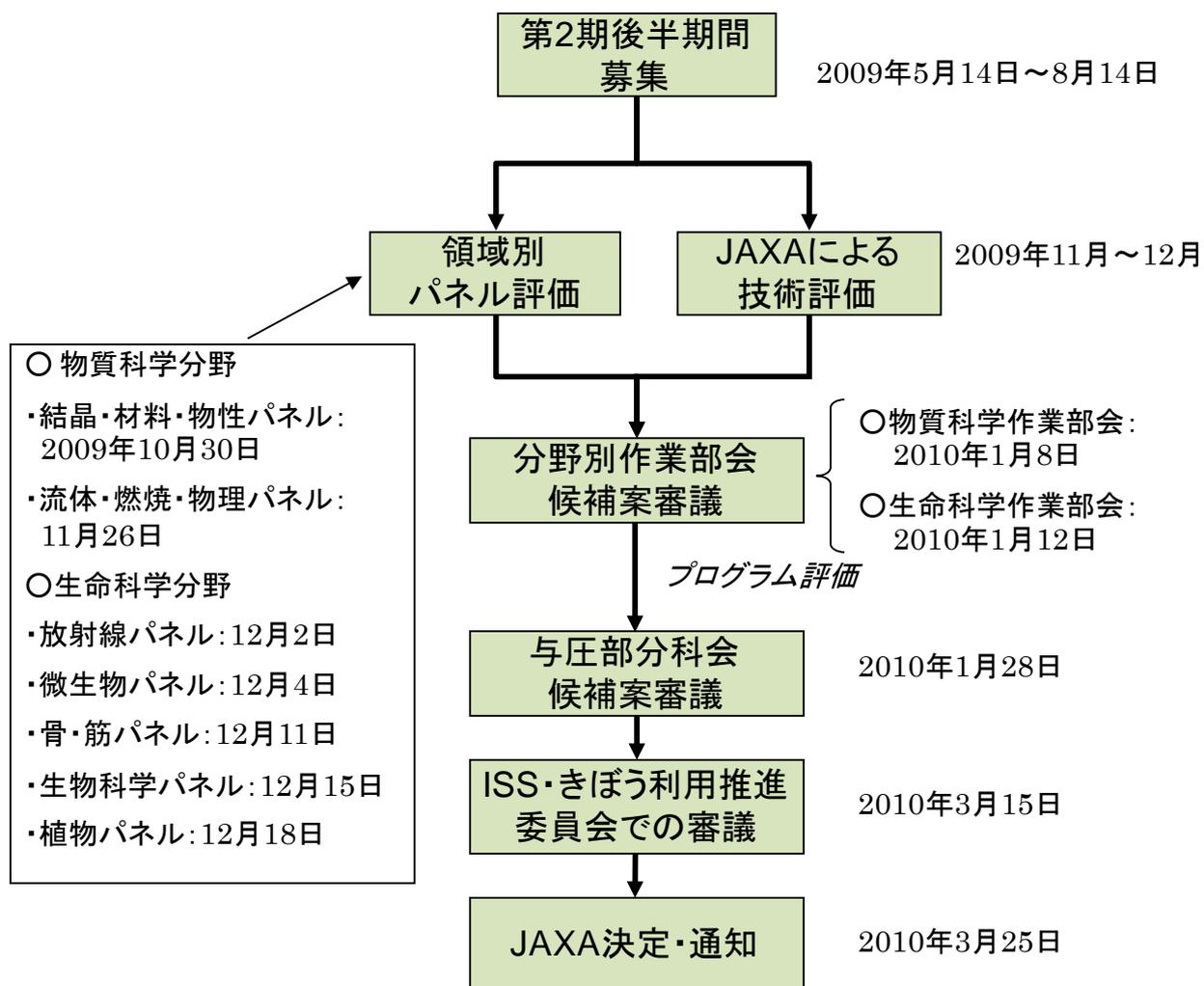
参考1 「きぼう」利用計画の展開

平成20年度 (2008)	平成21年度 (2009)	平成22年度 (2010)	平成23年度 (2011)	平成24年度 (2012)	平成25年度 (2013)	平成26年度 (2014)	平成27年度 (2015)	2016~
第1期			第2期			第3期		
宇宙環境利用の 世界を切り開く 様々なテーマを実施			世界をリードする科学研究成果の創出 社会的ニーズや国民の期待に応える利用を拡大					
<p>32課題、111実験を実施予定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・生命・物質科学(16課題/73実験) ・産業等への応用を目指した研究(3課題/8実験) ・X線観測、地球観測、環境計測(9実験) ・宇宙医学・有人技術(5課題/5実験) ・教育・文化利用(2課題/11実験) ・有償利用(3~6実験) 			<p style="text-align: center;">地上社会への成果還元: 実用化の目途立て</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ <u>高齢化社会問題・安全安心医療への貢献</u> <ul style="list-style-type: none"> ・骨粗しょう症や筋萎縮メカニズム解明 ・組織の立体形成と重力影響(立体培養)解明 ■ <u>産業界との連携によるイノベーション創出</u> <ul style="list-style-type: none"> ・無容器処理による新しい機能を持つ材料の研究開発 ・膜タンパク結晶化技術、重油改質触媒などの研究開発 ■ <u>環境・エネルギー・食料問題への貢献</u> <ul style="list-style-type: none"> ・植物の重力への応答のメカニズム解明研究 ・燃焼現象のモデル化研究 					
			<p style="text-align: center;">世界をリードする科学成果の創出</p> <ul style="list-style-type: none"> ・生命・物質科学(第2期前半で14課題、 2期後半で19課題候補) ・高エネルギー宇宙線観測(第2期:2実験候補) 第3期以降も世界をリードする科学研究を推進 <ul style="list-style-type: none"> ・生命・物質科学 ・宇宙観測など 					
			<p style="text-align: center;">将来の宇宙活動に繋がる技術の実証</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地球観測、ロボット実証(第2期:4実験) ・環境変動を監視する新しいセンサの実証的観測に活用 ・ロボット技術、大型構造物技術、エネルギー伝送技術他 					
			<p style="text-align: center;">有償利用、将来を担う人材育成(教育等)、アジア協力 等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・副作用の少ない医薬品(タンパク結晶実験)、ナノ材料の研究開発の民間利用への発展 ・教育、アジア協力 					

参考2 「きぼう」第2期後半期間テーマ募集の概要

対象期間	第2期利用後半期間（2012年度頃まで）		
対象装置	<p>第2期利用後半期間に利用可能な「きぼう」船内実験装置等</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> • 流体物理実験装置 • 溶液結晶化観察装置 • タンパク質結晶生成装置 • 温度勾配炉 </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> • 細胞培養装置/クリーンベンチ、及び供試体 • 水棲生物実験装置 • 軌道上冷凍冷蔵庫 </td> </tr> </table> <p>-----</p> <ul style="list-style-type: none"> • 多目的実験ラック • 応募者が持ち込む簡易装置等による船内実験室空間を利用した実験 • 画像取得処理装置、高精細度テレビジョンカメラ 	<ul style="list-style-type: none"> • 流体物理実験装置 • 溶液結晶化観察装置 • タンパク質結晶生成装置 • 温度勾配炉 	<ul style="list-style-type: none"> • 細胞培養装置/クリーンベンチ、及び供試体 • 水棲生物実験装置 • 軌道上冷凍冷蔵庫
<ul style="list-style-type: none"> • 流体物理実験装置 • 溶液結晶化観察装置 • タンパク質結晶生成装置 • 温度勾配炉 	<ul style="list-style-type: none"> • 細胞培養装置/クリーンベンチ、及び供試体 • 水棲生物実験装置 • 軌道上冷凍冷蔵庫 		
対象分野	<p>下記の貢献が期待される、生命科学分野（ヒト対象実験を含まない）、物質科学分野及び関連技術テーマ</p> <ul style="list-style-type: none"> • 世界をリードする成果により科学の発展・進歩に寄与 • 将来の長期宇宙滞在に貢献 • 将来的に基礎的な成果を進展させ、地上社会の様々な活動に貢献 		
選定基準	<p>下記に示す評価基準に従い、実現性のある提案を意義の高い提案から、想定されるリソースなどで実行可能な範囲で選定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 期待される成果 <ul style="list-style-type: none"> - 世界的に優れた科学的成果が期待される - 将来の長期宇宙滞在実現につながる科学的成果が期待される - 実用化など社会への貢献が期待される - 技術的成熟度、「きぼう」/ISS への搭載性、運用性や安全性など技術的に実施可能である • 準備状況 <ul style="list-style-type: none"> - 目標が明確で、かつ成果が具体的である - 「きぼう」/ISS 実験の必要性：宇宙環境の利用・実証の必要性が明確である - 成果の確実性：地上研究等の準備が進んでいる - 実施体制：研究実績や研究体制は十分である。 		
選定体制	与圧部分科会で評価し、候補を選定		

参考3 候補テーマ選定プロセス



参考4-1 国際宇宙ステーション・きぼう利用推進委員会 委員

委員	氏名	所属/役職
委員長	海部 宣男	放送大学 教授 国立天文台 前台長・名誉教授
副委員長	浅島 誠	東京大学 大学院総合文化研究科特任教授 産業技術総合研究所 器官発生工学研究ラボ フェロー・ラボ長
副委員長	椋田 哲史	日本経済団体連合会 常務理事
委員	青木 節子	慶應義塾大学 総合政策学部 教授
委員	秋元 肇	日本環境衛生センター 酸性雨研究センター所長
委員	荒記 俊一	独立行政法人労働者健康福祉機構埼玉産業保健推進センター 所長 東京大学 名誉教授
委員	梶田 隆章	東京大学 宇宙線研究所 所長
委員	茅 幸二	理化学研究所 次世代スーパーコンピュータ開発実施本部 副本部長
委員	岸 輝雄	物質・材料研究機構 顧問
委員	北澤 宏一	科学技術振興機構 理事長
委員	河野 通方	独立行政法人 大学評価・学位授与機構 教授
委員	小谷 正博	学習院大学 理学部 教授
委員	壽榮松 宏仁	独立行政法人 理化学研究所 研究顧問 東京大学 名誉教授
委員	清野 佳紀	大阪厚生年金病院 院長
委員	高柳 雄一	多摩六都科学館 館長
委員	玉川 惟正	Nanoco Technologies Ltd. 副社長
委員	中西 友子	東京大学大学院 農学生命科学研究科 教授
委員	西島 和三	持田製薬株式会社 医薬開発本部 専任主事 東北大学 未来科学技術共同研究センター 客員教授
委員	星 元紀	放送大学 教授 東京工業大学 名誉教授
委員	松本 紘	京都大学 総長

参考4-2 与圧部分科会 委員

委員	氏名	所属/役職
分科会長	浅島 誠	東京大学 大学院総合文化研究科特任教授 産業技術総合研究所 器官発生工学研究ラボ フェロー・ラボ長
委員	大森 正之	中央大学理工学部 教授
委員	矢原 一郎	株式会社医学生物学研究所 伊那研究所 所長
委員	埜中 征哉	国立精神・神経センター病院 名誉院長
委員	河野 通方	独立行政法人 大学評価・学位授与機構 教授
委員	日比谷 孟俊	慶應義塾大学大学院 システムデザイン・マネジメント研究科 教授
委員	依田 眞一	JAXA 宇宙科学研究本部 教授
委員	柳川 孝二	JAXA 有人宇宙環境利用ミッション本部 有人宇宙技術部長