

日本人宇宙飛行士の
養成について

平成3年6月

宇宙開発委員会
宇宙ステーション部会

はじめに

現在、日・米・欧・加の協力の下に開発が進められている宇宙ステーションでは、我が国の宇宙飛行士を含め、各国の宇宙飛行士の滞在が計画されている。宇宙飛行士の養成及びそのための基盤の整備には長期間を要するので、宇宙ステーション計画の進展に応じて適時に養成計画及び基盤の整備を進めていくことが必要とされている。

このような状況の下、宇宙ステーション部会では、「日本人宇宙飛行士の養成に関する審議について」（平成3年2月27日 宇宙開発委員会決定）に基づき、日本人宇宙飛行士養成の基本的考え方について調査審議を行ってきたが、この度、その結果をとりまとめたので報告する。

目 次

1. 背景

- (1) 養成の必要性 1
- (2) 諸外国と我が国における養成の現状 2
- (3) 宇宙飛行士の職務の特徴 4

2. 基本方針

- (1) 主体性の確保 6
- (2) 段階的な養成計画 7
- (3) 体制整備 8
- (4) 国際協力の推進 9

3. 選抜の在り方 10

付属資料

- 参考1 宇宙ステーション計画について 15
- 参考2 宇宙飛行士の種類と役割について 18
- 参考3 NASAスペースシャトル搭乗員（ミッションスペシャリスト）選抜
・認定のための医学基準（クラスⅡ医学基準）の概要 20
- 参考4 米国、欧州、カナダにおける宇宙飛行士選抜の現状 22
- 参考5 宇宙医学研究について 27
- 参考6 宇宙基地協力協定／了解覚書（抜粋） 37
- 参考7 日本人宇宙飛行士の養成に関する審議について（宇宙開発委員会審議
付託） 41
- 参考8 宇宙ステーション部会における分科会の設置について 42
- 参考9 用語解説 43
- 参考10 宇宙ステーション部会及びシステム・安全分科会構成員 47

1. 背景

(1) 養成の必要性

①有人宇宙活動は、無重力下の長期滞在が生命体に及ぼす種々の影響（免疫機能低下、カルシウム代謝不全等）の解明等生命の根本原理にも係る問題の検討や科学技術の新たな進展等のために貴重な機会を提供するものであり、更には、来世紀初頭以降人類が本格的な宇宙環境利用を進めていくために重要な意義を有するものである。

②このようなことから、世界の主要国は、有人宇宙開発を国際協力により積極的に推進しているところであり、宇宙ステーション計画が具体化するとともに、将来構想として米国ブッシュ大統領による有人月・火星探査計画等が打ち出されている。

我が国においては、永い間有人宇宙活動に未経験であったが、材料実験等の分野で宇宙環境利用への期待が高まり、また、ロケット及び衛星の分野において技術基盤を確立する目処が得られつつある状況を踏まえて、平成元年6月に改訂した「宇宙開発政策大綱」において、宇宙ステーション計画への参加等を通じて、有人宇宙活動に必要な基盤技術の修得・開発に努め、もって長期的な方向としての我が国独自の有人宇宙活動の展開のための基盤を形成することを決定した。

③宇宙ステーション計画は、日米欧加の国際協力プロジェクトであり、日米欧の実験モジュールを備えた宇宙ステーションを高度約400kmの地球周回軌道に打ち上げ、これを微小重力下での材料科学、ライフサイエンス等の実験や地球観測、天体観測等多目的に利用しようとするものであり、これらの実験等を実施するために日本人を含む宇宙飛行士が搭乗することとされている。

④我が国としては、この機会を活用して、訓練技術、有人実験技術、健康管理技術、人間・機械系技術等の分野で有人宇宙活動に必要な基盤技術の修得・開発を進めるとともに、宇宙ステーションの運用に貢献するために優秀な宇宙飛行士を派遣することが適切であり、必要な能力と適性を備えた日本人宇宙飛行士を養成してゆくことが必要と考えられる。

(2) 諸外国と我が国における養成の現状

①宇宙飛行士の養成は、(イ)募集・選抜(ロ)訓練(ハ)認定(ニ)健康管理の各プロセスを通じて行われる。

現在のところ有人宇宙輸送手段を有しているのは、米国とソ連の2国のみであり、米国における宇宙飛行士の養成の方法が多く、多くの国で基準とされている。

現在、米国で実施されているスペースシャトルに搭乗する宇宙飛行士の養成方法は搭乗科学技術者(パイロード・スペシャリスト)を除き次のとおりに実施されており、宇宙ステーション搭乗員の訓練、認定、健康管理についてもこれらの方法に準じて行うことが計画されている。

(イ) 募集・選抜

米国籍を有する者を対象に公募し、書類審査、医学・心理学検査、面接等を経て宇宙飛行士候補者が選抜される。

(ロ) 訓練

訓練指導員(トレーナー)の下で、次の4種類の訓練が実施される。

基礎訓練(ベーシック訓練)

宇宙飛行士になるための基礎的な知識、体力等を得るために行う訓練。期間は約1年間。

システム運用訓練(アドバンスト訓練)

宇宙輸送システム、宇宙実験システム等の運用方法を修得するために行う訓練。期間は約1年間。

維持訓練(リフレッシャー訓練)

システム運用訓練終了後、飛行割当を受けるまでの間、習得した知識、技能等を維持向上するために行う訓練。必要に応じて、宇宙飛行の関連業務を支援する。

ミッション運用訓練(パイロード訓練)

飛行割当後、各々が実施するミッションを飛行中の作業形態を模擬して行う訓練。期間は約1～2年間。

(ハ) 認定

宇宙飛行士候補者は、選抜後、基礎訓練の課程を通じて、書類審査や面接のみでは判じ難い性格等の適性について審査を受け、適切と認めら

れた者が宇宙飛行士に認定される。

(ニ) 健康管理

飛行前、飛行中、飛行後の各期間において、以下の健康管理が適宜実施される。また、宇宙空間に特有な環境下における医学、心理学、及びそれに関係するライフサイエンス等について研究するいわゆる宇宙医学の活動や宇宙航空専門医(フライト・サーजन)の養成が、宇宙飛行士の健康管理を支援するために積極的に進められている。

① 定期健康診断

② 医学検査、心理検査等の実施

③ 体力トレーニングによる体力の維持、増強

④ 健康相談・健康教育

⑤ 重力環境適応のためのリハビリテーション(飛行後)

②このような方法により米国は、1959年以降約200人の宇宙飛行士を養成している。欧州宇宙機関(ESA)は、1978年以降4人(ESA加盟国が独自に養成している者は除く)の宇宙飛行士を、また、カナダは1983年以降6人の宇宙飛行士をそれぞれ養成している。また、宇宙ステーションの運用等に備えて、現在、米、欧、カナダにおいて新たに宇宙飛行士の増員が計画されている。

一方、我が国は、スペースシャトルで行う第一次材料実験計画(FMPT)のために1985年11月に3名の宇宙飛行士を宇宙開発事業団が採用し、以後、NASAとの協力のもとに訓練及び健康管理を行っているところである。

(3) 宇宙飛行士の職務の特徴

①宇宙ステーションに搭乗する宇宙飛行士の主要職務は当面次のとおりと想定されている。

- (イ) 実験・観測等パイロードの操作、維持、改修
- (ロ) 宇宙ステーション本体のシステムの操作、維持、改修
- (ハ) ランデブー、近接操作、マニピュレータ操作及び船外活動
- (ニ) 地上からの宇宙ステーション支援
- (ホ) 訓練
- (ヘ) 健康管理と帰還後のリハビリテーション

さらに、宇宙飛行士は、上記の主要職務に支障をきたさない場合、

- (イ) 材料科学、ライフサイエンス、地球・天体観測等の宇宙ステーション利用活動に研究者として参画し、これを支援すること
- (ロ) 宇宙飛行士としての経験を活かして有人宇宙技術開発に貢献すること
- (ハ) 公衆への知識の普及や宇宙開発への理解の涵養に貢献すること

等自らのアイデアを活かした主体的活動を行うことも期待されている。

②上記の宇宙飛行士の職務は、地上での一般の仕事と大きく異なるものであり、次の特徴を有している。

(イ) 専門性

宇宙ステーションにおいては、年間数百件にも及ぶ数のテーマについて各種の実験（材料科学、ライフサイエンス等）や天体観測・地球観測等を行う計画となっている。これらの実験・観測等のミッションは、概して、科学技術面で専門的であり、先進性を合わせもつものも多い。宇宙飛行士は、これらの実験・観測等の操作を行うに当たり、しばしば不測の事態への正確かつ迅速な対応を求められるのでそのミッションを十分に理解することが必要である。また、実験操作に当たってしばしば高い習熟度が要求される。

(ロ) 国際性

宇宙飛行士は、他国の宇宙飛行士はもちろん様々な国籍の人達と共同で仕

事をし、又、英語で会話をすることを常とする。

(ハ) 身体への過酷な条件

宇宙ステーションは $10^{-5} \sim 10^{-6}g$ という地上とは大きく異なる重力環境にあり、体液分布、平衡感覚、臓器機能等の身体条件が異常化しやすい。例えば、宇宙酔い等が発生する。また、宇宙放射線については地上より高レベルであり、船外活動等潜在的に危険を伴う作業も少なくない。このような状況下で宇宙飛行士は極めて多忙なスケジュールを毎日こなさなければならない。

(ニ) 精神への過酷な条件等

宇宙飛行士は異文化の背景を持つ各国の宇宙飛行士とともに宇宙ステーションという狭い閉鎖環境の中で長期間にわたり共同生活を行う。また、その生活は地上から常にモニターされる。このような高いストレス環境下で宇宙飛行士は信頼性の高い仕事を行わなければならない。また、宇宙での貴重な経験を持つ宇宙飛行士は、日本国民及び世界の人々に注目される立場に立ち、しばしば宇宙分野での先導役を担う。

2. 基本方針

(1) 主体性の確保

①宇宙ステーション計画は、宇宙基地協力協定により、日米欧加の各国の真の協力関係（パートナーシップ）を基礎として確立するものとされている。この基本原則にのっとり、宇宙ステーション搭乗員の養成に関して同協定等により国際間での役割分担が決められており、我が国として日本人宇宙飛行士の募集・選抜、基礎訓練及び健康管理を実施するのはもちろんのこと、日米欧加の宇宙飛行士を対象とする日本実験モジュールシステムの運用訓練などを自らの責任で実施することが必要である。

②今後、我が国は宇宙ステーション計画への参加等を通じて有人宇宙活動に必要な基盤技術の修得・開発に努め、有人宇宙開発分野で国際貢献をして行くことが必要となっているところであり、宇宙飛行士の養成に当たっても、協定等に定められる基本原則及び国際間での役割分担を踏まえて、我が国として国際協力の下で主体的にこれを実施していく必要がある。

③また、長期的な方向としての我が国独自の有人宇宙活動の展開のための基盤を形成するためにも、当面、宇宙ステーション計画への参加に伴う日本人宇宙飛行士の養成等を通じて得られた知見等を活用し、宇宙環境が人体に与える長期的な影響、船外活動技術、生命維持技術の研究等を行うことが必要である。

(2) 段階的な養成計画

①宇宙ステーション搭乗員の規模等については、日米欧加の間で

(1) 常駐開始（2000年（平成12年）頃）当初は、4人体制（将来は8人常駐化）とし、滞在期間を1人1回につき約90日間とすること

(2) 常駐開始までの間は、スペースシャトルで宇宙ステーションの有人支援をすること

を前提として現在計画が進められている。

②我が国としては、日本実験モジュール（JEM）の第1回分の打上げ及び検証（平成10年度予定）の後に、宇宙ステーション搭乗員の12.8%（平均）の数の宇宙飛行士を派遣できるとされている。

③このようなことから、日本人宇宙飛行士の養成に当たっては、宇宙ステーション計画の進捗状況に合わせ段階的に進めることが必要である。養成人数については、今後の計画の進捗状況を踏まえて、地上からの支援の必要性、帰還後のリハビリテーションの必要性、宇宙滞在期間、万一の場合の病気の可能性等を考慮して必要数を確保することが適当である。

(3) 体制整備

①日本人宇宙飛行士の養成については、日本実験モジュール(JEM)の開発及び運用を行う宇宙開発事業団において、募集・選抜から訓練・健康管理に至るまで一元的に行うことが適当である。同事業団においては、第1次材料実験計画(FMPT)のために3名の宇宙飛行士を選抜し、NASAとの協力の下に訓練及び健康管理を実施しているところであり、これまでに蓄積された知見及び技術を活用して効率的に宇宙飛行士の養成を行うことが望まれる。また、宇宙飛行士を支援する宇宙航空専門医(フライト・サーजन)や訓練等の指導員(トレーナー)の養成にも引き続き配慮する必要がある。

②無重力、高真空、放射線、打上げ時における高重力状態等、宇宙空間に特有な環境下における医学、心理学、及び、それに関係するライフサイエンス等について研究する宇宙医学は、宇宙飛行士の健康管理と安全性の確保のために不可欠である。我が国における宇宙医学研究は現在、緒についたばかりであり、研究者が今後、共同研究、情報の収集及び交換等を通じて、活発な研究の展開を図っていくことが重要である。そのため、大学、国立試験研究機関等における研究を引き続き推進するとともに、宇宙開発事業団においては、宇宙飛行士の健康管理と安全性確保の観点から、情報の収集や共同研究等を行いうるような開放された体制を整備することが必要と考えられる。

③宇宙医学の研究データ、宇宙飛行士の健康管理データ等については、我が国における有人宇宙技術の向上、宇宙医学研究の推進等に資することが可能となるようにデータベース化を図る必要がある。

宇宙飛行士の養成及び宇宙ステーションへの搭乗において得られる医学データは、訓練、健康管理技術等の向上、関連研究の実施に用いられるが、データの性質上、その管理に当たっては責任体制を明確にし、プライバシー保護を図る必要がある。

(4) 国際協力の推進

①我が国は、これまで宇宙飛行士養成の経験が少ないため、広範な国際協力が必要である。特にスペースシャトルの飛行機会の確保、宇宙飛行士の合同訓練、飛行士の健康管理等に関して、積極的にNASAと協力を進めるとともに、宇宙飛行士の選抜基準及び日米で行う共同認定の手順、体制等について、NASAと適切に国際調整を行うことが必要である。

②また、宇宙ステーション計画に参加する欧州及びカナダとの間でも、宇宙飛行士の訓練、健康管理等について積極的に情報交換等を行うことが必要である。さらに、可能であれば、ソ連との間でも、宇宙飛行士の健康管理に関して情報交換等を行っていくことが望ましい。

3. 選抜のあり方

① 1. (3)に記載した宇宙飛行士の職務の特徴を踏まえ、宇宙飛行士として求められる資質・適性は、次の4項目に集約される。

(イ) 専門知識

宇宙飛行士は、宇宙空間で実施される多分野の専門的な実験や観測等のミッションを適切に遂行するため、科学技術の知識と自らの経験によりその実験や観測等の内容を十分理解する能力を有していなければならない。

(ロ) 語学力

宇宙飛行士は、宇宙ステーションの搭乗員としての活動に必要な英語力を有していなければならない。

(ハ) 身体的適性

宇宙飛行士は、身体のコンドিশョンの異常を起こしやすい過酷な宇宙の環境の中で長期間に渡り多忙な職務を続け得る健康な身体を有していなければならない。

(ニ) 性格等の個人的適性

宇宙飛行士は、閉鎖環境等のストレスに精神的に耐え、異文化の背景を持つ他国の宇宙飛行士と協調して職務を遂行できる適性を有していなければならない。また、宇宙飛行士としてふさわしい一般教養や常識等を備えていなければならない。

②これらの要求を満たしうる資格者の数は、限定されるので、日本人宇宙飛行士の選抜に当たっては、日本国籍を有する者の中から広く一般公募により優秀な人材を確保することが適当である。

③日本人宇宙飛行士の選抜に当たっては、(イ)専門知識 (ロ)語学力 (ハ)身体的適性 (ニ)性格等の個人的適性に関して審査を行うことが必要であるが、宇宙飛行士は緊張状態でも冷静に任務を遂行できる、協調性・忍耐力があるなどの資質を有することが不可欠であり、困難な課題ではあるが、個人的適性に関し、特に心理面

での審査にも十分配慮することが必要である。また、宇宙飛行士の仕事が宇宙ステーションの安全性にも係る重要なものであることに鑑み、選抜後も訓練の過程を通じて、必要に応じて更に、宇宙飛行への適性を審査することが適当である。さらに、宇宙ステーションの運用が長期に渡ることより、他国の例も踏まえ、選抜時の年齢を考慮することが適当である。

今後NASAへの参加
が予定されている

④最後に、NASAとの協力の観点から、日本人宇宙飛行士は、スペースシャトルの搭乗員として飛行する場合には、NASAスペースシャトル搭乗員選抜・認定基準(別紙)を、また、宇宙ステーション搭乗員として飛行する場合には、今後NASAが日欧加と協議の上で策定する宇宙ステーション飛行士共同認定国際基準をそれぞれ満たさなければならないので、選抜の際にこれらの基準等を合わせて考慮することが必要である。

⑤宇宙開発事業団は、以上を踏まえ、また選抜実務の公平性、効率性を考慮して、日本人宇宙飛行士の選抜を実施することが適当である。

NASAスペースシャトル搭乗員（ミッションスペシャリスト）

選抜・認定基準概要

1. 学歴

自然科学系の学士号を持っていること

2. 経歴

3年間以上の実務経験があること

（修士号取得者は1年、博士号取得者は3年の実務経験ありとみなす）

3. 医学

以下の事項を含む、NASAクラスⅡ医学基準（約300にわたる疾患等医学上の不適格項目が記載されている）に合格すること

・視力：裸眼で0.2以上、各眼とも1.0へ矯正可能なこと

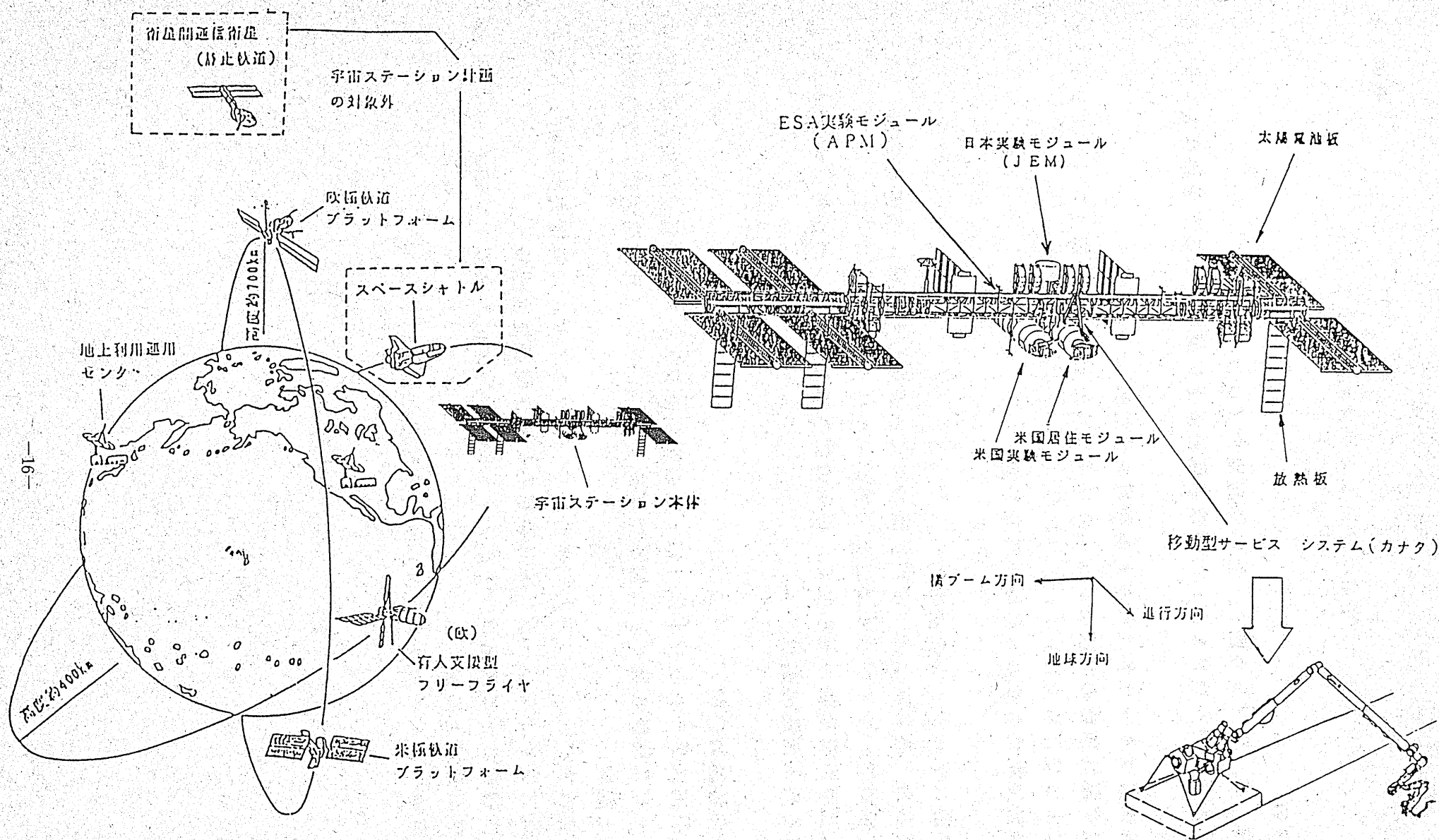
・血圧：収縮期血圧が140mmHg以上および／または拡張期血圧が90mmHg以上の場合は不可

4. 身長

148.6cm 未満は不可

193.0cm 以上は不可

付属資料

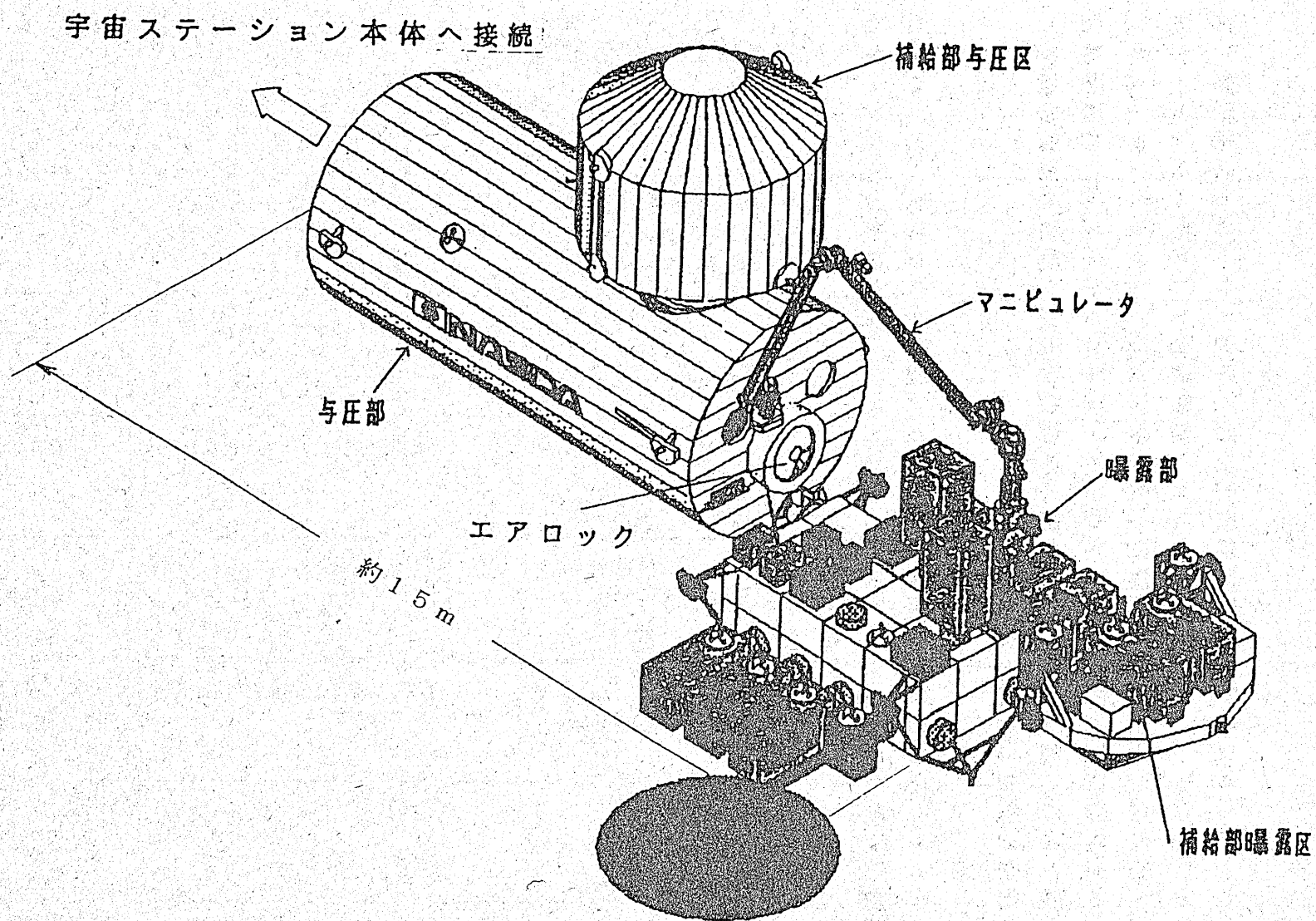


(図-1)

宇宙ステーションの構成

(図-2)

宇宙ステーション有人本体



(図-3) 日本の実験モジュール (JEM)