

「大型国際共同プロジェクト等の国際協力事例に関する調査分析」

報告書

平成 29 年 3 月

株式会社 野村総合研究所

目次

I. 業務の概要.....	1
1. 委託調査・分析業務の背景	1
2. 本調査の目的	1
II. 大型国際共同プロジェクト等の国際協力事例	2
1. 対象プロジェクトの選定	2
2. CERN(欧州合同原子核研究機関) 事例分析	4
0) CERN の概要	4
1) 国内における政策・意思決定過程についての調査・分析	5
2) 国際的な合意形成についての調査・分析	6
3) 国際分担についての調査・分析	8
4) 国際協力事例の推進体制についての調査・分析	20
5) その他の諸課題とその解決方法についての調査・分析	24
3. LHC (Large Hadron Collider) 計画	28
0) LHC 計画の概要	28
1) 国内における政策・意思決定過程についての調査・分析	28
2) 国際的な合意形成についての調査・分析	28
3) 国際分担に関する調査・分析	30
4) 国際協力事例の推進体制についての調査・分析	33
5) その他の諸課題とその解決方法についての調査・分析	33
4. ITER(国際熱核融合実験炉) 事例分析	34
0) ITER 計画の概要	34
1) 国内における政策・意思決定過程についての調査・分析	35
2) 国際的な合意形成についての調査・分析	38
3) 国際分担についての調査・分析	42
4) 国際協力事例の推進体制についての調査・分析	56
5) その他の諸課題とその解決方法についての調査・分析	67
5. ALMA(アルマ望遠鏡整備) 計画の事例分析	71
0) ALMA 計画の概要	71
1) 国内における政策・意思決定過程についての調査・分析	72
2) 国際的な合意形成についての調査・分析	74
3) 国際分担についての調査・分析	77
4) 国際協力事例の推進体制についての調査・分析	79
5) その他の諸課題とその解決方法についての調査・分析	82
6. ISS(国際宇宙ステーション) の事例分析	83
0) ISS の概要	83
1) 国内における政策・意思決定過程についての調査・分析	85
2) 国際的な合意形成についての調査・分析	93

3) 国際分担についての調査・分析	95
4) 国際協力事例の推進体制についての調査・分析	100
5) その他の諸課題とその解決方法についての調査・分析	104
7. ICGC (国際がんゲノムコンソーシアム) の事例分析.....	105
0) ICGC の概要.....	105
1) 国内における政策・意思決定過程についての調査・分析	107
2) 国際的な合意形成についての調査・分析	108
3) 国際分担についての調査・分析	110
4) 国際協力事例の推進体制についての調査・分析	111
5) その他の諸課題とその解決方法についての調査・分析	117
8. IAC (アボガドロ国際プロジェクト) の事例分析	118
0) IAC の概要	118
1) 国内における政策・意思決定過程についての調査・分析	119
2) 国際的な合意形成についての調査・分析	119
3) 国際分担についての調査・分析	120
4) 国際協力事例の推進体制についての調査・分析	121
5) その他の諸課題とその解決方法についての調査・分析	121
III. 大型国際共同プロジェクト等の国際協力事例における課題と解決策.....	123
1. 調査対象プロジェクト比較結果	123
2. 大型国際共同プロジェクト等の国際協力事例において生じた課題と解決策	131

I. 業務の概要

1. 委託調査・分析業務の背景

次期有人宇宙探査、国際リニアコライダー(ILC)計画及び次々世代スーパーコンピューターなどの将来的な構想がある中で、文部科学省として、わが国の科学技術外交の戦略的展開を推進する必要があることから、平成 28 年度においては、大型国際共同プロジェクトの枠組みに関する検討や、経済協力開発機構(OECD)等の国際組織での活動について我が国での検討(戦略性を持った参画等)に資する情報を得るため、「大型国際共同プロジェクト等の国際協力事例」について、調査・分析を実施する。

2. 本調査の目的

本調査では、大型国際共同プロジェクト等の国際協力事例における意思決定にかかる諸過程について、調査を実施し、大型国際共同プロジェクトを実現する上での解決策の検討を実施することを目的とする。

「国内における政策・意思決定過程」については、国際協力事例の企画立案から実施に至るまでの日本国政府内における調整、手続きにおける課題点を調査・分析することを目的とする

「国際的な合意形成」では、国際協力事例の企画立案から実施に至るまでの諸外国との調整、手続きにおける課題を調査・分析することを目的とする。

「国際分担」に関しては、国際協力事例を実施するために必要な人的・物的・金銭的コストにおける基本的コンセプトや国際間の分担方法について調査・分析することを目的とする。「推進体制」に関しては、国際協力事例の実施体制や推進方策の決定方法や過程、計画遂行に際してのリスク評価や計画見直し方法や過程についての課題点および解決策を調査・分析することを目的とする。

「その他の諸課題とその解決法」に関しては、国際協力事例において生じた諸課題とその解決方法について調査・分析することを目的とするものである。

II. 大型国際共同プロジェクト等の国際協力事例

1. 対象プロジェクトの選定

過去に実施された又は現在進行中の大型国際共同プロジェクトについて、以下の条件に基づき、調査対象プロジェクトを3件抽出し、プロジェクト組成の合意形成にいたる各プロセスの調査・分析を行った。

<抽出条件>

- ・ 過去に実施された又は現在進行中であるプロジェクトを抽出
- ・ 日本が参加しているプロジェクトを抽出
- ・ 10か国以上が参加している(日本を含む)プロジェクトを抽出
- ・ 文部科学省が中心となって実施・参加していないプロジェクト(オブザーバー参画等を除く)を抽出
- ・ プロジェクトの特性:データ提供や利害調整が主目的であるプラットフォームとしての位置づけのプロジェクトを除外
- ・ 施設・設備規模:使用する施設・設備の規模が小さいプロジェクトを除外
- ・ 予算規模:予算規模が1,000万円以下の小規模プロジェクトを除外
- ・ 時期:実施開始時期が古いプロジェクトを除外

上記に基づくスクリーニングの結果、次の3件が調査対象プロジェクトとして選定された。これらのプロジェクトについて、プロジェクト組成に至る経緯や課題を調査・整理した上で、課題に対する解決策の分析を実施する。さらに、同プロセスを文部科学省実施の国際協力プロジェクトにおいても整理した上で、比較・分析を実施する。

- CERN(欧州合同原子核研究機関)
- ICGC(国際がんゲノムコンソーシアム)
- IAC(アボガドロ国際プロジェクト)

また、文部科学省が中心となって実施・参加しているプロジェクトについても同様の調査・分析を行った。具体的には以下の3プロジェクトを対象とした。

- ITER(国際熱核融合実験炉)
- ISS(国際宇宙ステーション)計画
- ALMA(アルマ望遠鏡整備)計画

前述の調査対象プロジェクトの概要は次頁のとおり。

図表 1 調査対象プロジェクトの概要

プロジェクト名	略 称	概 要
欧州合同 原子核研究機関	CERN	1954年に欧州12カ国(当時)の国際的研究機関として設立された、素粒子の基本法則や現象を加速器により探究する研究所。現加盟国数は22カ国(2017年3月時点)であり、主プロジェクトとして、大型ハドロンコライダー(LHC)計画を推進している。
国際熱核融合 実験炉	ITER	平和目的の核融合エネルギーが科学技術的に成立することを実証する為に、核融合実験炉を実現しようとする超大型国際プロジェクト。日本・欧州連合(EU)・ロシア・米国・韓国・中国・インドの7極により進められている。
アルマ望遠鏡 整備計画	ALMA 計画	東アジア(日本が主導)・北米・ヨーロッパ・チリの諸国が協力して進めている国際プロジェクト。直径12mの高精度アンテナ50台と「ACAシステム」と呼ばれる高精度アンテナ16台を、チリ・アンデス山脈中の標高5,000mの高原に設置し、ひとつの超高性能な電波望遠鏡として運用する計画。
国際宇宙 ステーション	ISS	地上から約400km上空に建設された巨大な有人実験施設。1周約90分のスピードで地球の周りを回りながら、実験・研究、地球や天体の観測などを行っている。
国際がんゲノム コンソーシアム	ICGC	「国際がんゲノムコンソーシアム」は、世界各国を通じて臨床的に重要ながんを選定し、国際協力で少なくとも各500例の包括的かつ高解像度のゲノム解析を行い、がんのゲノム異常の包括的カタログを作成、網羅的がんゲノム情報を研究者間で共有および無償で公開することでがんの研究および治療を推進することを目的に2008年に発足した。2008年発足以来、73のがん種についての大規模ゲノム研究プロジェクトが遂行されている。
アボガドロ 国際プロジェクト	IAC	28Siだけを濃縮したシリコン単結晶からアボガドロ定数を決めるためのプロジェクトに、国際度量衡局(BIPM, Bureau International des Poids et Mesures)のもとで進められているプロジェクト。

出所 各種公開情報よりNRI作成

2. CERN(欧州合同原子核研究機関) 事例分析

0) CERN の概要

CERN¹ (欧州合同原子核研究機関:European Organization for Nuclear Research)は、1954 年に設立された、大型加速器を用いた素粒子物理学および原子核物理学の研究および技術開発を行う世界最大の研究機関である。スイスのジュネーブ郊外のフランスとの国境をまたぐ地域に所在しており、2つの研究地区から構成されている。

CERN は、欧州の国家間の協定(憲章)のもとで設立され、加盟国(メンバー)は、2016 年 11 月現在で、ドイツ、フランス、イギリス等 22 カ国である(設立当初の加盟国は 12 カ国)。非加盟国のアメリカや日本、ロシア等は、オブザーバー国として参加している。

CERN の 2015 年の予算(支出額)は、1,083 百万 CHF (約 1,190 億円)、雇用職員数は、約 3,200 人となっている。また、世界各国から約 11,500 人のユーザー研究者を受け入れている。

CERN の主な科学実験プロジェクトは、LHC(大型ハドロン衝突型加速器)の建設・運用(2008 年完成)と、それを用いた素粒子の衝突実験(ATLAS、CMS 等)である。その成果として、2012 年にヒッグス粒子を発見するに至った。

¹ CERN は、Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire(欧州原子核研究理事会)の頭文字

1) 国内における政策・意思決定過程についての調査・分析

日本は、CERN の加盟国(メンバー国)ではないが、「オブザーバー国」として参加している。したがって以下では、日本国政府内における、オブザーバー国として参加に至った調整、手続きにおける課題点および解決策の調査・分析を行う。

(1) 日本が CERN へオブザーバー参加するに至った経緯、調整のプロセス

CERN は欧州の国際共同機関であるが、加速器等の施設を利用するユーザーを世界中から受け入れている。日本がオブザーバーとなった経緯は、概ね以下のとおり。

- ・1970 年代 : CERN の PS(陽子シンクロトロン、1959 年完成)や SPS(大型陽子加速器、1976 年完成)における実験に、日本大学のグループが共同研究者として参加
- ・1980 年代 : LEP(電子・陽電子衝突加速器、1989 年完成)における大型共同実験 OPAL に日本グループ(東大、神戸大など)が貢献
- ・1994 年 12 月 : CERN 理事会は、LHC(大型ハドロン衝突型加速器)の建設計画を承認
- ・1995 年 6 月 : 日本が CERN のオブザーバー国となる。与謝野馨文部大臣が CERN 理事会に出席し、日本による LHC 建設協力を表明

非加盟国の中では日本が最初のオブザーバー国として承認された。日本は、1995 年に加速器向けの 50 億円を拠出した後も資金協力をを行い、総計 138.5 億円の建設協力を行った。

(2) 関係省庁・機関との調整に要した期間、調整のプロセス

1980 年代、CERN の LHC 計画に先行して、アメリカで SSC(Superconducting Super Collider、超伝導超大型加速器)計画が検討されていた。同計画は、当初アメリカの国家プロジェクトとして始まったが、予算不足の影響で途中から国際プロジェクトとなった。その結果、ブッシュ第 41 代大統領から、日本政府(宮沢政権(当時))へ 10 億ドルの資金協力を要請されたこともあり、日本は当初、同計画に協力する方向で検討が進められていた。

しかし、レーガン大統領による計画承認時(1987 年 1 月)は建設コストが 45 億ドルだったが、1993 年の予算案では全コストは 110 億ドルと当初計画の約 2.5 倍に増大する事態が生じ、アメリカは、同時期に進められていた ISS(国際宇宙ステーション)計画と SSC 計画といった計画を中止する必要に迫られた。結果的に米議会は、SSC 計画を中止する決断を行った。

すでに協力体制を構築していた日本は、関連分野の研究体制の維持の必要があったため、同時期に国際協力プロジェクトとして LHC 計画を有していた CERN へと関心を振り向け、1995 年 5 月に LHC 計画に対して、第一次建設協力を発表し、加速器向けに 50 億円拠出することを表明した。非加盟国の中では日本が最初であった。また、同年 6 月には、与謝野馨文部大臣(当時)が CERN 理事会に出席し、日本による LHC 建設協力を表明した。その結果、日本がオブザーバー国として CERN のプロジェクトへ関与することが CERN 理事会にて承認された。

2) 国際的な合意形成についての調査・分析

CERN という研究機関設立プロジェクトの企画立案から実施に至るまでの欧州各国間の調整、手続きにおける経緯、課題、解決策等について整理する。

(1) 調整に要した期間、調整のプロセス

CERN 設立の経緯とプロセスは次のとおり。

- 1945 年～49 年:第二次大戦によって、ヨーロッパの科学インフラは徹底的に破壊された。戦後、原子物理学を中心に科学活動が急速に巨大化していく中で、ヨーロッパはアメリカとの競争についていけず、ギャップが広がった。これを打開するためには、ヨーロッパ各国が共同で取組むべきとの認識が広がった。その頃(1940 年代後半)ヨーロッパでは、スイス、フランス、イタリア、ベルギーなどが協同して宇宙線を観測し、メソン、ミューオンなどの素粒子を次々に発見した。この経験が大きな自信となり、ヨーロッパの科学界はより大きな共同事業に挑戦する熱意を高めた。
- 1949 年 12 月:スイスのローザンヌで開催された「ヨーロッパ文化会議(the European Cultural Conference)」において、フランスの物理学者ド・ブロイが、ヨーロッパの研究所(a European laboratory)の設立に関する最初の公式的な提案を行った。
- 1950 年 6 月:イタリアのフィレンツェで開かれた第 5 回ユネスコ総会において、アメリカの物理学者でノーベル賞受賞者のラビは、ユネスコに対して「国際的な科学コラボレーション(協働)を増やすために、地域研究所の組織化を支援・促進すべき」と演説した。会議は全会一致でラビの提案を支持した。
- 1950 年:活動を再開した国際学術連合会議(ICSU)傘下の国際純正応用物理学連合を舞台に、ラビの構想がヨーロッパとアメリカで議論され具体化が始まった。高エネルギー物理学でヨーロッパに巨大な加速器を建設するというコンセプトが煮詰まっていた。年末には、検討の費用として、イタリアを中心にフランス、ベルギー合わせて 1 万ドルが集まった。
- 1951 年:ユネスコに検討チームが発足し、コペンハーゲンでの国際会議、ブルックヘブンへの訪問などを通じて、どのようなタイプの加速器を建設するか、設置場所をどこにするか検討が深まった。コペンハーゲン、パリ、アーヘム(オランダ)、ジュネーブが候補地として挙げられた(1952 年ジュネーブに決定)。
- 1951 年 12 月:フランスのパリで開かれたユネスコの政府間会議において、「欧州原子核研究理事会(European Council for Nuclear Research)」の設立に関する最初の決議が採決された。
- 1952 年 2 月:ユネスコ政府間会議での採決結果を受けて、ヨーロッパの 11 カ国が臨時理事会(the provisional council)設立協定に署名し、実質的に CERN が誕生した。
- 1952 年:臨時理事会の第3回目のセッションにおいて、スイスのジュネーブが CERN 研究所の立地場所(サイト)として選定された。
- 1953 年 6 月:ジュネーブで行われた住民投票(referendum)において、CERN 研究所のジュネーブ立地が正式に決定した(賛成:16,539 票、反対:7,332 票。サイトとして、地域への環境等に配慮し過疎地が選定)。
- 1953 年 6 月 29 日～7 月 1 日:パリで開催された CERN 理事会の第 6 回セッションにおいて、恒久的な機関を設立する条約(convention)に、ベルギー、デンマーク、フランス、ドイツ、ギリシャ、イタリア、オランダ、ノルウェー、スウェーデン、スイス、イギリス、ユーゴスラビア(全 12 カ国)が署名した。その後条約は、12 カ国によって徐々に批准されていった。
- 1954 年 5 月:ジュネーブのメイラン(Meyrin)サイトにおいて、CERN 研究所の建設工事が始まった。
- 1954 年 9 月 29 日:同条約は、最後のフランス、ドイツの批准によって発効した。これによって、欧州合同原子核

研究機関(European Organization for Nuclear Research)が正式に設立された。この時、欧州原子核研究理事会(CERN)は、解散したが CERN の名称は残り、この呼称がその後使われている。参加国の資金的な貢献は GNP に比例し、25 パーセントは越えないことになった。土地はスイス政府から租借することになった。初代の所長にはノーベル賞物理学者ブロッホが選ばれた。

出所 “The history of CERN”(CERN のホームページ掲載情報)<http://home.cern/about> (2016 年 12 月 7 日参照)及び「CERN 小史 -ビッグサイエンスの運命と技術と科学の相関-」有本建男、日本原子力研究所広報部長、Spring-8 ユーザー便り Volume 03, No.6 Pages 55 - 59 から NRI 作成

(2) 最終的に合意に至って実施する際の手続き

CERN 設立にあたっては、以下の政府間での手続きが取られた。

① 欧州原子核研究理事会設立の決議採決

ユネスコの政府間会議(パリ)において、「欧州原子核研究理事会(European Council for Nuclear Research)」の設立に関する最初の決議が採決された(1951 年 12 月)。

② 欧州原子核研究理事会(臨時理事会)設立協定の作成と署名

ヨーロッパの 11 カ国が臨時理事会(the provisional council)設立協定に署名し、実質的に CERN が誕生した(1952 年 2 月)。

③ CERN 設立条約(Convention)の作成と署名

欧州合同原子核研究機関(European Organization for Nuclear Research:略称 CERN)の設立にあたって、各国間の条約である“CONVENTION FOR THE ESTABLISHMENT OF A EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH”(Paris, 1st July, 1953 as amended on 17 January 1971)が作成され、加盟国 12 カ国が署名した(1953 年 7 月 1 日)。

④ CERN 設立条約(Convention)の批准と発効

同条約は、署名した 12 カ国によって順次批准され、最後のフランスとドイツの批准によって発効した(1954 年 9 月 29 日)

⑤ 関連する Protocol の作成と署名

CERN の設立にあたっては、上記の条約の他に、各国間の協定(protocol)である“the Financial Protocol”が作成され、加盟国の署名により発効した。

3) 国際分担についての調査・分析

CERN を設立するために必要な資金、人材、資産等のコストを、どのような方針や考え方に基づいて協議し、各国の拠出分担割合を決定したか、また、参加国間における分担の状況等の実態を整理する。

(1) CERN への参加のステータス

CERN の参加のステータスの分類と、それぞれの役割等は以下のとおり。

①機関的参加ステータス (Institutional participation)

機関的参加のステータスとしては、「メンバー(加盟国)」と「準メンバー(準加盟国)」がある。両者ともに、対象は「国家」である。

CERN において 2010 年から実行されている地理的拡大政策(注)により、メンバー(加盟国)と準メンバー(準加盟国)の決定は、特定の基準を満たしていれば地理的な所在にかかわらず世界の国々に対してオープンになった。

(注) CERN の地理的拡大政策について

「CERN の地理的・科学的拡大のためのワーキンググループ」の答申に基づき 2010 年 6 月の理事会で以下の決定がなされた。

- ・ 準メンバー国について、その権利・義務を変更して、欧州に限らず希望する国の参加を可能にする。また、正式加盟国になる前段階としての役割も持たせる。
- ・ 現オブザーバー国の身分を徐々に廃止する(UNESCO と EU は例外)。
- ・ 個別の国との研究協力関係は維持する。

a. メンバー(加盟国) < Membership >

加盟国の義務(duties)は以下のとおり。

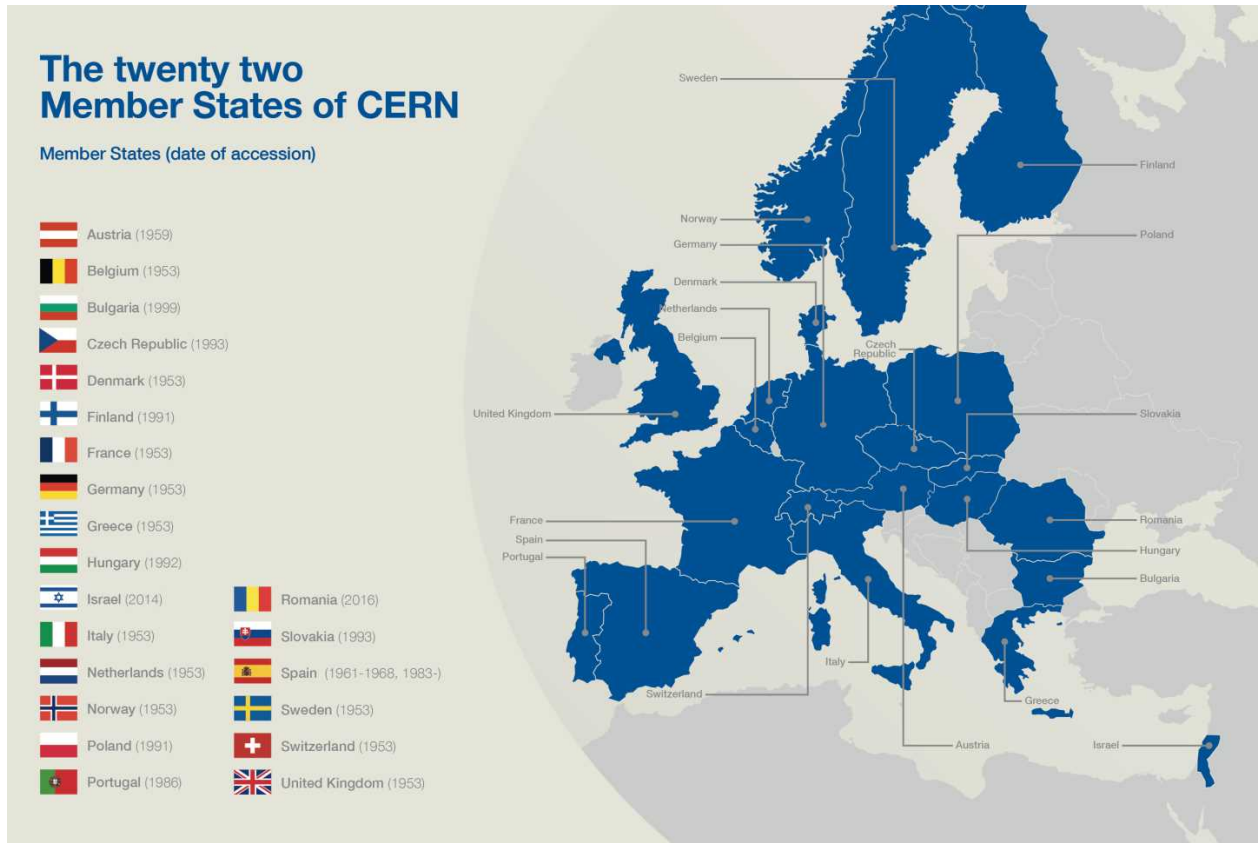
- ・ 加盟国は、CERN の予算(プログラムに係る資本及び運用コスト)の負担に貢献しなければならない。
- ・ 理事会の理事として、CERN の組織と活動に関する全ての重要な決定についての責任を負う。

加盟国は、次の特権(privileges)を有している。

- ・ CERN の科学・技術プログラムに参加できる
- ・ 自国民の職員(スタッフ)としての雇用機会が確保される
- ・ キャリア開発・訓練プログラムに参加できる
- ・ 産業的成果(リターン)を得ることができる
- ・ 理事会(Council)への代表参加権・議決権を持つ

なお、国際機関である CERN では、上級の職員、研究者は国際公務員の資格、外交官特権を有している。

図表 2 CERN の加盟国構成 (22 カ国)



出所 CERN 公式サイト <http://home.cern/about/member-states>

b. 準加盟国 < Associate Membership >

CERN の準加盟国は、さらに次の2つのステータスに分かれる。

- a) 加盟国予定の準加盟国 (Associate Member in the pre-stage to Membership)
加盟国となる前段階としての準加盟国 (通常期間は2~5年)。2017年2月現在で、セルビアおよびキプロス。
- b) 正準加盟国 (Associate Members)
準加盟国。2017年2月現在で、インド、パキスタン、トルコ、ウクライナ。

準加盟国の義務 (duties) は以下のとおり。

- 準加盟国は、CERN の予算の負担に貢献しなければならない。ただし、負担額は、加盟国より少ない。
- 理事会の理事として、CERN の組織と活動に関する全ての重要な決定についての責任を負う。

準加盟国は、次の特権 (privileges) を有している。

- 加盟国と同様の特権 (上記)、ただし加盟国に比較し特権の度合いは低い。
- 理事会 (Closed Sessions 除く) へ代表参加権を持つが、議決権はない。

c. オブザーバーステータス(Observer status)

オブザーバーステータスは、国家と国際機関に限定されてきた。現在、オブザーバーとなっている国は、日本、ロシア、米国の3カ国である。また、国際機関はEU(the European Union)、JINR(ドブナ合同原子核研究所)、UNESCOの3機関である。

オブザーバーステータスは、CERNのインフラ構築に顕著な貢献をした国、CERNと密接な関係を維持している国際機関に与えられてきた。

しかし、CERNの「地理的拡大政策(2010年)」により、メンバー(加盟国)と準メンバー(準加盟国)の決定は、特定の基準を満たしていれば地理的な所在にかかわらず世界の国々に対してオープンになった。また、オブザーバーステータスは無くす方向にある(国際機関のオブザーバーステータスは存続)。

オブザーバーは、理事会(オープンセッションのみ)へ出席権を持つが、議決権はない。

オブザーバー国の位置づけは、その国を代表する団体から理事会で議決権を持たないことである。ECやユネスコ等の国際機関がオブザーバー参加しているのは、公平中立性を確保するために、EC加盟国やUNESCO加盟国が不利な取り扱いを受けないか、国際条約に定められているところの危険な実験を行っていないか(具体的には、核実験)についての監査を行うためである。

②非機関的参加ステータス(Non-institutional participation)

a. 国際協力協定(International Cooperation Agreements)による参加

国際協力協定(ICAs :International Cooperation Agreements)は、非加盟国や地域がCERNのプログラムに非機関的参加するための、あるいは国際機関との協力関係を持つための主要な手段である。国際協力協定は、そうした協力に対して一般的な法的枠組みを与えるものである。

b. 覚書(Memoranda of Understanding)による参加

CERNの主要な実験(Worldwide LHC Computing Grid、将来加速器研究、その他のプロジェクト)における科学的コラボレーションへの参加は、多国間の覚書(MoUs)によって実行される。覚書への署名者は、各国の参加研究機関、資金供給機関、ホストラボとしてのCERNとなる。覚書は、実験やプロジェクトの建設・維持・運営・アップグレードのための貢献の形態(金銭出資や現物出資)を明確にしている。

(2) 金銭的コスト(拠出金)の分担の基本的コンセプトと状況

①CERN の拠出金分担の基本的コンセプト

CERN の設立条約の中で、加盟国の「資金拠出(分担金)」について、以下のように規定されている(第 7 条: 資金拠出)。

- ・ 加盟国は、本機構の「資本的支出」および「経常運営費用」の両方に拠出すること。
- ・ 拠出は、統計がある直近 3 年間にかかる各加盟国の「要素費用表示の平均純国民所得 (NNI: Net National Income)」に基づく基準に従うこと。(ただし、加盟国の拠出の最大割合の設定、加盟国の特殊事情への配慮が行われる場合がある)
- ・ 加盟国が支払う拠出は、当該加盟国が参加しているプログラムに関して計算され、当該プログラムにのみ適用されること。

②CERN の年間収支額と構成

CERN の年間収入額は、2015 年で約 1,049 百万 CHF (約 1,477 億円)である。そのうち、89.5%(約 1,049 百万 CHF)は、加盟国の拠出金(分担金)で賄われている。

図表 3 CERN の年間収入・支出金額(2015 年実績)

項目		金額 百万 CHF	金額 億円(注)	構成比
収入	加盟国拠出金	1,049	1,321	89.5%
	準加盟国等の追加拠出金	14	17	1.2%
	EU 拠出金	16	21	1.4%
	その他収入	94	118	8.0%
	収入合計	1,172	1,477	100%
支出	物件費	444	560	40.8%
	人件費	629	792	57.8%
	利子および金融費用	15	19	1.4%
	支出合計	1,088	1,371	100%
収支	収入-支出	84	—	—

(注)1CHF=126 円で換算

出所 Financial Statement for 2015, CERN

第 7 条:資金拠出

1. 各加盟国は、本機構の資本的支出および経常運営費用の両方に、以下のとおり拠出するものとする。
 - a. 本条約に添付する財政議定書に定めるとおり 1956 年 12 月 31 日に終了する期間およびその後の期間にわたって、
 - b. すべての加盟国の 3 分の 2 の多数で理事会が 3 年ごとに決定し、統計がある直近の過去 3 年間にかかる各加盟国の要素費用表示の平均純国民所得に基づく基準に従って。ただし、
 - i. 活動プログラムに関して、理事会は、すべての加盟国の 3 分の 2 の多数で、そのプログラムの年間コストを賄うために理事会が賦課する拠出総額のうちの、加盟国が支払いを要求される最大割合を決定することができる。当該最大割合の決定後、理事会は、そのプログラムに参加しているどの加盟国も反対票を投じないことを条件として、同じ 3 分の 2 の多数で最大割合を変更することができる。
 - ii. 理事会は、すべての加盟国の 3 分の 2 の多数で、加盟国の特殊事情を考慮し、それに応じて拠出を調整する旨決定することができる。この規定の適用において、特に、加盟国の「1 人当たり」国民所得が、同じ 3 分の 2 の多数で理事会が決定する額を下回る場合は、特殊事情とみなされるものとする。
2. 本機構による国家プロジェクトまたは多国籍プロジェクトへの参加が本機構の活動プログラムを構成する場合、上記第 1 項の条件は、すべての加盟国の 3 分の 2 の多数で理事会が別段の決定をしない限り適用されるものとする。
3. 本条第 1 項に基づいて加盟国が支払う拠出は、当該加盟国が参加しているプログラムに関して計算され、当該プログラムにのみ適用されるものとする。
4.
 - a. 理事会は、1954 年 12 月 31 日以降に本条約の当事者となった加盟国に対し、将来の資本的支出および経常運営費用への拠出に加えて、当該加盟国が参加しているプログラムに関してすでに発生した本機構の資本的支出への特別拠出を要求するものとする。理事会は加盟国に対し、当該加盟国が開始後に初めて参加するプログラムに関して、同様の拠出を要求するものとする。この特別拠出の金額は、すべての加盟国の 3 分の 2 の多数で理事会が設定するものとする。
 - b. 上記(a)の規定に従って行われたすべての拠出は、関連プログラムに関する他の加盟国の拠出の減額のために充当されるものとする。
5. 本条の規定に基づいて支払うべき拠出は、本条約に添付する財政議定書に従って支払うものとする。
6. 所長は、第 6 条第 1 項(a)の条件に基づいて委任された権限の範囲内で、理事会が与える指示に従って、本機構への贈与および遺贈を受領することができる。ただし、当該贈与または遺贈は、本機構の目的に反する条件に従うものであってはならない。

③CERN の年間執行額

CERN の年間予算は、2015 年で 1,048 百万 CHF(約 1,160 億円)となっている。

予算の内訳は、91.5%が加盟国 21 カ国による拠出、8.5%がホスト国の追加拠出や EU などの外部資金および資産運用収入から成っている。

拠出額の上位加盟国は、ドイツ(20.5%)、フランス(15.1%)、イギリス(14.3%)などとなっている。

図表 4 CERN 加盟国の拠出金分担額(2015 年 年間)

	国名	金額 (千 CHF)	構成比
1	ドイツ	214,704	20.5%
2	フランス	158,663	15.1%
3	イギリス	149,562	14.3%
4	イタリア	116,028	11.1%
5	スペイン	81,997	7.8%
6	オランダ	47,766	4.6%
7	スイス	40,619	3.9%
8	スウェーデン	29,538	2.8%
9	ノルウェー	29,405	2.8%
10	ベルギー	28,966	2.8%
11	ポーランド	28,789	2.7%
12	オーストリア	23,192	2.2%
13	デンマーク	18,607	1.8%
14	ギリシャ	15,167	1.4%
15	フィンランド	14,460	1.4%
16	イスラエル	14,072	1.3%
17	ポルトガル	12,010	1.1%
18	チェコ	10,517	1.0%
19	ハンガリー	6,542	0.6%
20	スロバキア	5,138	0.5%
21	ブルガリア	3,036	0.3%
	合計	1,048,775	100%

(注)ルーマニアは、2016 年加盟

出所 Financial Statement for 2015, CERN

④CERN 加盟国の拠出金(分担金)の拠出割合

加盟国拠出金(2015年実績)の国別構成は、以下のとおり。上位は、ドイツ 20.5%、フランス 15.1%、イギリス 14.3%、イタリア 11.1%、スペイン 7.8%などである。

⑤CERN 加盟国の NNI 構成比と拠出金構成比の比較

CERN 加盟国の 2012～2014 年の平均純国民所得額の構成比と、加盟国拠出金(2015年実績)の構成比を比較すると下図表のとおりとなる。

CERN 加盟国の拠出割合は、NNI の割合とほぼ一致していることが検証される。

多少数字に違いが出ているのは、統計上の誤差、意図的な割合調整(ホスト国の割合が高い等)などであると推測される。

図表 5 CERN 加盟国の純国民所得額(NNI)と拠出額の割合比較

	CERN 加盟国	純国民所得額<NNI> (百万€)						CERN 拠出額 (千 CHF)	
		2012 年	2013 年	2014 年	3 カ年合計	年平均	構成比	2015 年	構成比
1	ドイツ	2,330,669	2,387,721	2,468,299	7,186,689	2,395,563	20.1%	214,704	20.5%
2	フランス	1,739,906	1,763,124	1,781,854	5,284,884	1,761,628	14.8%	158,663	15.1%
3	イギリス	1,792,085	1,766,710	1,935,266	5,494,061	1,831,354	15.4%	149,562	14.3%
4	イタリア	1,316,084	1,306,557	1,324,999	3,947,640	1,315,880	11.1%	116,028	11.1%
5	スペイン	846,028	837,359	848,917	2,532,304	844,101	7.1%	81,997	7.8%
6	オランダ	550,553	552,517	551,093	1,654,163	551,388	4.6%	47,766	4.6%
7	スイス	421,658	420,079	423,824	1,265,561	421,854	3.5%	40,619	3.9%
8	スウェーデン	362,687	372,789	369,891	1,105,367	368,456	3.1%	29,538	2.8%
9	ノルウェー	338,535	335,807	327,540	1,001,882	333,961	2.8%	29,405	2.8%
10	ベルギー	320,605	320,756	324,719	966,080	322,027	2.7%	28,966	2.8%
11	ポーランド	331,907	336,573	349,664	1,018,144	339,381	2.9%	28,789	2.7%
12	オーストリア	261,724	265,704	271,489	798,917	266,306	2.2%	23,192	2.2%
13	デンマーク	214,462	219,114	225,057	658,633	219,544	1.8%	18,607	1.8%
14	ギリシャ	155,446	145,464	144,402	445,312	148,437	1.2%	15,167	1.4%
15	フィンランド	162,570	164,970	167,789	495,329	165,110	1.4%	14,460	1.4%
16	イスラエル	169,257	186,937	197,033	553,227	184,409	1.6%	14,072	1.3%
17	ポルトガル	133,765	138,090	139,793	411,648	137,216	1.2%	12,010	1.1%
18	チェコ	116,457	113,448	111,977	341,882	113,961	1.0%	10,517	1.0%
19	ハンガリー	76,912	80,782	82,632	240,326	80,109	0.7%	6,542	0.6%
20	スロバキア	56,668	58,163	58,708	173,539	57,846	0.5%	5,138	0.5%
21	ブルガリア	35,264	35,571	36,627	107,462	35,821	0.3%	3,036	0.3%
	合計	11,733,242	11,808,235	12,141,573	35,683,050	11,894,350	100%	1,048,775	100%

出所 EU の NNI は Eurostat イスラエルの NNI は国連統計 CERN 拠出額は Financial Statement for 2015, CERN

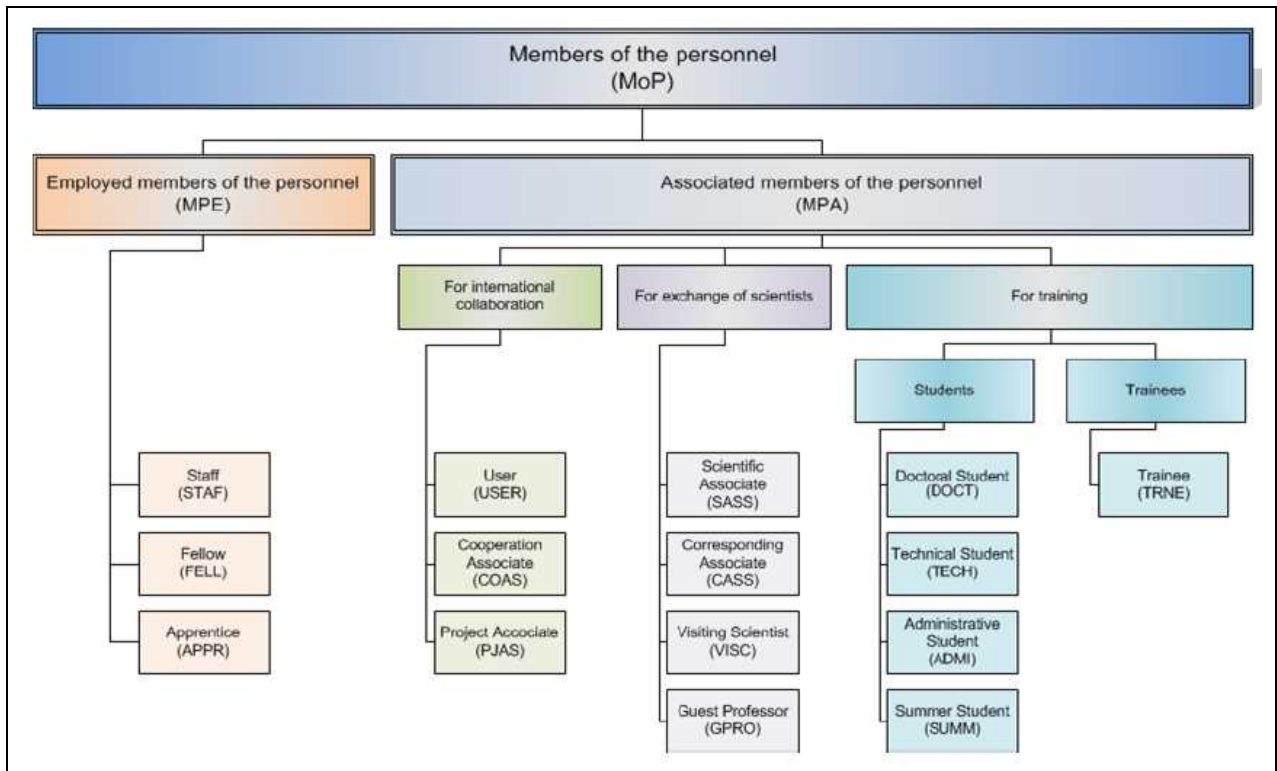
(3) 人的コスト(職員)の分担の基本的コンセプトと状況

①CERN の人員構成の全体像

CERN の人員構成は、大きく「雇用職員 (Employed members of the personnel)」と「客員人員 (Associated members of the personnel)」に分かれる。

雇用職員は、正職員、フェロー、実習生から構成される。客員人員は、学生・研修生、協力研究者、ユーザーから構成される。

図表 6 CERN の人員構成の全体像



出所 CERN Personnel Statistics 2015

②CERN の雇用職員数と構成 <2015 年末現在>

CERN の雇用職員数と国籍構成は、以下のとおり。

- 雇用職員総数 3,197 名
 (内訳) 正職員:2,531 名、フェロー:645 名、実習生:21 名
- 雇用職員の国籍構成:
 雇用職員割合の高い上位国は、フランス 33.2%、イタリア 12.9%、ドイツ 8.0%、イギリス 7.9%、スペイン 7.2%、スイス 6.4%となっている。

図表 7 CERN の雇用職員の国籍構成

国籍		雇用職員数 (Employed members)				構成比
		正職員	フェロー	実習生	計	
1	フランス	999	64		1,063	33.2%
2	イタリア	287	125	1	413	12.9%
3	ドイツ	185	71	1	257	8.0%
4	イギリス	209	43		252	7.9%
5	スペイン	149	81	1	231	7.2%
6	スイス	170	18	18	206	6.4%
7	ベルギー	108	10		118	3.7%
8	ポーランド	62	46		108	3.4%
9	ポルトガル	57	19		76	2.4%
10	オランダ	69	6		75	2.3%
11	オーストリア	49	16		65	2.0%
12	非加盟国	12	47		59	1.8%
13	ギリシャ	26	32		58	1.8%
14	フィンランド	24	10		34	1.1%
15	スウェーデン	29	5		34	1.1%
16	ハンガリー	13	9		22	0.7%
17	ノルウェー	12	10		22	0.7%
18	スロバキア	14	8		22	0.7%
19	デンマーク	19	2		21	0.7%
20	ブルガリア	11	7		18	0.6%
21	ルーマニア	13	5		18	0.6%
22	チェコ	9	7		16	0.5%
23	セルビア	3	3		6	0.2%
24	イスラエル	2	1		3	0.1%
25	パキスタン				0	0.0%
26	トルコ				0	0.0%
合計		2,531	645	21	3,197	100%

出所 CERN Personnel Statistics 2015 より作成

③CERNの客員人員数と構成 <2015年末現在>

CERNを利用するユーザー(大学、研究機関)は、2016年1月現在で、世界102カ国から12,150名となっている。ユーザーは、加盟国以外のオブザーバー国やその他世界各国からも多く受け入れている。

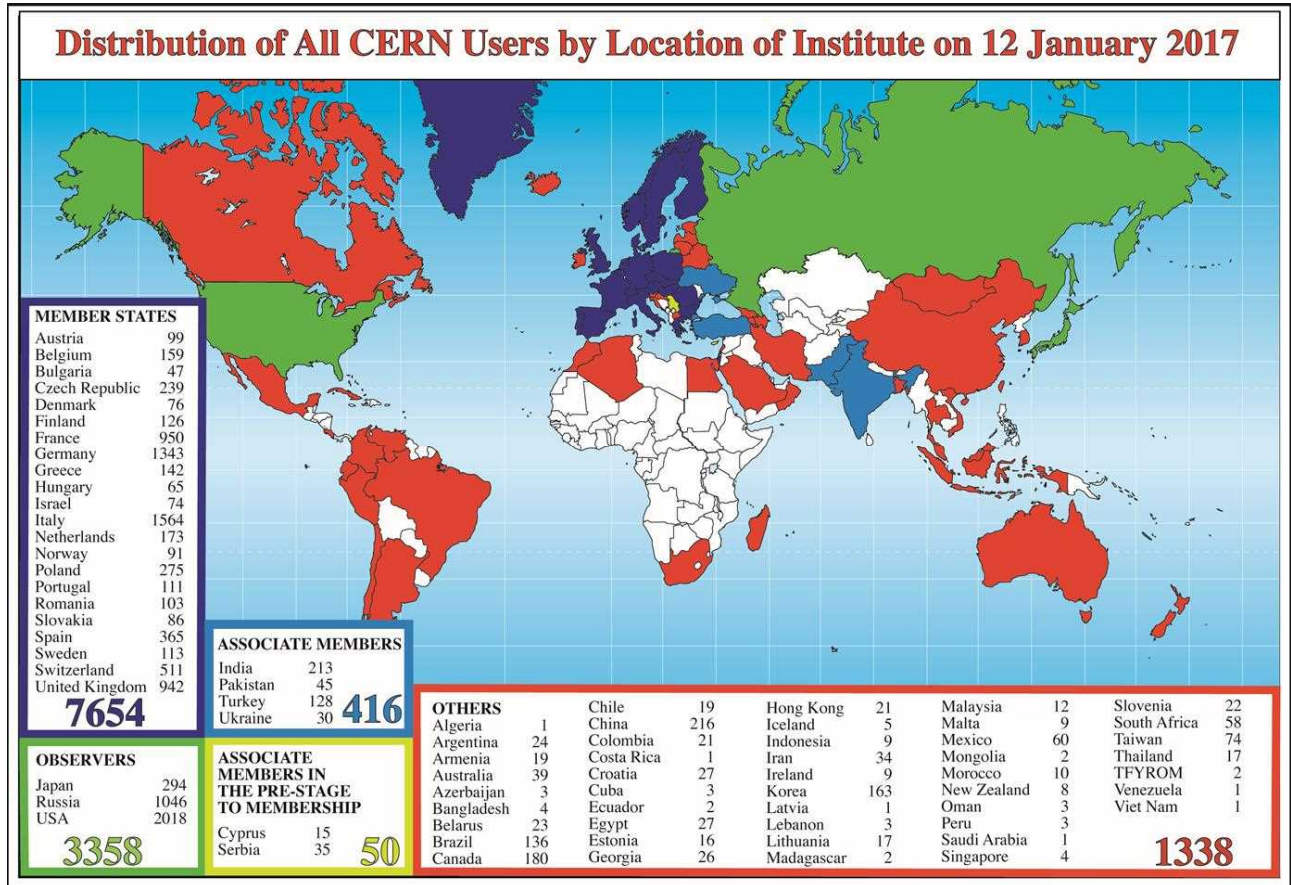
構成は、加盟国・準加盟国 60.7%、オブザーバー国 22.8%(うち日本 2.6%)となっている。国別順では、イタリア 1,974名、ドイツ 1,267名、アメリカ 1,104名、ロシア 1,071名、フランス 838名、イギリス 706名が上位であり、日本は 316名となっている。

図表 8 CERNの客員人員数と構成 <2015年末現在>

国籍		客員人員 (Associated members)				
		学生・研修生	協力研究者	ユーザー	計	構成比
1	非加盟国	17	276	4,379	4,672	35.6%
2	イタリア	77	255	1,761	2,093	15.9%
3	ドイツ	67	92	1,194	1,353	10.3%
4	フランス	41	84	789	914	7.0%
5	イギリス	16	65	651	732	5.6%
6	スペイン	59	110	351	520	4.0%
7	ポーランド	56	52	277	385	2.9%
8	ギリシャ	55	37	189	281	2.1%
9	スイス	11	33	190	234	1.8%
10	チェコ	4	5	216	225	1.7%
11	オランダ	9	15	153	177	1.3%
12	トルコ		6	160	166	1.3%
13	ルーマニア	7	6	134	147	1.1%
14	ポルトガル	22	15	105	142	1.1%
15	オーストリア	23	16	95	134	1.0%
16	ベルギー	3	9	117	129	1.0%
17	フィンランド	12	14	94	120	0.9%
18	スロバキア	3	4	108	115	0.9%
19	ハンガリー	17	12	70	99	0.8%
20	スウェーデン	3	11	80	94	0.7%
21	ブルガリア	2	12	80	94	0.7%
22	ノルウェー	11	5	59	75	0.6%
23	イスラエル		11	54	65	0.5%
24	デンマーク	2	4	52	58	0.4%
25	パキスタン		4	54	58	0.4%
26	セルビア	1	3	42	46	0.4%
合計		518	1,156	11,454	13,128	100%

出所 CERN Personnel Statistics 2015 より作成

図表 9 CERN を利用するユーザーの国別分布(2017 年 1 月 12 日現在)



出所 CERN 公表資料

図表 10 CERN のユーザー構成(2017年1月12日現在)

ステータス	国	人数(人)	構成比
加盟国		7,654	59.7%
	オーストリア	99	0.8%
	ベルギー	159	1.2%
	ブルガリア	47	0.4%
	チェコ	239	1.9%
	デンマーク	76	0.6%
	フィンランド	126	1.0%
	フランス	950	7.4%
	ドイツ	1,343	10.5%
	ギリシャ	142	1.1%
	ハンガリー	65	0.5%
	イスラエル	74	0.6%
	イタリア	1,564	12.2%
	オランダ	173	1.3%
	ノルウェー	91	0.7%
	ポーランド	275	2.1%
	ポルトガル	111	0.9%
	ルーマニア	103	0.8%
	スロバキア	86	0.7%
	スペイン	365	2.8%
スウェーデン	113	0.9%	
スイス	511	4.0%	
英国	942	7.4%	
準加盟国		466	3.6%
	インド	213	1.7%
	パキスタン	45	0.4%
	トルコ	128	1.0%
	ウクライナ	30	0.2%
	キプロス	15	0.1%
	セルビア	35	0.3%
オブザーバー		3,358	26.2%
	日本	294	2.3%
	ロシア	1,046	8.2%
	アメリカ	2,018	15.7%
その他	46カ国	1,338	10.4%
合計		12,816	100%

出所 CERN 公表資料

4) 国際協力事例の推進体制についての調査・分析

CERN の推進体制や推進方策の決定方法・過程、計画遂行に際してのリスク評価や計画の見直しの方法や過程についての課題及び解決策を整理する。

(1) プロジェクトの実施主体や推進に当たっての国際調整・意志決定方法や過程

① CERN の運営組織体制(現在)

CERN は加盟 22 カ国の代表で構成される理事会 (CERN Council) が、諮問機関である科学政策委員会 (Scientific Policy Committee) 及び財政委員会 (Finance Committee) の助言を受け、最高意思決定機関として、運営方針を決定し、研究計画・予算を管理する。

理事会は、研究開発面とともに財務面でも長期的な戦略を決定する。日本などのオブザーバーは、理事会の意思決定プロセスには参加できない。

CERN の所長 (Director General) は、理事会からの任命を受け、通常5年の任期で運営にあっている。

■ 理事会 (Council)

- ✓ 理事会は、CERN の最高意思決定機関である。
- ✓ 理事会は、加盟国 (22 カ国) より構成される。加盟国は2人の代表者を理事会に出席させることができる。代表者のうち一人は、政府を代表する者、もう一人は国の科学面での利益を代表する者である。代表者は、理事会の会合にアドバイザーを同伴することができる。
- ✓ 各加盟国は、1票の議決権を持つ。本条約に別段の定めがある場合を除き、理事会の決定は、加盟国 (代表が投票) の単純多数で下されるものとする。
- ✓ 理事会の役割は、以下のとおり。
 - a. CERN の科学的、技術的および管理的事項に関する政策を決定する。
 - b. CERN の活動プログラムを承認する。
 - c. CERN の予算のうち、活動プログラムに適用される部分を採択し、資金計画を決定する。
 - d. CERN の年次会計報告書を承認・発表する。
 - e. 必要なスタッフ編制を決定する。
 - f. 年次報告書または報告書を発表する。

理事会は、科学政策委員会 (SPC: Scientific Policy Committee) および財政委員会 (FC: Finance Committee)、並びに CERN の様々なプログラムの実施および調整のために必要なその他の下位機関を設置するものとする。現在設置されている下部機関としては次がある。

図表 11 理事会の下位機関

機関名	内容
The Tripartite Employment Conditions Forum (TREF)	報酬、雇用条件を討議
The Standing Advisory Committee on Audits (SACA)	有効な監査構造を助言
The Pension Fund	The Pension Fund Governing Board により監督。理事会へ報告

出所 CERN

第5条:理事会

1. 理事会は各加盟国の 2 人以下の代表者で構成され、代表者は理事会の会合でアドバイザーを同伴することができる。
2. 理事会は、本条約の規定に従うことを条件として、以下の行為をなすものとする。
 - a. 科学的、技術的および管理的事項に関する本機構の政策を決定する。
 - b. 本機構の活動プログラムを承認する。
 - c. 代表が参加し投票する加盟国の 3 分の 2 の多数で、予算のうちさまざまな活動プログラムに適用される部分を選択し、本条約に添付する財政議定書に従って本機構の資金計画を決定する。
 - d. 支出を見直し、本機構の監査済み年次会計報告書を承認・発表する。
 - e. 必要なスタッフ編制を決定する。
 - f. 年次報告書または報告書を発表する。
 - g. 本条約の目的のために必要に応じて、その他の権限を有し、その他の機能を果たす。
3. 理事会は、理事会が決定する場所で少なくとも年 1 回は会合を開くものとする。
4. 各加盟国は、理事会で 1 票を有するものとする。
5. 本条約に別段の定めがある場合を除き、理事会の決定は、代表が参加し投票する加盟国の単純多数で下されるものとする。

(以下、省略)

■科学政策委員会 (Scientific Policy Committee)

- ・ 科学政策委員会の主な役割は、物理学者によって提案された事項の科学的メリットを評価し、CERN の科学プログラムに推薦することである。
 - ・ 同委員会の委員は、委員会の既メンバーによって選出され、理事会によって任命された科学者 (scientists) によって構成される。委員は、国籍は問わず、非加盟国から選出される場合もある。
- ※規定にはないが、委員会メンバーには CERN 所属の研究者は含まれていないのが現状である

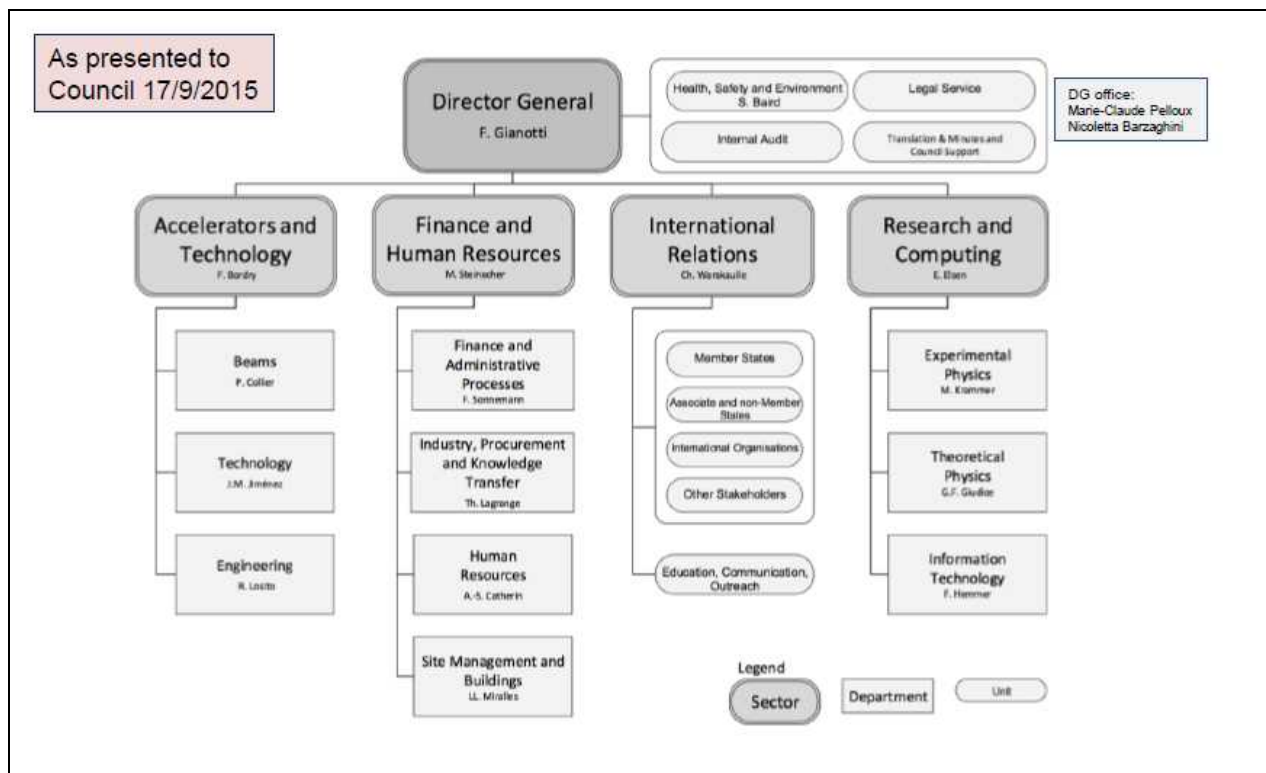
■財政委員会 (Finance Committee)

- ・ 財政委員会の役割は、加盟国の財政的貢献に関連する全ての事項、CERN の予算と支出に関する事項を取り扱うことである。同委員会は、全ての加盟国の代表者で構成される。

■所長 (Director-General)

- ・ CERN の所長は、理事会により任命され、在任期間は5年である。所長は、CERN の最高経営責任者 (CEO: Chief Executive Officer) および法的代理人 (legal representative) である。
- ・ 所長は、理事会に年次報告書を提出する義務を負う。
- ・ 所長は、理事会が必要とみなし許可する科学、技術、管理および事務スタッフによって補佐されるものとする。
- ・ CERN に関する所長およびスタッフの責任は、もっぱら国際的なものとする。所長およびスタッフは、職務の遂行にあたって、政府または外部の当局に指示を求めず、それらから指示を受けないものとする。各加盟国は、所長およびスタッフの責任の国際的な性質を求めるものとし、所長およびスタッフに職務の遂行にあたって影響を及ぼそうとしてはならない。

図表 12 CERN の組織体制図 (2015 年)



出所 CERN

②CERN と欧州戦略会合の関係

1954年 CERN の発足当初の構想では、ヨーロッパ中に研究所を複数設置する予定であった。ジュネーブ研究所はそのうちの一つであり、その管理部門が CERN 理事会の決定を実際に行う役割を果たすことが条約(Convention)で規定された。現在「CERN」と称されるジュネーブの研究所は、実際は広い CERN 理事会という欧州全体の枠組み傘下の一機関である。

欧州戦略会合は、CERN 理事会が開いているもので、従ってその方針は、CERN のジュネーブ研究所のみならず、欧州の素粒子物理のコミュニティ全体の方針となっている。その方針を具体的に示したのが「欧州の素粒子物理学戦略」(The European Strategy for Particle Physics)である。本戦略は、2006年に制定され、2013年に改訂された。2013年改訂版は、2013年5月に CERN 理事会の欧州戦略のための特別会合で承認されたものである。欧州各国は、基本的にこの欧州戦略に従い、計画や取組みを策定・実行している。

(2)コスト超過やスケジュール遅延等の進捗上のリスク評価と計画の見直しの方法や過程

①CERN の財政的リスクと管理体制

CERN は、主な財政的リスクを次のように認識している。

■流動性リスク(Liquidity Risk)

CERN の活動は、主に加盟国の貢献(年単位の資金拠出)によって支えられている。このため、加盟国からのキャッシュ流入と CERN によるキャッシュ流出の間で時間的なミスマッチが発生する可能性がある。これを流動性リスクと呼んでいる。

この流動性リスク回避のために、CERN では、次のような対応をとっている。

- a) 財務部門: 銀行口座バランスのモニタリング、キャッシュ流出額の予測、加盟国による資金拠出(キャッシュ流入額)の状況のモニタリング
- b) 資源計画・管理部門: 予算の支出が適切に執行されているか否かのモニタリング

万が一加盟国からの資金拠出等が十分でなくキャッシュバランスが崩れそうな場合には、CERN は必要に応じて金融機関より短期資金借入を行って不足分を補っている。

■市場リスク(Market Risk)

CERN が保有する金融商品の将来キャッシュフローの公正価値(fair value)が、市場価格の変化によって変動する可能性がある。これを市場リスクと呼んでいる。市場リスクは、さらに通貨リスク(currency risk)、利子率リスク(interest rate risk)、その他価格リスク(other price risk)の3つに分かれる。

■信用リスク(Credit Risk)

取引の相手方の倒産や債務不履行等により、CERN が受け取れると期待していたお金(元本の返済や金利の支払い)を現在および将来のいかなる時点においても受け取れなくなる可能性がある。これを信用リスクと呼ぶ。

CERN は、相手方の倒産リスクを減じるために、次のような措置を講じている。

- a) トップクラスの金融機関への支払い請求権をもつこと、および各取引先に与信上限を設定すること
- b) 第三者口座の開設と管理、並びに取引や金額への制限に関する規則と手続きを適用すること

■ 利率リスク (Interest Risk)

CERN が保有する金融商品の将来キャッシュフローの公正価値 (fair value) が、市場の利率の変化によって変動する可能性がある。これを利率リスクと呼んでいる。

CERN では、±10%の平均利率の変化が生じると、ネットで 1.1 百万 CHF の受取額または支払額が発生する。

CERN は、利率リスクをヘッジするために、先物為替取引、オプション取引を行っている。

■ 為替リスク (Currency Risk)

CERN が保有する金融商品の将来キャッシュフローの公正価値 (fair value) が、外国為替相場の変化によって変動する可能性がある。これを為替リスクと呼んでいる。

CERN では、±10%の外国為替レート(主要4通貨)の変化が生じると、5.7 百万 CHF の為替益または損失が発生する。

CERN は、外国為替リスクをヘッジするために、先物為替取引、オプション取引を行っている。

5) その他の諸課題とその解決方法についての調査・分析

上記に掲げる項目以外に、CERN での各種プロジェクト実施において生じた諸課題(経済動向、突発的事故・事象、人為的・技術的な要因によるスケジュール遅延、自然災害等)とその解決方法について整理する。

なお、以下では、CERN の代表的プロジェクトである LHC (大型ハドロン衝突型加速器)を主に対象とする。

(1) LHC 計画の技術的課題・製造コスト増

LHC 計画では、当初 2005 年に LHC 加速器を完成させる計画が立てられたが、技術的課題や建設コスト増加が課題となり、CERN が当初想定していたコストを 18%程度上回ることが明らかになった。そこで、CERN は、CERN の 2008 年までの予算を「前借り」することで建設費用を賄うと同時に、完成時期を 2008 年に変更する決定をおこなった。

(2) LHC 計画に従事する研究者の処遇の公平性

LHC 計画では、加盟国・非加盟国それぞれの研究機関との雇用を維持したまま CERN に派遣されることが認められており、研究者によって報酬や待遇にばらつきが生じ、公平性が担保されていないことが課題として認識されている。CERN として、同課題に対して具体的な対策は講じていないが、中長期的にプロジェクトを推進する上では、望ましい推進体制を検討する必要があると認識されている。

(3) 工事開始後の予期せぬ自然障害の発見・発生による設計・工事費用の増加

① 予期せぬ岩盤発見による地下構造物の設計変更

LHC 地下空洞を支える柱建設中に予期せぬ岩盤が出現し、柱の位置の移動に係る再設計を余儀なくされた。再設計では、空洞に巨大な鉄骨梁が新たに導入され、当初設計よりも多くの鉄筋補強、コンクリートが必要になった。CERNはコンテインジェンシーから資金拠出を行い対応した。

② 大規模な出水発生による対策工事費の増加

LHC の CMS のメインシャフトに大規模な出水が発生し、対策工事は、当初予定されていなかった別の契約

が締結され、実施されなければならなかった。

CMS では「地中凍結」(Ground Freezing)の方法をとった。この工法は、地中に直径 15cm ほどのステンレスパイプを差し込んで、塩水と液体窒素を注入して地下水を凍結させるというものである。

(4) 工事期間中における契約事業者(企業)の破産によるプロジェクト費用の増加

プロジェクト・ディレクターは、委員会に対して、ベンダーのうちの 1 社が破産したため、磁石クライオスタットのコストに 700 万 CHF のオーバーランが発生したことを報告した。CERN は、コンティンジェンシーから資金拠出を行い対応した。

(5) 製造下請事業者が発生したトラブルによるスケジュールの遅延

Cryogenic Distribution Line (QRL)の製造下請業者で発生したトラブルにより、CERN との契約事業者は、発注された機器の生産ができず、また契約事業者が下請業者と共に行うオンサイトでの据付工事の準備ができなかった。

その際に、必要な書類の作成や、オンサイトにおける下請業者に対する適切な管理体制が構築されるまでの間、契約業者は現場での作業を中止しなければならなかった。

この作業遅延によって、ベースラインのスケジュールに比べて QRL 導入に約 13 週間の遅れが生じた。



遅延は生じたものの、適切な仕様、トレーニング、管理体制がないまま作業を継続していた場合に比べ、作業を停止することでほぼ確実にこれらの問題をより迅速に解決できた。

(6) 建設期間中におけるサプライチェーンマネジメントに伴うリスク

CERN は、LHC の多くのコンポーネントや道具(tooling)を直接管理した。技術的同質性、品質の保証、規模の経済性、早期買い付け(素材等)、供給の安定性確保、調達先企業のバランス化などの利点による。

一方で、交渉調整の責任、業務負荷、遅延賠償責任、輸送・保管・ロジスティクスの負担などが発生するというリスクも抱えた。

図表 13 LHC 計画のサプライチェーンマネジメントに関して認識されているベネフィットとリスク例

 INTEGRATED SUPPLY CHAIN MANAGEMENT 	
CERN took care of most components The same can be said for the main tooling	
Benefits	Risks & drawbacks
<ul style="list-style-type: none">● Technical homogeneity● Quality assurance● Economy of scale● We could advance the purchasing● Security of supply● Balanced industrial return	<ul style="list-style-type: none">● Responsibility interface● Additional workload● Liability for delays (just in time!)● Transport, storage & logistics: we have moved 120,000 tonnes around Europe (5 TIRs a day for 5 years)

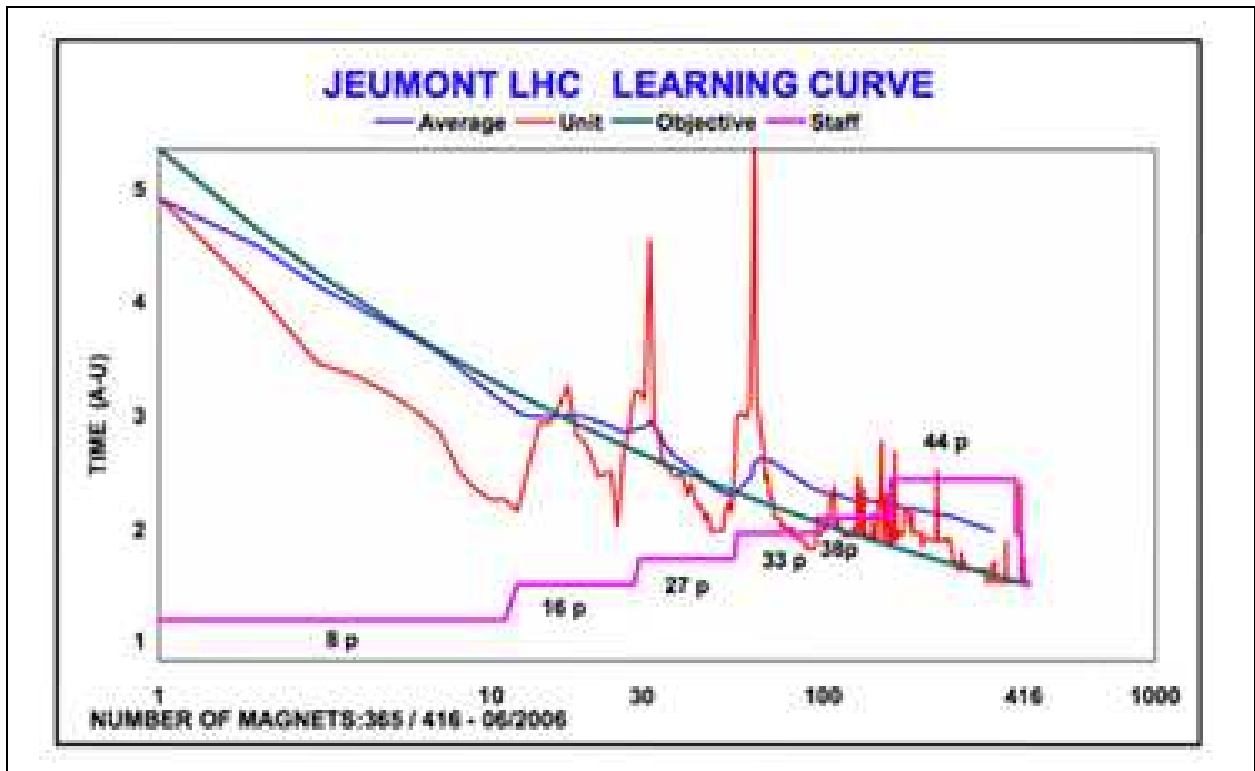
Lucio Rossi -LCW Desy, 30 May 07 -42

出所 CERN

(7) 建設期間中の作業員の質低下によるリスク(LHC 超伝導磁石のラーニングカーブ)

LHC 磁石の製造数と製造時間の関係を示している。製造時間が跳ね上がっているところは、作業員数が増えた時(8 人→16 人、16 人→27 人、27→33 人等)である。作業員の訓練が非常に重要であることを示している。

図表 14 LHC 超伝導磁石のラーニングカーブ



出所 CERN

(8) 運転開始直後の単純施工ミスによるヘリウム漏れ事故の発生

LHC 運転開始直後の 2008 年 9 月 19 日に大量のヘリウム漏れによる事故が発生した。同年 12 月 5 日、CERN は正式なコミュニケを出し、2009 年 6 月末に再稼働させると発表した。

■原因は、ケーブル結線部の発熱による溶解:

超伝導磁石の電流コイルのケーブル結線部(1カ所)の繋ぎ方に不具合があった(約 8,000 ある結線部中の 1 つ)。陽子ビームの全周成功の9日後に、5TeV 相当の電流を超伝導マグネットに流して試験している最中に、その部分で抵抗値が増し、発熱によりヘリウム容器に穴が開き、冷却用の液体ヘリウムが漏出。液体ヘリウムが気化する際の膨張圧力により他の超伝導磁石を押し、磁石間の接続がずれた(600メートルのリング部分の 53 台)。

■超伝導磁石の修理に時間を要する:

53 台のマグネットのうち、16 台は修理して再使用し、37 台はスペアのマグネットと交換された。全磁石の修理据付が終了したのは 2009 年 4 月。事故発生から、7.5 ヶ月を要した。

■事故を受けて対策が強化

事故後の対策として、発熱の個所をすぐ発見できる温度モニターの多数設置、液体ヘリウム の圧力解放バルブの増強等、事故防止策が運転初期段階で講じることができた。

3. LHC (Large Hadron Collider) 計画

0) LHC 計画の概要

LHC は、2008 年に CERN により建設され、2009 年より物理運転を開始した世界最大のハドロン衝突型加速器である。この施設には、フランスとスイスの地下約 100 m の位置に、加速された粒子の軌道を保つための超伝導マグネット、粒子を実際に加速させる円周 27km の加速空洞トンネル、実験施設 6 施設 (ALICE、CMS、ATLAS、LHCb、LHCf、TOTEM) が設置されている。

同装置は、トンネルを反対方向に加速された陽子や鉛核イオンが正面衝突することで、宇宙開闢直後に相当する非常に高いエネルギー状態での物理法則を探求することが可能であり、ヒッグス粒子の確実な発見と質量起源の解明、および超対称性など標準理論を超える TeV 領域の新しい素粒子現象の発見を目指している。

LHC 計画は、1994 年に CERN 理事会で決定されて以降、2008 年に完成するまでに 14 年の歳月がかかった。

1) 国内における政策・意思決定過程についての調査・分析

CERN を参照のこと。

2) 国際的な合意形成についての調査・分析

LHC 計画は 1994 年 12 月に承認されたが、承認・完成に至る経緯は以下のとおり。1993 年の米国における SSC 計画中止を受け、CERN が同分野での研究を推進する構想の実現を検討していた。ただし、当時のヨーロッパは、東西ドイツ統一や EU 創設のためのマーストリヒト条約締結等、国際情勢が大きく変わりつつある時期であり、参加各国が同計画を推進する機運が乏しかった。そこで、CERN は、1993 年末に LHC 建設費を削減させ、かつ LEP の運転以外のプログラムをほぼ中止する計画を提案した。しかし、ドイツとイギリスは LHC 計画実施に伴う予算増加に反対を表明し、CERN によって恩恵を受けている宿主国のフランスとスイスが追加財政貢献をすべきであり、CERN の年間予算も実質毎年 1% ずつ減らすべき、といった主張を行った。これを受け、フランス・スイスは、2% の年間インフレーション調整 (他国は 1% 調整) を受け入れるとともに、CERN は、開発を 2 段階にわけたうえで、プロジェクト推進にかかる人員を 30% 程度削減するなど、更なるコスト低減計画を策定した。同計画が非加盟国の貢献規模に応じて見直すことを条件として計画が承認された。

図表 15 LHC 計画構想から運転開始までの経緯

時期	概要
1970 年代	LEP 計画の立案段階で LHC 構想を検討。R. Wilson フェルミ国立加速器研究所長が世界に率先して超伝導マグネット開発を推進。
1982	米国で SSC 計画の検討開始。米 DOE が SSC 設計のため CDG 設置。
1984.3	ローザンヌ会議で LHC 計画の基本構想提唱。
1986	ルビア委員会で CERN 将来計画として LHC 計画を推薦。
1989	米国テキサス州ダラス近郊にて SSC の建設を開始。SSCL 設立。トンネル工事開始。超伝導マグネットの開発と生産。日本の協力チームは SDC 実験に参加し、実験装置の設計や開発を実施。
1990	アーヘン会議で LHC 加速器の基本設計を確立。
1992	エビアン会議で多くの実験提案が出された。
1993	SSC 建設中止が米議会によって決定。

1993	SSC 計画を進めていた研究者がLHC計画に合流。
1994	CERN Council が LHC 計画を承認。米国・日本などの非加盟国からの資金協力が不確定であったことから、到達エネルギーを 2 段階に分け、2004 年までに重心系エネルギー10TeV、2008 年までに 14TeV の2段階で建設することとされた。
1995	日本による第1次建設協力発表(加速器に 50 億円)。
1996.1	ATLAS, CMS 実験の承認。
1996.3	インドの建設協力(加速器に\$12.5M)。
1996.6	ロシアの建設協力(67MCHF detector 込)。
1996	カナダの建設協力(加速器に Canadian\$30M)。
1996.12	日本の第2次建設協力(加速器に 38.5 億円)。
1996.12	LHC を 2005 年に一段階で 14TeV で建設する決定。
1997.12	アメリカ DOE+NSF による建設協力の決定(加速器に\$200M、測定器に\$331M) 。
1998.5	日本が第3次建設協力発表(加速器に 50 億円)。
2000.5	LEP-II で 114GeV ヒッグス粒子の兆候が出る。
2000.11	LEP 加速器の 11 年間にわたる運転を終了。
2001.9	LHC 建設コストの増加問題発生。
2001.12	External Review Committee(ERC)を設置する。
2002.6	ERC 報告。LHC 加速器の完成を 2007 年に変更。
2006.11	最後の LHC 超伝導磁石が納入された。
2007.2	LHC 超伝導磁石の検査を全て終了した。
2007.4	セクター(8分の1)の 1.9 K 冷却に成功。LHC 超伝導磁石が全て地下に運搬。
2008.8	SPS から LHC へのビーム入射に成功。
2008.9	450GeV の陽子ビームの初周回に成功。
2008.9	大量のヘリウム漏れが発生し調査・修理を開始。
2009.11	LHC のビーム運転を再開。
2010.2	TeV の陽子・陽子衝突実験を開始。

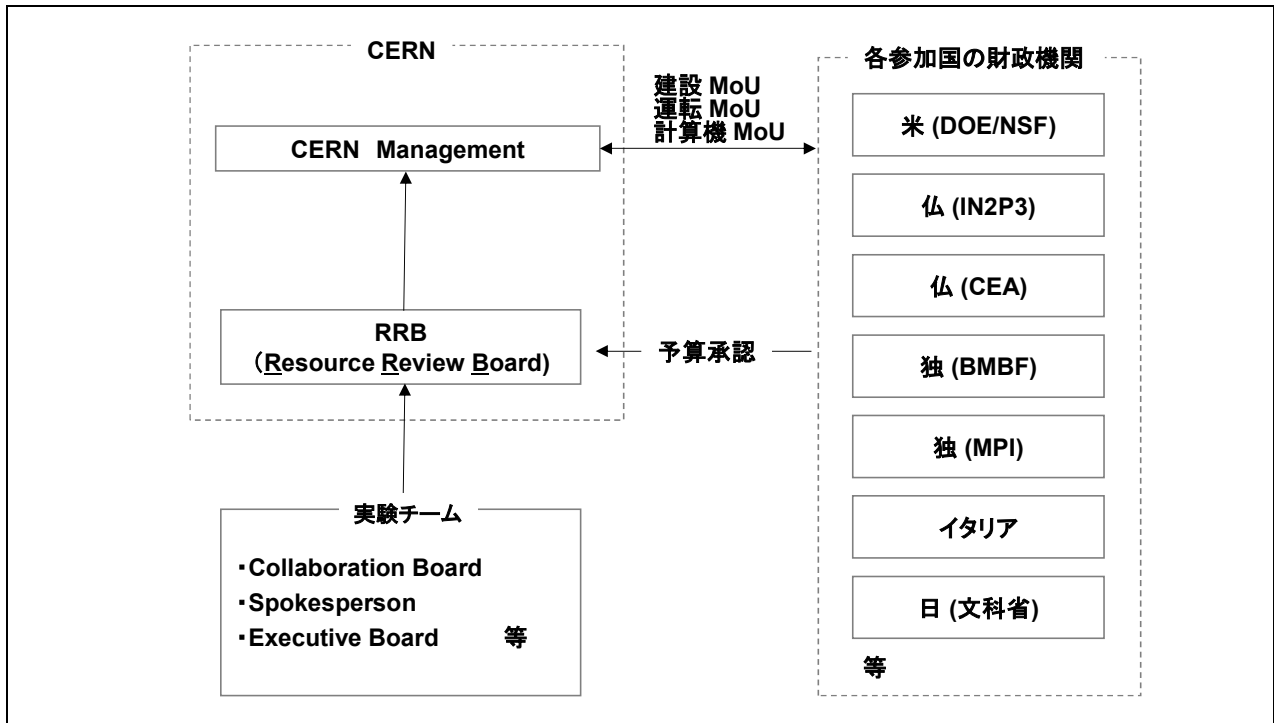
出所 近藤敬比古(高エネルギー加速器研究機構)「LHC 加速器の概要(2005)」、「LHC プロジェクトの概要と現状(2010)」、「ヒッグス粒子の発見に成功した LHC 加速器物語(2014)」より

3) 国際分担に関する調査・分析

LHC 計画には、米国、日本、カナダ、ロシア連邦、インド、イスラエルなどの非加盟国が関心を示していたが、具体的な協力体制が不透明であった。そこで、当初、CERN Council は、CERN の加盟国が非加盟国からの財政的貢献なしに一定の予算内で LHC を建設できるように、2 段階プロジェクトとして建設すべきであると判断した。第 1 段階は、10TeV のエネルギーを持つ粒子衝突装置であり、2004 年に実験を開始できるように準備を整えることとした。そして、第 2 段階として、2008 年までには、加速器はマグネットを追加して 14 TeV の質量エネルギー中心に到達するようにアップグレードする計画とした。その後日本などの非加盟国からの建設協力が確実になったことから、1996 年 12 月の理事会でフルエネルギー 14TeV の LHC 加速器を 2005 年に完成することを決定した。

各実験施設の国際協力は CERN と各財源機関との間で署名された覚書 (MoU) に基づいて行われている。また、プロジェクト予算の承認は、CERN 内に設置された Resource Review Board に対して行う。

図表 16 CERN と国際実験チームの関係図



出所 KEK 素核研研究計画委員会「日本におけるアトラス実験の進め方 (2005)」

① 人的分担の基本コンセプト

LHC 建設計画では、CERN から最大 700 名程度の人材が拠出されたが、非加盟国についても、主にプロジェクトアソシエイトとして、外部の所属機関との雇用関係を維持したまま、一定期間 CERN においてプロジェクト（特に LHC 建設）に従事することが認められた。2016 年現在、CERN にはヨーロッパだけでなく、アメリカ、日本をはじめとした 71 カ国から、1 万人以上のユーザーが集まっている。非加盟国の研究所・大学に所属している状態で派遣されることにより、CERN は、自国機関が保持する技術力を生かした開発を委託することができた。他方、非加盟国は、建設や運用に携わることができる一方、自国の研究機関が派遣人材に対して、給与等の手当てを支払う必要が生じている。

②金銭的コスト(拠出金)の分担の基本的コンセプトと状況

参加各国による LHC の建設と財政の分担は、1998 年の建設 MoU において決められ、加盟国が同計画に長期的にコミットすることになった。CERN Council は、資金面については、1995-1997 年の CERN 予算への加盟国の拠出金に対してゼロの費用変動指数を適用することを決定した。その際、インフレ率は 2%、加盟国の拠出額は 1998 年以降 1%の指数で推計されるという前提に基づいて計画を進めるべきだということも決定した。なお、フランスとスイスは、ホスト国であることも影響し、LHCプロジェクトへの自主的貢献を約束した。また、1998 年 12 月 31 日まで、ドイツの予算への貢献度を 22.5%に維持することも決められた。また、非メンバー国は、各国の予算承認額に基づいて協力資金を拠出した。

LHC 建設には、全体で約 5,000 億～5,500 億円かかったが、そのうちの LHC 加速器(土木工事含む)にかかった費用は約 2,950 億円であり、そのうちの約 17%が、非加盟国が建設協力のために拠出した資金により賄われた。また、実験装置の運用費用面でも全体の約 15%が外部からの拠出によって賄われた。

図表 17 LHC の建設予算と非加盟国による建設協力金額

CERN 建設予算		
項目		金額(概算)
CERN 人件費(LHC 分)		886億円
LHC 加速器・土木工事		2,950億円
実験装置		1,240億円
内訳)	ATLAS	540億円
	CMS	500億円
	ALICE	115億円
	LHCb	75億円
	TOTEM	7億円
		5,076億円
総額		約 5,000-5,500億円

非加盟国による LHC 加速器への建設協力	
日本	138,5億円
米国	200百万 USドル
ロシア	67百万スイスフラン
カナダ	60百万カナダドル
インド	12.5百万スイスフラン

出所 KEK 素核研研究計画委員会「日本におけるアトラス実験の進め方(2005)」

図表 18 LHC の運用(実験運転含む)にかかる費用

項目	金額
CERN 拠出額(計算機含む)	225 億円/年
外部からの拠出額(4 実験を含む)	40 億円/年

出所 KEK 素核研研究計画委員会「日本におけるアトラス実験の進め方(2005)」

③設備分担の基本コンセプト

LHC の建設に際して、新たに製造が必要な設備については、Fair Return の基本原則のもとで、オブザーバー国についても、資金協力額の範囲内で国際入札への参加が認められた。国際入札によって選定されるため、基本的には機器性能とコストが最適化された提案が受け入れられることになり、たとえば、日本においては、KEK は LHC 衝突点の超伝導四極磁石を開発製造するなど、高い技術力を生かした貢献を実現した。他方、競争力のある機器や開発力を有さない国においては、実験室インフラなど、基本的な設備への参画に留まることとなった。

また、ATLAS 実験装置は、14 兆電子ボルト(14 TeV)の重心系エネルギーで陽子・陽子衝突現象を測定し、ヒッグス粒子の発見や超対称性粒子などの探索を目指すために建設された、高さ 25m、全長 44m、重量 7,000t の世界最大の測定器であるが、同装置の建設においても、下図表に記載したような機器について、日本の貢献がなされた。同装置については、1994 年にグループが発足し、1996 年から約 12 年をかけて装置の設計・建設を行なった。

図表 19 ATLAS 建設における主な国際分担

機器	金額(MCHF)		参加国
		うち、日本分	
ピクセル検出器	15.3	0	仏、米、伊、独等.
シリコン検出器	49.2	6.9	日、英、米、スイス、独等
TRT 検出器	16.3	0	CERN、米、露、スウェーデン等
液体アルゴン	75.9	0	仏、米、伊、独、露、加等
タイルカロリメーター	16.7	0	CERN、米、露、スペイン等
ミュオン MDT	23.7	1.5	独、露、伊、米、日等.
ミュオン RPC	5.2	0	伊、CERN
ミュオン TGC	6.1	3.8	日、イスラエル、中
レベル1トリガー	15.7	3	英、独、日、伊、CERN 等
ハイレベルトリガー	31	1.5	CERN、米、仏、英、日、独、伊等
超伝導トロイド	111.7	0	仏、英、伊、独、蘭
超伝導ソレノイド	10.9	10.9	日
マグネットインフラ	23.7	0.9	独、露、伊、米、日等
Trigger/DAQ	7.2	0.9	CERN、他多数
実験室インフラなど	28.2	1.3	CERN、他多数
合計	474.8	32.1	日本の割合= 6.7 %

出所 KEK 素核研研究計画委員会「日本におけるアトラス実験の進め方(2005)」

なお、アトラスの建設においては、総直接建設費 468 億 4,100 万スイスフランを、全 34 カ国(研究機関 149、1,306 人)が以下のとおり分担した。

図表 20 アトラス建設にかかる財政・財政分担・参加機関・研究者数(上位 10 カ国)

	国	直接建設 MCHF)	研究機関数	メンバー数
1	アメリカ	80.74 (17 %)	33	232 (18 %)
2	CERN	60.50 (13 %)	1	137 (10 %)
3	フランス	52.76 (11 %)	7	90 (6.9 %)
4	イタリア	45.09 (9.6 %)	12	141 (11 %)
5	ドイツ	40.00 (8.5 %)	10	109 (8.3 %)
6	イギリス	34.11 (7.3 %)	12	105 (8.0 %)
7	日本	32.18 (7.0 %)	15	61 (4.7 %)
8	ロシア	26.12 (5.6 %)	8	102 (7.8 %)
9	スイス	18.51 (4.0 %)	2	14 (1.1 %)
10	カナダ	15.08 (3.2 %)	7	40 (3.1 %)

出所 KEK 素核研研究計画委員会「日本におけるアトラス実験の進め方(2005)」

4) 国際協力事例の推進体制についての調査・分析

LHC 加速器の設計と建設段階では、CERN 内の SL(SPS/LEP)及び AT(Acc. & Tec.)の 2 部門(最大 700 名程度)が、ST(Technical Service Dept)部門(最大 100 名程度)と協力のもとで推進された。運用段階では、SL・AT 両部門が、LHC を含む全加速器及びインフラの保守・維持等の運転責任を有している。

CERN-LHC の運営は“部”、“グループ”、“セクション”による。

・ 部 ヘッド	: ~300 名に責任
・ グループリーダー	: 30~100 名に責任
・ セクションリーダー	: 10~20 名に責任

また、組織内でプロジェクトマネジメント人材の登用、プロジェクトマネジメント研修の実施など、適切なプロジェクト推進体制を構築している。

なお、リスクマネジメント体制としては、組織内外に監査機関を設立している。プロジェクト予算の承認は、CERN 内に設置された Resource Review Board に対して行う。また、2001 年には、LHC 計画の建設コストが 18%増えることが分かったので、第三者監査機関として External Review Committee(ERC)からのチェックを受けた。

5) その他の諸課題とその解決方法についての調査・分析

CERN を参照。

4. ITER(国際熱核融合実験炉)事例分析

0)ITER 計画の概要

ITER(イーター:国際熱核融合実験炉)計画は、平和目的の核融合エネルギーが科学技術的に成立することを実証するために、人類初の核融合実験炉を実現しようとする超大型国際プロジェクトのことである。

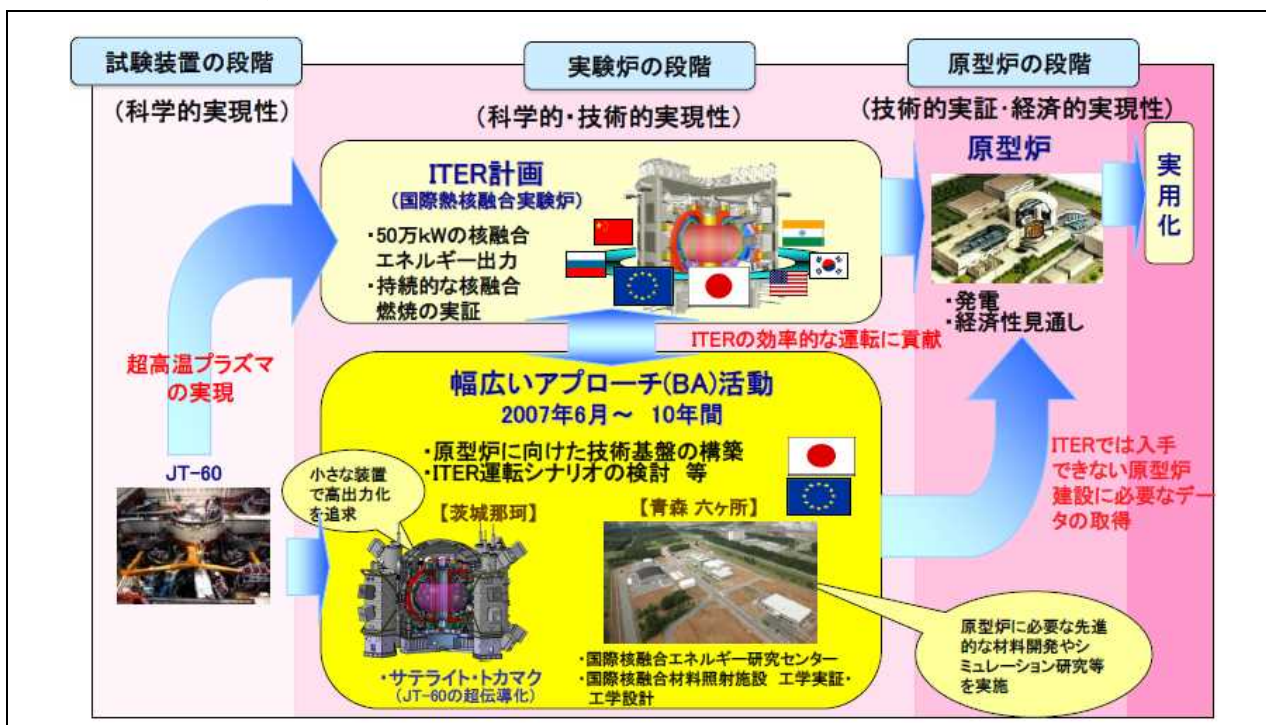
ITER 計画は、2025 年の運転開始を目指し(2016 年 6 月 ITER 理事会で決定)、日本・欧州原子力共同体(EURATOM)・ロシア・米国・韓国・中国・インドの 7 極により進められている。

ITER 計画は、世界の英知を結集した国際協力プロジェクトであり、1985 年ジュネーブでの米ソ首脳会談を契機として開始された。

その後 2005 年 6 月に、フランスのサン・ポール・レ・デュランス²に ITER の建設サイトが決定され、2006 年 11 月には「ITER 事業の共同による実施のためのイーター国際核融合エネルギー機構(ITER 機構)の設立に関する協定」(ITER 設立協定)が参加 7 極によって署名された。2007 年 10 月に ITER 協定が発効し、ITER 機構が正式に設立され、ITER 計画の建設が開始された。ITER の建設費は、最新の数字として 150 億ユーロ程度(協定締結時には 50 億ユーロと見積もられていたが、その後数回にわたり見直されてきた)、運転経費は年間 2.8 億～5.3 億ユーロと見積もられている。

ITER 協定に基づく活動を行う我が国の国内機関として、量子科学技術研究開発機構が指定されている。同機構は、ITER 国内機関として、我が国が分担する ITER 機器や設備の調達活動を進めるとともに、ITER 機構への人材提供の窓口としての役割を果たしている。

図表 21 ITER 計画の位置付け



出所 「ITER の現状と展望」原子力機構核融合開発部門 ITER プロジェクト・ユニット 多田栄介(第 13 回自然科学研究機構シンポ H24 年 9 月 29 日)

² ITER 建設地の表記は、以前の“カダラッシュ”(地元の呼称) から“サン・ポール・レ・デュランス”(行政住所) へ変更された。(量子科学技術研究開発機構のホームページに記載)

1) 国内における政策・意思決定過程についての調査・分析

ITER 計画の企画立案から実施に至るまでの日本国政府内における調整、手続きにおける課題点および解
決策の調査・分析を行う。

特に以下では、ITER 計画の日本誘致活動にみる国内の政策・意思決定過程を調査・分析の対象とする。

(1) 機関内での企画立案から政策決定までに要した期間、調整のプロセス

ITER 計画は、1985 年のスイスのジュネーブでの米ソ首脳会談における「核融合研究の重要性と国際協力の
拡大を支援する」共同声明をきっかけとして、国際的に協力して核融合開発に向けた検討が開始された。この
流れを受け、日本は、1975 年に設置されていた核融合会議等のなかで、同計画の検討を行い、国際原子力
機関(IAEA)のもとで、各国機関と協力関係を構築していくことが確認された。

(2) 関係省庁・機関との調整に要した期間、調整のプロセス

「国際大型科学技術プロジェクトの誘致について—ITER 計画の日本誘致活動における経験に基づいて—」
(平成 21 年 11 月 6 日、高津英幸、日本原子力研究開発機構)によれば、ITER 計画の日本誘致に関する国
内での合意形成と政策決定が行われた背景、要因として、次の点が記述されている。

(以下、抜粋引用)

1. 当該分野の研究開発を牽引できる能力と実績

国際大型科学技術プロジェクトを誘致しようとする場合、早くからそれなりの「種」を蒔き、それを育む「土壌」
造りの努力が必要。その様な努力の結果として、「尊敬」を勝ち取り、ホスト国としての「適格性」が国際的にも
認められることになる。核融合研究開発の分野では、1970 年代からそのような土壌造りが行われてきた。簡
単に経緯を述べると、以下の通りである。

- (1) 世界の 3 大トカマクの一つとして、欧米とほぼ同時期に JT-60 を独自の技術で完成させ、1970 年代
より、世界から認められる成果を出し続けてきた。1990 年代には世界最高の成果や新たな知見を出し
続け、プラズマ物理や装置統合化技術で世界トップの評価が確立した。
- (2) 独自の実験炉設計研究活動(FER)を産業界も含めて行い、ITER に先立つ国際的な「実験炉国際評
価作業部会」(INTOR:IAEA 主催の作業部会であり、日米欧ソが参加、ウィーンで断続的に活動)に
積極的に参加し、日本が議長を務めた。
- (3) 米ソ大統領のイニシアティブによって ITER 計画が提案された時に、概念設計活動(1988~1990 年@
独ガルヒンク)に「対等の資格で」参加し、日本が運営委員会(活動を指揮する委員会)の議長を務め
た。
- (4) 概念設計活動に続く工学設計活動(1992~2001 年)では設計サイトを積極的に誘致し、また、活動の
指揮者である共同中央チーム所長を最後まで欧州と争った。結果としてサイトは、日(那珂:主に炉外
機器設計)、欧(ガルヒンク:主に炉内機器設計)、米(サンディエゴ:主に設計統合)に三分割されたが、
サイト運営の経験(外国人受け入れ、国際事業の運営など)が次の建設サイト誘致に役立った。所長は
欧州、日本は首席副所長と最高意思決定機関である ITER 理事会共同議長をとった(このあたりから、
日欧の綱引きは始まっていた)。
- (5) 技術的には、工学設計活動期間において、ITER の主要機器である超伝導コイル、真空容器、遠隔保
守機器、高熱負荷機器、プラズマ加熱機器などの試作開発を分担した。特に、最大の難関であった超
伝導コイルの製造技術の開発とプロトタイプによる性能実証を日本が主導して成功に導いたことで、核

融合工学技術に関しても世界トップの評価が確立した。

- (6) 上記の国際活動管理能力、研究開発能力が認められ、ITER サイト交渉の結果、幅広いアプローチの半分、ITER 機器の10%分を欧州が日本へ投資することになる。

2. 国内での着実な合意形成と政策決定

ITER 計画は、おそらく、大型科学技術プロジェクトとして、段階的な合意形成が試みられた初めての例ではないかと思われる。それは、以下の4段階であり、各界各層での意見交換が行われ、注意深く幅広い視点から政策決定が行われた。

- (1) 核融合会議(原子力委員会の下の委員会(当時))
- (2) 原子力委員会
- (3) 総合科学技術会議
- (4) 閣議

核融合開発は原子力委員会の策定した基本計画(第三段階核融合研究開発基本計画)に従って行われており、実験炉は第三段階基本計画の中核計画である。我が国での政策決定に先立ち、核融合会議及びいくつかの専門家によるグループで具体的な議論が行われた。特に、ITER の建設参加・誘致に関しては、核融合会議の下で以下に示すワーキンググループを設置して多方面からその妥当性を検討した。

- (1-1) ITER 計画懇談会(座長:吉川弘之東大教授、1997-2001年)
- (1-2) 開発戦略検討分科会(座長:井上信幸京大教授、核融合会議座長)
- (1-3) 研究の資源配分と国際協力の責任分担に関する検討委員会(座長:村上陽一郎国際基督教大学教授)、
- (1-4) エネルギーの需給及び代替エネルギーのフィージビリティに関する検討委員会(座長:茅陽一慶応義塾大教授)

総合科学技術会議からの提言を受け、平成14年5月31日に、「国際熱核融合実験炉(ITER)計画について」の閣議了解が行われ、その中で「ITER 計画への取り組みについては、別紙の総合科学技術会議「国際熱核融合実験炉(ITER)計画について」を基に、我が国は国際協力によって ITER 計画を推進することを基本方針とし、国内誘致を視野に入れ、協議のために青森県上北郡六ヶ所村を国内候補地として提示して政府間協議に臨むことを了解する。(以下省略)」と述べられている。

3. 各界各層からの「熱意」に溢れた支援・支持

ITER の国内サイトに関しては、那珂、六ヶ所、苫東の3カ所が、それぞれ県議会の誘致決議を受けて自治体から誘致の意思表示があった。科学技術庁(当時)の中に国内評価の委員会が設けられ、3サイトの評価が行われた後、最終的に六ヶ所村に絞られた。国内サイトの選定期間は各自治体がそれぞれに国内、国際の場で誘致を表明し、六ヶ所村に絞られてからは、文部科学省、青森県(六ヶ所村を含む)、日本原子力研究所の三者による協議会を設けて「一つのチームとして」サイト提案書の作成、国際協議や学会の場でサイトの売り込みを行い、「熱意」を示した。政府の国際協議の進め方の巧みさもあったが、最後までサイト交渉がもつれ、最終的には政治決着で決めざるを得なかったのは、これら関係者の熱意に支えられていたことが大きかったと思われる。

また、日本の核融合研究開発は、早い時期から多くの国会議員の理解を得ながら進めていた。科学技術庁

(当時、現在は文部科学省)の担当者、日本の核融合研究者の信念、産業界の強力な支持もドライバーになった。

4. 誘致活動をより強固にするために

ITER 建設サイトの誘致活動は政府レベルの交渉マターであり、技術的な支援を行う立場であった報告者が伺うことの出来ない側面も多々あったかと思われる。しかし、限られた経験に基づいた個人的な視点ではあるものの、このような誘致活動をより強固なものにするために、上記1. ～3. に加えて、以下のような要因も考慮していくべきかと思われる。

- (1)「新しいもの」「国際的なもの」「トップに立つこと」を受け入れるための土壌形成と醸成
- (2) 国一体となった誘致活動の更なる強化・展開
- (3) マスコミへの対応
- (4) 情報収集の更なる強化と対応の強化

(抜粋引用終り)

2) 国際的な合意形成についての調査・分析

ITER 計画の企画立案から実施に至るまでの国家間の調整、手続きにおける課題点および解決策の調査、分析を行う。

(1) 調整に要した期間、調整のプロセス

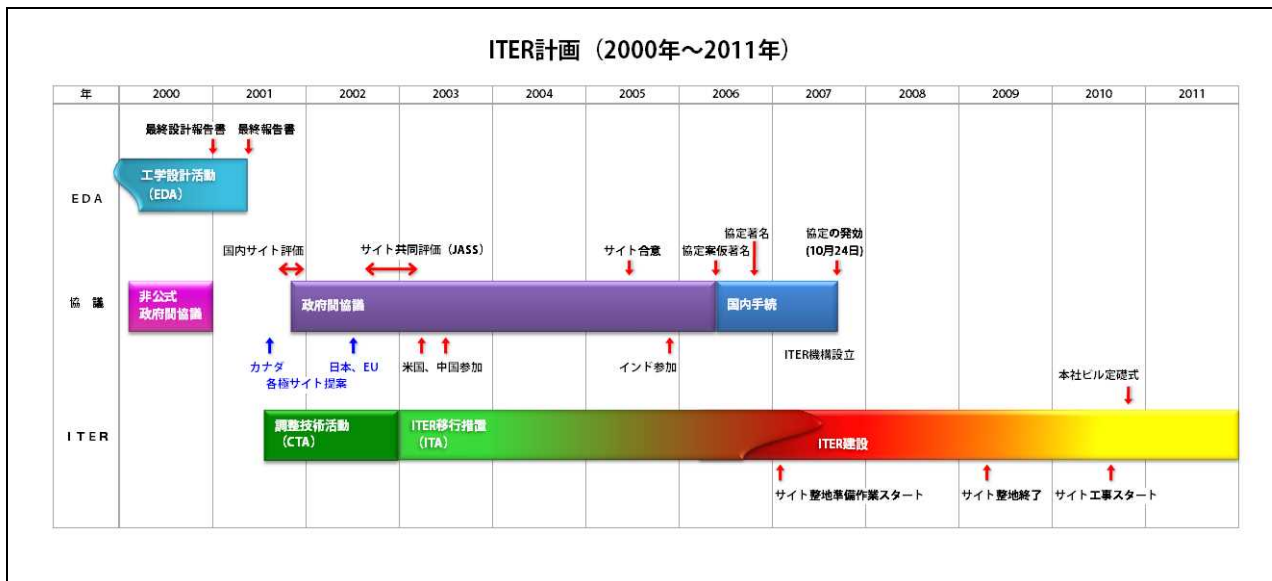
① ITER 機構設立の経緯

日欧露米韓中印の参加 7 極は、ITER の建設と運転に関する国際協定を結ぶための政府間協議を行ない、2006 年 5 月に仮署名、11 月末に署名した。その後、参加極の批准を受けて 2007 年 10 月に協定が発効し、ITER 国際核融合エネルギー機構による建設活動が開始された。

ITER に関する政府間協議は 2001 年に開始され、途中から日本、米国、EU、ロシアに加えて中国、韓国、インドが参加し、ITER 設立協定、物品調達の手配と調達方法、プロジェクト運営、ITER 建設サイト、機構長等の人事等の検討がなされた。

この協議において、日本(青森県六ヶ所村)と EU(仏・カダラッシュ)が建設サイトの誘致を強く希望したためその決定に時間を要したが、最終的には 2005 年に建設サイトが南仏のカダラッシュ(現在はサン・ポール・レ・デュランスに呼称変更)に決定した。

図表 22 ITER 計画の経緯(2000 年～2011 年)



出所 量子科学技術研究開発機構ホームページ

http://www.fusion.qst.go.jp/ITER/io/page3_1.html 2017 年 1 月 25 日参照

詳細な経緯とプロセスは、以下のとおり。

図表 23 詳細な経緯とプロセス

1985 年	米ソ首脳会議で核融合の国際共同開発に合意。日欧にも呼びかけて ITER 計画が発足
1988 年	独マックスプランク物理研究所を拠点として、概念設計活動を実施。IAEA が後援。(この段階では、参加国の脱退規定を設けず幅広い参加を募った)
1992-2001 年	ITER 工学設計活動(EDA)が行われた。設計は国際チームが中心になって行い、設計に基づく技術開発は日本・EU・ロシア・米国が分担して実施。
2000 年	非公式政府間協議が行われた。
2001 年 7 月	最終設計書が完成して工学設計活動が終了。工学設計に基づく ITER の建設費用の見積額は「50 億ユーロ」とされた。

- 2001年11月 日本、EU、ロシア、カナダの4極により、ITER 機構設立協定の締結及びサイト選定等に向けた政府間協議が開始された。
- 2003年 米国がイーター交渉に再参加する(2003年2月)と共に、中国が新規に参加した。その後、韓国(2003年6月)、インド(2005年12月)が新規参加し、カナダが交渉から撤退した(2003年12月)。
- 2005年6月 ITER 閣僚会議において ITER 交渉当事者(日欧露米韓中の6極)の代表による共同宣言(モスクワ共同宣言)が署名された。共同宣言では、ITER は国際機関(ITER 機構)によって実施されるべきこと、ITER はフランスのサン・ポール・レ・デュランスに置くことなどが表明された。
- 2006年5月 ITER 閣僚会議において ITER 交渉当事者の代表による共同宣言(ブリュッセル共同宣言)が署名された。共同宣言では、価額見積、費用分担調達配分、全体事業日程、ITER の運営・調達、運転計画の原則について表明された。
- 2006年11月 ITER 閣僚級会合が2006年11月21日にパリの大統領府において開催され、ITER 機構設立協定「イーター事業の共同による実施のためのイーター国際核融合エネルギー機構の設立に関する協定」、及び ITER 特権免除協定「イーター事業の共同による実施のためのイーター国際核融合エネルギー機構の特権及び免除に関する協定」が署名された。それに引き続き、第1回暫定 ITER 理事会が開催され、ITER 協定の暫定適用のもとで国際事業体「ITER 国際核融合エネルギー機構(ITER 機構)」の活動を開始することが了承された。
- 2007年10月 その後、参加極の批准と承認を受けて、2007年10月24日に ITER 機構設立協定が発効し、「ITER 国際核融合エネルギー機構」(ITER International Fusion Energy Organization)が設立された。同時に、ITER の建設が開始された(当時は2016年運転開始予定)。
- 2008年 詳細な設計レビューによって、ITER マシンの設計に大きな変更があった。(ITER としての上位計画は変更せず、実現のためのテクニカルオブジェクティブの観点からコスト削減を実現。アウトプットのレベルを技術的に意味のある水準に引き下げることでコスト削減を実現するような計画を策定)
- 2013年10月 「2013年 ITER 運営評価報告」(2013 ITER Management Assessment)が作成され ITER 理事会に提出され、ITER 事業の運営に関する11項目の勧告が出された。
- 2014年2月 ITER 理事会が開催され、機器や建屋の設計が最大23ヵ月遅れているとの報告がなされた(当初は2015年に建屋建設終了予定)。理事会は、計画の遅れを取り戻すため ITER 機構の再編を合意した(設計管理の専門部署の新設し、機器の設計変更へ迅速に対応など)
- 2014年7月 ITER 機構長(本島氏)が、ITER の運転開始が2022年又は2023年頃に延びる可能性に言及(取材対応)
- 2015年1月 ITER 機構長が交代し、新機構長(Bigot 氏)は、ITER 全体プロジェクトのボトムアップレビューを指示した(その結果は、“baseline”と呼ばれる)
- 2015年3月 新機構長が正式に就任。7項目のアクションプラン2015を策定し、ITER 機構のガバナンス改革を実施した。
- 2015年11月 第17回理事会が開催され、ITER 全体の「更新スケジュール」(baseline)が提出された。2016年6月までに外部専門家による更新スケジュールのレビューを完了し、新スケジュールに合意することとなった。
- 2016年6月 第18回理事会が開催され、ITER 理事会独立レビューグループによる評価結果を踏まえて、2015年12月のファーストプラズマ及び米国提案の重点事項に関するレビューの導入の検討が合意された。
- 2016年11月 第19回理事会が開催され、2035年12月に核融合運転を開始することが承認された。また、建設コストについては2035年までで約52億ユーロ(約6,500億円)を増額すること(うち、日本負担分は約570億円)が暫定承認された。

出所 以下の資料をもとにした情報をNRIで集約加工し、作成した。

- ・「ITER 機構(IO)の活動」量子科学技術研究開発機構ホームページ掲載情報
http://www.fusion.qst.go.jp/ITER/io/page3_1.html
- ・「イーター(ITER)事業」外務省ホームページ掲載情報
<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/technology/takoku/iter.html>
- ・「ITER 計画の経緯－計画全体の経緯と日本の実験炉計画－」原子力百科事典 ATOMICA<一般財団法人高度情報科学技術研究機構(RIST)運営>
http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_No=07-05-03-03
- ・「ITER 計画の新たなスケジュール及びコストについて」平成28年11月、文部科学省研究開発局研究開発戦略官付(第8回核融合科学技術委員会資料5)
- ・その他公開資料

(2) 最終的に合意に至って実施する際の手続き・プロセス

ITER 機構設立にあたっては、以下の政府間での手続き・プロセスが取られた。公式の政府間協議は、2001年11月(日、欧、露、加の4極で開始)から2006年5月(ブリュッセル共同宣言署名)まで行われた。

①ITER 交渉当事者の代表による共同宣言(モスクワ共同宣言)の作成と署名

参加6極(EU、中国、インド、日本、韓国、ロシア、米国)の代表者によって「イーター閣僚会議におけるイーター交渉の当事者の代表による共同宣言」が実施された(2005年6月28日、モスクワ)

同共同宣言では、主に次の点が表明された。

- ・ ITER は、協定の締約者により設立され支援される国際機関(ITER 機構)により実施されるべきこと
- ・ ITER はフランスのサン・ポール・レ・デュランスに置くこと
- ・ ITER の部品の調達に関する締約者間の費用分担及び配分は、ITER 交渉の枠組みの下で到達したコンセンサスに従うべきこと

②ITER 交渉団による最終報告書の作成と各極の当局への提出

ITER 事業の共同実施に関する交渉に参加した極の代表者は、ITER 計画の共同実施のための ITER 国際核融合エネルギー機構を設立する協定を締結することを目的とし、報告書「イーター事業の共同による実施に関する交渉の最終報告書」(以下の二つの添付書類により構成)をそれぞれの極の当局に提出する用意があることを表明した(2006年4月1日、東京)

- ・ 「イーター協定及び附属書」
- ・ 「交渉団の共通理解の記録」

③ITER 交渉当事者の代表による共同宣言(ブリュッセル共同宣言)の作成と署名

参加6極(EU、中国、インド、日本、韓国、ロシア、米国)の代表者によって「イーター閣僚会議におけるイーター交渉の当事者の代表による共同宣言」が実施された(2006年5月24日、ブリュッセル)

同共同宣言では、ITER 事業の実施において、2006年4月1日に東京で採択された ITER 交渉団による最終報告書において参照される次の共通理解を適用することが表明された。

- ・ イーターの各段階に関する価額の見積り
- ・ イーター事業のすべての段階に関する費用分担、調達配分
- ・ 全体事業日程
- ・ イーターの運営及び調達
- ・ 運転計画の原則

④ITER 機構設立協定の作成と署名

ITER 機構の設立にあたって「イーター事業の共同による実施のためのイーター国際核融合エネルギー機構の設立に関する協定」(“Agreement on the Establishment of the ITER International Fusion Energy Organaization for the Joint Implementation of the ITER Project”)が作成され、参加極が署名した(2006年11月21日、パリ)。

同設立協定には、合せて次の2つの附属書が作成され添付された。

- ・ 「情報及び知的財産に関する附属書」
- ・ 「イーター建設に対する支援に関する附属書」

⑤ITER 機構設立に関する特権及び免除に関する協定の作成と署名

ITER 機構の設立等に関する政府間協議において、特権及び免除についても協議された。その結果、特権及び免除に関する協定「イーター事業の共同による実施のためのイーター国際核融合エネルギー機構の特権及び免除に関する協定」(“Agreement on the Privileges and Immunities of the ITER International Fusion Energy Organaization for the Joint Implementation of the ITER Project”)を作成することで一致し、2006年5月に協定の案文につき原則合意が成立。2006年11月21日にパリにおいて、日本、欧州原子力共同体、中国、インド、韓国及びロシアの代表により署名が行われた。

⑥ITER 機構設立協定の発効

2006年11月にITER 機構設立協定に署名した参加極の批准と承認を受けて、2007年10月24日にITER 機構設立協定が発効し、「ITER 国際核融合エネルギー機構」(ITER International Fusion Energy Organaization)が設立された。同時に、ITER の建設が開始された。

3) 国際分担についての調査・分析

ITER 機構設立のために必要な資金、人材、資産等のコストを、どのような方針や考え方に基づいて協議し、各国の拠出分担割合を決定したか、また、参加国間における分担の状況等の実態を整理する。

(1) ITER への参加のステータス

前者は、EU が該当する。後者は、日本、米国、韓国、中国、ロシア、インドが該当する。これらの7加盟者は、「極」とも呼ばれる。

なお、ITER 加盟者(極)の権利・利点、義務は、次のとおり(ITER 機構資料より)。

■加盟者の権利・利点

- ・最も野心的な科学技術プロジェクト及び最先進国との国際協働に参加できること
- ・世界の平和維持、エネルギー・環境問題解決に資する新しい文化を創造できること
- ・ITER プロジェクトの最新情報に関する全ての知的財産権にアクセスできること
- ・ITER プロジェクトの実験及び研究にアクセスできること
- ・ITER 理事会のメンバー(理事)になり、議決権を持つこと
- ・ITER 機構の職員として科学者、エンジニア、事務職スタッフを派遣できること

■加盟者の義務

- ・金納(Cash)及び物納(In-kind)による貢献を行うこと
(建設、運営、廃止の各段階において)

加盟者の義務に関連して、特に脱退については、脱退までの期間設定や費用負担について厳格な取り決めがなされ、以下のような事項が明記された。

- ・この協定が効力を生じた日から10年を経過した後は、接受締約者以外のいずれの締約者も、この協定から脱退する意図を寄託者に通告することができる。
- ・脱退は、脱退する締約者のイーター施設の建設費への貢献に影響を及ぼすものではない。締約者がイーターの運転期間中に脱退する場合には、当該締約者は、合意されるイーター施設の廃止に係る費用についても分担する。
- ・脱退は、締約者が脱退する前にこの協定の実施によって生じていた当該締約者のいかなる継続的な権利、義務及び法的状態にも影響を及ぼすものではない。
- ・脱退は、1に規定する通告が行われた会計年度の次の会計年度の末日に効力を生ずる。5. イーター機構は、脱退する締約者と協議の上、脱退の詳細を書面により作成する。

(2) ITER サイト選定過程における国際分担合意の実態

ITER サイトの誘致に関しては、政府間調整(当初 4 カ国(日、欧、露、加)、最終的に 6 カ国(日、欧、露、米、中、韓))の結果、最終的にフランスと日本の一騎打ちとなった。国際的な調整の過程において、フランスと日本の中で分担に関わる次のような交渉と駆け引きがあったとされている。

① 貢献割合(費用分担割合)をめぐる合意形成

貢献割合(費用分担割合)について、日本とフランスの間で数字をめぐる競争があったとされる。両国が提示した最終の割合は 58%であった(日本は当初 30%程度を提示、その後 50%、58%と数字を上げていった)。両国の最終提示割合を合わせると 116%で、16%分が超過することになった。

両国はこの 16%分を使って、非ホスト国において ITER と連携する BA(幅広いアプローチ)活動を実施することで合意した。こうした経緯を経て、ホスト国の ITER に対する分担割合は 50%(インド加盟後は 45.46%)に決着した。

一方で、ホスト国の分担割合が 50%(過半数)を超えると、権限が強くなりすぎて望ましくない(ITER は可能な限り平等であることが原則、ホスト国の暴走を許してはいけない)という雰囲気や議論が加盟国間であったと言われている。その結果、ITER は民主的で、突出したリーダーが存在しないという体制上の枠組みとなった。この点は、ISS や CERN と異なる点である。

② ホスト国、非ホスト国の条件についての合意

日本とフランスの誘致競争の過程において(フランスのカダラッシュに決まる前に)、「ホスト国(極)」と「非ホスト国(極)」が Win-Win の関係になるように、次のようなパッケージの合意がなされたとされている。

- ・ 非ホスト国が、初代機構長を出す
- ・ 非ホスト国が、職員の分担割合をホスト国から 10%譲り受ける
- ・ 非ホスト国が、ホスト国から 10%の分担割合の割譲を受け、ホスト国の資金で機器を製作する
- ・ 将来的に原型炉を国際協力で建設する場合、原型炉は非ホスト国で建設し、ホスト国が支援する

この合意の後、フランスのカダラッシュに立地が決定したため、EU がホスト極、日本が非ホスト国(極)となった。これにより欧州と日本の上記合意事項にしたがって、非ホスト国である日本が、初代機構長を出すとともに、建設期における調達分担割合のうち、欧州から 10%分の分担割合(当初 10%、インド参加後は 9.09%)が日本へ移譲されたとされている。

(3) 金銭的コストの分担の基本的コンセプトと状況

①ITER 計画における各極の分担の基本的コンセプト

ITER 事業の費用分担の枠組みは、ブリュッセル共同宣言の記録「ITER 事業のすべての段階に関する費用分担」に次のように記載されている。

■ITER 事業の段階区分

ITER 事業は、次の4つの段階に区分される。

- ・建設、運転、除染、廃止

■「建設段階(10 年間)」における費用分担

建設段階に関する見積り費用の分担は、貢献(注)の総額に対する割合(%)及び ITER 会計単位(IUA)の双方によって次のように表示されている。

(注)建設に関する貢献とは、ITER 工学設計活動の最終設計報告書に記載されている合意された建設費見積りの総額及び分割調達に関する調整経費に係る各締約者の分担として各締約者が行う貢献をいう。

図表 24 「建設段階(10 年間)」における費用分担

極	欧州	日本	米国	韓国	中国	ロシア	インド	合計
割合%	45.46	9.09	9.09	9.09	9.09	9.09	9.09	100
kIUA	1,626.23	325.245	325.245	325.245	325.245	325.245	325.245	3,577.70

出所 ITER アニュアルレポート 2015

※1kIUA は、1989 年 1 月の百万米ドルに等しい。

$$3577.70\text{kIUA}=3577.70 \text{ 百万 US\$ } =5,116 \text{ 億円 } \quad (1\text{US\$ } =143 \text{ 円})$$

なお、ITER 建設段階における調達のうち、全体の約 13%は参加極からの現金調達、残りの約 87%は物納調達となっている。

■「運転段階(20 年間)」における費用分担

運転段階に関する見積り費用の締約者の分担は、貢献の総額に対する割合(%)及び ITER 会計単位(IUA)の双方によって次のように表示されている。

図表 25 「運転段階(20 年間)」における費用分担(各年)

極	欧州	日本	米国	韓国	中国	ロシア	インド	合計
割合%	34	13	13	10	10	10	10	100
kIUA	63.92	24.44	24.44	18.80	18.80	18.80	18.80	188.00

出所 ITER アニュアルレポート 2015

※1kIUA は、1989 年 1 月の百万米ドルに等しい。188kIUA=188 百万 US\$ =269 億円 (1US\$ =143 円)

②ITER 計画における各極の分担の実態

ITER 計画における各極のこれまでの貢献額は、次図表のとおり。

現金貢献額(Contributions in Cash)は、累積で 1,336 百万ユーロ(約 1,780 億円)となっている。その各極の分担割合は、協定合意の割合と一致している。単年(2015 年)でみた現金貢献額もほぼ合意割合と一致しており、毎年各極から分担金は割合に応じて納入されていることがわかる。

一方、物納貢献額(Contributions in Kind)は、814 百万ユーロ(約 1,082 億円)となっている。その各極の分担割合は、ばらつきがみられる。その理由は、各極から物納される機器の種類、価額、納期に違いがあることによっている。

図表 26 参加極の累積貢献額(2007 年～2015 年 12 月末の累積)

	金納貢献 Contributions in Cash		物納貢献 Contributions in Kind		合計		参考 建設段階の 費用分担割合 (協定合意)	参考 建設段階の 物納分担割合 (合意)
	(千€)	(構成比)	(千€)	(構成比)	(千€)	(構成比)		
欧州	607,160	45.5%	263,121	32.3%	870,281	40.5%	45.5%	36.4%
中国	121,408	9.1%	79,099	9.7%	200,507	9.3%	9.1%	9.1%
インド	121,378	9.1%	35,640	4.4%	157,018	7.3%	9.1%	9.1%
日本	121,408	9.1%	200,525	24.6%	321,933	15.0%	9.1%	18.2%
韓国	121,406	9.1%	100,784	12.4%	222,190	10.3%	9.1%	9.1%
ロシア	121,408	9.1%	93,003	11.4%	214,411	10.0%	9.1%	9.1%
米国	121,690	9.1%	41,732	5.1%	163,422	7.6%	9.1%	9.1%
合計	1,335,857	100%	813,903	100%	2,149,760	100%	100%	100%

出所 ITER Organization 2015 Financial Report

図表 27 参加極の年間貢献額(2015 年単年)

	金納貢献 Contributions in Cash		物納貢献 Contributions in Kind		合計		参考 建設段階の 費用分担割合 (協定合意)	参考 建設段階の 物納分担割合 (合意)
	(千€)	(構成比)	(千€)	(構成比)	(千€)	(構成比)		
欧州	81,509	45.3%	119,777	37.1%	201,286	40.1%	45.5%	36.4%
中国	15,995	8.9%	48,782	15.1%	64,777	12.9%	9.1%	9.1%
インド	16,752	9.3%	9,765	3.0%	26,517	5.3%	9.1%	9.1%
日本	16,161	9.0%	72,158	22.4%	88,319	17.6%	9.1%	18.2%
韓国	14,666	8.2%	9,265	2.9%	23,931	4.8%	9.1%	9.1%
ロシア	16,854	9.4%	40,207	12.5%	57,061	11.4%	9.1%	9.1%
米国	17,988	10.0%	22,686	7.0%	40,674	8.1%	9.1%	9.1%
合計	179,925	100%	322,640	100%	502,564	100%	100%	100%

出所 ITER Organization 2015 Financial Report

(3) 物的コストの分担の基本的コンセプトと状況

①ITER 設立協定に示される物納貢献の概要

ITER 建設に必要な構成機器の約 87%は、参加極により物納(Contributions in Kind)される。その際の分担割合は、次のように設定されている。

図表 28 ITER 設立協定に示される物納貢献度合い

極	欧州	日本	米国	韓国	中国	ロシア	インド	合計
比率	4	2	1	1	1	1	1	11
割合%	36.36	18.18	9.09	9.09	9.09	9.09	9.09	100.0

出所 ITER アニュアルレポート 2015

なお、ITER 設置協定上の分担割合は、次のように規定されていた。

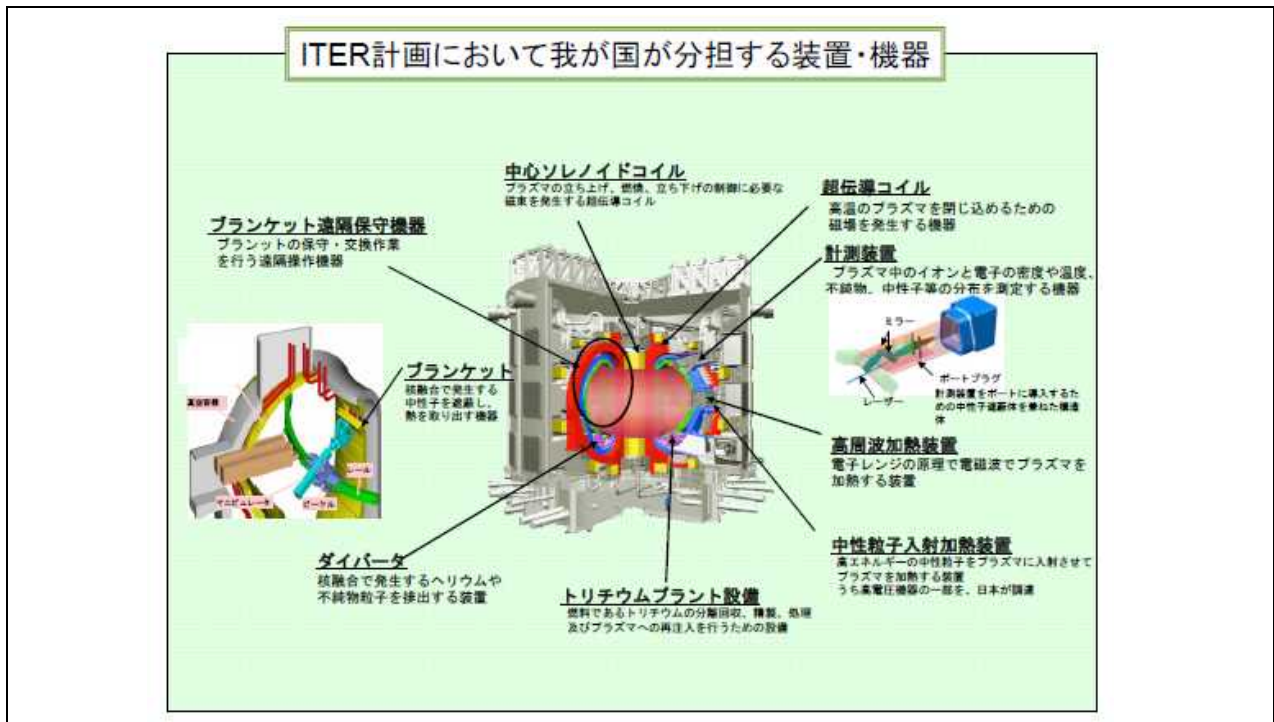
欧州(EU)の割合:5/11 他の参加6極の割合:6/11(各極 1/11)

後に欧州(EU)の分担割合のうち、1/11 が日本に移譲され、日本の分担割合は 2/11 に変更された。

物納方式では、各極が分担した機器を調達・製造して持ち寄り、ITER 機構が全体を組立てる仕組みとなっている。また、各極及びシステム間の取合調整やインテグレーションは、ITER 機構が所掌している。

物納の分担(各極が担う機器の種類)は、各極の技術基盤や核融合開発計画に基づいて決定され、各極の貢献度に従った公平な分担になっているとされている。

図表 29 ITER 計画において我が国が分担した装置・機器



出所 「ITER 計画・BA の現状と我が国の取組」平成 20 年 2 月 14 日、文部科学省研究開発局研究開発戦略官付

②ITER の物納貢献額の算定及び調整方法

ITER の物納額は、工学設計活動終了後(2001 年)に、各機器の製造の作業量の見積りから、kIUA(ITER の会計単位)で算出したものである。実際の調達コスト(現地通貨ベースの実支払い額)は、担当極によってかなり異なると推測されるが、費用分担はあくまで kIUA ベースで行い、実際の調達コスト額と乖離が出て調整は行わないというルールになっている。

ITER の建設費として、最近では 150 億ユーロという数字が出されている。これは、欧州の予算額が 66 億ユーロと公表されたため、これが欧州の分担割合 45.46%に該当するとし、全体額を逆算した数字である。

2016 年 11 月の第 19 回 ITER 理事会の資料では、ITER の運転開始時期(ファーストプラズマ)は 2025 年とされ、建設コストの増額は 2035 年までで約 52 億ユーロ(6,500 億円)とされているが、この増額は全て現金貢献の額である。kIUA は、毎年ユーロとの換算額が決められており(2017 年では、169 万ユーロが1kIUA)、現金貢献の部分は正確にユーロに換算できる。

一方、物納貢献額は kIUA でしか表示されていないため、実際に各国で製造コストがどれだけかかっているかの数字は不明である。kIUA で示される物納貢献額は、ITER 設立協定締結時とほとんど変化していない。これに対し、現金貢献額は ITER 機構自らで組み立てる費用(キャッシュが必要)が過少であったため、増額が決定され、2010 年のベースライン見直し合意の際に、協定締結時のキャッシュの2倍ほどに増額(3,577kIUA から 4,700kIUA へ)された。現金貢献部分の kIUA が増えたということである。第 19 回 ITER 理事会(2016 年 11 月開催)で、同様なことが起こった。物納貢献額は変わっていないが、現金貢献部分の kIUA が増え、総額が 7,800kIUA に増額された。ITER における機器の据付け・組立てにかかる費用が過少評価されていたこと、職員の雇用期間が予想以上に長くなったことなどが主な理由である。

ITER 設立協定当時の全体に占める物納貢献額の割合は約 87%、現金貢献額の割合は約 13%であったが、最新では6割ぐらいが現金貢献額である(物納額は 2,900kIUA 程度でほとんど変わっていない)。ただし、実際の各極での調達額(現地通貨換算)は物価上昇等の理由により、膨らんでいると推測される。

日本では JAEA の理事長の下にコスト評価委員会が設置され、できるだけコストを下げるという方針を維持しつつ、物納貢献額(コスト)の見直しが行われてきた。その結果、最終的には日本の貢献額として、総額 2,100 億円程度になることが合意されている。2001 年の建設費用見直しの際の見積りに比較して、2.5 倍～3 倍程度になっている。

以上のように ITER 建設費は見直されているが、建設期の費用分担割合(EU:45.46% 他 6 極 9.09%)は堅持される。また、物納貢献の価額の差は、建設期の終盤の現金貢献で調整することとなっている。

③ITER の物納貢献方式のメリット・デメリット

ITER 機構が物納貢献方式を採用した理由は、概ね、次のとおり。

ITER の最終目的は核融合発電の原型炉をつくることにあり、そのための鍵(キー)となる技術はいずれの極(国)も確保したい意向を持つ。その際に、資金だけ出す方式の場合、主要な機器の製造発注先が自国の企業になる保証は無い、すなわち核融合発電原型炉の鍵技術が自国に蓄積されないとの懸念が生まれた。こうした懸念を背景に、物納を多くするという合意が形成された。

物納方式の各極のメリットとしては、各極の貢献額により、当該極の産業界が発注を受け製造技術が極内に蓄積されることが挙げられる。また、ITER 機構側からみると、物納額を最初に決めた後の機器製造・納入責任を、各極の DA に持たせることによって、マネジメント上のリスクを軽減できるというメリットも発生している。実際に、各極の製造実費コストは上昇しており、その分は各極が負担していることから、結果として ITER 機構はコス

ト上昇のリスクを回避できていることになる。

一方、ITER 機構側のデメリットとしては、各極が機器等を納入することによってインターフェースが増えるため、調整が必要になり実際の調達コストが上昇する可能性があるという点が挙げられる。また、類似した機器を複数極で製造する場合、同様の生産設備が複数極それぞれで持つことになり、生産設備の重複による非効率性という問題も発生する。

インターフェースの調整による問題が発生した例として、「建屋」が挙げられる。建屋は、EU が調達責任を持っている。このため、ITER 機構が設計図面を EU に渡したが ITER 側において設計図面の変更が頻繁にあり、それに対して EU 側は対応できないと拒否し交渉・調整が長引いた結果、建設が何年も遅れるという事態となっている。

このように物納機器の開発・設計のフェーズ(仕様がようやく決まったレベル、基本設計ができたレベル等)と、建屋の設計フェーズ(詳細設計まで達しているレベル)がずれることによって、設計変更が余儀なくされるということである。

さらに、当初合意した機器の分担にしたがって製造を進めていったところ、当該極(国)の技術力では製造できないという事態も発生し、技術力を持つ極に寄せ集める、あるいは各極間で分担機器のバーターを行ったりするなどの調整を行ってきた。こうした調整のコストが発生することも物納貢献方式のデメリットの一つである。

以上のような物納貢献方式の問題を解消するために、ITER では事業チーム(ITER 機構と DA の合同)が設置され、予備基金を導入しインターフェースを順次迅速に確定していこうとする動きが始まっている。

(4) 人的コストの分担の基本的コンセプトと状況

①ITER 機構の各極別職員枠の基本コンセプト

ITER 機構の職員は、加盟者(極)の貢献に応じた加盟者間での役職の適切な配分を考慮しつつ、その者の能力に基づいて任命される、とされている。

また、加盟者(極)は、協定及び関連規則に従って、ITER 機構に人員を出向させる、及び客員の研究者を派遣することができる、とされている。

ITER 機構の職員枠は、次のように規定されている。

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">○建設期間の職員枠：加盟者の「調達分担割合」に準じる○運転期間の職員枠：加盟者の「費用分担割合」に準じる |
|---|

このように ITER 設立協定では、建設期における職員枠は、加盟者(極)の「調達分担割合」に準じるとされていることから、たとえば、日本は職員枠として 18.18%(当初分担割合 9.09%+欧州からの移譲分担割合 9.09%)を確保する権利(最大採用枠)を持っていることになる。また、専門職員の職員採用枠は、できる限り貢献分担割合に従うのが各極の共通理解となっている。しかし、実際には、現時点での ITER 機構職員の各極別割合は、貢献分担割合通りにはなっていない。

②ITER 機構の各極別職員数の実態

ITER 機構の職員数は、2016 年 6 月末現在で 693 人となっている。このうち、専門職員数は 416 人、支援職員数は 277 人である。核融合の専門家に加え、一般機械、電気、プラント工学等を専門とする技術者や事務職が採用されている。

極別構成比をみると、欧州が 70%と突出しており、その他の極は 10%未満である。建設段階の費用分担割合と比較してかなり乖離している。その理由としては、各極の職員枠(上限)は、費用分担割合と同等に設定されているものの、実際の応募者数にそもそも大きな差があり、欧州からの応募者が多いことが挙げられる。

なお、支援職員は地元調整があるためフランス語が堪能でなければならないことから、必然的にホスト国(フランス)からの採用数が多くなる。これに対して、専門職員は英語ができればよいことから、より各極分担割合に近い採用割合になっても良い、と考えられている。

こうしたやや偏った状態の改善に向けて、現在 ITER 機構では、職員採用に当たり、応募者の能力が同程度であるなら、EU 以外の極(国)からの応募者を採用するという方針がとられている。

なお、2017 年 1 月時点での日本人職員は計 24 人(一般職員 5 人、専門職員 19 人)である。日本の専門職の割合は 4.6%となっているが、上限枠の半分程度にとどまっている。日本では、企業や大学においては人の派遣に関して十分にインセンティブが働いていないこと、一方、JAEA(現 QST)は専門家集団ではあるがその職員数に制限があるといったことが背景にあり、日本から ITER 機構の職員公募に応じる人材が少ないという状況がある。

図表 30 ITER 機構の参加極別全職員数及び構成比

	2014 年末	2015 年末	2016 年末		参考 建設段階の費用分担割合
	(実人)	(実人)	(実人)	(構成比)	
欧州	412	446	486	70.1%	45.5%
中国	50	55	61	8.8%	9.1%
韓国	33	32	33	4.8%	9.1%
米国	36	32	32	4.6%	9.1%
ロシア	30	30	32	4.6%	9.1%
日本	29	25	25	3.6%	9.1%
インド	19	22	24	3.5%	9.1%
合計	609	642	693	100%	100%

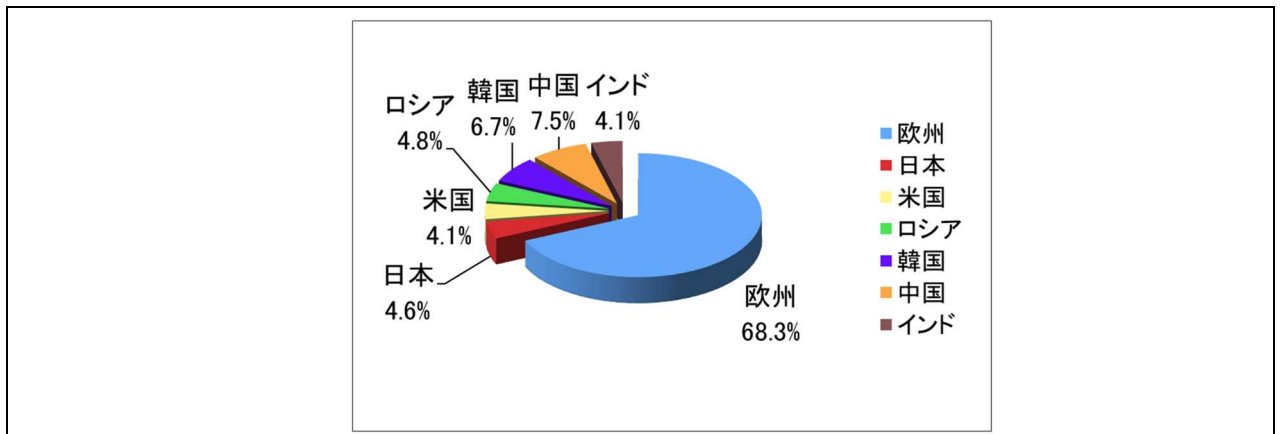
出所 ITER Organization 2015 Annual Report、量子科学技術研究開発機構資料

図表 31 ITER 機構の参加極別ステータス別の職員数及び構成比(2016 年 6 月末現在)

	総数		専門職員		支援職員		参考 建設段階の費用 分担割合
	(実人)	(構成比)	(実人)	(構成比)	(実人)	(構成比)	
欧州	486	70.1%	284	68.3%	202	72.9%	45.50%
中国	61	8.8%	31	7.5%	30	10.8%	9.10%
韓国	33	4.8%	28	6.7%	5	1.8%	9.10%
米国	32	4.6%	17	4.1%	15	5.4%	9.10%
ロシア	32	4.6%	20	4.8%	12	4.3%	9.10%
日本	25	3.6%	19	4.6%	6	2.2%	9.10%
インド	24	3.5%	17	4.1%	7	2.5%	9.10%
合計	693	100%	416	100%	277	100%	100%

出所 量子科学技術研究開発機構資料

図表 32 専門職員の各極構成比(2016 年 6 月末)



出所 量子科学技術研究開発機構資料

(5) ホスト国(接受国)の分担(負担)の状況

ホスト国のフランスは、EU の建設費用分担割合 45.46%のうち 9.09%を分担することになっている。ITER 機構全体で見るとフランスの分担は、1/11(11 分の 1)ということになる。

ITER では、設立協定の附属書「ITER 建設地に対する支援に関する附属書」にホスト国(接受国)となるフランスが負担すべき事項が規定されている。主な事項は、「土地、建物、施設及び通行(第四条)」、「役務(第五条)」、「教育(第六条)」に分かれ、以下のものが挙げられている。

【土地、建物、施設及び通行に関わる事項】

- ・ホスト国は、ITER の土地を無償で提供すること
- ・ITER 建設地境界まで提供される供給処理基盤(電気、水道、下水、排水、冷却水等の設備及び役務)を提供すること
- ・装置輸送のために最寄りの荷上港湾から ITER 建設地までの間の輸送基盤(道路、橋等の基盤及び輸送役務)を提供すること
- ・ITER 建設の過程において必要となる一時的な建物及び施設を提供すること
- ・大容量の通信回線を提供すること

【役務に関わる事項】

- ・支援職員の提供を通ずる役務
- ・医療サービス施設、緊急時対応、警備・警報システム、食堂運営
- ・許可取得手続、安全管理、放射性廃棄物の管理・処分、ごみ処理・清掃、環境監視
- ・語学講座、移転・居住、通勤バス輸送、娯楽・社交・福祉施設、図書館 など

【教育に関わる事項】

- ・ITER 機構職員の子弟のための国際学校の設立

図表 33 「ITER 建設地に対する支援に関する附属書」の第四条条文

条 文
<p>第四条 土地、建物、施設及び通行</p> <p>接受者は、(中略)ITER 建設地の要件及び ITER 建設地の設計に関する前提条件に定める条件に従って、ITER 建設地その他次に掲げる特定の施設及び役務を自己の負担で提供する。</p>
(a)ITER の建物の建設、使用及び拡張並びに補助的な役務の提供を可能にし、かつ、ITER 機構が無償で利用することのできる土地であって国際熱核融合実験炉のための工学設計活動の最終報告書に定めるもの
(b)ITER 建設地の境界まで提供される主要な役務(水道、電気、下水、排水及び警報システム)
(c)ITER 事業のために搬入される最大寸法及び最大重量の装置並びに職員及び訪問者の ITER 建設地の境界までの通行を可能とするマルセイユのオートノム港と ITER 建設地との間の経路における道路、小道及び橋(必要な場合には、これらの改修を含む。)
(d)締約者が貢献する部品のマルセイユのオートノム港から又は空輸の場合にはマリニャーヌ空港から ITER 建設地までの輸送に関する役務
(e)ITER 機構の最終的な建物及び施設が使用可能となるまでの間の ITER 建設地又はその近傍における ITER 機構が必要とする一時的な建物及び施設
(f)電力供給設備(500 メガワットまでの断続的な負荷を伴う電力の供給及び送電網との接続に係る保守による供給の中断のない 120 メガワットの連続的な電力の供給を受けることが可能な電力供給設備の ITER 建設地の境界までの設置及び維持)
(g)平均 450 メガワットの熱エネルギーの環境への放出のための冷却水の供給
(h)大容量のコンピュータ網及び電気通信回線への接続

出所 「ITER 事業の共同による実施のための ITER 国際核融合エネルギー機構の設立に関する協定」の「ITER 建設地に対する支援に関する附属書」

図表 34 「ITER 建設地に対する支援に関する附属書」の第五条条文

条 文
<p>第五条 役務</p> <p>接受者は、前条に掲げる事項のほか、ITER 建設地に対する協定に従って、ITER 機構が必要とする技術上及び管理上の役務並びに一般的な役務を自己の負担で又は検証された費用により提供する。これらの役務には少なくとも次の事項を含む。</p>
(a)支援職員(中略)の提供を通ずる役務
(b)医療サービス施設に係る役務
(c)緊急時における役務
(d)警備及び警報システム並びにその施設に係る役務
(e)食堂に係る役務
(f)許可取得手続に関する支援
(g)安全管理に関する支援
(h)語学講座に関する支援
(i)ITER の運転から生ずる放射性廃棄物の管理及び処分に係る役務
(j)移転及び居住に関する支援
(k)勤務地までの及び勤務地からのバスによる輸送の役務
(l)娯楽、社交及び福祉施設に係る役務
(m)公益事業によって使用に供される役務
(n)図書館及びマルチメディアに係る役務
(o)環境の監視(放射線の監視を含む。)に係る役務
(p)ITER 建設地におけるごみ処理、清掃及び造園に係る役務

出所 「ITER 事業の共同による実施のための ITER 国際核融合エネルギー機構の設立に関する協定」の「ITER 建設地に対する支援に関する附属書」

図表 35 「ITER 建設地に対する支援に関する附属書」の第六条条文

条 文
<p>第六条 教育</p> <p>接受者は、自己の負担で、職員の子弟の教育のための国際学校を設立し、接受締約者以外の締約者の教育当局との協働により作成する国際的かつ中核的な教育課程に基づいた大学前の教育を提供し、及び接受締約者以外の締約者に特有な、かつ、支援された追加的な教育課程の科目の実施を促進する。(以下、省略)</p>

出所 「ITER 事業の共同による実施のための ITER 国際核融合エネルギー機構の設立に関する協定」の「ITER 建設地に対する支援に関する附属書」

以上の枠組みのもとで ITER 周辺の自治体は、ITER の基盤整備費の一部を負担している。2003 年にプロヴァンス・アルプ・コートダジュール州、ITER サイトのあるブシュヌ・ドゥ・ローヌ県、近隣の5つの県、及び PACA (プロバンス・アルプ・コート・ダジュール地域)は、10 年間で ITER プロジェクトのために 467 百万ユーロ(560 億円)を支出することに同意した。基盤整備費の詳細は不明であるが、主なものは、ITER 建設地周辺の道路、電力・水供給施設等である。

ただし、その後、ITER の建設期間が伸びており、国際学校の運営コストも発生していることから、2016 年 9 月に PACA は、追加で 43 百万ユーロ(50 億円程度)を拠出することを決定した。各県も同様に追加拠出することになると推測されている。

ホスト国フランスにおけるこれらの実施項目は、ITER の誘致競争が行われていた当時、サイト選定委員会で日本(六ヶ所村)、フランス(カダラッシュ)、スペインがそれぞれ、誘致獲得のために提案した条件に対して、フランス側より提示されたものである。

図表 36 ITER 建設プロジェクトに係る周辺自治体の基盤整備負担額

地方自治体名	基盤整備費負担額		人口
	百万ユーロ	億円	万人
プロヴァンス・アルプ・コートダジュール州	152	182	495.1(2009 年)
ブーシュ・デュ・ローヌ県	152	182	195.9(2007 年)
ヴァール県	30	36	99.5(2007 年)
ヴォクリューズ県	28	34	55.5(2010 年)
アルプ・マリタイム県	15	18	108.2(2006 年)
アルプ・ド・オート・プロヴァンス県	10	12	15.6(2007 年)
オート・アルプ県	5	6	13.2(2007 年)
エクス自治体間連合	75	90	35.6(2009 年)
合 計	467	560	

※120 円/ユーロで計算

出所 ITER 資料

(6) 知的財産の取扱の基本コンセプトと状況

ITER 機構及び各極の知的財産権の取扱については、以下のように規定されている。

- ・ ITER 機構及び各極は、ITER 協定の実施を通じて創出した知的財産を、無償で ITER 機構及び他極に与える。
- ・ 商業的機密を除く知的財産権が ITER に供給する品目に編入されている場合、理事会が必要と認めたときは、締約極は、ITER 機構及び他極に対し、当該知的財産権を無償で与える。

4) 国際協力事例の推進体制についての調査・分析

ITER の実施体制や推進方策の決定方法や過程、計画遂行に際してのリスク評価や計画の見直しの方法や過程について課題点及び解決策の調査・分析を行う。

(1) プロジェクトの実施主体や推進に当たっての国際調整・意志決定方法や過程

① ITER 機構の目的

ITER 機構は、平和的目的のための核融合エネルギーの科学的及び技術的な実現可能性(将来において持続的な核融合による発電が実現されるであろうことをその重要な特徴とするもの)を証明することを目的とする国際的な事業である ITER 事業について、加盟者間の協力のための措置を講じ、及びこのような協力を促進することを目的とする。(ITER 機構設立協定より)

② ITER 機構の法人格と能力

ITER 機構は、国際法上の法人格(国又は国際機関と協定を締結する能力を含む)を有している。また、同機構は加盟者の領域内において次の事項を含む必要な法律上の能力を有する。

- a) 契約を締結すること
- b) 財産を取得・保存・処分すること
- c) 許可を取得すること
- d) 訴えを提起すること

③ ITER 機構の特権

国際機構(機関)の活動には、所在・活動する国の国内法が適用される。しかし、円滑な任務遂行のために、国内法では認められない特権(privileges)が認められるとともに、国内法の一部適用が免除(immunities)されることが一般的である。

ITER では、2006 年 11 月に ITER 機構設立協定とともに、ITER 特権免除協定が署名された。この特権免除協定の背景としては、次の点が挙げられている(以下、外務省の文書を参考)。

- (a) ITER 事業は、35 年におよぶ長期的かつ大規模な国際的な協力事業である。よって、同事業の実施に当たっては、国際機関の設立が必要であること、並びに国際機関及びその職員等が確実にその任務を遂行するためには、特権及び免除の付与が不可欠であることが認識された。
- (b) このような認識を踏まえ、ITER 国際核融合エネルギー機構(以下「ITER 機構」)の設立等に関する政府間協議において、特権及び免除についても協議された。この結果、特権及び免除に関する協定を作成することで一致し、2006 年 5 月に協定の案文につき原則合意が成立。2006 年 11 月 21 日にパリにおいて、日本、欧州原子力共同体、中国、インド、韓国及びロシアの代表により署名が行われた。

同協定のポイントは、以下の点である。

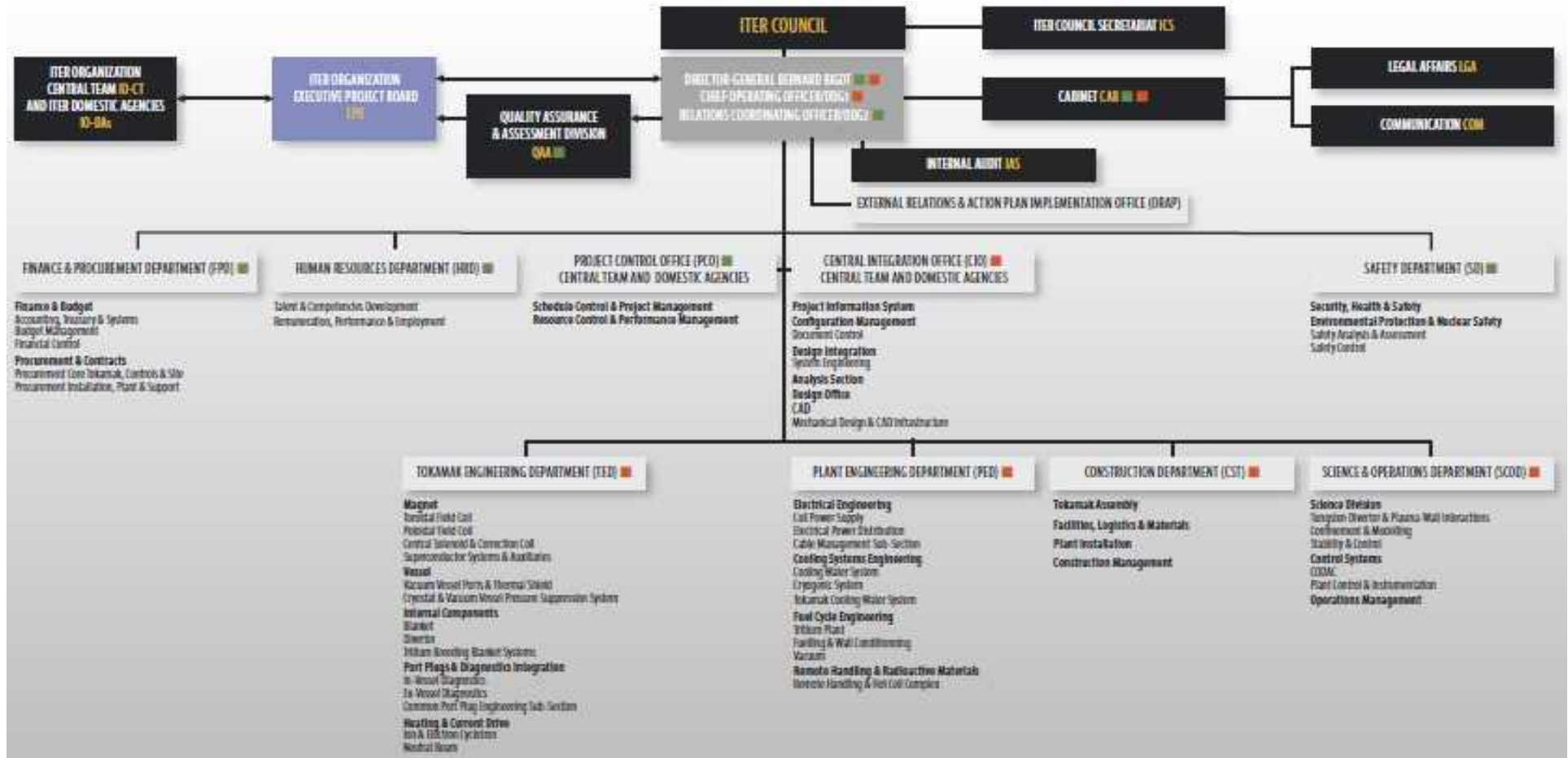
- ・ITER 機構の建物、公文書等は、不可侵とする。
- ・ITER 機構は、裁判権からの免除、強制執行の免除等を享受する。
- ・ITER 機構並びにその財産及び収入については、ITER 機構の公的な活動に関し、直接税、関税等を免除される。
- ・締約者の代表、ITER 機構の事務局長及び職員並びに専門家は、任務の遂行上行った行為についての裁判権からの免除等の特権及び免除を享受する。

協定締結の意義としては、ITER 機構等に対して、裁判権からの免除等の特権及び免除が付与されることにより、ITER 事業の共同による実施を確実に行うための環境が整備されることとなるとされている。

④ITER 機構の組織体制と運営の仕組み

ITER 機構の 2016 年 5 月現在の組織体制図は、次図表のとおり。

図表 37 ITER 機構の組織体制図(2016 年 5 月現在)



出所 ITER 機構ホームページ

■理事会 (ITER Council)

理事会は、ITER 機構の主要な内部機関であり、加盟者の代表で構成される。各加盟者は、理事会へ4人以内の代表を任命する。

理事会は、ITER 機構の目的を達成するため、ITER 機構の活動の促進、全般的な指導及び監督について、協定に従って責任を負う。また、理事会は、協定に従っていかなる問題または事項についても、決定及び勧告を行うことができる。

加盟者は、特定事項以外の全ての事項に関し、「コンセンサス方式」により合意に達するよう最善の努力を払うこととされる。また、合意に達することができない場合には、理事会は「加重投票方式」に従って当該事項を決定することになっている。

票の配分及び意思決定の原則を含む「加重投票方式」は、理事会の手続規則で定められている。なお、各加盟者の票を加重するに当たっては、各加盟者の ITER 機構への貢献が反映されている。

理事会の主な役割は、以下のとおり。

- ・事務局長の任命、交代及び任期の延長を決定すること
- ・機構の職員規則及び事業資源管理規則を採択・改正すること
- ・機構の主要な運営上の組織及び職員の定員を決定すること
- ・幹部職員を任命すること
- ・ITER 事業の総予算及び年次改定の調整範囲を決定し、当初の ITER 事業計画及び資源見積を承認すること
- ・知的財産の管理及び情報の普及に関する規則を採択すること
- ・現地事務所の設置の詳細について承認すること
- ・ITER 機構の本部又は現地事務所が置かれる加盟者又は国との関係を規律する協定又は取決めに承認すること
- ・会計検査委員会の委員を任命すること
- ・ITER 機構運営上の評価を行うため、付託事項を決定し、運営評価人を任命すること
- ・全体的な費用の分担についての変更を承認すること
- ・関係加盟者の調達の配分についての修正を承認すること
- ・ITER 機構の年次予算を採択し、年次決算を承認すること。また、年次報告を採択すること
- ・理事会の補助機関を設置すること
- ・国際協力のための協定または取決めの締結を承認すること
- ・土地及び他の不動産の取得・売却、抵当権の設定について決定すること

(他省略)

※上記は、「ITER 機構設立協定」の条文を正確に記述したものではない点に留意

出所 「ITER 機構設立協定」をもとに NRI が加工して記述

■事務局長(機構長)

ITER 機構の事務局長は、首席行政官であり、同機構の法律上の能力を行使するに当り同機構を代表する。事務局長は、ITER 機構設立協定及び理事会の決定に適合する方法で行動するものとし、その任務の遂行について理事会に対して責任を負っている。

事務局長は、理事会により任命され、在任期間は 5 年である。任期は、5 年を限度として、1回に限り更新できる。

事務局長は、ITER 機構に関し、その運営、活動及び政策の実施並びにその目的の達成のために必要なすべての措置をとることとされる。

事務局長は、特に次の事項を行うこととされている(協定記載事項の一部)。

- ・ 総予算、年次予算・決算、事業計画、資源見積の理事会への提出
- ・ 幹部職員の任命及び主要な運営上の組織に関する提案の理事会への提出
- ・ 職員の任命・指揮・監督
- ・ 安全に対する責任を負い、法令遵守のために必要な措置を講ずること
- ・ ITER 機構による使用のために調達する部員品及び設備の品質及び適合性を確保すること
- ・ (他の事項は省略)

■職員

ITER 設立協定の中で、職員に関して主に次のように規定されている。

- ・ 職員は、事務局長より任命され、任期は 5 年を限度とするとされる。
- ・ 職員は、事務局長の任務の遂行を補佐するものとし、事務局長の管理に関する権限に服する。
- ・ 職員は、ITER 機構の活動を実施するために必要な科学上、技術上及び行政上の能力を有する人員から成る。

以上の中で、特に職員の 5 年任期制については、長く勤務できないことから、職員のモチベーションを下げているのではないかとの見方が以前にはあった。5 年任期制は、工学設計活動の時に日本からの提案によって導入されたものであり、その意図は、ふさわしくない職員が居座ることを防ぎ、組織の活力を維持するためであるとされた。

この点に関して、実際の運用では、5 年経過した時点で延長雇用(次期 5 年間)が可能であることから、5 年任期制が職員のモチベーションを下げているということはないと言われている。

職員の給与システムについては、年棒制が採用されている。俸給表は 9 段階に分かれており、P1 から P5 (プロフェッショナルレベル)その上が部長級で D1と D2、その上が副機構長(DDG)、機構長(DG)となっている。

■事務局長・職員と加盟者(国)との関係

事務局長及び職員は、その任務の遂行に当って、いかなる政府又は ITER 機構外のいかなる当局からも指示を求め、又は受けてはならない。

加盟者は、事務局長及び職員の責任の国際的な性質を尊重するものとし、その任務の遂行について影響を及ぼそうとしてはならない。

⑤ITER 機構の財政とファイナンスの仕組み

■各極の ITER 関連予算措置と支払いの仕組み

ITER の予算については、毎年 6 月に開催される理事会において次年度予算案が出され、11 月の理事会において次年度予算が承認される。

この流れに対応して日本では、6 月の理事会で提示される予算案に基づき、分担金を概算要求し、翌年 4 月以降に支払手続きを行っている。

これに対して、ロシアのように、要求額よりも多めの分担金を支払い、翌年に繰越すことにより、支払遅延を防いでいる国もある。一方、米国は、ある年の予算が確保できなかったため分担金の支払いをせず、翌年 2 年分の分担金をまとめて支払ったことがある。このように、分担金支払いについては、極によって対応が異なっている。

■各極の原子力関連予算の性格(学術と開発の区別)

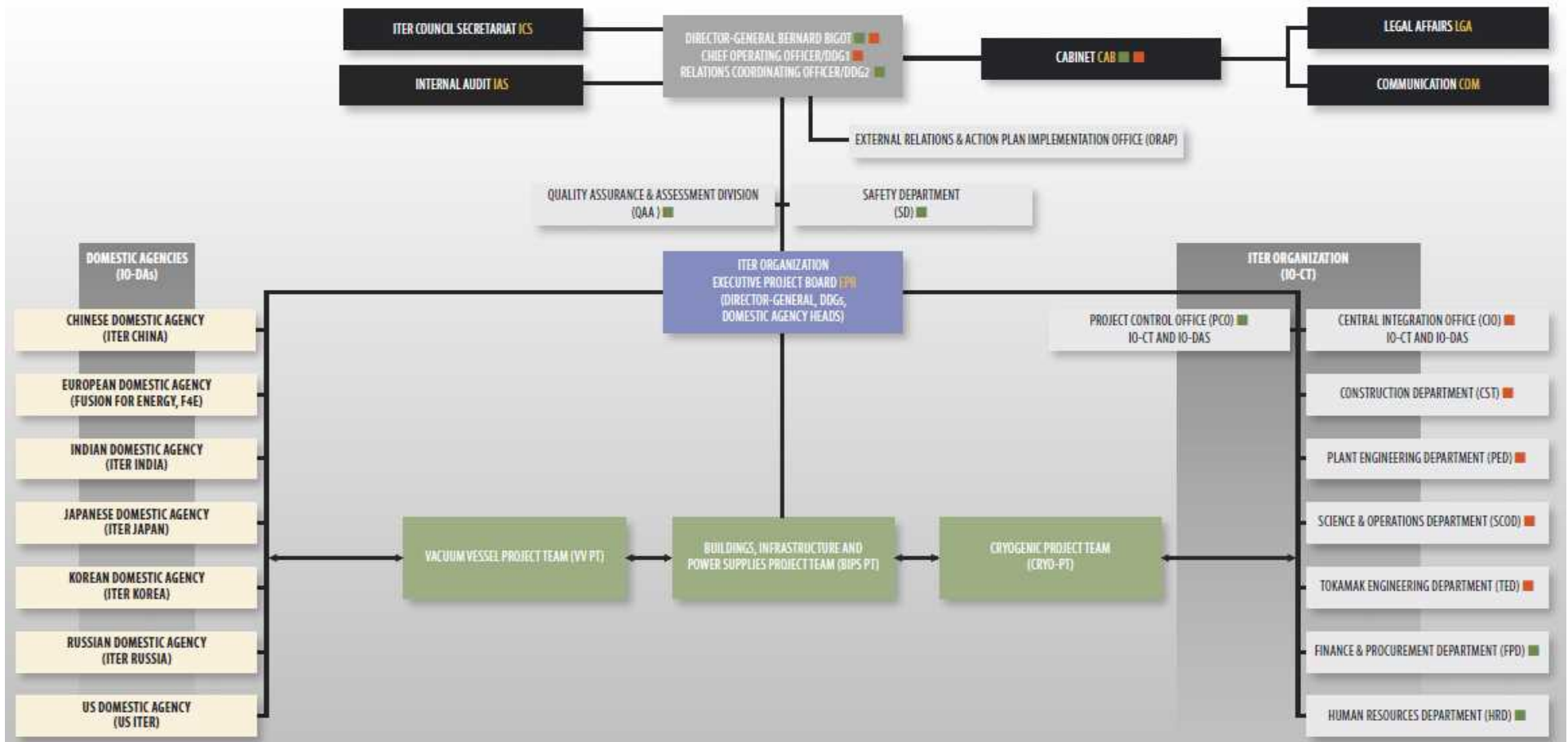
各極の予算取りの点でみると、日本は JAEA と大学の原子力関連予算(財布)は別となっている。

米国はエネルギー関連予算 400 百万 US \$ のシーリングの中で、ITER と大学に予算が配分される構図となっており予算の取合い(衝突)の問題が起きている。

欧州は、当初はユーラトムの研究総局が所掌していたが、FOE(Fusion for Energy)はエネルギー総局に移管され、ITER と BA(幅広いアプローチ活動)に関する予算はエネルギー総局で確保するという事になっている。また、ITER の建設はエネルギー総局の所掌、核融合の研究は研究イノベーション局の所掌、というように明確に所掌を分けて(財布を分けて)推進している。これにより、ITER の建設コスト増が研究費の削減へ影響することが起こらないようにしている。

なお、日本が ITER を閣議了解した際の「原子力予算の範囲内」については、閣議了解に先立ち、ITER とは関わりのない大学関係者の懸念を払拭するため、ITER で採用されるトカマク方式の研究開発を含む原子力予算の範囲内とされ、ITER とは別のヘリカル方式等の学術研究には影響がないことが示された。

図表 38 ITER プロジェクトの推進体制図(2016 年 5 月現在)



出所 ITER 機構ホームページ

(2) コスト超過やスケジュール遅延等の進捗上のリスク評価と計画の見直しの方法や過程

① ITER 機構の事業資源に関するリスク管理の基本的考え方

ITER 機構設立協定において、事業資源の管理に関わる「ITER 機構の資源」(第八条)及び「事業資源管理規則」(第九条)が定められており、事業推進に係るリスク管理の基本的考え方が示されている。

まず、協定第八条には、ITER 機構の事業資源として、次のものが挙げられている。

- a) 財政上の貢献以外の貢献
 - i) 特定の部品、装置、物質その他の物品及び役務
 - ii) 加盟者から出向する職員
- b) 加盟者による財政上の貢献(=資金による貢献)
- c) 理事会が承認する追加の資源

これらの、ITER 機構の資源は、同機構の目的を促進し、同機構の任務を遂行するためにのみ使用することとされている。

第九条の「事業資源管理規則」は、ITER 機構の健全な財務管理を確保することを目的とし、特に、次の事項に関連する主要な規則を示している。

- a) 会計年度
- b) ITER 機構が会計、予算及び資源見積りのために用いる計算単位及び通貨
- c) ITER 事業計画及び ITER に関する資源見積りの提出及び構成
- d) 年次予算の作成、採択及び実施並びに内部における財務管理のための手続き
- e) 加盟者の貢献
- f) 契約の締結
- g) 貢献の管理
- h) 廃止に関する基金の管理

ITER 機構の事務局長(機構長)は、ITER 事業計画及び ITER に関する資源見積りの改定案を毎年作成し、理事会に提出する。ITER 事業計画は、同機構のすべての任務を遂行するための計画を明示するものとし、次の事項を定めるものとされる。

- a) ITER 機構の目的を達成するために全般的な計画の概要(日程及び達成すべき主要な目標を含む。)を示し、全般的な計画に関連して ITER 事業の進捗状況を要約すること。
- b) 五年の期間又は建設期間のいずれか長い方の期間について、ITER 機構の活動計画の具体的な目標及び日程を示すこと。
- c) 適切な解説(ITER 事業に対する危険性の評価及び危険性の回避又は緩和に関する措置についての説明を含む)を提供すること。

また、ITER に関する資源見積りは、ITER 事業計画を実施するために既に支出した資源及び将来必要とする資源並びに資源を提供するための計画について、包括的な分析を提供するものとされる。

②ITER 機構の活動・運営全体のリスク管理

ITER 機構は、頻繁に直面するリスクと不確実性への対応が必要との認識から、2011 年に機構の適切な活動と運営を確実にするための枠組みを示す「内部統制基準 (Internal Control Standards)」を導入した。

この内部統制基準は、COSO フレームワーク (注) に準拠しており、対象事項は倫理的価値、職員評価、客観的成果指標、組織構造、経営監督・モニタリング、事業継続性などに及んでいる。

本内部統制基準に即して、ITER 機構では、建設及び機器製造の契約時に内部専門家による「リスクアセスメント」を行っている。

また、ITER 機構内のプロジェクト統制オフィスにおいて、「リスクレジスター」(想定されるリスクの本質と様態、発生頻度とインパクトを記述したもの)を作成し、リスク管理の基本ツールとしている。

注) COSO (トレッドウェイ委員会支援組織委員会) の内部統制—統合的フレームワーク (本フレームワーク) とは、変化するビジネスおよび業務環境に適応し、リスクを許容可能な水準に低減し、組織が、健全な意思決定および組織のガバナンスを支える内部統制システムを有効かつ効率的に整備できるようにするものである。

③ITER 機構改革により導入されたリスクマネジメントの方法と成果

2015 年 3 月に就任したビゴ機構長は、機構の改革の一環として、リスクマネジメントにも注力している。主なものを挙げると以下のとおり。

■トップ 10 リスクの同定

新機構長は、就任早々に「トップ 10 リスク」(主に技術面のリスク)を掲げた。たとえば、クライオジェニックの中でリークが起こることが非常に重要なリスクとして挙げられている。

このトップ 10 リスクは、機構のトップレベルで管理するものとされており、適宜必要な措置が迅速に取られるようになっている。

図表 39 ITER 事業のトップ 10 リスク

1	Leaks inside the Cryostat
2	Vacuum Vessel / Thermal Shield out of Specified Tolerances
3	Failure of a Winding-pack in a Superconducting Coil
4	Possible Problem with Vacuum Vessel Feld Joint Welding and Full-NDT
5	Out of Tolerance in the Magnet Assembly
6	Possible Problems with Pre-compression on TF Magnets
7	Assembly Complexity in the lower Cryostat (with many magnet feeders and limited space to work)
8	Regulator Stops Work due to Significant Design Change
9	Possible Difficulties on Implementation of PCRs concerning Buildings
10	Have a Major Issue on Main Component at Factory Acceptance Test

出所 「ITER 計画の新たなスケジュール及びコストについて (追加資料)」平成 29 年 1 月、文部科学省研究開発局研究開発戦略官付 (第 9 回核融合科学技術委員会資料 7)

■PROMC 作業部会の設置によるリスクレベル評価機能の強化

事業管理本部 (PCO) の下に PROMC 作業部会 (PROMC-WG : Project Risk and Opportunity Management Committee Working Group) を設置し、重要リスクの管理と関連決定事項をレビューし、リス

クの重要度のレベルを決定した。また、その重要度に応じた組織(部署)において、リスク管理を実施するようにした。

PROMC 作業部会 は、ITER 機構と国内機関(DA)が協力して、リスクの顕在化(イシューになること)を、事前に防ぐことを目的としている。同作業部会は、各極の DA がメンバーとなっており、全ての DA からリスクに関わる情報を吸い上げ、各極から挙がってくる潜在的なリスクを登録(レジスター)・分析し、重要度(リスクのレベル)を評価している。リスクのレベルは、発生確率、影響(スケジュール影響、コスト影響)を特定して影響度を点数化して定量評価マトリックスに当てはめて、定量的に決めている。各リスクに対する緩和策も一緒に管理している。

同作業部会は、毎月開催し、適宜リストとその処置を見直している。

■運営諮問委員会(MAC)におけるリスク管理レビュー機能の強化

ITER 理事会(IC)もリスク管理の重要性を認識しており、リスクに関わる管理規定を改定中である。また、ITER 計画のベースラインの見直しに伴い、運営諮問委員会(MAC:Management Advisory Committee)のレビューを強化し、機構長から MAC に ITER 計画の進捗状況を報告(隔月)することになった。

一方、今後 2 カ月以内に、運営諮問委員会(MAC)の下に、リスク管理レビューパネルを設置し、ITER 機構が進めている ITER プロジェクトのリスク管理の改善・運営を評価し、その妥当性・合理性について、2017 年 6 月に開催の第 20 回理事会(IC-20)に報告する予定となっている。

具体的にみると、リスクは影響の度合いによって 3 段階に分類され、日常的な低いレベルのリスクは DA の現場担当者レベルで対応、高いレベルのリスクは EPB に上げて対処(アクション)することになっている。すなわち、レベルが上がっていくごとに上位の組織で対処するという、段階的なリスク対処手法を採用している。

■構成管理委員会(CCB)によるリスク管理監視機能の強化

リスクの登録や緩和策の管理に至るまでの過程は、正式に規程化される。このため、規程管理の視点からも、CCB2(Configuration Control Board:構成管理委員会)→CCB→EPB という形で、リスクが顕在化するにしたがって上に上げていくシステムになっている。CCB は、ITER の内部規定の変更等を管理するための委員会である。副機構長の一人(韓国人)が CCB、CCB2 を仕切っており、下からの情報が上(最終的には EPB)に正確に上がっていくかを常に監視する体制となっている。

なお、コンフィギュレーションの重要性は、次のような ITER 機構の経験から認識されたものである。すなわち、2008 年の ITER 設計レビューでは、世界の専門家からの新規提案を前向きに取り込もうとしたため、かなり大幅な設計変更が行われた。それに伴うインターフェースが詰め切れず、大幅なコスト上昇につながってしまった。その理由は、コンフィギュレーション・コントロールが機能していなかったため、ある個所の設計変更が全体にどう波及するかをチェックが十分ではなかったことである。結局のところ、ITER 機構は、研究者の集団組織であり、ものづくりのマインドや能力が欠如していたということに帰着すると考えられている。この点については、「ITER 運営評価報告書」(2013 年)にも指摘されている。

■プロジェクトの進捗管理機能の強化

ITER プロジェクトの適切な進捗管理を行うために、次の2つの進捗の見える化指標を導入した。2017 年中に完全運用が目指されている。

・出来高管理指標(EVM:Earned Value Management)

ITER 機構が調達する機器(組立据付作業含む)の進捗を見える化する指標

・重要業績評価指標 (KPI:Key Performance Index)

設計・技術統合や品質管理等のプロジェクトにまたがる活動の進捗を見える化する指標。活動の進捗は、構成管理委員会 (CCB) 及び事業執行委員会 (EPB) で管理されることになった。

■プロジェクト人材の強化

ITER 機構と国内機関の間の協力を、更に強化する必要があるとの勧告を ITER 理事会レビューグループ (ICRG) 報告 (2016) において受け、国内機関からの専門家を受け入れる制度 (ITER Project Associates, IPA) を新たに導入した。

以上のように、ITER プロジェクトを円滑に推進するためには、顕在化する以前の段階で潜在的リスクを認識し適切に対処していくことが重要である、というリスクマネジメントの文化が浸透しつつある。

5) その他の諸課題とその解決方法についての調査・分析

上記に掲げる項目以外に、ITER プロジェクトの実施において生じた諸課題(経済動向、突発的事故・事象、人為的・技術的な要因によるスケジュール遅延、自然災害等)とその解決方法について整理する。

(1) ITER プロジェクトのスケジュール遅延とコスト増大の要因 <総論>

ITER プロジェクトは、スケジュールの遅れ(運転開始予定年が、当初の 2016 年から、2020 年、2022or23 年、2035 年と断続的に延長)、建設コスト増大(当初の 50 億ユーロから 130 億もしくは、150 億ユーロに増大、さらに 2035 年までに 52 億ユーロ追加)に直面している。

直近の 2016 年 11 月 16 日に開催された第 19 回 ITER 理事会において、ITER 機構より、外部専門家レビューを踏まえた新たなスケジュール・コストとして以下が示され、各極の合意の可否につき議論が行われた。あわせて、更なるスケジュール遅延を抑止するための方策につき議論が行われた。

- ・ スケジュールについては、ファーストプラズマ(2025 年 12 月)後、段階的な組立と運転を経て 2035 年 12 月の核融合運転開始を目指すこと
- ・ 建設段階のコストについては、2035 年までで約 52 億ユーロ(1 ユーロ=125 円とした場合、約 6 千5百億円)を増額すること。(うち日本負担分は約 570 億円)

<補足> 建設コスト増額の内訳

	金額 (百万ユーロ)	構成比 (%)
組立費	2,868	55.5%
人件費	1,198	23.2%
保守管理費	365	7.1%
予備費	735	14.2%
合 計	5,165	100%

各極とも国内調整が未了であることを前提に議論が行われ、理事会として最終的に以下の結論を得た。

- ・ 核融合運転開始を 2035 年 12 月とすることに合意(ただし、建設コストが暫定合意であることに留意)
- ・ ITER 建設コストの増額については暫定合意とし、最終合意に向けて各極は国内調整の完了に取り組む。また、ビゴ機構長には引き続きコスト削減に努めるよう求める。
- ・ 更なるスケジュール遅延を抑止するため、ビゴ機構長による適切なリスクマネジメントと厳格な進捗管理を求めることを決定。

出所 「第 19 回 ITER 理事会の開催結果について」文部科学省、平成 29 年 1 月

以上のような ITER プロジェクトのスケジュール遅延とコスト増大の原因について、2013 年 10 月に ITER 理事会に提出された「2013 年 ITER 運営評価報告」(2013 ITER Management Assessment)によれば、以下の点が指摘されている(選択して掲載)。

- ・ ITER 機構(IO)内に強い「プロジェクトマネジメント文化」が欠如していた
- ・ IO に大規模プロジェクトマネジメントと産業分野の経験者数が少なかった
- ・ IO の意思決定プロセスが機能していなかった
- ・ IO 内のシステムエンジニアリングと設計統括部門の質と統率力が不十分であった
- ・ IO が、効率的かつ効果的なマネジメント組織として運営されなかった
- ・ ITER プロジェクト全体に、強い「原子力安全文化」が欠如していた
- ・ ITER 理事会が承認した最新のベースラインスケジュールが非現実的であった
- ・ IO 職員は、DA のコストやリスク削減等に向けてのインセンティブが与えられず、コンフリクトが発生した
- ・ IO 内には、シニア・マネージャの人数が多すぎ、人員構成が「煙突構造」であった

など

(2) In-kind (物納) 貢献により国際調達される機器の組立ての難しさによる時間・コスト増大<各論>

ITER メンバーの貢献のうち 90%は、in-kind 貢献(物納)である。

メンバーの in-kind 貢献は、約 140 の調達取決め(Procurement Arrangements)から成り立っている。この取決めには、機器の技術仕様、調達に係る管理上の条件などが具体的に記載される。ITER には、調達取決めに基づいて製作された機器等が世界から運び込まれる。

このように ITER は各国が機器を分担して製造し、フランスで全体を組み上げる。「寄せ集めの機器を本部が管理しきれなくなった」(関係者)。遅れの原因は、こうした複雑な製造方法にあるとされている。予算制約や技術的問題から設計変更が相次いだこともこの問題に拍車をかけた。

(3) 詳細設計レビューによる建設コストの増大(67%増加)<各論>

2001 年の設計に基づく ITER の建設コスト見積額は 50 億ユーロ(人件費、費用の段階的上昇、コンティンジェンシーは含まれず)。

2008 年に詳細な設計レビューが実施された。これにより核融合科学の進歩を踏まえた ITER マシンの変更が必要となった。この変更は、2010 年 ITER ベースラインに組み込まれ、全体コストに追加された。

ITER 機構によれば、2001 年のコスト見積額に比較して、詳細設計レビュー後のコスト額は 67%上昇。コスト増加の主な原因は以下のとおりとされている。

- ・ 設計の最終確定:29%
- ・ 追加設計の増加に起因するスケジュール延長:24%
- ・ マシン組立に関連する費用増加:8.5%
- ・ 科学技術進歩に関わるハードウェア変更:5.5%

特筆されるのは、ITER メンバーの数が 4 から 7 に増えたことによって、設計段階において多くのインターフェース(結果として複雑さ)が作られることになり、コスト増加の原因となった。また、建設費が 2001 年以降大幅に増加したことによって、全体のコスト増加をもたらした(鉄は 2 倍、コンクリートは 3 倍に高騰)。

(4) 原子力機器の複雑な承認手続きによる時間・コストの増大 <各論>

ITER の原子力関連の機器は、フランスの原子力安全局 (ASN) による安全審査を受け承認を取得する必要がある。

ASN への承認手続きは機器を供給する民間企業ではなく、各パートナー国の国内エージェンシー (DA) が行わなければならない、難しい手続きとなる。

(5) ITER のスケジュール遅延とコスト増大への対応方向

「2013 年 ITER 運営評価報告」(2013 ITER Management Assessment) には、ITER 事業の運営に関する以下の 11 項目の勧告 (マネジメント改善に向けた提案) が記載されている。

- ・ プロジェクト文化の創造
- ・ 機構長の交代促進
- ・ 機構長に衝突解決の責任を持たせる
- ・ シニア・マネージャの人数を減らす
- ・ システムエンジニアリングの強化
- ・ 原子力安全文化を根付かせる
- ・ 現実的な ITER プロジェクトスケジュールの策定
- ・ ITER 機構 (IO) と国内機関 (DA) の関心を一致させる
- ・ ITER 機構の官僚主義の低減
- ・ 人的資源システムとツールの戦略資産としての活用
- ・ 助言・評価の仕組みの改善

この勧告を受け、2015 年 3 月にビゴ新機構長が就任。以下の 7 項目の「アクションプラン 2015」を策定し、ITER 機構のガバナンス改革を実施した。

① 機構長の権限強化

機構長 (DG) のガバナンスに関する権限が強化された。

② 組織の簡素化

以前は横並びで複雑であった組織階層が簡素化された。主な改革としては、中央統合本部 (CIO: Central Integration Office) 及び事業管理本部 (PCO: Project Control Office) を設置し、ITER プロジェクトを横断してコントロールする機能を強化した。CIO は設計全体の統合を所掌する組織、PCO はプロジェクトのスケジュール、コスト等の管理を所掌する組織であり、双方ともに現在はよく機能していると評価されている。

③ 事業執行委員会 (EPB) の設立

EPB は、ITER 機構と 7 つの国内機関 (DA: Domestic Agency) の代表が集まって意思決定することを目的に設立された。2 週間に 1 回開催され、機構長、副機構長 2 名、7 極の DA の長 7 名の計 10 名で構成される。

④ 予備基金 (費) の導入

用途は決まっていないが、何か緊急事態が起こった場合に利用可能なコンティンジェンシー (緊急

時対応)のための、一定額の予備基金の制度が導入された。基金の上限額は、建設期間(約 15 年程度を想定)において 1,050 百万ユーロ(約 1,200 億円)程度に設定されている。毎年の ITER 機構の予算要求額に含めて各極から調達される。以前は、ITER 機構と国内機関(DA)の間で機器のインターフェース部分の費用負担の調整に時間を要し作業がストップするという事態が発生した。そうした事態を避けるための措置として、予備基金制度が導入された。その結果、未確定のインターフェース部分に資金を投入することが可能になり、以前に比較して作業が円滑に進むようになった。

予備基金の予算額は年によって異なっており、その額は前年の理事会で決定される。予備基金の予算額については、各極の代表が含まれる事業執行委員会(EPB)で協議し、最終的には機構長(DG)の権限によって執行するという体制がとられている。なお、予備基金の各極の分担割合は、ITER 設立協定で合意された各極の分担割合と同一である。しかし、予備基金から実際に各極へ支出される額の割合は、各極の分担割合とは一致していない。

⑤ 中央チームと国内機関による事業チームの設立

ITER の主要機器等に関わる特別な調達に対して、IO の中央チーム(CT:Central Team)と国内機関(DA)が一つの事業チームを組成して対応することが行われるようになった。その目的は、関係者の間で情報共有を円滑にすることとされる。実際には、真空容器の調達に関しては、ITER 機構と韓国、EU が一つのチームを組成し対応している。そのほか建屋、クライオジェニックに関しても事業チームが組成されている。

⑥ ITER 機構と国内機関の統合強化

以前は、各極の製造物に対する工場での完成検査が、DA(発注者側検査)と ITER 機構(納入側検査)によって別々に(2回)行われていたが、それが一回に統合された。DAの検査に合格すれば、ITER 機構としての検査に合格したとみなされることになった。また、各極の製造物の ITER への輸送も、DA と ITER 機構が一体的に対応するという体制になった。

一方、EU の DA は ITER 機構の所在するフランスのカダラッシュではなく、スペインのバルセロナに立地しており、移動往来や業務の分散等の面での非効率性が指摘されていた。その改革も進められており、現在ではバルセロナの DA 機能のかかなりの部分が ITER 機構のサイトに移転している。他の極では、DA は既存の研究機関が担っているが、EU だけは異なり、母体がなく新規に人員を集め、建物も新設した。その結果、必ずしも能力の高い職員だけで構成されていないなどの点が問題として指摘されていた。

⑦ 職員規則の改定

新機構長(DG)の改革により、幹部職員の削減が行われた。その結果、副機構長(DDG)は2名のみとなり、機構長と合わせて3名で ITER 機構全体を統括する体制が構築された。また、職員規則の改定により、適材適所の人事が徹底されるようになった。

以上のように、ITER 機構はドラスチックに良い方向に変化しつつあり、運営は軌道に乗ってきたと評価する声がある。

5. ALMA(アルマ望遠鏡整備)計画の事例分析

0) ALMA 計画の概要

日本では 1982 年に野辺山宇宙電波観測所において 45m 電波望遠鏡の完成を端とし、翌年には大型ミリ派干渉計(LMA)構想が策定されるなど、過去より各国でそれぞれ独自の計画があった。しかし、各国単独では高精度巨大望遠鏡を建設し、運用することは人材的・経費的に困難であることから、1994 年に国際プロジェクト化に向けて日米間での協議が開始された。その後、ヨーロッパでも米国との協議が進められ、2001 年、ALMA Coordination Committee において、日米欧三者で合意が取り交わされ、決議書に署名が行われた。2003 年 2 月よりアルマは Atacama Large Millimeter Array (ALMA) として、欧州・北米の 2 者共同計画としてスタートし、2 年遅れで日本が参加し Atacama Large Millimeter/submillimeter Array と、当初から日本が推して来た技術である“サブミリ波”を加えることで、3 者共同計画として始動することになった。

その後、2011 年に、その時まで準備の整ったアンテナを用いた科学観測を行う初期科学観測が開始された。2013 年からは本格運用が開始された。

本計画では、日米欧がそれぞれ進めていた巨大電波望遠鏡整備計画をひとつに統合することで、より精度の高い巨大電波望遠鏡を 3 者対等でホスト国であるチリの協力を得て建設・運用することが目標として掲げられている。

ALMA 計画では、欧州、東アジア、北米の 3 地域ごとに構成国の中から代表機関を決め、その代表機関が中心となって建設・運用を実施している。具体的には、ヨーロッパはヨーロッパ南天天文台(ESO)、北米は米国国立科学財団(NSF)、東アジアは日本自然科学研究機構(NINS)が代表機関としてアルマ望遠鏡の建設・運用を主導している。

参加国は以下のとおり。

1. ヨーロッパ(ヨーロッパ南天天文台加盟 16 か国(イギリス、イタリア、オランダ、スイス、スウェーデン、デンマーク、ドイツ、フィンランド、フランス、ベルギー、ポルトガル、スペイン))
2. アメリカ(米国国立科学財団、米国北東部大学連合(AUI))
3. カナダ(国家研究会議(NRC))
4. 日本(自然科学研究機構(NINS)、国立天文台)
5. 台湾(台湾行政院国家科学委員会(NSC)、台湾中央研究院(AS))
6. 韓国(韓国天文宇宙科学研究院(KASI))
7. チリ(受入国として用地や税制面などで便宜供与)

1) 国内における政策・意思決定過程についての調査・分析

国内機関による ALMA 計画に参加するに至った調整、手続きにおける課題点および解決策の調査・分析を行う。

(1) 機関内での企画立案から政策決定までに要した期間・調整のプロセス

日本は、1983 年に、サブミリ波帯における大型電波望遠鏡の原型となる計画の検討を世界に先駆け独自に開始し、1992 年からチリ北部のアンデス山脈高地を建設候補地として調査を進め、またサブミリ波検出器の開発でも最高感度を達成するなど、世界で最も早く計画を立案・推進してきた。また、1994 年(平成 6 年)6 月に日本学術会議天文学研究連絡委員会がまとめた「21 世紀に向けた天文学長期計画」において、「地上からの観測天文学に新しいフロンティアを開拓する」計画として、大型ミリ波サブミリ波干渉計計画の実現の提言がなされ、検討が進められた。

その後、文部科学省内の科学技術・学術審議会が、我が国の今後の天文学研究の推進すべき方向について、現状及びプロジェクト構想について評価を行い、2000 年(平成 12 年)12 月にまとめた「我が国における天文学研究の推進について(報告)」において、「早急に実現に向けて推進すべき計画」として提言がなされた。

欧米においてもそれぞれ類似の計画を推進してきたことから、日米欧の三計画を統合してより画期的な性能を持つ大型電波望遠鏡 ALMA を実現することで合意に至り、2001 年には、日本(国立天文台)・北米(米国国立科学財団)・ヨーロッパ(ヨーロッパ南天天文台)の代表が東京にて調整委員会を開催し、巨大電波望遠鏡を 3 者対等でホスト国であるチリの協力を得て建設・運用することを目指すことについての決議書に署名した。

同決議書を基に、各国・地域の研究機関がそれぞれの政府へ同時並行で説明・承認を行い、米国と欧州においては、2002 年に至って ALMA 計画に係る建設計画が承認された。他方、日本では、国立天文台は ALMA 計画への正式参加に向けて 2002 年度から設計開発を行ってきたが、アルマ望遠鏡建設予算の承認に時間を要した。このような背景から日本の同計画への参加は当初実現せず、先行して予算承認を得ていた米国及び欧州は、二機関内の協力のもとで事業を進めることとなった。

日本においては、2002 年に、社団法人日本天文学会が「ALMA 計画への早期参加実現に関する要望書」を提出するなど、同業界からの参画意思は強かったものの、日本国内の厳しい財政状況の中で科学技術プロジェクト向けの予算獲得等が課題として認識されるなど、欧米と同時期での予算承認には至らなかった。

その後、文部科学省内の科学技術・学術審議会学術分科会や内閣府の総合科学技術会議を経て、2004 年度(平成 16 年度)予算概算要求により「ALMA 計画」が盛り込まれ、承認された。それを受け、ALMA 計画に日本の参加が実現し、2004 年 9 月 14 日に日米欧が ALMA 協定書に署名完了に至った。

図表 40 ALMA 参画に至る国内検討経緯(公開分のみ)

時 期	概 要
1994 年 6 月	日本学術会議天文学研究連絡委員会がまとめた「21 世紀に向けた天文学長期計画」において、「地上からの観測天文学に新しいフロンティアを開拓する」計画として、大型ミリ波サブミリ波干渉計画の実現を提言
1996 年 1 月	国立天文台野辺山宇宙電波観測所第三者評価委員会
1997 年 12 月	国立天文台第三者評価委員会
1998 年 11 月	OECD Megascience Forum「Final Report of the Working Group on Radio Astronomy」
2000 年 12 月	文部省学術審議会特定研究領域推進分科会「我が国における天文学研究の推進について」
2002 年 10 月	総合科学技術会議「平成 15 年度概算要求における科学技術関係施策の優先順位付けについて」
2002 年 11 月	社団法人 日本天文学会「ALMA 計画への早期参加実現に関する要望書」
2003 年 1 月	文部科学省 科学技術・学術審議会学術分科会基本問題特別委員会天文学研究ワーキンググループ「アルマ実施計画に関する評価」
2003 年 10 月	内閣府 総合科学技術会議「平成 16 年度概算要求における科学技術関係施策の優先順位付けについて」
2003 年 11 月	内閣府 総合科学技術会議

出所 ALMA、内閣府、文部科学省 HP より NRI 編集

2) 国際的な合意形成についての調査・分析

計画立案から実施に至るまでの調整、手続きにおける経緯、課題、解決策等について整理する。

(1) 調整に要した期間、調整のプロセス

日本は、本計画の素案を最初に提唱し、サイト調査を進めるなど、開発準備ではリードしていた。米国においては、1994年の日米間での国際協力に向けた協議を開始して1995年の日米間で覚書締結以降、検討を進めた。1997年には、日米で国際協力事業として共同開発研究を開始し、1997年3月、日米ワークショップを開催し、日本は、チリ・アタカマサイトでサブミリ波を中心とした2計画結合干渉計計画を検討し、0.01秒角分解能の達成可能性を示すとともに、それによるサイエンスを提案した。2001年11月に米国議会において、ALMA計画のアルマ望遠鏡建設向けの予算が承認され、2002年8月に開催された全米科学財団(NSF)運営協議会において、ALMA計画の建設着手が最終的に認められた。予算として総額376M\$が計上された。

欧州においても1997年よりサイト調査を始めた後、米国との協議を行う等の検討を進め、1998年米欧のアルマの設計開発期(Phase-I)がスタートした。1999年に、二者協定書が締結された。このとき、欧州が日本に遅れて計画立案したにもかかわらず、極めて短期間で米欧間の協定にこぎつけることができたのは、ESOが有する各国の分担金とその予算決定権によること大きいといわれている。2001年4月、東京にて三者協議を実施し、三者アルマの共同決議書が締結された。これをベースに分担計画を具体化し、2002年から同時スタートを目指した。その後、2002年7月に開催された欧州南天天文台(ESO)評議会において、ALMA計画の建設着手が認められ、米国と同額の予算が計上された。しかし、日本では、厳しい財政事情により2002年度からの建設がスタートできなかったため、概算要求は02年、03年の研究開発経費とし、2004年からの建設を目指すこととなった。

このような状況を受け、欧米両機関は、2002年度中に正式に建設協力協定に署名し、欧米二者計画としてのALMA計画を推進することが合意された。この合意においては、将来的な日本の参画が可能な計画として取りまとめられたことが特徴である。また、同協定では、建設計画の推進に向けたアンテナ設計については、欧米の試験アンテナとともに、国立天文台が研究開発しているアンテナを含め、2003年度中に共同評価を行い決定することも併せて確認された。日本は、2003年に、国内予算確保の承認を得た後、即同計画への参画が実現した。

図表 41 ALMA 計画における国際合意形成に至るまでの主なイベント

時期	概要
1992年	(日本)チリサイト調査開始
1994年	(日米)日米間で国際協力に向けた協議開始
1995年	(米国)チリサイト調査開始
1997年	(欧州)チリサイト調査開始
1997年3月	(日米)日米ワークショップ「0.01秒角分解能によるミリ波サブミリ波天文学」でLMSA/MMA結合計画の提案
1999年6月	(米欧)米欧間でALMAの開発協力開始
1999年10月	(日米欧)ALMAワシントンサイエンスシンポ ALMA科学諮問委員会結成決議
2001年4月	ALMA3者共同建設の決議書の締結
2003年2月	2者ALMA共同建設開始
2004年9月	3者ALMA共同建設開始

出所 ALMA

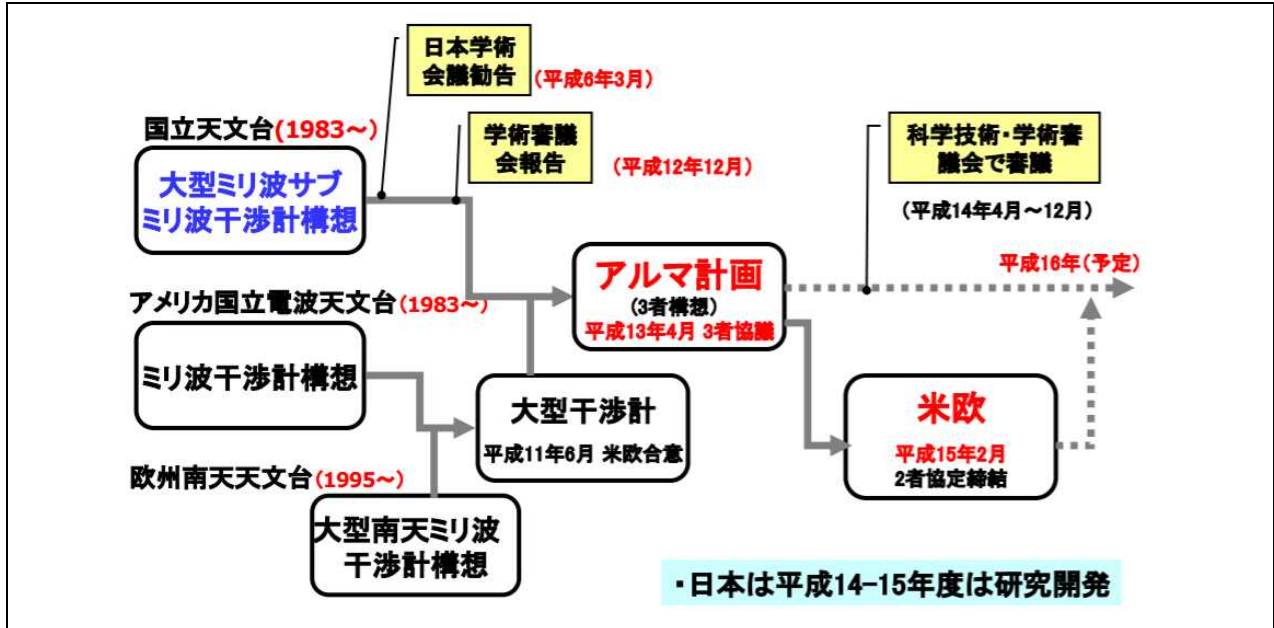
日本では、文部科学省・科学技術学術審議会での日本参加案の評価を受け、米欧との詳細にわたる具体的な協議を 2003 年 2 月より開始した。約6回にわたる台長レベルの交渉会議、数回にわたるプロジェクトマネージャレベルの協議を行った。日本参加案に関しては、日本の建設予算が概算要求通り認められればという条件で、最終合意がとりはかられ、貢献度と協定書に関しては、基本的な合意に至った。その後、貢献度と協定書について最終的な合意を行い、2004 年に日米欧が ALMA 協定書を締結した。

図表 42 文部科学省・科学技術学術審議会での日本参加案の評価後の米欧との協議の経緯

日・場所	位置づけ	日本参加案	貢献度	協定書
03年2月25日 (ビデオ会議)	第1回交渉会議	日本参加案を提案	貢献度についての考え方を議論	
03年3月26日 (米国・ソコロ)	プロジェクトマネージャレベルの協議	技術面での整合性の検討開始		
03年4月8日 (電話会議)	第2回交渉会議	日本参加案について協議継続		
03年5月8日 (アムステルダム)	第3回交渉会議	日本参加案についての基本合意	貢献度についての本格交渉開始	今後の検討スケジュールを検討
03年6月2-6日 (カナダ)	プロジェクトマネージャレベルの協議	技術面での整合性の詳細検討、運用体制の詳細検討	貢献度の算定についての技術的な協議	
03年6月30日 (東京)	第4回交渉会議	日本参加案についてほぼ最終合意	貢献度の日本提案と米欧提案について交渉	協定書の考え方についての合意
03年8月8日 (テレコン)	第5回交渉会議		交渉継続	交渉継続
03年9月25日 (ワシントン)	第6回交渉会議		貢献度について、基本的な合意	協定書草案について基本合意
04年2月(予定) (東京)	第7回交渉会議		最終合意(予定)	最終合意(予定)
04年6月(予定)				協定締結

出所 文部科学省 研究開発局宇宙政策課、国立天文台『総合科学技術会議 評価専門調査会「ALMA計画」評価検討会(第2回)』

図表 43 ALMA 計画として国際協力構築に至る背景



出所 文部科学省『新規大規模研究開発評価の調査・検討項目に関連して』

(2) 最終的に合意に至って実施する際の手続き

2004年9月14日に日米欧がALMA協定書(Agreement concerning the construction of the enhanced Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) between the European Organisations for Astronomical Research in the Southern Hemisphere and the National Science Foundation of the United States and the National Institutes of Natural Sciences of Japan (September 14, 2004))への署名が完了した。

具体的な署名プロセスとしては、持ち回り方式で行われ、先ず2004年8月25日にドイツのガーヒング(Garching bei München)において、Catherine Cesarskyヨーロッパ南天天文台長が、次いで9月8日にワシントンD.C.でArden L. Bement米国立科学財団長官代行が署名し、そして9月14日に東京で志村令郎自然科学研究機構長が署名することで協定が成立した。

同協定書によって決められた主な責任と権限は以下のとおり。

- ・プロジェクトを推進する当事者として、NSF、ESO、NINS(自然科学研究機構)、執行機関(Executive)としてAUI/NRAO、ESO、NAOJ(国立天文台)を定めた。
- ・本協定に基づくすべての責任は、全当事者に帰属し、全当事者はアルマが国際的なパートナーシップであるという認識の下に行動する。
- ・合同アルマ観測所を代表する法的権限は、当事者及び執行機関に属する。執行機関は、法的制限の範囲内で必要な権限をアルマディレクターに委任する。
- ・アルマディレクターは、合同アルマ観測所を運営し、アルマプロジェクトを統率し、チリでの運用を管理する。アルマディレクターはアルマ評議会の直属とする。
- ・アルマ評議会は12人(NSF:4名+ESO:4名+NINS:3名、+チリ:1名)で構成される。各当事者は、当事者の代表1名と執行機関の代表1名を評議会メンバーに任命する。また、各当事者は、評議会ヘアセッサー1名(評議会への助言と参加は可。投票権なし)を指名できる。
- ・各当事者は他の機関と本協定に従属する協定を締結し、アルマプロジェクトへ参加するパートナー機関を招聘することができる。協定締結については、書面で評議会と他の当事者に通知する。各当事者は、各地域のパートナー組織を代表し、その利益のために行動する。
- ・本協定と矛盾するアルマに関連する協定は締結してはならない。
- ・アルマ運用の分担割合は、NSF: 37.5%、ESO: 37.5%、NINS: 25%とする。

また、義務の不履行に関するペナルティー及び脱退に関しては、以下の規定が決められた。

- ・ある当事者が本協定により生じる義務を履行できない場合、他の当事者は本協定の合意内容が維持されるよう必要な措置を取ることができる。これらの措置には、観測時間の削減又は評議会での投票権の保留等を含む、不履行当事者に対する措置が含まれる。
- ・本協定から脱退する当事者は、すべての資産(知的財産等も含む)を残存当事者が利用できるようにする。
- ・脱退当事者の資産は当事者間で合意される価値及び換算率で観測時間と交換される。

3) 国際分担についての調査・分析

ALMA計画を推し進めるために必要な資金、人材、資産等のコストを、どのような方針や考え方に基づいて協議し、各国の拠出分担割合を決定したか、また、参加国間における分担の状況等の実態を整理する。

(1) 国際分担の状況

国際分担は、基本的には、建設時のプロジェクト負担費に応じて、運用段階における望遠鏡使用時間を地域ごとに取り決めるという方針が採用された。ただし、ホスト国であるチリについては、プロジェクト負担は行っていないものの、受入国として用地や税制面などで便宜供与といった観点でプロジェクトに貢献していることから、欧米保有分からそれぞれ 5% (合計 10%) の望遠鏡使用時間を付与されることになった。

(2) 金銭的コスト(予算)の分担の基本的コンセプトと状況

アルマ望遠鏡の建設・運用費は、ESO と、NSF およびその協力機関であるカナダ国家研究会議(NRC)、台湾行政院国家科学委員会(NSC)、NINS 及びその協力機関である台湾中央研究院(AS)と韓国天文宇宙科学研究院(KASI)によって分担された。

なお、日本の負担割合は、建設・運用段階ともに 25%の負担がなされた。具体的には、アルマ望遠鏡の建設には、総額 1,500 億円程度の費用がかかったが、日本は超高精度アンテナ 16 台からなる ACA システムと呼ばれる高精度干渉計と、3 つの受信機バンド、ACA 相関器等を分担しており、これに東アジアのアルマ関連施設の建設費を含めた総額約 251 億円(全体の約 25%)が日本の建設費負担となった。日本の当初の資金計画は 256 億円であったが、米欧が製造するアンテナ台数の減少に伴い、アンテナの総数が 80 台から 66 台に減少したことに対応して、日本が製造する受信機台数が減少したため、その分が減額となり建設費総額は 251 億円となった。また、ホスト国であるチリは、建設資金を拠出せず地元との折衝を実施し、その上で、望遠鏡使用時間 10%の割当を受けることとなった。なお、日本は、運用経費として年間 約 30 億円(全体の約 25%)を負担している。

図表 44 各参加極の分担

区分	プロジェクト負担分(建設) (当初)	プロジェクト負担分(建設) (実際)	望遠鏡使用時間
北米	37.5%	約 459 億円	33.9%
欧州	37.5%	約 459 億円	33.9%
日本	25.0%	約 256 億円	22.2%
チリ	-	-	10.0%

出所 科学技術・学術審議会 学術分科会 学術研究推進部会 ALMA 計画評価作業部会(第 1 回)等

(3) 人的コスト(職員)の分担の基本的コンセプトと状況

運用段階においては、日米欧の国際協力で運用されるチリ・アルマ観測所が、観測の実施、観測データの各地域センターへの配布、観測装置の運用保守を行っている。チリ・アルマ観測所の運用の中核となるポジションには、日米欧から国際職員約 40 名が派遣されており、2015 年末時点では、国立天文台職員 11 名が派遣されている。

4) 国際協力事例の推進体制についての調査・分析

ALMA 計画の推進体制や推進方策の決定方法・過程、計画遂行に際してのリスク評価や計画の見直しの方法や過程についての課題及び解決策を整理する。

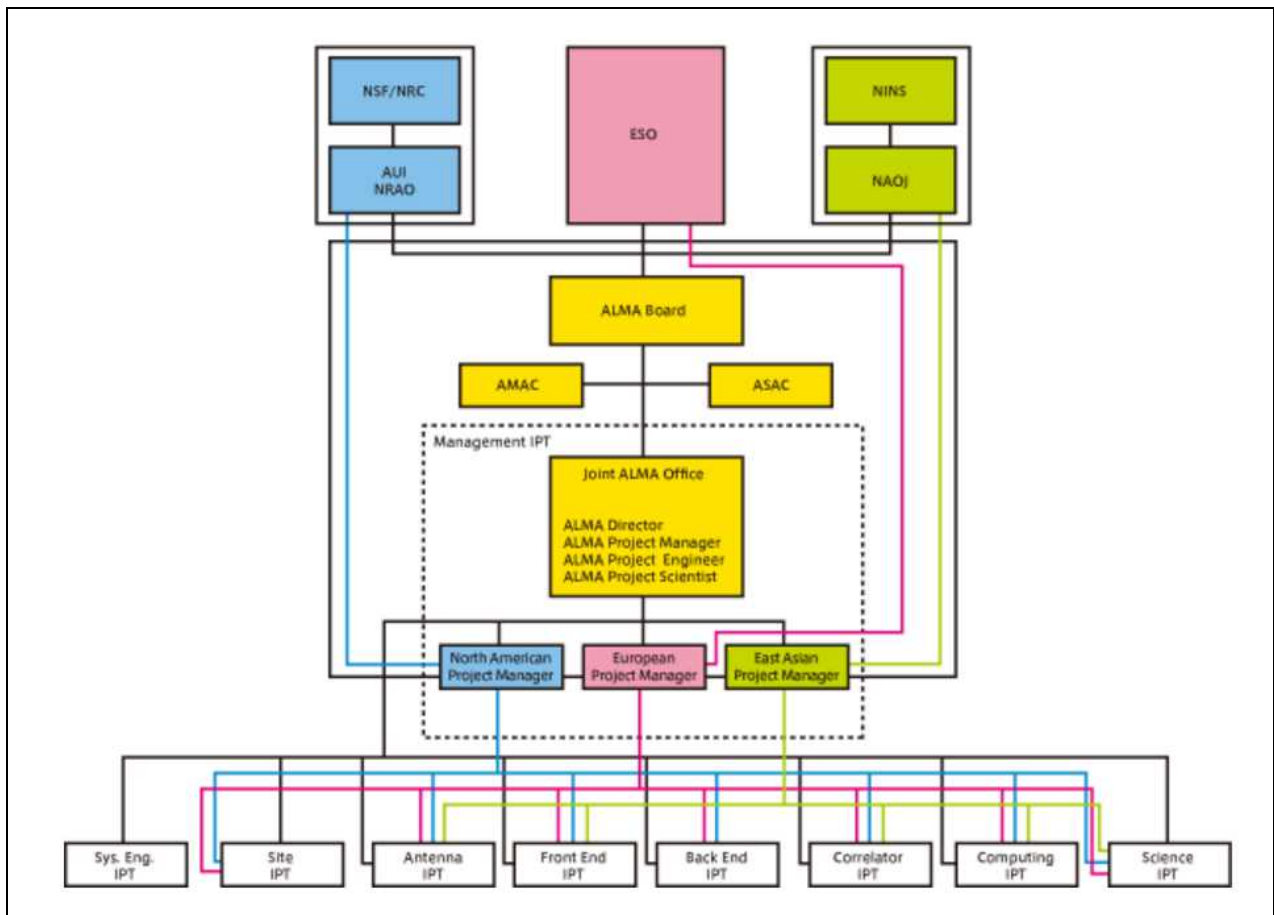
(1) プロジェクトの実施主体や推進に当たっての国際調整・意志決定方法や過程

アルマ望遠鏡の建設と運用は、ESO がその構成国を代表して、米国北東部大学連合 (AUI) が管理する米国国立電波天文台が北米を代表して、日本の国立天文台が東アジアを代表して実施されている。また、合同 ALMA 観測所 (JAO) が設立され、建設・運用それぞれの段階で、JAO が事務局として、ALMA の建設、試験観測、運用の統一的な執行および管理を実施している。これらの機関が統一的かつ横断的な融合体を構成し、以下に示す委員会やチームを持って運営がなされている。

- ALMA 評議会: 監督・統制
- ALMA 科学諮問委員会/マネジメント諮問委員会: 科学的助言/マネジメントに関する助言
- IPT (運用期は IXT と名称変更): 統合チーム

更に、建設段階では、JAO に加えて、各地域の執行機関内に建設プロジェクトチームを設立された。同様に運用段階では、JAO に加えて、各地域の ALMA 地域支援センターが、科学的な相互交流やそれぞれの地域の研究者への研究支援および技術的支援を実施する機関として設立された。建設・運用それぞれの段階の組織構造は下図表のとおり。

図表 45 建設段階の組織構造



出所 ALMA

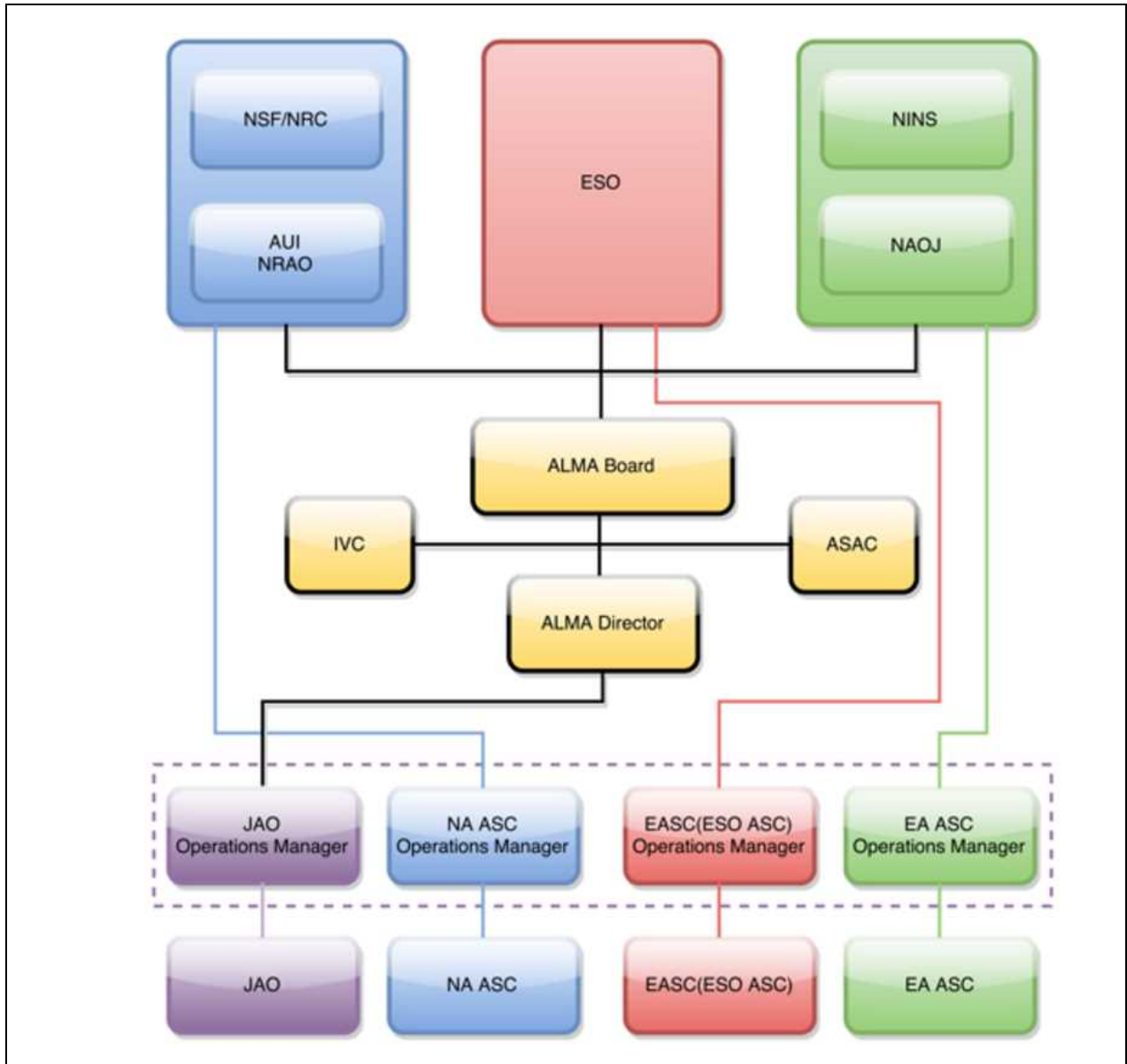
図表 46 建設段階の各組織の役割

機 関	役 割
執行機関 (Executives)	アルマ望遠鏡の建設・運用のための契約の締結やスタッフ雇用を実施。各執行機関はそれぞれに分担された役割を果たすため「アルマプロジェクト事務所」を設置し、割り当てられた作業の実施に必要なスタッフおよびリソースをアルマプロジェクト事務所に確保。
アルマ評議会 (ALMA Board)	アルマ望遠鏡計画の監督・統制を行なう理事会としての役割を担う。資金の拠出元である複数当事者 (NSF/NRC、ESO、NINS)、執行機関、ユーザーコミュニティの代表で構成される。
アルマ科学諮問委員会 (ASAC)	アルマ評議会への報告を通じてプロジェクトに対する科学的な助言を定期的実施
アルママネジメント諮問委員会 (AMAC)	アルマ評議会への報告を通じてプロジェクトに対するマネジメント、費用、スケジュール、技術に関する助言を定期的実施
合同アルマオフィス (Joint ALMA Office: JAO)	<p>プロジェクトのマネジメントとして、アルマ望遠鏡建設の達成度やプロジェクト管理についてアルマ評議会へ報告を実施。</p> <p>アルマディレクタ (ALMA Director) を中心に、アルマプロジェクトマネージャ (ALMA Project Manager)、アルマプロジェクトエンジニア (ALMA Project Engineer)、アルマプロジェクトサイエンティスト (ALMA Project Scientist) が建設計画を推進。</p> <p>各地域のアルマプロジェクトマネージャは、各地域 (東アジア、欧州、北米) に割り当てられたアルマ望遠鏡計画タスクの実行、およびそのためのリソースの確保に責任を負う</p>
統合製品チーム (IPT)	<p>タスクマネージャとしての役割を担う。IPT はそれぞれの執行機関から任命されたスタッフによって構成される。各執行機関によって任命された 3 名のリーダーが各 IPT を指揮し、3 名のリーダーのうち 1 人が IPT リーダーとなり、残り 2 人は副 IPT リーダーとなる。</p> <p>特に、合同アルマオフィスの主要 4 役と各地域プロジェクトマネージャ 3 名で構成されるマネジメント IPT は、費用、スケジュール、開発・製造・技術に関する面でプロジェクトを指導・管理し、各機関で連携を取りながら国際プロジェクトであるアルマ望遠鏡計画を推進する役割を担う。</p>

出所 ALMA

運用段階の組織体制は以下のとおり。

図表 47 運用段階の組織体制



出所 ALMA

図表 48 運用段階の各組織の役割

組 織	概 要
合同アルマ観測所 (Joint ALMA Observatory: JAO)	合同アルマ観測所はアルマディレクタの指揮下で運営され、アルマディレクタはアルマ評議会に対して運営報告を定期的に行う。アルマディレクタからの要請を受けて、執行機関は合同アルマ観測所の活動のために必要なスタッフをそれぞれで雇用・派遣または米国北東部大学連合(AUI)を通してチリで現地雇用している。チリに勤務する合同アルマ観測所のすべてのスタッフの管理・監督は、アルマディレクタによって行なわれる。
各地域のアルマ地域支援センター (Regional ALMA Support Centers: ASCs)	それぞれの執行機関によって運営管理されるアルマ地域支援センター(ASC)では、アルマ望遠鏡における科学的な相互交流やそれぞれの地域の研究者への研究支援および技術的支援が行われる。各地域の運用マネージャは、合同アルマ観測所と協力してアルマ望遠鏡の運用および保守を行い、地域のアルマ望遠鏡ユーザーコミュニティに科学的・社会的価値のある成果物を提供する責任を負う。

出所 ALMA

5) その他の諸課題とその解決方法についての調査・分析

ALMA 計画では建設段階に、以下のような問題が発生した。参加国やホスト国それぞれがプロジェクトの進捗に影響を与えないよう、解決策が実施された。

- ・受信機カートリッジの量産において、極めて高い仕様の受信機を 240 台(3 受信機バンド×80 台)製造することが求められるかつてない取組みであり、安定した製造・品質保証を行う必要があった。このような課題に対して、品質保証、安全設計、物流、文書管理の分野についての専門家をアルマプロジェクトで雇用することとし、品質コントロールを担保した。
- ・2009 年に、アンテナ製造コスト増を受け、米欧は当初計画していたアンテナ製造が困難になった。この課題に対応するため、当初目標を達成できる水準を維持しながら、米欧担当分のアンテナ台数を減少させた(それぞれ32台→それぞれ25台。なお、日本は16台で変更なし。)。ただし、計画変更による日米欧三者の建設貢献度は、米欧が製造するアンテナ台数の減少に伴い米欧の貢献度は減少する一方、米欧が担当するインフラ建設難度の再評価により米欧の貢献度が上昇したことから、日米欧三者の建設貢献度割合は、上記2点を総合すると当初計画どおりとなった。
- ・建設工事中に資材輸送上にあった電線が輸送を困難にするという課題が生じた。この課題に対しては、地元折衝に責任を負うホスト国のチリが地元住民への説明を行い、電線を一定期間切断して輸送をおこなった。

6. ISS(国際宇宙ステーション)の事例分析

0)ISS の概要

1982年5月、米国航空宇宙局(NASA)は、スペースシャトル計画に続く有人宇宙計画として、将来の宇宙環境利用のため、また月・惑星探査のための中継基地として利用するため、NASA 本部に宇宙ステーションタスクフォース(宇宙基地特別作業チーム)を設置、国際宇宙ステーション計画の概念設計を開始。計画を国際協力により進めることとし、1982年中頃からカナダや欧州諸国等の友好国に対して調査・研究段階から計画に参加するよう呼びかけ、さらに、冷戦終結後の協力について米ロ間で協議が行われていたが、この中で宇宙ステーション計画へのロシアの参加問題が取り上げられ、米国よりパートナー国の日・欧・加に協議され、1993年にロシアが参加。1998年に国際宇宙基地協力協定(IGA: Inter Governmental Agreement)が署名され参加国は、15ヶ国となり、2011年に完成した。

米国は、2010年～2011年会計年度予算教書(2010年2月)において、ISSの2016年以降の運用継続方針を表明。これを受け、NASA 長官から書簡により各極に対し運用継続への協力を要請。2010年10月、ISS運用継続を含むNASA 授權法が成立し、NASAの2020年までのISS運用継続が決定。

上記(1)書簡を踏まえ宇宙開発委員会(当時)において対応を検討した結果、「国際宇宙ステーション特別部会－中間取りまとめ－」(2010年6月)において2016年以降のISS計画への参画の継続を提唱。宇宙開発戦略本部決定「当面の宇宙政策の推進について」(2010年8月27日)において、「我が国としては、平成28年度以降もISS計画に参加していくことを基本とし、今後、我が国の産業の振興なども考慮しつつ、各国との調整など必要な取組を推進する。」こととした。

野田総理－オバマ大統領の首脳会談(2012年4月)において発表した「日米協力イニシアティブ」(ファクトシート)において、「2016年以降の国際宇宙ステーションの継続」について協力することを表明した。

図表 49 経緯

1982年	内閣総理大臣の諮問機関である宇宙開発委員会の下に宇宙基地計画特別部会を設置、日本が国際宇宙基地計画に参加する場合の基本構想について検討を行うこととした
1985年	我が国が宇宙基地計画に参加するにあたっての基本構想を策定(宇宙開発委員会宇宙基地計画特別部会で議論し、宇宙開発委員会として了承)
1985年	ボンサミットにおいて、科学技術庁とNASAとの間で予備設計参加のための了解覚書(MOU)を締結し、「きぼう」による予備設計段階へ参加
1987年	詳細設計段階以降における基本的考え方を提言(宇宙開発委員会宇宙基地計画特別部会)
1988年	日、米、ESA 加盟国、加の政府間で、宇宙基地の詳細設計、開発、運用及び利用段階における協力に関する宇宙基地協力協定(IGA)に署名
1989年	日本の国会で承認、批准
1993年	ロシアを宇宙ステーション計画へ招請
1994年	国際宇宙ステーション(ISS)計画が誕生

1998年 ロシア参加のISS計画に関する政府間協定を国会で承認し、批准。軌道上の組立て開始

2010年 米国、2010年～2011年会計年度予算教書(2010年2月)において、ISSの2016年以降の運用継続方針を表明、NASA長官から書簡により各極に対し運用継続への協力を要請

日本は、書簡を踏まえ宇宙開発委員会(当時)において対応を検討した結果、「国際宇宙ステーション特別部会－中間取りまとめ－」(2010年6月)において2016年以降のISS計画への参画の継続を提唱

2011年 ISS組み立て完了

2012年 野田総理－オバマ大統領の首脳会談(2012年4月)において発表した「日米協力イニシアティブ」(ファクトシート)において、「2016年以降の国際宇宙ステーションの継続」について協力することを表明

1) 国内における政策・意思決定過程についての調査・分析

日本国政府内における、宇宙基地計画に参加するに至った調整、手続きにおける課題点および解決策の調査・分析を行う。

(1) 機関内での企画立案から政策決定までに要した期間、調整のプロセス

我が国では、「国の研究開発全般に共通する評価の在り方についての大綱的指針」(1997年(平成9年)8月7日付内閣総理大臣決定)の中で、大規模かつ重要なプロジェクトの評価は、研究開発を実施する主体から独立した組織により実施されることが必要であるとされたのを受け、宇宙開発委員会は第三者から構成される評価組織で国際宇宙ステーション計画に係わる我が国の研究開発活動等の評価を実施することを1997年(平成9年)11月19日に決定した。この決定を受け、国内外の有識者により組織された国際宇宙ステーション計画評価委員会による評価が1999年(平成11年)に実施され、「広報活動」や「利用」などの分野について勧告がなされるまでは、基本的に当時の科学技術庁が設置した部会にて議論が進められた。

○宇宙基地計画特別部会(1982年(昭和57)年8月31日設置)

1970年代から推進してきたスペースシャトル計画が順調に進展していることに伴い、1982年(昭和57年)5月、米国航空宇宙局(NASA)は、本部内に宇宙ステーションタスクフォースを設置し、スペースシャトル計画に続く有人宇宙計画として、宇宙環境利用や月・惑星探査のための拠点となる宇宙ステーション計画について、概念設計を開始した。同年6月には、当時のNASAペッグス長官から中川科学技術庁長官に対して、宇宙ステーション計画への日本の参加が要請され、宇宙開発委員会では同年8月に宇宙基地計画特別部会を設置し、宇宙基地計画に我が国が参加する場合の基本構想についての調査審議を開始した。

1983年(昭和58年)6月 米国宇宙基地計画への参加に関する検討(中間報告)が、1985年(昭和60年)4月 宇宙基地計画参加に関する基本構想(報告)がそれぞれ報告された。

1985年(昭和60年)4月にとりまとめられた基本構想では、我が国が宇宙基地計画に参加する場合の意義として、下記の4点が列挙された。

1.高度技術の習得	宇宙基地は、広い範囲にわたって、高度技術の積極的活用が予想され、有人サポート技術、宇宙における大型建造物の組立て技術等の非常に高度の宇宙技術の習得とともに、ロボット、コンピュータ、通信等、各種先端技術分野の発達を促進し、広い分野にわたる技術水準の飛躍的向上をもたらすと期待する。
2.次世代の科学や技術の促進と宇宙活動範囲の拡大	宇宙基地は、宇宙滞在時間の延長、多数の搭乗員、供給電力・作業時間の増大等を可能にする特徴を有している。したがって、大規模な科学観測や実験が可能となり、科学的知見の増大や、新しい技術の誕生を大きく促す。また宇宙基地は、より高軌道での宇宙活動に進む中継基地、さらには月や惑星の有人探査の基地としても大きな可能性を有しており、将来の人類の宇宙における活動範囲の拡大という面でも大きな力を発揮する。
3.国際協力への貢献	日本が自主開発によって、またスペースシャトルの利用等によって培った技術力を背景に、世界の宇宙開発に対して相応の分担と協力を行っていくことが期待されている。宇宙基地計画に参加協力することで、日米友好関係の維持・促進上極めて有効であるとともに、世界における宇宙開発活動との調和を図りながら、日本の技術力を高めていくことにもなる。特に日本の得意とするロボット、光通信、エレクトロ

	ニクス等の先端技術によって、国際的な貢献をすることも可能。
4.宇宙環境利用の実用化の促進	無重力環境での材料や医薬品の製造といった宇宙環境利用の実験が強力に進められるようになってきた。この宇宙環境の利用は大きな関心を集めており、宇宙基地計画は、こうした宇宙環境利用を本格的に推進し、産業活動を1つの目標とする。産業活動の宇宙への拡大は米国を始め、諸外国の目標となっており、この面での意義は大きい。

1984年(昭和59年)1月、レーガン大統領は年頭一般教書において、恒久的な有人宇宙基地を10年以内に建設することを発表し、NASAに指示した。また同年6月のロンドンサミットにおいて、冷戦下における西側諸国の結束の象徴として、日本、欧州、カナダに対して宇宙ステーション計画への参加を呼びかけた。我が国は1985年(昭和60年)4月に、先述した「宇宙基地計画参加に関する基本構想」を宇宙開発委員会として了承し、翌5月には科学技術庁とNASAとの間で宇宙ステーションの予備設計参加のための了解覚書(MOU)を締結して、宇宙ステーション計画への参加を正式に表明した。なお欧州宇宙機関(ESA)、カナダ科学技術省(MOSST)も同年にそれぞれNASAと覚書を結び、宇宙ステーションの予備設計が米・日・欧・加の間で開始されることとなった。

国際間調整においては、政策レベルの協議は科学技術庁が、技術レベルの調整は宇宙開発事業団(NASDA)がそれぞれNASAと対応することとなった。宇宙ステーションの基準となるコンフィギュレーションは、1985年(昭和60年)の5月と10月に開催された宇宙基地基準概念審査会(RUR: Reference Update Review)や1986年(昭和61年)5月に開催された中間システム審査会などを通じて国際間で協議され、材料・ライフサイエンス分野での微小重力環境や高真空などの宇宙環境の特性を生かした実験計画、月・惑星探査の拠点とする計画、人工衛星の補修基地とする計画などが検討された。

一方、宇宙開発委員会では、1985年(昭和60年)8月に宇宙基地特別部会を設置して、宇宙基地計画に対する今後の我が国の対応についての調査審議を行った。

○宇宙基地特別部会(1985年(昭和60年)8月7日設置)

宇宙基地計画への我が国の予備設計段階への参加に伴い、同計画に対する今後の我が国の対応についての調査審議が行われた。

1986年(昭和61年)7月 宇宙基地特別部会中間報告	宇宙基地計画の予備設計段階における重要事項、開発段階以降に対する基本方策等を示した。
1987年(昭和62年)7月 宇宙ステーションの開発利用の本格化に向けて	予備設計段階作業の成果等を踏まえ、宇宙ステーション計画の開発段階作業の進め方、および運用利用段階に関する基本的考え方を示した。

1987年(昭和62年)にとりまとめられた報告書では、我が国が宇宙ステーション計画に参加することの意義として次の4点が列挙され、開発段階以降においても、本計画に積極的に参加していくことが必要である旨を明記された。

1.宇宙科学の発展及び地球観測の推進への寄与
2.宇宙環境利用の実用化の促進

3.宇宙科学技術の高度化及びこれに伴う科学技術一般の振興

4.国際社会への貢献

そして我が国としては、取り付け型多目的実験モジュールにより本計画に参加することが、将来における宇宙開発利用の展開への柔軟性を考慮した上で適当であると結論づけた。

これら国内における検討や国際間における調整を経て、1988年(昭和63年)9月30日に、「常時有人の民生用宇宙基地の詳細設計、開発、運用及び利用における協力に関するアメリカ合衆国政府、欧州宇宙機関の加盟国政府、日本国政府及びカナダ政府の間の協定(IGA)」（宇宙基地協力協定）がワシントンD.C.において調印され、宇宙ステーション計画は設計段階から開発段階へと移行することとなった。本協定は日本では1989年(平成元年)6月22日に国会で承認された。

この政府間協定の附属書では、日本は基本的な機能装備品並びに暴露部及び補給部を含む日本実験棟(JEM:Japanese Experiment Module)を提供することが定められており、この政府間協定の国会承認を受けて、JEMの本格的開発に着手することとなった。

なおレーガン大統領は、1988年(昭和63年)に宇宙ステーションを「フリーダム」と命名している。

○宇宙ステーション部会(1989年(平成元年)12月20日設置)

政府間協定が調印された後も、宇宙ステーション計画は主として米国内における開発予算の増大から度重なる見直しを求められた。

1989年(平成元年)の7月から10月にかけて、NASAは米国内財政の悪化に伴いリフェージング(Rephasing)と称して計画の見直しを行った。また1990年(平成2年)10月には、米国議会が1991年度の宇宙ステーション予算を総額230億ドルから190億ドルまでに削減するよう指示したことを受け、NASAはリストラクチャリング(Restructuring)と称して計画の見直しを実施。翌1991年(平成3年)に国際パートナー(日本、欧州、カナダ)を含めた見直し作業とコスト評価を含めてとりまとめた報告書を米国議会に提出した。

さらに1993年(平成5年)2月、クリントン大統領は議会で宇宙ステーション計画の大幅縮小を打ち出した。これによりリデザイン(Redesign)と称して、NASAはゴールドマン長官の下、今までの設計とは大きく異なる設計案も含めた技術検討を行うこととなり、我が国も見直し検討チームに参加した。同年6月、クリントン大統領は宇宙ステーションに係わる大統領諮問委員会(Blue Ribbon Panel)の答申を受けて新コンフィギュレーションを選定。これをレーガン大統領時代の「フリーダム」に対して「宇宙ステーションアルファ」として、NASAはこの新しい計画へ移行することとなった。なおこれらの見直しにより、当初は1994年(平成6年)を目標にされていたJEMの打上げは1999年(平成11年)まで延期されることとなった。

一方、我が国では、政府間協定の国会承認後、宇宙開発委員会は従来の宇宙基地特別部会及び第一次材料実験テーマ選定特別部会を廃して、1989年(平成元年)12月に宇宙ステーション部会を設置し、宇宙ステーション計画等に関する重要事項についての調査審議を行うこととした。また1990年(平成2年)1月12日には、この部会の下に利用分科会を設置して、宇宙ステーションの利用に関すること、宇宙ステーションの予備の実験としての性格を有する宇宙実験に関することについて審議を行うこととした。

宇宙ステーションに関する国際協力の推進等に鑑み、宇宙ステーション計画等に関する重要事項について調査審議を行った。

・1991年(平成3年)6月 日本人宇宙飛行士の養成について

・1992年(平成4年)5月 宇宙ステーション取付け型実験モジュール(JEM)の利用の基本方針

1991年(平成3年)6月に報告された「日本人宇宙飛行士の養成について」においては、将来宇宙ステーションにおいて、各国の宇宙飛行士の滞在が計画されていることを踏まえ、日本人宇宙飛行士の養成について、(1)主体性の確保、(2)段階的な養成計画、(3)体制の整備、(4)国際協力の推進の4つの基本方針を掲げ、その選抜の在り方について提言をまとめた。提言の中では、宇宙飛行士に求められる資質・適正として(1)専門知識、(2)語学力、(3)身体的適正、(4)性格等の個人的適正を挙げ、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、選抜実務の公平性、効率性を考慮すること、国際協力の観点から、NASAの基準等も考慮すること、などが提言された。

また、宇宙ステーション部会では、1992年(平成4年)5月に「宇宙ステーション取り付け型実験モジュール(JEM)の利用の基本方針」を報告し、広範かつ多様な宇宙環境利用を図り、本格的な宇宙環境利用の展開のための基盤を形成する観点から、JEMの運用・利用の在り方について、下記の基本的考え方をまとめた。

1.主な利用分野	JEMの主な利用分野としては、以下が考えられる。 ・材料、ライフサイエンス、理工学・通信分野の研究 ・天体・太陽系観測及び地球観測 ・宇宙インフラストラクチャ整備のための基盤の先端的な技術開発
2.利用計画の策定	JEMの利用に当たっては長期的展望に立ち、基礎研究、応用研究等の各分野にわたってバランスの取れた利用を図るとともに、我が国のJEMの利用に対する具体的なニーズを踏まえつつ、その利用の推進は国全体として計画的、効率的に行う必要がある。
3.適正な費用分担	JEMの利用に係る費用の分担については、利用者による適正・応分の負担を原則として、JEMの運用・利用状況に応じて定めることが適当である。その際には、JEM及び共通実験装置の軌道上での機能・性能および運用・利用技術の実証の必要性、宇宙環境利用に伴う多大なリスク並びに利用者負担の国際的均衡の必要性を踏まえることも必要と考えられる。
4.共通実験装置の整備	JEMの利用の推進と効率化を図るため、汎用的実験装置及び基礎的、共通基盤の実験のための装置については宇宙開発事業団を中心に一元的に開発・整備することが必要と考えられる。これら共通実験装置等の選定・仕様の設定に当たっては利用者のニーズの変化及び国際調整の状況を踏まえるとともに、将来の科学技術の進展、利用ニーズに適切に対応し得よう装置の拡充・整備を計画的に進める。
5.利用促進方策の実施	JEMの利用をより有効なものとするためには我が国の宇宙環境利用に関する技術・経験の蓄積を図る必要がある、国としての総合的な利用促進方策を進めることが重要である。

以上の基本的な考え方の下、各論として次が提言された。

<ul style="list-style-type: none"> ・ JEMの利用計画策定に際しては、その利用テーマについて公募を行い選定すること ・ 利用テーマの選定に当たっては、以下の3点を評価の基準とすること <ol style="list-style-type: none"> 1. 宇宙実験の結果から大きな科学技術上の意義が期待されること 2. 宇宙環境利用のための基盤的共通技術の開発に寄与するなど、我が国の宇宙環境利用を推進するものであること

3. 提案者の研究遂行能力、実験テーマの実現性等に問題がないこと

- ・ 共通実験装置については、開発スケジュール、開発コスト、将来の科学技術と宇宙環境利用研究の進展、国際調整等を考慮して適切な数の装置を選定すること
- ・ 宇宙実験の実施に当たっては、地上研究や落下塔・航空機・小型ロケット等を含めた予備実験を含めて、体系的・計画的に推進すること

○宇宙環境利用部会(1995年(平成7年)9月6日設置)

冷戦終結後、米国・ロシア間で宇宙開発における協力が協議されていたが、1993年(平成5年)9月のゴア副大統領(米国)とチェルノムイルジン首相(ロシア)の共同声明において、宇宙ステーション計画への将来的なロシアの参加が言及された。本内容は翌10月にパリで開催された「宇宙ステーション計画に関する多国間調整会議」で協議され、宇宙ステーション計画の参加国政府共同でロシアを宇宙ステーション計画に正式に招請することとなった。宇宙開発委員会も同年12月、日、米、欧、加の4極による宇宙ステーション計画へのロシア参加を妥当とする旨の見解を発表した。

1994年(平成6年)3月には、再びパリで政府間協議が行われ、ロシアの提供する要素を含む新しい宇宙ステーション全体の構成、組立てシーケンス等が協議された。1995年(平成7年)3月には、宇宙ステーションの第1段階の設計審査がNASAのジョンソン宇宙センターにおいて実施され、この審査で宇宙ステーションを国際宇宙ステーション(ISS: International Space Station)と呼ぶようになった。

その後1998年(平成10年)1月30日に、ロシアにスイス、スウェーデンを加えた「民生用国際宇宙基地のための協力に関するカナダ政府、欧州宇宙機関の加盟国政府、日本国政府、ロシア連邦政府及びアメリカ合衆国政府の間の協定(IGA)」(宇宙基地協力協定)が、ワシントン D.C.にて署名された(本協定の発効は2001年(平成13年)5月)。これにより国際宇宙ステーションへの参加国は15カ国となった。その後同年11月、ロシアのプロトンロケットにより国際宇宙ステーションの基本機能モジュールである「ザーリャ」が打ち上げられ、国際宇宙ステーションの組立てが開始された。

なお、この新しい政府間協定の附属書では、我が国は日本実験棟(JEM)に加えて「宇宙基地に補給を行うその他の飛行要素(宇宙ステーション補給機(HTV: H-II Transfer Vehicle))」を提供することが新たに定められた。

この間の我が国の動きに目を向けると、1996年(平成8年)1月に改訂した宇宙開発政策大綱において、JEMは我が国初の「軌道上研究所」と位置づけられ、宇宙と地上における研究活動が密接に関連した総合的な研究体制を構築するなどにより、宇宙環境利用活動の充実を図ることが宇宙開発の重点活動の一つとして掲げられた。

宇宙環境利用の分野の重要事項に関すること及び宇宙環境利用の総合的な推進方策について調査審議が行われた。

- ・ 1996年(平成8年)7月 宇宙環境利用の新たな展開に向けて—宇宙環境利用の当面の推進方策—
- ・ 1998年(平成10年)7月 宇宙ステーションの民間利用の促進に向けて—応用化研究利用分科会報告書
- ・ 2000年(平成12年)12月 国際宇宙ステーションの本格的な利用に向けて—初期利用フェーズにおける推進方策—

宇宙環境利用部会では、我が国の宇宙環境利用を効果的に推進し有効な成果をもたらすため、宇宙環境利用の総合的な推進方策について調査審議を行い、1996年(平成8年)7月に「宇宙環境利用の新たな展

開に向けて「宇宙環境利用の当面の推進方策」を報告した。宇宙開発事業団はこの報告を受けて、JEM 利用に向けた効果的推進のための体制整備として、JEM 利用要求を総合的にとりまとめるための宇宙環境利用研究委員会と、宇宙環境利用の中核となる宇宙環境利用研究システム／宇宙環境利用研究センターを設置、さらに公募により研究を推進するシステムの整備の一環として、1997 年(平成 9 年)より公募地上研究制度を開始した。

その後宇宙環境利用部会は、1998 年(平成 10 年)7 月に「宇宙ステーションの民間利用の促進に向けて」を報告し、宇宙環境利用が地上の生産活動に役立つことを実証することと、民間企業が主体的に参加できる新しいシステムを作ることを提言した。これをうけ、宇宙開発事業団は 1999 年(平成 11 年)4 月より先導的応用化研究制度を開始した。

さらに宇宙環境利用部会では、2000 年(平成 12 年)年 12 月に「国際宇宙ステーションの本格的な利用に向けて－初期利用フェーズにおける推進方策－」をとりまとめ、JEM のそれまでの「軌道上研究所」としての位置づけに加え、民間企業による利用等、利用の多様化を段階的に進めることとした。

(2) 関係省庁・機関との調整に要した期間、調整のプロセス

我が国では、「国の研究開発全般に共通する評価の在り方についての大綱的指針」(1997 年(平成 9 年)8 月 7 日付内閣総理大臣決定)の中で、大規模かつ重要なプロジェクトの評価は、研究開発を実施する主体から独立した組織により実施されることが必要であるとされたのを受け、宇宙開発委員会は第三者から構成される評価組織で国際宇宙ステーション計画に係わる我が国の研究開発活動等の評価を実施することを 1997 年(平成 9 年)11 月 19 日に決定した。この決定を受け、国内外の有識者により組織された国際宇宙ステーション計画評価委員会による評価が 1999 年(平成 11 年)に実施され、「広報活動」や「利用」などの分野について勧告がなされた。

○宇宙開発委員会 宇宙環境利用部会(2001 年(平成 13 年)1 月 31 日設置)

宇宙利用の推進に関する重要事項に関することの調査審議が行われた。

- ・ 2002 年(平成 14 年)6 月 我が国の宇宙利用促進の基本的方向と当面の方策
- ・ 2003 年(平成 15 年)6 月 我が国の国際宇宙ステーション運用・利用の今後の進め方について(中間報告)
- ・ 2004 年(平成 16 年)6 月 我が国の国際宇宙ステーション運用・利用の今後の進め方について

なお、この部会の期間中、ISS のプロジェクト全体として次のような事象が起こっている。

- ・ 2003 年(平成 15 年)2 月のスペースシャトル「コロンビア号」事故による約 2 年間のスペースシャトルフライトの中断
- ・ コスト超過による米国居住モジュールや緊急帰還機の開発中止(2002 年(平成 14 年))、我が国が JEM 打上げの代替措置として開発を行っていた NASA の生命科学実験施設(セントリフュージ)の開発中止(2005 年(平成 17 年))
- ・ 2004 年(平成 16 年)1 月、ブッシュ大統領が次世代有人探査機により月・火星を目指すとした一方で、国際宇宙ステーションの組立てを 2010 年(平成 22 年)までに完了し、その後はスペースシャトルを引退させると表明
- ・ 2009 年(平成 21 年)、有人宇宙飛行再検討委員会による NASA の有人宇宙飛行計画の見直し

国際宇宙ステーションについての審議は、2001年(平成13年)1月31日に設置された利用部会に引き継がれた。利用部会では、国際宇宙ステーション利用専門委員会を2003年(平成15年)3月に設置し、米国の予算超過問題に端を発した計画の見直し、厳しい国内の財政事情及び宇宙3機関の統合、2003年(平成15年)2月のコロンビア号事故等の環境の変化を踏まえ、以下の検討が行われた。

- ・我が国の国際宇宙ステーション計画への参画意義と理念の確認
- ・国際宇宙ステーション利用の重点化指針の設定
- ・国際宇宙ステーション利用に係る新機関の運用・利用体制の検討
- ・国際宇宙ステーション利用制度に係る検討

2004年(平成16年)6月、「我が国の国際宇宙ステーション運用・利用の今後の進め方について」をまとめた。この報告書では、国際宇宙ステーション計画の現状とこれまでの成果をまとめた上で、今後国際宇宙ステーション計画において期待される効果を挙げ、国際宇宙ステーション計画の運用・利用に係る業務実施体制や、「きぼう」の利用計画の重点化・利用推進方策について提言をまとめている。

○宇宙開発委員会 国際宇宙ステーション特別部会(2010年(平成22年)6月17日開催)

本部会では、国際宇宙ステーション特別部会 中間とりまとめ(案)が公開され、2016年から2020年までの運用継続について次のように結論づけられている。

- ISS計画については、以下のとおり、2016年以降も計画に参加していく意義が認められる。
 - 「きぼう」の利用において、その拡大に向け制約や克服すべき課題が存在しているものの、初の「軌道上の最先端大型研究施設」としての潜在的能力を徐々に発揮し始め、タンパク質結晶生成や予防医学などの分野では大きな成果を上げつつある。今後、中核的な研究機関が主体的に参加・利用する仕組みを構築するなど、利用者が主体となった仕組みに移行することにより、一層優れた成果を上げていくことが見込まれる。
 - ISS計画への参加で、H-IIB/HTVの継続的な打上げ・運用を行うことにより、我が国の宇宙開発利用の自在性維持に不可欠な宇宙輸送システム技術の蓄積・成熟化や宇宙産業の「ものづくり」力や経営基盤の維持・強化に大きな役割を果たしている。
 - ISS計画への参加によって、我が国の有人宇宙技術や運用経験の習得・向上が図られてきた。ポスト・ISS計画をにらんだ将来の国際有人宇宙探査プログラムの議論においては、ISS計画での貢献実績や責任分担に基づく継続的な活動が、我が国の発言力や主導力の発揮に欠かせないものとなっていく。特に、国際的にも高い評価を受けているHTVは、ISSの万全の運用体制確保の観点から、早急な開発着手が求められている回収機能の付加を含め、将来の国際共同プログラムの検討において無視できない存在となり得るものに育て、有人宇宙技術の蓄積を図って行くことが、我が国の発言力や主導力の発揮に不可欠であること。
- 他方、厳しい財政状況の中、ISS計画を含む我が国の宇宙開発全体を円滑に進めていくことも同時に求められている。
- そのため、2016年以降のISS運用については、可能な限り運用コストの効率化を図りつつ、意義を達成するために必要なものへの「選択と集中」により成果の最大化を図っていくことを条件に、下記(2)運用コストの効率化と成果の最大化及び(3)我が国の将来にとっての戦略的アプローチの必要性を留意点として、運用継続を前提とした具体的な計画について、国際間での調整を図っていくことが妥当である。

○宇宙開発利用部会 国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会(2015年(平成27年)4月9日設置)

我が国をはじめとする国際宇宙ステーション(ISS)参加国は、ISSを2020年まで運用継続することに合意しており、2016年以降の運用の在り方については、国際的な調整が進められる中で、独自に宇宙ステーションを設置し世界3番目の月面無人着陸に成功した中国のほか、インド等が積極的な宇宙開発を進めていた。

このような状況の中、平成26年1月、各国から関係閣僚や宇宙機関長等が出席し国際宇宙探査フォーラム(ISEF)が開催され、ポストISSとしての国際宇宙探査の意義、重要性等に関する意見交換が行われた。この中で、米国政府は少なくとも2024年までのISSの運用延長を表明したほか、日本政府代表として出席した下村文部科学大臣は、将来の国際宇宙探査に対して主体的に貢献すること及び次回会合を日本が主催(2016年又は2017年)することを表明した。

これらを踏まえ、我が国のISSへの参加の在り方及びポストISSとしての国際宇宙探査の進め方について、文部科学省としての考え方を明確にするべく、宇宙開発利用部会運営規則第2条第1項に基づき、宇宙開発利用部会の下に国際宇宙ステーション・国際宇宙探査小委員会(以下「小委員会」という。)を設置し、様々な観点から調査検討を行っている。

調査検討事項は、以下とされている。

- ・我が国の2016年(平成28年)以降のISSへの参加の在り方について(2021年(平成33年)以降の運用継続への対応含む)
- ・我が国におけるポストISSとしての国際宇宙探査の進め方について

2) 国際的な合意形成についての調査・分析

1988年、日、米、欧、加の4極間で「常時有人の民生用宇宙基地の詳細設計、開発、運用及び利用における協力に関するアメリカ合衆国政府、欧州宇宙機関の加盟国政府、日本国政府及びカナダ政府の間の協定(IGA)」(宇宙基地協力協定)が署名され、国際宇宙ステーション計画が始動、この計画立案から実施に至るまでの各極間の調整、手続きにおける経緯、課題、解決策等について整理する。

(1) 調整に要した期間、調整のプロセス

宇宙基地計画への我が国の予備設計段階への参加に伴い、同計画に対する今後の我が国の対応についての調査審議が宇宙基地特別部会(1985年(昭和60年)8月7日設置)にて行われた。

1986年(昭和61年)7月 宇宙基地特別部会中間報告	宇宙基地計画の予備設計段階における重要事項、開発段階以降に対する基本方策等を示した。
1987年(昭和62年)7月 宇宙ステーションの開発利用の本格化に向けて	予備設計段階作業の成果等を踏まえ、宇宙ステーション計画の開発段階作業の進め方、および運用利用段階に関する基本的考え方を示した。

1987年(昭和62年)にとりまとめられた報告書では、我が国が宇宙ステーション計画に参加することの意義として以下の4点が列挙され、開発段階以降においても、本計画に積極的に参加していくことが必要である旨を明記された。

<ol style="list-style-type: none">1.宇宙科学の発展及び地球観測の推進への寄与2.宇宙環境利用の実用化の促進3.宇宙科学技術の高度化及びこれに伴う科学技術一般の振興4.国際社会への貢献
--

そして我が国としては、取付型多目的実験モジュールにより本計画に参加することが、将来における宇宙開発利用の展開への柔軟性を考慮した上で適当であると結論づけた。

これら国内における検討や国際間における調整を経て、1988年(昭和63年)9月30日に、「常時有人の民生用宇宙基地の詳細設計、開発、運用及び利用における協力に関するアメリカ合衆国政府、欧州宇宙機関の加盟国政府、日本国政府及びカナダ政府の間の協定(IGA)」(宇宙基地協力協定)がワシントンD.C.において調印され、宇宙ステーション計画は設計段階から開発段階へと移行することとなった。本協定は日本では1989年(平成元年)6月22日に国会で承認された。

(2) 最終的に合意に至って実施する際の手続き

国際的な合意形成については、国際宇宙基地協力協定(IGA(Intergovernmental Agreement)、1998年1月に日、米、加、露、欧州宇宙機関加盟国(当時)の計15カ国が署名し、2001年3月に発効)と、国際宇宙基地協力協定の実施のため、アメリカ合衆国以外の4極の協力機関(日本については日本国政府)は、アメリカ

合衆国の協力機関であるNASAとの間で宇宙基地協力活動の詳細を定める了解覚書(MOU(Memorandum of Understanding)、日米間の了解覚書は2001年6月に発効)を法的な基盤として実施されている。

IGA(Intergovernmental Agreement):「民生用国際宇宙基地のための協力に関するカナダ政府、欧州宇宙機関の加盟国政府、日本国政府、ロシア連邦政府及びアメリカ合衆国政府の間の協定」(1998年)

- ① 国際宇宙基地の詳細設計、開発、運用及び利用を行うことに関する参加主体(各国政府)間の長期的な国際協力の枠組み(権利及び義務を含む)及び民生用国際宇宙基地の計画について定める政府レベルの多数者間協定。
- ② 日本は日本国政府(外務省)が署名し、同年、国会の承認を得て批准している。(条約発効は2001年)
- ③ IGAには運用終了期限についての定めはない。
- ④ 脱退する場合には、少なくとも一年前に書面にて通告を行うことで、いつでも協定から脱退することができる(MOUも同時に脱退)。但し、全体的な計画の継続を確保するため、脱退の条件について参加主体間で合意に達するよう努力することとなっている。

MOU(Memorandum of Understanding):「民生用国際宇宙基地のための協力に関する日本国政府とアメリカ合衆国航空宇宙局との間の了解覚書」(1998年)

- ① IGAを実施するために、米国の協力機関(実施責任機関)であるNASAと各極の協力機関の二者間で締結した合意文書。
- ② 日本は、日本国政府(外務省)が署名し、本文書においてその協力機関として科学技術庁(当時)を指定。科学技術庁を援助する機関としてNASDA(当時)を指定。
- ③ IGA発効後、国内手続き完了の通告を経て、2001年に発効。

なお、IGAは、1984年1月の合衆国大統領がNASAに対して常時有人の宇宙基地の開発及び利用に参加し、当該開発及び利用の利益を供給するよう招請したことに端を発する協定であり、カナダ、欧州(ベルギー等)、日本、ロシア、アメリカに参加主体が限られており、途中での参加は想定されていない。

但し、非参加国でも、いずれかの参加国がホストする形でISSの利用が可能。その際、IGA上の義務的な条項が当該国にも適用されるようルール化されている(IGA第9条)。

知的所有権については、IGA第21条で規定され、宇宙基地の飛行要素上において行われる活動は、当該要素の登録を行った参加国の領域においてのみ行われたものと見なされる。自国の国民及び居住者以外の者が行った発明について、他の参加国であって国家安全保障上の目的のために秘密の指定を受け、又は他の方法により保護されている情報を含む特許出願の秘密に対して保護を与えている国における特許出願を妨げるために、発明の秘密に関する自国の法律を適用してはならない、とされている。

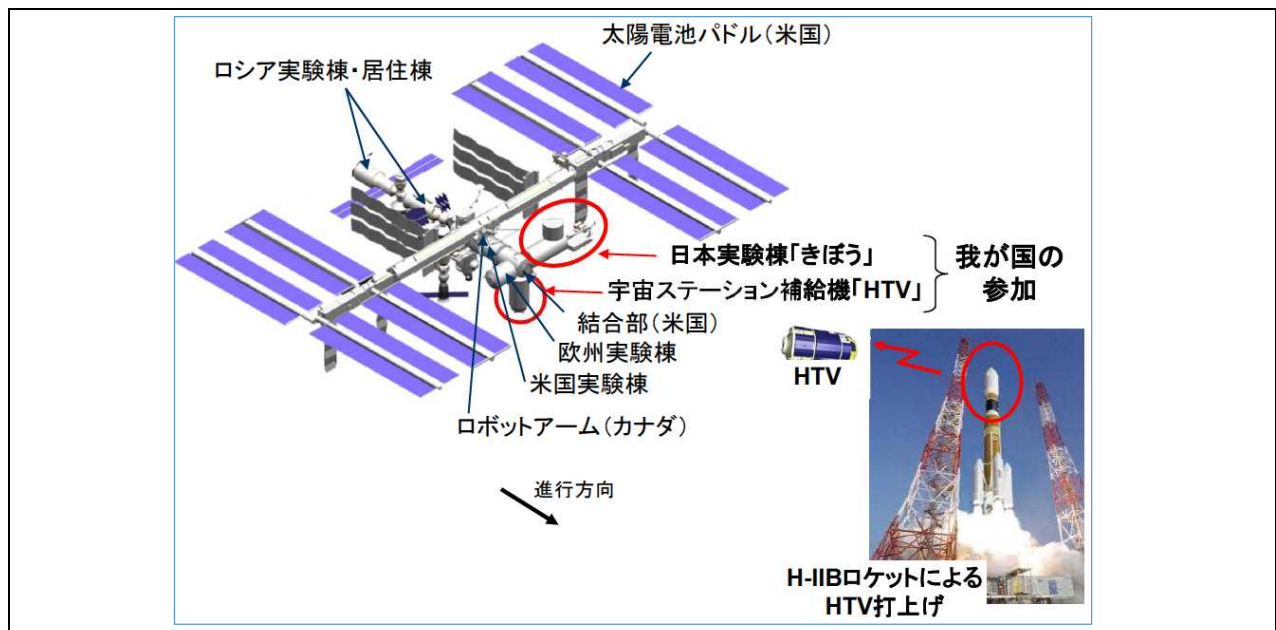
3) 国際分担についての調査・分析

ISS を建設・運営するために必要な資金、人材、資産等のコストを、どのような方針や考え方に基づいて協議し、各国の拠出分担割合を決定したか、また、参加国間における分担の状況等の実態を整理する。

(1) 国際分担の状況

宇宙ステーション計画は、1984 年にレーガン米大統領が提唱し、1988 年に日、米、欧、加の 4 極間で宇宙基地協力協定(IGA)に署名して開始。1998 年から軌道上での建設着手、日本、米国、ロシア、欧州、カナダの世界 15 カ国が協力して、大規模な有人宇宙施設を建設し、運用、2011 年に完成している。

図表 50 ISS の形態と国際分担の状況



出所 国際宇宙ステーション(ISS)計画概要/(独)宇宙航空研究開発機構/平成 26 年 4 月 22 日

(2) 金銭的コスト(予算)の分担の基本的コンセプトと状況

参加各極は、役割に応じて、ISS の構成要素及び必要な地上設備を開発・提供し、それを運用する責任を有する。(MOU 第 2 条 2 項、第 3 条、第 6 条 2 項、第 9 条 2 項)

図表 51 各極の役割分担

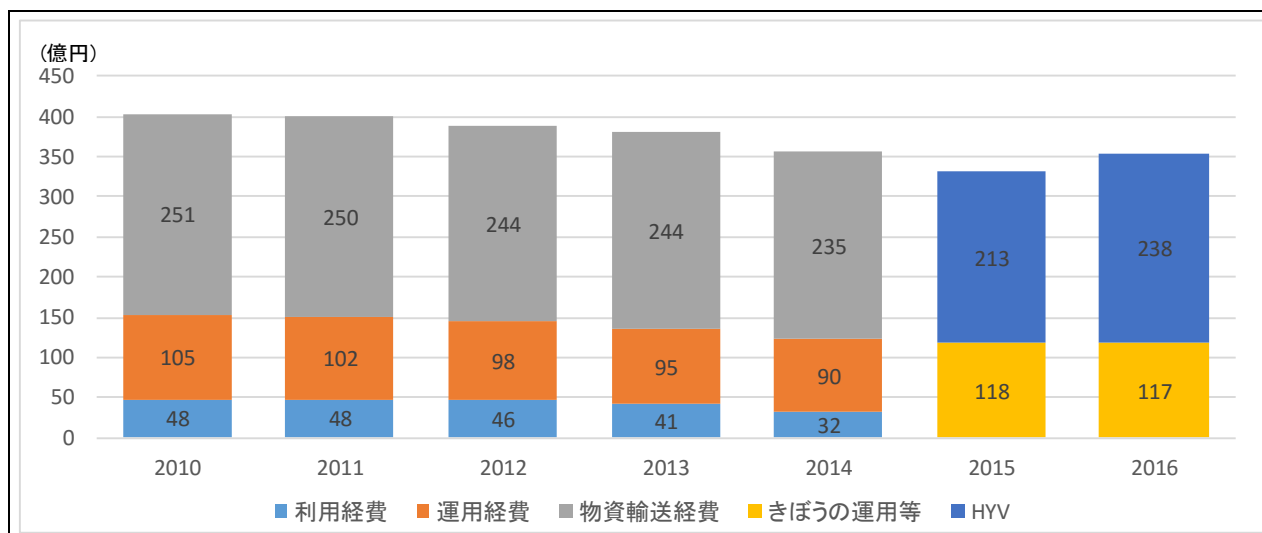
役割(MOU 第 2 条 2 項)	参加極	提供要素(MOU 第 3 条)
ISS の基礎となる要素を実現	米国	多目的実験棟、トラス構造物、連結部、太陽電池パネル等
	ロシア	サービス棟(居住機能等を提供)、ロシア実験棟等
ISS の能力を著しく向上させる要素を実現	日本	日本実験棟、システム及び利用者用の補給運搬容器(HTV)
	ESA	与圧実験室、システム及び利用者用の補給運搬容器、軌道調整推力を提供する軌道上移動機
ISS の不可欠な一部をなすのに貢献	カナダ	ロボットアーム等

出所 国際宇宙ステーション(ISS)計画概要/(独)宇宙航空研究開発機構/平成 26 年 4 月 22 日

各極は、自らが提供した要素の運用を行うだけでなく、ISS 運用にかかる共通的な経費(宇宙飛行士や補給物資等の輸送経費、ISS 全体の統合運用にかかわる地上経費)を、利用用資源の配分に応じて、衡平に分担する。(MOU 第 9 条 3 項)

上記の共通的なシステム運用経費分担に関して、NASA へ現金を拠出する形ではなく、我が国が HTV により物資輸送することで、我が国の分担責任を果たす。(IGA 第 15 条 5 項、MOU 第 9 条 5 項)

図表 52 我が国の ISS 関連予算の推移



出所 国際宇宙ステーション(ISS)計画概要/(独)宇宙航空研究開発機構/平成 26 年 4 月 22 日及び平成 28 年度 ISS・宇宙探査関連予算(案)の詳細/文部科学省宇宙開発利用課/平成 28 年 2 月 9 日から作成

なお、我が国の予算は、他の宇宙関連プロジェクトの実施などの要因から、抑制等が求められる状況となっており、産業や国際関係強化に資する効果等、社会経済環境を踏まえたプロモーションを実施することで、認知度の向上や必要性の認識を醸成していくことが求められている、とされている。

図表 53 各極の 2013 年までに要した費用

日本(JAXA)	約 8,260 億円(昭和 62 年度～平成 25 年度) ①JEM 開発 約 2,500 億円 ②HTV 開発 約 680 億円 ③実験装置の開発 約 450 億円 ④地上施設・設備の開発、宇宙飛行士の養成・訓練、JEM 打上げ等 約 2,360 億円 ⑤運用利用に係る経費 約 2,270 億円
米国(NASA) 1ドル=105円 (過去 20 年間の平均支出官レート)	約 7 兆 6,800 億円(総額 731 億ドル) 総額には次の項目を含む ①フリーダム計画 ②ISS 開発(1994～) ③ISS 運用 ④スペースシャトル運用 ⑤他の有人/貨物輸送 ⑥利用 ⑦その他 NASA コスト

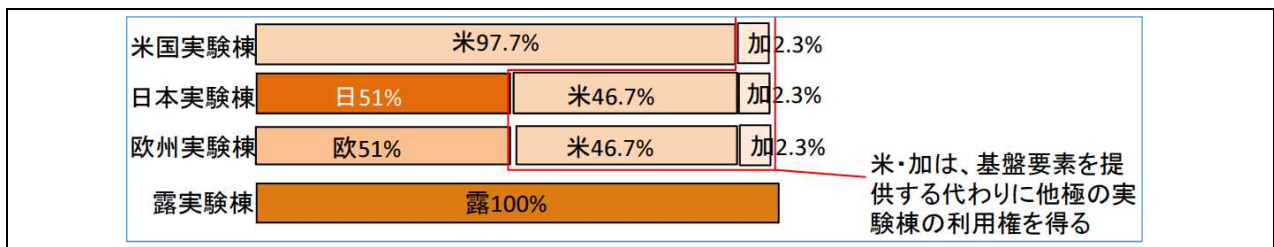
欧州 (ESA) 1 ユーロ=126 円 (過去 14 年間の平均支出官レート)	約 9,000 億円 (総額 71 億ユーロ) (推定) 総額には次の項目を含む ①コロンバス開発 ②ATV-1 開発/打上げ ③組立/運用 ④利用 ⑤その他 ISS コスト
カナダ (CSA) 1 カナダドル=84 円 (過去 19 年間の平均支出官レート)	約 1,500 億円 (総額約 18 億カナダドル) 総額には次の項目を含む ①MSS 開発 ②組立/運用 ③利用

※なお、ロシアの費用については一切公開されていない。

出所 国際宇宙ステーション (ISS) 計画概要 / (独) 宇宙航空研究開発機構 / 平成 26 年 4 月 22 日

参加各極は、以下の割合で各利用要素の利用権を得る。(MOU 第 8 条 3.a 項)

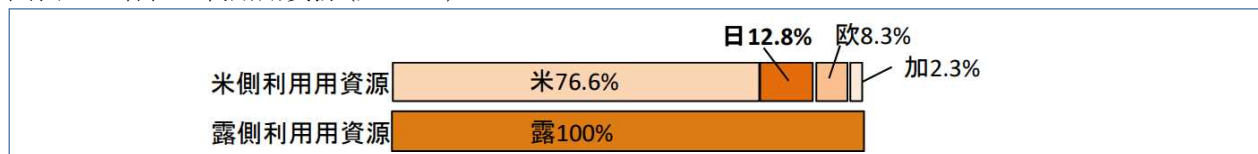
図表 54 各極の利用権



出所 国際宇宙ステーション (ISS) 計画概要 / (独) 宇宙航空研究開発機構 / 平成 26 年 4 月 22 日

参加各極は、以下の割合で利用用資源(電力、クルータイム)の配分を受け(MOU 第 8 条 3.b 項、3.c 項)、利用用の輸送能力・通信能力を取得する権利を有し (MOU 第 8 条 3.d 項)、搭乗員を提供する権利を有する (MOU 第 11 条 1 項)。

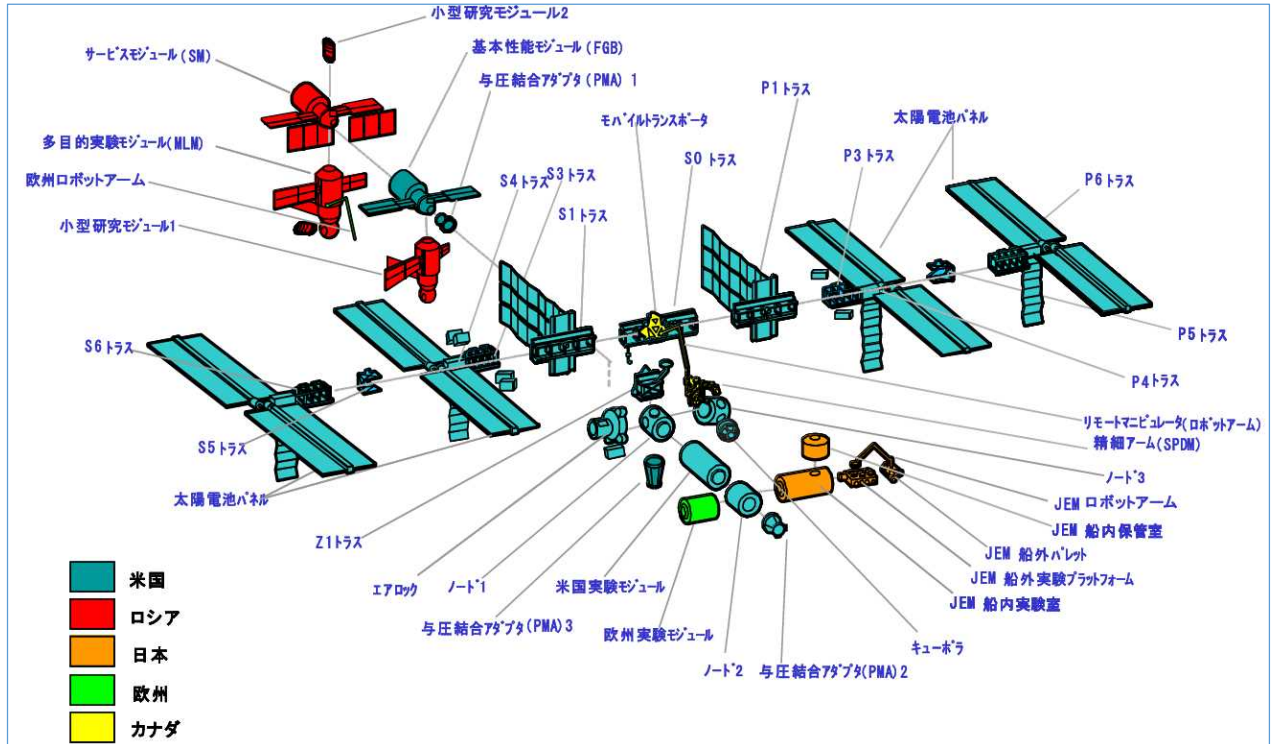
図表 55 各極の利用用資源 (リソース)



※利用用資源の比率は、利用権に基づき、その利用権を行使した場合に必要なとされる電力やクルータイム等を算出し、規定された。

出所 国際宇宙ステーション (ISS) 計画概要 / (独) 宇宙航空研究開発機構 / 平成 26 年 4 月 22 日

図表 56 各極が提供する ISS の構成要素



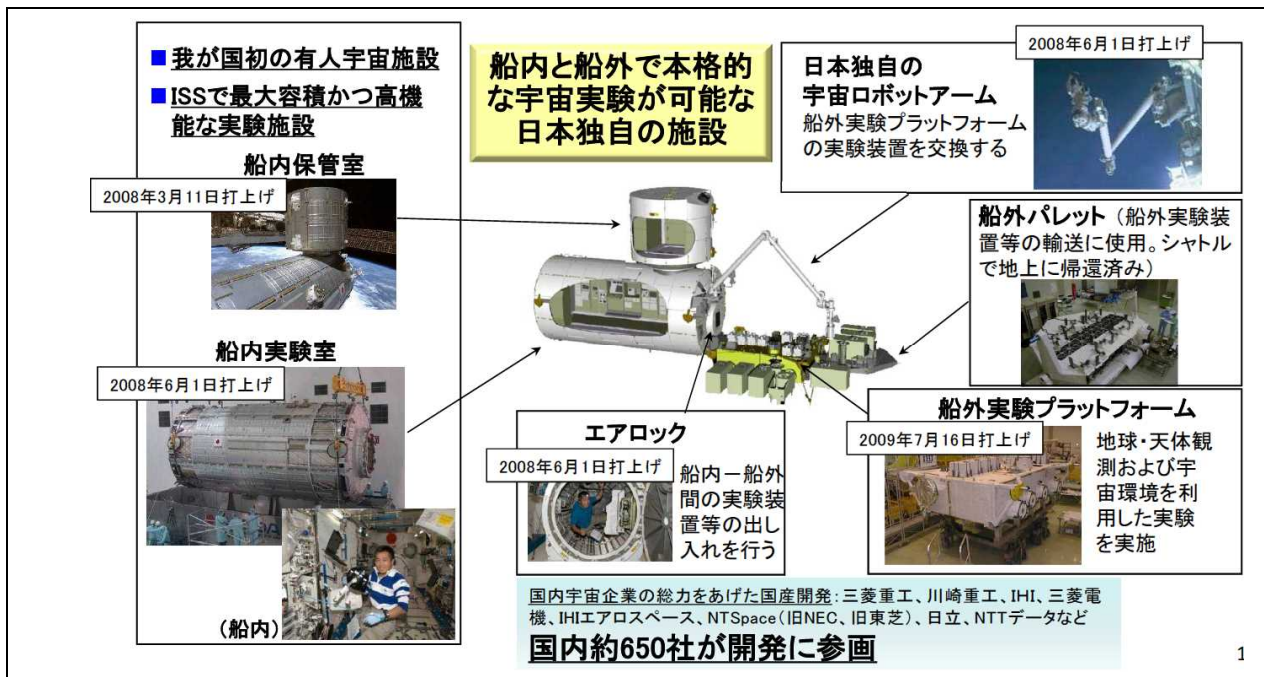
出所 国際宇宙ステーション (ISS) 計画概要 / (独) 宇宙航空研究開発機構 / 平成 26 年 4 月 22 日

図表 57 日本の責任と権利

日本の責任	日本の権利
<p>(1)要素の提供と維持・運用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 日本実験棟「きぼう」の開発 ・ 「きぼう」の地上からの運用管制 ・ 「きぼう」の維持(補用品製作・打上げなど) ・ 地上の運用管制システムの開発・維持 ・ 運用のための訓練システムの提供 <p>(2)共通システム運用経費(CSOC)の分担</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 「きぼう」船内実験室の軌道上検証以降、分担義務が発生 ・ 2015 年までの CSOC 分担は、HTV 計 7 機による ・ 物資輸送サービス提供で行う 	<p>(1)利用権</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 軌道上の「きぼう」の 51%の利用 <p>(2)利用用資源(配分 12.8%)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 電力 ・ クルータイム ・ ISS-地上間通信(取得権) ・ 物資輸送(取得権) <p>(3)宇宙飛行士の搭乗権(配分 12.8%)</p>

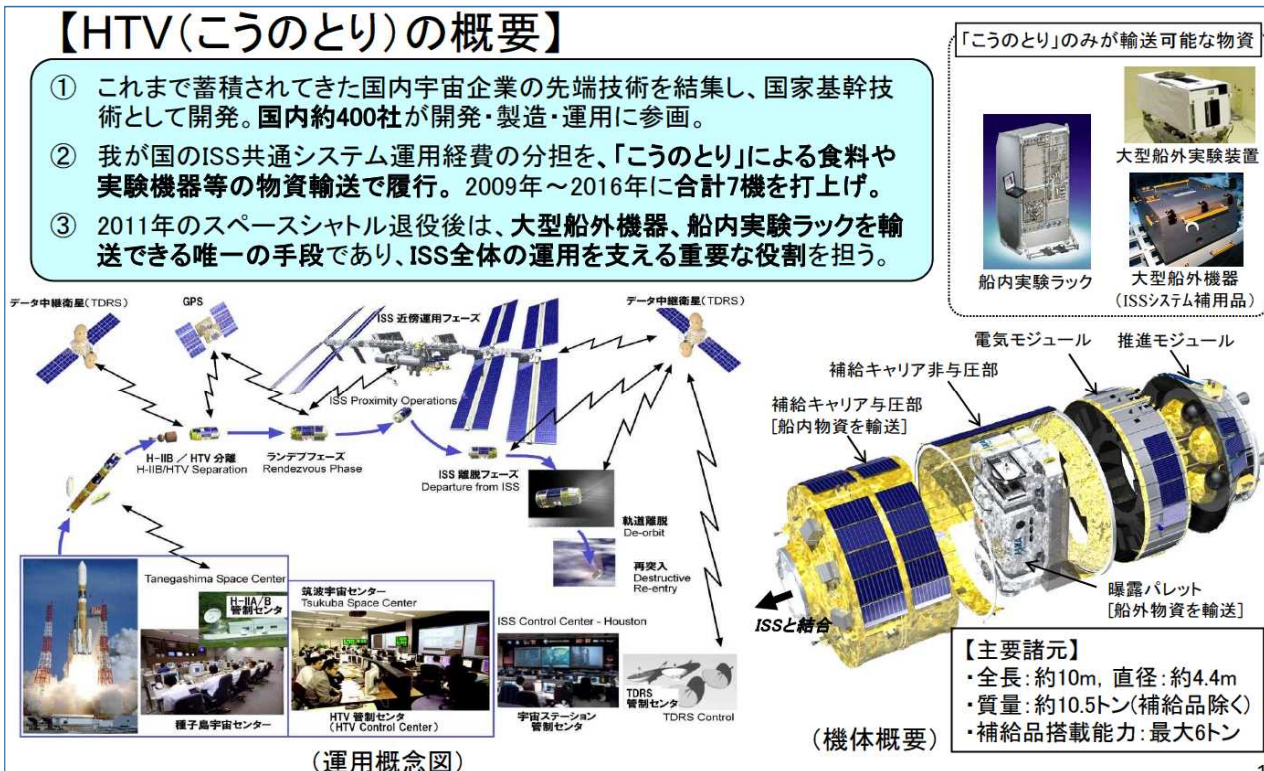
出所 国際宇宙ステーション (ISS) 計画概要 / (独) 宇宙航空研究開発機構 / 平成 26 年 4 月 22 日

図表 58 日本実験棟(きぼう)の概要



出所 国際宇宙ステーション(ISS)計画概要/(独)宇宙航空研究開発機構/平成26年4月22日

図表 59 日本実験棟(きぼう)の概要



出所 国際宇宙ステーション(ISS)計画概要/(独)宇宙航空研究開発機構/平成26年4月22日

(3) 人的コスト(職員)の分担の基本的コンセプトと状況

MOU 第2条2項、第3条、第6条2項、第9条2項に示されている通り、参加各極は、役割に応じて、ISSの構成要素及び必要な地上設備を開発・提供し、それを運用する責任を有する。これは、金銭的、人的の双方で分担がなされていることを意味し、本項については、(2)金銭的コストの項に含まれている。

4) 国際協力事例の推進体制についての調査・分析

ISS の推進体制や推進方策の決定方法・過程、計画遂行に際してのリスク評価や計画の見直しの方法や過程についての課題及び解決策を整理する。

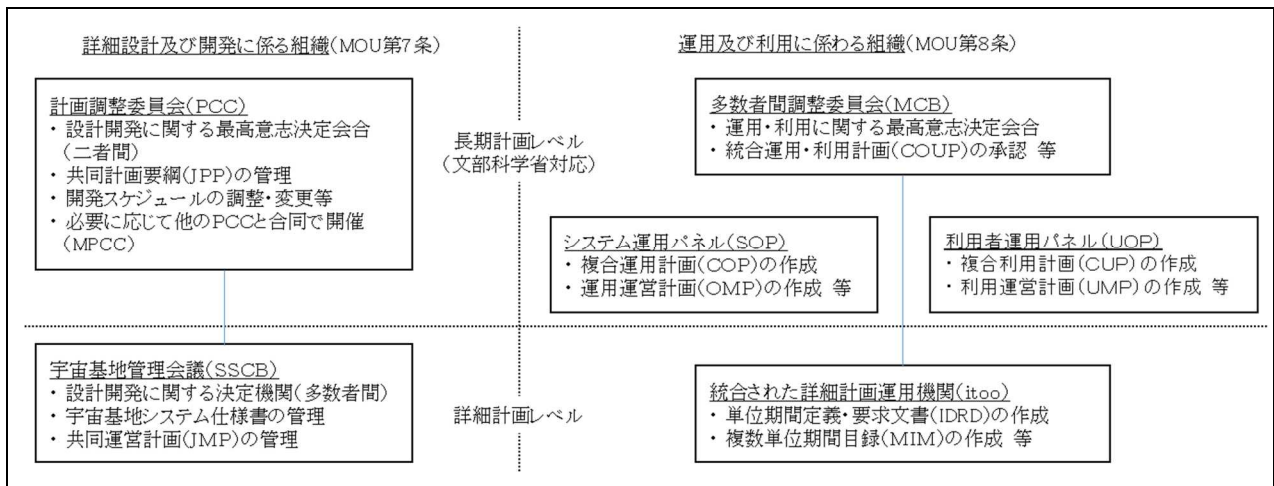
(1) プロジェクトの実施主体や推進に当たっての国際調整・意志決定方法や過程

ISS 計画の推進は、設計及び開発 (Primarily Related to Detailed Design and Development) にあたる期間と、運営及び活用 (Primarily Related to Operations and Utilization) にあたる期間で異なった組織により運営されることとされている。

設計及び開発にあたる期間では、NASA と MOU の締結国は、GOJ-NASA Program Coordination Committee (PCC) と呼ばれる機関を活用し、NASA と MOU 締結国間で実施すべき ISS の責任範囲に係る議論が実施された。NASA と日本の間の機関は、The GOJ-NASA PCC と呼ばれ、NASA と日本以外の MOU 締結国で設置された、NASA-ESA PCC、NASA-CSA PCC、NASA-RSA PCC とは、他が有する責任範囲に議論が及ぶ際、それぞれの PCC を招聘することができるとされている。(MOU 第 7 条 7.1.b)

MOU 締結国全体での議論は、NASA が議長を務める the Space Station Control Board (SSCB) にて進められる。なお、NASA が議長国となることは、IGA にて定義されている。

図表 60 運営組織の概要



※Itoo については、現状では SSCB の体制がそのまま引き継がれている。

出所 (独)宇宙航空研究開発機構

NASA が提供する要素と GOJ 提供要素との間のインターフェース、GOJ 提供要素とシャトル間のインターフェース、GOJ 提供要素と他のパートナー提供要素との間のインターフェース、またはコンポジット利用計画とコンポジット運用計画に影響を与えるとこれらの取締役会が適切と判断した場合、GOJ は、SSCB のメンバーとなり、その下級委員会に同意、参加することができる。

SSCB 議長の決定は、GOJ-NASA PCC に上訴されるかもしれないが、SSCB 議長の任務は、PCC レベルに言及するのではなく、GOJ と他のパートナーとの合意に達するためのあらゆる努力となる。このような控訴は迅速に行われ、処理される。控訴の解決が保留されている場合、日本政府は、提供された要素に関する限り、SSCB 決定の実施を進める必要はない。しかし一方で、NASA は、提供された要素に関する限り、SSCB の決定を進めることができる。GOJ-NASA PCC への控訴に関する追加の詳細は、下記の共同計画要綱 (Joint Program Plan: JPP) に記載されている。NASA は、日本政府が議長を務める GOJ の宇宙基地管理会議(また

はこれに準ずるもの)のメンバーであり、合意し、参加し、適切に参加できる下位委員会のメンバーとなる。
(MOU 第7条 7.1.d)

GOJ は、共同管理計画(JMP)で定義されているように、宇宙ステーションの要件、アーキテクチャ、およびインターフェースに関する NASA のレビューに参加する。これらのレビューは、関連するプログラムの文書に従って宇宙ステーションプログラムが進行中であることを保証するプログラムレベルのレビューとなる。同様に、NASA は、Joint Management Plan(JMP)で定義された選択された GOJ レビューに参加する。他のパートナーも適切に参加することがある。(MOU 第7条 7.1.e)

NASA と日本政府は、管理メカニズムに参加することにより、第10条に従って定義された宇宙ステーション全体の安全要件によって要求される宇宙ステーションの共通性を達成することに合意する。

NASA と日本政府はまた、恒久的に設置された加圧実験室の宇宙ステーション利用者に必要ならば、標準的なインターフェースを確立するために、管理メカニズムを通して作業することに同意する。共通性に関するこれらの要件の例外は、NASA と日本政府との間でケースバイケースにて合意することができる。さらに、NASA と日本政府は、上記の管理メカニズムを通じ、効率的かつ効果的な宇宙基地の運用を促進するために、交換可能なハードウェアとソフトウェアの使用に関する事例ごとの合意を求める。これは、宇宙ステーションの物流システムの負担軽減を含む。(MOU 第7条 7.1.f)

NASA と日本の指定された代表者が署名した設計と開発のための合同プログラム計画は、日本政府のプログラムとプログラム全体の相互関係と、計画、管理関係、GOJ-NASA 宇宙ステーションの組織構造、GOJ-NASA PCC へのアピールに関する追加の詳細など、GOJ-NASA のトップレベルの要件をカバーする。JPP の変更は、PCC によって承認される。(MOU 第7条 7.2.a)

共同管理計画(JMP)は、NASA と日本政府がすべての宇宙ステーションの設計、開発および実施活動に使用するプログラムのおよび技術的調整プロセスと、共同で開発された文書を定義している。JMP と計画のすべての変更は、NASA と日本の指定された代表者が共同で署名する。(MOU 第7条 7.2.b)

COU(Concept of Operation and Utilization)の概念は、宇宙ステーションがどのように運営され運用されているかを記述した情報源である。文書の内容は、パートナーが作成または準備したタスクおよび製品と一致する。この文書は、プログラムの詳細な設計および開発段階で、SSCB の管理下にある。ただし、第8条に従い、運用及び利用活動に関する決定が行われる。(MOU 第7条 7.2.c)

NASA は、他のパートナーと協力して、宇宙ステーションの飛行要素および地上設備のハードウェアおよびソフトウェアの性能要件および設計要件を含むすべてのパートナーが提供する情報に基づいて総合宇宙ステーションシステム仕様を開発し、宇宙ステーションの詳細設計と開発活動の基礎となる全体的な技術的基礎を提供する。SSCB によって承認されたシステム仕様書には、すべてのパートナーの要素に関連する要件が含まれている。

システム仕様書の変更は、SSCB の承認を受ける。なお、システム仕様書には、GOJ-NASA の共同要件も含まれている。このセクションは、NASA と日本の指定された代表者が共同で署名する。(MOU 第7条 7.2.d)

NASA と日本政府は、システム仕様書の要件を満たす NASA と日本政府の代表者が共同で署名した JEM セグメント仕様書を作成する。

日本政府は、日本政府のハードウェア/ソフトウェアの要素仕様書を作成し、これらの仕様書は、共同で署名したセグメント仕様書とシステム仕様書の要件を満たすものとする。(MOU 第7条 7.2.e)

インターフェース制御文書(ICD)は、インフラストラクチャ要素を含む飛行要素と第8.1条 d に定義された宿泊施設要素を含む飛行要素との間(インフラストラクチャ要素を含む飛行要素の間で;必要に応じて、他の飛行要素の間で、飛行要素と地上要素との間;または地面要素の間)のインターフェースを制御する。ICD への

変更または追加は、SSCB 承認プロセスを通じて行われる。

NASA はまた、宇宙ステーションの構成を反映した参考資料となる、すべてのパートナーから提供された情報に基づいて Baseline Configuration Document (BCD)を作成する予定である。(MOU 第 7 条 7.2.f)

NASA 宇宙ステーションプログラム事務所と STA 研究開発局は、GOJ-NASA の連絡活動を担当する。日本政府はワシントン DC の NASA 本部に代理人を派遣し、NASA は東京の STA に代理人を派遣することができる。NASA 宇宙ステーションプログラム事務所と STA 研究開発局との間の協力関係を促進するために、

GOJ が提供し、NASA は NASA 宇宙ステーションプログラム事務所への GOJ 連絡を受け入れる。同様に、NASA が提供し、日本政府は STA 研究開発局に NASA の連絡を提供する。また、相互の合意により、宇宙ステーションプログラムに参与する NASA センターへの協力を NASA が提供し、NASA が提供し、宇宙ステーションプログラムを支援する他の場所を提供する。連絡関係に関連するすべての条件を明記する取り決めは合意され、GOJ/NASA PCC の共同議長によって共同で署名される。(MOU 第 7 条 7.3)

運営及び活用にあたる期間では、The Multilateral Coordination Board (MCB)と呼ばれる機関にて、ISS の運用が推進されている。

多数者間調整委員会(MCB)は、プログラムの存続期間中、または宇宙基地の運用および利用に関連するパートナーの活動の調整を確保するための任務を有するパートナーの要求に応じて、定期的に会合する。

本 MOU 締約国およびその他のパートナーは、この MOU に別段の定めがある場合を除き、MCB による宇宙基地の安全で効率的かつ効果的な運用および利用に影響を及ぼす活動を計画し調整する。MCB は、NASA、GOJ、ESA、CSA、および RSA の指定された代表者で構成される。NASA の代表者が MCB の議長を務める。締約国は、すべての MCB の決定はコンセンサスで行うべきであることに同意する。必要な時間内に MCB の範囲内で特定の問題について合意が得られない場合、議長は決定を下す権限がある。ただし、本項のいかなる規定も、第 18 条の紛争の協議および和解を使用するパートナーの権利には影響を及ぼさないものとする。協議を通じてこれらの問題が解決されるまで、第 18 条に定められた仕組みに従って、パートナーはその要素に関する決定の実施を進めない権利を有する。政治的側面を含むこのような主たる技術的またはプログラムの問題については合意が得られない場合は、第 18 条の協議および紛争解決規定のみが適用される。締約国は、プログラムのすべてのパートナーの利益を守るために、コンセンサスが達成され、影響を受けたパートナーの利益が考慮される時、宇宙ステーションの運用と利用が最も成功することに同意する。MCB の決定は、この MOU で特別に提供されたパートナーの権利を変更するものではない。(MOU 第 8 条 8.1.b)

(2) コスト超過やスケジュール遅延等の進捗上のリスク評価と計画の見直しの方法や過程

MCB は、システムオペレーションパネル(SOP)およびユーザオペレーションパネル(UOP)と呼ばれる輸送および通信などの支援サービスを含む、宇宙ステーションの運用および利用の長期的戦略的調整を担当するパネルを設置している。MCB は、これらのパネルの組織的な関係と責任、およびこれらのパネルと後述の戦術および実行レベルの組織との組織的関係を定義する SOP-UOP 憲章を作成した。パネルの統合を含む SOP-UOP 憲章の変更は、MCB によって承認される。MCB は、年間複合運用計画(COP)と、パネルによって開発され、以下で説明される年間複合利用計画(CUP)に基づいて、宇宙基地のための統合運用・利用計画(COUP)を毎年承認する。その際、MCB は、パネルが解決できない COP と CUP との間の紛争を解決する責任を負う。SOP と UOP は、SOP-UOP 憲章に記載されているように COUP を準備するために協力する。SOP-UOP 憲章はまた、COUP の調整に関するパネルの委任された責任を描いている。COUP は、適切な戦術および実行レベルの組織によって実施される。MCB はまた、第 11 条に詳述されている乗務員問題の調整のため

のパネル(多数者間搭乗員パネル(MCOP))を設置する。(MOU 第8条 8.1.c)

ペイロード/実験設計、開発、テストおよび評価(DDT&E)などのユーザー活動のコスト、ペイロードグラウンド処理、ペイロード/実験の提供、予備品および関連機器、ユーザーデータの送信および処理、ペイロード/実験の開始および返却、予備品および関連する機器、第3条に規定されている物流事業者のうち、利用者積載量/実験、予備品及び関連機器に起因する部分の発出及び返却、特殊な乗組員の訓練を含む特別なユーザー統合またはユーザー操作のサポートは、パートナーの宇宙ステーションユーザーまたはユーザーとしての個々のパートナーの責任となる。

このような費用は、NASA、日本政府およびその他のパートナー間で共有されない。さらに、ユーザーのサポートセンターのDDT&Eおよび運用コストは、NASA、日本政府およびその他のパートナー間で共有されない。(MOU 第9条 9.6.a)

NASA、日本政府及び他のパートナーは、宇宙基地の運用及び利用において、その要素のDDT及びEコストを相互に補うことはできない。(MOU 第9条 9.7)

第9条第2項に規定されているように、パートナーが業務責任を遂行しなかった場合、または第9.5条に規定されている共通システム運用責任を分担する場合、パートナーはどのような措置を講じるべきかを議論する。そのような行動は、例えば、失敗したパートナーの配分に対する適切な削減をもたらす可能性がある。(MOU 第9条 9.8)

9.2. 要素操作のコストとアクティビティ(Element Operations Costs and Activities)

9.2.a. NASAと日本政府は、第6条及び第8条に詳述されているように、それぞれが提供する要素の運営責任を負う。このような運営責任は、NASAと日本政府がそれぞれ要素運営の費用や活動を担当することを意味し、すなわち、それは、第3章に記述されている、スペアに起因するものであり、要素固有の地上センターの保守と運用に起因する活動も含まれる、地上ベースのメンテナンス、維持工学、予備品の提供、予備品の投入と返却、物流事業者の一部の立ち上げおよび返却費用などを供給する、運航に起因する費用または活動、および飛行要素の機能的性能を維持することである。

9.5. オフセット(Offsets)

9.5.a. NASAと合意したように、他のパートナーとの協議の上、共通のシステム運用やその他の活動を行い、共通のシステム運用コストに対する責任を相殺することができる。NASAは、共通のシステム運用活動の内容と範囲、および共通のシステム運用コストに対する責任を相殺するためにこのパートナーが実施するその他の活動について、このパートナーおよび影響を受けるパートナーと協定を結ぶ。

9.5.b. 第8.2条 e、第8.2条、第8.3条 h 及び第8.3.i 条に規定されているように、統合された戦術及び執行レベルの活動を行うための人員の日本政府による規定は、日本政府の共通システム運営責任の達成に向けた貢献となるであろう。

また、日本政府は、第9.5.5a 条に規定されているように、一般的なシステム運営責任の達成に向けた寄与として、打上げおよび返送を行うことができる。

このように ISS の計画は、設計及び開発にあたる期間では、それぞれが独立した取組を進めることから、インターフェースの変更を生じさせないことで、他の資金計画に影響を与えることはない仕組みが採られている。

運用にあたる期間では、負担は役割としてオフセットされることから、当該役割は各国固有のリスクの中で担われることとなっている。

5) その他の諸課題とその解決方法についての調査・分析

ISS では以下に整理されるような様々な困難が発生している。しかし、事故は起こるものとしてそれにネガティブになるのではなく、それを教訓として、各国がそれぞれ技術開発に勤しみ、自らの役割のみならず、補完関係を築けている点が ISS を安定的に運用できている秘訣であると考えられている。

以下のような輸送船に係る困難についても、日本の HTV をはじめとして、各国がそれぞれに弛まない開発を続けていることで、これがリスクをヘッジすることに繋がり、各国が安心して ISS を継続していけるポイントとなっている。

図表 61 輸送船に係る困難はあっても各国の弛まぬ開発がリスクヘッジとなり ISS を継続させている。

<p>2011年8月24日 国際宇宙ステーションに物資を運ぶために打ち上げられたロシアのプログレス44号輸送機が軌道に到達せず、打ち上げに失敗</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・プログレス44号輸送機は2,670kgの荷物を積み、8月24日にカザフスタンのバイコヌール宇宙基地から国際宇宙ステーション(ISS)に向けて打ち上げられた。予定通り第1段、第2段を切り離したが、打ち上げから325秒後、第3段のエンジンが予定よりも早く停止したため、目的の軌道に到達できず、地上へと落下した。 ・物資にも余裕はあり、ISSの運用に問題は発生していない。しかし9月8日に予定されていた第28次長期滞在クルー3名の帰還は9月16日に延期された。当初の予定では次の宇宙飛行士の打ち上げまでに2回の無人輸送機の打ち上げが計画されていたが、今回の事故を受け、次の宇宙飛行士の打ち上げは10月末から11月頭へと当面延期された。
<p>2014年10月28日 国際宇宙ステーション(ISS)に物資を運ぶ予定だったNASAの無人ロケット「アンタレス」が、発射6秒後に爆発、炎上。打ち上げは失敗</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・アンタレスが搭載した補給機シグナスは、約2.2トンの物資や実験用機器をISSの宇宙飛行士に届ける予定だった。流星観測カメラや、宇宙飛行士の腸内細菌を調べるための装置が搭載されていたという。 ・600キロ以上の食料も積み込まれていたが、ISSの乗組員が食料不足に陥るおそれはない。現在もISSとドッキング中の欧州補給機による補給が、今月成功している。29日にはロシアの補給船プログレスもISSに向けて打ち上げられる予定だ。
<p>2015年4月28日 国際宇宙ステーション(ISS)に補給するための物資が満載されていた無人補給船「プログレス M-27M」を積んだ「ソユーズ 2.1a」ロケットが制御不能</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「プログレス」補給船は、宇宙ステーションに補給物資を輸送するために開発された無人の補給船で、1号機は1978年に打ち上げられ、当時ソヴィエト連邦が運用していた「ソユーズ 6」に物資を輸送し、その後も「ソユーズ 7」や「ミール」といったソ連の宇宙ステーションに向けて打ち上げられ、2000年からは「国際宇宙ステーション」(ISS)へも物資を運んでいる。 ・今回のプログレス M-27M は、ISS に向けて打ち上げられたものとしては59機目、1978年の1号機から数えると通産150機目となるプログレス補給船であった。 ・5月8日前後に地球の大気圏に再突入すると予測されるが、大気圏再突入後に、地表に破片が落下する可能性はゼロとはいえない。プログレスは有人のソユーズ宇宙船とは違い、大気圏再突入時の熱で燃え尽きるように造られているが、例えばチタン製のタンクなど、燃えにくい素材の部品が落下する可能性はある。また、通常であれば、ほぼ確実に燃え尽きるような角度で、なおかつ人家のない南太平洋上に落下するように制御して再突入が行われるが、制御不能の状態ではそれができない。
<p>2015年6月28日 国際宇宙ステーション(ISS)への補給物資を積んだ米スペース X 社のロケットが、打ち上げ後に爆発</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・宇宙ステーションへの物資補給ミッションは3回立て続けに失敗。 ・「民間企業による補給プログラムでは、補給機の損失も計算に入れている」とNASAのチャールズ・ボールデン長官は声明を出した。しかし、度重なる失敗の結果、宇宙ステーションでは7月末までには予備の食料とトイレ用タンクに手をつけざるを得ず、それらも9月第1週には底をつくだらうとNASAは見積もっている。

7. ICGC (国際がんゲノムコンソーシアム) の事例分析

0) ICGC の概要

2007年10月に、6機関(オンタリオがん研究所、ゲノムカナダ、欧州委員会、英国ウェルカムトラスト財団、米国立がん研究所、米国立ヒトゲノム研究所)が共同で開催したICGC設立準備会合(カナダ・トロントで開催)には22カ国が参加し、2008年4月、ICGC(事務局:オンタリオがん研究所、事務局長:トーマス・ハドソン同研究所長)が発足した。

ICGCは、がんのゲノム変異の包括的なカタログを作成するという目的を達成するため、各プロジェクト間の調整(情報交換の促進、ゲノム解析作業の重複阻止など)を行う組織である。

各プロジェクトは、データ収集・解析に関するICGCの共通基準のもと、少なくとも1種類のがんについて500症例を解析し、データ化を行う。

2016年4月現在、アジア、オーストラリア、ヨーロッパ、南北アメリカの16カ国およびEUの機関や組織が参画して、500億円以上の資金を集め、主要ながんの種類について88の大規模ゲノム研究プロジェクトが進められている。

図表 62 プロジェクト実施の状況(2016年4月)



出所 The Case for the International Cancer Genome Consortium for Medicine/ICGC

ICGCの各プロジェクトは、共通の標準化されたインフォームド・コンセントのプロセスと倫理面での監視を行い、ICGC関連研究に参加する患者のプライバシーを保護しながらサンプルを収集保存することで同意している。ICGCの各プロジェクトによる研究の公的意義を最大限とするため、得られたデータは全世界の研究コミュニ

ニティに迅速かつ無償で随時公開される。さらに、各プロジェクト参加者は、ICGC 研究から生じた 1 次データに対しての特許やその他の知的所有権の申請を行わない。

日本では、理研と国立がん研究センターが中心となって、主にウイルス肝炎から発生する肝臓がんのゲノム解析を行っており、これまで合計 452 症例の網羅的ゲノムデータを ICGC で公開した。

ICGC に参加している日本の 6 つの大学と 4 つの研究機関は以下の通り。

- 理化学研究所 統合生命医科学研究センター(中川 英刀チームリーダー)
- 国立がん研究センター研究所(柴田 龍弘分野長)
- 東京大学 医科学研究所 ヒトゲノム解析センター(宮野 悟教授)
- 東京大学 先端科学技術研究センター(油谷 浩幸教授)
- 広島大学 医学部消化器内科(茶山 一彰教授)
- 国立がん研究センター中央病院(小菅 智男副院長)
- 和歌山県立医科大学 第 2 外科(山上 裕機教授)
- 大阪府立成人病センター 消化器外科(左近 賢人院長)
- 東京女子医科大学 消化器外科(山本 雅一教授)
- 北海道大学 医学部消化器外科 II(平野 聡教授)

ICGC は、設立から 10 年目にあたる 2018 年に終了することとなっており、現在、ICGC で構築されたデータベースの引き継ぎ等を含む、次のプログラムの検討が進められている。

1) 国内における政策・意思決定過程についての調査・分析

国内機関による ICGC に参加するに至った調整、手続きにおける課題点および解決策の調査・分析を行う。

(1) 機関内での企画立案から政策決定までに要した期間、調整のプロセス

理化学研究所と国立がん研究センター研究所は、ICGC の Executive Committee (EXEC) のイニシャルメンバーである。EXEC のメンバーは、一つのがんタイプまたはサブタイプにおける 500 症例の特性評価を支援するため、このようなプロジェクトに対し、最低でも合計 1,000 万米ドル相当を提供する必要がある、当該資金は、オーバーヘッド/間接コストおよび設備を除き、運営(給与、消耗品など)のために 5 年間にわたって分配される。一部の国は研究費が低いか、もしくは関与の度合いを埋め合わせることでできる物的貢献(例えば、標本など)を行うことができる、とされている(なお、2012 年初頭、500 症例以下のプロジェクトも認められることとなった)。

2 つの機関の ICGC への参加は、ICGC の事務局長であったトーマス・ハドソン医学博士から理化学研究所の油谷浩幸東京大学先端科学技術研究センター教授に参加の依頼があったことがきっかけであり、がんに係る研究であることから、国立がん研究センター研究所の参加が求められ、EXEC メンバーになったという経緯がある。

国立がん研究センター研究所では、研究所トップへの要請に基づいた参加であり、特別な機関内の委員会等が設けられることもなく、柴田龍弘分野長が中心となり、企画立案等が行われ、主な活動は、厚生労働省との予算折衝となった。

(2) 関係省庁・機関との調整に要した期間、調整のプロセス

国立がん研究センター研究所では、厚生労働省との調整が進められた。厚生労働省では、本件に関する予算確保等について、外部の有識者を招聘するような会議体は設けられておらず、担当部局内での調整が進められた。

国立がん研究センター研究所は、がん研究に係るアジアにおける日本のプレゼンスの確立と、世界のがん研究に携わる先端のネットワークに日本の知見や技術を活かすことのできる国際貢献的な意義等が示され、厚生労働省から、独立行政法人医薬基盤研究所 先駆的医薬品・医療機器研究発掘支援事業を通じた資金供給の方法が提示された。

支援事業は公募事業であり、国立がん研究センター研究所の研究者がこの公募事業に応募することで、資金の確保がなされた。事業は 5 年間でその資金は約 10 億円となった。

なお、日本は設立時の EXEC メンバーとなるよう検討を進めていたが、ICGC 設立のプレスリリースの時期と、日本国内の予算確定に係る公表の時期がずれる可能性があった。最終的には、研究所と関係省庁との間の綿密な情報交換により、プレスリリースに間に合うこととなった。

2) 国際的な合意形成についての調査・分析

ここでは、計画立案から実施に至るまでの調整、手続きにおける経緯、課題、解決策等について整理する。

(1) 調整に要した期間、調整のプロセス

2007年10月1日と2日、オンタリオ癌研究所、ゲノム・カナダ研究所、欧州委員会、英国ウェルカム・トラス、米国立がん研究所、米国全国ヒトゲノム研究所の6つのコンソーシアム組織が国際癌ゲノミクス会議を開催した。

会議の6ヶ月前から、組織委員会は、癌ゲノミクス研究、倫理、統計、情報学、病理学、資金調達機関のダイレクターレベルの世界的リーダーの参加を得るための取組を重ね、結果的に、22カ国から120名の参加者を確保した。

この会合の結果として、ICGCの設立に向け、以下の事項が提案された。

ICGCの目標

会議の参加者は、国際的な癌ゲノミクスコンソーシアム(ICGC)の立ち上げに大きな熱意を示した。彼らは、コンソーシアムの「勇気づける目標 (Inspiring Goal)」は、10種類の腫瘍から研究を開始するという段階的アプローチの可能性とともに、およそ50種類の異なる腫瘍型およびサブタイプのすべての関連するゲノムおよびエピゲノム変化の包括的な記述を得ることであると合意した。

パイロットプロジェクトからのレッスン

第一に、パイロットは大規模な癌ゲノムプロジェクトが困難であることを実証している。サンプル収集は往々にして律速段階であり、技術の展望は急速に変化している。これらのハードルにもかかわらず、がんのこれらの包括的な分析は、癌ゲノムへの現実的で刺激的な洞察を得ることができる。

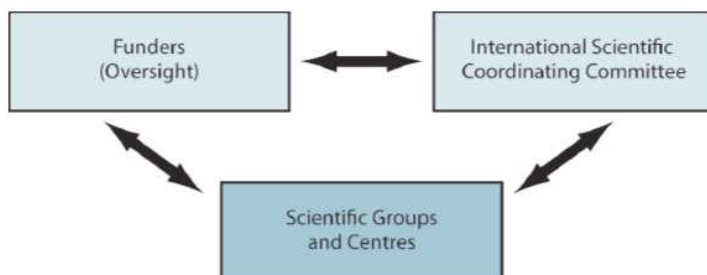
サンプル収集のためのモデル

従来のサンプルコレクションが失望させられるものであることが判明し、サンプル収集の多くが将来的に必要となるため、コンソーシアムの目標は、困難な取り組みである。このような問題を緩和する方法の提案には、地域がんセンターの設置、検体生産者とのパートナーシップのためのセンターへの権限付与、創造的な資金調達メカニズムが含まれる。留意すべき1つの問題は、サンプル提供者がサンプルの所有権を保持する傾向があることです。

国際がんゲノムコンソーシアムの提案された体制

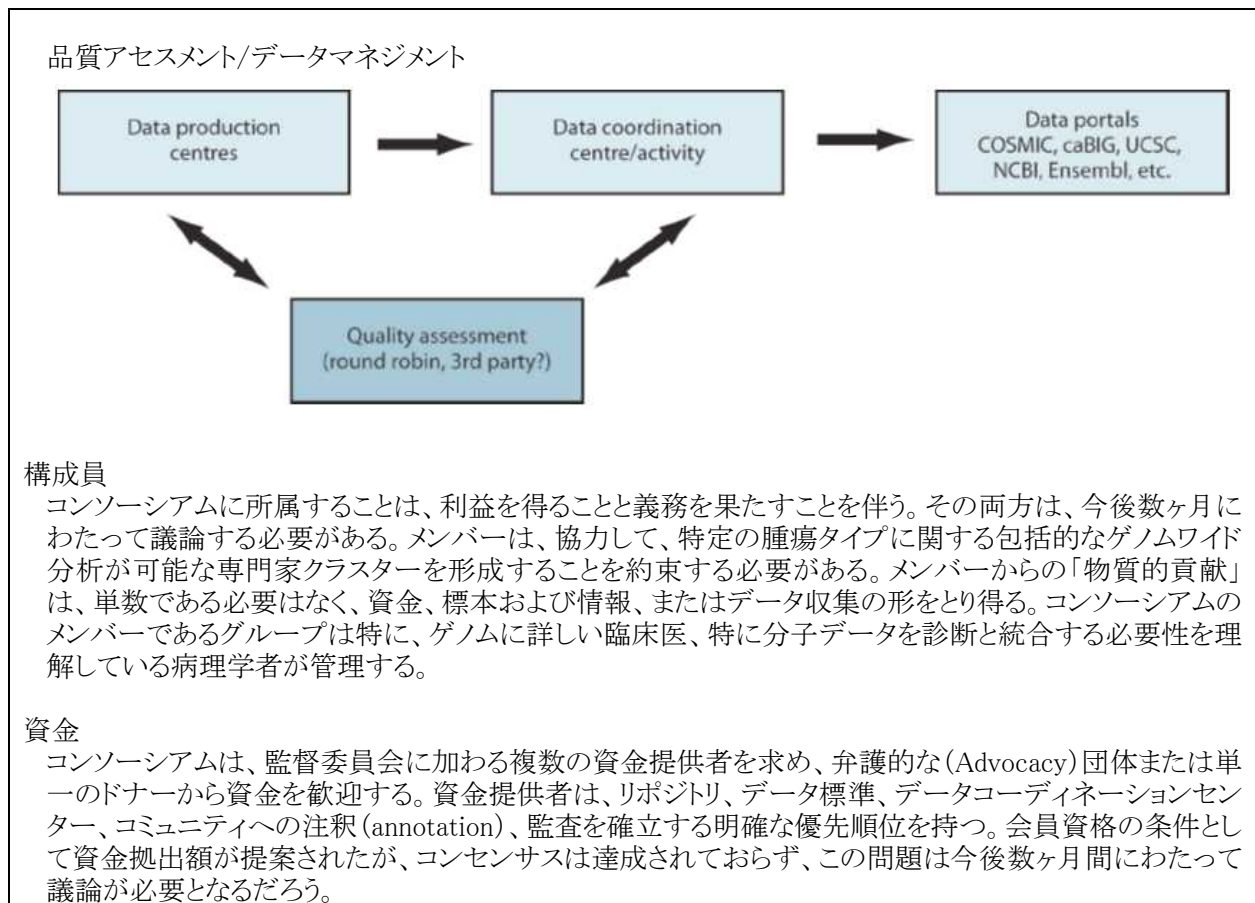
コンソーシアムは、他のコンソーシアムによって確立された成功した方法に大きく基づいている。以下の図は、資金提供者(監督)、国際的な科学調整委員会(設定基準)、科学グループおよびセンター(品質評価およびデータ管理)に関するサンプル提供者およびデータ生産センター)の相互作用に依存する構造を提案する。コンソーシアムの構造の強さは、その構成要素だけでなく、グループ間の双方向の情報の流れにもある。

コンソーシアムの提案された体制



品質アセスメント/データマネジメント

品質評価とデータ管理は、プロジェクトの成功に不可欠である。このために、コンソーシアムは、BCRのような組織(BCR, Bureau Communautaire de Référence)、または北米、欧州連合、アジアにある品質評価センターの設置を検討する。次の図は、効率的な品質評価とデータ管理に必要なセンターとポータルを提案している。第三者の品質評価に対する「ラウンドロビン」スタイルの問題は、さらに議論が必要である。



上記を受け、ICGC の準備のための暫定実行委員会(Interim ICGC EXEC)は、オーストラリア(オブザーバー)、カナダ(2つの機関の内、1つの機関はオブザーバー)、中国、インド、シンガポール、英国、米国(国立がん研究所及び国立ヒトゲノム研究所)及び欧州委員会(オブザーバー)の資金提供機関の代表者で設立された。トム・ハドソン医学博士(Dr. Tom Hudson)(オンタリオがん研究所(Ontario Institute for Cancer Research)所長兼科学顧問)は、EXEC に事務局機能を提供することに合意した。

(2) 最終的に合意に至って実施する際の手続き

資金提供メンバーとして ICGC に参加したい資金提供機関、団体またはグループは、指名の審査及び承認に対して責任を有する ICGC 実行委員会に自薦することができることとされ、初期の ICGC 資金提供メンバー(または ICGC 創設者)になるためには、2008 年 9 月 1 日までに指名が受理されなければならないとの規定に基づき、日本は、資金提供メンバーとなった。

脱退が起こりうる事象としては、参加している科学グループが ICGC の国際科学運営委員会が定めたガイドラインを遵守できなくなった場合が想定されるが、文書化された明確な規定は無く、都度、事務局が国際科学運営委員会等に諮ることが考えられている。

3) 国際分担についての調査・分析

ICGC を運営するために必要な資金、人材、資産等のコストを、どのような方針や考え方に基づいて協議し、各国の拠出分担割合を決定したか、また、参加国間における分担の状況等の実態を整理する。

(1) 国際分担の状況

ICGC はカナダトロントのオンタリオ癌研究所(OICR)にある事務局によって運営されている、効果的で効率的な組織に発展した。事務局は、国際科学運営委員会およびその国際委員会/ワーキンググループ/サブグループ/全ゲノム運営委員会および科学/技術ワーキンググループの汎癌解析を含む多くの中核的な基盤、委員会、ワーキンググループのために不可欠な支援を提供している。

これらのワーキンググループは、ICGC 執行委員会および国際運営委員会の指導の下、倫理、政策、データアクセス、プライバシー、技術、分析、データの調整および管理において生じる新たな問題に対処するために進化している。

ICGC 加盟国は、収集したデータを、世界の研究者ができるだけ早く広範に利用できるようにし、最小限の制限で、癌の原因とコントロールに関する研究を加速させることにコミットしている。参加している ICGC プロジェクトからのデータは、OICR の ICGC データ調整センター(DCC)に提出され、ICGC データポータルを通じてアクセスされる。ICGC データポータルには、特定の遺伝子に属する突然変異およびその遺伝子内での位置、ならびにその遺伝子に関する既知の機能情報、ならびにそのような突然変異を有する癌患者に特有の臨床および病理情報を表示する注釈付きデータが含まれる。

世界中のデータへのアクセスを容易にするため、ICGC はクラウドベースのソリューションを採用し、ユーザーが計算集約型分析を実行可能としている。クラウドベースの ICGC のようなイニシアティブには、非商用(OICR とシカゴ大学が管理する Cancer Genome Collaboratory)ならびに商用ソリューションが含まれる。

(2) 金銭的コスト(予算)の分担の基本的コンセプトと状況

ICGC の事務局運営は、オンタリオ州が拠出する 10 年間に亘る総額 40 億ドルの資金を活用して行われる(事務所(実際には研究所内の部屋)の確保とデータセンターの設置もこれら費用に含まれる)。事務局運営関連で参加国に負担があるのは、9ヶ月に1回、各国持ち回りで開催されるフォーラムに係る費用であり、各国がホストとなって、会場費や軽食等の費用が負担されている(日本も 2011 年に開催、地震があり、会場が東京から京都に変更となった)。

なお、各種会議についても 9ヶ月に1回実施されるフォーラムのタイミングをはかり、フォーラム自体を Face to Face の会議としており、これを重視、別途そのための物理的な会合を開かないという効率化が図られており、ビデオ会議等が効率的に活用されている。

(3) 人的コスト(職員)の分担の基本的コンセプトと状況

ICGC の事務局は、OICR 内に設置され、事務局長の下に事務担当、その下に 2 名の事務員が配属され、EXEC 等の ICGC が有する各機関の運営調整等が成されている。その他、契約でサイエンライターが 2 名確保され、20 名程度のエンジニアが契約にてデータセンターを管理している。

4) 国際協力事例の推進体制についての調査・分析

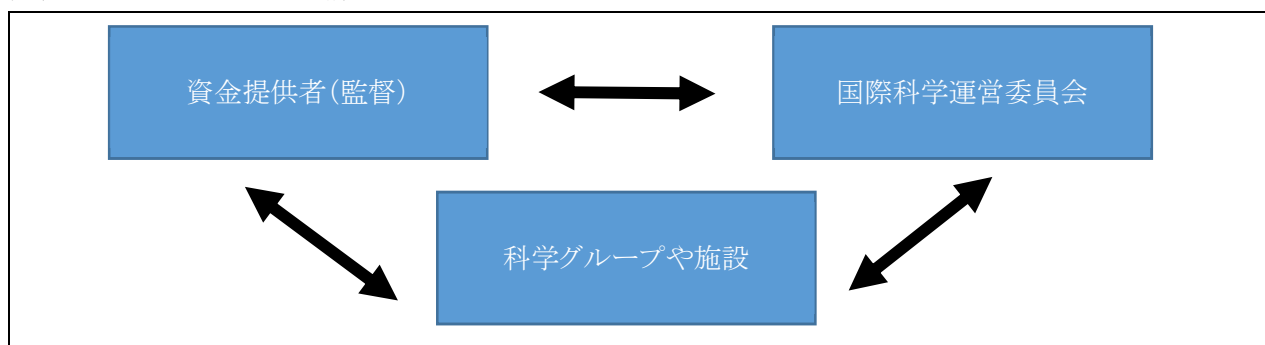
ICGC の推進体制や推進方策の決定方法・過程、計画遂行に際してのリスク評価や計画の見直しの方法や過程についての課題及び解決策を整理する。

(1) プロジェクトの実施主体や推進に当たっての国際調整・意志決定方法や過程

① 実施体制の基本的な考え方の整理

ICGC の組織の分散モデルは、本プロジェクトの成功に最も適したものとして選択されている。このモデルは、他の国際ゲノムプロジェクトにおいて成功裏に用いられており、そこでは最初に高い基準及び方針が決定され、承諾及び遵守が参加の前提条件であった。図表に示されているモデルは、資金提供者（監督を実施）、国際科学運営委員会（ガイドラインを設定）及び科学グループ及び施設（データ生成、品質評価及びデータ管理に関与するサンプル提供者及びデータ生成センター）間の相互作用に依存している。コンソーシアムの構造の強度は、その構成部分だけでなく、グループ間における双方向の情報の流れにもよる。

図表 63 コンソーシアムの構造



ICGC は、関与する組織が多様で実際の研究組織自体はそれぞれ独立して管理されるという特徴がある。

第一目標

1. 世界各国で臨床的に重要な 50 種類のがんタイプおよび/またはサブタイプの腫瘍におけるゲノム異常（体細胞変異）の包括的なカタログの作成を調整する。

塩基変異体、挿入、欠失、コピー数変化、転座及びその他の染色体再配列等、すべての体細胞変異を含むとともに、以下の特徴を持つよう各腫瘍タイプまたはサブタイプのカタログを定義することで、高品質を確保する。

 - ・ 包括性、3%以上の頻度で発生する身体上の異常を伴う大部分のがん遺伝子が発見されるように
 - ・ 高解像度、理想的には、シーケンスレベルの解像度で
 - ・ 高品質、病理学と技術に共通の品質基準を用いて
 - ・ 身体異常を遺伝性の配列変化と区別するために、非腫瘍適合組織 (matched non-tumor tissue) から生成された制御データに基づく
2. 同一腫瘍からトランスクリプトーム及びエピゲノムのデータセットの相補的なカタログを作成する。
3. がんの原因及び制御の研究を加速させるために、研究コミュニティ全体が最小限の制限で可能な限り迅速にデータを利用できるようにする。

第二目標

4. ターゲット選択の基準としての疾患負担の使用、及び腫瘍解析の取り組みにおける不要な重複の最小化など、個々の参加者、自己編成コンソーシアム、資金提供機関及び国家の利益と優先順位が検討されるよう研究活動を調整する。
5. 世界中のがん研究者とのデータ統合及び共有を容易にする新たな技術、ソフトウェア、及び方法に関する知識と基準の普及を支援する。

なお、発足当初は、分析技術の未発達など、プロジェクトにおける多くの不確定要素を考慮すると(例えば、技術が進化する速度、提案された腫瘍タイプに対して十分な数の高品質サンプルを獲得するのに必要な時間の予測においてなど)、50種の腫瘍タイプのデータを生成するのにかかる最終的な概算時間を正確に予測することが出来なく、終了期間を定められず、“数年(具体的な数字を示せず)”を要する、という予測であった。

科学計画委員会 (Scientific Planning Committee)

ICGC の計画段階(2007年11月～2008年3月)において、科学計画委員会は、多くの国の資金提供機関および科学者が、将来の参加に関する決断をするに至る効果的な情報を含む広く伝達される文書の作成の重要性を認識した。

インフォームド・コンセントや国際境界を越えたサンプルの共有に関して、科学的知識の不完全性(多くの癌の腫瘍異質性など)、急速に進化するテクノロジー、例えば委員会とそのワーキンググループが検討したもので、次世代シーケンシング技術、資金メカニズムの多様性、国家間の違いなどの問題がある。企画チームが採用したアプローチは、プロジェクトへの参加の中心となる限られた数の原則を定義し、この文書を作成する時点で「ベストプラクティス」とみなされるものに基づいて読者に推奨事項を提供することであった。著者らは、「ポリシー」および「ガイドライン」という用語を使用して推奨原則から本質的に区別しようとした。

コンソーシアム政策は、コンソーシアムのメンバーがプロジェクトの過程で従うことに同意する原則である。但し、政策は長期的なものになることが予見されており、ICGC は定期的に政策を見直すこととする。

コンソーシアムのガイドラインは、ICGC ワーキンググループが提唱した勧告であり、与えられた時に「ベストプラクティス」を構成すると考えられるものについてアドバイスを提供する。ICGC や他のグループによって生成されたデータから収集された技術や新しい知識の急速な進化を考えると、ガイドラインが進化することが期待される。また、アプローチは、腫瘍の種類、地域の法律、またはその他の要因に基づいて変化する必要もある。そのような場合、ICGC メンバーは、ICGC ガイドラインと比較して、アプローチの違いを比較して説明することができると期待されている。

ICGC は、アプローチの柔軟性と革新の促進を可能にする政策ではなく、その勧告の大部分を指針とすることを選択した。

ICGC によって作成されたこの最初の文書では、著者らは、ポリシーである推奨事項とガイドラインである推奨事項を区別することに努めた(いくつかの問題が明らかに両方のものであっても)。ICGC に参加して、サンプル、サンプルであるための基準、使用されるエクソン(exons)、品質管理など、明確な計画を宣言するのは個々のプロジェクトに依存する。

時間の経過と共に、ICGC は現在の最先端技術を記述するベストプラクティス文書を生成し、ガイドラインの変更を提案する。

方針(Policies)とガイドライン(guidelines)

1. インフォームド・コンセント、アクセス、倫理的な監視
2. データリリースポリシー
3. 出版ポリシー
4. 知的財産ポリシー、ICGC によって研究される 5 種類の腫瘍の種類とサブタイプ
6. サンプルの品質基準
7. 研究デザインと統計的問題
8. ゲノム解析
9. データ管理

②実施体制構築に係る国際調整・意志決定の手順や手続きの整理

ICGC の監督は、ICGC 資金調達メンバーによって指名された個人で構成された EXEC によって提供される。

EXEC

- ・新会員の推薦を審査し、受諾する。
- ・国際科学運営委員会と緊密に協力する。ICGC 方針に関連する新しい勧告を改訂または採用する。
- ・プロジェクト全体の進行状況、データ品質、データアクセス可能性を監視する。
- ・資金提供機関に進捗状況を定期的に報告する。
- ・プロジェクト間で起こりうる重複の可能性を議論し、解決策を交渉するためのフォーラムを提供する。発生する可能性のある問題を解決するためのフォーラムを提供する。
- ・科学、法律、知的財産、倫理、資金調達、コミュニケーションなどの問題に関するコンサルタントの募集や専門家委員会の設置を決定する。
- ・コミュニケーション戦略を策定し、コミュニケーションリーダーを指名し、すべての ICGC ステークホルダーの積極的な協議を保証する。

図表 64 ICGC Executive Committee (EXEC)のメンバー

Permanent	
Lincoln Stein	Ontario Institute for Cancer Research (OICR), Canada
Anne Kelso	National Health and Medical Research Council (NHMRC), Australia
Cindy Bell	Genome Canada, Canada
Stuart Edmonds	Prostate Cancer Canada (PCC), Canada
Youyong Lu	Chinese Cancer Genome Consortium (CCGC), China
Henry Yang	Chinese Cancer Genome Consortium (CCGC), China
Iiro Eerola	European Commission FP7, Finland
Fabien Calvo	Institut Gustave-Roussy, France
Christine Chomienne	Institut National du Cancer (INCa), France
Axel Aretz	DLR Project Management Agency, Germany
Christiane Buchholz	Federal Ministry of Education and Research (BMBF), Germany
Gerd Nettekoven	German Cancer Aid (DKH), Germany
Laura Planko	German Cancer Aid (DKH), Germany
Shailja Gupta	Department of Biotechnology, Ministry of Science & Technology, India
K. VijayRaghavan	Department of Biotechnology, Ministry of Science & Technology, India
Giampaolo Tortora	University of Verona, Italy

Tatsuya Maruyama	Japan Agency for Medical Research and Development (AMED), Japan
Hitoshi Nakagama	National Cancer Center Research Institute, Japan
Tatsuhiro Shibata	National Cancer Center Research Institute, Japan
Kiyu Shimizu	Japan Agency for Medical Research and Development (AMED), Japan
Miguel Betancourt	Instituto Carlos Slim de la Salud, Mexico
Sultan T. Al-Sedairy	King Faisal Specialist Hospital and Research Centre, Saudi Arabia
Hyung-Lae Kim	National Center for Cancer Genomics, National Project for Personalized Genomic Medicine, South Korean Ministry of Health and Welfare, South Korea
Elias Campo	Spanish Ministry of Science and Innovation (MICINN), Spain
Michael Dunn	The Wellcome Trust, United Kingdom
Nic Jones	Cancer Research UK (CRUK), United Kingdom
David Scott	Cancer Research UK (CRUK), United Kingdom
Mike Stratton	Wellcome Trust Sanger Institute, United Kingdom
Eric Green	National Institutes of Health (NIH), National Human Genome Research Institute (NHGRI), United States
Carolyn Hutter	National Institutes of Health (NIH), National Human Genome Research Institute (NHGRI), United States
Jean Claude Zenklusen	National Institutes of Health (NIH), National Cancer Institute (NCI), United States
Observer	
Joseph Lee	Hong Kong University of Science & Technology, China

出所 ICGC ホームページ

国際科学運営委員会 An International Scientific Steering Committee (ISSC)

国際科学運営委員会 (ISSC) には、ICGC の癌ゲノムプロジェクトの主要研究者、データ調整センター、専門病理学者、腫瘍学者および倫理学者、資金提供機関の代表が含まれている。このグループは、電話会議、電子メール、および定期的な会議を通じて、次のように頻繁にやり取りする。

- ・ 科学調整機関としての役割を果たす。
- ・ 進捗状況を評価する。
- ・ サンプル、同意、倫理、品質基準、進化する技術に関連するものを含む、科学的性質の問題を明確化する。
- ・ 交換プロトコル、標準的な操作手順。
- ・ 集中的に割り当てられる一時的または常設の小委員会を設置する。
- ・ QC 標準を確立する。

データコーディネーションセンター (DCC) は、プロジェクトやセンターからセントラル ICGC データベース、公開リポジトリ、品質評価、キュレーション、データリリースまでのデータフローを管理する。DCC は、EXEC および ISSC への定期的な進捗報告を提供する。

癌ゲノムプロジェクトで使用されるサンプルの品質評価は、プロジェクトの成功に不可欠である。そのため、コンソーシアムは品質評価センターの設置を検討することがある。第三者の品質評価に対する「ラウンドロビン」スタイルの問題には、さらなる議論と、そのような活動への資金提供の仕組みが必要である。

科学グループ、センター (Scientific Groups and Centres)

メンバーは資金調達メンバーと研究メンバーで構成され、各メンバーは少なくとも 1 つのがんゲノムプロジェクトを実施するのに十分な資金または科学的専門知識を提供する個人または同盟グループとなる。

ほとんどのプロジェクトは、癌の種類または亜型の最低 500 症例の特徴付けを伴う。かなりの異質性を示す腫瘍には 500 以上のサンプルが必要となることもある。

腫瘍タイプまたはサブタイプの 500 サンプルが実用的でない(希少な癌など)、または不必要な(既存の分子研究に基づいて比較的均質であることが知られている腫瘍サブタイプのような)場合もある。2012 年 3 月、ICGC は、希少な癌の研究の開始を奨励するための小規模プロジェクトの地位を公式化した。

アフィリエイト(小規模プロジェクト)のステータスは、最低 100 の腫瘍を研究するための資金提供を受けられるプロジェクトに付与される。小規模なプロジェクトに取り組むことを提案する ICGC 研究メンバーは、サンプルサイズの見積もりを提供すべきとされている。各メンバーは、少なくとも 1 つの癌ゲノムプロジェクトを経済的または科学的に支援する責任を負う。研究メンバーは、ICGC 資金拠出メンバーからの既存またはコミットされた資金を必要とする。

潜在的な資金提供メンバーが、がんゲノムプロジェクトを支援するために指定された資金的裏付けを有しておらず、必要な資金を即座にコミットできない可能性があることは認識されている。大規模な癌および/またはゲノムプロジェクトに資金を提供している資金提供機関には、適格研究プロジェクトがない場合にオブザーバーとして ICGC に参加する機会が提供され、約 1 年の期間、資金を確保し、この規模のイニシアティブを計画し、堅実な資金供与を行うための機会が提供される。

1. 500 サンプル以上の大規模プロジェクトを立ち上げる ICGC の資金提供メンバー (ICGC Funding Members Launching Large-Scale Projects (more than 500 samples))

- 1) 単一の資金提供機関、または
- 2) EXEC に任命された連合内における単一組織の代表者との連合体。

本文書に記載された包括性の程度まで、一つのがんタイプまたはサブタイプにおける 500 症例の特性評価を支援するために、ICGC 資金提供メンバーは、このようなプロジェクトに対し、最低でも合計 2,000 万米ドル相当(2012 年の改正までで 1,000 万米ドルに引き下げ)を提供する必要がある。その後、非常に希ながんについては、5 年間で 100 症例以上を 300 万米ドルで評価することとなった。

当該資金は、オーバーヘッド/間接コストおよび設備を除き、運営(給与、消耗品など)のために 5 年間にわたって分配される。一部の国は研究費が低いか、もしくは関与の度合いを埋め合わせることでできる物的貢献(例えば、標本など)を行うことができる可能性があることと認識されている。支援の度合いが、ICGC のガイドラインを満たすがんゲノムプロジェクトを開始するのに十分であるようにする責任は、資金提供団体にあるという一般原則のもと、「現物支給」または低い貢献度の価値を評価するためのガイドラインが策定されている。

2. 500 サンプル以下の ICGC 会員資金調達アフィリエイト・ステータス・プロジェクト (ICGC Members Funding Affiliate Status Projects (fewer than 500 samples))

2012 年初めに、ICGC は、資金調達額が 1000 万ドル未満で、分析可能な 500 件未満のプロジェクトについてアフィリエイトの地位を確立することを承認した。この決定は、コンソーシアム内の稀な腫瘍の研究を促進するために行われた。アフィリエイトプロジェクトは、少なくとも 100 の腫瘍の分析にコミットする必要がある。(非常に稀な腫瘍については、100 以上の症例が、より小さい集団の集合体を用いて得られ得る。) 100 の腫瘍を研究するプロジェクトの資金調達の期待水準は、5 年間で 3 百万米ドルとなっている。

なお、総額 1,000 万ドル未満のアフィリエイトプロジェクトを支援し、完全ながんゲノムプロジェクトをサポートしていない資金提供機関は、執行委員会のメンバー資格を得る資格はない。アフィリエイトステータスプロ

プロジェクトを開始する既存の ICGC メンバー組織は、執行委員会のメンバーシップを保持する。

3. ICGC Research Members

研究メンバーとして ICGC に参加するには、研究機関の支援を行う ICGC 資金提供メンバーから指名されなければならない。研究メンバーは、がんゲノムプロジェクトを支援するための確かな能力と設備を有し、本文書に記載の共通に合意された方針及びガイドラインに従って、ICGC に関連したがんゲノム研究を行う。指名は実行委員会によって審査・承認される。当該機関は、ICGC 資金提供メンバーから既存のファンドまたは使途制限付きファンドを受ける必要がある。

* 2012 年 12 月現在、ICGC の執行委員会は、コンソーシアムがコミットされたプロジェクトに関して重要なマイルストーンに達し、高品質のデータセットを提供することに焦点が移ったことを踏まえて、新しいメンバーの受け入れを中止することに決めた。

適切かつ実現可能な場合、データコーディネーションセンターは、互換性のあるデータセットを持つ非 ICGC グループからのデータセットをホストし続けることができる。

研究メンバーは以下の2つのタイプが考えられる。

- a. 1 つまたは複数の癌ゲノムプロジェクトのサンプルを取得および分析するために組織された国内または国際的な研究グループの研究センターまたはネットワーク
- b. いくつかの癌ゲノムプロジェクトの運営に大きく貢献するゲノム、癌、臨床、倫理、バイオインフォマティクス(またはその他の)センター

これらの組織はおそらく異なる構造を持ち、多くの研究者、臨床医、科学的管理者、臨床技術スタッフを含むことを考えれば、各組織は、国際科学運営委員会、ワーキンググループ、ワークショップ、ICGC 会議などの ICGC 調整活動に参加するために代表者を指名するよう求められる。また、アフィリエイトプロジェクトごとに少なくとも 1 人のメンバーが ICGC の科学ワークショップに参加するよう要請される。各アフィリエイトプロジェクトの 1 人の科学者が、国際科学運営委員会の電話会議に参加するよう要請される。

ICGC プロジェクトを支援するための資金提供を希望する研究者(大規模またはアフィリエイト)は、ICGC 事務局に Letter of Support の発行を要請することができる。資金が調達されると、ICGC は資金調達コミットメントを確認するために資金調達機関からの文書を要求する。

(2) コスト超過やスケジュール遅延等の進捗上のリスク評価と計画の見直しの方法や過程

ICGC の設立当初、ICGC の目的は、かなり野心的な取組と考えられてきた。これは、シーケンス技術が、たとえば 1 年かけて 1 ゲノムしか解析できないようなレベルであり、ICGC が求める、一つのプロジェクトで 500 サンプルを分析するということは、長大な年月が必要になることを意味していた。

よって、ICGC 設立当初は、プロジェクト全体の期限を設けることができなかった。

その後、シーケンス技術自体が向上し、すぐに 1 ゲノム 1 日で解析できるレベルまで上がり、これにより、プロジェクトの期間を 10 年と設定することが出来、2018 年を終了年として、当初の目的を達成するという展望が得られ、取組が進められている。

事務局は、オンタリオ州政府が当初決めた拠出期間である開始から 10 年で閉じられることが決定しており、残すところあと 2 年(2018 年)となっている。

事務局は、2 週間に一度、参加チームとの電話会議を設け、進捗を管理している。

2016 年 9 月時点で 90 のプロジェクトから 29,647 の腫瘍遺伝子を確保することがコミットメントされており、

2018年の終了まで、この数字を達成させることが当面の目標となっている。

2017年2月現在、参加国によってはサンプルの提出が遅れているところがあり、現在は、期限内に事務局にサンプルを提出するよう、当該国への催促が続いている。督促は、事務局がスプレッドシートを作成し、コミットメント遵守のためのロードマップを作成、時間軸に沿ったプロジェクトの実施を提案する形で進められている。プロジェクトが基本的に法的拘束力のないガイドライン等に基づき進められていることから、強制とはならないが、コンソーシアム参加時の取り決めに遵守することを求め、事務局が e-mail や電話会議等の手法を用い、綿密なコミュニケーションに基づく、参加チームとの交渉が続けられている。

事務局運営自体は先に示した通り最小限の人員とアセットにて運営されており、また、その期間もオンタリオ州政府の当初決定に沿って進められていることから、超過に係る問題等は発生していない。

日本が参加し、実施しているプロジェクトについても、予算が年々縮小される状況になっているとされているが、シーケンス技術の向上や研究者のスキルの向上等の生産性の向上から予算内及び期間内で順調に進められている。

5) その他の諸課題とその解決方法についての調査・分析

ICGC では、ウェブブラウザがあれば誰でもデータベースにアクセスできることを基本的な方針として掲げており、情報の公開やダウンロードは民間のクラウドサービスが利用されている。

各データ間の関係性の分析などは、OICR のデータセンターで実施されており、これは、クラウドサービスを利用してデータ処理する場合と比べて、送信するデータ量が、OICR のデータセンターで前処理した方が少ないという経済性から採用されている方法である。

また、遺伝子解析装置も大変な早さで進化しており、現在では、テーブルが必要な解析機器も、もはや、手のひらサイズとなり、これはアフリカなどの現地で分析できることを意味しており、更なるプロジェクトの深化が期待されている。

8. IAC (アボガドロ国際プロジェクト) の事例分析

0) IAC の概要

国際単位系 (SI) における質量の単位であるキログラムの定義は、人工物である国際キログラム原器 (IPK) の質量に等しいと定義されているが、IPK は国際度量衡局が保管する白金イリジウム製の分銅である。

1889 年のメートル条約の最高議決機関である国際度量衡総会 (CGPM) で質量の単位として承認されて以降、同一の分銅が使用されており、IPK の質量の変化が生じてもそれを 1kg とするのが現在の定義である。

そこで、人工物に頼らない方法により高精度に質量標準を確立する方法のひとつとして、アボガドロ定数 (シリコン単結晶の格子定数・密度・モル質量から求められる基礎物理定数) 精密測定を開発が進められた。

2004 年 4 月に MoU (Consortium Agreement on cooperation to facilitate “New determination of Avogadro Constant” by the INTERNATIONAL AVOGADRO COORDINATION (IAC) of the CONSULTATIVE COMMITTEE for MASS and Related Quantities (CCM)) が締結され、当初 6 年間の計画で開始された。

同プロジェクトでは、ドイツ、イタリア、オーストラリア、日本、英国、EU の計量標準研究機関と国際度量衡局 (BIPM) の計 7 研究機関の間で MoU が締結された。ただし、同位体濃縮には、ロシアの開発機関が関わるなど、開発のいくつかの段階では、MoU 締結機関ではない国も関与している。

2004 年に、MoU を締結した研究機関は、以下のとおり。

1. 国際度量衡機構
2. イタリアコロネッティ計量研究所 (BIPM)
3. 欧州連動 (EU) 標準物資計測研究所 (IMGC)
4. 産業技術総合研究所 (NMIJ)
5. 豪州科学産業研究機構 (CSIRO)
6. 英国物理研究所 (NPL)
7. ドイツ物理工学研究所 (PTB)

2010 年頃から測定の精度が向上し、2011 年 10 月に開催された CGPM では、国際キログラム原器を将来は廃止し、基礎物理定数によるキログラムの再定義を実施する方向性を示す決議が採択された。

そこで、IAC では、2018 年の CGPM で再定義を実施することを目的とし、2012 年に当初の MoU を更新することにより引き続き協力体制を構築した。当初の MoU 期間中に作成したサンプル結晶を使用したいとの要請がカナダや中国など未参加国から寄せられたこともあり、当初の参加機関を Partner、新規参加機関を Participant として協力の枠組みが構築された。

2012 年に、MoU を締結した研究機関は、以下のとおりであり、研究の見通しに応じて、MoU の締結は主要な研究機関に限定して行われた。

1. 国際度量衡機構 (BIPM)
2. イタリア計量研究所 (INRIM)
3. 産業技術総合研究所 (NMIJ)
4. 豪州科学産業研究機構 (NMIA)
5. ドイツ物理工学研究所 (PTB)

1) 国内における政策・意思決定過程についての調査・分析

国内機関による IAC に参加するに至った調整、手続きにおける課題点および解決策の調査・分析を行う。

(1) 機関内での企画立案から政策決定までに要した期間・調整のプロセス

産業技術総合研究所は、キログラムの再定義を目的として、1960 年頃にシリコンを用いたアボガドロ定数の精密測定に着手した。以降、欧州委員会の標準物質計測研究所 (IRMM) との協力により精度の向上を実現してきたが、モル質量の測定精度が制約となり、それ以上の精度向上が望めなかった。そこで、海外の各研究機関との連携の必要性が認識され、国際プロジェクトの組成に至った。

(2) 関係省庁・機関との調整に要した期間、調整のプロセス

本プロジェクトにおける国内関係機関は、高エネルギー加速器研究機構が挙げられる。同プロジェクトでは、シリコンの同位体のひとつである ^{28}Si だけでできた単結晶から研磨した球体の密度と結晶の格子定数、モル質量を測定する必要があるが、産業技術総合研究所は、同機構の所有するシステム (超高分解能結晶格子評価システム) を活用することにより開発を進めた。なお、同機構との問題意識が一致したことから設備使用料は無償となっている。

2) 国際的な合意形成についての調査・分析

計画立案から実施に至るまでの調整、手続きにおける経緯、課題、解決策等について整理する。

(1) 調整に要した期間、調整のプロセス

2004 年 4 月に MoU (Consortium Agreement on cooperation to facilitate “New determination of Avogadro Constant” by the INTERNATIONAL AVOGADRO COORDINATION (IAC) of the CONSULTATIVE COMMITTEE for MASS and Related Quantities (CCM)) が締結され、当初 6 年間の計画で開始された。

同プロジェクトでは、ドイツ、イタリア、オーストラリア、米国、英国、EU の計量標準研究機関と国際度量衡局 (BIPM) の計 7 研究機関が参加した。

(2) 最終的に合意に至って実施する際の手続き

上記の MoU を締結することにより、国際プロジェクトとして組成された。主な合意事項は、以下のとおり。

- ・ アボガドロ定数を目標精度で決定するのに必要な約 5kg の同位体濃縮結晶を創るために協力すること
- ・ 同位体濃縮結晶を創る製造者機構を定め、参加機関が共同して参加すること。同結晶の共同使用を定めること。
- ・ ステアリングコミッティーを設立すること。同コミッティーは毎年 1 回開催し、製造的な視点から本協力協定を統括する。また、製造者コミッティーに付随する会議は参加機関の要請によりいつでも開催できるものとする。同コミッティーの議長は IAC の議長が務めるものとする。
- ・ 各参加機関は、代表するコーディネーターを指名し、本協力協定に関する問い合わせ等はすべてコーディネーターを介して行うこと。
- ・ 参加機関の合意があれば、IAC の活動に資金協力する第三者をステアリングコミッティーに加えることができること。

- ・ 各参加機関は任務達成に必要な費用を負担すること。製造者機構が約 5kg の同位体濃縮結晶を製造するのに必要な 120 万ユーロを分担金として拠出すること。(独 PTB:3 分の 1、日 NMIJ:3 分の 1、その他機関:約 3 分の 1) ※本協力協定に依らずに米国標準技術研究所(NIST)から PTB に供与される分担金 5 万ユーロを含む
- ・ 同位体濃縮結晶の使用は、アボガドロ定数再決定のためにすべての参加機関が使用できること。
- ・ 同位体濃縮結晶は、分担金比率に応じて所有権を持つこと。
- ・ 研究終了後には、BIPM が同位体濃縮結晶を保管すること。すべての参加機関が本協力協定に基づく同位体濃縮結晶の使用を終えた場合、全参加機関の合意が得られれば有償で売却することができること。
- ・ 全ての参加機関は本協力協定を遂行する過程で得られたあらゆる情報を自由に使用することができること。
- ・ 目的を達成するために長期間にわたって互いに協力することを定めた本プロジェクトはきわめてユニークな存在であることを認識し、最大限の注意を払ってシリコン結晶と球体を損傷から守るための方策を講じることが必要であること
- ・ 必要な守秘義務を負うこと
- ・ 参加機関が文書によって特別な合意をしない限り、適用される国際法として(UNCITRAL (United Nations Commission on International Trade Law))を適用すること
- ・ 本協力協定は署名後、6年間継続すること。
- ・ しかるべき事情がある場合に限り 3 ヶ月前に書面で通知することにより本協力協定を離脱することができること。

3) 国際分担についての調査・分析

IAC を運営するために必要な資金、人材、資産等のコストを、どのような方針や考え方に基づいて協議し、各国の拠出分担割合を決定したか、また、参加国間における分担の状況等の実態を整理する。

(1) 国際分担の状況

参加機関の具体的な役割分担は、同位体濃縮結晶の製造・開発段階によって異なる。

製造段階では、独 PTB 主導の下、ロシアの開発機関において同位体濃縮結晶の製造が委託された。

開発段階では、各研究機関がそれぞれの強みを有する分野の研究に注力するような役割分担となった。

(2) 金銭的コスト(予算)の分担の基本的コンセプトと状況

同位体濃縮結晶を製造する費用については、ドイツと日本の機関のトップの話し合いにより、過去より同分野で研究を行っておりイニシアティブをとることを目指すドイツと日本とが 3 分の 1 を負担しあい、残りを他機関が分担することが決められた。

ドイツは、東西が分裂していた時代に、東ドイツの研究機関が、同位体の研究が進むロシアの開発機関と関係構築が図れていて、この関係の延長線の上で、ドイツへの製造委託が実施された。

(3) 人的コスト(職員)の分担の基本的コンセプトと状況

研究は個別研究所で行われることから、人的コストの負担は限定的である。

ステアリングコミッティーは設立されたものの、各機関から常勤職員を輩出するわけではなく、各種問い合わせ対応や年に1回のステアリングコミッティーの開催、活動報告書作成を行うコーディネーターを輩出する程度

である。

こうした背景から、同コミティーの運営費用は各機関の持ち出しとなっている。

4) 国際協力事例の推進体制についての調査・分析

IAC の推進体制や推進方策の決定方法・過程、計画遂行に際してのリスク評価や計画の見直しの方法や過程についての課題及び解決策を整理する。

(1) プロジェクトの実施主体や推進に当たっての国際調整・意志決定方法や過程

前述のとおり本協力体制では、各機関のコーディネーターによる毎年1回ステアリングコミティーを開催し、製造的な視点からの本協力協定統括等の役割を担っている。

同コミティーはプロジェクト・マネジメントのみを担っている。マネジメント機能のみの組織体を設立した背景としては、別途4年に一度開催される国際度量衡総会や年に複数回開催される同委員会の場において、本研究分野の確立に関するワーキンググループが設立されており、参加機関も同様であることから、同研究を用いた成果等の評価についての体制整備を行う必要がなかったことが挙げられる。

(2) コスト超過やスケジュール遅延等の進捗上のリスク評価と計画の見直しの方法や過程

基本的にこのプロジェクトでは、各実施機関にリスク管理は任されたが、特に、コスト超過やスケジュール遅延があったという報告はなかったとされている。

同位体濃縮結晶の製造に係るコスト超過については、製造者への支払い方法について、支払い回数と支払い金額について規定を取り決め、製造の進捗を評価しながら分割支払いする手法が採用された。

5) その他の諸課題とその解決方法についての調査・分析

(1) プロジェクトの円滑な推進に係る工夫

プロジェクト自体、それほど大きなリスクを抱えるものではないことから、リスクの特定や対応方策に係る文書的なものは作成されていない。一方で、プロジェクトを円滑に進めるため、ワークショップとカンファレンスを開催し、進捗状況のモニタリングと共有、問題が発生した場合にそれを共有し、議論を重ねてきた。

このプロジェクトの”顧客”は、kg という単位を使用する幅広い対象であり、ワークショップやカンファレンスでは、研究者の独善にならぬよう、”顧客”を意識、それに関係する研究者等の参加を得て、理解を得ながら進めることを意識した、とされている。kgを定義すること自体は、明確な経済的な効果や便益を数的に明らかにすることはできないとされつつも、こういった具体のユーザーがいることから、意見を十分に踏まえつつ、プロジェクトが進められている、とされている。

(2) ドイツ PTB における予算調達

PTB は、連邦が管理する 46 の研究機関の一つであり、Methodology に係る研究を担っている。ドイツでは、研究機関が担う役割が法律として制定されており、その範囲内であれば予算の活用については当該研究機関の責任のもと、運用されている。

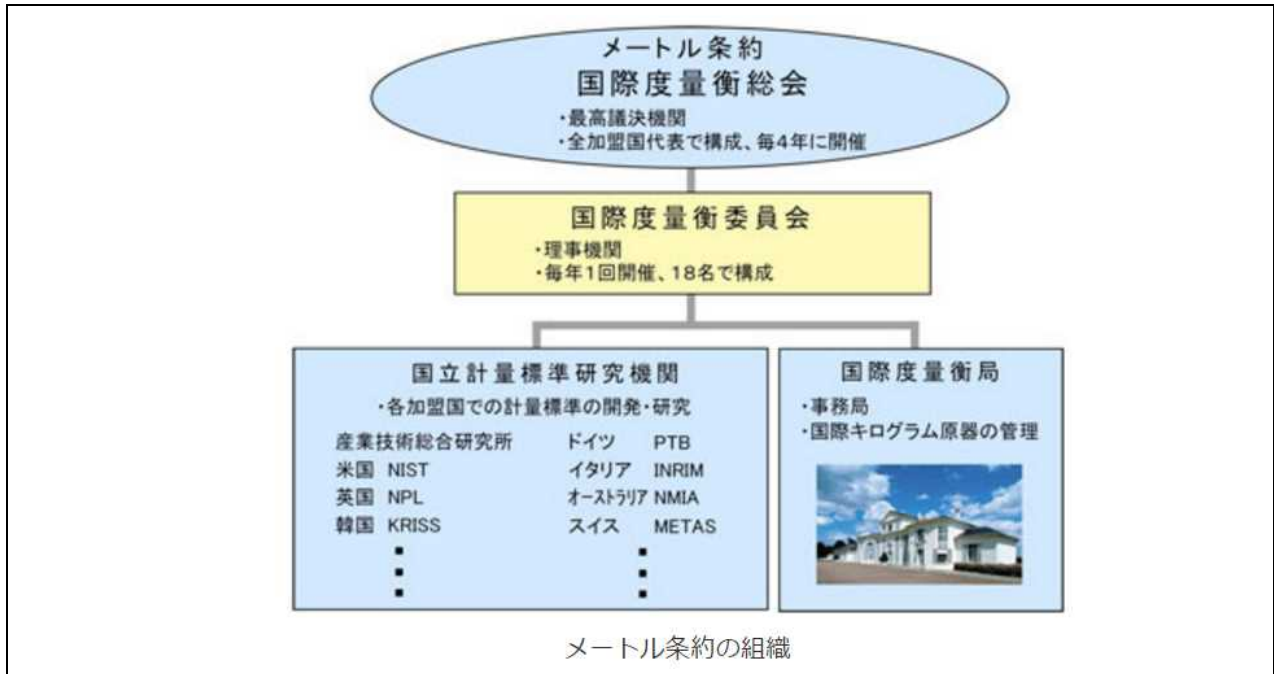
Federal Ministry for Economic Affairs and Energy(BMWi)が PTB の監督責任を負っているが、IAC などの個別のプロジェクトの運営管理については、基本的に PTB の責任のもと実施されている。

IAC では、ロシアからの調達が実施されたが、これについては、政府間対話が必要な事項もあり、BMWいもその取引の一部、関わった。その他、インフラ整備を伴うような大きな投資については、BMWい がその施行につい

て関わることもある。

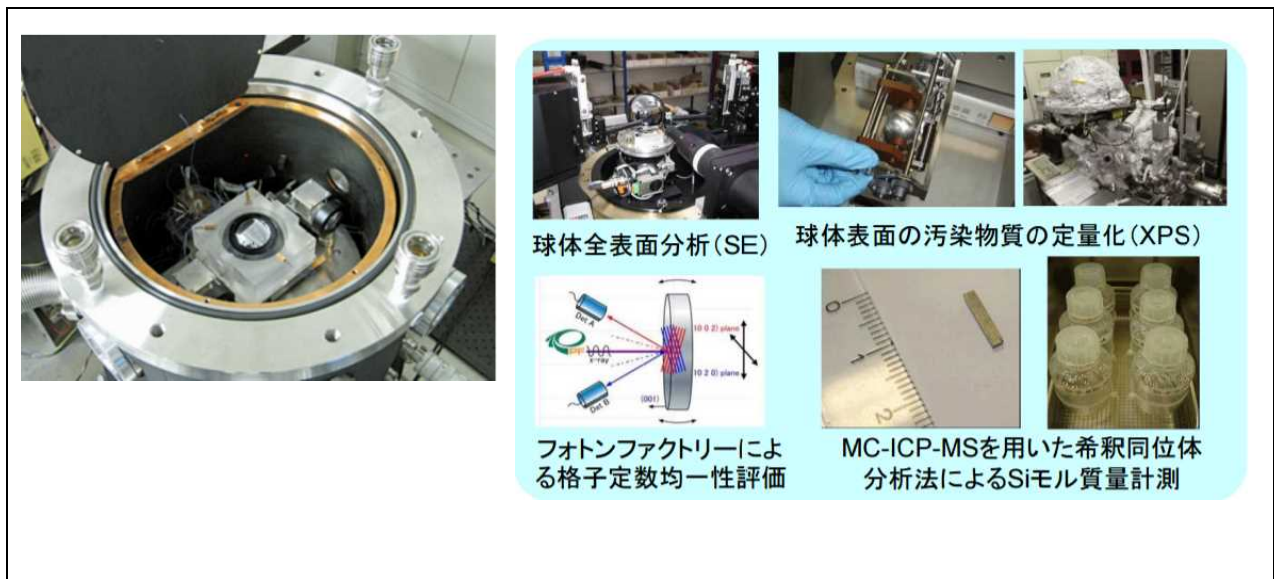
IACのような基礎研究については、その経済的な効果等をプロジェクト毎に測ることは難しいと考えており、プログラムレベル(政策レベル)で合意を得た場合、具体的取組を担うプロジェクトレベルで、その予算の執行等にあって個別にエビデンスを求められることはない。

図表 65 メートル条約の組織図



出所 産業総合研究所

図表 66 産業総合研究所が開発した光の波長の精密制御によりシリコン球体の形状をナノメートルの精度で計測するレーザー干渉計



出所 産業総合研究所

Ⅲ. 大型国際共同プロジェクト等の国際協力事例における課題と解決策

1. 調査対象プロジェクト比較結果

各プロジェクト比較表 1/2

	CERN(本体) (国際的な研究機関)	CERN (LHC 計画) (CERN が運営しているプロジェクト)	ITER (国際機関である ITER 機構が 運営しているプロジェクト)	ALMA (プロジェクトの名称)	ISS (プロジェクトの名称)	ICGC (プロジェクトの名称)	IAC (プロジェクトの名称)
プロジェクトの概要	欧州 12 カ国の国際的研究機関として設立された、素粒子の基本法則や現象を加速器により探究する研究所。	2008 年に CERN により建設され、2009 年より物理運転を開始した世界最大のハドロン衝突型加速器の建設・実験プロジェクト	平和目的の核融合エネルギーが科学技術的に成立することを実証する為に、核融合実験炉を実現しようとする超大型国際プロジェクト。	東アジア(日本が主導)・北米・ヨーロッパ・チリの諸国が協力して進めている国際プロジェクト。	地上から約 400km 上空に建設された巨大な有人実験施設。1 周約 90 分のスピードで地球の周りを回りながら、実験・研究、地球や天体の観測などを行っている。	がんの研究および治療を推進することを目的とし、世界各国を通じて臨床的に重要ながんを選定し、国際協力で少なくとも各 500 例の包括的かつ高解像度のゲノム解析を行い、がんのゲノム異常の包括的カタログを作成、網羅的がんゲノム情報を研究者間で共有および無償で公開するプロジェクト。	28Si だけを濃縮したシリコン単結晶からアボガドロ定数を求めるための精密測定開発を行うプロジェクト。
予算規模	建設費:- 年間予算:約 1,190 億円(2015)	建設費:約 5,500 億円 運用費:約 1,200 億円	建設費:約 18,000 億円(2015 年時点(推定)) 運用費:約 330 億-640 億円(見込み)	建設費:約 1,000 億円 運用費:約 40 億円(チリ・合同アルマ観測所(JAO)運用経費)	建設費:約 10 兆円* 運用費:3,600 億円(2014 年、NASA 見積もり)	建設費:- 運用費(10 年間):3,000 億円	建設費:約 5 億円 運用費:-
プロジェクトへの参画準備	1951 年の UNESCO に検討チームが発足、加速器のタイプや設置場所等の検討が進められた。	正式な準備機関を新設せず、CERN と CERN 内で LHC 計画の前進となるプロジェクト(LEP 等)に従事していた研究者コミュニティが検討体制を構築。	1985 年の米ソによる核融合施設の共同開発合意以降、欧日を含めて検討が進められたが、検討にかかる体制は構築せず、各国の政府間合意により検討を実施。 最高議決機関である ITER 理事会が活動全体を監督し、運営諮問委員会と技術諮問委員会が理事会に助言を行い、具体的な設計活動は、ITER 所長の率いる共同中央チーム(JCT)が中核となって実施。	アルマ計画の研究・開発期における最高の意思決定機関として、アルマ調整会議(ACC)を設置。それぞれの推進母体の予算決定権を持つ委員で構成されていたが、建設時期にはいった段階で解散。	米国航空宇宙局(NASA)が、有人宇宙計画として、本部に宇宙ステーションタスクフォース(宇宙基地特別作業チーム)を設置	国際癌ゲノミクス会議(オンタリオがん研究所等 6 機関が共同開催、22 カ国の機関が参加)の結果として、ICGC 準備のための暫定実行委員会を設立後に実行委員会に移行し ICGC の仕組みを検討	準備機関は設置されず、国際度量衡機構が主催する総会や委員会の中で各研究機関が検討を実施。
プロジェクト形成時の体制	1951 年の UNESCO の政府間合意において欧州原子核研究理事会設立に関する合意採択。 同合意を受け、Conseil Europeen pour la Recherche Nucleaire(CERN)を設置。	CERN の内部の組織として、LHC 加速器の設計と建築段階、運転段階のそれぞれで体制が構築された。 リスクマネジメントは、CERN 内に設置された機関が司っている。	1988 年に独マックスプランク物理研究所を拠点として、概念設計活動を実施。IAEA が後援。 1992 年より、日欧米露の 4 極が協定を締結し、工学設計活動を開始。	1994 年の日米間での協議開始以降、米国では、全米科学財団(NSF)運営協議会が、日本では国立天文台がそれぞれ検討を実施。欧州でも、南天天文台(ESO)評議会が、検討を実施。	1982 年 5 月、米国航空宇宙局(NASA)は、スペースシャトル計画に続く有人宇宙計画として、本部に宇宙ステーションタスクフォース(宇宙基地特別作業チーム)を設置、国際宇宙ステーション計画の概念設計を開始。 日本、欧州、カナダに参加を呼びかけ、NASA とそれぞれの国、機関との MOU 締結を経て、宇宙ステーションの予備設計を開始。	2007 年 10 月、ICGC 設立準備会合(国際癌ゲノミクス会議開催(オンタリオがん研究所等 6 機関が共同開催、22 カ国の機関が参加)、ICGC 準備のための暫定実行委員会を設立、後に実行委員会に移行し ICGC の仕組みを検討。 科学計画委員会(Scientific Planning Committee)が設置され、Consortium Policy と Consortium Guideline を制定	1970 年代から産総研が同研究を進めており、2003 年には欧州の IRMM との協力体制を構築していたが、検討に係る体制は構築せず。
国際的な合意に係る手続き	加盟国間で CERN の発足を規定した“CONVENTION FOR THE ESTABLISHMENT OF A EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH”(Paris, 1st July, 1953 as amended on 17 January 1971)が締結	加速器建設については、CERN の加盟国以外の国(アメリカ・日本など)とは個別の協定を締結。 日本との場合は CERN と文部省の間での往復書簡に基づいて加速器建設に協力。 各実験は、CERN のユーザー規定に基づき、参加国の財源機関(国によっては代表研究機関)と CERN が個別に共通の MOU (Memorandum of Understanding)に署名。	2006 年に EU、中、印、日、韓、露、米の 7 極の各国政府(EU は欧州原子力共同体)が ITER 協定を締結し、ITER 機構が発足。	2001 年に各研究機関(日:国立天文台台長、欧:ヨーロッパ南天文台、米: NSF 数学物理部門副議長)により 3 者共同建設の決議書を締結。 2004 年、日本参加に際して、日米欧が最終合意書として、参加研究機関により ALMA 協定書(September 14, 2004)が締結。	NASA がホストを務め、国際的な合意形成は、IGA(Intergovernmental Agreement)(協定)、NASA と加盟国間では、MOU(Memorandum of Understanding)を締結	国家間の条約等は存在せず、各研究所が参加するコンソーシアムは、基本となるポリシー(Consortium Policy)と参加主体が遵守すべきガイドライン(Consortium Guideline)を制定。	2004 年 4 月に参加国の研究機関により、MoU を締結
プロジェクトのスケジュール	CERN は、1949 年に仏研究者により欧州共同研究所設立が提案され、翌年に検討開始。その後、1954 年に CERN 発足にかかる条約が発効し、正式設立。	LHC は、1970 年より構想されていたが、最終的に 1984 年に基本構想が理事会により承認された。 その後、1994 年から建設開始し、2008 年に完成、2009 年より運用開始。	1985 年に米ソが、両国首脳会議で核融合の国際共同開発に合意し、日欧が追従する形で ITER 計画が発足。 2007 年に政府間合意に基づく ITER 協定が発効し、ITER 機構設立 2025 年の運転開始を計画(当初は 2016 年を計画していたが遅延(2016 年 6 月 ITER 理事会で決定))	1994 年に国際プロジェクト化に向けて日米研究機関間での協議が開始。 2001 年、ALMA Coordination Committee において、日米欧三者で合意が取り交わされ、決議書に署名 2003 年 2 月よりアルマは Atacama Large Millimeter Array (ALMA)として、欧州・北米の 2 者共同計画としてスタートし、2 年遅れで日本が参加。 2013 年に本格運用開始。	1988 年に日、米、欧州、カナダの政府間で IGA に署名、1993 年にロシアが宇宙ステーション計画に招聘、1994 年に国際宇宙ステーション計画としてまとめられる。 2010 年、米国が ISS の 2016 年以降の運用継続方針を表明、NASA 長官から書簡により各極に対し運用継続への協力を要請 2011 年 ISS 組み立て完了	2007 年 1 月の会合に先立つ 6 ヶ月前から準備が開始され、2008 年 4 月 1 日に初期の資金提供機関が特定され、プロジェクトがスタート 当初は期限を決めていなかったが、技術の進展で目標とする 25,000 人分のがんゲノム解読の可能性が見いだされ、2018 年中に終了する予定	2004 年に IAC が発足した後は、国際協力プロジェクトとしてスタートしたが、当初は期限を設定せず。 その後の研究精度向上を受け、2012 年に新たに締結された MOU では、2018 年の CGPM で再定義を目標として設定。
実施機関とその法的な位置づけ	CERN が国際的な実施機関として設立	左記に加え、CERN 内の実施機関として各実験チームが設置。	国際法上の法人格を有する国際機関として ITER 機構を設立。各活動に ITER 協定に従い責任を負う。	チリに JAO が設置され、東アジア・北米・欧州の各執行機関と協力して運用される。	ISS で新たな機関は設置されていない	事務局は、オンタリオがん研究所内に設置され、研究所は、オンタリオ市が拠出している非営利機関	事務局を特定国に設置することはせず、ステアリングコミッティー(SC)が事務局の役割を担う。

*平成 25 年度文部科学省委託調査『科学技術イノベーション政策における「政策のための科学」の推進に向けた試行的実践』調査結果の概要より抜粋

各プロジェクト比較表 2/2

	CERN(本体)	CERN (LHC 計画)	ITER	ALMA	ISS	ICGC	IAC
実施機関の組織体制	<ul style="list-style-type: none"> 加盟国 22 国より構成される Council が最高意思決定機関として CERN の意思決定を実施。 Council の諮問委員会・下位機関を設置 <ul style="list-style-type: none"> - 科学政策委員会 (SPC : Scientific Policy Committee) - 財政委員会 (FC: Finance Committee) - その他プログラムの実施および調整機関 	<ul style="list-style-type: none"> 加速器は CERN が建設と運転維持・アップグレードを実施する。 実験では、CERN の監視のもと、各実験グループが装置の建設・運転維持・アップグレードを行う。実験グループは個別の組織をもつ。参加研究機関あたり 1 票の Collaboration Board でグループの組織・運営・予算などを決定する。 	<ul style="list-style-type: none"> 各加盟国の代表で構成される ITER Council が最高意思決定機関として ITER 計画の意思決定を実施。 実施主体として ITER 機構を設立。 下部組織として、プロジェクトオフィスが、プロジェクト管理、In-Kind マネジメント、スケジュール管理を実施。 また、新たに ITER 機構内で部局を横断した組立据付チーム編成に加えて国内機関や産業界からの経験豊富な人材を確保するための短期受入制度 (IPA) を策定。 	<ul style="list-style-type: none"> 建設・運用の各段階で、JAO が事務局として、ALMA の建設、試験観測、運用の統一的執行及び管理を実施。 建設段階では、JAO に加えて、各地域の執行機関内に建設プロジェクトチームを設立。運用段階では、JAO に加えて、各地域の ALMA 地域支援センターが、科学的な相互交流やそれぞれの地域の研究者への研究支援および技術的支援を実施。 建設・運用それぞれの段階で、統一的かつ横断的な融合体を構成し、以下の委員会やチームを持って運営。 <ul style="list-style-type: none"> - ALMA 評議会: 監督・統制 - ALMA 科学諮問委員会/マネジメント諮問委員会: 科学的助言/マネジメントに関する助言 - IPT (運用期は IXT と名称変更): 統合チーム 	<ul style="list-style-type: none"> 期間に応じて組織を個別に設置 詳細設計及び開発に係る組織 <ul style="list-style-type: none"> ・ 計画調整委員会 (NASA-加盟国、上位) ・ 宇宙基地管理会議 (具体的内容、下位) 運用及び利用に係る組織: <ul style="list-style-type: none"> ・ システム運用パネル (全体システム計画作成) ・ 利用者運用パネル (利用計画策定) ・ 多数者間調整委員会 (計画の承認) ・ 詳細計画運用機関 (運用) 	<ul style="list-style-type: none"> コンソーシアムは 3 つの機関から形成 <ul style="list-style-type: none"> ・ 資金提供者 (監督) ・ 国際的な科学計画委員会 (設定基準) (国際科学運営委員会に改称) ・ 科学グループおよびセンター (品質評価およびデータ管理に関わるサンプル提供者およびデータ生産センター) 上記 3 機関をまとめ、ICGC 全体を監督する EXEC (資金提供者によって指名された個人で構成) がある 	<ul style="list-style-type: none"> SC は毎年 1 回開催され製造的な視点から本協力協定を統括。 製造者コミッティーに付随する会議は参加機関の要請によりいつでも開催が可能。 また、参加機関の合意があれば、IAC の活動に資金協力する第三者を SC に加えることが可能。 別途 4 年に一度開催される国際度量衡総会や年複数回開催される同委員会の場において、本研究分野の確立に関するワーキンググループが設立されており、参加機関も同様であることから、同研究を用いた成果等の評価についての体制整備を行う必要はなかった
実施機関によるプロジェクトマネジメント	<ul style="list-style-type: none"> Council によって選定される Director General が CEO 及び Legal representative として実務を遂行。Council の意思決定については、加盟国が政府・科学者それぞれの代表者に議決権を保有させることで、政治と科学的利益追求のバランスを保っている 	<ul style="list-style-type: none"> 加速器は CERN が主体で監査委員会 (MAC) を設立している。 各実験グループは個別に組織をもち (上述)、予算は CERN 内に設置された参加国の財源機関からなる Resource Review Board が承認する 	<ul style="list-style-type: none"> Council によって任命される Director General を中心に実務を遂行。DG は、予算や事業計画の執行権や幹部・職員任命・指揮・監督権等を保有しており、Council による承認に基づき執行を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> アルマ所長、および合同アルマ観測所と日米欧の執行機関からの代表者、計 5 名によるアルママネジメントチームが構成され、このチームがプロジェクトマネジメントを実施。 	<ul style="list-style-type: none"> IGA と MOU に基づき NASA がコアとなりプロジェクトをマネジメント 遅延やコスト増は全て加盟国がそれぞれ負担、遅延等による訴訟等は認められていない 	<ul style="list-style-type: none"> 科学計画委員会が制定した研究に関わる一連のガイドラインを資金提供者及び EXEC が参加国に遵守させることで、安定的にプログラムを運営 事務局は目標達成のため絶えず各科学グループとの対話を重ね、進捗を管理 	<ul style="list-style-type: none"> SC の議長は IAC の議長が務める 別途開催される国際度量衡総会・国際度量衡委員会において成果評価や検討項目についての進捗管理を実施。
プロジェクトへの参加	<ul style="list-style-type: none"> 加盟には、CERN の予算負担貢献を行うことが求められる。 条約締結後、7 年間は脱退不可。 	<ul style="list-style-type: none"> 加速器は CERN が建設し米・日など非加盟国は資金的或いは物的拠出協力を行った。 実験グループには加盟国・非加盟国の区別なく参加できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ITER council の全会一致により新規参加が可能。 協定発効後 10 年間は脱退不可。10 年目以降、脱退を希望する場合には、相応のコスト (廃止措置コスト等) を負担。 	<ul style="list-style-type: none"> 資金提供者を供出してプロジェクトを管理・運営することで参加 脱退する当事者は、全ての資産を残存当事者が利用できるようにすることが決められ、当該資産は、当事者間で合意される価値及び換算率で観測時間と交換される。 	<ul style="list-style-type: none"> 非参加国でも、いずれかの参加国がホストする形で ISS の利用が可能。その際、IGA 上の義務的な条項が当該国にも適用されるようルール化されている。 脱退は IGA で規定され、少なくとも 1 年前に通告、全体的な計画の継続を確保するため、脱退の効力発生日の前に当該参加主体の脱退の条件について合意するよう、努力する。 	<ul style="list-style-type: none"> 資金提供者 (2,000 万 US ドル (後に 1,000 万 US ドルに変更) を供出しプロジェクトを管理/運営することで参加 研究実施機関としての参加も可能であるが、その場合、自ら資金供出者を帯同する 脱退について、文書化された明確な規定は無く、都度、事務局が国際科学運営委員会等に諮ることが考えられている。 	<ul style="list-style-type: none"> 当初の参加機関を Partner、新規参加機関を Participant として協力の枠組みを構築。 MOU 締結国がプロジェクト参加権限を保有。また、参加機関の合意があれば、IAC の活動に資金協力する第三者を SC に加えることが可能。 3ヶ月前の書面通知により、離脱が可能。
プロジェクト実施に係る費用分担 [初期費]	<ul style="list-style-type: none"> 直近 3 年間の加盟国の NNI (Net National Income) に基づいて拠出 (ホスト国は NNI 比率より多少高めに拠出) 	<ul style="list-style-type: none"> 加速器は CERN の予算で建設・維持運転などを行う。機器は加盟国に限られた競争入札により調達。 実験は MOU に基づいて参加各国が資金を拠出する 	<ul style="list-style-type: none"> 現金、物納それぞれ各国により貢献。合計では、以下の貢献 <ul style="list-style-type: none"> - EU: 46.46%、 - 日・米・露・中・韓・印: 9.09%、 	<ul style="list-style-type: none"> 米: 37.5%、欧: 37.5%、日: 25% を負担 	<ul style="list-style-type: none"> ISS の基礎となる要素は米国、ロシア能力を著しく向上させる機能関連要素は、日本、欧州、ロボットアーム等はカナダがそれぞれ自らの費用と責任で設置 	<ul style="list-style-type: none"> 初期費は、事務局の確保及びデータセンターの設置となり、オンタリオ州の資金で賄われた 	<ul style="list-style-type: none"> 製造段階では、同位体濃縮結晶製造に必要な 120 万ユーロについて、主導権獲得を目指す独 PTB と日本とが 3 分の 1 を負担し、残りを他機関が経済規模 (GDP) に応じて分担。
プロジェクト実施に係る費用分担 [運営費]	<ul style="list-style-type: none"> CERN 向けに拠出された予算に基づき実施 	<ul style="list-style-type: none"> 加速器は CERN が分担。 実験は MOU に基づいて参加各国が資金を拠出する。 	<ul style="list-style-type: none"> (現金、物納それぞれ各国により貢献。合計では、以下の貢献 <ul style="list-style-type: none"> - EU: 34%、 - 日・米: 13%、 - 露・中・韓・印: 10%、 	<ul style="list-style-type: none"> 米: 37.5%、欧: 37.5%、日: 25% を負担し、負担割合に応じて望遠鏡使用時間を割当。ただし、チリの使用時間に 10% については、各国が同比率を譲渡。 	<ul style="list-style-type: none"> 各要素の運用経費と各極の利用経費は、各々の極が負担。 共通的に必要となる運用経費は、各極が一定の割合 (開発したインフラの利用権の割合をもとに設定) をオフセットにより負担。日本は ISS への物資輸送を提供。 	<ul style="list-style-type: none"> ICGC の事務局運営は、オンタリオ州が拠出する 10 年間に亘る総額 40 億ドルの資金を活用 	<ul style="list-style-type: none"> IAC 運営に対する費用拠出はなく、各参加機関が研究を進める上で必要な費用を各々負担。
プロジェクト実施に係る周辺環境整備	<ul style="list-style-type: none"> ジュネーブ州政府より土地を無償租借。催事開催など、州政府や自治体向けの対応を継続的に実施。 	<ul style="list-style-type: none"> 同左。地上の実験機器については、周辺地域に配慮した施設設計を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> ホスト国であるフランスが、土地や各種インフラ (電力、交通等) 等の周辺整備にかかる費用を負担。ITER 周辺の自治体が、ITER のインフラ整備費の一部を負担 	<ul style="list-style-type: none"> ホスト国であるチリは建設資金を拠出せず、地元との折衝を実施。その上で、望遠鏡使用時間 10% の割当を受ける。 	<ul style="list-style-type: none"> (該当せず) 	<ul style="list-style-type: none"> 事務局はオンタリオがん研究所内に設置されたことから、事務員等に対する追加的な環境整備等は行われていない。 	<ul style="list-style-type: none"> (該当せず)
知的財産の取扱	<ul style="list-style-type: none"> CERN に帰属。2010 年に導入された「技術移転活動における知的財産管理の基盤となる原則を定める政策」に基づき、CERN の科学的プログラムの枠組みで作成された IP の所有権と保護、技術他の研究所および/または業界とのパートナーシップによる技術移転等の原則を規定。 	<ul style="list-style-type: none"> I ITER 機構及び各極は、ITER 協定の実施を通じて創出した知的財産を、核融合研究開発の目的に対しては、無償の実施権を ITER 機構及び他極に付与。 核融合の商業上の利用のためには、第三者に対するものよりも不利でない条件で実施権を付与。 	<ul style="list-style-type: none"> I ITER 機構及び各極は、ITER 協定の実施を通じて創出した知的財産を、核融合研究開発の目的に対しては、無償の実施権を ITER 機構及び他極に付与。 核融合の商業上の利用のためには、第三者に対するものよりも不利でない条件で実施権を付与。 	<ul style="list-style-type: none"> 参加機関が合意に基づき、科学的・技術的情報を自由に活用することが可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 宇宙基地の飛行要素上においては、提供要素毎に国内法を適用 (属地主義) 	<ul style="list-style-type: none"> 科学グループは IP の主張はできずで、処理されたデータは、無償での提供・公開がコンソーシアム参加の条件 	<ul style="list-style-type: none"> 各参加機関は MOU に基づき、科学的・技術的情報を自由に活用することが可能。規定以外の目的で使用する場合、参加国からの合意を得る必要がある。

各プロジェクトの比較により整理される特徴

合意形成の仕組み	プロジェクト	CERN (本体)	ITER	CERN (LHC 計画)	ISS	ALMA	IAC	ICGC		
プロジェクトの特徴に応じた分類		【分類①】政府レベルで条約或いは協定を締結			【分類②】機関レベルで協定や覚書を締結			【分類③】機関レベルで届出、参加承認		
複数国による協力が不可欠な設備整備が必要			○			○		×		
主に予算規模の面で長期に亘る国家レベルでの関与が必要			○			×		×		
国家間の合意が必要			○			×		×		
義務の遵守主体			国			機関		機関		
権利の履行主体			機関			機関		機関		
各分類の特徴の比較(分類③を基準)										
合計形成プロセス(手続き)			より長い	デメリット		長い		[基準]		
合意事項の拘束力			より強い (国家レベル)	メリット		強い (機関レベル)		[基準]		
推進体制と費用分担	プロジェクトの特徴に応じた分類	【分類①】国際機関*1 を設立するための費用分担	【分類②】国際機関を設立した上で費用分担	【分類③】新たな国際機関を設置せず、プロジェクトを組成するために費用分担			【分類④】新たな国際機関を設置せず、各参加主体が個別に費用を調達			
*1 法人としての国際機関を想定	推進体制として新たな国際機関を設置	○	○			×		×		
*2 詳細は比較表「プロジェクト実施に係る費用分担[初期費]」参照	共同研究実施のための共有設備の導入	○	○			○		×		
*3 国際機関設立に伴い、過半の議決権を取らせないため	機関設立/設備導入に係る費用分担比率*2	国民純所得 (NNI)	ホスト国が半分以下*3で、残りを参加国で按分	特定のホスト国/機関が一定の費用負担を負い、残りの費用を参加国で分担する方法			費用分担無し (事務局費は提唱主体負担)			
	運営費比率	(個別のプロジェクトで異なる(詳細は比較表「プロジェクト実施に係る費用分担[運営費]」参照))								
各分類の特徴の比較										
専任制	プロジェクト推進のための専任が確保され、各種業務及び意思決定に迅速性を持てる		メリット	カウンシル等の仕組みで意思決定の迅速性は保てるが各種業務は各機関で割り振りのため、迅速性で劣る			デメリット	(該当せず) (事務局には2名の専属が配置)		
国際機関設置に係る費用	オフィスや間接部門を含めた人材の追加的確保が必要		デメリット	所属先の変更等を伴わず国際プロジェクトの運営が可能			メリット	(該当せず) (事務局はカナダに設置)		
設備分担	プロジェクト	CERN (本体)	CERN (LHC 計画/加速器)	CERN (LHC 計画/測定器等)	ITER	ISS	ALMA	IAC	ICGC	
プロジェクトの特徴に応じた分類		【分類①】Cash により調達された資金に基づき、設備の調達等について入札方式を採用する方法 (Cash 方式)			【分類②】設備・データの調達を In-Kind 方式で調達する方法 (In-Kind 方式)			【分類③】参加主体が個別に用意 (共通サーバー等は事務局予算で用意)		
コンテンツンジャーリスクを負う主体		ホスト国/機関			参加国/機関					
各分類の特徴の比較										
コンテンツンジャーリスク発生時の負荷		ホスト国/機関が全てのリスクを負う			デメリット	参加国/機関に負荷が分散される			メリット	参加国が個別に負う
設備のインターフェイスの作り込み		必要とせず (インターフェイスが単純で管理が容易)			メリット	In-Kind 方式を成立させるために緊密かつ綿密なインターフェイスの作り込み、事前検討が不可欠インターフェイスが複雑で管理に困難を伴う			デメリット	研究成果のとりまとめは ガイドラインに従う
設備導入等に係る工程管理		入札図書の仕様書に応じた工程管理が可能			メリット	各国の予算措置、製造等の状況に応じて、情報収集しながらの工程管理が必要			デメリット	(該当せず)
拠出国への裨益		必ずしも資金拠出国に裨益した発注にならない可能性がある			デメリット	割り当てに応じた自国産業への発注が期待される			メリット	(該当せず)
プロジェクトの変化に対応した柔軟性		最も安価な資材の調達や、技術的変更への柔軟な対応など、プロジェクト管理のための対策に多様性を持てる			メリット	技術的な変更など、大型プロジェクトで想定される様々な問題への対応に柔軟性が担保されない(遅延やコストアップの要因になり得る)			デメリット	(該当せず)

2. 大型国際共同プロジェクト等の国際協力事例において生じた課題と解決策

(1) 本調査で対象としたプロジェクトにおいて抽出された課題のマップ化

フェーズ	“カネ/権利”に関わる課題	“モノ(サイトを含む)”に関わる課題	“ヒト”に関わる課題
国内における政策・意思決定	■国内の他プロジェクトとの優先順位 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 他プロジェクトとの重要度/優先順位から予算確保が遅れた[ALMA①] ▶ 同分野他プロジェクトから予算削減に対する強い懸念が持ち上がった[ITER①] ▶ 他プロジェクトの立ち上げにより複数年度プロジェクトの優先順位が相対的に低下し、予算が削減された[ISS①] 	■プロジェクト用地の確保困難性 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 人体への影響が懸念される放射能を扱うプロジェクトに係る用地選定で配慮が必要となった[CERN①] ▶ 放射能を扱うプロジェクトの人体及び環境に対する配慮で住民投票が実施された[CERN②] 	-
	■プロジェクトの開始と会計年度 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 会計年度とプロジェクトの開始時期がずれ、日本の参画表明が遅れそうになった[ICGC①] 	■周辺環境のインフラ整備 <ul style="list-style-type: none"> ▶ ホスト国に研究者の生活用などの周辺インフラ整備が求められた[ITER②] 	
国際的な合意形成	■巨大プロジェクト参加検討に係る検討への躊躇 <ul style="list-style-type: none"> ▶ プロジェクト検討初期段階で、規模及び費用負担の総額が大きすぎ、参加極に限られる可能性があった[ITER⑥] 	■各参加主体が納得するサイト選び <ul style="list-style-type: none"> ▶ 戦後間もない時期でありイデオロギーの影響を受けない国を選定[CERN③] ▶ ホスト国と非ホスト国の権限のバランスについて事前に合意形成[ITER④] 	■参加国からの人的リソース圧縮要求 <ul style="list-style-type: none"> ▶ プロジェクトに従事する人的リソース等の削減が求められた[CERN(LHC計画)①]
	■ホスト国に対する配慮 <ul style="list-style-type: none"> ▶ ホスト国の負担と権利付与の考え方の調整が必要とされた[ALMA②] 		
	■途中脱退を防ぐ仕組み <ul style="list-style-type: none"> ▶ 規模が大きく長期に亘るプロジェクトで途中脱退を防ぐ仕組みが必要とされた[ITER③] 		
国際分担	■建設に予算決定が間に合わない <ul style="list-style-type: none"> ▶ 米日欧の3極で合意した建設予算の調達で日本のみが期限内に間に合わなかった[ALMA③] 	■In-Kind 方式に係るインターフェイス <ul style="list-style-type: none"> ▶ インターフェイスに係る合意が上手に機能せず結果的にコストアップとなった[ITER⑦] 	■人的コスト分担の実現性 <ul style="list-style-type: none"> ▶ EU以外の極(国)では、合意形成した分担の上限以下の職員数にとどまっている[ITER⑧]
	■プログラムが予算内で収まらない <ul style="list-style-type: none"> ▶ LHC 計画について CERN のみでは計画に予算が達せず、計画実現が困難となった[CERN(LHC 計画)②] ▶ ITER で最大アウトプットエネルギーを目指したがそれを実現する予算が集まらなかった[ITER⑤] 	■プロジェクト推進時の度重なる事故の発生 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 宇宙ステーションへの輸送船(米、ロ)に度重なる事故が発生[ISS③] 	
	■プロジェクトへの途中からの参加 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 当初想定されていなかったプロジェクトへの途中参加に係る代診があった[IAC①] 		
	■ホスト国の政治/経済の変化によるプロジェクトの遅延 <ul style="list-style-type: none"> ▶ ホスト国の財政状況の悪化や政権交代によりプロジェクトの進捗に遅延があった[ISS②] 		
プロジェクトの推進	■推進体制の予算超過によるプロジェクトの遅延 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 材料費等の高騰による製造コスト増に伴う、当初計画の縮減とスケジュールが後ろ倒しとなった[ALMA④] ▶ 技術的困難の顕在化等でコストが増加し、推進体制の予算超過が顕著となりプロジェクトが遅延した[CERN(LHC 計画)③] ▶ リスクの顕在化でコスト増加やスケジュール遅延が頻発した[ITER⑨] 	■建設工事中の突発的事項の発生 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 資材輸送上に電線があり、輸送が困難に[ALMA⑤] ▶ 施工ミスによる事故発生で稼働が後ろ倒しに[CERN(LHC 計画)⑤] ▶ 地下に岩盤が見つかり再設計を実施[CERN(LHC 計画)⑥] 	■推進組織の人材不足 <ul style="list-style-type: none"> ▶ LHC 計画の推進に当たって CERN のみでは体制構築が不可能となった[CERN(LHC 計画)⑦]
	■法的拘束力のないガイドラインによる運営に伴う遅滞(権利の主張) <ul style="list-style-type: none"> ▶ 優れたガイドラインによる運営でも、事前合意内容を遵守しない機関が現れることにより目標達成に影響を与えている[ICGC②] 	■高品位な製品の大量調達に伴う品質確保 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 極めて高い仕様の受信機を大量に安定した品質で調達する必要があった[ALMA⑥] 	■出向に係る処遇のばらつき <ul style="list-style-type: none"> ▶ LHC 計画で出向を認めたことから、研究者間の処遇のばらつきが顕在化した[CERN(LHC 計画)⑧]
	■建設工事中のベンダー倒産 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 建設工事中のベンダー倒産によるコストが上昇した[CERN(LHC 計画)④] 		■多様な人種を抱えたプロジェクトマネジメント <ul style="list-style-type: none"> ▶ 多様な人種の参加を得たプロジェクトで、マネジメントノウハウを持った人材が欠如した[CERN(LHC 計画)⑨] ▶ プロジェクトマネジメント人材や産業分野の熟練者が不足した[ITER⑩]
			■非効率な意思決定プロセス <ul style="list-style-type: none"> ▶ 複雑な組織構造であり、意思決定プロセスが効果的に機能しなかった[ITER⑪]

(2) 課題に対する個別の解決策の整理

PJT	番号	課題	解決策
CERN	①	人体へ影響のある放射能を扱う機器を整備することに配慮したサイト選定を行う必要があった。	地域への環境等に配慮し過疎地が選定された。(p.6)
	②	[①と同じ]	ジュネーブ州民への住民投票を実施し、判断を仰いだ。(p.6)
	③	戦後間もない時期の設立であり、持続可能な協力体制を構築するために、各国のイデオロギーや利害対立に影響を受けない場所をサイトとして選定する必要があった。	利害対立をなるべく避けるために永世中立国であるスイスが選定された。(p.6)
CERN [LHC 計画]	①	LHC 計画を推進する機運に乏しかったことを踏まえ、CERN は建設費を削減させ、かつ、LEP の運転以外のプログラムをほぼ中止する計画を提案したが、独英は更なるコスト削減を求めた。	開発を2段階にわける計画を策定するとともにプロジェクト推進に係る人員を30%程度削減した。(p.28)
	②	LHC 計画が構想されていたが、CERN の予算内で収めることができず、CERN だけでは計画実現が困難であった	CERN 非加盟国に対して LHC 計画参画に関して入札参加等の権利を付与するスキームを整備した上で、資金協力を要請した。他方で、非加盟国からの資金拠出に依存しない2段階の開発計画を策定した。(p.30)
	③	当初 2005 年に完成する計画であったが、技術的問題や建設コストの増加が顕著となり、計画期間内の完成が困難となった。結果、完成時期を 2008 年に後ろ倒しした。	CERN 内の 2008 年までの予算を「前借り」することで建設費用を賄った。外部監査機関(ERC) External Review Committee の設置やリスク評価メソッドの導入によりプロジェクトマネジメント体制・方策を強化した。(p.25)
	④	LHC 工事期間中に、ベンダー倒産によるコスト超過が発生した。	コンティンジェンシー(予備基金)としてプロジェクト予算の一定割合を確保しており、同基金から資金拠出を実施。(p.24)
	⑤	LHC 稼働初期段階において、施工ミスによるヘリウム漏れによる事故が発生し、本格的な稼働時期が遅延した	モニター機器の設置等の設備増強を行い、モニタリング機能を強化した。(p.25)
	⑥	LHC 建設に伴う地下空洞を支える柱の建設工事中に、地下に岩盤が見つかったことで再設計を余儀なくされた。	当初設計よりも多くの鉄筋補強やコンクリートによる増強を行ったが、コンティンジェンシーから資金拠出を実施。(p.24)
	⑦	LHC 計画の実現に向けて、CERN 内だけで研究体制の構築が困難であった。	プロジェクトアソシエイトとして、各国の研究機関が雇用を維持したまま CERN に派遣することを可能とした。(p.30)
	⑧	各国の研究機関との雇用を維持したまま CERN に派遣されることから、研究者によって報酬や待遇にばらつきが生じ、公平性が担保されていない	特に対応がなされていない。(p.24)
	⑨	機構内にプロジェクトマネジメント人材・ノウハウが欠如しており、適切なプロジェクト推進が困難であった	外部からマネジメント人材を登用しつつ、内部でプロジェクトマネジメント研修が実施された。(p.33)
ITER	①	他分野の研究機関が、同研究向けの予算を削減される懸念を表明し、反対を唱えた	閣議了解に先立ち、ITER とは関わりのない大学関係者の懸念を払拭する為、ITER で採用されるトカマク方式の研究開発を含む原子力予算の範囲内とされ、ITER とは別のヘリカル方式等の学術研究には影響がないことを示した(p.61)
	②	現地に滞在する研究者の生活に必要な各種インフラ整備向けに多額の費用が生じた	サイトを設置するフランス国内の周辺自治体からの資金的協力を得た。(p.54)
	③	規模の大きいプロジェクトであることから、参加国が途中で脱退しないような仕組みづくりが必要であった。	各国政府間の条約を締結することでコミットメントを強化した。また、脱退に関しても厳しい制限を設けた。(p.38)
	④	誘致競争が見込まれ、ホスト国がより高い貢献度を提示することで、ホスト国の権限が強くなりすぎる恐れがあった。	ホスト国を決定する前に、ホスト国と非ホスト国の権限のバランスが取れるよう、ホスト国の貢献度規制(議決権過半以下)やホスト国と非ホスト国の権限について合意形成を実施した。(p.43)
	⑤	当初は、アウトプットエネルギーが最大となるような計画を有していたが、参加国の予算拠出制約の中で収まらず、コスト削減を実現する計画へと変更する必要が生じた。	ITER としての上位計画は変更せず、実現のためのテクニカルオブジェクティブの観点からコスト削減を実現した。アウトプットのレベルを技術的に意味のある水準に引き下げることでコスト削減を実現するような計画を策定した。(p.39)
	⑥	規模の大きいプロジェクトであることから、プロジェクトの検討初期段階で時間や費用をかけて検討を行う機関に限られる恐れがあった。	研究機関レベルで概念設計活動を開始したが、この段階ではプロジェクト実現の際の参画を義務付けないことで、幅広い機関からプロジェクトを検討するためだけの費用を拠出させることができた。(p.38)
	⑦	インターフェイスを明確に決めず In-Kind 方式を採用したことで、製造機器の連結調整が困難となり、設計変更が相次ぎ製造コストが超過した	事後的に、統一的なインターフェイスを策定するとともに、国内機関からの専門家を受け入れる制度(IPA)を設けた。更に、コンティンジェンシー(予備基金)としてプロジェクト予算の2割程度を確保することを検討している。(p.66)
	⑧	ITER 機構の職員枠について、加盟極の調達や費用の分担割合に準じる合意がなされたが、欧州職員数が突出し、EU 外の極(国)では、合意形成した分担の上限以下の職員数にとどまっている。	ITER 機構は、職員採用にあたり応募者の能力が同程度あれば、EU 以外の極からの応募者を優先的に採用する方針を採った(p.49)
	⑨	リスク管理が後手に回っていたことで、費用超過やスケジュール遅延が頻繁に起こった。	内部統制基準(Internal Control Standards)を導入し、リスク項目の評価やレビュー機能を強化した。(p.65-66)
	⑩	プロジェクトマネジメント人材や産業分野の熟練者が不足した。	国内機関からの専門家を受け入れる制度(ITER Project Associates, IPA)を新たに導入した。(p.66)
	⑪	複雑な組織構造であり、意思決定プロセスが効果的に機能しなかった。	設計全体の統合を所掌する組織やプロジェクトスケジュールやコスト管理を行う組織など、ITER 計画を横断してコントロールする機能を有する組織を新たに設置した。(p.69)
ALMA	①	2001 年に欧米日間で建設計画が承認されたが、日本政府としての重点分野に選定されず優先度が劣後し、予算承認に時間を要した。結果、日本の同計画への参加は当初実現せず、米欧は、先行して 2002 年度より建設をスタートさせた(日本は、欧米による事業開始から2年遅れての参加となった)。	各国研究機関が予算承認に向けたプロセスを推進させたが、日本では、国立天文台を中心とする研究者が大学等と連携して国内各地で研究会を開催し、一般参加者からの署名収集し、計画認知度や裨益の理解度を向上させ、国策として参画する意義づけをおこない、政府に対して予算承認を促した。(p.72, 74-75)
	②	建設時の費用負担は行っていないものの、ホスト国であるチリはプロジェクトに対して用地の取得や税制面での便宜を供与しており、建設時の負担を運用割合とする方針では不公平が発生する恐れがあった。	チリの用地取得等の負担を考慮し、望遠鏡使用時間の10%を割り当てた。(p.78) (結果、望遠鏡使用時間は、欧米:各33.9%、日22.2%、チリ:10.0%となった)
	③	[①と同じ]	米欧は、日本が万一参加できない場合でも独立した望遠鏡として成立するよう、当初の三者分担を組み替え、基幹部分一式を米欧二者だけで製作する計画とし、建設を開始した。(p.74-75)
	④	材料費等の高騰によって製造コストが増加し、米欧は予算増を図るが、当初、計画されていたアンテナ数の製造が困難となった。	製造するアンテナ数を縮減し、さらにコストダウンのため発注先を変更した。縮減しても当初目標の達成は可能とされたが、スケジュールが後倒しされた。(p.82)
	⑤	建設工事中に資材輸送上にあった電線が輸送を困難にした。	ホスト国であるチリが地元住民への説明を行い、電線を一定期間切断して輸送を行った。(p.82)
	⑥	極めて高い仕様の受信機を大量に(240 台)安定生産する必要があった。	品質保証、安全設計、物流、文書管理の分野について専門家を雇用した。(p.82)
ISS	①	運用フェーズに入り、他の宇宙関連プログラムが立ち上がる等、当初想定していた費用から抑制するよう、議論がなされるようになった。	産業や国際関係強化に資する効果等、社会経済環境を踏まえたプロモーションを実施することで、認知度向上や必要性の認識を醸成することで、一定の予算確保を進めている。(p.92, 93)
	②	米国内財政の悪化に伴う宇宙ステーション予算の削減及び、政権交代による計画自体の大幅縮小が進められた。	設計変更等を重ね、スケジュールを遅延させつつ、当初目的の達成を図ろうとした。(p.87)
	③	度重なる輸送船(米、ロ)の打ち上げの失敗。	輸送船について、日本のHTVをはじめ複数国で役割を担いつつ、開発を継続していることでリスクヘッジが図られている。(p.104)
ICGC	①	年度予算から翌年度の予算が公表されるまで待つ必要があった。ICGC 創立に関するプレスリリース時期が決まっており、創立メンバーとして名前を載せることに対して、予算承認がおりるまで参画意思を示すことができなかった	文部科学省・厚生労働省と意見交換を密に行い、予算承認と同時に、スケジュール内に、参画に係る意思決定を伝えることができた。(p.109)
	②	基本的に法的拘束力のないガイドラインに基づいた取組を進めていることで、目的や合意内容を遵守しない研究機関に対するペナルティ等が想定されていなかった。	事務局が進捗の遅れや各種課題に対して電話会議の設定やメールでの連絡など、相当なコミュニケーションを進め、当該機関の内情等の理解に努め、目標達成に向け尽力している。(p.117)
IAC	①	当初の MOU では、建設に関与せずに運用段階において新たに参画意向を示した国に対する権限について事前に定めていなかった。	建設時に参画していた機関(Participants)と新たに参画した機関(Member)の呼称を設定し、Participants に建設時に製造した同位体結晶の所有権を付与するなどの権限を追加した。(p.118)