

資料47-2

科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

宇宙開発利用部会

ISS・国際宇宙探査小委員会

(第47回) 2022. 3. 9

2025年以降のISSを含む地球低軌道活動について

費用対効果の向上のためのコスト削減の方策

2022年3月9日

国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 (JAXA)

有人宇宙技術部門

本資料記載項目

(1) 費用対効果の向上のためのコスト削減の方策 <検証項目⑥>

- 費用対効果の向上のためのコスト削減
- 費用対効果の向上のための効果の向上
- 費用対効果に関する他極との比較

(2) まとめ

参考 中間とりまとめにおいて整理された検証項目

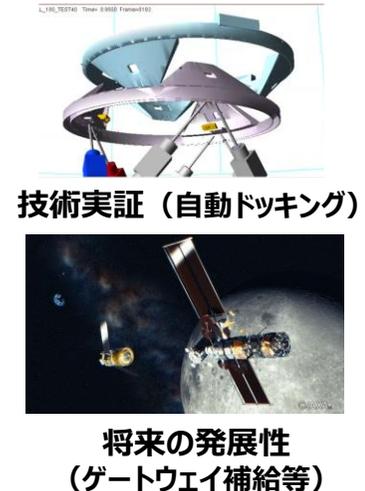
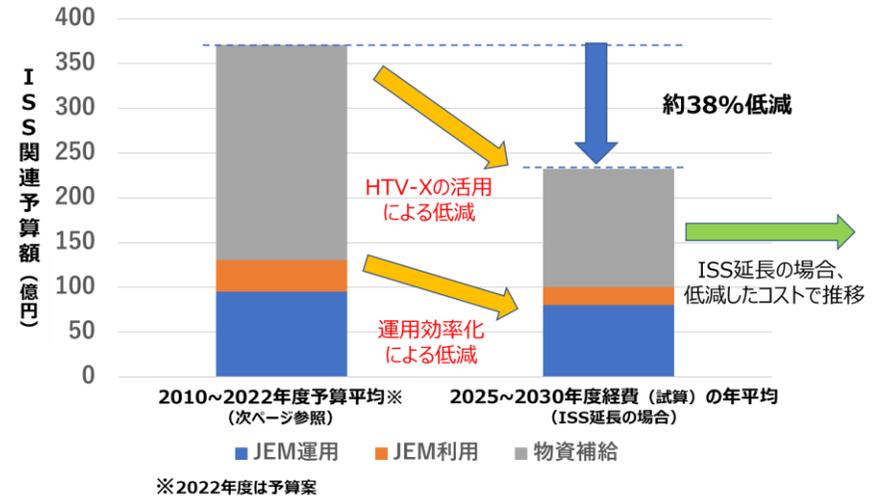
- ① 国際宇宙探査を見据えた地球低軌道活動のビジョンが明確に設定できていること。この際、ISSの寿命を踏まえた国際的な協力枠組みの展開等が必ずしも明らかになっていないことも踏まえた柔軟なビジョンであること。
- ② 更なる国際宇宙探査に必要な技術の獲得が見込まれること。
- ③ 社会的課題の解決、科学的知見の獲得、国際協力等のために、ISSの利用価値が高く見込まれること。
- ④ 若手が宇宙環境での実験・研究を経験する場としてISSを活用することで、宇宙活動を担う人材を長期的・継続的に育成する好循環を構築できること。
- ⑤ 民間が主体となった利用へのシームレスな移行が見込まれること。そのための方策(例えば、需要拡大に向けた支援制度等)が実施可能であること。
- ⑥ 費用対効果の向上のためのコスト削減の方策の実施が見込まれること。

(1) 費用対効果の向上のためのコスト削減

- 現在開発中のHTV-Xによりコスト効率の高い物資補給を実現することで、ISS計画への参加に係る費用を削減できる見込み。
⇒仮に、ISSの運用を延長する場合には、HTV-Xを活用することで、持続的に削減効果を得ることが可能。
- 仮に、2025年以降のCSOC負担をHTV-Xの追加で対応するとした場合、HTV-Xの費用低減効果と「きぼう」運用効率化の効果により、2025年度以降のISS関連の年間予算は、2020年度までの平均額に対して削減（約4割減）が期待でき、アルテミス計画の推進に必要な予算を考慮した場合でも、2020年度までのISS関連予算の水準からの大幅増加は抑制可能。

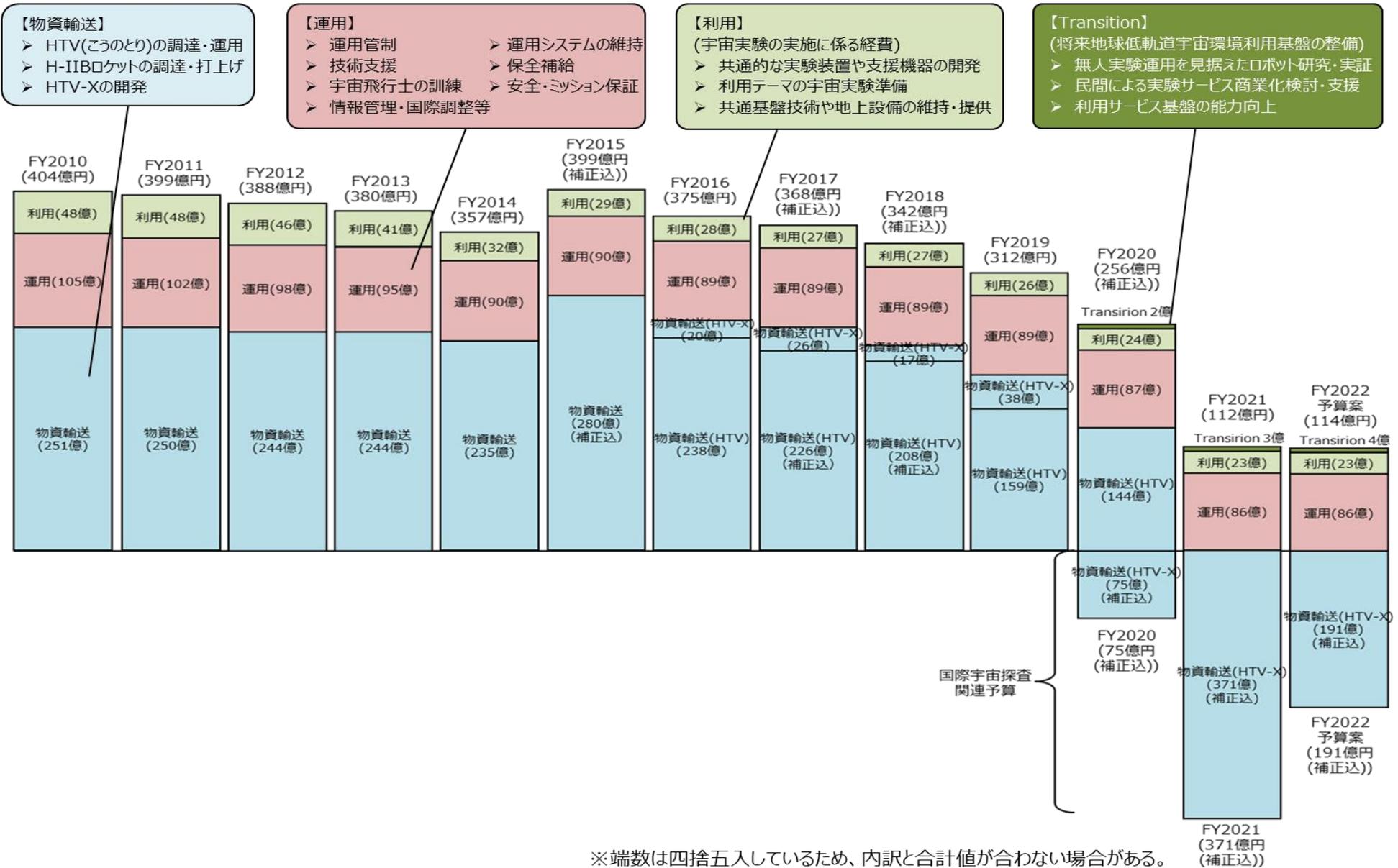
コスト削減について

- 我が国は、ISS全体の共通システム運用経費（CSOC）の12.8%を負担することとなっており、これを、「こうのとりのり」またはHTV-Xによる物資補給（補給能力の提供）で対応。
（同割合のリソース利用権、宇宙飛行士搭乗権を獲得）
- 日本が分担する量の物資補給を低コストで実施することで、効率的に権利を獲得可能
⇒費用対効果向上には、割安な輸送手段の確保が重要
- ISS関連予算の6~7割は、ロケットも含めた物資補給に係る費用。
⇒物資補給費削減は、全体コスト削減への寄与が大きい。
- そのため、新たな補給手段として、「こうのとりのり」の資産を活かした開発方式やシステム簡素化による開発・製造・運用コストの削減と輸送能力の向上により、コスト効率を高めたHTV-Xを開発中（「こうのとりのり」に対しコスト効率2倍を目標）。
- **搭載可能貨物質量**(※)：HTVの1.45倍（4⇒5.85トン）
※ 棚構造質量を除いたNetの貨物質量
⇒HTV4機相当の補給量を3機で実現可能
- ISS延長の場合、これまでの段階的な「きぼう」運用の効率化(※)とHTV-X運用により、2025年以降も継続的にコスト削減効果が得られる（2020年度以前の約4割減の試算）
※可能な限りの対応を実施済み（次頁）であり、今後の大きな削減は見込めない
- なお、HTV-Xは、ゲートウェイ補給機等への発展も見据えた効率的な設計・開発計画となっており、将来のコスト低減にも寄与。



(1) 費用対効果の向上のためのコスト削減 (補足)

2010年以降のISS関連予算実績



※端数は四捨五入しているため、内訳と合計値が合わない場合がある。

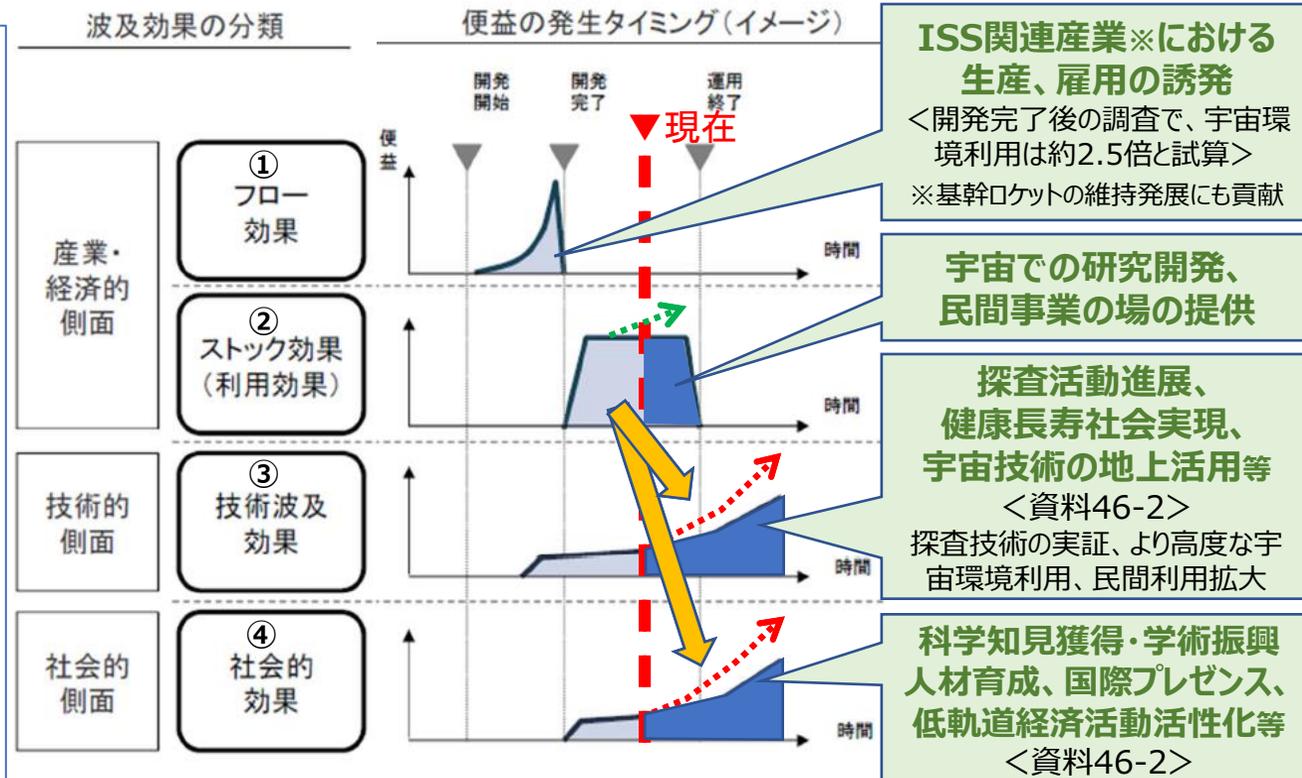
(2) 費用対効果の向上のための効果の向上

- **“ISS/きぼう事業”は**、インフラを構築し、そのための技術開発を行い、それにより不可欠な技術を獲得し、多くの生産・雇用・利用を生み出し、多くの人材が育成され、他産業も巻き込みながら、**長期的に大きな成果を出していくという国家的な投資事業**。
- これまでに様々な成果を創出してきている（資料46-2）が、**現在は、上記の投資の途上**であり、将来の波及効果を拡大する取組を推進中。過去の投入予算の短期的・直接的な効果換算結果の多寡だけでなく、より大きなリターンを得るために、**中長期的な視点での取組が必要**。
- また、経済的な価値に加え、国際的プレゼンス、外交、安全保障（経済・技術安全保障を含む）、人材育成など、**我が国にとって欠くことができない意義を引き続き確保していくという観点も重要**。

効果の向上について

- 波及効果は、右図に示す4つの効果にて総合的に評価（①フロー効果、②ストック効果、③技術波及効果、④社会的効果）
- 現在、既に得られているのは上記①の全体及び②③④の一部であり、**将来の波及効果の獲得に向け投資を継続**している段階
- **技術的波及効果、社会的効果は、運用終了後も持続・拡大**していく。
- ISS運用が延長されれば、今後の様々な取り組み（資料46-2で提示）やHTV-Xの活用（※）により、獲得中のストック効果を高めつつ、**将来得られる技術波及効果・社会的効果を更に拡大**（波及効果の傾きの増加：右図点線矢印）させることができ、**総合的な波及効果・費用対効果の向上**に繋がる。

※ ISSへの補給機会を活用した技術実証や衛星放出、探査等に向けた発展性等、**補給以外の付加価値も提供**。⇒コスト効率以外でも、**費用対効果向上に大きく貢献**。



- | | | | |
|--|---|---|--|
| ①フロー効果
投資による直接需要及び関連する産業分野への生産や雇用の誘発等の効果 | ②ストック効果
宇宙開発利用が、経済活動や国民生活の向上にもたらす効果 | ③技術波及効果
開発、蓄積した宇宙技術が他の産業で利用・転用されることにより創出される効果 | ④社会的効果
国民の教育水準向上や誇りの育成、科学技術力向上等の効果 |
|--|---|---|--|

(3) 費用対効果に関する他極との比較

- 日本は、ISS計画への参加により、**世界水準の有人宇宙活動の場を最も効率的に短期間で獲得した。**
- 「このとりは」、他極の補給機よりも成功率が高く、**無駄なく権利を獲得。**また、HTV-Xでは、輸送コスト効率の向上により、**多極の補給機に対する優位性の向上が期待**される。
- 宇宙環境利用においても、**最も効率よく利用を創出し**、また、他極が獲得できない優れた実験データや知見の獲得が進んでいる。
- ⇒ 我が国は、**多極との比較**においても、**権利の獲得および活動の実施の両面**で、独自の取組等により**効率的に効果を得ている。**

多極との比較について

- 日本は、**有人宇宙活動の場を最も効率的に短期間で獲得**（6頁）
 - 開発費：**米国の1/100、欧州の1/6**
 - 期間：**米国の1/2、欧州の2/3**
- このとりによる物資補給実績は、**全補給機の中で唯一、成功率100%を達成**（右上図）。確実に責任を果たし**無駄なくリソースや飛行士搭乗権を獲得**。今後は、コスト効率が高いHTV-Xによる物資補給を行うことで、**優位性が向上する見込み**。
- 日本は、**ISSパートナー中、最も効率よく利用を創出**（右下図）。
 - **利用総数：5極中2位**
 - **利用効率**（利用リソースあたりの総利用数）：**5極中1位**
 また、**日本独自の技術や手法**（※）の開発等により、**他極が獲得できない優れた実験データや知見等を獲得**
 （その利用機会とのバーターで効果的にリソースを獲得）
 高度な成果の創出は、**技術的波及効果・社会的効果の向上に寄与**
- ※ ヒトコホート研究と連携した小動物飼育ミッション、膜タンパク質実験技術、機能性を有する臓器組織の立体培養技術、エアロックとロボットアームを組合せた船外利用等
- **米国は**、ISS利用の推進のため、ISS National Lab等を通じ、**NASA利用予算とは別に多くの政府予算を拠出**するとともに、**利用リソース費等を免除**。**日本は**、民間利用では、**民間が利用リソース費の一部或いは全部を負担**しつつ、全体として高い利用効率を達成。

「このとり」の物資補給によるISSの安定運用への貢献

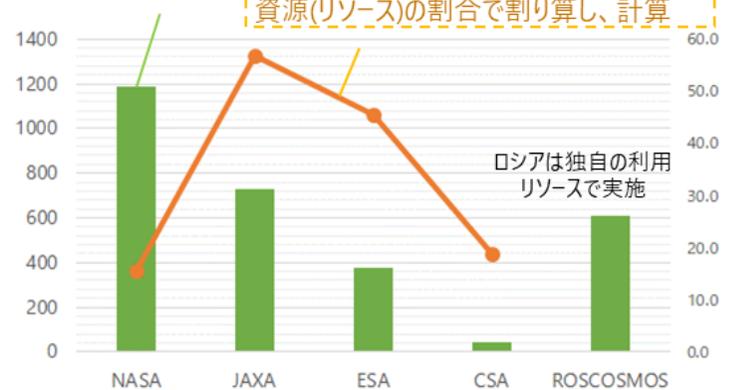
(2022/2/14時点)



補給船	成功率(%)
HTV(日)	100%
プログレス補給船(露)	96.3%
ドラゴン補給船(米)	95.8%
シグナス補給(米)	93.8%

100%の成功率と大型貨物輸送

利用効率 (利用総数/利用リソース割合)

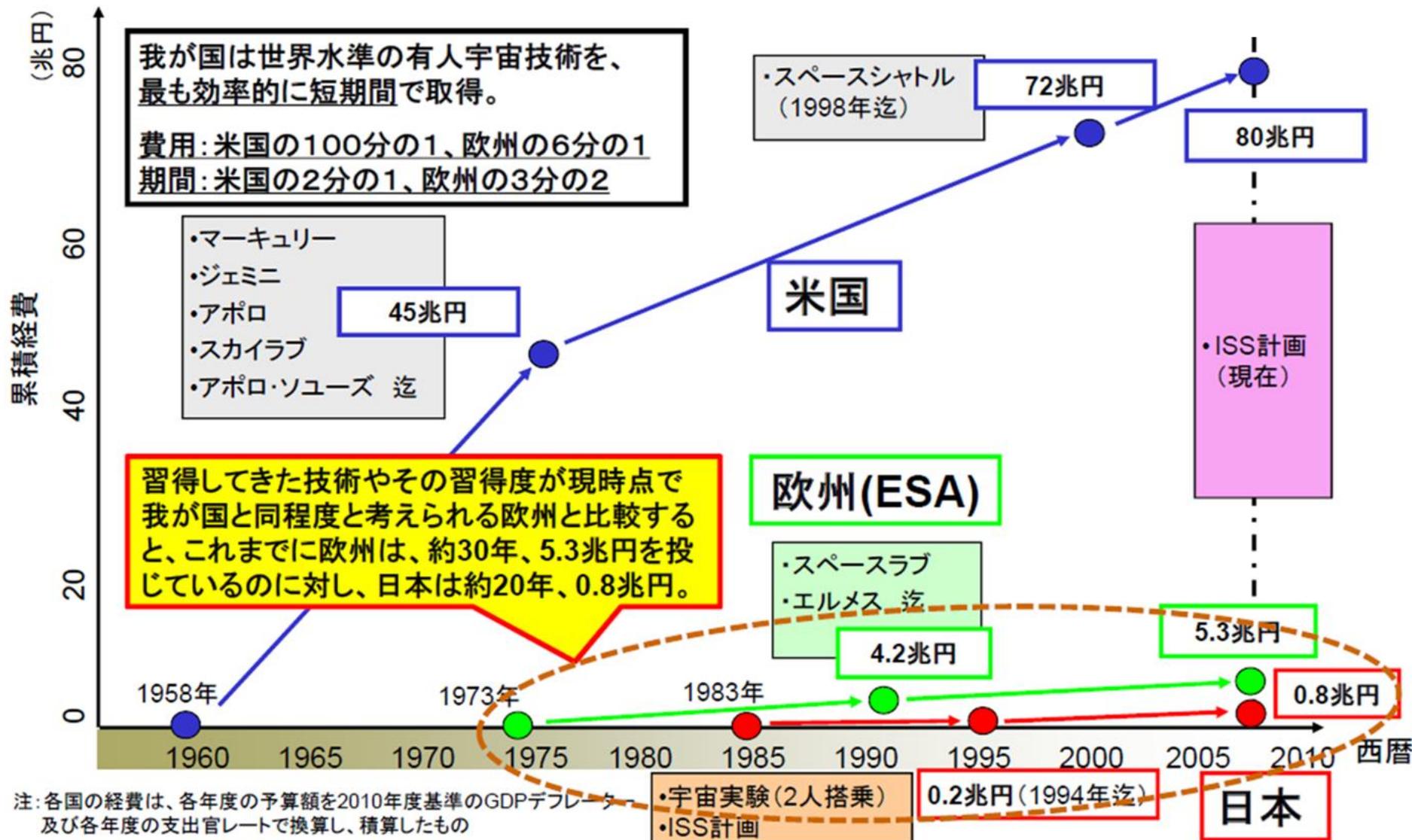


利用用資源 (リソース)

	米	日	欧	加	露
米側リソース	76.6%	12.8%	8.3%	2.3%	0.0%
露側リソース	0%	0%	0%	0%	100%

(3) 費用対効果に関する他極との比較 (補足1)

「きぼう」打上げ完了時点までの投資額の推移(他極との比較)



(4) まとめ

- (1) **輸送コスト効率の高いHTV-Xの利用**により、ISS延長した場合、**持続的に削減効果**が得られる。
- (2) 効果向上については、**既に様々な成果を創出**しているが、過去の成果だけでなく、**将来の波及効果も期待**でき、その拡大に繋がる取り組みを進めている。
- (3) **我が国のISS計画参加に関する費用対効果**は、他極に劣後するものではなく、寧ろ、限られた条件の中で**独自の取組等により効率的に成果を獲得**している。