

一般財団法人 新技術振興渡辺記念会
平成24年度上期 科学技術調査研究助成

「国際宇宙ステーション搭載ハイビジョン映像の利用ニーズ調査」

報告書

平成24年5月
財団法人 日本宇宙フォーラム

目 次

1. 調査研究のバックグラウンドと目的	1
(1) バックグラウンド	1
(2) 目的	2
2. きぼうハイビジョン・アースビュー教育システムの概要	2
(1) システム構成	3
(2) 国際宇宙ステーション搭載ハイビジョンカメラ	3
(3) きぼうハイビジョン・アースビューでできること	4
3. 調査手法	5
4. きぼうハイビジョン・アースビューのニーズ	6
(1) 教育分野での利用ニーズ	6
(2) 科学館における利用ニーズ	7
(3) テレビ番組での利用ニーズ	8
(4) 一般に興味の引くニーズ	8
(5) リアルタイムの利点を活かした映像配信	9
(6) アーカイブの利点を活かしたコンテンツ配信	9
(7) その他のニーズ	10
5. 海外展開のための調査結果	11
(1) ベトナム	11
(2) タイ	12
(3) シンガポール	12
(4) インドネシア	12
(5) きぼうハイビジョン・アースビューシステムの伝送実験	13
6. 普及に向けての課題	13
(1) 教育分野で普及させるための課題	13
(2) 商業利用促進のための課題	14
(3) Google Earth との差別化	14
(4) 利用ユーザに応じた質の確保	14
(5) 付加価値	15
7. まとめ	16

1. 調査研究のバックグラウンドと目的

(1) バックグラウンド

宇宙から地球を撮影する試みとして国際宇宙ステーション（ISS）やスペースシャトルのような有人宇宙船から宇宙飛行士等がカメラで撮影する取り組みがある。これまで、何度か ISS から宇宙飛行士がカメラで地球を撮影し、その画像が一般に公開されてきた。これとは別に、プログラムとして継続的に実施されてきた取り組みとして、NASA のステールカメラの画像を用いた教育プログラム「ISS EarthKAM」がある。EarthKAM とは「Earth Knowledge Acquired by Middle school students」の略で、NASA が、カリフォルニア大学サンディエゴ校（UCSD）の協力を得て学生を対象に 1996 年より行っている教育プロジェクトの一つである。スペースシャトルなどの宇宙機に搭載されているデジタルカメラを遠隔操作することにより、宇宙から撮影した地球の写真を、撮影後数時間以内に地上で見ることができ、参加している生徒達は、あらかじめ飛行経路や天候をインターネットなどで調べ、撮影したい場所を選ぶことによって、自分たちの好きな場所の写真を手に入れることができ、地形を調べたり、海流を見たりといった学習に役立てることができる。2001 年から、ISS を利用してこの EarthKAM が実施されている。

これまでに全世界から数百の学校が EarthKAM プログラムに参加しており、科学技術理解の増進や教育に役立っている（これまでの参加校については次のウェブサイト参照：<https://earthkam.ucsd.edu/about/schools>）。同プログラムの大きな特徴は、教師からのアドバイスの下、参加校の学生自身が研究テーマを見つけ、EarthKAM というツールを用いて学習を行うという自立的な学習を行うことができ、自分で考え、解決するということを学ぶことができることである。

一方、我が国における取り組みとして ISS から地球を撮影するツールとして、平成 24 年 7 月に JAXA が打ち上げた宇宙ステーション補給機「こうのとり」によりハイビジョンカメラが ISS に運搬された。ISS 運搬後はきぼうの船外プラットフォームに取り付けられ、リクエストに応じてハイビジョン動画が中継衛星経由で JAXA 筑波宇宙センターまで伝送されている。当財団が構築中の「きぼうハイビジョン・アースビュー教育システム」は同ハイビジョンカメラを活用し、そのリアルタイム動画をインターネット経由で一般の人などに配信するシステムである。

ISS からのハイビジョン動画の利用については、コマーシャルベースで企業のコマーシャル撮影に利用されたり、NHK が番組を制作したりしている事例はあるが、一般の人やその他企業が誰でも利用できるシステムはまもなく構築される予定である。そのため、利用ニーズについては充分に開拓されておらず、整理し、ハイビジョン動画の利用を拡大させていく必要がある。また、ハイビジョン動画の配信システムの改善のためにも潜在的利用ユーザーからの声は重要であり、今後の科学技術発展のためにも必要である。

(2) 目的

当財団では、平成 21 年度から 3 年にわたり、宇宙からのハイビジョン動画の利用システムの開発を行ってきたが、平成 24 年度に宇宙航空研究開発機構（JAXA）が国際宇宙ステーション（ISS）にハイビジョンカメラを打ち上げることにより、ISS からの高繊細なハイビジョン動画をリアルタイムで地上に配信できるシステムが完成する。

これらは、科学技術の理解増進、環境保護の意識醸成、宇宙技術の地上での応用などを目的に計画・実施されているものであるが、それらのハイビジョンデータを効果的かつ効率的に利用するためには、どのような用途、分野、学習目的が適当なのかの整理が未だ行われていない。ハイテクのデータの利用ニーズが必ずしも明確になっていない中で、その利用ニーズを目に見える形に整理し、そのニーズに応える形で、早急に利用活動を展開することが急務となっている。

本調査研究では、内外の組織、有識者、研究者、潜在的利用企業などへのヒアリング等を通して、潜在的利用者のニーズ及び望ましい利用方法を抽出し、整理すると共に、ISS からのハイビジョンデータの利用拡大に向けた普及方策を取りまとめることを目的とする。

2. きぼうハイビジョン・アースビュー教育システムの概要

当財団は ISS 日本実験棟（以下、「きぼう」）船外実験プラットフォームに、JAXA が設置予定のハイビジョンカメラで取得するハイビジョン画像を利用した今までにない恒常的な教育システムを構築した。また、本教育システムにより提供される教育プログラムは、主に中学・高校生を中心とした次の世代を担う青少年の人材育成に資すると共に、子供達が本教育システムを通じて体験する地球的視点からの学習は、これまで遠い存在であった宇宙利用を身近なものとし国民生活の一部に取り込むことで、宇宙利用が更に促進されることが期待される。

具体的には、同教育システムでは、本教育プログラムに参加する子供たちが自ら、地球環境問題、最近頻発する地震、津波、洪水等の風水害、更に気象学全般、地質学、歴史（宇宙考古学）などの学習目的を定め、その目的に合致した画像を ISS が飛行するどのタイミングで取得可能かを軌道位置予測ソフトウェア等を駆使して、画像取得計画を立案し、提出すると、その要求に基づき、軌道上のハイビジョンカメラを作動させ、要求のあった画像がほぼリアルタイムでインターネットを經由して参加校へ配信される仕組みを目指している。このような学習プロセスは、陸域観測技術衛星「だいち」などの衛星画像を専門の科学者が解析するプロセスと基本的に同じであり、本プログラムに参加することで、将来、衛星データを利用した研究者・利用者となる人材育成に直結した経験を積むことが可能となる。

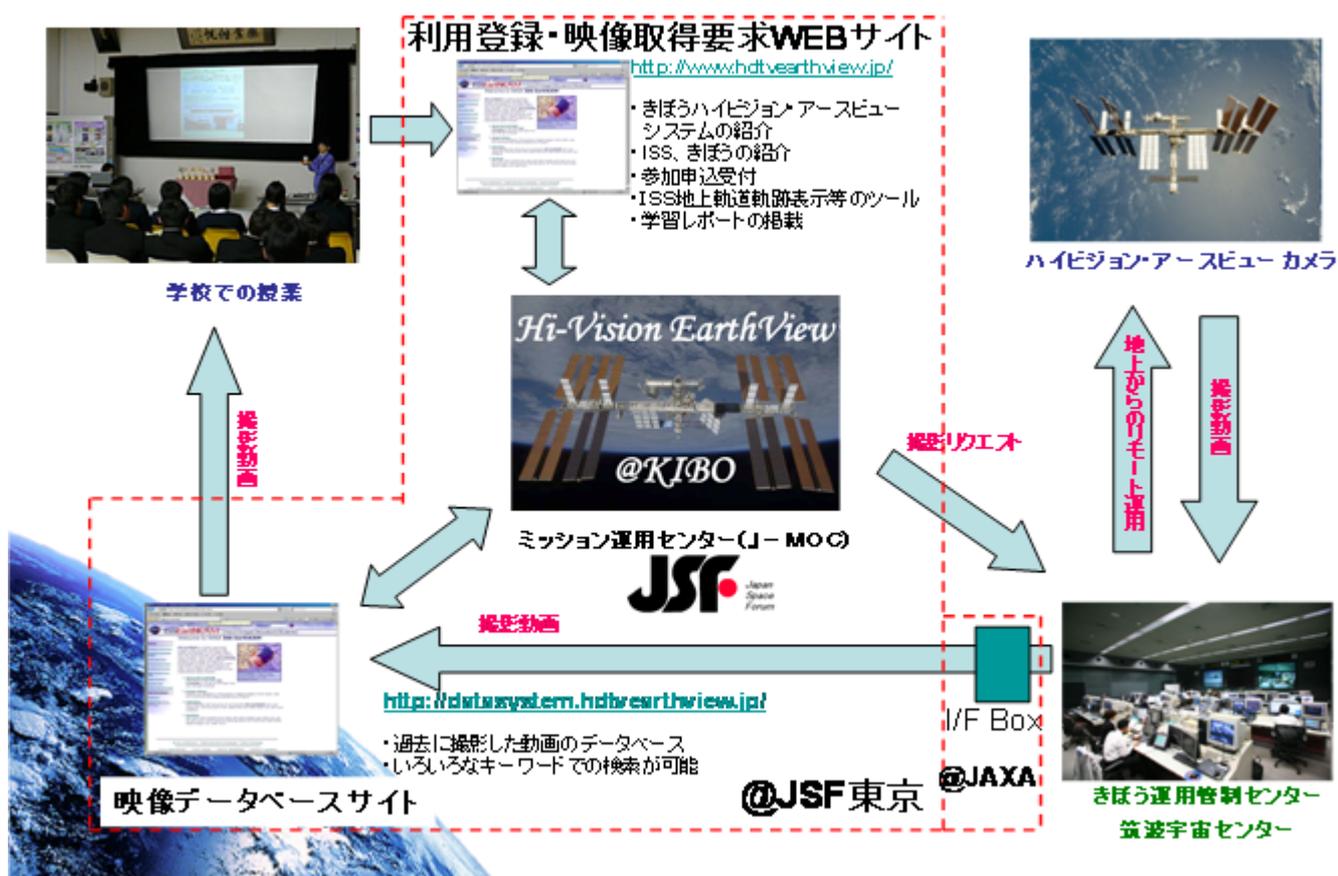
併せて、JAXA は「きぼう」利用拡大に努めているが、同プログラムは子供たちが直接「きぼ

う」の利用に接する機会を体験できるため、子供たちを取り巻く学校の先生は勿論、子供たちの父母や地域の大人への波及効果も期待でき、ひいては宇宙利用全体を活性化することも可能である。並行して、同システムのモデルとも言うべき NASA で既の実施中の教育プログラムとの連携や、アジア太平洋地域宇宙機関会合を通じたアジア地域の青少年への展開による国際貢献と同地域の次世代を担う人材育成をも目指している。

同システムは「教育用」として開発されているが、完成した場合、そのシステムはそのまま商業用にも利用可能であり、この面での活用も大いに期待されている。

(1) システム構成

同システムは当財団のミッション運用センター（J-MOC）を中心に、利用者／ユーザからのハイビジョン地球動画の撮影要求を受け付け、JAXA 筑波宇宙センター等と調整し、撮影動画をインターネット回線経由で利用者／ユーザに配信するシステムである。



(2) 国際宇宙ステーション搭載ハイビジョンカメラ

ハイビジョンとは以前の地上アナログ放送や DVD 映像等で用いられている走査線 500 本程度の映像に対し、地上デジタル放送やブルーレイ映像等で用いられる走査線が 700～

1000 本の高解像度映像のことをいう。特に有効画素数が 1920×1080 のものはフルハイビジョンと呼ばれており、きぼうハイビジョン・アースビューで利用されるハイビジョンカメラはフルハイビジョンの動画撮影能力がある。きぼうハイビジョン・アースビューでは、ISS の船外実験プラットフォームに搭載されるソニー製の「HVR-A1J」という以下の仕様のハイビジョンビデオカメラが利用されている。



撮像素子	5.9mm (1/3 型) CMOS センサー
	総画素数：約 297 万画素 有効画素： 16:9 動画撮影時 約 207 万画素* 4:3 動画撮影時 約 155 万画素* *フルスキャンモード時
ズームレンズ	カールツァイス「バリオ・ゾナーT*」レンズ、光学 10 倍（デジタル 40 倍）
	f（焦点距離）=5.1～51mm
	35mm 換算： 16:9 動画撮影時 41-480mm 4:3 動画撮影時 50-590mm
	F=1.8～2.1、フィルター径 37mm

（3）きぼうハイビジョン・アースビューでできること

アースビューは宇宙からみえる地球をハイビジョンカメラで撮影し、その映像をもとに地球を調査できるシステムである。参加した生徒は ISS の軌道を WEB 上で確認しながらどこかの映像を撮影し、その映像をもとに何を学ぶか検討する。例えば、東京のビル風を地上で生徒自身が観測し、その地形を宇宙から見るとどうなのか？ といった具合に、地上の観測と宇宙からの観測を合体させることにより、新しい発見が生まれる可能性がある。もちろん

ん、日本に限らず、世界中のあらゆる地表を見ることが可能である。また、アースビューの映像は、地理の分野に限らず地球科学、社会科、数学、芸術、人文学など、多岐に渡る分野の材料になる。先生と生徒とでアースビューの映像から何を調査・活用できるか考えることで無限の教育の可能性が広がっている。

3. 調査手法

テレビ制作会社、コンテンツ制作会社、メディア関連企業、インターネット制作会社などの企業や科学館等の潜在的ユーザからヒアリングを行い、ISSからのハイビジョン動画の利用にあたり、具体的ニーズを把握する。また、本システムは世界で唯一のものであり、本システムは海外でも相当の需要があると見込まれている。今回の調査においては、特に宇宙を利用した教育に関心の高い発展途上国を中心とした海外の組織及び企業に対し、国の事情に応じた配信システムに関するヒアリングを行った。訪問調査の形をとり、現地のニーズと共に、通信インフラ事情の実地調査を行い、各国でハイビジョン動画の展開におけるプロモーション支援／国内取りまとめを行ってくれる組織の調査、各国の教育取組みの調査などを実施した。ヒアリング先から効果的な調査結果が得られたものについては、ヒアリングメモを別紙に示す。

教員、科学館職員、広報・報道関係機関職員などを含めた外部有識者による「ISS ハイビジョンデータ利用推進検討会」を設置し、ISSからのハイビジョン動画の効果的かつ効率的な利用方法について潜在的ユーザからの効果的なヒアリングの仕方を抽出すると共に、ヒアリングで得られたニーズ、利用方法について、今後の実施の参考にするためのアドバイスを頂いた。

訪問先一覧

国内	
日テレ系制作会社	AXON
科学関連衛星・ケーブルTV	ディスカバリージャパン
イベント企画・展示	乃村工藝社
イベント企画・展示	丹青社
民間気象サービス	ウェザーニューズ
科学関連ウェブコンテンツ	ネットアドバンス
教育・メディア	学研図書
印刷	凸版印刷
メディアコンサルティング	パピヨン・マジック 大塚浩一氏（元ディスカバリージャパン役員）

通信システム	M・S・K
公告代理店	博報堂
科学館	名古屋市科学館
海外	
ベトナム	- Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)/Vietnam National Satellite Center (VNSC) - Center for Education and Development
タイ	- Ministry of Science and Technology/National Science Museum
シンガポール	- Science Centre Singapore
インドネシア	- National Institute of Aeronautics and Space (LAPAN) - Taman Mini Indonesia Indah

4. きぼうハイビジョン・アースビューのニーズ

本調査で主に国内でヒアリングしたところ、以下のようなニーズがあることが分かった。

(1) 教育分野での利用ニーズ

きぼうハイビジョン・アースビューシステムはもともと教育分野で利用することを想定して開発されたもので、地球と周回軌道の物理的位置関係や力学的振る舞いなどを学ぶことができるようなツールとなっている。ISSは地球の周りを約90分に1週の割合で周回しており、ISSからみた地球は昼と夜が頻繁に入れ替わる他、周回している軌道の傾斜角が51.6度と北極及び南極地域の上空を通過しないため、当然、ISSに搭載するハイビジョンカメラからはそれらの極地域は撮影できない。また、高度約400kmという宇宙機としては極めて低い高度の軌道を周回しており、対地上の相対速度は非常に速い。これらの特徴はISSからのビデオカメラによる撮影要求を出す際に理解しておくことで非常に有用であり、撮影可能な範囲が限定されていることなどの理解が増進される。ある程度の宇宙飛行物体の力学的振る舞いや天体の位置関係などの概要を説明するためのガイドラインなどと共に同システムで開発された撮影要求ツールを活用することで、ユーザがリアルタイムでISS軌道等を学ぶための教材として最適である。

また、同システムは地球をハイビジョンで撮影することから、雲が無い場合は川や山脈などの地形が動画で撮影でき、普段見られないようなスケールで地形が把握できる。そのため、地質学や地理などの分野で活用ニーズが多くあると考えられる。更に、撮影時に雲がかかっている場合においても、例えば夏によく発生する雲の形や冬によく発生する雲の形などを勉強するためのニーズはある。気象予報など既に静止衛星やその他の観測機器等を用いて行われているが、それらの情報と同システムが撮影したハイビジョン動画を組み合

わせることで、雲に関する理解を深めるといったニーズがあることが考えられる。

本システムは利用ユーザに自由に撮影要求を出せるように設計されており、学びたいユーザの視点から自由に研究を行えるものである。そのため、学びたい用途を限定することなく、自由な発想で利用してもらうことにより、当初想定されなかった用途に利用してもらえることが考えられる。なお、リアルタイム撮影を用いた教育利用以外にも、これまでの撮影動画を集めたアーカイブを用いて教育することも当然可能である。その場合は、アーカイブを自由に用いて学習することができるが、想定される学習プランをいくつか提示し、どのようなことが学べるのかを簡単に理解してもらうための学習要領ガイドラインのパッケージを整備することにより、教育利用のための敷居が下がり、利用促進につながると思われる。

(2) 科学館における利用ニーズ

科学館は学生のみならず、一般の人への科学リテラシーの向上を図るために重要な役割を担っている。首都圏のみならず、各地方のほとんどの宇宙を展示する科学館があることから、近隣の住民がアクセスしやすく、そのことも幅広い人が科学技術への関心・興味をもつきっかけとなることも多い。そのような科学館において、いくつかの利用ニーズがあることが分かった。

きぼうハイビジョン・アースビューシステムのアーカイブ映像の活用として、科学館展示ではISSの紹介と併せて、軌道の紹介や、ISSからの映像のアーカイブを流すというのが実現性が高い。もともと科学館では宇宙の壮大さを展示する他、宇宙という題材を用いて宇宙機の原理や天体の動きの物理的理解の増進など、教育的な効果を期待する展示を行っている。その観点から、ISSの技術的紹介や軌道の原理等を展示することは有用であり、パネル等による解説のみならず、ISSの視点から撮影した地球の動画のアーカイブを併設して放映することで、来館者が直感的にISSの軌道を理解できる仕組み作りを展示することが可能である。また、三菱重工の企業技術館のように、企業が運営する科学館もいくつか存在する。それらの企業技術館は運営する企業の技術力のプロモーションを行っている面もあるものの、全体としては来館者の科学リテラシーの向上・教育的効果も大きい。ISSのきぼう実験棟は日本の技術力の結集であり、開発に参加した企業は技術を広く伝えることが可能である。そういった意味で、企業技術館で我が国の技術力の解説し、開発した技術が現在どのように活用／運用されているかを知らしめるために同システムが撮影した動画を利用することのニーズが存在すると考えられる。

きぼうハイビジョン・アースビューシステムのリアルタイム動画伝送の活用として、科学館等の上空を通過する時間を来館者に事前告知し、イベント的に活用するやり方が考えられる。リアルタイムでのISSからの地球を撮影した動画は現在のISSからの視点を広く伝えるために最適であり、科学館での集客効果も見込まれる。そのため、ある特定の日時を指定してその時刻に一般の人に科学館に足を運んでもらうことで、リアルタイムならではの

の臨場感のあるハイビジョン動画を視聴してもらうことができる。

科学館においては、企画展、単発イベント、常設展の他に、教育的な講座を設けて、様々なテーマで学びたい一般の人を募集している館もある。前項で同システムを用いた映像の教育的なニーズについて記載したが、科学館が母体となって同システムを用いた教育講座を企画・実施することで、学習したい科学館近隣の一般の方のニーズに応えることができる。

(3) テレビ番組での利用ニーズ

いくつかのテレビ番組の制作関連の関係者にヒアリングを行ったところ、テレビコンテンツのニーズとしてはそのままでは難しいものの、他のテレビ制作コンテンツを補強する、もしくは付加価値をつけるための活用方法が考えられることが明らかになった。

テレビ番組制作での活用でのニーズとして、報道番組での動画の利用が考えられる。報道番組では、地上の出来事・ニュースを解説する際に全体像をわかりやすく視聴者に見せるために俯瞰的な映像を併せて放映することがある。例えば、地方や海外のニュースであれば、その報道の対象となる地域がどこにあるのか、どの程度のスケールの地域での出来事なのかを航空写真、衛星画像、Google Earth のようなコンテンツを用いて解説する。ISSからの地球のハイビジョン動画も同様に報道対象の解説を補強する目的で利用する価値が高いと考えられる。

また、報道以外においても地方文化等の特集番組を制作する際に同システムの動画の素材が利用される可能性がある。例えば地上のある地方の暮らしに焦点を当てた特集番組を制作する際、空撮の映像などを交えた番組などがよく制作されるが、衛星からの映像、空撮映像、地上の映像を組み合わせて、俯瞰的な視点を加えて新鮮な番組にするという手法がとられる。航空機を用いた空撮の利点は地上の細かな地形も含めた俯瞰的な絵が提供できることにあるが、他方、極めて大きな地形の様子は一つの画像でとらえることができない。三陸のリアス式海岸などは空撮や地上からはあまりよくわからないが、ISSからの映像でははっきりと見える。そのような利点を活かした素材としてのニーズが存在することが考えられる

(4) 一般に興味の引くニーズ

一般の人にとって、自分たちの暮らす地域の上空を通過するISSがどのように自分たちの地域を見ているのか知りたいという高いニーズがある。衛星画像にしても自分たちの地域をより知りたいという関心は非常に高く、ISSからの動画においても日本を通るパスについては関心が高いと思われる。このニーズに最大限応えるため、日本を通るパスについては事前に自動的に観測計画を組んでおいて、どの日本を通るパスを撮影したいか一般による投票方式で決めるやり方も一つ考えられる。投票方式であれば一般の人にとって敷居が低く、参加しやすい。ある程度アースビューシステムの理解が浸透したところで自由にオー

ダーできるやり方を導入するのもやり方の一つである。投票方式にするかどうかはいずれにしても、日本を撮影できる日時を事前に確認の上、ウェブサイト等でそれらの日時を一般に告知し、可能な範囲の視聴希望者に映像を見てもらうという方法が考えられる。

また、一般に人にとって、変化が感じられる映像に対するニーズが極めて高いことが分かった。特に日本人にとっては、四季による季節変化、例えば桜の開花、紅葉前線、積雪等の変化は非常に興味が強く、それらの変化がわかるような動画に対するニーズが存在する。桜の開花や紅葉前線が映像としてとらえられるかどうかは分からないものの、日本のある特定の地点における四季それぞれの映像の変化がわかる動画は一般の興味を満たすのに最適な素材となり得る。日々の変化では、地上で1日で一度ずつ経験する日の出や日の入について、ISSでみた日の出や日の入の時間的感覚や様子など地上との見え方の違いを知ってもらうことも有用であると思われる。ISSは一般の人が思っている以上に地上で高速に移動しており、リアルなISSの速さを実感できるのも一般の人にとって興味深い。

(5) リアルタイムの利点を活かした映像配信

今回のヒアリングにおいて、同システムの特徴として「リアルタイムの存在感」を挙げる人も多かった。これは、ウェブやテレビ制作等に係る人よりも、科学館等で実際に来館者に接している人からのコメントとして多く見られた。リアルタイムで見られることのすばさに焦点を当てて利用促進を図ることは一つの方向性であり、リアルタイム性をわかりやすく広報していく必要がある。前述の通り、科学館では、リアルタイム放映をイベント的に行うことで集客力につながるという意見があり、そういったニーズを拾った展開を図ることも重要である。

リアルタイム性を最大限にアピールするためには、現実に関地球に起きている現象や変化をとらえ、視聴者に見せられることが重要となる。そのような変化のない地球の映像ではリアルタイム映像でもアーカイブ映像でも大差なく、リアルタイム性ならではの特徴が大きく損なわれる。例えば、地上で大きく話題になっている地球規模の現象である火山の噴火や日食などをリアルタイムで映像として捉え、一般に提供することができればリアルタイムとしての映像の価値が高まり、非常に大きな関心と呼ぶと思われる。

(6) アーカイブの利点を活かしたコンテンツ配信

リアルタイムのみならず、同システムからのアーカイブ映像の利点を活かした活用方法も多く考えられる。アーカイブ映像の特徴としては、多くの人に見てもらえるということがある。また、素材にキャプションやその他の情報を組み合わせる上で、完成度の高い情報をユーザが利用したいときにいつでも提供することができるという強みがある。

具体的には、ある程度のアーカイブ動画の数を、撮影場所のキャプション、撮影地域や地形の解説、撮影地域の地図上の位置関係などを付加した上で、誰でも視聴できるウェブサイトなどに格納し、いつでも活用してもらう方法が考えられる。ある程度のアーカイブが

たまったところで、扱いやすい映像検索システム等を導入し、どのユーザにも扱いやすいアーカイブにする必要がある。アーカイブ映像の素材テーマとして、まずは一般に関心を集めそうなサンプルから多く整備していくことが必要である。例えば、ピラミッドやナスカの地上絵などの 400 km上空からでも認識できるような大型の人工物・ランドマークを集めて、アーカイブにすると非常に価値が出る。また、喜望峰やリアス式海岸など、大きな地形の特徴・世界の名勝について集めた映像についても一般の関心と呼ぶと考えられる。

(7) その他のニーズ

今回のヒアリングにおいて、上述したニーズの他、以下の潜在的ニーズに関するコメントがあった。

a) 一般の趣味での活用

地理好き／地形好き、気象好きなどの大人の趣味での活用が考えられる。また、いくつかの映像を加工し、癒しの動画としてブルーレイ等のディスクで販売するなどのニーズも考えられる。

b) 新規撮影イベントに参加する喜び

一般から新しい撮影を公募するイベントを通じて、一般の人が自分で考えた撮影をリクエストし、実際にリアルタイムでの ISS からのハイビジョン動画撮影が実現した際の喜びを感じてもらえる。

c) 各種既存の教育イベントでの利用

学生を対象とした宇宙分野での教育事業であるコズミックカレッジでの利用が考えられる他、教育団体や企業が企画している自由研究大賞における優秀者商品としてのアースビューへのリクエスト権などを設定し、アースビューを使った自由研究をレポートしてもらうというアイデアも考えられる。また、今回のヒアリングでは、企業が CSR として行っている子供たちに気象について勉強してもらう教育関連イベントで活用できないかというアイデアもあった。

d) 夜間における撮影

夜間に街灯や家屋からの光が多く漏れる大都市部において、夜に ISS から何か撮影できれば、普段見られない動画として、高いニーズがある。

e) アーカイブ映像の場所特定クイズ

アーカイブ映像についてはどの場所を撮影しているか等の付属情報が付加されることで情報としての価値は一段と高まるが、それを逆手にとって、アーカイブ映像の撮影場所を

あえて不可せず、地図上のどの場所を撮影しているのかを視聴者に当てさせるという利用方法も考えられる。この用途では、ウェブ等の媒体を用いてクイズを出すことができる他、各所で行われる参加型のイベント等でも実施することができるなど用途の汎用性は高い。

f) 飛行機の離発着のための情報提供

ISS がちょうど活火山の上空を通過する場合、火山から噴火する灰の広がりが観測できる可能性がある。空港の近くの火山から広範に灰が広がっている場合、飛行機の離発着に影響を及ぼすが、その広がりを観測することは難しい。同システムの映像を用いて、広がりの情報を補強できる可能性がある。

g) 雷の観測

夜間に雷が観測できれば、地上の半導体工場などに影響を与える雷の場所の特定などに使える可能性がある。実運用での活用では、カメラの感度の問題や定点観測の必要性があり、それらが課題となる。

h) 漁業での利用

海洋で操業する漁船等にとって、漁場の把握は重要である。現在では衛星データ等も活用して漁場の予測を行っており、今は 1 km 程度の分解能で潮目を観測している。もう少し細かく潮目を見たいという要求があり、ハイビジョン動画が活用できる可能性がある。

i) 赤潮の観測

赤潮の発生は沿岸で養殖等をしている水産業者にとっては切実な問題である。赤潮の発生を迅速に把握できれば、水産物を避難させることができる。同システムの動画で赤潮を監視するニーズはあると考えられるが、発生から数時間以内に対応しないとイケないため、観測頻度の問題がある。

5. 海外展開のための調査結果

ベトナム、タイ、シンガポール、インドネシアにおいて、現地の宇宙・教育関連組織にヒアリングを行い、きぼうハイビジョン・アースビューの海外展開のための有用な意見を得た。

(1) ベトナム

ベトナムではベトナム科学技術アカデミー (VAST) のベトナム国家衛星センター (VNSC) 及び教育開発センターにきぼうハイビジョン・アースビューの概要説明、デモンストレーション及び今後の普及に関するヒアリングを行った。

ベトナムにおいては教育活動を行っている組織は多くあるものの、宇宙を利用した教育は

VNSC ではまだ行われていないことが分かった。一方、今後宇宙教育を促進していきたいとの要望があり、VNSC がハノイ科学技術大学（USTH）とパートナーシップを組んでいることから、まずは USTH の学生に利用してもらうという展開のアイデアが出された。USTH で実証を行い、その後は USTH のネットワークにより他の国立大学に広げていくことが可能である。ある程度広がりが出て、教育活動として認知されれば教育省にサポートしてもらうことも可能になるということであった。中学や高校での展開については、既存のカリキュラムでの対応が難しく、ネガティブなイメージだった。映像の利用ニーズとしては、一般にとって、夜間の宇宙からの映像の関心が高く、大都市上空からわずかな光でも観測できないかという具体的な要望があった。

（２）タイ

タイでは科学技術省／国立科学館にきぼうハイビジョン・アースビューの概要説明、デモンストレーション及び今後の普及に関するヒアリングを行った。同システムはタイにおける教育にとって非常に良いもので、タイでのプログラムを国立科学館が中心となって検討したいとのことであった。当財団からアドバイスや監督を受けながら少しずつ進めていきたいとのことであったが、具体的には集客の多い大型の科学関連イベントで利用することが考えられるとの意見があった。タイでは毎年 8 月に 2 週間程度バンコクで科学フェスティバルが開催されており、そこで映像を用いた展示を行うというアイデアが考えられる。基本的にはアーカイブを用いて展示を行うが、特定の日にリアルタイムのライブ放映にチャレンジすることも可能とのことであった。なお、その展示の場で、ISS を用いて軌道について勉強するための教育パンフレットや小冊子を配布するというアイデアも出された。

（３）シンガポール

シンガポールではシンガポール科学センターにきぼうハイビジョン・アースビューの概要説明、デモンストレーション及び今後の普及に関するヒアリングを行った。同センターでは天文台やオムニシアターを保有しており、宇宙関連の普及活動を行っている。また、近年中にスペースキャンププログラムを立ち上げるとのことで、宇宙を用いた教育活動には熱心である。ヒアリングでは、アースビューのシンガポールでの活用を積極的に検討したいとのことで、同センターが公共科学教育プログラムの中で展開することが最適とのことであった。アーカイブを用いた同センターでの常設展、シアターでのコンテンツ放映、スペースキャンプが実現した際のコンテンツとしての利用などのアイデアが出された。

（４）インドネシア

インドネシアでは国立航空宇宙研究所(LAPAN)及びインドネシア科学民俗館(Taman Mini Indonesia Indah) にきぼうハイビジョン・アースビューの概要説明、デモンストレーション及び今後の普及に関するヒアリングを行った。インドネシアでは今後、LAPAN がカリマ

ンタン島に宇宙教育センターを設立することが決まっているなど、宇宙教育に非常に熱心である。インドネシア国内で展開する際のパートナーとしては、宇宙教育センターを運営していくことになる LAPAN、研究技術省や教育省といった省庁、Taman Mini を運営する科学技術センター（PPIPTK）などが候補となる。今後、宇宙教育の新プログラムの展開として LAPAN が、科学館での展開で Taman Mini が主体となってきぼうハイビジョン・アースビューの普及活動を行っていくことを検討することになった。具体的にはインドネシアの科学センターや LAPAN が今後保有する宇宙教育センターにアーカイブを保管し、訪問した学生が見られるようにするというアイデアや、災害監視への利用の関心があった。

（５）きぼうハイビジョン・アースビューシステムの伝送実験

今回の海外機関ヒアリングにあたり、併せて海外にリアルタイム伝送が行えるかどうかをチェックするための伝送実験を行った。実験では、現地の各ヒアリング先組織の固定インターネット回線を利用した他、場所によらず、どこでもリアルタイム映像が受信できるかを確認するために、日本からモバイル Wifi ルータを持ち込み、伝送試験を行った。結果として、インドネシアとシンガポールにおいて、固定インターネット回線ではスムーズにリアルタイム映像を受信することができた。それぞれ実測で 4~5Mbps の速度がでており、5Mbps 程度のインターネット環境であれば海外でもリアルタイム伝送に耐えられるということが分かった。一方、持ち込んだルータではいずれの国においても実測で 500Kbps 程度しか速度が出ずに、閲覧することができなかった。海外における展開の際、5Mbps 以上の安定したインターネット回線が利用できる場合は問題ないものの、インターネット環境が悪い地域ではモバイルルーターを用いてもリアルタイム伝送は難しい。

6. 普及に向けての課題

（１）教育分野で普及させるための課題

教育利用を推進するためには学校の先生やインストラクタの理解を深めることが極めて重要になる。学生が学ぶきっかけとしては学校での授業や課外活動などの教職員が提供するプログラムを通してが圧倒的に多いと考えられる。一方で、教職員は通常のカリキュラムを実施することで手一杯のケースが多く、他のプログラムをケアする余力がないことが多い。このような状況の中、同システムに対して理解を示し、内容を理解していただける限り多くの先生やインストラクタを確保することが肝要であり、それらの教育者を通じて、多くの学生に利用してもらおうモデルを構築することが必要となる。

同システムの教育分野での普及を支援していただける教職員への支援ツールとして、何を学ぶことができるかを解説とともにパッケージにした教育ツールを作成することは効果的である。そのようなパッケージを提供することにより、教職員による同システムを使った教育が促進されるとともに、教職員の教育プログラム実施の準備にかかる労力を軽減させることができる。また、動画撮影のリクエストの仕方など記載したフローチャートを用い

たガイドラインを作ることにより、多くのポテンシャルユーザがリクエストを出すことを円滑にし、ユーザの裾野を拡げることに繋がる。

（２）商業利用促進のための課題

商業利用促進のための足かせとなるのは自在性の欠如である。観測範囲の制約、観測頻度、データ利用ポリシーが代表的なハードルとなるが、極力それらのハードルを下げるのが肝要となる。データ利用ポリシーについてはできる限り商用で利用しやすいような料金体系とし、用途の制限をなくすことが必要である。

また、一般利用としてきれいなハイビジョン映像という売りでビジネスにつなげる場合、見た目がきれいに見えるようにする工夫も必要であり、色調を変えることや階調ダイナミックレンジを絞るなど、きれいに見せることが重要となる。なお、サンプル映像をヒアリング先で見てもらった際、全体的に青がかって見えるため、きれいに見せるための処理が必要となるとのことであった。

今回のヒアリングでは、「気象用途に限って言えば、1 km～5 km程度の低い分解能の方が使い勝手が良い。」や「森林火災の検知については野焼きと区別がつかないため、情報の有用性の面で難しいかもしれない。」といった貴重な意見も得られた。

（３）Google Earth との差別化

ヒアリングの中で、Google Earth との差別化が必要との意見が多く聞かれた。Google Earth は過去の空撮、衛星画像のアーカイブを貼り合わせたもので、全球をカバーしているが、利点としては、地球上の全ての地点を好きな時に自由に見ることができる。また、特に都市部においては高分解能のアーカイブ映像も組み合わせているため、特定の地域を拡大し、ランドマークや自分の家なども見ることができる。一方、Google Earth の欠点としては、現在の画像を見ることができないことが挙げられる。

きぼうハイビジョン・アースビューの特徴としてリアルタイムで現在の映像を放映することができる。そのため、差別化を図るためには、Google Earth は過去の画像、アースビューは現在の映像というのを利用者に明確にわかってもらう必要があり、リアルな映像にいかにも価値を見出すかが重要となる。

（４）利用ユーザに応じた質の確保

利用ユーザの用途によって、提供する映像の質を変える工夫も必要になる可能性がある。例えば、何らかのイベントで複数の人に集ってもらい、ISS からの地球の映像を見もらう場合は大型のディスプレイやスクリーンなどでできる限り綺麗に映像を流したいという要望が多いと考えられ、実現させるための工夫が必要となる。ハイビジョンの動画は伝送容量が大きいことから、大容量のインターネット回線の確保やフルハイビジョンでディスプレイに出力するためのデコーダをユーザ側で用意してもらう必要がある。デコーダにつ

いては1回きりのイベントのために利用者側が用意することは現実的に難しいことが考えられるため、例えば当財団でデコーダを用意し、イベント毎に各利用者に貸し出すのが現実的との意見もあった。

一方、きぼうハイビジョン・アースビューの映像はインターネット経由で、インターネット接続できる環境にあれば誰でも閲覧できることが一つの売りであることから、リアルタイム映像をなるべく数多くの人に見てもらおうというのもニーズがあると考えられる。その場合、動画配信サーバへの負荷の観点や利用者のインターネット環境の多様さを考慮し、必ずしもフルハイビジョンで放映する必要はなく、圧縮した映像で流す方が現実的かつ、多くの人にリアルタイムで映像を見てもらえる機会を提供できるとの意見があった。また、アーカイブについても、大容量のアーカイブをダウンロードさせるのは利便性に欠けることから、できるだけ軽く再生できるようにする工夫を凝らす必要がある。

(5) 付加価値

今回ヒアリングした先の多くからは、きぼうハイビジョン・アースビューの映像そのものだけではなかなか大きな価値は生み出せないかもしれないが、他の素材と組み合わせることで価値が上がってくるとの指摘が多かった。前述した Google Earth との差別化を図る意味でも付加価値づけが今後のニーズ拡大のためのキーとなる。

a) リアルタイム映像を実感させるための工夫

リアルタイムとしての価値は直感的に誰しもが理解できる場所であるが、その価値をきちんと理解してもらうためにはリアルタイム映像を実感させるための工夫が必要となる。リアルタイム映像ということを利用者に実感させるためには現在起こっている大きな地球的イベントやニュースなどを映像として捉えて、迅速に映像配信することが効果的である。例えば、皆既日食や火山噴火などの自然災害を観測できれば映像そのものが現在起こっているリアルタイム映像ということを理解してもらうのに十分な説得力を持つ。また、ヒアリングの中で出た具体的アイデアとして、ISS を地上から鑑賞するというイベントが現在行われているが、同イベントで空を見上げると同時に、地上から見える ISS から地上を見るときどのように見えるのかという視点が加わると非常に興味を喚起するというものがあった。地上から実際の大型構造物である ISS が地球周回を飛行しているというのが見られるだけでも一般の興味を十分引くものであるが、その場で自分たちが見ている ISS からの視点での地上の映像があると、「双方向の視点」が得られ、映像の価値が大きく高まると考えられる。

b) 地球環境と映像の紐づけ

人間が暮らす地球環境は多くの人にとって関心のある対象である。地形の変化の様子や流水など、様々な地球環境の変化と映像を結びつけると利用価値がでると考えられる。例え

ば、日本でも四季があり、季節により地域の上空からの見え方は変わってくる。冬には地域によっては雪が積まることもあり、そのような季節毎の映像の変化を楽しむというニーズも存在すると考えられる。

c) 視覚的に理解させるための工夫

きぼうハイビジョン・アースビューの映像を見た際にそこがどこを撮影した映像なのかを即座に理解できる人はそれほど多くない。興味を喚起するためには、別の視点をうまく組み合わせて、感覚的に理解できるようにする工夫が必要になる。簡単な例では、撮影している場所について、簡単なマップ上でその撮影場所を明示するだけでも効果があると考えられる。また、科学館で展示されているような地球と軌道の位置関係を説明する模型やデジタルシミュレーションなど、ISSの軌道を視覚的にわかるようなツールを作り、地球とISSの位置関係や撮影可能場所などの理解を高めた上で、それらのツールを用いて映像に合わせてISSの飛行位置をわかってもらう工夫も有効と考えられる。

d) 季節のイベントとの連動

日本人にとって花見や紅葉などの季節ものはニーズや関心が非常に高い。そのため、宇宙から撮影した花見や紅葉前線など変化がわかれば非常に価値がでると考えられる。

e) 時限的な映像配信ということをつかせる工夫

ISSは未来永劫地球の周りを飛行し続けているわけではなく、人工物であるがためにいつかはその役割を終え、運用を終了する。ISSに取り続けているハイビジョンカメラもISSの終了と共に運用を終了するか、もしくはISSの運用終了を待たずに故障／不具合によって撮影ができなくなる事態は当然考えられる。そのため、きぼうハイビジョン・アースビューのカメラは近い将来までしか撮影できないものであり、運用終了後は見られないという付加価値づけもあり得るとのコメントがあった。

f) その他

毎回、特定の時間になると定時に映像を出す、例えば「今週の映像」などは特定のニーズがあり、一般に見せる際にコンテンツとして組みやすいとの意見があった。一つの映像そのものにはそれほどの価値はないが、同じ時間に短時間でも必ず撮影するという行為、もしくはそれがアーカイブとして整備されると付加価値が生じ、魅力的なコンテンツになることは考えられる。

7. まとめ

今回のヒアリング調査を通して、きぼうハイビジョン・アースビューシステムの利用促進のためにはいかに付加価値を付けたサービスを提供できるかが鍵となることが分かった。

アーカイブ映像の提供の場合、多くの映像を取り溜めた上で、それらに位置・時間情報などの情報を付加した上で、ライブラリー化することにより、大きく利用が喚起されることが想定される。時間はかかるものの、このようなライブラリー化を図ることにより、カメラの故障などの新規撮影ができなくなった後も長く利用いただける仕組みを作ることが重要である。リアルタイム配信についても、単純に放映するだけでは興味を引く人は限定的と思われるため、学習ガイドパッケージ、日本を通過するパスの定期的な撮影、地上からの観測イベントと組み合わせた利用など付加価値を付けたリアル感を実感させることができる工夫をすることで利用の幅が広がる。今後、今回の研究調査結果を踏まえ、利用促進のための方策を実施していきたい。

また、海外展開については、多くの国での展開を当財団自身で行っていくことは人的労力やコストの観点から難しく、各国で展開してくれるパートナー組織を見つけ、同組織を通して効率的に展開していくことが必要になる。展開の際には各国の教育事情に応じ、それぞれの国に効果的な方法で展開する必要がある。

別紙（ヒアリング結果）

非公開