

平成 21 年 6 月 23 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007 年度～2008 年度

課題番号：19611005

研究課題名（和文） 博物館・科学館の魅力を増す星空ライブの常設

研究課題名（英文） Regular night-sky live as an attractive tool for museums

研究代表者

佐藤 毅彦（SATOH TAKEHIKO）

独立行政法人宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部・教授

研究者番号：10297632

研究成果の概要：

学校教育のみならず社会教育のツールとしてもその有用性を実証するため、星座カメラ i-CAN ネットワークを改善した。改善点は、新規 2 サイトへの設置（ハワイおよびスペイン）、配信映像の高画質化であり、いつでも美しい星空を提供できるようになった。これを科学館・博物館、さらに学校の教室で活用し、子どもから大人まで興味・関心をもたせられること、それにより宇宙天文に対する理解が深まることを実証した。

交付額

（金額単位：円）

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|---------|-------------|-------------|-------------|
| 2007 年度 | 3,000,000 円 | 900,000 円 | 3,900,000 円 |
| 2008 年度 | 700,000 円 | 210,000 円 | 910,000 円 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 3,700,000 円 | 1,110,000 円 | 4,810,000 円 |

研究分野：惑星科学

科研費の分科・細目：博物館学

キーワード：インターネット、宇宙、リアルタイム、社会教育、学校教育

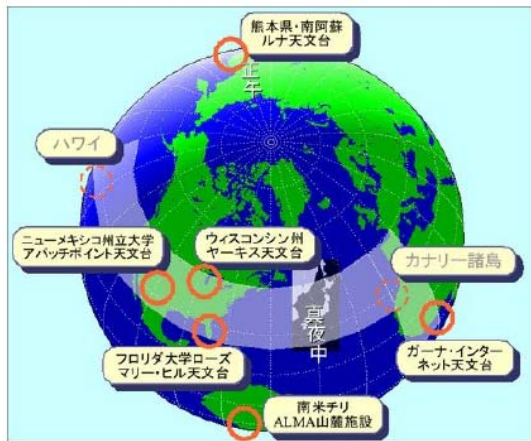
1. 研究開始当初の背景

宇宙・天文分野は、博物館展示の中に一定のスペースを占め（プラネタリウムや天文台が併設されているケースも多い）、来館者の興味も高い分野である。その展示のうちでも来館者の印象に残るのは、パネルなど静的なものよりもやはり「動きのある」展示であると考えられ、天文分野でのそれは、コンピュータによるシミュレーション、プラネタリウム、望遠鏡で見るダイナミックな「いまの太陽の姿」といったものになる。

開館時間が日中であることから、太陽以外の天体の「いまの姿」を望遠鏡で来館者に見

せることは難しい（青空の中に浮かぶ月や金星くらいがせいぜいである）。そこで、インターネット経由で地球の裏側の「いまの夜空」を楽しんでもらい、他の展示と併せて社会教育展示としての効果を高めることが考えられる。申請者が平成 17～18 年度にかけて開発・設置してきた「星座カメラ i-CAN」システムは、その用途に最適であると考えられ、本研究の着想に至った。

ここで、i-CAN について簡単に触れておく。i-CAN は、超高感度・広視野のウェブカメラということができる。その感度は非常に高く、透明度の良い夜には天の川もくっきりと捉



申請者らが星座カメラ i-CAN を設置してきたサイト

- ◆ ヤーキス天文台 (2005 年 9 月設置)
- ◆ ALMA 山麓施設 (2005 年 12 月設置)
- ◆ 南阿蘇ルナ天文台 (2005 年 12 月設置)
- ◆ ローズマリーヒル天文台 (2006 年 2 月設置)
- ◆ アパッチポイント天文台 (2006 年 8 月設置)
- ◆ カナリー諸島 (2006 年 10 月設置)
- ◆ ハワイ (2006 年 11 月設置予定)

えることができるほどである。これまで、小中学校で星を見ながら天文分野の学習を行うのに用いられてきた他、科学技術館におけるライブショー「ユニバース」のコーナーの一つとして、また熊本市博物館プラネタリウムにおいて何度か試験的に用いてきた。

2. 研究の目的

本研究で明らかにしようとすることは、大きくは以下の二点である。

- ① 博物館展示としての星座カメラ i-CAN の効果的な展示手法
 - (ア) 単独ではなく、他の展示との関連を考慮
 - (イ) 来館者の年齢層などに配慮
- ② 上に関連して、星座カメラに対する要件
 - (ア) 画質 (ネット帯域幅) に関する要求などリソース面
 - (イ) 稼働時間の必要性など運営面

これらを明らかにしながら星座カメラ i-CAN を博物館展示として成長させ、最終的には次のことを示せると予想している。

1. ライブの星空展示が、来館者の天文分野への期待を満足させること、また興味を増すこと、
2. コンピュータによるシミュレーション、プラネタリウムなどとの併用が、効果を上げること、
3. 「文化系」展示との連携を通じ、来館者により豊かな体験と満足感を与え得ること。

これまで、開館時間中に「夜空を提供する」という試みは一過的には行われてきた。しかし、本研究ではそれを一歩超えて、

1. 常設の展示されるライブ映像であり、そ

のインタラクティブ性が来館者を楽しませる、

2. ただ街中を映すライブカメラと違い、科学的意義をもつ、
3. 太陽のライブ映像とは異なり、「ふだんは見えない星空」を見せることができる、
4. i-CAN は、これまでも博物館 (科学館) との連携実績を積み重ねてきているが、本研究ではその上に綿密な調査と慎重な検討を重ね、改良してゆく。

となるものである。これを、研究者と博物館スタッフとが緊密に連携し合いながら行うことで、新しい時代の枠組みを確立するという効果ももたらすであろう。

本研究の取り組みによって、i-CAN は、博物館のもつ多様な機能の一端を担うことができるようになると期待される。また、博物館へのリピータを増やすを通じ、理科ばなれの改善のみならず、市民にとって「学問」をより身近なものとするにも貢献できると考える。学校教育の現場で実績を挙げた i-CAN が、博物館との連携を深めることで社会教育へも貢献する、その先駆けとして本研究を提案した。

3. 研究の方法

平成 19 年度は 3 ヶ月ずつの 4 期間に分けて、以下のように研究を遂行する。

第一期間 (4~6 月): 科学技術館 (東京都)、熊本市博物館 (熊本県)、大阪市立科学館 (大阪府) の三つの館に設置し活用するための、星座カメラ i-CAN 展示コーナーを企画する (研究メンバー全員)。簡単にはインターネットに接続されたパソコンがあればよいが、効果的な展示とするために以下の諸点につき検討し、適切なコーナーとする。

- 画面サイズ、表示方法 (CRT、液晶、プロジェクタ投影など)、周囲の明るさ
- インターフェイス (マウス、キーボード、タッチパネルなど)
- 他の展示との関わり (位置関係、内容の関連性など)
- 来館者の年齢層などの要因

第二期間 (7~9 月): 学校が夏休みとなるこの期間、博物館への来館者数もピークを迎える。第一期間に企画した星座カメラ i-CAN 展示コーナーを設置・稼働開始し、来館者の反応をアンケート調査により収集する (各館の協力者)。

第三期間 (10~12 月): 第二期間に得られたアンケート結果にもとづき、博物館展示としての効果を高める方策を検討する (研究メンバー全員)。また、北米 2 サイトへ i-CAN を増設するための準備を行う。新た

に設置する i-CAN は既設のものよりも「高画質仕様（当然、ネットワーク負荷は高まる）」とする。

第四期間（2008 年 1～3 月）：北米 2 サイトに高画質仕様 i-CAN を設置（佐藤を中心）するとともに、既設サイトのメンテナンスを行う（阪本は南米チリ、今井は北米フロリダを分担）。

既に一般公開されている i-CAN であるから、「同じ星空を見ることが出来る」ならば自宅でそれを楽しめばよく、博物館まで足を運ぶ動機となり得ないことは予想される。

そこで、博物館展示は、自宅で見ることのできる i-CAN とは差別化を図る必要があるし、それが可能である。限定されたユーザ（今回は三つの博物館）への映像提供ならば、一般公開よりもぜひたくにネットワーク帯域を使うことができるからである。

それらを勘案して、博物館展示の星座カメラ i-CAN は高画質仕様とする計画である。その場合のボトルネックは、博物館側ではなく、星座カメラの設置サイト側にある。すなわち、夜空の美しいサイトは都市部から離れているのが普通であり、高速なネットワーク回線を使いにくいのが普通だからである。本研究では、ネットワークなどのインフラが最も整った国であるアメリカ合衆国に協力サイトを得る（既に、交渉を開始している）。北米大陸では既に 3 台の i-CAN が稼動しており、さらに 2 台が加われば、「天候の良いサイトを用いることで、授業を予定通りに行える」という学校教育へのメリットも増大し、一石二鳥となる。

平成 20 年度前半の大きな活動は、夏休みに「画質」調査を行うことである（各館の協力者）。すなわち、高画質仕様の i-CAN を高画質・中画質・低画質（現行 i-CAN 並み）の三段階に映像提供し、必要にして十分なレベルを決定するのである。単純に考えれば、画質は高いほどよいのは当たり前であるが、前述したように i-CAN 設置サイトから博物館（科学館）までのネットワークの至るところにかかる負担を考えれば、来館者に十分な満足を与え得る範囲で画質すなわち必要とされるネットワーク帯域幅は、できるだけ抑え

たい。このとき、最も正しい判断材料は来館者の反応の良否であり、それを調査するのである。

ただし、単純に二つの画面で「高画質仕様」と「低画質仕様」を並べたのでは、「高画質のほうが良い」と誰もが答えるのは当然であろう。そこで、平成 20 年度の夏休みには三つの博物館で三段階の画質をローテーションしながら、来館者の反応を調査する予定である。そのためには画質以外の要素を平成 19 年度第二期間調査にもとづきフィクスし、また高画質仕様の i-CAN を同第四期間に設置完了している必要があるわけだ。

こうして、画質の最適化を含めた「見せ方」、さらに他の展示との連携を十分に考慮し博物館展示として練り込まれた i-CAN を、平成 20 年度後半は「他の館」へも普及してゆく予定である。夏休みの調査を通じて、例えば中程度の画質が「必要にして十分」なものであると判断されれば、映像を提供する館が 3 から 10 程度に増えても、映像配信サーバの負担は許容範囲内であると予測している

（i-CAN 設置サイトにとっては、そこから映像配信サーバへ 1 ストリーム送り込むだけなので、配信先の増加は影響しない）。

20 年度の夏休み前は研究計画に余裕があるので、館の「文化系」展示との協調も試みたい。例えば歴史、伝承など、それらと星との関わりを美しいリアルタイムの星空映像として提供することを通じて、博物館の多様な機能の一端を i-CAN に担わせたいと考えた。

4. 研究成果

星座カメラについては、二つの点で大きな改善を行った。

一つ目は、博物館・科学館の展示に耐え得る「高画質」化である。従来の i-CAN は、ストリーミングビデオとして映像を配信していた。これは「動画」性としては優れているものの、瞬間の画質としては（特にネットワーク帯域の狭い場合）細部の明瞭さにやや欠ける。加えて、近頃の厳しいネットワークセキュリティ化（フィルタリングを導入した学校現場など）では、動画送受信の特殊ポー



従来画質 i-CAN（左）と高画質 i-CAN（右）による星空画像の比較

トがふさがっていて使えない場合も少なくないという問題があった。

そこで、新方式では「JPEG 画像をある時間間隔で配信する」こととした。これによる画質の改善は顕著であり、かつ日付・時刻などの情報を画像に記入することも簡単であり、大変に大きなメリットを得られた。

二つ目の大きな改良点は、i-CAN 設置サイトの増加である。ハワイのすばる望遠鏡サイト（2008 年 1 月運用開始）、スペインのグラナダ近郊（2008 年 12 月運用開始）の二つが増えたことにより、日本の昼間には「必ずどこかのサイトが夜である」ことを実現することができた。これにより、星座カメラのネットワークが完成したのである。

科学館・博物館での活用としては、以下が挙げられる。

1. 熊本博物館での常設端末設置（2007 年 10 月）
 2. 大阪市立科学館での常設端末設置（2008 年 2 月）と「友の会」でのデモ
 3. 熊本県御船町恐竜博物館「星を見てみるよー」イベント（2008 年 1 月 12 日）
 4. 長野県上田市立創造館での講演と実習（2008 年 2 月 9 日）
 5. 熊本博物館「天文講演会」（2007 年 12 月 16 日）、「世界天文年オープニングイベント」（2009 年 1 月 4 日）での活用
- 以上に加え、九段小学校（東京都千代田区）、上ヶ原南小学校（兵庫県西宮市）、上田第二中学校（長野県上田市）などにおける恒常的な活用を通じ、i-CAN は学校教育・社会教育の双方に有用なツールであることを実証できた。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 3 件）

佐藤毅彦、前田健悟、松山明道：星座カメラ i-CAN を用いた小学校理科天体分野の「観察型」授業，理科の教育，通巻 655，56-59，2007.

佐藤毅彦、前田健悟、合林利晃、摩嶋俊祐：児童を自発的な星空観察へと向かわせる『星や月(1)』授業，理科の教育，通巻 678，64-67，2009.

松本栄次：授業時間内における天体観察学習の研究～インターネット望遠鏡や星座カメラを利用して～，関西学院大学教職教育センター紀要，14，67-71，2009.

〔学会発表〕（計 1 件）

T. Satoh, S. Sakamoto, K. Kimura, H. Okuno, K. Imai, T. Ebisuzaki, Y. Tsubota,

and N. Matsumoto: Constellation camera i-CAN. Global Hands-On Universe Conference (July 2007, NAOJ, Mitaka, Tokyo).

〔図書〕（計 1 件）

T. Satoh, S. Sakamoto, K. Kimura, H. Okuno, K. Imai, T. Ebisuzaki, Y. Tsubota, and N. Matsumoto: Constellation camera i-CAN. In “Global Hands-On Universe 2007” (Eds.: T. Handa, and M. Okyudo), Universal Academy Press, Inc., Tokyo, pp. 73-78, 2008.

〔その他〕（計 3 件）

TV 報道：「メディアでひらく教育新時代」(NHK 教育, 2008 年 10 月 19 日 16:00-16:45 放送)
ネット配信報道：日経ネット「Identity：第二回」（2008 年 10 月～11 月配信）

JAXA 機関紙：「世界の夜空を楽しむ星座カメラネットワーク i-CAN」, JAXA' s 25, p. 17.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐藤毅彦 (SATOH TAKEHIKO)

独立行政法人宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部・教授

研究者番号：10297632

(2) 研究分担者

阪本成一 (SAKAMOITO SEIICHI)

独立行政法人宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部・教授

研究者番号：60300711

今井一雅 (IMAI KAZUMASA)

高知工業高等専門学校・電気工学科・教授
研究者番号：20132657

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

1. 木村薫（日本科学技術振興財団・科学技術館事業部・副主任）

2. 原秀夫（熊本市博物館・学芸員）

3. 渡部義弥（大阪市立科学館・主任学芸員）

4. 渡辺文雄（上田市創造館・館長）

5. 松本栄次（西宮市立上ヶ原南小学校・教諭）

6. 畑田和政（上田市立第二中学校・教諭）