



# 空と宙

2009 SEP/OCT  
<http://www.ard.jaxa.jp/>

隔月刊発行 ISSN 1349-5577

## 研究開発

24時間、安全にたくさんの命を助ける

### 横路散歩

赤外線で見える世界

### 空宙情報

「JAXA 宇宙航空技術研究発表会」開催案内  
研究開発本部のHPが新しくなりました。



# SAVERE

SITUATIONAL AWARENESS AND VISUAL ENHANCER FOR RESCUE HELICOPTER



# NEC

# No. 32

研究開発本部  
Aerospace Research and Development Directorate

## 24時間、安全にたくさんの命を助ける

### ヘリコプタを24時間いつでも飛ばすには

ばたばたという独特の音に空を見上げると、頭上を通り過ぎて行くヘリコプタが見えた・・・

滑走路が必要なく、車などでは入り込むことが困難な山岳部へもひとつ飛び、空中停止（ホバリング）や後退飛行もこなせるといった利点から、ヘリコプタはパトロールや災害救助、救急対応（ドクターヘリ）などの分野で活躍しています。しかし、有視界飛行方式（Visual Flight Rule：VFR）<sup>\*1</sup>で飛行しているため、夜間や天候不良などで前方の視界が悪い時には飛ばすことができません。

もし、24時間どの様な天候でも安全にヘリコプタを飛ばすことができるようになれば、緊急時にいつでも対応でき、もっとたくさんの命を救うことが可能となります。そのためには、「視界を補うために必要な情報」を適切にパイロットに表示する技術<sup>1</sup>があれば良いとJAXAは考えています。

<sup>\*1</sup> 有視界飛行方式（VFR）：パイロットが目視で飛行する方式のこと。飛行視程が十分でない場合、VFRでの飛行は行えません。水面から3,000m未満の高度をVFRで飛行する場合には、1,500m前方まで見ることが航空法により定められています。これに対して、地上にいる管制官の指示を受けながら飛行する計器飛行方式（Instrument Flight Rule：IFR）であれば、天候などにより視界が悪い場合でも飛行が可能となりますが、飛行できる経路が限られてしまうため、緊急時などには対応しきれません。



FLIRやレーダー、地形のデータベースなどを組み合わせることで、目視では確認が困難な障害物や地形などを映し出します（右）。

図1 センサ情報などを統合することによる視界の強調（イメージ図）

### 赤外線カメラという眼

人間の眼は、夜間や悪天候時には視界が悪くなります。でも、特殊な眼を使えば、視界を明るくすることが可能です。

人間の眼で捉えることができるのは、紫から赤までの虹で表現される光（可視光）です。しかし実際には、私たちの眼では捉えることのできないたくさんの光が存在しています。その中のひとつ、赤よりも更に外側の光（赤外線）を利用した光学装置である「赤外線カメラ（Forward Looking Infra-Red：FLIR）」を使うと、人間の眼では確認が困難な夜間でも山の稜線や雲などを鮮明に見ることができます（図1、P.06参照）。

### 必要な情報を適切に表示

比較的低高度を飛ぶヘリコプタのパイロットにとって、もっとも信用できる視覚情報は、操縦席の前方に広く開けた窓から入ってくる情報です。併せて、計器やディスプレイに表示される情報も頼りに、安全な飛行を行っています（図2）。



図2 操縦席前方の大きな窓と計器類

## パイロット支援技術「SAVERH」の研究

Situational Awareness and Visual Enhancer for Rescue Helicopter

JAXAでは、パイロットにとって必要な情報を分かりやすくディスプレイに表示する研究に取り組んでおり、高い「コックピットディスプレイ技術」を有しています。この技術を活かし、「夜間に山岳地のヘリポートへ安全に着陸できる」ことを最終的な目標とするパイロット支援技術（通称「SAVERH」）の研究に、島津製作所や日本電気（NEC）などと共同で取り組んでいます。<sup>※2</sup>

図3は、SAVERHで実証するシステムの構成です。JAXA保有の実験用ヘリコプタ「MuPAL-ε（イプシロン）」にNEC開発の「FLIR（図4）」を搭載します。ディスプレイは島津製作所が開発を進めているヘルメット型のディスプレイ（Helmet Mounted Display:HMD、図5）です。HMDとの比較も兼ねて、MuPAL-ε に設置されている実験用のディスプレイ（HDD）も使います。ディスプレイに表示するのは、視界不良時にパイロットの視界を補う「FLIRの画像」とデータベース化した「地形のCG画像」、進入経路を表す「トンネル型誘導表示<sup>※3</sup>」です。併せて、速度や高度などの基本飛行情報も表示します。

SAVERHは2008年度より3年計画で進めており、1年目となった2008年度はそれぞれが有する技術を

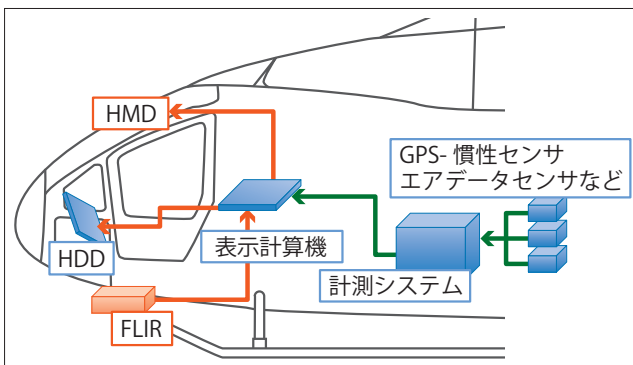


図3 SAVERHのシステム構成



図4 機体下部に搭載されたFLIR



バイザ部分に  
情報を映し出  
します。

図5 HMD

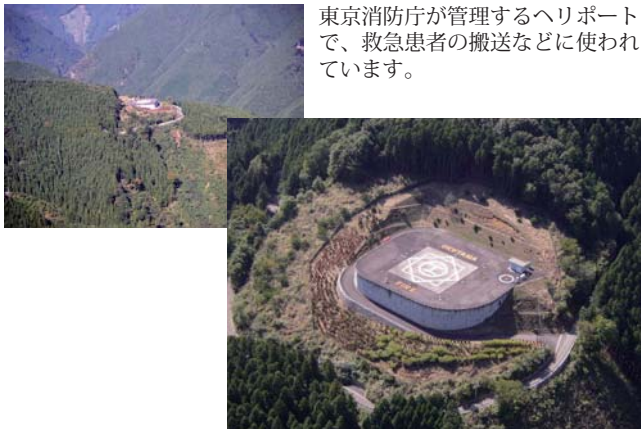
持ち寄り、まずは問題点を抽出するための飛行実験を行いました。

※2 将来の実現が望まれているパイロット支援技術の研究はもちろん、メーカー各社の開発装置の実証試験も併せて行っています。

※3 トンネル型誘導表示：障害物があるなどの問題で、航空機を直進進入させるのが困難な場合があります。しかし、カーナビなどでも利用されているGPS（全世界測位システム）を使えば、航空機の位置を精密に知ることができ、航空機の性能の許す範囲で自由に進入経路を設定することができます。このような進入方式の誘導で効果的なのが「トンネル型誘導表示」です。ディスプレイ上に進入経路を示すトンネルを表示し、曲線的なコースなどの飛行も視覚的に分かりやすく誘導します。JAXAでは、航空機の数秒先の位置を示すシンボルなどを加えることで、操縦をより易くする表示システムを開発しました。

### 2008年度の飛行試験

9月から10月にかけて、救難任務を想定した空港および山岳地ヘリポートへの進入着陸など、17回の飛行試験を行いました。民間機にFLIRおよびHMDを搭載して夜間を含む離着陸などの飛行を行ったのは国内では初めてのことです。

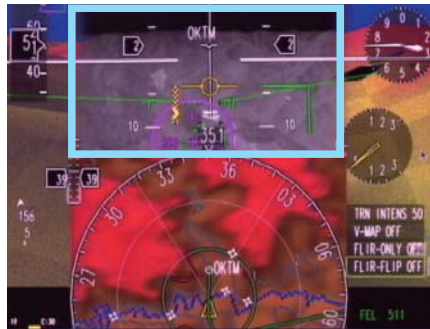


東京消防庁が管理するヘリポートで、救急患者の搬送などに使われています。

図6 東京消防庁奥多摩消防ヘリポート

10月14日、東京都西多摩郡にある東京消防庁奥多摩消防ヘリポート（図6）にて、HDDおよびHMDにトンネル型誘導表示を映し、着陸進入試験を行いました。図7はHDDの表示画面です。HDDでの進入試験では、地形のCG画像にFLIRの映像も重ねて表示しました。図8はHMDの表示画面です。試験により、トンネル型誘導表示によるヘリポートへの進入が可能であること、昼夜を問わず山の稜線や滑走路などをFLIRで視認できることが分かりました。しかし、地形を表すCGの線と実際の稜線が一致していない、表示された進入を誘導するシンボルがヘリポートを隠してしまい目視できないなど、ハードウェアや表示に関する様々な課題も浮き彫りになりました。

救難活動を迅速に遂行するためには、救難者の位置を正確に把握することが重要です。そこで、島津製作所が海上自衛隊の救難任務向けに開発した技術をベースに、遭難者の位置を記録する技術の研究開発を進めています。10月28日に上高地（長野県）で行った飛行試験では、この技術の実証も行いました。まず、HMDを装着したパイロットがターゲット（救難者）を発見します。そして、HMD上に表示されるLOSマーカをターゲットに合わせます。狙いを定めてボタンを押すと、その時点でのマーカの視線



水色の線で囲まれた白黒の画面がFLIRの映像です。

図7 HDDへの表示



図8 HMDへの表示（試験後に合成）

方向と三次元地形データベースから読みとった地表面との交点が計算され、ターゲット位置を記録することができます（図9）。

### 2008年度に得られた結果を2009年度の試験にどう活かすか

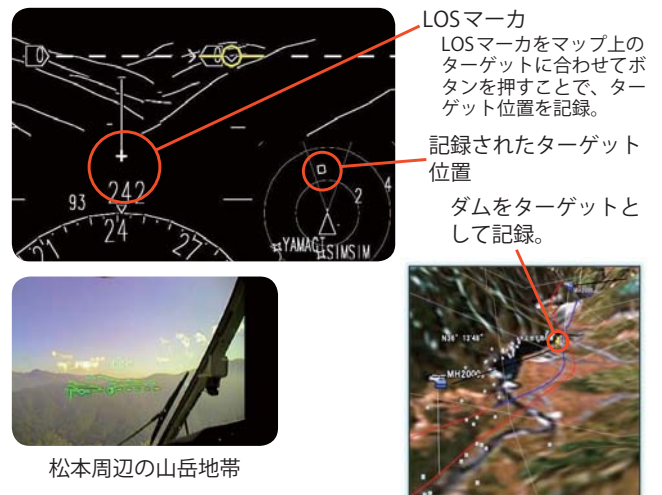
飛行試験の際には、2種類のデータを取ります。ひとつは「実際に飛んだ記録」です。パイロットがどの位置でどれだけ操縦桿を動かしたか、この状態でマッピング試験を行うとマーカはどのように表示されるか、などの客観的なデータがこれにあたります。もうひとつはパイロットによる評点やコメントなどです。その時画面に表示された情報によって、パイロットがどれだけ適確に状況を把握できたかを質問によって聞きだします。そうすることで、どうすればパイロットに適切な情報を与えることができるかを調べることができます。ただし、主観的なデータのため、複数人のデータを取得することが重要です。

## パイロット支援技術「SAVERH」の研究

Situational Awareness and Visual Enhancer for Rescue Helicopter

2008年度の試験で判明した最も大きな課題は、必要だと考えられる情報を全てHMDに表示してしまうと、目視の情報が消えて実際の外の様子が見えなくなってしまうということです。そのため2009年度は、どの情報をどう表示すればパイロットが状況を認識しやすく、操縦が易くなるかを2008年度に取得したデータを基に調べる予定です。

他にも、機体やパイロットの動きに対する情報表示の遅れの問題があります。機体やパイロットの頭の向きが動くと、ディスプレイの表示もそれに合わせて変化します。しかし、現在のシステムではその遅れが大きく、実用的ではありません。そこで、2009年10月から予定している飛行試験を通して、遅れを現在の半分から1/3程度にすべく性能改善を図っていきます。



ダムや温泉などをターゲットに試験を行いました。複雑な地形であるにも関わらず、正確に位置を特定することができました。左下の写真は、実際にパイロットが見ているHMDの映像を記録したものです。

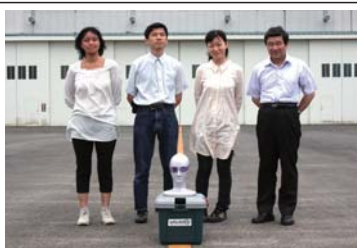
図9 上高地でのマッピング試験

### SAVERHを体験してみた

JAXAの事業所のひとつである「調布航空宇宙センター(東京)」には、研究開発用のフライトシミュレーション設備があります。取材の後、実際にヘルメットを被りヘリコプタ型シミュレーションに乗ってSAVERHで開発中の技術を体験させていただきました。隣に座るパイロットの操縦で機体はスムーズに飛行を続け、HMDに表示される情報もそれに合わせてスムーズに流れて行きます。2008年度の飛行試験で明らかになった課題を改

善しているからだと思いますが、話で聞いて想像していたよりも視覚情報を得やすいと感じました。シミュレーションだと外の風景そのものがCGなため、HMDの情報と重ねてもあまり違和感を感じないことも大きいのかもかもしれません。

この技術が使えるようになることで、日夜天候を問わず24時間安全に災害救助や緊急時にヘリコプタを飛ばすことができるようになれば、助けられる命が増えるかもしれない……。そう考えると、本当に早く実現して欲しい技術だな、と感じました。



【飛行技術研究センター】

(左より) 飯島 朋子、船引 浩平、津田 宏果、白水 博文

もっと詳しく知りたくなったら **アクセス!** 「実験用航空機レポート」  
<http://www.ard.jaxa.jp/exair-report/index.html>

今日紹介した試験の様子はもちろん、FLIRが機体にくっつくまでの流れなど、現場にいないと知りえないコトを研究者が分かりやすく紹介しています。

# 赤外線で見える世界

## ■ “光” とは

太陽から降り注ぎ、私たちの住む世界を明るく映し出してくれている光。人間の目が捉えることのできるのは、可視光と呼ばれるごく限られた範囲の光です。他にも、ラジオやテレビの信号を送る電波、暖房機器の加熱に用いられる赤外線、皮膚を日焼けさせる紫外線、レントゲン写真に使われるX線など、光には様々な種類があり、総称して「電磁波」と呼ばれています（図1）。電磁波は、湖面に小石を落としたときに表れる波紋のように、波として伝わっていきます。

人間の眼が感知できるのは可視光ですが、例えば鳥類などは紫よりも更に外側の光である紫外線も感知しています。そのため、同じ景色を見ていても私たちと鳥類とでは見えている景色が異なります。

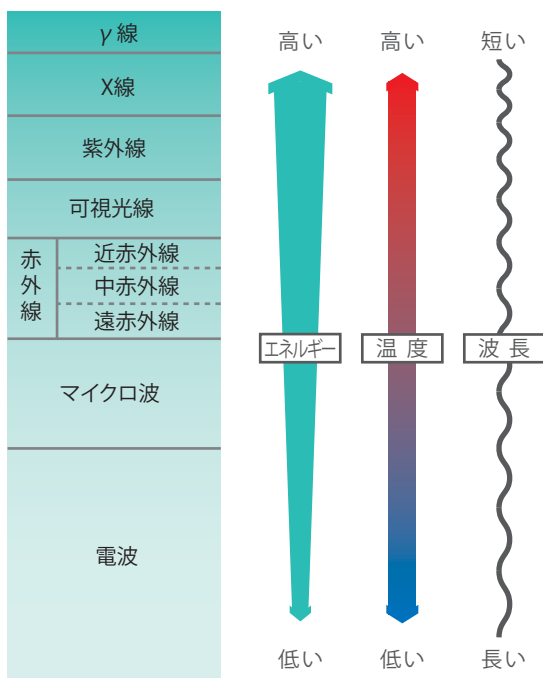


図1 光（電磁波）の種類

## ■ 赤よりも外側の光 “赤外線”

最近、街を歩いていると防犯カメラを眼にすることが多くなりました。犯罪は日夜にかかわらず起こってしまう危険性があるため、暗闇でもはっきりと見えることが肝心です。これは、赤よりも更に外側の光である「赤外線」を利用することで可能となります。

暗闇の中に何かがあるのか気になる時、例えば懐中電灯などを使ってその部分を照らすことで確認できます。近赤外線は可視光に近い性質を有しており、見たい方向に近赤線を当て、その反射を近赤外線を検知できるカメラで撮影すると、暗闇の中に何かがあるのか確認することができます。ちなみに、赤外線は人間の眼では感知できないため、照射されても相手は気付きません。

赤外線の反射ではなく、物体が発する赤外線を利用する方法もあります。私たちの周りには必ず、その温度に対応した赤外線が放射されています。この放射される赤外線の強度から温度分布を割り出し映像化することでも、そこに何かがあるのかを確認することができます（図2）。

## ■ 赤外線カメラの航空宇宙での利用

赤外線が発見されたのは1800年のことです。

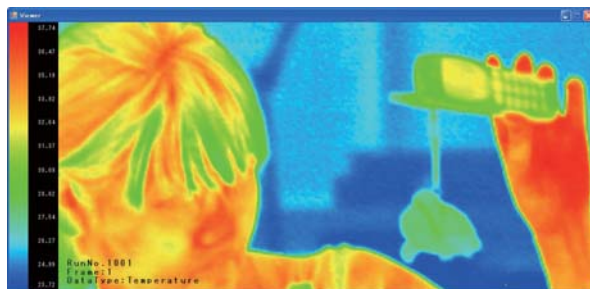


図2 赤外線カメラの画像

眼に見える光が無いのに温度計の温度が上昇するという現象によってその存在が確認されました。

今号では、赤外線カメラを搭載した飛行実験を紹介していますが、防衛用途では昔から使用されており、海上保安庁の機体にも搭載されています。最近では、小型のものがビジネス機などに搭載されて夜間の離着陸に使われるようになってきています。

航空機や宇宙機を設計する際に欠かせない風洞試験でも、赤外線カメラが活躍しています。宇宙往還機などが大気圏へ再突入する際、非常に大きな空力加熱を受け、機体は熱せられます。この空力加熱を精度良く推算するため、風洞試験の計測法として赤外線カメラが使われています(図3)。

宇宙には肉眼では確認できない温度の低い天体がたくさんあります。それらの天体は、やはりそ

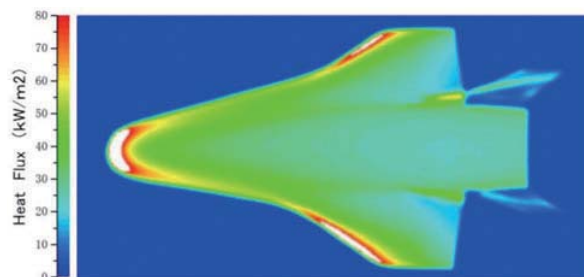
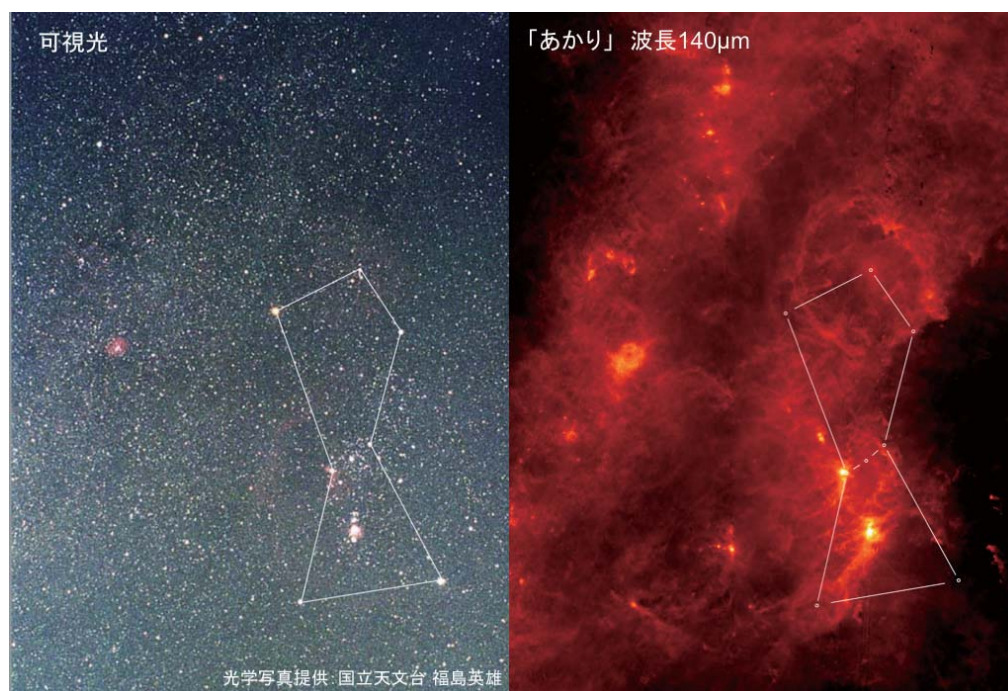


図3 宇宙往還機の再突入時の温度分布

の温度に見合った赤外線を放射しているため、赤外線を観測することで、その存在を確認することができます。図4はJAXAの赤外線天文衛星「あかり」が捉えたオリオン座方向の宇宙の様子です。この様に、赤外線を使うと可視光では見ることのできない世界が見えてきます。



光学写真提供: 国立天文台 福島英雄

図4 「あかり」が捉えたオリオン座

# 空 宙 情 報

## JAXA 宇宙航空技術研究発表会

### 【開催案内】

JAXAが取り組んでいる宇宙航空技術について、広く一般の皆さんにも知っていただくことを目的に今年も「JAXA宇宙航空技術研究発表会」を開催いたします。JAXAにおける代表的な技術・研究の概要を紹介すると共に、注目すべき研究成果を発表します。JAXAが進める最先端の宇宙航空技術に触れにぜひお越しください。

**日時** 2009年11月26日(木) 10:00~16:45  
**会場** 日本科学未来館7F(みらいCANホール、会議室)  
東京都江東区青海2丁目41番地

※事前登録は必要ありません。直接会場までお越しください。  
※聴講は無料です。当日、会場にて前刷集を配布いたします。  
※プログラムなどの詳細は当本部のHPをご覧ください。下記窓口へお問い合わせください。

### お問合せ窓口

宇宙航空研究開発機構  
研究開発本部 研究推進部 広報  
TEL: 0422-40-3960 FAX: 0422-40-3281  
<http://www.ard.jaxa.jp/>



去年の発表風景

## 研究開発本部のHPが新しくなりました。



“見やすさ”と“探しやすさ”をアップ。

JAXA研究開発本部は、宇宙航空の“基礎・基盤となる技術”と“これから必要になる先進的な技術”の研究開発に取り組んでいます。当本部のHPでは、現在取り組んでいる最新の活動とこれまでに取り組んできた様々な活動を紹介しています。

安全・安心に航空機・宇宙機が飛ぶために。生活に役立つ人工衛星が活躍するために……。大切になってくるのは、土台となる技術の研究開発です。決して派手ではないけれど、縁の下の力持ち!!! 秋の夜長に、わたしたちの頑張りをじっくり覗き込んでもらえたら嬉しいです。

空と宙 2009年9月発行 No.32

【発行】宇宙航空研究開発機構 研究開発本部 〒182-8522 東京都調布市深大寺東町7丁目44番地1  
電話: 0422-40-3000 (代表) FAX: 0422-40-3281  
ホームページ <http://www.ard.jaxa.jp/>

【禁無断複写転載】『空と宙』からの複写もしくは転載を希望される場合は、研究推進部広報までご連絡ください。

