

「そら」の技術を身近に感じて———そらとそら



空と宙

2011 SEP/OCT
<http://www.ard.jaxa.jp/>

隔月刊発行 ISSN 1349-5577

研究開発

“そら”から防災を考える

横路散歩

飛行艇——水上から舞い上がる飛行機

空宙情報

「施設公開」開催案内



「有人機・無人機連携システム」実証実験の様子 (P.03)

No. **43**

研究開発本部
Aerospace Research and Development Directorate

“そら”から防災を考える

災害時には航空機が必要になる

災害発生時にまず行うべきは“災害現場の「状況把握」”です。現場の状況を迅速かつ正確に把握することが、災害発生直後の適切な対策に結びつくからです。大規模災害時には陸上の交通網が麻痺してしまうため、迅速な状況把握には人工衛星や航空機による“そら”からの情報収集が有効です。その後の「人命救助」や「救援物資の輸送」などでも、航空機が有効な手段となります。東日本大震災時にも、消防や警察、自衛隊などのヘリコプタが様々な場面で活動していました。

大規模災害時には、既存の有人機をフル稼働させなければなりません。情報収集の任務に無人飛行機や無人ヘリコプタなどの機体を用いることができれば、より決め細やかな情報収集が可能になるほか、数に限りがある有人機を人員・物資の輸送や救急・救助などの情報収集以外の任務に回すことができるため、救援活動全体をより効率的に行うことが可能になります(図1)。無人機は有人機と比べて調達および運用コストを低く抑えられるため、規模の小さい自治体でも導入しやすいという利点もあります。現在、私たちJAXAも含めて様々な大学や研究機関が、災害用無人機の実用化を目指し、研究や開発に取り組んでいます。

「有人機・無人機連携システム」の必要性

火山噴火や原発事故などの人間が近づくことのできない災害現場での情報収集では、無人機が既に使用されています。東日本大震災では福島県沿岸部に建設された原子力発電所が津波により壊滅的な被害を受けており、その状況把握の手段として民間やアメリカ軍の無人機が使われました。

既にその有用性が実証されている無人機ですが、有人機と一緒に飛ばそうと考えた時には、解決しておかなければ

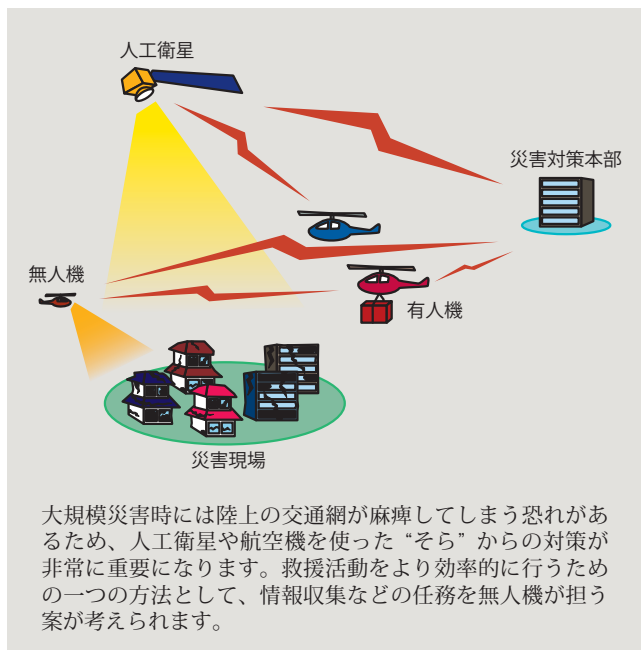


図1 大規模災害時の“そら”からの高効率な対応例

ればならない問題があります。有人機には「最低安全高度」が定められており、離着陸の場合を除き、それより下の高度を許可なく飛ぶことはできないため、無人機が最低安全高度より下を飛んでいけば衝突の危険はありません。しかし、有人機が探索や救助を行う場合には、許可なく最低安全高度以下を飛行することが許されています。無人機は小さくて有人機のパイロットから見つけづらいため、もし有人機が高度を下げたその場所を無人機が飛行していたら、衝突の危険が生じることになります。安全かつ効率的に有人機と無人機を連携させて運航するためには、有人機と無人機が情報を共有化する必要があるのです。そこで私たちは「有人機・無人機連携システム」を提案しています。

その前に解決すべき通信の問題

災害が発生すると、災害対策本部が設置されます。航空機と災害対策本部との情報伝達は主に1対1の音声通話から成る「航空無線電話」で行われているのですが、大規

模災害発生時には全国から数百機に及ぶ航空機が被災地に集結するため、航空無線電話で各航空機に対して迅速かつ正確に情報伝達を行うことは困難です。これを解決する手段として、デジタルデータを使った通信システムの導入が期待されています。国内ではヘリコプタの飛行情報や災害関連情報をやりとりできるデータ通信システムがいくつか開発されていますが、それぞれ独自に開発を行っているためデータに互換性がないことが普及を妨げる要因となっています。JAXAは国の機関として、異なる規格で作られたシステム間でデータの互換性を実現できる「災害救援航空機情報共有ネットワーク(D-NET：図2)」の標準規格化を提唱しています。



D-NETを介することで、異なる規格で作られたシステム間でのデータのやりとりが可能となり、災害時に確実かつ効率的な情報伝達が行えます。

図2 災害救援航空機情報共有ネットワーク「D-NET」の概念図

「有人機・無人機連携システム」の実証実験

私たちが目指しているのはD-NETを使った有人機・無人機連携システムの開発と、その標準規格化です。このシステムの主な機能として、次のものを考えています。

- ・無人機の位置と割当空域をリアルタイムで動的に管理し、その情報を有人機のパイロットに示します。
- ・無人機が割当空域を逸脱した場合や、無人機の故障を検知した場合に有人機に警告を発します。
- ・無人機が要救助者を発見した場合、その情報を災害対策

本部を経由して有人機に送信し、ディスプレイ上に表示します。

- ・要救助者の救助のために有人機が無人機の割当空域を飛行する必要が生じた場合、無人機に対して退避指示を送信します。

これらの機能により、有人機と無人機が接近した空域で安全かつ効率的に連携することが可能になります。2010年12月、システムの実運用環境下での有効性を確認するための実証実験を行いました(図3)。東海地震発生時の津波被害によって広域にわたって要救助者の探索が必



無人機に搭載したビデオカメラで要救助者を発見。災害対策本部へ情報を送る。

災害対策本部から有人機に救助指示を送信。現場の情報と無人機の飛行状況がディスプレイに表示される。

有人機が現場に到着。搭乗していた救急医が要救助者の応急処置を行う。そのデータが病院に送られ、受入準備が行われる。

有人機で要救助者を病院へ搬送。病院到着後に本格的な治療を行う。

図3 実証実験の様子

要となった状況を想定し、無人機が要救助者を発見、有人機がその情報を元に現場に到着、応急処置を行った後に救急病院へ搬送する、という内容で実施しました。無人機にはヤマハ発動機の産業用無人ヘリコプタを、有人機にはJAXAの実験用ヘリコプタを使用しました。また要救助者の搬送先として、東海地震発生時に拠点病院となることが想定されている静岡県立総合病院の協力を得ました。民間分野での有人機と無人機の連携を想定した技術開発および実証は、世界的にも先駆的な事例です。

これらの実証実験により得られた結果を災害用無人機の情報通信の標準規格として「日本産業用無人航空機協会 (JUAV)」などに提案することで、有人機・無人機連携のための通信規格の国内標準化やその普及を図りたいと考えています。

消防航空機

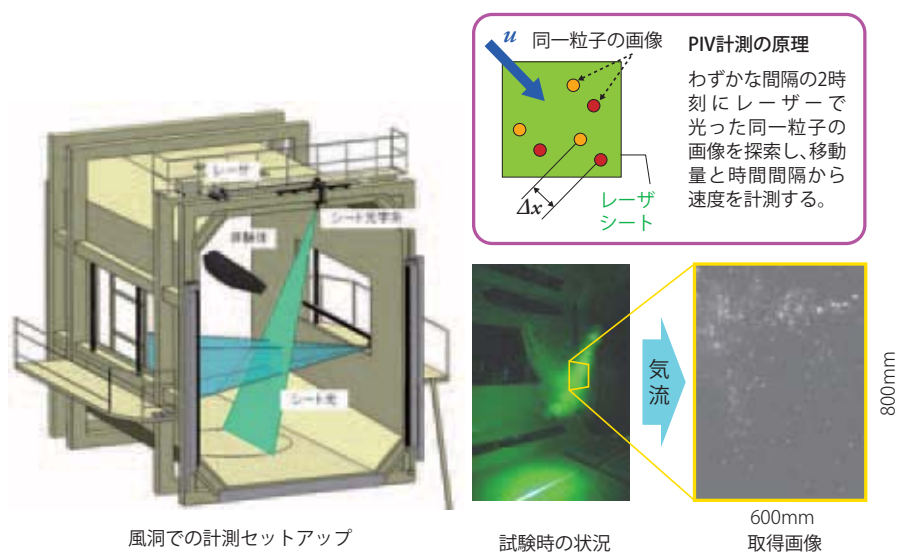
地震・雷・火事・親父。数十年前までは、怖いモノの代名



図4 消防飛行艇のイメージ (提供：新明和工業株式会社)

詞と言えはこの四つでした。現在では、親父はどこの家でも怖いモノというわけではないと思いますが、地震、雷、火事は今でも十分怖いモノです。火事は、地震や雷の二次災害としても起こりうる、厄介な代物です。特に、火の気もないのに発生してしまう山火事は、消防車などが入り込めない山奥深くの場合が多く、規模も大きくなりがちです。世界中の国々では山火事の消火に消防航空機が活躍しています。日本では小型のヘリコプタ、アメリカでは滑走路が必要な固定翼機、フランスやイタリアなどのヨーロッパでは「飛行艇 (P.07 参照)」が主流となっています。

飛行艇とは、水面から離発着する飛行機のことです。水面を滑走することで機体内に水を取り込むことができるため、火事の発生場所の近くに湖などがある時には効率的に取水ができます。しかし、既存の飛行艇による放水では、飛行速度が速いために水が飛散しやすいという問題があります。そのため、低高度で水を撒いて飛散を抑えようと、火災に向かってダイブして放水し、急上昇して離脱するといった飛行が行われており、運用上の安



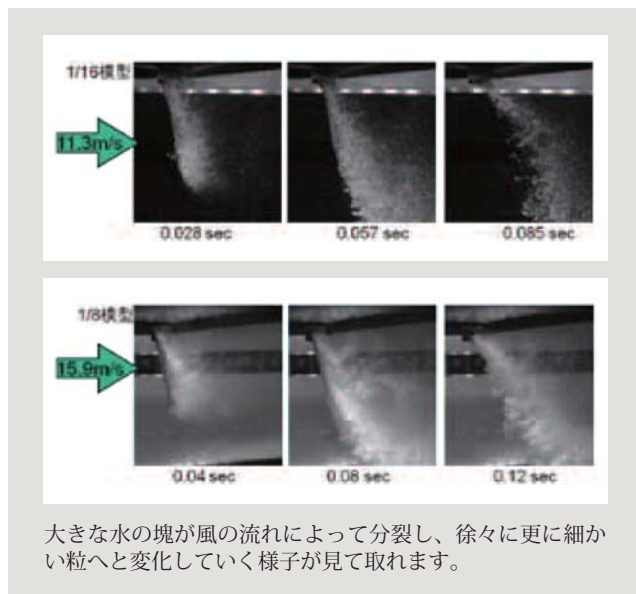
風洞試験の気流計測に用いられる PIV を応用し、放水した水滴の飛散速度を評価しました。

図5 粒子画像流速測定法「PIV」による水滴の飛散速度計測

全性も課題となっています。これらの課題を解決し、安全で効果的な空中消火を実現するため、JAXAは新明和工業（株）および（財）日本航空機開発協会と共同で、大型消防飛行艇の開発に必要な技術の研究を進めています（図4）。

風洞による飛散状態の徹底チェック

消火の成否は飛行艇から放水される水粒の大きさや飛散範囲、地上に到達する水量によって決まります。機体の大きさや放水する水の量、機体速度や風の流れなどによって水の飛散状態は異なってくるため、飛行条件と飛散状態の関係を調べて予想解析手法を確立することが、効果的な消火を行うためには必要不可欠です。JAXA では、風洞内の気流の動きを調べる「粒子画像流速測定法（PIV）」を開発しており、今回はこの測定法を応用し、水滴の飛散を詳細に計測しました（図5）。風洞はJAXA の6.5m × 5.5m 低速風洞を使っています。他にも、高速度カメラによる撮影（図6）や風洞の中に飛散した水の散布状況のメスシリンダーでの計測（図7）などを行いました。今回の試験で得られた結果は、実際の放水時の飛散を数値解析で求める際のデータとなります（図8）。



大きな水の塊が風の流によって分裂し、徐々に更に細かい粒へと変化していく様子が見て取れます。

図6 高速度カメラによる飛散状態の計測結果

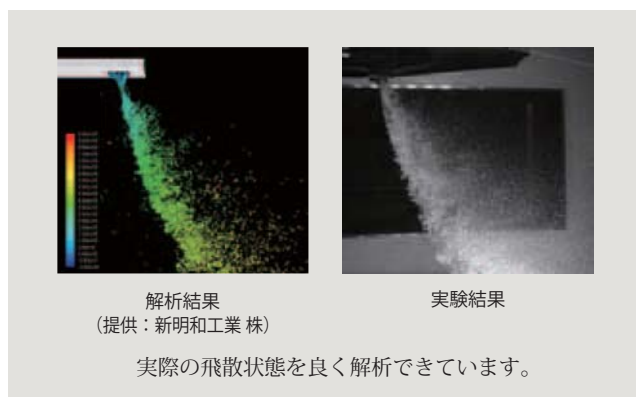


図8 数値解析による飛散の状態

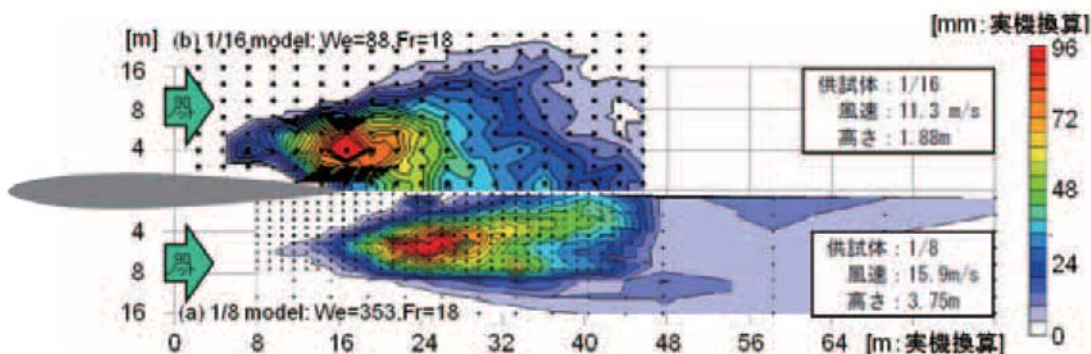


図7 メスシリンダーによる降水量計測結果



図9 飛行シミュレータによるパイロット支援ツール検証の様子

消火任務に適した計器表示システムの研究

消防飛行艇による消火任務の際、適切な飛行経路や放水位置をパイロットに示すことができれば、より安全かつ確実に消火活動が行えます。JAXA では島津製作所（株）などと共同で飛行に必要な情報をパイロットに表示するシステムの研究を行っており、そのシステムを応用した「消火任務時のパイロット支援ツール」の開発を新明和工業（株）と共同で進めています。

2010年度には、JAXAが所有する飛行シミュレータにて、開発中のパイロット支援ツールを検証しました（図9）。シミュレーションでは、様々な飛行高度や横風条件を課し、平地や山岳地で起こった火災の上空へ接近し、放水して離脱するまでの一連の飛行を模擬しています。放水時の水の挙動には先に述べた試験で得られたデータを反映しています。

ヘルメット型ディスプレイ（HMD）やコックピット前面にある研究用ディスプレイ（HDD）に消火任務に有効と思

われる情報を表示し、その有用性を5人のパイロットにより評価しました（図10）。今後は、これまでの試験により明らかとなった問題点を解決することで、より確実に放水を遂行するための技術の確立を目指します。

私たちの仕事はそら（航空と宇宙）に関する技術の研究開発です。そらに関する技術は様々な場面で役立ちます。防災でもその技術をぜひ役立てたいと考え、航空の基礎・基盤技術が防災でどう活かせるのかに着目し、JAXA 研究開発本部の取組みを紹介しました。今回の記事をまとめるにあたり、当本部飛行技術研究センターの奥野セクションリーダーと風洞技術開発センターの伊藤セクションリーダー、およびJAXA 航空プログラムグループ 運航・安全技術チームの小林研究員に話を聞きました。私たちの研究が生活にどう役立っていくのかが少しでも伝われば幸いです。



図10 計器表示システムの評価試験



小林研究員、奥野セクションリーダー



伊藤セクションリーダー

飛行艇——水上から舞い上がる飛行機

■水面から離発着

飛行機が離発着するためには、滑走路が必要です。滑走路の長さは、機体の種類および就航路線の距離によって異なります。一般に、大型の機体や路線距離の長い機体ほど、滑走路の長さは長くなります。

しかし、滑走路を必要としない飛行機もあります。「水上機」や「飛行艇」と言った海や湖などの水面から離発着する飛行機です。水上機には、フロートと呼ばれる水面から離発着するための脚がついています。比較的小型の機体に適した形体です。これに対して飛行艇は“胴体下部が船のような形をした飛行機”です。この胴体部によって水に浮くことができるためフロートの必要は無く、大型化に適した形体です。主翼やエンジンは、滑走中の水しぶきを避けるために機体上面に取り付けられるのが一般的です。艇底の一部に孔があいても沈まない様な工夫もされています。陸上でも離発着が行えるよう、胴体内に脚を収納した水陸両用タイプもあります。

■歴史

飛行機を水面から飛ばすというアイデアは古くからありました。1910年3月、アンリ・ファールブル（フランス）が動力飛行による水面からの離水に世界で初めて成功しました。その翌年の1月には、グレン・カーチス（アメリカ）が陸上機を基に設計した実用水上機の飛行に成功しており、1912年1月には飛行艇の世界初飛行にも成功しています。

日本で水上機が公式に初飛行を行ったのは1912年、横須賀壱浜での海軍による飛行でした。それから10年後の1922年には日本航空輸送研究所が、海軍から払い

下げられた飛行艇を使って、堺～徳島間、堺～高松間の、新聞と郵便を輸送する定期便を就航させています。その後も、第二次世界大戦頃までは長距離・大洋横断路線にて使用されていました。しかし、陸上機の信頼性や安全性、利便性の向上により、飛行艇の特徴である万が一の洋上着水を想定した運行の必要性は低下し、大型長距離機としての使命は終了しました。

■働く飛行艇

現在の日本では、災害などの有事に「救難飛行艇（図）」が活躍しています。小笠原諸島などの飛行場が無く、ヘリコプタで飛行するには距離のある島へのほぼ唯一の緊急輸送手段としても飛行艇は欠かせない存在です。

カナダやアメリカ、ヨーロッパなどの国々では、大規模な森林火災発生時に「消防飛行艇」が活躍しています。点在している湖沼を滑走することによって水を取り込むことができるなど、山火事の消火に適した特長を有しているからです。日本でも、消防飛行艇の有効性が認識されてきています。JAXA では、新明和工業（株）および（財）日本航空機開発協会と共に、国産消防飛行艇の実現に必要な技術の研究開発を進めています。



図 救難飛行艇「US-2」（提供：新明和工業株式会社）

空 宙 情 報

【開催案内】 施設公開

食欲の秋、芸術の秋、スポーツの秋。いろんな秋があるけれど、今年は「JAXAの秋」などいかがでしょう？10月15日に「JAXA筑波宇宙センター（茨城県）」、16日には「JAXA調布航空宇宙センター（東京）」にて研究・開発施設を公開します。普段はなかなか見られない様々な施設に触れられる特別な日。航空宇宙の風を感じに来ませんか？

詳細はJAXAのHPをご覧ください。ご不明な点などありましたら、各センターに直接お問合せください。

JAXA HP <http://www.jaxa.jp> ※イベントページ(2011年10月)をご覧ください。

筑波宇宙センター

所在地：茨城県つくば市千現2-1-1

【お問合せ窓口】 筑波宇宙センター

開催日時：10月15日(土) 10:00～16:00 ※入場15:30まで

管理部広報係 TEL：050-3362-6265

【キャッチフレーズ】 つくばにおいでよ！きみと宇宙がつながる場所

筑波にある各本部やグループが参加し、一般の方々との触れ合いを実施しています。私たちの本部では、研究開発などの事業内容を技術者が直接、子どもにもわかる易しいレベルで紹介します。

今回は、太陽光発電や小型実証衛星(SDS)、蒸発しない不思議な液体などを題材に公開を行います。

皆様、ぜひお越しください。心よりお待ちしております。



太陽光発電の仕組みを紹介
来場者は熱心に質問していました。



説明に食いつく子供たち…
ここでも質問の花が咲いていました！

調布航空宇宙センター

所在地：東京都調布市深大寺東町7-44-1

【お問合せ窓口】 調布航空宇宙センター

開催日時：10月16日(日) 10:00～16:00 ※入場15:30まで

広報 TEL：050-3362-8036

最先端のチャレンジがここにある！

航空宇宙の研究開発に欠かせない風洞やスーパーコンピュータ、実験用航空機などの様々な施設や設備を公開します。日々取り組んでいる研究内容についても、研究者が分かりやすく紹介します。

研究の内容を体験しながら理解できる「おもしろ体験コーナー」やペーパーグライダーを作って飛ばす「工作コーナー」など、子どもから大人まで楽しめるイベントも盛りだくさん！

皆様お誘い合わせのうえ、ぜひお越しください。

