

# 第5回 WEATHER-Eye オープンフォーラム

航空の次世代技術、気象への挑戦

日時/会場：2020年12月1日(火) 13:00-16:25 オンライン (Zoom)

後援/協賛：国土交通省、文部科学省、CARATS、航空交通管制協会、電気学会、土木学会、日本ガスタービン学会  
日本機械学会、日本気象学会、日本技術士会、日本光学会、日本航空宇宙学会、日本航空宇宙工業会  
日本航空機操縦士協会、日本航空技術協会、日本雪氷学会、日本複合材料学会

主催：気象影響防御技術 (WEATHER-Eye) コンソーシアム事務局

(敬称略)

## 第I部

司会：山本 誠 (東京理科大学)

13:00-13:05	開会挨拶	伊藤 健 (ステアリング議長)
13:05-13:25	基調講演 1	「航空機の気象安全技術に関する SUBARU の取り組み」 荻巣 敏充 (株式会社 SUBARU)
13:25-13:55	基調講演 2	「乱気流予測の取り組みについて」 長嶋 哲矢 (三菱重工業株式会社)
13:55-14:25	特別講演	「航空機観測による気候・地球システム科学研究の推進」 高橋 暢宏 (名古屋大学宇宙地球環境研究所)

## 第II部

司会：牛尾 知雄 (大阪大学)

14:40-15:00	一般講演 1	「航空機用 CFRP の雷撃損傷について」 小笠原 俊夫 (東京農工大学)
15:00-15:20	一般講演 2	「被雷危険性予測技術—実用化に向けた取り組み」 吉川 栄一 (宇宙航空研究開発機構)
15:20-15:40	一般講演 3	「滑走路上の雪氷状態を同定する技術 ～AI を活用した雪氷状態同定アルゴリズム～」 佐藤 裕司 (三菱スペース・ソフトウェア株式会社)
15:40-16:00	一般講演 4	「AI による雪氷路面の摩擦予測方法」 中西 義孝 (熊本大学)
16:00-16:20	一般講演 5	「乱気流指数を用いた飛行困難空域の設定に向けた検討」 松田 治樹 (宇宙航空研究開発機構)
16:20-16:25	閉会挨拶	荻巣 敏充 (ステアリング副議長)

※プログラムは予告なく変更になることがあります

### 第I部

#### 基調講演1 「航空機の気象安全技術に関する SUBARU の取り組み」 荻巣 敏充（株式会社 SUBARU）

航空機への被雷は、航空機を安全・安心に運航する上で非常に重要な課題となっている。被雷した機体は、修理や安全確認のための検査を実施する必要があるためエアラインにとっても回避したい事象である。近年では、複合材料を用いた機体が増加傾向にあり、安全運航を確保するためのシステムは、重量インパクトをもたらしている。また、今後の電動化の流れが加速していく中、被雷回避技術は今後ますます重要になっていく事が想定される。

このような状況の中、NEDO 委託事業で実施した被雷回避技術の開発の内容と(株)SUBARU で取り組む安全技術について紹介する。

#### 基調講演2 「乱気流予測の取り組みについて」 長嶋 哲矢（三菱重工業株式会社）

航空機運航における乱気流の予測は、飛行安全の向上と共に運航効率への寄与も大きい一方、ジェット気流のような大きなスケールで変化する気象現象の影響を受けながら局所的に発生する現象を予測するという難課題の一つである。他方、近年急速な進歩を遂げ、様々な社会課題解決に適用されつつある機械学習は、膨大なデータから抽出した特徴量を用い複雑な課題に対し高い精度で予測を与える技術であり、航空分野でもその活用に向けた動きが活発である。

航空機及びその運航への機械学習技術の適用を進める一環として、NEDO「IoTを活用した新産業モデル創出基盤整備事業／次世代航空機運航支援システムの開発」において、機械学習による乱気流予測に取り組んだ成果を紹介する。

#### 特別講演 「航空機観測による気候・地球システム科学研究の推進」 高橋 暢宏（名古屋大学宇宙地球環境研究所）

航空機観測は即時性や直接性において人工衛星観測や地上観測に対して優位性をもつ。例えば、温室効果気体の濃度やエアロゾル・雲の粒径分布・化学組成などのミクロな量はほぼ航空機による「その場観測」でしか得られない。また、台風や植生等を「リモートセンシング」する場合にも解像度や広範囲観測の点で航空機観測は、人工衛星観測や地上観測にはない観測を行うことができる。一方で、我が国には観測専用の航空機がなく、航空機をチャーターする形で観測してきたのが実情である。

そこで、わが国初となる地球観測専用の航空機を導入による地球科学分野を横断した気候・地球システム科学研究の推進、および将来の地球観測のための航空技術の開発を目的とした提案を日本学術会議のマスタープラン 2020 に日本気象学会・日本航空宇宙学会・日本大気化学学会が共同で行った。その結果、この提案は重点課題として採択され、今後の航空機観測の推進が期待される。

### 第Ⅱ部

#### 一般講演1 「航空機用 CFRP の雷撃損傷について」 小笠原 俊夫（東京農工大学）

炭素繊維強化プラスチック複合材料(CFRP) は比強度・比剛性に優れ、航空機の機体構造へ幅広く適用されるようになってきている。航空機の CFRP 構造が喫緊に解決すべき問題の一つに、運行中の落雷による雷撃損傷がある。CFRP が被雷すると、炭素繊維の破断や大規模な層間はく離等が発生し、これらの損傷は CFRP の強度低下を引き起こす。実用化されている航空機の CFRP 構造では金属メッシュからなる雷保護システム (LPS) を適用することで雷撃損傷の軽減が図られている。しかしながら、LPS の適用だけで雷撃損傷を完全に防ぐことは困難であり、耐雷撃損傷性に優れた CFRP の開発が望まれている。CFRP 構造の雷撃損傷低減を図るためには、第一に雷撃による CFRP の損傷メカニズムの解明が不可欠である。CFRP の雷撃損傷は、熱・電気・力学的な現象が短時間に重畳して影響する複雑な現象である。

本研究では、雷撃を模擬したインパルス電流を直接もしくは間接的に CFRP に印加することで、電撃損傷現象の実験による解明を進めている。また得られた結果をモデル化するとともに、熱・電気・力学連成による雷撃損傷のマルチフィジックス数値解析手法の構築にも取り組んでいる。本講演ではこれらの研究の概要について紹介する。

#### 一般講演2 「被雷危険性予測技術—実用化に向けた取り組み」 吉川 栄一（宇宙航空研究開発機構）

航空機は、帯電した雲の近辺を飛行したときに、被雷することがある。現代の航空機は、耐雷性を有しているのので、被雷によって重大事故が起こることはまずないと言って良い。しかし被雷時に発生する光や音が乗員乗客の安心を損ねたり、損傷の点検や処置によって運航に影響が及ぶ。

JAXA ではこの問題を軽減するために、被雷危険性予測技術の研究開発に取り組んできた。航空機被雷は、航空機自身が雷雲に近づくことによって発生させる雷によるもので、これは自然に発生する雷とは発生機構が異なる。そのため、広く活用されている落雷検知データではなく、気象レーダデータと航空機被雷の関係を調べたところ、一定の傾向を見出すことができた。この傾向に基づいて被雷危険領域を判別し、そこを避けて飛行することによって、被雷件数を低減させることができるかと期待される。現在は、より多くの被雷事例においても同様の傾向がみられるかどうか、検証を進めている。それと同時に、産業界と協力して、本技術を早期に実用化するための取り組みにも力を入れている。

#### 一般講演3 「滑走路上の雪氷状態を同定する技術 ～AI を活用した雪氷状態同定アルゴリズム～」 佐藤 裕司（三菱スペース・ソフトウェア株式会社）

冬季の航空機運航における最大の問題となっている滑走路雪氷に対し、航空機の事故を防止しながら運航効率を向上させるために、JAXA は滑走路全体状況をリアルタイムで正確に把握する雪氷モニタリングシステムの開発を進めてきた。

雪氷モニタリングセンサ (GLASS) および雪氷状態同定アルゴリズムを開発し、北見工業大学の敷地内に GLASS を埋設させた実験を通じて、GLASS および雪氷状態同定アルゴリズムの継続的な改善を実施しており、今年度からは、福井空港の敷地内に GLASS を設置した実証実験を開始する計画となっている。

当社は 2015 年度より雪氷状態同定アルゴリズム開発を支援し、GLASS が取得した画像に対して滑走路上の雪質と雪厚を同定するアルゴリズムを、機械学習を利用して開発してきた。本発表では、これまで開発してきた雪氷状態同定アルゴリズムの内容について報告する。

### 一般講演4 「AIによる雪氷路面の摩擦予測方法」 中西 義孝（熊本大学）

路面とタイヤの摩擦係数を理論的に推定することは難しく、実験または実測ベースのデータをもとに機械学習を実施するのが効果的であると思われる。雪氷滑走路への航空機の着陸では、さらに予測が複雑になる。滑走路上の雪氷はタイヤ/路面間の相対運動により排除されたり、タイヤ/路面間の圧力・摩擦熱で液状化したり、圧力により氷化したりする。これら“雪氷の3状態（排除/液化/氷化）”により発現する摩擦メカニズムは大きく異なり、状態別のデータ群で学習を実施すべきである。これまでの研究により、雪氷滑走路上で取得可能な3つの環境パラメータで“雪氷の3状態”が予測可能であることを見出し、AIによる雪氷路面の摩擦予測が可能であると予測している。路面上の雪氷状態の情報を取得する仕組みがあれば、自動車の運転支援システムや自動運転システムへの展開も可能であり、安全・安心のためのモビリティ環境整備の分野が広がっていく。

### 一般講演5 「乱気流指数を用いた飛行困難空域の設定に向けた検討」 松田 治樹（宇宙航空研究開発機構）

現在 JAXA では、パイロットの運航判断支援ツールとして、タブレット型の情報機器に搭載するソフトウェアを開発している。その中でパイロットへ提供する情報の1つとして、気象庁が提供する乱気流指数を用いた乱気流に関するアドバイザリ（飛行困難空域）を表示することを検討している。一方で、乱気流強度の観測値として、パイロットから通報された情報を利用する従来の方法に代わり、機種に依らない乱気流強度を定量的に示す EDR と呼ばれる指標を利用する方法の導入が検討されている。この方法では、自動的に機上で計算した EDR を管制へ通報するため、時刻、位置に関しても正確な情報が得られる。

本研究では、乱気流指数の実用に向け、EDR を用いた乱気流指数の性能評価を行った。また、乱気流指数と EDR の関係に関して、季節ごと、日ごとに傾向が異なることを回帰分析により示した。これは、開発中のツールにおいて、乱気流指数に加えてそのフライト中に得られた観測値を利用する等の方法により、乱気流に関してより精度の高い情報を提供できる可能性があることを示す結果である。