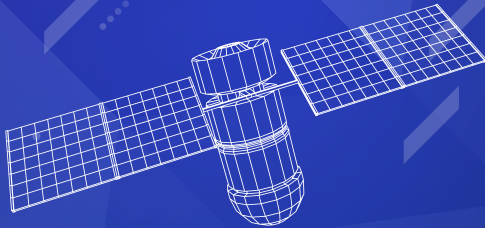


航空と宇宙

日本航空宇宙工業会会報 ISSN 1344-1760

2026.4月号



2026年4月号 目次 (No.868)

寸言	LocationMind株式会社 Senior Project Manager & Chief PNT Strategist	千野 孝一
宇宙×AI		
工業会活動	国際標準化を進めることの意義と課題	1
	令和7年度第6回SJAC講演会を開催	10
	令和7年度第4回SJAC講演会	22
航空宇宙ニュース	三菱重工業、無人機に搭載するAIを 開発・飛行実証に成功	25
	川崎重工業、Salus社より BK117D-3型ヘリコプターを初受注	25
	三菱電機、ロッキード・マーチンと安全保障用途の 静止通信衛星に関する協業で覚書締結	26
	三菱電機、スペインのロケット打上げ事業者へ出資	26
	NEC、光通信衛星コンステレーション技術実証衛星の 搭載機器を開発	27
航空宇宙日誌	(1) 航空関係	29
	(2) 宇宙関係	32
資料	航空機生産実績(2026(令和8)年1月)	34
新入会員のお知らせ		35



寸言

LocationMind株式会社
Senior Project Manager & Chief PNT Strategist
千野 孝一



宇宙×AI

この度、日本航空宇宙工業会（SJAC）に入会致しましたLocationMind株式会社と申します。入会に際して、皆様のご理解とご支援を賜りましたこと、心より御礼申し上げます。会員の一員として航空宇宙産業の発展に貢献できることを大変光栄に存じます。心より感謝申しあげます。

日本国内における宇宙関連市場は2025年に4兆円が2030年に8兆円と予想されます。これまでのOld Spaceの宇宙に関する産業はロケット・衛星・地上設備の直接的な領域でしたが、今後のNew Spaceの[宇宙×何か]の産業では間接的な領域で7.5兆円となり、新旧合わせて8兆円と試算されています。

LocationMind株式会社は宇宙とAIを二本柱に事業を展開しております。

第一の柱である宇宙事業では、準天頂みちびきにて2024年4月にサービスインした信号認証技術の根幹となる技術を特許として有しております。弊社はAnti-Spoofing、Anti-Jamming技術を有する東京大学発のディープテックカンパニーです。信号認証技術を進化させて経済産業省のKプロジェクトであるVDES（VHS Data Exchange System）で海のDXにも本信号認証技術が採用されて、鋭意開発中です。さらに、JAXA基金のSX-CRANEに主幹事である東京海洋大学のもと、共同事業体として2026年2月に採択されました。

第二の柱であるAI事業では、人間活動の森羅万象

を把握するため、位置情報データを捉えて、そのデータを組合せ、それをモニタリングするモデルを生成して、諸施策に適用する。具体的には、人の流れ・車の流れ・船舶の航路・ドローン・ロボット・経済・地図・天気などのデータソースから基盤モデル（Foundation Model：ファンデーションモデル）を紹介して、人モデル・交通モデル・船舶モデル・環境モデル・都市モデル・商業モデル・物流モデル・災害モデルなどを生成して、人の意思決定に資する事業です。その根幹にあるのが「Real World AI」という概念です。これを実現する基盤モデル（Foundation Model：ファンデーションモデル）を研究・開発して世界の研究者・研究機関と切磋琢磨しています。

これにより「宇宙×AI」で市場を創造して参ります。世界市場は2040年で1兆ドルとも言われる巨大市場です。日本の主要な輸出産業に航空宇宙がなることを期待しています。

SJACは航空宇宙産業における技術交流と連携を促進するための重要な組織です。その活動に微力ながら貢献するため、ISO国際標準化委員会を出して世界に伍する人材を育成しております。

航空宇宙産業の発展に邁進する所存です。今後ともご指導賜りますよう、よろしくお願い致します。

工業会活動

国際標準化を進めることの意義と課題

一橋大学イノベーション研究センター

江藤 学

2025年6月に日本政府は新たな国際標準戦略を公表し、この中では「宇宙」が重要領域の1つに挙げられている。一方、SJACは長年にわたり、ISO/TC20のSC13「宇宙データ及び情報転送システム」やSC14「宇宙システム及び運用」の国内審議団体として宇宙に関わる国際標準規格の審議・開発・維持の活動を推進している。活動の一環として、SJAC臨時委員会であるISO（SC13・SC14）宇宙システム国際規格委員会を毎年開催している。

2026年2月6日に開催した直近の同委員会では、国際標準化活動に改めて注目が集まっている現状を踏まえ、経済産業省行政官の経験を活かし「技術移転」に着目した知財・標準化戦略の研究や産業技術・イノベーション政策の研究で知られている一橋大学イノベーション研究センター特任教授（当時）の江藤学先生に「国際標準化を進めることの意義と課題」というテーマでご講演をいただいた。このたび、この講演の内容をご寄稿いただいた。

1. ルール作りの時代変化

1.1 戦略的にルールを活用する時代

高度成長期の日本の強さは高い技術力に裏打ちされた高度な適応力であった。欧米が決めたルールを学び、それに最も早く適合させ、その中で最も良いものをどの国よりも安く生産して世界に売ることによって世界市場を獲得する。これが90年代までの日本のビジネス戦略であった。

しかし、21世紀に入り、中国をはじめとして世界各地が、自らの市場を守るための様々なルールを展開するようになった。このような環境下では、それぞれの地域内企業に有利な仕組みが蔓延すると同時に、日本を超える適応力を持つ新興工業国が台頭して、日本のアドバンテージは失われた。まさにルールを自ら作らなくては勝てない時代が到来したのだ。

しかし日本には、このようなルール作りにおける日本独特の大きな枷が存在する。それは戦後の護送船団方式による産業育成の結果ともいえる、同業種競争企業の多さだ。多くの製品で国内に競合企業が沢山あるため、ルール作りにおいては、まず国内業界団体での合意が必要となる。さらに同業各社の力に差がなく、

文化的にも強力なリーダーが生まれにくいという日本市場の特徴もあり、国内でのルール調整に時間がかかるだけでなく、国際交渉の段階では、ビジネスの専門家ではない大学や国立研究所の研究者が自案変更のマネットを持たないまま代表となることが多い。このような体制では、現代の急速に変化する国際交渉に対応できるはずもなく、日本はルール作りにおけるフォロアーに甘んじてしまうのだ。



もう一つの日本の特徴として、システムノウハウが旧官営企業などの巨大ユーザーに握られているのも大きな問題だ。通信におけるNTT、放送におけるNHK、鉄道におけるJR、発電・送電・配電システムにおける電力会社など、その事例は多い。基本的にこれらユーザー企業は機器やシステムの調達者であり、設備や部品についてグローバル化する必要はないし、国際標準にはあまり興味がない。悪く言えば、国際標準とは異なる独自標準を維持することで参加企業の囲い込みを図る傾向さえ見られる。

本稿で対象としている宇宙産業分野でも、JAXAの支配力の強さは言うまでもないだろう。特に日本の宇宙産業は、国内企業（大企業においては宇宙部門）の国際競争力が強くないため、それらの国内企業は、海外市場を開拓することよりも、JAXAからの受注を確保し安定した収入を確保することの方が重要だ。そうすると、国際標準は海外企業が日本国内の市場に進出するツールにしか見え、それに抵抗したくなるのも当然だ。

しかし、そのような環境にいつまでも甘んじていることは不可能だ。海外企業とのコスト差が大きくなればユーザー企業の調達は当然海外に向くし、国際企業との競争にさらされない国内企業の技術力を維持することも困難だ。製造業が強みを維持するためにはある程度の大きさの市場が必要だし、国内ユーザーとしても、高い技術力を持つ国内製造業を維持するために、彼らの市場を国際的に広げ、国際的に勝てる企業に育てていく目線が必要だ。ガラパゴス市場で幸せに生きるビジネスモデルに永続性はないと認識することが必要だろう。

1.2 ビジネス環境の大きな変化

このような中で、ビジネス環境も大きく変化している。代表的なものがビジネスエコシステムとバックキャスト思考だろう。

まず、現在のビジネス環境では、ビジネスを単一の企業の活動としてではなく、複数の主体が集まったエコシステムとして見なければ、その活動を把握できなくなってきている。このエコシステム化の背景には、消費者が受動的な役割から価値共創者へと役割をシフトさせたこと、企業の相互依存がバリューチェーンからバリューネットワークにコンセプトが変化したこと、物の価値が商品価値からネットワーク価値に思考が変化したこと、企業間の関係が単純な協力・競争から複雑な協力になるとの思考へのシフトなどがあり、その結果として個々の企業戦略から、価値生態系全体

の戦略に対する思考のシフトが求められている。

これと並行してビジネスに大きな役割を与えているのが、バックキャスト思考だ。バックキャスト思考とは、これまでの、新しい技術を使って新しい製品を作り、それを社会に普及することで社会を変化させるという、技術プッシュ型のイノベーションではなく、理想的な未来像をまず作り、その未来像の実現を可能にするための活動を行うという考え方だ。

このバックキャスト型イノベーションを実現するためには、未来像を描くという難問が存在するが、仮にそれをクリアできれば、その未来像を実現するために必要なメンバーをエコシステムとして想定し、そのエコシステムを作りあげるビジネス戦略を構築すればよいことになる。

このような新しいビジネス環境下では、様々なルール作りが重要な役割を果たす。未来に向けてエコシステムを構築し成長させるためのルール、完成したエコシステムを維持・発展させるためのルール、そのエコシステムの中で自分の役割を明確化し、それを維持するためのルールなどだ。ビジネスにエコシステムが定着し、バックキャスト思考が今後の社会発展で重要な手法として定着していくだろう。その中でルール作りは、その実現を支援する重要なツールとなる。

1.3 標準化のビジネス活用の拡大

このようなビジネスの変化は、ルール作りのツールとしての標準化の価値も変化させている。

標準化に対するビジネスからの注目度は、1990年代に相次いで起こったデファクトスタンダード競争や、中国のWTO加盟などがその始まりだ。90年代にブームとなったデファクトスタンダード重視の時代のビジネスモデルは単純だった。市場で、デファクト的に「標準」というものになれば、そこに内包する自社の知財をノウハウや特許の形で独占できるのだから、そこから大きな利益が獲得できることが自明だからだ。デファクトスタンダード競争は古くからあるビジネス競争だ。エジソンとウエスチングハウスが争った直流と交流と家庭配電方式とか、レコードのサイズや回転数とか、多くのビジネスでは、その市場での「主流」になることを目指し、可能ならその市場を独占して「標準」になろうとしてきた。早稲田大学の山田英雄氏が家庭用ビデオ録画機におけるVHSと β の争いを標準化競争という視点から解析し、企業によるデファクトスタンダード獲得に火が付いたのが90年代だった。デファクトスタンダードを獲得すれば、市場で大きなシェアを長期に渡って確保できるのだから、企業がそ

の獲得を目指すのは当然のビジネス戦略と言えるだろう。

しかし、中国のWTO加盟で注目が集まった標準化はデファクトスタンダードではなく、デジュールスタンダードの中の「国際標準」だった。WTO条約の一部であるTBT協定（貿易の技術的障害に関する協定）により、WTO加盟国は自国のルール（強制・任意）を作成する際に、国際標準と呼べるルールが存在する場合、それと一致させることが求められるようになった。つまり、中国がWTOに加盟すると、中国も国内ルールを国際標準に合わせることが義務付けられることになったわけだ。中国以外の国からすれば、それまで手を出すことが困難だった中国国内のルールに、国際標準を武器として参画することが可能になったということであり、この環境が「国際標準」に大きな注目を集めることになったといえるだろう。結果的にみると、中国が国際標準化機関における活動を活発化したことで、中国国内規格が国際標準として設定されることが増え、残念ながら諸外国が期待した、中国にそのまま国際規格の製品を輸出し中国市場を獲得するという環境は生まれなかった。

このようなルール作りには様々な場や方法が考えられる。デファクトスタンダードは、企業が独自に作った規格を市場に製品として普及させることで標準化を

進めるスタイルだ。これに対し国際標準と呼ばれるものは、国際的な標準化機関において話し合いによってつくられる。このため、規格の普及は容易だが、成立には時間がかかり困難も多い。様々な場をビジネス戦略と照らし合わせて選び、活用する視点が必要だ。（図1）

さらに、誰もが同じ基準を使う国際標準は、直接的に利益に結び付くわけではないことに注意しなければならない。標準化された製品には多くのプレーヤーが参入し、価格競争が激化するからだ。安易に標準化すると、その製品を安く製造することができる中国などに価格勝負で勝つことは難しいことがすぐに理解できるだろう。

とはいえ、実際のビジネス環境では、完全に標準化された製品というものはほとんど存在しない。徹底的に標準化された自転車でも、デザインの差は存在するし、小さなネジでも材質や強度が異なることで価格に差があることが普通だ。標準化した部分でコストダウンや市場拡大を実現しつつ、標準化されていない部分で差別化して利益を獲得することはビジネスの基本と言えるだろう。だからこそ、オープン・クローズ戦略の活用が可能になるのである。

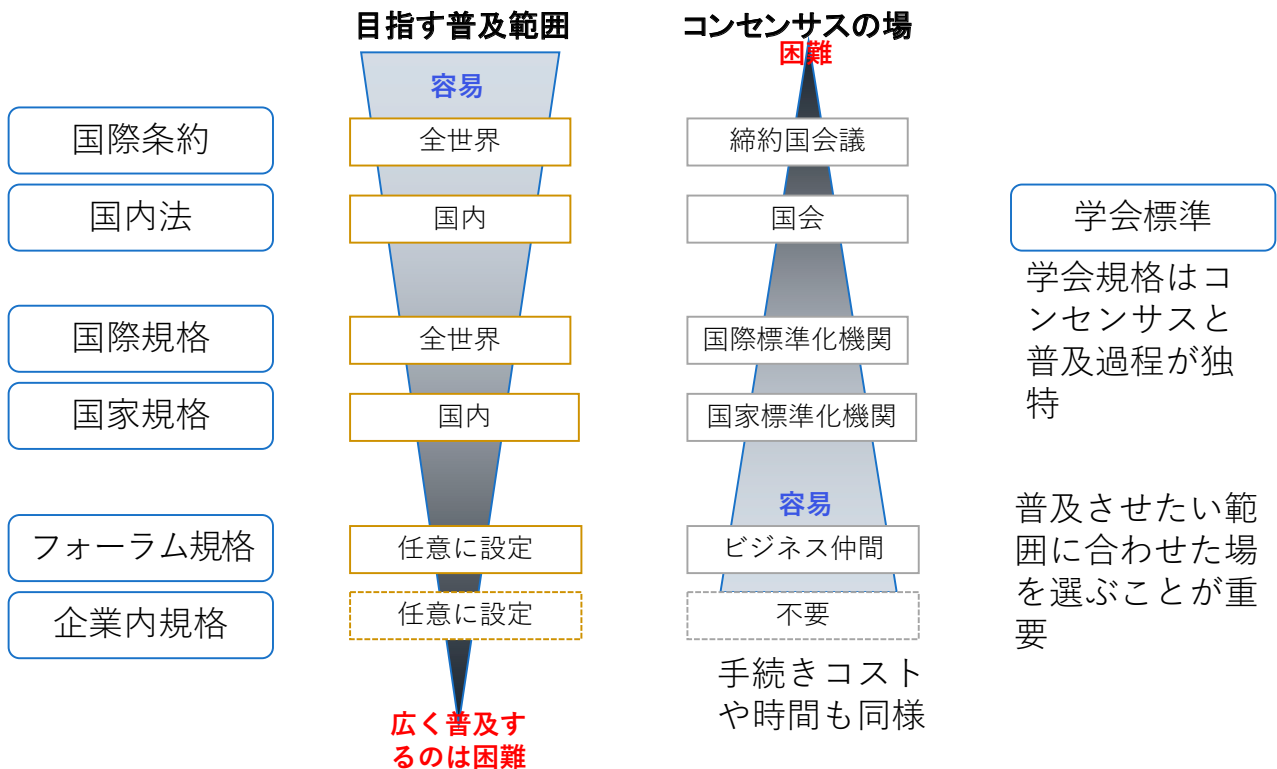


図1：ルール作りの困難さと強制力

2. オープン・クローズ戦略の広がり

2.1 オープン・クローズ戦略の基本

オープン・クローズ戦略を一言で纏めれば、「オープン部分で市場を広げ（売上を増やし）、クローズ部分で儲ける（利益を増やす）」ということだ。そして、この戦略の基本はオープンする部分とクローズする部分の使い分けであり、どのようにオープン領域とクローズ領域をコントロールするかだ。

市場にはオープン・クローズ戦略という言葉が圧倒的に普及しているが、本質的に重要なのはオープンする戦略だ。なぜなら、どのような技術も情報も、生み出されたときは生み出した人しか知らないクローズな状態であり、それをどのようにオープンすることで技術全体の価値を高めていくかが重要な戦略だからだ。勿論、技術をクローズのまま維持するには様々な困難が伴うので、クローズを維持するための戦略も必要ではあるが、基本は、秘匿しているものを、誰に、どの程度、幾らでオープンしていくのか、そのコントロールが最も重要だ。

このオープン・クローズ戦略は、企業にとって全く目新しい戦略ではない。特に技術導入により技術力を獲得してきた日本企業の場合、経済発展の当初は独自で持っている技術は少なく、競争各社が共通して持っていた技術が多いので、オープン・クローズをわざわざ意識しなくとも、オープン・クローズ戦略を使ってきたということもできるだろう。

但し、オープン・クローズ戦略というと、クローズが特許で権利を確立したものの、オープン標準化でその技術を誰でも使えるようにしたもの、という整理を時々見かける。また研究者には、クローズはノウハウで、オープンの特許だという整理をする人もいる。しかしこの二つの整理は間違いだ。二つの整理で特許がクローズとオープンの両方に表れていることでもわかるように、特許とはクローズとオープンとの間をコントロールするツールだ。クローズとは、完全にブラックボックス化し秘匿しているものであり、特許は情報をオープンにしつつ、その利用の権利を法的に制限しているに過ぎない。確かに特許ライセンスを受けなければ使えないので、クローズと言いたくなるが、実際にはその技術を迂回する技術や次の世代の技術を開発することは、情報がオープンになっていることで容易になっている。

オープンも標準化ではない。オープンとは論文発表やウェブでの公開のように、誰でも自由に使ってよい状態に置くことだ。標準化はその一歩先にある。標準

化とは、使うか使わないかが自由な状態のものを、皆で使いましょねと合意することだ。この合意の範囲が広く、強制力が強くなれば、それは規制と呼べるものになる。

これを図にすると、図2のようにあらわすことができる。状態として固定しているのは、秘匿と公開と規制の3つであり、特許は基本的には秘匿と公開の間の状態をコントロールし、標準化は公開と規制の間をコントロールするツールだ。ただし昨今は、図2にもあるように特許開放戦略で技術の普及を促進したり、ハイレベルの規格を作ることで市場の独占を図ったりすることもあることには注意が必要だろう。

2.2 技術をオープンにする目的

では、なぜ生まれた時にはブラックボックス状態で秘匿可能な技術をオープンするのだろうか。その目的は多様だ。

基礎研究レベルの研究者が、その成果を論文として公表するのは、自らの成果を世に知らしめるためだけでなく、同時に競争者に情報を与え、その分野の研究を活性化することを目的としている。開発段階の研究であっても、情報の公開によって研究者の参加者を増やす活動は重要だ。研究は孤独で行うよりも、多くが切磋琢磨して行う方が圧倒的に進歩が速い。さらに、技術者・研究者は、自分が成果を出すことも大切だが、その技術が社会を変えていくために様々な場で利用され、普及していくことは、たとえそれが自分の利益に全く結びつかなくても嬉しいものだ。だからこそ、基礎研究段階の成果は論文の形で公表され複製され、誰でもその情報を活用することができるようになる。

研究開発のライバルが増えることは、同時にその技術を活用しようという市場を拡大することにつながる。市場が大きくなるが見えれば、その技術の開発に投入される資金も拡大するので、研究者・技術者にとっても価値が高い。開発された技術の普及も早まり、資金の回収も早くなるだろう。

その技術への参加者が拡大することは、コストダウンにもつながる。原材料や製造設備の需要が増え、調達側に規模の経済が生じて価格が下がるし、当然のように販売する製品が増えれば、そこにも規模の経済が生じてコストダウンが可能になる。標準化は、このような効果を早く大きく生み出すうえで最適なツールだ。

さらに標準化を活用すると、市場における製品の互換性を高めることが可能となり、ネットワーク外部性による市場の拡大効果も獲得することが可能になる。

部品や作業手順の標準化によりコストダウンにも大きく貢献するだろう。だからこそ、技術を単なるオープンの状態に止めるのではなく、さらに一步進んだ「標準化」状態に持ち込むことが重要なビジネス戦略となるのだ。

但し、標準化を活用してコストダウンや市場拡大を図る場合、技術や製品の差別化が困難になり、差別化できる場所が減少する。標準化された部分は強制的に価格競争に巻き込まれるので、標準化で拡大した市場で利益を拡大するためには、標準化されていない部分での差別化を進める必要がある。これが標準化を活用する際にオープン・クローズ戦略が重要になる最大の理由だ。

2.3 技術単位のオープン・クローズ

ここまで述べてきたオープン・クローズ戦略では、その要素単位をあいまいにしてきたが、これも整理することが重要だ。最もイメージしやすいのは技術単位でのオープン・クローズだろう。

技術単位のオープン・クローズは、一言でいうと、オープンにする技術とクローズにする技術を使い分けるといふ考え方だ。

現代の製品は多くの技術の集大成だ。自動車一台には数千から数万の特許が使われていると言われており、特許化されていない秘匿されたノウハウも多い。

以前は、薬品などの製品は数個の特許で守れると言われていたが、現在では薬品でも一つの薬に数多くの特許が含まれているのが普通だ。このような環境下では、そのうちのいくつかの技術は公開して他社の参入を促すことで、市場拡大やコストダウンを目指すのが一つの戦略だ。勿論、他社との間で差を出しやすい技術、キャッチアップや迂回をされにくい技術はクローズし、市場でのシェア獲得に活用する必要がある。

前にも述べたように、この戦略はビジネスの基本であり、目新しいものではない。他者に対して競争優位を得るためには、自社が持つ独自の技術は隠すのが当然だし、日本が発展する上で強みとしてきたオープンイノベーション環境では、自社の技術をオープンにするとともに、他社がオープンにしている技術を活用するのも当然だ。但し、このオープン・クローズをビジネス上効果的に実施するためには、特許によるコントロール、標準化によるコントロールのメリット・デメリットを予測する能力が重要になる。だからこそ、今の時代にオープン・クローズ戦略の重要性が語られているのだ。そして重要なことは、オープン・クローズ戦略の立案能力だけでなく、特許や標準化を活用して、オープンとクローズをコントロールする能力も培わなければならないということだ。

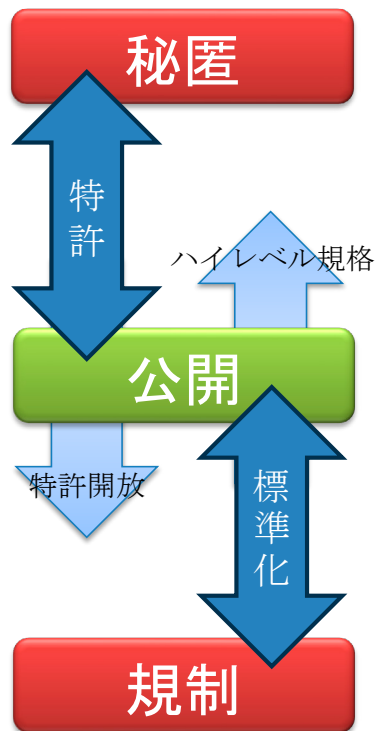


図2：オープン・クローズ戦略の基本的考え方

2.4 情報単位のオープン・クローズ

オープン・クローズ戦略を考える上で忘れてはならないのが情報単位のオープン・クローズだ。複数の技術のオープンとクローズを使い分ける前に、一つの技術、一つの製品の持つ情報のオープン・クローズを考えなくてはならない。

技術や製品は、様々な情報を持っている。その情報の中で、まず確実にオープンしなければならないのが、その技術や製品を手に入れた場合に得られる効用だ。その効用こそが、技術や製品の価値と言っても良いだろう。この情報をオープンしなければ、誰もその技術や製品を欲しいとは思わない。技術や製品を売る上で必ずオープンしなければならない情報だ。

この効用に関する情報は、それを正しくユーザーの側が理解し、信頼してもらわなければならない。そのために大きな役割を果たすのが標準化と適合性評価だ。

効用の情報は、基本的には技術や製品の提供側が、その技術や製品と一緒に提供するものだ。製品のカタログやスペックシートがそれにあたる。提供側が信頼の高い企業であればそれだけでも効果はあるが、効用を相対的に定量比較するための測定方法を標準化し、購入側が自ら効用を測定することができるようにすれば、異なった提供者間の差を定量的に確認することが可能となり、データの信頼性が高まる。また、第三者の試験機関などが公的規格に沿ってその性能を測定し保証すれば、自ら試験を行わなくても信頼できる性能値を入手することが可能になる。標準化や適合性評価の価値が高いことが分るだろう。

情報の中でオープンすべきでないのは、その技術や製品の効用を生み出している原理や、その原理の活用ノウハウだ。これらはできる限りオープンにせず秘匿し、ブラックボックス化すべきだ。その技術の特許化する際も、ノウハウをできるだけ隠した形で出願書類を書くのは既に常識となっている。但し、特許を出願する場合、原理を隠すことは権利化上不利になる可能性があるし、技術や製品を普及する上でも、原理を隠したままでは普及しにくい。特に日本の製造業は原理の分からない技術を使いたがらない傾向があるため、原理の扱いは要注意だ。当然原理を公開すると、それを実現しているノウハウの情報も漏れやすくなるからだ。

実際には、世の中には原理が不明なまま実用化されている技術は沢山存在する。病気治療に使われる医薬品にも多い。医薬品は、その作用機序が解明されてい

なくても、病気に効くという効用さえはっきりしていれば実用化される。医療技術の場合、その再現性が100%でなくとも治療技術として確立しているものは多い。日本の製造業が、このような科学不足の技術を使いたがらないのは、今後の技術競争の中で弱点になる可能性もあるだろう。

技術や製品には、もう一つ必ずオープンにしなければならない情報がある。それは、その技術や製品の使用方法だ。その技術や製品を単体で使う場合のマニュアルや、他の技術や製品と一体で使用する場合のインタフェース情報などは必ずオープンにしなければ、入手しても利用できない技術や製品になってしまうだろう。このエリアのオープンにも標準化が大きな役割を果たすのは自明だろう。最も重要なのがインタフェースの標準化だ。つながる部分のつなぎ方は標準化し、インタフェースの内側はクローズにすることで、誰でも入手して使うことができるけれど、誰にも作ることはできないものを提供する。これがオープン・クローズ戦略の神髄と言っても良いだろう。

3. エコシステム時代への対応

ここまで、ビジネスの基本として、競争力を獲得する差別化戦略としてのオープン・クローズ戦略について整理してきたが、現在のビジネスではエコシステムを想定してビジネス戦略を構築する必要がある。

繰り返しになるが、現代のビジネス戦略は、自社の活動やライバル社との関係を考えるのではなく、エコシステム全体のビジネス成長を想定し、エコシステムの成長をコントロールして理想の未来を実現するためのものであり、そのエコシステムの中で、他社に実現できない能力を発揮し、エコシステムの成長を役割分担して支えるとともに、一定の利益を継続して獲得できるビジネス構造を維持する社としてのビジネスモデルが必要だ。このようなエコシステムの中ではオープン・クローズ戦略についても、エコシステム全体の利益獲得と、自社の利益配分維持を考えて設計する必要がある。

このようなエコシステムの中で自らの役割を明確化し、そのポジションを維持し、利益の配分を受けるビジネスを実現するうえでも標準化は大きな役割を果たす。エコシステムの中での自分のポジションを確立するためには、様々な標準化をエコシステム成長のタイミングを合わせて利用していかなければならず、その基本としてオープン・クローズ戦略がある。

3.1 エコシステム時代のオープン戦略

オープン戦略として、前節までで述べてきたような自社のコストダウンをすすめる、自社製品の市場を広げるだけでは、エコシステムの成長に貢献できない。オープン戦略によって実現することは、エコシステム全体としての成長だ。本稿ではビジネスエコシステムの詳細について解説していないので、少し説明不足とはなるが、ビジネスエコシステムにおいて重要な機能は、そのエコシステムの参加者間に正の間接ネットワーク外部性が働き、ライバルの成長も自らの成長に資するという関係が成立していることだ。この間接ネットワーク外部性を生み出すうえで、オープン戦略の中でも標準化の重要性が極めて高いことは、標準化の基本機能から考えて自明だろう。

ビジネスエコシステムの成長において、敵はライバルエコシステムであることは少ない。それよりも重要なのは、未成熟・未成長な市場の成長を妨げている環境の未整備や様々な既存ルールだ。ビジネスエコシステムの成長を妨害するルールを変更し、必要なルールを整備することは、エコシステム全体の成長を促す。この活動をエコシステムのプレーヤーが行えば、その価値は他のプレーヤーにも価値になる。正のネットワーク外部性が発生するのである。

コストダウンについても同様だ。自社のコストダウンだけでなく、エコシステム全体のコストダウンを考慮したオープン戦略が必要だ。

ちなみに、「敵はライバルエコシステムであることは少ない」と書いたが、ライバルを生まないことも重要なビジネスエコシステム戦略だ。ライバルになりそうな者を積極的に自社の参加するエコシステムに誘い込み、仲間にしていくのである。もちろん、両者の関係だけを見ればライバル関係であることに変わりはないが、両者が一定の市場を取り合うゼロサムゲームをするのではなく、両者が協力して市場を拡大させつつ、広がった市場を分かち合うのがエコシステム上のライバル関係だ。

3.2 エコシステム時代のクローズ戦略

エコシステム時代のクローズ戦略は、もう一つのオープン戦略と同時に考えなくてはならない。それは、インタフェースの標準化のオープン戦略だ。

エコシステム時代のクローズ戦略の基本は、エコシステムのプレーヤー間で、自らが果たす役割を確立し、それを維持するという点にある。そのためには、自社だけが有する能力・知財が必須であり、それがないと、いずれエコシステム内での役割を失い、エコシ

テムの成長に伴う利益の配分を得られなくなるだろう。

この自社だけが有する能力・知財がクローズ領域であることは自明だが、同時にエコシステム時代には、その周りに作り出すインタフェース標準に2つの役割を持たせ、クローズ領域を最大限に活用することが必要だ。

一つは、インタフェースの標準化によるエコシステム参加者への「効用の提供」だ。自らの持つ技術や製品の効用をエコシステム内の参加者が使いやすい形で提供しなければ、エコシステム全体の成長に資することはできない。前述したように、情報ベースのオープン・クローズとして、「誰でも利用できるように使い方をオープン化」することは必須だ。このインタフェースの設定により、エコシステムにおける自社の役割が確立し、利益の配分を受けることができるようになる。自らの役割を明確化し、そのポジションを維持し、利益の配分を受けるビジネスを実現するうえでも標準化は大きな役割を果たす。

もう一つ重要なインタフェース標準の役割は、自らが果たすべき役割を他者に侵食されないような壁となり、自らの差別化領域を守る機能を持つことだ。インタフェース標準はモジュール化における繋ぎ目の役割だ。エコシステム全体を一つの製品とみれば、その中のメンバーは、その製品を構成する部品だ。それぞれの部品は、自らの役割を発揮するコア部分を、他の部品と接続するためのインタフェースで囲んでいる。他社はこのインタフェースを超えて侵入するよりも、インタフェースを活用してその技術を利用する方が効率的である必要がある。もしそのインタフェースが利用者にとって不満な性能の低いものであったり、そのインタフェースを飛ばして両者を高度に接続することで新たな機能が発揮できるものであったりすると、周囲はインタフェース標準を無視して入り込み、技術領域＝自社の役割を奪っていくことになるだろう。インタフェース標準の適切な設定によって、その技術や製品の利用者である調達側が、インタフェースの相手側は任せる、という気持ちになるように設計しなければならないということだ。

4. 上流と下流

4.1 標準化による利益の配分

標準化はサプライチェーンの上流側と下流側でその目的が異なり、利害が反することも認識しておく必要がある。自分を中心として考えた場合、自分の上流側

の標準化、下流側の標準化ともに様々なメリット・デメリットがある。基本的には、上流側は標準化して参入企業を増やし価格競争をしてくれることがメリットとなる。部品や材料を低コストで調達できる環境が生まれることは、ビジネス上の大きな価値であろう。ただし、この価格競争によるコストダウンのメリットを受けるのは自社だけではなく、競争各社も同様であるため、コストリーダーシップの確立には役立たないことを認識しておく必要がある。

これに対し下流側の標準化は、下流側で市場を拡大してくれるため、自らの製品市場が拡大するというメリットがある。これは一見価値が高いように見えるが、実際には下流側で価格競争が起こるため、コストダウンの要求は必ず上流側に波及する。このように、サプライチェーンにおける上流、下流との間の標準化は様々なメリットとデメリットを有している。

4.2 上流と下流の思惑の違いを活用

自分の上流側は調達対象をマルチ化し、価格競争を起こさせる。自分の下流側は出来るだけ独占する。これはビジネスの基本であり、これを支援するツールの一つが標準化だ。しかし、この環境を利用することで、市場で劣位にある企業が逆転を果たすことも可能となる。上流側からすれば、自分の下流側への供給は独占したいが、下流側からすれば上流からの調達は標準化

したい。この違いの隙間を突くことで市場劣位の逆転が可能になるのである。

過去のビジネス環境では、多くの場合欧米の巨大素材メーカーが、下流の製造業者に対する原料供給を独占している場合が多く見られた。これに対し日本企業は欧米企業がデファクト的に独占している製品と同じレベルの物を安価で、または大量に製造・販売することにより、独占企業の市場を奪ってきた。

これに対し、トップ企業と比べると開発・生産などの技術レベルが低い企業はどうすればよいだろうか。昔は、このような企業が先行企業の市場を奪うことは困難だった。しかし、現在では、多くの製品や材料がオーバースペック状態にあり、市場に対して過剰品質で提供されている。調達側からすれば、そこまでの高品質を必要としていないものを高い価格で調達させられているのである。このような環境では、調達側は、もっと品質が低くても良いので価格を安くして調達したいというニーズを持つ。これに低レベルの企業が呼応し、トップ企業の製品レベルより少し低い、自分たちが実現できる製品レベルで製品の標準化を提案することが戦略となるのだ。

このような標準化の提案は、欧米や日本のトップ供給企業からすれば全く不要な提案だが、調達側からすれば、必要十分な製品レベルを実現しており、その標

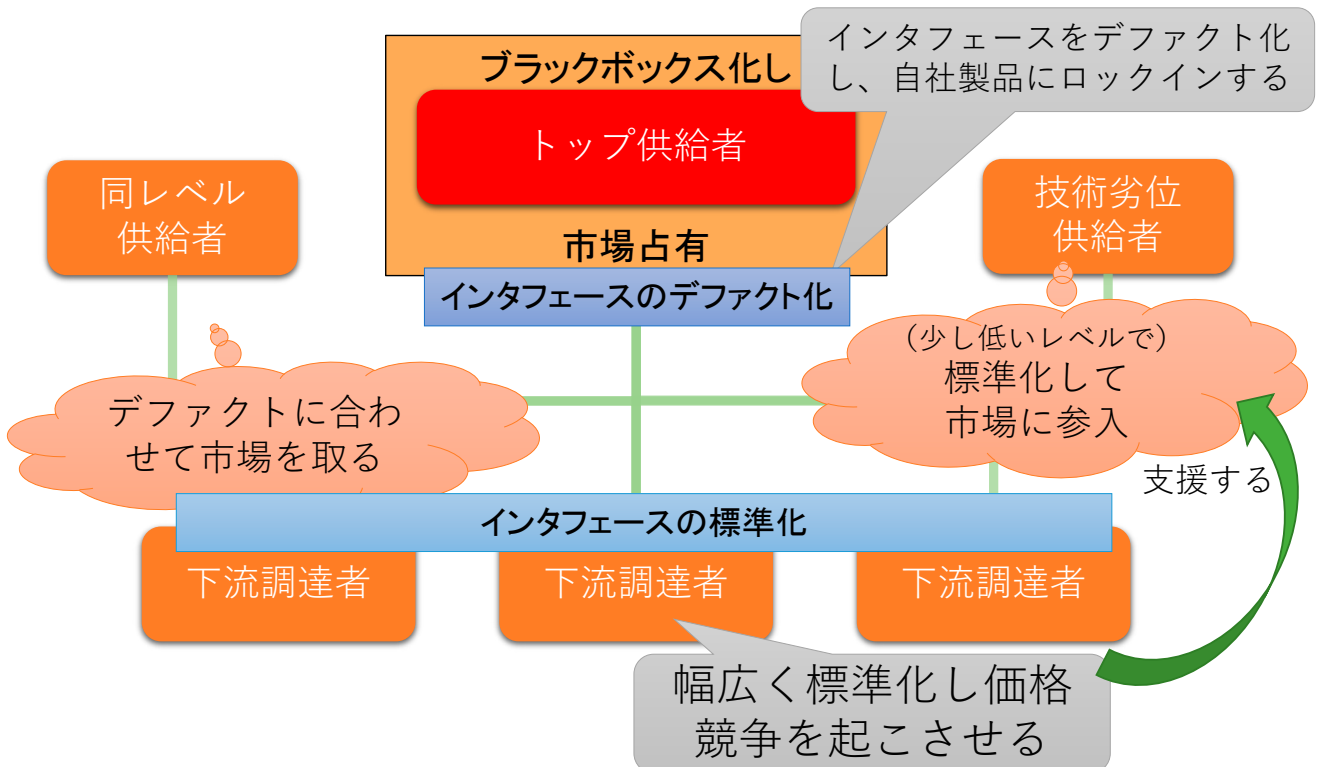


図3：標準化を活用した市場の逆転

準の成立によって参入者が増え価格競争が起こるのであれば、それは好ましい環境となる。このため、調達者側は低レベル新興企業が提案する標準化をサポートし、その標準を成立させ、その標準に沿ったレベルの製品を価格競争環境の中で調達することを可能とするのである。(図3)

5. さいごに

以上、ISO (SC13・SC14) 宇宙システム国際規格委員会における講演をもとに、国際標準化を進めることの意義と課題について、オープン・クローズ戦略を中心に整理した。本文中でも述べたように、オープン・クローズ戦略は、ビジネス活動において市場を拡大し利益を上げる上で当然行うべき戦略であり、それ自体

は決して新しい戦略ではない。但し、そこにおける特許制度の活用方法、標準化・ルール作りの活用方法には、新しい動きが様々な形で表れており、これらを把握し、活用し、新しい活用方法を生み出していくことは重要だ。

本講演や本稿の内容は、拙著『標準化ビジネス戦略大全』(2021年：日本経済新聞出版)と、日本規格協会から本年4月に発刊予定の『標準化概論』、『新・標準化戦略』(筆者編)からピックアップしている。標準化の初心者は、まず『標準化概論』で学び、ビジネス戦略の基本を『標準化ビジネス戦略大全』で知り、さらに最新の状況を詳しく学びたい方は『新・標準化戦略』を参考にして、標準化のビジネス戦略を展開して頂きたい。

令和7年度第6回SJAC講演会を開催

(一社)日本航空宇宙工業会(SJAC)は、令和8年2月27日(金)、SJAC革新航空機技術開発センター(以下、革新センター)による技術動向調査研究事業の成果報告を目的として、SJAC講演会を開催した。

尚、本講演会はSJAC会議室を会場として対面式、及びオンライン参加によるハイブリッド形式での開催とした。

1. はじめに

革新センターでは、将来出現が予想される高性能の革新航空機を開発するために必要とされる技術について調査及び実用化研究開発等を推進する活動として、革新航空機技術の動向調査を行い、その成果はSJAC講演会を通じて会員の皆様に広く共有している。

2. 講演会の概要

今年度は、以下の(1)と(2)の革新航空機技術項目について調査研究を実施し、講演会当日は会員企業及び関係団体などから約70名の参加を得て、成果報告を行った。

講演に先立ち、SJAC革新センター 青木隆平 所長(東京大学名誉教授)は、「革新航空機技術開発センターは、その中に企画委員会があり、その時々のがが国の

航空産業に役立つような技術を調査することを目的としている。様々な分野の技術の中から企画委員会が厳選したテーマの調査結果なので是非とも皆様のご参考になればと思う。」と挨拶した。

(1) 「安全性向上に向けた装備品単体における技術の現状」に関する報告

講演者：JAXA航空技術部門

航空安全イノベーションハブ

ハブ長 藤原 健氏

(講演概要は、別紙第1を参照願います)

(2) 「自己診断技術の開発、メンテナンススパンを長期化する材料技術の開発」に関する報告

講演者：東京大学 生産技術研究所

教授 岡部洋二氏



SJAC革新航空機技術開発センター
青木隆平 所長



JAXA航空技術部門
航空安全イノベーションハブ
ハブ長 藤原 健氏



東京大学 生産技術研究所
教授 岡部洋二氏



東京大学 生産技術研究所
助教 小林 大氏



追手門学院大学理工学部
講師 齋藤 理氏



名古屋大学 ナショナルコンポジットセンター
研究員 田中豊己氏

(講演概要は、別紙第2を参照願います)

(3) 「複合材の非破壊検査技術、修理技術、機体整備技術に係る最新動向の調査研究」に関する報告

講演者：東京大学 生産技術研究所

教授 岡部洋二氏

東京大学 生産技術研究所

助教 小林 大氏

追手門学院大学理工学部

講師 齋藤 理氏

(講演概要は、別紙第3を参照願います)

(4) 「航空機材料リサイクル技術 (CFRP) に係る最新動向の調査研究」に関する報告

講演者：名古屋大学 ナショナルコンポジットセンター
研究員 田中豊己氏

(講演概要は、別紙第4を参照願います)

3. 所感

今回の講演会は4テーマについて動向調査の報告を行った。アンケートによると「興味がある分野の内容だった」、「網羅的に情報を得ることが出来た」、「担当業務に参考になった」、「新しいことを知ることができた」という評価であった。また、講演者や来賓にコンタクトし、今後の連携の切っ掛けを掴んだ聴講者もいた。

今後も革新センターの調査活動を通じて、会員企業の事業活動に対して有益かつ有意義な情報発信を継続していきたい。

(一社) 日本航空宇宙工業会 技術部部長 松田圭介

令和7年度 革新航空機技術開発センター技術動向調査研究 「安全性向上に向けた装備品単体における技術の現状」

令和7年度 SJAC革新センター技術調査研究 「安全性向上に向けた装備品単体における技術の現状」に関する報告書

JAXA航空技術部門 航空安全イノベーションハブ ハブ長 藤原 健

1. 調査の目的

本調査は、GNSS（全球測位衛星システム）に対するスプーフィング（電波欺瞞）攻撃への対策技術について、装備品単体の観点からその現状、技術的特徴、成熟度を整理し、将来航空機の安全性向上に資する技術動向を明らかにすることを目的とする。

近年、民間航空機、無人航空機（UAV）、eVTOL等において、測位・航法・時刻同期（PNT）機能の中核としてGNSSが広く用いられている。RNAV/RNP運航、ADS-B監視、時刻同期など、運航の多くが衛星測位に依存している。一方、意図的な電波妨害やスプーフィング事案は世界的に増加しており、GNSS信号の信頼性確保は喫緊の課題である。

本調査では、公開文献、技術資料、国際機関報告等を基に対策技術を体系的に整理し、装備品単体で実装可能な技術に焦点を当てて比較検討を行った。

2. 背景

GNSSに対する干渉事案は近年顕著に増加している。特に東欧、中東、黒海周辺などでは、民間航空機が広域的に影響を受けた事例が報告されている。実際とは異なる位置が表示される、空港付近にいないにもかかわらず空港上空に表示される、地上走行中に高速移動しているように見えるなどの現象が発生している。

国際航空運送協会（IATA）や各国当局の分析によれば、GNSS干渉はRNP進入やRNAV経路維持に影響し、復行やダイバートの要因となっている。ADS-Bの位置情報に不整合が生じ、監視側に誤った航跡が表示される事例もある。

従来は受信不能に陥るジャミングが主であったが、近年は位置を欺くスプーフィングが増加している点の特徴である。スプーフィングは正規信号に類似した偽

信号を送信し、受信機に誤った位置・時刻を算出させるものであり、単なる信号消失よりも検知が難しい。

将来の革新航空機や都市型エアモビリティでは、地上航法施設への依存度が低下し、GNSSを基盤とした高精度・高自律航法が前提となる。特に軽量機や無人機では搭載機器の冗長化に制約があり、装備品単体の耐スプーフィング性能確保が重要である。このため、対策技術の体系的整理と実装可能性評価が求められる。

3. 技術動向

本調査では、装備品としての適用可能性および成熟度を踏まえ、対策技術を以下の四類型に整理した。

3.1 信号品質監視

信号品質監視は、受信信号の物理的特徴を解析し、異常を検出する方式である。監視対象には相関関数形状、信号強度、搬送波位相、コード位相、ドップラー周波数変化、衛星間整合性などが含まれる。

スプーフィング信号は理想的な衛星信号を完全には再現できない場合が多く、相関ピークの歪みや不自然な信号強度変動が生じる。これらを統計的に評価することで異常を検知する。受信機内部のソフトウェア改修で実装可能な場合が多く、追加ハードウェアを必要としない点が利点である。

技術成熟度は比較的高く、商用受信機でも一部機能が実装されている。ただし、高度に同期された巧妙な攻撃では検出が困難となる可能性がある。

3.2 マルチアンテナ

マルチアンテナ技術は、複数アンテナ素子を用いて信号の到来方向（DOA）を推定し、衛星方向と整合しない信号を識別する方式である。到来方向推定により偽信号の存在を検知できるほか、CRPA（Controlled Reception Pattern Antenna）技術により妨害方向へ

受信パターンのヌルを形成することが可能である。

ジャミング対策としては実績があるが、スプーフィング対策としては構成やアルゴリズムに依存する。物理的に異なる方向からの信号を識別できる点で有効性は高いが、アンテナ構成の大型化、コスト増、機体搭載スペースの確保が課題であり、小型・低消費電力化が普及の鍵となる。

3. 3 信号認証

信号認証は、衛星から送信される航法メッセージ等に暗号技術を用いた認証情報を付加し、受信機側で真正性を検証する方式である。真正な衛星からの信号であることを確認できるため、単純ななりすまし攻撃に対して有効である。

欧州GalileoのOSNMAやQZSSの認証サービスは実運用段階にあり、技術成熟度は高い。一方、正規信号を受信・遅延再送するミーコニング攻撃に対しては本質的な限界がある。これを補強するため、拡散コードレベルでの認証を目指す技術としてGPS Chimeraという技術が研究・実証段階にあるが、標準化と受信機実装の進展が必要である。

3. 4 センサ融合

センサ融合は、GNSSと慣性航法装置（INS）、気圧高度計、磁気センサ等を統合し、相互整合性を監視する方式である。GNSS位置が急変した場合でも、慣性推定値と大きく乖離すれば異常を検出できる。

航空分野ではGNSS/INS複合航法が広く実用化されており、技術成熟度は高い。短時間のスプーフィングには有効であるが、長時間にわたり徐々に誤差を与える巧妙な攻撃では検出が難しい場合がある。そのため、他方式との併用が望ましい。

4. 技術比較

各技術は検知原理、導入難易度、成熟度、重量・コストへの影響が異なる。信号品質監視は導入容易で既存装備への適用が比較的容易である。短期的対策として有効であるが、高度攻撃への耐性には限界がある。マルチアンテナ技術は物理的抑止力が高いが、装備重量やコストの増加を伴う。特に小型機では搭載制約が課題となる。信号認証は理論的に強固であり成熟度も

高いが、衛星システムへの依存性があり、ミーコニング攻撃への対処は限定的である。センサ融合は既存航空機との親和性が高く実績も豊富であるが、単独では完全防御に至らない。

以上より、単一方式での完全対策は困難である。信号品質監視による初期異常検知、信号認証による真正性確認、必要に応じたマルチアンテナの併用、さらにセンサ融合による全体整合監視を組み合わせた多層防御構成が現実的である。装備品単体としては、重量・電力・コスト制約を考慮した最適な組み合わせの検討が重要である。

5. 将来革新航空機との関連

将来の革新航空機、特にeVTOLや無人機では、自律性の向上と地上支援設備依存の低減が進む。都市環境ではマルチパスや電波環境の複雑化も想定されるため、GNSS信頼性の確保は安全設計の中核となる。

装備制約の厳しい機体では、まず信号品質監視と信号認証を基本機能として実装し、必要に応じて小型マルチアンテナや高性能センサ融合を追加する構成が有効と考えられる。また、衛星側機能強化、地上監視ネットワークとの連携、運航手順との統合も含めた総合的対策が重要である。

今後は、技術実装だけでなく、耐スプーフィング性能の評価基準策定、認証制度への反映、国際標準化動向との整合も課題となる。

6. まとめ

本調査では、GNSSスプーフィング対策技術を①信号品質監視、②マルチアンテナ、③信号認証、④センサ融合の四類型に整理し、それぞれの特徴と成熟度を概観した。各技術は一定の有効性を有するが、単独で完全な防御を実現するものではない。

将来航空機の安全確保には、多層的防御思想に基づく設計が不可欠である。装備品単体技術の整理を踏まえ、今後はシステム統合、評価手法の確立、認証枠組みとの整合を進めることが重要である。GNSS依存度が高まる将来に向け、耐スプーフィング技術の実装は航空安全の基盤強化に直結する課題である。

以上

令和7年度 革新航空機技術開発センター技術動向調査研究 「自己診断技術の開発、メンテナンススパンを長期化する材料技術の開発」

東京大学 生産技術研究所 教授 岡部洋二

1. はじめに

近年、航空機構造への複合材料の適用が拡大している一方で、複合材料は微視的な損傷が内部に発生・累積するため、従来の検査手法では損傷の検出が困難な状況も増えてきている。そのため、損傷が発生しやすい部材にあらかじめセンシングデバイスを組み込んでおき、リアルタイムでその部材の健全性を把握することで、適切なタイミングで適切な非破壊検査を実施可能にする、高効率な検査の実現が望まれている。そのような組み込みセンサで常時モニタリングをして部材の状態を自己診断する技術は、構造ヘルスマニタリング (SHM) 技術と呼ばれ、メンテナンススパンの長期化が期待できる。

2. SHMのための光ファイバ超音波センサの開発

SHMで損傷を検出するためのセンシングシステムとして主流となる方法は大きく2種類あり、一つは動的な手法として、圧電セラミックスPZT (チタン酸ジルコン酸鉛)系の素子を構造表面に複数設置しておき、それら素子間で相互に超音波を送受信して、その伝播挙動の変化から損傷を検知する方法であり、もう一つは静的な手法として、光ファイバセンサ (OFS) を構造部材に張り巡らしておき、準静的なひずみの変化を捉えることで、部材に損傷が発生したことを検知する方法である。ただし両手法とも、それぞれに特有の利点と欠点を有するため、それらを融合し、OFSを超音波センサとして用い、AE計測や超音波送受信によって損傷の発生を検知する手法が研究されている。

その一例として、Wuらは代表的なOFSの一つであるfiber Bragg Grating (FBG) センサの中央部において、屈折率変動に 180° の位相シフトを形成した位相シフトFBG (PSFBG) を超音波センサとして導入した [1]。これにより、従来のFBGセンサで問題となっていた、超音波受信における高感度化と広帯域応答性の両立を実現できている。そのため、CFRP複合材料中の微視的な損傷発生に伴って励起される微弱なAE波も、共振現象を用いずに正確なひずみ波形として捉え

ることができている [2, 3]。さらに、光ファイバは石英ガラス製で高い耐熱性を有しているため、高温環境中の構造物に発生するAE波を受信することも試みられている。その一例としてYuらはC/Cコンポジットを対象とし、 1000°C に加熱した状態で三点曲げ試験を行いながら、PSFBGセンサでAE計測を行っている [4]。しかもPSFBGによりAEひずみ波形を正確に取得できるため、計測したAEデータに機械学習を適用することで、全AE信号を3種類の損傷形態に分類することができ、耐熱複合材の高温下での破壊挙動を把握することに成功している。

ただし上述のAE計測は受動的な損傷発生ヘルスマニタリングであり、既存の損傷は検知できない。そこでレーザー超音波法と組み合わせることで、高温環境での非接触かつ簡便な損傷検出法も試みられている [5]。これは、つくばテクノロジー(株)のレーザー超音波可視化検査装置 (LUVI) の受信側に、PSFBGセンサシステムを組み込むことで実現できている。そして、セラミックス板試験片に光ファイバを1点で接着して、 1000°C に加熱した状態でパルスレーザーを試験片表面に照射し、2次元走査しながら各位置で励起された超音波をPSFBGセンサで受信して、得られた全受信波形を色の变化として同時に表示すると、逆に、光ファイバの接着点から試験片全体に広がる超音波ガイド波の伝播挙動を、動画として可視化することができている。しかもデータ処理を施すことで人工欠陥からの反射波を明確に観察でき、 1000°C の高温環境下でも超音波による損傷検知が可能になっている。加えて、高温環境で問題となるPSFBGの消失はアニーリングによる再生化によって克服できることが示され [6]、さらに光ファイバを保護するための被覆については、カーボンナノチューブ (CNT) と金の複合化により、 800°C レベルの耐熱性を有する被覆が開発されつつある [7]。

上述の一連の技術は、航空機への実用化が進んでいるCFRP複合材に限らず、エンジン内部の高温環境下で使用されるCMC等の耐熱複合材料製部材のSHMへ

の展開も期待できる。また、光ファイバセンサによるSHMは、現在も多くの研究が進められており、例えば、コアを微細構造で形成した偏波維持光ファイバFBGセンサによる、複雑形状CFRP部材の硬化過程での多軸ひずみモニタリング [8] や、FRPサンドイッチパネル内部に分布型OFSを統合したひずみ・変位計測によるSHM [9]、複合材料製水素燃料タンクのSHM [10]、分布型OFSと逆有限要素法および機械学習を組み合わせたH鋼梁の欠陥検出 [11] などがある。

3. 組込み圧電素子を用いた超音波ガイド波によるSHM

OFSそのものでは超音波励起が出来ないため、前述の研究ではレーザー超音波法により超音波を励起させていたが、SHMの実用性を考えると、超音波を発信する素子も構造物に組み込めることが望ましい。その候補の一つとして、PZT繊維から構成される柔軟なフィルム状の圧電デバイスであるMacro Fiber Composite (MFC) が挙げられる。MFCは超音波の発信だけでなく受信センサとしても用いることができるため、TanらはCFRP製モビリティへの適用を見据え、CFRP織物平板に発生した衝撃損傷を、2個のMFC間で送受信した超音波ガイド波の伝播挙動の変化から検出することを試みている [12]。ただし衝撃損傷にตอบสนองしやすいガイド波の周波数は損傷規模に応じて変化するため、広帯域のチャープガイド波を送受信させ、その最大遅れ時間を抽出することで衝撃損傷の大きさを推定可能であることを示した。さらに、2個のMFC間の直線上だけでなく、より広範囲な領域にわたって損傷を検出可能にするため、ガイド波が損傷部で全方向に拡散伝播する散乱波を捉えることを目的とし、散乱波の伝播挙動を理論計算で算出している [13]。また、航空機のCFRP製スキン・ストリング構造における衝撃損傷検知のためのMFCの最適配置を有限要素解析 (FEA) で検討したり [14]、FEAにおけるガイド波伝播シミュレーションのための衝撃損傷の簡易的モデル化 [15] も研究されている。一方で、2個のPZT素子から発信したチャープガイド波によって発生する和周波数非線形ガイド波を捉えることで、通常のガイド波では検出が困難なCFRP底面近傍の剥離を検出することも試みられている [16]。

また、PZT素子を構造物表面に複数配置し、相互に超音波ガイド波を送受信することで損傷を検出するSHM技術に関して、近年では、複雑形状の航空機実構造への展開に向けて、例えばFRP製ウイングレット

でのガイド波伝播をシミュレーションし、PZT素子の配置検討や損傷検出精度の検討をしたり [17]、複合材の異方性減衰モデルを構築し、実際のA380のナセルで検証実験が行われている [18]。一方で、大規模PZTネットワークを大型のCFRP翼パネルにコキュア一体成型する試み [19] や、航空機の大型部品に設置するための伸縮可能な大規模ガイド波センサーネットワーク [20] も研究されている。

4. CNTセンサによるひずみモニタリング

上述のOFSやPZT以外の研究として、分散配置させたカーボンナノチューブ (CNT) のピエゾ抵抗効果を利用して、その電気抵抗変化から、構造物のひずみや温度等の変化をモニタリングするCNTセンサに関する研究も多く行われている。例えばSongらは、熱可塑性ポリウレタン (TPU) の上にCNTペーストを塗布したCNTセンサについて、その電気抵抗がひずみに対して非線形に急増する点を自動で捉えることで、過剰ひずみの発生を警告する手法 [21] や、光硬化3Dプリンティングで複雑形状構造物にCNTセンサを形成する手法、スプレー法でCNT高濃度領域と低濃度領域を交互に格子状に形成することでCNTセンサの高感度化と高SN比の両立を図る手法、ハニカムコアにCNTをスプレー噴霧することでFRPサンドイッチ構造に面外応力・温度・浸水を自己検知する機能を付与する手法等を研究している。

5. まとめ

主に航空機への適用を想定した複合材料構造のSHM技術について、光ファイバセンサによる超音波受信、PZT素子による超音波ガイド波の送受信、そしてCNTひずみセンサを中心に調査研究を実施した。これらの技術を将来の革新的航空機に搭載することができれば、各部材の損傷劣化状態を常にモニタリングできるようになり、そのモニタリング結果に応じて、適切なタイミングで適切な検査を効率的に実施できるようになる。つまり、現状のTime Based Maintenance (TBM) からCondition Based Maintenance (CBM) へと移行でき、メンテナンスパンを長期化させることで、検査・運用コストを大幅に低減できる。同時に、モニタリングで予兆を捉えることで大きな故障の発生を未然に防止できれば、機体の安全性向上、長寿命化、さらなる軽量設計等に貢献することが期待できる。

参考文献

- [1] Q. Wu, Y. Okabe, *Optics Express*, **20**(27), 28353-28362 (2012)
- [2] Q. Wu, F. Yu, Y. Okabe, S. Kobayashi, *Smart Materials and Structures*, **24**(1), 015011 (2015)
- [3] F. Yu, Y. Okabe, Q. Wu, N. Shigeta, *Composites Science and Technology*, **135**(27), 116-122 (2016)
- [4] F. Yu, Z. Li, Y. Okabe, *Measurement*, **203**, 111908 (2022)
- [5] F. Yu, O. Saito, Y. Okabe, *Mechanical Systems and Signal Processing*, **147**, 107140 (2021)
- [6] Z. Li, F. Yu, O. Saito, Y. Okabe, *Mechanical Systems and Signal Processing*, **188**, 110007 (2023)
- [7] 徐傳恒, 齋藤理, 岡部洋二, *生産研究*, **77**(4), 309-313 (2025)
- [8] S. Goossens¹, M. Jiménez, E. Karachalios, H. Thienpont, F. Berghmans, *Journal of Physics: Photonics*, **8**, 015016 (2026)
- [9] M. Kulpa, T. Howiacki, A. Wiater, T. Siwowski, R. Sieńko, *Measurement*, **175**, 109099 (2021)
- [10] C. Karapanagiotis, M. Breithaupt, E. Duffner, M. Schukar, *Journal of Physics: Photonics*, **7**, 025016 (2025)
- [11] L. Zhao, J. Zhang, R. You, H.-N. Li, *Structural Health Monitoring*, OnlineFirst (2025)
- [12] L. Tan, O. Saito, F. Yu, Y. Okabe, T. Kondoh, S. Tezuka, A. Chiba, *Sensors*, **22**, 789 (2022)
- [13] L. Tan, O. Saito, Y. Okabe, *Nondestructive Testing and Evaluation*, **40**(3), 1092-1116 (2025)
- [14] O. Saito, M. Liu, Y. Okabe, H. Soejima, *Composite Structures*, **277**, 114639 (2021)
- [15] P. Deng, O. Saito, Y. Okabe, H. Soejima, *Composite Structures*, **243**, 112150 (2020)
- [16] Z. Lan, O. Saito, Y. Okabe, *ND T&E International*, **144**, 103086 (2024)
- [17] A. De Luca, D. Perfetto, A. De Fenza, G. Petrone, F. Caputo, *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, **105**, 102408 (2020)
- [18] S. Guo, M. Rébillat, N. Mechbal, *Structural Health Monitoring*, **22**(2), 1326-1352 (2023)
- [19] Y. Ren, S. Zhang, S. Yuan, L. Qiu, *Smart Materials and Structures*, **32**, 055010 (2023)
- [20] Y. Wang, L. Qiu, Y. Luo, R. Ding, *Smart Materials and Structures*, **20**(3), 861-876 (2021)
- [21] Y. Song, Y. Liu, Y. Okabe, *Materials Today Communications*, **47**, 112971 (2025)

令和7年度 革新航空機技術開発センター技術動向調査研究 「自己診断技術の開発、メンテナンススパンを長期化する材料技術の開発」

東京大学 生産技術研究所 教授 岡部洋二

1. はじめに

近年、複合材料は、その信頼性および力学的特性の向上により、航空機構造への大幅な適用が進んでおり、機体の軽量化が図られている。しかしながら、複合材料は金属材料と異なり、内部に微視的な損傷が発生・累積し、それらを外観から見つけることが困難であるため、複合材料構造に適した非破壊検査（NDI）手法の確立が望まれている。そして、検出した内部損傷発生部を高い信頼性で修理する技術、および機体整備時にそれら検査や補修を高効率で実施するプロセスの構築が期待されている。

そこで本技術動向調査においては、航空機等の大型複合材料部材に対しても高精度で欠陥を検出するためのNDI技術、およびその自動化技術、そして損傷部を高効率で修理するための、修理の自動化技術に関する研究開発動向を調査した。

2. 超音波検査

超音波検査の分野において、近年、注目されている方法の一つに、トータル・フォーカシング法（TFM）がある。これは、多数の超音波トランスデューサで構成されるプローブを用い、全てのトランスデューサのペアで送受信データを取得することで、内部欠陥を精度良く画像化する方法である。TFMをCFRP積層板に適用するためには、群速度の伝播方向に依存した変化を考慮する必要があり、これにより、内部欠陥を高解像度で検出可能となる [1]。また、非線形超音波法は、通常の超音波探傷では検出困難な微視的欠陥や閉じた剥離も検出できる利点を有しており、近年では、2種類の異なる超音波を対象物に入力して、その和周波数または差周波数成分を捉える周波数ミキシング法が研究されている。

一方で、板構造を長距離伝播するガイド波を利用して複合材料構造の損傷を検出する研究も、NDIおよび構造ヘルスマニタリングに有効な手法として、多くの研究が行われている。例えばCFRP積層板にA0モードのラム波を伝播させ、レーザードップラー振動計等で

板表面上の各位置で受信し、得られた3次元データをフーリエ変換した後に特定の波数フィルタを掛けることで、CFRP積層板内の人工剥離の3次元的な位置も特定することができる [2]。また、サンドイッチパネルのハニカムコアの周期構造に起因したガイド波のストップバンドを利用することで、界面剥がれを検出することも試みられている。

3. サーモグラフィ法（IRT）

NDIに用いられるサーモグラフィ（IRT）のほとんどは、検査対象構造物の材料表面を能動的に加熱するアクティブIRTであり、その加熱過程または冷却過程において、表面の温度履歴を観測することで内部損傷の検出を行う。その加熱には光学的な手段、特に赤外線が多く用いられており、材料表面の温度変化は一般的に赤外線カメラによって観察される。そして、得られた温度の時系列データに適切な信号処理を施すことで、対象部材の内部損傷を検出することができる。ロックインサーモグラフィ（LIT）では、正弦波状の熱刺激を与え、対象材料の温度変化をロックイン検出する。例えばCFRPスキン/アルミハニカム・サンドイッチパネルへのLITの適用による、剥がれ損傷検出可能性の有限要素シミュレーションによる検証や、コアへの水の侵入検出に適した信号処理方法の検討が行われている。また、パルスサーモグラフィ（PT）では、パルス状に加熱した材料の冷却過程における温度変化を解析して欠陥の検出をするが、その信号処理手法は多岐にわたる。加熱を長時間行うロングPTに主成分分析を組合せることで、CFRPスキン/ノーメックスハニカム・サンドイッチパネルの様々な内部欠陥を検出する研究 [3] や、短時間加熱のフラッシュサーモグラフィにTSR信号処理を組み合わせることで、CFRPスキンストリングパネルの衝撃損傷検出が試みられている。

さらに先進的な手法として、レーダーの信号処理をIRTに応用したTC-PCTという手法の研究や、TC-PCT等の手法でCFRP積層板の人工欠陥の断層像を取

得する研究 [4]、また、パルス圧縮をIRTに用いたPuCTという手法で人工剥離を有するCFRPの断層像を得る研究も行われている。

その他にも、大型CFRP部材を検査するため、ロボットアームにIRT装置を搭載して部材表面をスキャンしながらIRT画像を取得するRDOS-IRTシステムの開発 [5] や、PTに低温CO₂による冷却スキャンを組み合わせることで温度変化を加速させ、CFRPサンドイッチパネルの欠陥検出感度を向上させる研究もある。また、材料内に超音波ガイド波を励起し、損傷部でのエネルギー損失で温度を上昇させて検出する超音波サーモグラフィにより、CFRP積層板の衝撃損傷を検出する研究 [6] も興味深い。

4. X線

X線検査においては、複合材料内部の微視的欠陥を三次元的に観察する目的で、一般的にX線CTが用いられている。しかしながら、高分解能で観察するためには、サンプルをX線源に近づけた状態で、X線ビームに対して垂直な回転軸でサンプルを回転させる必要があるため、CFRP複合材料製大型部材をX線CTで観察することは困難である。一方で、X線CLと呼ばれる技術では、静止したX線源と検出器の間でサンプルを直線移動させるのみで、物体のスライス画像を取得できる。そこで、サンプルをスキャン移動させるシステムを構築し、銅メッシュ付きCFRP平板の衝撃損傷を検出することが試みられている。ただしX線CLは板状のサンプルには有効だが、厚さが大きく変化する複雑な三次元部品には適さないため、傾斜CT (ICT) の適用が研究されている。これにより、サンプルのサイズや形状を限定せずに、マイクロCTの高分解能を実現できる。そして、ICTを機械学習で強化することで、CFRP積層板の人工剥離をX線CTに近い精度で検出している [7]。

5. シェアログラフィ法

シェアログラフィ法は、対象物の面外変形をレーザー干渉計で捉え、面外変位の分布を画像として表示することのできる検査法である。そのため、何らかの外力を加えながら面外変位分布の変化を計測することで、内部損傷を検出することが可能である。最近の研究例として、レーザー照射でCFRP積層板内に超音波を励起させ、損傷部で反射して表面に面外変位が生じる挙動をシェアログラフィカメラで観察することにより、CFRP積層板の円孔周りに発生した圧縮損傷を検

出する試みが行われている [8]。これは、レーザー超音波法とシェアログラフィを組み合わせ、完全に非接触な損傷検出法となる。

6. 検査の自動化

NDIの自動化を図ることで、検査の信頼性向上や、作業員の検査労力の低減、熟練技術者の人材不足への対応などが期待できる。それは、ロボットやドローンを用いたハードウェア的な自動化と、検査結果に対して機械学習やAIを適用して自動判定するソフトウェア的な自動化が挙げられる。本調査では、主にロボットによるNDIの自動化に関する研究開発を調べた。例えば、熱可塑性CFRPで製造した水素燃料タンクを検査するため、産業用ロボットに空中超音波トランスデューサを取り付け、タンクの円筒部分における検査の自動化が試みられている。また、電動ファンの吸引力で様々な角度の検査面に吸着し、自走しながら検査するロボットについても複数のグループで研究が行われており、例えば、サーモグラフィの検査装置を小型化してロボットに搭載し、複合材料構造を検査することが試みられている [9]。

7. 修理の自動化

CFRP複合材料におけるパッチ補修についても自動化を目指すとして、それに伴い材料を除去する技術が進歩する。すると、スカーフ補修やステップ補修において、各層毎に炭素繊維方向に合わせてスカーフ角度やステップ距離を調整することで、修理面積の最小化と耐荷重性能の最大化の両立が期待できる [10]。欧州では、CAIREシステムと呼ばれる移動修理ロボットが試作されており、損傷部での研削除去と炭素繊維方向の確認を行うことで、人手による補修パッチの積層と硬化を支援する。また、DMG森精機とSAUERにより開発された表面切削ロボットは、軽量でどのような表面にも張り付き、表面スキャン、超音波切削、表面クリーニング、プラズマ活性化を行え、修理品質の向上が図られる。さらに、熱可塑性CFRP複合材構造の修理について、損傷の検出から補修パッチの溶着まで、修理工程全てを自動化することを目指したプロジェクトも行われている。

8. まとめ

超音波検査、サーモグラフィ、X線、シェアログラフィといった非破壊検査技術について、主にCFRP複合材やサンドイッチパネルを対象とした最近の研究を

調査した。いずれの手法もハードウェアとデータ処理プロセスの両面から改良が進んでおり、大型複合材料部材への適用が可能となりつつ、欠陥検出の精度および信頼性も向上してきている。さらには、ロボットと組み合わせた検査の自動化や、機械学習と組み合わせた損傷の自動識別手法も発展してきている。そして、損傷部の修理の自動化についても、切削ロボットを中心とした開発が進んでいる。これらの技術の発展は、航空機構造の検査と修理のさらなる低コスト化、および機体の長寿命化に貢献することが期待できる。

参考文献

- [1] J. Tian et al., *Mechanical Systems and Signal Processing*, **199**(2023) 110486.
- [2] Z. Guo, J. He, S. Yang, Q. Cheng, *Mechanical Systems and Signal Processing*, **237**(2025) 112997.
- [3] A. Ardebili et al., *Nondestructive Testing and Evaluation*, **40**(10) (2025) 4619-4637.
- [4] F. Wang, Y. Wang, J. Liu, Y. Wang, *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, **16**(8) (2020) 5160-5168.
- [5] R. Li et al., *Nondestructive Testing and Evaluation*, **40**(6) (2025) 2760-2779.
- [6] X. Zhang et al., *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, **15**(5) (2019) 2648-2659.
- [7] A. Metiner, Y. Nikishkov, A. Makeev, M.T. Koçyiğit, *Journal of Nondestructive Evaluation*, **44** (2025) 127.
- [8] Z.W. Tham et al., *Composites Science and Technology*, **257**(2024) 110796.
- [9] M. Janardhan Padiyar et al., *Applied Sciences*, **11** (6) (2021) 2778.
- [10] C. Ghafafian and S. Nutt, *Applied Composite Materials*, **32**(2025) 1197-1235.

令和7年度 革新航空機技術開発センター技術動向調査研究 「航空機材料リサイクル技術（CFRP）に係る最新動向の調査研究」

実施機関 名古屋大学ナショナルコンポジットセンター

1. 背景

世界的にライフサイクル全体での環境負荷低減が求められている現在、工程から発生する廃材や運用を終えた廃棄品の多くが産業廃棄物となっている複合材料を用いた製品や廃材のリサイクル技術は大きな課題となっている。

欧米で航空機のリサイクルに向けた解体・リサイクルの取組が進んでいるが、複合材のリサイクルについては課題も多く、複合材を多く使用した航空機の退役に向けたリサイクルの枠組の構築や技術開発が急務となっている。

2. 調査結果



出典) JADC YGR-5155 民間航空機に関する市場予測2025-2044 p62
http://www.jadc.jp/files/topics/199_ext_01_0.pdf

2.1 文献調査

・以下の5つのカテゴリーに分けて調査し、選定した海外文献について概要を作成した。

調査したカテゴリー	調査件数	概要作成件数
①調査・解説	8	-
②rCF回収（解体、切断、繊維分離）	7	6
③rCF基材化（紡績糸、分子接合、織物化、プリプレグ化）	7	6
④rCF適用（力学特性、信頼性、品質、設計、解析、認証）	4	2
⑤その他（樹脂再生、標準化等）	3	2

注) 調査件数には重複を含む。

- ・ rCF回収に最適なプロセスを適用することにより、vCFの90%以上の性能確保を示した文献がある一方でvCFRPとしてのバラツキ、品質確保や製品適用に向けた認定等の課題が示されている。
- ・ 一般産業用への適用は進んでいる。
- ・ 退役航空機からのリサイクルは欧米で進んでいるが、金属構造が主体であり、複合材のリサイクルについては課題が多い。
 - a. 文献調査に加えて、航空機の解体・リサイクル企業・団体30社について調査した結果、B787のアクセスドアへの工程内廃材を使用したrCFRP適用事例のほか運用機での適用事

例は見つからなかった。また、退役航空機廃材を使用した事例も見つかっていない。

- b. 運用機ではないが、Boeing社のecoDemonstratorに貨物倉内の壁パネルにrCF/バイオベース樹脂を導入している事例あり。
- c. 欧州では、HELCASプロジェクトとしてA350の胴体複合材構造をウォータージェットで切断する取組がなされている。
- d. 国内では、2023～2025年度にNEDO先導研究(下図参照)として、工程内廃材を用いてrCF回収から航空機二次構造部品及び内装部品への適用に向けた検討を行っており、2026年度から「次世代航空機向け静脈産業構築事業」として、廃材の調達から航空機への試験搭載まで行い、事業化までを視野に入れた研究開発が始まる予定である。

2.2 聞き取り調査

国内の企業・団体32社に対してアンケートの協力をお願いした。

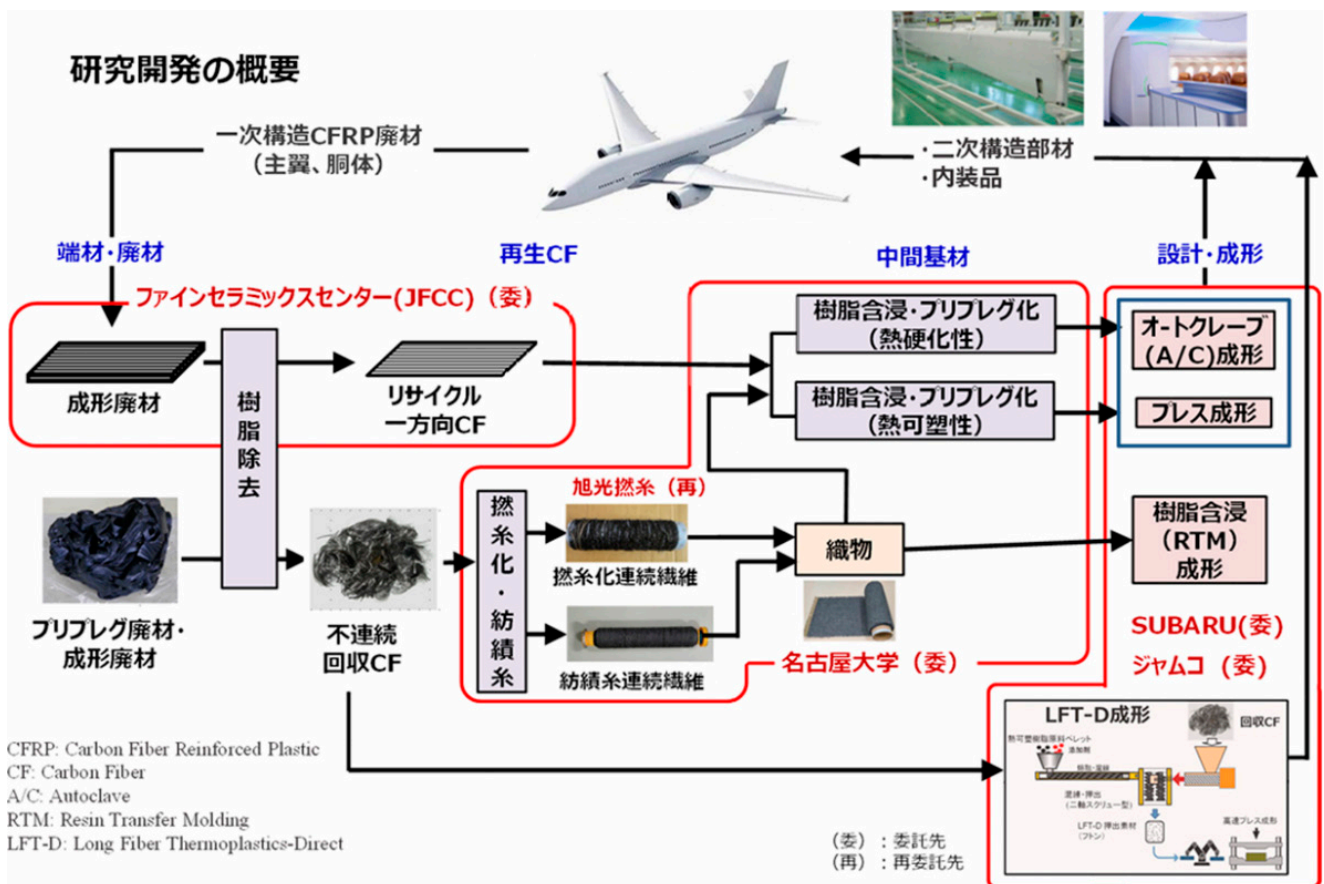
ANAホールディング様、株式会社EX-Fusion様、株式会社SUBARU様、株式会社SUNAOYA様、ア

スリサイクル株式会社様、川崎重工業株式会社様、鴻池運輸株式会社様、株式会社ジャムコ様、新明和工業株式会社様、日機装株式会社様、一般財団法人ファインセラミックスセンター様、富士加飾様、丸八株式会社様他3社様より回答頂き、以下についてまとめた。

- ・リサイクルに関する研究実績
 - ・リサイクル複合材の想定適用先
 - ・リサイクル関連技術の実用化想定時期
 - ・リサイクル複合材開発の課題
 - ・航空機材料(CFRP)のリサイクルに期待すること
- なお、国内では運用機が退役前にリース解除が売却されるため、事故等により国内で廃棄された機体のみが退役航空機からの廃材対象となり、企業の工程内廃材が中心となっている。

従来の産業廃棄物としての扱いから、有償での売却へとCFRP廃材の扱いが変わってきていることもあり、安定した廃材の供給が難しいなどの課題があり、技術的な課題解決だけでなく、サプライチェーン構築も含めた、リサイクルの枠組構築が期待される。

最後に、アンケート調査にご協力頂いた企業・団体の皆様に深く感謝いたします。



出典：NEDO先導研究プログラム2025年度 p61 「リサイクル炭素繊維の連続化技術および航空機適用技術の研究」
 (https://www.nedo.go.jp/content/800034031.pdf)

令和7年度第4回SJAC講演会

(一社)日本航空宇宙工業会(SJAC)は、去る令和8年(2026年)2月17日(火)午後、アンシス・ジャパン(株)より技術部 航空宇宙・防衛テクニカルアカウントマネージャ 澤口湧典(さわぐち ゆうすけ)氏とApplications Engineering, Sr Staff Engineer 岡本竜馬(おかもと りょうま)氏の2名を講師としてお招きし、航空機開発へのAI適用に関連して令和7年度第4回SJAC講演会を開催した。

1. 講演会の背景

近年、AI(人工知能)技術は急速な進歩を遂げており、航空機産業でもMRO分野での在庫予測等への適用例が発表されるようになってきた。一方で、航空機開発へのAI適用に関しての情報は少なく、今回この点をテーマとして講演会を開催した。本講演会は、オンラインで160名以上、SJAC会議室で12名が聴講した。

2. 講演会概要

講演に先立ち、SJAC佐藤常務より講師紹介を行い、講演を開始した。

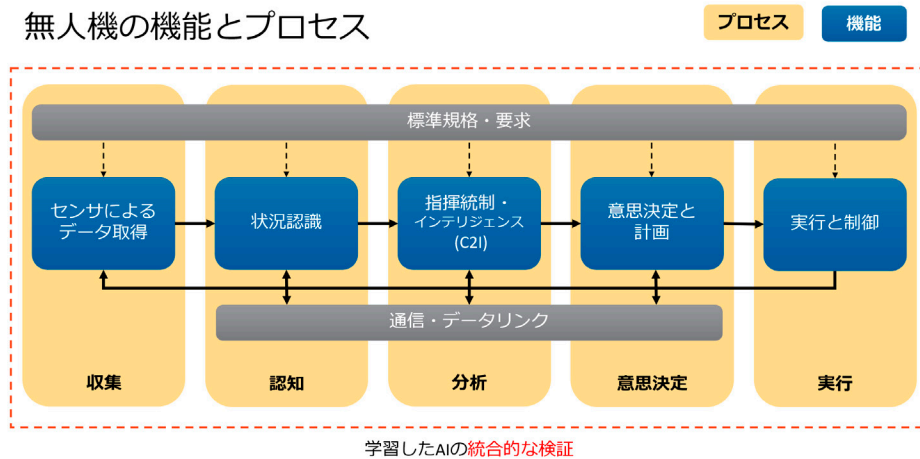
澤口氏(図1)の講演は、「実機を見据えた無人機開発プロセスの変革:シミュレーション駆動AI開発」という題目で、無人機開発におけるシミュレーション駆動のAI技術とそのプロセスの変革についてのものである。最初に、Ansys/Synopsysのそれぞれの能力と役割分担とともにNVIDIAとの連携が紹介された。続けて、日本における無人機開発の現状として、多くのプログラムにおいて官民でのミッションエンジニアリングの導入が進展していることが示された。具体的には、多様な装備品との連携を考慮したミッション策定が進行中であり、ミッションエンジニアリングの導

入により、シミュレーションを活用した無人機の開発が促進されていることが説明された。無人機的意思決定としてOODAループ(Observe-Orient-Decide-Act)により、センサ情報を「理解」して、「解釈」し、「決めて」、「行動する」というサイクルを回すことが重要であり、世間一般の「Physical AI」と共通概念かつ全世界で注目されていることが紹介された。一方で、海外における無人機開発の状況として、特にAirbusがAIを組み込んだ航空システムの開発を進めていた事例が示された。AirbusはAnsysと提携し、2030年までに自律飛行を実現するためのソフトウェア開発を行い、AIを活用した高度なフライトコントロールソフトウェアの開発が進められており、無人機向けAnsys Physical AIの活用として、無人機のAI開発において、シミュレーション駆動のアプローチを採用していること、物理ベースのシミュレーションを通じて、AIの学習と検証を行う環境を提供していること、フォーメーション・フライト・シナリオなど、実際の運用に即したシミュレーションが可能であることが紹介された。従来のVプロセスによる開発から、AI/機械学習を組み込んだWプロセスによる開発へと変化していること、そのための国際ガイドラインとしてARP6983が策定中であることが示された。ARP6983の無人機AI開発の課題と解決策として、データの質と多様性が重要な課題となっていること、学習データの生成には、物理ベースのシミュレーションが必要であること、Ansysのツールを使用することで、合成データの生成が可能となり、AIの精度向上に寄与することが紹介された。AIを活用した無人機の機能とプロセスとしては、データ収集から意思決定、実行までの一連のプロセスを通じて機能すること、センサによるデータ取得、状況認識、意思決定と計画、実行と制御が含まれること、各プロセスは、標準規格や要求に基づいて行われることが示された。実際のAI検証としてシミュレーション動画によりその統合環境が紹介された。ミッションにおけるAI検証は、無人機のミッション成功に不可欠であること、学習済みAIの検証には、



図1 アンシス・ジャパン(株) 澤口湧典氏

無人機の機能とプロセス



学習したAIの統合的な検証

41 / ©2026 ANSYS, Inc. / Proprietary. Do Not Share.

part of

図2 無人機の機能とプロセス

Ansysなどのツールが使用され、検証プロセスを通じて、AIの信頼性と性能が確保されること、シミュレーションの活用が重要であることが示された（図2）。また、まだまだ開発途上であるが重要な技術であるとまとめられた。質疑応答では、クラウド、オンプレ（自社運用）での運用が可能であること等が回答された。

岡本氏（図3）の講演は、「AIで変わる設計開発：高速化・形状生成・最適化の新しいアプローチ」という題目で、AIを活用した設計開発の新しいアプローチとその効果についてのものである。AIの導入が設計開発において重要な役割を果たすこと、市場でのAIの影響は、製品開発時間の短縮や品質向上に寄与することが解説された。AIが業績に与える影響に関する市場での成果としては、製品開発時間の短縮：30-50%、製品品質の向上：15-20%、収益の増加：10-15%と定量的に示された。さらに、最適化ワーク

フローの例を示し、AIの効果を具体的に説明された。設計開発に向けたAIソリューションの全体像として、3Dサロゲートモデル（代理モデル）や形状生成モデルを活用した新しいアプローチが紹介された（図4）。3Dサロゲートモデルとして、深層機械学習による近似解析の開発が盛んであり、Ansys SimAIでは、Data-Drivenな手法とGraph Neural Networkを使用していることが説明された。Ansys SimAIの特徴として、クラウドベースのAIプラットフォームで、ジオメトリのパラメータ化が不要であること、流体、構造、電磁界、光学など、さまざまな物理場に対応可能であることが示された。また、Ansys SimAIのデモ動画でその有効性が紹介された。Ansys GeomAI形状生成モデルとして、STL（Stereolithography）やOBJ（テキスト形式の頂点・面・テクスチャ座標情報）形式での形状データを直接生成可能であること、大規模言語モデルを用いたCADモデル生成の可能性も検討されていることが紹介された。航空業界向け適用事例として、大きな形状変化を伴う外部空力解析やジェット・エンジン・ブラケットの設計におけるAIの活用が示され、各事例でのAI導入による数十～数百倍の設計プロセスの高速化が実現できることが強調された。まとめとして、AIを導入することで設計プロセスの効率化が可能であり、3Dサロゲートモデルや形状生成モデルの活用が実用化に向かっていることが示された。質疑応答では、Ansys GeomAI構造最適化の学習モデル数は、2～3でも可能であるが、少ないモデルから学習し、シミュレーションによりモデル数を増やして学習させるのが良いこと、データの信頼性は信頼性スコアとして評価されていること等が回答された。



図3 アンシス・ジャパン(株) 岡本竜馬氏

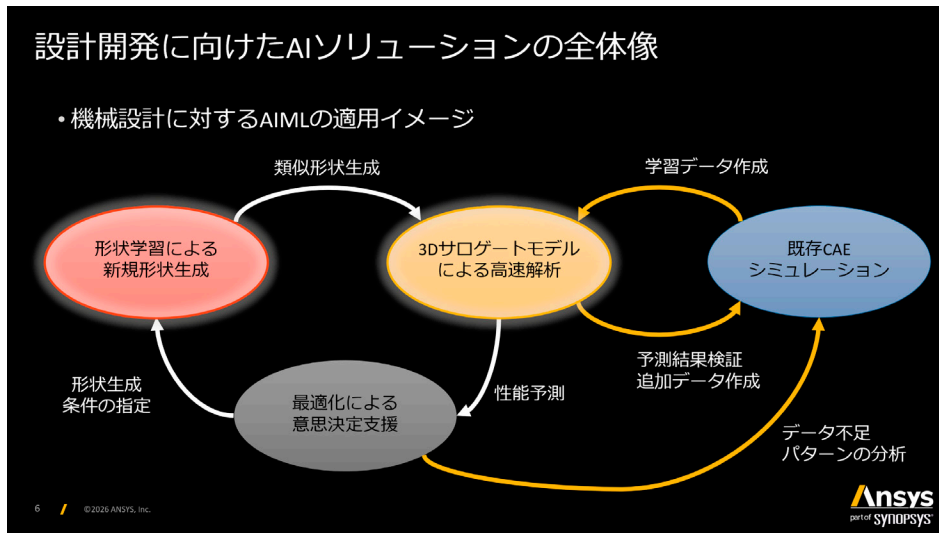


図4 設計開発に向けたAIソリューションの全体像

3. おわりに

今回の講演会は、SJAC会員企業の方々に航空機開

発へのAI適用に関して理解を深めて頂く良い機会になったと考える。

(一社) 日本航空宇宙工業会 技術部 部長 福島 明

航空宇宙ニュース

三菱重工業、無人機に搭載するAIを 開発・飛行実証に成功

三菱重工業は3月17日、米国Shield AI社と協業して無人機に搭載するAIを開発、飛行実証に成功したと発表した。発表内容は次のとおり。

三菱重工業は、無人機に搭載するAI（ミッション・オートノミー）の開発において、米国Shield AI Inc.（SAI社）が提供するAI開発環境「Hivemind Enterprise」を活用した飛行実証を行い、成功した。AI開発から実機搭載、飛行までの一連のステップをわずか8週間で完了している。

これまでの開発では、複数のオープンソースプロダクトを活用し、自社でコーディングやAI学習、シミュレーション評価、Hardware In The Loop（HIL）試験（注）を実施する環境を構築・維持してきたため、多大な労力を必要としていた。一方、今回の開発では、Hivemind Enterpriseを活用することで、ミッション・オートノミーの開発により注力できるようになった。

今回飛行実証したミッション・オートノミーの開発は2025年9月に開始し、11月7日に茨城県稲敷郡のテストフィールド、12月18日に群馬県太田市のテストフィールドで飛行実証を実施した。具体的には、事前のAI学習、シミュレーション評価、HIL試験を経てAIが完成し、このAIを搭載した無人機「ARMD

（Affordable Rapid-prototyping Mitsubishi-Drone initiative）」が大空を飛行、実証に成功している。

ミッション・オートノミーは、日本の無人機運用を決定づける重要な技術であり、国産化が不可欠だと三菱重工業は考えている。そのため、今回の日本製ミッション・オートノミーの短期間での開発を手始めに、三菱重工業とSAI社は連携を強化し、ミッション・オートノミーの開発を一層加速していく。

三菱重工業は、無人機によるさまざまな課題解決に最新のAI技術を活用して取り組むことで、安全・安心・快適な社会の実現に貢献する。

（注）実機に搭載するハードウェアで動作を検証する方法。

【ARMDの仕様】

- ・機体寸法：全長2.5m、主翼幅2.5m
- ・機体重量（離陸重量）：20kg
- ・動力：エンジン

川崎重工業、Salus社より

BK117D-3型ヘリコプターを初受注

川崎重工業は3月5日、ニュージーランドのSalus社よりBK117D-3型ヘリコプターを初めて受注するとともに、「BK117シリーズ販売促進及び整備事業協力に関する基本枠組み契約」を締結したと発表した。発表内容は要旨次のとおり。

川崎重工は、ニュージーランドに拠点を置くSalus Aviation（AW）Ltd.（Salus社）より、H145//

BK117D-3型ヘリコプターを2機受注した。納入は2026年8月と2027年1月を予定している。

本件は、オセアニア地域での初のD-3型受注であり、川崎重工業のD-3型受注実績としては累計42機目・43機目（国外向け2機目・3機目）となる。

今回の受注に先立ち、川崎重工業とSalus社は、2025年11月19日に「BK117シリーズ販売促進及び整備事業協力に関する基本枠組み契約」を締結した。Salus社は川崎重工業の長年にわたるパートナーで、BK117の運航・整備に関する豊富な知見とオセアニア地域などにおける幅広いネットワークを有しており、オセアニア地域などで運用されているBK117シリーズのメンテナンスや機体リースを手掛けている。

本契約締結による両社の協業により、オセアニア地域におけるBK117シリーズの販売体制を強化するとともに、整備・修理・オーバーホール（MRO）および訓練などのアフターサポート基盤を拡充する。

これにより、機体販売から運用支援・整備を一貫して提供できる体制を構築し、オセアニア地域の顧客満足度向上と、快適で安全な空の移動の実現に貢献する。

【H145//BK117D-3型ヘリコプター主要諸元】

全長	13.54m
全幅	1.73m（胴体）
全高	3.98m
定員	10名（標準座席）、12名（最大座席）
最大全備重量（※）	3,800kg
最大速度	約263km/h（最大全備重量、高度5,000ft時）
航続距離	723km（標準タンク、最大全備重量、高度5,000ft時）
主な装備	自動操縦装置、GPS地図表示装置等、HTAWS（地形認識警報装置）など

（※）燃料・乗員・乗客など規定された搭載物を全部搭載したときの総重量。

三菱電機、ロッキード・マーチンと安全保障用途の 静止通信衛星に関する協業で覚書締結

三菱電機は3月4日、米国のロッキード・マーチン社と、安全保障用途の静止通信衛星に関する協業に向けた覚書（MOU）を締結したと、要旨次のとおり発表した。

広域性・柔軟性に優れた衛星通信は、安全保障分野において重要な通信手段であり、世界各国において、より高性能で耐妨害性に優れた静止通信衛星の需要が増加している。

三菱電機は、国内外における衛星開発プロジェクトへの参画を通じて、宇宙開発に関する高い技術力を培っているほか、防衛装備移転三原則に基づき、防衛装備品の輸出や国際共同開発、海外サプライチェーンへの参画に取り組んでいる。ロッキード・マーチン社は、防衛・宇宙分野で最先端技術と豊富な実績を有し、米国政府をはじめ、さまざまな国のユーザー向けに宇宙領域の防衛能力を高めるソリューションを提供している。

本覚書締結に基づき、両社は、国内外の顧客向けに安全保障用途の静止通信衛星の提供を目指す。

なお、本覚書に基づく協業の一環として、三菱電機が防衛省から2月6日に受注した「次期防衛衛星通信の整備」における衛星の通信ペイロードの一つをロッキード・マーチン社がミッションパートナーとして開発・製造する。同社製の耐妨害性に優れたペイロードを衛星に搭載することで、衛星の耐妨害性能を高め、防衛省・自衛隊の作戦の基盤となる防衛衛星通信網を構築する。

今後も三菱電機は、技術による抑止力向上を通じて、安心・安全な社会の実現に貢献する。

三菱電機、スペインのロケット打上げ事業者へ出資

三菱電機は3月4日、スペインのロケット打上げ事業者であるペイロード・エアロスペース社へ出資し、小型衛星の打上げリソースを確保すると発表した。発表内容は要旨次のとおり。

三菱電機は、スペインのロケット打上げ事業者 PAYLOAD AEROSPACE, S.A. (ペイロード・エアロスペース、本社:スペイン王国バレンシア州、以下:PLD Space) と小型衛星の打上げサービスに関する協業に合意し、同社に対し5,000万ユーロを出資した。本合意に基づき、三菱電機は、今後事業拡大を目指す小型衛星の打上げリソースを確保する。

従来、衛星の開発や運用は政府主導の取り組みが主流であったが、現在は衛星の開発から打上げ、運用までを一貫して民間企業が担うニーズが高まっている。また、衛星コンステレーションをはじめとした小型衛星や、中型衛星の活用増加に伴い、ロケットによる衛星の打上げサービスの供給は世界的に逼迫傾向にあり、衛星事業者にとって打ち上げリソースの確保が課題となっている。

三菱電機は、衛星が取得したデータを活用し、顧客の課題解決や意思決定を支援する衛星観測ソリューションサービスの提供を目指している。今後、衛星コンステレーションを利用した衛星観測ソリューションサービスの本格化に向けては、必要時に適切なタイミ

ングで小型衛星を打上げられるよう、ロケット打上げ事業者をはじめとしたパートナー企業との戦略的な連携が不可欠となる。今回の出資により、三菱電機はPLD Spaceが提供する小型衛星の打上げリソースを確保する計画である。

PLD Spaceは2011年に設立され、2023年に同社が開発したMIURA 1ロケットの打上げに成功した。また、2025年には欧州宇宙機関 (ESA) が主導するコンテストで新興打上げサービス事業者として資金援助の権利を獲得しており、現在、2026年中に計画されるMIURA 5ロケットの初回打上げに向けた準備を進めている。

今回の出資を通じて、三菱電機はPLD SpaceのMIURA 5ロケットによる小型衛星の打上げサービスを優先的に獲得し、小型衛星の打上げリソースを確保することで、衛星コンステレーション構築の実現性を高める。加えて、安全保障用途や防災用途などでの衛星観測ソリューションサービス事業の拡大を目指す。三菱電機は、引き続き、わが国及びアジア地域における安心・安全な社会の実現に貢献する。

NEC、光通信衛星コンステレーション技術実証衛星の搭載機器を開発

日本電気 (NEC) は3月19日、将来の光通信衛星コンステレーション実現のための技術実証衛星の搭載機器の設計を完了したと、要旨次のとおり発表した。

NECは、光通信、高速ネットワークのルーティング設計、大容量のミリ波帯通信など、将来の光通信衛星コンステレーションの実現に重要な要素技術に関する実証を軌道で行うため、小型の技術実証衛星を開発する。このたび、本実証に用いる衛星搭載機器 (ペイロード) の設計を完了した。今後、ペイロードを製造し、衛星の共通機能部分であるバスに組み込んだ後、2027年度に地球周回軌道に打ち上げる予定。

<背景>

多数の衛星が連携し機能する衛星コンステレーションでは、通信干渉の回避と大容量データ伝送の実現に向けて、衛星間の通信に従来の無線に代えて光の採用が有力視されている。しかし、多数の小型衛星に光通信機器を搭載するには、開発・製造期間の短縮とコスト低減が不可欠である。このため、高機能・高性能で

量産実績のある地上の汎用技術を活用することが重要である。

また、数十から数千機の衛星で構成され、高速で移動する動的メッシュネットワークとして機能する光通信衛星コンステレーションにおいては、軌道上での低遅延・大容量通信を実現するルーティング処理に高い計算能力が求められる。このため、地上のネットワーク環境を前提としたルーティング設計とは異なる、高性能なアプリケーションが必要とされる。

こうした背景を踏まえNECは、これらの課題解決に向けた要素技術に関する実証を行う。

<技術実証衛星の概要>

今回NECが打上げる技術実証衛星では、以下の実証を軌道で行う。これにより、地上の試験設備では獲得が難しい知見を得て、競争力の強化を図る。

1. 民生用の光送受信機の耐放射線設計に関する実証

小型の衛星でも大容量伝送を実現できる、安価で高性能な民生用光送受信機について、宇宙空間での耐放射線設計を評価する。

2. 宇宙での高速ネットワークルーティング処理技術に関する実証

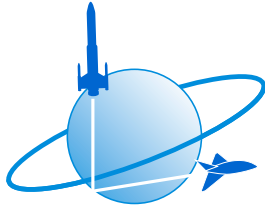
光通信衛星コンステレーションを介したデータ伝送の高速ネットワークルーティング処理に必要な要素技術として、米国AMD製の高性能信号処理デバイスであるアダプティブSoC Versalの動作実証を行う。また、将来の衛星開発の高度化・効率化を目指して、これま

で培ってきたNECの衛星に関する技術アセットと生成AIを連携させたアプリケーション開発手法の有効性に関する実証も行う。

3. 次世代ミリ波帯通信技術に関する実証

高速・大容量なデータ伝送が可能な、より高い周波数帯に移行する将来を見据え、ミリ波帯であるQ/Vバンド送受信機器を搭載し動作実証を行う。また、地上局と通信し、電波の伝搬特性データも取得する予定。

なお、本衛星の共通機能部分であるバスには、米国Apex Technology（APEX社）の既存製品である小型のAries衛星バスを採用する。



航空宇宙日誌

1. 航空関係

月 日	国	内
2. 16		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 航空自衛隊は、米空軍との共同訓練を実施した。この日米共同訓練には、航空自衛隊から第7航空団のF-2戦闘機3機、第8航空団のF-2戦闘機3機、第9航空団のF-15戦闘機5機が、米空軍からB-52爆撃機4機が参加し、2月16日と2月18日に日本海上および東シナ海上の空域で各種戦術訓練を行った。 ◆ エアロトヨタは、同社と(株)建設技術研究所との設計共同体が砂防施設の点検手法として注目されるドローン (UAV) レベル3.5飛行について、令和7年10月、国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所管内で実証試験を実施したと発表。
18		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 海上自衛隊は、米海軍と共同訓練を四国南方海空域で実施した。この共同訓練には、海上自衛隊から護衛艦1隻とEP-3電子戦データ収集機、OP-3C画像データ収集機、UP-3D訓練支援機が、米海軍からEA-18G電子戦機、F/A-18E戦闘攻撃機、E-2D早期警戒機が参加し、電磁機動戦訓練を行った。 ◆ ジャムコは、同社と宇宙航空研究開発機構 (JAXA) の提案する「Cabin Crew Centered “C”-Galley」(Cギャレー) が、クリスタル・キャビン・アワード2026でキャビン・テクノロジー部門のファイナリストに選出されたと発表。
19		<ul style="list-style-type: none"> ◆ ENEOSと鈴与商事は、フジドリームエアラインズに対し現物の持続可能な航空燃料 (SAF) 供給に代わるSAF環境価値の提供を富士山静岡空港で実施すると発表した。
21		<ul style="list-style-type: none"> ◆ JR九州、兼松、JTB、SkyDrive、Skyportsは、大分県事業「令和7年度次世代空モビリティ商用サービス開発事業費補助金事業」の一環として実施した大分県内における「空飛ぶクルマ」の社会実装プロセスの検討調査の最終報告を、大分県別府市内で実施したシンポジウムにおいて発表した。
24		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 海上自衛隊は、P-3C哨戒機を派遣し、米海軍とフィリピン海空軍およびフィリピン沿岸警備隊との共同訓練をルソン島北の海空域で実施した。 ◆ 三菱地所、兼松、SkyDriveの3社は、令和7年6月に採択された東京都の補助事業「空飛ぶクルマを活用したサービスのビジネスモデル構築に関するプロジェクト」の一環として、東京ビッグサイト東棟屋外臨時駐車場で実運用を想定した空飛ぶクルマ「SkyDrive式SD-05型」の飛行実証を実施した(～2月28日)。
26		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 日本航空 (JAL) グループのZIPAIR Tokyoは、アジア初のエアラインとしてスペースX社の衛星インターネットサービス「スターリンク」をボーイング787-8型機に搭載し、旅客便の運航を開始した。
3. 2		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 中日本航空は、三重県度会郡南伊勢町と「災害時における空中からの情報収集 (航空写真撮影及び航空レーザ測量) に関する協定」を締結したと発表。
3		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 防衛省航空幕僚監部は、航空自衛隊が米空軍およびオランダ航空宇宙軍と「日米蘭共同訓練 (風車ガーディアン)」を3月20日から4月3日まで三沢基地および同基地周辺空域において実施すると発表した。なお、航空自衛隊とオランダ航空宇宙軍の戦闘機部隊の共同訓練は国内外を通じて初めての実施となる。
4		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 国土交通省航空局は、汎用性の高いデジタル形式での航空交通・運航関連情報の提供を開始した。
5		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 海上自衛隊は、那覇航空基地の第5航空群にP-1固定翼哨戒機を初めて配備した。 ◆ 川崎重工業は、ニュージーランドのSalus Aviation社よりH145//BK117D-3型ヘリコプターを2機受注したと発表。納入は令和8年8月と令和9年1月を予定している。なお、オセアニア地域からのBK117D-3型機の受注は、今回が初めて。 ◆ ANAホールディングスは、「2026-2028年度 ANAグループ中期経営戦略」に掲げたドローン事業の令和9年商用サービス開始に向けた取り組みの一環として、令和7年10月19日から8年1月29日まで沖縄県において大型VTOL固定翼ドローンを活用した医療用医薬品および研究用血液の長距離配送検証を実施したと発表。
6		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 北大西洋条約機構 (NATO) のラドミラ・シェケリンスカ事務次長が経済産業省を訪問し、井野経済産業副大臣と日本-NATO間における防衛産業協力の促進に向けた会談を行った。また、デュアルユース・スタートアップ企業が自社の製品・技術について説明を行い、意見交換が行われた。

月 日	国 内
6	◆ SkyDriveは、一般社団法人MASCと空飛ぶクルマ「SKYDRIVE (SkyDrive式SD-05型)」の機体購入に向けた基本合意書 (LOI) を締結したと発表。
9	◆ SkyDriveは、空飛ぶクルマ「SKYDRIVE (SkyDrive式SD-05型)」の型式証明活動で国土交通省航空局と全般計画書についての合意に至ったと発表。
10	◆ SkyDriveは、米国フロリダ州を拠点に「空飛ぶクルマ」の機体販売とサービスを提供するAeroauto Global, Incと、空飛ぶクルマ「SKYDRIVE (SkyDrive式SD-05型)」の購入に向けた基本合意書 (LOI) を締結したと発表。
11	◆ 防衛省は、米国およびオーストラリアの防衛当局と「航空機用複合材料の損傷進展解析技術に係る日米豪共同研究」に関する事業取決めに署名した。 ◆ 国土交通省は、航空局の提案により国際民間航空機関 (ICAO) の国際航空分野の炭素排出削減制度 (CORSIA) における持続可能な航空燃料 (SAF) の原料として、新たに「ココナッツテスト」「乾燥ココナッツパルプ」「パンガシウス加工くず」「産業廃棄物の生物起源分」「建築/解体廃棄物の生物起源分」が登録されたと発表。
13	◆ 防衛省は、マレーシア国防省が共催および後援する国際装備展示会「ディー・エス・エー2026」(4月20日～4月23日) に防衛装備庁ブースを出展すると発表した。

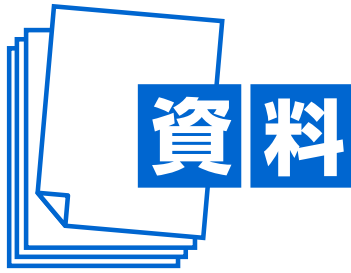
月 日	国 際
2. 16	◆ GEエアロスペース社は、ユナイテッド航空がボーイング787型機に搭載するGENxエンジン300基を発注したと発表。この契約には予備エンジンの追加供給も含まれており、ユナイテッド航空の787型機に搭載されるGENxエンジン搭載機は200機以上となる。 ◆ ノースロップ・グラマン社は、タレス・ベルギー社と欧州地域および北大西洋条約機構 (NATO) の顧客の防衛能力向上を目的とした覚書 (MOU) を締結したと発表。
17	◆ ボーイング社は、カザフスタンのエア・アスタナが787型機を最大15機発注したと発表。
18	◆ ボーイング社は、ベトナム航空が737-8型機50機を確定発注したと発表。ベトナム航空がボーイング製の単通路機を導入するのは、今回が初めて。 ◆ ボーイング社は、ベトナムの新興航空会社のサン・フーコック航空が787-9型機を最大40機発注したと発表。 ◆ ロッキード・マーチン社は、米空軍ライトパターソン基地を通じて、オーストラリア空軍にC-130J訓練装置およびアップグレードを納入するための対外有償軍事援助契約を獲得したと発表。
19	◆ アメリカン航空とCFMインターナショナル社は、同航空に今後納入されるエアバスA321neo型機に引き続きLEAP-1Aエンジンが搭載されると発表した。これらのエンジンは、アメリカン航空が2年前に発注したA321neo型機に搭載される。 ◆ ボーイング社は、開発中の777-9 (777X) 型機向け訓練装置が米国連邦航空局 (FAA) と欧州航空安全庁 (EASA) から訓練用シミュレーターとしての初期認定を取得したと発表。
23	◆ エアバス・ヘリコプターズ社は、北大西洋条約機構 (NATO) の次世代回転翼機構想「NGRC」向けに、2つの次世代回転翼機のコ概念案を発表した。
24	◆ プラット・アンド・ホイットニー社は、ジョージア州コロンバスの同社施設に2億ドルを投資し、商用および軍用エンジンプログラムを支援するため、7基目の等温鍛造プレスを追加すると発表した。
26	◆ ガルフストリーム・エアロスペース社は、ガルフストリームG700型機がインド政府民間航空総局長室の認証を取得したと発表。
3. 2	◆ エアバス社は、エア・アスタナ・グループがA320neoファミリー25機を確定発注したと発表。この契約には、A320neo型機5機とA321neo型機20機が含まれている。 ◆ レオナルド社は、英国国防省とAW149型ヘリコプター23機の製造・納入契約を締結したと発表。
4	◆ エアバス・ヘリコプターズ社は、子会社のサーベイ・コプターを通じて、欧州防衛庁 (EDA) から多任務無人航空機システム (M2UAS) プロジェクトの候補者に選定されたと発表。

月 日	国 際
6	◆ ロッキード・マーチン社は、同社傘下のシコルスキー社がS-92A+型ヘリコプターの生産準備を加速させていると発表した。
9	◆ 世界最大の垂直航空業界の展示会「VERTICON 2026」が米国ジョージア州アトランタで開催された（～3月12日）
10	◆ GEエアロスペース社は、2024年に開始されたエアバス・ヘリコプターズ社との革新的な次世代ヘリコプター推進システムの開発を目指すグローバルな研究協力の継続を発表した。 ◆ エアバス・ヘリコプターズ社は、インドのガルーダ・エアロスペース社の完全子会社であるガルーダ・テクノロジー社とフレックスローター無人航空システム（UAS）を最大18機納入する契約を締結したと発表。
11	◆ ベル・テキストロン社は、テキサス州公共安全局がベル407GX型機の購入契約に署名したと発表。 ◆ エアバス・ヘリコプターズ社は、スロバキアのヘリコプター緊急医療サービス（HEMS）運営会社であるエア・トランスポート・ヨーロッパとH135型ヘリコプター1機およびH140型ヘリコプター1機の購入契約を発表。 ◆ エアバス・ヘリコプターズ社は、ドイツのHEMS運営会社であるDRFルフトレトゥングからH145型ヘリコプター4機を新規受注したと発表。 ◆ ベル・テキストロン社は、カリフォルニア州バサデナ警察署からベル505型ヘリコプター2機を受注したと発表。
12	◆ ベル・テキストロン社は、南アフリカのナショナル・トランスミッション・カンパニー・サウスアフリカと、高電圧送電線の保守、緊急管理、運用支援を含むユーティリティ運用用にベル407GX型ヘリコプター7機の購入契約を締結したと発表。
13	◆ エアバス・ヘリコプターズ社は、日本の警察庁からH135型ヘリコプター3機を追加受注したと発表。これら3機は北海道警、島根県警、宮城県警に配備される。

2. 宇宙関係

月 日	国 内
2. 20	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 宇宙航空研究開発機構（JAXA）は、公募していた宇宙戦略基金の技術開発テーマのうち、「有人宇宙輸送システムにおける安全確保の基盤技術（文部科学省計上分）」の「(A) ロケットの往還飛行用の与圧キャビンシステムに必要な生命維持・環境制御機能と与圧機能を実現する基盤技術開発」、「(B) ロケット打上げ時の異常発生時に、搭乗員の安全を確保するロケット搭載用安全システムに必要な①異常検知機能、②離脱機能を実現するための基盤技術の検証」について、実施機関が決定したと発表。 ◆ 三菱電機は、スカパー JSAT、三井物産とともに、特別目的会社「株式会社トライサット・コンステレーション」を設立し、トライサットが2月19日に防衛省と「衛星コンステレーションの整備・運営等事業」に関する契約を締結したと発表。
25	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 経済産業省は、宇宙戦略基金の事業全体の制度設計を定める「基本方針」を関係省庁とともに改定したほか、令和7年度補正予算により経済産業省で実施する技術開発テーマを決める「宇宙戦略基金実施方針（経済産業省計上分）第三期技術開発テーマ」を内閣府とともに策定した。 ◆ JAXAは、宇宙開発利用部会 調査・安全小委員会（第60回）にH3ロケット8号機の打上げ失敗原因調査状況について報告した。
27	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 三菱電機、三菱UFJ銀行、ID&Eホールディングス、国際航業、ゼンリンの5社は、衛星データサービス企画(株)（SDS）へ出資した。これに伴い、SDSは事業会社化し、「衛星データサービス(株)」として4月から始動する予定。
3. 4	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 三菱電機は、米国のロッキード・マーチン社と安全保障用途の静止通信衛星に関する協業に向けた覚書（MOU）を締結したと発表。同MOUにもとづき、両社は、国内外の顧客向けに安全保障用途の静止通信衛星を提供する。 ◆ 三菱電機は、スペインのロケット打上げ事業者であるペイロード・エアロスペース社と小型衛星の打上げサービスに関する協業に合意し、同社に対し5,000万ユーロを出資したと発表。この合意に基づき、三菱電機は、事業拡大を目指す小型衛星の打上げリソースを確保する。
5	<ul style="list-style-type: none"> ◆ JAXAは、令和7年12月14日に上げられた「小型実証衛星4号機（RAISE-4）」について、初期機能確認運用フェーズを終え、定常運用フェーズに移行したと発表。 ◆ 三菱電機は、JAXAの「小型実証衛星4号機（RAISE-4）」に搭載された同社開発の民生GPU実証機GEMINIが軌道上での運用において、初期機能確認を完了したと発表。 ◆ スペースワンは、カイロスロケット3号機をスペースポート紀伊より打上げたが、ミッション4のステップ2の段階で、飛行中断措置を行った。
6	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 防衛省は、「軌道上での自国衛星の監視・防御技術に関する研究（測距）」について株式会社Orbital Lasers、「軌道上での自国衛星の監視・防御技術に関する研究（把持）」についてアストロスケール、「軌道上での自国衛星の監視・防御技術に関する研究（周辺監視装置）」について三菱電機と、それぞれ契約が成立したと発表。 ◆ スカパー JSATホールディングスは、100%子会社であるスカパー JSATが、(株)QPSホールディングスが実施する第三者割当増資を受けることを決議したと発表。
7	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 新型宇宙ステーション補給機1号機（HTV-X1）が国際宇宙ステーション（ISS）から離脱した。
12	<ul style="list-style-type: none"> ◆ JAXAは、HTV-X1のISSからの離脱後の最初の技術実証ミッションとして、3月11日に衛星放出を実施したと発表。
13	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 航空幕僚監部防衛部長の久保田隆裕空将補とフランス航空宇宙軍フランス宇宙コマンド司令官のヴァンサン・シュソー航空宇宙軍少将は、フランス宇宙コマンドにおける航空自衛隊の連絡官派遣に関する文書に署名した。
14	<ul style="list-style-type: none"> ◆ JAXAは、H3ロケット6号機（30形態試験機）の打上げに向けた開発試験の一環として、第2回1段実機型タンクステージ燃焼試験（CFT）を種子島宇宙センターにおいて実施（～3月15日）し、計画通り終了した。

月 日	国 際
2. 14	◆ スペースX社は、ファルコン9ロケットを米国カリフォルニア州のヴァンデンバーグ宇宙軍基地から打上げ、搭載していたスターリンク衛星24機の軌道投入に成功した。なお、今回の打上げはファルコン9にとって通算600回目となる。
16	◆ スペースX社は、ファルコン9ロケットを米国フロリダ州のケープカナベラル宇宙軍基地から打上げ、搭載していたスターリンク衛星29機の軌道投入に成功した。
19	◆ スペースX社は、ファルコン9ロケットをケープカナベラル宇宙軍基地から打上げ、搭載していたスターリンク衛星29機の軌道投入に成功した。
21	◆ スペースX社は、ファルコン9ロケットをケープカナベラル宇宙軍基地から打上げ、搭載していたスターリンク衛星25機の軌道投入に成功した。
	◆ スペースX社は、ファルコン9ロケットをケープカナベラル宇宙軍基地から打上げ、搭載していたスターリンク衛星28機の軌道投入に成功した。
23	◆ 米国のスターラブ・スペース社は、同社が開発中の商業宇宙ステーション「Starlab」について、米国航空宇宙局（NASA）による商業詳細設計審査（CCDR）を完了したと発表。
24	◆ スペースX社は、ファルコン9ロケットをケープカナベラル宇宙軍基地から打上げ、搭載していたスターリンク衛星29機の軌道投入に成功した。
25	◆ スペースX社は、ファルコン9ロケットをヴァンデンバーグ宇宙軍基地から打上げ、搭載していたスターリンク衛星25機の軌道投入に成功した。
27	◆ 中国は、2026年の有人宇宙飛行計画を発表し、有人ミッション2回と貨物補給ミッション1回を実施する予定を明らかにした。
	◆ ロケットラボ社は、HASTEロケットを米国バージニア州ワロップス島の同社施設から打上げ、搭載していたオーストラリアのHypersonix社が開発した極超音速飛行実証機「DART AE」の打上げに成功した。
3. 1	◆ スペースX社は、ファルコン9ロケットをヴァンデンバーグ宇宙軍基地から打上げ、搭載していたスターリンク衛星25機の軌道投入に成功した。
	◆ スペースX社は、ファルコン9ロケットをケープカナベラル宇宙軍基地から打上げ、搭載していたスターリンク衛星29機の軌道投入に成功した。
3	◆ ICEYE社は、ブラジルのアマゾンにおける違法な熱帯林の喪失に対する取り締まりを強化するための森林伐採監視ソリューションを発表した。
4	◆ スペースX社は、ファルコン9ロケットをケープカナベラル宇宙軍基地から打上げ、搭載していたスターリンク衛星29機の軌道投入に成功した。
6	◆ ロケットラボ社は、エレクトロンロケットをニュージーランドのマヒア半島にある同社施設から打上げ、搭載していた商業衛星1機の軌道投入に成功した。
8	◆ スペースX社は、ファルコン9ロケットをヴァンデンバーグ宇宙軍基地から打上げ、搭載していたスターリンク衛星25機の軌道投入に成功した。
9	◆ スペースX社は、ファルコン9ロケットをケープカナベラル宇宙軍基地から打上げ、搭載していたEchoStar社の放送衛星「EchoStar 25」の軌道投入に成功した。
11	◆ 米国のファイアフライ・エアロスペース社は、アルファロケットをヴァンデンバーグ宇宙軍基地から打上げ、搭載していたロッキード・マーチン社向け実証ペイロードの軌道投入に成功した。
12	◆ NASAは、有人月周回ミッション「アルテミスⅡ」の飛行準備審査（FRR）を完了したと発表。
13	◆ 中国は、長征8Aロケットを海南省の海南商業航天発射場から打上げ、搭載していた中国衛星ネットワーク集団の「衛星インターネット低軌道衛星群20組（SatNet LEO Group 20）」9機の軌道投入に成功した。
	◆ 中国は、長征2Dロケットを四川省の西昌衛星発射センターから打上げ、搭載していた「試験30号衛星03星／04星」の軌道投入に成功した。
	◆ スペースX社は、ファルコン9ロケットをヴァンデンバーグ宇宙軍基地から打上げ、搭載していたスターリンク衛星25機の軌道投入に成功した。
14	◆ スペースX社は、ファルコン9ロケットをケープカナベラル宇宙軍基地から打上げ、搭載していたスターリンク衛星29機の軌道投入に成功した。



航空機生産実績（2026（令和8）年1月）

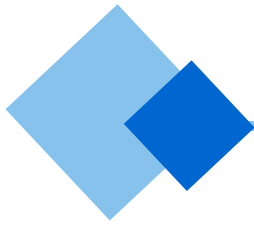
（単位：百万円）

生産品目名	計	防衛向け（含、特需）		民間向け		輸出（参考値）
	金額	数量	金額	数量	金額	金額
製造（合計）	157,979		23,330		134,649	78,874
機体	47,668		X		X	34,114
機体本体	1,038	0	X	X	X	50
固定翼機	X	X	X	0	0	
ターボジェット機	X	X	X	0	0	
ターボプロップ機	0	0	0	0	0	
回転翼機（ヘリコプタ）	X	X	X	X	X	0
その他の航空機	X	X	X	0	0	35
無人航空機						15
機体部品・付属装置	46,630		8,058		38,572	34,064
機体部品	39,928		6,612		33,316	34,054
付属装置・室内装備	6,702		1,446		5,256	10
エンジン	97,601		X		X	44,759
エンジン本体	1,329	X	X	X	X	117
ターボジェットエンジン	X	X	X	0	0	
ターボシャフトエンジン	X	X	X	0	0	
その他エンジン	X	0	0	X	X	
エンジン用部品	96,272		3,819		92,453	44,642
その他機器	7,869		5,283		2,586	1
補機（エンジンの付属品を含む）	4,905		3,199		1,706	
航空計器・操縦訓練用設備	2,964		2,084		880	1
航空機（計）	153,138		18,489		134,649	78,874
その他航空機関連機器	4,841		4,841			
海上・航空移動通信装置	725		725			
レーダー装置	4,116		4,116			
修理（合計）	23,837		17,456		6,381	
機体	14,802		12,763		2,039	
機体本体	8,482		6,862		1,620	
固定翼機	6,754		X		X	
ターボジェット機	5,593		X		X	
ターボプロップ機	1,161		X		X	
回転翼機（ヘリコプタ）	1,626		1,544		82	
その他の航空機	102		X		X	
機体部品・付属装置	6,320		5,901		419	
機体部品	5,725		5,524		201	
付属装置・室内装備	595		377		218	
エンジン	7,556		3,613		3,943	
エンジン本体	7,400		3,593		3,807	
ターボジェットエンジン	X		X		3,807	
ターボシャフトエンジン	X		X		0	
その他エンジン	X		X		0	
エンジン用部品	156		20		136	
その他機器	1,479		1,080		399	
補機（エンジンの付属品を含む）	651		508		143	
航空計器・操縦訓練用設備	828		572		256	
合計	181,816		40,786		141,030	78,874
（除、その他航空機関連機器）	(176,975)		(35,945)		(141,030)	(78,874)

月末従業員数 27,742人

出典：経済産業省生産動態統計月報
（輸出のみ：財務省貿易統計）

（注）無人航空機は生産動態統計の製品コードにはないが、令和4年1月から貿易統計のHSコードに新たに設定された。
X：出典（経産省生産動態統計）中の令和2年1月以降の一部データは、機種別内訳数値が明記されていない。



新入会員のお知らせ

2026年4月ご入会

【正会員】

埼玉車体株式会社 <https://s-shatai.com/>

【賛助会員】

IFSジャパン株式会社 <https://www.ifs.com/ja>

S3（エスキューブ）プランニング

J X 金属株式会社 <https://www.jx-nmm.com/>

株式会社トードインターナショナル <https://www.tod.co.jp/>

一般社団法人 日本類別協会 <https://www.jpnca.or.jp/>



航空と宇宙
日本航空宇宙工業会会報 第 868 号

2026 年 04 月 10 日 発行

- ★本誌に掲載された記事で、意見を述べてあるものについては、筆者の個人的見解であることをお断りします。
- ★本誌記事の無断転載を禁じます。

発行 / 編集 一般社団法人 日本航空宇宙工業会
The Society of Japanese Aerospace Companies (SJAC)
東京都港区赤坂二丁目 5 番 8 号 ヒューリック JP 赤坂ビル 10 階
TEL (03)3585-0511 (代)
FAX (03)3585-0541
<https://www.sjac.or.jp>
