

商用航空機産業における 構造転換・将来見通し



西 和哉



川原拓人



細川済弘



濱野友輝

CONTENTS

- I 国内航空機産業における環境変化
- II グローバルプレイヤーの戦略
- III カーボンニュートラルによる先進技術の進展と産業への影響
- IV 航空機産業における戦略方向性

要約

- 1 近年、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）による航空需要激減に加えて、国産完成機として期待が高まっていたMSJ計画中止も重なり、日本国内の航空機製造産業は逆風下にさらされていたが、足元では市場回復が急速に進んでいる。長期的な観点では、グローバルでのサプライチェーンの変化や航空機の脱炭素化に向けた技術革新などへ視線を向けることの重要性が増している。
- 2 機体OEMのサプライヤー戦略に焦点を当てると、取引サプライヤー数の減少傾向は共通的に見られる一方、内外製戦略には差が見られる。ボーイングはB787の失敗を活かし、部材内製化へ進む一方、エアバスは一部大型部品をメガTier 1に任せるなど、調達範囲の拡大に舵を切っている。上記OEMの動きを受け、サプライヤーの合従連衡が欧米を中心に進展している。また、航空機の脱炭素化に向けた先進技術の活用については、新規プレイヤーと既存OEMで対象技術ごとに棲み分けも進み始めている。
- 3 日本は諸外国と比べ、M&A件数が低位安定しており、業界内での再編・巨大化／合理化が遅れていると見られる。自社長期戦略のレビューに加えて、M&Aや国際標準化議論への参加といった将来成長に向けたアクションが重要となる。また、新規技術や完成機事業の方針転換などで事業環境が大きく変わった今、ベースとなる産業ビジョンの改定も必要となる。

I 国内航空機産業における環境変化

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）のパンデミックは、世界中のエアラインだけでなく航空機製造メーカーに対しても大きな影響を与えた。加えてわが国ではMSJ（旧MRJ）の開発中止決定により、戦略の大きな転換が求められている。本章ではCOVID-19が航空業界全体に与えた影響や、わが国におけるMSJプロジェクト中止の影響および環境変化について述べる。

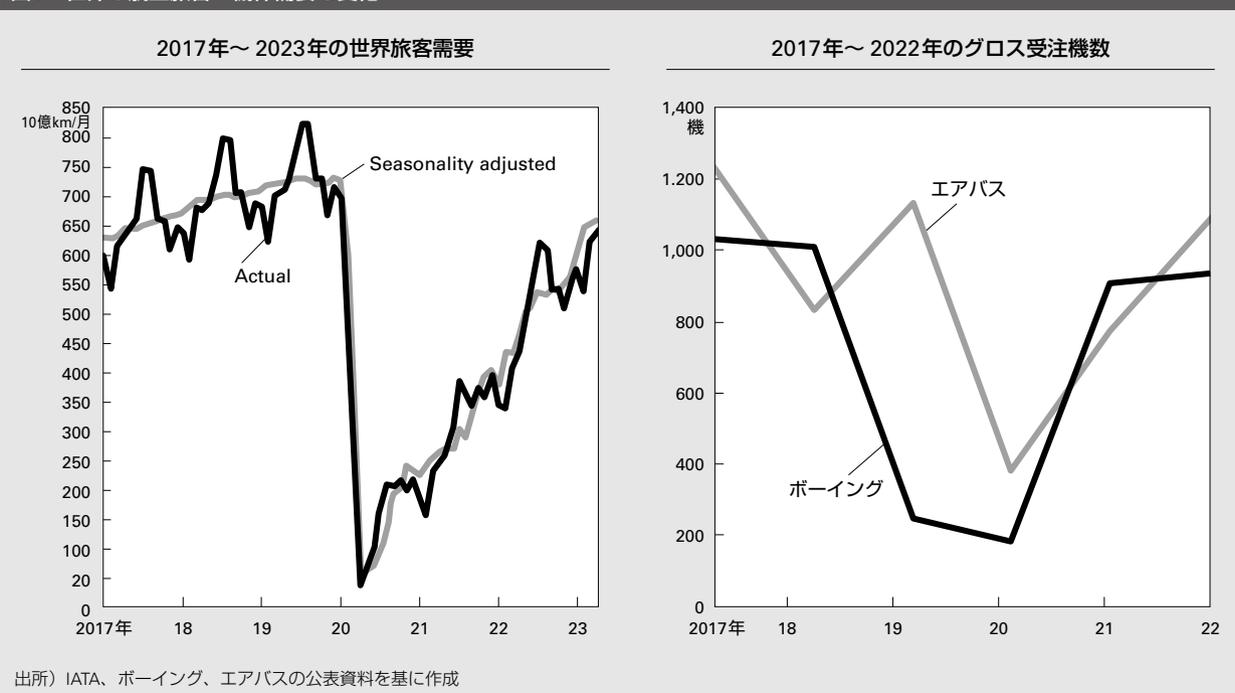
1 航空産業の市場環境とコロナによる変化

2010年代の航空業界は、07年のB787の登場により、従来想定されていた超大型機と小型機を活用したハブアンドスポーク方式か

ら、高効率な中型機および小型機による直行便運航へシフトが進んでおり、それに伴う機材の更新も進んでいた。図1左側のグラフで示すとおり、COVID-19のパンデミックを背景に航空旅客需要は一時的に激減したものの、IATA（International Air Transport Association：国際航空運送協会）の報告によると、23年4月時点で世界の旅客需要（RPK）はコロナ禍前比90.5%まで回復し、23年度中には多くのエアラインで黒字化が予想されている。

また、特にフル・サービス・キャリア（以下、FSC）を中心に、古い機材の退役による経営の効率化が図られていた影響で、今後、急激な需要回復に対応すべく新規機材購入が進み、OEMをはじめとした航空機製造業界にも復活の兆しが見え始めている。特にB737MAXやA320neoといった高効率かつ長

図1 世界の航空旅客・機体需要の変化



距離を飛行可能な小型機を中心に、OEMへの発注数は増加傾向にある。図1右側のグラフで示すとおり、COVID-19の影響を最も色濃く受けた20年にボーイングとエアバスのグロス発注数はそれぞれ184機と383機だったのに対し、22年にはそれぞれ935機と1078機まで回復している。

加えて、一部では急激な需要の拡大に対応すべくモスボールされた機体のライン復帰も進んでおり、再就役に向けた整備用部品不足や、保管中に実施された機体改修に使用するための部品不足による争奪戦が起きており、今後もさらなる成長が見込まれる。特に米国においてはFAA（Federal Aviation Administration：米国連邦航空局）のPMA（Parts Manufacturer Approval）制度の下で、航空機OEM以外の中小部品メーカーに対しても部品の製造依頼が多く寄せられている。他方で、FAAのPMAは米国企業を対象とした認証・保証制度であるため、完成機体を独自に開発していないわが国の航空機サプライヤーについては、直接OEMへ対象部品を納入している企業以外への影響は限定的であると推測される。

2 MSJの残したインパクト

航空産業は航空機の需要に伴い、COVID-19の影響を受けつつも今後は回復・右肩上がりでの成長基調が見込まれることを述べた。一方、国内航空産業の動向を論じるうえで特有の事象として、三菱重工業株式会社（以下、三菱重工）が開発してきたMSJについて触れておきたい。

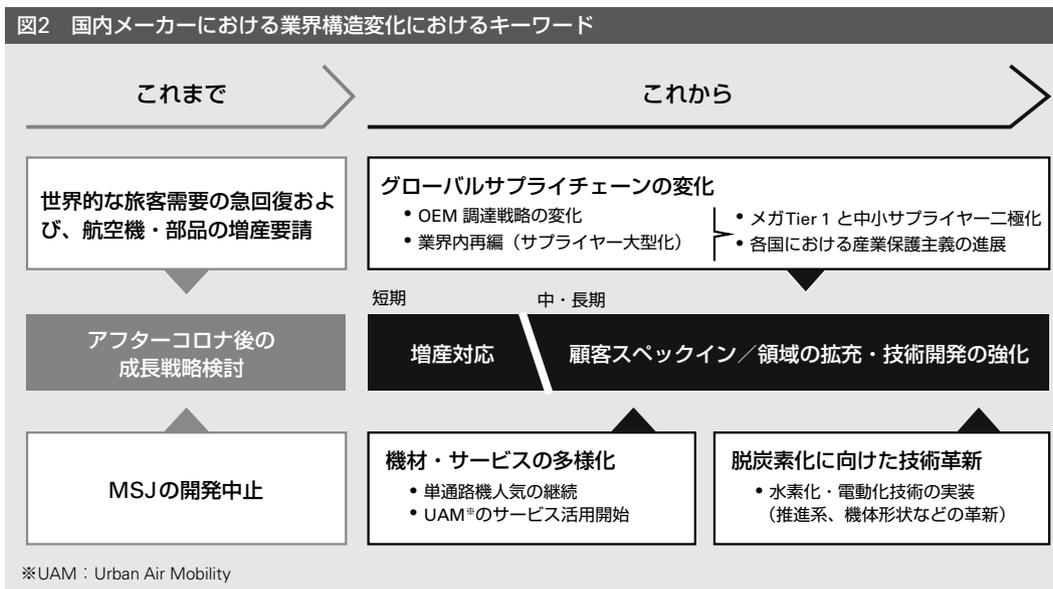
日本は長らく、国内航空機産業の将来像として、完成機製造を目標とした航空産業ビジ

ョンを設定してきた。2003年からは経済産業省およびNEDO（国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構）が旗振り役となり、環境適応型の小型航空機を対象に、軽量化などによる環境負荷の低減に資する材料技術などの要素研究が進められてきた。本活動が、MSJ開発の源流であり、08年には全日本空輸（ANA）より25機の発注を受け、三菱重工の100%子会社として三菱航空機が設立され、事業がスタートした。最新の航空産業ビジョン（15年12月11日）においても、MSJを念頭に置いた完成機事業への取り組みを筆頭に、20年2兆円、30年3兆円の売上高を目標としてきた。

しかしながら、23年2月には三菱重工よりMSJ（三菱スペースジェット、JMRJ）の開発中止が発表された。これは、三菱重工だけではなく、完成機事業を目標としていた日本の航空産業ビジョンの根幹にかかわるものであり、日本の航空産業にかかわるすべての事業者にとって非常に大きな打撃であることが想定される。実際に、MSJの製造開始を見込み、設備を追加・新規導入した国内航空サプライヤーも存在しており、アフターコロナの急回復分が相殺された形になってしまっていると考えられる。

MSJの開発中止は短中期的に国内航空産業の下振れ要因となり得る。一方で、日本における産業レベルでのコネクション強化（FAA／EASA〈European Aviation Safety Agency：欧州航空安全機関〉）や、完成機製造ノウハウの獲得（完成機メーカーとしての視点獲得）など、今後の航空産業ビジネスにプラスとなる点も存在する。後述するが、今後の航空機製造におけるサプライチェーンには、

図2 国内メーカーにおける業界構造変化におけるキーワード



より大きなシステム単位での開発・納入が求められるようになると考えられるため、国内航空サプライヤーはMSJで得た知見を基に、ビジネスを加速していくことが求められる。

3 国内航空機産業における構造変化の兆し

足元の国内航空機産業では、グローバルでの航空需要の回復、それに伴い顕在化し始めた航空機製造産業の活況と並行し、MSJの頓挫に伴う計画の見直しと、急ピッチでの対応が迫られている。しかし、同時に世界では、図2に示すとおり、グローバルサプライチェーンの変化や航空機の脱炭素化に向けた新たな技術領域への投資・研究開発強化などをキーワードに、将来的な構造変化が着々と進むものと予測する。業界の構造変化は、新規参入や事業拡大を目指す上では非常に大きなポイントとなるからこそ、変化の潮流に関する現状・見通しを踏まえ、戦略方向性を議論することが求められる。

II グローバルプレイヤーの戦略

近年ではグローバル化に伴うサプライヤーの多角化や業界全体の大型化、カーボンニュートラルへの圧力、そしてCOVID-19のパンデミックによる航空機産業全体の急速な規模縮小および需要の揺り戻しなど、各社の戦略に対して大きなインパクトを与える事象が複数発生していた。本章では、そのような状況下における各社の戦略や企業動向について述べる。

1 ボーイング／エアバス／メガTier 1 の戦略

ボーイングは、現在、B737MAXにおけるシステムの問題やB787の製造上の問題、そしてB777Xの設計上の問題など、複数の解決すべき課題を抱えている。こういった背景から、現在は課題解決に注力しているため、NMAと呼ばれていたB757を代替すると予想される新規機体開発についてはあまり積極的

な動きが見られない。

このような動きは脱炭素技術を含む次世代航空機開発にも少なからず影響を及ぼしていると思われる。競合他社のように燃料の水素化や推進システムの電動化といった完全な新技術に対するアプローチではなく、自社が主体となって開発しているのはトラスブレース翼やBLI技術、そして100%SAFの搭載など、既存の内燃機関搭載型航空機の延長線上でのGHG実質排出量ゼロを目指した機体を中心と見える。ただし水素や電動化、空飛ぶクルマに対して全く何も取り組んでいないわけではなく、NASAと共同での水素燃料タンクの開発や、電動化や水素化を実現した機体の機内構成および空港ハンドリングのコンセプトの検討、そして空飛ぶクルマを開発するウィスクエアロへの4億5000万ドルの融資など、基礎研究やベンチャー企業への投資を通じて開発に取り組んでいる。

エアバスはベストセラー機であるA320のエンジンを換装したA320neoシリーズや、エンジンおよび主翼を換装したA330neoシリーズを開発したばかりであり、A350を含めて現状、販売可能な最新機種が多く、開発体制に余力があると考えられる。そのためボーイングと比較すると、よりアグレッシブに環境低負荷な次世代航空機の開発に注力している。数年前より複数種類のZEROeコンセプトモデルを公表し、水素燃料電池や水素ガスタービンエンジン、またこれら2つのハイブリッド推進システムを搭載した機体の開発を進めている。

機体形状についても従来型のチューブ&ウイング形式に閉じず、システムを着脱可能なポッド化した機体や、ブレンデッドウイング

ボディ機についても開発コンセプトとして掲げている。またA318、319の生産終了に伴う小型機ラインアップ補完対策の一環として、ボンバルディアのCシリーズを買収してA220として製造販売するなど、ボーイングに対抗すべくエアバスエコシステムの規模拡大戦略を取っていると考えられる。

エアバスと同様に新技術開発に対して積極的に動いているのが、航空機エンジンを開発しているエンジンOEMである。エンジンの進歩は航空機の高効率化や脱炭素化に向けて最も重要なパートであり、また今後、推進システムが電動モーターや水素に置き換わった際に最も大きな影響を受ける業種の一つでもある。そのため各社は既存エンジンの効率化と次世代燃料対応型エンジンの双方で開発を進めている。

たとえば、CFMインターナショナルを構成するサフランとGEは、共同でCFM RISEプログラムを立ち上げ、既存エンジンと比較してCO₂排出量が最大20%削減可能なエンジンの開発や、当該エンジンの100%SAF対応や水素燃料対応の研究を進めている。またロールスロイスも既存エンジンでの100%SAF運用実証や、イージージェットと共同での小型機向け水素ガスタービンエンジンの開発を開始している。さらにレイセオン・テクノロジー傘下のプラット・アンド・ホイットニー（P&W、米）やコリンズエアロスペースは、欧州のClean Aviationプロジェクトに参加し、7つの持続可能な航空関連技術開発に取り組むなどしている。このように、エンジンOEMは活発な新技術開発を行い、環境対応などの構造的変化に備えている。

機体OEMへ部品を納入するTier 1につい

ては、推進システムが変更されたとしても、今後、大幅な装備品の変更は少ないと予想されるため、機体OEMやエンジンOEMと比較して環境適応を中心とした技術開発の積極的な動きは必ずしも見られない。他方で、より高い競争力を維持することを目的に、企業間の買収・合併が進んでいる。たとえば2020年にはユニテッド・テクノロジーズとレイセオンが合併し、ロッキードやボーイングと肩を並べる規模の軍事・航空宇宙企業が誕生した。両社は合併により、米軍向けの軍事部門での提案力や競争力を強化するとともに、そこで得られた最新技術や知見を民間機部門へ横展開することで、民間機部門での競争力向上を目指していると考えられる。

2 完成機における

日本のシェアと内外製戦略

前節では各メーカーの戦略を論じてきたが、本節では各メーカーの戦略の中でも、特に完成機の内外製戦略、および日系メーカーシェアへの影響について論ずる。

(1) ボーイング

日本は昔からボーイングとのつながりが強い。1982年に運航開始されたワイドボディ機のB767が最初の共同開発であり、日本が16%のシェアを獲得したことをはじめとして、95年運航開始のB777では21%を、2011年運航開始のB787では35%まで拡大してきた。

日本がシェアを上げてきた背景に、ボーイングのアウトソーシング拡大がある。実際に、B787では従来の35~50%を大きく上回る70%がアウトソーシングであった。しかしながら、B787は初飛行の遅れをはじめ、機

体の不具合などによって複数回にわたり運航停止を余儀なくされており、高すぎるアウトソーシング率が一因であると考えられている。

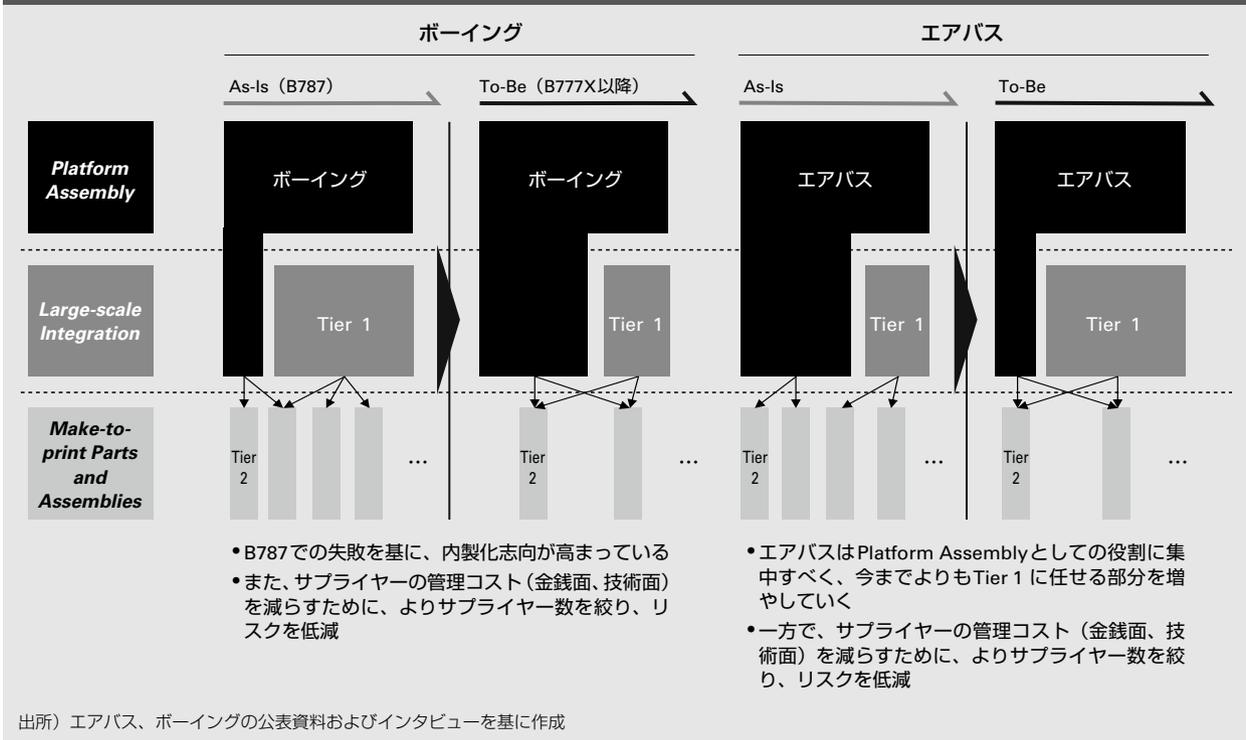
ボーイングはB787を教訓に、現在では揺り戻す形で自社製造比率を高めていると推察される。2021年には機体構造部品などを幅広く手掛けるTier 1企業であるTECT Aerospace社（米）を買収している。TECT社の倒産はコロナとB737MAXのシステム問題に起因する出荷停止が影響しており、救済措置と内製領域拡大の両面の意義があると考えられる。また、次世代機であるB777Xの日本のシェアが21%と旧程度まで戻っていることから、ボーイングの内製志向が高まっていることが見て取れる。今後もそのような流れは当面続くと考えられ、旧来Tier 1が担っていた部分をボーイングが一部担うことになるため、現在のTier 2企業との直取引が拡大することが予想される（図3）。

また、管理するサプライヤー数が増加すると、品質面のリスクや管理コストが増大するといった問題が発生する。ボーイングは1998年におよそ3万社だったサプライヤー数を2005年には6500社、19年には3000社まで減らしており、任せられるサプライヤーを厳選して発注するようになっている。詳細は次節にて説明するが、高度化するOEMの要求に応えられるよう、また、より大型・付加価値の高い部品・システムを担うべく、米国では有力Tier1/2企業の合従連衡が進んでいる。

(2) エアバス

日本はボーイングとのつながりが強い一方、エアバスへはボーイングよりも入り込め

図3 エアバスとボーイングの調達構造の変化



ておらず、1974年運航開始のA300ではシェアがほぼ0%、2007年運航開始のA380でも3%となっている。しかしながら、最新機であるA350には12%（エンジン含む）と、徐々にではあるがシェアが拡大している。

エアバスは前述したボーイングとは逆に、足元ではアウトソーシング率を高めようとする動きが見られる。エアバスはシステムインテグレーターとして、組み立てなどに注力する一方、付加価値の低いMake-to-printパーツは完全にアウトソースし、一部大型部品に関してもメガTier 1とRRSP（リスク&レベニューシェアリングパートナー：開発費用をOEMとTier 1で分担し、分担割合に応じて販売収益を得る方式）を締結し、よりアウトソーシングを進めようとしている（図3）。そのため、Tier 1にとってはより難易度の高

い、複合的なシステムのケイパビリティが必要とされている。

一方で、Make-to-printパーツのサプライヤーに関しては、ボーイングと同じくサプライヤーの管理コストを減らすために、サプライヤー数を絞り、リスクを低減する構想を持っている。詳細は次節にて説明するが、より大型・付加価値の高い部品・システムを担うべく、たとえばメカクローム（仏）のウィーアー（仏）買収など、欧州でも米国と同様に有力Tier 1 / 2企業の合従連衡が進んでいる。

このようにエアバスでは、サプライヤー数という観点ではボーイングと同じく、取引数を減らし、管理コスト・リスク低減を進める一方、アウトソーシング率の観点ではボーイングと逆に、より大きなモジュール・システムをTier 1に任せることで、自社の資産効率

を高める戦略を取っている。

サプライヤーレベルでの各国シェア・アウトソーシング比率に加えて、メガTier 1と中小サプライヤーの二極化が今後も一層進展すると考えられ、結果としてグローバルでのサプライチェーンの在り方は今後も変化が続くと見通している。

3 海外における

航空機サプライヤーの合従連衡

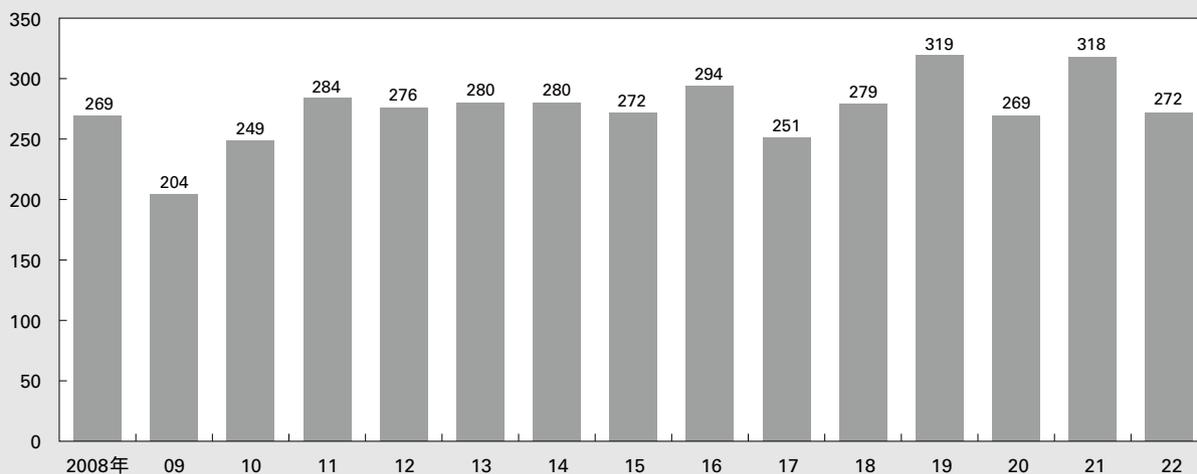
こうしたOEMの動きに対して、サプライヤー側の動きも活発化している。

図4は航空宇宙防衛業界におけるM&A件数を示しているが、2019年以降M&Aの件数が増加していることが見て取れる。20年は新型コロナウイルスの影響、22年は地政学・マクロ経済の不安定さの影響で減少しているが、それでも両年ともに18年以前とそれほど変わらない数字になっており、何より21年には19年に次ぐ件数になっている。こうしたことから、航空機業界では業界再編が継続して

おり、サプライヤーによる合従連衡が盛んになっていることがうかがえる。こうしたサプライヤーの合従連衡の背景には大きく2つの要因があると考えられる。

1点目は、OEMからのサプライチェーン簡素化に向けた要求に応えるべく、各サプライヤーが自社の事業領域を拡大する必要性に迫られていることが挙げられる。そもそも航空機業界は、1機当たりで使用される部品数の多さなどが原因で、サプライチェーンがとて複雑化しているという特徴があった。一方で、航空機部品には高い品質や安全性が求められるほか、サプライチェーン上のステークホルダーが多いために製造タイムラインが正確にひかれているという側面もあり、OEMからサプライヤーへ圧力をかけることで供給安定性の確保やコスト低減を行うケースも多く見られてきた。こうした中で、先に述べたとおり、ボーイングやエアバスといったOEMは、自社内製領域の拡大やサプライヤー数の削減を続けているのが現状である。

図4 航空宇宙防衛業界におけるM&A件数



出所) Capital IQ Proを基に作成

そのため、サプライヤーは生き残りをかけて自社内で対応できる領域を増やす必要性に駆られており、こうした側面を踏まえたM&Aが増えているのである。

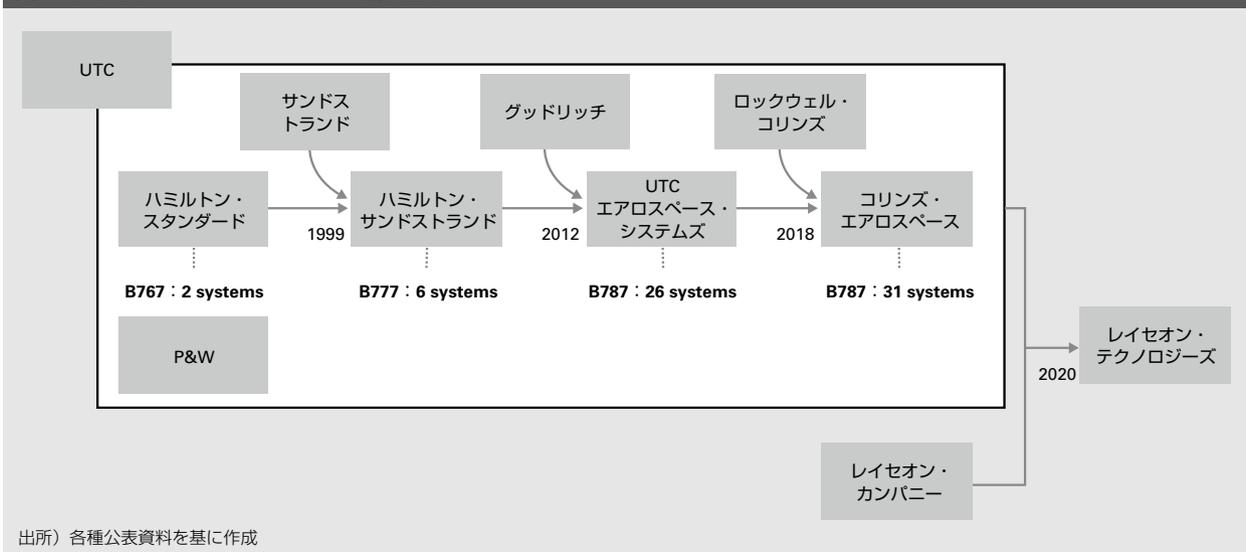
このようなサプライヤーの例として、売上高世界第2位（FY2022）の航空宇宙防衛コングロマリット企業であるレイセオン・テクノロジーズ（米）が挙げられる。同社は、図5のように30年以上前から買収を繰り返す中で、エアバスやボーイングよりも大規模なサプライヤーへと成長を遂げている。1934年、反トラスト法によりボーイングやユナイテッド航空（米）と分割され、1975年にユナイテッド・テクノロジーズ（UTC、米）となった。大きく2つのビジネスユニットがあり、1つが航空エンジンOEMのP&W、もう1つが機体システムなどを手掛けるハミルトン・スタンダード（米）であった。

図5にあるとおり、ハミルトン・スタンダード時代にはB767向けにギアシステムなど2システムのみを納入していたが、1999年に

サンドストランド（米）を買収し、B767の次世代機に当たるB777向けにはギアシステムだけでなく燃料システムなど6システムを納入することになった。さらに2012年に大手サプライヤーのグッドリッチ（米）、2018年にロックウェル・コリンズ（米）を買収し、最新機種のB787向けにアビオニクスや与圧装置などを含め31システムを納入している。

このとおり、UTCは買収を通じて①個別部品だけでなく、システムレベルで最適化された提案を可能にし、②商品ラインナップを拡充することでOEMの管理コストを削減し、③規模の経済からくるコスト競争力を獲得する、という3点により、OEMにとってなくてはならないサプライヤーへと成長している。この再編は、UTCのみならず産業界・政治のさまざまな思惑が絡み合っていると考えられる。20年には防衛産業の大手であるレイセオン・カンパニー（米）と合併し、研究開発の高度化や材料コ

図5 レイセオン・テクノロジーズの成り立ち



ストの低減などのシナジーを見込んでいる。

また直近でも、航空機業界向けの高精度機器を中心事業に据えるメカクロームが、22年に航空宇宙・防衛分野の精密機械加工を専門とするウィーアーの買収をする中で事業拡大を行い、欧州で5番目に大きな航空宇宙部品メーカーになっている。この買収は、メカクロームにとっての最大顧客であるエアバスによるサプライヤー削減の動きを意識したものであると考えられ、やはり先述のOEMの戦略に伴ってサプライヤー内での合従連衡の動きは活発化しているものと考えられる。

2点目には、より長期目線で見た際の脱炭素化の流れを受け、新技術開発の必要性が高まっていることが挙げられる。現在、自動車業界ではEVの普及など、脱炭素化に向けた動きが急速に進んでいるが、航空機業界でも同様に電動化、水素化といった脱炭素化に向けた動きが活発化しつつある。こうした側面から、新技術の台頭に伴う業界再編の兆しもあり、そうした動向に取り残されないためにも、M&Aを通して新技術を取り入れるサプライヤーが増えてきているのである。

実際、サフラン（仏）はタレス（仏）の電動航空事業部門の買収に向けて交渉を進めており、電動化に向けた事業強化を精力的に進めている。あくまでこれは一例に過ぎないが、エアバスのZEROeコンセプトに代表されるような、OEMの脱炭素化に向けた動きに伴い、サプライヤーとしても取り残されないう、危機感を感じさせる事例が増えている。

本節では、OEMの品質担保やコスト低減に向けたサプライヤー数の削減方針や、脱炭素化に向けた動きに対応する形で、サプライ

ヤー同士の合従連衡が進んでいることを論じてきたが、こうした風潮は今後より一層強まると考えられる。航空機（部品を含む）は半導体などと同じくハイテク製品として扱われており、これまでもイランやロシアなどに対して輸出規制が取られるケースがあった。今後、地政学リスクと関連し、各国・地域の産業保護主義が一層進展する可能性もある。

そのような状況下で、足元の供給不安定性の高まりを受け、OEMとしても複雑かつ不安定なサプライチェーンに強い危機感を持つようになってきている。そのため、今後はOEMがサプライチェーンの可視化・簡素化を通じた、より強固なサプライチェーンの構築を進めることが考えられ、それに付随する形でサプライヤー間におけるM&Aなどを通じた合従連衡の動きは今後も加速していくだろう。加えて、いわずもがなではあるが、脱炭素化に向けた動きもより一層加速していくことが考えられ、そうした側面での業界再編も進むと予想される。この先の航空機業界では、こうした動向を踏まえた迅速な活動が重要になってくると考える。

Ⅲ カーボンニュートラルによる 先進技術の進展と産業への影響

航空機におけるカーボンニュートラルに向けた先進技術の活用方針については、図6に示すとおり機体全体でさまざまな取り組みがなされている。解像度を上げて現状を見ると、技術領域ごとに開発を主導するプレーヤーが異なっており、新規プレーヤーと既存OEMで大まかな棲み分けがなされている。本章では、燃料および推進システムの変革

と、機体構造の変革の大きく2つの方針に関して、技術の開発動向やプレーヤーについて説明する。

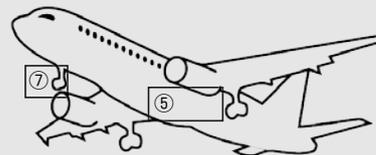
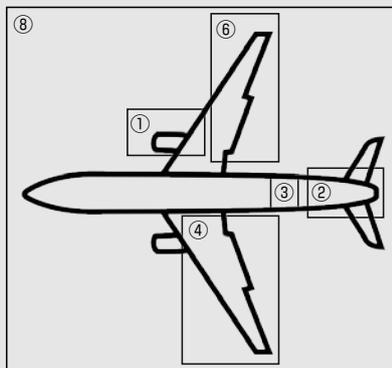
1 新規プレーヤーの台頭

推進システムの電動化分野では、欧米を中心に複数のベンチャー企業がモーターなどシステムの開発や、それらを統合して既存機体に搭載した飛行試験に向けた研究に取り組ん

でいる。中でも図6の①、③に該当するモーターやインバーターについては高出力密度化が必要不可欠であるものの、既存航空機の延長線上にある技術では必ずしも対応できるわけではないため、従来の航空機関連企業ではなく、特にベンチャー企業が注力している領域となっている。たとえば電動化推進システムに使用される高出力モーターやインバーターは、米国のライトエレクトリックが注力し

図6 カーボンニュートラルに向けた機体における技術革新と産業の動向

領域	技術革新のポイント	業界における動き
① エンジン	<ul style="list-style-type: none"> 旅客機クラスのエンジンを置き換えるために、高出力化と軽量化を同時に実現した高出力密度モーターが必要 水素は燃焼性が高く、燃焼器内でのコントロール技術が必要 高圧での水素燃焼時における、窒素酸化物生成への対応が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 航空機向けモーターを専門に開発するベンチャーが複数設立され、シーメンスなどとともにMWクラスの出力を誇るモーターを開発中 産業用用途での水素ガスタービンの事例を基に、主にエンジンOEMで開発が進行中 エアバスのZEROeは一部機体で水素エンジンの搭載を予定
② ジェネレーター	<ul style="list-style-type: none"> 高出力密度かつ場所によって高温耐性が必要 	<ul style="list-style-type: none"> エンジンOEMを中心に高出力密度化したジェネレーターを開発中
③ インバーター・コンバーター	<ul style="list-style-type: none"> 通常の搭載機器向けと比較して高出力密度化が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 一部メーカーにおいて高高度かつ低温でも動作可能な航空機専用品を開発
④ 燃料タンク	<ul style="list-style-type: none"> 低温高圧で水素貯蔵可能なタンクが必要 漏れを最小限に抑えるバルブやコネクターが必要 	<ul style="list-style-type: none"> CFRPを使用した水素燃料タンクを開発 漏れを前提としたタンク表面用の触媒についても研究
⑤ バッテリー	<ul style="list-style-type: none"> 高出力密度化および発火に対する安全性確保が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 単一セルでの大型化は充電密度および認証の観点で難しく、小さなセルを複数つなげる形で設計
⑥ 動翼用アクチュエーター	<ul style="list-style-type: none"> 油圧配管を排除し電動化することで整備性と重量減に寄与 	<ul style="list-style-type: none"> 電動油圧式や電動機械式を中心に、バックアップ用途からメイン用途へ移行
⑦ タキシングモーター	<ul style="list-style-type: none"> インホイールモーターでタキシングを実施しCO₂排出削減に寄与 	<ul style="list-style-type: none"> 標準化団体が議論開始 国外では複数の企業が開発中
⑧ 機体全体	<ul style="list-style-type: none"> 水素燃料タンクや高バイパス比エンジン搭載に対応した機体レイアウトを開発 	<ul style="list-style-type: none"> トラスブレース翼やブレンデッドウイングボディなど、従来にない機体コンセプトをボーイングやエアバスが提示し開発中



出所) 各種公表資料を基に作成

ており、英国のブリティッシュ・エアスペースが製造した100席級の四発旅客機BAe146のエンジンをモーターに換装した機体の開発を進めている。こういったベンチャー企業には、従来の機体OEMやエンジンOEM、メガTier 1 からも出資や共同研究の形で協力を進めている。たとえばハネウェルなどのエンジンメーカーは、推進システムの電動化により受ける影響が特に大きいため、ベンチャー出資など、積極的な投資活動も顕在化している。

推進システム以外にも、図6の⑤で示すバッテリー分野では、自動車業界を含む異業者からの新規参入余地があると考えられる。たとえばルノーはエアバスとバッテリー開発に関して提携しており、エネルギーの高密度化による軽量化やバッテリーマネジメントシステム、バッテリー自身のライフサイクルの基礎研究も行っている。

また水素の利活用に関して、図6の①に該当する水素ガスタービンエンジンについては、エンジンOEMを中心に既存航空機関連プレイヤーの技術開発が中心となっているが、特に燃料電池分野には異業種からの新規プレイヤーの参入が見込まれる。中でも自動車業界では既に燃料電池車が実用化されているため、ベンチャー企業だけでなく技術的に先行している自動車メーカーから空飛ぶクルマなどへの参入事例が見受けられる。たとえば韓国の現代自動車は傘下のスパーナルを通じて空飛ぶクルマを開発しており、2028年のeVTOL（電動垂直離着陸機）での商用飛行開始を目指している。

ほかにも水素利活用に関するベンチャー企業の開発動向として、固定翼機分野ではユニバーサル・ハイドロジェンが世界で初めて旅

客機クラスのDHC-8-300へ水素燃料電池を搭載して飛行に成功するなど、複数の機体サイズで開発や試験飛行が進んでいる。

2 カーボンニュートラルに向けた既存OEMの技術革新

既存OEMに目を向けると、現在の航空機や技術の延長線上でのカーボンニュートラルに向けた技術開発が中心であり、たとえば燃料や推進システムの変革には100%SAFの活用や水素ガスタービンエンジンの開発が該当する。SAFについてはカーボンニュートラルに向けた技術革新の中で最も実現に近い段階にあり、既に原料や製造方法に応じて10%～最大50%まで従来の航空燃料と混合し使用することがASTMで認められている。他方で100%SAFを活用した運航には、芳香族が含まれないことによるゴムパッキンの膨潤性低下やSAF原料の腐食性など複数の解決すべき課題があり、ロールスロイスなどを中心に複数のエンジンOEMが既存エンジンやタンク、バルブなどの改修を含む技術開発に取り組んでいる。

水素の利用においては、水素ガスタービンエンジンに取り組む既存OEMが多く見受けられ、エアバスのZEROeプロジェクトや、ロールスロイス、CFMインターナショナルの技術開発などが有力な事例として挙げられる。ただ、こちらもSAFと同様に解決すべき課題が多く、たとえば水素単体をガスタービンエンジンで燃焼した際に多く発生してしまう窒素酸化物への対処やタンクから漏れ出る水素ガスを無害化するための触媒の研究、高圧かつ低温な液体水素を安定的にエンジンへ供給するバルブシステム、発火点が低く燃

焼しやすい水素の燃焼コントロール技術などが挙げられる。また、水素は既存化石燃料と比較してエネルギー密度が約4分の1と小さいことから、燃料タンクの再配置や機外ポッド化、機体のブレンデッドウイングボディ化によるスペースの確保など、機体OEMでもさまざまな検討や開発が進んでいる。

図6の⑧で示す機体全体の構造変化は、上記のような水素エンジン化に伴うもの以外にも、既存エンジンを活用した効率化の観点でも技術開発が進んでいる。たとえばボーイングが研究を進めるトラスブレース翼は、高効率な細長い翼を搭載しつつ、遷音速域の速度で飛行可能な機体を目指すことで、より実用性の高い機体の開発が進められている。またこの機体は主翼を機体上部に設置することで、現在地上とのクリアランスの影響で最大1:14程度といわれているバイパス比を高めるとともに、オープンローターシステムのジェットエンジンにも対応可能な構造となっている。さらに、機体の尾部に電動モーターを搭載し、パワーアシストおよび境界層を吸い込み摩擦抵抗を減らして燃費向上を実現する機体も開発するなど、既存航空機向けの技術を生かしつつカーボンニュートラルを実現するための技術開発に特に取り組んでいる。

このように、次世代の航空機開発には従来機体メーカーではなかった企業も参入し、日本の競合相手となる可能性がある。そのため、情報収集をOEMだけに集中するのではなく、その他の新規参入企業との対話の機会を持ちつつ、日本全体のシェア引き下げ回避と異業種からの新規参入を目指して対応方針を検討すべきであると考え。

IV 航空機産業における戦略方向性

ここまで、日本の航空産業が置かれている状況とグローバルプレイヤーの戦略、新技術の発展状況について論じてきた。本章では以上の内容を踏まえ、今後の国内航空機産業が、グローバルプレイヤーと対等に戦うための戦略方向性を提言したい。

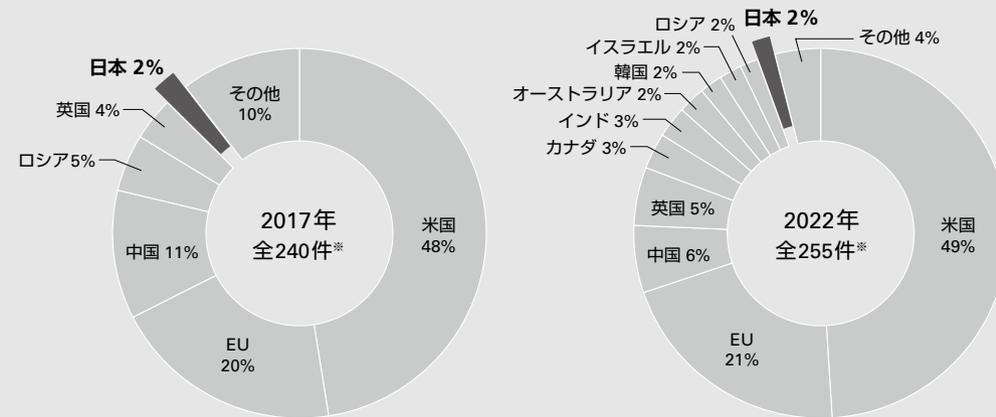
1 海外メガTier 1・有力Tier 2に 対抗するためのM&Aと協業促進

前述のとおり、海外ではメガTier 1やTier 2に限らず、より大型のシステム・部品を製造できるケイパビリティ、財務安定性などOEMの要求の高度化に対応して、また、自身の競争力を強化するために、非常に盛んなM&Aが実施されている。図7に示すとおり、M&A件数の約50%が米国、約20%がEUで、その次に中国が続くという構図は、コロナ前の2017年も直近も同じである。日本を見ると、買い手となったM&A件数は全体の2%と低位安定しており、このままではより巨大になっていく海外Tier 1、Tier 2に苦戦することが想定される。海外サプライヤーと戦っていくためにも、国内航空機産業においてM&Aの必要性がより高まっていると考える。

図8に示すとおり、M&A実施の方向性として、①自社ケイパビリティ（工程）拡大、②技術開発強化、③販売先拡大、④製品ポートフォリオ拡大、の大きく4つが考えられる。①はTier 2以下が、②はTier1が、③および④はTier 1 / 2いずれも対象となる。

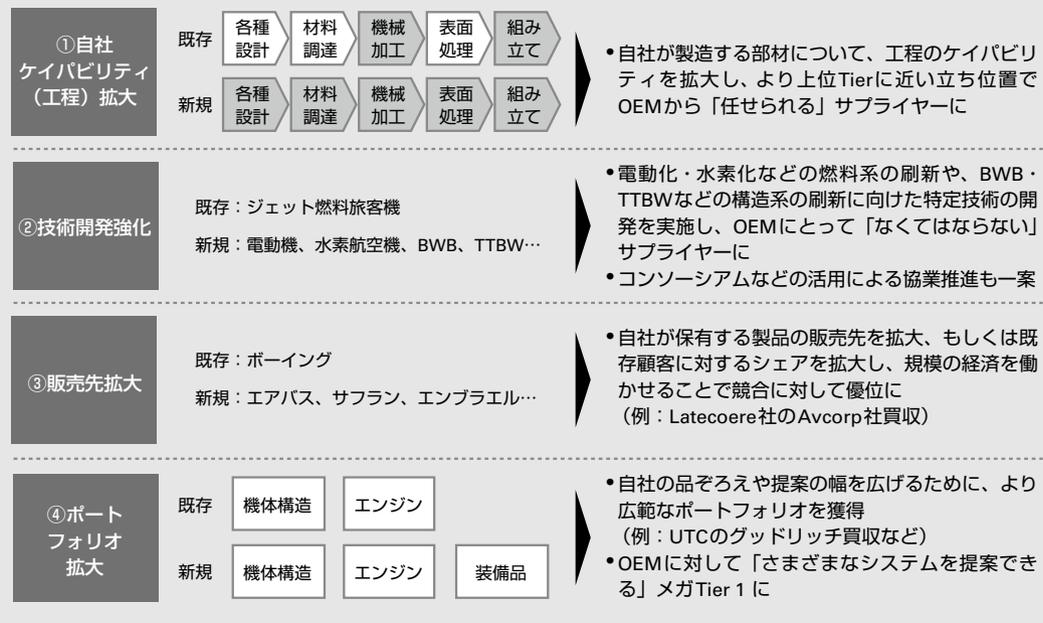
①自社ケイパビリティ（工程）拡大：自社製造の部材で担当している工程を拡大す

図7 航空宇宙防衛業界における国別M&A件数



※図5に示す件数のうち、買い手の所在地が明確な案件のみを対象として分析
出所) Capital IQ Proを基に作成

図8 海外メガTier 1・有力Tier 2 に対抗するための方針仮説



ることで、より上位Tierに近い立ち位置でOEMから仕事を「任せられる」サプライヤーになることを目指す。海外のTier 2企業では、一貫工程が強みではなく前提条件となっている現状に鑑みると、国内Tier 2以下の企業においても、

対応可能な工程の拡大が急務となる。自前での急拡大は困難とも考えられ、M&Aを有効な手段と捉え、検討することが重要となると考える

②技術開発強化：電動化・水素化などの燃料系の刷新や、ブレンデッドウイングボ

ディ・トラスブレース翼などの構造系の刷新に向けた技術開発を実施し、OEMにとって将来的に「なくてはならない」サプライヤーになることを目指す。自社の強みを中心に、新規性の高いベンチャーなどのM&Aを通じ、要素技術の実装を加速化させたり、より大きなモジュール開発へステップアップしたりすることが考えられる。技術開発に関してはコンソーシアムなどを活用した協業促進も考えられるため、必ずしもM&Aが最適解とはならない可能性を考慮する必要がある

- ③ 販売先拡大：Latecoere社（仏）がAvcorp社（加）を買収したように、自社が保有する製品の販売先を拡大、もしくは既存顧客のシェアを拡大し、規模の経済を働かせることで競合に対して優位に立つことを目的とする。Latecoere社は既にチャンネルを保有していたボーイングの中型機への納入増に加えて、小型機であるB737MAXを販売先のポートフォリオに加えることがM&Aの主目的であったことを公表している
 - ④ 製品ポートフォリオ拡大：M&Aにより広範な製品ポートフォリオを獲得することで、自社の品ぞろえや提案の幅を広げることが目的となる。第Ⅱ章3節で記載したUTC社の成り立ちのとおり、徐々に自社の製品ポートフォリオを拡大していくことにより、OEMに対して「さまざまなシステムを提案できる」メガTier 1となることを目指すものである
- 上記のようなM&Aを活性化させる必要性が、今後の国内航空機産業の強化・成長を目

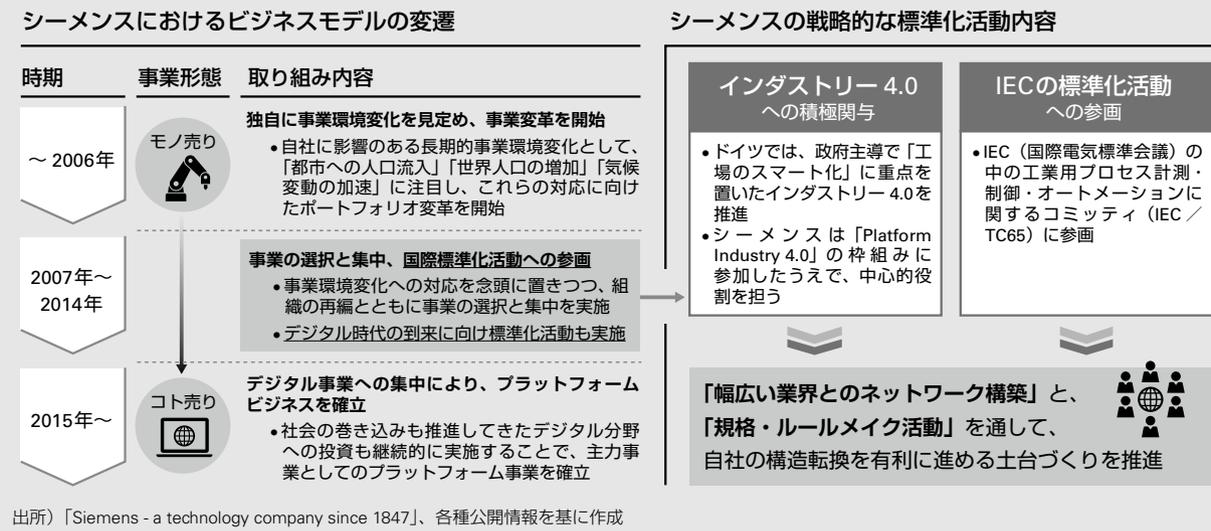
指すうえで一層高まっていると考えられる。

2 スペックインに向けた標準化活動の実施

他社との協業やM&Aを通して自社のケイパビリティを上げることは重要であるが、拡大したケイパビリティを基によりよい製品をつくるだけでは、業界内でのプレゼンス向上には往々にしてつながらないことも多い。実際に部品の採用率を上げて航空機業界でのプレゼンスを向上させていくためには、幅広いネットワークを構築して販路を獲得していったり、特に安全性の比重が高い航空機業界の規制にいち早く対応して認証を得たりすることが重要となってくる。こうした観点から、自社のケイパビリティの拡大だけでなく、ネットワークの構築やいち早い規制動向のウォッチ、ひいては自社に有利なルール形成に向けた標準化活動が、新規・新興領域への参入に向けて、非常に重要な企業活動となるといえる。

ここでは、シーメンスの事例を用いて、標準化活動の重要性を解説する（図9）。シーメンスは、20年ほど前まで電子機器を製造・販売していたものの、現在ではデジタルを用いたプラットフォーム型のソリューション事業へと主軸事業の転換を図っており、デジタル活用によるビジネスモデル転換に成功した代表的な企業として挙げられることが多い。シーメンスがビジネスモデル転換に成功した背景として、社会や業界の潮流を的確に把握したうえで、M&Aも積極的に行いつつ、自社事業の選択と集中を徹底的に行ったことが挙げられるが、成功要因はそれだけではなかった。事業形態を大きく変換させていた2007

図9 標準化活動の活用例（シーメンス）



年以降、シーメンスはドイツ政府主導で進められていた「工場のスマート化」に重点を置く「インダストリー4.0」の活動や、IEC（国際電気標準会議）の工業用プロセス計測・制御・オートメーションに関するコミッティであるIEC / TC65に参画する中で、幅広い業界とのネットワークの構築および自社に有利な規格・ルール形成を主導していたのである。

シーメンスは、自社内のケイパビリティを補完しながら時流に合わせた事業転換を図るだけではなく、国際的な標準化活動を主導的に行ったことで、事業転換を自社に有利な形で進められたと考えられる。

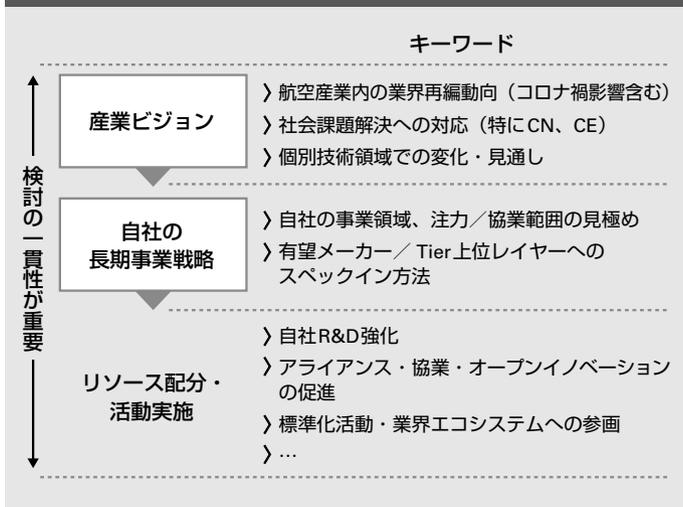
前述のような社会・環境の影響もあり、業界再編にさしかかっている航空機業界においては、さまざまな規制・ルールの検討も行われている。こうした変化の中では、協業やM&Aなどを通じた自社のケイパビリティの拡大や、事業ポートフォリオの転換を図ることも重要であるが、並行して規制・ルールの

検討に積極的に参画していくことが、業界内でのプレゼンスを向上させるためには非常に重要となる。今後、日本企業が航空業界でのプレゼンスを向上させるには、現在SAEやEUROCAE（欧州民間航空電子機関）を代表とする世界中の標準化団体で検討が行われている標準化議論に積極的に参画し、議論を通じた自社のアピール、グローバルでのネットワーク構築、日本企業が不利にならないようなルール・規制づくりに関与していく必要があると考える。

3 活動のベースとなる産業ビジョンの必要性

ここまで述べてきたM&Aや標準化活動は、各社が取るべき具体的な施策の一部である。そのような取り組みを行うに当たっては、図10に示すように自社の長期事業戦略や国レベルの産業ビジョンをベースに、検討の一貫性を持たせていく必要がある。現在の日本における産業ビジョンは第1章2節で言及

図10 産業ビジョン／長期事業戦略／具体アクション



したとおり、2015年のものが最新である。近年の脱炭素要求に対する新技術の進展や完成機製造の頓挫など、ここ数年間で航空機を取り巻く事業環境は急激に変化している。そのような背景から、産業ビジョンを改定する必要性も高まっている。

従来の産業ビジョンでは国内での完成機事業の確立を目標としてきたが、たとえば日本の得意分野である新規素材、電動化や水素における技術変化・環境変化を念頭に置いて再検討していく方向性もあるのではないか。その場合、電動化や水素などについては他産業、特に活用が先行している自動車や宇宙産業などとの連携が重要になると考えられるため、関連する産業界や、各業界の産業ビジョンとの連携も必要となってくる。

上記のような新技術導入に当たっては、よい技術・製品を開発するだけでなく、前節で述べたとおり、国際標準化活動が重要な活動である。もともと国際標準化活動は欧米で非常に活発であり、日本ではあまり注力が見られなかったものの、23年3月には、航空機

の脱炭素化に向けた新技術官民協議会において、新技術の社会実装および日本のプレゼンス向上に向け、官民が戦略的に取り組んでいくためのロードマップが制定されている。

ロードマップでは、日本の持つ優れた技術の社会実装およびプレゼンス向上に向けて、官民両面で戦略的に国際標準化活動などに取り組んでいくに当たっての国内での連携体制構築や制度整備などが盛り込まれており、今後、そのロードマップに沿って活動が進むと期待される。特に、戦略的な連携体制の場として、国内協議団体の設立が25年度に予定されており、航空機のみならず、日本として効果的に国際標準化活動を行うための象徴的な活動になると想定される。

また23年4月には、野村総合研究所（NRI）が提言を行っていた、国際標準化団体SAEと経産省／国交省のMOCが締結されたほか、経産省／国交省が取り組む官民連携活動に関して、米上院で先進的な事例として取り上げられているなど、次世代航空機の製造に関して有利に進めるべく、国を挙げてさまざまな動きが進展している。

最後に繰り返しとなるが、ここまで述べてきた戦略方向性に関連する活動についても、各企業および国が取り組みを加速するためにも、ベースとなる産業ビジョンを早急に改定することで、欧米諸国および急激に力をつける新興国と戦っていく必要がある。

著者

西 和哉（にしかずや）

野村総合研究所（NRI）グローバル製造業コンサルティング部シニアコンサルタント
 専門は自動車・航空機を中心とした製造業にかかわ

る事業戦略、標準化戦略、新規事業開発など

川原拓人（かわはらたくと）

野村総合研究所（NRI）アーバンイノベーション
コンサルティング部コンサルタント

専門は航空機を中心とした製造業にかかわる先進技
術、標準化戦略、物流業界における新規事業開発な
ど

細川済弘（ほそかわよしひろ）

野村総合研究所（NRI）事業共創コンサルティング
部コンサルタント

専門は自動車・化学業界を中心とした製造業にかか
わる組織構造改革、事業戦略、実行支援など

濱野友輝（はまのともき）

野村総合研究所（NRI）人材開発室採用チームリー
ダー・プリンシパル

専門は自動車・航空機・化学業界を中心とした事業
戦略、M&A、DX・業務改革の策定・実行支援など