

航空機産業にみられる部品供給構造の特異性 — 極めて高い安全性要求が生み出す特徴的な規律と参入障壁 —

日本政策金融公庫総合研究所上席主任研究員

海上泰生

要旨

世界の航空機市場は、民間新造機需要の拡大を受けて、中長期的に順調な成長が見込まれ、これを支える部品サプライヤーのビジネスチャンスや、他業界からの航空機市場への新規参入期待も高まっている。

こうした航空機産業に着目した先行研究は多数あるが、意外にも航空機産業の裾野を支える部品サプライヤーに焦点を当てた研究はほとんどない。本稿では、そこに着眼し、航空機産業のもつ特徴的な部品供給構造に迫るものである。

航空機産業には、極めて高い安全性要求から独特の規律が存在する。例えば、法と当局による長期間の厳しい検査、国際的な品質管理基準、数十年の長きにわたるトレーサビリティ等が挙げられる。さらに、生産現場での詳細なインタビュー調査を実施し分析したところ、他産業ではまずみられない特異な生産体制や取引態様が明らかになった。

例えば、①開発段階の試作は長期にわたり頻繁で柔軟な試行錯誤が行われる半面、量産段階では一切の工程が“凍結”され、事後、生産性向上のための改良であっても基本的に禁止されること、②航空機部品の取引では、コスト優先の利他的関係ではなく、安全・信頼を求める長期安定的関係が重視され、新機種開発情報や発注量が適度に配慮・配分されていること、等である。半面、こうした特徴的な生産体制や取引態様が、航空機産業における独特の参入環境を生み出す要因にもなっている。航空機産業への参入に際しては、「国際的な品質管理基準・認証取得の困難さ」等が壁になっていると言われがちであるが、実は、先述した特異な生産体制や取引態様を背景として、「参入タイミングの希少性」という最大の参入障壁が形成されているのである。

1 はじめに

米ボーイング社の市場予測によると、現在約1兆9,000億ドルである世界の民間航空機の新造機市場規模は、今後20年間で約3兆6,000億ドルにまで成長し、機数ベースでは年平均3.3%の成長を続けるという(「Boeing Current Market Outlook 2010 to 2029」)。冷戦終了以降現在まで減少傾向にある軍需に比べて、民間航空機市場は、新興国市場での旅客・貨物量の増大、先進国での既存老朽機の更新期の到来、高まる環境保護意識と低燃費要請による新型機需要の増加などを背景として、中長期的に順調な成長が見込まれている。しかも、航空機産業は、部品点数が約300万点ともいわれ、極めて裾野が広い産業であるうえ、技術的な波及効果も高いことから、これを支える中小企業を含めた部品サプライヤーのビジネスチャンスや、他業界からの航空機市場への新規参入期待も高まっている。

半面、航空機産業には、独特の性格(大規模・小ロット受注生産、超長リードタイム、極めて高い安全性への要求、厳しい認証システムの存在など)があり、他の産業とは一線を画する要素がある。当然、部品サプライヤーに対しても、他の産業とは異なる独特の対応が求められる。

本稿では、こうした問題意識から、完成機メーカーを頂点とする航空機産業のヒエラルキー構造を、その末端まで観察し、これを支える中小企業を中心的担い手とした部品供給構造を探っていく。そして、例えば、航空機産業には、著しく高い安全性への要求を背景に、独特の規律が存在することを明らかにする。さらに、これにより、特異な参入環境が形成されていることを述べていく。

2 先行研究のレビュー

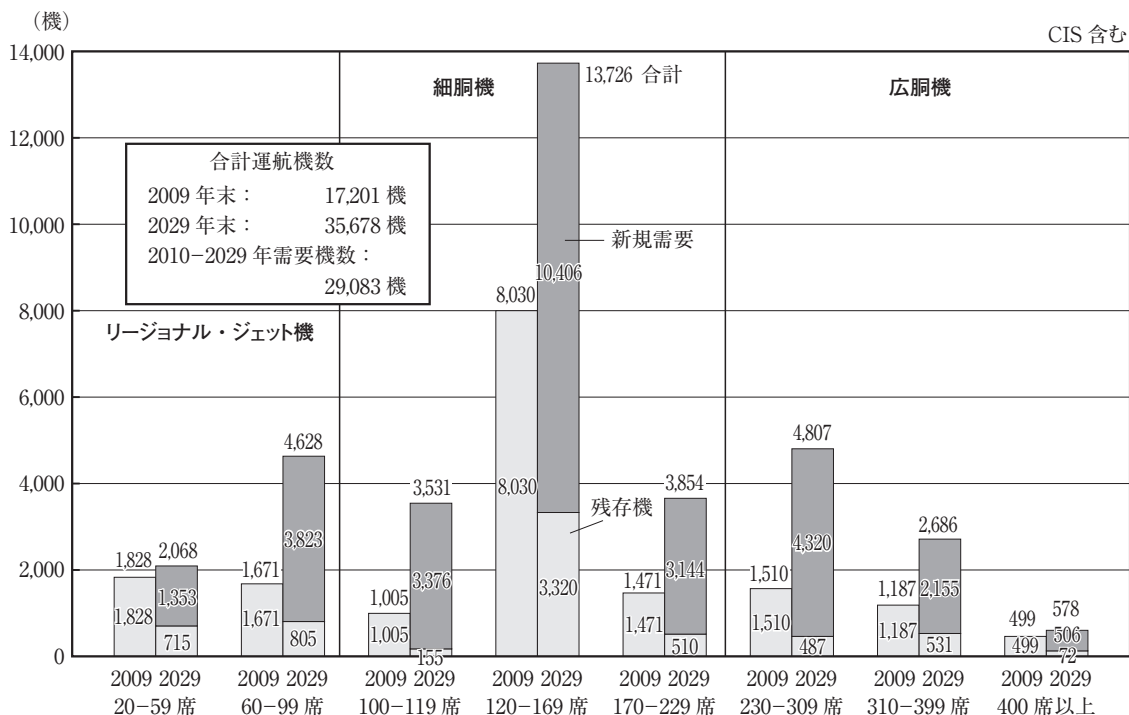
航空機産業と中小企業に関わる先行研究を、ここで整理しておきたい。本稿の主題、すなわち航空機産業の裾野を支える部品サプライヤーの機能等を直接的な対象とする研究例についてはさて置き、まずは、航空機産業における取引に着目している論考を挙げると、例えば、武藤(2000)、溝田(2005)、閑林(2004)、竹之内(2004;2008)、笹原(2005)、西川(2008)等、多数の研究がある。

このなかで、武藤(2000)は、YX/B767国際プロジェクトの組織化プロジェクトとシステム統合を分析し、取引費用の発生要因を考察した。溝田(2005)は、2大メーカーであるボーイングとエアバスの国際共同開発と製造分担のグローバルネットワークについて実態を明らかにした。閑林(2004)は、ボーイングやマクダネルダグラスが支配する民間航空機市場の参入に成功したエアバスについて、商品開発戦略を中心とした競争戦略を分析した。この中で、エアバスは、コンピュータを中心とする飛行システム化等の技術革新性を最大限利用して、ボーイングとの商品差別化戦略を築いたと論じている。

また、竹之内(2004)は、ブラジルのエンブラエルが民営化10年程度で世界の主要メーカーに成長したことに着目して、その競争優位の源泉を考察している。同様に、竹之内(2008)でも、エンブラエルを取り上げ、その新機種開発プロジェクトにおいて、RSP(Risk & Revenue Sharing Partner)¹を含むサプライヤー各社との協働・分業を強力な内部調整をしながら進め、成果を高めている点を指摘している。笹原(2005)は、世界の航空機産業の再編問題を軸にグローバル化の経緯と企業間戦略提携について分析を行い、グロー

¹ 担当する割合に応じて、開発コストと販売収益(あるいは損失)をシェアするパートナー契約。近年、巨額の開発負担を分担するため、こうした形態が増加した。

図-1 サイズ別ジェット機運航機数および需要予測



出所：(財)日本航空機開発協会「2009年度 民間輸送機に関する調査研究」
 (注) CISとは、バルト3国を除く旧ソ連諸国12カ国の共同体。

バル競争関係のなかで国際提携、国際共同開発が主流となる必然性と現代航空機産業が抱える問題点について論じている。さらに、西川(2008)は、アメリカの航空機産業を国防産業の視点から捉えて、アメリカの航空機産業が航空宇宙産業に転ずる過程を詳細に分析している。冷戦終結による軍事費の削減からアメリカ政府による軍需契約企業の集中統合化により寡占体制が生まれて、現在は軍産複合体として存在していることを論じている。

ただし、このように多数の詳細な研究例があるものの、基本的には、著名な欧米完成機メーカーとその周辺の大手中システムメーカーについての調査研究が多く、他は航空機産業の全般的概論や、地域おこしの視点から同産業を誘致するための情報整理がほとんどであり、我が国航空機産業において実働している部品供給構造の基盤や、同産業を支える中小部品サプライヤーの実像にまで光を当てた研究はほとんどみることができない。

そこで本稿では、あえて我が国航空機産業を支える部品サプライヤーに焦点を当て、同産業における部品供給構造の特異性を明らかにしようと試みた。

3 世界の航空機産業の生産動向

(1) 世界における今後の航空機需要予測

まず航空機産業に見込まれる今後の成長期待について、数値的根拠を示しておこう。日本航空機開発協会によると、世界におけるジェット機の運行機数は、2009年末現在における17,201機が2029年には2.1倍の35,678機に増加し、この間の新規または更新需要は29,083機発生すると予測されている(図-1)。増加の要因として、実質運賃の低下、中国、東南アジア等の経済発展によるアジア/太平洋市場の拡大、ロードファクター(有償座席利

表-1 各国における航空宇宙工業のプレゼンス (2008年)

	航空宇宙工業 売上高 (米億ドル)	国内総生産 (米億ドル)	航空宇宙工業 従業員数 (千人)	製造業 従業員数 (千人)
日 本	144	49,060	31	11,740
アメリカ	1,924	142,646	580	15,904
カナダ	221	14,996	83	2,041
イギリス	359	26,722	101	3,547
フランス	508	28,566	147	3,877
ドイツ	333	36,495	93	8,516
イタリア	128 (2004年)	23,031	—	4,805
ロシア	—	16,766	—	11,663
スペイン	98	16,042	36	3,060
インドネシア	—	5,108	—	12,549
ブラジル	76	15,758	27	13,105 (2007年)
中 国	—	43,270	—	—
韓 国	19 (2007年)	9,287	8 (2007年)	4,119 (2007年)

出所：(社)日本航空宇宙工業会「航空宇宙産業データベース」(2010年7月)
 (注) 航空宇宙工業の売上高及び従業員数は、「航空機及び宇宙」の数値。国内総生産は、名目GDP。
 [原典] 航空宇宙工業売上高、従業員数：(日本) 経済産業省機械統計、工業会調査
 (各国) 海外工業会のAnnual Report、Facts & Figures 等
 国内総生産：(日本) 内閣府経済社会総合研究所、(各国) ジェトロ海外情報ファイル
 製造業従業員数：International Labor Office (ILO)_Yearly data

用率)の増加が挙げられている。

(2) 各国における航空宇宙工業のプレゼンス

次に、主要各国における航空機産業が、それぞれ自国経済においてどの程度のウェイトを占めているかみてみよう。各国の航空宇宙工業の規模と国内総生産(名目GDP)を比較すると、まず、日本については、航空宇宙工業の規模は国内総生産の0.27%にとどまっている。他方、米国では1.25%、フランスでは1.71%と、同工業の占めるウェイトは日本に比べて相当程度大きいことがわかる。また、従業員数についても、製造業全体の従業員数に占める航空宇宙工業の割合は、日本では0.26%であるのに対して、米国では3.39%と大きなウェイトを占めている(表-1)。

こうした航空宇宙工業のプレゼンスをみても、日本は米国や欧州主要国より未だ小さいレベルにとどまっているが、逆に経済規模や供給力からみて、今後成長する余地を十分に残しているともいえる。

4 航空機産業のプレーヤーに対する

安全性への要求と規律

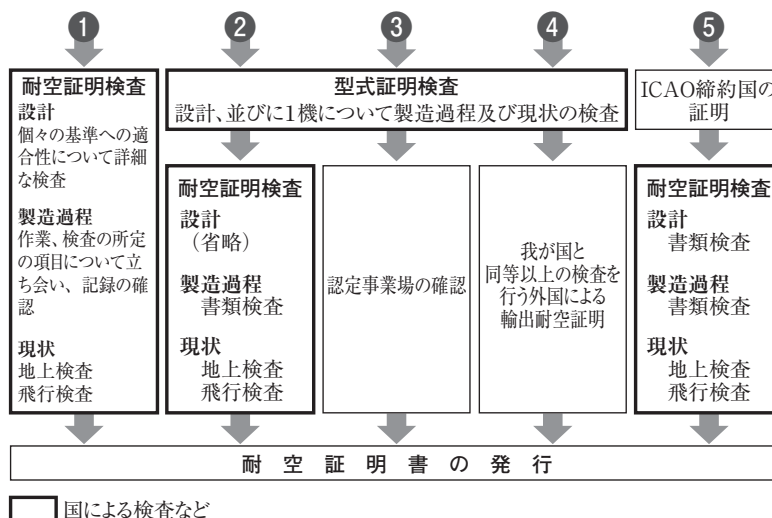
前項でみたように、世界の航空機産業は今後高い成長が見込まれており、特に日本における成長余地は大きいことから、同産業への期待の背景が理解できた。一方、航空機産業には、極めて高い安全性への要求に基づく独特の性格があり、他の産業とは一線を画する要素がある。まず、そうした高い安全要請の礎である具体的な法的規制と国際的取り決めについて述べる。

(1) 安全上の規制～耐空証明と型式証明～

航空機の運航では、万が一にも事故が発生した場合、その被害が極めて甚大なことから、その安全性を確保するために、政府によって特に厳格な監督規制がなされている。

まず、我が国で航空機を飛行させるためには、

図-2 型式証明と耐空証明の取得（5つの検査ルート）



出所：国土交通省航空局 HP

- (注) 1 「型式証明」は、航空機の型式ごとに安全性を証明するもの。航空当局は、航空機の開発にあわせて、設計図面の審査や試作航空機を使った各種試験等を経た後、型式証明書を交付する。
- 2 「耐空証明」は、個別の航空機について、航空の用に供するために必要な証明。航空当局は、設計、製造過程、(完成後の)現状の三つについて検査を経た後、耐空証明書を発行する。ただし、あらかじめ「型式証明」発行済みの場合は、設計検査は省略、製造過程も書類検査のみとし、現状の検査(実際の機体による検査)を行う。また、国があらかじめ認定した航空機製造者(航空機製造検査認定事業場)が完成後の現状まで確認した場合は、国は実際の検査を行わない。さらに、日本と同等以上の検査を実施する外国の航空当局で輸出耐空証明書発行済みならば、実際の検査は行わない。有効期間は通常1年間で、1年ごとに更新要。

航空法第11条の規定による国土交通省航空局(JCAB: Japan Civil Aviation Bureau)の「耐空証明」のための検査(個々の航空機の安全性を確認する検査)と、同法第12条に規定する「型式証明」のための検査(航空機の型式についての設計の安全性を確認する検査)を受けて、安全確保と環境保全のための基準に適合していることを証する必要がある(図-2)。

同じく、米国では連邦航空局(FAA)が、欧州では欧州航空安全当局(EASA)が、それぞれ型式証明と耐空証明を要求しており、米国又は欧州で航空機を運航する場合はその取得が必要となる。

航空機の開発に際しては、開発作業そのものの難しさもさることながら、こうした型式証明の取得のため長期にわたる厳しい試験を受ける必要がある、実際に納入に至るまでには、資金面でも作業面でも膨大な負担が求められる。

また、ボーイングやエアバス等の航空機メー

カーは、それぞれ独自の品質管理基準を設定している。それに従ったうえで、部品を納入する際には、基本的に全数検査を行う他、生産工程についても航空機メーカーから資格を付与された検査官による定期検査等を受ける必要がある。

(2) 品質マネジメントシステム

航空機製造業界では、生産現場での品質管理の面でも高い安全性を確保するため非常に厳格なマネジメントが求められている。その規格として、「日本工業規格・品質マネジメントシステム—航空宇宙—要求事項(JIS Q 9100)」があり、航空機メーカーと取引する場合は、JIS Q 9100に基づく品質管理が要求される。

航空機産業では、長い間、米国防総省が制定したMIL規格(Military Standard)が使われていたが、技術的に古くなった部分もあって、1994年から始まった米国防総省の調達改革により、多くの

MIL規格が改正又は廃止された。そのなかで、航空機産業が利用していた品質システムの規格であるMIL-Q-9858Aが廃止されたことから、他産業でも広く適用されているISO9001を利用することになった。しかしながらボーイング、エアバス等の航空機メーカーは、ISO9001のみでは航空宇宙産業の要求を満たすことができないとして、それぞれが独自にISO9001を補う事項を部品サプライヤーに要求したため混乱が生じた。そこで、それらを共通の要求事項として統一し、ISO9001の要求事項に追加する必要性が生じてきた。

こうした背景から、1998年に世界の主要な航空宇宙関係企業が設立した「国際航空宇宙品質グループ (IAQG: International Aerospace Quality Group)」が、「航空宇宙品質マネジメントシステムの国際統一規格 (IAQG9100)²」を制定した。このIAQG9100と同じ内容で、日本ではJIS Q 9100 (品質マネジメントシステムに関する日本規格)、同様に、米国ではAS9100、欧州ではEN9100として規格化されており、相互承認されている。

(3) 特殊工程の認証 (Nadcap)

Nadcapとは、National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Programの略で、航空機製品の特特殊工程を管理・監督するために必要な、事実上唯一の国際的な認証プログラムであり、世界の主要な完成機メーカーとエンジンメーカーが参加するPRI (Performance Review Institute) が1990年から運用を開始している。特殊工程とは、溶接、化学処理、被膜処理、熱処理、非破壊検査など、技術的あるいは経済的に容易には検査できない工程のことをいう。

従来はボーイングなどの完成機メーカーが各々サプライヤーの特特殊工程を認証していたが、PRIがプライムメーカーに代わって認証することで、

当事者の負担軽減が図られた。当初は米国で運用が開始され、次いで欧州等に展開された。日本では、2005年にPRI日本事務所が開設され、認定取得を促進している。

(4) トレーサビリティ

航空機製造においては、部品等の設計・製造から廃棄に至るまで数十年という航空機特有の長いライフサイクルを前提として、その全過程をたどるトレーサビリティ (履歴管理) が不可欠となっている。部品サプライヤーを含む航空機メーカー各社は、全ての製造部品について材料確認結果、製造、検査、出荷に至るまでの全作業を記録して識別管理できるようにしなければならないし、これを当該飛行機が退役するまで概ね30年程度の間、保管・管理する必要がある。

以上のような法的規制や国際的取り決めが、航空機産業における高い安全性への要求を具現化した制度的裏付けとなっている。こうした法的規制や国際的取り決めが外枠として存在するなかで、実際の部品供給体制はどのように構築され、また機能しているのか、次項からは、詳細なケーススタディを素材にして論じていきたい。

5 航空機産業を担う先進的企業事例

本稿の主眼である航空機産業における特徴的な部品供給体制を明らかにするために、日本政策金融公庫総合研究所 (2010) に示されているインタビュー調査結果を用いることとする。同調査は、航空機産業を支える中小企業を含む部品サプライヤー (表-2) はもちろん、完成機メーカーのパートナーを務める大企業 (表-3) や、地域をあげて航空機業界への参入を目指す支援機関 (表-4)

² IAQGの制定した原典は、一般には非公開であるため、何が対外公式名称かははっきりしない。IAQG9100やIAQS9100、9100QMSとも通称されている。

航空機産業にみられる部品供給構造の特異性
 - 極めて高い安全性要求が生み出す特徴的な規律と参入障壁 -

表-2 ヒアリング対象先（部品サプライヤー）一覧

企業名	生産品目	生産分野	完成機メーカーからの位置
B社	航空機風防、先端複合材	機体	Tier 2
川西航空機器工業(株)	ファスナー、ワッシャー、クランプ、ボンディングジャンパー等	機体	Tier 2
(株)田中	防食ボルト、チタンボルト、電流絶縁ボルト等	機体等	Tier 2、3
E社	機体搭載用ワイヤーハーネス、機体搭載用パネル組立、航空機用板金組立	アビオニクスと飛行制御システム	Tier 2
C社	ジャイロ関係、航空機器、特殊機器	アビオニクスと飛行制御システム	Tier 2
H社	電子機器部品、油圧機器部品、機体部品、計器類、照準装置、内装品等	油圧システム、アビオニクスと飛行制御システム、機体等	Tier 2、3
L社	降着装置、降着装置系統システム、プロペラシステム、熱交換器等	降着システム等	Tier 1
三益工業(株)	航空機用操舵系油圧部品、エンジン部品、ランディングギア等	油圧システム、エンジン、降着システム等	Tier 2、3
D社	航空機の機体組立および機装、材料疲労試験機、各種治工具等	機体その他	Tier 2

資料：筆者作成（以下断りのない限り同じ）。

表-3 ヒアリング対象先（大企業）一覧

企業名	事業内容	主な生産分野
A社	船舶、発電プラント、環境装置、産業用機械、航空・宇宙機器などの製造・販売・エンジニアリング	機体、エンジン等
I社	資源・エネルギー事業、船舶・海洋事業、物流・社会基盤事業、回転・産業機械事業、航空・宇宙事業、不動産事業等	エンジン

表-4 ヒアリング対象先（部品サプライヤー支援機関）一覧

組織名	事務局	所在地
飯田航空宇宙プロジェクト	(財)飯伊地域地場産業振興センター	長野県
ウイングウィン岡山	(財)岡山産業振興財団	岡山県

など多岐にわたるものである。紙面の制約から、その具体的内容まで引用できないため、代わりにインタビュー先企業の属性を示した一覧表を掲げる。

6 航空機製造における部品供給の流れ

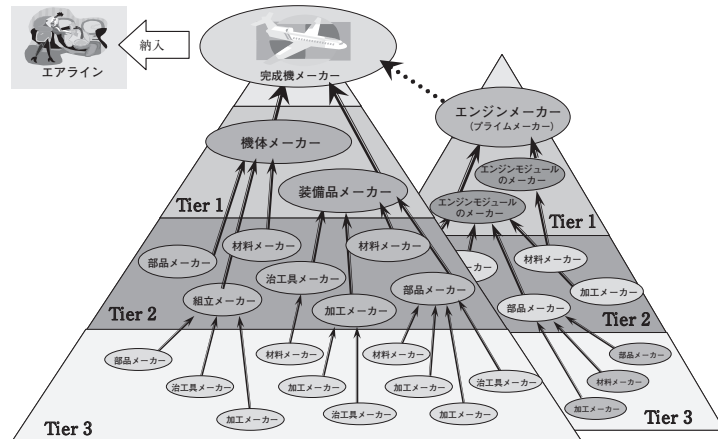
インタビュー調査結果を用いた部品供給構造についての詳細な分析に入る前に、まずは、完成機メーカーからTier 1～Tier 3にまで至るピラミッ

ド型階層の基本的構造について整理する。

航空機の構成は、大きく「機体」「装備品」「エンジン」の三つに分けられ、それらはさらに主要部位ごとに製造区分が分けられる（図-3）。

「機体」は、フライト・デッキ、前胴、中央胴、後部胴、主翼、尾翼等の主要部位に分けられ、それぞれ完成機メーカーによって選ばれたTier 1（第1次の手部品メーカーやシステムメーカー、「パートナー」と呼ばれることもある。以下同じ）が生産を担当する。Tier 1は、主要部位を構成す

図-3 航空機産業の製品供給の流れ (イメージ)



る部品の種類や、組立、加工等の工程の種類ごとに作業を分割し、Tier 1自ら行うものとTier 2以下が担当するものに振り分ける³。

「装備品」は、機能別に油圧システム、与圧・空調システム、燃料システム・燃料制御装置、アビオニクス・飛行制御システム、電源システム、降着システム、客室機内システムなどがある。それぞれ完成機メーカーによって選ばれたTier 1が取りまとめる。各システムを担当するTier 1は、これを構成するコンポーネント（システムの内訳となる種々の装置や機器類）のうち、内製するものとTier 2以下に任せるものに振り分ける。

「エンジン」は、ファン、高圧コンプレッサー、低圧コンプレッサー、燃焼室、高圧タービン、低圧タービン、ギアボックス等のモジュール⁴に分類され、プライムメーカーと呼ばれる3大メーカーを中心に置いて各エンジンメーカーが担当する。それぞれモジュールを構成する部品（ブレード、シャフト等）の種類ごと、または工程の種類ごとについて、各エンジンメーカーが自ら行うものとTier 2以下が担当するものに振り分ける。

(1) エアラインと完成機メーカー

ボーイングなどの完成機メーカーは、納品された機体の主要部位、各種装備品、エンジン⁵を最終組立ラインに集め、機体を組み立て、装備品を^{ぎそう}機装して、航空機を完成させた後、点検整備、試験飛行を行い、合格後エアラインに引き渡す。

完成機市場は、中大型機ではボーイングとエアバスが、リージョナル機ではボンバルディアとエンブラエルが世界の市場を寡占しており、エンジンでは、GE（ゼネラル・エレクトリック）、RR（ロールスロイス）、P&W（プラット&ホイットニー）の3大プライムメーカーが世界市場を寡占している。また、装備品もハネウェル、ハミルトン・サンドストランド、ロックウェル・コリンズなど少数の海外企業が供給する構造となっており、旅客航空機産業は、事実上、完成機メーカー2～4社、エンジンメーカー3社、装備品メーカー3社の組み合わせで、新たな機種を開発、供給している。

例えば、B787の場合、2004年4月に全日空からの50機の確定発注を受けてプログラム・ローン

³ Tier 1、Tier 2などの呼称は、自動車産業など重層的な階層構造を持つ他産業においてもよく用いられる。

⁴ エンジンのモジュールの分け方については、日本航空「航空実用事典」を参照した。

⁵ 中大型機の場合、1機種に対して2種類以上のエンジンが用意される場合が多い。例えばB787では、「GE^{nx}」と「トレント1000」という2種類のエンジンから、購入者（エアライン）が選択できる。

ちした。その後の2005年6月に、ボーイングは、三菱重工業、川崎重工業、富士重工業ら主要機体メーカーと、開発・量産事業に関する契約に調印した。表-2に示した今回事例企業のなかにも、これら主要機体メーカー（Tier 1）から、B社が翼の複合材部品の加工、D社が主翼の組立を受託している。装備品では、C社が米国の飛行制御システムメーカーに角度センサ等を供給している。三益工業は油圧システムメーカーからの声掛けで、油圧部品の試作段階から参加している。

このように、Tier 1は、ほとんどが大企業で構成されており、Tier 2以下のサプライヤーは、ほとんどが中小企業という体制になっている。

(2) 機体メーカー

日本の航空機メーカーは、防衛機は別にして、現在、民間用完成旅客機の製造はしておらず、Tier 1に位置づけられる。機体メーカーは、胴体、翼、ドアなどの主要部位ごとに選ばれて、材料、部品も自己で調達して製造・組立を行う。

機体メーカー（Tier 1）は、完成機メーカーの決めた仕様に従って、担当部位の設計から行い、自ら内製するほか、Tier 2のサプライヤーに、部品や一部の工程、治具などを発注する。

Tier 2以下サプライヤーの担当部位について事例をみると、例えば、B社は、防衛航空機に用いる風防生産を行いつつ、そこでの複合材成形の実績が評価され、B787ではTier 1の傘下で主翼の複合材の成形を担当している。また、D社は、過去に国産ビジネスジェットMU-300の主翼組立作業の経験等をもっており、そこで得た複雑形状の加工技術や特殊技術の蓄積をベースに、B787ではTier 2として主翼の組立、艀装作業を担当している。最新鋭機であるB787の製造で、しかも主翼という極めて重要な部位においてもTier 2サブ

プライヤーの確かな貢献があることがわかる。

Tier 3は、Tier 2が必要とする素形材供給や、熱処理などの特殊工程を受けもつなど、Tier 2を補完する役割を果たす。例えば、ファスナーメーカーの川西航空機器工業は、13社の協力会社（Tier 3）をもち、同社が指導・監督をしながら、工具も支給して、加工などを委託している。

(3) 装備品メーカー

装備品は、航空機の機体に搭載される一連の機材で、飛行制御システムなど、個々の機能別に分類されている。装備品の市場では、これらのシステムを取りまとめる能力を有していて、かつ、実績豊富な欧米メーカーの競争力がかなり強い。そのため、日本のメーカーがTier 1（システムメーカー）として民間機の主要装備品の取りまとめを受注した実績はほとんどないが、住友精密工業、ナブテスコなどは、欧米のシステムメーカーと連名で共同開発等を行ったほか、MRJ⁶を含め一部の航空機では受注実績を積み上げつつある。こうした大手システムメーカーの下に位置するTier 2は、ジャイロ、発電機、緩衝装置等のコンポーネント、その部品の供給や一部加工等を担当する。

ここでもサプライヤーの関与事例をみるため、インタビュー先企業の例を挙げると、L社は、防衛機の降着システムについてライセンス生産や独自開発・生産した実績をもとに、ビジネスジェット機の降着装置の油圧部品を任されている。さらにMRJでは、降着システム全体を取りまとめるシステムメーカーとしての重要な役割が決まっている。また、C社は、主要納品先がボーイングへの供給契約を結んだことから、当社もボーイング傘下のサプライヤーに名を連ねることになり、その関連で米国の装備品メーカーに紹介され、後に同社製のコンポーネントが採用されるようになって

⁶ Mitsubishi Regional Jet：我が国初の国産民間ジェット旅客機。2014年の初号機納入を目指し現在開発中。

た。以降40年の実績を積み重ね、B787ではパイロットコントロールシステムを担当する海外のTier 1から、そこで用いるすべてのセンサーを任せられるまでになっている。他にも、三益工業は、ギアボックスの製造など数十種類の部品を組み上げられる能力をもち、精密加工から真空熱処理まで請け負う一貫生産能力を強みに、国内の油圧システムメーカーに向けて油圧部品を供給している。

(4) エンジンメーカー

エンジンについては、欧米の3大メーカー（GE、P&W、RR）が、企画・開発から販売・サポートに至る優れた総合力を武器に、この市場を寡占している。日本のIHI、三菱重工業、川崎重工業は、3大メーカーのRSP（Risk & Revenue Sharing Partner）であるTier 1として、燃焼器モジュール等の主要構成部品を開発・生産している。その傘下でTier 2は、エンジンの材料や構成部品の供給・加工等を行う。

企業事例をみると、三益工業が上記国内エンジンメーカー（Tier 1）からエンジン用鋳造部品製造の受託している。同Tier 1が新規需要に備えて生産力の増強を図っていた際、航空機用油圧部品の経験と高度な真空熱処理技術を有する当社に注目した経緯がある。エンジンという極めて高度な技術を要する分野でも、中小企業たる部品サプライヤーが役割を果たしている好例である。

(5) 材料メーカー

航空機用の主な材料には、金属材料と複合材料がある。うち機体構造用の主材料となっているのは金属材料で、比重が軽く高強度のアルミニウム合金が、外板や構造部などに広く用いられている。具体的には、引っ張り強度に優れた2024アルミ合金（超ジュラルミン）や、7075アルミ合金（超々ジュラルミン）が外板などに利用されている。最近では、さらなる軽量化を図って、アルミリチウム

合金が開発されており、エアバスA350の構造材料等に利用されている。こうしたアルミ合金材料は、アルコア（米）、リオ・ティント・アルキャン（加）などの海外の大手企業が供給している。

複合材料は、ガラス繊維強化プラスチックが主翼フィレット、フェアリング、舵面、翼端などに広く用いられている。比弾性率、比強度の高い炭素繊維複合材料（CFRP）は、動翼外板などの二次構造部材として利用されている。特に、B787では、軽量化のために複合材料を大幅に増加させ、主翼などの一次構造材料にも利用している。航空機で利用されるPAN（ポリアクリルニトリル）系炭素繊維は、東レ、東邦テナックス、三菱レイヨンの3社が世界的大手であり、世界最大手の東レは、B787の炭素繊維複合材料に関してボーイングと長期独占供給契約を締結している。東レは、炭素繊維織物に熱硬化性樹脂を含浸させたブリプレグとして機体メーカーに供給している。

7 航空機産業の部品供給取引の態様

(1) 企画・設計・開発～量産への流れ

航空機の開発は、完成機メーカーがマーケティングを実施して新機種の概念設計を行い、国際共同開発体制を組成する。

次いでパートナーに選定されたTier 1メーカーが完成機メーカーの拠点に集まり、自ら担当する部位の基本設計を進めていき、その最終段階に至って航空機の設計仕様がすべて固まる。

その後、パートナーは自らが設計した部位について詳細設計を行い、その傘下に位置する部品サプライヤーが、実際に製造できる状態まで図面に落とし込む作業を行う（航空機業界では機体や部品の設計図面を作成するに当たり、特殊な複雑形状も表現できる3次元ソフト「CATIA」を用い、設計情報を共有することが一般的となっている）。

同時に量産するために必要な治工具も開発・製作し、それができた段階で試作工程へと進む。

試作部品とサブシステムが揃ったら、完成機メーカーはすべてのサブシステムをインテグレートして全機組立を行い、干渉などをチェックしたうえで試作機を完成させ、飛行試験を実施する。

飛行試験は通常4機の試作機をつくり、性能・信頼性などの試験を1年～1年半を費やして実施し、型式証明を取得する。通常、基本設計から初飛行までには5年程度かかるとされている。その後、航空当局から耐空証明を取得すると初めて航空機として販売することができる。

部品サプライヤーへの外注体制については、例えば自動車産業の場合、エンジンなど中枢部位は完成車メーカーが内製するのが通常だが、航空機の場合、完成機メーカーはエンジンや電装品などの製造をせず、翼や胴といった機体部品でさえも多くをパートナーやサプライヤーに外注して、自らは組立に特化する傾向にある（例えば、B777のサプライヤーの数は17カ国900社以上にのぼる）。その意味では、高次の連携が必要である。

航空機産業独特の取引スタイルとして、中大型機の場合では、搭載するエンジンの製品種類をユーザー側が選択でき、完成機メーカーはこれに従って組み立て、納入する。内装も、ユーザーごとに仕様が異なる。

(2) 部品供給取引の各ステージ

航空機産業における部品供給取引においては、新機種開発の未だ構想の段階でパートナーとなるTier 1が選定され、完成機メーカーとともに基本設計段階から詳細設計・試作・飛行試験・量産に至るすべての段階に参加し、担当する主要部位について開発から製造までの責任をもつ。Tier 2は、試作や量産の段階から参加する。

完成機メーカーからTier 2に至る部品供給取引の各ステージとしては、①開発方針決定～②

Tier 1：受注・設計・試作・仕様決定～③Tier 2：選定・試作・見積り～④Tier 2：量産受注・条件決定～⑤生産体制構築・認定取得・工程凍結～⑥材料支給・量産開始～⑦定期監査～⑧納品・在庫保持義務・機密保持義務～⑨金型費・治工具費用負担～⑩価格改定、などの例が挙げられる（図-4）。

ここでは、そうした航空機部品供給取引の実際において、どのような特徴がみられるか、各ステージごとに詳述していきたい。

① 完成機メーカーの開発方針決定

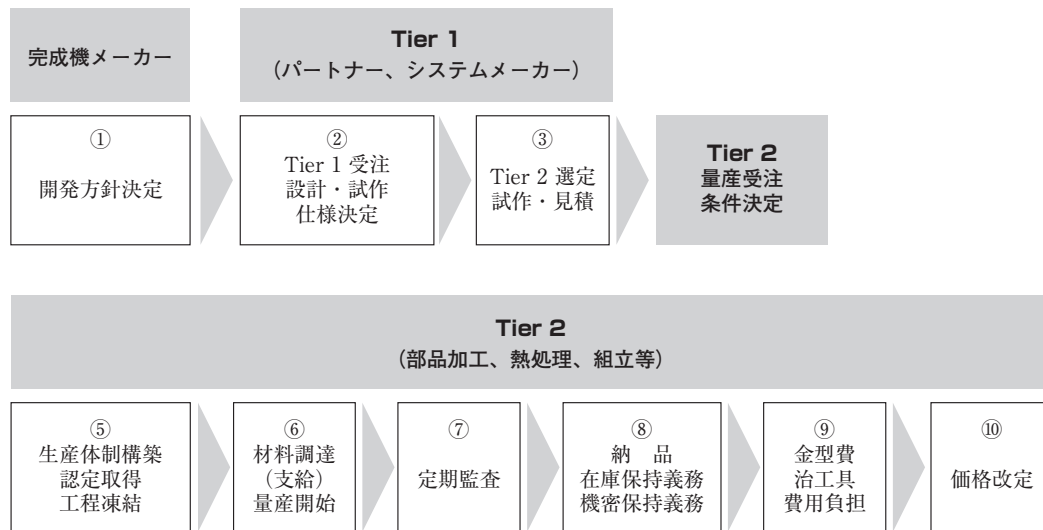
完成機メーカーは、新型機開発にあたり、市場調査からスタートし、需要動向と競合関係を分析しながら、どういう市場にどういうタイプの航空機を提供するかを検討する。新型機のコネプトが固まったら、巡航速度・航行距離・客席数などのおよその仕様を決めて、エアラインを訪問して意見を聴取し、機体仕様をブラッシュアップしてまとめ上げる。例えば、B787の開発構想に際しては、エアラインのニーズが、これまでのハブ・アンド・スポーク型（主要空港にて乗り継ぐシステム）からポイント・トゥ・ポイント型（都市間直行）にシフトすると予想し、航行距離の長い中型機の開発を決めたとされている。

エンジンの場合は、プライムメーカーが新規開発エンジンの概念を提示して、共同開発のパートナーとなるエンジンメーカーを募集し、担当部位を決める。また、近年では、共同開発方式やRSP方式が主流であり、パートナー（Tier 1）の選定に当たっては、コスト・品質・納期など生産面の能力に加えて、開発能力や調達能力、リスク負担能力なども合わせて総合的に審査されるようになってきている。

② Tier 1の受注・設計・仕様決定

完成機メーカーは、新型機の構想・開発方針が固まった段階で、全機を主要部位・システムに分

図-4 部品供給取引の各ステージ



割して、実績のある世界のTier 1メーカーに声をかける。ここで新型機概念を提示して技術等の提案を依頼し、コンペ等を実施して、それぞれを担当するパートナー（Tier 1）を選定する。選定後、Tier 1は、完成機メーカーと共同で、担当する部位・システムの設計仕様を固める。

日本の三菱重工業のように主翼などの機体の主要部位を担当できるTier 1は、世界でも10社程度であり、その選定過程では、Tier 1としての提案力、コスト、品質、納期、組織能力、資金力、実績など総合力が問われるという。実際にこのクラスのメーカーは、「新プロジェクトに先立って、Tier 1として最低限必要となる工場・生産設備は自前で用意し、ロジスティックスもきちんと行わなければならない。また、傘下にあるTier 2以下についても、信頼できる顔ぶれを揃え、その管理もしっかりと行うことが求められる」と指摘する。厳しい受注競争に勝つためには、選定以前に先行投資を行い、Tier 1としての受け入れ準備が十分整っていることを示さなければならないのである。

その他にも、B787の受注獲得のケースでは、三菱重工業は、新規開発機専任の技術者を任命し、ボーイングの本拠地シアトルに常駐させて技術提案等を行うなど、ボーイング側のニーズに即応で

きる体制を整え、選定まで2年の長期にわたって積極的な受注獲得活動を行ってきたという。

次に、装備品の場合は、まず、完成機メーカーがTier 1に対して開発計画を示して製品や技術に係る情報提供を依頼する。それをもとに仮仕様を固めて、候補各社に提案依頼（RFP：Request for Proposal）を行い、提案内容から最終候補を3社程度に絞り込む。その後は、候補各社と個別に価格交渉を重ねて、最終的に1社を選定する。

装備品のTier 1選定においても、技術だけでなく実績を含めた総合力が評価されることは変わらない。この点について、事例企業のL社は、まだ開発実績の少ない頃、ボンバルディアから降着システムを受注する際に、単独開発では不安ありとみなされたのかカナダの大手降着システムメーカーとの共同開発を条件とされた。当社は、技術的には単独開発できる自信はあったが、とにかく実績づくりが肝要と考え、この条件を呑んだという。この開発案件を無事にこなした実績から、その後、何かと声が掛かるようになり、現在のMRJやホンダジェットの受注にまで至っている。

また、Tier 1は、新機種開発情報が公になるかなり前の段階から、自らの仕様を決定するために、Tier 2にテストピースの作成等を発注している。

この点について、B社は、「機体メーカーは、新機種開発プロジェクト開始早々の段階から、部品サプライヤーにテストピースを繰り返し試作させて、スペックを固めていく」としており、装備品Tier 2のC社も「完成機メーカー社内の開発室に当社エンジニアを派遣し、当社が担当する部品の要求仕様書の作成などについて、先方エンジニアと当社派遣エンジニアが協力して作成する」としている。航空機の仕様や設計は、単に上から一方的に降りてくるのではなく、かなり未成熟な段階から、Tier 2も実質的に開発に参画し、双方向で摺り合わせながら固められていくことがわかる。

また、近年、完成機メーカーや大手Tier 1は、個別の部品単位で多くのサプライヤーに直接発注していたスタイルから、一式のモジュールやコンポーネント（またはサブシステム）といった単位で、取りまとめ役の少数社に発注するスタイルを強めている。すなわち、従来、Tier 2は、部品単位の供給能力があれば相手にしてもらえたが、今後は、一式のモジュール単位の取りまとめ役を果たせる中核的なTier 2としての能力が求められており、その分、Tier 1側は、取りまとめに要する手数とコストを軽減できる。この点について、インタビュー調査先のL社は、「かつて完成機メーカーは、アクチュエーター1本だけという単位でも納入させて、自社で組み付けしていたが、近年は、そうした部品をまとめてシステム一式に仕上げて納入するよう求めている」という。こうしたモジュール単位での発注は、他の産業、例えば自動車産業等にも多くみられる傾向であり、航空機産業も例外でなく同じ潮流にあることがわかる。

③ Tier 2の選定・見積り～長期的に支えあう パートナーとしての関係構築～ ア 選定の基準

Tier 2への発注に先立って、機体メーカーは、まず協力会のメンバー企業を対象として新機種の

説明会を開催し、図面やモックアップ（模型）を使って説明を行った後、受注希望企業を募集してコンペを行う。例えば、Tier 1のA社の場合、海外を含む約200社から調達しているというが、そのほとんどは中小企業である。

日本のTier 1においては、コンペとはいっても、Tier 2を過度に競争させるような購買政策はとらず、価格を重視するのはもちろんだが、品質・納期のほか、経営の安定性を含む長い目でみた信頼性も相当程度考慮している。すなわち、長期的に支え合うというパートナーという観点を重視して発注先を選定しているのである。この点について、装備品メーカーでTier 1の立場にあるL社によると、「2～3社の部品サプライヤーに見積り依頼をして、その中から1社を選定する。品質・納期も重要である。技術については、当社の条件に合う技術力をもった企業でなければ、最初から声はかけない」とし、技術力の高さは当然のこととして、むしろ選定以前の必須条件と考えていることがうかがえる。また、エンジンでTier 1の立場にある大手メーカーは、「現状では、航空機業界のQMS（品質管理システム）の壁を越えられる企業が少なく、多数企業が入り乱れた価格の叩き合いにまではなっていない」という。価格以外のことが相当程度考慮されていることがわかる。

もう一つ、特に重視される点としては、経営の安定性が挙げられる。これは、航空機部品の場合、長期にわたって供給する責任を負っており、仮にTier 2が運航期間半ばにして廃業や生産中止に陥ったとしたら、その責任が果たせなくなるためである。実際に、航空機の開発は5～10年かかり、量産機もライフサイクルが30年以上という長期間の付き合いになるので、業況に懸念があったり、経営方針が大きく覆るような不安定な企業は、発注元から嫌われる。その点、事例企業C社が指摘するように、非公開企業ならば、買収される危険がなく、(a)経営の基本理念が維持できる、(b)自社

技術を保持できる、(c)組織が安定している、等の面で長期安定性があると海外から評価されている。非公開の中小企業は、日本ではそれほど珍しくないが、欧米の航空機関連メーカーからみると貴重な存在である。航空機業界でアピールできる我が国企業の組織形態的な強みといえるかもしれない。

このような、長期的に支えあうパートナーとしての関係性を重視する傾向は、近年、他業界がコスト第一主義の刹那的關係性でサプライヤーを選ぶ傾向を強めているのに対し、極めて特徴的に映る。この点については、(3)において詳述する。

イ 発注元によるコントロール

Tier 1は、協力会社各社の得意技術や保有設備、稼働状況等を十分に把握しており、自らの経営資源の配分、社内の設備投資方針、内製・外注のバランスなどを含めた全体的な視野から外注方針とサプライヤーレイアウトの大枠を決め、Tier 2を選定している。例えば、D社によると、「主要発注元は、価格・品質・信用度の三つを基準とする競争入札でサプライヤーを選定している。その際、どの機種・どのパーツを担当させるかは、サプライヤー側の感触や反応も見ながら発注元が配分している」という。また、F社の指摘にもあるように、大手Tier 1は、自らの内製用設備計画も、サプライヤーの設備投資動向を観察しながら、全体的視野で決めている。サプライヤーに任せてよい分野で自社内に重複した設備投資はしないし、サプライヤーの設備が遊ばないように、別の仕事を回すこともある。これまでの取引実績や事前の調査から、各サプライヤーの得手不得手・生産能力を把握しているので、新機種開発に際してのサプライヤーレイアウト等は、適宜、開発内容や進行状況に関する情報を開示しながら、サプライヤーの意向を汲みつつ決めていく。

実際のTier 2選定に際しては、金具などを供給

している川西航空機器工業等によると、「5～6社のコンペによって選定される」というとおり、数社を競合させて発注先を選定するのが一般的と考えられる。ただし、例えば、国内にその製品を扱うメーカーが3社程度しかないハーネスのような分野では、コンペを経ず、複数社に分けて発注する例もある。これには、発注元からみても継続的な協力関係を維持していきたい少数の部品サプライヤーに対して、その設備稼働状態に大きな振れやバラつきが出ないように、一定の配慮がなされているともいえる。

選定の時期についても、部品の種類や機能によって違いがみられる。海外のTier 1メーカーと取引しているコンポーネントメーカーのC社によると、新機種開発のプレス発表時期に前後して、装備品関係のサプライヤーが参画を始める。完成機メーカー社内の開発室に向けて、当社からエンジニアを派遣し、当社が担当するであろう部品の要求仕様書等について、先方と協力して作成することもある。一方、H社のように casting 部品等の素材材を供給する企業の場合は、開発段階に参画することはなく、発注元がすべて仕様や図面を決めた後に、発注先選定プロセスに入るといふ。

④ 試作段階から量産段階への移行

ア 試作品の価格設定

Tier 1が完成機メーカーから受け取る対価は、多くの場合、共同開発のパートナーとして開発費を負担していることから、Tier 2以下に適用される加工人件費を基礎として算定する価格設定方式のように一律に決まらない。RSP方式をとる場合ならば、共同開発者として、販売利益と損失に応じた配分を得る形となる。

一方、Tier 2以下のサプライヤーは、開発費を共同負担するような、基本機能に関わる開発設計を受け持つことはほとんどなく、試作の段階以降から参加することが多い。試作は、幾度となく繰

り返し行われ、試作品だけでも相当量を納品することになるが、試作段階と量産段階の契約は基本的には別個のものであり、別のプロセスを通じて発注先が選定される。ただし、実際には、試作品の受注を獲得すると、引き続き量産も担当できることが少なくない。試作を繰り返す度にノウハウが蓄積され、当然、競争上優位になるからである。

こうした試作品の価格設定に関しては、各社さまざまであり、B社では、試作に係る費用全体から価格を積算するが、工場・機械設備・汎用治具など、試作に要した資産でも汎用性がある他にも使用できるものは自社負担とし、積算から除外するという。この場合は当然、当該試作の受注だけではコスト割れか、あるいは割の悪いものになる。試作で実績をあげ、首尾よく量産まで受注できるように努力し、量産後、長期的に回収していく期待が含まれているのである。

なお、試作完了の段階でも契約金額は一括では支払われず、量産時になってから分割して支払われる場合もある。航空機の場合、量産まではかなりの時間を要するため、その間の資金負担を発注側と受注側で分担する慣行である。

イ 量産品の価格設定

Tier 2が量産に入る場合は、Tier 1から材料を支給され、治工具も貸与されて、加工等を行うことが多く、その場合、発注元Tier 1に提示する単価の見積りは、労務費を中心に積算することになる。この労務費についても、Tier 1側が諸費用も考慮したうえである程度想定している時間単価と工数があるので、これに基づいて査定される。

一般的には、Tier 1が治工具費用を負担し、材料を支給することが多いが、特殊な治工具製作や独自技術、設備を用いる部品等の場合は、Tier 2側が算定した見積りをもとに価格が決められる。例えば、川西航空機器工業のように、金型をはじめとする各種の設備費を自社で負担するケースも

ある。同社は、その金型費用等を量産単価に頭割りし上乗せしているが、完成機メーカーは必ずしも生産計画数量を明らかにしないため、最終的な生産数量を正しく推定することが必要になる。過多に見込み違いをすると、実際の生産数量が少なく終わって金型費用等を不完全にしか回収できないおそれがあり、逆に過少に見込み違いをすると、量産単価に厚めに上乗せしなくてはならないため設定単価が高めになり、受注できないおそれがある。そのため、部品サプライヤーは、公表情報をはじめ、業界内情報や独自の機体予想生産量のデータ、その他様々なルートから生産数量に関する情報を収集し、Tier 1の想定に近い数量を設定するように注力している。この点については、田中も「発注元である機体メーカーから直接の情報は取りにくく、自社で調べて判断することになるが、生産個数などは自己判断となるため読み間違いのリスクもある」と同様の指摘をしている。

⑤ 量産体制の構築・認証取得・工程「凍結」

ア 量産体制の構築

量産が決定した後は、工法計画を作成し、量産設備と治工具を整備する。量産治工具は、試作治工具を流用するものもあるが、量産用に型板、心金、プレス型、組立治具、溶接治具、機械加工治具、検査治具、工具、ゲージなどを装備する。機体製造時の治具点数は、100～200機程度生産する場合、部品点数の1.5～2.0倍とされている（半田、2007）。Tier 1では、治工具も自社で製作・調達するが、Tier 2では、汎用工具を除き、発注者から治具を貸与されるケースも多い。

イ 品質管理体制の構築、認証の取得

4で述べたとおり、航空機の生産では厳しい品質管理が求められており、受注～量産体制の構築に先立って、上述したJIS Q 9100の要求事項に従った品質管理体制の構築が必要になる。

大手のI社のように、従来から自主的に厳しい品質管理を講じていたため、その延長線上の手続きとして比較的取得しやすかったとの声も少数あるが、そこまでの厳しい管理にあまり馴染みがない中小企業にとっては、相当程度高い壁になる。例えば、川西航空機器工業によると、「JIS Q 9100は、ISO9001に比べて要求事項が10倍以上あり、品質記録を保持する範囲も非常に広い。JIS Q 9100に移行する時は、かなり苦勞した。品質記録類の維持管理が、ISO9001に比べてJISQ9100はかなりシビアである」という指摘もあり、そう簡単ではないことがうかがえる。

ただし、JIS Q 9100はあくまで品質管理体制そのものに関するものなので、これに適合したからといって、具体的な何かをつくれることが示されるわけではない。あくまで航空機生産に携わる前提条件として同認証を受けたうえで、実際に量産体制を構築する際には、ボーイングやボンバルディア等完成機メーカーが行う、各社独自で個別具体的な工程審査に合格することが必要となる。その制約は厳しく、特定の設備については、個体番号まで認定対象になるので、同性能同種類の機械でも認定を受けていないものは使えない。しかも、例えばボーイングのスペックに基づいて認定された生産ラインは、他の航空機メーカー用には使えないという厳格さである。これも他業界ではみられないほどの強い品質管理要請に基づいている。

もう一つ、特殊工程（熱処理、非破壊検査、溶接など）を担当する際には、Nadcap（特殊工程の監査・認証プログラム）の取得が必要になる。その取得には、1年ごとの申請が必要で、2～3カ月の審査期間がかかり、かつ、審査費用も高い。このため、川西航空機器工業やE社のように、技術面では問題ないレベルであっても、Tier 2として特殊工程を直接担当しない前提にして、同認証を積極的には取得しない方針もある。

ウ 生産ラインの「凍結」～高い安全性要求から生まれた航空機産業独特の規律～

航空機の開発プロセスでは、各種のテストを繰り返して、加工方法や加工条件を最適化していく。その結果から、量産における生産工程を構築し、最後に完成機メーカーの工程審査を経て生産ラインの承認を受ける。こうしてようやく量産体制が整うわけだが、ここで高い安全性要求から生まれる航空機産業独特の規律をみることが出来る。生産ラインの確定については、例えば、川西航空機器工業のいうところ、「量産段階になると、いったん決められた手順を変更することは基本的にできなくなり、工程を“フリーズ”させる」という。すなわち、いったん確定し承認を受けた生産手順は、厳格な変更承認の手続きを経なければ、改変することはできなくなる。これが、いわゆる工程の「凍結（フリーズ）」であり、極めて高い安全性が求められる業界において、常に安定して同じ品質の航空機部品を生産するために課せられた制約である。もちろん理屈のうえでは、他の業界でみられるようなVA/VE活動やカイゼンなどにより明らかな生産性の向上が図られるならば、工程変更することもやぶさかではない。しかし、この場合、多くの手数をかけて工程変更の手続きを行い、再度審査を受けて厳格な承認を取り直す必要があるため、よほどの効果が望めない限り、実際には「中小企業ではやりづらい」という指摘がある（こうした工程変更を承認し得る審査権限は、完成機メーカーを源泉とし、そこから責任と権限を委ねられた有力Tier 1も有している。近年、生産階層構造の全体的な上方シフトを図る動きの中で、有力サプライヤー（中小企業を含む）に対しても一部の責任と権限を委ねていく傾向がある）。

このように、新機種開発時の試作・試験段階では、長期にわたり頻繁で柔軟な試行錯誤が行われる半面、量産開始段階では、一切の工程が「凍結」され、以降、たとえ生産性向上目的の改良であっ

でも禁じられる。他業界にはほとんどみられない特徴的な取引態様といえる。これが当業界への参入環境を形成する重要な要素になっている点については、後の8(6)において詳述する。

⑥ 材料調達

航空機の構造材料は、極力軽量化が求められると同時に、気温・気圧等が激しく変わる過酷な運用環境のなかで長期にわたって安全性を維持しなければならない。そのため、厳格な規格に定められた高機能な材料を使用しており、その多くを航空機生産が盛んで材料市場が大きい米国から調達している。例えば、Tier 1のL社では、直接米国から必要な部材を輸入している。日本国内の材料メーカーでも同じ品を供給できないことはないが、国内航空機産業の需要だけではロットが小さ過ぎるため、割高になり競争力がないのである。

Tier 2の場合は、機体部品の分野では加工請負のケースが多く、また、生産規模の面からも材料調達量が少ない。このため、独自に材料メーカー等に発注しても価格交渉力が弱く割高なことから、例えば機体組立のD社のように、Tier 1が代って米国の材料メーカー等に一括大量発注し、それをTier 2に支給するケースが多い。この点に関して、油圧部品の三益工業は、「材料は発注元から支給されることが多く、当社はそれを加工して製品に仕上げる。支給される材料は特殊なものが多く、仕損じると発注元に変な迷惑をかけることになる」という。航空機材料は、かなり特殊で高価なものであることがうかがえる。

一方、標準部品のファスナーを生産する川西航空機器工業では、自社勘定で仕入れてはいるが、主力発注元の仕入れルートに自社所要分もまとめて発注してもらい、調達コストを引き下げる工夫をしている。この他に、特殊品を自社単独で商社経由で輸入しているケースもある。例えば、装備品メーカーのC社は、米国製の航空機材料を商社

経由で輸入しているという。自社で調達する場合は、取引条件にもよるが、材料価格が高騰したらその差額を製品に上乗せできるケースも多い。

なお、最近の材料調達事情については、「今は(米国の)材料メーカー側が、(需要者側と直接取引せず)収益拡大のため、全量流通市場に出すようになった。(商社を経由することで)安く早く調達できるようにはなったが、そういった材料のなかには、規格はパスしていても質の良くないものがあり、(吟味が必要で)材料調達に大きな苦労を伴う」という指摘もある。

⑦ 定期監査

生産工程が完成・確定すると、完成機メーカー側(その権限の委任を受けたTier 1を含む)がその工程について監査を行いに来る。また、いったん凍結した生産工程を改変した場合は、再度監査を受ける必要がある。例えば、ボーイングの機体組立を行うD社は、「(発注時のサーベイの他に)システムサーベイ、材料、部品の保管状態の監査などそれぞれ年1回程度の監査を受ける。また、加工機械を新しくした場合も監査を受ける必要がある。ボーイングや直接の発注元(Tier 1)の他にも、ISO、防衛省、JAXA等からいろいろと監査に来るので、個々の事項については年1回ペースだが、全部を平均すると月に2回くらい誰かが来ている感覚がある」という。

また、JIS Q 9100の更新については、川西航空機器工業は、「JIS Q 9100は、2年に一度更新している。いったん、認証を取得すれば、それ以降は日常業務で蓄積したデータを見せるだけなので、基本的にはそれほど大変な負担ではない。それでも、当社の場合で関連文書やデータは厚さ5cmのファイルで20冊分にも及ぶ」と指摘している。

⑧ 完成品検査・機密保持義務

航空機部品は、出口においても厳しい検査が

待っている。抜き取り検査ではなく基本的に全数検査であり、特殊な技術を用いた検査も実施される。例えば、B社では、「品質・工程管理システムにより、当社が成形した製品は、通常の検査に加えて非破壊検査（NDI）を行って品質を保証することが義務付けられている。非破壊検査を担当するオペレーターは、一定の研修期間を経て、公的機関の資格（レベルⅢ）を取得する必要がある」といい、検査員についてまで完成機メーカーの定めに従う限定された要員でなければならないことを示している。特に、複合材の品質要求は厳しく、製品内や接着部分の傷・泡等まで超音波探傷機による非破壊検査を要する。出来上がった製品だけ調べてもわからない部分があるので、工程・設備についても遡って検査することが求められる。受検側もそのための備えが必要になる。

一方、機密保持の観点からも、情報セキュリティ体制が問われており、B社では、「秘密保持については、管理体制が特に厳しく問われる。当社は企業規模の割に、そうした情報セキュリティ管理面に多くの投資をしている。パソコンの持ち出し管理やデータの暗号化など、さまざまな面で配慮している」としている。また、D社では、情報セキュリティマネジメントシステム（ISMS）を取得して徹底的に管理している。

⑨ 金型費・治工具費用の負担

例えば、自動車業界では、部品サプライヤーが費用をかけて金型を製作したが、それをを用いた生産実績が当初計画数を満たせず、部品サプライヤー側が負担した金型費に償却不足が生じた場合は、その損失を発注者側と折半して負担する形で補償（金型補償）してもらうという取引慣行がある。この点について航空機業界の例をみると、Tier 2サプライヤーに外注する際には、Tier 1側が金型や治工具を支給するケースが多く、サプライヤー側に金型費の負担が生じないことから、

金型補償の例はあまりみられなかった。

加工外注以外では、ファスナー等の標準部品を扱う川西航空機器工業の場合のように、標準品でもあるし、発注元もあまり金型等の資産計上を望まないことから、同社側で金型を所有するケースもみられる。その製作費用は、製品単価に頭割りして上乘せするが、計画通りの生産にならないと損をすることもある。油圧システムメーカーのH社では、金型の所有権は発注元なので、当社が預かる形にしている。ときには、発注元の社内で使用していた金型を回してくれることもあるという。

また、治工具については、機体用ハーネスを生産するE社は、治具製作を自社で請ける場合は設計及び部材の調達も行う。油圧機器の金属部品のサプライヤーのH社は、「治具は、当社がその費用をもらい、独自に購入して所有する」という。

⑩ 価格改定

ア 改善活動による単価引き下げ

生産体制構築が済み、完成機が航空当局の型式認証を取得した後は、上述した「工程凍結」によって生産方法や材料・生産設備等を変更することができなくなる。量産開始後でも、自動車産業など他産業では、さらなるコストダウン等のために生産工程や設備等について、日々改善活動を推進するのが一般的である。しかし、航空機産業で工程等を改定するとなると、再度審査を受けて認証を取得する必要があり、少なからぬ費用と時間がかかるため、それを上回るメリットがない限り改定することはない。そのため単価を下げる余地を残しているともいえるが、それよりも安定的・継続的に品質を固定化して再現することの方が重視されている。例外的ではあるが、部品サプライヤー側からのVA/VE提案によって生産工程を改定し、コストダウンの成果が出た場合は、その成果を発注元との間で折半する慣行となっている。

イ 習熟曲線による単価引き下げ

工程変更によらず、予め取り決められている単価引き下げとしては、習熟度曲線（ラーニングカーブ）によるものがある。量産が進み、習熟度上がるにつれて生産性が向上していく分を予め見込み、そのカーブに従い単価を下げていく仕組みである。この点について、E社は、「量産品の発注単価について、ラーニングカーブ（習熟度曲線）を設定し、段階的に単価を引き下げることが基本となっている。しかし、近年の民間機では国際的な価格競争もあり、それ以上の厳しいコストダウン要求に対応せざるを得ないこともある」という。同様に、Tier 1の立場にあるL社も、「価格については、量産が進むにつれ効率的生産が可能になると想定して、経過年ごとの習熟度に応じたコストダウンを、その都度、サプライヤーに要請している。当社も発注元から値下げ要請を受けることがあるが、その場合は、各サプライヤーにも値下げに協力してもらうことになる」としている。

このように習熟度曲線の他にも、期末の時期など年に1回程度の割合で単価の引き下げを要請される場合があるという。その際には、来期の新しい部品の発注情報等を提供されることも多いので、駆け引きで値下げに応じることもあるなど、各社ケース・バイ・ケースで対応している。それ以外に、発注元から一律に年当たり数パーセントのコストダウン要請を受けるといったような定期的な単価逡減の例は、あまり聞かれない。

(3) 部品供給取引をめぐる背景

～安定的リレーションシップの構築～

(1)③アで先述したように、Tier 1と部品サプライヤーとのリレーションシップに着目すると、機体メーカー、装備品メーカー、エンジンメーカーとも、発注実績あるサプライヤーを組織化して協力会を設けるなど、長期・安定的な取引関係の構築を図っている。これには、サプライヤーの経営

動向や設備動向等に関する情報収集コストを低減するという一般的な効用に加えて、航空機産業特有の事情がある。すなわち、(a)航空機部品等の生産は厳しい品質管理を要し、部品サプライヤーに対してもJIS Q 9100の取得など他の産業にはない独特の管理体制が求められること、(b)完成機のライフサイクルが30年以上と長く、部品サプライヤーに対しても長期・安定的な供給体制が求められること、(c)少量生産が基本であり、部品サプライヤーも複数機種（案件）を継続的に扱っていかねば事業体を維持しにくいこと、等の条件がある。こうした厳しい条件に耐えられるプレーヤーは極めて限られているため、特定少数のサプライヤーとの関係を大切に、長期にわたって育成していこうという考え方に基づいている。

この点について、例えば、D社は、かつて航空機本体ではなく、その生産用の治工具や試験装置供給の実績しかなかったが、主要発注元で民間機生産プロジェクトが立ち上がったことを知り、その組立の受注を打診した。すると、その発注元から「人材を出すなら指導するので一緒にやろう」と回答され、以後、発注元から指導・育成を受けつつ長く良好な関係を続けている。また、川西航空機器工業では、新規にCATIA（航空機設計用に開発された3次元設計ソフト）を導入した際、主力取引先が当社オペレーターの研修を受け入れてくれた経験もあり、こうした良好な関係性について、「当社に限らず、部品サプライヤーは、発注元のパートナーとして尊重してもらっている雰囲気がある」と指摘している。

こうした強めの関係性はあるものの、それでいて、完成機メーカーを頂点としたサプライヤーの「系列化」という動きはみられない。例えば、E社は、「主発注元1社との取引に限らず、他の機体メーカー、装備品メーカーとの取引も開拓している」とする。また、川西航空機器工業は、メインの発注元はあるが、国内主要重工各社にも並行して

製品を供給している。このようにTier 2のなかには、他案件では競合する複数のTier 1相手に供給している企業もある。さらに、三益工業では、エンジンメーカー・機体メーカー・装備品メーカーという複数の部品分野をまたいで幅広く取引している。

このように航空機業界は、長期・安定的関係を重視しているながらも、半面では、系列に拘らないオープンな取引関係にあるとみられる。

以上のように、中小企業を多く含む我が国の航空部品サプライヤーは、Tier 1との太いリレーションシップを背景に、厳しい品質管理を伴う部品供給体制の一翼を担うことで、航空機産業を底辺から支えている。

もちろん、大手Tier 1の技術水準は、中小部品サプライヤーに頼らずとも自社内だけで部品生産を完結できるレベルにある。ただし、すべてを自前で処理するために自社の経営資源を残らず投入するのは、大手メーカーといえども負担が大き過ぎる。中小部品サプライヤーとの連携・協力関係がなければ、我が国航空機産業は十分に機能しないといても過言ではない。この点に関して、Tier 1の立場にあるL社は、「ロットの少ない防衛省向けの仕事なら、すべての部品・工程を自社内でこなせる。しかし、民間航空機の場合は、キャパシティの面で欧米の大手装備品メーカーに太刀打ちできないし、すべてを抱え込むことは効率的でない。そこで、基幹部品や大型部品は内製して、中型・小型部品は協力会社に頼むようにしている」とし、受注変動に対応するためにも中小企業を中心とする協力会社は無くってはならない存在だという。

同時に「国内業界の裾野が狭いため、残念ながらまだまだ海外サプライヤーに頼らざるを得ない」ともいい、海外勢に比べ国内業界の未成熟な点も指摘している。こうした現状を覆し、国内サ

プライヤーの供給能力を十分に活かせるような、我が国航空機市場の今後の成長に期待したい。

8 航空機産業の特性が生み出す参入環境

航空機産業では、これから世界的な需要の伸長が予想されるとともに、現下でも各種の大型旅客機、リージョナル機、プライベート機の開発プロジェクトが進行中である。裾野の広い航空機産業における、こうした需要の伸長により、既存の部品サプライヤーのビジネスチャンスのみならず、他業界からの新規参入期待も高まっている。また、地域を挙げた参入推進活動も活発化しており、多方面から注目が集まっていることがうかがえる。

しかしながら、航空機産業には、他にはみられない強い特性がある。すなわち、航空機は、多くの乗客や貨物を搭載し、気圧や温度変化の激しい高度上空での高速航行や大きな衝撃を伴う離発着を繰り返すなど、過酷な環境下で長期間の運用を強いられる。そのため、極めて高い安全性・耐久性・耐衝撃性等が求められ、さらに、近年は、快適かつ低燃費への強い要請も課せられている。このため、上述してきたように、航空機産業には、極めて厳しい規制や品質要請、独特の業界慣行など、他にはみられない強い特性があり、それが事実上の参入障壁を形成しているとも考えられる。

本項では、以上のような観点から、航空機業界参入に関する現状について、インタビュー調査で得た現場情報を交えて、その各要素について詳述していく。

(1) 品質管理システム等に従った認証の取得

航空機産業への参入を志す者にとって、最初の大きな課題は、航空機業界特有の品質マネジメントシステムへの対応である。4で述べたように、航空機部品の生産に際しては、JIS Q 9100の取得と維持管理が求められ、特殊工程については

Nadcapの認証取得が求められる。認証取得企業の協力のもと、自らは認証を取得しないという選択肢もあるが、実際に、「航空機業界で仕事を受注するためには、JIS Q 9100の認証取得は当たり前のこととして要求される」との声は多い。さらに、ISO9001及びJIS Q 9100の認証を受けたうえで、これとは別に、国内外の完成機メーカーが行う独自の工程審査に合格する必要がある。また、一部の特殊工程（熱処理、非破壊検査、溶接など）について必要になるNadcapは、当該特殊工程における一般的なプロセスに関するものであり、さらに個別具体的なプロセスに関しては、ボーイング等の機種ごとのスペックにより細かく規定される。

JIS Q 9100やNadcapの取得については、いずれも厳格な要件をクリアする必要があり、担当人員の手当て、専門知識の習得、直接的な取得費用、維持管理費用、社内システムの整備、日常の記録管理など、相当な負荷がかかる。実際の取得の手順について、インタビュー先の飯田航空宇宙プロジェクトでは、「JIS Qの取得に関しては、独力で講師やコンサルタントを呼んで取り組んだ。大企業に比べて認証取得の対象範囲が限定できるものの、小規模な企業にとってはやはり大変。専任担当者を最低1人当てなければならないし、マニュアルもその1人か2人で全部つくることになる。費用として、取得時に最低でも150万円はかかり、6カ月ごとのサーベイランスに毎回30~40万円かかる」と指摘する。また、D社は、「当社の規模だと、JIS Q 9100は取得に約1,000万円、維持にも年間100~200万円くらいかかる。コンサルタントを雇い、専任の担当者を置いて、部門責任者を教育し、組織全体に広げている」とし、規模によって当然差はあるものの、金銭面でもかなりの支出が必要なことを示している。

また、体制面の整備については、川西航空機器工業は、「関連文書やデータは、厚さ5cmのファ

イルで20冊分にも及ぶ。そうした社内規定や履歴データを管理する情報システムを社内に自前で構築したが、それ以降楽になった。今は経営データもすべてLANで管理し、紙ではなく電子決裁している。このように、社内体制全体を変えないとこの業界には入りにくい。航空機メーカーがチェックするのは、こういった全社的な管理システム。『この認証データを見せて』と言われたら、すぐ見せられるようにしているので、安心してもらっている」と、社内全体に及ぶ体制変革の必要性を説いている。同様に、D社は、「認証を取得した際には、社内の仕組みづくりだけでなく、風土づくりから行った。当初は、過剰に高い品質要求ではないかという反対意見もあったが、担当者が半年間勉強して、製品に不具合が出て苦勞するよりはよいと説得した。内容を理解すると、言葉が違うだけで、考え方は実は先代社長の考えと同じということがわかった。それでも社内に浸透するまでは3年くらい要したと思う」と、単なる仕組みづくりというより、企業風土そのものに関わる大作業だったことを示している。

このように、多大な費用や労力をかけて取得したとしても、先述したように、それだけでは、参入の最低条件を備えてスタートラインに立ったに過ぎず、受注が約束されるわけではない。実際に飯田航空宇宙プロジェクトでは「苦勞して認証を取得したものの、未だに試作さえ受注できていない企業もある」とし、その実情を示している。

ただし、参入を志す以上、認証取得は基本的に必須の条件であり、そうした参入の第一段階をクリアする過程にはプラスの面もある。例えば、三益工業では、「取得時はちょうど現社長への事業承継の時期と重なったこともあり、これを好機に社内体制の見直し・掌握ができた。取得後の対外PR効果もあり、当社の経営基盤となった」とし、厳格な認証取得の反射的效果が対内的にも対外的にもあることを示している。Tier 1の立場にある

A社は、「完成機メーカーは、中小企業に対してNadcapを取得するよう助言している。この規格を取得していると取引しやすい。確かにNadcapがあるからといって直ちにボーイングの仕事ができるわけではないが、(発注先選定に際して)プラスアルファにはなる」としており、L社も、「最近Nadcapの認証を次々と取得して、特殊工程に対応できることを売りにしている企業も現れている」と、その効果を認めている。さらに、取得時の負担感についても、D社では、「ISOの思想は、トップダウン型の体制構築なので、中小企業の方がむしろ楽なのかもしれない」と、前向きに捉えられる点を指摘している。

(2) 長期にわたる投資回収負担と

製品供給責任

航空機は、開発期間が長いだけでなく、製品のライフサイクルや実運用が長期間にわたるため、それに合わせて部品供給体制も長く維持することが求められる。具体的には、最低でも30年以上の運用期間となり、YS-11など既に数十年前の機体に対しても、現役で飛んでいる限りは、部品も供給せざるを得ない。効率が良くなくても、オーダーが続く限り最後まで責任をもって在庫保持あるいは生産しなければならない。また、部品の定期交換のほか、イレギュラーに必要なときもあるので、細かな部品も在庫として常備しておく。さらに、専用の治具や金型などもその機種が運用廃止になるまで保管することとなっている。常に厳しい品質管理体制を保ちつつ、少量かつ多品種の航空機部品の供給体制を数十年間維持・継続するには、相当な企業体力を要するといえよう。

また、開発期間の長さにより、投下資金の回収も長期化するため、その間の資金負担も重くなる。D社によると、「新型機の開発に4～5年も要し、投資資金の回収に10年以上はかかる」とし、Tier 1であるL社でさえ、「最初に声がかかって

から受注に至るまでは1年半から2年、あるいは3年かかることもある」としている。そのうえ、当初の開発計画期間どおりにいかないという予測しがたい問題もある。最近事例のエアバスA380やB787の開発期間の延長等にみられるように、計画されたスケジュールどおりにならないことは、この業界ではしばしばある。実際に、上記新型機開発に係る度重なる予定期日の延期により、サプライヤーは振り回され続けている。例えば、B社は、「当社は、充実した設備を揃えている一方で、設備投資の資金負担は大きい。B787の生産が当初の計画どおり本格的に始まるとしたら、ラインをフル稼働して24時間操業できるよう準備をしているが、ボーイング側の事情もあり未だ稼働率を高められない。設備投資に向けた融資について、銀行から必要時期を尋ねられても、当社では明確に答えられないという状況にある」とし、決して軽くはない借入負担を負いながら、先行投資した設備を持て余してしまう実情を伝えている。これに馴染むのは容易ではないが、参入する場合はそうした覚悟が必要であるとの指摘がある。

以上のように、航空機産業では、他産業に比べ概して時間軸が長い。経営もそうした姿勢で臨む必要がある。この点について、ウィングウィン岡山は、「航空機産業の受注獲得は、いわば農耕型。長い目で耕して実りを収穫するビジネス」と認識しており、同じく、飯田航空宇宙プロジェクトも「航空宇宙分野の難しいところは、長いスパンをかけないものにならないということ。その間、実績を積み上げて、10～20年先を見越した展開が必要になる」とし、短期的収益を期待すると、持続困難な局面があり得ると指摘している。

(3) 十分とはいえない取引ボリューム

(未だ成長途上の市場規模、少量生産)

国内の航空機産業全体の売上高は、1兆円を超える程度の規模であり、欧米の市場規模に比べ

ば未だ成長途上にある。また、国内他産業に比べても特に大きな分野とはいえ、同じ輸送機械である自動車産業と比べた場合には、その市場規模があまりにも小さいことを認識させられる。従って、自動車業界を含む他業界から参入しても、すぐに儲かる業界ではないというのが現実である。航空機は、品質管理の要求が厳しく少量生産になりがちで、製品の性格上、“量産”といっても他業界に比して極めて限定的なものになる。実際に、B社は、「航空機産業においては、数量規模の感覚が自動車業界などとは全く異なる。月産2個、多くても月産8個というようなオーダーである。こうした少ない生産量では価格競争力を発揮するのは難しい」という。また一方、ウイングウィン岡山が指摘するように、「Nadcapは、機械の汎用を認めないという問題がある。従って、認定された機械はその仕事専用になってしまうので、同一種類でまとまった量の仕事がないと採算がとれない」という。厳格な品質管理上の制約から、こうした割の良くない状況も見受けられる。

なかには、ある特定の防衛機用部品では国内シェア100%企業でありながら、その受注量だけでは一つの工場を維持するのも難しいという事例もある。独占的トップなのに、それでも取引ボリュームが足りないという、珍しい現象である。

以上のように、航空機産業は将来的に期待できるものの、少なくとも現状では、当該産業のみに依存して安定した事業を営むには、相当程度の難しさを伴う。こうした状況に対応するため、例えば、D社は「航空機事業だけで独り立ちには難しいので、当社では、試験機器生産など他の事業で堅実に稼ぐなど、三つの事業を柱として経営を安定させている。航空機事業に参入する場合は、他にも事業の柱があって、将来のために当面は航空機事業が赤字を出しても凌いでいけるという基盤が必要」としている。同社における試験機器事業のような、航空機産業とは別の時間軸をもつ事業を

並行して行うことでリスクが分散でき、さらに、類似の技術が活かして取引量がある程度稼げるような事業を選択することで、経営の効率化を図ることが有効である。特に、参入初期においては、取引ボリュームが不足する傾向は強いと推測されることから、このD社の対応例は、極めて重要な示唆を提供しているといえよう。

(4) 高度な加工能力と透明性

航空機産業に携わる際、技術面で求められるものとして、まずは、CATIA（複雑形状も表現できる3次元設計ソフト）による図面作成、CAM（Computer Aided Manufacturing）への展開能力等が求められる。当業界では既にCATIAを用いて設計図を表現することが一般的となっており、これで示されている設計データを受け取り、工作機械等に入力するための加工用データに展開していく能力が必要になる。

次に、複合材や難切削材の加工、複雑形状部品の多軸加工、大型部品加工等を行う能力が求められるとともに、熱処理、非破壊検査、溶接などの特殊工程をも加えた一貫生産を行うことへの期待も強くなっている。こうした技術面に関する具体的事例として、B社は、「航空機産業だから、すべての工程の難易度が高いかというところでもないが、自動化することが難しく、労働集約的で、職人的な技能を要する作業は多い。例えば、風防などの成形品を仕上げる工程では、わずかな傷や歪みもないよう三次元的に研磨する技能が必要である。その技能をマスターするには、概ね10年から20年の長い期間が必要である」という。また、I社は、「一般の機械部品の材料は、鉄、ステンレス等が主であるが、航空機エンジンにはチタン合金やニッケル耐熱合金など、加工難度が高い材料が多く使われている。材料によっては、発火性のあるものもある。（中略）材料の差を除けば機械部品加工等の得意な中小企業の参入の可能性は

十分あるが、ベテラン技能工が巧の技だけで精度を出すというブラックボックス的なやり方は通用しない。技能と勘も必要であるが、工程記録を残してプロセスをきちんと客観的にトレースできなければならない」とし、難しい作業を行いながらも品質管理のため、トレーサビリティ、透明性が不可欠であることを強調している。この透明性という意味では、田中がいうところ、「航空機産業の技術は、科学的な根拠によって技術の理論的な裏付けがないと信頼されない」とされ、そのため、同社は、「安全性、技術の優位性を科学的に検証するため、社員を大学院に送り込んで研究させ、博士号を取得させた。疲労特性の向上を立証することが一番の目的であった」という。こうした例からわかるように、当業界特有の困難な加工が求められるが、結果的にできればそれでよいという問題ではなく、最終的な製品の安全性を担保するためには、説明できない不透明なプロセスが介在してならないという思想が、その根本にあると考えられる。

(5) 海外とのコミュニケーション、 国外法令遵守

その他の障壁として細かい点を挙げるなら、Tier 1であるA社は、「海外とのコミュニケーションを取るために英語は必須。アメリカの法律などにも慣れなくてはならない。MRJもFAA等に向けて英語を使っており、ドキュメントは英語、組立手順書は日本語になっている」と指摘する。現時点で、頂点に位置する完成機メーカーは海外勢であり、近い将来、日本に完成機メーカーが誕生するとしても、世界全体をマーケットとする以上、海外とのコミュニケーションは欠かせない。特に、認証や仕様、工程審査も、海外の規定と言語で実施されることから、中小企業といえども、対応できる人材を備えておく必要がある。

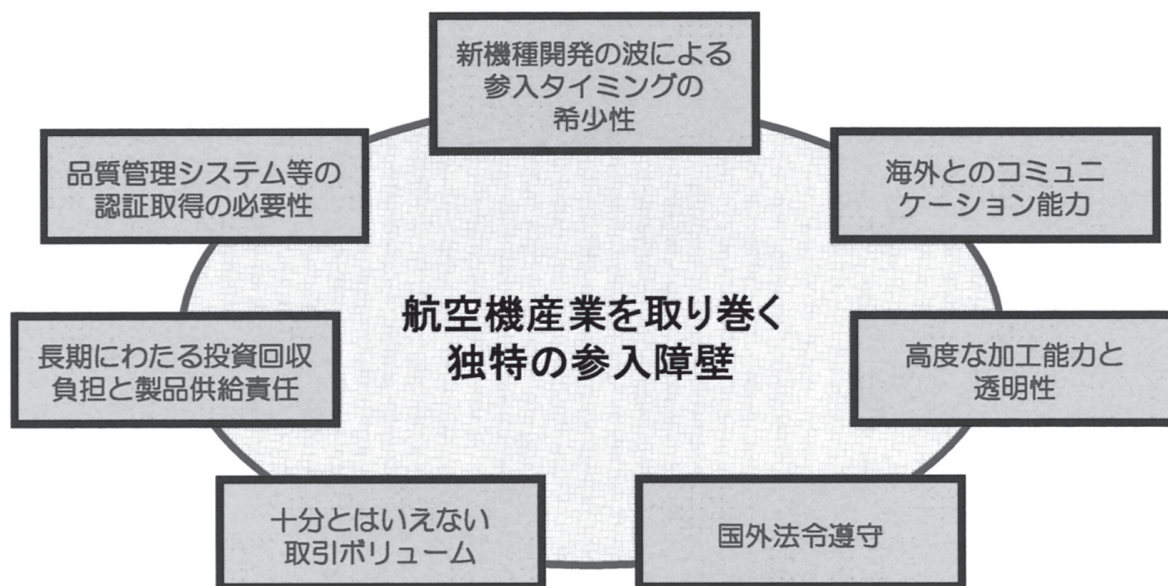
(6) 最大の参入障壁 ～新機種開発の波と 参入タイミングの希少性～

以上のような、厳しい品質管理の認証、長期継続的な供給責任と資金負担、特殊な加工技術と透明性の確保など、相当に高いハードルをクリアできる企業はそれほど多くはない(図-5)。しかも、これまでの市場規模はさして大きくないことから、少数のメンバー企業のみで構成されているような業界イメージもある。例えば、「一般的に、閉鎖的な業界といわれており、(中略)航空機各機種は、一つの確定したルール、仕組み、製造条件の中でものづくりが行われるため、それが変わることを嫌う傾向がある。壁が厚く新規参入しにくいといわれているのは事実であり、今後も簡単にいくとは思っていない」という意見もある。ただし、発注元であるTier 1企業へのインタビュー等によると、将来の成長をにらんでより力のある部品サプライヤーの参入や役割拡大を望んでいる傾向がみられ、単に異分子を理由なく嫌うような排他的な意図が働いている感触は特になかった。

むしろ、航空機業界参入における最大の障壁は、参入タイミングの問題であるともいえる。仮に上述した(1)～(5)の事由をすべてクリアしたとしても、参入しようとするタイミングが、数年～十数年に一度の新機種開発の波が来たことにより新技術や新分野の部品の需要が発生した時期であって、Tier 1企業が新たなサプライヤーレイアウトを模索するタイミングにちょうどマッチしなければ、事実上、参入はかなり難しい。

7(1)⑤ウで述べたように、既存の量産中の機種において既にフリーズ(工程凍結)済みの生産ラインは基本的に動かしようがなく、新規参入者がどんなに高い技術を持ち認証や透明性を備えていても、まず入り込む余地はない。新機種開発の波が発生し、Tier 1企業が、生産能力拡大や内製・

図－5 航空機産業の参入環境を形成する各要素



外注比率を変更する必要に迫られるなかで、ようやく新たな部品サプライヤー探しを始める。そのタイミングに合わせて売り込み活動をしない限り、小粒の試作は得られても、本格的な量産の獲得はまず難しい。そして何より、そのタイミングを合わせるべき新機種開発の波はそう頻繁に来ないという点が、最大の参入障壁となっている。

実際に、これと同趣旨の見解は少なからず聞かれたが、その一例として、飯田航空宇宙プロジェクトでは、「この業界に新規参入するとしても、航空機メーカーの既存の機種は既に固まっています、入り込むのは難しい。新しい機種の開発時期を狙うしかない」と指摘している。

9 むすびに

以上のように、本稿では、Tier 1からTier 3に位置する各階層の企業に向けて実施したインタビュー調査の内容を踏まえて、航空機産業の部品供給構造について分析した。その際には、発注側の開発方針決定から量産後の価格改定までの各段階ごとに細かく観察した。その結果、航空機産業

特有の極めて高い安全性への要求に基づく、次のような特徴的な取引態様が明らかになった。

- (1) 新機種開発のための試作・試験段階では、長期にわたり頻繁で柔軟な試行錯誤が行われる半面、量産を開始する段階では、一切の工程が「凍結」（自由に変更できなくなること。「フリーズ」と称する）され、以降、生産性向上のための改良であっても禁止される。
- (2) 今日の航空機産業を支えるTier 1～Tier 3等部品サプライヤーの間では、単なるコスト重視の刹那的關係性ではなく、安全・信頼を求める長期的なパートナーとしての關係性が重視され、互いに安定的リレーションシップを構築する努力がなされ、部品供給体制全体の維持を考慮した生産量の配分や新機種開発情報の伝達が行われている。

このように、航空機産業には、他にはみられない強い特性があり、それがあつた種の参入障壁を形成している。これまで、同業界への参入障壁とい

例えば、「品質管理のための認証取得」、すなわち、JIS Q 9100等の取得の困難さばかりが目立っていたが、実は、それは参入のための第一関門に過ぎず、同認証を取得しただけでは、仕事に来るわけでも何かがつくれるラインが整うわけでもない。それより、むしろ「参入タイミングの希少性」こそ最大の障壁であることがわかった。上記(1)(2)で述べたように、既に生産工程の凍結がなされ、長期的パートナーシップ関係が構築されている状況下では、新機種開発に際しての大きな需要の波が生じない限り、参入の余地は相当に狭いのである。それゆえ、参入活動を試みた多くの企業やグルー

プがなかなか芳しい成果をあげられないという現実が生じている。

しかしながら、こうした環境下においても、実際に参入を果たした企業や、かつての参入以降、実績と信頼を積み重ね、この難しい業界においてしっかりと位置取りを確保している企業実例が存在するのも確かである。こうした先行する企業の取り組みには、どのような特徴がみられるのか。

今回は、紙面の都合上、そうした参入事例の観察と体系的整理については、詳しく言及できなかった。次の論考の機会において、その解明を果たしたい。

〈参考文献〉

- 関林亨平 (2004)「航空機産業における企業の技術革新と競争戦略について—エアバスの共同開発・生産体制 (A300 からA340まで)」中央大学大学院論究
- 経済産業省 (2009)「航空機分野技術戦略マップ」
- 航空機国際共同開発促進基金 (2009)「航空機等の動向調査事業の調査概要 国産ジェット旅客機MRJ (Mitsubishi Regional Jet)」航空機国際共同開発促進基金
- 笹原伸一郎 (2005)「航空機製造業の世界的再編とグローバル構造の構築」専修大学経営研究所報
- 竹之内玲子 (2004)「航空機産業におけるグローバル競争優位の構築—ブラジルのエンブラエル社を事例として」早稲田大学商学研究科紀要
- (2008)「航空機のサプライヤー・システムと製品開発」日本貿易学会年報
- 西川純子 (2008)『アメリカ航空宇宙産業—歴史と現在』日本経済評論社
- 日本航空宇宙工業会 (2010a)「世界の航空宇宙工業」日本航空宇宙工業会
- (2010b)「日本の航空宇宙工業」日本航空宇宙工業会
- (2010c)「航空宇宙産業データベース」日本航空宇宙工業会
- (2000d)「産業連関表を利用した航空機関連技術の波及効果定量化に関する調査」日本航空宇宙工業会
- 日本航空機開発協会 (2010a)「平成21年度民間輸送機に関する調査研究」日本航空機開発協会
- (2010b)「平成21年度民間航空機関連データ集」日本航空機開発協会
- (2010c)「平成21年度民間航空機関連データ集 別冊 主要民間航空機の概要」日本航空機開発協会
- 日本政策金融公庫総合研究所 (2011)「航空機産業における部品供給構造と参入環境の実態—機体・エンジンから個別部分野に至るサプライヤーの実像」日本公庫総研レポートNo.2010-3
- 日本適合性認定協会 (2007)「JABの活動—適合性評価とは」日本適合性認定協会
- 半田邦夫 (2006)『航空機生産工学』オフィスHANS
- 溝田誠吾 (2005)「民間航空機産業のグローバル化「多層」ネットワーク」専修大学社会科学研究所月報
- 武藤明則 (2000)「航空機産業における国際共同開発の組織化プロセスと取引費用—YX/B767国際共同開発プロジェクトの事例研究」愛知学院大学経営学研究
- インタビュー先企業各社HP・提供資料