

民間航空機市場における国産装備品の状況と 工業会の活動状況

装備品とは、航空機の機体本体（構造部品）とエンジンを除いた航空機を構成する機材を意味し、舵などを制御する油圧制御装置、離着陸のための降着装置、飛行に必要な航法・通信装置、シート（座席）等の客室内装品など多岐におよんでいる。

本稿では、民間航空機市場における国産装備品の状況について紹介し、併せて工業会における民間航空機市場参入のための活動状況などについて報告する。

1. はじめに

第2次世界大戦後、1952年までの7年間は航空機製造が禁止されたため、我が国の航空機関連企業及び研究機関等は解散し、各種設備等もすべて廃棄されてしまった。その後、我が国の航空機産業は米軍機用機器の修理等から始まり、防衛庁機のライセンス生産により本格化し、国内開発も行われるようになった。近年では、XP-1、C-X、US-2などの完成機開発、B787、A380等の航空機本体（機体）の受注など着実な発展を続けている。一方、工業会調べによる平成20年度速報値では、装備品の生産額は1,346億円であり、航空機産業全体の生産額1兆2,263億円の約11%にとどまっている。

最近のボーイング社の調達方式変更により、ボーイング機への装備品供給は大きく後退している。B767においては、16社の装備品が採用されていたが、B777では8社、B787では6社と減少している。他方、エアバス機向けは、A330/340では3社であったが、A380では9社と増加している。しかし、エアバス社もボーイング社と同様に調達方式の変更を表明しているため、次開発機では非常に厳しくなることが予測される。

2. 我が国の装備品状況

航空機で使用される主要装備品は油圧シス

テム、与圧・空調システムなどのシステムに分類され、システム毎の状況を次項以降に述べる。先行する海外企業がボーイング社等の指導を受けてシステムレベルでの受注合戦を繰り返しており、企業買収などのM&Aにより自社のテリトリを広げることによって生き残ってきた。航空機の装備品関連の売上げ規模（民間・防衛事業を含む）においては、ハネウエル社が約1兆2千億円、ハミルトン・サンドストランド社が約7千億円、パーカー・ハニフィン社が約2千億円程度であるが、日本では、ナブテスコ、住友精密工業などの大手企業でもパーカー・ハニフィン社の1/4以下である。我が国企業の技術的水準は格段に向上しているが、海外市場参入にはまだまだ多くの課題を残している。

(1) 油圧システム

航空機における油圧機器システムは稼動部分を遠隔制御する方法として、操縦系、高揚力装置、降着装置等に使用されている。近年では、航空機の高性能化、構造の複雑化、経済性、安全性の追求等によって、軽量化、コンパクト化及び信頼性の向上が要求され、油圧の超高圧化、高応答性能化などの改良が急速にすすんでいる。油圧に関しては、油送配管などの重量軽減のために、高圧・超高油圧システム（4,000～5,000、8,000～10,000PSI*1）

の開発が推進されており、A380やB787では5,000PSI方式が採用されている。

注*1：PSI（ポンド／平方インチ：圧力の単位）

航空機用油圧機器の供給メーカーとしては、欧米に8社程の主要メーカーがある。これらが世界市場の大きな部分を占有しているが、我が国メーカーもかなり高い技術力を蓄積してきている。B777では欧米メーカーとの競争において、ナブテスコが電子制御フライトコントロール・アクチュエーション・システムを一括受注した。B747-8ではフラップ駆動システムを島津製作所が、フライト・アクチュエーション・システムをナブテスコが各々受注した。

しかし、三菱航空機が開発をすすめている次世代のリージョナルジェット（MRJ）においては、油圧システムの開発を米国パーカー・エアロスペース社が担当することになっている。

(2) 与圧・空調システム

与圧・空調システムは乗客と乗員、さらには搭載機器を気圧と温度の変化から守り、安全性と快適性を確保するためのシステムである。最近の航空機では、電子機器の増大に伴い、機体熱負荷も増加する傾向にあり、与圧・空調システムの能力アップも必然的に求められている。与圧・空調システムには種々の方式、サイクルのものが実用化されているが、いずれもエンジンで発生するエネルギーの一部を消費・利用していることに変わりはなく、概して能力アップはエンジンへの負荷増大につながる。そのため、エンジンへの負荷を極力抑制するための効率向上がこのシステムにも求められている。

航空機用与圧・空調システムの世界的な主要メーカーは、米国のハネウエル社、ハミルトン・サンドストランド社及びドイツのリーバー

社の3社である。我が国では、島津製作所がハネウエル社と、住友精密工業がハミルトン・サンドストランド社と提携しながら、これまでに国産機用の開発等を通じて開発力を高めてきている。

(3) アビオニクスと飛行制御システム

① 飛行システム

最近の航空機における飛行制御は、急速に発展を遂げたエレクトロニクス技術を軸として生まれた飛行管理システム（FMA：Flight Management System）と能動制御技術（ACT：Active Control Technology）を2本柱として飛行・運用の両面で効率向上を図っている。両者はFBW（Fly By Wire）と呼ばれる電気を信号伝達手段とした飛行制御システムにより実現されている。飛行制御関連機器・システムメーカーとしては欧米有力メーカーが競争状態にあり、特に米国が大きく進んでいる。我が国では、フライ・バイ・ライト（FBL：Fly By Light）とよばれる光を信号伝達手段としたシステムの研究が行われ、FBLシステムを採用したXP-1（川崎重工業）が初飛行を成功させている。

② 航法システム

航法システムは飛行中の航空機の位置（機位）を把握し、安全、迅速、確実に目的地に到着させるためのシステムであり、機体に装備した機器のみで航法データを取得できる自立航法システム、地上航法援助施設からの電波を利用した無線航法システム、衛星航法システム及び着陸誘導システム等多岐にわたっている。航法機器メーカーは相対的に米国メーカーが強く、我が国は全体的に欧米のメーカーから遅れているが、慣性航法システムやGPS受信機で輸出に成功したメーカーもでてきている。日本航空電子工業がジャイロとともに各種慣性航法装置などを国産している。

③ フライト・デッキ・システム

フライト・デッキ・システムは、飛行（航法）計器・姿勢表示システムと視覚及び聴覚警報システムなどを有し、操縦席のセンターペダスタルに設置され、パイロットが実際に操縦をする機材である。

第4世代航空機といわれるB767、A310及びA340においては、表示の一部統合化、電子化が実用されたが、B777においては衛星航法装置、統合情報管理システム等の採用による先進型コックピットへ発展している。次世代のフライト・デッキ・システムでは、操作システムその他の電子機器の実装方式において表示・操作スペースの削減のために搭載機器の軽量化／統合化が進められたほか、表示情報の視認性向上のために大型の液晶表示器（LCD）を用いたフルカラー3次元グラフィックス表示が主流となってきている。この分野では、ハネウエル社、ロックウェル・コリンズ社、タレス社などのメーカーがシェアの大部分をおさえている。

従来タイプの航空機用計器類では、東京計器、東京航空計器、横河電機、島津製作所などが有力メーカーとなっている。また、新型の液晶表示部などの表示パネルについては、シャープがB787に、横河電機がA380にそれぞれ供給しているが、その周辺回路を含むシステムについては世界水準から立ち遅れている。

また、三菱航空機が開発をすすめているMRJにおいては、フライト・コントロールシステムの開発をロックウェル・コリンズ社が担当することになっており、日本のナブテスコがフライト・コントロール・アクチュエータの分野で参加することになっている。

(4) 電源システム

航空機の電源システムは、要求の多様化及

び技術の進展に伴い、発電方式の多様化、配電システムの高機能化が進んでいる。最近では、航空機の重量軽減、設計の自由度向上及び最適化、信頼性の向上等を図ることを目的とした全電気式航空機（AEA）や油圧配管を減少させて軽量化を目的とした電気油圧式アクチュエータ（EHA）の研究が進められており、高電圧・大容量の電源システムが要求されつつある。B787においては、主発電機の総発電容量はB777の4倍で、電動機としてメインエンジンの起動にも使用されている。また、最近では太陽電池（ソーラーパネル）、燃料電池などの適用検討も行われている。

航空機用電源システムメーカーは世界に10社程度存在するが、その多くは米国に集中し、中でもハミルトン・サンドストランド社のシェアが非常に大きくなっている。国内メーカーは米国メーカーからの技術導入により、技術力の向上は著しいものの、その供給は国内に限定されており、国際市場での競争力は弱い状態が続いていた。しかし、近年では、B787においてナブテスコが配電装置の一部をハミルトン・サンドストランド社と共同開発し、設計・製造はナブテスコが行うなど、電源分野に積極的に参入している。また、シンフォニアテクノロジーは、次世代電源用のコンバータや、主発電機システム、負荷制御器などを航空機やヘリコプターに供給している。

(5) 降着システム

降着システムは、着陸時及び地上走行時の衝撃の吸収、ブレーキ、地上走行時の車輪制御を行うシステムであり、緩衝装置、ブレーキ、ホイール及びタイヤ等の機器から成る。飛行中は機能を発揮しない搭載品であるため、常に一層の軽量化、コンパクト化が要求され、新素材の研究が進められている。

従来、降着システムは構成機器単位で機体

メーカーにより調達されていたが、近年は緩衝装置メーカーがシステムインテグレータとなって全構成機器を含んだ降着システムとして受注するのが一般的となった。

世界の大型機用降着システムは、北米のグッドリッチ社と欧州のメシエ・ダウティ社がほぼ独占しており、その他のメーカーが単独でこの市場に参入することは難しい状況にある。我が国では住友精密工業が降着システムを独自に設計・製作できる技術水準に達しており、防衛省向けに加えてグッドリッチ社と共同でボンバルディア社のCRJ700/900/1000型機用降着システムを開発製造している。またブリジストンが開発した従来型に比して軽量のラジアルタイヤはB777を皮切りにA380、B787等でも採用されている。

また、三菱航空機のMRJにおいては、降着システムの開発を日本の住友精密工業が担当することになっている。

(6) 客室機内システム

客室機内システムには、機内娯楽装置、座席、ラバトリー（化粧室）、ギャレー（調理室）、照明、カーペット等がある。

ジャムコや横浜ゴムなどは特にラバトリー、ギャレーで大きなシェアを持ち、小糸工業は安全性を向上させ新機能を付加したファーストクラス用座席で海外から高い評価を得ている。特にジャムコは、「トータル・インテリア・インテグレーション」として、キャビンインテリアを一括供給できる体制に取り組んでいる。さらに、昭和飛行機は得意のハニカム技術を応用して、ボーイング機向けのギャレーやサービスカートなどを生産している。

また、照明については、小糸製作所が全日空向けに初めて白色LEDを用いた読書灯、表示灯を製造し、既存のB777での置き換えを行っている。LEDの長寿命、低消費電力の特徴に

加え、白色光がより読書に良いと好評である。ボーイング社では、現在開発中のB787からはLED方式の読書灯を標準装備することを決定した。また、パナソニックアビオニクスはB787への機内娯楽装置の供給者として決定されている。

3. 民間航空機市場参入のための活動

SJACでは、民間航空機市場参入のため、装備品専門委員会、航空電子システム調査委員会などの委員会において、市場調査・技術動向調査などの活動を行っている。各委員会の活動について、次に紹介する。

(1) 装備品専門委員会

装備品専門委員会は、先端航空機部品・素材技術調査委員会の下部組織として活動を行っている。先端航空機部品・素材技術調査委員会は、昭和60年に「航空機部品・資材産業振興調査委員会」として発足し、航空機産業の振興に必要な技術動向等に係わる調査・検討等を開始した。装備品専門委員会は、平成13年度に工業会での活動を強化するために専門委員会として発足し、日本自転車振興会（現、財団法人JKA）の補助を受けて、「我が国の航空機部品の先端技術の開発及び国際市場への積極的参加を推進し、我が国航空機産業の発展を図る」ことを目的として、海外技術動向及び要旨技術の調査、海外市場参入のための調査を行っている。

装備品専門委員会は、有識者及び会員企業により構成され、「市場参入調査検討分科会」及び「技術動向調査検討分科会」に分かれて具体的な活動を行っている。

平成20年度の主要活動内容等を次に紹介する。

① 市場参入調査検討分科会

市場参入調査検討分科会は、市場参入の面

から装備品企業の課題を掘り起こし、国際市場での競争力強化と国際協調の方策を調査・検討している。具体的には、装備品に関連する各種調査・検討により、海外市場あるいは民間機市場に参入する場合の方策について提言することを目的としている。平成20年度の活動としては、装備品市場への参入の方策検討、国内および海外の認証に関する勉強会の実施、国際会議などの参加報告等の情報交換などを行った。

装備品市場への参入の方策検討では、海外市場参入に必要な製品の認証プロセス等を会得するために、個別部品（Piece parts）のPMA（Parts Manufacture Approval）取得の検討を行った。

国内および海外の認証に関する勉強会の実施では、米国（FAA）の型式承認、製造承認などの認証制度について調査すると共に、日本の認証制度との比較検討などを行った。

② 技術動向調査検討分科会

技術動向調査検討分科会は、装備品に関する各種調査・検討により、世界の装備品市場への参入方策を含めて装備品の要素技術開発テーマと体制の提案を行う。主として新技術開発動向の観点から活動するものである。平成20年度の活動としては、各分野別の技術動向調査、システム・インテグレータへのロードマップ検討、各社からの技術動向に関する情報交換などを行った。

各分野別の技術動向調査では、従来より分野毎の技術動向を整理しており、昨年度は、Fly-By-Light、モニタリング・システム及びEVS（Enhanced Vision System）の3分野について、最新技術動向の調査等を行った。

システム・インテグレータへのロードマップ検討では、ティア・ワン・サプライヤの動向、システムインテグレータに必要とされる要件、システム・インテグレータになるため

の方策などについて検討を行った。

(2) 航空電子システム調査委員会

航空電子システム調査委員会は、平成6年度～平成8年度の3年間に日本小型自動車振興会（現、財団法人JKA）の補助を受けて活動した「航空機搭載電子産業調査委員会」よりスタートしている。当該委員会では、国際市場に進出可能なアビオニクス分野を検討し、それを踏まえて国際市場進出シナリオ及び要素技術開発を提言した。その後、通商産業省の委託事業などを経て、平成12年度からは日本自転車振興会（現、財団法人JKA）の補助を受けて、「航空電子産業振興を目的とした機上・地上を包含した航空電子システムの情報収集・調査・研究・国際動向の把握を行い、同分野の事業遂行の一助とする」ことを目的に活動している。

航空電子システム調査委員会は、関係省庁、独立行政法人、有識者及び会員企業により構成され、「将来アビオニクス検討分科会」及び「ソフトウェア&SE検討分科会」などの分科会に分かれて具体的な活動を行っている。

平成20年度の主要活動内容等を次に紹介する。

① 将来アビオニクス検討分科会

将来アビオニクス検討分科会は、我が国航空産業各社のアビオニクスに関する技術レベル向上の一助となることを目的として活動し、無人機混合管制サブグループ、統合モジュラーアビオニクス・サブグループの2つに分かれて具体的な活動を行った。

無人機混合管制サブグループでは、欧米で先行している航空無人機に関する企画等を検討し、我が国としてのガイドライン案を提言した。欧米においては、RTCA（Radio Technical Commission for Aeronautics）の委員会で標準化しているDO-304が世界標準となっ

ているため、日本版ガイドラインはDO-304をベースとし、無人機耐空性、無人機地上局、飛行計画、無人機運航などの項目について、FAAの規定・標準及び日本の航空法に照らし合わせたガイドライン案をまとめた。

統合モジュラーアビオニクス・サブグループでは、我が国のアビオ統合化の方向性について、より具体的な形での提言を行うため、対象を中型機（70～90席クラス）に絞り込み、中型機を中心とした統合コックピットの採用状況およびディスプレイ制御システムの採用状況などについて調査・検討を行った。

② ソフトウエア&SE検討分科会

ソフトウエア&SE検討分科会は、近年、航空機装備品のなかでも比重が高まっているソフトウエアに焦点を当て、航空機関連機器の高品質、高信頼性、高安全性ソフトウェア設計を得るための調査活動を行っている。特に、世界的な標準となっている、DO-178B認証取得の課題とDO-178C調査、航空機分野及び一般の品質向上技術の調査を行った。

具体的な活動としては、認証機関との調整時を想定した各種ドキュメント作成のためのチェックリストを作成した。また、RTCAの委員会において、DO-178Bの改訂版（DO-178C）作成作業が進められており、本分科会では、

委員会での改訂内容を逐次調査し、今後の議論の焦点となりそうな改訂案などについて調査を行った。次に、航空機分野のCOTS利用の調査として、オブジェクト指向技術の航空機への適用について調査すると共に、テスト自動化ツール利用時における検証の仕組み及び認証取得のエビデンス作成方法などについての調査を行った。

4. あとがき

現状の国内航空機装備品産業は、強力な欧米企業との熾烈な競争にさらされながら、それぞれ得意とする技術力を高め製品を開発しているが、まだまだ生産規模としては小さい。しかし、近年格段に技術力が向上し、従来出来なかった海外市場への参入を成し遂げている会社も増えている。これまで機体メーカーが担当していたサブシステムの取りまとめ作業が機器メーカーに求められる傾向にあるため、各機器に固有の技術のほかにシステムインテグレータとしての技術力が必要になってきており、今後益々装備品企業の実力向上が必要とされている。工業会においても、前述の委員会活動等を通して民間航空機市場への参入拡大に貢献していきたいと考えており、会員企業の積極的な参加・支援をお願いしたい。

〔(社)日本航空宇宙工業会 技術部部长 杉田 明広〕