

한일산업기술협력재단

# 2022~2023 핵심산업 일본 트렌드 연구 -항공우주산업 분야-

교토산업대학 교수 구승환



**KJCF**  (재)한일산업·기술협력재단  
KOREA-JAPAN COOPERATION FOUNDATION  
FOR INDUSTRY AND TECHNOLOGY

---

# 2022~2023 핵심 산업 일본트렌드 연구: 항공우주산업 분야

---

2022년 11월

교토산업대학 구승환 교수

※ 본 자료는 재단 공식 의견과 다를 수 있습니다(무단 전재 및 재배포 금지)

# 목 차

1. 항공우주산업의 개요 .....	1
1) 항공우주산업의 정의 및 구분, 개요 .....	1
(1) 연구 목적 .....	1
(2) 분석 대상 .....	2
2) 항공우주제품시스템의 특성과 산업생태계 .....	5
(1) 항공우주 제품시스템의 특성 .....	5
(2) 항공기 제품시스템과 국제분업구조 .....	8
(3) 우주항공 제품시스템 .....	17
(4) 항공우주산업의 산업생태계 .....	19
2. 항공우주산업의 시장동향 및 구조와 특성 .....	22
1) 항공 산업 시장동향과 전망 .....	22
2) 항공 시장의 수요전망 .....	25
3) 최근 10년간의 세계 각국의 항공우주산업의 매출추이 .....	27
4) 항공기산업의 시장 구조 .....	29
(1) 항공기산업의 주요업체별 생산 및 수주 현황 .....	29
(2) 보잉과 에어버스의 제품기술방향 .....	33
(3) 항공기산업의 서플라이어 시스템과 변화 .....	36
(4) 항공기산업의 환경 변화와 국제분업구조의 동향 .....	42
5) 우주항공산업의 시장구조 .....	47
(1) 우주항공산업의 국가별 경쟁력 .....	47
(2) 우주항공산업의 내역과 고용 .....	49
(3) 인공위성 및 미사일로켓 시장 현황 .....	51

## 목 차

<b>3. 일본의 항공우주산업의 경쟁력과 정책 동향</b>	<b>54</b>
1) 일본 항공기산업의 경쟁력과 현황	54
(1) 일본 항공기산업 略史	54
(2) 일본 항공기산업의 현황과 경쟁력	58
2) 일본 우주산업 경쟁력과 현황	70
(1) 일본의 우주항공산업 略史	70
(2) 일본의 우주항공산업(인공위성등)의 현황	73
(3) 우주항공산업(인공위성등)의 문제점과 방위산업과의 연관성	75
 <b>4. 일본 항공우주산업 육성을 위한 정책</b>	 <b>80</b>
1) 일본 정부의 정책과 방향성	80
(1) 우주항공 관련예산과 투자	80
(2) 항공기산업 정책	82
2) 지방정부의 항공우주산업 정책과 방향성	88
(1) 지역별 항공우주산업 육성프로그램	88
(2) 지역별 항공우주산업 육성프로그램 사례	89
3) 일본 항공우주산업 관련 정책 동향	92
(1) 일본 항공우주산업의 과제와 전략목표	92
(2) 항공우주관련 인재육성 방향	93
 <b>5. 결론</b>	 <b>95</b>
1) 총괄	95
2) 일본 항공우주산업으로부터의 함의와 제언	99
(1) 정책적 시사점	99
(2) 기업에 대한 시사와 함의	103
(3) 한일협력 가능성의 검토	105

**[참고문헌]**

## 표 목차

〈표 2-1〉 항공기 종류별 수요예측 및 시장규모 .....	26
〈표 2-2〉 2010년대 이후 에어라인 및 항공기산업 구조, 제품기술 변화 .....	38
〈표 2-3〉 항공기산업의 주요 서플라이어 .....	39
〈표 2-4〉 멕시코의 항공기산업 변화추이 .....	43
〈표 2-5〉 주요국 우주개발 예산 추이 .....	48
〈표 2-6〉 주요국 국방지출비 역달리 .....	48
〈표 2-7〉 영국 항공우주 산업의 개요 .....	50
〈표 3-1〉 일본 국산 항공기 개발 연표 .....	57
〈표 3-2〉 일본의 항공기 부품 수주액 .....	60
〈표 3-3〉 일본에서 라이선스생산된 주요 항공기(헬기포함) 및 담당기업 .....	63
〈표 3-4〉 MRJ 개발경위 .....	66
〈표 3-5〉 일본 방위산업관련 10대기업 재무현황 .....	78
〈표 4-1〉 중핵서플라이어를 목표로 하는 비즈니스모델 .....	83
〈표 5-1〉 항공기산업과 자동차산업의 비교 .....	104

## 그림 목차

〈그림 1-1〉 항공우주산업의 산업생태계와 구분	3
〈그림 1-2〉 항공기 기본구조 및 계층구조	9
〈그림 1-3〉 신형 민간항공기 개발프로세스 예	10
〈그림 1-4〉 항공기 재료의 비율 변화	15
〈그림 1-5〉 보잉787 기체구조 서플라이어	16
〈그림 1-6〉 항공기산업 생태계	19
〈그림 1-7〉 항공우주산업 내 기술적 연관성과 응용 범위	20
〈그림 2-1〉 세계 여객 항공여객 수 추이	22
〈그림 2-2〉 세계 항공여객 운송거리 추이	24
〈그림 2-3〉 제트 여객기 수요예측 결과	25
〈그림 2-4〉 세계 각국의 항공우주산업의 매출액 추이	27
〈그림 2-5〉 주요 항공업체의 변천	28
〈그림 2-6〉 제트기의 수주 기수 변천(2001-2021년)	30
〈그림 2-7〉 제트기 납품 기수 추이	31
〈그림 2-8〉 보잉사와 에어버스사, 기타 항공기 생산 업체의 비율 추이	32
〈그림 2-9〉 에어버스 및 보잉의 항공기종별 여객수와 항속거리	33
〈그림 2-10〉 항공기 기종별 운항속도 및 최대운항거리	34
〈그림 2-11〉 보잉787의 기체 재료구성	34
〈그림 2-12〉 보잉사의 기체 진화와 서플라이 체인의 변화	35
〈그림 2-13〉 항공기산업의 서플라이어 시스템 구조	37
〈그림 2-14〉 세계 주요 항공엔진업체의 생산(매출)액 추이	40
〈그림 2-15〉 주요국의 Nadcap 취득기업 수 변화	42
〈그림 2-16〉 멕시코 우주항공관련 기업의 진화	44
〈그림 2-17〉 지역별 MRO 성장예상(2019-2028)	45
〈그림 2-18〉 유럽기업의 동남아시아 진출현황	46
〈그림 2-19〉 미국항공우주산업의 민수 및 군수용 수출액 및 비율	49

## 그림 목차

〈그림 2-20〉 미국 항공기엔진 및 미사일/ 우주관련종업원수 추이 ..	50
〈그림 2-21〉 미사일 타입의 운영 인공위성 수 및 용도별 비율 .....	51
〈그림 2-22〉 2020년 인공위성 산업의 시장 구성과 내역 .....	52
〈그림 3-1〉 일본의 항공기 수주잔액, 수주액, 판매액의 추이 .....	59
〈그림 3-2〉 일본 항공기 부품영역별 생산액 분포(2020년) .....	61
〈그림 3-3〉 항공기 엔진 업체의 세계시장 점유율 .....	61
〈그림 3-4〉 일본 항공 부품 관련 수출입추이 .....	62
〈그림 3-5〉 MRJ와 Hondajet .....	65
〈그림 3-6〉 HondaJet의 북캘리포니아 생산공장 .....	68
〈그림 3-7〉 우주관련사업 매출액과 종업원수 추이 .....	73
〈그림 3-8〉 일본의 인공위성 발사수 .....	74
〈그림 3-9〉 세계최초의 1kg 위성 CubeSatXI-IV .....	75
〈그림 3-10〉 우주기기관련 수출입 추이 .....	76
〈그림 3-11〉 기체 · 엔진 · 기타기기의 방위산업 비율 추이 .....	77
〈그림 4-1〉 우주관련 정부 부처별 예산 추이 .....	81
〈그림 4-2〉 우주관련기업의 매출액 및 연구개발비, 비율 추이 .....	81
〈그림 4-3〉 일관공정체제로의 전환 .....	86
〈그림 4-4〉 일본 지역 항공기산업 관련 기업 분포 .....	87
〈그림 4-5〉 지자체별 항공기 제조관련 업체수 .....	89

# 1. 항공우주산업의 개요

## 1) 항공우주산업의 정의 및 구분, 개요

### (1) 연구 목적

최근 한국은 항공우주산업 및 방산의 수출증가와 경이로운 우주발사체 성공에 힘입어, 항공우주산업을 새로운 산업, 신동력, 미래 성장 산업으로 인식하고 그 기대감이 높아지고 있다. 지금까지 몇몇 국가의 독점적 영역으로 여겨지던 항공우주산업. 여기에 후발 주자로 신규진입 한 한국이 국제분업구조하에서, 향후 우주항공산업의 산업생태계를 구축하고, 경쟁력 있는 기업이 창출되기 위해서는 어떠한 전략과 정책, 구상이 필요할까?

본고는 미래성장산업인 항공우주산업을 분석 대상으로 하여, 글로벌 차원에서 우주항공산업 동향과 장기 기술개발 및 사업전환 특성을 검토하면서 일본 및 일본기업의 우주항공산업의 현황과 특징, 그리고 경쟁력에 관해서 분석하고자 한다. 여기서 일본에 초점을 두는 이유는 다음과 같다.

먼저, 항공우주산업의 국제적 지배력은 미국을 중심으로 유럽의 프랑스, 영국, 독일이 우위를 점하고 있다. 이중 일본은 제2차 세계대전기 선진제국과 유사하게 당시 항공기 제조산업을 구축한 유일한 아시아 국가이다. 제로센(0식 함상 전투기)으로 대표되는 다수의 항공기 제조 및 운용 경험이 있고, 이때 항공기 설계 및 제조에 참여했던 기업이 지금도 국제분업구조 아래에서 편입, 활동하고 있다. 1952년 샌프란시스코 강화조약 이후, 패전국이었던 일본은 국제사회에 복귀하게 되었고, 항공기산업이 해금되면서 자국 항공기 개발을 한 역사가 있고, 이는 우주항공산업에서도 그 기술력과 노하우를 활용하고 있는 국가이다. 다음으로 항공기 산업 및 우주항공산업은 두 산업간 연관성이 깊고, 동 산업에 필요한 기초과학 지식과 소재 및 금속가공, 조립의 제조업이 강하고, 이를 수행하는 폭넓은 중소기업 및 중견기업이 존재한다는 점이다. 이러한 일본의 산업구조의 유사성은, 벤치마킹의 의미가 있고, 미래의 성장산업 육성을 통하여 지역발전과 고용, 대체 성장산업을 모색하고자 하는 유사한 목표를 가지고 있다는 점에서도 한국에 주는 시사점을 추출하기에 유리하다고 보기 때문이다.

그럼, 본 보고서에서는 구체적으로 무엇을 고찰하고 분석할 것인가. 정부 및 지자체, 기업, 산업생태계의 주요 플레이어의 역할을 중심으로, (1)글로벌 밸류



체인 및 산업생태계의 현황, (2)시장 구조 및 동향, (3) 항공우주산업의 제품 기술의 방향성, (4)일본의 정책 방향성과 동향 등을 분석하고자 한다. 분석 시, 동 산업의 산업생태계 및 글로벌 밸류체인 내 경쟁력, 그리고 국가이노베이션 시스템 (National Innovation System; NIS)의 역할과 기능에 중점을 두고 고찰하고자 한다. 마지막으로, 일본의 항공우주산업의 정책 방향성과 운용 사례 분석 등을 통하여, 한국의 항공우주산업에 대한 기업전략 및 정책적 시사와 함의를 추출, 제공하고자 한다.

## (2) 분석 대상

본 보고서의 분석 대상인 항공우주산업을 구체적으로 살펴보기 전에, 항공우주산업의 정의를 명확히 하고 본론으로 들어가도록 하자. 항공우주산업은 그 범위를 어디까지 볼 것인가에 따라서 산업생태계 범위는 매우 크게 변동한다. 본 보고서에서는 항공우주 산업생태계 네트워크의 중핵 산업을 중심으로 고찰한다.

국방과학기술용어사전에 의하면, “항공우주산업은 항공기의 몸체와 엔진 따위를 만드는 항공기산업과, 미사일 및 로켓 등 우주산업을 통틀어 이르는 말”로 정의하고 있다. 이 정의는 다소 모호하지만, 여기서 말하는 항공우주산업이라는 것은 항공기산업과 우주산업으로 나누어진다. 항공우주산업개발촉진법에는, “항공우주 산업이라 함은 항공기·우주비행체·관련 부속 기기류 또는 관련 소재류를 생산(제조·가공·조립·재생·개조 또는 수리하는 것을 포함하되 「항공안전법」 제2조 제1호에 따른 항공기의 정비·수리·개조 등 항공기사용자가 그 운항상 필요로 행하는 작업을 제외한다. 이하 같다)하는 사업과 항공기·우주비행체를 산업통상자원부령이 정하는 바에 따라 이용하는 응용사업(「항공사업법」에 따른 항공운송사업 및 항공기사용사업은 제외한다)을 말한다”라고 정의하고 있다.<sup>1)</sup>

이 정의에 따르면, 항공우주산업은 「항공기산업」과 「우주 산업」으로 크게 나눌 수 있다. 이 두 산업은 밀접한 기술 관련성을 가진 산업이다. 후술하지만, 서플라이체인을 구성하는 기업 또한 중복되는 경우가 많다. 그리고 항공기 및 인공위성 등은 정부가 주된 고객이 되는 방위산업과도 부분적으로 중복된다. 이러한 산업 간의 오버랩은 각종 통계치가 혼용되어서 발표되는 경우가 적지 않다. 본고에서는 이러한 통계적 제약을 고려하여 논의를 위해 편의상 두 산업을 나누어서 보기로 한다.

---

1)항공우주산업개발 촉진법(약칭: 항공우주산업법)

본 보고서에서는 두 산업을 축으로 하는 산업 간의 관계 및 관련 기업 간의 가치 연쇄를 고려해서 보면, 항공기산업 생태계는 크게, 항공기 제조(생산)산업, 항공기 부품 제조산업과 정비산업(MRO), 그리고 항공기 제조사로부터 항공기를 구매, 리스 등의 형식으로 도입하여 화물 및 승객 수송 및 이동 서비스를 담당하는 항공산업으로 나눌 수 있다.

항공기산업의 고객인 항공산업(일부 정부가 고객)은, 화물 및 여객의 안전한 수송업무를 수행하기 위한 항공기 보수 및 점검 사업과 항공기 이착륙 감시 등의 관제 업무와 소방, 이착륙의 인프라를 제공하는 공항과 화물 및 여객터미널 운송, 쇼핑과 숙박 등 부가적 기능과 함께, 기내 서비스 제공 및 관련 업체 등으로 산업생태계가 구성된다. 본 보고서에서는 항공산업과 관련된 생태계를 분석 대상에서 제외하고, 항공기 제조 및 동 부품 제조산업 그리고 이와 관련된 설비 및 보수 산업에 한정하여 논의하고자 한다.

<그림 1-1> 항공우주산업의 산업생태계 구분



출처: 필자 작성.

다음으로 우주산업에 관해서 보자.

우주산업은 우주발사체 및 인공위성의 제작 및 생산, 보수, 발사 등과 관련된 사업영역과 우주공간 영역을 배경으로, 다양한 서비스를 제공하는 우주서비스(비즈니스) 산업으로 나눌 수 있다. 전자의 경우, 우주발사체와 인공위성 등은 기술진보와 함께 다양한 형태로 발전해 왔다. 우주발사체의 경우, 최근의 경향은 대형화가 추세이고, 인공위성은 다양한 미션에 다양화와 극소형화가 진전되고 있다. 이러한 제품의 발전 방향성 속에서 각국의 인공위성 수요가 증가함에 따라서 개발, 제작하는 기업간 글로벌 경쟁 또한 격화되고 있는 상황이다.

다음으로 우주 서비스 산업이라는 것은 냉전 체제하에서의 우주경쟁의 산물이라고 할 수 있는 우주발사체나 우주쓰레기의 수거를 비롯하여, 최근에는 우주 유영 및 관광, 우주 및 지구 탐사를 통하여 입수된 다양한 정보를 제공하는 서비스 혹은 이를 통한 새로운 가치 제공을 위한 비즈니스의 창출 등을 말한다. 여기서 정보 관련 서비스는 기상, 기후변동, 지형, 교통, 위치정보(GPS), 감시, 리모트 등의 분야에 관한 정보를 수집, 분석, 제공하는 사업영역이다. 이 분야는 미국의 GAFAM (Google, Amazon, Facebook, Apple, Microsoft)로 대표되는 ICT 기업들이 미래성장산업으로 보고, 높은 관심과 투자, 신규사업 분야로서 설정하고 사업을 시행하고 있는 영역이기도 하다. 전기자동차의 선도주자로 불리는 테슬라의 최고경영자 일론 머스크는 2002년 “SPACE X”를 발표하면서 우주를 “시장”으로 변모시켰다(大貫, 2018) .

이상과 같이, 항공우주산업을 구분할 수 있다. 항공기산업과 우주(항공)산업, 두 산업영역은 주지하는 바와 같이 지금까지 소수의 선진국과 글로벌 기업이 주축이 되어 독점적 시장 지위를 구축하고 그 이익을 향유 해 온 사업 부문이다. 하지만, 최근 항공기산업은 글로벌 시장경제 성장 속에서 항공수요 증가와 함께, 지금까지와는 다른 100인 이하의 소형기 세그멘테이션(Segmentation)에 신규 항공기 제조업체의 진입이 있었다. 이 세그멘테이션 항공기에 대해서 시장의 호평가가 늘어나는 성장 영역이 되고 있다.

다른 한편, 우주산업의 경우, 냉전체제 하에서 진행된 우주경쟁이 디지털 과학 기술의 진일보 속에서, 우주 비즈니스가 공상적 꿈이 아니라, 현실적인 시장 수요가 존재하고, 많은 기업과 국가는 이를 사업 가능한 영역으로 인식하고 있는 것이 최근 상황이다. 때문에, 인공위성 및 우주발사체 수요증가가 예상되는 분야다. 특히, 최근의 지정학 리스크 증가가 방위산업 형태로 수요증가가 기대된다. 미국을 비롯한 중국, 러시아 등의 글로벌 경제패권 경쟁은 자연스럽게 군사 패권 경쟁으로 이어지고 있다. 이는 정보전 양상을 띠면서 우주 패권 경쟁으로

치닫고 있고, 각국은 항공우주산업 및 관련 우주 비즈니스의 경제적, 군사적 효과에 지대한 관심을 가지고 개발, 투자를 강화하고 있다.

## 2) 항공우주제품시스템의 특성과 산업생태계

### (1) 항공우주제품시스템의 특성

#### ① 제품시스템과 복잡성

우선 항공우주산업의 분석을 위해서, 항공기, 우주발사체, 인공위성의 특성과 고찰을 통하여 개발과정 및 분업구조의 특성을 이해하기 위해서 제품시스템이라는 개념에 관해서 살펴보고자 한다.

H. A. Simon(1969)에 의하면 인공물(artificial)을 시스템으로 파악한다. 따라서 모든 인공물은 제품 시스템으로 인식할 수 있다고 한다. 인공물 시스템은 기능과 구조, 형태를 기준으로 묶을 수 있는 단위로 분리할 수 있고, 이는 계층구조로서 이해할 수 있다는 것을 의미한다(Alexander, 1964). 즉, 전체 제품시스템은 서브시스템, 모듈, 유니트, 부품, 파트 등의 식으로 분화되는 계층구조로 이해할 수 있다. 따라서 어떤 계층으로 나누어서 기능 단위 혹은 조립 단위, 운송 단위로 할 것인가에 따라서 기업간 및 조직간 분업구조가 형성되게 된다(具, 2008).

한편, 시스템은 이를 구성하는 다양한 기능이 시간 경과 속에서 기능이 융합되거나 복잡화 되어 간다. 왜냐하면, 엔지니어는 기술시스템의 보다 나은 향상을 추구하는 경향이 강하고 이는 시스템의 기능을 강화하려고 하는 의도에서 시행되는 노력이 결과적으로는 기술의 복잡성과 제품의 복잡성을 증가시키는 결과를 초래하게 되는 경향이 강하기 때문이다. Auther(2009)는 이런 면을 강조하면서, 기술의 복잡성 경향은 기술 그 자체가 내포하고 있는 속성으로 진단한다. 이러한 기술 및 제품시스템의 복잡성은 필연적으로 개발과정과 제조과정에 부하를 초래하게 되고 궁극적으로는 많은 비용 지불과 품질의 불안정성을 초래하게 된다. 따라서 복잡성의 증가 문제를 감소 혹은 해결하고자 채용되는 방법이 설계 및 생산의 모듈화(modularization)이다 (Ulrich, 1995: Ulrich and Eppinger, 1995: 藤本 · 武石 · 具, 2001). 모듈화에 관해서는 제품아키텍처(product architecture) 개념에 대한 이해가 동반되어야 하기에 후술하고자 한다.

다른 한편, 제품시스템은 그 진화과정에서 서브 시스템에 활용되는 기술간의 불균형이 존재하게 된다. 2010년 초반의 전기자동차의 예를 들면, 배터리를 탑재한 전기자동차는 배터리에 저장된 전기 에너지를 동력으로 전환해서 움직이기 때문에 배기가스 문제는 해결할 수 있지만, 충전량이 적어서 장거리 이동에 제한 받았다. 이러한 제품 시스템 내의 서브시스템 간 혹은 구성 요소 간의 기술 불균형은, 전체 시스템의 발전을 위해서 열위한 서브시스템이나 혹은 부품이 이노베이션의 초점이 된다(Rosenberg, 1976). 이처럼 제품 시스템의 변화과정에서 서브시스템의 기술 혹은 시장니즈와의 불균형을 해소하는 과정에서 혁신의 가능성이 있고, 복잡성이 증가할 수 있다.

## ② 제품 아키텍처 시점

대표적인 분석시각이 제품아키텍처론(product architecture; e.g. Ulrich, 1995; 藤本・武石・青島, 2001)이다. 제품아키텍처론에 기초하면, 제품시스템을 구성하는 구성 부품간 관계 및 인터페이스의 설정, 그리고 제품의 기능성을 달성하기 위한 구성부품의 복잡성의 정도가 그 특성을 결정한다. 제품을 구성하는 각종 부품간 관계 및 인터페이스(접점, 연결방식)의 표준화 정도, 요구기능에 대한 구성 부품간 관계 및 복잡성의 정도라는 아키텍처 특성이, 개발 및 생산의 분업구조, 그리고 기업간 혹은 조직내 부서간 조정 메커니즘 및 부하의 정도에 영향을 미친다고 본다. 나아가서는 산업생태계 내의 기업간 네트워크의 연계 방식과 중핵기업의 역할 또한 변화하게 된다. 따라서 일종의 컨틴전시 이론(contingency theory)적 측면을 내포한 제품아키텍처라는 분석 개념은 제품개발프로세스와 기업간 관계 구조와 변화를 인식하기에 유효한 분석 프레임워크로 인식되고 있다.

제품 아키텍처는 2가지로 나누어서 분류하는데, 기본적으로 제품 특성에 관한 상대적 개념으로 본다. 하나는 인테그럴 아키텍처(integral Architecture: 통합형 아키텍처라고도 함), 다른 하나는 모듈 아키텍처(modular architecture)이다. 전자의 경우, 요구되는 기능을 문제없이 확실히 실현하기 위해서는 제품시스템을 구성하는 부품 간의 긴밀하고 미묘한 튜닝이 불가결하다. 이러한 조정 과정은 조직간 혹은 부문 간에 긴밀한 조정과 소통이 중요한 아키텍처이다. 따라서 하나의 변수 변화가 다양한 요소에 영향을 미치는 제품이기에, 단 하나의 부품 결함이 있어도 시스템 전체의 품질에 영향을 미칠 수 있기에 제품 기획부터 설계, 생산, 조달에 이르기까지 전체를 총괄하는 이른바 중량급 프로젝트(heavyweight project leader: Clark and Fujimoto, 1991; Wheelwright and Clark, 1992) 리더의

역할이 중요하다. 예를 들면, 가솔린자동차, 잠수함 등이 이에 속한다.

반면, 모듈 아키텍처는 부품 간의 조정이 부품의 집합체 혹은 기능 단위별로 나누어져 있어, 서로 간단한 조정으로 부품간 기능 및 구조적 통합, 연결이 가능한 표준화 인터페이스를 통하여 기능 및 구조적 결합이 용이한 시스템이다. 모듈 아키텍처의 대표 주자 격으로 PC이다. 컴퓨터의 입력, 출력, 표시, 연산 등의 기능이 부품이라고 할 수 있는 키보드, 프린터, 모니터, 하드디스크가 담당하는 식으로 기능과 구조(부품)가 1대1로 거의 완결적으로 대응한다.

인테그럴 아키텍처 조직의 조정능력이 중요하다. 시스템의 고도화가 진전될 경우 복잡성이 증가하기에 일정 시점에서 그 복잡성이 개발 품질의 불안정을 초래하게 된다. 따라서 기술의 복잡성 증가를 회피하기 위한 수단으로, 모듈 단위로 분리 및 분할 할 수 있다. 이를 모듈화라고 하는데, 모듈화는 추가적인 기능 단위와 물리적 단위를 용이하게 add-in 혹은 업그레이드가 가능하도록 해주는 설계방식이다. 바꿔 말하면, 모듈 단위 별로 부품이나 기능 변화를 흡수함으로써 시스템 전체의 변화와 변화에 의한 불확실성을 최소한으로 할 수 있는 방법이다.

이에 비해서 기존의 가솔린 자동차의 경우, 제품시스템의 전체 기능은 한 가지 구조적 요인(부품)에 의존한다기보다는 다양한 부품의 연결과 통합을 통하여 달성된다. 따라서 부품간의 조정 작업뿐만 아니라 설계 및 생산 간에 긴밀하고도 유기적인 협조, 조정 과정이 필수불가결하다. 대표적인 제품시스템이 자동차라고 볼 수 있다. 인테그럴 아키텍처제품의 개발 시, 중량급 매니저라고 불리는 권한과 책임을 진 사람이 제품 시스템을 통합하는 역할을 한다(Clark and Fujimoto, 1991).

이러한 제품시스템의 분류법은, 제품을 구성하는 구성요소 간의 인터페이스(접점)의 복잡성, 표준화 정도, 그리고 관련 기능 간의 관계 정도를 기준으로 이루어진다는 점에서, 다소 이분법적 측면이 있다. 하지만 아키텍처의 구분은 스펙트럼과 같이 정도의 문제, 상대적 개념으로 보는 것이 타당하다(藤本, 2002). 동태적 관점에서 보면, 그 제품시스템의 특성은 기술의 발전과정에서 일어나는 복잡성의 해결프로세스에서 제품 특성 또한 변화한다. Fine(1997)은 아키텍처 순환론을 제시한다. 아키텍처가 인테그럴에서 모듈로 변화하면서 필요지식과 산업내 분업 관계가 수직통합구조에서 수평분업구조로 전환하고, 지식은 모듈 단위로 전문특화가 이루어지고, 역으로의 아키텍처 변화가 일어나고 그때는 전체 시스템에 관한 시스템 지식(system knowledge)이 필요하다(青島 · 延岡, 1997). 즉 Fine(1997)은 제품아키텍처의 순환은 DNA의 이중나선 구조와 같이 변화하게 된다고 본다.

위에서 살펴본 제품 아키텍처 특성 분류를 통하여, 우리는 제품시스템의 아키텍처 특성을 통하여 해당 산업 및 기업간 분업 관계, 그리고 개발프로세스에서 발생하는 생산과 설계, 부문간 연계 및 조정, 커뮤니케이션의 형태나 방식에도 큰 차이가 드러나게 된다. 이는 산업생태계의 구성 기업간 관계 형성이나 실질적인 업무분업 범위와 과정에도 차이가 발생한다는 것을 의미한다. 따라서 제품 아키텍처의 명확한 진단을 통하여, 개발에서 생산에 이르는 제품개발 프로세스의 그 특성을 규정한다고 볼 수 있다.

이상의 인식을 기반으로, 우리는 항공우주산업의 특성을 논할 때 아키텍처 특성을 고려하여 그 분업구조 및 산업생태계를 설명하고자 한다. 먼저 항공기, 우주발사체 및 인공위성 개발, 생산 등 제품 프로세스와 산업 구조 및 특성에 관해서 살펴보자.

## (2) 항공기 제품시스템과 국제분업구조

### ① 항공기 기본구조와 특성

항공기 시스템은 일반적으로 <그림 1-2>에서 보는 바와 같이, 기체구조, 추진기관, 각종 기능 계통의 서브시스템(sub system)으로 나눌 수 있고 이는 다시 기능성의 달성과 제조할 때의 물리적 조건을 고려하여 몇 가지 모듈 단위로 분화하여 제작 조립된다.

기체구조는 동체, 주날개, 꼬리 날개로 나눌 수 있고, 다시 동체는 선방부, 중간부, 후부, 3부분으로 나누어 별도로 제작되어서, 최종 조립공정에서 조립된다. 주날개는 날개 본체(슬랫, 중앙날개, 에어러론, 플랩, 스포일러 등), 꼬리 날개(안정판, 방향타, 승강타)로 나누어서, 각각 날개 부위가 맡은 기능 달성을 위해서 그림 1-2에서 보는 바와 같이 구성된다.

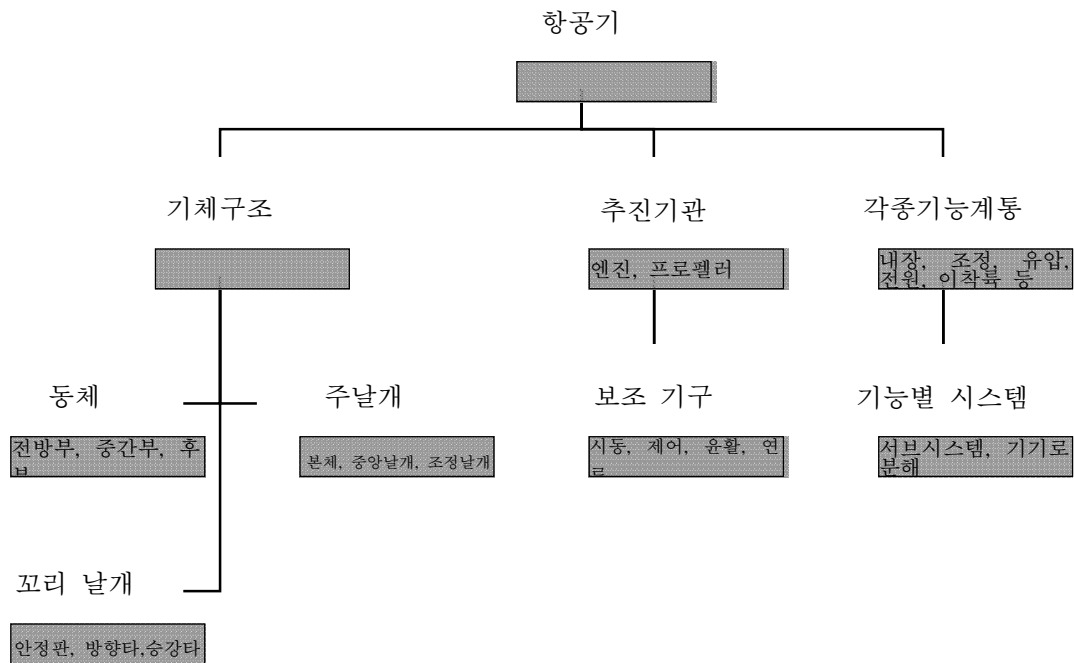
추진기관은 크게 엔진, 프로펠러 등으로 구분된다. 추진기관을 구성하는 관련 부품은 시동, 제어, 윤활, 연료 계통이 서브시스템을 형성한다. 이외에도 내장 부품, 조정실, 유압계, 이착륙, 전원계통의 기기 등의 각종 기능계통이 탑재된다. 이 계통은 다수의 서브시스템으로 분화하여 설계 제조된다.

대형항공기의 주요 시스템을 구성하는 서브시스템과 그 기능을 정리하자면 다음과 같다(中村, 2021) .

- 기체용 시스템; 비행관리, 통신, 항법, 비행기술, 공조/여합 장치, 전원, 조정, 연료, - 유압, 방수/제빙, 이착륙, 조명, 산소, 보조 동력

- 엔진용 시스템: 엔진제어, 윤활, 점화, 시동, 화재 방제
- 내장용 시스템: galley(조리장), 화장실, 조명, IFEC(In-Flight Entertainment & Communications)

<그림 1-2> 항공기 기본구조 및 계층구조



출처: 필자 작성

제품 항공기에 요구되는 특성은, 복잡 시스템인 자동차 같은 지상에서 운용되는 제품 시스템과는 달리, 운용되는 환경 조건이 매우 다르다. 기상, 대기 상태, 화재, 안정성, 비상사태 대응 등의 기능이 요구되고, 공력, 강성, 파괴응력, 조종력, 조종장치의 용이성 등이 요구된다. 이런 측면에서 항공기는 매우 높은 수준에서의 품질기준이 요구되고, 제품 시스템의 제품 통합성이 극도로 요구되는 제품이다. 이는 화물 운송기나 군용기에도 기본적으로 동일하게 요구된다. 따라서 복잡 시스템과 기술적 다양성을 통합성을 지닌 제품 시스템으로 완성하는 프로세스 관리와 이를 구현하기 위한 프로젝트 매니저 역할이 중요하다.

아키텍처 관점에서는 항공기의 제조를 보면, 구조적 단위와 기능적 단위, 두 가지가 병존하는 생산 분업 관계로 이루어져 있다고 볼 수 있다. 하나는, 기체 부분과 같은 구조적 덩어리(chunk, 모듈 단위) 별로, 분할되어서 국제분업구조 속에서 제조 조립되고 있다는 점이다. 자동차산업의 피라미드식 서플라이어 시스템과 유사하다고 볼 수 있다.

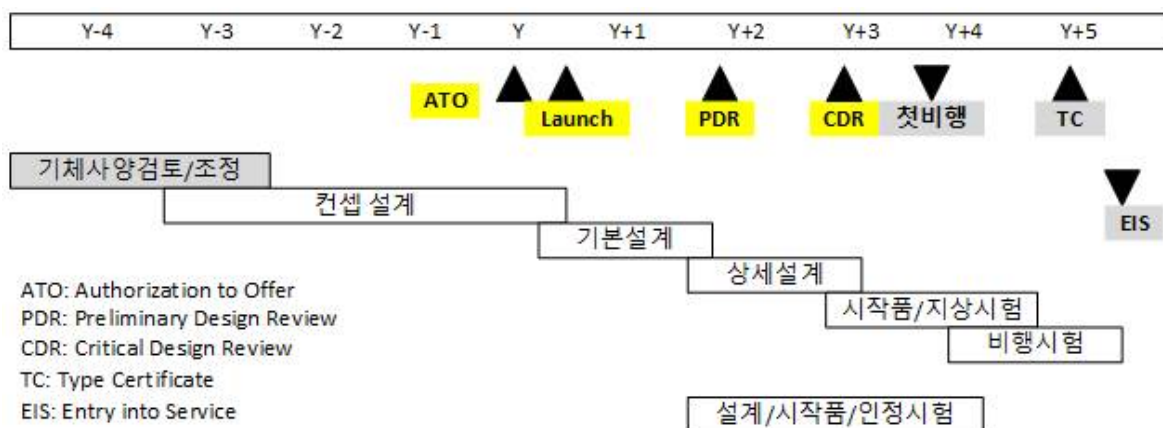


다른 한편 기능 단위로서의 서브시스템도 다양한 부품과 소재 등이 국제적 분업구조 속에서 제조된다. 이 또한 조선 및 자동차 산업에서 이루어지고 있는 모듈 생산방식과 유사하다(具, 2008). 따라서 최근의 항공기산업 분업구조도 최종 조립을 담당하는 항공기업체와의 직거래 업체가 줄고 대신에 메가 서플라이어로 대체 되는 경향이다. 즉 메가 서플라이어가 기존의 생산 단위 혹은 납품 단위 보다 큰 영역을 제조, 납품하는 구조로 전화되고 있고, 지식 및 기술의 내부화를 위해 필연적으로 기업간 합병(M&A)을 촉진 시키는 움직임을 보인다. 이는 서플라이어의 대형화를 의미한다.

## ② 항공기 개발프로세스

전술한 바와 같이, 항공기는 다양한 기술의 통합체이고 운용 환경 조건상 요구되는 품질 사양이 매우 높다. 따라서 제품개발프로세스도 신차 개발프로세스보다도 훨씬 길다. 자동차가 18~24개월이 소요되는 것에 비하면 항공기 개발 프로세스는 약 10년 이상이 소요된다. 소요 부품도 자동차가 2-3만 점이라고 하면 항공기의 경우 100-300만 점으로 압도적으로 큰 규모의 산업이다. 투자 규모도 크다. 항공기의 경우 10조 원 이상이, 엔진의 경우 수천억 원이 요구되면 투자회수 기간도 길다.

<그림 1-3> 신형 민간 항공기 개발프로세스 예



출처: 中村 (2021)

장기간에 걸친 개발프로세스는 기체 사양 검토/조정-컨셉설계-기본설계-상세설계-시작품 제작-지상 실험-비행 실험-인정-취항(약 10년) 순으로 이루어지고, 항공기업체와 엔진업체, 수많은 부품 및 소재, 장비업체와의 장기간에 걸친

긴밀한 커뮤니케이션을 바탕으로 이루어진다. 단계별로 그 업무와 특성을 살펴 보자.

- 기체 사양 검토 및 조정

보잉사나 에어버스와 같은 항공기 완성체 업체가 주체가 되어서, 이용자인 항공업체, 여객 니즈가 무엇인지를 검토하고, 여객 항공 시장의 현황과 전망을 예측하여 필요한 사양을 검토한다. 장기간의 개발기간이 소요되기 때문에 불확실성이 높다. 즉, 신형기 개발의 경우, 향후 10-20년 후의 기체 형태를 정교하게 예측할 수 있어야 이를 제품사양으로 구체화 시킬 수 있다. 이 과정은 시장과 항공기업체의 긴밀한 대화라고 할 수 있는데, 이는 시장 전망과 수요에 관한 치밀한 분석과 전망의 기초가 된다. 이 과정의 치밀함과 정확한 예측이 개발 이후 완성기의 매출액의 향방을 가늠하는 중요한 요인이 된다.

그리고 신형항공기 기체 개발과정에서는 제품 패밀리 구성을 통한 개선과 항공기의 버전 업을 전제(시리즈 화)로 한다. 이는 다양한 니즈에 대응할 수 있는 기종 개발과 제품 시리즈 화의 용이성도 고려하게 한다. 항공 기체의 시리즈화는 시장에 대해서는 수요 다양성과 변동 가능성을 흡수하면서, 설계변경의 최소화를 통해서, 더욱 짧은 개발 리드타임을 효과적으로 이룰 수 있다. (Graud, Kumaraswamy and Langlois, 2003). 생산 측면에서 보면, 부품업체가 공급하는 부품의 공통화를 통하여, 규모의 경제성과 보수 부품의 범용성을 확대할 수 있는 이점이 있다.

- 컨셉설계

항공기 컨셉설계는 개념설계라고도 한다. 이 단계에서는 설계 요구를 만족할 수 있는 인공구조물을 구체적으로 브레이크 다운 시키는 단계이다. 즉 기체의 형태, 크기, 중량, 중심, 타이어 위치를 정하는 과정이고, 가용한 기술을 설정하고 구현 가능성을 탐색한다. 주 날개와 꼬리 날개의 위치와 형상, 면적, 엔진 추진력 등을 구체화하면서 비행 성능, 기체 중량과 중심을 정하고 기체 설계 및 생산 비용을 검토한다. 즉 컨셉 단계에서, 항공기 기체 사양을 모색, 결정하는 과정이기도 하지만, 원가기획을 하는 과정이기도 하다. 이 과정은 여러 차례 걸쳐서 반복적으로 검토 시행된다. 최근 경향을 보면, 기본설계는 취항 전까지 대략 4~5년이 소요된다. 하지만, 반복적인 설계변경이 동반되는 문제 발견과 해결을 고려하면 7~8년이 걸리는 경우도 적지 않다. 항공기 사양이 어느 정도 분명해지면, 사업화 판단을 위해서 복수의 항공업체를 중심으로 제안하고 시장 반응을 점검해야 한다. 이를 ATO(Authorization to Offer)라고 한다.

제안 활동을 통하여 고객인 항공산업의 요구와 반응을 살펴보고 사업화 검토 후, 수주 전망을 한다. 이를 “런칭 커스터마이제이션” 이라고 한다. 이후 본격적인

기본설계에 착수하게 된다. 기본설계는 각종 기술 검토와 해석, 도면 작성, 시뮬레이션과 실험 등을 반복적으로 해 가면서 설계를 구체화해 간다. 기본설계 종료 시, 기본 설계심사(PDR)를 하게 된다. 여기서 다음 단계인 상세설계 단계로 이행할 것인가를 결정한다. 이 과정은 다양한 부서와 외부 관련 조직의 사람들도 참가하게 된다. 승인 후, 장비품업체에 사양 관리도(SCD: Specification Control Drawing)를 순차적으로 발급된다.

상세설계 과정은 실제 생산 및 제조과정에서 일어날 수 있는 문제의 후론트로딩 (front loading problem solving)이다. 이 과정에서 얼마만큼 문제를 사전에 체크하고 해결할 것인가가 개발기간을 단축시킬 수 있고, 또한 원가기획의 목표치와 제품 사양 목표치를 달성할 수 있다.

- 상세설계

상세설계는 설계도와 사양에 기초하여, 전기 및 전자 시스템을 포함하여, 조립도와 부품도, 배관도, 배선도, 회선도 등을 작성하는 작업이다. 이와 함께, 구성부품 단위별 상세한 형상, 수치, 재료, 적용 프로세스, 검사 방법 등을 결정하여 사양을 정하고, 기체에 탑재 및 조립하는 방법 등의 내용도 정하게 된다. 즉 제조 및 생산과정에서 조립하는 방법과 작업성 등을 고려한 설계가 요구된다.

상세설계 단계에서 디지털 모형(mock-up)을 작성하게 되고 생산 시 고려되는 엔진을 비롯한 소요 부품 및 내장재, 기기 등의 공정 순서 및 작업 방법 등을 고려하면서 비용과 설계의 상충관계를 다시금 검토한다. 이 단계에서 기체 구조 업체와 시스템업체의 기술자들이 서로 협업을 통하여 담당영역의 범위를 설정하고 상세작업을 행한다. 소재부터 시작하여 부품용 재료 수배와 검토를 시작하는 시기이기도 한다. 즉 상세설계 단계에서 부품의 수배와 공동협업이 시작된다. 이 단계에서 검토가 끝나면 CDR(Critical Design Review)가 진행된다. 이후 시작기(試作機) 제작과 지상 시험을 위한 단계로 들어간다.

- 시작품 제작과 테스트(시험)

시작기(試作機) 제작 준비 작업으로 재료 수배, 내외제의 결정, 생산 프로세스의 결정이 이루어지고 동시에 생산 공정에서 필요한 공구선정, 치공구(治工具)의 선정과 발주를 하게 된다.

테스트 내용은 크게 5영역에서 이루어진다. 각종 계통기능시험(조종계통, 유압계통 등), 전기계강동시험 (제안하중시험-종극하중시험-파괴시험), 전기피로시험, 지상주행시험, 비행시험 영역과 순서로 이루어진다.

비행시험은, (1)비행성능시험(이착륙, 수평비행, 선회성능 등을 테스트), (2)비행특성시험(정적 안정성, 동태 안전성, 조정계통 특성), (3)비행 하중 시험,

(4) flutter 시험, (5) 계통기능시험(유압, 이착륙, 연료계 등), (6) 기타(엔진, 윤활유, 한랭지, 극서지, 빙결 성능 시험 등)이 이루어진다.

- 지상비행 실험

지상비행 실험은 장비품의 인정시험 체크, 계통기능시험, 전기정(全機靜) 강도 시험 중 제한하중 시험, 전기피로(全機疲勞) 시험이 소정의 플라이트 수를 무사히 통과, 지상 주행시험이 종료되면, 엔진 형식 증명취득을 위한 테스트이다. 테스트 기간이 길고 이는 국제기관의 인정이 필수적이다. 이런 측면에서 엄격한 규제 산업이자 진입장벽이 높은 산업이라고 볼 수 있다.

이상의 항공기 개발프로세스를 정리해 보면, 신형항공기의 구상, 설계, 디자인, 가상모형 시뮬레이션, 각국에서의 제조개시, 각 대형 부품 치 파트 출하/운송, 기체 최종 조립, 각종 시험, 항공회사에 납품하는 흐름으로 진행되며, 여객 수와 취항지역 및 노선, 속도, 중량에 따라서 기체 형상이 달라진다.

항공기는 통합형 제품이지만, 분리할 수 있는 단위별로 기체 및 부품별로 국제 분업구조하에서 생산이 이루어지고, 기본적인 개발 형태는 국제 공동개발 참가 형식이다. 또한 개발기간은 상당히 장시간이 소요된다. 짧게는 5년 이상, 길게는 10여 년이 걸리는 예도 있다. 연간 생산 규모는 약 400기이고 판매가격은 15억~480 억엔 규모이다. 개발기간이 길고 기술적 리스크가 큰 산업이기에 투자회수기간은 약 10년 이상이 소요된다.

최근의 기술적 동향은 더 높은 운송효율을 위해, 대형화와 경량화, 고속화가 추세이고, 이에 따른 신소재 및 부품 개발이 더욱 중요시되고 있다. 이는 탈탄소 환경규제 또한 중요한 요인이 된다. 다른 주요한 기술변화는 전자화이다. 전자 부품의 비중이 증가하고 항공제어 및 자동운전 등이 중시되는 경향이다.

### ③ 항공기 부품 산업과 국제 분업

대형 항공기인 B747기의 경우, 부품 수는 약 450만 개에 달한다. 경항공기의 경우, 자동차의 10배를 넘는 20~30만 개 이상의 부품이 결합한다. 자동차에 드는 기술의 다양성은 항공기에도 같이 적용되고, 그 다양성과 요구 품질 기준은 전술한 바와 같이 자동차보다도 더 엄격하고 높은 차원이 요구된다.

항공기 부품은 크게 엔진, 동체, 날개, 꼬리 날개, 연료탱크, 착륙장치, 각종 전자장치 및 실내 의장 부품 등이 소요된다. 즉, 매커니컬 부품과 다양한 디지털 전자 장비 및 제어 부품 등으로 구성된다. 이렇게 많은 부품으로 구성되는 항공기 설계 및 제조는, 항공제조업체를 정점으로 다양한 항공기 부품 부품업체의

국제분업구조하에서 설계, 생산, 조달된다. 그래서 자동차와 같은 대량생산체제라기보다는 주문생산이 기본이기에 커스터마이징 부품이 많다. 반면에 전장 부품이나 시스템은 범용품이 많이 채용된다.

항공기 특성상 기능성뿐만 아니라 안전성을 확보 유지하기 위해서 항공기 이착륙 전후 보수, 유지가 필요하다. 이는 타이어와 같은 소모부품과 기체의 기능성을 유지하기 위한 정비보수부품이 애프터마켓 제품으로 판매된다. 이러한 MRO(Maintenance, Repair and Operation: 항공기 정비)는 항공기산업의 중요한 축을 형성한다.

장비품의 개발과정을 보면 상세설계 과정부터 개발 프로젝트에 참가하게 되고 이 과정에서 수주활동이 이루어진다. 이후, 기본설계, 상세설계, 제작 및 인정시험 과정을 거친다. 이 과정은 개발단계가 오버랩 된 상태로 진행되는 동시병행 개발방식(concurrent engineering)으로 진행되고, 항공기제조업체와 밀접한 커뮤니케이션을 통하여, 설계기술력을 제공하게 된다. 부품업체가 수주를 얻기 위해서는 국제항공기개발 프로젝트에 멤버로서의 참가가 관건이고, 이는 국제인정취득이 필수불가결하다.

기체 부분의 경우, 모노코크는 골조에 금속 또는 직물 외피(skin)를 붙이는 것과 달리 금속 외피가 응력을 견딜 수 있도록 새시와 외피가 일체형으로 된 단일 외형 구조물로 설계 및 제작된다. 다른 한편, 여객 항공기 파트는 중앙윙 박스, Fairing(공기저항을 감소시키기 위한 동체의 하부에 위치하는 부품), 동체 중간상위 부분, 콕피트, 주날개, 수평꼬리날개, 수직꼬리날개, 후부동체, 엔진, 착륙장치 등으로 나누어져 각국에서 생산된다.

한편, 대형화와 경량화의 기술적 추세는 소재 부문에서도 큰 변화가 일어나고 있다. 이러한 움직임은 국제적인 탈탄소의 규제 움직임과 무관하지 않다. 최근의 항공운송과 관련한 CO<sub>2</sub> 감축 시나리오는 2021년 9월에 개정된 ATAG WAYPOINT 2050에 잘 나타나고 있다. 2050년까지 CO<sub>2</sub> 배출량을 net ZERO가 목표이다. 이것을 Fly Net Zero플랜이라고 부른다. 현행 기술로서는 아직 2,000Mt가 배출될 것으로 예측되고 있어, ITAT(The International Air Transport Association)는 행동계획을 마련하고 2050년 대비 배출량을 2050년까지 50%를 감축할 것을 행동계획에 담고 있다. CO<sub>2</sub> 삭감은, 신기술로 13%, 운용/인프라에서 3%, SAF(Sustainable Aviation Fuel)에서 65%, Carbon off Set에서 19% 삭감할 계획을 제시하고 있다.<sup>2)</sup>

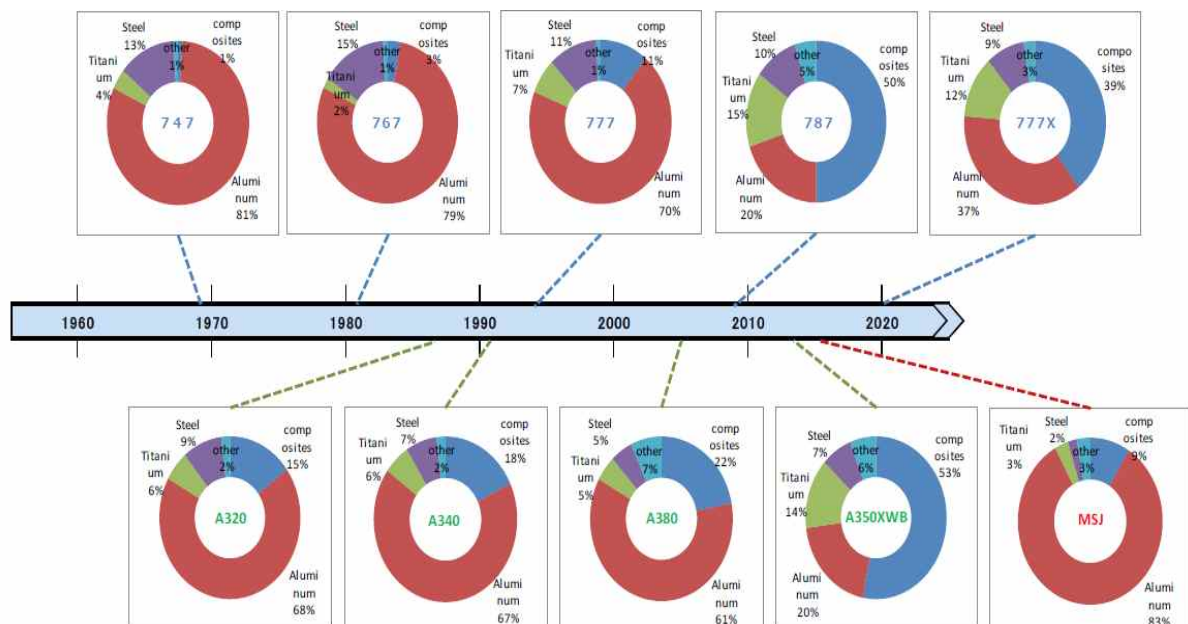
이러한 국제기구의 움직임은 당연히 기업측의 탈탄소화를 위한 대응을 위한 다양한 시책이 제품개발 프로세스 및 제품시스템을 대상으로 연구되고 있다.

2) <https://www.iata.org/en/programs/environment/flynetzero/> (2022년 10월 20일 열람)

에어버스는 수소항공기 추진을, FAA(Federal Aviation Administration) 사는 20% 연비 감축(CAE/10 比)<sup>3)</sup>, 25dB 소음감축, NOx의 70% 감축(CAEP/8比) 방침이다. GE는 RISE프로그램<sup>4)</sup>을 가동, P&G Canada는 Project 804 후속 프로그램을 가동하고, 일본의 가와사키 중공업도 전동화 솔루션을 산학연 공동연구를 통하여 대응하고 있다.

이러한 규제는 신규항공기의 형식설계에 적용되고 서플라이어 체인의 변화 가능성을 높인다. 따라서 기체의 경량화와 강도 강성이 더욱 높은 차원에서 요구 되는 것이다.

〈그림 1-4〉 항공기 재료의 비율 변화



주:상단은 보잉사, 하단은 에어버스가 항공기임.

출처: 製造産業局 (2020)

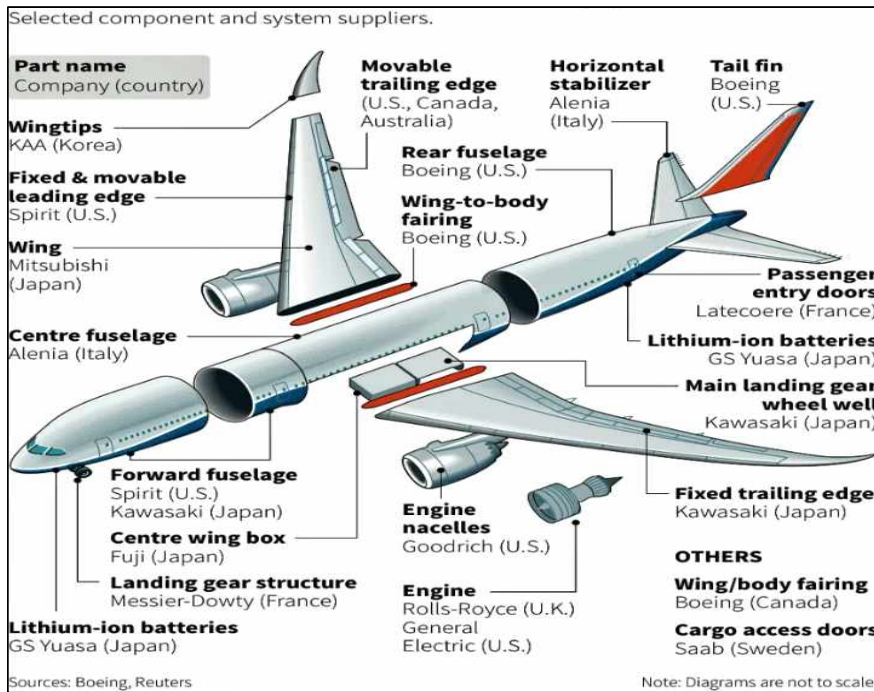
〈그림 1-4〉는 항공기 재료의 비율 변화를 나타낸 것이다. 최근 경량화 기체를 위해 강도와 내성이 뛰어나면서 탄소섬유강화플라스틱(CFRP: Carbon Fiber Reinforced Plastics)의 활용이 늘어나고 있음을 확인할 수 있다. 소재기술과 가공 기술, 성형기술 등, 전방위적으로 서플라인체인 전체에 걸쳐서 탈탄소를 위한 움직임 강화되고 있고, 앞으로 보다 더 경량화 소재로의 전환이 일어날 것으로 예상된다.

3) Committee on Aviation Environmental Protection (CAEP)

4) <https://www.ge.com/news/sites/default/files/2021-06/RISE%20infographic.pdf> (2022년 10월 20일 열람)

다음으로 항공기 부품을 제조 생산업체의 국제 분업구조를 살펴보자.  
국가별로 보면 미국업체의 비중이 높고, 다음으로 에어버스가 있는 유럽지역과 일본이 단일 국가로서 그 비중이 크고, 부품의 가공, 조립 측면에서 멕시코지역과 베트남을 비롯한 아세안 지역이 최근 주목받고 있다.

〈그림 1-5〉 보잉787 기체구조 서플라이어



출처: Boeing Reuters, 로이터통신 자료.

〈그림 1-5〉는 보잉 787기의 개발과정에 참가하고 기체 부분을 담당한 업체를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이, 미국과 캐나다, 프랑스, 이탈리아, 일본 기업의 참가가 많음을 확인할 수 있다. 한국의 경우, KAA사가 wingtrips를 담당하고 있음을 확인할 수 있다. 구체적인 각국 항공부품산업의 규모와 상황에 관해서는 후술한다.

항공기 부품업체 입장에서 항공기산업의 매력도는 어떨까?

항공기라는 개발프로세스의 특성에서 알 수 있듯이, 장기간에 걸친 개발, 빈번한 설계변경의 가능성, 높은 품질규정, 주문생산이 기본인 산업이다. 때문에 항공기 부품사업은 먼저 제품개발에 참가할 수 있는 기술적 기준을 취득해야 한다. 또한, 초기 투자비용이 많이 들고, 생산과정에서의 높은 품질관리 능력이 요구되고, 장기부품공급 능력이 요구된다. 또한 개발 및 생산과정에서 항공기 생산업체와의 원활한 커뮤니케이션이 가능한 해외 업체와의 글로벌 협업 수행

능력이 요구된다. 하지만, 후술하는 항공 시장 성장과 함께, 항공기산업은 새로운 성장 산업으로, 산업매력도가 높은 신성장산업으로서의 자리매김하고 있는 상황이다. 따라서 항공기 부품업체에게 필요한 조직 능력은 다음과 같이 정리할 수 있겠다.

- 초기투자력, 국제인증취득, 장기 공급능력, 개발 리스크 조정 능력
- 국제프로젝트를 수행할 수 있는 커뮤니케이션 능력
- 서플라인체인 관리 능력
- 기술 다각화 및 시장 개척력

### (3) 우주항공 제품시스템

#### ① 우주항공제품과 그 특성

전술한 바와 같이, 우주항공산업은 하드웨어 측면에서 로켓(우주발사체)와 인공위성, 이를 바탕으로 한 우주 비즈니스로 구성된다고 볼 수 있다. 로켓은 고체 혹은 액체 연료를 연소시켜서 우주공간에서 소정의 임무를 수행하기 위한 우주발사체이다. 다양한 임무에 따라, 로켓의 추진 방식이 선택되고, 우주공간까지 쏘아 올리기 위한 방식이 다단계 혹은 다단계 형식이 채용된다. 우주공간까지 도달하기 위해서는 연소가 균일하고 신속하게 이루어져야 하고, 기압이나 우주공간에서 활동하기 위한 다양한 제약조건을 클리어하기 위한 설계와 구조가 요구된다. 또한 우주발사체와 인공위성을 단순히 발사하는 것만으로 끝나는 것이 아니라 지상지휘소나 관측소와의 커뮤니케이션과 통제가 이루어져야 한다. 즉 지상 업무를 수행하기 위한 기기 또한 포함된다.

따라서 우주항공산업은 기초과학기술력에 기반한 지식산업이자, 지구환경과는 다른 공간에서 소정의 임무를 수행하는 로켓 발사체 혹은 인공위성의 설계 및 제작이 요구되는 종합 기술 산업이라고 볼 수 있다. 즉, 소재에서부터 발사, 운용, 분석까지 전 프로세스의 통합적 관리가 필요한 산업이다. 이는 고도의 과학적 지식과 기술력이 겸비될 필요가 있고, 항공기보다도 복잡한 제품시스템을 창조하는 조직 능력이 필요하다.

또한 우주항공산업은 항공기보다도 더 긴 개발기간과 대규모 개발비용이 요구된다. 반면에 개발 리스크가 큰 산업이고 방위산업으로의 전용이 가능한 산업이기 때문에, 국가가 주도적으로 이노베이션 시스템의 큰 축을 형성하는 산업이기도 하다. 따라서 냉전 시대의 우주 기술 경쟁은 미국과 소련이 국가적



차원에서 주도하였고, 최근에는 이에 중국이 가세한 상황이다. 일본의 경우, 비군사적 목적의 우주발사체 및 인공위성을 지속적으로 개발, 운용한 국가라고 볼 수 있다. 최근에는 準국가적 기관과 대학, 민간기업의 참여로 이루어지는 경우가 많다. 이는 다양한 목적, 기상, 지형 관측 등의 데이터를 기반으로 한 비즈니스의 가능성이 증가하면서 더욱 저렴한 초소형 인공위성이 주목받고 있다.

여기서 인공위성의 종류를 간단히 살펴보자. 인공위성은 리모트 센싱 위성, 통신위성, 측위위성, 흑성탐사위성으로 크게 나누어진다. 이 분야에서도 미국과 러시아, EU, 중국이 발사 및 운영된 위성 수가 많아, 경쟁우위를 점하고 있다고 볼 수 있다.

리모트 센싱 위성은 지구의 화상이나 영상을 우주에서 촬영하는 것을 기본적인 임무로 하는 위성이다. 대표적인 것이 관측위성이다. 자연재해의 상황, CO2 농도, 구름 등을 관측에 필요한 센서(광학, 레이더)를 탑재하고 있다. 정확하고 정밀한 화상은 위성서비스 산업으로 연결된다. 일본의 대표적 리모트 센싱 위성은 JAXA의 ALOS2, GCOM-C, GOSAT2와 MEC의 ASNAPO2, 웨더 뉴스의 WINSTA-1R 등이 있다.

통신위성은 광범위한 범위를 커버하면서 전파를 중계하는 임무를 가진 위성이다. 이 위성의 경우, 궤도 확보 경쟁과 주파수 경쟁이 글로벌 차원에서 이루어진다. 또한 전송데이터의 용량과 전송속도가 주요한 제품경쟁력이 되는 분야이기도 하다.

측위위성은 전파신호를 받아서 궤도에서 위치를 측정하거나, 항법을 안내하거나, 정확한 시각 정보를 보내는 데 활용되는 위성이다. 일본의 경우, 측위 정밀도에 있어서 미국과 견줄 수 있는 수준의 5-10m(數 cm) 정밀도를 가지고 있다. 하지만, 미국이 전 세계 지역을 커버하는 것과는 달리, 일본은 아시아 태평양지역에 국한되어서 이용된다.

흑성탐사기는 냉전시대부터 경쟁 영역이었던 위성이다. 화성이나 금성, 달 탐사기가 이에 해당한다. 일본은, 수차례에 걸쳐서 발사하였고, 현재에도 운영하고 있고, 유명한 위성은 2014년 12월 3일에 발사되어, 2018년 6월 27일 소흑성 류구에 도착하여 표본을 채취해서 지구로 돌아온 하야부사(はやぶさ)이다.

## ②우주항공산업내 부가가치 구분

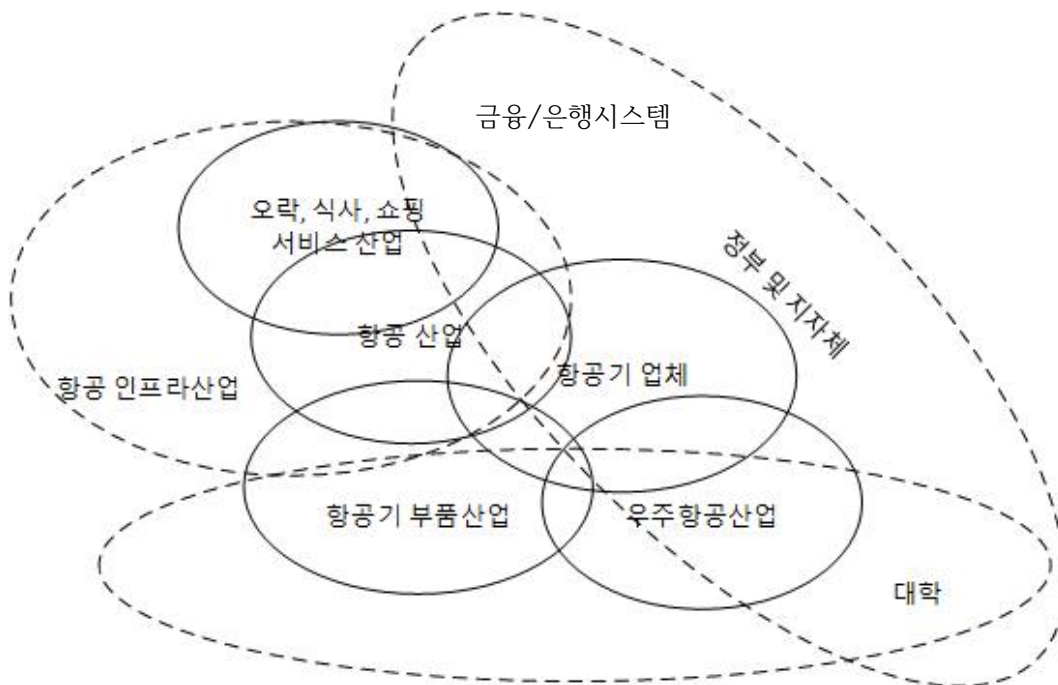
우주(항공)산업을 세그멘테이션별로 구분해서 보면, 2016년 기준으로 우주산업의 구분해서 위성 서비스 산업이 38%, 위성 제조가 4%, 발사 서비스가 2%, 지상

설비가 33%, 非위성산업이 23%를 차지한다(齋田, 2018) . 즉, 우주산업의 77%가 위성 산업이라고 볼 수 있고, 그 중 부가가치가 높은 영역이 위성서비스와 지상 설비 영역임을 알 수 있다.

#### (4) 항공우주산업의 산업생태계

항공기산업생태계의 범위는 넓다. 그 협의의 범위에서 보면, 항공기산업과 항공기 부품산업으로 규정 할 수 있다. 하지만 광의의 범위에서 보면, 항공산업과 항공기산업은 우주항공산업에 포함된다. 이는 기술의 연속성이라는 측면에서 보면, 항공기 제조산업의 주체는 항공우주산업의 주체이기도 하기 때문이다. 또한 항공기산업의 수요자인 항공산업이 포함되고, 항공산업은 공항 관리 및 운영, 교통, 관제, 통신 등의 항공인프라 산업, 기내식을 비롯한 다양한 공항 및 기내 서비스 산업과 관련 산업으로 확대된다.

<그림 1-6> 항공기산업 생태계



출처: 필자 작성

또한, 항공기산업 및 우주항공산업은 과학기술에 기반한 지식산업이다. 연구 개발의 중요성이 무엇보다도 크다. 이 두 산업은 연구개발 과정에서는 기초과학 지식을 제공하는 대학이나 연구소의 역할이 크다. 사업화 단계로 들어서면

실질적인 제품개발을 담당하는 기업과의 긴밀한 관계를 가진다. 나아가, 지식 창조 역할을 하는 대학이나 연구소의 성과물은 항공기 및 항공우주 산업뿐만 아니라, 군사목적의 항공기, 우주발사체, 인공위성 등의 방위산업으로 기술 및 지식 이전이 일어난다. 즉, 정부 및 지자체는 다양한 산업생태계 기업 참여를 촉진하고, 발주와 소비주체이기도 하다. 이에 더하여 다양한 리스크와 개발비용, 구매비용을 금융적으로 지원하는 은행이나 금융기관 또한 주요한 역할을 한다. 예를 들면 선박금융과 비슷한 성격의 제도적 틀이 산업생태계를 지지하고 있다.

다른 한편, 부가가치측면에서 보면, 항공기부품 카테고리별 가치구성(2013년 SAIC조사)을 보면, 기체 19%, 날개 15%, 엔진관련 24%, 전장품 약 40%(전기 시스템14%, 캐빈 인테리어5%, 랜딩기어4%, 항공컨트롤시스템 4%, 항공전자기기(aviation electronics) 12%)가 점하고 있고, 향후 항공기의 대형화, 경량화, 고속화, 전자화가 보다 진전될 것으로 관측된다.

〈그림 1-7〉 항공우주산업 내 기술적 연관성과 응용 범위

	항공기		로켓관련기기
공기역학기술	안전성향상/기반/항법 난기류 억제 기술 등		안전성향상, 노이즈 통제, 기반, 진동제어 기술 등
엔진요소기술	코어엔진/팬/샤프터/터빈/열교환시스템기술등	인공위성관련기기	노이즈 기술/냉각/보조추진/추진제, 산화제 저장공급기술 등
기체관련기술	동체/주익관련, 꼬리날개/차륜관련/이착륙장치/taxiing기술 등	관측센서/위성통신/위성측량/전력증폭기술 등	동체기술, 페어링/핀기술/연료탱크 등의 분할 기술 등
장비품 ( 시스템 / 내장품 ) 기술	유압계시스템/비행제어/Avionics/전원시스템계/객실 내장품 기술 등	위성패스/TTC계/ 전원계통/자세제어계/추진계통 시스템 등	TTC계 시스템/전원계 시스템/유도 제어계통 시스템 기술 등
재료/구조기술	구조안전설계/경량구조양식, 복합재료/금속재료기술 등	설계/시작품제작기술, 기체, 위성용 재료, 위성용 전자 디바이스 기술 등	관측센서/위성통신/위성측량/전력증폭기술 등
기체 / 엔진 통합기술	기체통합기술, 엔진통합기술	시스템화, 네트워크화 기술	관측센서/위성통신/위성측량/전력증폭기술 등

- 운영관제, 발사설비 등
- 지상시스템 데이터이용
- 시험장 환경 시험장 설비

주: TCC(망원경로켓제어계통)

출처: 小林 (2020)

하드웨어 측면에서 항공우주산업을 보면, 항공기산업과 항공우주산업은 기술적 연관성을 보면 밀접한 관련성을 가지고 있다. 제품시스템에 요구되는 공기역학 관련 기술, 엔진 요소기술, 기체관련 기술, 장비품/내장품 기술, 재료 및 구조 기술, 기체 및 엔진기술, 인테그레이션 기술은 항공기와 로켓 관련기기에도 동일

하게 활용되는 기술이고 공기역학 기술과 엔진 요소기술을 제외하면 인공위성 관련기기에도 응용 활용되는 기술이다.

물론 환경 특성이 다르기 때문에, 구체적인 제품시스템이나 서브시스템 레벨에서 요구하는 기술은 상이한 차이를 가지고 있는 부품도 있다. 대표적으로는 항공기 엔진과 우주발사체의 엔진은 완전히 다른 논리로 가동한다. 항공기 엔진의 경우, 기본적으로 공기 중의 산소를 흡수하면서 연료를 연소시켜서 움직이지만, 로켓의 경우, 발사체에 탑재한 추진제를 사용하여 기동한다. 하지만 우주 산업에 요구되는 품질 수준이 매우 높지만, 항공기관련기술의 특성이나 응용 가능성도 적지 않다는 점을 고려할 필요가 있다고 본다.

## 2. 항공우주산업의 시장동향 및 구조와 특성

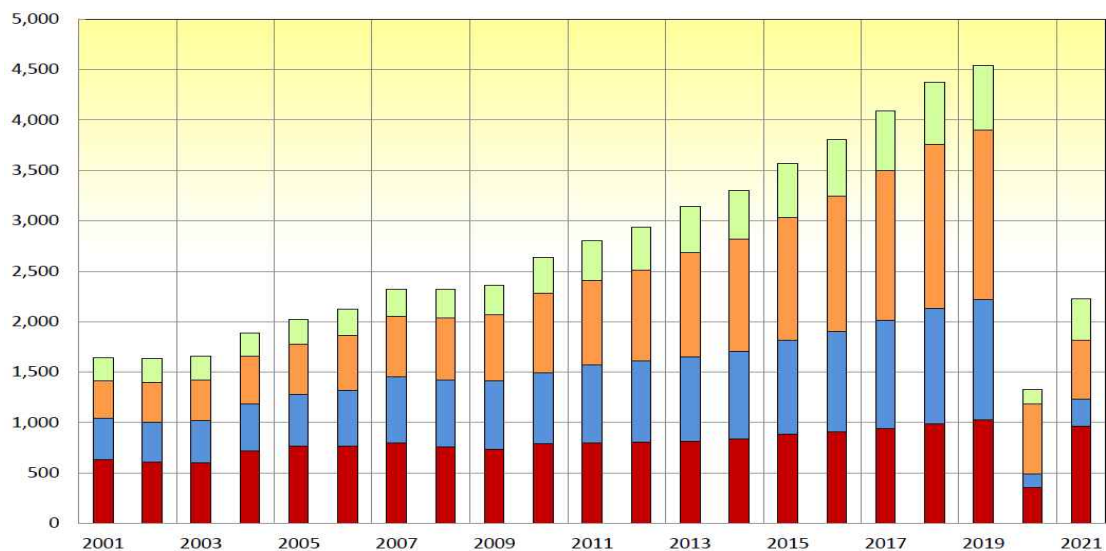
### 1) 항공산업 시장동향과 전망

먼저, 항공기산업의 수요자인 항공산업(aviation industry)의 동향을 살펴보도록 하자.

항공산업은 여객과 화물을 출항지부터 기착지까지 안전하고 신속하게 운송하는 것을 기본으로 하는 산업이다. 2019년 기준으로 세계에는 1657사개(여객 및 화물 운송 포함)가 사업을 전개하고 있고, 이 중에서 공항코드를 가지고 취항하고 있는 정기여객편 항공사가 648개 사가 있다(IATA). 항공사가 항공기를 설비재로 활용하여 사업을 전개하는 주요한 수요자이다.

세계항공여객 수와 운송 거리 측면에서 시장 규모를 살펴보자.

〈그림 2-1〉 세계 여객 항공여객 수 추이(백만 명)



주: 상단부터 「기타」, 「아시아/태평양」, 「구주」, 「북미」 지역임.

출처: ICAO, IATA

2001년부터 COVID-19 전인 2019년까지 세계항공여객 수 추이를 보면, 2001년 약 1.6백만 명에서 2019년에 약 4백만 명 수준까지 지속적으로 증가했다. 최근 20여 년 동안, 여객 수는 약 3배 증가한 것이다. 특히, 그 증가추세를 지역별로 보면, 아시아 태평양 지역의 증가추세가 뚜렷하다. 그 추세는 2007년의 미국발 금융위기 이후 큰 폭으로 증가했음을 알 수 있다.

2001년, 중국은 국제 자유무역 체제의 상징적인 제도적 기반인 WTO에 가입한다. 중국의 글로벌 체제로의 편입과 이 시기를 기점으로 중국에 대한 해외 직접투자의 증가, 나아가 생산 및 시장의 글로벌화가 큰 영향을 주었다. 중국은 단시간에 「세계의 공장」이라는 지위를 획득한다. 중국은 매년 임금증가와 함께 소득증가로 이어졌고 「세계의 공장이자 소비 대국」으로 변모했다. 이는 당연히 중국 국내 및 중국인 해외관광 증가로 이어졌다. 여기에 더하여, 다국적기업의 진출 증가와 이에 동반한 비즈니스 관련 수요증가는 항공여객 수 및 화물운송 증가로 이어졌다. 한국무역협회<sup>5)</sup>에 따르면, 중국인 해외관광객 수는 1995년 500만 명에서 2017년 1억 4,300만 명으로 연평균 17%씩 증가하고 있고, 해외관광객 수는 2013년부터 세계 1위이다.

중국 국민의 국내외 관광수요증가는 인프라 확충과 증가로 이어졌다. 중국 내 민간공항 수<sup>6)</sup>는 2007년 148개에서 2021년 현재 244 도시/지역에 248개의 공항이 개설·운영되고 있다. 한국의 경우, 지리적 근접성과 경제적 연관도가 깊은 중국과 일본 노선의 비중이 전체의 절반을 차지하는 핵심 노선이라는 점이고, 이는 대중국 항공수요증가는 중국 해외여행자 수의 증가와 밀접한 관계가 있다 (이기현 외, 2014). 그리고 단일경제권으로 출발한 EU 지역권의 증가추세도 확인할 수 있다.

다른 한편 인터넷과 스마트 폰의 보급률 증가는 전자상거래가 시민권을 획득하게 만든 계기가 되었다. 이는 COVID-19 시기에, 더 큰 규모로 확대되었다. 이는 국가내 뿐만 아니라 국가간 화물 교역을 더 빠르게 진전시킨 요인으로 볼 수 있다.

항공여객 및 항공화물 수요증가는 당연히 운송거리 증가로 이어진다. 실제로 <그림 2-2>에서 확인할 수 있는 것처럼, 아시아 지역권 내의 운송 거리의 급격한 증가와 함께, 전 지역에서 여객운송거리가 증가하고 있음을 알 수 있다.

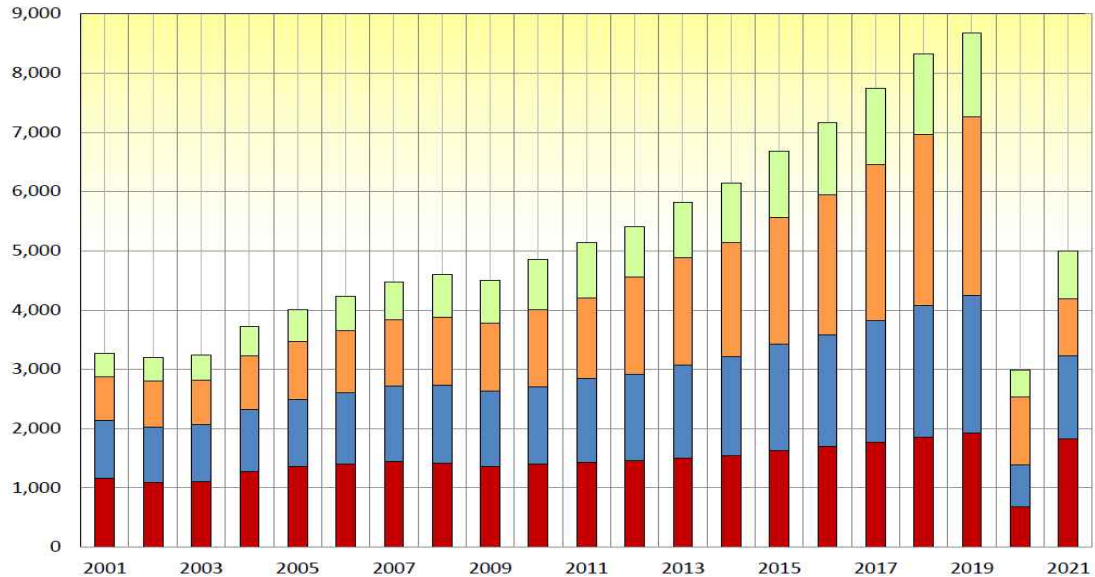
COVID-19는 도시의 렉다운, 국가간 국경 봉쇄로 이어져, 팬데믹 기간 중 항공수요는 급속도로 위축되었다. 3년이 지난 현재 조금씩 항공수요는 늘어나는 추세지만, COVID-19 전인 2019년 수준으로 회복하는 것은 2024년쯤이 되어야 가능하다고 IATA는 보고 있다. 이에 따라, 2030년의 수요는 2019년에 예측한 수치에 비해서 7% 정도 감소한 56억 명에 도달할 것으로 예측한다. 여기에는 COVID-19 하에서 진행된 일하는 방식의 변화가 수요감소도 어느 정도 영향을

5) 한국무역협회(2019)“중국인 해외관광객 수 및 관광 지출 세계 1위“, 『해외시장뉴스』 9월 17일 자.

6) <http://knowledge.ckgsb.edu.cn/wp-content/uploads/2014/06/Growth-of-Chinas-Infrastructure.jpg>

미칠 것이라고 본다.

<그림 2-2> 세계 항공여객 운송거리 추이



주1: 단위는 10억 킬로미터(유상여객킬로미터)

주2: 상단부터 「기타」, 「아시아/태평양」, 「구주」, 「북미」 지역임.

출처: ICAO, IATA( ) 출처:국제항공운송협회(IATA)

Source: IATA Economics using data from Tourism Economic/IATA Air Passenger Forecast, April 2021.

위에서 살펴본 것처럼, 2000년 이후의 여객 수 및 화물량, 운송 거리 증가는 항공산업 매력도를 증가시켰다. 이는 신규 항공사가 시장에 진입하는 계기가 되었다. 특히 규제완화 속에서 기존의 항공 서비스의 재설계를 통하여, 더욱 저렴한 가격 항공 서비스를 제공하는 신규 항공사가 증가하였다. 즉 저가 항공사(LCC: Low Cost Carrier)가 글로벌 차원에서 진입이 늘었고, 이는 당연히 운용할 수 있는 여객 항공기 및 화물 운송기 수요 증가로 이어졌다. LCC 항공사 비중이 점차 증가하여, 2031년에는 약 19%로 점할 것으로 예상한다(Boeing HP). 이는 포인트 투 포인트 식의 항공노선 운행과 관계한다.

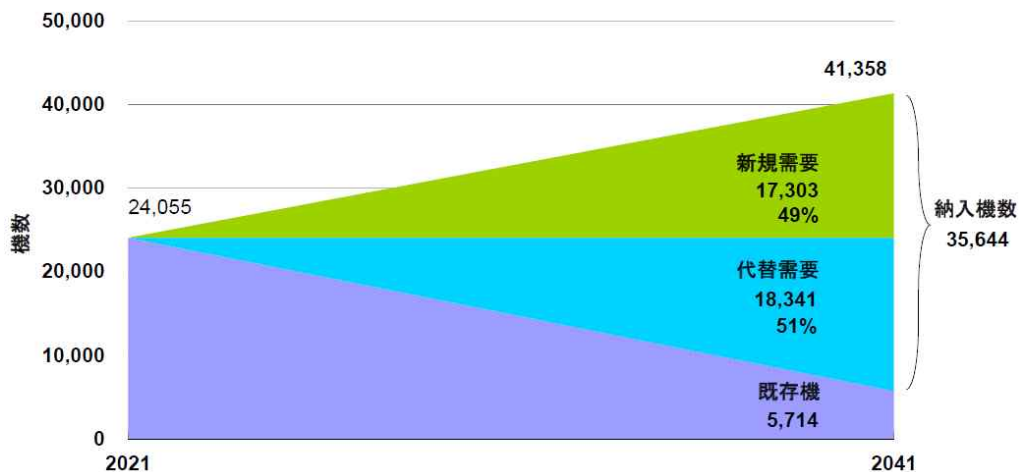
다른 한편, 항공회사가 항공기를 구매하는 방식에서 리스 형식으로 변화하고 있고 그 비중이 증가하고 있다. 1980년대에는 3% 정도였는데, 2010년에는 35%까지 증가하였다. 향후 항공기산업의 리스 판매방식 비중이 증가할 것으로 예상되고, 항공기산업의 예상생산대수 또한 증가할 가능성이 크다.



## 2) 항공 시장의 수요전망

COVID-19 이후, 항공여객수요(RPK)는 증가추세라고 쉽게 추론할 수 있다. 후술하지만, 항공기 수요는 크게 제트여객기, turboprop engine기 화물기로 구분해서 전망할 수 있다. 이하 항공기 수요전망은 일본항공기개발협회 자료에 근거한다. 먼저 제트여객기 시장전망에 관해서 살펴보자.

<그림 2-3> 제트 여객기 수요예측 결과



주:단위는 기수.

출처: 日本航空機開発協会(2022), p.43에서 인용

일본항공기개발협회(2022)의 수요예측 결과 <표 2-1>을 보면, 동 협회는 2019 년  $8.49 \times 1,012$ 人 Km에서 2041년에는  $20.0 \times 1,012$ 人 Km도, 2.36배로 성장하고, 이는 연평균 4.0% 정도의 성장률로 보고 있다. 또한 세계 항공기 수는 2021년 말 24,055기에서 2041년 말에는 41,358기로 증가한다고 본다. 그 내역을 보면, 신규 수요가 49%(17,303기)이고, 대체수요가 51%(18,341기)로 예측된다(그림 2-3 참조). 금후 20년간의 신규납품 기수는 35,644기로, 그 판매액은 카탈로그 기준으로 5.47조 달러에 이를 것으로 예측한다. 판매지역별로 보면, 북미가 25%, 유럽이 21%, 중국이 17%를 점하고, 3지역의 합계가, 세계 전체 수요의 63%를 점하는 지역시장으로 예측된다.

터보 프로프 엔진(turboprop engine)기 수는 2021년 말 2,897기에서 2041년 3,476기로 증가하고, 신규납기 수는 2,751기로 판매액은 648억 달러로 전망된다. 61~81석 클래스는 1,135기로 그 비중이 가장 높게 전망되는 클래스이다.



〈표 2-1〉 항공기 종류별 수요예측 및 시장 규모

	2019 실적 2021 실적 2041예측 성장률				판매액(2019US\$)	
세계경제성장률	2.64%p.a.(2041) 2.84%p.a.(2241)					
여객수요(PRK:10人km) 제트여객기 운항기수 제트여객기 신규제조 납품 수 및 판매액	8,486 24,015	3,493 24,055	20,025 41,358 35,644	4.0%p.a. 2041 2.7%p.a. 2041	54,710	2241
화물수요(RTK:×10 <sup>9</sup> 톤km)	253	274*1	529	3.4%p.a. 2041		
제트화물기운항기수	2,023	2,340	3,338	1.8%p.a. 2041		
제트신규제조화물납입기수 및 판매액	698				2,107	2241
제트신규제조화물납입기 수 및 판매액(합계)	36,342				56,817	2241
엔진납입기수 및 판매액	86,802				12,950	

주1. 2241은 22년에서 41년의 수치임.IATA 추정치.

주2. 2041 수치는 2020-2041 수치임.

출처: 日本航空機開発協会(2022)

다음으로, 화물량은 2019년 기준으로 볼 때, 2041년까지 2.1배로 증가할 것으로 예측되고, 같은 기간 연평균 3.4% 성장할 것으로 전망된다. 제트화물기는 현재 2,340기에서 2041년부터 3,338기로 증가할 것으로 전망되고, 판매 예측치는 2,107기로 예측된다.

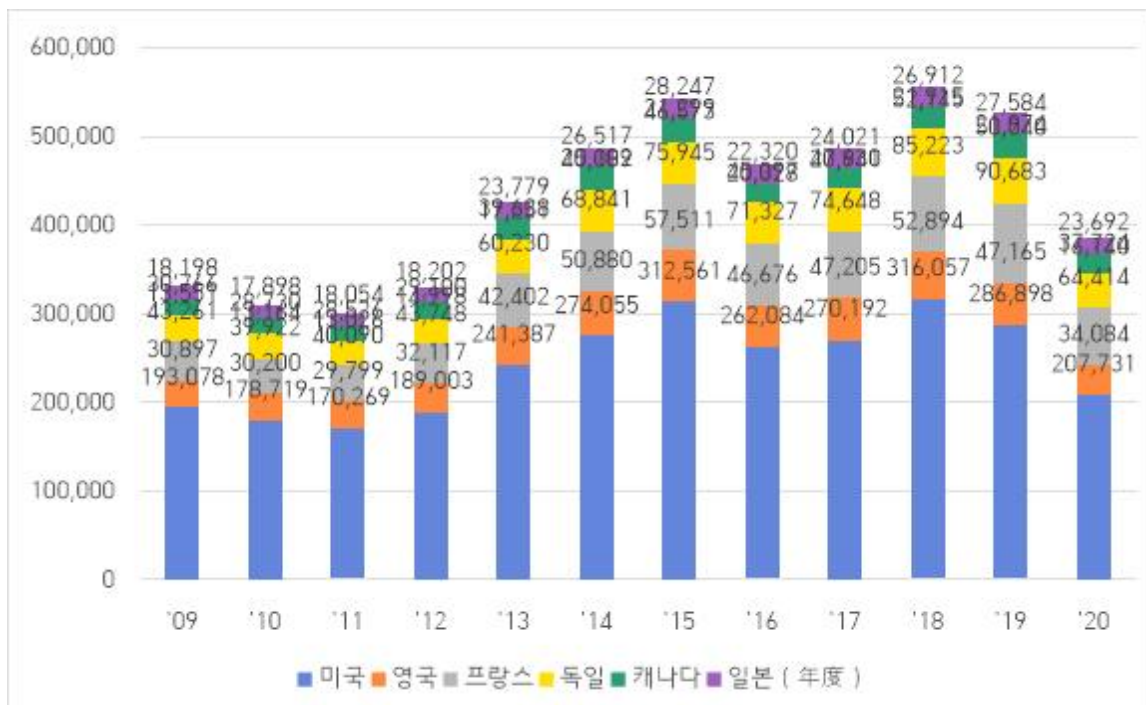
이상에서의 살펴본 항공기 수요 전망은 항공엔진과 항공기부품 판매량의 증가에도 영향을 준다. 세계 엔진 수요는 86,802기, 1.30조 달러로 예측된다. 이 중 제트엔진이 80,747기로 그 판매액은 1.28조 달러로 예측되고, 터보 프로프 엔진(turboprop engine)은 6,055기 판매액 143억 달러로 전망되고 있다.

이처럼 세계항공기시장은 연평균 4%의 성장을 기대할 수 있는 성장산업임을 알 수 있다. 항공기 개발 및 생산 이에 직접적으로 연관된 업체 수나 거래 규모는 자동차산업을 초월하는 산업연관효과를 가지고 있다. 또한, 항공기산업을 중심으로 한 산업생태계는 항공산업, 항공서비스산업, 보수사업, 물류, 관광, 공항 및 쇼핑, 오락 등, 산업의 경계를 넘어서 산업생태계를 형성한다. 그렇기 때문에 항공기 제조산업은 차세대성장산업으로서, 부가가치의 획득과 고용유발효과라는 두 가지 장점을 지닌 성장산업이다.

### 3) 최근 10년간의 세계 각국의 항공우주산업의 매출추이

최근 10년간의 세계 각국의 항공우주산업 매출액 추이를 나타낸 것이 <그림 2-4>이다. 전반적인 세계 항공우주산업의 매출액 추이를 보면, 전술한 바와 같이 팬데믹 기간을 제외하면 전체적으로 상향추세에 있음을 알 수 있다. 그리고 그 시장 규모 증가추세 속에서, 국가별로는 미국이 압도적으로 시장점유율이 높고, 다음으로, 프랑스, 영국, 독일, 캐나다, 일본 순으로 점유율이 높다. 이러한 경향은 항공기 제조산업에 직접적으로 관여하고 있고 지금까지 참가한 경험이 있는 선진국이 시장 전체를 점유하고 있음을 다시금 확인할 수 있고, 거의 고정적인 경향임을 알 수 있다.

<그림 2-4> 세계 각국의 항공우주산업의 매출액 추이



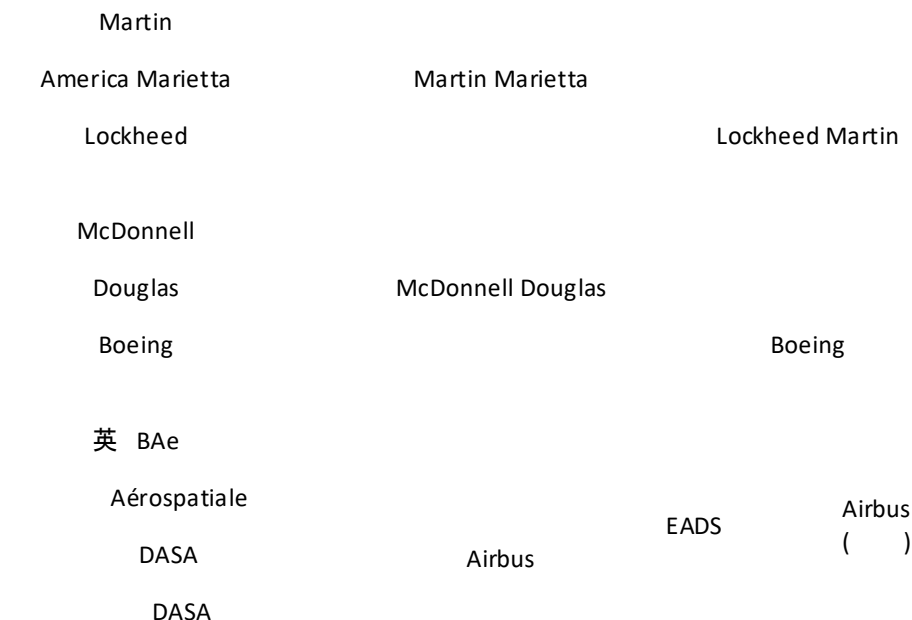
주. 단위 10억엔.

출처: 航空宇宙産業データベース(2021), p.5

제2차세계대전 이후 군사용에서 민생용으로 항공기 제조기술의 스핀오프(spin off)가 이루어지면서 민간 항공기 시장이 본격적으로 창출되기 시작했다. 그 선두 그룹이 미국과 영국이다. 전후, 미국 항공기업체는 보잉사를 중심으로 흡수 합병, 재편되면서 점진적으로 대형화되어, 오늘날에 이른다. 이러한 미국의 시장

독점적 지위에 획득에 유럽 국가들은 경계심을 가지게 되었다. 그래서 유럽의 나라가 복수 참가하여 에어버스사를 설립하기에 이른다. 에어버스는 1960년대 미국의 과점적 시장 지배에 경각심을 가진 프랑스, 독일이 공동 출자하여 설립된 회사이다. 이에 스페인과 포르투갈, 영국 등도 가세하였다. EU역내권내의 분업을 통하여 개발 및 생산이 이루어진다. 에어버스의 탄생으로 항공기 제조산업은 보잉과 에어버스, 2개 사의 과점 체제가 형성되었다. 세계 2차 대전 기간에 높은 항공기 제조기술을 보유했던 일본의 경우, 전후 처리 과정에서 완성기 개발 및 생산에 미국에 제약이 가해지면서 항공기 부품제조에 머물게 되었다. 이에 관해서는 후술한다.

### <그림 2-5> 주요 항공업체의 변천



출처: 谷川 (2016) p. 15.

여기서 간단히 항공기 제조의 주요국인 영국에 관해서 잠시 살펴보자. 영국과 프랑스는 주지하는 바와 같이 제1, 2차 세계 대전을 겪으면서 항공 전력의 설계 및 생산 경험이 풍부한 나라이다. 특히 세계대전의 피해가 상대적으로 적었던 영국은, 전후 민간항공시장의 태동을 염두에 두고 있었다. 군사용 항공기설계 및 제조로 축적한 기술을, 민간 항공기산업으로 기술이전을 통하여 영국의 항공기산업은 그 기반과 토대를 구축하였다. 하지만, 영국은 1970년의 영국병으로 상징되는 것처럼, 제조업 생산성 저하와 항공 정책의 비밀관성으로 미국에 비해서 상대적으로 완성기 시장에서의 경쟁력의 저하를 초래했다(Owen, 2000).

이에 따라 민간 항공기 제조시장은 앞에서 본 것처럼 2대 업체가 글로벌 과점 시장 체제를 형성하게 된 것이다.

현재, 영국은 완성기 보다는 헬리콥터, 항공기 엔진, 날개, 구조 및 항공기 시스템의 설계 및 생산에서 명성을 올리고 있다. 롤스로이스(Rolls-Royce)에서 제작하는 엔진은 35종 이상의 상업용 항공기에 동력을 공급하며, 전 세계적으로 1만 3,000개 이상의 엔진을 서비스 중이다. 롤스로이스는 항공기엔진 생산업체로서 일본의 가와사키 중공업이나 IHI 등의 기업에 생산위탁의 형태로 발주하고 있다. 이런 점에서 일본의 항공기 제조 관련 중공업은 글로벌 서플라이체인에 편입된 상태이고 주요한 생산주체라고 볼 수 있다.

또한 영국은 모든 에어버스(Airbus) 항공기 플랫폼용 날개를 설계 및 제조하고 있으며, 이 외에도 영국을 오가는 군용 및 민간 항공기를 유지보수, 수리 및 정밀 검사하는 MRO 부문이 번성하고 있다. MRO 및 물류 부문에 관여하는 기업은 약 1,300개가 존재하며 총매출액은 1,950억 달러 이상이고 약 5만7,000명 이상이 이 분야에 고용돼 있다.<sup>7)</sup>

## 4) 항공기산업의 시장구조

### (1) 항공기산업의 주요 업체별 생산 및 수주 현황

앞 절에서 살펴본 것처럼, 앞으로 항공기 제조산업은 성장산업으로 주목받을 것이다. 최근의 민간 항공기 산업의 수주 및 생산 현황을 나타낸 것이 <그림 2-6>이다. 2001~2021년 20년간의 수주변동 추이를 보면 기본적으로 2000년은 세계경기 변동과 비슷한 곡선을 그리고 있음을 알 수 있다. 2010년 이후는, 2013-2014년 3,000기를 넘는 수주가 있었고, 2015년 이후에도, COVID-19 발생기인 2020년을 제외하면, 약 2,000기의 높은 수준에서 수주가 유지되고 있다. 판매처는 전술한 바와 같이 중국과 아시아 지역, EU, 미국 지역으로부터 수주 가 증가하였다.

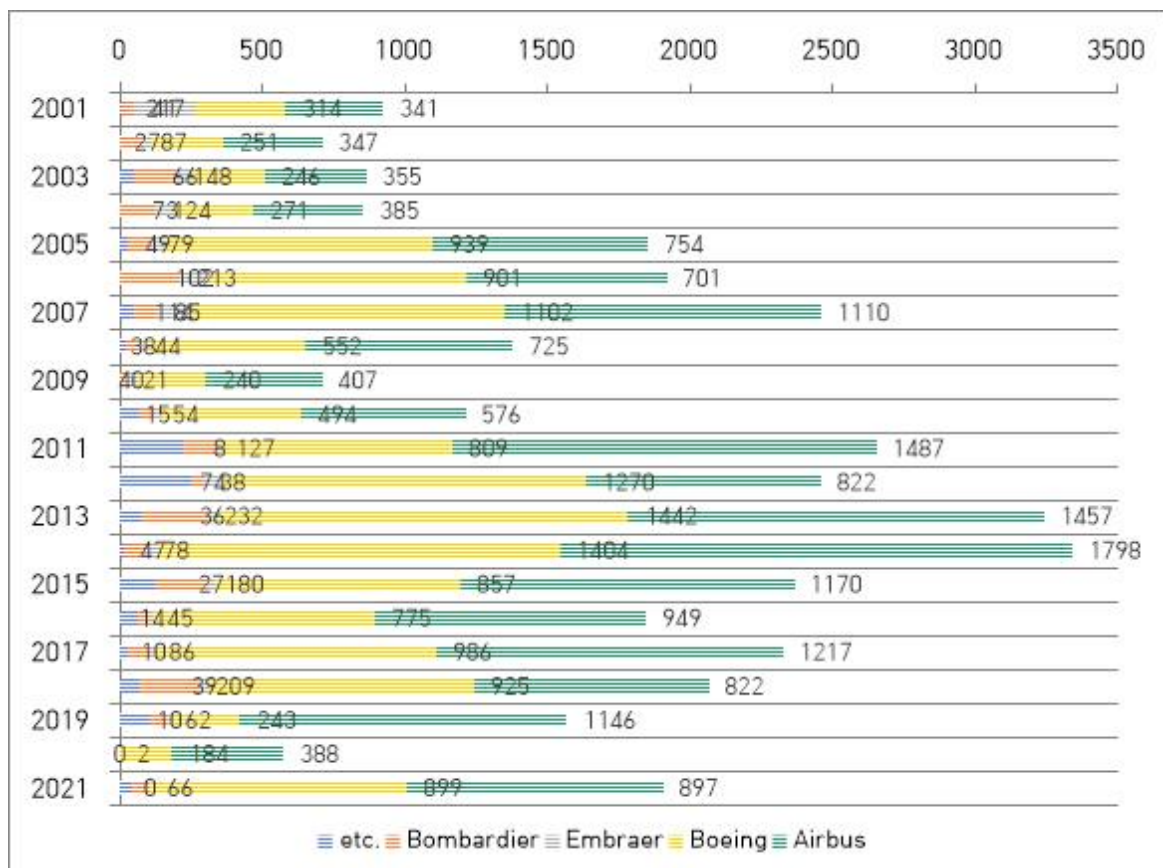
최근의 특이사항은 시장에서 수주 및 선호 기종이 조금씩 변화되고 있다는 점이다. 기종별로 보면 동체가 좁은 기체(narrow body aircraft)의 주문이 많아졌다. 일본항공기개발협회(2022)에 의하면, 2021년 신규 수주분의 1,906기 중 여객기는 1,584기이고, 여객기 중에서 단중거리형의 좁은 동체기(737 MAX,

7) 박지혜(2021) 2021년 영국 항공우주-방위 산업 정보, Kotra 해외시장뉴스

A320계(주로 A321neo, A220 등)가 1,427기, 대형기가 32기, 리전 제트기(RJ: Regional Jet)가 105기, 터보 프로프이 20기라고 보고하고 있다.

한편 제트기 납입기 수 추이를 보면, 2005년부터 COVID-19 사태 발생 전까지 지속적으로 증가하였다. 납품 제트기 수는 약 2배 증가하여 1,764기에 달하였고, COVID-19 시기에 들어 대폭으로 감소하였으나, 1,000기를 웃도는 수준으로 회복되었다.

<그림 2-6> 제트기의 수주 기수 변천(2001~2021년)



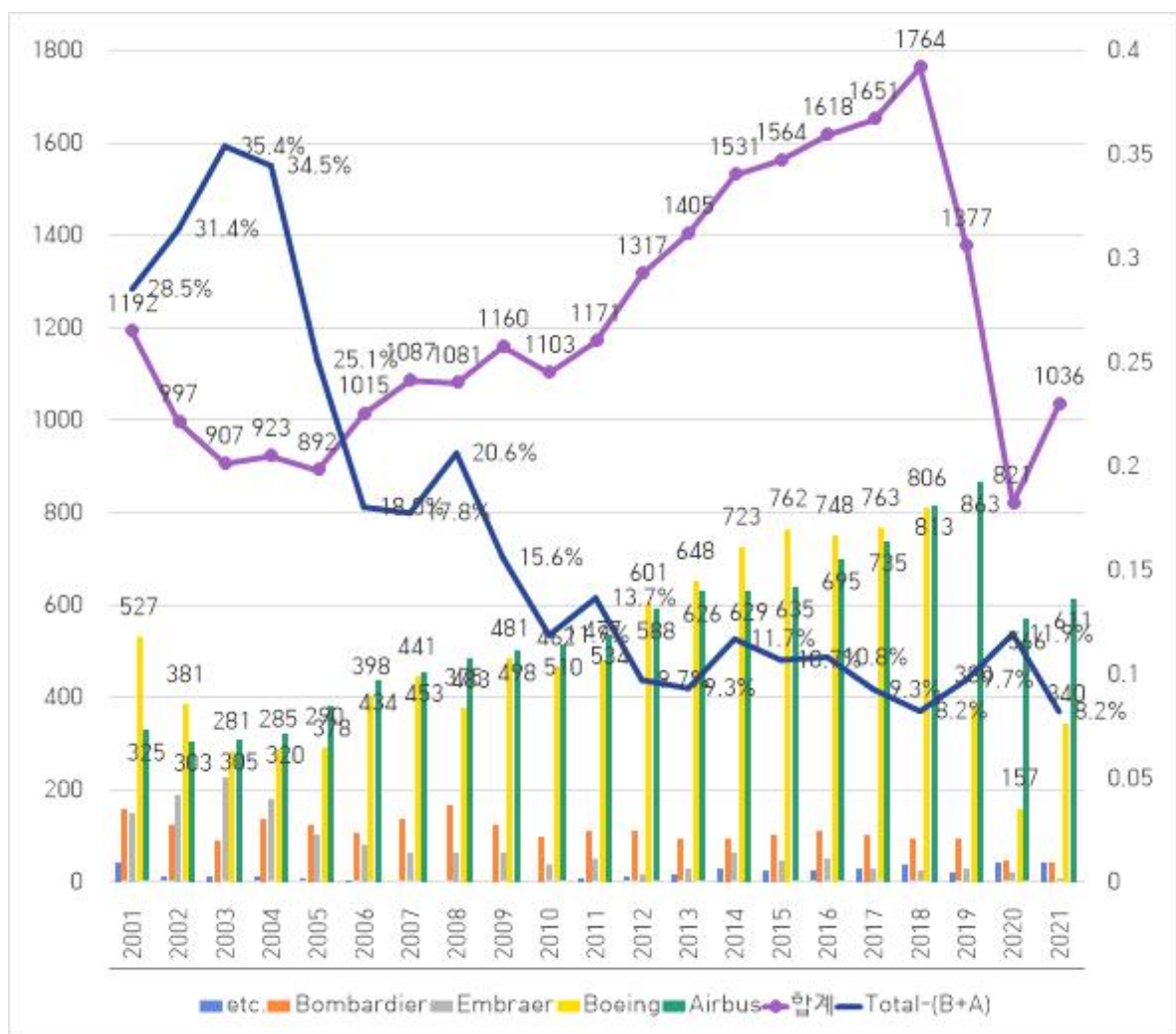
Source: Airbus, Boeing, Bombardier, Embraer, Cirium, JADC(일부 추정치를 포함)

출처: 日本航空機関開発協会 (2022) 『民間航空機に関する市場予測2022-2041』 p.9를 근거로 필자 작성

이 중 보잉과 에어버스사의 납품 기수 이외의 비율을 보여주는 <그림 2-7>을 보면, 2000년대 전반에 약 3할을 점하였으나, 이후 지속해서 감소하다가 COVID-19 발생 전 증가추세로 선회하였으나, 팬데믹이기에 들어 납품 기수가 감소한 것을 확인할 수 있다. 2021년 보잉사와 에어버스, 2개사의 납기 기수가 전체 납기수의 90%이상을 점하는 시장 구조라고 볼 수 있다(그림 2-7, 2-8 참조).

여기서 주목할 점은 보잉과 에어버스사가 100명 이상의 대형 항공기를 주 생산 기종으로 하는 점에 주목하여, 틈새시장인 RJ기종 시장에 신규진입기업이 탄생하였다. 100인 이하의 RJ기 시장은 2000년대 이후 주요한 성장세를 보이면서 틈새성장시장을 형성하였다는 점이다. 브라질의 Embraer사와 캐나다의 Bombardier사가 대표적 기업이다. 여기에 일본의 미쓰비시중공업도 이 RJ기시장에 주목하고 2000년대에 들어와서 개발에 착수하였다. 하지만, 첫 비행까지 성공하였지만, 현재는 보류 상태이다. 이는 후술한다.

<그림 2-7> 제트기 납품 기수 추이



Source: Airbus, Boeing, Bombardier, Embraer, Cirium, JADC(일부추정을 포함)

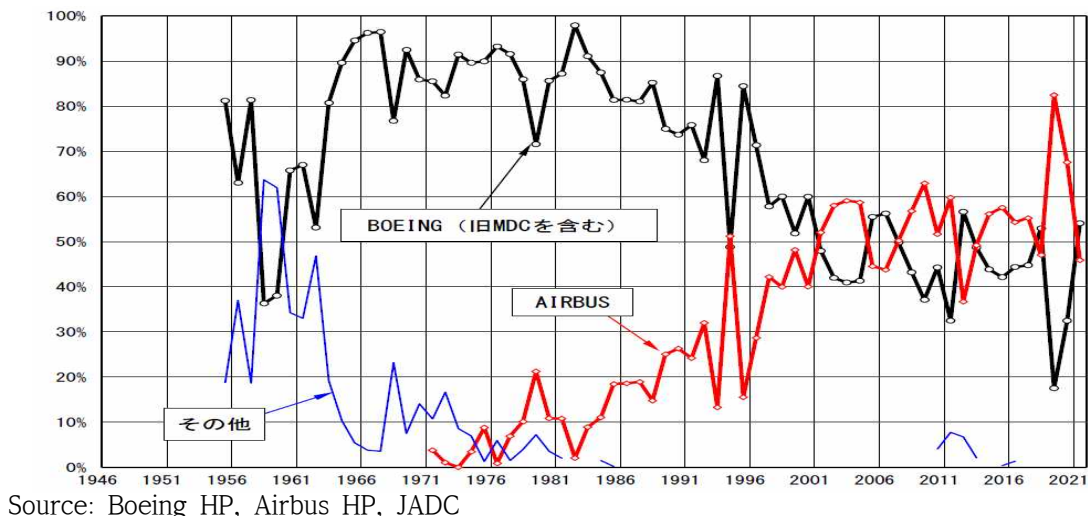
출처: 日本航空機関開発協会 (2022) 『民間航空機に関する市場予測2022-2041』 p.10를 근거로 필자 작성.



RJ기는 여객 수 50-100명 정도의 단거리 소형제트기를 지칭하는데 1978년 미국의 규제완화의 영향으로 확대되기 시작한 기종이다. 최신기종은 항속거리가 4,000킬로에 미친다. 이 정도 거리면, 인천에서 필리핀을 포함하여 베트남의 호치민이나 태국의 방콕까지는 충분히 이동이 가능한 거리가 된다.

RJ기의 판매가 호조였던 2000년대 초반, 즉 약 20년 전이 납품이 많은 시기였다. 이점에 착안하여 통상적인 항공기 수명<sup>8)</sup>을 고려한다면, 앞으로 다시 성장 가능성이 큰 제품영역이라고 볼 수 있다. 이런 측면에서 캐나다 퀘벡시에 본사를 둔 Bombardier와 브라질의 국영 항공기업체인 Embraer사는 세계항공기 시장에서 보잉과 에어버스의 독과점시장 구조에 진입하여, 틈새시장을 중심으로 시장을 형성해 온 신흥업체이다.

<그림 2-8> 보잉사와 에어버스사, 기타 항공기 생산업체의 비율 추이



Source: Boeing HP, Airbus HP, JADC

출처:

최근 COVID-19 이후 항공산업의 회복과 함께, 2030년대 취항을 위한 신규 형식 항공기 개발이 예상된다. 中村 (2021) 에 의하면, 에어버스의 경우, 100~200석 규모의 A319neo, A320neo, A321neo을 개발하고 있다. 보잉은 에어버스의 A380 생산 이후, 이에 대응할 수 있는 신형항공기의 개발이 이루어지지 않고 있다. 이에 따라 2025년 전후를 기점으로 신형항공기가 개발될 가능성이 있고, 2030년대에는 737Max7-9가 개발 생산될 예정이다(中村, 2021. 이는 항공 수요증가에 동반된 신형항공기 개발과 생산, 항공기부품산업에 큰 사업 기회가 될 것이다.

8) 보잉사의 항공기 수명연수 기준은 20년이다. 혹은 20,000회의 착륙, 60,000 비행시간으로 정해놓고 있다(항공대 미디어(<http://www.kaupress.com>))

## (2) 보잉과 에어버스의 제품기술 방향

### Airbus and Boeing: Passengers vs Range

This scatter plot illustrates the relationship between the typical two-class passenger capacity and the maximum range of various Airbus and Boeing aircraft. The y-axis represents the number of passengers, ranging from 50 to 650. The x-axis represents the range in nautical miles, ranging from 1000 to 10000. Airbus aircraft are marked with blue diamonds, and Boeing aircraft are marked with red squares. The data points are labeled with the aircraft model name.

Aircraft	Range (nautical miles, maximum)	Passengers (2-class, typical)	Manufacturer
717-200	1500	105	Boeing
717-200ER	2000	105	Boeing
737-900	2800	180	Boeing
737-800	3000	170	Boeing
737-700	3100	130	Boeing
737-700ER	5500	125	Boeing
737-800ER	3200	180	Boeing
737-900ER	3400	180	Boeing
A318-100	3100	105	Airbus
A319-100	3400	125	Airbus
A320-200	3200	150	Airbus
A321-200	3400	180	Airbus
757-200	3600	200	Boeing
757-300	3400	240	Boeing
A300-600R	4000	270	Airbus
767-300	3600	270	Boeing
767-200	4000	225	Boeing
767-400ER	5600	305	Boeing
767-300ER	6000	270	Boeing
767-200ER	6600	225	Boeing
A330-300	5600	335	Airbus
777-200	5200	400	Boeing
777-300	5900	450	Boeing
A330-200	6700	295	Airbus
747-400	7300	525	Boeing
747-400ER	7800	525	Boeing
A340-300	7400	335	Airbus
A340-600	7700	420	Airbus
777-200ER	7800	390	Boeing
A350-900	8000	370	Airbus
A340-500	8200	365	Airbus
777-300ER	8200	450	Boeing
A350-800	8400	315	Airbus
A340-200	8000	300	Airbus
787-9	8400	250	Boeing
787-8	8000	210	Boeing
A380-800	8100	645	Airbus
A340-500HGW	9000	360	Airbus
777-200LR	9500	400	Boeing

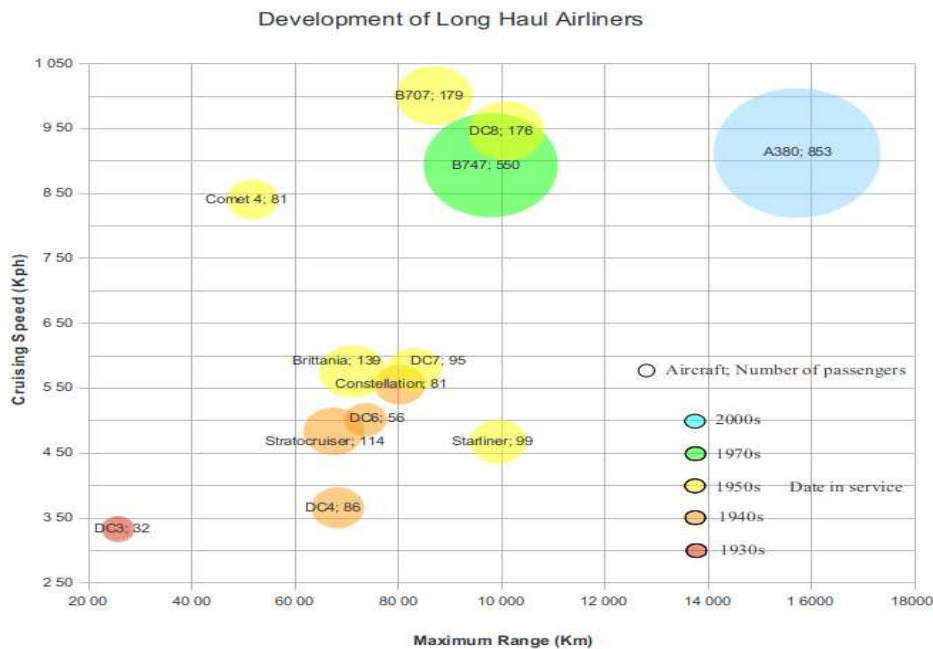
항공기산업의 양대 축이라고 할 수 있는 보잉과 에어버스의 제품전략 변화를 살펴보면, 대량운송과 장거리 운항을 효율적으로 수행하기 위한 기체이다.



즉, 제품개발의 추세는 대형화와 고속화이다.

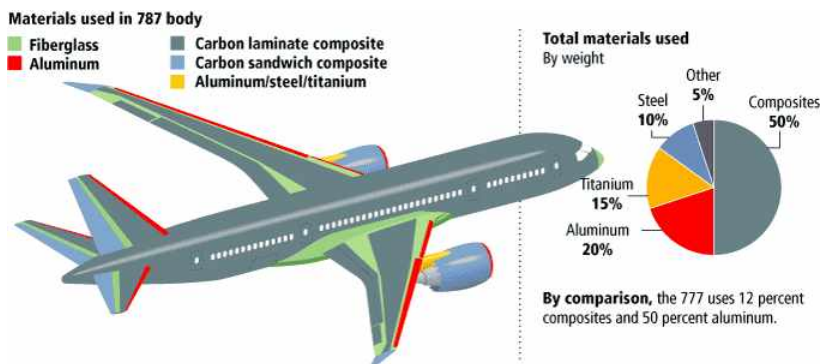
〈그림 2-9〉는 항공 기종별 여객 수 및 항속거리를 나타낸 것이다. 여기서 알 수 있듯이 항속거리의 장거리화는 대륙 간 논스톱 이동을 가능케 하여 운항의 효율성을 증가시키고, 동시에 보다 많은 여객 운송이 가능한 기종으로 진화됐음을 확인할 수 있다. 또한 시리즈화를 통하여 일정 범위 내의 항속거리와 수송여객 수를 커버 하고 있다. 동시에 추진된 기술 방향성은 고속화이다. 최대 항속거리와 운항 속도를 보면, 1970년대는 스피드를 중시하였으나, 최근에는 운항 속도와 운항 거리를 동시에 추구하고 있음을 확인할 수 있다(그림 2-10).

〈그림 2-10〉 항공기 기종별 운항 속도 및 최대운항 거리



출처: <https://iptc.org/> , <https://www.wikiwand.com/en/Airliner>

〈그림 2-11〉 보잉787의 기체 재료구성

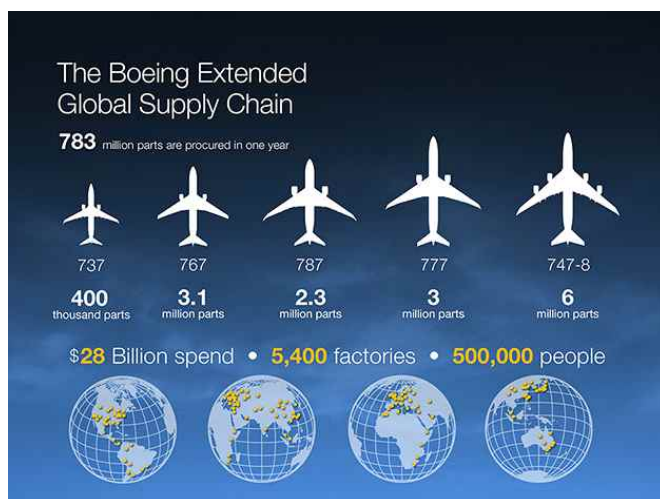


출처: <https://modernairliners.com/boeing-787-dreamliner/boeing-787-dreamliner-specs/>

이러한 움직임과 함께, 항공기산업은, 다른 산업과 마찬가지로 온실가스 및 탄소 중립에 관한 전지구적 대응에 부합하는 연비효율 향상이 또 하나의 주요한 기술 추세다. 경량화와 고속화, 연비효율은 상관관계가 높다. 따라서 경량화 신소재 개발과 채용이 늘어날 것으로 예상되고, 이 분야의 기술획득 및 개발이 더 나은 사업 기회를 획득할 수 있는 조직역량이 된다고 할 수 있다. 실제로 보잉787의 경우, 합금 비율이 50%를 점하고 있고, 최근의 기체소재는 합금 비율이 매우 높음을 알 수 있다.

다른 한편, 이러한 기술 방향성 중, 대형화는 소요 부품 수 증가를 의미한다. 보잉사의 항공기 기종별 부품 수를 나타낸 것이 <그림 2-12>이다. 보잉737의 경우 40만 개의 부품이 소요되었다. 제품패밀리인 보잉767이 300만 점, 보잉787이 2백3천 점, 보잉777이 300만 점, 보잉747-8 는 6백만 점으로 늘어났다. 이는 글로벌 서플라이 체인 하에서 약5,400개의 생산시설에서 제조되고 있다. 즉, 항공기의 대형화 추세 속에서 소요 부품 수와 관련 부품업체 참가도 늘어나고 있다고 볼 수 있다.

<그림 2-12> 보잉사의 기체 진화와 서플라이 체인의 변화



출처: Boeing HP (<https://787updates.newairplane.com/787-Suppliers/World-Class-Supplier-Quality>)

항공기의 대형화 및 고도화는 항공기부품 증가로 이어지고, 이는 생산공정에서의 작업 및 부품물류의 복잡성을 증가시킨다. 뿐만 아니라 서플라이어와의 개발 및 생산 과정에서의 다양한 조정 작업에 걸리는 관리 부하가 늘어나게 된다. 즉, 항공기의 대형화는 기술 및 매니지먼트 복잡성을 유발하게 되고, 항공기 제조 업체는 그러한 복잡성을 항공기업체의 통합 및 관리능력의 한계를 대신해줄

「시스템 서플라이어」 혹은 「모듈 서플라이어」를 필요로 하게 된다.

시스템 서플라이어는 항공기업체를 대신해서, 이전의 Tier1보다 많은 공수와 부품 취급을 담당하게 된다. 이는 서플라이어의 기술 지식 범위의 확장을 의미하기 때문에, Tier1의 포지션을 유지하고자 하는 서플라이어는 자사 내 부족한 기술 지식을 내부화하기 위해 항공부품업체 간의 기업합병을 통해, 기술의 내부화와 기업규모의 대형화가 가속화하게 된다. 다시 말하면, 서브시스템 레벨에서 혹은 계층구조 내의 범위를 넘어서, 보다 효율적인 기능 단위 및 구조 단위를 만들 수 있는 설계 및 생산능력이 서플라이어에게 요구된다.

이러한 움직임은 메가 서플라이어의 탄생을 의미하고, 실제로 유럽 및 미국에서 움직임 2010년대에 들어와서 보다 가속화되기 시작했다. 일본정부는 이러한 움직임 속에서 자국업체의 모듈 서플라이어화를 전략적 방향으로 설정하고 운용하고 있다. 1990년대 말부터 2000년대 전반에 붙었던 자동차산업의 모듈 생산방식(具, 2008) 움직임과 유사하다. 예를 들면 복수 기능의 단일 부품화, 부품의 통합화, 전자적 제어 장치의 통합시스템과 소형화, 엔진의 고출력화, 소재의 경량화를 추구하는 방향으로 전개될 것으로 보인다.

### (3) 항공기산업의 서플라이어 시스템과 변화

#### ① 국제분업구조하의 중층적 서플라이어 시스템

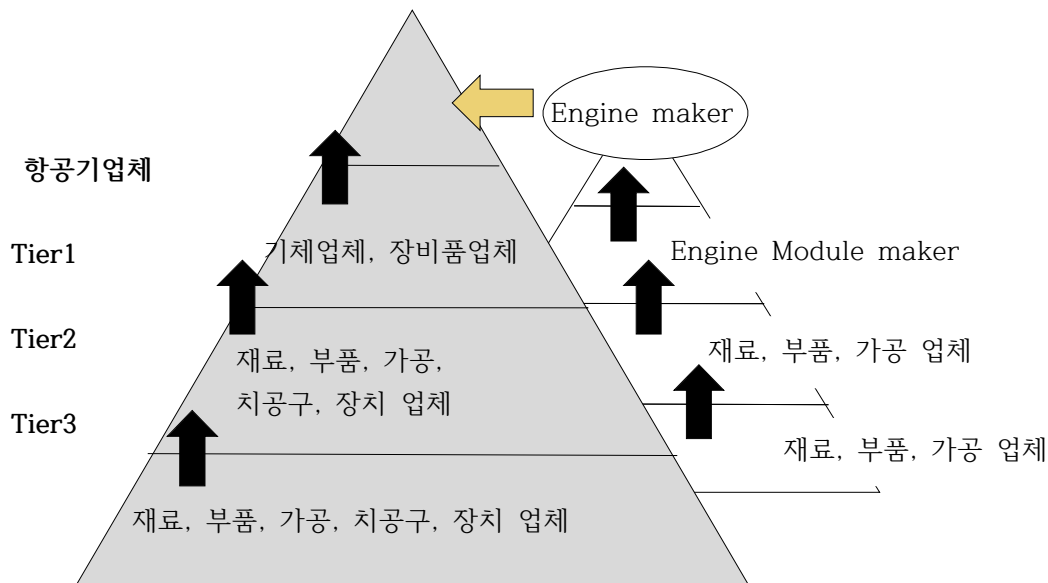
세계 항공기 제조산업은 보잉과 에어버스 2사를 축으로 다양한 국가의 부품 및 소재, 장치품 기업으로 구성되는 국제분업구조 속에서 중층적 서플라이어 시스템하에서 작동되고 있다. 그것은 아래와 같은 서플라이어 시스템의 구조적 특성을 지니고 있다.

첫째, 피라미드식 계층구조이다. 보잉이나 에어버스와 같은 항공기 완성체 업체가 피라미드의 정점을 중심으로 그 밑에 Tier1, Tier2, Tier3 순으로 업체가 구성된다, 피라미드의 하층에서부터 상층으로 올라가는 가치 연쇄 사슬이 구성된다. Tier1, Tier2, Tier3를 구성하는 업체는 부품, 가공, 소재뿐만 아니라, 생산 엔지니어링에 필요한 장치 및 치공구를 제조 공급하는 업체 등 다양하다. 이는 제품시스템을 시스템, 서브시스템, 모듈, 유니트, 파트 등의 분화할 수 있고, 각 계층의 업체들이 담당하고 상층업체에 납품하는 구조이다. 이러한 서플라이어 시스템의 구조는 자동차산업에서 볼 수 있는 계열 혹은 중층적 서플라이어 시스템 구조와 비슷하고 거래관계의 특성도 유사하다.

둘째, 서플라이어 시스템의 오픈성이다. 서플라이어 시스템에 참가하는 부품 업체는 국제과점시장을 형성하고 있는 보잉과 에어버스, 2개 사에 중복적으로 참여하고 있고, 이는 Tier2, Tier3로 내려가면서 더욱더 중복적이다. 2000년대 이후 신형 항공기제조업체로 부상한 Bombardier, Embraer에게도 납품하고 있는 업체가 많다.

셋째, 서플라이어 시스템의 국제분업구조이다. 컴퓨터 산업이나 반도체 산업과 비슷하게 국경을 넘어선 국제분업구조 아래에서 제조 가공된다는 점이다. 후술하겠지만, 기체, 장비, 전장, 엔진 등으로 나누어진 항공기의 분업구조는 단위를 통하는 Tier1이 가장 효율적인 생산 및 지식기반을 가진 업체를 중심으로 글로벌로 전개되는 경우가 많다. 이는 후술하는 항공기산업의 집적지(클러스터) 형성을 유발하게 된다.

<그림 2-13> 항공기산업의 서플라이어 시스템 구조



출처: 필자 작성

넷째, 엔진의 외주화이다. 자동차산업의 경우, 많은 자동차 업체는 엔진을 중핵 부품으로 취급하고, 자사 내에서 혹은 자사의 기업경계 내에서 설계 및 제조를 하고 있다. 하지만, 항공기의 경우, 엔진 설계 및 조립, 가공은 엔진 전문업체가 전담한다. 엔진개발 및 생산은 복수의 업체가 모여서 국제프로젝트형태로 진행되는 경우가 대부분이다.

다섯째, 시스템 서플라이어의 등장이다. 전술한 바와 같이 자동차산업에서 1990년 후반부터 2000년대 많이 도입되었던 생산의 모듈화(Modularity in

Production: 武石・藤本・具, 2001)의 추진 속에서 부상한 거대서플라이어의 등장(具, 2008)과 유사하다. 이는 항공기의 대형화와 고도화 속에서 구조 및 기능의 복잡성을 경감하기 위한 대응책으로서, 혹은 가치사슬 내에서 새로운 가치제안이라는 방식으로 거대 시스템서플라이어가 등장하고 있다. 이러한 움직임은 항공산업에 진입하기 위해서는 거대 시스템 서플라이어와의 협업 및 제품분업구조의 변화를 읽는 것이 전략적으로 중요하다는 것을 의미한다.

계층별 서플라이어의 분업관계를 보면, 먼저 항공기업체가 설계, 최종 조립 제품 통합성을 구현하는 업무를 하게 된다. 그리고 Tier1은 기체 및 엔진추진 시스템, 유압시스템, 비행제어, 연료시스템, 항법장치 등을 담당하는 업체이다. Tier2는 유압펌프, 모터, 제어 부품 등의 설계 및 제조를 담당한다. Tier3는 다양한 시스템이나 모듈 내의 소부품이나 단일부품, 예를 들면 피스톤, 실린더, 커넥터 등의 부품을 생산하는 역할을 담당한다.

〈표 2-2〉 2010년대 이후 에어라인 및 항공기산업 구조, 제품기술 변화

	1990년대 이전	2010년대 이후
에어라인	【수직통합구조】 기체 소유, 운항, 정비	<ul style="list-style-type: none"> <li>대형업체: 기존방식 유지</li> <li>LCC; 【수평 분업화】</li> <li>판매방식변화(리스계약),</li> <li>운항 특화, 정비(MRO)는 전문 업체</li> </ul>
항공기산업 분업구조	<ul style="list-style-type: none"> <li>피라미드식 서플라이어시스템</li> <li>중층적 국제 분업구조</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>피라미드식 중층적 국제분업구조</li> <li>거대시스템 서플라이어 등장.</li> <li>기존 거래 및 제조, 납품 방식의 변화</li> </ul>
항공기제품 기술변화	<ul style="list-style-type: none"> <li>장거리 운송</li> <li>대형화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대형화, 고속화, 경량화, 전자화</li> <li>연비규제 대응을 위한 신소재 이용 증가</li> </ul>

출처: 필자 작성.

여섯째, MRO(정비) 영역의 수평 분업화의 진행이다.

전술한 바와 같이 2010년대에 들어오면서, 기존 에어라인 업체뿐만 아니라, 저가 항공사의 대량 산업진입으로 인하여 정비수요가 증가하였다. 기존의 에어라인 업체의 경우, 기체를 구매, 소유하고, 운항 및 정비업무 또한 자사 내에 내재화하거나 기업의 경계(거버넌스 구조) 내의 자회사가 담당하게 한다. 하지만, 저가 항공사의 경우, 운항, 서비스 업무에 특화하고 정비업무를 전문업체가 담당하는 것이 효율적이라고 판단함에 따라, 다양한 MRO 정비 담당 업체가 나타나게 되었고 이는 에어라인 산업에 있어서 수평분업구조를 촉진하는 계기가

되었다. MRO의 필요성은 부품업체에게 장기간의 보수부품의 생산공급 책임이 부여된다. 이는 항공기산업의 거래관계의 장기성을 의미한다.

또한 최근의 거래방식을 보면, 기체를 구매하기보다는 리스를 통하여 운항하는 판매방식이 급속히 증가하고 있다. 현재, 리스계약 방식은 약 30%를 웃돌고 있고, 이는 향후 증가할 가능성이 크다.

## ② 항공기업체와 주요 서플라이어와 그 역할

그럼, 현재의 주요 서플라이어는 어디인가에 관해서 간단히 살펴보자. 본사가 있는 국가를 기준으로 분류해서 보면 아래와 같다.

〈표 2-3〉 항공기산업의 주요 서플라이어

항 공 기 제 조	여객기	Airbus, Boeing, ATR, Bombardier, Embraer, <b>미쓰비시 중공업</b>
	비즈니스제트	Beechcraft, Bombardier, Cessna, Dassault, Gulfstream
	헬기	Airbus Helicopters, Bell Helicopters, Sikorsky, Finmeccanica
기체구조(Tier1)		Avorp, Aermnova, Alenia, Daher-Socata, <b>후지중공업, 가와사키 중공업, 미쓰비시 중공업</b> , GKN Areospace, Latecoere, Triumph Group, Spirit <b>【Tier2:서브어셈블리, 부품가공】</b> AIDC(대만), Senior Aerospace BWT(영국)
엔진		GE, Aratt Whitley, Rolls-Royce, Pratt ^ Whitney Canada, Honeywei, Tubomeca, CFM, IAE Aero Engine, Engine Alliance Avio Aero, GKN Aerospace, <b>IHI, ITP, 가와사키중공업, 미츠미시중공업항공엔진</b> , MTU Aero Engines, Snecma <b>【Tier2:부품가공】</b> Hanwha Techwin, Aerotech,
장비품		<b>【전자기기계통】</b> Cobham, Diehl Aerosystem, Honeywei, Meggitt Avionics, Rockwell Collins, Thales, UTAS <b>【기계제어계통】</b> Eaton, Honeywei, MOOG, Liebherr, Aerospace, <b>Nabtesco</b> , Parker, Hannifin, UTAS <b>【이착륙장치】</b> Heroux-Devtek, Menasco, Messier-Bugatti-Dowty, Liebhrr Aerospace, <b>스미토모정밀공업</b> , <b>【기타】</b> Zodiac, <b>JAMCO</b> , Panasoic Avionics, <b>요코하마고무</b> <b>【Tier2:시스템부품공급 등】</b> Circo, Docommun, Esterline, <b>다마가와정기</b>

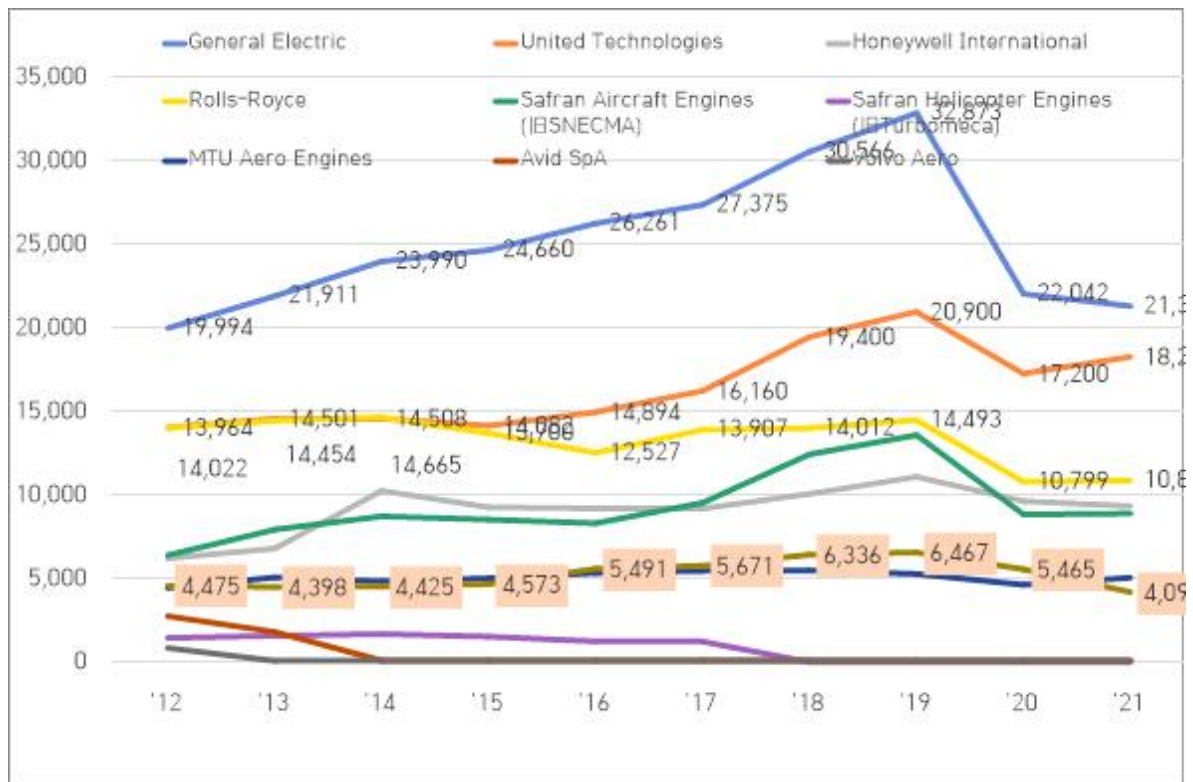
주1. 빨간색은 일본업체.

출처: 三菱UFJリサーチ & コンサルティング (2017)

먼저, 기체업체는 Avorp(캐나다), Aermnova(스페인), Alenia(이탈리아), Daher-Socata(프랑스), 일본의 후지중공업, 가와사키 중공업, 미쓰비시 중공업, GKN Areospace(영국), Latecoere(프랑스), Triumph Group(미국), Spirit(미국) 등이 있다. 그리고 Tier2로 참가하여 서브어셈블리 및 부품가공을 담당하는 대표적인 업체는 AIDC(대만), Senior Aerospace BWT(영국)이다.

다음으로 엔진 시스템의 경우, GE(미국), Aratt Whithy(미국), Rolls-Royce(영국), Pratt & Whitney Canada(캐나다), Honeywei(미국), Tubomeca(프랑스), CFM(미국/프랑스), IAE Aero Engine(미국/일본/독일), Engine Alliance(미국)가 대표적인 업체이다. 엔진관련 Tier1업체로서는, Avio Aero(이탈리아), GKN Aerospace(영국), ITP(스페인), 일본의 IHI, 가와사키 중공업, 미쓰비시 중공업 항공엔진, MTU Aero Engines(독일), Snecma(프랑스), 여기에 부품가공을 담당하는 Tier2로서 한국의 Hanwha Techwin과 독일의 Aerotech를 들 수 있다.

<그림 2-14>세계 주요 항공엔진업체의 생산(매출)액 추이



주1: 단위는 백만 US\$.

주2: Avi SpA는 2014년에 GE에 통합(~ 2012년은 € mil. 2013년은 \$ mil.)

주3: Volvo Aero는 2013년에 GKN에 통합(2012年はKrona mil.), Safran은 2018년부터 IB Snecma 과 IB Turbomeca을 통합. Japan수치는 일본 전체의 엔진생산액(본체, 부품, 수리의 합계)

출처: 日本航空宇宙工業会 (2022) 을 기초하여 필자 작성.



주요 항공기 엔진업체의 생산(매출)액 추이를 보면 GE가 부동의 1위를 차지하고, 2위가 United Technology, 3위가 Rollos-Royce이다. 일본의 중공업업체 3사의 2019년 총액이 US \$6,4백만 달러인데, 이 수치는 GE의 1/5 수준이다.

장비품 영역을 보면, 전자기기계통은 Cobham(영국), Diehl Aerosystem(독일), Honeywei(미국), Meggitt Avionics(영국), Rockwell Collins(미국), Thales(프랑스), UTAS(미국)가 대표적인 업체이다. 기계제어계통은 미국의 Eaton, Honeywei, MOOG, Parker Hannifin, UTAS, 독일의 Liebherr, Aerospace, 그리고 일본의 Nabtesco가 있다. 이착륙장치는 Heroux-Devtek(캐나다), Menasco(미국), Messier-Bugatti-Dowty(프랑스), Liebherr Aerospace(독일), 스미토모정밀공업(일본)이 대표적인 업체이다. 이 외에 Zodiac(프랑스), JAMCO(일본), Panasoic Avionics(미국), 요코하마고무(일본)가 참여하고 있다. Tier2로서 시스템에 필요한 부품공급을 담당하는 업체로는 미국의 Circo, Docommun, Esterline 그리고 일본의 다마가와정기(多摩川精機) 등이 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 항공기업체뿐만 아니라, 엔진, 기체, 장비품 등 3가지 영역에서 대표적인 주요 플레이어는 미국과 영국, 캐나다, 프랑스, 스페인, 독일, 이탈리아 그리고 일본이다. 한국으로서는 한화테크가 유일하다고 볼 수 있다. 일본 업체의 경우 항공기 엔진 부품 및 기체구조를 3대 중공업체가 대표적으로 참가하고 있고 Tier1, Tier2로서 참가하고 있는 업체도 수 개사 존재한다. 이는 항공기 제조업체가 존재하는 국가를 중심으로 주요 서플라이어가 형성된 것은 당연한 귀결이라고도 볼 수 있다.

그렇지만, 앞으로 항공기 시장의 성장을 고려해 볼 때, 새로운 부가가치를 창출하는 항공기산업에 진입하기 위해서는, 방위산업을 제외하고는 국제적인 분업구조에 편입이 필수불가결하다. 따라서 Tier1 혹은 Tier2 서플라이어 경험이 있는 기업과 파트너십을 형성하고, 1차적으로 공동개발 연구에 참여, 경험과 노하우, 프로젝트 업무를 취득하는 것이 매우 중요하다는 것을 웅변한다고 할 수 있다.

### ③ Nadcap: 국제 분업구조 참가를 위한 필수 요건

국제 분업에 편입되기 위해서는 항공기부품산업의 특수공정처리가 가능한 자격 취득(Nadcap)<sup>9)</sup>이 필수불가결하고, 이것이 진입을 위한 첫걸음이다. 최근

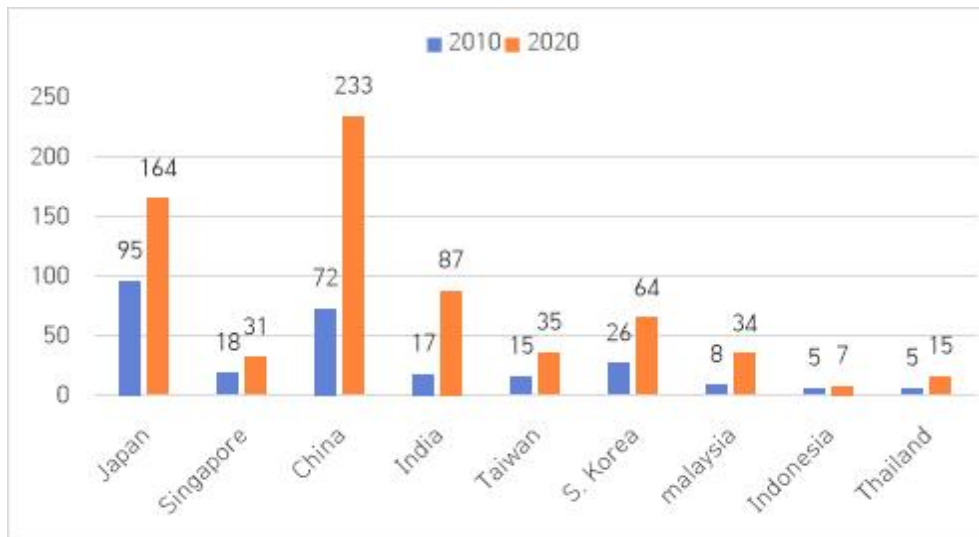
---

9) National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Program을 말함. 국제특수공정 인정제도로 1990년 미국의 PRI (Performance Review Institute)에 의해서 개발된 제도로 업계 및 정부의 기술전문가를 중심으로 인정요건을 확립하고, 서플라이어를 인정, 운용 프로그램의 요건을 정의하고 있다.



항공기산업의 성장과 기대 속에서 Nadcap를 취득한 기업이 증가하고 있다. Nadcap는 미국의 NPO인 PRO(Performance Review Institute)가 심사기관이다. 이곳에서 국제 항공우주산업의 특수공정 및 제품에 대해 국제자격인정을 한다. 여기에는 프라임업체인 보잉, 에어버스 GE, Honeywell, PR, 미쓰비시 중공업 등이 참가하고 있다. 이들은 제조위탁 조건으로서 PRI의 인정취득을 의무화하고 있다.

〈그림 2-15〉 주요국의 Nadcap 취득기업 수 변화



출처:e-audit.net.

국가별로 Nadcap 취득 기업수는 중국, 일본, 인도, 한국, 대만 순이다. 2010년 대비 2020년까지의 취득 기업 수를 보면, 중국이 233개 사(324% 증), 일본이 164개 사(173% 증), 인도가 86개 사(512% 증), 한국이 64개 사(267% 증), 대만이 35개 사(233% 증)다. 항공 수요증가 및 항공인프라의 증가한 국가의 취득 기업 수가 증가하고 있음을 알 수 있다. 한국의 증가세는 나쁘지는 않지만 절대 수에 있어서는 아시아 지역에서 4위이다.

이는 각국의 항공기 부품산업에 관한 관심이 높아짐을 증명한다고 볼 수 있다. 이는 항공기 제조산업으로의 진출뿐만 아니라 MRO의 전문화를 사업 기회로 포착하고자 하는 업체도 마찬가지로 본다.

#### (4) 항공기산업의 환경 변화와 국제분업구조의 동향

2000년대 이후 항공수요증가와 LCC의 등장은 항공기산업 전체에 큰 영향을

미쳤다. 하나는 항공기 생산의 증가에 따른 부품생산 및 조립생산거점의 증가이다. 다른 하나는 MRO 영역으로 사업진출을 꾀하고자 신규업체의 증가가 있었다. 이러한 움직임은 최근 아세안과 멕시코지역을 중심으로, ASEAN과 NAFTA라는 역내 자유무역을 통한 조세감면과 상대적 저임금 활용이라는 측면에서 실행되고 있다. 이와 함께, 아세안/태평양 지역은 향후 성장잠재력이 가장 높은 지역이기 때문이기도 하다. 두 지역을 중심으로 항공 부품산업 관련업체 및 MRO 산업으로 신규 진입기업들이 늘어나면서 항공기산업 클러스터형성이 일어나고 있다.

## ① 멕시코지역 항공기 산업의 성장과 현황

〈표 2-4〉 멕시코의 항공기산업 변화추이

항목	2006年	2008年	2010年	2012年	2014年	2016年
고용자 수	10,500	21,000	28,000	34,000	45,000	53,000
사업장 수	109	160	238	266	300	330
제조	84	126	167	189	216	239
MRO	13	18	26	28	33	37
엔지니어링,설계	12	16	23	38	40	44
기타,서포트서비스	0	0	0	11	11	11
수출액	2,042	3,083	3,266	5,040	6,366	7,164
수입액	1,380	2,432	2,865	4,292	5,416	5,898

주:단위(명, 개소, 100만 달러)

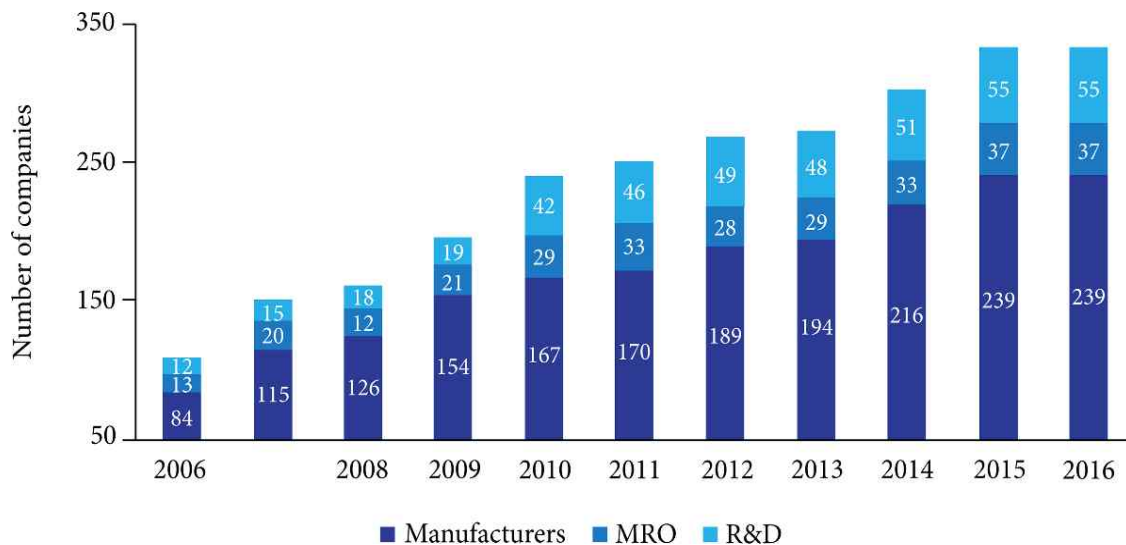
출처: JETRO(2017) 高成長が続くメキシコの航空機産業, 地域・分析レポート (10月16日)

멕시코는 최근 15년 동안 연평균 14% 성장세를 보이며, 세계 6위 항공 제조국으로 변모하고 있다. 1986년 NAFTA 가입 이후, 2000년대에 들어와서 상대적 저임금과 지리적 근접성을 바탕으로 미국의 항공기산업과 관련된 기계 가공, 조립을 중심으로 한 항공기 산업클러스터가 형성되었다. 2006년 109개 사업소가, 2015년에는 291개 사업소로 증가하였다. 국경을 인접한 멕시코 북부 Baja California Norte州를 중심으로 미국계 및 외자계 항공기 관련업체가 진출하였다. 이 지역 집적하는 이유는 이 지역의 보세가공제도를 활용, 생산하여, 다시 미국에

재수출할 수 있기 때문이다. 중간생산 및 조립을 외주에 멕시코를 활용하고 있다. 그것은 멕시코지역에서의 제조 비용이 미국의 84.2%, 캐나다의 93.4%라는 비교 우위성을 가지고 있기 때문이다.

멕시코의 주요 수출 품목은 엔진 부품, 와이어하네스, 착륙유니트, 동체 및 날개 등의 기체구조 부품들이다. 수출의 약 8할이 북미 지역이고, 나머지는 스페인, 프랑스, 스위스 등 유럽 국가이다. 이는 외국 자본의 투자처가 미국뿐만 아니라 에어버스를 중심으로 형성된 구주지역의 국가 투자 비중도 늘어나고 있다는 것을 의미한다고 할 수 있다.

<그림 2-16> 멕시코 우주항공관련 기업의 진화



출처:

<https://minio.scielo.br/documentstore/2175-9146/xFynS63wgfjv8tsZ3nPqTRM/040e4653e357dc583a3557bb377a481d45d38f58.png> (2022년 11월 2일 열람)

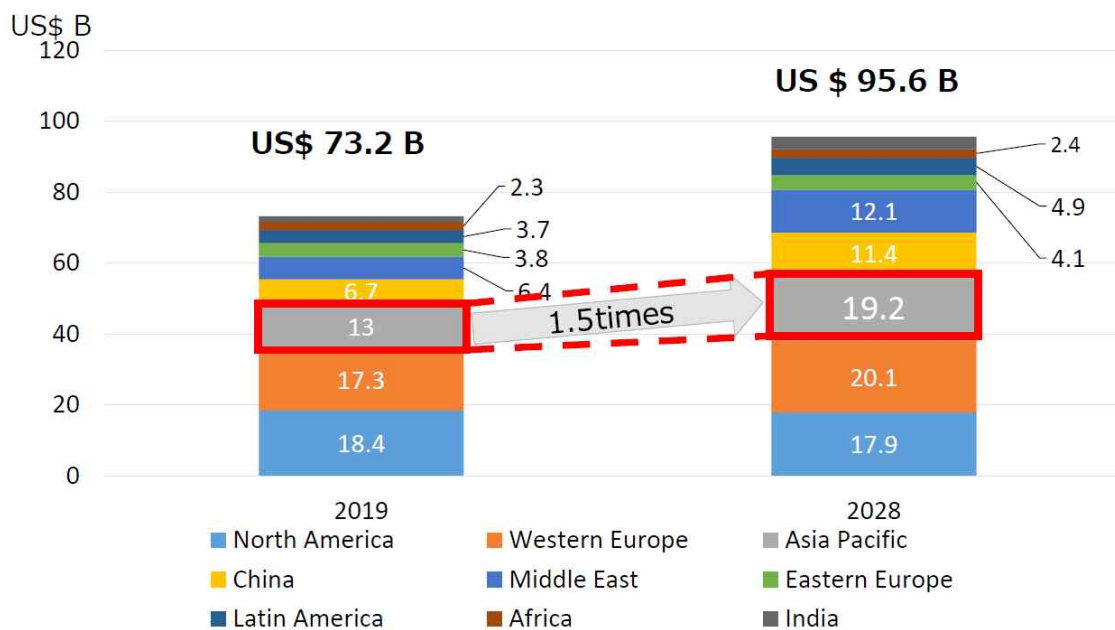
FTA와 임금의 비교 우위성이 미국계 업체의 직접투자를 활성화시켰고, 항공기 관련산업의 집적과 고용 창출, 수출증가로 이어졌다. 동시에, 산업기반의 집적 효과와 지역기업의 기술력을 활용하고자 하는 유럽계기업의 신규투자로 이어진 것이다. 또한, 항공기 제조뿐만 아니라, MRO 관련기업 증가와 항공우주산업 연구개발기업의 증가로 이어지고 있음을 확인할 수 있다(그림 2-16 참조). 나아가 필자의 조사에 의하면, 항공기 제조 산업기반은 자동차산업 및 부품산업의 투자 유치와 자동차산업 클러스터 형성의 밑그림이 된 부분도 있다.

이러한 산업 성장을 보다 효과적으로 이루고, 성장력을 보다 향상시키기 위해서 관련 산업의 인재육성이 필수적이다. 이에 멕시코는 연방정부 및 대학 등이 주체가 되어서 대학원, 대학, 기술 고교, 종업원 연수 프로그램 등, 다양한 형태의 인재육성 프로그램을 기획, 실시하고 있다.

또한 주요 대학은 항공공학, 항공기제조/디자인, 생산관리공학, 항공기 소재 공학, 항공기 구조학 등의 과정이나 학과를 신설하였다. 즉 항공기산업 및 항공기 부품산업의 성장과 함께 교육프로그램 실시가 지속적인 산업성장을 담보할 수 있는데, 이를 동시에 수행하고 있다는 점은 많은 시사점을 준다. 신산업이 흥하기 위해서는 관련학과의 증설이 필수적이고, 산업이 쇠퇴할 때는 대학의 전공 및 관련학과가 먼저 폐쇄되는 점을 상기해 볼 필요가 있다. 예를 들면, 일본의 조선공학과 감소는 일본의 조선산업과 운명을 같이했다(具 · 加藤, 2013a ; 具 · 加藤, 2013b) .

## ② ASEAN 항공기 제조 클러스터 형성 및 일본기업의 네트워크

〈그림 2-17〉 지역별 MRO 성장 예상(2019-2028)

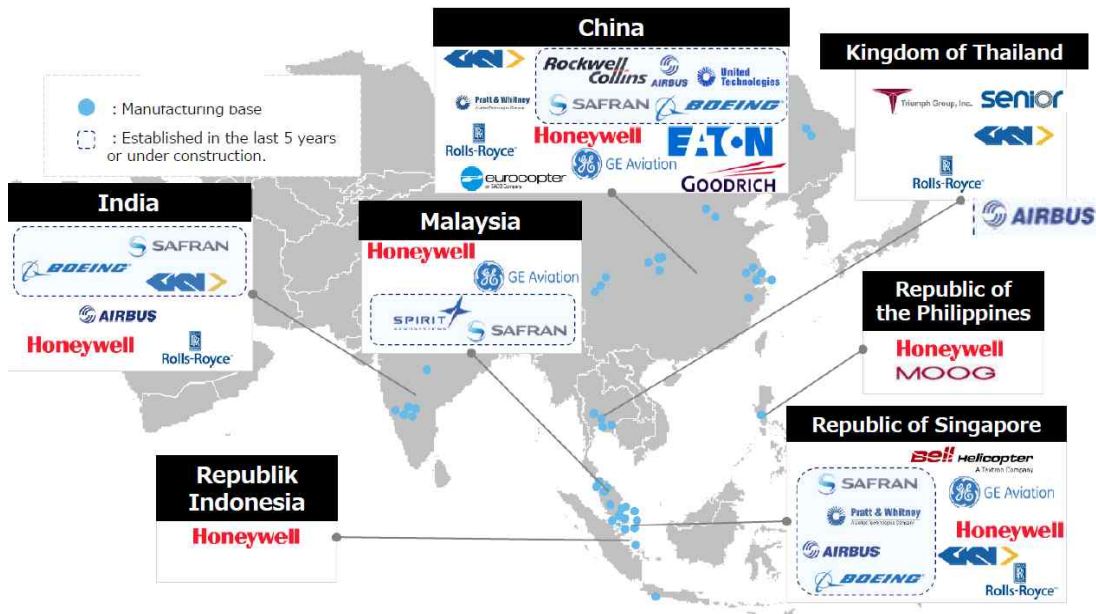


출처: Aviation Week(2019), Fleet & MRO Forecasts.

아세안지역은 2017년 기준으로 볼 때 2036년까지 약 16,050기(세계 41,030기)가 운항될 것으로 예상된다. 전체의 39%를 점하는 최대의 성장지역이다. 이는 MRO 성장도 동시에 의미한다. MRO 시장 규모는 2019년 US \$73.2B로, 이중 아시아/

태평양 지역이 13.2%를 점한다. 2028년의 시장 규모는 US \$95.6B로 예상되고, 아시아/태평양 지역이 19.2%를 점할 것으로 예상된다. 이는 시장 규모 면에서는 1.5배 성장을 의미한다.

〈그림 2-18〉 유럽기업의 동남아시아 진출 현황



주:Deloitte Tohmatsu Consulting, Airbus, Boeing, GE etc

출처: 일본경제산업성

이러한 성장잠재력의 근거에는 인구 및 소득증가, 아세안 지역 내 및 역외간의 무역 및 인적왕래 증가가 예상되기 때문이다. 이에 유럽의 항공기 제조 관련 주요 서플라이어의 진출이 뚜렷하다. <그림 2-18>에서 알 수 있듯이 주요 엔진 및 기체, 전장품 업체들이 중국, 태국, 싱가포르, 말레이시아, 인도, 인도네시아에 진출하고 있다.

일본업체는 베트남, 싱가포르, 말레이시아, 필리핀 등에 진출하고 있다. 베트남에는 미쓰비시 중공업(날개 부품 및 연료탱크 부품조립)과 IAC(항공 디자인 및 제조), 싱가포르에는 JAMCO, 필리핀에는 JAMCO(인테리어부품 복합소재, 패널프로세싱 등), 말레이시아에는 아사히 항공(기체표면, 지그 및 툴 개발)이 진출해 있다.

최근에는 아세안 국가 중에서 항공기 부품 제조 및 조립의 새로운 산업집적지로 베트남이 주목받고 있다. 앞으로, 해외직접투자 증가 예상되고, 현재 수출액이 2천 5백만 달러고, 2026년 이후는 연간 180백만 달러를 상회할 것으로 본다. 한국의 한화테크도 2018년 베트남(Hoa Lac Hi-tech Park)진출하였고, 현재 약 10여 개

기업이 진출한 상태다. 노동집약적 공정 비중이 높은 부품가공 및 조립의 경우, 저임금을 전략적으로 활용하는 기업이 늘어날 가능성이 크다.

다른 한편, 중국 및 아세안지역에 MRO거점을 설치, 운영하는 업체도 늘어나고 있다. HAECO, MTU, TURBINE, 롤스로이스, GE, 루프트한자 Teams가 대표적인 업체이다. 선박회사 에버그린도 대만에 예비에이션 테크놀로지사를 설립하고, MRO사업을 진행하고 있다. 일본의 경우, 아이치현에 미쓰비시와 IHI가 거점을 설립하였다. 이에 더하여, 산관의 복합투자를 통하여, 2019년 1월에 중국과 아세안지역에 인접한 오키나와지역에 MRO JAPAN을 오픈했다. 이는 일본기업이 앞으로 MRO사업에 본격적으로 참여하고자 하는 강한 경영의지를 가진 것으로 판단할 수 있다.

## 5) 우주항공산업의 시장구조

### (1) 우주항공산업의 국가별 경쟁력

우주항공산업은 단도직입적으로 말하면, 미국, ESA, 프랑스, 독일, 이탈리아, 일본 등이 세계 과점적 지위를 차지하고 있는 과점시장이다. 이는 우주개발과 항공기 개발, 혹은 군사용 미사일 개발 등과 과학적, 기술적 연관성이 높기 때문에, 항공기산업에서 살펴본 국가나 기업이 시장의 주요한 지위를 점하고 있는 것은 어쩌면 당연하다고 볼 수 있다.

국가별 우주개발 예산 <표 2-5>를 보면, 미국이 타국에 비해서 압도적인 지위를 점하고 있고, 다음으로 ESA(欧州우주기관), 일본 순이다. 우주개발 예산 추이를 보더라도, 미국의 경우 지속적으로 증가하고 있고, 최근 독일의 개발 예산이 2016년에 비해서 2배 이상 증가하고 있음을 확인할 수 있다. 일본을 비롯한 다른 선진국은 커다란 변화 없이 일정 수준을 유지하고 있다.

여기서 유념해야 하는 것은, 전술한 바와 같이, 항공우주산업 분야의 각종 통계치는, 민간용뿐만 아니라 군사 목적의 항공기나 발사체, 인공위성 등도 포함되고, 그 경계선 또한 불분명한 경우가 많다. 우주산업의 경우, 각국의 우주개발 예산의 상당 부분(약 3~7할)은 안전보장 용도이다. 이러한 점을 감안하여 주요국의 국방비 지출을 살펴보면, G7 국가의 GDP 대비 군사비 지출은 1990년대 초 소련 붕괴와 동유럽의 탈 사회주의화 이후 지속해서 감소하였다. 하지만 중국의 부상과 함께 증가로 다시 변모하고 있다.

〈표 2-5〉 주요국 우주개발 예산 추이

	2016		2017		2018		2019		2020	
	(*)	億円	(*)	億円	(*)	億円	(*)	億円	(*)	億円
日本	3,057	3,323	3,062	3,421	3,257	3,597	3,005	3,276	3,099	3,355
미국	44,444	48,306	43,344	48,433	48,308	53,347	47,169	49,527	51,805	56,084
ESA	5,250	6,111	4,620	5,501	4,228	5,589	4,228	5,160	5,212	6,315
仏	1,366	1,500	1,500	1,786	1,470	13,439	933	1,138	1,305	1,582
독일	648	754	891	1,061	1,031	13,439	1,366	1,667	1,205	1,460
伊	257	299	471	561	630	821	341	413	214	259
영국	66	97	132	178	179	261	157	218	90	128

주1. (\*) 각국별 화폐 단위를 나타냄. 미국(\$), 日本(M\$), 프랑스, 독일, 이탈리아(M€), 英国(£), 仏/독일/伊/영국은 ESA(European Space Agency) 거출금 제외.

주2. ESA의 2021년 분담금을 보면, 전체 예산 4,550M€ 주에서 프랑스가 23.4%, 독일이21.3%, 이탈리아가13%, 영국이 9.2%, 기타국가가 33.1%를 분담하고 있다.

출처: 日本航空宇宙工業会 (2022) , p.57에서 인용

미국의 국방비 지출은 2000년대 들어서 증가하다가 다시 2010년대의 불황 속에서 감소, 2015년 이후 다시 가파르게 증가세를 보인다<sup>10)</sup>. 구체적으로 살펴 보면, 2005년 5,332억 달러에서 2021년 8,006.7억 달러로 15년간 1.5배 증가하였다. 더 높은 증가율을 보이는 국가는 중국이다. 중국은 428.5억 달러에서 2021년 2,934.4억 달러로 6.84배나 증가하였다<sup>11)</sup>.

〈표 2-6〉 주요국 국방지출비 (억달러, 증가율)

	2005	2010	2015	2021
미국	5,332.0(1.1%)	7,380.1(1.4%)	6,338.3(1.2%)	8,006.7(1.5%)
중국	428.5(1.0%)	1,054.7(2.5%)	1,947.8(4.5%)	2,934.4(6.8%)
일본	443.0(1.0%)	545.7(1.2%)	423.0(1.0%)	541.1(1.2%)
한국	221.6(1.0%)	281.7(1.3%)	365.4(1.6%)	501.8(2.3%)

원저: SIPRI - YEARBOOK (Web site) 2022년7월12日採録

출처: 日本航空宇宙工業会 (2022)

최근의 중국의 군사대국화와 함께, 미중 우주경쟁시대의 도래라고도 말하는 상황이 전개되고 있다. 중국의 우주항공분야의 비약적인 진전이 그 배경에 있다.

10) Stockholm International Peace Research Institute, SIPRI Military Expenditure Database, May, 2021

11) 日本航空宇宙工業会 (2022)

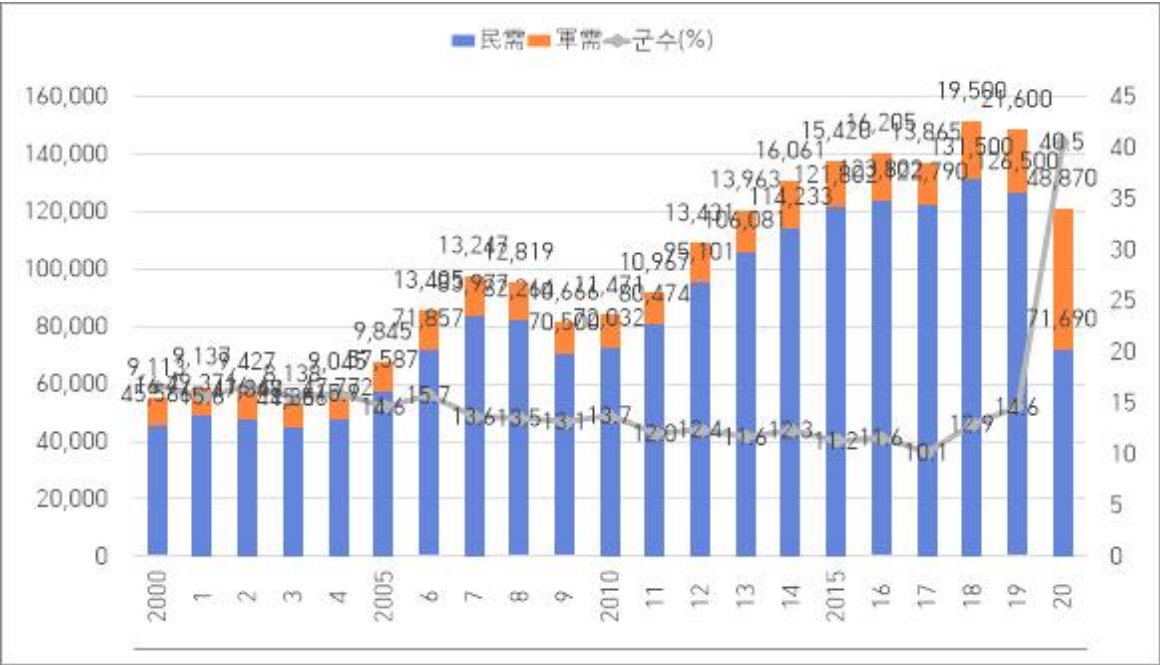


하지만, 중국 예산규모는 아직 미국의 37% 수준에 지나지 않는다는 점에도 유념할 필요가 있다. 2022년 미국의 군사비는 778.0US\$Bil.이고 GDP의 3.7%를 점하고 세계군사비 지출의 약 38%를 점한다. 중국은 252US\$Billion이고 GDP의 1.7%, 세계 군사비 지출의 14%를 점한다. 일본의 경우, 50US\$ Billion로 GDP의 1.1%로 향후 5년 뒤의 일본의 방위비는 약 5조 4천 억엔, 세계 3위 수준으로 증가할 것으로 블룸버그 통신은 보도하고 있다. 최근 우크라이나 러시아 전쟁으로 인하여 각국의 군사방위비 지출은 당분간 증가할 것으로 보인다.

## (2) 우주항공산업의 내역과 고용

한편, 구체적으로 군사비 지출의 톱 지위에 있는 미국을 중심으로 항공우주 산업의 민수 및 군수용 수출비율을 살펴보면 <그림 2-19>와 같다. 전반적으로 항공우주 산업의 주축은 민수용, 즉 상업용 항공기산업이 전체의 85% 정도를 차지하고 있다.

<그림 2-19> 미국 항공우주산업의 민수 및 군수용 수출액 및 비율

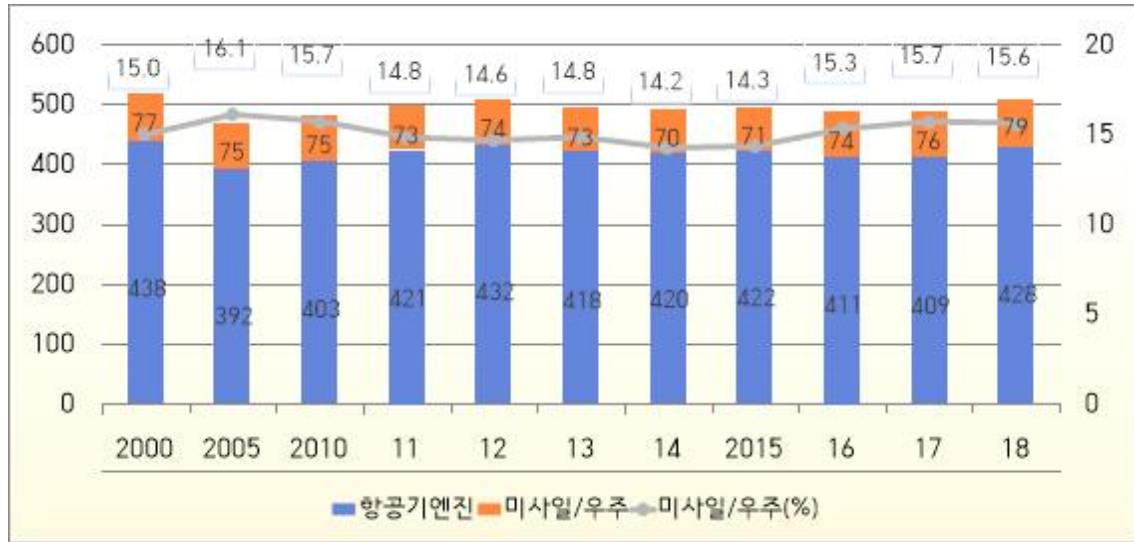


주: 단위는 백만 달러.

출처: 日本航空宇宙工業会 (2022) 을 기초하여 필자 작성



〈그림 2-20〉 미국 항공기엔진 및 미사일/ 우주관련 종업원 수 추이



주:단위(천명, %)

출처: 日本航空宇宙工業会 (2022) 을 기초하여 필자 작성.

〈표 2-7〉 영국 항공우주 산업의 개요

년도	매출	수출액	수출비율	수출액	종업원수	종업원1인당매출
2001	1,842	1,160	63	1,206	147,090	125,229
2005	2,267	1,519	67	1,140	124,237	182,474
2010	2,306	1,607	70	—	96,510	238,939
2011	2,416	1,802	75	—	100,658	240,021
2012	2,540	2,210	87	—	106,800	237,828
2013	2,780	2,470	89	—	109,100	254,812
2014	2,920	2,630	90	—	110,600	264,014
2015	3,110	2,700	90	—	128,300	242,401
2016	3,180	2,770	87	—	120,000	265,000
2017	3,500	3,000	86	—	123,000	284,553
2018	3,590	3,420	95	—	111,000	323,423
2019	3,390	3,180	94	—	114,000	297,368
2020	2,490	2,430	98	—	116,000	214,655

~ 2008年 : The Society of British Aerospace Companies Ltd.(SBAC) 자료

2009 ~ 2011年 : ADS(Aerospace Defence Society) Group Ltd.자료(UK AEROSPACE SURVEY)

2012 ~ 2013年 : ADS Group Ltd. 자료(AEROSPACE INDUSTRY OUTLOOK)

2014 ~ 2016年 : ADS Group Ltd. 자료(UK AEROSPACE OUTLOOK)

2017 ~ 2020年 : ADS Group Ltd. 자료(INDUSTRY FACTS & FIGURES)

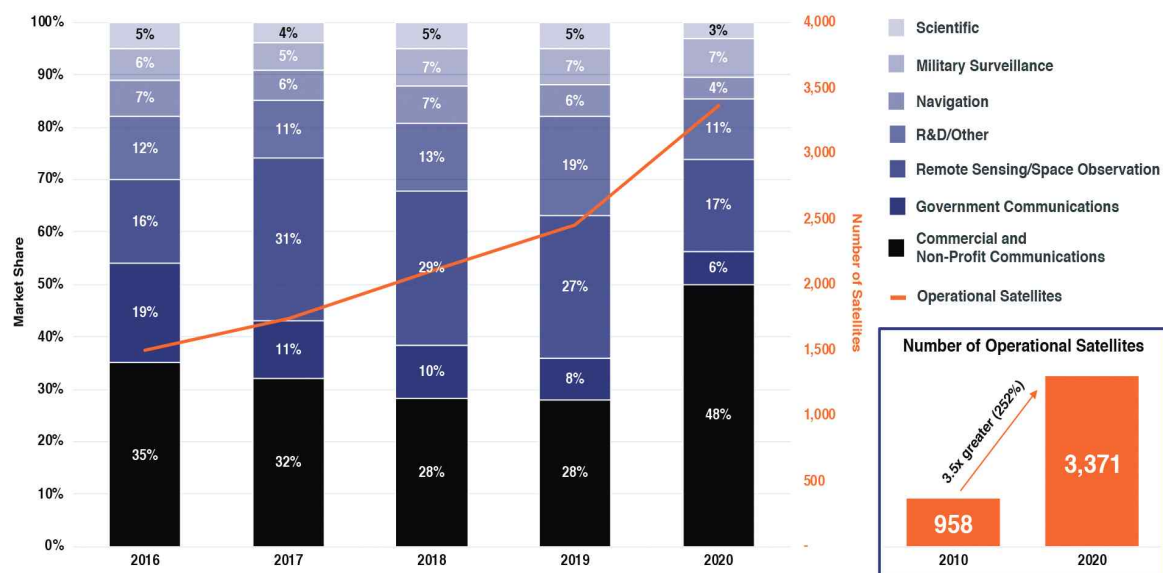
주: 단위는 천만 파운드.

그리고 우주 항공산업 중 엔진 및 미사일 우주관련 종업원 수 추이는 428천명이 종사하고 있고, 그 중 미사일/우주 관련 종사자 비율은 15.6%를 점한다. 2000년 이후 추이를 보면, 산업 자체의 고용 및 미사일/우주 관련 종사자 비율 또한 커다란 변화 없이 안정적이다. 종업원 수가 급격히 변하지 않은 것은, 군사비지출 비율 증가로 인한 군사용 항공기산업의 수요증가에 따른 생산량 증가와 디지털기술 활용을 통한 개발공수 및 개발기간 단축의 영향으로 발생하는 고용축소 효과가 서로 상쇄된 결과로 보이는 면이 있다. 단순히 수요변동을 납기 연장으로 대응하고 있는 측면도 있다고 추정된다.

하지만, 영국의 움직임을 보면, 조금 다른 측면이 보인다. 매출과 수출액은 지속해서 증가하였고, 생산액 중 대부분이 타국에 수출하는 방향으로 전환되었음을 알 수 있다. 종업원 수는 2019년 11.4만명 정도로 2001년에 비해서 감소하였으나, 종업원 1인당 매출액은 1.71배 증가하였다.

### (3) 인공위성 및 로켓/미사일 시장 현황

<그림 2-21> 미사일 타입의 운영 인공위성 수 및 용도별 비율



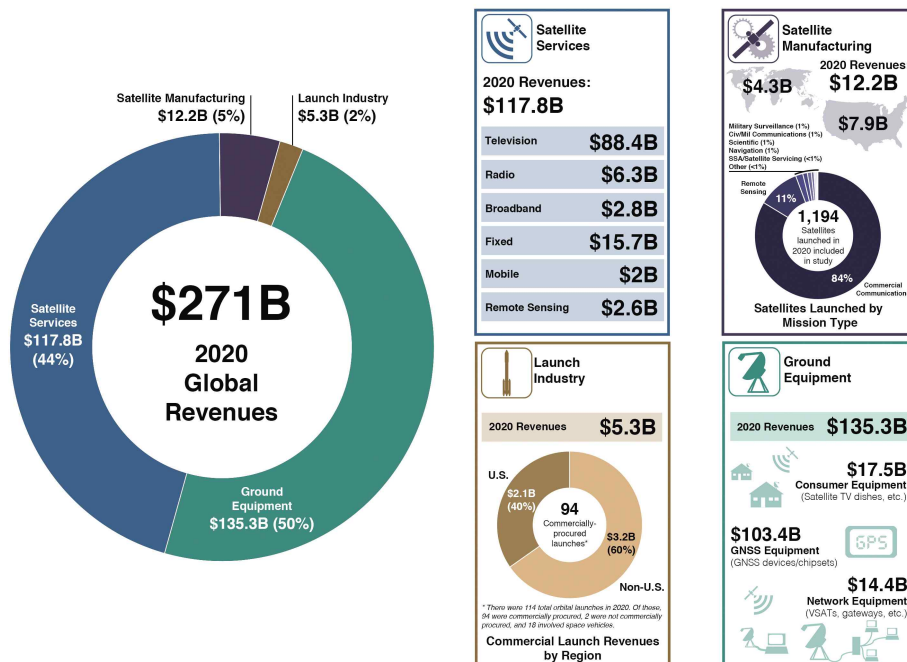
출처: SIA (2021) , [https://brycetechnology.com/reports/report-documents/SIA\\_SSIR\\_2021.pdf](https://brycetechnology.com/reports/report-documents/SIA_SSIR_2021.pdf)

최근 높은 관심을 보이는 인공위성산업. 5G 통신 기술보급과 응용서비스의 증가 그리고 신냉전으로 인한 정보수집이라는 목적하에서 인공위성에 대한 수요가 급속히 증가하고 있다. 인공위성은 과학, 군사 정찰, 위치정보 및 네비게이션, 연구, 리모트 센싱과 우주관측, 정부 커뮤니케이션, 상업적 커뮤니케이션 등의

용도에 따라서 다양한 형태를 띤다. 대부분의 인공위성은 미사일타입의 발사체를 통하여 우주공간의 궤도에 올리고 운영된다.

인공위성의 용도별 비율과 운영 인공위성 수를 나타낸 것이 <그림 2-22>이다. 2010년의 958기에서 2020년 3,371기로 3.5배나 증가했다(SIA, 2022). 통신 기술 및 혁신적 서비스의 제공 속에서 인공위성 수요는 급속도로 증가하고 있다. 특히 상업 및 비상업용 커뮤니케이션 목적의 인공위성 비율이 48%를 차지할 정도로 커지고 있다. 정부나 군사목적의 전유물에서, 점차 민간 비즈니스 영역으로 인공 위성사업은 변모하고 있다는 것을 의미한다.

<그림 2-22> 2020년 인공위성 산업의 시장 구성과 내역



출처: SIA, [https://brycetechnology.com/reports/report-documents/SIA\\_SSIR\\_2021.pdf](https://brycetechnology.com/reports/report-documents/SIA_SSIR_2021.pdf)

그럼, 인공위성산업 생태계는 어떻게 구성되어 있는가를 살펴보자.

인공위성산업은 크게, 인공위성의 제작, 미사일에 인공위성을 탑재하여 우주 공간에 쏘아 올리는 런칭 산업, 인공위성을 궤도에 올리고 운영하기 위한 각종 지상의 통신 및 네트워크 장비 산업, 그리고 최종적으로 인공위성을 활용하여 최종소비자에게 제공하는 통신 및 각종 미디어 산업이 생태계를 구성한다.

최근 인공위성산업의 기술적 트렌드는, 보다 효율적이고 높은 성능을 지닌 소형 인공위성의 제작이고, 이를 보다 혁신적인 방법으로, 간단히 보다 많은 발사를 이루어낼 수 있는 런칭산업을 요구한다. SIA(Satellite Industry Association)의

2021년 6월 발표된 보고서에 따르면, 글로벌 인공위성 시장규모는 271B 달러이다. 그 내역을 보면 발사산업이 5.3B 달러(2%), 인공위성제조가 12.2B 달러(5%), 위성 서비스 분야가 117.8B 달러(44%), 지상운영장비가 135.3B 달러(50%)로 보고 있다.

### 3. 일본의 항공우주산업의 경쟁력과 정책 동향

#### 1) 일본 항공기산업의 경쟁력과 현황

##### (1) 일본 항공기산업 略史

일본 항공기산업의 기술력과 이를 담당하는 직접적 생산주체를 파악하기 위해서, 간단히 일본 항공기 제조 역사를 개관하고자 한다.

라이트 형제가 인간으로서 처음 하늘은 난 것이 1903년. 라이트 형제의 최초의 비행은 단지 59초이었지만, 이는 인류에게 커다란 기술진보의 시초가 되었다. 불과 수년 후인 1909년에 도버 해협 횡단이 실현되었다. 목재 기체로 출발한 초기의 비행기는, 1915년에 금속소재를 사용한 비행기로 진화하였다. 1935년에는 더글러스사에 의해서 개발된 DC-3는 당시의 프로펠러기를 지금의 제트엔진기 기체구조를 제시하였다. 이후 2차 대전을 거치면서 항공기는 엔진 개량과 발전을 통하여 안정성과 스피드, 그리고 항속거리를 향상시켰다.

제2차 세계대전이라는 전쟁 상황은 아이러니컬하게도 항공기 기술발전을 촉진시키는 큰 계기가 되었다. 항공기 기술은 핵심 군사전력이 되었고, 전쟁의 행방을 바꾸는 핵심 요인이 되었다. 당시 항공기산업은 영국과 미국, 그리고 독일이 선진 그룹을 형성하고 있었다. 일본도 이에 뒤지지 않을 정도의 항공 기술력을 보유하고 있었다. 일본의 선전포고 없는 태평양 전쟁의 서막인 진주만 공격의 핵심 역량은 항공기와 항공모함 전력이었음은 주지의 사실이고, 이는 일본의 항공기 기술 수준을 미루어 짐작할 수 있다.

일본의 항공기산업은 제1차 세계대전 시기에 육군이 주목하면서 시작하게 되었다. 산업 초기, 조선산업이나 내연기기 제조업체가 중심이 되어서 구미의 항공사에 생산위탁을 의뢰하는 방식으로 진행되었다. 하지만, 당시로 봐서는 군부를 중심으로 한 일본정부의 절대적인 지지가 있었지만, 항공기산업은 신산업이라 해당산업의 제품 및 부품에 관한 지식과 기술부족이 문제가 되었다. 이후, 국내 업체를 중심으로 연구개발과 여기에 기초과학 지식을 제공하는 대학이 연계하면서 성과물이 나오기 시작했다. 제로센은 그 대표적 예라고 할 수 있다. 당시 일본의 항공기 제조를 담당한 업체는 나가시마 항공기(中島航空機), 미쓰비시 조선(三菱造船), 가와사키조선(川崎造船) 등 이었다.

제2차 세계대전 이후, 영국은 그 이전부터 준비해왔던 전투기 기술을 민간여객

항공기 기술의 스핀오프 (spin off) 를 통하여, 1949년에 de Havilland 사는 세계 최초의 민간 제트기인 DH.106 Comet을 개발, 시험하고, 1952년에 정식으로 취항시킨다. 미국 또한 민간 항공기산업에서 본격적으로 시장형성과 진입이 진행되었고, 독점적 지위를 구축하게 된다. 성장하는 항공기시장의 독점구조에 경각심을 느낀 프랑스, 독일, 이탈리아가 중심이 되어, 국가연합체 형식의 공동기업으로 에어버스사를 설립하였다. 이후 보잉과 기술경쟁 및 시장경쟁이 격화하게 되었다. 이러한 귀결이 항공기산업의 2대 빅 플레이어 독과점 체제가 형성된 것이다.

한편, 일본의 경우, 제2차 세계대전에서의 패전과 함께, 맥아더 군정하에서 항공기 제조가 엄격히 금지되었다. 즉, 1952년 샌프란시스코 강화조약이 체결되면서, 일본은 국제사회로 복귀할 수 있었다. 샌프란시스코 강화조약으로 인하여 일본은 항공기산업과 우주항공산업에 진입할 수 있는 계기가 되었다. 이 시기까지 영국과 미국을 중심으로 한 민간 항공기산업 형성기에 자연적으로 진입이 늦어질 수 밖에 없었다.

먼저 항공기산업을 살펴보면, 일본은 1957년 니혼대학(日本大學)의 기무라 히데마사(木村秀政)교수가 기술위원장으로 취임한 재단법인 운송시설계연구협회를 설립하여, 이전에 항공기산업을 담당했던 인재들을 영입하면서, 일본 최초의 민간 항공기 YS-11개발을 진행하게 되었다 (洪武, 2020). YS-11프로젝트는 1959년에 정부가 60%, 민간기업이 40%를 투자하여 설립된 일본항공제조(日本航空機製造) 주식회사로 이관되어 진행되었다. 이 기관의 설립은 일본의 항공기산업 발전에 지대한 공헌을 하게 된다. 이 회사는 처음부터 생산설비를 보유하지 않고 설계에 특화하고, 제조는 기체제조업체와 부품제조업체가 제조를 담당하는 방식을 취했다. 예를 들면, 미쓰비시 중공업이 전부동체(前部胴体) 및 중간부 동체를 후부동체를 신쇼와공업(新昭和工業)이, 주날개(主翼) 및 엔진 부분을 가와사키(川崎)항공기공업 (현 가와사키 중공업) 이, 보조날개 및 flap를 닛폰비행기(日本飛行機)가, 조정석은 쇼와비행기(昭和飛行機)가, 꼬리 날개를 후지중공업(富士重工業)이 담당했다(鈴木真二監, 2010). 일본내의 분업구조를 바탕으로 YS-11 개발은 기대에 부응하며 성공하였다. 하지만 비즈니스에 있어서 고난을 겪게 되었고, 당시의 항공산업의 불황 속에서 1973년 생산중지가 결정되면서, 독자적인 일본 국내기술로 민간완성기 개발 및 생산은 2000년대 들어오기까지 사실상 중단 되게 된다.

이후 일본 항공기산업은 국내 항공산업의 성장과 함께, 보잉과 에어버스의 국제공동프로젝트에, 기존의 항공기제조업체였던 중공업 3개사가, 기체구조 부분 및 엔진개발 부분에 참가하면서, 국제항공기산업에 있어서 포지션을 확립해 갔다.

기체구조 및 엔진 조립을 중심으로 Tier2와 Tier3가 가공, 조립, 소재 분야에 참여하고 있다.

이러한 분업구조는 앞에서 살펴본 것처럼, 일본 국내뿐만 아니라 해외 생산 거점을 포함하여 밸류체인이 구축, 운영되고 있다. 여기서 일본의 항공기산업은 미국이 설치한 진입장벽 및 제약조건 속에서 몇 세대를 거치면서 글로벌 밸류 체인에 편입한다. 시기별로 나누어서 보면 다음과 같다. 긴키경제산업국(近畿經濟産業局)「항공기산업참여사례집(航空機産業参入事例集)」(2010年 3 月)에 의하면 4가지 시기로 구분하고, 그 성장요인에 관해서 다음과 같이 설명하고 있다.

- 제1세대(1955년~1964년, 1964~1979년): 전시 기간 중의 기존기업의 재진입. 각 지역의 기업이 협동조합 형식으로 참가. 가와사기항공기(현 kawasaki중공업)와 新미쓰비시중공업(현 미쓰비시중공업)가 자위대의 기체를 국내 라이선스 생산하고, 이와 함께 기체부품, 장비품의 국산화를 목적으로 실행. 1964년에 YS-11가 운유성(현 국토교통성)의 형식승인을 취득, 국내기로서 출하와 납품을 개시하였다. 하지만, 182기 출하로 끝나게 만들었던 원인은 영업력과 가격경쟁력 저하, 불충분한 서비스를 원인으로 보고 있다(伊藤, 2020). 이후, YS-13 등의 개발 시 독자개발의 한계에 봉착, 1970년대 진행된 Boeing 767 개발이라는 국제공동개발에 편입된다. 이 시기에 민간소형기 MU-2, FA200을 개발함.
- 제2세대(1980년~1990년대): 수요 확대기 대응형 진입이 증가. 협동조합 외 신규진입기업이 늘어남. B767, BK117, F15/P3C/T4등의 수요확대기, F-2개발 개시, SH60J, CH47등의 헬리콥터 생산 등 방산수요가 견인한 시기.
- 제3세대(2000년대): 소재분야기업과 전국 규모의 기계가공기업의 시장진입이 일어난 시기. B777, ERJ170, CR700/900등의 수요증가로 사업 확대. CX, PX개발 개시, CATIA 등의 5축 NC 등의 도입으로 공정혁신이 이루어졌고 수요증가 속에서 설비의 근대화화 소재기업의 제조설비가 확충된 시기.
- 제4세대(2010년 이후): 부분가공에서 일괄생산으로 부품생산의 체질 변화가 일어남. B787 본격 생산을 위한 생산체제의 이행. CFRP(炭素纖維強化플라스틱)을 중심으로 가공체제의 이행 등의 필요성 증가 속에서 항공기산업의 일괄생산체제로의 이행을 과제로 수행된 시기.

이상의 역사개관을 통해, 일본의 항공기산업 발전은, 국제공동개발 참가를 통한 국제분업구조에 편입되는 과정을 거치면서 항공기산업 입지를 다지게 되었고,

국제적인 위상을 높이는 계기가 되었다는 것을 확인할 수 있다. 특히, 보잉사와 프로젝트는 항공기산업의 성장을 실감케 하였다. Boeing767(250석) 참가 비율은 15%였고, Boeing777(350석) 참가 비율은 21%, Boeing787(250석)참가비율은 35%로, 꾸준히 증가했고, 이 과정에서 부품산업 육성이 함께 일어났다(伊藤, 2020).

일본의 항공기산업 역사 개관을 통해서 주요 성장요인을 다음과 같이 정리할 수 있겠다.

- ①항공기에 관한 지식과 기술 경험이 있는 기존 업체가 존재하였다는 점.
- ②①을 바탕으로 1952년 이후 소형기를 중심으로 한 기술의 국산화를 도모.
- ③군사용 수요가 항공산업을 견인.
- ④보잉사의 국제연구개발 참가로 항공기산업 및 부품산업의 근간 강화.
- ⑤기존의 항공기 부품업체 외에도 산업의 폭을 넓혀가면서 신규진입 기업을 통하여 산업생태계를 육성하였다는 점.
- ⑥글로벌 시장 성장에 편승하면서 생산기술 근대화와 양산기술 구축.
- ⑦경량화 트렌드 속에서 소재기술의 혁신과 생산기술의 혁신 도모.

이상의 성장요인은 앞으로 성장기에 돌입할 항공기 시장에서, 더 큰 포지션을 점유하고자 하는 한국의 항공기 관련 산업생태계 성장에 큰 시사점을 준다고 본다. 그럼, 다음으로 일본 항공기산업의 현황과 경쟁력을 살펴보자.

〈표 3-1〉 일본 국산 항공기 개발 연표

납품 개시연도	기종	기별	용도	개발/제조사	생산 대수	비고
1953	KAL-1/-2	피스톤기	연락연습기	川崎重工業	4	
1954	KAT	피스톤기	연락연습기	川崎重工業	2	
1956	LM-1	피스톤기	연락연습기	富士重工業	27	
1958	KM-2	피스톤기	연락연습기	富士重工業	66	TL-1 2기를 포함
1960	T-1	제트기	연습기	富士重工業	66	
1962	KH-4	헬리콥터	범용기	川崎重工業	203	
1964	YS-11	터보 프로펠러기	수송기	NAMC	182	
1966	MU-2	터보 프로펠러기	비즈니스기	三菱重工業	764	시험기를 포함
1967	FA-200	피스톤기	경비행기	富士重工業	299	
1968	PS-1	터보 프로펠러기	대잠초계기	新明和工業	23	
1969	P-2J	터보 프로펠러기	대잠초계기	川崎重工業	83	



1970	C-1	제트기	수송기	NAMC/川崎重工業	31	
1971	T-2	제트기	고등연습기	三菱重工業	96	
1974	US-1/1A	터보 프로펠러기	조난구조기	新明和工業	20	
1975	FA-300	피스톤기	비지니스기	富士重工業	47	FUJI-700/710型
1977	F-1	제트기	지원전투기	三菱重工業	77	
1977	T-3	피스톤기	초등연습기	富士重工業	50	
1980	MU-300	제트기	비지니스기	三菱重工業	101	
1980	B767	제트기	수송기	JADC/CAC	1,237	보잉과 共同開発
1982	BK117	헬리콥터	다용도헬리콥터	川崎重工業	1,683	MBB社와 共同開発
1985	T-4	제트기	중등연습기	川崎重工業	212	
1988	T-5	터보 프로펠러기	초등연습기	富士重工業	66	
1994	B777	제트기	수송기	JADC/CAC	1,677	보잉과 共同開発
1995	XF-2	제트기	지원전투기	三菱重工業	4	
1995	205B	헬리콥터	다용도헬리콥터	富士重工業	2	벨사와 공동연구
1996	US-2	터보 프로펠러기	조난구조기	新明和工業	5	US-1A 개조연구
1997	OH-1	헬리콥터	관측 헬리콥터	川崎重工業	38	
1999	MH2000	헬리콥터	다용도헬리콥터	三菱重工業	7	
2000	F-2	제트기	지원전투기	三菱重工業	94	
2002	T-7	터보 프로펠러기	초등연습기	富士重工業	49	T-3 후속기
2008	XP-1	제트기	고정익초계기	川崎重工業	2	
2009	XC-2	제트기	수송기	川崎重工業	2	
2011	B787	제트기	수송기	JADC/CAC	1,006	보잉과 共同開発
2012	P-1	제트기	수송기	川崎重工業	31	
2016	C-2	제트기	수송기	川崎重工業	13	벨사와 공동연구
2019	UH-X	헬리콥터	연락연습기	SUBARU	1	

출처: (一社) 日本航空宇宙工業会(2021年)

## (2) 일본 항공기산업 현황과 경쟁력

### ① 일본 항공기산업의 퍼포먼스

일본의 항공기만을 대상으로 한 수주잔액 및 수주액, 판매액 추이를 보면,

2010년대 전반부의 증가세가 유지되지만 2015년 이후는 축소 되는 상황이다. 이는 B787 기체구조의 결함으로 대폭 감소한 영향이 있다. 이는 일본 내 서플라이체인에도 영향을 주었다.<sup>12)</sup> 또한 전술한 LCC 시장 진입과 무관하지 않고 후반부는 코로나 영향이 있었으나, 최근 회복세로 이어지고 있다. 2021년 수주잔액은 1,469,504백만 엔이다. 금후 글로벌 시장의 회복과 함께, 항공기산업의 3가지 지표가 회복될 것으로 예측된다.

<그림 3-1> 일본의 항공기 수주잔액, 수주액, 판매액의 추이(단위:백만엔)



注: 금액은 항공기만 대상으로 함. 각년도의 수주 잔액은 각년도의 3월 말 현재 수주 잔액임.

각년도의 수주액과 판매액은 4월-다음 해 3월 기간 중의 총액

출처: 機械受注統計調査報告(2022年5月)(内閣府経済社会総合研究所 景気統計部)

## ② 일본 항공기 및 부품산업의 경쟁력과 포지션

일본의 항공기산업은 크게 기체구조 및 엔진 부분이 주력이고, 다년간의 국제 공동개발 프로젝트에 참가를 통하여 현재의 지위를 구축하였다. 최근에는 민간

12)기체구조 결함이 발견된 2009년 이후에도 2013년 사고가 일어났고 이로 인한 쇼크가 생산 중지 및 감소로 이어져 판매액 저하로 이어졌다고 본다. 보잉787의 경우, 주익은 미쓰비시중공업이 기체의 주익 고정부는 후지 중공업이, 엔진 부품은 IHI가, 동체 일부는 가와사키 중공업이 생산 담당하였다. 그리고 탄소섬유복합재는 TORAY가, 타이어는 브리지스톤이 담당했었다. 이러한 보잉 787의 품질 결함 문제는 2021년에도 다시 부상했다.

<https://jp.reuters.com/article/idJPJAPAN-11031420090814> (2022년 11월 1일 열람),

<https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2021-07-13/QW606FT0G1KX01>(동일자 열람)

<https://s.japanese.joins.com/JArticle/166896?sectcode=A00&servcode=A00> (동일자 열람)

항공기 설계 및 제조에 심혈을 기울이고 있다. 금후, 수요증가가 예상되는 비즈니스제트 혹은 RJ와 같은 중소형 제트기 분야에 적극적으로 진출하고 있다. 미쓰비시 중공업의 MRJ와 혼다의 HondaJet다. 현재 MRJ프로젝트는 중단된 상태이지만 혼다의 경우, 지속적이고 안정적인 수주를 받고 있다.

먼저, 일본의 항공기 부품산업의 매출과 경영 성과를 중심으로 살펴보고 <표 3-2 참조>. 다음으로 MRJ와 HondaJet에 관해서 고찰한다.

<표 3-2> 일본의 항공기 부품 수주액

		구분	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
기 체	본 체	제 조	80,244	253,456	129,779	213,863	144,004	283,923	171,590	149,917	90,266	100,332	164,481	
		수 리	81,099	66,388	76,781	86,691	88,617	62,328	68,805	91,849	70,684	69,037	76,113	
		소 계	161,343	319,844	206,560	300,554	232,621	346,251	240,395	241,766	160,950	169,369	240,594	
	부 품	제 조	394,059	456,189	497,738	603,525	719,877	723,318	666,700	668,583	613,244	613,520	358,666	
		수 리	28,263	22,778	27,823	31,004	47,609	44,004	29,531	43,702	30,679	24,598	46,128	
		소 계	422,322	478,967	525,561	634,529	767,486	767,322	696,231	712,285	643,923	638,118	404,794	
	計		583,665	798,811	732,121	935,083	1,000,107	1,113,573	936,626	954,051	804,873	807,487	645,388	
	엔 진	본 체	제 조	12,404	21,337	11,742	29,058	39,581	72,226	17,682	4,537	1,144	1,633	22,506
			수 리	51,327	50,735	48,490	55,942	72,878	74,654	70,126	65,026	79,846	38,186	40,747
소 계			63,731	72,072	60,232	85,000	112,459	146,880	87,808	69,563	80,990	39,819	63,253	
부 품		제 조	270,017	321,747	347,337	349,314	388,994	421,916	498,704	490,975	562,389	584,395	260,124	
		수 리	10,268	4,633	5,441	3,820	1,342	2,999	2,077	3,394	3,372	3,140	3,903	
		소 계	280,285	326,380	352,778	353,134	390,336	424,915	500,781	494,369	565,761	587,535	264,027	
計		344,016	398,452	413,010	438,134	502,795	571,795	588,589	563,932	646,751	627,354	327,280		
장비 품		122,098	139,825	156,316	158,530	188,880	206,221	203,163	179,732	156,209	131,647	136,300		
합 계		1,049,779	1,337,088	1,301,447	1,531,746	1,691,783	1,891,589	1,728,378	1,697,715	1,607,833	1,566,488	1,108,968		

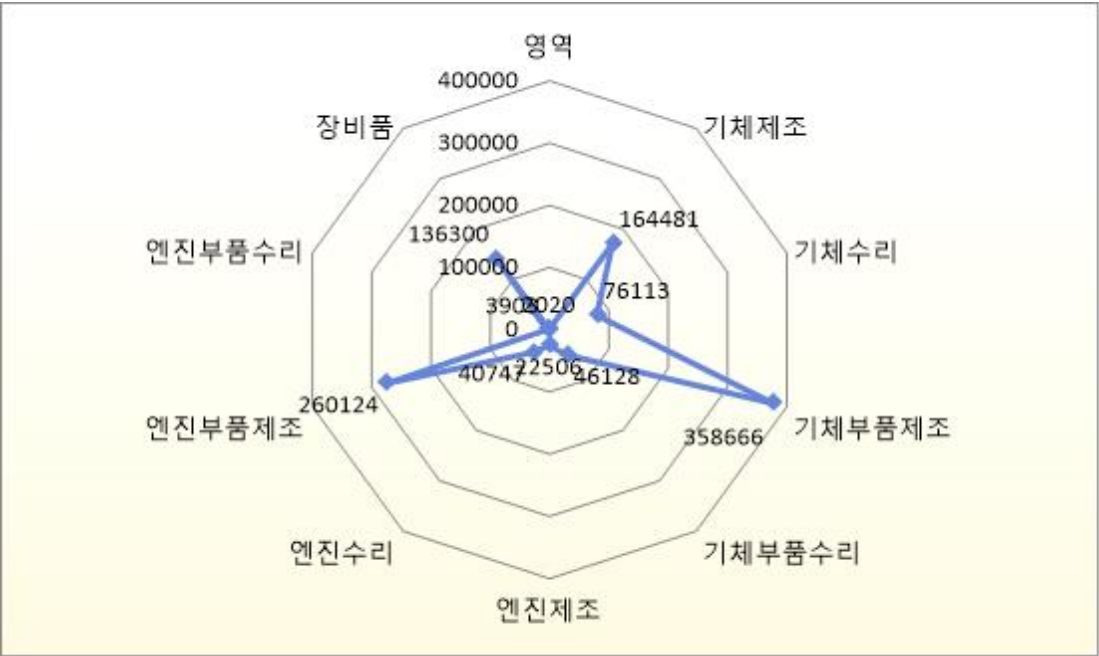
주:단위는 백만엔.

출처: (一社) 日本航空宇宙工業会(2021)

항공기 부품산업의 매출과 경영성과는 몇 가지 부품 카테고리별로 나누어서 보기로 하자. 기체구조 부분은 크게 3가지로 나누어서 볼 수 있지만, 부가가치 발생원으로 제조와 수리영역, 2가지로 나누어서 볼 수 있다.

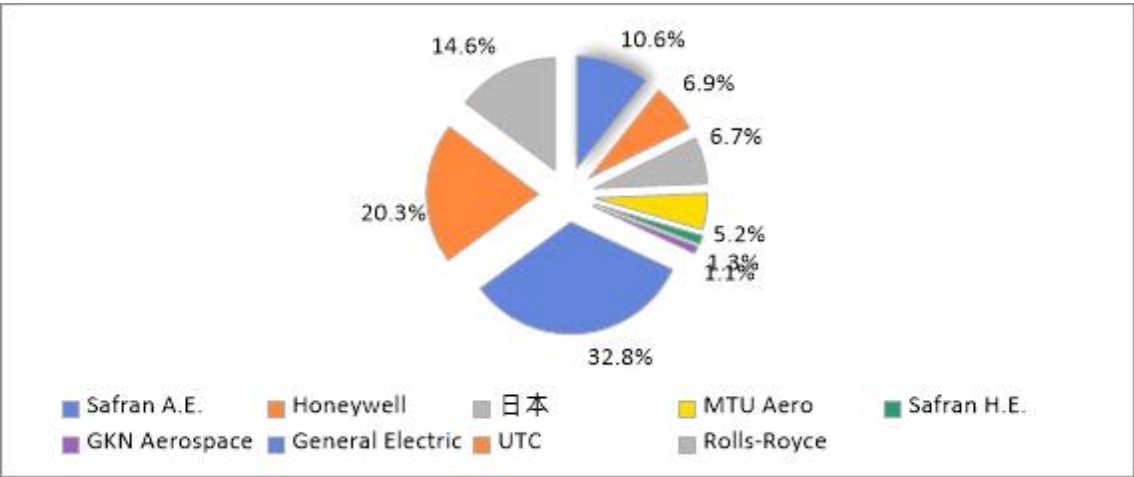
기체구조 영역은 2010년 583,665백만 엔에서, 팬데믹 전인 2019년에는 807,487백만 엔으로 1.38배 증가되었다. 여기서 주의 깊게 볼 필요가 있는 것이 부품 영역이다. 기체본체 영역과 기체부품 영역으로 나누어서 보면, 기체부품 영역이 기체 전체의 약 70~79%의 부가가치를 점한다 (<그림 3-2> 참조).

<그림 3-2>일본 항공기 부품영역별 생산액 분포(2020년)



출처: 日本航空宇宙工業会(2021)을 기초로 필자 작성

<그림 3-3> 항공기 엔진업체의 세계시장 점유율



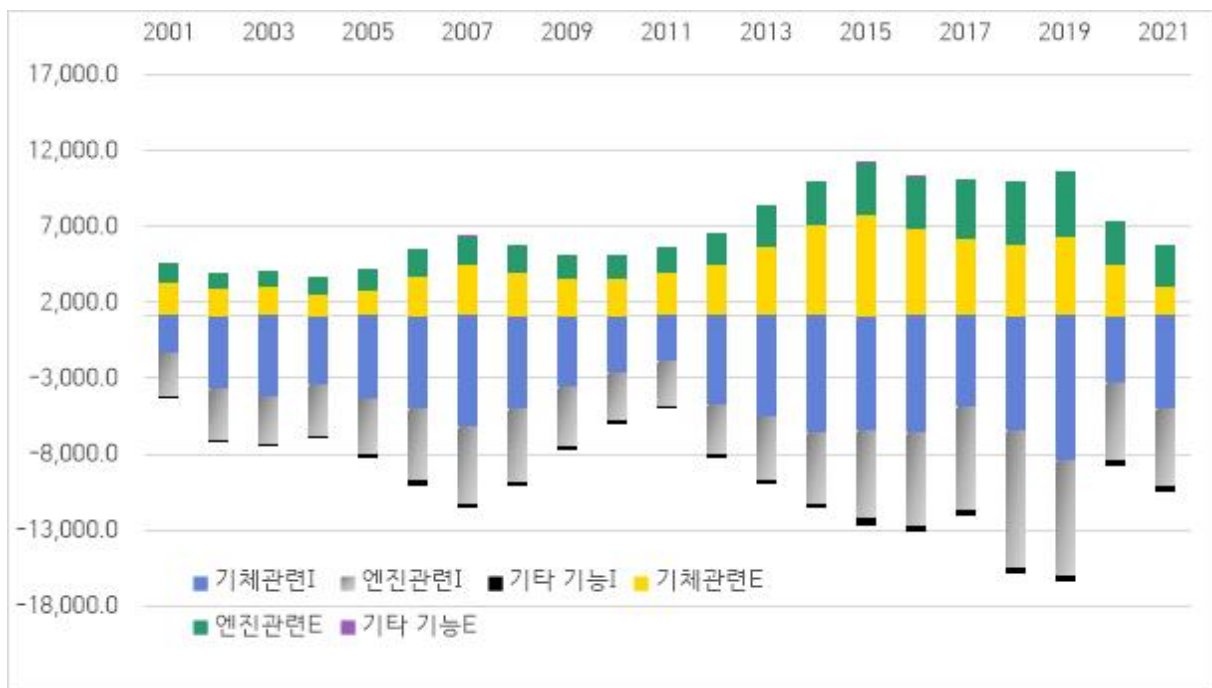
주: 2018년 실적치. 일본 엔진 제조업체는 IHI, 川崎重工業, 三菱重工航空엔진, 3사의 합계임.  
출처: 일본항공우주공업회 자료를 근거로 작성된 中村 (2021), p.374에서 인용

다음으로 엔진에 관해서 일본의 포지션을 살펴보자. 세계 항공기 엔진 산업에서 일본기업의 비중은 그림<3-3>에서 보는 바와 같이 시장점유율이 6.7%이다. 엔진 비즈니스모델은 엔진본체의 탑재 및 판매 후, 지속적이고 장기적인 보수 부품 공급/판매와 보수비용에서 이익을 환수하는 비즈니스모델이라고 볼 수 있다.

다른 하나는 <그림 3-4>에서 확인할 수 있는 것처럼, 엔진본체를 가와사키 중공업 등이 수주하고, 부품업체가 공급하는 소요 부품량이 많다는 점이다. 즉, 가공 및 소재를 담당하는 Tier2, Tier3의 가치 부분이 크다는 점을 알 수 있고, 이는 산업연관효과가 크다는 점을 상기할 수 있다.

다음으로, 일본 항공 부품의 생산액을 수출과 수입 구조를 고려하여 살펴보자. 2000년대 이후 일본의 엔진 부품 관련 수출액과 수입액을 보면, 전 기간에 걸쳐서 기체 관련 부품과 엔진 관련 부품의 수입이 수출보다 많은 구조임을 알 수 있다. 이러한 무역수지 구조는 단편적으로는 동 산업의 무역수지 적자를 나타내지만, 중간재 생산물이나 중간조립을 일본계 기업의 해외 거점에서 하고, 다시 이를 다시 일본으로 수입하고 있는 경우를 포함하고 있다는 점에 주의할 필요가 있다.

<그림 3-4> 일본 항공 부품 관련 수출입 추이



주: 상단은 수출, 하단은 수입을 나타냄. 단위는 억엔. 2021년은 예상치임.

출처: 財務省貿易統計를 근거로 필자 작성.

일본의 수입 증가요인으로서 생각할 수 있는 것은, 로지스틱의 비효율성이 있지만, 조립비용의 절감을 위해서 해외생산 및 중간 혹은 부분조립이 이루어지는 경우이다. 예를 들면 미쓰비시 중공업의 생산회사 MHI Aerospace Vietnam Co., Ltd(2009년 준공)나 탄소섬유 복합재료를 태국에서 생산하는 TORAY의 Carbon Magic (Thailand) Co., Ltd<sup>13)</sup>등이 대표적인 예이다. 이와 함께, 항공기 부품의 국제분업구조 속에서 지정부품을 수입하는 경우도 있다. 이것은 향후 수입 대체 효과를 기대한 자국 항공기 부품산업 육성이 과제가 되는 포인트라고 할 수 있다.

다음으로, 일본의 항공기 엔진 생산업체는 어느 정도의 경험과 노하우를 가지고 있는 걸까? 항공기 엔진 라이선스 기업과 해당 기업의 생산품목, 생산대수를 정리한 것이 <표 3-3>이다.

<표 3-3> 일본에서 라이선스 생산된 주요 항공기(헬기 포함) 및 담당 기업

	名称	種類	技術提携先	出力	搭載航空機名	生産台数
I H I	J79-11	turbojet engine	GE	15,800lb(*)	F-104J/DJ	610
	J79-17			17,900lb(*)	F-4EJ	
	T58-10	Turboshaft engine	GE	1,250shp	S-62	800
	T58-140			1,400shp	KV-107A	
	T64-10	turboprop engine	GE	3,493eshp	US-1A	391
	TF40 (Adour)	Turbofan engine	RR-Turbomeca	7,300lb(*)	T-2 F-1	426
	F100-100/-220E	Turbofan engine	P & W (UTC)	23,830lb	F-15J/DJ	447
	T56-14	turboprop engine	Allison C/T:OPER (GM)	4,910eshp	P-3C	483
	T700-401C	Turboshaft engine	GE	1,890shp	SH-60J/K UH-60J/JA	769
	T700-701C/D			1,994shp	AH-64D	
三菱重工業 Mitsubishi	F110-129	ターボファン	GE	29,000lb(*)	F-2	111
	T63	Turboshaft engine	Allison C/T:OPER (GM)	317shp	Hughes 369 OH-6	217
川崎重工業 Kawasaki	JT8D-9	Turbofan engine	P & W (UTC)	14,500lb	C-1	72
	KT53-11A	Turboshaft engine	Honeywell	1,100shp	Bell 204B (HU-1B)	634
	T53-5-13B			1,400shp	Bell 204B-2 (HU-1H)	
	T53-K-703			1,485shp	AH-1S/UH-1J	
	T55-K-712	Turboshaft engine	Honeywell	4,300shp	CH-47J	208
	RTM322	Turboshaft engine	Safran Helicopter Engines	2,100shp	MCH-101	47

주: (\*)afterburner탑재시. 2021년 12월 말 기준.

출처: 航空宇宙産業データベース, p.18

13) <https://www.toray.co.jp/news/details/20160215001156.html> (2022년 11월 1일 열람) 2014년 12월 준공한 TORAY의 태국 생산거점은 CM과 CMTH의 성형부터 도장공정까지 일관양산이 가능한 공장이다.

<표 3-3>에서 알 수 있듯이, 가와사키, 미쓰비시, IHI, 3사는 GE를 비롯한 세계 유수의 항공엔진업체가 기술 제휴선인 프로젝트에 참가한 풍부한 경험이 있다. 일본 국내에서 라이선스 생산된 항공기엔진의 누적생산대수 기준으로 보면, IHI는 약 3,900기를 넘어서고, 가와사키 중공업은 889기를, 미쓰비시 중공업은 400기에 참가하였다. 참가한 개발 기종을 살펴보면, F-15J와 같은 전투기도 포함되어 있지만, 대부분 엔진이 군사용 헬리콥터용이다.

이는 실질적으로 일본이 기술 라이선스를 가지고 독자적인 엔진개발은 정부 수요에 의해서 창출된 부분이 대부분이라는 점을 확인할 수 있다. 바꿔 말하자면, 일본의 경우, 독자적인 민간용 엔진개발에 미국의 정치적 의도 등이 장애요인으로 작용하고 있음을 알 수 있다. 민간용 엔진 및 기체, 동 부품은 전술한 바와 같이 국제개발프로젝트를 통하여 이루어지고 있다는 것을 거듭 확인할 수 있다.

일본의 국산 엔진개발은 1962년 5개 사 공동개발 참여로 만들어진 J3 터보제트가 시작이라고 볼 수 있다. 이 엔진의 제조는 이시카와지마-하리마 중공업(石川島播磨重工業, 현 IHI)가 생산을 담당하였다. 이후 터보샤프트엔진(헬리콥터용 엔진)과 터보팬 엔진<sup>14)</sup>을 개발하였고, 생산대수는 2021년 말 기준으로, 지금까지 15기종에 누적 합계 14,821기를 생산하였다. 가장 생산대수가 가장 많았던 기종은 에어버스 A320 패밀리 기종과 맥도넬 더글라스의 MD-90, 엠브라에르사의 C-390에 채용된 V2500 엔진이다. V2500 엔진은 일본항공기 엔진협회가 개발과 생산을 맡아 1989년에 개발된 엔진으로 7,753대가 생산되었다. 동 엔진은 미국, 영국, 독일, 이탈리아, 일본 등의 공동개발 성과이기도 하다. 다음으로 많은 것은, 1999년 GE사와의 공동개발을 통해서 개발된 CF34(터보팬 엔진) 엔진이다. 이 엔진은 RJ 기종용으로 개발된 것이다.

이상의 논의에서 (1) 일본의 엔진개발은 태평양 전쟁 당시의 설계 및 제작 경험을 가진 기업과 자원을 활용하여, 다수 기업의 협업을 통하여, 세계엔진업체와의 공동개발로 기술축적을 도모하면서 국제항공기 산업생태계에 편입되었다는 점, (2) 전투기 및 헬리콥터를 중심으로 한 군사용 정부수요가 개발과 생산을 견인한 점, (3) (1)과 (2)를 통하여, 기체 및 엔진 부품산업 육성을 꾀하였고, 최근에는 독자적인 완성기 제조단계에 진입하였고, 관련 항공부품 서플라이 체인의 리뉴얼과 조직 능력 향상을 도모하는 방향으로 정책의 초점이 바뀌고 있다. 다음 절에서는 이에 관해서 살펴보자.

---

14) 터보팬 엔진은 대부분의 민간 항공기가 운항하는 속도인 약 500~1,000km/h (310~620mph)의 범위에서 가장 효율적으로 작동하는 엔진이다.



### ③ 일본의 항공기 개발 사례(1):MRJ 개발 시도와 중단

YS-11 사업화 부진으로 인한 생산중단 이후, 국산 항공기 개발은 이루어지지 않다가 2000년대에 들어와서 새롭게 변화하기 시작되었다. 이는 세계항공시장의 성장 전망 속에서, 새로운 성장 제품 세그멘테이션인 중소형기 개발에 정부가 중심이 되어 프로젝트를 시작하게 된다.

<그림 3-5> MRJ(좌측)와 Hondajet(우측)



출처: 東洋經濟オンライン (2014.9.23) , Honda HP에서 인용

최근 차세대 RJ기로서, 일본 정부의 경제산업성으로부터 30~50석 규모의 소형 제트기 개발사업안으로 환경 적응형 고성능 소형항공기 개발에 관한 제안을 미쓰비시, 가와사키, 후지중공업에 의뢰한 것이 발단이다. 이후 2008년에 일본 ANA(전공수)항공사로부터 수주한 미쓰비시중공업이 MRJ (Mitsubishi Regional Jet) 개발에 착수하여 개발하였다. MRJ의 제품사양은, 전장 36m, 전폭 29.7m, 전고 10.0m, 최고이륙중량 42.8톤, 순항속도 마하 0.78, 설계운항거리 3,280km로 설계되었다. MRJ는 신항공사체의 기종과 비교해서 쾌적한 실내공간 제공과 운항 경제성, 항속거리, 속도를 향상시킨 차세대 기종으로 평가되어 일본 정부 및 국민의 기대가 모였다.

이후 일본항공을 비롯하여 다수의 항공사와 계약이 이루어졌다. 2015년 11월 첫 비행시험에 성공한 이후 세계로부터 확정 수주 기수가 243기까지 도달하였고, 옵션 수주 기수 또한 184기에 달했다.

그런데, 개발과정에서 5차례에 걸친 납품 연기가 발생한다. 첫 시험비행 단계 이후, 10호기까지 생산, 시험비행을 하였으나, 잦은 설계 및 부품 사양변경과 소프트웨어 수정으로 인해, 미쓰비시항공제조사의 재무적자가 누적되게 되었다. 결국, 많은 기대를 모았던 미쓰비시의 MR는 명칭도 바꾸었지만, 2020년 5월 22일 사실상 개발계획의 대폭 수정을 발표하면서 동결되었다. 언제 다시 개발이 재개



할지는 미지수이고, 특히 형식증명(型式証明, Type Certificate) 인정을 받아야 하는데 현재로서는 그 시기가 불투명하다.

〈표 3-4〉 MRJ 개발 경위

시기	내용
2008년 3월	사업화 결정
09년 9월	설계변경으로 납품 연기(1차)
12년 4월	검사 태세 불비로 납품 연기(2차)
13년 8월	부품사양변경으로 납품 연기(3차)
15년 11월	첫 비행
12월	소프트웨어의 개량보수로 납품 연기(4차)
16년 10월	미국에서 비행시험
17년 1월	설계변경으로 납품 연기(5차)
18년 3월	미쓰비시항공기 약1100억 엔의 채무초과
12월	미쓰비시 항공기 채무초과 해소
20년 중	1호기 ANA에 인도 예정
22년?	소형모델 투입?

출처: 朝日新聞online (2019) “MRJ `スペースジェット`に名称変更へ,「三菱」外す, 5월 29일

#### MRJ의 실패 원인은 무엇일까?

몇 가지 전문가의 문헌을 통해서 보면 다음과 같이 요약할 수 있다. 미쓰비시 중공업이 항공기 전체를 개발한 경험이 50년간 없었다는 점, 다음으로 2000년대 들어서면서 증가하기 시작한 거대 서플라이어인 기체업체 및 시스템 서플라이어를 컨트롤 할 수 있는 능력이 부족했다는 점을 든다(伊藤, 2020). 또한, 군용기 개발의 경우, 방위성이 개발예산을 제공하고, 안전, 기능 면에서의 심사와 함께 개발 및 양산 리스크도 방위성이 부담한다. 실제로 방위산업의 경우 사양 변화가 빈번하여 초기의 원가계획이 빈번히 수정되면서 이익률이 감소, 재무적자가 누적 되는 측면도 있다.

하지만, 민간업체가 주체가 되어 항공기를 개발할 경우, 장기간의 개발 리스크와 양산 리스크를 동시에 부담해야 한다. 또한 개발프로세스에 참여하는 서플라이어에 대한 고도의 프로젝트 매니지먼트 능력이 필요하고, 제품통합력을 달성하기 위한, 제품을 구성하는 부품 및 시스템, 서브시스템에 관한 폭넓은 기술 지식과 노하우, 자금 운용력이 요구된다. 이는 자동차산업에서 볼 수 있는 모듈 혹은 시스템 서플라이어와 유사한 역할을 담당하는 메가 서플라이어에 대해서,

미쓰비시가 제품시스템 전체 및 서브시스템에 대한 지식이 부족하였고, 거대화 된 시스템 서플라이어와의 협업과 통제력 저하가 지속적인 납품 연장이 이어졌고, 결국은 최초의 개발비용을 넘어서는 부담으로 작용하였다고 판단할 수 있다.

#### ④ 일본의 항공기 개발 사례(2): Hondajet의 성공

제2차 세계대전 직후, 1946년에 혼다는 시즈오카현 하마마츠에서 자전거의 보조동력을 제조에서 출발한 기업이다. 이후 오토바이사업을 중심으로 1948년에 종업원 34명(자본금 100만 원) 혼다기연공업주식회사(本田技研工業株式会社)를 설립하였다. 1963년에 4륜 경트럭으로 자동차산업에 진입한 이후, F1(1964년 첫 출전)과 CVCC엔진개발(1972년)로 유명한 혼다는 엔진기술을 기반으로 한 기업이다. 하지만, 현재는 오토바이, 자동차, 선박용 엔진, 로봇, 항공기제조업 등을 사업영역으로 하는 기업이자 새로운 사업 및 제품 혁신력을 중시하는 기업문화를 가진 기업이다.

HondaJet의 개발설계자는 후지노 미치마사(藤野道格)씨에 의해 고안되었다. 입사 3년째인 1986년부터 항공기 개발에 착수했다. 1997년, 날개에 엔진을 올린 항공기(翼の上にエンジンを置く)라는 컨셉 스케치가 완성되면서 HondaJet프로젝트가 정식으로 개시되었다.

HondaJet의 제품사양은 전장 12.99m, 전폭 12.12m, 전고 4.54m, 중량 4,808kg, 최대항속 782km, 최대순항고도 13,106m, 항속거리는 2,265km, 엔진추진은 9,119N2기를 탑재, 승원을 포함한 7명이 최대정원이다. 2020년도 가격으로는 530만 달러고 현재는 최신 개량형 Hodajet Elite II가 2022년 10월에 발표되었고, 동 항공기의 최장 항속거리는 2,865km이다. 항공기 부품 수는 약 95만 점이다. 제품 가격은 약 490만 달러이고, 2020년 납기 수는 31기로, 소형제트기 시장에서 4년 연속 세계 1위를 획득한 제품으로 성장하였다.<sup>15)</sup>

HondaJet는 2003년 12월 첫 비행에 성공하였고, 이후 사업화 단계에 들어가면서 혼다에서 분리되어 별도 법인화하였다. 2004년 HondaAreo가 설립, 2006년에 Honda Aircraft Company (HACI) 를 分社하여, 연구개발, 제조판매를 하고 있다. 2012년에 생산이 시작되었고, 2015년에 운용이 시작되었다.

컨셉부터 약 20년이 지나 HondaJet 사업이 정상궤도에 올랐다. 주날개 상단에 엔진배치 (OTWEM -Over-The-Wing Engine Mount) 라는 기존의 항공엔진배치 방식에서는 볼 수 없는 발상을 실현하였다. 이를 통해 NLF (Natural Laminar

15) <https://www.honda.co.jp/jet/> (2022년 11월 4일 열람)

Flow; 自然層流) 을 만들어 기체 주위의 공기 흐름을 최대한 부드럽게 만드는 기술 탑재가 가능해져, 공기저항을 최소화할 수 있었다(Fujino, 2005). 이것은 마찰저항을 줄여서 속도와 연비향상에 이바지하는 구조이다. 또한 기체에는 탄소 섬유강화플라스틱을 채용하여 경량화와 내구성, 연비향상을 이루었고, 기체구조는 일체 성형 기술을 채용한 기체구조(Fujino, 2005)를 만들었고, 기내 실내장식은 고급화를 추구하였다. 항공시장의 동향을 잘 읽어 반영한 설계이자 혁신적인 기체구조라고 볼 수 있다. 색깔도 5종으로 다양한 고객요구에 대응하는 라인업이다.

〈그림 3-6〉 HondaJet의 북캘리포니아 생산공장



출처: <https://www.aerospacemanufacturinganddesign.com/> (2022년11월5일 열람)

개발과정에서 혼다는 미국 Flight Safety International 社와 전략적 파트너십을 2007년 체결(기간 15년)하였고, 이후 25년 연장(2047년까지 연장) 발표하였다. 또한 비행시뮬레이터 도입하는 등 지속적으로 연구개발에 투자하였다. 자사 내 부족한 항공기 관련 지식과 기술은 외부 업체로부터 도입하면서 진행된 것이다. 판매 후, 미국과 영국, 말레이시아 지역 등을 포함한 세계 21개소에 인정 서비스 센터를 설립하여, 보수 및 부품교환, 애프터서비스 기능을 제공하고 있다. 개발 및 생산뿐만 아니라 글로벌 영업망과 애프터서비스 체제를 구축하고 있다.

HondaJet은 장기간에 걸친 개발과 자동차산업에서 항공기 산업이라는 다른 분야로의 사업 전개 시에 발생하는 문제를 어떻게 극복하여 성공할 수 있었던 걸까? 혼다의 성공 요인은 조직문화, 제품컨셉의 혁신성, 조직, 지식의 내부화 및 흡수 능력 측면에서 생각해 볼 수 있다.

- 조직 문화적 측면: 의외의 발상을 실현 가능케 한 혼다의 혁신정신과 문화.<sup>16)</sup>
  - 제품 컨셉의 혁신성과 시장성의 적합성: 우연이든 필연이든 비즈니스 제트 시장의 확대와 개발 후 양산시기의 적기성을 지닌 제품 컨셉.
  - 항공기 기술 트랜트와 적합: 경량화 및 연비효율의 우수성
  - 분사화를 통한 독립조직체의 구성: 미쓰비시중공업은 2008년 미쓰비시항공기라는 별도의 자회사를 운영하였다. 하지만, 독립적의 의사결정 주체로 운영되기 보다는 모회사의 영향이 크게 작용했고, 이 시기 품질 문제 등에 관한 논란이 미쓰비시 전체에 팽배해 그러한 영향을 받았을 것으로 본다. 이에 비해, 혼다는 기존 조직으로부터 이른 시기에 분리된 독립회사화 하였다. 이는 의사결정의 효율성과 사업성과, 품질기준에 책임을 지는 기업문화 형성에 기여했다고 판단된다.
  - 민간기업의 독자적 사업과 지식 내재화: 개발 리스크를 최소화하기 위해서 부족한 기술력을 해외에서 도입 혹은 전략적 제휴 관계 체결을 통하여 항공기 관련 시스템 지식 및 부품지식의 내부화를 추진하였다는 점이다. 이 점은 미쓰비시와는 다른 부분이라고 할 수 있다. 물론 그것은 단기간에 이루어진 것이 아니면 장기간의 지식 및 기술 축적이 필요로 했다고 볼 수 있다. 다른 한편으로는 혼다의 기술 지식 흡수능력(Cohen and Levinthal, 1990)이 높았다는 점도 추론할 수 있다.
  - 자동차사업 경험 활용: 제품에 있어서는 자동차의 설계나 기술이 크게 도움을 주지 못했다. 하지만, 부품 공급 체계 및 관리, 생산 공정의 복잡성 관리 등의 영역에서 항공기 제조 공정의 효율성에 기여했다고 볼 수 있음.
- 혼다의 HondaJet의 개발 및 사업화 성공은 탐색적 기술혁신과 탐구적 기술혁신(Exploration and exploitation; March, 1991)과 학습 과정이 잘 병행한 것이 성공 요인이다.

## ⑤ 일본의 항공기 개발 사례 비교

100인 이하의 RJ을 중심으로 2002년 국가주도형 프로젝트로 실시한 미쓰비시의 MRJ와 민간기업인 혼다의 10인 이하의 소형기 Hondajet, 두 가지 개발 사례의 특성과 차이를 알아보고, 항공기 개발 및 사업화의 성공과 실패 원인에 관해서 고찰해 보자.

16) NIKKEI 리스키링과 인터뷰에서 하버드대학의 Pisano교수는, 어려석을 정도로 지속적인 혁신 시도와 태도가 혼다의 중요한 성공비결이라고 지적한다.

첫째, 매니저먼트의 복잡성 문제이다. MRJ와 같은 중형기와 HondaJet와 같은 소형기의 차이에서 비롯하는 복잡성의 정도 문제가 있다고 볼 수 있다. 즉 최종 조립공정에서의 부품항목 및 부품 수의 차를 가져온다. 이는 서플라이 체인의 구성 멤버 수의 증감을 의미하고, 개발, 생산, 조달과 관련된 매니지먼트 상의 복잡성 차이를 가져온다.

둘째, 조직체계 및 조직 문화적 측면의 차이이다. MRJ의 경우, 전기(全機) 개발을 목표로 하면서 지식 획득과 내부화에 많은 시간이 걸렸고 이로 인해 기술 지식의 부족과 경험 부족은 거대시스템 서플라이어와의 파워관계 및 컨트롤 문제를 드러냈다고 본다. 이에 비해 혼다의 경우, 부족 지식 부분을 기존 항공기 산업의 경험을 가지 미국업체와의 전략적 제휴를 통하여, 지속적으로 항공기 설계 및 제조에 관한 지식의 학습과 흡수를 통하여 발전시켜왔다는 점이 성공으로 이어졌다고 판단된다.

## 2) 일본 우주산업 경쟁력과 현황

### (1) 일본의 우주항공산업 略史

일본의 우주관련산업은 전후처리와 함께 시작되었다. 항공기산업과 마찬가지로, 우주관련산업은 샌프란시스코조약을 통하여 국제무대에 복귀할 수 있는 계기가 마련되었다. 이를 기점으로 1952년에 동경대학에 生産研究院을 발족시키면서 로켓실험 발사가 시작되었다.

본격적인 일본의 우주산업정책의 출발은 1957~58년 18개월간 개최되는 국제 지구관측년(IGY)에 참가를 결정한 1954년부터이다. IGY에서 상층권 및 대기권 관측계획 항목이 포함되어 있었는데, 이 회의에 참석한 일본 대표는 귀국 후, 문부성, 대학, 기업들 측에 우주개발 산업에 참여할 필요성을 적극적으로 어필했다. 일본은 연합팀을 결성하여 개발체제를 갖추었다. 제2차 세계대전 시 독일이 개발한 V-2로켓 기술을 발판으로, 당시로서는 파격적이었지만, 적은 개발비(1,750만엔)로 로켓개발이 시작되었다. 이때 호소가와(糸川英夫)교수가 제안한 그 유명한 초소형 펜슬로켓이 개발되었다. 일련의 수평발사 실험을 하였고, 많은 시행착오를 거쳐, 1955년 4월 관측로켓 실용 제1호-6형 개발에 성공하였다(青木, 2021). IGY시기에 미국과 소련을 제외하고 관측위성 개발에 성공한 국가는 영국과 일본뿐이었다.

이후 일본은 수차례에 걸쳐서 인공위성 발사에 성공하게 되었다. 1960년대 후반이 되어서 본격적으로 우주개발 체제 구축을 위한 다네가시마(種子島)우주센터가 개설되었다. 이를 바탕으로 1970년에 인공위성 오오스미 발사로, 1970년 2월에는 세계에서 4번째로 100% 국산기술의 고체연료로켓(람다-4S)형 로켓발사에 성공한다. 이때 탑재된 인공위성은 24킬로그램의 소형위성 오오스미였고, 이 위성은 지구를 7바퀴 항해한 위성이다. 오오스미의 성공을 계기로 본격적으로 미국으로부터 기술도입을 추진하게 된다.

그러나, 일본의 고체연료로켓의 성공은 미국의 부담이 되었다. 이 시기는 소련과 미국의 우주경쟁이 치열했던 시기이다. 일본의 고체연료로켓과 인공위성 발사 성공을 본 미국은, 일본의 군사목적으로 기술 전용가능성을 염려하였다. 그래서 미국은 1969년 7월 우주개발에 관한 「미일 협력 교환공문」을 체결하였다. 일본의 미사일 개발을 방지하기 위한 방책이었다. 일본의 입장에서 보면 「미일 협력 교환공문」은, 일본의 자립적 독립적 우주항공개발을 억제하는 정책이었다. 하지만 이를 계기로 일본은, 미국으로부터 기밀 수준이 아닌 액체연료로켓 및 생활통신위성에 관한 기술과 기기를 공급받을 수 있게 되었다(靑木, 2021).

1969년, 일본은 국회에서 우주의 평화이용을 천명하고, 이후 일본의 자립적 우주개발프로세스는 미국에 의존하는 체제로 바뀌게 되었다. 이는 1979년과 1980년, 일본은 기기 및 기술을 미국기업으로부터 도입할 것이 명시된 구상서를 제출하였다. 일본의 입장에서 보면, 이것 또한 우주항공의 자주개발을 제한하는 것이 되었지만, 미국으로부터 기술 및 기기 도입은 1980년대 이후 개발된 대형 로켓 제작을 용이한 점이 있었고, 이후 통신위성, 방송위성, 기상위성을 중심으로 한 민간 상업용 인공위성 개발에 주점을 두고 기업의 기술력 확보로 이어질 수 있는 계기가 되었다.

1980년대는 국산 로켓개발의 시기이다. 1981년, 순국산 H1로켓을 개발하였고 동시에 우주과학연구소(ISAS)를 발족시켰다. 1990년에는 유인 우주여행 시대가 열리고 일본인 모리 마모루(毛利衛)가 첫 우주비행에 성공하였다. 2000년대 들어와서는 2007년H-IIA로켓의 민영화가 추진되었다. 동시에 중국의 우주발사체 성공과 우주영역의 본격적인 진입으로, 일본정부는 이전보다 본격적으로 우주항공관련사업을 진행할 수 있는 법안을 정비하였다. 일본 정부는 2008년에 우주기본법을 정비하고, 2009년에는 우주기본계획을 책정, 2012년에는 내각부에 우주전략실과 우주정책위원회를 발족시킴으로 국가 산업으로서 전략체제를 전환하였다. 또한 일본은 2020년 5월에 항공자위대에 우주작전대를 신설, 발족시켰다<sup>17)</sup>.

17) <https://www.sbbi.jp/article/cont1/56021> (2022년 11월 10일 열람)

미국에 의한 일본의 우주개발, 특히 인공위성에 대한 억제책은 1990년에 들어와서도 지속되었다. 무역마찰 조정의 일환으로서 “미일 인공위성 조달 합의”가 체결되었다(靑木, 2021). 이 협정으로 인하여 일본이 인공위성을 도입할 시는 국제 공개 입찰을 하지 않으면 안되게 되었다. 사실상, 이 항목은 미국의 인공위성을 구입해야만 하는 조문이라고 볼 수 있다. 이에 따라 일본은 고체연료 개발을 포기하는 대신 그 대가로 미국으로부터 통신, 기상위성 등을 수입하게 되는 계기가 되었다. 실질적으로 2015년에 도입한 실용위성 13기 중, 미국에서 사들인 것이 12기이고, 일본이 개발한 것은 기상위성 1기뿐이었다(靑木, 2021). 1990년 이전의 인공위성 12기는 모두 일본기업의 개발한 인공위성을 도입하였다.

이상에서 살펴본 것처럼, 일본의 인공위성 및 우주발사체에 관한 정책은 미국에 의존, 규제된 측면이 강하다. 미국은 제2차 세계대전의 책임을 물어 군사목적이나 용도로 전환을 사전에 차단하고 미국 정책의 통제하에 두었다. 그래서 일본은 과학지식 및 기술력을 온존 시키고는 있지만, 100% 독자적인 개발 및 구매 체제를 구축할 수 없는 상황이다.

그런데 우주항공산업은 신냉전 시대 및 다양한 상업용 우주 비즈니스 시대의 도래로 전환기를 맞이하고 있다. 미국 이외의 인도, 러시아, 중국 등이 부상하고 있는 가운데, 미국의 정책이 완화될 가능성도 없지는 않다. 국가 중심의 우주산업으로 전환은 정보, 통신, 지구관측 등을 통하여 우주공간을 활용 증가와 그 가능성이 세계적인 관심사가 되고 있다는 점과 우주 이용 산업 및 기반의 중요성이 증가하였기 때문이다. 다른 한 요인으로서 중국의 부상과 함께, 안정보장이라는 측면에서도 일본의 활용이 미국으로서는 필요하기 때문이다.

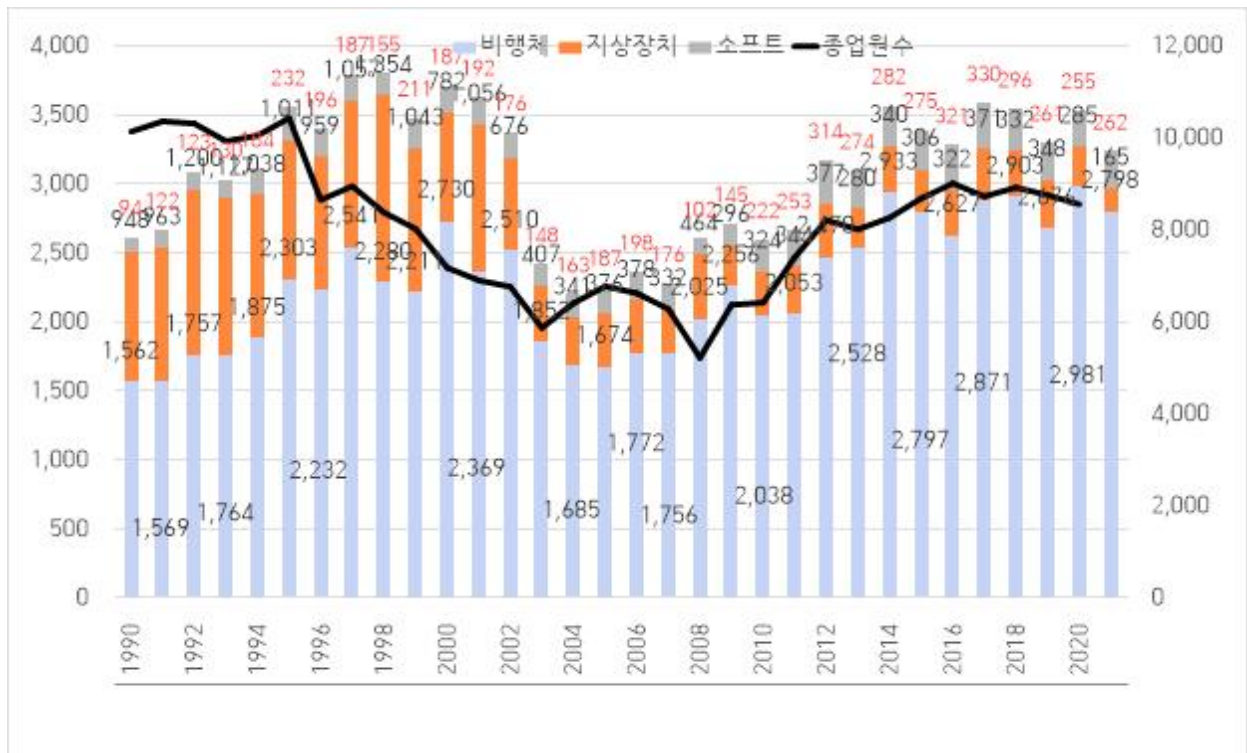
또한 일본은 미국과 맺은 국제공개입찰이라는 형식이기 때문에, 제품기술력과 품질력에 더하여 가격 및 비용면에서 경쟁 우위성을 발휘한다면, 일본기업의 성과로 돌아갈 수도 있다. 일본의 인공위성 역사에서 알 수 있듯이, 초소형 혹은 소형 상업용 인공위성에는 우위성을 가지고 있는 국가임에는 틀림이 없다. 일본의 우주산업과 연관해서 보면, 기본적으로 국가 주도산업이었다. 이는 유럽과는 다른 큰 차이라고 볼 수 있다. 현재의 우주 비즈니스의 발전 잠재력을 고려하면, 국제정치의 역학 관계와 변화 속에서 일본의 새로운 방향으로 전환될 가능성이 있다고 볼 수 있다.



## (2) 일본의 우주항공산업(인공위성 등)의 현황

우주항공산업은 크게 비행체와 지상 장치, 소프트웨어로 3가지 분야로 나누어서 볼 수 있다. 매출 현황을 보면, 3가지 영역에서 주기성을 보인다. 2003년 이후 지속해서 증가추세에 있다. 이에 동반한 고용효과도 증가추세이지만 관련 산업 고용자 수는 지식기반 산업이라는 측면을 반영된 8,527명으로 그리 높지 않다. 이 숫자도 실질적으로 담당하고 있는 기업이나 연구소를 고려하면 우주항공산업은 중첩된 숫자라고 볼 수 있다.

〈그림 3-7〉 우주 관련 사업 매출액과 종업원 수 추이



주:2021년은 예상치임. 2013년도 이후, 발사 서비스 분야별 매출로 계상함. 단위는 억엔, 명.

출처:(一社) 日本航空宇宙工業会 R3年度宇宙産業データブック.p.33을 근거로 필자 작성

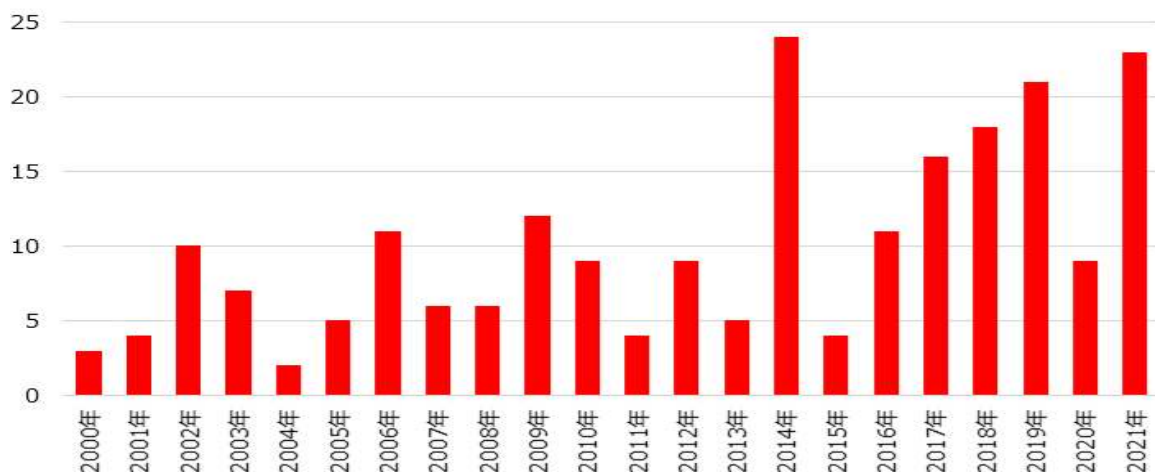
한편, 최근 급격한 성장세에 세계적인 관심을 끌고 있는 분야는 우주 서비스와 관련이 높은 인공위성 분야이다. 지금까지의 누적 인공위성 발사 횟수를 보면, 2021년 기준으로, 전체 약 1.3만기의 인공위성 중에서, 미국 6,198기(48.1%), 러시아 3,620기(28.1%)를 차지하고, 다음으로 중국(781기, 6.1%), 영국(533기, 4.1%)에 이어서 일본은 301기(2.3%)를 발사해, 세계 5위이다. 인공위성 등(로켓,



우주 스테이션을 포함)한 일본 국내 시장규모를 추정하면 약 2,000~3,000억 엔 규모이고, 최근 10년간 안정적인 시장이다(經濟産業省HP).

인공위성 발사 수를 보면, 2014년이 절정기였다. 그 이후에도 증가추세를 보이고 있고 매년 10기 전후를 발사하고 있다. 또한 인공위성의 수출액 또한 2018년에는 424억 엔으로 최대의 수출액을 달성했고, 대략 2년 주기로 증가하고 있다. 수출액은 항공기가 연간 수억 원 정도임을 고려하면, 인공위성의 해외시장 진출이 호조임을 알 수 있다.

〈그림 3-8〉 일본의 인공위성 발사 수



출처: UNITED NATIONS Office for Outer Space Affairs 公表資料

출처: UN 데이터에 근거 經濟産業省작성<sup>18)</sup>

여기서 주 계약자에 초점을 두고 보면, 1970년 이후, 일본전기(NEC), 미쓰비시 중공업, IHI가 핵심기업임을 알 수 있다. 이들 기업 중, 미쓰비시와 IHI는 태평양 전쟁 시기 제로戰 생산을 담당하였고, 전후 항공기 엔진 및 기체, 부품사업, 조선 산업을 전개한 기업들이 담당하고 있다. 여기에 대학 및 정부계 기관들이 참여하고 있다. 상업용 통신위성을 제외하면, 대학, 연구소, 정부출연기관에 의해서 이루어지고 있다.

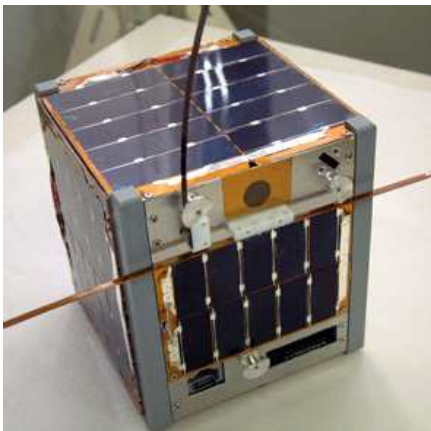
일본의 많은 대학은 초소형인공위성 연구에 박차를 가하고 있고 실제로 발사 수도 많다. 2003년 6월 30일 동경대학과 동경공업대학이 1kg의 초소형 인공위성 CubeSat 발사에 성공하였다. CubeSat 발사 성공 후, 세계의 각 대학 및 벤처

<sup>18)</sup>[https://www.meti.go.jp/statistics/toppage/report/minikaisetsu/hitokoto\\_kako/20220722hitokoto.html](https://www.meti.go.jp/statistics/toppage/report/minikaisetsu/hitokoto_kako/20220722hitokoto.html)  
(2022년 11월 10일 열람)

기업들이 상업용 목적으로 급속도로 개발이 추진되었다. 최근에는 50kg 이하의 초소형 위성이 연간 400~500기 발사되고 있고, 초소형인공위성 수요는 매우 빠르게 증가하고 있다.

1. 한편, 일본의 대학은 국제연합의 틀 속, 교육지원이라는 측면에서 베트남과 필리핀 등에 초소형인공위성 개발을 지원하고 있다. 지금까지 이러한 활동에 참여한 대학은 도쿄대(東京大学), 도호쿠대(東北大学), 홋카이도대(北海道大学), 규슈공업대(九州工業大学) 등이 있다(中須, 2021). 그리고 정부계 기관으로서는 도쿄대 우주항공연구소(東京大学宇宙航空研究所), 우주과학연구소(宇宙科学研究所), 우주개발사업단(宇宙開発事業団), 우주항공연구개발기구(宇宙航空研究開発機構), 무인우주실험(無人宇宙実験)시스템연구개발기구 등이 있다.

〈그림 3-9〉 세계 최초의 1kg 위성 CubeSatXI-IV



출처: [https://www.jarl.org/Japanese/7\\_Technical/cubesat/cubesat.htm](https://www.jarl.org/Japanese/7_Technical/cubesat/cubesat.htm)(2022년 11월 5일 열람)

### (3) 우주항공산업(인공위성 등)의 문제점과 방위산업과의 연관성

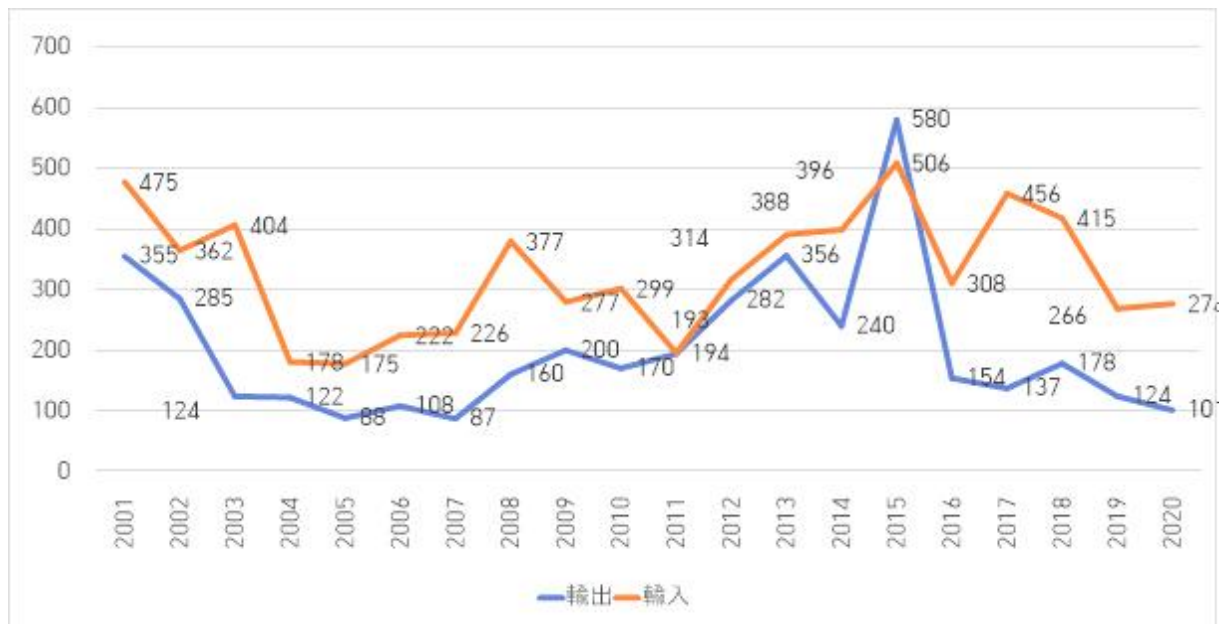
일본의 우주항공산업의 역사에서 언급한 것처럼, 그 성장과정에서 자립적 독자적인 개발과정이라기보다는 미국정부의 허락된 통제하에서 성장했다. 이 때문에 현재의 우주 산업용 부품산업의 문제점을 노정하고 있다. 일본정부는 우주항공산업이 안고 있는 문제점을 다음과 같이 인식하고 있다.<sup>19)</sup>

첫째는 부품의 높은 해외의존도다. 이는 역사 고찰에서 알 수 있듯이, 미국에 의한 억제책 혹은 부족 기술의 공개입찰이라는 방식을 취한 정책이 영향을

19) 内閣官房他 (2016)

미친다고 본다. 우주 기기 관련 수출입 추이를 보면, 일시적인 수출초과가 있지만, 만성적인 수입초과 상황이 지속해서 일어나고 있다. 특히 우주 산업용 부품을 보면, 전원계, 자세제어, 추진계, 구조 및 열제어, 데이터 처리계, 통신계, 미션/통신계, 반도체 디바이스 부품, 수동부품 등으로 분류되는 데 평균적으로 해외 조달이 약 40%를 점한다. 여기서 인공위성을 구성하는 부품을 구체적으로 살펴 보면, 배터리, 태양전지 어레이, 전어제어기, 지구 센서, GPS 수신기, 추진 슬라 이더, 연료탱크, 통신기, 위성탑재 컴퓨터 등의 서브시스템과, 부품으로는 MPU를 비롯한 전장계와 태양 전지셀 등으로 구성된다.

〈그림 3-10〉우주기기관 관련 수출입 추이(단위:억엔)



출처: (一社)日本航空宇宙工業会宇宙産業データブック, p.64를 근거로 필자 작성.

이 중 해외 수입의존도 50%를 넘는 부품군이 추진계, 반도체 기기(우주용 마이크로센서 등) 이다. 그 다음으로 전원계통, 자세제어 계통 부품 또한 약 40%를 수입에 의존한다. 전원계 및 자세제어 부품은 특수부품이라기보다는 범용부품이라는 점에 착안한다면, 관련기업은 시장규모의 협소함을 이유로 수입 대체적 제품개발과 생산에 적극적이지 않다는 것을 의미한다.

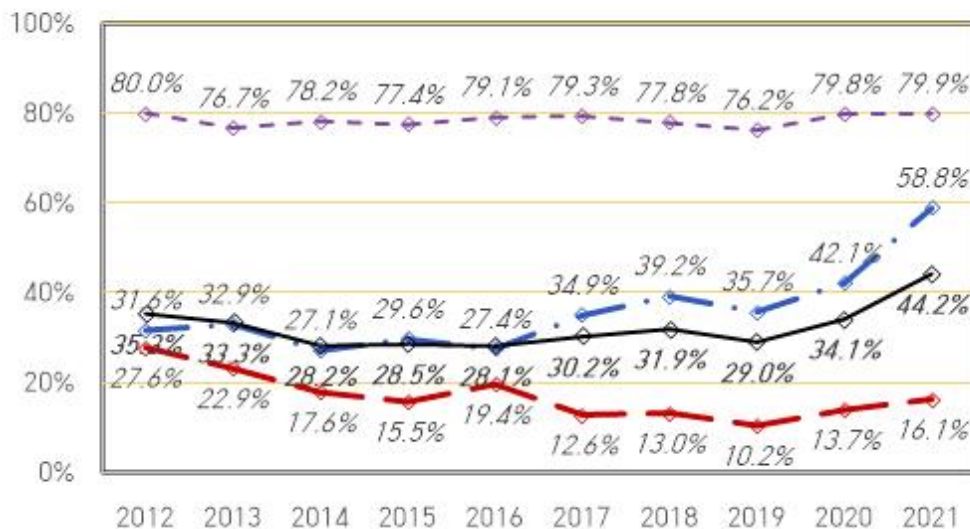
수입 의존부품 영역이 많다는 것은 납기의 장기화, 사양변경에 따른 추가적 문제 발생이 일어날 수 있다는 것을 의미한다. 이는 적기 개발과 실용화, 개발 스케줄 관리가 어려울 수 있다. 로켓과 같은 제품시스템의 경우, 제품통합성 달성을 위해서 부품 및 시스템 간의 조정을 사전에 할 수 있고, 문제를 미리

발견하여 개발프로세스의 추진에 필요한 개발 및 생산기간을 줄이는 것이 중요하다.<sup>20)</sup>

한편, 항공우주 산업은 방위산업과도 깊은 관계가 있다.

일본의 방위산업은 2005년 이후 GDP 1% 규모를 유지하였지만, 최근 세계 정치환경의 변화 속에서 GDP 2%까지 상향조정 되고 있다. 2024년 방위예산 5조 1,235억 엔이다. 우주항공산업 중 군사용 비율도 보통 13-20% 사이였으나, 2020년에는 약 40%로 증가한 수치로 향후 늘어날 가능성이 크다. 기체 엔진 기타 기기 중에서 방위 비율은 약 44.2% 증가하였다.

<그림 3-11> 기체 · 엔진 · 기타 기기의 방위산업 비율 추이



주: 상단부터 기기, 기체, 전체 평균, 엔진을 나타냄. 단위는 % 임.

출처:(一社)日本航空宇宙工業会宇宙産業データブック, p.14

기체 및 엔진, 기타 기기 영역에서 방위산업 비율을 살펴보면, 기기 부품의 경우, 8할이 방위산업 수요에 의존하고 있고, 기체가 약 59%, 엔진이 비교적 낮은 16.1%를 차지한다(<그림 3-11 참조>). 평균적으로 44%가 방위산업 수요에 의존하고 있다. 이러한 구조는 항공기산업의 초기 및 도약기에 있어서는 기업 측면에서 리스크를 경감시키고 항공기산업 진입과 성장을 촉진하면서 기간단축의 효과를 얻을 수는 있다는 장점이 있지만, 글로벌 시장개척에는 부정적 영향을

20) 2022년에 들어 JAXA의 2차례의 실패 원인에 관해서 구체적으로 살펴볼 필요가 있다. 최근 실패한 IPSILON의 발사 실패는 자세 이상과 2단 RCS(가스제트장치)가 기능하지 않은 것이 원인으로 지목되고 있다.

미친다. 또한, 한국과는 달리 우주항공산업 및 방위산업의 성과를 극대화할 수 있는 하나의 방법으로 해외시장 개척을 생각할 수 있지만, 일본의 경우, 헌법상의 제약조건으로 살상무기 수출이 제한적이다. 따라서 방위산업이 규모의 경제성을 추구를 위해서는 일본정부의 헌법개정 없이는 한계가 있고 본다.

일본 방위산업을 담당하는 주요 기업은 미쓰비시전기, 미쓰비시 중공업, 후지츠, 토시바, 다이킨, NEC, 가와사키, IHI, 신쇼와공업(新明和工業), 니혼제강소(日本製鋼所) 순이다. 중공업계와 전장기기, 전자, 재료 디바이스 화학기업인 NOF(日油), 공작기계업체인 호와공업(豊和工業) 순이다. 참고로 재무현황은 아래 표와 같다. 이 표의 기업들은 방위산업 전업기업이 아니다. 때문에 방위산업이나 우주항공산업 이외의 사업 부문이 망라된 기업 전체의 재무현황이고, 연구개발 및 사업 지속성이라는 면에서 기업의 재무 건전성이라는 측면에서 제한적으로 이용해야 한다. 전체적으로 안정된 기업이지만 가와사키의 이익률이 저조한 점이 눈에 띈다.

<표 3-5> 일본 방위산업 관련 10대 기업 재무 현황

順位	기업명	매출	영업이익	영업이익률	순이익률	ROE	자기자 본비율
1位	三菱電機	4,476,758	252,051	5.60%	4.50%	6.70%	59.10%
2位	三菱重工業	3,860,283	-	-	2.90%	7.00%	30.20%
3位	Fujitsu	3,586,839	219,201	6.10%	5.10%	11.40%	50.30%
4位	Toshiba	3,336,967	158,945	4.80%	5.80%	-	-
5位	Daikin	3,109,106	316,350	10.20%	7.00%	10.20%	52.20%
6位	NEC	3,014,095	132,525	4.40%	4.70%	9.20%	41.50%
7位	Kawasaki	1,500,879	45,805	3.10%	1.50%	4.20%	23.10%
8位	IHI	1,172,904	81,497	6.90%	5.60%	16.80%	21.10%
9位	新明和工業	216,823	10,569	4.90%	3.20%	7.50%	42.90%
10位	日本製鋼所	213,790	15,460	7.20%	6.50%	9.40%	44.70%
11位	日油	192,642	35,595	18.50%	13.90%	11.90%	76.10%
12位	豊和工業Towa	19,697	988	5.00%	5.40%	6.30%	62.00%

출처: 방위백서(2022)

그리고 신쇼와공업(新明和工業)은 전쟁기에 가와니시 항공기(川西航空機)였던 기업이고 NOF(日油)나 호와공업(豊和工業)은 자동차 및 운송기기 관련 부품을 제조하고 있는 기업이다. 후지츠, 토시바, 다이킨, NEC는 일본의 대표적인 전자, 전기, 공조 관련 업체다. 이러한 전기 전자 그리고 운송기기 관련 기업의 사업

영역은 새로운 신규진입을 생각하는 업체에 그 가능성을 준다는 점에서 시사점이 크다고 본다.

## 4. 일본 항공우주산업 육성을 위한 정책

### 1) 일본 정부의 정책과 방향성

일본의 항공우주산업육성 정책의 방향성과 초점, 중점과제에 관해서 논의하면서 실질적으로 중앙정부나 지방정부는 어떠한 정책을 시행하고 있는지 살펴보기로 하자. 여기서 항공기산업과 우주 항공산업, 두 산업은 앞에서 살펴본 것처럼 무게 중심을 항공기산업에 두고 논의하고자 한다. 물론 거시경제적 측면에서 인공위성 등의 산업에 관해서는 분석범위에 포함한다. 왜냐하면 우주항공 정책이 별도로 존재하지만, 미일간의 정치적 협정으로 일본의 우주항공산업이 지금까지 허용범위 안에서 성장을 한 부분이 크기 때문이다. 따라서 주력 정책은 항공기 및 항공기 부품 산업정책에 있다고 보고 논의하고자 한다.

먼저, 항공우주 정책에 관해서 알아보고 항공기산업, 특히 글로벌 서플라이 체인의 Tier1, Tier2에 중점을 두고 논의하고자 한다. 왜냐하면, 완성기는 이미 MRJ와 HondaJet에서 살펴보았고, 중소 및 중견기업을 통한 산업 파급효과가 큰 부분에 정책 방점이 찍혀있기 때문이다. 이는 미래 성장 산업으로서의 항공기 산업 성장과 함께, 지역경제 활성화의 주요한 정책으로도 작용하기 때문이다.

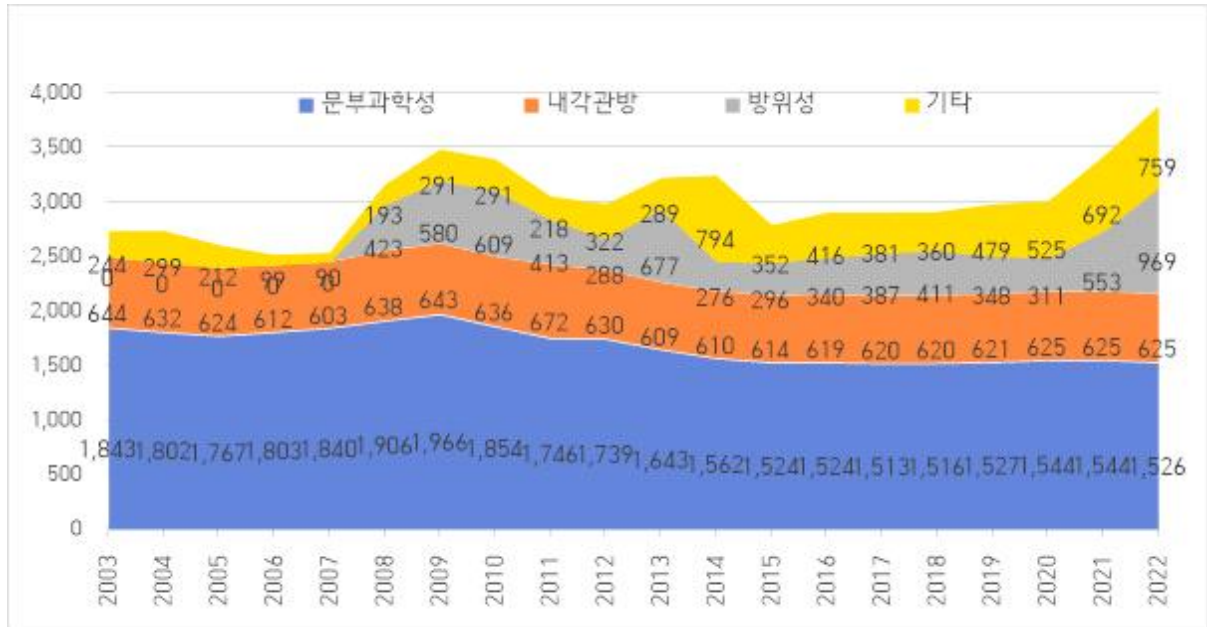
#### (1) 우주항공 관련 예산과 투자

거시경제적 측면에서 우주관련 정부 부처간 예산 추이를 보자. <그림 4-1>의 예산 추이를 살펴보면, 2008년에 증가하다가 감소하였지만, 2020년부터 다시 증가하고 있음을 알 수 있다. 일본의 우주관련 전체 예산규모는 5,219억 엔이다. 일본의 우주항공 예산은 관계 부처별로 계상된다. 그 내역을 보면, 방위성 예산이 눈에 띄게 증가하고 있음을 알 수 있다. 전술한 바와 같이, 지정학적 리스크 속에서 방위예산 증가가 우주관련 부문으로 확대되어서 일어나고 있다. JAXA를 관할하는 문부성 예산은 조금 감소하고 있다.

우주 관련 예산을 보면, 각 정부 부처의 계획에 따라 분산적으로 계획, 집행하는 형태를 띠고 있다. 우주개발 예산을 보면 일본은 우주개발 예산이 가장 많은 미국의 약 6%에 지나지 않고, 유럽연합의 ESA의 60% 수준의 예산편성이다. 이는 최근 5년간을 볼 때 그다지 큰 변화는 없다.



<그림 4-1> 우주 관련 정부 부처별 예산 추이

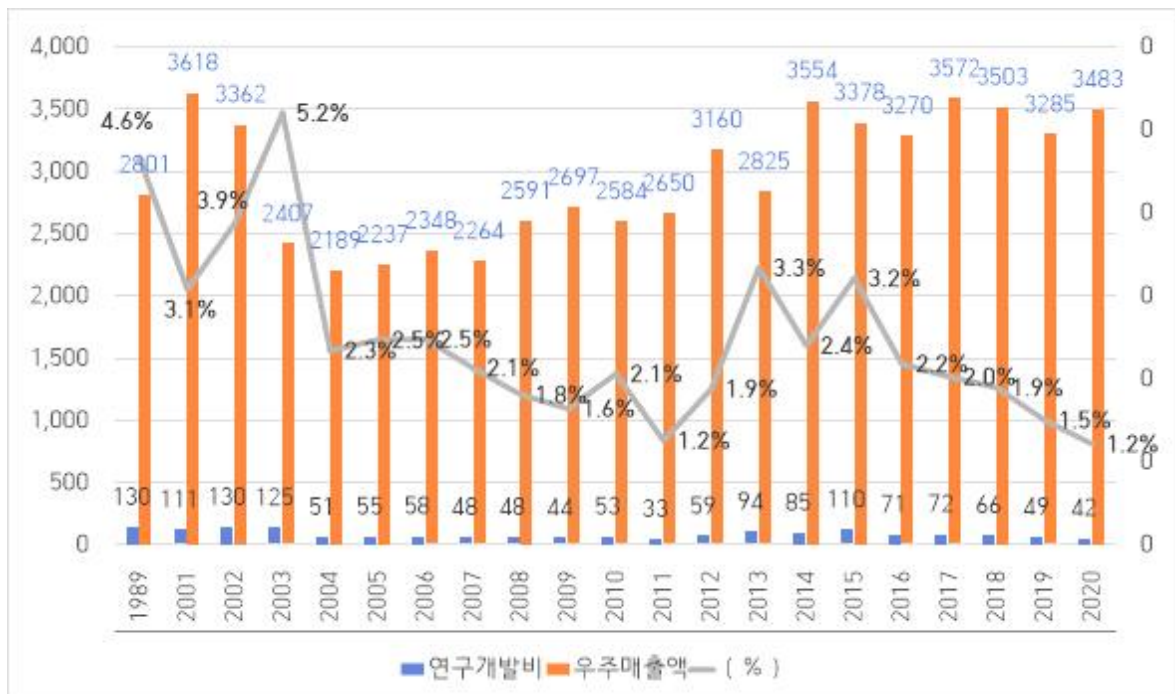


주1. 기타는 내각부, 경찰청, 총무성, 외무성, 농림수산성, 경제산업성, 국토교통성, 환경청 합계 치임.

주2. 2022년은 당 초 예산안 수치임.

출처: (一社)日本航空宇宙工業会宇宙産業データブックp.80에 근거하여 필자 작성

<그림 4-2> 우주 관련 기업의 매출액 및 연구개발비, 비율 추이



출처: (一社)日本航空宇宙工業会宇宙産業データブック(2022), p.34



민간기업의 연구개발 비용은 3,400억엔 규모이지만 매출액 대비 연구개발 비율은 최근 7~8년간 감소한 1.2% 수준이다. 정부예산과 민간기업 예산을 합하면 약 9,000억엔 가까운 개발비용을 꾸준히 투자하고 있음을 알 수 있다.

## (2) 항공기산업정책

항공기산업은 일본이 경쟁력을 가진 소재 부품산업의 경쟁력을 지속해서 발전 가능한 산업으로 보고, 금속가공, 소재, 시스템/제어 및 전기 전자, 공력, 구조 설계 기술력을 강화하고 기업육성을 도모하고 있다. 이는 항공기산업이 투자 회수 기간이 길고, 개발 및 양산 리스크가 큰 산업이지만, 항공기 제조산업이 자동차산업 보다도 지식 및 기술 이전을 통한 산업파급 효과가 큰 산업이라는 이점을 가지고 있다.

당면의 일본 정부의 항공기산업 정책의 전략적 목표는 (1)완성기 사업을 축으로 참여하는 사업분야의 확대, (2) 고부가가치 제품지향과 고도화된 통합능력을 지닌 메가 서플라이어의 형성이다. 이를 위해서 3가지 중점과제를 설정하고 있다. (1) 완성기 사업의 전략적 시행, (2)장비품 분야 부품 강화, (3) 국내 산업기반의 강화, 이다.

이하에서는 항공기 부품산업과 관련이 높은 산업을 중심으로 핵심전략과 정책 등을 살펴보고자 한다.

### ① 일본의 항공기 부품산업의 전략

첫째, 항공기 부품 중, 고부가가치 전장품 및 소재시장의 개척과 확대이다. 항공기의 전동/전자화는 향후 전장품 비중이 전체의 40%를 넘을 것으로 전망된다. 이는 항공기 부가가치에서 기체가 34%, 엔진이 24%를 차지하는 것과 비교하면, 더 큰 부가가치를 창출하는 영역이 전장부품이라는 것이다. 다음으로 탈탄소화/경량화 시장 수요 대응으로 부품의 소형화뿐만 아니라, 내구성이 강하면서 경량화된 합금소재를 개발하는 것이다. 특히 현재 세계 90% 점유율인 CFRP의 대량 양산체제를 구축함과 동시에 신소재 개발에 주안점을 두고 있다. 이를 통하여 국제항공기 부품시장의 우위를 획득하고자 한다.

둘째, 중핵 서플라이어(Core Supplier) 육성이다. 경제산업성 문헌<sup>21)</sup>에 의하면, 앞으로 항공기산업에 요구되는 서플라이어는, 연구개발 및 양산기술력을 겸비

21) 製造産業局 (2020) , 今後の航空機サプライヤーの方向性について

하면서 일관공정을 통한 생산과 재료 조달 및 구매능력을 갖춘 시스템 서플라이어(규모 면에서 커지면 메가 서플라이어라고도 함)가 요구된다고 본다. 따라서 단순 가공 및 조립하는 동남아시아의 國家群 보다도 경쟁우위에 설 수 있는, 고부가가치 영역으로 전략적 이동을 도모하고자 한다. 이를 위해 서플라이어를 6개 군으로 구분하고, 각 기업의 역할과 조직능력을 분석, 이에 적합한 성장모델을 구현하고자 한다.

여기서 말하는 서플라이어의 6가지의 비즈니스모델은 다음과 같다. 여기에는 현재 엔진 및 기체구조 영역에 참여하고 있는 대기업 3사는 제외한다.

<표 4-1> 중핵 서플라이어를 목표로 하는 비즈니스모델

비즈니스모델 형태	내용 및 해당 기업
중핵 서플라이어 모델	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 해외, 국내 대기업으로부터 핵심부품 수주.</li> <li>● 차기 중공업을 노릴만한 기업</li> <li>● 다각화와 서비스 등으로 사업영역 확대</li> <li>● <u>AeroEdge</u>: 2015 설립, 축충조립기술과 합금 개발 등 신규기술 투자에 적극적. surfans 사로부터 수주획득.</li> </ul>
연구개발모델	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 자사의 핵심기술을 특정하고, 그 기술력의 향상</li> <li>● 차별화를 위한 소재 및 공법, 설계개발도 가능</li> <li>● <u>TANIDA</u>: 1962년 설립, 자본금 1억. 높은 품질력과 정확성을 기반으로 시작품부터 양산까지 대응하는 주조가공업체. 산학연계 및 적극적인 연구개발과 해외 영업으로 기술트렌드를 조기에 입수.</li> </ul>
일관공정모델	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 비용경쟁, 조달구입품을 양립할 수 있는 서플라이어 체인 구축</li> <li>● 품질 및 서플라이어 체인 운용 능력</li> <li>● <u>항공기부품생산협동조합(미에현 마츠자카시)</u>: 2015년, 항공기 관련 중소기업 10개 사가 설립한 조합. 일괄수주/생산체제를 구축하여 미쓰비시중공업으로부터 수주. 표면처리, 비파괴검사 등 특수공정 취득을 통해서 공정의 일관화를 달성. 자동차산업의 노하우를 살린 발주/수주시스템과 생산관리시스템을 개발, 운용을 통하여, 생산성 향상.</li> </ul>
fabless	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 최적 파트너 선정과 관리능력이 필요</li> <li>● 설계, 품질인증이라는 서플라이체인의 업스트림과 다운스트림 확보가 중요한 모델.</li> <li>● <u>KAGA</u>: 1973년 자본금 1,000만엔. 항공우주업계의 only one의 fabless기업. 자사 공장 없이 높은 기술력을 가진 150여 개 사의 협력기업과의 연계를 통하여, 기획에서 납품까지 고객니즈를 해결. 향후 설계 부문과 연구개발 부문에 투자 확대 추진.</li> </ul>
소재 기업 연계	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 소재업체와의 연계를 통해서 소재, 가공 업체가 모두 부가가치</li> </ul>

수직통합 모델	<p>향상을 도모</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>일본 제철과 光製作所</b>; 소재는 일본제철이 가공, 성형하고, 이를 光製作所가 기계 가공과 아사히금속이 다시 표면처리 공정을 해서 국내 중공업에 납품.</li> </ul>
단공정스페셜리스트 모델	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 특수공정 등에 특화 서플라이체인의 버틀랙 공정을 담당. 이를 위한 지속적인 공정혁신이 중요</li> <li>● TAMAYAKIN: 1951년 설립, 자본금 2,000만원. 열처리 특수공정에 뛰어난 기술력을 가진 기업. 항공기에서 자동차, 정밀기기까지 다양한 산업 분야에 대응. 열처리에 관한 핵심 노하우, 기술 보유</li> </ul>

출처: 製造産業局 (2020) 을 근거로 필자 작성

이상의 비즈니스모델은, 크게 보면 단일 기업이 자사의 조직 능력 및 기술력을 활용하여 Tier1 혹은 Tier2와의 비즈니스를 창조하거나, 혹은 복수의 기업이 협력 체계를 통하여 부가가치 창출로 고객니즈를 만족시키는 비즈니스모델이다. 또한 역사가 그리 오래되지 않은 기업, 혹은 중소기업이라도 자사의 특성과 핵심 역량을 적확하게 파악하면, 항공기산업의 서플라이체인에 편입이 가능하다는 점을 보여주는 사례이다. 그러나 간과해서는 안 되는 것이, 엔진 및 기체구조 영역에서 국제연구프로젝트에 오랜 기간 참가한 경험이 있는 중공업업체 3개 사가 자국 내에 존재한다는 점이 이러한 비즈니스 모델의 현실 가능성을 높인다고도 할 수 있을 것이다.

## ② 항공기산업 부품산업 육성 정책

국가 및 지자체(縣)는 장기간에 걸쳐서 산업육성 지원제도나 기초과학의 성과 공유, 방위산업을 통한 개발 및 양산 리스크 경감과 사업 경험 취득과 학습 기회 창출을 해왔다. 이와 함께, 항공기산업의 과제이기도 하면서, 부품 서플라이어에 대한 중점정책으로 시행하고 있는 것이 국제인증취득, 리스파이낸스, MBO 비즈니스의 강화, 항공 인재 육성 등이다. 이를 위해 중앙부처 및 각 현, 대학이 연합체 성격의 조직에 참여하여, 실질적인 지원과 정보의 제공 등을 하고 있다. 구체적인 내용을 살펴보면, 다음과 같다.

- 국제인증취득 기업수 증가

항공기산업에 진입하기 위한 필수요건이 Nadcap취득이다. 전통적으로 정밀 기계 가공 및 소재 산업에 강한 일본은 항공기산업관련 중소기업 육성에 힘쓰고 있다. 2015년 시점에서 취득 기업수는 26개 지자체(都府縣)에 134개 사업장이 존재한다. 취득 공정수는 278개 특수 공정의 국제인정을 취득하였다. 취득업체 중 약 50%인 67개사업소가 중소기업이다. 따라서 일본 중소기업청은 Nadcap제도와 절차, 방법, 취득 가능 공정, 심사항목 등을 면밀히 분석하고, 이를 공개하고 지도하고 있다. Nadcap에 관한 설문조사에서 금후 관심을 가지고 있다고 대답한 기업은, 항공기산업의 매출이 20%미만인 업체가 40%를 차지한다. 향후 새로운 사업영역으로 설정하고 있고, 이에 도전하는 심사건수도 매년 증가하고 있다. Nadcap 취득에 필요한 비용을 조성금을 통해서 지원하고 있는 지자체도 많다.

- MRO 비즈니스의 강화

기존 항공업체에 더하여, LCC의 항공시장 진입증가로 인하여 생성된 민간 항공기 MRO 시장규모는 2021년 1,170.7억달러에 달할 것으로 예상된다. 이 중 중정비가 22.3%, 장비품 정비가 21.3%. 엔진 정비가 56.6%, 에어라인 정비가 17.4%를 점할 것으로 예상된다<sup>22)</sup>. 이를 위해 ANA는 오키나와에 신정비회사를 설립했다. 이 회사는 ANA가 45%, JAMCO가 25%, 미쓰비시 중공업이 20%, 오키나와 은행 및 오키나와 기타업체 및 관계 기관 등이 2%씩 출자해서 만들어진 회사이다. MRO 비즈니스의 강화는 단순히 MRO 비즈니스를 통한 수익 창출뿐만 아니라 정비사의 교육과 훈련 등을 통하여 인재양성을 할 수 있는 효과가 크다.

- 항공인재양성

관계 관청(경제산업성 및 각 현청 등), 민간기업, 단체가 참여하는 항공기 정비사, 제조기술자 양성연락협의체를 구성하여 각 워킹그룹을 만들어서 인재양성을 조직적으로 이루어내고 있다. 항공 인재는 크게 설계/개발기술자, 생산기술자, 기능사로 나눌 수 있다. 제품의 통합성 실현하기 위해서 설계/개발기술자는 설계, 개발, 생산과정의 전체공정관리 등에도 활약할 수 있는 인재이며, 이들은 글로벌 개발프로젝트에 참가하면서 다양한 항공기를 비롯한 시스템 및 모듈 컨셉 이해와 조정작업을 할 수 있는 인재들이다. 생산기술자는 설계 및 생산, 양 영역의 지식을 겸비한 프로젝트 리더 역할을 맡을 수 있는 인재이다. 마지막으로 생산현장의 작업량 변화와 기종 변화에도 유연하게 대처할 수 있는 현장인재를

---

22) Oliver Wyman사 자료를 근거로 작성한 中村 (2021)에 의거함.

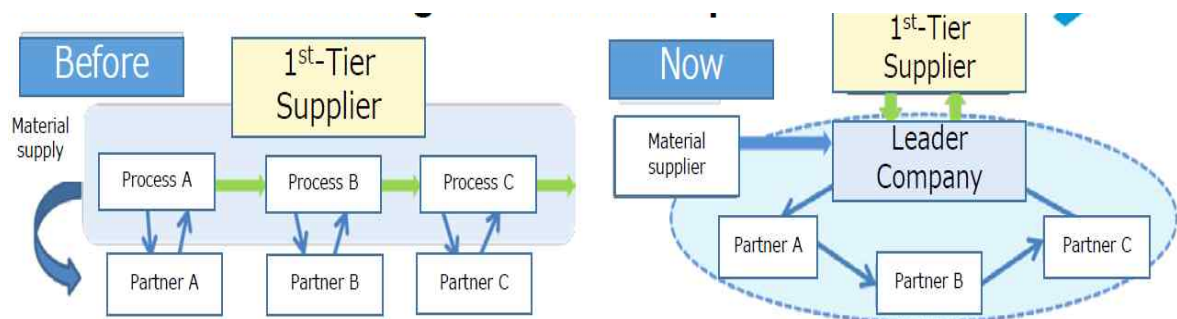
말한다. 이 3영역의 기술자 양성을 위하여 기능 레벨의 표준화도 함께 추진하고 있다. 이러한 작업은 단기간에 가능한 것이 아니기에 장기적 안목을 가지고 관련 기관과 대학, 기업의 의사소통이 이루어져야 한다.

- 일관 생산 체제 서비스 제공으로 수주확대 증가

항공기 부품의 경우, 복잡 다양한 파트 및 소재의 결합체이다. 또한 고도의 품질수준을 요구하기 때문에 1개 사가 발주 단위 내의 구성부품을 모두 처리하기는 어렵다. 따라서 이전에는 Tier1이 개별 발주를 하고 각 공정 끝나면 다시 납품 받고, 다음 공정을 처리할 업체를 물색하여 다시 발주하여 가공하는 방식이 일반적이었다. 하지만, 2010년대 중반에 들어오면서 단순가공처리 보다는 고객이 원하는 공정전체를 일괄수주하고, 이를 담당할 수 있는 기술력을 가진 복수의 업체가 참가하여 공동으로 제품을 만드는 일괄공정체제전환을 촉진시키고 있다. 발주 측에서 보면 거래비용이 경감되기 때문이다.

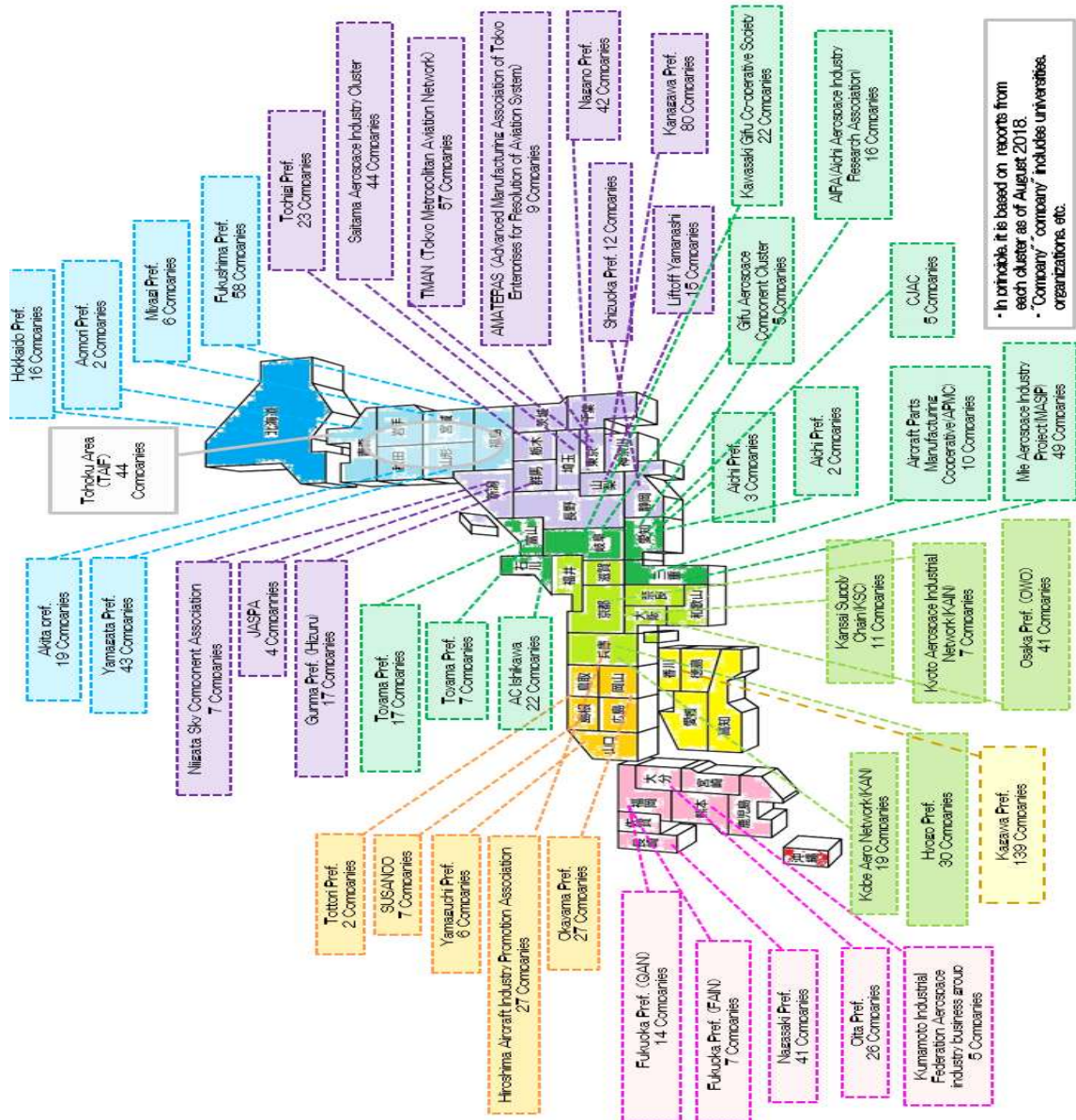
이러한 거래방식으로의 전환으로 인하여 복수의 기업이 연합하여 가공하는 방식으로 수주증가를 꾀할 수 있다. 즉, 단일 공정에서는 뛰어난 가공 기술력과 품질을 가지고 있지만 이전에는 참여하지 못했던 중소기업들이, 연합체로서 전체공정을 분담하는 형식으로 바뀌면서 서플라이체인에 참가할 수 있고 사업 기회를 획득할 수 있다 (그림 4-3 참조). 번잡스러운 발주업무와 품질확인, 기업 관리업무를 리더기업이 하게 되어, 빠른 납기를 기대할 수 있고, Tier1 서플라이어(고객)는 발주와 납품에 관련된 다양한 업무 이관을 통하여 매니지먼트의 복잡성을 경감시키고, 유희자원 연구개발 및 타업무에 배치할 수 있는 이점이 있다.

〈그림 4-3〉 일괄공정체제로의 전환



출처: 製造産業局 (2020)

〈그림 4-4〉 일본 지역 항공기산업 관련 기업 분포



출처: 經濟産業省 (METI) 資料.

다른 한편, 일괄수주 및 일관공정체제로의 변화는, 지역의 기존 부품업체들의 네트워크 구축을 통해서 수주가 가능하다는 점을 의미한다. 즉 해당 산업이나, 자동차나 조선산업 등에서 사업을 전개해 왔지만, 자사의 기술력을 응용하여 고객 다변화를 꾀할 수 있고, 새롭게 항공기 부품서플라이어로 참가할 가능성이

넓어진다고 볼 수 있다. 다시 말하면 지역의 산업공단이나, 관련업체의 클러스터 활용이 가능하다. <그림 4-3>에서 보는 바와 같이 일괄수주에 참가하는 기업이 지리적으로 근접성을 가지고 밀집되어 있으면 그 효과는 더욱 크다고 볼 수 있다. 일본 정부나 지자체는 이러한 각 지역의 항공기산업 관련 클러스터를 바탕으로 국제 수주전에도 어필하고 있다. <그림 4-4>는 일본 전국에 분포하고 있는 지역별 산업클러스터를 나타낸 것이다.

#### · 리스파이낸스

리스 형태의 판매가 2020년 약 50%에 육박하고 있다. 이는 파이낸스 분야의 적극적인 진출을 통한 사업 정비 및 지원이 필요함을 의미한다. 비슷한 예로, 조선산업에서 보여지는 선박 발주 등에 관련한 자금운용 및 보증시스템을 참고할 수 있다. 항공기 구매에는 대규모 자금이 필요한데, 이를 조달하기 위한 금융 시스템을 정비하는 것이 필요하다. 한국은 2017년 항공기리스 현황과 활성화 방안이라는 문헌을 통하여 항공기 리스에 관한 입법 및 정책을 한다고 밝혔다<sup>23)</sup>. 한국업체 중, 미래에셋이 싱가포르에 항공사 리스 설립을 추진한다는 보도가 나온 바 있다.<sup>24)</sup>

## 2) 지방정부의 항공우주산업 정책과 방향성

### (1) 지역별 항공우주산업 육성프로그램

일본의 항공기산업 집적지는 전국적으로 분포해 있다(그림 4-4 참조). 그중 지자체별로 항공기산업 관련 출하액을 보면 아이치현, 동경도, 기후현, 효고현의 비중이 높다. 미쓰비시 중공업이 있는 아이치현, 수도권 지역, 혼다와 스바루가 있는 도치기현, 인근의 나가노현, 등이 대표적이다.

아이치현(愛知県)의 미쓰비시 중공업, 효고현(兵庫県)의 가와사키 중공업, 도치기현(栃木県)의 SUBARU, 동경의 Nabtesco 등의 업체가 입지 한 지역을 중심으로 항공기제조 관련 업체가 밀집되어 있고, 그 부근의 근접지자체의 업체 수도 높은 수준을 보인다. 帝国 데이터뱅크조사(2019년)에 의하면, 항공기제조 관련 업체 수(본사 소재지별)가 가장 많은 곳은 아이치현이 44개 사, 동경도가 35개 사,

23) 국회입법조사처(2017)

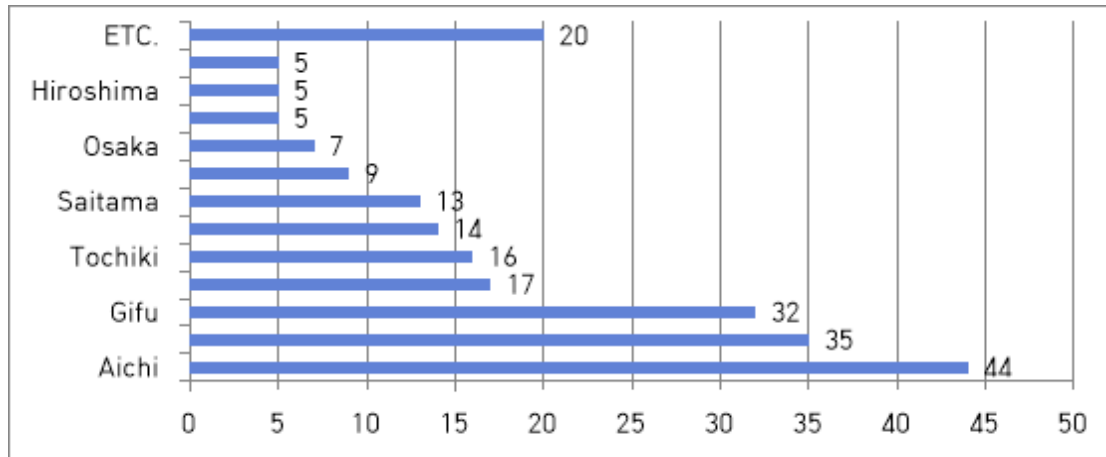
24) 미래에셋(2019), '200兆' 항공기 리스시장 외국계에 도전장, “

[https://mobile.newsis.com/view.html?ar\\_id=NISX20191220\\_0000866962](https://mobile.newsis.com/view.html?ar_id=NISX20191220_0000866962) (2022년 11월 20일 열람)



기후현(아이치현 근접)이 32개 사, 효고현이 17개 사, 도치기현이 16개 사 등의 순위로 나타났다.

〈그림 4-5〉 지자체별 항공기 제조관련 업체수(2019년)



출처: 帝国データバンク名古屋支店 (2020) 特別企画:第 11 回 東海 3 県の航空機産業動向調査

## (2) 지역별 항공우주산업 육성프로그램 사례

각 지역 지자체는 지역의 특성과 기업의 환경 조건에 적합한 정책프로그램 개발하고 있다. 지역에서의 모범적인 시행 사례를 몇 가지 소개하고자 한다.

### · 関東에어로스페이스 프로모션 프로그램 (K-APP)

이 프로그램은 도쿄도를 포함하여, 도쿄 인근의 후쿠시마(福島), 나가노(長野), 도치기(栃木県)현을 중심으로, 중공업(Tier1 서플라이어)의 본사 및 주력공장 소재지 현(縣)의 연합체가 모여 K-APP 회의를 결성하여, 기관 간 정보 공유 및 지원책을 검토하여 항공기산업 및 관련 중소기업 육성을 목적으로 한 프로그램이다. 특정과제를 선정하여 지원하는 프로젝트로 중소기업 중심의 지역 서플라이어, 대기업, 지자체, 경제산업국 등이 연계하여 진행한다.<sup>25)</sup> 특정과제의 예를 들면, 설비투자, 수출입 및 환경, 부지 관련 규제, 기술자나 기능숙련자 확보를 위한 인재지원, 기업간 연계를 통한 일관생산체제 구축 등이다.

조직구성을 보면 지역 공공기술연구센터, 스바루, IHI, 타마가와정기(多摩川精機), 간토경제산업국, 도호쿠경제산업국, 서플라이어가 참여한다. 또한 지자체 별로도

25) [https://www.kanto.meti.go.jp/seisaku/kouku\\_uchu/data/kapp.pdf](https://www.kanto.meti.go.jp/seisaku/kouku_uchu/data/kapp.pdf) (2022년 11월 5일 열람)를 근거로 필자 작성.



별도의 하부 조직을 만들고 있는데, 도치기현산업기술(栃木県産業技術)센터, 도쿄도립산업기술연구(東京都立産業技術研究)센터, 후쿠시마현(福島県)하이테크프라자, 미나미신슈-이이다산업(南信州・飯田産業)센터 등이 그 예이다. 이런 점에서 동 프로그램은 광역적 산관협업 프로그램이라고 할 수 있다.

지원내용을 보면, 생산증대를 위한 설비투자, 공장 확장 지원과 정부 및 지자체의 규제완화와 세제 우대제도 등으로 크게 나뉜다. 이를 포괄하는 법이 “지역 미래 투자촉진법”이다. 그리고 개별 서플라이어 기업지원책으로는 지역서플라이어의 개별 과제를 선별하여 지원하는 제도를 두고 있다. 지원 내용의 중점은 장기간에 걸친 생산성 향상을 위한 지원팀을 파견하여 현장 지원하는 체계를 구축, 활용하고 있다.

- 나가노(長野)현의 항공기산업 진흥책

나가노현에는 미네베아, IHI Aero Manufacturing, 다마가와정기(多摩川精機, Tamagawa seiki), 헤이와산업(平和産業) 등의 업체의 생산거점이 있고, 이전부터 항공기산업 관련 업체가 다수 입지해 있었다. 하지만 이전에는 항공기 관련 부품 업체수가 그리 많지 않았다. 2014년 조사에 의하면 제품 출하액은 95억 엔으로, 일본 전체의 1%에도 못 미치는 수준이었다.

나가노현은 2006년부터 이이다시모이나(飯田下伊那)지역을 중심으로 이이다(飯田)우주항공프로젝트를 시작, 공동 수주조직인 Aero Space Iida(飯田) 프로젝트를 설립하였다. 이후 2014년에는 항공기 클러스터 형성하여, 공동 수주하여 특수 공정을 담당하고 항공기산업 클러스터 特區를 만드는 계획을 입안해 가면서 본격적으로 항공기산업 관련 제조업을 지원하고 있다.

항공기 부품 제조에 참여 경험이 있는 Tamagawa seiki를 중심으로, 이 지역의 35개 사가 참가하여, 중공업으로부터 공동 수주함과 동시에 Nadcap인증을 취득하여, 지역 일관생산체제를 구축하였다. 이와 함께, 신슈(信州)대학이 “항공기 시스템 공동연구 강좌 설치안”을 발표하고, 2016년에는 컨소시엄 협의와 심포지엄 등을 열면서, 대학이 항공기 관련 기술 및 정보 공유를 촉진하는 체제를 구축하고 지역산업 발전에 공헌하고 있다.

- 아이치현의 항공기 제조클러스터:

아이치현은 토요타 자동차와 부품기업의 집적지이다. 그렇지만, 우주항공산업의 제품출하액 기준으로 전국 출하액의 45.5%를 차지하는 지역이기도 하다. Boeing 787 분담률은 35%에 달하는 지역이다. 따라서, 아이치현은 항공기 관련

기업 수는 186개 사, 취업자 수는 13,932명에 달하는 일본 최대의 항공기 제조 클러스터이기도 하다.

이 지역은 기존의 항공산업 관련 업체뿐만 아니라 EV화로 인하여 고객 다각화와 기술의 응용, 용도변경 등으로 자동차 부품업체가 항공기 부품 생산으로 진입한 업체도 적지 않다. 이 지역은 아시아 넘버1의 항공우주산업 클러스터형성 특구의 자질을 겸비한 곳이라고 볼 수 있는데, 그 실현을 위해서 지방정부는 다양한 지원책을 구사하고 있다. 지방정부지원책으로는 항공우주산업계의 최신 정보 공유를 위한 세미나와 강연회 등의 연구회 개최와 네트워킹, 전시회나 상담회를 통한 판로개척지원, 해외 지방정부와 클러스터 단체 등과의 지역간 기업교류 촉진, 고교생 인턴십, 인증취득지원, 이에 더하여 타 산업 분야의 수주확득을 위한 컨설팅 업무 등도 병행해서 이루어지고 있다.

이상에서 본 것처럼, K-APP 프로그램은, 2015년 이후 각 지자체별로 중소기업 지원과 지역경제 구조의 전환을 통하여, 지역경제를 활성화하고 고용 유지를 하기 위한 시책이라고 볼 수 있다. 특히 2015년은 MRJ미쓰비시 중공업의 MRJ의 첫 비행과 성공한 시기를 전후로 많은 지역에서 항공기산업에 관심이 높아졌다. 국산 항공기산업의 과업 달성이라는 희망과 함께, 그 근간을 형성할 서플라이 체인을 국내에 구축하고자 하는 정책적 의지가 결합하여서 실행된 것으로 볼 수 있다. 그리고 아이치현은 선도적인 정책 시행을 하는 지역이기도 하다. 지자체가 운영하는 아이치현 비행연구센터를 나고야 공항 안에 설립하여, JAXA와의 교류를 포함한 연구개발을 지원하고 있다. 물론 이 지역의 대학과 연계를 통하여 연구개발을 지원하고 있다. 세계 면에서는 산업 공동화 대책 감세 기금을 활용하여 항공우주분야를 중심으로 한 연구개발 및 실증 실험 비용을 지원하고도 있다.

나가노현의 경우, 관광지역이라는 이미지가 있지만, 제조업의 부가가치 생산 비율의 약 25% 정도를 차지하고 있는 지역이다. 고용 창출 효과가 높은 제조업의 기반을 유지, 향상시키기 위한 노력의 일환으로서, 항공기 제조산업 지원 정책이 이루어지고 있다고 본다. 항공기 제조 프로젝트 참가 경험 기업을 중심으로, 후보 서플라이어의 발굴과 지원 그리고 지역 대학의 지식 제공 및 정보 공유로 도모 하였다. 이를 통하여 나가노현은 일본의 항공산업 관련 업체를 보유 수로 상위 10위 현에 들어갈 정도로 성장을 했다.

다른 한편, 2010년대 후반은 자동차산업의 EV화 움직임이 일어나고, 보급 속도가 빨라지기 시작한 시기이다. EV화는 기존의 자동차 시스템을 바꾸는 혁신으로

기존의 부품의 1/3이 소멸 대상이다. 이는 서플라이체인의 대변혁을 의미하는 것이기도 하다. 이를 계기로 기존 자동차 부품업체 중에서 타 산업으로의 다각화와 기술의 용도변경을 모색하지 않을 수 없는 상황이다. 항공기산업의 활성화는, EV 위기를 극복하는 방책으로 자동차업체의 사업구조 조정 및 다각화가 있었다. 아이치현에 항공기 부품 서플라이어가 많은 것은 이러한 배경이 있다고 볼 수 있다. 일본 정부 및 지자체의 다양한 정책은 이상과 같은 배경이 작용했다.

### 3) 일본 항공우주산업의 관련 정책 동향

#### (1) 일본 항공우주산업의 과제와 전략목표

일본의 항공우주산업에 관한 정책 중, 살펴본 바와 같이 우주용 부품 및 서브시스템의 높은 해외의존도는 매우 높다. 또한 국내 수요는 대대분이 국내의 관청 및 정부가 고객이다. 즉 정부 수요의존도가 높고, 민간 수요가 적다.

이 두 가지 문제는 산업으로서 자립하는 데 한계가 있고, 적극적인 투자가 어렵고, 경쟁력 있는 기업 체질로의 전환을 힘들게 한다. 이는 산업 전체 규모, 성장을 어렵게 만드는 측면도 있다. 정부는 이런 악순환 구조를 끊고 부품산업의 성장을 위한 선순환 구조를 만드는 것을 긴급과제로 보고 있다.

문제점은 이상과 같이 정리할 수 있는데, (1) 부품에 관한 표준화되고 통일된 방침이 없다는 점, (2) 민간수요와 해외수주의 획득으로 연결될 정도의 연구개발 및 우주 실증이 부족하다는 점, (3) 국내 인정제도인 JAXA 인정제도의 인지도 부족, (4) 관련부품의 수출 확대를 위한 대책이 미흡, (5) 고품질, 고성능 민생부품 채용 부족 등이 논의된다.<sup>26)</sup>

이러한 문제점을 해결하기 위해서 기술 목표로 향후 10년간 우주용 부품의 기술력 및 경쟁력 강화라는 목표를 세우고, 구체적으로 (1) 해외 민간 수요(통신위성) 등을 2기 이상을 수주, (2) 수출액을 2배 많은 320억엔 달성, (3) 해외 의존도를 품목 기준으로 40%에서 30% 감소, 라는 장대한 목표를 설정하고 있다. 이를 실행하기 위해서는 어떤 부품인지를 가려내어야 할 필요가 과제로 남아 있다.

다른 한편, 지금까지 정부와 JAXA가 우주발사체나 인공위성을 관용으로

26) 内閣官房, 内閣府, 総務省, 文部科学省, 経済産業省, 防衛省 (2016)

한정 한 측면이 강했지만, 앞으로 개발단계에서부터 상업용으로 개발하는 프로젝트로 방향성을 바꾼다는 것과 함께 해외시장 개척의 필요성이 제기되고 있다. 다음으로 연구개발과 우주실증, 이를 통한 실용화를 위한 제품개발 프로세스의 전체 흐름을 염두에 둔 연구개발을 추진함으로써 보다, 빠르게 사업화를 실현한다는 것을 목표로 하고 있다.

마지막으로, 신규진입 기업증가를 추진하는 것이다. 우주항공부품의 설계 및 제작에 참여할 수 있는 잠재적 기업군은 항공기 제조산업과 마찬가지로 자동차 부품기업이다. 이 부분이 키 요인라고 본다. 물론 우주항공부품의 경우, 내방사선 내성에 관한 요구가 엄격하지만, 이를 기술적으로 클리어하면 인공위성 또는 로켓에도 활용할 수 있다. 주지하는 바와 같이 일본의 자동차 부품산업은 생산 현장에서의 생산성 향상을 위한 다양한 툴과 노하우를 축적하고 있고 다양한 소재를 취급하고 있는 산업이다. 그리고 다양한 기술 및 가공, 조립 노하우를 가지고 있어서 응용 가능성이 크다.

이와는 달리 향후 급속한 성장이 예상되는 초소형인공위성의 경우, 양산이나 제조 이상으로 기초과학지식의 중요성이 크다. 따라서 지역의 대학과 관련 연구기관, 기업 등의 협력적 관계 형성과 이에 기반한 사업화 진행이 중요하다고 본다.

## (2) 항공우주관련 인재 육성 방향

2050년 세계 우주산업 규모는 200.7조 엔으로 예상한다. 이 중 파급적 효과가 있는 산업을 제외하고, 우주 관련 산업 83.1조엔 중에서 각 분야별로 세계시장 점유율 4%를 목표로 하고 있다. 각 분야는 로켓/우주 스테이션 보급기, 인공위성/우주 스테이션, 지상 설비, 관측설비, 관측 분야, 전기 통신사업, 소비자 서비스 등으로 구성된다. 대략 우주 기기 산업에 약 5만 명, 관측 분야에 약 2만 명, 전기통신소비자 서비스 분야에 약 9.3만 명, 총 약 16만 명의 인력 확보를 목표로 하고 있다(秋山, 2020). 이 중 약 10년 후에 요구되는 인력을 2030년 전반의 우주산업 규모를 고려해서 보면, 현재의 연구개발자, 고도 기술자, 일반 종사자 수는 턱없이 부족한 상태이다. 2030년대 전반에는 연구개발자가 약 5,500명, 고도 기술자가 약 1,500명, 일반 종사자가 7,200명 정도로 합계, 14,200 정도가 필요하다고 추정한다(秋山, 2020).

향후 10년 혹은 20년 뒤의 인재를 양성하기 위해서 어떤 교육정책을 시행, 준비하고 있을까. 기후(岐阜) 현에서 진행되고 있는 항공우주 생산기술 인재

육성 연구개발프로젝트가 진행되고 있다. 여기 연구회에서 발표된 秋山(2020)의 발표 자료를 참고해서 보면 다음과 같은 우주 관련 프로그램을 시행하고 있거나 향후 설치할 것으로 예상된다.

첫째는 초등학교부터 대학원까지 각 교육기관 별로 우주 관련 교육프로그램을 설정한다는 것이다. 자극과 흥미 유발에서 전문지식 기술자 형성이라는 일관성 있는 교육체계의 구축이다.

둘째는 지식 전수 및 강좌형 수업뿐만 아니라 경험을 통하여 흥미를 유발 시켜 관심을 끌게 만들고, 전문화된 영역에서 학습과 연구하는 인력을 양성한다는 것이다. 특히 유년기부터 자극을 줄 수 있는 프로그램과 교육체계를 구축한다는 것이다.

유명한 것이 소형로켓의 발사, 연소시험이다. 고등학생과 대학생을 상대로 한 실천적인 프로젝트 활동을 통하여 학습되도록 하고 있다. 로켓발사 경진대회 같은 로켓 고시엔(고교야구의 전국 시합 명)을 개최하여, 우주에 대한 꿈을 학생들에게 심어줌과 동시에 지식 향상을 도모하는 교육체계를 만들어 실시하고 있다. 팀으로 출전하는데, 팀 운영이나 공동시험 운영 등에 관해서 학습하면서 향후 프로젝트 리더로서의 소양 등의 향상을 목적에 포함하고 있다. 관심을 자극하고 흥미를 끌게 만들고 프로젝트 경험과 전문교육, 사회참가 경험을 동시에 쌓게 만드는 교육프로그램을 시행하고 있고, 초등학교에서 대학, 대학원까지 구축할 예정이다. 경험과 실전 실험을 촉진하기 위해서, 일본의 대학과 학생이 이용할 수 있는 일본 전국에 분포하는 우주 교육시험장을 13개소 오픈하고 있고, 이곳에서 실험을 통한 교육지원체계를 마련하고 있다. 이러한 우주교육 시험장은 3개소가 더 오픈될 예정이다. 우주 교육시험장을 활용한 우주교육거점은, 홋카이도, 아키타, 수도권, 기센(紀泉), 규슈 등 5개 지역에서 설치 운영되고 있다.

정부 차원에서는 JAXA가 우주교육센터를 운영하고 있고, 교원양성 강좌 및 다양한 교육프로그램을 시행하고 있다. 또한 일본의 해외 생산거점 인재 보급을 위한 아세안 태평양 지역 우주 기관 회의(Asia-Pacific Regional Space Agency Forum; APRSAF)를 설치하여 교류 및 체험학습을 제공하는 활동도 하고 있다. International Space Education Board (ISEB)에도 매년 학생들을 50-70여 명씩 파견하고 있다.<sup>27)</sup>

다른 한편, 항공우주 산업에 필수불가결한 디지털 인재의 육성도, 4차산업 혁명을 이루기 위한 산업 인재 육성과 연계되어 추진되고 있다. 이는 항공우주 산업의 전장부품 관련해서 필수인원이기 때문이다.

---

27) <https://edu.jaxa.jp/about/activityreport/assets/report2020-2021.pdf>

## 5. 결론

### 1) 총괄

본 보고서는 일본의 항공우주산업을 대상으로, 내셔널 이노베이션 시스템(NIS) 측면에서 항공우주 산업생태계 형성 역사와 밸류체인 분업체계 등의 현황을 고찰·분석하고, 우주항공산업의 장기적 기술개발 및 사업전환 특성을 고려하여 기업 및 정부의 역할과 글로벌 밸류체인과 생태계 조성 및 제품 전략 등을 분석하고자 하였다. 또한 이를 통하여 한국 정부 및 기업에 의미 있는 시사점을 제공하는 것을 최종 목적으로 하였다.

먼저, 지금까지의 논의의 핵심을 간단히 정리하고, 일본 우주항공산업의 포지션과 과제를 정리한 후, 향후 성장산업에서의 경쟁력 확보를 위한 정책적 함의에 관해서 논의하자.

- 항공우주산업의 특성은 과학지식산업이고, 품질 규정이 매우 엄격한 산업이다. 자동차산업보다 더 파급효과가 큰 산업이고, 항공기 제조산업은 우주항공산업 및 우주 서비스 산업의 경쟁력과 직결되는 연관 산업이기도 하다. 하지만 10년 정도를 소요하는 긴 개발기간과 개발 및 투자 리스크가 큰 산업이다.
- 항공기산업은 2041년에 41,358기의 수요가 예상되는 성장산업이다.
- 제품시스템 특성상, 300만 점을 넘는 통합 아키텍처이고, 시스템, 서브시스템, 부품, 파트별로 나누어져 국제적인 수직분업 구조하에서 개발, 생산되는 고부가가치 산업이다. 기술 및 관리의 복잡성을 외주하는 형태라고 할 수 있는 시스템 서플라이어의 등장으로, 최근 글로벌 서플라이체인의 구조 변화가 일어나고 있다. 따라서 부품업체는 이러한 변화에 적응하면서, Tier1 혹은 Tier2, Tier3로서 차별화된 개발 및 양산능력, 핵심역량을 어필하고 밸류체인에 어떻게 어떤 위치에 포지셔닝할 것인가가 중요한 전략과제가 된다.
- 항공기 제조산업의 시장 구조는 민간 항공기의 경우 보잉과 에어버스사의 2대 과점시장이나, 2000년대 이후, 탑승 인원 100인 이하의 RJ와 BJ가 새로운 세그먼트이션으로 부상하였다. 향후, 성장이 기대되는 영역이며, 기술적 접근 가능성도 대형기 보다는 다소 쉬운 제품영역이다.
- 또한 LCC 항공사의 증가, 리스 판매방식 비율의 급속한 증가는 MRO 시장 성장 가능성을 확대했고, MRO 전문업체의 등장과 성장으로 시장구조가 변화

하고 있고, 글로벌 대응 체제가 빠르게 진행되고 있다.

- 항공수요의 급속한 성장이 예상되는 지역은 중국과 아시아태평양지역이다. 또한, 최근의 지정학적 리스크 속에서 방산 수요증가가 예측된다.
- 항공기산업생태계는 보다 큰 파급효과를 가진 성장산업으로 변모하였고, 항공기 제조 및 부품산업은 성장동력 산업으로 인식, 각국 기업이 진입을 위하여 필수 조건인 국제인증취득을 위한 경쟁이 격화되고 있다.
- 항공기 기술 방향성은 경량화, 고속화, 탈탄소화, 전동화가 핵심이다. 따라서 CFRP, 치탄 등 신소재 개발 및 양산, 이에 함께 고부가가치품인 전장 부품의 거래확대가 산업 성장의 키 요인이 된다고 본다.
- 따라서 민간 항공기 시장의 2대 과점 체제를 고려한 밸류체인 구조를 볼 때, 부품 관련 산업에서는 통신 및 지상 장비를 포함한 전장 부품과 소프트웨어, 소재 시장영역을 중심으로 한 고부가가치시장인 영역에 진입, 공략하는 것이 효과적인 전략이 될 수 있다. 완성기 영역에서는 BJ 혹은 RJ영역으로 서서히 진입하는 것이 효과적이다. 이를 위해서는 개발 리스크 및 양산 리스크를 흡수하는 기능을 가진 방위산업에서 축적된 기술력과 노하우의 민간 이전 혹은 관민 합체로 사업을 당분간 진행하는 것이 바람직하다고 본다. 이를 통하여 지식 및 프로젝트 경험을 통하여 독자적 개발의 길을 장기적으로 모색할 필요가 있다.

다음으로 우주항공산업에 관해서 정리하자면,

- 우주항공산업은 271B 달러 규모의 시장이지만, 항공기산업과 마찬가지로 개발 및 양산 리스크가 크고, 장기간 개발 리드타임이 소요되는 산업 특성을 가진다. 한편으로는 군사적 목적으로 활용되는 측면이 있는 산업이기에 각국의 경쟁이 첨예하게 대립하는 분야이기도 하다.
- 마찬가지로 인공위성시장 및 발사체 시장은 우주 비즈니스의 본격적인 이륙과 함께 성장이 기대되는 산업이다.
- 발사체는 대형화 추세이고, 통신, 관측, 제어 등의 임무를 수행하는 인공위성의 기술 동향은, 소형화, 경량화, 저비용의 초소형인공위성 개발이다. 특히 인공위성을 중심으로 한 시장이 효과적이다. 이와 함께 우주 서비스 산업 관련 업체 육성 및 인재 양성이 필요하다고 본다.

그럼, 일본의 항공우주산업의 현황과 과제, 전략 방향성에 관해서 정리해 보자.

- 제2차 세계대전의 전후처리 과정에서 개발 및 생산활동이 금지된 일본의

항공기 제조산업은, 1952년 샌프란시스코조약 후 해금되었으며, 최초의 민간 항공기 YS-11의 개발 생산에 성공하였다. 하지만, 미국 항공기업이 패권을 쥐기 시작한 시장상황과, 담당업체의 시장개척력 및 영업력 부족 등으로 생산이 중단되었다. 하지만 이 경험은 일본 항공기 제조에 있어서 신화 같은 상징이 되었고, 이후 국내 항공기 개발의 뜨거운 열망으로 존재하게 된다.

- 태평양 전쟁 시, 항공기 개발 및 제조 경험이 있는 미쓰비시 중공업, 가와사키 중공업, IHI, SUBARU 등의 업체가 항공기 제조산업의 주요한 기술자산이 되었다. 이 업체들은 항공기제조 및 방위산업, 우주항공산업에도 주력 플레이어로 일본의 항공우주산업을 견인하는 기업이 되었다. 이들 업체의 공통점은 조선 및 차량 등의 생산 및 개발했던 중공업계 업체라는 점에 주목할 필요가 있다.

- 미국의 보잉과 GE 등과의 기술 교류와 라이선스를 취득하면서 일본의 민간 항공기 개발 프로젝트의 수행 기회를 포착했다. 이후는 세계 2대 항공기 제조 업체와의 국제 연구개발프로젝트에 참가하면서 발전하기 시작하였다. 특히 보잉 767기 개발 프로젝트 참가는 일본의 항공기산업의 근간 형성에 커다란 계기가 되었다.

- 국제 연구개발 프로젝트 참여는 글로벌 밸류체인에서의 기반을 확보하게 해주었고 일본 정부 및 지자체는 기체구조 및 엔진개발 및 양산 경험이 있는 중공업 업체를 축으로 한 수주 전략 및 항공기 제조산업의 근간 확대를 꾀한다.

- 특히 미쓰비시는 RJ기종의 MRJ를 개발, 첫 시험비행의 성공이 다시금 일본의 항공기 제조산업을 성장 및 육성 대상 산업으로 정책적 전환을 시키는데 크게 영향을 미쳤다. 미쓰비시의 MRJ는 아직 형식승인이 연기된 상태이지만, 가까운 시일 내에 개발이 복귀될 것으로 예상된다. 이에 비해 혼다는 혁신적인 BJ기종인 HondaJet에 성공, 수주가 증가하고 있다. 그 성공요인은 제품의 혁신성과 시장 니즈가 정확하게 맞았다는 점과 자동차산업에서 쌓은 시장 개척력과 항공 기술의 지속적인 흡수와 개발/서비스체제의 신속한 글로벌 전개가 성공 요인으로 작용했다.

- 일본 항공기산업 전략은 기본적으로 3대 중공업업체가 기체구조 및 엔진 개발에 Tier1 서플라이어로 참가하고, 항공부품업체를 포함한 Tier2, Tier3 기업을 네트워크를 구축 참가시키는 방식이다. 글로벌 시스템 서플라이어의 역할을 담당할 정도의 항공기 전체에 관한 기술이 아직 부족한 상태이기 때문에, 중공업 업체를 정점으로 일관생산체제를 구축하고 있다. 이를 통한 성공사례도 관찰된다. 일관생산체제 구축은 더욱 큰 단위의 수주를 획득하기 위한 것이기도 하고, 소요 부품의 일본 내 중소 혹은 중견기업이 참가하여 더욱 효율적으로 소재 가공 및



부품조립을 할 수 있는 이점이 있다. 이러한 방식의 운영은 수입 대체적 효과를 얻으면서도 지역경제 활성화와 고용유지 및 창출효과를 발휘한다. 장기적으로는 중공업계 기업의 시스템 서플라이어 지위로의 전화 및 진화를 도모하는 정책을 구사하고 있다.

- 항공기 제조산업으로 진입은 국제인증취득이 필수요건이고 이를 각 지자체 혹은 정부 차원에서 지원하고 있다. 지자체에서는 타 산업에 기반을 둔 기업의 항공기 제조 관련 산업으로의 유도 및 사업다각화를 지원하고 있고 성공사례도 다수 존재한다. 유력한 산업은 자동차 부품산업이다. 자동차부품 산업에서 축적된 기술력과 생산관리, 서플라이체인 관리, 현장관리능력이 항공기산업에도 유효하게 적용되기 때문이다.

- 한편, 항공우주산업의 경우, 독자적 기술 확보 능력을 위해 노력하였지만, 미국이 일본의 군사력 증강으로 이어질 가능성을 배제하는 측면에서, 일부 관련 기술의 이전과 수출 약속을 전제로 한 협약을 내의 활동으로 제한된 상태로 항공우주산업의 발전을 꾀할 수밖에 없었다. 즉, 정부의 지원 하에서 독자적인 조직체를 만들고 개발력을 향상시키고 많은 발사경험과 인공위성의 활용을 하고 있는 국가이지만, 세계 6% 점유율에 부품 및 장치의 해외 의존 비율이 높은 산업이다.

- 또한 우주항공산업은 방위산업의 특성을 가지고 있기 때문에 대부분 고객이 정부이다. 이는 내수 위주이다. 이는 상업성을 전제로 한 개발이 아니기에 수출이 미비하다. 따라서 국내 조달 부품 및 장치의 증가와 개발단계에서부터 상업용을 염두에 둔 개발이 필요하다고 본다.

이상, 일본의 항공우주산업의 현주소와 과제를 정리해 보았다. 미국이나 러시아, 영국 등에 비하면 일본의 항공우주산업의 비율은 그다지 크다고 할 수 없다. 위에서 살펴본 것처럼, 태평양 전쟁 처리 과정에서 미국은 일본을 통제·관리 가능한 산업으로 만들고, 그 정책은 일본의 항공우주산업에 구조적인 문제를 노정하게 만든 큰 요인이라고 본다. 하지만 통제된 상태였지만 일본은 선진국 그룹에 들어가면서, 항공우주산업의 토대를 쌓았다는 점도 부인할 수 없다. 항공기 제조 관련 산업의 육성, 수주 증가, 해외의존도 감소, 소재 및 전장 부품 등의 고부가가치 부품영역 확대라는 과제를 극복하고, 향후 시장규모의 성장에 따른 사업기회의 확대를 꾀하기 위해 산학관이 연계하여, 국제인증취득을 위한 가이드, 항공산업 정보의 공유, 항공 산업인력 육성을 위한 제도적 틀과 지원책, 향후 10~20년 뒤의 우주 인재 육성을 위한 활동 등 다면적인 지원을 전개하고 있다.

항공우주산업의 새로운 전환기를 앞두고, 일본은 과거의 많은 경험과 실적을 바탕으로 글로벌 항공우주산업에서 존재감을 뚜렷이 나타내고자 한다. 일본은 기계 가공, 자동차산업을 지탱해 온 뿌리 산업이 강하다. 이러한 강점을 살리면서, 동시에 방위비 증가를 통한 완성기 기술의 진화와 시장개척을 꾀할 것으로 보인다. 최근의 지정학적 리스크와 미·중의 대립, 정치적 논리와 경제/산업 논리의 혼동, 디커플링이라는 국제정치적 역학 관계의 변화는, 일본이 방위비를 증가시키면서, 해외지향적 마인드로 중소 및 중견기업을 중심으로 한 제조 사업체의 사업영역 다각화를 통하여, 항공우주산업의 재구축을 도모하려는 시기라고 볼 수 있다.

## 2) 일본 항공우주산업으로부터의 함의와 제언

### (1) 정책적 시사점

항공우주산업의 경쟁력 및 가치획득을 위해서는 장기적 관점에서 일관성을 지닌 전략 수행이 필요하다. 제2차세계대전 이후, 미국과 함께 민간 항공기산업으로서 명성을 높였던 영국의 항공기산업의 실패는 반면교사가 된다. 영국의 항공기 산업정책의 실패는 정책의 지속성과 일관성 결여가 지적된다. 즉, 1950-1980년대, 미소 냉전체제 하에서 촉발된 우주개발경쟁과 군비경쟁 속에서, 민간 항공기와 군사용, 유인우주선과 미사일 개발로 왔다 갔다 했던 정책이 예산의 낭비로 이어졌고, 결국은 영국의 항공기산업이 국제경쟁력을 상실하게 된 점을 상기할 필요가 있다(Owen, 2000).

항공기는 기초과학 기술에 근거한 다양한 전자, 기계, 전기, 화학 기술의 복합 기술체라고 할 수 있다. 그리고 현재의 국제 수직분업 구조하에서 가장 효과적인 방법을 생각하면, 리스크를 경감시키면서 지속적으로 기술을 축적하고 이를 안정적인 품질 수준까지 끌어올리는 기술적 노력과 조직 매니지먼트가 필요하다. 이를 바탕으로 현재의 국제분업 구조에 편입하는 것이 지름길이라고 본다.

#### ①완성기 분야 산업생태계 및 견고성의 유지

항공기산업의 꽃은 항공기의 설계와 개발일 것이다. 하지만, 항공기 개발은 간단히 가능하지 않다. 미쓰비시의 MRJ 개발 지연에서 알 수 있듯이, 항공기 개발에서 발생하는 다양한 문제를 해결하지 않으면 안 된다. 이는 축적된 경험과

학습에서 획득하는 것이 지극히 많다. 이를 위해서 가장 빠른 방법은 미국이나 영국이 전후 민간항공시장의 형성기에 취한 행동과 유사한 방법이 필요하다고 본다. 즉, 군사용 항공기 개발의 지식과 경험, 기술의 민수용으로의 이전이다.

한국의 경우, KF-21과 FA-50의 개발 및 연구를 통하여 실질적인 사업화 경험을 쌓고 있는 과정이라고 볼 수 있다. 이 전투기는 한국항공우주산업(KAI)을 필두로 국방과학연구소와 주도하며, 약 225개의 국내 업체들과 10여 개의 정부출연 연구소, 15개 대학교들이 참여하여 수행되었다<sup>28)</sup>. 이와 함께 방위산업의 수출 호조는 개발 리스크 경감과 양산을 통한 기술력 향상 및 프로젝트 관리능력 향상을 이룰 수 있는 절호의 기회이기도 하다.

양 전투기의 개발 프로젝트에 참가한 기업들은, 누적 생산량 증가와 반복적인 실험과 분석을 통하여, 항공기에 대한 이해와 자사 공급 부품의 사양 및 품질 기준을 더욱 명확히 이해하면서 항공기 부품 제조업체로 진화할 수 있다고 본다. 방위산업영역의 항공기 개발 및 제조는 민간업체의 학습 및 기술 이전, 획득의 장으로서 역할이 크다. 미국이나 영국, 제4장에서 살펴보았던 일본의 기업의 예를 보면 잘 알 수 있다.

다음으로 시장수요 측면을 고려해야 한다. 한국 항공산업은 2021년 12월 기준으로 대한항공을 비롯하여 8개 항공사가 있고, 취항 국가는 36개국, 취항 도시는 77개, 109개 노선을 운용하고 있다. 국내 항공 시장은 제주-서울 노선이 가장 승객이 많은 노선이다. 주 운항 횟수는 여객이 252회, 화물이 230회이다<sup>29)</sup>. 이는 일본과 도쿄-홋카이도 노선과 비교하면 조금 낮은 수준이지만, 글로벌 레벨에서 보면 탑 클래스의 높은 운항 횟수를 지닌 노선을 한국은 보유하고 있다. 하지만 단거리 노선으로 국내 항공사의 보유 항공기 대수나 리스 대수만으로는 안정적인 시장력 확보는 어렵다. 개발 및 양산 리스크를 회피하고 투자회수 기간을 단축하게하기 위해서는 적극적인 해외시장 개척과 공략이 중요하다.

일본이 국산 민간 항공기 YS-11를 개발 하였지만 생산 중지에서 보았다시피, 항공기 개발에서 그치지 않고, 국산 완성기를 지속적으로 생산하기 위해서는 국내시장만으로는 협소하기 때문에, 가격경쟁력 확보와 지속적인 연구개발을 위해서도 시장개척은 필수다. 시장 확대는 국내 항공기 제조를 위한 산업 생태계를 구성하는 견고성을 유지할 수 있다.

---

28) 여기에 인도네시아의 PTDI(현 IAE), 유럽의 유로파이터 유한회사, 미국의 록히드 마틴, 부품 공급사는 미국의 GE, Texstars, Harris Corporation, 영국의 Oxley, Martin-Baker, Cobham, 캐나다의 Héroux-Devtek, 이탈리아의 Leonardo 등이 참가하고 있다.

29) 한국항공협회 HP

다른 한편 민생용으로 기술을 원활히 스핀오프하기 위해서는 제도적 장치 설계도 함께 이루어져야 한다. 물론 국방이라는 관점이 훼손되지 않는 제도 설계가 필요하다. 국민의 출자 비율이나, 의사결정구조, 이익 배분, 연구개발 성과의 공유 시스템, 연구원 및 기술자 간의 상호활용 등에 관한 내용이 포함되어야 할 것이다.

## ② 항공우주 관련 산업생태계 확대와 클러스터 전략

현재, 우리나라는 많은 제조기업이 항공기 부품·소재 생산 및 공급에 진출해 있지만 대부분 2~3차 협력업체로 KAI(주)를 포함해 (주)아스트, (주)하이즈항공, (주)샘코 등 일부 기업만이 보잉·에어버스 등 항공기 제조사에 부품을 직접 공급하고 있다. 그 중 KAI(주)를 제외한 나머지 기업은 매출액 1,000억 원 이하의 중소기업이다.<sup>30)</sup>

Tier1 기업이 적은 한국의 상황에서 우선 국제분업구조에 편입이 급선무다. 이를 위해서는 국제인증자격취득이 먼저 이루어져야 한다. 일본의 지자체 등에서 시행하고 있는 것처럼, 국제인증자격취득을 위한 절차, 요건, 준비항목 등에 관한 상세한 사항을 가이드하고 서포트하는 정책입안이 필요하다. 단순히 자격취득을 권고하는 식이 아니라, 먼저 항공기제조관련사업의 매력도와 정보를 알리고, 자격취득 의사가 있는 기업의 애로사항을 협회나 단체, 지자체 등이 연계해서 면밀한 대책을 1대1로 상담하고 점검하는 조직체가 필요하다. 물론, 이러한 개별 기업의 활동이나 상담내용 등을 데이터베이스화 하고, 관련기관이 항시적으로 열람을 통하여 의욕과 기술력뿐만 아니라 진척상황을 모니터링하고, 성공사례를 협회나 지자체 등이 공유할 수 있는 틀을 만드는 것이 중요하다고 본다. 동시에 제품 및 소재 기술과 현장 공정관리 기술에 관한 정보를 제공하는 제도적 틀도 필요하다. 이는 자동차산업 분야에서는 있었던 사례이다. 즉, 자동차산업에서는 개발단계에서의 게스트엔지니어링 제도나 퇴직경험자의 부품기업에 대한 개발 및 생산기술지원과 학습은, 저변에서 부터 기술력을 향상시킬 수 있는 기회가 되었고, 개별부품업체의 조직능력 및 기술력 향상뿐만 아니라, 완성차업체의 품질 및 기술력, 서플라이체인의 견고성으로 이어져, 산업경쟁력 캐치업에 크게 공헌한 경험이 있다.

30) 한국생산기술연구원(2018), 「웹진 정보 더 뿌리 GO」 VOL. 43. 1월호.  
<https://www.kpic.re.kr/html/webzin/sub.php?pmode=webzinepage155>

기술적 측면이 클리어되면 일본의 사례에서 보듯이, 단일기업은 단일공정이나 단품에 특화 되어 있는 경우가 많다. 이미 Tier1으로 참가하고 있는 기업이 일괄수주 형식으로 수주받고, 복수의 기업이 다양한 공정을 나눠서 담당할 수 있는 조직적 틀로 대응하는 방식이다. 다시 말하면 현재 Tier1의 경험과 지위에 있는 기업이 수주획득을 위한 영업을 하고, 수주획득분 중 일부를 복수의 기업이 일괄처리, 가공하는 방식을 채용하는 것이다. 이러한 방식은 앞서도 언급한 것처럼 중소기업의 특화된 전문 가공기술 활용과 지역경제의 활성화, 고용 유지 및 확대로 이어진다. 수주와 거래를 반복적으로 수행함으로써, 해당 기업은 연구 개발과 설비확충을 통하여 고부가가치 영역으로 이동, 진화가 가능하고, 고객의 요구 생산 수량에 글로벌로 대응할 수 있는 체제를 구축할 수 있다.

이를 원활히 수행하기 위해서 로지스틱과 원만한 의사소통 체제를 위해서 클러스터 전략이 중요하다고 본다. 현재 항공기산업 관련 제조업체가 집적된 지역이 사천, 울산, 양산 등을 포함한 경남이다. 한국 내에서 경남지역이 항공기산업의 68%를 점한다. 경남지역의 도로 및 해상 인프라는 우수하다. 이는 지역간에 다소 분산된 생산거점을 연결하는 물류 편리성을 증가시킬 수 있고, 인근에 자동차 및 조선산업의 클러스터로 존재한다. 유사한 가공 처리 업체가 다수 존재하기 때문에, 잠재적 항공기 부품 서플라이어가 많이 존재한다고 판단된다. 이 지역의 상공회의소나 연구원을 활용하여 각 기업의 전문기술과 생산 품목, 수준, 거래실적, 국제사업 경험 등을 바탕으로 네트워크를 구성하는 역할을 지자체나 정부가 주축이 되어서 만들어 가는 것이 필요하다고 본다.

### ③ 디지털 기술의 활용한 사업다각화

항공기와 인공위성 그리고 지상 관측시설 등, 통신 및 전장품 부품영역은 한국 기업이 우위성을 점할 수 있는 디지털 기술과 소프트웨어 기술을 활용할 수 있는 사업영역이다. 전자장치 및 통신 영역의 제품을 개발 생산업체의 다각화가 가능한 영역이다.

인공위성의 구조와 기능, 이를 수행하기 위한 지상 설비 등에 관한 지식과 이해가 겸비되어야 한다. 이는 대학이나 지자체가 상시적인 교육프로그램 등을 제공할 수 있도록 지원하고, 적극적인 홍보활동을 통하여 신규진입을 촉진할 수 있다고 본다.

#### ④ 항공 인력육성을 위한 전문기관 및 대학

일본이 추진하고 있는 소아 때부터 자극과 관심, 전문화의 길로 끌어내는 방식은 다소 장시간이 소요되는 면이 있다. 하지만, 이 산업 자체는 개발에 대략 10년이 걸리고, 신규 항공기 개발 타이밍을 고려하면 10년, 20년을 내다본 긴 안목의 교육 프로그램을 고안하고 운영할 필요가 있다. 아울러 항공기 산업이나 우주항공산업의 매력과 그 직업군의 적극적인 홍보를 통하여, 사회적인 관심을 환기시키는 작업도 병행해야 한다고 본다. 이는 단기적으로 직접적인 성과를 내기는 어려운 활동이지만, 장기적 측면에서의 성과를 생각하면, 이러한 활동은 필수불가결한 것이라고 본다.

#### (2) 기업에 대한 시사와 함의

향후 성장 산업인 항공우주산업, 특히 항공기 제조 관련 산업과 우주발사체 산업에 신규진입 가능성이 큰 산업이나 기업군은 자동차산업 및 자동차부품 산업을 중심으로 한 기계가공 및 전자, 전기 부품 관련 업체라고 볼 수 있다.

여기서, 산업연관성이 높은 자동차산업의 특성과 항공기산업의 차이점과 유사점을 간단히 점검해 보자.

<표 5-1>에서 알 수 있는 것처럼 자동차산업과 비교해서 항공기산업은 장기간의 개발리드타임과 엄격한 품질기준이 적용되는 고리스크 산업이다. 또한 국제 과제 체계하에서 국제협력프로젝트 멤버에 진입해야만 그 국제분업체계에 들어갈 수 있는 진입장벽이 큰 사업임에는 틀림이 없다. 하지만, 두 제품은 소재 및 부품 기술의 유사점이 가진 산업이다.

기술적 측면에서 유사점을 살펴보자. 항공기제조 및 우주항공산업은 다양한 소재의 가공이 필요하다. 부품 수 또한 300만 개를 넘는 예도 있다. 그만큼 사업 기회가 많이 존재한다는 것이고, 소요부품이나 파트는 전자에서 금속가공, 표면 처리, 조립, 검사 등 무수하다. 즉 다양한 중소기업의 기술력을 응용할 수 있다. 예를 들면 자동차부품, 기계, 건설장비 등, 특히 자동차부품업체의 경우, 앞으로 전기자동차의 보급 증가로 인하여, 사업기회 상실 위기에 직면한 기업도 적지 않다고 본다. 기존 기술 베이스로 용도 전환 혹은 응용 기술 개발로 지금부터 성장하는 산업으로의 다각화를 할 수 있는 기회라고 볼 수 있다. 항공우주산업은 자동차 부품업체가 지금까지 경험, 축적한 노하우와 기술을 활용 가능한 사업임이 틀림없다.

〈표 5-1〉 항공기산업과 자동차산업의 비교

항 목	항공기산업	자동차산업
불확실성/리스크 수준	매우 높음, 고 리스크	중 수준
부품 수	100-300만 점	2-3만 점
개발기간	8-10년	2-4년
연간 생산대수	약1,500기	약9,000만 대
품질관리	국제기준 매우 엄격	국내 기준, 엄격
사용 연수	약20-30년	10-15년
가격	약 100 -3,000억	수백만-수천만 원
사양	커스터마이즈	표준화
고객	항공사 및 정부, 기관 등	불특정 다수
생산방식	수주 생산	수주 및 예측생산
외주율	50-70%	70%
생산 후 정비시장 규모	매우 큼	큼

출처:小 林 ( 2020 ) 을 근거로 필자 작성.

다른 산업으로부터 항공우주산업에 신규 진입하여 성공한 사례도 다수 확인된다. 이하에서는 이런 사례를 소개한다.

• 사례1(자동차, 건설기기)

자동차, 건설기기의 부품제조기 술을 살려서 항공기 제조 분야에 진입한 기업. 20년 전의 수주가 계기로 본격적으로 진입. 이를 위해 자사 기술을 향상시키고 고난도의 가공 기술을 취득해서 사업의 축으로 하고 있다. 가공이 쉬운 부품이나 유니트는 업체변경 리스크가 높다고 판단해서, 항공기의 사용 소재, 기술 동향, 가공난이도를 부품별로 검토하고 1기당 자사가 획득할 부품 수 및 설비조건을 체크하고 수주 아이템을 골라서 진입하여 성공한 사례. CAD/CAM과 5축 가공 설비 도입에 투자하고, 인정취득, 높은 수준의 소재 가공이 가능한 기술 보유사로 평가받고 있고, 양산단계에서도 가격경쟁력을 유지하고 있다. 신규 항공기 개발 시, 이 기술이 평가되어, 해외 Tier1으로부터 발주가 실현되었다.

• 사례2(철도 차량 제조 분야에서 진출)

철도 차량 분야에서의 가공 기술을 베이스로 내장품 분야에 진입. 가공 난도가 높고, 기체의 정기보수 시 교환되는 수요를 포함하면 일정량의 발주가 안정적으로 획득할 수 있다고 판단해서 진입. 기체나 엔진에 비교하면 장비품은 서플라이체인이 짧고, 고객니즈를 맞추기 쉽고, 국내항공업체와 직접 거래할 수 있는 이점이 있는 영역이라서 진입하게 되었다. 적극적인 시작품 제안을 통하여 단품 파트에서 부품, 유니트로 보다 큰 단위를 수주하게 되었다. 이때 추가적인 설비

투자 없이도 대응하여, 범위의 경제성을 획득함과 동시에 거래선 다각화를 이루어내었다.

이상에서 본 바와 같이, 결국, 항공기 제조산업의 근간을 늘리고 고부가가치 제품을 국내에서 개발, 생산하기 위해서는 뿌리 산업의 강화가 필수불가결하다. Tier2나 Tier3의 포지션에 진입하고자 한다면, 가공, 조립, 표면처리, 열처리, 유압 등의 중소기업의 기술력을 발휘할 수 있는 부분이다. 또한 한국이 강한 디지털제품이나 전장 부품업체의 고객선 다각화라는 전략적 관점에서 항공기 및 항공우주 제조 관련 사업으로 진입하는 것은, 더 큰 사업영역으로의 확대와 동시에, 기존 사업영역을 포함한 비즈니스 포트폴리오를 균형 있게 유지할 수 있다는 이점도 제공한다. 나아가, 항공기 및 우주 항공 부품의 제조 경험은 다른 고객으로부터도 좋은 평가로 이어질 수 있어, 보다 고부가가치 제품과 사업영역 혹은 해외고객을 획득할 수 있는 전략적 발판으로도 활용될 수 있다.

### (3) 한일협력 가능성의 검토

마지막으로, 항공우주산업 분야에 있어서 한국과 일본 양국 간의 산업협력 가능성에 관해서 검토하고자 한다.

주지하는 바와 같이, 근년 한일관계는 징용공과 위안부 보상 문제, 독도 영유권 문제를 둘러싸고 첨예한 대립 국면이었다. 급기야 2019년의 반도체 소재 및 장비에 있어서 수출규제를 조치를 단행하면서 한일관계는 급격히 경색되었다. 이러한 한일간 대립의 다른 측면에서는 對중국 무역규제를 넘어선 반도체와 EV 배터리, 5G 통신산업 등을 국가전략자산산업으로 지정하여, 미국은 규제와 자국 보호책을 단행하면서 새로운 국면을 맞이하고 있다. 이른바 반도체 칩4 동맹 결성이 진행되면서 한일관계는 한미일 관계의 삼각구도 속에서 미묘한 변화를 일으키고 있다. 물론 한국과 일본은 미국과 군사, 외교적 동맹관계를 바탕으로 하고 있지만, 다른 한편으로는 한일은 높은 대중국 및 대미 경제 및 무역의존도 구조 속에 있다. 이런 점에서 양국 간의 새로운 경제적 협조 관계의 모색이 미래지향적으로 이루어질 수밖에 없는 상황이라고 볼 수 있다. 그것은 중국의 항공우주산업 성장이 양국 항공기산업의 위협적 요소, 혹은 한미일의 위협적 요소로도 작용할 수 있기 때문이다.

하지만, 양국 기업은 최첨단 산업 분야에서 경합 혹은 경쟁 관계에 있고, 반도체와 통신 관련, 조선산업에 있어서는 한국이 추월한 분야가 있다. 한국의 캐치업 성공은 일본기업의 경쟁력 저하로 이어졌고 자존심을 상하게 만든 것이



사실이다. 이에 일본 정부는 고부가가치산업인 항공우주산업의 국제적 경험에 근거한 우위성을 바탕으로 가치획득(value capture)을 성공적으로 수행하고자, 성장전략산업으로 항공기산업을 보고 있다. 즉, 모노즈쿠리 산업의 부흥과 지역 경제 발전의 지렛대로 항공우주산업을 설정하고 있다. 따라서 항공우주산업은 한일 양국 간의 협력 가능성 보다는 경합적 관계에 있어, 현재의 산업 틀 내에서 협력 가능성은 극히 국한될 가능성이 크다. 하지만 전혀 없는 것도 아니라고 본다. 경쟁은 다른 한편 협력에 근거하기 때문이다. 중국의 대두에 대응하는 측면에서 항공우주산업의 일정 부분을 한일 역내의 산업생태계의 점진적 구축을 통하여 가능할 것으로 본다. 그것은 아래의 4가지 측면에서 협력가능성이 있다고 본다.

첫째, 한일 양국을 중심으로 한 항공우주산업의 생산 및 제조에 관한 산업 생태계(ecosystem) 구축이다. 그 방법으로는 몇 가지를 생각할 수 있는데, 하나는 한일 내 공정간 분업 및 협업체제의 전개 가능성이다. 일본의 Tier1 업체가 보다 큰 단위의 수주를 하려고 하면, 수주 단위(모듈)를 구성부품의 증가에 따른 부품의 설계 및 생산, 소재 조달이 필요하다. 이를 일본 국내에서 완결적으로 생산하기 어려운 경우, 기술력 및 품질 면에서 가능한 업체를 한국업체들이 제공하는 것이다. 일본업체 측면에서 보면, 더 큰 단위의 수주가 가능하고 이는 메가 서플라이어와의 경쟁에 대응할 수 있는 서플라이어 시스템을 구축할 수 있는 기회가 될 것이다. 한국업체 입장에서 보면, 무엇보다도 국제프로젝트에 참가 기회를 얻을 수 있고, 이는 향후 사업발전의 기초가 될 것이다.

두 번째, 양국 간의 산업생태계 확대를 통하여 상호 수주 방식이다. 이러한 방식은 규모의 경제성을 확보할 수 있고, 이는 중소 및 중견기업의 사업 리스크 경감 효과를 가지게 되어 설비투자 확대를 이끌어낼 수 있다고 본다. 항공우주 산업은 이노베이션 보급 곡선 측면에서 보면 아직 시장성장기의 입구에 있다고 볼 수 있다. 현재 상황에서는 산업의 이륙(take off), 즉 시장의 확대를 꾀하기 위해서는 기술 및 품질뿐만 아니라, 가격경쟁력 또한 중요하다. 하지만, 이 분야의 중소 및 중견기업은 현재 수준의 시장 규모로서는 리스크를 감수하면서 사업을 전개하기에는 어려움이 있다. 즉 수요량이 뒷받침해 주지 않기 때문에 적극적인 설비투자에 제약이 있을 수밖에 없다. 이를 극복하기 위해서는, 중견 및 중소기업의 안정적인 성장산업을 한 축으로 하면서도, 항공우주산업 분야사업의 시장성 확보와 그 가능성이 보여져야 한다는 것이다. 그것은 일정 정도의 규모의 경제성을 확보할 수 있을 때 가능하다.

세 번째는 일본 업체와의 사업 연계 및 전략적 제휴 관계의 확대이다. 일본의 기술력을 가진 중소기업의 경우 사업승계에 어려움을 안고 있는 기업이 많다. 기술력은 있지만 사업승계자가 없어서 폐업하는 것이 사회적 문제가 되고 있다. 이는 단순히 기술력을 가진 업체의 소멸로 그치지 않고, 지역의 고용 불안으로 이어지고 이는 지역경제 기반 침하로 이어진다. 따라서 자본 여유가 있는 경우, 지리적 근접성을 활용하여, 신뢰에 기반한 고용 유지를 약속한 상호 간의 전략적 제휴 및 투자를 통하여 상생의 관계 형성이 장기적으로는 가능하리라고 본다. 특히 매커니컬 부분과 디지털 부분의 융합이 필요한 제품 단위에서는 실현 가능성이 크다고 볼 수 있다.

네 번째, MRO 시장에서 전략적 제휴 가능성이다. MRO를 운용하기 위한 설비 및 창고, 인원의 공동 운용이나 상호 물류도 가능하다고 본다. 이는 스카이팀이나 원월드, 스타 얼라이언스 등의 항공업체 간의 전략적 제휴에서도 이루어지고 있는 방식이다. 또한 일본자동차산업의 부품 물류에서도 경쟁사간에 공동물류를 하고 있는 부분이 있다. 가능한 범위 내서 공동 운용을 통하여 효율성을 증대시키고 비용 절감과 경쟁력 향상을 꾀할 수 있다고 본다.

이상과 같은 구상안이 실현되기 위한 전제는 한일 양국 간의 항공우주산업 성장을 위한 제도적 틀이 필요하다고 본다. 특히 민간 항공기산업에 있어서는 그 가능성이 있다고 본다. 물론 이는 정치적인 대립이 어느 정도 해소되어야 가능할 것이다. 항공기제조산업은 민감한 전략자산이라고도 볼 수 있는 산업이기 때문이다. 정치 제도적인 뒷받침이 가능하다면, 경남지역과 인접한 규슈나 서일본 지역은 같은 산업권으로서 역내 분업이 가능할 수 있다고 본다. 환황해경제권 구상 및 실현은 바로 이러한 점을 염두에 둔 것이라고 볼 수 있다. 또한 오픈 이노베이션(Open Innovation)의 발상을 양국에 확대 적용한 프레임이 존재할 때, 새로운 동북아의 항공기산업 클러스터를 형성이 가능할 수 있다.

지리적 조건은 그다지 변하지 않지만, 산업구조와 시장 상황은 변한다. 차세대 성장산업으로서 항공우주산업에서 기술력과 시장점유율의 향상을 도모하고, 향후 시장 규모 확대의 가치획득을 보다 조기에 이루기 위해서는 산업별 벽을 넘어서, 나아가 개별 국가 단위의 틀을 벗어난 산업생태계구상이 필요하다고 본다.

## <참고문헌>

국회입법조사처(2017), “항공기리스 현황과 활성화 방안, 입법 및 정책 과제,” 제6호, 6월.

이기현, 황호원, 오영진(2014), “중국 항공산업 현황 및 전망에 관한 연구,” 한국항공운항학회 제22권 제1호, 51-64.

박지혜(2021) 2021년 영국 항공우주-방위 산업 정보, KOTRA 해외시장 뉴스. 항공대 미디어(<http://www.kaupress.com>) (2022년 11월 15일 열람)

미래에셋(2019), “‘200兆’ 항공기 리스시장 외국계에 도전장,” [https://mobile.newsis.com/view.html?ar\\_id=NISX20191220\\_0000866962](https://mobile.newsis.com/view.html?ar_id=NISX20191220_0000866962)(2022년 11월 20일 열람)

한국생산기술연구원(2018)『웹진 정보 더 뿌리 GO』 Vol. 43. 1월호.  
<https://www.kpic.re.kr/html/webzin/sub.php?pmode=webzinepage155>

青木節子(2021), 『中国が宇宙を支配する日—宇宙安保の現代史—』新潮新書.

青島矢一·延岡健太郎 (1997), 「プロジェクト知識のマネジメント」『組織科学』31(1), pp.20-35.

伊藤慎介(2020), 「なぜ国産ジェット機は開発凍結に至ってしまったのか?」, Wedge Online, 11월 10일.

大貫美鈴 (2018) 『宇宙ビジネスの衝撃』ダイヤモンド社.

小林哲也 (2020), “民間航空機産業の現状と課題,” 名古屋大学BP講座資料.

經濟産業省(2019), 「宇宙ビジネス支援策について」.

近畿經濟産業局(2010)「航空機産業参入事例集」.

具承桓 (2008), 『製品アーキテクチャのダイナミズム—モジュール化·知識·企業間連携—』ミネルヴァ書房.

具承桓·加藤寛之 (2013a), 「日韓産業胸像力転換のメカニズム—総全産業の事例—」『組織科学』46 (4), p.4-18.

具承桓·加藤寛之 (2013b) 「船舶開発と造船産業: 大型人工物の制約条件とビジネスシステムの不確実性」藤本隆宏編 (2013) 『「人工物」複雑化の時代: 設計立国日本の産業競争力』有斐閣, 359-386.

藤本隆宏編 (2013) 『「人工物」複雑化の時代: 設計立国日本の産業競争力』有斐閣.

藤本隆宏 (2002) 「製品アーキテクチャの概念·測定·戦略に関するノート」東京大学経済学研究科ディスカッションペーパーCIRJE-J-78.

JADC(2021), 令和3年度版 民間航空機関連データ集, 一般財団法人 日本航空機

開発協会.

JETRO(2021),「欧州航空機産業調査【英国】」JETRO 航空宇宙調査シリーズ.

JETRO(2017),「高成長が続くメキシコの航空機産業」地域・分析レポート(10月16日 열람)

三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社(2017),「航空機産業の動向と参入のタイミング」.

日本航空機開発協会(2022),「民間航空機に関する市場予測」.

日本航空宇宙工業会(2021),「令和3年宇宙機器産業実態調査報告書概要」.

日本航空宇宙工業会(2021),「R3年度宇宙産業データブック」.

日本航空機開発協会(2022),『民間航空機に関する市場予測2022-2041』

[http://www.jadc.jp/files/topics/174\\_ext\\_01\\_0.pdf](http://www.jadc.jp/files/topics/174_ext_01_0.pdf) (2022年11月10日 열람)

NIKKEI リスキリング(2019),「なぜホンダは航空機で成功できた ハーバード 大の視点-ハーバードビジネススクール教授 ゲイリー・ピサノ氏(上)-」,  
10월2일

<http://style.nikkei.com/article/DGXMZO50235490W9A920C1000000/?page=2>.

内閣府経済社会総合研究所 景気統計部(2022)『機械受注統計調査報告』5月.

内閣官房,内閣府,総務省,文部科学省,経済産業省,防衛省(2016),「宇宙用部品・コンポーネントに関する総合的な技術戦略要旨」

中村洋明(2021),新・航空機産業のすべて 「空飛ぶクルマ」から次期ステルス戦闘機まで,日本経済新聞出版.

中須賀真一(2021),大学における超小型衛星開発の現状と将来, *Journal of Remote Sensing Society of Japan*, 41(2), 287-289.

中畑貴雄(2017),高成長が続くメキシコの航空機産業,『地域・分析レポート(10月16日)

野村総合研究所,2019,航空機産業及びその周辺産業における中小企業のあるべき姿と政策の方向性調査.

洪武容(2020),『日本の航空産業-国産ジェット機開発の意味と進化するエアライン・空港・管制』中公新書.

斎田興哉(2018),『宇宙ビジネスの動向とからくりがよく分かる』秀和システム.  
製造産業局航空機武器宇宙産業課航空機部品・素材産業室(2020)「今後の航空機サプライヤーの方向性について」

武石彰・藤本隆宏・具承桓(2001)「自動車産業におけるモジュール化-製品・生産・調達システムの複合ヒエラルキー」藤本隆宏・武石彰・青島弥一編(2001)

ビジネス・アーキテクチャー製品・組織・プロセスの戦略的設計―』有斐閣。  
 帝国データバンク名古屋支店（2020）,「特別企画:第 11 回 東海 3 県の航空機産業動向調査」.  
 谷川一巳(2016),『ボーイング VS エアバス 熾烈な開発競争―100年で旅客機はなぜこんなに進化したのか―』交通新聞社。  
 宇宙航空研究開発機構(2022),「イプシロンロケット6号機打上げ失敗原因調査状況」  
[https://www.mext.go.jp/kaigisiryō/content/221018-mxt\\_uchukai01-000025514\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/kaigisiryō/content/221018-mxt_uchukai01-000025514_1.pdf)  
 長野県産業労働部(2016),「長野県航空機産業振興ビジョン（案）」,  
<https://www.pref.nagano.lg.jp/kensei/documents>  
 ビジネスIT（2022）「日米が「宇宙軍」を創設、GPSとサイバーセキュリティの危機は“青天を突く”のか」 <https://www.sbbt.jp/article/cont1/56021>（2022年 11 月 10日 열람）

Alexander, C.(1964), *Notes on the Synthesis of Form*, Harvard University Press, Cambridge: MA.  
 Author, W. B. (2009), *The Nature of Technology: What It Is and How It Evolves*, Free Press.  
 Aviation Week(2019), Fleet & MRO Forecasts.  
 Boeing, <https://www.boeing.com/> HP.  
 CACC(중국 민용항공국)(2022), Statistics of Key Performance Indicators for China's Civil Aviation Industry in July 2022,  
<http://www.caac.gov.cn/en/HYYJ/SJ/202208/P020220822353903561162.pdf>  
<http://www.caac.gov.cn/en/HYYJ/NDBG/202209/P020220923528248199212.pdf>  
 Clark, K. B. and T. Fujimoto (1991), *Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry*, Harvard Business School Press.  
 Cohen, W. M. and D. A. Levinthal(1990), “Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation,” *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152.  
 Deloitte Tohmatsu Consulting, Airbus, Boeing, GE etc  
 Fine, C. H. (1997) *Clockspeed: Winning Industry Control In The Age Of Temporary Advantage*, Perseus.  
 Fujino, M. (2005), “Design and Development of the HondaJet,” *JOURNAL OF AIRCRAFT*, 42(3), May-June 2005.

Graud, A., Kumaraswamy, A., and R. N. Langlois(2003), *Managing in the Modular Age: Architectures, Networks, and Organizations*, Blackwell Publishing.

March, J. G. (1991). "Exploration and exploitation in organizational learning," *Organization Science*, 2(1), 71-87.

Owen, G. (2000), *From Empire to Europe: The Decline and Revival of British Industry Since the Second World War*, HarperCollins.

Simon, H. A. (1996), *The Sciences of the Artificial* (3rd ed.), The MIT Press.

SIA, 2021, *State of Satellite Industry Report 2021*.

([https://brycetek.com/reports/report-documents/SIA\\_SSIR\\_2021.pdf](https://brycetek.com/reports/report-documents/SIA_SSIR_2021.pdf))

Steger, U., Amann, W and M. Maznevski(2007), *Managing Complexity in Global Organizations*, John Wiley & Sons, Ltd.

Wheelwright and K. B. Clark(1992), *Revolutionizing Product Development: Quantum Leaps in Speed, Efficiency, and Quality*, The Free Press.

Ulrich, K.(1995), The role of product architecture in the manufacturing firm, *Research Policy*, 24(3), 419-440.

Ulrich, K. and S. Eppinger (1995), *Product Design and Development*, McGraw-Hill Inc.

ITAT, <https://www.iata.org/en/programs/environment/flynetzero/> (2022년10월20일 열람)

GE, <https://www.ge.com/news/sites/default/files/2021-06/RISE%20infographic.pdf>.  
(2022년10월 20일 열람)  
e-audit.net.

<https://www.iata.org/en/programs/environment/flynetzero/> (2022년10월 20일 열람)

[https://www.jarl.org/Japanese/7\\_Technical/cubesat/cubesat.htm](https://www.jarl.org/Japanese/7_Technical/cubesat/cubesat.htm) (2022년11월5일 열람)

<https://jp.reuters.com/article/idJPJAPAN-11031420090814> (2022년 11월 1일 열람)

<https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2021-07-13/QW606FT0G1KX01>(동일자 열람)

<https://s.japanese.joins.com/JArticle/166896?sectcode=A00&servcode=A00>(동일자 열람)

<https://www.honda.co.jp/jet/> (2022년 11월4일 열람)

<https://modernairliners.com/boeing-787-dreamliner/boeing-787-dreamliner-specs/>  
(동일자 열람)Wikimedia Commons.