

# 「ドイツ・フランス航空機ビジネスミッション」 への参加

## 1. 目的

SJACは、経済産業省より「全国航空機クラスター・ネットワーク」事業の委託を受け広範囲なクラスター支援を実施している。

これらクラスターの一つに「神戸航空機クラスター (KAN)」が存在し、神戸市の後援を受けて熱心な取り組みを展開されている。2018年10月28日～11月4日の間ドイツ・フランスのエアバス社とそれを支える企業や研究機関を視察する表記ミッションが開催された。海外クラスターの現状調査を主目的に同行したので以下に報告する。



・協力：ハンブルク市、在ハンブルク日本総領事館、フランス大使館貿易投資庁

・目的

- ①神戸市内中小企業グループの海外展開に関する関心の高まりを受けて、ドイツ・ハンブルク市、フランス・トゥールーズ市の航空機クラスターとの経済交流、市場調査を行う。
- ②本年4月4日に「環境・エネルギー分野における共同宣言」に署名を行ったハンブルク市との関係などを活かし、環境・エネルギー分野の企業・機関との経済交流・市場調査を行う。

・参加者

主催者の神戸市から経済観光局長をはじめとする3名が、他に神戸市産業振興財団から2名、神戸航空機クラスターに参加する中小企業の代表9名、JETRO 2名、SJAC 1名が参加した。また現地では、ドイツ・フランスそれぞれのコーディネーターとともに、JETRO駐在者が交代で合流された。神戸航空機クラスターへのIoT導入の協力を進めているコニカミノルタ社からは、現地の新しい施設紹介のため役員が同行した。

## 2. ミッション概要

・期間：2018年10月28日（日）～11月4日（日）

・主催：神戸市、JETRO神戸（JETROベルリン、デュッセルドルフ、パリ事務所が協力）

・共催：神戸市機械金属工業会、兵庫工業会、神戸市産業振興財団、ひょうご・神戸国際ビジネススクエア

・行程

今回は、航空機クラスターと環境・エネルギー分野の企業との交流ミッションであるため、部分的に2グループに分かれて企業等を訪問した。次の表は航空機班の工程であるが、環境・エネルギー分野メンバーと一緒に訪問した先では、インダストリー4.0に関連するイノベーション色の強い活動に触れることができた。

日程	場所	訪問先
10/29	ハンブルク	ハンブルク市庁舎
		エアバス社ハンブルク工場
		ZAL（応用航空宇宙研究センター）、3Dエアロ社
10/30		ルフトハンザ・テクニーク
		LZN（フラウンホーファ付加価値技術研究所）
		SLMソリューションズ社
10/31	ベルリン	EUREFキャンパス
11/1	フランクフルト	コニカミノルタ・ダルムシュタット新事務所
		ダルムシュタット工科大学
11/2	トゥールーズ	We Areグループ
		エアバス・ミュージアム
		サントニー（SYNTONY）社

### 3. 視察・訪問

#### (1) 10月29日（月）@ハンブルク

##### ①ハンブルク市表敬訪問

日本総領事館において現地と日本との関係にまつわるお話を伺った後に、ハンブルク市庁舎を訪問した。

ハンブルク市のゼーヴェケ経済省次官より歓迎のあいさつに続いて、ハンブルクと日本との関係及びルフトハンザ・テクニーク社とエアバス社工場を核に形成されたクラスターについてのご説明を頂いた。

第二次世界大戦前から、ハンブルクでは造船業が盛んで、ブロム・ウント・フォス社が、ドイツ最大のドックを展開していた。戦艦ビスマルクもここで建造されたとのこと。同社は、大戦中に大型水上機を開発製造する大き

なハンガーを有していたため、エアバス社設立時に最終組立てハンガーとして利用されることになり今日に至っている。

##### ②エアバス社 ハンブルク工場



ハンブルクには、スペアセンターから、設計事務所、製造現場、最終組立ライン、トレーニングセンターまで、多数のエアバスサイトがある。A320 ファミリー（A318、A319、A320、A321）の最終組立が行われ、Airbus A380 主要部品組立の本拠地でもある。

顧客のキャビンに関する要望を聴取し仕様を決定する、A350用のカスタマ・デフィニション・センターでエアバス全体の概要説明を伺い、モックアップや3D投影などを活用した機内レイアウト決定の流れを体験する



ハンブルク市庁舎を背景に



ことになった。特にモックアップの中ではA350の天井部分に設けられたCAの休憩用エリアの快適さに興味を惹かれ、カスタマの幅の広さに気づかされた。元々最終組立て用ハンガーであった広大な建屋を、各種機体のキャビンモックアップエリアに改修しており、顧客の想像力を掻き立てるようプラネタリウムのような暗室になっている点も興味深く感じた。エアバス社は、ボーイング社との競争の中で将来技術の先取りや顧客の感性に訴えることに力を入れているが、その具体例に触れることができた。

続いて、A320の最終組立てハンガー（#9）を見学した。ハンブルクには最終組立てラインが4つあり、5ステップの工程を2日ごとに進めていくため、2日ごとに完成機が塗装ハンガーに出ていくとのこと。この工場でも1日に2機を出荷しており、他に米国と中国にも最終組立てラインが存在している。

### ③ZAL（応用航空宇宙研究センター）



エアバス社の工場に隣接する応用航空宇宙研究センター（ZAL - Hamburg's Applied Aerospace Research）は、2016年初めにオープンし、2万6000平方メートル以上のスペースを、約600のオフィス、研究所、ホールとして提供しており、エアバス社の支援を得た多くのスタートアップ企業が日夜研究にいそしんでいる。

株主とシェアは次の通り。

20% 自由ハンザ都市ハンブルク

20% エアバス社

20% ルフトハンザ・テクニーク社

- 18% ギャルフォルダーベルン eV
- 10% ドイツ航空宇宙センター
- 3% ハンブルク工科大学ハンブルク
- 3% ハンブルク応用科学大学
- 3% ヘルムートシュミットハンブルク連邦軍大学
- 3% ハンブルク大学

我々が訪問した際には、オープンエリアでエアバス社との契約に基づく試験準備を行っている様子を見学させてくれた。その中でも期待が高まっている例として、3Dエアロ社の現場を見ることができた。この企業は、エンジン燃焼器などを対象に、DLRで開発したロボットアームで指示したセンサを用いて高精度な光学データを収集し、人工知能で細かな傷の3D判別を行う技術を商品化するスタートアップである。ベンチャーやスタートアップを先進的な中小企業ととらえた場合に、オープンイノベーションの環境としてZALは高い効果を上げる仕組みと言えるであろう。

## (2) 10月30日 (火) @ハンブルク

- ①ルフトハンザ・テクニク  
(Lufthansa Technik) 社



同社は、ハンブルクを拠点として航空機メンテナンス、修理、オーバーホール(MRO)サービスを行う世界有数のプロバイダーである。

A320やBoeing747など多機種の整備・修理・改修を請け負っているが、今回はエンジン・オーバーホール関連の設備を中心に見学した。

再組立てに向けた部品の非破壊検査や、運転試験における騒音計測など、エンジン回りの作業は神経を使う仕事であること、近年はエンジンの不足で顧客の要求に応えられない事例が増えていること、また環境保護のために塗装剥離に係る基準が厳しくなったために、作業を外注することになったことなど、MRO業界ならではの話を伺うことができた。

## ②Laser Zentrum Nord

(フラウンホーファー付加価値技術研究所)

2009年に設立されたLZNは、Industry 4.0をけん引するフラウンホーファー研究所の一つで、基礎研究から産業応用への知識と技術移転を促進することを目的としている。今回は、3Dプリント技術研究の最新状況について紹介頂く中で、広範囲の産業における生産技術として、レーザアプリケーションが、品質、時間、コストにおいて利益を生み出すことを強調されていた。

先エアバス社でも紹介されたトポロジーデザインは、3Dプリント技術なくしては実現できない構造であり、目標とする衝撃吸収や熱伝達・伝導などの機能を部品に組み込むことが可能となる。そのサンプルも実際に見ることができたが、軽量化のための肉抜き板がまったく別のストラットに切り替えられるなど、応力等の連続を考えた際の最適性に疑問を抱かせる結果も散見された。これらは設計プログラムに込められた意図による可能性が高いので、目標特性に対し条件を付加していくことで、最適形状が変わっていく様子をトレースできるソフト環境が整備できれば、3Dプリントの価値への理解が広がるものと考えられる。





### Overview of Additive Manufacturing Technologies

General Principle of AM	Advantages of AM		Challenges of AM	
	high design freedom	tool-less manufacturing	low productivity / high costs	low surface quality
	low material waste	good mechanical properties	quality assurance	low degree of industrialization

Fraunhofer IAPT

Additive Manufacturing(AM)技術の全体像と研究テーマ

### Development of AM Technologies

Market Development of AM Technologies	
<p>Source: Airbus &amp; IAPT</p>	<p>Source: Bugatti SLS</p>
<p>Source: Airbus &amp; IAPT</p>	<p>Source: Grindas</p>
<p>Source: IAPT</p>	

Fraunhofer IAPT

AM技術の適用例と市場の伸び

### ③SLMソリューションズ社



3Dプリンタを製造販売する同社の8月に完成した新しい製造ラインを見学した。SLMソリューションズ社は100年以上の歴史を持ち、1970年代からラピッドプロトタイプングを生業としてきたが、90年代からラピッドマニュファクチャリングとして3D印刷を手掛けるようになり、今日に至っている。

製品のラインナップとして、125mm×125mmの底面で高さ350mmまで成型可能なSLM125（約30万ユーロ）から、500mm×280mmの底面で高さ500mmまで成型可能なSLM800（200万ユーロ以上）までが量産販売されており、底面が600mm×600mmの新機種を発表予定とのこと。

3Dプリンタの人気はうなぎのぼりであるため、ラインはフル稼働して注文に対応していると伺った。この会社では素材となる金属のパウダーを供給しており、チタンで1kg200ユーロくらいとのこと。顧客が希望する際には別ルートのパウダーも使用できるようにサポートしている。

(3) 10月31日（水）@ベルリン

#### ①EUREFキャンパス

ベルリン市内に5.5ヘクタールを展開するこのイノベーションキャンパスは、ドイツのエネルギー革命を象徴するもので、エネルギー、持続可能性、モビリティ分野の企業の

拠点となっている。ユニークな歴史的建造物と魅力的な新しい建築物からなるキャンパスには、ドイチェ・バーン社、シュナイダー・エレクトリック社、ゼネラル・エレクトリック社などの大企業と革新的スタートアップ企業が同居して、スマートで生態学的かつ経済的に持続可能な都市モデルの研究開発に取り組んでおり、ベルリンのシリコンバレーと呼ばれている。



自動運行バス



充電ステーション（非接触が2か所）

ここでは、ランチタイムミーティングにおいて、Berlin-Brandenburg Aerospace Alliance（ベルリン・ブランデンブルク航空宇宙技術同盟）の会長であるアンドレアス・ティーママン博士（Dr. Andreas Timmermann）から「水素推進航空機デモンストレータプロジェクト」が紹介された。

水素タンクは圧力の関係で形状の制約が大きい  
ため、航空機への搭載が困難とされてきたが、  
このプログラムでは主翼桁間に配置す

るシステムが成立する見込みとのこと。ただし  
20人乗り程度を超えると、従来の燃料との混載  
が必要になるとのこと。

### IBEFA - Technologieträger



Technologieträger und Demonstrator für verschiedene Antriebs- und  
Energieträgerkonzepte in erster Ausführung bestehend aus:

- A. Stromerzeugungsaggregat „Rolls-Royce Model250“
- B. Elektrische Antriebseinheit „SIEMENS e-aircraft“
- C. Flugzeugentwurf „APUS i-6“



18.01.2019

© Berlin-Brandenburg Aerospace Allianz

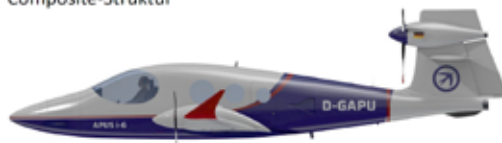
3

### APUS i-6 - Flugzeugentwicklung



Technologieträger für innovative Antriebskonzepte

- 3 – motorig
- 2 x 68 kW + 1 x 250 kW MTO
- 2 + 4 – sitzig
- 1,8 - 1,99 t MTOW
- Composite-Struktur
- 4 – 8 h maximale Flugdauer
- 1.800 – 2.300 km Reichweite
- 400 – 450 km/h Reisegeschwindigkeit
- Elektrisch angetrieben



Phase 1: Rolls-Royce GenSet / Batterie - Hybrid als Energieerzeuger

Phase 2: Brennstoffzelle / Batterie - Hybrid als Energieerzeuger

18.01.2019

© Berlin-Brandenburg Aerospace Allianz

4

ティーマン博士のプレゼンテーション資料より抜粋

この場に同席された、日独経営・業務戦略  
コンサルティング代表のヴィルフリート・  
シュミット氏は、元大和証券の役員として日本  
で働かれていた方で、アジアの信頼できる  
パートナーとして、日本企業のベルリン進出  
に大いに期待されていることを語られていた。

この後EUREFでは、ドイツで燃料電池駆  
動装置を普及させるために全国的な水素充填  
ステーション網の構築を推進しているベン  
チャー企業H2モビリティ社と、企業、投資家、  
科学機関にビジネスと技術をプロモーション  
しているベルリンパートナー社を訪問し、意  
見交換を行った。



(4) 11月1日 (木) @フランクフルト

①コニカミノルタ ダルムシュタット新事務所



コピー複合機で欧州シェアNo.1を誇るコニカミノルタは、IoT、Industry 4.0 およびデータ処理によるデジタル化を顧客である中小の製造企業にも展開可能とすることを目指している。このためにドイツにおけるIoT研究の要所であるダルムシュタットに開設した、新たなデジタルマニュファクチャリングビジネスユニットのグローバル本社を訪問した。後述するダルムシュタット大学の優秀な人材を確保

する狙いもあるとのこと。

②ダルムシュタット工科大学  
(TU Darmstadt)

1877年にヘッセン大公ルートヴィヒ4世によって創立されたフランクフルトの南30kmに位置しているドイツ有数の工科大学で、重イオン研究所（原子核物理学、素粒子学、生物物理学、核化学に関する研究施設）が近くにあり連携している。

世界中の大学と提携しており、日本では、神戸大、東大、東北大、慶応義塾大、長岡工科大、室蘭工科大、名古屋工科大、日本大、新潟大が提携校となっている。

ここでは、最初にスレイナー・アンダー博士の研究室で進められている、宇宙空間で小型人工衛星を組立て軌道投入する、スペースファクトリー4.0の研究プロジェクトについてプレゼンテーションを受けた。デジタルツインのロボットによる遠隔組立てに関する学生リーダーの説明は大変歯切れよく、優秀な人材がモチベーションをもって取り組んでいることが伝わってきた。

次に、将来の製造ラインを想定した技術研





究のための学習型効率化工場を見学した。IoTを最大限に組み込んだラインビルディングを行った場合のメリットデメリットを検証しようというもので、課題の一つには、定型化が進んだ時に必須となる突発的事象への迅速な対応準備がある模様。大手と中小企業の差が大きな分野でもあり、底上げのための手段を幅広く検討していく必要があると感じた。

(5) 11月2日(金) @トゥールーズ(フランス)

①We Are グループ

2008年に結成されたWe Areグループは、フランスの5企業から始まったクラスターで、エアバス社を中心とした航空機製造を支える主要プレーヤーに発展している。企業同士が資本関係をもちつつそれぞれが得意分野に特化して連携しており、2018年時点で世界27拠点に2000人の従業員を抱えている。日本には、デザインオフィス「3DXpertise」を展開して、同社の持つアディティブ・マニュファクチャリングのノウハウを日本企業と共有し、共同開発を推進していくことを目指している。3DXpertiseはWe Are エアロスペースと山一ハガネの合弁会社である

プリズマッド・ジャパン内に開設されたとのこと。

現状で3Dプリンタによる部品は、A350向けに月8個が量産品として出荷され、プロトタイプ向けには月に20~30個の発注がある。現在の売り上げ比は1%に過ぎないが、5年後には10%程度になると見込んでいるとのこと。

今回は、精密部品加工のファレラ(Farella)社(精密部品加工)と3Dプリンタによる積層造形のプリズマッド(Prismadd)社を見学した。

ファレラ社は、旋盤加工を基本とした、創立62年の精密部品加工メーカーでWe Areグループのリーダー的存在である。エアバス社やサフラン・グループとの取引が中心で日本の「Nakamura-Tome」の加工機械を数多く採用している。旋盤による精密加工を得意とするが、近年は2軸のものが増え、軸と平板が共存する部品も手掛けるようになった。We Areグループ内企業と部品受け渡しの機会も多く、納期やコストの低減に寄与しているとのこと。同行した中小企業の代表からは、技術的な違いはないが製品の価格が安く、完成



検査に手間をかけている点に注目すべきであると伺った。

次に訪問したプリズマッド社は、We Areグループで3Dプリンタによる積層加工を担当する会社。ニッケル・インコネルやチタンの粉末をレーザーで溶かし、3次元部品を製造している。ここで製造した部品に、隣のFarella社で機械加工や表面処理を施し出荷するとのこと。3Dプリンタは24時間稼働させ、量産品は5～7個を同時に製作することが可能。一方でプロトタイプ物は、プログラムの作成を含めて3か月を要し、そのうち1か月が製造期間となる。

所有する機械はフランス製のPROX 300M4とドイツ製のEOS M290で、エアバス社の認証が得られた機械とそうでないものが明確に区分されていた。彼らはエアバス社の指示を受けるとともに、エアバス社に直接改良提案を行える立場にあり、これが総合的なコストダウンにつながっていると語っていた。日本の中小企業ではなかなか実現が難しい関係が出来上がり、効果を上げていることに感心した。

## ②エアバス・ミュージアム

ミュージアムが主催するトゥールーズ空港の端部に設けられた、A380テストハンガーの見学ツアーに参加した。



A380テストハンガー

ハンガー内には完成間近のA380が3機並んでおり、機能試験を行っていた。その中にはANA向けの2号機があったため、我々のグループは大いに盛り上がった。ハンガーの外には塗装を待つ機体が並べられており、中東向けのA380とともに多数のA350が並べられていた。複合材部分と金属部分の塗料の色の違いなどを含め、日本人ガイドの説明が上手なこともあり、とても有益な見学となった。

A380の次に、A400M試作機の機内に入り、プロモーションビデオなどを視聴した。ガイドの方がA400Mの長所を説明し始めたおかげで、当方は、同行したJETRO駐在員の方々から質問を受け、C-2との違いを説明するのに忙しくなってしまった。海外で仕事をされる日本の方々に、我が国の事情を理解頂く活動も大切であると感じた。



### ③サントニー（SYNTONY）社



トゥールーズとサンフランシスコに本社を置く3年前に創立された High Tech Company で、航空宇宙／防衛、テレコム／IoT、および輸送に特化した現実的なソリューションを提供してきている。

今回は「SUBWAVE」という地下を対象とするGPS拡張システムを紹介された。その原理は、地下鉄の線路などに沿ってセンサが組み込まれたワイヤを配置し、近くで作動したスマホに最も近いセンサの位置情報を返すというもの。スマホ側はGoogle Mapなどの既存のアプリで対応できるため利便性が高く、

4Gの整備に比べて費用がかなり安く済むとのこと。

トゥールーズが航空機製造からイノベーションまで、幅広い産業のハブとなっていることを再確認した。

#### 4. 所感

今回は、航空機クラスターの調査として参加したが、神戸市やJETROのご尽力により、非常に貴重な経験ができた。

航空機クラスターのこれからにとって、We Areグループの現状と構想は大変参考になると思う。3Dプリンタの可能性は業界に大きな影響を与えることを確信したが、その導入はクラスターの中で専門会社に集中し、分業の柱とすることが有効と考える。そして、トポロジー設計などにおける最適化の意味を専門家と共有する必要があると感じた。また、ドイツの関係者は日本との協業に大変前向きであり、まじめさなどの点が評価されていることも踏まえ、パートナー候補として考慮すべきという印象をもった。こうして厳しいスケジュールの中で触れた神戸航空機クラスターの皆さんの生の声は、これからのクラスター支援活動にとって貴重な資産となると考える。

関係者の皆様に感謝申し上げるとともに、今後このネットワークを我が国航空機産業の発展に最大限に活かしていきたい。

〔(一社) 日本航空宇宙工業会 調査部部长 平上 雄一〕