

【孫子 - AM】

MM1 Jan.1

対象市場: ②



## 「輸送系 主要対象市場 焦点分野」

【特3C : 「航空・宇宙 (民需・防衛)」における  
2016年10月以降の動向 (News 記事より)】

航空 AM (Additive Manufacturing)  
2021年以降の対応

尼子 清夫

代表取締役 MacA M1 株式会社

URL : [macam1.com](http://macam1.com)

# 掲載目次

2021年1月1日

## ◆ 「2016年10月以降 (2019年12月末まで) の動向 – News 記事より」

(記事源泉: Flight Global、AviTrager、Aviation Week、  
Heraldkeepers、MarketWatch、3DPrintingIndustry、等)

<注1> 2020年1月以降の動向は、20件程度の記事から判断できる。  
👉 2021年7月1日の改訂版で記載。

<注2> Air Show に観る観測は、  
別途「PAS / Paris Air Show (2019 & 2017年) 及び  
FAS / Farnborough Air Show (2018年)」  
の展示会記録を参照のこと。

## Dec. 31, 2019 ~ Oct. 1, 2016 登場する主要 Aerospace Player

- **Boeing**
- **Airbus / Airbus Helicopter**
- **NASA**
- **GE Aviation / GE Additive / Aero Avio**
- **UTC / Pratt & Whitney**
- **MTU**
- **Liebherr Aerospace**
- **BAE Systems**
- **Sprit AeroSystems**
- **DOD / USAF**
- **Ariane Group**
- **China MIIT**
- **Rolls Royce**
- **Safran / CFM International**
- **Stelia Aerospace**
- **Honeywell Aerospace**

<注> 記事の中で日付が **朱記**は、**防衛関連**。 **緑記**は、**宇宙関連**。

### 2019

- Dec. 15 【Manufacturing Tomorrow】
  - **NUST (The National Univ. of Science & Technology) MISIS** (21 大学集合の研究機関 in Rusia) :  
2種合金を2種類 (Ti-Al & Ti-Nickel) 航空宇宙用途部品適合に開発  
高出力Laser 不要 (造形時 650°C) / 造形エネルギー-20%減 / 材料コスト 30%  
- Planetary Mill にて簡易に Ti, Al & Nickel 材を粉末にする

# 2019

- Dec. 9 【AviTrader】
  - **British Airways** は、3DP を使用して航空機の部品製造を行うことを模索している。運行中の機体に取り付けられている内装部品のTray table やEntertainment system, Toilet 等航空機の安全性に直接関係しない部品が破損した際に、座席の使用中止や、交換用部品が入手できるまで航空機の運航を遅らせることを避けるため、交換用部品を寄港地の空港に配置した 3DP を用いて製造。
- Oct. 31 【MarketWatch】
  - **Smart Manufacturing Market** は、2018 ~ 2023年の間に CAGR 15.75% にて成長するとの予測が発表された。Industrial Automation, IoT が大きな Share を占め、**3DP manufacturing control system**がこれに続く。
- Oct. 24 【Flightglobal】
  - **LHT (Lufthansa Technik)** は、伊 **Polytechnic University of Turin** と共同で Safety critical flight control actuators の診断を より高速かつ正確な手順で行う手法を開発中である。ロボットに使用される全ての Adjustment tool は **LHT** の**AM Center** においても 3DP を用いて製造されたものである。
- Oct. 10 【Additive Manufacturing】
  - **Boeing & Thermwood Corporation** は、**AM** technology を用いて B777X 用の大型一体化 Tool を製造したと、発表した。**Thermwood** 社製のLarge scale **AM (LSAM)** machine と新たに開発した Vertical Layer Print (**VLP**) 3DP technologyを利用して、20% CFR ABSにて 12ft長さの Tool を航空宇宙産業向けの品質に適合して製造することに成功した。**Boeing**は **LSAM & VLP** をInterior Responsibility Center facility として購入した。

## ■ August 26 【Aviation Week】

- **Britain Tempest** (BAE Systems, Leonardo, MBDA, Rolls Royce) : **Next Generation Combat (2040~)**
- **BAE Systems 研究所設立 (Eurofighter Typhoon の1/2 開発期間を目指す)**
  - AM の適用拡大による Leadtime の大幅短縮 (100 weeks ⇒ 100 days)
  - Drilling / Fastening の改善
  - Robot と人との協業、Cobotics
  - Robot の多様化、Flexibility の拡大
  - Tooling, Jig の削減
  - Digital Twin Concept (Mapping and Collecting Data)
  - Camera & Projection System を用いた Workers & Engineers の Direct Connection
  - Laser Alignment Technology

## ■ August 7 【Heraldkeepers】

- **3DP Metal Market** (Material, Form, Technology & Application) : 2018 ~ 2023年 CAGR 28.12%  
2023年総売り上げ: US \$ 2.0 Bil.
- **Key Players**  
Renishaw plc (UK) / Voxeljet AG (Germany) / GKN Aerospace (UK) / 3D systems, Inc. (USA) /  
CRS Holdings Inc. (USA, Computer Technology) / EOS GmbH (Germany) / Sandvik AB (Sweden) /  
SLM Solutions (Germany) / Materialise (Belgium) / Concept Laser GmbH (Germany) /  
Optomec Inc. (USA)

## ■ July 11 【MarketWatch】

- **BMR (Brandessence Market Research)** : 2017 ~ 2024年「**Global 3DP Software and Services Market**」がCAGR 23.23% で成長
- 2017 総売上げ US\$ 2,102 Mil. ⇒ 2024 \$9,070 Mil.へ

# 2019

## ■ July 1 【AviTrader】

- **CRP Technology** : 「Polyamide materials」を用いた 3DP Technology を開発
- ・ 3DP Process において CFRP製部品を製造、FAR 25.823 の規定に準じた 難燃性Test に合格、材料 : Windform FR1 (FR Flame Retardant)



## ■ June 17 【日経】

- **積水化学工業** : 「AIM Aerospace (USA 航空機部品メーカー)」を買収 / \$510M (2019年末完了)
- ・ AIM が有する炭素繊維複合材を使った部品加工技術 & 同社の販路を活かした高機能樹脂事業  
**AIM** : Seattle, WA 本社、売上げ \$178M

## ■ May 16 【MHI】

- **三菱重工工作機械** : **最新の金属3D 積層造形技術 (TRAFAM)、USA 見本市**
- ・ 世界初の Monitoring Feedback 機能 & Local Shield 機能
  - Ti や CFRP など多様な素材の高速・高精度造形を実現、大型部品にも対応
  - 三菱重工工作機械 (株)、岩崎啓一郎社長、本社 滋賀県栗東市、は独自の Deposition 方式を採用した “金属3DP / Powder DED方式 金属3DP機「**LAMDA 200**」の提案を海外市場向けに開始
- ・ “**Monitoring 機能**” : Camera & Sensor を用いて 造形状態を監視する
- ・ “**Feedback 機能**” : Monitoring 結果に基づいて Laser 出力など造形条件を Realtime に制御し、金属の溶融凝固を安定化させる。 ➡ 自動で造形条件を最適化、Trial & Error が不要
- ・ “**Shield 機能**” : 造形中に周囲環境の酸素を排除し 溶融した金属の酸化を防ぐ
- ・ “**Local Shield 機能**” : Chamberを使用せずに Ti やAl といった酸化を伴う材料の大気環境における造形を可能とする ➡ 大型部品の造形可能 (造形物の大きさの制限なし)

# 2019

- May 20 【Premium AEROTEC】
  - **Airbus** より **Multi-Laser System** を用いた **Additive Titanium Manufacturing (Powder Bed Type)** に関する **Complete Process Qualification** を取得
- May 6 【Composite World】
  - **Ultra-Lightweight Seating (10kg):**  
**独開催 “Step Change in lightweight construction” symposium**  
eFK 3D Process (特許取得済み) を用いて、樹脂を含有させた Continuous Fiber によって製造
- April 17 【AviTrader】
  - **EU “Bionic Aircraft” Project : AM の新たな Milestone に到達**
  - ・ CENIT社が開発した Interfaceを用いることで CATIA V5 CAD System Data から直接 3DP による Component製作が可能  
CATIA V5 の中で全てのProcess Step が Mapping され Modelの再構築やSupport structure の構築無しで進めることが可能 (L/T 短縮、Cost Reduction に寄与)
- April 12 【Technavio】
  - **Technavio : 2019~23年 Global 3DP composite material market がCAGR 38% 成長**
  - ・ Key Driver : Aerospace (Aircraft Engine – Superior strength, High-temperature resistance, Low weight な 3DP composite materials の運用 → Fuel Consumption / Emission の削減、効率拡大)





# 2019

- April 10 【Flight Global】
  - **Air New Zealand (ANZ), ST Engineering Aerospace (STEA), Moog & Microsoft: B777-300ER Cabin内 Business Class Suite Screen 裏側 – Bumper Part**
  - ・ 3DP & Blockchain technology を使用 (Los Angeles Airport)  
ANZ は STEA の Digital aircraft part file に登録されている部品を発注し、この Data が Moog の Blockchain 対応の VeriPart digital supply chain system に送られ、3DP を用いて部品製造が開始 (VeriPart: Original の部品メーカーの IP 権利が管理された方法で Release 可能、Airline Client に対してのみ必要とする部品数 Printing できる)
- March 13 【Flight Global】
  - **Hexel (Composite Supplier) & Arkema (Chemical Company): Laboratory 開設 (Lyon, France)**
  - ・ Aerospace Sector 向け Pre-integrated Carbon-fibre Thermoplastics の開発  
Aerospace Manufacturers は従来の Thermoset 複合材の使用から Thermoplastic への以降により速い生産サイクルでの製造が可能  
- 3Q 2019 より Industrial Pilot Line にて Thermoplastic Tape を供給
- Feb. 7 【Flight Global】
  - **Safran Aircraft Engines : Turbine Blade Research Center を開設 (Gennevilliers, Paris)**
  - ・ New EU Industrial Ecosystem の基盤を築く – Digital Transformation への一歩
    - 1) Multi-Disciplinary Design, Single-crystal casting, 3DP ceramic blade cores, Thermal coatings, Cooling circuits, Digitized processes, Self-adapting micro-drilling and Non-destructive testing based on artificial intelligence
    - 2) 30人のEngineers & Experts
- Feb. 6 【Airbus News】
  - **Airbus : Dassault System と共同開発、MOA (Memorandum of Agreement) に調印**
  - ・ New EU Industrial Ecosystem の基盤を築く – Digital Transformation への一歩
    - 1) Collaborative 3D Design, Engineering, Manufacturing, Simulation & Intelligence Application
    - 2) 5年間契約



## 2019

- Jan. 18 【Flightglobal】
  - **USAF : 3DP MRO 部品の製造 (Lockheed Martin F-22 Raptor 機)**
    - ・ F-22 の如く Fleet 数の少ない機種種のmaintenance 用 – 3DP 技術は有効な手段
      - 1) Kick panel assy. for Cockpit (Ti製 ◀ かつては Al製)
      - 2) 3日間で製作
- Jan. 16 【AviTrader】
  - **Liebherr Aerospace : Airbus より 3DP components の承認を受ける**
    - ・ Nose Landing Gear Bracket の供給 (Ti製、A350XWB)

## 2018

- Dec. 21 【Sprit AeroSystems】
  - **Sprit AeroSystems : NTi (Norsk Titanium) と共同開発**
    - ・ Back-up Fitting for an access door latch, B787
      - 1) 3D-Printed Parts, Boeing に納入 – B787 Forward Fuselage
      - 2) Nti IP : Plasma arc Rapid Plasma Deposition™ (RPD™) technology  
Near net shape に成形後、SAS社にて machining 加工
- Nov. 2 【GE Aviation】
  - **GE Aviation & GE Additive : Genx-2B (B747-8 Engine)**
    - ・ Bracket - Power Door Opening System 用途
      - 1) AM Bracket へ変更
      - 2) 設計変更承認をFAA から取得
    - ・ 新 Bracket
      - ✓ Concept Laser M2 (Cusing Multilaser Machines)
      - ✓ 2018年11月より Auburn工場 (Alabama, USA) にて量産開始
      - ✓ 2019年1月初出荷 (従来比 10%重量軽減実現)

# 2018

## ■ Oct. 8 【Lufthansa Technik】

- **Lufthansa Technik社**: AM (Additive Manufacturing) Center を立上げ
  - ・ AMIは、部品の設計に於て他に類を見ない自由度があるほか、個々の部品を素早く製造できることから、Prototype 部品の製作や、1回限りの部品製作に適しており、かつ 重量軽減に貢献できる技術である。

## ■ Sept. 21 【Airbus Helicopter】

- **Airbus Helicopter** : 3DPによる製造開始 – Latch Shafts for A350 Door
  - ・ EOS M400-4 で運用
    - Ti 粉末、28個のLatchがSingle process にて製造 (A350 に 16 Latch Shafts あり、4kg/機 重量軽減)
  - ・ 従来比 45% 重量軽減、25% コスト削減
    - 2018年末 Qualification 取得、2019年初頭より量産開始

## ■ Sept. 4 【AviTraider】

- **GKN Aerospace社**: AM による製造 – 2ヶの Full Scale Turbine / Rocket Engine
  - ・ 2ヶの Full Scale Turbine を開発・製造する計画
    - Liquid Oxygen & Methane を推進剤とした Prometheus low-cost re-usable rocket engine demonstrator
  - ・ High performance、Lower lead time & Significant cost reduction を実現
    - 2019年に Methane fuel system 用を製造

## ■ Aug. 20 【Leeham】

### – **UTAS (UTC Aerospace Systems) : Paula Hay (Executive)** 談

- ・ 今後、3DP の適用拡大に向けて次の3つのHurdle を乗り越えていかねばならない

- 1) 一貫した材料と設備が必要
- 2) OEMと規制当局は、AM に関する Standard (基準) の設定が必要
- 3) AM に対応した設計・デザイン文化が進化する必要がある

Leeham 記事:

「The technology is still young enough that there is no clear leader in its application to aerospace. Everyone is trying to find how to get the most from it.」

- ✓ Begin with mechanical, not structural systems
- ✓ Big parts reduction
- ✓ Big reduction in lead time

## ■ Aug. 7 【Boeing】

### – **Boeing : Digital Alloy 社 (Burlington, USA) に資本投下**

- ・ Digital Alloy : 航空業界に 3DP 部品を供給 – High-speed, multi-metal AM systems を独自開発  
Joint Printing™ Technology を有し、TiをはじめとするHigh-Temperature alloy を活用

## ■ July 18 【TCT Magazine】

### – **Pratt & Whitney** : 3DPによる エンジン回転体部品製作に連携

- ・ Norsk Titanium、NDTL (Notre Dame Turbomachinery Laboratory) & TURBOCAM International – 開発とテスト  
- Norsk Titanium, RPD (Rapid Plasma Deposition) 材料使用 / 従来の粉末材比較 50~100 倍のスピード
- ・ **P & W** : 昨年 AM Center of Expertise 設立 (East Hartford, CT, \$75M 投資)

# 2018

- July 17 【AIN Online – Farnborough AS】
  - **Oerlikon Inks** : **MOU with RUAG Space** (Coatings & Materials)
    - a bracket for use on a payload fairing – 従来Machining 工法比 重量 1/2、剛性2倍、コスト 25%減
    - **Oerlikon** : \$20M 投資 in 2017、今後 5年間で \$300M 予定 – Boeing & Lufthansa Technik とAM提携済
- July 16 【FlightGlobal】
  - **Rolls Royce** : **UltraFan future engine (demonstrator version / detail Design phase へ)**
    - **New Core** : Larger high-pressure compressor, Shorter intermediate-pressure compressor & 2 separate fuel flow system を備えた “Lean-burn Combuster” を有す
    - **New Technologies** : 1) HPTにおける CMC (Ceramic Matrix Composites) 2) **AM Components**
    - 2021年 : Ground Test 開始、2025年 : Entry into service
- May 22 【AirInsight】
  - **MTU Aero Engines** : Bore Scope (PW1100 GTF Engine, A320) を3DP製作
    - 約30名のTeam 構成 : Design Engineers, Structural Mechanics Engineers, Process Specialists, Operation Schedule Experts 等
    - MTUは2030年までに Engine 全体の15%程度の部品が AM によって製造と予測
    - “Clean Sky Project (EU New Technology Initiative)” : **Seal Carrier** のAMIによる製造
- April 23 【Boeing】
  - **Boeing** : AM Specialist である **Morf3D** 社 (本拠地 : El Segundo, CA, USA) に資本投入
    - **Morf3D** 社 : 2015年後半に設立、Boeing 向け Satellite 部品やHelicopter 部品の 3DP Ti & Al Components の製造実績あり
    - 今後両社は、共同で Aerospace向け AM Standard Process 開発を行う

# 2018

## ■ April 9 【Airbus】

- **Airbus** : Cabin Interior における Overhead Storage Components の End Gap を埋めるため、3DP により製造された部品を A320型機に取り付ける
- ・この部分は、従来品に比べ 15% 軽量、同製法を用いれば Panel 内側の Lattice 等の複雑形状をした内部指示機構部品も製造することが可能



## ■ April 9 【Universal Asset Management】

- **UAM (Universal Asset Management) 社**  
廃棄処分となった Commercial Aircraft から **Carbon Fiber** を完全にリサイクルすることに成功
- ・ MRO America において、**リサイクルした CFRP を用いて 3DP Technology により製造した Engine Stand** を展示
  - リサイクルにより得られた**第2世代の CFRP** は工業材料として適しており、コスト競争力のある CFRP 材料を必要とする自動車や他の製造業に利用でき、先進的な **AM Supply Chain** の構築に寄与する
  - UAMの独自プロセスにより**回収された CFRP** は、純度を上げるためろ過され、ペレットに精製されたうえで **3DP 材料**として供給される

# 2018

## ■ March 19 【AWST】

### – Spirit AeroSystems 社 (CEO 談話)

- ・ Boeing & Airbus 双方が、“Narrow Body機”の増産に向っている (B737 52 → 57/月へ)
- ・ 3年間で 3,000人増員、本2018年 1,200人増を予定
- ・ 工程の自動化は必須
- ・ **3DP Parts の開発**: Ti合金性を焦点に、“Norsk 社”と”Rapid Plasma Deposition 法”による Near Net Parts 生産を目指す → AI 材の適用は 次のPhase
- ・ Composite について : Thermoplastics 材料の適用拡大に注目
- ・ Air Taxiや Supersonic Business Jet 事業にも関心あり
- ・ NMAについては、Workpackage の獲得を目指す

## ■ Feb. 20 【Boeing】

### – Boeing & Oerlikon : Metal base AM 用 Standard material & Process 開発のため 5年間の業務提携に合意、調印

- ・ 両社は、安全で信頼性が高く、コスト効率の良い Structural Titanium Aircraft Component を開発するため Powder Management → 最終製品の製造に至るまでの総合的 AM工程の標準化を共同で実施
- 現状: **50K点近い 3DP Parts** が Commercial Aircraft & Space and Defense Program に使用されている



**2018**



■ Feb. 19 【FlightGlobal】

- **Stelia Aerospace** (機体構造製作、France)
  - 1m2 Size Metallic Fuselage Panels (Stiffeners含)
    - Al Wire Arc AM Process にて製造

**2017**

■ Dec. 25 【GE Aviation】

- **GE Aviation ATP** (Advanced Turboprop)
  - 35% Turboprop 部品をAM Process にて製造 (850点の部品が削減、わずか12点の構成)
    - 適用例: Pumps, Bearing Housings, Frames, Exhaust Case, Combustor Lines, Heat Exchangers, Stationary Flow Path Component 等
  - AM 採用により 5% 重量軽減





# 2017

■ Dec. 25

中国のMinistry of Industry and Information Technology(MIT)は、中国にて開発したCJ-1000AX engine demonstrator初号機の組立工程を、18か月かけて完了したと、発表した。

34台のエンジンが、Certification取得用として製造し、Testを行い、2021年以降のEntry Into Serviceをめざすとしている。このエンジンは、CFM International LEAP-1C engineと並行してC919型機に搭載されることになっており、両エンジンの寸法、特性を比較すると、下表のようになる。

	CJ-1000AX	CFM International LEAP-1C
Diameter	1.95m(76.8in)	1.98m
Length	3.29m(10.7ft)	3.32m
Fan	One-stage	One-stage
Fan Blade	18 Blades, 中空 Titanium, Wide chord, Not use fan drive gear	18 Blades, Carbon fiber, Not use fan drive gear
Booster	3 Stage	3 Stage
High-Pressure Compressor	10 Stage	10 Stage
High-Pressure Turbine	2 Stage	2 Stage
Low-Pressure Turbine	6 Stage	7 Stage
その他	3D printing Fuel Nozzle	3D printing Fuel Nozzle

【Flightglobal】

■ Nov. 17 【GE Aviation】

**GE Aviation** は、Simulation Software の開発を行っている GeonX 社(本拠地: Belgium) を買収したと、発表した。同社は製造開発の際に **AM** やWelding, Machining, Heat treatment process にて発生する不具合や歪、応力、製造時の応力による影響等を分析し、Engineer に提供する Software Tool (**Virfac**) を開発した実績がある。

**GE Aviation** は、US\$1.4B を投入し Concept Laser 社 & Arcam 社を買収済、これまでの10年間を通じ US\$1.5B を投じ **AM** の技術開発を進め、2016年には **GE Additive** 社を設立した経緯がある。

## ■ Nov. 15 【Flightglobal】

**Airbus** は、米国に本拠地を置く Engineering specialist である Arconic 社と Large structural component (含む、Pylon spares, Rib structure など3ft 前後の部品) をAM process で製造する為の Joint reseach project を立ち上げたと、発表した。

Arconic社は、Electron-beam High-deposition-rate technology (**Ampliforge**) を用いて従来の100倍近い速さで 3DP parts を製造することができる技術を有する。

## ■ Nov. 14 【Flightglobal】

**GE** は、大型で複雑な Metal partsを製作するための Additive Manufacturing machine を開発したと、発表した。このmachine は、**GE** がmajorityを有する Sweden **Arcam** 社と独 **Concept Laser** 社と共に開発したもので、1m を超す部品が製作できる。

1台の1KW Laser を備えており、Option によりLaser を追加可能。

## ■ Nov. 13 【双日News】

**双日(株) と(株) コイワイ** は、この度 金属粉の積層による立体造形 (= Additive Manufacturing, 以下 AM) 技術を用いた製品の量産 及び 販売を目的として、日本積層造形(株) (以下 JAMPT) を設立しました。JAMPT は、材料となる金属粉製造や AM装置 (= 金属 3DP) を使用した製品製造、認証 サポ<sup>o</sup>ートまで一貫して行う日本初の企業となります。

## ■ Oct. 19 【MECT 2017】

Lane Ballard, V.P. Materials & Manufacturing Technologies, The Boeing Company :  
Trends in Aerospace Manufacturing

『 Advances in materials, automation, additive / subtractive manufacturing and data analytics are leading the changes for the 2<sup>nd</sup> century of the aerospace industry 』

- **Oct. 10【Aviation Pros】**  
**US Army & GE Aviation** : FATE (Future Affordable Turbine Engine) 初号機試験  
**FATE Turbine Rig** において AM Technologies を適用  
→ 製作期間の短縮、開発コストの削減を達成
- **Oct. 6【中日新聞】**  
**愛知産業科学技術総合センター（マルワイ矢野製陶所と共同）** :  
3DP による Ceramics 新成型  
原料の粉末を高い密度で結びつける特殊な接着材料を噴射、成形することで  
隙間を減らす。粉末間の隙間を縮める処理を加えて焼き固める。  
強度の他、耐熱性や耐摩耗性、耐薬品性が必要な Ceramics 管を作製可能
- **Oct. 5【日経】**  
**新東工業** : 仏 3DP 製造・販売「3D Seram」を買収すると発表  
約13億円投資（株式の75%を取得）  
【Ceramic 事業】の拡大志向、新東工業は半導体向け大型Ceramic 部品製造  
今後は医療、エネルギー分野へ拡大  
**3D Seram 社** : 2001年設立、3DP Ceramic 積層技術を有する  
2016年連結売上 約3億円
- **Sept. 27【Aerospace Testing International】**  
**NASA** : Copper Alloy & Inconel 材料を3DP により融合させた  
Prototype 部品 (25.4 mm x 17.8 mm) を製作、  
従来この部品は 4 構成であったが 一体化された

# 2017

## ■ Sept. 18 【Flightglobal】

**Premium AEROTEC: EOS & Daimler と共同で 3DP Power Factory を開発**

Next Generation AM Project Factory

- Machines はPrinting 各Stage に対応して配置

CNC Milling Machines, Heat Treatment, Die Sinking, Laser Texturing, Robot Arm Assy., Inspection 等

## ■ Sept. 14 【AINonline News】

**SPU (Safran Power Units): 今後APU設計に 30%程度 AM適用の意向**

Lennard Helicopter AW189 eAPU 用途

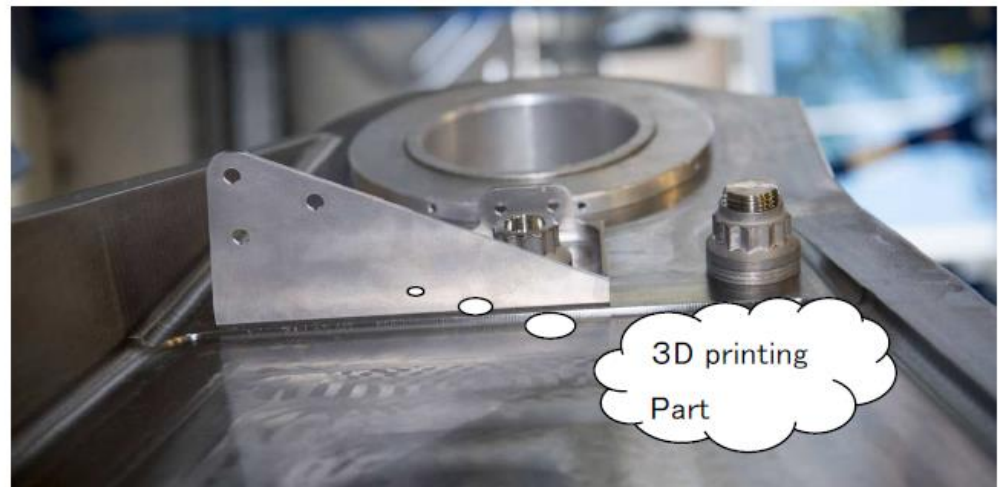
Turbine Blade Nozzle – EASA 認証取得

① 8点部品 ⇒ 4点 (35%重量軽減)

② Hastelloy X = Nickel based, SLM (Selective Laser Melting) 方式

## ■ Sept. 13 【AINonline News】

**Airbus : A350 XWB Pylon 適用  
Bracket (3DP Ti Alloy)**



# 2017

## ■ August 8 【Aircraft Interior Production and Engineering Company】

**AIP & EC (UK)** : 工場拡張と共に、3DP 適用の部品製造能力の増強も実施  
MRO (改造期間の短い機体) に対して、3DP 適用の部品製造を行う方針

## ■ July 24 【日経産業】

**阪大 + 武生特殊鋼材(福井県) + シャルマン(眼鏡フレーム大手)** : 高強度Ti 材開発

- ・ 2019年目途に 航空機エンジン用材料 & 医療器具に実用化  
汎用Ti合金に比較し 強度は30%以上高い (従来のTi材比較: 3倍)
- ・ 新材料は粉末の原料を焼き固める「粉末冶金」法

## ■ June 27 【“2017 PAS (Paris Air Show)” AMに関する動向調査報告 (Technology and R & D DiV., Nabtesco Corp.)】

I . 2017年 6月 PAS (Paris Air Show) AM展示 vs 2016年 7月 FAS (Farnborough Air Show)

1- 6. 金属材料

11-17. 3DP装置

21-23. Engine Manufacturers

31-34. Equipment Supplier

AM 展示写真抜粋 – 22. SAFRAN Group

– 31. LIEBHERR

– 32. MOOG Aircraft Group Linear AMS社情報 (MOOG傘下)

II . PASの週に発表された機体メーカー、Tier 1 のAM記事

PASの週に発表されたAM材料・装置・SB (Service Bureau) 記事

III . これまでの航空適用 AM、市場動向

# 2017

## ■ June 26

**Concept Laser (CL)** : KAUAK (仏、航空部品製造)と提携する LOI に調印  
LAUAK が Concept Laser 社の Machine を導入  
CLが AMIに関する技術支援や設計支援を実施

## ■ June 22 【AINonline News】

**Liebherr Aerospace** : PAS (Paris Air Show) において以下の展示を実施。

- B777X Wing Tip Folding System Components
- AW189 Helicopter 用Nose Landing Gear
- Embraer E-Jet E2用 High-Lift System ECU
- Skin Heat Exchanger
- 3DP Parts : Valve Block for a Spoiler Actuator

## ■ June 20 【Flightglobal】

**Airbus** : 『Dassault System』と3DP technology を共同開発

Flight Approval を得る上で必要となる Metal parts のDesign ~ Production に至る手順を完璧なものとするため

- Airliner Cabin 内にある Structural Components の3DP製造は1年以内に  
実用化の見込み  
⇒ Partition Wall (Cabin & Galley 間) 50% 重量減、450K ton CO<sub>2</sub> 削減
- Airbus 3DP部品製造は 量産期に移行、18ヶ月以内にAirframe または  
構造部材にて実用化される

# 2017

## ■ June 20 【Flightglobal】

**Safran** : eAPU (Leonard AW189 Helicopter) に使用する 3DP 製造による Nickel based Turbine Nozzle に関して EASA より Certification 取得  
⇒ 35%重量軽減、開発期間の大幅短縮 (数ヶ月 → 数日)  
現在、Hybrid APU (Gas Turbine と Fuel Cell 併用)を開発中、  
2019年以降に製品化される

## ■ June 20 【Flightglobal】

**GE Aviation** : 『Laser-power AM machine: ATLAS』を開発中 (1m<sup>3</sup> の AL/Ti 部品)  
Engine 部品、Single Aisle 機の部品に対応  
⇒ 2017年 独 “FORMNEXT”に展示予定  
⇒ 2018年後半より Customer 向け出荷予定

## ■ June 16 【Flightglobal】

**Rolls Royce** : Advanced 3 Engine

- 3DP Parts : ALM (Additive Layer Manufacturing) の採用
- Light Weight / Heat Resistant Material (CMC) をSeal 部に採用



## ■ April 28【日経産業】

**大同特殊鋼** : Pratt & Whitney (PW1000G Engine) 向けに Nickel Alloy & Shaft の供給開始

- ・ P&W が素材製造で新規メーカーを認定するのは約半世紀ぶり
- ・ 渋川工場 {群馬県} で Engine 高速回転体用の Nickel Alloy、及び PW1000G 向けの Shaft 量産開始 (生産量は溶解量ベースで 20 ton/月)
  - 大同特殊鋼は Engine Shaft 供給で 既に世界シェア30%以上

## ■ April 24【Reuter】

**GE** : 2017年 独において AM Business 分野に € 100 M以上を投資する計画

- ・ Concept Laser社 (2016年買収) Lichtenfels, Bavaria サイトの従業員を 200 ⇒ 300人規模へ
- ・ 3DP 関連は 2016年買収の Arcam 社と合わせて2社の買収完了  
⇒ 2020年までに他の3社も M& A 実施予定、3DP売上: \$1 B

## ■ April 7【10<sup>th</sup> Laser & Application Expo Technical Conference】

**Avio Aero (GE Affiliate, Italy)** : AM金属紛体材料特性 (Avio Aero がFocusしている TiAl, CoCrMo, Inconel & 17-4PH 等) について EBM & DMSLの両方式での評価を発表

- ・ 縦軸 Specific Strength – UTS/ $\rho$  (0.0 – 1.2) vs 横軸 Temperature °C (~ +1,200)
- ・ EBMでのみ達成している (Ti6Al4V, TiAl 45-2-2 & TiAl 48-8-2) の特性は 2020年頃 DMSL でも達成可能

# 2017

## ■ Feb. 15 【GE Aviation】

**GE Aviation** : 2011 ~2016年の間の設備投資

- ・ AM、Digital Engine Monitoring & CMC (Ceramic matrix Composites) 、及び Electrical Distribution に注力
- ・ AM : Additive Development Center を Cincinnati に設立  
40台以上のAM machines を備えた量産工場を Auburn に設置

## ■ Feb. 12 【AWST】

**Bell** : JMR-TD (Joint Multi-Role Technology Demonstration)

- ・ 3DP : Intake Element に採用

## ■ Jan. 6 【Unison】

**Unison** : Air-Air Exchanger のサプライヤーに選定

- ・ 3DP Parts : 熱交換器部品

Cessna Denali high-performance Single Engine Turboprop

← GE が AM向け投資 \$1Bの一環をなす、重量軽減 & ロウ付け工程削除

## ■ Jan. 4 【Flightglobal】

**GE** : **GE Capital** と組んで “Metal Additive Machine” の購入や融資を実施することを合意

GE は既に AM & Additive technologies 分野に US\$ 1.5 Bil. 投資、Additive Centers の Network 構築計画を発表済

# 2016

## ■ Dec. 26 【Airinsight】

**GE Aviation & ATP (Advanced Turbo Prop)** : ATP Engine の Concept を紹介

- 部品点数 : 855点 → 12点
- 5% 重量軽減 (一体化効果)、Total Emission & 燃料消費が20% 削減
- 燃焼器開発テスト期間 : 12ヶ月 → 6ヶ月



## ■ Dec. 7 【Reportnreports】

2016 ~ 2020年 Global Aerospace 3DP Market が **CAGR 55.85% 成長**と予想

## ■ Nov. 16 【Flightglobal】

**CFM International (GE & Safran)** : LEAP-1B Engine

- 3DP Fuel Nozzle
- 3D-Woven Composite Fan Blades & CMC (Ceramic Matrix Composite) 製 Turbine Shroud

# 2016

## ■ Nov. 3 【Flightglobal】

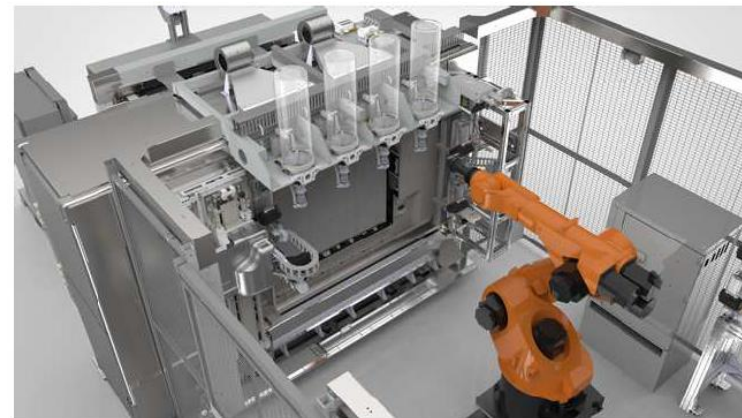
- GE Aviation** : ATP (Advanced Turbo Prop) Engine に関して 1/3 parts が3DP製造になる
- ・2010年以降 CFM International LEAP Engine Fuel Nozzle
    - Cobalt Chrome 3DP 製法適用
  - ・Blades, Discs, Rotors 等 Rotating Parts は3DP 製法の非対称
    - Frames, Combustion Liners, Sumps, Exhaust Cases, Bearing Housings 等

## ■ Oct. 10 【CIM 2016】

- Lane Ballard, V.P. Materials & Manufacturing Technologies, The Boeing Company** :  
Trends in Aerospace Manufacturing – AM = “Paradigm Shift”

## ■ Oct. 5 【Flightglobal】

- Boeing (Research & Technology)** : Stratasys とMOU締結 (新3DP 共同開発)
- ・Long Fuselage Tube (101 cm x 76.2 cm)
    - 長尺用Thermoplastic Composite 積層
    - Carbonfiber のThermoplastic Resin 積層



**E N D**

**尼子 清夫**

**代表取締役 MacA M1 株式会社**

**URL : [macam1.com](http://macam1.com)**