



(AMデザインラボ)

アディティブ・マニファクチャリングを実現するためのEOS社の取り組み
～ 世界市場の動向と国内外の先進事例 ～

株式会社NTTデータエンジニアリングシステムズ
アディティブ・マニファクチャリング事業部 前田寿彦

AGENDA

1. アディティブ・マニュファクチャリング(AM)の一例
金属の3Dプリンティング
2. 「AMを実現する」とはどのようなことか？
3. AM実現の手順
AMのデザインルール
サポートの必要性和対処法
内部応力と熱処理
造形限界
パラメータと造形密度
モニタリングとQMS
4. EOS社の取り組み
造形機販売のありかた
アディティブ・マニュファクチャリング推進のための取り組み
5. 事例
航空宇宙、自動車、産業機器、金型、医療、その他
6. 日本のAM技術は欧米に遅れをとっているか？
NDESのAMデザインラボ
7. 今後の動向
Next Generation AM

AM: 製品作りの3Dプリンティング

NTTデータエンジニアリングシステムズとは？

1977年 12月1日 **日立造船情報システム株式会社 設立**

日立造船から技術計算、事務計算を委託。船舶積み付け計算機LOADOMETER 400、光学式文字読取り装置XONDEX1100などマイコンを使ったPCの前身を製作



1982年 GRADE/Gを販売開始



1985年 株式会社メインテック設立

GPS

1987年 設計情報サービス(株)を設立 (旧 株式会社シーディアイ)

旅の窓口

1992年 本社を大阪から東京に移転

1993年 **EOS社製 積層造形装置を販売開始**



1999年 Space-E販売開始

Space-E

2000年 Oracleをベースに製造業向けERPシステム販売



2001年 ISO9001 : 2000 の認証取得



2002年 Dassault Systèmes とゴールドソフトウェアパートナーを締結
Space-E V5 販売開始



2006年 株主が日立造船からNTTデータに変更

社名を「**株式会社NTTデータエンジニアリングシステムズ**」とする

EOS – Technology and market Leader for 3D Printing Solutions

1989年

EOS GmbH設立
本社 ドイツ ミュンヘン
光造形機(STEREOS)メーカーとして創業

1993年

当社が日本国内の総代理店権利を取得

1997年

光造形機事業を3DSystemsに売却

2002年

レーザーシタリングシステムのマーケット
リーダーの地位を確立

- ・ソリューションポートフォリオ:
AMシステム
材料(樹脂、金属、砂)
ソフトウェア
サービス

- ・装置メーカーではなく
[End to End Solution]を提供する
ソリューションプロバイダーを指向



Dr. Adrian Keppler , Dr. Tobias Abeln , Dr. Hans J. Langer,

EOS Headquarters in Krailling, Germany



弊社は1993年からEOS社の日本国内総代理店として販売・サポートを行っています。

EOS社の商品ラインナップ

金属3Dプリンター

EOS M100 / M100 Dental



EOSINT M 270 Dental:



EOS M 290:



EOS M 400:



樹脂3Dプリンター

FORMIGA P 110:



EOS P 396:



EOSINT P 770:



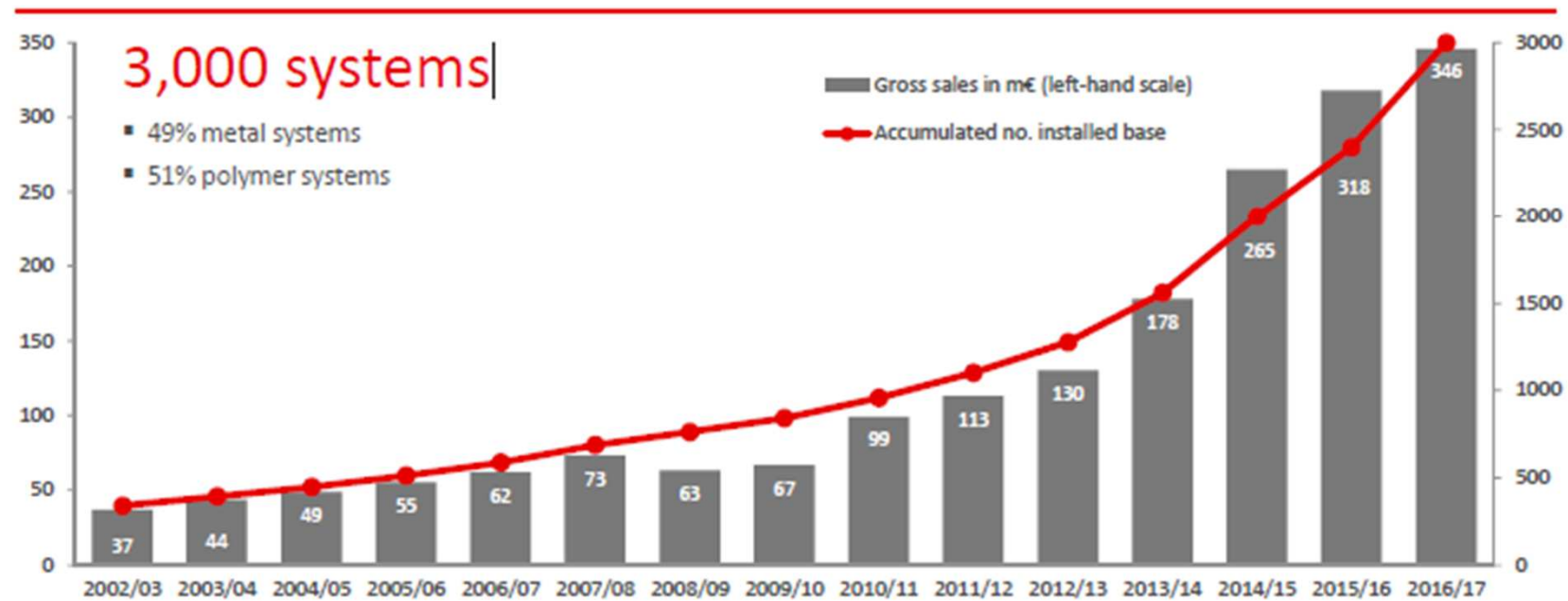
EOSINT P 800



EOS : A Growing Company



Global EOS installed base



樹脂60%
金属40%

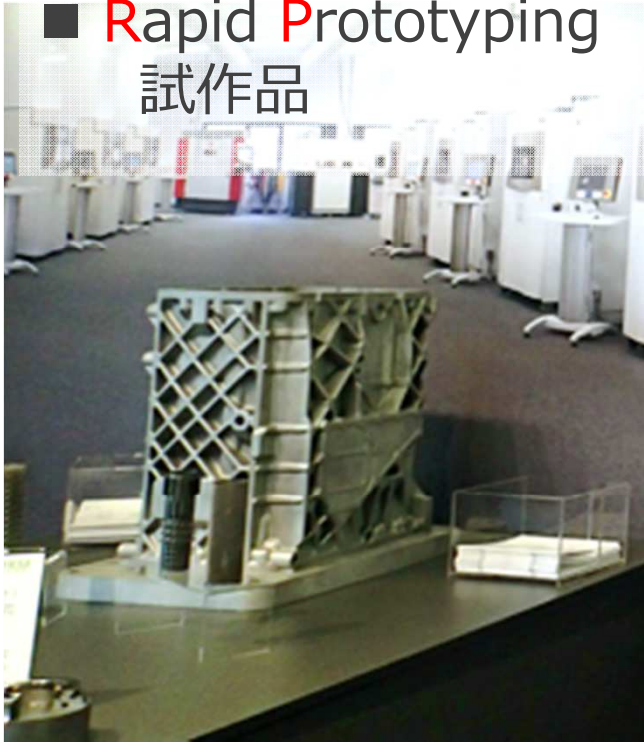
従業員
およそ
1,000名

売上の
15%を
R&Dに投
資

650以上
の有効
な特許

RPからAMへ

■ Rapid Prototyping
試作品



■ Additive Manufacturing
高付加価値な最終製品

FKM

Materials
Solutions

Linear Mold



AMを取り入れている企業（航空宇宙）



実際に空を飛んでいるはパーツは少ない



GE Fuel Nozzle



Safran Turbomecca Engine Injection Swirler



PAG Fuel Line Connector
Airbus A400M "Vent Bent"



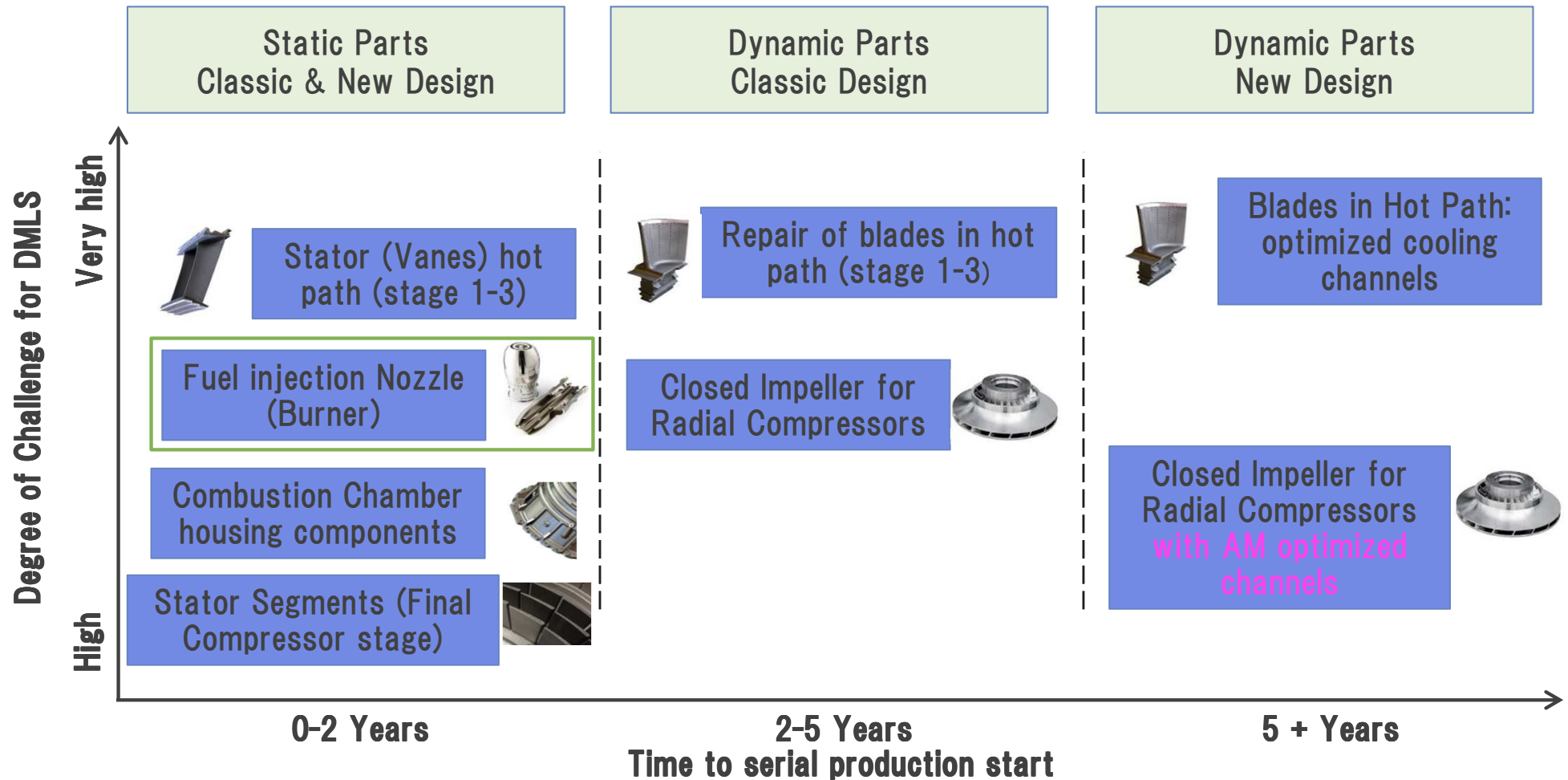
MTU Boroscope



GE T25 Sensor Housing



ジェットエンジンパーツのAMによる量産までのタイムフレームと課題



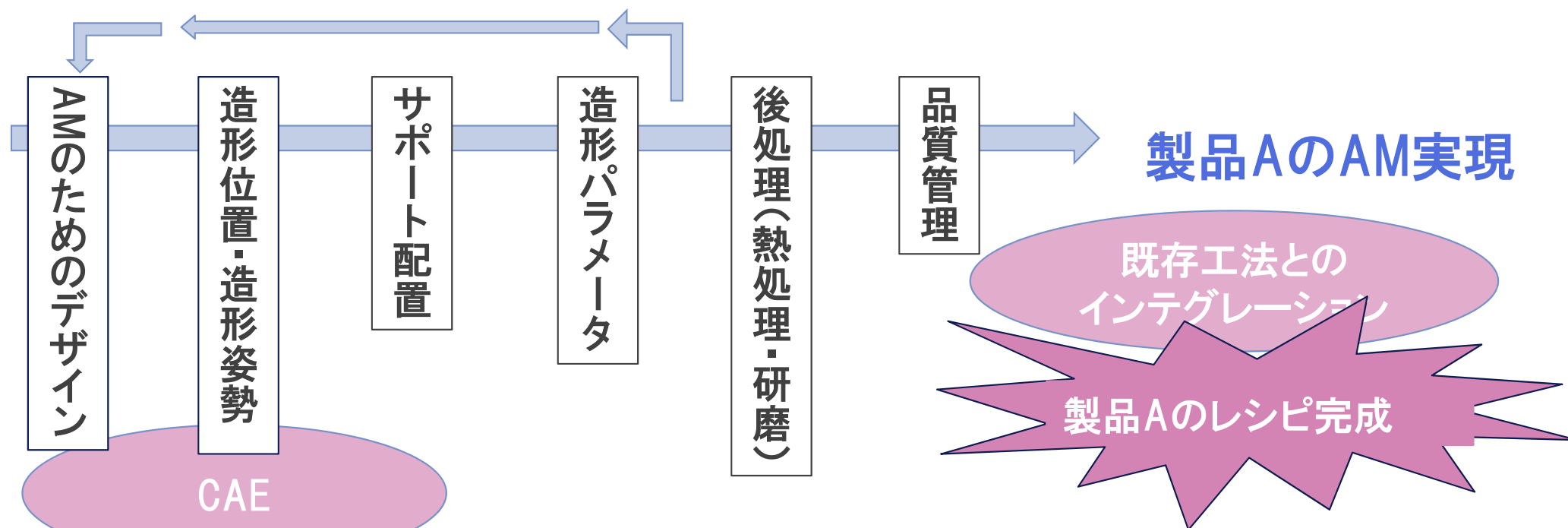
Related Challenges

- Acceptance and Qualification of DMLS process within OEM organization
- Built up know how at OEM around design rules and needed pre- & post-processing
- Optimization and qualification of materials under dynamic load
- Development of new high temperature materials (e.g. MAR 247)
- Create acceptance within OEM organization and at End Customer for new designs

Source Pictures: Injection Nozzle: GE; Vane: Trac Components; Housing: 3T RPD; Blade: TTL Solutions; Shrouded (closed) Impeller: Praewest.
All pictures are copied from the internet and serve as illustrations only.

「AMを実現する」とはどういうことか？

AMを実現するとはどういうことか？



製品Aにそれだけの価値があるのか？

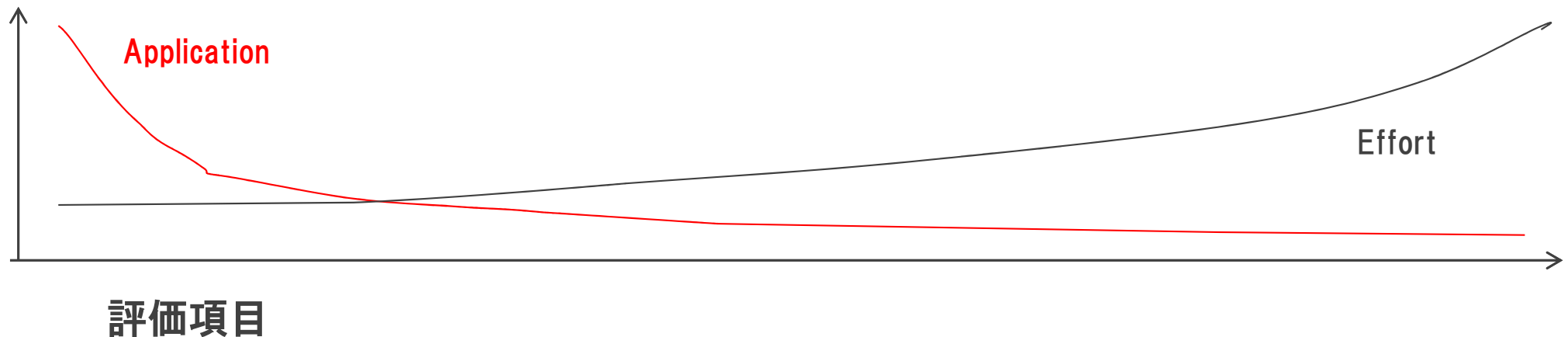
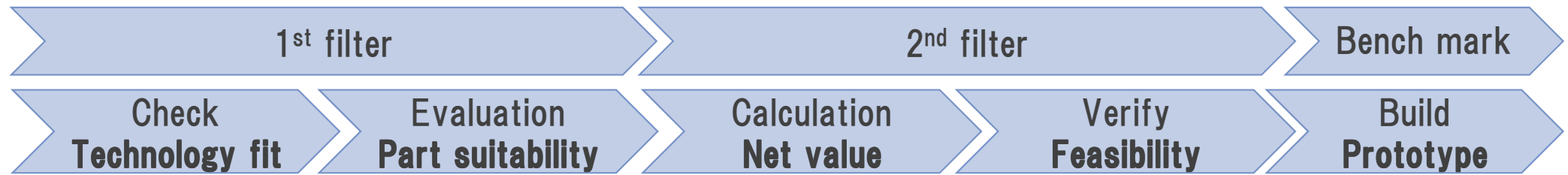


最初のスクリーニングが大事

製品Bにはまた別のレシピが必要！

スクリーニング

3 step approach



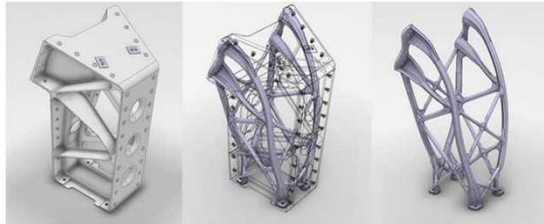
造形サイズ、材料、要求される品質、生産量→AMで対応可能か？

複雑さ、造形時間→AMによるコスト低減はあるか？

AMによる高付加価値化はあるか？

付加価値を高めるAMのデザイン

■ トポロジー最適化設計



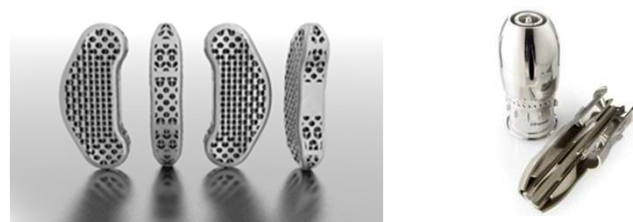
■ バイオニックデザイン



■ ラティス構造



■ 複雑形状の一体造形



■ 高熱交換効率(Cooling channel)

軽量化

熱交換効率

短納期

低コスト

高機能化

長寿命化

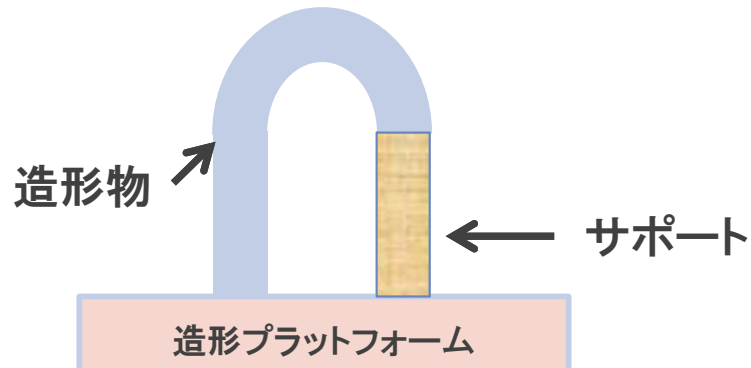
AMの利点を阻害する要因

1. サポートの必要性
2. 内部応力と歪み
3. サポートの除去
4. 造形密度と内部欠陥
5. 造形限界
細いピン、薄壁、極小穴など
6. 後処理
表面粗度、内部構造の研磨
7. 品質評価方法
8. 品質の安定性と新材料への対応

造形パラメータが大きな役割を果たす

金属3Dプリンターの制約

■ 基本的にサポートが必要



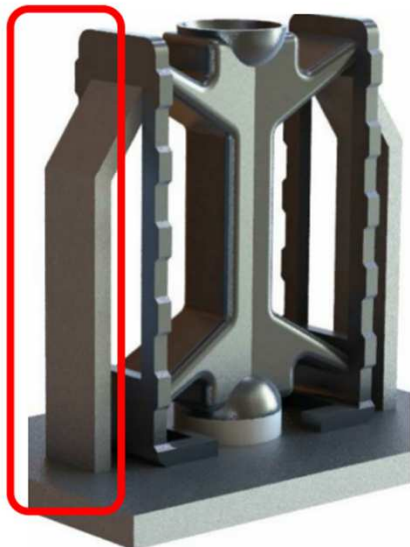
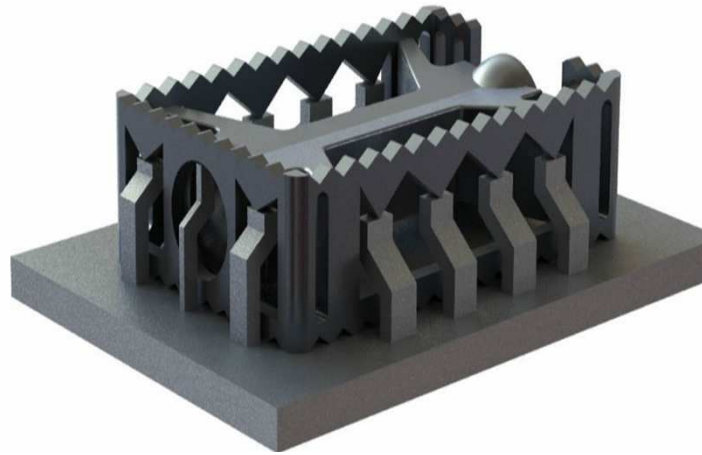
- ・造形物は平面上にしか並べられない
- ・造形できる形状に制約がある
- ・造形後サポートを取り去る必要がある
- ・サポートが付いた面は荒れる



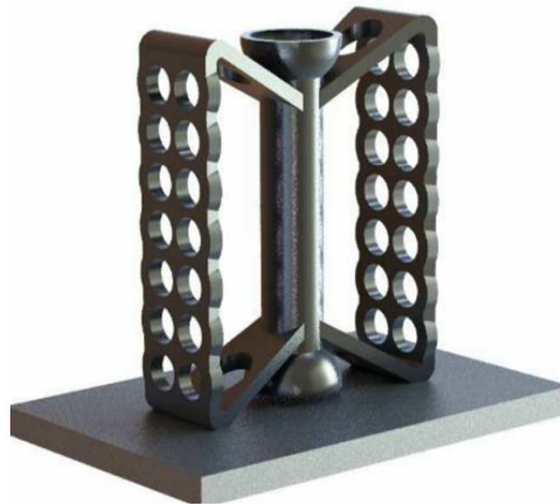
- ・サポートはできるだけ少ない方が良い
- ・工夫が必用(設計、各種造形条件)

- ・ノウハウが必要
- ・工夫
- ・造形ルール

サポートの必要性 配置



造形方向を変更して
サポートを減らす

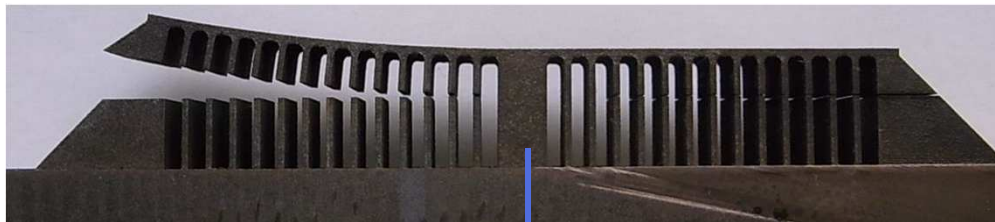


サポートを必要としない形状



内部応力と熱処理

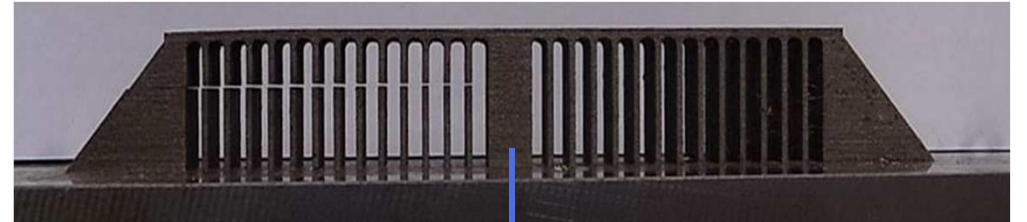
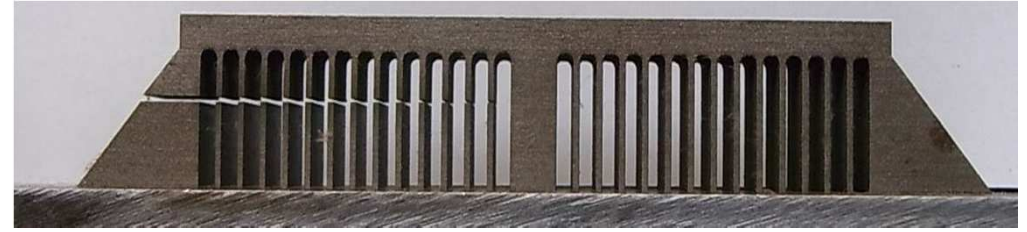
EOS Titanium Ti64



熱処理前

熱処理後

EOS MaragingSteel MS1



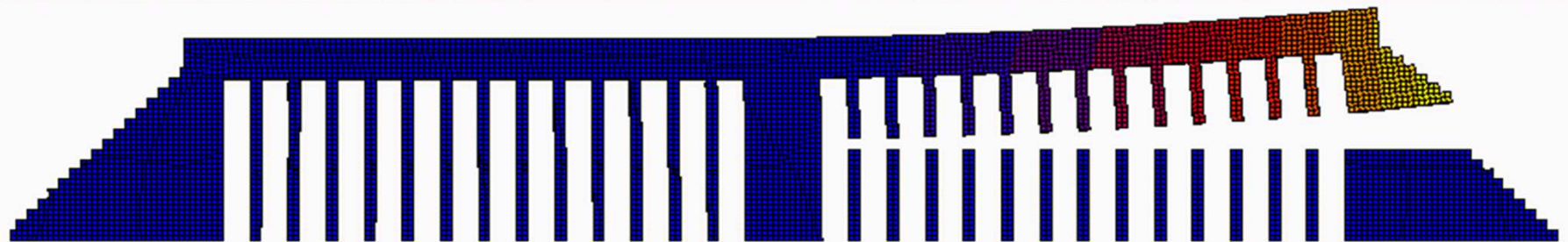
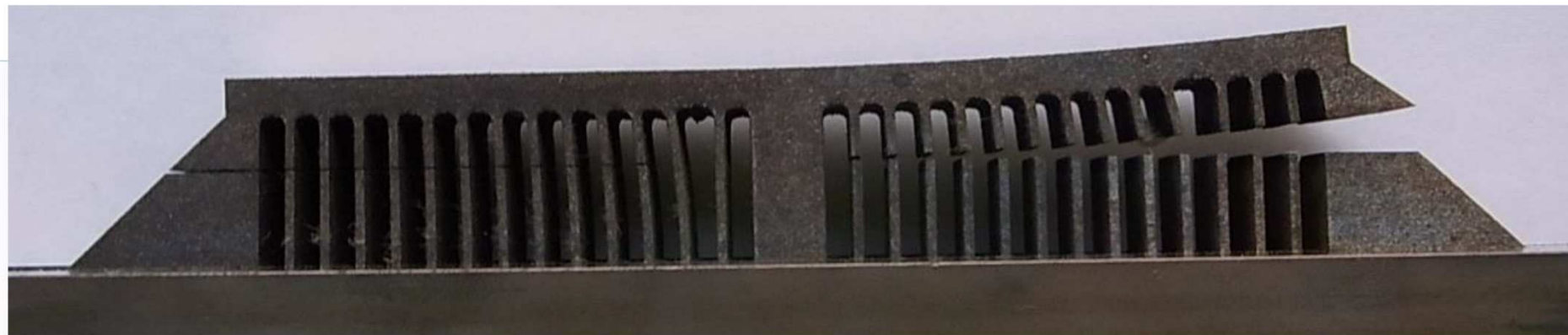
熱処理前

熱処理後

実験 vs シミュレーション

・最大変形量(4mm 厚)

- 3.4mm vs 3.7mm
- Reasonable agreement



Inc: 41
Time: 2.100e+01

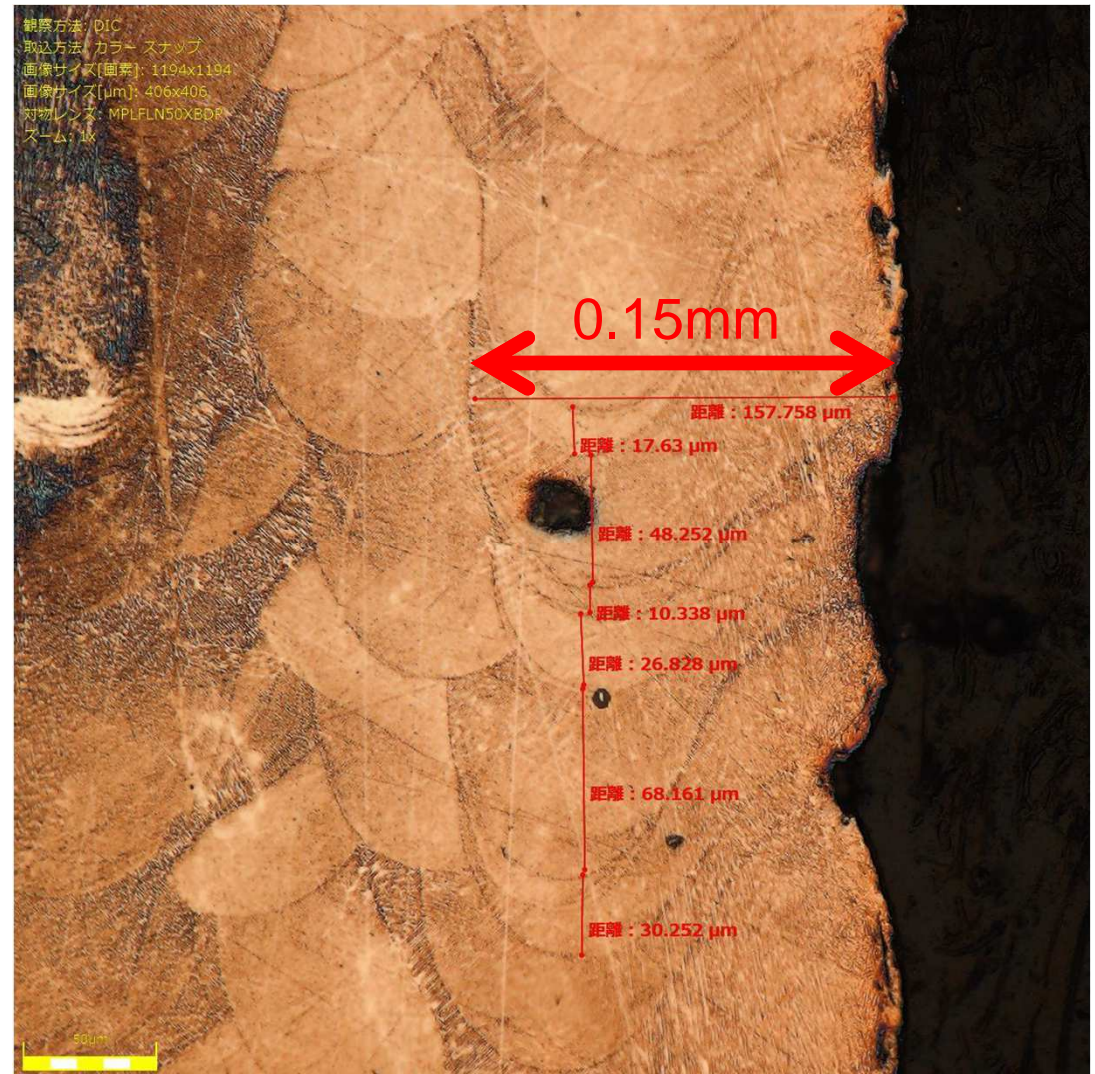
3.745e+00
3.361e+00
2.978e+00
2.594e+00
2.211e+00
1.828e+00
1.444e+00
1.061e+00
6.774e-01
2.939e-01
-8.948e-02



Icase2
Displacement Z

ポロシティの一例

下記図は、薄肉造形物にエッチング処理を行ない、レーザー痕を観察した図である。ポロシティはキーホールの底部に発生している。



製品品質を保証するための3つのモニタリングアプローチ(EOSの場合)



システムのモニタリング

- システム設定
- 加工工程パラメータ



パウダーベッドのモニタリング

- リコーターの品質
- 照射の品質



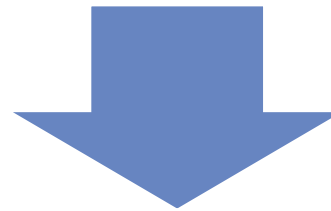
メルトプールのモニタリング

- エネルギー強度
- 良い/悪い加工



加工指針

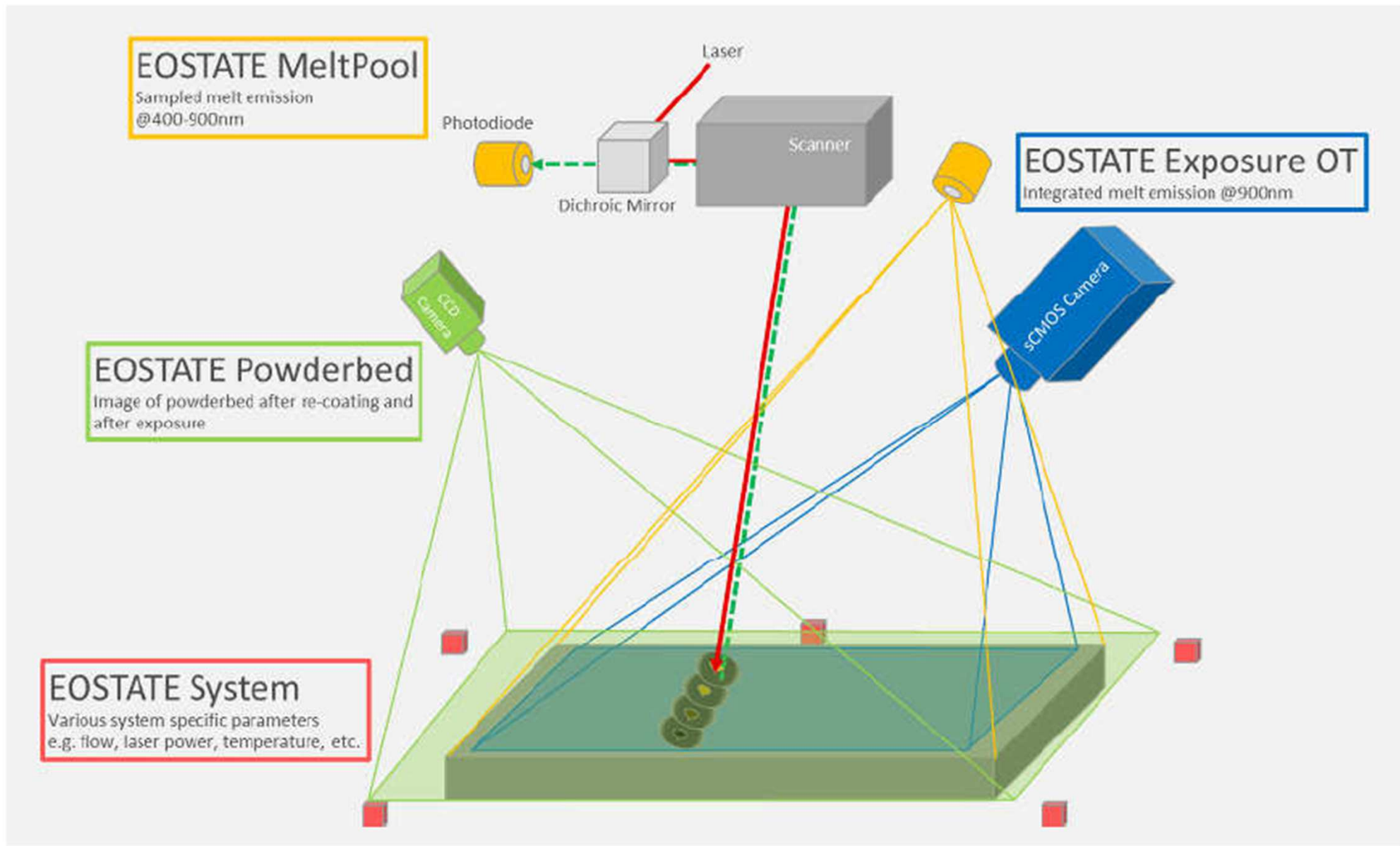
- 軸移動
- レーザー出力
- 加工気圧
- 加工温度
- フィルターシステム

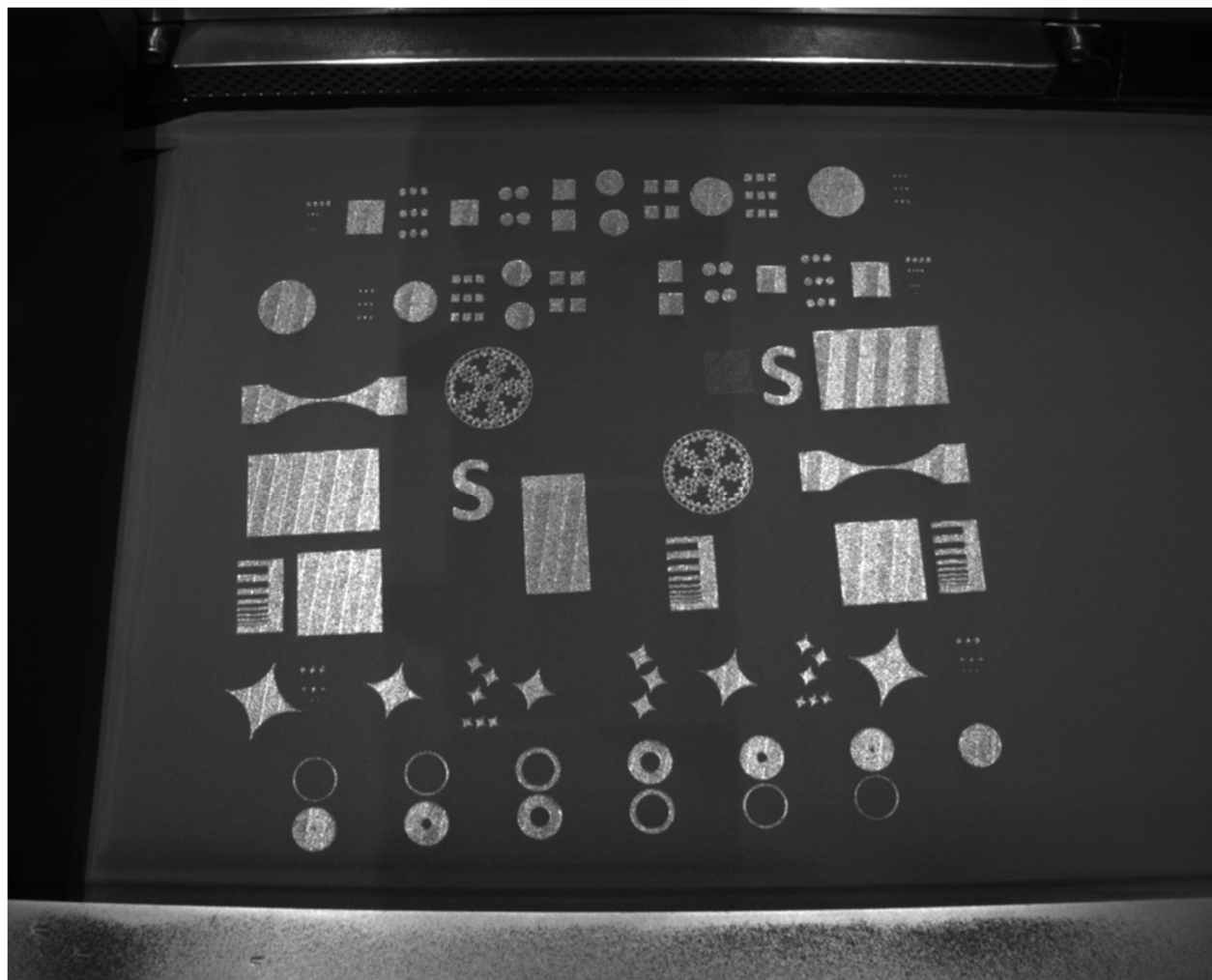


- パウダー不足
- パウダーベッド上の粒や溝
- 照射領域の偏り
(層データと加工/未加工
材料のイメージの比較)

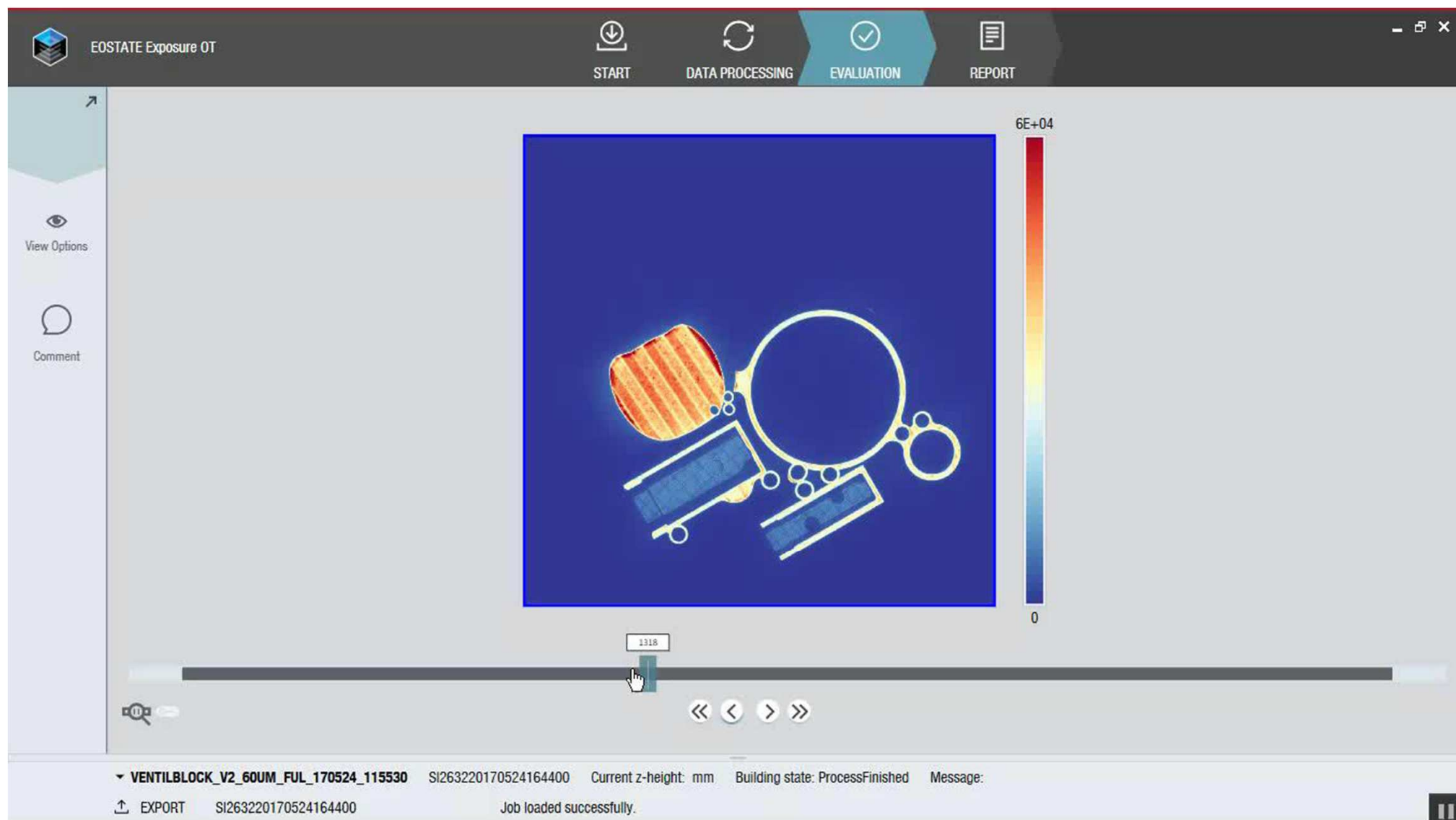


- メルトプールの動作
- レーザー出力、ハッチ間隔、
スキャン速度の影響
- プロセスチャンバー内の照
射領域の影響
(照射方法や飛び加工)





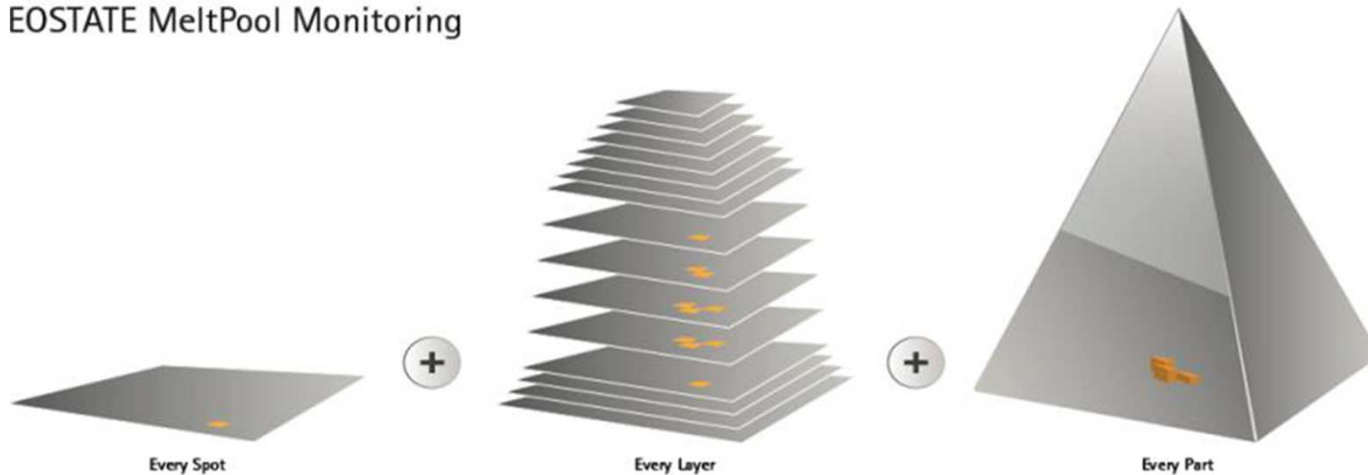
- ・内蔵カメラによりパウダーベッドをレイヤー毎(リコーティング前後)に撮影
- ・造形物に不具合発生時、該当レイヤーでの挙動を確認可能



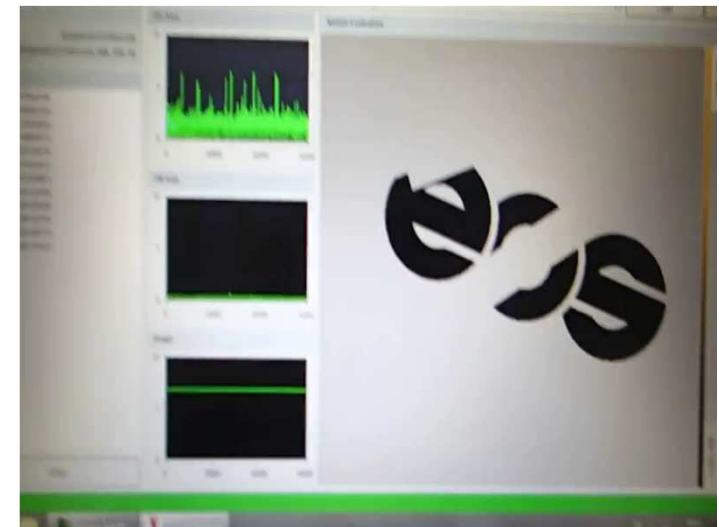
Meltpool Monitoring

Plasmo社との共同開発により、造形機内部に取り付けたセンサーが、1秒間に50,000枚ものの画像を撮影、設定した閾値で解析し、溶融状態が適切であるか確認可能。

EOSTATE MeltPool Monitoring



エラーのある部分が、装置のモニターに黄色で表示される



リアルタイムモニタリングの動画
“0”にエラーあり

AMデザインラボ



AMデザインラボ・・・AM技術に必要な、様々な技術サービスをご提供する拠点

最新の金属造形機、プラスチック造形機、各種検査装置を保有。
サービスエンジニア、アプリケーションエンジニアが常駐し、技術開発、材料開発支援を行っています。

所在地：

〒562-0035 大阪府箕面市船場東2丁目6-58

* 新大阪から地下鉄、千里中央 下車

AMの発展を推進するサプライヤの動向

■ AMは着実に拡大する

それを推進する造型機販売のあり方

GE additive

EOS → Additive mind

NDES → NDES_additive



レシピ開発の
コンサルテーション

■ サービスビューロは？

既存のスタイルのサービスビューロ

→ 金属オブジェの製作

製品製造を目指すサービスビューロ



メーカーとの
協業



Additive Minds - TOP 10 CONSULTING PROVIDER 2017



EOS GmbH - Additive Minds

recognized by  magazine as

TOP 10
CONSULTING
PROVIDERS - 2017

In an annual listing of 10 companies that are at the forefront of providing manufacturing consulting solutions and impacting the marketplace

MANUFACTURING TECH INSIGHTS CONSULTING PROVIDERS - 2017

JANUARY - 2017

MANUFACTURINGTECHINSIGHTS.COM

TOP 10 MANUFACTURING CONSULTING PROVIDERS 2017

In today's global manufacturing arena, maintaining high quality and low cost is vital for running a successful manufacturing enterprise. While new and innovative manufacturing capabilities are being widely incorporated into enterprises to improve their performance and productivity, most of these enterprises do not have the capacity or expertise to capitalize on opportunities. Here, organizations in implementing the change initiatives to achieve manufacturing excellence.

The manufacturing consulting professionals work with clients to analyze their problems and recommend the best course of action for a given initiative—significantly saving time, effort, and money for the organization. Furthermore, these providers have deep expertise in multiple systems including ERP and BPM, alongside cloud and big data to assist manufacturing leaders execute operations at peak efficiency, minimize the total cost of ownership and maximize return on investment.

In the edition of Manufacturing Tech Insights, we bring to you "Top 10 Manufacturing Consulting Providers 2017" featuring the best solution and consulting providers offering solutions and services to the manufacturing industry. The companies listed here showcase extensive business knowledge and innovative strategies combined with talent base across locations.

A distinguished panel comprising of CEOs, CIOs, VCs, analysts and the Manufacturing Tech Insights' editorial board has selected top players from over thousand companies. The listing provides a look into how these consulting companies can help you optimize your process while giving a competitive advantage in the market.

EOS GmbH - Additive Minds

Company:
EOS

Description:
Additive Minds offers high end services in Additive Manufacturing (AM)

Key Person:
Dr. Bernd J. Langer
CEO and Chairman
Günther Kars
Director of Global
Applications and Consulting

Website:
en.additive-minds.com

EOS Surmounting Material and Design Challenges

Turning a complex design into a product and expediting product development are herculean tasks for the implementers of traditional manufacturing technologies. On the contrary, Additive Manufacturing (AM) overcomes the barriers put forth by intricate designs and fundamental nature of material. AM is primarily the usage of digital 3D design data to build up a component in layers by depositing material. From designing highly stress resistant surfaces and honey structures to developing components of utilities, nothing remains a manufacturing wonder for an organization enriched with the expertise of AM. Though, building up expertise in Additive Manufacturing can be a long haul and support from experts is often needed—this is where the EOS consulting group "Additive Minds" steps in. "We bestow clients with the knowledge of AM, prepare them to invest and harness this groundbreaking technology and tap an array of business opportunities," states Günther Kars, Director of Global Applications and Consulting, EOS. "Our customers benefit from deep technical expertise, applications engineering and consultancy to gain a decisive competitive edge."



several parameters, especially the energy in the powder melting pool, generated by high-performing lasers. Through its cutting-edge monitoring solution, the company enables clients to perform quality testing in an economical manner. "For companies preferring CT scan and survey or non-destructive testing, the savings of quality assurance could be exponential," says Kars.

In one of the implementation highlights, a large automotive company had sought support to acquire additive manufacturing capabilities, design an AM serial application, and build a 3D printing center of excellence. As the client needed an expert and experienced partner to manage complexities in implementation of AM technology, Additive Minds was the foremost choice. Additive Minds helped the client to find the right applications, design the part, and optimize the production process. The automotive company gained scalability of operations and is now planning to leverage EOS technology to print more parts.

“Our customers benefit from deep technical expertise, applications engineering and consultancy to gain a decisive competitive edge”

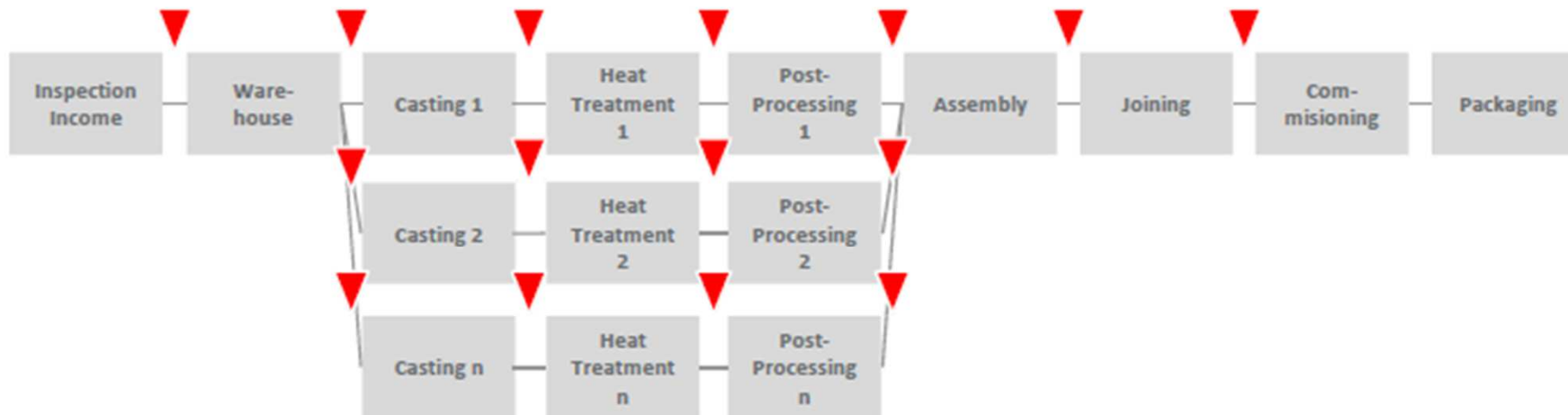
With headquarters near Munich, Germany and worldwide subsidiaries, including Phoenixville, TX, EOS and Additive Minds support training and consulting to customers to acquire

To create success stories akin to the large automotive company, the leadership of the company firmly believes in a proactive approach based on understanding the demand of the customers and their next experience before they put those into work. EOS and Additive Minds are driven by an open culture in their quest to change the paradigms of the manufacturing industry and be innovative. "We have built services that transform the existing manufacturing processes. Our clients are enabled to go to the next level to fulfill their larger production demands," concludes Kars. "At the end of the day, we are set to close the knowledge gap at the customer side while ensuring that the clients' workforce and engineers are empowered." ■

例) 良品を安定して製造するための製造工程 -フロー-

今までの工程とAMの工程で違いはなにか

今までの燃料噴射ノズルの工程



▼ Part Testing

AMの燃料噴射ノズルの工程



例) 良品を安定して製造するための製造工程 -リスクアセスメント-

The DIN EN ISO 9100 requires e.g.:

FMEA Failure Mode Effects Analysis - PFMEA									
For Sample Product or Process - Rev C									
Process Step	Process Step Description	Process Step Input	Process Step Output	Process Step Failure Mode	Process Step Failure Effect	Process Step Failure Cause	Process Step Failure Method	Process Step Failure Detection	Process Step Failure Action
1	Process Step 1	Process Step 1 Input	Process Step 1 Output	Process Step 1 Failure Mode	Process Step 1 Failure Effect	Process Step 1 Failure Cause	Process Step 1 Failure Method	Process Step 1 Failure Detection	Process Step 1 Failure Action
2	Process Step 2	Process Step 2 Input	Process Step 2 Output	Process Step 2 Failure Mode	Process Step 2 Failure Effect	Process Step 2 Failure Cause	Process Step 2 Failure Method	Process Step 2 Failure Detection	Process Step 2 Failure Action
3	Process Step 3	Process Step 3 Input	Process Step 3 Output	Process Step 3 Failure Mode	Process Step 3 Failure Effect	Process Step 3 Failure Cause	Process Step 3 Failure Method	Process Step 3 Failure Detection	Process Step 3 Failure Action
4	Process Step 4	Process Step 4 Input	Process Step 4 Output	Process Step 4 Failure Mode	Process Step 4 Failure Effect	Process Step 4 Failure Cause	Process Step 4 Failure Method	Process Step 4 Failure Detection	Process Step 4 Failure Action
5	Process Step 5	Process Step 5 Input	Process Step 5 Output	Process Step 5 Failure Mode	Process Step 5 Failure Effect	Process Step 5 Failure Cause	Process Step 5 Failure Method	Process Step 5 Failure Detection	Process Step 5 Failure Action
6	Process Step 6	Process Step 6 Input	Process Step 6 Output	Process Step 6 Failure Mode	Process Step 6 Failure Effect	Process Step 6 Failure Cause	Process Step 6 Failure Method	Process Step 6 Failure Detection	Process Step 6 Failure Action
7	Process Step 7	Process Step 7 Input	Process Step 7 Output	Process Step 7 Failure Mode	Process Step 7 Failure Effect	Process Step 7 Failure Cause	Process Step 7 Failure Method	Process Step 7 Failure Detection	Process Step 7 Failure Action
8	Process Step 8	Process Step 8 Input	Process Step 8 Output	Process Step 8 Failure Mode	Process Step 8 Failure Effect	Process Step 8 Failure Cause	Process Step 8 Failure Method	Process Step 8 Failure Detection	Process Step 8 Failure Action
9	Process Step 9	Process Step 9 Input	Process Step 9 Output	Process Step 9 Failure Mode	Process Step 9 Failure Effect	Process Step 9 Failure Cause	Process Step 9 Failure Method	Process Step 9 Failure Detection	Process Step 9 Failure Action
10	Process Step 10	Process Step 10 Input	Process Step 10 Output	Process Step 10 Failure Mode	Process Step 10 Failure Effect	Process Step 10 Failure Cause	Process Step 10 Failure Method	Process Step 10 Failure Detection	Process Step 10 Failure Action

どうギャップを埋めるか？



CONTROL PLAN									
Process Step	Process Step Description	Process Step Input	Process Step Output	Process Step Failure Mode	Process Step Failure Effect	Process Step Failure Cause	Process Step Failure Method	Process Step Failure Detection	Process Step Failure Action
1	Process Step 1	Process Step 1 Input	Process Step 1 Output	Process Step 1 Failure Mode	Process Step 1 Failure Effect	Process Step 1 Failure Cause	Process Step 1 Failure Method	Process Step 1 Failure Detection	Process Step 1 Failure Action
2	Process Step 2	Process Step 2 Input	Process Step 2 Output	Process Step 2 Failure Mode	Process Step 2 Failure Effect	Process Step 2 Failure Cause	Process Step 2 Failure Method	Process Step 2 Failure Detection	Process Step 2 Failure Action
3	Process Step 3	Process Step 3 Input	Process Step 3 Output	Process Step 3 Failure Mode	Process Step 3 Failure Effect	Process Step 3 Failure Cause	Process Step 3 Failure Method	Process Step 3 Failure Detection	Process Step 3 Failure Action
4	Process Step 4	Process Step 4 Input	Process Step 4 Output	Process Step 4 Failure Mode	Process Step 4 Failure Effect	Process Step 4 Failure Cause	Process Step 4 Failure Method	Process Step 4 Failure Detection	Process Step 4 Failure Action
5	Process Step 5	Process Step 5 Input	Process Step 5 Output	Process Step 5 Failure Mode	Process Step 5 Failure Effect	Process Step 5 Failure Cause	Process Step 5 Failure Method	Process Step 5 Failure Detection	Process Step 5 Failure Action
6	Process Step 6	Process Step 6 Input	Process Step 6 Output	Process Step 6 Failure Mode	Process Step 6 Failure Effect	Process Step 6 Failure Cause	Process Step 6 Failure Method	Process Step 6 Failure Detection	Process Step 6 Failure Action
7	Process Step 7	Process Step 7 Input	Process Step 7 Output	Process Step 7 Failure Mode	Process Step 7 Failure Effect	Process Step 7 Failure Cause	Process Step 7 Failure Method	Process Step 7 Failure Detection	Process Step 7 Failure Action
8	Process Step 8	Process Step 8 Input	Process Step 8 Output	Process Step 8 Failure Mode	Process Step 8 Failure Effect	Process Step 8 Failure Cause	Process Step 8 Failure Method	Process Step 8 Failure Detection	Process Step 8 Failure Action
9	Process Step 9	Process Step 9 Input	Process Step 9 Output	Process Step 9 Failure Mode	Process Step 9 Failure Effect	Process Step 9 Failure Cause	Process Step 9 Failure Method	Process Step 9 Failure Detection	Process Step 9 Failure Action
10	Process Step 10	Process Step 10 Input	Process Step 10 Output	Process Step 10 Failure Mode	Process Step 10 Failure Effect	Process Step 10 Failure Cause	Process Step 10 Failure Method	Process Step 10 Failure Detection	Process Step 10 Failure Action

・AM用に故障の木解析/フォルトツリー解析 (FTA)のひな型を準備

- 造形できない
- 仕様に合わない
- トレーサビリティがない
- 安全衛生の問題

・AM用にFMEAフォームを準備

- すべての不具合に対する原因や原因を形成する要因
- EOSIによる事前リスク低減の明確化
- 最初のリスク評価
- 担当と期限を定め追加リスクアセスメントの為の推奨アクション提案
- 最終リスク評価
- 管理計画

事例

エアバスA380主翼の油圧制御装置

航空機の燃費向上

■用途

-エアバスA380主翼の油圧制御装置

■課題

CO2排出量などの環境への配慮、
燃料の価格高騰と代替燃料がないという事に対し、
航空機業界では新たな技術を探す必要性があった。

■ソリューション

-システム: EOS M 290

-材質:チタン合金

■解決策-取り組み

-従来装置の設計-構造分析から開始し、
設計の最適化を行った。

-軽く、耐腐食に優れたチタン合金を選択

■結果

-従来品と同じ性能を保ち、**35%の軽量化**

-**10の機能を1つのバルブに統合**

-A380のテスト飛行が成功



■Souce(Liebherr)

ブラケット

製造プロセスの簡略化と既存部品の軽量化を可能にします

■ 用途

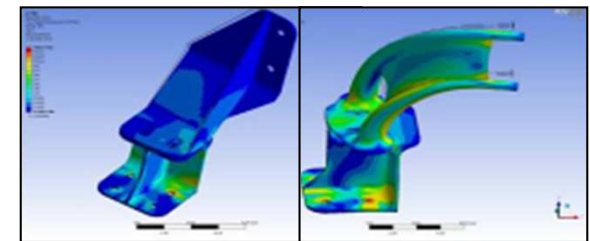
- アルミ合金製ブラケット

■ ソリューション

- システム: EOSINT M
- 材質: アルミニウム合金
(EOS Aluminum AlSi10Mg)
- 新デザイン
(革新的なバイオニックデザインと中空構造)

■ 結果

- ブラケットを40%軽量化
(軽量化した部品重量は33g)
- 一体化した部品を全自動で造形
- 接合部を統合して、組立工数と部品点数を削減



溶接部品とレーザーシタリング部品の応力解析

Source : P3 digital services, EOS

ロケットのインジェクションヘッド

パーツの一体化に伴う製造工程、製造期間の短縮

■用途

人工衛星打ち上げ用ロケットのインジェクションヘッド

■課題-ニーズ

従来、248個の部品から成るパーツを、
全ての機能を統合し1パーツにし、製造工程と製造時間を削減すること。

■ソリューション

- 材質: ニッケル基超合金(インコネル718)
- EOS M 400-4

■解決策-取り組み

- AMによりすべての要求を満たす事ができた
- 工場生産-競争力を前進させるステップとなった

■結果

- 従来部品と同じ機能を保持しつつ、
248パーツから1パーツになった
- EOS M 400-4は、製造時間を**3倍早く**し、
コストを**50%削減**した
- 外注に依頼することなく、
社内で生産工程が完結できるようになった



Source: EOS GmbH

航空機内へのデータ転送用ケーブルマウント

最適設計のもたらす製造期間短縮と組立レス化

■用途

エアバスA350 XWBのケーブル配線用マウント

■課題-ニーズ

パイロットや乗客に外部の映像を送るケーブル配線用のマウント。
機能的なマウントを従来品の設計見直しから、パラメータ開発、造形、
後処理までの全工程を2週間で完成させること。

■ソリューション

-システム: EOS M 400 -材質:アルミニウム

■解決策-取り組み

-AM製造工程に適した設計へ向けて従来品の構造分析

■結果

- 2週間で、最適設計だけでなく
プラグコネクタが一体化したマウントが完成
- 70日かかっていた製造期間が、**19時間**に削減
- 一体化**により、**30パーツ**の組立が削減された



■ Source (SOGETI High Tech)

タービンエンジン部品

複雑形状部品の一体製造を可能にします

■ 用途

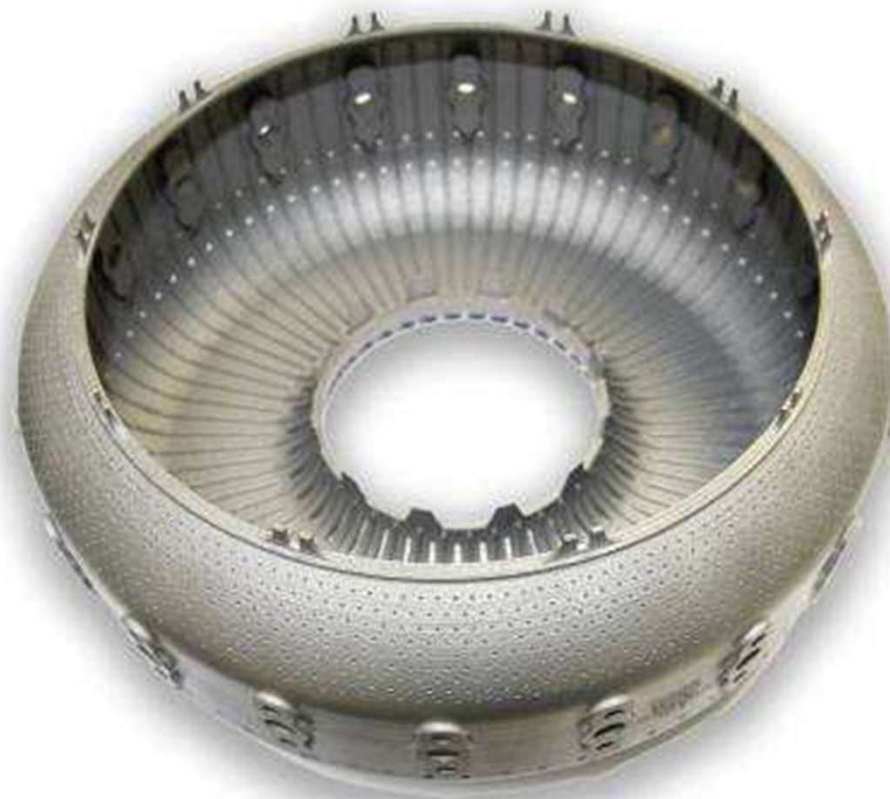
- タービンエンジン部品(コンバスター)

■ ソリューション

- システム:EOSINT M 270
- 材質:ニッケル基超合金
(EOS NickelAlloy IN718)

■ EOSINT Mで製作した場合の設計の利点

- 非常に複雑な形状
- 薄肉
- 膨大な部品点数



設計の最適化が図られ、EOSINT Mで製作されたデモパーツ

Source : **Materials Solutions**
Rapid development to meet environmental challenges

航空宇宙分野:Turbomeca エンジンコンポーネント

ヘリコプターエンジンコンポーネント

Turbomeca Engines



Source: Safran Group



自動車業界における課題解決のためAMが活用されています

市場別にみた自動車業界

Automotive Industry – market description

対象範囲

- 乗用車
- レーサー
- バイク
- 特殊車両
- トラック
- バス(産業用/交通用)

対象範囲外

- 産業車両
(建築、耕耘車両)



自動車業界のキートレンド

Key Automotive Industry Trends

コスト削減

イノベーションサイクルの短縮

多品種・複雑化

ハイブリッドカー、EV

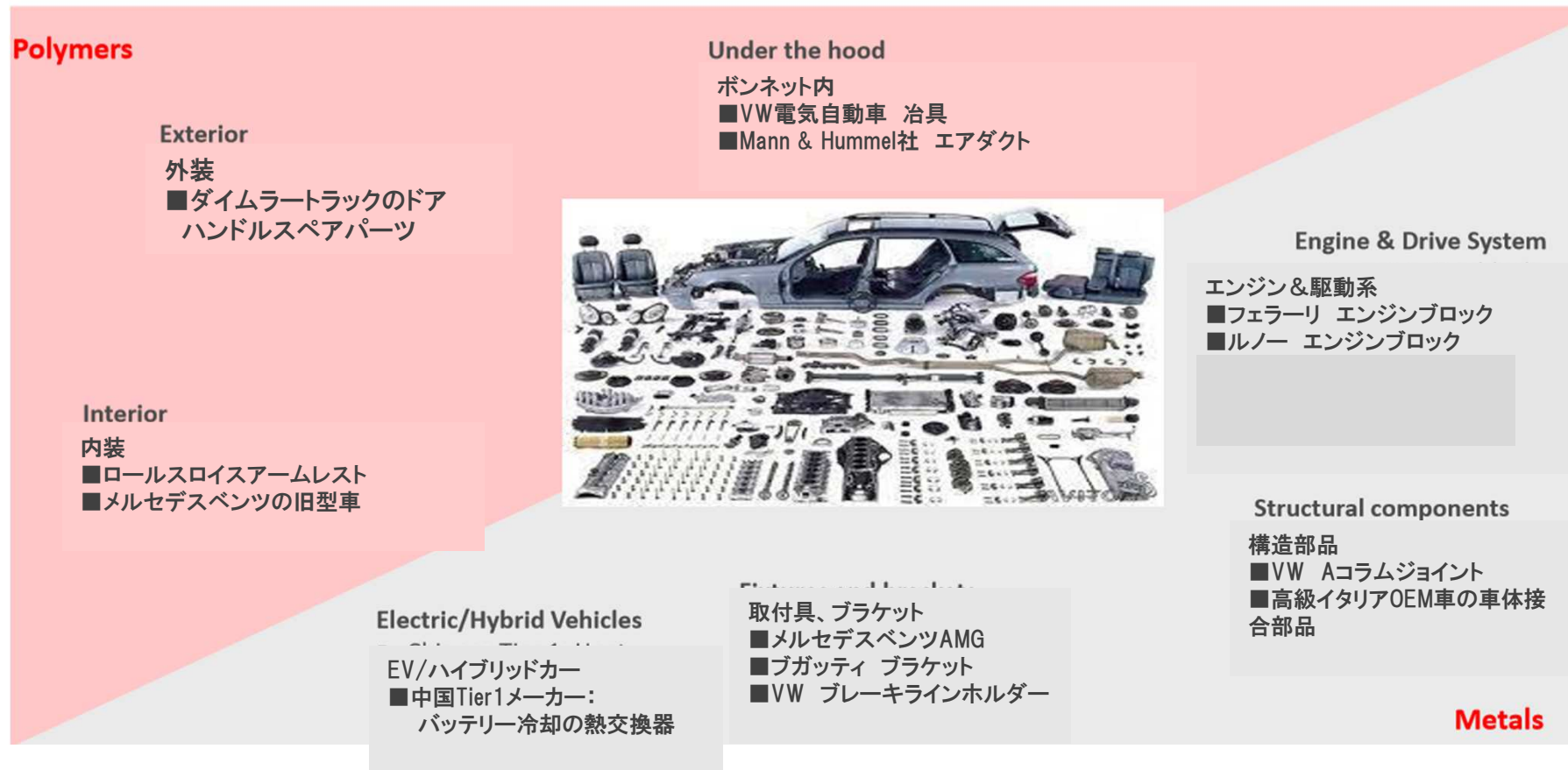
コネクティビティ(IoT)

自動運転

現在では乗用車、レーシングカー、バイク、大型車両等広く活用されています

樹脂、金属ともに様々なパーツの最終製品として適用されています

樹脂



金属

インテリアからエンジンパーツまで広く活用されています

自動車業界におけるAMへの期待

■Volkswagen : 3D printed spare parts initiative を発表

Audi and Porsche : 3D printed “reproduction on demand” を実演
3D printed tooling for car assembly(Volkswagen Autoeuropa factory in portugal)

■BMW group

スペシャリストの Additive Manufacturing Campus に10 mil. ユーロを出資

■Daimler

自動化およびインテグレートされたAMを目指す NextGenAL project への共同出資者
(他の出資者は EOS および Premium AEROTEC)

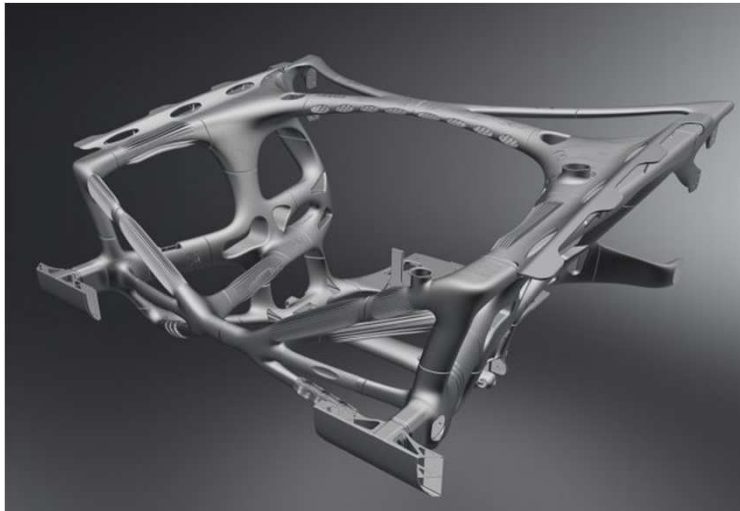


Sample metal 3D printed water connectors for the Audi W12 engine. Photo via Volkswagen AG

Source: 3D PRINTING INDUSTRY news letter September 12th, 2018 から一部を引用
<https://3dprintingindustry.com/news/volkswagen-moves-to-mass-customization-aims-for-over-100000-3d-printed-units-per-year-139604/>

車体構造部品の最適設計

EOSとAPworks共同プロジェクトによるAMの活用



Source:3D Printing Media Network

必要強度を保ち軽量化、一体化を実現

軽量化を目的とした最適化形状の検証

軽量化&部品点数削減



Renault Trucks A DTI 5 Euro 6 engine

ルノートラック A DTI ユーロ6 エンジン

背景:

- 重量:525kg
- 部品点数:841

課題:

- 軽量化と部品点数削減

ソリューション:

- Additive Mindsチームが
お客様と一緒にエンジンの再設計
- 25%の軽量化(120kg)
- 20%の部品削減(200部品)
- 材料:アルミニウム

Source : Renault Trucks

デザイン最適化により重量25%、パーツ数20%の削減を実現

ロールスロイス 内外装のスペアパーツ

スペアパーツのコスト削減

射出成型品の代替



ロールスロイス 内外装パーツ

背景:

- 生産量が50個以下の複雑な樹脂製品の需要の高まり
- 射出成型は金型費がかさむ

課題:

- 小・中量品のコスト削減

ソリューション:

- AM代替部品のパーツスクリーニング
- 12種類の部品のAMへ転換
- 各部品につき10-20%のコスト削減
- 材料:PA12

Source : <http://press.bmwgroup.com/>

少量・中量生産において金型による生産より10-20%のコスト削減を実現

スペアパーツの供給を最適化

デジタルスペアパーツ

ダイムラー トラック&バス

■背景:

- 15年以上のスペアパーツの供給が必要
- 多くの部品に高い生涯コストがかかる

■課題:

- スペアパーツの在庫をデジタル化し、必要なものをAMで生産

■ソリューション:

- EOS AdditiveMindsと協力
- 380以上の部品を特定、AMに切替
- 10000個以上のスペアパーツのコスト削減
- 様々な材料



Daimler:

„Same high quality requirements in terms of reliability and functionality - but more economic.“

ダイムラー

「信頼性と機能の面で既存工法と同様の品質を保ちつつ、なおかつ経済的になりました。」

EOSコンサルティングサービスを利用しスペアパーツ保管のデジタル化を実現

ガスバーナー

二種類以上の燃料を使用できるガスバーナーの開発・製造

■ 課題

ガス及び液体燃料の二種類を使用できる
ガスバーナーの開発・製造

■ 解決方法

システム : EOS M 290

材質 : IN718

■ 得られた効果

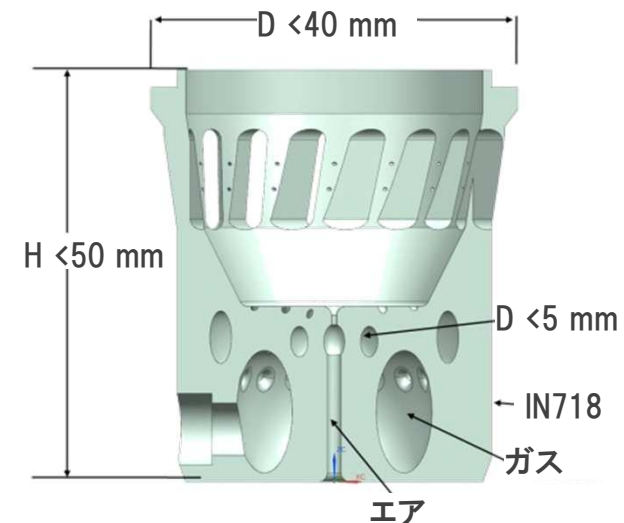
柔軟性 : ガスと液体燃料の両方が使用可能

経済的 : 小さなバッチサイズにもかかわらず安価な単価

環境効果 : 低濃度 (10%) のメタンが燃焼可能



最適化されたバーナー



Source EURO-K



ロボットアーム(グリッパー)の事例

■ Gripper: 84%の軽量化

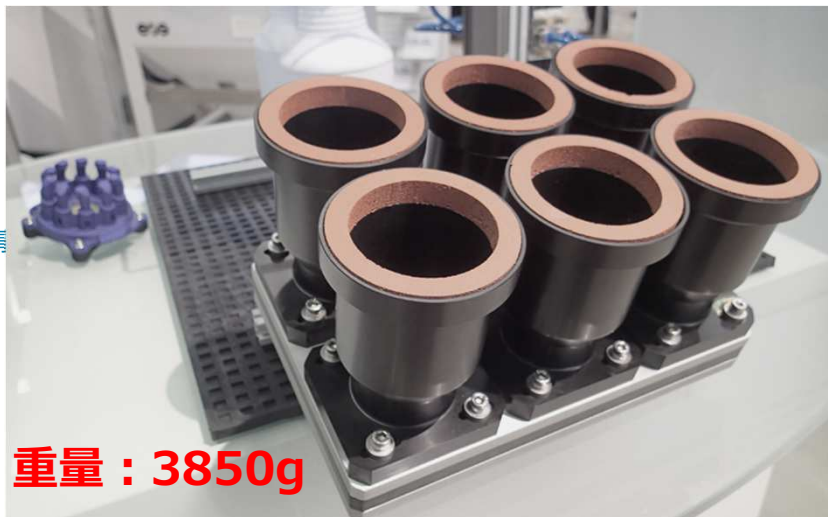
ボトル搬送用グリッパー

適用例

- グリッパー重量: 624g (4個)
- アームの軸部分をバイオニック形状で設計
- 部品を一体造形し、全部で6パーツに低減

利点

- 従来のグリッパーに比べて重量を84%低減
- アセンブリが最低限に抑えられる
- 新しいボトル用に、カスタマイズ可能
- 納期短縮 (数週間→4日間)
- 騒音の低減



ガラス表面処理用のバーナーの製造

最適設計による機能性の向上

■用途

- ガラス表面処理用のバーナーの製造

■課題-ニーズ

- 可能な限りコンポーネントを少なくする事。
- 機能性の改善とユニットコストを下げたバーナーの製造をすること。

■ソリューション

- EOS M 290

■解決策-取り組み

- AMIによる機能統合

■結果

- 15パーツから1パーツの構成になり溶接継ぎ目を無くす事ができ
- 効果:火炎前面の均質化
- 造形時間:5時間/1個(1回の造形で18個作った場合)
- 設計:シリアルプロダクションに適しかつ機能的敵に最適化された設計
- 冷却効率の向上により熱応力が減少し、耐用期間が延びた
- サプライチェーンの単純化



■Source —Linde HYDROPOX®—(Linde)

量産金型への適用

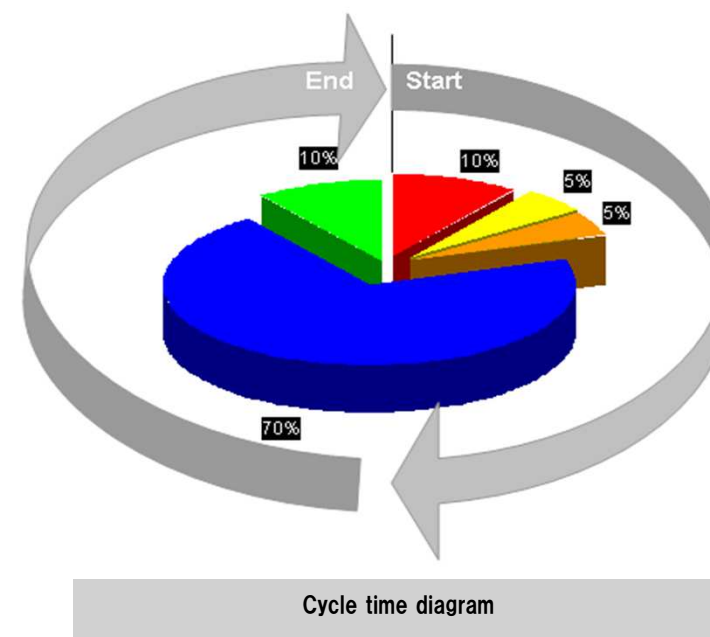
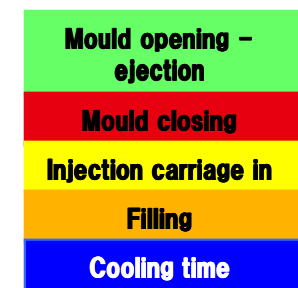
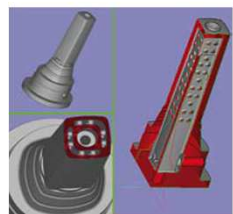
DMLSによる立体水管金型

■ 事例

- インジェクション金型
- ダイカスト金型
- ハイブリット工法

■ 利点

- 成形のリードタイム/コスト削減
 - ・ 冷却時間の短縮(=サイクルタイム短縮)
 - ・ 成形機の稼動時間を短縮
 - ・ 歩留まりの改善
- 成形プロセスのコントロール性UP
 - ・ 成形品の品質向上
 - ・ 部品設計の自由度向上
- 寿命の向上
 - ・ メンテナンス費用の削減



ハイブリッド工法

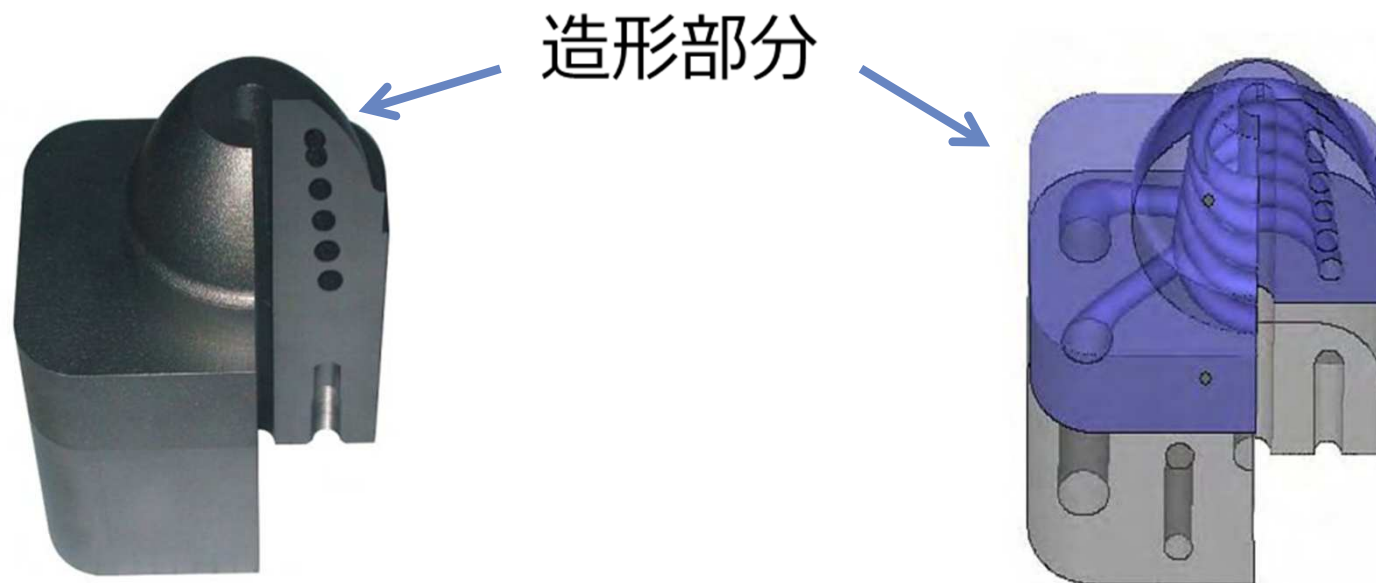
■ ハイブリッド工法とは？

前加工した型材を母材とし切削加工のできない部分だけを、造形で追加工する工法です

■ メリット

- ✓造形時間の短縮
- ✓粉末材料コストの低減
- ✓生産性の向上

インサート全てを造形するよりも、金属積層造形のメリットが出しやすい工法と言えます！



歯科分野への適用事例

■ コーピング/ブリッジの生産

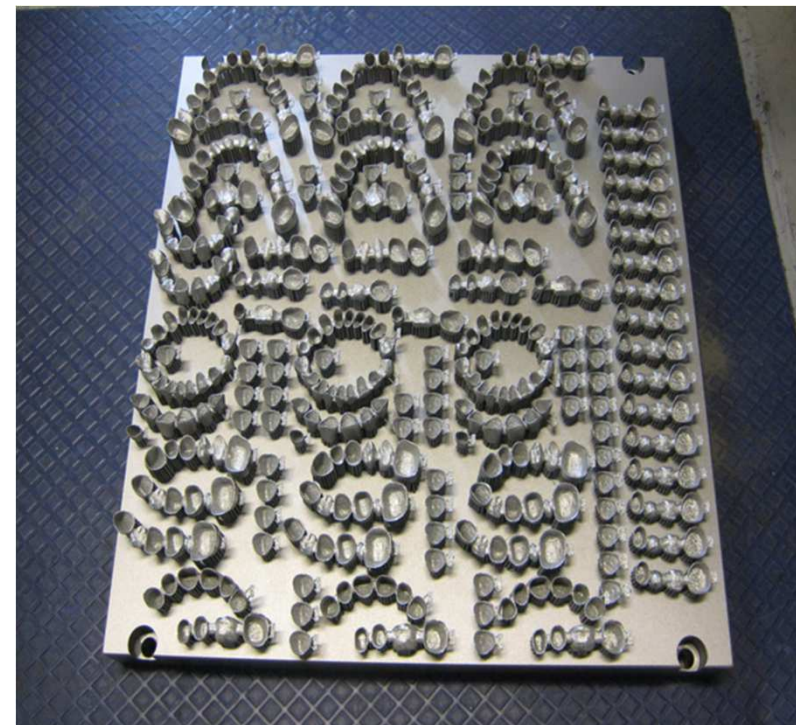
- 全世界で20台以上のEOSINT M270がコーピング、ブリッジの生産に使用されている
- 歯科用材料として熱膨張係数（CTE）がベニアリング材（セラミック）にマッチするように最適化されたCobaltChrome SP2が用意されている。この材料は、歯科用材料としてISO 13485の認証とCEマークを取得している。

■ 造形例

- 最大造形可能ユニット数/1job： 約450ユニット
- 造形時間/450ユニット： 約20時間

■ 鋳造と比較してDMLSを使用するメリット

- ① 高い生産性
- ② 高精度
- ③ 高解像度
- ④ 良質な表面粗度
- ⑤ 高い機械的特性



医療機器(プラスチック)

患者個々に合わせた手術ガイドの製造

■ 用途

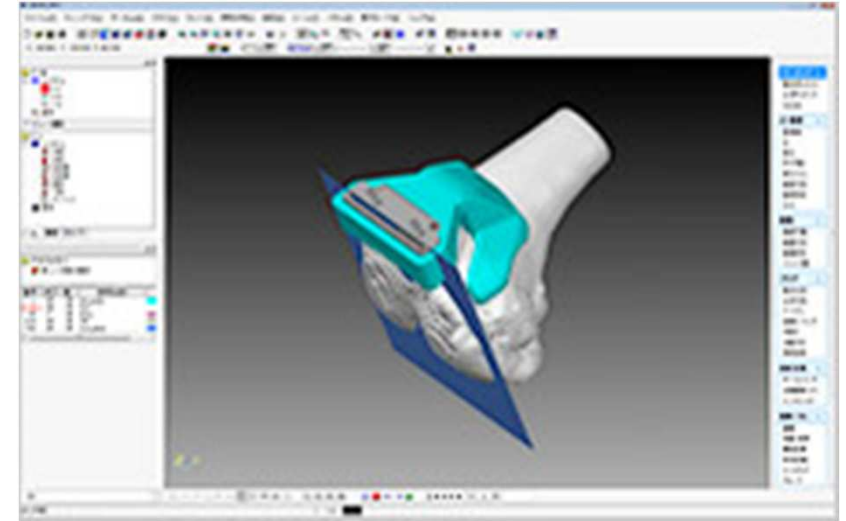
人工関節置換手術時に使用する骨をカットするためのガイド

■ ソリューション

- システム: FORMIGA P110
- 材料: PA2200

■ 結果

- CTデータを活用したカスタマイズ製造
- 低価格化実現

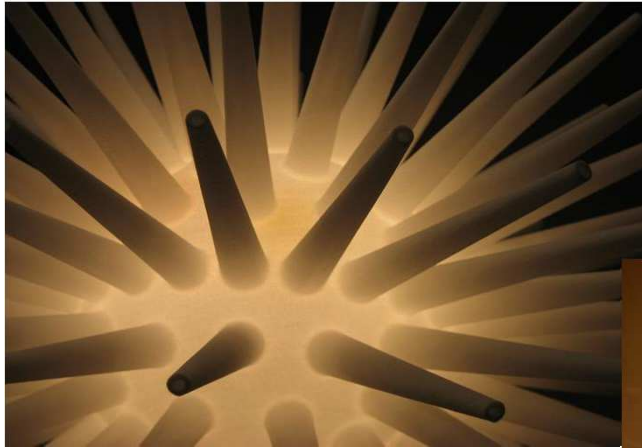


インテリア

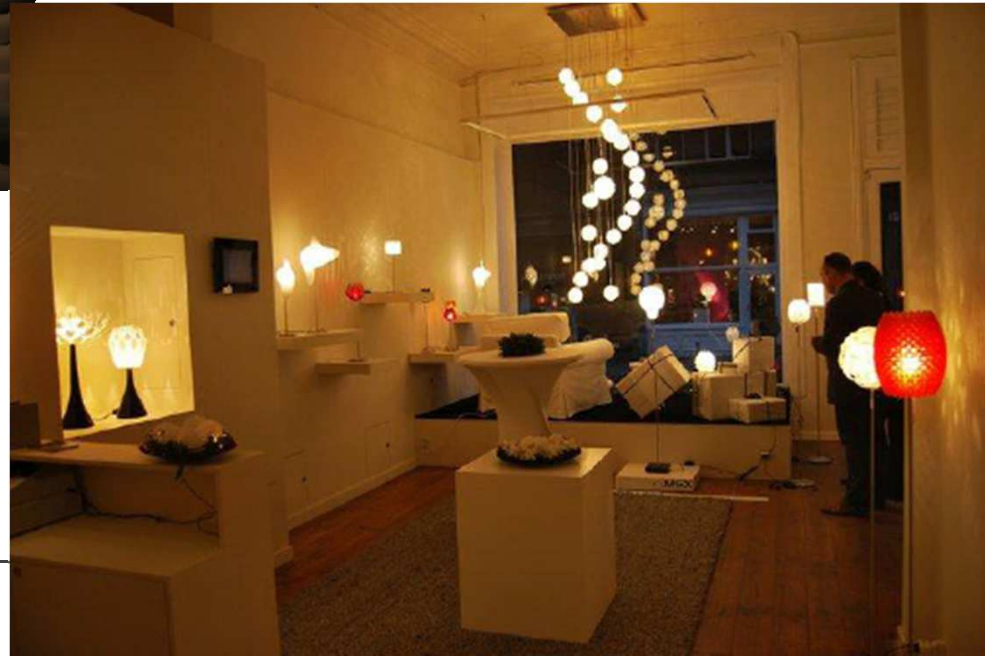
Copyright © 2010 NTT DATA CORPORATION

Plastic

MOON RIVER
FUJIWARA KEISUKE DESIGN OFFICE



Interior....



日本のAM技術は欧米に遅れをとっているか？

日本のAM技術は欧米に遅れをとっているか？

AMデザインラボ

造型機

EOSINT M 270	x	1台
EOS M 280	x	1台
EOS M 290	x	4台
EOS M 400	x	1台
EOS M 100	x	1台

工作機

FANUC ロボドリル
コンターマシン (Wire EDM)

開発パートナー 多数

AM事例 多数



AM技術、事例は対等か？

進化するマーケットの状況

2020年までには…
本格的な生産が増加

今: 少量生産

今まで: 試作



• 技術的に
どこまで可能なのか？

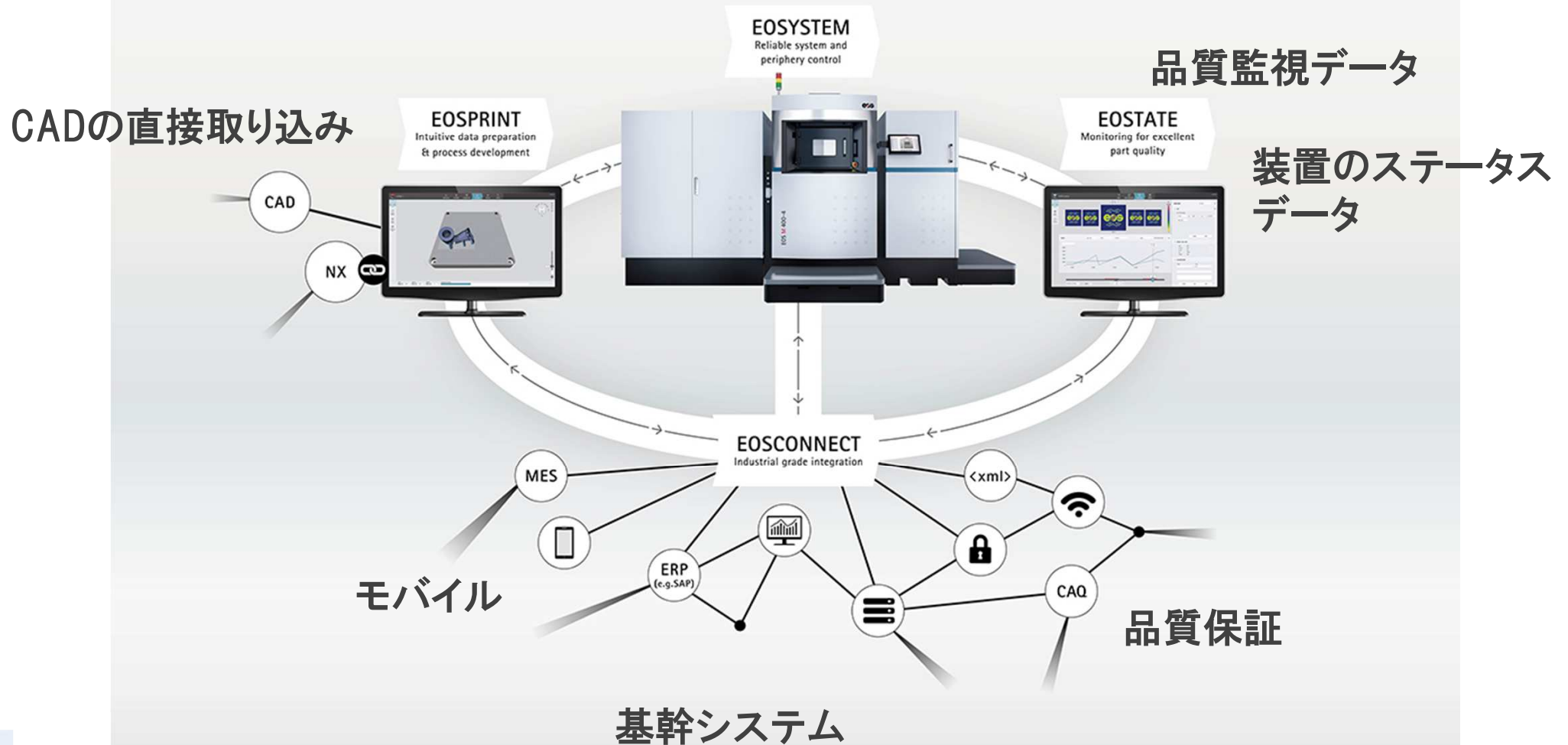
- 製品の品質
- プロセスの安定性
- 原価

- 品質管理
- 競争力
- 総所有コスト (TCO)
- 自動化
- 技術統合
(テクノロジーインテグレーション)

関心事

インダストリー4.0へ向けた取り組み ―自動化―

ジョブデータの自動実行



AMのある未来型工場



装置と周辺機器をモジュール化

- 工場への組みみや自動化への対応が非常に柔軟
- 将来的に本格生産へ拡張する事にも柔軟に対応可能

EOSの考え

- AMが生産ラインに組み込まれ、一連の流れで工程から工程へ自動で製品が受け渡される



**NDESは
ものづくり分野のお客様の未来を
ITで支援します。**

株式会社 NTTデータ エンジニアリングシステムズ