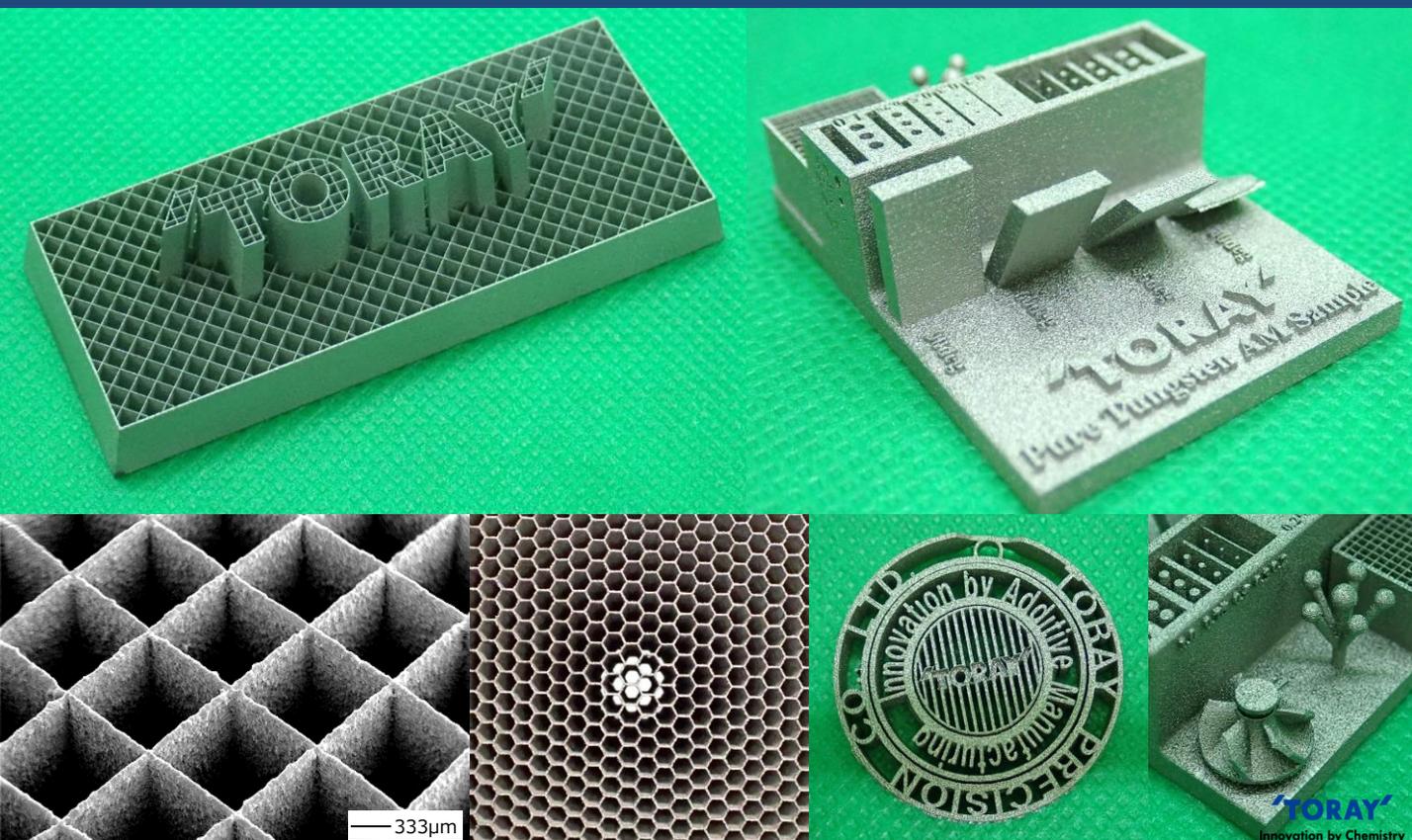


# タングステン3Dプリンタ造形事例集

難削材タングステン材と金属3Dプリンタ造形のコラボで  
新たに広がる活用/製品事例をご紹介します

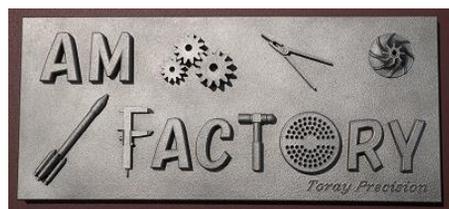


金属3Dプリンタの受託造形サービスなら  
モデル作成支援～仕上げ加工まで  
トータルサポートの東レ・プレジジョン株式会社



## INDEX

- はじめに …P2
- 金属積層造形と  
タングステンについて …P3
- 事例1 タングステン3Dプリンタ  
3Dモデルからダイレクト製造 …P4
- 事例2 符号化開口マスク …P5
- 事例3 平行多孔コリメータ …P6
- 事例4 収束多孔コリメータ …P7
- 事例5 ピンホールコリメータ …P8
- 金属3Dプリンタ 装置仕様/適用材質 …P9
- 難削材微細加工サービス …P10
- 弊社の精密加工技術について …P11
- 材料特性一覧 …P12
- ご注文方法と会社紹介 …P13



### **AM FACTORY**

金属積層造形（AM）と  
精密加工技術を融合させた  
新しいものづくりを始めます。



## 東レ・プレジジョンは 精密微細加工を得意とする受託加工の会社です。

東レ・プレジジョンは、東レの合成繊維紡糸用ノズルをはじめ半導体・電気電子・航空宇宙・医療分野等のさまざまな製造業のお客様に高精度な微細加工製品を製作・販売しています（受託加工）。

東レ・プレジジョンでは長年培った「精密微細加工技術」で下記のようなお悩みを持ったお客様の課題解決に向けて尽力しています。

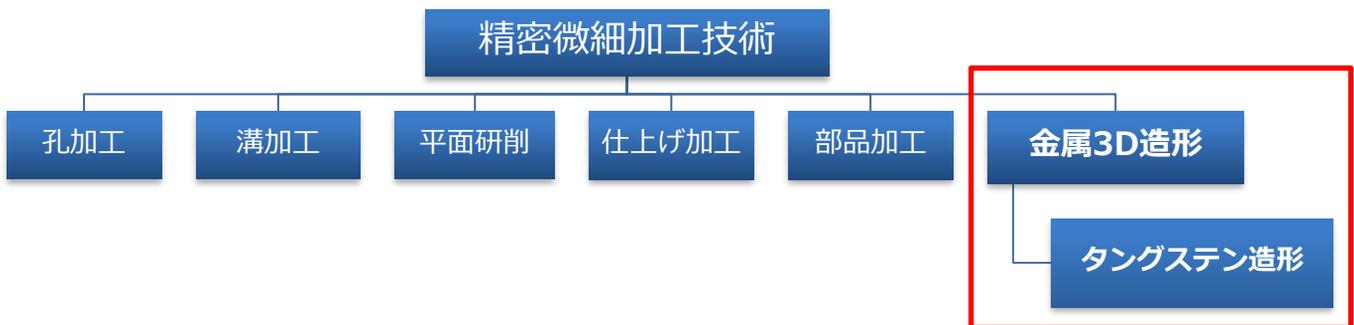


お悩み例

- ・ 高品質・高精度な微細加工部品を製作してくれる加工屋を探している
- ・ 高精度なノズルを製作したい
- ・ 難削材(ex:タンタル,タングステン,モリブデン,白金等)や脆性材料(ex:セラミックス,ガラス,超硬合金)の微細加工がしたい
- ・ 欲しい部品の構想はあるが、どうやって具現化したらいいかかわからない
- ・ 部品製作では、設計→加工→仕上げまでワンストップで製作してほしい

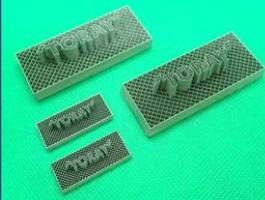
### 微細加工技術ラインナップ

東レ・プレジジョンの微細加工技術ラインナップは、下図で示す通りです。



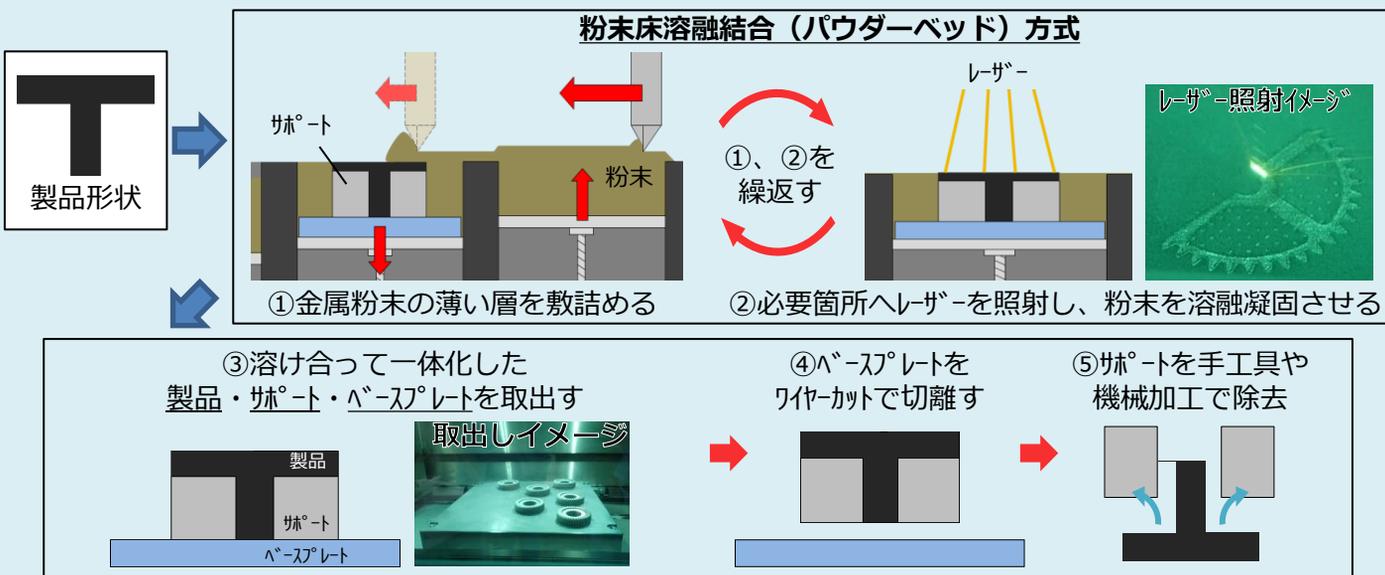
今回は金属3D造形で数ある適用材質の中で高密度、高硬度、低熱膨張、高熱伝導率など、他の金属にない特長をもつ難削材「タングステン」に着目し、3D造形事例等について紹介します。

# 金属積層造形とタングステンについて



3Dプリンタ造形(または積層造形)には、複数の方式があります。東レ・プレジジョンが提供する金属3Dプリンタ造形サービスでは、「粉末床溶融結合(パウダーベッド)方式」の装置を用いています。下記に原理・流れを紹介します。

## 金属積層造形の流れ



昨今では開発が進み、金属3Dプリンタ造形で適用可能な材質の種類が格段に広がりました。しかし、加工難易度の高い材質では、金属3Dプリンタ造形の適用が難しいのも事実です。この度、非常に魅力的な材質でありながら、加工難易度の高いタングステンが3Dプリンタで造形できるようになりました。タングステンの特長は下記の通りです。

## タングステンの特長

### メリット

出典：機械工学便覧 日本機械学会編 物理的性質等データ集

- ・高密度 (比重19.3) → 遮蔽性能に優れる (放射線等の遮蔽部品として使用される)
- ・高融点 (融点3409℃) → 耐熱性に優れる (熱処理の炉や、るつぼに使用される)
- ・低熱膨張 (熱膨張係数 $4.6 \times 10^{-6} 1/K$ )
- ・高熱伝導 (伝導率167 W/m・K)

### デメリット:

加工が難しい

タングステン

×

3Dプリンタ造形

- ・形状の自由度高い
- ・ダイレクト造形

→

今までできなかった  
新たな活用の幅が広がる

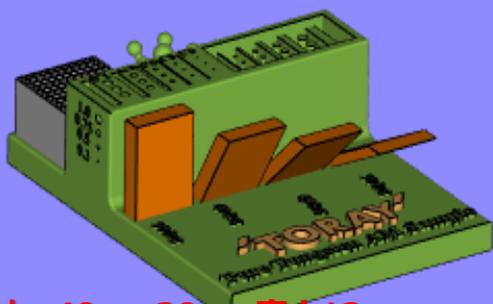
次ページより、タングステンの3Dプリンタ造形事例について紹介していきます。

# タングステン3Dプリンタ 3Dモデルからダイレクト製造

純タングステンを3Dプリンタで造形できる。ご存じでしたか？

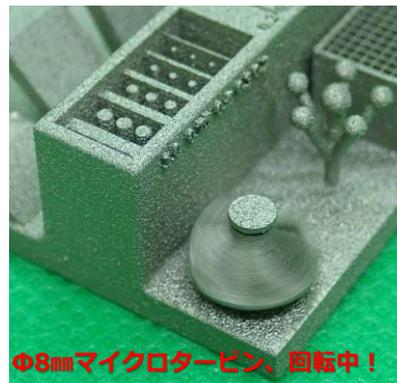
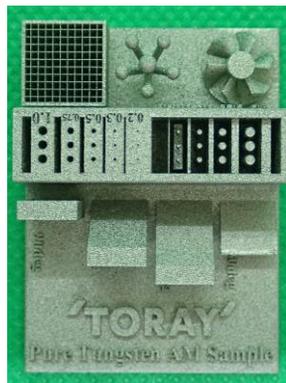
3Dプリンタは3Dモデルから製品をダイレクトで製造する画期的な方法です。特にタングステンのような超難削材料に3Dプリンタを用いると、これまでに実現困難だった形状を作れるかもしれません。こんな形が欲しいを実現するツールとして3Dプリンタを活用しませんか。

3Dモデル



外寸：40mm×30mm×高さ13mm

3Dプリンタ造形品



φ8mmマイクロタービン、回転中！

## 金属3Dプリンタ造形物 (参考値)

材料特性			寸法特性	
硬さ	Hv	357	縦穴	φ0.3mm～
密度	g/cm <sup>3</sup>	17.97-19.3	横穴	φ0.4mm～
比熱	J/Kg・K	0.134	スリット	0.3mm～
熱伝導率	W/m・K	120	薄壁	0.08mm～
線膨張係数	×10 <sup>-6</sup> 1/K	4.3	斜め壁角度	45°まで
			形状精度	±0.1mm程度
			面粗さ	Ra5～10μm

※面粗さはブラスト処理後

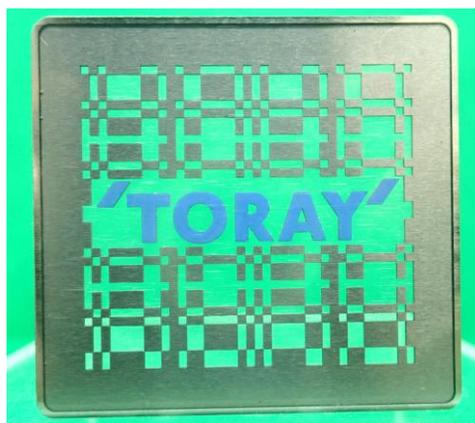
一体造形サンプル



# 符号化開口マスク

金属3Dプリンタを用いて純タングステン製のコーデットマスクを製造します

放射線遮蔽性能が高い純タングステンを使用したコーデットマスクです。  
 X線、ガンマ線、アルファ線などを遮蔽/透過を所望のパターンに従って制御可能です。  
 コーデットマスク (coded-mask)、コーデットアパーチャー (coded-aperture) ・符号化開口や  
 符号化多孔窓と称されるイメージングコンポーネントです。  
 東レ・プレジジョンが開発した金属3Dプリンタを用いた製造手法では従来のエッチング手法（薄板  
 重ね合わせ）で課題であった遮蔽物を保持するブリッジが不要になり検出精度向上が期待できます。



## 特長

- 放射線遮蔽性能が高い純タングステン材料を使用
- ブリッジ不要で自由度の高い設計を実現
- パターン形状は四角、六角、丸いずれにも対応
- 厚みは0.1mm程度から対応可能
- 間隙は0.3mm以上から対応可能



## スペック

材質	タングステン、チタン、耐熱合金など
最小間隙	300μm程度
厚み	100μm～数10mm
用途と効果	アルファ線、エックス線、ガンマ線などの放射線のパターン作成用マスク



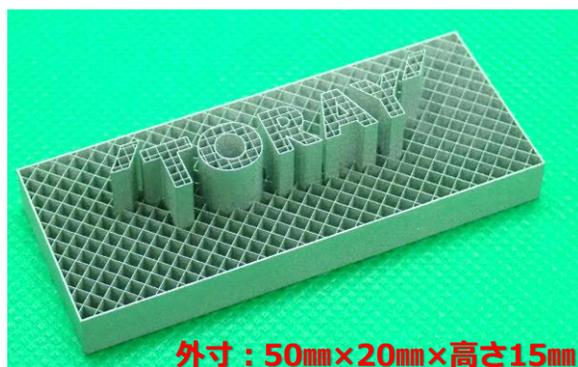
お客様オリジナル形状を実現します。ポンチ絵からのモデル作成、コリメータ製造も承ります。

# 平行多孔コリメータ

金属3Dプリンタを用いて純タングステン製の平行多孔コリメータを製造します

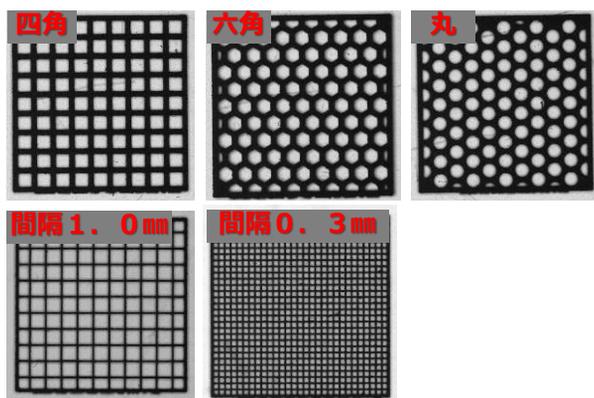
放射線遮蔽性能が高い純タングステンを使用した平行多孔コリメータをご紹介します。  
X線、ガンマ線、アルファ線などの遮蔽用途に使用可能です。散乱線除去グリッドなどに適用下さい。  
最大の特徴は金属3Dプリンタを用いてコリメータを製造する点にあり、これまで所望の形状を実現し難かったタングステン材料であっても高い設計自由度に対応可能です。

ガンマカメラ、分子イメージング、トモグラフィなどの高精度の検出器の実現に貢献します。



## 特長

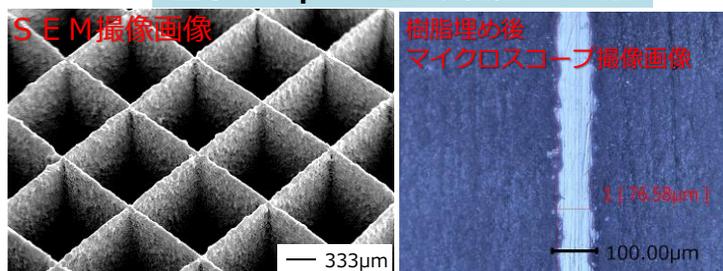
- センサの形状、仕様に合わせたカスタマイズ設計が容易
- 多孔形状は丸型、四角型、六角型など希望形状を実現
- 壁厚みは80μm、最小セプタ間隔は300μm
- アスペクト比は100も実現可能



## スペック

材質	タングステンなど
最小壁厚み	80μm
最小孔径(mm)	300μm
アスペクト比	100倍も対応可能

壁厚み80μm、セプタ間隔1.0mm品



お客様オリジナル形状を実現します。ポンチ絵からのモデル作成、コリメータ製造も承ります。

# 収束多孔コリメータ

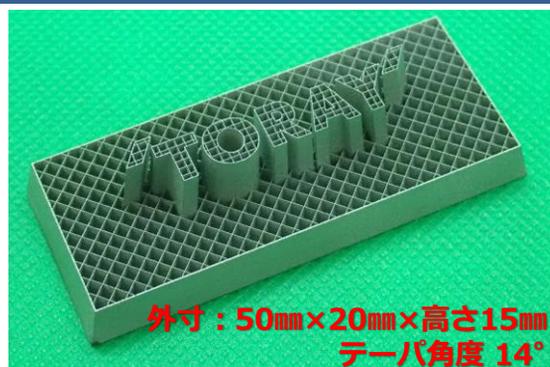
金属3Dプリンタを用いて純タングステン製のコンバージングコリメータを製造します

放射線遮蔽性能が高い純タングステンを使用したコンバージング型コリメータを紹介します。  
X線、ガンマ線、アルファ線などの遮蔽用途に使用可能です。散乱線除去グリッドなどに適用下さい。  
最大の特徴は金属3Dプリンタを用いる点にあり、平行（平行型）だけでなく、コンバージング  
（収束型）・ダイバージング（発散型）・ファンビーム（扇型）・バイラテラル（双方向型）・スラ  
ントホール（傾斜型）などの所望の形状のコリメータが製造可能です。

ガンマカメラ、分子イメージング、トモグラフィーなどの高精度の検出器の実現に貢献します。



材質：タングステン

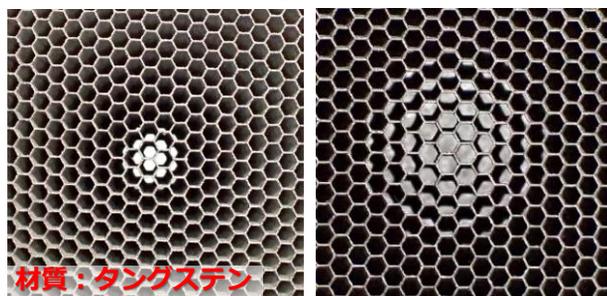


外寸：50mm×20mm×高さ15mm  
テーパ角度 14°

## 特長

- センサの形状、使用に合わせたカスタマイズ設計が容易  
45°傾斜まで対応可能
- 多孔形状は丸型、四角型、六角型など希望形状を実現
- 壁厚みは80μm、最小セプタ間隔は300μm  
※傾斜角に応じて対応可能仕様変化します。
- アスペクト比は100も実現可能

### 30°収束型の表裏

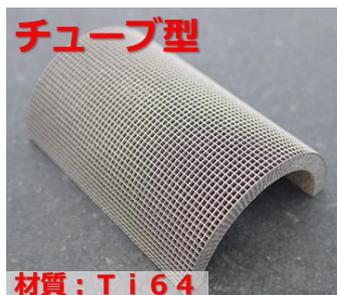


材質：タングステン

## スペック

材質	タングステンなど
最小壁厚み	80μm
最小孔径(mm)	300μm
アスペクト比	100倍も対応可能

### チューブ型



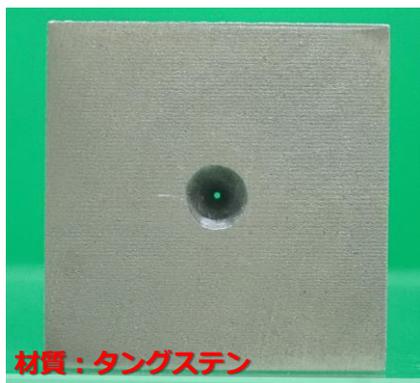
材質：Ti64

お客様オリジナル形状を実現します。ポンチ絵からのモデル作成、コリメータ製造も承ります。

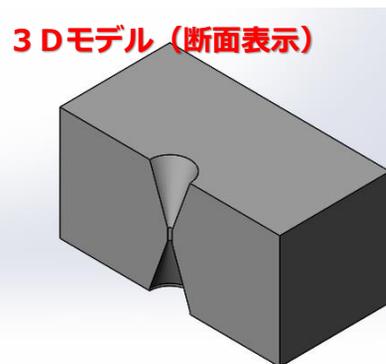
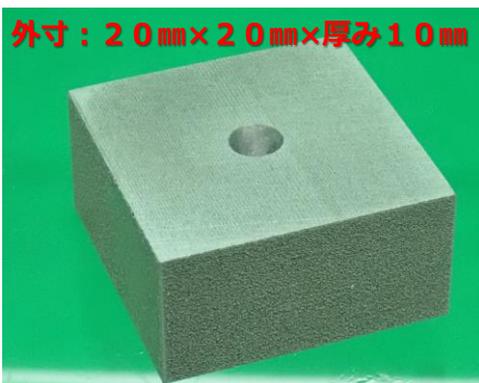
# ピンホールコリメータ

金属3Dプリンタを用いて純タングステン製のピンホールコリメータを製造します

放射線遮蔽性能が高い純タングステンを使用したピンホールコリメータで、X線、ガンマ線、アルファ線などに使用可能です。これまで加工が困難だった厚肉のピンホールコリメータや多孔のマルチピンホールコリメータも金属3Dプリンタを用いることで実現可能です。ピンホールの小孔は東レ・プレジジョン保有の精密微細加工技術で高精度な仕上げ加工が可能です。マルチリーフコリメータやガンマナイフなどへの応用も検討中です。

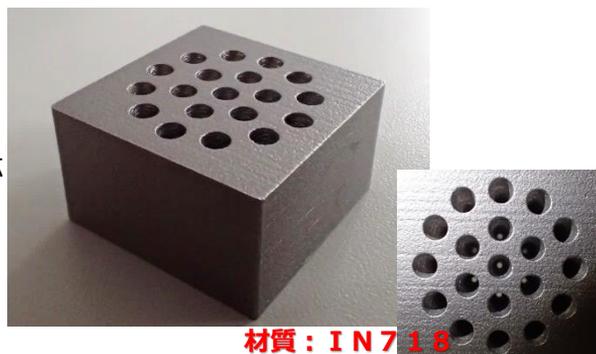


材質：タングステン



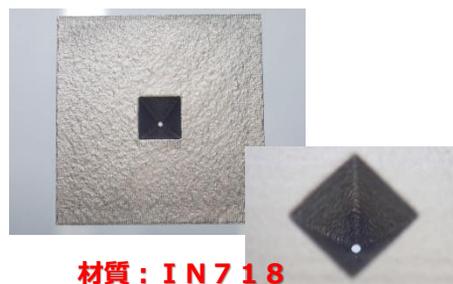
## 特長

- 放射線遮蔽性能が高い純タングステン材料を使用
- 小孔最小径はφ0.1mm～
- シングルホールタイプだけでなくマルチホールにも対応
- これまで難しかった厚肉構造で放射線遮蔽性能UP
- テーパ形状は多角形でも実現可能です。



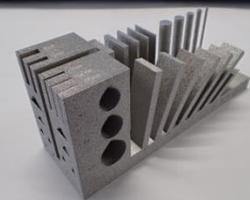
## スペック

材質	タングステン、チタン、インコネルなど
最小孔径	φ0.4mm～ (φ0.1mm～は特殊仕様)
厚み	0.5mm程度～ (それ以下は別工法)
用途と効果	X線検出器用ピンホールなど



お客様オリジナル形状を実現します。ポンチ絵からのモデル作成、コリメータ製造も承ります。

# 金属3Dプリンタ 装置仕様／適用材質



東レ・プレジジョンが保有する金属3Dプリンタの装置仕様は下記の通りです。

## 装置仕様



装置	TRUMPF TruPrint1000	EOS M290
保有台数	1台	2台
方式	L-PBF (レーザー粉末床溶融結合法)	L-PBF (レーザー粉末床溶融結合法)
造形エリア (mm)	Φ100×H100	250×250×H325
特長	高精細な形状の造形が可能	高品質造形が可能

熱ひずみを考慮したシミュレーション設計も実施しています。  
熱ひずみでのお悩みもお気軽にご相談下さい。

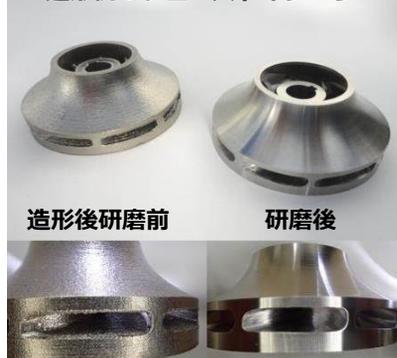
## 適用材質ラインナップ

東レ・プレジジョンの金属3Dプリンタ造形サービスでは、タングステンの他、豊富な種類の材質に対応しています。必要に応じて造形後の表面・内面研磨(2次加工)も実施しています。

### 適用材質

純タングステン	インコネル718
ハステロイX	Ti64
SUS316L	AlSi10Mg
AlSi12	マルエージング鋼
SUS630	—

### 造形例：クローズドインペラ



造形後研磨前

研磨後

表面粗さ Ra 20μm

Ra 0.5μm

# 難削材微細加工サービス

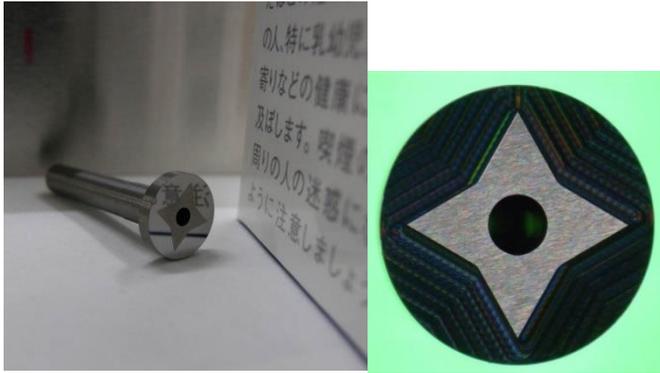


本ハンドブックでは、難削材「タングステン」と金属3Dプリンタの造形とのコラボをいうテーマでご紹介してきました。

東レ・プレジジョンでは、金属3Dプリンタ造形にとどまらず、難削材の微細加工・精密仕上げ加工なども得意とし、多くの実績を持っています。ここでは、難削材の微細加工の製作事例について紹介します。

## 加工例

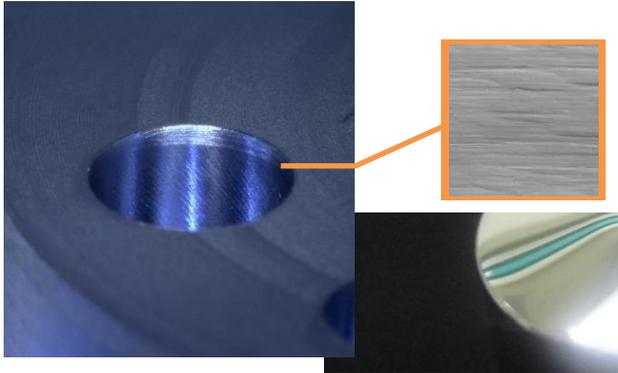
### 超硬鏡面切削加工



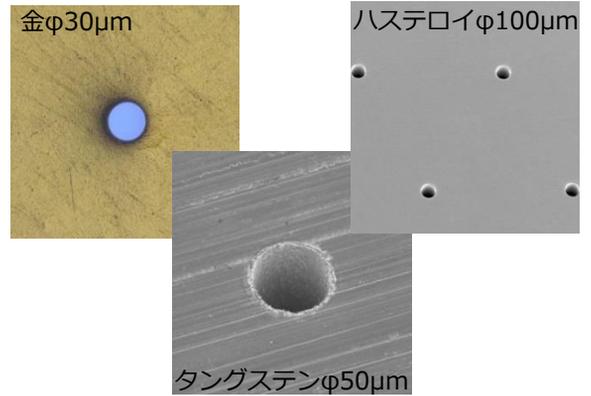
### タンタル切削加工



### モリブデンの仕上切削 / 鏡面加工



### 微細穴加工



## 加工材質

タンタル	モリブデン	タングステン
チタン	プラチナ	金
銀	超硬合金	インコネル
スーパーインバー	ハステロイ	バナジウム
ニッケル	CFRP、他	

加工でお困りの際はお気軽にお問合せ下さい。

# 弊社の精密加工技術について（一例）



## マシニング加工

超高精度小型マシン、大型マシン、同時5軸加工マシンまで、多彩な設備であらゆる製品に対応します。



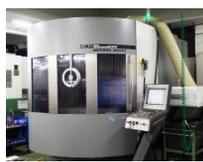
高精度大型マシニングセンタ



インペラー



人工骨（大腿骨）



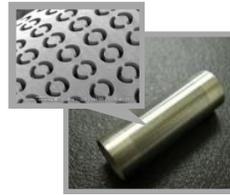
同時5軸加工機

## 放電加工

型彫放電、超微細放電、ワイヤー放電加工機を保有し、切削加工が苦手とする加工に対応します。



ワイヤー放電加工機



微細スリット加工（形彫り）



はめ合せ部品（ワイヤー）



形彫り放電加工機

## 旋削加工

汎用旋盤、CNC自動旋盤など、精密加工機を保有し、主に小物製品の単品加工、量産など幅広く対応します。



CNC自動旋盤



ノズル先端



ノズル切断サンプル

## ラップ加工（表面仕上げ）

平面部には精密ラップ盤、曲面には手磨きの技術を駆使し、表面を鏡面に仕上げます。



精密ラップ盤



鏡面サンプル



真空機器部品

## 研削加工

汎用研削盤からNC研削盤、超精密大型研削盤、円筒研削盤を保有し、小物から大型製品まで、あらゆる製品をミクロンオーダーで仕上げます。



平面研削盤



スリットダイ（研削超仕上げ）表面仕上げサンプル



超精密大型研削盤

## 品質保証

3次元測定器、画像測定器、測定顕微鏡、面粗さ測定器、SEM等の測定器、観察器を駆使し、高い精度で製品を検査・評価します。



3次元測定機



電子顕微鏡（SEM）

弊社は1955年の創業以来培った確かな精密加工技術を保有しております。新規導入した金属積層造形と精密加工技術を融合させ、お客様に新たな価値を提供します。



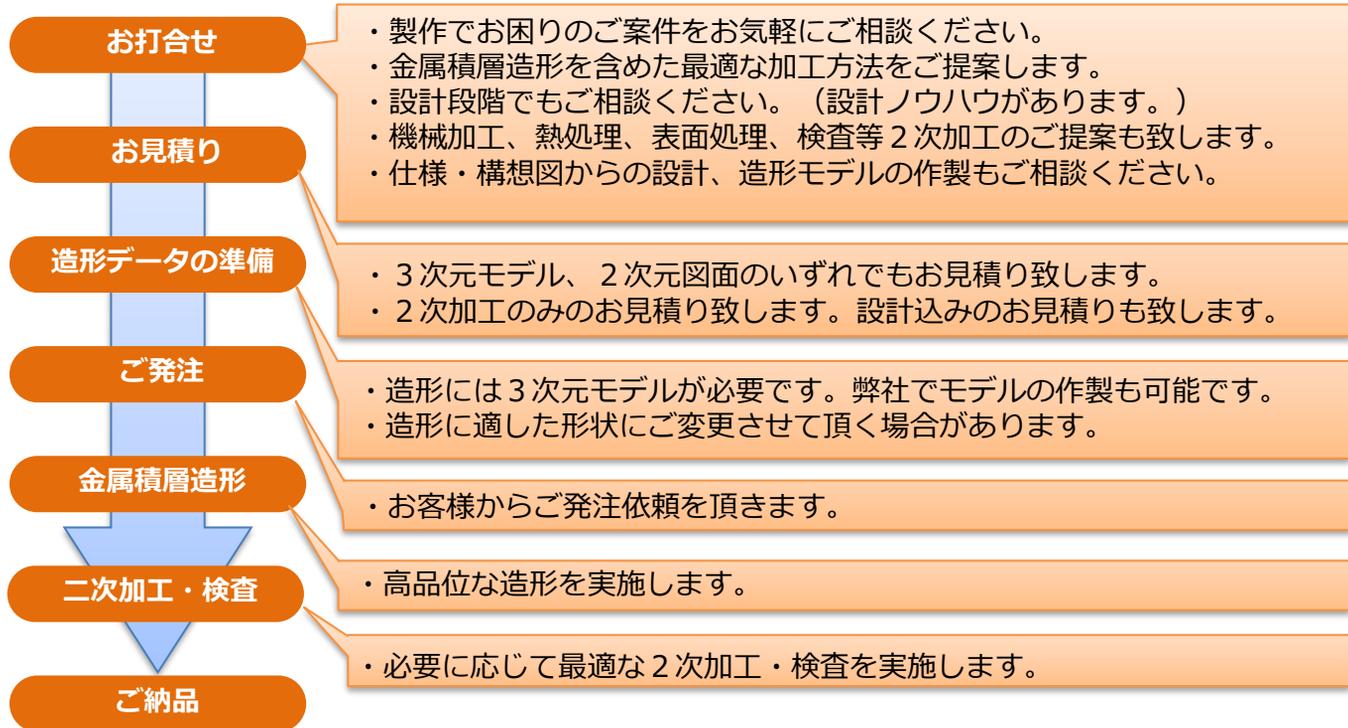
## 金属3Dプリンタ造形物の材料特性（カタログ値）

造形物の材料物性 (参考値)		当社造形可能材料						協会社造形可能材料			
		インコネル718		Al701X	Ti64		SUS 316L	AlSi12Mg		7075-T6 銅	
		造形後	熱処理後	造形後	造形後	熱処理後	造形後	造形後	熱処理後	造形後	熱処理後
密度 kg/m3		8150		8200	4410		7900	2670		8100	
相対密度 %		約100%		約100%	99.5%		約100%	99.85%		約100%	
降伏強さ MPa	垂直方向	634±50	1150±100	545±50	1150±80	1010±80	470±50	270±10	230±15	930±150	-
	水平方向	780±50	-	630±50			530±50	240±10	230±15	1100±100	-
引張強さ MPa	垂直方向	980±50	1400±100	675±50	1290±80	1070±80	540±55	460±20	350±10	1100±150	-
	水平方向	1060±50	-	820±50			640±50	460±20	345±10	1200±100	-
ヤング率 GPa	垂直方向	-	170±20	175±20	120※	120※	180	70±10	60±10	140±25	-
	水平方向	160±20	-	195±20	120※	120※	185	75±10	70±10	150±25	-
伸び %	垂直方向	31±5	15±3	39±8	8±4	14±4	50±20	6±2	11±2	-	-
	水平方向	27±5	-	27±8			40±15	9±2	12±2	12±4	-
硬さ		30	47	-	32	-	8	119±5HBW	-	33-37	50

※当社実測値



## ご注文方法



## 会社案内

### 所在地

本社・工場 〒520-2141  
 営業所 滋賀県大津市大江1丁目1-40  
 TEL : (077)545-8804  
 FAX : (077)545-8824

関東営業所 〒222-0033  
 神奈川県横浜市港北区新横浜2-7-17  
 KAKIYAビル9F  
 TEL : (045)270-3201  
 FAX : (045)270-7522

中国 東麗精密科技（蘇州）有限公司（TPCS）  
 〒215122  
 江蘇省蘇州市工業園区唯亭鎮婁上街9号  
 TEL : (+86) 512-8717-2150  
 FAX : (+86) 512-8717-2152

### 品質への取り組み



JQA-AS0229

航空宇宙・防衛産業に特化した  
 品質マネジメントシステム  
 『JIS Q 9100』の認証取得  
 (2019/6)

