

工学概論

機械・素材・食品学系

先進製造分野 の学び

山岸 郷志

講義の内容

1 「先進製造分野」の社会的背景

2

//

を学ぶために
知っておいて欲しいこと

3

//

を学んだ学生の
卒業後の進路

4

研究紹介

講義の内容

1 「先進製造分野」の社会的背景

2

//

を学ぶために
知っておいて欲しいこと

3

//

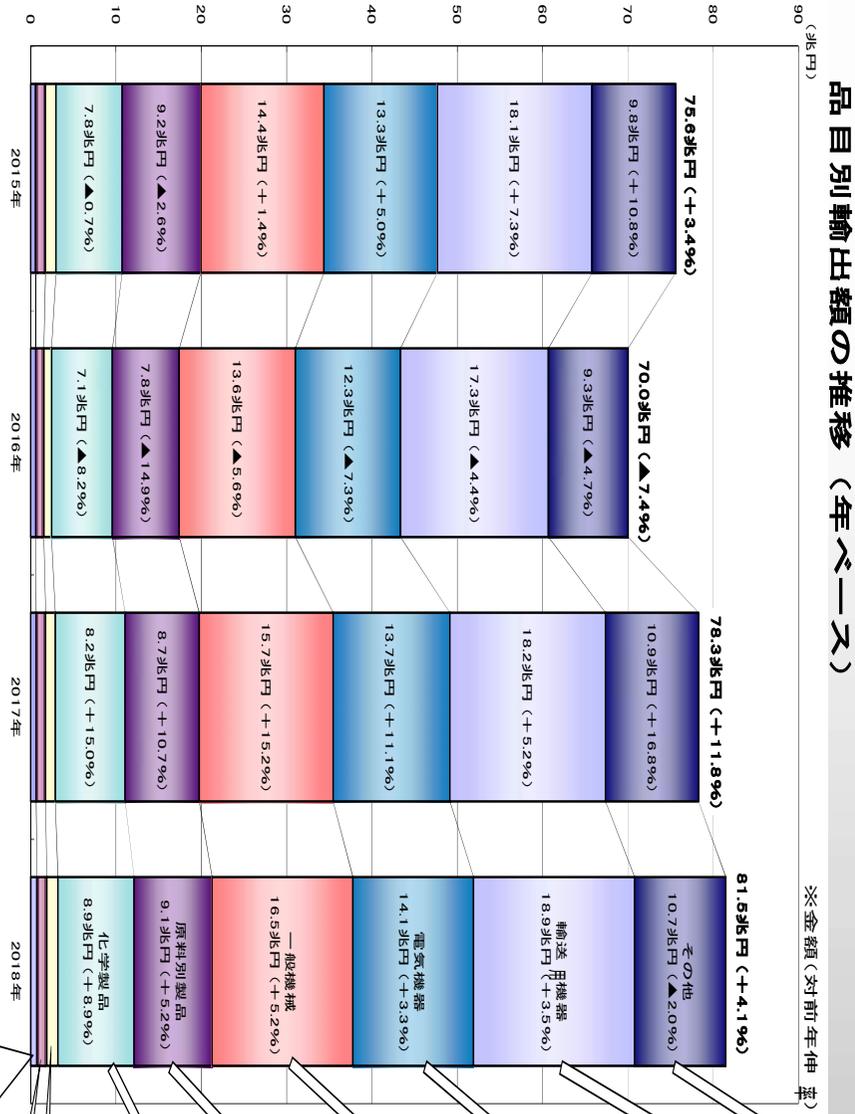
を学んだ学生の
卒業後の進路

4

研究紹介

1.「先進製造分野」の社会的背景

●日本経済における製造業

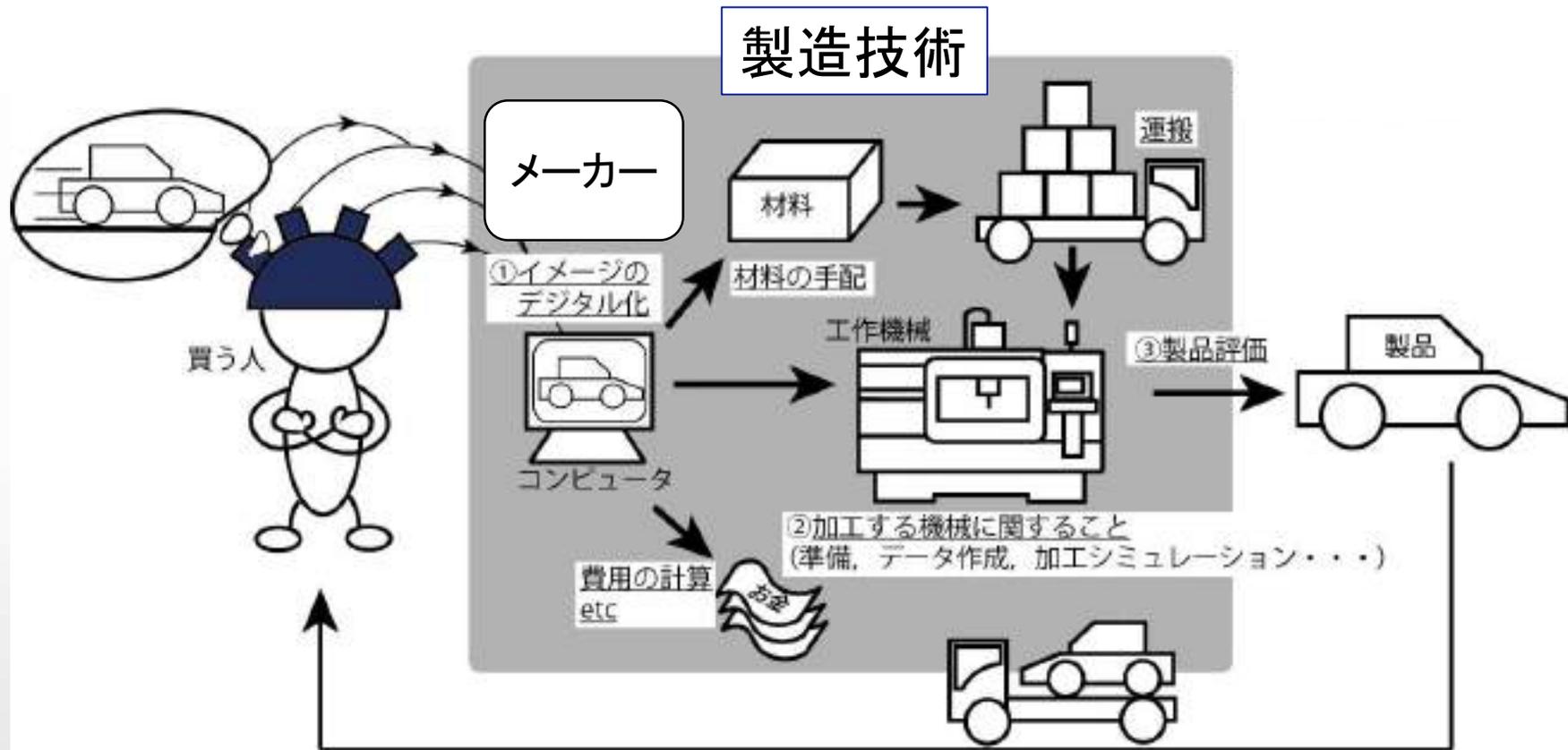


- 日本の輸出額の90%近くを工業製品（=製造業の産物）が占める

→製造業は日本経済の要

出典：財務省貿易統計webページ

●製造技術



- ・ 買う人は「製造技術」は意識していない
- ・ しかし、よい製品を作るためには「優れた製造技術」が必要
- ・ 資源の少ない日本では、「優れた製造技術」によって、いかに付加価値の高い製品を製造するかが重要

●優れた製造技術

■某牛丼屋さんでは...

早い

安い

旨い



●優れた製造技術

■製造業では...



早い

高い生産能力

安い

低い(競争力の高い)コスト

旨い

高い品質

もちろん

- ・法令遵守 (人、物、お金)
 - ・環境負荷の適切なコントロール
- は当たり前

これらを高度にバランスさせる

●製造業における変革

- グローバル化 -競争相手, 取引先は世界中に-
- ヒトからコンピュータへ
 - ・コンピュータを使った開発, 設計および製造
 - ・IoT, AIの活用
- 新しい製造方法の導入
 - ・3Dプリンタによるものづくり
- 新しいものづくりビジネス
 - ・機械工作/加工の通信販売

●製造業における変革

- グローバル化 -競争相手, 取引先は世界中に-
- ヒトからコンピュータへ
 - ・ コンピュータを使った開発, 設計および製造
 - ・ IoT, AIの活用
- 新しい製造方法の導入
 - ・ 3Dプリンタによるものづくり
- 新しいものづくりビジネス
 - ・ 機械工作/加工の通信販売

先進製造技術の導入と活用

●製造業における変革

- グローバル化 -競争相手, 取引先は世界中に-
- ヒトからコンピュータへ
 - ・ コンピュータを使った開発, 設計および製造
 - ・ IoT, AIの活用
- 新しい製造方法の導入
 - ・ 3Dプリンタによるものづくり
- 新しいものづくりビジネス
 - ・ 機械工作/加工の通信販売

先進製造技術の導入と活用

●先進製技術

◇コンピュータを使った

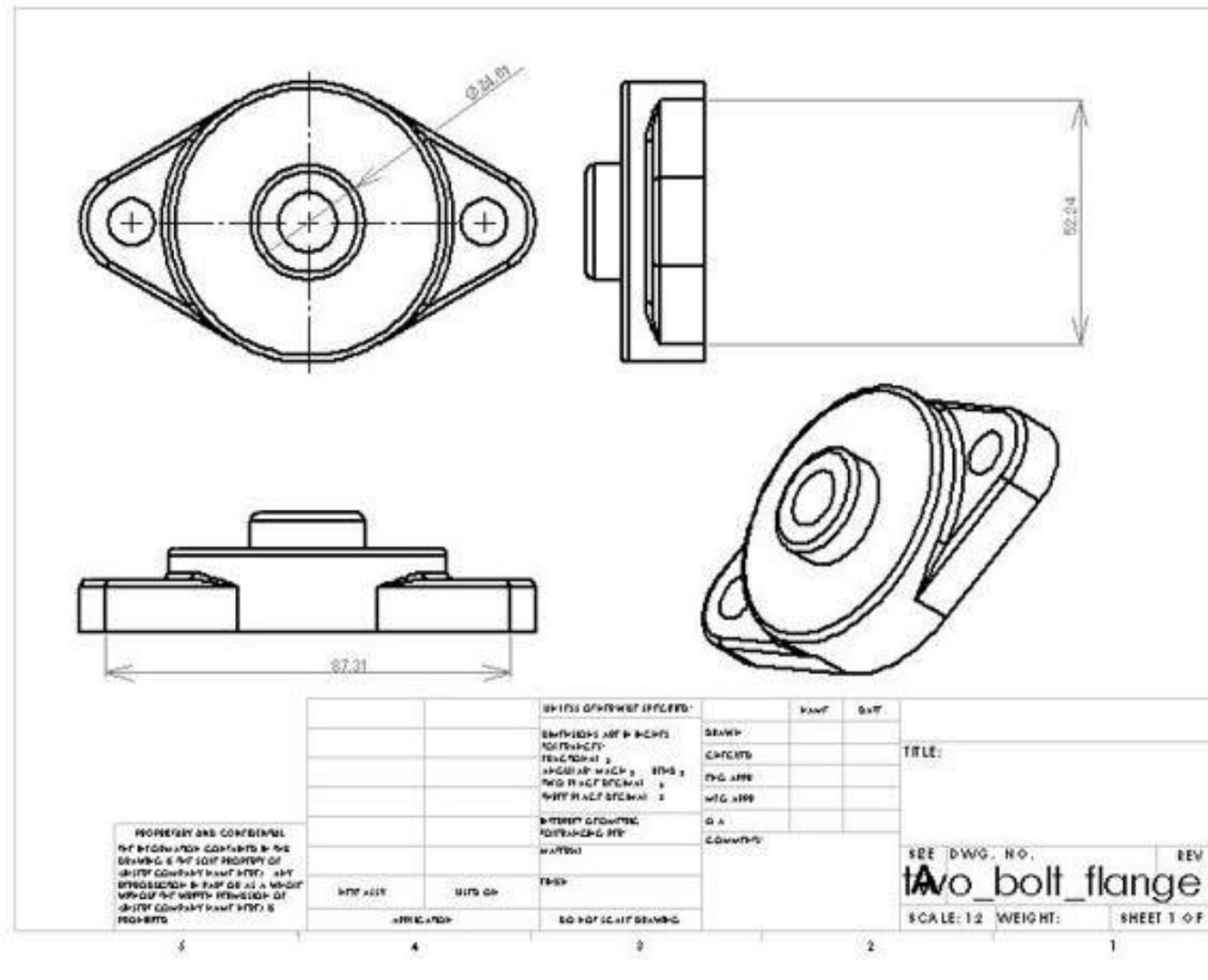
開発，設計および製造

(1) CAD(キャド)

コンピュータ支援設計
(Computer Aided Design) の略語

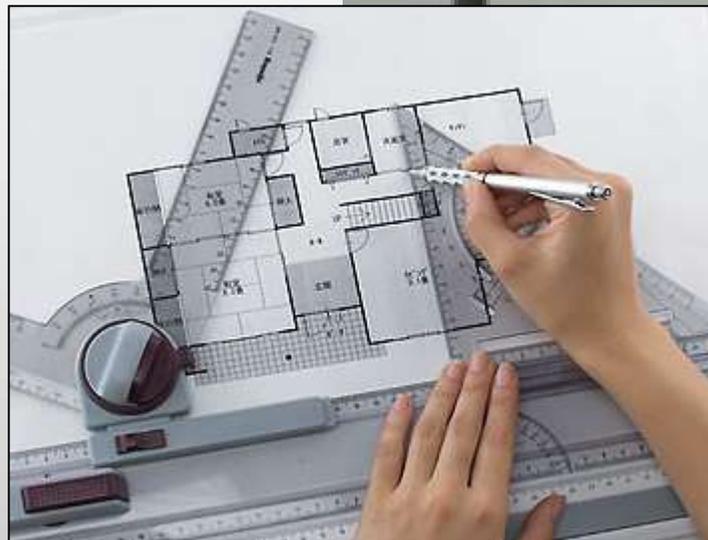
→コンピュータ上で設計図(のデジタルデータ)を作製する

設計図(三面図)



従来の手法 -手書き-

製図板
製図用紙
コンパス
ディバイダ
雲形定規
鉛筆
消しゴム
消し板
...etc.



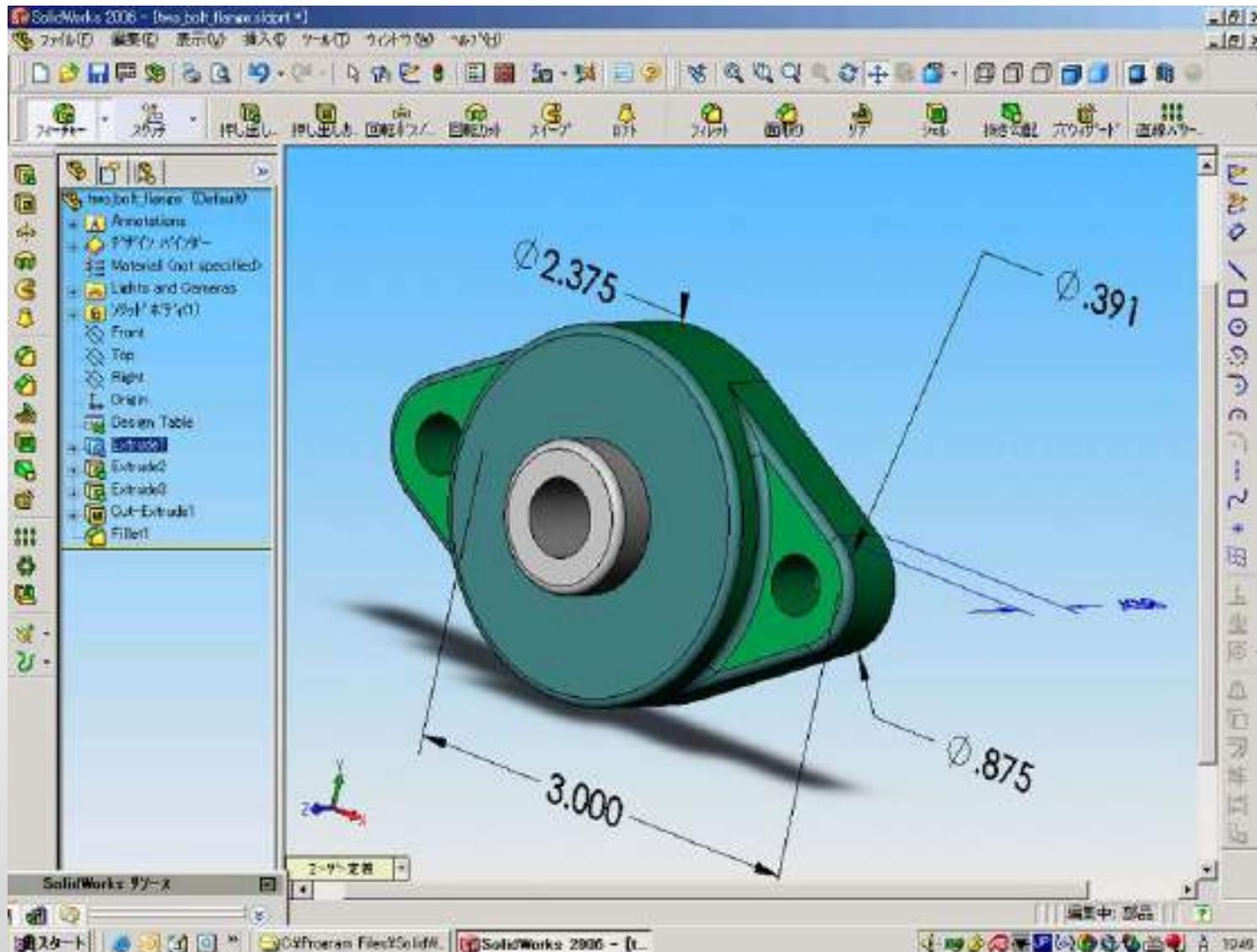
CAD

コンピュータ
CADソフトウェア
(2D, 3D)



加工工程へスムーズな接続が可能

3D CADソフトウェアの例



◇ コンピュータを使った

開発, 設計および製造

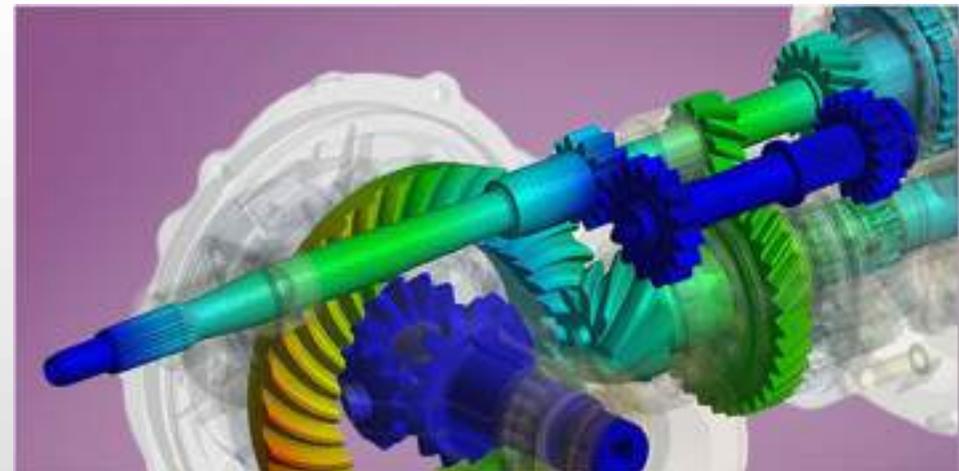
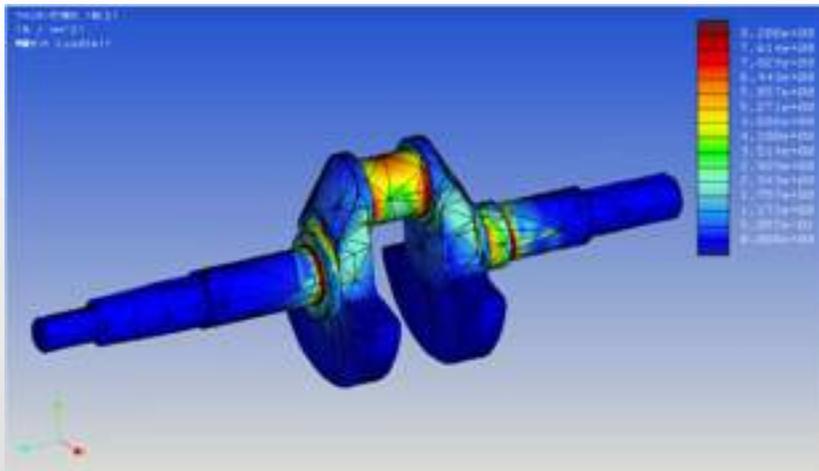
(2) CAE (シーエーイー)

コンピュータ支援工学
(Computer Aided Engineering) の略語

→ CADのデジタルデータをもとに, 部品・製品の機能や性能をコンピュータを使ってシミュレーション, 数値解析する

1.「先進製造分野」の社会的背景 ● 先進製造技術(CAE)

CAE



開発のスピードUP

◇ コンピュータを使った

開発, 設計および製造

(3) NC (エヌシー) 工作機械

数値制御工作機械

(Numerical Control) 工作機械

→ コンピュータプログラムによる数値情報をもとに加工を行う工作機械

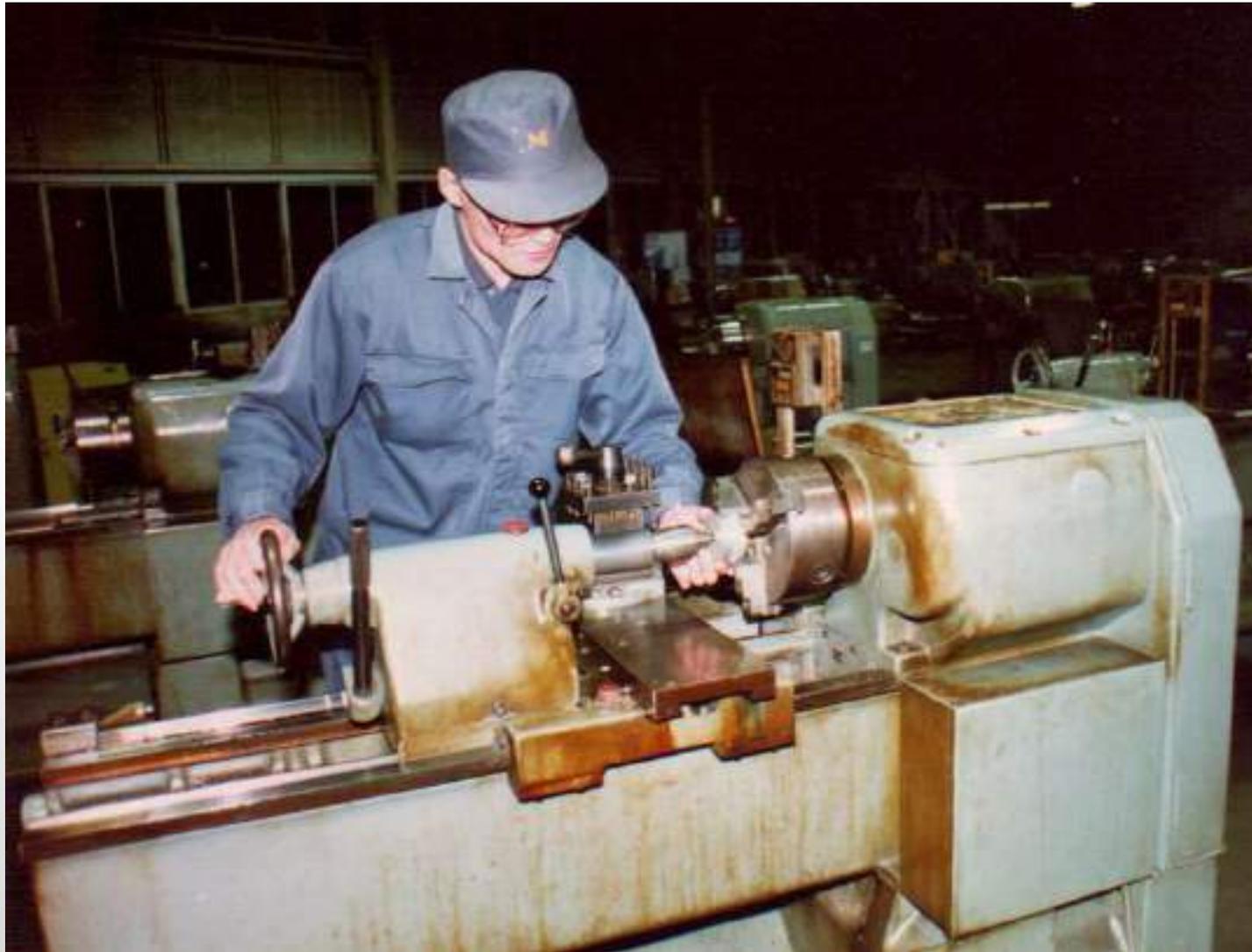
(4) CAM (キャム)

コンピュータ支援製造

(Computer Aided Manufacturing) の略語

→ CADのデジタルデータをもとに, 工作機械の加工用NCプログラム作製などの製造・生産準備を行う

従来の手法 - 人の感覚/経験, 手動-



NC工作機械, CAM



生産のスピードUP

●製造業における変革

- グローバル化 -競争相手，取引先は世界中に-
- ヒトからコンピュータへ
 - ・ コンピュータを使った開発，設計および製造
 - ・ IoT, AIの活用
- 新しい製造方法の導入
 - ・ 3Dプリンタによるものづくり
- 新しいものづくりビジネス
 - ・ 機械工作/加工の通信販売

先進製造技術の導入と活用

●先進製技術

◇IoT, AIの活用

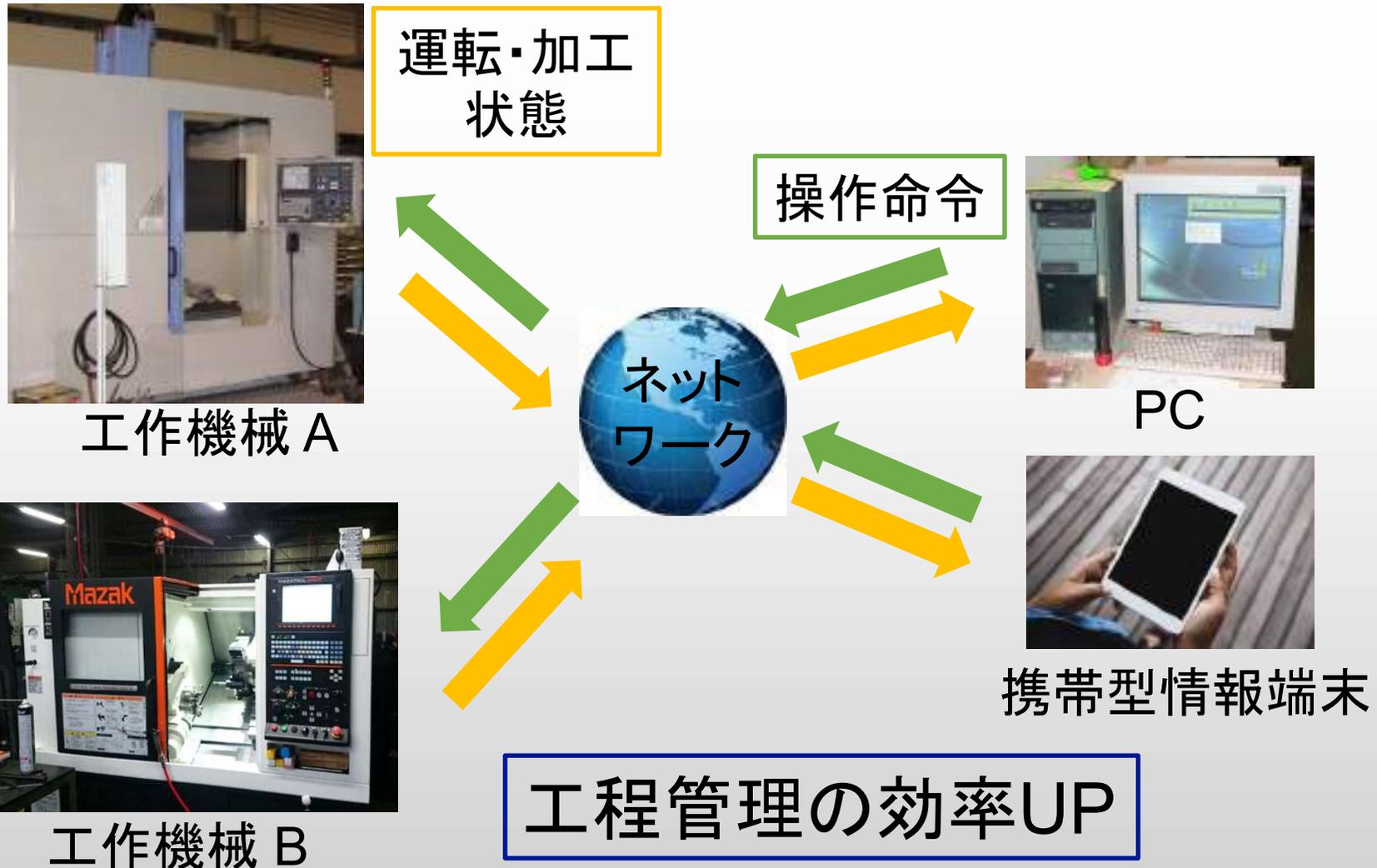
(5) IoTの活用

IoT:モノのインターネット?
(Internet of Things)

→モノの様々なデータをインターネットを介して収集, 分析することで, 新たなデータ構築, アクションに利用すること

IoTの活用例

- ・ 工作機械のモニタリング，遠隔操作



◇IoT, AIの活用

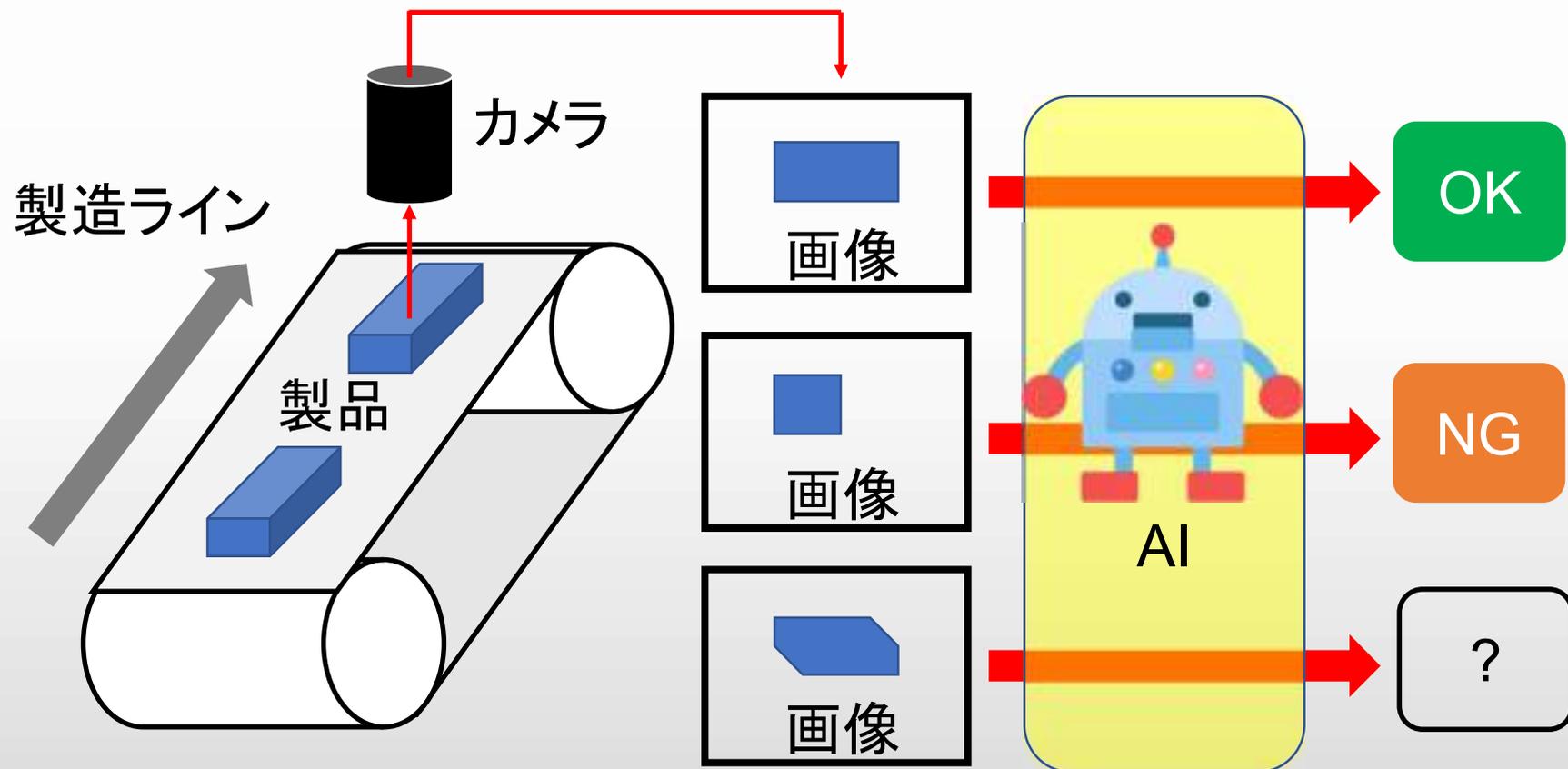
(6) AIの活用

AI:人工知能
(Artificial Intelligence) の略語

→人間の知能を人工的に再現したコンピュータプログラムを使用して、ものづくりにおける判断や行動を支援する

AIの活用例

・製品の検査



高速で処理・判定，学習により進化する

●製造業における変革

- グローバル化 -競争相手, 取引先は世界中に-
- ヒトからコンピュータへ
 - ・ コンピュータを使った開発, 設計および製造
 - ・ IoT, AIの活用
- 新しい製造方法の導入
 - ・ 3Dプリンタによるものづくり
- 新しいものづくりビジネス
 - ・ 機械工作/加工の通信販売

先進製造技術の導入と活用

●先進製技術

◇3Dプリンタによるものづくり

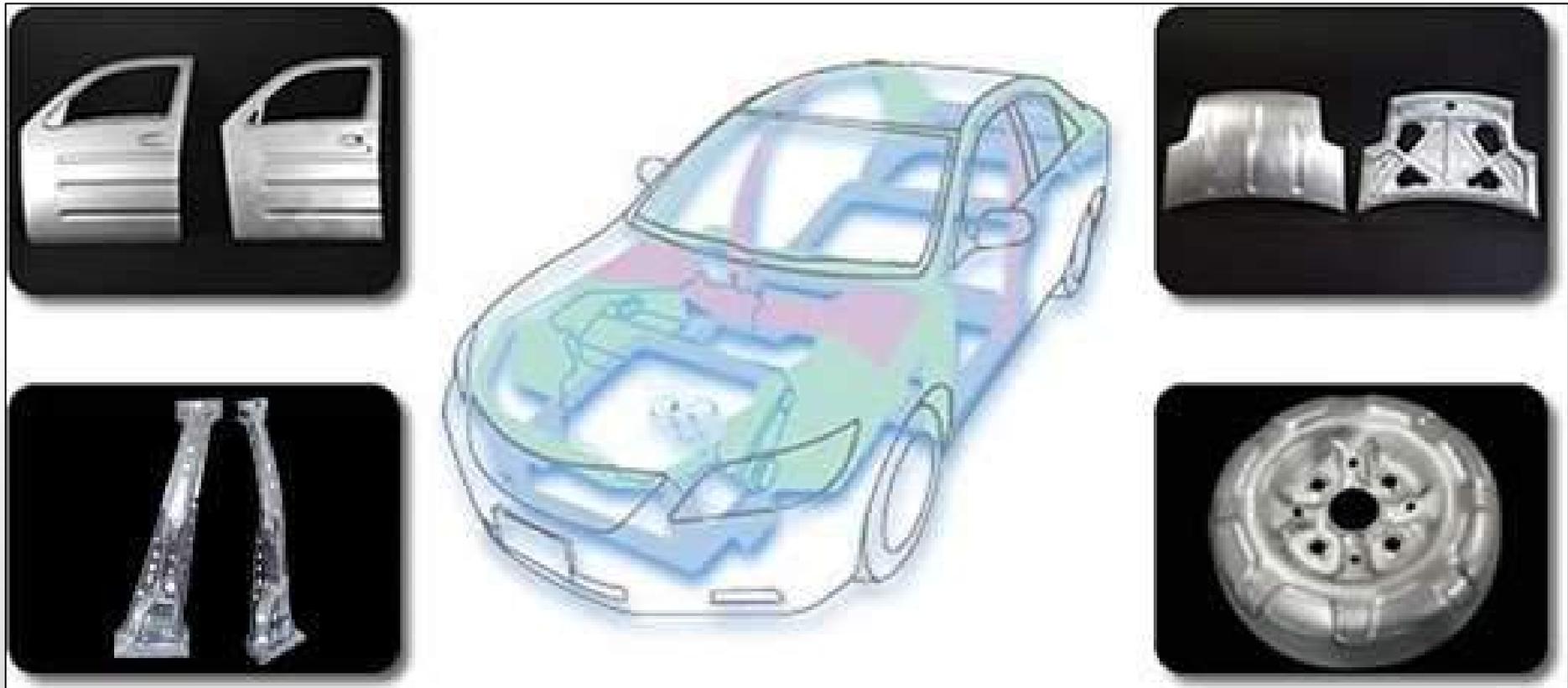
(7) 3Dプリンタ

原理:積層造形法
(Additive Manufacturing)

→材料積層することで目的の形状を成形する技術

従来の工業製品の作り方の例(1)

-プレス成形-



従来の工業製品の作り方の例(2)

-切削-

不要な部分を除去

切削加工動画
(配布資料につき削除)

3Dプリンタによる造形

必要な部分を追加

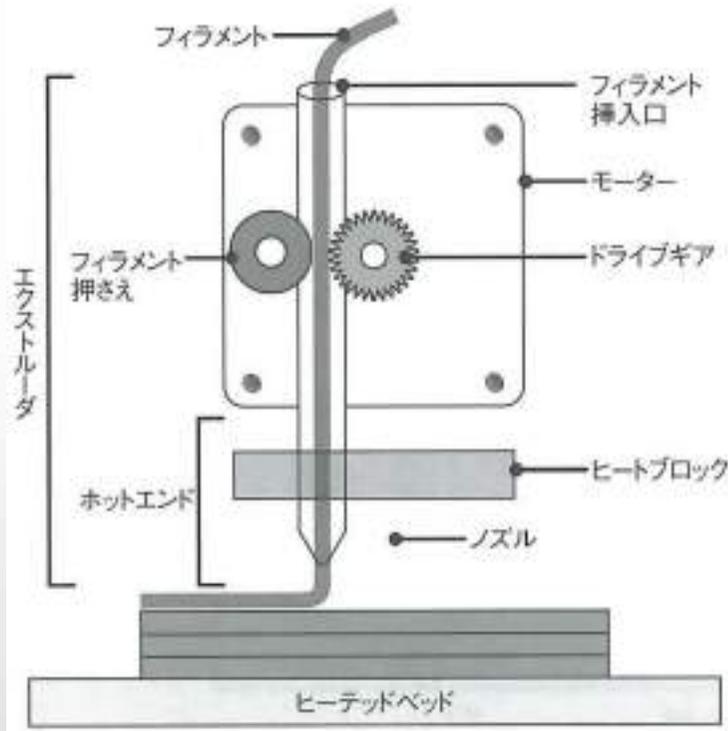
切削加工動画
(配布資料につき削除)

・3Dプリンタの種類

- ① 熱溶解積層法 (主に樹脂)
- ② 粉末積層法 (金属も可能)
- ③ インクジェット法
- ④ 光造形法
- ⑤ シート積層法

①熱溶解積層法

【原理と特徴】



- ・ABSやPCなど材料の種類が多い
- ・後処理が容易
- ・精度が低い

① 熱溶解積層法

【実際の製品】

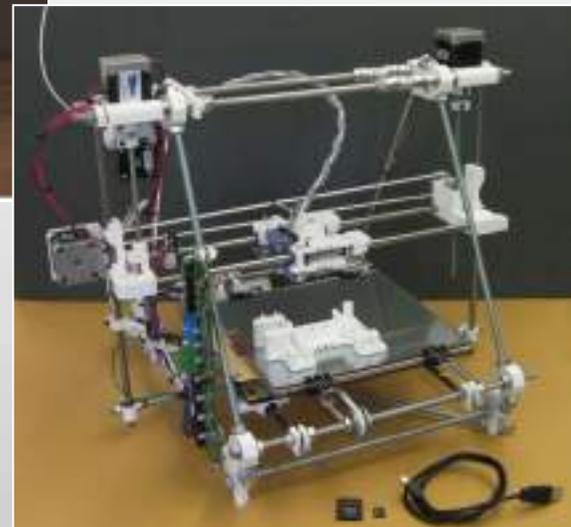


**Cube
(3D Systems)**



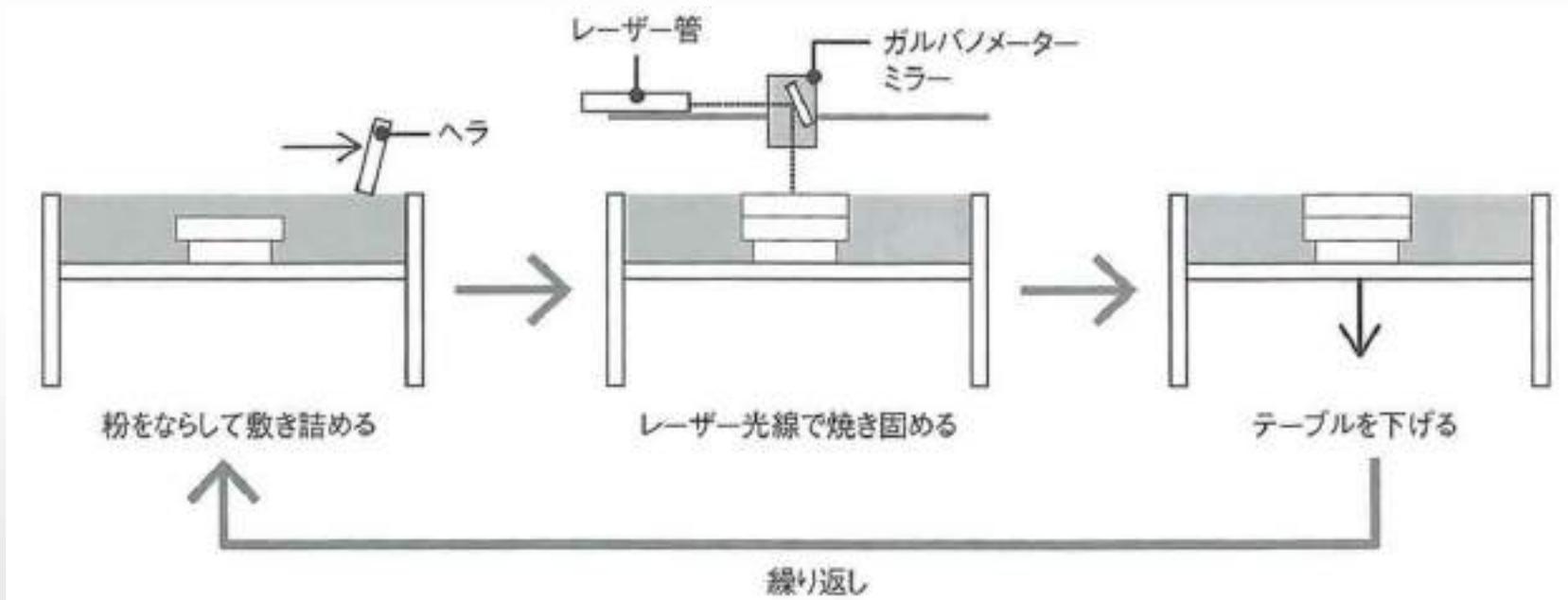
**Replicator
(MakerBot)**

(RepRap)



②粉末積層法

【原理と特徴】



- ・粉末材料であれば、何でも使用が可能
- ・サポートは必要がない
- ・若干精度が低い

②粉末積層法

【実際の製品】



S-Titanium Pro (Aurora Labs)



M400 (EOS)

・3Dプリンタの種類と特徴

- ① 熱溶解積層法(主に樹脂)
- ② 粉末積層法(金属も可能)
- ③ インクジェット法
- ④ 光造形法
- ⑤ シート積層法

極めて高い造形の自由度, 大量生産には不向き

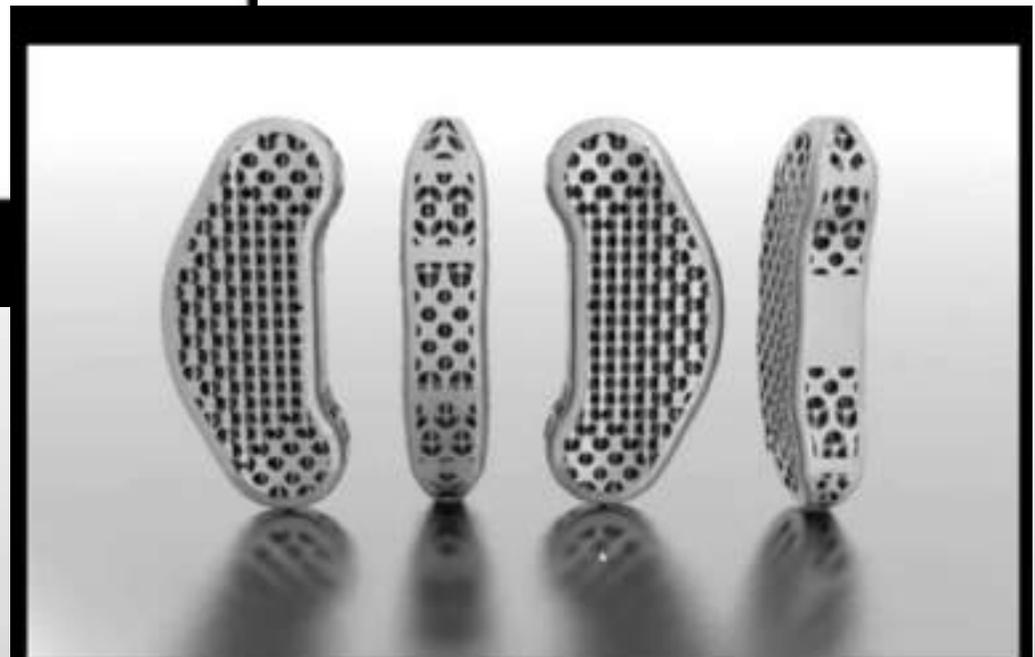
・3Dプリンタの利用分野(1)



 WITHIN

エンジン冷却部品

医療部品
(脊髄インプラント)

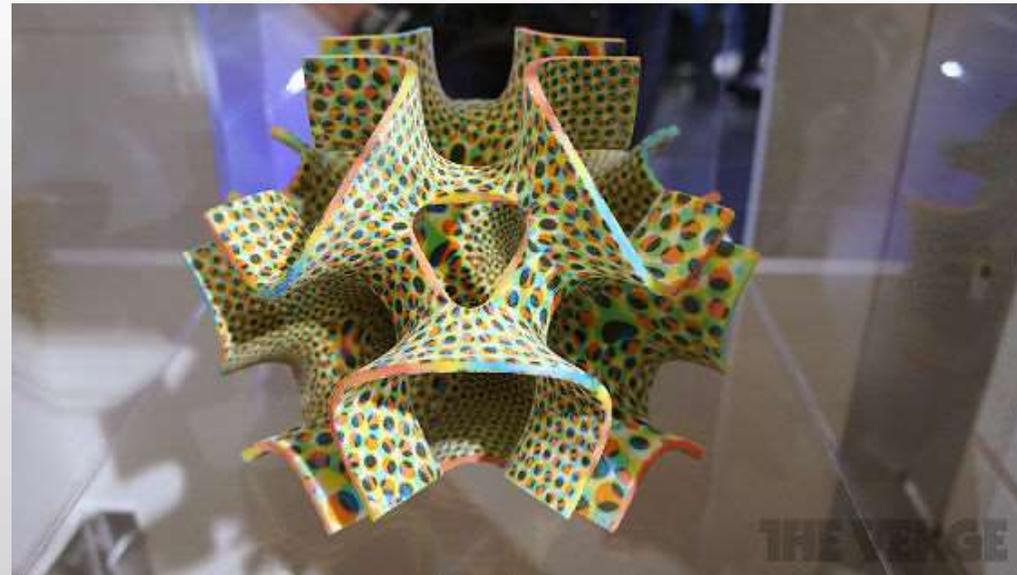


 WITHIN

・3Dプリンタの利用分野(2)



・3Dプリンタの利用分野(3)



●製造業における変革

- グローバル化 -競争相手, 取引先は世界中に-
- ヒトからコンピュータへ
 - ・コンピュータを使った開発, 設計および製造
 - ・IoT, AIの活用
- 新しい製造方法の導入
 - ・3Dプリンタによるものづくり
- 新しいものづくりビジネス
 - ・機械工作/加工の通信販売

●製造業における変革

- グローバル化 -競争相手, 取引先は世界中に-
- ヒトからコンピュータへ
 - ・コンピュータを使った開発, 設計および製造
 - ・IoT, AIの活用
- 新しい製造方法の導入
 - ・3Dプリンタによるものづくり
- 新しいものづくりビジネス
 - ・機械工作/加工の通信販売

新しいことを「知り」, 「使いこなし」,
さらに新しいことを「生み出す」には...

基礎 + 新しいこと 学ぶ必要あり

講義の内容

1 「先進製造分野」の社会的背景

2

//

を学ぶために
知っておいて欲しいこと

3

//

を学んだ学生の
卒業後の進路

4

研究紹介

2.「先進製造分野」を学ぶために 知っておいて欲しいこと

●先進製造コースのカリキュラム

科目区分		授業科目の名称	単位	開 講 時 期									
				1年次		2年次		3年次		4年次			
				前期	後期	前期	後期	前期	後期	前期	後期		
先進製造コースプログラム	コース科目Ⅰ類	先進製造エンジニアの基礎技術	機械CAD	2					○				
			テクニカルイラストレーション	2						○			
			自動加工技術	2					○				
	コース科目Ⅰ類	機械系エンジニアのための工学Ⅰ		構造・機能性材料	2					○			
				応用材料力学	2					○			
				機械保全技術Ⅰ	2					○			
				機械保全技術Ⅱ	2						○		
	コース科目Ⅰ類	機械系エンジニアのための工学Ⅱ		メカトロニクス	2						○		
				立体造形	2						○		
				構造・伝熱シミュレーション	2					○			
				熱・流体シミュレーション	2						○		
				加工シミュレーション	2							○	
	コース科目Ⅱ類	先進製造アドバンス科目		固体力学	2							○	
				振動学	2							○	
				伝熱学	2								○
				技術英語	2							○	
コース実験科目			先進製造コース実験Ⅰ	2					○				
			先進製造コース実験Ⅱ	2						○			

・コース実験のテーマ

コース	テーマ名
先進製造 コース実験 I	一自由度系の振動特性測定
	伝熱工学実験
	トラスの変形実験
	材料工学実験
先進製造 コース実験 II	NC工作機械の対話型プログラム言語と 2DCAD/CAMを用いた加工
	3DCAD/CAMによる5軸加工
	制御工学実験 I (センサ&シーケンサ)
	制御工学実験 II (センサ&シーケンサ)

●今から意識して学んでおくと良いこと

修得に時間がかかる＋専門科目の理解に不可欠

□数学，物理

- ・専門科目を学ぶために必須

-問題を解いた経験，練習がものを言う-

□英語

- ・生産設備が外国製である場合も多い，英語マニュアル

-積み重ね-

○レポート，文書の書き方

- ・分かりやすさは，最高の効率UP

-論理的思考の醸成とひたすら練習-

講義の内容

1 「先進製造分野」の社会的背景

2

//

を学ぶために
知っておいて欲しいこと

3

//

を学んだ学生の
卒業後の進路

4

研究紹介

3.「先進製造分野」を学んだ学生の 卒業後の進路

◆就職先：

機械，輸送機器，電気製品，材料，食品メーカーなど
ものづくりをしている企業全般

◇職種，部門：

- 開発，設計 -製品の開発と設計-
- 生産技術 -製造ラインの設計，管理-
- 製造 -製品の製造-
- 技術営業 -製品のメンテナンス-

講義の内容

1 「先進製造分野」の社会的背景

2

//

を学ぶために
知っておいて欲しいこと

3

//

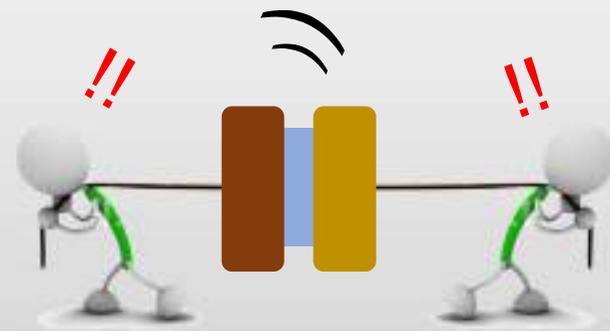
を学んだ学生の
卒業後の進路

4

研究紹介

4. 研究紹介

『ワイヤ放電加工による
部材の切断・成形と同時に
加工表面の密着強度を制御する
研究』



良くくっつく

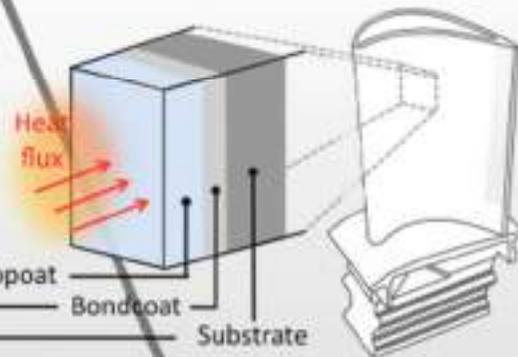
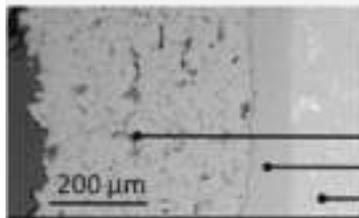
●材料同士をくっ付けて作られているもの



出典：<https://www.lotuscars.com/about-elise>



出典：<https://www.boeing.com/commercial/787>

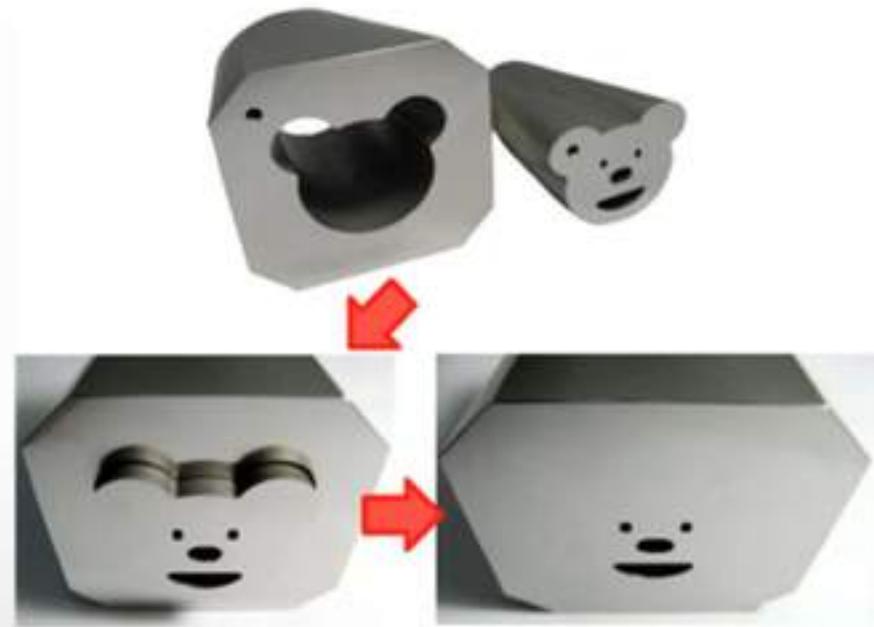
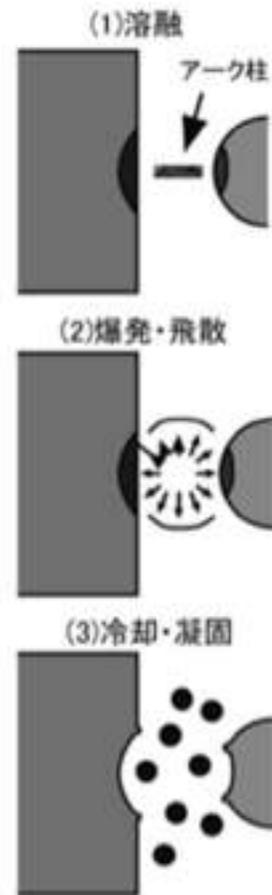


【材質】
金属, 高分子材料,
セラミック, 木材, etc...

【接合技術】
機械締結, 溶接,
接着, etc...

●ワイヤ放電加工

スチロールカッターと似てる？



出典:(株)南雲製作所webページ

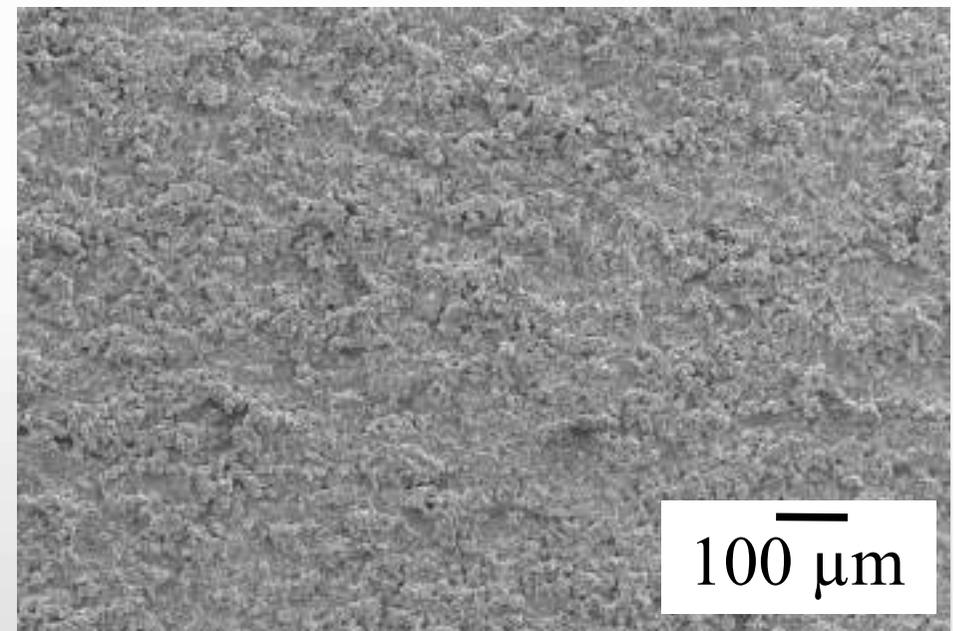
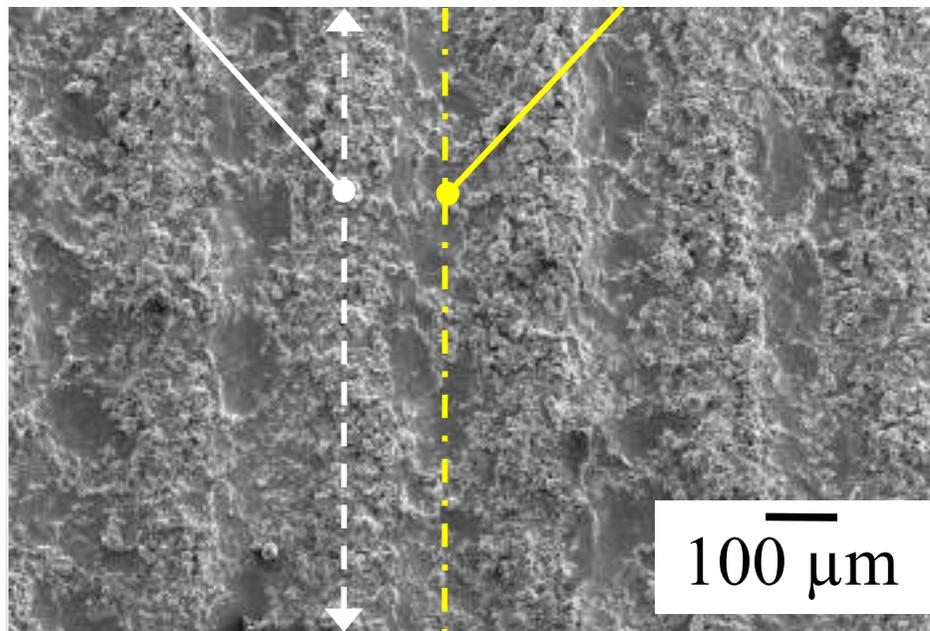
出典:佐藤清侍, 溶接学会誌第79巻(2010)第2号, pp152-157

●ワイヤ放電加工した金属表面

↓加工(切断)条件が異なる↓

Convex

Concavity

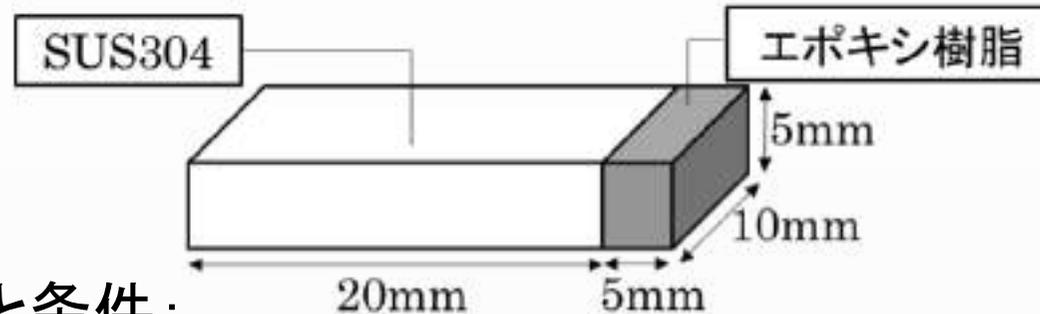


どちらが良い？

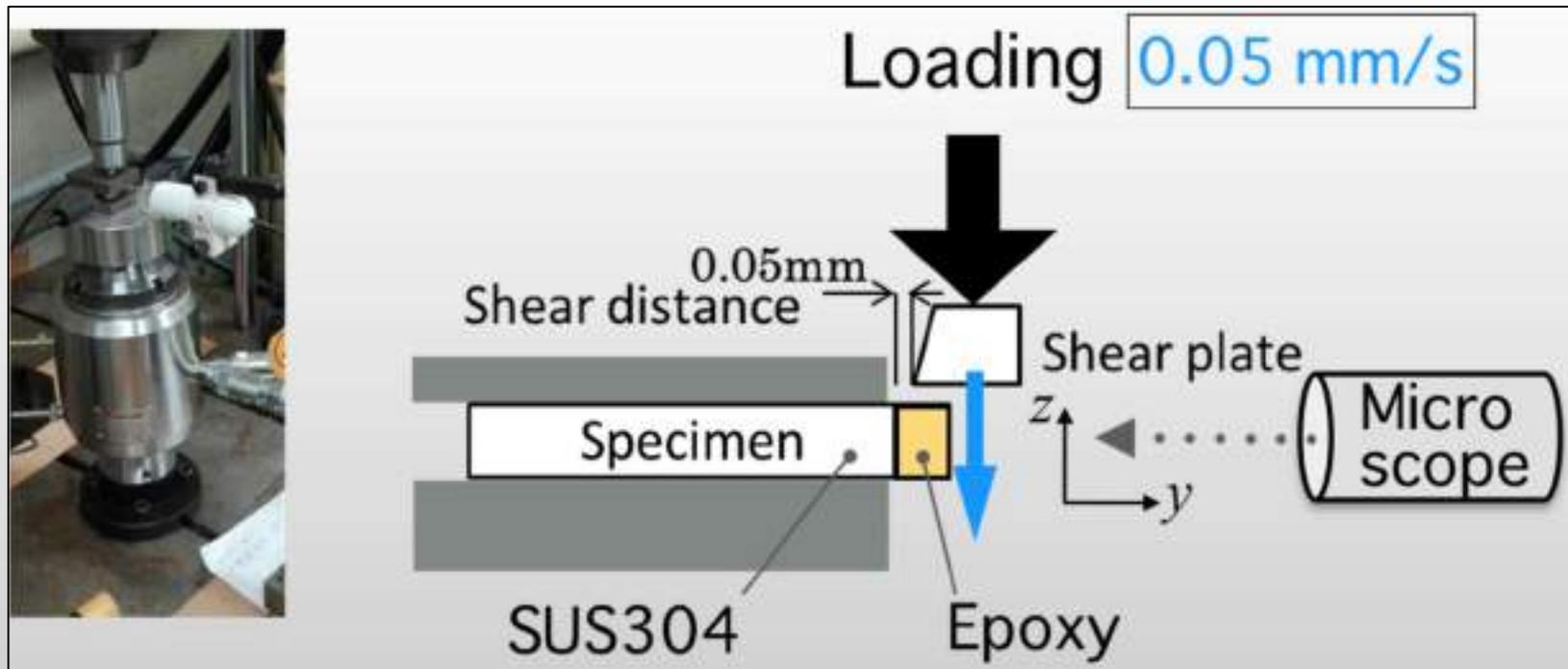
どちらの方が接着力(密着強度)高い？

●研究の方法(1) -実験-

・試験片:

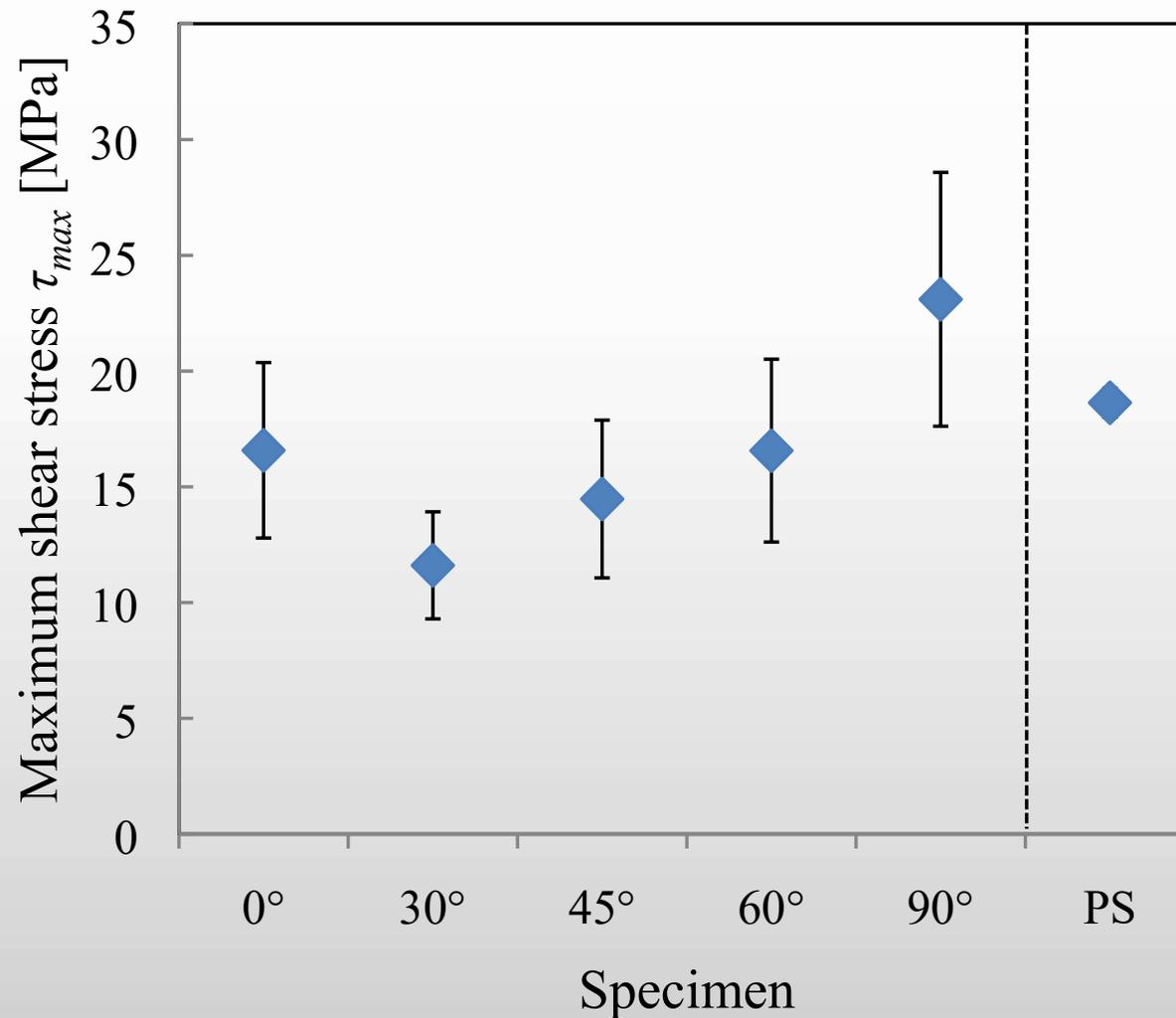


・実験装置と条件:



●研究の方法(1) -実験-

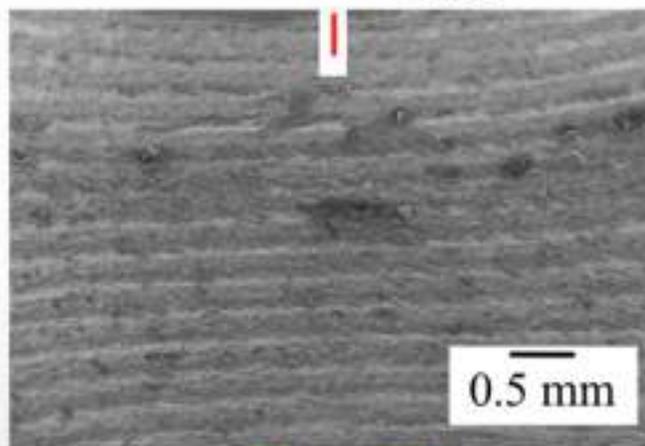
・実験結果:



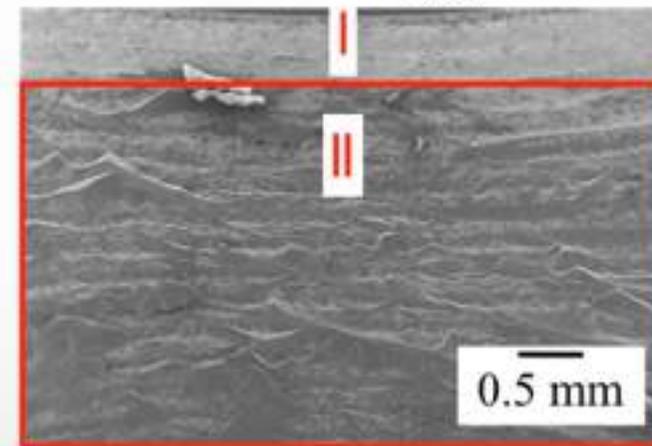
●研究の方法(1) -実験-

・実験結果:

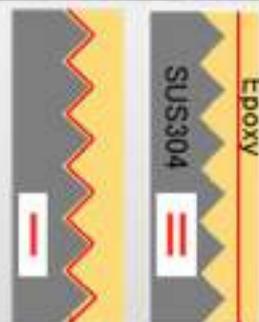
密着強度:高 90°-1 ($\tau_{max}=30.5$ MPa)



密着強度:低 90°-5 ($\tau_{max}=16.4$ MPa)

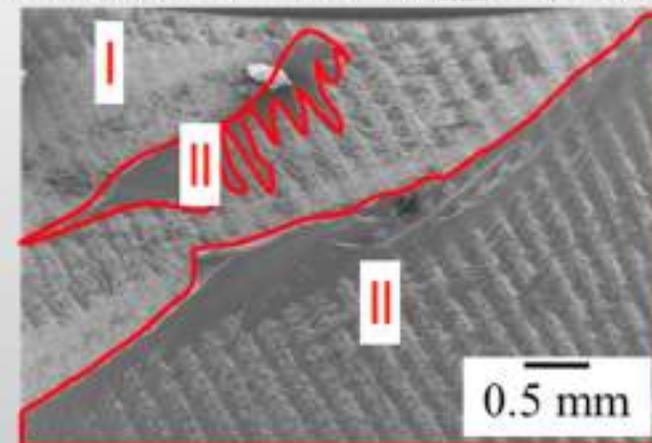


せん断
方向



-はく離き裂の進展経路と
密着強度、密接に関係

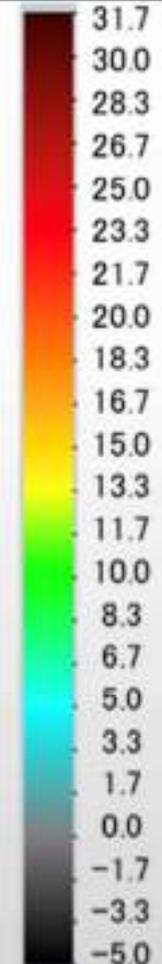
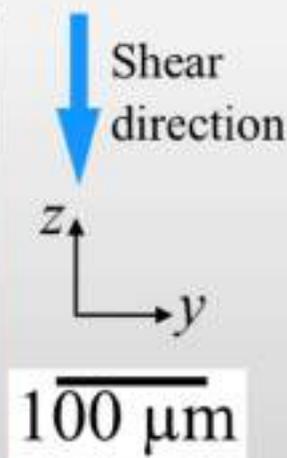
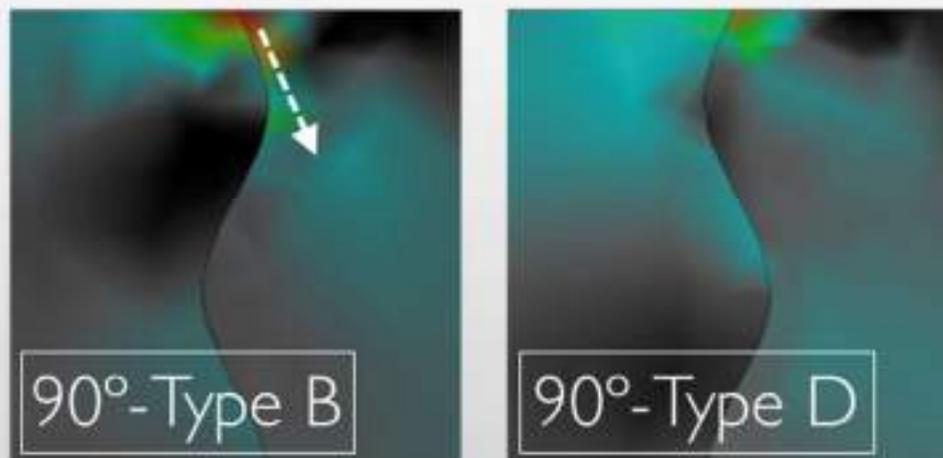
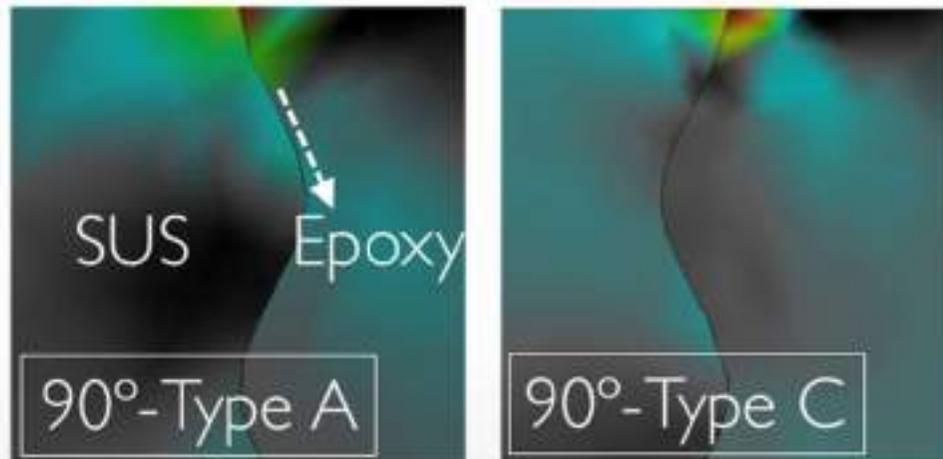
密着強度:低 30°-3 ($\tau_{max}=9.5$ MPa)



●研究の方法(2) -シミュレーション-

●界面はく離き裂開口方向成分

$$\sigma_y' = \sigma_y / \tau (=30 \text{ MPa})$$



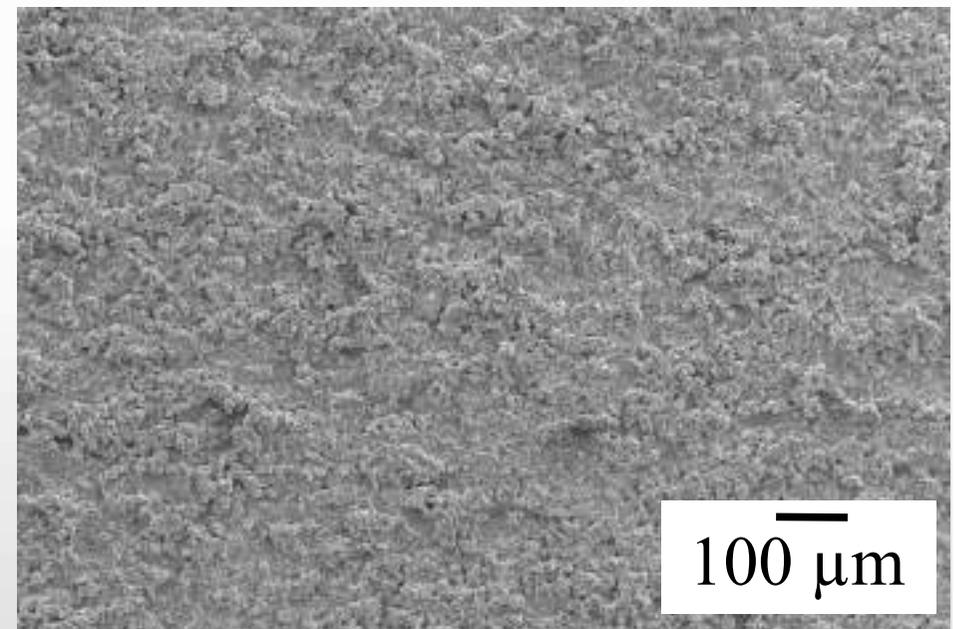
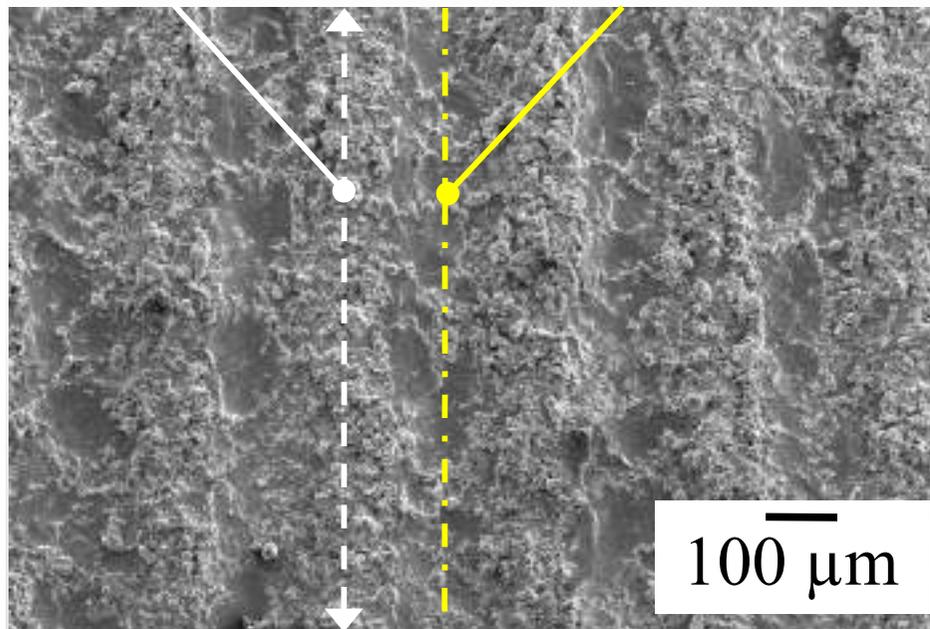
-端部の形状の違い⇒はく離き裂の進展経路⇒密着(破壊)強度

●ワイヤ放電加工した金属表面

↓加工(切断)条件が異なる↓

Convex

Concavity



どちらが良い？

どちらの方が接着力(密着強度)高い？

学生のみなさんへ

- ・ものづくり（製造業）は、昔も今もこれから先も日本（世界）の社会の要です。
- ・先進製造コースでは「ものづくり」に直結した技術についての学びを提供します。
- ・就職の際は幅広い分野に対応できます。