

# 工学概論

機械・素材・食品学系

## 素材科学分野の学び

---

工学科 教授

藤木 一浩

# 本日の講義内容

1

「素材科学」の分野を学ぶ意義とは？  
社会にどのように役立つか？

2

学んでおいた方がよいことは何？

3

卒業後の進路は？

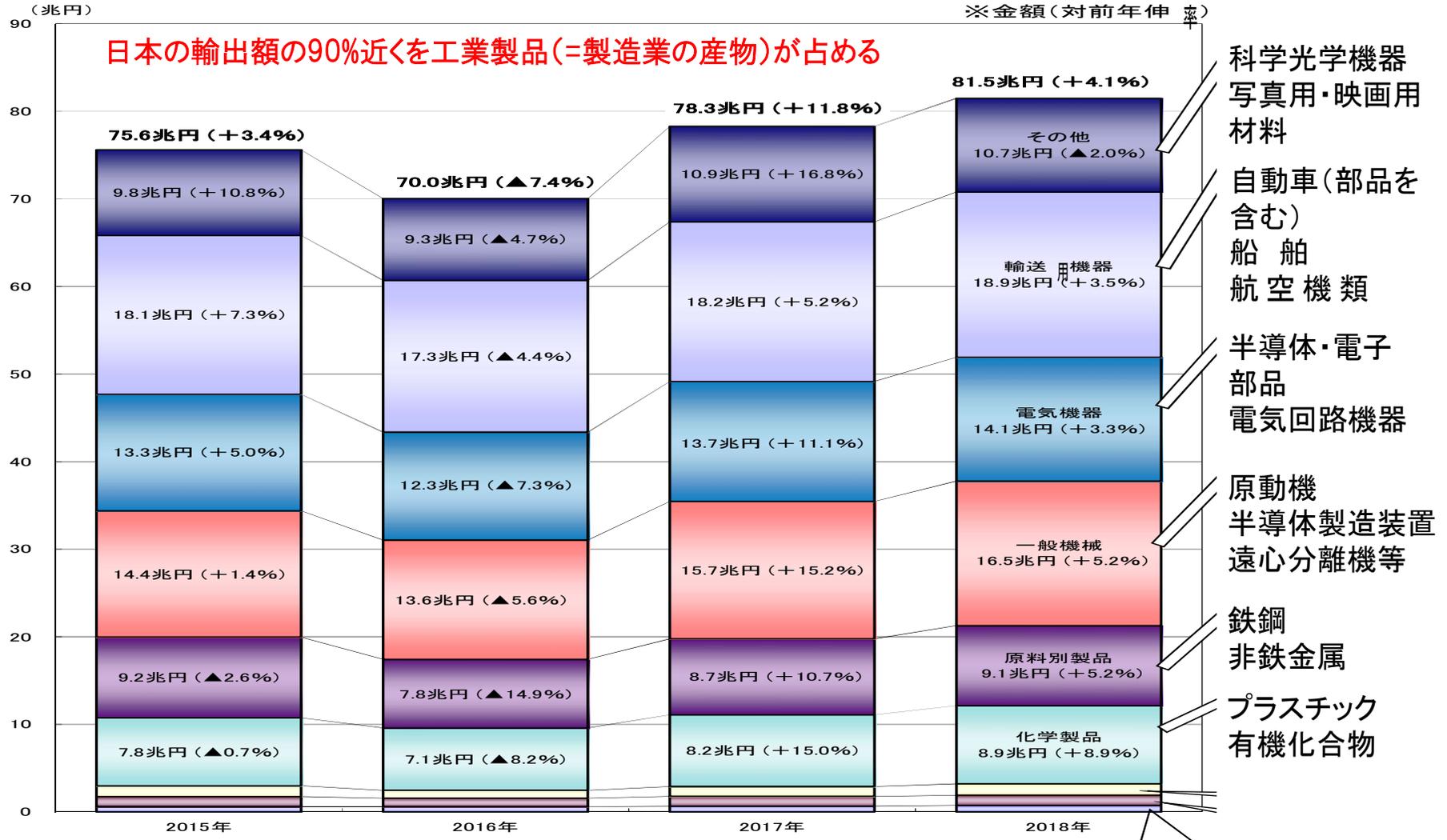
4

研究紹介

# 日本経済を支える製造業

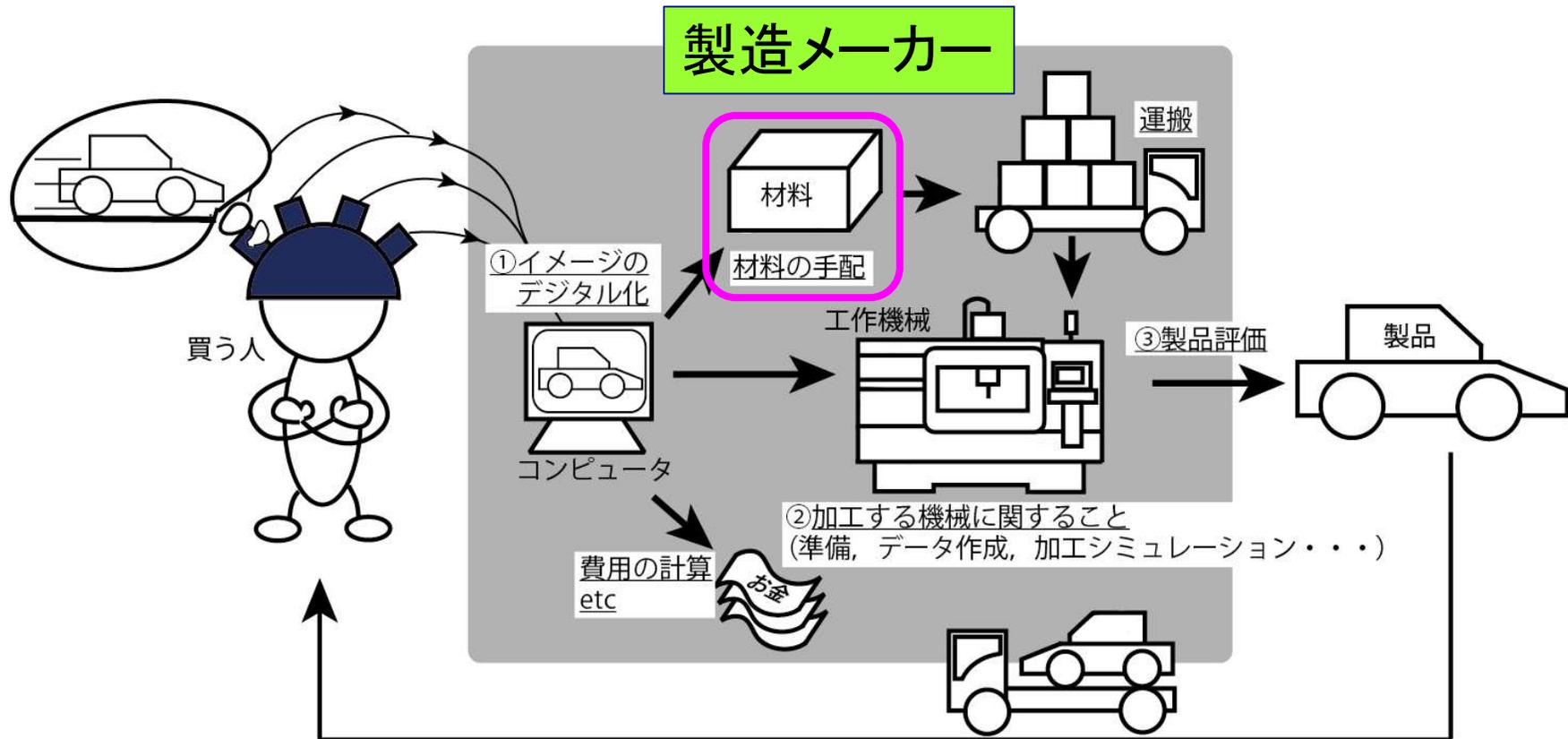
品目別輸出額の推移（年ベース）

出典：財務省貿易統計webページ



# 製品開発

どこかで見たような・・・



- よりよい製品を作るためには「優れた製造技術」だけでなく、「材料の開発」も重要なのです！

# 素材・材料と経済革命

---

**我が国の歴史的転換・経済革命の  
端緒となった原因を、素材・材料開  
発の視点で検証してみると・・・**

# 歴史的な大転換点

---

クイズ その1

1941年(昭和16年)12月8日(日本時間)、日本に  
起った大きな出来事とは…?

各自で考えてみましょう!

クイズ その2

日本が戦争に敗れたのは…。(チコちゃんに叱られる風に)

〇〇〇〇〇〇〇を〇〇〇〇〇から!



水素(H)と炭素(C)のみからできている最も単純な構造の高分子材料である。プラスチックや繊維などに加工されて、現代では我々の身近に数多く存在する。

→ スーパーやコンビニのレジ袋など

クイズ その3

戦争中○○○○○○が必要とされた用途は？

# 経済・流通革命

---

今度はもう少しローカルな話題で・・・

クイズ その4

1982年(昭和57年)11月15日、新潟県に恩恵をもたらした出来事とは？

# □□□□□と材料開発

---

クイズ その5

□□□□□開発の成否をにぎった部品とは？

クイズ その6

その部品の開発が成功した理由とは？

# まとめ その1

1

「素材科学」の分野を学ぶ意義とは？  
社会にどのように役立つか？

素材・材料開発を制するものは  
世界を制する！

産業技術の革新や経済・生活様式の変革には、  
素材・材料の開発が大きく関わっているのです。

# 本日の講義内容

1

「素材科学」の分野を学ぶ意義とは？  
社会にどのように役立つか？

2

学んでおいた方がよいことは何？

3

卒業後の進路は？

4

研究紹介

# 素材科学の学び

---

“ものづくり”は、その“もの”をつくる素材・材料を得ることから始まる。そのために、素材・材料を構成する物質の性質・特徴を良く理解することが大切である。

化学、物理の知識を基礎として、いろいろな物質の性質・特徴と利用法を学び、様々な分野で、環境にやさしく、新しい機能を持つ素材・材料を開発できる技術を身に付ける。

# ものづくりの化学・物理

燃料



コンクリート



醸造酒



植物工場

ゴム



ガラス



電池



ジュラルミン



コンタクトレンズ

# 理研究見の元素

---

113 Nh

nihonium (ニホニウム)

2018/11/30 正式決定



# 周期表

周期\族	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	1 H 水素																		2 He ヘリウム
2	3 Li リチウム	4 Be ベリリウム											5 B ホウ素	6 C 炭素	7 N 窒素	8 O 酸素	9 F フッ素	10 Ne ネオン	
3	11 Na ナトリウム	12 Mg マグネシウム											13 Al アルミニウム	14 Si シリコン	15 P リン	16 S 硫黄	17 Cl 塩素	18 Ar アルゴン	
4	19 K カリウム	20 Ca カルシウム	21 Sc スカンジウム	22 Ti チタン	23 V バナジウム	24 Cr クロム	25 Mn マンガン	26 Fe 鉄	27 Co コバルト	28 Ni ニッケル	29 Cu 銅								36 Kr クリプトン
5	37 Rb ルビジウム	38 Sr ストロンチウム	39 Y イットリウム	40 Zr ジルコニウム	41 Nb ニオブ	42 Mo モリブデン	43 Tc テクネチウム	44 Ru ルテニウム	45 Rh ロジウム	46 Pd パラジウム	47 Ag 銀	48 Cd カドミウム	49 In インジウム	50 Sn スズ	51 Sb アンチモン	52 Te テルル	53 I ヨウ素	54 Xe キセノン	
6	55 Cs セシウム	56 Ba バリウム	57~71 ランタノイド	72 Hf ハフニウム	73 Ta タンタル	74 W タングステン	75 Re レニウム	76 Os オスミウム	77 Ir イリジウム	78 Pt 白金	79 Au 金	80 Hg 水銀	81 Tl タリウム	82 Pb 鉛	83 Bi ビスマス	84 Po ポロニウム	85 At アスタチン	86 Rn ラドン	
7	87 Fr フランシウム	88 Ra ラジウム	89~103 アクチノイド	104 Rf ラザホーニウム	105 Db ドブニウム	106 Sg シーホーキウム	107 Bh ホーリウム	108 Hs ハッシウム	109 Mt マイトネリウム	110 Ds ダームスタチウム	111 Rg レントゲニウム	112 Cn コペルニシウム	113 Nh	114 Fl フレロビウム	115 Mc	116 Lv リハモリウム	117 Ts	118	

モスコビウム  
Mc

テネシン  
Ts

ニホニウム  
Nh

オガネソン  
Og

57~71 ランタノイド	57 La ランタン	58 Ce セリウム	59 Pr プラセオジム	60 Nd ネオジム	61 Pm プロメチウム	62 Sm サマリウム	63 Eu ユウロビウム	64 Gd ガドリニウム	65 Tb テルビウム	66 Dy ジスプロシウム	67 Ho ホルミウム	68 Er エルビウム	69 Tm テュルミウム	70 Yb ytterbium	71 Lu ルテチウム
89~103 アクチノイド	89 Ac アクチニウム	90 Th トリウム	91 Pa プロトアクチニウム	92 U ウラン	93 Np ネプツニウム	94 Pu プルトニウム	95 Am アメリシウム	96 Cm キュリウム	97 Bk バークリウム	98 Cf カリホルニウム	99 Es アインスタイニウム	100 Fm フェルミウム	101 Md メンデレヴィウム	102 No ノーベリウム	103 Lr ローレンシウム

# 現代の三大材料

---

## 金属、高分子、セラミックス



# 金属材料の化学・物理

---

日常生活で使われている金属で多いもの

鉄、アルミニウム、銅



90%以上

さびにくい鉄を！！

ステンレス鋼の開発（鉄にクロムとニッケルを添加）

合金：金属に他の金属を加えて溶かし合わせたもの

# 硬貨の材料

---

**1円玉以外は、合金**

5円玉：銅＋亜鉛

10円玉：銅＋亜鉛＋スズ

50円玉：銅＋ニッケル

100円玉：銅＋ニッケル

500円玉：銅＋ニッケル＋亜鉛



# 鉄に添加される金属

---

鉄にいろいろな元素を加えることで、特性が変化する

- クロム ----- さびにくくする
- バナジウム ----- 摩耗しにくくする
- モリブデン ----- 粘りを増す
- ニッケル ----- 強さと粘りを増す
- マンガン ----- 強さと硬さを増す

# 周期表

1																	18	
1	1 H																	2 He
	水素																	ヘリウム
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
	リチウム	ベリリウム											ホウ素	炭素	窒素	酸素	フッ素	ネオン
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
	ナトリウム	マグネシウム											アルミニウム	ケイ素	リン	硫黄	塩素	アルゴン
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
	カリウム	カルシウム	スカンジウム	チタン	バナジウム	クロム	マンガン	鉄	コバルト	ニッケル	銅	亜鉛	ガリウム	ゲルマニウム	ヒ素	セレン	臭素	クリプトン
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
	ルビジウム	ストロンチウム	イットリウム	ジルコニウム	ニオブ	モリブデン	テクネチウム	ルテニウム	ロジウム	パラジウム	銀	カドミウム	インジウム	スズ	アンチモン	テルル	ヨウ素	キセノン
6	55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
	セシウム	バリウム	ランタノイド系	ハフニウム	タンタル	タングステン	レニウム	オスミウム	イリジウム	白金	金	水銀	タリウム	鉛	ビスマス	ポロニウム	アスタチン	ラドン
7	87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg							
	フランシウム	ラジウム	アクチノイド系	ラザホージウム	ドブニウム	シーボークウム	ボーリウム	ハッシウム	マイトネリウム	ダームスタチウム	レントゲニウム							

*	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
	ランタン	セリウム	プラセオジウム	ネオジウム	プロメチウム	サマリウム	ユウロビウム	ガドリニウム	テルビウム	ジスプロシウム	ホルミウム	エルビウム	ツリウム	イッテルビウム	ルテチウム
**	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr
	アクチニウム	トリウム	プロアクチニウム	ウラン	ネプツニウム	プルトニウム	アメリシウム	キュリウム	バークリウム	カリホルニウム	アインスタイニウム	フェルミウム	メンデレビウム	ノーベリウム	ローレンシウム

# 特殊鋼

---

- パソコン



HDD(耐磁性)  
キーボードスプリング(しなやかさ)

- 自動車



バルブ(耐熱性、耐摩耗性)  
トランスミッション(耐久性)

- 包丁・刃物



耐食性

- 工具



硬度、強度

# レアメタル(希少金属)

---

素材に少量添加するだけで、性能が飛躍的に向上する

『産業のビタミン』

31 鉱種

- 主な用途

テレビ・携帯電話・デジタルカメラなど多くの電子機器

レアメタルなくして日本の工業製品はできない

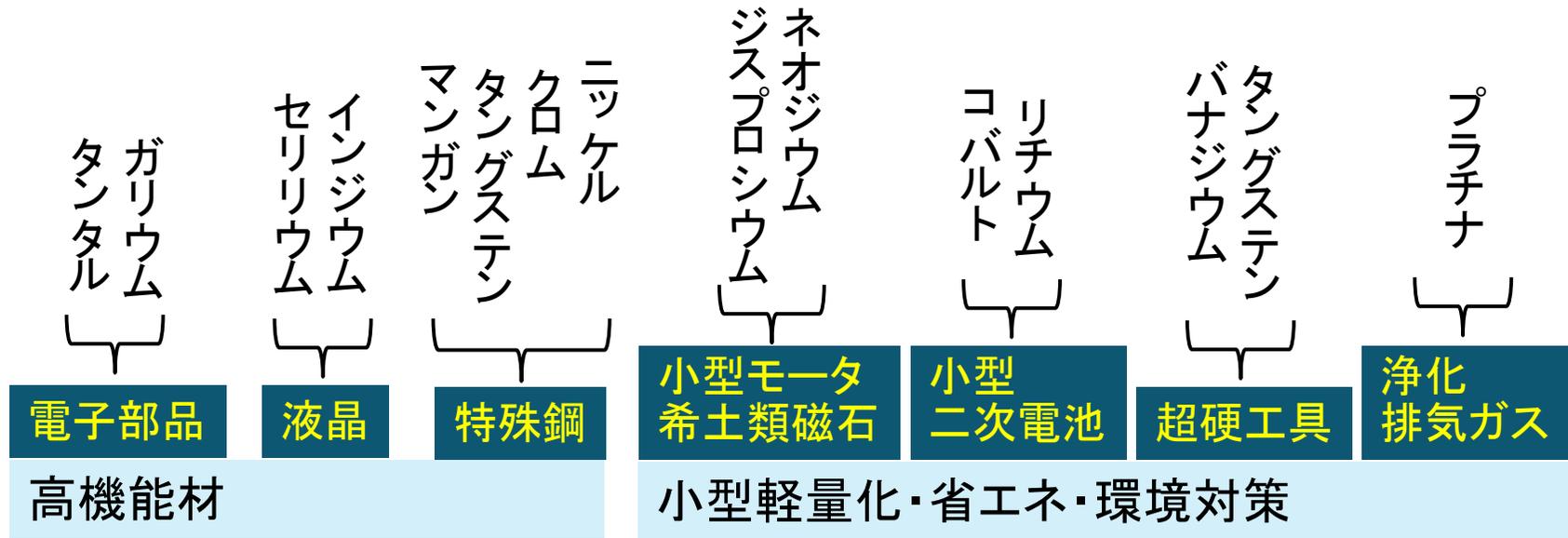
# 周期表(レアメタル)

1																	18	
1	1																	2
	H																	He
	水素																	ヘリウム
2	3	4											5	6	7	8	9	10
	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
	リチウム	ベリリウム											ホウ素	炭素	窒素	酸素	フッ素	ネオン
3	11	12											13	14	15	16	17	18
	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
	ナトリウム	マグネシウム											アルミニウム	ケイ素	リン	硫黄	塩素	アルゴン
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
	カリウム	カルシウム	スカンジウム	チタン	バナジウム	クロム	マンガン	鉄	コバルト	ニッケル	銅	亜鉛	ガリウム	ゲルマニウム	ヒ素	セレン	臭素	クリプトン
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
	ルビジウム	ストロンチウム	イットリウム	ジルコニウム	ニオブ	モリブデン	テクネチウム	ルテニウム	ロジウム	パラジウム	銀	カドミウム	インジウム	スズ	アンチモン	テルル	ヨウ素	キセノン
6	55	56	*	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
	Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
	セシウム	バリウム	ランタノイド系	ハフニウム	タンタル	タングステン	レニウム	オスミウム	イリジウム	白金	金	水銀	タリウム	鉛	ビスマス	ポロニウム	アスタチン	ラドン
7	87	88	**	104	105	106	107	108	109	110	111							
	Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg							
	フランシウム	ラジウム	アクチノイド系	ラザホージウム	ドブニウム	シーボーギウム	ボーリウム	ハツシウム	マイトネリウム	ダームスタチウム	レントゲニウム							

レアアース

*	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
	ランタン	セリウム	プラセオジウム	ネオジウム	プロメチウム	サマリウム	ユウロビウム	ガドリニウム	テルビウム	ジスプロシウム	ホルミウム	エルビウム	ツリウム	イットルビウム	ルテチウム
**	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
	アクチニウム	トリウム	プロアクチニウム	ウラン	ネプツニウム	プルトニウム	アメリシウム	キュリウム	バークリウム	カリホルニウム	アインスタイニウム	フェルミウム	メンデレビウム	ノーベリウム	ローレンシウム

# レアメタルの用途



パソコン、テレビ、  
医療機器、自動車



デジカメ、携帯電話、  
自動車



# 都市鉱山

---

日本は、鉱山からレアメタルを採掘できない。  
しかし、古くなり廃棄された電子機器にはレアメタルが多く眠っている。

## 『都市鉱山』

- レアメタルの回収技術の開発

携帯電話1tから銀約3kgとパラジウム約150gを取り出すことができる

# レアメタル回収の新技術

『微生物カプセル』で工業排水中のレアメタル回収

金属イオンを体内に吸着できる微生物をカプセルに閉じ込めて回収

パラジウム



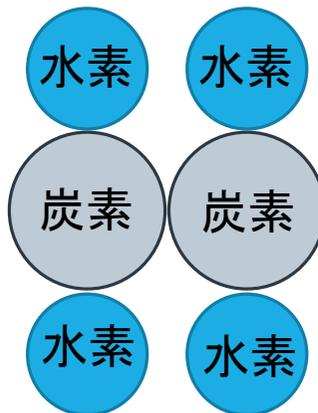
回収前

回収後

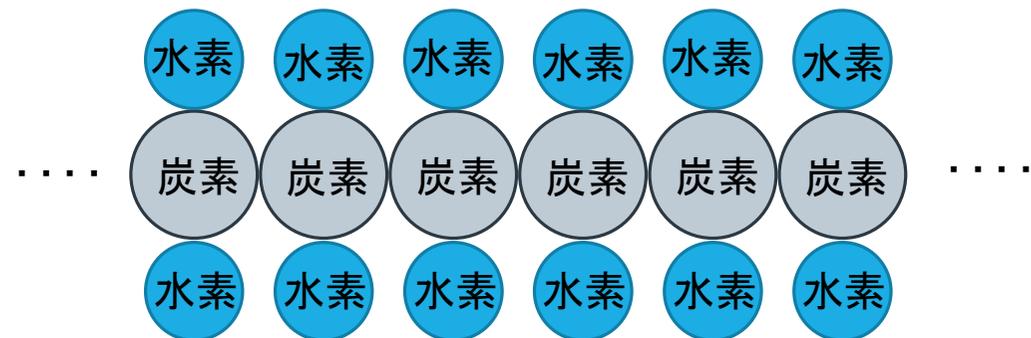
# 高分子材料の化学・物理

有機高分子(主に炭素を骨格とする)は、他の材料に比べて軽く、成形加工が容易で、耐久性、耐水性、電気絶縁性などの性質が優れている。

樹脂、繊維、ゴム



エチレン



高分子

ポリエチレン

# プラスチック(合成樹脂)

石油などを原料として人工的につくられた物質  
熱や力を加えていろいろな形に成形できる

- 熱可塑性樹脂 熱で軟化する  
加熱するとやわらかくなり、冷えると固まる
- 熱硬化性樹脂 熱で軟化しない  
加熱する反応が進行し、立体的な網目構造ができて固まる



# プラスチックの識別表示

プラスチック製容器  
包装の表示

PET(ポリエチレンテレ  
フタレート)

資源有効利用  
促進法



**HDPE**

高密度ポリ  
エチレン



**PVC**

塩化ビニル  
樹脂



**LDPE**

低密度ポリ  
エチレン



**PP**

ポリプロピ  
レン



**PS**

ポリスチ  
レン



**OTHER**

その他

# 高機能繊維

『鉄より強い繊維』

- アラミド繊維 **有機高分子**  
鋼の5倍の強度



安全手袋、防護衣、  
ロープなど



# 新しい合成繊維

『蜘蛛の糸の合成』 **夢の繊維**

軽くて強い、衝撃吸収性が高い

遺伝子合成



微生物培養

**フィブロイン生産**  
蜘蛛の糸の主成分



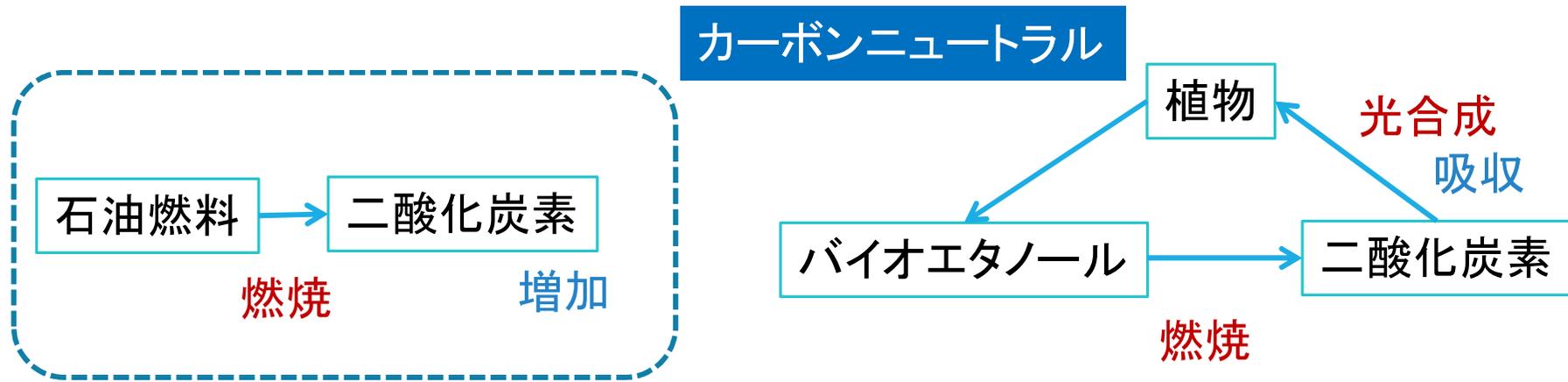
紡糸



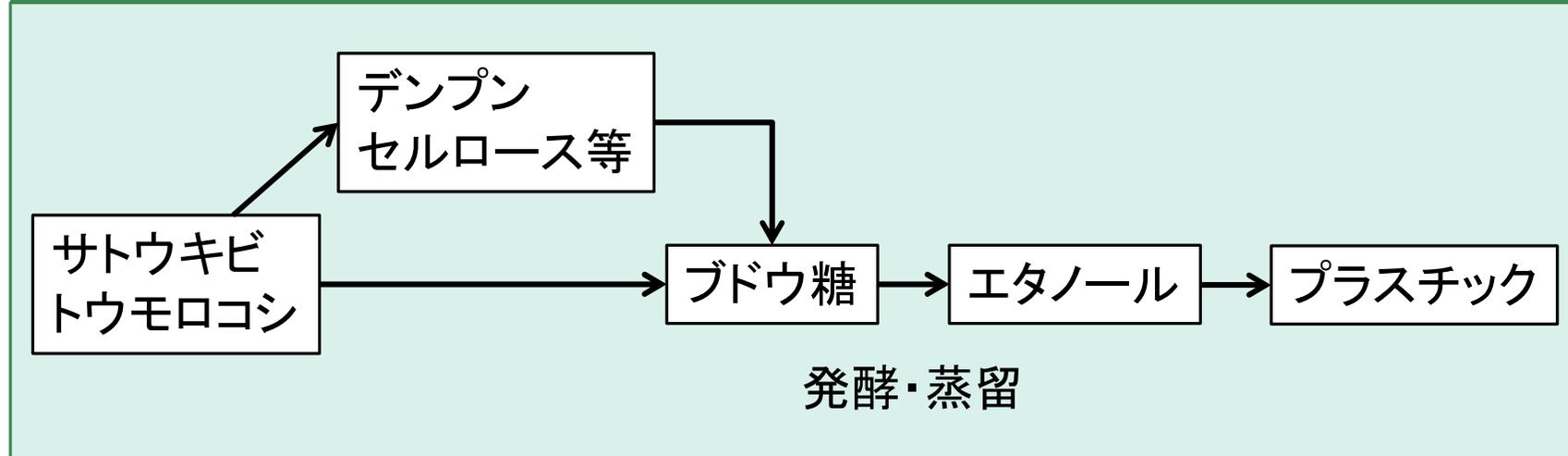
衣料の素材、自動車部品など



# バイオプラスチック



## バイオエタノールを原料にした環境にやさしいバイオプラスチックの製造



# セラミックスの化学・物理

---

もともと“焼き物”という意味で、陶磁器、タイル、レンガ、ガラスなどをさしていたが、高い性能をもったセラミックスが開発されている。

## ファインセラミックス



大気圏に突入する際の熱に耐えられる特性をもった酸化アルミニウム(アルミナ)を使用

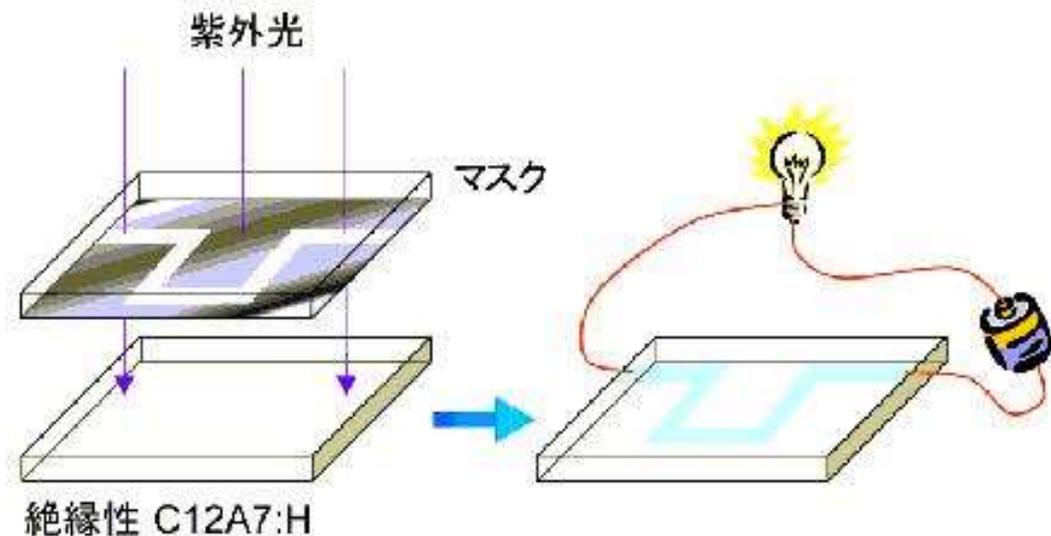
# 電流を流すセラミックス

陶磁器やセメントなど、セラミックスは本来電気を通さない。(絶縁体)

酸化カルシウム(石灰)と酸化アルミニウムからなる物質 (セメントの材料)



透明で、電流が流れるセラミックス



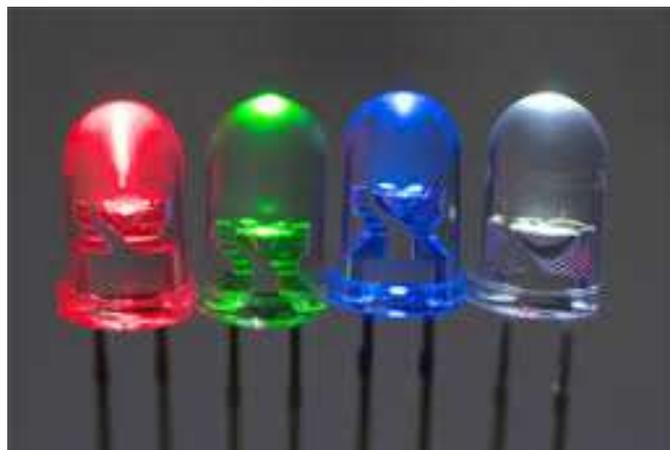
# 半導体の材料

---

電気を良く通しやすいもの(良導体)と電気を通さないもの(絶縁体)の間にある物質

代表的な元素は、ケイ素(シリコン)

発光ダイオード(LED)



青色発光ダイオード  
2014年ノーベル物理学賞  
(赤崎、天野、中村)

「20世紀は白熱灯が照らし、21世紀はLEDが照らす」

# 素材科学の学びを利用した 理想的なものづくり

---

## 『ものづくりの考え方』

- 生産するためのコストをかけない
  - 大量につくる
  - 使用するエネルギーを減らす
  - 資源を無駄にしない
  - 環境に悪影響を及ぼさない
- 

# 素材科学の学び(振り返り)

“ものづくり”は、その“もの”をつくる素材・材料を得ることから始まる。化学、物理の知識を基礎として、**金属からプラスチックまで**いろいろな物質の性質・特徴と利用法を学び、様々な分野で、環境にやさしく、新しい機能を持つ素材・材料を開発できる技術を身に付ける。

“もの”の性能、スペック



素材・材料に要求される性質は？ どこに何を使う？  
既存のものを改良する？ または新たに開発する？  
コストは？ 期間(納期)は？ 安全性は？ 規制は？

# まとめ その2

## 2 学んでおいた方がよいことは何？

- 化学、物理、数学が基本です。
  - 化学：物質の成り立ちを理解する知識
  - 物理：材料の強度、耐久性を評価する知識
  - 数学：工学の基礎。全ての分野で必須の知識
  - その他に英語とレポート等文書の書き方の訓練を！
- 製造業に就職する場合は、CAD、CAMの知識があると有利となる。
- Excelの操作に慣れていること。
  - 実験や卒業研究に役立つ他、就職してからも使う。

# 本日の講義内容

1

「素材科学」の分野を学ぶ意義とは？  
社会にどのように役立つか？

2

学んでおいた方がよいことは何？

3

卒業後の進路は？

4

研究紹介

# 卒業後の進路

素材・材料開発は、すべての“ものづくり”の基礎となる領域である。従って、**どの分野の企業でも**素材科学コースの学びが役立つ。

産業・メーカー	部門
機械・自動車・航空機	設計、加工、製造
電気・電子・情報(半導体)	開発、製造
化学・食品・医薬品	製造、生産工程管理
素材・材料	開発、製造

**素材・材料の開発なくして“ものづくり”の発展なし！**

# まとめ その3

## 3 卒業後の進路は？

### ◆主な就職先：

機械、輸送機器、電気電子、材料、化学、食品のメーカーなど、ものづくりに関連する企業全般

### ◇職種、部門：

- 開発、設計 → 製品の開発と設計
- 生産技術 → 生産工程の設計、管理
- 製造 → 製品の製造
- 技術営業 → 製品のメンテナンス

# 本日の講義内容

1

「素材科学」の分野を学ぶ意義とは？  
社会にどのように役立つか？

2

学んでおいた方がよいことは何？

3

卒業後の進路は？

4

研究紹介

# 研究紹介

---

## コース科目担当教員の主な研究テーマと担当専門科目

- **電気が流れるガラス、光触媒をつくる研究**  
つくるだけでなく、構造解析や物性測定も行います。  
日下部教授：無機化学、無機材料化学
- **無機材料の表面に高分子を結合させて、新しい材料をつくる研究**  
材料の表面に毛を生やすイメージです。  
私です！：高分子化学、高分子材料化学
- **高分子を混ぜることで、断熱だけでなく、蓄熱もできる複合材料をつくる研究**  
住環境の省エネや太陽電池の発電効率UPに貢献します。  
原嶋准教授：有機化学

# 研究紹介

---

- **人にやさしい医療用チタン合金をつくる研究**  
人体に埋め込まれるチタン合金の性能を改善します。  
村山教授：構造・機能性材料
- **骨折の治療に役立つシミュレーション解析技術を開発する研究**  
骨折治療に最適な固定法をシミュレーションで予測します。  
笹川准教授：構造・伝熱シミュレーション
- **金属材料の接合技術や耐久性試験の研究**  
密着強度を向上させる技術や評価する手法を研究します。  
山岸准教授：応用材料力学
- **新しい超電導物質を開発する研究**  
めざせ常温超電導！  
吉田准教授：電気・電子材料

# 最後に！

---

- “ものづくり”は、昔も今もこれから先も、日本の経済の要です。
- 素材科学コースでは、“ものづくり”に必要なとなる金属からプラスチックまで幅広い材料の性質と、新しい素材・材料を開発する技術についての学びを提供します。

# 最後に！

---

- ・ 就職の際は幅広い分野に対応できます。  
従って、進むべき分野に迷ったら、「素材科学コース」を選択すれば、就職活動の際に選択肢が広がるかも・・・。

素材・材料の開発なくして  
“ものづくり”の発展なし！  
素材・材料開発を制する者は  
世界を制する！ デス

# 本当に最後です！

---

## 努力のススメ

- ・ 苦手な科目、不得手な分野は誰にでもあります。皆さんの年齢からではそれらを克服するのはおそらく無理でしょう。けれども、正面から向き合う努力を続けてください。努力を続けていれば苦手意識は小さくなります。
- ・ 日本や世界で今何が起きているか、トップニュースに注目する時間をつくる努力をしてください。就職活動の際にきっと役立ちますが、今からやり始めないと、3年次生からでは身につけません。

