

平成 29 年度技術士第二次試験

**筆記試験問題・合格答案実例集**  
**[金属部門]**

**APEC-semi & SUKIYAKI 塾**

# 問題文と正答

(必須科目)

7 金属部門【必須科目 I】

I 次の20問題のうち15問題を選び解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

I-1 平成27年度における国内の鉄鋼スラグ生産量に対する高炉スラグの生産量の割合及び高炉スラグ生産量に対するセメント原料への利用量の割合で最も近い組合せはどれか。なお、各スラグ生産量、利用量は鉄鋼スラグ協会がまとめた平成27年度の値とする。

- ① 高炉スラグの割合：40%，セメント原料への利用割合：30%
- ② 高炉スラグの割合：60%，セメント原料への利用割合：30%
- ③ 高炉スラグの割合：60%，セメント原料への利用割合：70%
- ④ 高炉スラグの割合：80%，セメント原料への利用割合：30%
- ⑤ 高炉スラグの割合：80%，セメント原料への利用割合：70%

I-2 次のうち、平成28年（1月～12月）の我が国の粗鋼生産量に対する転炉鋼生産量の割合として最も適切なものはどれか。生産量は日本鉄鋼連盟がまとめた平成28年生産統計の値とする。

- ① 20%
- ② 40%
- ③ 60%
- ④ 80%
- ⑤ 90%

I-3 次のうち、鉄-炭素二元系平衡状態図で、1495℃において液相と初晶 $\delta$ 相から $\gamma$ 相が生成する包晶変態が起こる炭素濃度（重量%）の範囲として最も適切なものはどれか。

- ① 0%～0.02%
- ② 0%～0.09%
- ③ 0.09%～0.53%
- ④ 0.53%～4.3%
- ⑤ 4.3%～6.7%

I-4 鉄鋼製造プロセスに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 製鋼工程における脱りん反応は、スラグ中のCaO濃度が高い塩基性操業で進行する。
- ② 製鋼工程における脱硫反応は、高温ほど進行する。
- ③ 溶鋼の真空処理において、酸素を吹き込むことで、極低炭素鋼を作りやすくすることができる。
- ④ 鋼の連続鋳造法では、溶鋼を鋳鉄製の鋳型に注入する。
- ⑤ 鋼の連続鋳造法は、製造される鋳片の断面形状により、スラブ用、ブルーム用、ビレット用に分類される。

I-5 次の金属のうち、室温で熱伝導率が3番目に高いものどれか。

- ① Ag      ② Al      ③ Au      ④ Cu      ⑤ Pb

I-6 次のうち、金属Mの硫化物の生成反応  $2M + S_2 \rightarrow 2MS$  の500-1000℃でのGibbsエネルギー変化の値が最も小さい金属Mとして最も適切なものはどれか。

- ① Ca      ② Cu      ③ Fe      ④ Ni      ⑤ Zn

I-7 次のうち、銅の主要な原料鉱石となる鉱物として最も適切なものはどれか。

- ① イルメナイト      ② カルコパイライト      ③ ガーニエライト  
④ ボーキサイト      ⑤ ヘマタイト

I-8 次のうち、Cuの硫酸銅水溶液中における電解精製の説明として最も不適切なものはどれか。

- ① 粗銅をアノードとして使用する。  
② Cuより卑なFe, Znなどはアノードから溶出する。  
③ Cuより貴なAu, Agなどはスライムとして電解槽底部に蓄積する。  
④ Se, Teの化合物はスライムとして電解槽底部に蓄積する。  
⑤ Cuと平衡電位の近いAs, Sbなどは電解槽底部に蓄積する。

I-9 次のうち、金属材料の硬さ試験に関する用語として最も不適切なものはどれか。

- ① アイゾット      ② ショアー      ③ ビッカース  
④ ブリネル      ⑤ ロックウェル

I-10 次のうち、金属材料の強化に関する用語として最も不適切なものはどれか。

- ① 不動転位      ② エリンバー      ③ コットレル雰囲気  
④ スピノーダル分解      ⑤ ホール・ペッチの式

I-11 鉄鋼材料の組織に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 純鉄には、911℃と1392℃の2つの同素変態がある。
- ② 911～1392℃の温度範囲で面心立方格子（密な構造）であった純鉄の結晶構造が、911℃より低温側で体心立方格子（粗な構造）に変態するのは、 $\alpha$ 鉄の磁気変態と関係している。
- ③ 911～1392℃の温度範囲で面心立方格子（密な構造）であった純鉄の結晶構造は、1392℃より高温で体心立方格子（粗な構造）に変態する。
- ④ 0.77 mass%の炭素（C）を含む共析組成の鋼をオーステナイト域から徐冷すると、727℃で共析変態が起こり、パーライトが生成する。
- ⑤ 鉄-炭素二元系平衡状態図の共析組成付近に存在する相は、オーステナイト、フェライト、パーライト、及びセメンタイトである。

I-12 ステンレス鋼に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ステンレス鋼、特にオーステナイト系ステンレス鋼は、炭素鋼に比べて熱伝導率が小さく、線膨張係数が大きいので、溶接時に変形を生じやすくなる。
- ② フェライト系ステンレス鋼は、溶接時に高温から急冷すると溶接部が著しく硬化して脆くなるが、適切な溶接後熱処理を行うと延性及び靱性が回復する。
- ③ 溶接部とは、溶融・凝固した溶接金属部と溶接熱サイクルを受けた母材の熱影響部（HAZ）を含んだ総称である。
- ④ ステンレス鋼の溶接金属の組織予測方法の1つに、シェフラーの状態図の利用がある。
- ⑤ オーステナイト系ステンレス鋼の溶接時の高温割れ防止対策として、溶接金属に少量のフェライト相を生成させることやリン（P）、硫黄（S）の低減がある。

I-13 次の記述のうち、溶射法の特徴として最も不適切なものはどれか。

- ① 大面積に被覆できる。
- ② 真空雰囲気を要する。
- ③ 前処理が重要である。
- ④ 得られる膜厚が大きい。
- ⑤ 空孔が存在する。

I-14 次のうち、金属表面に堆積させた薄膜の密着性評価法として最も不適切なものはどれか。

- ① クロスカット試験
- ② 引張（引き剥がし）試験
- ③ 押込み試験
- ④ ナノインデンテーション試験
- ⑤ スクラッチ試験

I-15 次の金属材料で、通常の大気環境における耐食性が薄い不動態皮膜によらないものはどれか。

- ① 鉛      ② 金      ③ 銅      ④ アルミニウム      ⑤ ニッケル

I-16 次のうち、海水中でのフェライト系ステンレス鋼の腐食形態として最も不適切なものはどれか。

- ① 孔食      ② すきま腐食      ③ 応力腐食割れ      ④ 粒界腐食      ⑤ 水素脆化

I-17 次のうち、冷間プレス加工に最も不向きな材料はどれか。

- ① 軟鋼      ② フェライト系ステンレス鋼      ③ 純アルミニウム
- ④ 純マグネシウム      ⑤ 純銅

I-18 材料力学や構造力学など扱う変形量が小さい分野では、一般に公称ひずみが用いられる。一方、塑性加工や鍛造等の大きなひずみを取り扱う分野では、一般に真ひずみを用いる。例えば、 $Z$  方向に高さ  $H_0$  の材料が高さ  $H$  に圧縮される時、 $Z$  方向の公称ひずみ  $\varepsilon_z$  は、次式で与えられる。

$$\varepsilon_z = (H - H_0) / H_0$$

このとき、 $Z$  方向の真ひずみ  $\varepsilon_z^t$  は  で表される。そのため、高さ 20 mm の試験片を高さ 16 mm になるまでつぶした時の  $Z$  方向の真ひずみ  $\varepsilon_z^t$  は  となる。

上記記述の、 に入る組合せとして最も適切なものはどれか。

ただし、 $\ln 2 = 0.693$ 、 $\ln 10 = 2.302$  とする。

	<u>ア</u>	<u>イ</u>
①	$\varepsilon_z^t = \sqrt{3\varepsilon_z^2/2}$	-0.245
②	$\varepsilon_z^t = \sqrt{3\varepsilon_z^2/2}$	0.245
③	$\varepsilon_z^t = \ln(1 + \varepsilon_z)$	-0.223
④	$\varepsilon_z^t = \varepsilon_z / (1 + \varepsilon_z)$	-0.25
⑤	$\varepsilon_z^t = \varepsilon_z / (1 + \varepsilon_z)$	-0.167

I-19 粉末を金型に充填し軸方向に沿った加工力で成形する粉末成形法ではない組合せとして、最も適切なものはどれか。

(ア) 金属粉末射出成形 (MIM)      (イ) 片押成形      (ウ) 両押成形

(エ) フローティングダイ      (オ) スリップキャストイング

- ① (ア) と (イ)      ② (イ) と (ウ)      ③ (ウ) と (エ)  
 ④ (エ) と (オ)      ⑤ (ア) と (オ)

I-20 次の溶接方法のうち、抵抗熱 (ジュール熱) を利用している溶接方法として最も適切なものはどれか。

- ① マグ溶接      ② ティグ溶接      ③ エレクトロスラグ溶接  
 ④ プラズマ溶接      ⑤ サブマージアーク溶接

平成29年度技術士第二次試験筆記試験 択一式問題の正答

7. 金属部門

問題番号	正答番号
I-1	3
I-2	4
I-3	3
I-4	4
I-5	3
I-6	1
I-7	2
I-8	5
I-9	1
I-10	2

問題番号	正答番号
I-11	5
I-12	2
I-13	2
I-14	4
I-15	2
I-16	3
I-17	4
I-18	3
I-19	5
I-20	3

# 問 題 文

(選択科目)

～07-1 鉄鋼生産システム～

平成 29 年度試験では鉄鋼生産システム科目の申し込みがなかったため問題文はありません。

# 問 題 文

(選択科目)

～07-2 非鉄生産システム～

7-2 非鉄生産システム【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 金属の製錬及び精錬プロセスに電気分解プロセスである電解精製法と電解採取法が用いられる。

- (1) 電解精製法と電解採取法のそれぞれのプロセスについて、両者の違いに注意して、説明せよ。
- (2) 工業的な電解プロセスでは、製錬及び精錬反応に必要な理論的電力量より多くの電力量が消費される。その理由を説明し、電力原単位を小さくする方策について述べよ。
- (3) 非鉄金属製造プロセスで、電解精製法が用いられている具体的金属名、及び電解採取法が用いられている具体的金属名をそれぞれ挙げ、それぞれの金属の電解法について説明せよ。

Ⅱ-1-2 酸化鉍の製錬につき以下の問いに答えよ。

- (1) エリンガム図（縦軸：標準ギブスエネルギー変化，横軸：温度）に、 $2C + O_2 = 2CO$  及び  $2CO + O_2 = 2CO_2$  の平衡を示す線を描け。温度範囲を1000～2000Kとし、縦軸の具体的な数値は必要としない。
- (2) 酸化鉍をMOとして、温度1500KにおいてCO（気体）では還元し難いが、C（固体）では還元できる場合につき、 $2M + O_2 = 2MO$ の平衡を示す線を上記エリンガム図に描け。金属Mの融点を1700Kとする。

Ⅱ-1-3 帯状溶融法（zone melting）につき以下の問いに答えよ。

- (1) 工業的に使用される帯状溶融法による金属（Aとする。）の精製原理につき、Aと不純物金属（Bとする。）の二元系状態図（縦軸：温度，横軸：組成）を描き、この精製法の仕掛途中でどのようなB濃度分布になるかを示すことで、説明せよ。
- (2) 工業的に使用される帯状溶融法で精製され難い金属（Xとする。）と不純物金属（Yとする。）の組合せにつき、XとYの二元系状態図（縦軸：温度，横軸：組成）を描き、精製され難い理由を説明せよ。

Ⅱ－１－４ 金属の製錬プロセスに関して以下の問いに答えよ。

- (1) 溶湯中の酸素分圧測定につき、ジルコニア等固体電解質センサーを使用する測定法の原理を説明せよ。この測定法において、直接溶湯中にセンサーを入れて測定する方法と、気相サンプリングによる間接的な測定方法を説明せよ。
- (2) 上記の直接法と間接法の結果（測定極側酸素分圧）に、再現性のある差が生じることがある。その理由を説明せよ。

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙2枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 亜鉛は鉄鋼の防食のための表面処理材料として、めっきに用いられている。

- (1) 工業的に亜鉛鉱石から亜鉛を製造するプロセスについて説明せよ。
- (2) 亜鉛めっきされた鉄鋼スクラップが電気炉で溶解されるとき，ダストとして分離された亜鉛化合物はどのようにリサイクル利用されるか，またそのときにどのような技術的課題があるか説明せよ。

Ⅱ－２－２ 非鉄製錬における溶錬スラグにつき以下の問いに答えよ。

- (1) 製錬における溶錬スラグの塩基度につき説明せよ。
- (2) 溶錬スラグの粘度と塩基度の関係につき説明せよ。
- (3) 溶錬スラグが $\text{SiO}_2\text{-FeO-Fe}_2\text{O}_3$ 系として，スラグの粘度と酸素分圧の関係を説明せよ。

7-2 非鉄生産システム【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1、Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し、答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 我が国において、非鉄金属資源は海外からの輸入に依存しており、将来的に資源の劣質化、枯渇が懸念されている。将来的に良質な原料が枯渇していった場合には、新たな非鉄製錬プロセスの展開を考えなければならない。

(1) 銅鉱石資源が劣質化した場合を想定し、現行の製錬プロセスにどのような影響があるか、また、技術的にどのような対応が可能であるか、新たにどのような技術展開が必要となるか、について述べよ。

(2) 銅鉱石資源が枯渇する状況においては、銅のリサイクルを促進する必要がある。銅のリサイクル利用の現状と将来的に想定される問題点を説明し、銅のリサイクルを促進するための問題解決の方策を提案せよ。

Ⅲ-2 金属製錬プロセスでは、鉱石中に含まれている脈石成分はスラグとして目的金属から除去される。

(1) 非鉄金属を1つ例として挙げ、非鉄金属製錬プロセスにおいて発生するスラグの組成について説明せよ。

(2) (1) で説明したスラグについて、非鉄金属製錬操業に影響を与えるスラグの物性について説明し、どのようなスラグ設計をすることが望ましいか説明せよ。

(3) (1) で説明したスラグについて、非鉄金属製錬プロセスにおいて発生するスラグをリサイクル利用する具体的な方策を示し、リサイクル利用する際に環境に及ぼす影響についてどのような懸念があるか、またその対応策を述べよ。

# 問題文とA評価答案例

(選択科目)

～07-3 金属材料～

7-3 金属材料【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し，それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 金属材料には様々な性能が要求される。①高強度，②耐熱性，③耐食性，④耐摩耗性，⑤加工性を示す材料をそれぞれ1つ挙げ，その性能が発現する機構について述べよ。

Ⅱ-1-2 金属材料の信頼性を担保するためには，①強度，②延性，③靱性を向上させることが必要であり，また④長期的性能維持や⑤検査も重要となる。①から⑤について手法あるいは機構をそれぞれ述べよ。

Ⅱ-1-3 鉄（Fe）-炭素（C）の合金である鉄鋼材料は，引張強さで300 MPa程度から4000 MPaを超える極めて広範な強度を発現できる。金属組織の特徴とその組織が示す引張強さとの関係を用いて理由を説明せよ。

Ⅱ-1-4 我が国ではレアメタル備蓄制度が1983年度に創設されている。現在の備蓄対象9鉱種とその主な用途，及び国内基準消費量に対する国家備蓄と民間備蓄それぞれの目標日数を述べよ。

平成29年度 技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	II-1-1

技術部門	金属部門
選択科目	金属材料
専門とする事項	分析・材料試験

※
---

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。  
 ○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

金属材料の各種性能の発現機構																								
1.	<u>高強度：マルテンサイト鋼</u>																							
	鉄-炭素系材料をオーステナイト領域から焼入れした場合、マルテンサイト組織が得られる。マルテンサイトは正方晶で結晶格子内に大きなひずみを持っており、硬いため高強度の材料となる。																							
2.	<u>耐熱性：Ni基耐熱合金</u>																							
	Ni基耐熱合金はNi合金の中にAl <sub>3</sub> Niなどの金属間化合物が分散した材料である。これらの金属間化合物は高温でも安定であるため、高温での転位の移動、強度保持に効果がある。																							
3.	<u>耐食性：ステンレス鋼</u>																							
	鉄に10.5%以上のクロムを添加した材料がステンレス鋼である。ステンレス鋼は材料表面でクロムが強固で緻密な酸化膜を形成するため、耐食性に優れる。																							
4.	<u>耐摩耗性：黒鉛铸铁</u>																							
	Feに4.3%以上の炭素を添加した铸造材では材料中に炭素が黒鉛の形で析出する。黒鉛は潤滑性を持つため、黒鉛铸铁は耐摩耗性に優れる。																							
5.	<u>加工性：IF鋼板</u>																							
	鉄鋼材料中の不純物を極力少なくした材料。材料中の化合物が少ないため、加工時の転位の固着、集積が無く、加工硬化が極めて小さいため、成形性に優れた材料となる。																							
	- 以上 -																							

平成29年度 技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	II-1-2

技術部門	金属部門
選択科目	金属材料
専門とする事項	分析・材料試験

※
---

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

金属材料の信頼性担保手法
1. 強度の向上
金属材料の強度向上手法としては①加工硬化、②結晶粒微細化強化、③変態強化、④固溶強化、④析出、分散強化、⑤複合化などの手法がある。
2. 延性の向上
強度と延性はトレードオフの関係にあり、一般に強度を高くすると延性は低下する。高延性と高強度を両立する材料としてはDP鋼やTRIP鋼が実用化されている。DP鋼は軟質のフェライト相とマルテンサイト相を有する材料でフェライト相が変形することにより延性が向上する。TRIP鋼は材料中の残留オーステナイト相が変形時に変態硬化するため、材料のネッキングが抑制され、均一伸びが向上する。
3. 靱性の向上
靱性の向上には結晶粒の微細化や組織の均質化が有効である。
4. 長期的性能維持手法
金属材料は腐食により劣化、性能低下を引き起こすため、耐食性を向上させることが性能維持に有効である。そのためにはめっきや塗装などにより材料表面をコーティングする方法が有効である。
5. 検査方法
金属材料の信頼性を担保するための試験方法として、疲労試験、放射線透視試験などがある。－以上－

●裏面は使用しないで下さい。

●裏面に記載された解答は無効とします。

24字×25字

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 輸送機器に用いられる材料においては，省エネルギー化を目指した軽量化が要求されている。下記の内容について述べよ。

- （１）材料選択において留意すべき事項
- （２）製品製造において留意すべき事項
- （３）製品使用において留意すべき事項

Ⅱ－２－２ ある顧客のプレス成形用として製造供給している金属薄板製品を，自社事情により，製造所Aから同等の設備装備を有し類似製品の製造経験のある製造所Bに移管することが必要になった。金属薄板メーカーの品質管理責任部門の担当者として，この移管業務を進めるに当たり，下記の内容について記述せよ。

- （１）取り組むべき具体的な業務課題
- （２）業務を進める手順
- （３）業務を進める際に留意すべき事項

平成29年度 技術士第二次試験 APEC-semi 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	II-2-2

技術部門	金属部門
選択科目	金属材料
専門とする事項	分析・材料試験

※
---

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

	プレス部品製造移管時の課題、取り組むべき事項
1.	<u>取り組むべき具体的な業務内容</u>
①	<u>生産設備の確認</u> ：類似の生産設備を有する工場であっても、全く同じ加工ができるとは限らないため、設備の確認が必要である。また、生産移管に伴い、移管先の生産量が増えるため、製造能力、供給能力が顧客要望に対応可か、また供給量を増やす際、どの程度の増産、供給負荷に耐えられるかの事前検証が必要である。
2.	<u>業務を進める手順</u>
	<u>材料手配</u> ：製造場所を変えることで使用する原材料が変更になる可能性がある。現状と同じ元板の手配が可能か確認する。手配先が変更になる場合は、原材料供給下の供給能力、品質管理状況などを事前に確認する必要がある。
	<u>試作評価</u> ：同等の材料が入手可能な場合、実際の生産機で試作を行い、顧客要求に合った製品ができるか確認する。確認の際は実際に供給する材料を使用して評価する。
	<u>顧客説明・承認</u> ：試作評価で問題のない結果が得られた後、顧客への説明を行い、承認を得る。その際、追加の評価事項、要求事項があれば確認するとともに、変更の承認については書面で記録を残すようにする。
	<u>品質管理体制、評価設備</u> ：生産工場が変わることで設備のほか、検査人員、検査体制も変更になる。移管先

○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

の工場での品質基準が現状と同じであるか、また顧客要求に合致しているか確認し、必要であれば基準の変更を行う。また、顧客の特殊要望に対応できるかの判断、品質管理者、検査員の技量についても確認しておく必要がある。

3. 業務を進める際の留意点

① BCP 対策：製品を供給する場所が変更になったことにより、新たにBCP対策を検討する必要がある。変更先の工場で生産ができなくなった場合の代替品生産の可否や輸送経路の変更に伴う新たな輸送経路、代替輸送方法など、製品供給を継続して行うための対策を新たに検討する必要がある。

② 予期せぬ不具合への対応：材料、製造工程が変更になることで顧客工場での生産工程による不具合が発生することがある。例として、加工油が変更になったため、その後の表面処理工程で不具合が発生するなどの事例がある。このように顧客も把握していないその後工程や外注での工程など、製品の生産プロセス全体を見通して、起こりうる不具合を事前に予測する必要がある。またこのような不具合を起こさないため、生産工場変更時には、同様の製品が製造できること以外に、現状との変更点を細かくチェックし、不具合発生時に迅速な原因究明、対応ができるようにしておく。

- 以上 -

7-3 金属材料【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1，Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し，答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 構造材料の分野は我が国が国際競争力を維持している分野の1つであるが，この分野においても他国の技術力の向上が著しい。国際競争力における優位性を確保するためには，さらに優れた性能を有する構造材料の開発が重要な課題となっている。このような状況においては，単に優れた材料を開発することだけでなく，これまでに増して開発速度を向上することも求められている。材料の開発期間を短縮するための手法を3つ挙げ，その内容について技術的な課題を含め具体的に説明せよ。

Ⅲ-2 平成26年6月の閣議決定を受け，大規模自然災害等に備えた国土の全域にわたる強靱な国づくりを推進することを目的とした国土強靱化基本計画が策定され，内閣官房国土強靱化推進室を主体に活動が進められている。加えて，平成28年8月には新たな土地改良長期計画（5年間）が閣議決定され，農林水産省主管で3つの政策課題（豊かで競争力ある農業，美しく活力ある農村，強くてしなやかな農業・農村）実現に向けた取組が行われている。これらの対象として，治山治水施設，農道，農業水利施設等の土木系インフラストラクチャーの整備，信頼性向上，長寿命化等がある。

- (1) 金属材料の技術者として，国土強靱化や新たな土地改良活動に貢献する具体策を1つ設定し，取り組むべき課題とその内容を説明せよ。
- (2) (1) で挙げた課題を解決する方策や技術的提案を具体的に述べよ。
- (3) (2) で挙げた技術的提案を実施する場合に発生し得る問題点や残された課題について述べよ。



○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

模の問題で、すぐには利益につながらない研究もある。そこで、先端的な研究には研究の予算を増額し、企業の負担を少なくすることを提案する。企業の負担が小さくなる、開発が成功した際に成功報酬を設けるなどの対応により、資金力に余裕のない中小企業やベンチャー企業もプロジェクトに参加しやすくなり、結果として開発期間の短縮につながることで期待される。

2. 数値計算、シミュレーションを活用した材料開発

数値計算、シミュレーションを利用した材料開発には、マテリアルゲノムイニシアチブやマテリアルズインテグレーションなどがあり、これらが機能すれば、材料開発期間は劇的に短縮されることが期待できる。

(1) 数値計算活用課題

① 基礎データの集積：数値計算による材料開発は材料の成分や基本的物性が熱処理、加工によりどのように変化するが計算すること、最終製品での材料特性を予想するというものである。この計算を正確に行うためには計算の元となる物性の基礎データが必要であり、現在収集が進められている。しかし、同様のプロジェクトは各国で進められており国際競争に勝つためにも、基礎データの収集を効率的に行うことが課題である。

② AIの活用、コンピュータエンジニアの育成：新規の材料開発では、材料成分や熱処理条件など組合せが無数にあり、最適な条件を人の手で見つけるには非常に時間がかかる。そこで、AIの活用を提案する。AI



# 問 題 文

(選択科目)

～07-4 表面技術～

7-4 表面技術【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 金属材料の耐摩耗性を向上させる手法を1つ挙げ、（a）原理、（b）技術的特徴、（c）実用上の注意点を述べよ。

Ⅱ-1-2 湿式めっき法に電解めっきと無電解めっきがあるが、両者の違いを明確にしつつ、（a）原理、（b）技術的特徴、（c）実用上の注意点を述べよ。

Ⅱ-1-3 金属材料の耐食性を向上させる手法として、材料そのものの化学成分と金属組織の制御技術、金属材料の表面処理技術がある。ステンレス鋼を例にいずれか1つ挙げ、（a）原理、（b）技術的特徴、（c）実用上の注意点について述べよ。

Ⅱ-1-4 腐食試験は製品の耐食性を決定する重要な試験である。大気腐食試験としてしばしば使われる塩水噴霧試験法について、（a）原理、（b）技術的特徴、（c）実用上の注意点について述べよ。

Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ 軽量で比強度が高いなどの特徴から，近年需要が高まっている軽金属系の合金について，表面技術の観点から実用上の課題を１つ挙げ，下記の内容に関し，必要とされる事項を記述せよ。

- (１) 実用上の課題とその解決のための表面処理法
- (２) 上記表面処理法の適用において，工夫すべき点

Ⅱ－２－２ 砂や微生物を巻き込んでいる海水を直接組み上げている炭素鋼製配管がある。ポンプ停止時には管半分以下まで水位が低下する。特に漏水等の問題はないが定期更新を実施している。定期更新期間を長く取れるようステンレス鋼の配管に代えることにした。この対策について下記の内容に関して必要とされる事項を記述せよ。

- (１) ステンレス鋼の適用の課題とその解決のための材料選定法
- (２) 耐久性と経済性との兼ね合いからSUS304製ステンレス鋼を適用した場合，工夫すべき防食法

7-4 表面技術【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1、Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し、答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 平成28年版高齢社会白書によれば、我が国では総人口に占める65歳以上人口の割合は26.7%に達し、今後増加の傾向が続くと予測されていることから、高齢者の健康や介護を支援する技術開発が、材料工学分野においても強く求められている。このような情勢を考慮して、以下の問いに答えよ。

- (1) 表面技術の観点から、高齢者の健康や介護の支援に貢献し得る技術例を1つ挙げよ。
- (2) 上記の技術について、現状の技術的課題を挙げ、それに対処する技術的提案を示せ。
- (3) あなたの技術的提案の効果及び潜在的に持っている不確実性あるいはリスクについて、具体的に論述せよ。

Ⅲ-2 構造物や装置においては、それに使われる材料の性能を有効に発現させるため、種々の表面技術や評価法が適用されている。次の4項目（①湿式・乾式表面処理、②腐食・防食技術、③表面改質、④機器分析）の中から2項目以上の技術が使われている実用例（製品や構造物）を挙げて、以下の問いに答えよ。

- (1) 実用例（製品や構造物）が持つ機能をさらに高めるために必要な項目を多面的に検討し、特に重要と思われるものについて技術的提案を示せ。
- (2) あなたの技術的提案がもたらす効果を、そこに潜むリスクを考慮しつつ、具体的に示せ。

# 問題文とA評価答案例

(選択科目)

～07-5 金属加工～

7-5 金属加工【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-1-1 塑性加工を受けた金属材料には、転位をはじめとする種々の格子欠陥が蓄積され、自由エネルギーが増加する。そのため塑性加工を受けた金属材料は、格子欠陥を減少させてその自由エネルギーを下げようとする。特に原子拡散が十分起こる高温で生じる現象を3つ挙げ、その現象のメカニズムと組織変化の特徴を記述せよ。

Ⅱ-1-2 鑄塊のマクロ組織を構成する組織とその形成機構を簡潔に述べよ。また、鑄塊の結晶粒微細化手法を2つ挙げ、その具体的な方法と微細化のメカニズムを述べよ。

Ⅱ-1-3 近年、プレス加工機械、鍛圧機械にはサーボモーターで駆動するサーボプレスの利用が広がりつつある。サーボプレスの特長を述べ、サーボプレスの利用により実現される新たな加工法を2つ挙げよ。また、サーボプレスの利用がIoT化に果たす役割について述べよ。

Ⅱ-1-4 高張力鋼の溶接で生じる遅れ割れ（低温割れ）について、その原因を3つ挙げ、それぞれの原因毎に防止対策を記述せよ。

II	-	1	-	1															
<p>塑性加工を受けた金属材料には、転位をはじめと  とする種々の格子欠陥が蓄積され、自由エ  ネルギーが増加する。そのため塑性加工を受  けた金属材料には、格子欠陥を減少させてそ  の自由エネルギーを下げようとする。特に原  子拡散が十分起こる高温で生じる現象を3つ  挙げ、その現象のメカニズムと組織変化の特  徴を記述せよ。</p>																			
<p>&lt; 再現解答 &gt;</p>																			
<p>高温域で金属材料に生じる現象としては、①  回復、②再結晶、および③均質化、が挙げら  れる。以下にそれぞれの現象のメカニズムと  組織変化の特徴を記述する。</p>																			
<p>①回復は、塑性加工等により材料内に導入さ  れた格子欠陥や転位が、移動・消滅すること  で内部の自由エネルギーが低下する現象を指  す。基本的に組織の変化はなく、材料の軟化  が認められる程度である。</p>																			











平成28年度 技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	I-3

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※
---

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。  
 ○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

1. サーボプレスの特徴
従来の機械式のプレスではスライド動作は単純なサイ
ンカーブしか描けなかったが、サーボプレスはスラ
イドモーションが自在である。具体的には、スライド
モーションの最適化により以下が可能となった。
(1) スプリングバック低減：スライド下死点付近での
加圧時間アップ、決め押し動作等により、スプリング
バックの低減が可能となった。
(2) ブ레이크スルー低減：穴抜き加工時において、ワ
ークに破断が走る直前にスライド速度を低速化するこ
とで、ブレークスルー低減が可能となった。これによ
り、プレス機本体の長寿命化も達成できた。
(3) 深絞り性向上：パルスモーションにより、金型と
ワーク界面に毛細管現象を利用して潤滑油を供給する
ことが可能となり、深絞り時における底割れ防止を可
能とした。
2. 実現される新たな加工法
(1) 板鍛造：しわ押さえ力・背圧の大きさ、負荷タイ
ミング等を自在に設定できるため、ミツシヨギヤ等
の複雑形状品の板鍛造が可能となった。
(2) 閉塞鍛造：従来は金型の合わせ面にバリが発生し
ていたがスライド下死点の精密制御による閉塞鍛造に
よりバリレス化し、トリミング工程削減を可能とした。
3. IOTに果たす役割：荷重監視により加工不具合を予
知して未然防止する等の品質管理強化である。





Ⅱ－２ 次の２設問（Ⅱ－２－１，Ⅱ－２－２）のうち１設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙２枚以内にまとめよ。）

Ⅱ－２－１ プレス加工や鍛造において良好な品質や生産性を確保する上で，潤滑処理は極めて重要である。潤滑処理に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 潤滑処理が塑性加工に果たす役割について述べよ。
- (2) 実際のプレス加工や鍛造では，加工毎にその加工に適した潤滑処理が施される。代表的な加工法を２つ挙げ，その加工に用いられる潤滑処理とその特徴を述べよ。
- (3) それぞれの潤滑処理の問題点とその問題点を克服するための技術提案を述べよ。

Ⅱ－２－２ アルミニウム合金材（A5083）を用いて溶接構造物を製作する場合について，以下の問いに答えよ。

- (1) アルミニウム合金材を保管及び切断する場合の注意点について，通常の鋼材と比較して述べよ。
- (2) アルミニウム合金材のアーク溶接の課題を２つ挙げ，鋼材と比較して述べよ。
- (3) (2) で挙げたアルミニウム合金のアーク溶接の課題に対し，その具体的な解決方法を提案せよ。





平成28年度 技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号							
問題番号	Ⅱ-1						

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。  
 ○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。（英数字及び図表を除く。）

(1) 潤滑処理が塑性加工に果たす役割は、大きく分けて、潤滑性、離型性、冷却性がある。それぞれについて以下に述べる。
① 潤滑性：素材と型の摩擦を低減させ、塑性流動を容易にする。特に冷間加工において、ニアネットシェイプを狙う場合重要となる。加工時の面圧が高くなるため、素材と金型の直接的な接触が支配する厳しい摩擦条件である境界潤滑となるためである。特に、ステンレス鋼の加工においては、局所的に酸化被膜が破れて新生面同士が接触し、凝着摩耗を引き起こしやすい。これを防ぐため極圧剤が使用される。極圧剤は油性剤が潤滑効果を失うような高温になると、丈夫な境界潤滑膜を形成して摩擦を低減する。しかし、ステンレス鋼の焼付き防止に効果のある塩素系極圧剤は、廃棄物として焼却処理される際にダイオキシンを発生するという問題があるため、硫黄系の極圧剤の使用が望ましい。
② 離型性：素材と型の直接接触による焼付き、成形不良を防ぐ。
③ 冷却性：型表面の熱劣化を防ぐ。超高温となる熱間の押出し加工ではガラス粉末が使用される。使用時は溶解して潤滑と断熱の役目を果たす。
(2) 代表的な加工法とその潤滑処理を以下に示す。
① 冷間鍛造：リン酸塩皮膜処理 化成処理、金属石鹼処理等により、素材に固体潤滑



II	-	2	-	1															
プレス加工や鍛造において良好な品質や生産性を確保する上で、潤滑処理は極めて重要である。潤滑処理に関する以下の問いに答えよ。																			
(1) 潤滑処理が塑性加工に果たす役割について述べよ。																			
(2) 実際のプレス加工や鍛造では、加工毎にその加工に適した潤滑処理が施される。代表的な加工法を2つ挙げ、その加工に用いられる潤滑処理とその特徴を述べよ。																			
(3) それぞれの潤滑処理の問題点とその問題点を克服するための技術提案を述べよ。																			
< 再現解答 >																			
(1) 潤滑処理は、材料と工具間の摩擦を適切なレベルに制御し、材料表面の割れや疵の発生を防止に加え、咬み込みや焼き付きの防止等、所望の性状の製品を操業トラブルなく製造するため重要な役割を果たす。また、工具への機械的・熱的負荷を軽減し、十分な工																			



7-5 金属加工【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1，Ⅲ-2）のうち1問題を選び解答せよ。（解答問題番号を明記し，答案用紙3枚以内にまとめよ。）

Ⅲ-1 団塊の世代が定年を迎え熟練技術者が激減していくなか，技術・技能伝承についての対応がかねてから叫ばれている。また，近年では生産拠点のグローバル化への対応のため，海外拠点への技術・技能伝承の重要性も増している。以上の背景を踏まえ，以下の問いに答えよ。

- (1) 技術・技能伝承を円滑に実施する上での，貴社の問題点を列举せよ。
- (2) 上記で挙げた課題の内，あなたが重要と考えた課題を2つ選び，その解決策を述べよ。
- (3) あなたの解決策を実施する上で生じるリスクや，それを回避する施策について広い視点から述べよ。

Ⅲ-2 高度成長期に整備された道路，橋梁，港湾等の多くの社会インフラの老朽化が指摘されている。一方では人口減少に伴い，社会インフラの整備に対する費用対効果は悪くなる傾向にあり，過疎地では鉄道の廃線等も行われている。社会インフラの維持・整備について，以下の問いに答えよ。

- (1) 老朽化している社会インフラの点検・補修について，今後どのような技術が必要になるか述べよ。
- (2) 今後新たに整備する必要のある社会インフラとしてはどのようなものがあるか。また，これらを整備する際，どのような点を考慮する必要があるか述べよ。
- (3) 社会インフラ整備に必要な技術の維持向上について，現在抱える課題と解決するための方策を提案せよ。







平成28年度 技術士第二次試験 模擬答案用紙

受験番号	
問題番号	Ⅲ- 1

技術部門	
選択科目	
専門とする事項	

※
---

○受験番号、問題番号、技術部門、選択科目及び専門とする事項の欄は必ず記入すること。  
 ○解答欄の記入は、1マスにつき1文字とすること。(英数字及び図表を除く。)

1 .	技術・技能伝承を円滑に実施するうえでの問題
	問題点を以下に述べる。
(1)	人材不足(受け皿の不足)
	国内においては少子高齢化の進行により、技術・技能伝承の受け皿となるべき人材が不足している。特に優秀な人材の確保が難しい。
(2)	熟練技能者の不足(先生の不足)
	団塊の世代の大量退職により、高度な技術・技能を有した熟練従業員が不足している。技術・技能を伝承する先生となるべき人材が少なくなっている。
(3)	海外拠点への技術・技能伝承が困難
	熟練従業員が出張ベースで海外に行き、技術・技能の伝承を進めているが、言語や文化の違いにより困難となっている。これが品質低下につながるケースがあり、問題となっている。
(4)	海外従業員の離職率が高い
	海外拠点の従業員は上昇志向が強く、せっかく技術・技能を伝承しても、すぐにさらに条件の良い大企業に転職してしまう。
2 .	課題と解決策
	熟練技能者の不足、海外拠点への技術・技能伝承が困難(品質低下リスク)への対応について述べる。
(1)	熟練技能者の不足への対応
	IOTを活用して熟練従業員の技術・技術(暗黙知)をデータ(形式知)化する。人がいなくても、その人





Ⅲ	-	1																	
<p>団塊の世代が定年を迎え熟練技術者が激減して  いくなか、技術・技能伝承についての対応  がかねてから叫ばれている。また、近年では  生産拠点のグローバル化への対応のため、海  外拠点への技術・技能伝承の重要性も増して  いる。以上の背景を踏まえ、以下の問いに答  えよ。</p> <p>(1) 技術・技能伝承を円滑に推進する上での、  貴社の問題点を列挙せよ。</p> <p>(2) 上記で挙げた課題の内、あなたが重要と  考えた課題を2つ選び、その解決策を述べよ。</p> <p>(3) あなたの解決策を実施する上で生じるリ  スクや、それを回避する施策について広い視  点から述べよ。</p>																			
<p>&lt; 再現解答 &gt;</p> <p>(1) 技術・技能伝承を推進する上での問題点  を以下に列挙する。まずは、労働人口自体が  減少する中、必ずしも楽な作業ばかりではな</p>																			

い 職 場 に 、 人 材 を い か に 確 保 す る か と い う 点  
が 挙 げ ら れ る 。 次 に 、 よ う や く 確 保 し た 人 材  
( 世 代 ) の 気 質 に 合 う 技 術 ・ 技 能 伝 承 ス キ ル  
が 未 確 立 で あ る こ と も 課 題 で あ る 。 マ ニ ュ ア  
ル 的 な 対 応 が 得 意 で 、 「 見 て 覚 え ろ 」 が 通 じ  
な い 世 代 に 、 ベ テ ラ ン 層 が 戸 惑 う 状 態 が 見 受  
け ら れ る 。 ま た 、 厳 し く す る と 定 着 せ ず 、 優  
し く す る と 伸 び な い 、 と い う ジ レ ン マ に 悩 む  
職 場 も あ る 。 さ ら に 、 最 近 で は 製 造 現 場 に も  
女 子 社 員 が 配 属 さ れ る よ う に な っ て き た が 、  
男 性 だ け の 職 場 で 育 っ て き た ベ テ ラ ン 層 は 、  
女 子 社 員 へ の 接 し 方 が わ か ら な い と い う 悩 み  
も あ る 。 加 え て 、 必 要 最 低 限 の 人 員 で 操 業 を  
行 な っ て い る 中 で 、 先 生 役 の ベ テ ラ ン 社 員 に 、  
上 記 環 境 を 反 映 し た 技 能 ・ 技 術 伝 承 を 行 な う  
時 間 的 ・ 精 神 的 余 裕 が な い と い う 問 題 も あ る 。  
(2) ま ず 、 人 材 確 保 に つ い て 述 べ る 。 今 後 、  
ど れ ほ ど 人 材 の 確 保 や 育 成 に 力 を 入 れ た と し  
て も 、 労 働 人 口 自 体 の 減 少 は 避 け ら れ な い た  
め 、 徹 底 的 な 機 械 化 ・ 自 動 化 は 必 須 で あ る 。

その際、近年発達の著しいAIの活用を極力取り入れたものとすべきである。次いで、外国人労働者の受け入れはやむを得ないと考える。実際、仕事への意欲や理解力などは、日本人を上回る人材が多く認められる。永住就労の可能性が低いという問題点には目をつぶり、海外進出時のキーマンとなる可能性に期待をかけるべきと考える。

次に、若手世代の気質に合う効果的な技術・技能伝承方法について述べる。まず、マニュアル的対応が得意な気質に合わせて、工場オペレータの作業内容も、極力標準化するよう作業設計し、その内容を淡々と身に着けさせるよう、ドライな方法にしていくべきと考える。なお、この作業設計の際には、上記の機械化・自動化とセットで行なう必要がある。とはいえ、臨機応変な対応が求められる場面は必ず生じるので、そうした能力のある人材を選抜し、インセンティブを与えながら職場のキーマンとして育成することが望まれる。

(	3	)	機	械	化	・	自	動	化	の	推	進	に	当	た	っ	て	は	,	
初	期	投	資	の	た	め	の	資	金	確	保	が	ネ	ッ	ク	に	な	る	可	
能	性	が	あ	る	。	機	械	化	・	自	動	化	の	対	象	と	な	る	工	
程	・	作	業	を	抽	出	、	順	位	付	け	し	、	投	資	対	効	果	の	
大	き	い	も	の	に	重	点	投	資	し	て	い	く	方	法	が	考	え	ら	
れ	る	。	ま	た	、	補	助	金	や	優	遇	税	制	の	対	象	と	な	る	
場	合	は	、	そ	の	活	用	を	考	慮	す	べ	き	で	あ	る	。			
ま	た	、	機	械	化	・	自	動	化	が	進	む	と	、	そ	の	保	全	・	
改	善	に	要	す	る	業	務	量	が	増	加	す	る	と	考	え	ら	れ	る	。
従	来	、	操	業	要	員	を	中	心	に	採	用	し	て	い	た	の	で	あ	
れ	ば	、	機	械	・	電	気	・	制	御	に	ス	キ	ル	の	あ	る	人	材	
の	採	用	を	増	や	す	必	要	が	あ	る	。	特	に	、	昨	今	の	AI	
等	の	発	達	に	伴	い	、	プ	ロ	グ	ラ	ミ	ン	グ	技	能	を	有	す	
る	人	材	の	不	足	が	予	想	さ	れ	る	た	め	、	早	め	の	囲	い	
込	み	が	有	効	と	考	え	ら	れ	る	。	な	お	、	国	と	し	て	も	、
プ	ロ	グ	ラ	ミ	ン	グ	教	育	の	拡	充	等	、	産	業	の	変	化	に	
応	じ	た	教	育	科	目	の	見	直	し	を	検	討	す	べ	き	で	あ	る	。