

7-1 鉄鋼生産システム【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 鉄鉱石から鉄を得る工業プロセスを2つ以上挙げ、その特徴について述べよ。

Ⅱ-1-2 スラッグの塩基度について説明せよ。

Ⅱ-1-3 電気炉による鉄鋼生産プロセスにおける代表的な省エネルギー技術を3つ挙げ、各々の原理を説明せよ。

Ⅱ-1-4 鉄鋼生産や研究開発において利用されている計測技術を2つ挙げ、それらの測定原理、特徴、適用例を説明するとともに、問題点についても述べよ。

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 あなたが担当者として、環境に対応した新しいスラッグの利材化プロジェクトを進めるに当たり、下記の内容について記述せよ。

- (1) 想定するプロジェクトの内容
- (2) 計画するに当たって考慮すべき事項
- (3) 業務を進める手順
- (4) 業務を進める際に留意すべき事項

Ⅱ-2-2 あなたがプロセス改善の担当者として高炉-転炉-連続鋳造プロセスの省エネルギープロジェクトを進めるに当たり、下記の内容について記述せよ。

- (1) 想定するプロジェクトの内容
- (2) 計画するに当たって考慮すべき事項
- (3) 業務を進める手順
- (4) 業務を進める際に留意すべき事項

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 日本国内で稼働している亜鉛製錬には、乾式製錬法と湿式製錬法がある。両方の製錬法の概要を説明し、その特徴を述べよ。

Ⅱ-1-2 近年、廃棄物や使用済み製品に含まれる非鉄金属についても、新たな資源としてリサイクルされるようになってきている。都市鉱山の概念を説明し、使用済み鉛蓄電池から鉛を回収するリサイクル方法とその課題を述べよ。

Ⅱ-1-3 代表的なレアメタルの1つであるチタンの製錬法の概要を説明し、プロセスの技術課題を述べよ。

Ⅱ-1-4 電解精製と電解採取の技術的な相違点を説明し、両技術が製錬に使用されている非鉄金属名を挙げ、その使用例を述べよ。

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 非鉄金属の需要は経済環境や産業活動の影響を受けて変動している。需要が大幅に変動した場合には、非鉄金属の生産計画を新たに立案することが必要となる。非鉄金属製錬所の生産計画の担当者として業務を推進するに当たり、下記の内容について記述せよ。

- (1) 生産計画の策定に当たって収集すべき事項
- (2) 生産計画立案の手順
- (3) 計画立案業務を進めるに当たって留意すべき事項

Ⅱ-2-2 日本国内の産業で使用する非鉄金属資源は輸入に依存している。そのため、廃棄物や使用済み製品に含まれる非鉄金属についても、資源としてリサイクルされるようになってきている。新たなリサイクル原料を非鉄金属生産の資源として使用する場合には、処理計画の担当者として業務を推進するに当たり、下記の内容について記述せよ。

- (1) 処理計画の策定に当たって収集すべき事項
- (2) 処理計画立案の手順
- (3) 計画立案業務を進めるに当たって留意すべき事項

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 鋼の高強度化について以下の問いに答えよ。

- (1) ① 結晶粒微細化、② 加工強化、③ 変態強化 それぞれの原理を、転位論に基づいて簡潔に説明せよ。
- (2) 車両、船舶、橋梁などに多く用いられる非調質型低合金高張力鋼の製造においては、高強度化と同時に低温靱性を確保することが重要である。低温靱性を確保するための組織制御指針と、それを工業的に達成する手法をそれぞれ簡潔に説明せよ。
- (3) 高温で使用される耐熱鋼のクリープ破断強さの向上に対して、固溶強化、析出強化以外で有効な金属学的手法を1つ挙げ、その原理を簡潔に説明せよ。

Ⅱ-1-2 非鉄金属及び合金の変形に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 典型的なアルミニウム合金の応力-歪み線図を模式的に描け。図を用いて、
① 0.2%耐力、② 加工硬化指数、③ 靱性 について簡潔に述べよ。
- (2) 時効析出強化型アルミニウム合金における、以下の現象をそれぞれ簡潔に説明せよ。
① 過飽和固溶体、② 過時効、③ 復元
- (3) アルミニウム合金と比較して、マグネシウム合金は一般に加工性に乏しく、析出強化による強度改善が図りにくい。その理由を、結晶構造、及び転位論の観点から簡潔に述べよ。必要に応じて図を用いてもよい。

Ⅱ-1-3 大型構造物、輸送機器、圧力容器などの信頼性を長期間にわたって確保するためには、① 疲労破壊、② 遅れ破壊、③ 応力腐食割れ 等の損傷を未然に防止することが極めて重要である。以下の問いに答えよ。

- (1) ①、②、③の破壊機構について、それぞれ簡潔に説明せよ。
- (2) ①、②、③の破壊現象に対する対策について、それぞれ簡潔に述べよ。

Ⅱ-1-4 二元系合金状態図における以下の4つの基本型を図示するとともに、それぞれの反応で形成される典型的な微細組織も模式的に図示せよ。

- ① 共晶型、② 全率固溶型、③ 偏晶反応型、④ 包晶反応型

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 海外の鉄鋼メーカーへ、高強度鋼板の製造技術を有償で供与することになった。本契約の締結に当たり、技術系の担当責任者として留意すべき以下の内容について述べよ。

- (1) 現地の工場ラインで製品を製造するに当たって、予測される問題点
- (2) 必要となる具体的な技術的調査項目
- (3) 海外へ技術譲渡することで発生しうるメリット、及びデメリット

Ⅱ-2-2 近年の計算機が目覚ましい性能向上によって、大規模なシミュレーションをベースとする新機能物質、新材料の予測・開発が望まれている。そのようなプロジェクトを、担当責任者として以下に沿って企画・立案せよ。

- (1) 具体的なターゲット物質と、その開発へ向けて必要とされる特性
- (2) シミュレーションの具体的な内容・計画と、プロジェクトに要する期間の設定
- (3) プロジェクトの独創性と、将来期待される付加的効果

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 アルミニウム材料表面を陽極酸化することにより形成するアルマイト皮膜について、特徴並びに実用上の注意点について述べよ。

Ⅱ-1-2 プラズマプロセスによる金属材料の表面処理において、基材にバイアス電圧を印加することの技術的特徴を述べよ。

Ⅱ-1-3 油・ガス田用の腐食抑制剤は一般的にインヒビターと呼ばれている。このインヒビターについて述べよ。

Ⅱ-1-4 金属材料の大气腐食挙動評価のために、塩水噴霧試験（SST）や複合サイクル試験（CCT）が行われる。両者を、その特徴を考慮しつつ比較せよ。

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 ゴミ焼却炉壁の損傷原因を特定し、損傷軽減策を立案するに当たり、下記の内容に関し、必要とされることを記述せよ。

- (1) 物理分析方法を含めた調査すべき事項
- (2) 対策を進める手順と留意事項
- (3) 表面処理技術、材料選定の観点からの工夫

Ⅱ-2-2 これまで、快削黄銅製品の表面装飾用に、黒クロメート処理を行ってきたが、2006年より欧州連合において施行されたRoHS指令に準拠することが必要となった。

そこで、下記の内容に関し、必要とされる事項を論述せよ。

- (1) 従来製品と同等の特性が得られる湿式・乾式表面処理法の選定
- (2) 上記表面処理法を適用するに当たり、工夫すべき点
- (3) RoHS指令に準拠していることを確認する方法

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 金属材料は様々な熱処理を施すことで目的の特性を付与する。そこで、代表的な熱処理である①焼入れ、②焼ならし、③溶体化処理、④浸炭の中から2つを選択し、各熱処理において、①その目的、②具体的な方法、③得られる特性に関して簡潔に説明せよ。

Ⅱ-1-2 鋳造は複雑な目的形状に金属を成形する金属加工方法の1つである。代表的な鋳造法である①ダイキャスト法、②シェルモールド法、③遠心鋳造法、④低圧鋳造法の中から2つを選択し、各鋳造法の①具体的な方法、②特徴を簡潔に述べよ。

Ⅱ-1-3 熱間鍛造と板成形における被加工材の変形機構を対比して説明せよ。また、各々の加工法を用いて鋼材から製品をつくる場合の品質上の留意点を述べよ。

Ⅱ-1-4 アーク溶接を行うと溶接変形が発生することがある。溶接変形について、以下の問いに答えよ。

- (1) 溶接変形にはどのような種類があるか、その種類を5つ述べよ。
- (2) 溶接変形の発生量を低減する手法としてはどのようなものがあるか述べよ。

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 機械部品の強度不足を解決するため、より高強度な鋼種を用いて機械部品を製造することとなった。しかし、部品の最終段階で施す焼入れ処理において著しく寸法精度が低下することが判明し、あなたが製造業務の管理者としてこの問題に取り組むこととなった。この様な状況において、下記の内容について記述せよ。

- (1) 着手時に調査すべき内容
- (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

Ⅱ-2-2 1960年代に建造された大型溶接鋼構造物について、老朽化の程度を調査し、必要に応じて補修するプロジェクトに溶接管理技術者の立場で参画することとなった。業務内容を計画するに当たり、下記の内容について記述せよ。

- (1) 想定する老朽化、調査方法と補修の内容
- (2) 計画に当たって考慮する事項
- (3) 業務の手順
- (4) 業務を進める際に留意すべき事項

7-1 鉄鋼生産システム【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 鉄鋼製造プロセスにおいて，低品質の原料にも柔軟に対応して高効率で高品質な鋼を製造することは重要な課題である。以下の問いに答えよ。

- (1) 検討すべきプロセスを1つ挙げるとともに，それを挙げた理由を述べよ。
- (2) そのプロセスにおいて目的を達成するための技術的課題を示し，それを解決するための技術的提案を示せ。
- (3) あなたの技術的提案がもたらす効果を具体的に示すとともに，そこに潜むリスクについても論述せよ。

Ⅲ-2 鉄鋼製造プロセスにおいて，ダスト，スラグ等副生物の低減や利材化を進めることは，環境保全・省エネルギーの観点において重要な課題である。以下の問いに答えよ。

- (1) 検討すべき副生物発生量低減プロセス若しくは利材化プロセスを1つ挙げるとともに，それを挙げた理由を述べよ。
- (2) そのプロセスにおいて目的を達成するための技術的課題を示し，それを解決するための技術的提案を示せ。
- (3) あなたの技術的提案がもたらす効果を具体的に示すとともに，そこに潜むリスクについても論述せよ。

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 日本円の為替の下落や原子力発電の停止によって，国内の燃料及び電気の価格が上昇して製錬コストは増加する傾向にあり，国内の非鉄製錬事業は国際的な競争力を維持することが急務となっている。このような非鉄製錬事業を取り巻く経済情勢を念頭において，国際的な競争力を維持するための方策について，以下の問いに答えよ。

- (1) 原料の観点から，その方策を述べよ。
- (2) 副産物及びリサイクルの観点から，その方策を述べよ。
- (3) 製錬技術の観点から，その方策を述べよ。

Ⅲ-2 リサイクルに対する社会ニーズが増大しており，非鉄金属についてもリサイクルが促進される傾向にあるが，使用済み製品中の非鉄金属濃度が低い場合には，廃棄されることが多い。資源の乏しい日本の産業界においては，廃棄されている非鉄金属をリサイクルするニーズは高まってきている。このようなリサイクルの情勢を考慮して，以下の問いに答えよ。

- (1) スクラップ中の非鉄金属濃度が低い場合には廃棄されることが多いが，その原因を述べよ。
- (2) 廃棄されている非鉄金属をリサイクルするために必要な技術課題を述べよ。
- (3) 非鉄金属のリサイクルを促進するための方策を述べよ。

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 CO₂ガス排出量削減は、国際的な重要課題である。我が国においては、CO₂ガス排出量の約20%が自動車からの排出であることから、自動車の燃費改善に係る技術開発は特に重要となる。燃費改善は主にハイブリッド車や電気自動車等、動力機関の効率向上により進められているが、車両の軽量化も燃費改善に大きく寄与する。それゆえ我が国では、平成25年度から政府主導のもと「革新的新構造材料等技術開発」プロジェクトが実施され、自動車を中心とした車両の軽量化に向けたマルチマテリアル化の取組みが進められている。そういった状況を考慮して、金属材料分野の技術者として以下の問いに答えよ。

- (1) 自動車等輸送機器の軽量化を目的に使用されている金属材料（鉄鋼系、非鉄系いずれでもよい）を1つ挙げ、それによって得られる軽量化効果と、さらなる軽量化を実現するための技術的課題についてそれぞれ述べよ。
- (2) (1) で挙げた課題を解決するための技術的提案を具体的に述べよ。
- (3) あなたの技術的提案を実施した場合に生じうる問題点や、残された課題についても論述せよ。

Ⅲ-2 資源に乏しい我が国においては、生活基盤を支える金属元素を持続的に確保していくための施策が不可欠である。金属材料分野の技術者が貢献すべき役割は、都市鉱山に代表される使用済み機材からの効率的リサイクル法の確立、希少金属を代替する新物質の研究・開発、さらには海底資源までも着目した採取法検討など、非常に多岐にわたると言えよう。そういった状況を考慮して、以下の問いに答えよ。

- (1) 基盤元素の持続的確保へ向けて、検討すべき項目の具体例を1つ挙げ、その内容を包括的に述べよ。
- (2) 上述した検討項目に対して、あなたが重要と考える技術的課題を複数挙げ、それらの解決へ向けた技術的提案について述べよ。
- (3) あなたの技術的提案がもたらす効果を具体的に示すとともに、それを実施した場合に生じうる問題点についても論述せよ。

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 近年、新興国の技術レベルの向上に伴い、日本の技術的優位性が失われ、国際競争力が低下しつつあることから、我が国のモノづくり産業は、いかに低コストで高付加価値の製品を製造できるか、ということについて、一層の努力が求められている。その一方で、世界的に環境負荷低減の動きが高まるとともに、元素戦略として政治的な資源不安が高まっている。このような情勢を考慮して、以下の問いに答えよ。

- (1) 工業製品の付加価値を高めつつ、持続可能型社会へ貢献できるような、表面処理技術のあり方として、重要な因子のうち1つを挙げよ。
- (2) 上記の因子について、現状の技術的課題を挙げ、それに対処するための技術的提案について述べよ。
- (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項目を選択し、それぞれ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。

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 熱処理産業は、大量に電気、ガス、油などのエネルギー資源を消費すると同時に多量の温室効果ガスを排出する産業であるため、昨今の低炭素社会の実現という社会的制約による経営圧迫は厳しい。また、自動車産業が海外進出を進める中、自動車産業に依存する熱処理業界は国際的な価格競争に曝されている。以上の背景を踏まえ、以下の問いに答えよ。

- (1) 熱処理産業を取り巻く環境の変化と課題を踏まえ、熱処理技術の将来像を述べよ。
- (2) 将来の熱処理産業の発展のために解決すべき技術的課題を幅広い視点から列举せよ。
- (3) (2) で挙げた技術的課題から2つを選択し、最新の技術動向に沿って、それぞれの概要を記せ。

Ⅲ-2 日本の2013年の経常黒字は、過去最少だった2012年からさらに3割以上も減少した。この背景には、日本の産業構造が変化し、円安でも貿易赤字に歯止めがかからなくなってきたことがある。すなわち、大震災や円安により原油などの輸入額が膨張したのに対し、日本企業の現地生産が進んだことや、新興国製品との競争激化により輸出数量が伸び悩んだためと考えられている。一方、こうした状況に対して次のような基本施策が提案されている。1つは、自動車・電気機器などの主要製造業が「日本の輸出企業」から脱皮して「グローバル企業」になることである。もう1つは、国内の雇用を維持・増加させるため、輸入では代替できない非貿易財である高級な財・サービスの国内生産や、経済の活力維持の源泉であるモノづくりを支える最先端技術の開発部門への投資である。提案された基本施策に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) 主要製造業が「日本の輸出企業」から脱皮して「グローバル企業」になるために、企業経営上の背景と問題点、克服すべき課題等を幅広い視点から概説せよ。
- (2) 上述した課題に対し、あなたが最も重要な技術的課題と考えるものを2つ挙げ、それぞれについて解決するための技術的提案を示せ。
- (3) あなたの技術的提案それぞれについて、それらがもたらす効果を具体的に示すとともに、実行する際のリスクや課題について論ぜよ。