

シラバス基本情報

0	ナンバリングコード	M-MET101
1	科目名 英語科目名	鉄鋼工学概論 Introduction to Iron and Steel Engineering
2	必修/選択 単位 開講時期 担当者	(選択2単位) 1年前期 今井和仁*
3	授業テーマ・内容	鉄鋼の製造工程は、高炉で鉄鉄を造る製鉄に始まり、鉄鉄から不純物を除去する精錬、溶鋼を凝固により鋼塊とする casting、熱間と冷間での圧延加工、製品を錆から守る表面処理、金属組織を制御して所望の特性を得る熱処理へと続く。鋼板、鋼管、線材など製品は異なるが、製鉄から casting までは共通であり、それ以降の工程でも製造原理として類似する部分も多い。 本講義では、製鉄から熱処理などの最終工程に至る製造プロセスの概要、各工程の主要な設備・操業技術を解説する。また、製造原理の理解を深めるため、関連する金属学も概説する。本科目は金属工学特設科目である。
4	学習成果	製鉄から熱処理に至る鉄鋼製造プロセス、各工程における高温化学反応・凝固現象・塑性加工・表面反応の概略、およびそれらに関連する金属学の基礎を理解することができる。 1. 鉄鋼製造プロセスの製鉄工程について理解し、説明できる。 2. 鉄鋼製造プロセスの精錬工程について理解し、説明できる。 3. 鉄鋼製造プロセスの連続 casting 工程について理解し、説明できる。 4. 鉄鋼製造プロセスの圧延工程、表面処理工程について理解し、説明できる。 5. 鉄鋼材料の各種熱処理方法について理解し、説明できる。 6. 鉄鋼材料の各種溶接方法について理解し、説明できる。
5	履修条件	無し

機
械

各週の授業内容

週	単元	内容	予習/復習
第1週	鉄鋼業、製鉄所の概要	各種鉄鋼製品と製造工程	予) シラバス一読による授業概要の把握(0.5h) 復) 各種鉄鋼製品と製造工程の概要理解(2.5h)
第2週	原料、製鉄1	原料(鉄鋼石、石炭)の処理	予) 資料通読(原料処理の概要把握)(0.5h) 復) 原料処理の理解(3h)
第3週	原料、製鉄2	高炉の設備・反応・操業	予) 資料通読(高炉の概要把握)(0.5h) 復) 高炉の設備・反応・操業の理解(3h)
第4週	精錬1	溶鉄予備処理、一次精錬(転炉)の設備・反応・操業	予) 資料通読(一次精錬の概要把握)(0.5h) 復) 一次精錬の設備・反応・操業の理解(3h)
第5週	精錬2	二次精錬(真空脱ガス等)の設備・反応・操業	予) 資料通読(二次精錬の概要把握)(0.5h) 復) 二次精錬の設備・反応・操業の理解(3h)
第6週	連続 casting 1	連続 casting の設備・操業	予) 資料通読(連続 casting の概要把握)(0.5h) 復) 連続 casting の設備・操業の理解(3h)
第7週	連続 casting 2	铸片の表面・内部品質の改善技術	予) 資料通読(铸片改善の概要把握)(0.5h) 復) 铸片表面・内部品質の改善法の理解(3h)
第8週	圧延1	薄鋼板のクラウンと形状制御技術	予) 資料通読(クラウン制御の概要把握)(0.5h) 復) 薄鋼板のクラウンと形状制御の理解(3h)
第9週	圧延2	鋼管・形鋼の製造法	予) 資料通読(鋼管・形鋼製造法の把握)(0.5h) 復) 鋼管・形鋼製造法の理解(3h)
第10週	表面処理1	電気めっきの仕組みと製造法	予) 資料通読(電気めっきの概要把握)(0.5h) 復) 電気めっきの仕組みと製造法の理解(3h)
第11週	表面処理2	溶融めっきの仕組みと製造法	予) 資料通読(溶融めっきの概要把握)(0.5h) 復) 溶融めっきの仕組みと製造法の理解(3h)
第12週	熱処理1	熱処理に関連する金属学の基礎(再結晶・析出・状態図・変態線図)	予) 資料通読(熱処理金属学の概要把握)(0.5h) 復) 熱処理関連の基礎金属学の理解(3h)
第13週	熱処理2	焼き入れ、焼き戻し、焼きならし	予) 資料通読(熱処理の概要把握)(0.5h) 復) 各種熱処理技術の理解(3h)
第14週	熱処理3	制御圧延、特殊熱処理(オースフォーミング、マルテンパー等)	予) 資料通読(特殊熱処理の概要把握)(0.5h) 復) 制御圧延、特殊熱処理技術の理解(3h)
第15週	溶接	各種溶接法と原理、熱影響部(HAZ)の組織微細化技術	予) 資料通読(各種溶接法の概要把握)(0.5h) 復) 各種溶接法と HAZ 組織制御の理解(3h)
第16週	期末試験		復) 期末試験前の全体復習(8h)

シラバス基本情報

6 備考	担当教員は製鉄会社で溶融めっき鋼板の研究開発の実務経験、製鉄所の鋼板品質管理の実務経験を持つ。受講者は、身近な鉄鋼製品についてその材質、製造方法に興味をもつこと。
7 テキスト・参考書	テキスト:鉄と鉄鋼がわかる本 日本製鉄(株)編著 日本実業出版社
8 課題のフィードバック	講義中に重要点、間違いやすいポイントを繰り返し説明する。

成績評価の方法

卒業認定に関する方針との関連(学修成果)

評価方法	%	3-1 金属工学
期末試験 筆記試験 レポート試験	70	
授業時間内 試験・演習 授業時間外 レポート	30	
平常点		

機
械

ルーブリック

学習成果	評価尺度4	評価尺度3	評価尺度2	評価尺度1	評価尺度0
	期待している以上	十分に満足できる	満足できる	ほぼ満足できる	努力を要する
1. 原料、製鉄工程について理解し、説明できる。	*	原料の種類、製鉄工程での化学反応、設備、操業技術を詳細に説明できる。	原料の種類、製鉄工程での化学反応、設備、操業技術を説明できる。	原料の種類、製鉄工程での化学反応、設備の特徴について説明できる。	原料の種類、製鉄工程での化学反応、設備の特徴について説明できない。
2. 精練工程について理解し、説明できる。	*	精練工程の一次精練、二次精練の仕組み、設備について詳細に説明できる。	精練工程の一次精練、二次精練の仕組み、設備について説明できる。	精練工程の仕組み、設備の特徴を説明できる。	精練工程の仕組み、設備の特徴を説明できない。
3. 連続鋳造工程について理解し、説明できる。	*	連続鋳造工程の仕組み、設備、操業、鋳片の品質改善技術について詳細に説明できる。	連続鋳造工程の仕組み、設備、操業、鋳片の品質改善技術について説明できる。	連続鋳造工程の仕組み、設備の特徴について説明できる。	連続鋳造工程の仕組み、設備の特徴について説明できない。
4. 圧延工程、表面処理工程について理解し、説明できる。	*	圧延工程の形状制御技術、めっき工程の製造技術について詳細に説明できる。	圧延工程の形状制御技術、めっき工程の製造技術について説明できる。	圧延工程、めっき工程の仕組み、設備の特徴について説明できる。	圧延工程、めっき工程の仕組み、設備の特徴について説明できない。
5. 各種熱処理方法について理解し、説明できる。	*	各種熱処理方法、その基本原理について状態図、変態線図を用いて詳細に説明できる。	各種熱処理方法、その基本原理について状態図、変態線図を用いて説明できる。	各種熱処理方法、その基本原理について説明できる。	各種熱処理方法、その基本原理について説明できない。
6. 各種溶接方法を理解し、説明できる。	*	各種溶接方法の仕組み、特徴、熱影響部の組織について詳細に説明できる。	各種溶接方法の仕組み、特徴、熱影響部の組織について説明できる。	各種溶接方法の仕組み、特徴について説明できる。	各種溶接方法の仕組み、特徴について説明できない。

*:授業内容を超えた自主的な学習が認められる場合

シラバス基本情報

0	ナンバリングコード	M-MET201
1	科目名 英語科目名	化学熱力学 Chemical Thermodynamics
2	必修/選択 単位 開講時期 担当者	(選択 2 単位) 1 年後期 樋口善彦
3	授業テーマ・内容	高等学校における物理、化学に含まれる「熱」に関する項目の授業からスタートし、2 年前期の金属物理化学(選択)に必要な化学熱力学の基礎を修得する。講義の内容は、自由エネルギーの導入からはじまり、化学平衡と自由エネルギーを学習して、均一系や不均一系での化学平衡を解析できるようにする。また、後半では水溶液系を中心とした電気化学の内容を学習する。化学反応に関する具体例としては生活に密着した事項を極力取り上げる。 本科目は金属工学特設科目である。
4	学習成果	1. 自由エネルギーと化学平衡について理解でき、説明できる。 2. 均一反応系、不均一反応系の化学平衡計算ができる。 3. 電気化学が理解でき、電位-PH 図の計算と作成ができる。
5	履修条件	無し

機
械

各週の授業内容

週	単元	内容	予習/復習
第 1 週	講義内容概説	講義内容説明	予) 既習の化学分野の整理(2 時間) 復) 学習内容の復習(2 時間)
第 2 週	熱とエネルギー	熱とエネルギーの概念	予) エネルギーの概念を調査(2 時間) 復) 学習内容の復習(2 時間)
第 3 週	自由エネルギー	自由エネルギーの導入	予) 自由エネルギーの概念調査(2 時間) 復) 学習内容の復習(2 時間)
第 4 週	化学平衡と自由エネルギー変化	自由エネルギーによる化学平衡定数の導出	予) 化学平衡について調査(2 時間) 復) 学習内容の復習(2 時間)
第 5 週	均一反応系の自由エネルギー変化(1)	均一反応系への自由エネルギー変化の利用方法	予) 均一反応について調査(2 時間) 復) 学習内容の復習(2 時間)
第 6 週	均一反応系の自由エネルギー変化(2)	均一反応系への適用事例	予) 均一反応への適用法調査(2 時間) 復) 学習内容の復習(2 時間)
第 7 週	不均一反応系の自由エネルギー変化(1)	不均一反応系への自由エネルギー変化の利用方法	予) 不均一反応について調査(2 時間) 復) 学習内容の復習(2 時間)
第 8 週	不均一反応系の自由エネルギー変化(2)	均一反応系への適用事例	予) 不均一反応への適用法調査(2 時間) 復) 学習内容の復習(2 時間)
第 9 週	高温化学反応での自由エネルギー変化	高温化学反応への適用例	予) 高温プロセス適用例調査(2 時間) 復) 学習内容の復習(2 時間)
第 10 週	電気化学	電気化学における自由エネルギー	予) 電気化学について調査(2 時間) 復) 学習内容の復習(2 時間)
第 11 週	濃淡電池	濃淡電池の起電力導出	予) 濃淡電池について調査(2 時間) 復) 学習内容の復習(2 時間)
第 12 週	水溶液系の熱力学	水溶液系での自由エネルギー変化	予) 水溶液の熱力学を調査(2 時間) 復) 学習内容の復習(2 時間)
第 13 週	電位-pH 図(1)	自由エネルギーと電位-pH 図の関係	予) 電位 pH を各種調査(2 時間) 復) 学習内容の復習(2 時間)
第 14 週	電位-pH 図(2)	各種電位-pH 図の作成	予) 電位 pH 図作成法を調査(2 時間) 復) 学習内容の復習(2 時間)
第 15 週	総合演習	演習課題	予) 学習内容振り返り(2 時間) 復) 演習内容まとめ(2 時間)
第 16 週	期末試験		

シラバス基本情報

6	備考	担当教員に製造業(鉄鋼)の実務経験あり。
7	テキスト・参考書	テキスト:金属物理化学 日本金属学会
8	課題・試験・レポート等のフィードバック	Teams を使ってフィードバックする

成績評価の方法

卒業認定に関する方針との関連(学修成果)

評価方法	%	3-1 金属工学
期末試験 筆記試験 レポート試験	70	
授業時間内 試験・演習	10	
授業時間外 レポート 平常点	20	

機
械

ルーブリック

学習成果	評価尺度4	評価尺度3	評価尺度2	評価尺度1	評価尺度0
	期待している以上	十分に満足できる	満足できる	ほぼ満足できる	努力を要する
自由エネルギーと化学平衡について理解でき、説明できる。	自由エネルギーと化学平衡を複雑な反応系に適用でき、計算例を使い説明できる。	自由エネルギーと化学平衡を一般的な反応に適用でき、計算例を使って説明できる。	自由エネルギーと化学平衡の基本原則を理解でき、簡単な説明ができる。	自由エネルギーと化学平衡の概要について理解でき、説明できる。	自由エネルギーと化学平衡の概要について理解できず、説明ができない。
均一反応系、不均一反応系の化学平衡計算ができる。	均一反応系、不均一反応系で、複雑な化学反応を組み合わせた平衡計算ができる。	均一反応系、不均一反応系で、一般的な化学反応を組み合わせた平衡計算ができる。	均一反応系、不均一反応系で、基本的な化学反応を組み合わせた平衡計算ができる。	均一反応系、不均一反応系の基本的な化学平衡計算ができる。	均一反応系、不均一反応系の基本的な化学平衡計算ができない。
電気化学が理解でき、電位-PH 図の計算と作成ができる。	電気化学の基本が理解でき、複雑な系を組み合わせた電位-PH 図の計算と作成ができる。	電気化学の基本が理解でき、一般的な系を組み合わせた電位-PH 図の計算と作成ができる。	電気化学の基本が理解でき、基本的な系を組み合わせた電位-PH 図の計算と作成ができる。	電気化学の基本が理解でき、基本的な電位-PH 図の計算と作成ができる。	電気化学の基本が理解できず、電位-PH 図の計算と作成ができない。

シラバス基本情報

0	ナンバリングコード	M-MET102
1	科目名 英語科目名	金属組織学 Metallography
2	必修/選択 単位 開講時期 担当者	(選択 2 単位) 1年前期 久次米利彦
3	授業テーマ・内容	設計・製作に関わる技術者は製作されたものについて責任を負わねばならない。この意味から技術者は、材料の強度特性をよく知っておく必要があるが、材料の強度特性の多くは一定値ではなく、材料の内部構造(マイクロ組織)と使用環境にきわめて敏感なものである。とくに鉄鋼材料は、マイクロ組織の違いに応じてその強度レベルが広範囲に変化する。このマイクロ組織は鋼材の化学組成と製造プロセスにより変化するが、部品に加工し、熱処理する工程においても大きく変化する。本講義では、材料の特性を理解するための基礎として、マイクロ組織を機械的性質と関連づけながら学習する。本科目は金属工学特設科目である。
4	学習成果	材料組織の定義を理解し、その重要性について理解することを目標とする。 1. 結晶構造が説明できる。 2. 転位と塑性変形が説明できる。 3. 各種の平衡状態図が説明できる。 4. 熱処理に関する事柄が説明できる。
5	履修条件	無し

機
械

各週の授業内容

週	単元	内容	予習/復習
第 1 週	ガイダンス	講義内容説明	予) 金属の組織について確認 (2 時間) 復) 内容確認 (2 時間)
第 2 週	金属とはどういうものか	材料の種類と組織	予) 金属について確認 (2 時間) 復) 公開した PDF ファイル確認(2 時間)
第 3 週	結晶構造	結晶構造の種類、変態、格子欠陥	予) 結晶構造などについて確認 (2 時間) 復) 公開した PDF ファイル確認(2 時間)
第 4 週	弾性、塑性、転位	単結晶および多結晶の塑性変形、転位とすべり	予) 弾性・塑性などについて確認(2 時間) 復) 公開した PDF ファイル確認(2 時間)
第 5 週	じん性、塑性加工の応用	延性と脆性、塑性加工法	予) じん性などについて確認(2 時間) 復) 公開した PDF ファイル確認(2 時間)
第 6 週	実用上重要な性質(1)	強さ、硬さ	予) 強さなどについて確認(2 時間) 復) 公開した PDF ファイル確認(2 時間)
第 7 週	実用上重要な性質(2)	破壊靱性、衝撃強さ、疲労、クリープ	予) 破壊靱性などについて確認(2 時間) 復) 公開した PDF ファイル確認(2 時間)
第 8 週	中間課題	第1章から第6章までの内容に関する課題	予) 1 週から 7 週の内容確認 (2 時間) 復) 課題の振り返り (2 時間)
第 9 週	平衡状態図1	相律、一成分系状態図、凝固、天秤の関係	予) 状態図などについて確認(2 時間) 復) 公開した PDF ファイル確認(2 時間)
第 10 週	平衡状態図2	基本的な二成分系状態図	予) 共晶型状態図などについて確認(2 時間) 復) 公開した PDF ファイル確認(2 時間)
第 11 週	平衡状態図3	化合物が生成する場合、変態がある場合	予) 状態図などについて確認(2 時間) 復) 公開した PDF ファイル確認(2 時間)
第 12 週	平衡状態図4	実用合金	予) 鉄系状態図などについて確認(2 時間) 復) 公開した PDF ファイル確認(2 時間)
第 13 週	鋼の熱処理	焼鈍し、焼ならし、焼入れ・焼き戻し	予) 熱処理などについて確認(2 時間) 復) 公開した PDF ファイル確認(2 時間)
第 14 週	拡散、回復・再結晶	Fick の法則、加工硬化と回復・再結晶	予) 拡散などについて確認(2 時間) 復) 公開した PDF ファイル確認(2 時間)
第 15 週	まとめ		予) 1 週から 14 週の内容確認 (2 時間) 復) 公開した PDF ファイルを見直し (2 時間)
第 16 週	期末試験		

シラバス基本情報

6	備考	講義で使用する資料を事前に学内Webシステムで公開している。また、講義中に補足したプレゼン資料をPDFファイルにして学内Webシステムで公開している。担当教員に製造業(鉄鋼)の実務経験がある。
7	テキスト・参考書	テキスト:基礎から学ぶ金属材料 小原嗣朗著 朝倉書店
8	課題・試験・レポート等のフィードバック	演習課題については後の講義の時間に解答例を配布し、解説する。

成績評価の方法

卒業認定に関する方針との関連(学修成果)

評価方法	%	3-1 金属工学
期末試験 筆記試験 レポート試験	60	
授業時間内 試験・演習	20	
授業時間外 レポート 平常点	20	

機
械

ルーブリック

学習成果	評価尺度4	評価尺度3	評価尺度2	評価尺度1	評価尺度0
	期待している以上	十分に満足できる	満足できる	ほぼ満足できる	努力を要する
1. 結晶構造が説明できる。		各種の結晶構造について明確に説明でき、金属組織との関連についても説明できる。	各種の結晶構造について明確に説明できる。	結晶構造について大まかに説明できる。	結晶構造が説明できない。
2. 転位と塑性変形が説明できる。		転位、塑性変形について明確に説明でき、その関連についても説明できる。	転位、塑性変形について明確に説明できる。	転位、塑性変形について大まかに説明できる。	転位、塑性変形について説明できない。
3. 各種の平衡状態図が説明できる。		各種の平衡状態図がどういものか明確に説明でき、特にFe-C系状態図について詳細に説明できる。	各種の平衡状態図がどういものか明確に説明できる。	平衡状態図がどういものか大まかに説明できる。	平衡状態図がどういものか説明できない。
4. 熱処理に関する事柄が説明できる。		各種の熱処理方法や目的などがどういものか明確に説明でき、金属組織との関連についても説明できる。	各種の熱処理方法や目的などがどういものか明確に説明できる。	熱処理がどういものか大まかに説明できる。	熱処理がどういものか説明できない。

シラバス基本情報

0	ナンバリングコード	M-MET202
1	科目名 英語科目名	鉄鋼材料学 Ferrous Materials
2	必修/選択 単位 開講時期 担当者	(選択2単位) 1年後期 久次米利彦
3	授業テーマ・内容	鉄鋼材料は、合金元素の添加、熱処理、加工の組み合わせによる組織制御を通じて、その性質をニーズに応じて幅広く調整することができるために、用途が広い。本講では、金属組織学および金属強度学で学んだ基礎知識の上から、鉄鋼材料の多様な性質を、その性質を発現するミクロな機構、すなわち転位運動におよぼす組織変化の影響などと対応づけて学ぶ。本科目は金属工学特設科目である。
4	学習成果	基本的な鉄-炭素の状態図と組織について理解するとともに、合金元素の添加、熱処理、加工の組み合わせによる組織制御とそれらの性質について習得する。 1. 鋼の性質が説明できる。 2. 鉄の強化機構と破壊現象が説明できる。 3. 鉄鋼材料の材質設計と材質制御が説明できる。 4. 鉄鋼材料の表面科学と表面改質が説明できる。
5	履修条件	無し

機
械

各週の授業内容

週	単元	内容	予習/復習
第1週	講義内容概説	講義内容説明	予) 金属組織学の内容確認(2時間) 復) 講義内容のまとめ(2時間)
第2週	鋼の基本的性質(1)	鉄の結晶構造	予) 結晶構造を調査(2時間) 復) 学習内容の復習(2時間)
第3週	鋼の基本的性質(2)	鉄-炭素状態図	予) 共晶、共析反応の調査(2時間) 復) 学習内容の復習(2時間)
第4週	鋼の基本的性質(3)	鋼の熱処理	予) 各種変態曲線図の調査(2時間) 復) 学習内容の復習(2時間)
第5週	鉄を強くする手段(1)	固溶強化、析出強化、加工硬化	予) 各種強化法の原理の調査(2時間) 復) 学習内容の復習(2時間)
第6週	鉄を強くする手段(2)	結晶粒微細化	予) 微細粒生成方法の調査(2時間) 復) 学習内容の復習(2時間)
第7週	鉄鋼材料の破壊現象	破壊靱性	予) 破壊の温度依存性の調査(2時間) 復) 学習内容の復習(2時間)
第8週	構造用鉄鋼材料の材質設計(1)	降伏強さと結晶粒サイズ	予) 粒界強化法の調査(2時間) 復) 学習内容の復習(2時間)
第9週	構造用鉄鋼材料の材質設計(2)	材料強度と延性、脆性	予) 延性・脆性破壊の調査(2時間) 復) 学習内容の復習(2時間)
第10週	種々の鉄鋼材料の材質制御(1)	特殊鋼	予) 特殊鋼の種類・製造法の調査(2時間) 復) 学習内容の復習(2時間)
第11週	種々の鉄鋼材料の材質制御(2)	合金鋼	予) 合金鋼の種類・製造法の調査(2時間) 復) 学習内容の復習(2時間)
第12週	鉄鋼材料の表面科学	高温酸化	予) 酸化現象の調査(2時間) 復) 学習内容の復習(2時間)
第13週	鉄鋼材料の表面改質	表面処理法	予) めっき、コーティング法調査(2時間) 復) 学習内容の復習(2時間)
第14週	鉄鋼材料の防食	腐食とステンレス鋼	予) 腐食と防食の調査(2時間) 復) 学習内容の復習(2時間)
第15週	まとめ		予) 1週から14週の内容確認(2時間) 復) 公開したPDFファイルを見直し(2時間)
第16週	期末試験		

シラバス基本情報

6	備考	金属組織学を単位修得していることが望ましい。 講義で使用する資料を事前に学内Webシステムで公開している。また、講義中に補足したプレゼン資料をPDFファイルにして学内Webシステムで公開している。担当教員に製造業(鉄鋼)の実務経験あり。
7	テキスト・参考書	テキスト: 鉄鋼材料の科学 内田老鶴圃 参考書: 鉄鋼の組織制御 牧 正志著 内田老鶴圃
8	課題・試験・レポート等のフィードバック	質問などはeラーニングにて回答する。

成績評価の方法

卒業認定に関する方針との関連(学修成果)

評価方法	%	3-1 金属工学
期末試験 筆記試験 レポート試験	60	
授業時間内 試験・演習	20	
授業時間外 レポート 平常点	20	

機
械

ルーブリック

学習成果	評価尺度4	評価尺度3	評価尺度2	評価尺度1	評価尺度0
	期待している以上	十分に満足できる	満足できる	ほぼ満足できる	努力を要する
1. 鋼の性質が説明できる。		結晶構造などの鋼の基本的性質が明確に説明でき、組織との関連も説明できる。	結晶構造などの鋼の基本的性質が明確に説明できる。	結晶構造などの鋼の基本的性質が大まかに説明できる。	結晶構造などの鋼の基本的性質が説明できない。
2. 鉄の強化機構と破壊現象が説明できる。		鉄の強化機構と破壊現象が明確に説明でき、組織との関連も説明できる。	鉄の強化機構と破壊現象が明確に説明できる。	鉄の強化機構と破壊現象が大まかに説明できる。	鉄の強化機構と破壊現象が説明できる。
3. 鉄鋼材料の材質設計と材質制御が説明できる。		鉄鋼材料の材質設計と材質制御が明確に説明でき、その応用についても説明できる。	鉄鋼材料の材質設計と材質制御が明確に説明できる。	鉄鋼材料の材質設計と材質制御が大まかに説明できる。	鉄鋼材料の材質設計と材質制御が説明できない。
4. 鉄鋼材料の表面科学と表面改質が説明できる。		鉄鋼材料の表面科学と表面改質が明確に説明でき、その応用についても説明できる。	鉄鋼材料の表面科学と表面改質が明確に説明できる。	鉄鋼材料の表面科学と表面改質が大まかに説明できる。	鉄鋼材料の表面科学と表面改質が説明できない。