

LCAF：中級検定試験 第5回 試験問題例の解答と解説

注記) 難易度を★で表しています。★：易(正答率：70%以上)、★★：難度低(正答率：50%～69%)、★★★：難度中(正答率：30%～49%)、★★★★：難度高(正答率：30%未満)

№	試験問題例	正解と解説
1	<p>ISO/TC207 で発行されている国際標準に関する以下の記述で最も不適切なものはどれか。ただし、規格番号とその発行年はどれも正しく、「」内に示された規格の略称の適・不適は問わない。</p> <p>(a) ISO14020:2022「環境ラベル及び宣言—一般原則」は、タイプI、タイプII、タイプIIIのいずれのラベルも運用するための「プログラム」が必要なことを示している。</p> <p>(b) ISO14008:2019は「環境影響及び関連する側面の貨幣評価」では、顕示選好法、表明選好法など環境経済学の分野での方法を示している。</p> <p>(c) ISO14045:2012「環境効率」は、製品のライフサイクルでの環境負荷を製品の価値で除す指標である。たとえば、CO₂排出量を製品の価格で除したものは「価格あたりのCO₂排出原単位」として示される。</p> <p>(d) ISO14067:2018「カーボンフットプリント」は、管理されて生産された植物が大気中から除去した量を負として算定するが、製品のライフサイクルの廃棄時に燃焼でGHGが排出されることを示すことを推奨している。</p> <p>(e) 現在(2024年1月)ISO14064-1:2018「組織のGHGの排出量及び吸収量の定量化」の追補として「削減貢献量」を解説する作業が行われている。</p>	<p><LCAに関するISO> 【正解】 (c) (難易度：★★★★)</p> <p>(a) タイプI及びタイプIIIは従来から運用する「プログラム」が必要とされていました。タイプIIの環境ラベル(自己宣言)はその運用に「プログラム」が必要とされていませんでしたが、2022年の改訂で、タイプIにも「プログラム」が必要なことが示されました。</p> <p>(b) 正しい</p> <p>(c) ISO14045:2012「環境効率」は、製品の価値をライフサイクルでの環境負荷で割り算します。選択肢に示された算定の逆数になります。</p> <p>(d) 正しい</p> <p>(e) 正しい</p>
2	<p>LCAの国際標準規格(ISO14040:2006及びISO14044:2006)での用語の定義として不適切なものはどれか。</p> <p>(a) 製品システム：基本フロー及び製品のフローを伴い、一つ以上の定義された機能を果たし、かつ、製品のライフサイクルをモデル化した単位プロセスの集合体。</p> <p>(b) 単位プロセス：インプット及びアウトプットのデータが定量化される、LCIで考慮する最小要素。</p> <p>(c) システム境界：単位プロセスが製品システムの一部であることを規定する一連の基準。</p> <p>(d) 基本フロー：調査対象のシステムに入る物質もしくはエネルギーで、事前に人為的な変化を加えずに環境から取り込まれたもの、又は調査対象のシステムから出る物質もしくはエネルギーで、事後に人為的な変化を加えずに環境へリリースされるもの。</p> <p>(e) フォアグラウンドデータ：直接測定又は直接測定に基づく計算から得られるプロセス又は活動の定量化された値。</p>	<p><用語の定義> 【正解】 (e) (難易度：★★★★)</p> <p>(e) 「フォアグラウンドデータ」はLCAを実施する時の、実務としてデータを整理する概念です。LCAの国際標準規格(ISO14040:2006及びISO14044:2006)には含まれていません。</p>
3	<p>EC(欧州委員会)が行った「環境フットプリント」の試行プロジェクトでは、使用したデータを四つの側面で評価することを定めている。以下の側面のうち含まれないものはどれか。</p> <p>(a) Technological Representativeness (技術的代表性)</p> <p>(b) Geographical Representativeness (地理的代表性)</p> <p>(c) Time-Representativeness (時間的代表性)</p> <p>(d) Precision/Uncertainty (精度/不確実性)</p> <p>(e) Completeness(完全性)</p>	<p><PEFのデータ品質評価> 【正解】 (e) (難易度：★)</p> <p>(e) Completeness(完全性)は含まれません。</p> <p>4つの側面を1,2,3,4の四段階で評価します。1が最も優れた点数とされ、平均点が1.6以下でなければ、データを採用することができないとされています。</p>

<p>4</p>	<p>1年間に360tの素材を用いて、1個50kgの製品Aを4,000個と1個80kgの製品Bを2,000個製造している工場がある。この工場は8時間/日、5日/週、40週/年、電力だけで稼働しており、年間の消費電力は160,000kWhである。</p> <p>製品Aを製造する機械APと製品Bを製造する機械BPはそれぞれラインを分けて設置されている。機械AP、機械BPは廃棄時のリサイクルまで含めてライフサイクル全体でのCO₂排出量は、それぞれ12,000kg-CO₂、10,000kg-CO₂、現状の稼働で耐用年数は両機械とも10年とされている。</p> <p>この工場の電力消費量を素材の使用量で製品Aと製品Bに配分することとし、さらに機械AP、BPのライフサイクルでのCO₂排出量を含めると、製品A1個当たりと製品B1個当たりのCO₂排出量の比としてどれが最も近いか。</p> <p>ただし、電力のCO₂排出量は0.5kg-CO₂/kWh、素材の製造までのCO₂排出量（上流合算済み）は2.5kg-CO₂/kg-素材とする。</p> <p>選択肢は「製品A1個当たりのCO₂排出量：製品B1個当たりのCO₂排出量」とする。</p> <p>(a) 1:1.5 (b) 1:1.6 (c) 1:1.7 (d) 1:1.8 (e) 1:2.0</p>	<p><インベントリ分析：計算> 【正解】 (b) (難易度：★★)</p> <p>1) この工場の素材の使用量は360t/年である。したがって、素材1kgあたりの電力消費量は、 (160,000kWh)÷(360,000kg-素材)=0.44kWh/素材----①</p> <p>2-1) 製品Aは1個50kgなので、素材の使用と消費電力によるCO₂排出量は、 (50kg-素材/個)×(2.5kg-CO₂/kg-素材)+(50kg-素材/個)×(0.44kWh/kg-素材)×(0.5kg-CO₂/kWh) = 152.8kg-CO₂/個 ----② A</p> <p>2-2) 製品Bは1個80kgなので、素材の使用と消費電力によるCO₂排出量は、 (80kg-素材/個)×(2.5kg-CO₂/kg-素材)+(80kg-素材/個)×(0.44kWh/kg-素材)×(0.5kg-CO₂/kWh) = 244.4kg-CO₂/個 ----② B</p> <p>3-1) 機械APの寿命は現状の稼働状況で10年なので、機械APの1年当たりのCO₂排出量は、 1,200kg-CO₂/年 製品Aは1年に4000個できるので、1個あたり0.3kg-CO₂/個 (=1,200/4,000) ----③ A</p> <p>3-2) 機械BPの寿命は現状の稼働状況で10年なので、機械BPの1年当たりのCO₂排出量は、 1,000kg-CO₂/年 製品Bは1年に2000個できるので、1個あたり0.5kg-CO₂/個 (=1,000/2,000) ----③ B</p> <p>4-1) 機械APのライフサイクルを考慮に入れると、1個の製品AのCO₂排出量は、 ②A+③A=(152.8kg-CO₂/個)+(0.3kg-CO₂/個)=153.1kg-CO₂/個</p> <p>4-2) 機械BPのライフサイクルを考慮に入れると、1個の製品BのCO₂排出量は、 ②B+③B=(244.4kg-CO₂/個)+(0.5kg-CO₂/個)=244.9kg-CO₂/個</p> <p>5)したがって、製品A1個当たりと製品B1個当たりのCO₂排出量の比は、 1:1.6 (=153.1/244.9) となる。</p> <p>【別回答】4-1)、4-2) からわかるように、「素材由来のCO₂排出量」がこのシステムでは最も大きく、支配的である。そのため、製品Aと製品BのCO₂排出量比は、おおよそ 素材消費量の比率である1.6 (=80/50) に近い値が得られる。</p>
<p>5</p>	<p>LCA調査で、産業連関表を用いた分析によって得られたバックグラウンドデータが使われることがある。産業連関表の説明として不適切なものはどれか。</p> <p>(a) 産業連関表は、作成対象年次における我が国の経済構造を総体的に明らかにするとともに、経済波及効果分析や各種経済指標の基準改定を行うための基礎資料を提供することを目的に作成しており、一定期間（通常1年間）において、財・サービスが各産業部門間でどのように生産され、販売されたかについて、行列（マトリックス）の形で一覧表にとりまとめたものである。</p> <p>(b) 産業連関表では、ヨコ方向の計数の並びを「行」といい、各行では、その部門の財・サービスの生産に当たって用いられた原材料、燃料、労働力などへの支払の内訳（費用構成）が示されており、これを「投入」(input)という。一方、タテ方向の計数の並びを「列」といい、各列では、その部門で生産された財・サービスの販売先の内訳（販路構成）が示されており、これを「産出」(output)という。</p> <p>(c) 産業連関表で用いられる「投入係数」とは、ある産業において、1単位の生産を行う際に必要とされる原材料等の単位を示したもので、取引基本表の中間需要の列部門ごとに、原材料等の投入額を当該列部門の生産額</p>	<p><産業連関表の説明> 【正解】 (b) (難易度：★★)</p> <p>この設問は、産業連関表についての理解を深めるために作成されています。総務省の産業連関表のページを参照してください。 (総務省：https://www.soumu.go.jp/toukei_toukatsu/data/io/system.htm)</p> <p>(b) 産業連関表では、タテ方向の計数の並びを「列」といい、各列では、その部門の財・サービスの生産に当たって用いられた原材料、燃料、労働力などへの支払の内訳（費用構成）が示されており、これを「投入」(input)といいます。一方、ヨコ方向の計数の並びを「行」といい、各行では、その部門で生産された財・サービスの販売先の内訳（販路構成）が示されており、これを「産出」(output)といいます。す。</p>

で除すことによって得られる係数である。

(d) 産業連関表で用いられる「逆行列係数」とは、ある部門に対して新たな最終需要が1単位発生した場合に、当該部門の生産のために必要とされる（中間投入される）財・サービスの需要を通して、各部門の生産がどれだけ発生するか、つまり、直接・間接の生産波及の大きさを示す係数であり、その算出方法を踏まえ、数学上の用語を用いて、このように呼称される。

(e) 産業連関表の「取引基本表」は、産業相互間や産業と最終需要（家計など）との間で取引された財・サービスの金額を行列形式で表示したものである。取引基本表は、各部門とも、投入額合計と産出額合計が一致するように作成されている。

6 廃鉛蓄電池バッテリーを破碎し、石灰石 (CaCO₃) とを反応させて 鉛原料と二水石膏 (CaSO₄・2H₂O)、廃棄物として破碎ポリプロピレン (PP) 等を得る下記のリサイクル工程がある。

この工程では石灰石の投入量が不明なので、まず出力の二水石膏の Ca バランスから石灰石の投入量を求め、石灰石に誘発される CO₂ 排出量は二水石膏のみに配分することとし、さらに、この工程で使用される電力に起因する CO₂ 排出量を生産される 2 つの製品（鉛原料、二水石膏）の重量を基準に配分することにする。この時に生産される二水石膏 1kg の CO₂ 排出量として最も近いものはどれか。

ただし、廃バッテリー以外の入出力の物質が全て純度 100% であるとし、C、Ca、H、O、Pb、S の原子量をそれぞれ 12、40、1、16、207、32 とする。ここで、廃鉛蓄電池バッテリー自体および水の環境負荷は「0」、石灰石の CO₂ 排出量は 0.45kg- CO₂/kg 石灰石、電力の CO₂ 排出量は、0.5kg- CO₂/kWh とする。

(a) 0.57kg- CO₂
 (b) 0.52kg- CO₂
 (c) 0.31kg- CO₂
 (d) 0.29kg- CO₂
 (e) 0.26kg- CO₂

<配分：計算>
 【正解】 (d) (難易度：★★★★)

石灰石 (CaCO₃) の分子量は 100 (=40+12+3×2)、二水石膏の分子量は 172 (=40+32+16×4+18×2) である。

(1)まず、石灰石の投入量を Ca バランスから求める。二水石膏中の Ca は 0.465kg (=2.0kg×40/172) である。したがって、石灰石中の Ca 量が同量になるには、石灰石は 1.16kg (=0.465kg×100/40) である。

(2)入力される石灰石の CO₂ 排出量は、0.52kg (=1.16kg×0.45kg- CO₂/kg 石灰石) であり、これは二水石膏に配分される。一方、電力の CO₂ 排出量 0.25kg (=0.5kWh×0.5kg- CO₂/kWh) は、鉛原料と二水石膏いずれにも配分される。

(3)出力の生産量は、鉛原料 8.0kg と二水石膏 2.0kg の計 10.0kg である。(破碎 PP 他は廃棄物として環境負荷は配分しない)

(4)したがって、二水石膏 1kg 当たりの CO₂ 排出量は、(2)の 0.26 (=0.52/2) kg に加え、電力誘発の CO₂ 排出量 0.025 (=0.25/10) kg- CO₂/kg 二水石膏を合算し、0.285kg- CO₂/kg 二水石膏となる。

7 LCA を使ったプラスチックのリサイクルの評価方法として不適切なものはどれか。

(a) 収集された廃プラスチックを起点として、ごみ発電をする場合と単純焼却する場合を比較する場合は、ごみ発電で得ることができる電力を「控除」するための発電方法を設定する必要がある。石炭火力発電で発電されると設定する方が、日本の平均電源で発電されると設定するよりも「控除」する GHG 排出量が大きくなる。

<リサイクルの概念>
 【正解】 (d) (難易度：★★★★)

(d) PET は、バージンでの製造エネルギーが大きく、燃焼による発熱量が小さい特徴があります。したがってケミカルリサイクルがサーマルリサイクルよりも優位になります。

	<p>(b) ポリエチレン (PE) は、バージン PE を製造する時のエネルギーがマテリアルリサイクルで再生 PE を製造する時のエネルギーよりも格段に大きく、またサーマルリサイクルで得ることができるエネルギーはバージン PE の原料である原油が持つエネルギーとほぼ同等なので、エネルギー消費量の観点からはマテリアルリサイクルの方がサーマルリサイクルより圧倒的に優位である。</p> <p>(c) ポリエチレン (PE) のサーマルリサイクルで熱を得る場合と、ケミカルリサイクルで熱分解油を得る場合を比べると、熱と熱分解油のそれぞれの回収と利用の効率が高い方がエネルギー消費の観点からは優位になる。両者は原理的にはほぼ同等と考えられるので、具体的なシステムの比較が必要になる。</p> <p>(d) 廃棄物の PET を原料の分子に戻すケミカルリサイクルは、バージン PET を原油から製造する場合よりもエネルギー消費量が少なく済むが、ケミカルリサイクルせずにサーマルリサイクルすれば得られるエネルギーでバージン PET を製造することができるので、全体のエネルギー消費量はケミカルリサイクルせずにサーマルリサイクルを行う方が少なく済む。</p> <p>(e) 廃棄物の PET のサーマルリサイクルで得られるエネルギーでは、バージン PET を原油から製造する時に必要なエネルギーを賄うことができないので、追加のエネルギーが必要になる。この追加のエネルギーは、マテリアルリサイクルで再生 PET を製造する時のエネルギー消費量よりも大きいので、エネルギー消費量の観点からは、PET のマテリアルリサイクルはサーマルリサイクルよりも優位である。</p>	<p>(e) (d)と同様に、PET はマテリアルリサイクルの方がサーマルリサイクルより優位になります。</p>
8	<p>ある工場で、バイオプラであるポリ乳酸 (PLA) を 1,000kg/年、電力 5,000kWh/年使用して PLA 製品を製造している。この製品の 50%が回収され原料としてマテリアルリサイクルされ、残りの 50%が発電効率 20%でサーマルリサイクルされる時の CO₂ 排出量を、PLA 製品全体が単純焼却されていた場合と比較すると、CO₂ の削減量として最も近いものはどれか。</p> <p>ただし、原料 PLA を 1kg 製造するまでの CO₂ 排出量 (上流プロセス合算済みで、栽培時の CO₂ 吸収を含む) は 0.60kg- CO₂/kg-PLA、再生 PLA ペレットを 1kg 製造する時に必要となる電力は 3kWh/kg-再生 PLA ペレット、電力 1kWh の CO₂ 排出量 (上流プロセス合算済み) は 0.50kg- CO₂/kWh とし、1kg の PLA 製品は、25MJ/kg-PLA、その燃焼では 1.5kg- CO₂/kg-PLA の CO₂ が発生する。また、回収された PLA 製品からは原料と全く同じ性質の PLA ペレットが製造されるものとし、回収に必要なエネルギーなどは考慮しない。</p> <p>(a) 350kg-CO₂/年の CO₂ 排出量が削減される。 (b) 650kg-CO₂/年の CO₂ 排出量が削減される。 (c) 950kg-CO₂/年の CO₂ 排出量が削減される。 (d) 1,450kg-CO₂/年の CO₂ 排出量が削減される。 (e) CO₂ 排出量は削減されない。</p>	<p><リサイクルの計算> 【正解】 (b) (難易度:★★)</p> <p>1) 製品全体が単純焼却される場合は、バイオプラ 1,000kg の製造と焼却による CO₂ 排出量になる。 (1,000kg-PLA)×(0.6 kg- CO₂/kg-PLA +1.5 kg- CO₂/kg-PLA)=2,100kg- CO₂ 製品製造のための 5,000kWh/年の電力は、リサイクルする場合も変わらないので、CO₂ 排出削減量を求めるこの問題では計算しない。</p> <p>2) 50%がマテリアルリサイクルされるので、マテリアルリサイクルされる再生 PLA ペレットは、 (1,000kg-PLA) × (0.5)=500kg-PLA これを製造するためには、(500kg-PLA) × (3kWh/kg-PLA) × (0.5kg- CO₂/kWh)=750kg- CO₂ が発生する。</p> <p>3) 新たに投入される PLA ペレットは、(1,000kg-PLA) × (0.5) =500kg-PLA である。これを製造するための CO₂ は、(500kg-PLA) × (0.6kg- CO₂/kg-PLA) =300kg- CO₂</p> <p>4) サーマルリサイクルされる PLA は(1,000kg-PLA)× (0.5) =500kg-PLA これが燃焼するので、CO₂ 排出量は、(500kg-PLA) × (1.5kg- CO₂/kg-PLA)=750kg- CO₂</p> <p>5) 500kg の PLA が発電効率 20%で発電に使われるので、発電される電力は、 (500kg-PLA) × (25MJ/kg-PLA) × (0.20)=2,500MJ 電力量に換算すると、(2,500MJ) ÷ (3.6MJ/kWh) =694kWh したがって、(694kWh) × (0.5kg- CO₂/kWh)=347kg- CO₂ が「控除」される。</p> <p>6) リサイクルされる場合は、2)より 750kg- CO₂、3)より 300kg- CO₂、4)より 750kg- CO₂、5)より -347kg- CO₂ となり、合計は 1453kg- CO₂ になる。</p> <p>7) リサイクルしない場合の 1)と比べ、(2,100-1,453)=647kg の CO₂ が減少する。</p> <p>【別解】この設問では、PLA の CO₂ 排出量を ISO14067 に従い、栽培時の CO₂ 吸収を適用しました。一方で、栽培時の CO₂ 吸収と燃焼時の CO₂ 排出量を考慮せずに、製造時の CO₂ 排出量を 2.1kg (=0.6+1.5)</p>

		<p>/kg-PLA と設定することも可能です。この場合には、1)2,100kg- CO₂、2)750kg- CO₂、3)1,050kg- CO₂、4)0kg- CO₂、5)347kg- CO₂となります。</p> <p>1) - (2)+3)+4)-5)) =647kg- CO₂となり、上記 7)と同じ値が得られます。</p>
9	<p>ISO14046 : 2014 では、水利用として取水に伴う水消費だけでなく、汚染物質等の水域への排出なども水利用の一部として評価の対象とされている。以下の記述で最も不適切なものはどれか。</p> <p>(a) 水資源量そのものに着目して資源量に対する需要の大きさからその希少性を判断するものは水希少性フットプリント (water scarcity footprint) と呼ばれる。</p> <p>(b) 作物など水資源を必要とする財を輸入することで水資源の不足を回避できていることを示すものはバーチャルウォーターフットプリント (virtual water footprint) と呼ばれる。</p> <p>(c) 水資源量だけでなく季節性、地域性や水質を含めた需要と資源量との対比を行うものは水利用可能性フットプリント (water availability footprint) と呼ばれる。</p> <p>(d) 水域への汚染物質等の排出により水質を劣化させることによる影響は水質劣化フットプリント (water footprints addressing water degradation) と呼ばれる。LCA で取り扱う富栄養化や有害化学物質による水系汚染などもこの中に含まれる。</p> <p>(e) 水に関する複数のフットプリントを包括する形で水資源利用に関わるあらゆる影響を含めたものはウォーターフットプリントプロファイル (water footprint profile) と呼ばれる。</p>	<p><ウォーターフットプリント> 【正解】 (b) (難易度 : ★★)</p> <p>(b) ISO14046 : 2014 にはバーチャルウォーターの概念はありません。バーチャルウォーターは乾燥地域などの国々は水資源を必要とする財を貿易を通じて作物などを輸入することで水資源の不足を回避できていることを証明するものとして考えられた概念です。したがって、もし輸入財を国内で生産していたらどのくらいの水が必要であったかという仮想的な水利用量を評価するものであり、ライフサイクル全体を通じて水利用量を計上する WF と似てはいるが評価するものが違います。</p>
10	<p>CO₂ 排出による気候変動が問題になっている。気候変動の影響を経済価値に換算する方法として不適切なものはどれか。</p> <p>(a) CO₂ 排出量を削減するための対策費</p> <p>(b) CO₂ 排出量の増加により増大する疾病の治療費</p> <p>(c) CO₂ 排出量の増加により使用が増加する冷房費用</p> <p>(d) CO₂ 排出量の増加により増大する洪水の増加の対策費</p> <p>(e) CO₂ 排出量の増加に伴い減少した農家の収入</p>	<p><経済価値変換> 【正解】 (a) (難易度 : ★★★★★)</p> <p>(a) 対策費は被害の費用ではありません。</p>
11	<p>EC (欧州委員会) が実施した「製品の環境フットプリント」の説明として不適切なものはどれか。</p> <p>(a) 化石燃料の枯渇の特性化係数は全て 1 とされている。</p> <p>(b) 鉱物資源消費は、アンチモンを基準物質とし、究極埋蔵量と年間の消費量を基礎にした非生物資源枯渇係数を使う。</p> <p>(c) 気候変動の特性化係数は、IPCC の第 5 次報告書の気候フィードバックを考慮した 100 年係数を使用する。メタン (バイオマス由来) は 36.75、メタン (化石燃料由来) は 34 である。</p> <p>(d) 特性化の 16 の影響領域には、富栄養化の「淡水」、「海洋」、「陸生」の 3 つの影響領域が含まれる。</p> <p>(e) 16 の影響領域の全てを実施する時の重み付け係数と、16 の影響領域から「人間健康 (がん)」、「人間健康 (非がん)」並びに「淡水生態毒性」の 3 つの影響領域を除いた重み付け係数が用意されている。</p>	<p><PEF の影響評価と重み付け> 【正解】 (c) (難易度 : ★★★★★)</p> <p>(c) 気候変動の特性化係数は、IPCC の第 5 次報告書の気候フィードバックを考慮した 100 年係数を使用する。メタン (バイオマス由来) は 34、メタン (化石燃料由来) は 36.75 である。</p>
12	<p>1998 年から 5 年間行われた経済産業省による通称 LCA 国家プロジェクトでは、日本版被害算定型環境影響評価</p>	<p><LIME の保護対象></p>

	<p>手法（LIME：Life cycle Impact assessment Method based on Endpoint modeling）と呼ばれる LCA の影響評価の方法が開発された。これを LIME1 とし、その後 LIME2、LIME3 と発展している。これらの LIME の保護対象についての以下の記述の中で不適切なものはどれか。</p> <p>(a) LIME が「人間健康」の評価に採用した障害調整生存年（DALY：Disability-Adjusted Life Year）は、世界保健機関（WHO）が毎年発行する健康報告書で採用されており、LCA の影響評価において、健康影響を表す指標として利用することが多い。</p> <p>(b) LIME が「生物多様性」の評価に採用した（PAF：Potentially Affected Fraction）は、有害物質の暴露や生態系の物理的改変に伴う生物種の絶滅リスクの変化量の総和を、生物多様性が受ける被害量として算定する。土地利用変化や化学物質の排出がインベントリにあたり、これによる絶滅リスクの変化を求めたものが被害係数となる。</p> <p>(c) LIME3 は、G20 の各国で調査を実施し、LIME2 と共通の 4 つの保護対象（人間健康、生物多様性、社会生産、社会資産）の各国の統合化係数が導出された。従って、LIME3 では世界の各地から原料や素材を輸入している製品、世界の各地で使用されている製品等の現地の状況を反映した影響評価が可能となっている。</p> <p>(d) LIME では、「一次生産」として純一次生産力（NPP：Net Primary Production）を被害指標とした係数を採用している。NPP は時間あたりの生産量、すなわち生産速度であり、一般には 1 年間の単位土地面積あたりの乾物量（例：t ha⁻¹ yr⁻¹）として表される。</p> <p>(e) LIME では人間社会において有価物として捉えられる、農作物、水産資源、森林資源、鉱物資源、化石燃料を包括して「社会資産」としている。鉱物資源や化石燃料の利用による環境影響は、ユーザーコスト法を採用して円に換算している。</p>	<p>【正解】 (b) （難易度：★★★）</p> <p>(b) LIME が「生物多様性」の評価に採用したのは EINES（Expected Increase in Number of Extinct Species）です。生物種の絶滅リスクの変化量の総和を計算しています。PAF（Potentially Affected Fraction）は影響を受ける生物種の割合を表したものです。</p>
13	<p>影響評価（LCIA）の手順及び特性化についての以下の記述の中で不適切なものはどれか。</p> <p>(a) 影響評価（LCIA）は、インベントリ分析の結果とした得られた資源の消費や環境負荷物質の排出が環境に与える影響を評価する段階であり、多数の物質で示されるインベントリ分析の結果を、少数の理解しやすい情報として表現することが、その役割である。</p> <p>(b) ISO14044:2006 では、影響評価（LCIA）を自然科学に基づいて評価できる「必須要素」と、人の価値観を避けることができない「任意領域」に分けている。特性化までが「必須要素」で、正規化以降は「任意領域」となっている。</p> <p>(c) 影響評価（LCIA）の分類化では、インベントリ分析の結果得られた排出物や資源について、影響が最も大きな影響領域を特定し領域間でダブルカウントがないように振り分ける。</p> <p>(d) 影響評価（LCIA）の特性化では、分類化した後に、特性化係数を乗じ、それらを合算して、それぞれの影響領域に対する領域指標の結果を求める。この時の特性化係数は、対象物質が実際に及ぼす被害の大きさを求めたものではなく、その影響領域に与える潜在的な能力を示すものである。</p> <p>(e) 特性化の結果を検討するために影響評価プロファイルを作成するが、それぞれの特性化係数の基準が異なるので、各影響領域を各項目に対応させたレーダーチャートなどが用いられる。</p>	<p><LCI と LCIA の集計の仕方></p> <p>【正解】 (c) （難易度：★★）</p> <p>(c) 影響評価（LCIA）の分類化では、インベントリ分析の結果得られた排出物や資源を、関連する影響領域に振り分ける際には、二つ以上の影響領域に影響するインベントリ分析結果があるので、注意することが必要です。</p>

<p>14</p>	<p>温室効果ガス（GHG）排出量の算定方法を示す様々な規格やガイドラインがあるが、算定する GHG の種類がまちまちであり、また推奨している GHG の評価に使用する地球温暖化係数（GWP）も異なっている。それぞれの規格やガイドラインの説明で適切なものはどれか。</p> <p>(a) ISO14067:2018 のカーボンフットプリント（CFP）の算定は、気候変動に関与する全ての温室効果ガスを算定する。第 5 次 IPCC 報告書の値を使うことを推奨している。</p> <p>(b) 2023 年 3 月に経済産業省と環境省が発行した「カーボンフットプリント（CFP）算定ガイドライン」では、気候変動枠組み条約で合意されているいわゆる 7 ガスを算定する。IPCC 第 6 次報告書の GWP を掲載している。</p> <p>(c) EC（欧州委員会）がパイロットプロジェクトを行った「環境フットプリント」では、気候変動枠組み条約で合意されているいわゆる 7 ガスを算定する。IPCC 第 5 次報告書の気候フィードバックを考慮した GWP を推奨している。</p> <p>(d) GHG プロトコルが発行している Scope3 基準では、気候変動枠組み条約で合意されているいわゆる 7 ガスを算定する。新たに算定を始める企業には最新の IPCC 報告書の GWP が推奨しているが、既に Scope1、2 を算定している企業にはそれと同じ GWP を使うことを推奨している。</p> <p>(e) 我が国の「地球温暖化対策の推進に関する法律」に基づく「温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度」では、気候変動枠組み条約で合意されているいわゆる 7 ガスを算定する。令和 6 年度から最新の IPCC 第 6 次報告書の GWP が用いられる。</p>	<p><ガイドラインと GWP></p> <p>【正解】 (d) （難易度：★★★★）</p> <p>(a) ISO14067:2018 のカーボンフットプリント（CFP）の算定は、気候変動に関与する全ての温室効果ガスを算定する。最新の IPCC 報告書の値を使うことを推奨している。</p> <p>(b) 2023 年 3 月に経済産業省と環境省が発行した「カーボンフットプリント（CFP）算定ガイドライン」では、気候変動に関与する全ての温室効果ガスを算定する。IPCC 第 6 次報告書の GWP を掲載している。</p> <p>(c) EC（欧州委員会）がパイロットプロジェクトを行った「環境フットプリント」では、気候変動に関与する全ての温室効果ガスを算定する。IPCC 第 5 次報告書の気候フィードバックを考慮した GWP を推奨している。</p> <p>(d) 正解</p> <p>(e) 我が国の「地球温暖化対策の推進に関する法律」に基づく「温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度」では、気候変動枠組み条約で合意されているいわゆる 7 ガスを算定する。令和 6 年度から IPCC 第 5 次報告書の GWP が用いられる。</p>
<p>15</p>	<p>ISO14067:2018（製品のカーボンフットプリント）の Annex D にリサイクルの定式化が記載されている。ここでは、100%再生材料で製造された製品がオープンループリサイクルされるシステムの GHG 排出量は、式(1)に従って算出することができる。とされている。</p> $E_M = E_{PP} + E_{EoL} + (1 - R) \cdot A \cdot E_v \quad \dots (1)$ <p>式(1)の変数の説明として不適切なものはどれか。</p> <p>(a) E_{PP} は、廃棄された製品からリサイクル材料を生産するために必要とされる前処理に関連する GHG 排出量である。</p> <p>(b) E_{EoL} は、使用済み製品からリサイクル材を製造するための GHG 排出量である。</p> <p>(c) R は、その材料のリサイクル率である。</p> <p>(d) A は、一次材料の価値がリサイクル材にどれだけ引き渡されるかという観点で決められる「配分係数」である。リサイクル材の品質の評価係数に相当する。</p> <p>(e) E_v は、製品に必要な原材料を、天然資源から新品の材料として生産することに伴う GHG 排出量である。</p>	<p><リサイクルの定式化></p> <p>【正解】 (a) （難易度：★★★★）</p> <p>(a) E_{PP} は、リサイクル材料を製品に使う前の前処理に関連する GHG 排出量である。リサイクル材料の品質が新品材料より劣る程度を示す係数が A である。この新品材料を品質が劣る材料を使うための前処理の GHG 排出量が E_{PP} である。</p>
<p>16</p>	<p>カーボンフットプリントやカーボンニュートラル並びにネットゼロに関する様々なガイドラインや規格が発行されている。いずれもロケーションベースの電力の GHG 排出量の算定が使えるが、マーケットベースの算定を認めているものもある。以下の説明で不適切なものはどれか。</p> <p>ただし、規格番号とその発行年はどれも正しく、「」内に示された規格の略称の適・不適は問わない。</p> <p>(a) ISO14064-1:2018 「組織の GHG の排出量及び吸収量の定量化」ではロケーションベースの算定が必要とされている。マーケットベースでの算定を認めていない。</p> <p>(b) ISO14067:2018 「カーボンフットプリント」では、マーケットベースの算定が認められている。</p>	<p><ロケーションベースとマーケットベース></p> <p>【正解】 (e) （難易度：★★★）</p> <p>(e) GHG プロトコルの「Scope2 ガイダンス:2015」では、ロケーションベースの算定を基本としているが、電力市場があるところではマーケットベースの算定を認めている。</p>

	<p>(c) ISO14068-1「ネットゼロへの移行ーカーボンニュートラルリティ」では、マーケットベースの算定が認められているが、ロケーションベースの算定が推奨されている。</p> <p>(d) IWA42:2022「ネットゼロガイドライン」は、ロケーションベースの算定が基本であるが、マーケットベースの算定も認められている。</p> <p>(e) GHG プロトコルの「Scope2 ガイダンス:2015」では、ロケーションベースの算定を基本とし、マーケットベースの算定を認めていない。</p>	
17	<p>フレックス燃料自動車(*)を500万円で購入した。この自動車の年間ガソリン消費量は500ℓ/年で、使用段階を除くライフサイクルでのCO₂排出量は4,500kg-CO₂と計算されている。この自動車を使うための燃料を、ガソリンから100%バイオエタノールに切り替える時、1tのCO₂排出削減コストとして最も近いものはどれか。</p> <p>* : フレックス燃料自動車 : ここでは、ガソリン、エタノールいずれの燃料でも走行可能な自動車。 ただし、ガソリンは200円/ℓ、CO₂排出量は2.5kg-CO₂/ℓとし、100%バイオエタノールは250円/ℓ、CO₂排出量は0.5kg-CO₂/ℓ(カーボンニュートラル考慮済み)とする。なお、ガソリン、バイオエタノールの発熱量はそれぞれ35MJ/ℓ、25MJ/ℓであり、発熱量あたりの走行距離は燃料種に依存しないと仮定する。</p> <p>(a) 10,000円/t-CO₂ (b) 25,000円/t-CO₂ (c) 50,000円/t-CO₂ (d) 80,000円/t-CO₂ (e) 100,000円/t-CO₂</p>	<p><LCA の利用 : ペイバックタイム : 計算> 【正解】 (d) (難易度 : ★★★)</p> <p>ガソリンを使用し続けると、年間で500ℓ×200円/kWh=100,000円の支出で、CO₂は500ℓ×2.5kg-CO₂/ℓ=1,250kg-CO₂排出される。</p> <p>一方、バイオエタノールでは、500ℓ×35/25×250円/リットル=175,000円の支出で、CO₂は500ℓ×35/25×0.5kg-CO₂/ℓ=350kg-CO₂排出される。</p> <p>したがって、900(=1250-350)kgのCO₂の削減のために75,000円(=175,000-100,000)かかるので、1kgのCO₂の削減コストは、75,000円/900kg-CO₂=83円/kg-CO₂になる。 単位を換算すると、83,000円/t-CO₂となる。</p>
18	<p>2023年3月にWBCSDが発行した削減貢献量算定のガイダンスの説明として不適切なものはどれか。</p> <p>(a) 「削減貢献量を算定する企業が、自身のScope3基準のScope1、Scope2、Scope3の算定を行っていること」を削減貢献量を算定するための条件としている。</p> <p>(b) 「化石燃料の採掘・輸送・利用など化石燃料そのものに係わる技術や製品でないこと」を削減貢献量を算定するための条件としている。</p> <p>(c) 製品の削減貢献量の大きさにかかわらず、中小企業も含む全ての産業が削減貢献量を算定することを推奨している。</p> <p>(d) 最終製品を製造する企業と、その部品や素材を製造する企業が同時に削減貢献量を算定することを許容し寄与率については言及していない。すなわち、ダブルカウントがあることを許容している。</p> <p>(e) 製品の削減貢献量の算定を対象としている。組織全体の削減貢献量の算定については詳細な記述がない。</p>	<p><WBCSD のガイダンス> 【正解】 (c) (難易度 : ★★★)</p> <p>(c) WBCSD の削減貢献量のガイダンスは削減貢献量を算定するための条件として次の3つのゲートを設けています。</p> <p>ゲート1 : 削減貢献量を算定する企業が、自身のScope3基準のScope1、Scope2、Scope3の算定を行っていること。これは、削減貢献量が大きな製品だけを宣伝しているという批判に対応するためと考えられる。</p> <p>ゲート2 : 化石燃料の採掘・輸送・利用など化石燃料そのものに係わる技術や製品でないこと。化石燃料の使用を削減する背景がある。</p> <p>ゲート3 : 削減貢献量が大きな製品であること。GHG削減の社会に大きく貢献することを目的としている。</p> <p>またダブルカウントがあることを承知で削減貢献量の算定を推奨しています。 製品が対象で組織の削減貢献量については触れていません。</p>
19	<p>WRIとWBCSDが協働で出した組織のScope3基準では、企業等の組織の温室効果ガスの算定範囲を、Scope1、Scope2並びにScope3に分けて算定することになっている。以下の説明の中で適切なものはどれか。</p>	<p><LCA の利用 : Scope3> 【正解】 (e) (難易度 : ★)</p>

	<p>(a) Scope1 は、GHG 排出量を算定する企業がガソリンなどの化石燃料の燃焼で直接排出する GHG である。その化石燃料を製造するまでの GHG 排出量は含まなければならない。</p> <p>(b) Scope2 は、GHG 排出量を算定する企業に電力や熱などのエネルギーの供給に伴う GHG 排出量である。さらに上流の化石燃料の採掘や輸送に伴う GHG 排出量も含まなければならない。</p> <p>(c) Scope3 のカテゴリ-1（購入した製品やサービス）は、GHG 排出量を算定する企業が購入した製品やサービスを製造する企業が Scope3 基準で算定した GHG 排出量を当該製品に配分した GHG 排出量を示す。</p> <p>(d) Scope3 のカテゴリ-4（輸送、配送（上流））は、基本的には GHG 排出量を算定する企業が購入した製品やサービスの製造者から GHG 排出量を算定する企業までの輸送を意味する。GHG 排出量を算定する企業が販売した製品の輸送を特定荷主として輸送業者に委託する時のカテゴリ-9（輸送、配送（下流））と明確に分ける必要がある。</p> <p>(e) 販売した製品の廃棄でサーマルリサイクルによる発電を行う場合がある。Scope3 のカテゴリ-12（販売した製品の廃棄）の算定では、サーマルリサイクルにより発電した電力を「控除」することは認められていない。</p>	<p>「第3回中級検定 試験問題例の解答および解説」の設問 19 を参照。</p>
20	<p>最近カーボンニュートラルやネットゼロに関する活動が活発になっている。以下の記述の中で、<u>不適切なもの</u>はどれか。ただし、規格番号とその発行年はどれも正しく、「」内に示された規格の略称の適・不適は問わない。</p> <p>(a) ISO14068-1「ネットゼロへの移行—カーボンニュートラリティ」では、長期的な目標で最後に残る残余排出を除去行為から生じるカーボンクレジットで相殺することを認めている。</p> <p>(b) ISO14068-1「ネットゼロへの移行—カーボンニュートラリティ」では、カーボンニュートラリティに向かう移行期では、削減行為で生じるカーボンクレジットで相殺することを認めている。</p> <p>(c) IWA42:2022「ネットゼロガイドライン」は、最終的な残余排出を相殺するために除去行為から生じるカーボンクレジットで相殺することを認めている。</p> <p>(d) IWA42:2022「ネットゼロガイドライン」は、中期的な目標達成のために除去行為で生じるカーボンクレジットで相殺することを認めている。</p> <p>(e) SBTi の「ネットゼロ基準」では、長期的な目標で最後に残る残余排出を除去行為から生じるカーボンクレジットで相殺することを認めている。</p>	<p><CN (ISO, IWA42, SBTi) > 【正解】 (d) (難易度: ★★★)</p> <p>ISO14068-1「ネットゼロへの移行—カーボンニュートラリティ」では、長期的な目標で最後に残る残余排出を除去行為から生じるカーボンクレジットで相殺することを認めています。また中期的な移行期においては、削減行為で生じるカーボンクレジットも使用することができます。</p> <p>IWA42:2022「ネットゼロガイドライン」は、最終的な残余排出を相殺するために GHG の除去行為で生じたカーボンクレジットで相殺することを認めています。中期目標の達成については、たとえ除去行為で生じたカーボンクレジットであってもその使用を認めていません。SBTi の「ネットゼロ基準」も同じです。</p>