

LCAF：中級検定試験 第6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>LCAに関するISO（国際標準）に関する以下の記述で、現在（2024年8月31日）の状況として不適切なものはどれか。ただし、「」内に示された規格の和文翻訳略称の適・不適は問わない。</p> <p>(a) ISO/TS 14071 「クリティカルレビューのプロセス及びレビューアの力量」は、改訂の作業中である。 (b) ISO/TS 14072 「組織のLCAに関する要求事項及び指針」は、改訂の作業中である。 (c) ISO/TR 14073 「ウォーターフットプリント-ISO14046 活用のための事例集」は、2017年に発行済みである。 (d) ISO/TS 14074 「正規化、重み付け及び解釈の原則、要求事項及び指針」は、改訂の作業中である。 (e) ISO 14075 「ソーシャルLCAのための原則及び枠組み」は、発行の最終段階（FDIS）である。</p>	<p><LCAに関するISO> 【正解】 (d) (難易度：★★★)</p> <p>(d) ISO/TS 14074 「正規化、重み付け及び解釈の原則、要求事項及び指針」は2022年に発行されました。</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適切なものはどれか。</p> <p>(a) 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。 (b) 一次データ：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。 (c) 二次データ：直接測定されず、文献やデータベースから引用されたデータ。 (d) 宣言単位：機能を基準とするのではなく、個々の製品として定義された評価の対象。 (e) パーシャルCFP：評価対象製品の一部だけを評価するカーボンフットプリント（CFP）。</p>	<p><用語の定義> 【正解】 (a) (難易度：★★)</p> <p>(a) (a)だけがLCAの国際標準規格（ISO14040：2006及びISO14044：2006）にある定義です。その他はISO14067：2018「カーボンフットプリント（CFP）」の定義です。ISO14040：2006及びISO14044：2006にはありません。</p>
3	<p>ISO14040：2006に書かれているLCAの主な特徴として不適切なものはどれか。</p> <p>(a) LCAを実施するための単一の方法というものは存在しない。組織は意図した用途及び要求事項に従って、LCAの実施に柔軟性をもつ。 (b) LCAは、機能単位に基づく相対的なアプローチである。 (c) LCAは、設定された目的及び調査範囲に従って環境影響を系統的な方法で評価する。LCAは、正確な環境影響を予測する方法を試行する。 (d) 重み付けには価値観の選択が要求されるため、LCAの結果を単一の包括的な評点又は数値に換算する科学的な根拠は存在しない。 (e) ライフサイクル解釈は、解釈の段階の内部とLCAの他の段階との間で反復的な手順を使用する。</p>	<p><LCAの特徴> 【正解】 (c) (難易度：★)</p> <p>(c) ISO14040：2006には「LCAは、設定された目的及び調査範囲に従って潜在的な環境影響を系統的な方法で評価する。LCAは、絶対的又は正確な環境影響を予測しない。」と書かれています。LCAでは、潜在的な影響すなわち影響の可能性を評価するものと理解されています。</p>
4	<p>1日に6tの原料PETを用いて、1個2kgの製品Aを1,600個と1個3kgの製品Bを800個製造している工場がある。この時、製品AとBの加工ロスにより製品にならないPETが廃棄物として毎日400kg単純焼却されている。</p> <p>この工場は24時間/日、7日/週、40週/年、エネルギーの年間消費量は軽油燃料を140kL、電力160MWhである。軽油と電力並びに廃棄物PETを、製品Aと製品Bに生産重量を基準として配分すると、製品Bの1個当たり</p>	<p><インベントリ分析：計算> 【正解】 (a) (難易度：★★★★)</p> <p>1個の製品Bの生産に必要なPETの生産に係わるCO₂排出量を忘れないようにします。</p> <p>1) 軽油の年間消費量を1日当たりの消費量に換算し、製品Bの1kg当たりの軽油消費量を求める。稼働</p>

<p>のライフサイクルでの CO₂ 排出量として最も近いものはどれか。</p> <p>ただし、軽油の発熱量は 38MJ/L、その燃焼による CO₂ 排出係数（上流プロセス合算済み）は、0.1kg-CO₂/MJ であり、電力の CO₂ 排出量は、0.5kg-CO₂/kWh である。また、原料 PET を 1kg 製造するまでの CO₂ 排出量（上流プロセス合算済み）は 2.5kg-CO₂/kg-PET、1kg の PET の燃焼では 2.3kg-CO₂/kg-PET の CO₂ が発生するものとし、廃棄物処理に要するエネルギーは無視できるものとする。</p> <p>(a) 9.70kg-CO₂ (b) 9.20kg-CO₂ (c) 9.05kg-CO₂ (d) 8.67kg-CO₂ (e) 8.52kg-CO₂</p>	<p>日数は、280 日（＝ 7d x 40 週）なので、軽油の利用に伴う CO₂ 排出量は、 $140,000L \div 280 \text{ 日} \div (2\text{kg} \times 1,600 \text{ 個} + 3\text{kg} \times 800 \text{ 個}) \times 38\text{MJ/L} \times 0.1\text{kg-CO}_2/\text{MJ}$ ＝ 0.34kg-CO₂/kg 製品 電力の利用に伴う CO₂ 排出量は、 $160,000\text{kWh} \div 280 \text{ 日} \div (2\text{kg} \times 1600 \text{ 個} + 3\text{kg} \times 800 \text{ 個}) \times 0.5\text{kg-CO}_2/\text{kWh}$ ＝ 0.05kg-CO₂/kg 製品 製品 B1 個あたりは、$(0.34 + 0.05) \times 3\text{kg} = 1.17\text{kg-CO}_2/\text{製品 B}$。製品 A と B は同じになる。</p> <p>2) 400kg/d の廃棄物を生産される重量基準で配分する。製品 A と製品 B の合計重量は 5,600kg/d。 （製品 A は 2kg/個 x 1,600 個/d = 3,200kg/d、製品 B は 3kg/個 x 800 個/d = 2,400kg/d） したがって製品 1kg あたりの廃棄物 PET は、 $400\text{kg-廃棄物 PET}/5,600\text{kg-製品} = 0.07\text{kg-廃棄物 PET}/\text{製品 1kg}$。 製品 B は 3kg/個なので、製品 B の 1 個あたりの廃棄物 PET の燃焼では、 $(0.07\text{kg-廃棄物}/\text{製品 kg}) \times (3\text{kg}/\text{個}) \times 2.3 (\text{kg-CO}_2/\text{kg-PET 燃焼}) = 0.49\text{kg-CO}_2/\text{製品 B}$</p> <p>3) 原料 PET の入力に伴う製品 B の 1 個当たりの CO₂ 排出量は、 $(3 + 0.07 \times 3) \text{ kg}/\text{個} \times 2.5\text{kg-CO}_2/\text{kg-PET} = 8.03\text{kg-CO}_2/\text{製品 B}$。</p> <p>4) 上記を合計し、製品 B の 1 個当たりの CO₂ 排出量は、 $1.17 + 0.49 + 8.03 = 9.69\text{kg-CO}_2/\text{個}$ となる。</p> <p><別解> 生産重量基準で配分する。製品 A は 1,600 個 x 2kg = 3.2 t /日、製品 B は 800 個 x 3kg = 2.4t/日、合計 5.6t/日できる。また年間の稼働日数 = 280 日（＝ 7d x 40 週）なので、製品 1t 当たりは、PET : (6t/5.6t)、軽油 : (140kL/280/5.6t)、電気 : (160MWh/280/5.6t)、廃棄物 : (0.4t/5.6t)。これを CO₂ に換算する。 ・ PET の CO₂ = $(6t \div 5.6t) \times (2.5\text{kg-CO}_2/\text{kg-PET}) = 2.678\text{kg-CO}_2$ ・ 軽油の CO₂ = $(140\text{kL} \div 280 \div 5.6t) \times 38\text{MJ/L} \times 0.1\text{kg-CO}_2/\text{MJ} = 0.339\text{kg-CO}_2$ ・ 電気の CO₂ = $(160\text{MWh} \div 280 \div 5.6t) \times 0.5\text{kg-CO}_2/\text{kWh} = 0.051\text{kg-CO}_2$ ・ 廃棄物の CO₂ = $(0.4t/5.6t) \times 2.3\text{kg-CO}_2/\text{kg-PET} = 0.162\text{kg-CO}_2$ ・ 合計 : 3.23kg-CO₂ 製品 B は 1 個あたり 3kg なので、$3.23 \times 3 = 9.69\text{kg-CO}_2$</p>
<p>5 LCA 調査でバックグラウンドデータとして使われる LCA データベースの説明として、<u>不適切なもの</u>はどれか。</p> <p>(a) 国立環境研究所が公開している 3EID の環境負荷原単位は、各部門の単位生産活動（百万円相当の生産）に伴い直接間接的に発生する環境負荷量を示した数値であり、部門間の投入と産出の構造を基礎とする産業連関分析によって算出されている。</p> <p>(b) LCA 日本フォーラムの LCA データベースは、インベントリ分析用データ、インパクト評価用データ及び文献データから構成されている。この中には、52 工業会から自主的に提供された「Gate to Gate」の約 250 品目のインベントリデータが含まれている。</p>	<p><データベース（産業連関表や IDEA の説明など）> 【正解】 (c) （難易度：★）</p> <p>(c) 産業技術総合研究所が作成している IDEA は、日本国内の統計表及びプロセスが基本になっていますが、海外のデータも含まれています。</p>

	<p>(c) 産業技術総合研究所が作成している LCA データベースである IDEA は、日本国内の統計表及びプロセスが基本になっており、海外のデータは含まれていない。</p> <p>(d) エコイベントは欧州の LCA データベースであるが、世界のそれぞれの地域での製造データがある素材も存在する。また、地域を特定しない世界全体に適用するデータも存在するのでアジア圏でも広く使用されている。</p> <p>(e) バックグラウンドデータには、「積み上げ」と「産業連関表分析」によるものがあり、使用するデータの整合性を保つために、通常は両者を混在して用いることは推奨されないが、場合によっては混在して利用されることもある。それは「ハイブリット分析」と呼ばれている。</p>	
6	<p>以下の化学式は代表的な廃硫酸の中和反応式を示している。</p> $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ <p>以下の条件で、25%の廃硫酸 1kg を中和処理する時の CO₂ 排出量として最も近いものはどれか。</p> <ul style="list-style-type: none"> 中和反応は、理想的に化学量論に基づいて進行し、中和工程でエネルギーは消費しない。 中和剤（100%品位）を製造するための CO₂ 排出量（上流合算済み）及び生産物（100%品位）を全く別のプロセスで製造するための CO₂ 排出量（上流合算済み）は以下のとおりである。 NaOH : 1.0kg-CO₂、Na₂SO₄ : 5.0kg-CO₂ ※水の CO₂ 排出原単位は考慮しない。 原子量は以下のとおり。 H : 1、S : 32、O : 16、Na : 23 <p>(a) 1.8kg-CO₂ (b) 0.2kg-CO₂ (c) -1.6kg-CO₂ (d) -3.2kg-CO₂ (e) -6.4kg-CO₂</p>	<p><配分：計算> 【正解】 (c) (難易度：★★★★)</p> <p>廃硫酸中の硫酸（100%）は 0.25kg (=1kg x 0.25) なので、反応の物量を求めた後、処理の CO₂ 排出量を算定する。</p> $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ <p>※分子量：H₂SO₄ : 98g、2NaOH : 2 x 40g、Na₂SO₄ : 142g</p> <p>廃硫酸重量（100%換算）は 0.25kg なので、NaOH の消費量は 0.20kg = ((0.25 ÷ 98) x 80)、Na₂SO₄ の生産量は 0.36kg = ((0.25 ÷ 98) x 142) である。</p> <p>次に CO₂ 排出量を算出する。廃硫酸自体は廃棄物なので CO₂ 排出量はゼロである。NaOH の CO₂ 排出量は 0.20kg-NaOH x 1.0kg-CO₂/kg-NaOH = 0.2kg-CO₂、Na₂SO₄ の CO₂ 排出量は、0.36kg-Na₂SO₄ x 5.0kg-CO₂/kg-Na₂SO₄ = 1.8kg-CO₂ であり、これを控除する。</p> <p>したがって、1kg の廃硫酸処理に伴う CO₂ 排出量は (0.2kg - 1.8kg) = -1.6kg となる。</p>
7	<p>LCA を使ったりサイクルの評価の記述として不適切なものはどれか。</p> <p>(a) 紙をマテリアルリサイクルして再生紙を製造する場合に必要なエネルギーは、紙を木材チップから製造する時に必要なエネルギーとほぼ同等である。紙を木材チップから製造する時には、木材に含まれるリグニンなどが含まれる黒液をエネルギーとして利用できるため、再生紙を製造するよりもエネルギー消費量が少ないと考えることができる。</p> <p>(b) 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>(c) 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と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に大きな違いがなく、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とは言えない。</p> <p>(d) 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</p>	<p><リサイクルの概念> 【正解】 (a) (難易度：★★)</p> <p>(a) 古紙を回収してマテリアルリサイクルをすると、バージンパルプから紙を製造するよりは木材の使用量を削減することができます。この削減した木材は、他のエネルギー用途に使うことができるので、マテリアルリサイクルの方がバージンパルプから紙を作るよりエネルギーが少なく済むと考えることができます。 (注意) 管理された森林で生産された木材はカーボンニュートラルです。バージンパルプから紙を製造する時は、紙の繊維にならない黒液を燃焼してエネルギーを得ることができます。一方、古紙を回収しマテリアルリサイクルする時は黒液が使えないので化石燃料をエネルギーとして使うこととなります。その分だけ、古紙リサイクルの方が CO₂ 排出量は多くなります。エネルギーの観点からの優位性と CO₂ 排出量の観点からの優位性が異なるので注意が必要です。</p> <p>(b) 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、原理的にどちらかが圧倒的に優位とは言えません。具体的なシステムの比較が必要になります。</p> <p>(c) ポリエチレン（PE）の場合は、エネルギー消費量の観点からは、再生 PE の製造の方がサーマルリサイ</p>

	<p>の材料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) 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よりも、PET を原料の分子まで戻すケミカ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の方が小さいので、エネルギー消費量の観点からは、ケミカルリサイクルの方がサーマルリサイクルの方よりも優位である。</p>	<p>クルよりも「圧倒的に」優位とは言えません。</p> <p>(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。したがって材料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> <p>(e) (d)と同様に、PET はケミカルリサイクルでも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、バージン PET 樹脂を 4,000kg/年、電力を 5,000kWh/年、工場ボイラで軽油を 3,000L/年使用して、PET シートを 3,800kg/年製造している。今までは、工場内廃棄物となる PET シート端材は工場内でボイラ燃料として混焼利用していた。今回、端材をボイラ燃料として利用せずに、再生 PET 樹脂メーカーに移動し、その再生 PET 樹脂メーカーが製造する再生 PET 樹脂を利用することにした。このときの CO₂ 排出量の増減として最も近いものはどれか。</p> <p>ただし、バージン PET 樹脂を 1kg 製造するまでの CO₂ 排出量（上流プロセス合算済み）は 2.5kg-CO₂/kg、材料リサイクルで再生 PET 樹脂を 1kg 製造する時に必要となるエネルギーとして電力 0.5kWh/kg-再生 PET 樹脂、蒸気 2kg/kg-再生 PET 樹脂が消費され、その歩留は 100%であるとヒアリングした。</p> <p>電力 1kWh の CO₂ 排出量（上流プロセス合算済み）は 0.50kg-CO₂/kWh、蒸気 1kg の CO₂ 排出量（上流プロセス合算済み）は 0.30kg-CO₂/kg とする。1kg の PET は 23MJ/kg-PET、その燃焼では 2.3kg-CO₂/kg-PET の CO₂ が発生する。軽油の発熱量は 38MJ/L、排出係数は 0.1kg-CO₂/MJ である。また、再生 PET はバージン原料と全く同じ性質の PET が同量製造されるものとする。なお、工場内外の PET 回収に必要なエネルギーなどは考慮しない。</p> <p>(a) 220kg-CO₂/年の CO₂ 排出量が増加する。 (b) CO₂ 排出量の変化はない。 (c) 330kg-CO₂/年の CO₂ 排出量が削減される。 (d) 440kg-CO₂/年の CO₂ 排出量が削減される。 (e) 500kg-CO₂/年の CO₂ 排出量が削減される。</p>	<p><リサイクルの計算></p> <p>【正解】 (c) （難易度：★）</p> <p>製品になる PET シートの製造で使われる 5,000kWh/年の電力、3,000L/年の軽油は、リサイクル方法の変更によって変化しないので、CO₂ 排出量の増減には関係しないため、ここでは算定しない。</p> <p><変更前></p> <ul style="list-style-type: none"> ・バージン PET 樹脂 4,000kg の製造とサーマルリサイクルされる 200kg (= 4,000 - 3,800) の焼却による CO₂ 排出量を計算する。 $(4,000\text{kg-PET}) \times (2.5\text{kg-CO}_2/\text{kg-PET}) + (200\text{kg-PET}) \times (2.3\text{kg-CO}_2/\text{kg-PET}) = 10,460\text{kg-CO}_2$ ・ボイラで燃焼される PET は 200kg-PET で、4,600MJ (= 200kg × 23MJ/kg) を供給する。これを軽油量に換算すると、$4,600\text{MJ} \div 38\text{MJ/L} = 121\text{L}$ 軽油である。 <p><変更後></p> <ul style="list-style-type: none"> ・再生 PET 使用量は 200kg である。この再生 PET 樹脂 200kg 製造には、 $(200\text{kg-再生 PET}) \times (0.5\text{kWh/kg-再生 PET}) \times (0.5\text{kg-CO}_2/\text{kWh})$ $+ (2\text{kg 蒸気/kg-再生 PET}) \times (0.3\text{kg-CO}_2/\text{kg 蒸気}) = 170\text{kg-CO}_2$ が発生する。 ・したがって、この工場でのバージン PET 樹脂の使用量は 3,800kg (= 4000 - 200) となり、その CO₂ 排出量は、$3,800\text{kg} \times 2.5\text{kg-CO}_2/\text{kg-PET 樹脂} = 9,500\text{kg-CO}_2$ が発生する。 ・また、ボイラで利用されていた熱量が不足するので、軽油で補うため、 $(121\text{L 軽油}) \times (38\text{MJ/L}) \times (0.1\text{kg-CO}_2/\text{MJ}) = 460\text{kg-CO}_2$ が排出される。 ・合計は、$170\text{kg-CO}_2 + 9,500\text{kg-CO}_2 + 460\text{kg-CO}_2 = 10,130\text{kg-CO}_2$ <p><変更前後の増減></p> <ul style="list-style-type: none"> ・$10,130\text{kg-CO}_2 - 10,460\text{kg-CO}_2 = -330\text{kg}$ ※330kg-CO₂/年が増加する。 <p>【別解】 200kg の端材をリサイクルすることによる増減を考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・減るのは、 <ol style="list-style-type: none"> ①原料 PET が 200kg 不要になる。この CO₂ は：$-(200\text{kg-PET}) \times (2.5\text{kg-CO}_2/\text{kg-PET})$ ②ボイラで燃焼されていた CO₂ がなくなる。この CO₂ は：$-(200\text{kg-PET}) \times (2.3\text{kg-CO}_2/\text{kg-PET})$ ・増えるのは、 <ol style="list-style-type: none"> ③再生 PET を製造するための電力。この CO₂ は $(200\text{kg-PET}) \times (0.5\text{kWh/kg-PET}) \times (0.5\text{kg-CO}_2/\text{kWh})$ ④再生 PET を製造するための蒸気。 この CO₂ は $(200\text{kg-PET}) \times (2\text{kg 蒸気/kg-PET}) \times (0.3\text{kg-CO}_2/\text{kg 蒸気})$ ⑤ボイラで使っていた PET が無くなるので、軽油で補う必要がある。 この CO₂ は $(200\text{kg-PET}) \times (23\text{MJ/kg-PET}) \times (0.1\text{kg-CO}_2/\text{MJ})$ ・これらを合算すると、-330kg ※330kg-CO₂/年が増加する。

9	<p>LCA 調査における気候変動（地球温暖化）の影響評価では、IPCC が報告している地球温暖化係数（GWP）の 100 年係数が使われることが多い。化石資源由来のメタン（CH₄）の係数の説明として不適切なものはどれか。</p> <p>(a) IPCC の第 4 次報告書（2007）では 25 である。これは LIME2 で使われている。 (b) IPCC の第 5 次報告書（2013）では 30 である。この数値は Scope3 基準などで長く使われてきた。 (c) IPCC の第 5 次報告書（2013）の気候フィードバックを考慮した数値は 36.75 である。欧州環境フットプリントのガイドライン 3.1 版ではこれが推奨されている。 (d) IPCC の第 6 次報告書（2021）では 29.8 である。2023 年 3 月に経済産業省と環境省が合同で発行した「カーボンフットプリントガイドライン」では、この数値が推奨されている。 (e) 化石資源由来のメタン（CH₄）の 100 年係数は、生物資源由来のメタン（CH₄）の 100 年係数よりも小さい。</p>	<p><GWP> 【正解】 (e) （難易度：★）</p> <p>(e) メタン（CH₄）は酸化されて CO₂ になります。生物資源由来のメタン（CH₄）は大気中の CO₂ が固定されたものなので、CO₂ になっても大気中の CO₂ を増加させることはないと理解されます（カーボンニュートラル）。一方、化石資源由来のメタンは、酸化されるとメタンとしての温室効果はなくなりますが、CO₂ としての温室効果が残ります。この温室効果を考慮するので、化石資源由来のメタンの GWP・100 年係数は、生物資源由来のメタンの GWP・100 年係数よりも大きくなります。</p>
10	<p>ある工場の煙突から微量の SO₂ が周囲に排出されていることが明らかになった。こ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) 周辺の住民が SO₂ を避けるためのマスクの購入費用。 (b) 周辺の住民の SO₂ による疾病の治療費。 (c) SO₂ の排出を防ぐための企業による対策費。 (d) SO₂ による被害を受ける周辺住民の転地療養費。 (e) SO₂ による被害を賠償するための住民の受け取り意思額。</p>	<p><経済価値変換> 【正解】 (c) （難易度：★）</p> <p>(c) 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」では、LCA を用いた影響評価を行い、重み付けを実施して単一の指標で表す方法を採用している。この方法の説明として適切なものはどれか。</p> <p>(a) 様々な影響領域の被害を推定し、それらを経済価値（ユーロ）に換算して合算することで単一指標とする方法を採用している。 (b) 様々な影響領域の被害を推定し、それらを人間健康、生物多様性などの保護対象ごとにまとめた結果を EU の目標値を用いた「Distance to Target 法」を用いて単一指標にする方法を用いている。 (c) 様々な影響領域のミッドポイントでの評価を行い、正規化後の値を欧州各国の一般市民と LCA 専門家によるアンケートで重み付けする方法を採用している。 (d) 様々な影響領域のミッドポイントでの評価を行い、それらを欧州委員会の目標値を用いた「Distance to Target 法」を用いて単一指標にする方法を用いている。 (e) CO₂、SO_x など政策的に指定した物質の EU の加盟国全体での排出量と、EU での目標値を比較する「Distance to Target 法」を用いて単一指標にする方法を用いている。</p>	<p><PEF の影響評価と重み付け> 【正解】 (c) （難易度：★★）</p> <p>(c) EC の「製品の環境フットプリント」は 16 領域の影響評価を行い、正規化後に、これらを一般の消費者と LCA の専門家へのアンケートに基づくパネル法で求めた重み付け係数を用いて単一指標にしています。</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 に係わる特徴として不適切なものはどれか。</p> <p>(a) LIME は、複数の環境領域ごとの特性化の結果を正規化し、それらを重み付けする方法であり、その保護対象は、「人間健康」、「社会資産」、「生物多様性」、「一次生産」の 4 つである。</p>	<p><LIME> 【正解】 (a) （難易度：★★★★）</p> <p>(a) 複数の環境領域ごとの特性化の結果を正規化し、それぞれを重み付けする方法は、「ミッドポイント」での重み付けです。LIME は、実際に被害を受けるエンドポイントを推定し、その被害量を重み付けする方法です。</p>

	<p>(b) LIME が「人間健康」の評価に採用したのは障害調整生存年 (DALY : Disability-Adjusted Life Year) で、「生物多様性」の評価に採用したのは、生物種の絶滅リスクの変化量の総和を計算した EINES (Expected Increase in Number of Extinct Species) である。</p> <p>(c) LIME では、4 つの保護対象をとりまとめる重み付けは、マーケティング調査にも使われているコンジョイント分析が用いられ、消費者の価格への意識 (それぞれの保護対象の被害への支払い意思額) を調べ、その分析を元に決定されている。</p> <p>(d) LIME2 の結果は、環境への影響を単一指標である円で示され、費用 (コスト) が導き出されるので、環境効率やフルコスト分析などで用いることが可能となっている。</p> <p>(e) LIME3 の開発にあたっては、G20 の各国で調査を実施し、LIME2 と共通の 4 つの保護対象の各国の統合化係数が導出された。</p>	
13	<p>ISO14040 : 2006 に示されている LCA の影響評価 (LCIA) に関する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、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、その役割であり、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>(b) 影響評価 (LCIA) の分類化では、インベントリ分析の結果を、関連する影響領域に振り分けるが、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ある。</p> <p>(c) 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。そして、その結果を総合的に検討するために影響評価プロファイル (リーダーチャート等) を作成する。</p> <p>(d) 影響評価 (LCIA) の特性化係数として、一般に気候変動は「GWP (基準物質 : CO₂)」、オゾン層の破壊は「ODP (基準物質 : CFC-11)」、酸性化は「POCP (基準物質 : SO₂)」、「富栄養化 NP (基準物質 : PO₄³⁻)」などが使われる。</p> <p>(e) 「一般開示を意図する比較主張」の場合、影響評価 (LCIA) の実施は必須であるが、グルーピングを行う場合には「実施者に責任がある」ことを明示することが必要であり、重み付けは禁止されている。</p>	<p><LCI と LCIA の集計の仕方、クリティカルレビュー> 【正解】 (d) (難易度 : ★★)</p> <p>(d) 酸性化の特性化係数は「AP (基準物質 : SO₂)」です。</p>
14	<p>以下のカーボンフットプリント (CFP) の算定方法のガイドライン及び GHG に関する事業並びに制度の中で、「いわゆる『7 ガス』を算定する」と決められているものの組み合わせとして適切なものはどれか。</p> <p>(あ) ISO14067 : 2018 のカーボンフットプリント (CFP)</p> <p>(い) 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」</p> <p>(う) 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」</p> <p>(え) GHG プロトコルが発行している Scope3 基準</p> <p>(お) 日本の「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」</p> <p>(a) (あ)、(う)、(え) (b) (い)、(え)、(お) (c) (い)、(う)、(お) (d) (あ)、(う)、(お) (e) (う)、(え)、(お)</p>	<p><ガイドラインと GWP> 【正解】 (b) (難易度 : ★★)</p> <p>カーボンフットプリント (CFP) と LCA 調査の「気候変動」の領域では温室効果ガスの排出量を算定しますが、算定対象を気候枠組み条約で決めているいわゆる 7 ガスに限定しているガイドラインがあります。この設問の中では、以下が 7 ガスに限定しています。</p> <p>(い) 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」</p> <p>(え) GHG プロトコルが発行している Scope3 基準 (注意 : 2011 年では 6 ガスです)。</p> <p>(お) 「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」</p> <p>7 ガスに限定していないのは、以下です。</p> <p>(あ) ISO14067 : 2018 (カーボンフットプリント (CFP))</p> <p>(う) EC (欧州委員会) の「環境フットプリント」</p>

15	<p>コンセクエンシャル LCA (CLCA) の実施方法として<u>不適切な要素を含むものはどれか。</u></p> <p>(a) 北海道での高断熱木造住宅の普及を、全く構造が同じで断熱材が使われない木造住宅と比較して評価した。 (b) 今までの家畜の飼料として使われていた稲わらを集めて行うバイオマス発電を、その導入により不足する稲わらを補う飼料の製造を加味して評価した。 (c) 製品が売れるようになったので、工場の新設地の候補をいくつか想定して、材料の購入経路などの違いを評価した。 (d) 将来の電気自動車の販売拡大に必要な電力を、今後建設が進む再生可能エネルギーによる発電を想定して評価した。 (e) ある地域の電力需要の増大に対応するために、新型の高効率天然ガス火力発電、バイオマス発電、太陽光発電など導入が想定される発電方法を比較して評価した。</p>	<p><コンセクエンシャル LCA> 【正解】 (a) (難易度：★)</p> <p>(a) 北海道の新築木造住宅の普及で、断熱材が使われない木造住宅を想定することは不自然です。コンセクエンシャル LCA では、起こりえる事態の変化量を評価します。</p>
16	<p>ISO14067 : 2018 に示されたカーボンフットプリント (CFP) の説明として<u>不適切なものはどれか。</u></p> <p>(a) 算定対象とするライフサイクルステージは、最終製品の場合は製品の原材料調達から廃棄・リサイクルまで (Cradle to Grave)、中間製品の場合は製品の原材料調達から製造 (出荷) まで (Cradle to Gate) を基本としつつ、CFP を提供する相手や提供の目的を考慮し、選択しても良いことになっている。 (b) CFP の算定では、CO₂のみならず、その他の算定に重要な影響を与える GHG も含まなければならない。また、対象とする GHG の種類については、国際的な基準等を参考として選ばなければならない。 (c) バイオマスが大気中の CO₂を固定している量を (負) として算定し、その燃焼による CO₂ 排出量を (正) として算定する。したがって、製品製造までのカーボンフットプリントが (負) として表示されることがある。 (d) CFP 算定報告書では、定義された機能単位 (又は宣言単位) あたりの GHG 排出量 (CO₂ 換算値) の質量を記載しなければならないが、各ライフサイクルステージ別の GHG 排出量及び除去・吸収量については、区別して記載しなければならない。 (e) CFP の算定においては、カーボンオフセットを適用しても良く、オフセットした場合には、カーボンオフセットした旨とその詳細を明示しなければならない</p>	<p><カーボンフットプリント (CFP) > 【正解】 (e) (難易度：★★)</p> <p>(e) CFP の算定においては、カーボンオフセットを適用してはならないことになっています。なお、算定後の CFP に対してオフセットする場合には、カーボンオフセットした旨とその詳細を明示しなければなりません。</p>
17	<p>250 万円で購入した燃費 15km/L の自家用ガソリン車 A を、300 万円の燃費 30km/L のハイブリッド自動車 B に買い替える。この時のコストペイバック走行距離と CO₂ ペイバック距離の組み合わせとして<u>最も適切なものはどれか。</u></p> <p>ただし、ガソリンは 200 円/L、CO₂ 排出量は 2.5kg-CO₂/L であり、自動車 A、B の製造までの CO₂ 排出量 (上流合算済み) は、それぞれ 4,500kg-CO₂、5,500kg-CO₂ と公表されている。</p> <p>(a) コストペイバック距離 : 50,000km、CO₂ ペイバック距離 : 12,000km (b) コストペイバック距離 : 50,000km、CO₂ ペイバック距離 : 17,000km (c) コストペイバック距離 : 50,000km、CO₂ ペイバック距離 : 24,000km (d) コストペイバック距離 : 75,000km、CO₂ ペイバック距離 : 12,000km (e) コストペイバック距離 : 75,000km、CO₂ ペイバック距離 : 24,000km</p>	<p><LCA の利用 : ペイバックタイム : 計算> 【正解】 (d) (難易度：★★)</p> <p>燃費 15km/L の自家用車 A を燃費 30km/L のハイブリッド車 B に買い替えるので、ガソリン消費量は 10,000km あたりで 333L (=10,000km × (1/15 - 1/30)) の節約になる。 これは、(333L/10,000km) × (200 円/L) = 66,600 円/10,000km の節約、 及び (333L/10,000km) × (2.5kg-CO₂/L) = (833kg-CO₂/10,000km) の節約になる。 従って、コストペイバック距離 = (300 万円 - 250 万円) ÷ (66,600 円/10,000km) = 75,000km、 CO₂ ペイバック距離 = (5,500kg-CO₂ - 4,500kg-CO₂) ÷ (833kg-CO₂/10,000km) = 12,000km</p> <p>【別解】 燃費 15km/L の自家用車 A を燃費 30km/L のハイブリッド車 B に買い替えるので、ガソリン消費量は 30km あたり 1L (200 円、2.5kg-CO₂) の節約になる。換言すれば、200 円で 30km、2.5kg-CO₂ で 15km の節約になる。</p>

		<p>・買い替える時に増加する費用は (300 万円 - 250 万円) = 500,000 円、これは 200 円の (500,000/200) 倍、従って、これを取り戻すためには、(500,000/200) × 30km = 75,000km 走る必要がある。</p> <p>・買い替えると (5,500kg-CO₂ - 4,500kg-CO₂) = 1,000kg-CO₂ 増加する。これは 2.5kg-CO₂ の 1,000/2.5 倍、従ってこれを取り戻すためには (1,000/2.5) × 30km = 12,000km 走らなければならない。</p> <p>※注意：「『15km』あたり 1L (200 円、2.5kg-CO₂) の節約になる」と考えないこと。</p>
18	<p>新たに開発した製品を、市場の旧製品と比較することによる GHG 排出削減貢献量の算定が行われるようになっている。この算定方法の説明として適切なものはどれか。</p> <p>(a) 評価する対象が最終製品の場合、比較する相手は、自社の旧製品でなければならない。</p> <p>(b) 評価する対象が最終製品の場合、比較する相手は、現状で市場のシェアが大きい他社の特定製品を選択することが望ましい。</p> <p>(c) 評価する対象が部品の場合、同じ最終製品でその部品が使われる場合と使われない場合を比較するが、最終製品の GHG 排出削減貢献量に対するその部品の寄与度を評価する定まった方法がない。</p> <p>(d) 評価する対象が部品の場合、その部品の使用による最終製品のエネルギー消費量だけを評価する。</p> <p>(e) 製品の GHG 排出削減貢献量は、省エネルギー製品を生産することにより増加するその企業の Scope3 基準の GHG 排出量から減算して表示することができる。</p>	<p><削減貢献量> 【正解】 (c) (難易度：★★)</p> <p>GHG 排出削減貢献量は、評価する製品が無い時（ベースライン）と比較した GHG の削減量を計算します。評価する製品が部品や素材の時でも、それらが使われる最終製品の削減貢献量を「ライフサイクル」で算定します。このときの部品や素材の寄与度をどのように評価するか定まった方法がありません。日本化学工業会のガイドラインは定性的に説明することを求めています。</p> <p>ベースラインは自社の旧製品に限りませんが、市場で競合する特定製品との比較は LCA で厳しく制限されている「一般に開示することを意図する比較主張」になるので、避けなければなりません。</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 (GHG) 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。以下の説明の中で不適切なものはどれか。</p> <p>(a) Scope1 は、燃料の燃焼や、製品の製造などを通じて企業・組織が「直接排出」する GHG のことである。したがって、メーカー等が製品をつくる際に、石油などを化学的に加工することで排出される CO₂ も含まれる。</p> <p>(b) Scope3 のカテゴリー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のカーボンフットプリント (CFP) の値を用いることになるが、購入した製品やサービス CFP を算定していない場合には、LCA のデータベースを用いて算定することが一般的である。</p> <p>(c) 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供給に伴う GHG 排出量であり、電力については、ロケーション基準とマーケット基準の2種類の方法論が併用されている。</p> <p>(d) 自社が販売した製品の最終消費者までの物流は事業者の下流に位置するが、事業者が荷主である場合は、Scope3 のカテゴリー9 (輸送、配送 (下流)) ではなく、カテゴリー4 (輸送、配送 (上流)) で算定する。</p> <p>(e) Scope3 のカテゴリー12 (販売した製品の廃棄) は、使用者による製品の廃棄時の GHG の排出である。したがって、製品を廃棄するための輸送も算定する必要がある。</p>	<p><LCA の利用 : Scope3> 【正解】 (e) (難易度：★★★)</p> <p>(e) カテゴリー12 (販売した製品の廃棄) は、使用者による製品の廃棄時の排出であるが、基準及びガイドラインでは、この輸送を算定対象外としており、算定できる場合は算定しても構わないという位置づけです。</p>
20	<p>ISO14068-1 : 2023 「ネットゼロへの移行 -カーボンニュートラルリティ」に関する以下の記述の中で、不適切なものはどれか。</p> <p>(a) 組織のカーボンニュートラルリティの宣言方法を定めた規格である。</p> <p>(b) 遠い将来にどうしても残る残余排出 (residual emission) を、除去により発行された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) 移行期 (トランジション) に削減できていない排出 (unabated emission) を、削減により発行された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】 (a) (難易度：★★★★)</p> <p>(a) ISO14068-1 : 2023 「ネットゼロへの移行-カーボンニュートラルリティ」は、「組織 (企業、地方自治体、金融機関を含む)、製品 (サービス、イベント、建物を含む) など、幅広い対象に適用される。」とされています。</p>

(d) Gridからの購入電力はロケーションベースで算定することを推奨しているが、マーケットベースでの算定も認めている。

(e) カーボンニュートラルリティに向かうための活動の優先順序を、削減、除去、オフセットと定めている。