

## LCAF 中級検定 第2回試験問題

注意1) ページ番号(p.X)は、「改訂版：演習で学ぶLCA」のページ番号です。

注意2) 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
1	<p><b>Q1 (難易度：★★★★)</b>  <b>&lt;ISOのLCA&gt;</b>  <b>ISO/TC207に関する以下の記述で不適切なものはどれか。</b></p> <p>(a) LCAの枠組みを示すISO14040:2006には要求事項が一つしかない。                  (b) ISO14040:2006は製品とサービスの規格である。組織のLCAの実施方法はISO/TS 14072:2014として発行されている。                  (c) ISO14044:2006の詳細版として、クリティカルレビューの実施方法の詳細を示すISO/TS 14071:2014が発行され、正規化、重み付け、解釈の実施方法を示すISO/TS 14074が発行予定である。                  (d) ISO14040:2006を発行しているTC207/SC5は、ウォータフットプリントの規格ISO14046:2014やカーボンフットプリントの規格ISO14067:2018も発行している。                  (e) ISO14040:2006を発行しているTC207/SC5は、LCAの範囲を拡大したソーシャルLCAの規格を開発中である。</p>
2	<p><b>Q2 (難易度：★★★)</b>  <b>&lt;機能と機能単位&gt;</b>  <b>LCAでの機能と基準フローの関係の記述として最も不適切なものはどれか。</b></p> <p>(a) ペーパータオルと電気ハンドドライヤーの機能単位を「乾かす手の数」にすると、基準フローは「両手を乾かすのに必要な紙の平均質量から計算した紙の消費量と熱風の量」になる。                  (b) 塗料の機能単位を、隠ぺい率98%及び耐用年数5年で、20m<sup>2</sup>の性状が決まっている壁を着色することとすると、基準フローは、例えば隠ぺい率に係わる標準試験に基づいて計算される。                  (c) 電球の機能単位を300ルクスで50,000時間とすると、「10,000時間の寿命がある100ルクスの電球が三つの5倍」または「5,000時間の寿命があり150ルクスの電球が二つの10倍」が基準フローになるが、それらを実現する据付具を含まなければならない。                  (d) 飲料容器の機能を「50,000ℓの飲料を保護すること」とすると、基準フローはそれを物理的に満たす「100,000本の0.5ℓのワンウェイボトル」または「125,000本の再利用率90%の0.4ℓのリターナブルボトル」で実現できる。0.5ℓと0.4ℓの違いは無視できる。                  (e) 廃棄物処理の機能単位は、廃棄物を処分するという機能だけではなく、それに付随する材料の再利用やエネルギー回収というリサイクルシステムを提供する機能を含むべきである。</p>
3	<p><b>Q3 (難易度：★★★)</b>  <b>&lt;インベントリ分析の注意：全般&gt;</b>  <b>LCA調査を実施する方法として不適切なものはどれか。</b></p> <p>(a) LCAでは、「0.1%未満の部品をカットオフする」というように実施される場合が多い。しかし、ISO14044:2006は、質量が大きい部品から数えて99.9%までを調査するというように累積重量が重要であることを示している。                  (b) エネルギーに関連するGHG排出量を算定するLCAでは、資本財の生産に係わる環境負荷は全体への影響が小さいので除外しても良いとされている。                  (c) トラックで製品の配送をしている場合には、「改良トンキロ法」による算定が推奨される。鉄道・航空機については、「従来トンキロ法」が適用される。                  (d) ECの「環境フットプリント」のデータ品質は、技術的代表性、地理的代表性、時間的代表性、並びに精度(不確実性)の4項目で評価されている。                  (e) ISO14044:2006は「欠落データ」の取り扱いについて、“ゼロではないことが分かっているがゼロとして扱うデータ”、“ゼロであるとわかっているデータ”、“類似の単位プロセスの値を用いて計算されたデータ”を区別することを推奨している。</p>
4	<p><b>Q4 (難易度：★★★)</b>  <b>&lt;インベントリ分析：計算&gt;</b>  <b>家庭用菜園で野菜を育てるために、幅0.95mのポリエチレン(PE)製農業用マルチ10mと複合肥料1kg及び農薬5gを希釈して使った。これらの資材の資源の採掘から製造までのCO<sub>2</sub>排出量原単位を産業連関表分析によるデータベースで調べたら、PE、複合肥料、農薬はそれぞれ百万円の生産あたり1.0×10<sup>4</sup>kg-CO<sub>2</sub>、8.0×10<sup>3</sup>kg-CO<sub>2</sub>、5.0×10<sup>3</sup>kg-CO<sub>2</sub>であった。また、PE、複合肥料、農薬の価格は1kgあたりそれぞれ150円、50円、1,000円であった。使用した資材の資源の採掘から製造までのCO<sub>2</sub>排出量に最も近いものはどれか。ただし、農業用マルチは厚さ20μm、比重0.92g/cm<sup>3</sup>であるとする。</b></p> <p>(a) 26kg-CO<sub>2</sub>                  (b) 4.0kg-CO<sub>2</sub></p>

	<p>(c) 2.6kg-CO<sub>2</sub></p> <p>(d) 0.7kg-CO<sub>2</sub></p> <p>(e) 0.4kg-CO<sub>2</sub></p>
5	<p><b>Q5 (難易度: ★★★)</b></p> <p><b>&lt;データベースの特徴&gt;</b></p> <p>LCA 調査でバックグラウンドデータとして使われることがある以下のデータベースの説明として、<u>適切なものはどれか</u>。</p> <p>(a) 国立環境研究所が公開している 3EID の最新版は、2015 年の産業連関表に基づき約 400 の産業部門の GHG 排出量、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub> の排出量が公開されている。</p> <p>(b) 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る。海外のデータは含まれていない。</p> <p>(c) LCA 日本フォーラムの LCA データベースは、参加している工業会が主要な製品について Cradle to Grave で作成したデータを公開している。</p> <p>(d) エコインベントは、欧州を中心としたデータベースである。日本を含むアジア圏の LCA には使えない。</p> <p>(e) 建築学会の「AIJ-LCA データベース」は、産業連関表を活用した建材の CO<sub>2</sub> 排出量原単位を示すデータベースである。</p>
6	<p><b>Q6 (難易度: ★★★★★)</b></p> <p><b>&lt;配分: 計算&gt;</b></p> <p>以下の化学式は食塩 (NaCl) の電気分解法による水酸化ナトリウム (NaOH)、塩素 (Cl<sub>2</sub>)、水素 (H<sub>2</sub>) の製造を示している。この反応では 2.50kWh の電力の消費により塩素 (Cl<sub>2</sub>) 1kg と、それに相当する水酸化ナトリウム (NaOH) と水素 (H<sub>2</sub>) を得ることができることが分かっている。</p> $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2$ <p>生産される製品のモル数を基準にする配分方法により水素 (H<sub>2</sub>) 1kg の製造に要する電力の消費量に最も近いものはどれか。ただし、入出力の物質が全て純度 100%であるとし、Na、Cl、O、H の原子量をそれぞれ 23、35.5、16、1.0 とする。</p> <p>(a) 88.75kWh</p> <p>(b) 44.38 kWh</p> <p>(c) 22.19 kWh</p> <p>(d) 2.50 kWh</p> <p>(e) 0.625 kWh</p>
7	<p><b>Q7 (難易度: ★★)</b></p> <p><b>&lt;リサイクルの概念&gt;</b></p> <p>LCA を使ったリサイクルの評価の記述として<u>不適切なものはどれか</u>。</p> <p>(a) 紙をマテリアルリサイクルする場合と単純焼却する場合の比較では、マテリアルリサイクルする方が単純焼却する場合よりも木材チップの原料である木材の伐採が少なくなると考えられる。この木材はエネルギーとしても使えるので、エネルギー消費量の観点からはマテリアルリサイクルが優位である。</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 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) 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大きいので、エネルギー消費量の観点からは、サーマルリサイクルの方がケミカルリサイクルよりも優位である。</p>
8	<p><b>Q8 (難易度: ★★)</b></p> <p><b>&lt;リサイクルの計算&gt;</b></p> <p>ある工場、ポリプロピレン(PP)を 4,000kg/年、電力を 16,000kWh/年使用して、プラスチック製品 4,000kg/年を製造している。この製品は全量が回収され、その 60%を発電効率 12%でサーマルリサイクルし、残りの 40%で再生 PP を製造して外販している。この時の CO<sub>2</sub> 排出量を、回収された全製品が単純焼却されていた場合と比較すると、CO<sub>2</sub> の削減量として<u>最も近いものはどれか</u>。</p> <p>ただし、原料 PP を 1kg 製造するまでの CO<sub>2</sub> 排出量 (上流プロセス合算済み) は 0.60kg-CO<sub>2</sub>/1 kg-PP、再生 PP を 1kg 製造する時に必要となる電力は 1kWh/1kg-再生 PP、電力 1kWh の CO<sub>2</sub> 排出量 (上流プロセス合算済み) は 0.50kg-CO<sub>2</sub>/kWh とし、1kg の PP は、43MJ/kg-PP、その燃焼では 3.0kg-CO<sub>2</sub>/kg-PP の CO<sub>2</sub> が発生するものとする。また、再生 PP は原料と全く同じ性質の PP が製造されるものとし、再生 PP とサーマルリサイクルで発電された電力を「控除」して評価する。回収に必要なエネルギーなどは考慮しない。</p>

	<p>(a) 12,000kg-CO<sub>2</sub>/年の CO<sub>2</sub> 排出量が削減される。</p> <p>(b) 10,400kg-CO<sub>2</sub>/年の CO<sub>2</sub> 排出量が削減される。</p> <p>(c) 6,680kg-CO<sub>2</sub>/年の CO<sub>2</sub> 排出量が削減される。</p> <p>(d) 2,680kg-CO<sub>2</sub>/年の CO<sub>2</sub> 排出量が削減される。</p> <p>(e) 960kg-CO<sub>2</sub>/年の CO<sub>2</sub> 排出量が削減される。</p>
9	<p><b>Q9 (難易度：★★)</b></p> <p>&lt;特性化&gt;</p> <p>オランダのライデン大学 CML が提案した水圏の酸性化の特性化係数は、対象の酸性化物質 1g が水に溶けた時に生成するプロトン (H<sup>+</sup>) のモル数を、基準物質である 1g の SO<sub>2</sub> が水に溶けた時に生成するプロトンの数と比較する単純なものである。以下のように HCl と SO<sub>2</sub> の化学反応を想定する時の HCl の特性化係数として最も適切なものはどれか。ただし、原子量は S:32、O:16、H:1、Cl: 35.5 とする。</p> $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_3 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{O}_2$ $\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ <p>(a) 0.50</p> <p>(b) 0.57</p> <p>(c) 0.88</p> <p>(d) 1.75</p> <p>(e) 2.00</p>
10	<p><b>Q10 (難易度：★★★)</b></p> <p>&lt;経済価値変換&gt;</p> <p>ある工場の煙突から微量のばいじん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<u>不適切なもの</u>はどれか。</p> <p>(a) 周辺の住民がばいじんを避けるためのマスクの購入費用。</p> <p>(b) 周辺の住民のばいじんによる疾病の治療費。</p> <p>(c) ばいじんの排出を防ぐための企業による対策費。</p> <p>(d) ばいじんを受ける周辺住民の転地療養費。</p> <p>(e) ばいじんによる被害を賠償するための住民の受け取り意思額。</p>
11	<p><b>Q11 (難易度：★★★)</b></p> <p>&lt;影響評価：PEF&gt;</p> <p>EC (欧州委員会) が実施した「製品の環境フットプリント (PEF: Products Environmental Footprint)」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<u>適切なもの</u>はどれか。</p> <p>(a) 影響評価を実施する 16 の環境領域が指定されている。</p> <p>(b) 富栄養化は陸域、淡水域、海域の 3 つの環境領域に分かれている。</p> <p>(c) 原子力発電所の事故による放射線の放出が影響領域に指定されている。</p> <p>(d) 世界人口の一人当たりの影響が規格値として与えられている。</p> <p>(e) 正規化後の重み付けにパネル法を採用している。</p>
12	<p><b>Q12 (難易度：★★★★)</b></p> <p>&lt;LIME&gt;</p> <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。この方法の特徴として<u>最も不適切なもの</u>はどれか。</p> <p>(a) 影響領域ごとに選択された基本フローについて、ミッドポイント評価である特性化係数と、エンドポイント評価である被害係数、並びに重み付けの結果である統合化係数が示されている。</p> <p>(b) 保護対象に、人間健康、社会資産、生物多様性、一次生産の 4 つが選択されている。</p> <p>(c) 人間健康の被害の評価には、WHO (世界保健機関) で採用されている障害調整生存年 (DARY:Disability Adjusted Life Year) が使われている。</p> <p>(d) 被害評価の後の重み付けは、日本全体の被害と比べる正規化を実施した後で、消費者の価格への意識を調査するためのマーケティング調査にも使われているコンジョイント法により重み付けが使われている。</p> <p>(e) コンジョイント法を用いる LIME の重み付け結果は、金銭化で表されることが特徴である。</p>
13	<p><b>Q13 (難易度：★)</b></p> <p>&lt;クリティカルレビュー&gt;</p> <p>ISO14044:2006 に書かれた LCA のクリティカルレビューで確認すべきことに<u>含まれないもの</u>はどれか。</p>

	<p>(a) LCA の目的が実施企業の戦略を反映している。</p> <p>(b) LCA を実行するために使用した方法が、科学的かつ技術的に妥当である。</p> <p>(c) 使用したデータが、調査の目的に照らして適切かつ合理的である。</p> <p>(d) 解釈は、特定された限界及び調査の目的を反映している。</p> <p>(e) 調査報告は、透明性及び整合性がある。</p>
14	<p><b>Q14 (難易度：★★)</b>  <b>&lt;LCA に関する理解&gt;</b>  <b>ISO14040:2006 の一般原則(Principles)に書かれた LCA の特徴として不適切なものはどれか。</b></p> <p>(a) ライフサイクルの全体像を示すものである。</p> <p>(b) 環境に焦点をあてるが、経済的及び社会的側面も含む。</p> <p>(c) 機能単位に基づく相対的な方法である。</p> <p>(d) 反復的な方法である。</p> <p>(e) 科学的なアプローチを優先する。</p>
15	<p><b>Q15 (難易度：★★★★)</b>  <b>&lt;コンセクエンシャル LCA&gt;</b>  <b>コンセクエンシャル LCA(CLCA)の実施方法として不適切と考えられる要素を含むものはどれか。</b></p> <p>(a) 太陽光発電で発電される電力を、日中の電力需要を調整している天然ガス火力発電所の電力を代替していると考えて評価した。</p> <p>(b) 稲わらを集めて行うバイオマス発電の評価では、今まで家畜の飼料として使われていた稲わらを補う飼料の製造を加味する必要がある。</p> <p>(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。</p> <p>(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。</p> <p>(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を導入する計画がある。このときの GHG 削減量を、現在使われている旧型の低効率石炭火力発電の GHG 排出量と比較して算定した。</p>
16	<p><b>Q16 (難易度：★)</b>  <b>&lt;LCA の利用：カーボンフットプリント&gt;</b>  <b>ISO14067:2018 に示されたカーボンフットプリントの算定方法として不適切なものはどれか。</b></p> <p>(a) ライフサイクル全体で算定することを前提とするが、製品の製造までの部分的な算定も認められている。</p> <p>(b) バイオマス製品の製造までを算定するカーボンフットプリントでは、製品に含まれる炭素の割合を示さなければならない。</p> <p>(c) バイオマスが大気中の CO<sub>2</sub> を固定している量を（負）として算定し、その燃焼による CO<sub>2</sub> 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。</p> <p>(d) バイオマス製品は燃焼されても固定されていた大気中の CO<sub>2</sub> がまた大気に戻るだけなので、カーボンニュートラルとされている。したがって、製品製造までのカーボンフットプリントでも炭素の固定ではなくカーボンニュートラルとして表示する。</p> <p>(e) バイオマスを育成するための土地改変による直接的な土壌の GHG 排出量も算定しなければならない。</p>
17	<p><b>Q17 (難易度：★★)</b>  <b>&lt;LCA の利用：ペイバックタイム：計算&gt;</b>  <b>内容積 400ℓ の冷蔵庫を 12 万円で購入した。この冷蔵庫の年間消費電力は 200kWh/年で、使用段階を除くライフサイクルでの CO<sub>2</sub> 排出量は 450kg-CO<sub>2</sub> と計算されている。この冷蔵庫を使うための電力を、大手電力会社からの購入電力から風力発電による新電力に切り替える時、1kg の CO<sub>2</sub> 排出削減コストとして最も適切なものはどれか。</b>  <b>ただし、大手電力会社の電力は 10 円/kWh、CO<sub>2</sub> 排出量は 0.52kg-CO<sub>2</sub>/kWh とし、風力発電による電力は 12 円/kWh、CO<sub>2</sub> 排出量は 0.02kg-CO<sub>2</sub>/kWh とする。</b></p> <p>(a) 0.5 円/CO<sub>2</sub>-kg</p> <p>(b) 1 円/CO<sub>2</sub>-kg</p> <p>(c) 2 円/CO<sub>2</sub>-kg</p> <p>(d) 4 円/CO<sub>2</sub>-kg</p> <p>(e) 8 円/CO<sub>2</sub>-kg</p>
18	<p><b>Q18 (難易度：★★★)</b>  <b>&lt;削減貢献量&gt;</b>  <b>新たに開発した製品が市場の旧製品と置き換わることによる 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不適切なものはどれか。</b></p> <p>(a) GHG 削減貢献量は、実際の排出量ではないので GHG プロトコルの Scope3 ではその算定を認めていない。</p> <p>(b) 日本 LCA 学会のガイドラインでは、最終製品に使われている素材や部品の GHG 排出削減貢献量の算定は最終製品に対する素材や部品</p>

	<p>の寄与率を考慮することが推奨されている。しかし、寄与率の計算方法は確立していないので、経済産業省のガイドラインでは素材や部品の GHG 削減貢献量の算定を認めていない。</p> <p>(b) GHG の削減貢献量は、製品のライフサイクルで算定することが基本であるが、日本 LCA 学会のガイドライン及び経済産業省のガイドラインでは、ライフサイクルの中で共通の部分は省略してもよいことになっている。</p> <p>(c) GHG 排出削減貢献を果たす製品が従来製品より販売量が増加すると、従来よりも GHG 排出の絶対量が増大する可能性があることが GHG 削減貢献量の算定の批判の一つになっている。</p> <p>(e) 市場で製品が置き換わることによる削減量を算定する方法なので、欧州ではコンセクエンシャル LCA で算定すべきという意見がある。</p>
19	<p><b>Q19 (難易度：★★★★)</b>  <b>&lt;LCA の利用：Scope3&gt;</b>  <b>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。以下の説明で、不適切なものはどれか。</b></p> <p>(a) Scope3 のカテゴリ-1 (購入した製品やサービス) には、購入した製品やサービスを製造する企業の Scope3 が含まれる。</p> <p>(b) Scope3 のカテゴリ-3 (Scope1,2 に含まれないエネルギー関連活動) には、購入した電力を発電するまでの天然ガスなどの燃料の採掘及び輸送が含まれる。</p> <p>(c) Scope3 のカテゴリ-6(出張)やカテゴリ-7(通勤)などは、製品のカーボンフットプリントの算定では通常は含まれない。</p> <p>(d) 従来製品より省エネが進んだ製品を購入した企業は Scope3 のカテゴリ-1 (購入した製品やサービス) が減少するが、それを生産している企業は、Scope3 のカテゴリ-11 (販売した製品の使用) にこの削減貢献の算定を含めることはできない。</p> <p>(d) 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が、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る発電電力を「控除」することが認められていない。</p>
20	<p><b>Q20 (難易度：★★)</b>  <b>&lt;ISO の近年の活動&gt;</b>  <b>近年の ISO の LCA 関連の活動についての以下の説明で不適切なものはどれか。</b></p> <p>(a) ISO/TC207/SC7 はカーボンニュートラルを宣言するための国際標準規格(ISO14068)を発行する作業を 2020 年に開始した。</p> <p>(b) 2021 年に発行された ISO14097:2021 は、金融機関の気候変動に関する投資などの活動を評価する方法を示している。</p> <p>(c) 2022 年に発行された ISO14030-3:2022 は、グリーンな製品を規定するタクソミーを Annex で示している。</p> <p>(d) ISO/TS14074 は正規化、重み付け、解釈の詳細の方法を示すものとして 2022 年中に発行される手続きになっている。</p> <p>(e) ISO/TC207/SC7 は金融機関が温室効果ガスの削減に取り組むための規格 ISO14097 を発行する作業を開始すると思われるが、まだ具体的な作業は始まっていない。</p>