を見える化するために開発されたのがLCAです。

特集 持続可能な社会に向けて (5)

木材利用と地球環境 ―環境への優しさで見る木材利用①

服はっ

部と

順ぶ

昭き

環境への優しさとは

ます。前者は人間が制御することはほぼ不可能なので、 ばよいでしょうか?その答えはライフサイクルアセスメント の制御により環境悪化を食い止めなければなりません。そこ 源と産業や日常生活と言った人為起源によりもたらされてい (LCA:Life Cycle Assessment)というツールの活用です。 昨今の地球環境の悪化は、火山噴火や地震と言った自然起 環境への優しさを定量評価(見える化)するにはどうすれ 人の社会活動において何処をどの様に改善すれば良いか

> 製造、 響領域が評価できるに過ぎません。 のところ資源消費や地球温暖化、 完成したツールではなく、未だに発展途上の評価手法で、今 科学的な根拠を基に総合的に評価する手法です。LCAは、 荷量を求め、それらの負荷物質が様々な環境に与える影響を において、投入した資源量やエネルギー量、環境に与えた負 LCAは製品(主に最終製品)やサービスの資源調達から 使用、リサイクル、廃棄までのライフサイクル(一生) オゾン層破壊など一五の影

や価格のみならず環境優位性も科学的に示すことが必要です 環境に優しいとされている木材利用を推進するには、性能 この情報はエネルギーや鋼、 プラスチック、鉄筋コンク

評

価

"

ĺ

ル

の紹介です。

使 言え、 はどの様になっているかをご わ n 1 環境 と言った原 7 l) るか、 0 優しさを評価 それ 材料に比べ を 崩 11 た木質材 て貧弱 口 するツ [に分けて概説 ĺ がな状 料 ル 70 況に にはどの様 建築物の じます。 あります。 なも 評 初 価 とは 回 0

ライフサイクル アセスメント L C A とは

定され、 九七年に制定され、 較 ができませんので、 L C Aの計算を好き勝手に行ってしまうと、 改訂や統廃合を経て今に至ってい それらの翻訳版がほぼ 評価方法の国際規格 ま。同 す²時 (ISO) と、結果の J 相 が S 互 九 比 制

業を もいう) 材料やエネルギー 入された原材料やエネルギーの種類と量を把握 にどこまで調 定」 (Definition of goal and scope) LCAは、 を 「インベントリ 環境負荷物質の最大 を乗じて、 影 響 規格に則って図1に示したように、 査・ 評 価 別に整備され 分析するかを 分析」 消費資源量や環境負荷物質量を求め (Impact assessment) (Inventory analysis) 五の影響領域への負荷を求 ってい 「目的および で、 る原単位 ②製品 で、 排出 調 Į 0 ④ 評 で、 各工 査 (1) 原単 そ 範 何 価 (3) 程 拼 n 0 の妥)資源 る作 位と ため 8 13 で 0 る 設 原 投

る地

環

境

0

13

お it 球

. る活

計

0

検

証などを

結果の解釈」

(Interpretation of results

1]

サ

1

ク

ĺV

.

込み、

人為起

すなわち、

自

それぞれ行い

結果をまとめます。

実際には、

常にこの

自然領域



がら、

設定した条件を吟

て、

進めて行

ように、 印 <

適宜振り返りな

は

果 が

LCA の手順²

解釈 ベントリ分析 図 1 味 · きませんので、 きませんので、解説書(3)けではまともな評価は だけですので、 規格は原則を示している かなければなりません。 解釈して

読んだだ

ライフサイクルアセスメントの枠組み

目的と調査範囲の設定

どを参考にして経験を

積

解説

源の環境負荷物質の効果的 様々なエネ 気に排出 動を見える化することで自然領域 然領 廃棄まで 悪化を食い止めるために、 するわけです ル 域 ギ に存 Ò 1 影響評価 製品 を投入して製品を製造 :在する様々な資源を人工領 が、 0 生 それを定量評 涯で な削減を目 むことが大切です。 たように、 様 LCAは、 制御 々な環境負荷物質を 指 に負荷を与える 可 価 能な人工領域 自然領 すものです。 図2に示 その使用 域に て、 域 持 であ ち

流

つ

て実行

、のでは れに沿

なく、

図

矢

が双方向に

なっ

7 中 して

(V 0)

た は す スをどれだけ消費したかが一 デ 時に L C LCAを強く意識している次第です。 が タとバ ιV CO₂ P NOx とできませ Aはフォ も現れますの ッ などをどれだけ排出したか、 クグランド アグランドデ ん。原単位とは、 で、 デー 環 境に敏感な国 í 覧表になっているデ タと呼ば タと呼ば 例えば、 れる原単 れる現場 や自治体、 また石 電 力を

位

0

方

が n

揃

ĺ

・タベ や天然

1

ス

油

kW 両

消

で得

5

企業など

自然領域 資源採取 大気への 輸送 几 \Rightarrow 影響評価 \Rightarrow 原材料製造 輸送 🎵 水への 製品製造 影響評価 リサイクル 輸送 几 土壌へ 流通 販売 T 更新性資源 の 輸送 几 影響評価 消費•使用 固形廃棄物 輸送 🎵 の影響評価 再生資源 廃棄

図 2 LCA の見える化概念

もとづ 渇性資源の延命と 減されると共に枯 移 業は見方を変える 実はこちら 領 重要だと思 j 動 を探ろうと な環 L Č A 自 環境悪化 0 域 副 然領域 Ś 可 0 次 ・提言によ 視化 負 0 間 的 結 荷 'の物質 効 です 0) が 0 61 11 ま 軽 低

表 1 MiLCA に搭載の IDEA Ver1.1.0 データベースにおける 2012年度の日本平均電力原単位の入力量(上)と出力量(下)の抜粋

基準フロー物質 (リマインダーフロー製品)名	カテゴリ 1	カテゴリ 2	カテゴリ 3	単位	総量
一次エネルギー (水力)	資源	水圏	再生可能エネルギー	MJ	3.61E-01
海水	資源	水圏	再生可能材料	kg	1.97E-01
一次エネルギー(地力)	資源	陸域	再生可能エネルギー	MJ	1.31E-01
天然ガス 54.6 MJ/kg	資源	陸域	非再生可能エネルギー	kg	1.06E-01
一般炭 25.7 MJ/kg	資源	陸域	非再生可能エネルギー	kg	7.44E-02
原油 44.7 MJ/kg	資源	陸域	非再生可能エネルギー	kg	4.31E-02
CO ₂ (化石資源由来)	排出物	大気	不特定	kg	5.85E-01
処理済水	排出物	水圏	不特定	kg	2.31E-02
CO ₂ (生物由来)	排出物	大気	不特定	kg	6.24E-04
CH ₄ (発生源不特定)	排出物	大気	不特定	kg	2.31E-04
汚泥 (埋立)	排出物	陸域	管理域内	kg	2.27E-04
NOx	排出物	大気	不特定	kg	2.13E-04

工領 出され 自然領域 では、 ども含め 力物質が副産物 大で六五 いう自然領域に排 される資源 の L C A 評 のことです。 して整備されて 水圏 である MiLCA2 0) 八九種類 Í 域 Ver. その |種類評 大気圏や水 1 程 13 る物質が . 域圏という タ て最大で 種 陸 から投入 お が最 類、 Ŕ 0) ける途 域 入出 圏 1 価 ツ ス 最

均值 になる電力原単位を入出 IDEA 1.1.0 にある日 **一**力別 本 に量 内 0 0 多い 0 物 電 力 か 5 社 抜 0 荷 重 幸 7

别 示すと、 源の場合はその 13 それが何処から来 口 示され セスに投入され 表 1 7 0 再 ようになります。 (V 生可 て、 能性、 介たの 評 た資源かそこから出た排 価 時 かあるい 排出物の場合は排 の解釈に役立つ ح は何処に行くか 0 デー タベ 情 1 報となってい 出 出 領 物 ・スで 域、 なの 0 剜 は、 が定 かの 当 資

原単位 なりますので、 どの様な発電方法で得た電力かとい 々な一 価 !できます。 の違いから、 次工 ネ それに応じて環境負荷も異なっ ル ギー 場の 0 内、 立地による製品 電 力は供給する電 う電源構 の環境負 てきます。 成が大きく 力社によっ 荷 . の 違 VI

な捉え方が生まれた背景を、 る環境負荷評 製品 バイオマスと言った熱源 説しています。 られます の環境への優しさを 標と評 原子力など発電方法が多様 価はできないことになります。 が、 [価対 7象とい エネ ル ギー Š 消費エネルギーだけ 両 工 も多様であるので、 養性 ーネル 源 が一 を持 ギ 種] なこと、 いっていたためである 類ならまだしも、 のLCAとい 本藤 で評 石炭や天然ガ 信頼性 は、 価する事 ·う言 0) 0 あ 水 様

の優しさとその定量 I ル

これには環境負荷物質毎にどの様な影響領域 Ł, 影響度の係数 を及ぼすか、 な悪影響を及ぼすかを求める「影響評 品 Ξ れ 0 らが地 生涯における消費資源量や環境負荷物 科学論文などの根拠データに基づいて決定 、特性化係数) 球的 規模の環境や地域 を乗じて、 価 的 求めます。 規 の作業に移ります。 模 にどの 0) 質量 環 境にどの 様な影 が 求まる 様

暖化、 内空気質汚染、 質の消費あるいは排出量が得られると、 図3に示した概念図のように、 我が国の代表的な環境影響評 光化学オキシダント、 有害化学物質、 生態毒性、 騒音、 価手法である LIME 2 それぞれの オ 酸性化、 都市域大気汚染、 ゾン層破壊、 領域に影響する物 富栄養化 地球 では、 源

廃棄物、 て、 評 省C図実証業務で、 ん。 ですので、 産業連関表に基づく環境負荷の配分を行って求めてい 消費という最大一 (価)。 林野庁・ 県別の生 環 ただ、 境影響 るところです。 土地利用、 針 環境 一産量を踏まえた土 .葉樹と広葉樹別や樹種別の評 森林 評 価が行 五. スギ、 省の補 資源消 の影響が評価できます 鉱物資源消費、 莇 わ Y 費への影響につい 事業による木 れ ノ 牛、 たので、 一場まで搬出され カラ 化石燃料消費、 デ 7 ッ、 1 材 刹 価 夕 (運命分析 ては工業統 1 用 はできて た丸太の日 1 K 推 進 ス 7 森林資 ツに 、るよう 省 反映 つい エネ

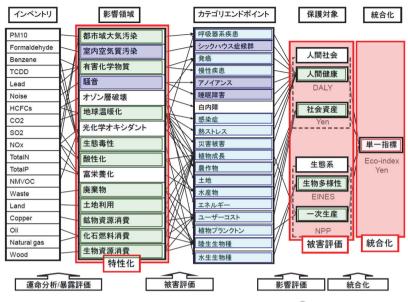


図 3 LIME 2 の概念図と評価対象の範囲⁶

きず 次 影 そ \mathbb{H} 関 は か 口 な統計学や 木 ノステ 負 係 生産 本人 響 0 ジ そこで、 難です。 地 影 ゴする か エ 荷量は、 を 球 被 丰 響 四 う保 (全体 総合 1 ح 害 0 0 順 ク つ 温 領 ジ 袓 0 は、 1 つ製品 た 重 13 評 暖 域 環境 毎に う 度影 ŋ 4 護 か が 0 環 义 的 化 毎 価 付 俕 対 環 3 異 (1) 経 境経済学など 影 ル 護対 その 環境: 済産 係数を決めていく作業でした。 iż 響する 境 なる環境 が 環 象で構成され 0 見て環境に優 0 (2) 響 コ 境 多 影 影 で 0)発 評 宝 業 省 ス 象で構 結果どの 負 0 Þ 逆 響 負 響 生 荷量 優 出 ١ 価 0 荷物資 0) は Ō 評 しさに にまとめ ō 量なので、 てきます。 傾 小 評 の 価 か た を نخ が 成され 補 ス 向 統 価 様 様 剜 得 る 莇 駆 を 影 テ 合化 13 々 事 対 示 F な被害がどの に当該 使 が 5 響評 1 13 な被害を 一業に 6 、間社会と、 製品 る生態系に ジ 都 する意思をまとめ したり れたとは言え、 빐 れる て、 単. 最 市 価 A い物質 により 大 純 域 降 が サ 大気汚 خط す 0) 0 とは (3) るト が 実施され シプ れ 合 か 相 五. 間 迊 大 程 خط かを 生 互. 算 0 物多 そして、 統 剜 健 度発生 影 染 通 0 ij 関 することは 影響 物に 合 n 康 ン 係 響 するとどち 知ること 1 ・グに の保 様性と لح ま 上 化 を、 領 K 0 社 す げ 影 ょ

ょ

n 度

る

域 オ

0 フ

環 0 が 0

領

域 0

る

名数

です

が 8

Н n 0 0) 剜

本円で表される係数も整備され

ました。

ح

0 無

求

Ď

る単

指標と呼 にまとめ

ば

n n

,る数 る係数

値

は、

単

0

な

VI ま

るだけ

数

値 決

5

ij ノスト や排

が 位

完成

L

境

負荷

医物質

め 5

ħ

た係数に

消

費量

出

量

を

乗じ

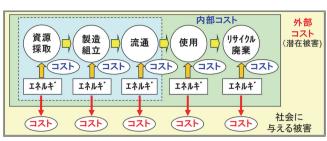


図 4

フルコスト分析 (FCA) の概念 払い 荷量 係数 可 4 るように 環境負荷量 は潜在被害額とも呼 できます Full 能になりました。 0 フル ま 墨を貨幣. を用 いせんの Cost Assessment) になっ コスト分析 が、 13 価値 ると、 が日本円で表され で、 たことから、 誰 もその で示すことが この 環境 にばれ FCA 負 額を支 ます。 荷量 0 义 負 が

C C

Life Cycle Costing)

と呼ばれています。

発生 きくなっても 部 する支払 コ コ F |する潜 ス お ス C 1 1 13 Aとは、 に当 内 て何らかの を V) 部 加えた全 在 額の総和 被 一該商 コ 害額 外 ス 対 八象製品 部 } 品品 であ 形で発生 が コ で 0 コ ス あ 少 ス 生 トの る外 る内 1 涯 々 0 大 ~ 生

n

ない

製品を選ぶ行動を取ると、

温室効果ガ

ス

G

Н

G

手 ケー に優し 低下 品 F えると、 被害額が内部 C A 法があり 0 生 スはまれです。 涯に 分析に (V 製品 、製品に 両 っますが、 おける総経費負担を軽減できるか否かを分析 コ ょ コス ス 0 1 値上げになること、 なるとい っ -の総和 トに比べて一 て製品がより この概念とは別に、 それはライフサイ . う概 であるFCAが小さく 念です。 割前後と大きくない 環境に優しく生 これまで ただ、 クルコスティング 内部 0) 内 コ ースト 経 部 な ま 験 ħ コ ことか ば、 だけで製 ス n で 変わ は する が る 増 境 在

カー ボンフットプリント C F とは

F と 説 業に は、 域 新 選択に役立てようとい 0 響領域は地球温 Carbon 袓 0 が分析できますが、 LCAではインベントリデータが揃えば最 Ć より二〇〇 度を製品に表示し、 五 入者や使用者がCFP 崩 Footprint of · P規格は英国(8) きし 八年 暖化になります。 たが、 Ó · う Products) 被 規格協会から入手可 規格制定を踏まえて始まり 製品 害評 温 制度が英国政府と政 暖化防 のCFを扱うこと 情報を参考に、 価結果の中で最も大き そこで、 も使われ 止を進 8 能で てい 7 その 行く 大 府 n 、ます。 す。 に特化 か が 36, 設立 まし ため 五. 冒 61 0 環境影 C F C 頭 影響領 0 してそ た企 F で C Р Р 最

れ

に従って対象製品の

Ć

P を 求

め

審査を経

な

Vi

لح

追

加表

①CFP マーク

③追加情報

まれ

7

į,

る場合には、

載します。

製品に木

が材が含

などの情報を③

ŏ

場

新に 0

a)キャッチコピー

|該製品

7

図

5 の て問

様な表示 題

関 が

が行

わなけ

れば信頼

性が担保され

ま

せ

6

0)

経済産業省

できる制度です。 お墨付きがもらえれば、

P C R

やC

FP

0 13

審 初

査 8

は公正

立な第三

|| 者機

← : Global Warming いう制 ○年と異なる評 Panel on Climate 類又は分類のガスのことで、 その行動を日常的 Greenhouse 般には一〇〇年値が使われてい 連 寄与度が期 気候変動 度です。 Gas) に関 GHGとは京都議定書で規定され 温 間 Change) に促すことで地球温暖化防止を進めようと 一時間で見た影響度を、 によっても大きく異なります。 0 する政 排 Potential)として発表して 出量が両者の差だけ少 の府間パ では、 寿命が異なることから温室効果 います。 ネル、 年、 Intergovernmenta 温 暖 なくなるの 化係数 0 た当 年、 ます Ι Р 面 二 子 種 が G 五. C Č W

C に認めてもらう必要があります。 誤りますので、CFPを求めるにはその計算ル よって大きな差が出てきます。 算方法など詳 法で求めることとなっていますが、 えばよいか判断できませんし、 Ř CFPはISO14 (Products 細は規定されて Category Rule) 067で規定されており、 いませんので、 これでは、 恣意的に誘導され を、 Р C R 当該製品の各工程 まず が認定され がは審 どちらの製品 計算 査 1 ると判 ル L 認証 する者に であるP n C ば で Α を買 機 断 0 0 関 計 そ 丰

> ②数值表示部 <追加情報の 例> ・段階別の内 訳 ③追加情報 •算出範囲 c)個別表示 ・比較主張(比 CO。の「見える化」 較対象もCFP カーボンフットプリント 算定済み) •炭素貯蔵量

> > ることをお薦め

します。

まずはサ

イトを見ら

n

CFPの審査に合格

確立

され F P

た現在、 試

産

業環: 制

C

行事業で

が

てい

ま(9)。

C F P 表 示 を し

てみたい

と思わ

れる場合に

管理協会がその

業務を

CFP の表記様式®

当

該

松製品

0

生

涯 0

http://www.cfp-japan.jp b)アクセス情報 CR-XXYY-ZZZZZ b ń 図 5 7

ることに

なります。

それ以 表示

(2) (7)

場所に記入し、

す 0 量 13 ま

をCcに換算した値を

図5 G

って排出するGH

外に、

従った P C R

番

ることもできます。 示することが 認 め ぉ ŋ 中 0 吸収 Cを貯蔵炭素量とし したCO量で表示す

六 環境フットプリント E F とは

すので、 環境問題かは異なるでしょうし、 うち寄与度の 大一五 求められる環境負荷物質による影響量を一 ずというトレード オゾン層破壊による皮膚癌発生とでどちらが身に迫ってくる オランダとアルゼンチンでは、 はなく、 格では、 良いのかという意見が当初からありますし、 れています。 でも防ぐ消費者行動を取らせる目的でCFPが考案・実施さ 合化という操作で一つにまとめることは、 つまで経っても消費者は買うべき製品が選べませ LCAでは、 どちらの製品が環境に優しいかを一つの指標で表せない 様々な環境負荷には、 様々な影響領域への環境負荷量を、 の影響領域 任意の要素として位置付けられています。例えば、 任意要素に位置付けられるのは当然でしょう。 不確実性が高いことから、 EUの欧州委員会 環境に優し 一方で、 高い地球温暖化のみを対象として、それを少し 実 人性が -オフの における環境負荷が評価できますが、 り返しになります い製品を選択してもらうべきとの主張が 地球温暖化以外の環境影響は無視して 上がることを承知で、 関係が大なり小なり存在するの (年C: European Commission あちらを立てればこちらが立た 地球温暖化による海 相容れないことでもありま LCA実施の必須要素で データが揃えば、 ISOやJIS規 つの数値にまとめ 図3のように、 統 著者もそう思い 合化によって 面上昇と S^②、統 その しか で、 最

> Footprint) 示す場合には、 年に環境フットプリント 検討が始まりました。ここでも、 P E F (Product Environmental Footprint) E F Environmental 製品のEFを

という表記が使われます。

って、

項になると思われますので、そのガイダンスのチェックをおUに輸出する場合には否が応でも検討しなければならない事 ます。 活用法が間もなく固まるものと思われます。 制度と義務的な制度に分ける検討が行われており、 施しました。それらの結果を踏まえて、 は資源として扱われてい 製品を持ち込ませて、試験的に評価するロードテストを実 EFで扱われる影響領域 ECは、 世界中からPEF評価を希望する企業に自社 なかった水資源の消費が含まれて は一 四あ EUとして自主 その 農林水産物をE 中 Р L C A E F 前 0)

0

次号に向け Ť

薦めします。

b 様 V) 13 意識が高 な評 ブ った国々で開発・発信されてきたものです。 かみ砕いて概説してきました。 ここまで環境への優しさを定量評価するツー 口 1 価結果を表示させる強制的な動きもあるなかで、 バ 13 ル社会の一員として否が応でも対応せざるを得ま イギリス、 オランダ、スイス、ス 全てのツー ル 製品 ウェーデンと は ルを可 、のその 境 への な限 3

A 評価 !が求められていることもその現れでしょう。 筆者が関 !わっているほぼ全ての技術開発事業でもLC

れば、 な限り排除するには経験が必要です。 る負荷量が紛れていないか?など、 ないか?得られた環境負荷量に対象製品以外の製品に由来す のプロセスでも計上されるというダブルカウントが生じてい 規格はあるものの、 これらのツールを使いこなすには、 信頼性の高い計算はできません。 製品プロセスにおいて、一つの負荷が他 様々なチェックをしなけ ISOやJISとい この様な問題を可能 ż

さがどの程度であるかを述べたいと思います。 や木材製品に関連する事例を用いて木材 次号では、 筆者等が実施してきたLCA結果の :利用の環 %境への 单 から丸太 優し

注

- assessment—Principles and framework ISO 14040 : 2006 : Environmental management—Life cycle
- management—Life cycle assessment—Principles and framework ライフサイクルアセスメント-(2) JIS Q 14040:2010 (ISO 14040 : 2006) 伊坪徳宏、 田原聖隆、 成田暢彦 - 原則及び枠組み Environmental (二〇〇七年)『LCA概 環境マネジメント―
- 4 LCAソフトウエア MiLCA 2、 産業環境管理協会

産業環境管理協会

- 向けて、『日本LCA学会誌』一三(四)、二九〇一二九七 5 本藤裕樹 (二〇一八) エネルギーのLCA過去から将来に
- 援する環境影響評価手法』CD-ROM付き、 6 伊坪徳宏、 稲葉敦(二○一○年)『LIME2意思決定を支 産業環境管理協会
- M. Iwaoka, N. Hattori*: Greenhouse gas emissions from round 1654-1664 (2017) wood production in Japan, Journal of Cleaner Production, 170 (で) K. Nakano, N. Shibahara, T. Nakai, K. Shintani, H. Komata
- cycle greenhouse gas emissions of goods and services (∞) PAS 2050 : 2011, Specification for the assessment of the life
- ウェブサイト:https://www.cfp-japan.jp. 9 カーボンフットプリントコミュニケーションプログラムの
- E 10 LCA日本フォーラム:EU製品環境フットプリント 実施ガイダンス、URL http://lca-forum.org/footprint P