

社会資本 LCA に用いるインベントリ・データ・ベース の対象品目のスクリーニングに関する検討

瀧本 真理¹・曾根 真理²・岸田 弘之³・藤田 壮⁴

¹正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 環境研究部 道路環境研究室 研究官
(〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)

E-mail:do-kan@nilim.go.jp

²正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 環境研究部 道路環境研究室 室長

³正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 環境研究部 部長

⁴正会員 独立行政法人 国立環境研究所 アジア自然共生研究グループ 環境技術評価システム研究室 室長
(〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2)

国土交通省国土技術政策総合研究所では、土木学会と協力して、社会資本のライフ・サイクル・アセスメント（社会資本LCA）の研究を行っている。社会資本LCAに用いるインベントリ・データ・ベースは、産業連関法をベースとし、積み上げデータを用いて主要な建設資材等の品目を金額ベースから物量ベースへ修正する手法で構築する。しかし、社会資本（整備・維持管理）に用いる品目は多数あり、一度に多くの品目に対して物量ベースへ修正する検討を行うことは、現実的には困難、かつ、効率的でない。本稿では、社会資本のインベントリ分析に与える影響が大きい品目を修正対象とするため、弾力性を指標として品目の選定を行った。その結果、セメント・コンクリート、鉄鋼、舗装材料、自動車輸送、電力、骨材及び石油製品を修正対象とした。

Key Words : *infrastructure, inventory data-base, IO analysis, elasticity, public works of road*

1. 研究背景

国土交通省国土技術政策総合研究所は、総合技術開発プロジェクト「社会資本のライフサイクルをとおした環境評価技術の開発（H20-22）」において、土木学会と協力して社会資本ライフ・サイクル・アセスメント（LCA）に関する検討を行っている。

(1) 建設工事からのCO₂排出量

環境問題の中心となっている地球温暖化、循環型社会など持続可能性分野の環境評価手法として、近年LCAが注目されている。建設工事から発生する温室効果ガスの大部分はCO₂である。建設工事（建築+土木）によるCO₂直接排出量が国内の総CO₂排出量に占める割合を2000年の産業連関表を基に試算したものが図-1の下段右の円グラフである。この図によれば日本のCO₂排出量における建設業からの直接排出量は1%程度である。これに対し、直接排出量に建設資材の原料採掘から製造までの排出量を加えた最終需要別のCO₂排出量の割合を同様

に計算したものが図-1の下段左の円グラフである。

(2) 直接排出源対策から資材選択へ

現在、建設工事におけるCO₂削減策は主として直接排出源対策が中心である。これは建設現場での建設機械運転など施工現場における対策の推進が該当する。

ところが、図-1によれば、従来の直接排出源対策を中心とした建設現場からの環境負荷削減の取組は、社会資本に関わる環境負荷総量の1%程度しか対象にできていなかったことが分かる。しかし、資材まで含めると建設工事（建築+土木）は18%程度である。このことは、温室効果ガスの削減を社会資本分野で推進するためには、施工による直接排出量削減だけでなく、使用する資材も含めた温室効果ガス削減対策が必要であることを示している。すなわち、社会資本整備における環境負荷削減を考える上では、建設資材の原料採取から資材の製造、施工及び廃棄までのライフサイクル全体をとおして評価を行うLCAが有効であるということが出来る。

(3) 資材のインベントリ・データ・ベース

LCA を行うにあたっては、排出量が多い資材に関する環境負荷原単位の作成が必要である。社会資本整備は、多種多様な構造物を建設するため、それに用いる資材も数多くある。このような資材の環境負荷原単位を作成し、社会資本 LCA 用のインベントリ・データ・ベース (IDB) として整理しなければならない。図-1 に示した道路関係公共事業部門における CO₂ 排出量の内訳を産業連関表から試算した結果から、コンクリートや熱間圧延鋼材などの主要な資材の環境負荷原単位を共通のシステム境界で算出できれば、社会資本整備のインベントリ分析が可能になると考えられる。

そこで本稿では、社会資本LCAに用いるIDBを構築するにあたり、詳細な検討が必要となる建設資材等(対象品目)のスクリーニング方法及びその選定結果について報告する。

2. 修正産業連関法によるインベントリ・データ・ベース開発

(1) 既存の IDB

社会資本のLCAに活用するIDBは、産業連関法によるものと積み上げ法によるものがある(表-1)。これらは相補的な関係にある。社会資本LCAに用いるIDBは開発されているものの、システム境界の統一性、更新頻度や品目の網羅性に課題があると考えられ、これらを一層発展させる必要がある。

(2) 修正産業連関法による IDB 作成

産業連関法と積み上げ法の利点・欠点が相補的であること(表-1)に着目して、IDB を構築する手法を検討した。すなわち、産業連関法をベースとし、積み上げデータを用いて主要な品目を金額ベースから物量ベースへ修正・資材等の品目の詳細化を行う手法である¹⁾。

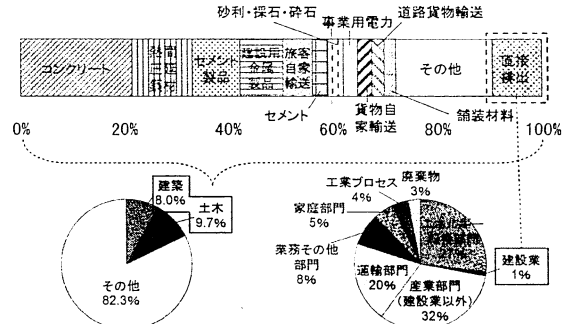
産業連関法をベースにすることで、国際輸送、海外誘発に加えて、日本国内全ての経済活動を範囲とした資材間で統一性のあるシステム境界の設定、公的統計に基づく透明性及び国内全体の生産活動の部門に基づく品目の網羅性が確保できる。そして、主要品目について積み上げデータを用いて産業連関表を物量ベースへ修正することで、最新データへの更新が容易となる。あわせて、製造条件や地域条件などを踏まえたより詳細な品目の分析が可能になる。この手法は既往の研究では「IO-based hybrid」に分類されるものであり²⁾、本稿では「修正産業連関法」と呼ぶこととする。

修正産業連関法では、産業連関表の取引基本表(金額表)を付帯物量表で金額を物量に置換し、金額物量混合

型産業連関表を作成する。さらに、積み上げデータを用いて主要な品目を金額ベースから物量ベースへ修正するとともに、品目の詳細化を行った上で環境負荷原単位を算出する(図-2)。

しかし、社会資本整備で使用される全ての資材に対してこのような作業を行うことは、現実的には困難であり、また、効率的でもないと考えられる。このため、主要な品目を選定し、この選定された品目についてのみ物量データへの変換を行うことにした。

道路関係公共事業部門のCO₂排出量内訳



日本のCO₂最終需要別排出量の内訳 日本のCO₂直接排出量の部門別内訳 (2000年産業連関表に基づく計算)

図-1 産業連関表に基づいた国内総 CO₂ 排出量及び道路関係公共事業部門の CO₂ 排出量の内訳

表-1 既存のインベントリ分析手法の利点・欠点

	産業連関法	積み上げ法
算定方法	日本全体の経済活動を区分した部門(業種)間の取引額を利用 →約500の部門分類に推計	対象及び関連活動の物質・エネルギーフローの調査結果と既存のデータベース利用 →詳細なプロセス毎に環境負荷量を設定可能
① 信頼性	適合性	×評価業者の任意性が高い →業種間で評価条件・範囲が異なる
	精度	×調査内容に応じて詳細な分析が可能 ×物質・エネルギー収支との対応が明確 ×最新データによる一部更新が容易
	透明性	×内訳や根拠が十分公開されない場合がある
② 網羅性	×各経済活動は何れかの部門に区分 ×サービス関連なども含めて調査 ×各部門の合算により国内全体の環境負荷量→カウントロスによる過小評価	×全ての資材を調査することは不可能。 →カウントロスによる過小評価
	③ 差異化	×個別企業環境負荷削減努力が示されない ×製造方法・地域条件の違いを反映可能

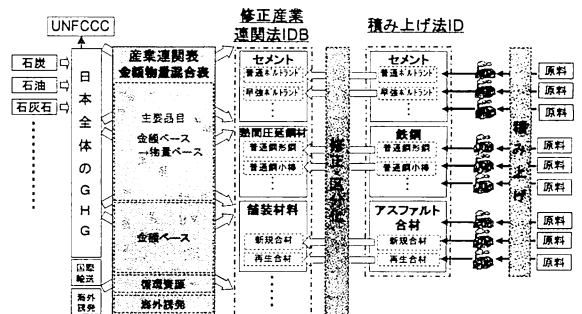


図-2 修正産業連関法による IDB 構築

3. 対象品目のスクリーニング方法

ここでは、修正産業連関法を行う上で物量を把握すべき品目選定方法について説明する。

(1) 環境負荷原単位の弾力性の算定

社会資本 LCA の評価対象となる社会資本のインベントリ分析を行うにあたり、「分布が幅広く（変動が大きく）」、かつ「変動した場合にインベントリ分析結果に与える影響の大きい」品目の環境負荷原単위를精度良く算出できれば、インベントリ分析結果も精度良く算出できることになる。このうち「変動した場合にインベントリ分析結果に与える影響の大きい」品目については、産業連関表に基づく環境負荷算定における弾力性の分析により、大括りでの特定が可能である。酒井 (2000) ³⁾ や本藤ら (2001) ⁴⁾ も、LCA の感度分析において弾力性（変動率感度）は有用であるとしている。

そこで、本稿では、社会資本の中で最も大きなシェアを占める道路関係公共事業部門を事例としての環境負荷原単位に対する CO₂ 排出量及び天然資源投入量の弾力性を指標として、修正対象品目を選定した。道路以外の公共事業部門についても弾力性を算定し、道路関係公共事業部門から修正対象とした品目以外に対象とする品目の有無を確認した。CO₂ 排出量及び天然資源投入量の弾力性とした理由は、社会資本 LCA に用いる IDB として整理する環境負荷原単位の対象であるためである。

(2) 弾力性の定義及び計算式

弾力性とは、入力量の変動率 ($\Delta \alpha / \alpha$) とその変動に対する応答量の変動率 ($\Delta \beta / \beta$) の比とした。この弾力性を用いて、インベントリ・データを構成する CO₂ 排出量原単位の説明を行う。

CO₂ 直接排出量 (e_i) と投入係数 (a_{ij}) を入力量として設定した。変動がない場合の通常の状態（基準値）として、CO₂ 直接排出量ベクトル (e^0) と投入係数行列 (A) の要素を、それぞれ、 e_i^0 , a_{ij} と表記し、それらに対応する CO₂ 排出原単位ベクトルを ε^0 と表記する。これらの入力量の変動（直接排出量の変動 (Δe_i) もしくは投入係数の変動 (Δa_{ij})）に伴い、第 k 部門の CO₂ 排出原単位 (ε_k) が変動するときの、基準値における e_i もしくは a_{ij} の変動率に対する ε_k の変動率の比が弾力性 (S_i^k もしくは S_{ij}^k) である。 S_i^k は第 i 部門の CO₂ 直接排出量変動した場合の第 k 部門の CO₂ 排出原単位の弾力性、 S_{ij}^k は第 i 部門から第 j 部門への投入係数が変化した場合の第 k 部門の CO₂ 排出原単位の弾力性である (式 (1a), 式 (2a))。

$$S_i^k = \frac{\Delta \varepsilon_k / \varepsilon_k^0}{\Delta e_i / e_i^0} \quad (i=1 \sim n) \quad (1a)$$

$$S_{ij}^k = \frac{\Delta \varepsilon_k / \varepsilon_k^0}{\Delta a_{ij} / a_{ij}} \quad (i,j=1 \sim n) \quad (2a)$$

式(1a)は線形計算となるため、CO₂ 直接排出量の変動率は弾力性の計算結果に影響はない。しかし、式(2a)は投入係数の変動率の大きさによって弾力性は変動するため、値を設定する必要がある。そこで、本稿では、説明の容易さの観点から、CO₂ 直接排出量の変動率 ($\Delta e_i / e_i^0$) 及び投入係数の変動率 ($\Delta a_{ij} / a_{ij}$) の双方を 1% という有限量で計算した。

以上の記号の使用方法は、本藤ら (2001) の表記を参考としているが、本藤らは式(1a)及び(2a)を Δe_i^0 もしくは Δa_{ij} が無限に 0 に近い場合の極限値として定義しており、本稿とは定義が異なっている。

本稿の S_i^k 及び S_{ij}^k の計算手順としては、分母が 1% であるので、 e または A のうち、変動させる要素について、それぞれ ($e_i^0 + \Delta e_i$) または ($a_{ij} + \Delta a_{ij}$) により置換し、環境負荷原単位 (ε) を求める式 (3) に代入して算出した ε_k^1 を用いて、以下の式 (1b) 及び (2b) により弾力性を算出した。

$$\varepsilon = e^T (I - A)^{-1} \quad (3)$$

ε : 各部門の環境負荷原単位ベクトル

e : 各部門からの直接環境負荷係数ベクトル (CO₂ 直接排出量, 天然資源投入量)

A : 投入係数行列

$$S_i^k = \frac{\Delta \varepsilon_k / \varepsilon_k^0}{\Delta e_i / e_i^0} = \frac{(\varepsilon_k^1 - \varepsilon_k^0) / \varepsilon_k^0}{0.01} = 100 \times (\varepsilon_k^1 / \varepsilon_k^0 - 1) \quad (i,k=1 \sim n) \quad (1b)$$

$$S_{ij}^k = \frac{\Delta \varepsilon_k / \varepsilon_k^0}{\Delta a_{ij} / a_{ij}} = \frac{(\varepsilon_k^1 - \varepsilon_k^0) / \varepsilon_k^0}{0.01} = 100 \times (\varepsilon_k^1 / \varepsilon_k^0 - 1) \quad (i,j,k=1 \sim n) \quad (2b)$$

なお、天然資源投入の場合も e を分析対象としていないことを除けば同様である。

(3) 弾力性の計算ケース

弾力性の計算ケースを次に示す。

a) ケース 1 : 金額表を用いた CO₂ 排出量の弾力性

ケース 1 は金額表を用いて CO₂ 排出量原単位の弾力性を計算した。計算に使用した産業連関表統計は 2000 年表である。投入係数・逆行列は国産仮定型を用いた。金額表の投入係数表は 401 行 401 列で構成し、CO₂ 排出量

の設定には産業連関表による環境負荷原単位データベース（3EID）（国立環境研究所）を引用した。

b) ケース 2：金額物量混合表を用いた CO₂ 排出量の弾力性

ケース 2 も CO₂ 排出量原単位の弾力性であるが、金額物量混合表を用いて計算した。ケース 1 と同様に、計算に使用した産業連関表統計は 2000 年表である。投入係数・逆行列は国産仮定型を用いた。金額物量混合表の投入係数表は 517 行×405 列を正方正方化した上で、建設部門分析用産業連関表（国土交通省）の基本分類建設部門取引表の投入金額を投入数量へ変換し組み込んだものである。

投入数量への変換は各部門間の取引金額と取引数量から求めた単価を用いた。

また、ケース 2 においては、道路関係公共事業部門のほか、参考として、道路舗装部門と道路橋梁部門についても弾力性を計算・整理した。工事種類により選定される品目にどのような違いが生じるかを概観するためである。

c) ケース 3：金額物量混合表を用いた天然資源投入量の弾力性

ケース 3 は金額物量混合表を用いて天然資源投入量原単位の弾力性を計算した。使用する産業連関表、投入係数表はケース 2 と同様である。なお、ケース 3 においては天然資源投入であるとした特定の部門（鉄鉱石、銅、アルミニウム、石灰石、砂利・採石、砕石、石炭、原油、天然ガス、素材（丸太などの木材））の生産数量を天然資源投入量としてカウントし、体積は重量に換算した。

(4) 弾力性の計算結果

ケース 1~3 について計算した道路関係公共事業部門の弾力性のうち 0.010 以上の値について関連する品目を接続し、弾力性の大きさをフロー図で表した。各品目から出ている上向きの矢印は、その品目からの CO₂ 直接排出量の変動に対する道路関係公共事業部門の CO₂ 排出原単位の弾力性であり、各品目間（又は道路関係公共事業）の矢印は、各品目から別の品目への投入係数の変動に関する道路関係公共事業部門の CO₂ 排出原単位（又は天然資源投入原単位）の弾力性である（図-3、図-4、図-5）。

CO₂ 排出量原単位では鉄鉱石やセメントなど道路関係公共事業部門へ直接フローが関係していない品目の弾力性が高い。インベントリ分析の精度向上のためには、直接フローが関係していないより上流の品目まで遡って品目区分の詳細化のための検討をする必要があることが示唆される。一方、天然資源投入量原単位では砂利・採石、砕石など直接フローが関係している品目がほとんどであ

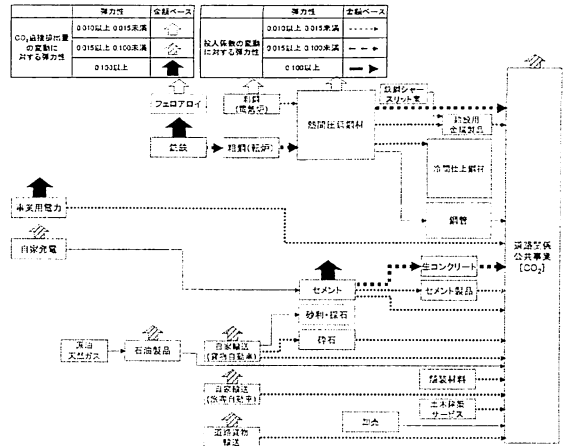


図-3 道路関係公共事業部門の CO₂ 排出原単位の弾力性フロー（ケース 1：金額表）

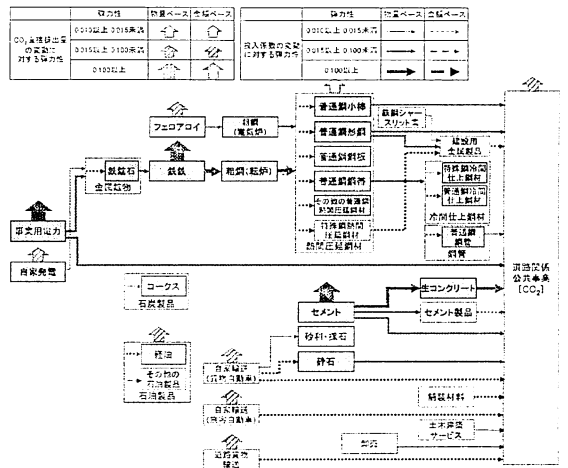


図-4 道路関係公共事業部門の CO₂ 排出原単位の弾力性フロー（ケース 2：金額物量混合表）

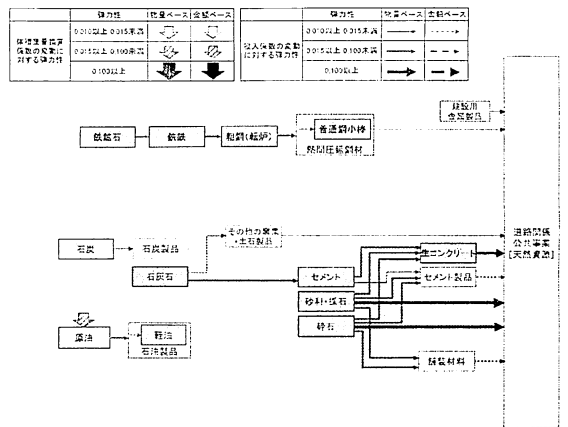


図-5 道路関係公共事業部門の天然資源投入原単位の弾力性フロー（ケース 3：金額物量混合表）

るが、石灰石や鉄鉱石など直接フローが関係していない品目で弾力性の高いものも見られる。

a) 金額表と金額物量混合表の比較

金額表を金額物量混合表で見直した結果、金額物量混合表を用いたケース2では、部門数が金額表よりも多いために、弾力性0.010という同一の判定水準において、より多くの部門が抽出された。

また、金額比例でなく、物量比例となったことで、一部の部門では輸入品と国産品の金額差による影響を修正でき、金額投入係数では小さかった弾力性が、物量投入係数では大きく評価されるようになった。この例として、鉄鉱石が挙げられる。鉄鉱石は輸入品に比べて国産品の価格が高い。このため、金額比例では過小に排出原単位を評価してしまう。そこで、国内の金属鉱物採取の際の重量あたり排出原単位を輸入品重量に対して適用し、物量比例で評価を行うと、弾力性が大きいことがわかった。

金額ベースから物量ベースへのデータの置き換えについては、ここまでの段階では付帯物理表を用いて置き換えただけであるため、近藤(2010)⁵も述べているとおり、一物一価であれば計算結果は変わらない。しかし、物量データに置き換えることで環境負荷が物量比例するという考え方に転換するとともに、積み上げ法データと単位を揃えることでデータを修正しやすくなる。

金額ベースと物量ベースのどちらが適しているかは、品目によって異なりうる。しかし、LCAは物質フローを中心においた評価方法であり、産業連関法をベースとし積み上げデータで主要な品目を物量あたりの環境負荷原単位へ修正する方法を検討している本稿では、可能な限り物量を基準にすることが適切であると考えている。

b) CO₂排出量と天然資源投入量の比較

ケース3の天然資源投入量では、ケース2のCO₂排出量の弾力性と比較し、弾力性0.010以上で抽出されるフローの数は少ない。また、弾力性の高いフローが一部に集中していることがわかる。道路関係公共事業部門では、セメント、コンクリート関係に集中している。

4. 弾力性に基づく対象品目のスクリーニング

(1) 各部門の弾力性について

3.の結果を踏まえ、金額物量混合表を用いて算定したCO₂排出原単位及び天然資源投入原単位の弾力性が0.015以上のフローがある品目を対象として選定した。

弾力性による分析の前例は少ないため、スクリーニングの基準値を引用などにより客観的に設定することは現状では困難である。基準値の設定にあたっては、品目数と環境負荷量をカバーできる範囲を考慮する必要がある。弾力性の値が低下すると、その弾力性の値を有する部門

の数が急激に増加するため、作業の都合上、該当数が一定に収まる範囲として0.015を一つの基準とした。この範囲は、道路関係公共事業部門のCO₂排出原単位全体の8割以上を占めることができる。弾力性が0.015、つまり1.5%であるということは、当該フローの大きさが2倍に変動した場合には、平均としての道路関係公共事業部門の環境負荷原単位は3%変動することを意味する。

道路関係公共事業部門を構成する各種道路事業及び他部門の事業におけるCO₂排出原単位の弾力性は次のような特徴が見られた。

a) 道路舗装部門

道路舗装部門で用いられる品目は、大別してアスファルト舗装用資材とコンクリート舗装用資材であり、弾力性においても舗装材料や生コン経由のセメントが大きい値となっている(図-6)。

b) 道路橋梁部門

道路橋梁部門で用いられる品目は、PC橋用資材や鋼橋用資材であり、関係する部門数が多い鉄鋼関連のかかわりが大きいことから、抽出されたフロー数が多くなっている(図-7)。

c) 道路改良部門

道路改良部門で用いられる品目は、切土や盛土などの土工による土砂等の運搬に係る輸送や建設機械等の稼働であり、現場からの直接排出(「道路改良」の上向き矢印)による弾力性が高い値となっている(図-8)。

d) 道路補修部門

道路補修部門は、橋梁、舗装等の多岐にわたる道路施設の補修に関係しており、建設用金属、舗装材料、コンクリート製品の弾力性が大きい値となっている(図-9)。

e) 河川改修部門

河川改修部門は、護岸ブロック使用の影響でコンクリート製品の弾力性が大きい値となっている。河川改修に関しては近年多自然河川づくりが主流になりつつあるが、2000年時点では依然としてコンクリート護岸が高い比率を占めていたためと考えられる。普通鋼形鋼の弾力性が大きいのは止水に用いる綱矢板の影響であると考えている(図-10)。

f) 河川総合部門

河川総合部門は、ダムや堰等の建設の影響を大きく受けるため、セメントの弾力性が大きい値となると考えていたが、実際にはそれ程大きな値とはなっていない。今後、原因等を検討する必要がある(図-11)。

g) 砂防部門

砂防部門は、砂防ダムの建設、地すべり対策等が中心であることから、生コン経由のセメントの弾力性が大きい値となっている。銑鉄の弾力性が低いことも特徴である(図-12)。

h) 海岸部門

海岸部門は、堤防や護岸等の海岸保全施設の建設の影響が大きく、コンクリートの弾力性が大きい値となっている。砂防部門同様、鉄鉄の弾力性が低いことも特徴である(図-13)。

i) 港湾・漁港部門

港湾・漁港部門は、岸壁、防波堤、港湾施設等の港湾施設の建設する部門であり、弾力性は平均的な値となっている(図-14)。

j) 空港部門

空港部門は、コンクリート、碎石の弾力性が大きく、滑走路建設のための敷きならしやコンクリート舗装によることと考えられる(図-15)。

(2) スクリーニング結果

各部門において事業の内容の違いを反映して品目の弾力性の大きさに若干の変動が見られるが、道路関係公共事業部門とほぼ同様のスクリーニング結果が得られることが確認できた。そこで道路関係公共事業部門の弾力性を基にして選定した品目を表-2に示す。関連する産業部門を大きなグループに分け、それぞれについて、物量データの修正及び品目の詳細化を検討することとした。

(3) 留意事項と課題

社会資本 LCA に用いる IDB として整理する環境負荷原単位の対象として考えている廃棄物(最終処分量)については、産業連関表を用いて廃棄物の排出や最終処分の誘発構造を評価した既往研究は複数存在するが、本稿で対象としている 2000 年表を対象として、産業連関表基本部門分類別(約 400 ないし 500 部門)に部門別廃棄物最終処分量を公表している事例はなく、また、本稿でも推計していないことから、弾力性分析の対象外とした。ただし、資材の製造に伴い発生する廃棄物の最終処分量よりも工事で直接排出される廃棄物の最終処分量の寄与の方が大きいと推測される。

また、弾力性が小さい品目でも変動性が大きい場合、影響が大きくなる点に留意が必要である。これについては、考える変動性要因と関連が深いと考えられる指標をこれらの弾力性のフローとともに整理することで、積み上げデータの取得や品目の細分化で留意すべき点として把握することで解決できる。

将来的には、資材 IDB の検討・活用の進展によって、さらに低い弾力性を有する品目も対象としていくが必要である。

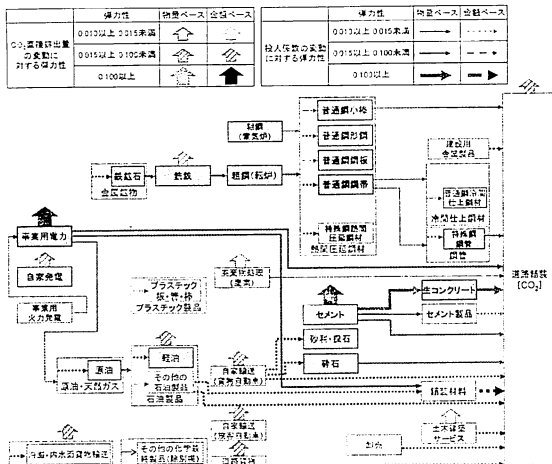


図-6 道路舗装部門の CO₂ 排出原単位の弾力性フロー (ケース 2: 金額物量混合表)

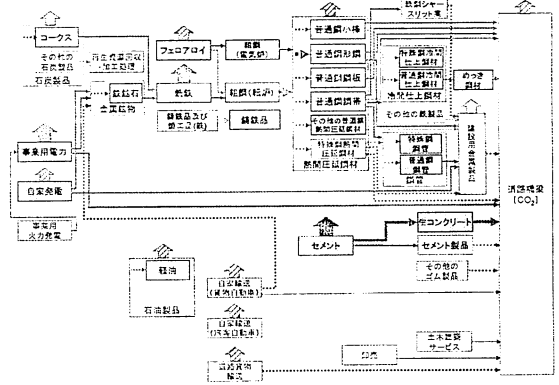


図-7 道路橋梁部門の CO₂ 排出原単位の弾力性フロー (ケース 2: 金額物量混合表)

	弾力性	充量ベース	金額ベース		弾力性	充量ベース	金額ベース	
CO ₂ 排出原単位の弾力性に対する弾力性	0.010以上 0.015未満	↑	↑	投入係数の変化に対する弾力性	→	→	→	
	0.015以上 0.100未満	↑	↑		0.015以上 0.100未満	→	→	→
	0.100以上	↑	↑		0.100以上	→	→	→

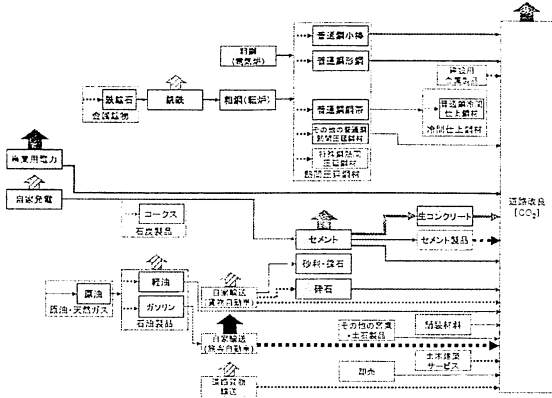


図8 道路改良部門の CO₂ 排出原単位の弾力性フロー (ケース2: 金額物量混合表)

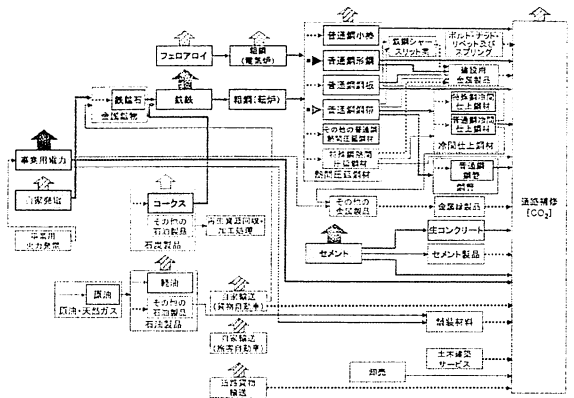


図9 道路補修部門の CO₂ 排出原単位の弾力性フロー (ケース2: 金額物量混合表)

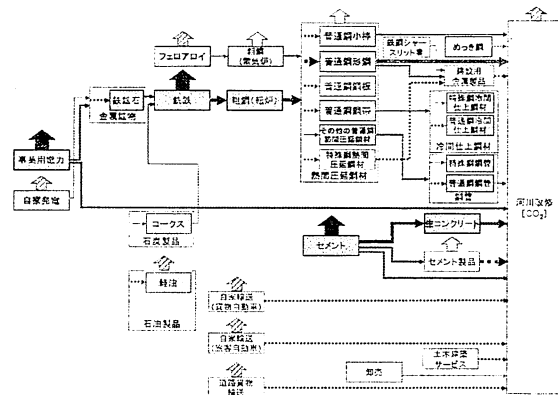


図10 河川改修部門の CO₂ 排出原単位の弾力性フロー (ケース2: 金額物量混合表)

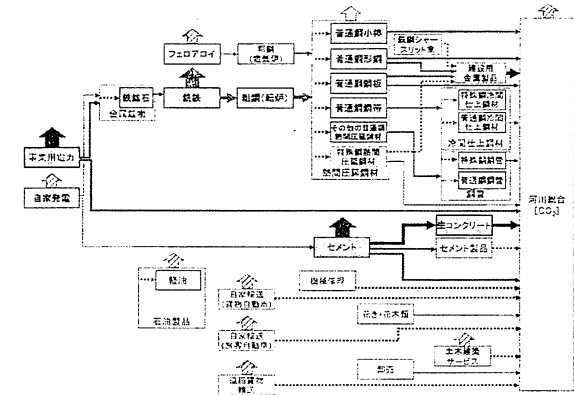


図11 河川総合部門の CO₂ 排出原単位の弾力性フロー (ケース2: 金額物量混合表)

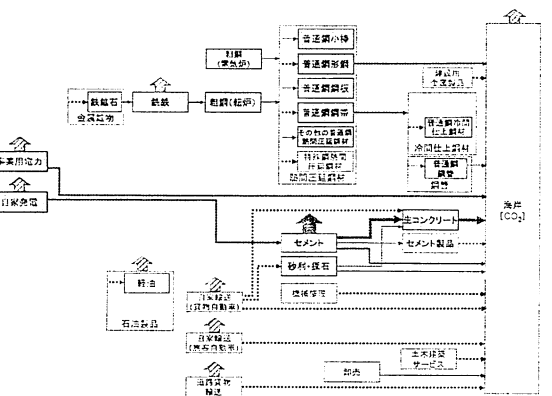


図12 砂部部門の CO₂ 排出原単位の弾力性フロー (ケース2: 金額物量混合表)

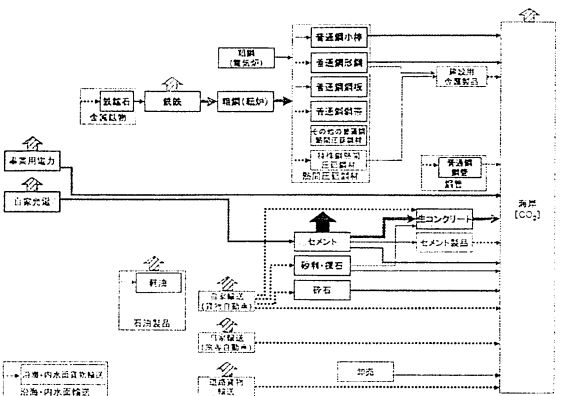


図13 海岸部門の CO₂ 排出原単位の弾力性フロー (ケース2: 金額物量混合表)

	弾力性	物量ベース	金額ベース		弾力性	物量ベース	金額ベース
CO ₂ 直接排出量の変動に対する弾力性	0.016以上 0.015未満	↑	↑	投入係数の変動に対する弾力性	0.016以上 0.015未満	→	→
	0.015以上 0.100未満	↑	↑		0.015以上 0.100未満	→	→
	0.100以上	↑	↑		0.100以上	→	→

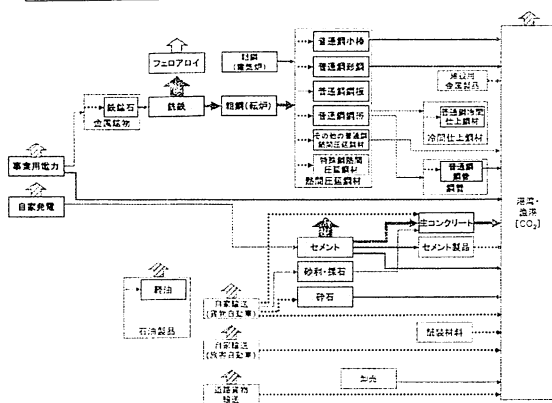


図-14 港湾・漁港部門の CO₂ 排出原単位の弾力性フロー (ケース2: 金額物量混合表)

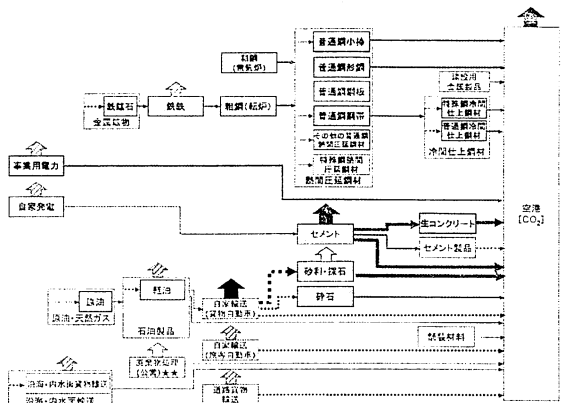


図-15 空港部門の CO₂ 排出原単位の弾力性フロー (ケース2: 金額物量混合表)

表-2 スクリーニング結果 (弾力性は0.015以上のみ表示)

対象品目選定結果		弾力性						
グループ	品目名 (産業連関部門名)	CO ₂		弾力性の高い投入原材料等		天然資源投入		
		直接排出の弾力性	投入の弾力性	原材料	弾力性	投入の弾力性	弾力性の高い投入原材料等 原材料	弾力性
セメント・コンクリート	セメント	0.244	0.027				石灰石	0.054
	生コンクリート		0.200	セメント	0.178	0.200	セメント	0.040
				砂利・採石			砂利・採石	0.099
	セメント製品		0.086	セメント	0.056	0.062	砂利・採石	0.027
鉄鋼	金属鋳物			事業用電力	0.015			
	鉄鋳石			金属鋳物	0.044			
	フェロアロイ	0.016						
	銑鉄	0.159		鉄鋳石	0.044		鉄鋳石	0.025
	粗鋼(転炉)			銑鉄	0.206		銑鉄	0.028
	熱間圧延鋼材			粗鋼(転炉)	0.210		粗鋼(転炉)	0.030
				粗鋼(電気炉)	0.034			
	普通鋼形鋼		0.034	熱間圧延鋼材	0.053			
	普通鋼鋼帯			熱間圧延鋼材	0.048			
	普通鋼小棒		0.080	熱間圧延鋼材	0.081			
	普通鋼鋼板			熱間圧延鋼材	0.022			
	その他の普通鋼熱間圧延鋼材			熱間圧延鋼材	0.016			
	特殊鋼熱間圧延鋼材			熱間圧延鋼材	0.041			
	冷間仕上鋼材			普通鋼鋼帯	0.023			
	普通鋼冷間仕上鋼材			冷間仕上鋼材	0.025			
鋼管								
普通鋼鋼管			鋼管	0.018				
建設用金属製品		0.092	普通鋼形鋼	0.018				
			特殊鋼熱間圧延鋼材	0.018				
舗装材料	舗装材料		0.023			0.051	砕石	0.025
							砂利・採石	0.019
自動車輸送	自家輸送(貨物自動車)	0.064	0.026					
	自家輸送(旅客自動車)	0.056	0.055					
	道路貨物輸送	0.026	0.023					
電力	事業用電力	0.120	0.030					
	自家発電	0.051						
骨材	砕石		0.022	自家輸送(貨物自動車)	0.017	0.501		
	砂利・採石					0.110		
石油製品	原油						※「体積→重量換算」の弾力性	
	石油製品	0.031					原油	0.028
	軽油			石油製品	0.019			

* 「弾力性の高い投入原材料等」は、対象品目選定結果の「品目名」示されている品目に投入される品目のうち投入係数の変動に対する弾力性が0.015以上のものである。

5. まとめ

本稿では、修正産業連関法による IDB を開発するにあたって、主要な品目の選定方法について述べた。選定にあたっての指標として弾力性を用いて、社会資本整備の各部門の傾向について分析を行った。この結果、道路関係公共事業部門の弾力性を代表的指標とすることで、社会資本整備に用いる主要品目を選定することが可能であると考えた。物量あたりの原単位から弾力性を求めることで、CO₂排出量の 8 割以上をカバーできる品目を選定できた。

道路関係公共事業部門の弾力性 0.015 以上の品目としてセメント・コンクリート、鉄鋼、舗装材料、自動車輸送、電力、骨材及び石油製品を修正産業連関表の変換対象(表-2)とすることとした。

また、本稿では金額物量混合表を用いて物量ベースで弾力性を計算することで、輸出品と国産品の金額差により弾力性が異なるという課題へ対応できたと考えられる。

謝辞：本研究にご協力いただいている荒巻俊也東洋大学教授、加藤博和名古屋大学准教授、栗島英明芝浦工業大学准教授、鈴木武国土技術政策総合研究所部長、鶴巻峰

夫和歌山工業高等専門学校教授、橋本征二国立環境研究所主任研究員、藤井実国立環境研究所研究員、松本亨北九州市立大学教授に謝意を表す。

参考文献

- 1) 瀧本真理, 曾根真理, 岸田弘之, 藤田壮: 社会資本 LCA に用いるインベントリ・データ・ベースの開発に関する検討, 第 5 回日本 LCA 学会研究発表会講演要旨集, pp284-285, 2010.
- 2) Sangwon Suh, et al.: System Boundary Selection in Life-Cycle Inventories Using Hybrid Approaches, Environ. Sci. Technol., 38 (3), pp657-664, 2004.
- 3) 酒井信介: 機械製品の環境負荷評価への感度解析技術の応用(I), 機械の研究, 52 (6), pp619-624, 2000.
- 4) 本藤祐樹, 酒井信介, 丹野史郎: 産業連関表を用いて推計された CO₂ 排出原単位の感度分析, エネルギー・資源, 22 (4), pp322-328, 2001.
- 5) 近藤康之: LCA に関連する経済学のトピック, 日本 LCA 学会誌, 6 (6), pp54-63, 2010.
- 6) 岸田弘之, 曾根真理, 瀧本真理: 低炭素社会に向けた LCA の導入, 土木技術資料, 52 (1), pp8-11, 2010.

SCREENING OF MATERIALS IN AN INVENTORY DATA-BASE USING AN INFRASTRUCTURE LIFE CYCLE ASSESSMENT

Masamichi TAKIMOTO, Shinri SONE, Hiroyuki KISHIDA and Tsuyoshi FUJITA

The National Institute for Land and Infrastructure Management, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism is researching a life cycle assessment of the infrastructure (infrastructure LCA) in cooperation with the Japan Society of Civil Engineers. The inventory data-base used for infrastructure LCA is made based on an Input-Output Table. And, the data concerning the main material used to construct the Input-Output Table is corrected by each process analysis data. However, there are many variety of materials used for infrastructure (development and maintenance management). Therefore, it is difficult and not efficient to examine the data correction of many variety of materials at a time. Then, assuming that elasticity is an index for screening of materials, we selected materials with a large influence on the inventory analysis of infrastructure. As a result, we have targeted cement concrete, steel, pavement material, truck transportation, electric power, aggregate, and petroleum products.