

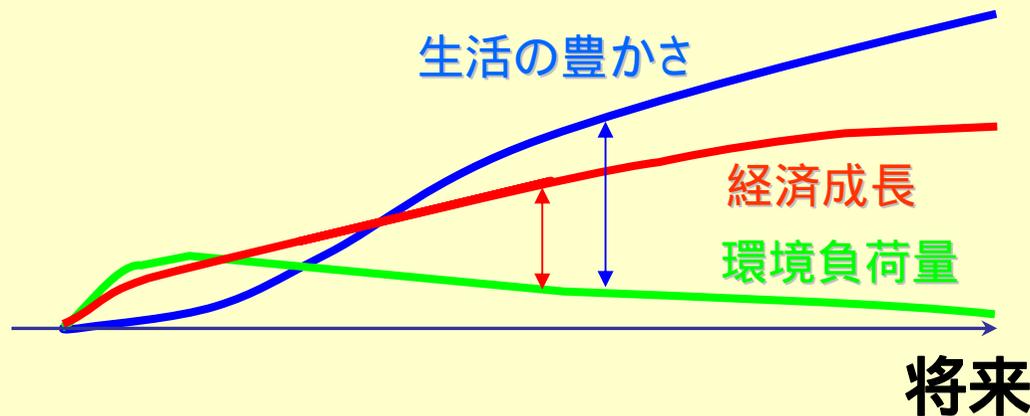
付加価値を基礎とした環境効率 指標の概要と考え方

田原聖隆 (k.tahara@aist.go.jp)

独立行政法人 産業技術総合研究所
安全科学研究部門 社会とLCA研究グループ

■ 環境効率について

持続可能な社会へ導くためには・・・2つのデカップリング(Decoupling;分離)



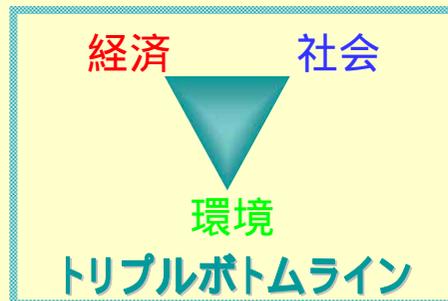
「経済成長」と「環境負荷量」の関係

$$\frac{\text{経済価値}}{\text{環境負荷量}} \text{の最大化}$$

「生活の豊かさ」と「環境負荷量」の関係

$$\frac{\text{生活の豊かさ}}{\text{環境負荷量}} \text{の最大化}$$

環境容量制約の下で、ライフサイクル全体で2つのデカップリングの実現が望まれる



デカップリングの評価指標として「環境効率」の有用性が期待される

$$\text{環境効率} = \frac{\text{製品・サービスの価値}}{\text{環境負荷量}}$$

幾つかの企業により環境効率が導入されている

環境効率とは

$$\text{環境効率} = \frac{\text{製品・サービスの価値}}{\text{環境負荷}}$$

製品システムなどが産み出すサービス(機能)を対比させることにより、サービス当りの環境負荷(環境効率)を求めることができる。この環境効率が高いことは、製品の機能が同一であれば環境負荷量が少ないことを、環境負荷量が同一であれば機能が充実していることを表し、環境に対し高い効率の生産や活動等への定量的な指標となることが期待されている。

$$\text{環境効率} = \frac{\text{製品・サービスの価値}}{\text{環境負荷}}$$



評価するレベル：サービス、製品・素材、企業、産業、国

各レベルで評価方法が違うか？

問題点：

価値とは？

環境負荷とは？

システムバウンダリはどこ？

■ 企業における環境効率の使用状況(最新年度)

日経BP社 消費者ランキング	LCA 製品レベル	環境効率		ファクター		企業レベルの 算出範囲	データ 基準年
		企業レベル	製品レベル	企業レベル	製品レベル		
1	トヨタ自動車		×		×	生産部門	2008
2	サントリー		×		×	全工場・国内生 産グループ会社	2008
3	麒麟ビール		×		×	工場	2008
4	日産自動車		×		×	工場	2008
5	ホンダ		×	×	×	ディーラー	2008
6	松下電器産業					工場・輸送	2008
7	イオン	×	×		×	輸送	2008
8	シャープ		×		×	工場・輸送	2008
9	サッポロビール		×		×	連結	2008
10	アサヒビール		×		×	工場	2008
11	松下電工					連結	2008
12	東京電力		×		×	連結	2008
13	麒麟ビバレッジ	×	×		×	工場	2007
14	日本たばこ産業	×	×	×	×	-	2008
15	日本マクドナルド	×	×	×	×	-	2007
16	ソニー		×		×	連結	2007
17	コスモ石油	×	×	×	×	製油所	2007
18	新日本石油	×	×		×	連結	2007
19	三菱電機					連結	2007
20	花王		×	×	×	-	2008

日経BP社による2008年環境ブランド調査消費者イメージランキング上位20社における環境効率の使用状況を示す

表の見方

LCA:

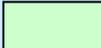
エコリーフに掲載
LCA(数値)の記載有り
LCA(言葉)の記載有り
× 記載なし

環境効率:

算出している
逆数を記載している
× 過去3年以内に算出して
いたことはあったが、
本年は算出していない
× 算出していない

ファクター:

算出している
言葉なし・記載なし(経年
変化図あり)
× 過去3年以内に算出して
いたことはあったが、
本年は算出していない
× 算出していない

 目標あり

参照範囲: 環境報告書、HP

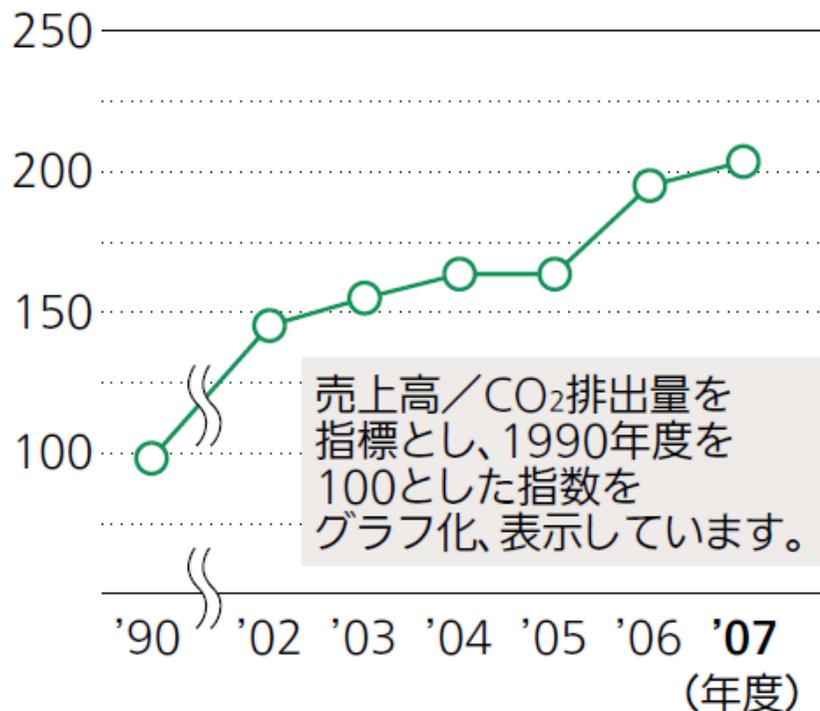


トヨタ自動車株式会社 [企業レベル]

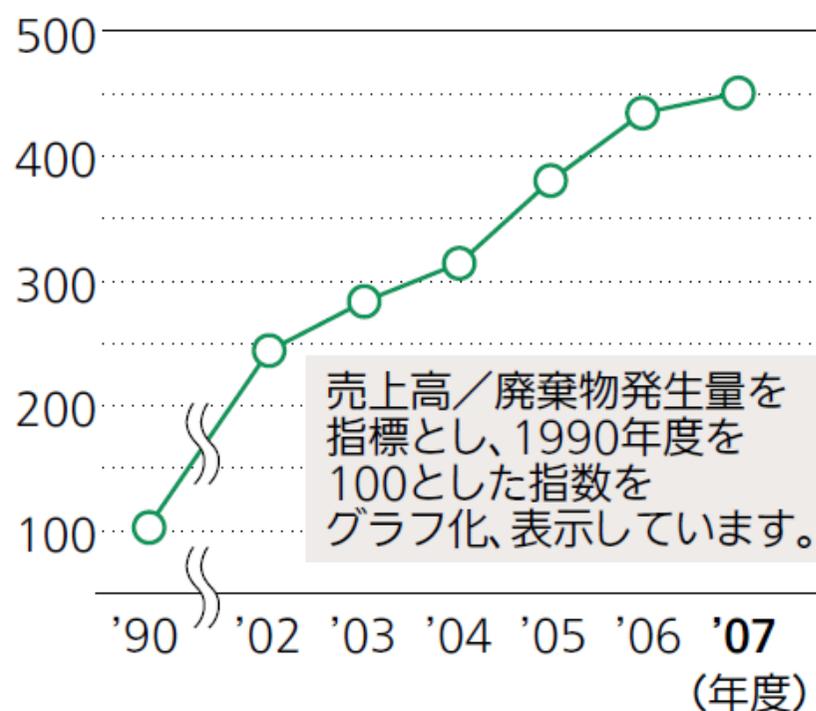
$$\text{環境効率} = \frac{\text{売上高}}{\text{環境負荷}}$$

環境効率の推移

(指数) <自動車生産によるCO₂指標>

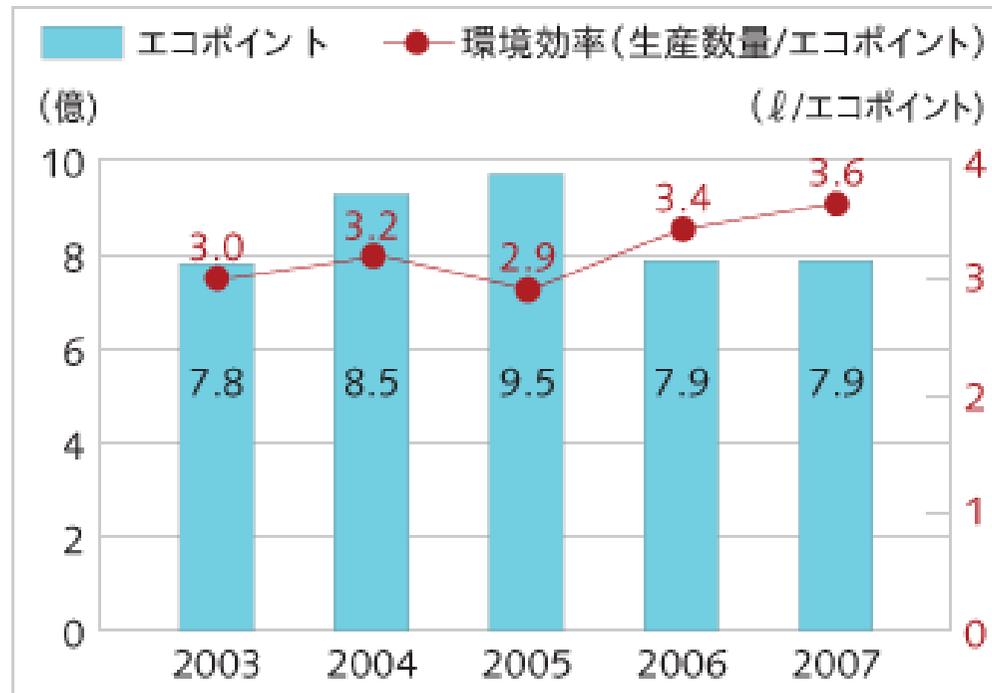


(指数) <自動車生産による廃棄物指標>



引用: トヨタ Sustainability Report 2008

■ 環境効率の推移



※エコポイントは、総合的環境影響度を示す指標で、数値が小さいほど環境への負荷が少ない。

環境効率は、環境負荷あたりの生産量を示しており、数値が大きいくほど良い。

※JEPiX (Japan Environmental Policy Index = 日本における環境政策優先指標)

各種環境負荷のそれぞれに重みづけを行い、単一の評価指数として評価する手法。「文部科学省21世紀COEプロジェクト(国際基督教大学)」の一環としてJEPiX指標実践のために開催されたJEPiXフォーラムに2003年から参画している。

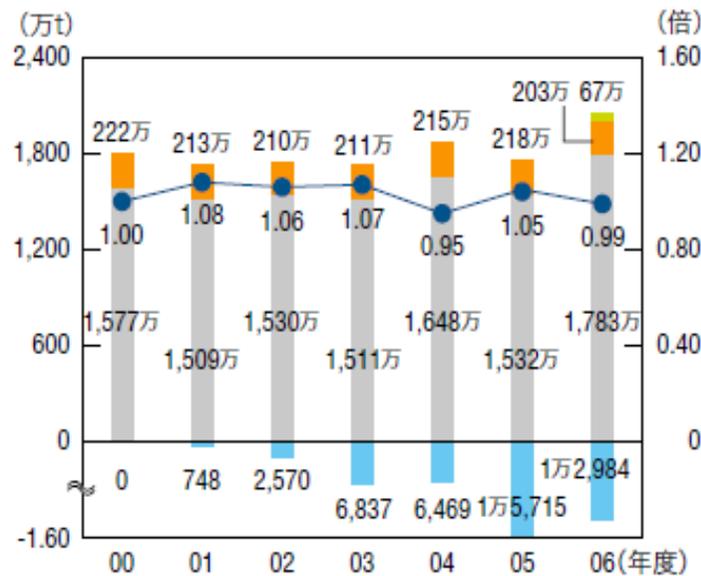
引用: サントリー <http://www.suntory.co.jp/company/csr/environment/account/>

SONY

ソニー株式会社 [企業レベル]

$$\text{環境効率} = \frac{\text{売上高}}{\text{環境負荷 (環境指標)}}$$

温室効果ガス効率の推移



- 温室効果ガス排出削減貢献量
- 物流CO₂総排出量
- 事業所CO₂換算温室効果ガス総排出量
- 製品使用時CO₂総排出量
- 環境効率(倍)

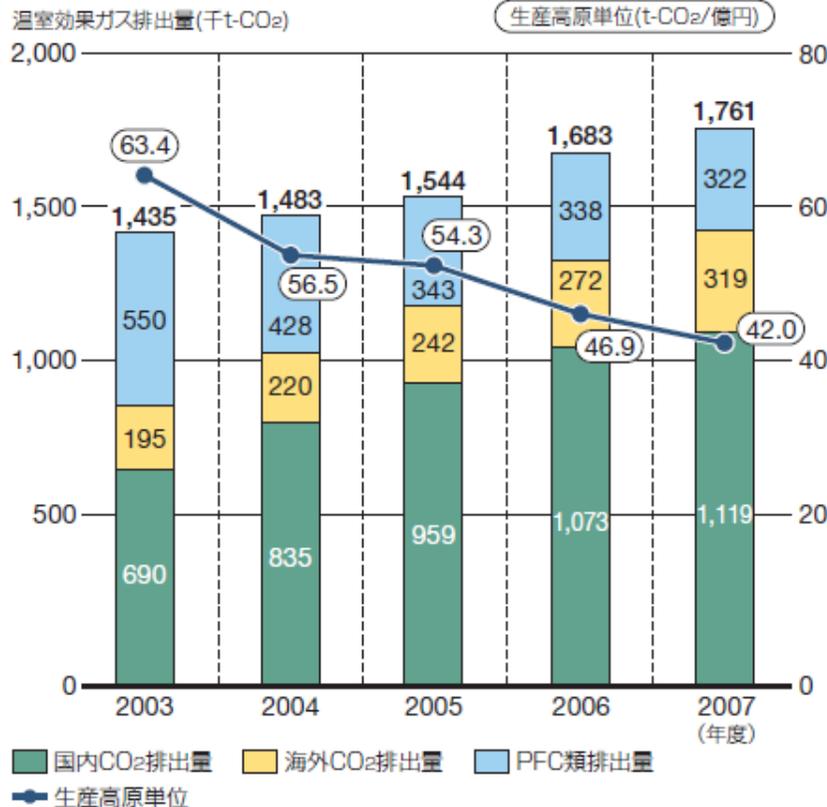
資源効率の推移



- 製品資源投入量
- 循環材使用量
- 製品再資源化量
- 事業所廃棄物最終廃棄量
- 環境効率(倍)

引用:ソニーグループ CSRレポート 2007

■ シャープグループの全温室効果ガス排出量と生産高原単位の推移

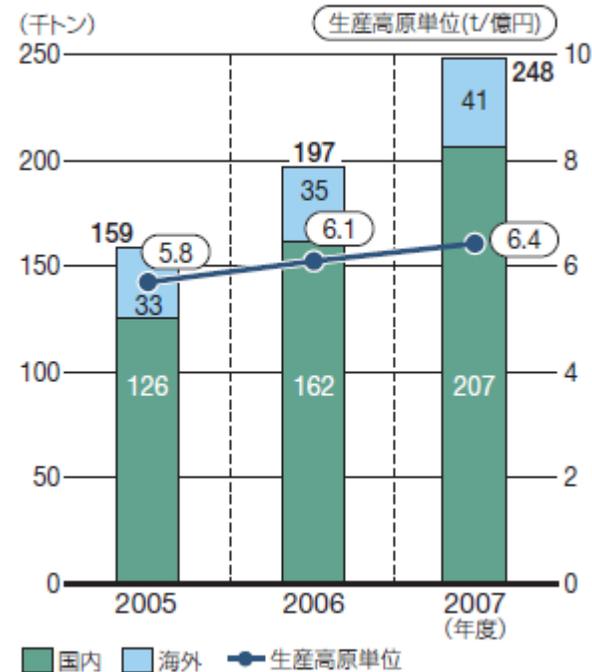


生産高原単位は、生産関連の排出量より算出。

2006年4月より富山工場を含む。

2005年度以前はIPCC第二次報告書の、2006年度以降は第三次報告書の温暖化係数を用いています。第二次報告書の係数で算出すると2006年度のPFC類排出量は351(千t-CO₂)となります。

■ シャープグループの廃棄物等排出量(生産高原単位)の推移

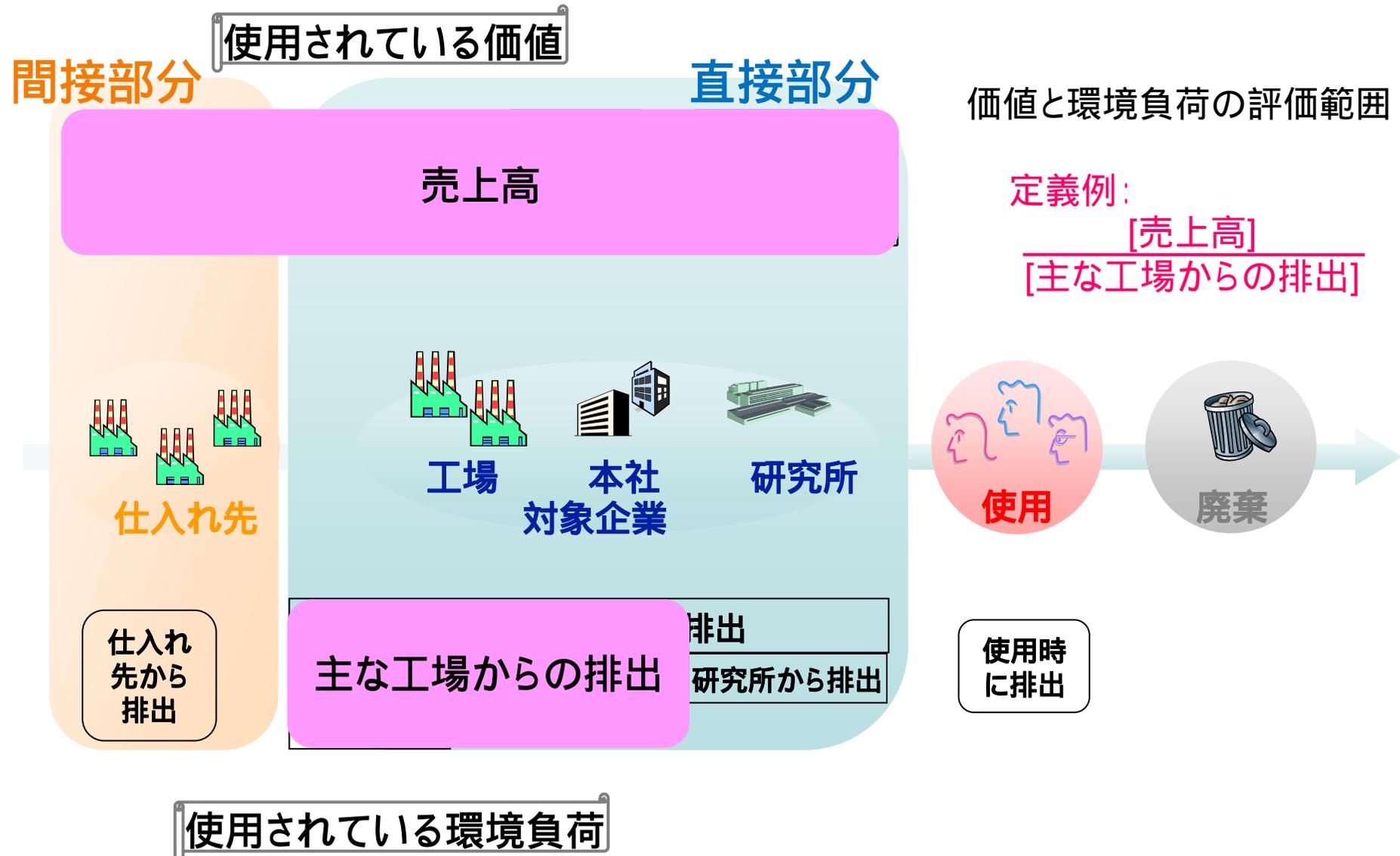


非生産事業所を含む。

2006年4月より富山工場を含む。

引用: シャープ 環境・社会報告書 2008

■ 導入されている環境効率指標の定義例(企業レベル)

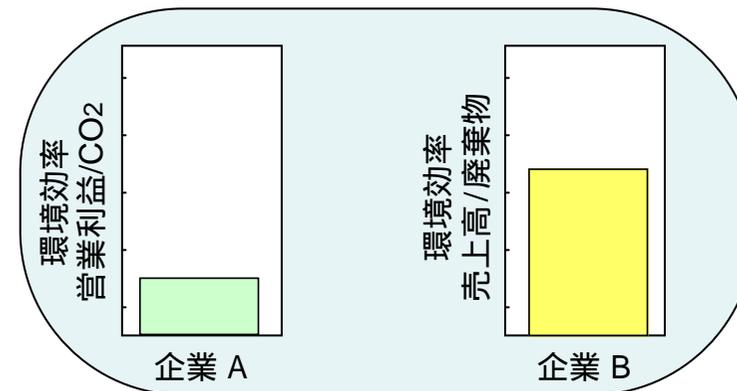


価値と環境負荷量の評価範囲が異なる定義が多い

■ 環境効率の問題点

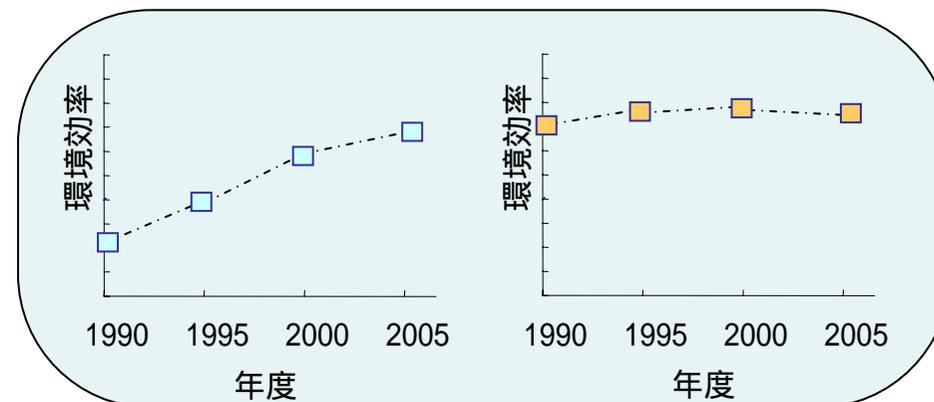
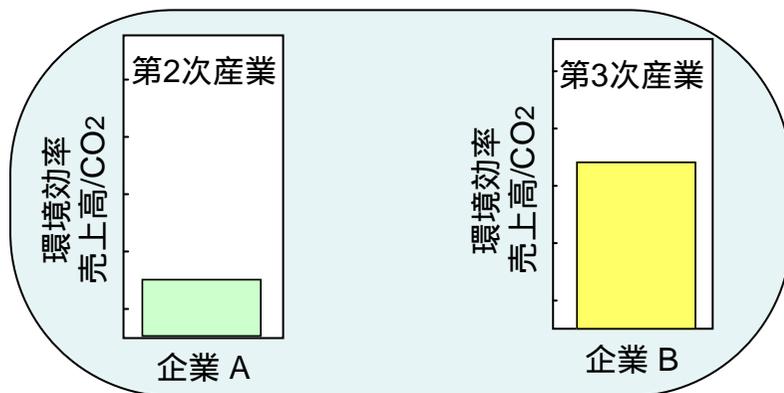
標準化された指標がない

- 異なる定義の指標が比較される恐れがある
- 分母分子の評価範囲が異なる
- 都合のよい定義が用いられる恐れがある



基準がない

- 製造業がサービス業と比較されると不利
- 算出された値の評価が難しい
(高水準で推移していても努力されていないように見える等)



活用しにくい

- 産業によって環境効率は異なるので、企業での目標値設定や達成度評価が難しい
- どの定義を導入したらよいかの判別が難しい

■ 本研究の構想

有用と考えられる環境効率とは

- 分母分子の評価の範囲が一致している
- 評価基準が存在する
- 業種に関わらず適用が可能で活用しやすい

国・産業・企業・製品レベルで相互に関連する
(企業の基準となる環境効率を産業から算定可)

$$\text{環境効率} = \frac{\text{付加価値}}{\text{環境負荷量}}$$



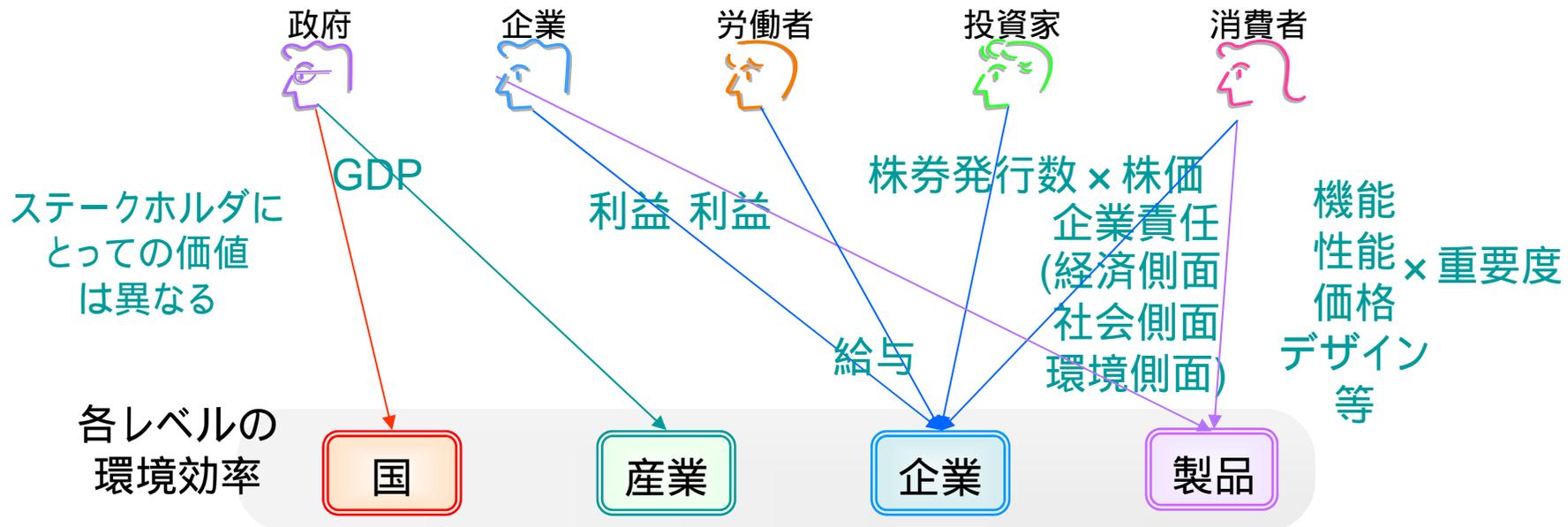
産業レベルと企業レベルの関係を用いた活用が最も有効

■本指標の定義について

ステークホルダには、
各レベルの環境効率を利用する
政府・企業・労働者・投資家・消費者とする

ステークホルダは？

$$\text{環境効率} = \frac{\text{価値}}{\text{環境負荷量}} \dots \text{価値には？}$$



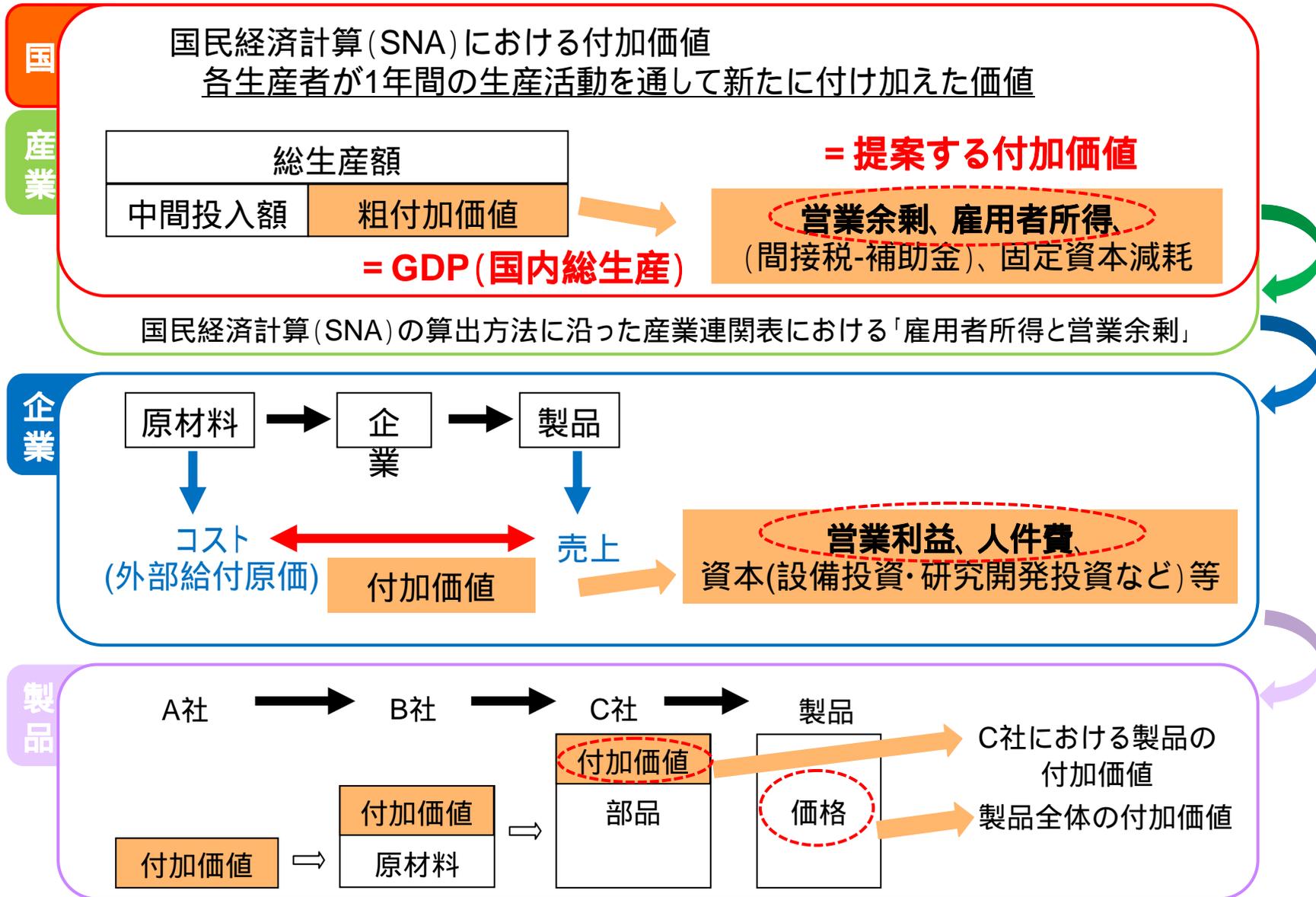
価値には、統一性を有し、ステークホルダが納得する付加価値が適当

93SNAで定義されるGDP(国の付加価値の合計)の一部を適用

雇用者報酬(人件費)、営業余剰(営業利益)
固定資本減耗
生産・輸入品に課される税、(控除)補助金

→ 提案する手法の
付加価値とする

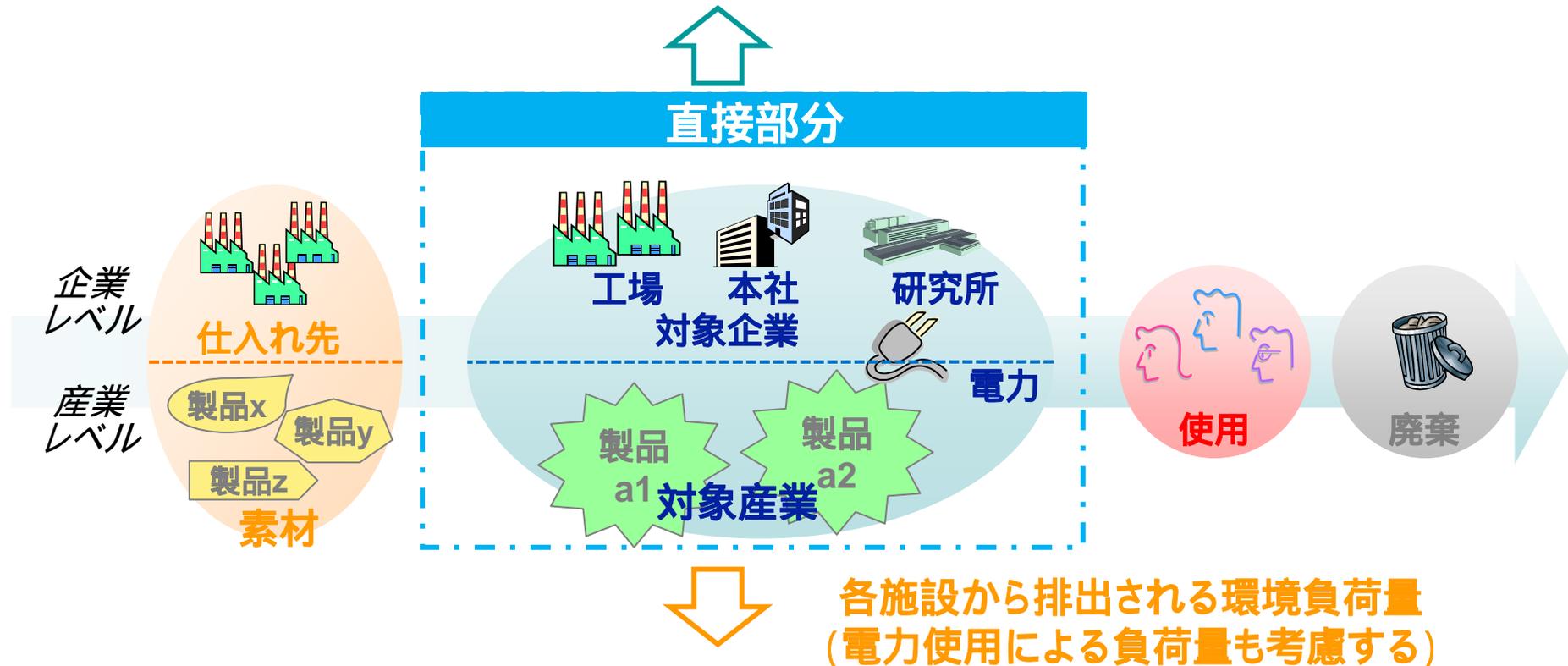
付加価値の考え方



■ 本指標の定義について

$$\text{環境効率} = \frac{\text{価値}}{\text{環境負荷量}} \dots \text{環境負荷量には?}$$

「付加価値」は対象産業/企業の活動で生まれる価値である



環境負荷量項目には、直接部分で排出される
CO₂, NO_x, SO_x, 資源消費量, 有害化学物質, 廃棄物量の考慮が可能なLIME*が適当

*日本版被害算定型環境影響評価手法を用いて統合化した環境影響

■産業レベルの環境効率(算出方法)

付加価値:

使用データ 総務省、平成12年(2000年)産業連関表(Input-Output Tables)

算出方法 産業分類(395分類)における営業余剰と雇用者所得の和

$$\text{環境効率} = \frac{\text{営業余剰} + \text{雇用者所得}}{\text{直接環境負荷量 or 環境影響}}$$

付加価値は、産業ごとの雇用者所得と営業余剰の和

環境負荷量は、産業ごとのエネルギー投入、自家輸送、電力使用量由来

	A産業	B産業	...	内生部計	最終需要計	国内生産額
A産業						
B産業						
...						
内生部計						
雇用者所得						
営業余剰						
その他						
粗付加価値部門計						
国内生産額						

環境負荷の使用データ:

CO₂, NO_x, SO_x, SPM

国立環境研究所、「産業連関表による環境負荷原単位データブック(3EID)」

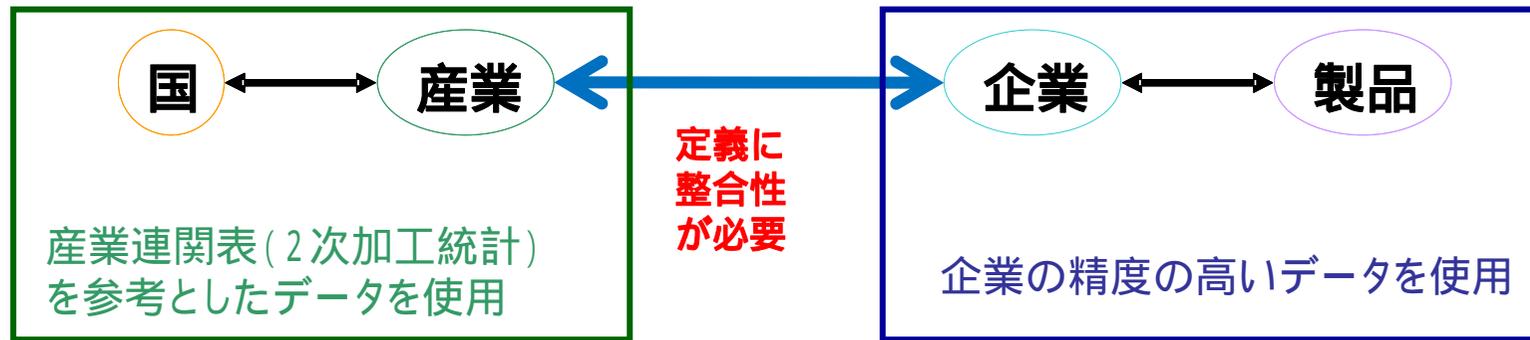
有害化学物質 経済産業省・環境省、PRTRデータ

廃棄物 早稲田大学中村慎一郎研究室、WIO2000version 0.04a

資源消費 総務省、平成12年(2000年)産業連関表の物量表

算出方法 産業連関表の分類に沿った排出量を推定し、統合化係数(LIME)を乗じる

■付加価値の求め方



営業余剰と営業利益の違い

営業余剰	営業利益
(帰属利子)	(支払利子)

付加価値の定義
企業レベル > 産業レベル
(帰属利子分)

産業レベルの付加価値 = 営業余剰 + 雇用者所得 + 帰属利子

企業内での研究開発の扱い

産業分類
米
...
企業内研究開発
医療
...

産業連関表: 企業で行われている研究開発を1つの産業としている
研究開発に携わる人件費は各産業には含まれていない

次の2種類のデータを算出

企業内研究開発を含まない産業レベルのデータ
企業内研究開発を含む産業レベルのデータ

■環境負荷の求め方

各環境負荷項目における環境負荷量＝直接負荷量+電力由来+自家輸送

環境影響＝ Σ (対象環境負荷項目における環境負荷量) × LIMEの統合化係数

CO₂, NO_x, SO_x, SPM

3EID (I-Oによる環境負荷原単位データブック)

- 3EIDのデータには、CO₂において負の値を取る産業がある。評価の上で不適当なため、統合が可能な産業と統合した。(鉄鉄、粗鋼(転炉)、粗鋼(電炉)、熱間圧延鋼材 製鉄業)
- 電力分は、事業用電力の環境負荷を他の産業分類および家庭消費に配分した。(他の環境負荷項目も同様の扱い)
- CO₂は2000年、その他の物質は1995年のデータを使用

廃棄物

廃棄物産業連関表

- LIMEでは、廃棄物の埋め立て量に対して、環境負荷を考慮している。そのため、廃棄物量に埋立率を乗じ環境負荷量とした。
- 2000年のデータを使用

有害化学物質

PRTR

- 届出対象業種 56種類 産業分類約400分類
- * 生産額で配分した、ただし影響の大きな非鉄金属製造業は、事業所毎の排出量を考慮して推算した。
- 対象物質に複数のLIME係数 最大値使用
- 2001年のデータを使用

資源消費

産業連関表付帯表の物量表

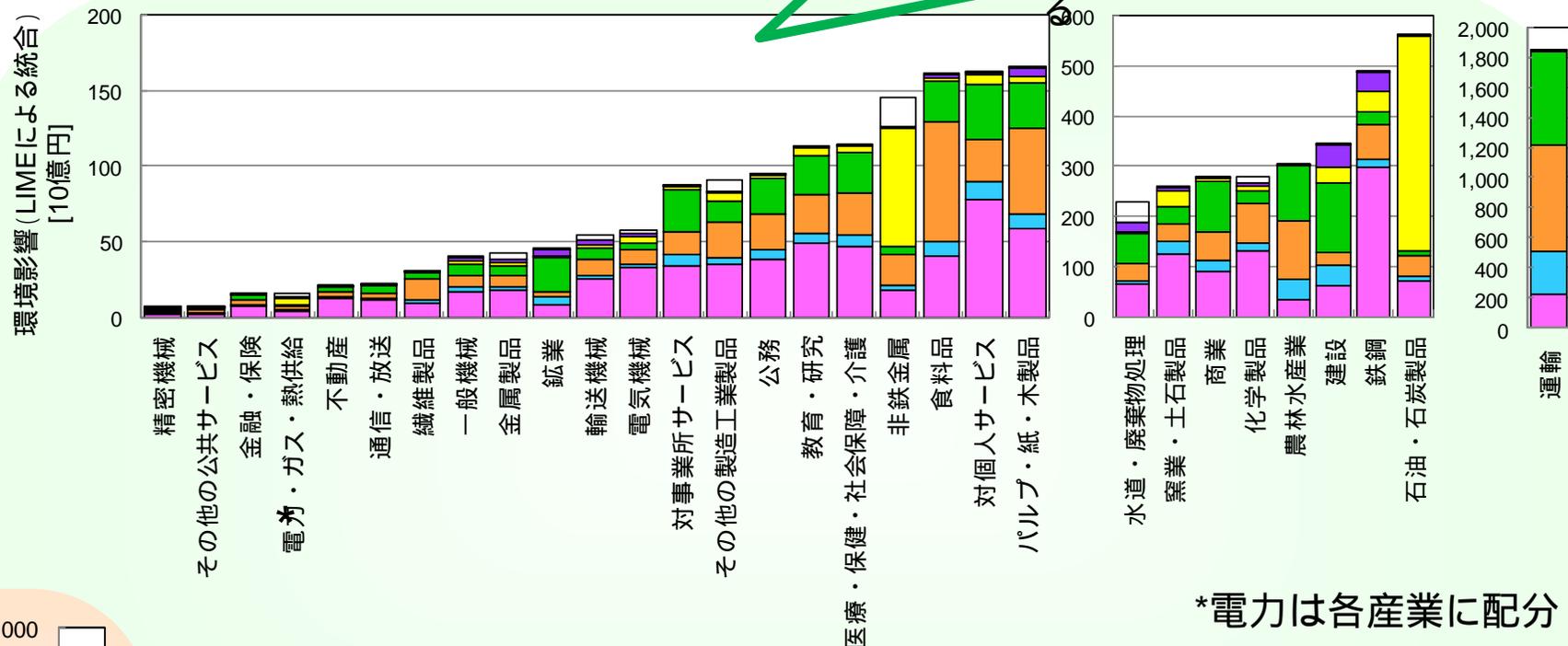
- 直接投入される資源のみを考慮する。加工された資源消費量は対象外としたが、今後検討が必要とされる。
- 2000年のデータを使用

LIMEについて



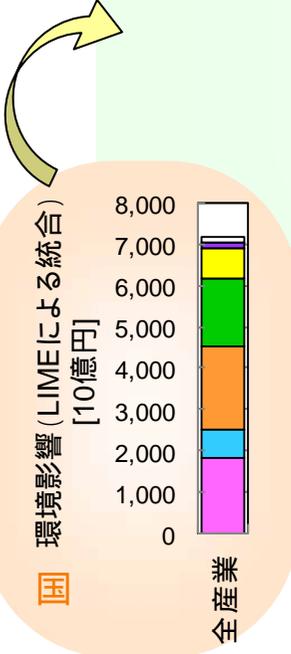
産業レベルの環境負荷量

産業ごとに環境負荷量の構成比が異なる



*電力は各産業に配分

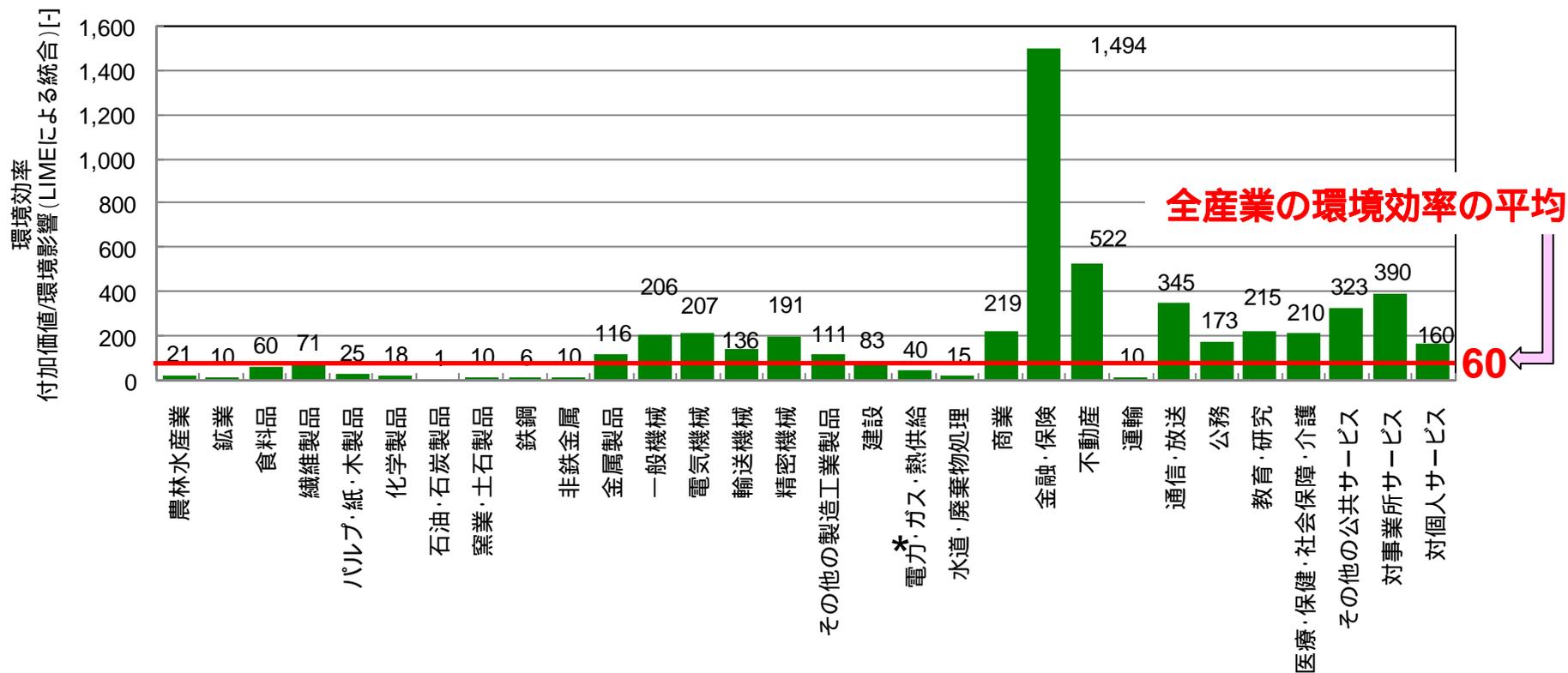
CO₂, NO_x, SO_x, SPM, 資源消費, 廃棄物, PRTR対象物質
 の環境影響 (LIMEによる統合)
 (産業連関表の産業基本分類(395分類)を大分類(32分類)に統合)



算出年度:

CO₂, 資源消費, 廃棄物(2000年度)、
 NO_x, SO_x, SPM(1995年度)、
 PRTR対象物質(2001年度)

産業レベルの環境効率



*電力は各産業に配分

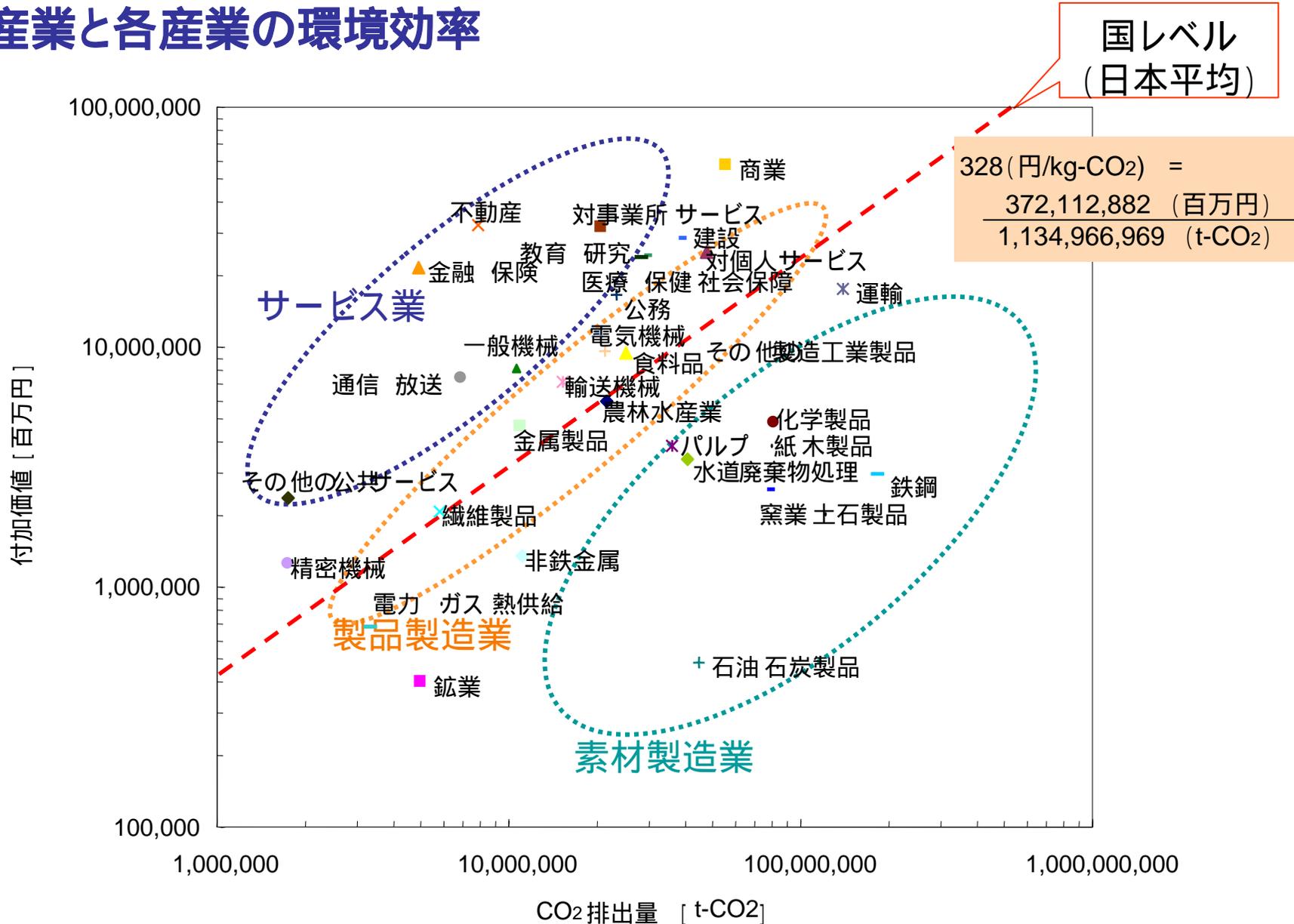
産業レベルの環境効率

(産業連関表の産業基本分類(395分類)を統合大分類(32分類)に統合)

算出年度: 付加価値, CO₂, 資源消費, 廃棄物 (2000年度)

NO_x, SO_x, SPM (1995年度)、PRTR対象物質 (2001年度)

■ 全産業と各産業の環境効率



国レベルと各産業 (32分類) のCO₂効率 (2000年度) の関係

考慮する環境負荷項目に応じた産業レベルの環境効率

産業レベルの環境効率 [円 / kg]

産業レベルの環境効率 [円 / 環境影響 (LIMEによる統合)]

産業連関表 コード	産業分類名	環境効率 付加価値(円)/環境影響 (LIMEによる統合) [円]	
		企業内研究開発含まない	企業内研究開発を含む
11101	米	34	34
11102	麦類	91	91
11201	いも類	104	104
11202	豆類	160	160
11301	野菜(露地・施設)	58	58
11401	果実	155	155
11501	砂糖原料作物	128	128
11502	飲料用作物	153	153
11509	その他の食用耕種作物	79	79
1601	飼料作物	74	74
11802	種苗	101	102
11809	花木・花木類	27	27
	食用耕種作物	113	113
		102	102
		53	53
		41	41
12104	豚	78	78
12105	肉用牛	75	75
12109	その他の畜産		
13101	獣医薬業		
13109	農業サービス(除獣医薬)		

考慮する環境負荷項目に
応じた環境効率の算出

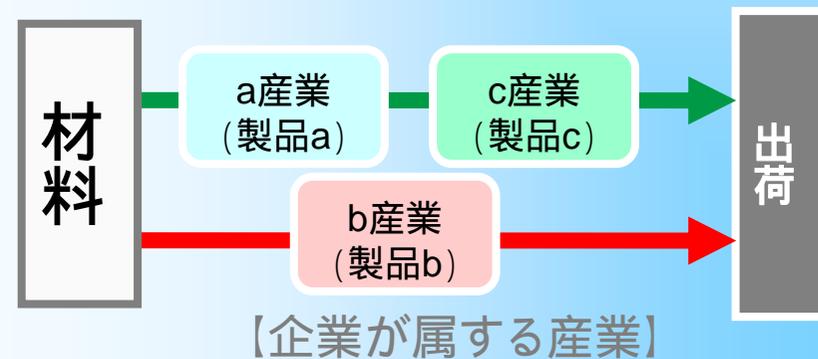
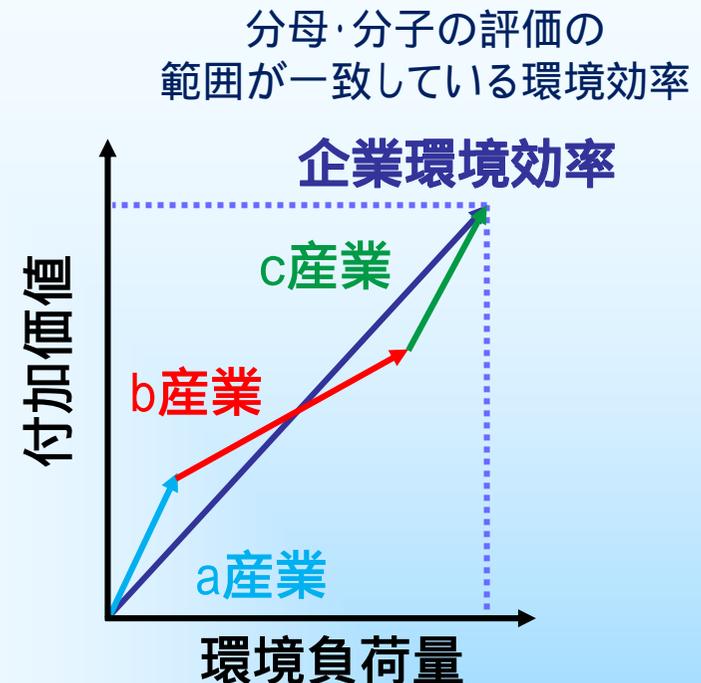
上記はHPにて提供しています

■企業レベルの環境効率の算出方法

当該企業の付加価値を算出
 営業余剰 営業利益
 雇用者所得 人件費

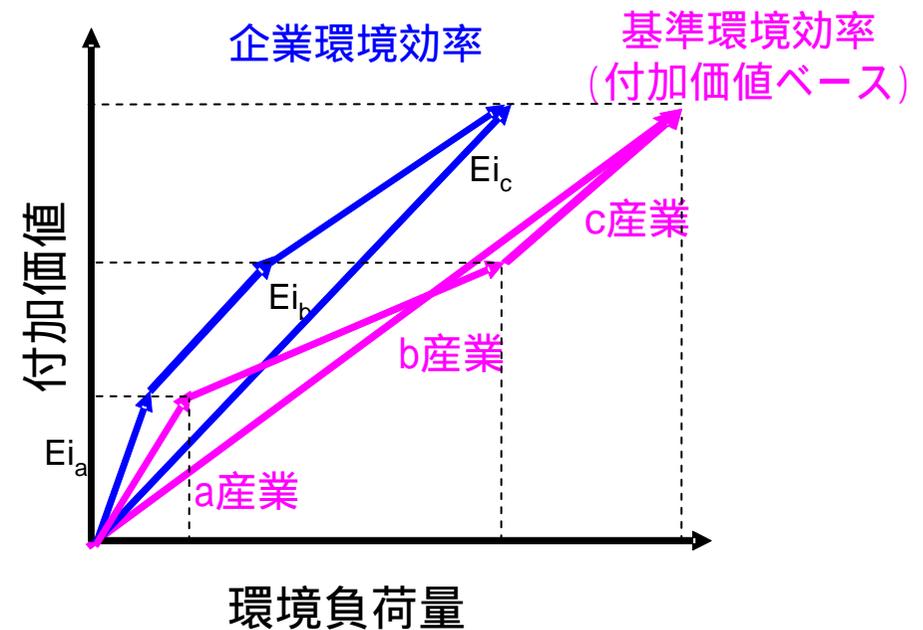
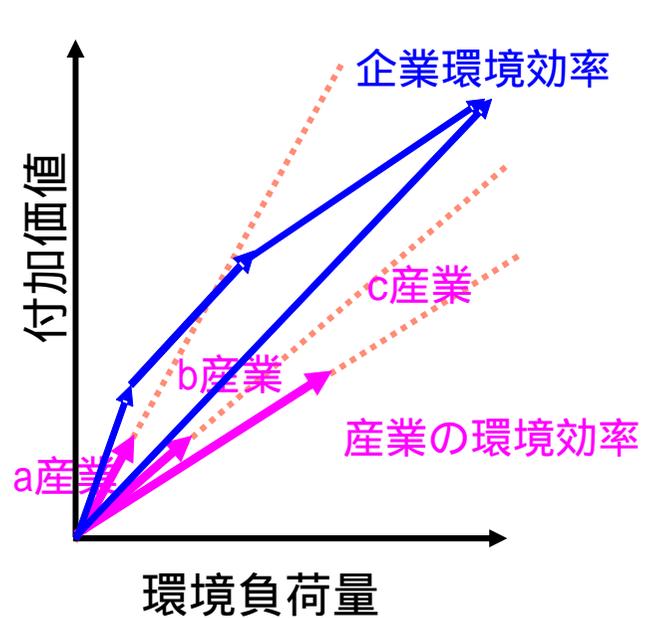
$$\text{環境効率} = \frac{\text{営業利益} + \text{人件費}}{\text{環境負荷量}}$$

工場等、営業所、研究所等の事業所
 より排出される環境負荷量
 +
 電力使用による環境負荷量
 +
 自家輸送による環境負荷量



企業は複数の産業分類に属している

■ 産業レベルと企業レベルの比較方法



企業活動に対する
比較対象が複数

比較が困難



産業構造を考慮した 基準環境効率を算出

【算出方法】

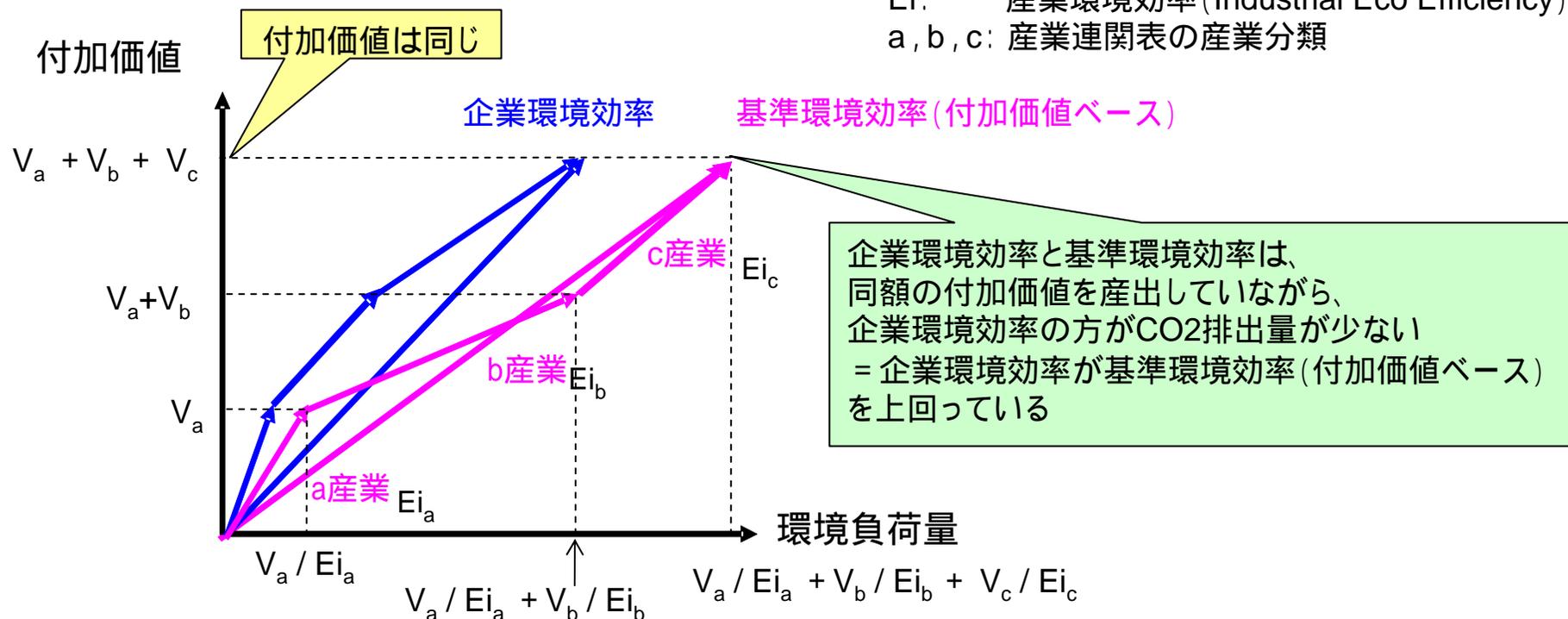
基準環境効率(付加価値ベース)

基準環境効率(環境影響ベース)

■ 基準環境効率(付加価値ベース)の算出

産業連関表産業分類	産業環境効率	企業の付加価値	付加価値ベース基準CO ₂ 排出量
a産業	Ei_a	V_a	V_a / Ei_a
b産業	Ei_b	V_b	V_b / Ei_b
c産業	Ei_c	V_c	V_c / Ei_c
企業計	-	$V_a + V_b + V_c$	$V_a / Ei_a + V_b / Ei_b + V_c / Ei_c$

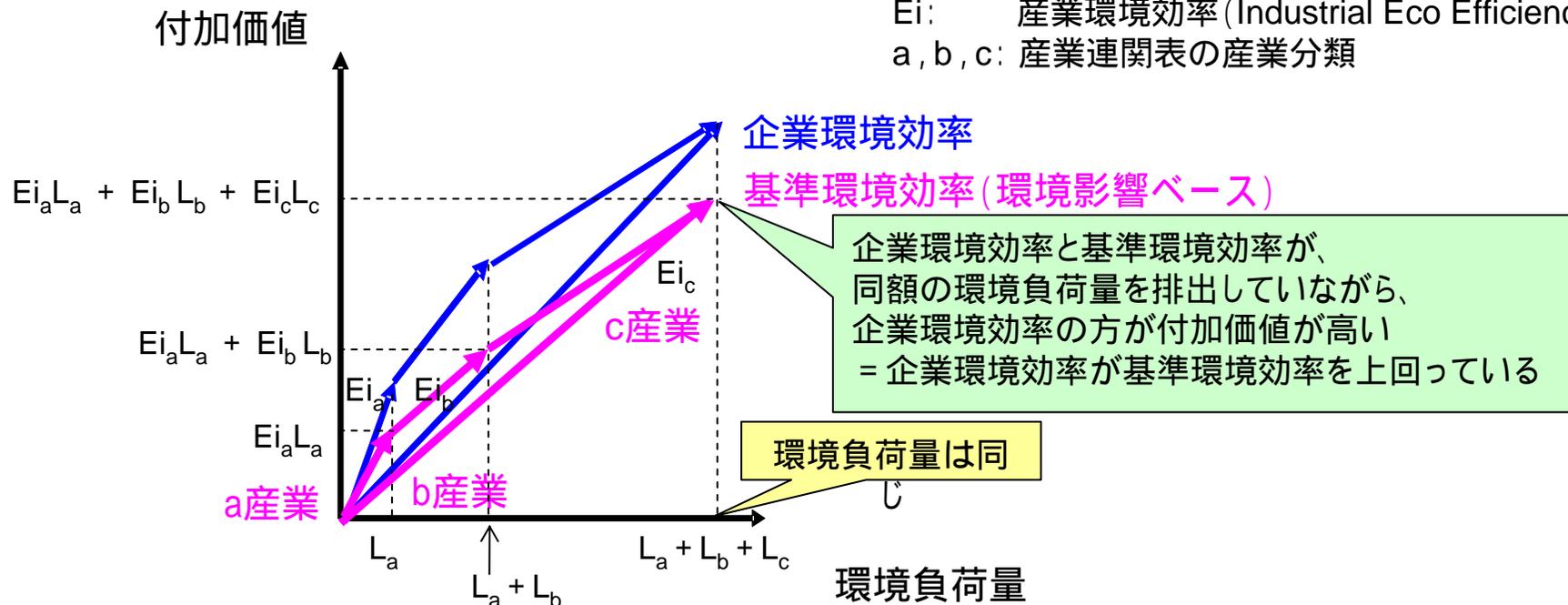
V: 付加価値 (Added Value)
 Ei: 産業環境効率 (Industrial Eco Efficiency)
 a, b, c: 産業連関表の産業分類



■ 基準環境効率(環境影響ベース)の算出

産業連関表産業分類	産業環境効率	企業のCO ₂ 排出量	環境影響ベース基準付加価値
a産業	Ei_a	L_a	$Ei_a L_a$
b産業	Ei_b	L_b	$Ei_b L_b$
c産業	Ei_c	L_c	$Ei_c L_c$
企業計	-	$L_a + L_b + L_c$	$Ei_a L_a + Ei_b L_b + Ei_c L_c$

L: 環境負荷量 (Environmental Load)
 Ei: 産業環境効率 (Industrial Eco Efficiency)
 a, b, c: 産業連関表の産業分類



基準環境効率(付加価値ベース)を使用することを推薦する

■ 企業によるケーススタディの結果

企業関係者主体による、本手法を用いたケーススタディを実施し、本指標の有用性の確認、使用上の問題点の把握、および活用の方法について検討した。

○ケーススタディ実施企業

総合電機メーカー2社、精密機器メーカー2社、飲料メーカー1社、情報サービス業1社

→ この内、2007年11月開催のワークショップで環境効率の算出結果を開示した

①セイコーエプソン(株)、②富士通(株)、③キヤノン(株)の結果を紹介する

セイコーエプソン(株)

➤評価範囲:

2004年、2005年、2006年 企業連結

➤産業:

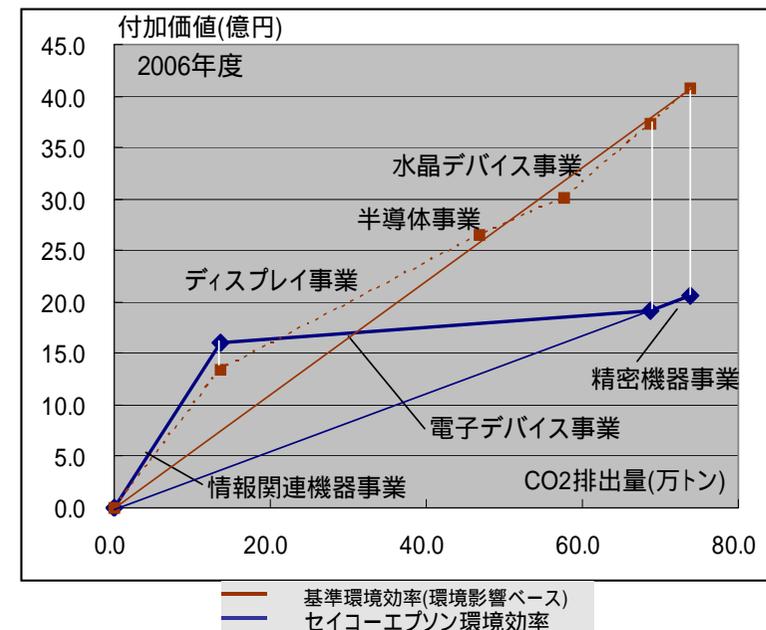
情報関連機器事業、電子デバイス事業、精密機器事業

➤参照データ:

付加価値 → 有価証券報告書

(推算: 人件費のうち労務費は単体のみ、
産業分類には従業員数比で配分)

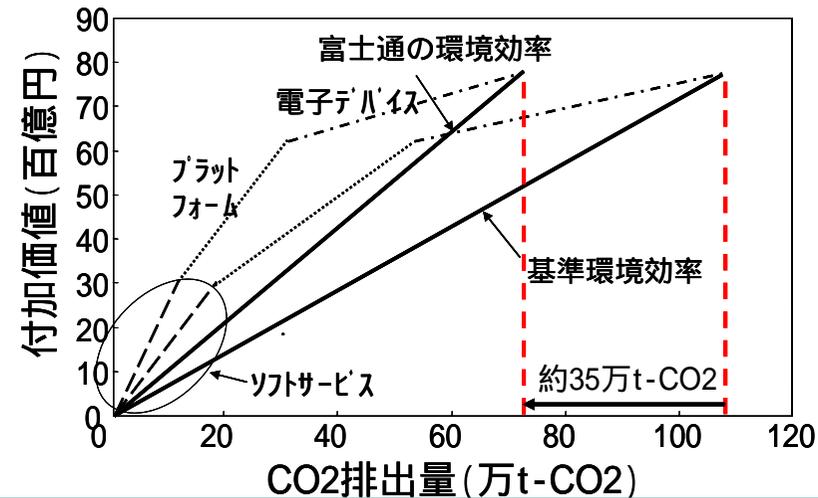
CO2排出量 → サステナビリティレポート、社内データ



■企業によるケーススタディの結果

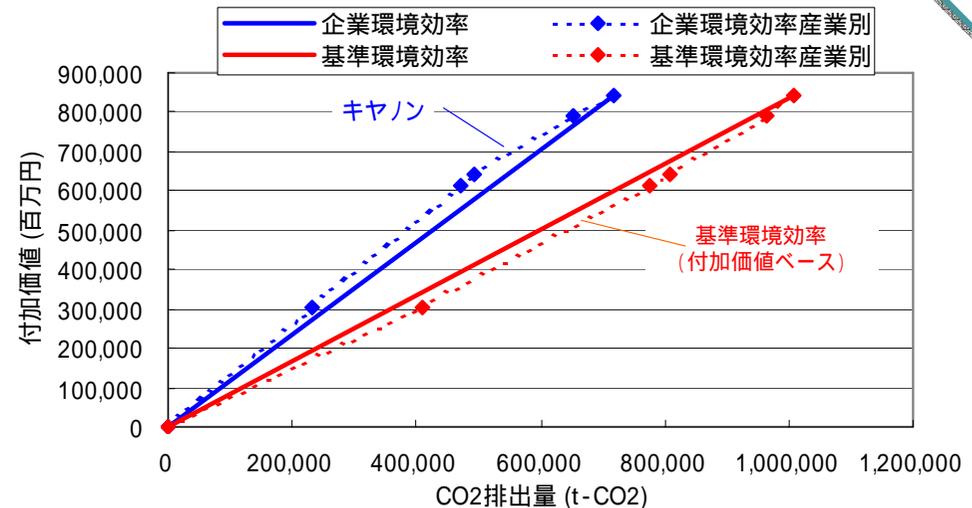
富士通(株)

- ▶評価範囲: 2000年、2004年 企業単独
- ▶産業: ソフトサービス、プラットフォーム、電子デバイス
- ▶参照データ:
 - 付加価値 → 有価証券報告書
(推算: 営業利益は連結売上高配分、
人件費は従業員数配分)
 - CO2排出量 → 社内データ



キヤノン(株)

- ▶評価範囲: 2004年 企業連結
- ▶産業: 複写機、電子計算機付属装置、カメラ、半導体製造装置、電子計算機本体(除パソコン)
- ▶参照データ:
 - 付加価値 → 有価証券報告書
(推算: 営業利益は売上高配分
人件費のうち労務費のみ6社分)
 - CO2排出量 → 社内データ

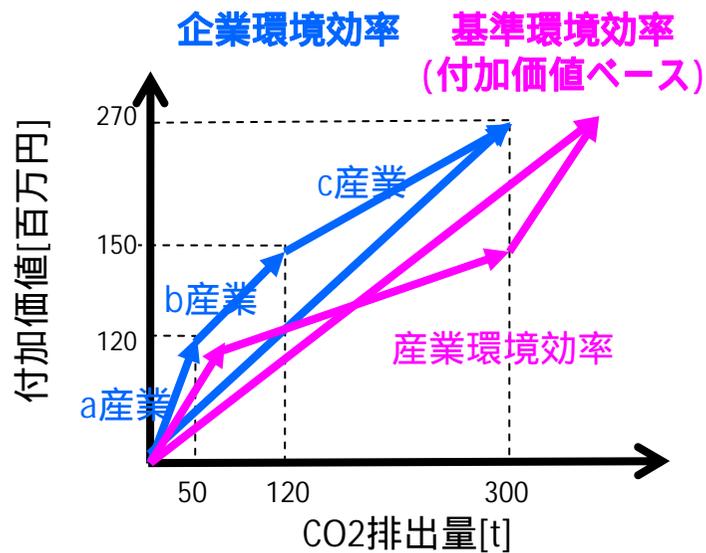


自社内で複数の産業を営んでおり、かつそれらの産業の環境効率の平均値が異なる場合においては、基準環境効率と比較できる本指標が有効であることを確認することができた。

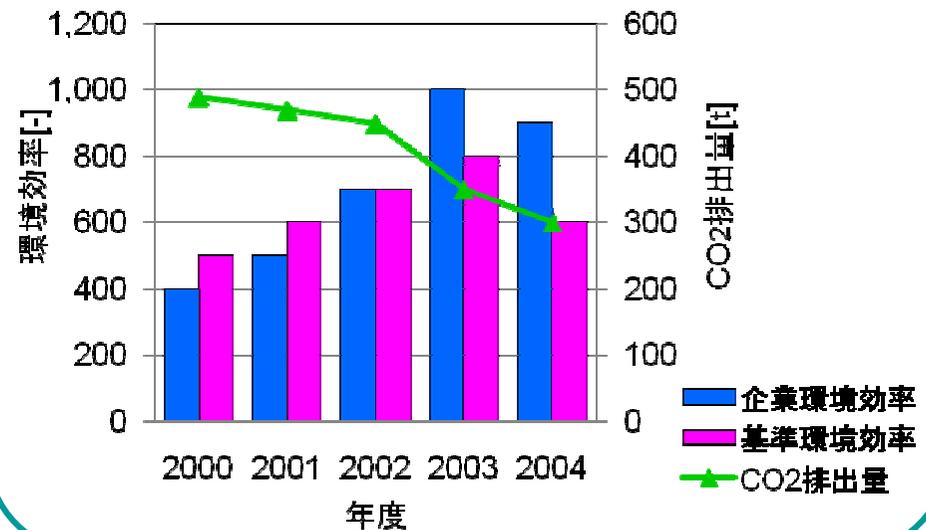
■活用方法

産業平均と比較することにより、
活用方法は多種考えられる

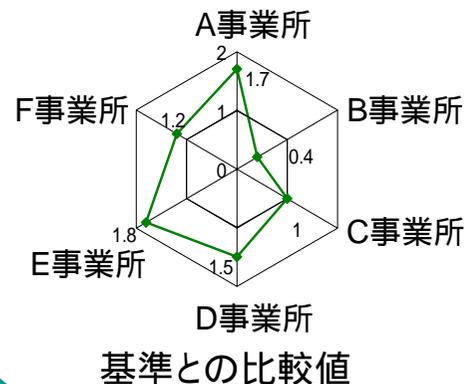
環境パフォーマンス評価・解析



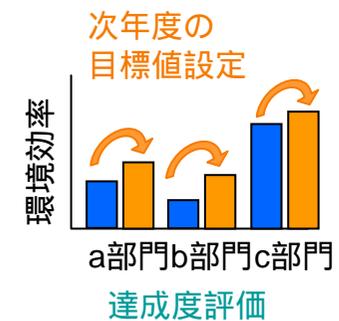
他社ではなく、基準環境効率と比較が可能



企業内の解析



産業構成を考慮した 目標値の設定/達成度の評価



等

■本指標を用いる上での留意点

産業環境効率の産業分類が約400に限られている

ひとつの分類の中に多様な製品が存在している場合、本来、製品によって環境効率の高低に差があるが、本産業環境効率ではそれを考慮していない

例)

「民生用電気機器(除くエアコン)」に含まれる製品

電気アイロン・電気こたつ・電気がま・電子レンジ・扇風機・電気洗濯機・電気冷蔵庫 等

海外生産分の製品に関する扱い

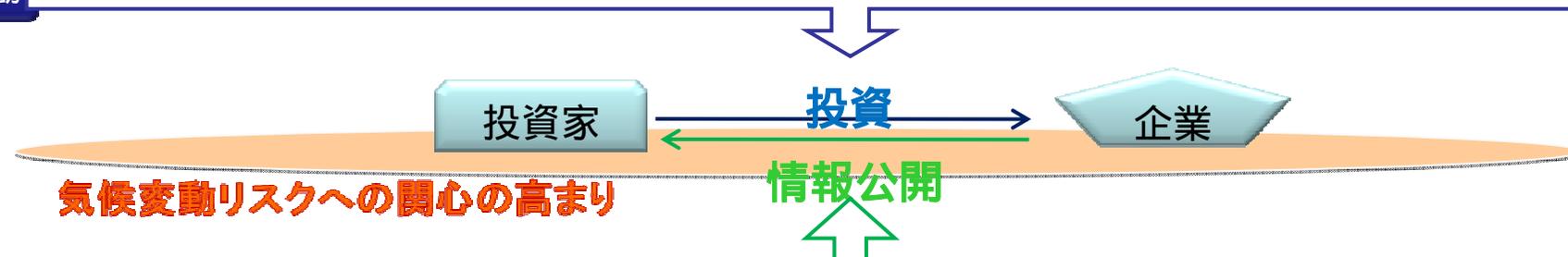


基準環境効率の算出に用いる産業連関表の作成年と、
企業環境効率の算出年に差が生じる

■ 温室効果ガス排出量をめぐる動きと本手法の適用について

投資家の動

2006年国連「責任投資原則(PRI)」の公表(政府基金や年金基金など10兆円相当が署名)
 機関投資家の投資意思決定に環境(E)、社会(S)、コーポレートガバナンス(G)の評価を組み込むことを要請
 カーボン・ディスクロージャー・プロジェクト(総額41兆ドル相当の資産を有する機関投資家が署名)
 世界の機関投資家が、大手企業に対して温室効果ガス排出量と気候変動リスクに対する情報開示を要求



現状

社会的責任投資(SRI)リサーチ企業等によるアンケート調査
 各社のCSR報告書

情報公開の進

EU会計現代化指令(2003年)・・・環境・社会問題に関するKPIの開示を要求
 2005年からの国際会計基準採用に向けて、加盟国に国内法の整備を指令した
 温暖化対策推進法
 2006年4月以降の事業年度に関して、対象事業所は年間の温室効果ガス排出量を算定し、国に報告

本手法の適用

評価指標として付加価値を基礎とした環境効率指標が有効であることを指摘
 【日本公認会計士協会経営研究調査会研究報告第27号(2006年)】
 有価証券報告書における温室効果ガス排出量情報と温暖化対策関連情報の標準様式による開示の制度化を
 提言している。付加価値情報の開示など、追加情報が必要となるが、これらの情報の整備によって、温暖化防
 止に貢献する企業が市場で高く評価されるような枠組を作ることができると考えられる。

■ 環境効率指標算出の支援

提案する環境効率における活用の可能性を検討するため、
幾つかの企業にケーススタディを実施していただいた

明確化された主な点
・産業分類の設定に時間が要される
・社内データの収集が困難

問題点を受けて
算出を円滑にするため

- マニュアルの作成
- 簡易ソフトウェアの作成

マニュアル

解説編	
1. はじめに	1
1.1 環境効率指標導入の背景	1
1.2 既存の環境効率指標の問題点	1
1.2.1 既存の環境効率指標は各社各様	1
1.2.2 環境効率指標の定義について	2
1.2.3 環境効率が誤って解釈される恐れがある	3
2. 本手法の環境効率指標について	9
2.1 本手法の環境効率指標の算出式	9
2.2 国レベルの環境効率指標	10
2.3 産業レベルの環境効率指標	10
2.4 企業レベルの環境効率指標	10
2.5 製品レベルの環境効率指標	10
3. 本手法の環境効率の特徴	11
3.1 環境効率算出式の分子と分母の算出範囲の統一	11
3.2 基準環境効率の導入	12
3.3 各レベルの環境効率の関連	13
4. 本手法の環境効率の活用	14
4.1 環境効率の活用による効果	14
4.2 環境効率の結果の表現方法	14
4.3 環境効率の算出結果の表現方法	14
4.3.1 環境効率算出値による表現	14
4.3.2 基準環境効率比による表現	15
4.3.3 基準環境効率比にフックターによる表現	15
4.4 評価対象の設定	15
4.4.1 企業全体	15
4.4.2 企業内の各組織	15
4.5 表現方法のまとめ	16
4.5.1 単年の表現方法	16
4.5.2 基準年との比較	19
4.5.3 経年変化	20
4.6 対象先ごとの活用方法	21
4.6.1 企業内部に対する活用	21
4.6.2 企業外部に対する活用	23
5. 本手法の環境効率の限界	25
5.1 産業連関表の産業分類が企業活動を反映していない	25
5.2 社会とできる環境影響はCO2排出量のみ	25
5.3 海外の生産活動に対する評価	25
6. 「環境効率」に関してよくある質問	26
7. おわりに	29

本環境効率の概要

本環境効率の活用方法

本環境効率を用いる際の注意点

算出手順編	
1. はじめに	1
1.1 環境効率の算出手順の概要	1
1.2 本手法の環境効率について	2
1.2.1 本手法	2
1.2.2 企業別	2
1.3 本手法の環境効率	4
2. 環境効率の算出手順	5
【手順1】 環境効率を算出する目的を設定する	5
【手順1-1】 環境効率の活用先・用途を決める	5
【手順1-2】 環境効率を算出する範囲を決める	5
【手順2】 企業環境効率を算出する	11
【手順2-1】 企業全体の付加価値を算出する	11
【手順2-2】 企業全体の環境負荷量を算出する	15
【手順2-3】 データの把握状況を確認する	18
【手順2-4】 企業全体の環境効率を算出する	19
【手順3】 基準環境効率と比較するための準備	20
【手順3-1】 企業が担う産業分類を把握する	20
【手順3-2】 産業分類ごとに付加価値・環境負荷量を算出する	22
【手順3-3】 産業ごとの付加価値・環境負荷量の算出状況を確認する	25
【手順4】 基準環境効率を算出する	26
【手順5】 基準環境効率に基づいて企業環境効率を評価する	29
【手順5 (1)】 基準環境効率 (付加価値ベース) と比較する	30
【手順5 (2)】 基準環境効率 (環境影響ベース) と比較する	30
【手順6】 環境効率の算出方法を整理する	31
3. よくある質問	35
資料	

本環境効率の算出方法

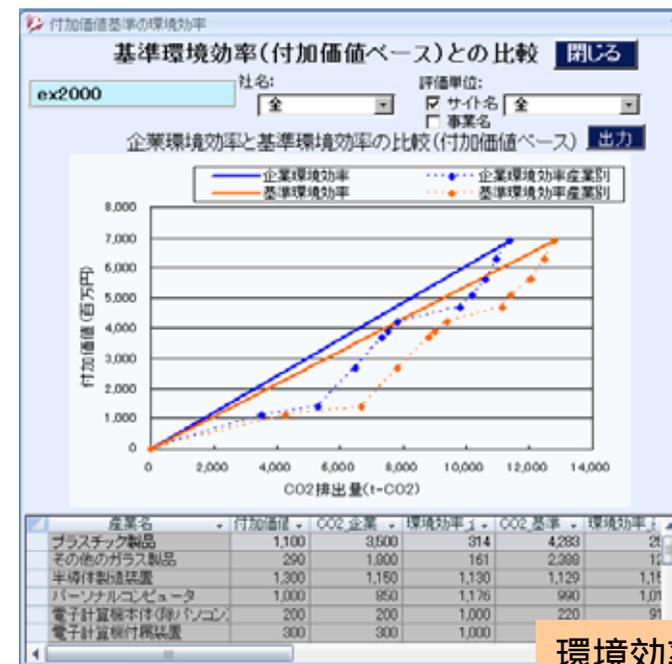
■ 簡易ソフトウェアについて

環境効率の導入を支援するためのツールを作成した

【主な機能について】

- 企業が担っている産業分類を検索可能とした
- 燃料消費量等からCO₂排出量の算出を可能とした
- 企業の環境効率と基準環境効率との比較が可能とした(視覚化)
- 経年変化の評価を可能とした
- 結果をExcelデータへ出力を可能とした

スタート画面



■ まとめ

- ◆ 分母分子の評価範囲が一致した環境効率指標を提供できた
- ◆ 企業環境効率を産業環境効率と比較することで、評価基準ができた
- ◆ 企業の環境パフォーマンスを評価できる指標ができた
- ◆ ケーススタディを通じ、算出時の問題点を明確にして、環境効率マニュアル及び算出ソフトを作成した
- ◆ 今後、本指標を多くの企業の方に活用していただきたい