



青い地球は誰のもの

環境問題
サステナビリティ

大学院工学研究院
横田 弘

1

前回の復習



- 土木工学の国際展開戦略
- 国際人として活躍するには

2

国際戦略



技術力の向上(日本固有の技術, 防災技術)
様々な専門家や指導者の育成
国際規格に合わせる
戦略を持つ(国家の戦略)
相手国をリサーチし, きめ細かな貢献
プロジェクトへの積極的参加
その他

3

国際人となるには



語学(留学)
幅広い知識と能力, 発信力, 応用力
コミュニケーション能力を磨く
信頼を得る真摯な態度
異なる環境への適応力, 国際的な視野
自分の得意分野
自国の事を知る
その他

4

シビルエンジニアは地球の主治医！



シビルエンジニアリングの役割 Think Globally, Act Locally!!

環境問題
エネルギー問題
防災

地球規模の問題から身近な問題まで
シビルエンジニアとして
問題解決にあたる仕事

自然との共生を目指して

- 快適な生活環境を創造すること
- 自然と災害から生命と財産を守ること

交通と土木	みなとと土木	くらしと土木	環境と土木
エネルギーと土木	経済と土木	防災と土木	地球科学と土木

対象の広さ・大きさ

社会的責任の大きさ

<p>交通と土木</p> <p>橋梁 トンネル</p> <p>交通網計画</p>	<p>くらしと土木</p> <p>市街地・公園計画 自転車環境整備</p>
<p>物流と土木</p> <p>空のみなと 海のみなと</p>	<p>環境と土木</p> <p>汚染土壌地下水の浄化技術 ピオトープ</p> <p>高速道路の整備と森の創造 バリ島緊急海岸保全プロジェクト</p>

<p>エネルギーと土木</p> <p>火力発電 海水揚水発電</p> <p>福島県沖の浮体式洋上風力発電のイメージ 200m 3本のチェーンで海底とつながる 洋上風力発電</p>	<p>経済と土木</p> <p>社会インフラ政策</p> <p>1次効果 (直接効果) 2次効果 (間接効果)</p> <p>必要な財やサービスの需要 ↓ 企業の生産コストの低下 ↓ 財やサービスの生産 ↓ 消費の増加 ↓ 生産のために必要な財やサービスの生産 ↓ 雇用の増加 ↓ 生産の増加 ↓ 資金の受け取り ↓ 財/サービスの生産 ↓ 生産の増加</p> <p>2次効果以降の間接効果</p> <p>最終的な経済効果</p>
<p>防災と土木</p> <p>耐震補強 地滑り対策 洪水対策</p> <p>ソフト対策</p>	<p>地球科学と土木</p> <p>地震 津波 水循環 自然の力の評価</p>

サステナビリティ



Sustain-ability

Sustain = to keep sb/sth alive or in existence

Ability = power or skill required to do sth

Sustainability => 持続可能性

人間活動(文明活動)が将来にわたって持続できるか否か

有限の資源・容量 → 時間的公平性(世代間)
空間的公平性(地域)

Physical asset, human assets, financial assets,
intangible assets, and information assets

持続可能性(Sustainability)



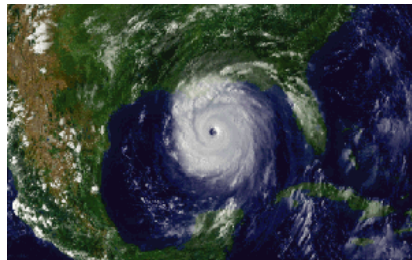
持続可能性

人間活動(文明活動)が将来にわたって持続できるか否か。

有限な資源・容量 → 時間的公平性(世代間)
空間的公平性(地域)

— 具体的な課題 —

- 化石資源の持続可能性(資源)
- 廃棄物処理の持続可能性(資源・衛生環境)
- 水資源の持続可能性(衛生環境・シビル)
- 持続可能な開発(シビル・国土政策)



ハリケーン・カトリーナ: 中心気圧902hPa
写真提供: NOAA(米国海洋大気庁)



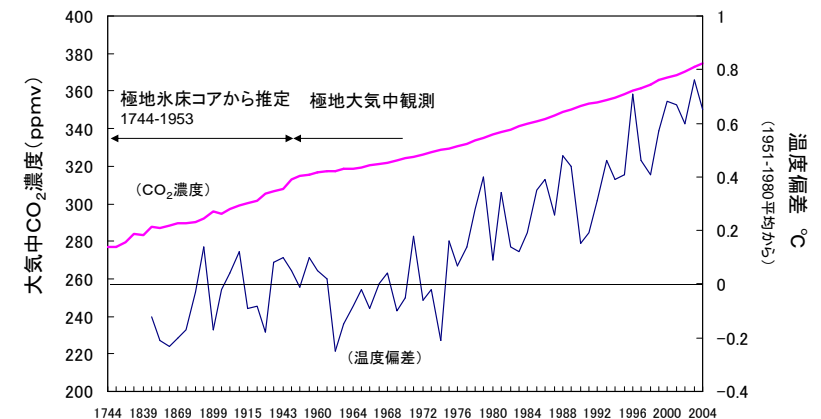
沖縄県慶良間列島阿嘉島周辺サンゴ
写真提供: 阿嘉島臨海研究所

病んでいく私たちの地球



浸食されるツバルの海岸
写真提供: 遠藤秀一 (NGO Tuvalu Overview)

大気中CO₂濃度および 温度偏差の年変化



気候変動に関する政府間パネル(IPCC) 第4次評価報告書(2007)

“大気や海洋の世界平均気温の上昇、
雪氷の広範囲にわたる融解、世界平均
海面水位の上昇などから気候シス
テムの温暖化には疑う余地がない”

“20世紀半ば以降に観測された世界
平均気温の上昇のほとんどは、人為
起源の温室効果ガスの大気中濃度の
増加によってもたらされた可能性が
かなり高い”

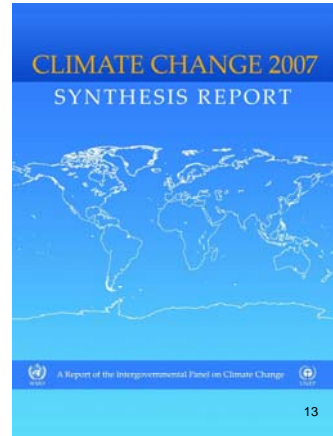


図 1-2-1 世界のエネルギー起源二酸化炭素の国別排出量とその見通し

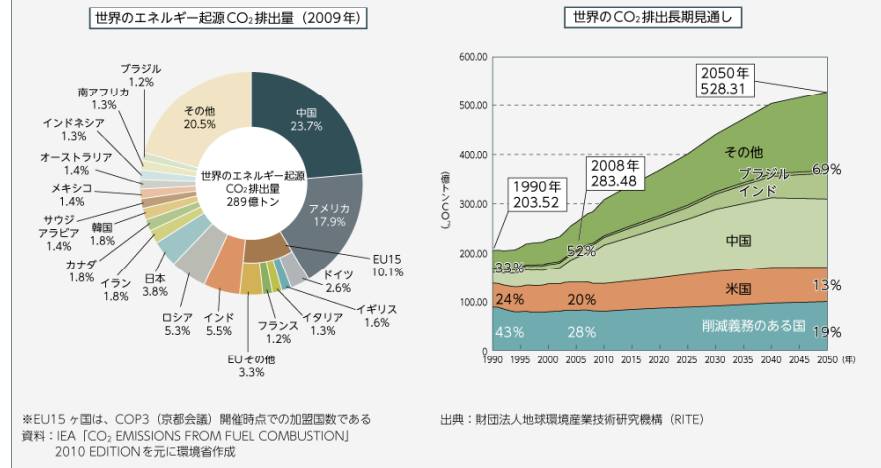
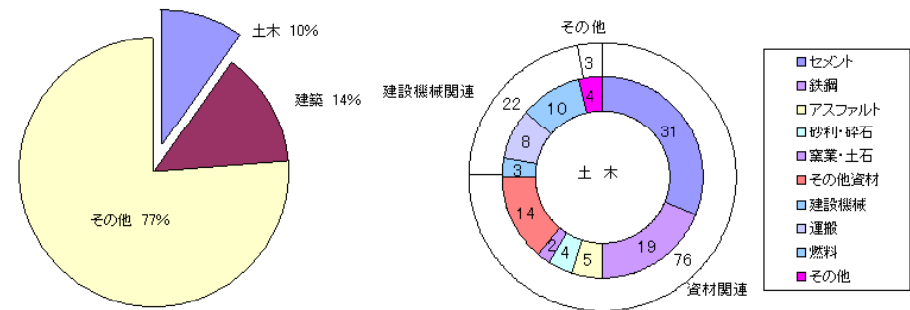
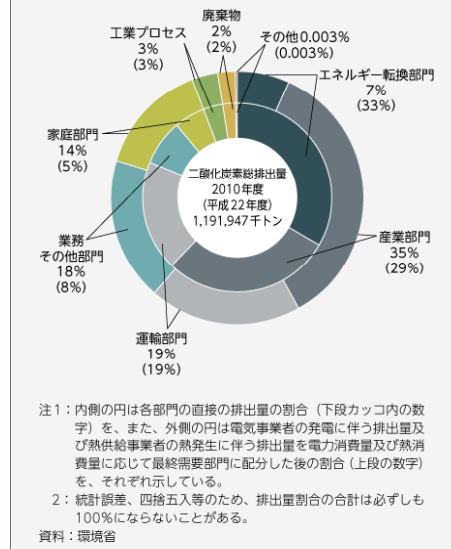


図 1-1-3 二酸化炭素排出量の部門別内訳



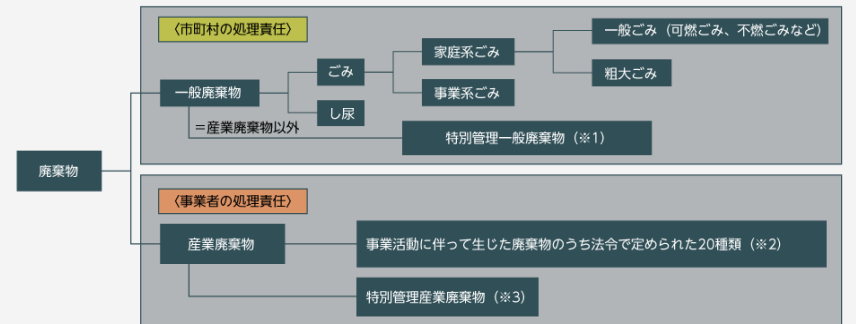
全産業における建設分野の二酸化炭素排出量の比率と土木分野での構成 (日本建設機械化協会HPより)

CO₂排出原単位の比較



	317委員会 での名称	CO ₂ 原単位 (kg-CO ₂ /単位置)	LCA研究小委員会 での名称	CO ₂ 原単位 (kg-CO ₂ /単位置)
材料	ポルトランドセメント	757.9	ポルトランドセメント	836
	高炉セメントB種	458.7	高炉スラグ45%混入 高炉セメント	495
	天然粗骨材	2.8	砂利・採石	5.65
	天然細骨材	3.5	砂利・採石	5.65
	形鋼	1250	高炉製熱間圧延鋼材	1507
燃料	LPG	2.687	LPG	3.183
	軽油	2.823	軽油	2.856
	LNG	3.318	LNG	2.453
	購入電力	0.371	電力	0.473
輸送	10tトラック	0.076	運輸	0.341 ¹⁷

図3-1-5 廃棄物の区分



注1：一般廃棄物のうち、爆発性、毒性、感染性その他の人の健康又は生活環境に係る被害を生ずるおそれのあるもの
 2：燃えがら、汚泥、廃油、廃アルカリ、廃プラスチック類、紙くず、木くず、繊維くず、動物性残渣、動物系固形不要物、ゴムくず、金属くず、ガラスくず、コンクリートくず及び陶磁器くず、鉱さい、がれき類、動物のふん尿、動物の死体、はいじん、輸入された廃棄物、上記の産業廃棄物を処分するために処理したもの
 3：産業廃棄物のうち、爆発性、毒性、感染性その他の人の健康又は生活環境に係る被害を生ずるおそれがあるもの
 資料：環境省

Source: 平成24年版環境白書

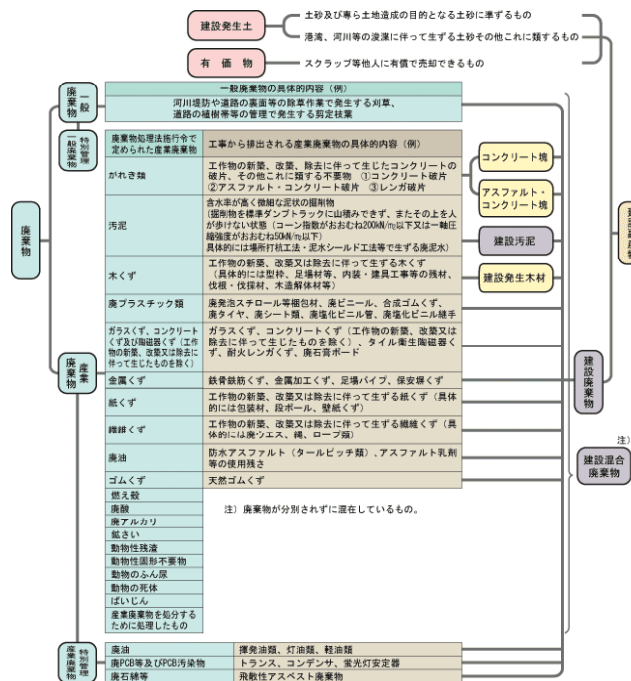
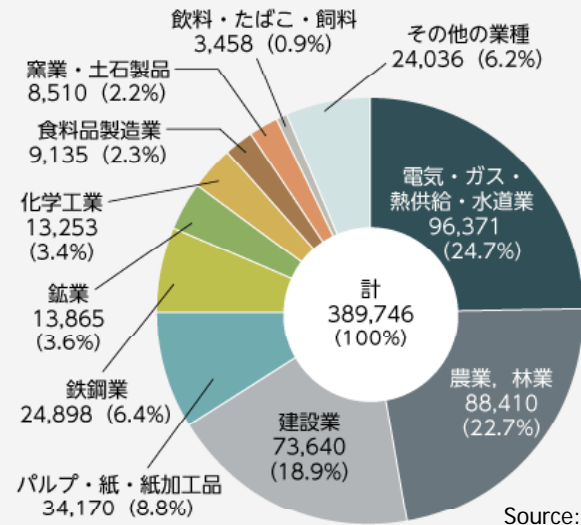
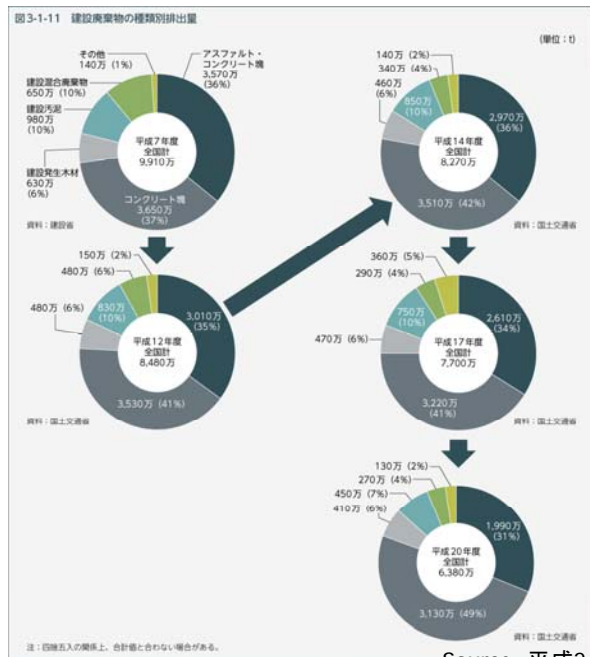


図3-1-8 産業廃棄物の業種別排出量 (平成21年度)



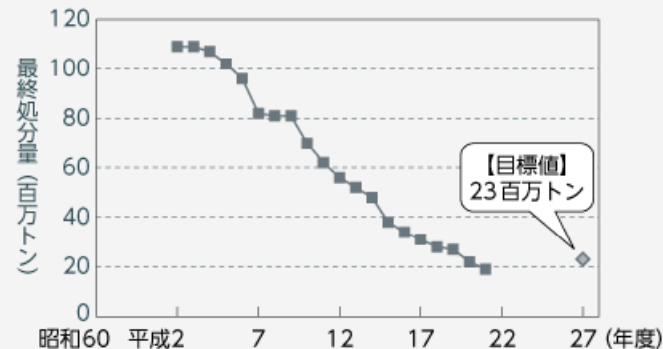
Source: 平成24年版環境白書

出典：環境省「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書」



Source: 平成24年版環境白書

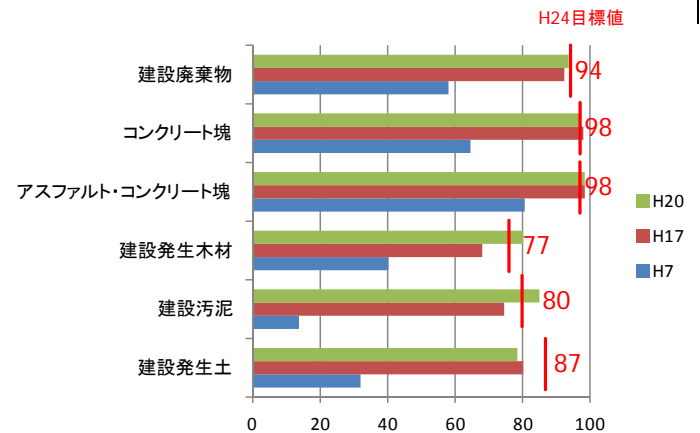
図3-1-4 最終処分量の推移



出典: 環境省「第二次循環型社会形成推進基本計画の進捗状況の第4回点検結果について」

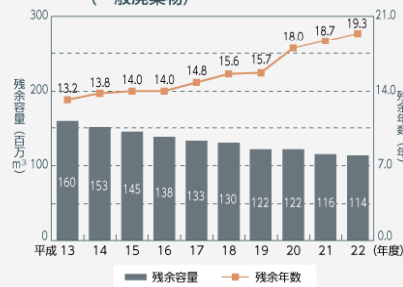
Source: 平成24年版環境白書

建設材料の再資源化率・利用率



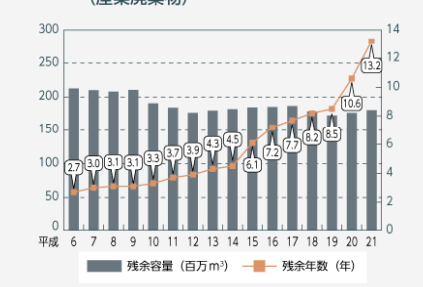
国土交通省資料より作成

図3-1-20 最終処分場の残余容量及び残余年数の推移 (一般廃棄物)



Source: 平成24年版環境白書

図3-1-21 最終処分場の残余容量及び残余年数の推移 (産業廃棄物)



Source: 平成24年版環境白書



再生骨材H



他に、
再生骨材M
再生骨材L

土木と材料



建設主幹材料(人工物):
コンクリート, 鋼, (木材, 石材)

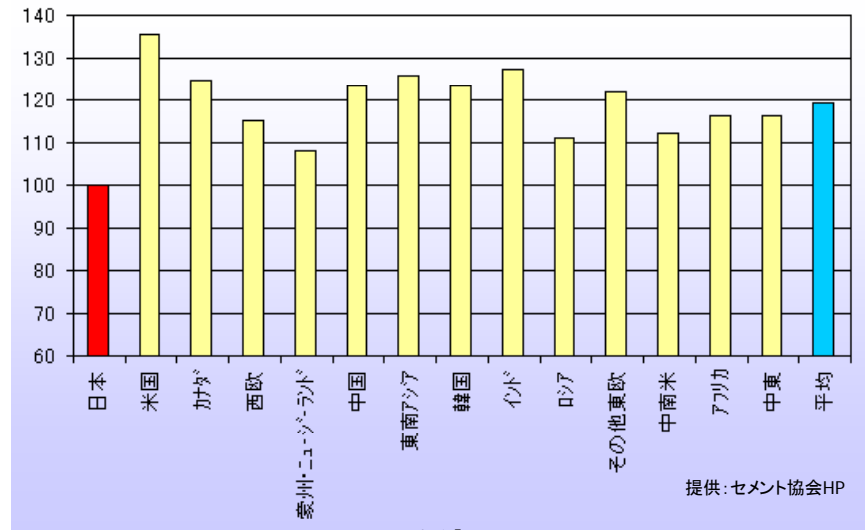
特徴: 天然資源とエネルギー消費

使用量: 膨大!



環境との共生

セメント1トン製造にともなうCO₂排出量比較



出所: 『Toward a Sustainable Cement Industry Substudy 8: CLIMATE CHANGE (March 2002)』(Battelle)

注: セメント1当たりCO₂排出量は原料起源分も含んだ数値の比較

ごみからセメントを造る

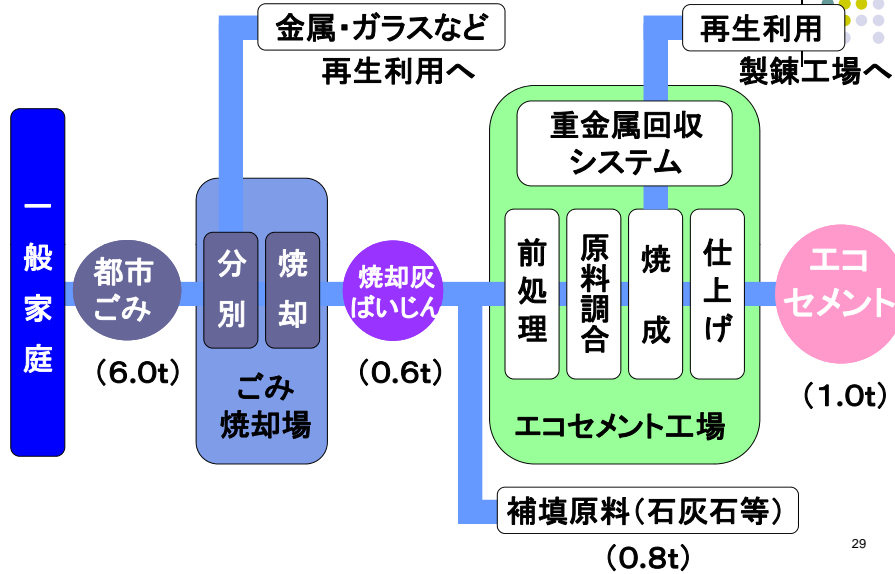
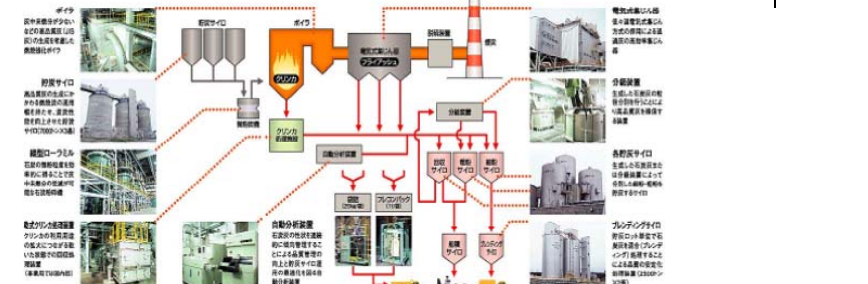


図 2-1-3 岩手県における災害廃棄物の処理手順



資料：岩手県災害廃棄物処理詳細計画

石炭火力発電所から排出される石炭灰の有効利用技術の開発



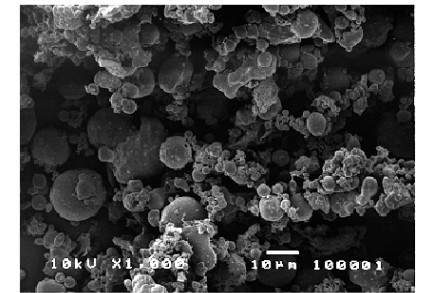
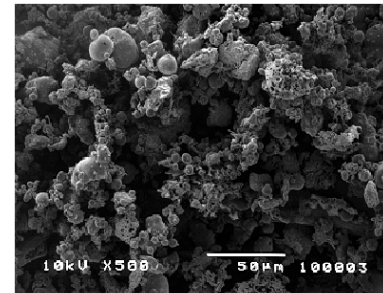
提供：北海道電力HP

廃棄物利用

コンクリート材料(セメント・骨材)代替

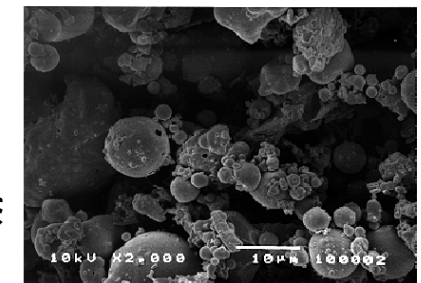
土地利用・天然資源の保護・地球温暖化防止

石炭灰の正体を探る！



強熱減量(未燃炭素量) 7.8%
比表面積: 2040cm²/g
密度: 2.19g/cm³

電子顕微鏡写真による精密観察



ライフサイクルデザインを実現する 設計体系を構築する研究



構造設計 ← 安全で使いやすい
費用がかからない, など

+

耐久性設計 ← 長持ちさせる
劣化しにくい構造・材料

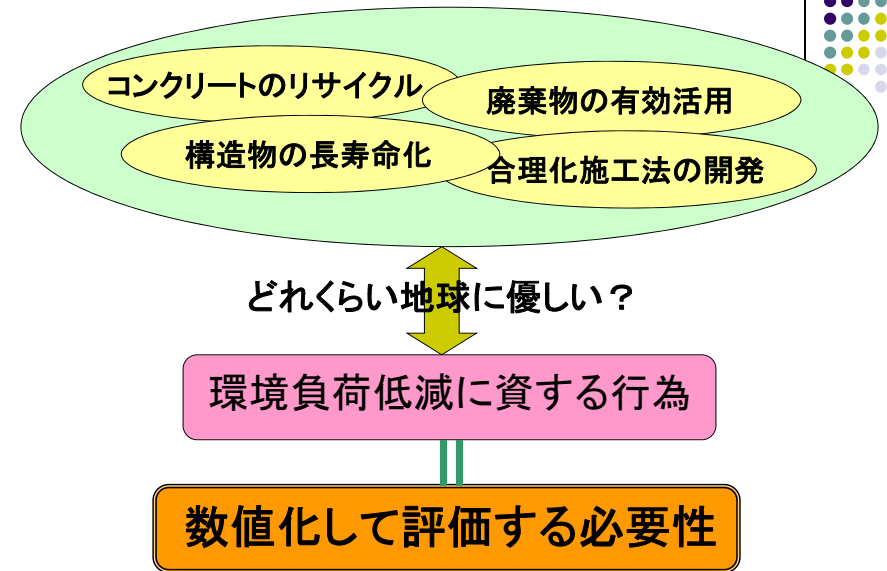
+

環境設計 ← 解体コンクリートの再利用
産業副産物の有効利用
.....

定量的に評価する手法の開発

環境を強く意識した設計であることの根拠を
与える指標を算出する

33



34

LCA (Life Cycle Assessment / Analysis)



製品に附随する環境側面と潜在的影響を次の事項
に従って評価する技法

- ✓ 製品システムに関連する入力及び出力のインベ
ントリをまとめること
- ✓ これらの入力及び出力に附随する潜在的環境
影響を評価すること
- ✓ インベントリ分析段階及び影響評価段階の結果
を調査の目的に応じて解釈すること

35

LCAの歴史

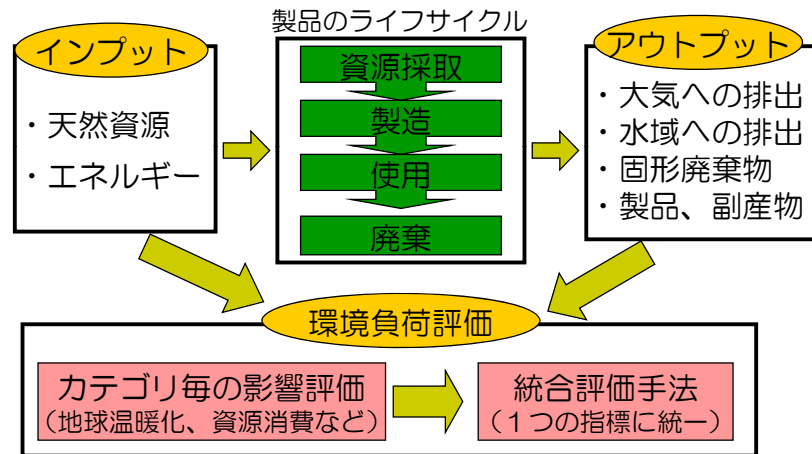
- 1969年：コカ・コーラ社がリターナルびんを
対象として行ったのがはじまり
- 1980-90年代：米国、ヨーロッパで発展、
環境毒物化学学会（SETAC）が貢献
- 現在：経済協力開発機構(OECD)、国連環境計
画(UNEP)、国際標準化機構(ISO)などで検討
- 日本：1995年にLCA日本フォーラム設立
(産学官の約250組織が参加)



36

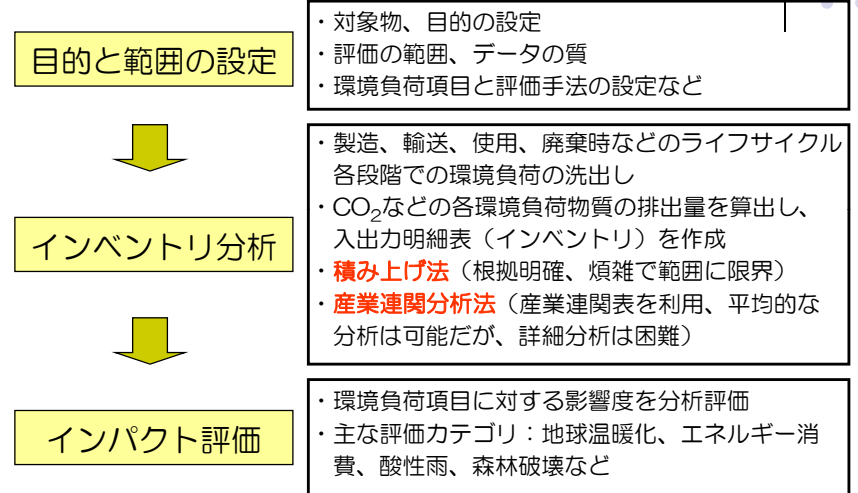
LCA手法の概要

環境負荷を**定量的**に評価するためのツール



37

LCAの主な実施手順



38

環境負荷項目(その1)

- ・地球温暖化
- ・天然資源の消費
- ・エネルギー資源枯渇
- ・酸性雨
- ・大気質
- ・廃棄物の発生・リサイクル
- ・地形・地質の改変



環境負荷評価の実施

39

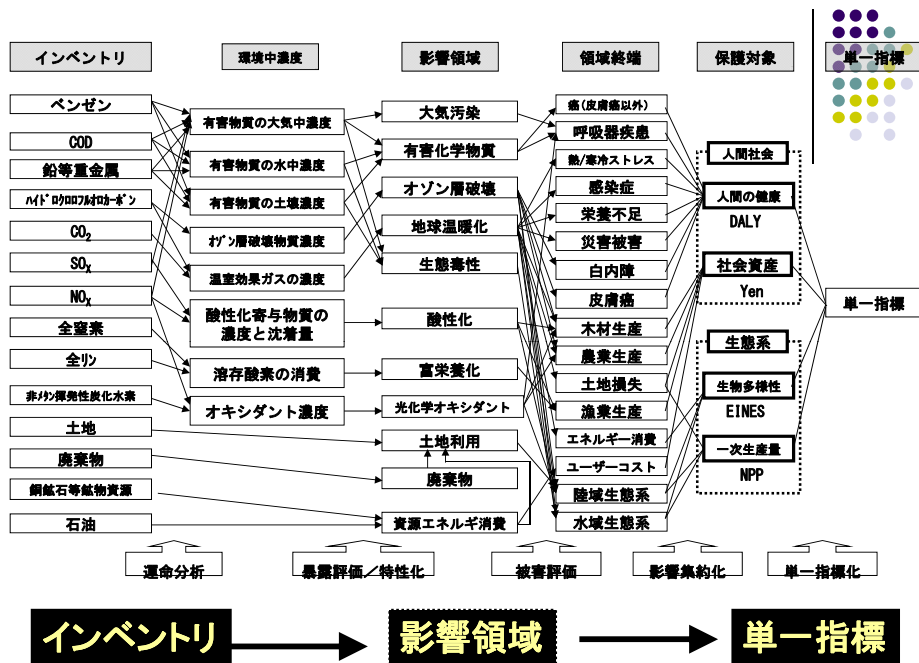
環境負荷項目(その2)

- ・オゾン層破壊
- ・水質
- ・土壌汚染
- ・騒音・震動
- ・森林減少・砂漠化
- ・動植物生息環境の減少
- ・景観
- ・ヒートアイランド
- ・日照障害



データの蓄積・定量化手法の整備

40



人間健康の被害指標

DALY (障害調整生存年: Disability-Adjusted Life Year)

WHOによって開発され、ある社会(国または地域)の傷病負荷を示す一つの指標. 単位: 年.

生物多様性の被害指標

EINES (絶滅種数期待値: Expected Increase Numbers of Extinct Species)

日本における有害化学物質の排出量の増加に対する生物種絶滅リスクの増加を示す指標. 単位: 種.

社会資産の被害指標

YEN

農作物, 水産資源, 森林資源, 鉱物資源, 化石燃料の被害量を対象. 単位: 円.

一次生産量の被害指標

NPP (純一次生産力: Net Primary Productivity)

単位土地面積・時間あたりの植物の純生産. 陸上植物とプランクトンを対象. 単位: $t\ ha^{-1}\ yr^{-1}$.

今日のレポート

- 環境問題と我が国の土木技術に関連して、あなたの思うところをまとめてください。

(例) 現状の課題

将来の方向性

自分ならこうしてみたい, など

- (もしあれば) 質問や次回の授業で追加の説明をしてほしいこと.

