

ライフサイクルアセスメント(LCA)手法の紹介と水処理設備のLCA事例

名前: 玄地 裕 (Genchi Yutaka)
所属: 産業技術総合研究所(産総研)
ライフサイクルアセスメント研究センター
URL: <http://unit.aist.go.jp/lca-center/>
E-mail: y.genchi@aist.go.jp

自己紹介:

精密機械メーカーに4年勤務
東大大学院工学系研究科博士課程
化学システム工学専攻助手を経て産総研入所
現在に至る

専門:

都市熱環境(ヒートアイランド)と地域エネルギーシステム
LCA

プロジェクトにおける位置づけ

自然水、地下水の利用による環境影響の評価手法

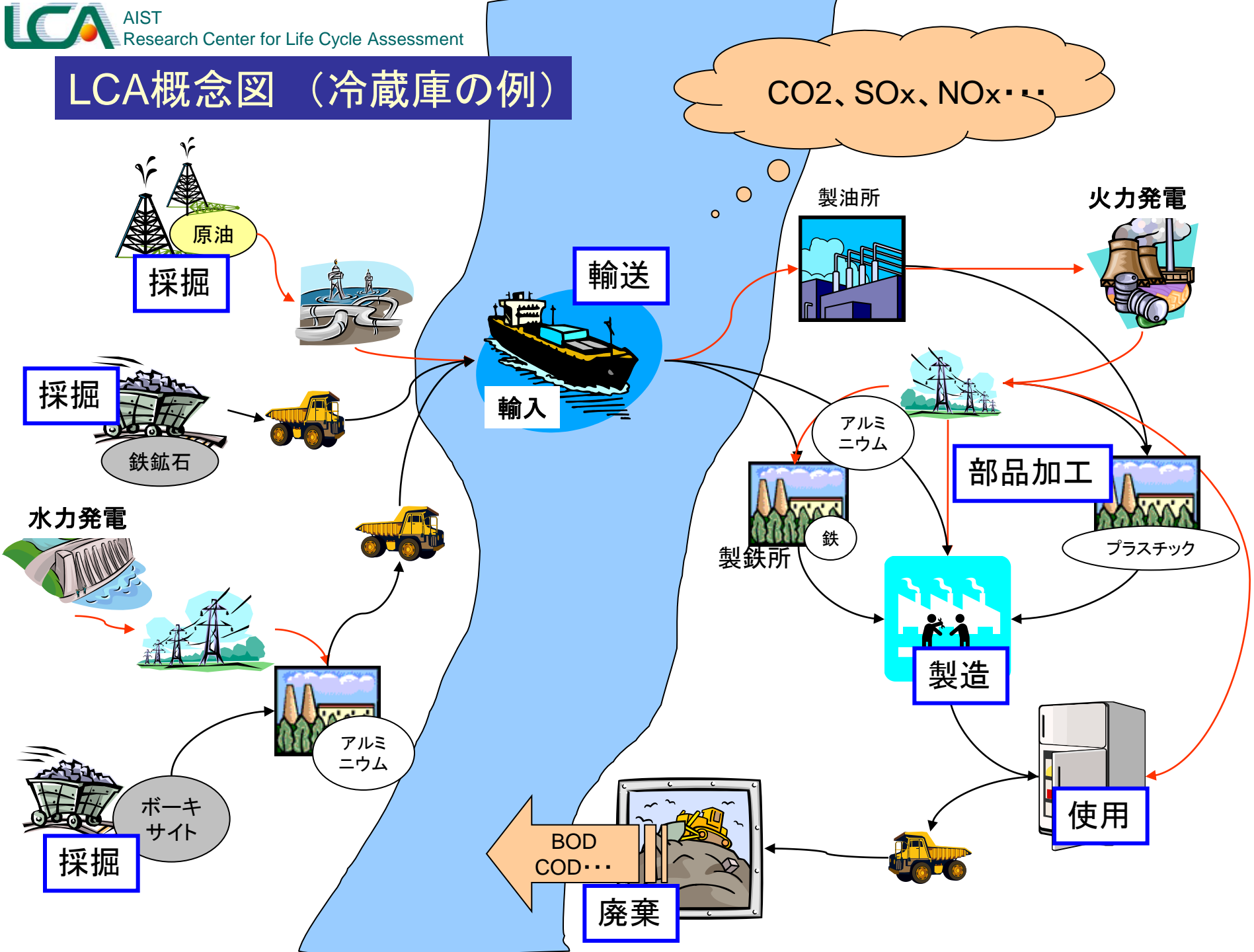
持続可能な生産と消費

生産者による「持続可能な生産」だけでなく、消費者の行動をも含み「持続可能な発展」に向かう概念

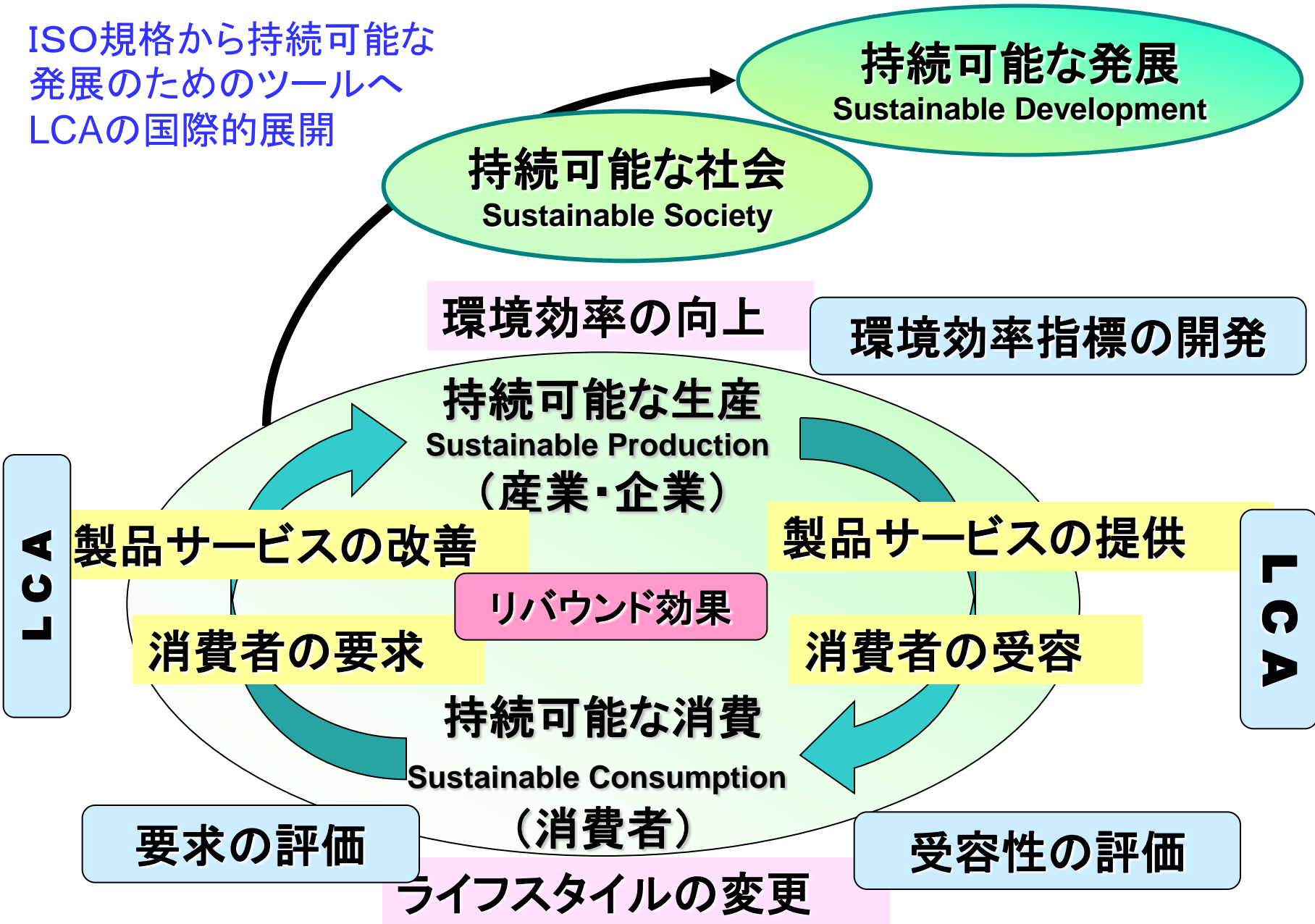
2002年6月にヨハネスブルグで行われた「持続可能な開発に関する世界首脳会議(WSSD)」でも、「生産・消費形態の持続可能な変更」の必要性が認識

- ツールとしてのライフサイクルアセスメントの利用
 - インベントリ分析
 - インパクト分析
- 水は、生活や社会活動の基本(都市で水をどう使うか)

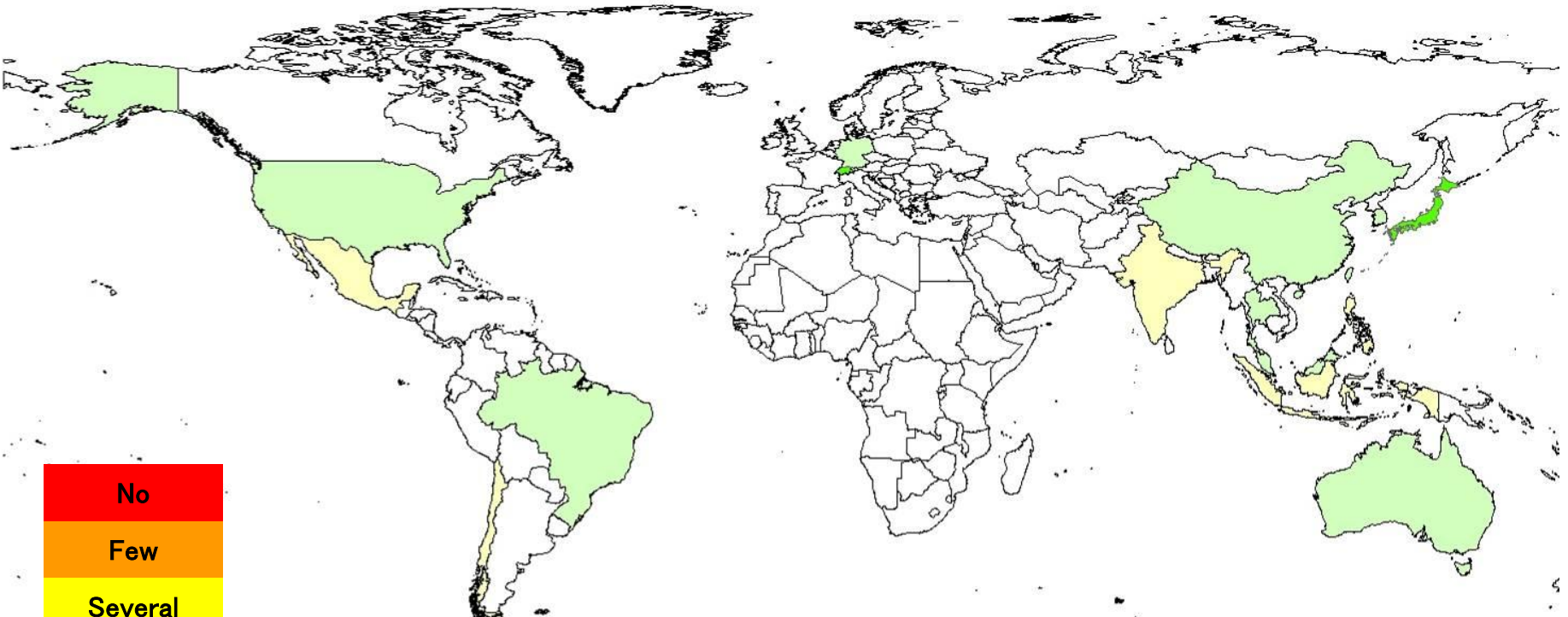
LCA概念図 (冷蔵庫の例)



ISO規格から持続可能な
発展のためのツールへ
LCAの国際的展開



Q2: LCA Research Organisations



Mostly Universities, Governmental research orgs.

MEX	PHL	SGP	IND	MYS
Nydia	Anthony	Dr. Khoo	Prf. Sharma	Dr. Chen

b	b	b	b	c
---	---	---	---	---

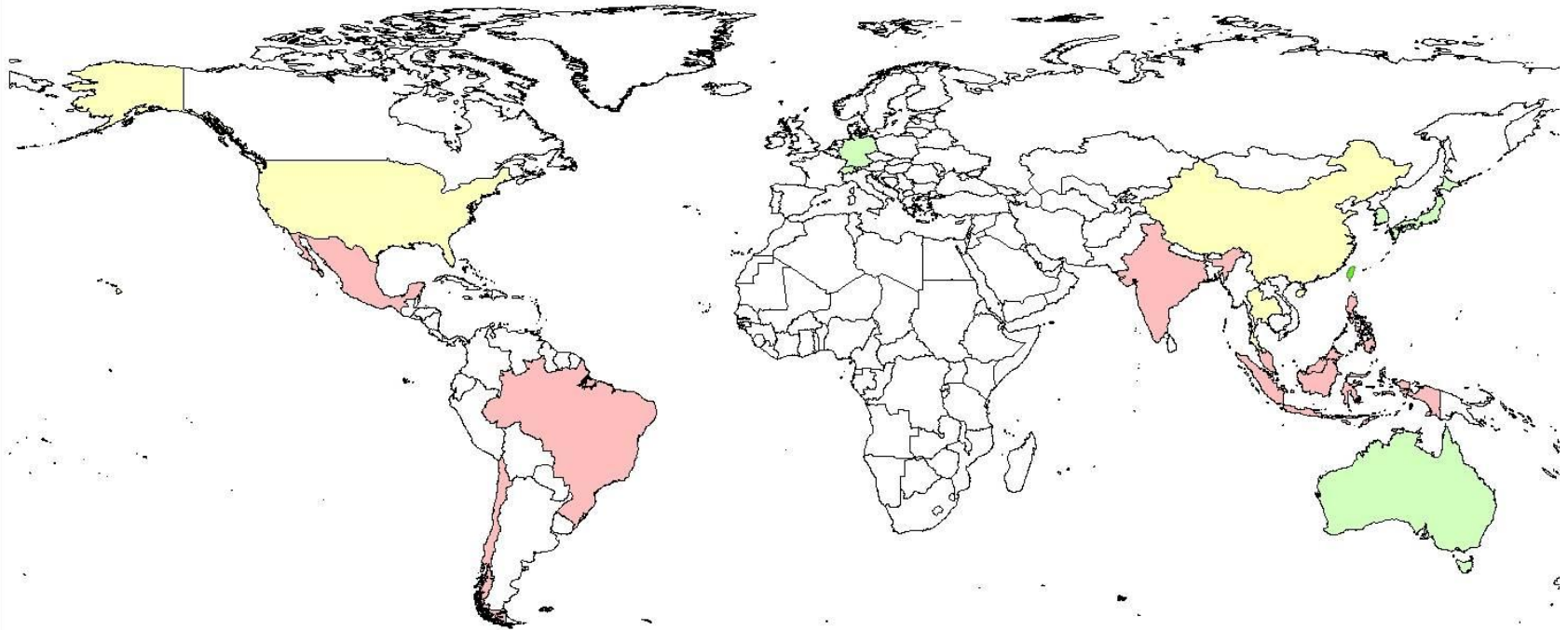
CHL	BRA	THA	THA	IDN	CHN	TWN
Dr. Pena	Caldeira-F	Lohsombc	Dr. Malakul	Liana Brata	Prof. Nie	Dr. Liu

b	c	b	c	b	c	c
---	---	---	---	---	---	---

AUS	CHE	USA	KOR	DEU	JPN
Prof. T. Grar	Frischkner	Prof. G. Norr	Prof. Hur	Dr. Baitz	Sagisaka

c	d	c	c	c	d
---	---	---	---	---	---

Q8: Public LCI Database



No
Developing
Revising

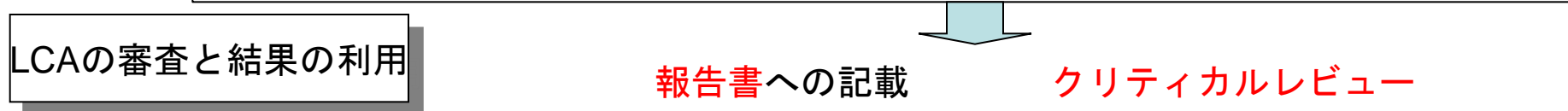
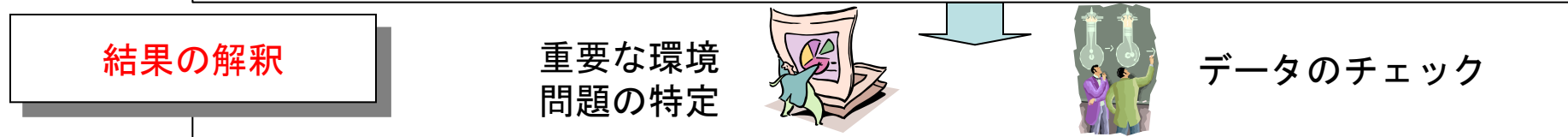
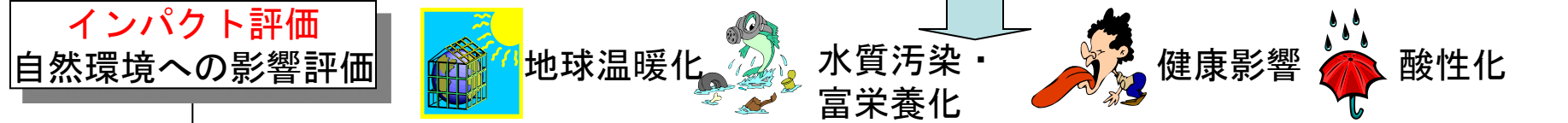
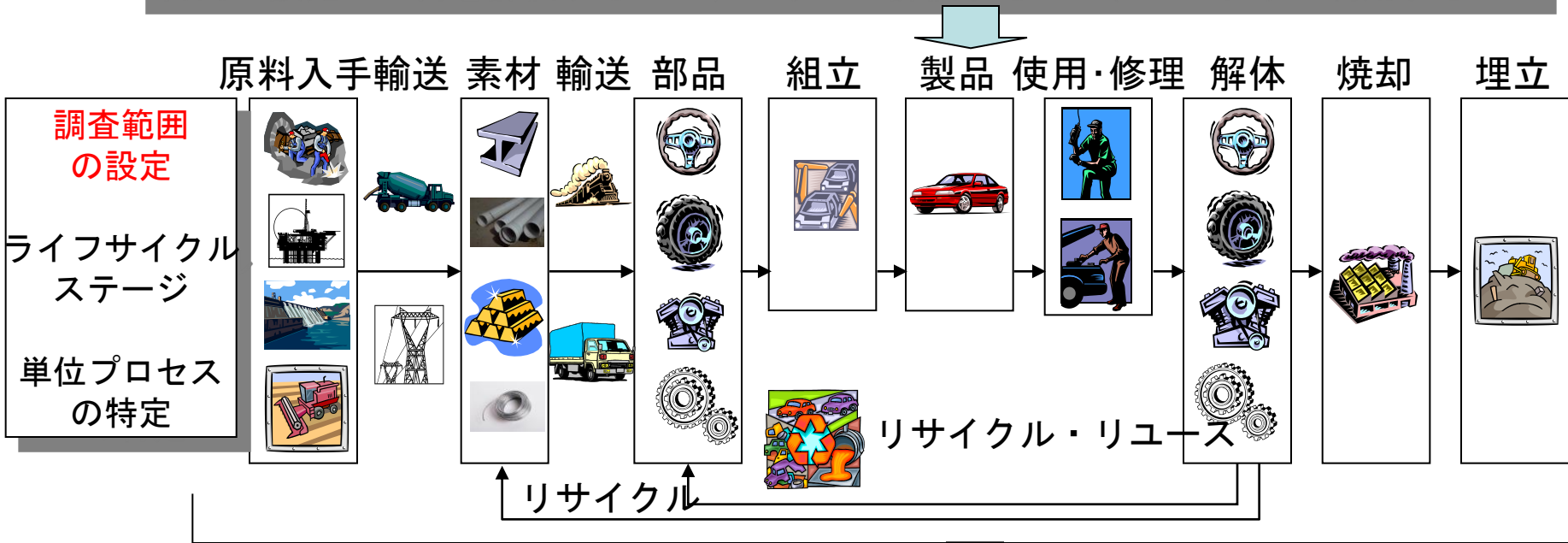
Needs for the Database are recognised.
Industries' contribution is the key.

MEX	PHL	SGP	IND	MYS
Nydia	Anthony	Dr. Khoo	Prof. Sharma	Dr. Chen
a	a	c	a	a

CHL	BRA	THA	THA	IDN	CHN	TWN
Dr. Pena	Caldeira	f. Lohsom	bcDr. Malaku	Liana	Brata Prof. Nie	Dr. Liu
a	a	b	a	a	b	c

AUS	CHE	USA	KOR	DEU	JPN
Prof. T. Grar	Frischkner	rof. G. Norr	Prof. Hur	Dr. Baitz	Sagisaka
c	c	b	c	b,c	c

目的の設定： 何を評価するのか、どうして評価するのか、どのように利用するのか

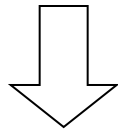


自然水、地下水の利用による環境影響の評価手法

問題点

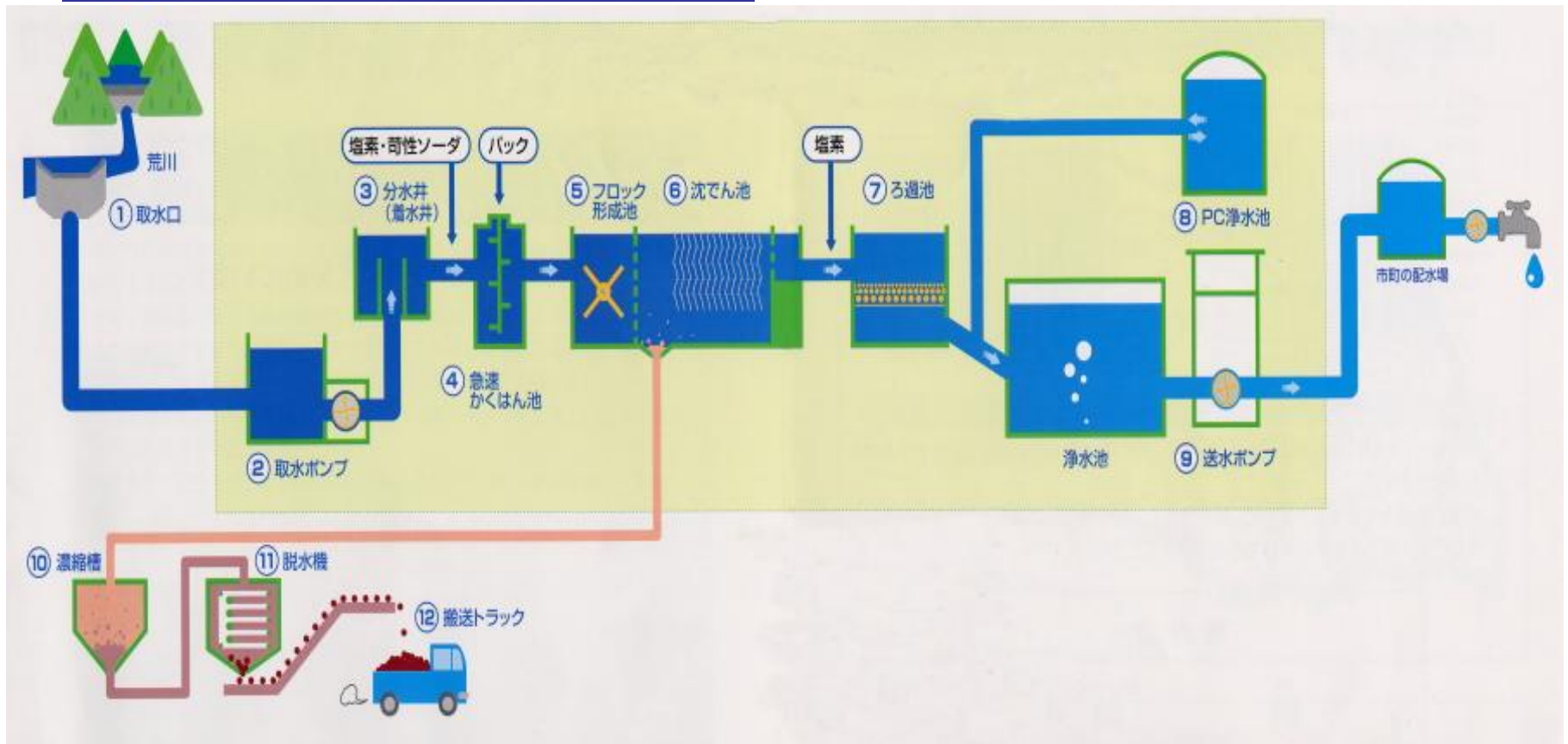
地下水は水域としてまとめられた扱い
有害化学物質の毒性(人間対象:発ガン、呼吸器)、生態系への毒性、富栄養化
資源としての観点が未整理
有効利用した場合の効果 → 水関係のインベントリ分析が少ない

本プロジェクト



水関係のインベントリ分析の整理
資源消費の観点などインパクト分析での水の取り扱いの整理
(今後)

東京都23区上水のLCA



家庭生活のライフサイクルエネルギー(社団法人 資源協会)
を参考に荒川水系の設備投入、運用エネルギーを求めた

東京23区水道水1 m³でのエネルギーを求めた

設備素材使用量

	コンクリート(m ³)	鉄鋼(t)
水源関係	1,750,000	1,750
取水関係	15,000	13,490
導水関係	94,000	9,500
浄水関係	142,200	19,804

ライフサイクルでの
CO2排出量
エネルギー使用量

原単位

原料・資材等	エネルギー消費原単位	単位	CO2排出原単位	単位
軽油	46.364	MJ/kg	0.288	kg-co2/kg
電力	7.627	MJ/kWh	0.412	kg-co2/kWh
コンクリート	0.489	MJ/kg	0.095	kg-co2/kg
鉄筋	21.558	MJ/kg	1.594	kg-co2/kg
鋳鉄	21.558	MJ/kg	1.594	kg-co2/kg
塩化ビニル	51.746	MJ/kg	1.975	kg-co2/kg
塩素	13.436	MJ/kg	0.517	kg-co2/kg
苛性ソーダ	10.476	MJ/kg	0.713	kg-co2/kg
次亜塩素酸ソーダ	4.498	MJ/kg	0.237	kg-co2/kg

運用エネルギー

	電力量(kWh)	年間流量(m ³)
水源施設	800,000	91,000,000
取水施設	41,000	2,826,627,000
導水施設	42,000	2,826,627,000
浄水施設	35,257,120	364,041,000
送配水ポンプ及び排水施設	63,137,220	364,041,000
取水ポンプ	19,965,000	---

対象 東京都荒川水域

		水源関係			導水関係		浄水関係			送水関係		配水関係	
		ガソリン (kl)	軽油 (kl)	電力量 (kWh)	ガソリン (kl)	軽油 (kl)	ガソリン (kl)	軽油 (kl)	電力量 (kWh)	ガソリン (kl)	軽油 (kl)	ガソリン (kl)	軽油 (kl)
設備 投入 エネルギー	素材エネルギー量	4,023,980,082			94,797,820		2,233,689,869			255,303,781		7,275,040,392	
	据付エネルギー量		69.08			1,773.34		375.27	84,076.18		306.06		5,297.24
	輸送エネルギー量		290.18			1,365.16		1,510.88			169.93		9,063.68
	建設エネルギー量	215.20152	26196.808	411633117.4	1069.9891	14592.0447	4,589.05	44,888.67		359.44	873.68	33,395.59	42,269.41
	小計	215.20	26,556.07	411,633,117.37	1,069.99	17,730.54	4,589.05	46,774.82	84,076.18	359.44	1,349.67	33,395.59	56,630.33
	MJ換算基本数値	33.08	38.52	9.42	33.08	38.52	33.08	38.52	9.42	33.08	38.52	33.08	38.52
	(MJ)	7,118	1,022,901	3,877,707,456	35,391	682,955	151,786	1,801,699	792,023	11,889	51,987	1,104,583	2,181,319
	エネルギー量計	7,902,717,557			95,516,166		2,236,435,377			255,367,657		7,278,326,294	
	エネルギー投入比率												
	運用 エネルギー	用途別電力使用量 (kWh)	100,799,375			1,374,025		26,422,250			110,376,000		7,616,000
薬品使用量													
据付・建設・ 輸送エネルギー量													
エネルギー量計 (MJ)		223,412,526			3,045,583		5,856,601			1,039,775,033		20,368,799	

上水1tonあたりのライフサイクルエネルギー

設備の耐久年数(年)	50
設備投資年間換算(MJ)	3.554×10^8
取水ポンプ運用年間量(MJ)	3.862×10^8
送水ポンプ運用年間量(MJ)	1.040×10^9
年間合計運用エネルギー合計(MJ)	1.679×10^9
エネルギー合計(MJ)	2.034×10^9
平成13年度年間ろ過量(m ³)	6.660×10^8
1 m ³ あたりのエネルギー量(MJ)	3.050
1 m ³ あたりのCO ₂ 排出量(ton-CO ₂)	0.193

水の利用について環境負荷(エネルギー)を考えないといけない例 ～ 都市ヒートアイランド対策 ～

- **緑化 建物(屋上、壁面)**

潜熱を放出し気温上昇をふせぐ効果

水、電力を使用(自動灌水装置)

緑化では水の使用量が問題

水道のLCAを実施



- **高反射高放射塗料**

日射熱を吸収せず温度低下効果

水、電力は使用しない



システム境界

直接的

製造から維持管理までのエネルギー消費

LCAにより見積もる

導入

製造・施工

維持管理

時間

間接的

空調エネルギー消費量

都市気象エネルギー
連成モデルにより見積もる

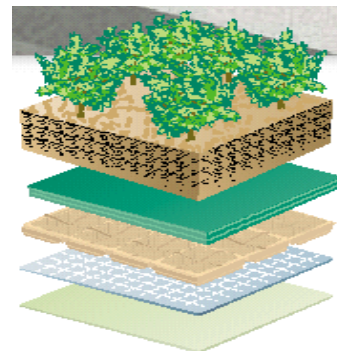
空調機

廃棄は、建物と一緒に行うと考え境界外とした

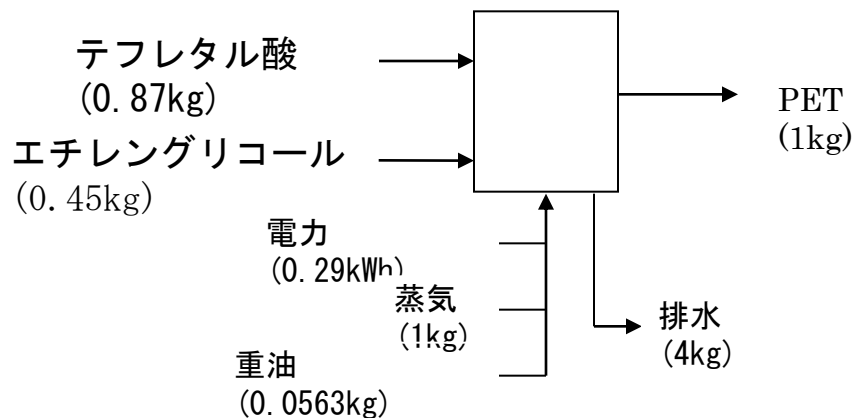
屋上緑化のライフサイクル

植物

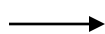
芝生、セダム(メキシコマンネングサ)、



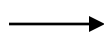
PETの入出力



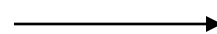
原料



加工



施工



運用メンテナンス

PET繊維

発泡ポリスチレンフォーム

ポリエチレンクロス補強発泡ポリエチレン

塩化ビニール

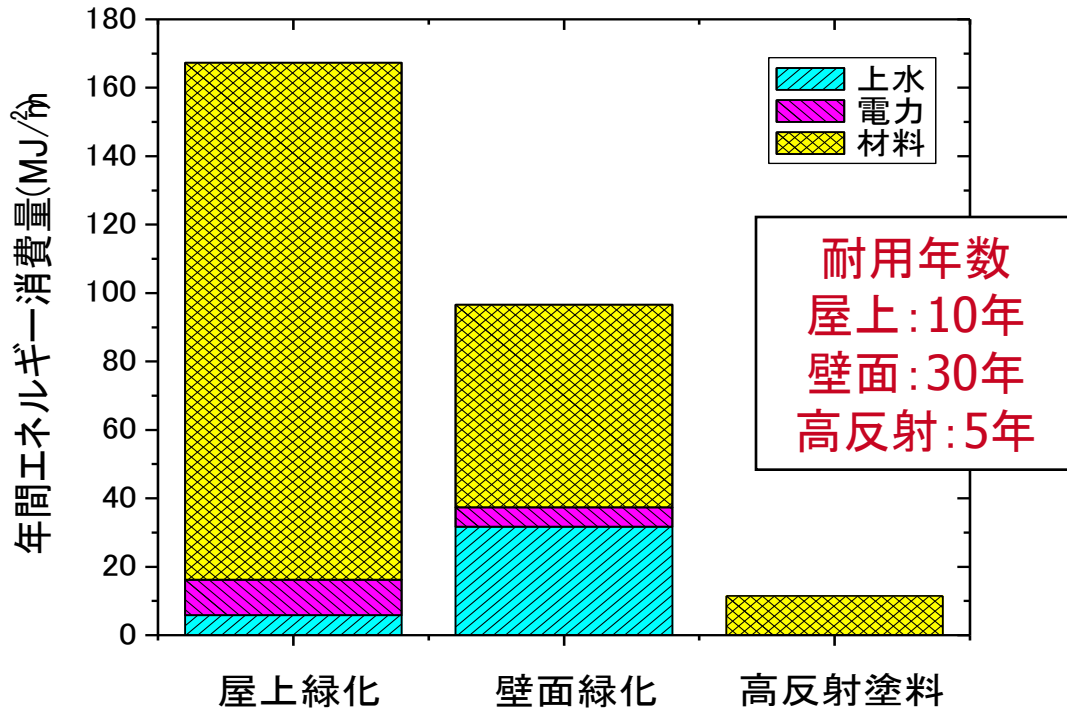
人間によりシートを敷くだけなので無視

運搬はエネルギーが非常に小さく無視

自動灌水装置

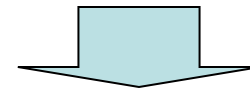
水道、電気

LCAの結果(対策に対する材料・運用の年間エネルギー消費)



運用 = 電気、水道水

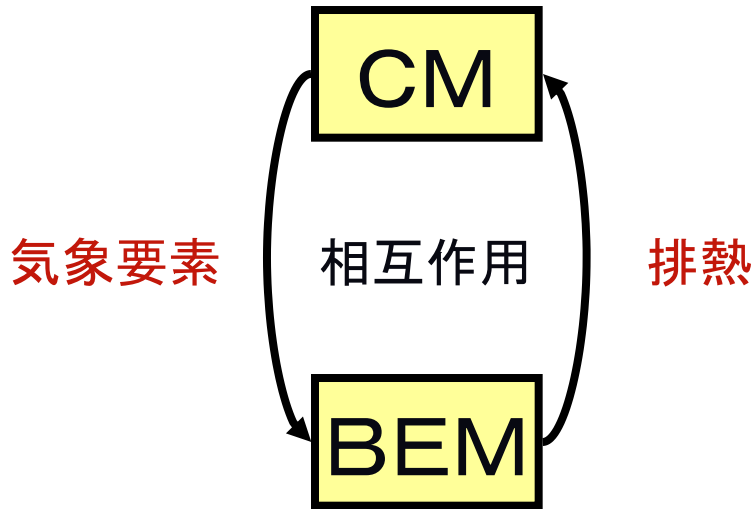
- ・壁面と屋上緑化の材料負荷の違いは耐用年数
- ・高反射高放射塗料が屋上緑化の1/15、壁面緑化の1/8の値



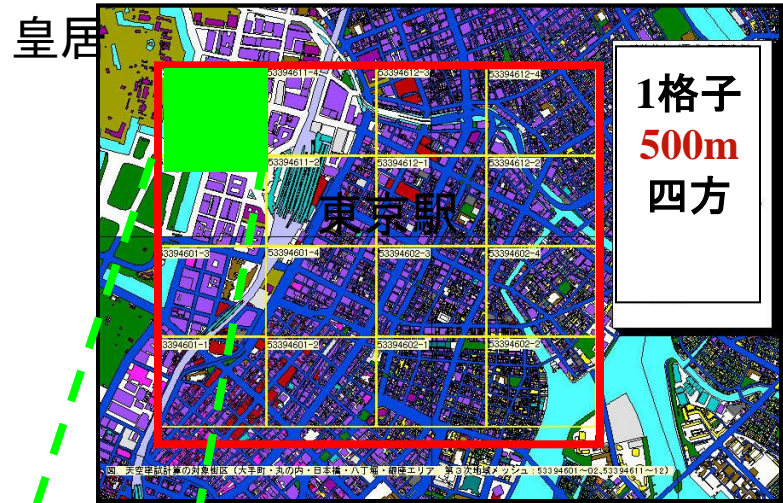
高反射高放射塗料がLCAで考えると有効な対策

壁面緑化では、上水利用によるエネルギー消費量40%程度を占める

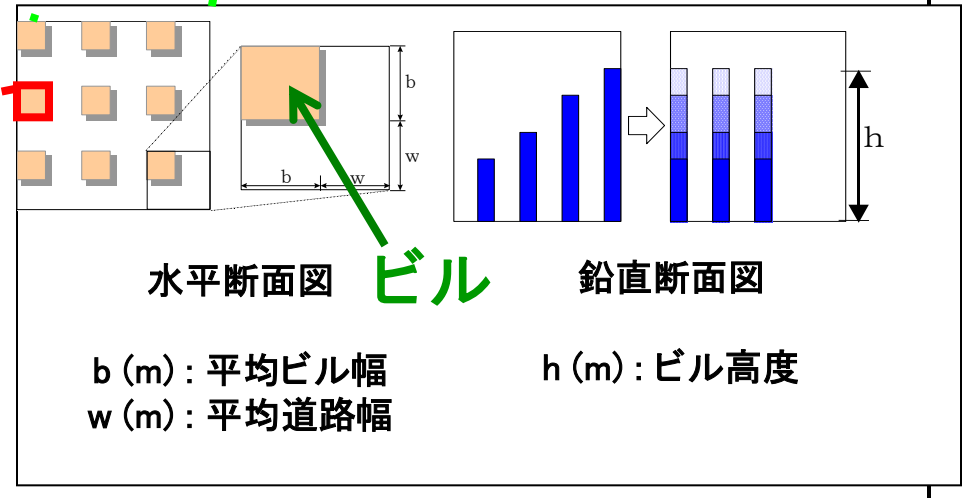
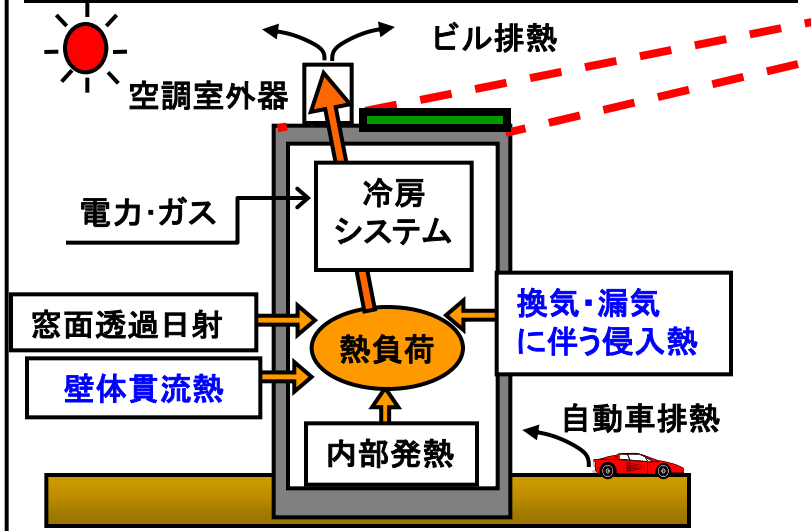
- 水の負荷が無ければ、年間省エネルギーにつながる可能性(雨水など)
- この検討時に東京都23区の上水のインベントリ作成



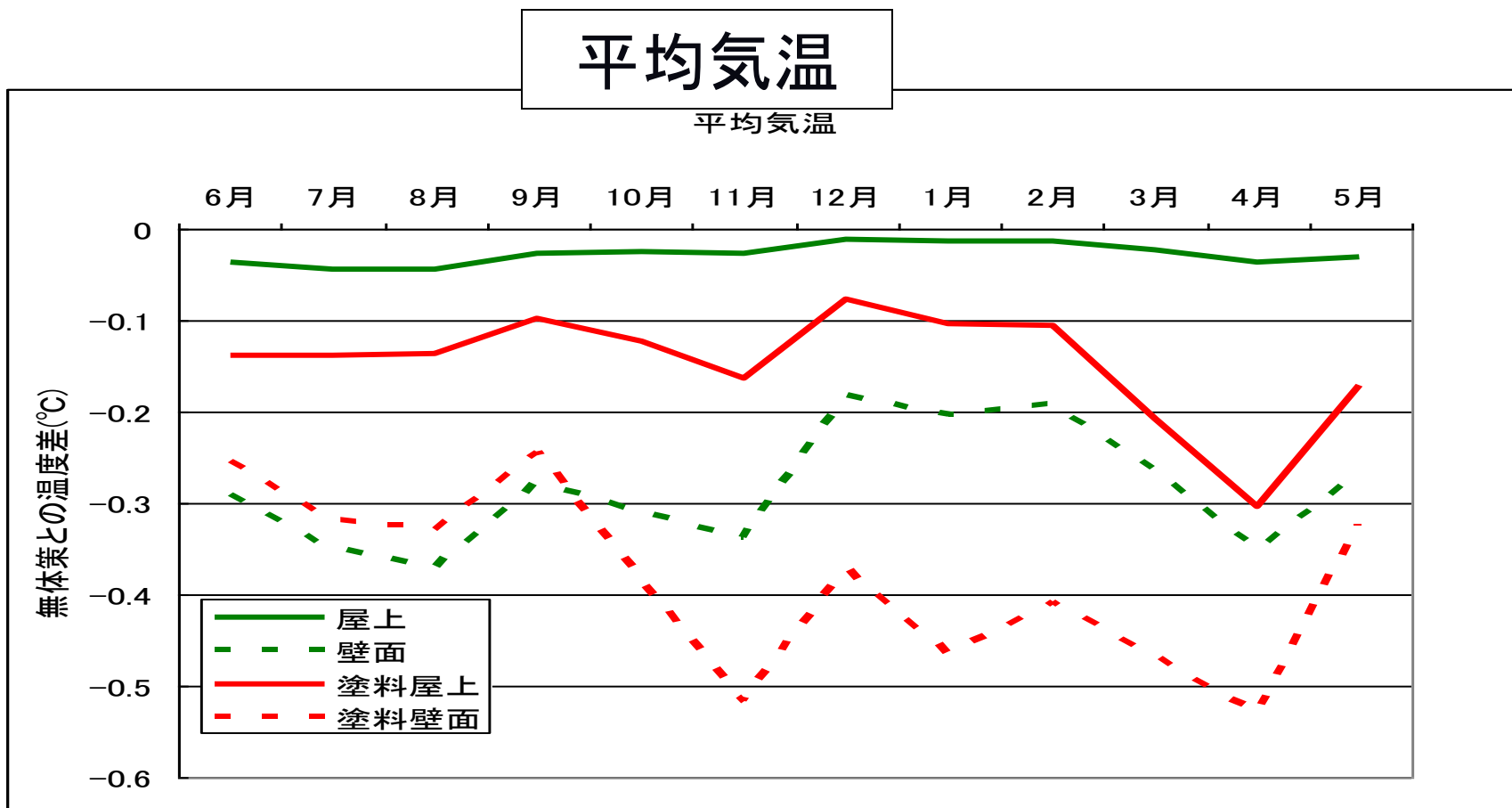
街区気象モデル(CM)



ビルエネルギー・排熱解析モデル(BEM)



無対策ケースとの平均気温差(事務所街区 日本橋)地上3m



- 年間を通じて各対策で気温が下がる
- 気温削減効果は壁面への対策が有効である

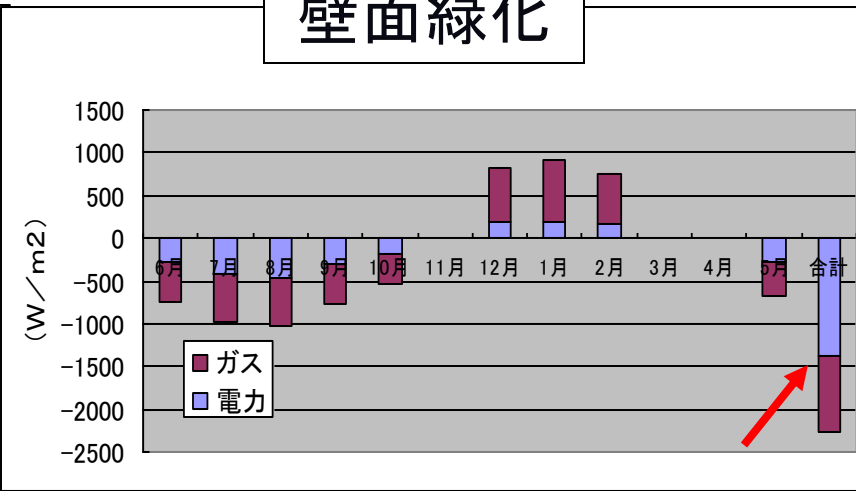
空調エネルギー量(事務所街区 日本橋)

↑ エネルギー消費量増

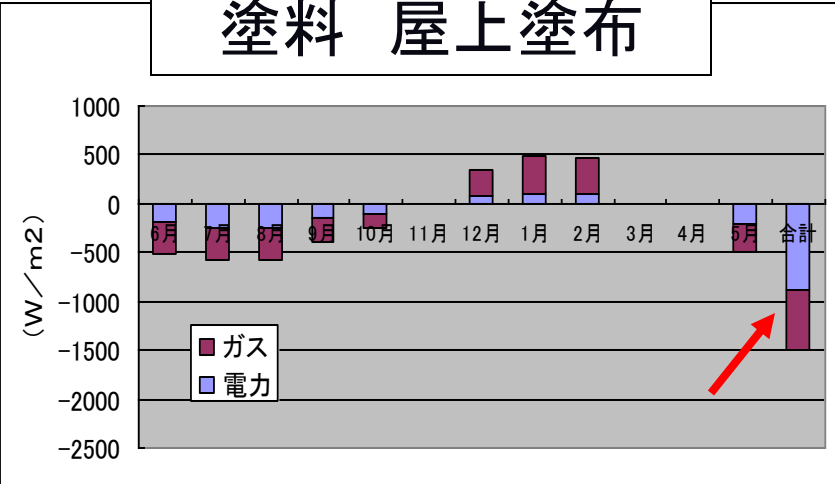
屋上緑化



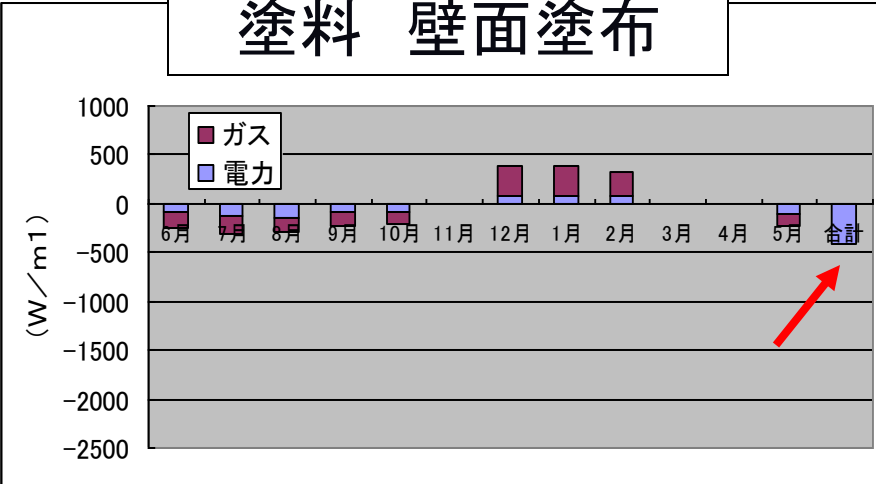
壁面緑化



塗料 屋上塗布

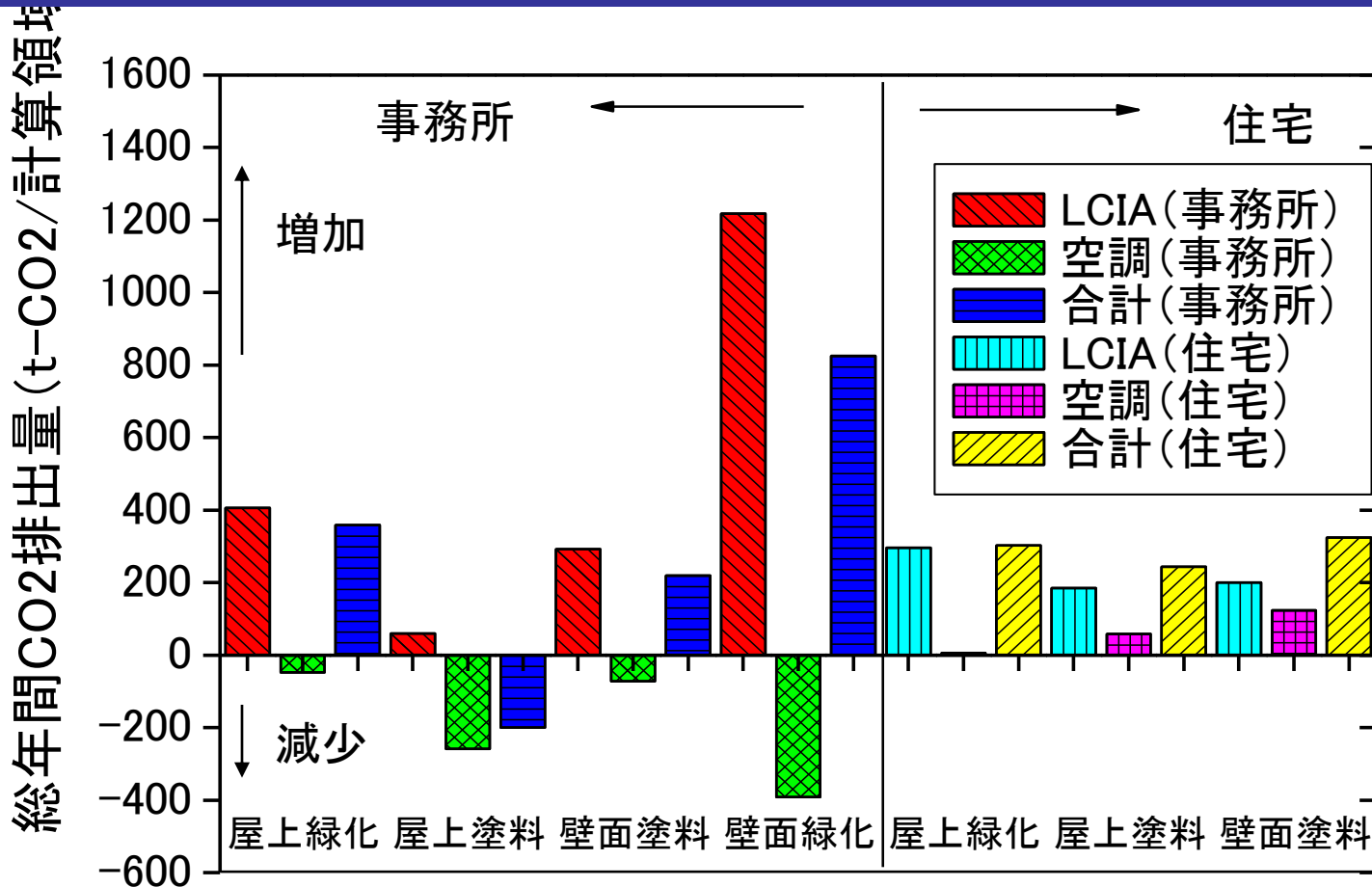


塗料 壁面塗布



- 壁面緑化が最も削減量が大きかった
- 塗料の壁面への塗布は削減量が小さかった

LCA結果とヒートアイランド対策による空調エネルギー消費変化を考慮した計算領域の年間CO2負荷の増減



- ✓ CO2負荷削減は屋上への高反射高放射塗料塗布のみ。計算領域で約200tのCO2削減と推定

最近の水処理技術に対するLCAの適用例

上水道

「浄水施設におけるライフサイクルアセスメントの適用」
清塚雅彦、竹田憲史(水道技術研究センター)ほか4名、
環境システム計測制御学会、9巻2号(2004)、p261

“Trade off between improvement in Sanitation and Environmental Impact
of water supply system in Egypt”
Mona Galal, Toshiya Aramaki, and Keisuke Hanaki
The 6th International conference on EcoBalance, Tsukuba, Japan, Oct.25-
Oct.27, 2004 S2-6-5

処理水、再生水

環境調和型水処理技術ガイドライン調査(平成10年度～平成15年度)
財団法人造水促進センター

必須要素

ライフサイクル影響評価

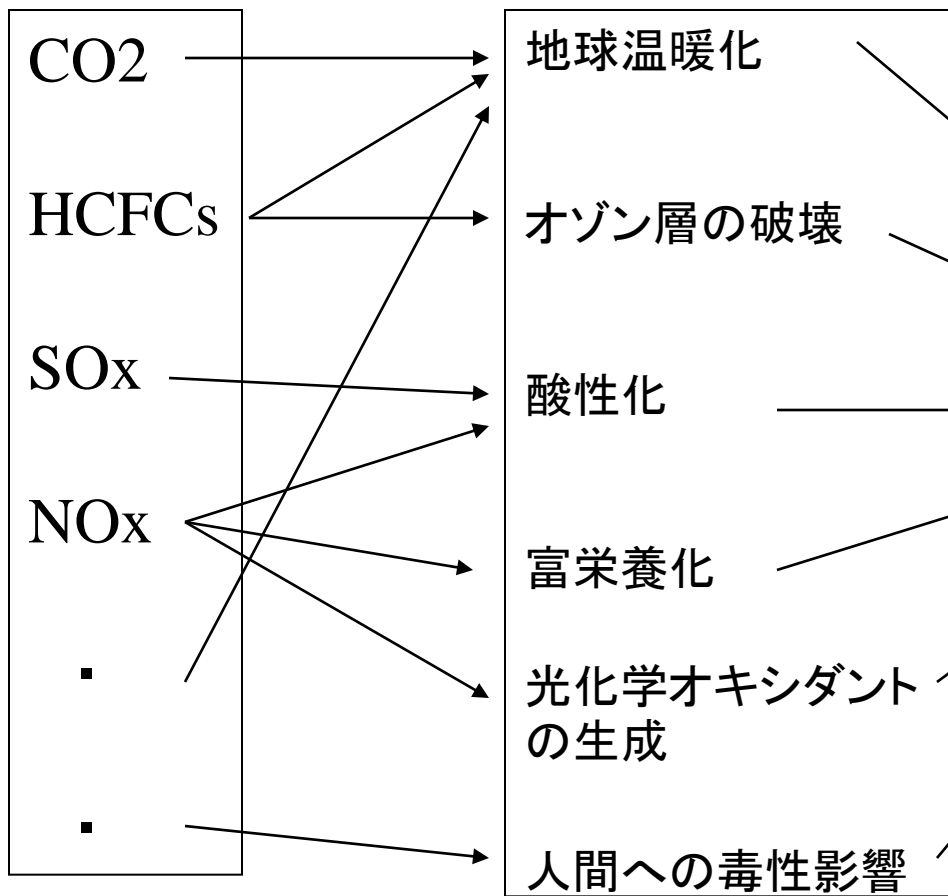
付加的要素

分類化 (Classification) 特性化 (Characterization)

正規化 (Normalization)

[インベントリ分析結果]

[インパクトカテゴリ]

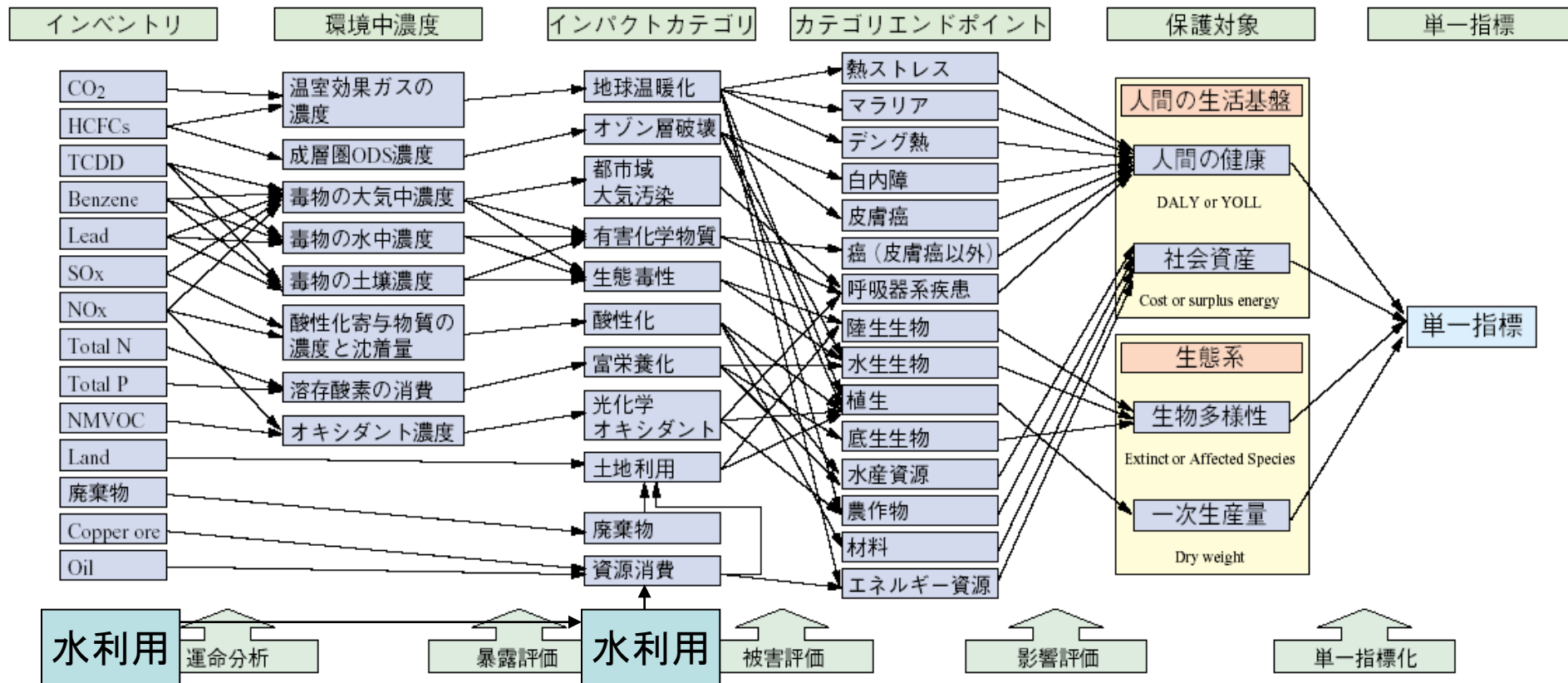


グルーピング (Grouping)

重み付け (Weighting)

統合化
指標

影響
評価



日本版被害算定型影響評価手法

LIME : Life Cycle Impact Assessment Method based on Endpoint Modelling

今後の課題: 地下水など水に関する影響評価の考え方を整理する