

LCIA手法を用いたヒートアイランド現象の環境 影響評価

玄地 裕¹ 南 拓郎² 井原 智彦¹

¹(独)産業技術総合研究所ライフサイクルアセスメント研究センター
²早稲田大学理工学部



独立行政法人
産業技術総合研究所
ライフサイクルアセスメント研究センター



ihara-t@aist.go.jp

<http://unit.aist.go.jp/lca-center/>

プロジェクトにおける位置づけ

- 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)
- ヒートアイランド現象の環境影響の定量化

LCA概念図 (冷蔵庫の例)



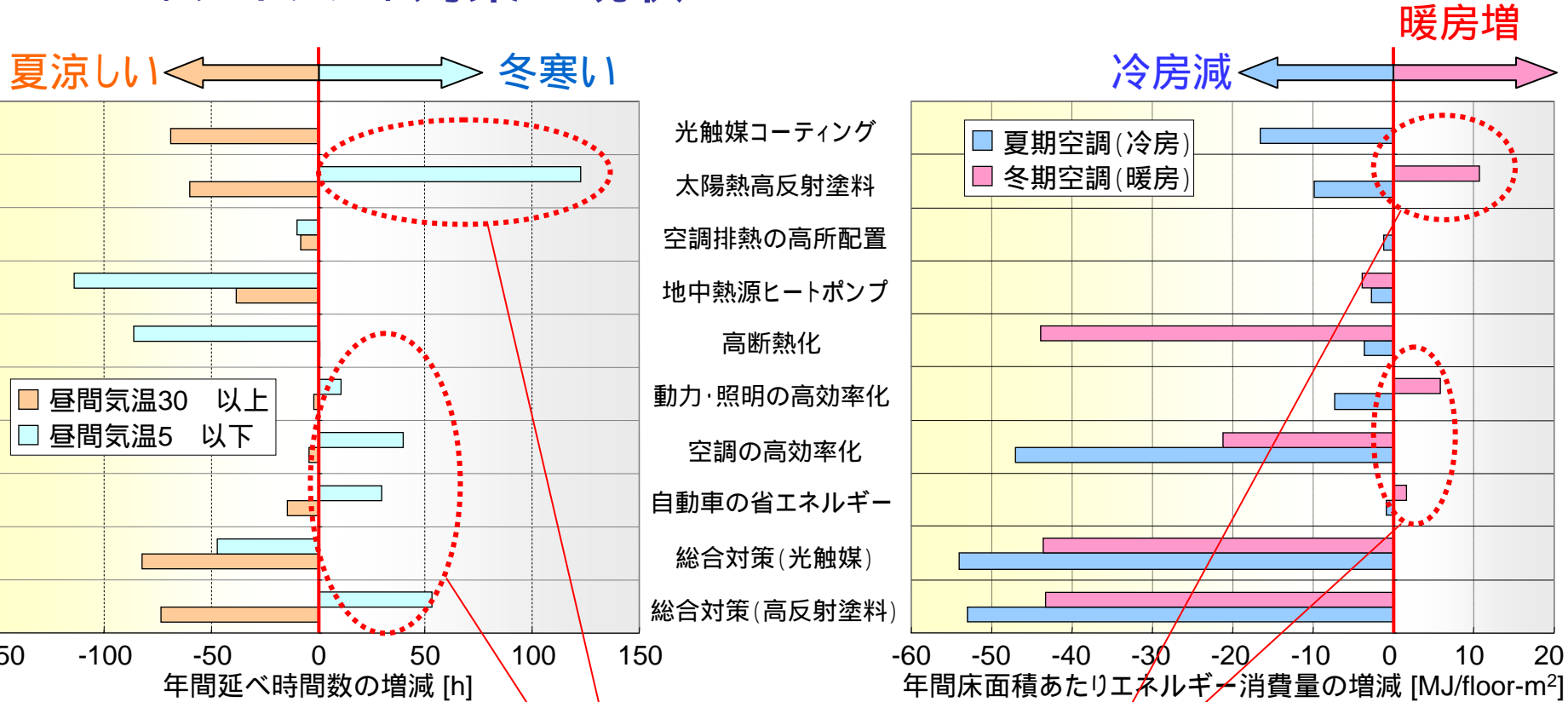
目的の設定： 何を評価するのか、どうして評価するのか、どのように利用するのか



1. はじめに

◆ヒートアイランド対策の現状

出典：省エネルギーセンター・ヒートアイランド現象緩和に対する省エネ等の効果に関する調査報告書, 2005.



対策導入

- 夏季の気温低下・エネルギー消費量減少
- 冬季の**気温低下・エネルギー消費量増加**

季節ごとに、気温上昇・低減から生じるさまざま被害を評価する必要がある

1. はじめに

◆ 研究の目的と背景

研究背景

ヒートアイランド現象の緩和のためには、有効な対策が必要。そのためには、ヒートアイランド現象の何が問題なのかを定量的に評価する必要がある。

研究の目的

ヒートアイランド現象の影響を他の環境問題と比較して定量的に評価する手法が必要

評価の枠組み、その枠組みで検討するためのヒートアイランド現象に関するデータとして何が必要か明らかでない



ライフサイクル影響評価(LIME)の枠組みで、ヒートアイランド現象による被害を定量的に評価する。おおまかに被害量を推計することによって、ヒートアイランドの何が問題か、また今後どのような研究が必要かを明らかにする。

2. LCIA手法によるヒートアイランド現象の環境影響評価

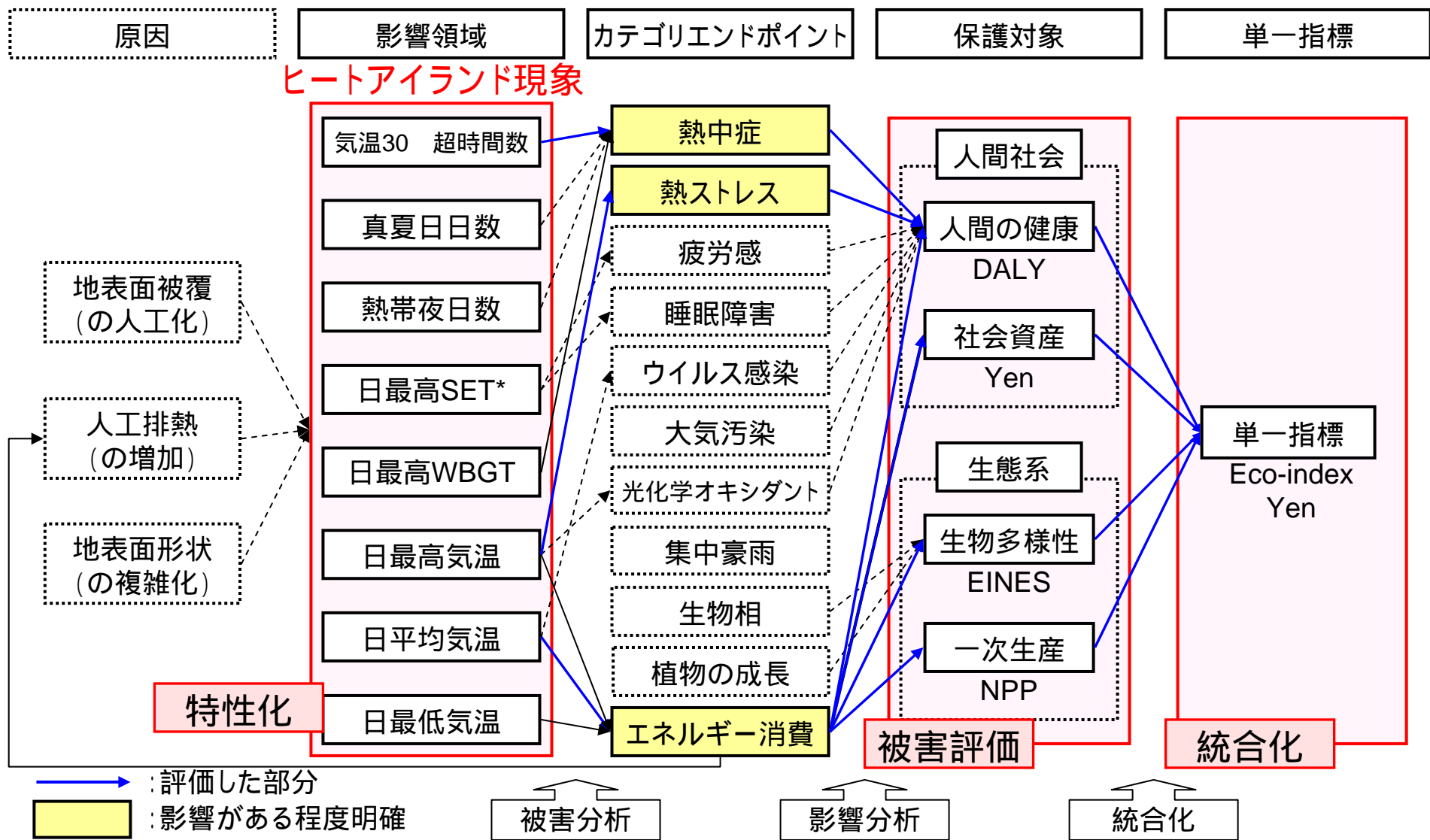
◆ LIME (Life-cycle Impact assessment Method based on Endpoint modeling)



出典：伊坪徳宏. ライフサイクル環境影響評価手法. 2005.

2. LCIA手法によるヒートアイランド現象の環境影響評価

◆LIMEを用いた環境影響評価の枠組み



H18 RIHN meeting in Hiroshima

2. LCIA手法によるヒートアイランド現象の環境影響評価

◆ 評価範囲、対象、時期

■ 評価範囲

東京23区

■ 評価対象

熱中症、熱ストレス



エネルギー消費

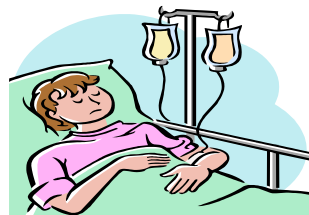


■ 保護対象

LIMEの枠組みで評価

健康影響

失われた余命



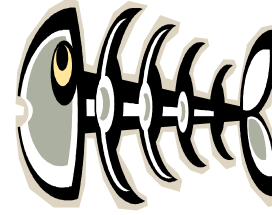
社会資産

経済的損失



生物多様性

絶滅のリスク



一次生産

植物の成長阻害



■ 評価時期

夏季

冬季

中間期

通年

季節: 夏季(6-9月)、冬季(11-3月)、中間期(4,5,10月)、通年(1-12月)

3. 人間の健康への影響

◆ 熱中症・熱/寒冷ストレスの影響評価フロー

■ 熱中症

東京23区における**気温30 以上延べ時間数**と**死亡者数**の関係を推計
(環境省報告書: 30 以上時間数と熱中症搬送者数の関係より算出)



損失余命を39.24年として(熱中症死亡者の平均年齢: 約40歳より)
熱中症の影響を評価

■ 熱/寒冷ストレス

東京23区における**日最高気温**と**死亡者数**の関係を推計
(Honda: 65歳以上の高齢者における、最高気温と死亡リスクの関係より算出)

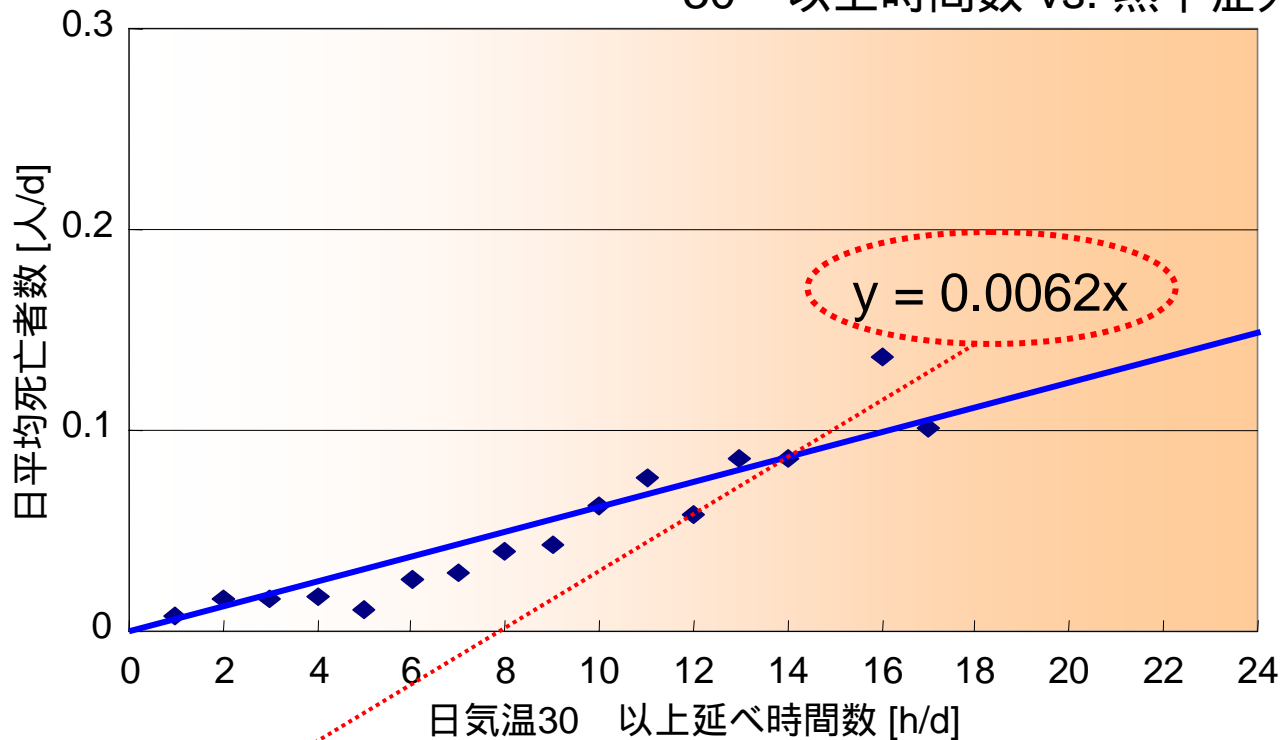


損失余命を2年として(熱/寒冷ストレスによる死亡者は高齢者が中心)
熱・寒冷ストレス(急性死亡)の影響を評価

3. 人間の健康への影響

◆ 熱中症の影響評価

30 以上時間数 vs. 熱中症死亡者数



損失余命

(健康な40歳が死亡した場合)

$$0.0062 \times 39.24 (40歳の平均余命) = 2.433 \times 10^{-1} \text{ [年/h] (h:30 以上時間数)}$$

単一指標 [円]

(9.70×10^6 円 / 損失余命1年)

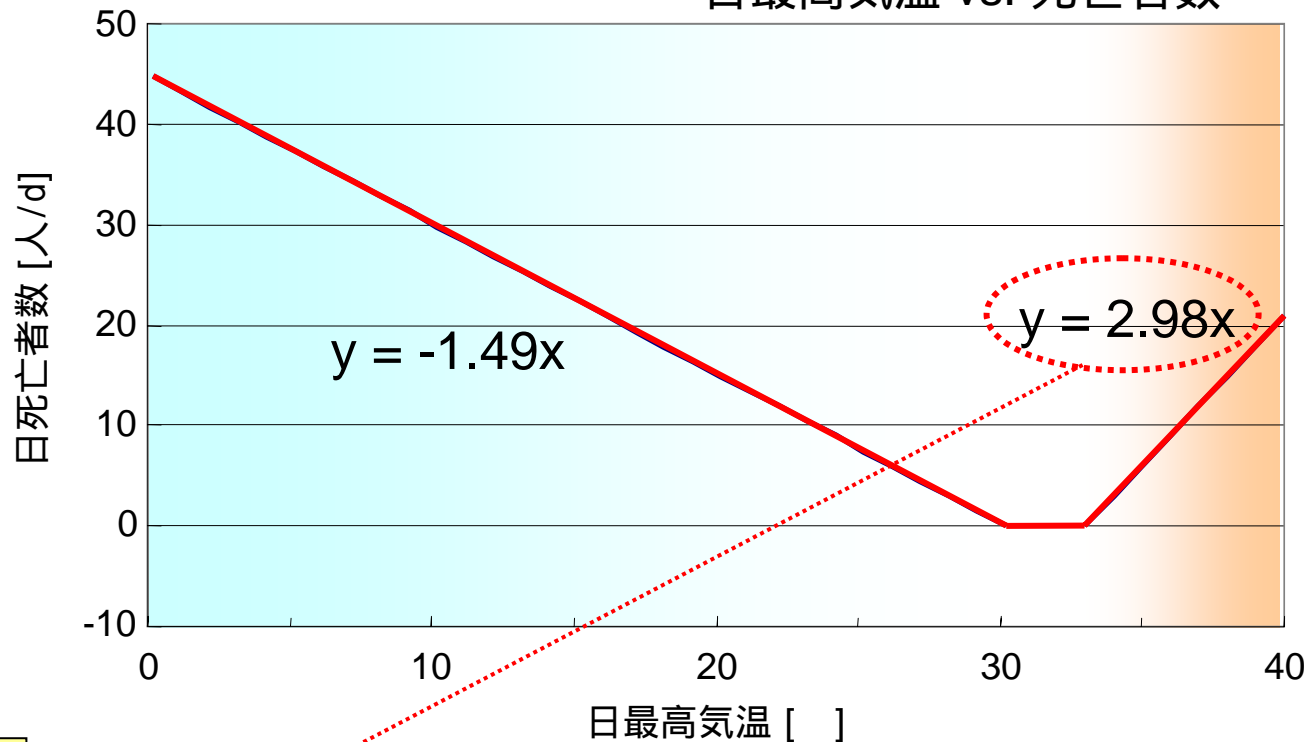
$$2.433 \times 10^{-1} \times 9.70 \times 10^6 = 2.36 \times 10^6 \text{ [円/h] (h:30 以上時間数)}$$

H18 RIHN meeting in Hiroshima

3. 人間の健康への影響

◆ 熱ストレスの影響評価

日最高気温 vs. 死亡者数



損失余命

(損失余命を2年とした場合)

$$2.98 \times 2 (\text{損失余命}) = 5.96 \text{ [年/度]} \quad (: \text{最高気温最適値からのずれ})$$

単一指標 [円]

(9.70×10^6 円 / 損失余命1年)

$$5.96 \times 9.70 \times 10^6 = 5.78 \times 10^7 \text{ [円/度]} \quad (: \text{最高気温最適値からのずれ})$$

2. 民生エネルギー消費への影響

◆エネルギー消費の評価フロー

ヒートアイランド現象(気温上昇)

エネルギー消費量(電力・都市ガス・LPガス・灯油)の変化

地球温暖化・資源消費などへの影響

エネルギー消費の影響(社会資産)

JEMAI-LCA・LIMEで評価

日本のエネルギー価格をもとに算出

以下**エネルギー消費(社会資産)**と呼ぶ

統合化

1. 環境省報告書よりエネルギー消費の影響を算出(関東の気温感応度使用)

↓ 23区の影響を正確に評価していない可能性がある

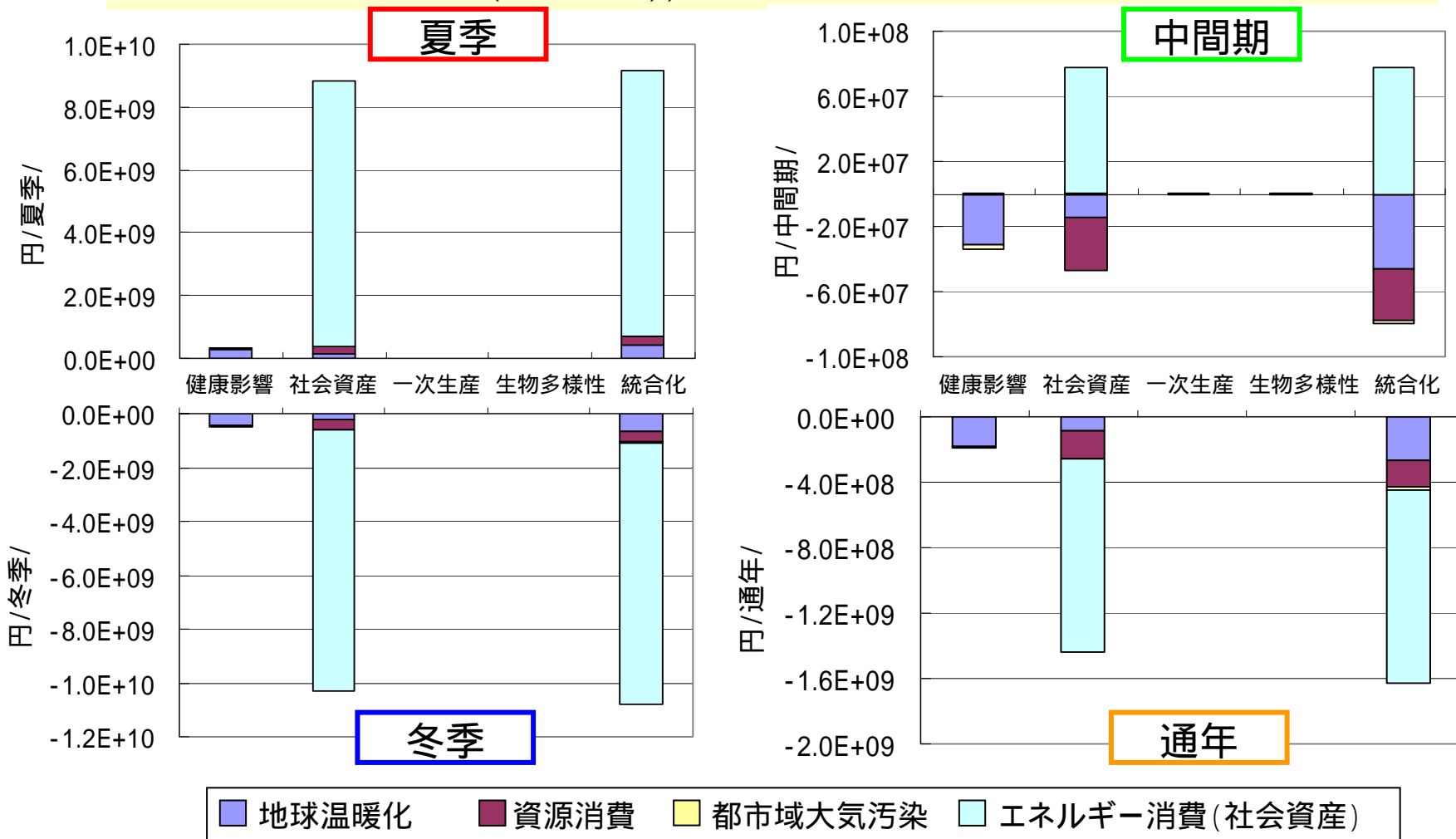
2. 電力を東京電力の支店別データを用いて夏季の影響を算出し検証

(東京23区の気温感応度使用)

2. 民生エネルギー消費への影響

◆ 影響別の結果 (環境省報告書)

環境省報告書より算出した統合化の結果を影響別 (地球温暖化・資源消費・都市域大気汚染・エネルギー消費 (社会資産)) にまとめた



H18 RIHN meeting in Hiroshima エネルギー消費 (社会資産) の影響が大きい

3. ヒートアイランド現象の環境影響評価

◆ 2003年の評価

- 1976年～1980年の平均と1999年～2003年の平均の差を、ヒートアイランド現象による気温上昇とみなし、2003年の評価を行った。

ヒートアイランド現象の環境影響評価(2003年)

現象	影響	2003年	金銭化				統合化
			人間健康	社会資産	一次生産	生物多様性	
ヒートアイランド	熱ストレス	(最高気温 最適値とのずれ)	円				円
		20	1.14E+09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1.14E+09
	寒冷ストレス	(最高気温 最適値とのずれ)	円				円
		-278	-8.05E+09	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-8.05E+09
	熱中症	^h (3)度超時間数)	円				円
		158	3.74E+08	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.74E+08
	エネルギー消費(3%)	(上昇年平均気温)	円				円
		0.8	-1.26E+08	-1.14E+09	2.35E+07	2.71E+06	-1.24E+09

エネルギー消費は環境省報告書より算出したものを使用

● 熱中症(推計)・熱ストレス: 1.51×10^9 円

● 寒冷ストレス: $- 8.05 \times 10^9$ 円

● エネルギー消費: $- 1.24 \times 10^9$ 円

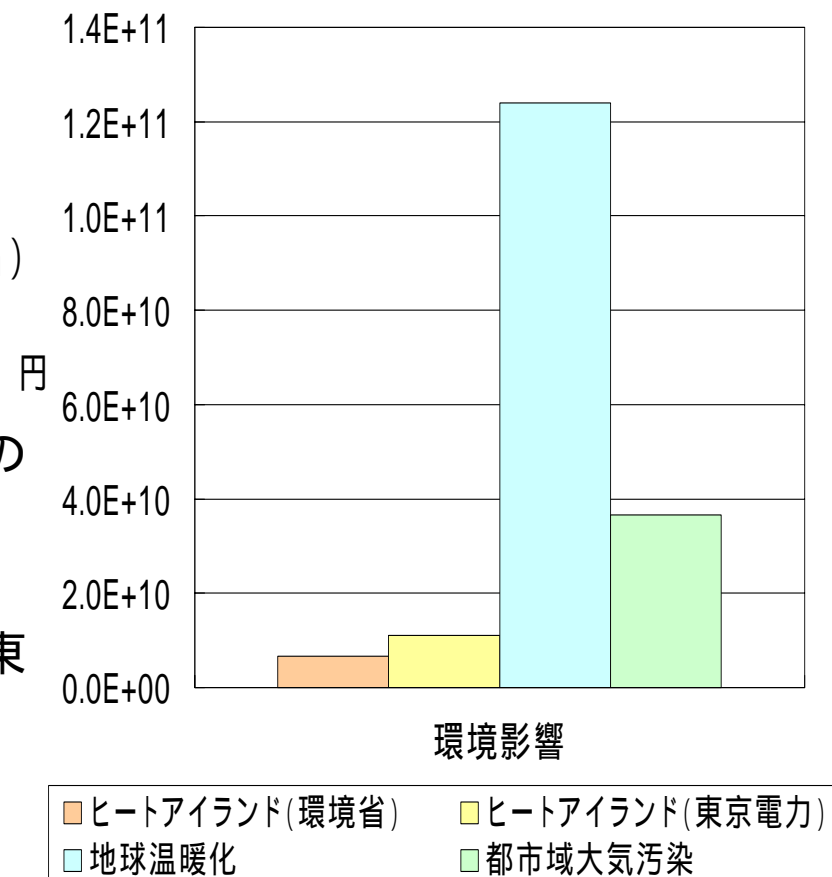
合計: $- 7.78 \times 10^9$ 円

通年で評価すると、冬季の影響が大きく被害額はマイナスとなる

3. ヒートアイランド現象の環境影響評価

◆ 他の環境問題との比較

- ヒートアイランド(環境省報告書より算出)の2003年夏季の被害額
 - 6.61×10^9 円 (**66億円**)
- ヒートアイランド(東京電力データより算出)の2003年夏季の被害額
 - 1.11×10^{10} 円 (**111億円**)
- 地球温暖化の被害額(2003年の東京都のCO₂排出量より算出)
 - 1.24×10^{11} 円 (**1240億円**)
- 都市域大気汚染の被害額(2001年度の東京都SO₂,NOx排出量より算出)
 - 3.67×10^{10} 円 (**367億円**)



東京都におけるヒートアイランド現象の被害量は、地球温暖化の**1割**、都市域大気汚染の**3割**程度であることが推測される

4. まとめ

◆ 結論

■ まとめ

1. 他の環境問題と比較した時、夏の気温上昇のみが問題であることが定量的に示せた
2. 通年で評価した場合、寒冷ストレスとエネルギー消費(社会資産)の影響が大きいことが分かった
3. 冬季の影響が大きいので、対策として通年での気温低下を招く対策は有効でない

■ 今後の課題

1. 昼夜別の解析(睡眠障害・快適性の低下の影響定量化)