

家庭用空調機の気候変動緩和策と新興国導入による適応効果の定量分析

Quantitative analysis of climate change mitigation of room air conditioners and adaptive effect in emerging countries



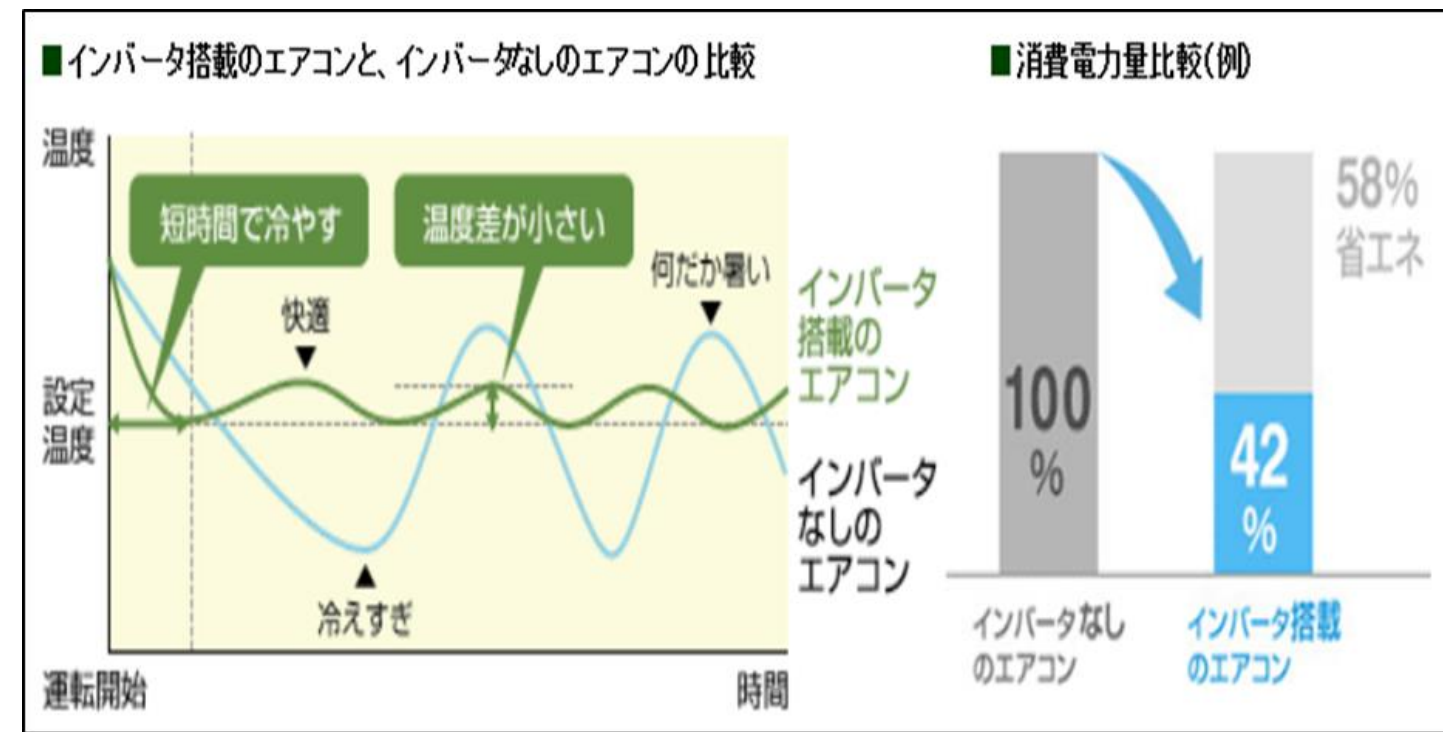
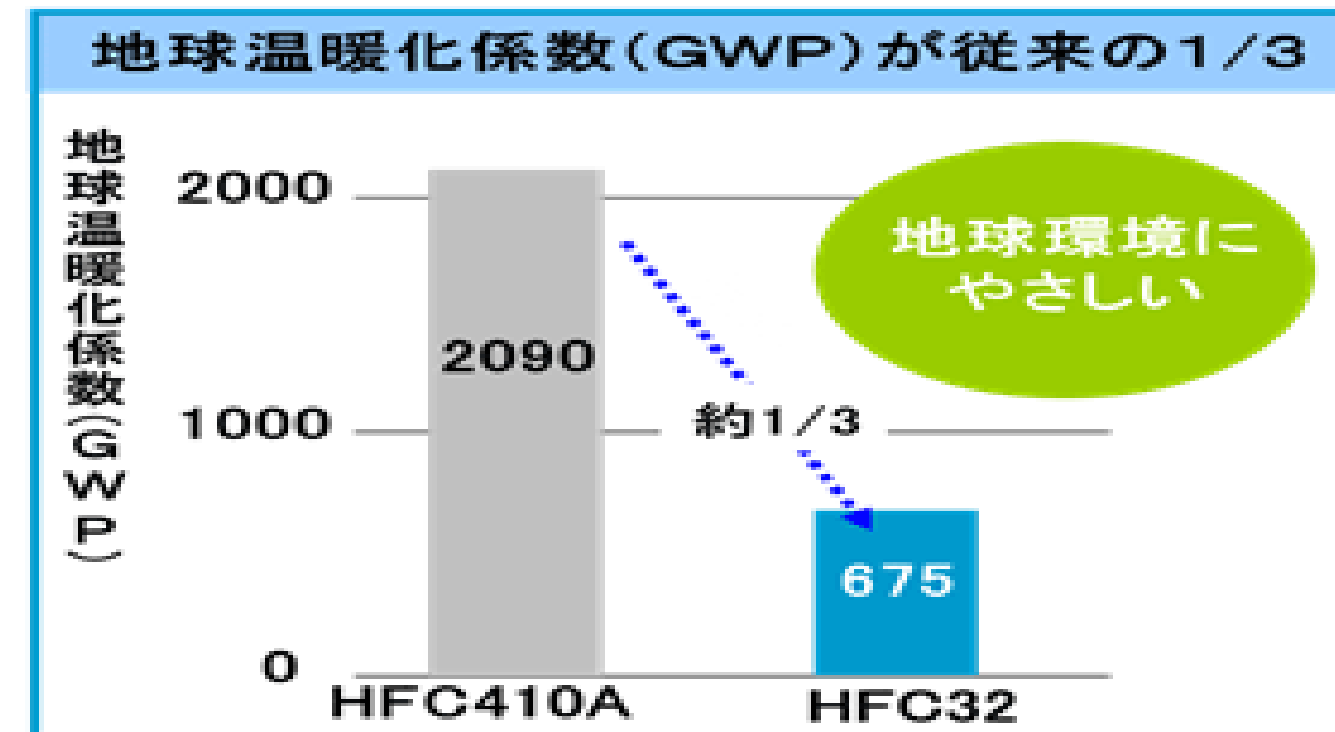
大棟俊¹⁾ 桑山忠弘²⁾ 井原智彦²⁾ 伊坪徳宏¹⁾ 1)東京都市大学 2)東京大学

Shun Omune¹⁾ Tadahumi Kuwayama²⁾ Tomohiko Ihara²⁾ Norihiro Itsubo¹⁾ 1)Tokyo City University 2)The University of Tokyo

社会背景

気候変動の深刻化に伴い、世界的に暑熱健康影響の被害者数の増加が指摘されている。IPCCによると、気候変動対策は従来の**緩和策**に加え、**適応策**に対する取り組みが求められている。なかでも**空調機**は、気候変動の緩和策と適応策の双方に強く関係していると考えられる。**緩和策**の観点からみれば、使用と廃棄を含むライフサイクルを通じた温室効果ガスの管理と削減を進めることが課題である。

一方、**適応策**の観点からみれば、特に熱ストレスに脆弱な新興国に迅速に普及させることで、今後急速に増加すると予測される暑熱健康影響の低減に大いに貢献し得る。



京都議定書の温室効果ガス削減目標に向け、地球温暖化係数(GWP)が低い「新冷媒」の探索が急務である。**低温暖化冷媒R32**の地球温暖化係数は、従来冷媒R410Aに比べ、**約1/3**である。

インバータ搭載の空調機は、設定温度になるまではフルパワーで動作し、設定温度になると低速運転に切り替えることが可能である。そのため、インバータ搭載の空調機は、インバータなしの空調機に比べ、消費電力量を**約58%削減**することができる。

研究背景

空調機に関する既存研究			
タイトル	著者	年数	概要
ジャカルタにおける暑熱に伴う軽度健康影響とエアコン導入効果の定量評価	草間連 井原智彦	2017	インドネシアのジャカルタを対象に、睡眠困難、疲労、熱中症の被害を障害調整生存年数(DALY)を用いて定量化した。
LCAを用いたエアコンへの新冷媒導入による温暖化影響評価	田原聖隆 永翁龍一	2009	家庭用エアコンへのR1234yf(GWPの低い新冷媒)の導入による温暖化影響評価を実施するために、R410A(家庭用エアコンの現行冷媒)とR1234yfの冷媒充填エアコンについて製品LCAを実施した。

空調機を対象とした緩和策評価に関する研究は多数行われているが、**適応策評価**に関する研究事例は数少ない。また、**空調機導入に伴う環境影響、その利用による暑熱健康影響の低減効果としての便益の両側面を考慮し、定量化した研究はなされていない。**

研究目的

- 熱帯域の新興国で都市人口世界第2位を誇るインドネシアのジャカルタを対象とし、
- 緩和策の観点から、低温暖化冷媒、高省エネ性能のインバータ搭載の家庭用空調機を導入した際の**ライフサイクルにおける環境影響評価を行い、緩和効果を定量化する**
 - 適応策の観点から、空調機導入に伴う環境影響、その利用による暑熱健康影響の低減効果としての**便益の両側面について、費用便益分析を用いて適応効果を定量化する**

研究方法

【研究方法】(緩和策)

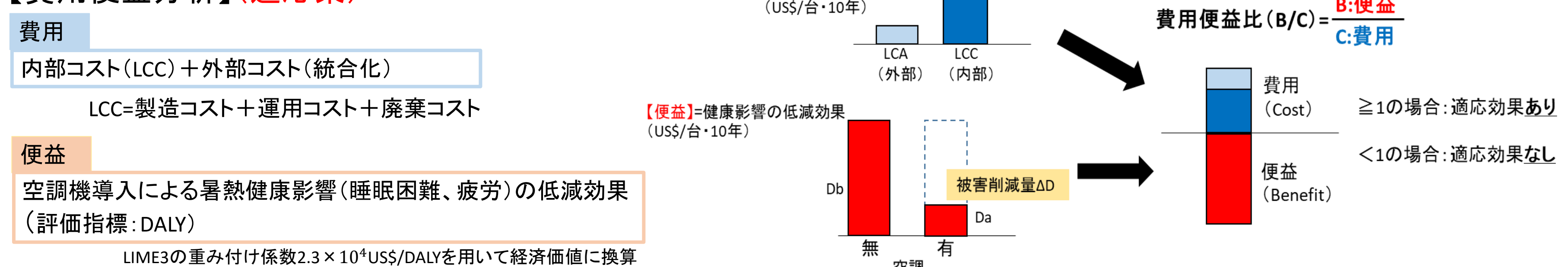
評価対象	①高性能機、②普及機(低GWP冷媒)、③普及機(高GWP冷媒)
機能単位	家庭用空調機1台(使用年数10年間)
評価範囲	素材・部品製造段階～廃棄・リサイクル段階
影響評価項目	特性化(気候変動) 特性化(資源消費) 統合化(気候変動、資源消費、大気汚染、水)
算定方法	インベントリ=Σ(活動量×原単位) 特性化=Σ(インベントリ×特性化係数) ※LIME2手法 統合化=Σ(インベントリ×統合化係数) ※LIME3手法
使用データ	ダイキン工業株式会社から得る一次データ
原単位	IDEA ver2(LCA算定ツール: SimaPro)

【算定条件】

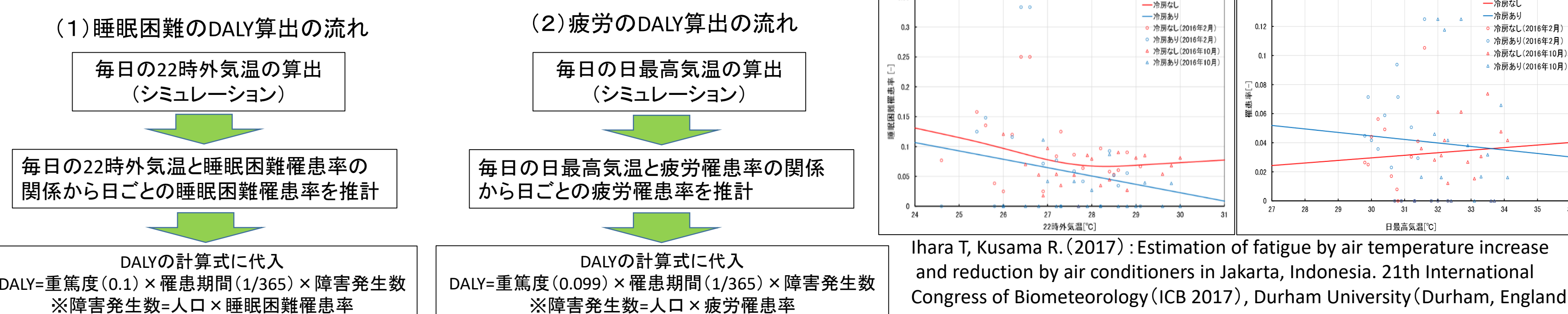
機種名	①高性能機	②普及機(低GWP冷媒)	③普及機(高GWP冷媒)
COP	4.63	3.60	3.20
冷媒	種類: R32 量: 0.90kg 漏洩率: 2%/年 回収率: 0%	種類: R32 量: 0.83kg 漏洩率: 2%/年 回収率: 0%	種類: R410A 量: 0.70kg 漏洩率: 2%/年 回収率: 0%
インバータ	Inverter	Non-Inverter	Non-Inverter
年間消費電力量※	1378kWh	3176kWh	3603kWh

※インドネシアのデータが入手できなかったため、シンガポールのデータで代用

【費用便益分析】(適応策)



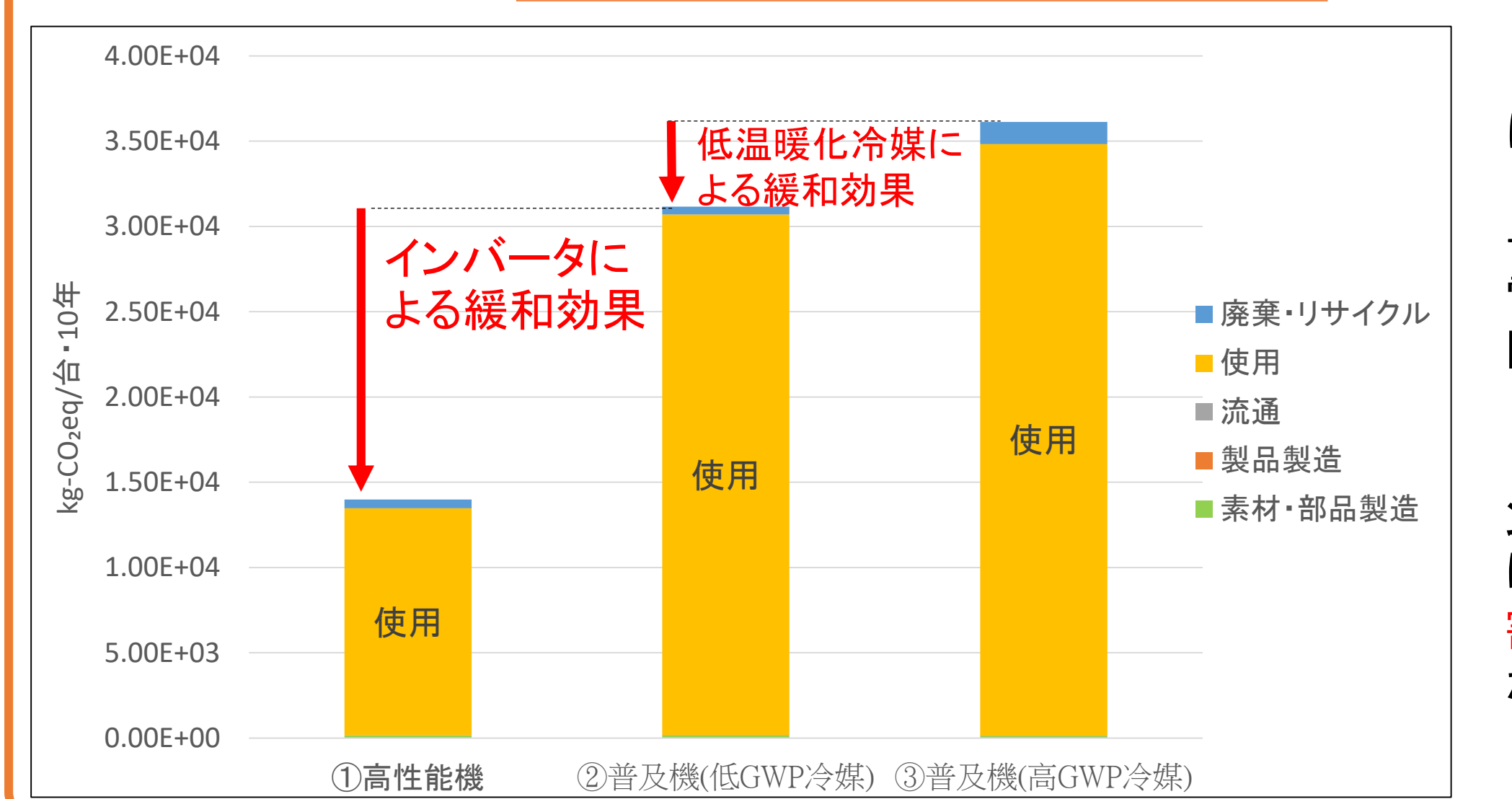
【DALY算出方法】



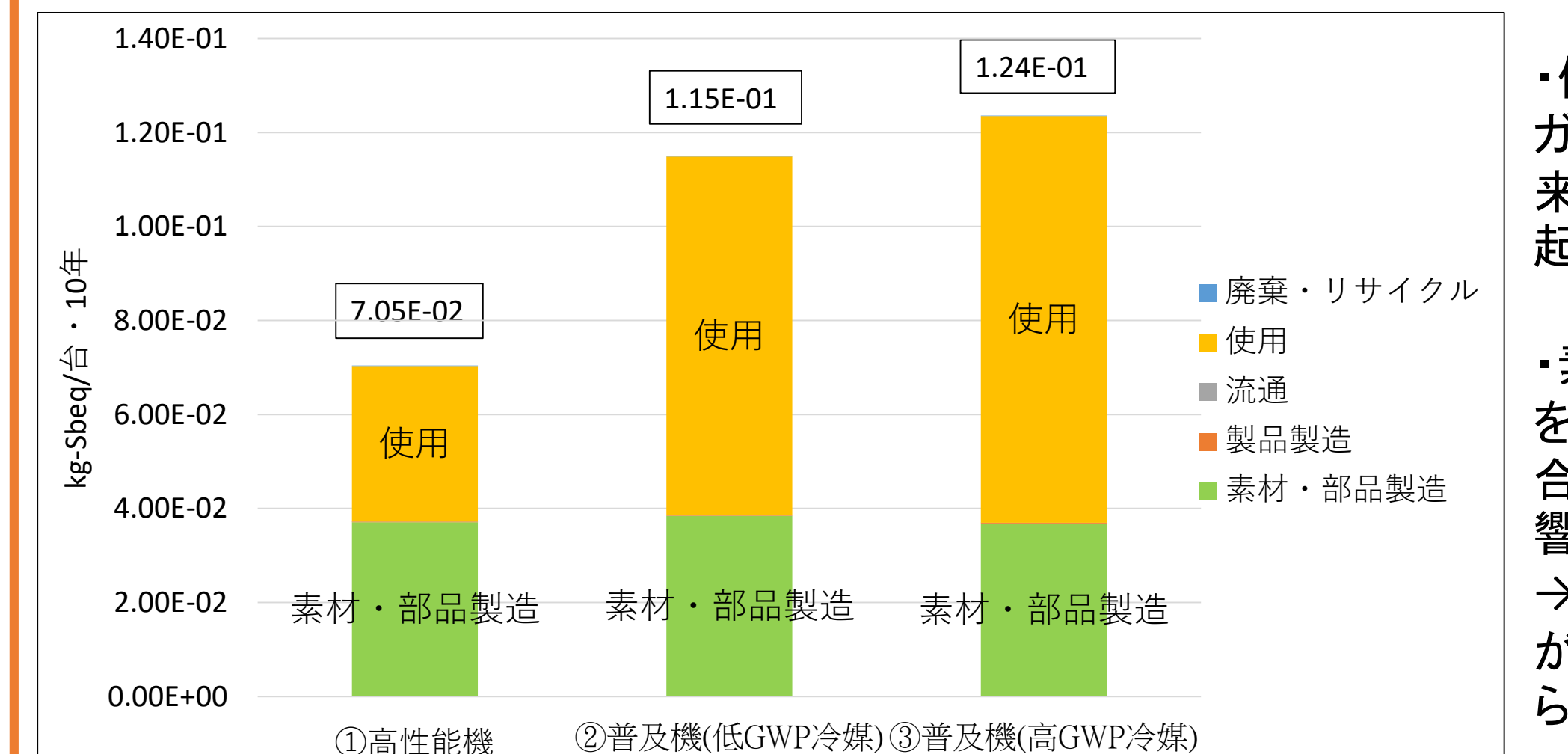
結果

緩和策

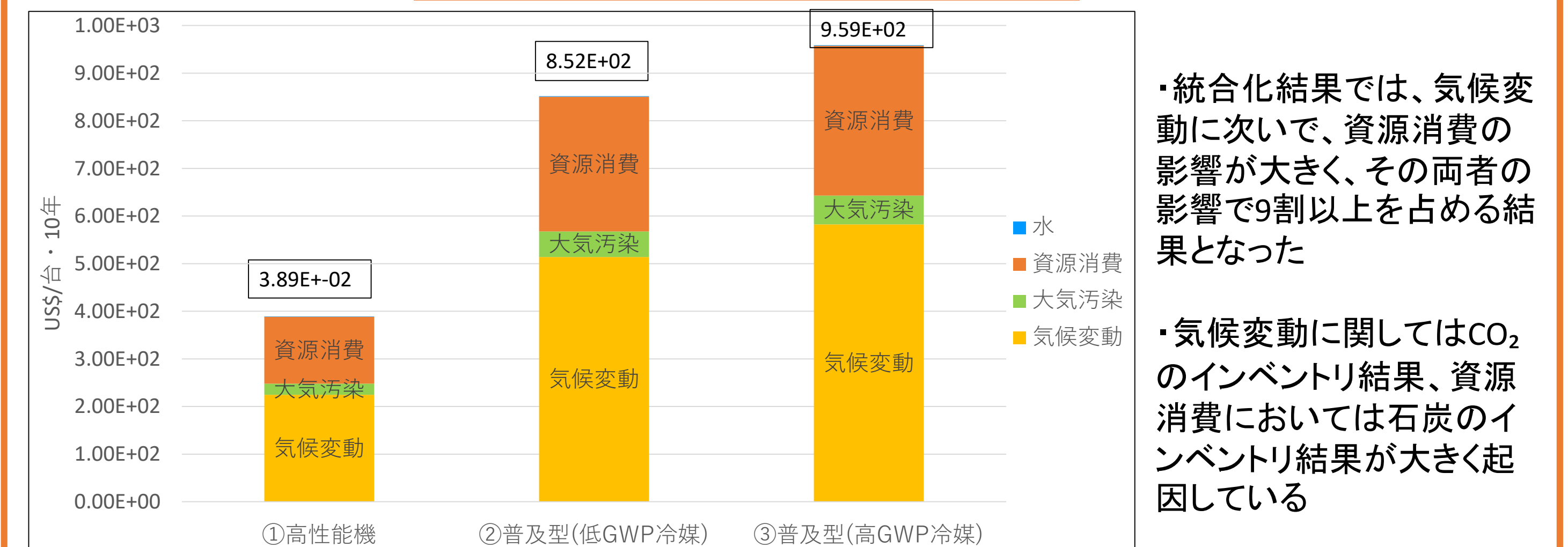
気候変動(ライフサイクルステージ別)



資源消費(ライフサイクルステージ別)

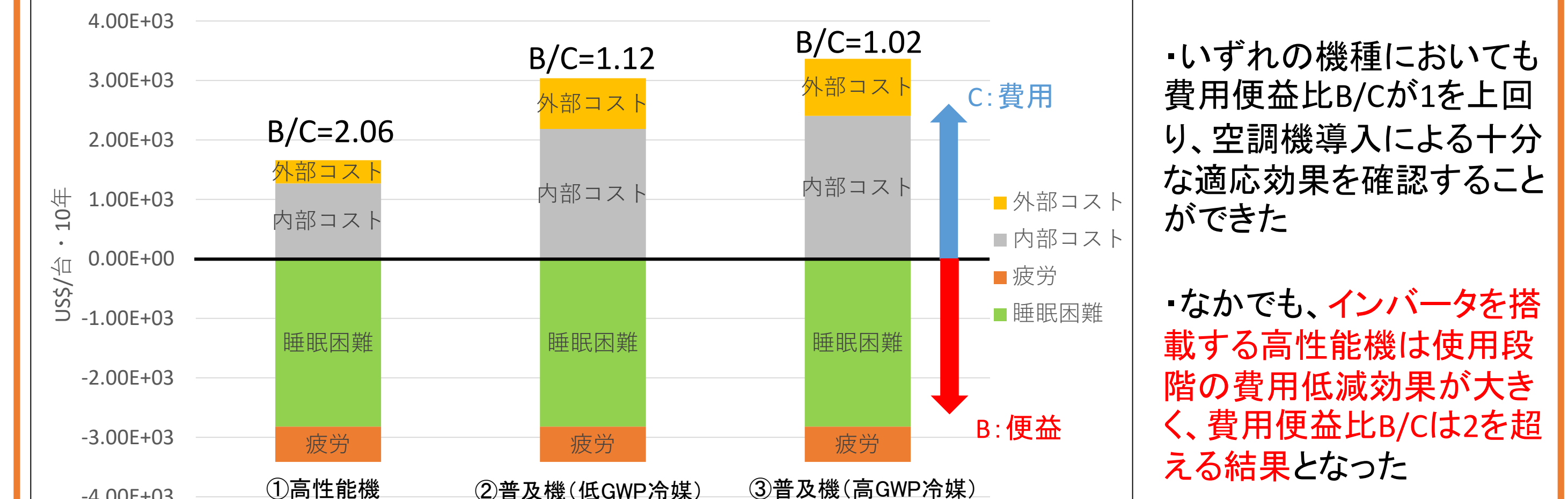


統合化(影響領域別)



適応策

費用便益分析(住宅平均値)



まとめ・結論

- 家庭用空調機をインドネシアのジャカルタに導入した際の緩和策・適応策評価を実施した。
- 気候変動の特性化結果では、いずれの機種も使用段階における影響が大きく、**低温暖化冷媒の採用とインバータによる省エネ効果により、GHG排出量を約6割程度削減**できることが分かった。
- 資源消費の特性化結果では、いずれの機種も使用段階、素材・部品製造段階における影響が大きい結果となり、素材・部品製造段階の内訳では銅や鉄などの金属資源が大きく寄与していた。
- 統合化結果では、気候変動に次いで、資源消費の影響が大きく、両者の影響が全体の9割以上を占める結果となった。
- 適応策評価では費用便益分析を実施し、いずれの機種も**空調機導入による便益が費用を上回り、十分な適応効果を確認**することができた。なかでも、**インバータを搭載する高性能機は、使用段階の費用低減効果が大きく、費用便益比B/Cは2を超える結果となった。**

課題と限界

- 評価対象の家庭用空調機の年間消費電力量は、インドネシア向けのデータが入手できず、シンガポールのデータで代用しているため、実態反映性に欠ける。
- 本研究では家庭用空調機を評価対象としたが、今後は**業務用空調機も含めた評価対象の拡張**が推奨される。
- 費用便益分析における便益として、睡眠困難や疲労の暑熱健康影響の低減効果を考慮したが、今後は**熱中症やその他の疾病も考慮した研究**が推奨される。そのためには、空調使用有無別の罹患率の関係を明らかにしていく必要がある。
- 本研究では、インドネシアのジャカルタを対象に空調機の緩和策・適応策評価を実施したが、**今後の人口増加やヒートアイランド現象の加速化が進み、暑熱健康影響の急激な増加が見込まれる他の国や地域においても評価を拡大していくべきである。**