臭素系難燃剤HBCDの使用規制に関する社会経済分析

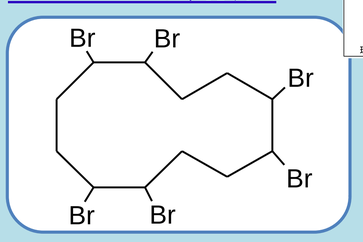
Socio-economic analysis of restriction of HBCD use

井上 知也，益永 茂樹（横浜国立大学）
e-mail: inoue.tomoyah@gmail.com

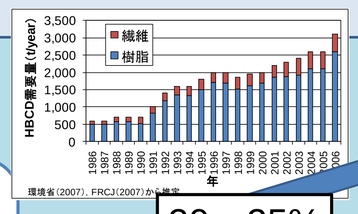
Key words：臭素系難燃剤，建築用断熱材，社会経済分析，政策評価

背 景

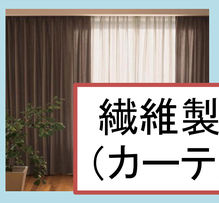
■HBCDの用途



ヘキサブロモシクロドデカン
Hexabromocyclododecane



20～25%
→2013年度で全廃



繊維製品（カーテン）

75～80%
→2013年度までに5%削減

発泡ポリスチレン（XPS）＝断熱材

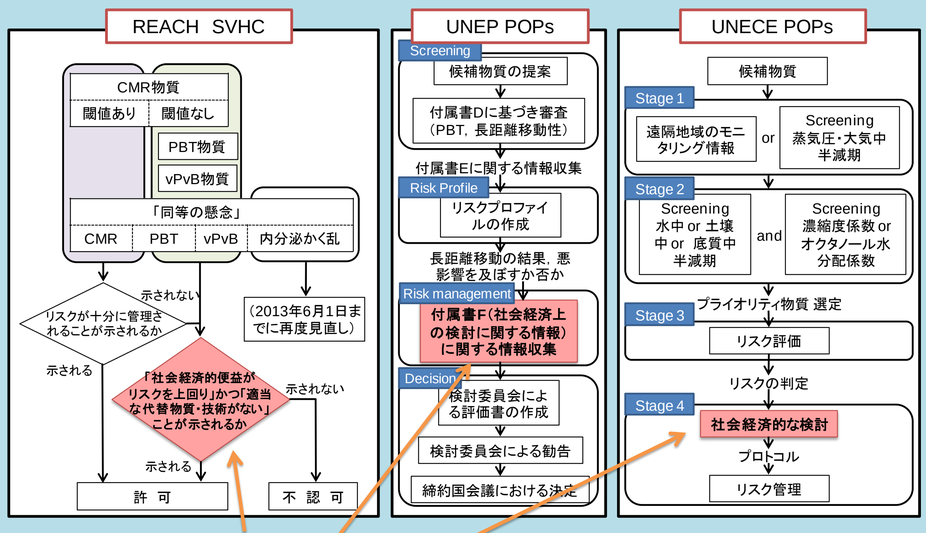
■HBCD使用の目的

→ 難燃性の付与（JIS K 7201, JIS A 9511, 建設省告示第1828号，建設省告示第1231号に規定）

現在

■HBCDのリスクの議論

結局 ↓よく分かっていない



将来

■HBCD管理の議論の必要性

目 的・方 法

≪HBCDは現状必要不可欠な難燃剤である。
⇒環境リスク有り・無しの議論だけで良いか？≫

手法論の提案

HBCDは使用規制すべき？すべきでない？

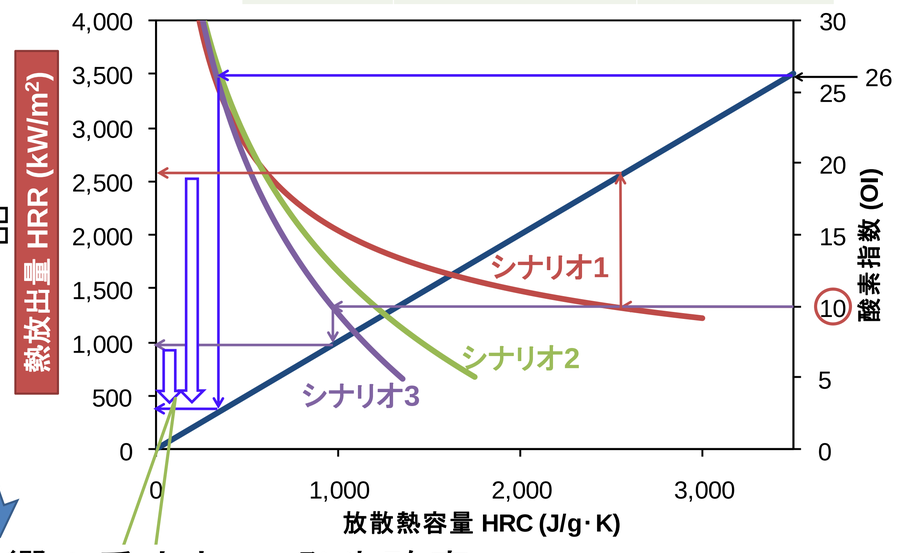
HBCDのベネフィットはある？ ＝ XPSを使用可能にする能力 ／ HBCDのリスクが管理できる？

- そもそもHBCDがなくてはXPSが使用できないのか？（火災リスク）
  - 考察① JIS規格・消防法の防火規格は火災リスクを低減している？ ― 火災リスク定量化分析
  - 考察② HBCDの代替物質はないのか？ ― HBCDの代替に関する社会経済分析
- 考察③ XPSはなくてはならない断熱材か？ ― XPSの代替に関する社会経済分析
- 使用し続けても環境中濃度は減少傾向＝リスク減少
  - 考察④ 将来の環境中濃度推移モデル ― 政策オプションの濃度減少比較
- 考察⑤ HBCD（XPS）の廃棄段階が確立できる ― 廃棄処理における実現性の検討

考 察 ①

HBCDの火災リスク低減量定量化

	HBCD非含有 XPS	HBCD含有 XPS
酸素指数	10 →	26
火災リスク	？ →	？



火災の重大さ ＝ 熱放出量 HRR (kW/m²)

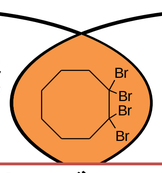
火災リスク ＝ 影響の重大さ × 発生確率
影響の重大さ：1/5～1/2倍，発生確率：（一定）

HBCDにより火災リスクは1/5～1/2に低減されている

考 察 ②

HBCD代替に関する社会経済分析

最新の開発動向（文献） ／ コスト情報（文献）



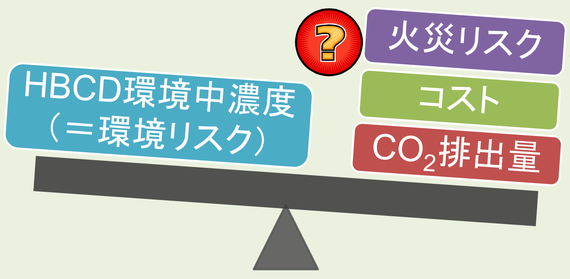
テトラブロモシクロオクタン → 年間13億円のコストアップ

HBCDに代替物質は存在しないといわれているが・・・

まとめ

現状の環境リスク主眼の意思決定では最適解を導けない

HBCDの使用規制に当たっては，多基準に基づいた意思決定を行う必要がある

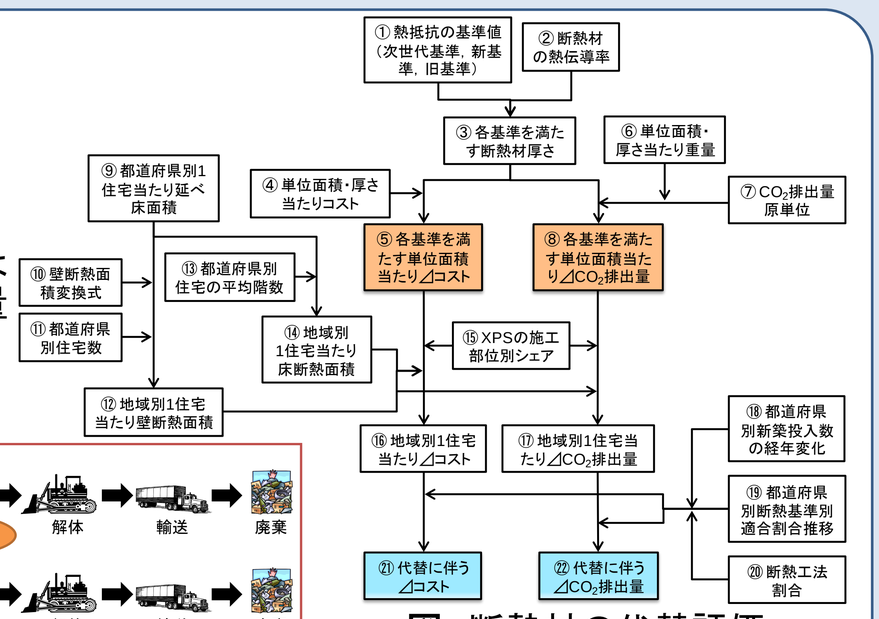


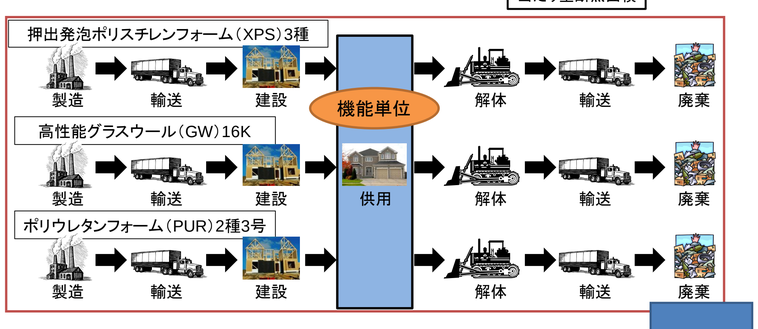
（現状）使用規制が実施されると・・・
- ▼環境中HBCD量を年間3.8kg削減可能
- ▼年間160ktのCO2排出量削減可能
- ▲年間28.7億円のコストアップ
- ▲年間火災リスクは現在の2～5倍に上昇（XPS→GWに代替，代替物質なしの場合）

考 察 ③

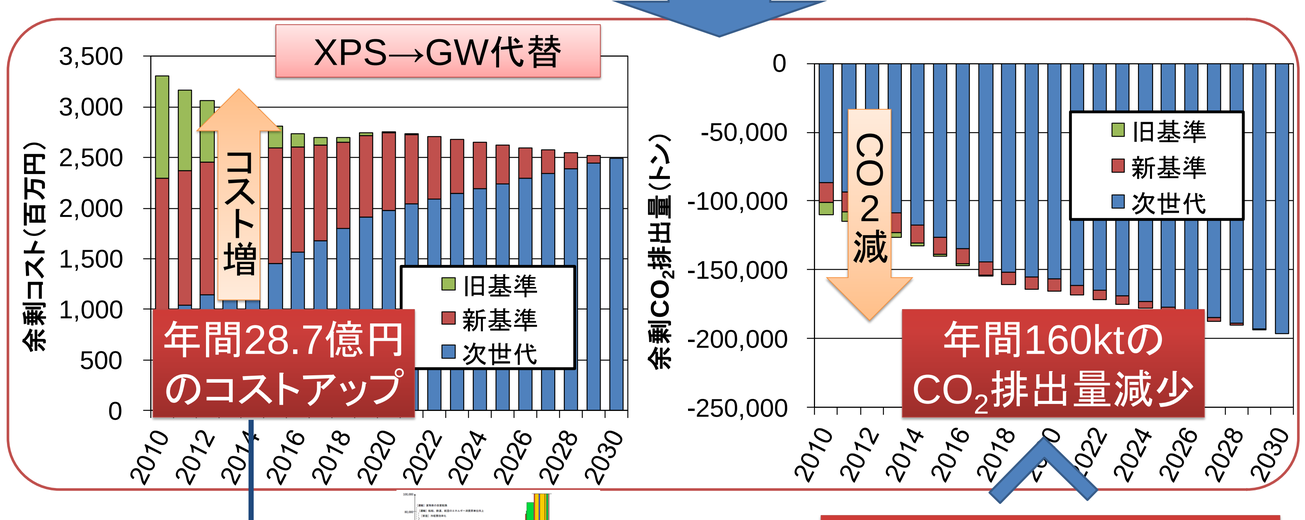
XPS代替に関する社会経済分析

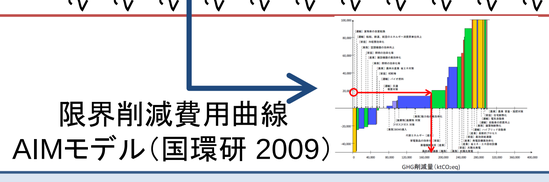
→ 図 断熱材の種類による⊿コスト，⊿CO2排出量推計フロー





← 図 断熱材の代替評価における機能単位とシステム境界の設定



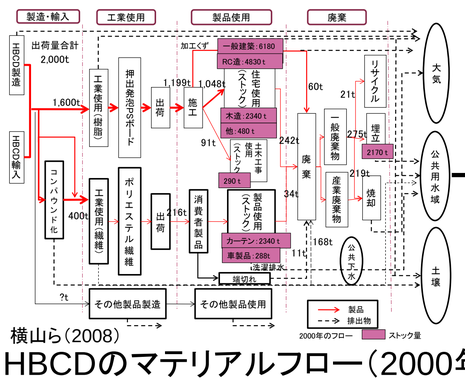


限界削減費用曲線
AIMモデル（国環研 2009）

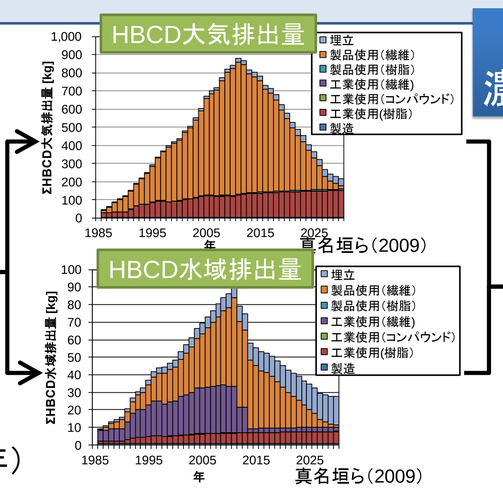
→ 解釈 → 年間8,000kt～175,000ktのCO2削減機会の損失

考 察 ④

禁止措置による濃度減少傾向予測



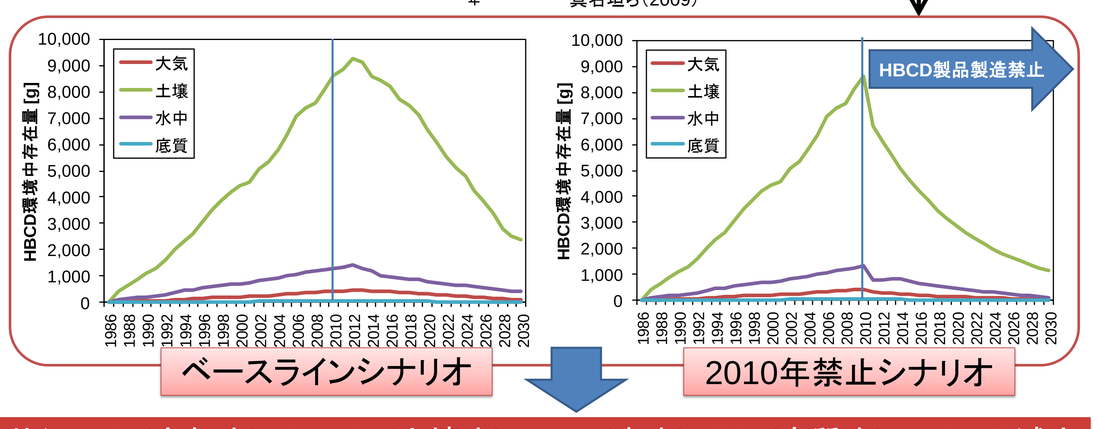
横山ら（2008）
HBCDのマテリアルフロー（2000年）



真名垣ら（2009）

物性パラメータ：酒井ら(2007, 2008, 2009), EURA(2008)
参考モデル：中西ら(2008) 岩田(2010)

多媒体モデル 非平衡・非定常



ベースラインシナリオ → 2010年禁止シナリオ

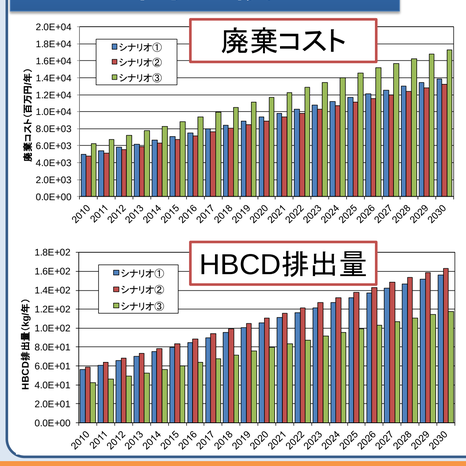
年間（20年平均）156g(大気中)，3,172g(土壌中)，475g(水中)，22g(底質中)HBCDの減少

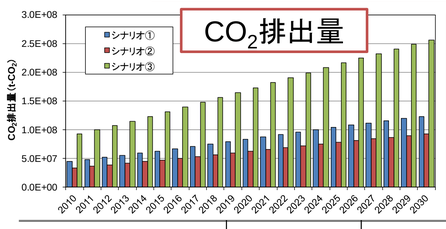
考 察 ⑤

廃棄方法オプション間比較

現在のXPSの廃棄割合
焼却：埋立て：リサイクル＝13%：72%：15%

- シナリオ①：ベースラインシナリオ（現状）
- シナリオ②：全量埋立てシナリオ
- シナリオ③：全量焼却シナリオ





HBCD排出量の点では全量焼却が，コスト＆CO2排出量の点では全量埋立が好ましい

オプション比較	内容	廃棄コスト	HBCD排出量	CO2排出量
シナリオ①→②	全量埋立	－	＋	－
シナリオ①→③	全量焼却	＋	－	＋