

社会的受容性を考慮した 環境影響評価指標の構築

-発電技術の評価への適用-

Triple I (Inclusive Impact Index, III)

$$III = \Delta EF + \Delta ER + \gamma(\Delta C + \Delta HR)$$

EF: エコロジカルフットプリント

ER: 生態リスク

C: コスト・ベネフィット

HR: 人間リスク

γ : EF経済価値換算係数

Social ??

- 日本船舶海洋工学会IMPACT研究委員会が提案
- エコロジカルフットプリントをベースに作成
- 単位はgha(グローバルヘクタール、仮想的な土地面積)

2

本研究の目的

先行研究の課題

環境・経済という観点を評価できる手法はあるが、社会という観点まで評価できている指標はない。



本研究の目的

- 社会的な側面: 人々の期待・不安(社会的受容性)と設定
- 既存の持続可能性指標(Triple I)を用いて社会的な期待・不安を評価する方法を考案
⇒ 環境・経済・社会の3つを評価可能な指標を構築
- 構築した指標を発電技術の評価に適用
⇒ 今後のエネルギー政策の参考となる情報を提示

3

研究手法・方向性

選好調査(コンジョイント分析)

発電事業の社会的影響に対する支払意志値を算出
⇒ 社会的影響の価値をEF、エメルギーに換算

本研究での目標「既存指標への”社会的受容性”の組み込み」

$$III = \Delta EF + \Delta ER + \gamma(\Delta C + \Delta HR) + \text{“Social impact”}$$

各発電技術の評価

構築した指標を用いて各発電技術を評価
⇒ 今後のエネルギー政策の参考となる情報を提示

4

評価する属性の決定(文献調査)

文献調査による発電事業の社会的影響の抽出

表 文献から抽出した項目(7文献中4つ以上で記述があるもの)

	Afgan <i>et al.</i> (2000)	Carrera and Mack (2000)	May and Brennan (2000)	Stamford and Azapagic (2001)	Ribeiro <i>et al.</i> (2001)	Wang <i>et al.</i> (2002)	Onat and Bavar (2002)
雇用の創出							
廃棄物処理							
(発電所建設による) 自然の消失							
事故リスク							
温室効果ガス排出							
エネルギー セキュリティ							○

アンケートに含める属性

・左記の社会的影響

・価値の換算対象

① 電気料金(金銭)

② エコロジカルフットプリント

③ エメルギー消費

サイクル率

九州電力:92%)

することに決定

⇒使用する燃料が国産か否か

5

アンケートの概要

期間 2012/10/1~31

対象 大学生・院生(計106名)

方式 Webサイトによるアンケート

備考

- ・エコロジカルフットプリント、エメルギーについては
説明文を用意
- ・回答の最後に理解度を確認



理解度の低い回答者は解析から除外(各9名)

6

解析結果(限界支払意志値)

限界支払意志値(MWTP)の算出

$$MWTP_{x_1} = \frac{dT}{dx_1} = -\frac{\partial V}{\partial x_1} \bigg/ \frac{\partial V}{\partial T} = -\frac{\beta_1}{\beta_T}$$

x_1 属性1
 T 価値換算の対象(金銭など)
 V 効用関数(観測可能な部分)
 β 推定されるパラメータ

表 各属性の限界支払意志

	経済価値 (yen/unit)
雇用の創出 (unit/persons)	-1.6.E+05
自然の消失(unit/m ²)	102
核燃料廃棄物 (unit/kWh)	0.91
事故リスク (unit/fatalities)	3.2.E+09
温室効果ガス排出(unit/t-CO ₂)	1.7.E+03
国産エネルギー(unit/kWh)	-0.21

先行研究との比較

死亡リスク

オーダー: 10⁸~10⁹ yen/fatalities
[山本と岡(1994)など]

温室効果ガス排出

2,035 yen/t-CO₂ [岩倉ら(2000)]
1,737 yen/t-CO₂ [LIME]

先行研究と近い結果が得られた。

サンプルの偏りはあるが、ある程度一般性のある値が得られた。

7

評価の方法

- 電気料金が一定であると仮定(大手電力会社を想定)
- 下記のモデルプラントを1施設分導入することを想定

表 モデルプラントの仕様

項目	単位	石炭	石油	ガス	原子力
容量	kW	100万	100万	100万	100万
運転年数	years	40	40	40	40
項目	単位	水力	地熱	風力 ^{*1}	太陽光 ^{*2}
容量	kW	1万	5.5万	2万	4
運転年数	years	40	30	30	30

^{*1} 2,000kW×10基を想定

^{*2} 住宅用を想定

8

発電事業の社会的影響の価値の定量化

EF換算

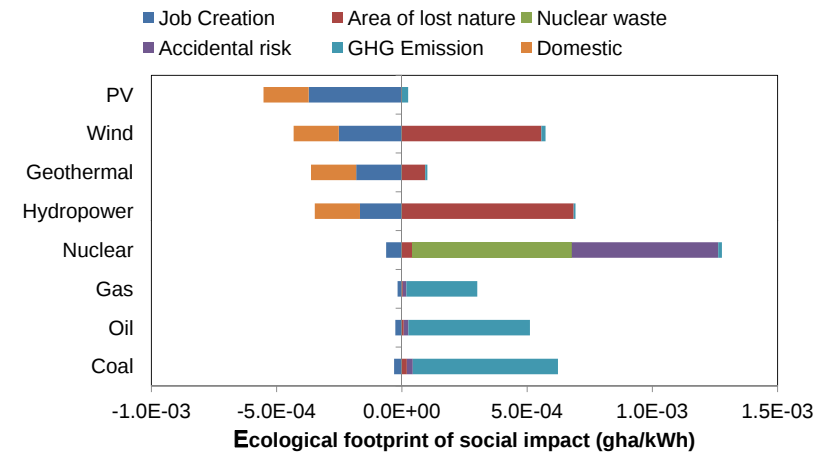
Social impact_{EF} (gha/kWh)

$$= \sum \text{限界支払意思EF} \times \text{各属性の水準}^{\ast}$$

※ モデルプラントの各属性の水準は文献調査・ヒアリングを通じて算出

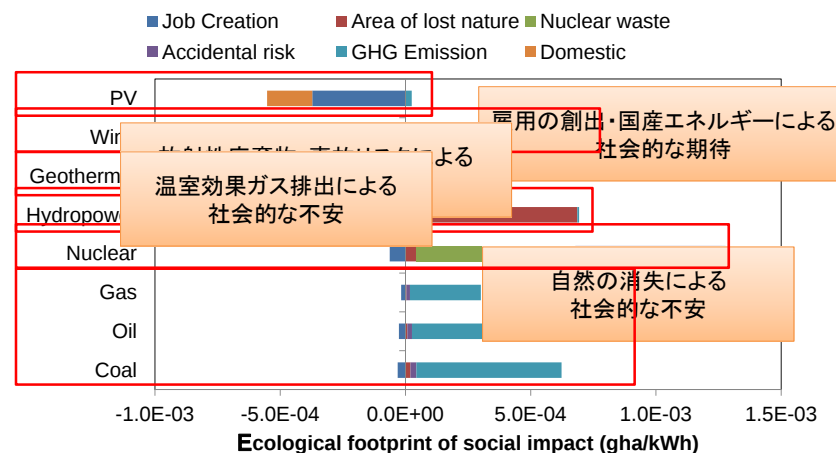
9

社会的影響の価値(EF換算)



10

社会的影響の価値(EF換算)



11

Triple Iによる評価

Triple I

$$III = EF + \gamma(C-B) + \text{“Social impact}_{EF}”$$

EF: 排出される温室効果ガスを吸収するのに必要な森林面積
[電力中央研究所(2010), Ecological Footprint Network(2006)]

γ : 経済価値のEF換算係数 [吉本ら(2000)]

C: 発電コスト [国家戦略室(2011)]

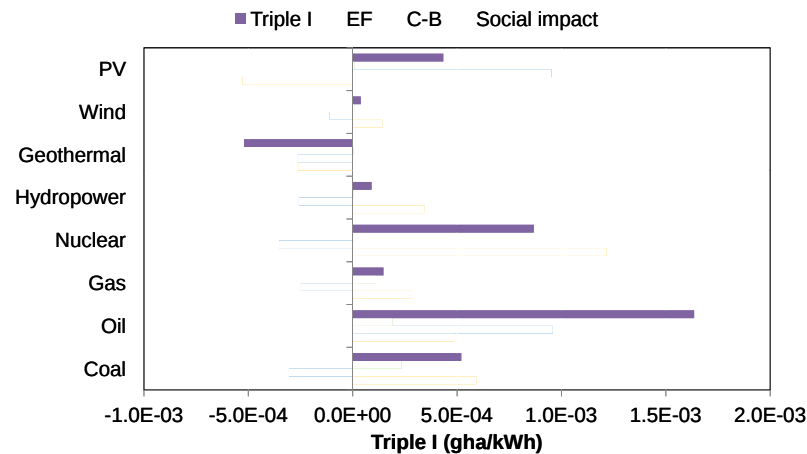
B: 電気料金(平成22年度: 15.9 yen/kWh)
[資源エネルギー庁(2011)]

Social impact_{EF}: 前章の式より算出

12

Triple Iによる評価結果

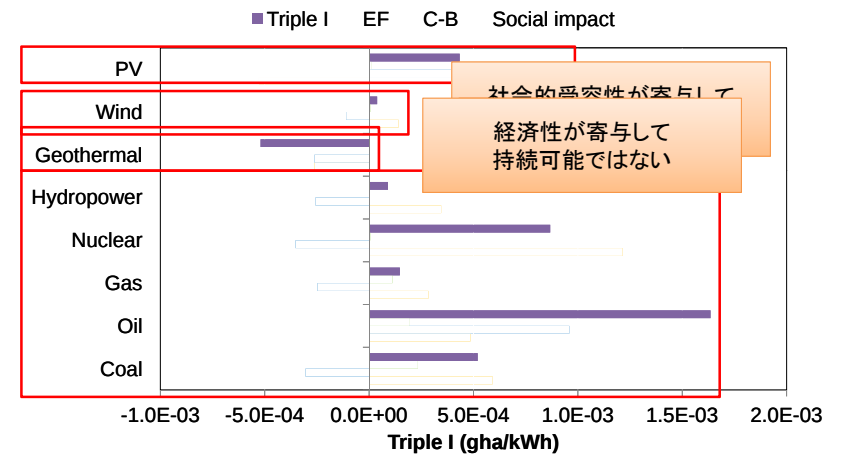
$$III = EF + \gamma(C-B) + \text{“Social impact}_{EF}\text{”}$$



13

Triple Iによる評価結果

$$III = EF + \gamma(C-B) + \text{“Social impact}_{EF}\text{”}$$



14

技術革新・追加的対策の評価

各発電技術の問題点

太陽光発電: 経済性

火力発電: 温室効果ガス排出

以下の技術革新または追加的対策の有効性を検討

①太陽光発電のコスト低減(技術革新)

②火力発電へのCCSの導入(追加的対策)

上記の有効性をTriple Iで評価

15

①太陽光発電のコスト低減

試算の条件

➤発電コストが2030年の水準まで低下
35.9円/kWh ⇒ 15.0円/kWh

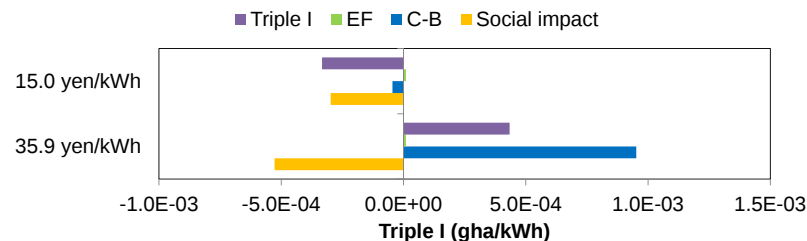
上記の発電コストの低下で、太陽光発電が持続可能になるかをTriple Iにより検証する。

16

①太陽光発電のコスト低減

$$III = EF + \gamma(C-B) + \text{Social impact}_{EF}$$

- 発電コスト: **低下** $\Rightarrow C$
- 雇用の創出: **減少** $\Rightarrow \text{Social impact}_{EF}$
(青:改善 赤:悪化)



雇用の減少によって社会的な期待は小さくなるが、経済性の改善が大きく**持続可能な水準**になる。

17

考察

指標の有効性について

構築した指標によって以下のことが把握可能である。

- 持続可能かどうか
- 環境影響・経済性・社会的受容性のどれが問題か
- どの社会的影響が問題か

$\Rightarrow$ エネルギー政策を考える上での参考情報になりうる。

評価における課題

- 本来であれば**一般市民から無作為抽出したサンプル**に対して**郵送調査**を行うことが望ましい。
- 風力の騒音、CCSのCO₂漏洩リスクなど**その発電技術特有の問題**は考慮していない。

18

独立系発電事業者(IPP)を想定した評価

前章での試算

- 対象: **大手電力会社**
- 電気料金は**一定**
- $\Rightarrow$ 電気料金増減に対する社会的受容性は**非考慮**



本章での試算

- 対象: **独立系発電事業者(IPP)**
- 完全自由化後の電力市場を想定
 $\Rightarrow$ IPPが売電価格を自由に設定可能と仮定
- 電気料金増減の社会的受容性も考慮**して評価

19

電気料金増減の価値換算

価値換算の方法

$$\text{限界支払意志}_{EF} \div \text{限界支払意志}_{\text{経済価値}}$$

- 人々が**金銭に対して感じる価値**をEF換算
- 換算値 $\times$ (IPPの売電価格 - 従来の電気料金)で計算

Triple I

$$III = EF + \gamma(C-B) + \text{Social impact}_{EF} + \text{SIEP}_{EF}$$

電気料金増減の価値換算

$$EF: \text{SIEP}_{EF}^{*1} = 8.4 \times 10^{-4} \times (\text{IPPの売電価格} - \text{従来の電気料金})$$

*1 SIEP: Social Impact of the variation of Electricity Price (電気料金の変化による社会的影響) 0

IPPを想定した評価

評価方法

■ IPPが事業を行う条件

経済的便益を得ることが可能 = 売電価格 > 発電コスト

売電価格 > 発電コストとなる水準でTriple Iが負となる
(持続可能となる) 売電価格の存在の有無を検証

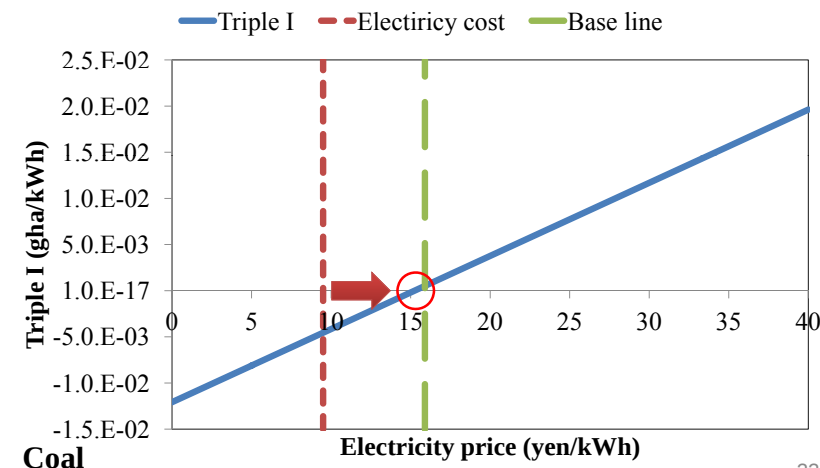
条件

- 売電価格：IPPが自由に設定可能
- 従来の電気料金：15.9 円/kWh (平成22年度と同値)
- その他の条件：大手電力会社を想定した評価と同様

21

有効性評価の方法

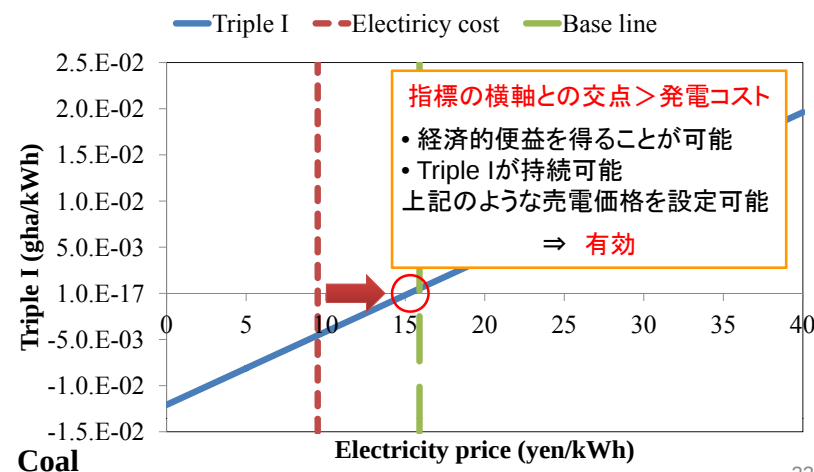
$$III = EF + \gamma(C-B) + \text{Social impact}_{EF} + \text{金銭のEF換算価値} \times (B - 15.9)$$



22

有効性評価の方法

$$III = EF + \gamma(C-B) + \text{Social impact}_{EF} + \text{金銭のEF換算価値} \times (B - 15.9)$$

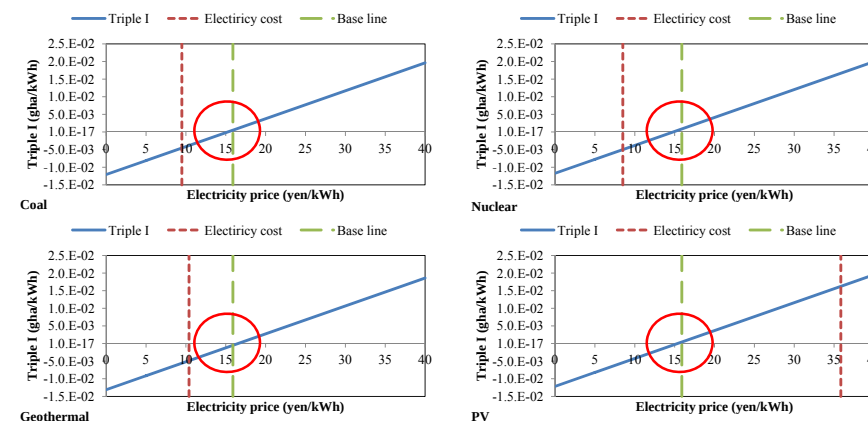


23

評価結果 (Triple I)

$$III = EF + \gamma(C-B) + \text{Social impact}_{EF} + \text{金銭のEF換算価値} \times (B - 15.9)$$

寄与大



Triple Iの横軸との交点はほぼ同じ値 (従来の電気料金付近)

24

考察

評価結果

- 各指標の横軸との交点は**ほとんど変化しない**。
(**従来の電気料金付近**)
- 有効性は**発電コスト**によって決定される。

理由

- 人々は**金銭の価値を重要視**している。
- 従来の電気料金からの少額の変化でも結果に与える影響が大きい。

25

考察

評価における課題

- 実施したアンケート: **日本電力事業全体**を想定
⇒ 発電事業に伴う社会的影響は直接受ける可能性・
受けない可能性が両方あると説明
- IPPの場合
⇒ 事業に伴う社会的影響は購入者に**直接寄与**
(購入者と発電施設の距離が近い)

本来であれば「**影響は必ず受ける**」と明示した形のアンケート結果を用いるべきであり、その場合売電価格以外の社会的影響の寄与が大きくなる可能性がある。

26

結論

まとめ

- 学生を対象としてコンジョイント分析を用いたアンケートを実施し、**発電事業の社会的期待・不安(社会的受容性)についてEFに換算した価値**を算出した。
- 算出した社会不安の価値をTriple Iといった持続可能性指標に組み込み、**社会的受容性を考慮した持続可能性指標を構築**した。
- 構築した指標を用いて各発電技術や技術革新、追加的対策の評価を行い、**指標としての有用性を示した**。

本研究における課題

- アンケートにおけるサンプルの偏りがある。
- 各技術特有の問題を考慮していない。

27