

経済的な施策評価の手法 に関する勉強会

吉田 謙太郎

長崎大学環境科学部教授

報告の概要

▶ 自然資本と生態系サービス

- ▶ フローとストック

▶ 環境価値と経済評価

- ▶ 環境経済評価手法
- ▶ 神奈川県水源環境保全税CVM調査の事例

▶ 環境価値の経済評価をめぐる国際的動向

- ▶ TEEB（生態系と生物多様性の経済学）
- ▶ IPBES（生物多様性及び生態系サービスに関する政府間プラットフォーム）
- ▶ 企業会計と国民経済計算における環境価値の可視化

自然資本と生態系サービス

- ▶ 自然資本 (Natural capital)
 - ▶ An economic metaphor for the limited stocks (ストック) of physical and biological resources found on earth
- ▶ 生態系サービス (Ecosystem services)
 - ▶ Flows (フロー) of value to human societies as a result of the state and quantity of natural capital
 - ▶ ミレニアム生態系評価 (2005)
- ▶ 供給サービス
 - ▶ 食料、木材、繊維、燃料、原材料、淡水、医薬品の資源
- ▶ 調整サービス
 - ▶ 微気象と大気の質、二酸化炭素吸収、天災や異常気象の緩和、水質浄化、土壌流亡の防止と土壌肥沃度の維持、受粉
- ▶ 文化的サービス
 - ▶ レクリエーションによる精神的・肉体的健康、ツーリズム、芸術文化への審美的理解とインスピレーション、スピリチュアルな経験
- ▶ 基盤サービス
 - ▶ 栄養塩循環、土壌形成、一次生産

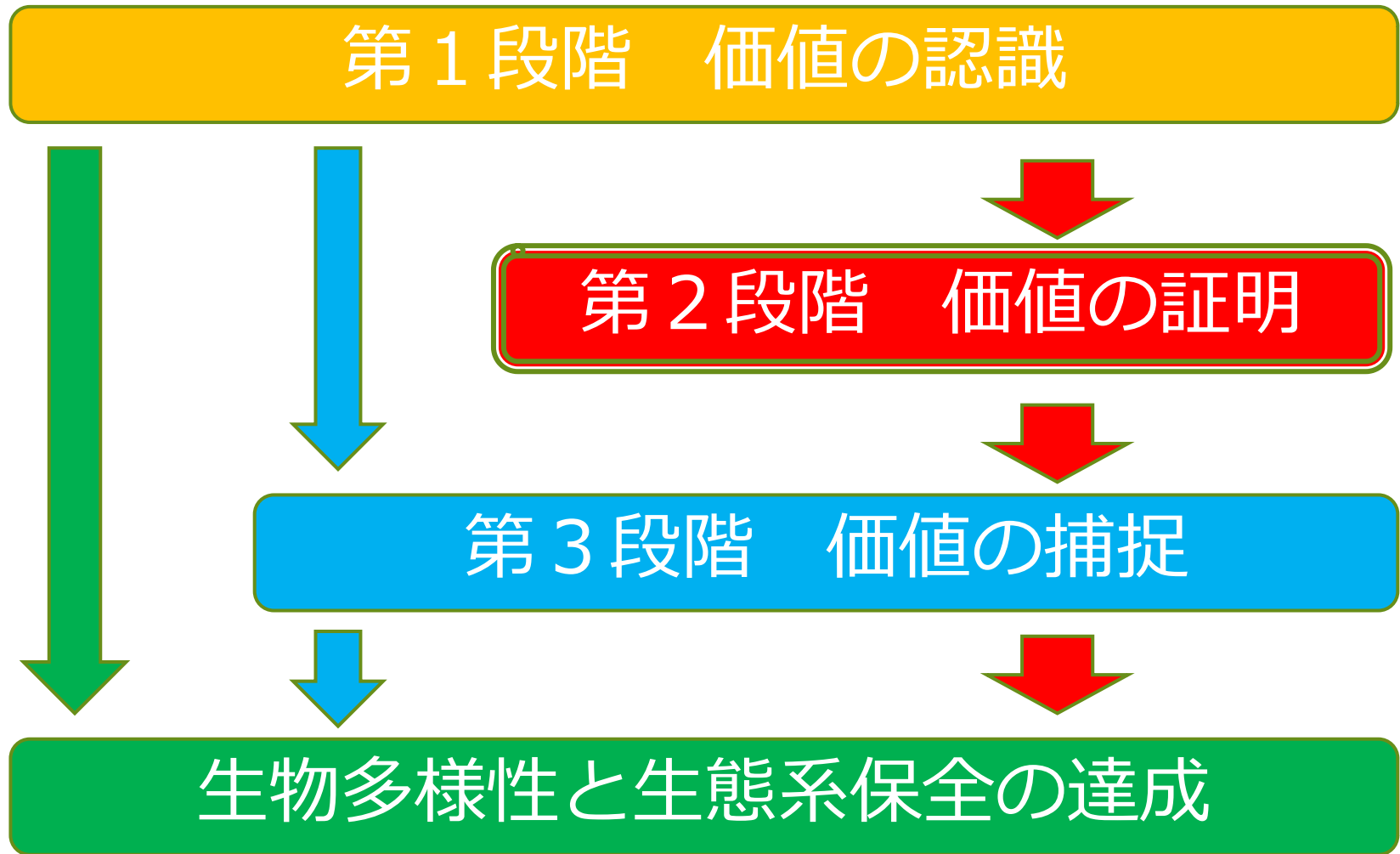
The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB)

- ▶ 生物多様性の経済的便益に注目を集めるための国際イニシアティブ
 - ▶ 主要な目的は、増加する生物多様性損失と生態系劣化のコストを明確化
 - ▶ 生物多様性版スターン・レビュー (Cost of inaction)
 - ▶ 2007年3月ポツダムで開催されたG8+5環境大臣会合において合意
- ▶ TEEB中間報告書 (2008) 生物多様性条約COP9
 - ▶ 目的：生態系サービスの真の経済的価値への理解を深め、この価値を適切に計算するための経済的ツールを提供する
 - ▶ 第1段階：生態系と生物多様性の多大な重要性と現在の破壊と損失を逆転させるための行動を起こさなければ人間の生活が脅かされることを例証
 - ▶ 第2段階：適切なツールと政策設計のため、どのようにこの知識を使うべきか
- ▶ TEEB統合報告書 (2010) 生物多様性条約COP10
 - ▶ Ecological and economic foundations, national and international policy making, local and regional policy, business and enterprise, citizens
 - ▶ *Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB*
- ▶ 現在は「実践段階 (implementation phase) 」
 - ▶ 追加的研究と国内版TEEBの実践、企業会計と国民経済計算

TEEB統合報告書における段階的アプローチ

- ▶ 自然の経済学を主流化する
 - ▶ Mainstreaming the economics of nature
- ▶ 価値付けのための段階的アプローチ
- ▶ 価値を認識する (Recognizing value)
 - ▶ 生物多様性に価値があることを人々が認識する
 - ▶ ときに、それだけで保護や持続的利用には十分
- ▶ 価値を証明する (Demonstrating value)
 - ▶ 費用と便益を経済的価値に置換する
- ▶ 価値を捕捉する (Capturing value)
 - ▶ インセンティブや価格シグナルを通じて、価値を意思決定に取り込む
 - ▶ 経済効率性だけでなく世代間・世代内の公平性も考慮

TEEBの段階的アプローチ



TEEB統合報告書の結論と勧告

- ▶ **自然の価値を可視化 (visible) する**
- ▶ **価格が付けられないものに価格を設定する**
- ▶ リスクと不確実性に対する説明責任
- ▶ 将来の価値評価
- ▶ より良い管理のためのより良い測定
- ▶ 自然資本と貧困の減少
- ▶ ボトムラインを超えて – 情報公開と補償
- ▶ **インセンティブの変更**
- ▶ 保護地域が金銭的な価値をもたらす
- ▶ 生態系インフラと気候変動
- ▶ **自然の経済学の主流化 (mainstreaming)**

自然資本の経済評価

▶ 自然資本、生物多様性、生態系の経済評価

- ▶ 生態系サービスに変換した上で経済評価
- ▶ Costanza et al. (1997) "The value of the world's ecosystem services and natural capital," *Nature*.
 - ▶ 年間16～54兆USD（全世界のGNP：約18兆USD）
 - ▶ "a serious underestimate of infinity" (Toman 1998)
- ▶ De Groot et al. (2012) "Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units," *Ecosystem Services*.

▶ 論点と課題

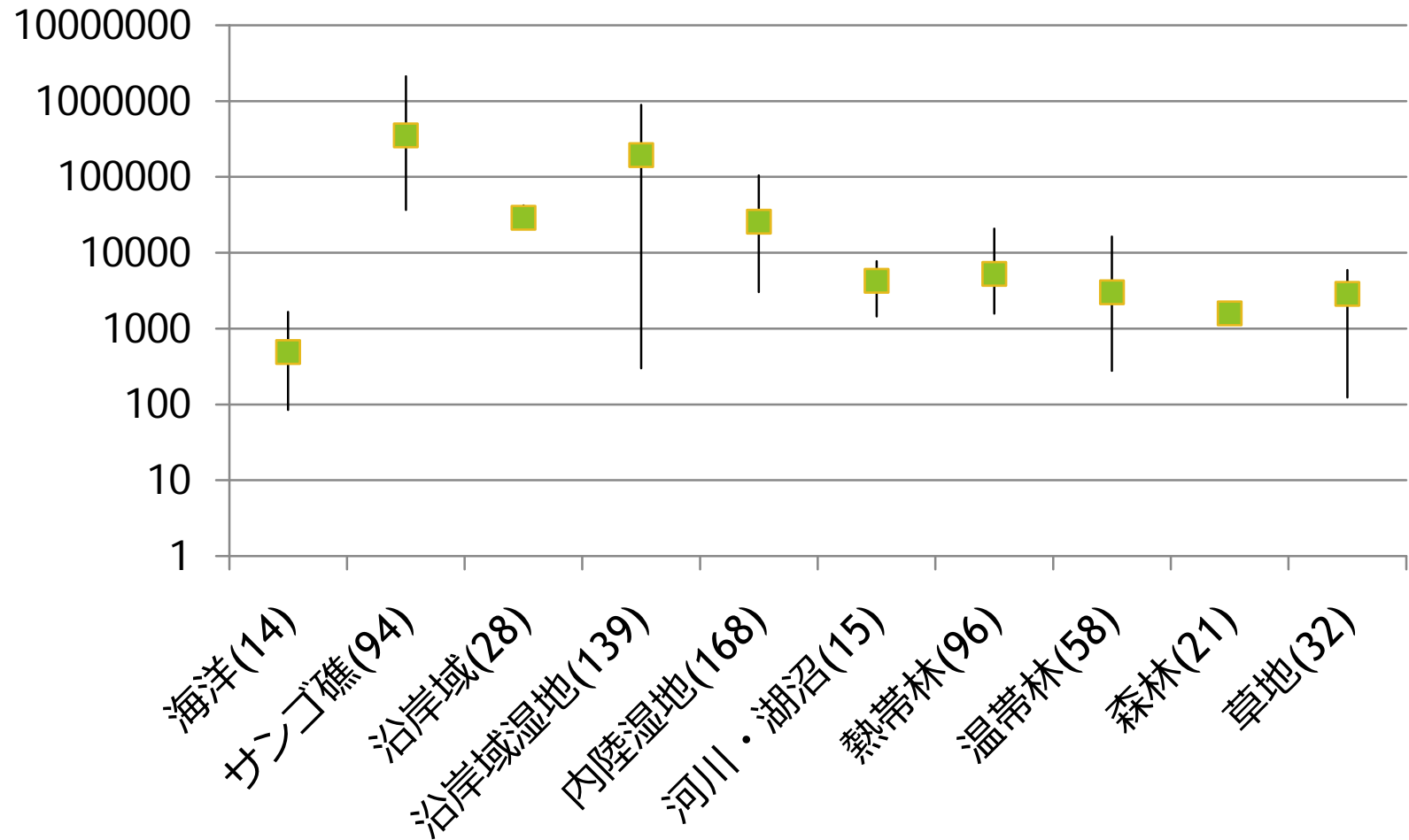
- ▶ 生態系サービスと自然資本の関連性は必ずしも明確ではない
- ▶ 生物多様性や生態系サービスに希少性がなければ価格が付かない（水とダイヤモンドのパラドックス）
- ▶ 多様な経済評価手法の開発と説得力

Average Global Value of Annual Ecosystem Services

Biome	Area (ha × 10 ⁶)	Total global flow value (\$ × 10 ⁹ /year)
Open ocean	33,200	8,381
Coastal	3,102	12,568
Forest	4,855	4,706
Grass/rangelands	3,898	906
Wetlands	330	4,879
Lakes/rivers	200	1,700
Desert	1,925	—
Tundra	743	—
Ice/rock	1,640	—
Cropland	1,400	128
Urban	332	—
Total	51,625	33,268

各生物群系の生態系サービス経済価値

(\$/ha/year)



De Groot et al. (2012)

TEEBにおける経済評価手法の分類

市場アプローチ		
市場価格による評価 (利用価値)	市場取引価格	
	回避費用	
	代替費用	
	緩和・再生費用	
	生産関数	
非市場アプローチ		
顕示選好法 (利用価値)	トラベルコスト法	レク地までの旅行費用
	ヘドニック法	地価
	回避・防御支出法	回避支出
表明選好法 (利用・非利用価値)	CVM	アンケート調査WTP
	コンジョイント分析	アンケート調査WTP

生物多様性国家戦略2012－2020

- ▶ 生物多様性が有する経済的価値の評価の推進(p.78)
- ▶ 「現代社会において生物多様性の**主流化**を実現するためには、**非利用価値***も含めた生物多様性が有するさまざまな価値を**経済的な評価**（貨幣価値評価）により**可視化**することは有効な手段の一つです」
- ▶ 「一般に市場において取引対象とならない国内の自然環境や自然環境保全施策等を対象として、生物多様性や生態系サービスが有する経済的価値の評価を推進します」

* 生物多様性と生態系サービスの直接・間接利用とは関わりなく、それらが維持保全されることに対して人々が感じる価値

生物多様性国家戦略2012－2020

- ▶ TEEBにおける生物多様性の価値評価の事例
 - ▶ サンゴ礁は沿岸域や島嶼の約3,000 万人の食料や収入を支え、便益は年間300億～1,720 億US ドル
 - ▶ 2005 年に昆虫による農作物の受粉の経済的価値は1,530 億ユーロ
 - ▶ 2030 年までに森林減少速度を半減させることにより、3 兆7,000 億US ドル超とされる気候変動に伴う自然災害の損害を回避可能
- ▶ TEEBにおける経済的価値評価を政策に活用した事例
 - ▶ メキシコでは全国規模で森林の生態系サービスに対する支払い（PES）を進めており、対象となる2,365km² の地域の森林所有者に対し、3億US ドルを超える支払いが発生し、これにより森林破壊の速度が半分以下に減速した
 - ▶ ニューヨーク市では水源となっている上流の山において、農場の管理技術改善により廃棄物や栄養分の近隣水路への流出を防止した土地所有者に対し、報酬を支払う制度を導入。これにより、報酬の支払いにかかる10 億～15 億US ドルの費用で、新たな水処理施設の建設にかかる約60 億US ドル以上の費用に加え、年間3～5億US ドルの運営コストも回避できた

生物多様性国家戦略2012－2020

- ▶ TEEB ではこうした**経済的な価値評価**を、生物多様性を**主流化**させるためのツールとして活用していくことの重要性を指摘している
- ▶ 一方で、必ずしもあらゆる生物多様性の価値を経済的に評価すべきと主張している訳ではなく、生物多様性の価値を認識した上で意思決定を行うことが重要であり、経済的な価値評価はそのための補助的なツールとして考えるべきであるとしている
- ▶ 生物多様性が主流化するには、**国や地域の政策**、企業の経営戦略や事業活動、農林水産業、公共調達や個人消費等の様々な場面において、生物多様性の価値が**適切に考慮される必要**があると指摘されている

市場価格による評価

▶ 直接市場価格

- ▶ 排出量取引市場におけるCO₂の価格
- ▶ バンキング、オフセットに関する取引価格
- ▶ 野生動植物の取引価格
- ▶ 農林水産物の市場価格
- ▶ 生産関数

▶ 生態系サービスへの支払い（PES）

- ▶ PESは市場価格ではないが、市場価格と同様の役割

▶ 費用に基づく評価

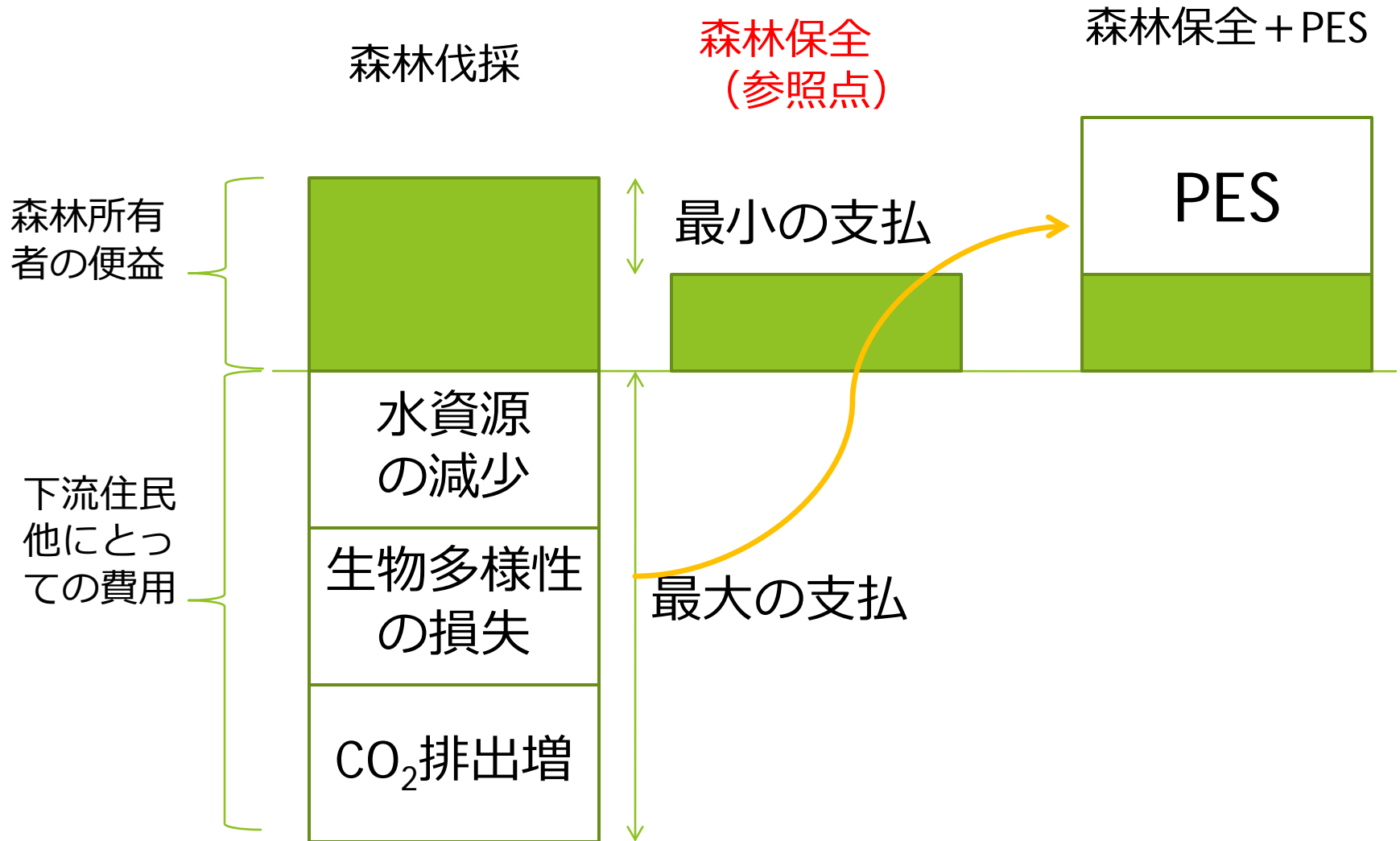
- ▶ 回避費用
- ▶ 代償・再生費用
- ▶ 代替費用

生物多様性と生態系サービスの新興市場

市場機会	市場規模		
	2008年	2020年予測	2050年予測
農産品認証 (例, 有機農業, 保全のグレード)	400億米ドル (世界全体の食糧・飲料市場の2.5%)	2100億米ドル	9000億米ドル
林産品認証(例・FSC, PEFC)	50 億米ドル FSC認証製品	150億米ドル	500億米ドル
生物多様性配慮型炭素 / 森林オフセット (例, CDM, VCS, REDD+)	2100万米ドル(2006年)	100億米ドル以上	100億米ドル以上
水関連の生態系サービス支払 (政府)	52億米ドル	60億米ドル	200億米ドル
流域管理のための支払 (自発的)	500万米ドル 様々なパイロット事例 (例, コスタリカ, エクアドル)	20億米ドル	100億米ドル
他の生態系のサービス支払(政府の支援)	30億米ドル	70億米ドル	150億米ドル
義務的生物多様性オフセット (例, 米国のミティゲーションバンキング)	34億米ドル	100億米ドル	200億米ドル
自主的生物多様性オフセット	1700万米ドル	1億米ドル	4億米ドル
バイオプロスペクティング契約	3000万米ドル	1億米ドル	5億米ドル
民間の土地信託、保全の地役権 (例, 北米, オーストラリア)	80億米ドル米国のみ	200億米ドル	予測困難

生態系サービスへの支払い (PES)

(Engel et al. 2008)



代替法による農林水産業の多面的機能評価

▶ 農業・農村：8兆2226億円

- ▶ 洪水防止，水資源涵養，土壤浸食防止，土砂崩壊防止，有機性廃棄物処理，大気浄化，気候緩和，保健休養・やすらぎ

▶ 森林：70兆2638億円

- ▶ 二酸化炭素吸収，表面侵食防止，表層崩壊防止，洪水緩和，水資源貯留，水質浄化，化石燃料代替，保健・レクリエーション

▶ 水産業・漁村：10兆7418億円

- ▶ 物質循環補完機能，環境保全機能，生態系保全機能，生命財産保全機能，防災・救援機能，保養・交流・教育機能

多面的機能の全国経済評価

- ▶ 1972年 森林：代替法（以後数回の改訂版）
- ▶ 1982年 農地：代替法
- ▶ 1991年 水田：代替法
- ▶ 1991年 水田：ヘドニック法
- ▶ 1995年 水田：代替法
- ▶ 1996年 農業・農村：C V M
- ▶ 1998年 中山間地域の農業・農村：代替法
- ▶ 1998年 中山間地域の農業・農村：C V M
 - ▶ 2000年 中山間地域等直接支払制度
- ▶ 2001年 学術会議による答申：代替法
 - ▶ 2002年 森林整備地域活動支援交付金制度
- ▶ 2003年 漁業・漁村の多面的機能評価
 - ▶ 2005年 離島漁業再生支援交付金

代替法による農業・農村の貨幣評価

機能	評価額／年
洪水防止	34,988 億円
河川流況安定	14,633 億円
地下水涵養	537 億円
土壌侵食(流出)防止	3,318 億円
土砂崩壊防止	4,782 億円
有機性廃棄物分解	123 億円
気候緩和	87 億円
保健休養・やすらぎ	23,758 億円
合計	82,226 億円

日本学術会議答申・三菱総合研究所試算（2001）

代替法による森林の多面的機能評価

機能	評価額
CO ₂ 吸収	1兆2,391億円
化石燃料代替	2,261億円
表面侵食防止	28兆2,565億円
表層崩壊防止	8兆4,421億円
洪水緩和	6兆4,686億円
水資源貯留	8兆7,407億円
水質浄化	14兆6,361億円
保健・レクリエーション	2兆2,546億円

日本学術会議答申・三菱総合研究所試算（2001）

森林の多面的機能（林野庁）

➤ 生物多様性保全

- 遺伝子保全
- 生物種保全
 - 植物種保全
 - 動物種保全（鳥獣保護）
 - 菌類保全
- 生態系保全
 - 河川生態系保全
 - 沿岸生態系保全（魚つき）

- 地球環境保全
- 土砂災害防止機能
／土壤保全機能
- 水源涵養機能
- 快適環境形成機能
- 保健・レクリエー
ション機能
- 文化機能
- 物質生産機能

代替法の問題点

- ▶ 過大な評価額となる可能性
- ▶ 農業の多面的機能の貨幣評価額（限界価値）
 - ▶ 合計：17万円／10a
 - ▶ 地下水涵養：2千円／10a
- ▶ 生産額や所得と比較して妥当か？
- ▶ 二重計算はないか？
- ▶ 単位当たり価格（限界価値）と総評価額（総価値）のどちらを使うべきか？

回避費用による経済価値評価

- ▶ 環境悪化を回避するための支出により評価
 - ▶ 環境被害を防ぐために費やされる追加支出
- ▶ 環境悪化による不利益が、環境悪化の回避費用を上回る限り、家計は回避行動を取る
- ▶ 実際に支払った回避支出を集計

環境被害	回避行動・支出
騒音	二重窓, 防音壁
大気汚染	空気清浄機, マスク, エアコン
水源汚染	浄水器, ミネラルウォーター, ソフトドリンク
花粉症	医療費, 薬, マスク
放射能汚染	除染, 安全な食品・水の購入

回避費用に関する高度浄水施設整備の例

水質改善行動	割合(%)	単価	便益(円)
蛇口でのドレイン(捨て水)	50%	360円/世帯・年	180円
煮沸消毒	20%	10,000円/世帯・年	2,000円
浄水器の設置	30%	10,000円/世帯・年	3,000円
フィルター交換		12,000円/世帯・年	3,600円
ボトルド・ウォーター	30%	36,500円/給水人口・年	31,300円
総便益(円)			40,080円

出所：(社)日本水道協会『水道事業の費用対効果分析マニュアル』

旅行費用法 (Travel Cost Method)

- ▶ レクリエーション地や公園等の環境価値を、訪問者の旅行費用から消費者余剰を算出する方法
- ▶ 前提条件
 - ▶ 旅行費用はレクリエーション地の価値を反映する
 - ▶ レクリエーション地からの距離が遠ざかるほど旅行費用を要するため訪問率は低下する
 - ▶ 魅力の高いレクリエーション地には、より遠くから多くの費用を掛けて、多くの観光客が来訪する

旅行費用による屋久島の経済評価

- ▶ **屋久島の利用価値の評価** (栗山他(2000)『世界遺産の経済学』)
 - ▶ 生物多様性を観賞・体験するために、観光客が直接支払った旅行費用に基づき消費者余剰を計算した結果
- ▶ **旅行費用法によるレクリエーション価値評価額**
 - ▶ 年間36.8～99.2億円 (現在価値920～2,480億円)
- ▶ **観光客の旅費総額**
 - ▶ 観光客の平均支出8万円×約15万人 = 年間120億円
- ▶ **観光による屋久島への直接的な経済効果**
 - ▶ 約3万円×15万人 = 年間45億円
- ▶ **CVMによる非利用価値(景観 + 生態系)688～2,483億円**

ヘドニック価格法 (hedonic price method)

▶ 地価や賃金に反映される環境価値を評価

- ▶ 例えば、森林や池沼の整備が地価を高める場合、その整備事業の価値を地価の変化から評価することができる

▶ キャピタリゼーション (資本化) 仮説

- ▶ 非市場財の価値が代理市場の価格 (地価) に資本化するという仮説
- ▶ 環境改善の便益 (q) と他の要因 (z_n) は、地価 (P) に反映される

▶ $P = P(z_1, z_2, \dots, z_n, q)$

▶ 住環境の限界価値 (Marginal Value: MV)

▶ $MV = \partial P / \partial q$

表明選好法（CVMとコンジョイント分析）

▶ 支払意志額（WTP）の調査

- ▶ 実際に市場に投入される商品の価格を予測
- ▶ マーケティング分野で広く利用され、実際の市場動向を予測することが可能

▶ 生物多様性や生態系サービスは、市場で取引されていないため、人々の合理的判断を引き出すことが難しい？

- ▶ 精緻な手法の開発により、人々のもつ「値頃感」を明らかにすることは可能
- ▶ 評価対象の定義が明確であり、実際に人々が意思決定を迫られるというリアリティがあれば、十分に説得力のある結果が得られる

▶ WTP（／WTA）は理論的には最も正確に生態系サービスの価値を評価できる

豪州カカドゥ保護地区のCVM評価

▶ カカドゥ保護地区の利用に関する費用便益分析

(Benefit) 鉱床開発の純現在価値 (NPV)

▶ 10,200万豪ドル

(Cost) CVMによる潜在的損害のWTP評価

▶ 43,500万豪ドル

▶ 結果：豪州政府はカカドゥ保護地区における採掘不許可

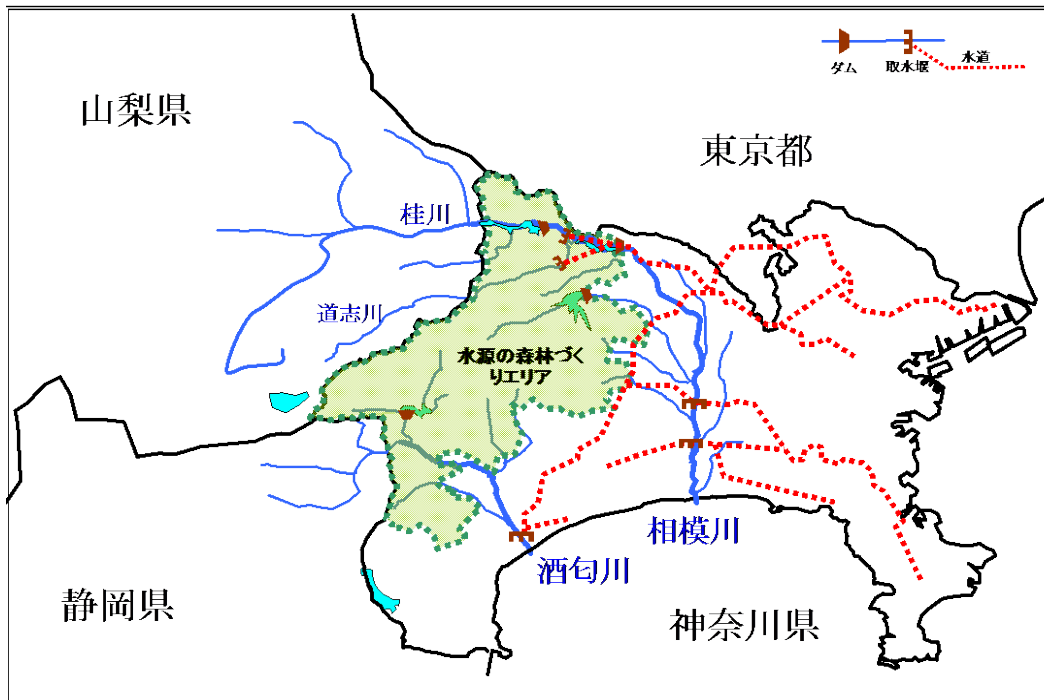
▶ CVMは最終報告に含められず

▶ 非市場評価の有効性が1990年代初頭は不明確であった

▶ 生態系の無形価値（非利用価値）に与える影響を最小化する投資を決定するための参考にできる

神奈川県の水源地環境保全税

流域全体図(相模川・酒匂川)



- 神奈川県内の一般世帯への郵送調査
- 標本抽出
 - 県内全市町村の選挙人名簿
- 調査主体
 - 神奈川県税務課
- 調査実施時期
 - 2002年9～10月
 - 郵送2度督促
- 回収率
 - CVMのみ：1059／1487通 (71.2%)
 - CVM＋選択実験：1006／1486通 (67.7%)

CVMと選択実験の比較

CVM	対策	現状
森林保全面積	1200 ^{ヘクタール}	800 ^{ヘクタール}
生活排水処理率	8%	5%
環境税(月額)	200円	0円

支払意志額 (WTP)

= 月間〇〇円

選択実験	対策1	対策2	現状
森林保全面積	1600 ^{ヘクタール}	1200 ^{ヘクタール}	800 ^{ヘクタール}
生活排水処理率	15%	8%	5%
環境税(月額)	500円	200円	0円

限界支払意志額

(MWP)

= 月間〇円 / 畝

= 月間〇円 / %

CVMにおける仮想シナリオ

〔前提条件〕

- ▶ 全私有林の7割28,000㍍の森林のうち、これまで年800㍍ずつ保全整備を進めてきた
- ▶ 水源地域の生活排水処理施設の整備率は現在34%であり、年5%ずつ整備率を増加させてきた

〔仮想シナリオ〕

- ▶ 仮に、水源環境税を導入すると森林保全面積は年1,200㍍、生活排水処理施設整備率は年8%に向上させることができる
- ▶ もし環境税額が月間〇〇円（年間〇〇〇円）であれば、あなたはこのような制度の導入に賛成しますか？

2段階多項選択型住民投票方式

(300*) 円の環境税に賛成しますか？

確実に賛成 たぶん賛成

たぶん反対 確実に反対 よくわからない

(500) 円でも賛成しますか？

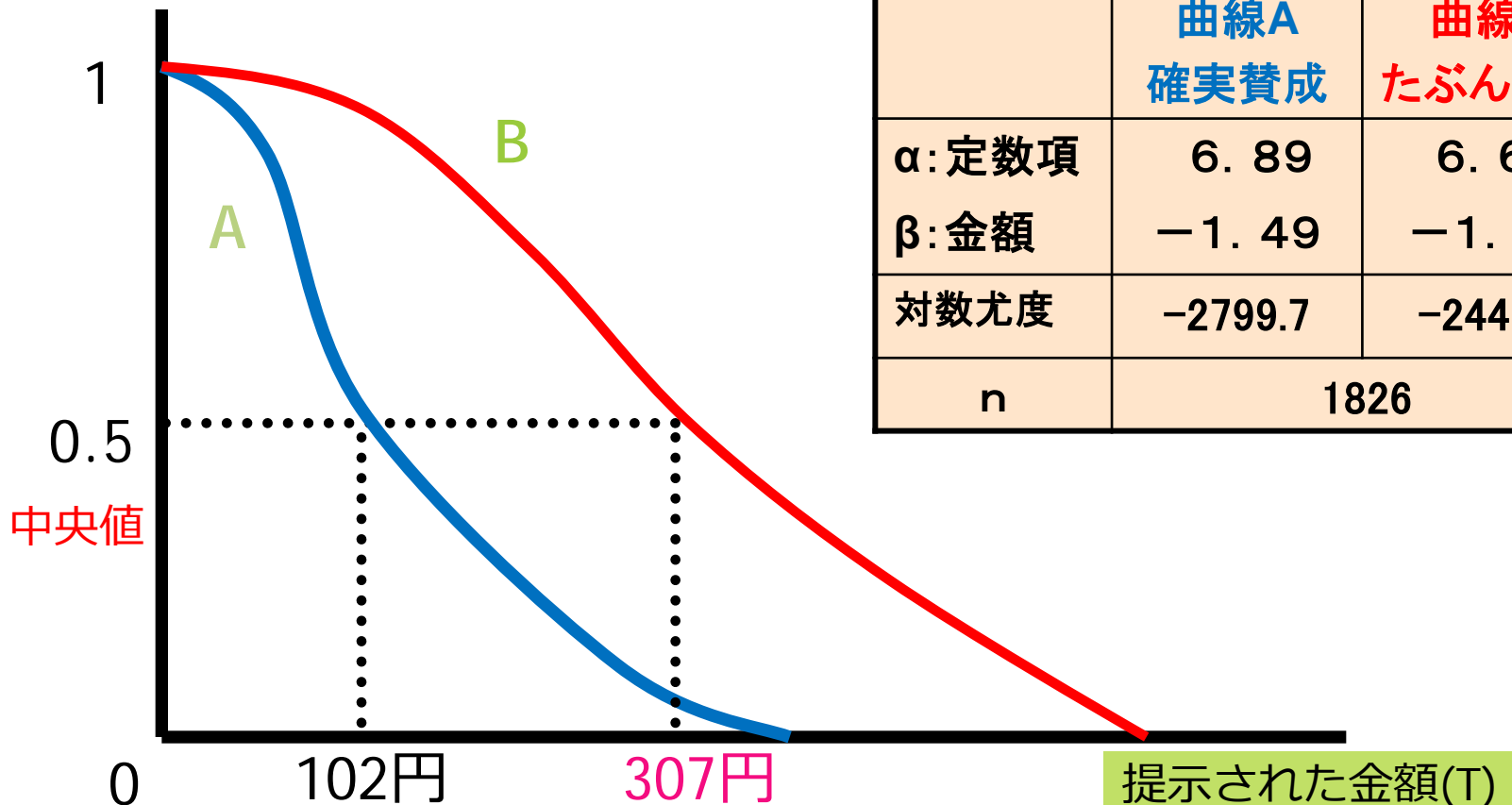
(200) 円なら賛成しますか？

確実に賛成 たぶん賛成 たぶん反対 確実に反対 よくわからない

* 50, 100, 200, 300, 500円 (年額も併記)

支払意志額 (WTP) の推定結果

支払いに賛成する
確率 (Pr(yes))



$$\text{Pr}(\text{yes}) = 1 - \{1 + \exp(\alpha + \beta \ln T)\}^{-1}$$

	曲線A 确实賛成	曲線B たぶん賛成
α : 定数項	6.89	6.66
β : 金額	-1.49	-1.16
対数尤度	-2799.7	-2447.3
n	1826	

WTPに影響を与える要因（係数）

変数	確実に賛成	おそらく賛成
相模川流域住民	-0.5	-0.4
酒匂川流域住民	-0.5	-0.4
横浜&川崎市民	-0.2	
上水道の水質(十分に安心)	+0.5	+0.5
浄水器の使用(今後も使用しない)	-0.4	
今後の森林整備(現状より規模拡大)	+0.9	+0.8
ダム湖の水質汚濁認識(なし)	+0.2	
性別(女性)	+0.2	
年齢		+0.01
所得(百万円)	+0.06	+0.06

年間支払意志額／世帯（WTP）の推計結果

	WTP
CVM(たぶん賛成)	3,684円(月307円)
CVM(確実に賛成)	1,224円(月102円)
水源環境保全税の税額 2007年4月導入	平均950円

選択実験による評価：プロフィール例

質問： 対策1～4の中で、どれが最も好ましい対策か？

	対策1	対策2	対策3	対策4 (現状)
森林保全面積	1200 ^{ヘクタール}	1500 ^{ヘクタール}	900 ^{ヘクタール}	800 ^{ヘクタール}
生活排水処理整備率	8%	12%	6%	5%
各世帯の月間負担額	300円 年3600円	500円 年6000円	100円 年1200円	0円

属性と水準の種類

森林保全 (ヘクタール)	900	1200	1500	1800
生活排水処理 (%)	6	8	10	12
環境税 (円)	100	300	500	800

選択実験による係数推定結果 (一部省略)

変数	シンプルモデル	フルモデル
森林保全面積	0.000675**	0.000191
生活排水処理率	0.176**	0.0635**
税金	-0.00307**	-0.00456*
相模川流域住民ダミー	—	-0.354*
酒匂川流域住民ダミー	—	-0.374*
横浜&川崎市民ダミー	—	0.161
上水道の水質(十分に安心)	—	0.255
今後の森林整備(現状より規模拡大)	—	1.22**
性別	—	0.174
年齢	—	0.00992**
所得(万円)	—	0.00103**
観測数	3744	3332

注：**, * 有意水準 1%、5%.

年間支払意志額／世帯（WTP）の推計結果

	WTP
CVM(たぶん賛成)	3,684円(月307円)
CVM(確実に賛成)	1,224円(月102円)
選択実験	3,120円(月260円) ($MWTP_{\text{forest}}=0.22\text{円/ha}$) ($MWTP_{\text{sewerage}}=57\text{円/\%}$)
水源環境保全税の税額 2007年4月導入	平均950円

選択実験による住民選好の把握



根岸森林公園の概要・管理

認知度が高く、樹木を増やすスペースが広く、評価対象として適切と判断

- 面積: 193,102m² (緑地約144,000m²)
- 主園路: 幅4m・長1,400m
- 付属施設
 - 遊具広場
 - 一等馬見所
 - 池(1,000m²)
 - 駐車場: 200台

公園内の生物

- 木本植物38種類
- 草本植物123種
- 土壌動物10種
- 鳥類16種類
- 昆虫類23種類

緑地の管理

- 市の緑地事務所、愛護会



選択実験の属性

既存公園の緑地を変更した仮想状況を示し、便益を推定(施設などは現状)
各属性の水準について、文字情報とグラフィクスを用いた情報の提示

①広場

芝生などがあり、レクリエーションを楽しみやすい場所

②利用のための森

桜や梅もあり、人が自由に入れ、散歩が楽しめる森

③生物のための森

保全のため外からの観察以外立入りが制限された森

④樹木の郷土種の 種類が占める割合

樹木に郷土種がどのくらいの割合を占めるか

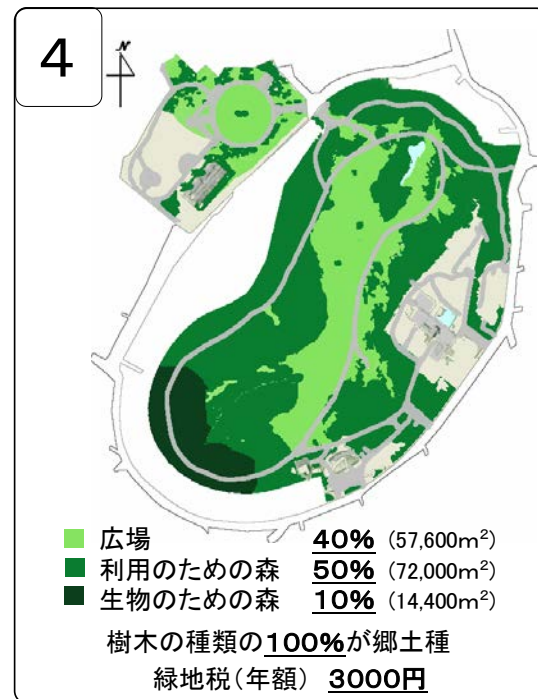
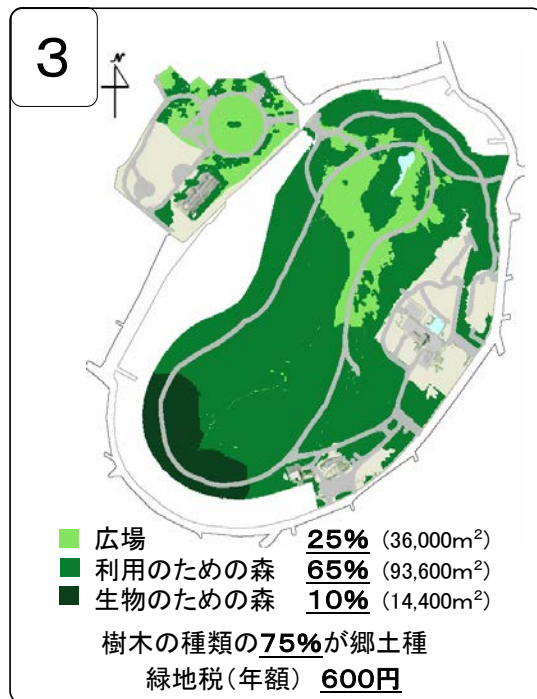
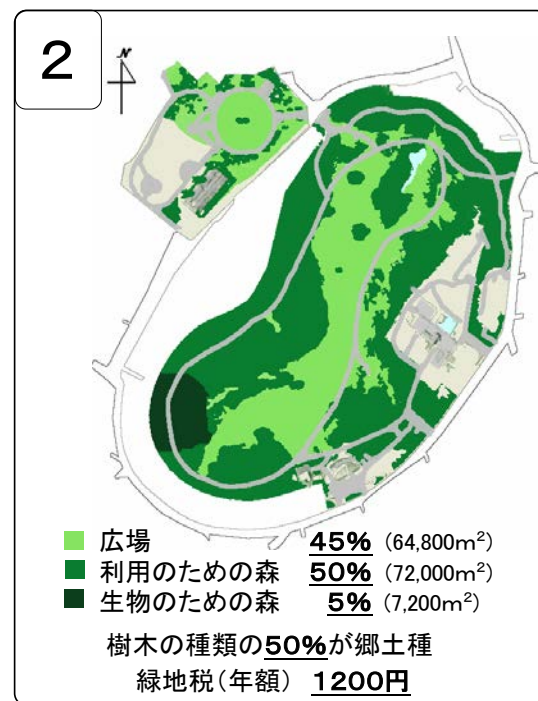
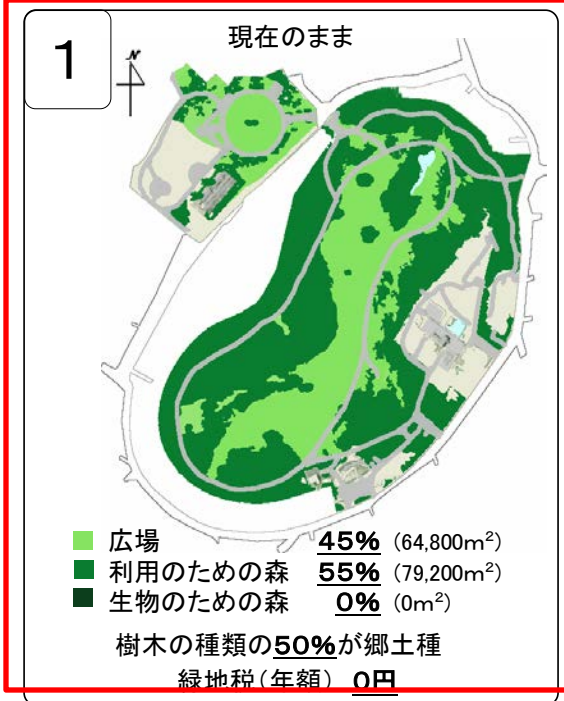
⑤緑地税(年額)

管理費の周辺住民による負担



選択実験の例

- 同様の質問を5回繰り返す
- 選択肢1 (現状維持)



潜在クラス・ロジットモデルによる係数の推定結果

	変数	セグメント1	セグメント2	セグメント3
選択肢の属性	広場の面積	9.16E-05***	-5.78E-06	6.14E-05***
	生物のための森の面積	7.21E-05***	4.32E-05***	9.89E-05***
	郷土種の種類の割合	3.61E-02***	1.23E-02	2.34E-03
	緑地税	-5.92E-04***	-1.12E-03***	-1.20E-04***
	ASC	1.18***	-1.61***	-8.21E-01***
回答者の特性	Constant	1.03E-01	2.14*	-
	Ln(訪問頻度)	-3.82E-01	-1.96***	-
	生物のための緑地整備への関心	6.08E-01**	1.12E-01	-
	ふるさとの緑事業の認知度	7.16E-01*	9.72E-01	-
N		1140		
対数尤度		-1288.628		
McFaddenの ρ^2		0.185		

***1%有意 **5%有意 *10%有意

注:回答者の特性に関する係数は、セグメント3の係数を全て0として推定されている

潜在クラス・ロジットモデルの分析結果

	セグメント1(自然関心)	セグメント2(非利用)	セグメント3(レク)
回答者特性	<ul style="list-style-type: none"> □ 多くの生物のために整備することへの関心が高い □ ふるさとの緑事業の認知度が高い 	<ul style="list-style-type: none"> □ ふるさとの緑事業への認知度が高い □ 利用頻度が低い 	<ul style="list-style-type: none"> □ (係数は全て0で推定しているため解釈できない)
選択肢属性	<ul style="list-style-type: none"> □ 広場と生物のための森が広い方を好む傾向にある □ 郷土種の割合も高い方がよい 	<ul style="list-style-type: none"> □ 生物のための森が広いことを好む傾向にある 	<ul style="list-style-type: none"> □ 広場と生物のための森が広い方を好む傾向にある

限界WTP

属性	単位	セグメント1	セグメント2	セグメント3
広場	(円/m ² ・年)	0.155 [0.121, 0.207]	-0.00516 [-0.0168, 0.00691]	0.512 [0.343-0.972]
生物のための森	(円/m ² ・年)	0.122 [0.0826, 0.171]	0.0386 [0.0237, 0.0560]	0.824 [0.558, 1.58]
郷土種の割合	(円/種・年)	61.1 [30.9, 97.2]	11.0 [-3.11, 24.7]	19.5 [-56.0, 110]

自然資本と国民経済計算、企業会計

▶ 企業会計

▶ TEEBビジネス連合、Trucost Plc

▶ Natural Capital at Risk: The Top 100 Externalities of Business (2013)

▶ PUMA Environmental Profit and Loss Account (E P&L)

▶ サプライチェーン (2010)

▶ バリューチェーン (2012)

▶ 自然資本宣言 (The Natural Capital Declaration)

▶ UNEP Finance Initiative

▶ 国民経済計算

▶ グリーンGDP (Nordhaus and Tobin (1972))

▶ SEEA (System of Environmental and Economic Accounts)

▶ Natural Capital Accounting

▶ WAVES (Wealth Accounting and the Valuation of Ecosystem Services)

自然資本とビジネス

- ▶ 危機にある自然資本：ビジネスのトップ100外部性 (2013)
 - ▶ Trucost's analysis has estimated the unpriced natural capital costs at **US\$7.3 trillion** relating to land use, water consumption, GHG emissions, air pollution, land and water pollution, and waste for over 1,000 global primary production (agriculture, forestry, fisheries, mining oil and gas exploration, utilities) and primary processing region-sectors (cement, steel, pulp and paper, petrochemicals)
- ▶ 地球規模の自然資本コスト（一次産業と一次加工部門）
 - ▶ 土地利用：US\$ 1.8 trillion
 - ▶ 水消費：US\$ 1.9 trillion
 - ▶ 温室効果ガス：US\$ 2.7 trillion
 - ▶ 大気汚染：US\$ 0.5 trillion
 - ▶ 土壌汚染・水質汚濁：US\$ 0.3 trillion
 - ▶ 廃棄物：US\$ 50 billion

プーマ環境損益計算書 (EP & L)

- ▶ 環境損益計算書は全サプライチェーンの環境影響に貨幣価値を与える手段
 - ▶ 利益 (Profit) : activities that benefit the environment
 - ▶ 損失 (Loss) : activities that adversely impact the environment
- ▶ 環境損益計算書は全ての主要な環境影響をカバー
 - ▶ PUMA本体 : オフィス、倉庫、店舗, etc.
 - ▶ 第1階層 (製造) : 靴、アパレル、アクセサリー
 - ▶ 第2階層 (外注) : アウトソール、インソール、繊維
 - ▶ 第3階層 (加工) : 皮革加工、紡績、石油精製
 - ▶ 第4階層 (原材料) : 畜産、綿花栽培、天然ゴム、原油
- ▶ 環境影響の分類
 - ▶ 水利用
 - ▶ 温室効果ガス排出
 - ▶ 土地利用転換
 - ▶ 他の大気汚染
 - ▶ 廃棄物

PUMA's 2010 E P&L Results

EUR million	Water use	GHGs	Land use	Other air pollution	Waste	TOTAL	(%)
TOTAL	47	47	37	11	3	145	(100%)
PUMA operations	<1	7	<1	1	<1	8	(6%)
Tier 1	1	9	<1	1	2	13	(9%)
Tier 2	4	7	<1	2	1	14	(9%)
Tier 3	17	7	<1	3	<1	27	(19%)
Tier 4	25	17	<u>37</u>	4	<1	83	(57%)

THE PUMA PRODUCT ENVIRONMENTAL PROFIT AND LOSS ACCOUNT

HOW MUCH DO YOU THINK YOUR PUMA SHOES COST THE ENVIRONMENT?



ENVIRONMENTAL SAVINGS OF THE PUMA INCYCLE BASKET:



T.16

ENVIRONMENTAL COSTS OF SHOES

PRODUCT	GREENHOUSE GAS	WATER	WASTE	AIR POLLUTION	LAND USE	ENVIRONMENTAL COSTS	RETAIL PRICE
	€	€	€	€	€	€	€
CONVENTIONAL PUMA SUEDE	2.16	0.61	0.30	0.74	0.48	4.29*	85
BIODEGRADABLE PUMA INCYCLE BASKET	1.41	0.49	0.12	0.84	0.09	2.95*	95
INCYCLE SAVINGS IN %	-35%	-21%	-60%	+14%	-20%	-31%	+12%

*These environmental costs are provided as units of comparison and are not related in any way to the retail price of the product.

21% LESS WATER
because more water is needed for the tanning of leather than for the production of cotton.

20% LESS LAND USE
because less land is required for the production of cotton than for the production of leather from cattle farming.

35% LESS GREENHOUSE GAS EMISSIONS
because the InCycle Basket's upper is made of a mix of organic cotton and linen while the PUMA Suede's leather is responsible for more GHG emissions associated with the raising and slaughtering of cattle.

14% MORE AIR POLLUTION
because the energy required for leather production is lower than the energy required for cotton fabric production.

60% LESS WASTE
because waste generation from the production and processing of leather exceeds that for cotton. As the InCycle Basket is 100 percent compostable at the end of its life, no environmental costs arise at this stage as long as the product is not disposed of in landfills or incinerated.

→ THE ENVIRONMENTAL COSTS OF THE BIODEGRADABLE PUMA INCYCLE SHIRT (2.36 EUROS) ARE 31 PERCENT LOWER THAN THOSE OF THE CONVENTIONAL PUMA COTTON SHIRT (3.42 EUROS).

The PUMA Product E P&L Account (2012), (€)

Product (shoes)	GHGs	Water	Waste	Air Pollution	Land use	Environmental costs	Retail price
Conventional suede	2.16	0.61	0.30	0.74	0.48	4.29	85
Biodegradable InCycle Basket	1.41	0.49	0.12	0.84	0.09	2.95	95
InCycle savings	-35%	-21%	-60%	+14%	-20%	-31%	+12%

Product (T-shirt)	GHGs	Water	Waste	Air Pollution	Land use	Environmental costs	Retail price
Conventional T-shirt	1.79	0.33	0.10	1.00	0.20	3.42	20
Biodegradable InCycle Basket	1.20	0.34	0.06	0.70	0.06	2.36	20
InCycle savings	-33%	+2%	-36%	-30%	-70%	-31%	0%

参考文献

- ▶ 吉田謙太郎（2013）『生物多様性と生態系サービスの経済学』昭和堂。
- ▶ 吉田謙太郎（2013）「自然資本の価値と自然資本経営」『環境情報科学』42(3), pp.11-15。

