

都市緑化による生態系サービスとその貨幣価値の推定

～樹木による生態系サービス評価ツール「i-Tree」の 日本での適用を目指して～

平成28年12月14日(水)

公益財団法人 都市緑化機構

グリーンビジネス・マネジメント研究会 講演会

平林 聡, Ph.D.

The Davey Institute/USDA Forest Service

発表の概要



🌳 インTRODクション

🌳 i-Treeとは

🌳 i-Tree デモンストレーション

🌳 i-Tree の日本への適用と将来の展望

🌳 まとめ

イントロダクション



都市化、都市人口の増加

➤ 2008年:33億 → 2050年:50億 (UNFPA)

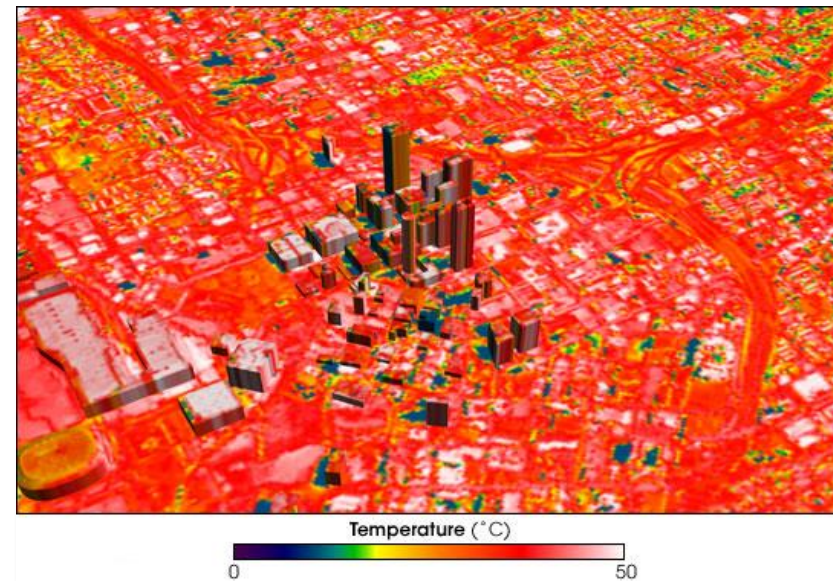
イントロダクション

🌳 都市化、都市人口の増加

➤ 2008年:33億 → 2050年:50億 (UNFPA)

🌳 環境、健康リスク

- 気候変動・温暖化・ヒートアイランド
- 災害
- 大気汚染



イントロダクション

- 🌳 都市化、都市人口の増加
 - 2008年:33億 → 2050年:50億 (UNFPA)
- 🌳 環境、健康リスク
 - 気候変動・温暖化・ヒートアイランド
 - 災害
 - 大気汚染
- 🌳 グリーン・インフラストラクチャー



イントロダクション

都市化、都市人口の増加

➤ 2008年:33億 → 2050年:50億 (UNFPA)

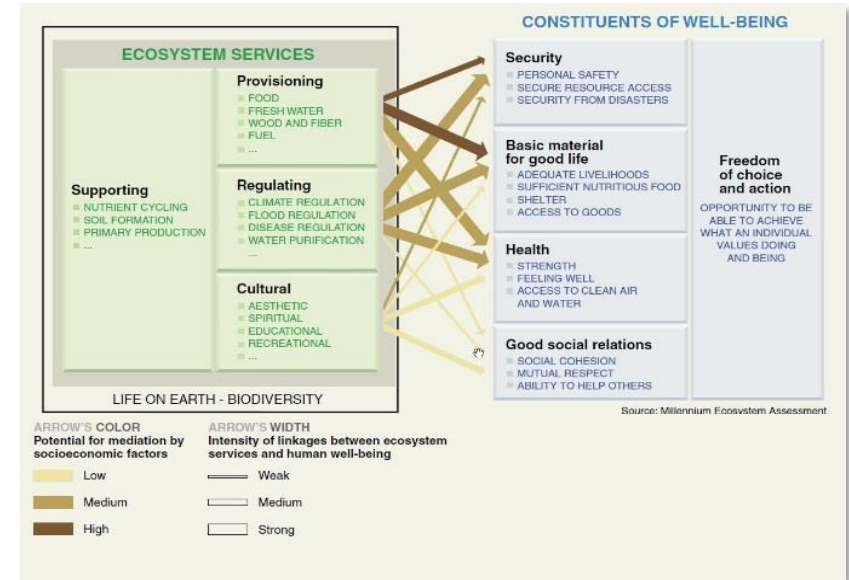
環境、健康リスク

- 気候変動・温暖化・ヒートアイランド
- 災害
- 大気汚染

グリーン・インフラストラクチャー

生態系サービス: 人が生態系から得られる利益

- 基盤 (Supporting) サービス
- 供給 (Provisioning) サービス
- 調整 (Regulating) サービス
- 文化 (Cultural) サービス



生態系サービス算出・評価の手法・ツール

発表の概要



🌳 イン트로ダクション

🌳 i-Treeとは

🌳 i-Tree デモンストレーション

🌳 i-Tree の日本への適用と将来の展望

🌳 まとめ

樹木による生態系サービス評価ツール



www.itreetools.org

樹林構造

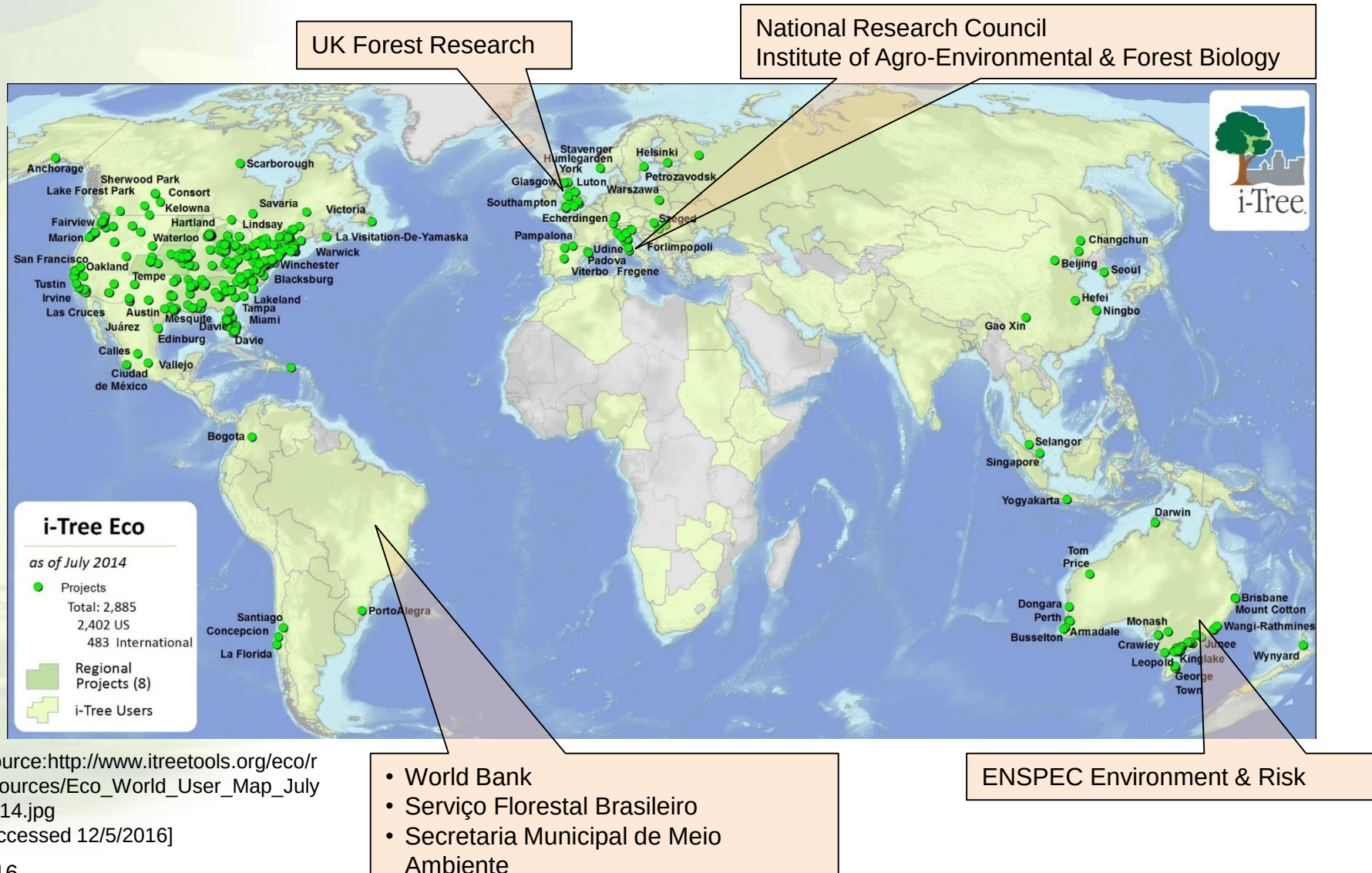
- 樹木個体数
- 樹種
- 樹木被覆
- 樹種の重要度
- バイオマス
- 葉面積
- 健康状態
- 害虫・病気

生態系サービス

- 供給 (Provisioning)
 - 酸素生成
 - 生産物(木材、繊維、エタノール)*
- 調整 (Regulating)
 - 大気汚染物質の除去
 - 炭素蓄積・固定
 - 冷暖房使用量削減
 - 雨水流出量の抑制
 - 水質浄化
 - 蒸発散量
 - 紫外線軽減
 - 野生生物の生息地・多様性
 - 人体の快適度*
- 文化 (Cultural)
 - 景観
 - 心理的利益(森林浴)*

世界でのプロジェクトと協働組織

米、加、豪、英国を中心に約3,000件のプロジェクト



世界での適用例とその目的

- 都市森林と生態系サービスの数値化による市民啓蒙、政策決定、計画立案、費用対効果分析
 - 気候変動への適応
 - ヒートアイランド現象の緩和
 - 樹木被覆量増加のためのシナリオ作成
 - 植樹地域の優先順位づけ
 - 都市森林の経年モニタリングのためのベースライン策定
 - サッカーWC、リオ五輪、国連持続可能な開発会議(リオ+20)に向けた都市森林価値評価
 - GI (樹木被覆、雨庭、緑化屋上、透水性舗装、他)の評価・解析
 - 公園再開発プロジェクトにおける便益予測
 - 野生生物生息地の保存・改善・増加



無料提供される10個のツール



発表の概要



🌳 イン트로ダクション

🌳 i-Treeとは

🌳 i-Tree デモンストレーション

🌳 i-Tree の日本への適用と将来の展望

🌳 まとめ

i-Tree Eco: 樹木測定データに基づく最も詳細な解析



現地



クライアント



サーバー



i-Tree Eco 解析プログラム

森林構造解析

炭素蓄積・固定

冷暖房使用量

大気汚染物質除去

健康被害軽減

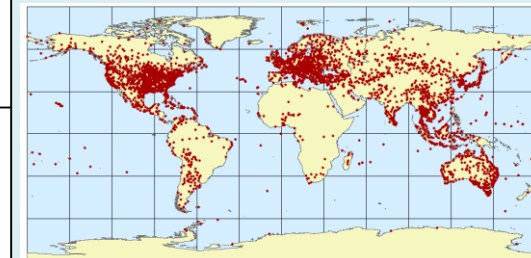
雨水流出量削減

場所関連DB

人口統計DB

樹種DB

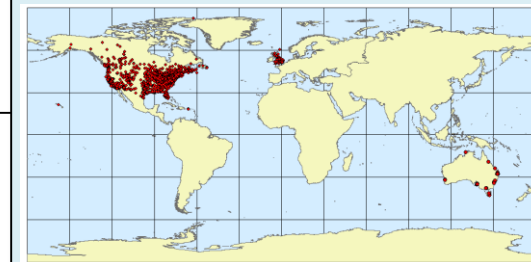
気象DB



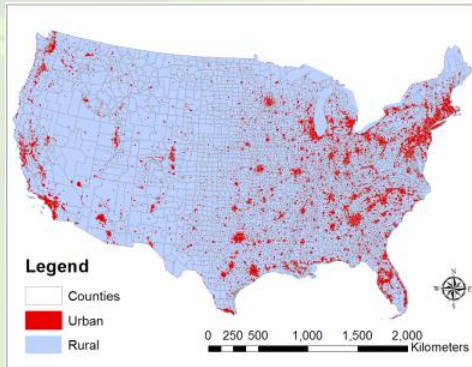
高層気象DB



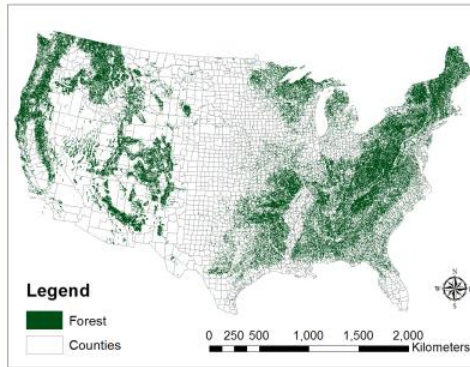
大気質DB



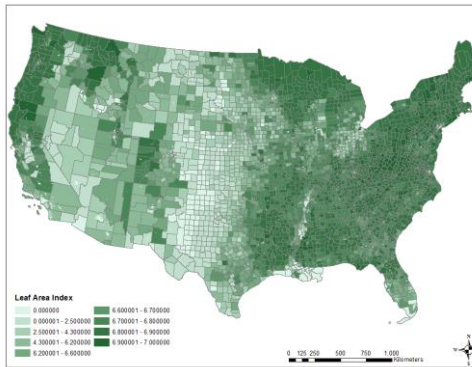
i-Tree Eco解析結果の簡易なツールへの展開



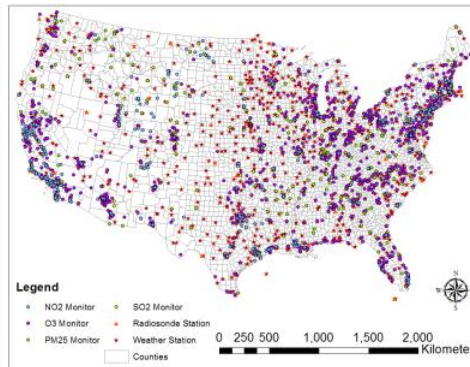
カウティ内の都市・非都市部



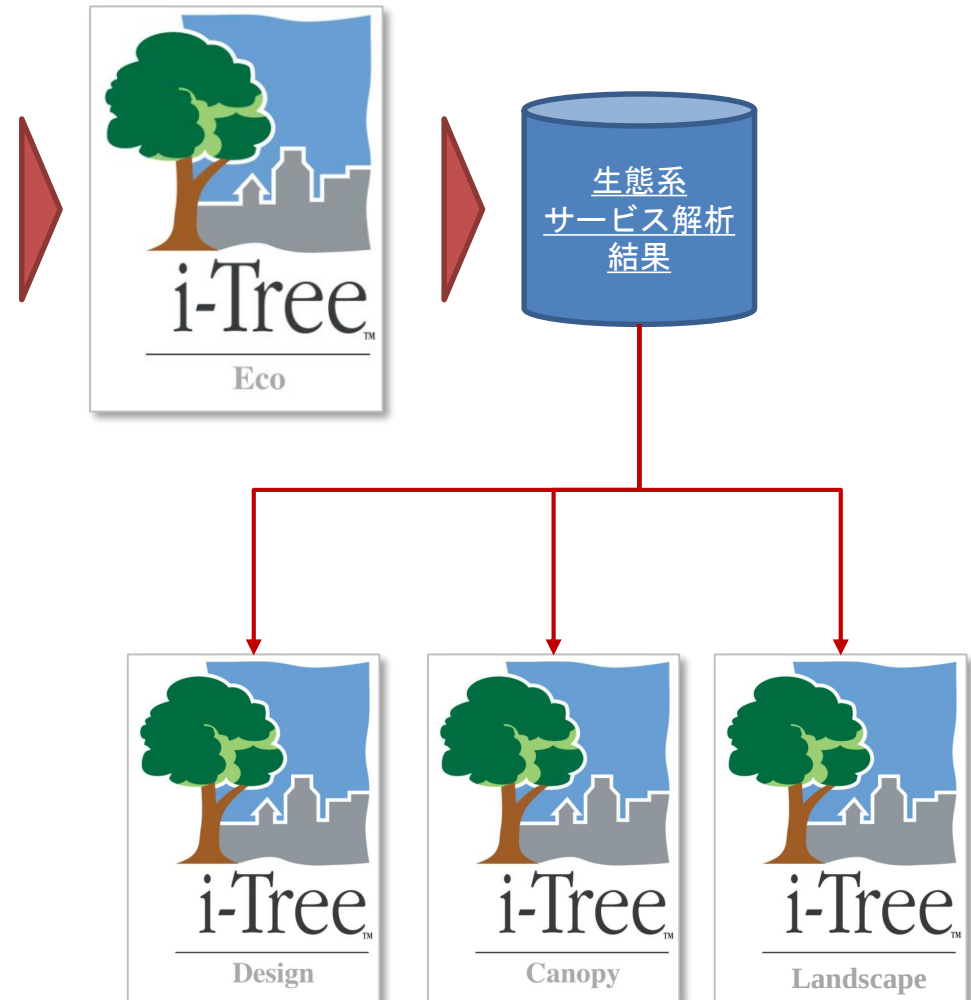
樹木被覆率



葉面積インデックス



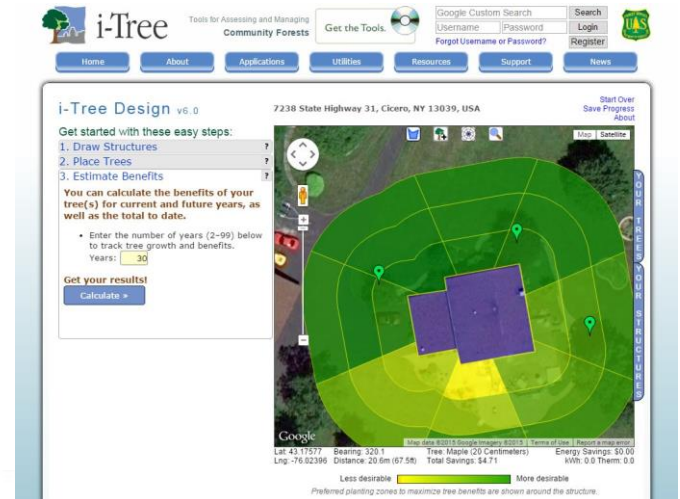
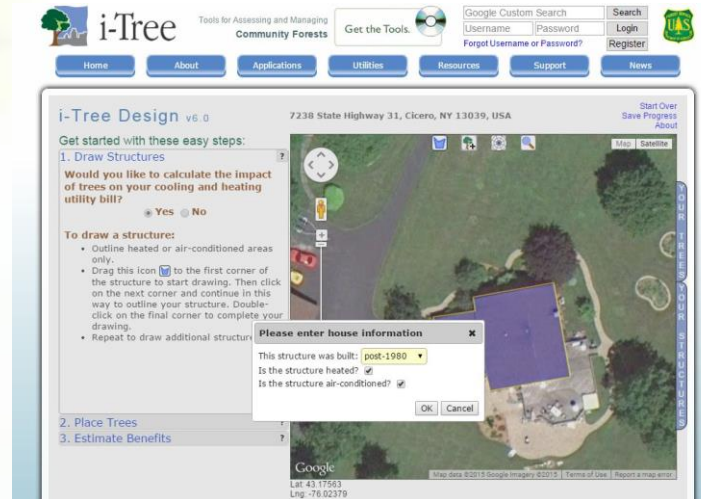
気象・構想気象・大気質測定局



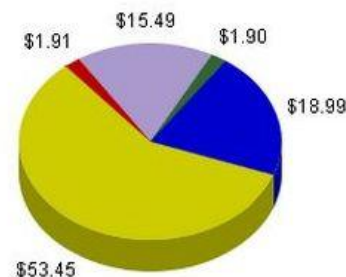
i-Tree Design: あなたの裏庭の生態系サービスは？



Google Maps に基づいて、裏庭等の樹木による生態系サービスを算出



- Stormwater
- Air Quality
- Winter Savings
- CO2
- Summer Savings



Breakdown of tree benefits

Your selected trees will provide overall benefits of \$92 in the current year.

While some functional benefits of trees are well documented, others are difficult to quantify (e.g., human social and communal health). Trees' specific geography, climate, and interactions with humans and infrastructure are highly variable and make precise calculations that much more difficult. Given these complexities, the results presented here should be considered initial approximations to better understand the environmental and economic value associated with trees and their placement.

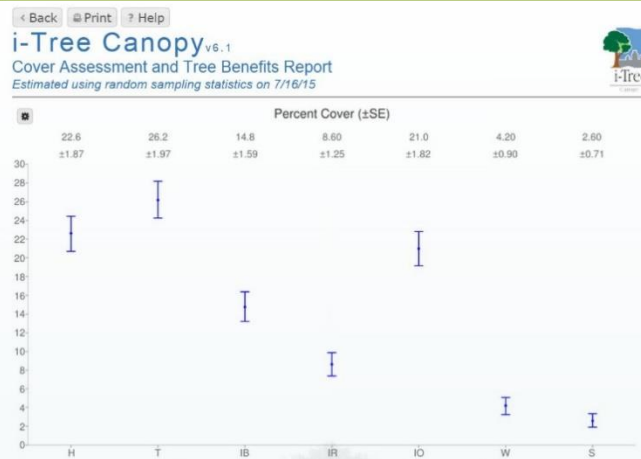
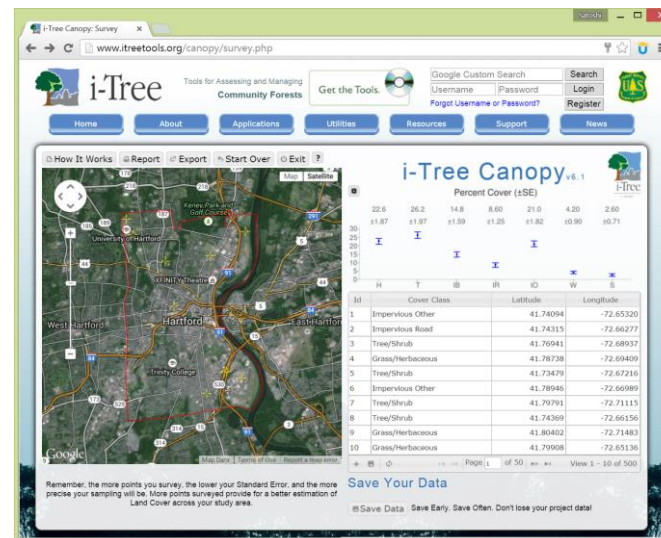
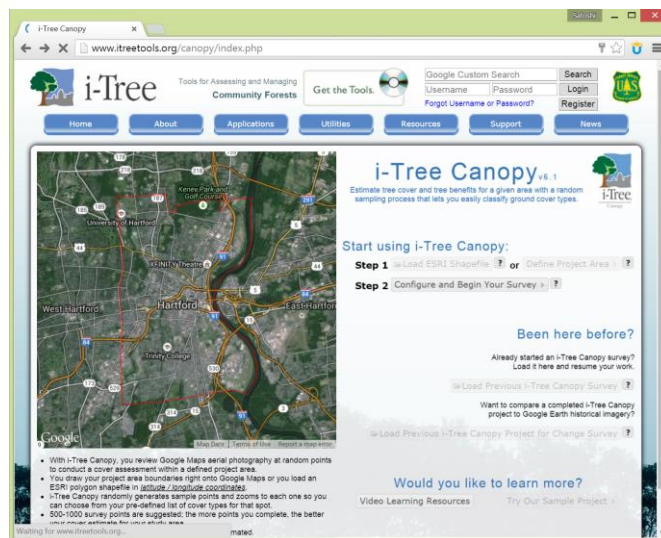
Benefits of trees do not account for the costs associated with trees' long-term care and maintenance.

If these trees are cared for and grow, they will provide \$93 worth of annual benefit in 30 years. See 'Future Year (2045)' tab at left for details.

i-Tree Canopy: あなたの近所の生態系サービスは？



Google Mapsに基づいて、任意の範囲の樹木被覆率とその生態系サービスを算出



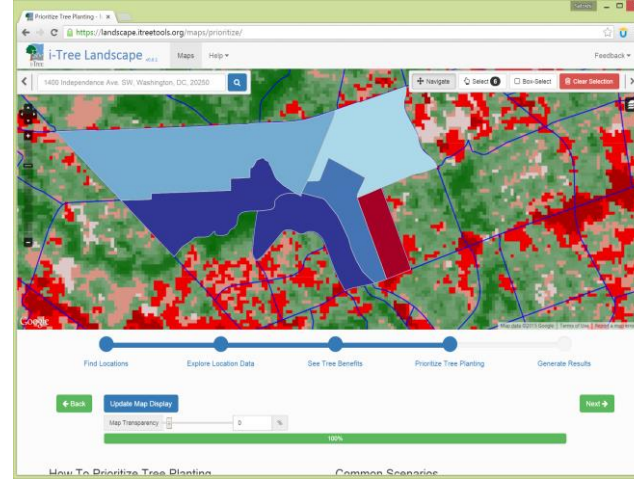
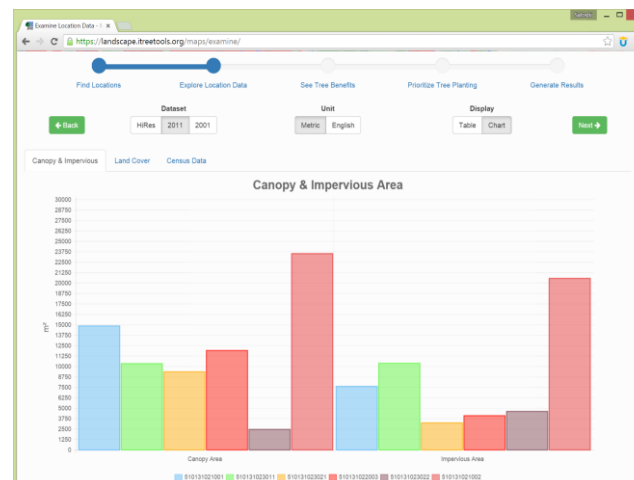
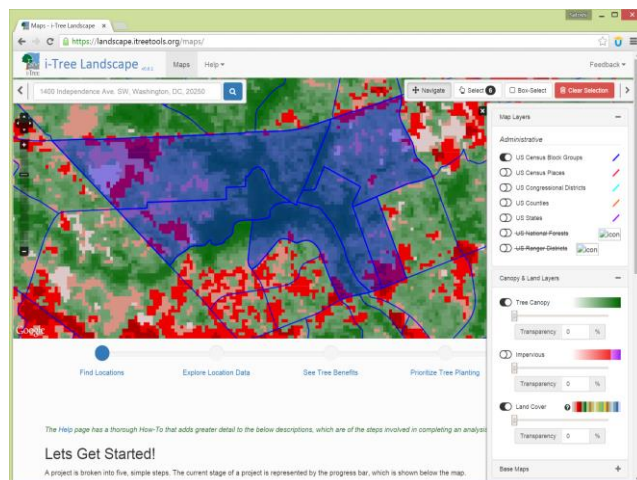
Cover Class	Description	Abbr.	Points	% Cover
Grass/Herbaceous		H	113	22.6 ±1.87
Tree/Shrub		T	131	26.2 ±1.97
Impervious Buildings		IB	74	14.8 ±1.59
Impervious Road		IR	43	8.60 ±1.25
Impervious Other		IO	105	21.0 ±1.82
Water		W	21	4.20 ±0.90
Soil/Bare Ground		S	13	2.60 ±0.71

Tree Benefit Estimates				
Abbr.	Benefit Description	Value	±SE	Amount ±SE
CO	Carbon Monoxide removed annually	\$2,042.42	±153.30	3.29 T ±0.25
NO2	Nitrogen Dioxide removed annually	\$1,955.81	±146.80	8.15 T ±0.61
O3	Ozone removed annually	\$77,039.58	±5,782.38	57.57 T ±4.32
PM2.5	Particulate Matter less than 2.5 microns removed annually	\$156,116.15	±11,717.65	2.86 T ±0.21
SO2	Sulfur Dioxide removed annually	\$120.28	±9.03	1.54 T ±0.12
PM10	Particulate Matter greater than 2.5 microns and less than 10 microns removed annually	\$26,900.62	±2,019.09	7.99 T ±0.60
CO2seq	Carbon Dioxide sequestered annually in trees	\$228,850.49	±17,176.88	11.818.75 T ±887.08
CO2stor	Carbon Dioxide stored in trees (Note: this benefit is not an annual rate)	\$7,363,432.20	±552,678.82	380,277.02 T ±28,542.54

i-Tree Landscape: あなたの地域の生態系サービス比較



様々なGISレイヤーに基づき、地域の生態系サービスの比較を多角的に行う。



発表の概要



🌳 イン트로ダクション

🌳 i-Treeとは

🌳 i-Tree デモンストレーション

🌳 i-Tree の日本への適用と将来の展望

🌳 まとめ

日本緑化工学会第47回大会 (2016年10月)

論文

ORIGINAL ARTICLE

川崎市川崎区を事例とした i-Tree Eco による街路樹の生態系サービス およびその貨幣価値の推定

平林 聡^{*1)}・徳江 義宏²⁾・伊藤 綾³⁾・Alexis Ellis¹⁾・Robert Hoehn⁴⁾
・今村 史子²⁾・森岡 千恵⁵⁾

- 1) The Davey Institute, The Davey Tree Expert Company
- 2) 日本工営株式会社中央研究所総合技術開発部自然環境グループ Nippon Koei Co., Ltd., R & D Center, Natural Env. Gr.
- 3) 伊藤綾技術士事務所 Aya Ito Professional Engineer Office
- 4) Northern Research Station, United States Forest Service, United States Department of Agriculture
- 5) 日本工営株式会社社会システム事業部環境部 Nippon Koei Co., Ltd., Social Sys. Div., Env. Dept.

摘要: 川崎市川崎区を事例に、都市樹林評価モデル i-Tree Eco を試行し、その解析結果および都市樹林管理業務への活用について考察した。モデルの改変、パラメータの設定を行い、一般に公開されているデータを入力データとして用いることで、街路樹による炭素蓄積・固定量、住宅の冷暖房使用増減量、大気汚染物質除去量とそれによる健康被害軽減、雨水流出量の削減を推定した。また、それらの貨幣価値は、参考値であるが年間約 530 万円と推定された。

キーワード: 街路樹、生態系サービス、i-Tree Eco、貨幣価値

HIRABAYASHI, Satoshi, TOKUE, Yoshihiro, ITO, Aya, ELLIS, Alexis, HOEHN, Robert, IMAMURA, Fumiko, MORIOKA, Chie: **Estimating ecosystem services and their monetary values provided by street trees in Kawasaki ward of Kawasaki city using i-Tree Eco.**

Abstract: Through an application of an urban forest analysis tool, i-Tree Eco to street trees in Kawasaki ward of Kawasaki city, we evaluated the analysis results and their applications to urban forest management jobs. By customizing the models and parameters, and employing freely available data as input data, ecosystem services provided by street trees including carbon storage and sequestration, building cooling/heating use change, air pollutant removal and associated adverse health mitigation, avoided runoff were quantified. As a reference value, their total annual monetary values were estimated to be 5.3 million Yen.

Key words: street tree, ecosystem service, i-Tree Eco, monetary value

1. はじめに

地球環境悪化の一因として急速な都市化および都市人口の増加が挙げられる。都市に居住する人々は気候変動による災害、ヒートアイランド現象、大気汚染等様々な環境リスクにお

悩まされている。さらには、樹木等データの測定・収集、生態系サービスの算出、政策立案を行うための統一的な方法論や標準的なツール、システムは確立されていない³⁾。

本研究は、米国 Forest Service を中心に開発された i-Tree Eco⁴⁾ (以下「Eco」と称す) に着目した。Eco は米、加、豪、

i-Tree Eco日本版への展望と課題

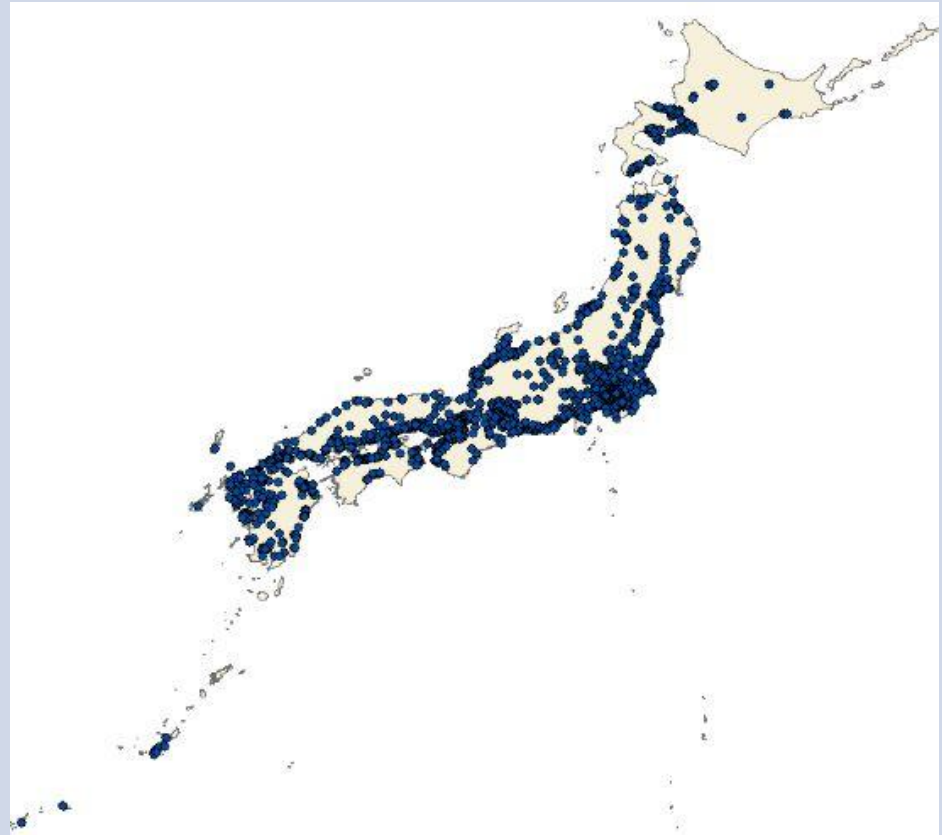


Ecoの構成要素

入力データ

対応状況と課題

- ◎ i-Tree サーバー上の気象、高層気象データ
- ◎ 国立環境研究所 環境数値データベース
- ◎ 気象庁 過去の気象データ
- ◎ 気象庁 生物季節観測データ



i-Tree Eco日本版への展望と課題



Ecoの構成要素	対応状況と課題
入力データ	◎
生態系サービス算出モデル	△ 炭素蓄積・固定量 △ 酸素生成 - 樹種毎の成長曲線・アロメトリー式 △ 冷暖房使用量削減 - アメリカの気候区分 - アメリカの住宅の断熱基準 △ 雨水流出量削減 ○ 大気汚染物質除去 △ 大気浄化による健康被害軽減 - アメリカでの実データに基づく ○ 蒸発散量 ○ 紫外線軽減 △ 野生生物の生息地・多様性 △ 景観 - アメリカでの基準値

i-Tree Eco日本版への展望と課題

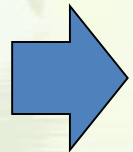


Ecoの構成要素	対応状況と課題
入力データ	◎
生態系サービス算出モデル	○/△
貨幣価値換算パラメータ	○ CO₂排出量取引単価 216(円/t) ○ CO₂排出係数 - 電気 0.53 (kg-CO₂/kWh) - 天然ガス 0.0509 (kg-CO₂/MJ) - LPガス 0.059 (kg-CO₂/MJ) ○ エネルギー単価 - 電気 24.33(円/kWh) - ガス・灯油 3.5(円/MJ) ○ 医療費 米国の0.37倍 △ 賃金 米国の0.70倍 △ 死亡時のVSL (Value of a Statistical Life 統計上の1人当たり生涯生産額) 4.3億円 △ 貯水池管理コスト 2.36(\$/m³)

i-Tree Eco日本版への展望と課題



Ecoの構成要素	対応状況と課題
入力データ	◎
生態系サービス算出モデル	○/△
貨幣価値換算パラメータ	○/△



- ☑ 日本での共同研究組織の募集・発掘
- ☑ 日本の政府機関や企業からの日本版開発の発注

i-Tree Ecoロードマップ



Version 2016

- ユーザーインターフェース刷新
- システムアーキテクチャ変更
- Forecast (将来の樹林構造及び生態系サービス推定)モデル追加
- サポート地域に英国追加
- サポート地域にアラスカ・ハワイ・プエルトリコ追加

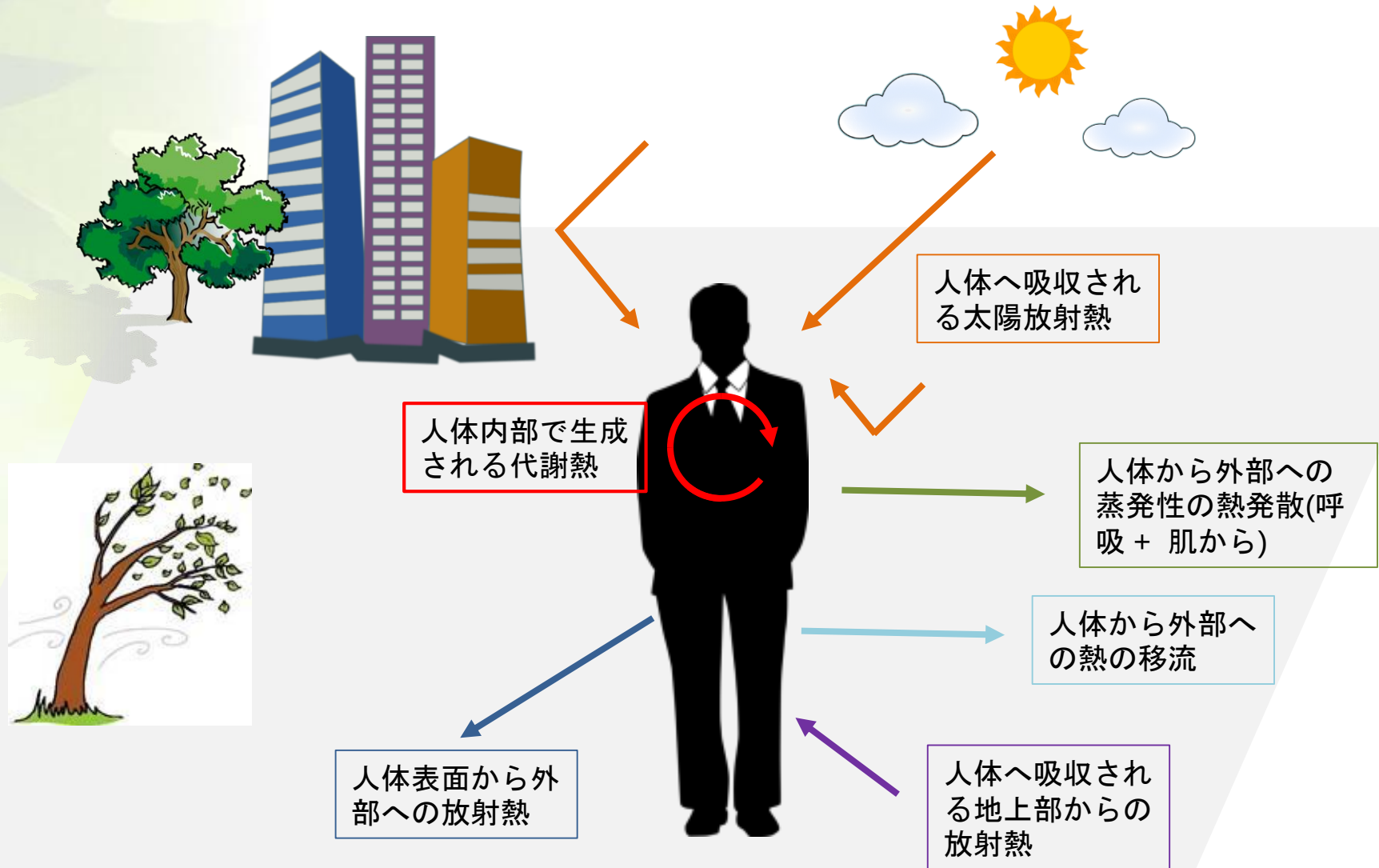
Version 2017

- インターナショナルユーザー向け機能・サポート拡充
- SNS (Facebook, Twitter)との連携
- 紫外線軽減量算出モデル
- 野生生物生息地モデル

Version 2018-

- 多言語サポート
- GIによる雨水量削減モデル
- 気候変動による樹種シフトモデル
- 気温モデル
- 人体の快適度モデル
- 土地利用・人口予想モデル
- 花粉モデル
- 経年変化モデル
- グリーンインデックスモデル
- 森林浴モデル
- 心理的效果モデル

人体の快適度 (エネルギー収支)モデル



発表の概要



🌳 インTRODクシヨン

🌳 i-Treeとは

🌳 i-Tree デモンストレーシヨン

🌳 i-Tree の日本への適用と将来の展望

🌳 まとめ

まとめ

- 🌳 都市化に対する対策としてのグリーンインフラ
- 🌳 樹木による生態系サービス評価ツール i-Treeの紹介
- 🌳 i-Tree日本版への展望と課題
 - 共同研究
 - 発注
- 🌳 www.itreetools.org
 - この講演会の録画をアップロード
 - ユーザー・サポート
 - 技術的資料
- 🌳 [日本語でのお問い合わせ : Satoshi.Hirabayashi@davey.com](mailto:Satoshi.Hirabayashi@davey.com)

ご静聴ありがとうございました