

講演 4:

エコロジカル・フットプリントによる 市町村レベルの生態系サービス需給構造分析

松井孝典・竹端哲郎・町村尚
大阪大学大学院工学研究科

1

H. E. Dalyの持続可能3原則

1. "再生可能な資源"の持続可能な利用の速度は、その供給源の再生速度を超えてはならない。
2. "再生不可能な資源"の持続可能な利用の速度は、持続可能なペースで利用する再生可能な資源へ転換する速度を越えてはならない。
3. "汚染物質"の持続可能な排出速度は、環境がそうした汚染物質を循環し、吸収し、無害化できる速度を越えてはならない。

写真出典：University of Maryland, <http://www.publicpolicy.umd.edu/directory/daly>

Daly meets Ecosystem Services

1. "生態系サービス"の持続可能な利用の速度は、その供給源の再生速度を超えてはならない。
2. "再生不可能な資源"の持続可能な利用の速度は、持続可能なペースで利用する"生態系サービス"へ転換する速度を越えてはならない。
3. "汚染物質"の持続可能な排出速度は、"生態系サービス"がそうした汚染物質を循環し、吸収し、無害化できる速度を越えてはならない。

写真出典：University of Maryland, <http://www.publicpolicy.umd.edu/directory/daly>

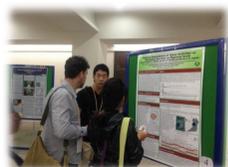
2012年10月20日@和歌山大学
第40回土木学会 環境システム研究発表会

A-03 地域スケールでの民生業務部門活動 の森林生態系サービス依存度評価

大阪大学大学院工学研究科
竹端哲郎, 松井孝典, 町村尚, R. N. SHAW

4

- **CBD/COP11**
生物多様性条約締約国会議
Convention on Biological Diversity
/Conference of the Parties (8-19th Oct. 2012,
Hyderabad, India)
- **URBIO2012**
都市の生物多様性と生態系ネットワーク 第3回国際会議
The 3rd International Conference of Urban
Biodiversity and Design (8 – 12th Oct. 2012,
Mumbai, India)
※CBI (City Biodiversity Index) に関する議論



5

CBI (City Biodiversity Index) = 都市の生物多様性指標

改善試案

都市の生物多様性を自己評価するツール
URBIO2008 @Singapore 開発が開始
URBIO2010 @Nagoya 改善試案
URBIO2012 @Mumbai

- 計23指標で構成
- 各項目0~4点のスコアが設定
- 全体で4×23 = 92点満点で評価

- (A) 生物多様性指標
- (B) 生態系サービス指標
- (C) 都市内生態系への負荷指標
- (D) 都市外生態系への依存度指標
- (E) 都市の取組み指標

都市活動と生態系の課題

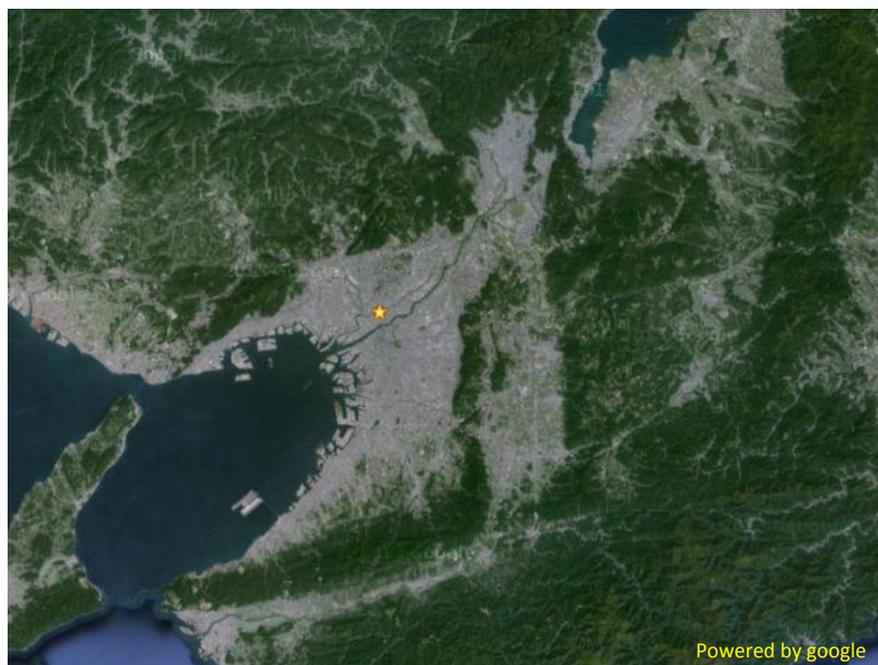
生態系サービスを持続的に使う必要がある

「(B) 都市活動の生態系サービス利用量」を評価

日本の都市は域内に自然生態系が少ない

「(D) 都市外生態系への依存度」の把握

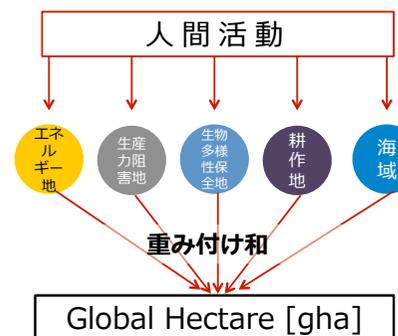
6



分析①：指標の選定

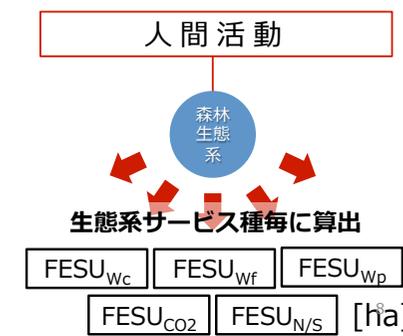
Ecological Footprint (EF)

人間活動の、再生可能資源や生態系の二酸化炭素吸収能力への直接的または間接的な要求を、土地面積単位で表した指標



Ecosystem Services Use (ESU)

Shaw et al.(2010)において提案された、産業システムの生態系サービスへの影響度・依存度を定量評価するための指標



Shaw, R.N., Matsui, T., Machimura, T., Kato, S. and Morioka, T. (2010) :Connecting industry and ecosystems: a macro analysis of forest ecosystem services use in Japanese industry sectors. *Environ. Info. Sci.*, 39.

分析②:生態系サービス利用量の評価式

FESU (Forest ESU) 算出方法

供給サービス

$$FESU_{wc} = \text{建築用木材供給サービス}$$

$$FESU_{wf} = \text{家具用木材供給サービス}$$

$$FESU_{wp} = \text{製紙用木材供給サービス}$$

$$FESU_{CO2} = \text{CO}_2\text{吸収サービス}$$

$$FESU_{N/S} = \text{NO}_x \cdot \text{SO}_x\text{吸収サービス}$$

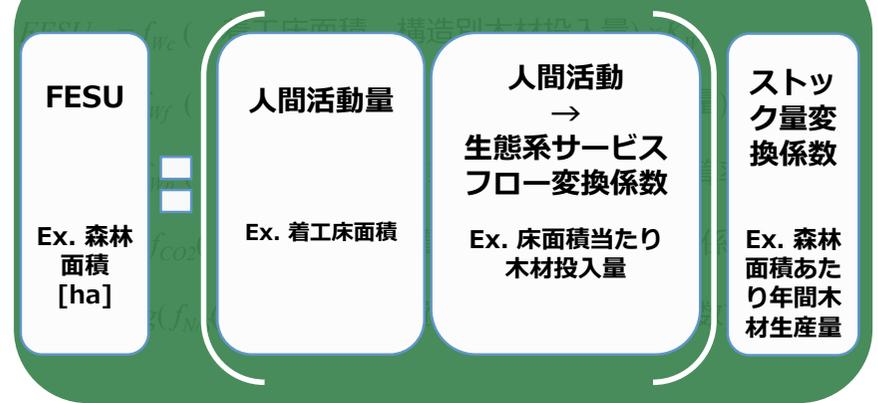
調整サービス

9

分析②:生態系サービス利用量の評価式

FESU (Forest ESU) 算出方法

FESU算出の基本的なフロー



10

結果 各業種の従業員数一人あたりFESU

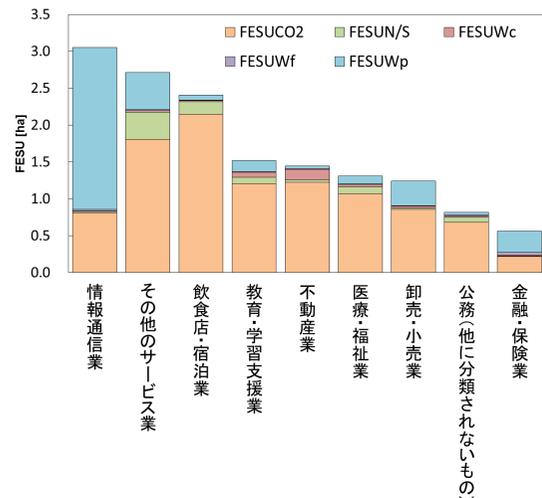


図-1 各業種の従業員一人あたりFESU (大阪府全体の値)

各業種のFESU
→ FESU_{CO2}が支配的

業種間で利用している生態系サービスの構成が異なっている

情報通信業→紙・パルプ
飲食・宿泊業→CO₂+N/S

1人当たりでみると約
2.0ha利用する

1人当りの森林面積
持ち分: 0.02ha

11

結果 各市区町村の従業員一人当たりのFESU

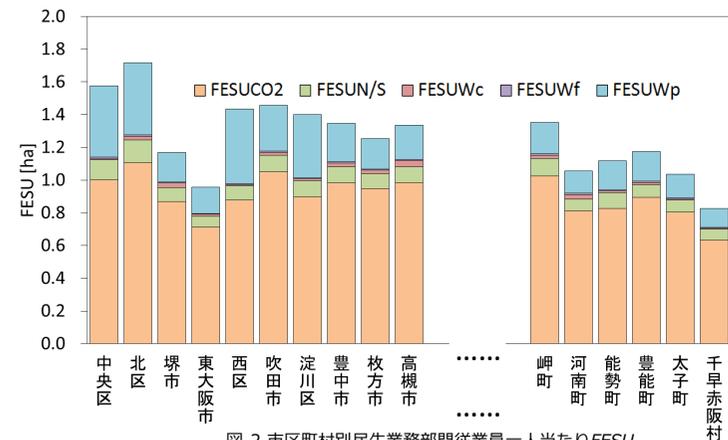


図-2 市区町村別民生業務部門従業員一人あたりFESU

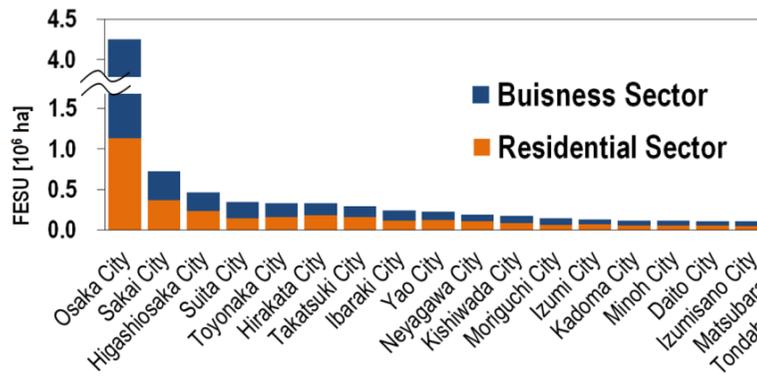
市区町村による
業種構成の差異



北区: 情報通信業、飲食店・宿泊業の割合高
東大阪: 卸・小売業、医療・保険業の割合高

12

民生家庭部門 v.s 民生業務部門



出典 : Tetsuro Takebata, Takuma Toyoda, Robert N. Shaw, Takanori Matsui and Takashi Machimura: Assessing Dependence of Urban Activities on Ecosystem Services on Regional Scale - A case study of civilian sector of Osaka prefecture in Japan-, URBIO2012, paper no. 57. 13

分析③: クラスタ分析による域外依存度の特徴分析

$$r_{qs} = \frac{FESU_{qs} - FC_q}{FESU_{qs}} \times 100$$

r_{qs} : 市区町村 q の森林生態系サービス種 s に対する域外依存度
 $FESU_{qs}$: 市区町村 q の森林生態系サービス種 s に対するFESU [ha]
 FC_q : 市区町村 q の域内森林生態系面積[ha]

表-1 クラスタ分析に用いた変数

カテゴリ	変数
①地域産業の特性	総従業員数の業種構成割合 (9変数)
②生態系サービス利用量の特徴	FESU/従業員 (5変数)
③域外依存性	各FESUの域外依存度 (5変数)



域外依存度の特徴分析

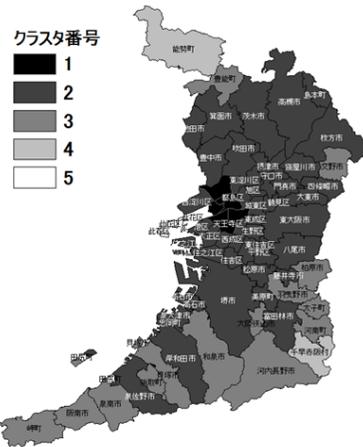
- GISを用いたクラスタ結果のマッピング
- 各クラスタの変数の平均値の算出

結果 クラスタ分析による域外依存度の特徴分析

表-1 クラスタ分析に用いた変数 (既出)

カテゴリ	変数
①地域産業の特性	総従業員数の業種構成割合 (9変数)
②生態系サービス利用量の特徴	FESU/従業員 (5変数)
③域外依存性	各FESUの域外依存度 (5変数)

5クラスタに分類



クラスタ分析

表-2 各クラスタに分類された市区町村名

クラスタ番号	市区町村名
1	中央区、北区、西区、淀川区、浪速区、福島区、堺市、東大阪市、吹田市、豊中市、枚方市、高槻市、岸和田市、泉佐野市、箕面市、茨木市、八尾市、寝屋川市、天王寺区、住之江区、守口市、平野区、阿倍野区、城東区、都島区、東淀川区、門真市、住吉区、生野区、東住吉区、西成区、港区、池田市、大東市、松原市、富田林市、摂津市、東成区、鶴見区、西淀川区、旭区、泉大津市、大正区、藤井寺市、高石市、四條畷市、美原町、島本町、斑鳩町
2	和泉市、河内長野市、貝塚市、泉南市、阪南市、岬町、羽曳野市、大阪狭山市、柏原市、交野市、熊取町、河南町、太子町、豊能町
3	能勢町、千早赤阪村
4	此花区、田原町
5	

図-3 クラスタ分析による市区町村の分類結果

FESU と域外依存度によるクラスタ分析

表-3 各クラスタの要素の平均値

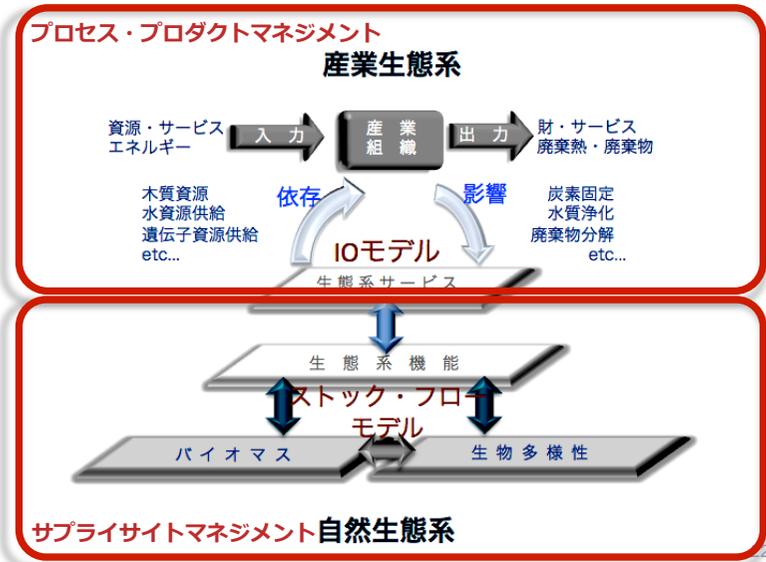
クラスタ番号	域外依存度				
	$FESU_{wc}$	$FESU_{wf}$	$FESU_{wp}$	$FESU_{CO2}$	$FESU_{N/S}$
1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2	60.6	-39.9	95.3	99.0	89.4
3	-1303.0	-2691.0			
4	-21792.2	-31947.8			
5	100.0	100.0			

- クラスタ1 (6) : 情報通信、金融保険業の割合高い・域外依存度100
- クラスタ2 (43) : 卸・小売業、飲食・宿泊業の割合高い・家具以外は域外依存度高
- クラスタ3 (14) : CO₂以外は域外依存度低い・FESU/従業員も低い値が多い
- クラスタ4 (2) : 域外依存度が全て0以下・FESU/従業員が比較的高い
- クラスタ5 (2) : 域外依存度100・FESU/従業員が高い (特に建材, CO₂, N/S)

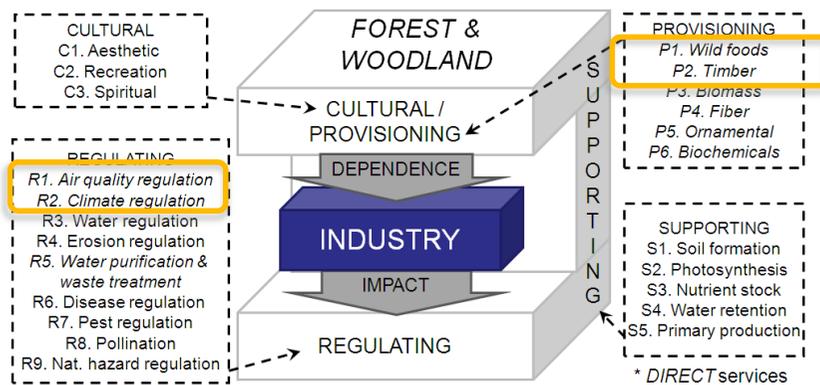
B04 自然共生型の産業システム構築に向けた 産業・自然生態系リンク評価システムの検討

大阪大学大学院 松井孝典

モジュール1： 産業・自然生態系リンク参照モデル

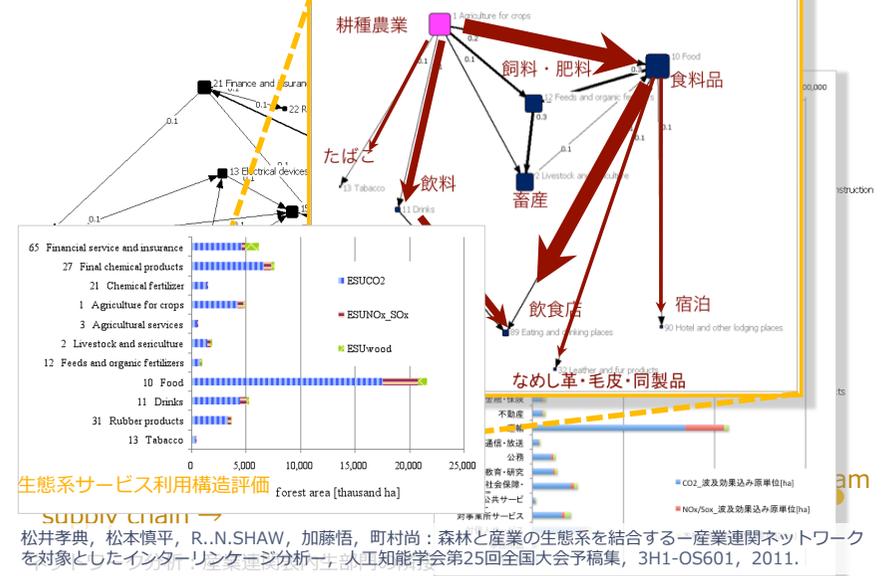


モジュール2： 森林生態系サービス利用フレームワーク



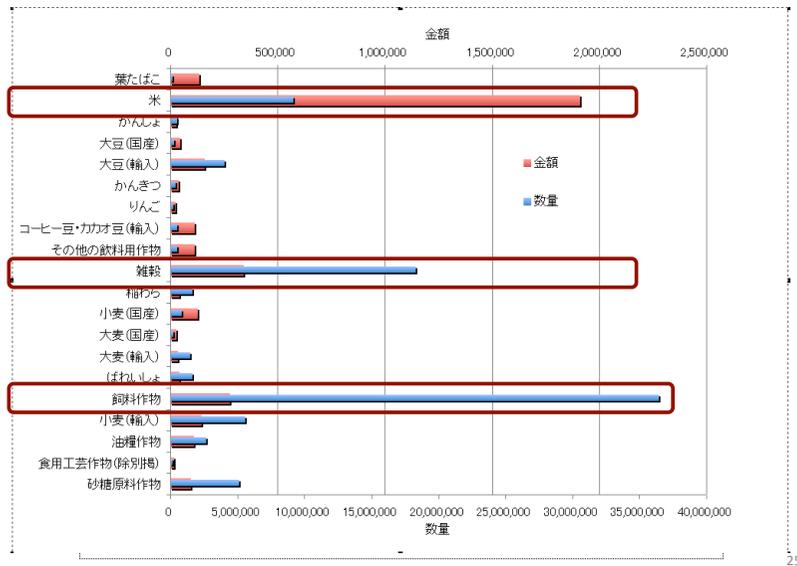
Shaw, R. N., Matsui, T., Kato, S., Machimura, T. and Morioka, T.
Connecting industrial activities and their dependence and impact on ecosystem services:
A framework towards the development of quantitative linkages. EcoDesign, (2009) 23

モジュール3： 生態系サービス利用のリンク構造解析ツールの開発



松井孝典, 松本慎平, R..N.SHAW, 加藤悟, 町村尚: 森林と産業の生態系を結合する一産業連関ネットワークを対としたインテリリンク構造解析一人工知能学会第25回全国大会予稿集, 3H1-OS601, 2011.

モジュール4 : バイオマスフロー分析



25

論点2 : SCで連携するのはいいとして 空間に依存しない産業活動の 管理責任と収支の境界の所在はいずこに？

- 需給の空間スケールからみて。
 - 供給サービス : 地球規模のサプライチェーン
 - 調整サービス : 地域規模の物質循環
 - 文化サービス : 局所規模のやすらぎ
- 収支が整合する境界からみて。
 - 管理問題として、サプライチェーンなのか。
 - 物質循環として、流域界なのか。
 - 心の問題として、エンドユーザーなのか。

26

Thanks and Q&A

27