

縮小社会構築のための エコロジカル・フットプリントの貢献

縮小社会研究会 第5回総会 & 第39回研究会

2017年3月11日(土)

京都大学 文学部新棟 第3講義室



経済学部・良心学研究センター

NPO法人エコロジカル・フットプリント・ジャパン

エントロピー学会

和田喜彦



- 学部: 横浜市立大学 国際関係論 鷺見一夫ゼミ
- 卒論: カナダの政府開発援助 (ODA) と NGO の協力関係
- 大来佐武郎元外務大臣が設立した(財)国際開発センター (IDCJ) 勤務
- 大学院: カナダ ブリティッシュ・コロンビア大学 コミュニティー地域計画学研究科

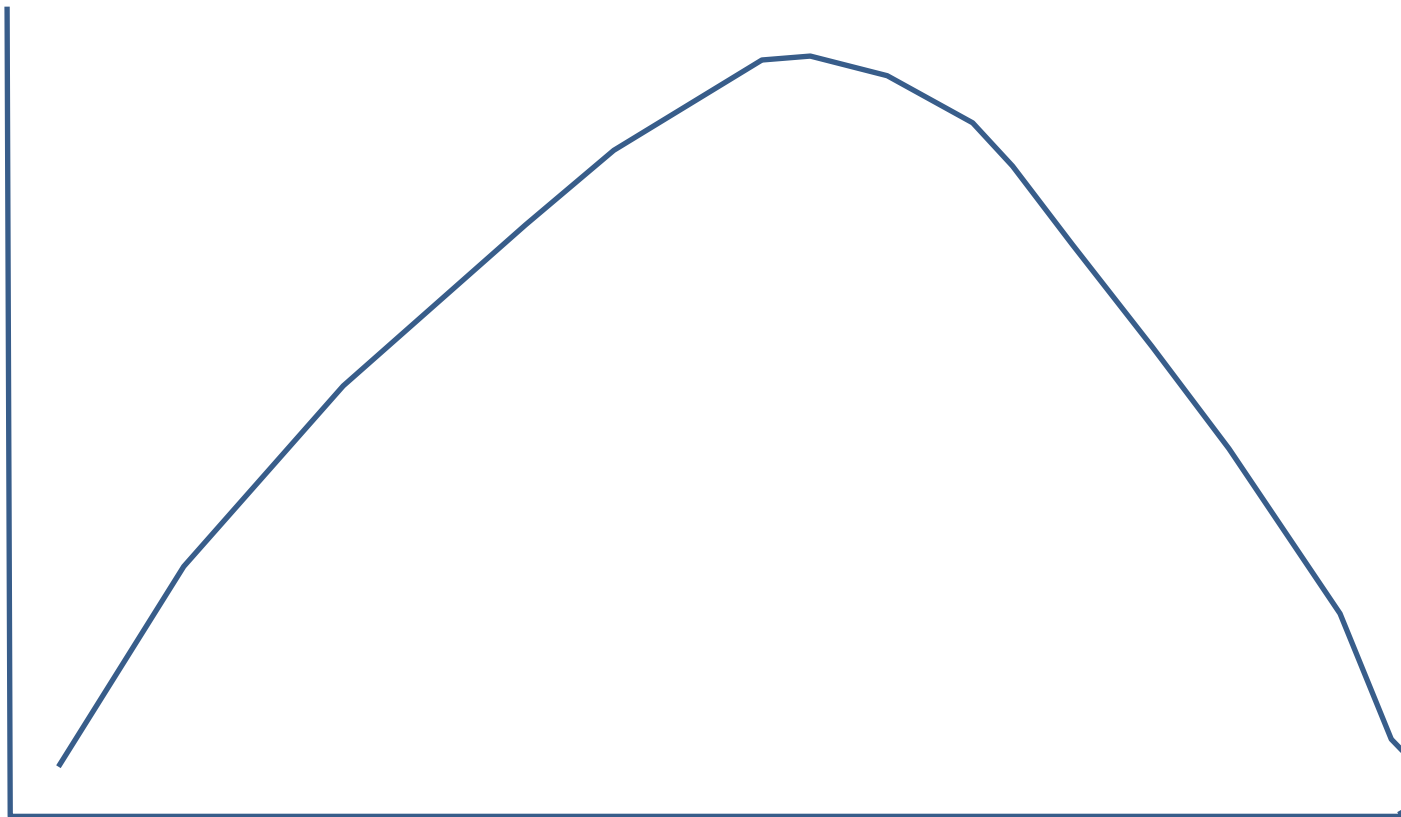
主査 ウィリアム・リース教授

先輩 マティス・ワケナゲル氏

環境クズネッツ曲線

Environmental Kuznet Curve

環境
負荷・
汚染
強度



一人当たりGDP

持続可能性、持続可能な発展の定義

- ブントラント委員会 (World Commission on Environment and Development (WCED)) の報告書 (1987年) による「持続可能な発展」の以下の定義が頻繁に引用される。
- 「次世代の必要を満たすことを犠牲にすることなく現世代の必要を満たすことができる発展」
- “Development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs” (WCED 1987, *Our Common Future*, p. 43).
- 世界中で使われている有名な定義ではある。
- しかし、具体的に何を意味するのか？。。
- この報告書を良く読み進めれば。。。

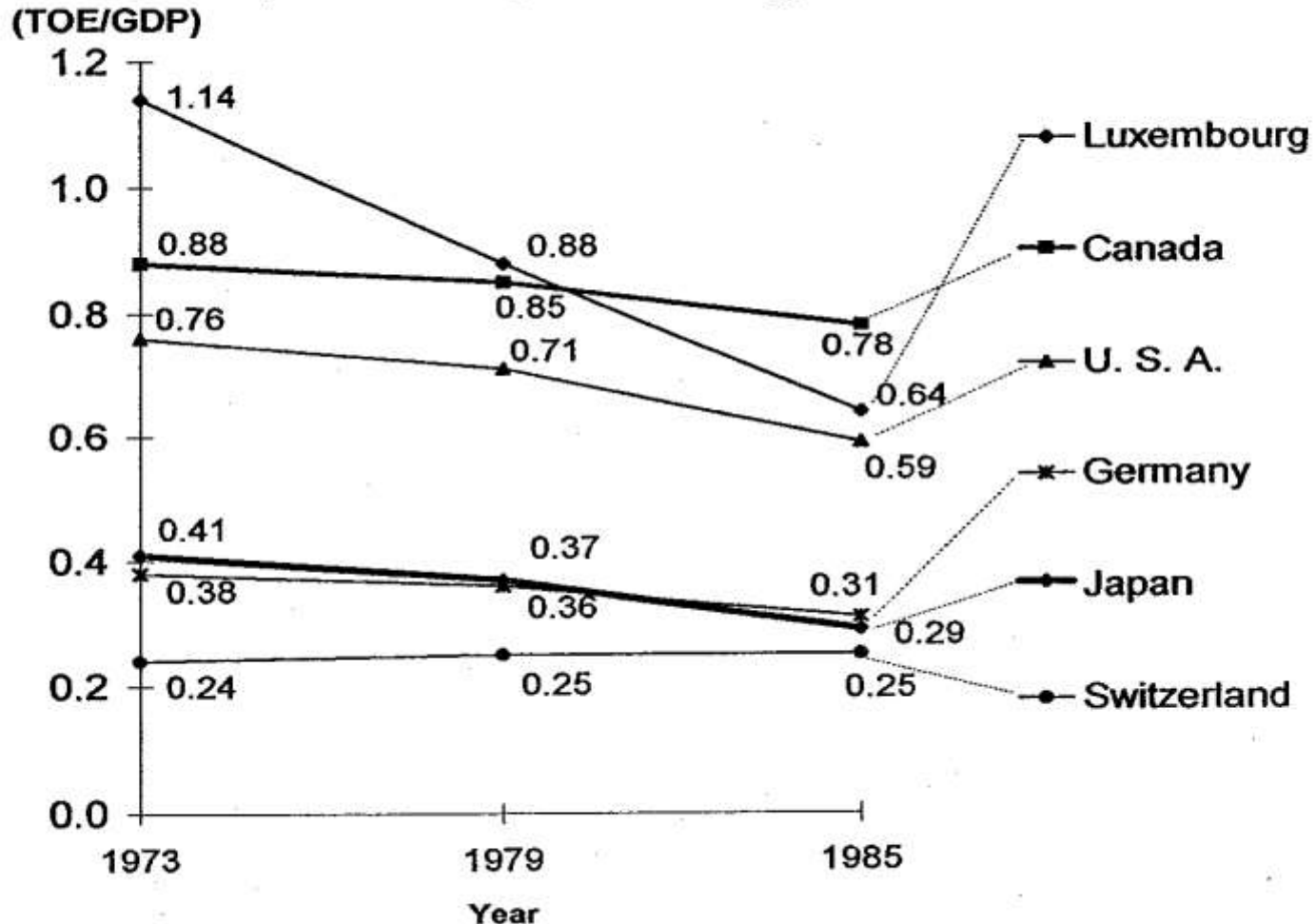
- **ブルントラント委員会は、このようなSD(続可能な発展)を達成するためには、先進工業国と途上国双方において、これまで以上の速い経済発展が必要であり、21世紀に世界人口がピークを迎える頃までに、世界全体の工業生産量が1987年との比較で5倍～10倍に増加することが見込まれる(ibid., p. 213)としている。**

- **経済成長と産業構造の多角化は、途上国にとって、自然環境への圧力を緩和するために役立ち、生産性や消費水準を向上させることにもつながる。1つないし2つの第一次産品への依存から脱却することにもつながるからだ、としている (*Ibid.*, p. 89)。**
- **このような解釈が、実務家、政治家たちの頭を支配している。**
- **経済成長こそが貧困も環境問題はじめ全ての問題解決の鍵だ！という信念。**

- ブルントラント報告は、経済成長が環境・生態系にもたらす悪影響にも懸念を表明。
- そこで、「**経済成長しつつも、同時に資源効率性を高め、汚染・廃棄物発生率を下げていく**」ことを推奨(p. 213)。 **成功例：日本！**
- (オイルショック以降の)日本を世界中が見習うべき見本として持ち上げた！(p.216)。
- 例：“日本は単位工業生産額当りの原材料消費を1973年から85年の間に40%削減し、60%の原材料で生産することに成功した”(WCED 1987, p. 216).

国別エネルギー強度の変化 (TOE/実質GDP)

Figure 3 Energy Intensity of Economies (Tonnes of Oil Equivalent [TOE] Consumed per Real GDP [1980 US dollar])

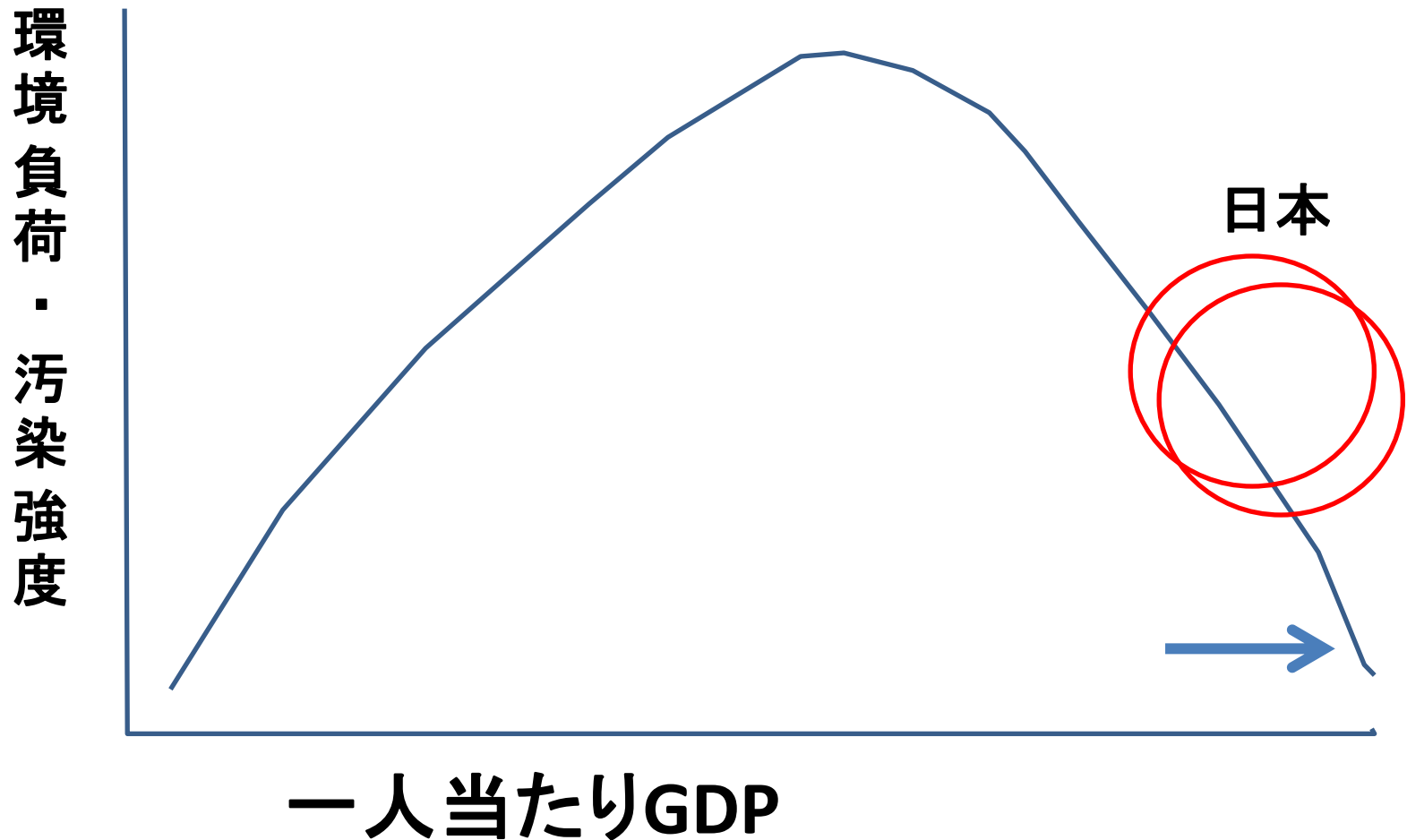


Source: Tominaga *et al.* 1989, p. 125, Table 2-1-9.

Source: Wada, Yoshihiko. 1999. The Myth of "Sustainable Development:" Ecological Footprint of Japanese Consumption. PhD Dissertation. Univ. of British Columbia.

環境クズネッツ曲線

Environmental Kuznet Curve



- 世界全体として工業生産量が5倍～10倍になる。実際に可能なのか？
- 科学的根拠、物理生物学的、生態学的な根拠があるのか？
- ブレントラントの“持続可能な発展モデル”は、政治家が喜ぶだけの玉虫色の【希望的観測】【楽観的な期待】にすぎないのでは？

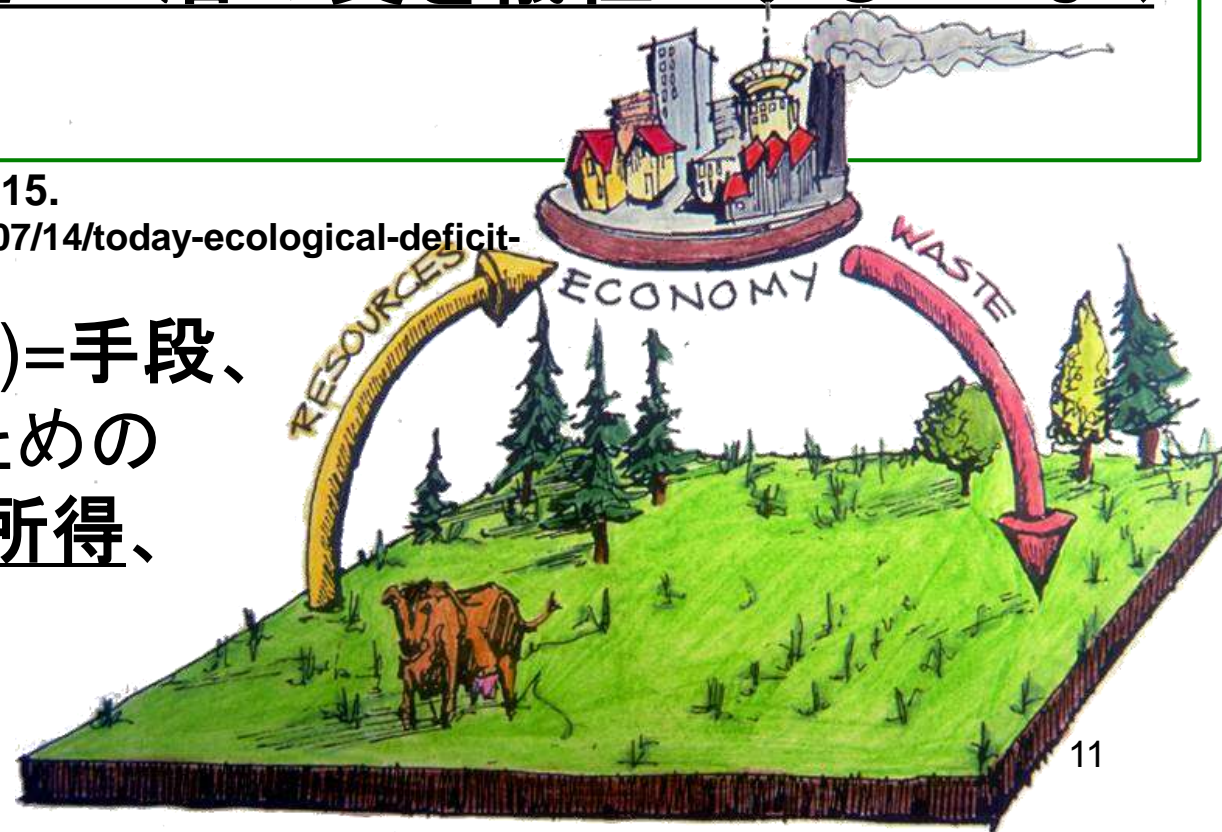
Sustainability means living within the means* of nature, without sacrificing human well-being.

持続可能性とは、自然の所得・能力の範囲内で
人間存在の豊かさ・生活の質を犠牲にすることなく
生計を立てること。

出典: Global Footprint Network 2015.

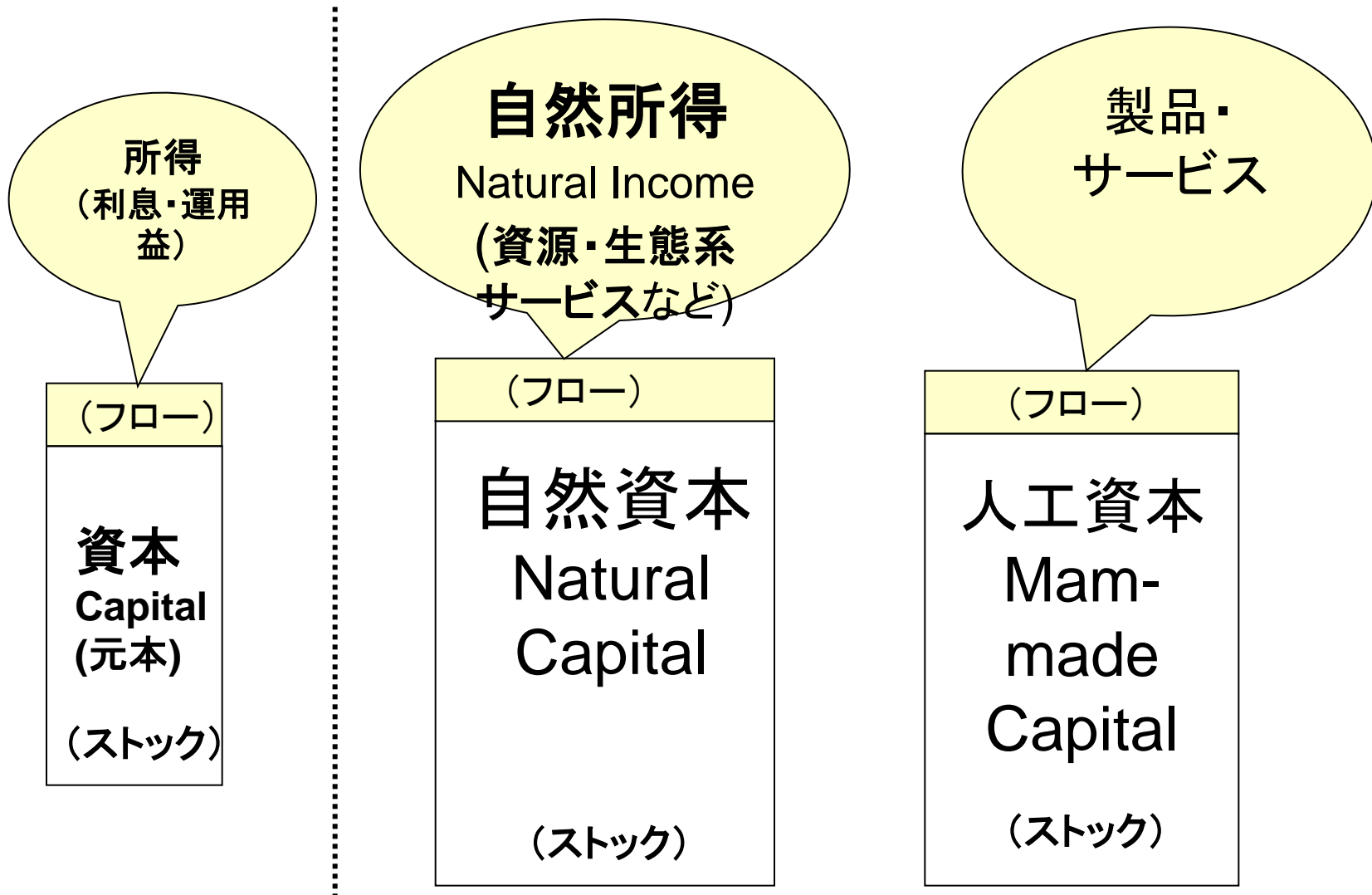
<http://www.footprintnetwork.org/2015/07/14/today-ecological-deficit-day-united-states/> 2017-3-8アクセス

※ means(複数形で)=手段、
生活を成り立たせるための
手段としての、収入、所得、
資力



図作成: Mr. Phil Testemale.

自然資本と自然所得：エコロジー経済学の基本



オーバーシュート: エコロジー経済学の基本

- 自然所得(利子)を使い果たしても、自然資本(元本)の取り崩しで、一時的に、資源(サービス)消費量を維持できる(例: メカジキ・キハダマグロなどの資源量の減少→繁殖能力のある若い世代を捕獲)。

⇒ **オーバーシュートの発生**

= **環境容量(環境収容力、バイオキャパシティ)を超えた資源消費(生態系サービスの消費)が行なわれている状態。**

= **自然資本の供給能力を超えた水準の生態系サービスの需要が続いている状態。**

⇒ 一時的には可能であるが、永続的・持続的ではない。

大崩壊の到来の恐れも。

オーバーシュート(自然資本(元本)を食い潰す過程)
自然資本は減少し、自然所得(環境収容力)も減少する)
やがて、キャタストロフィー(大崩壊)が到来する可能性がある。

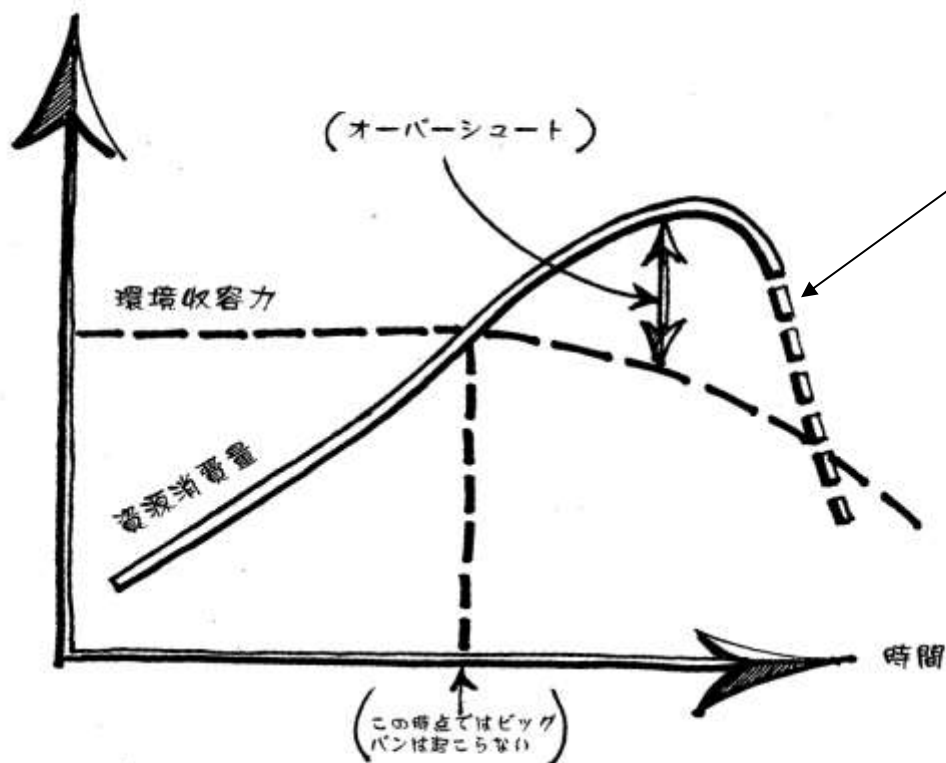


図2-8 オーバーシュートは、環境収容力を超過して成長拡大した状態である。自然資本のストック(残存量)が大量に存在する場合、環境収容力の限界は「ビッグバン」を伴うことなくやすやすと超えられる。収穫量は依然増加を続けることができ、金額表示での収入も増加する。生態系のひずみを示す現象が表れているかもしれないが、そのほかはすべて順調に見えている。しかし自然資本の減少は、ついには生態系の大崩壊と個体数の激減という結果をもたらす可能性がある。

- オーバーシュートを回避し、経済活動の永続性を保障するためには、自然資本の自己再生能力・廃棄物処理サービス供給能力(自然所得供給速度)と経済活動による自然資本のサービス利用速度(自然所得の需要速度)とのバランスがとれている必要がある(元本の取り崩し防止)。
- それを知るためには、‘自然資本供給－需要バランス指標’ともいべき分析ツールが必要。
- 環境収容力(バイオキャパシティ)とエコロジカル・フットプリントの比較(バランス関係)
- 従来の経済マクロ指標(例:GDP)は、一定期間に人間経済内の市場でやりとりされるサービス量を表すだけ。
⇒自然資本の供給・経済による需要のバランスの視点が無い。
- 自然資本の能力に照らしてみても、人間の経済活動による需要量はバランスがとれたものとなっているかを分析するツールとして生まれたのが、「エコロジカル・フットプリント指標」。
- もともとの名称:“appropriated carrying capacity”(収奪された環境収容力)。

エコロジカル・フットプリント Ecological Footprint



The Ecological Footprint is a measure of the "load" imposed by a given population on nature. It represents the land area necessary to sustain current levels of resource consumption and waste discharge by that population.

出典: Wackernagel and Rees 1996

エコロジカル・フットプリントの共同開発者 Co-Creators of Ecological Footprint



Professor William E. Rees and Mathis Wackernagel

The University of British Columbia

School of Community and Regional Planning

Vancouver, BC, Canada in 1990/91

(Mathis won Herman Daly Award)

2012年のブループラネット賞 共同受賞(10月31日授賞式@東京)

エコロジカル・フットプリントとは

- エコロジカル・フットプリント …カナダ ブリティッシュ・コロンビア大学 リース教授とワケナゲルが開発(和田1995年)。
- 生態学的世界観にもとづく指標
- エコロジカル・フットプリントとは: 生態系は人間が生きていくために必要な様々な資源(食料や森林資源など)を再生産している。さらに人間が排出する廃棄物を吸収するなどサービスを提供してくれている。こうした人間の生活を支えるために必要とされている生態系による資源再生産・廃棄物処理というサービス(フロー)を持続的に産み出す生態系(ストック: 陸地と水域にあるもの両方)の合計面積がエコロジカル・フットプリントである。
- リースの定義「ある特定の地域の経済活動、またはある特定の物質水準の生活を営む人々の消費活動を永続的に支えるために必要とされる生産可能な土地および水域面積の合計(ある地域で必要とされる資源を永続的に産み出し、且つそこで排出される廃棄物質を継続的に吸収処理するために必要となる生態系・水土の面積の合計 [それらが地域内に存在するか外に存在するかは無関係])」(Rees 1995, 1996)。
- エコロジカル・フットプリントを「環境収容力要求量」、「環境面積要求量」、「生物生産力要求量」などと訳すこともできる。

エコロジカル・フットプリントの計算(1): 需要サイド

- 1. 実際の計算では、データや計算上の制約から、環境負荷すべてを含むことは困難。数ある資源の内、まず、生命圏が産み出す再生可能資源(バイオマス資源)の消費を計上する。(下表の①、②、③、および⑥)。
- 2. 非再生資源の化石燃料については、「二酸化炭素吸収地」として計上する。(下表の④)非再生資源の金属資源については、その加工のためのエネルギー(化石燃料)消費として間接的に計上する。(下表の④)
- 3. バイオマス資源生産能力の阻害となっている土地面積も加える。(下表の⑤)。

①「耕作地」(食糧、穀物飼料、タバコ、イグサ、綿花などの生産のために必要とされる土地)

②「牧草地」(牛乳、食肉、羊毛などの生産のために必要とされる草地)

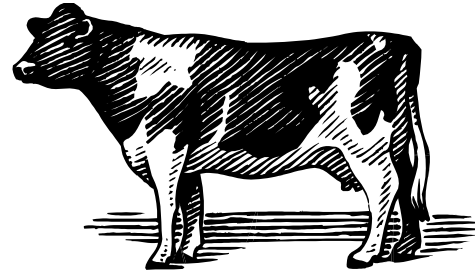
③「森林地」(家具、建材や紙製品など生産のために必要とされる土地)

④「二酸化炭素吸収地」(化石エネルギー燃焼などからの二酸化炭素を吸収するための森林地。「エネルギー地」とも)

⑤「生産能力阻害地」(道路・建物・廃棄物処分場、鉱物資源採掘現場など生産可能地の生産を阻害している土地)

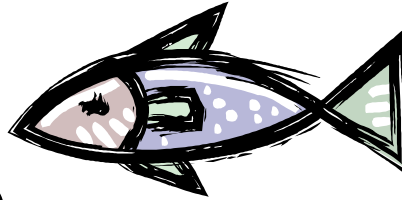
⑥「海洋・淡水域」(魚や海藻を産み出す海洋河川湖沼等の水域)

Cropland
耕作地



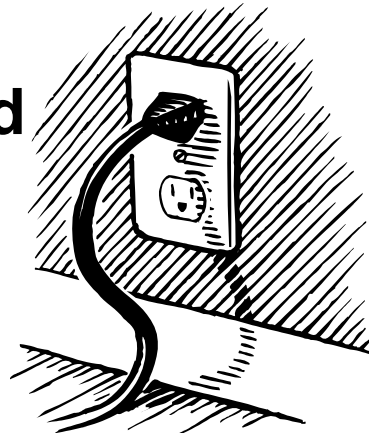
Grazing Land
牧草地

Fishing Grounds
海洋・淡水域(漁場)



Forest
森林地

Carbon uptake Land
二酸化炭素吸収地
(Energy Land
エネルギー地)



Built Area
生産能力
阻害地

エコロジカル・フットプリントの計算(2): 需要サイド

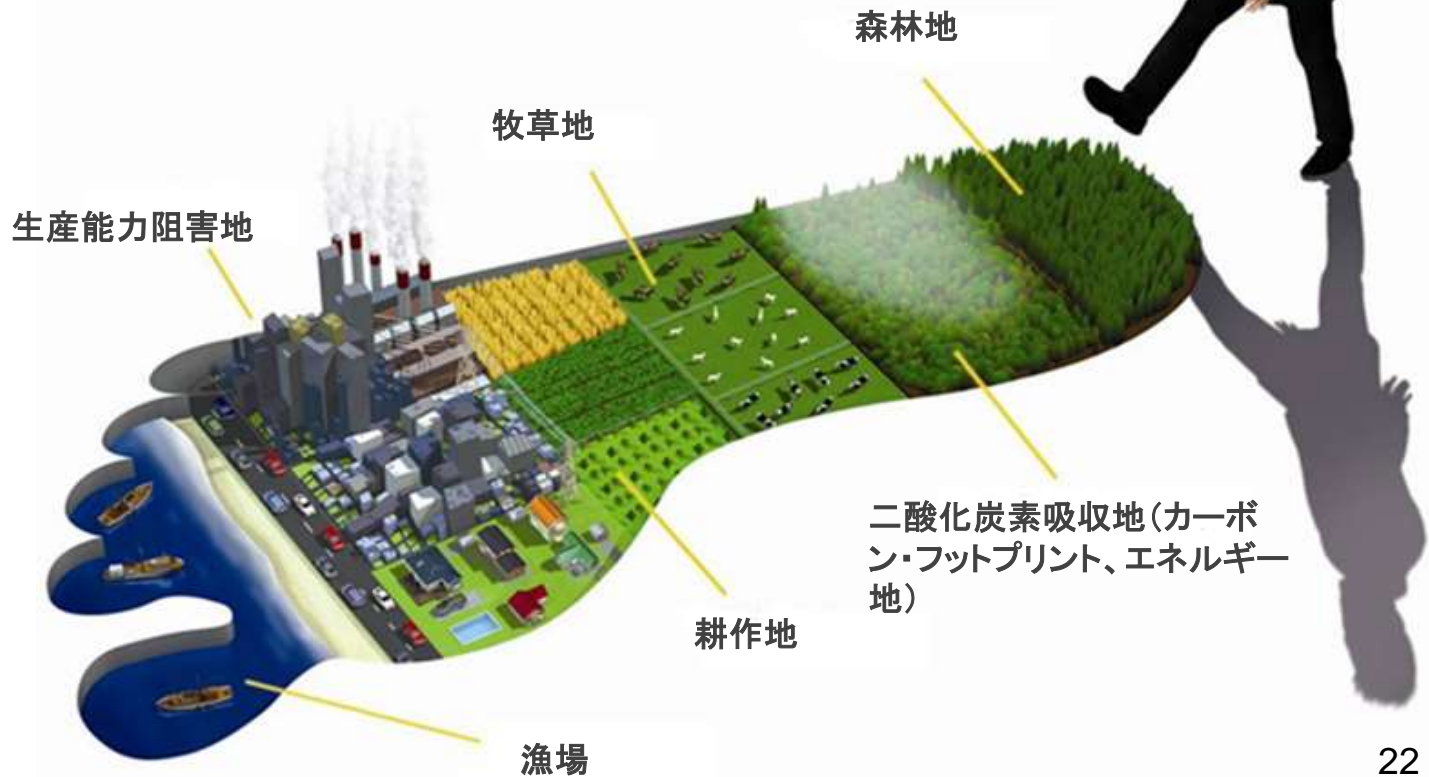
- 4. 域内での「純消費」に係わる土地水域面積を計算。国(地域)外で生産されたモノでも、貿易を通して輸(移)入され域内で消費されたモノについては、その国(地域)の責任としてその土地水域面積を加算する(バーチャル・ランド、バーチャル・オーシャン)。逆に域内で生産されたモノでも輸(移)出され、域外で消費されたモノの生産に係わった土地水域面積は除外する。
- 5. 食物連鎖の上位に位置する生物種の消費に関するエコロジカル・フットプリントは、**第一次生産者**(Primary Producers=緑色植物や植物プランクトンなど)の生産量に換算して面積を産出する。
- **海産物**: (必要一次生産量) = $\{(\text{漁獲量} + \text{混獲量}) / 9\} \times 10^{(\text{TL}-1)}$

人間経済の‘土地’への絶対的依存

エコロジカル・フットプリント

(需要)

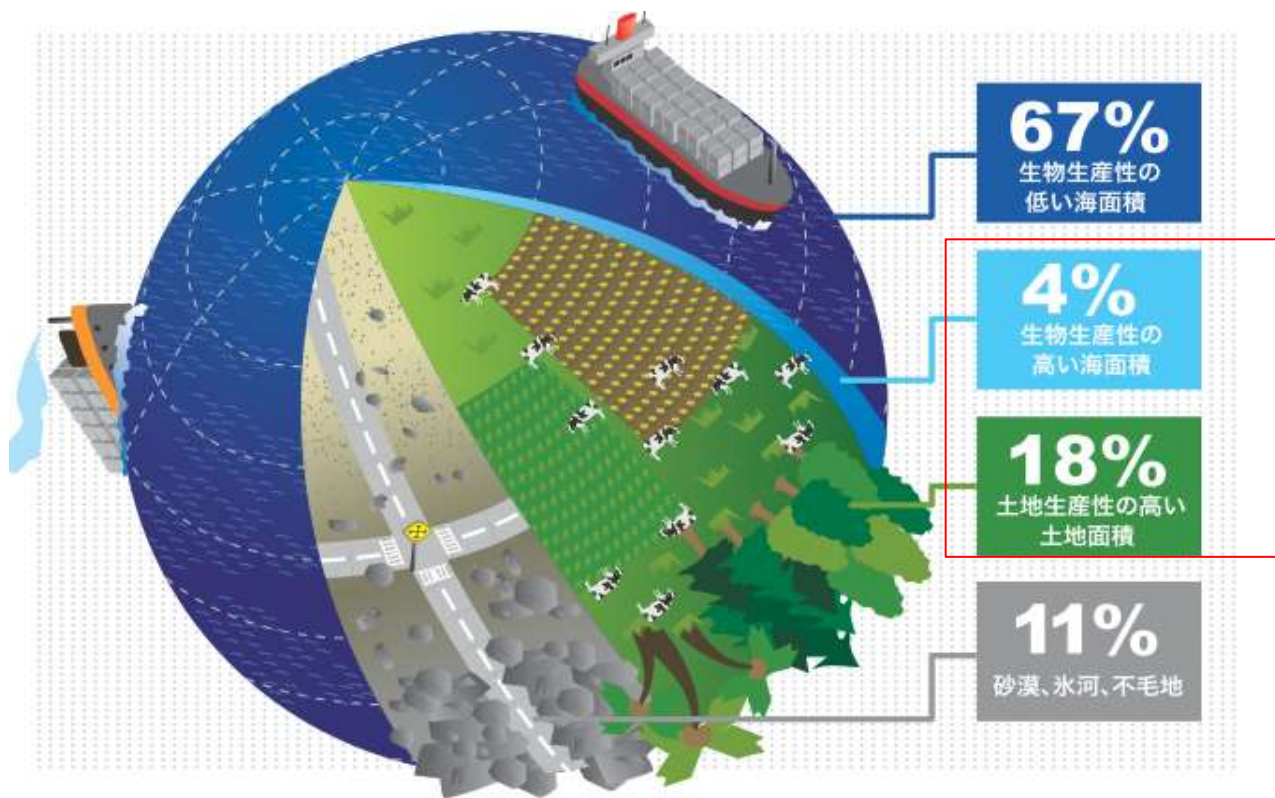
人類が現在の社会生活を維持するために必要な、生態系に対する需要量を示す指標



エコロジカル・フットプリント計算(3): 供給サイド(バイオキャパシティ)

バイオキャパシティ(生物生産力)

(供給)



- 自然資本による供給量(能力) vs 人間による需要量
(バイオキャパシティ/環境収容力)vs(エコロジカル・フットプリント)
- 左 > 右 なら または = (バランスがとれている)
ならば、持続的
- 左 < 右 なら 非持続的 (=オーバーシュート)
- バランス関係を知るためには、‘自然資本供給－需要バランス指標’ともいべき分析ツールが必要。
- 環境収容力(バイオキャパシティ)とエコロジカル・フットプリントの比較(バランス関係)
- 自然資本の能力に照らしてみても、人間の経済活動による需要量はバランスがとれたものとなっているかを分析するツールとして生まれたのが、「エコロジカル・フットプリント指標。

WWF ジャパン、グローバル・フットプリント・ネットワーク他。2016年。『生きている地球レポート2016』



© 2016 Global Footprint Network. National Footprint Accounts, 2016 Edition.
“ECOLOGICAL FOOTPRINT AND BIOCAPACITY in 2012”

バイオキャパシティ(供給)



一人当たり1.7 gha

エコロジカル・フットプリント(需要)



一人当たり2.8 gha

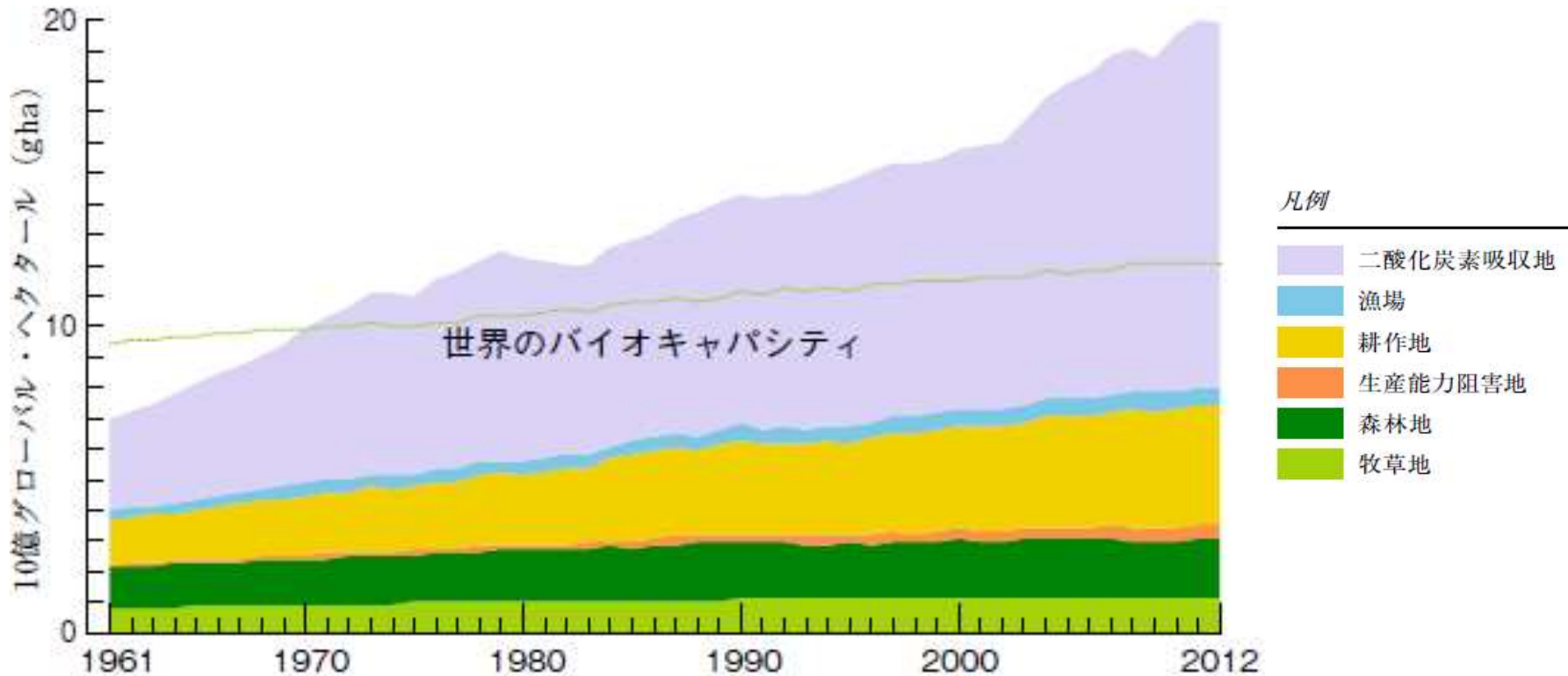
データ年2012年。

出典： WWFジャパン、2016年『生きている地球報告書 2016』

グローバル・フットプリント・ネットワーク(GNF)

国別フットプリント勘定(NFA)2016(Free Public Data Package)

エコロジカル・オーバーシュート



人類全体のエコロジカル・フットプリントは地球のバイオキャパシティ(生物生産力)を1970年代に超過し、2012年時点で約60%オーバーシュートしている。

出典: WWFジャパン、2016年版『生きている地球報告書2016』

「地球一個分の経済」
“One Planet Economy”
“One Planet Living”

地球1個分の環境容量の範囲内で
やりくりできる経済へ

バイオキャパシティ 1.7 gha/人

global hectares per person

United States
アメリカ:

8.2gha



地球4.8個分の生活

Japan 日本:

5.0gha



地球2.9個分の生活

Honduras
ホンジュラス:

1.7gha



地球1個分の生活

データ年2012年。 出典: WWFジャパン、2016年『生きている地球報告書
2016』 および、グローバル・フットプリント・ネットワーク(GNF)
国別フットプリント勘定(NFA)2016(Free Public Data Package)

国際連合環境計画-資金イニシアティブ UNEP-FI (2012年) E-RISC: Environmental Risk Integration in Sovereign Credit Analysis (環境リスクの国家信用リスクへの統合)



- 環境リスクと資源制約をカントリーリスク分析に組み込む
Integrating Environmental Risks and Resource Constraints into Country Risk Analysis.
- エコロジカル・フットプリント・バイオキャパシテイキャパシテイ分析がその中心。Ecological Footprint-Biocapacity Analysis plays a central role.
- バイオキャパシテイの10%減がGDP/貿易収支の1~4%減につながっている。10% Reduction of Biocapacity \Rightarrow 1~4% Reduction in GDP/Trade balance.

**スイス・国民投票(2016年9月25日):
エコロジカル・フットプリントで計測し、
“地球1個分の経済(One-Planet Economy)”
を2050年までに確立という
目標を憲法に明記。**

- **スイス緑の党が主導**
- **結果: 36% 賛成**
- **ジュネーブ州のみ過半数が賛成。**
- http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/blog/one-planet_living_switzerlands_next_commitment
- **女性参政権獲得も、2回の国民投票を必要とした。第一回1959年否決、第二回1971年⇒承認**

3) 州・自治体レベル Sub-National

a) 英ウェールズ

b) カーディフ市: 政策シナリオ評価・食料・140校の学校給食の牛乳を有機に Policy Scenarios Assessment. Food as “Big Hitter” →organic milk for schools (140).

c) 豪ビクトリア州 Victoria in Australia

d) カナダ・カルガリー市 Calgary, Canada

e) ブラジル、サンパウロ Sao Paulo, Brazil

4) 英ロンドン「地球一個分の生活」

“One Planet Living” Project in London, UK = BedZED (Beddington Zero Fossil Fuel Energy Development Project)

5) 製品評価 Products

トマト、ワイン、りんご、Tomato, Wine, Apples



Dr. Alan Netherwood of Cardiff City (Wada 2005)



BedZED Housing Complex (Wada 2004)

6) 非営利組織NGO, 非営利組織NPO

- グローバル・フットプリント・ネットワーク(GFN)2005年
米国カリフォルニア州・オークランド、2013年～、沖縄オ
フィス開設(日本とアジアでのEF普及を目的とする)
- WWF インターナショナル 2000年～
『生きている地球報告書』(隔年発行)にて、
エコロジカル・フットプリント計算結果を毎回掲載

- **Rosanna Marie Neil, Esq.**
Director

- **Sustainable World Initiative**
107 2nd St. NE, Washington, DC 20002
202-544-3300, ext. 111

rneil@swinitiative.com

- www.swinitiative.com



7)学会

- 国際エコロジー経済学会は、その英文誌 *Ecological Economics* で、EF関連の特集を2回行った。
- 欧米系の研究者だけでなく、中国人による研究が増えている。
- フランスのサルコジ大統領が主導し、経済学者のスティグリッツ、センらによって組織された委員会も、その報告書で15ページをエコロジカルフットプリントに関する議論と評価に割いている(旭硝子財団)。

日本国内でのエコロジカル・フットプリント(EF) の活用事例

日本国政府レベル

- エコロジカル・フットプリントが日本政府発行『環境白書』で初めて紹介される(H.8,1996年)。その後、H.11,1999,H.13, 2001, H.14,2002, H.15, 2003....。
- 国土交通省「資源消費水準あり方検討委員会」(2003年度・座長・植田和弘・京大教授)全国版(1980、1990、1995、2000)および都道府県版(1995、2000)のEFを算出。ただし漁場は除く。
- 第三次環境基本計画へ導入(2006年4月7日閣議決定)。第三次環境基本計画における指標の活用等に係る検討委員会。第4次環境基本計画でも踏襲。
- 生物多様性総合評価(2010年5月)

都道府県・自治体レベル Sub-national

(世界的には100を越える州。自治体等が計測を実施済)

- ・ 東京都『東京都環境白書2000』
東京都のEFは都の面積の125倍の面積。
日本人1人当たりと東京都民1人当たりのEFが等しいという仮定のもとに計算。実際の東京都民の資源消費量から求められたものではない。
- ・ 岡山県津山市：都市計画マスタープランで、EF値計測(2008年)。
- ・ 栃木県佐野市：環境基本計画 NPO法人「エコロジカル・フットプリント・ジャパン」が作製した個人のエコロジカル・フットプリント診断クイズを利用(2009年、688人の参加)。
- ・ 奈良市環境基本計画に(2012年)
- ・ 京都市環境基本計画に(2015年)

京都市のエコロジカル・フットプリント計算



エコロジカル・フットプリント地域版レポート vol.1

千年の都から、
次の千年の未来へ

～京都市のエコロジカル・フットプリント調査からわかること～

コラボ：京都市、WWFジャパン、グ
ローバル・フットプリント・ネットワー
ク、いであ(株)

【結果】

- 1) 一人当たりEF：日本平均より10%小さい。
- 2) 交通に関するEF、24%小さい
- 3) 住宅に関するEF、45%小さい
- 4) 京都の暮らしを世界中の人が行った場合、地球2個必要となる。



私たちの心やからだの健康は、大気・水・土壌はもちろん、食料や木材、医薬品などの自然から得られる恵みによって支えられています。それらを生み出す山、川、海などの自然および地球環境が健全に保たれなければ、私たちの社会は持続できません。

WWFは、すべての人や生きものが豊かで、心地よい暮らしを送ることのできる未来を望んでいます。いま、世界の人は、かけがえのない地球の未来を守るため、ひとつになって行動する重要な時代を迎えています。

この行動を促す方法のひとつとして、社会の持続可能性を測る世界共通のものさしである「エコロジカル・フットプリント」があります。今回、京都市は日本の自治体として初めて試行的に、自らのエコロジカル・フットプリントを算定しました。

※エコロジカル・フットプリント(エコフット)

WWFジャパン。 http://www.wwf.or.jp/activities/upfiles/20160329wwf_japan_EFkyoto.pdf

2017-3-5 最終アクセス

民間企業・NPOレベル

- NPO法人エコロジカル・フットプリント・ジャパン設立 2005年
- 花王株式会社：自社の製品のライフサイクル分析。エコロジカル・フットプリントで測定（2012年）
- 旭硝子財団：エコロジカル・フットプリント共同開発者のリース教授とワケナゲル博士にブループラネット賞を授与（2012年）

富士通・WWFジャパン(総務省予算)タブレット 端末利用の環境教育教材プログラム開始 (2014年～)環境教育への活用



動画:OTVニュース (6分)

環境出前授業:読谷村古堅小学校

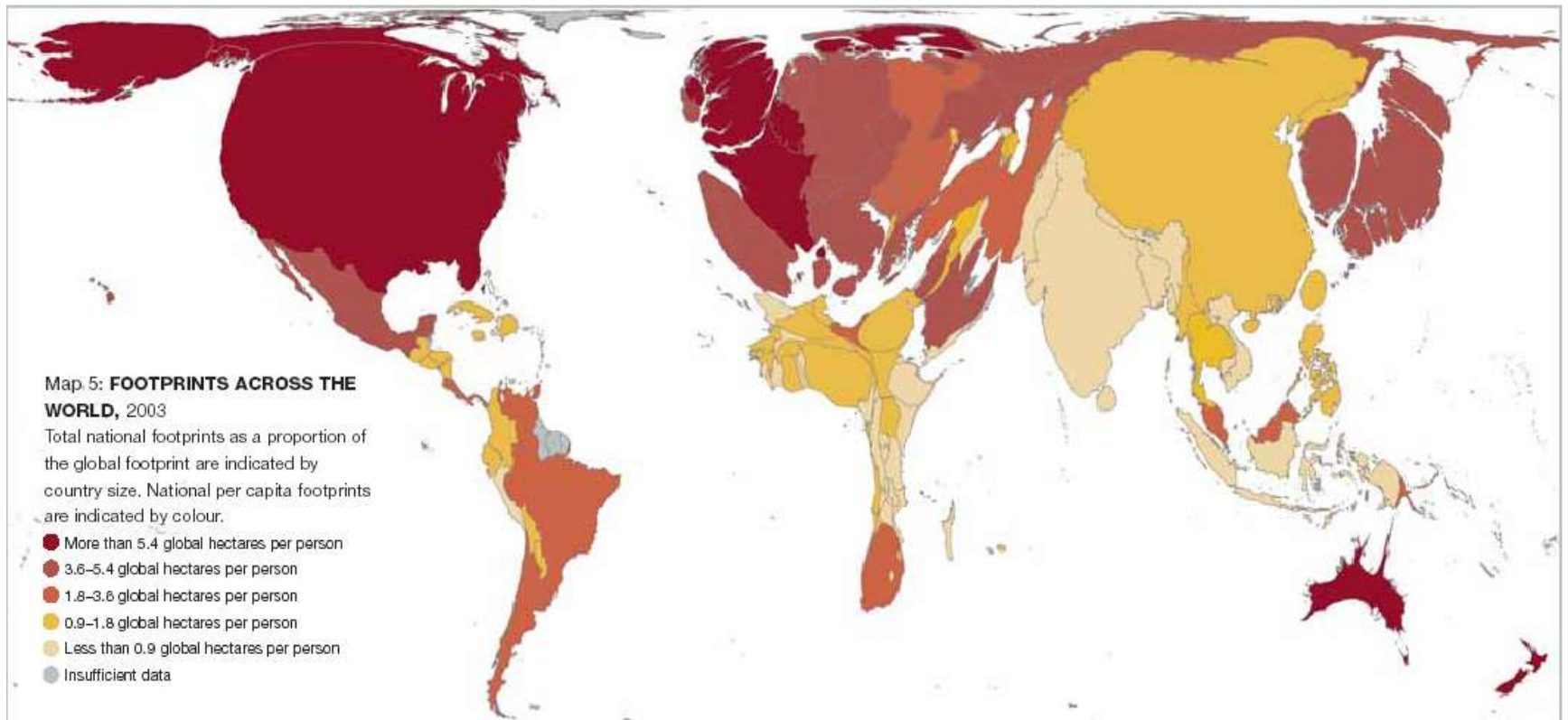
(以下WWFジャパンホームページより)

富士通株式会社とWWFジャパンは共同で、環境教育教材を制作しました。児童・生徒が教室内で一人1台のタブレットPCを活用する電子教材です。国が進める学校教育現場の電子化事業(フューチャースクール)にも貢献する教材になると考えています。

『地球1個分で暮らすために ～エコロジカル・フットプリントから考える～』と名づけられた電子教材は、2014年の春から、各地の小学校(4-6年)と中学校に提供されます。地球環境に人類が与える負荷や、それを軽減する方法について考える授業となります。本教材ではタブレットPCを操作しながら、楽しく学習を進めることができます



Worldmapper 2008.



個人(組織)のエコロジカル・フットプリント診断ツール Personal Footprint Calculators

- アースデーネットワーク EarthDay Network
- 豪・ビクトリア州 Victoria, Australia
- **エコロジカル・フットプリント・ジャパンの診断クイズ
Ecological Footprint Japan (EFJ)**
<http://www.ecofoot.jp/quiz/>

同志社大学生167人の計算結果

167 Doshisha University students: 33%
reduction in EF expected, after participating in
the quiz for the 2nd time. (3.26 gha→2.18 gha)

- グローバル・フットプリント・ネットワークの計算ソフト
Global Footprint Network

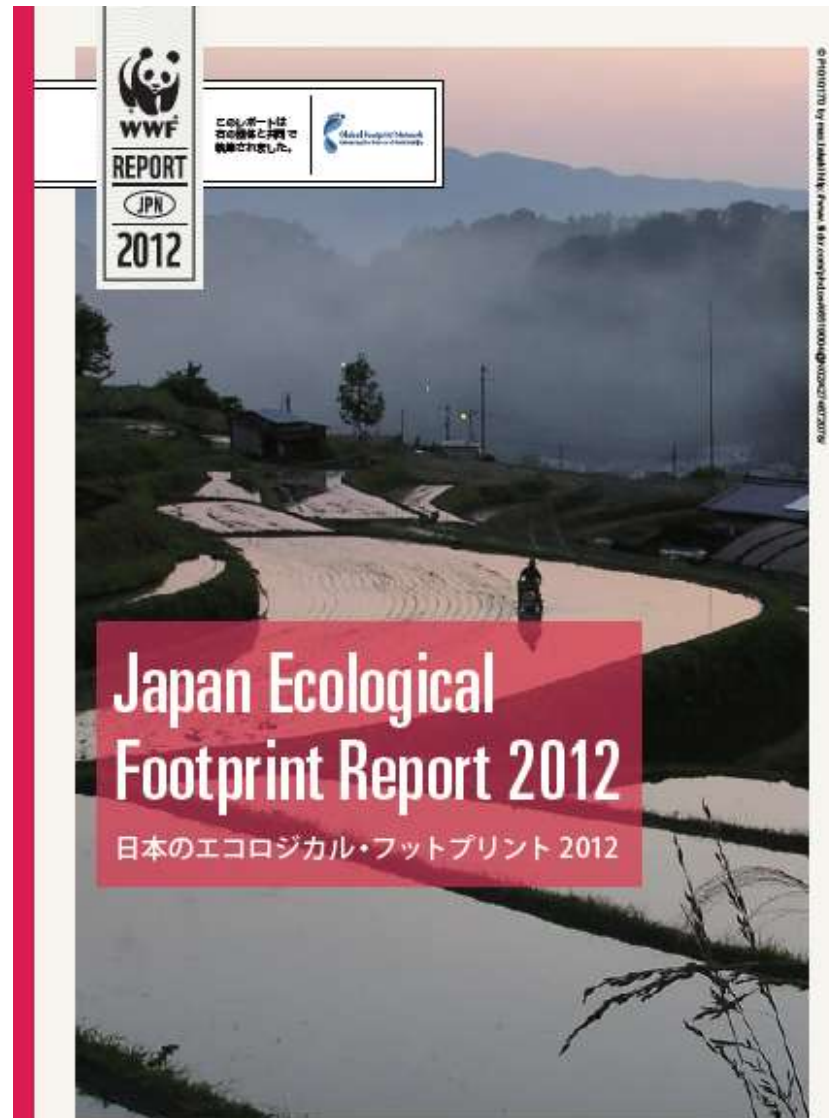
gha 単位: グローバル・ヘクタール

- 全世界の生産可能な土地水域全体の平均的な生産性をもつ土地1ヘクタール(ha)のことを、1グローバル・ヘクタール(global hectare, **gha**)と定義される(Ewing, et al. 2008)。
- つまり、面積は生産性という基準でウェイト付けされ計算される。生産性の高い土地は、加重され、生産性の低い土地は割り引かれる。
- そうすることにより、同量同種の農産物(たとえば小麦)の資源消費は、生産元の土地が肥沃か否かに関係なく、同じ面積として表わされる。(比較公平性の確保)(和田2009年、『環境研究』152号pp.14-24. 参照)

オーバーシュートを決定付ける5つのファクター



『日本のエコロジカル・フットプリント 2012』報告書



出典：WWFジャパン，グローバル・フットプリント・ネットワーク，伊波克典，清野比咲子、Pati Poblete, David Moor, 和田喜彦，伊波克典，岡安直比，2012年。

http://www.wwf.or.jp/activities/lib/lpr/WWF_EFJ_2012j.pdf アクセス：2017-3-8

『日本のエコロジカル・フットプリント2012』37頁

4. 事例研究：東京電力 福島原子力発電所事故による 生物生産力に対する影響

2011年の 原子力災害の概要

日本のエコロジカル・フットプリントおよび生物生産力を将来シナリオの観点から考えるにあたり、2011年の福島原子力災害を無視することはできない。本報告書では、この章で解説するデータと分析を通じ、災害が日本の生物生産力に与えた影響に特に注目する。しかし、事故直後の生物生産力に対する影響は、災害の潜在的な長期的影響の一端に過ぎない。時の経過につれ、生物生産力に対してどのような影響が現れるかは不明であり、今後の政策決定、投資などに環境への配慮を導入する必要がある。

2011年3月11日の一連の災害は、自然の脅威とともに自然資源の脆弱性を知ることとなった。午後2時46分に東北地方が強い地震に襲われた後、巨大な津波が押し寄せた。関東地方を含む日本の膨大な地域が重大な影響を受けた。

一方、東京電力福島第一原子力発電所には6

基の原子炉があり、そのうち4基が冷却装置と使用済燃料貯蔵プールの故障による深刻な問題に直面した。メルトダウンとメルトスルーに続き、原子炉の爆発が起きた。災害

発生後、原子炉からは大量の放射性物質が放出され、日本の広大な面積の陸域と水域が汚染された。



エコロジカル・フットプリント分析は、原子力発電所事故が生物生産力に与えた影響を測るのに役立ち、政策や投資など、今後の日本の方向性を考えるうえで有効な手段となり得る。

バイオキャパシティ減少量の試算

- 1) 純一次生産力(NPP)地図(Olson et al., 2001)と世界土地利用(LU)地図(NASA, 2010)の範囲を日本の境界内に限定(GADM, 2012)。
- 2) LUマップの分類を、国別フットプリント勘定における土地利用区分に合うように組み合わせる(耕作地、放牧地、森林地、市街地、水域)。
- 3) NPP地図とLU地図を合体させ、各土地利用区分に関して個別のNPP地図を作成。
- 4) 各土地利用区分の全ピクセルを対象として、平均NPPを計算。次に、各ピクセルをその平均値で割り、その土地利用区分に関する日本の生産量係数と世界の等価係数を掛け、生物生産力密度を求めた(1ヘクタールあたりのグローバルヘクタール)。次に、これらのマップを組み合わせ、包括的な生物生産力密度図を作成した。
- 5) 放射線汚染区域を示すマップを生物生産力密度図に重ね合わせた。汚染区域の総生物生産力(全ピクセルの合計)を、日本の領土内の全ピクセルの合計で割った。次に、この比率に漁場を除く日本の生物生産力を掛け、影響を受けた地域に関する最終的結果をグローバルヘクタールで表した。

福島原発事故による バイオキャパシティの減少 (1)



基準1:

**政府が「避難区域」に指定した区域のバイオキャパシティ: 1,752,078gha
= 日本の総バイオキャパシティの2.7% に相当**

福島原発事故による バイオキャパシティの減少 (2)



基準2:

日本の法令では、一般人の1年の許容被曝線量を1ミリシーベルトと定めている。この基準を超える土地のバイオキャパシティは6,554,200 gha。=日本の総バイオキャパシティの10%に相当

一般居住区域の年間放射線量の上限
(実効線量1 ミリシーベルト/年)を定めた日本の法令

1)「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律 (原子炉等規制法)」
「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量」(経済産業省告示)

2)「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律 (放射線障害防止法)」
「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律施行規則」
「放射線を放出する同位元素の数量等を定める件」(科学技術庁告示)

米国 ペンシルベニア州

スリーマイル島原発 (2016年6月30日撮影)

左側が1979年3月(38年前)事故を起こした2号炉

2号炉



1号炉

クローバーの異常： 二つのつぼみが合体しているものがある



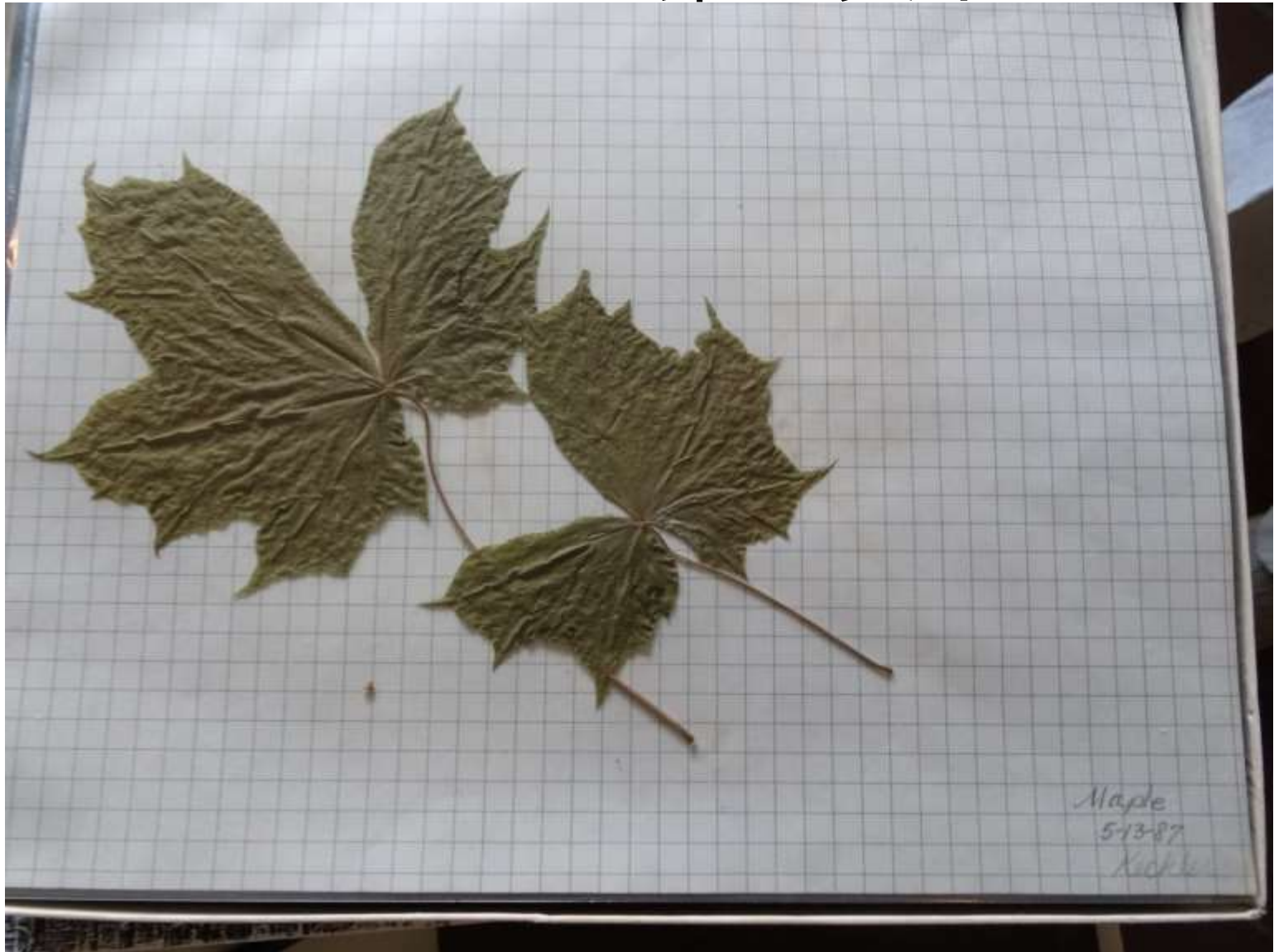
(2016年6月30日撮影)

クローバーの異常： 二つのつぼみが合体しているものがある



(2016年7月1日撮影)

メープルの葉の異常



(2016年6月30日撮影)

研究の動向と今後の方向性

政策評価ツールとしての活用

- 政策評価ツールとしての活用が限定的。
- シミュレーションを行う堅牢な方法論が確立されていない。
- 桐畑論文(2016)は、産業連関分析、および応用一般均衡(CGGE)モデルを組み合わせることで、EFの政策評価ツールとしての応用可能性を検証した。
- **食品の関税撤廃**によるエコロジカル・フットプリントの変化についてCGGEモデルを用い評価した。
- 分析の結果、関税撤廃によって輸入分のエコロジカル・フットプリントが増加し、オーバーシュート状態が悪化することを示した。

事後継続的影響管理 (PIM)

- 事後継続的影響管理 (Prolonged Impact Management) をどうEF計算に入れていくか。
- ウラン鉱山・の水質管理、使用済み核燃料の超長期管理、原発廃炉費用、汚染された土壌の管理
- スズ鉱山: 放射性廃棄物の管理

原発の事後継続的影響管理コスト

- ウラン鉱山の尾鉱や水質管理：**最低でも1 万年必要**（豪・議会証言）
- 使用済み核燃料は天然ウランに比べて放射線の強さ（相対毒性）：**100億倍に増幅**
- 800年ころまではいったん小さくなるが、核崩壊を繰り返すうちに増加し始め、**70 万年後に最大値をとると考えられている。**
- 高レベル放射性廃棄物に関しては、最低でも**100 万年管理する必要**があるとする専門家の主張は妥当性を持つと考えられる。

試算に含まれる要素

- 定格運転に伴うロス
- 遠隔立地に伴う送電ロス
- 核燃料製造 原発建設・維持・補修
- 種々の輸送
- 揚水発電所建設・維持
- 廃炉処分
- 使用済み燃料敷地保管(100万年)
- 放射性毒物長期保管(ウラン鉱山・製錬所尾鉱池・水質モニター・管理・1万年)

日本で原子力発電所1基(100万kW)を耐用年数(30年間)運転した場合の試算結果

投入エネルギー (a)	86億1100万GJ
発電正味量 (b)	5億4100万GJ

(a)/(b)=16 (オーバーシュート)

示唆されること: 超長期的な視点に立てば、原子力発電は、発電される電力の16倍もの投入エネルギーが必要となる。

⇒原子力発電への依存は、物理学的・経済学的合理性に反する。

以上に含まれないコスト:

日常的な原発労働者の放射能被爆による健康への影響、
日常的に大気中に排出される放射性物質の生態系への影響、
核関連の事故、テロ攻撃防止コスト

プルトニウムや劣化ウランが兵器に転用されることによる政治的リスクと生態系や人体への影響

再処理に伴う種々のコスト、 温排水による二酸化炭素排出

日本に現存し稼働している全原発(55基)を耐用年数まで稼働させた場合のEF値: 54億2千万 gha/年

日本の生物生産力(バイオキャパシティ)の57倍の面積が必要となる

国民一人当りにすれば、42.4 gha/年

これを50年の分割払いとすれば、一人一人が0.9 ghaの土地に森林を育成して50年間管理し続けることで、将来世代に対してコストを負担させずに済むという計算になる

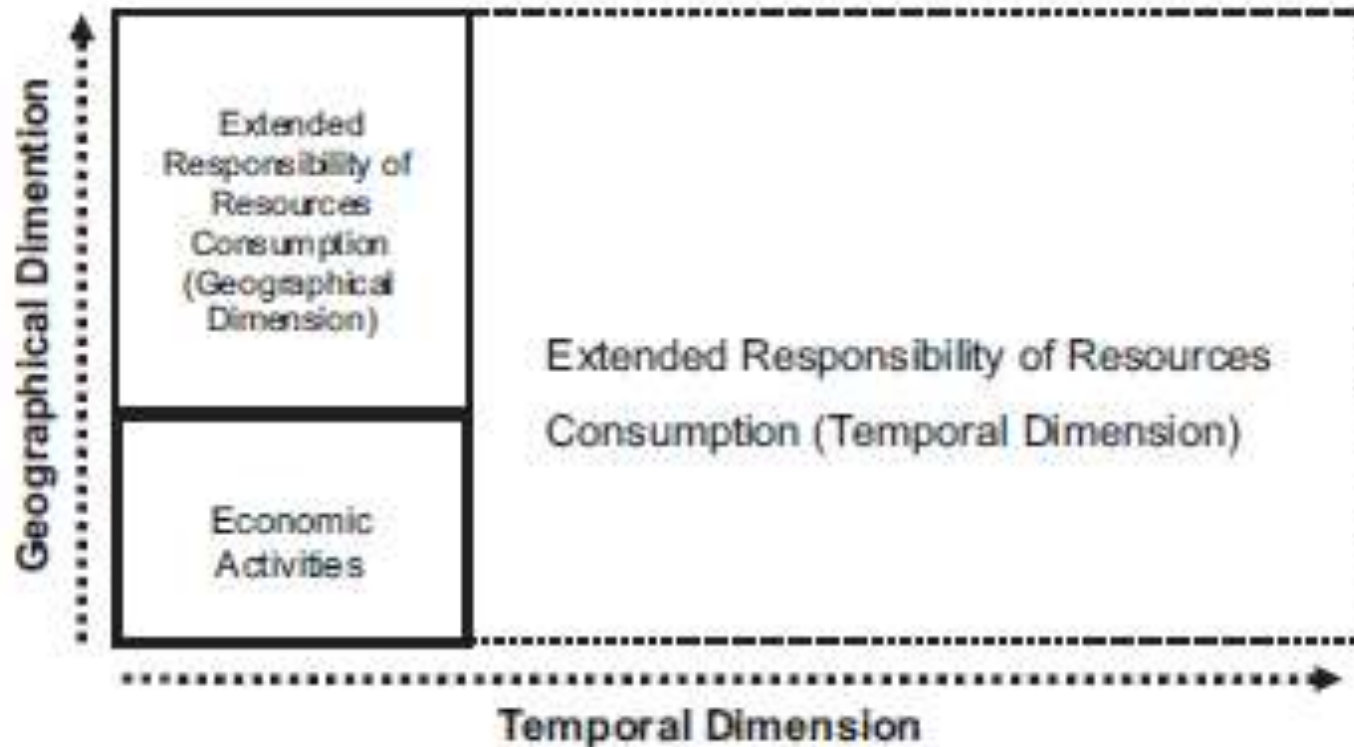


Figure 2. Extension of the Concept of Ecological Footprint (Inclusion of the Temporal Dimension of the Extended Responsibility of Resources Consumption)

御清聴ありがとうございました。