

Title	2030年の環境制約を考慮したサステナブル・テクノロジー創出システム
Author(s)	森田, 圭祐; 古川, 柳蔵; 石田, 秀輝
Citation	年次学術大会講演要旨集, 23: 30-33
Issue Date	2008-10-12
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/7494">http://hdl.handle.net/10119/7494</a>
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

## 2030年の環境制約を考慮したサステナブル・テクノロジー創出システム

○森田圭祐, 古川柳蔵, 石田秀輝 (東北大)

### 1. はじめに

厳しい環境制約が顕著にみられると予想される2030年頃にはエネルギー価格の上昇、資源枯渇などにより、我々の生活を便利にする製品の開発や使用が困難になり、現在保有している技術の価値を享受できなくなる可能性がある。

このようなリスクを回避するために、持続可能な社会を目指す社会デザイン、事業設計、研究開発において新しい研究が多数行われてきた。代表的なものとしては、技術ロードマップ<sup>1</sup>やサステナブルデザイン<sup>2,3,4</sup>などが挙げられる。しかし、技術ロードマップは環境制約が必ずしも考慮されない手法であり、サステナブルデザインは環境制約は考慮されるが具体的な技術の抽出までは行わない手法である。環境制約が厳しくなることが予想される2030年という遠い将来の暮らしを想定し、環境制約に耐えうる技術を創出するという、環境制約と技術抽出の両方を取り入れた技術創出手法はいまだ確立されておらず、環境制約を踏まえた技術開発が進まない原因の一つでもある。

一方、生態系や自然の中に見られる技術の中には、人間がいまだ実現していない高エネルギー効率の技術や、循環型のシステムが実在しており、これらの技術やシステムを企業の製品開発に応用するネイチャー・テクノロジー<sup>5</sup>、バイオミクリ<sup>6</sup>という概念が提唱されている。例えば、カワセミの嘴と同様の形状にした低抵抗の新幹線の先頭部<sup>7</sup>、ハスの葉の表面の撥水構造を利用した洗浄不要の容器<sup>8</sup>といったイノベーションが実現している。生態系や自然が保有する技術やシステムをシステムティックに応用し、将来必要となる技術を考案できるようになれば、このようなイノベー

ション事例が増加し、環境負荷低減に大きく寄与することが期待できる。

そこで、本研究では、地球環境問題の大きな転換期とされる2030年を想定し、その厳しい環境制約のもとで成立する低環境負荷技術を、自然が持つ技術を応用して創出する手法を研究し、その妥当性を検証することを目的とする。

### 2. 方法

本研究で用いた手法は、「生活に関わるテーマの選定」、「環境制約条件の定量化」、「ライフスタイル・デザイン」、「テクノロジーの創出」で構成されている(図1)。本手法は、現在の研究動向や技術分野、あるいは企業の経営戦略にとらわれず、将来望まれるライフスタイルを実現するのに必要な技術を考案することが狙いであるため、フォアキャストではなく、バックキャストの観点を取り入れた。「ライフスタイル・デザイン」は企業のデザイナーグループ、「環境制約条件の定量化」及び「テクノロジーの創出」は企業外部の環境・技術専門家によって実施される。

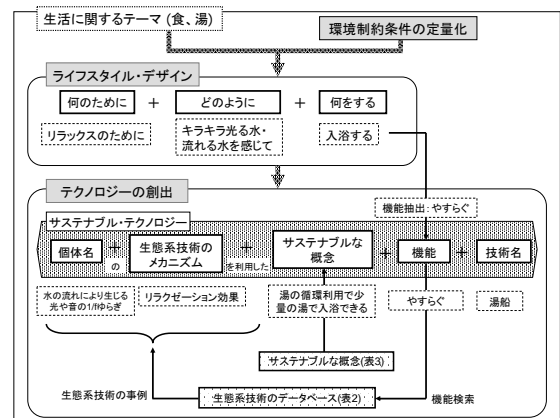


図1：機能分析による技術創出手法(「湯」の事例)

本手法では「ライフスタイル・デザイン」の対象を絞りこむため、生活に関わるテーマを選定する必要がある。本研究では、「食」と「湯」というテーマがライフスタイル・デザインを実施する企業により選定された。

「環境制約条件の定量化」では、IPCC の報告書<sup>9</sup>、政府の発表資料等を用いた(表 1)。

「ライフスタイル・デザイン」では、企業デザイナー5、6人が2時間程度のブレインストーミングを実施し、将来の環境制約の中でも捨てられない利便性や望ましいライフスタイルを抽出した。これにより抽出されたライフスタイルは、「何のために」「どのように」「何をする」の3要素に分け、整理を行った。

「テクノロジーの創出」では、挙げられたライフスタイルを実現するために必要な技術を考案する。ここで、必要技術を考案するための支援ツールとして、ネイチャーテック研究会が構築したネイチャー・テクノロジー データベース<sup>8</sup>とBiomimicry Instituteが構築したデータベース<sup>9</sup>を本研究グループで統合し、新しく機能分類を導入したデータベース(表 2)を用いた。また、必要技術を考案するためのもう一つの支援ツールとして、「サステナブルな概念」(表 3)を新規に構築した。このサステナブルな概念は、環境配慮型の技術やシステムに見られるものであり、低環境負荷を実現するための技術開発に一定の方向性を示すことができる。

「テクノロジー創出」の具体的な手法としては、まず、ライフスタイル・デザインによって示された将来のライフスタイルを実現するのに必要な技術の機能を抽出し、生態系技術のデータベース(表 2)を用いて、それと同様の機能を有する生態系技術を検索する。検索された生態系技術が保有するメカニズムと、サステナブルな概念(表 3)をテクノロジーに付与することで必要技術としてのテクノロジーを考案できる(図 1)。このようにして考案されたテクノロジーは、特許レベルではないが、技術開発の方向性を示すものとなる。

表 1：環境制約条件

項目	基本項目	環境制約条件 (2030年、日本の場合)
人口	ライフスタイルが大きく異なる極端な世帯構成が存在(アダルトシングル、カップル、シニアシングル)	・人口1億1800万人(2005年より約10%減少) ・世帯数4900万世帯(2000年より約6%増加) ・生産年齢人口6740万人(2005年より約20%減少)
地球温暖化	温室効果ガス削減規制(自主規制を含む)	2030年には、地球温暖化対策のための規制が執行され、製品使用時にCO2排出量が2004年時に普及している製品と比較して、平均的にCO2排出量を50%以上削減した製品でなければならない。
エネルギー	石油、電気、ガス、灯油の価格(生活に影響が出始める可能性があるレベルまで価格上昇を想定)	・エネルギー価格が2倍に上昇(ガソリン代は3倍に上昇) ・製品のエネルギー効率50%以上向上
資源	金属、非金属、プラスチック、樹脂の価格(生活に影響が出始める可能性があるレベルにまで価格上昇を想定)	・資源価格が2倍に上昇 ・製品の資源利用は50%削減 ・製品の資源生産性は8倍向上
水	生活用水、工業用水、農業用水の価格が上昇	・水使用料は2倍に上昇
食料	食料(農水省が不測時を想定した最悪のケースを想定。自給率の低い食料については、食生活に影響が出始める可能性があるレベル)	—
その他	基本的には家庭内を想定するため、社会システム、交通システム等のライフスタイルは今回は除外。	—

表 2：生態系技術のデータベースの構造

大分類	小分類	個体名	機能
体温管理	保温	バンドウイルカ	放熱を防ぐ脂肪
		トウペンマクケムシ	風を防ぐことにより太陽熱を保温する巣
		コウテイペンギン	保温性の羽
循環	水分回収	ホッキョクグマ	脂肪と毛皮による断熱
		ダニ	空気中から水分を吸収する
		キリアツメゴミムシダマン	親水・疎水部がモザイク上になった表皮で空気中から水を回収する
情報察知	季節察知	カマキリ	積雪量を察知して産卵する
		オジロジカ	季節に対応した毛皮の変化
	危険察知	ゾウ	地震等の危険察知
		魚	お互いがぶつかることなく泳ぐ
		クロタマムシ	森林火災察知

ネイチャー・テクノロジー データベース<sup>8</sup>、Biomimicry Database<sup>9</sup>より作成

表 3：サステナブルな概念

循環
共有
ネットワーク
3R(Reduce-Reuse-Recycle)
自然との共生
省エネ・省資源
長寿命
モノからサービスへ
コミュニティ
愛着
簡明

本研究では、「食」と「湯」の2つのテーマについて3つの企業デザイナーグループと共同でライフスタイル・デザインを実施し、テクノロジーの創出まで行った。テクノロジーの創出については、生態系技術の機能面に着目する機能分析(図1)に加え、生態系技術のデータベースやサステナブルな概念を基礎資料として機能分析を行わず、インスピレーションによってテクノロジーを考案する手法も同時に行った(図2)。

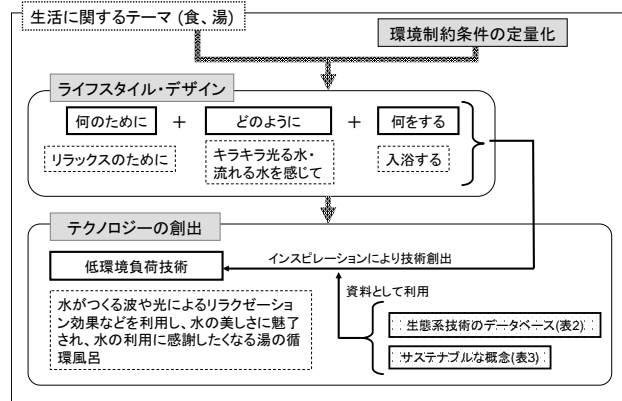


図 2：インスピレーションによる技術創出手法（「湯」の事例）

### 3. 結果と考察

本手法によって創出されたテクノロジーを表4に示す。左が機能分析によって創出されたテクノロジー、右がインスピレーションによって創出されたテクノロジーである。

表 4：本手法によって創出されたテクノロジー

テーマ	機能分析によって創出されたテクノロジー	インスピレーションによって創出されたテクノロジー
食	光や音の1/fゆらぎのリラクゼーション効果に応用した少ない食量でも食欲を満たす食事法(サプリメント)	気化熱利用、中長期保存ボックス 漬物・干物保存用メソポア利用による脱臭壁付きボックス 育虫 省エネ、コンパクト冷蔵・冷凍庫 マンション共有型巨大冷蔵・冷凍庫 パッシブ駆動による短期冷蔵・冷凍庫 屋上共同栽培技術 立体的省スペース家庭ベランダ栽培 ダイニングの色・香りを発する壁又は環境制御による味の最適化技術 人間の体内のpH・糖・温度測定による健康測定技術 2030年の新しいレシピ(現在ないレシピ)
湯	水の流れによる光や音の1/fゆらぎのリラクゼーション効果に応用した湯を循環利用し、少量の湯でやすらぐ湯船 ホッキョクグマの毛の空洞構造、脂肪、紫外線に対する熱伝導性からなる断熱構造に応用した省エネ・省資源で保温性能の高い湯船(ポット) ハゴロモグサの産毛によって水や汚れをはじく表面構造に応用した省エネ・省資源の汚れや水分をはじく風呂場の床 キリアツメゴミムシダマシの親水性の表面・疎水性の表面を組み合わせた凹凸が、空気中の水分を効率よく集め、疎水性の表面を流れるという現象に応用した省資源で側面を清潔に保つ湯船 アフリカガエルなどの微生物や細菌を攻撃するペプチドを身近な自然界の物質から生成する技術に応用した省資源で殺菌効果を持つ洗剤	湯船に入ると風の循環などで顔の周囲だけが冷える頭寒足熱節水風呂 湯船の側面に設置する水流を利用した小型水力発電装置 水がつくる波や光にリラクゼーションを利用し、水の美しさに魅了され、水の利用に感謝したくなる循環節水風呂 湯の保温機能の優れたシマウマの縞模様がつくる対流に応用した自動拡販風呂 設定温度の湯のみ放出され、冷たい捨て水は循環、再利用される節水シャワー サメ・カジキ等の皮膚表面構造を利用した低抵抗ホースや配管 高齢者向けの、垢がたまりにくい高摩擦力の床 発電床を利用した家庭内での小型発電装置 人のいるところだけに温かさが集まるセンサー付床暖房 風呂の湯と床暖房の湯を再利用する床暖房システム 発電機能、高い保温機能を有する衣類 銅を用いないエコキュート、太陽熱温水器 省エネサウナ

「食」と「湯」の2テーマに関して考案されたテクノロジーと、科学技術政策研究所の技術予測<sup>10</sup>や、経済産業省の技術戦略マップ<sup>11</sup>に示される2030年ごろに実現することが予想される技術との比較を行った結果、これらはほとんど異なっていた。また、生活者のニーズオリエンテッドなテクノロジーが多いという点、本手法により創出されたテクノロジーの持つサステナブルな要素として「省エネ・省資源」がほとんどであったという点が特徴として挙げられる。これらの特徴がみられるのは、本手法が生活者の視点に立ってライフスタイルをデザインしているためであると考えられる。

テクノロジーの創出において、機能分析によるテクノロジーの考案とインスピレーションによるテクノロジーの考案の両者の結果を比較すると、最終的に創出されるテクノロジーに違いがみられた。機能分析によって創出されたテクノロジーには生態系技術のメカニズムがテクノロジーの中に必ず含まれている点で具体的といえる。一方、インスピレーションによって創出されたテクノロジーは、その種類の幅は広がるが、生態系技術のデータベースを必ずしも利用しないため、生態系技術を使わないテクノロジーが含まれる結果となった。

機能分析によるテクノロジーの創出は、テクノロジー考案者が生態系技術の深い知識を持ち合わせなくても具体的なテクノロジーを考案できるが、データベースのデータ量と生態系技術の背景にあるサイエンスの解明度合いに依存する。一方、インスピレーションを用いるテクノロジーの創出では、テクノロジーの考案者の能力に大きく依存するという特徴が明らかとなった。

現在の生態系技術データベースのデータ量は、200件程度であるが、データ量の増加により、機能分析によるテクノロジー創出のメリットが増強される。そのため、今後データベースのデータ量をいかに増強させるかが重要である。また、本研究で用いた手法では、環境負荷低減の効果の測

定が手法内に含まれていない。これを本手法の内部に含めるかどうかについては検討が必要である。

## 引用文献

- 1 Charles H. Willyard and Cheryl W. McClees, *Motorola's Technology Roadmap Process*, *Research Management*, 30(6), 13-19 (1987).
- 2 Ezio Manzini, *Sustainable Everyday*, *Edizioni Ambiente* (2003).
- 3 William Macdonough and Michael Braungard, *Cradle to Cradle*, North Point Press (2002).
- 4 A. J. Jansen and G. van Leeuwen, *Alternative Energy Sources in product design*, Delft University of Technology (2006).
- 5 石田秀輝, 古川柳蔵, 前田浩孝, 'ネイチャー・テクノロジー', *Journal of the Society of Inorganic Materials, Japan* 13, 428-435(2006).
- 6 J.M.Benyus, *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*, Harper Perennial, New York (1997).
- 7 ネイチャーテック研究会, *すごい自然のショールーム*, <http://www.nature-sugoi.net/>
- 8 Biomimicry Institute, *Biomimicry Database*. <http://www.biomimicryinstitute.org/resources/biomimicry-design-portal.html>
- 9 Intergovernmental Panel on Climate Change, *IPCC Fourth Assessment Report*. <http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-syr.htm>
- 10 科学技術政策研究所, *科学技術の中長期発展に係る俯瞰的予測調査 デルファイ調査*, NISTEP Report No.97, (2005).
- 11 経済産業省, *技術戦略マップ 2008*. <http://www.nedo.go.jp/roadmap/index.html>