

Title	人工物の潜在機能に着目したサステナブルデザイン 方法論の研究
Author(s)	南, 和幸
Citation	
Issue Date	2006-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/586
Rights	
Description	Supervisor: 永井 由佳里, 知識科学研究科, 修士

修 士 論 文

人工物の潜在機能に着目した サステイナブルデザイン方法論の研究

指導教員 永井由佳里 助教授

北陸先端科学技術大学院大学
知識科学研究科知識社会システム学専攻

450070 南 和幸

審査委員： 永井 由佳里 助教授（主査）
田浦 俊春 教授
池田 満 教授
伊藤 泰信 助教授

提出年月日：2006 年 2 月

目次

第1章 序論	1
1-1 背景	1
1-2 関連研究	2
1-3 問題と目的	3
1-4 論文の構成	4
第2章 潜在機能に着目したサステイナブルデザイン	5
2-1 サステイナブルデザイン	5
2-2 エコデザイン	6
2-2-1 ユーザーを視点とするサステイナブルデザインの重要性	8
2-3 潜在機能	9
2-3-1 潜在機能の定義	10
2-3-2 人工物とその構成要素から見出される潜在機能	11
第3章 人工物とその構成要素から見出される潜在機能の分析手法	13
3-1 分析手法の提案	13
3-2 アンケートセッション	13
3-2-1 潜在機能の列挙	14
3-2-2 潜在機能の判定	14
3-2-3 重複して回答された潜在機能の統一	16
3-2-4 見出される潜在機能の概念間距離	17
3-2-5 見出される潜在機能の分散	17
3-2-6 人工物とその構成要素から見出される潜在機能の検定	18
3-3 インタビューセッション	18

第4章 実験	21
4-1 目的	21
4-2 方法	21
4-2-1 調査課題	21
4-2-2 調査対象	22
4-2-3 実験の構成	23
4-3 分析	23
4-4 結果と考察	24
4-4-1 人工物とその構成要素から見出される潜在機能数の関係	24
4-4-2 人工物とその構成要素から見出される潜在機能の概念間距離の関係	27
4-4-3 人工物とその構成要素から見出される潜在機能数と分散の関係	54
4-4-4 判別分析による人工物群と構成要素群の検定	57
4-4-5 半構造化インタビューによる発話分類結果の考察	58
4-5 実験結果から得られた示唆	63
第5章 デザイン支援システム	64
5-1 デザイン支援システムの検討	64
5-2 データベースの構築	64
5-3 改善案の抽出	65
5-4 データベースの流れ	66
第6章 まとめ	68
謝辞	69
参考文献	70
発表論文	72

図目次

2.1.顕在機能と潜在機能	9
2.2.人工物と構成要素	11
3.1.概念の階層図	17
3.2.木のテーブルから見出された潜在機能の散布図	18
4.1.見出された潜在機能数（グループ 1）	24
4.2.見出された潜在機能数（グループ 2）	25
4.3.見出された潜在機能数（グループ 3）	25
4.4.ガラスのテーブル&ガラスにおける概念間距離の散布図（No.2.2）	27
4.5.木のテーブル&木材における概念間距離の散布図（No.1.1）	28
4.6.木のテーブル&木材における概念間距離の散布図（No.1.2）	28
4.7.木のテーブル&木材における概念間距離の散布図（No.1.3）	28
4.8.ガラスのテーブル&ガラスにおける概念間距離の散布図（No.2.1）	29
4.9.ガラスのテーブル&ガラスにおける概念間距離の散布図（No.2.2）	29
4.10.ガラスのテーブル&ガラスにおける概念間距離の散布図（No.2.3）	29
4.11.プラスチックのテーブル&プラスチックにおける概念間距離の散布図 （No.3.1）	30
4.12.プラスチックのテーブル&プラスチックにおける概念間距離の散布図 （No.3.2）	30
4.13.プラスチックのテーブル&プラスチックにおける概念間距離の散布図 （No.3.3）	30
4.14.ガラスの掛け時計&ガラスにおける概念間距離の散布図（No.1.1）	31
4.15.ガラスの掛け時計&ガラスにおける概念間距離の散布図（No.1.2）	31
4.16.ガラスの掛け時計&ガラスにおける概念間距離の散布図（No.1.3）	31
4.17.プラスチックの掛け時計&プラスチックにおける概念間距離の散布図 （No.2.1）	32
4.18.プラスチックの掛け時計&プラスチックにおける概念間距離の散布図 （No.2.2）	32
4.19.プラスチックの掛け時計&プラスチックにおける概念間距離の散布図 （No.2.3）	32
4.20.木の掛け時計&木材における概念間距離の散布図（No.3.1）	33
4.21.木の掛け時計&木材における概念間距離の散布図（No.3.2）	33
4.22.木の掛け時計&木材における概念間距離の散布図（No.3.3）	33
4.23.プラスチックのマガジンラック&プラスチックにおける概念間距離の散布図	

(No.1.1)	34
4.24.プラスチックのマガジンラック&プラスチックにおける概念間距離の散布図	
(No.1.2)	34
4.25.プラスチックのマガジンラック&プラスチックにおける概念間距離の散布図	
(No.1.3)	34
4.26.木のマガジンラック&木材における概念間距離の散布図 (No.2.1)	35
4.27.木のマガジンラック&木材における概念間距離の散布図 (No.2.2)	35
4.28.木のマガジンラック&木材における概念間距離の散布図 (No.2.3)	35
4.29.ガラスのマガジンラック&ガラスにおける概念間距離の散布図 (No.3.1)	36
4.30.ガラスのマガジンラック&ガラスにおける概念間距離の散布図 (No.3.2)	36
4.31.ガラスのマガジンラック&ガラスにおける概念間距離の散布図 (No.3.3)	36
4.32.潜在機能数と分散の関係	56
5.1.フローチャート	65
5.2.システムのイメージ図	67

表目次

2.1.従来の設計、リサイクル設計、ライフサイクル設計の比較	7
3.1.潜在機能の判定（課題：テーブル）	15
3.2.重複した潜在機能の統一（課題：テーブル）	16
3.3.木材の回答（木のテーブルと木材のペア）	19
3.4.インタビューの発話の分類	20
4.1.アンケート調査における課題グループの設定	21
4.2.人工物とその構成要素のペア	22
4.3.アンケート調査によって得られた潜在機能数（グループ1）	26
4.4.アンケート調査によって得られた潜在機能数（グループ2）	26
4.5.アンケート調査によって得られた潜在機能数（グループ3）	26
4.6.木のテーブルと木材の概念間距離（No.1.1）	37
4.7.木のテーブルと木材の概念間距離（No.1.2）	37
4.8.木のテーブルと木材の概念間距離（No.1.3）	38
4.9.ガラスのテーブルとガラスの概念間距離（No.2.1）	38
4.10.ガラスのテーブルとガラスの概念間距離（No.2.2）	39
4.11.ガラスのテーブルとガラスの概念間距離（No.2.3）	39
4.12.プラスチックのテーブルとプラスチックの概念間距離（No.3.1）	40
4.13.プラスチックのテーブルとプラスチックの概念間距離（No.3.2）	41
4.14.プラスチックのテーブルとプラスチックの概念間距離（No.3.3）	42
4.15.ガラスの掛け時計とガラスの概念間距離（No.1.1）	42
4.16.ガラスの掛け時計とガラスの概念間距離（No.1.2）	43
4.17.ガラスの掛け時計とガラスの概念間距離（No.1.3）	43
4.18.プラスチックの掛け時計とプラスチックの概念間距離（No.2.1）	44
4.19.プラスチックの掛け時計とプラスチックの概念間距離（No.2.2）	44
4.20.プラスチックの掛け時計とプラスチックの概念間距離（No.2.3）	45
4.21.木の掛け時計と木材の概念間距離（No.3.1）	45
4.22.木の掛け時計と木材の概念間距離（No.3.2）	46
4.23.木の掛け時計と木材の概念間距離（No.3.3）	47
4.24.プラスチックのマガジンラックとプラスチックの概念間距離（No.1.1）	47
4.25.プラスチックのマガジンラックとプラスチックの概念間距離（No.1.2）	48
4.26.プラスチックのマガジンラックとプラスチックの概念間距離（No.1.3）	49
4.27.木のマガジンラックと木材の概念間距離（No.2.1）	49
4.28.木のマガジンラックと木材の概念間距離（No.2.2）	50

4.29.木のマガジンラックと木材の概念間距離 (No.2.3)	50
4.30.ガラスのマガジンラックとガラスの概念間距離 (No.3.1)	51
4.31.ガラスのマガジンラックとガラスの概念間距離 (No.3.2)	52
4.32.ガラスのマガジンラックとガラスの概念間距離 (No.3.3)	53
4.33.課題毎に見出された潜在機能の分散	54
4.34.判別分析による有意確率結果	57
4.35.木のテーブルから木材ほどの潜在機能が見出せない理由の分類	58
4.36.ガラスのテーブルからガラスほどの潜在機能が見出せない理由の分類	59
4.37.プラスチックのテーブルからプラスチックほどの潜在機能が見出せない理由の分類	59
4.38.ガラスの掛け時計からガラスほどの潜在機能が見出せない理由の分類	60
4.39.プラスチックの掛け時計からプラスチックほどの潜在機能が見出せない理由の分類	60
4.40.木の掛け時計から木材ほどの潜在機能が見出せない理由の分類	61
4.41.プラスチックのマガジンラックからプラスチックほどの潜在機能が見出せない理由の分類	61
4.42.木のマガジンラックから木材ほどの潜在機能が見出せない理由の分類	62
4.43.ガラスのマガジンラックからガラスほどの潜在機能が見出せない理由の分類	62

第1章 序論

1-1 背景

飛躍的な先端技術の発展に伴い、人類はこれまでに様々な人工物を生産してきた。これら人工物は快適性や利便性を追求し、今日まで我々に多くの恩恵を与えてきた。しかし環境省により現在、大量生産・大量消費による環境破壊や資源の枯渇化が大きな問題となっていることが報告されている[1]。このため限りある資源を使い続けていくためには、物質の流れを循環させ持続的な使用を可能とする、環境時代の新たな人工物のあり方を探ることが、デザインの重要な課題となっている。

このような問題を背景に産業界においては、これまでの機能、品質、安全性、デザイン、それに低コストといった製品設計に加え、環境影響も重要な側面として考慮されるようになってきた[2]。現在、例えば新しいプラスチックによって、製品の概観設計(スタイリング)の多様化が進み、製品重量の大幅削減や素材の節約に役立っている[3]。またマイクロエレクトロニクスの目覚ましい発展により、製品の超小型化と電子制御システムの利用拡大における、エネルギー消費の削減も可能となっている[4]。一方でライフサイクルが終わった製品をどのように取り扱うかといった問題について、設計段階から取り組むようになってきた。しかし、現時点で実現されていることは、製品の解体、パーツの破碎処理、素材の分別とその再利用におおむね限られている。複雑な製品の技術的な発展にはこれまで、どんな場合も部品あるいは素材の点数の増加を伴ってきた。使用される素材の種類は絶えず増え続け、プラスチックや半導体といった複合材料はもはや分離することは不可能となっている。また現代の工業製品は往々にして多数の部品、あるいは部品群を使用しており、また、溶接、圧接、塗料などの、破壊しないことには部品の分離が不可能な複雑な接合方式を採用しており、製品を経済的に分解することができなくなっている。このため現在のリサイクル方式は急速に限界に達している。使用素材の削減、容易に分解できる接合方式の採用、新素材の開発などといった対応策では限られた効果しか得られず、今日まで生産してきた製品を循環させ持続的に使用することは大変困難な状況に陥っている。

産業界は環境での調和面で、これまでにある程度の進歩を遂げてきたが、このような生産者によるトップダウン的な手法のみでは、真に環境にやさしい製品に求められる要求事項を満たすことはできないと考える。これから我々が目指していくべき循環型社会においては、生産者側からの視点で環境に良い製品を考えることはもちろん重要であるが、その製品を選択・使用し、廃棄するユーザーの行動についても考えることが重要である。ユーザーが製品を「生産者が作った価値」と捕らえてその価値を消費し、廃棄するだけでなく、製品に自分なりの新たな価値を見出していく考えを広げることで、製品自体の超寿命化・リユース・リサイクルの増加を、ユーザー自身がポジティブに行うこ

とによって、真に持続的な製品に結びつくのではないだろうか。

しかしボトムアップ的な手法、つまり製品を使用するユーザーの振る舞いに着眼した手法は、今日まであまり議論されてこなかった。この原因として人間がマクロに関わる環境問題の難しさが指摘されている [5]。不確実性を持った意思決定者であるユーザーを含んでいることから、その挙動の予測や制御は非常に困難である。従って、より効率的であるトップダウン的な手法がしばしば採られている [6]。生産者によるトップダウン的な手法を採ることによって効率的に持続型社会を形成することは可能ではあるが、トップダウン的にすすめることによって、限定的であるにしても制約を加えられるということは、人間の創造的で自由な活動を衰退させる危険性がないともいえない。従ってそれらに対する制限は最小限にし、真に環境に配慮された持続性に優れた人工物のあり方を探ることが必要不可欠である。

1-2 関連研究

従来の製品（人工物）は、ある目的をはたすために生産されてきた。例えば椅子は、人が腰を掛ける目的で、その機能をはたすために、設計されている。つまり、従来の人工物は、使われ方や使われる場所を、予め定められて生産されている。しかし実際に人工物は、多種多様な状況で使用され、しかもその状況に合わせて使い方も変化していると思われる。従って、人工物が持続的に使用されるには、固定的な状況にのみ対応した機能を付加するのではなく、様々な状況に対応して機能が発現される人工物が望ましいと考えられる [7]。この様々な状況に対応して機能が発現される人工物として「潜在機能」という概念が存在する。潜在機能とは、人工物の置かれる状況が変化することで、人工物と人間との相互作用のなかから「ものの見方」が生成され、その結果として、本来人工物が持つ機能とは異なる、人工物に内包されている潜在的な機能が顕在化したものを呼ぶ。モノとヒトとのインストラクションによって機能が誘発される考えとしてアフォーダンスが良く知られている [8] [9]。従来の設計とは、ある「ものの見方」のもとに決定された使用に対して、ある制約のなかで最適な構造や仕組みを考案する、つまり、決められた機能をピックアップさせ、物体自身をどう取り扱ったら良いか、メッセージをユーザーに対して発している、いわば、アフォーダンスである。これに対して、潜在機能は、「ものの見方」を固定せずに、人工物とユーザーとの関わりのなかで、その目的や意味が生成されるような、考え方である。この潜在機能が豊富に含まれた人工物が社会に増えれば、当初の機能が不要になった場合にもユーザーが様々な機能を見出し、使用する結果、廃棄行動の抑制や再利用の向上がもたらされると期待されている。

1-3 問題と目的

先行研究において、潜在機能の観点から持続性に優れた人工物の評価手法は提案されている [10]。しかしながら具体的にどのような人工物がユーザーにとって潜在機能が見出しやすいのか明らかにされていない。そもそも現代の人工物は明示的な機能を実現させるために、コスト面や機能面で合理的で無駄なく設計されている。またその複雑化する人工物により、ユーザーは、ただ明示的な機能を使い続けることしかできず、新たな機能を見出す余地はない。従って、潜在機能が見出しやすい糸口となる人工物が存在しないのである。また潜在機能が見出しやすい人工物は、ユーザーの習慣や知識などに大きく関わる。そのため見出される潜在機能は使用者によって異なることから、「誰にでも潜在機能を見出しやすい人工物」を製作することは非常に困難である。

そこで筆者は、潜在機能が豊富に含まれる人工物の特徴として、人工物とその構成要素から見出される潜在機能の差異に注目している。モノの在り方は、システム論においては、自然システムや人間活動システムと対峙して議論されてきた [11]。すなわち、人工物システム（モノ）は目的に適合することを意図してつくられたものであり、自然システムとは異なるという考え方である。たしかに、自然システムは、それ自体には人間の目的は埋め込まれておらず、それとの関わりのなかで人間にとっての意味が生じていると考えられる。このような意図した目的が付加されていない自然システムからは、新たな機能が見出しやすいと考えられる。例えば一般的にテーブルやタンスといった人工物よりも、それらを構成するガラスや木材といった構成要素からのほうが、潜在機能を見出しやすいと思われる。しかし、同じ構成要素を持つ人工物であるならば、構成要素から見出される潜在機能が、人工物から見出されても不思議ではない。つまり、現在存在する人工物は、その構成要素にまで注目した潜在機能を見出せにくくしている、阻害要因があるのではないかと考えた。この阻害要因を取り除くことによって、人工物からでもその構成要素程の潜在機能が見出されるのではないかと考える。

そこで本研究の目的は、人工物とその構成要素から見出される潜在機能の差異に注目し、潜在機能が豊富に含まれる人工物の特徴を明らかにする。またその特徴をデザインするための方法論の構築を試みることである。具体的に本論では、人工物とその構成要素のペアの関係にある課題から、それぞれできるだけ多くの潜在機能を見出してもらうアンケート調査を行う。次に概念辞書を用いて、その両者から見出された潜在機能の定量化を行う。そして判別分析により、両者から見出される潜在機能は、まったく異なるものとして見出されているのか、あるいは何らかの特徴的な傾向を持って見出されているのか、その関連性を明らかにする。また構成要素から見出される潜在機能を、なぜその構成要素を含む人工物からは見出すことができないのか半構造化インタビューにより、その阻害要因を明らかにする。さらに人工物からでもその構成要素程の潜在機能を見出させるためには、どのような改善策が可能性として考えられるのか聞き出す。以

上の実験結果を基に、実際のデザイン開発での活用を考慮したデザイン支援システムの提案を行う。

1-4 論文の構成

本論文の構成についてあらかじめ簡略に紹介しておく。本論文は序論である本章を含め 6 つの章で構成されている。第 2 章では、サステイナブルデザインに関する従来の研究について述べた後、本研究で注目する潜在機能の概念について説明する。第 3 章では、本研究で提案するユーザーが人工物とその構成要素から見出す潜在機能の関係の分析手法について説明する。第 4 章では、提案した手法による実験、分析、結果、考察の順にまとめている。第 5 章では、第 4 章の考察結果を踏まえた、デザイン支援システムの提案について、まとめている。そして第 6 章は、本研究の研究成果のまとめとする。

第2章 潜在機能に着目したサステナブルデザイン

2-1 サステナブルデザイン

現代社会を成立させている経済原理は、無尽蔵の資源及びエネルギーを前提とし、生産から廃棄へという一連の流れを生み出したが、地球環境、人間の生活環境を見れば、現在の環境・生活を維持していくためには、地球規模での持続力が必要である。サステナブルディベロップメントという言葉が登場したのは、1972-87年の国際連合における「環境と開発に関する世界委員会」（ブルントラント委員会）で、報告書「我ら共有の未来」の中で、循環的なプロセスを持たない大量生産→廃棄のシステムを批判し、環境の危機を訴え、地球的規模での恒久的対策をとる必要を提唱した[12]。サステナブルディベロップメントとは、「持続可能な開発」あるいは「永続的な発展」と訳され、経済活動と自然環境のバランスが永続的に両立するシステムを構築し地球環境の再生と消費のサイクルを維持することをめざす、国際的な開発のための指針である。

実に様々な要素によって構成されている環境問題は、限られた要素のみに注目した対策ではその効果は薄く、広い領域にまたがって問題に取り組む必要がある。そこで現在では、循環型社会に向けた対策は大きく2つに大別されている[13]。

1つ目は、技術的アプローチである。現代における、環境に負荷を与える膨大な資源エネルギーフローのほとんどの局面で圧倒的に主役を演じているのは、産業経済活動、つまり企業の生産活動であることには間違いのないであろう。従って、持続可能な社会にとって決定的に重要なことは、産業活動のグリーン化である。19世紀に入って公害問題の激化に伴い防止技術の開発が加速され、20世紀に入り、世界的に循環型社会への形成に向けた動きが加速し、自社が生産する製品・サービスに対して環境への社会的責任を負うようになってきた。この結果、産業活動のグリーン化がビジネスに直結してきたため、率先して環境保全に取り組む企業が増え続けている。代表的なものとして、自動車の排気ガスの浄化、低公害燃焼の導入、低公害燃焼施設の開発、低公害エンジンの開発、不純物除去技術、代替材料の開発などが挙げられる。

2つ目は、社会的アプローチである。環境問題に対処するためには、人間活動の制御が必要である。このとき、人間活動の質を維持しつつ環境インパクトを最小化すること、つまり、持続可能な発展を図ることが必要である。人間活動の基盤は個人の活動であるが、現代社会では個人の活動は社会のしくみの中でその規範に沿って行われている。従って、環境問題も社会のしくみと深い結びつきを持つことになる。その社会のしくみを考え方のレベルから変えていくことが、循環型社会の形成の基本スタンスである。また環境問題の発生につながる活動を、法的な力によって抑制することも必要であろう。環境問題の根源は人間活動であるように、人間の行動をコントロールするために、法の力が必要であることは異議のないことであろう。

2-2 エコデザイン

このような背景を受けて近年エコデザインという考え方が広く浸透してきた。エコデザインは様々な分野において使用されている言葉であるが、製品開発に即していうと製品のライフサイクルで環境に与える影響を検討し、製品開発を高める設計や生産のことを示している。製品のライフサイクルを中心として、コスト（原料コスト、製造コスト、ランニングコスト、リサイクルコスト、処理コストなどのライフサイクル全体での費用）、インパクト（地球の温暖化、オゾン層破壊、資源枯渇など地球環境に与える影響）、パフォーマンス（安全性、利便性、施工性などの製品性能）の3つの要素の総和がエコデザイン製品としての総合価値指標となる [14]。

これまでの設計製造の基本的な視点は、「機能・品質の高いものを設計し、いかに効率よく作るか」であり、廃棄物処理やリサイクルの視点では、「排出されたものをいかに安全に大量処理できるか」であった。これらは要素技術としてそれぞれ重要であるが、これらの視点に加え、「要求されるサービスを満足させ利益を確保しつつ、いかにムダに資源・エネルギーを消費しないで済ませるか」が必要となっている。従って、ライフサイクル設計の基本的な考え方は、製品ライフサイクル全体の視点から、資源・エネルギー消費量、廃棄物量、および、環境負荷（CO₂、有害物など）を最小化するように循環型製品ライフサイクル・システムを実現することを目的としている。このように「ライフサイクル設計」が重要となる訳は、製品の多くの特性は設計時点で決められてしまうからであり、さらには、製品とその製品がたどるライフサイクルは不可分な関係であるからである。たとえば、金属と多種類のプラスチックが分解困難な形で結合された構造の製品は、リサイクルすることは極めて困難で高コストになってしまう。このため、対象製品のライフサイクル特性を十分に把握し、ビジネス戦略の策定、製品設計、プロセス設計を総合的に行う必要がある [15]。表 2.1 には従来の設計、従来のリサイクルのみを目的としたリサイクル設計、およびライフサイクル設計の違いを示す。

表 2.1. 従来の設計、リサイクル設計、ライフサイクル設計の比較

	従来の設計	リサイクル設計	ライフサイクル設計
視点	製品の使用	製品の廃棄後	製品ライフサイクル全体
目的	使用段階でのコスト・パフォーマンスの最大化	リサイクル率の向上	ライフサイクル全体での環境効率の向上
逆工程	考えない	ゴミのリサイクル	循環を前提に価値を維持
環境問題	考えない	ゴミ問題の解決	循環させることによる環境負荷の大幅な削減
経済性	販売までの最適化	リサイクルがコストを高める	循環させた方が経済性が向上する。
使用者	便利なものを買う。すぐ買い換える	リサイクルコストを負担	循環させることにより、コストが安くなる。
促進要因の例	市場経済	ゴミ問題 循環型社会 家電リサイクル法	循環型社会 3R 拡大製造者責任 汚染者負担の原則

この製品のライフサイクル特性を知る手法として、LCA（ライフサイクルアセスメント）が最もよく知られている手法である。LCA は環境影響評価手法であるが、エコデザインの重要な手法として位置づけられている。LCA は、環境にやさしいとは何かということ突きつめ、徹底的に検討するために、まずデータを収集することから始める。まず目的と考察する範囲を定め、原料の採集から、生産、加工、輸送、販売、リサイクル、廃棄までの全段階を考える。いわゆる、ゆりかごから墓場までの（From cradle to grave）の分析である [16]。製品改良のための基礎データとして、従来の製品をどのように改良すれば、ライフサイクル全体を通して環境負荷を低減できるかを調べるのである。たとえば、電気製品の素材部品となる材料をプラスチック製にするのか、鉄・非金属材料にするのか、といった問題である。これが、原材料として違うだけでなく、製造工程やエネルギーの利用、あるいは使用が終わったあとのリサイクルの可能性、廃棄されたときの環境負荷の違い、などが全体として考慮されて、材料の変更を行うことが可能である。また LCA によって、どのような製造工程が全体としての環境負荷を減少させるか調べることができる。されには、材料購入における環境配慮の実現、廃棄物処理、どのような製品を生産していくかなどの、企業の浅酌的な決定にも LCA は重要な情報を与えることができる。

更に企業による使用以外にも、自治体などの行政サイドでも、LCA を行うことによってどのような技術を奨励、促進すべきであるかについての情報を得ることができる。たとえば、電力を石炭火力、石油火力、天然ガス、原子力、太陽光などの自然エネルギー

のいずれかで供給すべきであるか、日本でも LCA の分析が行われている。このような LCA が正確に行われているならば、更に費用などを考慮した費用効果分析などを行うことによって望ましい電力供給の組み合わせを検討することができる。

2-2-1 ユーザーを視点とするサステイナブルデザインの重要性

前項では企業の製品開発の場におけるエコデザインへの取り組みについて述べた。しかしミラノ工科大学のマンツィーニらによって、「技術によって私たちの生活は完全にサポートされているが、一方で生活の自己決定権を失いつつある。」と述べ、エコデザインの考え方に人間的なファクターを考慮したサステイナブルデザインの重要性を示している [17]。(尚、エコデザインとサステイナブルデザインについては、いろいろな考え方があるが、本論ではエコデザインの考え方に、人間的なファクターを考慮し、人間の自然な活動に注目したデザインとして捉えるものとする。) 確かに生産者によるトップダウン的な手法を採ることによって効率的に持続的型社会を形成することは可能ではあるが、トップダウン的にすすめることによって、限定的であるにしても制約を加えられるということは、人間の創造的で自由な活動を衰退させる危険性がないともいえない。従ってそれらに対する制限は最小限にすべきである。

この問いに対してマンツィーニは、[「RELIEVING (しないようにする)」より「ENABLING (できるようにする)」] に焦点をあてたデザインを提案している。RELIEVING というのは、人間が自分の欲求を満たそうとするとき、製品サービスですべてを満たしてしまうことをいう。それに対して、ENABLING は、人間が自分で行動、実践し、動くように技術的にデザインの的にサポートすることをいう。私たちが生きていく上で自分の欲求を満たすときに、欲求の満たし方、自己実現の仕方は RELIEVING で企業が提供するのではなく、ENABLING で提供していくことが望ましいと主張している。本研究ではこのような背景を元に、ユーザー自身が自ら人工物との関わりを見出す潜在機能の考えに注目している

2-3 潜在機能

従来の、人工物はある目的をはたすために、生産されてきた。例えば椅子は、人が腰掛ける機能をはたすために、設計されている。つまり、従来の人工物は、使われ方や、使われる場所を、予め定められて生産されている。しかし実際に人工物は、多種多様な状況で使用され、しかもその状況に合わせて使い方も変化していると思われる。従って、人工物が持続的に使用されるには、固定的な状況にのみ対応した機能を付加するのではなく、様々な状況に対応して機能が発現される人工物が望ましいと考えられる。このような、ある限られた場によって明示的に埋め込まれた機能のことを「顕在機能」と呼ぶ。これに対して、人工物の置かれる場が変化することで、新たに発現する機能を、「潜在機能」と呼ぶ。図 2.1 は紙コップの顕在機能と潜在機能の例である。紙コップは顕在機能として「飲料入れ」の機能を持っているが、場が変化することによって、潜在機能として「メモ用紙」の機能「筆記用具入れ」の機能「針山」の機能などが挙げられる。こうした機能のことを潜在機能と呼ぶ。

場の変化としては、温度などの物理的条件や置かれる場所などの他、使う人間の思考に関する場の変化が考えられる。すなわち、同じ人工物が同じ物理的条件や場所で使われても、その人工物がどのように使われるかは、それを使う人間によって変わると考えられる [18]。一方で、同じ人間からみても、様々な潜在機能を見出しやすい人工物もあれば、見出し難い人工物もあると考えられる。このような潜在機能が見出しやすい「ものづくり」ができれば、当初の機能が不要になった場合にもユーザーが様々な機能を見出し使用する結果、廃棄行動の抑制や再利用の向上がもたらされると期待される。



図 2.1. 顕在機能と潜在機能

2-3-1 潜在機能の定義

吉川によって実体の持つ機能は以下のように定義されている [19]。

定義 1

実体集合とはすべての実体を元とするような集合である。すべての実体とは、存在するもの、存在したもの、存在するであろうものを含む。これを集合 S' とする。

定義 2

属性の項目とその値 属性を実体を持っている様々な物理的性質、科学的性質とする。各性質を属性の項目と言い、1 つの実体には各項目ごとに 1 つの値が与えられていて、それは 1 つに限る。ここで属性表現の方法を定めておく。属性の項目を a_i 、それに値 v_{ij} を与えることを $a_i = v_{ij}$ と書く。すると $\{a_1 = v_{11}, a_2 = v_{21}, \dots, a_n = v_{n1}\} = s'_1 \in S'$ という形式で実体集合 S' の元の s'_1 が記述される。

例えば、鉛筆の属性表現は {全体形状=6 角柱, 端部形状=円錐, 構造=黒鉛の芯が木で包まれている, 長さ=18cm, 断面=1 辺 3mm 正 6 角形で中心に 1mm 径の芯, 色=芯は黒で木は茶色, 外部は緑, 重量=5g, ...} となる。表現は一意ではないが、項目を増やせば増やす程、実体は正確に記述されることが分かる。またこの例で解かるように、属性の値とは、必ずしも数値でなくてもよい。このとき、文鎮として使える項目は、重量と全体形状が適当である。すなわち、字を書くという鉛筆本来の挙動も、文鎮という特殊な挙動もそれを支える属性は全属性のうちの一部にとどまっていることである。このように実体の挙動は実体を持つ属性のうち一部が実体の置かれた状況によって独自に発現した結果として構成され発揮されるものである。そこで次の定義が与えられる。

定義 3

ある実体を、ある状況に置いたときに発現する属性によって観測される挙動を、その状況における顕在機能という。状況が変わることによって異なる機能が現れるが、その現れる可能性のある全挙動を、その実体の潜在機能という。

以上から解かるように、実体つまり人工物は明示的な機能を満たすための属性以外にも、普段様々な属性を持っている。その本来は発現されていない属性が、状況が変化することによって発現した結果として現れる挙動（機能）を、その人工物の持つ潜在機能と定義されている。

2-3-2 人工物とその構成要素から見出される潜在機能

先行研究において、潜在機能の観点から持続性に優れた人工物の評価手法は提案されているものの、具体的に潜在機能の豊かな人工物はどのような特徴を持っているかは明らかにされていない。現代の人工物は明示的な機能を実現させるために、コスト面や機能面で合理的で無駄なく設計されている。またその複雑化する人工物により、ユーザーは、ただ明示的な機能を使い続けることしかできず、新たな機能を見出す余地はない。従って、潜在機能が見出しやすい糸口となる人工物が存在しないのである。また潜在機能が見出しやすい人工物は、使用者の習慣や知識などに大きく関わる。そのため見出される潜在機能は使用者によって異なることから、「誰にでも潜在機能を見出しやすい人工物」を製作することは非常に困難である。そこで本研究では、潜在機能の豊かな人工物の特徴として、人工物とその構成要素から見出される潜在機能の差異に注目している。本論で述べる人工物とその構成要素とは図 2.2 に示す、木のテーブルと、その木のテーブルを構成する木材のような関係のことを示している。



図 2.2. 人工物と構成要素

以下に構成要素に分解する必要のある人工物と、すでに構成要素に分解されているものから見出される潜在機能の関係を数学的に記述する。

ある人工物 A が α , β , γ の 3 つの構成要素から成り立っているとき、人工物 A は次のように記述できる。

$$\alpha \oplus \beta \oplus \gamma = A \quad [\oplus \text{ は合成を意味する}] \quad (1)$$

このとき α , β , γ それぞれから見出される潜在機能数を α' , β' , γ' ($0 \leq \alpha', 0 \leq \beta', 0 \leq \gamma'$) とするとき、人工物 A の潜在機能数 A' は次のように記述できる。

$$\alpha' + \beta' + \gamma' \leq A' \quad (2)$$

従って、人工物 A と構成要素 α , β , γ それぞれから見出される潜在機能数の関係は次のように記述できる。

$$\alpha' \leq A', \quad \beta' \leq A', \quad \gamma' \leq A' \quad (3)$$

つまり、構成要素を多く持つ人工物から見出される潜在機能の数は、その人工物の構成要素 1 つから見出される潜在機能の数と同じ程度、あるいはそれ以上見出せても不思議ではない。また構成要素 1 つから見出される同種類の潜在機能を、その構成要素を含む人工物からも見出すことが可能ではないかと考える。しかし先行研究において、構成要素程の潜在機能をその構成要素を含む人工物からは見出しにくいことが解かってきている [20]。つまり、現在存在する人工物は、その構成要素にまで注目した潜在機能を見出せにくくしている阻害要因があるのではないかと考えた。

第3章

人工物とその構成要素から見出される潜在機能の分析手法

3-1 分析手法の提案

本章は、本研究で提案する人工物とその構成要素から見出される潜在機能の関係を調べるための分析手法について説明する。

提案する手法で、ユーザーは人工物とその構成要素のどちらのほうから、潜在機能が見出しやすいのか明らかにする。人工物とその構成要素の関係にある課題から、ユーザーにできるだけ多くの潜在機能を見出してもらい、その見出された潜在機能の数を比較することによって、どちらから潜在機能が多く見出されているのか比較する。

次に、人工物とその構成要素から見出される潜在機能は、まったく異なるものとして見出されているのか、あるいは何らかの特徴的な傾向があるのか、その関連性を明らかにする。見出された潜在機能を、概念辞書の木構造に従い概念距離を設定し、機能を定量的に捉える。そして両者から見出される潜在機能を検定することによって、人工物とその構成要素から見出される潜在機能にはどのような有意傾向があるのか比較する。

また、構成要素から見出される潜在機能をその構成要素を含む人工物からは、なぜ見出すことができないのか、半構造化インタビューを行い、その阻害要因を明らかにする。

本研究で提案する分析手法は、人工物とその構成要素から見出される潜在機能の関係について分析を行うアンケートセッションと、構成要素から見出された潜在機能を、なぜその構成要素からは見出すことができないのか分析を行うインタビューセッションの2つのセッションから構成されている。次項3-2では、アンケートセッションについて、3-3からは、インタビューセッションについて詳しく説明する。

3-2 アンケートセッション

アンケートセッションでは、人工物とその構成要素の関係にある両者から見出される潜在機能が、まったく関連性を持たずに見出されているのか、あるいは何らかの特徴的な傾向の基に見出されているのか明らかにする。アンケートセッションは、まず木のテーブルと木材のような、人工物とその構成要素の関係にある2つの課題から、できるだけ多くの潜在機能を見出してもらう。尚本調査は潜在機能の回答方法として、具体的な機能を説明させるのではなく、その機能を持ち得る人工物名を回答させる。例えば、「テーブルの新たな使用方法を考えて下さい」という課題に対しては、ベッド、まな板、本棚、炭などのように回答させる。調査によって得られた回答からまず始めに、人工物とその構成要素から見出される潜在機能の数を比較する（以下、潜在機能数）。このとき、

見出される潜在機能数がより高ければ、その課題からは潜在機能が見出しやすいと考えられる。次に、見出された複数の潜在機能を概念辞書の木構造に従い、見出された潜在機能と課題である人工物とその構成要素までの概念間距離を測る。例を以下に示す。

例 1. 木のテーブルから見出されたすべり台とテーブル&木材の概念間距離

課題：木のテーブル（ペア：テーブル&木材）

見出された潜在機能：すべり台

すべり台とテーブルの概念間距離：9

すべり台と木材の概念間距離：7

これにより、2つの概念間距離が与えられた潜在機能の母集合が2種類設定される。そして設定された2種類の母集合の差を判別分析により検定する。この検定結果、2つの母集合に大きな差がないと検定されれば、人工物とその構成要素から見出される潜在機能は、同じ傾向を持って見出されていると考えられる。また、2つの母集合に大きな差があれば、人工物とその構成要素から見出される潜在機能は、まったく別物として見出されていると考えられる。次項から具体的な手順について説明する。尚、本研究で使用する概念辞書は、独立行政法人情報通信研究所によって製作された EDR 電子化辞書・概念辞書（以下、概念辞書）である [21]。概念辞書は概念間の上位下位関係を記述したものであり、例えば、学校という概念の上位概念としては組織、建物、機能が記述され、下位概念としては小学校や大学などが記述される。概念全体は木構造の形に体系化されている。

3-2-1 潜在機能の列挙

人工物とその構成要素の関係にある課題について、顕在機能以外の使用方法を考えさせるアンケート調査を行う。尚、回答方法は主に、見出された機能を持つ人工物名を挙げてもらう。例えば、「テーブルの新たな使用方法を考えて下さい」という課題に対しては、ベッド、まな板、本棚、炭などのように回答させる。また、より多様な回答を得るために、新たな機能を顕在化させるために、自らは持ち得ないと思われる、「分解」「切断」「溶接」などの様々な行為を可能である状態を想定させる。

3-2-2 潜在機能の判定

アンケート調査によって得られた回答が真に潜在機能であるか判断する必要がある。なぜなら、仮に課題がテーブルであったときの回答が、机、椅子、ベッド、などのように課題であるテーブルと非常に似ている機能を回答している場合がある。そのためアンケート調査によって得られた回答が真に潜在機能であると判断するために、次のように定義する。

定義 4：潜在機能の判定

概念辞書で課題の 1 つ上の上位概念を調べる。

この時、調べた概念より下位に属する回答は、課題の潜在機能ではないとする。

例（課題：テーブル）を表 3.1 に示す。課題であるテーブルの上位概念は「物を載せるために作られた備品」なので、その概念の下位に属する、踏み台、机、椅子は、課題であるテーブルの潜在機能ではないと判定される。従って当初の回答数 10 は 7 に絞られる。

表 3.1. 潜在機能の判定（課題：テーブル）

判定前		判定後	
	回答		潜在機能
1	容器		容器
2	引き出し		引き出し
3	踏み台		踏み台
4	非難器具		非難器具
5	机		机
6	ホワイトボード		ホワイトボード
7	棚		棚
8	避難場所		避難場所
9	重し		重し
10	椅子		椅子
total			7

3-2-3 重複して回答された潜在機能の統一

アンケート調査によって得られた回答は、定義 4 によって潜在機能であることを判定できるが、調査で得られた回答には、似た潜在機能を複数回答している場合がある。そのため、似た潜在機能を 1 つに統一するために、次のように定義する。

定義 5：潜在機能の統一

概念辞書で定義 4 によって潜在機能と判定された回答の 1 つ上の上位概念を調べる。この時、調べた上位概念が一致している回答は、同じ潜在機能であると判断し、1 つに統一する。

例（課題：テーブル）を表 3.2 に示す。非難器具と避難場所の 1 つ上の上位概念を調べると、同じ「事故を防ぐ器具」なので、非難器具と避難場所は同じ潜在機能であると見なし、1 つに統一される。同様にケースと引き出しの 1 つ上の上位概念を調べると、同じ「箱」なので、ケースと引き出しは同じ潜在機能であると見なし、1 つに統一される。従ってテーブルから見出された潜在機能数は 5になる。

表 3.2. 重複した潜在機能の統一（課題：テーブル）

統一前		統一後	
	潜在機能		潜在機能の統一
1	容器		箱
2	引き出し		
3			
4	非難器具		事故を防ぐ器具
5			
6	ホワイトボード		ホワイトボード
7	棚		棚
8	避難場所		
9	重し		重し
10			
total	7		5

3-2-4 見出される潜在機能の概念間距離

見出された潜在機能が課題ペアである人工物とその構成要素からどの程度離れた概念として見出されているか、その概念間距離を測る。概念間距離は概念辞書の木構造に従い、新たに見出された潜在機能と、課題ペアである人工物と構成要素までの距離を概念間距離とする[22]。例（課題：木のテーブル [テーブルと木材のペア]）を図 3.1 に示す。図 3.1 に示すように、木のテーブルから新たに見出された潜在機能とテーブルの概念間距離は、概念辞書の木構造に従い、4 となる。同様に新たに見出された潜在機能と木材の概念間距離は、概念辞書の木構造に従い、7 となる。従って、この例で示した木のテーブルから新たに見出された潜在機能には 2 次元座標（4, 7）が与えられる。

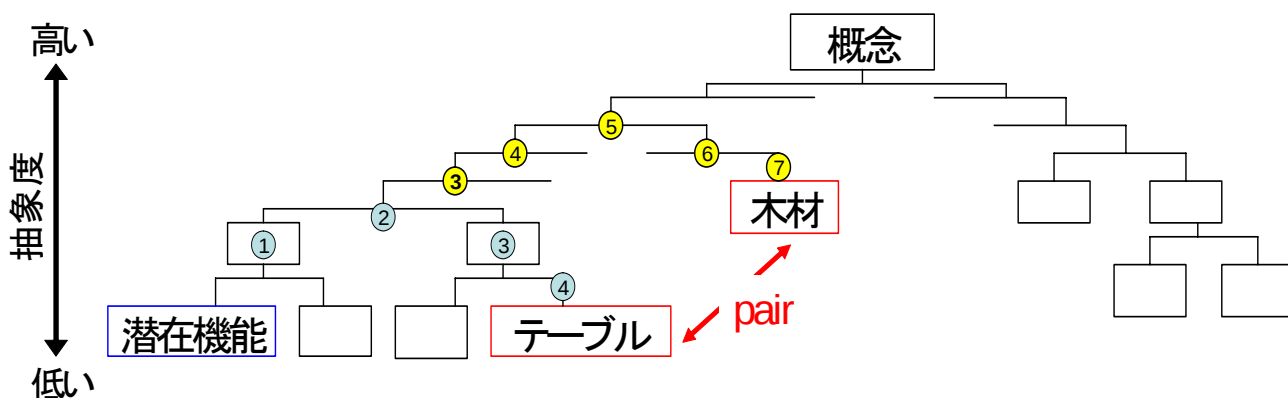


図 3.1. 概念の階層図

3-2-5 見出される潜在機能の分散

2 次元座標が与えられた潜在機能の母集合を、散布図にプロットした例を図 3.2 に示す。図 3.2 は木のテーブルから見出された潜在機能の散布図である。このとき、見出された潜在機能数を n 、見出された潜在機能と人工物の概念間距離を X_n 、見出された潜在機能と構成要素の概念間距離を Y_n として、木のテーブルから見出された潜在機能の分散 σ_{XY}^2 を以下のように算出する。

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n X_i^2 \right) - \bar{X}^2 \quad (4)$$

$$\sigma_y^2 = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n Y_i^2 \right) - \bar{Y}^2 \quad (5)$$

$$\sigma_{xy}^2 = \sqrt{(\sigma_x^2)^2 + (\sigma_y^2)^2} \quad (6)$$

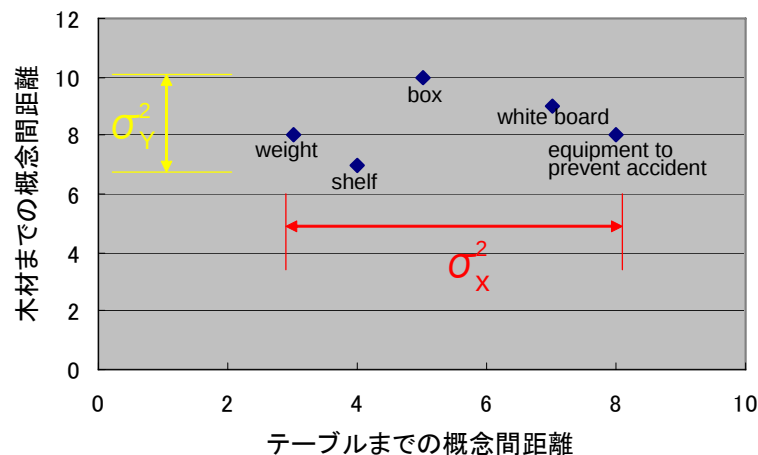


図 3.2. 木のテーブルから見出された潜在機能の散布図

3-2-6 人工物とその構成要素から見出される潜在機能の検定

2つの概念間距離が与えられた人工物から見出された潜在機能の母集合と、その構成要素から見出される潜在機能の母集合の差を判別分析により検定する [23]。判別分析は、対応する2つの変量を持つ、2つのグループに間の差を検定することができる。尚、検定には SPSS を使用する [24]。

3-3 インタビューセッション

インタビューセッションでは、構成要素から見出された潜在機能を、なぜその構成要素からは見出すことができないのか明らかにする。インタビューセッションは、まずアンケートセッションにおいて得られた構成要素が課題時の回答すべに対して、その構成要素のペアを組んだ人工物からでも、同じ潜在機能を見出すことが[できる or できない]の二者択一の質問を行う。この時、「できない」と回答したとき、なぜ見出すことができないのかその理由を説明させ、またその後、構成要素から見出された潜在機能を、その構成要素を含む人工物からでも見出させるためには、どのような改善を人工物に施せばよいのか説明させる。例えば、表 3.3 は木材から見出された潜在機能の回答例である。(木材とペアの人工物は木のテーブルとする。) 表 3.3 に示した【ドア】の機能について、「木材から見出された【ドア】の機能は木のテーブルからも見出すことができますか?」と質問し、被験者に[できる or できない]のどちらか回答をさせる。そして「できない」と回答したとき、「なぜ、【ドア】の機能は木のテーブルからは見出せないと思いますか。」と質問し、その訳を説明させる。その後【ドア】の機能を木のテーブルからでも見出させるために、どのような改善を木のテーブルに施せばよいのか説明さ

せる。この流れを1セットとし、以降【船】【箱】【椅子】の順番にインタビューを繰り返す。

表 3.3. 木材の回答（木のテーブルと木材のペア）

	回答
1	ドア
2	船
3	箱
4	椅子
・	・・・

以上のインタビューセッションで得られた、構成要素程の潜在機能が人工物からは見出せない理由の発話を、表 3.4 に示した 8 種類に分類する。

【使用イメージ】は、当初の人工物の持つイメージと、見出された潜在機能を持つ人工物とのイメージが遠く離れているので、見出すことができないといった発話の分類である。例えば、「屋内で使用するイメージが強いテーブルから、野外での使用する、ホームベースの機能は思いつかない。」などといった発話はこれに分類される。【イメージの妨げ】は、人工物の持つある一部分が使用されないか、あるいはその一部分が特に気になって見出すことができないといった発話の分類である。例えば、「時計の針が気になって、そのせいで思いつかない。」などといった、ある限定的な一部分があるために見出せないといった発話はこれに分類される。【形の差異】は、当初の人工物と見出された潜在機能を持つ人工物との形が大きく異なるので、見出すことができないといった発話の分類である。例えば、「丸いテーブルから、四角い形のイメージが強いドアの機能は思いつかない。」などといった、形の違いに関連した発話はこれに分類される。【分解行為拒否】は、課題に対して分解や切断行為をしようとは思わず、元の形のまま潜在機能を見出そうと考えていたため、見出すことができないといった発話の分類である。例えば「元から存在する機能を崩そうとは思えない。」などといった、元の形を大きく変えたくなかったといった発話はこれに分類される。【回答拒否】は、回答できることを理解していたが、あえて答えなかったという発話の分類である。例えば、「先に一度回答していたので、同じ機能はつまらないと思ったので回答しなかった。」などといった発話はこれに分類される。【派生】は、先の回答の流れから派生して見出されたので、その流れがなければ見出さないと発話した分類である。例えば、「先に黒板と回答し、黒板になるならホワイトボードにもなると思ったので。先に黒板と回答していないとホワイトボードとは回答でない。」などといった発話はこれに分類される。【その他】は、上記 7 種類以外の理由。以上の分類により、構成要素程の潜在機能を見出せにくくしている阻害要因について考察を行う。

表 3.4. インタビューの発話の分類

		主なインタビュー回答	
	分類	1	2
1	使用イメージ	課題のイメージから遠く離れた機能は思いつかない。	
2	イメージの妨げ	〇〇のせいでイメージできない。	
3	形の差異	大きく形が違うのでイメージできない。	著しく加工が難しいと思った。
4	分解行為拒否	元の形を崩したくなかった。	元の形のまま使いたかった。
5	回答拒否	元の機能と似ているので書かなかった。	先に書いた解答と同じだから書かなかった。
6	派生	言葉のイメージから思いついた。	先の回答から思いついた。
7	その他	材料自体が違うもの。	なぜ回答したか分からない。
8	無回答		

第4章 実験

4-1 目的

本章では、前章で提案した分析手法を用いることによって、人工物とその構成要素の関係にあるペアについて、この両者から見出される潜在機能は、まったく関連性を持たずに見出されているのか、あるいは何らかの特徴的な傾向の基に見出されているのか明らかにする。また半構造化インタビューにより、人工物から構成要素程の潜在機能を見出せにくくしている阻害要因を明らかにする。

4-2 方法

本研究で設定した課題、調査対象、及び実験の構成について説明する。

4-2-1 調査課題

本研究で調査する課題を表 4.1 に示す。1～3 の各グループは人工物とその構成要素の関係にあるペアから成り立つ計 6 つの課題で構成されている。被験者 1 人につきグループ 1～3 のいずれか 1 つについて、できるだけ多くの潜在機能を見出してもらう。尚、今回調査する課題は人工物群であるテーブル、掛け時計、マガジンラックの 3 種類と、構成要素群である木材、ガラス、プラスチックの 3 種類のマトリクスの関係になっている（表 4.2）。このマトリクスより設定された 9 個の人工物を、木のテーブルとガラスのテーブルのような同じ人工物群及び、木のテーブルと木の掛け時計のように同じ構成要素群が重複されないように 3 つのグループに分類されている。

表 4.1. アンケート調査における課題グループの設定

グループ 1		グループ 2		グループ 3	
人工物	構成要素	人工物	構成要素	人工物	構成要素
木の テーブル	木材	ガラスの テーブル	ガラス	プラスチックの テーブル	プラスチック
ガラスの 掛け時計	ガラス	プラスチックの 掛け時計	プラスチック	木の 掛け時計	木材
プラスチックの マガジンラック	プラスチック	木の マガジンラック	木材	ガラスの マガジンラック	ガラス

表 4.2. 人工物とその構成要素のペア

		構成要素		
		木材	ガラス	プラスチック
人 工 物	テーブル	木のテーブル	ガラスのテーブル	プラスチックのテーブル
	掛け時計	木の掛け時計	ガラスの掛け時計	プラスチックの掛け時計
	マガジンラック	木のマガジンラック	ガラスのマガジンラック	プラスチックのマガジンラック

4-2-2 調査対象

被験者は総計 9 名である、9 名の内訳は以下の通りである。

- ・職業：大学生 6 名、大学院生 3 名
- ・年齢：21～24 歳（平均 22 歳）
- ・性別：すべて男性
- ・回答グループ：グループ 1 の回答者 3 名
グループ 2 の回答者 3 名
グループ 3 の回答者 3 名

尚、結果を分かりやすく見るために、被験者毎に固有の番号を設定している。以下に固有番号の例を示す。

例	No.1.2	（グループ 1 の 2 人目の被験者）
	No.1.3	（グループ 1 の 3 人目の被験者）
	No.2.1	（グループ 2 の 1 人目の被験者）

4-2-3 実験の構成

実験はアンケートセッションとインタビューセッションの 2 つのパートから成り立っており、アンケートセッション終了後すぐに、インタビューセッションを行う。

① アンケートセッション

所要時間：60 分（各課題 10 分）

被験者一人につき、表 4.1 に設定された 1～3 のいずれかのグループについて、各課題 10 分間で、新たな使用方法を考えさせるというアンケート調査を行う。尚、調査時は被験者がそれぞれ想定する課題のイメージを統一するために、課題の写真を提示する。回答方法は主に、見出された機能を持つ人工物名を挙げてもらう。例えば、「テーブルの新たな使用方法を考えて下さい」という課題に対しては、ベッド、まな板、本棚、炭などのように回答させる。また、より多様な回答を得るために、新たな機能を顕在化させるために、自らは持ち得ないと思われる、「分解」「切断」「溶接」などの様々な行為を可能である状態を想定させる。

② インタビューセッション

所要時間：約 60 分

アンケートセッション終了後すぐに、アンケートセッションでの回答を元に、構成要素から見出された潜在機能をなぜその構成要素を含む人工物からは見出すことができないのか、半構造化インタビューを行い調査する。

4-3 分析

アンケートセッション及びインタビューセッションで得られたデータから、第 3 章で提案した手法により分析を行う。次節から分析結果を示す。

4-4 結果と考察

4-4-1 人工物とその構成要素から見出される潜在機能数の関係

アンケート調査によって得られた各グループの潜在機能数の平均を図 4.1-4.3 に示す。また各被験者から見出された潜在機能数の詳細をグループ毎に表 4.3-4.5 に示す。各グループにおいて、人工物とその構成要素から見出された潜在機能数を比較すると、ほとんどのペアで人工物よりその構成要素からのほうが多くの潜在機能が見出されている。このことから、やはり被験者は複数の構成要素から成り立つ人工物から潜在機能を見出すよりも、木材やガラスといった単純な構成要素からのほうが潜在機能を見出しやすいことが分かる。

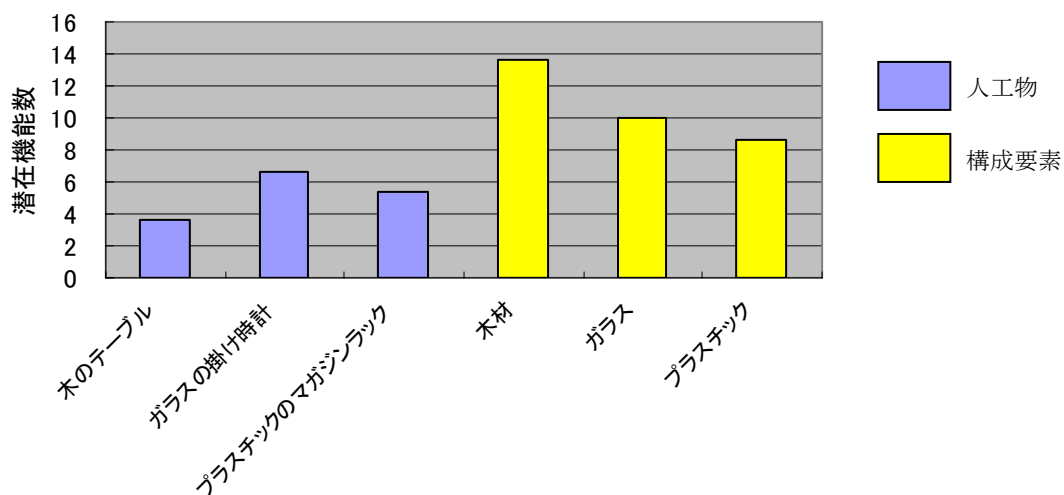


図 4.1. 見出された潜在機能数（グループ 1）

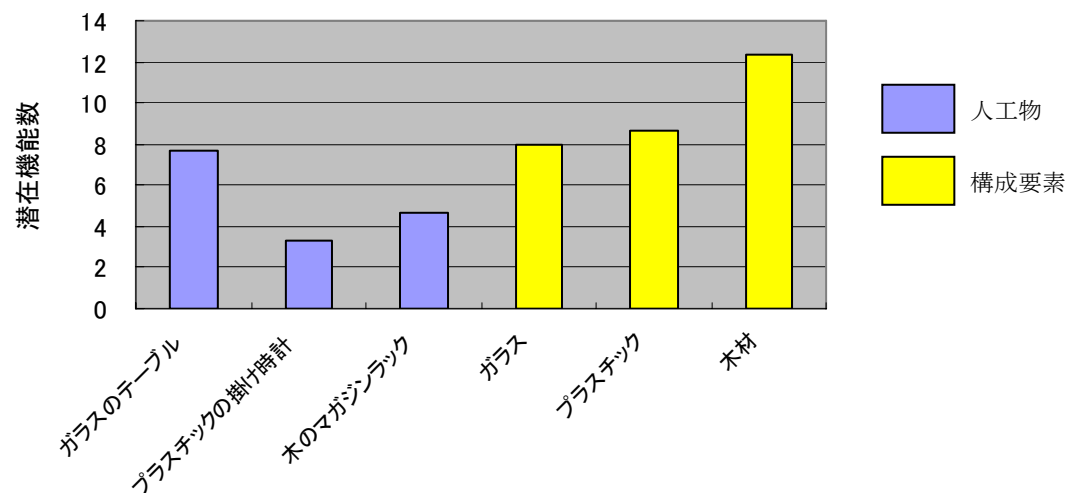


図 4.2. 見出された潜在機能数（グループ 2）

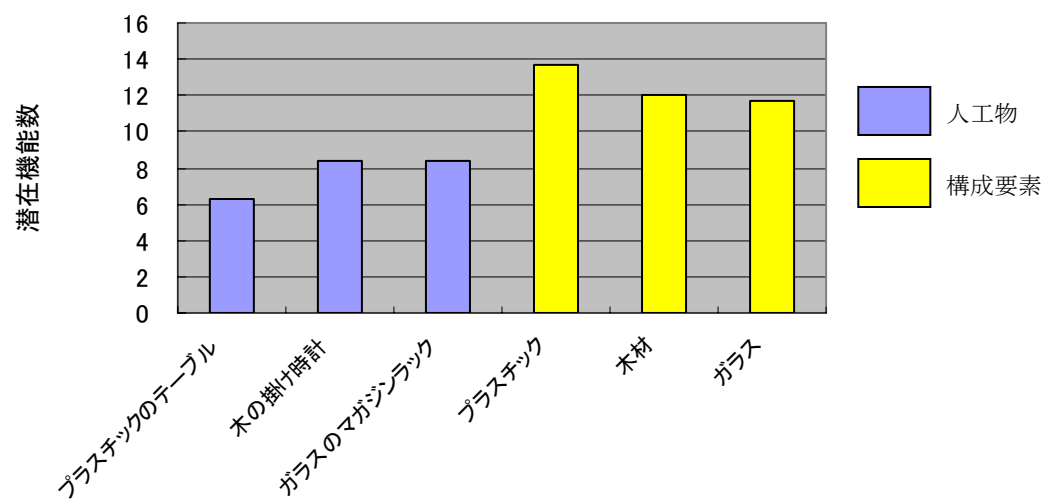


図 4.3. 見出された潜在機能数（グループ 3）

表 4.3. アンケート調査によって得られた潜在機能数（グループ 1）

単位「個」

	課題名	No. 1.1	No. 1.2	No. 1.3	平均
1	木のテーブル	3	5	3	4
2	ガラスの掛け時計	7	7	6	7
3	プラスチックのマガジンラック	8	4	4	5
4	木	19	13	9	14
5	ガラス	8	10	12	10
6	プラスチック	6	11	9	9
	合計	51	50	43	48

表 4.4. アンケート調査によって得られた潜在機能数（グループ 2）

単位「個」

	課題名	No. 2.1	No. 2.2	No. 2.3	平均
1	ガラスのテーブル	2	12	9	8
2	プラスチックの掛け時計	1	6	3	3
3	木のマガジンラック	2	6	6	5
4	ガラス	5	9	10	8
5	プラスチック	9	11	6	9
6	木	9	17	11	12
	合計	28	61	45	45

表 4.5. アンケート調査によって得られた潜在機能数（グループ 3）

単位「個」

	課題名	No. 3.1	No. 3.2	No. 3.3	平均
1	プラスチックのテーブル	3	13	3	6
2	木の掛け時計	12	8	5	8
3	ガラスのマガジンラック	9	14	2	8
4	プラスチック	20	14	7	14
5	木	17	15	4	12
6	ガラス	18	14	3	12
	合計	79	78	24	60

4-4-2 人工物とその構成要素から見出される潜在機能の概念間距離の関係

新たに見出された潜在機能と課題である人工物とその構成要素までの概念間距離をペア毎にプロットしたグラフを図 4.5-4.31 に示す。また概念間距離の詳細を表 4.6-4.32 に示す。ここで被験者や課題のペアによって多少の違いはあるが、図 4.4 のガラスのテーブル&ガラス (No.2.2) のペアのように、プロットした構成要素群の領域内に人工物群の領域が入り込んでいることに注目したい。プロットした構成要素群の領域内に人工物群の領域が入り込んでいるということは、人工物から見出される潜在機能が、その構成要素から見出される潜在機能と同じ傾向を基に見出されていると推測される。例えば、仮にこの 2 つの領域がまったく別々の場所に出現していれば、この 2 つの領域、つまり人工物とその構成要素から見出される潜在機能は、まったく異なる種類の潜在機能ということになる。しかしながら 2 つの領域が重なって出現しているということは、人工物とその構成要素から見出される潜在機能は、よく似た種類の潜在機能が見出されていることになる。従って、両者からは似た傾向に基づいて見出されている可能性があると考えられる。また、プロットした構成要素群の領域と人工物群の領域の大きさを比較すると、人工物群の領域が構成要素群の領域に比べ小さくなっていることが分かる。これは何らかの阻害要因によって、人工物から見出される潜在機能の種類が少なくなっているため、プロットされる領域も小さくなっていることが考えられる。しかし人工物とその構成要素からは似た傾向を基に潜在機能が見出されている可能性が示唆されたことから、阻害要因を取り除くことによって、現在の人工物群の領域は少なくとも構成要素群の領域まで拡張できる可能性があると考えられる。

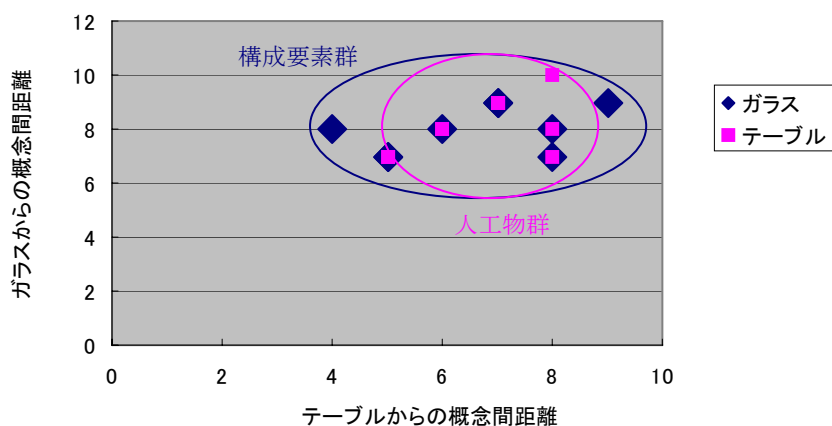


図 4.4. ガラスのテーブル&ガラスにおける概念間距離の散布図 (No.2.2)

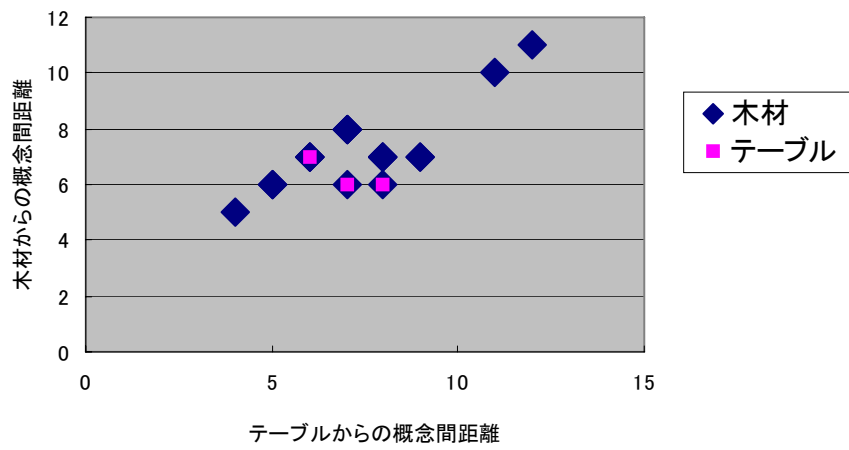


図 4.5. 木のテーブル&木材における概念間距離の散布図 (No.1.1)

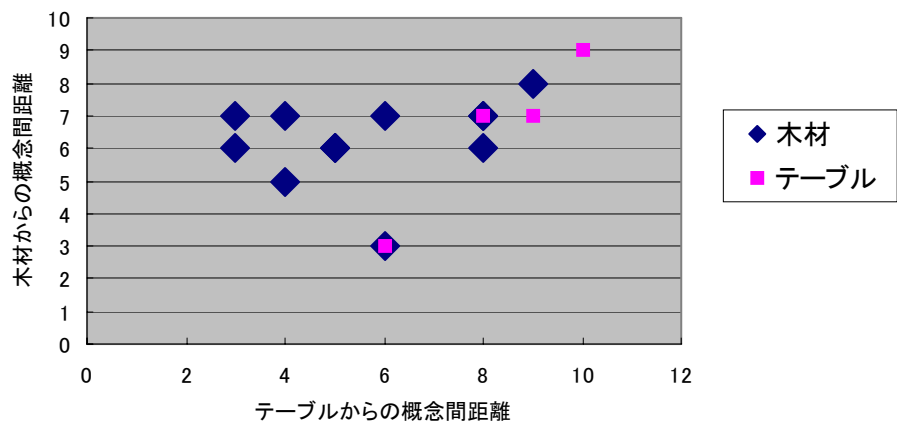


図 4.6. 木のテーブル&木材における概念間距離の散布図 (No.1.2)

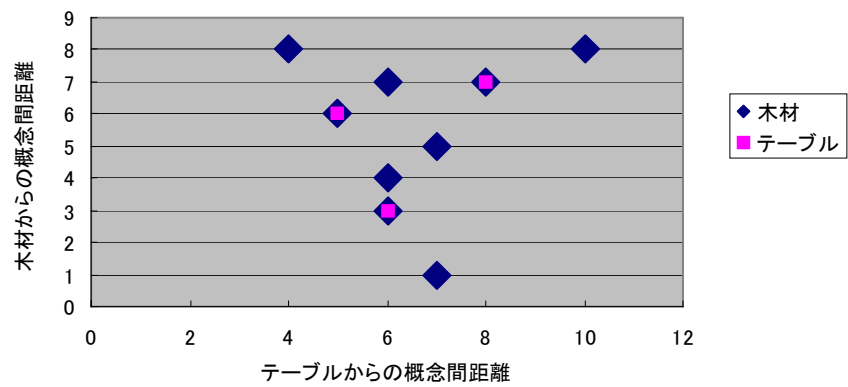


図 4.7. 木のテーブル&木材における概念間距離の散布図 (No.1.3)

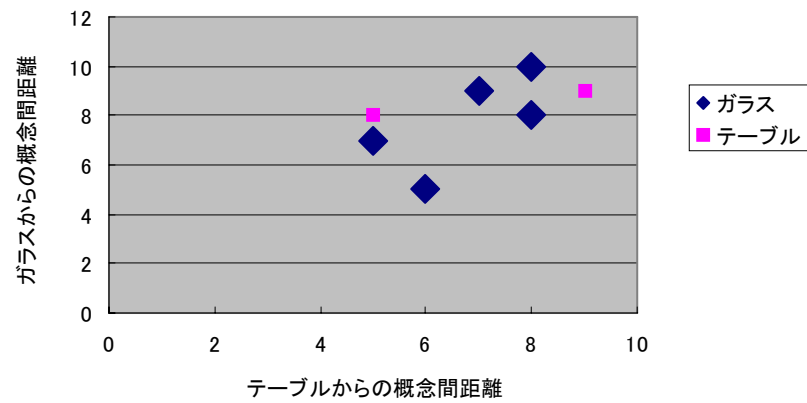


図 4.8. ガラスのテーブル&ガラスにおける概念間距離の散布図 (No.2.1)

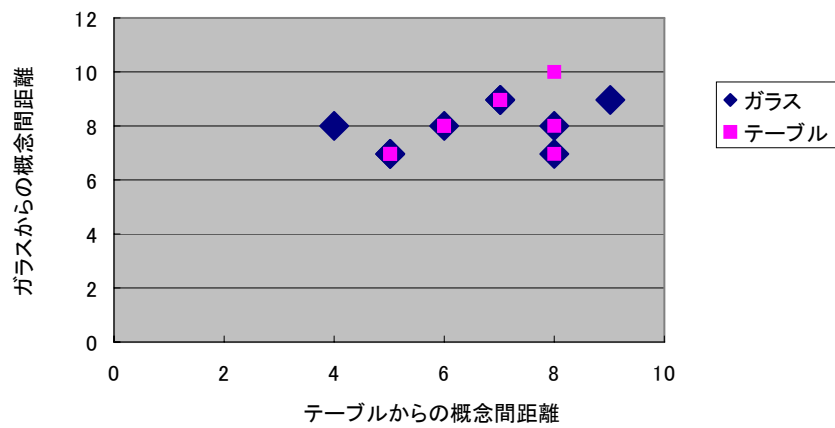


図 4.9. ガラスのテーブル&ガラスにおける概念間距離の散布図 (No.2.2)

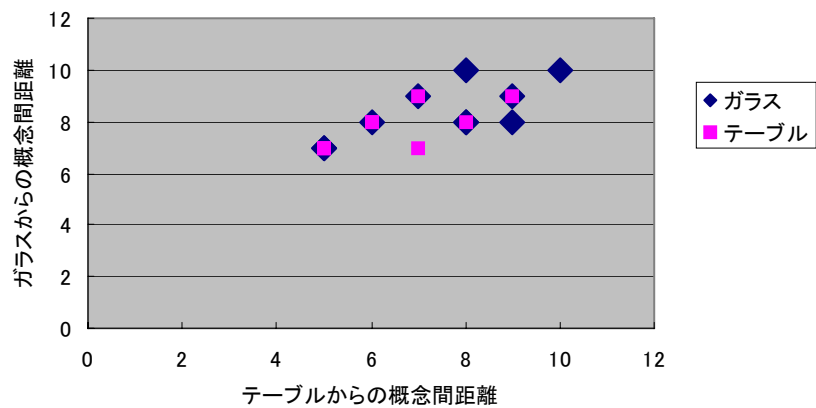


図 4.10. ガラスのテーブル&ガラスにおける概念間距離の散布図 (No.2.3)

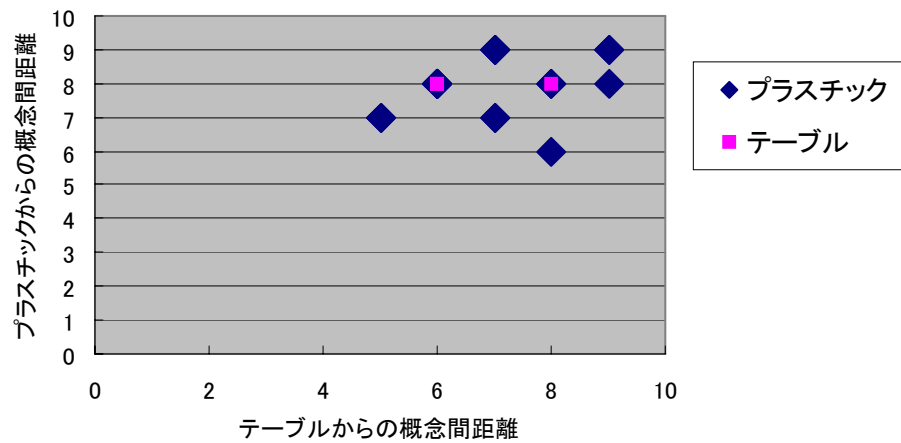


図 4.11. プラスチックのテーブル&プラスチックにおける概念間距離の散布図 (No.3.1)

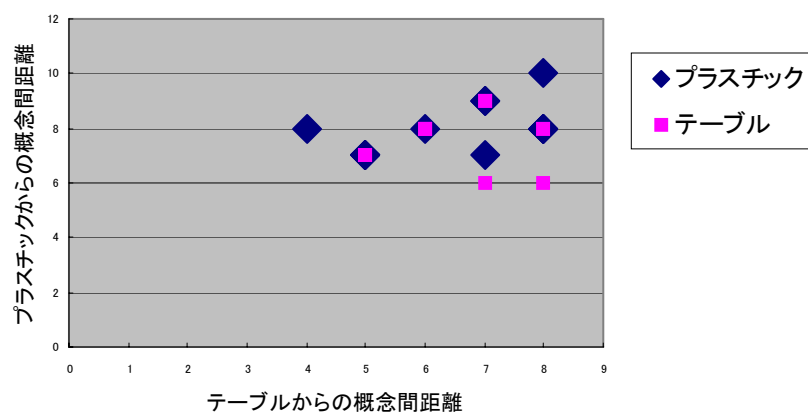


図 4.12. プラスチックのテーブル&プラスチックにおける概念間距離の散布図 (No.3.2)

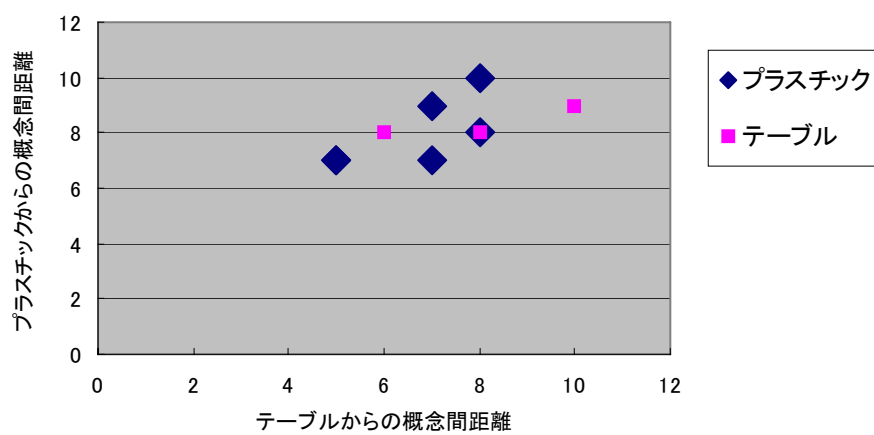


図 4.13. プラスチックのテーブル&プラスチックにおける概念間距離の散布図 (No.3.3)

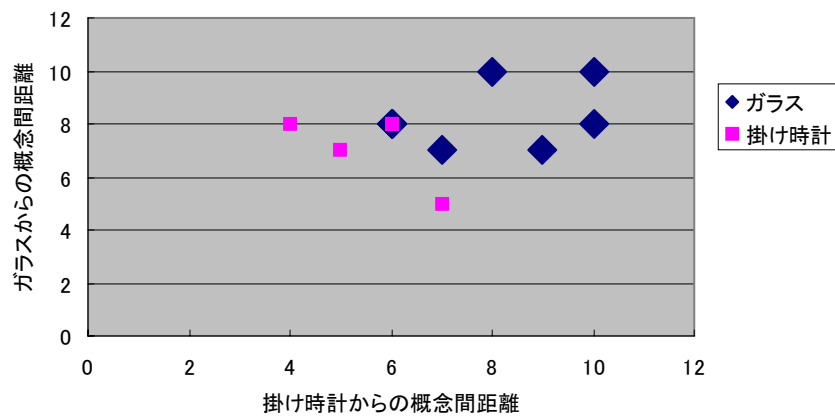


図 4.14. ガラスの掛け時計&ガラスにおける概念間距離の散布図 (No.1.1)

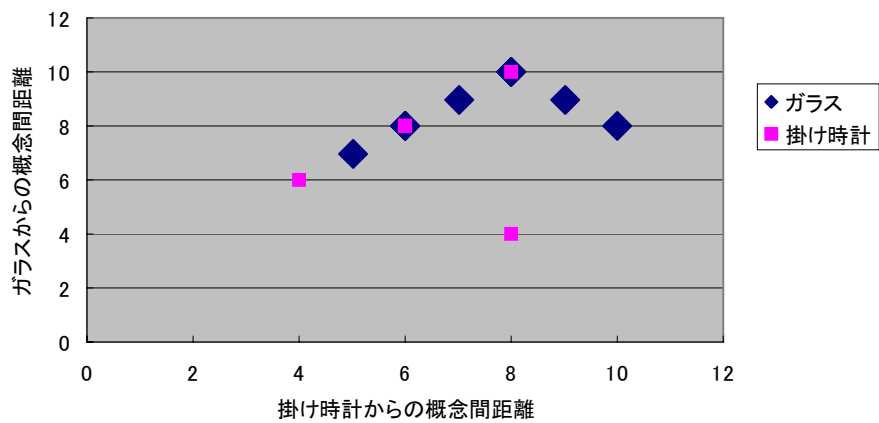


図 4.15. ガラスの掛け時計&ガラスにおける概念間距離の散布図 (No.1.2)

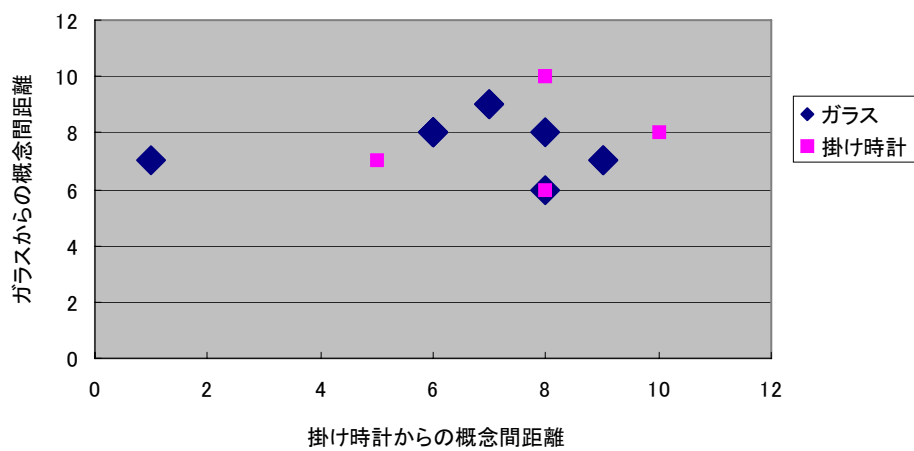


図 4.16. ガラスの掛け時計&ガラスにおける概念間距離の散布図 (No.1.3)

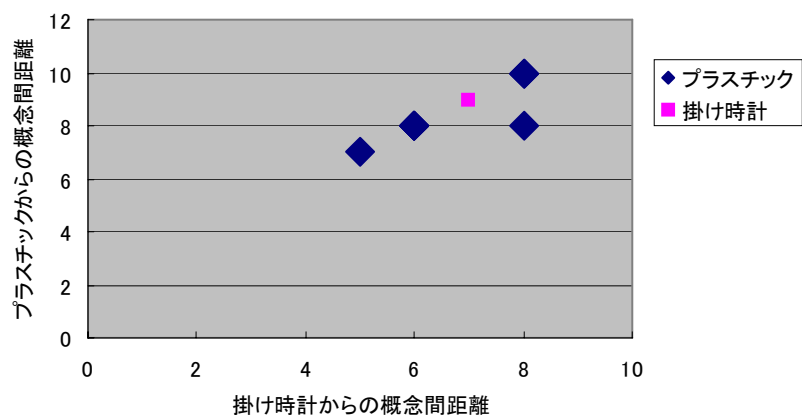


図 4.17. プラスチックの掛け時計&プラスチックにおける概念間距離の散布図 (No.2.1)

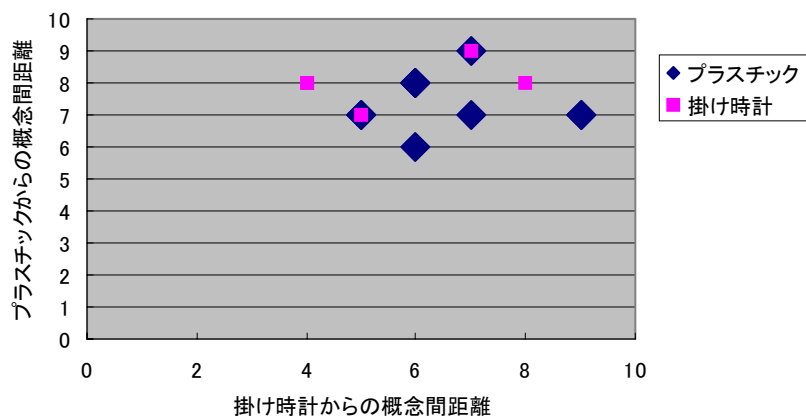


図 4.18. プラスチックの掛け時計&プラスチックにおける概念間距離の散布図 (No.2.2)

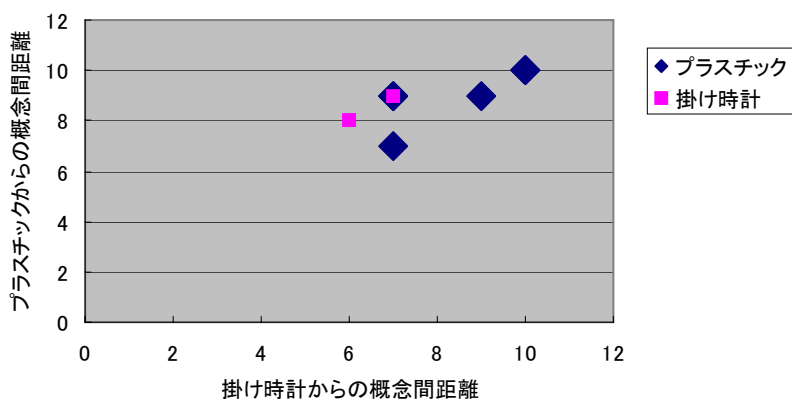


図 4.19. プラスチックの掛け時計&プラスチックにおける概念間距離の散布図 (No.2.3)

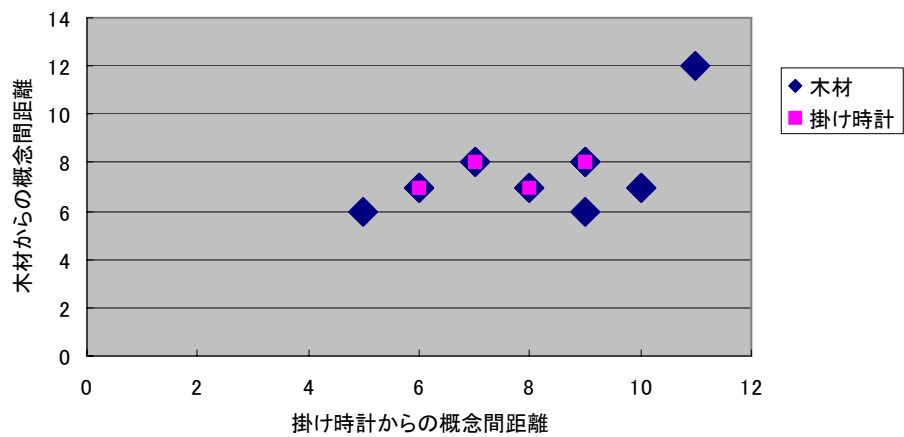


図 4.20. 木の掛け時計&木材における概念間距離の散布図 (No.3.1)

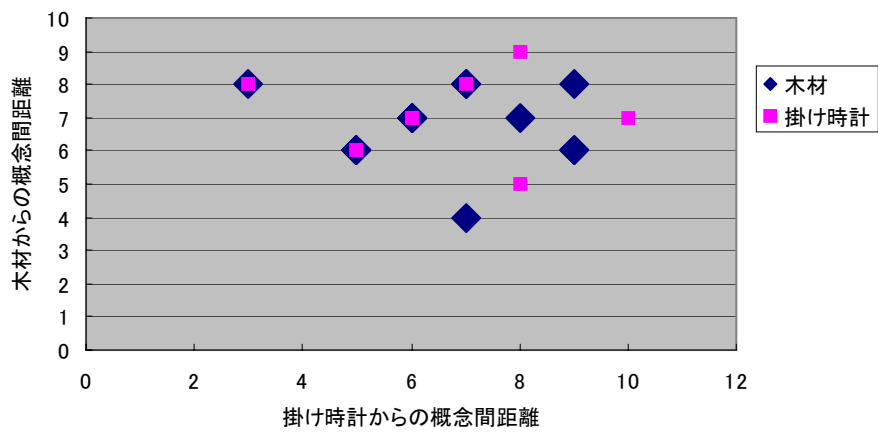


図 4.21. 木の掛け時計&木材における概念間距離の散布図 (No.3.2)

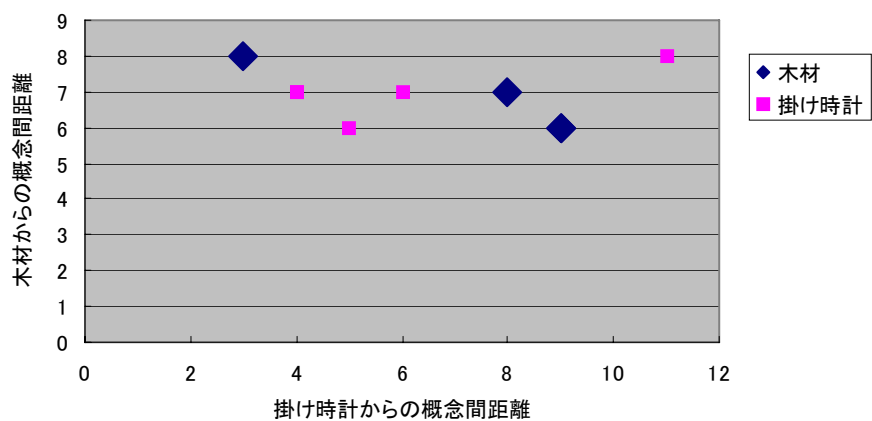


図 4.22. 木の掛け時計&木材における概念間距離の散布図 (No.3.2)

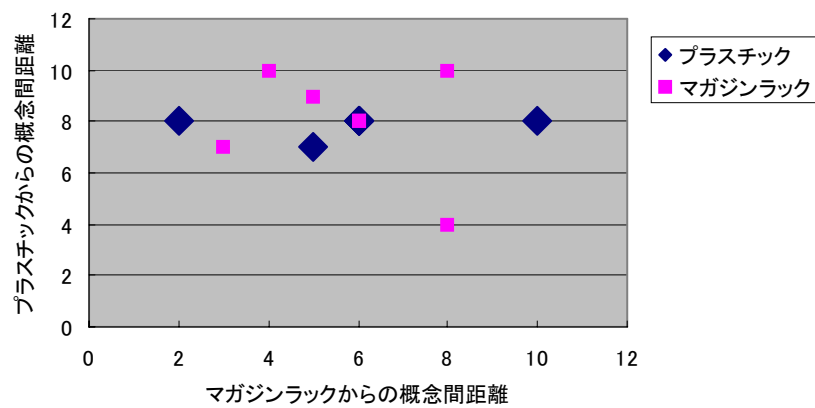


図 4.23. プラスチックのマガジンラック&プラスチックにおける概念間距離の散布図
(No.1.1)

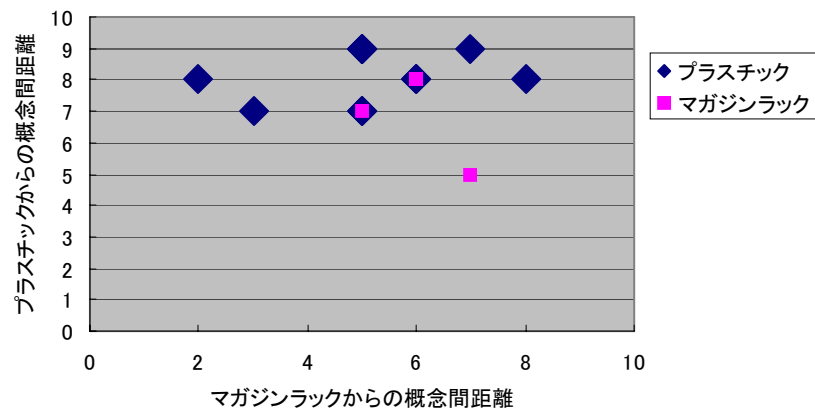


図 4.24. プラスチックのマガジンラック&プラスチックにおける概念間距離の散布図
(No.1.2)

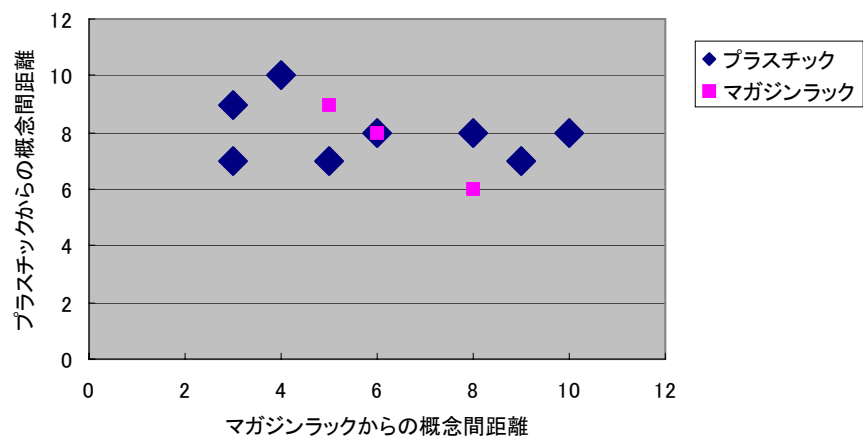


図 4.25. プラスチックのマガジンラック&プラスチックにおける概念間距離の散布図
(No.1.3)

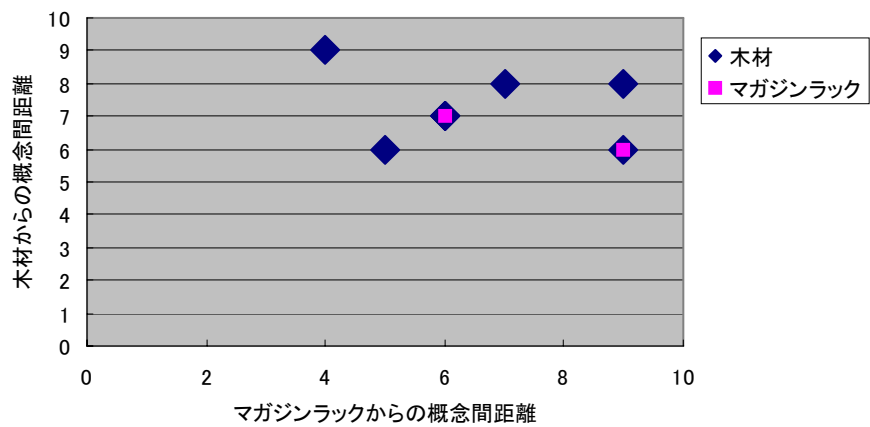


図 4.26. 木のマガジンラック & 木材における概念間距離の散布図 (No.2.1)

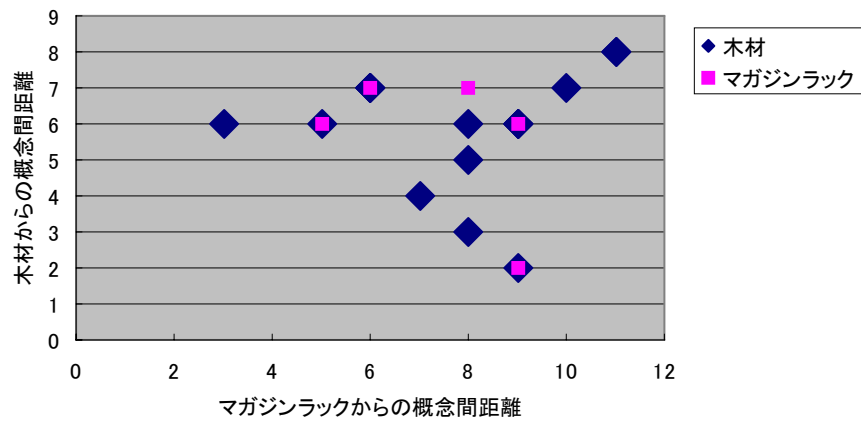


図 4.27. 木のマガジンラック & 木材における概念間距離の散布図 (No.2.2)

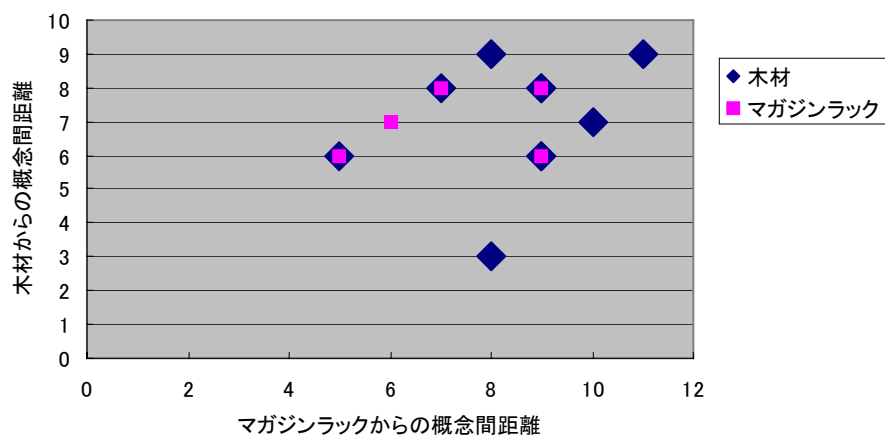


図 4.28. 木のマガジンラック & 木材における概念間距離の散布図 (No.2.3)

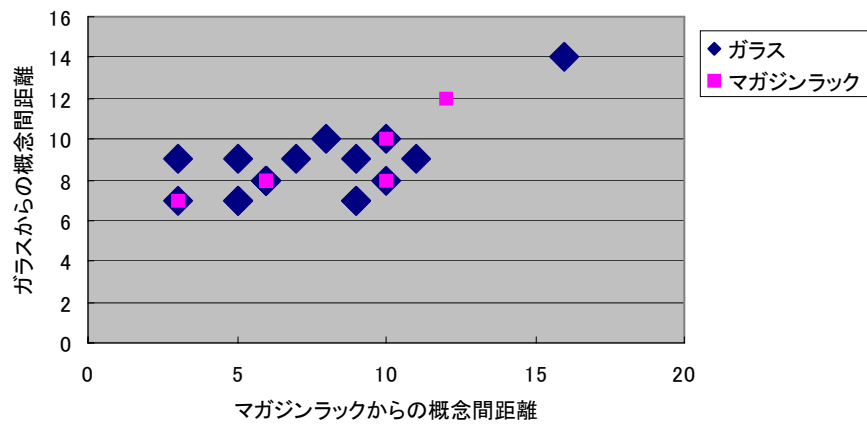


図 4.29. ガラスのマガジンラック & ガラスにおける概念間距離の散布図 (No.3.1)

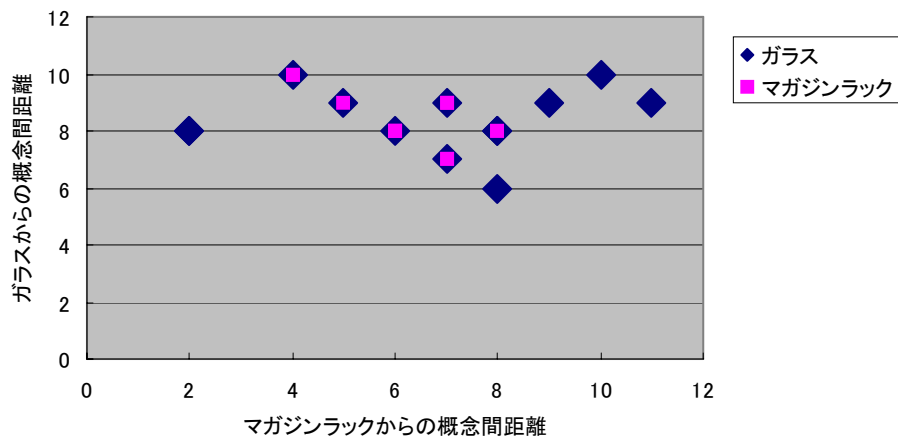


図 4.30. ガラスのマガジンラック & ガラスにおける概念間距離の散布図 (No.3.2)

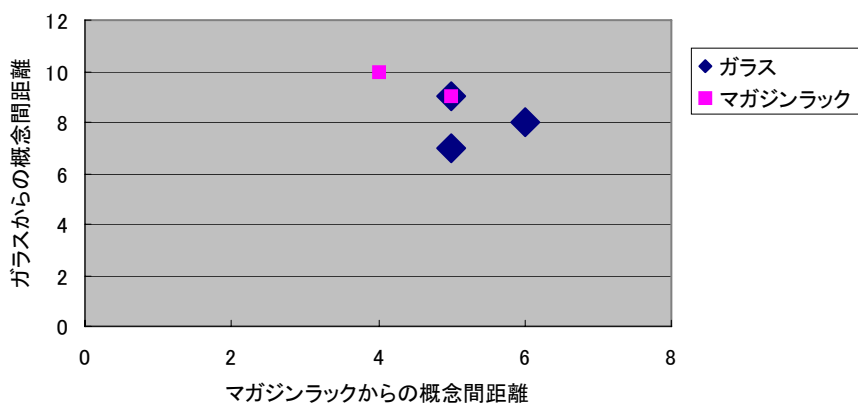


図 4.31. ガラスのマガジンラック & ガラスにおける概念間距離の散布図 (No.3.3)

表 4.6. 木のテーブルと木材の概念間距離 (No.1.1)

[X : 潜在機能とテーブルの概念間距離、Y : 潜在機能と木材の概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	木のテーブル	輪投げ	6	7
2	木のテーブル	ゆりかご	7	6
3	木のテーブル	家	8	6
1	木材	まな板	5	6
2	木材	つみき	6	7
3	木材	家	8	6
4	木材	パズル		
5	木材	表札	7	6
6	木材	ポスト	7	8
7	木材	ブランコ	9	7
8	木材	さく	9	7
9	木材	棚	8	7
10	木材	ブックエンド	4	5
11	木材	自転車	12	11
12	木材	ソリ	11	10
13	木材	木づち	7	8
14	木材	お盆	6	7
15	木材	盾	6	7
16	木材	ついたて	8	7
17	木材	湯船	7	8
18	木材	ブーメラン	5	6
19	木材	ベッド	8	7

表 4.7. 木のテーブルと木材の概念間距離 (No.1.2)

[X : 潜在機能とテーブルの概念間距離、Y : 潜在機能と木材の概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	木のテーブル	すべり台	9	7
2	木のテーブル	スノーボード		
3	木のテーブル	まき	6	3
4	木のテーブル	いかだ(ボート)	10	9
5	木のテーブル	棚	8	7
1	木材	まな板	5	6

2	木材	洗濯板	5	6
3	木材	すのこ	8	7
4	木材	机の天板	3	6
5	木材	まき	6	3
6	木材	麺棒	6	7
7	木材	鍋の取っ手	8	6
8	木材	時計の文字盤		
9	木材	ブックエンド	4	5
10	木材	棚	8	7
11	木材	扉	9	8
12	木材	紙	3	7
13	木材	鍋しき	4	7

表 4.8. 木のテーブルと木材の概念間距離 (No.1.3)

[X：潜在機能とテーブルの概念間距離、Y：潜在機能と木材の概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	木のテーブル	棚	8	7
2	木のテーブル	まき	6	3
3	木のテーブル	まな板	5	6
1	木材	犬小屋	10	8
2	木材	椅子	4	8
3	木材	まき	6	3
4	木材	空手で割る板	7	1
5	木材	まな板	5	6
6	木材	本棚	8	7
7	木材	プラモデル	6	7
8	木材	床	7	5
9	木材	携帯のボディー	6	4

表 4.9. ガラスのテーブルとガラスの概念間距離 (No.2.1)

[X：潜在機能とテーブルの概念間距離、Y：潜在機能とガラスの概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	ガラスのテーブル	本棚	9	9
2	ガラスのテーブル	物干し竿	5	8
1	ガラス	窓	8	8

2	ガラス	レンズ	5	7
3	ガラス	コップ	8	10
4	ガラス	フラスコ	7	9
5	ガラス	プレパラート	6	5

表 4.10. ガラスのテーブルとガラスの概念間距離 (No.2.2)

[X : 潜在機能とテーブルの概念間距離、Y : 潜在機能とガラスの概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	ガラスのテーブル	コップ	8	10
2	ガラスのテーブル	食器類	7	9
3	ガラスのテーブル	定規	7	9
4	ガラスのテーブル	下敷き	5	7
5	ガラスのテーブル	花瓶	7	9
6	ガラスのテーブル	包丁	6	8
7	ガラスのテーブル	レンズ	5	7
8	ガラスのテーブル	黒板	6	8
9	ガラスのテーブル	窓	8	8
10	ガラスのテーブル	壁	8	7
11	ガラスのテーブル	パズル		
12	ガラスのテーブル	シャンデリア	7	9
1	ガラス	壁	8	7
2	ガラス	椅子	4	8
3	ガラス	食器類	7	9
4	ガラス	ムシメガネ	6	8
5	ガラス	窓	8	8
6	ガラス	定規	7	9
7	ガラス	指輪	9	9
8	ガラス	鏡	5	7
9	ガラス	水槽	5	7

表 4.11. ガラスのテーブルとガラスの概念間距離 (No.2.3)

[X : 潜在機能とテーブルの概念間距離、Y : 潜在機能とガラスの概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	ガラスのテーブル	本棚	9	9
2	ガラスのテーブル	眼鏡	5	7

3	ガラスのテーブル	アクセサリ	7	7
4	ガラスのテーブル	鏡	5	7
5	ガラスのテーブル	水槽	5	7
6	ガラスのテーブル	浮	6	8
7	ガラスのテーブル	灰皿	7	9
8	ガラスのテーブル	窓	8	8
9	ガラスのテーブル	楽器	6	8
1	ガラス	コンタクトレンズ	6	8
2	ガラス	窓	8	8
3	ガラス	ドア	9	9
4	ガラス	床	9	8
5	ガラス	水槽	5	7
6	ガラス	びん	7	9
7	ガラス	鏡	5	7
8	ガラス	カーテン	8	8
9	ガラス	グラス	8	10
10	ガラス	ベルト	10	10

表 4.12. プラスチックのテーブルとプラスチックの概念間距離 (No.3.1)

[X : 潜在機能とテーブルの概念間距離、Y : 潜在機能とプラスチックの概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	プラスチックのテーブル	本棚	8	8
2	プラスチックのテーブル	傘たて	6	8
3	プラスチックのテーブル	黒板	6	8
1	プラスチック	本棚	8	8
2	プラスチック	すべり台	9	8
3	プラスチック	水槽	5	7
4	プラスチック	はしおき	6	8
5	プラスチック	食器	7	9
6	プラスチック	黒板	6	8
7	プラスチック	下駄箱	7	9
8	プラスチック	仮設屋根	8	6
9	プラスチック	ベンチ	6	8
10	プラスチック	吊り革	5	7
11	プラスチック	服	7	7

12	プラスチック	ついたて	8	8
13	プラスチック	花瓶	9	9
14	プラスチック	傘	9	9
15	プラスチック	メガネ	7	7
16	プラスチック	ペン	7	9
17	プラスチック	遊具	6	8
18	プラスチック	おはし	6	8
19	プラスチック	バック	6	8
20	プラスチック	バット	6	8

表 4.13. プラスチックのテーブルとプラスチックの概念間距離 (No.3.2)

[X：潜在機能とテーブルの概念間距離、Y：潜在機能とプラスチックの概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	プラスチックのテーブル	カバン	6	8
2	プラスチックのテーブル	窓	8	8
3	プラスチックのテーブル	シャベル	5	7
4	プラスチックのテーブル	虫かご	7	9
5	プラスチックのテーブル	水槽	5	7
6	プラスチックのテーブル	棚	8	8
7	プラスチックのテーブル	下敷き	5	7
8	プラスチックのテーブル	まな板	5	7
9	プラスチックのテーブル	車の内装のメーターカバー	7	9
10	プラスチックのテーブル	ガレージ屋根	7	6
11	プラスチックのテーブル	ハンガー	6	8
12	プラスチックのテーブル	家電の外装	8	6
13	プラスチックのテーブル	クリアファイル	6	8
1	プラスチック	ペットボトル		
2	プラスチック	家電のカバー	7	9
3	プラスチック	椅子	4	8
4	プラスチック	まな板	5	7
5	プラスチック	窓	8	8
6	プラスチック	虫かご	7	9
7	プラスチック	水槽	5	7
8	プラスチック	自転車の反射ミラー	5	7
9	プラスチック	商品陳列用冷蔵庫	8	8

10	プラスチック	シャベル	5	7
11	プラスチック	おもちゃの車	8	8
12	プラスチック	プラモデル	6	8
13	プラスチック	服	7	7
14	プラスチック	皿	8	10

表 4.14. プラスチックのテーブルとプラスチックの概念間距離 (No.3.3)

[X : 潜在機能とテーブルの概念間距離、Y : 潜在機能とプラスチックの概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	プラスチックのテーブル	本棚	8	8
2	プラスチックのテーブル	花壇	10	9
3	プラスチックのテーブル	プランター	6	8
1	プラスチック	ペットボトル	7	9
2	プラスチック	箱	5	7
3	プラスチック	窓	8	8
4	プラスチック	下敷き	5	7
5	プラスチック	うちわ	8	10
6	プラスチック	静電気発生装置		
7	プラスチック	眼鏡	7	7

表 4.15. ガラスの掛け時計とガラスの概念間距離 (No.1.1)

[X : 潜在機能と掛け時計の概念間距離、Y : 潜在機能とガラスの概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	ガラスの掛け時計	コースター	6	8
2	ガラスの掛け時計	混ぜ棒	6	8
3	ガラスの掛け時計	重し	7	5
4	ガラスの掛け時計	ルーレット	6	8
5	ガラスの掛け時計	おぼん	6	8
6	ガラスの掛け時計	分度器	4	8
7	ガラスの掛け時計	けんざん	5	7
1	ガラス	コップ	8	10
2	ガラス	風鈴	6	8
3	ガラス	窓	10	8
4	ガラス	靴	10	10
5	ガラス	剣	6	8

6	ガラス	器	6	8
7	ガラス	テーブル	9	7
8	ガラス	アクセサリ	7	7

表 4.16. ガラスの掛け時計とガラスの概念間距離 (No.1.2)

[X : 潜在機能と掛け時計の概念間距離、Y : 潜在機能とガラスの概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	ガラスの掛け時計	コンパス	6	8
2	ガラスの掛け時計	皿	8	10
3	ガラスの掛け時計	メモホルダー	4	6
4	ガラスの掛け時計	マイナスイオン発生器	6	8
5	ガラスの掛け時計	スタンドグラス	8	4
6	ガラスの掛け時計	ナイフ	6	8
7	ガラスの掛け時計	フリスビー	6	8
1	ガラス	窓	10	8
2	ガラス	扉	9	9
3	ガラス	皿	8	10
4	ガラス	コップ	8	10
5	ガラス	スライドグラス	6	8
6	ガラス	ビーカー	6	8
7	ガラス	ガラス棒	6	8
8	ガラス	フラスコ	7	9
9	ガラス	横断歩道の白線		
10	ガラス	眼鏡レンズ	5	7

表 4.17. ガラスの掛け時計とガラスの概念間距離 (No.1.3)

[X : 潜在機能と掛け時計の概念間距離、Y : 潜在機能とガラスの概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	ガラスの掛け時計	皿	8	10
2	ガラスの掛け時計	電子レンジ台	8	10
3	ガラスの掛け時計	鏡	5	7
4	ガラスの掛け時計	コップ	8	10
5	ガラスの掛け時計	窓	10	8
6	ガラスの掛け時計	ハンドル	8	6
1	ガラス	ギター	7	9

2	ガラス	打楽器	7	9
3	ガラス	パチンコ玉		
4	ガラス	時計	1	7
5	ガラス	テーブル	9	7
6	ガラス	プラモデル	6	8
7	ガラス	お箸	6	8
8	ガラス	コンタクトレンズ	6	8
9	ガラス	包丁	6	8
10	ガラス	棚	8	8
11	ガラス	携帯のボディー	9	7
12	ガラス	ハンドル	8	6

表 4.18. プラスチックの掛け時計とプラスチックの概念間距離 (No.2.1)

[X : 潜在機能と掛け時計の概念間距離、Y : 潜在機能とプラスチックの概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	プラスチックの掛け時計	CD ケース	7	9
1	プラスチック	コップ	8	10
2	プラスチック	プラモデル	6	8
3	プラスチック	フォーク	5	7
4	プラスチック	スプーン	6	8
5	プラスチック	皿	8	10
6	プラスチック	マウス		
7	プラスチック	キーボード	8	8
8	プラスチック	容器	6	8
9	プラスチック	おもちゃ	6	8

表 4.19. プラスチックの掛け時計とプラスチックの概念間距離 (No.2.2)

[X : 潜在機能と掛け時計の概念間距離、Y : 潜在機能とプラスチックの概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	プラスチックの掛け時計	つまようじ	5	7
2	プラスチックの掛け時計	ギア	8	8
3	プラスチックの掛け時計	定規	7	9
4	プラスチックの掛け時計	ストラップ		
5	プラスチックの掛け時計	服	4	8
6	プラスチックの掛け時計	数学(時計)	4	8

1	プラスチック	定規	7	9
2	プラスチック	下敷き	5	7
3	プラスチック	容器	6	8
4	プラスチック	壁	9	7
5	プラスチック	包丁	6	8
6	プラスチック	家	9	7
7	プラスチック	パズル		
8	プラスチック	かざり	6	6
9	プラスチック	ブーメラン	5	7
10	プラスチック	おもちゃ	6	8
11	プラスチック	ヘルメット	7	7

表 4.20. プラスチックの掛け時計とプラスチックの概念間距離 (No.2.3)

[X：潜在機能と掛け時計の概念間距離、Y：潜在機能とプラスチックの概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	プラスチックの掛け時計	ペットボトル	7	9
2	プラスチックの掛け時計	フリスビー	6	8
3	プラスチックの掛け時計	駒	6	8
1	プラスチック	シャーペン	7	9
2	プラスチック	ペットボトル	7	9
3	プラスチック	シューズ	10	10
4	プラスチック	水槽	7	7
5	プラスチック	ショーウィンドー	9	9
6	プラスチック	ソックス	10	10

表 4.21. 木の掛け時計と木材の概念間距離 (No.3.1)

[X：潜在機能と掛け時計の概念間距離、Y：潜在機能と木材の概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	木の掛け時計	酢飯入れ	7	8
2	木の掛け時計	おぼん	6	7
3	木の掛け時計	フリスビー	6	7
4	木の掛け時計	ボーリング	8	7
5	木の掛け時計	ポインター		
6	木の掛け時計	食器	7	8
7	木の掛け時計	くつおき	7	8

8	木の掛け時計	本棚	9	8
9	木の掛け時計	椅子	9	8
10	木の掛け時計	太鼓	7	8
11	木の掛け時計	傘	9	8
12	木の掛け時計	日よけ		
1	木材	家	9	6
2	木材	椅子	9	8
3	木材	食器	7	8
4	木材	本棚	9	8
5	木材	トレイ	6	7
6	木材	ドア	9	8
7	木材	コースター	8	7
8	木材	すべり台	10	7
9	木材	おはし	6	7
10	木材	食器棚	8	7
11	木材	下駄箱	7	8
12	木材	荷物運び	11	12
13	木材	ボードゲーム		
14	木材	ベランダ	10	7
15	木材	工具箱	5	6
16	木材	バット	6	7
17	木材	風呂	7	8

表 4.22. 木の掛け時計と木材の概念間距離 (No.3.2)

[X：潜在機能と掛け時計の概念間距離、Y：潜在機能と木材の概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	木の掛け時計	自転車のベル	6	7
2	木の掛け時計	箱	5	6
3	木の掛け時計	皿	8	9
4	木の掛け時計	ざる	7	8
5	木の掛け時計	紙	3	8
6	木の掛け時計	枕	6	7
7	木の掛け時計	ぬいぐるみ	10	7
8	木の掛け時計	緩衝材	8	5
1	木材	椅子	9	8

2	木材	まな板	5	6
3	木材	すり棒	6	7
4	木材	包丁の柄	7	4
5	木材	すだれ	5	6
6	木材	家	9	6
7	木材	風呂桶	7	8
8	木材	洗濯板	5	6
9	木材	風呂のかぶせ板	6	7
10	木材	棚	8	7
11	木材	習字筆	7	8
12	木材	紙	3	8
13	木材	燃料	9	6
14	木材	箱	5	6
15	木材	積み木	6	7

表 4.23. 木の掛け時計と木材の概念間距離 (No.3.3)

[X：潜在機能と掛け時計の概念間距離、Y：潜在機能と木材の概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	木の掛け時計	おぼん	6	7
2	木の掛け時計	ものさし	4	7
3	木の掛け時計	スコップ	5	6
4	木の掛け時計	方位計	4	7
5	木の掛け時計	コルクボード	11	8
1	木材	家具	8	7
2	木材	家	9	6
3	木材	紙	3	8
4	木材	燃料	9	6

表 4.24. プラスチックのマガジンラックとプラスチックの概念間距離 (No.1.1)

[X：潜在機能とマガジンラックの概念間距離、Y：潜在機能とプラスチックの概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	プラスチックのマガジンラック	料理皿	4	10
2	プラスチックのマガジンラック	砂時計	6	8
3	プラスチックのマガジンラック	かわら	8	4

4	プラスチックのマガジンラック	郵便受け	5	9
5	プラスチックのマガジンラック	椅子	6	8
6	プラスチックのマガジンラック	水槽	3	7
7	プラスチックのマガジンラック	服をひっかける	6	8
8	プラスチックのマガジンラック	照明	8	10
1	プラスチック	器	2	8
2	プラスチック	プラモデル	6	8
3	プラスチック	シャベル	5	7
4	プラスチック	ちりとり	6	8
5	プラスチック	棚	10	8
6	プラスチック	しゃもじ	6	8

表 4.25. プラスチックのマガジンラックとプラスチックの概念間距離 (No.1.2)

[X：潜在機能とマガジンラックの概念間距離、Y：潜在機能とプラスチックの概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	プラスチックのマガジンラック	洗濯ばさみ	6	8
2	プラスチックのマガジンラック	下敷き	5	7
3	プラスチックのマガジンラック	タオルかけ	6	8
4	プラスチックのマガジンラック	おもし	7	5
1	プラスチック	眼鏡	5	7
2	プラスチック	水槽	3	7
3	プラスチック	窓	8	8
4	プラスチック	ペン	7	9
5	プラスチック	ショーケース	2	8
6	プラスチック	ハンガー	6	8
7	プラスチック	ファイルケース	5	9
8	プラスチック	キーホルダー	5	7
9	プラスチック	ペットボトル	5	9
10	プラスチック	積み木	6	8
11	プラスチック	CDケース	5	9

表 4.26. プラスチックのマガジンラックとプラスチックの概念間距離 (No.1.3)

[X：潜在機能とマガジンラックの概念間距離、Y：潜在機能とプラスチックの概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	プラスチックのマガジンラック	水槽の飾り	8	6
2	プラスチックのマガジンラック	CDケース	5	9
3	プラスチックのマガジンラック	写真立て	6	8
4	プラスチックのマガジンラック	タオル掛け		
1	プラスチック	水槽	3	7
2	プラスチック	テーブル	9	7
3	プラスチック	窓	8	8
4	プラスチック	棚	10	8
5	プラスチック	コップ	4	10
6	プラスチック	プラモデル	6	8
7	プラスチック	バケツ	3	9
8	プラスチック	まな板	5	7
9	プラスチック	写真たて		

表 4.27. 木のマガジンラックと木材の概念間距離 (No.2.1)

[X：潜在機能とマガジンラックの概念間距離、Y：潜在機能と木材の概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	木のマガジンラック	ギター台	6	7
2	木のマガジンラック	炭	9	6
1	木材	まな板	5	6
2	木材	ドア	9	8
3	木材	バット	6	7
4	木材	将棋板		
5	木材	バチ	7	8
6	木材	積み木	6	7
7	木材	炭	9	6
8	木材	おわん	4	9
9	木材	はし	6	7

表 4.28. 木のマガジンラックと木材の概念間距離 (No.2.2)

[X：潜在機能とマガジンラックの概念間距離、Y：潜在機能と木材の概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	木のマガジンラック	枕	5	6
2	木のマガジンラック	壁	9	2
3	木のマガジンラック	健康グッズ		
4	木のマガジンラック	窓	8	7
5	木のマガジンラック	椅子	6	7
6	木のマガジンラック	炭	9	6
1	木材	炭	9	6
2	木材	まな板	5	6
3	木材	壁	9	2
4	木材	机	11	8
5	木材	家	9	6
6	木材	バット	6	7
7	木材	肥料	9	6
8	木材	箱	3	6
9	木材	ブックエンド	8	5
10	木材	彫り物	7	4
11	木材	パズル		
12	木材	積み木	6	7
13	木材	クッション	6	7
14	木材	エサ	8	6
15	木材	紙	8	3
16	木材	脱臭炭	11	8
17	木材	芳香剤	10	7

表 4.29. 木のマガジンラックと木材の概念間距離 (No.2.3)

[X：潜在機能とマガジンラックの概念間距離、Y：潜在機能と木材の概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	木のマガジンラック	テーブル	9	6
2	木のマガジンラック	本棚	9	8
3	木のマガジンラック	鉛筆	7	8
4	木のマガジンラック	積み木	6	7
5	木のマガジンラック	枕	5	6

6	木のマガジンラック	スリッパかけ	6	7
1	木材	橋	10	7
2	木材	家	9	6
3	木材	机	11	9
4	木材	タンス	9	8
5	木材	紙	8	3
6	木材	鉛筆	7	8
7	木材	炭	9	6
8	木材	扇子	8	9
9	木材	本棚	9	8
10	木材	布団たたき		
11	木材	まな板	5	6

表 4.30. ガラスのマガジンラックとガラスの概念間距離 (No.3.1)

[X：潜在機能とマガジンラックの概念間距離、Y：潜在機能とガラスの概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	ガラスのマガジンラック	椅子	6	8
2	ガラスのマガジンラック	車止め	6	8
3	ガラスのマガジンラック	荷物運びの道具	12	12
4	ガラスのマガジンラック	黒板	6	8
5	ガラスのマガジンラック	かばん	6	8
6	ガラスのマガジンラック	すべり台	10	8
7	ガラスのマガジンラック	おぼん	6	8
8	ガラスのマガジンラック	くつ	10	10
9	ガラスのマガジンラック	クーラーBOX	3	7
1	ガラス	食器	3	9
2	ガラス	テーブル	9	7
3	ガラス	風鈴	6	8
4	ガラス	壁	9	7
5	ガラス	チェス	16	14
6	ガラス	黒板	6	8
7	ガラス	テント(かまくら)	11	9
8	ガラス	水槽	3	7
9	ガラス	花瓶	5	9
10	ガラス	万年筆	7	9

11	ガラス	ドア	9	9
12	ガラス	すべり台	10	8
13	ガラス	照明	8	10
14	ガラス	トレイ	6	8
15	ガラス	鍵	6	8
16	ガラス	靴	10	10
17	ガラス	剣山	5	7
18	ガラス	鏡	5	7

表 4.31. ガラスのマガジンラックとガラスの概念間距離 (No.3.2)

[X : 潜在機能とマガジンラックの概念間距離、Y : 潜在機能とガラスの概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	ガラスのマガジンラック	ハンガー	6	8
2	ガラスのマガジンラック	窓	8	8
3	ガラスのマガジンラック	釘	6	8
4	ガラスのマガジンラック	ネジ	6	8
5	ガラスのマガジンラック	コップ	4	10
6	ガラスのマガジンラック	つぼ	5	9
7	ガラスのマガジンラック	茶碗	4	10
8	ガラスのマガジンラック	耐熱材		
9	ガラスのマガジンラック	ナイフ	6	8
10	ガラスのマガジンラック	ボールペン	7	9
11	ガラスのマガジンラック	パイプ金具	7	7
12	ガラスのマガジンラック	ブラウン管	8	8
13	ガラスのマガジンラック	眼鏡	7	7
14	ガラスのマガジンラック	やすり	7	9
1	ガラス	フラスコ	5	9
2	ガラス	ビーカー	2	8
3	ガラス	ペレット		
4	ガラス	机	11	9
5	ガラス	アクセサリー	7	7
6	ガラス	やすり	7	9
7	ガラス	防弾チョッキ	10	10
8	ガラス	緩衝材	8	6
9	ガラス	鏡	8	8

10	ガラス	ブラウン管	8	8
11	ガラス	テレビ台の扉	9	9
12	ガラス	調理ボール	2	8
13	ガラス	調理ふた	6	8
14	ガラス	皿	4	10

表 4.32. ガラスのマガジンラックとガラスの概念間距離 (No.3.3)

[X : 潜在機能とマガジンラックの概念間距離、Y : 潜在機能とガラスの概念間距離]

	課題	潜在機能	X	Y
1	ガラスのマガジンラック	ビン	5	9
2	ガラスのマガジンラック	グラス	4	10
1	ガラス	レンズ	5	7
2	ガラス	ビン	5	9
3	ガラス	ナイフ	6	8

4-4-3 人工物とその構成要素から見出される潜在機能数と分散の関係

調べた概念間距離より算出した分散値を表 4.33 に示す。また課題毎の分散値と潜在機能数をグラフにプロットしたものを図 4.32 に示す。図 4.32 に示した散布図において、人工物群と構成要素群を比較すると、人工物群に比べ構成要素群のほうが分散値が高い傾向を示している。つまり構成要素からは多種類の潜在機能が見出されていることが分かる。従ってこの結果から、人工物に比べ構成要素から潜在機能を思考するとき、より幅広い思考を行って潜在機能を見出せていると推測される。つまり人工物からでは構成要素程の幅広い思考が行えない何らかの阻害要因があるのではないかと考えられる。また構成要素群において、見出される潜在機能数と分散値には相関係数 0.45 の強い正の相関があったことから、人工物からでも阻害要因を取り除き、幅広い思考を行うことによって、潜在機能数が増えることが予想される。

表 4.33. 課題毎に見出された潜在機能の分散

	課題	被験者	潜在機能数	分散
人工物	木のテーブル	No. 1.1	3	0.70
	木のテーブル	No. 1.2	5	5.23
	木のテーブル	No. 1.3	3	3.28
	ガラスのテーブル	No. 2.1	2	4.01
	ガラスのテーブル	No. 2.2	12	1.44
	ガラスのテーブル	No. 2.3	9	1.91
	プラスチックのテーブル	No. 3.1	3	0.89
	プラスチックのテーブル	No. 3.2	13	1.57
	プラスチックのテーブル	No. 3.3	3	2.68
	ガラスの掛け時計	No. 1.1	7	1.35
	ガラスの掛け時計	No. 1.2	7	3.51
	ガラスの掛け時計	No. 1.3	6	3.35
	プラスチックの掛け時計	No. 2.1	1	0.00
	プラスチックの掛け時計	No. 2.2	6	2.67
	プラスチックの掛け時計	No. 2.3	3	0.31
	木の掛け時計	No. 3.1	12	1.27
	木の掛け時計	No. 3.2	8	4.21
	木の掛け時計	No. 3.3	5	6.81
	プラスチックのマガジンラック	No. 1.1	8	4.22
	プラスチックのマガジンラック	No. 1.2	4	1.58
	プラスチックのマガジンラック	No. 1.3	4	2.20

	木のマガジンラック	No. 2.1	2	2.26
	木のマガジンラック	No. 2.2	6	4.34
	木のマガジンラック	No. 2.3	6	2.43
	ガラスのマガジンラック	No. 3.1	9	7.35
	ガラスのマガジンラック	No. 3.2	14	1.78
	ガラスのマガジンラック	No. 3.3	2	0.35
構成要素	木	No. 1.1	19	4.36
	木	No. 1.2	13	4.30
	木	No. 1.3	9	5.80
	木	No. 2.1	9	3.31
	木	No. 2.2	17	3.14
	木	No. 2.3	11	6.23
	木	No. 3.1	17	2.91
	木	No. 3.2	15	5.23
	木	No. 3.3	4	3.87
	ガラス	No. 1.1	8	3.26
	ガラス	No. 1.2	10	2.56
	ガラス	No. 1.3	12	2.85
	ガラス	No. 2.1	5	2.94
	ガラス	No. 2.2	9	2.56
	ガラス	No. 2.3	10	4.48
	ガラス	No. 3.1	18	9.95
	ガラス	No. 3.2	14	7.38
	ガラス	No. 3.3	3	0.70
	プラスチック	No. 1.1	6	1.62
	プラスチック	No. 1.2	11	2.10
	プラスチック	No. 1.3	9	2.05
	プラスチック	No. 2.1	9	1.58
	プラスチック	No. 2.2	11	1.95
	プラスチック	No. 2.3	6	2.14
	プラスチック	No. 3.1	20	5.47
	プラスチック	No. 3.2	14	2.59
	プラスチック	No. 3.3	7	6.58

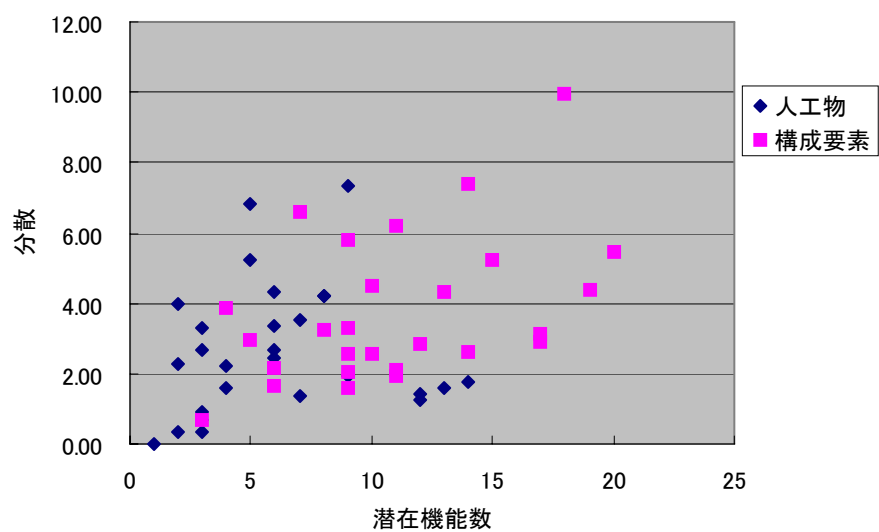


図 4.32. 潜在機能数と分散の関係

4-4-4 判別分析による人工物群と構成要素群の検定

判別分析による各ペアの有意確率の算出結果を表 4.34 に示す。有意確率は 0～1 の間で推移し、値が 1 に近い程、人工物と構成要素から見出された潜在機能に有意差はない。有意水準 $\alpha=0.05$ より、ほとんどのペアにおいて、人工物とその構成要素から見出される潜在機能に有意差はなかった。従って本結果よりも 4-4-2 で述べたように、人工物とその構成要素から見出される潜在機能の種類は同じ傾向から見出されていると予想される。

表 4.34. 判別分析による有意確率結果

被験者	ペア	有意確率
No. 1.1	木のテーブル & 木材	0.49
No. 1.2	木のテーブル & 木材	0.13
No. 1.3	木のテーブル & 木材	0.98
No. 2.1	ガラスのテーブル & ガラス	0.90
No. 2.2	ガラスのテーブル & ガラス	0.83
No. 2.3	ガラスのテーブル & ガラス	0.35
No. 3.1	プラスチックのテーブル & プラスチック	0.94
No. 3.2	プラスチックのテーブル & プラスチック	0.57
No. 3.3	プラスチックのテーブル & プラスチック	0.53
No. 1.1	ガラスの掛け時計 & ガラス	0.04
No. 1.2	ガラスの掛け時計 & ガラス	0.28
No. 1.3	ガラスの掛け時計 & ガラス	0.32
No. 2.1	プラスチックの掛け時計 & プラスチック	0.86
No. 2.2	プラスチックの掛け時計 & プラスチック	0.23
No. 2.3	プラスチックの掛け時計 & プラスチック	0.17
No. 3.1	木の掛け時計 & 木材	0.62
No. 3.2	木の掛け時計 & 木材	0.67
No. 3.3	木の掛け時計 & 木材	0.79
No. 1.1	プラスチックのマガジンラック & プラスチック	0.69
No. 1.2	プラスチックのマガジンラック & プラスチック	0.16
No. 1.3	プラスチックのマガジンラック & プラスチック	0.93
No. 2.1	木のマガジンラック & 木材	0.64
No. 2.2	木のマガジンラック & 木材	0.89
No. 2.3	木のマガジンラック & 木材	0.25
No. 3.1	ガラスのマガジンラック & ガラス	0.97
No. 3.2	ガラスのマガジンラック & ガラス	0.87

No. 3.3	ガラスのマガジンラック&ガラス	0.42
---------	-----------------	------

4-4-5 半構造化インタビューによる発話分類結果の考察

半構造化インタビューにより得た発話の分類の結果を表 4.35-4.43 に示す。半構造化インタビューの回答の分類の結果、多くのペアにおいて【形の差異】に関する発話が多かった。よって被験者は、人工物の元の形を大きく加工してまで、潜在機能を見出そうとは思わない傾向があると考えられる。しかし構成要素から見出される潜在機能の多くは、元の形から大きく加工を施して潜在機能を見出していることから、加工を行うことに、ネガティブな意識を持っている訳ではないと考えられる。ではなぜ人工物に限って様々な加工を施さなかったのか。それは人工物の持つ顕在機能による影響だと考える。被験者は人工物から潜在機能を見出すとき、人工物の形から顕在機能を意識してしまう結果、イメージした顕在機能に縛られ、使用者の潜在機能を思考する範囲を狭めていることが予想される。この裏づけとして、発話の分類の中で【分解行為の拒否】の発話の割合が高かったことから、やはり元々人工物の持つ顕在機能を生かそうという意識が働き、様々な潜在機能を見出せなかったのではないかと考えられる。つまり、人工物とその構成要素との大きな違いは、当初に持つ顕在機能の違いである。明確な顕在機能をイメージできない構成要素に対して、明確な顕在機能をイメージできる人工物からは潜在機能が見出しにくいのではないかと考える。

表 4.35. 木のテーブルから木材ほどの潜在機能が見出せない理由の分類

単位[%]

	分類	No. 1.1	No. 1.2	No. 1.3	平均
1	使用イメージ	41	0	11	17
2	イメージの妨げ	0	17	11	9
3	形の差異	29	17	22	23
4	分解行為拒否	12	17	33	21
5	回答拒否	12	8	0	7
6	派生	0	33	0	11
7	その他	0	0	22	7
8	無回答	6	8	0	5

表 4.36. ガラスのテーブルからガラスほどの潜在機能が見出せない理由の分類

単位[%]

	分類	No. 2.1	No. 2.2	No. 2.3	平均
1	使用イメージ	33	0	11	15
2	イメージの妨げ	0	0	0	0
3	形の差異	17	20	56	31
4	分解行為拒否	50	80	33	54
5	回答拒否	0	0	0	0
6	派生	0	0	0	0
7	その他	0	0	0	0
8	無回答	0	0	0	0

表 4.37. プラスチックのテーブルからプラスチックほどの
潜在機能が見出せない理由の分類

プラスチックのテーブル

単位[%]

	分類	No. 3.1	No. 3.2	No. 3.3	平均
1	使用イメージ	17	50	0	22
2	イメージの妨げ	0	0	20	7
3	形の差異	79	13	30	41
4	分解行為拒否	0	13	30	14
5	回答拒否	0	0	0	0
6	派生	0	13	20	11
7	その他	4	0	0	1
8	無回答	0	13	0	4

表 4.38. ガラスの掛け時計からガラスほどの潜在機能が見出せない理由の分類

ガラスの掛け時計		単位[%]			
	分類	No. 1.1	No. 1.2	No. 1.3	平均
1	使用イメージ	0	0	0	0
2	イメージの妨げ	50	17	10	26
3	形の差異	13	50	30	31
4	分解行為拒否	0	6	60	22
5	回答拒否	13	0	0	4
6	派生	25	28	0	18
7	その他	0	0	0	0
8	無回答	0	0	0	0

表 4.39. プラスチックの掛け時計からプラスチックほどの潜在機能が見出せない理由の分類

プラスチックの掛け時計		単位[%]			
	分類	No. 2.1	No. 2.2	No. 2.3	平均
1	使用イメージ	18	0	22	13
2	イメージの妨げ	45	50	0	32
3	形の差異	9	11	22	14
4	分解行為拒否	27	33	44	35
5	回答拒否	0	6	0	2
6	派生	0	0	11	4
7	その他	0	0	0	0
8	無回答	0	0	0	0

表 4.40. 木の掛け時計から木材ほどの潜在機能が見出せない理由の分類

木の掛け時計		単位[%]			
	分類	No. 3.1	No. 3.2	No. 3.3	平均
1	使用イメージ	0	0	0	0
2	イメージの妨げ	5	0	0	2
3	形の差異	95	81	50	75
4	分解行為拒否	0	5	50	18
5	回答拒否	0	0	0	0
6	派生	0	0	0	0
7	その他	0	5	0	2
8	無回答	0	10	0	3

表 4.41. プラスチックのマガジンラックからプラスチックほどの
潜在機能が見出せない理由の分類

プラスチックのマガジンラック		単位[%]			
	分類	No. 1.1	No. 1.2	No. 1.3	平均
1	使用イメージ	67	8	9	28
2	イメージの妨げ	0	17	0	6
3	形の差異	17	67	45	43
4	分解行為拒否	17	0	36	18
5	回答拒否	0	0	0	0
6	派生	0	8	0	3
7	その他	0	0	9	3
8	無回答	0	0	0	0

表 4.42. 木のマガジンラックから木材ほどの潜在機能が見出せない理由の分類

木のマガジンラック		単位[%]			
	分類	No. 2.1	No. 2.2	No. 2.3	平均
1	使用イメージ	38	0	9	16
2	イメージの妨げ	13	0	9	7
3	形の差異	38	63	73	58
4	分解行為拒否	0	6	9	5
5	回答拒否	0	0	0	0
6	派生	0	31	0	10
7	その他	13	0	0	4
8	無回答	0	0	0	0

表 4.43. ガラスのマガジンラックからガラスほどの潜在機能が見出せない理由の分類

ガラスのマガジンラック		単位[%]			
	分類	No. 3.1	No. 3.2	No. 3.3	平均
1	使用イメージ	0	43	100	48
2	イメージの妨げ	0	0	0	0
3	形の差異	88	21	0	36
4	分解行為拒否	6	0	0	2
5	回答拒否	0	0	0	0
6	派生	0	0	0	0
7	その他	0	21	0	7
8	無回答	6	14	0	7

4-5 実験結果から得られた示唆

本実験により、人工物とその構成要素のペアから見出される潜在機能数を比較した結果、やはり被験者は人工物よりその構成要素からのほうが多くの潜在機能が見出しやすいことが分かった。この理由として、被験者が人工物から潜在機能を見出すとき、人工物の形から顕在機能を意識してしまう結果、イメージした顕在機能を生かそうという意識が働くことによって、人工物の潜在機能を思考する範囲を狭めていることが予想された。しかしながら判別分析の結果、人工物から見出される潜在機能は、その構成要素から見出される潜在機能と似た傾向を示したことから、潜在機能を見出しにくくしている阻害要因（人工物の持つ形によって顕在機能を想起させている要因）を取り除くことによって、人工物からでも構成要素程の潜在機能が見出される可能性が示唆された。次章において考察結果を基に、その阻害要因を取り除くデザイン支援システムを提案する。

第5章 デザイン支援システム

5-1 デザイン支援システムの検討

実際のデザイン開発での活用を考慮した支援方法を考えるにあたり、実験結果をまとめると、ユーザーは人工物から潜在機能を見出すとき、人工物の形から顕在機能を意識してしまう結果、イメージした顕在機能に縛られ潜在機能を思考する範囲を狭めていることが予想された。従って、潜在機能が見出しやすい理想的な人工物として、構成要素のように明確な顕在機能を想起させない人工物が、多くの潜在機能が見出しやすいと考えられる。しかし人工物から見出す潜在機能は、ユーザーの習慣や知識などに大きく関わっており、このため見出される潜在機能はユーザーによって異なることから、「誰にでも潜在機能を見出しやすい人工物」を製作することは非常に困難である。そこで、人工物から潜在機能を考えるときに、その構成要素のような自由は発想を妨げていると思われる箇所を、より潜在機能を見出しやすい形に改善することによって、ユーザーは現在存在する人工物より潜在機能が見出しやすくなるを考える。

以上を踏まえ実際のデザイン開発での活用を考慮した支援システムを考察すると、実際のデザイン現場では、複数のデザイン案が可能性として考えられるときがある。例えばテーブルを例にすると、天板の形状や厚み、足の太さや長さ、またそれぞれの材質といった、複数の箇所において複数の選択肢が存在する [25]。この場面において、各箇所の潜在機能が見出しやすい形状・長さ・厚みといった情報を提供するとともに、そのデザインを行うことで「どのような潜在機能が見出しやすくなるのか」といった情報を設計者に提示する。これにより部分的ではあるが潜在機能が見出しやすい人工物の実現に寄与すると考える。よって本研究ではデザイン開発のアイデア展開時に対応して参照できるデータベースを提案する。

5-2 データベースの構築

以上のようにこのデータベースの目的は設計者がデザイン開発プロセスのアイデア展開時に、より潜在機能を見出しやすいデザイン案を提供し、潜在機能が豊富に含まれる人工物の作成を支援するものである。よって設計者に選択肢を提示するための入力情報として、設計する製品の種類（テーブル、掛け時計、マガジンラック etc.）、選択した製品の改善したい箇所（天板、足、引き出し etc.）といった情報が必要となる。その流れを図 5.1 に示す。

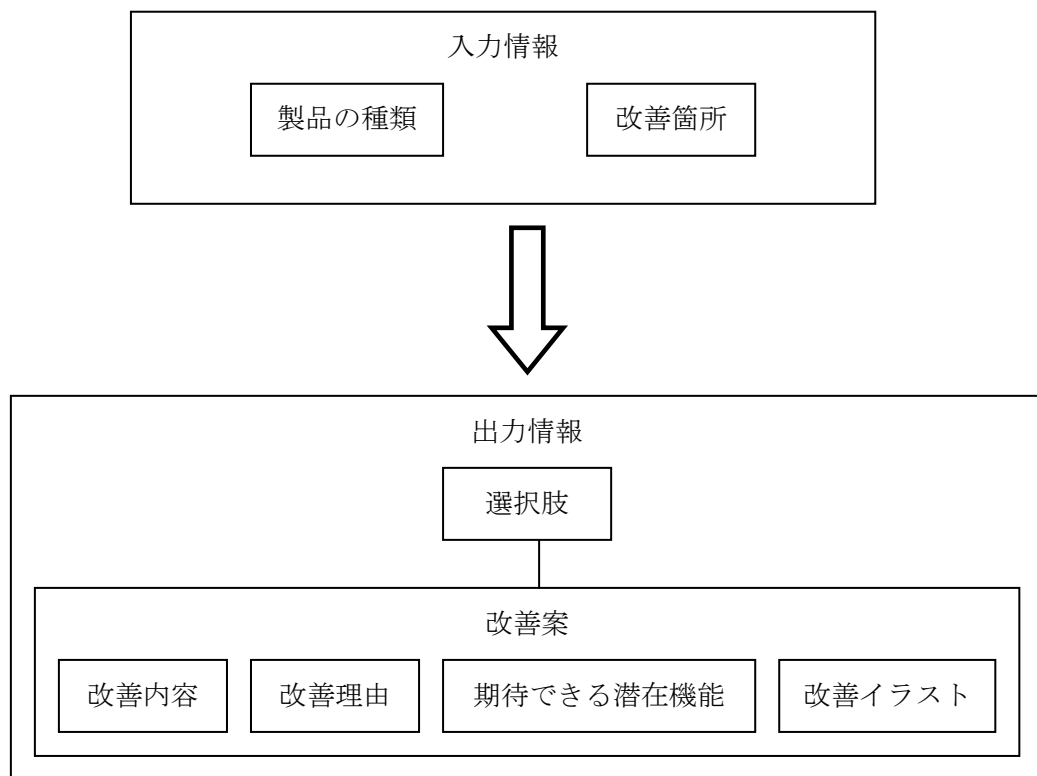


図 5.1. フローチャート

5-3 改善案の抽出

実際のデータベースの構築にあたり、改善案は半構造化インタビューにおける発話を、デザイン開発プロセスに対応して参照できる情報として再加工する。第 3 章で提案した半構造化インタビューにより、構成要素から見出された潜在機能をその構成要素を含む人工物からなぜ見出すことができないのか、その理由を聞いている。このとき更に、人工物のどの部分を改善すれば、その構成要素から見出された潜在機能を見出すことができるのか聞きだす。例えば、木のテーブルと木材のペアについて、構成要素である木材から見出された潜在機能がドアの機能であったとき、例 1 のように、質問し回答を求める。

例 1. 改善案の発話 (木のテーブル & 木材)

- Q. 木材から見出されたドアの機能を、木のテーブルから見出すためには、どのような改善を行えばよいですか？
- A. テーブルの足を取り外し式に改良するとよい。

この半構造化インタビューによって得られた人工物の改善案の発話を、人工物の改善箇所(足、天板、引き出し etc)毎に分類し、以下の 4 つの項目からなる情報として再加工する。提示情報の例を以下に示す。

- 改善内容
- 改善理由
- 改善後に期待できる潜在機能
- 改善イメージ

例 2. 提示情報の例

改善箇所：足(1/20)

- **改善内容**：テーブルの足を取り外し可能な形状に改善する。
- **改善理由**：足を取り外せることによって、
天板に注目した潜在機能が見出しやすくなる。
- **期待できる潜在機能**：ドアの機能，窓枠の機能，看板の機能
- **改善イメージ**：(*取り外しが可能な足のイラスト)

5-4 データベースの流れ

半構造化インタビューにより得た改善案をパソコン上にデータベース化する。具体的なデータベースの流れとしては、まず設計者がデザインする製品を入力情報とし選択することで、その選択した製品の改善可能な箇所が選択肢として表示される。そして改善したい箇所から改善案を参照することによって出力情報として、改善内容、改善理由、改善後に期待できる潜在機能、改善イメージの情報を得ることができる。システムのイメージ図を図 5.2 に示す。図 5.2 はテーブルの足について、より潜在機能が見出しやすい形状に改善する選択肢の出力情報の例である。システムは 1 つの改善箇所につき複数の改善案を持ち、その中から最も目的に適した改善案を探索する。設計者は様々な選択肢情報から有効な選択肢を選択し、より潜在機能が見出しやすい人工物の設計が行える。また本支援システムを使用することによって、設計者自身が新たな潜在機能を見出しやすいデザイン発想の手引きになると考えられる。

入力情報

製品種類

テーブル

改善箇所

☒ 足
☐ 天板
☐ その他

実行

改善イメージ ① (1/8)



改善案 ① (1/8)

改善箇所

(テーブルの足)

改善内容

テーブルの足を取り外し可能な形状に改善する。

改善理由

足を取り外せることによって、天板に注目した潜在機能が見出しやすくなる。

期待できる潜在機能

ドアの機能

窓枠の機能

看板の機能

前

次

図 5.2. システムのイメージ図

第6章 まとめ

本研究では、持続的な使用を可能とする人工物として、人工物の持つ「潜在機能」の概念に着目し、ユーザーにとって潜在機能が見出しやすい人工物の特徴の解明及びその特徴を埋め込むデザイン支援システムの提案を行った。このユーザーにとって潜在機能が見出しやすい人工物の特徴として、人工物とその構成要素から見出される潜在機能の差異に注目し、本研究で提案した分析手法により人工物とその構成要素から見出される潜在機能の関係について分析を行った。

分析の結果、ユーザーはテーブルや掛け時計などのような人工物から潜在機能を見出すよりも、そのテーブルや掛け時計を構成する木材やガラスといった単純な構成要素からのほうが、潜在機能を見出しやすいことが分かった。また、見出される潜在機能の数に関して、人工物から見出される潜在機能の種類は、構成要素から見出される潜在機能の種類に比べて、少ない傾向にあることが分かった。このような結果となった理由は、ユーザーが人工物から潜在機能を見出すとき、人工物の形から顕在機能をイメージし、その顕在機能を生かそうという意識が働くことによって、ユーザーが人工物の潜在機能を思考する範囲を狭めていることが予想された。しかしながら判別分析の結果、人工物から見出される潜在機能は、その構成要素から見出される潜在機能と似た傾向を示したことから、潜在機能を見出しにくくしている阻害要因の取り除くことによって、人工物からでも構成要素程の潜在機能が見出される可能性が示唆された。従って、潜在機能が見出しやすい理想的な人工物として、構成要素のように明確な顕在機能を想起させない人工物が、多くの潜在機能が見出しやすいと考えられる。

この考察を元に、実験時に得た半構造化インタビューの発話を、人工物からその構成要素程の潜在機能を見出すための改善案として再加工し、その改善案を設計者がデザイン開発のアイデア展開時に参照できるデータベースの提案を行った。このデザイン支援システムを使用することによって、部分的ではあるが潜在機能が見出しやすい人工物の実現に寄与すると考える。今後このデザイン支援システムとしてのデータベースを構築し、デザイン試作とその試作物の評価を行うサイクルを通して潜在機能を人工物に埋め込むサステナブルデザイン方法論の構築を行えると考ええる。以上本研究により、サステナブルデザイン方法論への道筋を示せたと考える。

謝辞

本論文を結ぶにあたり、本研究の遂行において、ご指導、ご協力をいただいた方々に感謝の意を表します。

まず、本研究の遂行ならびに本研究の作成にあたって、終始ご指導とご鞭撻を賜った北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科永井由佳里助教授に心から深甚なる感謝の意を表します。

また、本研究の着想から研究方法、更には本論文の細部にいたるまで数多くのご助言ならびにご示唆を賜った北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科田浦俊春客員教授に心から感謝の意を表します。

更に、本研究の遂行にご協力いただいた、北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科の諸兄、武蔵野美術大学造形学部デザイン情報科の諸姉、大阪電気通信大学工学部電子工学科の諸兄に心から感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 環境省, 循環型社会白書, 行政, 2004
- [2] Behrendt, S., Life Cycle Design : A Manual for Small and Medium-Sized Enterprises, Springer, 1997
- [3] 内藤淳久,長田進、パソコン製品のプラスチックリサイクル, エコデザイン 2004, pp.206-208, 2004
- [4] 沼田達治, 白方雅人,岸田俊二, 蓄電技術高度化による CO₂排出削減, エコデザイン 2004, pp.238-239, 2004
- [5] 広瀬幸雄, 環境と消費の社会心理学, 名古屋大学出版, 1995
- [6] 横山浩司,寺内貞人,塩瀬隆之,田浦俊春, エージェントベース循環型社会モデルの間接制御方法論, 第 25 回システム工学部会研究会, 2002
- [7] 田浦俊春, 環境適応型知的人工システムの基本的考え方, 機械学会 生産システム部門講演会 2003, pp.45-46, 2003
- [8] 佐々木正人,三島博之, アフォーダンスの構想・知覚研究の生態心理学的デザイン-, 東京大学出版会, 2001.2
- [9] 佐々木正人, 武蔵野美術 No.116・アフォーダンスとは何か?-, 武蔵野美術大学, pp.4-11, 2000
- [10] 橋本恵太,田浦俊春, 循環型社会形成のための人工物将来性評価手法, エコデザイン 2004, pp.96-99, 2004
- [11] P・Checkland (高原他訳), 新しいシステムアプローチ-システム思考とシステム実践-, オーム社, 1994
- [12] WCED,大来佐武朗監修, 地理の未来を守るために,
- [13] 片谷教孝,鈴木嘉彦, 循環型社会入門, オーム社, 2001.5

- [14] 山本良一, 戦略環境経営エコデザイン, ダイヤモンド社, 1999
- [15] エコデザイン推進機構, エコデザイン革命-環境とビジネスの両立-, 丸善, 2003.3
- [16] 鷺田豊明, 環境評価入門, 勁草書房, 1999.5
- [17] エツィオ・マンツィーニ, distributed economy, POLITECNICO DI MILANO, 1999.1
- [18] 大越一輝, 田浦俊春, 潜在機能に着目した人工物の環境適応評価, 機械学会 生産システム部門講演会, pp.49-50, 2003
- [19] 吉川弘之, 一般設計学序説, 精密機械 45(8), pp.20-26, 1976
- [20] Minami Kazusa, Yukari Nagai, Toshiharu Taura, Sustainable Design Method Focusing on Latent Function, Eco Design 2005, on-CD-ROM, 2005
- [21] 概念辞書, CPD-V030, EDR 電子化辞書, 独立行政法人情報通信研究所, 2005
- [22] Harakawa, J. Nagai, Y. and Taura, T., Study on Conceptual Synthesis in Design Creation, INTERNATIONAL DESIGN CONGRESS -IASDR 2005, on CD-ROM, 2005
- [23] 石村貞夫, すぐわかる多変量解析, 東京図書, 1992.10
- [24] 石村貞夫, SPSS による統計処理の手順, 東京図書, 2001.7
- [25] 三好泉, 秋山正, ユニバーサルデザイン支援データベースの開発, 東京都立産業技術研究所研究報告 第4号, 2001

発表論文

1. 2005 年 6 月 25 日

南和幸, 永井由佳里, 田浦俊春, 潜在機能に着目したサステイナブルデザイン方法論,
機械学会 生産システム部門講演会 2005, pp.41.-42,2005

2. 2005 年 7 月 29 日

南和幸, 永井由佳里, 田浦俊春, 潜在機能に着目したサステイナブルデザイン方法論,
日本認知科学会第 22 回大会, on-CD-ROM,2005

3. 2005 年 11 月 3 日

Minami Kazusa, Yukari Nagai, Toshiharu Taura, Study on Latent Function for
Sustainable Design, INTERNATIONAL DESIGN CONGRESS -IASDR 2005,
on-CD-ROM, 2005

4. 2005 年 12 月 12 日

Minami Kazusa, Yukari Nagai, Toshiharu Taura, Sustainable Design Method
Focusing on Latent Function, Eco Design 2005, on-CD-ROM, 2005