感性の多様性を考慮した感性設計
（音のデザインを事例として）

柳澤 秀吉
東京大学

Ajenda

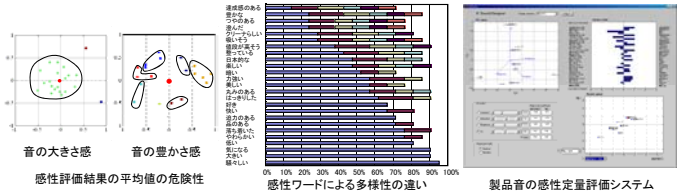
- 自己紹介（最近の活動をふまえて）
- 感性設計とは？
- 感性の多様性を考慮した感性設計支援（音設計を事例として）
- 未踏特徴領域のサンプルを用いた潜在感性評価因子の抽出

自己紹介 （柳澤秀吉）

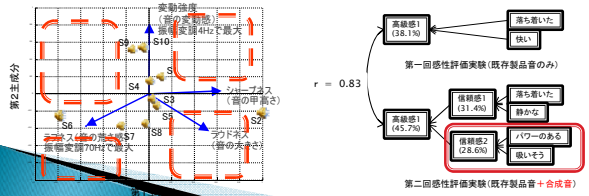
- 所属
  東京大学　大学院工学系研究科
  機械工学専攻　設計工学研究室 （村上・草加・柳澤研）
- 研究内容
  - 感性設計の支援技術
  - デザインの支援技術
- デザイン・創造性関係の活動（最近）
  - デザインイノベーション社会連携講座（異分野6企業との共同）
  - エンジニア，デザイナ，ユーザ混成チームによるデザインワークショップ （東大－日経BP共催　48時間デザインチャレンジ　2007～）
  - 創造設計教育 （メカトロニクスを題材とした創造性教育）
  - （その昔，学生の頃，スタンフォード大のPBL　ME310に没頭）

製品音の感性設計手法に関する研究 （株）東芝との共同研究

■ 感性品質の多様性を考慮した感性定量化手法と製品音設計支援への応用



■ 未踏特徴領域の感性分析による潜在感性の外在化と定量化



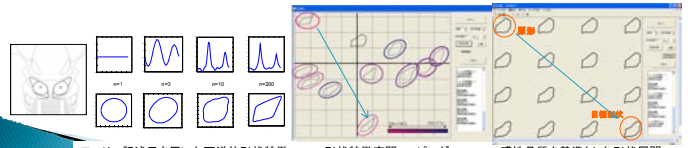
製品意匠形状のデザイン支援に関する研究

■ 対話型縮約進化計算法(IREC)とデザインへの応用研究

自動車サイドビュー対話型デザイン

ホイール形状対話型デザイン(本田技術研究所と共同研究)

■ 独自性と感性評価を逐次確認可能なデザインスケッチ支援システム

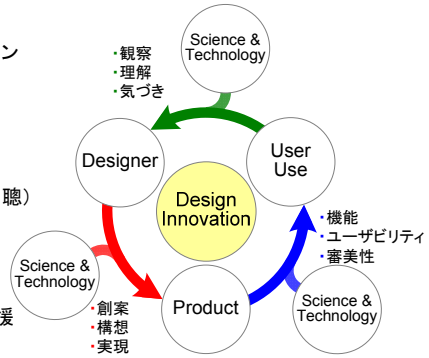

フーリエ記述子を用いた可逆的形状特徴　形状特徴空間マッピング　感性品質を基準とした形状展開

東京大学デザインイノベーション社会連携講座(2008-2011)

内容:
・デザインによるイノベーションのための支援技術
・デザイン活動の実践
(研究＋教育)

構成メンバ:
・プロダクトデザイナー(中川聰)
・企業メンバ(異分野6社)
・大学教員(設計, UD)

2008年度:
User use→Designerの支援
潜在的な設計問題の発見

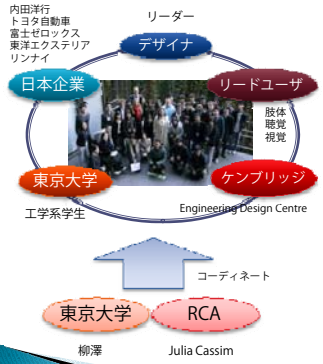


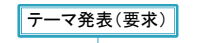
Design Innovation Cycle (DI Cycle)

48h Design challenge workshop (2008)

～多様な視点(デザイン, 工学, ユーザ)から生まれるイノベーション

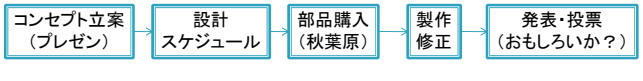
(東京大学－日経デザイン共催)

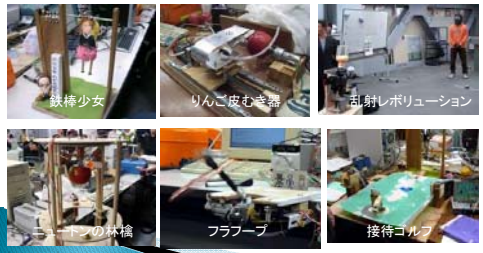




「おもしろさ」を要求機能としたメカトロニクスの設計・制作

要求機能:　おもしろいこと　(興味深い, おかしい, 滑稽な, 愉快な, 爽快な, 不思議な, etc..)
制約条件:　メカトロニクス(検出, 処理, 動作), 3000円, 8日間, 2人一組.





感性設計とは？

» その意味，方法，必要性

製品を買うときに何で判断しますか？

製品

画素数：500万画素
ズーム倍率：光学5倍
バッテリ持続時間：20時間
記録枚数：　2000枚
：

スペック

デザインのよさ
質感（例．素材，音，動き）
操作のしやすさ，快適感

スペックに載らないよさ

感性設計とは？

- 感性品質：
  ＝ 顧客（ユーザ）の感性によって評価される
  製品やサービスの品質

  例）　質感，デザイン性，操作の快適感など
  （主に製品スペックに載らない品質）

- 感性設計
  ＝　感性品質を設計すること

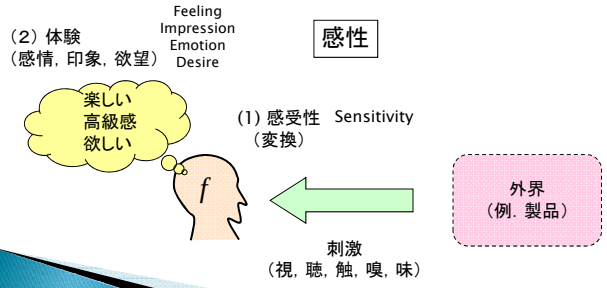
- Design(設計)の語源
  - ラテン語のDesignare　＝　計画を記号であらわす
    ≠　勘（感性）や経験で作り込む

「感性」という言葉

(1)　外界の刺激に応じて感覚・知覚を生ずる感覚器官の感受性．

(2)　感覚によってよび起こされ，それに支配される体験．
従って，感覚に伴う感情や衝動・欲望をも含む．

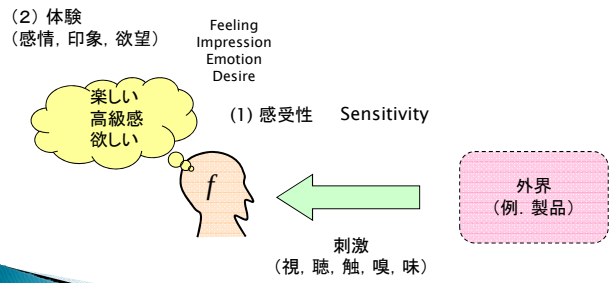
広辞苑より



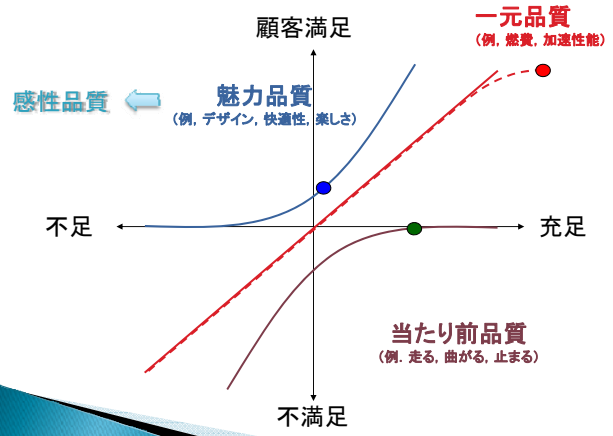
（ここでの）感性と感性品質

「感性」　：（1）感受性（刺激から体験への変換システム）

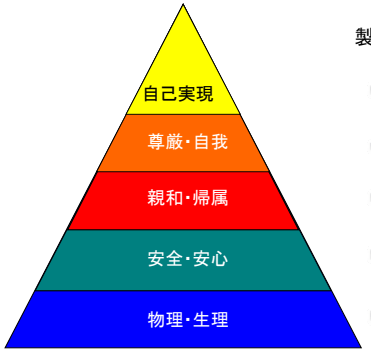
「感性品質」：（2）体験を提供する製品の品質



狩野モデルと感性品質



Maslowの欲求段階説

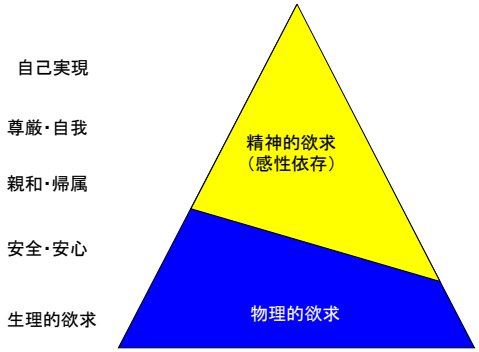


製品に求められること

- オリジナリティ
- ステータス・高級感
- コミュニティ・愛着
- 安全性・安心感
- 基本機能・性能

Abraham Harold Maslow(1908–1970)

Maslowの欲求段階説と感性品質



自己実現	オリジナリティ
尊厳・自我	ステータス・高級感
親和・帰属	コミュニティ・愛着
安全・安心	安心感・信頼感
生理的欲求	基本機能・性能

感性設計のターゲットとなる欲求

設計プロセスにおける感性設計の特異性

どう要求仕様を
定義するか
What to, Why

要求仕様を
いかに実現するか
How to

設計要求の把握

顧客 → 要求 → 設計者

概念設計

基本・詳細設計

顧客の感性に基づく要求（感性要求）
論理的・定量的な説明が困難

顧客要求を設計者が客観的に把握し，
技術要素へ展開する支援技術が必要

品質機能展開（QFD: Quality Functional Deployment）

顧客の声を，製品の品質特性，構成要素，プロセスの要素に至るまで
展開し，段階的に要求仕様を具体化していく手法

顧客の声

品質表 ／ 品質特性 ／ 要求品質	路面振動伝達率	制動距離	乗降口面積	最小空間半径	客室空間容積比	. .	要求品質W
乗り心地がよい	9				6		
運転しやすい							
荷物をたくさん積める					1		
乗り降りが楽			9				
品質特性ウェート							

技術側の世界

要求品質から品質特性に展開できない感性品質

品質特性展開表 ／ 要求品質展開表	1次	2次	記憶媒体		電源			形状						操作性				オーディオ		付加機能充実度
			メモリ容量	対応ファイル形式	バッテリー種類	バッテリー容量	消費電力	本体形状	ヘッドホン形状	材質	外形寸法	カラーバリエーションの充実度	本体重量	本体ディスプレイ	操作ボタン配置・形状	インターフェイス	ソフト充実度	本体処理能力	ヘッドホン特性	デバイス充実度
長時間楽しめる	再生時間が長い			○	○	◎	◎												○	
	たくさん曲が入る		◎	◎																
持ち運びしやすい	小さい		◎			◎		○			◎			◎		○					◎
	軽い		◎			◎				○	◎		◎	◎		○					○
	形状が良い							◎	○		○		○							
操作しやすい	選曲しやすい													◎	◎		◎			
	曲の転送がしやすい															◎	○			
	電源の管理がしやすい				◎											○				
	互換性がある			◎	○				○											
デザインが良い	形状が良い							◎	◎	○				○	○					
	色が良い									○		◎								
音が良い	音質が良い			◎			○											◎	◎	
	臨場感がある													○	○		○	◎		
付加機能が豊富である	リムーバブルディスクとして使える		◎									○	○			◎				○
	FMラジオが聴ける										◎		○	○	○		◎			◎
	ボイスレコーディングができる										○			○	○		◎			◎
	ゲームができる													◎	◎		◎			

感性品質と物理的設計属性の関係を明らかにする必要

～設計者やデザイナの思い込み（感性）に依存しないために

要求品質

感性品質
（主観，あいまい）

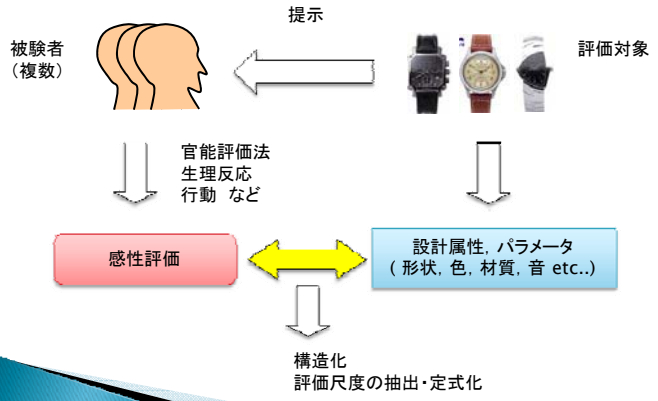
直接計測・操作困難

品質特性

物理的設計属性
（形，色，構造，材料など）

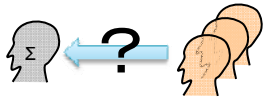
直接計測・操作可能

一般的な流れ

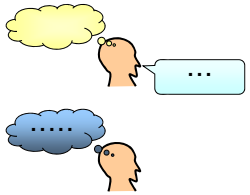


着目する未踏課題

- 感性の多様性
  - ひとそれぞれ感性は違う
  - どのように異なるのか？



- 感性の暗黙性・潜在性
  - 言葉で表せない暗黙的な要求
  - 顧客自身も気づいていない潜在的な要求



製品音の感性設計支援

- 感性の多様性を考慮した感性品質の定量尺度化
  潜在する感性品質の抽出法

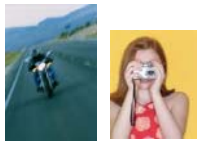
（東芝との共同研究）

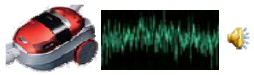
製品音の機能（役割）

実用機能： 機械の動作を確認　例）自動車：車が近づいている，スピード出し過ぎ
例）HDD：正常に書き込んでいる

精神機能： 感性品質を高める　例）バイクのエンジン音（ハーレーダビットソン）

～感：人の感性によって評価される製品の質
例）高級感，爽快感，迫力，安心感





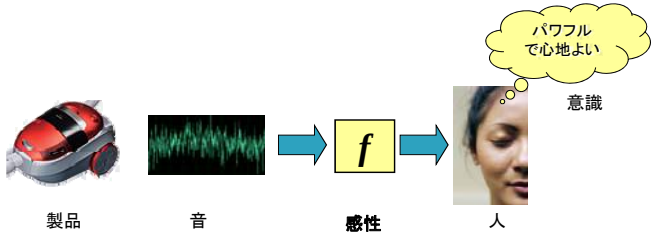
Noise → Signal

騒音低減　　活用（機能・品質）

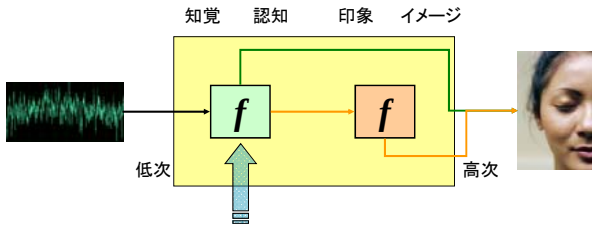
[dB]　　[？]

音の感性品質を設計するには

音の特徴と人が感じる感性との関係性を明らかにする



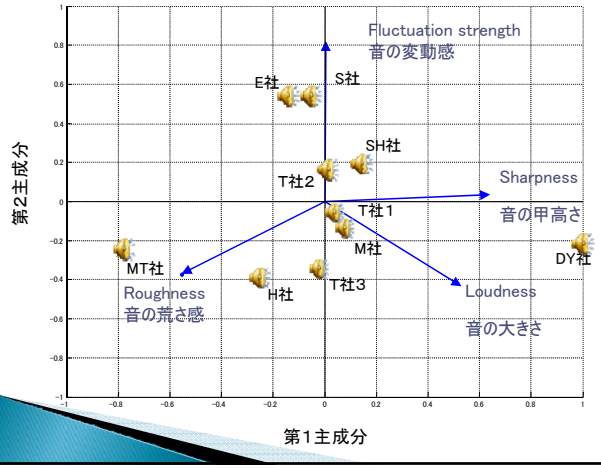
音の認知の特徴量



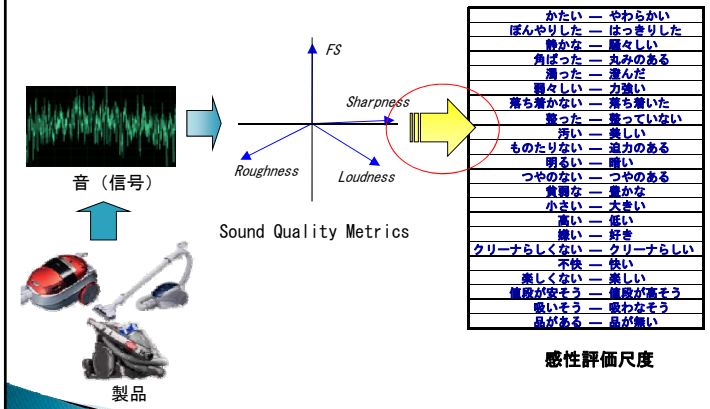
音質評価指標：Sound quality metrics

音が人にどのように知覚されるかの定量指標
（音の大きさ，甲高さ，荒さ，変動感）

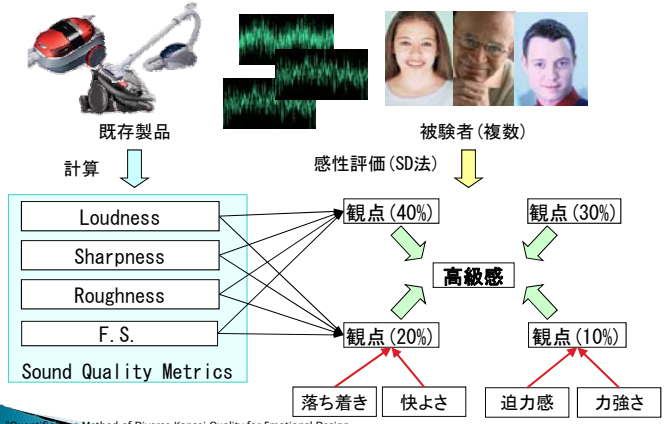
SQMを用いた各社製品音の主成分空間マッピング



高次の感性品質：SQMでは不十分



高次の感性品質に対応した定量化手法の提案



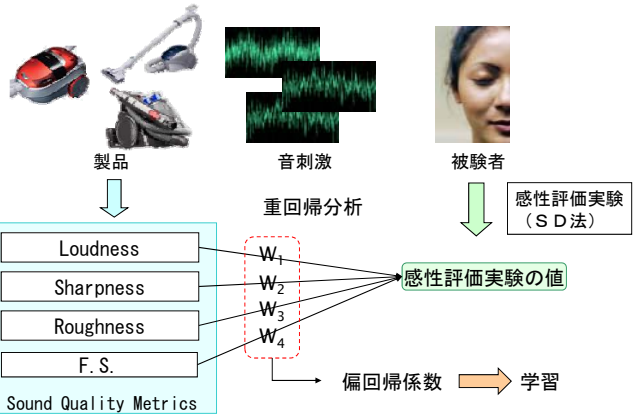
"Quantification Method of Diverse Kansei Quality for Emotional Design – Application of Product Sound Design", Proceedings of DETC'07/ASME International 27th Computers and Information in Engineering, pp.1–10,DETC2007-34627, 2007.

製品音の感性評価

- 対象:　10製品のクリーナ音
- 被験者:　21名
- 評価項目: 22対の形容詞
- 評価法:　Semantic Differential法

実験に用いた感性語
かたい ― やわらかい
ぼんやりした ― はっきりした
静かな ― 騒々しい
角ばった ― 丸みのある
濁った ― 澄んだ
弱々しい ― 力強い
落ち着かない ― 落ち着いた
整った ― 整っていない
汚い ― 美しい
ものたりない ― 迫力のある
明るい ― 暗い
つやのない ― つやのある
貧弱な ― 豊かな
小さい ― 大きい
高い ― 低い
嫌い ― 好き
クリーナらしくない ― クリーナらしい
不快 ― 快い
楽しくない ― 楽しい
値段が安そう ― 値段が高そう
吸いそう ― 吸わなそう
品がある ― 品が無い

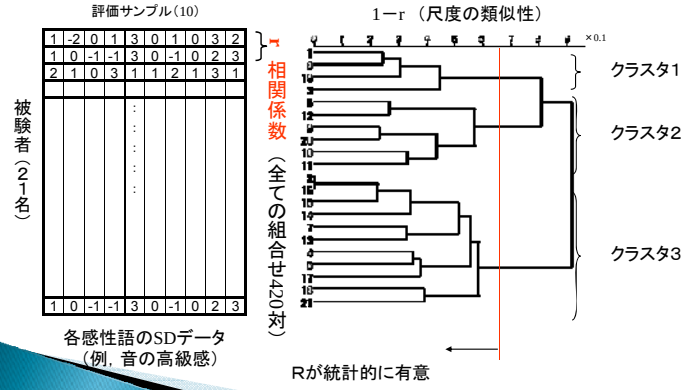
Sound Quality Metricsと感性の関係を定式化

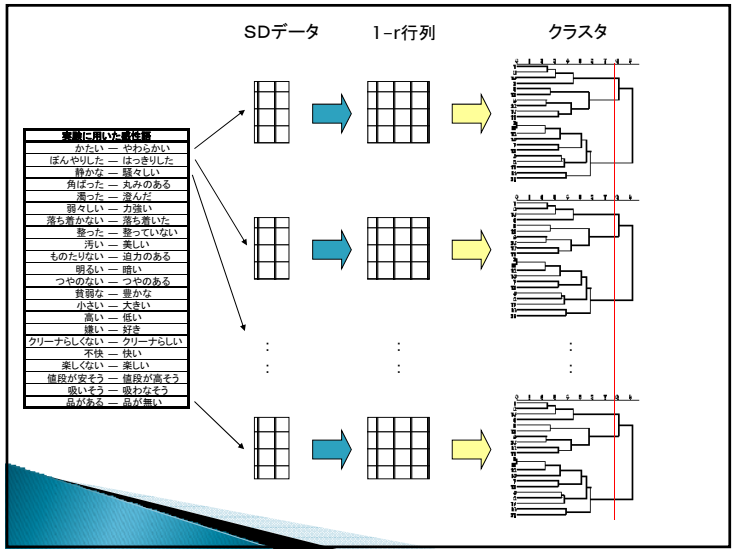


感性評価 = w1×Loudness + w2×Sharpness + w3×Roughness+w4×FS+β

疑問：　感性は個人によって異なるのでは？

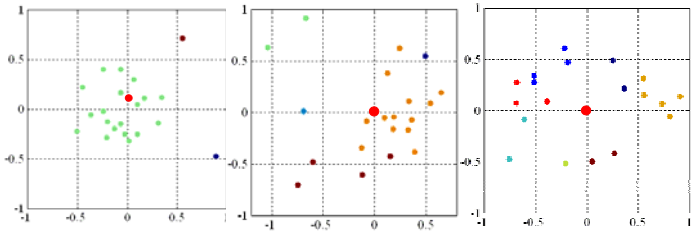
各感性の多様性を分割する方法を開発





被験者間の距離1−rを用いて空間構成（多次元尺度構成法）

被験者クラスタごとに色分け．赤丸は平均値．



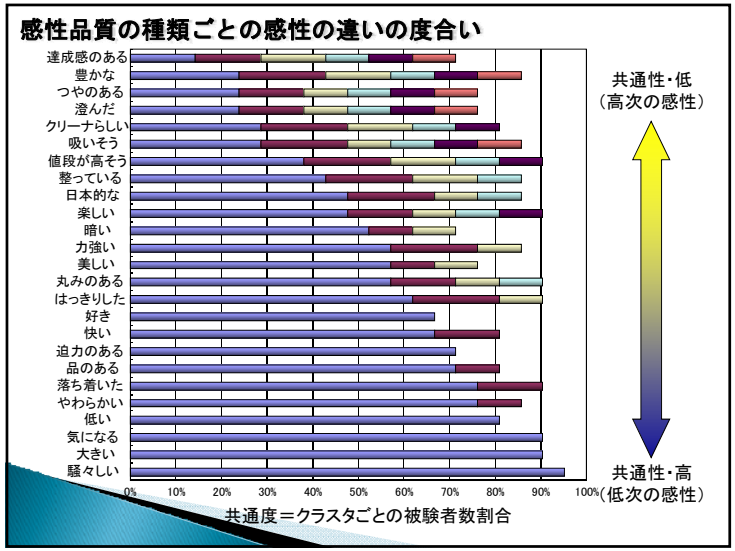
音の「大きさ」感
（一つのクラスタ）

音の「はっきり」感
（少数のクラスタ）

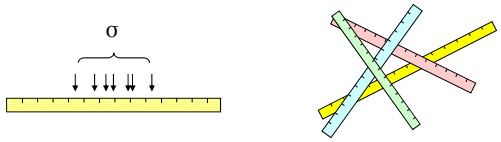
音の「豊かさ」感
（多数のクラスタ）

平均で近似可

平均値は無意味



クラスタの意味　＝　尺度の多様性



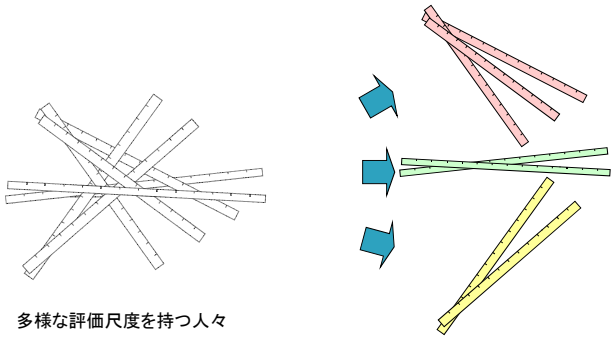
バラツキ

同一尺度で計った
ばらつき

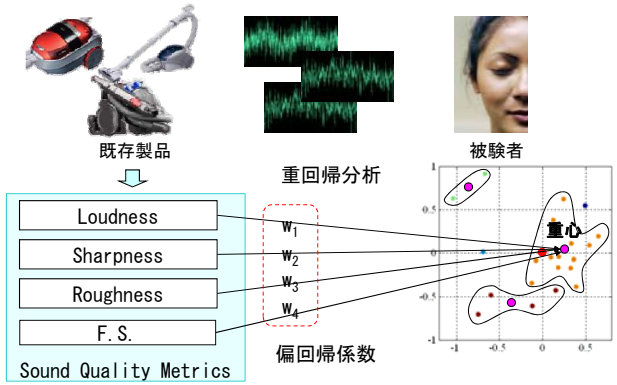
多様性

尺度そのものが
異なる

クラスタリング＝似た評価尺度をもつ被験者の分類

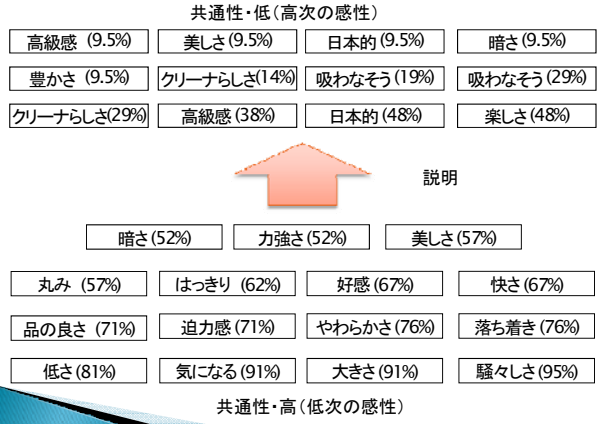


感性クラスタ（尺度）ごとの定式化

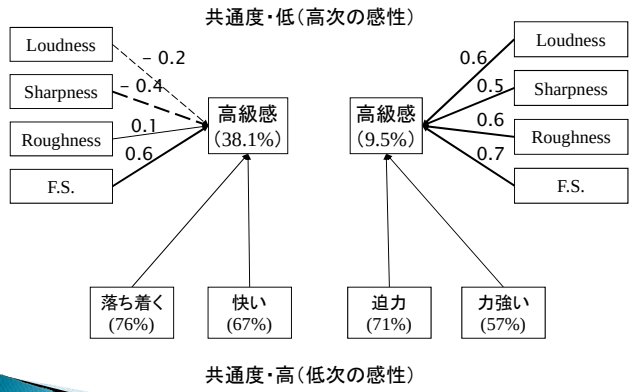


感性評価 = w1×Loudness + w2×Sharpness + w3×Roughness+w4×FS+β

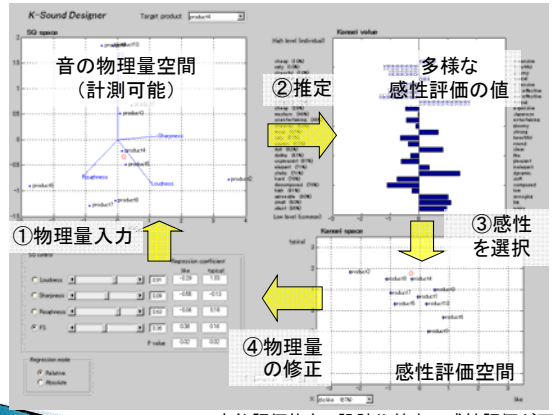
低次の感性で高次の感性を説明する



2つの高級感の意味解釈



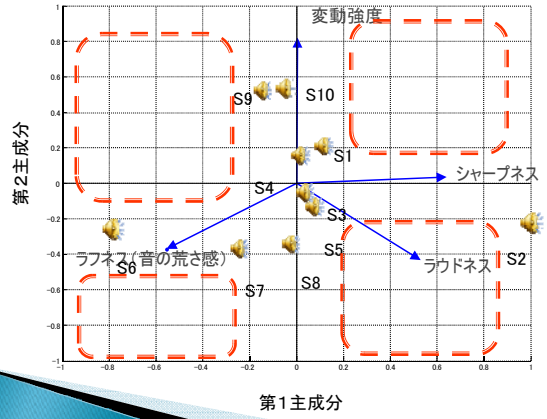
音質のデザイン支援システム



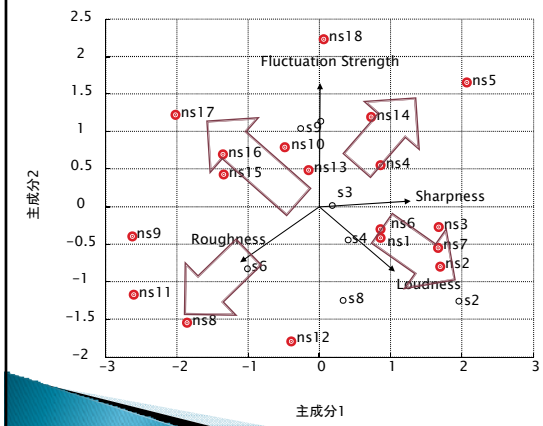
- 官能評価抜きで設計代替案の感性評価が可能
- 新規設計における定量的な目標設定が可能

新規製品は既存製品の未踏領域に設計される

既存製品の評価の内挿で十分か？

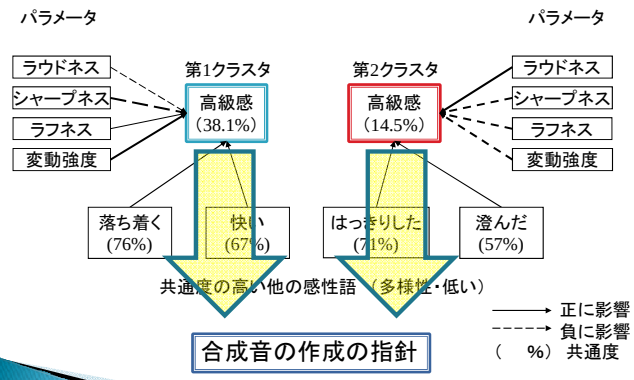


未踏特徴量領域へ合成音を作成



- ラウドネス：振幅を調整
- シャープネス：1[kHz]以上の振幅を調整
- ラフネス：70Hz10%変調
- 変動強度：4Hz10%変調

目標とする感性品質を向上させる方向に合成サンプルを作りたい



「高級感」の第1クラスタにおける回帰平面

説明変量　　目的変量

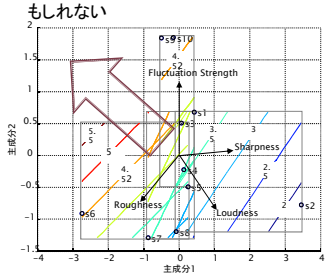
重回帰

ラウドネス
シャープネス
ラフネス
変動強度

第1クラスタ
高級感
(38.1%)

落ち着く　快い

この方向に
解があるか
もしれない



分割領域ごとの回帰平面
（等高線表示）

「高級感」の第2クラスタにおける回帰平面

別の人の感性は別の方向を指している

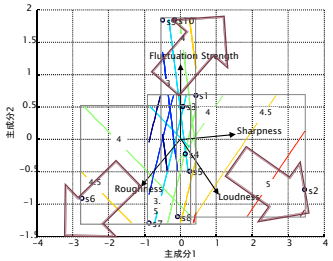
説明変量　　目的変量

重回帰

ラウドネス
シャープネス
ラフネス
変動強度

第2クラスタ
高級感
(14.5%)

はっきりした　澄んだ



分割領域ごとの回帰平面
（等高線表示）

既存製品音と合成音の感性評価実験

評価サンプル：
　クリーナ定常音：計27音
　既存製品音：8音
　合成音：　19音
提示方法：　ヘッドフォン

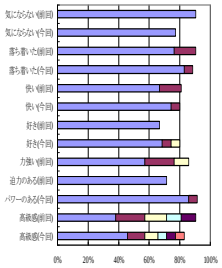
評価方法：　SD法

評価語の選定方法：
•第一回実験で用いた評価語のうち，互いに相関のある語を一語に集約．
・クリーナの性能に関係する評価語．

感性評価の再現性

第一回・二回感性評価実験における，感性の第一クラスタ同士の比較（既存製品音に対する評価のみ）

第一回と第二回で共通の感性語	第1クラスタ共通度		相関の検定	
	第一回	第二回	r	P値
気にならない	90.5%	77.1%	0.87	0.02*
落ち着いた	76.2%	82.9%	0.83	0.04*
迫力のある（パワーのある）	71.4%	85.7%	0.93	0.01**
力強い（パワーのある）	57.1%	85.7%	0.85	0.03*
好き	66.7%	68.6%	0.79	0.06
快い	66.7%	74.3%	0.87	0.03*
高級感	38.1%	45.7%	0.83	0.04*



クラスタの比較

- 嗜好評価「好き」を除く感性語で有意な相関：　再現性の確認
- 「高級感」のみが共通度が低い（50%以下）：　多様性あり

「高級感」の多様性と意味解釈

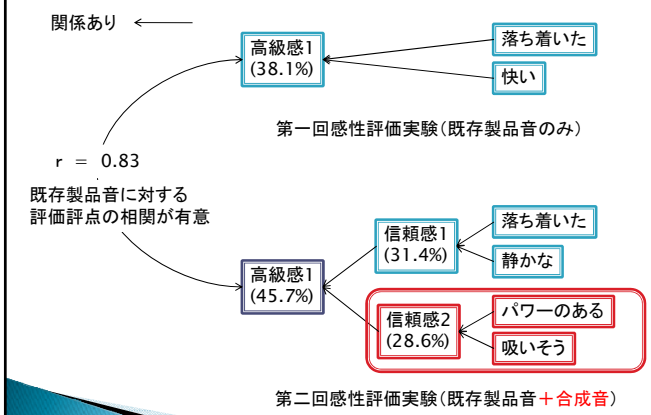
第2回感性評価実験の「高級感」の各クラスタと
相関の有意な感性語との相関係数（既存製品音＋合成音）

高級感	落ち着いた (82.9%)	静かな (77.1%)	信頼感1 (31.4%)	信頼感2 (28.6%)
第1クラスタ (45.7%)	0.88	0.74	0.86	0.72
第2クラスタ (11.4%)	0.60	0.62	0.53	0.14
第3クラスタ (8.6%)	0.75	0.83	0.69	−0.06

二つの「信頼感」の意味

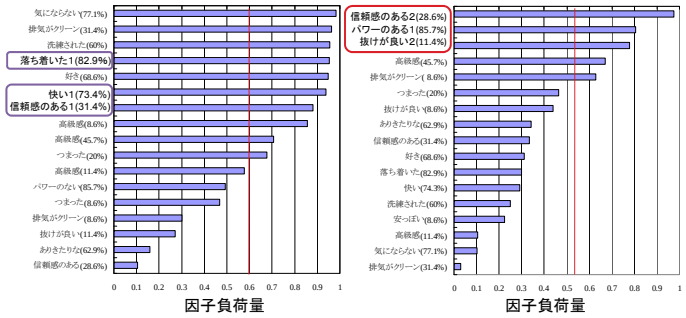
信頼感	落ち着いた (82.9%)	静かな (77.1%)	パワーのある (85.7%)	吸いそう (11.4%)
第1クラスタ (31.4%)	0.95	0.90	−0.14	0.44
第2クラスタ (28.6%)	0.39	0.22	0.76	0.76

2回の感性評価実験間での「高級感」の評価構造



第二回感性評価実験結果の因子分析

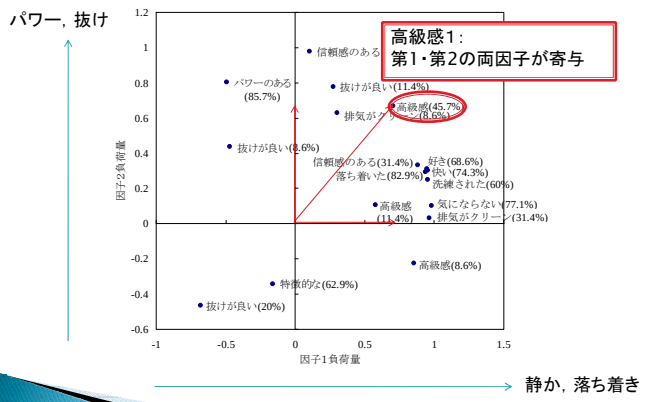
変量=各感性語のクラスタ



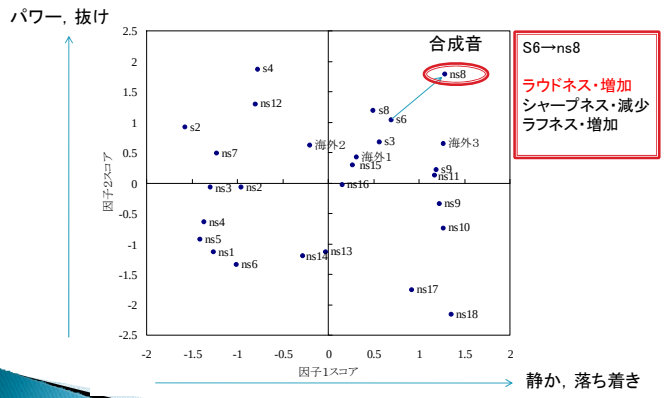
第1因子
落ち着いた，静か
→ 信頼感1

第2因子
パワー，抜け
→ 信頼感2

因子空間における高級感の第1クラスタ



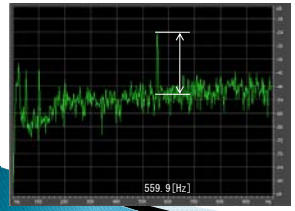
因子空間における評価サンプル音

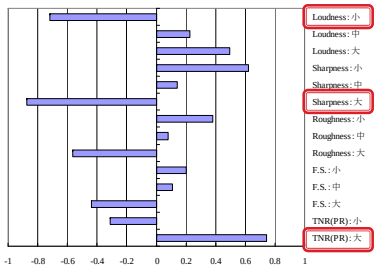


第二因子（パワー，抜け）と特徴量との関係

数量化理論Ｉ類

アイテム	偏相関係数	レンジ
ラウドネス	0.65	1.21
シャープネス	0.68	1.50
ラフネス	0.58	0.94
変動強度	0.42	0.64
TNR(PR)	0.63	1.06
	決定係数	0.82





- ラウドネスが小さくない
- シャープネスが大きくない
- TNR(Tone to Nose Ratio)が顕著の場合