

# 戸建住宅の設計における コンピューテーショナル・デザインの活用 可能性に関する研究

Study on Possibility of Utilizing Computational Design  
in Designing Detached Houses

慶應義塾大学大学院

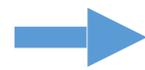
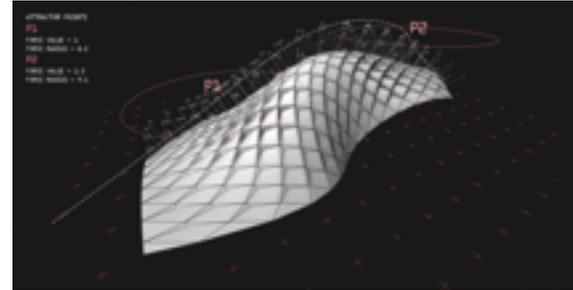
政策・メディア研究科

池田靖史研究会

修士課程2年 チョン・デホ



# Motivation



Computational  
Design



# コンピューターシヨナル・デザイン



コンピュータの計算能力をデザイン解法の探索に用いる手法

.....

平面

構造

材料

強度

ファサード

屋根

.....

# コンピュータショナル・デザインを応用可能なデザインタイプ

形態生成 Form Generation	構造生成 Structural Generation	操作応答 Form Manipulation	法則組込 Natural Law	環境応答 Environmental Simulation	体系形成 System Generation	方法形成 Method Generation
設定条件を満たす形態を得るタイプ	建築計画上の要求と力学性能を同時に満たす構造体を生成するタイプ	1つの形態操作が他の一連の形態操作をセットで動かすことで、全方向の相互関係性がある形態をインタラクティブに生成するタイプ	主に自然界から発見された法則を使って美しさや合理性を獲得しようとするタイプ	シミュレーション結果で設計を変えてまたシミュレーションする繰り返しにより、求める環境条件を生む設計案を得るタイプ	形や構造や環境条件など要素をどう配置すると高い評価の回答が得られるかを探るタイプ	「設計者が満足する解」をコンピュータが示し、その繰返して、設計者が新たな方向を探っていく最終的に選ぶタイプ
立体形態	立体形態 = 構造体	屋根形状	構造体 = 柱	トップライト位置・形状	都市・建築設計	壁面の立体形状
壁面家具の形態	構造体 = 平面構造	構造柱の配置	構造体 = 平面構造	壁面の色彩・形状パターン	平面計画	
構造体配置		立面形態 = 構造体	立体構造形態	立面形態	照明の配置	
網の目状の2次架構・形態				ランドスケープの植生状況		

# 研究背景

コンピューテーショナル・デザインをうまく使えば、これまでできなかった新しい可能性を追求できることがわかってきている

形態生成 Form Generation	構造生成 Structural Generation	都市計画 Form Manipulation	法制制約 Natural Law	環境応答 Environmental Adaptation	体系生成 System Generation	方法生成 Method Generation
建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成
建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成
建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成
建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成
建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成
建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成
建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成
建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成
建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成	建築計画の生成

現在、小規模設計事務所で戸建住宅設計にコンピューテーショナル・デザインを使うのはハードルが高い

現時点ではメリットとコストの関係が見えないことがリスクになっている



小規模設計事務所の戸建住宅設計にコンピューテーショナル・デザインを普及させるには知見が必要

# 研究目的

戸建住宅の設計におけるコンピューショナル・デザインの活用可能性を建築ビジネスの観点から実証的に評価し、小規模設計事務所による戸建住宅設計におけるコンピューショナル・デザイン普及の一助とすること

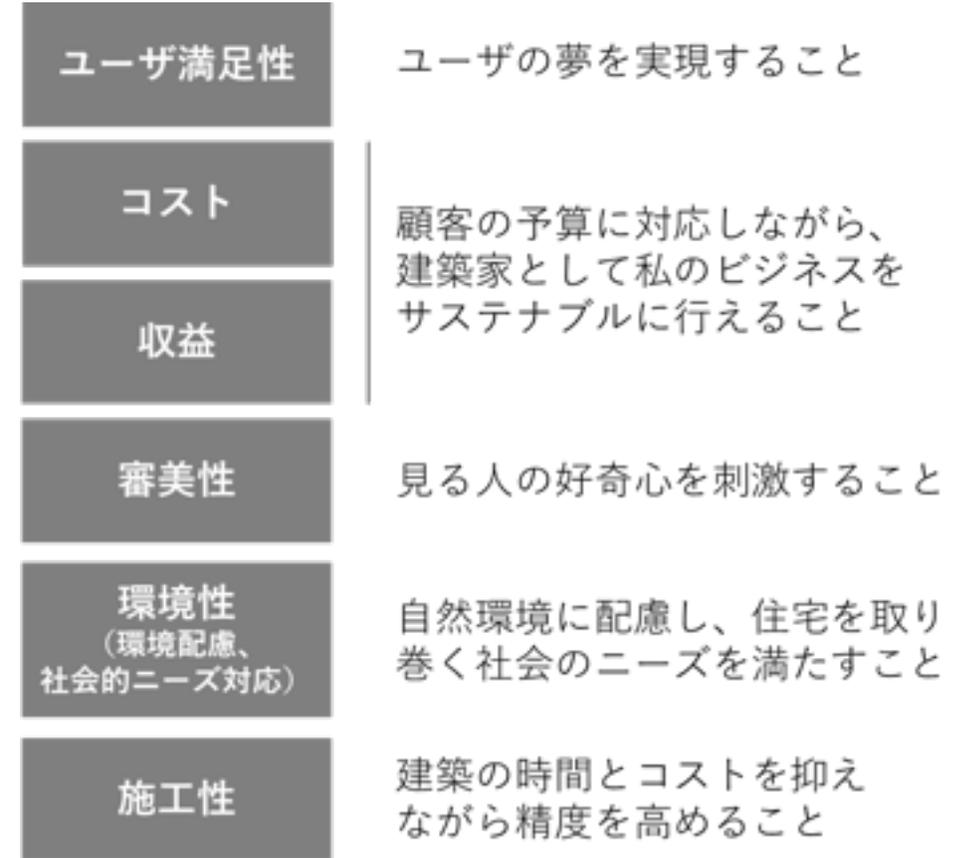


コンピューショナル・デザインが、現状の大規模建築から今後戸建住宅にも普及し、その結果戸建住宅の価値を高め、良質な住宅ストック形成につながっていくことに貢献する

# 小規模設計事務所が必要とするビジネス観点 (1/2)

設計事務所のpositioning	特徴
Strong Delivery	繰り返しが多い職務を標準化することで、時間と予算のリクアイアメントを満たし <u>確実性の高い成果物作成</u> を目指す志向 ⇒コスト、収益
Strong Service	複雑なプロジェクトの機能的リクアイアメントに応えられるプロジェクト経験を活かし、顧客の多様な要望に対応し <u>きめ細かなサービスの提供</u> を目指す志向 ⇒ユーザ満足
Strong Idea	<u>ユニークで革新的、洗練された解決</u> を建築家個人で行うことを目指す志向 ⇒建築家のアイデア

(角野公一郎, 2012、Abdirad, H他, 2015を元に筆者作成)

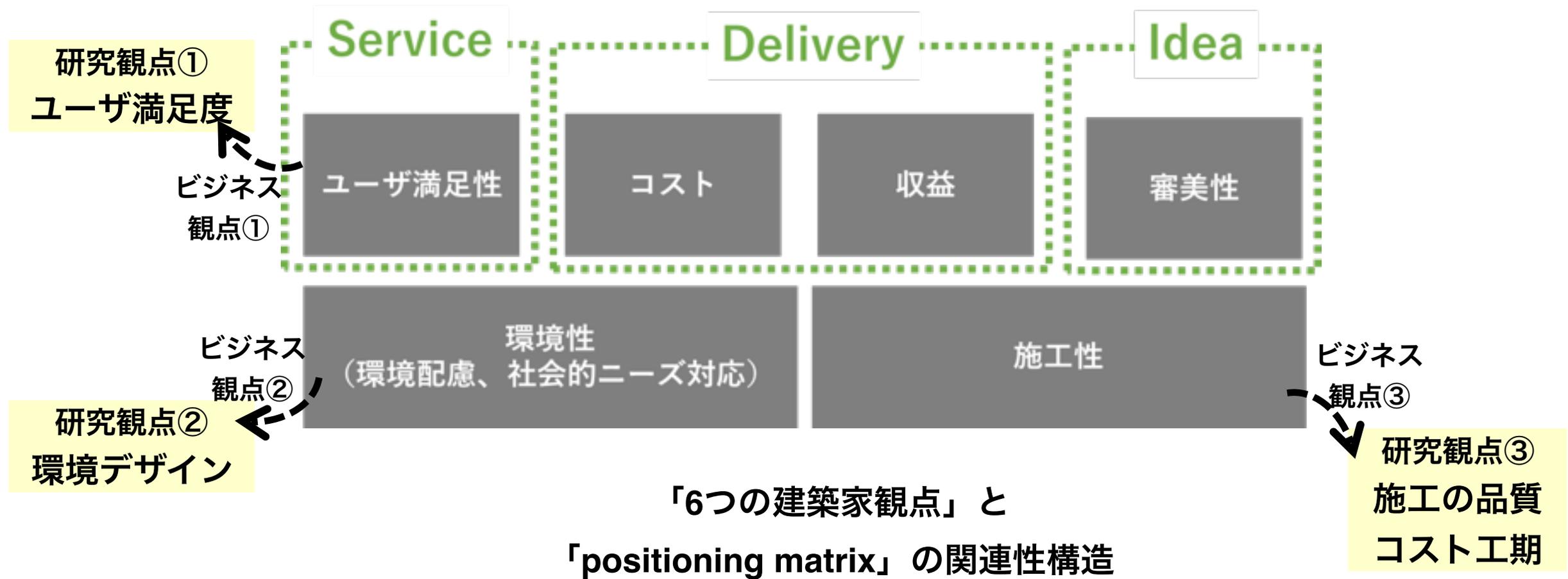


(筆者作成)

“positioning matrix” (Coxe他, 1986) :  
設計事務所が取りうる  
3つの経営戦略的観点

戸建住宅設計における「6つの建築家観点」  
(筆者の実務経験より)

# 小規模設計事務所が必要とするビジネス観点 (2/2)



戸建住宅の設計でコンピューテーショナル・デザイン活用を建築家が検討する際に特に重要なビジネス観点①～③を選択



研究観点①～③として設定

# 研究目標

戸建住宅の設計におけるコンピューティショナル・デザインの活用可能性

コンピューティショナル・デザインを用いて戸建住宅を設計する  
実証プロジェクトを通して評価

ユーザ満足度

環境デザイン

施工の品質コスト工期

3つのビジネス観点



## DECELL HOUSE 概要



区分	設計概要
位置	Sangsajeon-ri, Miro-myeon, Samcheok, Gangwon-do, South Korea
敷地面積	665㎡
建築面積	92㎡ (1階) +16㎡(2階ロフト)
建築空間	リビング、キッチン、部屋1、部屋2、ロフト、トイレ & シャワー1、トイレ&シャワー2、洗面所、ボイラー室
クライアント	<p>施主は40代の夫婦。平日は夫の母親が居住し、休日に夫婦家族や親族・友人が滞在。10年後目途に、夫婦（子供は独立）または夫の兄弟が居住。</p> <p>家族構成（2015年現在）：            祖母（71歳）、父（44歳）、母（41歳）、長男（13歳）、長女（12歳）、次女（9歳）</p>
設計期間	2015年3月～2015年9月
工事期間	2015年10月～2015年12月上旬
設計者	チョン・デホ（筆者）
施工者	ドリームデザイン建築

# DECELL HOUSEプロジェクトでのコンピューティショナル・デザイン活用実験

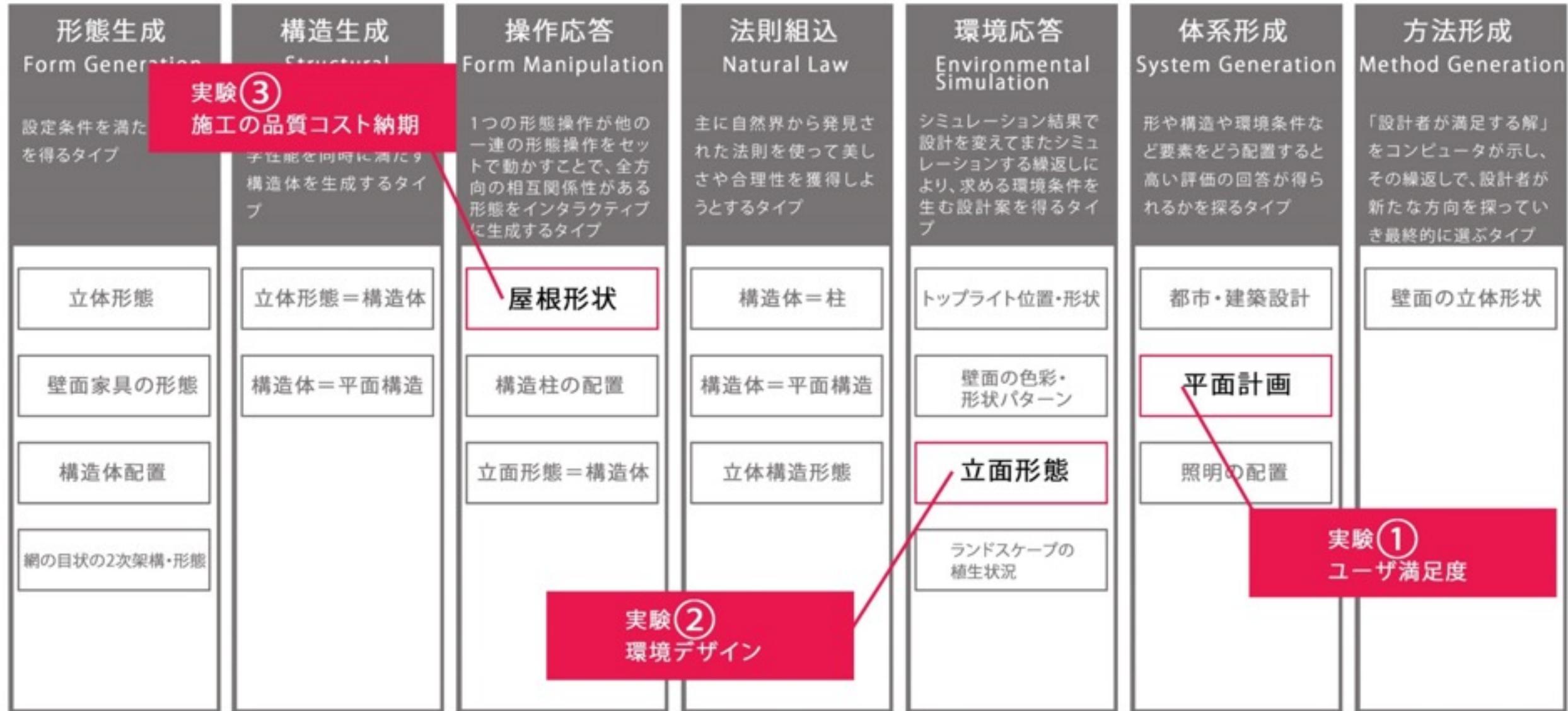
コンピューティショナル・デザインの活用は住宅設計でいろいろな使い方が考えられる。

⇒3つのビジネス観点が分析しやすいケースで実験を行う。

サンプリングを目的として、デザインタイプやフェーズの異なる3つの実験を設計する。

	実験内容	ビジネス観点	コンピューティショナル・デザインを 応用するデザインタイプ	建築フェーズ
実験①	平面計画 デザイン	顧客満足度	体系形成 (System Generation) : ユーザ参加型ワークショップ (大量複雑なユーザニーズ) の解析 + 部屋の大きさ・配置デザイン	
実験②	ファサード・ デザイン	環境 デザイン	環境デザイン (Environmental Simulation) : 大量複雑な 環境シミュレーション + ファサードデザイン	
実験③	屋根構造 デザイン	施工の 品質コスト 工期	操作応答 (Form Manipulation) : 曲線の屋根構造を パラメトリック・デザイン + デジタルファブリケーション	

# DECELL HOUSEで使ったコンピューテーショナル・デザインのタイプ



実験③  
施工の品質コスト納期

実験②  
環境デザイン

実験①  
ユーザ満足度

(出典) 建築学会, 2012、山梨知彦他, 2013を元に筆者作成

# DECELL HC



戸建住宅の設計におけるコンピューテーショナル・デザインの活用可能性

**ユーザー満足度  
の観点**

環境デザイン  
の観点

施工の品質コスト工期  
の観点

実験①

# (1) 実験①によるユーザ満足度の観点の分析

## コンピューテーショナル・デザインの着想と適用プロセス

### 着想

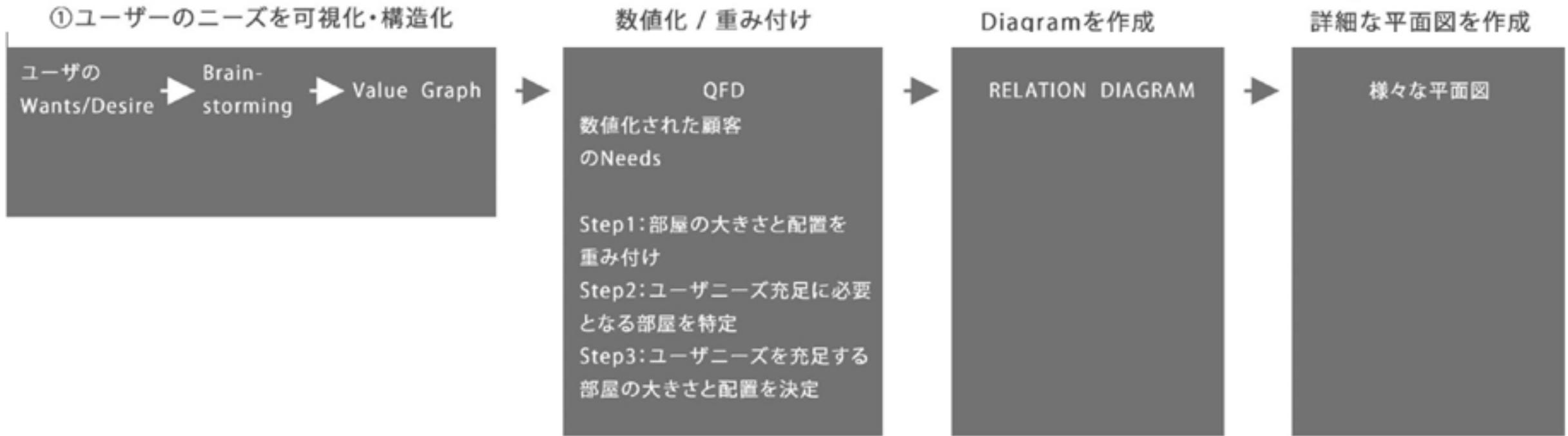
ワークショップでユーザニーズに関して得られた大量複雑なアウトプットを解析し、またその結果をデザインにどのようにフィードバックするか、コンピューテーショナル・デザインを使えないか？

### プロセス

ユーザのニーズを可視化・数値化

全ての部屋同士の距離を最適化したrelation diagramをパラメトリック・デザインにより表現

初期設計案に適用

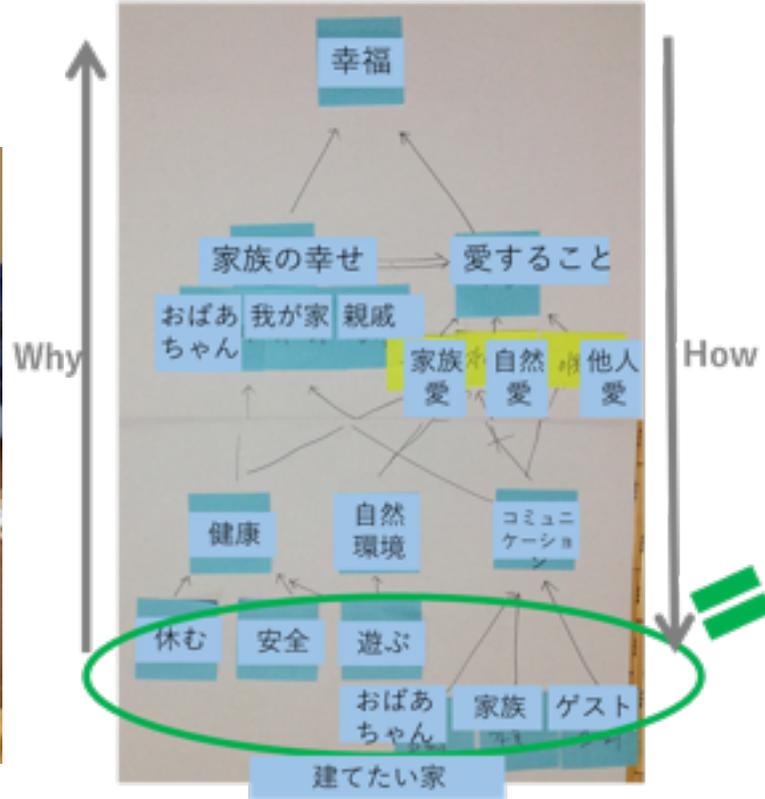


# (1) 実験①によるユーザ満足度の観点の分析 ユーザのニーズの可視化・構造化

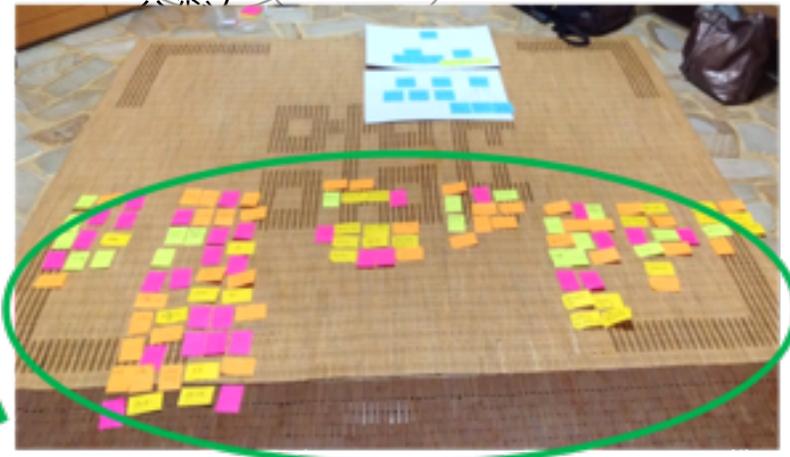
DECELL HOUSEでは  
「出会い」と「遊び」が特に重要な  
要素だ・・・  
(設計者とユーザで  
共感)



ワークショップの様子



ユーザニーズ構造化のアウトプット (親和図、Value Graph)



テーマ：「ユーザがどんな家を建てたいか」  
 実施日：2015年4月25日 (韓国・Samcheok市)  
 対象者：施主 (夫婦 計2名)  
 ワーク内容：ブレインストーミング、KJ法による親和図、Value Graph

# (1) 実験①によるユーザ満足度の観点の分析

## QFDを用いたユーザニーズの数值化および評価

ニーズ	重み
リビング	3
キッチン	3
洗面	3
トイレ	3
浴室	3
玄関	3
廊下	3
階段	3
バルコニー	3
庭	3
車庫	3
その他	3

重み付けアンケートのアウトプット

対象者：施主（夫婦 計2名）

有効回答：2

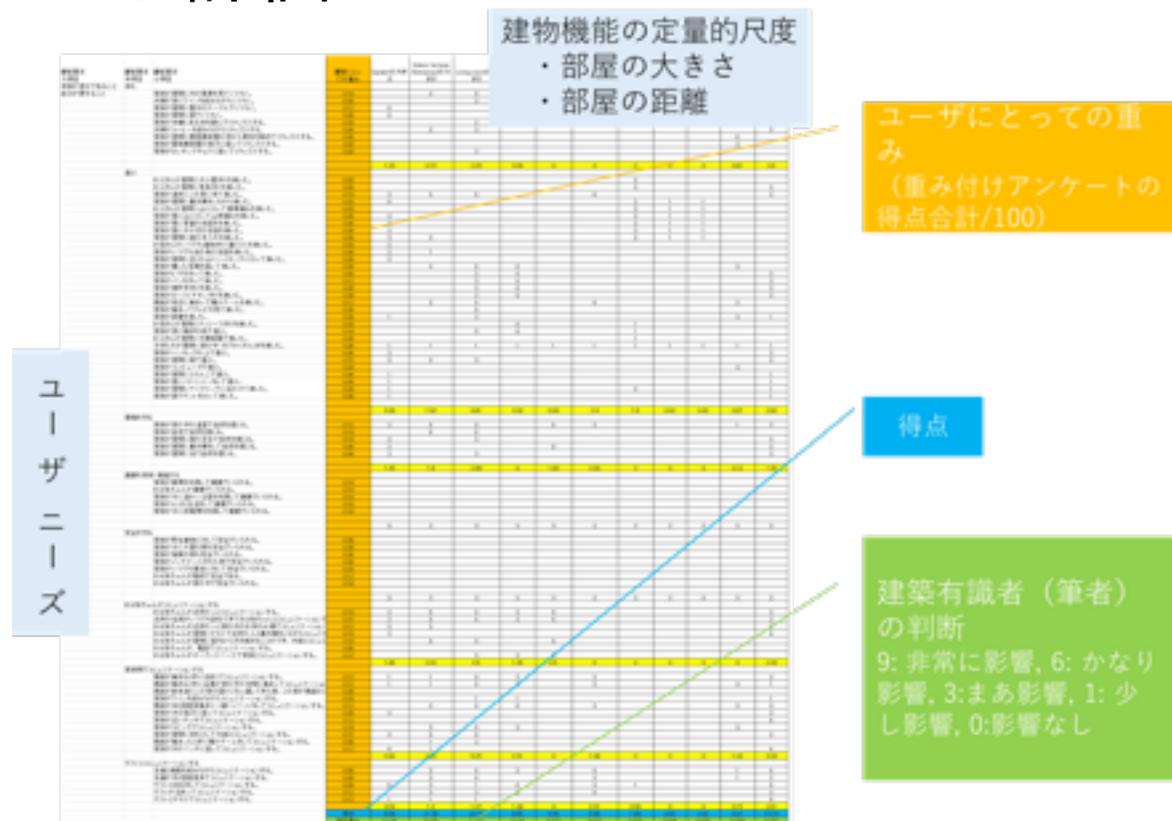
実施日：2015年4月26日（韓国・Samcheok市）

アンケートシート質問：

（質問1）各ニーズを満たすために、どこで活動しますか？該当する場所に○を付けてください。

（質問2）各ニーズはあなたにとってどの程度大切ですか？点数を付けてください。

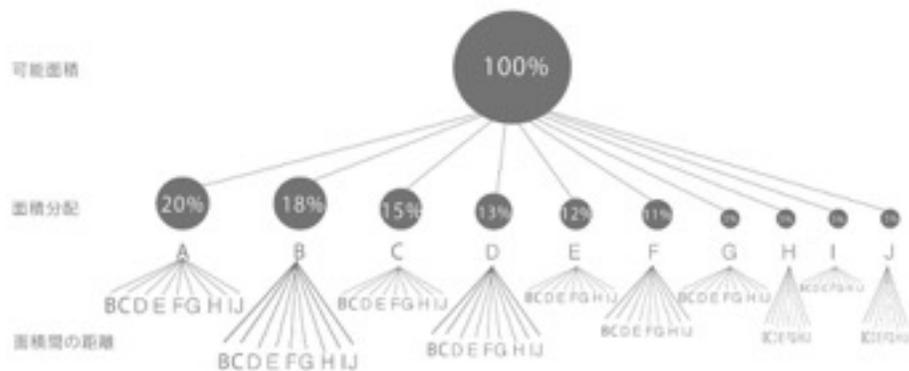
最も大切: 9点、とても大切6点、まあ大切3点、全く大切ではない0点



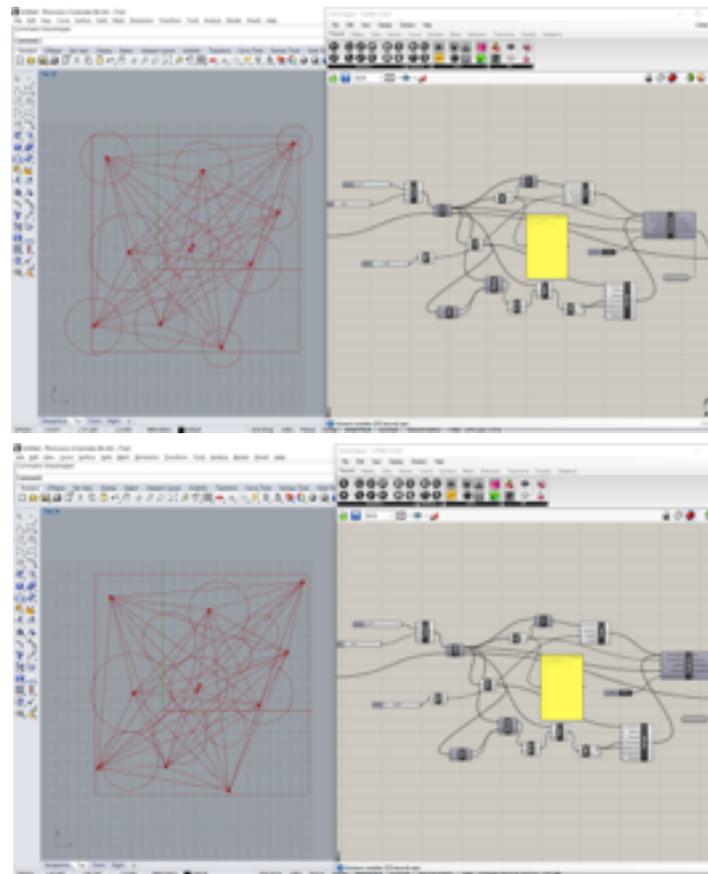
QFDのアウトプット

# (1) 実験①によるユーザ満足度の観点の分析

## 評価された要求によるrelation diagram



QFD 結果 diagram



各部屋の面積と各部屋の関係性を  
パラメトリック・デザインで表現した  
relation diagram



各部屋の面積と各部屋の関係性を整理  
して記述したrelationship diagram

# (1) 実験①によるユーザ満足度の観点の分析

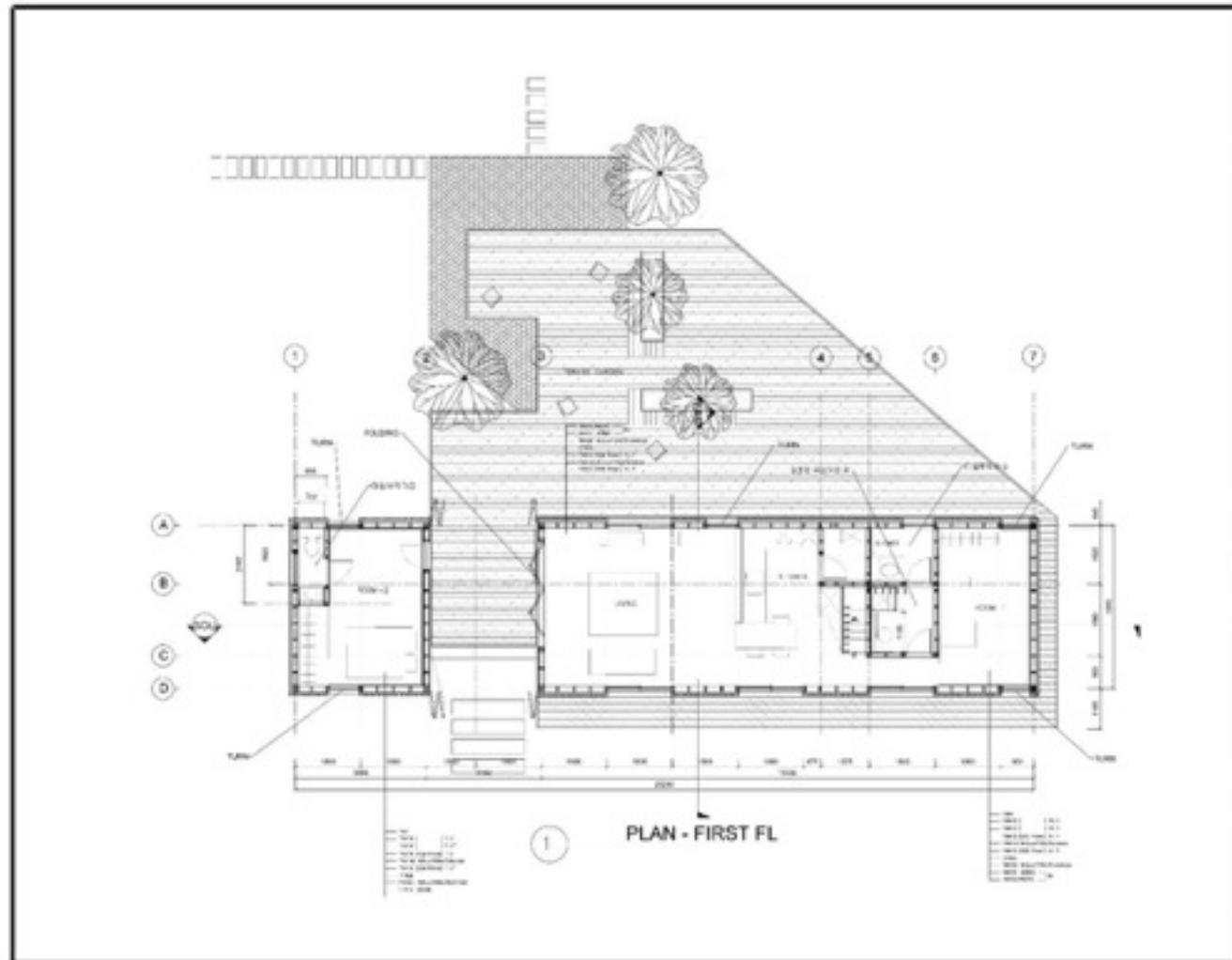
## 評価されたニーズによる初期設計案の適用

	3D	Plan Sketch
AL11: 南向きのストレート型		
AL12: プライバシーを考慮したL字型		
AL13: 広い庭を持つ南向きのストレート型		

複数の平面図案



南向きストレート型の平面図案ダイアグラム



最終図面

## (1) 実験①によるユーザ満足度の観点の分析

# コンピューテーショナル・デザイン適用結果と知見

- 今回のケースでは、大量複雑なQFD（ワークショップのアウトプット）を解析し、ダイアグラム化してデザインする仕事を、コンピュータができることがわかった
- 今回できたプランに対しては、ユーザの満足を得られることがわかった。ただしユーザ満足がコンピュータ能力によるものかはわからない
- 今回は条件が限定されていた（部屋を横一列に並べる）ため、コンピュータ能力は高度なものは必要なかった。しかし条件が難しくなっても、コンピュータは計算が可能である。設計課題をすばやく解いてくれることにユーザは満足するので、その課題が難しくなるほどコンピューテーショナルを活用するメリットは大きい

「私が自分で可視化・構造化したニーズに基づいて設計されていることで、この家がどのようなコンセプトで建てられているかがわかっているので、愛着がわく、納得感がある」

（竣工後、施主コメント）

「ワークショップを通して自分がエントランスで何をしたいか（家族や近所の人、自然と出会うこと）がわかっていたので、それが反映されて、想像していなかった空間ができてうれしい」

（竣工後、施主コメント）

戸建住宅の設計におけるコンピューティショナル・デザインの活用可能性

ユーザー満足度  
の観点

**環境デザイン**  
の観点

施工の品質コスト工期  
の観点



**実験②**

## (2) 実験②による環境デザインの観点の分析

# コンピューテーショナル・デザインの着想と適用プロセス

### 着想

設計する住宅を対象に環境面で大量複雑なシミュレーションを行い、またその結果をデザインにどのようにフィードバックするか、コンピューテーショナル・デザインを使えないか？

### プロセス

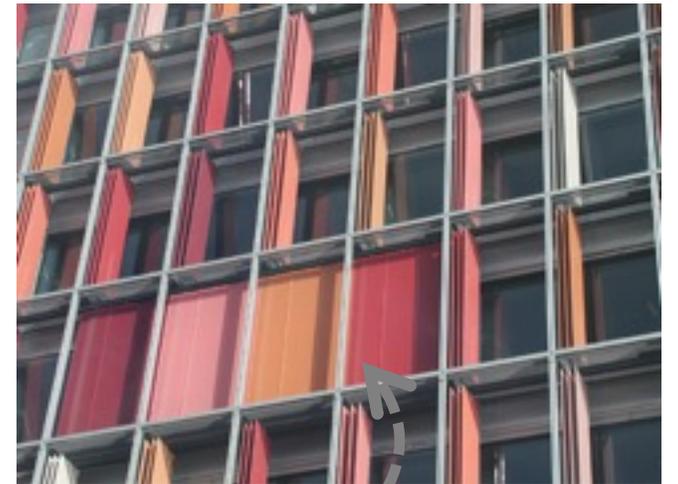
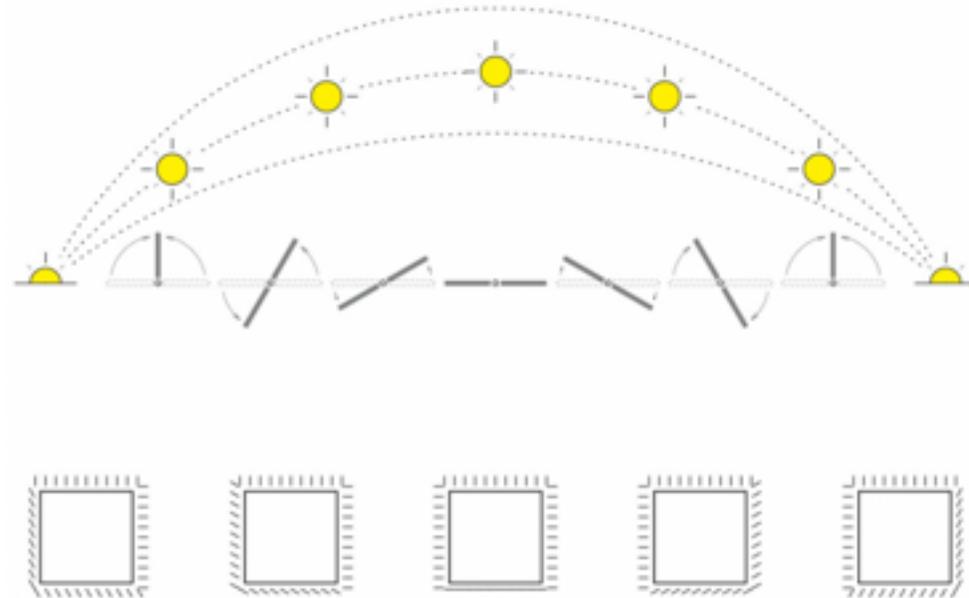
ファサードの分類  
ファサード要素の分析



ファサード  
ムーブメントの分析



コンピューテーショナル・  
デザインを用い、  
日射条件に対応する  
ファサードを  
デザイン



ファサード=自然環境の変化に積極的に反応して動く  
建物の外皮システム

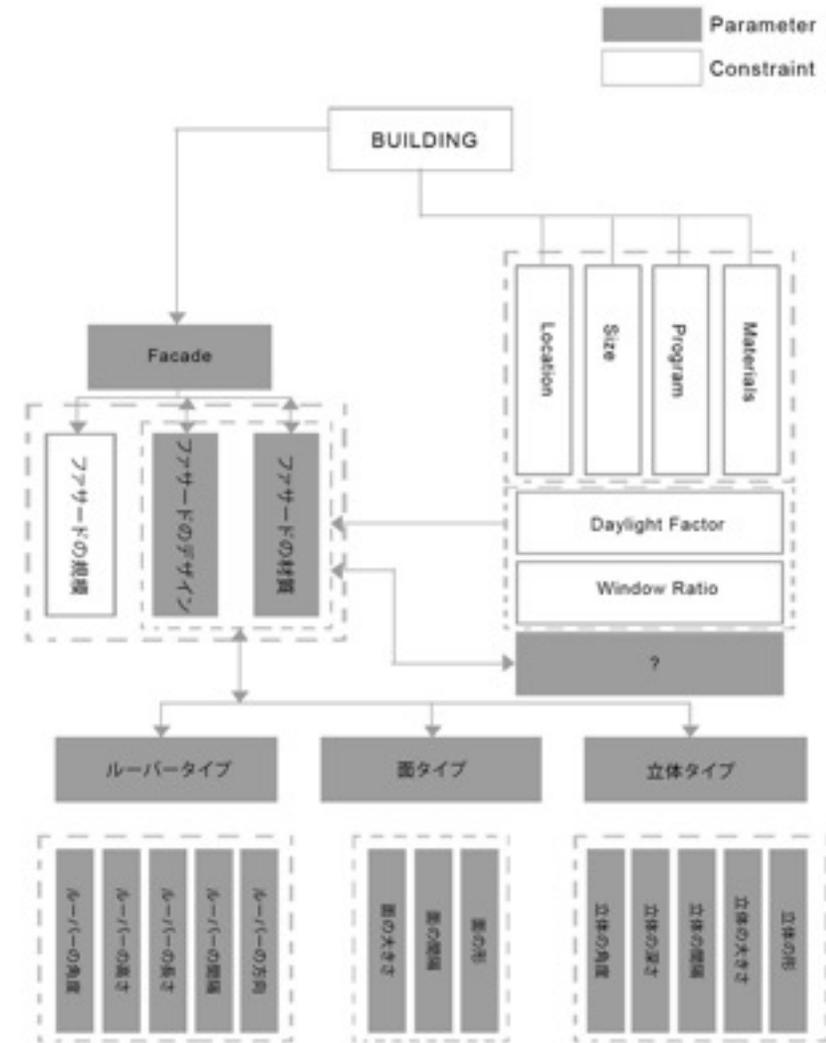


## (2) 実験②による環境デザインの観点の分析

# ファサードの分類とファサード要素の分析

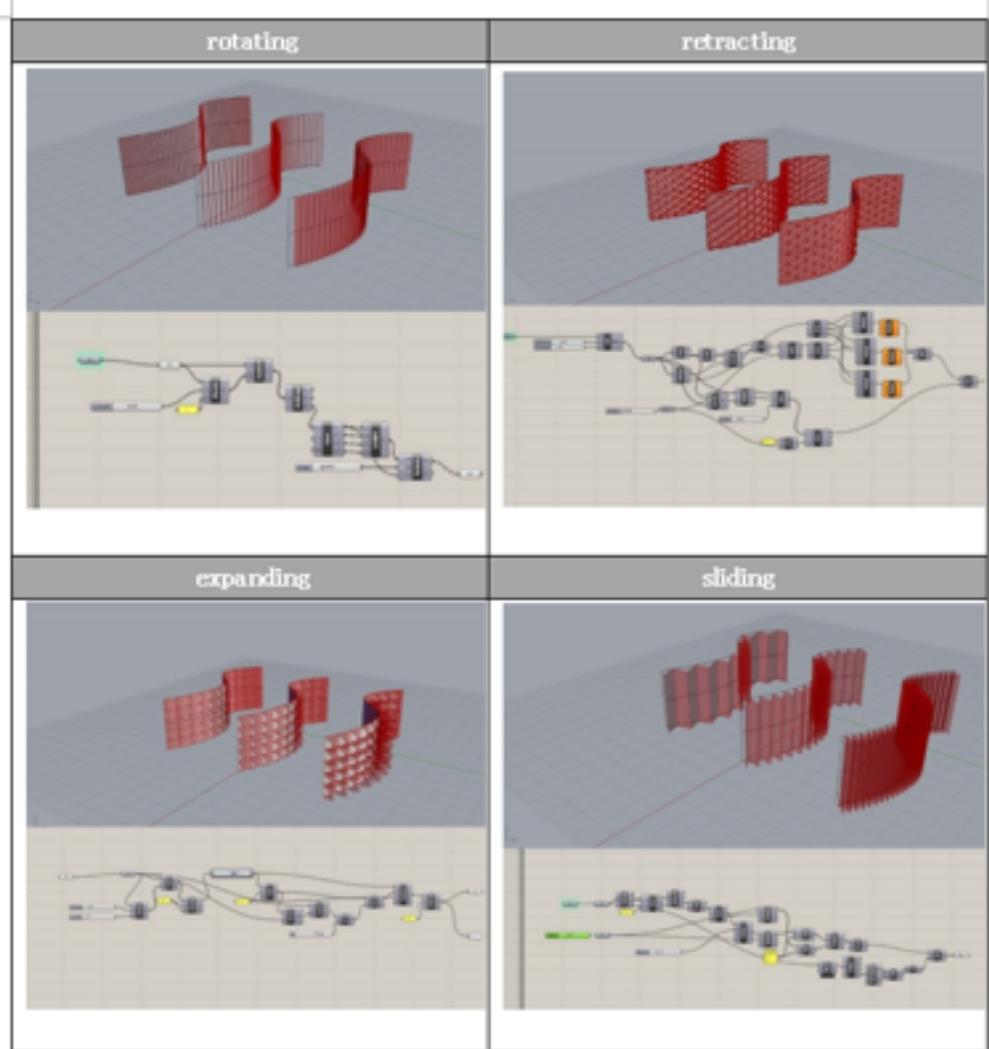
TYPE	FORM	
Horizontal	Louver	
Vertical	Fin	
Plane	Array	
Cubic	Z displacement	

ファサードの形態による分類



ファサード要素とパラメトリックの相関関係

## (2) 実験②による環境デザインの観点の分析 ファサードムーブメントの分析



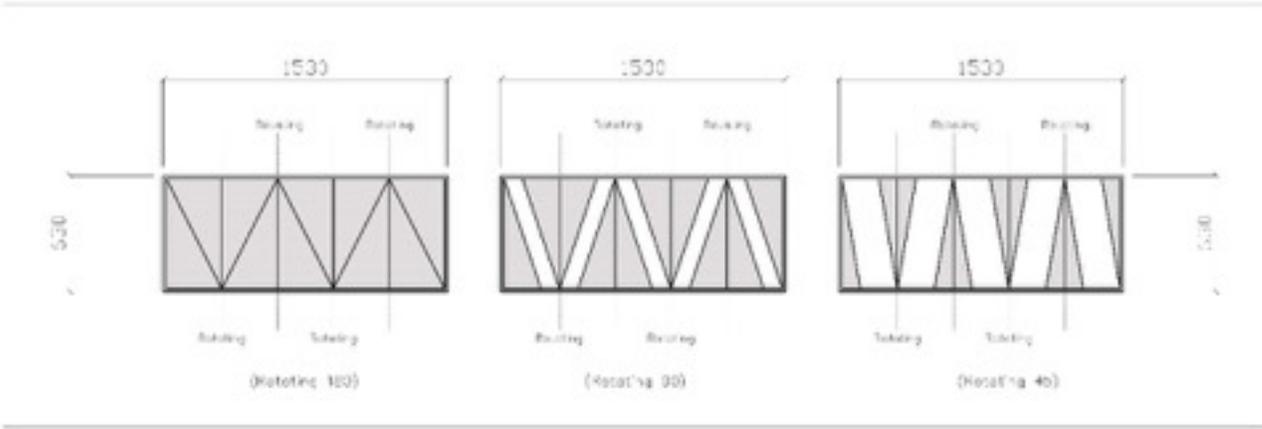
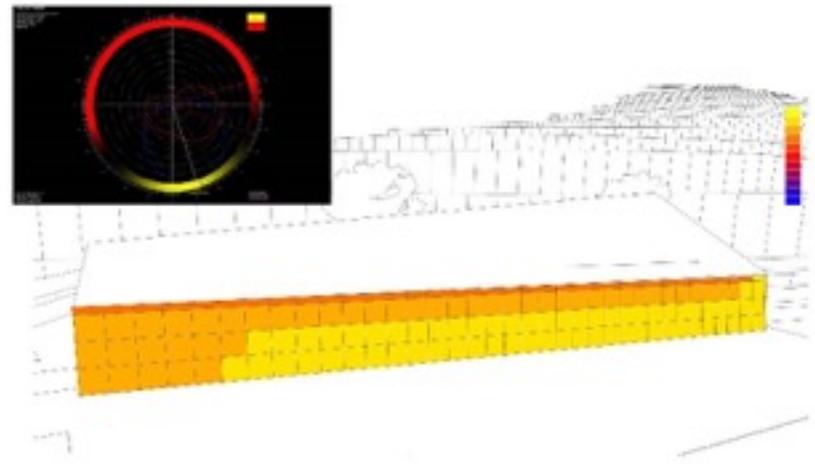
motionの動きの方法による分類  
(筆者作成)

	Tapo1	Tapo2	Tapo3	Tapo4
Mechanical concept	Rotation / translation	Scale / Translation	Scale / Translation	Rotation / Translation / Translation
Control Movement				
Architecture Type				
Components				
Composition				

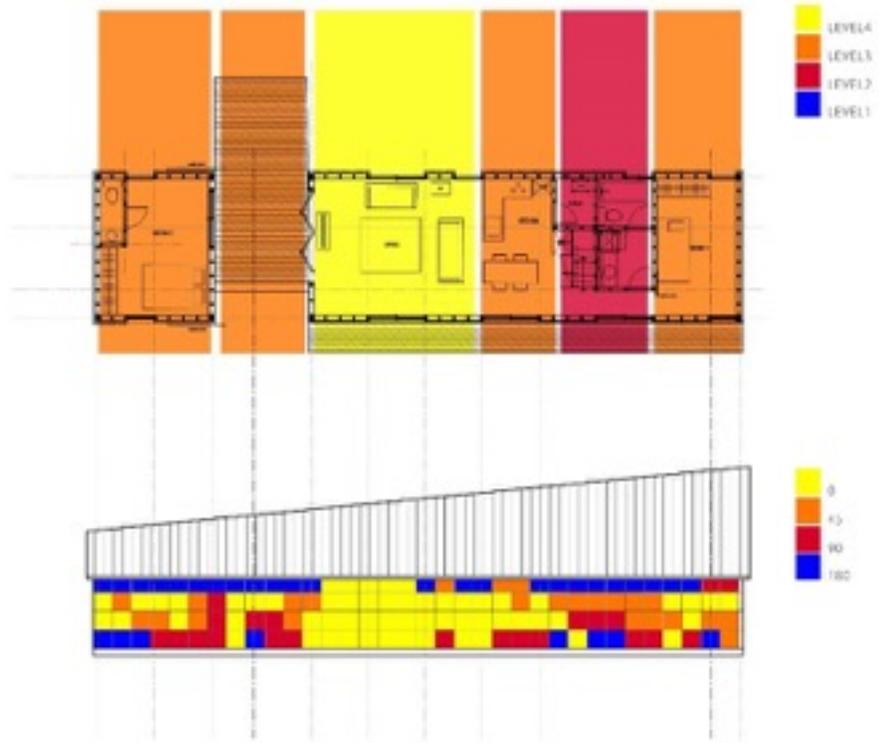
motionとcomponentsによる  
キネティックファサードシステムの分類

(2) 実験②による環境デザインの観点の分析

# DECELL HOUSEのファサードデザイン (1/2)



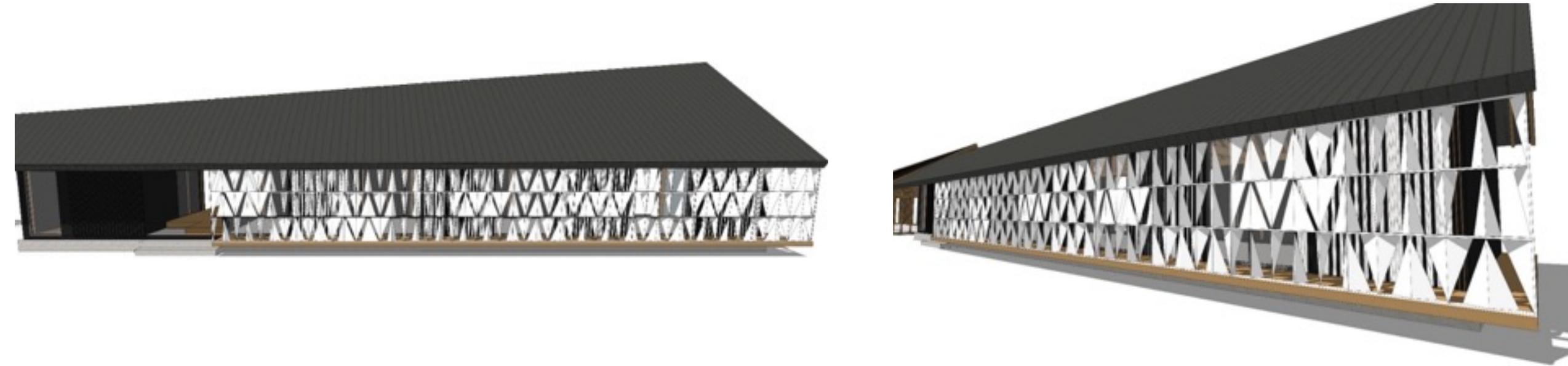
## DECELL HOUSEのcomponentsデザイン



DECELL HOUSEファサードデザインの適用プロセス

(2) 実験②による環境デザインの観点の分析

## DECELL HOUSEのファサードデザイン (2/2)



DECELL HOUSEファサードデザイン

## (2) 実験②による環境デザインの観点の分析

# コンピュータシヨナル・デザイン適用結果と知見

- 今回のケースでは、設計する住宅を対象に環境面でシミュレーションを行い解析し、日射条件に対応するファサードをデザインする仕事を、コンピュータができることがわかった
- ユーザにとって新規性の高すぎるデザインは、コンピュータシヨナルな方法を使うか使わないかに関らず、ユーザと施工者に受け入れられない  
(デメリット例)
  - ユーザ - コスト、デザイン価値が未知数
  - 施工者 - 施工の品質コスト工期
- コンピュータシヨナル・デザインを利用する際は、どの程度のデザイン新規性までがユーザと施工者に受容されるか検討が必要である

「(このファサードのデザインは) あまり一般的ではないので、違和感がある」  
(コンピュータシヨナル・デザイン提案時、施主コメント)

戸建住宅の設計におけるコンピューテーショナル・デザインの活用可能性

ユーザー満足度  
の観点

環境デザイン  
の観点

**施工の品質コスト工期  
の観点**



**実験③**

(3) 実験③による施工の品質コスト工期の観点

## コンピューテーショナル・デザインの着想と適用プロセス

### 着想

住宅の実施設計（時間とコストを抑えながら精度の高い建物をどのように建てるかを考えるプロセス）で、コンピューテーショナル・デザインによる設計・施工方法を使えないか？

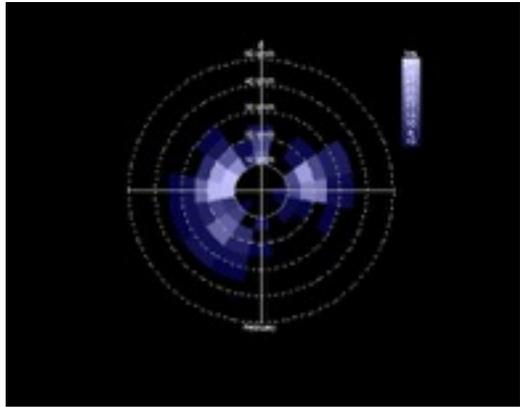
### プロセス

曲線の屋根構造を  
コンピューテーショナル・  
デザインで  
設計（パラメトリックモデ  
リング）

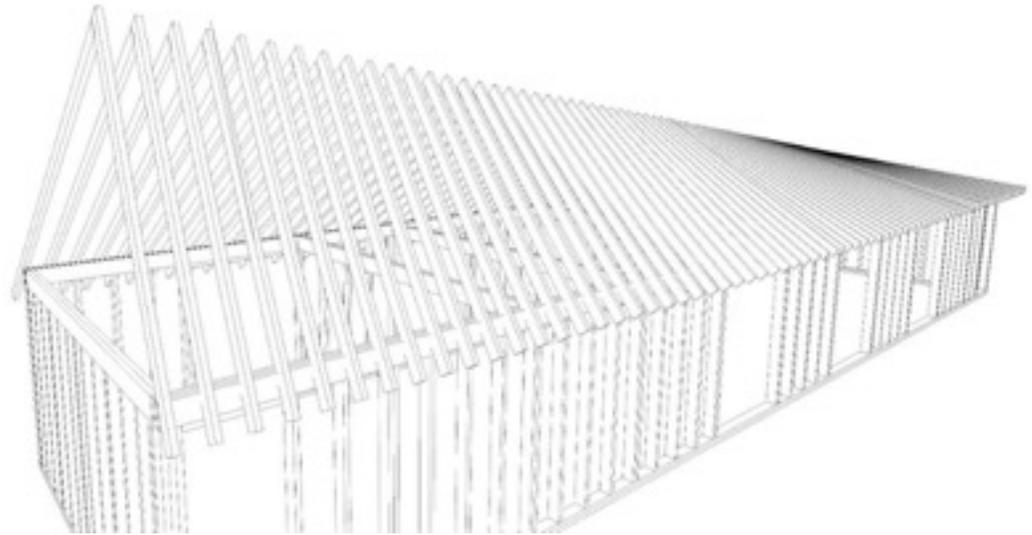


コンピューテーショナル・  
デザインで  
施工  
（デジタルファブリケーショ  
ン）

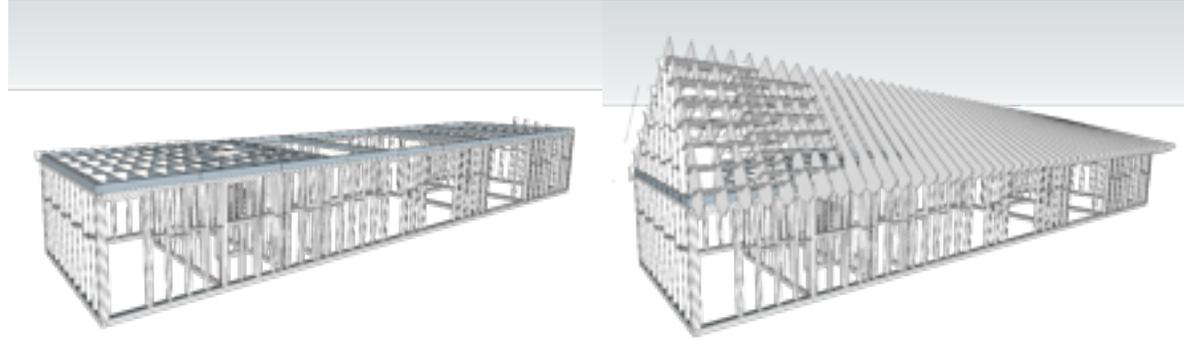
# (3) 実験③による施工の品質コスト工期の観点 パラメトリックデザインの適用 (1/2)



ベニアハウス (小林博人, 2014)

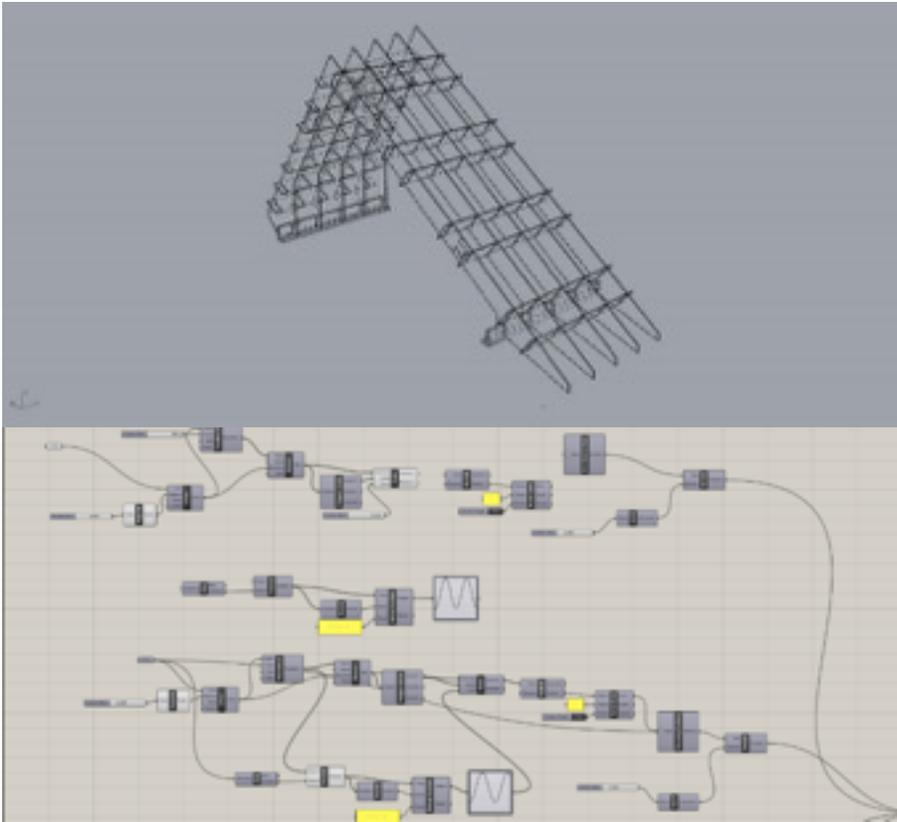


斜め曲線の屋根構造



DECELL HOUSEのベニア屋根構造

(3) 実験③による施工の品質コスト工期の観点  
パラメトリックデザインの適用 (2/2)



ベニア屋根構造パラメトリックモデリング



DECELL HOUSEの屋根構造

### (3) 実験③による施工の品質コスト工期の観点

## コンピューテーショナル・デザイン適用結果と知見

- 今回のケースでは、曲線の屋根構造をパラメトリック・デザインで実施設計する仕事を、コンピュータができることがわかった。そのことで時間とコストを抑えながら精度の高い屋根構造を設計することができた。
- 今回のケースでは、QCDの観点からは、建築家にとってはコンピューテーショナル・デザインによる設計（パラメトリック・デザイン）は品質面で役に立った。精度の高い曲線屋根構造を実現することができた。
- 施工者にとってはコンピューテーショナル・デザインによる施工（デジタル・ファブリケーション）はコスト面ではデメリット、品質面と工期面ではメリットだった。施工者は自分にとってのビジネスリスクが大きくなるとしてデジタルファブリケーションを受け入れなかった。

#### 施工者のリスク 大

コスト 約20万円増 > 情報量の多い図面を活用可能

工期 1日短縮

- コンピューテーショナル・デザインを利用する際は、どの程度までのビジネスリスクが施工者に受容されるか検討が必要である

# まとめ

## 目的

戸建住宅の設計におけるコンピューショナル・デザインの活用可能性を建築ビジネスの観点から実証的に評価し、小規模設計事務所による戸建住宅設計におけるコンピューショナル・デザイン普及の一助とすること



## 結論

・ **実験①**より、コンピューショナル・デザインはユーザ満足度を上げることに使える可能性はあるが、設計課題が難しく複雑なケースほど効果が高いことがわかった

・ **実験②**より、コンピューショナル・デザインでアダプタビリティという新しい環境性能を得ることはできたが、どの程度新規性のあるケースに応用するかによって受け入れられ具合が変わってしまうことがわかった

・ **実験③**より、複雑な形状でもじゅうぶんに工夫すれば施工の効率性（品質コスト工期）を上げることができることはわかったが、それは施工者の受け入れに左右されてしまうことがわかった

・ コンピューショナル・デザインが役に立つかは、**設計者がコンピューショナル・デザインをどのように使うか次第**である。**デザインツールとしての使い方のデザインが必要**である。特に小規模設計事務所の戸建住宅設計においてコンピューショナル・デザインの普及を促進するには、コンピューショナル・デザインを設計のどこの部分にどのように使うか意識的に戦略的に考えて使う必要がある。その際に新規性、コスト、施工者のフィルタなどを意識する必要がある。



## 今後の展望

今回行った実証プロジェクト内容を実際の業務に適用し、それによりコンピューショナル・デザインを用いた住宅設計の成功事例を増やしていきたい

ご清聴ありがとうございました

# Appendix

# 既往研究

## 建築のユーザ満足

「住宅建設における建て主のニーズに関する考察：「感動品質」の創出」  
高橋浩伸他, 日本建築学会 学術講演梗概集, 2009

## 環境建築

「環境配慮住宅のための設計支援ツールの開発」  
樋口佳樹他, 日本建築学会学術講演梗概集, 2013

「風土にあった可変シェルター：実物とコンピュータのフィードバックによる複合最適解」  
山梨知彦他, 日本建築学会 学術講演梗概集, 2012

## デジタルファブリケーションの建築への適用

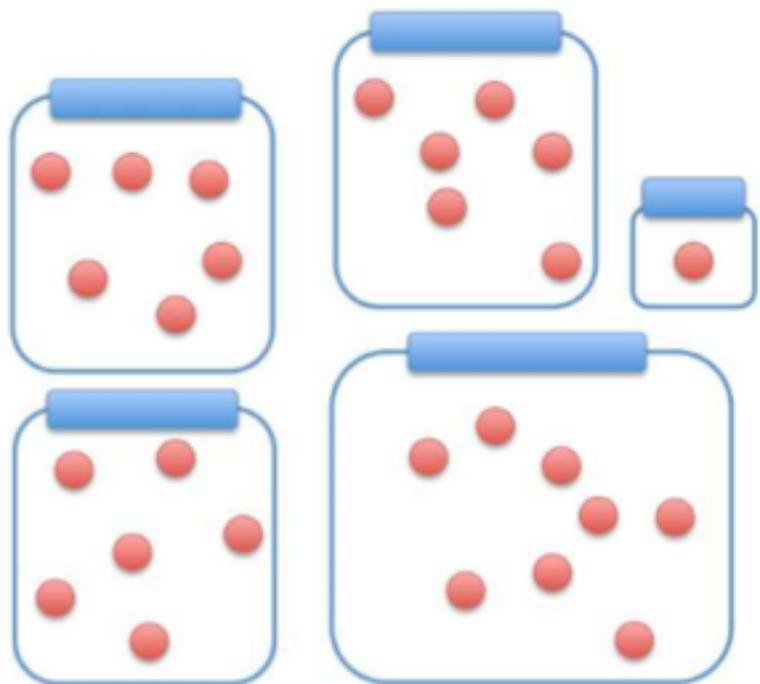
「デジタルファブリケーションを用いた木造仮説建築の施工容易性に関する研究」  
宮幸茂, 慶應義塾大学大学院, 2011



コンピューテーショナル・デザインの活用可能性に関する研究は、技術的観点から議論したものにとどまっている。建築家のビジネス観点から分析を行った研究は、調査した範囲では見当たらない

# 親和図

- 数多くのアイディアなどの情報を“意味の近さ（親和性）”に基づいてグルーピングしていく手法
- 対象とした情報を親和性に基づいてまとめ、それを全体として捉えることで、これまで気づいていなかった傾向や枠組みを可視化することができる



1. 多数の情報を集める
2. グループで議論しながら意味の近さ（親和性）にもとづいて情報をグルーピングしていく

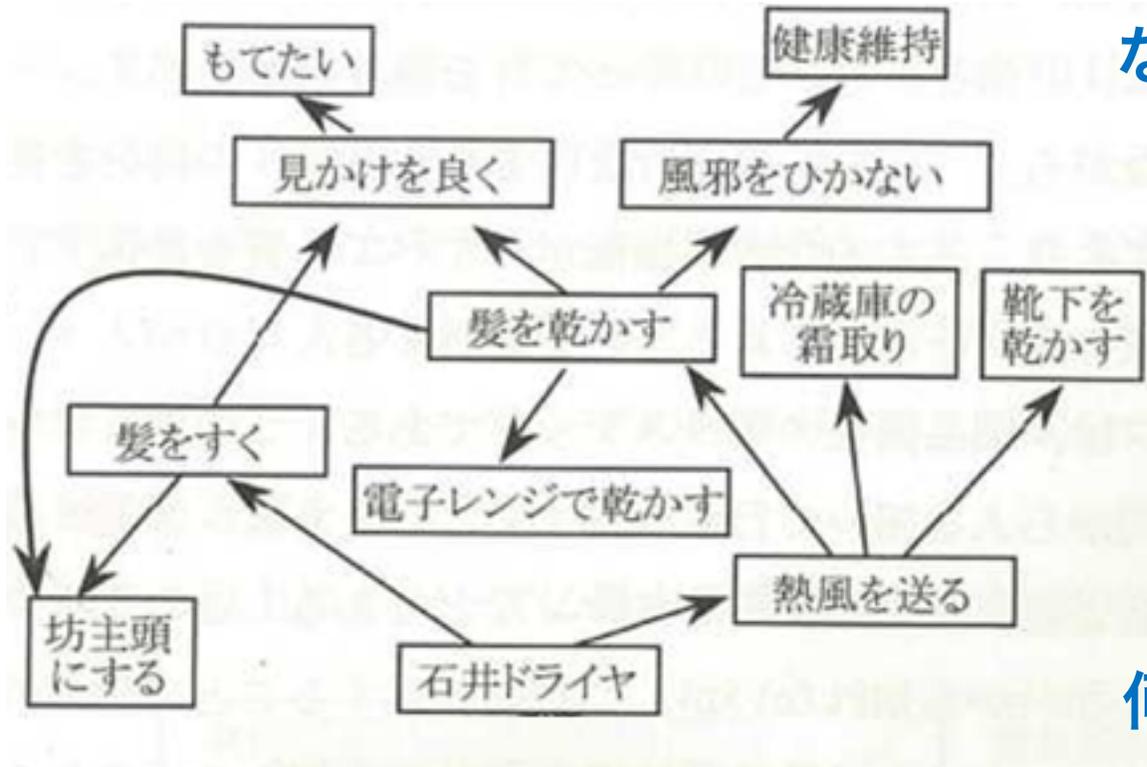
今回ワークショップの例：

「休む」「安全」「遊ぶ」「祖母がコミュニケーション」  
「家族がコミュニケーション」「ゲストとコミュニケーション」

3. グループごとに特徴や本質を表す名前を付ける
4. グルーピングの過程を振り返りながら全体を俯瞰する
5. 視点を変えて何度もグルーピングを繰り返す

# Value Graph

- 製品の価値と要求機能を見つけ出すプロセスを方向づけ、記録するツールとして石井浩介らによって開発された手法（石井, 2008）
- もともと価値工学の機能構造分析をベースに開発され、製品・サービス開発で使用されてきた
- **価値、機能およびコンセプトを結び付け、その相互関連性を1つのグラフに記述する**



なぜ



何を

・ グループ内でコミュニケーションを取りながら「これってそもそも何の目的のため？」という問いを繰り返して、**上位の目的を求めていく**

今回ワークショップ：

「そのような家を建てたいのは何のため？」

・ 上位目的として挙げたものを、**階層の抽象度を意識しながらプロットする**

# 重み付けアンケート

- ブレーンストーミングで収集された**ユーザニーズ**に**選好度を付加**したアンケート（石井, 2008）

**本研究：**

**質問（2）**

**「各ニーズはあなたにとってどの程度大切ですか？ 点数を付けてください。**

**最も大切: 9点、とても大切6点、まあ大切3点、全く大切ではない0点」**

# アンケート回答シート②のアウトプット (日本語訳；一部)

付録2: アンケート回答シート②(日本語訳)およびWeight計算

各ニーズはあなたにとってどの程度大切ですか？ 点数を付けてください。

- ①「最も大切」なニーズ:9点
- ②「とても大切」なニーズ:6点
- ③「まあ大切」なニーズ:3点
- ④「全く大切ではない」ニーズ:0点

顧客要求 大項目	顧客要求 中項目	顧客要求 小項目	母親に とっての 重み	父親に とっての 重み	ユーザに とっての 重み(合 計/100)
家族が幸せであること 自分が愛すること					0
	休む				0
		家族が昼間に外の風景を見てくつろぐ。	9	9	0.18
		夫婦が夜にワインを飲みながらくつろぐ。	3	6	0.09
		家族が昼間に屋外のテーブルでくつろぐ。	6	6	0.12
		家族が昼間に庭でくつろぐ。	6	3	0.09
		家族が本棚にある本を読んでリラックスする。	0	3	0.03
		夫婦がコーヒーを飲みながらリラックスする。	3	3	0.06
		家族が昼間に屋根裏部屋の窓から景色を眺めてリラックスする。	3	3	0.06
		家族が屋根裏部屋の椅子に座ってリラックスする。	0	3	0.03
		家族がロッキングチェアに座ってリラックスする。	3	0	0.03
					0
	遊ぶ				0
		お父さんが昼間に犬小屋作りを楽しむ。	0	3	0.03
		お父さんが昼間に家具作りを楽しむ。	0	3	0.03
		家族が週末にこの家に来て楽しむ。	9	9	0.18
		家族が昼間に農作業をしながら楽しむ。	0	3	0.03
		お父さんが昼間に山に行って薬草摘みを楽しむ。	0	3	0.03
		家族が昼に山に行って山草摘みを楽しむ。	3	3	0.06

# QFD (Quality Function Deployment:品質機能展開)

- **顧客要求 (Voice of Customer: VOC)を工学尺度により、開発する製品・システムの機能要件に落としこんでいく手法 (石井, 2008)**
- 「お客様の声」を製品開発プロセスに統合させるための構造的アプローチ。消費者のニーズを製品の設計特性に変換し、これを再び部品の特性、工程特性、最終的に生産するための仕様に変換する。
- 本研究では、Value Graphで可視化・構造化したユーザニーズを、QFDによりそれを実現する建物機能へ定量的に落とし込んだ

**本研究：**

**顧客要求 = ユーザニーズ**

**工学尺度 = 定量的尺度 = 部屋の大きさ、部屋の距離**

# QFDで数値化するニーズ (1/4)

ユーザニーズ 中項目	ユーザニーズ 小項目
休む	家族が昼間に外の風景を見てくつろぐ。
	夫婦が夜にワインを飲みながらくつろぐ。
	家族が昼間に屋外のテーブルでくつろぐ。
	家族が昼間に庭でくつろぐ。
	家族が本棚にある本を読んでリラックスする。
	夫婦がコーヒーを飲みながらリラックスする。
	家族が昼間に屋根裏部屋の窓から景色を眺めてリラックスする。
	家族が屋根裏部屋の椅子に座ってリラックスする。
	家族がロッキングチェアに座ってリラックスする。

# QFDで数値化するニーズ (2/4)

ユーザニーズ 中項目	ユーザニーズ 小項目
遊ぶ	<p>お父さんが昼間に犬小屋作りを楽しむ。</p> <p>お父さんが昼間に家具作りを楽しむ。</p> <p>家族が週末にこの家に来て楽しむ。</p> <p>家族が昼間に農作業をしながら楽しむ。</p> <p>お父さんが昼間に山に行って薬草摘みを楽しむ。</p> <p>家族が昼に山に行って山菜摘みを楽しむ。</p> <p>家族が昼に家畜の世話をを楽しむ。</p> <p>家族が昼に木や花の世話を楽しむ。</p> <p>家族が昼間に庭の手入れを楽しむ。</p> <p>お母さんがいつでも漬物作り（甕入り）を楽しむ。</p> <p>家族がいつでも池の魚の世話を楽しむ。</p> <p>家族が昼間に近くの山にハイキングに行って楽しむ。</p> <p>家族が撮った写真を飾って楽しむ。</p> <p>家族がピザを作って楽しむ。</p> <p>家族がパンを作って楽しむ。</p> <p>家族が焼き芋作りを楽しむ。</p> <p>家族がローストチキン作りを楽しむ。</p> <p>親戚が祝日に集まって賭けゲームを楽しむ。</p> <p>家族が集まってテレビを見て楽しむ。</p> <p>家族が読書を楽しむ。</p> <p>お母さんが昼間にティリーフ作りを楽しむ。</p> <p>家族が夜に暖炉の前で遊ぶ。</p> <p>お父さんが昼間に作業部屋で楽しむ。</p> <p>子供たちが昼間に家の中・外でかくれんぼを楽しむ。</p> <p>家族がハンモックの上で遊ぶ。</p> <p>家族が昼間に庭で遊ぶ。</p> <p>家族がコンピュータで遊ぶ。</p> <p>家族が昼間にぶらんこで遊ぶ。</p> <p>家族が昼にバドミントンをして遊ぶ。</p> <p>家族が昼間にサイクリングに出かけて楽しむ。</p> <p>家族が庭でテントをはって楽しむ。</p>

# QFDで数値化するニーズ (3/4)

ユーザニーズ 中項目	ユーザニーズ 小項目
環境を守る	家族が家の中の温室で自然を感じる。
	家族が自宅で自然を感じる。
	家族が昼間に庭の芝生で自然を感じる。
	家族が昼間に農作業をして自然を感じる。
	家族が昼間に池で自然を感じる。
健康を保持・増進する	家族が暖房を利用して健康でいられる。
	おばあちゃんが健康でいられる。
	家族が冬に温かい浴室を利用して健康でいられる。
	家族がエコな生活をして健康でいられる。
	家族が冬に床暖房を利用して健康でいられる。
安全を守る	家族が野生動物に対して安全でいられる。
	家族が冬に大雪の際も安全でいられる。
	家族が強風の際も安全でいられる。
	家族がメンテナンスされた家で安全でいられる。
	家族がいつでも害虫に対して安全でいられる。
	おばあちゃんが階段で安全である。
	おばあちゃんが家の中で安全でいられる。

# QFDで数値化するニーズ (4/4)

ユーザニーズ 中項目	ユーザニーズ 小項目
おばあちゃんがコミュニケーションする	<p>おばあちゃんが近所の人とコミュニケーションする。</p> <p>近所の住民がいつでも訪ねてきておばあちゃんとコミュニケーションできる。</p> <p>おばあちゃんが近所の人と家の外のお茶のみ場でコミュニケーションする。</p> <p>おばあちゃんが昼間にテラスで近所の人と農作業をしながらコミュニケーションする。</p> <p>おばあちゃんが昼間に室内から外を眺めることができ、外部とコミュニケーションが取れる。</p> <p>おばあちゃんが、電話でコミュニケーションする。</p> <p>おばあちゃんがオープンスペースで家族とコミュニケーションする。</p>
家族間でコミュニケーションする	<p>親戚が集まるときに泊まりでコミュニケーションする。</p> <p>親戚が集まるときに全員が家の中の空間に集まってコミュニケーションする。</p> <p>親戚が数年後にこの家の回りに引っ越してきた際、この家が親戚のコミュニケーションの中心的な場となる。</p> <p>家族がワインを飲みながらコミュニケーションする。</p> <p>親戚が年5回程度集まり一緒にイベントをしてコミュニケーションする。</p> <p>家族が木の椅子に座ってコミュニケーションする。</p> <p>家族が広いデッキでコミュニケーションする。</p> <p>家族がリビングでコミュニケーションする。</p> <p>家族が昼間に窓を介して外部とコミュニケーションする。</p> <p>親戚が集まったときに賭けゲームをしてコミュニケーションする。</p> <p>家族が外のベンチに座ってコミュニケーションする。</p>
ゲストとコミュニケーションする	<p>友達と焼酎を飲みながらコミュニケーションする。</p> <p>友達が月2回程度来てコミュニケーションする。</p> <p>ゲストとBBQをしてコミュニケーションする。</p> <p>ゲストが泊まってコミュニケーションする。</p> <p>ゲストとテラスでコミュニケーションする。</p>



# QFDの重み付け結果：部屋の大きさと部屋の距離

## 部屋の大きさの重み付け

順位	部屋の大きさ	相対重み
1	リビング	0.277
2	テラス	0.157
3	インドアテラス (玄関)	0.135
4	庭	0.109
5	キッチン	0.102
6	祖母の部屋	0.077
7	ゲスト/メインベッドルーム	0.07
8	ロフト	0.038
9	インベントリー	0.023
10	トイレ&シャワー	0.005
11	洗面所	0.005

ユーザが求める部屋の大きさ（重要順）：  
 リビング>テラス>インドアテラス>庭 ...

## 部屋の距離の重み付け

順位	部屋間の距離	相対重み
1	リビング⇔テラス	0.182
2	リビング⇔インドアテラス	0.173
3	リビング⇔キッチン	0.166
4	インドアテラス⇔テラス	0.14
5	リビング⇔トイレ&シャワー	0.077
6	リビング⇔洗面所	0.077
7	リビング⇔祖母の部屋	0.071
8	リビング⇔ゲスト/メインベッドルーム	0.066
9	インドアテラス⇔ゲスト/メインベッドルーム	0.066
10	リビング⇔ロフト	0.035
11	インドアテラス⇔キッチン	0.035
12	インドアテラス⇔祖母の部屋	0.026
13	インドアテラス⇔ロフト	0.009
14	リビング⇔インベントリー	0.007
15	インドアテラス⇔インベントリー	0.007
16	インドアテラス⇔トイレ&シャワー	0.002
17	インドアテラス⇔洗面所	0.002

ユーザが求める部屋の近さ（重要順）：

リビング⇔テラス>リビング⇔インドアテラス>リビング⇔キッチン ... 48

## (1) 実験①によるユーザ満足度の観点の分析

# その他の課題・有用性・今後の活用可能性

	研究観点① ユーザ満足度
課題	①コンピュータショナル・デザインのみによる設計 ②デザイン柔軟性 ③本設計プロセスの3階建以上への適用
有用性	①設計変更に伴う時間とコストを節約 ②ディテール設計により長時間使用可
今後の活用可能性	ユーザの満足度を向上させる設計手法として、小規模設計事務所で実用

## (2) 実験②による環境デザインの観点の分析

# その他の有用性・今後の活用可能性

	研究観点② 環境デザイン支援
有用性	①建築物の個性を表現 ②マーケティング効果（設計事務所が環境デザインをアピール）
今後の 活用 可能性	小規模建築事務所が新築案件に加えリフォーム案件で、ファサードデザインに実用

### (3) 実験③による施工の品質コスト工期の観点

## その他の課題・有用性・今後の活用可能性

	研究観点③ 施工の品質コスト工期の向上
課題	デジタルファブリケーションデザインで製作した建築材料と、既成材料・製品の互換性
有用性	①誰が施工をしても良好な施工性を実現 ②屋根構造の気密性・精度を向上
今後の活用可能性	デジタルファブリケーションを ①建築家がアイデアの実現可能性向上に実用 ②小規模設計事務所が、建築設計の一部の構造設計施工に実用