

# 空間デザイン技術の研究・開発における 産学連携の可能性

清水建設株式会社  
技術研究所 高度空間技術センター

山田 哲弥

# 清水建設の概要



- 創業 1804年(文化元年) (初代 清水喜助)
- 資本金 743.65億円
- 従業員 11,050人 2013年4月1日現在
- 受注高 約11,600億円 (2012年度)
- 事業内容

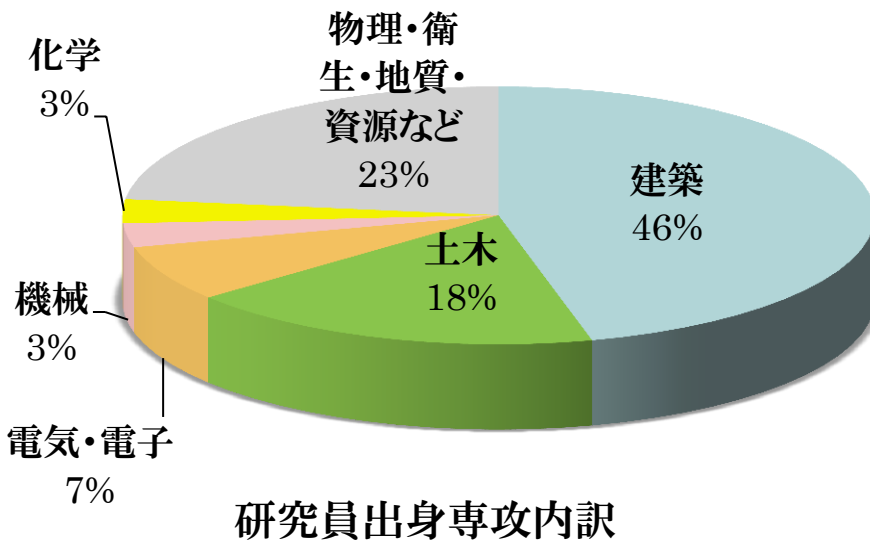
1. 建築、土木、機器装置等建設工事の請負
  2. 建設工事に関する調査、企画、研究、評価、診断、地質調査、測量、設計、監理、マネジメント及びコンサルティング業務
  3. 地域開発、都市開発、海洋開発、宇宙開発、資源エネルギー開発及び環境整備等に関する調査、企画、設計、監理、マネジメント及びコンサルティング業務
  4. 不動産の売買、賃貸、仲介、管理、鑑定及びコンサルティング業務
5. 住宅等建物の建設、販売、賃貸及び管理並びに土地の造成及び販売
  6. 金融商品取引法に基づく第二種金融商品取引業及び投資助言・代理業並びに不動産特定共同事業法に基づく事業
  7. 庁舎、教育・文化施設、医療・社会福祉施設、道路、港湾、空港、公園、上下水道その他の公共施設等並びにこれらに準じる施設の企画、建設、保有、維持管理及び運営
  8. 発電及び電気、熱等エネルギーの供給事業、温室効果ガス排出権の取引に関する事業及びこれらに関するコンサルティング業務
  9. 土壌の調査・浄化工事の請負、廃棄物の収集、処理、処分、再利用事業及びこれらに関するコンサルティング業務
  10. 情報通信システム、ビル管理システム等の設計、施工、販売、賃貸、管理及びコンサルティング業務
  11. 建物・設備・機器装置の保守管理、警備及び清掃業務
  12. 建設機械、建設用コンクリート製品、建築用木工品、家具、室内装飾品、木製品の設計、製造、販売、賃貸、仲介及び建設用資材の販売、賃貸、仲介
  13. 工業所有権、著作権、ノウハウ、コンピューターを利用したソフトウェアの取得、実施許諾及び販売
  14. スポーツ施設、ホテル、レストラン、保養所等の経営及びコンサルティング業務
  15. 薬品、診療材料、医療用機械器具の販売並びに老人介護サービス付施設の経営及びコンサルティング業務
  16. 広告、出版、印刷、映像等の情報媒体の企画、制作及び販売並びに催事の企画、運営及びコンサルティング業務
  17. 陸上運送事業及び倉庫、配送センターの経営
  18. 損害保険代理業、生命保険募集業、旅行業及び労働者派遣業
  19. 金銭の貸付、債務の保証、債権買取等の金融業務
  20. 前各号に関する国外における事業
  21. 前各号に附帯関連する一切の事業

SHIMIZU CORPORATION  
清水建設

子どもたちに誇れるしごとを。

# 技術研究所の概要

- 所在地：江東区越中島
- 1944年 設計部研究課
- 1960年 研究所
- 1972年 越中島移転
- 1984年 技術研究所
- 研究員：約200名、総数：約300名



# 組織と研究開発分野

●構造・生産技術センター：

●社会基盤技術センター：

●原子力技術センター：

●環境エネルギー技術センター：

●安全安心技術センター：

●高度空間技術センター

●総合解析技術センター：

●企画部

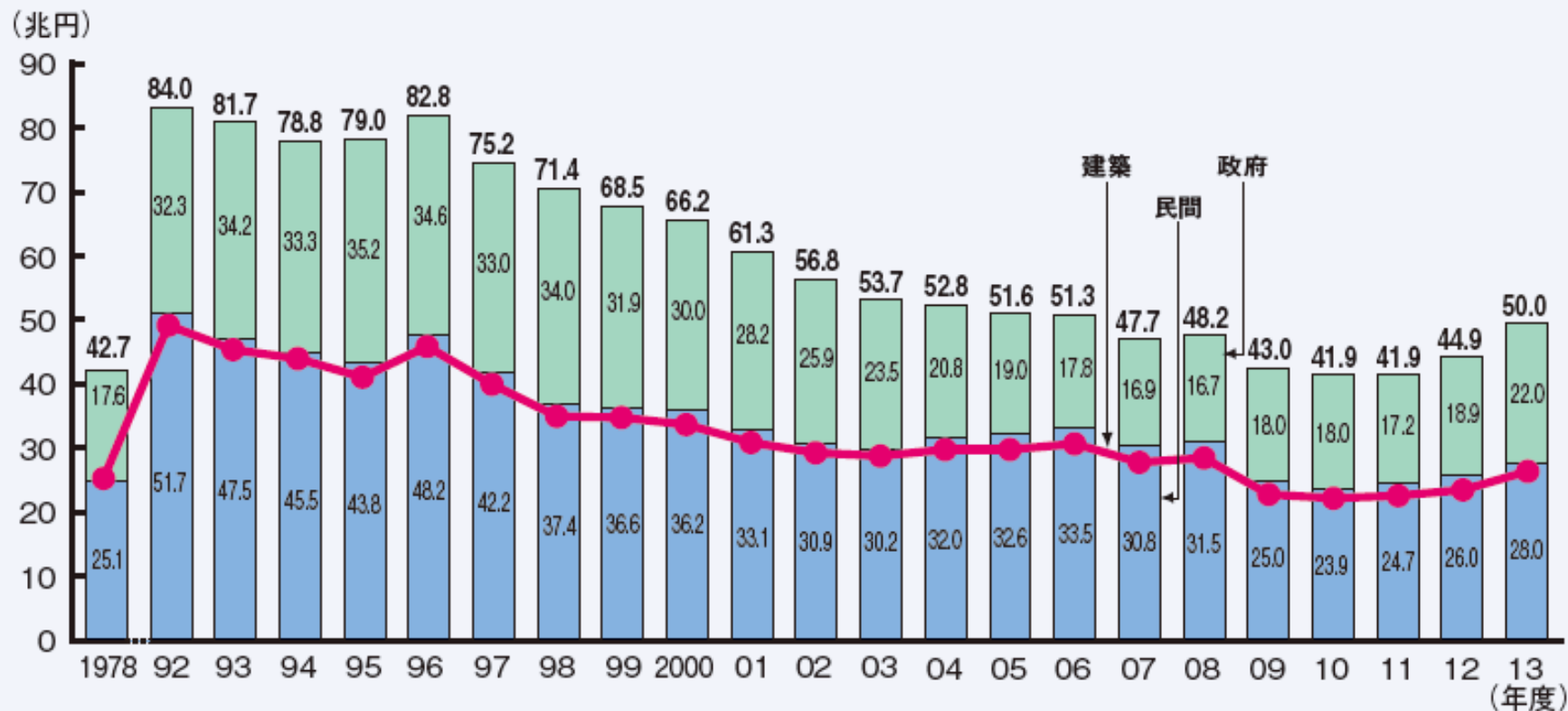
●研究開発支援センター

# 空間デザイン技術の研究・開発における 産学連携の可能性

# 総合建設業の“事業”と“デザイン”の位置づけ



# 我が国の建設投資額の推移



(注) 1. 11、12年度は見込み額、13年度は見通し額

2. 政府建設投資のうち、東日本大震災の復旧・復興等に係る額は、11年度1.5兆円、12年度4.2兆円と見込まれている。これらを除いた建設投資総額は、11年度40.4兆円（前年度比3.6%減）、12年度40.7兆円（同0.6%増）。（36ページ参照）

資料出所：国土交通省「建設投資見通し」（2013年6月発表）

# 建設業を取り巻く社会環境

## ● 事業環境

- ・ 国内建設事業の**長期低迷**
- ・ コアコンピタンス領域の固定化・**縮小化**
  - ・ 設計・施工分離の流れ
- ・ 事業課題の不透明化
  - ・ 製造・サービス産業のストックからフローへ
  - ・ 社会基盤資本のフローからストックへ  
(建設から利用へ)

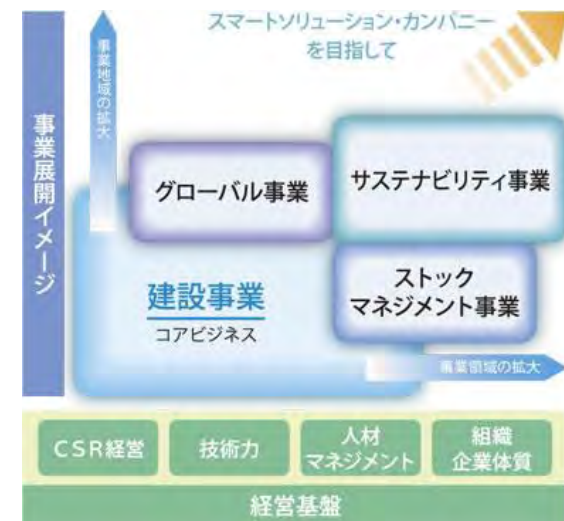
## ● 社会環境

- ・ 市場のグローバル化  
(材料・人材・経済)
- ・ 経済目標の短期化
- ・ 環境, 緑化, 生物多様性
- ・ エネルギー, 低炭素社会
- ・ 安全・安心, リスク・BCP



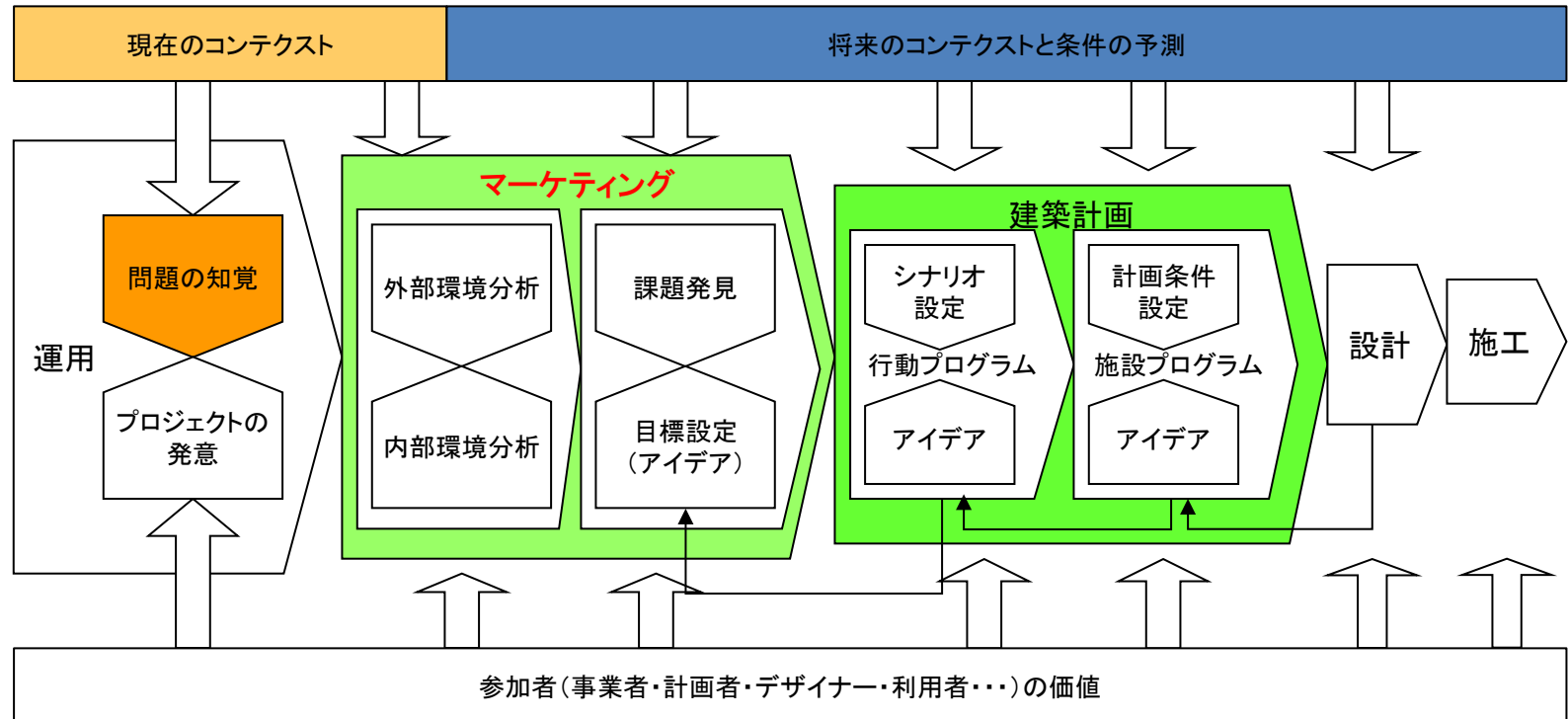
## Smart Vision 2010

- ・ **新たな建設市場の掘り起こし**(シェア拡大)
  - ・ 初期／技術営業活動への投資 (優良顧客の囲い込み)
  - ・ 営業情報収集活動に向けた人的投資
- ・ BM/FM事業への投資 (ユーザー満足度の向上)
  - ・ 建設の評価、運営ビジネス、運営ノウハウのフィードバック
- ・ 社会インフラ再生事業の拡大
- ・ 海外(アジア)市場への進出
- ・ 環境関連・エネルギー市場へ





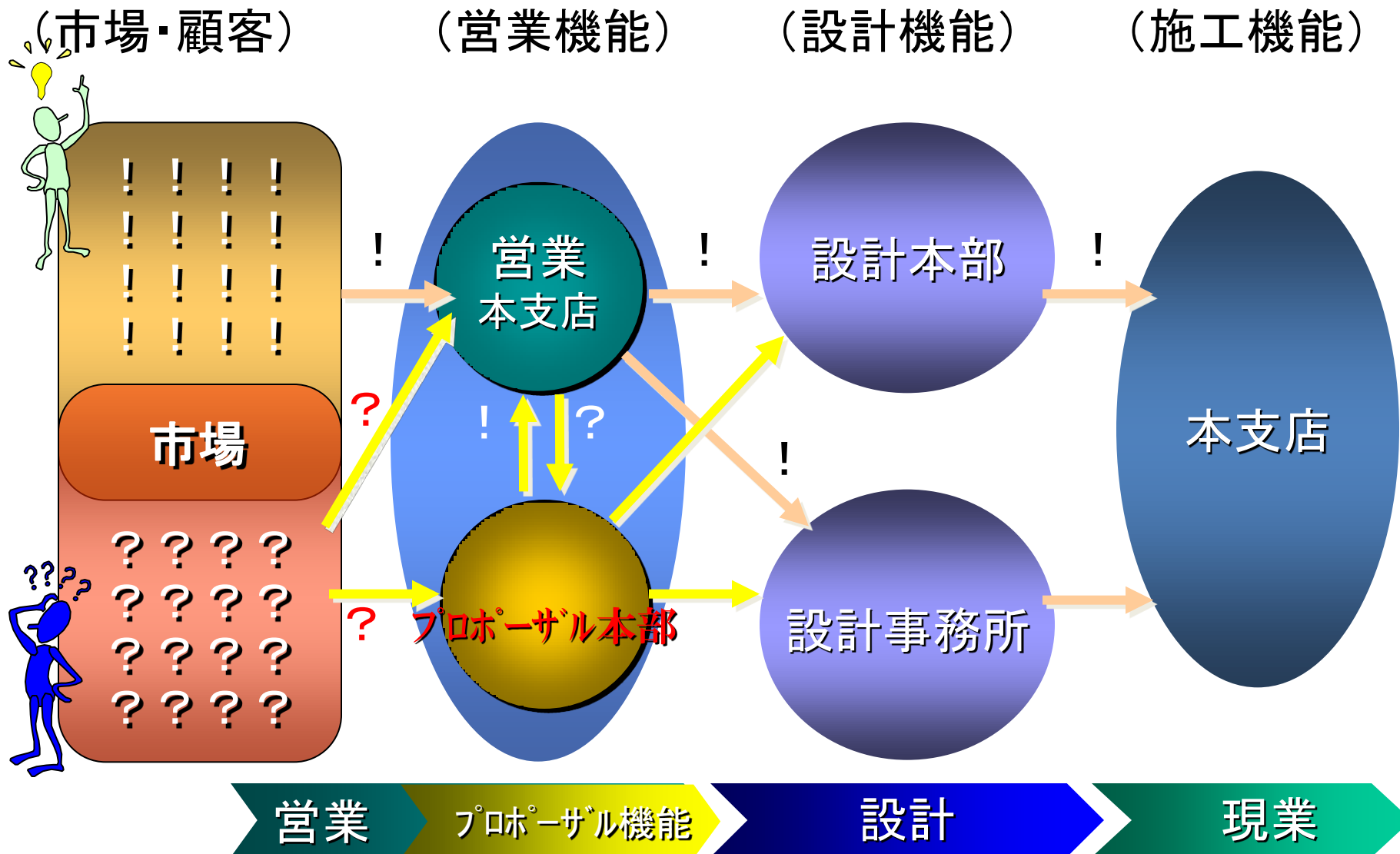
# “建築デザインプロセス”における“プログラミング”の重要性



ドメインオントロジー (実体的な理論) & タスクオントロジー (手続き的理論)

建築プログラミング

# 建築プロセスにおけるシミズの体制



**プロポーザル本部**

事業条件・設計条件等を明らかにして次工程へつなぐ

# “空間デザイン”における“技術研究所”の役割

## ● 既存マーケットの囲い込み・信頼性向上

### － 最後の砦

- ・ 課題発見、不具合究明、対策・対応

### － 基盤技術力の向上・継承

- ・ 学術分野への社会的貢献

## ● 新たなマーケットの創出

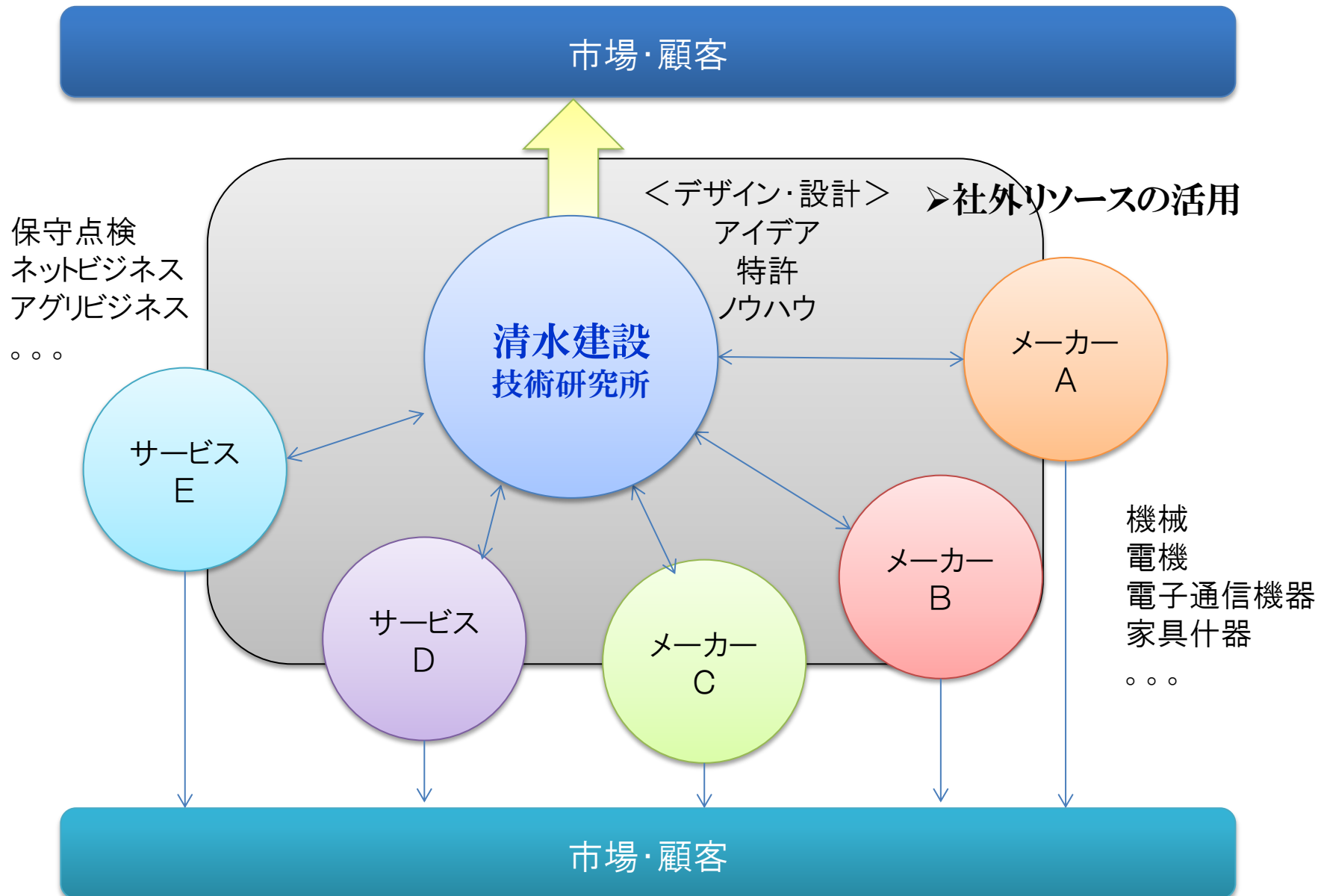
### － 建設事業

- ・ 新しい技術の開発と実建物への導入・普及

### － 新規事業分野

- ・ 新しい技術の商品化・事業化

# シミズにおける“オープン・イノベーション”の関係性



**“大学”との共同研究開発の“ねらい”は？**

# “大学”との共同研究開発の“ねらい”

## ● 社会的信用・優位性の獲得

### － 実証・実験・調査フィールドの獲得

- ・ 研究・実験施設の相互利用
- ・ 社会環境の整備 （アンケート調査）

## ● 技術の融合

- － 自前で研究・開発できない(しにくい)技術の獲得
- － 空間実現に向けて異分野との連携・融合



# 産学共同研究開発の実例（1）

社会的信用・優位性の獲得

実証・実験・調査フィールドの獲得

1. 波動音響予測技術の精度確認の音響模型実験
2. 分譲マンションのコミュニティ支援システム
3. エネルギーマネジメントシステムの実証実験

# 1. 波動音響予測技術の精度確認の音響模型実験

## – 新潟大学工学部(大嶋拓也・助教)との共同実験

### • 経緯

- 異なる手法で、広範囲の実在地形を対象とした波動音響解析
- 計算精度確認のリファレンスデータのため、大規模・詳細な実験が必要

### • 共同体制

#### – 新潟大

- 実在地形の数値地図データから1/100音響実験模型データを作成
- 実験員として学生1名を当社に派遣（約1ヶ月）

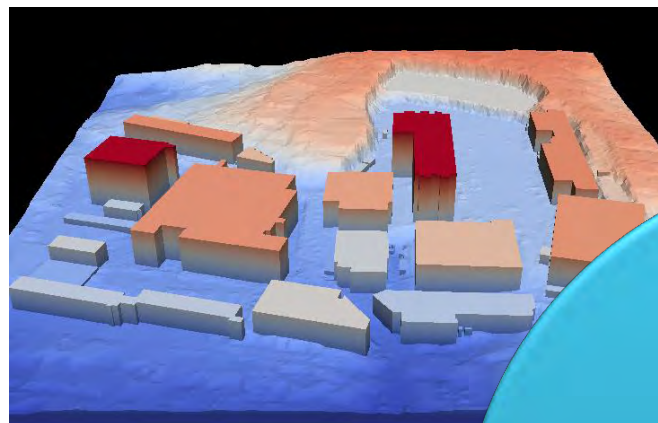
#### – 当社

- 実験室（無響室）・測定システム・実験ノウハウを提供
- 模型製作、実験の実施及び工程管理を担当

## 大学敷地をモデル化

## 実験と計算で音波の伝わり方を比較

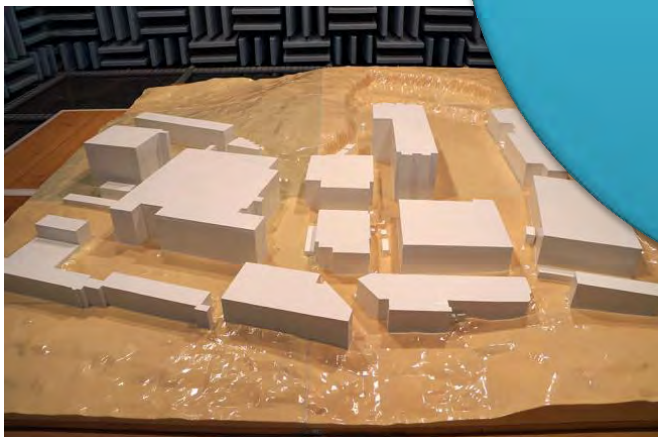
(大嶋助教提供)



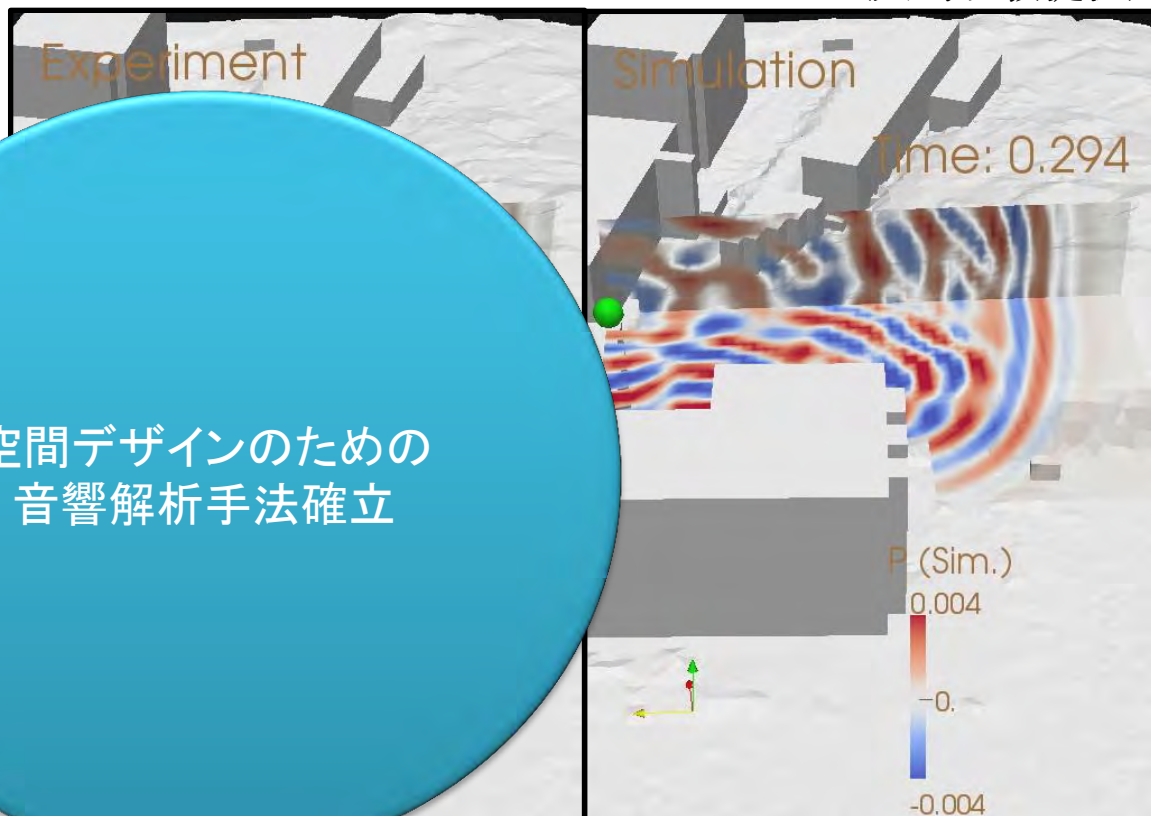
計算



空間デザインのための  
音響解析手法確立



1/100音響実験模型

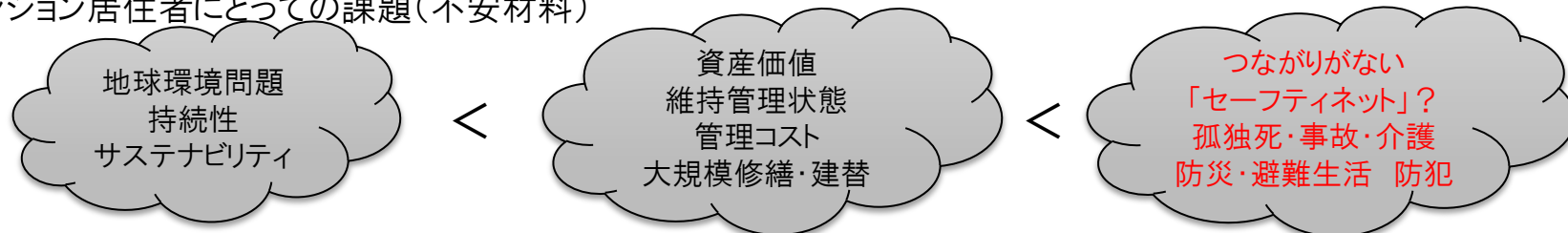


実験

計算

## 2. 分譲マンションの安全・安心コミュニティ

マンション居住者にとっての課題(不安材料)



マンションの現状(実態)

(戸建住宅地との違い)

耐震(免震/制震)  
ホームセキュリティ  
ホームオートメーション

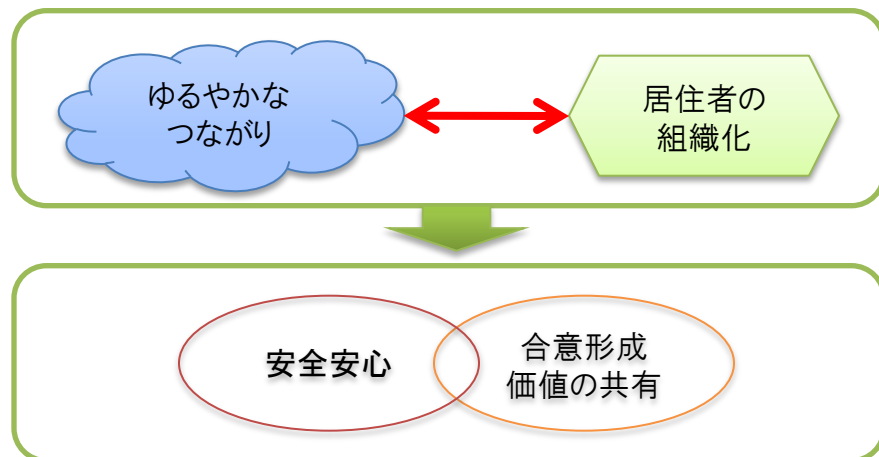
! < ?

組織  
管理組合って何?  
管理会社は?

ルール  
「管理規約・使用細則」  
だけでいいの?

地域連携  
町内会・連合自治会  
行政との関係は?

ねらい = コミュニティの形成と発展・成長 (コミュニティの組織化・持続性/居住者の流動性)



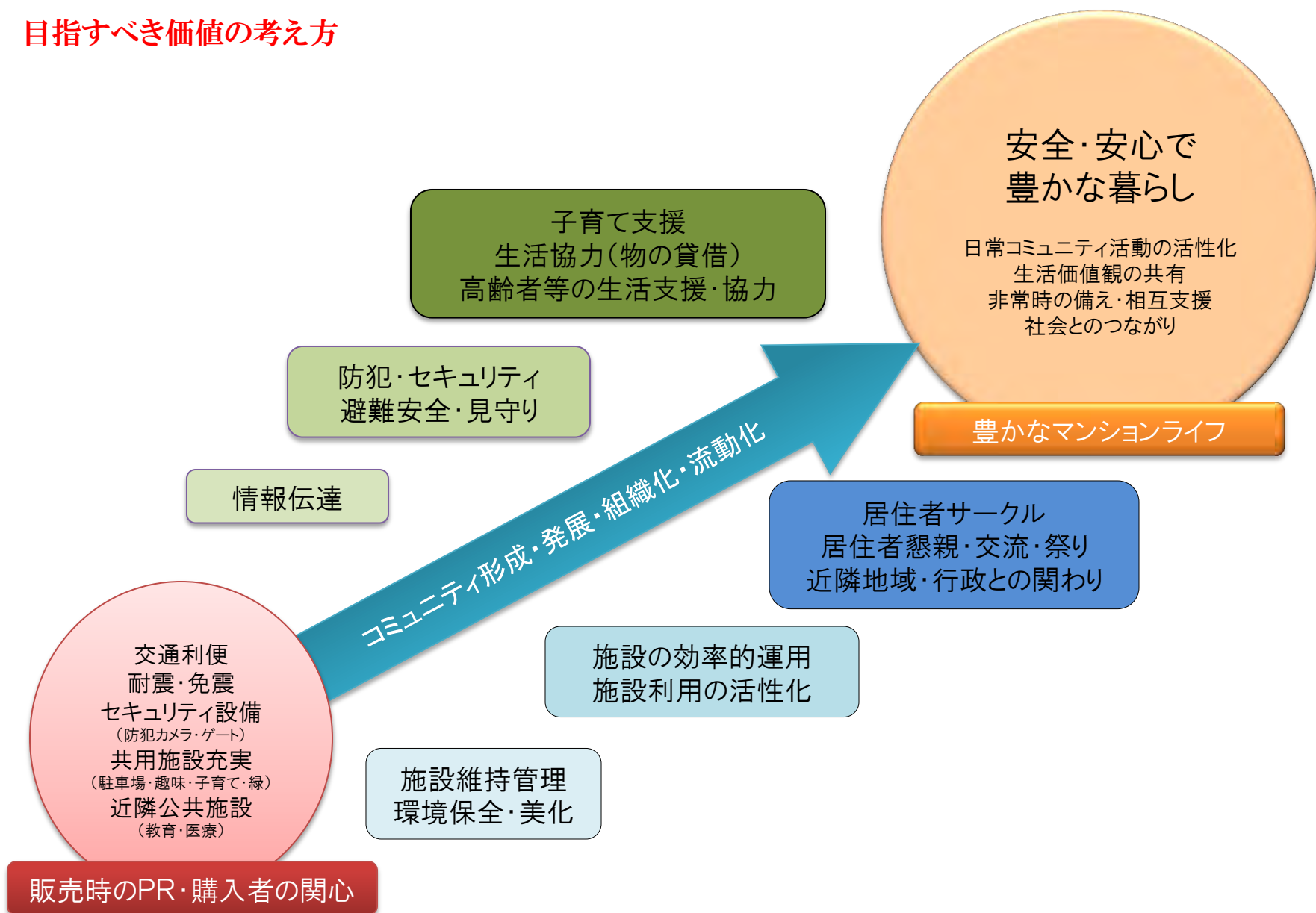
「施設・設備」「情報システム」「運営・運用」

情報システム活用/共用施設・設備活用

組織形成手段/組織形成のきっかけ・プロセス

自治組織/防災組織/サークル事務局

## 目指すべき価値の考え方



対象: 300~1000戸の分譲マンション

SHIMIZU CORPORATION



# 共同体制

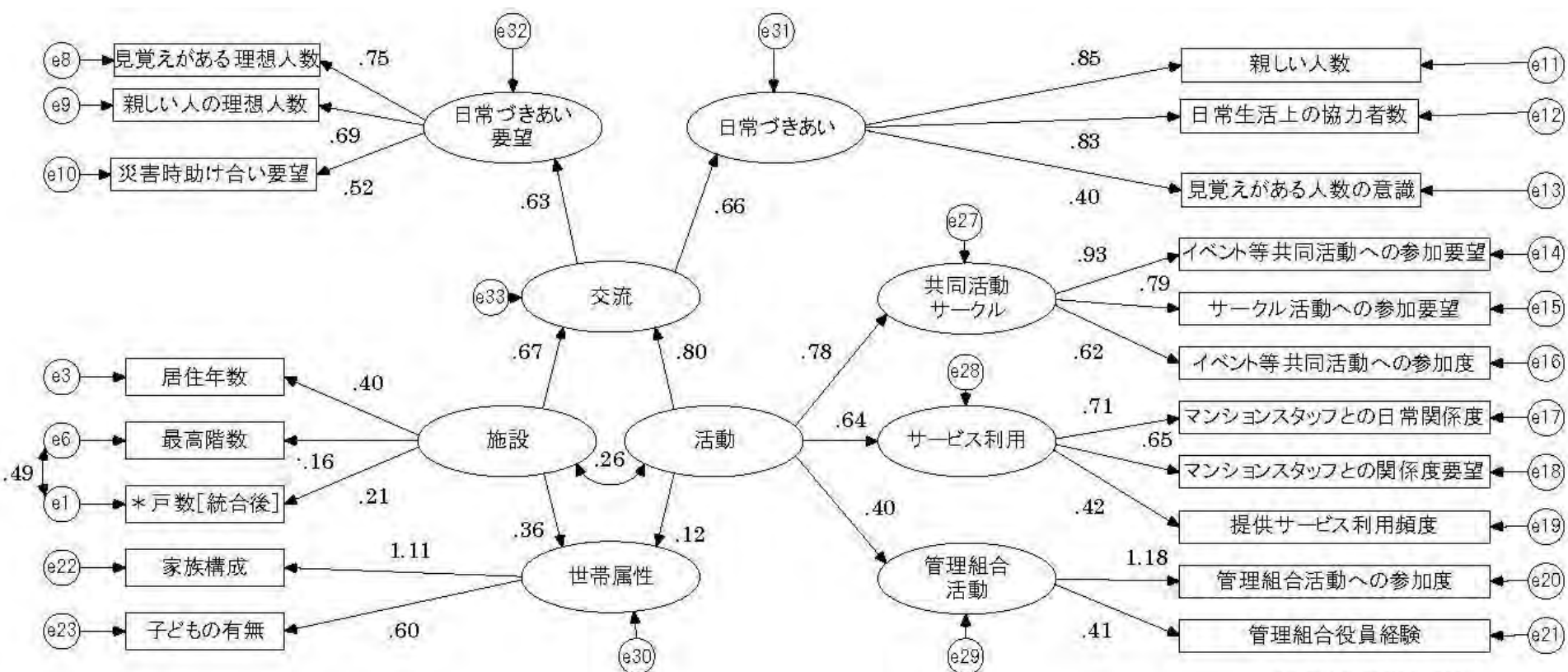
– 大阪大学(建築計画)・神戸大学(都市安全研究センター)

– つなぐネットコミュニケーションズ

• アンケート調査＋ヒアリング調査の実施（＋開発成果の展開）

– 首都圏・阪神圏の分譲マンション居住者へのアンケート調査

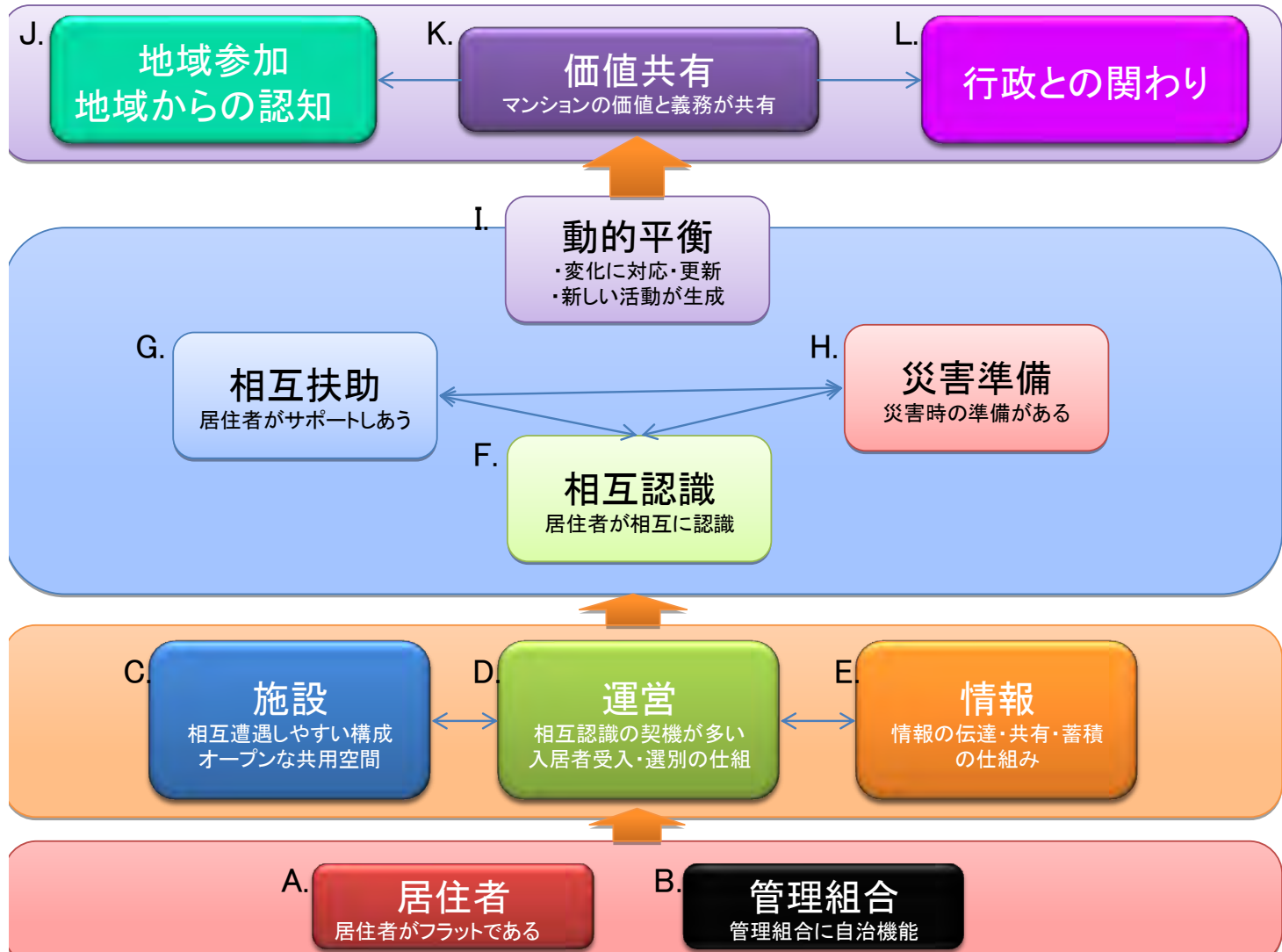
– マンションポータル利用者へのWEB調査



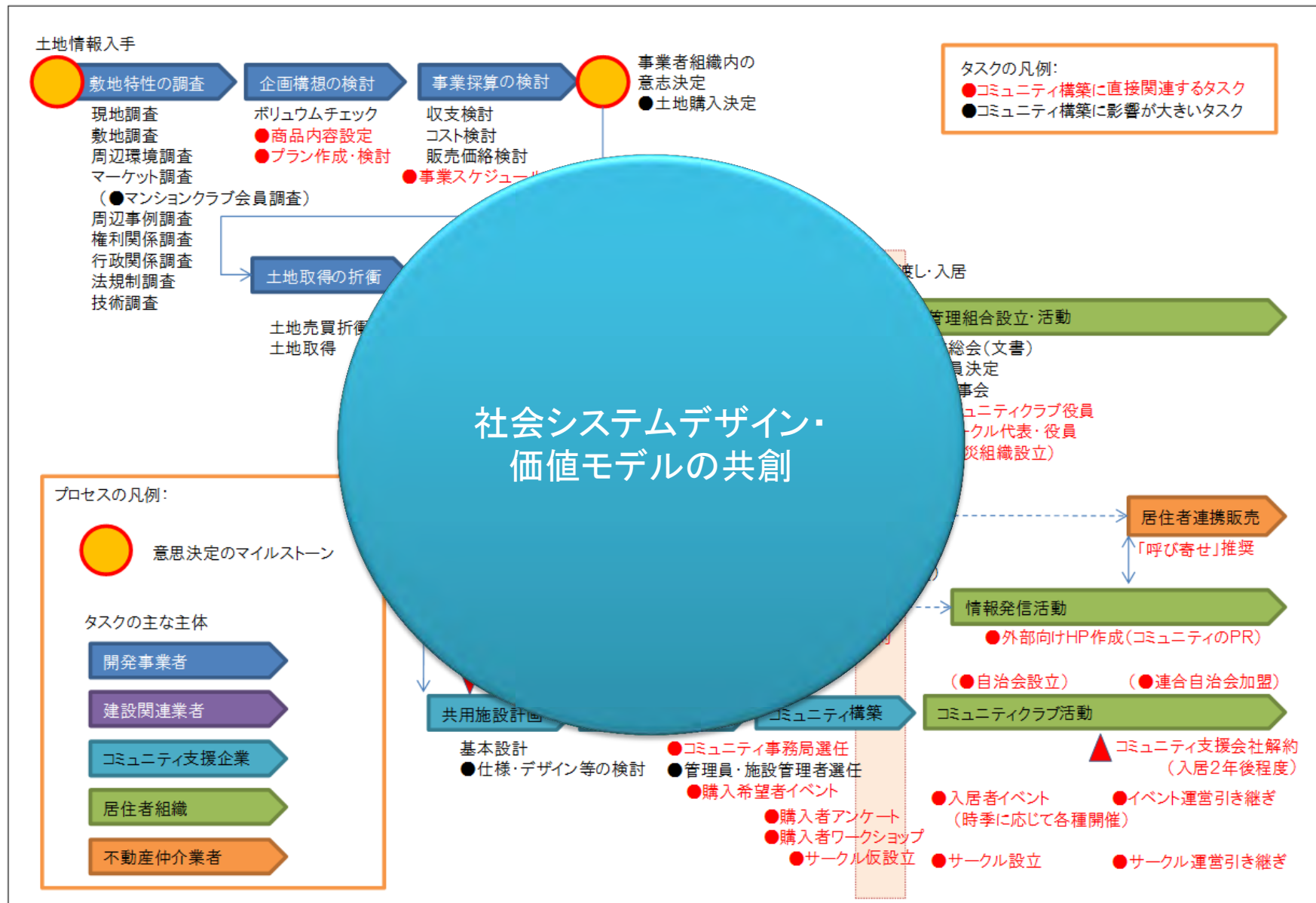
CFI=.819, RMSEA=.088  
標準化推定値



## 「21世紀型コミュニティ」の実現に向けて



# コミュニティ構築を促す“マンション開発プロセス”の提案

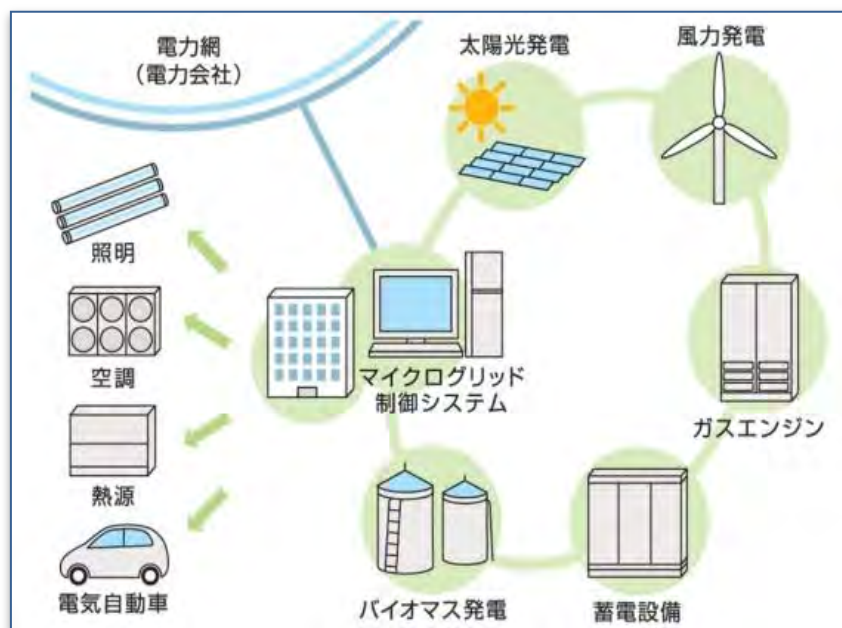




### 3. エネルギーマネジメントの実証実験

経緯

#### マイクログリッドシステムの研究開発



清水建設

- ・コンセプト立案
- ・ソフト開発
- ・実証試験

+

東京大学

- ・技術指導

+

機器メーカー ・ 機器開発



シミズスマートBEMSへの展開

# 共同体制

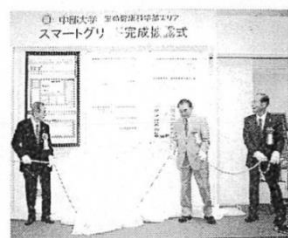
## ● 中部大学

### ● キャンパス運営上の課題

1. 電力ピーク使用量が超過(計5,549KW)
2. エネルギー費の上昇対策(3.9億円)
3. 東海等のプレート型地震対策
4. 全学省エネルギー活動の推進

### ● スマート化によるソリューション提案

1. eco:節電 ▲25% (電力ピークカット)
2. eco:省エネ▲15% (使用電力量削減)
3. BCP:コジェネ・太陽光による自立性の向上
4. 見える化:学生・教職員との節電協働



中部大と清水建設

中部大学(山下興亜学長)と清水建設は、共同で実証実験を進めている大学施設群のスマートグリッド(次世代送電網)化の初弾工事となる生命健康科学部エリア全5棟の工事を完了した。2日には50号棟で関係者が出席して完成披露式を行い、本格的なシステム運用を開始した。

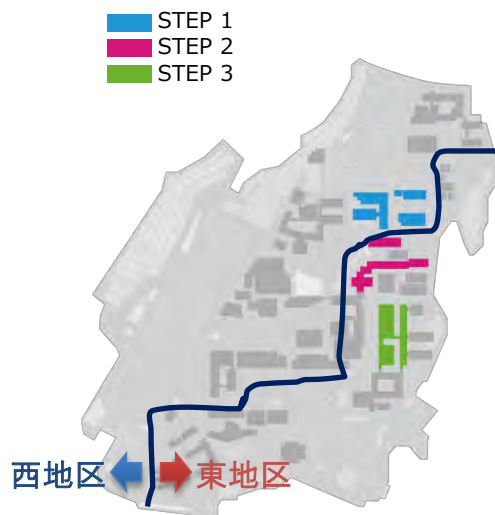
### スマートキャンパス実証スタート

キャンパス施設群を広範囲に連携したスマートグリッドの導入は、全国の大学機関でも初めて。ピーク時電力で25%、電力使用量で約15%の大幅削減を目指す。同大では実験の実証成果を確認し、来年度から応用生物学部エリアにシステムを展開・拡張していく方針だ。完成披露式では、飯吉厚夫理事長、大西良三学長、三浦昌夫学監・渉外局長、吉田和夫清水建設代表取締役副社長がモニター表示盤



飯吉理事長

7月2日完成披露式(建設通信新聞)



場所 愛知県春日井市  
建物面積 17.8万㎡  
光熱水費 3.9億円/年(2,200円/㎡・年)  
学生数約 10,000人

【STEP 1】  
生命健康科学部エリア(西地区)



LAN

【STEP 2】  
応用生物学部等エリア(東地区)



LAN

【STEP 3】  
工学部エリア

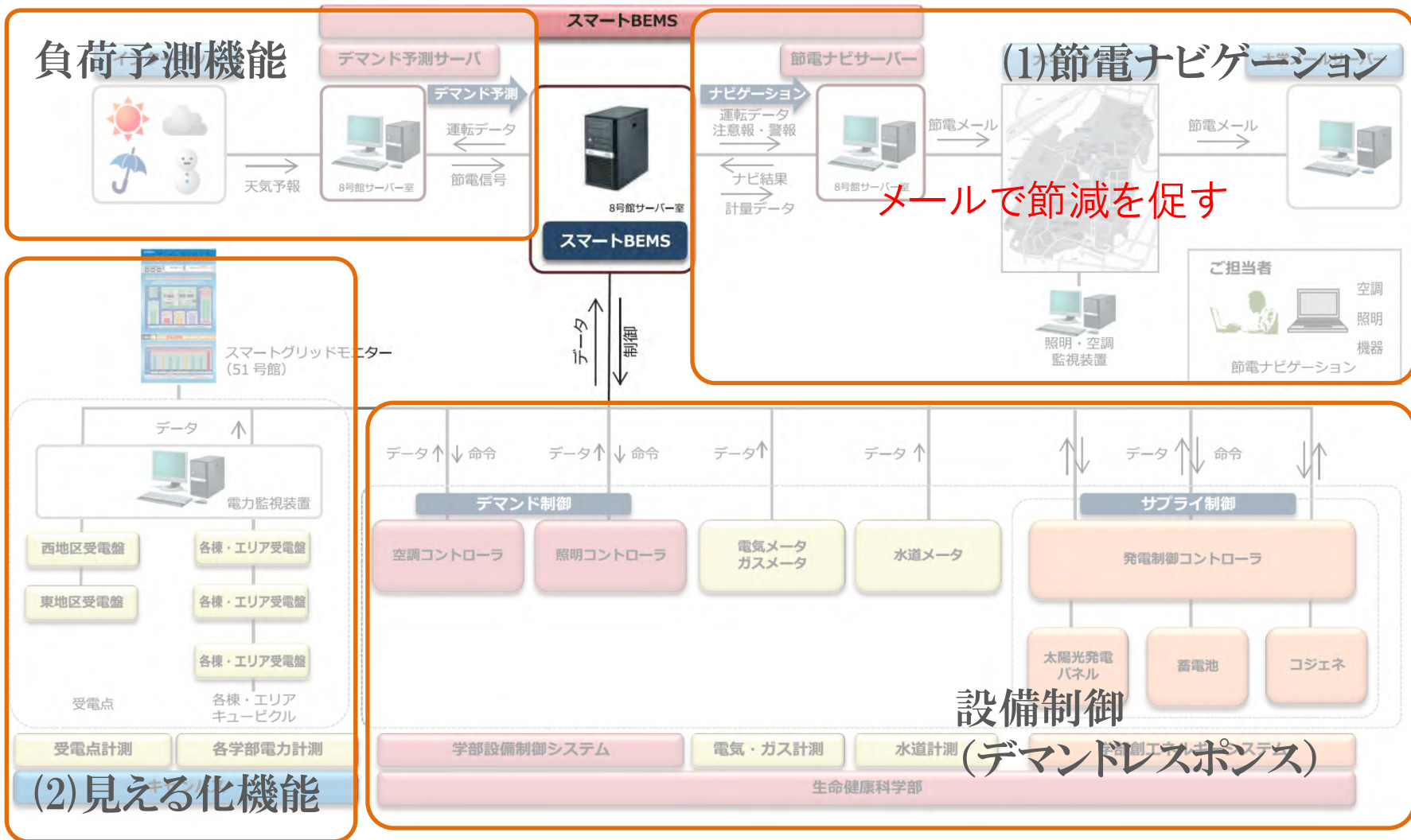


スマート  
BEMS

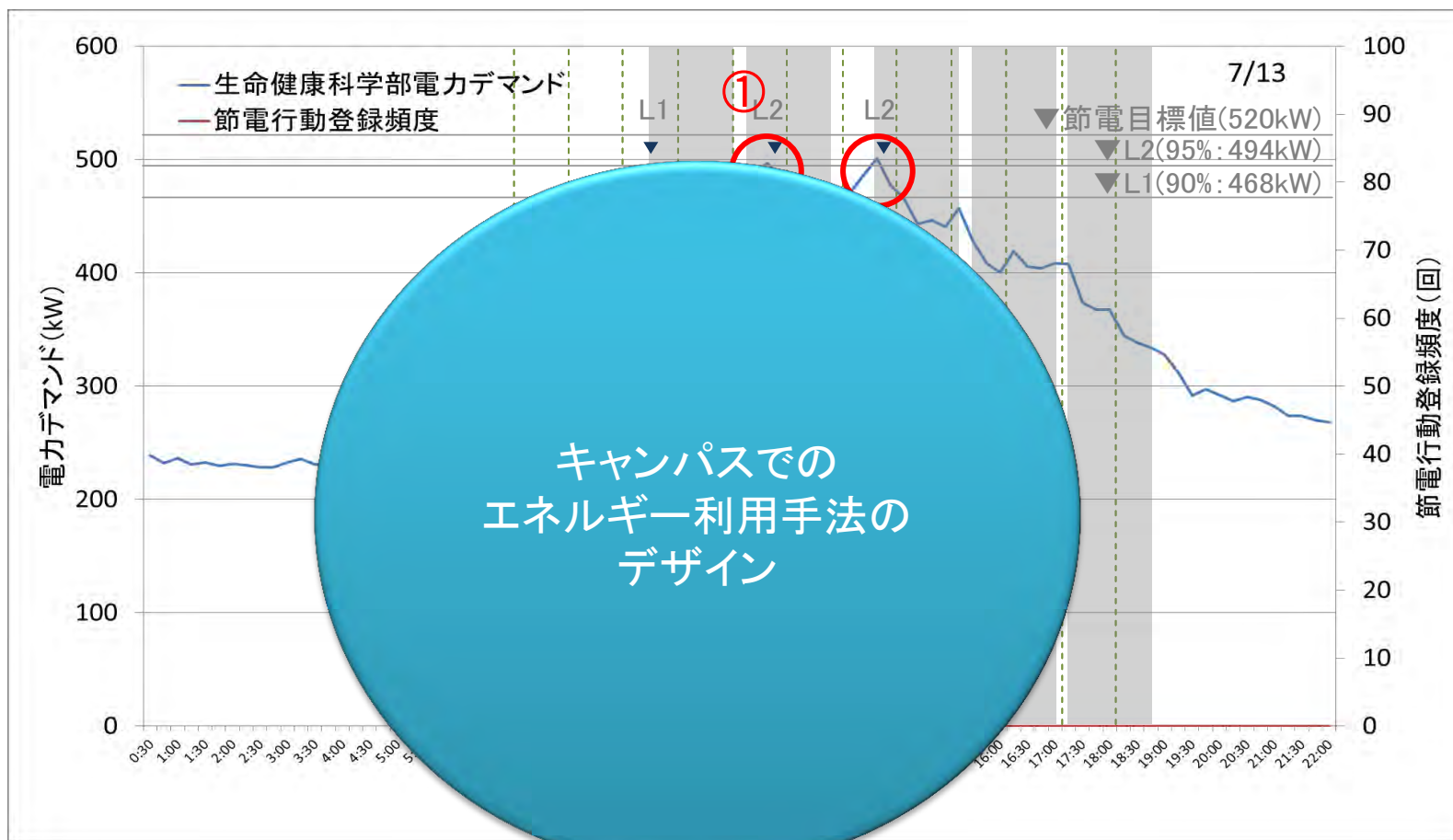
LAN

# シミズスマートBEMSの適用と実証

## (1) 節電ナビゲーション (2) 見える化機能を付加



# 電力デマンド推移と節電情報の効果



7月13日の電力デマンド推移と節電状況

①

②

# 産学共同研究開発の実例 (2)

## 技術の融合

1. 感染症防止病室
2. 移動制御のための位置情報獲得システム
3. 生物多様性評価システム
4. 患者・看護師満足度調査分析システム



# 1. 感染症防止病室

- 背景

- 病室で24時間を過ごす患者の快適性の向上

- エネルギー消費量の大きい病棟の省エネ性の向上

(病院は全業種中最大のエネルギー消費、内病棟は34%)

⇒4床病室への放射空調システム採用の検討

| 部門構成とエネルギー消費 |      |      |            |
|--------------|------|------|------------|
| 部門           | 面積比率 | 稼働時間 | エネルギー消費量比率 |
| 病棟           | 35%  | 24時間 | 34%        |
| 外来           | 13%  | 9時間  | 11%        |
| 中央診療部門       | 22%  | 10時間 | 29%        |
| 供給部門         | 8%   | 10時間 | 8%         |
| 管理部門         | 10%  | 9時間  | 8%         |
| 厨房           | 2%   | 18時間 | 5%         |
| 共用部分         | 10%  | 24時間 | 5%         |

※出典:「病院の省エネルギー」(財)省エネルギーセンター2009

# 共同体制

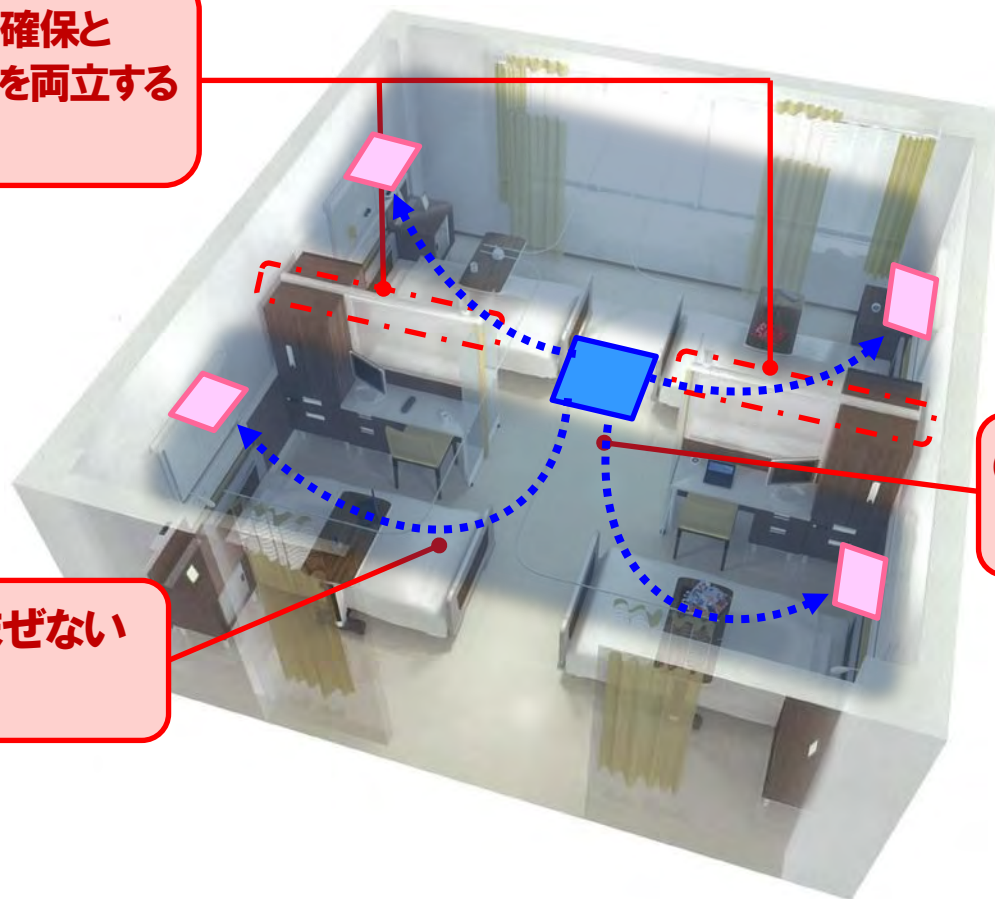
⇒空気感染リスクが低減できるか？

- ・ 順天堂大学・医学部
- ・ 早稲田大学・建築

②プライバシーの確保と  
感染リスク低減を両立する  
パーティション

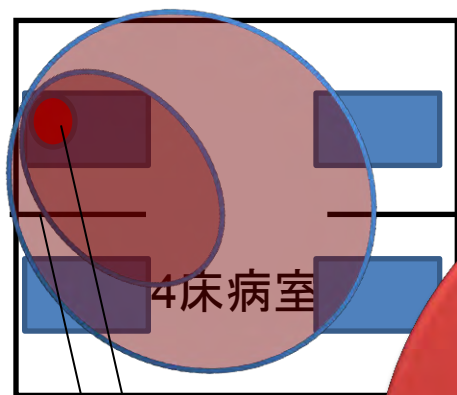
①空気をかきまぜない  
放射空調

③一方向流による換気  
(給排気口の最適配置)





# ■CFD解析による計算結果 (Computational Fluid Dynamics)



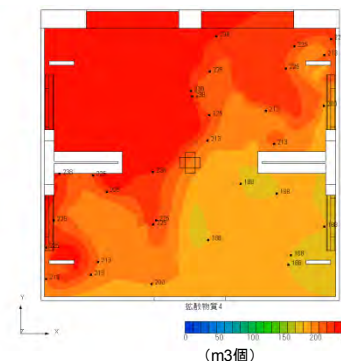
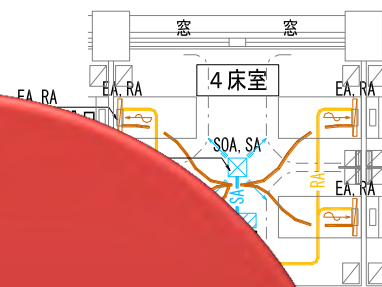
結核患者を

パーティション

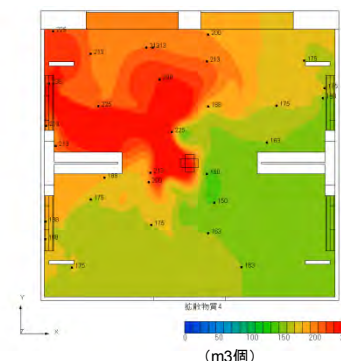
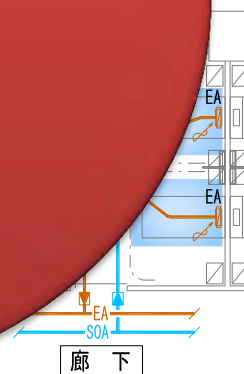
患者より汚染物質を発生させ、  
CFD解析により、空気汚染濃度  
を確認。

\*)結核菌を粉塵に置き換えて解析

● 従来方式  
(室内循環)



新しい技術による  
空間デザイン  
(医学+建築)

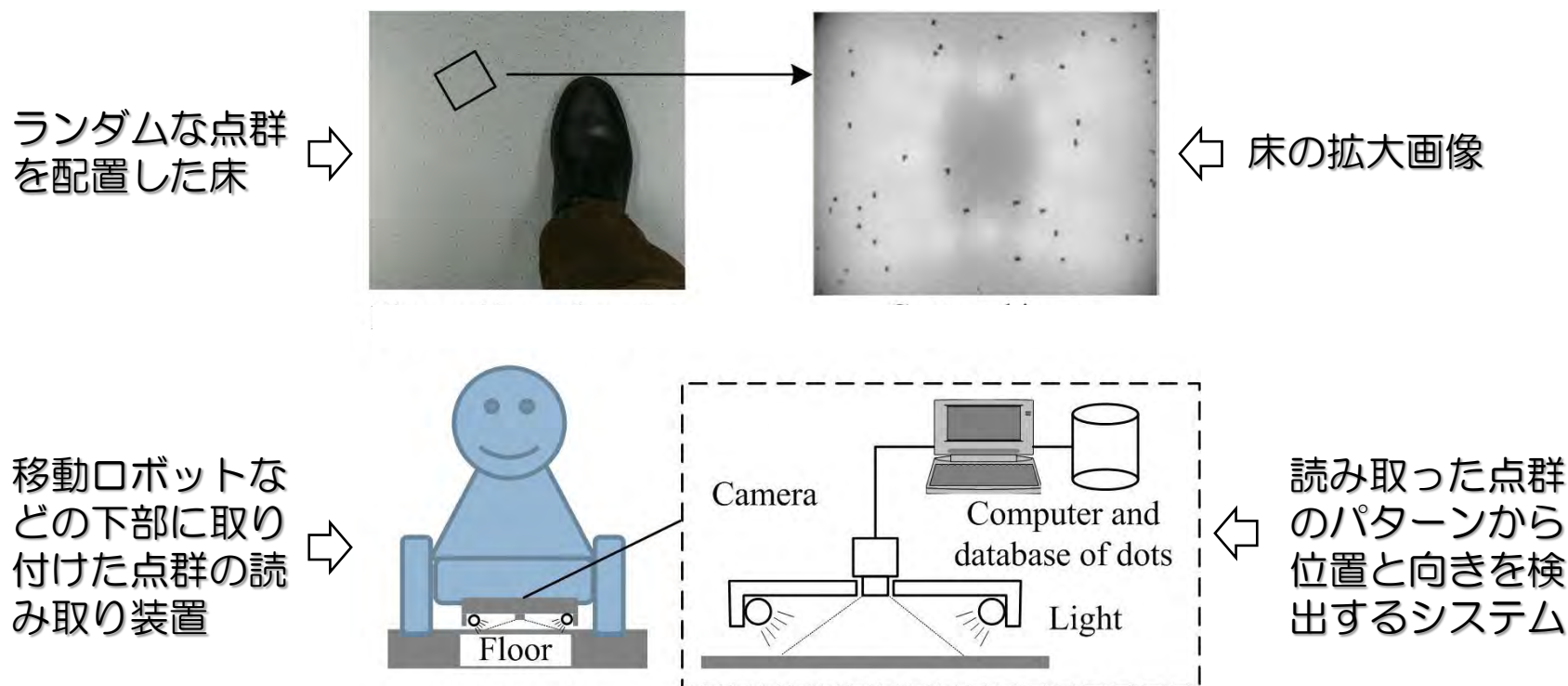


⇒ 放射空調は、従来方式に比べ、汚染物質の  
拡散(空気感染リスク)が少ない。

## 2. 移動制御のための位置情報獲得システム

床パターンを利用したロボット位置検出システム = ミユカ®

－ 共同先：東京理科大学理工学部（電気電子情報工学科・木村研）

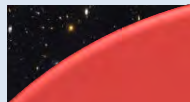


# ■産学連携体制

## 東京理科大学

- 宇宙機の姿勢検出のための画像処理技術

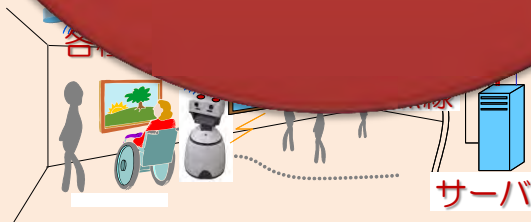
読み取った星のパターンから、宇宙機の位置と向きを検出するシステム



## 清水建設

- 移動体制御のため

移動体の位置を検出する建物側（インフラ）のシステム



新しい技術による  
空間デザイン  
(画像処理＋建築)

## 「床」に適用

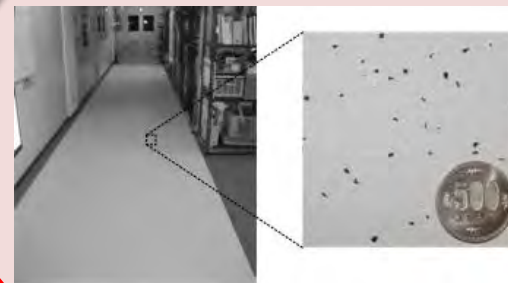
宇宙機用のシステムを  
床用に改変



床に星のような点群を  
配置



建物インフラ（床）に  
配置した点群のパター  
ンから位置と向きを検  
出するシステム

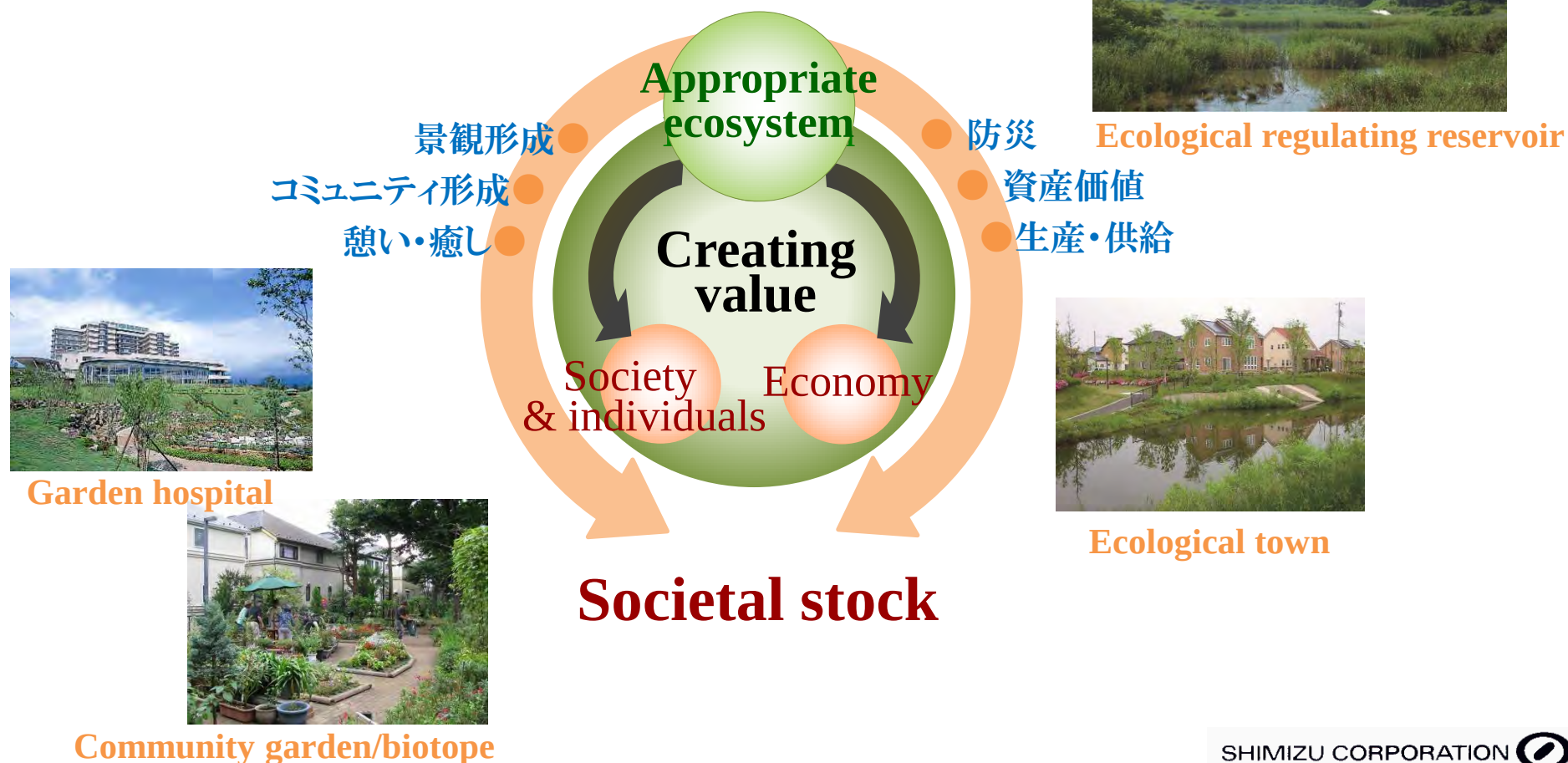


### 3. 生物多様性評価システム

- 背景

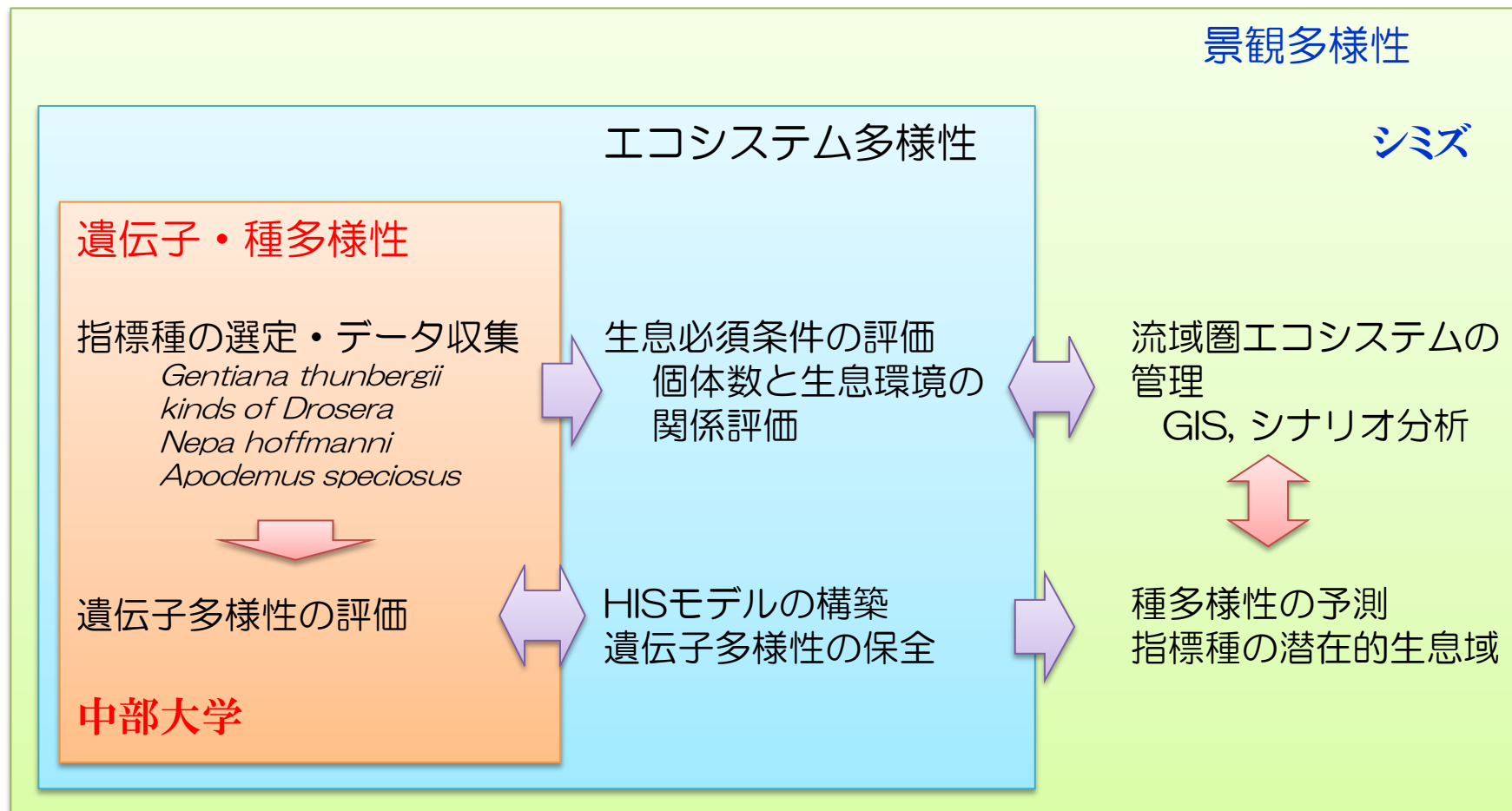
- これからの建設における取り組み

- 生物多様性を社会ストックとして回復
    - 環境復元事業における価値の創出



# 共同体制

- 中部大学 応用生物学部 環境生物科学科 南研究室





## ■提案：生態学的な流域圏のゾーニング

種多様性と地域固有性の両面からの戦略的な保護計画のための指針



**Ecological zoning for biodiversity conservation in the Toki-Shonai River Basin**

## 4. 患者・看護師満足度調査分析システム

- 背景

- 施設計画のコンサルテーションツールの開発

- 病院機能評価

- 医療施設（病院）の利用者満足度調査
    - 建築プログラミングツール
      - 施設計画のための現状把握調査
      - 施設計画上＋病院運営上の課題の抽出

- 共同体制

- 日本大学 医学部

- 千葉大学 医学部付属病院、 熊本大学 医学部付属病院

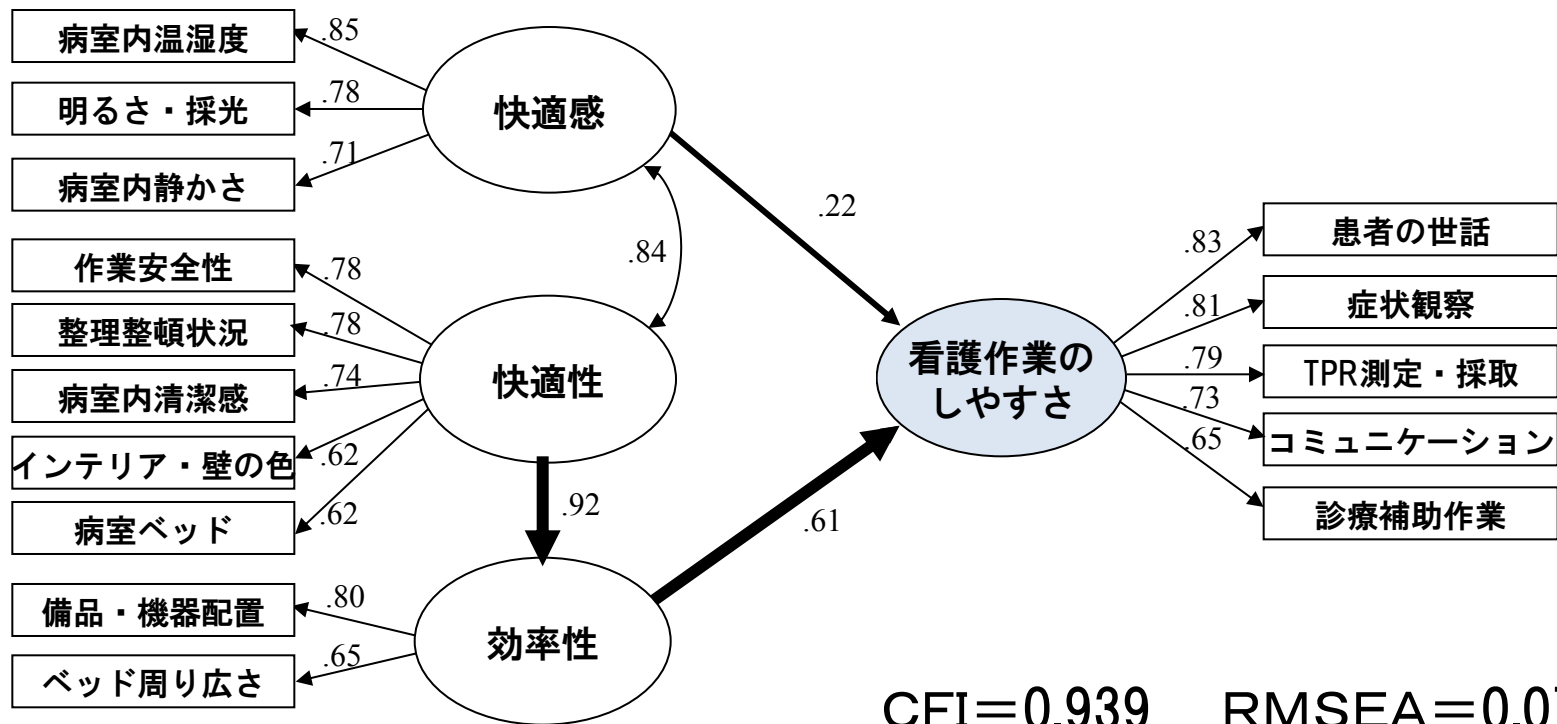
- 利用者満足度の評価構造（共分散構造分析=**Amos**）

- 患者の病室評価

- 看護師の病室評価＋病院評価



# 看護師の病室評価構造モデル

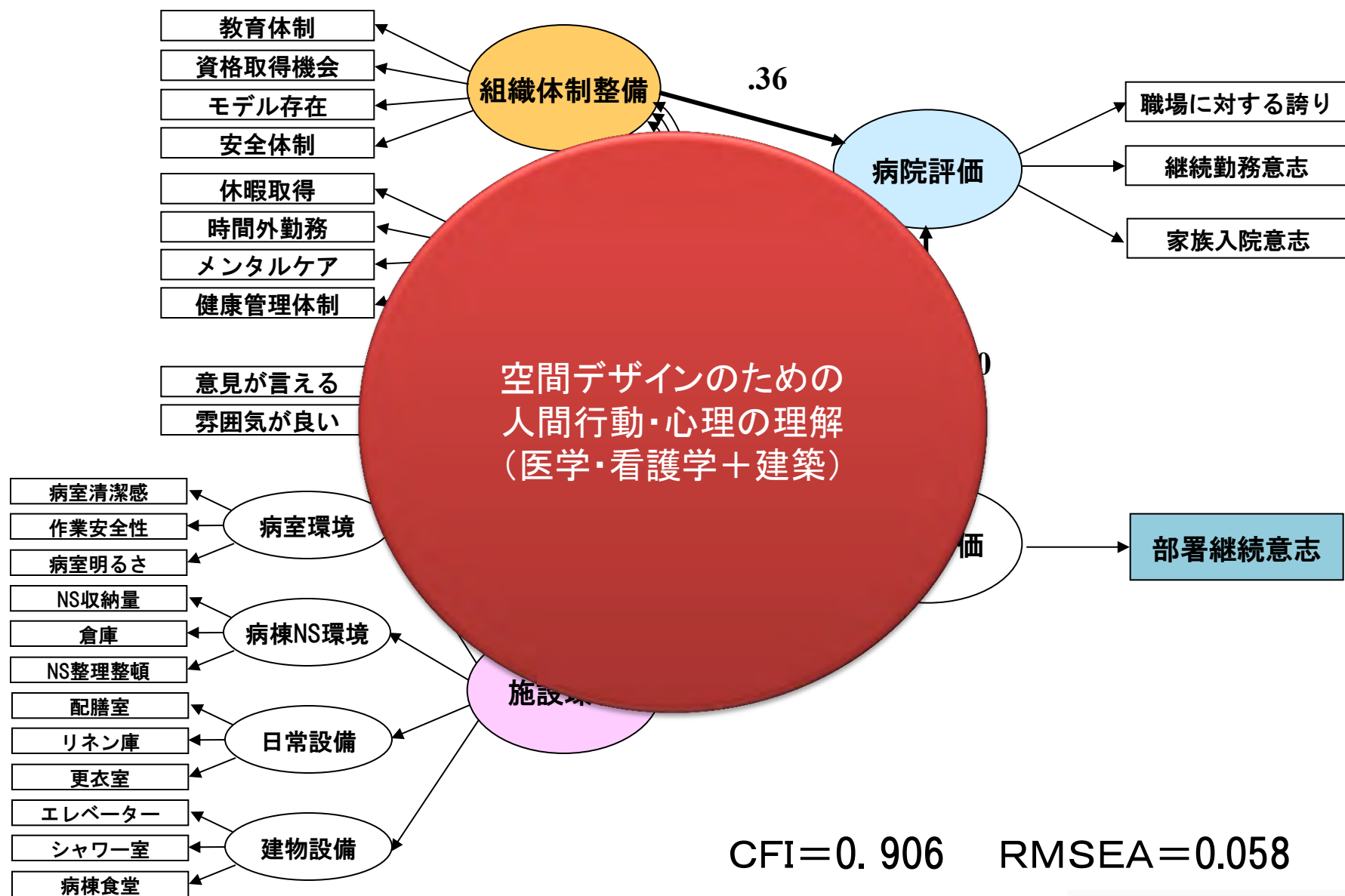


効率性: 0.61

快適感: 0.22

快適性(安全性) :  $0.56 = 0.92 \times 0.61$

# 看護師の病院評価構造モデル



# “大学”との共同研究開発の“ねらい”と“期待”

## ● 社会的信用・優位性の獲得

### － 実証・実験・調査フィールドの獲得

- ・ 研究・実験施設の相互利用
- ・ 社会環境の整備 （アンケート調査）



## ● 技術の融合

- － 自前で研究・開発できない(しにくい)技術の獲得
- － 空間実現に向けて異分野との連携・融合



社会課題に対応する 5～10年先  
を見据えた研究開発

Today's Work, Tomorrow's Heritage

