

# SRDMを使ったグループワーク

---

システムデザイン研究科  
機械システム工学域  
和田研究室 修士2年  
刈谷友洋





# 目次

---

- 研究背景
- Service Robot Design Matrix(SRDM)
  - ▶ Service Robot 設計モデル
  - ▶ Design Structure Matrix(DSM)
  - ▶ モジュール内の間接的な依存関係



# 目次

---

## ■ 研究背景

## ■ Service Robot Design Matrix(SRDM)

- ▶ Service Robot 設計モデル
- ▶ Design Structure Matrix(DSM)
- ▶ モジュール内の間接的な依存関係



# 研究背景

- 介護や小売分野など様々なサービス分野で  
人手不足解消の手段としてサービスロボットの活躍が期待

## サービスロボット

人とインタラクション＋様々な環境下＋複雑で自律した動作で  
多様なサービスを提供



物流・自律走行型配送ロボット  
(RICE・アスラテック)



家庭内清掃・ロボット掃除機  
(Roomba・iRobot)



介護・メンタルコミットロボット  
(Paro・産業技術総合研究所)

## 産業用ロボット

工場内で  
決まった動作を行う



(川崎重工)

タスク・要求が多種多様で不明確



# 研究背景

## ■ サービスロボットの upstream design

- ▶ サービスロボットの設計者だけでなく、サービスの対象となる利用者や導入現場など多くのステークホルダーが関与する
- ▶ サービスロボットを導入する前にロボットの有効性や整合性を図ることが難しいため、現場導入後に変更や改善を伴う

### 問題点

サービスロボットの upstream design を行うための標準化された方法が存在しない

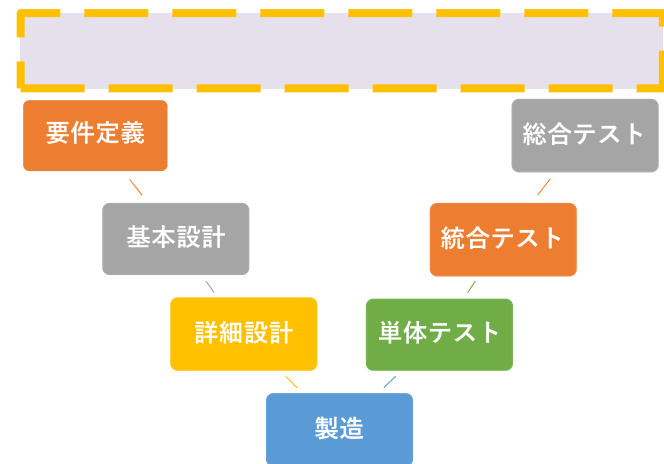


Fig. ロボット開発のV字モデル

## サービスロボットの設計を支援するアプリの開発



# 目次

---

## ■ 研究背景

## ■ Service Robot Design Matrix(SRDM)

- ▶ グループワークの概要
- ▶ Service Robot 設計モデル
- ▶ Design Structure Matrix(DSM)
- ▶ モジュール内の間接的な依存関係



# グループワークの概要

---

- サービス全体を把握する
- サービス全体を把握した上で、作りたいサービスロボットの構成を具体的に考える



# グループワークの説明

1. サービスロボット・サービス受給者を考える
2. サービス受給者の行動, 思考, 感情の変化を考える
3. サービス受給者の行動, ロボット, サービス事業者の行動を考える
4. Ecosystem, Scope, Offeringを考える
5. Scene, Context, Taskを考える
6. Design Parametersを考える
7. SR設計モデルのデータをアプリに入力
8. Design Parametersの依存関係の強さを入力
9. モジュールを作成して分析





# Service Robot Design Matrix(SRDM)の説明

## ■ Service Robot 設計モデル

全てのステークホルダーと、要求されるサービスの内容やロボットの機能の関係性を網羅的に表現

## ■ Design Structure Matrix(DSM)

サービスの内容とロボットの機能の関係性からモジュールを作成



# Service Robot Design Matrix(SRDM)の説明

## ■ Service Robot 設計モデル

全てのステークホルダーと、要求されるサービスの内容やロボットの機能の関係性を網羅的に表現

## ■ Design Structure Matrix(DSM)

サービスの内容とロボットの機能の関係性からモジュールを作成



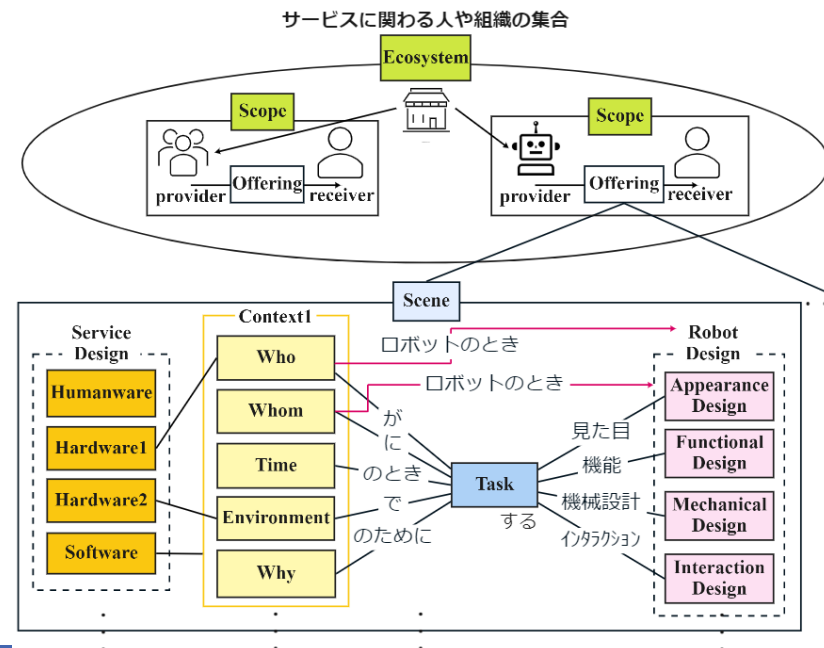
# Service Robot 設計モデルの説明

## ■ Service Robot 設計モデル

全ての**ステークホルダー**と、要求されるサービスの内容やロボットの機能の関係性を網羅的に表現(下図)

## ■ ステークホルダーとは

- ▶ 本研究での定義)サービス提供時に関わる人や組織, 物理的製品など
- ▶ 例)スマートスピーカー
  - 人や家電製品





# Service Robot 設計モデルの作り方

1. サービスロボット・サービス受給者を考える
2. サービス受給者の行動, 思考, 感情の変化を考える
3. サービス受給者の行動, ロボット, サービス事業者の行動を考える
4. Service Robot 設計モデルの作成
  1. Ecosystem, Scope, Offeringを考える
  2. Scene, Context, Taskを考える
  3. Design Parametersを考える



# グループワーク①

## ■ 作りたいサービスロボットを考えてみましょう(約15分)

- ▶ 課題: コンビニの人手不足により, 食品を扱う従業員がトイレも清掃することがあり, 不衛生
- ▶ サービスロボット: コンビニのトイレを清掃するロボット

## ■ サービス受給者を考えてみましょう

- ▶ 名前: 刈谷 友洋
- ▶ 年齢: 30歳
- ▶ 性別: 男性
- ▶ 職業: 大工
- ▶ 家族: 未婚
- ▶ 近況: 昼休憩にいつも近くコンビニで昼ご飯を済ませ, トイレを借りる
- ▶ ゴール: いつも清潔なトイレを利用したい



## グループワーク②

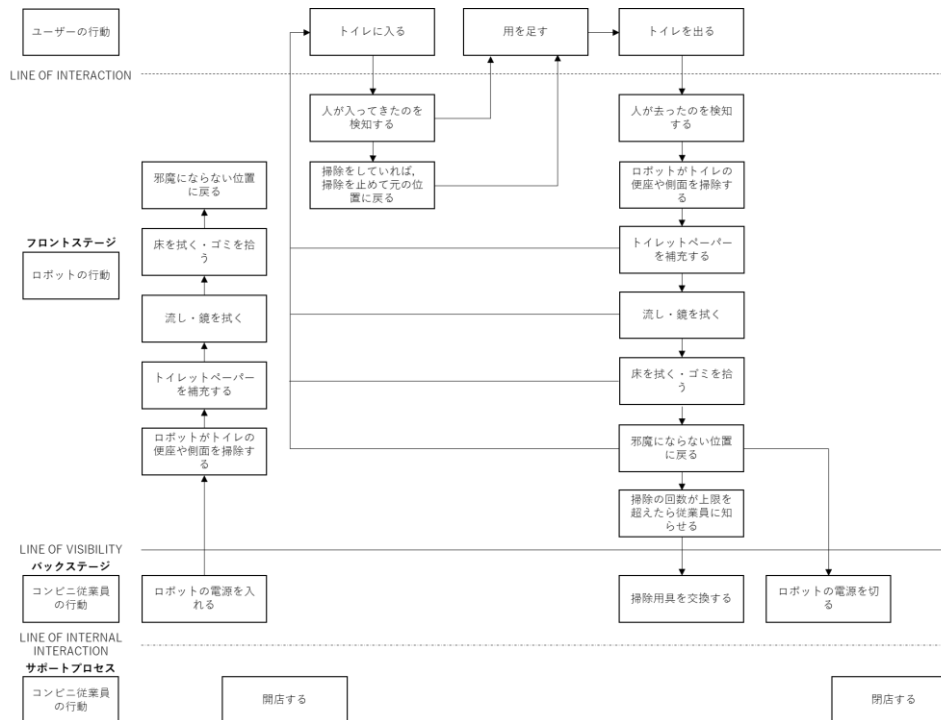
- サービス受給者の行動や思考，感情の変化を時間軸に沿って記載し，どんなサービスにするか考えましょう(約10分)
- この作業の重要性
  - ▶ ユーザーの思考に基づき，現サービスの課題や新サービスの仕様を検討できる

フェーズ	トイレに入る	用を足す	トイレを出る
ユーザー行動 タッチポイント	<ul style="list-style-type: none"><li>・客は，トイレに入る，</li><li>・ロボットは，客が入ったことを認識して，客の邪魔にならない場所で待機する，</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・客は，用を足す</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・客は，手を洗ってトイレを出る，</li><li>・ロボットは，客が退出したことを認識してから，掃除を始める，</li></ul>
ユーザー思考	<ul style="list-style-type: none"><li>・ロボットがいたけど，掃除するのかな？</li><li>・今気づいたけど，トイレが綺麗だな，ロボットのおかげかな，</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>・ロボットは静かだったからいたの忘れちゃったよ，</li></ul>



# グループワーク③

- サービス受給者の行動, ロボット, サービス事業者の行動を時間軸で考えてみましょう(約10分)
- この作業の重要性
  - ▶ ロボットや従業員の行動を可視化することで, 必要なロボットの機能や従業員の課題が明確になる





# Service Robot 設計モデルの考え方

## ■ Service Robot 設計モデル

全てのステークホルダーと、要求されるサービスの内容やロボットの機能の関係性を網羅的に表現

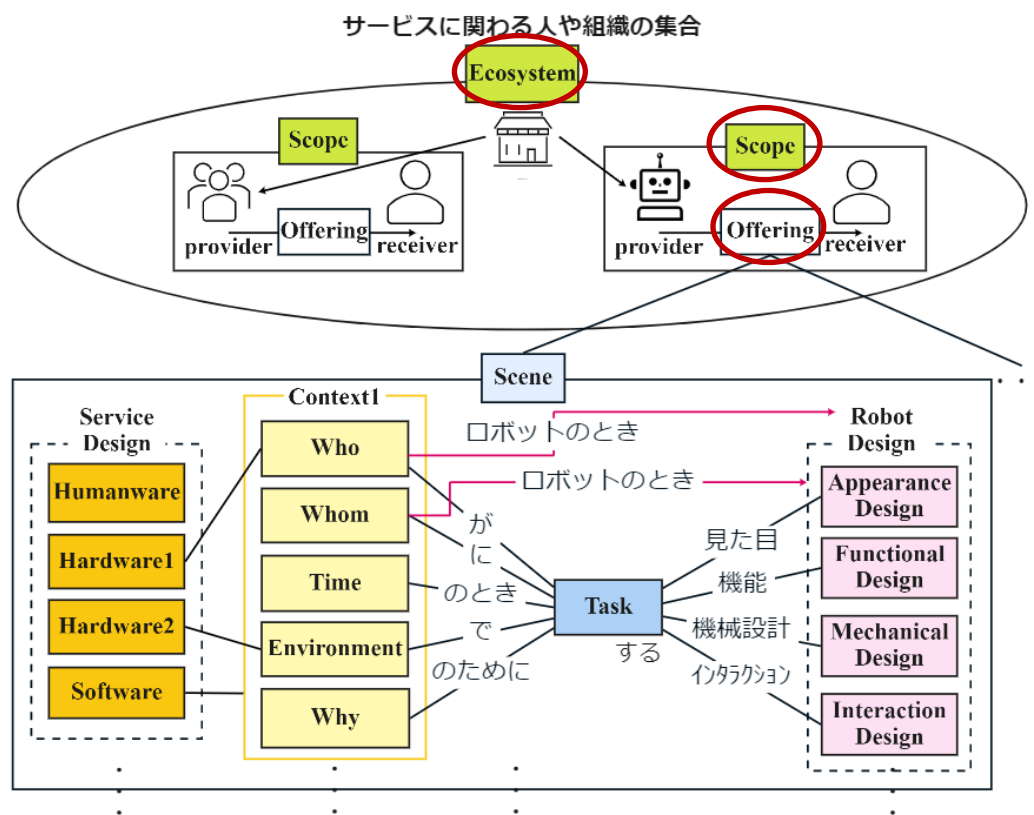


Fig. Service Robot設計モデル

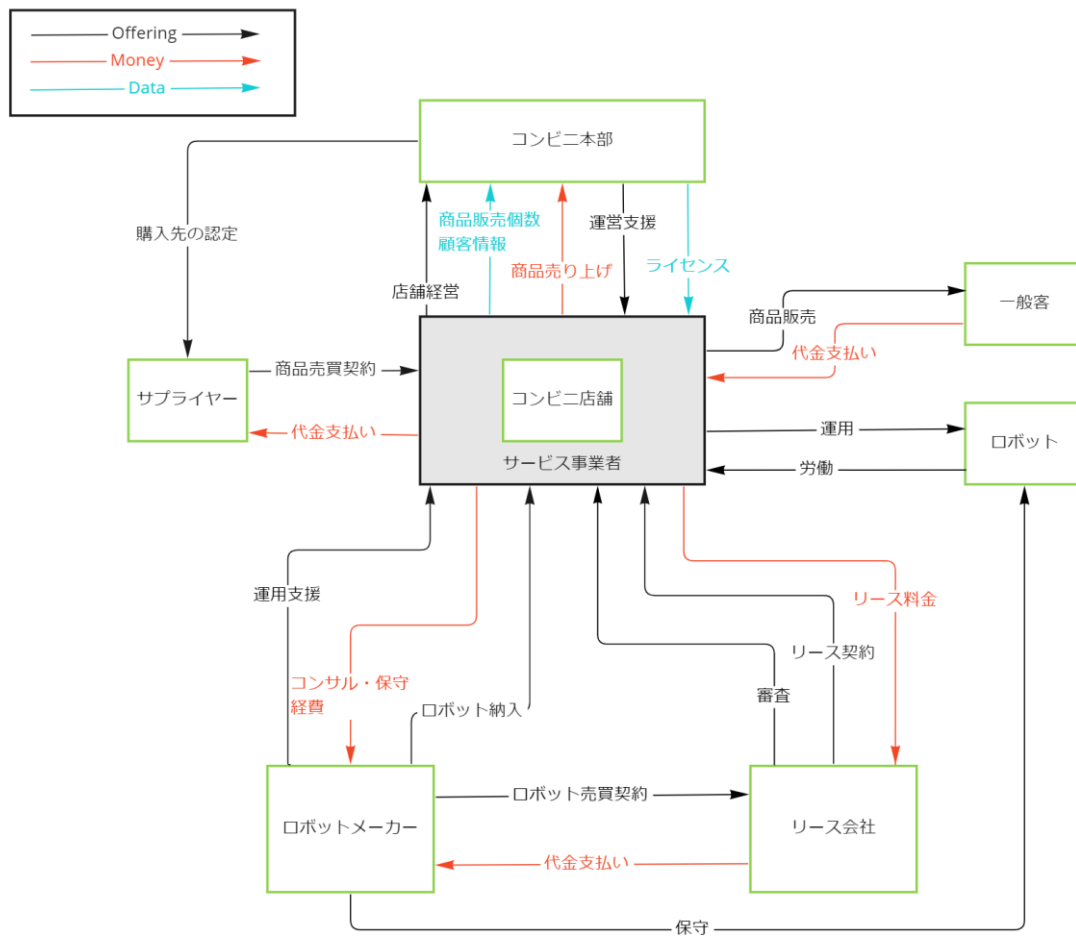
- Ecosystem  
providerからreceiverへサービスが提供される関係の総称
- Scope  
providerからreceiverへサービスが提供される関係の中の一つ
- Offering  
サービスロボットが提供するサービスの内容





# グループワーク④

## 1. Ecosystem, Scope, Offeringを考えてみましょう(約15分)



※緑色: Scope, 黒矢印: Offering

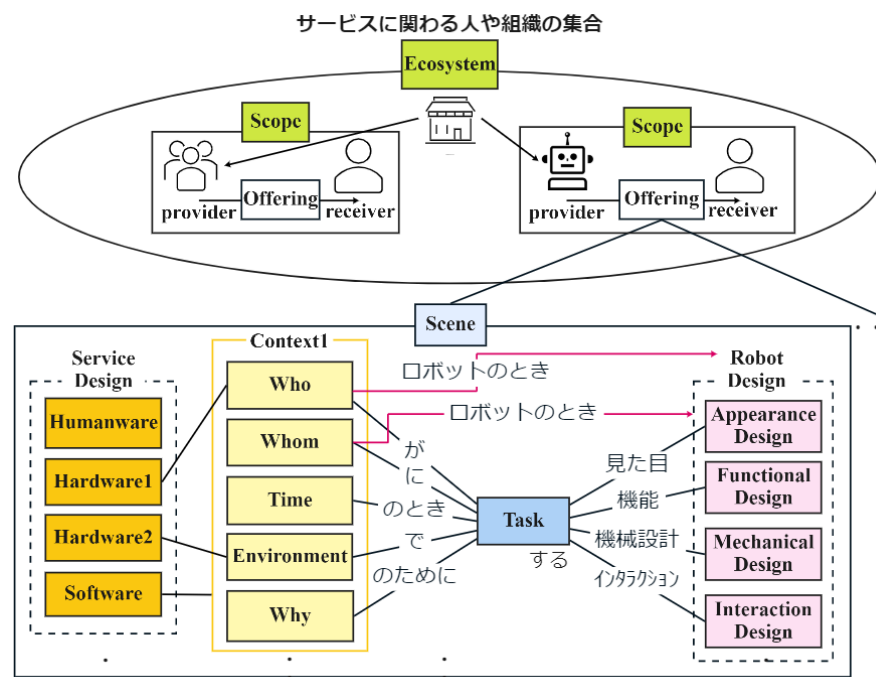


# Service Robot 設計モデルの作り方

■ 私はLucidsparkを使って作成していますが, 今回は好きなソフトウェアを使用して作成してもらいます. (powerpoint, miro)

■ Lucidsparkの使い方は, Webアプリの「初めてCSVファイルを作成する方は[こちら](#)からCSVファイルの作り方を参照してください」

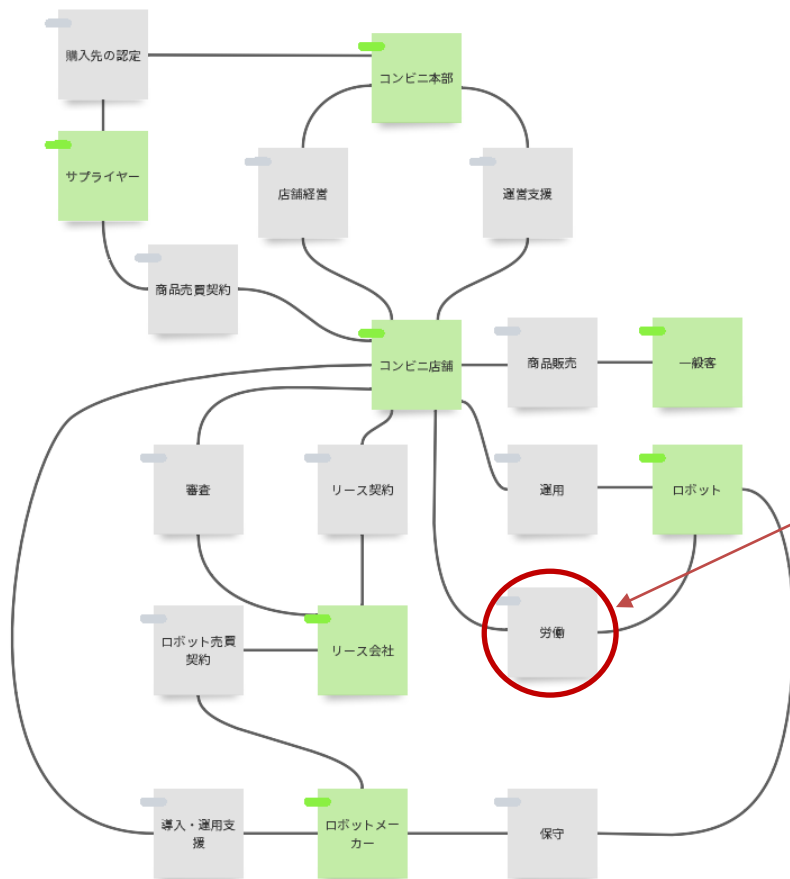
のURLに飛ぶと閲覧可能です





# グループワーク④

## 2. Ecosystem, Scope, OfferingをService Robot 設計モデルで表してみましょう



今回はこの部分を検討します

※緑色: Scope, グレー: Offering



# Service Robot 設計モデルの考え方

## ■ Service Robot 設計モデル

全てのステークホルダーと、要求されるサービスの内容やロボットの機能の関係性を網羅的に表現

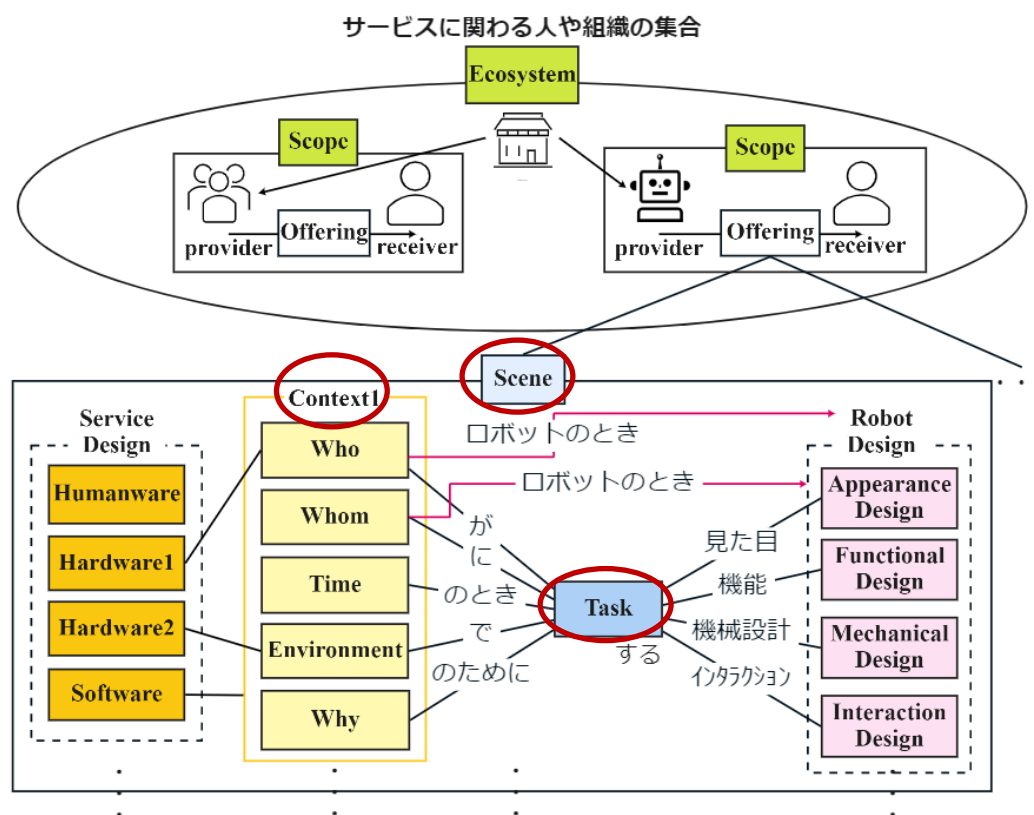


Fig. Service Robot設計モデル

- Scene  
ある一つのサービスを構成する場面
  - Task  
サービスを遂行する単位業務
  - Context  
Taskを実行するためのシナリオ
- ※ContextとTaskはセット、時系列に沿って並んでいる。



# グループワーク⑤

■ Scene, Context, Taskを考えてみましょう。(約15分)

## Scene:トイレ清掃(開店後)

Who	ロボット	ロボット	ロボット	ロボット	ロボット	ロボット	客	客	客	ロボット	ロボット
Whom	トイレの便座・側面	トイレトベーパー	流しや鏡	ゴミ	床	トイレトベーパー				客	
Time	清掃中	清掃中	清掃中	清掃中	清掃中	清掃中				清掃中	清掃後や人検出時
Environment	トイレ	トイレ	トイレ	トイレ	トイレ	トイレ	トイレ	トイレ	トイレ	トイレ	トイレ
Why										邪魔にならない位置に移動するため	人にぶつかることを避けるため
Usecase	トイレの便座・側面を清掃する	トイレトベーパーを補充する	流しや鏡を拭く	ゴミを拾う	床を拭く	トイレトベーパー補充	トイレに入る	用を足す	トイレから退出する	人を検出する	邪魔にならない位置に移動する

Sceneの中で、ロボットやサービス受給者、サービス事業者の行動を時間軸で考える



# Service Robot 設計モデルの考え方

## ■ Service Robot 設計モデル

全てのステークホルダーと、要求されるサービスの内容やロボットの機能の関係性を網羅的に表現

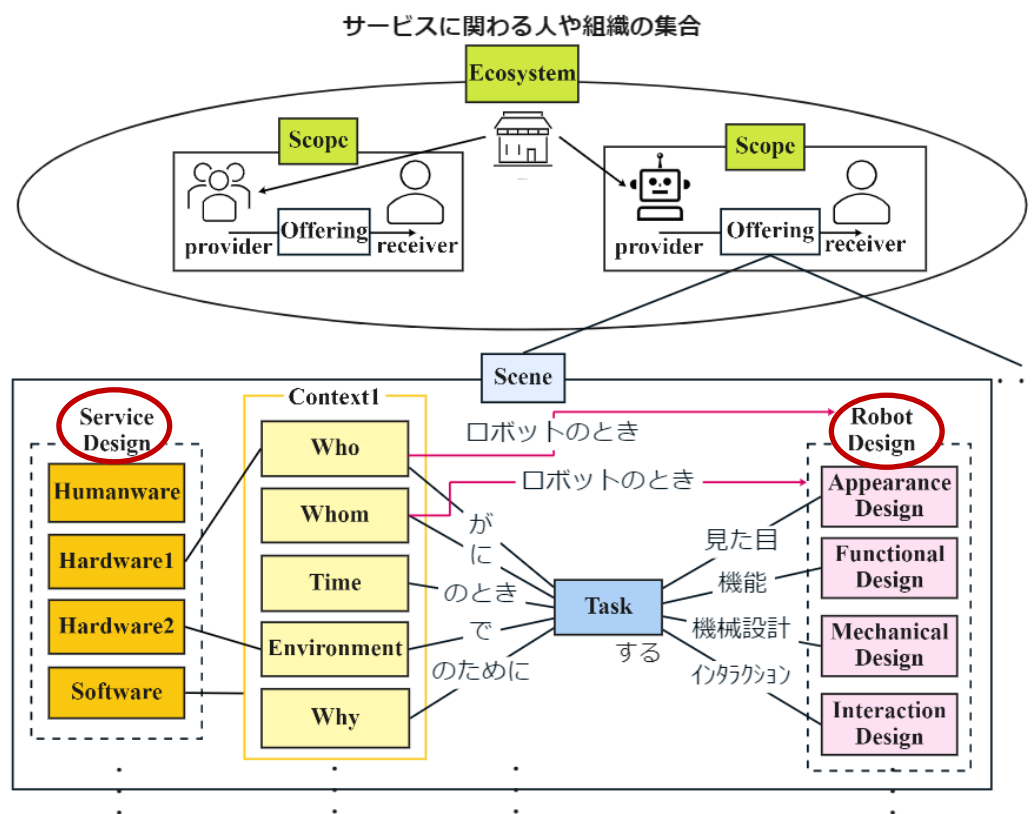


Fig. Service Robot設計モデル

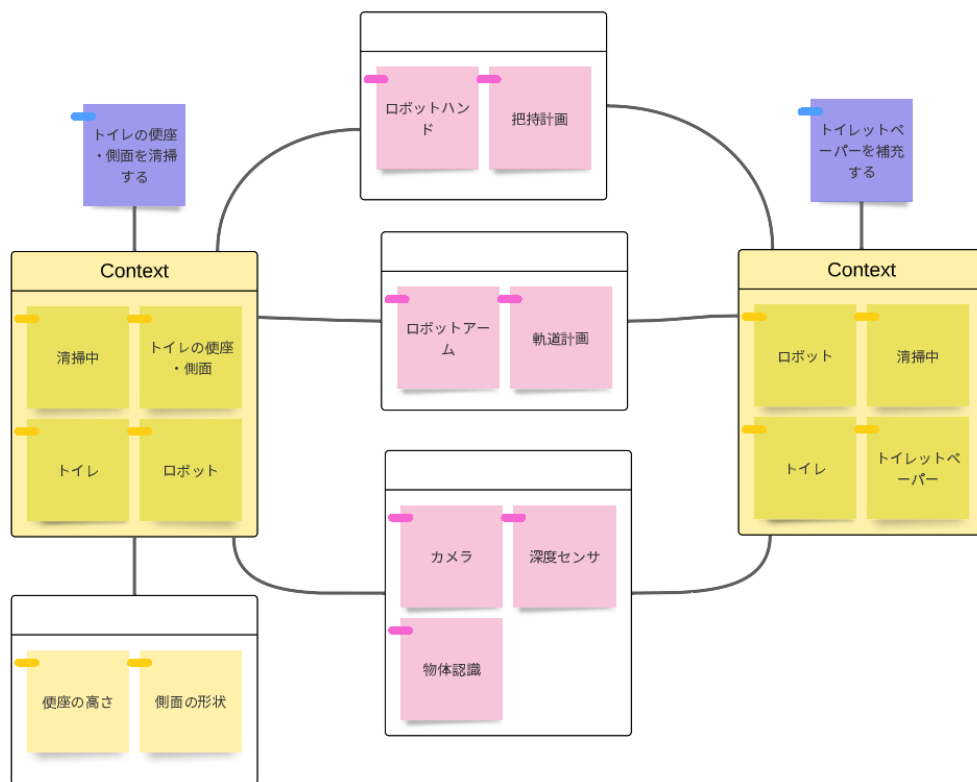
- Robot Design Parameters  
Taskを実行するためにロボットに求められるパラメーター
- Service Design Parameters  
Robotがサービスを提供するために要求されるパラメーター

例) スマートスピーカー  
Humanware : 好きな音楽, 趣味  
Hardware : Wifiが届く距離  
Software : 人の音声データ  
Appearance Design : 円筒型  
Functional Design : 音声認識  
Mechanical Design : スピーカー  
Interaction Design : 優しい音声



# グループワーク⑥

- Service Design Parameters, Robot Design Parametersを考  
えてみましょう。（約15分）



※薄い黄色：Service Design Parameter, ピンク色；Robot Design Parameters



# カテゴリーの定義

## ■ 分析要素

カテゴリー	サブカテゴリー	定義
Ecosystem	Scope	サービスシステムと関係性を持つ人や組織
Offerings		各スコープ内でやりとりされるサービスの内容
Scenes	Scene	サービスを構成する場面（対象とするシステムの範囲）
Task	Usecase	システムが遂行する単位業務
Context	Who	タスクを実行するもの
	Whom	タスクの対象となるもの・受給者
	Time	タスクが実行される時間
	Environment	タスクの実行環境
	Why	タスクを実行する目的
Service Design Parameters	Hardware	タスクを実行する際に関与する製品や設備の設計パラメーター
	Humanware	タスクを実行するもの(who)においてタスクを実行する際に必要となる属性 ただし、サービスの受給者(whom)がタスクを実行する場合もある
	Software	タスクを実行する際に関与するデータまたは、データ処理能力の属性
Robot Design Parameters	Appearance Design	ロボットシステムの見た目のデザイン
	Functional Design	タスクを実行するために必要なロボットシステムの機能
	Mechanical Design	タスクを実行するために必要な機能実現のためのロボットシステムの機械設計
	Interaction Design	ロボットシステムと受給者の間に発生するインタラクションのデザイン





# Service Robot Design Matrix(SRDM)の説明

## ■ Service Robot 設計モデル

全てのステークホルダーと、要求されるサービスの内容やロボットの機能の関係性を網羅的に表現

## ■ Design Structure Matrix(DSM)

サービスの内容とロボットの機能の関係性からモジュールを作成



# DSMの説明

## ■ DSM(本研究では)

サービスの内容(Service Design Parameters)やロボットの機能(Robot Design Parameters)の関係性から**モジュール**を作成

## ■ **モジュール**

ある特定の視点からひとまとまりに括られる部品群



# DSMの使い方

---

## ■ DSM

1. Service Robot設計モデルのデータを表に入力
2. Service Design ParametersとRobot Design Parametersの依存関係の強さを入力
3. クラスタリングしてモジュールを作成



# DSMの使い方

## ■ DSM

### 1. Service Robot設計モデルのデータを表に入力

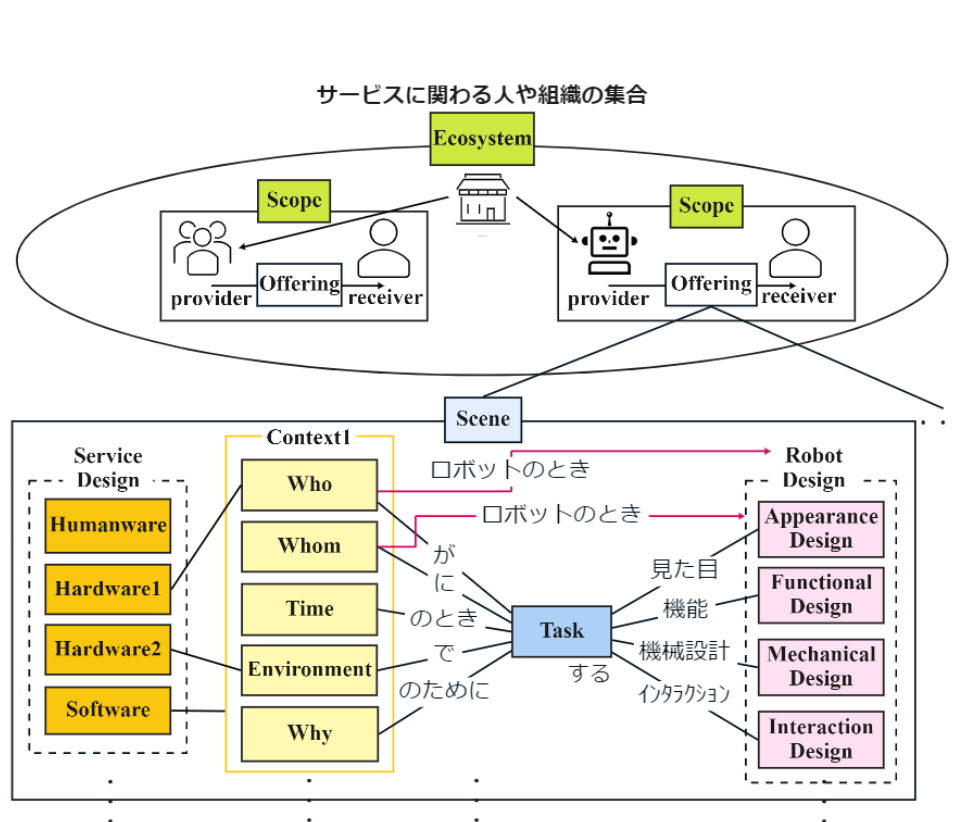


Fig. Service Robot設計モデル

Offerings	Ecosystem				Scenes			
				1				
					1			1
			1					
	1					1		

Service Design Parametersと Robot Design Parametersは Taskだけでなく Contextと 依存関係があるかで判断する

Task	Scenes			Context		Service Design			Robot Design		
	1		1			Context1	1				
		1				Context2				1	
					1	Context3	1				
		1				Context4				1	
						Context5					
				1	1	Context6					1
					1	Context7	1				
			1			Context8	1				
	1					Context9				1	

関係性を持つ要素の行と列が 交差する箇所に「1」と書き込み



# グループワーク⑦

■ Service Robot設計モデルのデータを表に入力しましょう。  
(約10分)

1 テキストの外側を右クリック

2 右クリックメニューを選択

3 左クリックをしてメニューを閉じる

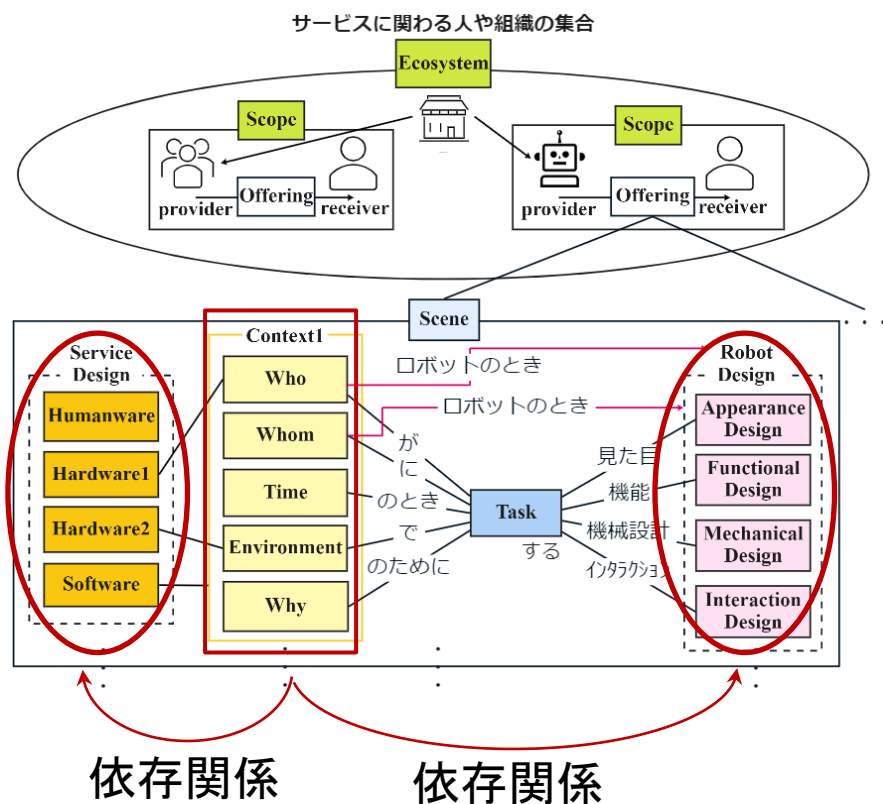
					メーカー	経済産業省	サービス事業者	要支援者	自治体	要支援者の家族
			ボット群	者						
Offerings		介護サービス2	1					1		
Offerings		情報管理	1	1						



# DSMの使い方

## ■ DSM

### 2. Service Design ParametersとRobot Design Parametersの依存関係の強さを入力



	Service Design			Robot Design		
Service Design	A			3	3	1
		B				5
			C		1	
Robot Design	3			D	1	1
	3		1	1	E	
	1	5		1		F

同じContextと依存関係がある  
行と列が交差する箇所に  
強さに応じて1,3,5と書き込み

1	2つの要素は1つ以上のContextを共有するが、パラメーター間の調整を行う必要はない
3	2つの要素は1つ以上のContextを共有し、Taskを遂行する上で必須ではないが、パラメータ間の調整を検討することが好ましい
5	2つの要素は1つ以上のContextを共有し、Taskを遂行する上でパラメータ間の調整が必須である



# グループワーク⑧

- Service Design ParametersとRobot Design Parametersの依存関係の強さを入力しましょう。(約10分)

			Service Design Parameters			Robot Design Parameters			
			Hardware	Humanware	Software	Appearance Design	Functional Design	Mechanical Design	Interaction Design
Context1			a	b	c	d	e	f	g
1	Service Design Parameters	Hardware	a	0					
1	Service Design Parameters	Humanware	b	<input type="text" value="1"/>	0				
1	Service Design Parameters	Software	c	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="5"/>	0			
1	Robot Design Parameters	Appearance Design	d	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="5"/>	0		
	Robot Design Parameters	Functional Design		<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value=""/>		



# DSMの使い方

## ■ DSM

### 3. クラスタリングしてモジュールを作成

	Service Design			Robot Design		
Service Design	A			3	3	1
		B				5
			C		1	
Robot Design	3			D	1	1
	3		1	1	E	
	1	5		1		F

同じContextと依存関係がある  
行と列が交差する箇所に  
強さに応じて1,3,5と書き込み

クラスタリング

	B	5				
	5	F			1	1
			C	1		
			1	E	3	1
		1		3	A	3
	1		1	3	D	

モジュールを確認

ex) サービスA・ロボット機能D・  
ロボット機能E

	B	5				
	5	F			1	1
			C	1		
			1	E	3	1
		1		3	A	3
	1		1	3	D	

AとFにも依存関係がある  
→AとFはB,FのモジュールとE,A,Dの  
モジュールのデータを橋渡ししている

※**クラスタリング**: 依存関係が強いもの同士を1つのグループにすること

モジュールからサービスロボットの構成がわかることも

例) 移動する機能, 画像認識する機能, モノを持ち上げる機能 など





# グループワーク⑨

## ■ モジュールを作成して分析してみましょう(約20分)

1	Service Design Parameters	Humanware	b	2	3	1	5	1002	3	5	3
1	Robot Design Parameters	Functional Design	e	2	1	1	5	3	1005	5	3
1	Robot Design Parameters	Mechanical Design	f	2	3	3	1	5	5	1006	5
1	Robot Design Parameters	Interaction Design	g	2	1	1	5	3	3	5	1007

0.1 1

右のバーを動かして縮小してください（縮小している場合、スクロールすると表が移動してしまいます）

CSV形式で保存する場合“CSV形式で保存” ボタンを押してください

CSV形式で保存

一つ前の表に場合“一つ前の表に戻る” ボタンを押してください

一つ前の表に戻る

始めからやり直す場合“始めに戻る” ボタンを押してください

始めに戻る

得られたデータは自動で保存  
されないので、CSVファイルで  
保存しておきましょう



# グループワーク⑨

## ■ 分析の仕方

- ▶ 同じモジュールに含まれている要素を見て、何か気づきがあるか
- ▶ 必要な変更を加えたときに、どんな変化があるか
- ▶ 直接的な依存関係だけでなく、間接的な依存関係も

	B	5				
	5	F			1	1
			C	1		
			1	E	3	1
		1		3	A	
		1		1		D

AとDは直接的な関係はないが、どちらもFと関係を持っている  
そのため、同じモジュール内にあるA,Dは間接的な関係がある

変更したい要素が他の要素に与える影響を見落とすことがなくなる



お疲れ様でした

