

システムズエンジニアリング

Systems Engineering

システム？



Image from <<http://www.spacekids.co.uk/>>

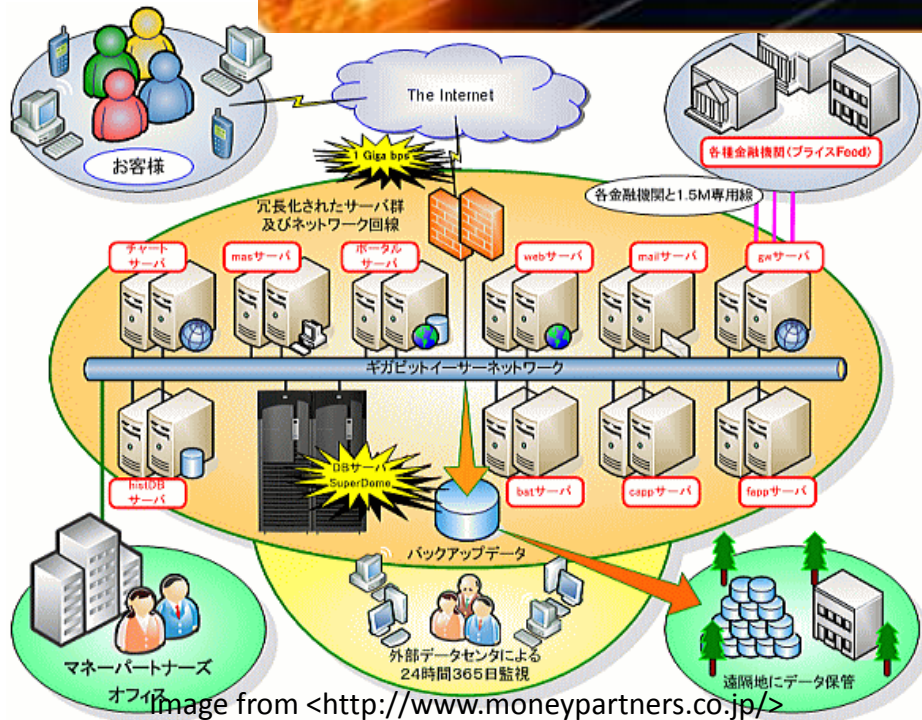


Image from <<http://www.moneypartners.co.jp/>>



Image from <<http://www.tamoshop.com>>

システム？

INCOSEにおけるシステムの定義

- International Council on Systems Engineering
- 定義された目的を成し遂げるための、**相互に作用する要素(element)を組み合わせたもの**。
ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、
人、情報、技術、設備、サービスおよび他の
支援要素を含む。(INCOSE, 2010)

システム？

システムの定義

- 複数の構成要素から成り立つ集合体のこと。
-
- 情報、通信、メディア、ハードウェア、サービスから、人間、組織、社会、地球環境まで、複数の要素が相互作用するあらゆるものをシステムと定義する。

(慶應SDM2012年システムデザイン・
マネジメント序論」講義資料)

システム？



アーキテクティング

Architecting

アーキテクチャの定義

- 目的を最大化するような**機能と特性の配置**
(Ring, 2001)
- 構成要素の設計や進化を左右するような、構成要素の**構造**、構成要素間の**関係**、そして**原理**や**指針** (IEEE STD 610.12, 1990)



MIT Engineering Systems Division におけるアーキテクチャの定義

システムアーキテクチャとは、システムの**構成要素**とそれらの**関係性**の抽象的記述である。

(de Nufville, R. 2004)

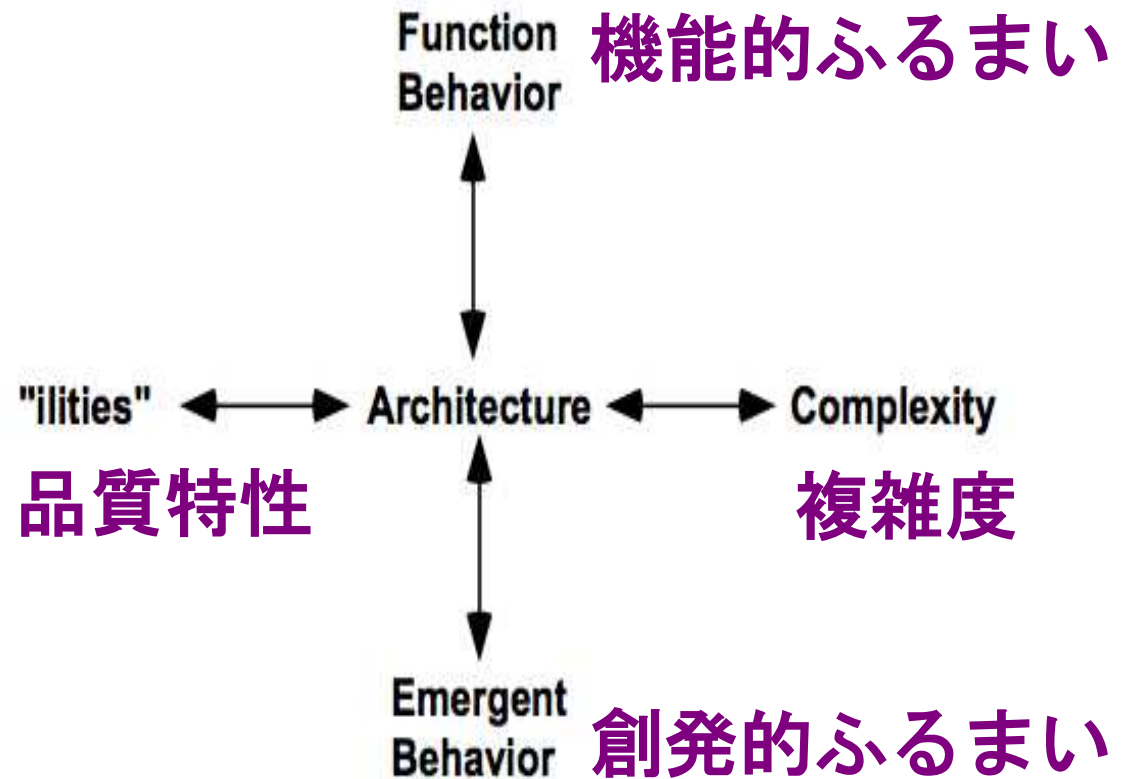
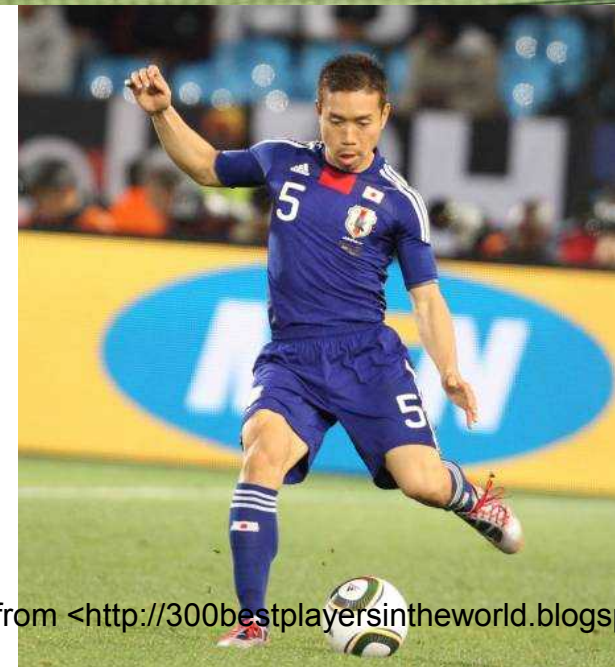
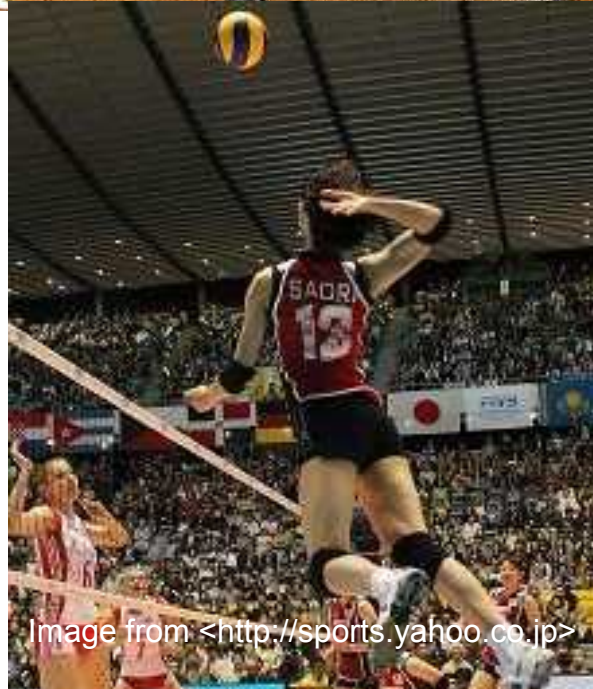


Figure 1: Architecture Plays a Central Role in Giving a System Its Behavior and "ilities," as Well as Generating Emergent Behavior and Complexity

次のうちアーキテクチャが 同じものはどれでしょう？



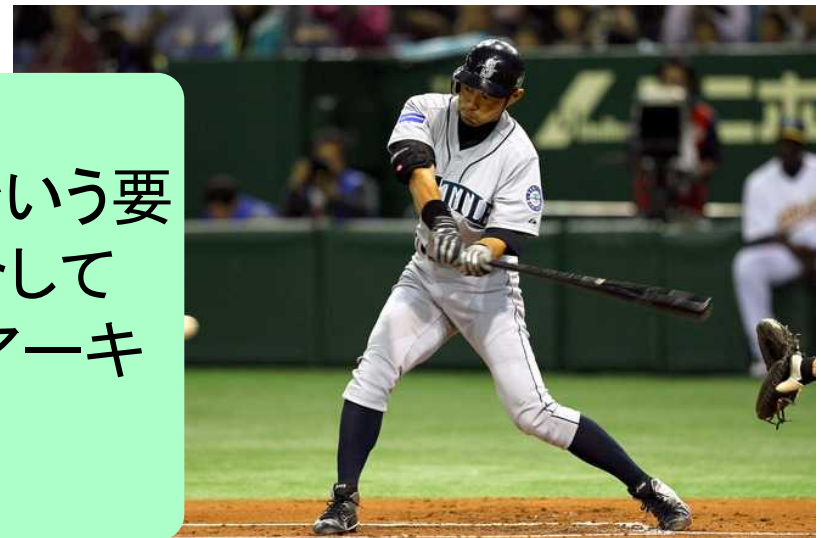
アーキテクチャの例①



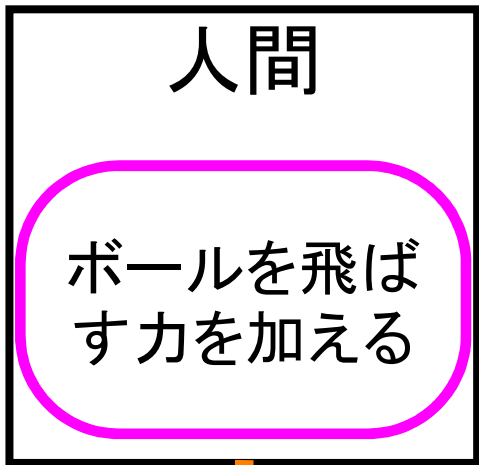
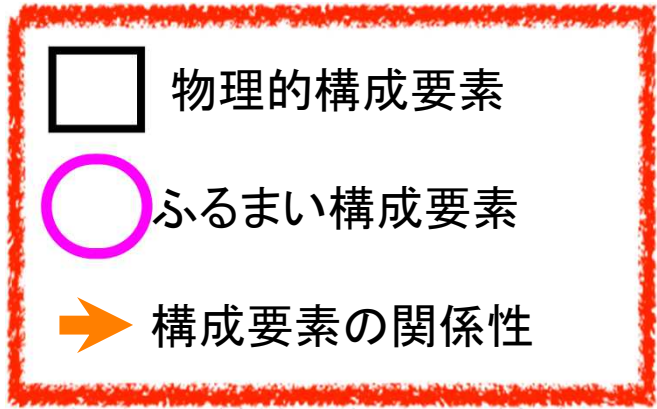
人間とボールという要素が、直接相互作用するアーキテクチャ。



人間とボールという要素が、道具を介して相互作用するアーキテクチャ。

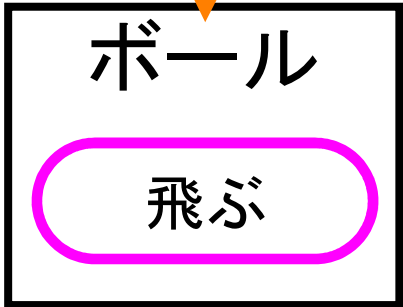
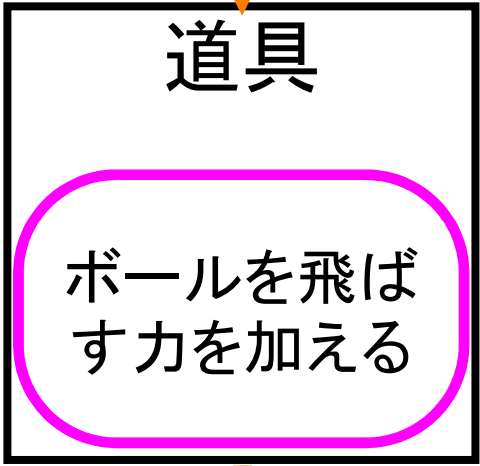


アーキテクチャの例①-1

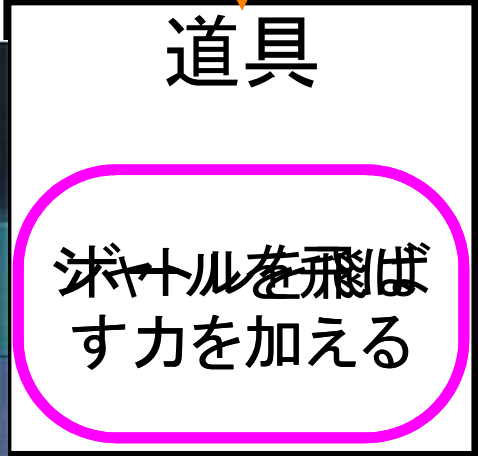
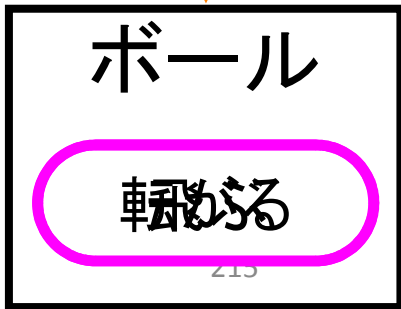
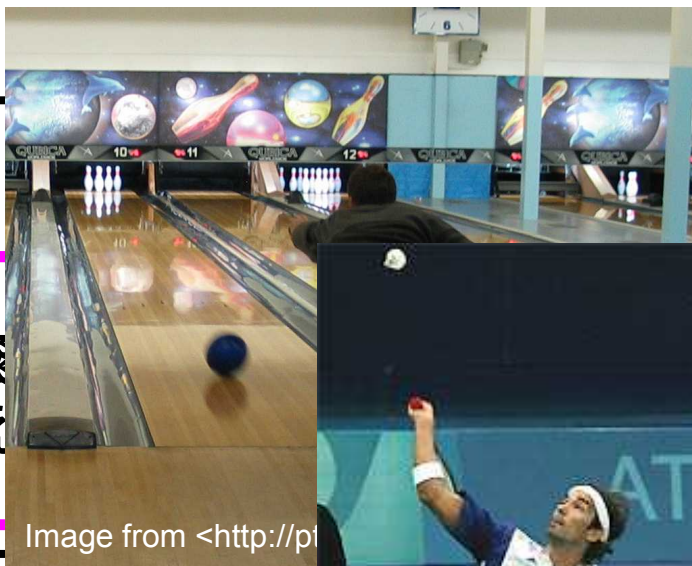
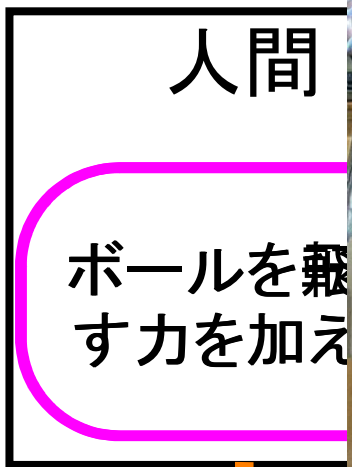
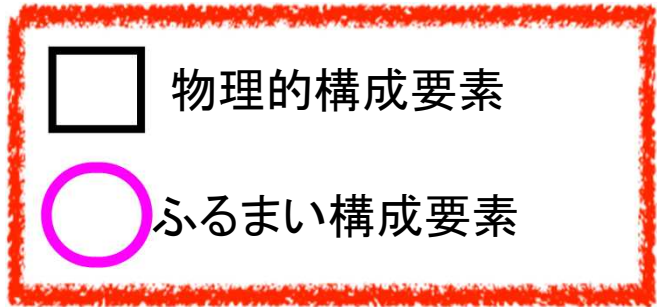


人間がボールを飛ばす力を加える。
ボールが飛ぶ。

人間が道具を動かす力を加える。
道具がボールを飛ばす力を加える。
ボールが飛ぶ。



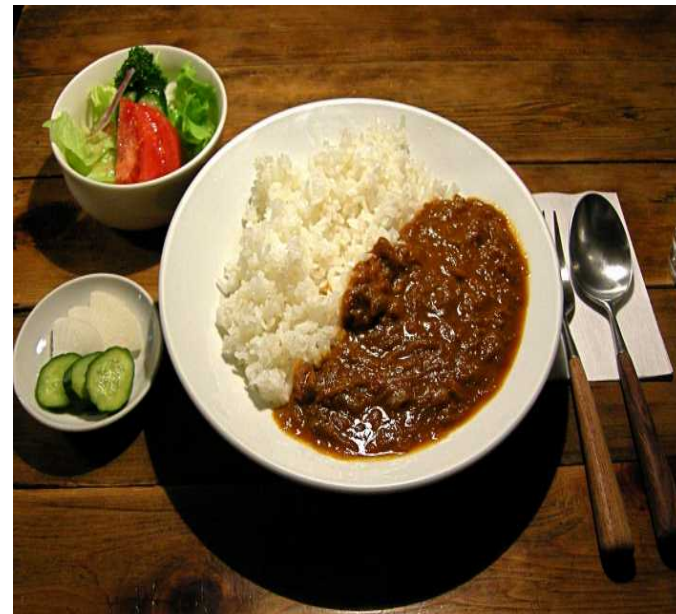
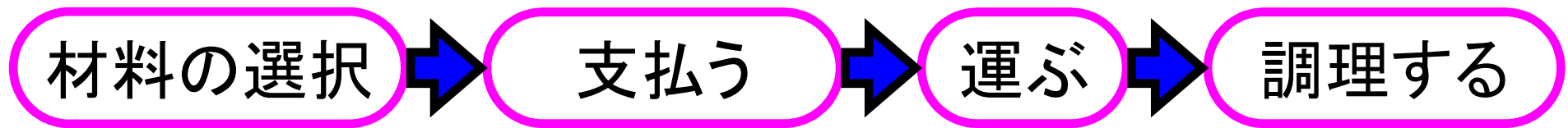
アーキテク チャの例①-2



アーキテクチャの例②

材料を買ってカレーライスを作る

■ふるまいの流れ定義



アーキテクチャの例②-1

■より詳細なふるまいの流れ定義

①スーパーで材料を現金で買い、運搬して、カレーライスを作る



②ネットスーパーで材料をカードで買い、宅配され、カレーライスを作る

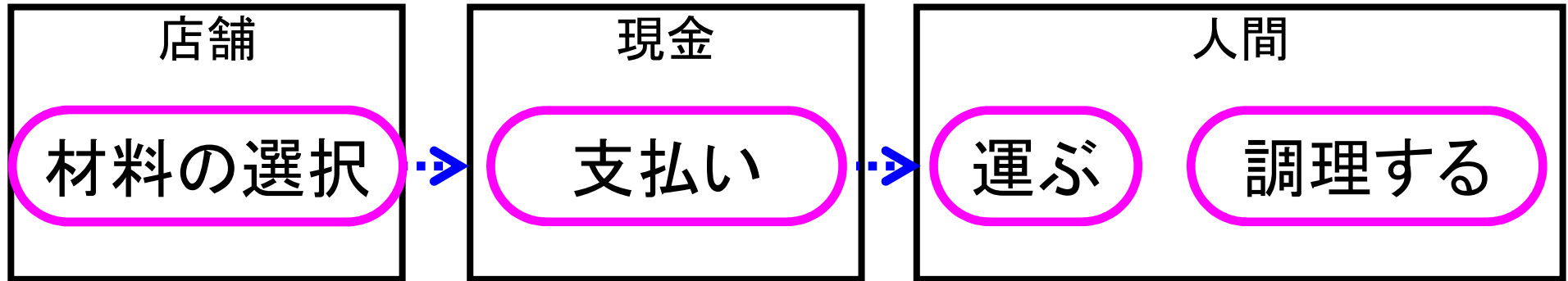


アーキテクチャの例②-2

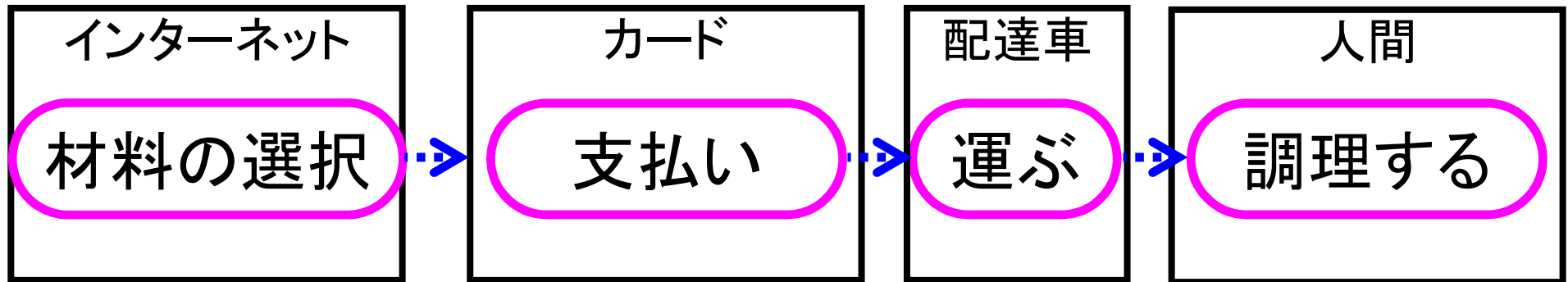


■物理要素の定義とふるまいの割当

①スーパーで材料を現金で買い、運搬して、カレーライスを作る



②ネットスーパーで材料をカードで買い、宅配され、カレーライスを作る

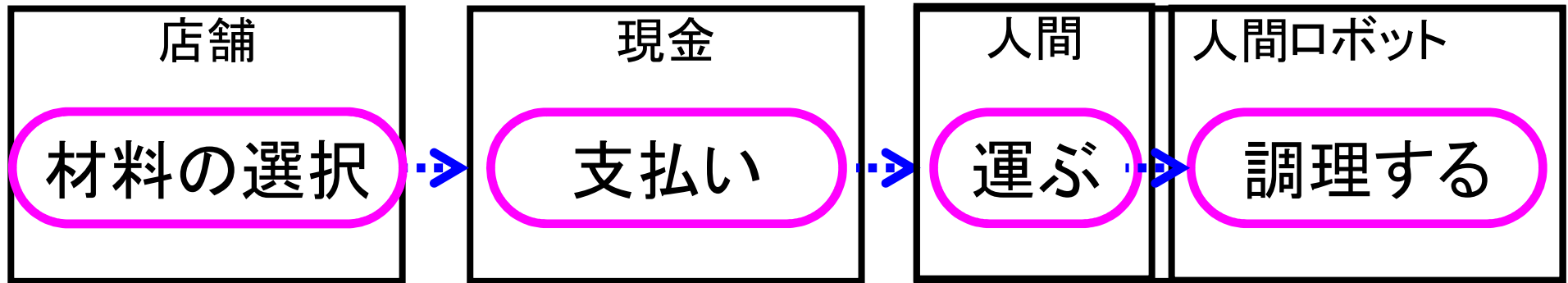


アーキテクチャの例②-3

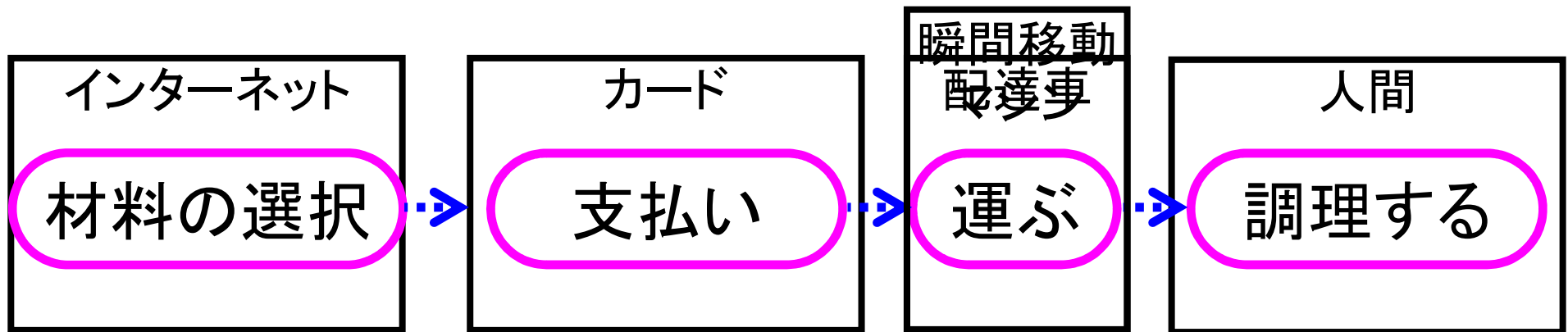


■アーキテクチャの改変

①スーパーで材料を現金で買い、運搬して、カレーライスを作る



②ネットスーパーで材料をカードで買い、宅配され、カレーライスを作る



アーキテクチャを明確にする事の効果

- 適切な抽象度でシステム全体を理解する事が出来る。
- システムの改善、改変などを検討する際に有効。

アーキテクティング？

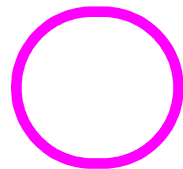
アーキテクティングの定義

- アーキテクチャを作り出す行為
- 機能を要素に割り当て、要素間の関係性（インタフェース）を明確化すること（前野 2010）

アーキテクティング



物理的構成要素



ふるまい構成要素

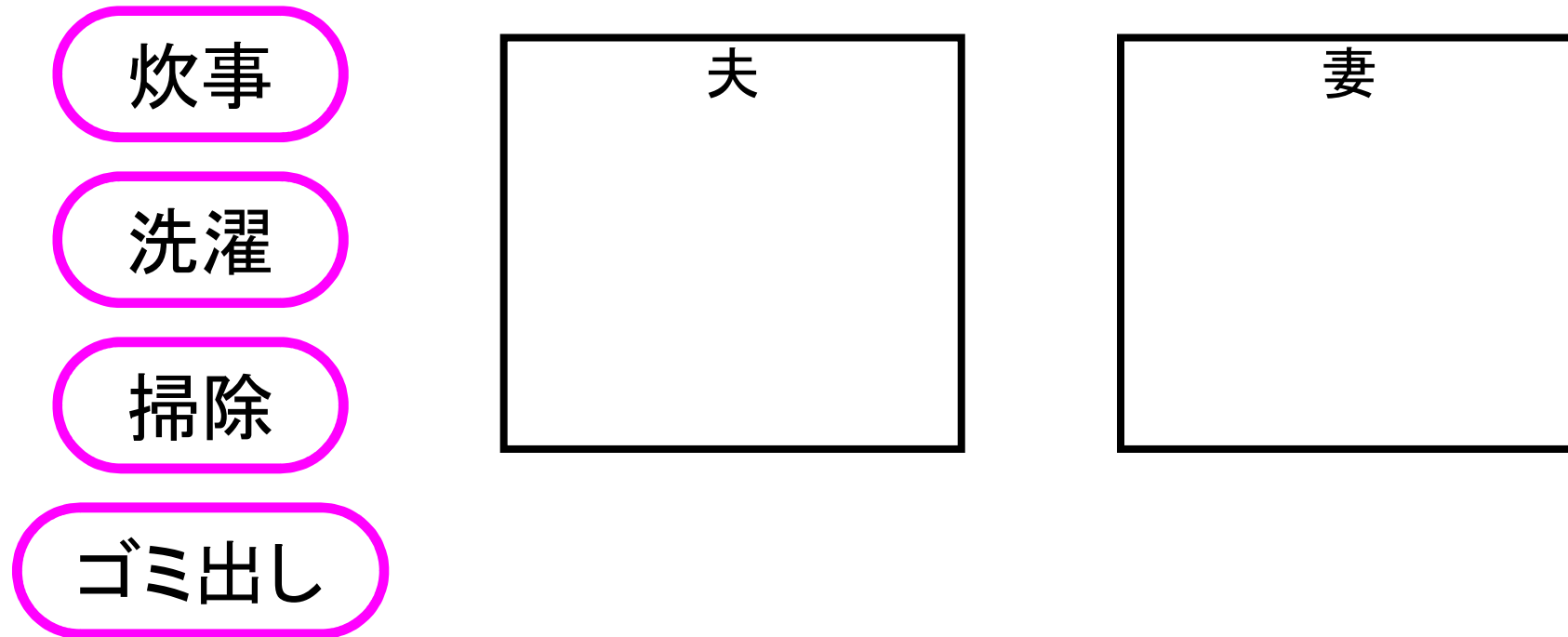


構成要素の関係性

これらを目的、制約などに合わせて**適切に配置**する事

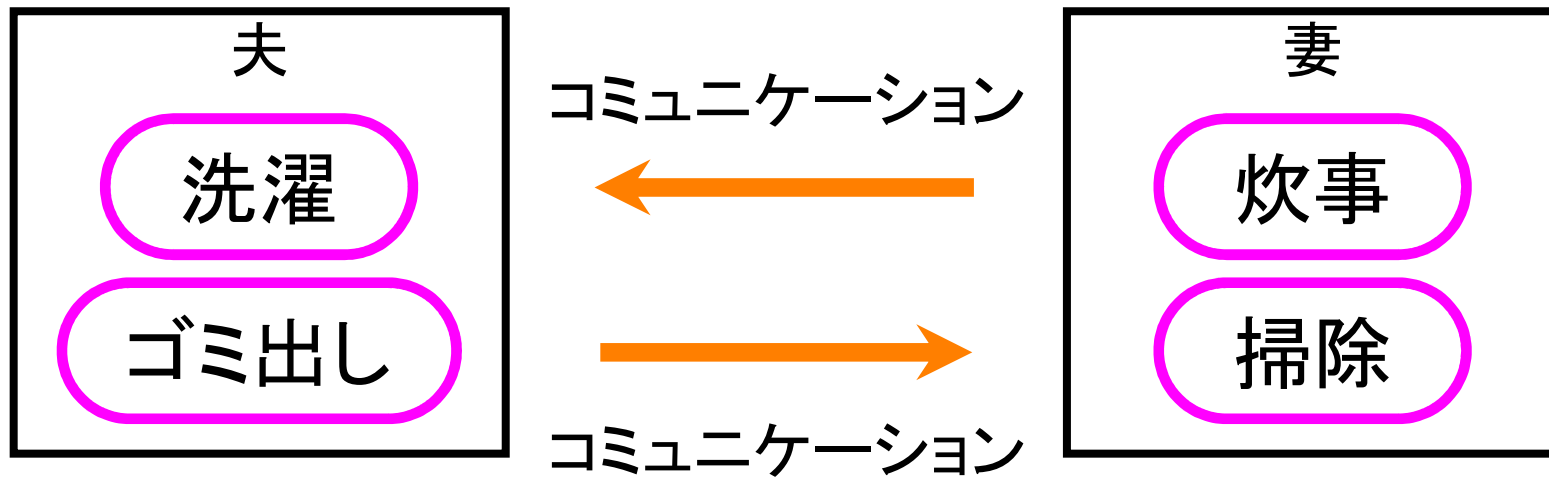
アーキテクティングの例①

家事分担システム



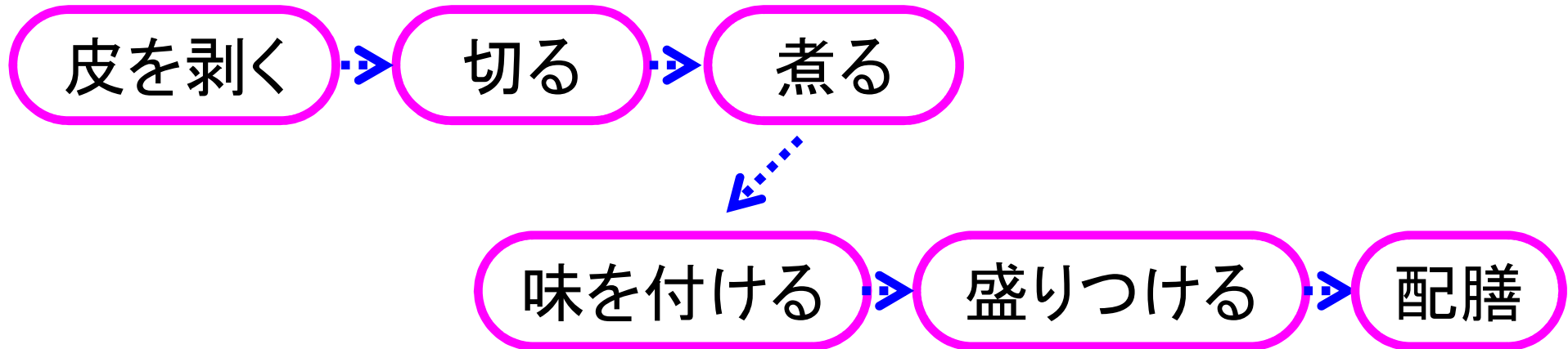
アーキテクティングの例①

家事分担システム



アーキテクティングの例②

老舗割烹料亭煮物調理システム



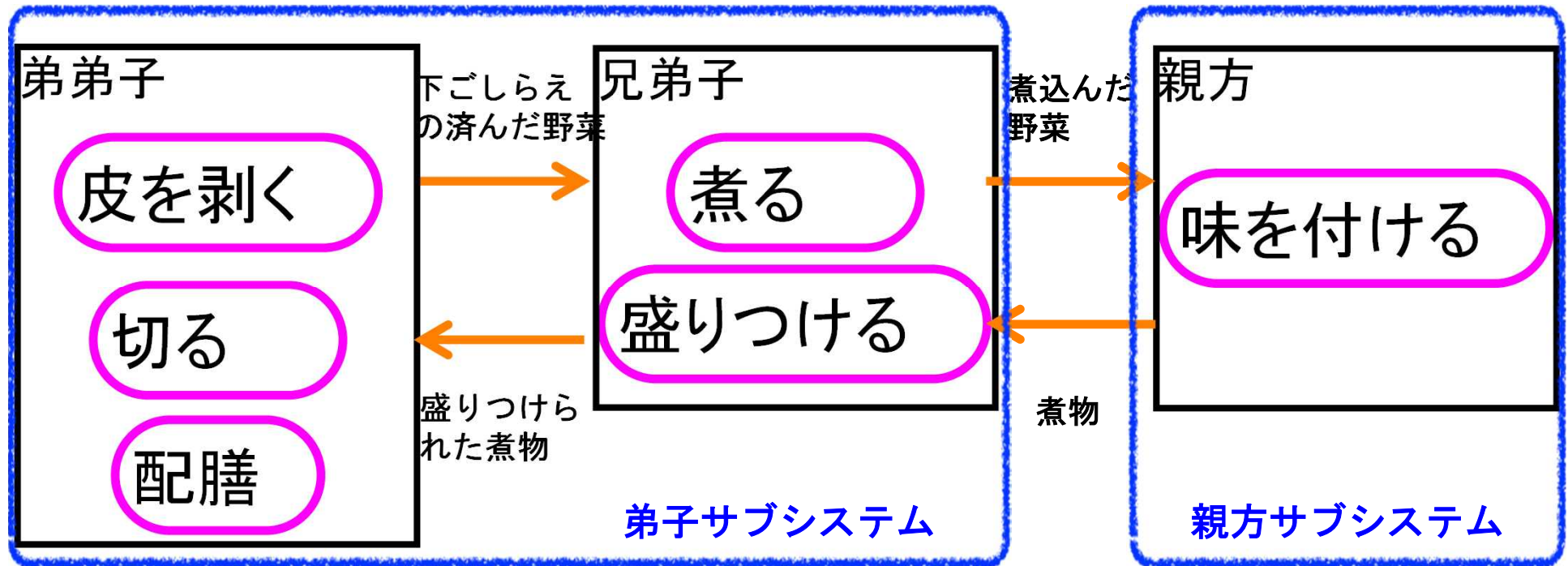
弟弟子

兄弟子

親方

アーキテクティングの例②

老舗割烹料亭煮物調理システム



アーキテクティングの意義

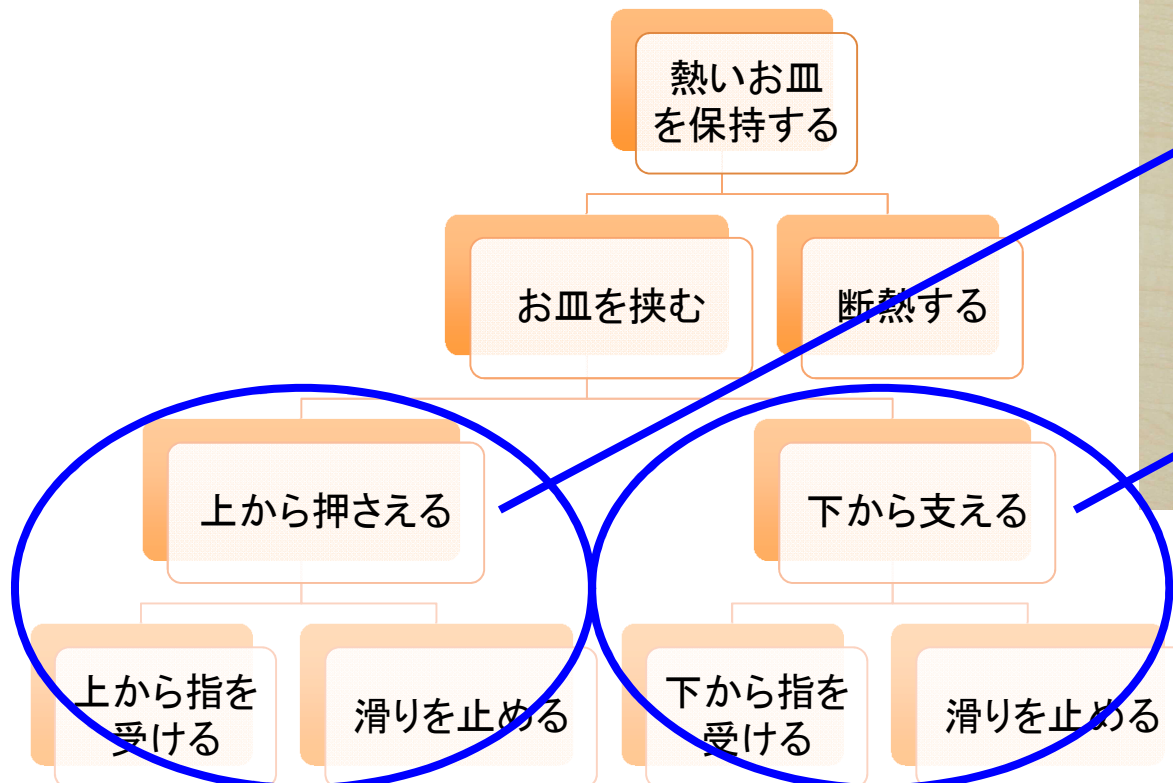
- バックグラウンドを問わない、抽象度の高い
全体の設計が可能
- 再利用可能な設計

機能と物理

Functional and Physical Architecture

何かわかったら、どのような機能から構成されていて(機能の視点)、どのように実現されているか(物理の視点)を考えてみて下さい。

「パクパク皿キャッチ」の例



これは何？





すり棒？



箸？

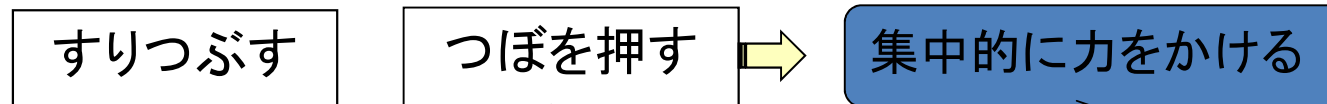


めん棒？

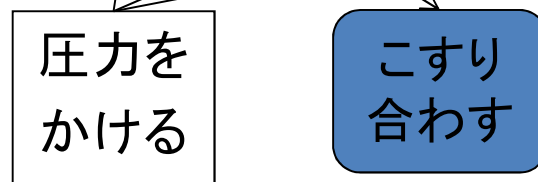


つぼ押し？

目的の視点



機能の視点



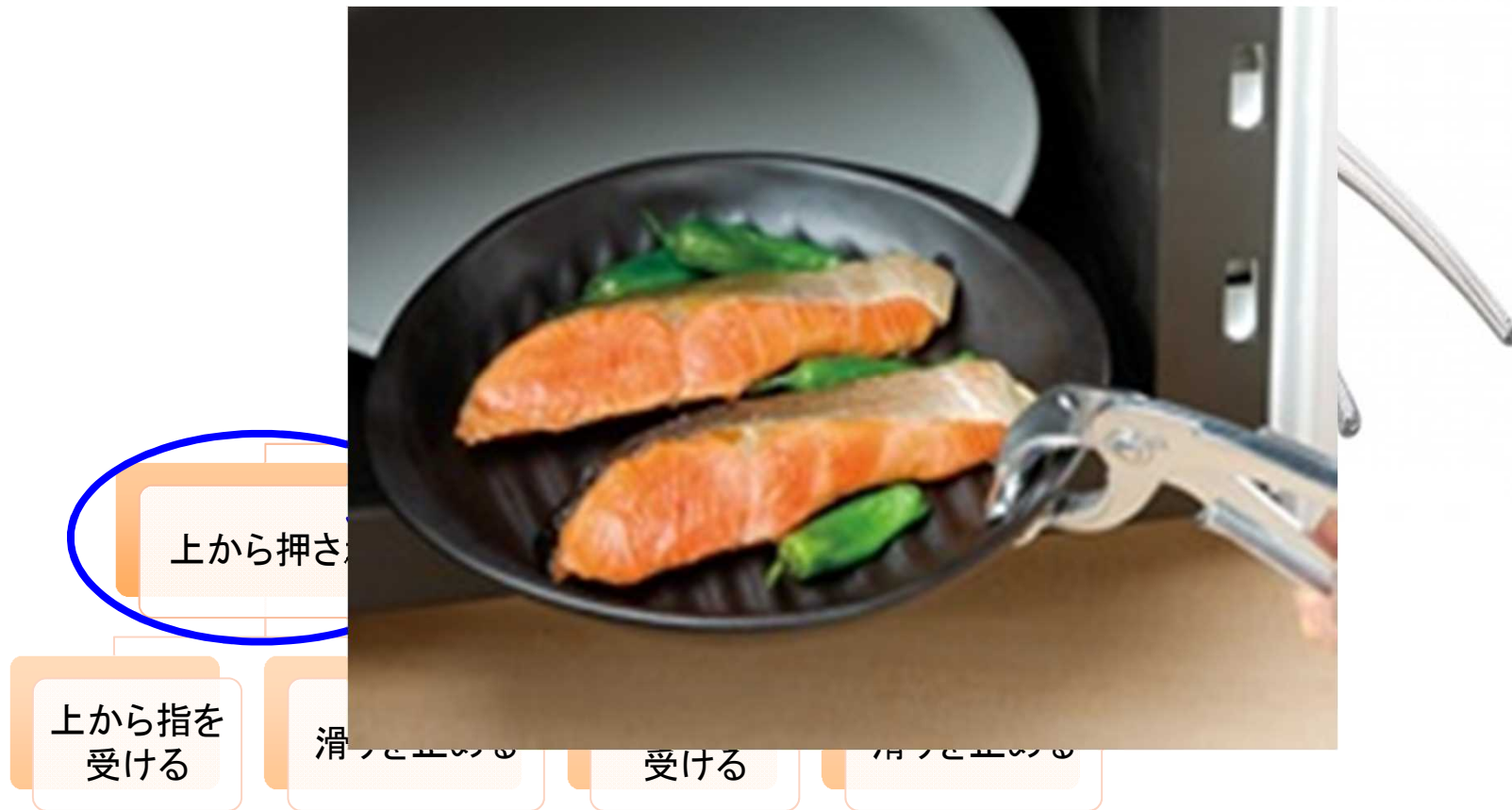
物理の視点



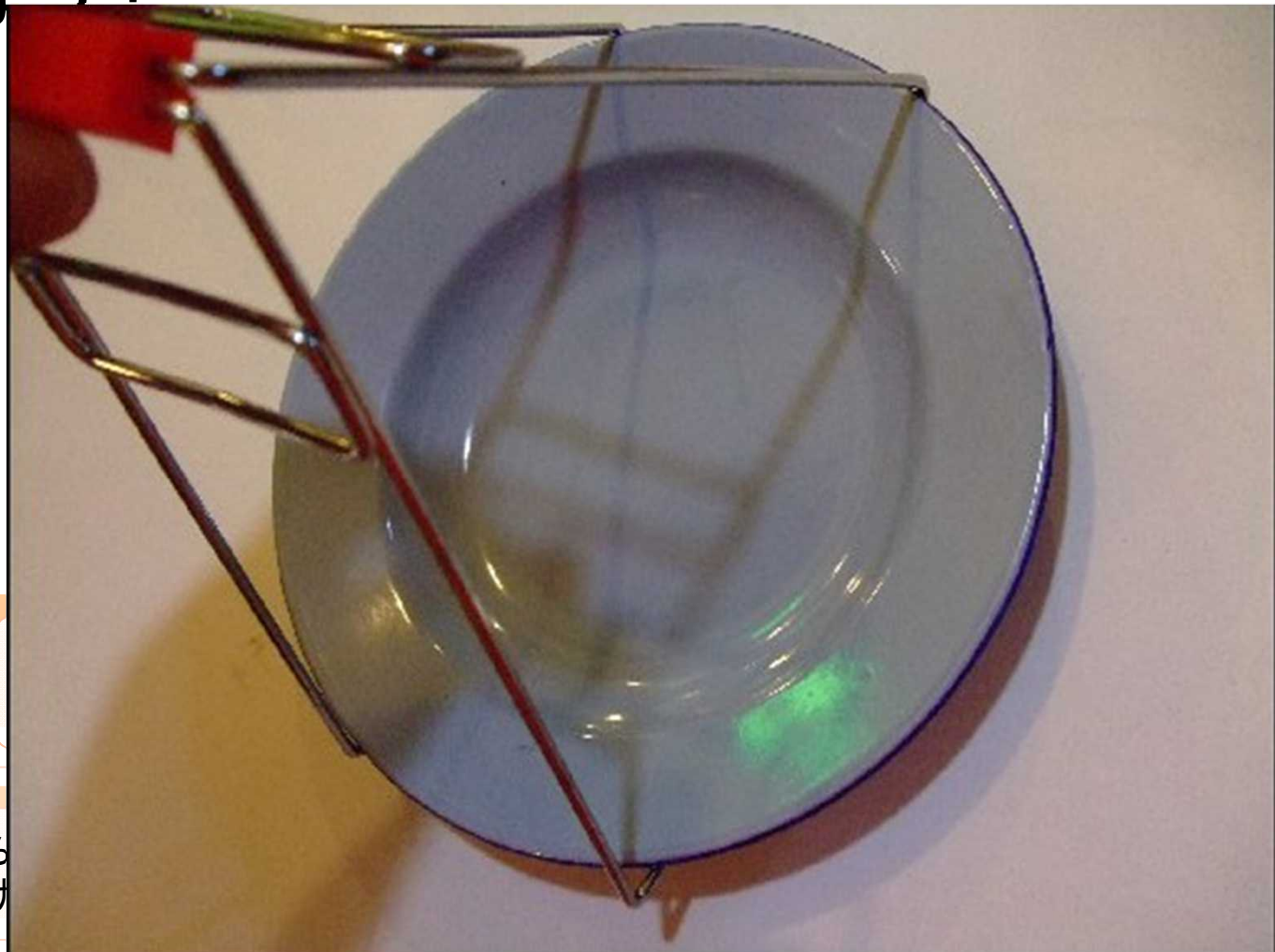
同じ機能を違う物理で実現し
て



同じ機能を違う物理で実現してみよう！

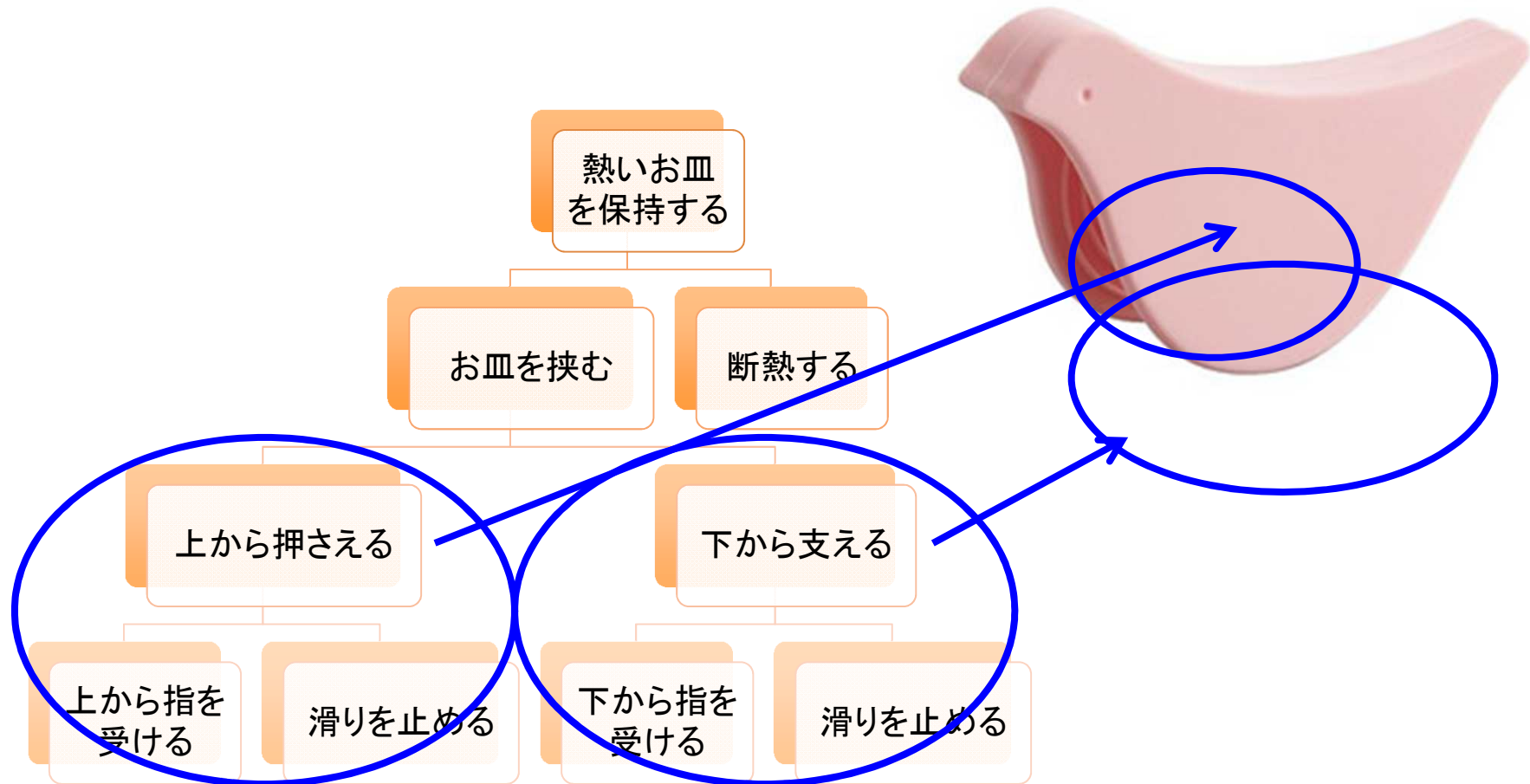


同じ機能を違う物理で実現してみよう！



上から
受け

同じ機能を違う物理で実現してみよう！

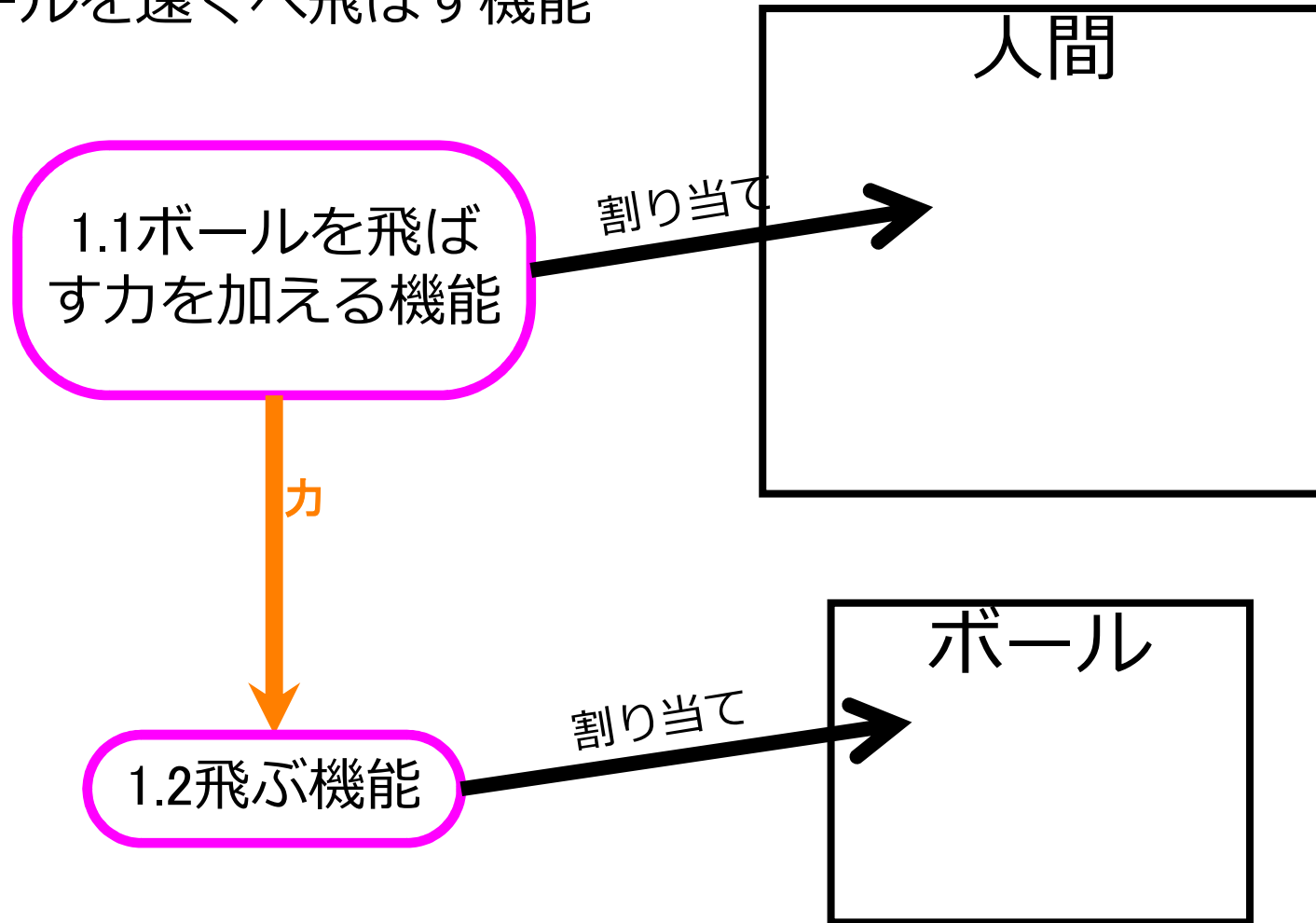


“システム”をデザインする

- **機能**を設計し、
- **構造**を設計し、
- 機能を構造に**割り当てる**。

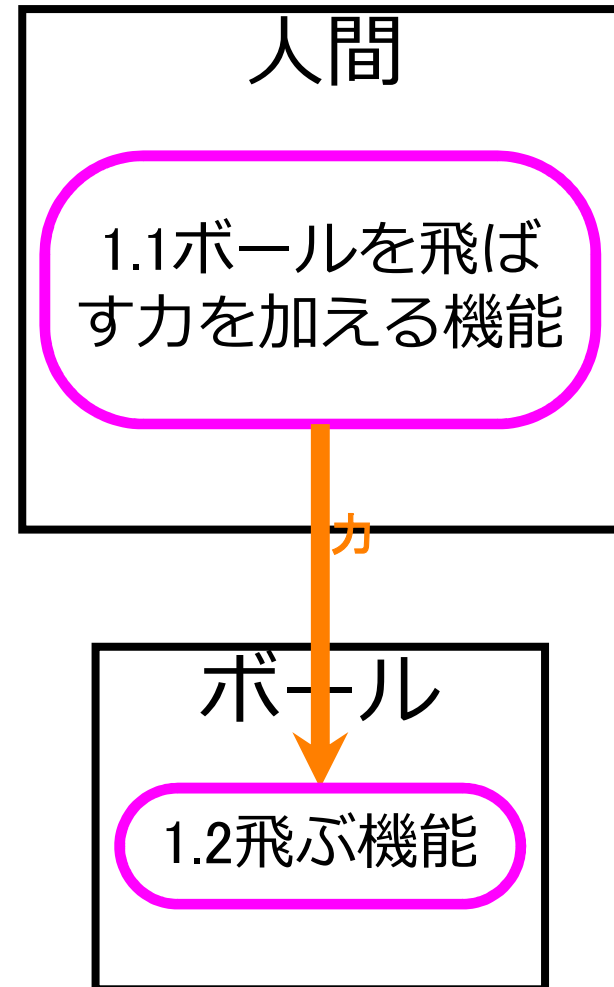
“システム”をデザインする

1 ボールを遠くへ飛ばす機能



“システム”をデザインする

ボールを遠くへ飛ばす
システム



ライフサイクルを考える

System Life Cycle

ライフサイクル

- ライフサイクルは業界により異なるため、標準を理解しておくのがよい。

国際標準 ISO/IEC 15288



LIFE CYCLE STAGES	PURPOSE	DECISION GATES
CONCEPT	<i>Identify stakeholders' needs</i> <i>Explore concepts</i> <i>Propose viable solutions</i>	<i>Decision Options</i> – <i>Execute next stage</i> – <i>Continue this stage</i> – <i>Go to a preceding stage</i> – <i>Hold project activity</i> – <i>Terminate project</i>
DEVELOPMENT	<i>Refine system requirements</i> <i>Create solution description</i> <i>Build system</i> <i>Verify and validate system</i>	
PRODUCTION	Produce systems Inspect and test [verify]	
UTILIZATION	<i>Operate system to satisfy users' needs</i>	
SUPPORT	<i>Provide sustained system capability</i>	
RETIREMENT	<i>Store, archive, or dispose of the system</i>	

ライフサイクルの考え方

- 意中の対象が産まれてからその後、どの様な変遷を辿るのかを考える。

- 「**アイディアの今後の計画**」とは違う事に注

被災地のライフサイクルのステージ定義例

復旧ステージ	復興ステージ	発展ステージ	維持ステージ	衰退ステージ
--------	--------	--------	--------	--------

【ポイント】

- ステージの**開始**と**終了**を可能な限りきっちり定義
- なんで**分けるの？** どうして**同じなの？**を問う
- ステージは単純な時系列ではない！ **並行する、切り替わる、戻る**、などを考えて。
- **コンテキスト**の変化を意識して。

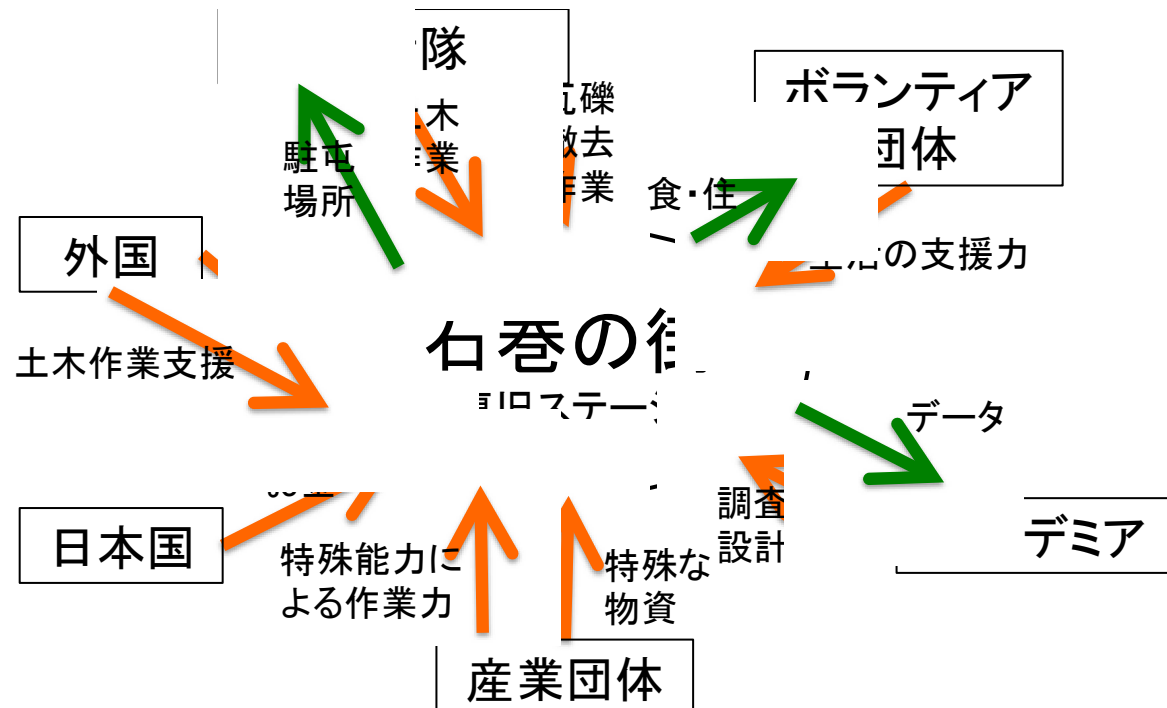
コンテキスト分析

Context Analysis

要求分析手法:コンテクト分析

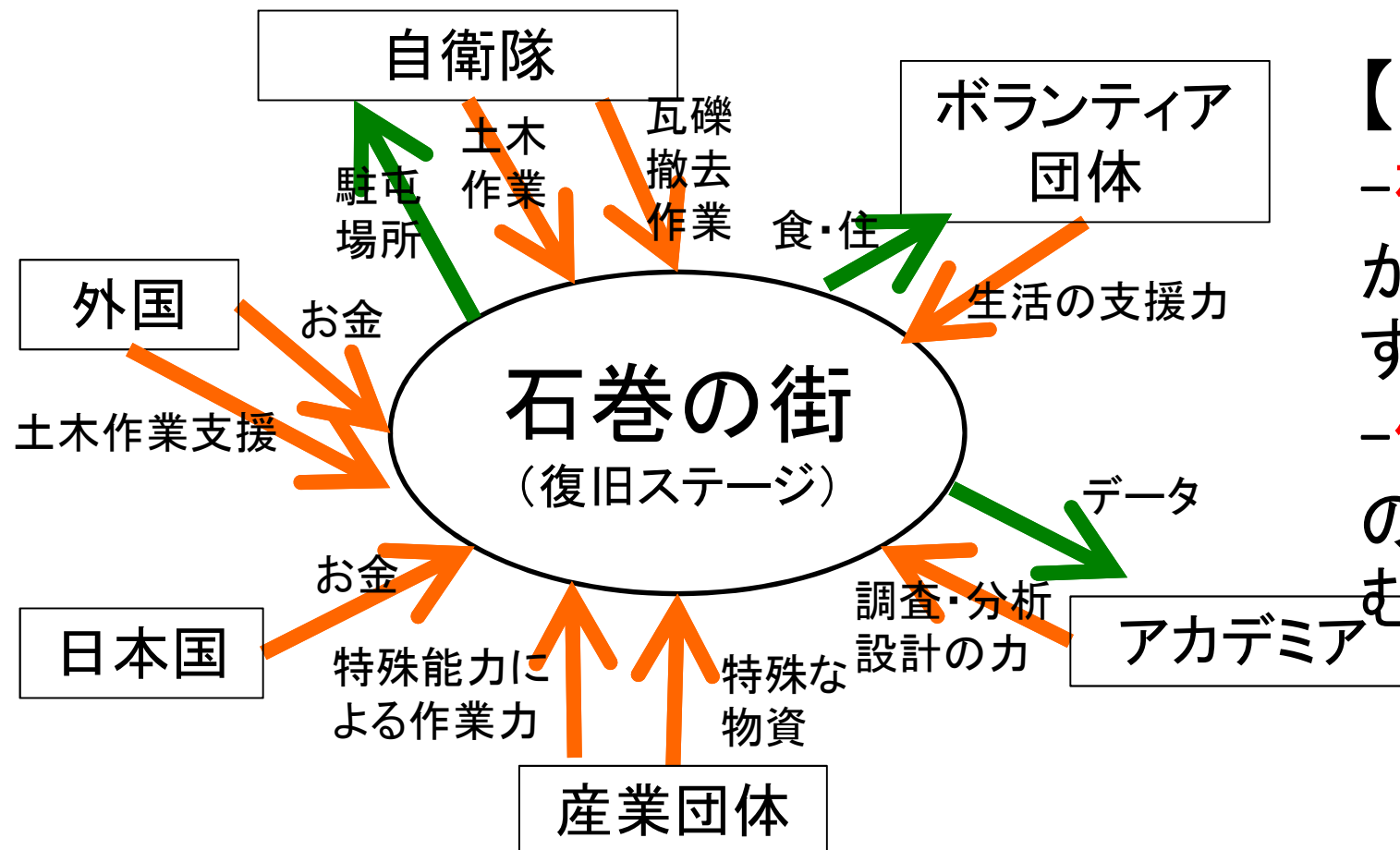
- コンテクト分析(コンテクト図)

- ライフサイクルのステージ毎にコンテクト図を作成することで、外部から受ける影響、外部に与える影響を把握。
- 相互作用のある外部アイテムを抽出
- どのような関係があるかを書き込む



要求分析手法:コンテクト分析

- 意中の対象がどのような外的因子(コンテクト)と相互作用しているか考える。



【ポイント】

-相互作用
があるはず!

-何の矢印な
のか書き込
む!

演習

ライフサイクル定義とコンテキスト分析

- **ポストイットにライフサイクルのステージを書き出す。○○ステージ。**
- **ステージの始まり、終わりを話し合いながら。**
- **ステージ1つを対象に、外的因子(コンテキストを)を矢印で書き出す。**
- **相互作用(内向き・外向き)を意識しながら。**

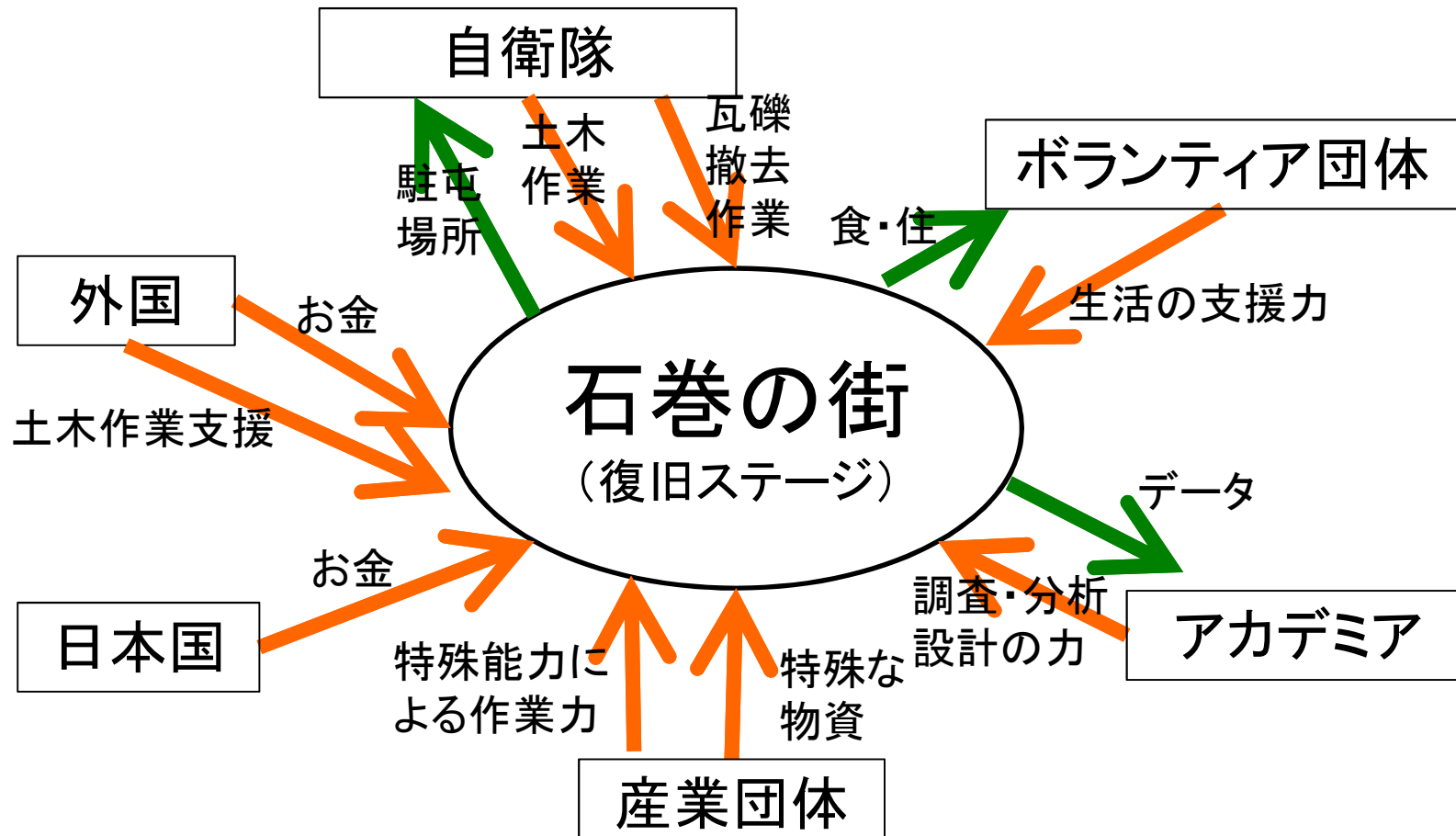
あなたの課題のライフサイクルと、自分たちが注目するステージのコンテキストを考えて下さい。

演習

石巻の街のライフサイクルのステージ定義例



石巻の街（復旧ステージ）のコンテクスト分析例



Wrap-up

- 対象のライフサイクルを考える事で、対象についての**全体俯瞰**を行う。
- ライフサイクルのステージ分けは抜けやダブりが無い様に定義する事が重要。必要に応じて、サブ・ステージを定義するのも良い。
- コンテキスト分析では、何が意中のシステムの外側で、何は内側なのかをよく考える必要がある。
- 抜け漏れを防ぐ為に、抽象度を意識しながら、積極的に制御する。

12

Enabler Framework

実現子フレームワーク

検非違使(けびいし)に問われたる木樵(きこ)りの物語

The Testimony of a Woodcutter Questioned by a High Police Commissioner

さようでございます。あの死骸(しがい)を見つけたのは、わたしに違いございません。

Yes, sir. Certainly, it was I who found the body.

.....

検非違使に問われたる旅法師(たびほうし)の物語

検非違使に問われたる放免(ほうめん)の物語

検非違使に問われたる媼(おうな)の物語

多襄丸(たじょうまる)の白状

清水寺に来れる女の懺悔

巫女(みこ)の口を借りたる死霊の物語

The Testimony of a Traveling Buddhist Priest

Questioned by a High Police Commissioner

The Testimony of a Policeman Questioned by a High Police Commissioner

The Testimony of an Old Woman

Questioned by a High Police Commissioner

Tajomaru's Confession

The Confession of a Woman Who Has Come to the Shimizu Temple

The Story of the Murdered Man, as Told Through a Medium

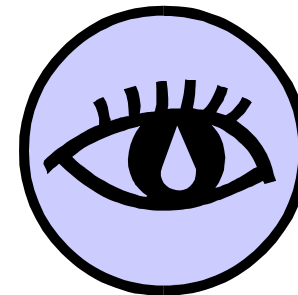


“藪の中 (In A Grove)”

By Ryunosuke Akutagawa

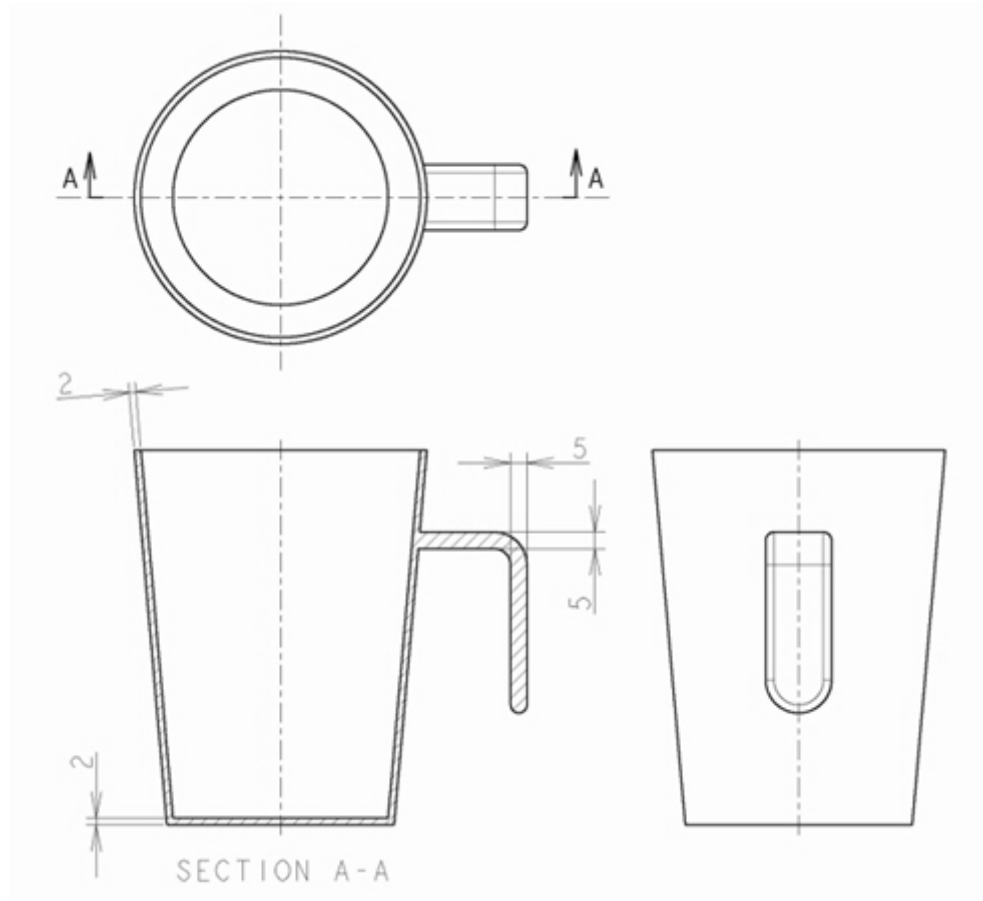
“羅生門 (Rashomon)”

By Akira Kurosawa

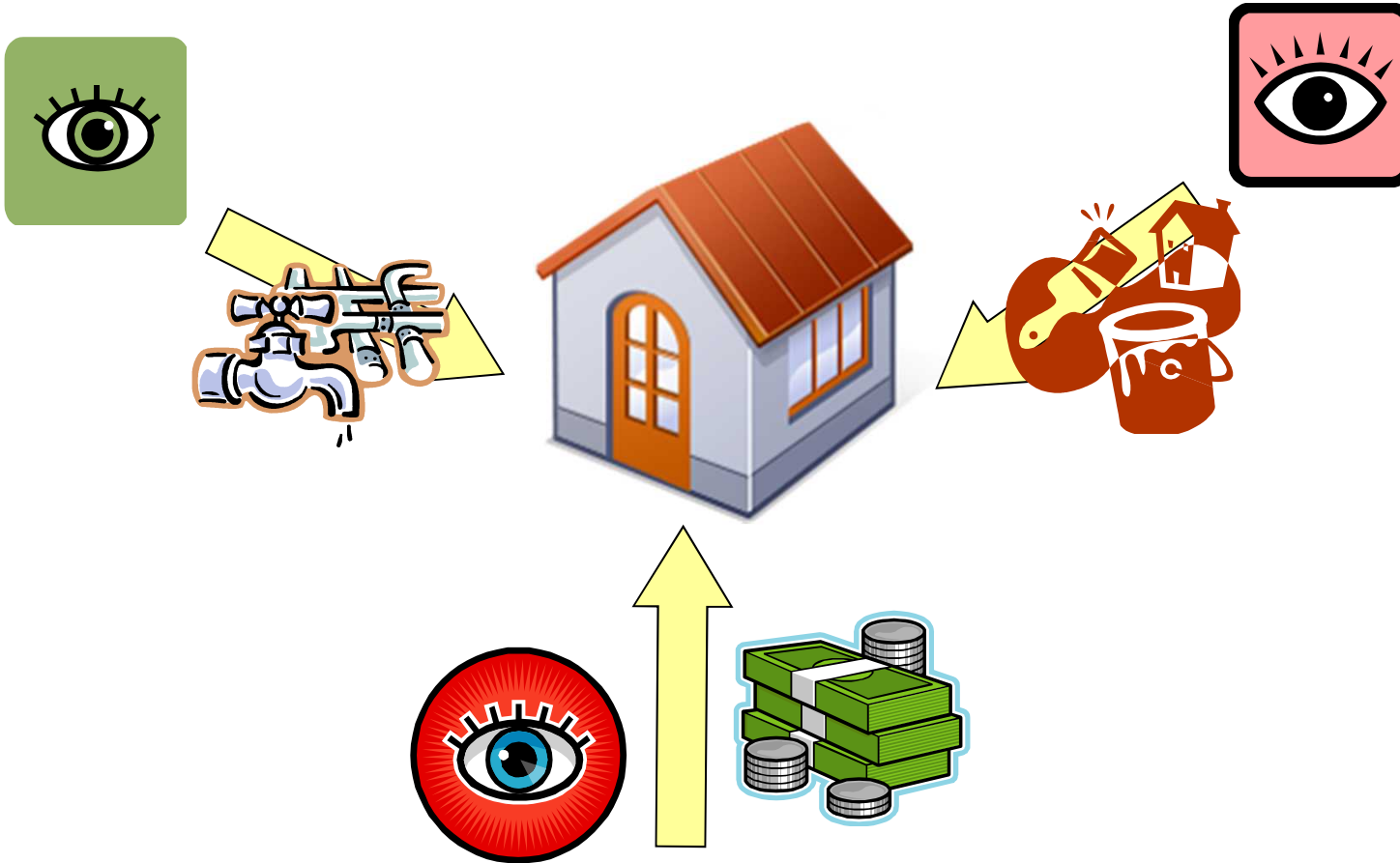


Viewpoint!

a three-view drawing : 3面図

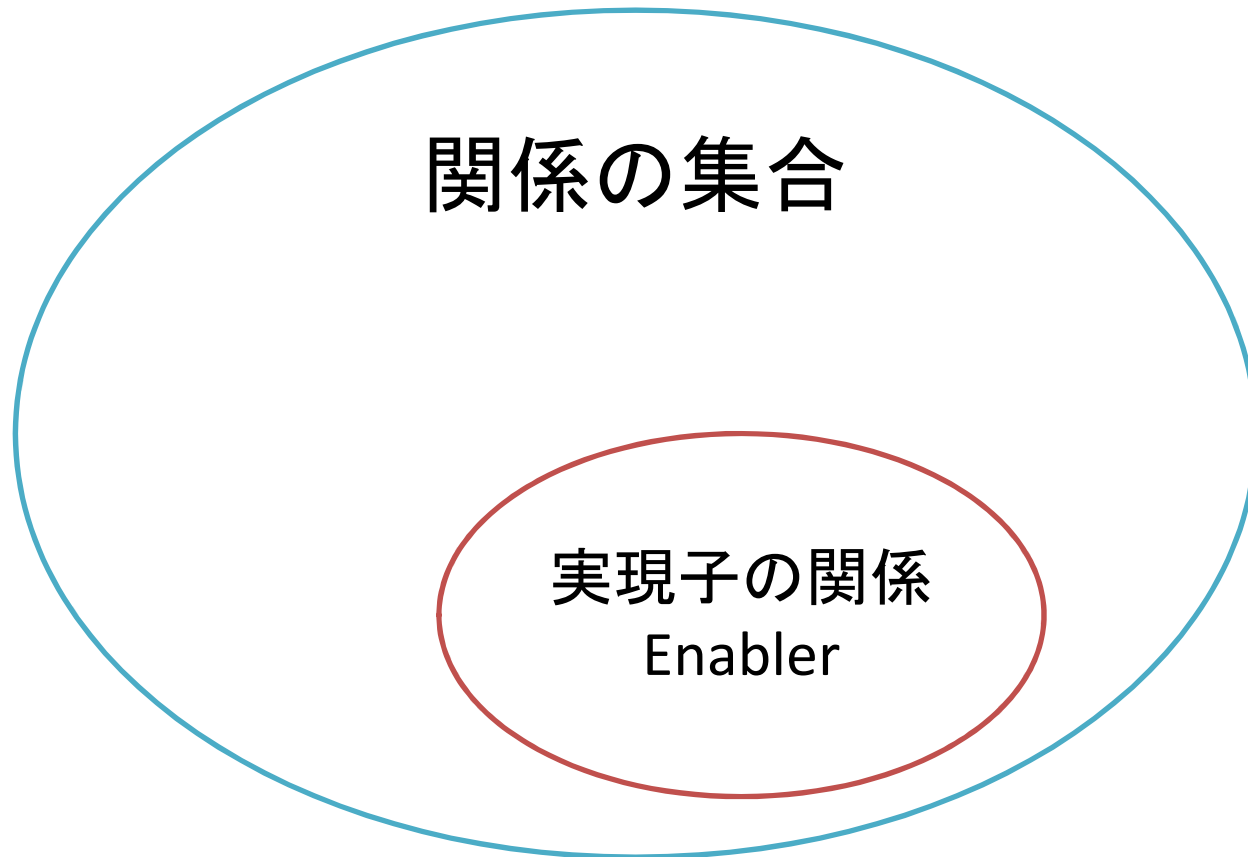


House : 住宅



視点間の関係

Relationship between viewpoints



これは何？





すり棒？



箸？



めん棒？



つぼ押し？

目的の視点



Enabler

機能の視点



Enabler

物理の視点

すりつぶす

圧力を
かける

木の棒



すり棒

目的の視点



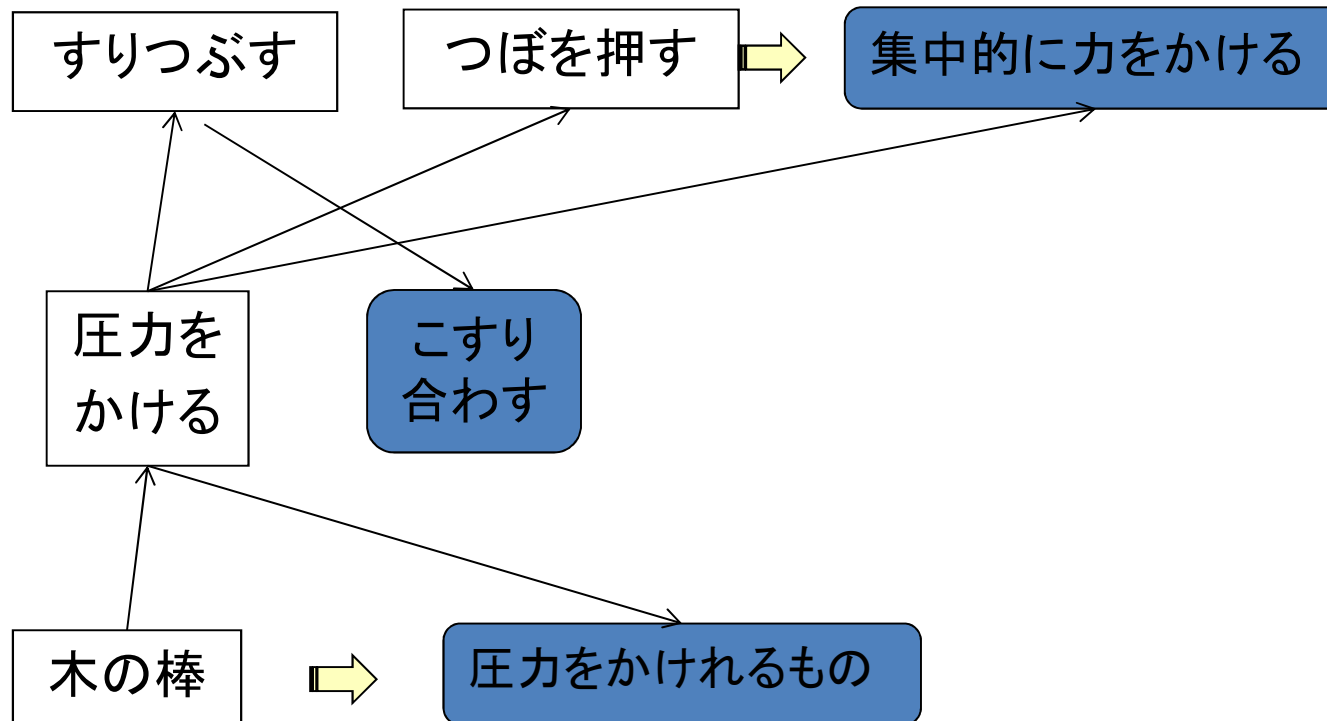
Enabler

機能の視点



Enabler

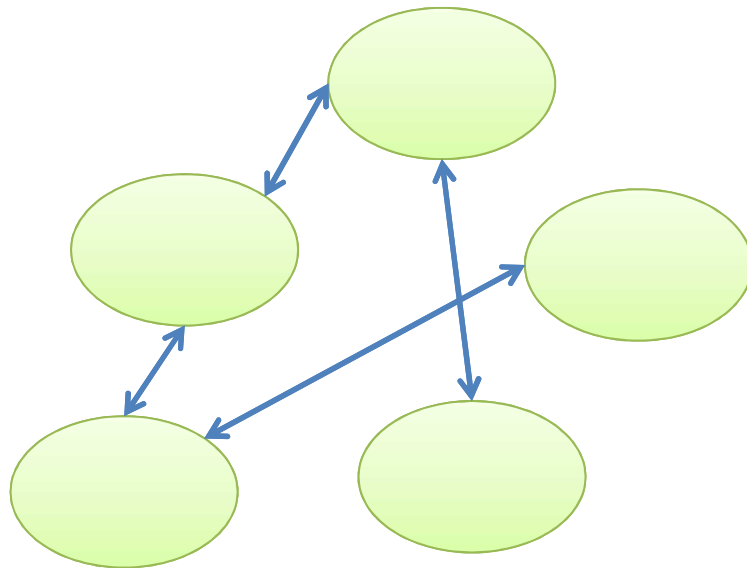
物理の視点



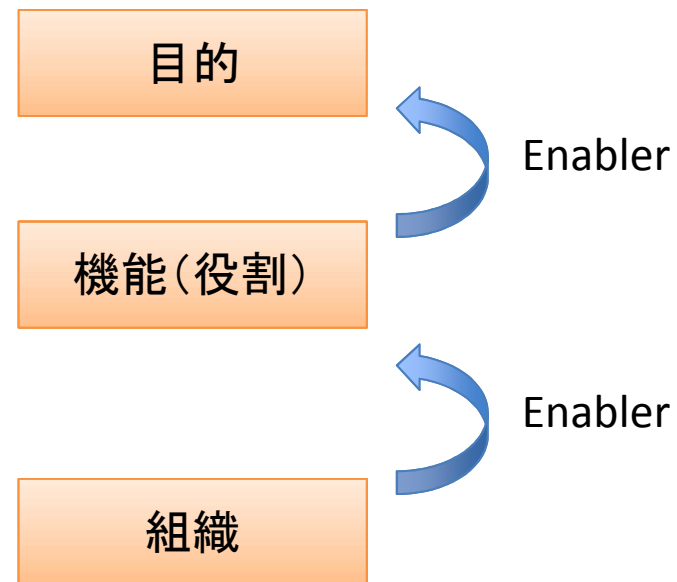
どのように活用するか？

How to utilize “Enabler Framework”?

分析での利用
Utilization for Analysis

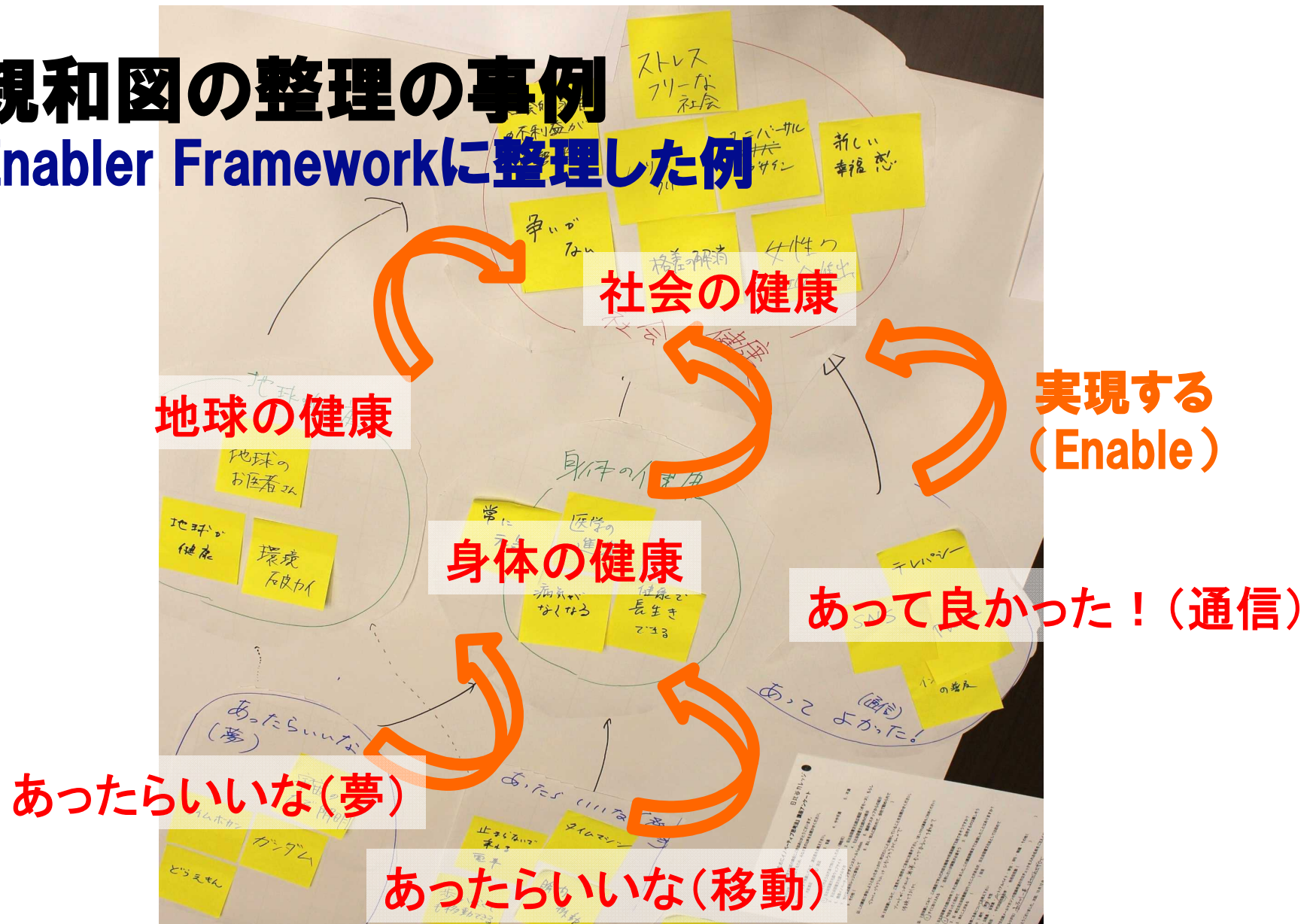


デザインでの利用
Utilization for design



親和図の整理の事例

Enabler Frameworkに整理した例



事例:「どんな時に社会の進歩を感じますか」ブレインストーミング結果の親和図を整理した図

2012.09.26 日比谷図書文化館 日比谷カレッジ第2回ワークショップより