

# ロボット技術者養成の課題と解決法 ～ロボット社会実装教育～

“技術で勝って、産業化で負ける日本”を、  
“科学技術を社会に導入してみる教育(社会実装教育)”により変革する。  
～“科学技術による社会変革センス”を身につけた人材の育成～

A編: 社会実装学校教育

B編: 社会実装社会教育

C編: 社会実装教育の課題解決

東京大学 佐藤 知正

# ロンドン杯越え肝ハム ～社会実装教育の背景と狙い～

- ・お手本の変化 欧米にあり(高度成長期)  
→社会にあり(現在)
- ・技術で勝り、実用化・産業化で後塵を拝する日本

科学技術研究開発のみでなく、

科学技術研究開発とそれによる社会変革活動ができる人材

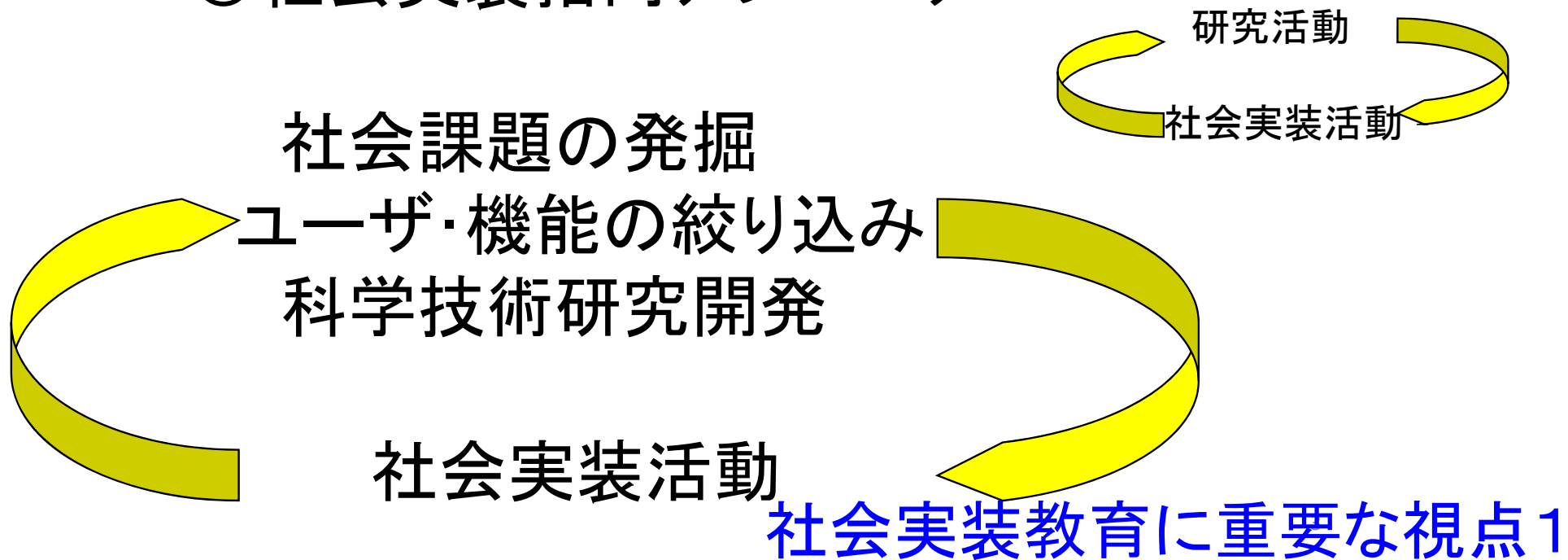
高専の役割⇒科学技術イノベーションを地域現場

から起こせる人材の育成 ⇐ **社会実装教育**

～科学技術社会実装地域人材の育成～

# 社会実装教育の視点 ～研究アプローチの変遷～

- × 技術指向アプローチ
- × 利用者指向アプローチ
- ◎ 社会実装指向アプローチ

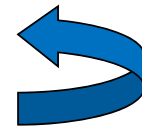


# A編：社会実装学校教育

# 社会実装学校教育の例 ～社会実装コンテスト～

## 手順

- (1) サービスのコンセプト作り、その実現に必要なモノづくり
- (2) 実社会(現場)でのテスト
- (3) 現場の声に基づいた改良
- (4) そのプロセスのコンテスト形式での発表



## メリット(学習者を熱中させ、深い理解へ導く)

### (1) コンテスト由来

= ロボットなどのモノづくりから学べること(本物のもつ力)

学生の心に火をつける→親に好影響を及ぼす

= 疑似社会から学べること

チームワーク, かけひき, だましあい

### (2) 社会実装由来

使ってもらう人に, 頭をさげて, お願いする

ユーザの声を, 工学の言葉に翻訳する→エンジニアリングリテラシー

手ごたえを, 素人から得られる

## 社会実装教育 これまでの実績とこれから

(2011年度) : テースティング

1高専 3チーム

(2012年度) : プロジェクト化

7高専 14チーム

(2013年度) : 実施法(賞)の工夫

10高専 30チーム

(2014年度) : 教育手法としての深化

11高専 38チーム

(2015年度) : 参加校の増加

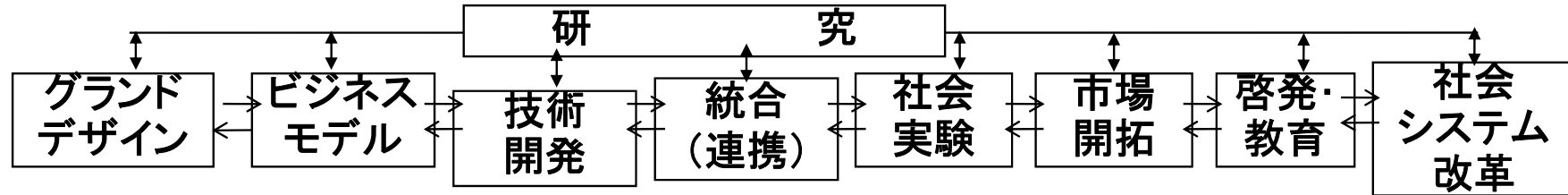
クティカマス獲得、多様な知恵の集積

15高専 50チーム以上

わかってきたこと

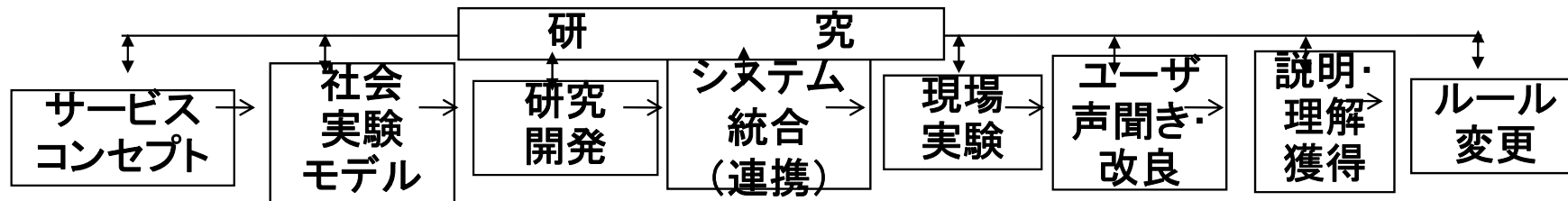
# 科学技術イノベーションプロセス と社会実装教育プロセスの類似性

## 科学技術イノベーションのプロセス



石黒周氏スライド一部修正

## 社会実装コンテストのプロセス



サービスづくり

モノづくり

社会実装体験

社会実装コンテスト教育 =  
= 科学技術を社会実装するプロセスの体験学習

# 2014年度受賞チームのご紹介

## 特別支援学校における 多用途型マッチング教材 “はんたくん”の開発

### 熊本高専の例

所属：熊本高等専門学校 電子制御工学科

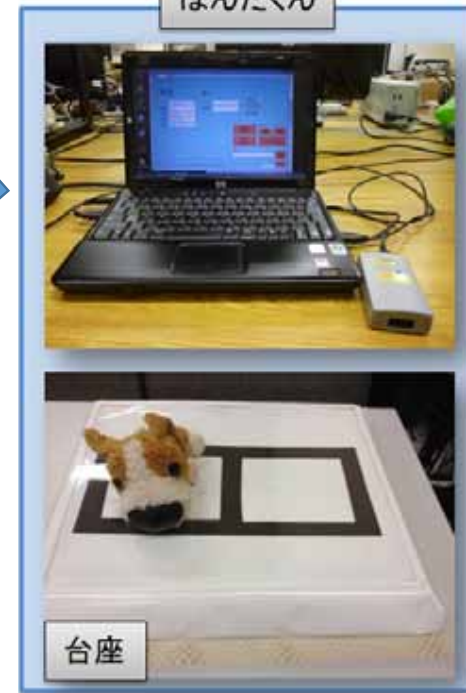
研究者：緒方研土

指導教員：柴里弘毅

はめえ



はんたくん



電子化された“はめえ”



# はじめに



黒石原支援学校入口

課程の児童生徒は  
知的障害があり肢体不自由

## 黒石原支援学校

治療を受けながら学べる  
熊本県唯一の病弱者を  
対象とした特別支援学校

日常生活から  
常に支援が必要

# ニーズ調査

## 調査の流れ

**リサーチ** 7/5, 7/8, 7/12

学習や日常生活の様子



問題の発掘

**意見交換** 7/23, 7/29

教材の提案と教材への要望



# 問題の発掘

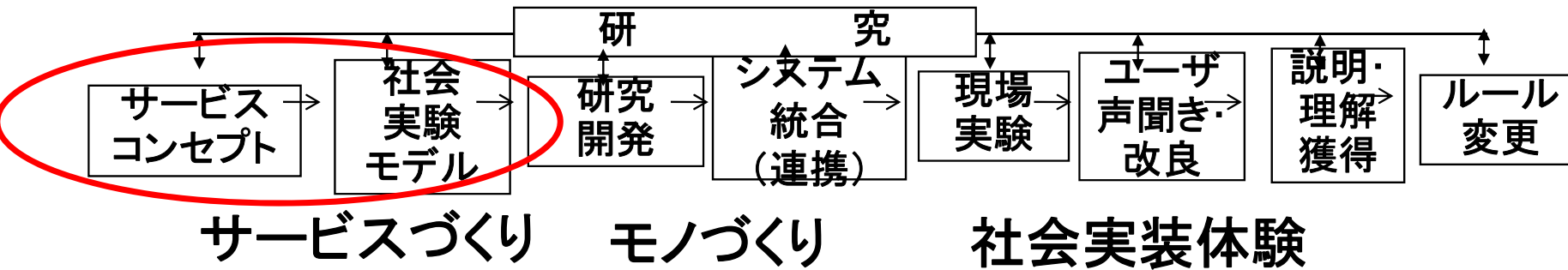
着目：マッチング学習



特長

視覚や触覚を用いての認識能力の強化

# 社会実装教育のプロセス

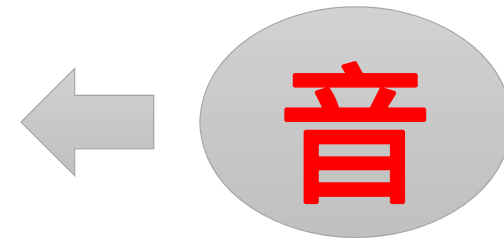


# 教材の開発

問題を解決するために



マッチング学習



- 動物の鳴き声
- 乗り物のエンジン  
etc.

汎用複数択問システム  
“はんたくん”

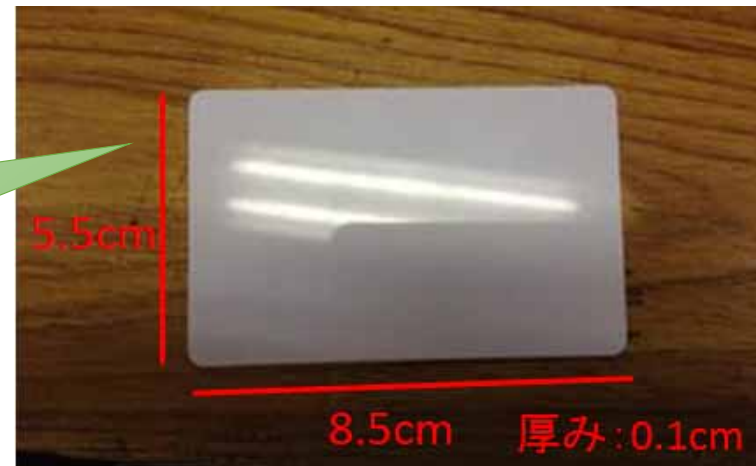
# RFIDシステム

RFID・・・電波による個体識別

かざすだけでカード情報を読み込む



リーダー



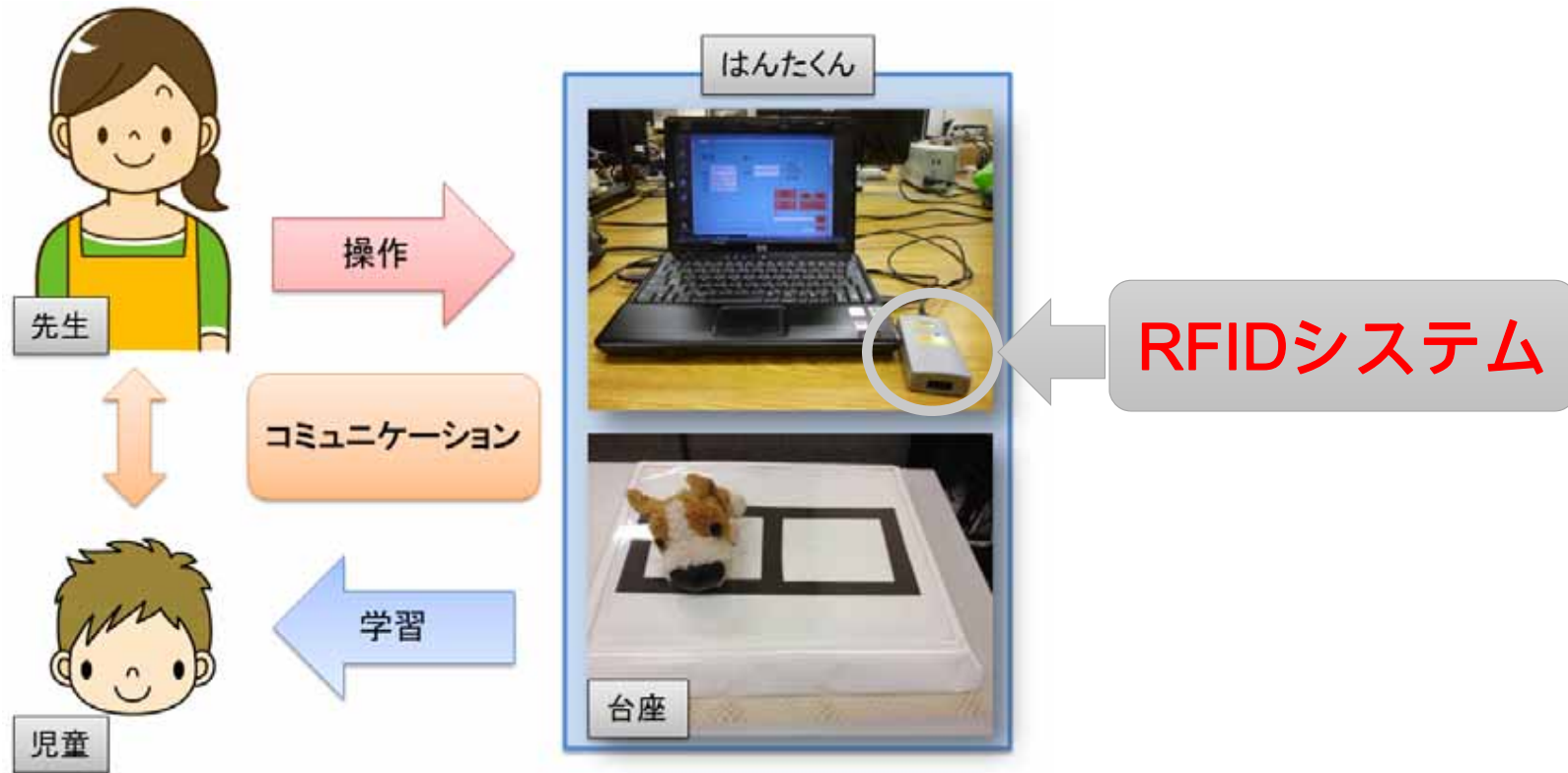
カード

当初：バーコードを提案



バーコードスキャナに通す動作でも児童  
にとっては**困難**

# “はんたくん”の実現



使用イメージ

開発環境

OS:Windows8

言語:VisualStudio2010 C#

# マッチング学習実験

## 特別支援学校の学習計画に組み込み実施



児童

先生

平成26年2月12日撮影

### 対象

- ・ 課程の児童男女1名
- ・ 先生1名
- ・ 実験時間：約10～15分 / 回
- ・ 学習数：2～3問 / 回

### 実験日

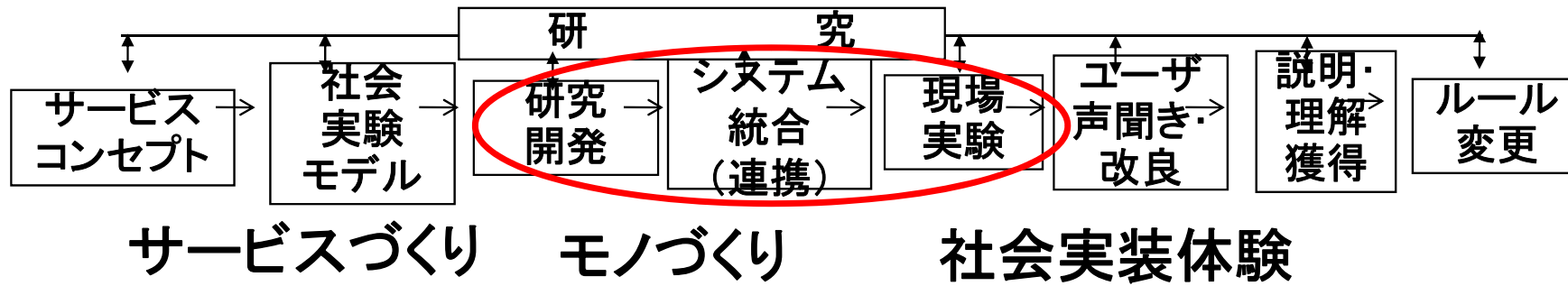
平成25年： 10/3 , 10/30  
11/25 , 11/28  
12/3 , 12/9 , 12/19  
平成26年： 1/22 , 1/27 , 1/31

2/6 , 2/12

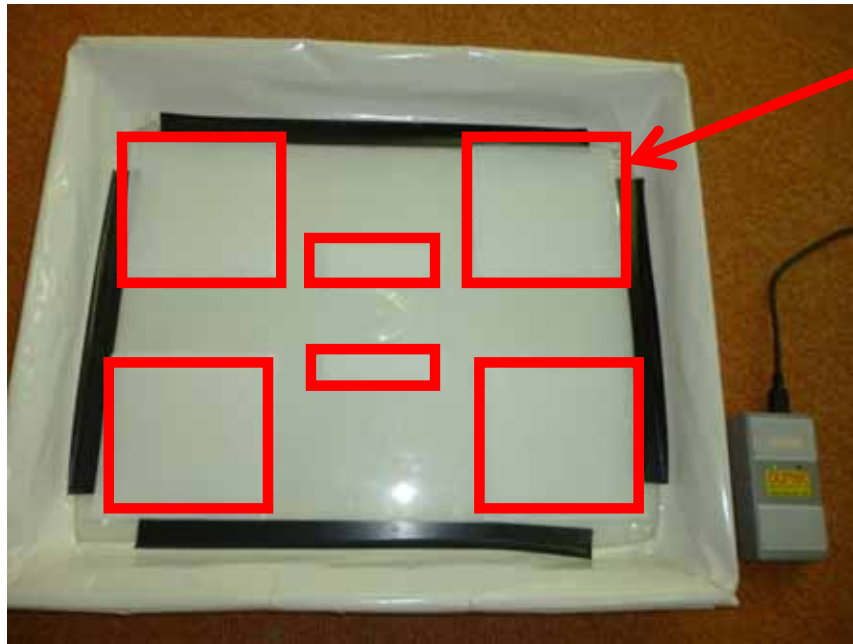
計12日



# 社会実装教育のプロセス



# 台座の工夫

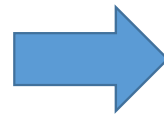


マジックテープ

リーダを任意の位置  
に配置可能

台座の裏面

白色，不透明化



児童の集中力を削がない

# 学習記録のグラフ化



サンプルデータのグラフ化

同じ日付の正答率：平均化処理

成長の明白化

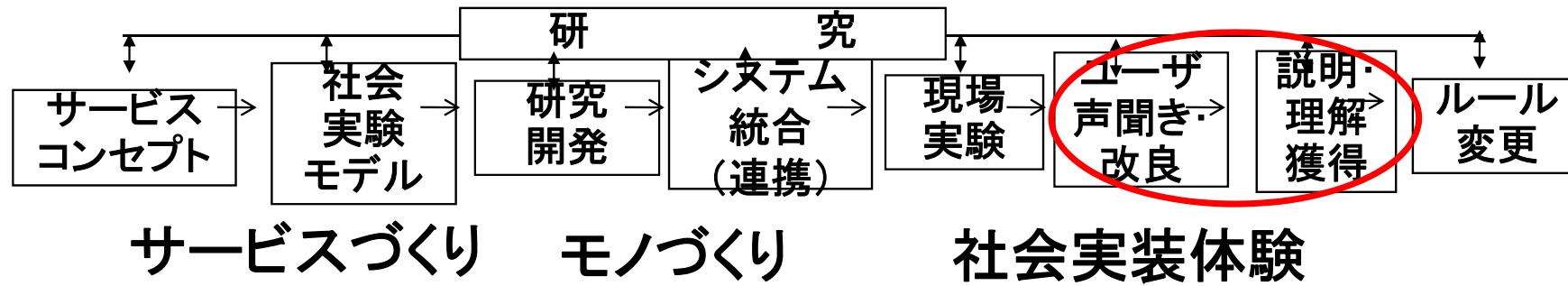


学習の目安



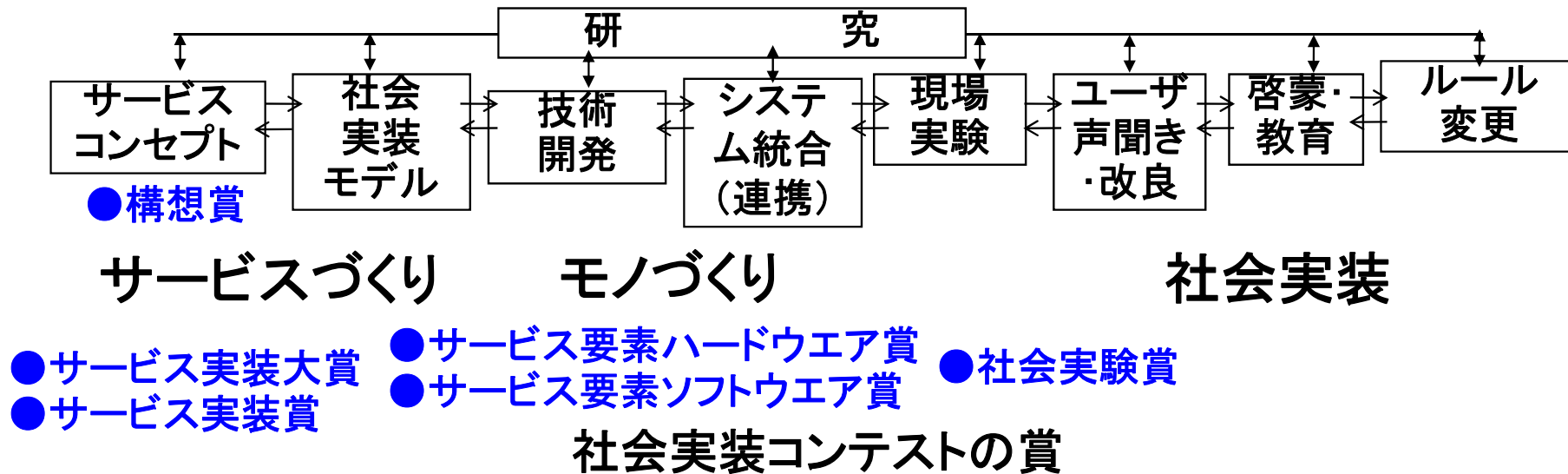
質の高い学習

# 社会実装教育のプロセス



# 社会実装コンテストの評価項目(賞)と教育内容

## 社会実装コンテストのプロセス



全てを深く体験してはもらえないが、これらの存在と重要性に気付いてもらえる

サービスづくり+モノづくり+社会実装を、実施・体験してもらうことで、  
以下に気づいてもらうことが重要(学年進行でより深く)。

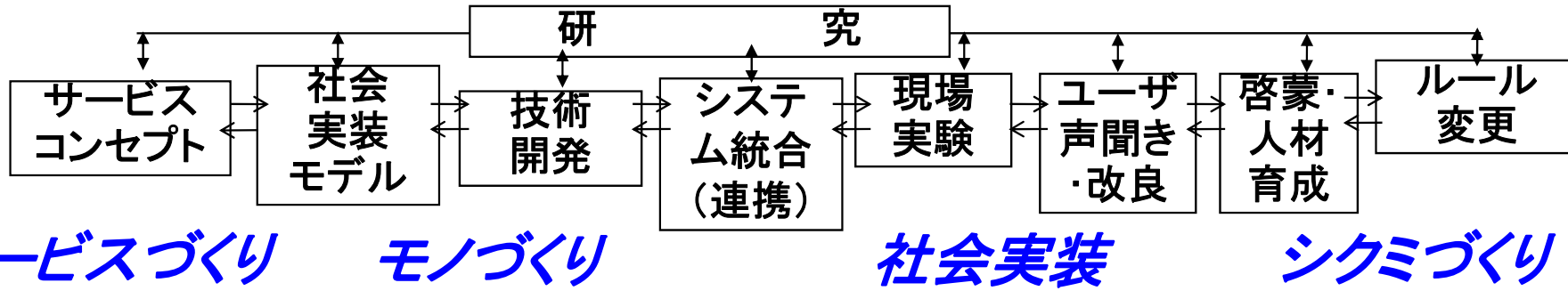
- ・科学技術による社会実装へ向かう姿勢とその困難性を身につけてもらう
- ・協業の重要性を体験してもらう

# 社会実装プロジェクトの効果（教育）

～洗練された教育手法～  
（社会実装という学習姿勢の教育）

注) 学習———学習内容の学習  
学習姿勢の学習

# 科学技術の社会実装教育手法の深化

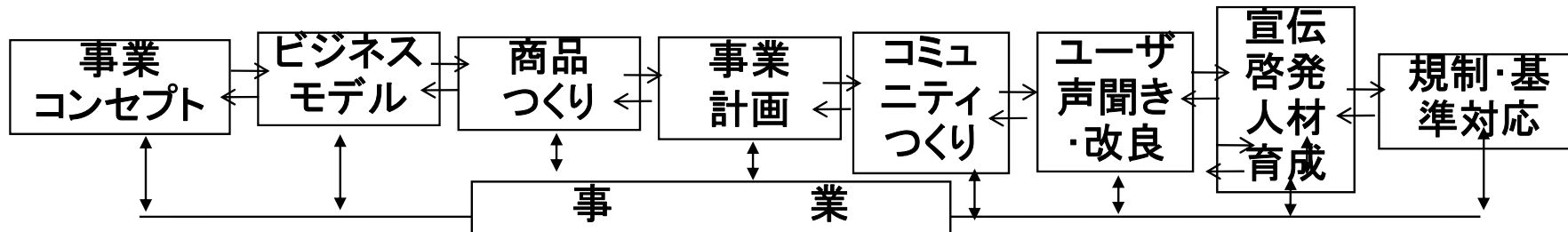


- 発想支援 (ブレインストーミング、(コンセプトチュアルシステム KJ法)
  - 合意形成手法
  - チーム編成法
  - アジャイル開発**
  - テストティングシステム統合の科学
  - 研究室実験システム
  - 社会実験システム)
  - 共用プラットフォームの構築・利用
  - コミュニケーション (学生間)
  - ステークホルダ間)**
  - フィールド実験法
  - 検定法、問いかけツール
  - 社会連携手法、コミュニティ共創手法**
  - プレゼンテーション
  - 社会システム設計
  - 振り返りワークシート
- 伊藤 通子  
: 科研報告書より  
**日工教論文**

## ビジネスモデル

## マーケティング

創業趣意書 企業理念 商品説明書 競合商品比較検討書 市場・顧客概要説明書 利益計画書



B編：社会実装社会教育



# 社会実装社会教育の追求

～産業ロボットの社会実装活動～  
社会実装を実現する体制の構築

# ロボットの社会実装のための新しい研究開発アプローチ

提言

ロボット活用による社会課題解決とそれを  
支える先端研究の一体的推進方策 ～社会  
共創ロボティクス～



平成26年(2014年)9月29日

日本学術会議

機械工学委員会

ロボット学分会

日本学術会議機械工学委員会ロボット学分会

委員長	佐藤 知正 (連携会員)	東京大学名誉教授
副委員長	川村 貞夫 (連携会員)	立命館大学総長特別補佐
幹事	國吉 康夫 (連携会員)	東京大学大学院情報理工学系研究科教授
	新井 民夫 (第三部会員)	芝浦工業大学教育イノベーション推進センター教授
	福田 敏男 (第三部会員)	名城大学理工学部メカトロニクス工学科 教授
	池内 克史 (連携会員)	東京大学大学院情報学環教授
	大西 公平 (連携会員)	慶應義塾大学理工学部教授
	岡崎 哲二 (連携会員)	東京大学大学院経済学研究科教授
	金子 真 (連携会員)	大阪大学大学院工学研究科教授
	川口 孝泰 (連携会員)	筑波大学大学院人間総合科学研究科教授
	西田 豊明 (連携会員)	京都大学大学院情報学研究科教授
	萩田 紀博 (連携会員)	株式会社国際電気通信基礎技術研究所・知能ロボティクス 研究所所長
	廣瀬 通孝 (連携会員)	東京大学大学院情報理工学系研究科教

# 社会実装アプローチの要点

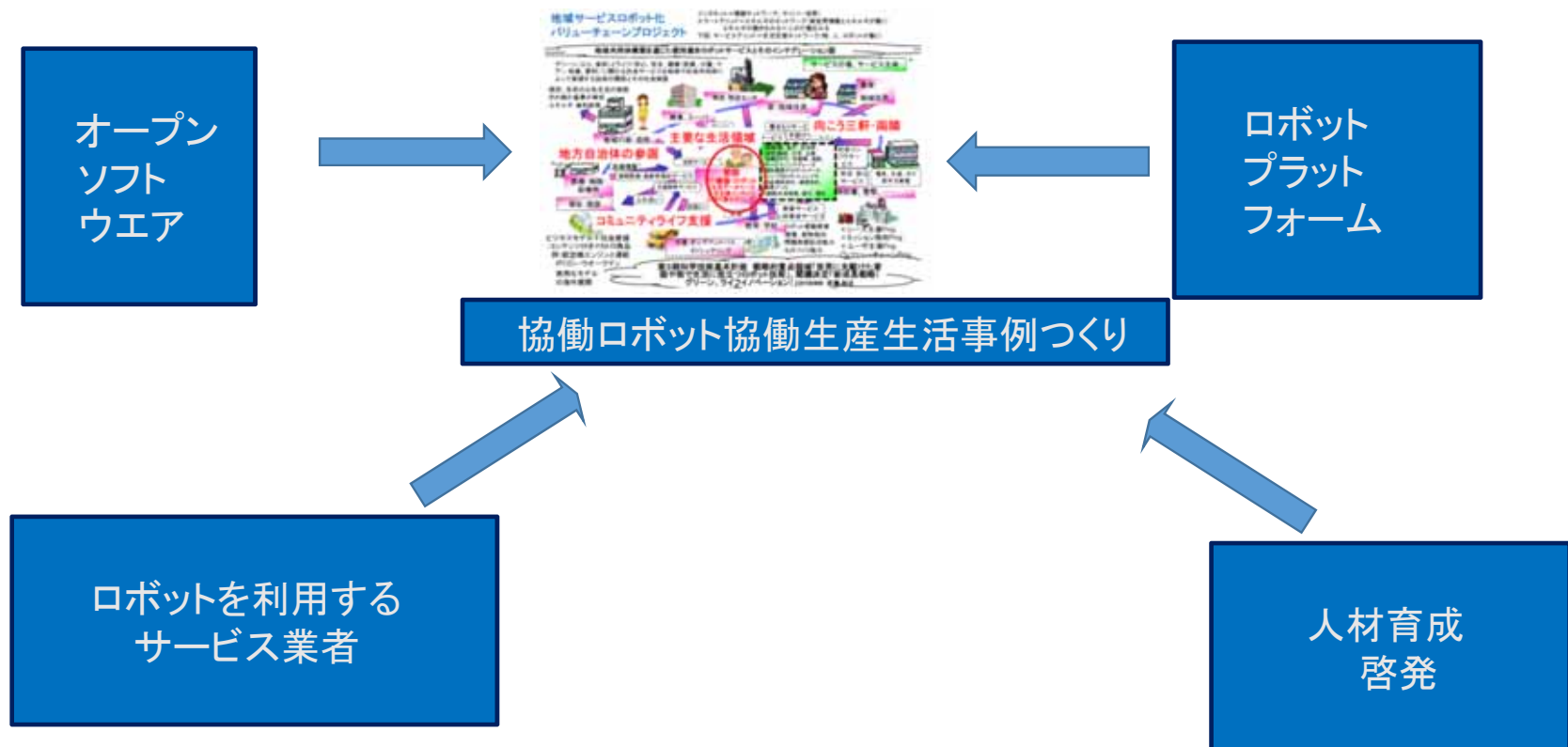
科学技術開発とその社会実装活動を、  
長期密着の社会活動としてコミュニティから行う

## 社会実装指向アプローチ

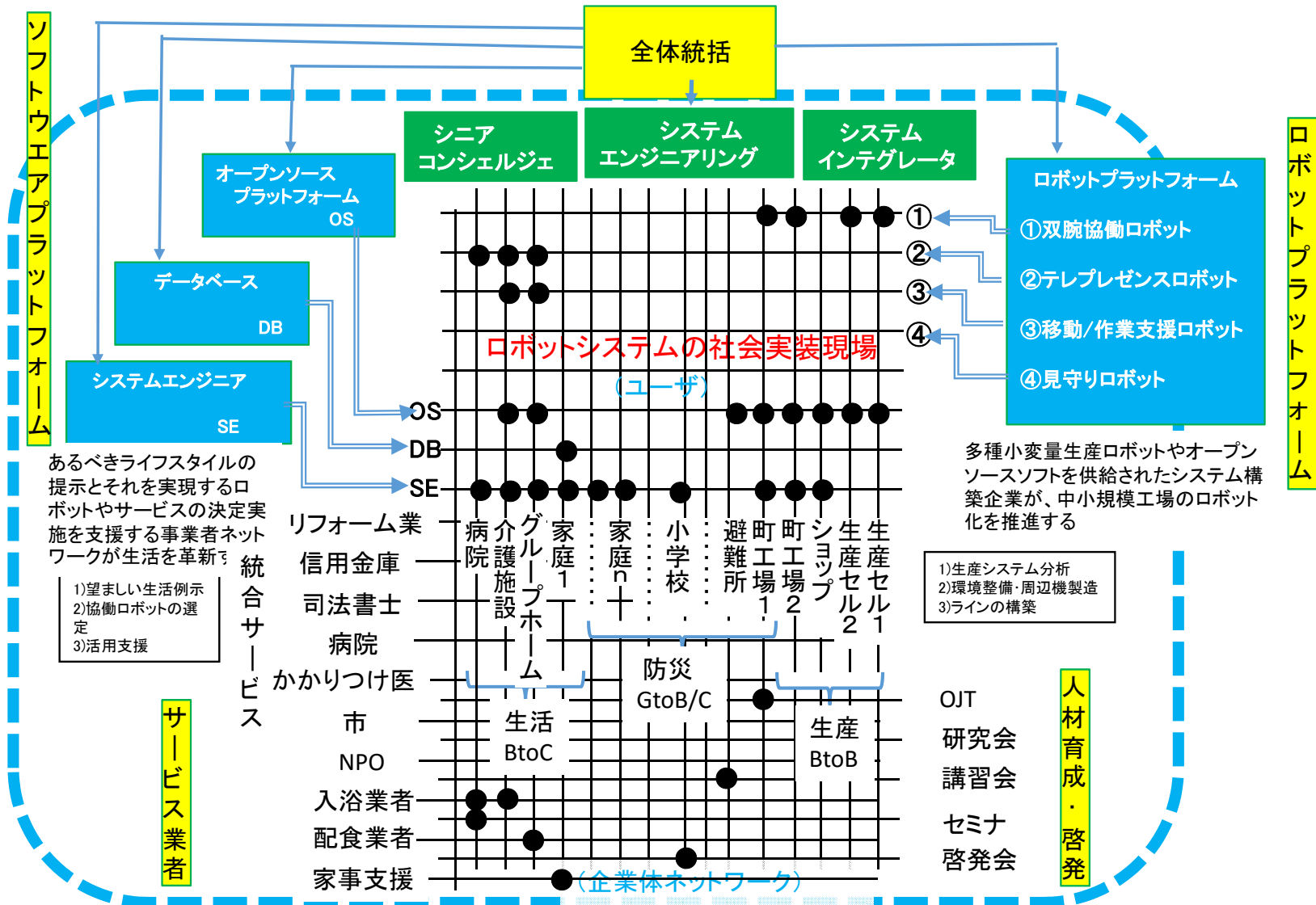
- ① 社会共創(開発時からのユーザーFB)
- ② 社会システムの再設計
- ③ アジャイル(探索的)開発
- ④ オープンイノベーション  
(RTMなど、使えるものは使う)
- ⑤ 啓発・人材育成  
(コミュニティ作り+現地NPO等との協力)

コミュニティづくり、社会づくり  
からの科学技術イノベーション

# ロボット社会実装に有効なアプローチ ～社会実装社会教育の例～



# ロボット実用化を可能にする活動の全体像



# 相模原市 の試み

## 産業用ロボット社会実装体制の構築

ソフトウェア

【ロボット導入希望事業所】  
ロボットや自動化機器を導入したい事業所  
省力化やプロセスイノベーションを狙う会社

ロボット

【システムインテグレータ】  
ロボットや治具を組合わせてロ  
ボットシステムを構築する

【ロボットメーカー】  
ロボットの研究開発、ロボットの  
提供、システムインテグレータ育成

【ソフトウェアハウス】  
自動化機器やロボットの  
ソフトウェアを構築する

【生産機器メーカー】  
自動化機器や治具の研究開発、  
自動化ノウハウの提供

サービス

【経営コンサルタント】  
ロボット導入効果の評価、  
投資効果などの見える化

市  
・  
連  
携

【技術コンサルタント】  
デバッグ、ロボット化部分、カイ  
ゼン項目、企業の生産性向上な  
どのコンサル、勉強会の実施

【金融機関】  
ロボット導入希望会社の底辺  
拡大、融資、社会浸透

【大学高専】  
ロボット技術者の育成：ロボット、  
システム、ソフトウェア、安全・操  
作などの教育

啓発

研究教育

【研究機関】  
産業用ロボット研究、データベースの蓄積とその応用

# 相模原におけるロボット人材育成

## ROBOT SEMINAR

産業用ロボットを操作する人材を増やす

---

### ●ロボット操作教育 (基礎コース)

産業用ロボットの導入をお考えの方に向けて、安全教育及び基本的な操作やプログラミングを学びます。

### ●自動化・省人化支援セミナー

自動化や省人化を進める上での知識や考え方などについて、大学やメーカーなどによる講義を行います。

### ●ロボット操作教育(実習コース) OJT

自動化システムの導入を具体的にお考えの方に向けて、センターに展示しているロボットシステムを用いて実習します。

# C編：社会実装教育の課題解決



## ～社会実装教育の課題解決～

解決法1:社会実装教育手法の共有(イントロ講座)

# 社会実装教育情報共有～イントロ講座(実施予定)～

## 第1部 科学技術イノベーションとは(背景)

### 社会、経済、産業の変化

- キャッチアップからフロントランナーへ、●グローバル化、
- サービス化

### 技術の変化

- モジュール化のインパクト、
- モジュール化を超えるイノベーション
- イノベーションの基本的理解、●イノベーション・プロセスの整理、
- モノ(技術)を活かしたサービス・イノベーションの可能性、
- Technology enablerの可能性、イノベーションの担い手

### 科学技術イノベーション教育

- 求められる人材の変化、●教育方法の変化、
- 教育機関の取り組み

# 社会実装教育情報共有～イントロ講座(実施予定)～

## 第2部 科学技術イノベーションスキル(手法、ツール)

### 準備

- 考える方法・ワーク、●考えるための態勢・チーム編成・コミュニケーション
- 文書作成(企画書、仕様書、レポート等各段階での文書作成)  
サービス・コンセプトの創造(価値創造)
- サービス・コンセプトの基本、●サービス・コンセプトの設計
- ニーズ(ターゲット)の絞り込みと組み合わせによる市場の創造)
- 社会実装モデル構築、要素の整理・統合から価値創造へ

### 開発

- 技術外交、●開発プロセス(ウォーター・フォール型からアジャイル型へ)
- モジュールの活用、開発プロセスの実際
- イテレーティブ開発のポイント、アジャイル開発を成功させるポイント

# 社会実装教育情報共有～イントロ講座(実施予定)～

## 科学技術の社会実装(社会活動実施)

- 新しい社会連携、●社会連携の実際(ステーク・ホルダーとの関係)
- ステーク・ホルダーとの関係実際と留意点(企業、事業者、地域、行政、学校)
- MOT(MOTの必要性等、MOTなどが生まれた背景)
- モチベーション(動機づけ、学生や社会連携相手のモチベーション)
- コミュニケーション(ユーザーとの協働実現コミュニケーションと声かけ)
- 安全と倫理(本質安全と機能安全、安心感、倫理委員会)

## 普及・拡散

- 社会への発信(プレゼンテーション、●知財戦略、
- 社会制度、●社会的合意形成(リスクとベネフィットのバランス)

→**社会実装工学**(科学技術で世の中を変革する学術体系)

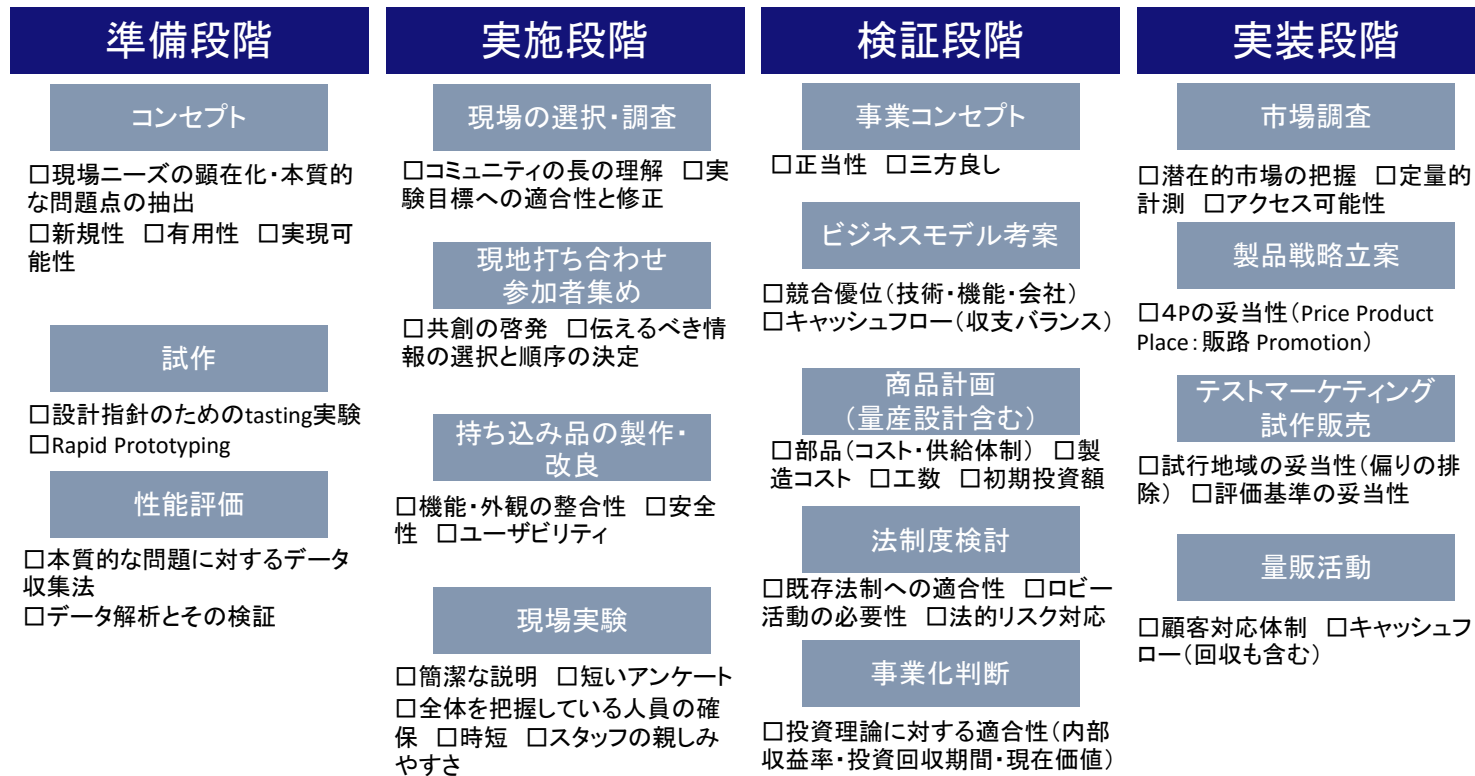
# 社会実装におけるチェック項目

(第一段階:収集データから抽出する)(第二段階:実プロジェクトにおける問題点の自動指摘)

## 社会実装工学

科学技術で社会を変革する工学  
(科学技術を社会に適用することで儲ける為の工学)

### 科学技術の社会時実装プロセス



# ～社会実装教育の課題解決～

解決法2:社会実装教教材の共創・共有

# 社会実装教育カリキュラムと教材 ～学校では、ふりかけ教材～

「シクミ」つくり←社会実装の実践・体験教育……学びの姿勢教育  
ふりかけ教材

「モノ」つくりの科目  
=モノつくりディシプリン科目



「サービス」つくりの科目  
=価値創造、人と社会の教育科目

## ふりかけ教材の例

イノベーション＝社会変革  
イノベーション≠技術革新

- イノベーション＝均衡を打ち破ること
- 技術革新だけではイノベーションは生まれない → ほかにさまざまな要素が必要
- 技術革新を伴わないイノベーションもある(3-3-3「イノベーションの種類」で確認)
- 「イノベーション 社会変革」と考えてみよう。  
☆イノベーションは複雑だ！だからインパクトがあるんだ！



均衡は停滞？

## イノベーション≠技術革新(説明)

みなさんは経済学で「市場の仕組み」を勉強したことがあると思います。市場のモデルとされる完全競争市場では、市場の参加者が、価格を目安に自由に売買を繰り返すといずれ均衡に至るとされます。そのとき、供給者の利潤、需要者の効用のいずれもが最大化され、市場全体でも資源が最適に配分されるのです。

しかし、「均衡は本当によいことなのか？」と考えた人がいました。オーストリアの経済学者、シュンペーターです。彼は、均衡が続くだけでは新しいものは生まれない、よって「均衡は停滞である」と考えたのです。そして、均衡を打ち破ることを「イノベーション」と呼びました。イノベーションは、現状に満足するのではなく、何か別のステージを目指す取り組みといえるでしょう。

### イノベーション≠技術革新

イノベーションinnovationは、当初は「新結合」や「新機軸」と和訳されてきました。技術だけでなくヒト、モノ、カネ、情報、制度等がそれまでにない関係で結ばれ、まったく新しい価値や基準が生まれるという意味です。

ふりかけ教材の例

説得のプレゼン(学術発表)と  
納得のプレゼン(提案発表)

説得目的、納得目的=心理の切り替えが必要

< 論文と企画提案書の違い >

論文(学術発表)では: 事実(論理体系と完備さ)が大事

“ コカコーラの成分は、水分X%, 糖分X%, 炭酸Y% ... ”

企画提案(社長の印鑑をもらうヒアリング)では:

キャッチ(やる気の出表)が大事

“ スカッとさわやかコカコーラ ”

- 説得するト側面(学術的主張)のコンテンツと
- 納得させる側面(コンテストに勝つ)のコンテンツの両立

# 説得のプレゼンと納得のプレゼン(説明)

## ●2種類のプレゼン

プレゼンテーションには、その目的に応じて、2種類のプレゼンがあります。一つ目は、学術講演会などで、研究成果や技術開発結果を報告する目的で実施される“説得のプレゼン(説得するプレゼン)”です。コカ・コーラの分析結果を伝える場合には、『コカ・コーラの成分は、水分が〇〇.〇%、糖分が〇〇.〇%、ミネラルが〇〇.〇% ……で、合計〇〇.〇%となります』というように、論理だって事実を伝えることが求められます。これに対して、社長や審査員などに自分のやりたいプロジェクトを認めてもらうために実施するのが、“納得のプレゼン(納得させるプレゼン)”です。コカ・コーラの販売を促進したい場合には、『スカッとさわやコカ・コーラをうりましょう』というように、論理の飛躍をとめないながらも、自分の熱意を相手に納得してもらうことが重要です。

## ●発表態度の切り替えと両者の使い分け

この二つのプレゼンは、その目的が異なります。プレゼンの目的に応じて、精神状態をきりかえて取り組むことが、求められます。社会実装教育コンテストのプレゼンでは、やった活動事実を報告しながら、なるほど素晴らしい社会実装経験をしたということをお納得してもらう必要があります。説得と納得の混合プレゼンが求められます。

～社会実装教育の課題解決～

解決法3:社会実装教育の全国展開

# パルミサーノレポート

## CRIの必要性

グローバル経済にあっては、地域(place)が一層に重要となる。技術、資本、知識が国境を越えて短期間に普及するが一国の経済繁栄の基礎はより一層に地域がベースとなる。経済成長の推進力として人材、新しいアイデアが決定的に重要となり、地域の経済条件が一層重要になる。

優秀な人材をひきつけることが出来て革新的な企業の発展を支援できる地域は繁栄する。低賃金と天然資源に依存する地域は衰退する。

この課題に対応するためには伝統的な地域経済開発モデルから決別しなければならない。先進工業国では低賃金と税制上の優遇への依存した開発モデルから質の高い熟練労働力とイノベーションに対するインセンティブによる成長モデルに転換しつつある。

全米競争力評議会では地域の経済発展をイノベーションパラダイムへと必要な転換を推進するためにCRIを設立した。

## 地域の知恵袋としての地域の大学高専が主導する ロボットイノベーション地域共創プロジェクト構想

多様な地方に広く立地し、その地域の知恵袋となることが期待されている大学や高専の強い技術と地域性とを効果的に融合した『ロボットイノベーション地域創成プロジェクト』を立ち上げることが重要。

ロボットイノベーション地域共創プロジェクトとは、ユーザとの協働によって柔軟に進める①アジャイル開発手法を積極的に取り入れ、②社会システムの再設計にも踏み込んだ研究開発が指向され、これを実現する③地域コミュニティ共創、および④オープンイノベーションの仕組みを構築するとともに、地域で活躍できる⑤人材育成・教育・啓発などに貢献する特長を備える。

地域に根差し、地域に学び、地域を活かす学校オリジナルの活動を推進することで、ロボットの社会実装を図り、そこから得られる共通知識を地域共創プロジェクトをつうじて、新しいロボットのい実装工学体系として構築することも志向する。



文部科学省 大学間連携共同教育推進事業  
SEIN発 “イノベティブ・ジャパン” プロジェクト参加高専

# オリンピック/パラリンピックにおける日本の主張

高度成長時代

1964年東京オリンピック

- ・競技の時間を正確に計測したい → 推奨時計を利用可能に  
⇒ クォーツウオッチ
- ・競技結果をその場で印刷したい → 小型印字装置を利用可能に  
⇒ プリンタ

セイコーエプロンの礎となった

結果的に、**経済大国日本**の礎となった

高度成長時代

2020年東京オリンピック

- ・“モノ”を輸出する時代から → “成熟国日本のライフスタイル”を輸出する時代へ  
⇒ “新しいライフスタイルとそのValueChain輸出”

例)



ら



の輸出へ

来訪者に科学技術による新しい生産・生活をみてもらおう  
⇒ 科学技術リビングラボトリツアーの実現