

社会システムの分解と理解で学ぶ 教育手法「ReBaLe」の提案

2019年3月23日

大阪工業大学 ロボティクス&デザイン工学部 システムデザイン工学科 井上明
株式会社富士通総研 坂倉康平, 橋本尚志



本資料について

- 本資料は、一般社団法人 情報処理学会 情報処理教育委員会 情報システム教育委員会主催による第11回情報システム教育コンテスト（ISECON2018）の本審査用資料を元に再編集されたものです。
- 本資料（井上明，坂倉康平，橋本尚志，『社会システムの分解と理解で学ぶ教育手法の提案』，ISECON2018，2019.3.23）は、[クリエイティブ・コモンズ 表示 4.0 国際 ライセンス](#)の下に提供されています。



教育プログラムの対象者と教育目標



対象者

実践的技術と新たな創造マインドの両面を持つ

「チェンジメーカー」を志す工学系学生と社会人技術者



教育目標

1. 工学系学生や社会人技術者に求められる広範囲なコンピテンシーの向上
2. アイデア創造に必要な基礎知識や技術の獲得

本実践の特徴



- 社会システムの“リバース・エンジニアリング”から基礎技術の習得と新たな課題解決を行う新たな教育メソッド
「ReBaLe(Reverse&Redesign-Based Learning:レバレ)」を提案
- 「ばらす」「わかる」「まねぶ」「創る」の4ステップで、「知識」と「社会課題解決力」を身につける

社会システムのリバース・エンジニアリングによる基礎技術の理解と習得。
「ばらす」「わかる」「まねぶ」



ReBaLe(Reverse & ReDesign based Learning : レバレ)

学習活動の進め方

本手法による学びのプロセス

I. リバースデザイン (ReverseDesign)

II. リデザイン (ReDesign)

既存の社会システム

1. 「ばらす」
実社会で動いている仕組みを分解する

2. 「わかる」
仕組みを構成する要素技術を知る

3. 「まねぶ」
要素技術で再現・プロトタイプング・検証。「まねて・まねぶ」

4. 「創る」
学んだ要素技術で、社会の他の課題を解決するアイデア・仕組みを創り出す

新たな社会システムの創造

学習者の行動

周囲の仕組みへの
関心・興味

既存の仕組みへのリバースエンジニアリング的なアプローチにより、社会システムの**原理・技術等への基礎理解**、**教科書に依らない知識の吸収**

プロトタイプングによる動作検証・知識定着と仕組みへの深い理解

実社会の問題・生活**課題の発見**、**創造的な解決策の仮説立案**、**プロトタイプによるアイデア表現・検証**

社会を変えようとする**知識と姿勢**

期待される成果

チェンジメーカー
の育成

工学技術や新たなアイデア創造の知識と、創造的な課題解決的思考・態度を獲得した人材(キーコンピテンシーの獲得)



課題解決のための基礎知・専門知識の獲得

理論に基づいた知識とスキルを獲得し、社会課題の解決に知識を活用できる



基礎知識の理解と習得 (本質的な課題発見プロセスの習得)

サー サービスジャーニーマップで「ばらす」

要素マンガラで「わかる」

簡単IoTセンサ・アクチュエータで「まねぶ」

MESH等

プロトタイプングで仕組みを再現

【例】セルフレジの「商品認識」「数量カウント」の仕組みを分解

知識の活用と応用

応用

SDGs「持続可能な水資源管理」
⇒身近な節水問題の解決策「水の認識」「水利用量の計量」の仕組みを提案



技術と創造マインドを持った次世代エンジニアの育成が求められている

「共通基盤技術・要素技術を深く理解するとともに、技術の変化に対しても基盤技術に基づき、分野内、分野間で新たな展開ができる人材」

(文部科学省, 大学における工学系教育の在り方に関する検討委員会, 2017)



PBLが抱える「基礎知識の無さ」による学習活動への影響を改善したい

- 基礎知識が不足しているために、「何から手をつけていいか」が分からない
- 「今知っていること」だけでアウトプットを出そうとするために、思ったような成果が出ない

ReBaLe(レバレ)の実践

- ◆工学部ロボット工学科2018年度前期選択授業「ロボット工学実験Ⅲ」のテーマ「IoTシステムの提案と構築」を選択した3年生12名(3名x4チーム)
- ◆100分授業 x 2コマ連続 (週1回x14週)

実践対象とした授業スケジュール

授業内容：IoTをテーマに本手法を使い新たなシステム提案を行う。

【1週目, 2週目】**「ばらす」** 現在社会で活用されているサービスや製品の仕組みを分解

【3週目, 4週目】**「わかる」** サービスやシステムがどのような仕組みで構成されているのかの理解

【5週目, 6週目】**「まねぶ」** 簡易的なIoTツールを使ってのプロトタイピング

【7週目】**「中間発表」** 「まねぶ」の成果発表

【8週目～12週目】**「創る」** 「ばらす」「わかる」「まねぶ」で獲得した知識や考え方をを使って新たな社会課題解決を提案

【13週目,14週目】**「最終発表」** (「創る」の成果発表とこれまでのまとめ)



「ばらす」と「わかる」



IoTツールで「まねぶ」



中間発表



新たな製品・サービスを「創る」



最終発表

Step1 「ばらす」

1.ばらす

2.わかる

3.まねぶ

4.創る

「サービス・ジャーニーマップ」と「要素マンダラ」を用いて、既存の社会システムや製品・サービスの技術・機能を要素分解する。ターゲットは自分たちが興味のある社会システム

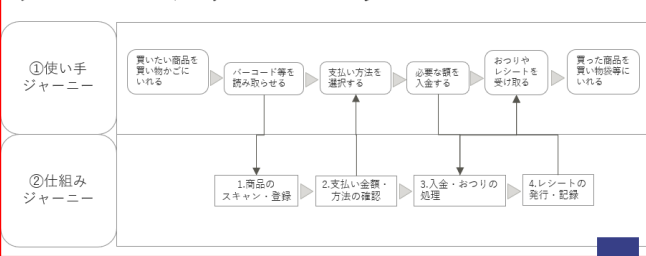
学生の取組

セルフレジ



学生が自分の身の回りに存在するシステムや製品・サービスを探索する。その中から、興味のある仕組みを選択する。

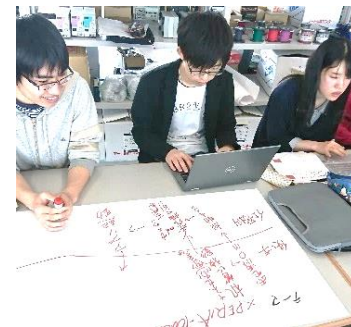
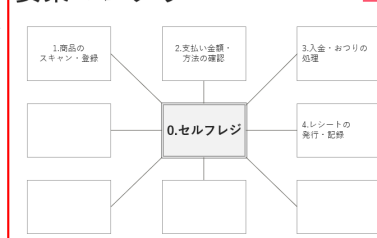
サービス・ジャーニーマップ



ユーザー（人）とシステムに注目し、システムの利用行動を分解する

利用行動を理解した上で仕組みを成り立たせている技術・機能の要素を分解する

要素マンダラ



Step2 「わかる」

1.ばらす

2.わかる

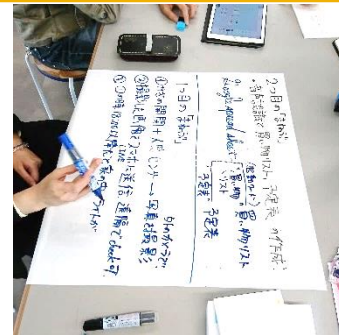
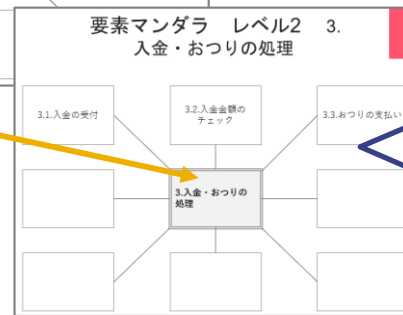
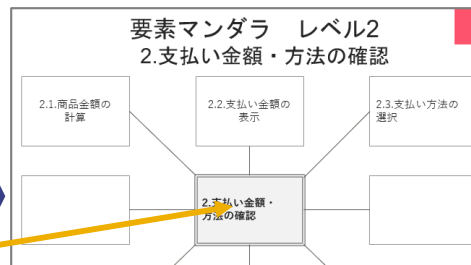
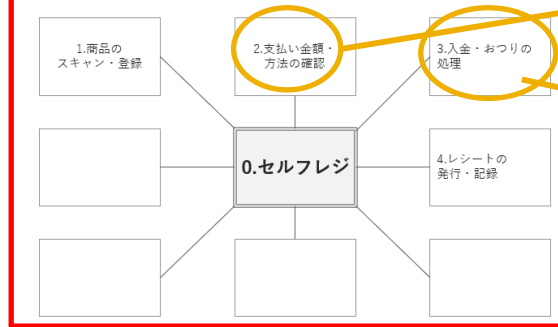
3.まねぶ

4.創る

「ばらす」で明らかにした機能をより詳細に分解.製品やサービスを構成している機能や仕組みを理解することで技術要素の基礎知識を得る

Step1. ばらす

要素マンダラ



「ばらす」で理解した機能をさらに詳細に分解し仕組みを構成する技術要素の基礎知識を得る

Step3 「まねぶ」

1.ばらす

2.わかる

3.まねぶ

4.創る

いくつかの機能についてIoTセンサなどを使って再現する.その活動を通じてテクノロジーを活用する力を獲得する

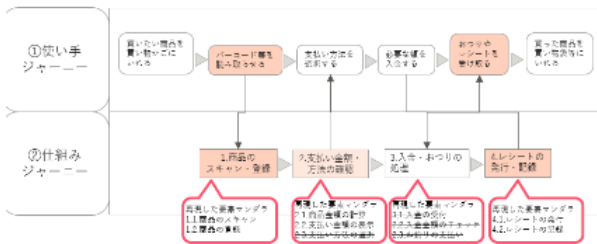
Step2. わかる

いくつか機能を選び,IoTセンサ等を使って仕組みを再現する

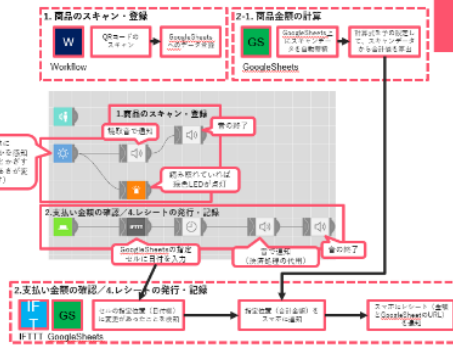
再現したセルフレジ

セルフレジの仕組みをMESH等を使って再現してみた

- ほぼすべての業務機能をMESH等を使って再現したものの一部の業務機能をMESH等を使って再現したもの
- MESH等を使って再現できなかったもの



MESHセルフレジの仕組み



Step4 「創る」

1.ばらす

2.わかる

3.まねぶ

4.創る

獲得した技術や知識，新たな着眼点からテクノロジーを活用した社会課題解決を提案し、プロトタイプを制作するターゲットとするテーマはSDGs(持続可能な開発目標)から選択

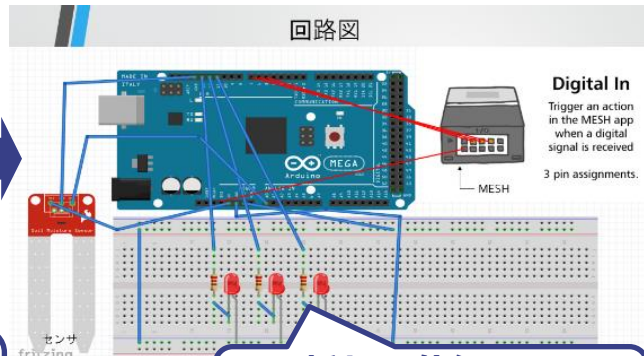
～Step3. まねぶ

「ばらす」「わかる」「まねぶ」で
技術・知識・仕組みへの理解を獲得

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS
世界を変えるための17の目標



周囲の社会問題やSDGs等の社会課題を見つけて技術・知識を他の課題解決へ応用する



新たな仕組みの
プロトタイプを制作

効果1. アイデア創造に必要な基礎知識や技術を獲得

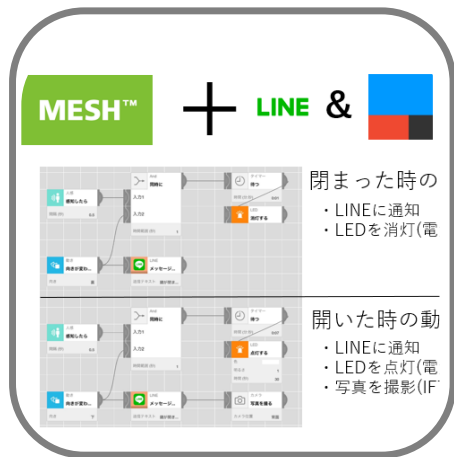
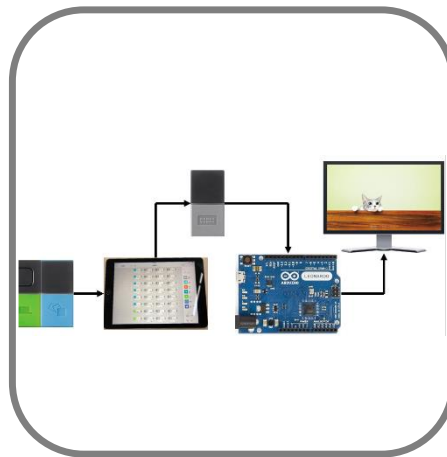
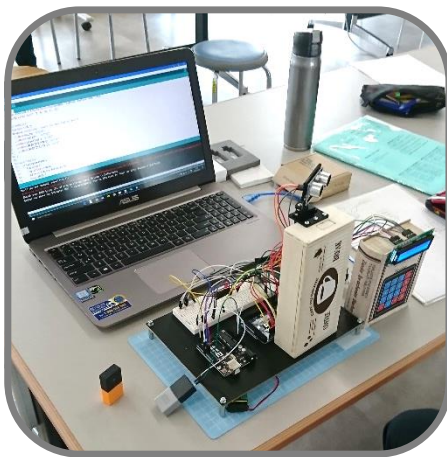
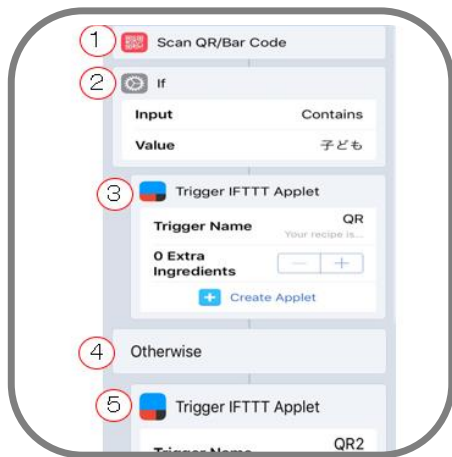
	「ばらす」「わかる」のターゲット	「まねぶ」で再現した仕組み	学習したハードウェア技術	学習したソフトウェア技術
チーム1	スマートホームの仕組み	「子どもを模したQRコード」「不審者を模したQRコード」を認識・判断しメールで通知	MESH人感センサ, LEDタグ, スマートフォンQRコード読み取り	IFTTT, Workflow, G-Mailを使ったマッシュアップ
チーム2	ナンバーロックシステムの仕組み	1. 人がモニタに近づくるとLEDが点滅 2. テンキーで暗証番号を入力し正誤判定 3. ナンバーロックシステム利用履歴の記録と送信	MESH人感センサ, LEDタグ, Arduino	IFTTT, Googleスプレッドシート, LINEを使ったマッシュアップ Arduinoスケッチプログラミング
チーム3	タッチディスプレイの仕組み	指の動きを感知しパソコン上のソフトウェアを操作	MESH傾きセンサ, ボタンセンサ, Arduino	Arduinoスケッチプログラミング
チーム4	スマートホームの仕組み	1. 音声認識で天気・当日予定の確認 2. 音声認識で買い物リストへ登録 3. 子どもの帰宅確認・撮影・通知, 照明自動点灯	MESH 人感センサ, 傾きセンサ, LEDタグ	Google assistant, Google スプレッドシート, IFTTT, OpenWeatherMAP API, LINEを使ったマッシュアップ

技術の活用方法の理解に加え、各種ICT技術を「使いこなす」ための実践力を獲得

予定していたMESHとIFTTTだけでなく、学生が自主的にArduinoや各種WebAPIを自学自習→活発な能動的学び

「まねぶ」で再現した成果物

新たな知識や技術を自ら進んで獲得する力が見られた



1. Workflowを使ってスマホQRコード読み込み作業を自動化.
2. MESHで検知した動きをIFTTT経由でメール通知

MESHとArduinoを組み合わせセキュリティシステムを再現. さらにIFTTT経由でLINEにメッセージ送信

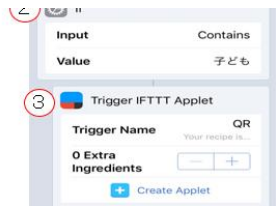
センサの動きを読み取り, Arduinoよりパソコンの画面操作をおこなう

動きセンサの動作に応じた内容をLINEへ自動メッセージ送信

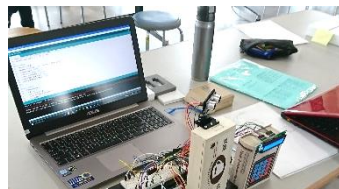
「まねぶ」の知識を「創る」へ

「まねぶ」で理解した情報技術を社会課題解決に応用する力の獲得

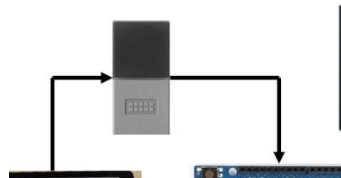
「まねぶ」を応用し「創る」



QRコードを使った対象物認識と処理



Arduino+MESH+Webサービスを使ったIoT



サービスジャーニーマップや要素マンダラを使ったシステム構築



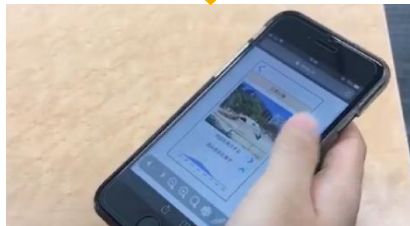
スマホ+ MESH+IFTTT+Workflowを使った処理の自動化



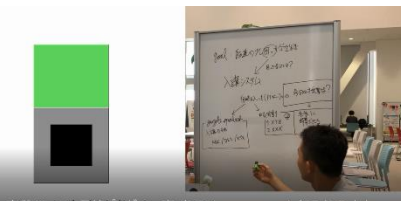
自転車防犯システム
「住み続けられるまちづくり」



自動節水システム
「安全な水とトイレを世界中に」



公園へのアクセスをより安全にするアプリ
「公共スペースへの普遍的アクセス」



大学での学習支援システム
「質の高い教育をみんなに」

効果2.広範囲なコンピテンシー向上

OECD「DeSeCo」基準のキーコンピテンシーの評価

1. DeSeCoの基準に本実践での活動自己評価用ルーブリックを作成
 - ➡ 「言語・シンボル・テキストを活用する能力」「知識や情報を活用する能力」「テクノロジーを活用する能力」「協調する能力」「大局的に行動する能力」について評価
2. 授業前後での受講生に対するコンピテンシー自己評価を実施

活動自己評価用ルーブリック

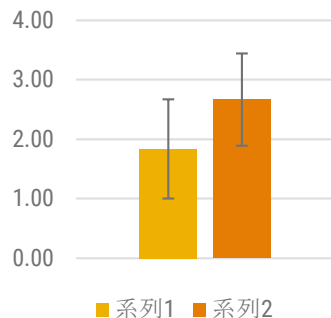
評価軸		評価標準	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
社会・文化・技術的ツールを相互作用的に活用する能力	言語、シンボル、テキストを活用する能力	<ul style="list-style-type: none"> ワークや発表、レポート作成の際に、伝えたいことを組み立て、論理的に表現できる 数値、図表等の数量情報を解釈・表現できる 	人に自分の考えを伝えるときに、話の筋道を立てることや数字・図絵等使うことを意識せず、思いつきで話している	人に自分の考えを説明する時に、ある程度筋道を立てたり、数字や図絵を使うが、相手が理解するには十分とは言えない	筋道立てて説明したり、言葉・数字・図絵等を使って人に分かりやすく伝えることができる	分かりやすく伝えるために、相手に合わせて説明の仕方を変えたり、その場の判断で、言葉・数字・図絵等を使い分けて伝えることができる
	知識や情報を活用する能力	<ul style="list-style-type: none"> 新たなことの知識・情報を自ら進んで収集することができる 自分の持っている知識や調べた情報等を組み合わせて、新しいアイデアを企画できる 	与えられた情報だけを使い、自ら情報を収集したり、自分からアイデアを考えようとしないうとしない。	自ら知識や情報を集めることはするが、あまり適切でない情報であることが多い。知識はある程度有しているが、それを組み合わせたり、新しいアイデアを発展させることができない	自ら進んで知識や情報を集めて、それらを組み合わせて新しいアイデアを企画できる	必要な知識・情報を臨機応変に判断しながら積極的に情報収集し、それらを組み合わせて新しいアイデアを企画できる
	テクノロジーを活用する能力	<ul style="list-style-type: none"> テクノロジー（各種センサ、MESH、ソフトウェア等）を、課題解決のためのツールとして活用できる 世の中にある様々なソフトウェアやサービスを積極的に活用できる 	テクノロジーの利用について、それらの特徴を理解できていないか、単に思いつきで作業をしている。	テクノロジーのために技術の活用範囲が限られる	テクノロジーの活用範囲が限られる	
多様な集団における人間関係形成能力	協調する能力	<ul style="list-style-type: none"> チーム全体の状況や自分の役割を理解し、お互いに助け合うことができる 	個人作業にとどまり、チーム全体の目標・ゴールに対して、他のメンバーと協力することができない	チーム全体の目標・ゴールに対して、他のメンバーと協力しながら達成に向けて努力できる	チーム全体の目標・ゴールに対して、積極的に他のメンバーとの協力に応じることができる	チーム全体の目標・ゴールに対して、自ら貢献するとともに、全体の状況を見ながら他のメンバーをフォローできる
自律的に行動する能力	大局的に行動する能力	<ul style="list-style-type: none"> 身の回りの社会と自分との関わりを理解し、自ら問題や課題を見つけることができる 社会的課題に対して、自らの知識を活用して、解決方法を具体化できる 	身の回りにおける社会的課題に興味を示すことがない	身の回りにおける社会的課題を考え、自分とのかかわりを意識できる	身の回りにおける社会的課題の原因や解決策を考え、自らの知識や経験を活用して解決策を考えることができる	身の回りにおける社会的課題の原因や解決策を考え、積極的に課題を解決するための行動ができる

自分自身の活動と成果を他者の視点になって客観的に評価する
(メタ認知的学習評価)

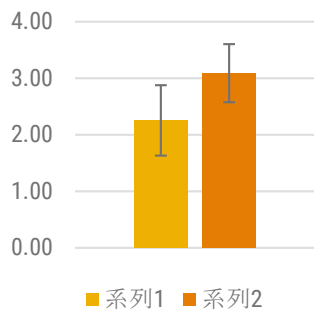


4つのコンピテンシーが向上

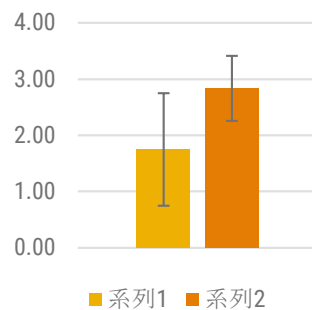
言語、シンボル、テキストを活用する能力



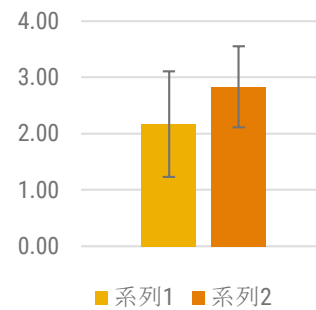
知識や情報を活用する能力



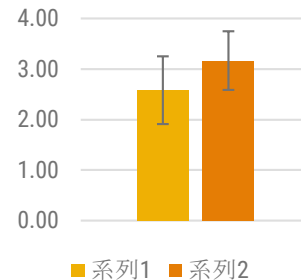
テクノロジーを活用する能力



大局的に行動する能力



協調する能力



授業前後でのコンピテンシー評価の結果

「言語,シンボル,テキストを活用する能力」 ($p=0.008$), 「知識や情報を活用する能力」 ($p=0.015$), 「テクノロジーを活用する能力」 ($p=0.010$), 「大局的に行動する能力」 ($p=0.046$), の4項目について授業前後で有意差が見られた。一方, 「協調する能力」 については有意差は見られなかった ($p=0.053$)。

得られた知見

- 第4次産業革命や超スマート社会Society5.0が到来している社会では、テクノロジー単体を学ぶのではなく「社会と技術」をセットに学ぶ
 - 今の社会を作っている社会システムを「ばらす」「わかる」で「社会とテクノロジー」への興味関心が向上する
 - 「まねぶ」で幅広い基礎知識を獲得
 - 「創る」で社会との連携を考える
- これからの技術者には、技術+姿勢（マインド）が必要
 - 姿勢を育てる評価基準としてキー・コンピテンシーに基づく学びの評価
- 一見自由な学びと思われがちなアクティブ・ラーニングにこそ「**基礎知識**」と「**体系的な学びのメソッド**」が必要である

関連するJ07-SLUと本手法での活動

活動全体を通じて幅広いラーニングユニットに関わる

チームで活動

LU#1313 対人関係の構築
LU#0403 グループダイナミクス

「創る」

LU#1308 専門領域の IS への応用能力
LU#1120 社会生活で利用されるネットワーク技術
LU#0116 IS 社会と倫理
LU#1312 視点の多様化
LU#1302 人間社会への理解
LU#0135 IS 技術の発展



「ばらす」

LU#1304 情報システムのリテラシ
LU#0463 IT の最新動向
LU#404 問題構造

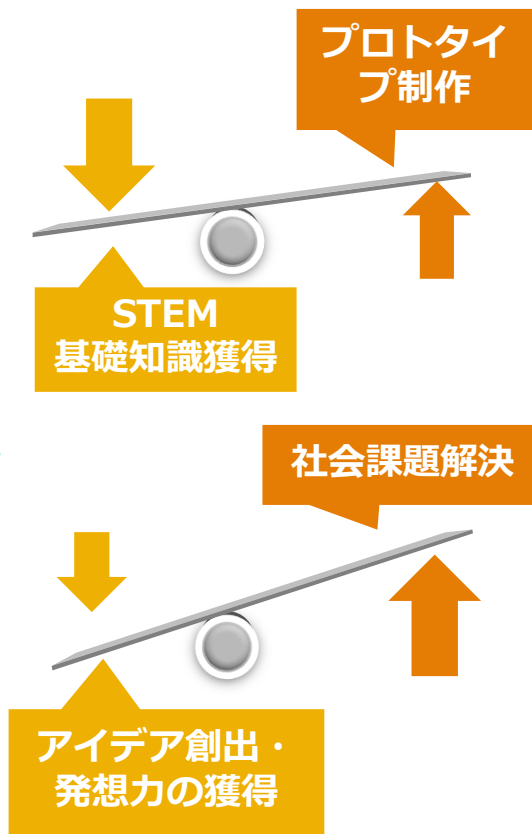
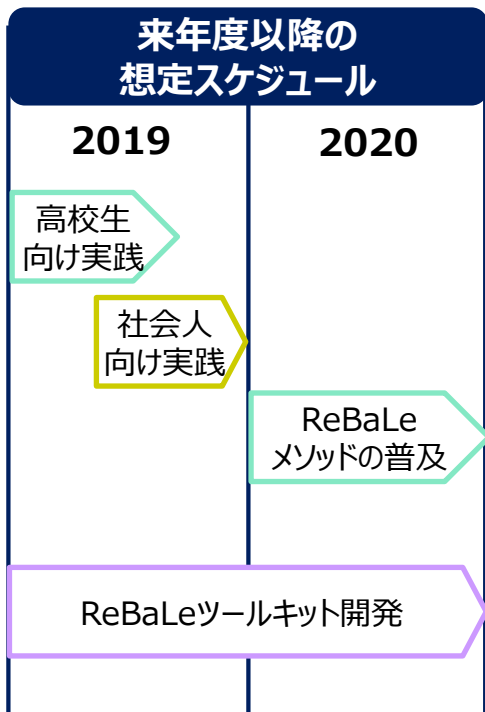
「わかる」

LU#0101 情報システム理論
LU#0702 組織と情報システム
LU#0400 情報システムと社会
LU#1004情報技術と社会

「まねぶ」

LU#0145 ラピッドプロトタイピング
LU#0103 IS 開発と管理

今後の取り組み



■ 工学系人材だけでない幅広い展開

- 文系学生：テクノロジーと社会課題を学ぶ
- 小中学生：STEM教育向けReBaLe
- 高校生：高校生向けReBaLeを実践予定(高校生120名対象)
- 社会人：「社会実装」をメインとした社会人技術者向けReBaLeの開発

■ ReBaLeの実践支援ツールの開発

- 「ReBaLeツールキット」の開発
- 「ばらす」「わかる」で使える論理的思考支援アプリの開発

まとめ

- 「ばらす」「わかる」「まねぶ」「創る」の学びのフレームワークから基礎知識と社会課題解決力を育成する教育メソッド「ReBaLe」を提案
- 実際に工学系学生を対象としたReBaLeを実践し、技術の専門性のみならず、技術に立脚した社会を変革するための姿勢や態度であるコンピテンシーの向上を確認
- 今後はReBaLeの対象を広げ、学びの体系化と教育効果のさらなる検証を実施する

1. 「ばらす」

実社会で動いている
仕組みを分解する

2. 「わかる」

仕組みを構成する
要素技術を知る

3. 「まねぶ」

要素技術で
再現・プロトタイピング・
検証。「まねて・まなぶ」

4. 「創る」

学んだ要素技術で、
社会の他の課題を解決する
アイデア・仕組みを創り出す