

# これからの情報技術者に必要なスキルはAI&IoTか？ ビジネスデザインか？ - enPiT-Pro スマートエスイーの成果と展望より -

■ 代表機関：学校法人早稲田大学

■ 共同申請 (13校)

茨城大学 / 群馬大学 / 東京学芸大学 / 東京工業大学 / 大阪大学 / 九州大学 / 北陸先端科学技術大学院大学 / 奈良先端科学技術大学院大学 / 工学院大学 / 東京工科大学 / 東洋大学 / 鶴見大学 / 情報・システム研究機構(国立情報学研究所)

■ 連携機関 (21組織、会員5000社超)

日本電気株式会社 / 富士通株式会社 / 株式会社日立製作所 / 株式会社東芝 / 株式会社いい生活 / ヤフー株式会社 / モバイルコンピューティング推進コンソーシアム (MCPC) / 一般社団法人次世代センサ協議会 (SENSOR) / 一般社団法人日本IT団体連盟 (ITrenmei) / 一般社団法人IT検証産業協会 (IVIA) / 一般社団法人コンピュータソフトウェア協会 (CSAJ) / 一般社団法人組込みシステム技術協会 (JASA) / 一般社団法人電子情報技術産業協会 (JEITA) / 特定非営利活動法人全脳アーキテクチャ・イニシアティブ (WBAI) / 一般社団法人新経済連盟 (JANE) / 先端IT活用推進コンソーシアム (AITC) / 一般社団法人日本オープンオンライン教育推進協議会(JMOOC) / 株式会社デンソー / 株式会社ハレックス / 株式会社情報医療 / 株式会社システム情報

■ 協力機関 (2組織)

立命館大学 / The BigClouT Project (EU, NICT)

**早稲田大学**

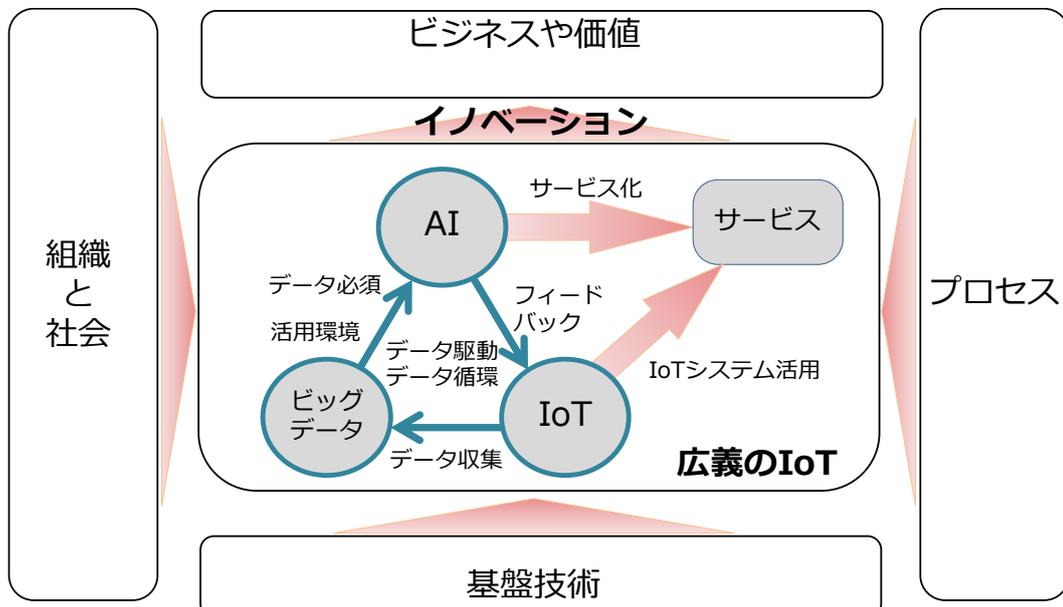
**理工学術院総合研究所 最先端ICT基盤研究所  
基幹理工学研究科 情報理工・情報通信専攻**

**鷲崎 弘宜(事業責任者)**

<http://smartse.jp>

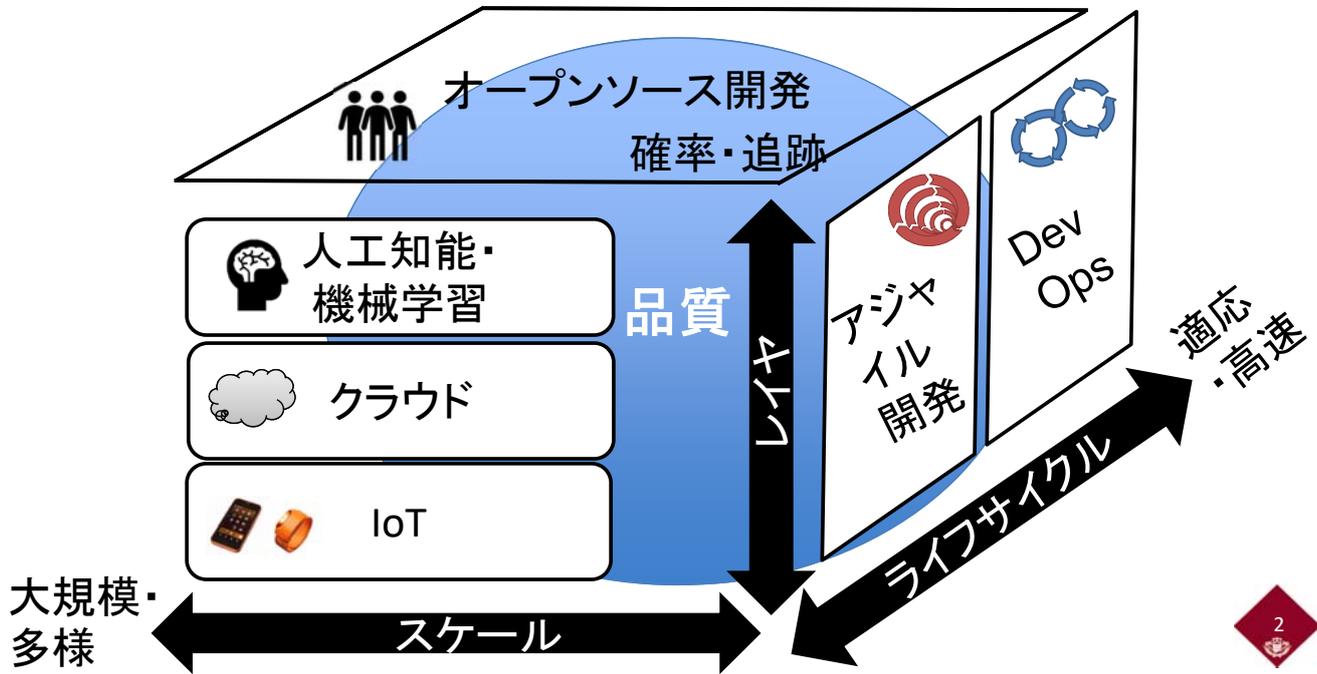
## enPiT-Proスマートエスイーの全体像

必要な視点	領域を超えた循環と総合的アプローチ	ビジネス・価値との繋がり	目標や状況に対応可能な体系と学びやすさ
スマートエスイーによる解決	フルスタック体系 共通例題&IoT/クラウド	ビジネス・デザイン思考 PBL&修了制作	柔軟な組み合わせ & オンライン配信

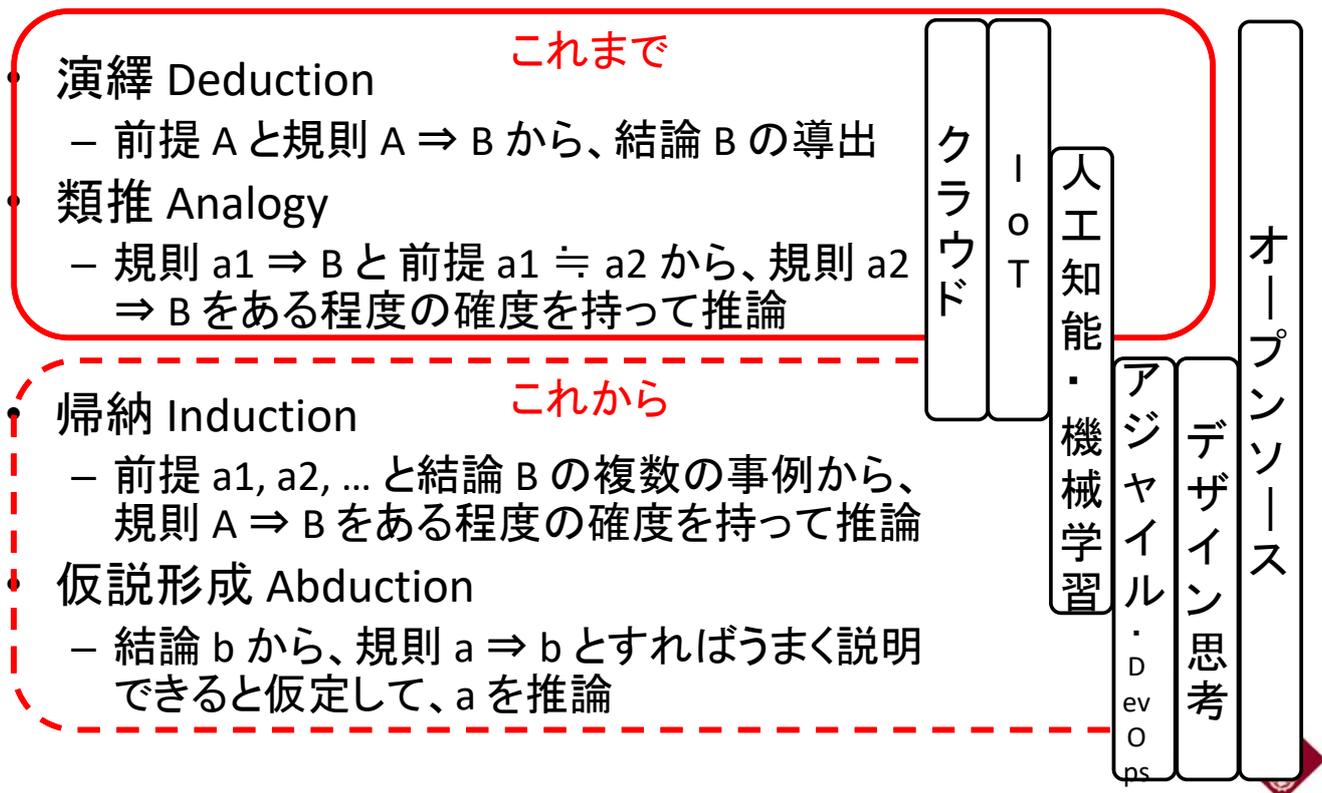


# 超スマート社会時代の課題と技術

- レイヤ: 不確実性・開放性、追跡性
- スケール: 大規模、複雑・多様
- ライフサイクル: 変化への適応、早さ



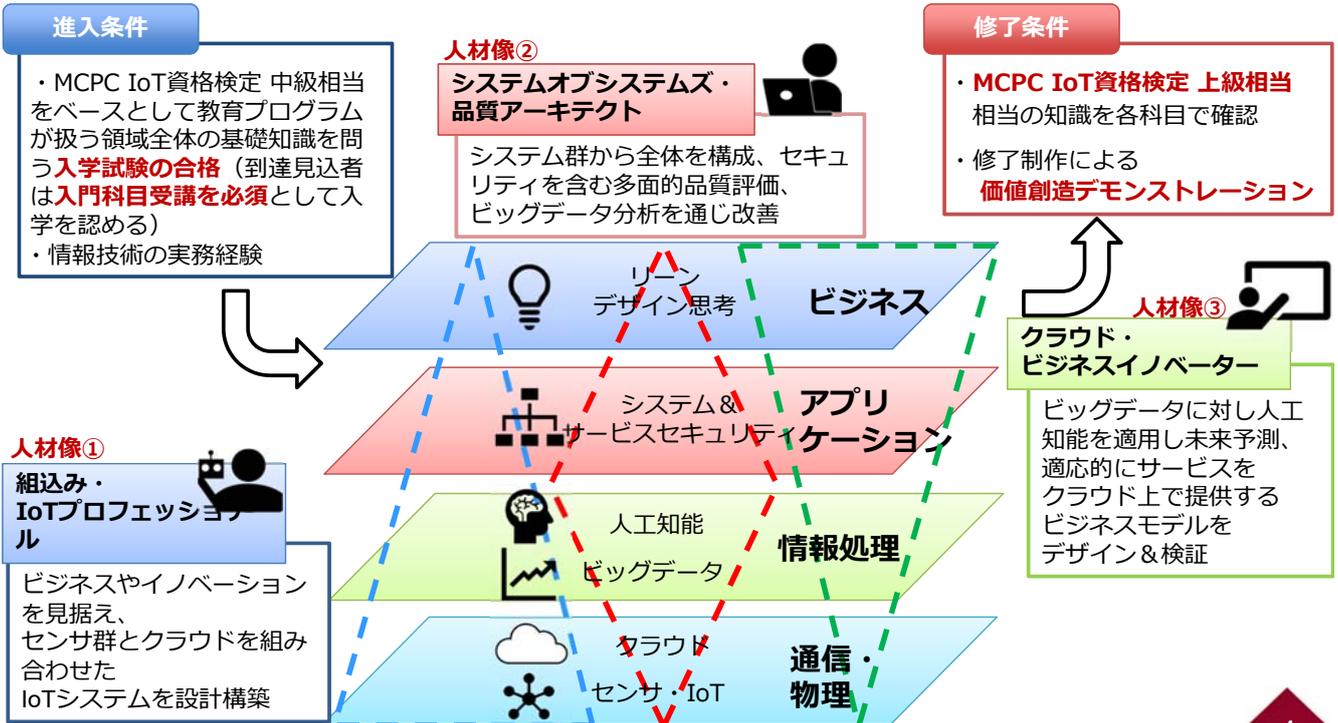
## 論理的推論



# 目標: スマートシステム&サービス提供を通じた価値創造をリードする人材

スマートシステム&サービス = ニーズに応じきめ細やかに必要なもの・サービスを適応・効率的に提供する仕組み

フルスタック+ 専門性

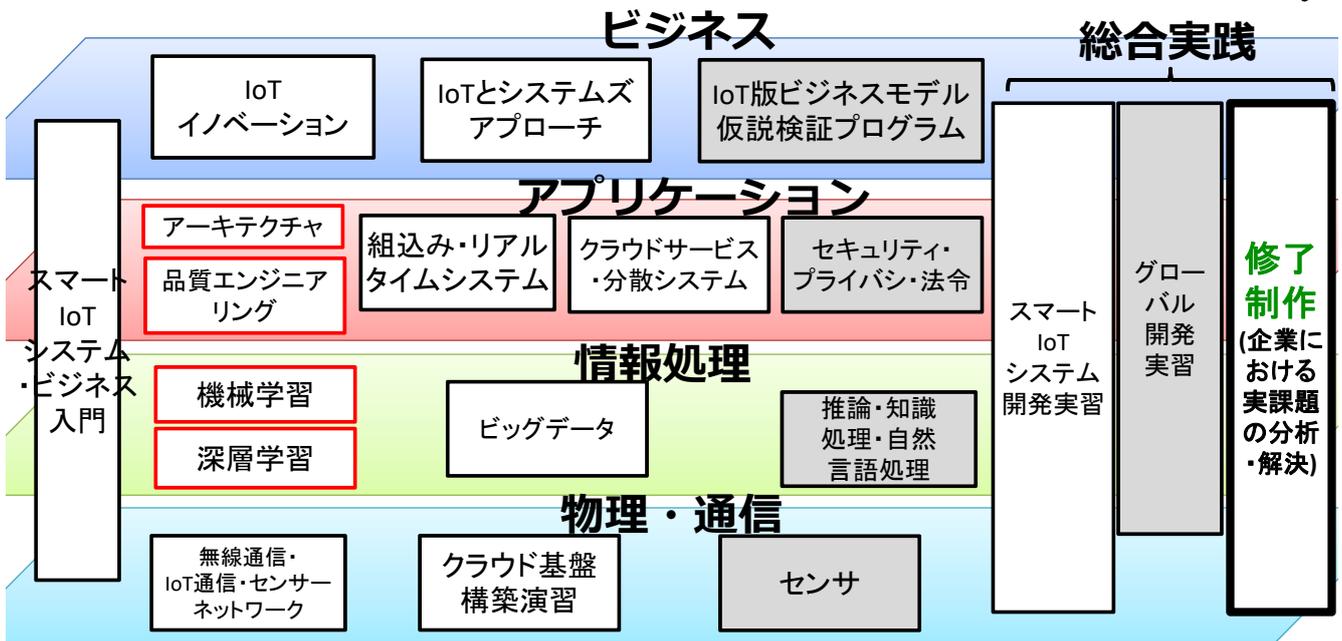


## 教育プログラム全体

エントリ  
(入門)

スタンダード  
(専門知識)

アドバンスト  
(応用力)

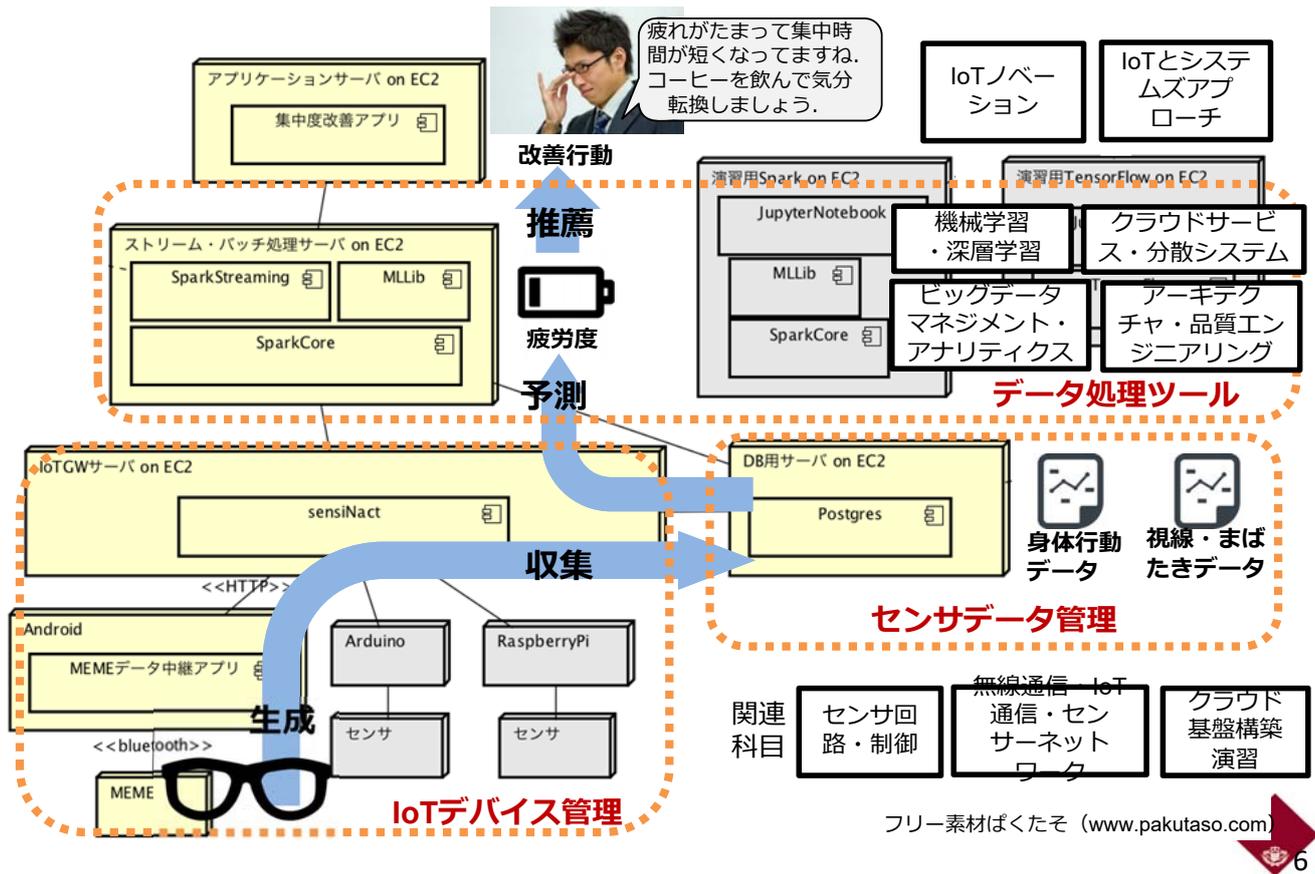


2019年度拡張

2019年度開講



# IoTヘルスケア共通例題と科目組み合わせ例



## 学びやすさの工夫とスケジュール

### 修了要件

10科目120時間 50万円(税抜)

### 履修しやすさ

- 利便性の高い立地コレド日本橋
- 平日夜 & 土曜日開講
- **座学部分をオンライン提供**
- 各科目を12時間、**入門を含む多数科目**

### 修了後のニーズに応じた動機づけ

- **大規模大学ネットワークを活用**制作から大学接続や共同研究へ
- **iCD/ITSS+参照、演習中心**
- **IoTシステム技術検定 上級合格を目指す**

コンピテンシディクショナリ・スキル分類	K1	K2
(戦略) 市場機会の評価と選定	+	+
(戦略) マーケティング		
(戦略) 製品・サービス戦略	+	++

### 受講スケジュール (4月～9月)



**職業実践力育成プログラム(BP)認定**

**教育訓練給付金対象講座 認定**

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
科目外	オリエンテーション						オリエンテーション		H33年から年度内2回実施予定			
エントリー	入門						入門					
スタンダード		科目実施						科目実施				
アドバンス			実習					実習				
				修了制作					修了制作			



# 2018年度 教育成果

## 正規受講: 30名 定員

20代から50代まで幅広い層、ITサービス、SI、組込み、発注側など

## 受講生アンケート評価(中間集計)

8割近くが総合満足、9割近くが必要な知識・先端知識獲得と自己評価  
約半数が今後の共同研究や修士・博士進学を検討

## 周知・メディア展開

未来投資戦略2018年6月、毎日新聞2018年5月25日ほか報道多数

## JMOOC/gacco オンライン配信受講登録 <http://gacco.org> 約2万名

座学部分を一部提供



## 指導体制

全体統括・コーディネーション  
運用とりまとめ・プログラム改訂



鷲崎弘宜



本位田真一

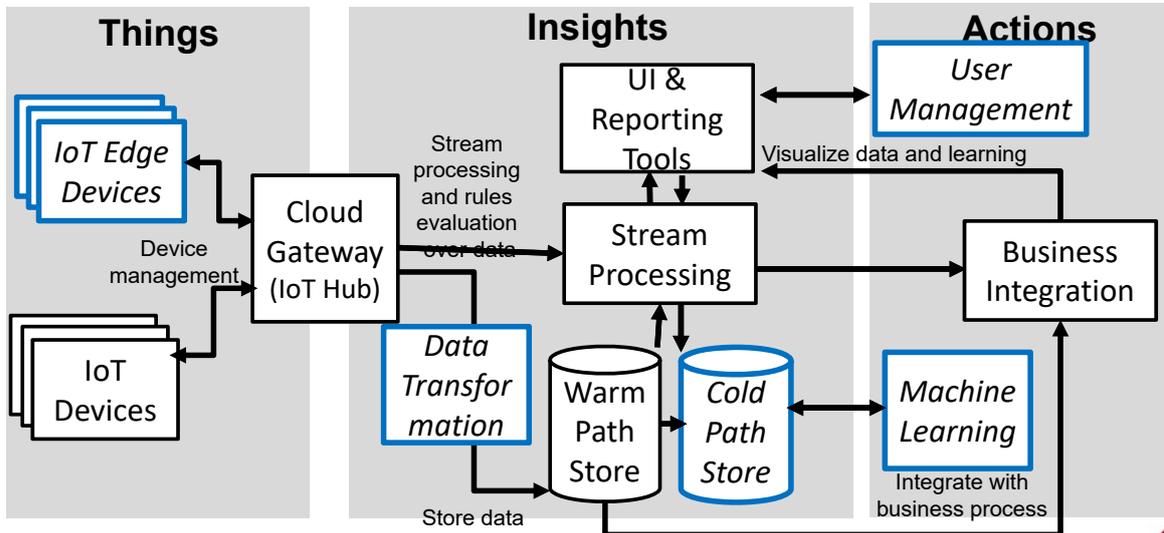


深澤良彰

領域	領域リーダー	科目名	代表校・分担校	連携組織ほか
総合実践	吉岡信和 国立情報学研究所	スマートIoTシステム開発実習	鄭(早大)	土肥(レベルファイブ)
		グローバル開発実習	鷲崎(早大)ほか	
		修了制作	吉岡(NII)ほか	モバイルコンピューティング推進コンソーシアムほか
ビジネス	内平直志 北陸先端科学技術大学院大学	スマートIoTシステム・ビジネス入門	鄭(早大), 鷲崎(早大)	モバイルコンピューティング推進コンソーシアム
		IoT版ビジネスモデル仮説検証プログラム	堤, 飯野(早大)	
		IoTイノベーション	内平(JAIST), 位野木(工学院大)	
		IoTとシステムズアプローチ	新谷, 鷲崎(早大)	高井(チェンジビジョン), 安藤
アプリケーション	鄭顕志 早稲田大学	アーキテクチャ	鄭(早大)	久保秋(チェンジビジョン)
		品質エンジニアリング	本田(早大)	早水(フォーマルテック)
		セキュリティ・プライバシー・法令	森, 内田(早大)	松崎(三菱総研), 竹之内(NEC), 井口(Kii)
		組込み・リアルタイムシステム	戸川, 中島(早大)	エンベックスエデュケーション/JASA
		クラウドサービス・分散システム	高橋(茨城大)	中島(レッドハット), 佐々木(楽天)
情報処理	上田和紀 早稲田大学	ビッグデータマネジメント・アナリティクス	山名, 清水(早大)	星井(ヤフー), 山川, 大木(オラクル)
		推論・知識処理・自然言語処理	上田, 菅原, 林(早大)	清水(ヤフー)
		機械学習	小川, 坂本(早大)	清(電通大)
		深層学習	エドガー(早大)	中井(グーグル), 山口(サイバーエージェント)
物理・通信	山名早人 早稲田大学	クラウド基盤構築実習	横山(群馬大)	中島(レッドハット), 佐々木(楽天)
		無線通信・IoT通信・センサーネットワーク	甲藤, 金井(早大)	モバイルコンピューティング推進コンソーシアム

# IoT/AI時代のアーキテクチャの重要性

- システムの基本的な概念や性質 [ISO/IEC/IEEE 42010]
  - 構成要素、要素間の関係、設計・進化の原則から成る
  - 効果:理解、再利用、構築、進化、分析、管理 [Garlan14]
- IoTシステムにおける必要性
  - 大規模化／複雑化に伴い、途中で変更することが困難
  - 非機能要求(信頼性／性能／拡張性などの向上)の増大
  - 多種多様な技術、環境、サービスの組み合わせの意思決定

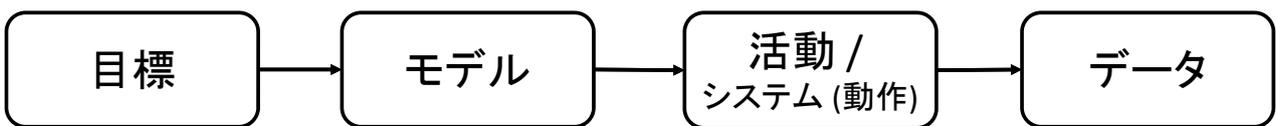


Microsoft, Azure IoT Reference Architecture, <https://aka.ms/iotrefarchitecture>  
 鄭顕志, "アーキテクチャ・品質エンジニアリング", スマートエスイー, 2018

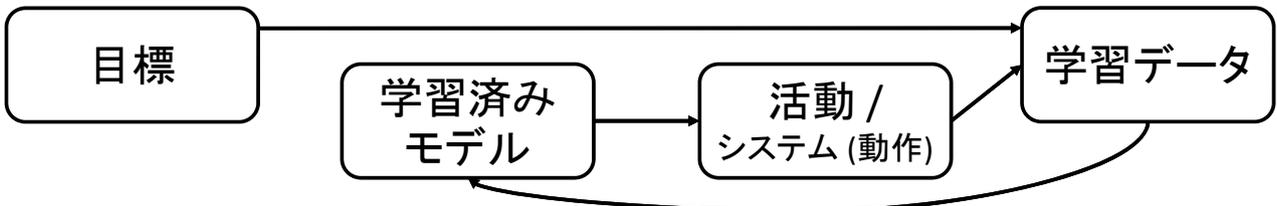


## 機械学習によるパラダイム転換と品質エンジニアリング

従来のエンジニアリング: 演繹的(モデルが最初に与えられる)



機械学習ベース: 帰納的(モデル・アルゴリズムがデータで決まる)



組み入れ正しさ 品質保証全体	性能、頑健さ、 解釈・説明性	合目的性、 想定外対応	ミス・偏りの 無さ、網羅性
アーキテクチャ 段階的設計・検証 機械「教育」	モデルテスト 複数モデル 感度分析・逆追跡	モニタリング 失敗対策 上位目標	データテスト メタモルフィック テスト

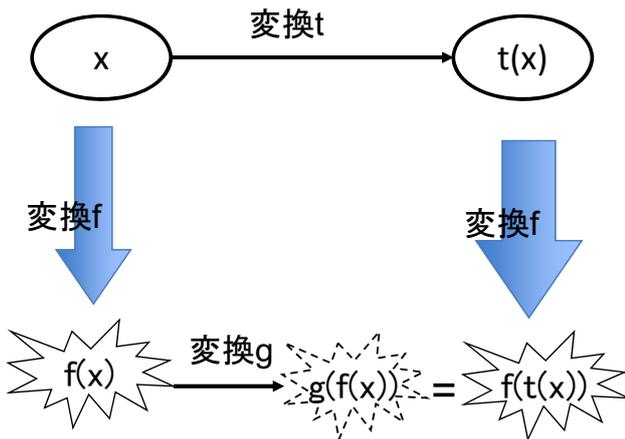
参考: 丸山 宏, 機械学習工学に向けて, JST機械学習型システム開発へのパラダイム転換, 2017  
 E. Breck et al., The ML Test Score: A Rubric for ML Production Readiness and Technical Debt Reduction, IEEE Big Data 2017  
 内平 直志, 「人工知能とソフトウェア工学・品質管理」, 第33年度ソフトウェア品質管理研究会第7回特別講義, 2017



# メタモルフィックテスト Metamorphic Testing

- メタモルフィック関係に基づき大量に試験
- 入力への変化により、出力の変化を予想できる関係
  - 例: A の検索結果数  $\geq$  A かつ B の検索結果数
  - 例:  $\sin(x) = \sin(x + 360\text{度})$

例: 自動運転ソフトウェア

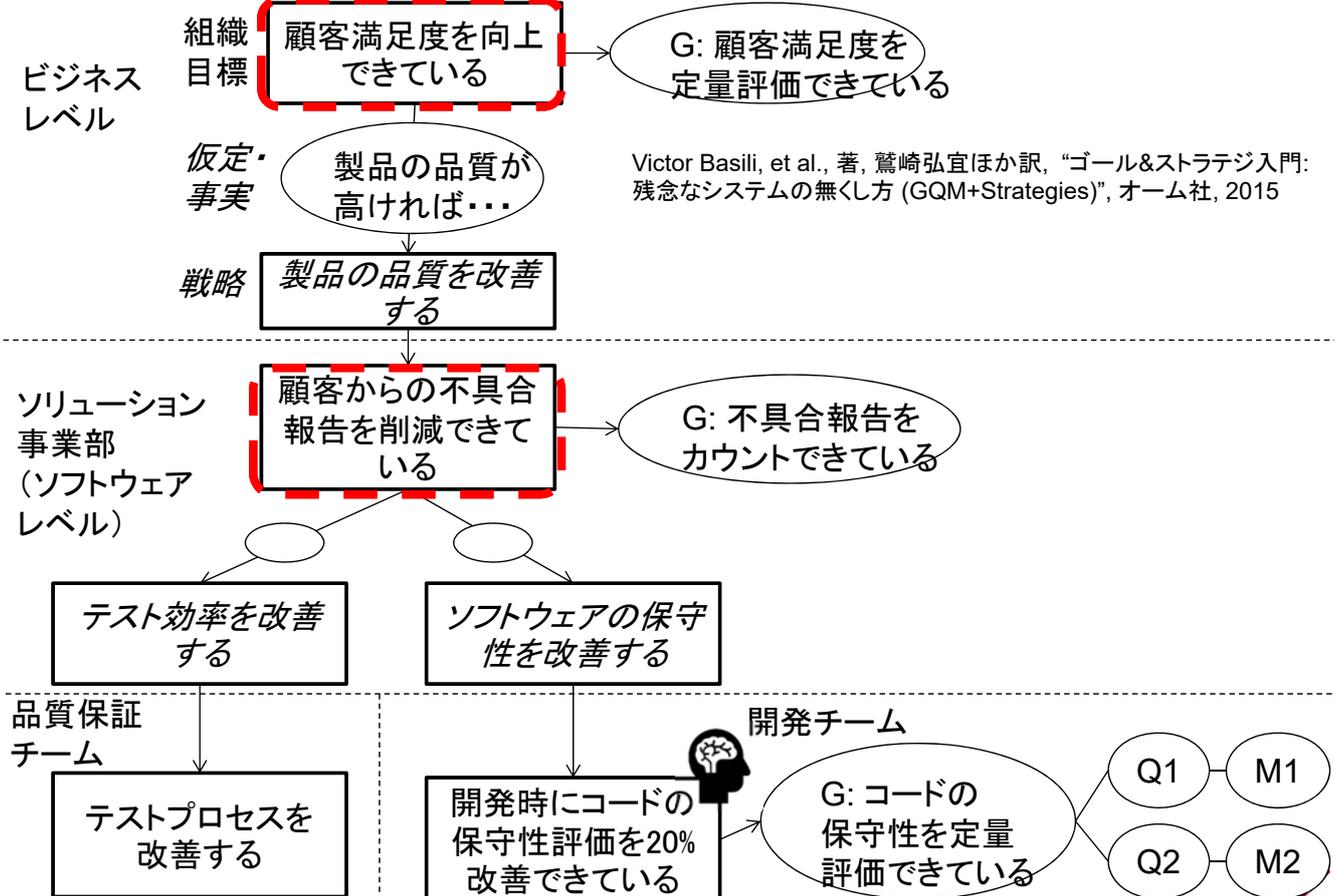


Y Tian, et al., DeepTest: Automated Testing of Deep-Neural-Network-driven Autonomous Cars, ICSE 2018  
<https://arxiv.org/pdf/1708.08559.pdf>

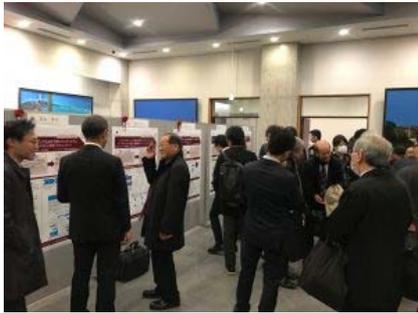
参考: S. Segura et al., "Metamorphic Testing of RESTful Web APIs," IEEE Transactions on Software Engineering, 2017  
 参考: C. Murphy, "Applications of Metamorphic Testing", <http://www.cis.upenn.edu/~cdmurphy/pubs/MetamorphicTesting-Columbia-17Nov2011.ppt>



## 合目的性: 目標・戦略・データの整合化 (例 GQM+Strategies)



# 修了制作例1



## IoTプラットフォームビジネス・エコシステム構築手法の提案 ～QFD, SCAIグラフの拡張によるプラットフォーム分析～

ホーチキ株式会社 矢頭 岳人

### プラットフォーム・エコシステム構築の課題

プラットフォーム化による産業の発展が期待され、様々なプラットフォームビジネスとそのエコシステムの拡大が進んでいる。しかしながら、QFDやビジネスモデルキャンパスなどの古くから利用されている設計手法は、プラットフォームビジネスやエコシステムの構築を想定したものではなく、そのまま適用できないケースがある。

### 構築手法の提案による解決

IoTイノベーションデザイン手法をベースにして、プラットフォームに対応させた方式を提案する。  
・QFDにより、ビジネス、サービス、機能、テクノロジーの関連と重要度を分析する。  
・SCAIグラフの集約により、プラットフォーム全体の価値を明確化する。  
※エコシステムについては、八十岡氏が担当

### QFD, SCAIグラフの拡張によるサービスと提案価値の分析

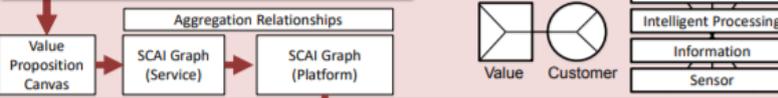
#### 【サービスの抽出と分析】

三段階のQFDを行い、ビジネス、サービス、機能、テクノロジーの重要度と関係性を分析する。



#### 【プラットフォーム価値の明確化】

SCAIグラフを集約し、全体の価値創出を可視化する。



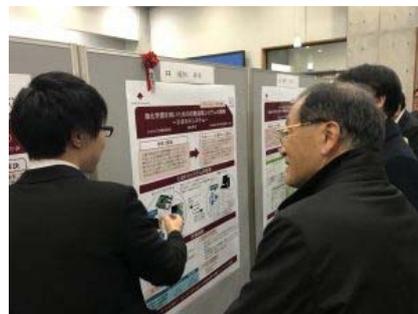
#### Prototyping



### まとめ

各作業の手順と必要なチャートを示すことにより、作業者のスキル依存を減らす。そして、作業内容を可視化・共有することにより、気づきの機会を増やすことができる。ビジネス～テクノロジーまでの各レイヤの整合を取りながら分析することで、単一のサービスではなく、複数のサービスが運用されるプラットフォームに対応可能となる。

# 修了制作例2



## 強化学習を用いた光の自動追尾システムの開発 ～ひまわりシステム～

ジスコソフト株式会社

植松祥吾

syougo.uematsu@jisc.co.jp

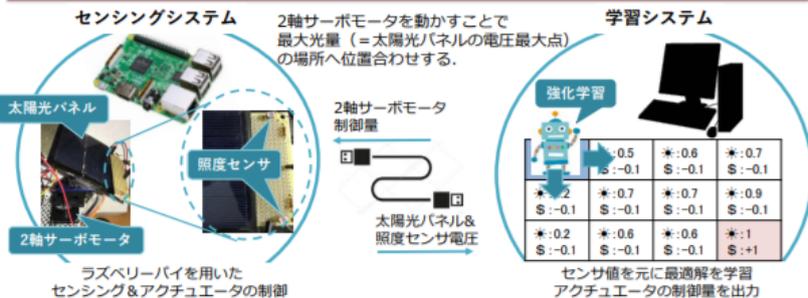
### 背景と課題

工場や研究所では測定機器などのリソース不足による作業遅延が発生している。しかし、既存のシステムがコスト面でも設置サイズ面でも大きい場合には追加導入が難しい。実システムの例として、光の強度を最大化するための位置合わせシステムを想定する。

### 手法・ツールの適用による解決

・IoTデバイスを用いて既存機器の置き換えを行うことによって、低コストで省スペース化を行うことを検討した。  
・光の強度を最大化するため強化学習を用いたアルゴリズムを検討、既存手法と比較することで制御アルゴリズムの優位性を検証した。

### ひまわりシステムの概要



### 評価実験

#### 実験環境

- ・LEDを光源とした環境下で、最大光量(=太陽光パネル電圧の最大点)への到達精度を評価。
- ・一般的な最大値探索アルゴリズムである最急降下法との精度を比較。

#### 実験結果

	最急降下法	強化学習
太陽光パネル電圧最大値への到達精度 (全171点)	52% (90/171)	98% (169/171)

#### 結果の考察

- ・最急降下法では、約半数は局所解に陥る結果となった。
- ・強化学習では局所解に陥らず、真のゴールまでたどり着いた。
- ・本実験環境を別の実験環境で動作させても全く精度が出ず、環境に依存してしまっていることが分かった。学習パターンを増やす必要がある。

#### 今後の課題

- ・環境変化への対応
- ・深層学習化

# 普及展開: コンソーシアム設立へ

## 全国ネットワークの活用

- 開発した教材を活用は、各地区に展開し、各地の社会人教育に活用する
- 補助期間中に**大学ネットワークをさらに拡大**する（立命大等）

## 北九州地区

- 電子産業系企業群と北九州コンソーシアムを設立済
- 早稲田大学とコンソーシアムで**社会人の学びなおし事業をすでに実施中**（IoTビジネス構想ワークショップ）
- コンソーシアム関連地元企業への教育展開、大学院入学・共同研究を促進

早稲田大学  
（北九州キャンパス）  
九州大学



## 地区展開

### 北陸地区

北陸先端科学技術  
大学院大学

群馬大学  
茨城大学

### 関東地区



スマート  
エスイー  
東京拠点

鶴見大学

### 東京地区

早稲田大学  
（WASEDA NEO）  
国立情報学研究所  
北陸先端科学技術大学院大学（東京）  
東京工業大学  
東京学芸大学  
東京工科大学  
東洋大学  
工学院大学

## 産学連携・コンソーシアム設立

- 教材開発段階から**企業との連携関係**を作り、受講者を獲得する
- ニーズに即した科目設計と充実の教育内容  
各地域の地場産業や地元企業との**共同研究につながる深い連携**を促したり、大学院入学への接続の促進
- オンライン教材の広報を企業向けに積極的に行う

## オンライン講座の普及

- PBLを除く**全必修科目を部分的にオンライン提供**し場所や時間の制約を軽減する
- 導入部分は知名度の高い「**オンライン大学講座JMOOC**」にて**発信（無料）**広く一般に提供する

## 連携企業（会員企業含め5000社超）

東芝、富士通、日本電気  
日立製作所、いい生活、ヤフー  
全脳アーキテクチャ・イニシアティブ  
デンソー、ハルックス、情報医療、システム情報  
モバイルコンピューティング推進コンソーシアム  
新経済連盟、日本IT団体連盟  
IT検証産業協会、次世代センサ協議会  
電子情報技術産業協会  
組込みシステム技術協会  
コンピュータソフトウェア協会  
先端IT活用推進コンソーシアム



16

## まとめ

- 第四次産業革命 & 人生100年時代の学び直し、高度IT人材
  - 演繹から帰納さらには仮説形成へ
  - フルスタック+専門性
- enPiT-Proスマートエスイー 2019年度
  - AI・IoT・ビッグデータの最先端ICT技術×ビジネス
  - 定員超の申し込み、科目拡充のうえ4月開講予定
  - コンソーシアム設立、全国展開へ

超スマート社会時代を切り拓く最先端の教育、研究、交流のプラットフォーム「スマートエスイー」へぜひ参画ください！

17

# 成果論文およびスマートエスイーへの言及資料

## 成果論文

鷲崎弘宜, 内平直志, “IoT時代のイノベーションマネジメント教育”, 研究・イノベーション学会誌「研究 技術 計画」, Vol.33, No.4, pp.1-7, 2019.

鷲崎弘宜, “D-DATa & スマートエスイー: 早稲田大学における大学院生や社会人対象の高度データ人材育成の取り組み”, 大学教育と情報, 2018年度 No.1, pp.10-11, 2018.

鷲崎弘宜, “AI・IoT・ビッグデータ分野でイノベティブ人材を育成する社会人育成プログラム「スマートエスイー」”, リクルート カレッジマネジメント, 210号, pp.16-17, 2018.

Ali Sajjad Haris, Hironori Washizaki, Yoshiaki Fukazawa, “Systematic Review of Utilized ICTs in Quality Assurance and Accreditation of Higher Education and a Case Study of Developing Country,” EAI Endorsed Transactions on e-Learning, pp.1-15, 2019.

## 言及資料

小野祐央, 高橋宏季, 位野木万里, “ペルソナプロトタイピングをGDTA: Goal Directed Task Analysis モデリングに追加拡張することによるデザイン思考要求獲得手法の提案”, 情報処理学会 第81回全国大会, 2019.

峯 晴香, 高橋宏季, 位野木万里, “Customer Journey Mapを用いた顧客行動の可視化プロセスの導入によるユースケース駆動要求獲得手法の拡張”, 情報処理学会 第81回全国大会, 2019.

内平 直志, “戦略的IoTマネジメント”, ミネルヴァ書房, 2019.