

IoTのもたらす新たな社会

～人とスマート機器の関わり方について考える～

組込みソフトウェア工学科
撫中（むなか）達司
Munaka@tsc.u-tokai.ac.jp

身の回りのいろいろな機器が、
より便利に、安全・安心なものに
なりつつあります。

どんなことが実現されているのか？
今後はどうなるのか？

機器のスマート化に
利用者はどう対応していけばよいのか？

時代の変化 その1

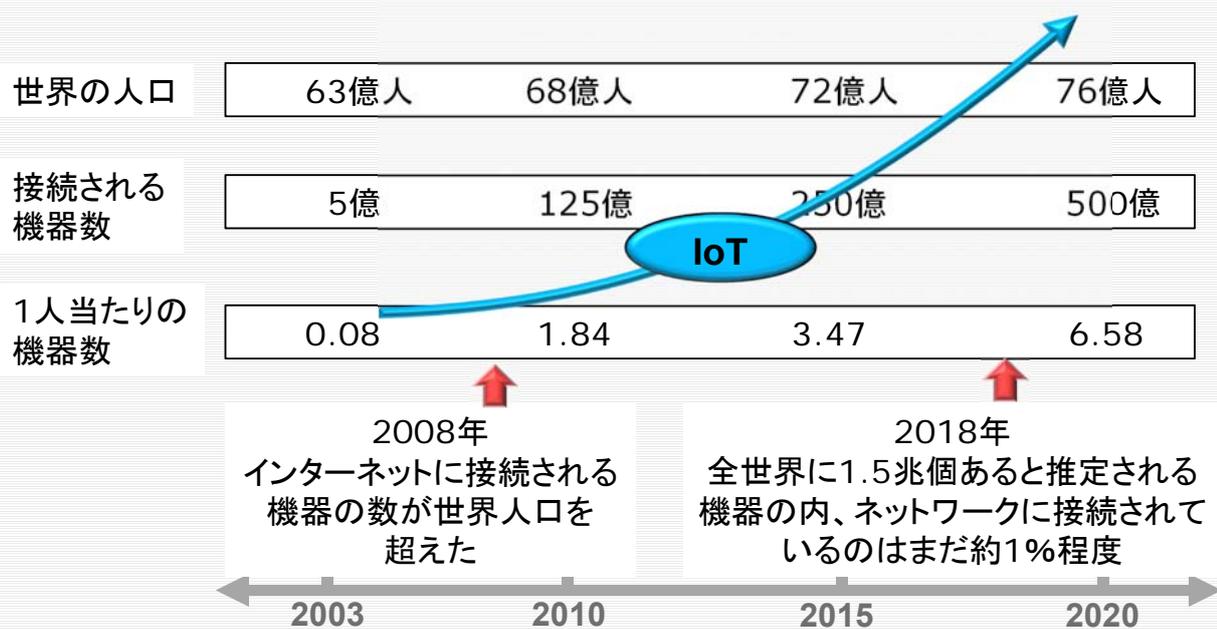
インターネットの歴史 インターネットに接続されるモノ 社会環境の変化

インターネットは、
いつごろ、どのように
誕生したのか
ご存知ですか？

インターネットの歴史

- **1969年**
 - 米国国防省高等研究計画局(DARPA)のダアーパネット (DARPA; Defense Advanced Research Projects Agency Network)
 - **軍事研究用のネットワーク**として4台のコンピュータで開始
- **1980年代前半**
 - 軍事目的から開放され、**全米の大学や研究所間をつなぐネットワーク**となった
- **1991年**
 - スイス欧州原子核研究所が**WWWを公開**
- **1993年**
 - **商業利用開始** 米国「情報スーパー・ハイウェイ構想」
- **1993年**
 - **Webブラウザ** 「Mosaic」をイリノイ大学が開発

インターネットへ接続されるモノは増加の一途



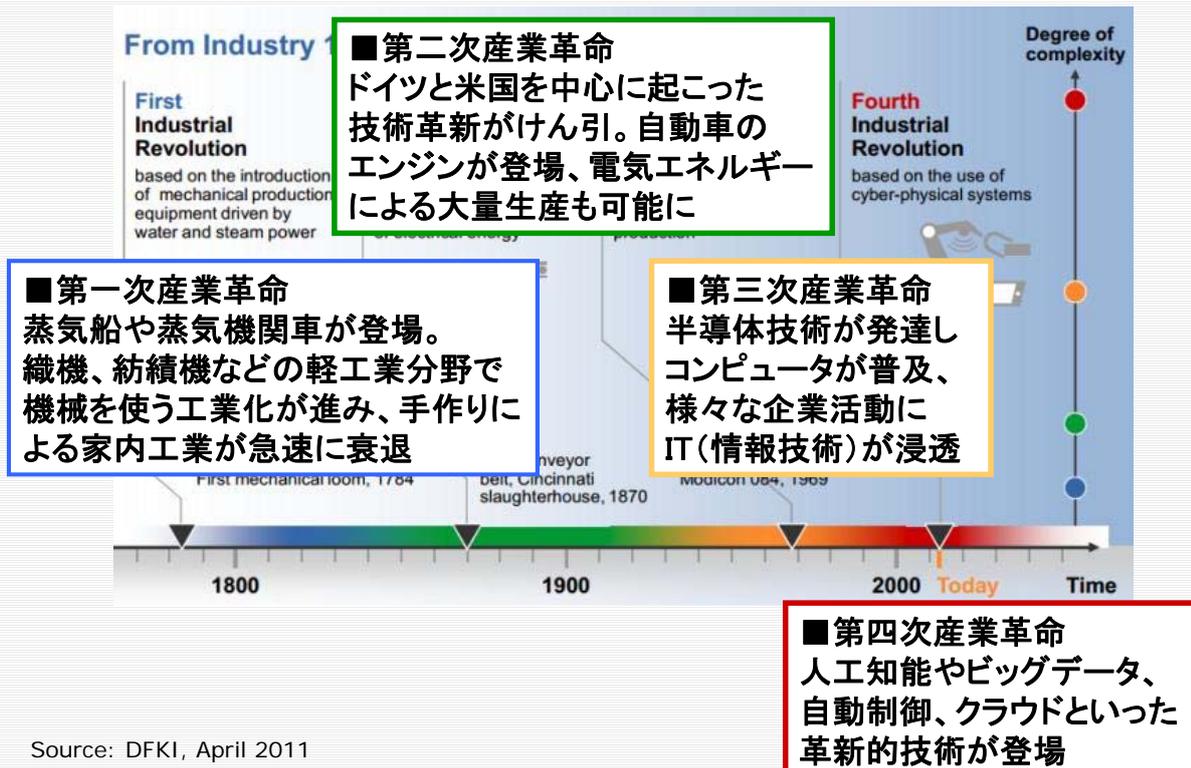
出典: CISCO Consulting Service 2015

時代の変化 その2

Industry4.0

IoT (Internet of Things) とは スマートな機器とは

第四次産業革命 (Industrial Internet)



IoT (Internet of Things:モノのインターネット)

『すべてのモノがつながるインターネット』

- 地域や都市、地方、大陸を接続できる第四次産業革命のインテリジェント・インフラを実現させるためのもの
- 誰でも、どこでも、いつでもアクセスして**ビッグデータ (沢山のデータ)** を利用し、
- 自らの日常生活を管理する**新しいサービスを生み出せる**

出典: The ZERO Marginal Cost Society
 限界費用ゼロ社会 ~モノのインターネットと共有型経済の台頭~
 Jeremy Rifkin著 柴田裕之訳 NHK出版 2015/10

IoTの生い立ち

IoTという言葉はいつ生まれたか?

1995年

ケビン アシュトン: MIT Auto ID Centerの創設者の一人

なぜ、20年近くも経って、今なのか?

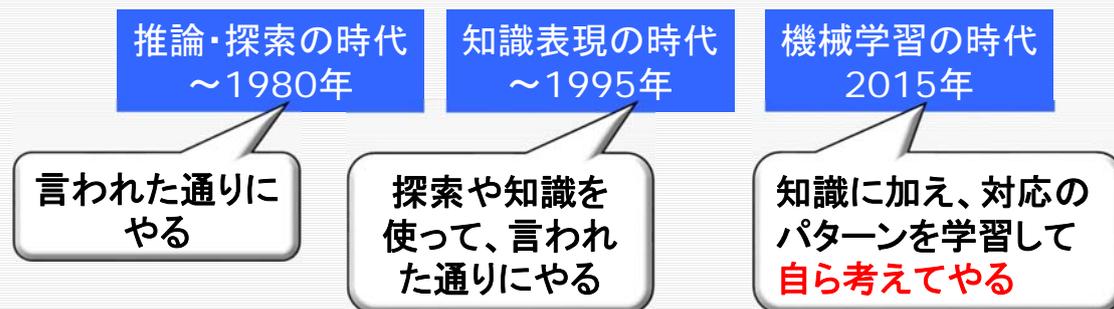
1. センサーの価格低下
 - ・過去5年間で 40%~80%ダウン
2. IPアドレスの不足解消
 - ・IPv4 2^{32} (約43億) → IPv6 2^{128} (約340億)

ネットワーク

- IoTの実現に不可欠なもの
 - あらゆるものが繋がるネットワーク

- 第5世代の無線通信サービス
 - 低レート&多数多様なデバイス
 - 1Mデバイス/km²
 - 超高信頼・低遅延サービス
 - > 10Gbps, 移動速度:500km/h
 - 信頼度: 99.999%, 遅延: 5ms

人工知能



人工知能の進化の過程は、
仕事を通じた人の成長そのもの！

センサー・デバイス

- Understanding Media, the extensions of man
(メディア論 人間の拡張の諸相)
マーシャル・マクルーハン著 1964年

- 衣服： 皮膚の拡張
- 道具： 手の拡張
- 車輪： 足の拡張
- 文字： 記憶の拡張
- ラジオ： 耳の拡張
- テレビ： 目の拡張
- 電信： 中枢神経の拡張

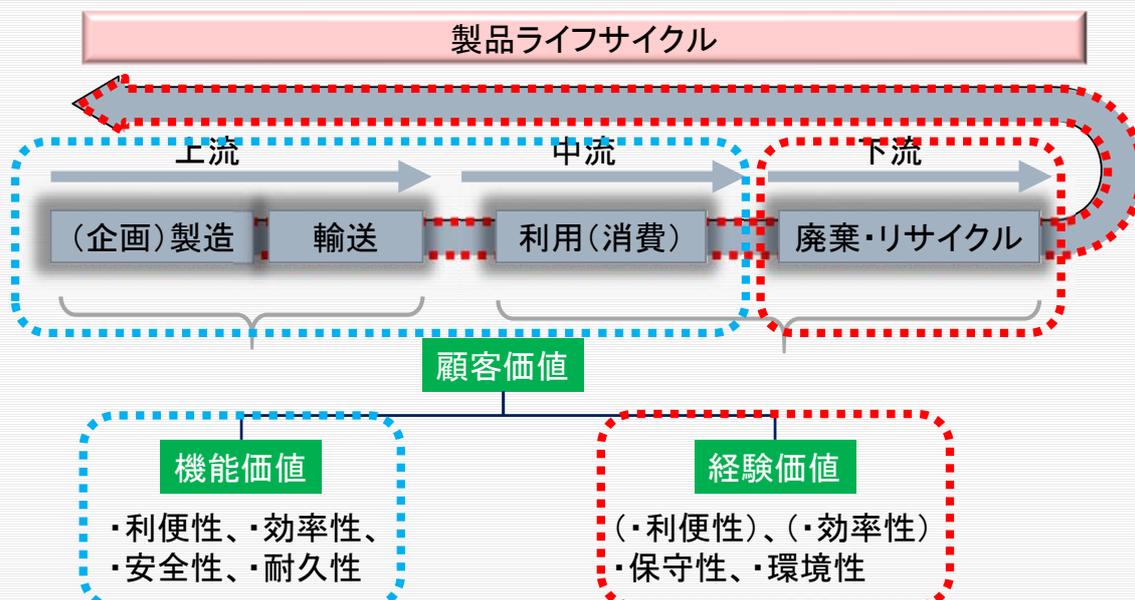
テクノロジーの発展、発明は人間の身体性の拡張

- IoTを支えるセンサー・デバイス

- 人間の五感、自然界の物理現象、化学的性質の具現化

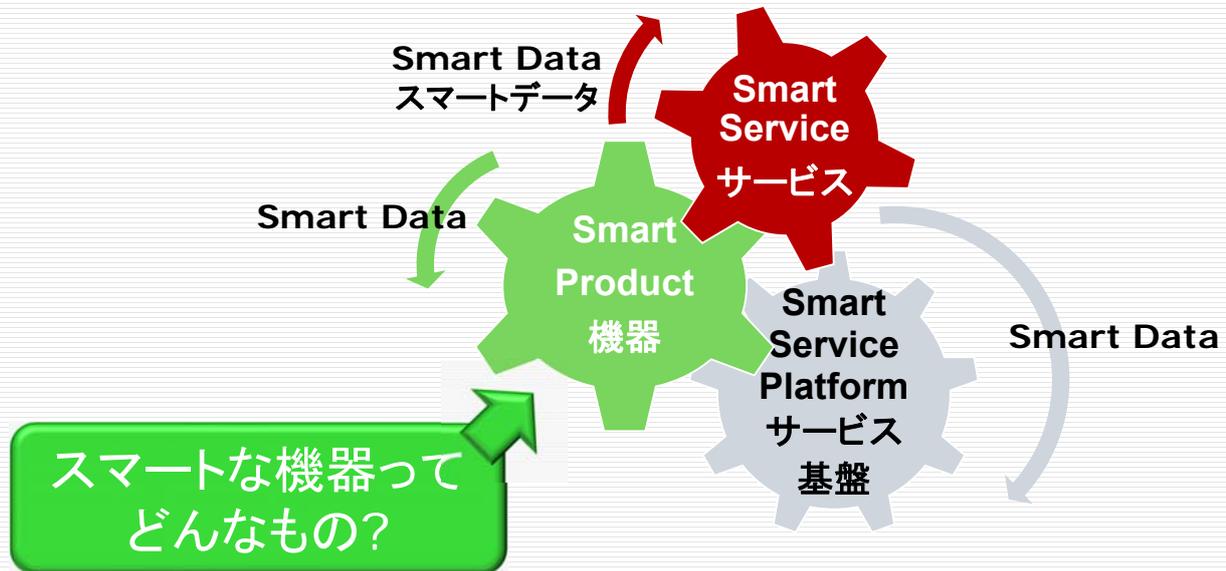
IoTによってもたらされるもの ～循環型社会の実現～

IoTを活用した製品のライフサイクルによる循環型社会の実現 ⇒ 顧客価値の向上



IoTを実現する4つのスマート要素

4つのスマート要素から
“新たな価値”が生まれる



スマートな機器

スマートな機器の条件:

- ① 状況を観察できる
- ② 様々な情報を収集できる
- ③ 状況・情報をもとに、
自ら最適な動作ができる

スマートゴミ箱 ～日本初～

- 東海大学
- 高輪キャンパスに導入
(2016/1～)



日本システムウェア(株)殿 提供

2018/5/26

TOKAI University

17

スマートゴミ箱 ～海外では普及～

【事例】ボストン(US東海岸/60万人都市)における効果



市民化

- 610箇所のBigBelly とリサイクルキオスク
- BigBellyがあらゆる場所に設置される

街全体

- 回収回数削減 :7回→3回/週
- 労働時間削減 :14,000時間/年
- コスト削減効果 **:\$/350,000/年**
(燃料、労務費も併せて削減)

日本円換算：4,200万円/年

環境貢献

- 公共スペースリサイクル利用:60%
- CO2削減 **250t以上/年**

2018/5/26

TOKAI University

18

スマートゴミ箱の特徴

□ 蓄積状態の管理

- 資源の蓄積状況がメールによりリアルタイムに報告され, 効率的に資源を回収できる.

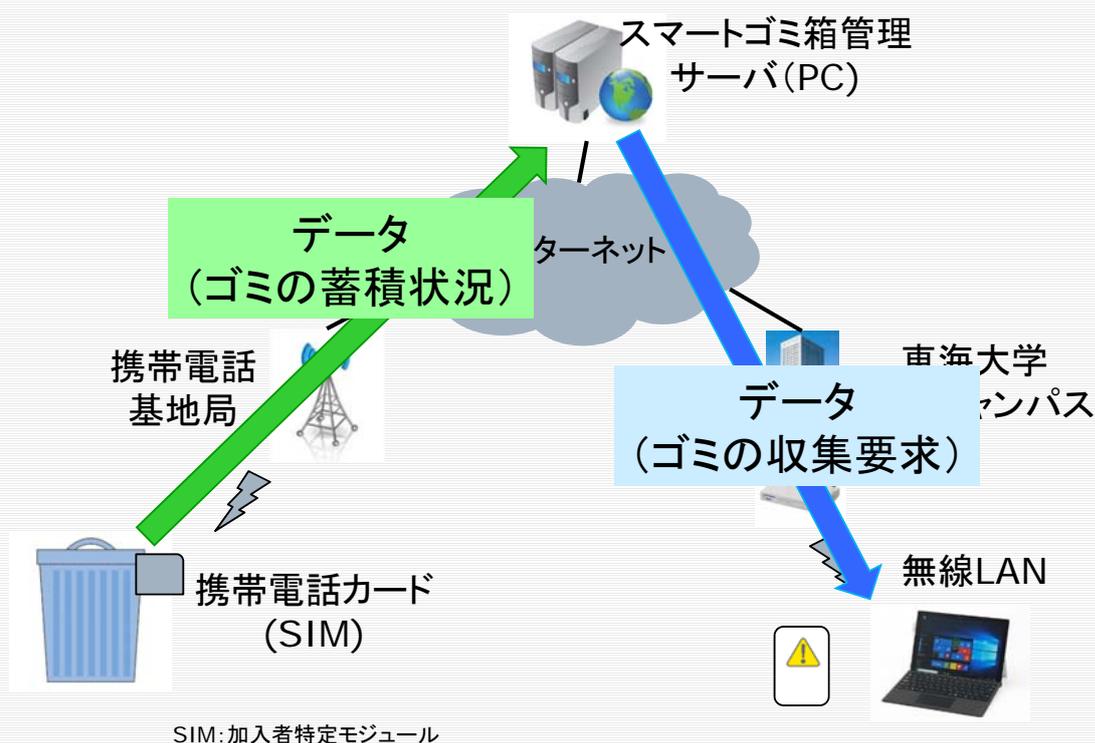
□ 効率的な蓄積

- 蓄積された資源の自動圧縮機能により, 回収頻度の削減が図れる.

□ 環境性

- 太陽光発電により自家発電するため, 設置する場所に制約がない.

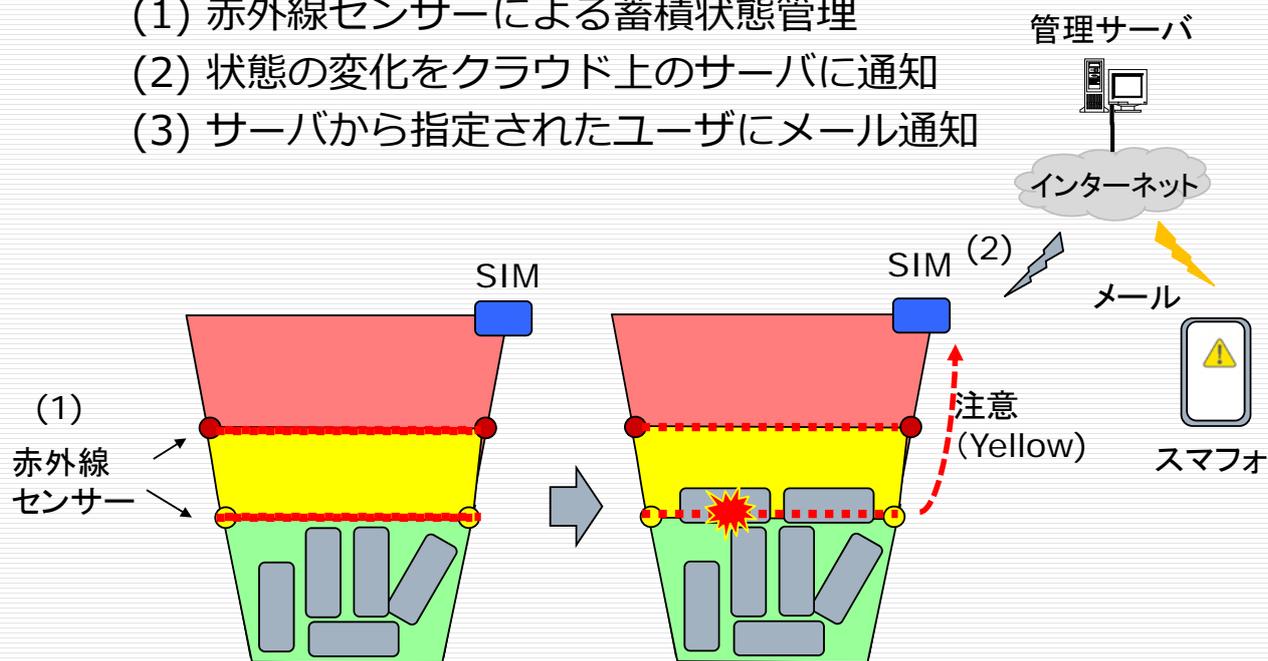
スマートゴミ箱 システム構成



スマートゴミ箱の仕組み

□ ゴミの蓄積状態管理（二段階通知：注意，警告）

- (1) 赤外線センサーによる蓄積状態管理
- (2) 状態の変化をクラウド上のサーバに通知
- (3) サーバから指定されたユーザにメール通知



検証：スマートゴミ箱は、本当にスマート？

スマートな機器の条件：

- ① 状況を観察できる
⇒ ゴミの状態を赤外線センサーで監視
- ② 様々な情報を収集できる
⇒ 溜まっているゴミの量を把握
- ③ 状況・情報をもとに、自ら最適な動作ができる
⇒ (機器が)回収の必要性を通知

東海大学高輪キャンパスでの実証実験

- 対象、目的
 - **ビン、缶、ペットボトルの分別回収**
- 設置場所
 - 東海大学高輪キャンパス内の2箇所
- 期間
 - 2016年1月～2018年5月（現在も継続中）
- 実験内容
 - BigBelly（スマートゴミ箱）を活用した分別の実態調査

分別回収方法



スマートゴミ箱の設置場所

東海大学 高輪キャンパス



分別実態 実験内容詳細

- 第一期：2016/1～2016/10
 - スマートゴミ箱の仕組み，目的などを明示せず，**“実証実験中”のみ提示**
- 第二期：2016/10～2016/12
 - 第一期の結果（分別率，異物の混入率）を開示し，**“正しい分別を促すメッセージ”を提示**
- 第三期：2017/1～2017/10
 - 分別を促すメッセージに加え，**高輪口のビン/缶投入口のサイズ制限を実施**
- 第四期：2017/11～
 - **再生可能資源についてのメッセージボードを追加**
 - **学生、ならびに学園祭来校者の意識調査**

結果検証その1：第一期分別率、異物混入率

実証実験 分別結果



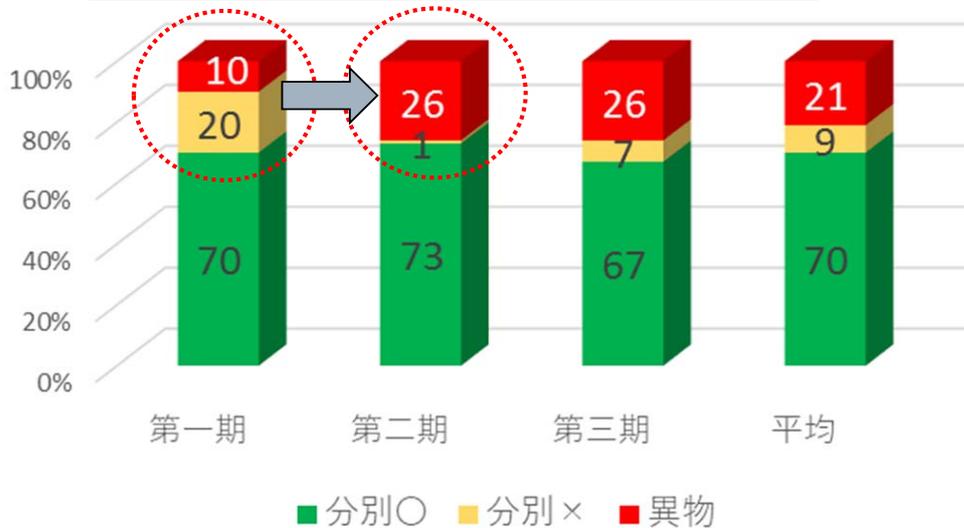
検証結果その2：分別を促すメッセージの有効性



分別を促すための
メッセージ
分別率70%程度で
低い！！

検証結果その2：分別を促すメッセージの有効性

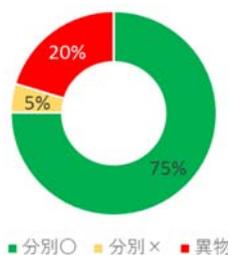
分別率は向上。一方、異物が増加



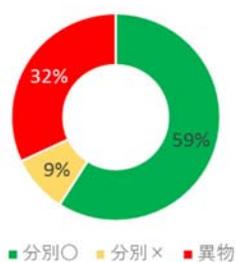
検証結果その3：異物の混入について

□ 仮説：品川口、高輪口のロケーション依存性

第三期 高輪口 分別結果



第三期 品川口 分別結果



品川口の異物率が32%
異物の多くは、“燃えるゴミ”

理由：

- ① 近くにコンビニ
- ② お昼にお弁当販売
- ③ 移動販売車の出店

対策：

“燃えるゴミ”用boxの設置

検証結果その4：投入口のサイズ制限の効果

□ ビン/缶のみ投入可能なサイズに制限



ビン/缶の投入口サイズ制限（高輪口）



結果
 分別率に大きな変化なし
 ⇒ 効果なし

第4期 再生可能資源のメッセージボード



デザイン：アートファクトリー玄(株) 提供

スマートゴミ箱についての意識調査 (1)

□ 目的

- ゴミに対する一般の方の意識

□ 方法

- 2017年11月建学祭 来校者へのアンケート

□ 対象

- 父兄（若干の中高生含む） 115名

ゴミについての意識調査

【1. スマートゴミ箱】 □に✓をしてください。

- ・看板に気づきましたか？ (□はい / □いいえ)
- ・内容が理解できましたか？ (□はい / □いいえ)
- ・内容を見て、意識に変化はありましたか？ (□はい / □いいえ)

【2. 分別意識について】

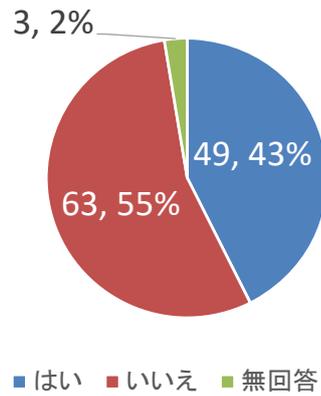
- ・分別を普段から心がけていますか
 - いつも心がけている / □おおむね心がけている / □たまにしか心がけていない / □ほぼ心がけていない
- ・いつも心がけている、おおむね心がけている と答えた方にお伺いします。分別を心がけている理由はなんですか？
 - 皆がしているから / □環境のため / □理由はない、なんとなく
- ・たまにしか心がけていない、ほぼ心がけていない と答えた方にお伺いします。分別を心がけていない理由は何ですか？
 - 分別がわかりにくいから / □しなくても大丈夫だと思うから / □面倒くさい
- ・分別した資源が何にリサイクルされているのか知っていますか？
 - 知っている / □知らない / □一部知っている / □興味がない
- ・分別できないときに何か感じることはありますか？
 - ストレスを感じる / □罪悪感を感じる / □何も感じない
- ・燃えるゴミ、燃えないゴミの区別はつきますか？
 - つく / □つかない / □一部はつきりしない
- ・燃えるゴミとは
 - ゴミ / □資源 / □よく分からない
- ・燃えないゴミとは
 - ゴミ / □資源 / □よく分からない



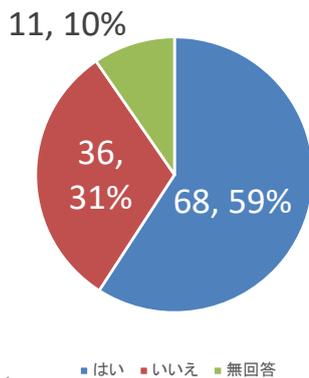
【3. スマートごみ箱について】

- ・どんな機能があると思いますか？
 - 蓄積状況の自動監視・通知 / □ゴミの自動圧縮 / □資源ゴミの自動分別 / □危険物の自動検知
- ・どんな機能があつたらいいと思いますか？
 - 蓄積状況の自動監視・通知 / □ゴミの自動圧縮 / □資源ゴミの自動分別 / □危険物の自動検知

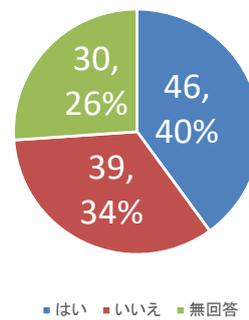
看板に気づきましたか？



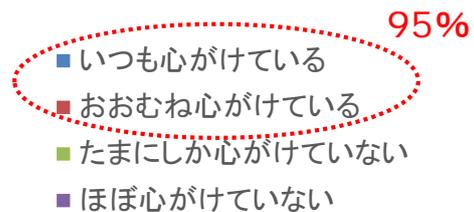
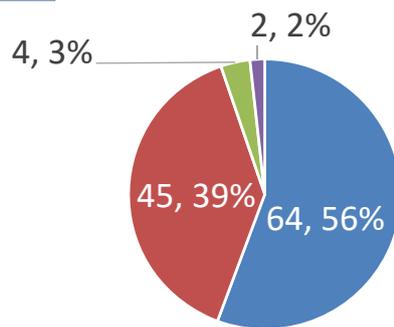
内容が理解できましたか？



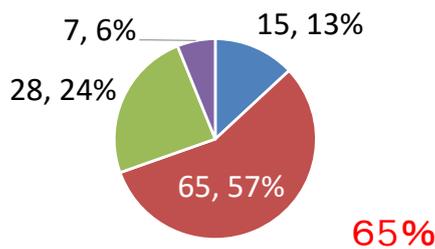
内容を見て、意識に変化はありましたか？



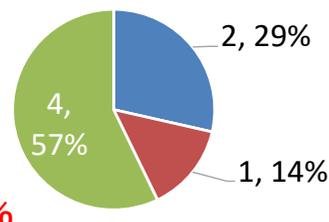
分別を普段から心がけていますか？



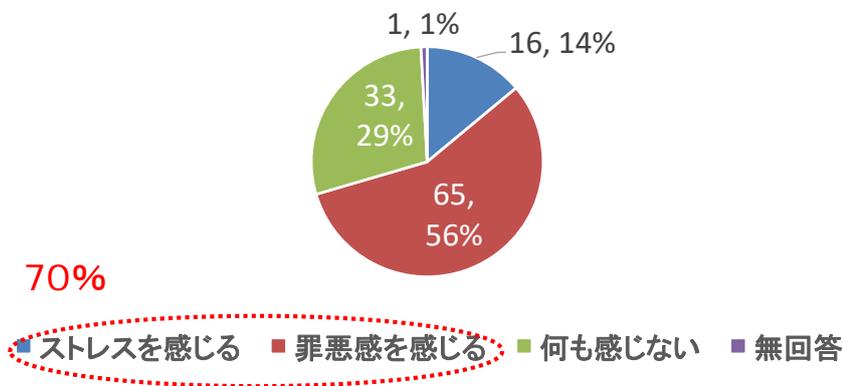
分別を心がけている理由はなんですか？



分別を心がけていない理由は何ですか？



分別できないときに何か感じることはありますか？

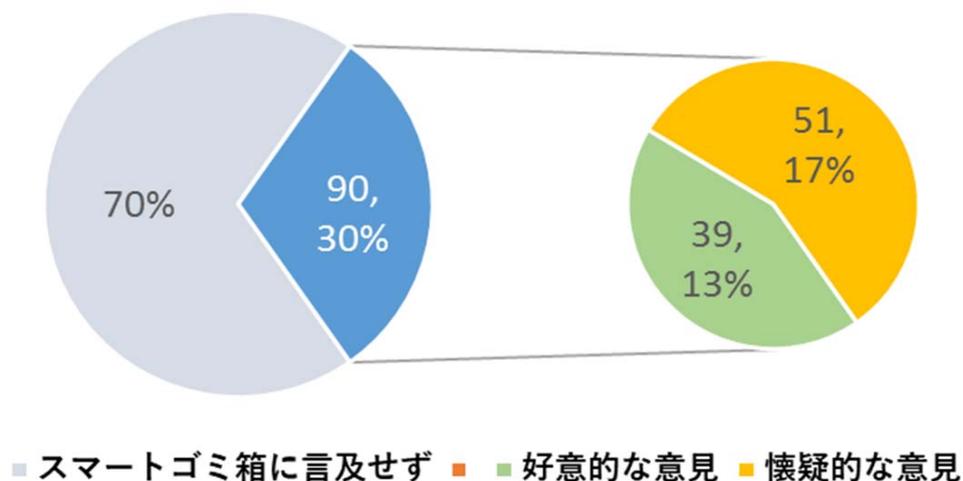


スマートゴミ箱についての意識調査(2)

- 対象、目的
 - スマートゴミ箱に対する学生の意識
- 方法
 - IoTに関する授業でのアンケート
- 対象
 - 学部1年生 約295名
- 有効回答
 - 90名 (約31%)

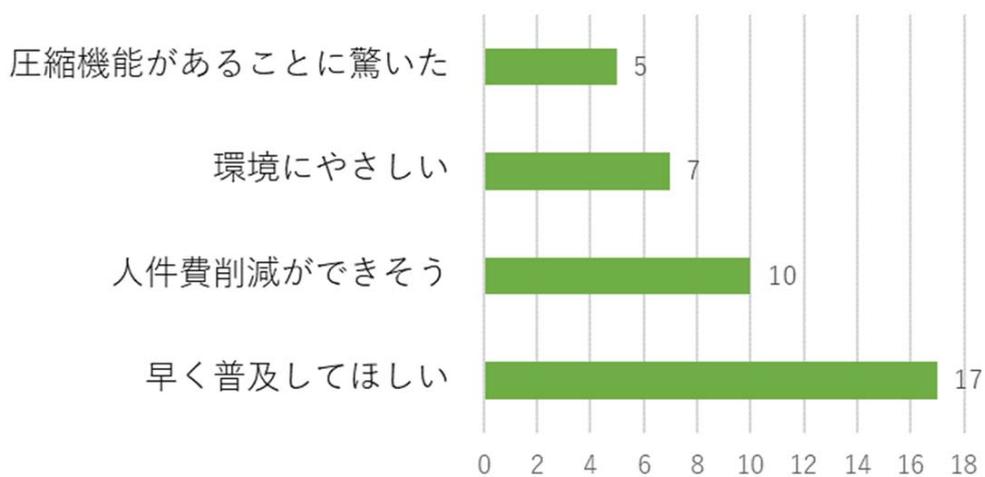
スマートゴミ箱に対する意識調査結果

スマートゴミ箱に対する意識



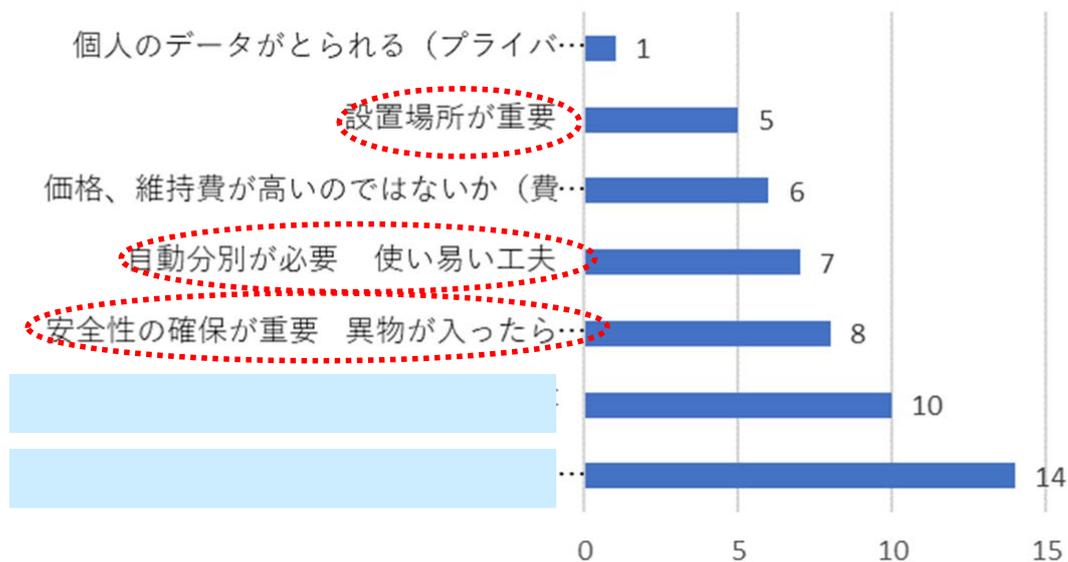
ゴミ箱への意見（好意的）

好意的な意見



ゴミ箱への意見（課題あり）

懐疑的な意見（普及に向け課題あり）



実証実験、意識調査から得られた課題

□ 自動分別

- ビン/缶, ペットボトル以外の異物が約10%, 正しく分別されていないのが約20%という結果

□ 異物検知

- 危険物である, のこぎり刃, 割れた電球など. 日本国内は諸外国に比べてテロなどの事件は少ないが, 安全に回収する方法を要検討

□ 人とモノの関わり方

- モノをスマートに活用するかどうかは利用者次第
- 機能がスマートになるだけでなく、必要な情報の提供、利用後のフィードバックが必要

まとめ

- IoT (モノのインターネット)
 - 便利、面白いだけではなく、安全で、安心なサービスの実現に貢献する技術

- 真のスマートは機器だけでは達成できない
 - 真のスマート (価値) は、スマートな機器をスマート (賢く) に使うことで、初めて得られるものです
 - ゴミを分別して、スマートゴミ箱を正しく使うことは、その一例です

終わりに

- スマートな機器、そのサービスを有効活用できるかどうかは、皆さんの使い方次第です。皆さん一人一人の意識が重要です。

- 機器のスマート化にも増して、使う人もスマートになっていきたいものです。

組込みソフトウェア工学科では、いろいろなスマート機器の実現に向け日々研究しています。
東海大学からの発信に注目ください。