

# 三重大学 オープンキャンパス資料

## 工学部総合工学科情報工学コース スマートシステム研究室 研究室紹介

森本尚之

# 研究トピック

IoT (Internet of Things:モノのインターネット) システム・スマートシステムの基盤技術とその応用に関するさまざまなテーマを対象とする。

## 研究の対象・手段の例

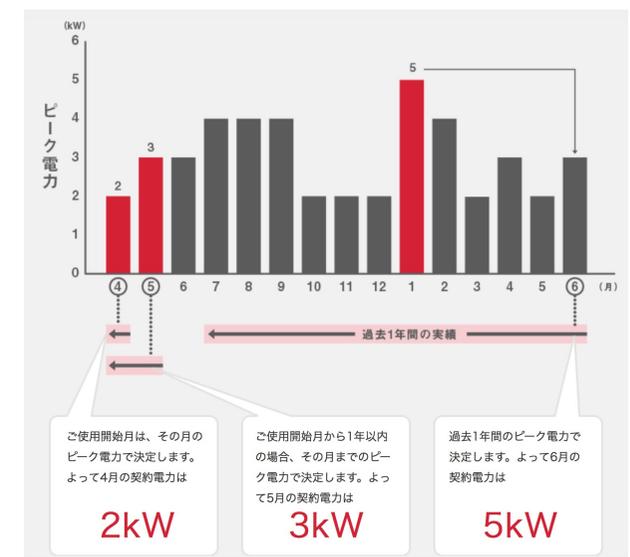
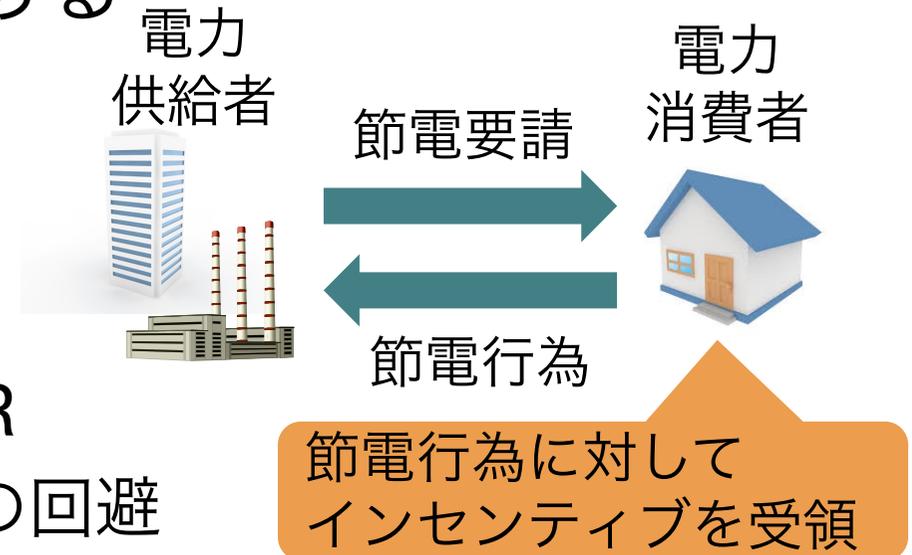
各種センサーネットワーク、各種の小型コンピュータ (Raspberry Pi、NVIDIA Jetson Nano、Intel Neural Compute Stick など)、Azureなどのクラウド、組合せ最適化アルゴリズム、データ処理技術、など

この後、テーマの例を挙げるが、それらに限るものではない。

# 電力割当制御：研究背景

## ■ 利用可能な電力資源に限りがある状況での電力の有効活用

- 電力需給逼迫への対応
- デマンドレスポンス (DR)
  - 例：インセンティブベースDR
- ブレーカーの容量超過による遮断の回避
- ピーク値に基づく電力契約
  - 過去の消費電力のピーク値により基本料金が決定
  - 従来は法人向け、東京電力が家庭向けにも新しく導入



図の出典：東京電力Webページ

<http://www.tepco.co.jp/jiyuuka/smart-agreement/index-j.html>

# 電力割当制御IoTデバイスの開発

- 「スマートタップ」
- ハードウェア
  - Raspberry Pi Model B (<http://www.raspberrypi.org>)
  - ARM9 700MHz CPU, 512MB RAM, 8GB SDHC
  - 計測項目：有効電力，積算電力，電圧，電流
    - サンプリング周波数: 20kHz, 分解能: 12bit
  - 4つのコンセントを機械式リレーでオンオフ制御
  - USB, Wi-Fi (802.11n)
- ソフトウェア
  - OS: Debian Linux (組込向け)
  - TCPソケット通信, HTTP/CGI サーバ
    - 計測データ送信, 制御メッセージ受信用



# スマートタップを用いた電力供給制御

## ■ スマートタップ = 電力計測 + 制御 + 通信

### 制御ポリシー例

電力割当：テレビは300Wまで、扇風機は30Wまで使用を許可。超過した場合は電力供給を制御する。

家電ごとの電力消費情報の計測と制御



スマートタップ



分電盤

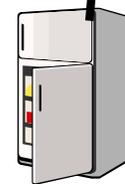


データ収集，電力割当制御，ポリシー配布等を行うサーバ



計測データ，制御メッセージ，ポリ

スマートタップ

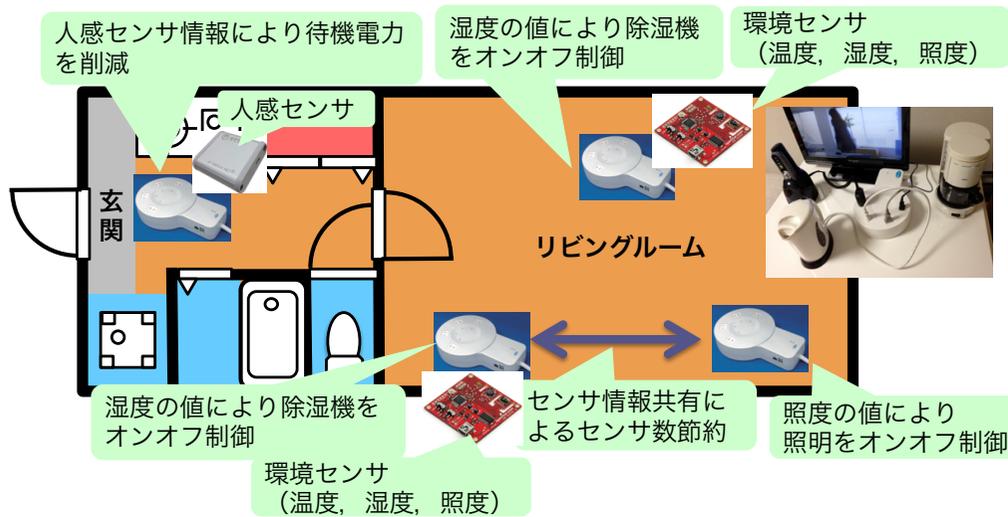


### 制御ポリシー例

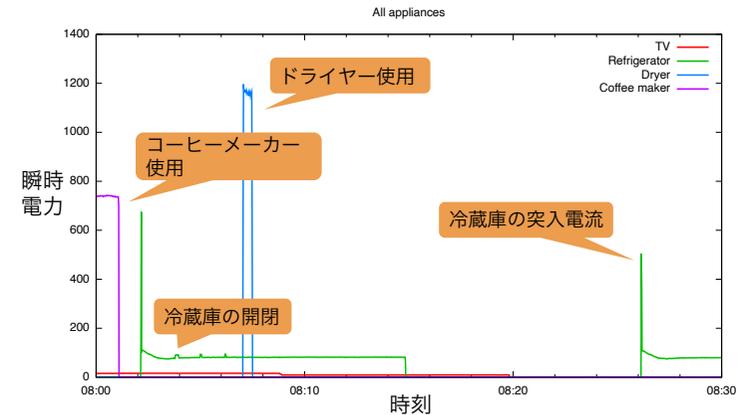
待機電力削減：生活者の不在時に自動的にリレーをオフ

# 実環境でのデータ収集と制御ポリシー実装

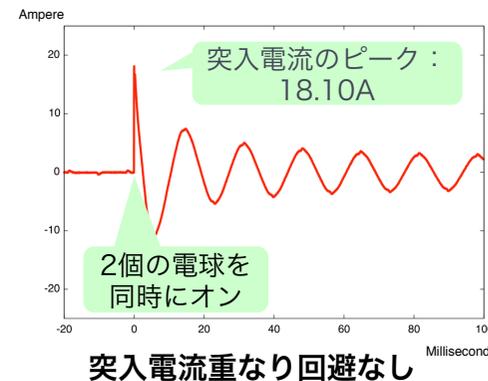
- 電力消費データを2年間継続的に収集
- センサ情報を用いた自律型ポリシーベース電力供給制御の実現



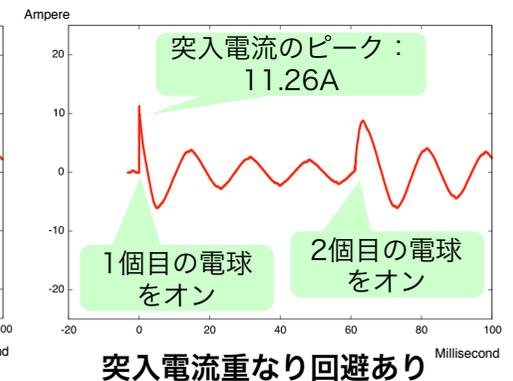
「京都力結集エコ住宅」などでも継続的に実験



利用者行動と電力消費



突入電流重なり回避なし



突入電流重なり回避あり

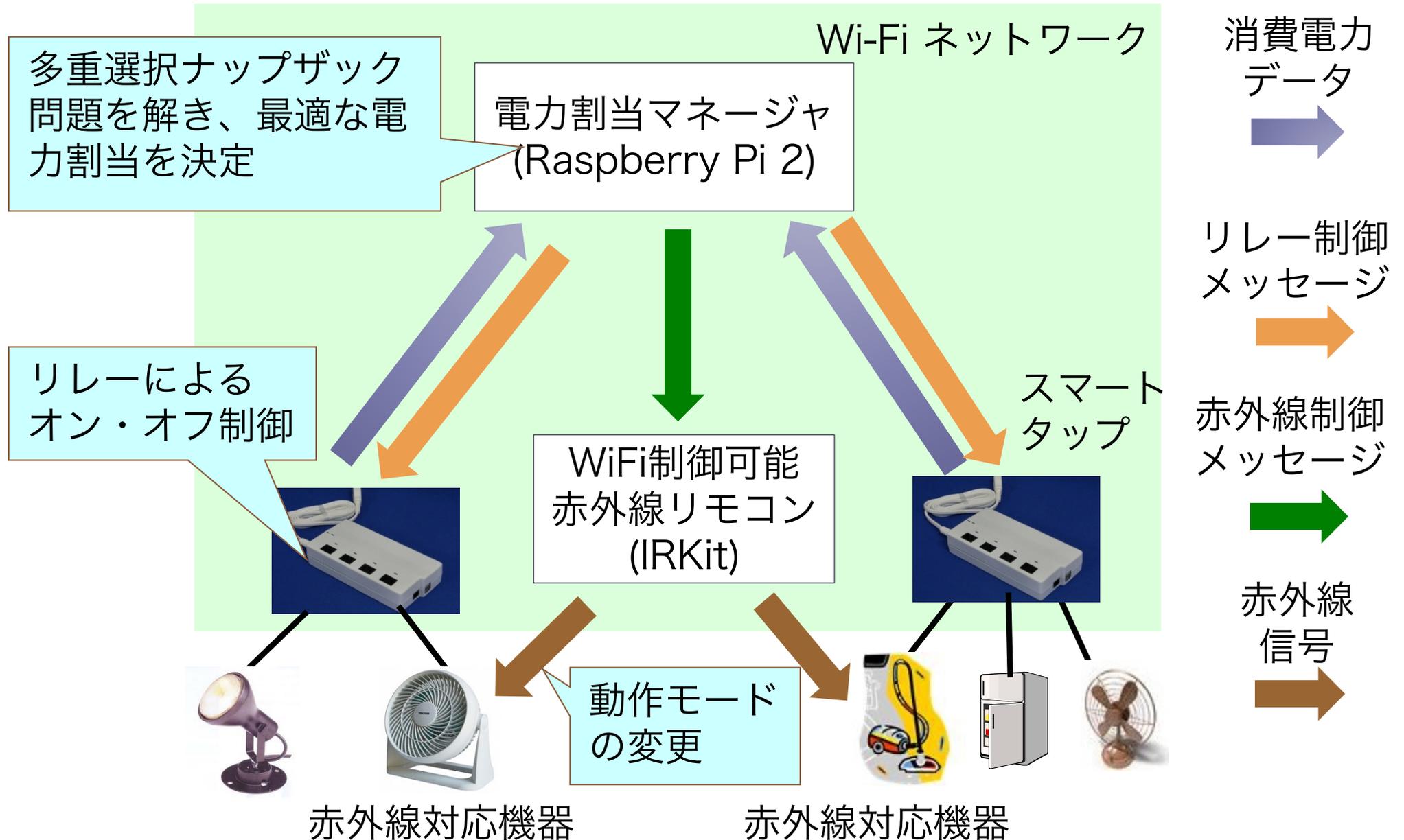
複数機器が同時に電源オンになる際の突入電流の重なりを回避

# 電力割当制御マネージャ

- ハードウェア
  - Raspberry Pi 2 B (<http://www.raspberrypi.org>)
    - ARM Cortex-A7 900MHz Quad-Core CPU, 1GB RAM, 8GB microSDHC
    - USB, Wi-Fi (802.11n)
- ソフトウェア
  - OS: Raspbian (Raspberry Pi 用のDebian Linux)
  - TCPソケット通信
  - 消費電力データの収集と機器制御メッセージの送信
  - 各家電の動作モードとそれらの価値及び消費電力データ
  - 現在の各家電の動作モードの状態管理
  - 最適割当の計算と機器の制御

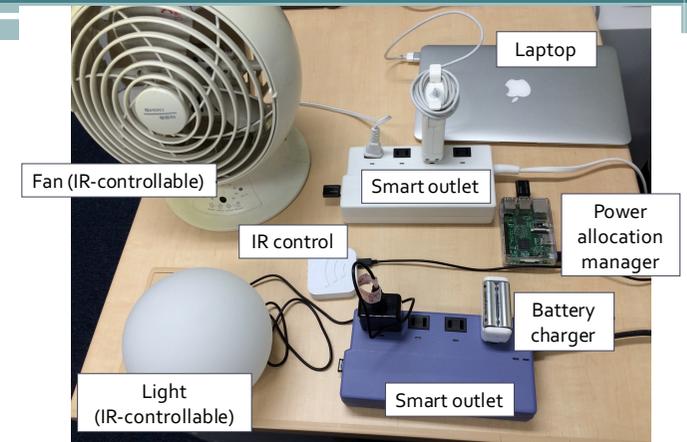


# 電力割当制御システムの構成概要



# 多重選択ナップザック問題

- ナップザック: 電源
  - 容量  $c$ : 消費電力の合計の上限値
- アイテム  $i$ : 電力消費機器 (家電)
  - 動作モード  $j$ : アイテム  $i$  の動作モード、 $N_i$  は  $i$  が取りうるモードの集合
  - サイズ  $w_{ij}$ : 家電  $i$  の動作モード  $j$  の消費電力
  - 価値  $p_{ij}$ : 家電  $i$  の動作モード  $j$  により得られる QoL への貢献



$$\max \sum_{i=1}^m \sum_{j \in N_i} p_{ij} x_{ij}$$

目的関数：得られる価値の総和の最大化

$$\text{subject to } \sum_{i=1}^m \sum_{j \in N_i} w_{ij} x_{ij} \leq c,$$

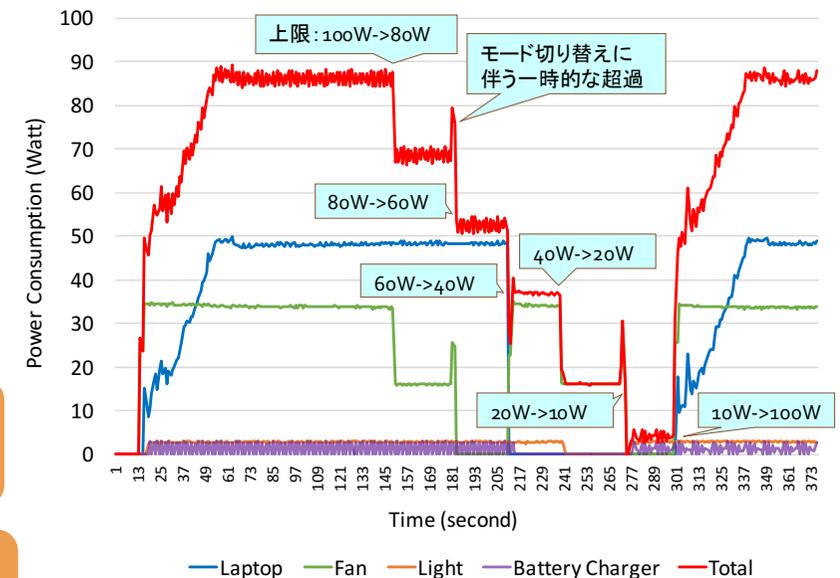
制約1: 消費電力の合計が上限値以下

$$\sum_{j \in N_i} x_{ij} = 1, \quad i = 1, \dots, m,$$

制約2: 各機器は必ず1つのモードで動作

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \quad i = 1, \dots, m, \quad j \in N_i.$$

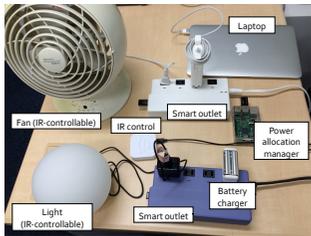
制約3: 各モードの選択を表す変数はバイナリ



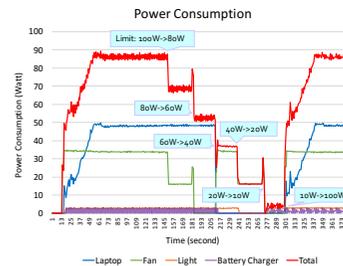
# 科研費若手研究「組合せ最適化に基づく電力割当制御システムのボトムアップによる広域化と高機能化」にて進行中

## 研究トピック2:

電力需給の変動への対応が必要  
→状況変化に対応できるアルゴリズム  
(オンラインアルゴリズム)を追究



単一家庭内の電力割当制御システム  
と収集済みの電力消費データを活用

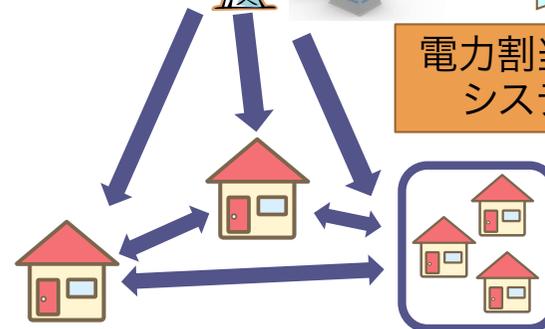


## 研究トピック1:

割当スケジュールの決定は最適解を得るのが困難→良い近似解を効率よく得られるアルゴリズム(近似アルゴリズム)を追究

## 電力割当制御システム

システムは各家庭の電力消費計画と電源容量とを勘案して、電力割当スケジュールを決定



各家庭は将来の電力消費予定を申告する(例:10時に家庭Aは1500W必要、Bは2000W必要、…)

## 研究トピック3:

複数家庭の集約による計算の効率化と解の品質とはトレードオフ  
→バランスのとれた集約スケールを追究

スマートタップ・電力割当制御マネージャ + エッジAI・各種センサ(カメラ・マイク・温度など)との組み合わせによる高機能化(研究中)



スマートタップ + 機械学習デバイス

# 教育情報システムの高機能化・教育データの分析

- 情報通信技術の活用やデータの活用は、教育分野においても重要な研究トピック
- 学生の目線を生かすチャンス
- 考えられるテーマの例
  - 学習管理システム(Learning Management System, LMS)の高機能化
  - LMSなどを活用した教育データの収集・分析・活用基盤の構築
  - 情報通信技術を活用した学習支援空間の高機能化,
  - など

**教育データ分析の例：  
アンケートデータのテキスト分析により  
学部ごとの隠れた傾向を発見**

