



「情報通信・エネルギー統合技術の研究開発」について

情報通信研究機構

平成21年度高度通信・放送研究開発委託研究

岡部寿男(京都大学学術情報メディアセンター)

引原隆士(京都大学大学院工学研究科)

<http://www.net.ist.i.kyoto-u.ac.jp/ice-it/>

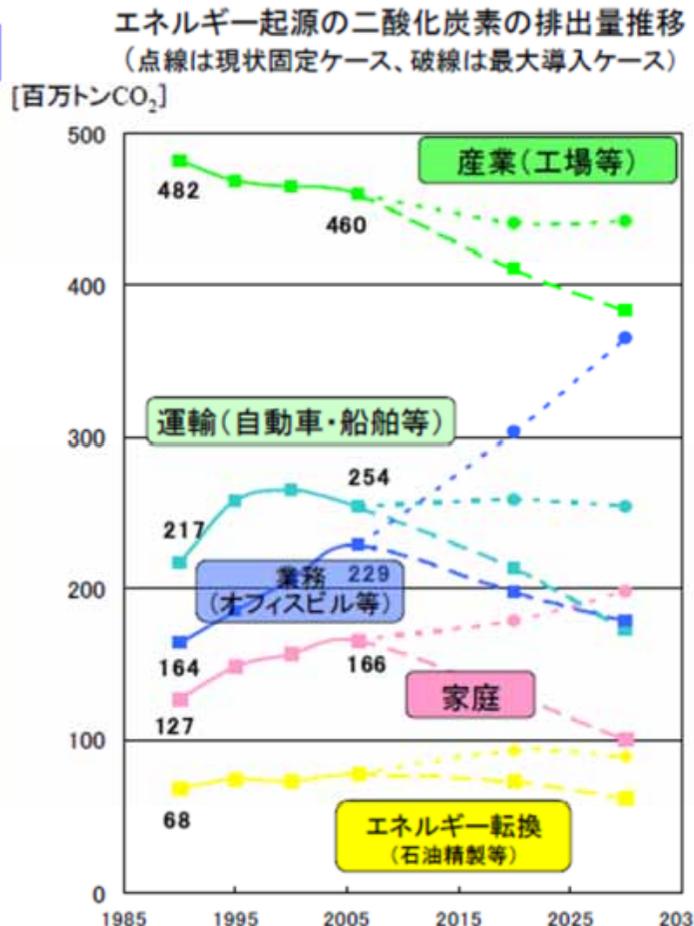


総合科学技術会議

低酸素社会の実現に向けた「環境エネルギー技術革新計画」の戦略的推進
(第79回:2009.2.20)

世界全体の温室効果ガスを2050年までに半減する
目標から見た重点的に開始すべき技術の候補

- 供給部門**
- 原子力発電(次世代軽水炉・高速増殖炉サイクル等)
 - 天然ガス火力、石炭火力、二酸化炭素回収貯留(CCS)
 - 再生可能エネルギー(太陽光発電・風力発電)



- 産業部門**
- 革新的製造プロセス
(水素還元製鉄・ガラス製造プロセス等)

- 運輸部門**
- ハイブリッド、電気自動車、電力貯蔵
 - 燃料電池自動車

- 業務・家庭部門**
- 省エネ家電・情報通信機器
(グリーンIT)
 - 省エネ住宅・ビル、高効率照明、高効率ヒートポンプ
 - 定置用燃料電池

- 転換部門**
- 天然ガス火力・石炭火力【再掲】

出典: 環境省(温室効果ガスインベントリ)、経済産業省(長期需給見通し、現状固定ケースと最大導入ケース)



総合科学技術会議専門調査会情報通信PT 平成21年度戦略重点科学技術(第10回:2009.3.16)

戦略重点科学技術(8)

社会

人の能力を補い 生活を支援するユビキタスネットワーク利用技術

○ユビキタスネット社会の実現に向け、**端末(電子タグ、センサー、情報家電等)のセキュアかつリアルタイムな協調・制御、実世界の状況の認識とサービスへの反映**を可能とする、斬新なネットワーク技術の研究開発を推進する。

対象となる施策(平成21年度)

ユビキタス・プラットフォーム技術の研究開発
【総務省】対象予算案: 1,276百万円

消費エネルギー抑制ホームネットワーク技術の研究開発【総務省】対象予算案: 725百万円

情報通信・エネルギー統合技術の研究開発
【総務省】対象予算案: 222百万円

モビリティサポートの推進
【国土交通省】対象予算案: 104百万円

電子タグ等を使った多様なサービスを携帯電話で利用可能

①ユビキタス端末技術

電子タグリーダー・ライター
モジュール技術、端末利活用技術

ユビキタスサービスをより簡単・便利に利用可能とするための端末技術



その時必要とするサービスが、いつでも簡単に利用可能

②ユビキタスサービスプラットフォーム技術

ユビキタスサービスの高度化を実現するネットワーク基盤技術
リアルタイムで変化する状況情報を効率的に配信・活用し、必要なサービスを利用可能とする技術

自分の居場所・知りたい場所の情報が把握可能

③ユビキタス空間情報基盤技術

位置や場所に関する情報を活用するための共通利用基盤技術と空間コードの体系化

ユビキタスサービスの利便性を高める空間情報基盤技術

実証実験の実施
我が国が課題とする様々な課題を解決するサービスの実現

戦略重点科学技術(8) 人の能力を補い生活を支援するユビキタスネットワーク利用技術

【平成21年度予算案:23億円(平成20年度予算額:23億円)】

個別技術

タグ情報漏洩防止

状況認識・状況適応ミドルウェア

自律分散ネットワーク

センサーネットワーク

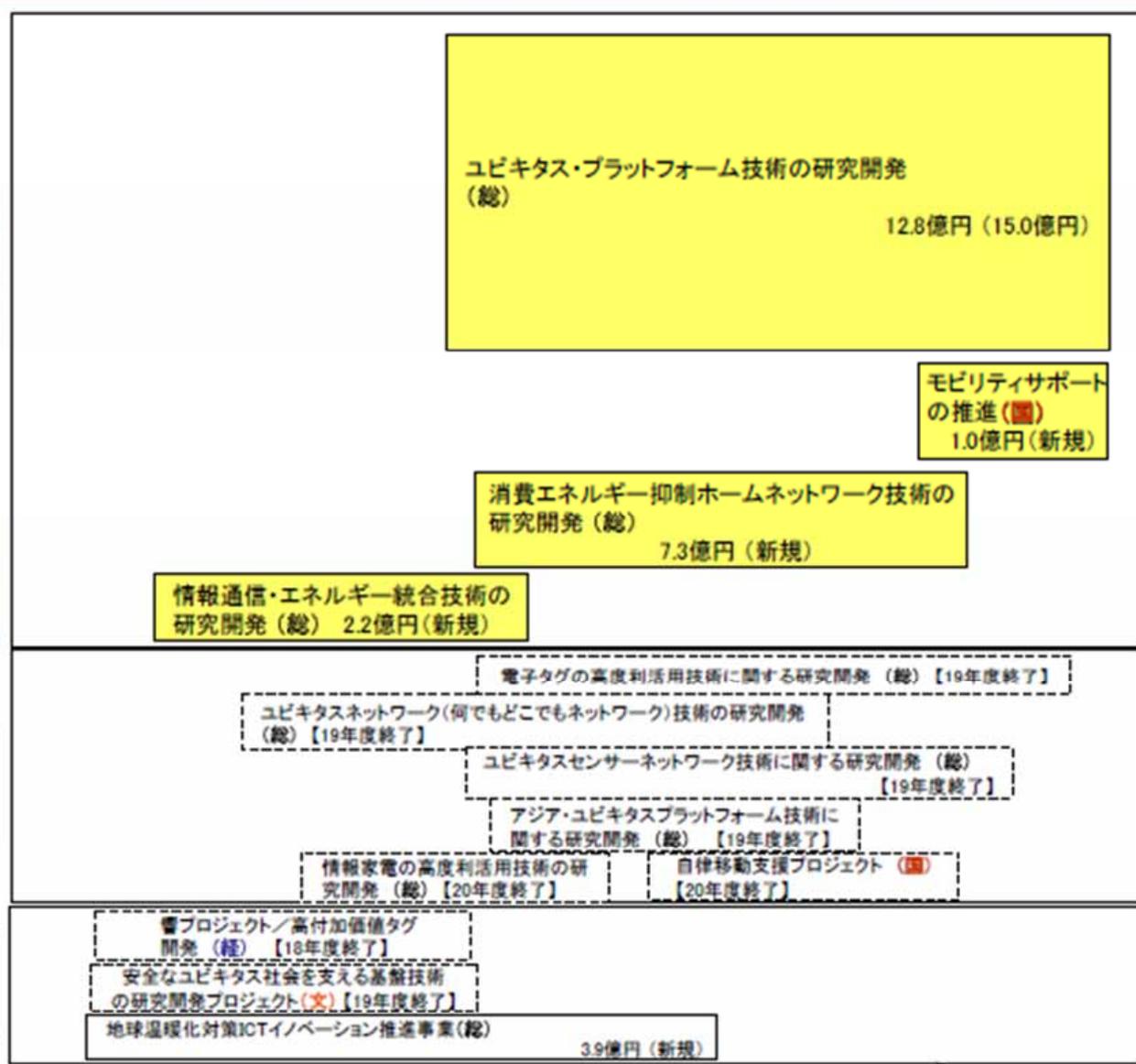
トレーサビリティ基盤

ユニバーサル社会の行動支援プラットフォーム

環境・エネルギー技術

関連施策
(平成18~20年度
戦略重点科学技術)

戦略重点科学技術
に含まれない
関連施策



目標

どんなモノでも情報でつなぎ便利に利用できるユビキタス端末
(スマートな電子タグ等)技術とネットワーク基盤を実用化する

戦略重点科学技術該当施策

基礎

応用

普及・展開

担当省: (総):総務省、(文):文部科学省、(経):経済産業省、(国):国土交通省



「情報通信・エネルギー統合技術の研究開発」

- 総務省担当の戦略重点科学技術施策
- 情報通信研究機構 平成21年度「高度通信・放送研究開発委託研究」として実施
 - 研究開発期間：平成21年度～25年度(5年間)
- 経過
 - H21.1.21 公募予告
 - H21.2.23～3.23 公募期間
 - H21.5.13 受託者決定(報道発表)
 - H21.6.26 契約締結, 研究開始

課題番号 142

情報通信・エネルギー統合技術の研究開発

単独の家庭だけでなくそれらが複数集まった地域等の面的エリア内で消費される電力に対して、情報通信技術（ICT）を活用して生活者の利便性を失わず、かつ生活者が意識することなく、確実に消費電力の削減を達成できる技術確立するため、「電力の流れの情報化」及び「供給電力の最適割り当て」に基づく電力管理・制御技術の研究開発を実施する。

研究開発期間：平成21年度～平成25年度（5年間）
予算：総額177百万円程度（上限、平成21年度）

課題ア

エネルギー需要予測のためのデータベース構築とエネルギー最適割り当てプロトコルの研究開発

- ・各種の負荷機器（白物家電、AV機器、ICT機器、住設機器等）の特徴量抽出とデータベース化及びデータベースを用いたエネルギー需要予測手法の開発
- ・ホームネットワーク上でのエネルギー最適割り当てプロトコルの開発
- ・地域コミュニティレベルでのエネルギー最適割り当てプロトコルの開発

課題イ

エネルギーの最適割り当てを実現するための通信インタフェース及び同インタフェース対応ハードウェアの開発

- ・直流電力ネットワークの構築が可能で、かつ、交流電力ネットワークとの間の電力授受制御機能を有する負荷機器用通信インタフェース及び同インタフェース対応ハードウェアの開発
- ・直流電力ネットワークの構築が可能で、かつ、交流電力ネットワークとの間の電力授受制御機能を有する電池、発電装置用通信インタフェース及び同インタフェース対応ハードウェアの開発

研究開発アプローチ

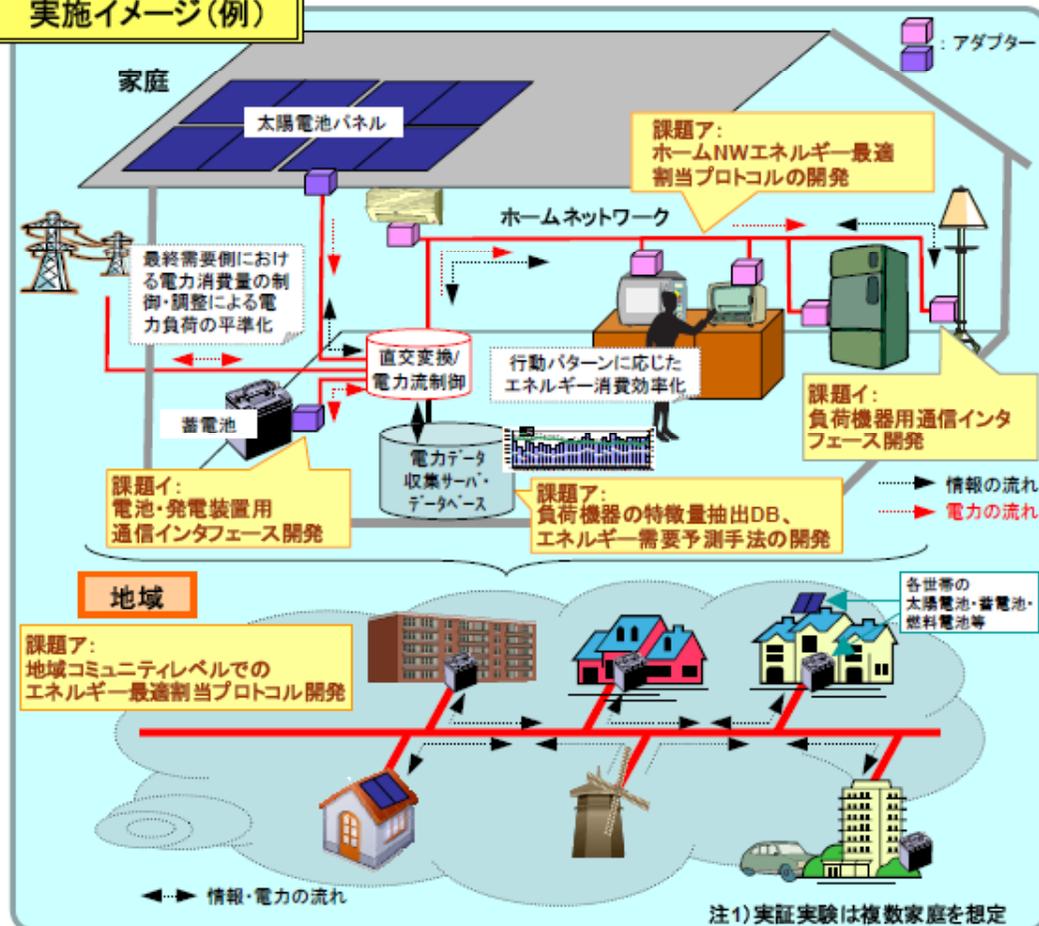
実世界（家庭等）における電力の流れ

制御  センシング

情報通信技術によるデータ収集、蓄積、知的処理

負荷機器の消費電力特性抽出等を行った上で、供給電力のCO2排出量までも含め、電力の流れを情報化し、トータルの電力使用量が最適となるように制御する。

実施イメージ（例）



注2) 上図は例示であり、その他の実施イメージも想定される（研究計画書参照）。



研究開発体制

- 国立大学法人 京都大学(幹事)
 - 学術情報メディアセンター 岡部寿男
 - 大学院工学研究科 引原隆士
- 国立大学法人 神戸大学
 - 大学院工学研究科 塚本昌彦
- 大和ハウス工業(株)
- (株)エネゲート
- (株)トランス・ニュー・テクノロジー

情報通信・エネルギー統合
技術の研究開発

Integration Technology of
Information, Communication
and Energy
— ICE-IT



研究の概要

- 研究の目的

- 電力ネットワークと情報ネットワークの統合

- エネルギー源となる分散電源(太陽光発電, 燃料電池 等)、配電系統と各種家庭内機器の間のエネルギー供給のあり方を、物理的供給システムの拘束から解放し、情報通信技術との融合により再定義する。

- 実世界の人間の行動パターンに応じて**プロアクティブにエネルギーを制御**

- ユビキタスコンピューティングで培われた技術を、エネルギーのプロアクティブ制御に応用

- 総合的に電力消費を下げながらQoL (Quality of Life)を維持する機構の提案と、家庭から地域に於ける新しいエネルギー供給のあり方の可能性を提案

エネルギーの情報化



本プロジェクトにおける 「エネルギーの情報化」の考え方

1. 全ての電源ならびに負荷機器において、リアルタイムでエネルギー（電力）の流れをセンシング
2. エネルギーを含むセンシングされたデータをホームゲートウェイを通じてセンターサーバ上のデータベースに集約
 - 特徴量を抽出してルール化
3. 各負荷機器は、センサネットワークによる環境情報も加味してリアルタイムにエネルギー需要を予測。各電源はエネルギー供給を予測
4. 各負荷機器は家庭内電力網に対してエネルギーをオンデマンドで要求 (Energy on Demand)
5. QoEn (Quality of Energy)パラメータを考慮して電源と負荷とを最適マッチング
 - QoL (Quality of Life)に配慮しつつ要求を優先度で順位付け
6. 電力網は、QoEnごとにエネルギーを独立に配送
 - 直流配電(たとえばPoE)、さらには電力のパケット化



研究開発課題

- 課題ア: エネルギー需要予測のためのデータベース構築とエネルギー最適割り当てプロトコルの研究開発

大和ハウス – 課題ア-1: 汎用的ホームゲートウェイ開発

TNT – 課題ア-2: プロトコル記述フレームワークとソフトウェア無停止更機構の開発

神戸大 – 課題ア-3: ホームネットワーク上でのエネルギー最適割り当てプロトコルの開発

京大(岡部) – 課題ア-4: 電力の供給と消費のQoEnに基づく最適マッチングアルゴリズムならびにルーティング

- 課題イ: エネルギーの最適割り当てを実現するための通信インタフェース及び同インタフェース対応ハードウェアの開発

京大(引原) – 課題イ-1: 高周波スイッチング電源を用いた電力伝送インターフェース・ルータの研究開発

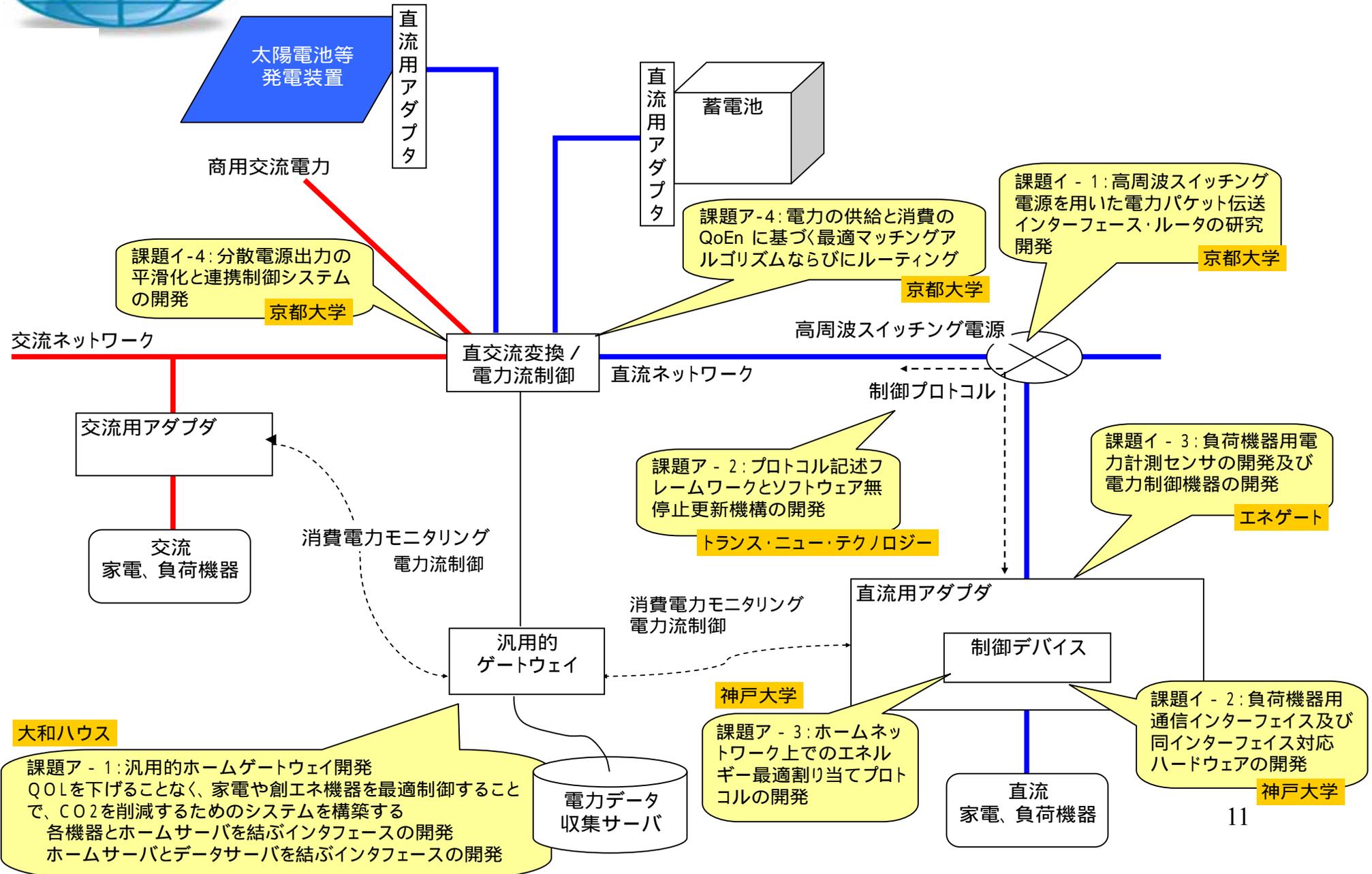
神戸大 – 課題イ-2: 負荷機器用通信インタフェース及び同インタフェース対応ハードウェアの開発

エネゲート – 課題イ-3: 負荷機器用電力計測センサの開発及び電力制御機器の開発

京大(引原) – 課題イ-4: 分散電源出力の平滑化と連携制御システムの開発



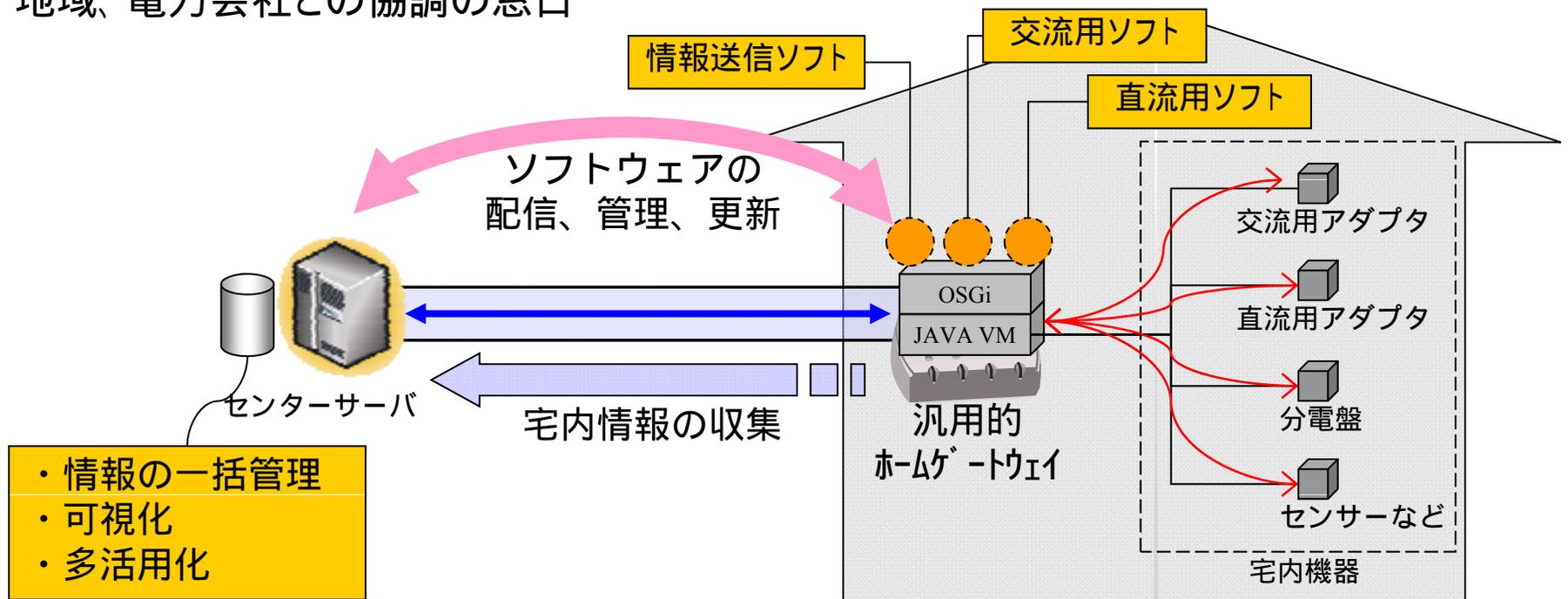
『情報通信・エネルギー統合技術の研究開発』イメージ図





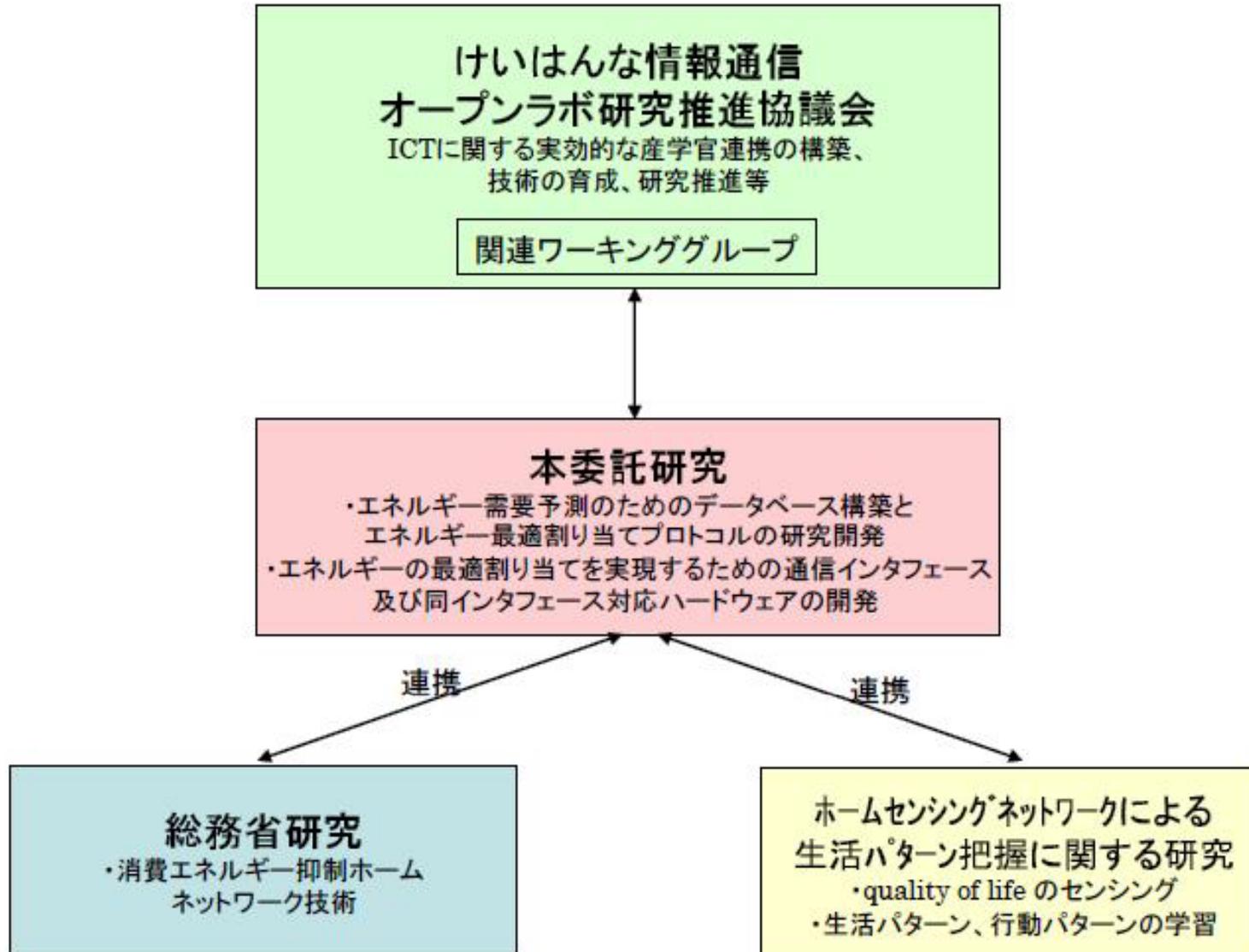
汎用的ホームゲートウェイの役割

- 電力情報等の収集、データベース化
センターサーバでの一括管理、履歴管理
特徴量を抽出してのルール化
- 収集した情報を活用
各機器におけるエネルギー需要・供給予測へのフィードバック
QoLの維持・向上に直結させる「可視化」
地域、電力会社との協調の窓口





他のプロジェクトとの連携





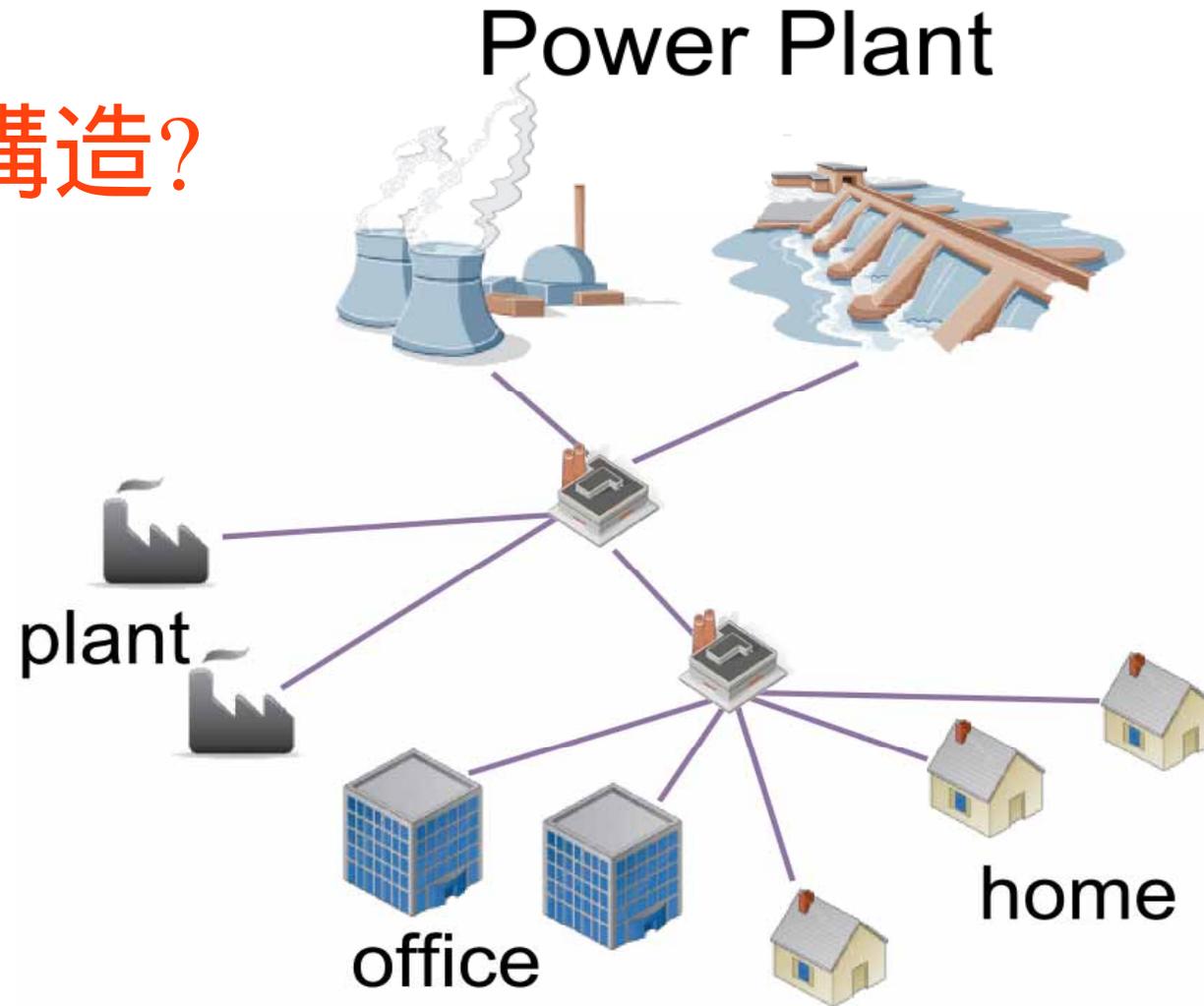
研究開発課題(京大)

- 課題ア: エネルギー需要予測のためのデータベース構築とエネルギー最適割り当てプロトコルの研究開発
 - 課題ア-4: 電力の供給と消費の Q_{oEn} に基づく最適マッチングアルゴリズムならびにルーティング



電力ネットワーク (1)

Tree構造?





電力ネットワーク (2)



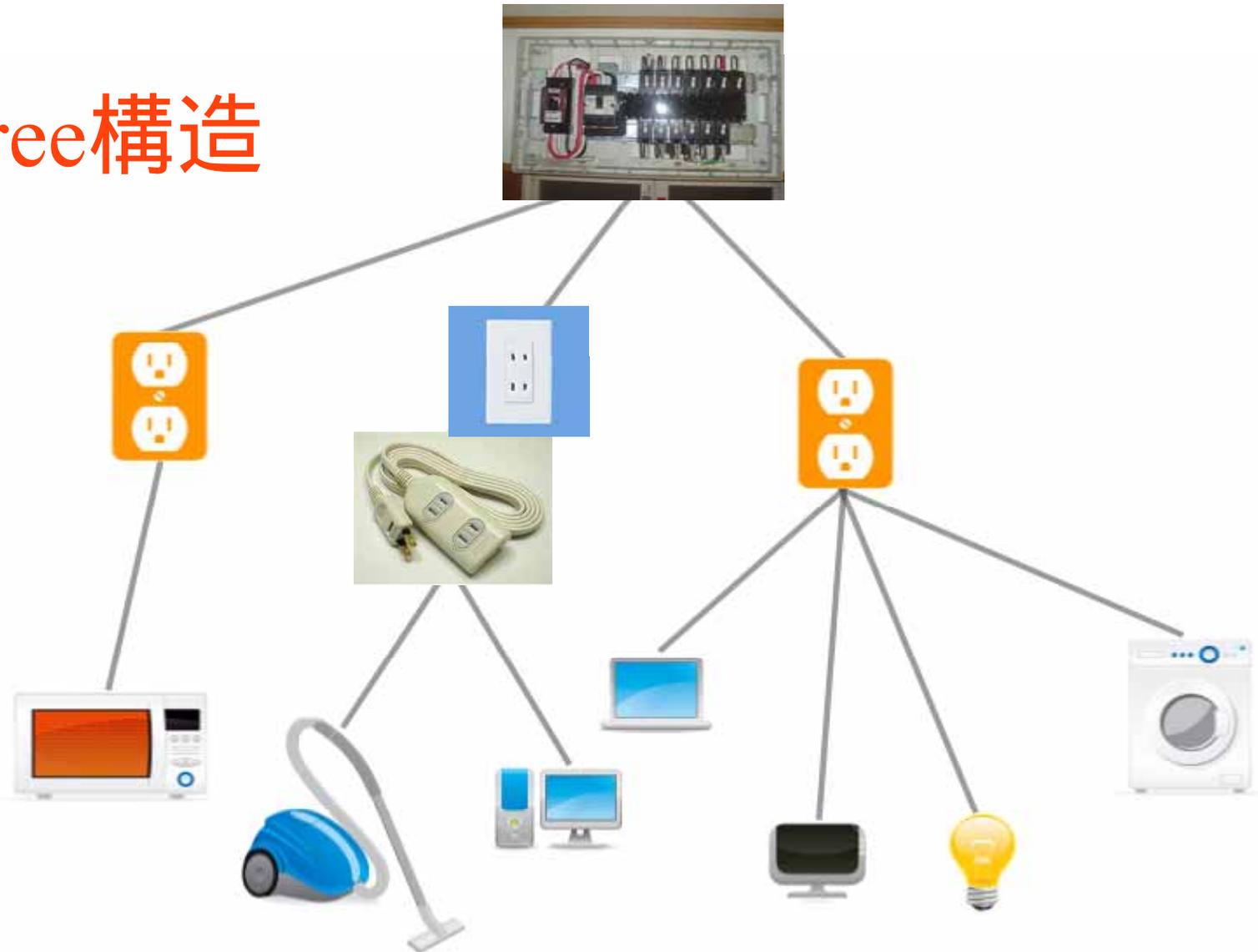
網目状
ループ状





現在の家庭内電力ネットワーク

Tree構造





提案する家庭内電力ネットワーク

高価・安定



安価・不安定



QoEn(Quality of Energy)
に基づいた

- ・ソース選択
- ・資源予約
- ・ルーティング

瞬時に弱いから
高価格でも安定し
た電力を

バッテリーがあるから
不安定でも低価格な電力を

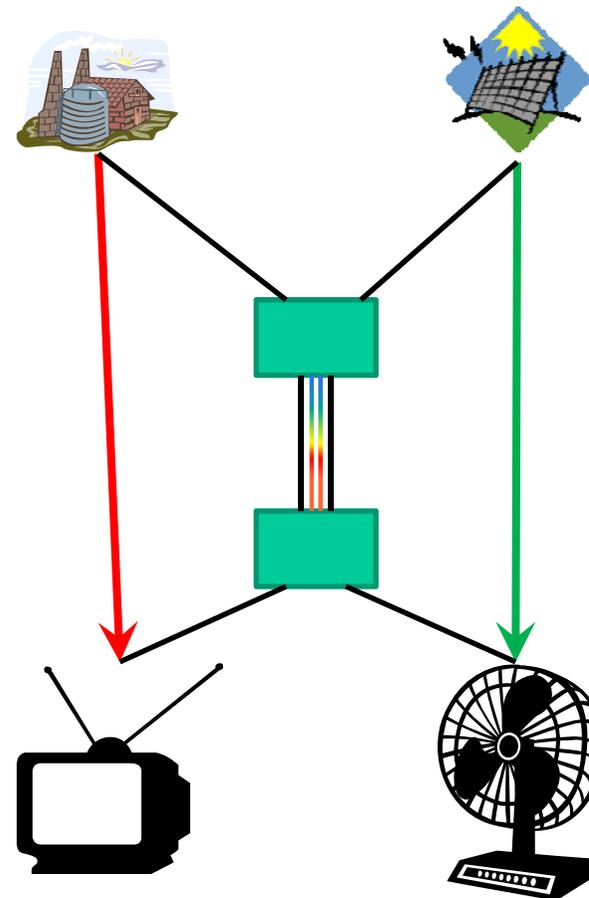


ナノグリッド
v.s. マイクログリッド



提案する家庭内ネットワーク

- 既存の100V系とは別に、直流配電系を新たに敷設
 - まずは低電圧直流 (< 60V)、高電圧も視野
 - 配電方式
 - 独立配線方式
 - 電源ごとに別々の配線を用いる
 - 電力パケット方式
 - 電力をパケット化してルーティング





電カルレーティングプロトコル

- IPネットワークと同様の自律分散型
 - 固定的なサーバに依存しない
- IPネットワークにおけるQoSレーティングプロトコルを応用
 - QoSレーティングプロトコル
 - リンクステート型、階層型
 - 資源予約プロトコル
 - RSVPに準じて受信者主導による資源予約

NICT AKARIプロジェクトで研究開発中のプロトコルを活用

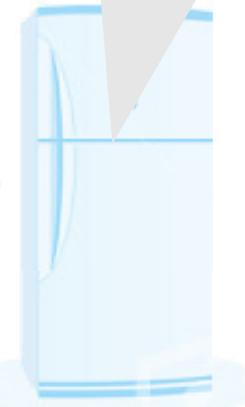


プロアクティブ制御による きめ細かな電力制御

掃除機をかけるなら、
ポットの電源はOFFで
大丈夫



冷凍食品が解ける
から1分以上切れ
ちゃだめ



電力センサ
人感センサ
温度センサ
照度センサ

個々の機器が持つ
センサ情報を統合

今調理中だから
切れちゃだめ



生活者の行動を予測、
QoEnパラメータ化



参考：電気魔法瓶における電力消費予測

T社

Z社



電力マッチング

- 電力とその時間変化のQoEnとしての明確化
 - 供給側(分散電源)のパラメータ
 - 電圧安定度(電圧変動、瞬停の時間)、供給可能電流(ピーク、平均)、予想持続時間、コスト、CO₂排出量
 - 消費側(家電)の消費電力の要求パラメータ
 - 電圧安定度、電圧変動許容度、瞬停許容時間、電力のパターン(ピーク、平均)、予想持続時間
 - Quality of Life との関係
 - 要求の優先度、緊急度(すぐに開始すべきか待つことができるか)、要求の段階(最低限何アンペア必要、余裕があれば何アンペアほしい)、横取り可能性(一度開始した要求を中断あるいはレベルダウンできるか)
- 最適マッチングアルゴリズム
 - 時系列で与えられる供給電力、消費電力のQoEnのマッチングを、配送網の物理的制約の下でQoLを最大化するように最適化



まとめ

- “エネルギーの情報化”
 - 「スマートグリッド」の考え方をまず家庭から
 - 100V 50/60Hz “電灯線”の呪縛からの解放
 - ユビキタスで培った技術を省エネにフル活用
- 今後の展望
 - チャレンジングな課題である一方、スピード感も重要
 - 国際標準化も始まっている
 - IEEE P2030 (スマートグリッド関連システム)
 - IETF roll (routing over low power and lossy networks)
- 多くの企業・研究者の参入に期待！