サイエンティフィック・システム研究会
合同分科会 2009年度会合
システム技術分科会代表報告
2009.11.25

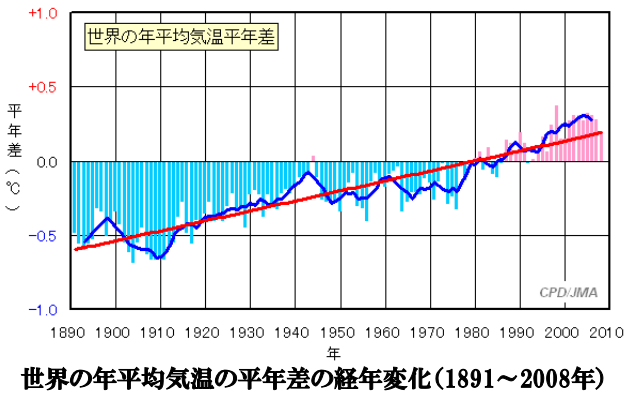
SLIDE

ウェアラブル・ユビキタスによる グリーン生活

神戸大学大学院工学研究科
電気電子工学専攻
塚本昌彦

地球温暖化

- 地球温暖化の要因はCO2などの温室ガスの蓄積
- 鳩山政権は国連で温室ガス25%削減を明言
  - 2020年までに1990年比(2009.9.22) →急にえらいことになった



世界の年平均気温の平年差の経年変化（1891～2008年）
気象庁気象統計情報
http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/temp/an_wld.html

さらに，
政府の事業仕分けで
スパコン事業凍結
温暖化シミュレーションに悪影響か?!
神戸ではトップニュース!!
SS研でもトップニュース!?

概要

これから10年，さらに小さくなるコンピュータを人，もの，場所に取り付けて使うウェアラブル，ユビキタスコンピューティングは，人々の生活に直接的な影響を及ぼす．

CO2やエネルギーなどに関する情報を適切に管理，分析，提示することでグリーン生活を強力に推進できる可能性がある．

ウェアラブル，ユビキタスのもたらす将来のエコ生活の可能性と，講演者のグループで推進しているアプローチについて述べる．

Keywordはウェアラブル，ユビキタス，グリーン，エコ

当研究室の取り組み

健康はエコと似ている!

- たくさんの俗説や誤解
- ミクロな行動の蓄積でマクロな影響が出る.
- 様々な要因の因果関係は部分的に自明，全体的には不明
- 結局自然界の脅威（カオス）
- 科学技術の急速な進歩が生み出した「病理」からの回復を目指す!
- 最近の注目と予算の拡大
- 急速な新産業立ち上がりの予感

当研究室では健康とエコに対する共通プラットホームの構築を目指している

エコロジーと省エネ

- エコロジー
  - 本来「生態学」
    - 農薬や工場排水による環境汚染と生態への影響
    - 反捕鯨，反原発，反核など
  - 転じて「地球環境問題」≒グリーン
    - 公害を出さない，自然保護など
  - 最近の焦点は「省エネ」≒「温暖化防止」≒「CO2削減」
- 省エネ
  - エネルギー消費を減らす!!
  - 目的が変わってきた.
    - 昔はエコノミー（つまり節約）のため：オイルショックの影響など
    - 今はエコロジー（つまり生態系）のため：地球環境問題の影響など

「エコ」から「エコ」へ

グリーン VS クリーン

- グリーン
  - 昔は反公害，反技術社会，その後，リサイクル，省エネ
  - 今は温暖化防止
    - 温室効果ガス削減．特にCO_2
    - エネルギー改革，省エネ，再利用，炭素固定などが有効

  「地球にやさしい」≒クリーン??
- クリーン
  - クリーン技術，クリーンエネルギー
    - 太陽光，風力，各種廃棄物利用，温度差熱，太陽熱，雪氷熱，各種バイオマスなどの新エネルギー
    - 水力，地熱などの再生可能エネルギー

  「クリーン」技術で「グリーン」化

グリーンIT

「グリーン」のためのIT，すなわち，

IT自体の省エネ

1. IT自体のグリーン化
   - 1-a. データセンタやマシンルームの管理（消費電力や発熱）
   - 1-b. コンピュータ機器，ネットワーク機器などの省電力化（エコ家電）
   - 1-z. その他（IT機器のリサイクル，環境汚染物質の排除等）

ITによる省エネ

2. ITによるグリーン化
   - 2-a. オフィスや家庭，教育機関などでのIT導入による環境コスト削減（輸送や移動，紙使用などを減らす）
   - 2-b. エネルギー使用量などのセンシング，「見える化」による人々の省エネ意識向上やエネルギー管理の使用効率向上
   - 2-z. その他（ネットサイトによるリサイクル促進，情報発信）

グリッド??

- 電力網(Power Grid)
- 広域ネット上の分散コンピュータサービス
  (Grid Computing)

Smart Gridはどっち？

Grid協議会はどっち？

グリッドネットワークと言うとまた全然別の意味だったりする.

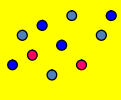
まずは前置き

ウェアラブル・ユビキタス
コンピューティング

これから10年

コンピュータが
もっと小さくなる！

豆粒大
ゴマ粒大に



人，もの，場所に
コンピュータが付く(着く)!

コンピュータは
実世界で使われる.

具体的には…

- 人 → ウェアラブル
  衣服，めがね，指輪，靴，ネクタイ，．．．
- もの
  はし，茶碗，鉛筆，洗濯ばさみ，リモコン，鍵
- 場所 → ユビキタス
  ベッド，部屋，廊下，道路，机，いす，．．．

技術ステップ予想（概要）

技術事項	展開の可能性
街角情報投稿・配信の展開	0～2年
食品流通のICタグ管理	0～2年
3Dディスプレイ・コンテンツ展開	0～3年
デジタルサイネージの展開	0～3年
ユビキタスライブカメラの展開	0～3年
ICタグの低価格化	0～4年
高機能ICタグの展開	1～4年
HMDの普及	1～4年
ICタグリーダ付き携帯電話の展開	1～5年
実世界型ゲーム機の登場	1～5年
センサウェアの展開	1～5年
掃除ロボットの普及・展開	2～5年
カプセル大携帯電話の登場・普及	3～7年
飛行型コンピュータの展開	5～10年

本題

SLIDE

ウェアラブル・ユビキタスによる

グリーンな生活

そもそもサーバ型より分散型のほうが省エネ(1-a)

SLIDE

- 超低消費電力で分散(ローカル)計算
  - 高性能サーバはエネルギーパフォーマンスが悪い.
  - 最近のサーバは低性能CPU群からなっていて，相当チューンされてパフォーマンスが良くなっている(加藤)
  - サーバベンダに騙されている(塚本)
  - 必要な時だけ高性能なマシンに頼る?
  - 実際にはうまくシステムを作らないと分散化のオーバーヘッドが高い.
- 通信コストが最小化できる.
  - 「事件は現場で起こっている!!」

データセンタのセンシング，見える化，最適化（1-a，2-b）

- どのLSIが熱いか？
  - CPU，メモリ，グラフィックチップ，ビデオチップ
- どの場所が涼しいか？
  - 涼しい場所で計算
- いつ，どこを熱くしたいか？
  - 熱が必要な場所で計算：シャワーを使うと計算が集まる．
  - 「広域CPU給湯システム」を真剣にデザインするのも面白いかも．
  - パソコンの上にマグカップをおいてコーヒーを保温しながら飲んでいるという人が何人かいた．危険なのではないかと思う．

HMDは省エネ(1-b)

- 消費電力は大型ディスプレイの数万分の一
- デジタルサイネージよりも街角情報配信のほうが省エネ
  - 必要な情報を必要な人だけに最小のエネルギーで提供する．
  - セカイカメラ、実世界透視ケータイ（au）、オートGPS（ドコモ）など新サービスインフラが続々立ち上がる。
- 網膜投射型，さらには脳電極?
  - NEC+ニコンのTeleScouterは2010年商品化

その他のウェアラブルも省エネ(1-b)

- 一人だけを快適な温度に保つ冷暖房服
  - 消費電力は1万分の1以下
- 湿度や空気清浄機も不要?
  - インフルエンザも移らない?
- 照明も不要?
- 通信量の削減
- オフィスやデスクの制約がない
  - 快適な場所で仕事ができる.

ユビキタスも機器の省エネ化に役立つ(1-b)

周辺状況を精密に知ることができるので,

- スクリーンセーバや省電力管理の精密化
- 不要プロセスのkill, 不要デバイスのkill
- キャッシングやプリフェッチの精度向上
- ユーザのイライラ度に合わせたCPUクロック・使用メモリ量変更

現場業務へのIT導入による省エネ（2-a）

- 「輸送や移動，紙使用などを減らす」が実世界で行える．
- ウェアラブルコンピュータの現場利用
- ICタグやセンサの使用による物品の最適管理
- センサの使用による不要サービスの自動オフ

交通最適化（2-a）

ウェアラブル・ユビキタスで個人と場所の情報を統合して，

- 信号をデマンドベースで
  - 不要な赤信号はまったくなくなる．
- 乗合タクシー・デマンドバス
- 共有カー・バイク・自転車
  - 乗り物リソースの最適化が可能
- エレベータやエスカレータの広域最適化

誰でもどこでも発電(2-a)

- 自分で発電
  - 歩く，走る
  - 通常の体温で
  - ドキドキするだけでも
- どこでも発電
  - 石畳や階段
  - 風，光，熱，…．サーバールームで

自然景観の回復（2-a）

- 看板や照明，電線など不要な人工物を撤去
- （前述のように）必要な人に必要な情報を配信し，HMDに提示する．
- ものや場所に関する情報は自然物で隠す．
- （前述のように）誰でもどこでも発電で動作

センサネットワーク，環境モニタリング（2-b）

- エネルギーがどこでどれだけ使われているか?
- CO2がどこでどれだけ排出されているか?
- どこに誰がいて何をしているか?
  - これから何をしようとしているか?
- （前述の通り）サーバルームでは特に有効
- （前述の通り）コンピュータ＋ネットワーク機器の省エネに利用できる.

ユビキタス分散電源(2-b)

- 分散電源
  - 太陽電池
  - 充電されたままほったらかされたバッテリ
  - 前述のウェアラブル電源，ユビキタス電源
- エネルギー供給の効率化
  - トータルで供給電源の確保
  - ピーク電力を広域レベルでうまくカバーしながら効率を上げる.

SLIDE

ウェアラブル・ユビキタスは
グリーン生活の本命!?

ICE-IT プロジェクト

Integration Technology of Information, Communication and Energy

- 総務省担当の戦略重点科学技術施策「情報通信・エネルギー統合技術の研究開発」に基づく
- 情報通信研究機構(NICT) 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）
- 研究開発体制
  - 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
  - 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

研究目的

- **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

SLIDE

- 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

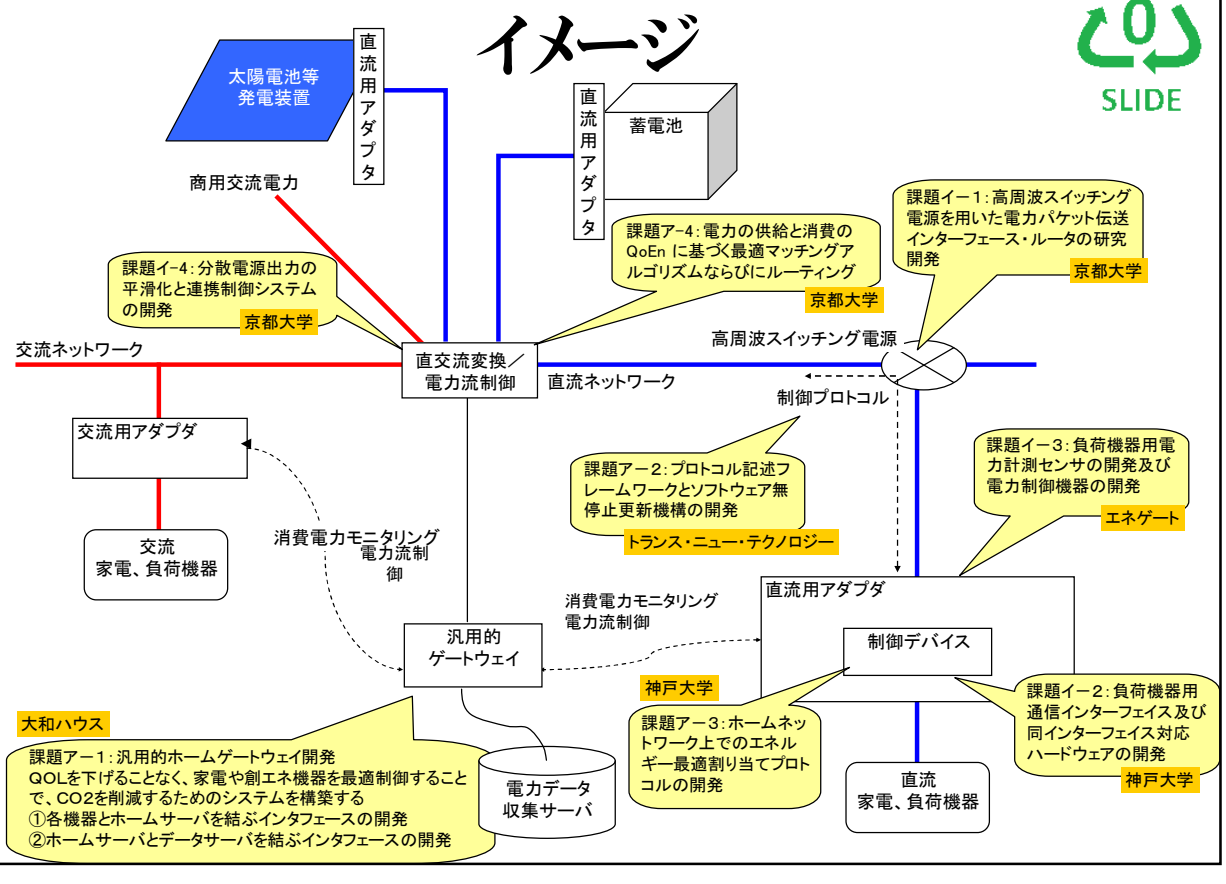
神戸大 – 課題イ-2：負荷機器用通信インタフェース及び同インタフェース対応ハードウェアの開発

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

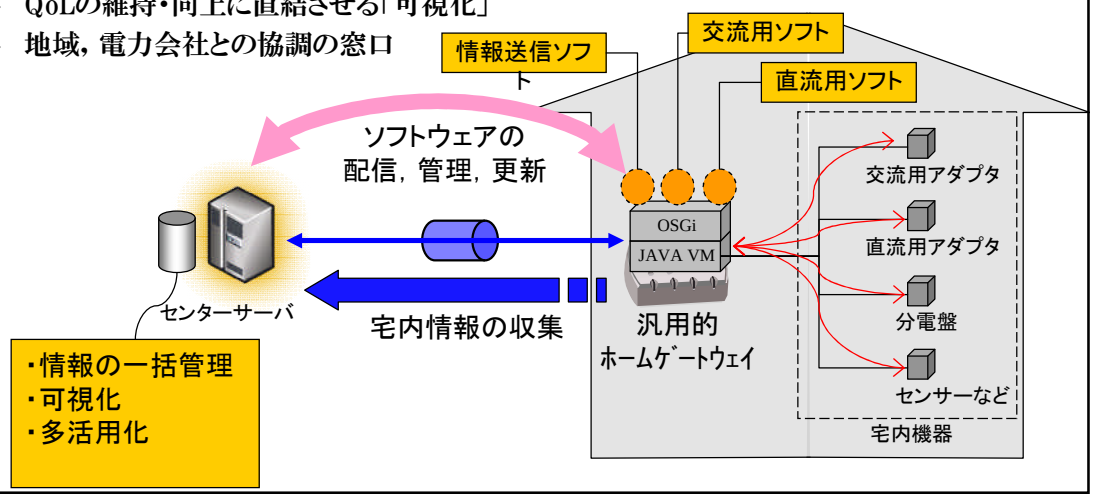
『情報通信・エネルギー統合技術の研究開発』イメージ

SLIDE



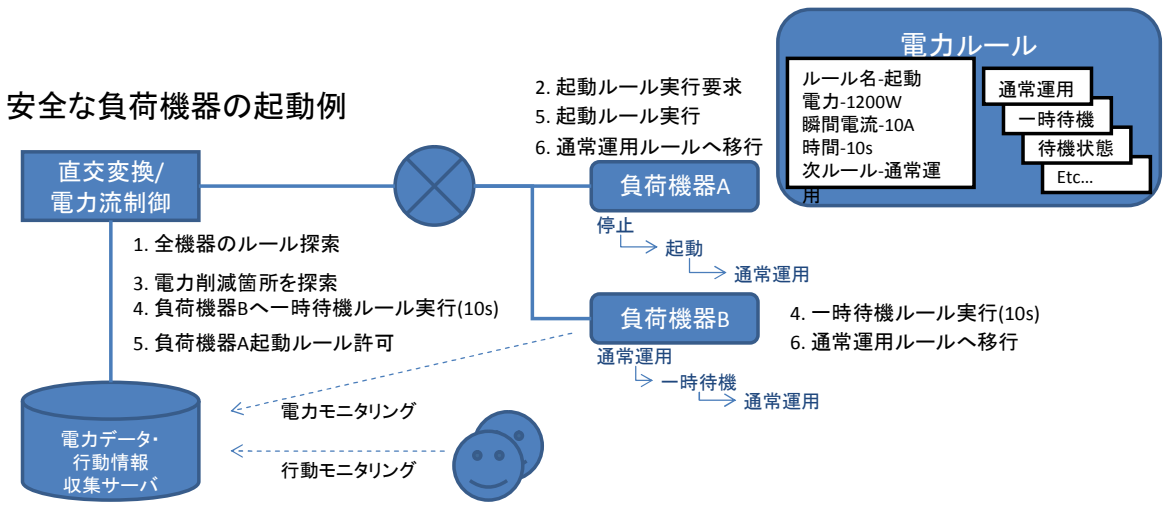
汎用的ホームゲートウェイの役割

- 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



神戸大担当分

電力割り当てルールによる電力プロアクティブ制御プロトコルとインタフェースの研究開発



まとめ

- 豆粒大，ゴマ粒大のコンピュータが人，もの，場所に埋め込まれていく．
  - 実世界にコンピュータが遍在して，人々の日ごろの生活をサポートするようになる．
  - **グリーン生活**が実現される．
- 10年ぐらいのスパンで急激に浸透して，人々のくらしに大きな変化を与える．
  - **創造性**が求められる．
  - **超ポジティブ**で行こう!