

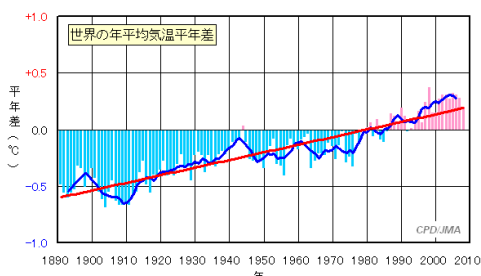
サイエンティフィック・システム研究会  
合同分科会 2009年度会合  
システム技術分科会代表報告  
2009.11.25

## 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CO<sub>2</sub>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年平均差の経年変化(1891~2008年)  
気象庁気象統計情報  
[http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/temp/an\\_wld.html](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フォ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」
      - 農業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CO2
  - 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,

## 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自体の  
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)

ITによる  
省エネ

# 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?

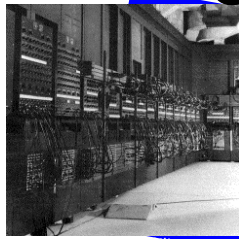
Grid協議会はどっち?

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！



デスクトップコンピュータ

ノートPC

携帯電話

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 → **ユビキタス**  
はし, 茶碗, 鉛筆, 洗濯機, 冷蔵庫, …
- 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

## 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)

- 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、という見方がある。
  - サーバベンダに騙されている(塚本の意見はコレ)
  - 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+ブラザーの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ー
  - 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.

# 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), 配電システム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), さらには電力のバケット化

# 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

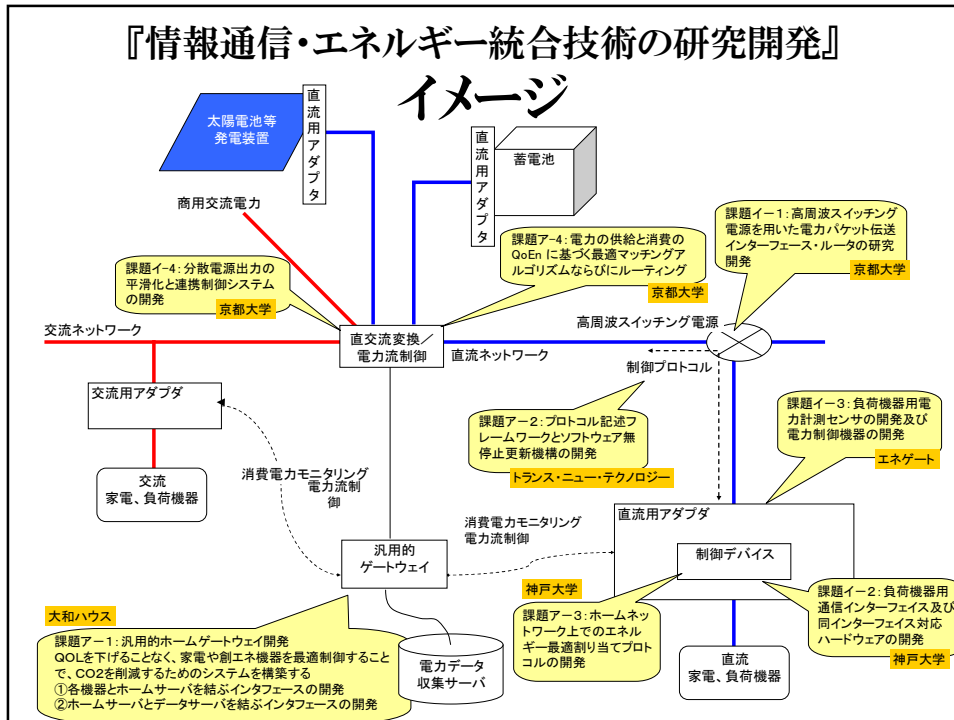
- ・ 課題イ: エネルギーの最適割り当てを実現するための通信インタフェース及び同インタフェース対応ハードウェアの開発

**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

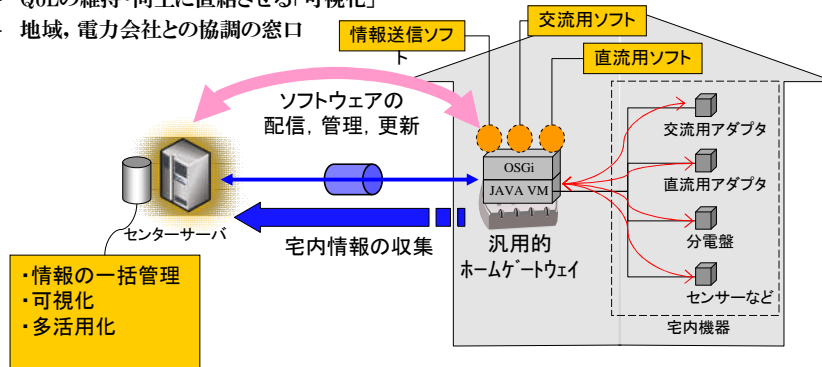
**京大(引原)** - 課題イ-4: 分散電源出力の平滑化と連携制御システムの開発





# 汎用的ホームゲートウェイの役割

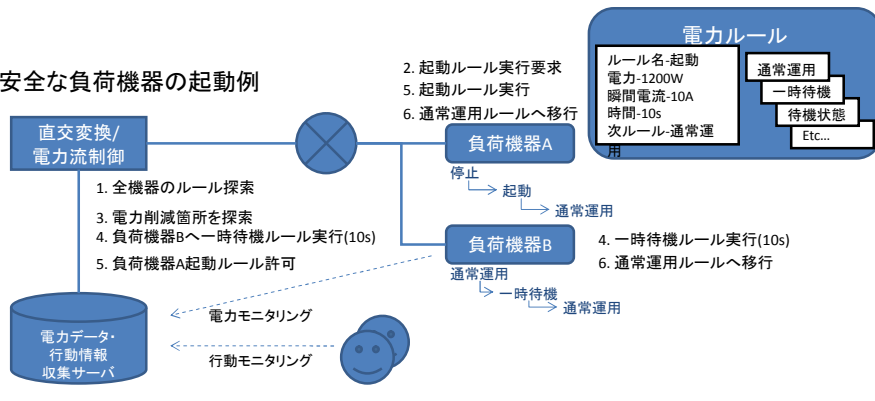
- 電力情報等の収集, データベース化
  - センターサーバでの一括管理, 履歴管理
  - 特徴量を抽出してのルール化
- 収集した情報を活用
  - 各機器におけるエネルギー需要・供給予測へのフィードバック
  - QoLの維持・向上に直結させる「可視化」
  - 地域, 電力会社との協調の窓口



# 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

### 安全な負荷機器の起動例



# 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!