

「情報システムの超低消費電力化を目指した技術革新と統合化技術」
平成19 年度採択研究代表者

市川 晴久

電気通信大学電気通信学部・教授

環境知能実現を目指す超低消費電力化統合システムの研究開発

§ 1. 研究実施の概要

H20 年度までの研究開発により、環境知能を目指す ULP 統合システム開発のうち、フルワイヤレス端末を用いる環境知能の実現性について要素技術レベルの実現性を確認した。H21 年度からは、ULP 領域全体の成果を ULP 統合システム実現シナリオにおいて表現することに重点を置くこととし、ULP 領域内他プロジェクトの成果を取り込む ULP 統合システムの計画を詳細化した。

(1) ULP 統合システムの設計

領域チームの研究成果が実用化されるまでには短くとも 5 年、通常は 10 年以上を想定すべきと考えられる。多くの成果は部品として実用化され統合システムに組み込まれる。10 年を超える年月においては統合システムを構成する他の部品技術が大きく進歩すると想定され、統合システムの機能も現在の想像を越えるものになる可能性もある。このような環境において、領域が生み出す超低消費電力化技術がユーザに見える価値に結実することを表現するのが統合システムの役割である。領域技術成果を、統合システムの省電力化効果と省電力化により達成される機能によって表現することとし、10 年超にわたって有効な統合システム機能基本コンセプトとして、Place & Play を提案した。また、領域成果の実用化時期の分散を考慮し、統合システムのターゲット市場を大きく中期と長期に分けることとし、中期ターゲットは Place & Play 化(P&P 化)されたインターネット、長期ターゲットは環境知能統合システムを将来形とするユビキタスネットワークとした。

(2) ULP 統合システム構成要素の設計

ULP 領域各プロジェクトの成果は ULP 統合システムの構成要素であるか、構成要素への貢献が明確であることが求められる。この条件を満たす領域成果とシステム構成要素との対応付けを求めて領域全チームとの連携した設計を行い、中期ターゲットである P&P 化されたインターネットを、モバイル端末、無線アクセスネットワーク、P&P 型データセンタ、大容量広帯域固定網を構成要素

とした。また、長期ターゲットであるユビキタスネットワークは、P&P 化されたインターネットの発展形として、RFID やセンサーなどの軽量、微細な端末が加わり、そのネットワークをサポートする仕組みが P&P 型インターネットに組み込まれることとした。

(3) ULP 統合システムの構築

ULP 統合システム構築の狙いを、領域成果をユーザ視点で理解可能にし、社会的貢献や産業戦略性を論じられるようにすることにおいた。そのために、ULP 統合システムの機能の構築を進めるとともに、領域成果が ULP 構成要素の実現性や性能向上に貢献する程度を評価するメソッドを提案し、領域チームとの評価連携計画詳細化を進めた。また、ULP 統合システムの機能をユーザレベルで可視化するためのシステム開発に着手した。

§ 2. 研究実施体制

(1) 「市川」グループ

① 研究分担グループ長：市川 晴久（電気通信大学、教授）

② 研究項目

- ・統合システムの研究開発
- 環境知能統合システム基盤ネットワークの構築
- ユビキタス環境知能統合デモシステムの構築

(2) 「NTT」グループ（H21年3月末研究終了）

① 研究分担グループ長：武藤 伸一郎（日本電信電話株式会社、研究グループリーダー）

② 研究項目

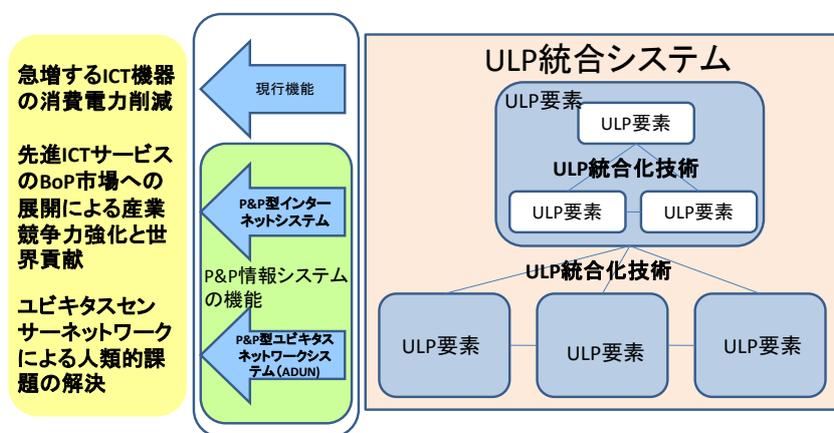
- ・フルワイヤレス端末および極低ビットイベント表現の研究開発
- ワイヤレス端末・回路技術の研究
- MEMS デバイス技術の研究
- 極低ビットイベント表現の構築
- フルワイヤレスセンサノードを用いた実証

§ 3. 研究実施内容

A. ULP統合システムの設計

領域成果による ULP 統合システムの桁違いな省電力化は、消費電力削減の量的側面のみならず機能レベルでの質的価値を生み出すことを期待できる。この質的価値を表す機能基本コンセプト

トである Place & Play とは、ULP 統合システムの消費電力を領域技術によって大幅に削減し、環境エネルギーなどを活用する独立電源の電力供給能力の範囲に収めることにより、電源および通信に必要なあらゆるケーブルが不要な ULP 統合システムを実現し、システムの利便性を画期的に向上させることを示すコンセプトである。Place & Play 化の効果ユーザー視点で提示する領域成果適用ターゲットシステムとして、領域成果が実用化される時期の分散を考慮して中期ターゲットとその発展形としての長期ターゲットの 2 種類を設計した。(図1参照)



1

図 1 中長期 2 種類の Place & Play 型 ULP 統合システム

中期的領域成果適用ターゲットシステムである、P&P 型インターネットシステムは、BoP (Bottom of Pyramid)と呼ばれる発展途上国を想定するシステムである。BoP 地域には世界総人口 60 億人のうちの 40 億人が住み、中長期的には経済発展して巨大市場に成長する期待が高く、また、この地域の経済発展を実現することが貧困撲滅や平和の実現など人類的課題解決に必要と言われている。ICT 技術の導入によって経済発展に成功している例が既に登場しており、先進的な ICT サービスを BoP 地域において実現することへの期待が大きい。P&P 型インターネットシステムはこのような期待に応えようとするシステムである。BoP 地域では、電力、通信、運輸、水道などの社会インフラストラクチャが不足しているが、P&P 型インターネットシステムでは、社会インフラの充実を待たずに先進的なインターネットサービスを実現して経済発展を促すことを狙う。

P&P 型インターネットシステムのコンポーネントは、(1)PC、携帯電話、PDA など、人が携帯する端末(モバイル端末)、(2)無線アクセスネットワーク、(3)P&P 型データセンタ、(4)大容量広帯域固定網・メガデータセンタである。これらは、機能のみならず、消費電力量および電源管理コストからも特徴づけられるため、領域技術による省電力効果を評価するのに適切である。(図2参照)

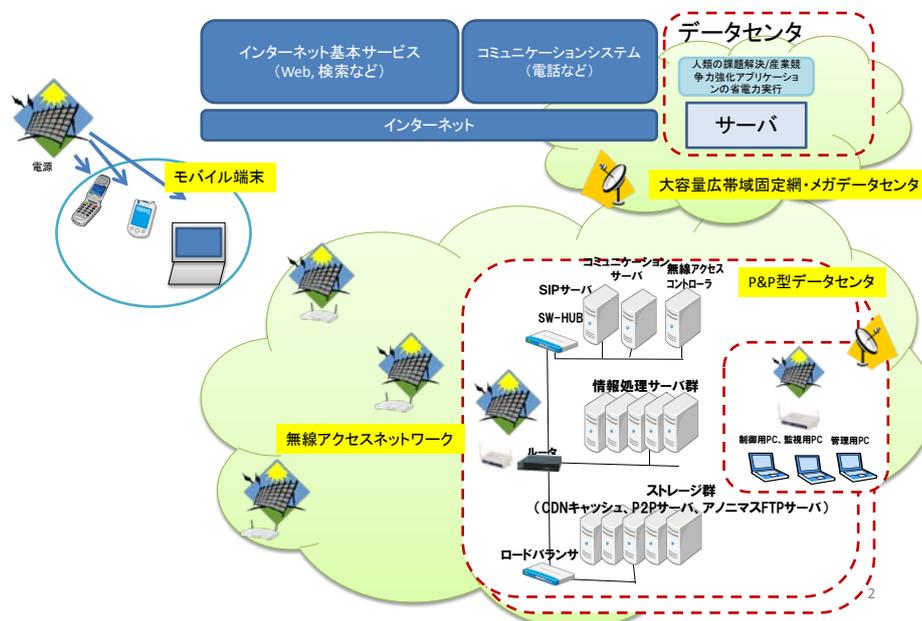


図 2 Place & Play 型インターネットシステム

長期的領域成果適用ターゲットシステムであり、P&P 型インターネットシステムの発展形としての P&P 型ユビキタスユビキタスネットワークシステムをアプライアンス主導型ネットワーク(Appliance Defined Ubiquitous Network: ADUN)とした。ADUN システムのコンポーネントは、(1)RFID やセンサなどのユビキタス端末、(2)P&P 型インターネットシステムの発展形からなる(図3、4参照)。P&P 型インターネットシステムコンポーネントであるモバイル端末の中に、ユビキタス端末の無線信号を含む広帯域電波空間情報をデジタルサンプリングして P&P 型データセンタに運ぶ端末を含む。また、P&P 型データセンタでは、ユビキタス端末からのアプリケーション依存の多様な無線プロトコルをソフトウェア処理することにより、ユビキタス端末ネットワークを可能にする。ユビキタス端末は見えないくらいのサイズにして、いろいろなものに添付して物品管理したり、各所のセンシングを行うことへの期待が大きい。結果、膨大な数になる端末の電池残量や所在位置の把握、電池交換などの管理コストが非常に大きくなる可能性があるため、できるだけ省電力化して環境エネルギーで動作させることが望まれる。このため、領域成果にとって、ユビキタス端末は P&P 型インターネットシステムにはない省電力化目標となる。また、ユビキタス端末以外のコンポーネントは、ユビキタス端末の無線信号を含む広帯域電波空間情報を運び処理するために大きな電力を消費する。従って多くの ULP 領域成果を必要とする。

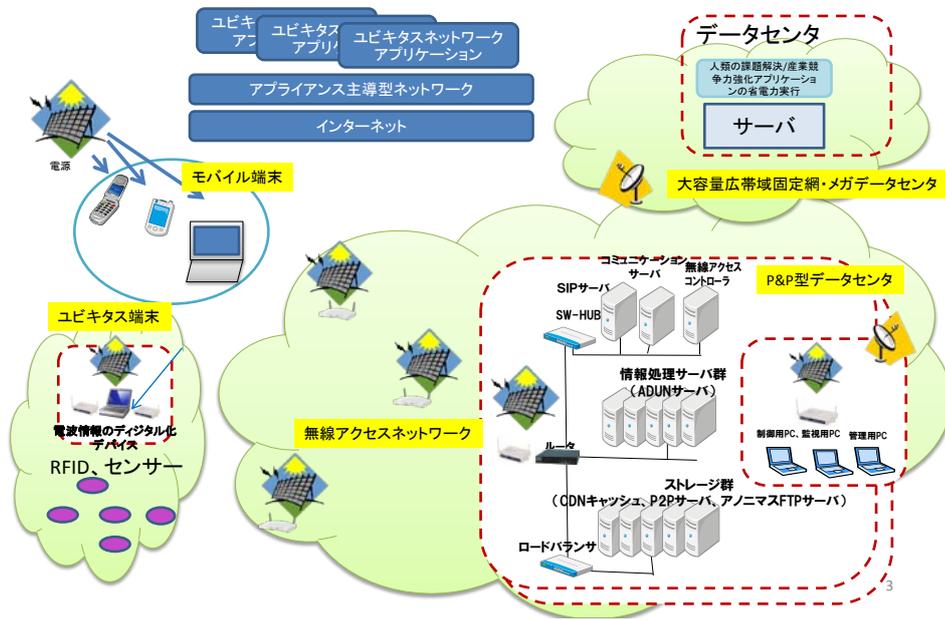


図 3 P&P 型ユビキタスネットワークシステム(ADUN)

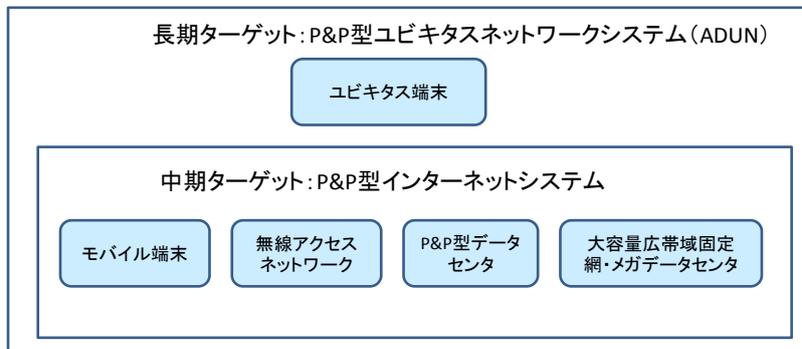


図 4 中長期 2 種類の ULP 統合システムの関係

B. ULP統合システム構成要素の設計

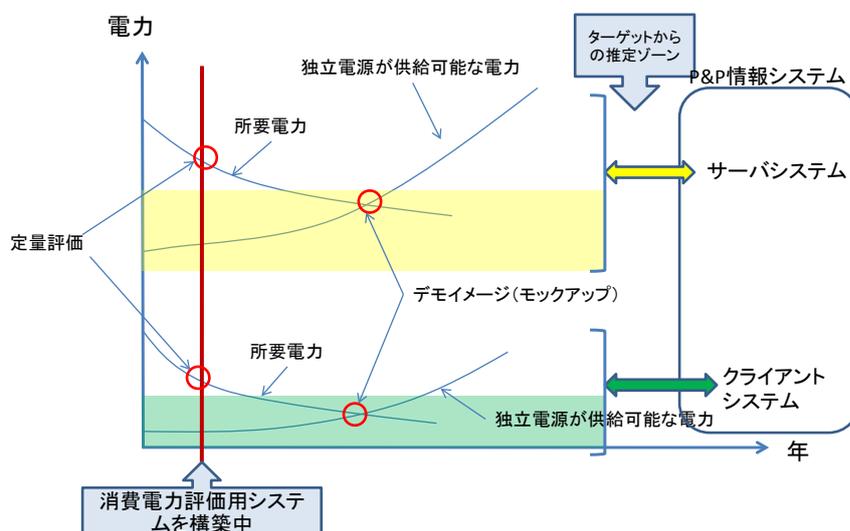
領域内チームの成果を ULP 統合システム構成要素、あるいはその構成部品に対応づけることにより、領域チーム成果の価値創造を論ずることができる。すなわち、領域チームの成果に対応づけた ULP 統合システム構成要素の機能によってチーム成果をユーザ視点で理解可能にするとともに、ULP 統合システム構成要素の市場性によりチーム成果の産業戦略性を論じることができる。領域チーム成果の期待される実用化時期に応じて、P&P 型インターネットシステムあるいは P&P 型ユビキタスネットワークシステムを選択し、その構成要素あるいは要素の構成部品にチーム成果に対応づける検討を領域全チームと連携して実施し、表1の案を得た。

研究開始年度	チーム名	中期的ターゲット				長期的ターゲット				
		P&P 型インターネットシステム				P&P 型ユビキタスネットワークシステム				
		広帯域大容量固定網、メガデータセンタ	P&P 型データセンタ	P&P 型無線ネットワーク	モバイル端末/ポータブル端末	広帯域大容量固定網、メガデータセンタ	P&P 型データセンタ	P&P 型無線ネットワーク	モバイル端末/ポータブル端末	ユビキタス端末
H17	高田チーム				P&P 型 TV 会議システム					視野拡張型カメラ(画像センサ)
	小林チーム								P&P 型ディスプレイシステム	
	佐藤チーム	ULP 光ノード								
	黒田チーム		ULP 大容量高速メモリを用いる計算機、給電シート					短距離、中距離無線ネットワーク		ハイパフォーマンスセンサ(プラーク検出口ポ、画像センサなど)
H18	中村チーム		CPU インテンシブなアプリケーション向けの省電力 Linux サーバ				CPU インテンシブなアプリケーション向けの省電力 Linux サーバ			
	後藤チーム				P&P 型監視カメラ					画像センサ
	高木チーム					省電力 HPC センタ				
	小池チーム	省電力コアサーバ								
H19	松岡チーム	省電力 HPC センタ								
	西川チーム			段階的成長が可能な P&P 型無線ネットワーク						

C. ULP統合システムの構築

C-1. 領域成果によるULP統合システム実現性評価メソッド

領域成果がターゲットとするULP統合システムサブシステムのPlace & Play化実現性を評価するメソッドの開発を進めた。ターゲットとするサブシステムは、一般に、領域成果を適用するコンポーネントと領域成果とは独立な補完技術で実現されるコンポーネントにより構成される。領域成果を適用するコンポーネントが実用化されるまでの期間に補完技術を用いるコンポーネントの省電力化も進化するので、領域成果と補完技術の両方の貢献によりターゲットサブシステムの省電力化が進む。一方、ターゲットサブシステムに電力を供給する独立電源技術も能力向上が期待される。ターゲットとするサブシステムのPlace & Play化への実現性を、消費電力と電源の供給能力のバランス達成可否とその実現時期により評価するメソッドを提案した(図5参照)。



5

図 5 ULP 統合システム Place & Play 化評価メソッド (その 1)

上記評価に必要なターゲットサブシステム消費電力削減量推定を、領域成果のみによる削減量と補完技術による削減量とに分けて推定することとし、前者については領域チーム研究成果に基づく削減量定量評価を行い、後者は技術予測により推定することとした(図6参照)。領域チーム成果に基づく削減量定量評価を行う方法を図7により説明する。入手可能な現行ターゲットサブシステムハードウェア(領域成果適用前のシステムハードウェア)にターゲットサブシステムアプリケーションソフトウェアを走行させることにより、アプリケーション負荷に対する、現行システムの消費電力特性および領域成果を適用するコンポーネントの負荷特性が得られる。領域チーム研究により、対象コンポーネントについて、負荷に対する消費電力削減特性が得られると考えられる。コンポーネント負荷をアプリケーション負荷に換算し、コンポーネント消費電力削減量をターゲットサブシステム消費電力削減量とすることで、領域成果適用後のターゲットサブシステムの消費電力特性を推

定できる。

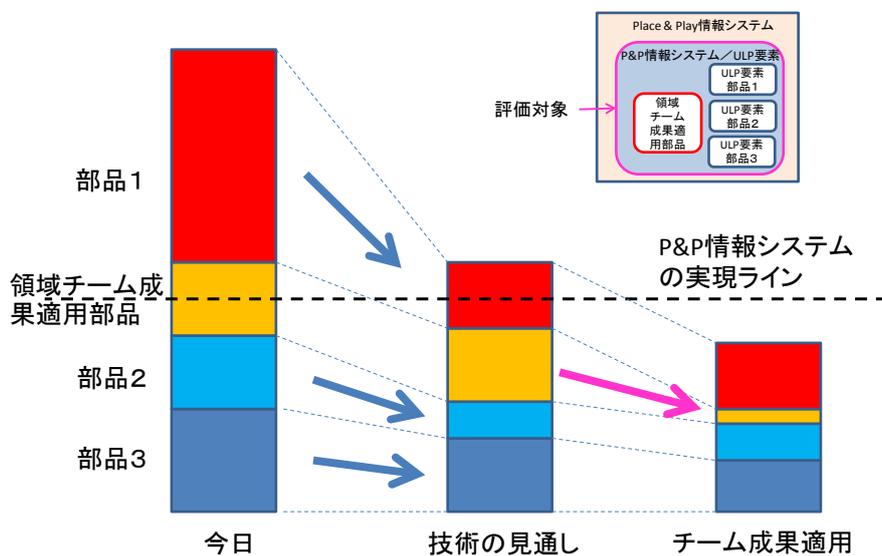


図 6 ULP 統合システム Place & Play 化評価メソッド (その 2)

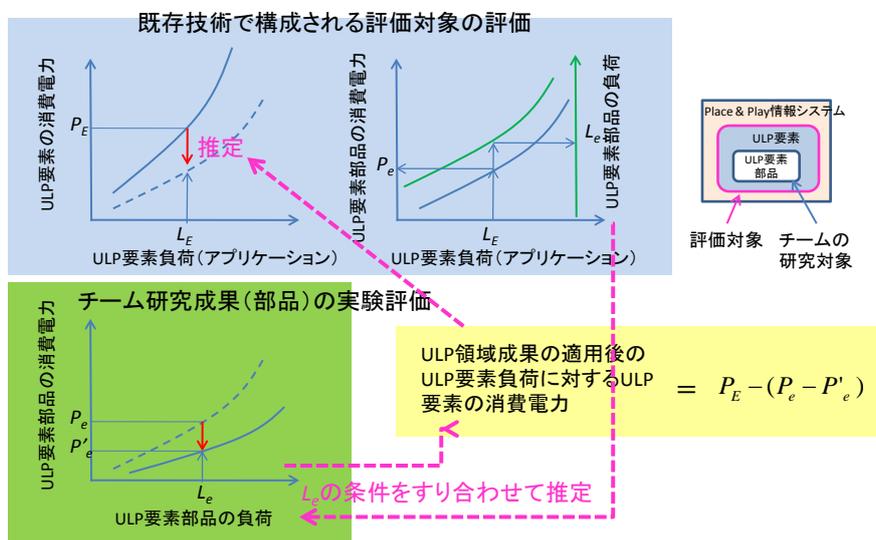


図 7 ULP 統合システム Place & Play 化評価メソッド (その 3)

C-2. ULP統合システムおよび省電力化評価システムの開発

ULP 統合システムの機能をユーザレベルで可視化するために下記の開発に着手した。

- (1) P&P 型データセンタ: P&P 型インターネットシステムの構成要素であり、Web 検索・アクセス

サービスを P&P 型で実現するシステム

(2) P&P 型ユビキタスネットワークシステム: ADUN 基本ソフトウェア上で動作する物品管理アプリケーションシステム

また、CPU インテンシブなアプリケーションに対する超低消費電力化を目指している中村チームと連携し、中村チームの成果を PC 上に構築される ADUN ソフトウェア無線リーダサーバに適用する場合の省電力効果を評価するための開発を開始した。

§ 4. 成果発表等

(4-1) 知財出願

CREST 研究期間累積件数(国内 6 件)