

ユビキタスシステムアーキテクチャ 第5回センサノードプログラミングとContext Awareness

慶應義塾大学環境情報学部
徳田英幸

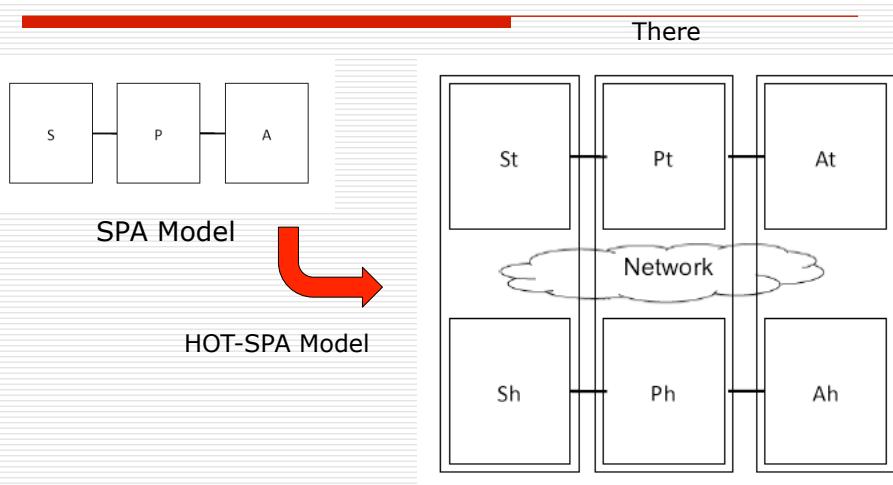
タームプロジェクトについて

- 5/28(木)の授業で中間発表を行います!
 - 11時10分～ @T12
 - 1グループ5分程度でどのようなシステムを構築するか説明する
 - 5枚程度の発表資料の準備をする
 - 出席できない場合は、TA/SAに相談してください
 - 別途対応します
 - 質問、相談があればTA/SAまで
 - wataru_drgnman@ht.sfc.keio.ac.jp
 - デルタ棟S213に来てもらってもOKです

HOT-SPA Architecture

© H.Tokuda 2010

HOT-SPA Architecture Model



© H.Tokuda 2010

待ち合わせ支援システム: A Rendezvous System using Smart Phones

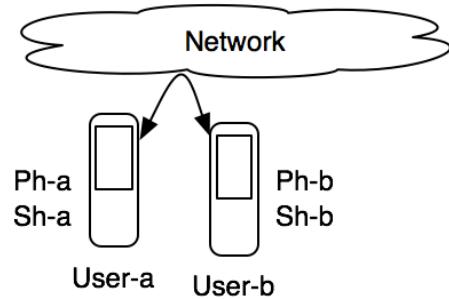
© H.Tokuda 2009

設定画面(Setting Image)



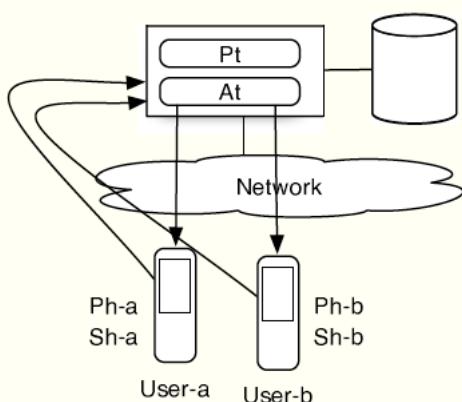
© H.Tokuda 2009

HOT-SPA Model (P2P type)



© H.Tokuda 2009

HOT-SPA Model (Centralized type)



© H.Tokuda 2009

S: Sensing

Sensor Network Model

© H.Tokuda 2010

9

センサーネットワーク

- センサーネットワーク
 - 対象データ（離散型データ、連続型データ）
 - センサーノード設置点に関するデータ
 - センサーノード間を移動する物に関するデータ
 - 時刻同期、位置測定、ネットワークマネジメント
- ハードウェアプラットフォーム
- ソフトウェアアーキテクチャ
- ノード間通信機構
 - 通信プロトコル
 - Wireless sensor node
 - UC Berkeley MICA, Smart-Its
 - IrDA
 - MIT Pin computing

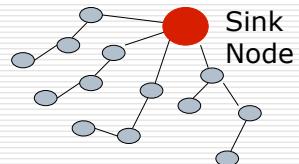
© H.Tokuda 2010

10

Sensor Network Models

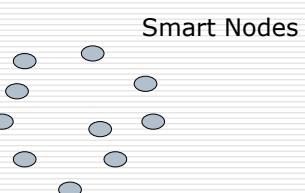
Sink-node Model

- Habitat sensing
- Seismic monitoring
- Structuring instrumentation
- Soil conditioning



P2P Model

- Smart Kindergarten
- Smart Objects, Smart Toys
- Smart Surroundings
- Lovegety
- Navigety



© H.Tokuda 2010

11

Traditional Sensor Networks



© H.Tokuda 2010

12

P2p models: Lovegety & Navigety



The Original p2p goods:
Lovegety



Navigety

© H.Tokuda 2010

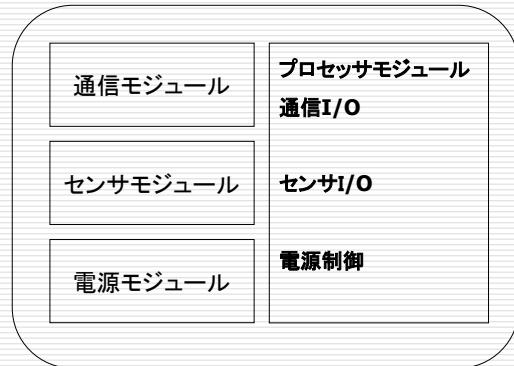
13

Sensor Nodes Hardware Platform

© H.Tokuda 2010

14

Hardware Components



センサノードのハードウェアコンポーネント

© H.Tokuda 2010

15

センサーネットワークプロトコル

通信範囲 半径10m程度、低送信電力無線（出展 ユビキタスネットワークフォーラム資料）

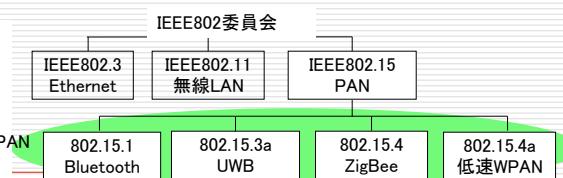
方式名称	微弱無線	特定小電力無線	ZigBee	Bluetooth	高速無線PAN	低速無線PAN
規格	独自	独自	IEEE802.15.4	IEEE802.15.1	IEEE802.15.3a	IEEE802.15.4a
伝送速度(bps)	2K	2~4K	250K	1M	480M	数十K以上
利用周波数帯域	307.74MHz、 316.74MHz	429MHz	2.4GHz、 868MHz、 915MHz	2.4GHz	3.1GHz ~10.6GHz	2.4GHz、 868MHz、 915MHz 3.1GHz ~10.6GHz
伝送距離	30m	30m~300m	10m~75m	10m~100m	10m(110Mbps) 4m(200Mbps)	10m以上
消費電力 (通信/待機)	66mW /3.3mW	50mW /0.3mW	<60mW (通信)	120mW /4.2mW	<100mW (通信)	6.2mW (測距、通信)
製品化	済	済	サンプル	済	未	未

微弱無線(送信端から3m距離で測定)

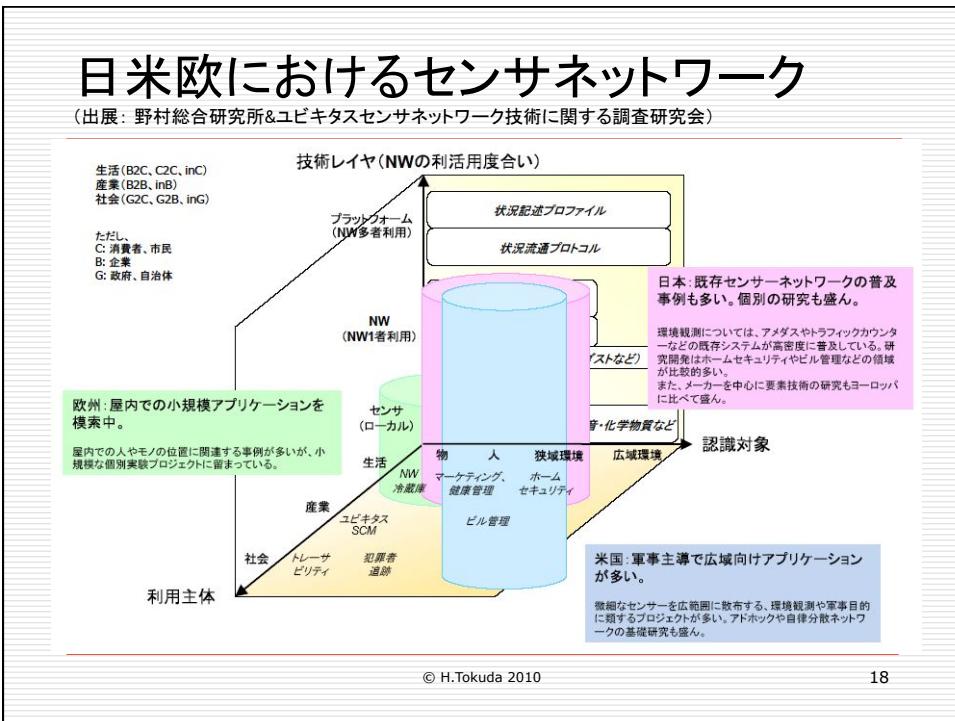
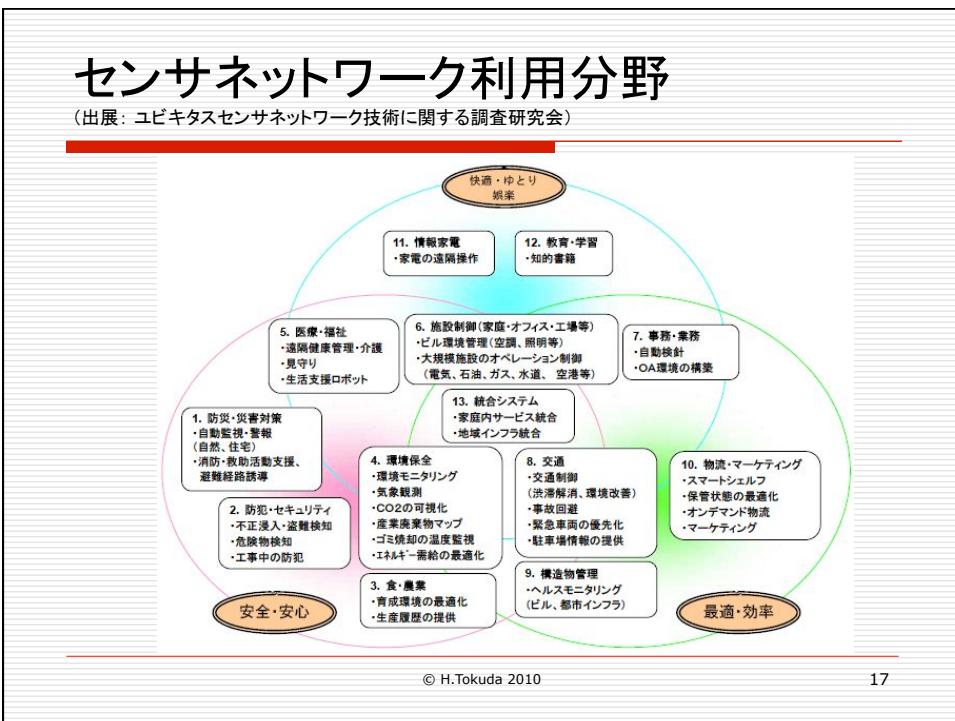
- ・322MHz以下 500 μV/m以下
- ・322MHz超え10GHz以下 35 μV/m以下

特定小電力無線

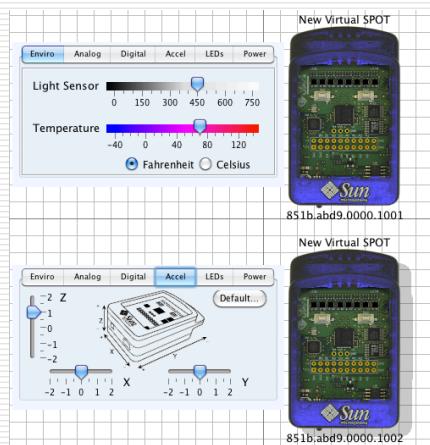
- ・出力 1mW型
- ・出力 10mW型



注)その他、大学等において室内規模の通信を念頭に置いた独自プロトコルのシステム開発が進められている



Sun SPOT



© H.Tokuda 2010

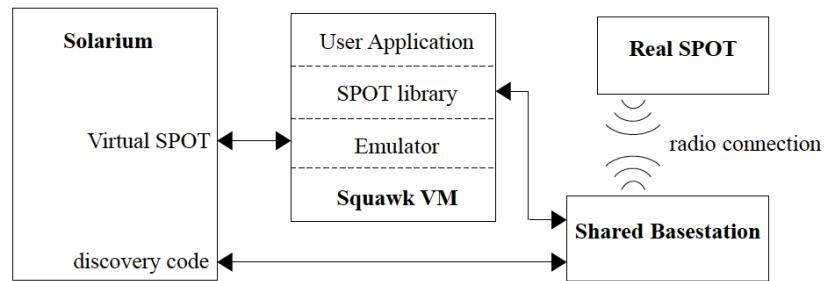
Sun SPOT Overview

Sun Spot Overview



© H.Tokuda 2010

Architecture of Virtual Sun SPOT



© H.Tokuda 2010

UC Berkeley MICA Motes

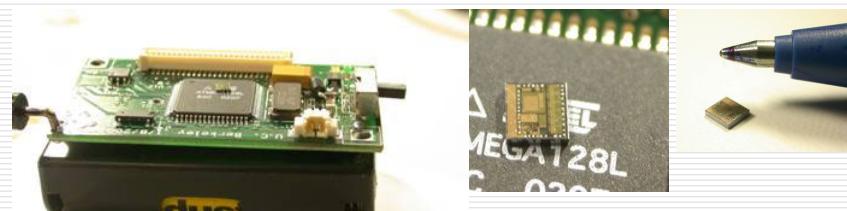
- MICA Motes & Sensors
- Low power wireless sensor network
- Smart Sensor
- Wireless Message Hopping
- Tiny OS



© H.Tokuda 2010

22

Smart-Dust Prototypes



The 5 mm² of silicon costs approximately \$0.30 to manufacture in quantities.

The inductor \$.01, crystal \$.15, and battery, \$.16, round out rest of the potential future node cost.

© H.Tokuda 2010

23

Intel Research: Intel Motes



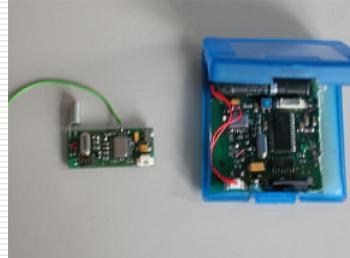
Gateway and New Devices for Intel Motes

© H.Tokuda 2010

24

U. of Karlsruhe: Smart-Its

- Detection, processing and communication of sensor data in sticker-size to be embedded into everyday objects
- Generic Platform



© H.Tokuda 2010

25

Smart-its 2004 (particle computer)



© H.Tokuda 2010

26

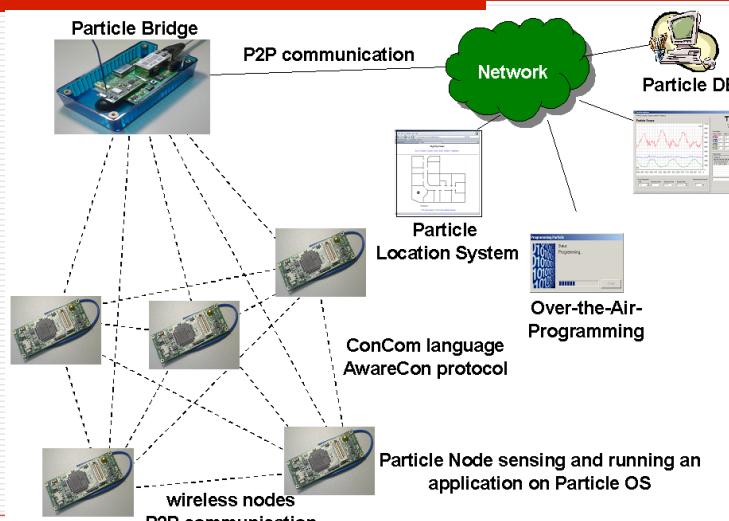
Particle Computer (U. of Karlsruhe)



© H.Tokuda 2010

27

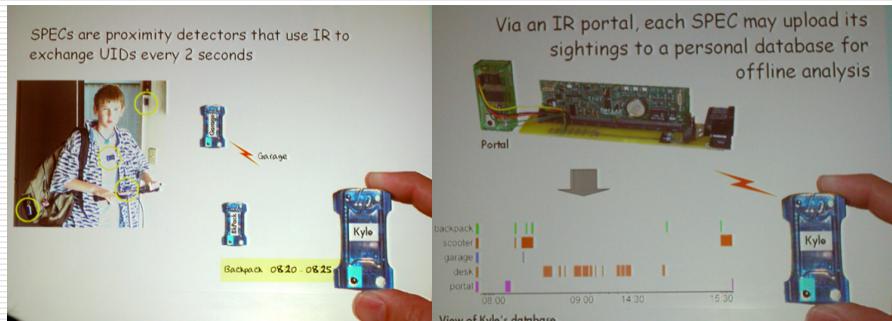
Particle System (U of Karlsruhe)



© H.Tokuda 2010

28

Smart Node: HP's SPEC



© H.Tokuda 2010

29

AT&T Cambridge: Piconet node



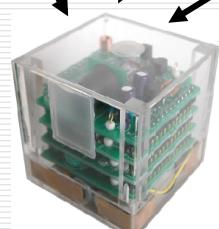
© H.Tokuda 2010

U³ Sensor Node: AML@UofTokyo



システム
ボード 無線ボード デバイス
ボード 電源ボード

U³ Sensor Node: AML@UofTokyo



U³

© H.Tokuda 2010

U²-USB

31

三菱電機



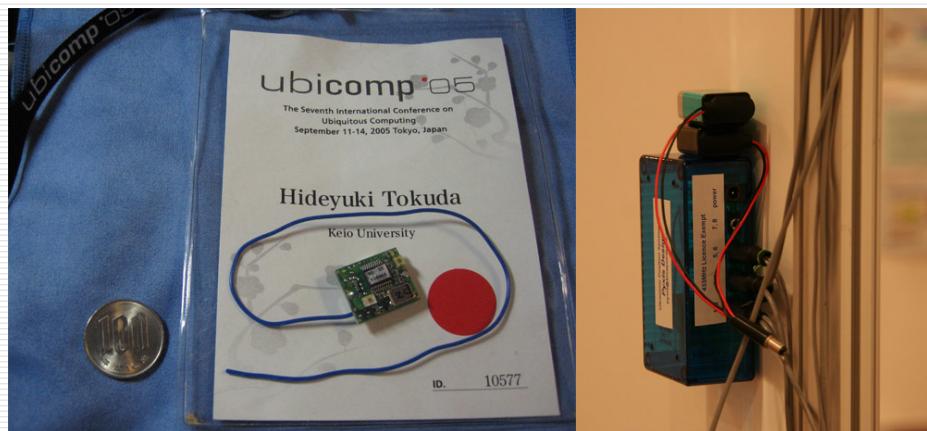
© H.Tokuda 2010

UbiComp2005



© H.Tokuda 2010

UbiComp Demo (1)

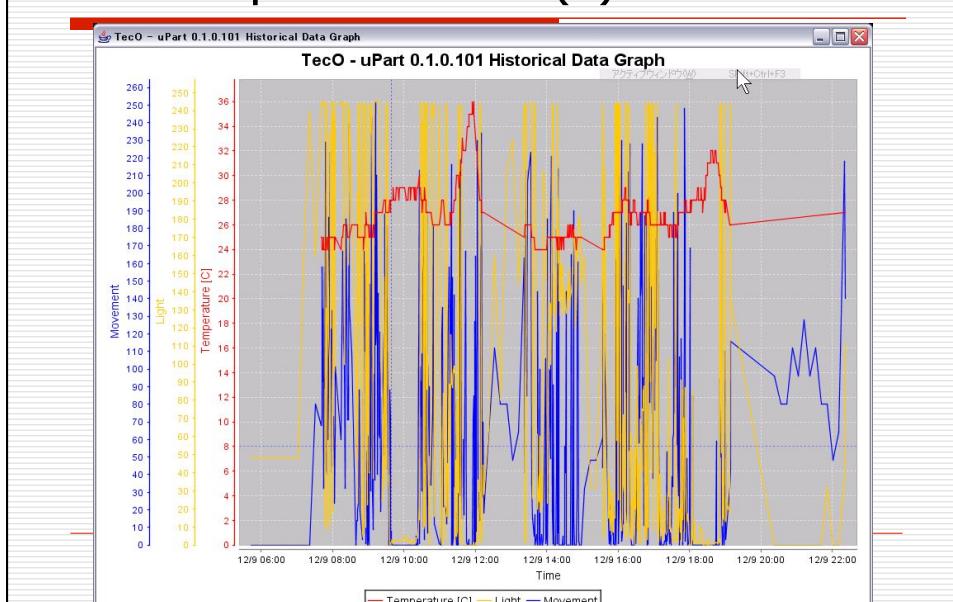


© H.Tokuda 2010

UbiComp2005 Demo (2)

The screenshot shows a Microsoft Internet Explorer window displaying the TecO uPart Particle Web Site. The main header reads "TECO PARTICLE WEB SITE". On the left, there's a sidebar with sections like "What are uParts?", "uPart Config", "uPart Data Plotter", "Bridge and Router", "Protocols", "Datasheets", "IDs", and "Software and Firmware". A central image shows a close-up of a printed circuit board (PCB) with several components. Below the image, there's a form to enter a particle ID (e.g., 00-2C-00-00-00-00) and a date (e.g., 12/9/2005). A "Plot" button is present. To the right, there's a section titled "Please help us to annotate the data" with a table of conference activities for three days: 12 Mon, 13 Tue, and 14 Wed. The table includes entries for opening sessions, keynote speeches, coffee breaks, and paper sessions. At the bottom, there's a legend for the plot: Temperature [C] (red line), Light (yellow line), and Movement (blue line).

UbiComp2005 Demo (3)



uPartの演習

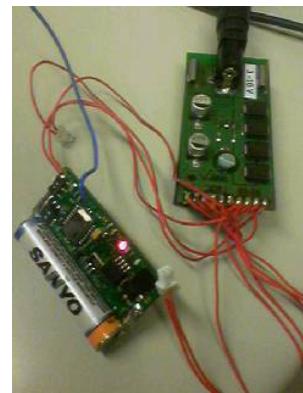
センサデータの取得

uPartの演習

- uPartのセンサデータをアクセスする演習
 - uPart の温度データにアクセス
 - 温度以外のデータへのアクセス
 - 光, 振動データ
 - uPart ID
 - uPart のデータ送信間隔の変更方法
 - 2つの uPart を使ったコンテキストアウェアプログラミング例

Particle Computers

- <http://particle.teco.edu/>
- Developed by TecO laboratory
 - Smart-Its
 - uPart



<http://particle.teco.edu/upart/>

TECO PARTICLE WEB SITE

University of Karlsruhe

DEVICES | DOCUMENTATION | SOFTWARE | PUBLICATIONS | FORUM | CONTACT

SMART-ITS

SECTIONS

Please select

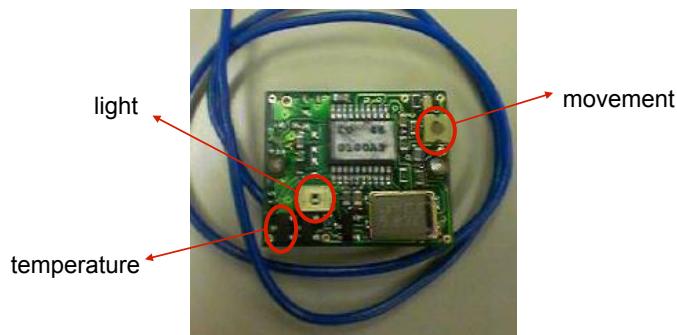
What are uParts?
uPart Config
uPart Data Plotter
Bridge and Router
Protocols
Datasheets
IDs
Software and Firmware

• uPart Data Plotter for UbiComp05 during Sept. 12-14 (requires Sun's Java 1.4x or higher)
• uPart Data Plotter for mobile phone and small screen PDA
• uPart Data Plotter for mobile phone and small screen PDA (alternative version)

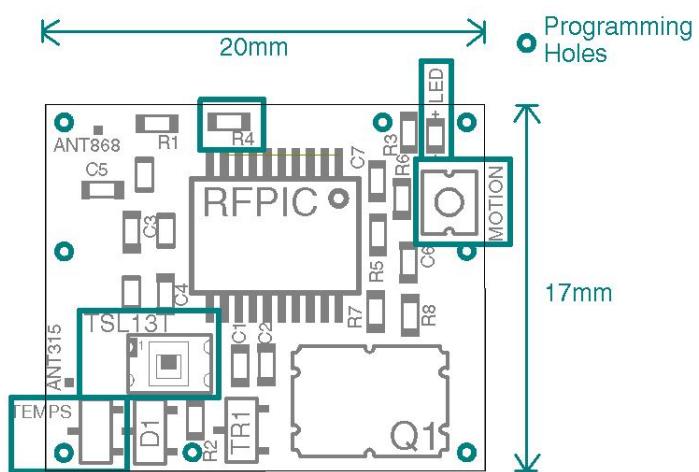
SEARCH

What is uPart ?

CPU	Microchip 12F675 at 4 MHz 1.4KBytes Programming Memory
Wireless	315MHz, 19.2Mbps,
Sensors	Ball-switch Temperature sensor(Microchip TC1047) Light Sensor (TaoS TSL13)
Battery	Lithium Coin cell types

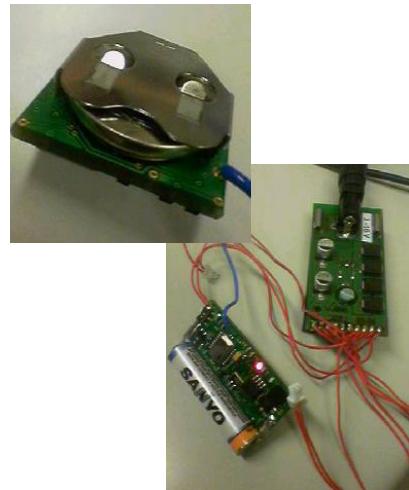


uPart



uPartの特徴

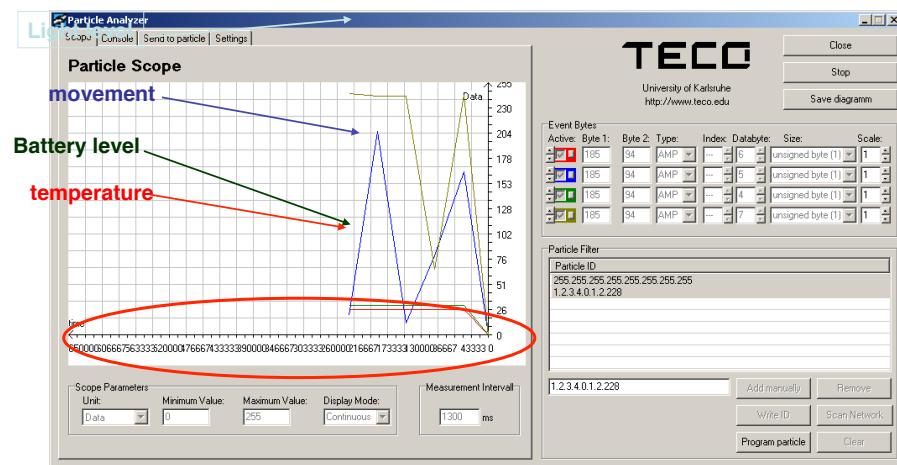
- メリット
 - 低成本
 - 長い駆動時間
 - 電池交換が簡単
 - 小さい
 - 安価 (35ユーロ)



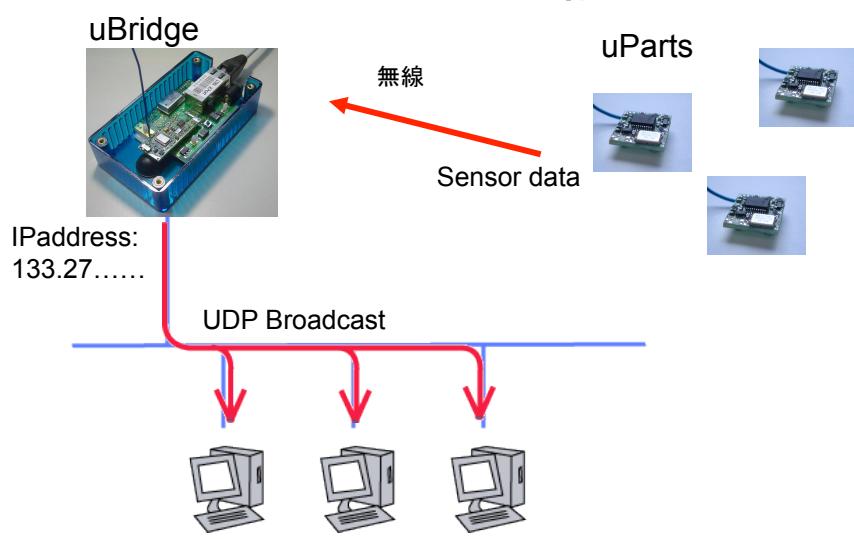
uPart の特徴

- デメリット
 - パケットを受け取ることができない(送信のみ)
 - センサが3種類のみ
 - CPUの処理能力が低い

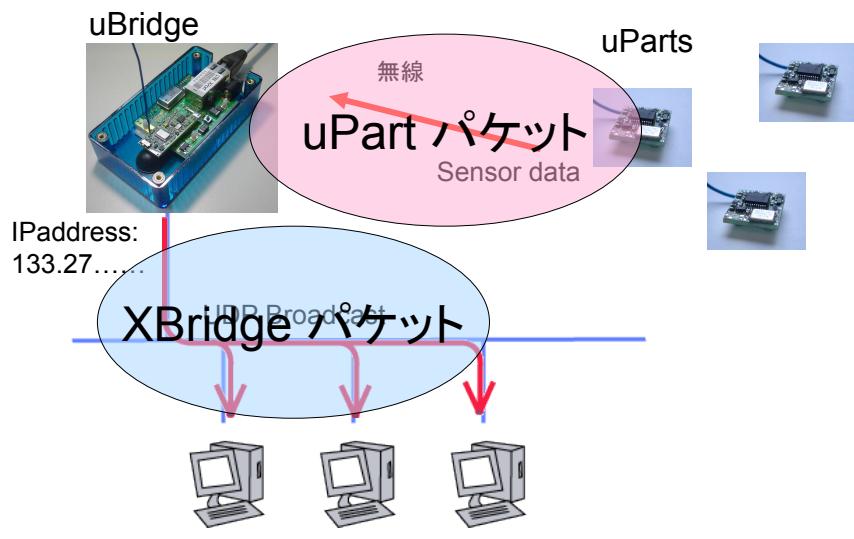
Particle Analyzer Console Settings



uPart システム構成図



uPart システム構成図



Protocol 概要

uPart パケット

uPart → XBridge 間のデータフォーマット (19バイト程度)

Particle Header	ConCom-u	Particle Footer
6bytes	11bytes(可変長)	2bytes

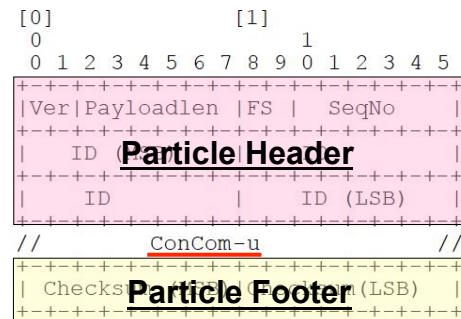
XBridge パケット

XBridge → IP Network へのデータフォーマット

1	2: location	3: ID	4:seq	5,6: ACL	7	実際のデータ
byte	1	44	8	1	1	1

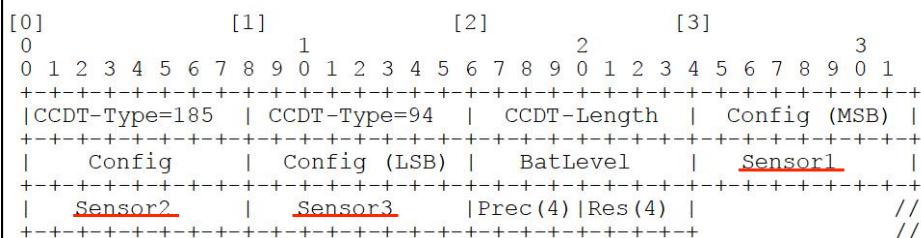
uPart パケット (uPart -> uBridge)

- 全体で19byte + α(Past-Compressed Sensor reading Array)



uPart パケット (uPart -> uBridge)

ConCom-u



- ・Sensor1,Sensor2,Sensor3にそれぞれセンサが取得したデータ入る
- ・センサデータはそれぞれ8bit



XBridge パケット (uBridge->IP Network)

-- ヘッダ一部 --

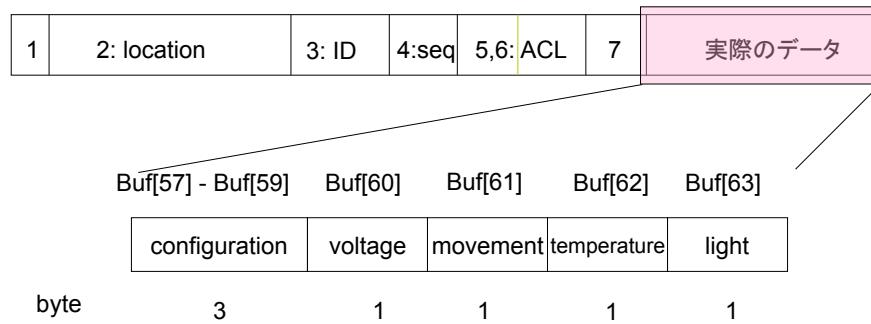
- 1: Version: 1byte
- 2: Location: 4bytes
- 3: ID: 8bytes
- 4: Seq: 1byte
- 5,6:ACL tuple hi: 1byte, ACL tuple lo: 1byte
- 7: Data length: 1byte
- 8: 実際のData



XBridge パケット (uBridge->IP Network)

-- 実際のデータ --

- Configuration: 3bytes
- Voltage: 1 byte
- Movement: 1byte
- Temperature: 1byte
- Light: 1byte



実際の演習用サンプルプログラム

- 下記より、プログラムをダウンロード。
 - SFC-SFS（第5回資料）
 - upart2012-sample.c
 - UpartDataViewTest.java
- ローカルネットワークへ接続
 - SSID: usa12s

動かしてみよう

- gcc -o UPartDataViewer UPartDataView.c
- ./UPartDataView 5555

温度データ以外のデータの表示

センサデータの表示

```
65 /* 受信 */
66 while(1)
67 {
68     /* バッファ初期化 */
69     memset(recv_buf, 0, BUFFER_SIZE);
70
71     if(recvfrom(socket_fd, recv_buf, BUFFER_SIZE, MSG_NOSIGNAL,
72                 (struct sockaddr*)&target_address, &target_address_length) == -1)
73     {
74         fprintf(stderr, "recvfrom error\n");
75         return -1;
76     }
77
78     /* パケットをパース */
79     temperature = (recv_buf[62]&0xFF);
80
81     /* データ表示 */
82     fprintf(stdout, "id:%s, seq:%d, movement:%d, light:%d, temperature:%d\n",
83             id, seq, movement, light, temperature);
84 }
```

センサデータの表示 contd.

- recv_buf[] に XBridge パケットが入っています.
 - 正確には、UDP データグラムのペイロード部分が XBridge パケットに相当します。
- 温度データ (temperature) は Xbridge パケットの 62 バイト目に格納されている。

	Buf[57] - Buf[59]	Buf[60]	Buf[61]	Buf[62]	Buf[63]
	configuration	voltage	movement	temperature	light
byte	3	1	1	1	1

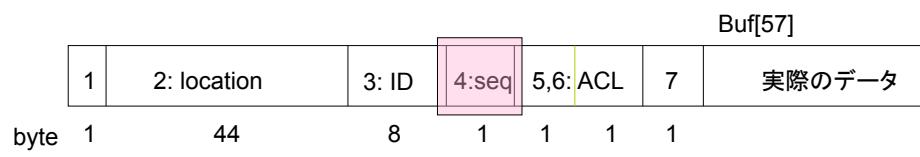
センサデータの表示 contd.

- 光 (light) と振動 (movement) データは以下のように取得します。

```
light = (recv_buf[63]&0xFF);
movement = (recv_buf[61]&0xFF);
```

シーケンス番号の表示

- 実際のデータの一番最初が, buf[61] でアクセスできます.
- よって, 逆算すると...?



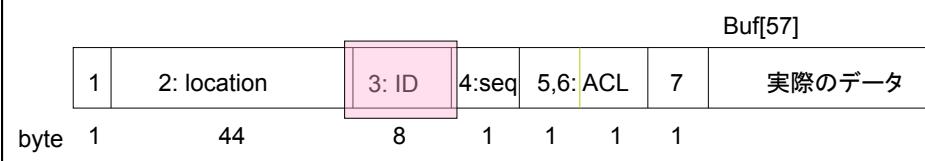
シーケンス番号の表示 contd.

- 光や振動センサと同様に, 以下のようなプログラムを書くことでアクセスできます.

```
seq = (recv_buf[53]&0xFF);
```

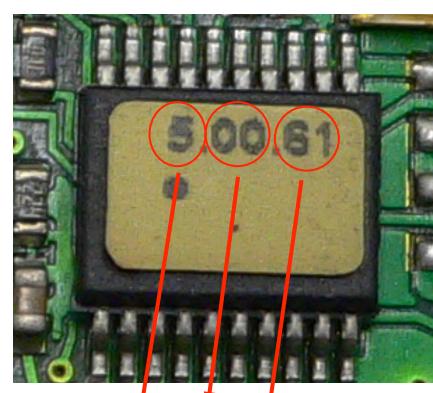
uPart ID の表示

- uPart ID は、図示されているように、buf[45] でアクセスできます。
- しかし、8 bytes あります。

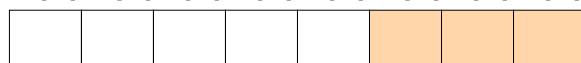


uPart ID の表示 contd.

- 8 bytes の中身は、uPart の刻印と対応しています。
- よって、ID を表示するには...？



buf[45] buf[46] buf[47] buf[48] buf[49] buf[50] buf[51] buf[52]



uPart ID の表示 contd.

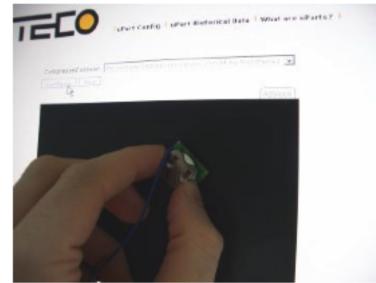
- 一つ一つ id の配列に入力すれば良いでしょう。

```
id[0] = (recv_buf[50]&0xFF);  
id[1] = (recv_buf[51]&0xFF);  
id[2] = (recv_buf[52]&0xFF);
```

データ送信間隔の変更

uPart データ送信間隔の変更

- uPart はセンサデータ送信のみのデバイスです.
- しかし、ライトセンサを活用することで、データ送信間隔を設定することができます.
- 設定サイトでは、Java Applet が動作していて、点滅のパターンで設定データを uPart に送っています
- 電池を入れてから 3 秒以内に画面に貼付け、configuration ボタンを押します。
- Sampling intervals を 5 s 程度にして設定してみましょう。



Online: <http://particle.teco.edu/upart>
→ uPart Config