



グリーンMEMSセンサ端末・ネットワークシステムを実現する共通基盤技術

環境エネルギーを高効率に利用する センサ端末用アナログ回路技術の開発

(株)日立製作所
藤森 司



NMEMS 技術研究機構





発表内容

1. 背景と目的
2. 開発テーマ概要・目標
3. 端末エネルギーマネジメント回路の開発
4. センサ信号処理回路の開発
5. ネットワーク・応用分野
6. まとめ



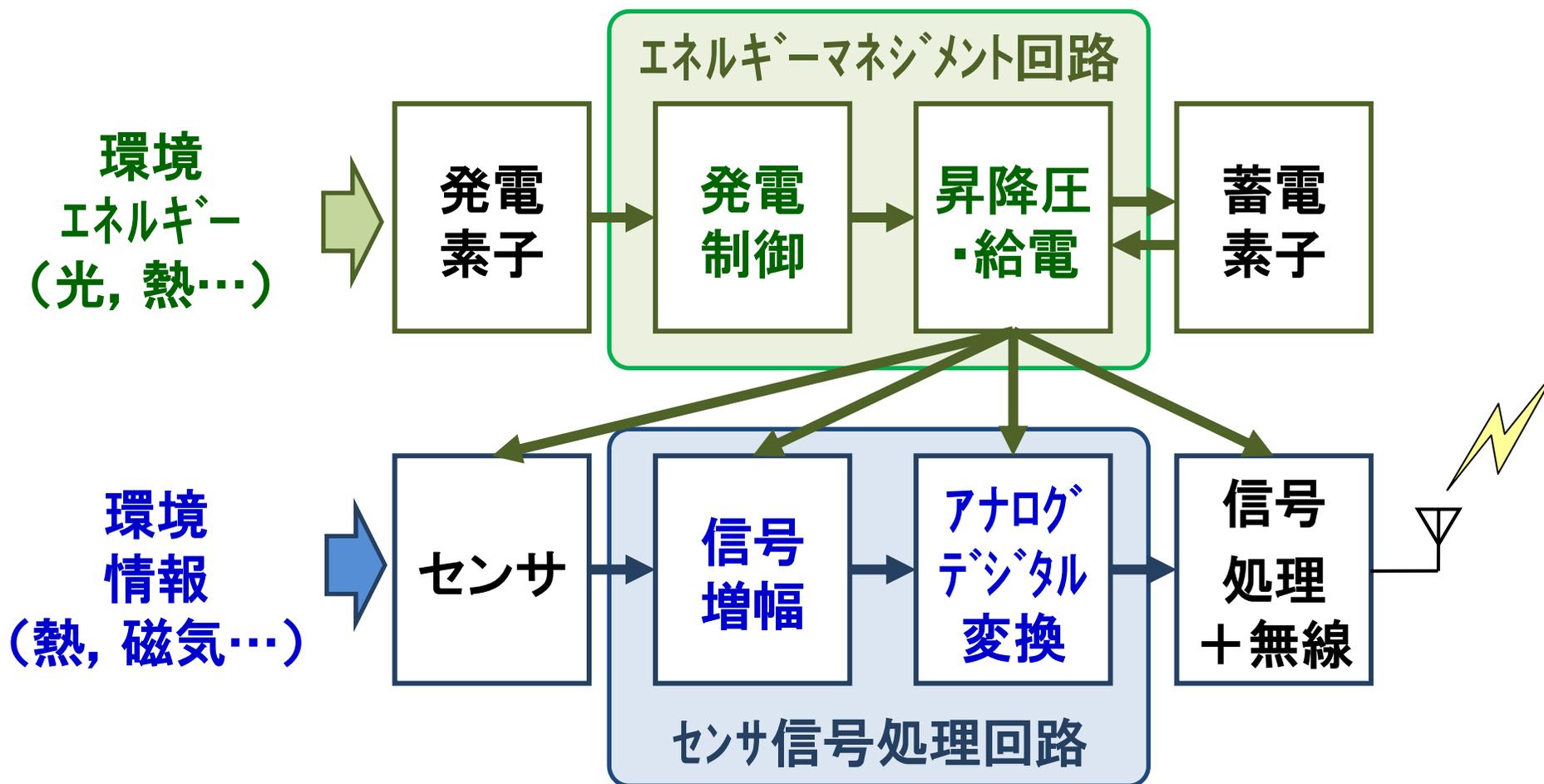
NMEMS 技術研究機構





1-1. 開発の範囲と目的

- 微小かつ不安定な環境エネルギーを発電・マネジメントして有効利用
- 必要十分な精度の環境情報を、低電力で取得しデジタル情報化





1-2. 環境発電を利用するための課題

- 屋外と比較して1/100以下の明るさの屋内照明光で発電
- 実用的な端末実現には、充電時間を1/100にすることが必要



<屋外>

快晴時: 100,000 lux

曇天時: 50,000 lux

⇒発電量: ~10 mW/cm²

充電時間*: ~800 秒

<屋内>

生活空間: 200 ~ 1,000 lux

(消灯時: ~ 10 lux)

⇒発電量: ~0.1 mW/cm²

充電時間*: ~80000 秒

※1Fのコンデンサを0Vから4Vまで、1cm²の太陽電池で充電した場合



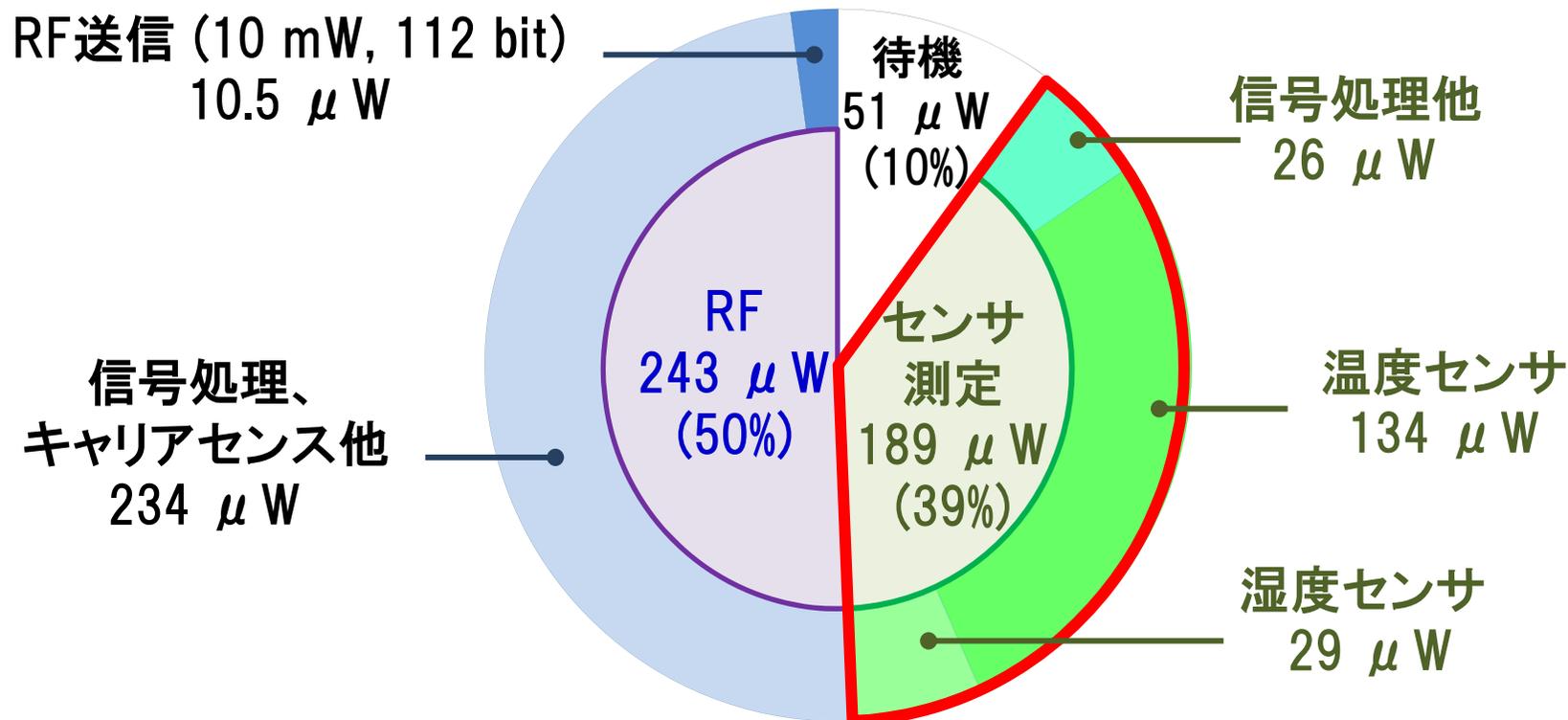
NMEMS 技術研究機構





1-3. センサ測定の課題

- 低速/低分解能な測定であっても、環境発電での動作は難
- 測定精度を維持しつつ、従来比50%以上の低電力化



従来回路での消費電力実測例

(1 sample/20 secの時)

RF module: 'Markhor' (アーズ(株)製)

温湿度センサ: SHT-71 (Sensirion社製)



NMEMS 技術研究機構





発表内容

1. 背景と目的
- 2. 開発テーマ概要・目標**
3. 端末エネルギーマネジメント回路の開発
4. センサ信号処理回路の開発
5. ネットワーク・応用分野
6. まとめ

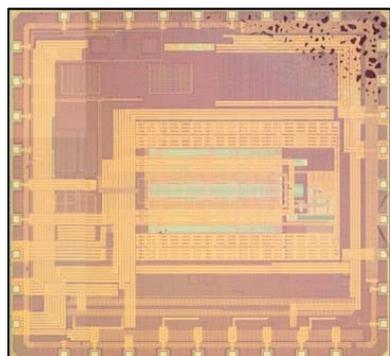


NMEMS 技術研究機構



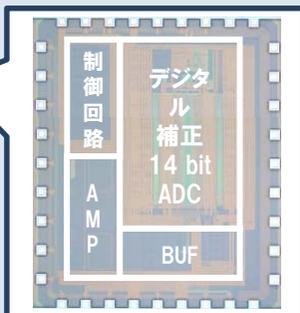


2. 開発テーマ概要・目標



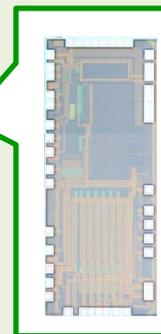
回路要素
検証用LSI

H23年度:仕様設計と
要素技術検証



従来比50%
の電力かつ
10bit以上の
測定精度

H24-25年度②:
低電力センサ信号処理LSI



従来比1/100
の充電時間で
端末を起動

H24-25年度①:
端末エネルギー管理LSI



グリーンセンサ,
自立電源素子
と接続

H26年度:
端末システム試作・検証



NMEMS 技術研究機構





発表内容

1. 背景と目的
2. 開発テーマ概要・目標
- 3. 端末エネルギーマネジメント回路の開発**
4. センサ信号処理回路の開発
5. ネットワーク・応用分野
6. まとめ



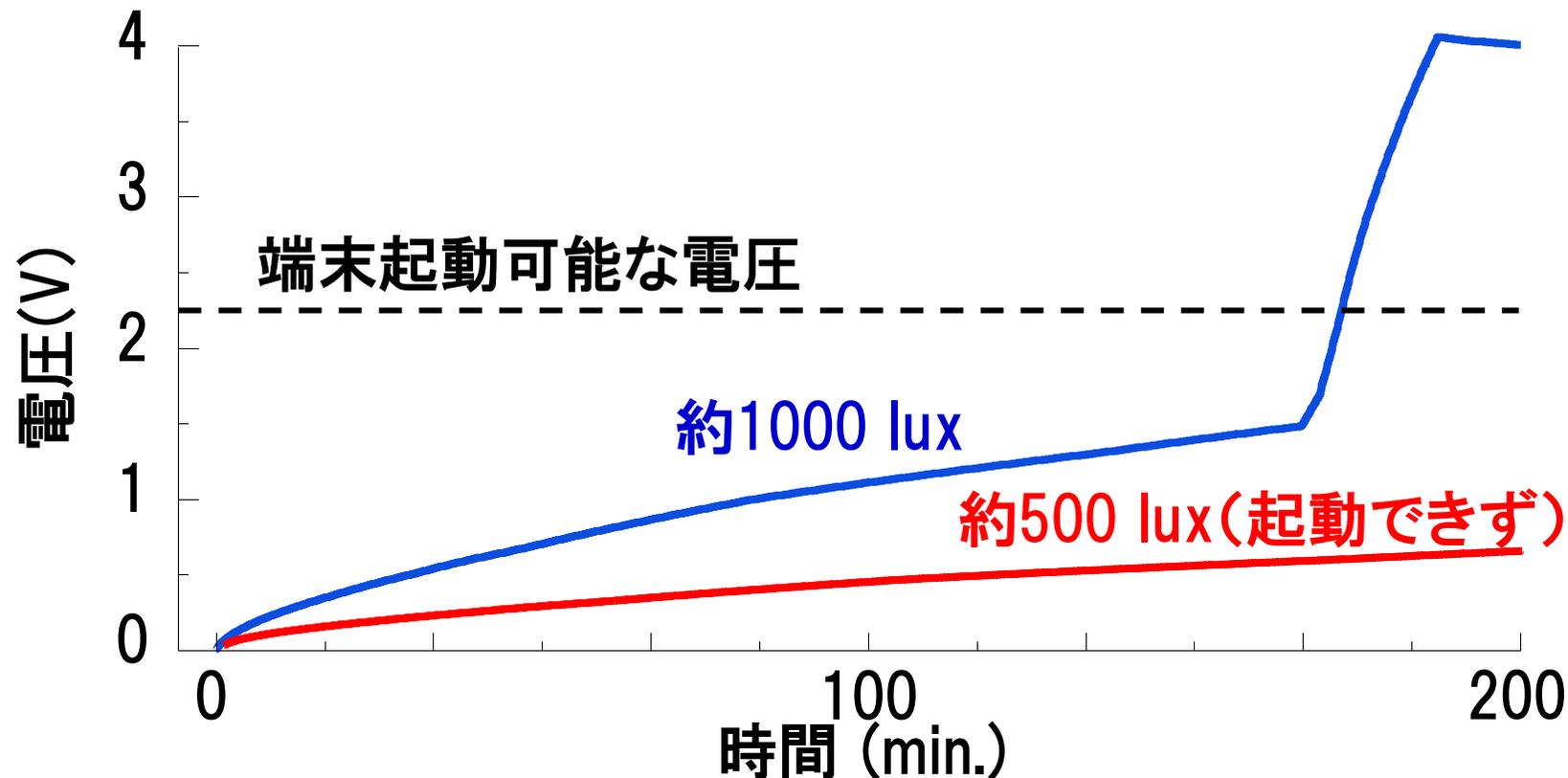
NMEMS 技術研究機構





3-1. 端末エネルギーマネジメントの技術課題と開発方針

- 環境エネルギーは微小なため、従来回路は起動困難
- 環境エネルギーを安定利用するには、長時間の充電時間が必要



市販の環境発電用LSIを用いて100 mFの蓄電容量を充電した例



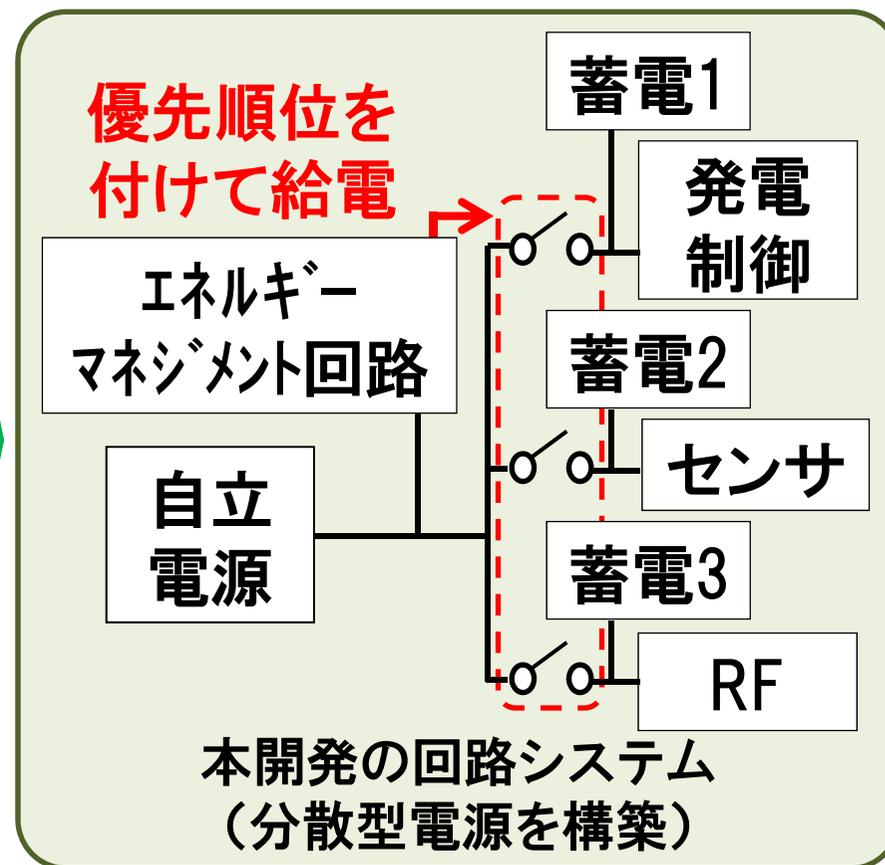
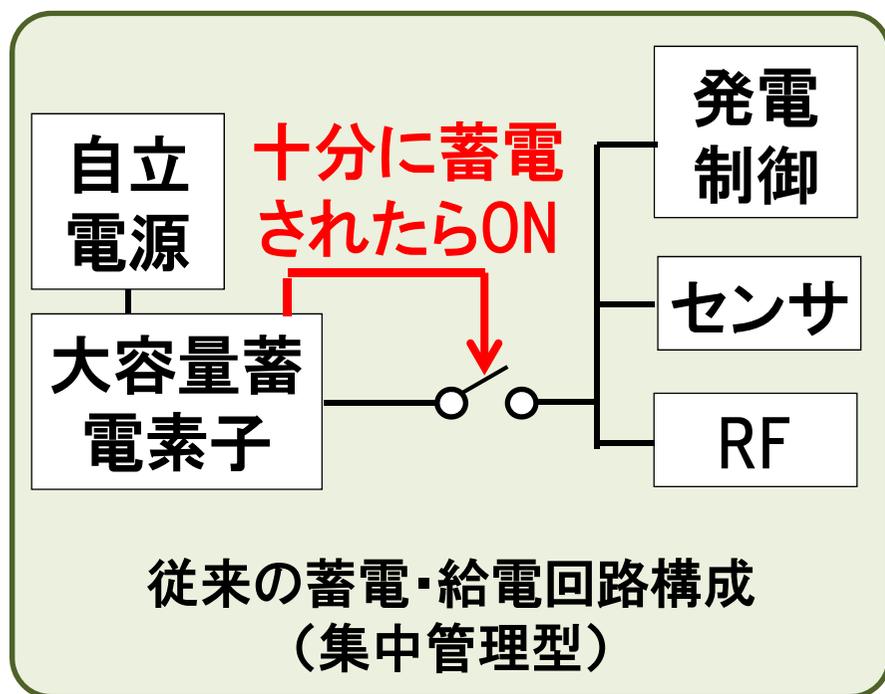
NMEMS 技術研究機構





3-2. 開発した端末エネルギー・マネジメントアルゴリズム

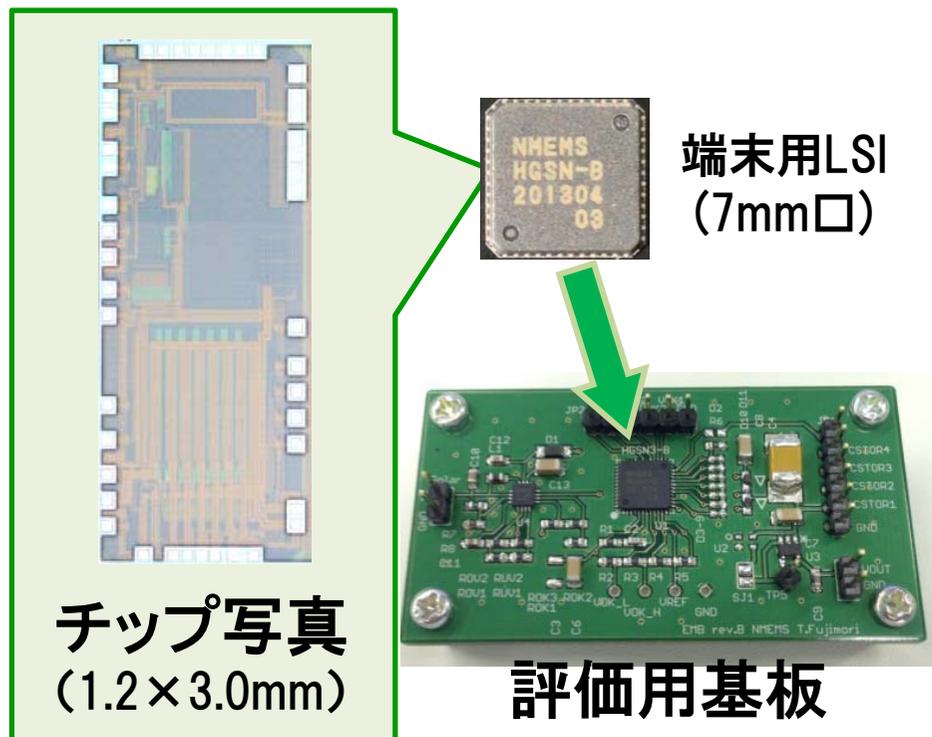
- 分散型電源を構築し、発電制御回路に最優先で電源供給
- ハードウェアレベルでアルゴリズムを実装、微小電力で動作





3-3. 開発アルゴリズムを搭載した端末用LSI

- グリーンセンサ端末用エネルギーマネジメントLSIを開発
- 0.13 μm のCMOS回路で構成し、1 μW 程度の自己消費電力



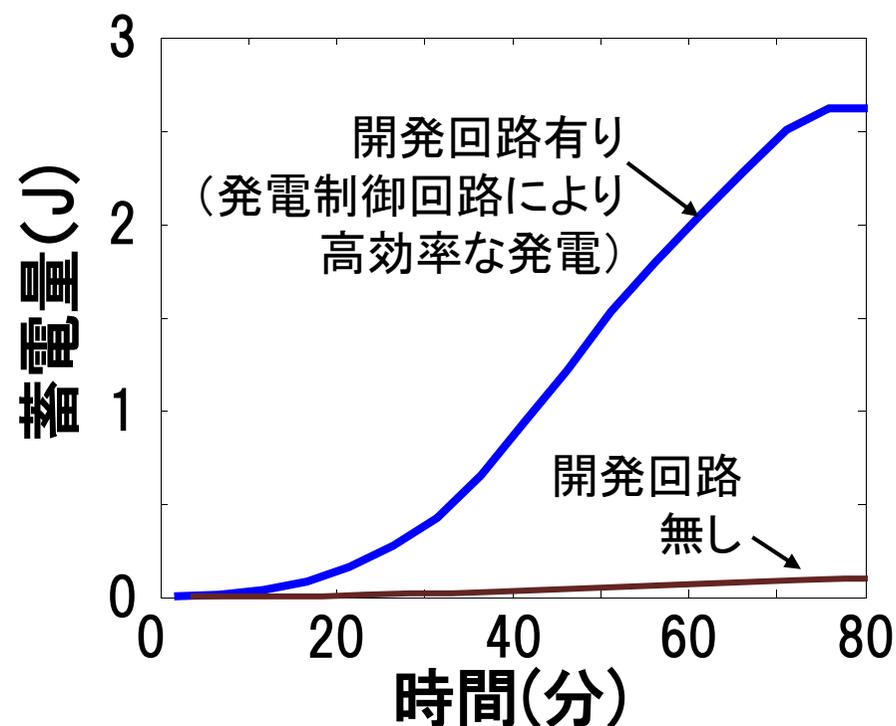
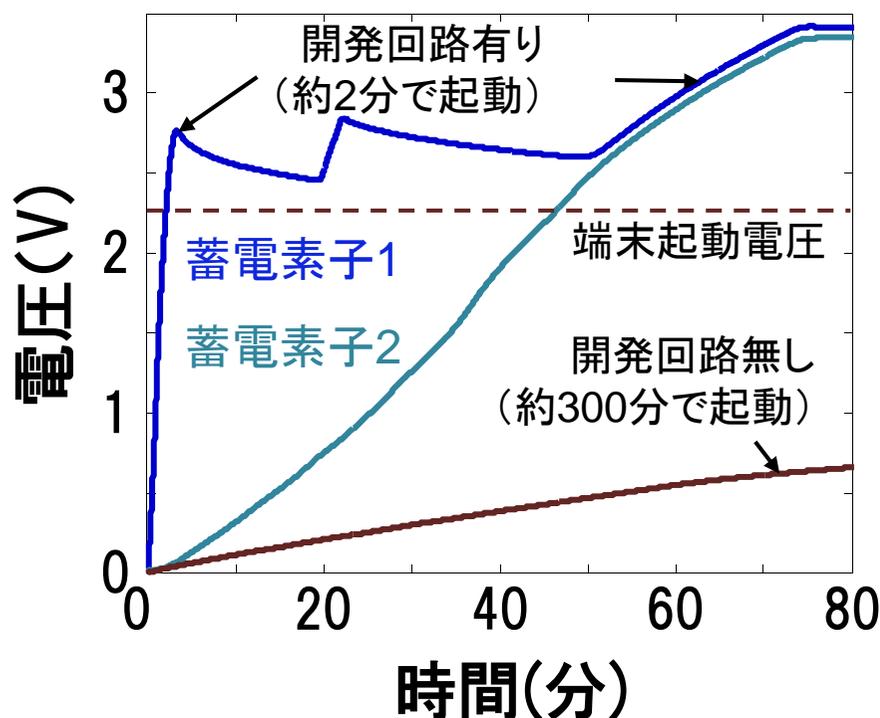
項目	仕様
電源電圧	0~3.6 V
監視可能蓄電素子数	5 個
監視電圧範囲	1.8~3.6 V
消費電力	1 μW

端末エネルギーマネジメントLSI
(自己消費電力 $\sim 1 \mu\text{W}$)



3-4. 端末エネルギーマネジメント回路の効果

- 室内照明での1/100以下の短時間起動、安定動作を実現
- 環境エネルギーの発電・蓄電効率を従来比2倍以上に向上



照明光(15000 lux)における蓄電(470mF)の実測例





発表内容

1. 背景と目的
2. 開発テーマ概要・目標
3. 端末エネルギーマネジメント回路の開発
- 4. センサ信号処理回路の開発**
5. ネットワーク・応用分野
6. まとめ



NMEMS 技術研究機構





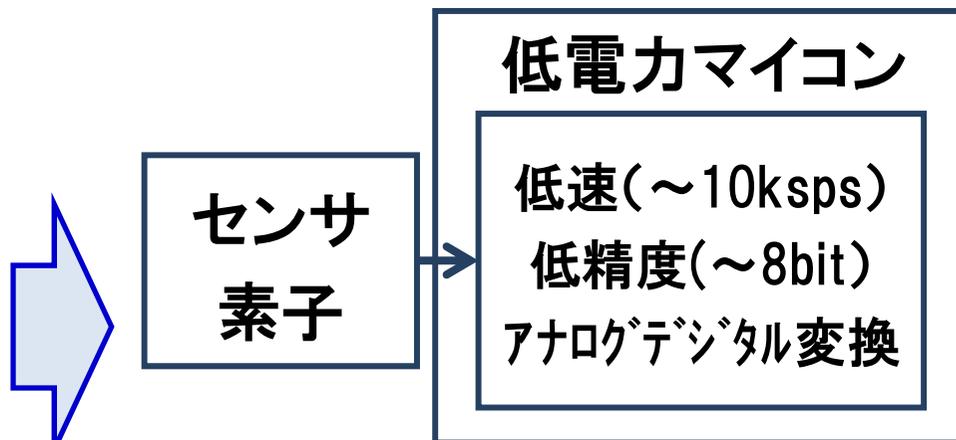
4-1. センサ信号処理を低電力化する技術課題

- 測定の低電力化と精度・速度の両立は困難
- 従来の低電力回路は，温湿度などの特定用途に限定

一般的にアナログ回路の
性能と消費電力は…

測定精度
動作速度 \propto 消費電力

<従来方式>

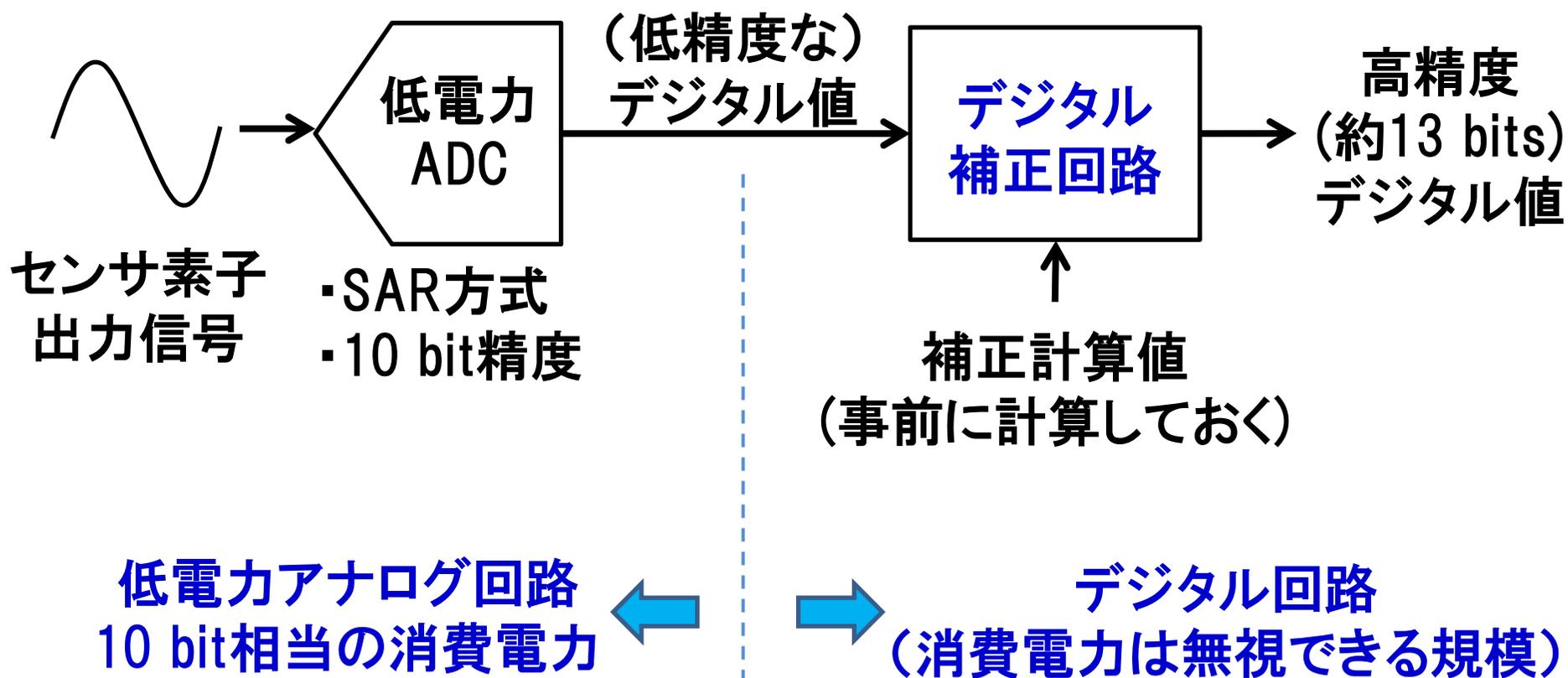


- ・低精度の用途向け
 - ・センサ素子は長時間動作
- ⇒ 端末システムの低電力化難



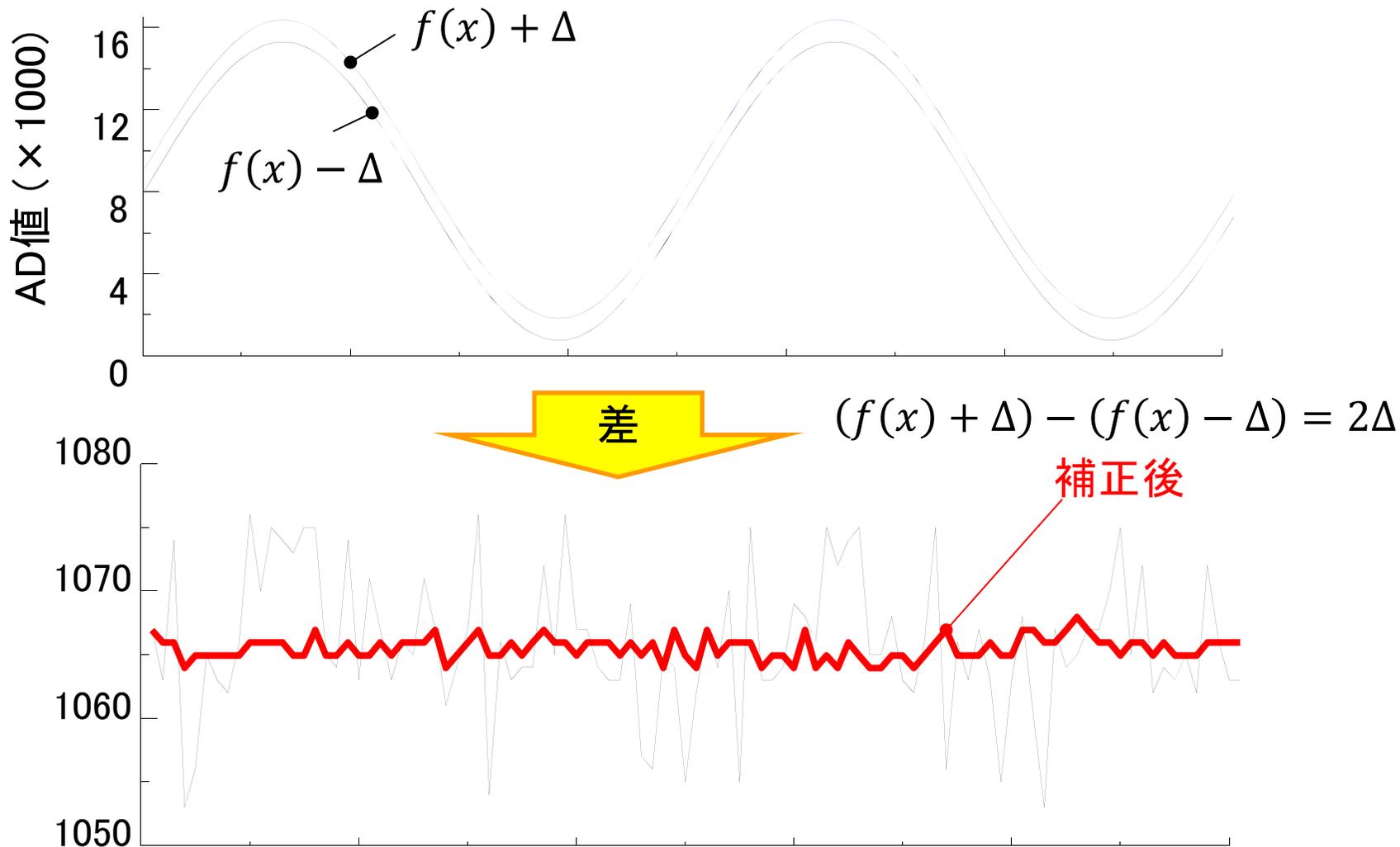
4-2. 低電力センサ信号処理回路の開発方針

- 低電力化で低下するアナログ回路精度をデジタル補正
- ハードウェアレベルで補正信号生成部と補正アルゴリズムを実装





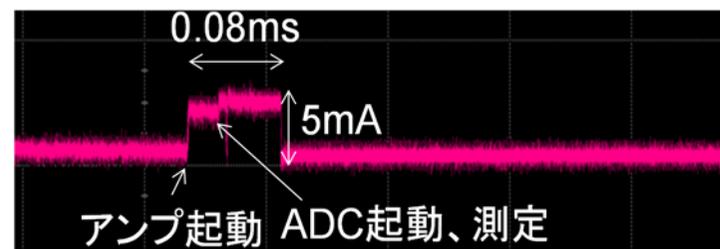
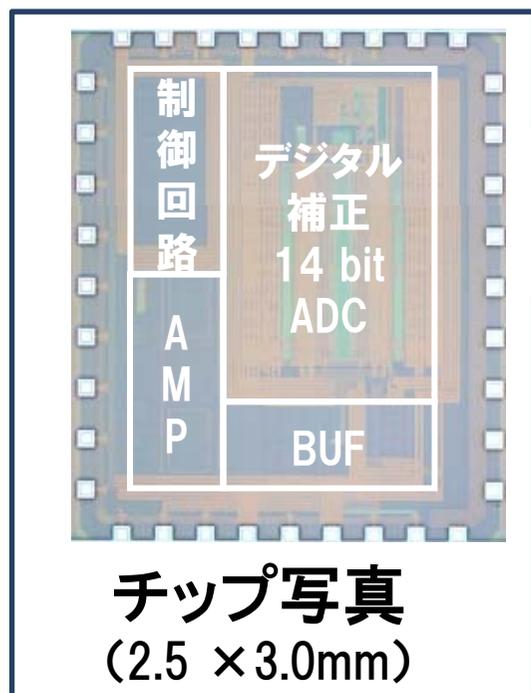
4-3. デジタル補正アルゴリズムの効果





4-4. 開発した低電力センサ信号処理LSI

- 1 Msample/sec, 測定精度 約13bit, 平均消費電力0.5 μ W
- 従来回路と比較して, 約42倍の測定性能を達成



回路部の消費電力の実測例:
平均 約0.5 μ W (1回/sec時)

	従来回路 (MCU内蔵)	開発 AFE回路
センサ測定時 平均消費電力	4 μ W	3 μ W
測定精度	8 bit	13 bit
規格化効率*	1	42.7

*測定精度で消費エネルギーを規格化し、比較



NMEMS 技術研究機構





発表内容

1. 背景と目的
2. 開発テーマ概要・目標
3. 端末エネルギーマネジメント回路の開発
4. センサ信号処理回路の開発
- 5. ネットワーク・応用分野**
6. まとめ



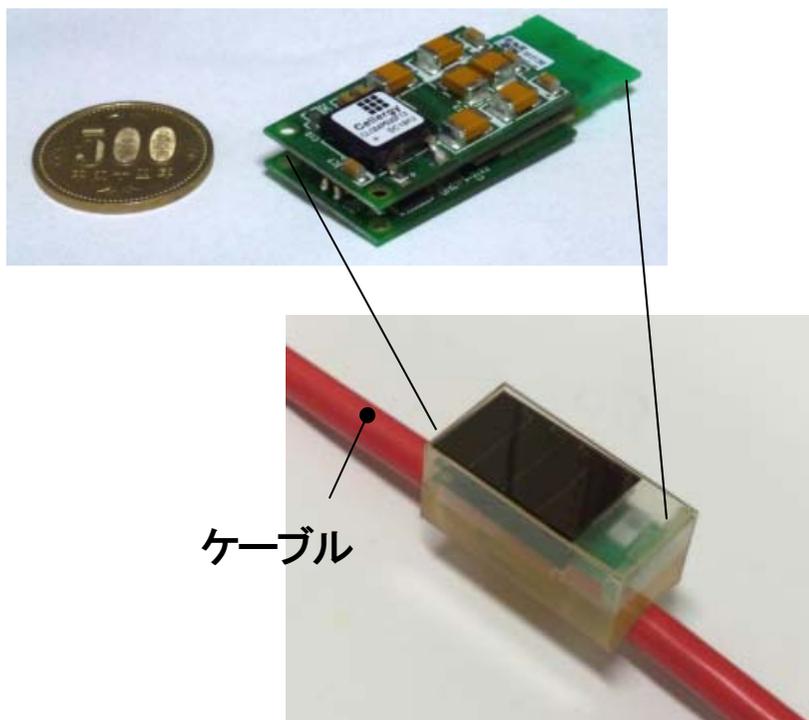
NMEMS 技術研究機構



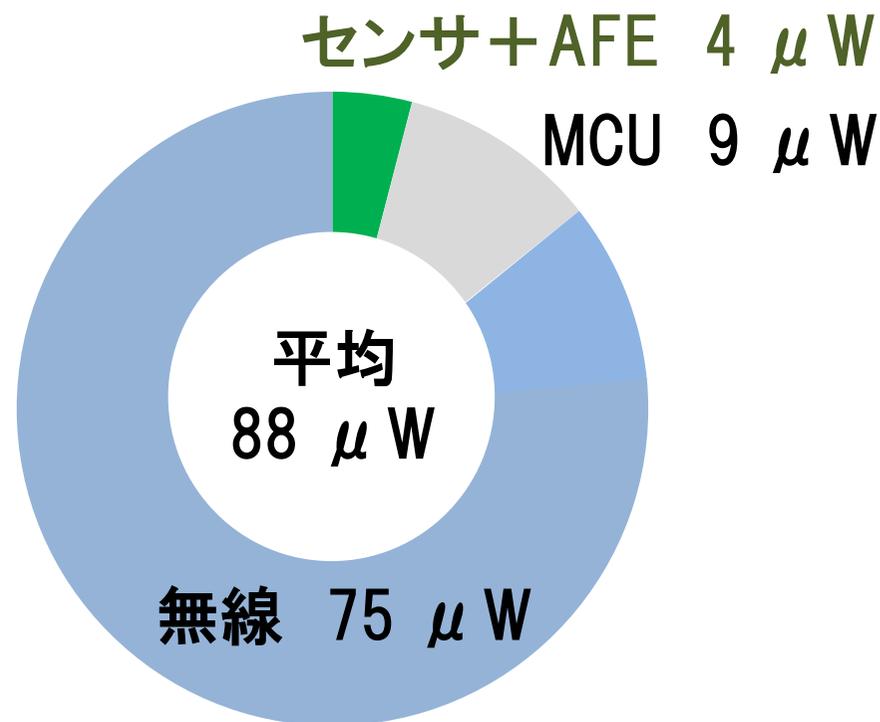


5-1. 開発した端末用LSIの端末システム検証

- 電流・磁界センサ, 塵埃センサの各端末に搭載しシステム検証
- 実証環境での低電力化効果および安定動作を確認



開発回路を搭載した
電流・磁界センサ端末

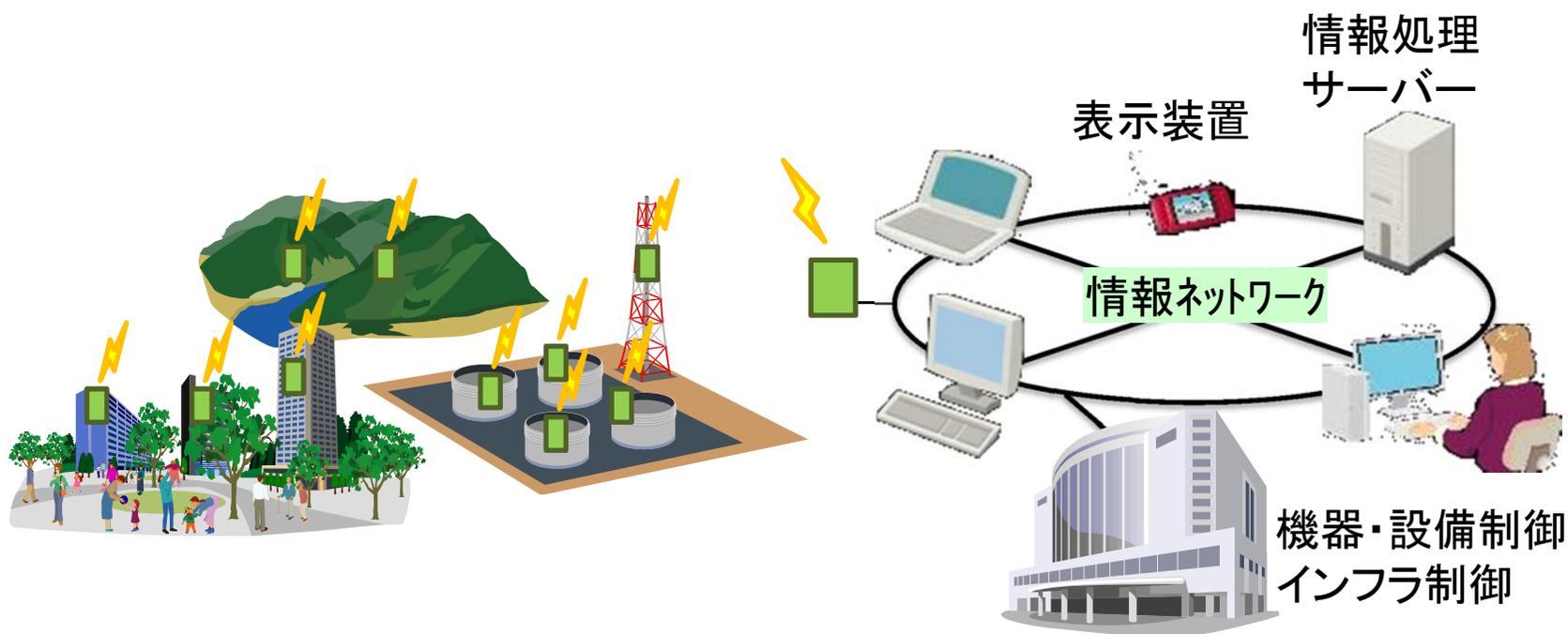


端末の消費電流
(20 secに1回の電流測定時)



5-2. 応用分野

- 各種センサ・Beacon等の無線端末を電池交換フリーに
- 低電力・高精度な信号処理回路で，センシングシステムの小型・高精度・低消費電力化を実現



自立電源によるバッテリー交換フリーのM2Mシステムを実現
ex. 都市部・遠隔地・各種プラントの設備の常時モニタを実現



NMEMS 技術研究機構





発表内容

1. 背景と目的
2. 開発テーマ概要・目標
3. 端末エネルギーマネジメント回路の開発
4. センサ信号処理回路の開発
5. ネットワーク・応用分野
6. まとめ



NMEMS 技術研究機構





6. まとめ

- 微小エネルギーの発電・蓄電を制御するエネルギーマネジメント技術を開発し、端末起動に必要な時間を1/100以下に短縮
- デジタル補正アルゴリズムを応用した、低電力センサ信号処理技術を開発し、センサ用回路の消費電力を従来比90%削減
- 上記技術を適用した端末用LSIを開発し、端末システムに適用。環境エネルギー利用効率を2倍以上に向上と、端末システムの消費電力の60%以上を削減し、安定的な自立電源動作を確認

