

ユビキタスセンサネットワークに対する センサ普及の課題と対応

ユビキタスセンサネットワーク技術に関する調査研究会

ユビキタスセンサ技術検討会
(オムロン、堀場製作所、山武)

04/07/30

ユビキタスセンサの分類と価値

・センサの分類

センサは、簡易な感知センサから

- ・より定量的な計測を追及する計測センサ
- ・より高い認識率を追求する認識センサ

に分類できる。

・ユビキタスセンサの価値

あらゆるシーンに膨大な数が設置された

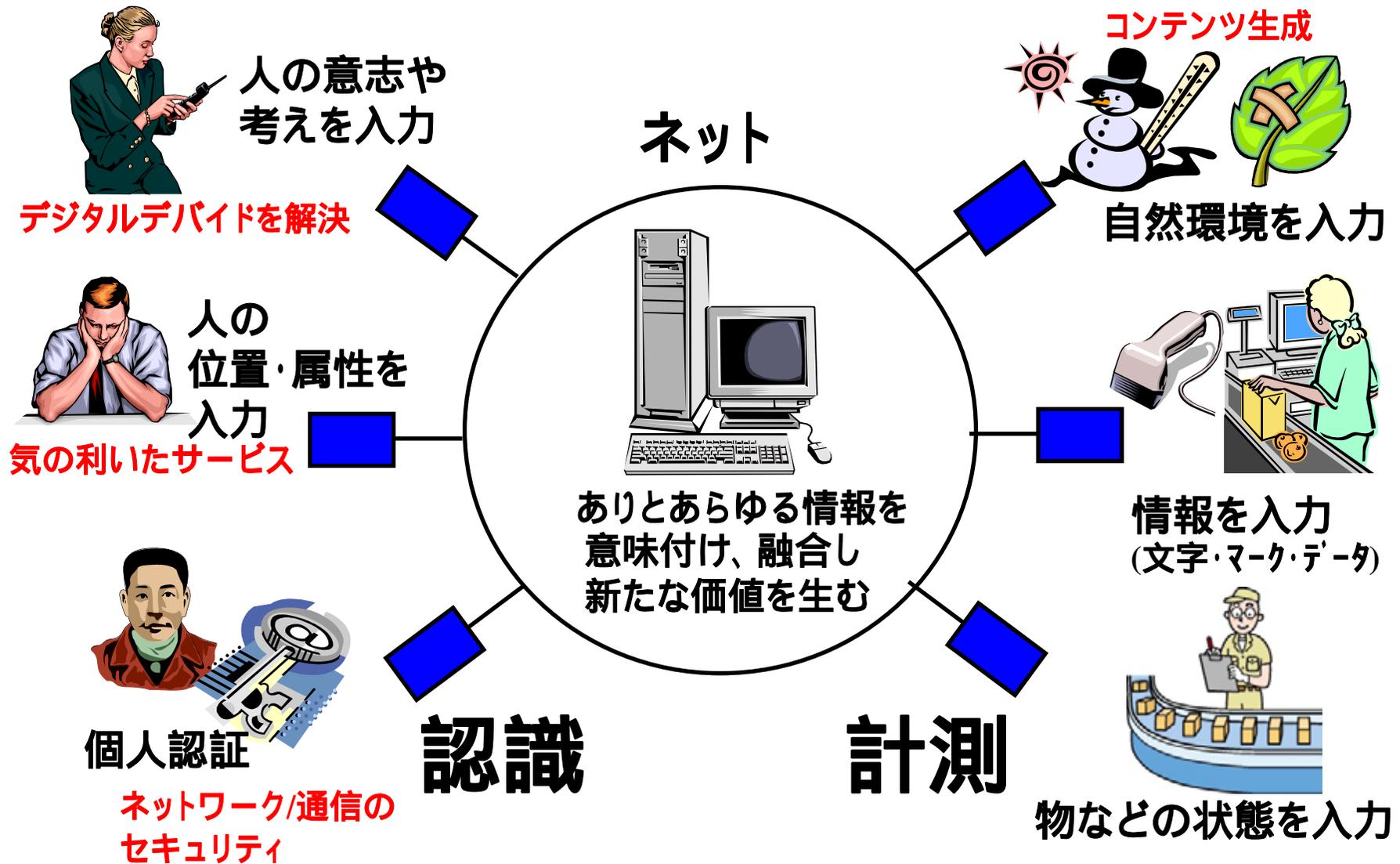
計測センサと、認識センサの出力を

高度に融合させることにより、

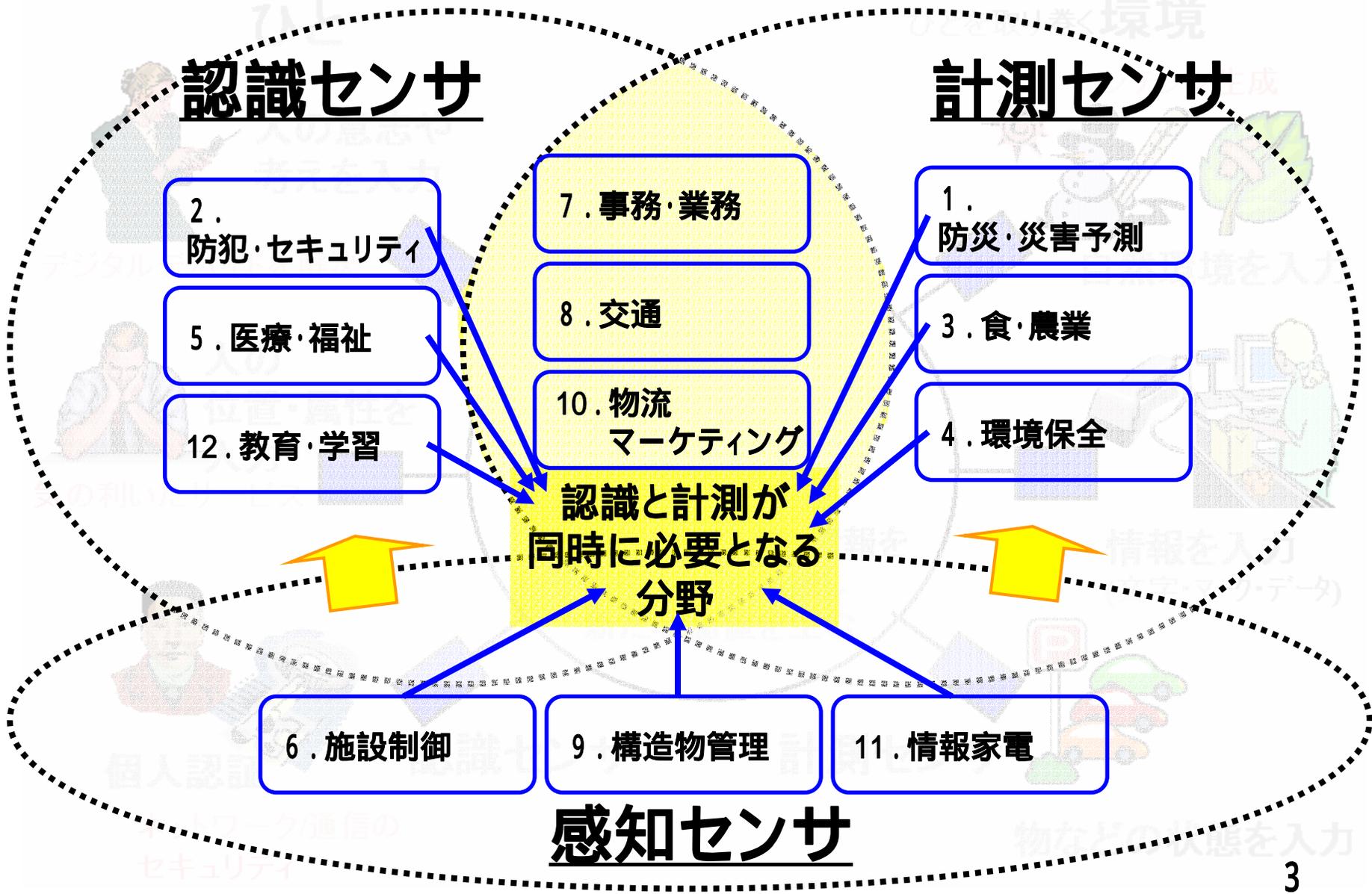
新しい価値(元気・安心・便利・感動など)の

実現提供が可能となる。平成16年情報通信白書より

ありとあらゆる情報から新しい価値を創出



計測と認識の両立が将来的に求められる



既存センサの分類例

JEITA (社)電子情報技術産業協会
「センサ生産実績に関する調査研究報告書」

より引用

測定対象	測定原理	製品名称例	
A. 光強度 光 束 赤外線	1. 光電効果	光電管、光電子倍增管、撮像管、火災検出器	
	2. 光起電力	フォトダイオード、フォトランジスタ、フォトサイリスタ、フォトC、アモルファス光センサ、リモコン受光ユニット、インタラプタ、標準光センサ、	
	3. 光導電効果	D. 磁界 磁束 電流	
	4. 焦電効果		
	5. 固体撮像素子		
	6. その他		
1. ファラデー効果	光ファイバ磁界センサ、ファラデー素子、事故電流センサ		
2. 磁気抵抗	磁気抵抗式磁界センサ、電流センサ、磁気薄膜磁気抵抗素子、MR素子		
3. ホール効果	5. ホール効果、磁気抵抗		
4. ジョセフソン効果	リードスイッチ、マグネスケール、ベタルセンサ、シンクロナイズドエンコーダ		
5. 変化磁束誘起電圧	6. 音波		
6. その他	7. 機械的変位		
B. 放射線	1. 気体電離電荷	E. 力 重量	
	2. 固体の電離		
	3. 二次電子放射		
	4. 蛍光体発光(光)		
	5. 蛍光体発光(力)		
	6. チェレンコフ効果		
	7. 化学反応		
	8. フォトリミック		
	9. 発熱		
	10. 核反応		
	11. その他		
C. 音 超音波	1. 圧電・電歪効果	F. 位置 変位 角度	
	2. 電磁誘導		
	3. 静電効果		
	4. 磁歪		
	5. その他		
D. 磁界 磁束 電流	1. 磁歪	G. 圧力	
	2. 圧電効果		
	3. 歪ゲージ		
	4. トルク吸収		
	5. 電磁結合		
	6. 導電率		
	7. その他		
	1. 電磁誘導		H. 温度 湿度
	2. 電気抵抗変化		
	3. 歪ゲージ		
	1. 熱起電力		
	2. 抵抗の温度変化		
	3. 焦電効果		
	4. 誘電率		
	5. ホール効果、磁歪		
9. 熱放射	I. ガス 成分		
10. 核種共			
11. 磁気特			
12. 発振周			
13. その他			
1. 電気抵抗変化		J. 溶液 成分	
2. ゲート電			
3. 静電容量			
4. 電池起電			
5. 電極電			
6. 電解電			
7. イオン化			
8. 光電効果			
9. 熱起電力			
10. 光起電			
11. 焦電効			
12. 膨脹			
13. 電池電			
14. 振動子			
E. 力 重量	1. 膜電位		K. 流量 流速
	2. 電解電流		
	3. 光電効果		
	4. 核磁気共鳴		
	5. 電気抵抗		
	6. 赤外・紫外線		
	7. 音叉共振		
	8. 放射線		
	9. バイオセンサ		
	10. その他		
F. 位置 変位 角度	1. 電磁誘導	L. レベル	
	2. 超音波		
	3. カルマン渦		
	4. 相関		
	5. 回転数		
	6. 熱伝導		
	7. 光吸収・反射		
	8. 圧力		
	9. コリオリ		
	10. その他		
G. 圧力	1. 電磁誘導	M. 振動 衝撃 加速度	
	2. 超音波		
	3. カルマン渦		
	4. 相関		
	5. 回転数		
	6. 熱伝導		
	7. 光吸収・反射		
	8. 圧力		
	9. コリオリ		
	10. その他		
H. 温度 湿度	1. 電磁誘導	N. 速度 回転数	
	2. 超音波		
	3. カルマン渦		
	4. 相関		
	5. 回転数		
	6. 熱伝導		
	7. 光吸収・反射		
	8. 圧力		
	9. コリオリ		
	10. その他		
I. ガス 成分	1. 電磁誘導	O. その他	
	2. 超音波		
	3. カルマン渦		
	4. 相関		
	5. 回転数		
	6. 熱伝導		
	7. 光吸収・反射		
	8. 圧力		
	9. コリオリ		
	10. その他		
J. 溶液 成分	1. 電磁誘導	O. その他	
	2. 超音波		
	3. カルマン渦		
	4. 相関		
	5. 回転数		
	6. 熱伝導		
	7. 光吸収・反射		
	8. 圧力		
	9. コリオリ		
	10. その他		
K. 流量 流速	1. 電磁誘導	O. その他	
	2. 超音波		
	3. カルマン渦		
	4. 相関		
	5. 回転数		
	6. 熱伝導		
	7. 光吸収・反射		
	8. 圧力		
	9. コリオリ		
	10. その他		
L. レベル	1. 電磁誘導	O. その他	
	2. 超音波		
	3. カルマン渦		
	4. 相関		
	5. 回転数		
	6. 熱伝導		
	7. 光吸収・反射		
	8. 圧力		
	9. コリオリ		
	10. その他		
M. 振動 衝撃 加速度	1. 電磁誘導	O. その他	
	2. 超音波		
	3. カルマン渦		
	4. 相関		
	5. 回転数		
	6. 熱伝導		
	7. 光吸収・反射		
	8. 圧力		
	9. コリオリ		
	10. その他		
N. 速度 回転数	1. 電磁誘導	O. その他	
	2. 超音波		
	3. カルマン渦		
	4. 相関		
	5. 回転数		
	6. 熱伝導		
	7. 光吸収・反射		
	8. 圧力		
	9. コリオリ		
	10. その他		
O. その他	1. 電磁誘導	O. その他	
	2. 超音波		
	3. カルマン渦		
	4. 相関		
	5. 回転数		
	6. 熱伝導		
	7. 光吸収・反射		
	8. 圧力		
	9. コリオリ		
	10. その他		

測定原理111種類(その他除く):

ユビキタスセンサの普及要件を満足するのは、計測センサでは「(自動車エアバック用)加速度センサ」など数種類、認識センサでは皆無。

アプリケーション別 課題の整理(1)

分野	センサ技術	小形 / 軽量	高速 / 高性能	低消費電力	専門知識不要	低価格	多様性	ロバスト性
	この2列は資料2 - 3(中間報告)より引用							
防災・災害対策	災害可視、センサキャリブレーション、災害情報、画像伝送、火災報知器、温度、煙、有毒ガス、破損倒壊、防災情報、被災者携帯電話	ばら撒き可能な大きさにしていく	より微小な地殻変動や有毒ガス等を検知可能とする	太陽、地熱、火事現場の熱などによる発電	メンテナンスをより容易に将来的には不要 自動キャリブレーション技術の確立			屋外・過酷な環境への耐性向上
防犯・セキュリティ	画像、音、圧力、温度、動作、タグ、危険物、工事進捗状況	侵入者が探知しにくく、日常生活でも違和感を覚えにくいサイズに小形化	認識精度を高度化し、誤検知を減少させる	年単位の電池寿命が求められる	一般家庭でも簡単に設置できること	普及させていくには低価格が求められる		
食・農業	土壌成分、日照度、湿度等、病害虫、画像、温度、湿度、タグ、気象変動	測定サンプルを増やすには、持ち運びが容易であることが求められる	微小な有毒物質の検知	有毒・微毒物質を用いていない電池の使用		個々商品のトレーサビリティ確保に用いる場合は特に低価格が求められる		屋外・過酷な環境・水中での耐性向上
環境保全	高感度有毒ガス、風力、風向、気圧、温度、湿度、降水、オゾン、CO ₂ (分布)、植生、不法投棄、エネルギー消費(発熱、磨耗)	ばら撒き可能、地盤のゆるい場所(不法投棄・植生)でも設置可能な軽量性	微小な有毒物質の検知	有毒・微毒物質を用いていない電池の使用			一つの機器で複数の項目を測定できることが望ましい	屋外・過酷な環境での耐性向上
医療・福祉	生体情報(バイタル)、Webカメラ、健康状態認識、ウェアラブル、非接触、動作認識	高齢者・障害者の負担にならない大きさ・重さ	低消費電力下で例えば心拍を精度良く測定する	次の健康診断まで持つ(1年)ような電池寿命	高齢者でも使用可能な最小限の設定項目			ウェアラブルとした場合の振動・外部環境変化への対応が必要
施設制御	粒子感知、有害物質、空調、照明、監視系、開閉制御系	施設に埋め込み違和感を感じない程度にまで小形化	1ms程度のレスポンスタイム実現により、化学プラント等の精密制御が可能に	環境ISOへ準拠するには各機器の低消費電力が求められる			一つの機器で複数の制御に対応できることが望ましい	

アプリケーション別 課題の整理(2)

分野	センサ技術	小形 / 軽量	高速 / 高性能	低消費電力	専門知識不要	低価格	多様性	ロバスト性
この2列は資料2 - 3(中間報告)より引用								
事務・業務	検針(メータ情報認識)、 携帯デバイス	電卓・PDA等での ひらサイズへ 小形化	人の操作を 待たせない 高速性実現に よる快適性の 追求	電池重量削減に よる携帯性の 向上	一般家庭でも 簡単に使用 できること		一つの機器で 複数の業務効率 化に寄与させる	屋外での使用 にも耐える 耐水・防塵・ 耐振動性
交通	温度、湿度、雨量、車両 認識、緊急車両認識、 駐車場空きスペース認識	交通センサの 重量削減により メンテナンスが 容易に	緊急車両通過用 信号制御等、 高精度の時間 同期が必要	低消費電力化に よる、災害時の 自家発電での 稼働が容易に				屋外・過酷な 環境での耐性 向上
構造物管理	振動、圧力、画像、超音波、 各種ライフライン状況認識	構造物の美観 を保つため、 小形・軽量が 望ましい	より微小な歪みを 測定したり、 侵入者の画像を より鮮明に記録 する	構造物に埋め 込んだ場合、 何年もの動作に 耐える低消費 電力が必要			一つの機器で 複数の項目を 測定できること が望ましい	地震等でも 計測・動作を 継続できる 冗長化、 ロバスト性
物流・ マーケティング	売れ行き(時間、数認識)、顧 客状況認識、商品状態認識 (温度、湿度、振動)、倉庫、 搬送中商品状態認識、荷物 検知(配送箱)、 携帯端末情報(位置、属性)、 生体情報、顔画像	商品状態認識等、 どこにでも 設置できる小形 軽量性	アクセスの集中に 耐え得る高速性	商品に設置添 付されるセンサは 電池交換困難。 携帯端末側は 低消費電力化に よる電池の軽量化 を見込める		個々商品の トレーサビリティ 確保に用いる 場合は特に 低価格が 求められる	対象商品に関係 する多様な情報を 一元管理 できることが 望ましい	低温・振動等への 耐性を向上し、 悪条件においても 実動作を可能に する
情報家電	携帯電話端末	小形化により 携帯端末・家電 機器へのセンサ の内蔵が可能と なる	人に時間を 待たせない 快適性の追求	3日に1回充電す る程度の電池持ち が求められている (日経調査)	一般家庭でも 簡単に設置 できること	一般家庭に普及 できる価格帯で あること	個々のニーズ に合わせた アプリケーションを 追加削除 できること	
教育・学習	ページ認識 (付着伝導インク)	電卓・PDA等での ひらサイズへ 小形化	人に時間を 待たせない 快適性の追求	野外学習等で 数日以上稼働 できる電池寿命が 望ましい	一般家庭でも 簡単に設置 できること	一般家庭に普及 できる価格帯で あること	一つの機器で 追加プログラムの ダウンロード等 により、複数の機能 を果たすこと	
統合システム	各種防犯系インフラ系、 監視カメラ	上記分野の組合せとして考える						

センサネット要素技術ロードマップ

本格検討開始

実用化開始

大分類	中分類	現状(2004年)の 技術レベル	2007年	2010年	2007年の 技術レベル(予測)	2010年の 技術レベル(予測)
計測センサ の注力技術		<ul style="list-style-type: none"> ・高感度NO₂センサ, 悪臭センサの研究が進められている。 ・MEMSによる省電力化, 微小電極使用による高感度化の研究が進められている。 ・センサノード: ラップトップサイズ 	<ul style="list-style-type: none"> ・センサの高感度化, 高精度化, 耐環境性, 小型・省電力化(MEMS, センサアレイ) 	→	<ul style="list-style-type: none"> ・高感度NO₂センサ, 悪臭センサの実現。 ・シックハウスなどVOCセンサ, 有機塩素ガスセンサの実現。 ・多数のセンサをMEMS技術により集積化し省電力化が進む ・センサノード: 腕時計サイズ 	<ul style="list-style-type: none"> ・ほとんどすべての環境ガスに対し高感度センサが実現。 ・花粉や生物兵器を検出するバイオセンサの実現。 ・センサノード: コインサイズ
		<ul style="list-style-type: none"> ・文字認識, 形状認識, バイオメトリクスなどの個別技術が研究され実用化初期段階(精度に課題) ・“ひと”の存在を正確に検出し, その意図を理解するには至っていない。 ・複数のセンサがコントローラを介して連携を始めている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・情報処理を高度に行うセンサのネット上での連携 (“ひと”認識センサ, センサアレイ, 監視系・制御系センサ) 	→	<ul style="list-style-type: none"> ・画像中の監視対象に対し, 自動で追従(パン・チルト・ズーム)する監視センサの実現。 ・“ひと”等監視対象を複数のセンサで順に引継ぎ, 連続監視可能とした上で意図を推測。 	<ul style="list-style-type: none"> ・プラント制御, ロボット重心制御等で必要誤差1ms程度のノード間無線式時間同期の実現。 ・センサアレイの集積度増加と複数アレイの視野分担によりパターン認識の高精度化の実現。
		<ul style="list-style-type: none"> ・ネットワーク上で自律的にキャリブレ・ションを行う技術は無・ハードウェアの段階で作られた誤差をソフトウェアで補正する研究。 	<ul style="list-style-type: none"> ・大量にセンサを張り巡らすためのキャリブレ・ション・ティーチング技術 	→	<ul style="list-style-type: none"> ・同種の10~100ノード間でキャリブレ・ションデータの交換 ・ティーチング画像の交換が実現。なおセンサのマルチベンダ化には交換フォーマットの標準規格化が課題 	<ul style="list-style-type: none"> ・異種の100~10000ノード間でSemantic Web等によるメタ情報の交換による, ・キャリブレ・ションの精細化 ・監視対象の自律的ティーチングが実現。
両者共通 の注力技術						

(総務省要素技術ロードマップ - まとめ0611.ppt より抜粋)

ユビキタスセンサの課題

・新しい価値の創造のために

単体の精密な計測センサや認識センサは、これまでも存在するが、それぞれの高度化と両者の融合を実現しないとユビキタスセンサネットワークの新たな価値は発揮されない。

現状の計測センサ・認識センサは

小規模で閉じた、限られた価値のセンサネットワークは構築可能だが

真のユビキタスセンサネットワークを実現するためには

パフォーマンス、センシング対象、ネットワーク構築などの諸課題を

多面的に考慮した場合、要求される技術要件において全く不十分である

特に認識センサにおいてはまだ研究中の分野が多く発展途上にある

・ユビキタスセンサネットワークの実現に向けて

上記新しい価値の創造のためには

ユビキタスセンサとして計測及び認識の切り口から

特に 小型・軽量、高速・高性能、低消費電力 などの

最重要要素技術の早期開発が不可欠であり、

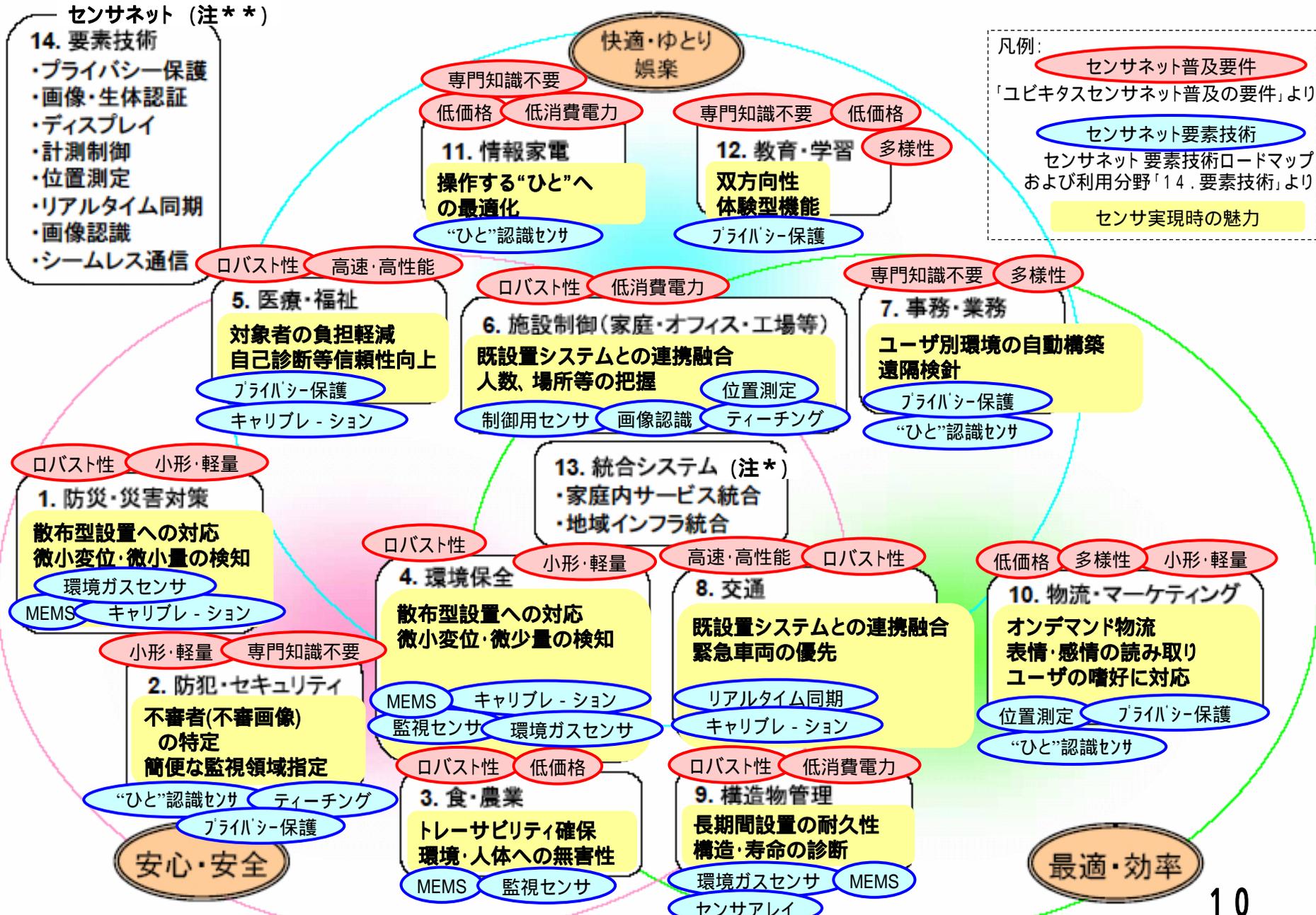
早期成功事例の推進がきわめて重要である

ユビキタスセンサ実現の重点投資技術

センサ種別	内容	小形 / 軽量	高速 / 高性能	低消費電力	専門知識不要
計測センサ	現状レベル	・ラップトップサイズ ・10Kg	・感度: 10の-6乗 ~ -9乗	・消費電力: 数100W	・オペレータによる操作、 データ取得
	2010年の 目標レベル	・腕時計サイズ ~ コインサイズ ・10g	感度: 10の-5乗 ~ -10乗	・消費電力: 数W以下	・専門家不要、ユビキタス 的にデータ取得可能
	重点投資技術分野	・NEMS/MEMS技術 ・ナノテクノロジー	・NEMS/MEMS技術 ・ナノテクノロジー	・NEMS/MEMS技術 ・環境エネルギー発電 (振動等)	・オートキャリブレーション技術 ・オートティーチング技術
認識センサ	現状レベル	・ソフトウェアのサイズ: PC上で稼動 (数百メガバイト)	・認識速度: 数秒 ~ 数十秒	・電池寿命: 数時間	・接続設置性: 専門家のメンテナンス が必須
	2010年の 目標レベル	・ソフトウェアのサイズ: ワンチップLSIで稼動 (数百キロバイト)	・認識速度: 数十ミリ秒から数秒	・電池寿命: 数週間	・接続設置性: 専門家不要 (プラグアンドプレイ)
	重点投資技術分野	・組込型アルゴリズム	・動的学習 アルゴリズム ・組込型 リアルタイムOS	・超低電圧 低消費電力マイコン ・環境エネルギー発電 (振動等)	・オート キャリブレーション技術 ・オートティーチング技術

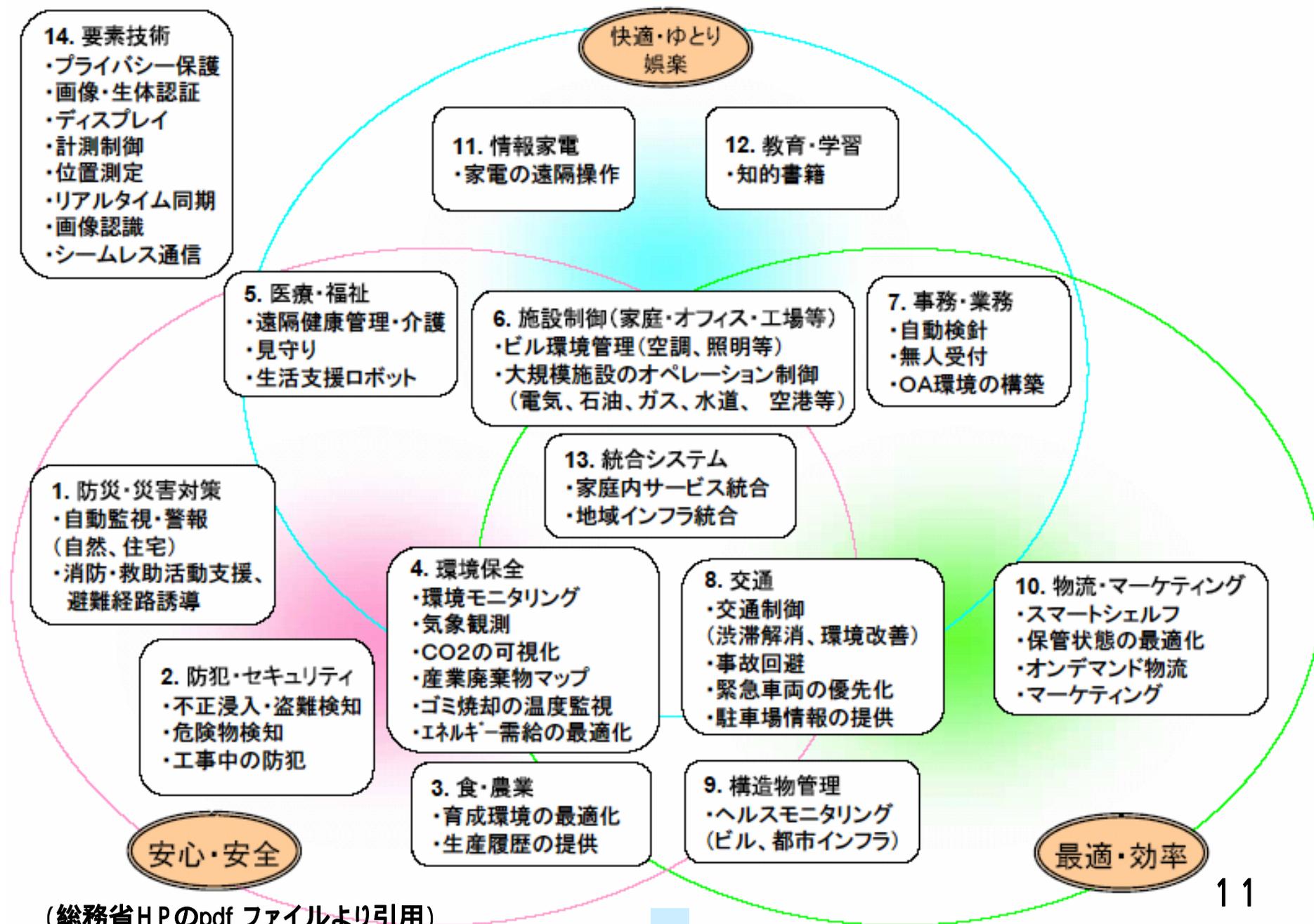
參考資料

利用分野別の普及要件・要素技術・センサ実現時の魅力



(注*) 分野「13. 統合システム」は、前12分野の組合せとして理解しています。(注**) 分野「14. 要素技術」はロードマップと併せて個別の要素技術として考えます。

ユビキタスセンサーネットワークを利用したアプリケーション



(総務省HPのpdf ファイルより引用)