

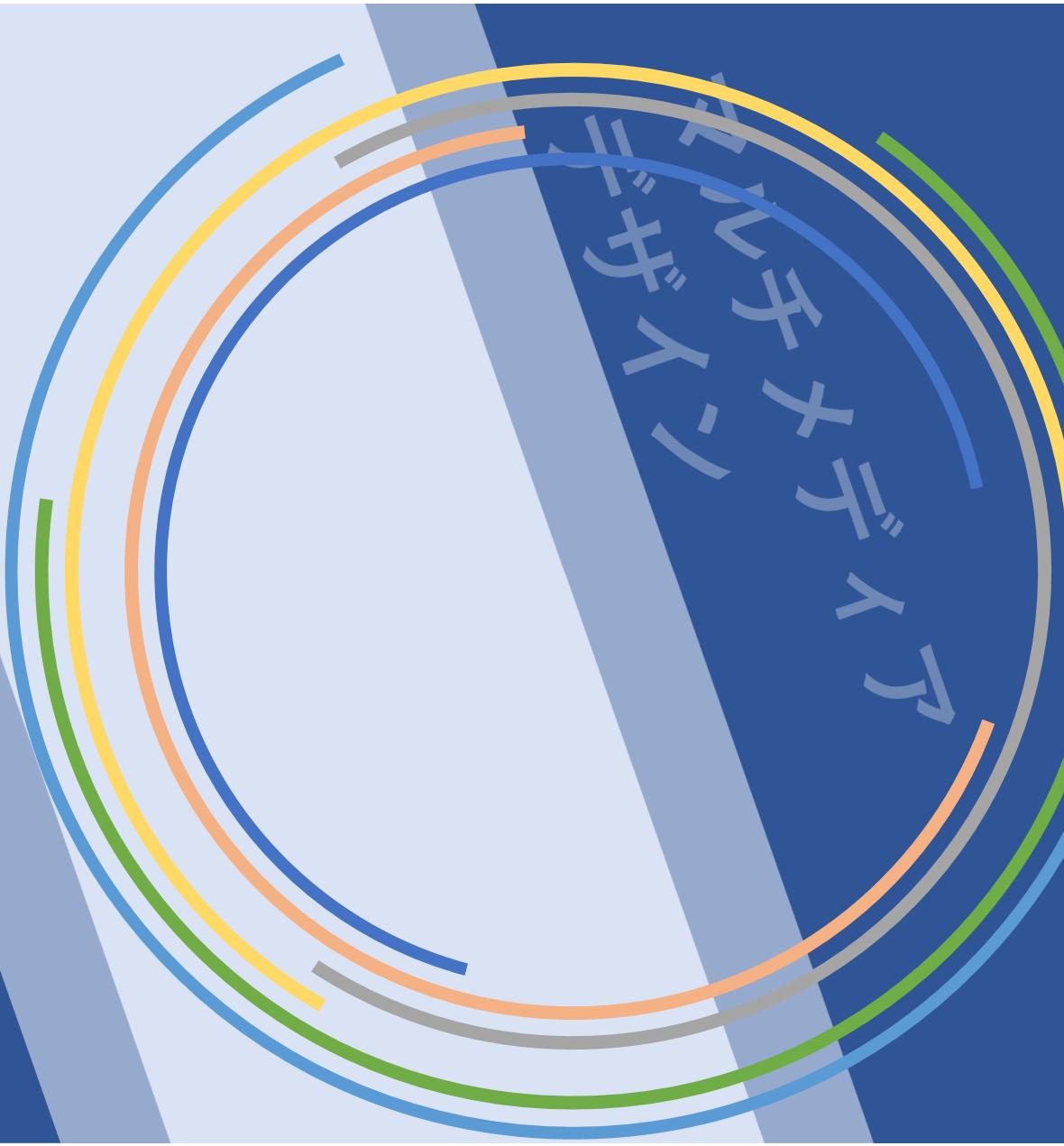
この授業のスライドはLMSで公開されます  
授業やレポートに関する質問などはSlackへ  
<https://keio-st-multimedia.slack.com>



## #3 アプリケーション

---

担当： 西 宏章





# 農業応用とフィールドサーバ

40



- 台風や砂漠等過酷な気候に耐える耐候性
- 気温・湿度・日射量・土壤水分・葉の濡れ・紫外線・CO<sub>2</sub>など多数のセンサ
- ネットワークカメラ
- データ表示・遠隔制御するWebサーバ内蔵
- 無線LANでインターネットに接続(通信可能距離は3kmまで)
- Wi-FiメッシュネットワークまたはWDSによる中継機能で地域全体をユビキタス化
- いつでもどこでもインターネットを無料で利用可能(フリースポット化)
- 低価格



# Image-Viewer Data-Viewer

誰でもネットで生産過程を見ることができる

**NetCamera - Microsoft Internet Explorer**

ファイル(E) 編集(E) 表示(U) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

アドレス(D) <http://cse.naro.agrri.go.jp/ketanaka/model/applet/NetCameraViewer.html> 移動 リンク > Norton Internet Security

Y! カスタマイズ 検索 ログイン My Yahoo! フィナンス メール ニュース 翻訳 >

フィールドサーバ [日本, 福島県国見町 桃農家(佐野農園) NetCamera11] 地図表示

再生期間  
開始 2005 年 8 月 16 日 撮影期間 2003/05/15 -  
終了 2005 年 8 月 22 日 2005/08/22

設定 100%

再生速度  
再生速度 4枚表示 スキップ 1枚表示

再生時間帯  
すべて 昼間 夜間 特定時刻表示  
0 時 0 分 ~ 10 時 0 分

特定時刻表示  
9 時 0 分 より前の を中心とした  
より後の に近い  
画像を 1 枚ずつ表示

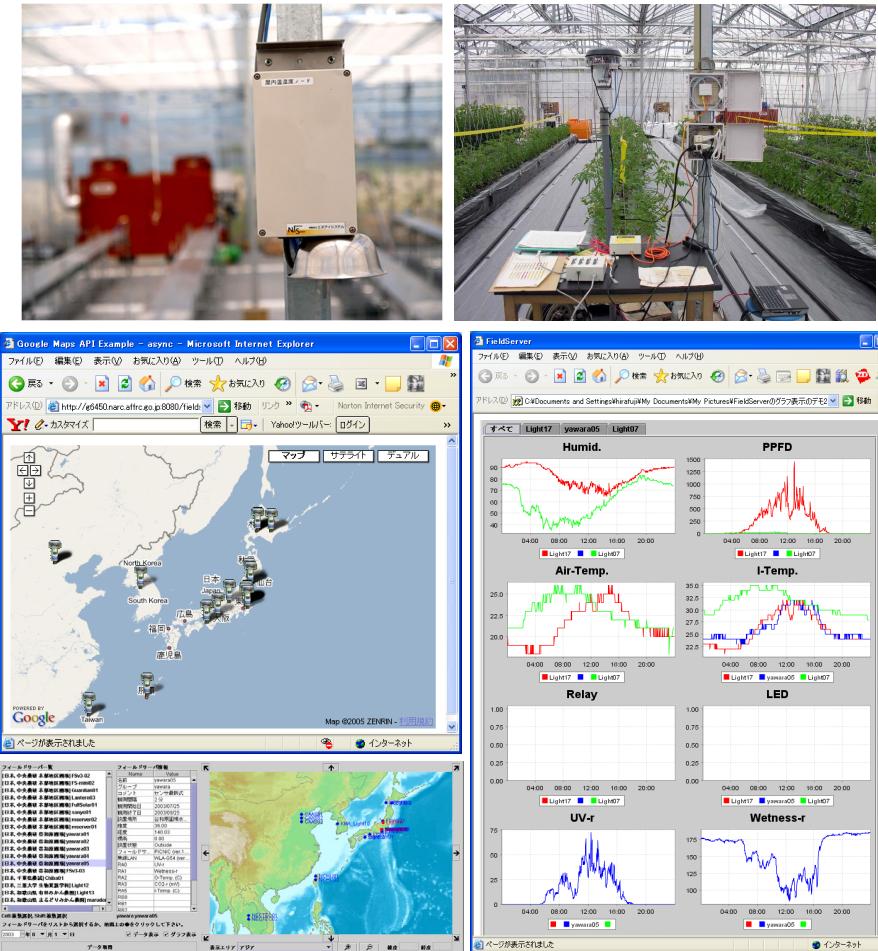
フィールドサーバ情報

Name	Value
名前	NetCamera11
グループ	fuku
コメント	
鏡測間隔	5分
鏡測開始日	2003/05/15

xmlファイル表示

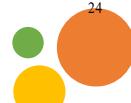
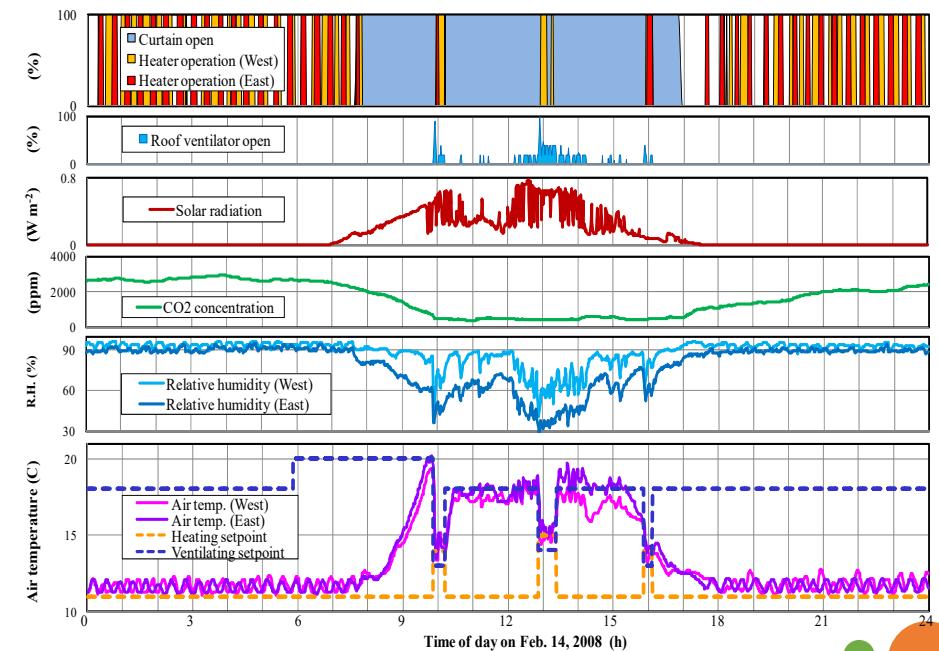
再生 前 次 繰り返し再生 元画像表示 1015 / 1028

アプレット net.agmodel.fieldserver.viewer.FieldServerViewerMain started



# 導入されているセンサの例

- 重装備温室となると様々なセンサやアクチュエータが導入される
  - 天窓と側窓開閉、カーテン・手動スイッチ・自動かん水・施肥
  - 内気象(気温・湿度・CO<sub>2</sub>・WBGT・湿球黒球温度・日射)、CO<sub>2</sub>、外気象(気温・湿度・風向風速・降雨・日射)、暖冷房機、細霧冷房・垂直循環扇、換気扇・口ガード
  - 茎径(4-20mA信号ノード)、自動天秤





# Body Area Network

43

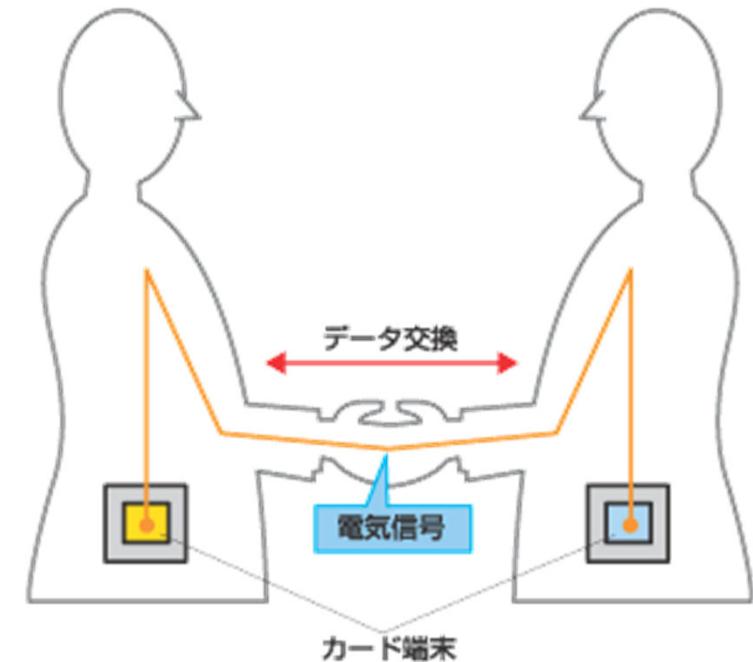
- PANの一種
- 個人の健康管理や体調管理を目的とする事例が多い
  - 「NIKE+ (ナイキプラス)」 NIKE+Apple社：靴に埋め込んだ圧力センサにより歩数をカウント
  - 「プロジェクトフュージョン」 アディダス社 & ポラール社：  
スポーツ心拍計をウェアに内蔵  
靴には速度、距離、ピッチ、高度センサが内蔵
- 腕時計型受信機
  - Crossbow社：ZigBeeチップをフィットネスセンターへ導入、トレーニング状況をホストコンピュータへ送信
  - 沖電気工業(株)：ZigBeeを用いた生体センサノード
  - (株)日立製作所：健康リストバンド
  - Apple Watch
- 医療分野への適用を検討した例
  - 小型化かつ高精度な機器の開発：イメージセンサのCMOS化、脳波センサの小型化、データを無線通信





# 人体通信

- 人体をそのまま通信網として利用する
  - たとえば、握手すると情報を交換する
  - 身に着けている通信機器間で通信する（特にヘルスデータ）
  - プライバシーへの配慮





# センサネットによるConsistency と Traceability 45

- Consistency

- 様々な分野で利用される用語
  - 計算機業界では管理している情報の一貫性
- センサネットワークでは多様性を保ちつつ広い範囲でシステム全体の一貫性や整合性を維持すること

- Traceability

- 物流過程を捕捉可能とする意味
- 物流における情報と物の一体化したConsistencyの維持

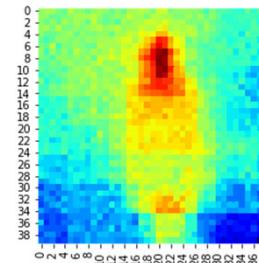
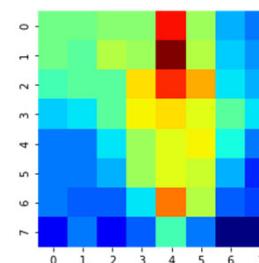
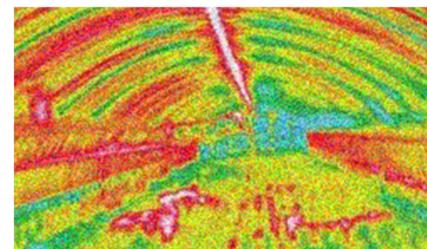




# 低成本・高機能センシングシステム

46

- 安価な赤外線アレイセンサ(Grid-EYE)を高精細化、圃場全体・農作業者を含めてセンシング
  - 高価な赤外線カメラを利用せずに効率計測
- 植物・土壤・環境温度・状況検知
  - 生育・生産効率化
- 人の活動量や温冷間感の推定
  - 農作業効率化・着衣活動量推定

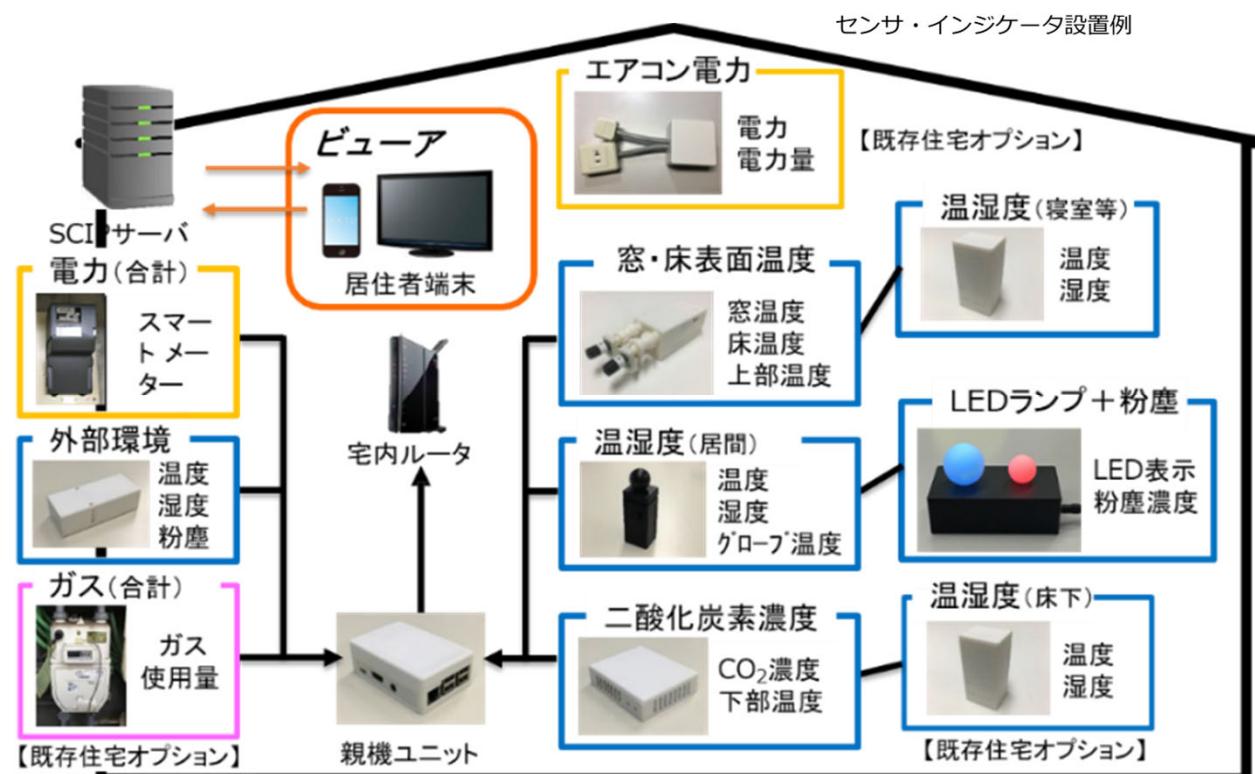


項目	値
ピクセル数	64 (2×8)
温度測定精度	0.25°C
温度測定範囲	0°C~80°C
温度測定誤差	2.5°C
測定距離	5m
測定視野角	60°
フレームレート	10 fps



# スマートハウス

47





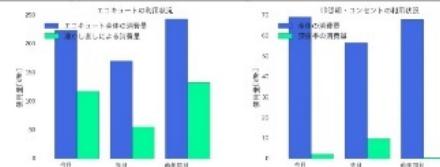
# 電力エコサービス・ナッジサービス

48

- 把握した電力使用量データを用いたエコナッジサービス
- 業者によるレポートとAIによる自動生成レポート両方で同様にエコ改善
- 家庭の違いやナッジに対する行動変容・負担を考慮してコンテンツを選択

LD照明・コンセントのご利用状況

項目	今月	先月	前年同月	コメント
総使用量	59.365kwh	56.709kwh	68.269kwh	先月に比べ22%、および前年同月に比べ2%増加しています。
ベース消費	0.069kwh	0.024kwh	0.079kwh	テレビのディスプレイをこまめに掃除し、消るくしづがない、不要な照明をこまめに消すといった対策をとってみてはいかがでしょうか。



キッチンのご利用状況

項目	今月	先月	前年同月	コメント
総使用量	55.244kwh	60.403kwh	51.268kwh	前年同月に比べ5%増加しています。使用方法の見直しによって、使用量を削減しましょう。

項目	今月	先月	前年同月	コメント
ベース消費	46.255kwh	49.839kwh	58.564kwh	近期家庭の平均に比べ0.005kwh多くなっています。冷蔵庫の氷を取る、冷蔵庫のむやみな開閉を控えるなどの対策が有効です。

項目	今月	先月	前年同月	コメント
使用量	5.889kwh	10.564kwh	12.724kwh	近期家庭の平均に比べ11.352kwh少なくなっています。この箇所では張りましょう。

項目	今月	先月	前年同月	コメント
最も使用した時間帯	2.715kwh	3.574kwh	4.129kwh	先月に比べ2%、および前年同月に比べ3%少なくなっています。今後の節約も重要です。下ごしらえを工夫して調理時間を短縮するなどの対策が有効です。

エコレコメンドレポートの例

空調ナッジに対する行動変容自動抽出結果の例

日付	平日/休日	最高外気温	最低外気温	平均外湿度	天候	①達成	②達成	③達成
8/1	平日	31°C	25°C	70%	晴れ	○	×	○
8/2	平日	32°C	25°C	62%	晴れ	×	○	×
8/3	平日	33°C	25°C	69%	晴れ	○	○	×
8/4	平日	34°C	25°C	66%	雨	×	×	○
8/5	平日	35°C	25°C	66%	曇り	×	○	×
8/6	休日	36°C	25°C	65%	曇り	○	○	○
8/7	休日	28°C	28°C	65%	雨	○	○	×
8/8	平日	31°C	31°C	64%	晴れ	×	×	×
8/9	平日	28°C	25°C	64%	晴れ	○	×	○
8/10	平日	28°C	28°C	63%	雨	×	○	○
8/11	休日	32°C	29°C	63%	晴れ	×	×	×
8/12	休日	28°C	28°C	62%	曇り	○	○	○
8/13	休日	31°C	25°C	62%	曇り	○	×	×
8/14	休日	28°C	28°C	61%	雨	×	○	○
8/15	休日	31°C	23°C	61%	晴れ	○	○	×
8/16	休日	32°C	25°C	60%	晴れ	×	×	○
8/17	平日	31°C	25°C	60%	曇り	×	○	○
8/18	平日	28°C	25°C	59%	晴れ	○	○	×

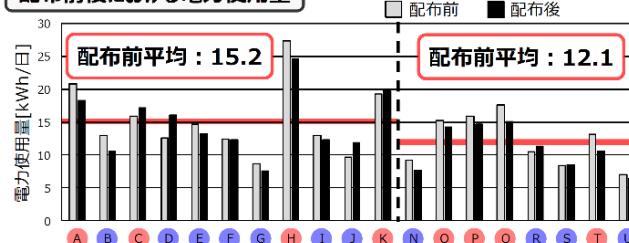
①はAC設定温度変更レコメンド、②はAC使用時間削減レコメンド、③はAC使用時間帯変更レコメンドについての達成、未達成を自動抽出した結果



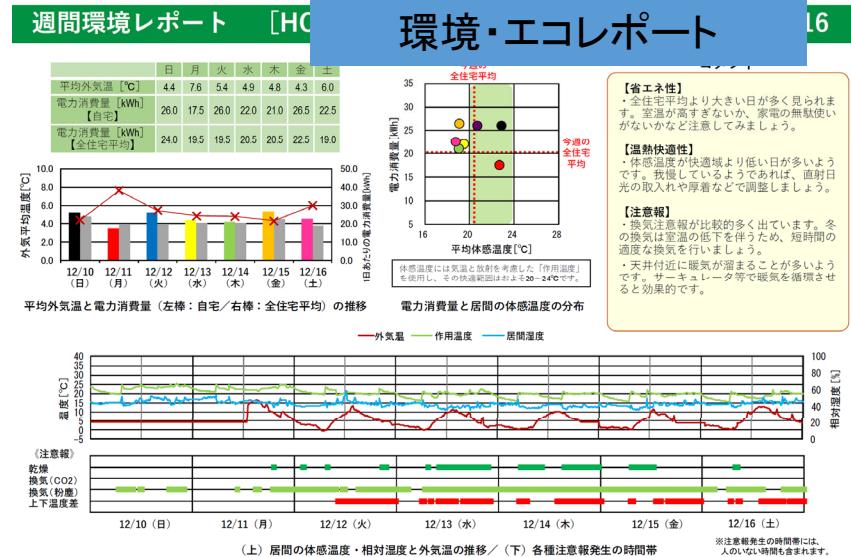
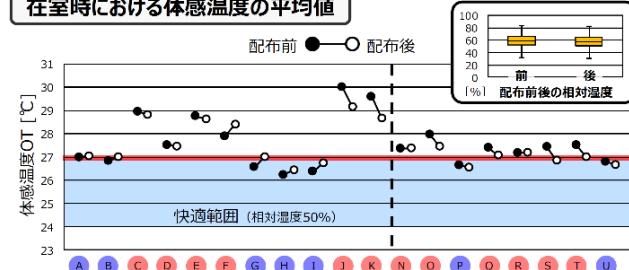
# エコ・快適生活レコメンド



## 配布前後における電力使用量



## 在室時における体感温度の平均値





# 健康・購買サービス（商業領域サービス）

50

- ・健康サービスとして活動量計の配布、体組成計連携、配布活動量センサに混載したWAONカード連携試験を実施
- ・年齢・性別などから購買履歴を勘案し健康維持を目的とした購買レコメンダなどのサービスを提供

活動量計＋体組成情報  
＋健康情報＋購買情報  
(WAONカード)



配布した端末と機能



タッチスタンドと体組成計測



タッチスタンド利用例





# 位置情報サービス

- ・位置情報インフラを構築
  - ・街区にBLEアンテナを160基設置（実施期間内で10万レコード）
  - ・BLEビーコンタグと専用アプリによる自転車・通学児童の位置情報を提供
  - ・駐輪場所メモや、駐輪場所忘れサポートといった利用者サービスを開発
- ・さいたま市における**携帯GPS情報**を取得（2年で約3億レコード）
  - ・**ローカル**で、位置・速度を勘案したウォーキングマイル管理
  - ・駅自転車利用者の主な利用経路による動線設計や増設
  - ・急ブレーキ判定や速度差が大きいバスのクロス地点の特定と対応



自転車用BLEタグと専用アプリ



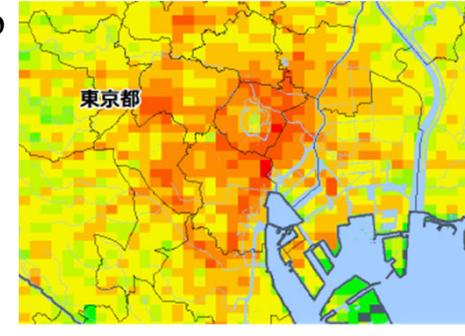
専用アプリ



BLEアンテナ設置例

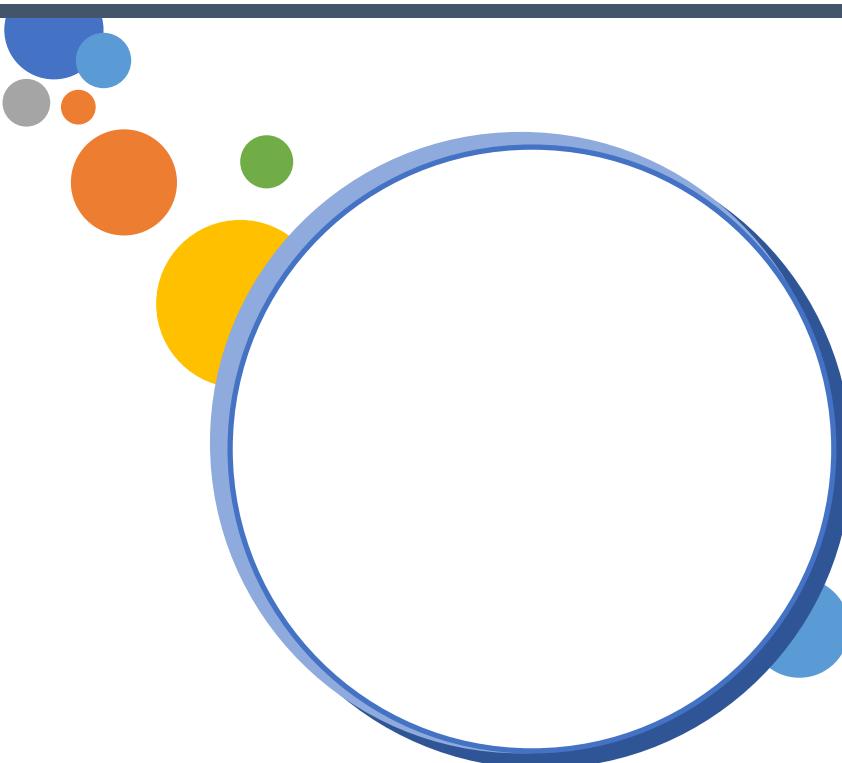


人口流動データ  
Agoop



児童用BLEタグ





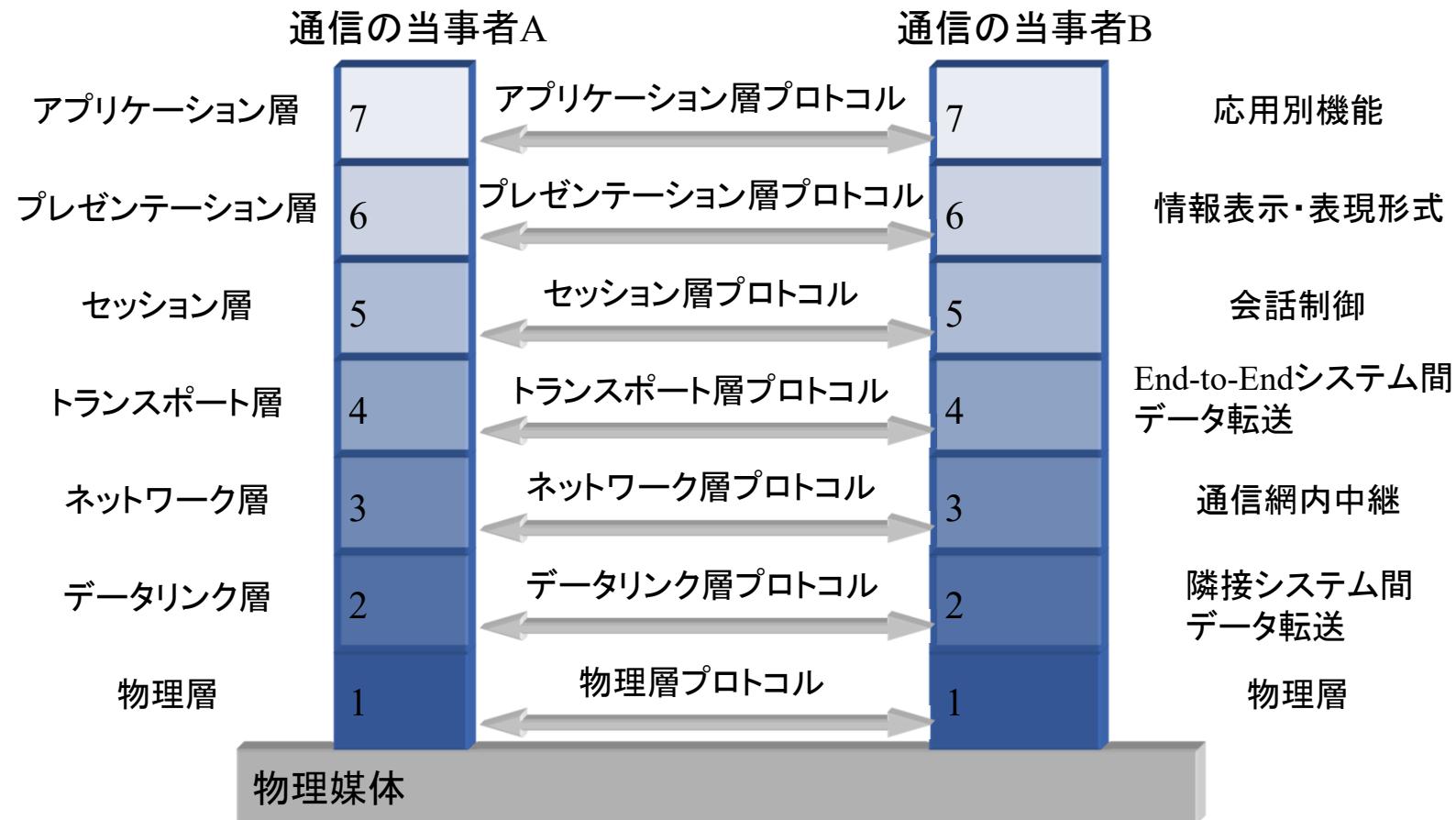
## 無線通信規格





# OSIモデル

53





# LANとは？

54

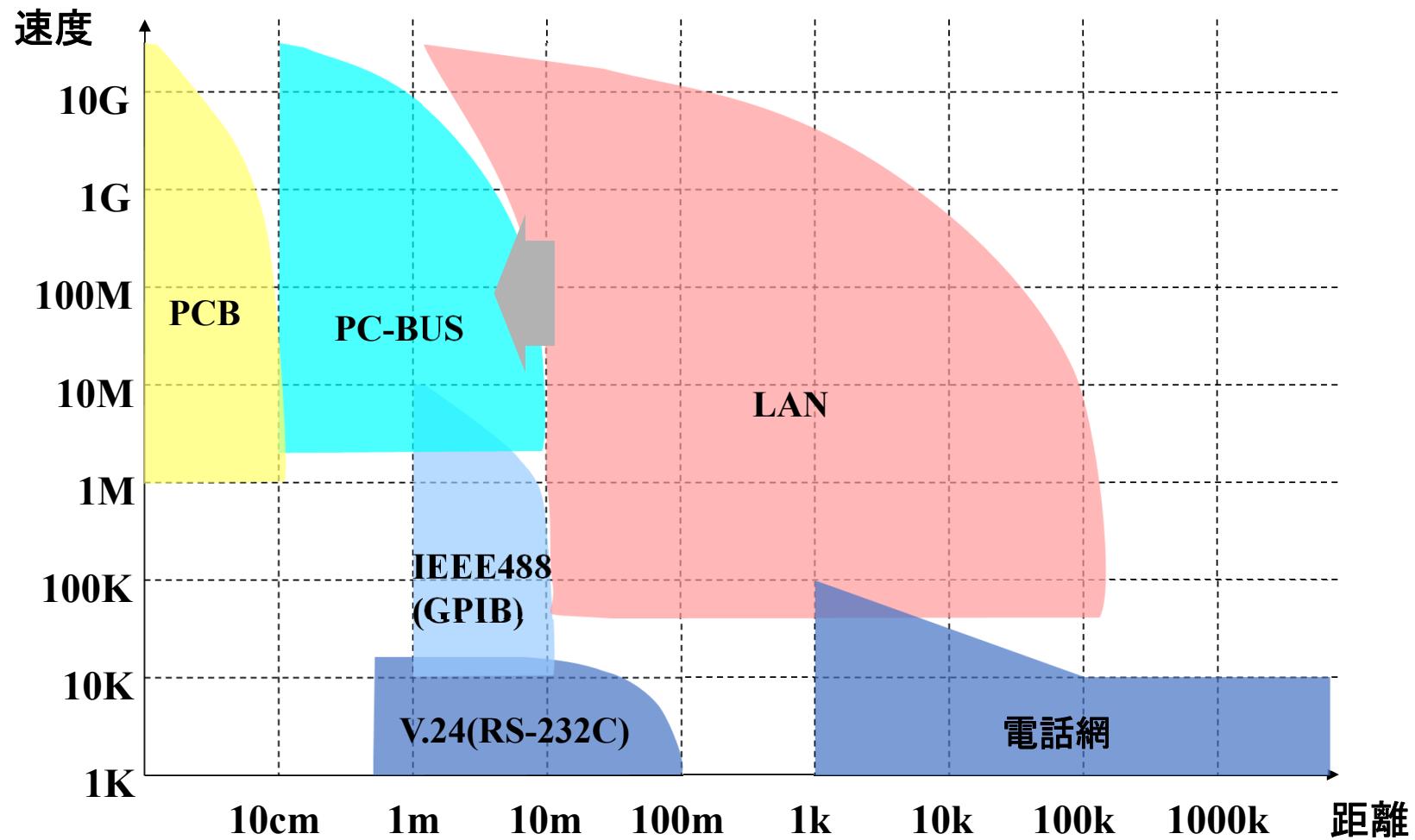
- ネットワークカテゴリの一つ  
「ある限られた地域内で、電気通信事業者が提供する通信回線を使用しない全ての通信網」
- IEEE802標準化委員会の定義  
「ある限られた地域(1～20km程度)に分散配置された各種端末と接続装置などを高速(1Mbps～1Gbps)で結ぶ通信手段」
- OSIモデルが提唱される以前から存在しているため、OSIモデルに完全に一致しているとは限らない  
(カプセル化による層の逆行や、区別が難しい層の存在)
- パケット通信網であり、コネクション型、コネクションレス型通信を行う
- 安価なデバイスと、インターネット、イントラネットの普及





# LANの位置づけ

55



# 802階層([www.ieee802.org](http://www.ieee802.org))

## IEEE802SA階層

IEEE802.1高位層インタフェース

IEEE802.2論理リンク制御（停止中）

IEEE802.3 CSMA/CD PHY / PON

IEEE802.18 RRTAG (Radio Regulatory)

IEEE802.19 Coexistence TAG

IEEE802.21 handover and interoperability between heterogeneous network

## OSI階層

ネットワーク層

LLC 論理リンク制御

データ  
リンク  
層

MAC  
媒体アクセス制御

物理  
層

PS  
物理信号

PMA物理媒体取付端子



物理媒体

CSMA/CD: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection

WLAN: Wireless LAN

WPAN: Wireless Personal Area Network

BWA: Broadband Wireless Access

RPR: Resilient Packet Ring

RR TAG: Radio Regulatory Technical Advisory Group

Inactive

802.2 Logical Link Control

802.4 Token Bus Working Group

802.5 Token Ring Working Group

802.9 Isochronous LAN Working Group

802.10 Security Working Group

802.12 Demand Priority Working Group

Disbanded

802.6 Metropolitan Area Network Working Group

802.7 Broadband TAG

802.8 Fiber Optic TAG

802.14 Cable Modem Working Group





# イーサネットの分類

57

○BASE□という表記について

(※)アンダーラインは普及した規格

○の分類	伝送速度	1	1Mb	1BASE5など
		10	10Mb	10BASE-FPなど
		100	100Mb	100BASE-T4など
		1000	1000Mb (1Gb)	1000BASE-CXなど
		10G	10Gb	10GBASE-LX4など
□の分類	セグメント距離	5	500m	1BASE5, <u>10BASE5</u>
		2	185m	<u>10BASE2</u>
	伝送媒介	T	Twisted Pair	<u>10BASE-T</u> , <u>100BASE-TX</u> , <u>-T4</u> , <u>-T2</u> , <u>1000BASE-T</u>
		F	Fiber	10BASE-FP, -FB, -FL, <u>100BASE-FX</u>
		C	Coax	1000BASE-CX
	レーザの種類 (ファイバ)	E	Extra Long (40km, 1550nm)	10GBASE-ER, -EW
		L	Long (10km, 1310nm)	10GBASE-LR, -LW, -LX4, <u>1000BASE-LX</u>
		S	Short (65m, 850nm)	10GBASE-SR, -SW, <u>1000BASE-SX</u>





# イーサネットの種類

58

通称	標準化年	タイプ
802.3	1983	1BASE5
802.3a	1985	10BASE2
802.3b	1985	10BROAD36
802.3i	1990	10BASE-T
802.3j	1997	10BASE-FP, 10BASE-FB, 10BASE-FL
802.3u	1995	100BASE-TX, 100BASE-FX, 100BASE-T4
802.3y	1993	100BASE-T2
802.3z	1998	1000BASE-LX, 1000BASE-SX, 1000BASE-CX
802.3ab	1999	1000BASE-T
802.3ae	2002	10GBASE-LX4, 10GBASE-SR, 10GBASE-LR, 10GBASE-ER, 10GBASE-SW, 10GBASE-LW, 10GBASE-EW
802.3ba	2010	40GBASE-KR4, 40GBASE-CR4, 40GBASE-T, 40GBASE-SR4/LR4,
802.3bg	2011	100GBASE-KP4, 100GBASE-CR10, 100GBASE-SR10/LR4/ER4

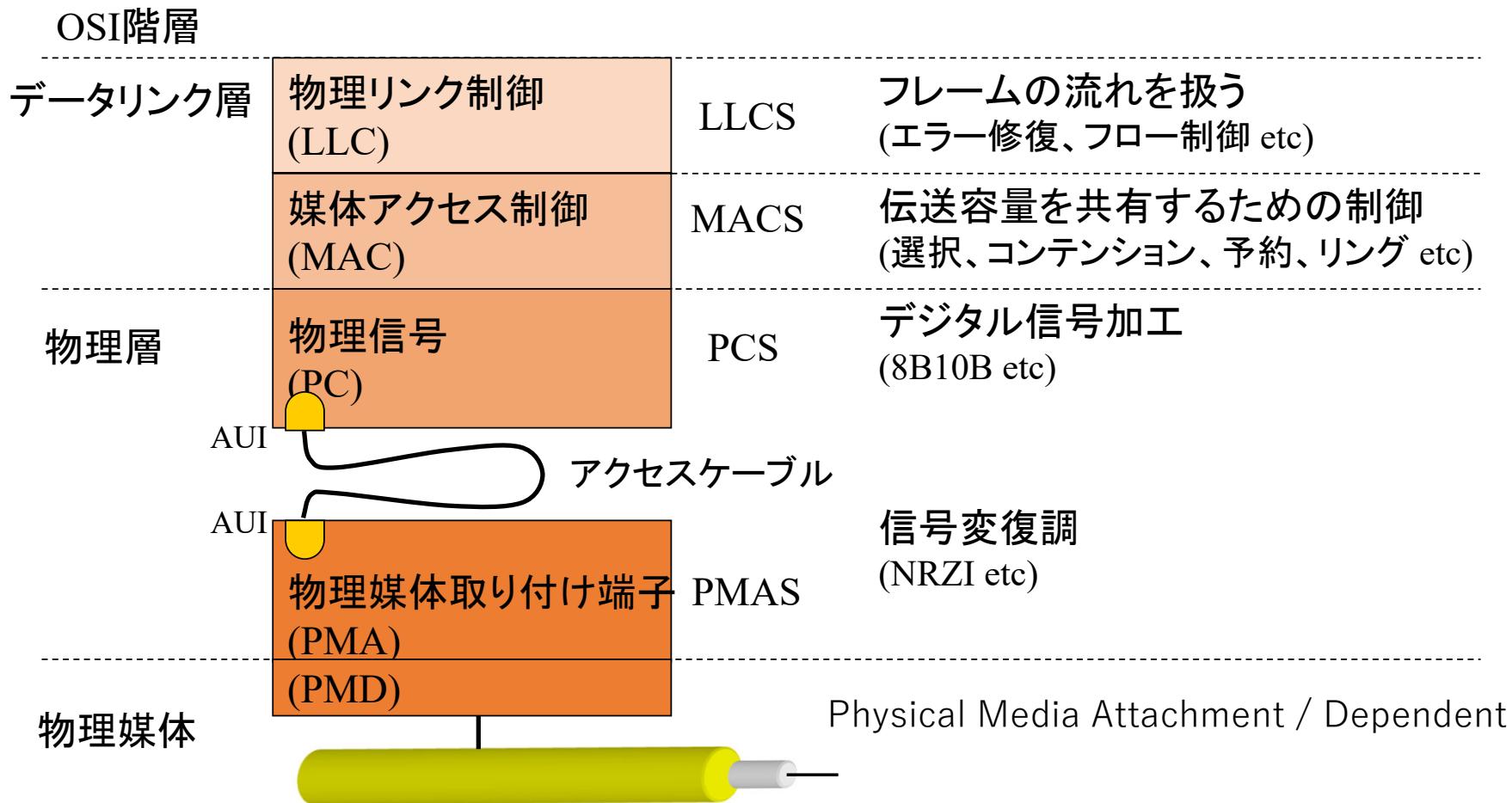




# LANアーキテクチャ

59

- LANにOSIモデルを取り込むため、物理層とデータリンク層をさらに分割





# 物理媒体

60

	転送速度	無中継距離	誤り率	価格	例
撓り対線	1Gbps	100m	$10^{-6}$	安価	UTP-C3 UTP-C6
同軸ケーブル(BASE)	10Mbps	500m	$10^{-8}$	高価	10BASE5 CATV
同 軸 ケ ー ブ ル (BROAD)	450Mbps	300km	$10^{-8}$	高価	10BROAD36
プラスチック光ファイバ	200Mbps	50m	$10^{-8}$	安価	GI-POF
光ファイバ	数Gbps～ 1Tbps	300km	$10^{-9}$	最も 高価	10GBASE-LR
無線	数Mbps～ 600Mbps	100m	$10^{-3} \sim 10^{-4}$	安価	赤外線、電波



# コンテンツショニ方式

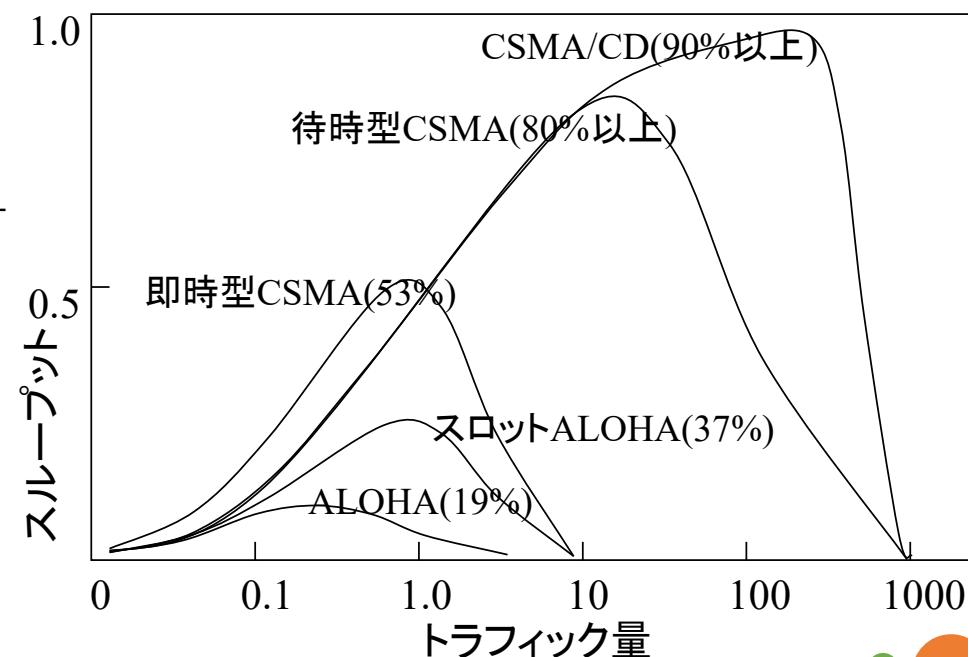
- CSMA (Carrier Sense Multiple Access)

- データやキャリアが聞こえている間送信を見合わせることで衝突を避ける技法
  - 各ノードはそれぞれ独立に動作 → すぐにデータを送りたい
  - まずトライして失敗したらやり直そう
- ハワイ諸島と無線ネットワークで結ぶALOHAで最初に利用され改良される

- CSMAに至る経緯

- スロット：分割したスロットの初めのみデータを送る(スロットALOHA)
- 即時型CSMA：媒体が静かになったら即送信
- 待時CSMA：乱数で待ち時間を変える方法
- CSMA/CD：送信局が衝突を検出し衝突データを再送する技法
- CSMA/CA:無線LANで用いられる方式

CSMA/CD: CSMA with Collision Detection

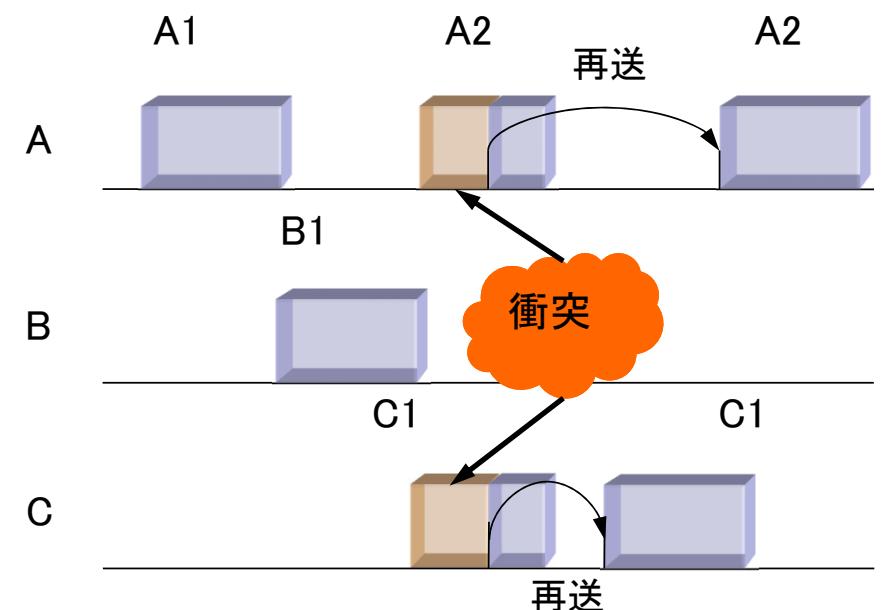




# CSMA/CD

62

- Listen before talking
  - 送信ノードは、送信前に伝送路上のキャリアをセンス
    - キャリア有：キャリアがなくなるまでセンス継続
    - キャリア無：即時パケット通信
- Listen while talking
  - 送信ノードは、送信中も伝送路をモニタ
    - パケット衝突を検出すると送信中止
    - 伝送路上にジャム信号(96bit)を送信し衝突を通知
- Backoff
  - ランダム時間後に再送信を試みる

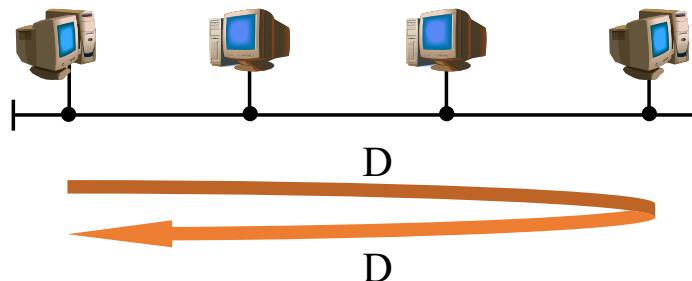




# CSMA/CDにおけるスロットタイム

63

- 最大(最遠端ノード間の)信号伝播遅延時間をDとする
- 送信を開始してから衝突検出までの最大時間2D
  - $2D = \text{スロットタイム、衝突ウィンドウ}$



- スロットタイムにより最小データ長が規定される  
(IEEE802.3では512bit)





# CSMA/CDにおけるバックオフアルゴリズム

64

- ランダム1
  - 各ノードが一定範囲内の乱数を作成し待ち時間を決める
  - 乱数の範囲大 → 再衝突確率小 & ネットワーク利用効率低
- ランダム2
  - 衝突の発生回数( $n$ )により決まる上限値( $U$ )の範囲内の乱数を作成
    - $U = 2n$
  - 衝突回数が増大すると乱数範囲が大きくなり衝突確率が低下
- 固定割り当て
  - ノードの物理的位置や優先順位により待ち時間を割り当てておく
  - ノードの追加や撤去に伴い再設定が必要





## 有線によるネットワークプラットフォーム

65

- 高信頼性・リアルタイム性からFA分野で需要が多い
- USB
  - 電源供給が可能で比較的高速、遠距離通信には不適（仕様上は3m、拡張デバイスにより300mまで）
- PoE
  - 電源供給が可能なEthernet、無線LANとの差別化が難しくコスト対性能の点で優位にたてていない
- 1-wire
  - DALLAS/MAXIMにより1本の通信線（GNDが別途必要）で利用できる
- LonWorks
  - 特に欧州で著名なセンサネットワークで規格としては古い部類





# カテゴリー

66

Category	Type	B/W	Length	LAN Applications	Notes
Cat3	UTP	16 MHz	100m	10Base-T, 4Mbps	Now mainly for telephone cables
Cat4	UTP	20 MHz	100m	16Mbps	Rarely seen
Cat5	UTP	100MHz	100m	100Base-Tx, ATM, CDDI	Common for current LANs
Cat5e	UTP	155MHz	100m	1000Base-T	Common for current LANs
Cat6	UTP	400MHz	100m	1000BASE-TX	Emerging
Cat7	ScTP	625MHz	100m	10GBASE-T	
Cat8	ScTP	1400MHz	100m?	40GBASE-T	



# 物理媒体コンポーネント

- 撥り対線



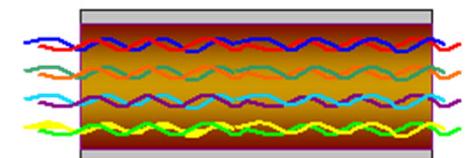
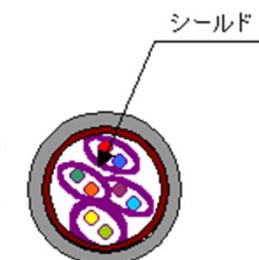
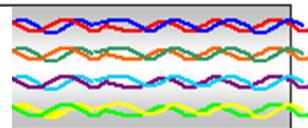
- 同軸



- 光ファイバ



CAT8



- 無線





# 無線LAN

68

- 無線LANの登場

- 小型コンピュータの携帯性を損なうことなくLANに接続
- IEEE802.11 Wireless LAN Working Group により標準化
- 有線LANの代替としての無線LAN
  - ケーブリング問題の解決・施設、保守、拡張、移設等における自由度を拡大
- 新しい分野を開拓する無線LAN
  - ステーションの移動性(ポータビリティ)を生かし、今まで利用できなかった領域でLANの運用、利用を模索

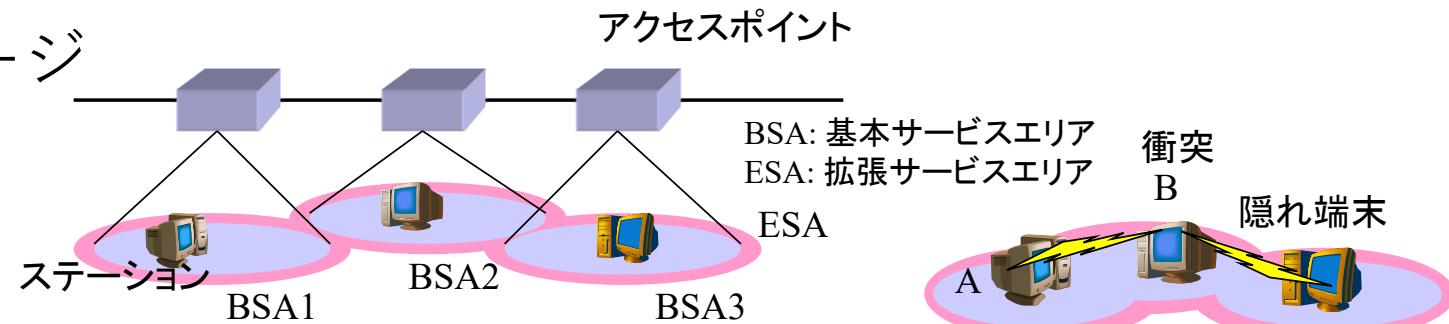
- 標準化

<b>802.11a</b>	<b>54Mbps, 5GHz</b>
<b>802.11b</b>	<b>11Mbps, 2.4GHz</b>
<b>802.11g</b>	<b>54Mbps, 2.4GHz, OFDM</b>
<b>802.11i</b>	<b>802.11MACセキュリティWPA,WPA2</b>
<b>802.11n</b>	<b>65Mbps～600Mbps</b>
<b>802.11ac/ad</b>	<b>デュアルリンクで1Gbps以上を実現</b>
<b>802.11ax</b>	<b>9.6Gbpsを達成、Wi-Fi6とも呼ばれる</b>



# 無線LANの構成

- 無線LANシステムイメージ



- ステーション

- 互いに通信する装置を有線LAN同様ステーションと呼ぶ
- 移動度合いから、固定、半固定、移動ステーションに分類

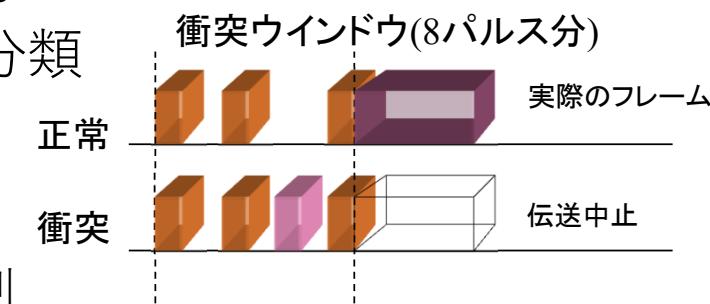
- アクセス制御は基本的には有線LANと同じ戦術

- CSMA/CA (Collision Avoidance)

- ランダムにパルスを送信、パルスを検出することで衝突を判別
- 電波伝搬上の障害や、隠れ端末(互いに見えないステーション)による性能劣化
- 隠れ端末問題はRTS(Request to Send)/CTS(Clear to S)により抑制できるがオーバヘッドを伴う

- ポーリング方式

- TDMAと予約：TDMAスロットにALOHA方式でアクセスし、獲得できれば同一位置スロットを継続利用
- CSMAと予約：キャリア検出後予約フレームを送信し、受信先が予約確認応答フレームを返信





# 無線媒体

- 国ごとに無線システムで使用できる周波数帯が異なる
- 日本で利用可能な無線媒体

	2. 4GHz +SS	19GHz +狭帯域変調	赤外線 ビーム方式	拡散方式
速度	<2Mbps	<10Mbps	<50Mbps	<1Mbps
コスト	中	高	中	安
移動適正	優	良	劣	並
通信範囲	広	中	見通し、近距離	狭
ライセンス	不要	要	不要	不要
備考	伝播上有利 高速なものは周波数 割り当て上困難	高速化可能 伝播上不利	見通し必要 高速化可能	見通し不要 高速化不可





# 分類

71

ネットワーク	標準化	例	備考
短距離無線 ～数m	通信方式ごと個別 特定小電力無線 ARIB-STD-T67 IEEE1451	RFID(トレーサビリティ) DSRC(ITS) NFC(Suica等) その他特定小電力無線	
無線PAN ～20m	IEEE802.5	Bluetooth(IEEE802.15.1) UWB(IEEE802.15.13a) ZigBee(IEEE802.15.4)	業界団体としてBluetooth SIG, WiMedia Alliance, USB Forum, ZigBee Allianceがある
無線LAN ～100m	IEEE802.11	IEEE802.11/a/b/g	次世代高速版IEEE802.11n 業界団体としてWi-Fi Allianceがある
無線MAN ～100km	IEEE802.16(BWA) IEEE802.20(MBWA)	Flush-OFDM iBurst	業界団体としてWiMAX
無線WAN 基地局を介した グローバル携帯電話網	3GPP, 3GPP2 4G, LTE, 5G	第2世代(PDC, GSM等) 第3世代(W-CDMA, cdma2000) 第3.5世代(HSPDA, EVDO) 第4世代(4G, LTE)さらに第5世代	





# 演習問題（1）

72

[1]次の説明文章が対象としている最も適切な用語を次の中から選びなさい

[1.1] CSMA/CD, TDMA, 通信プライオリティ, トークンリング

1. 各ノードに論理的な順位付けを行い、送信権を順次受け渡し、これを受け取ったノードだけが送信を行う
2. 通信を行う際にどの相手を示すだけで、その途中にある通信ノードをどのように経由して相手に到達するかを求める
3. 各ノードは伝送媒体が使用中かどうかを調べ、使用中でなければ送信を行う。衝突を検出したらランダムな時間経過後に再度送信を行う
4. 各ノードを環状に接続して、送信権を制御するための特殊なフレームを巡回させ、これを受け取ったノードだけが送信を行う
5. タイムスロットを割り当てられたノードだけが送信を行う

[1.2] 一つ余った選択肢について、その選択肢で説明されている用語が何かを答えなさい





## 演習問題（1）

73

[2] CSMA/CD方式に関する記述のうち適切なものはどれか

- 他のノードが衝突検知後ランダム時間待っている間は、通信を開始できない
- 衝突発生時の再送動作によって、衝突の頻度が増すとスループットが下がる
- 送信要求を受け取ったステーションは、共通伝送路の搬送波を検出してからデータを送信するので、データ送出後の衝突は発生しない
- ハブによって複数のステーションが分岐接続されている構成では、衝突の検出ができないので、この方式を使用せずに衝突を回避する
- フレームとしては任意長のビットが直列に送出されるので、フレーム長がオクテットの整数倍である必要はない





# 演習問題（1）続き

74

[3] Wi-Fi、無線LAN、IEEE 802.11の違いについて、簡単に説明しなさい

## 注意事項

- これらの設問に対する回答を、Microsoft Wordファイルで作成
- Canvas LMSで提出すること
- A4 1枚で作成すること
- 最初にタイトルとして「演習問題（1）」と書き、名前と学籍番号を記載すること
- Canvas LMSが示す締め切りに従うこと

