

# 安全安心な生体情報監視を目指した ボディエリアネットワーク(BAN)の実証

株式会社富士通研究所  
先端ワイヤレス研究部  
2013.5.31

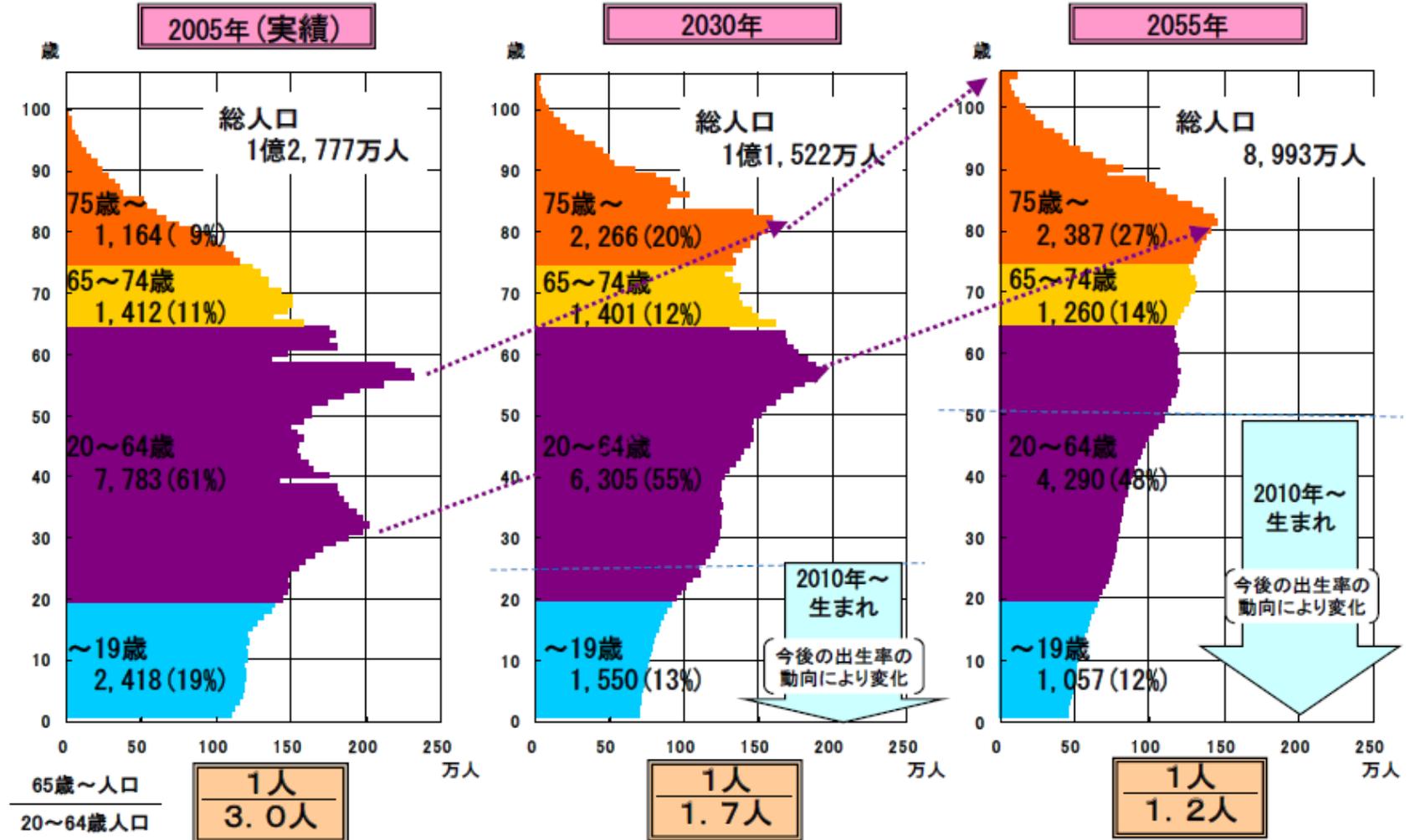
## 世界初！IEEE802.15.6 BAN 準拠MACを小型の実証機に搭載

1. 高齢化による課題と医療のICT化によるメリット
2. ワイヤレスBANの課題
3. IEEE802.15.6の特長と既存通信規格との差異
4. 802.15.6 BAN 準拠MACを実装した小型機による実証実験
5. まとめ

1. 高齢化による課題と医療のICT化によるメリット
2. ワイヤレスBANの課題
3. IEEE802.15.6の特長と既存通信規格との差異
4. 802.15.6 BAN 準拠MACを実装した小型機による実証実験
5. まとめ

# 日本が直面する課題 – 少子高齢化

## ■ 人口ピラミッドの変化



出典: 国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(平成18年12月推計)」(出生中位・死亡中位)

# 人口の高齢化によって引き起こされる問題点

■ 医療機関：多数の患者による混雑

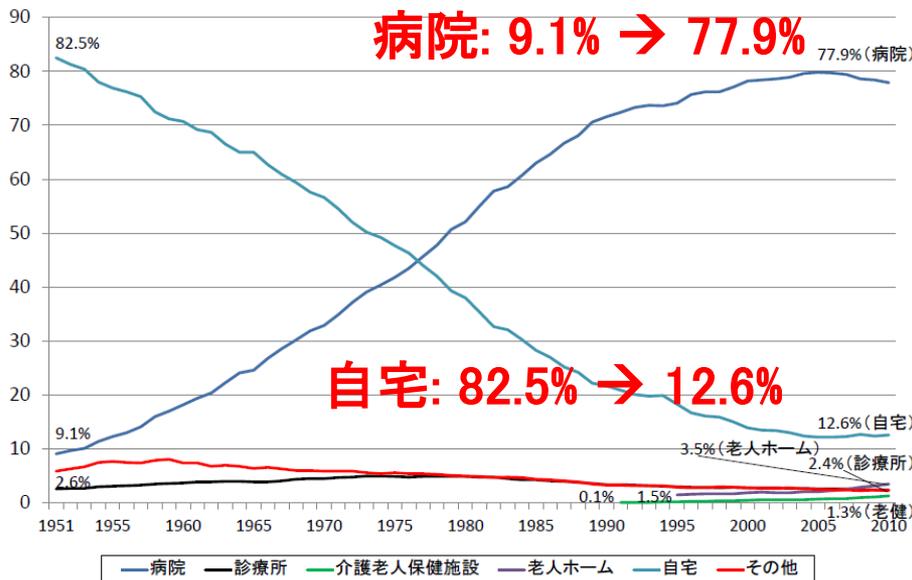
■ 在宅医療：見守りスタッフの不足

■ 60%以上の日本人が自宅での療養を希望している

■ 患者急変時の対応体制に不安を感じている人が多い

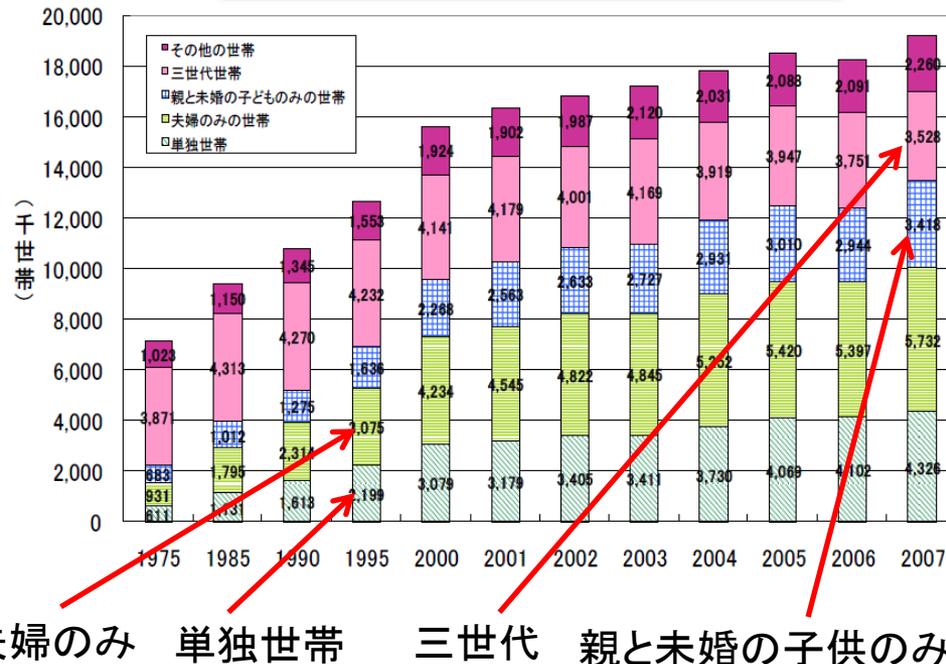
右図の出典:国立社会保障・人口問題研究所「人口統計資料集2009」(厚生労働省統計情報部『厚生行政基礎調査報告』および『国民生活基礎調査』による)

## 死亡場所の推移



左図の出典: 厚生労働省「人口動態統計」

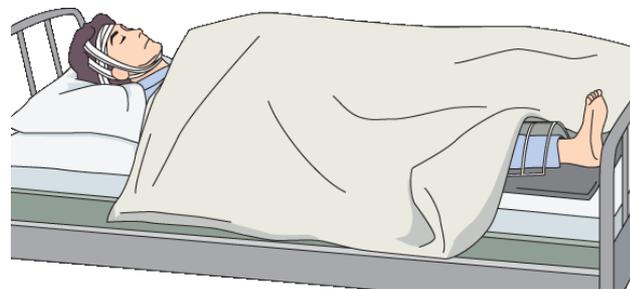
## 65歳以上の高齢者のいる世帯数及び構成割合



夫婦のみ 単独世帯 三世代 親と未婚の子供のみ

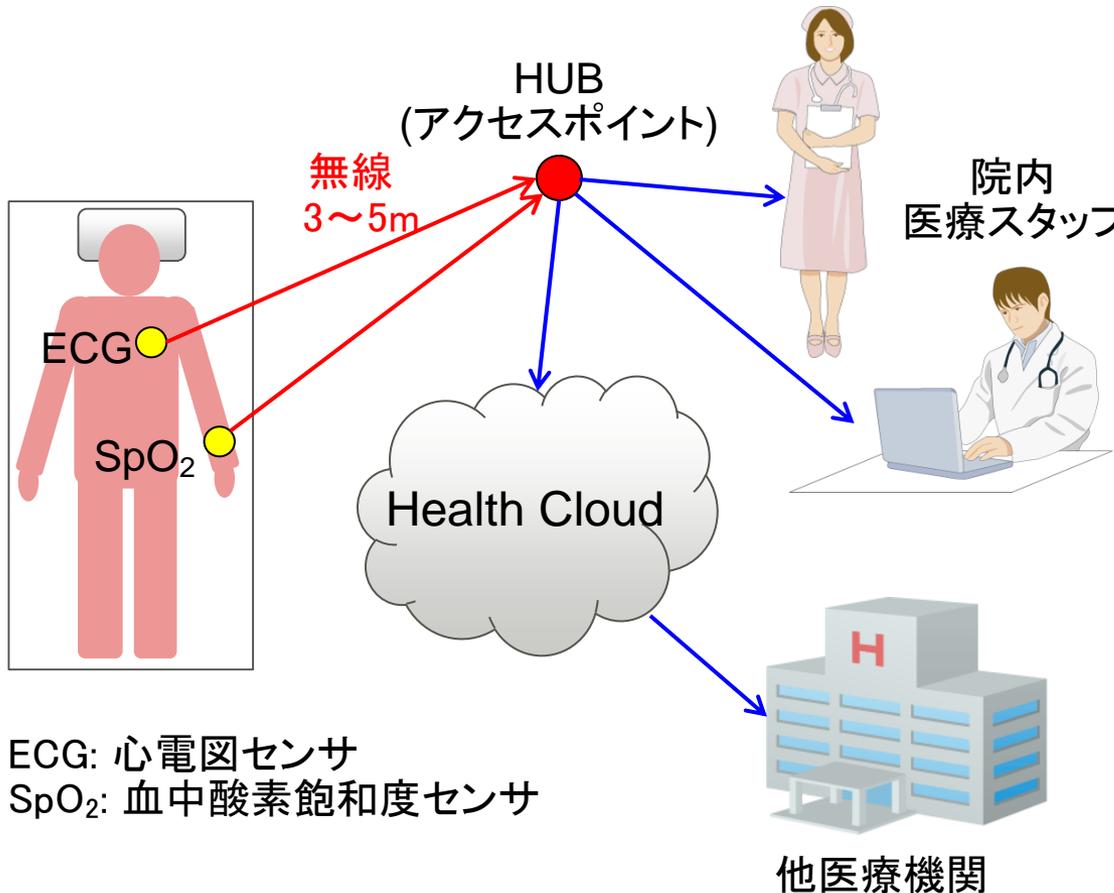
- 急変に至る以前に、その兆候をデータからの的確に捉えて予防可能
- 「入院患者の体重や体温などは目視して転記を行っていて、手間がかかる」(看護師の声)
- 「病院に定期的に病状を報告させている状況を、在宅医療にして無線通信でデータが収集出来たら、患者も我々もハッピーな状況になる」(医師&MEの声)

生体情報収集の自動化、無線化は患者と医療スタッフにとって大きなメリット



# 国内外における無線モニタリング需要の高まり FUJITSU

- ケーブルレス化によって得られるメリットは大きいと考えられる
  - 患者: ケーブルによる拘束が無くなる自由。床ずれ、かぶれからの解放
  - 医療スタッフ: ケーブル着脱時の手間、ケーブルによる事故からの解放
  - 病院経営者: 院内感染防止費用の削減



日本経済新聞より抜粋 (2012.6.14)

3 総合2 14版

【第三種郵便物認可】

## 患者の体調 無線で把握

## ワイヤレス医療 米で広がる

小型の無線機器を使う  
患者の体温や呼吸数  
の行動をしるコードが  
不要になるため、病院か  
を把握する「ワイヤレス  
在宅医療まで幅広い利  
医療」の取り組みが進ん  
でいる。データやりと  
りする通信方式の国際標  
準規格が統一されたのが  
きっかけ。米当局が専用  
の周波数の割り当てを決  
め、米ゼネラル・エルク  
トリック(GE)やオラ  
ンダのフィリップスなど  
が来年中にも米市場で対  
応機器を投入する。患者  
素早く対応できる。将来

## GEなど機器 日本も高度化へ

米国の「MBAN」と  
呼ばれる近距離の無線通  
信向けに専用の周波数を  
割り当てる。現在も医療  
では複数の周波数帯が使

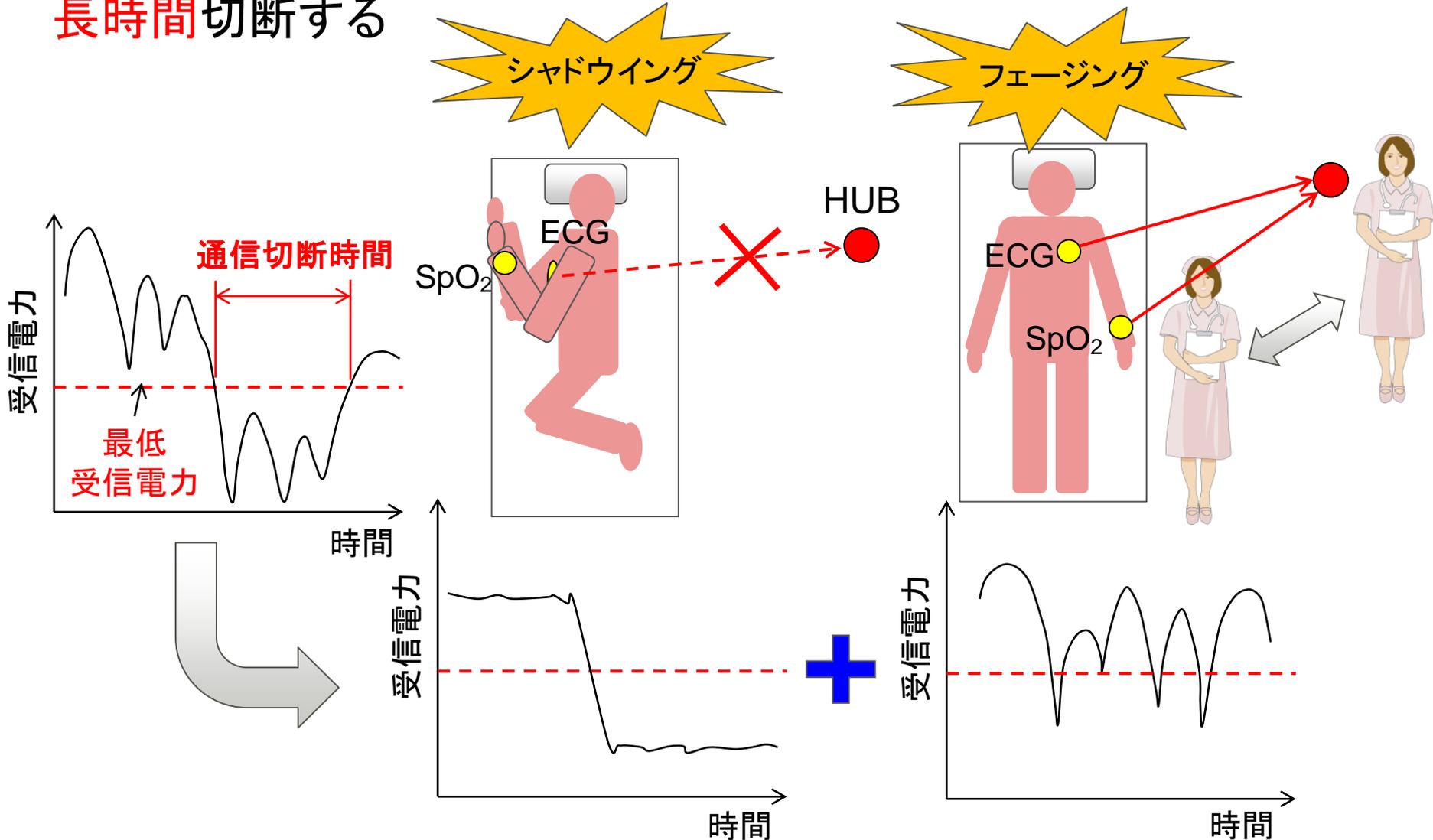
「ワイヤレス」で患者の行動の  
制約が少なくなる



1. 高齢化による課題と医療のICT化によるメリット
2. **ワイヤレスBANの課題**
3. IEEE802.15.6の特長と既存通信規格との差異
4. 802.15.6 BAN 準拠MACを実装した小型機による実証実験
5. まとめ

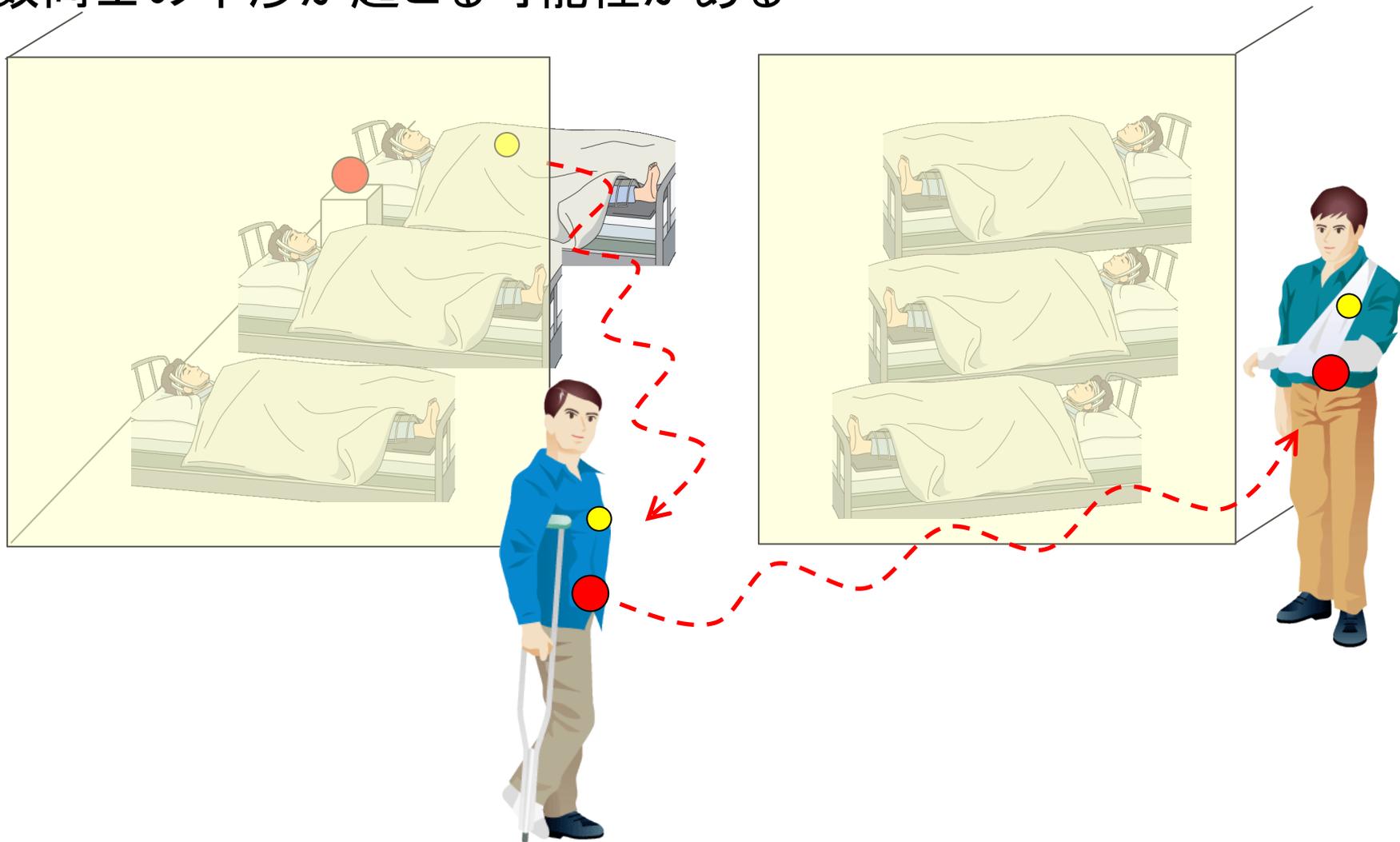
# ワイヤレスBANの課題 (1) – 信号強度の低下

- 特に、シャドウイングの強いしゃへい効果によって通信が長時間切断する



# ワイヤレスBANの課題 (2) – 干渉

- BANは各人体上に構成され、自由に移動可能であるため、同じ周波数同士の間渉が起こる可能性がある



- 患者の在院中のモニタリング機器の電池交換は少ないほど良い
  - 粘着テープ等の交換は定期的に行う必要あり
  
- 7～14日間は電池寿命が継続する必要
  - 入院日数が0～14日間までの患者が全体の66%を占める(平成23年度:厚生労働省の資料より)

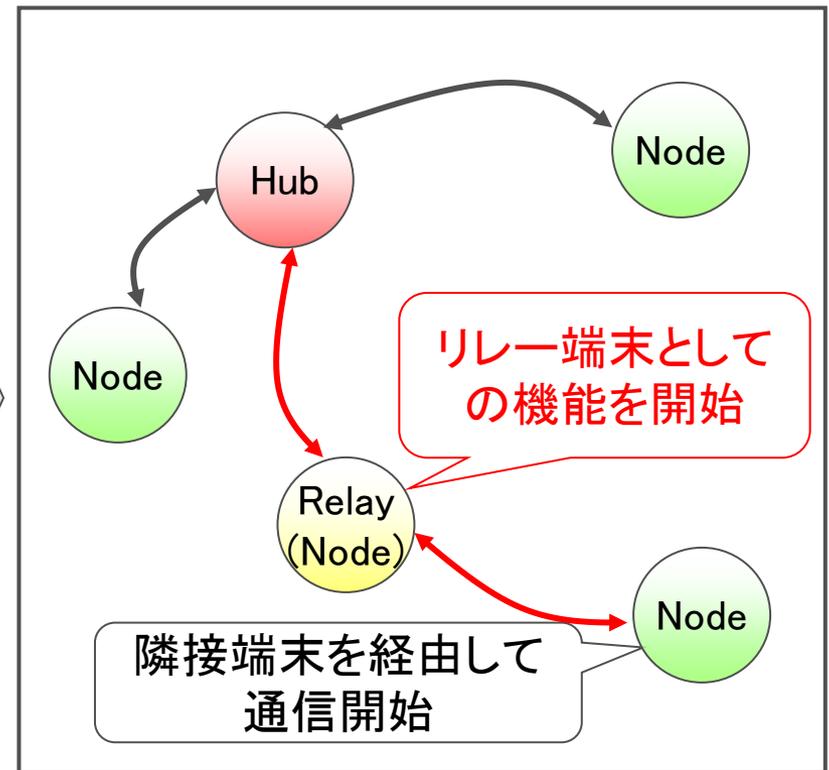
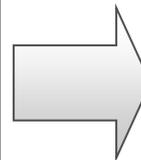
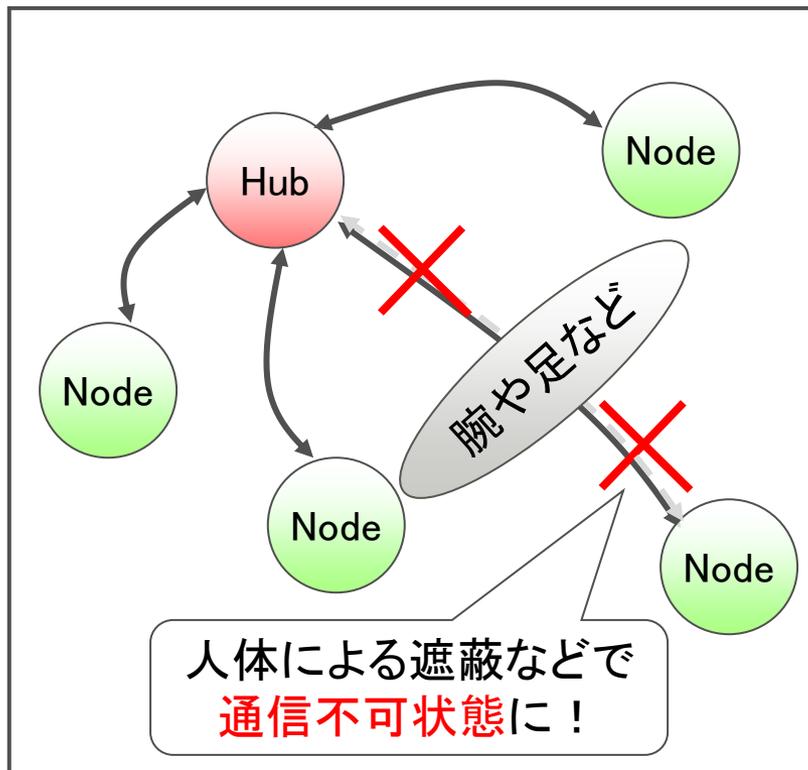
1. 高齢化による課題と医療のICT化によるメリット
2. ワイヤレスBANの課題
3. IEEE802.15.6の特長と既存通信規格との差異
4. 802.15.6 BAN 準拠MACを実装した小型機による実証実験
5. まとめ

- Sleep制御とリレー制御、干渉回避および暗号化をすべて同じMAC上に実装可能

機能	実現方法
信号劣化回避	リレー (合計2-hopまで)
干渉回避	Channel hopping Beacon shifting Active superframe interleaving 使用周波数帯切り替え
低消費電力化	こまめなsleep制御
暗号化	MACで規定

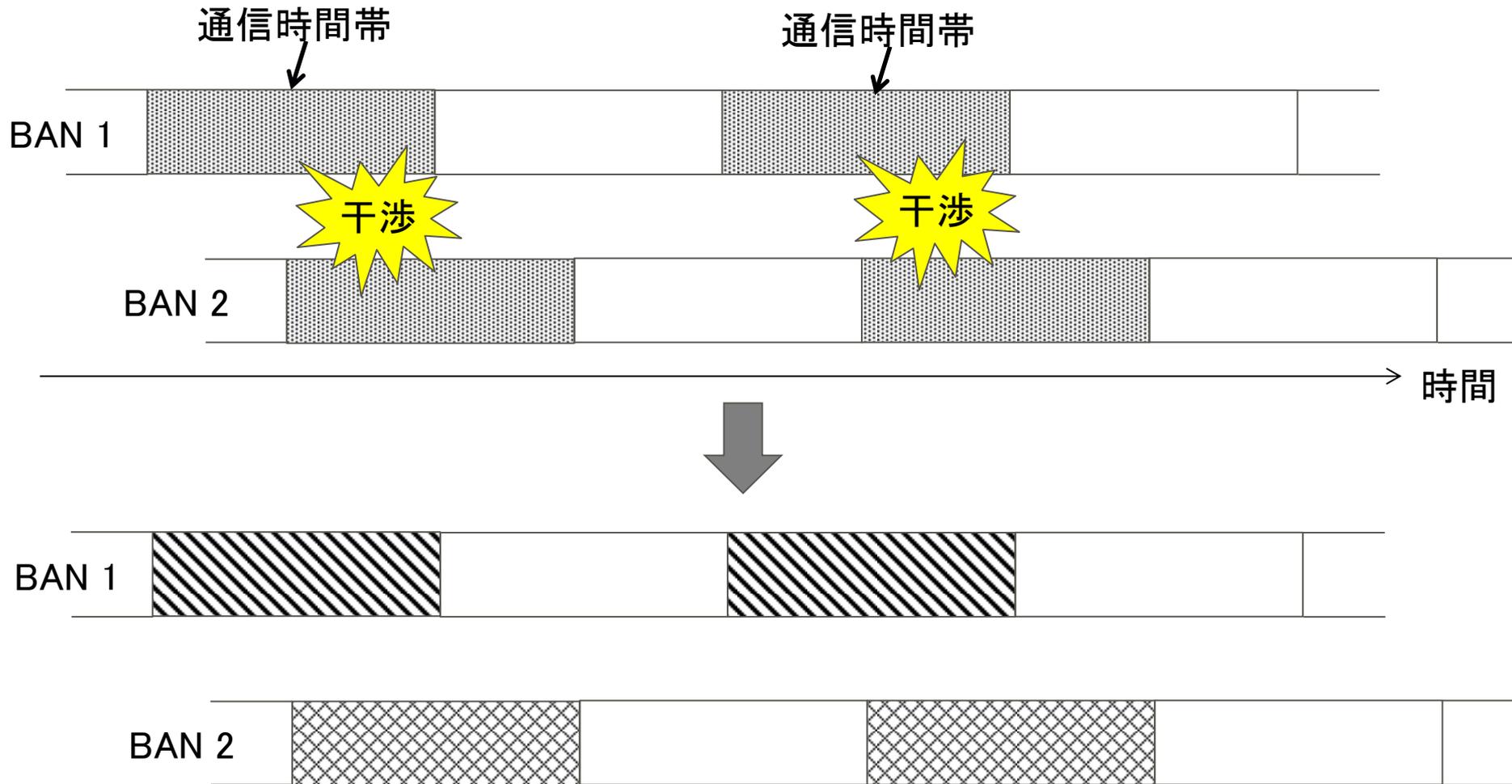
# リレーによる信号強度低下の回避

- BANにおいては、人体の動きに起因する、シャドウイングの強いしゃへい効果によって通信が**長時間**切断する



# 周波数方向に干渉を回避

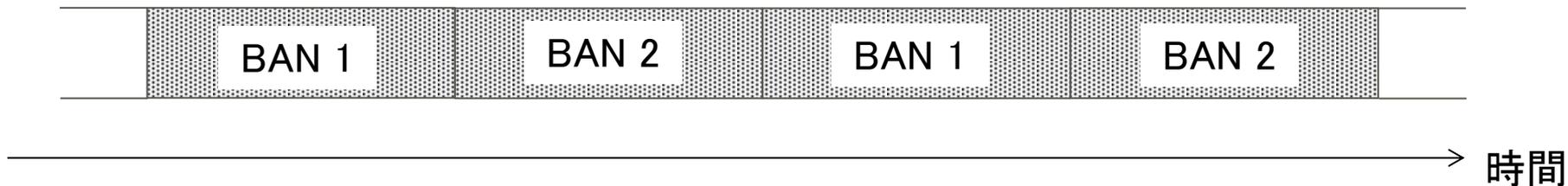
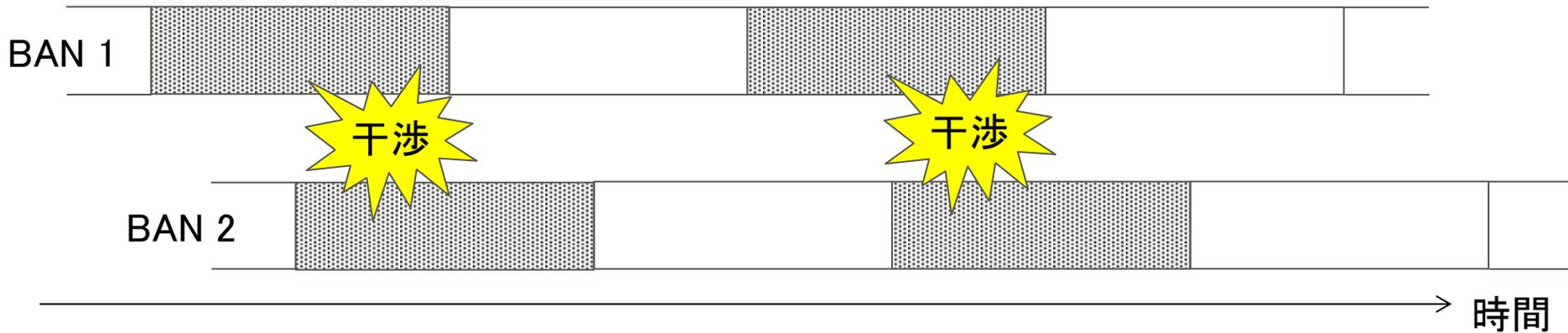
## ■ 干渉検知後、どちらのBANも違うチャンネルに移動



# 時間方向に干渉を回避

■ 干渉検知後、BAN同士で同期して帯域を分け合って用いる

■ 使用周波数は同じ





# 既存技術との差異(1)

## ■ テレメータとはどう違うか？

	テレメータ (日本)	15.6 BAN
通信方向	単方向	双方向 (リレー制御、干渉制御、再送可能)
使用周波数	チャンネルは固定	自動的に可変
シャドウイング対策	ダイバーシチ	リレーにより回避 (継続的なシャドウイングにも有効)

# 既存技術との差異(2)

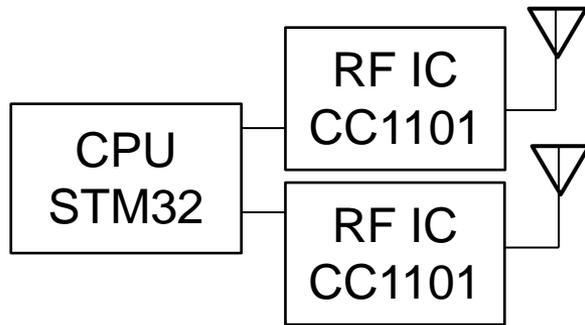
## ■ 他の双方向短距離無線規格との違い

	802.15.6 BAN	Bluetooth LE	Zigbee	WiFi
① 複数のアクセスモード	○	×	○	○
② 共通MACで複数周波数使用	○	×	×	×
③ 複数の干渉対策	○	×	×	×
④ リレー動作	○	×	○	○
⑤ きめ細かな間欠制御	○	△ (インプリ次第)	△ (インプリ次第)	△ (インプリ次第)
⑥ 帯域の有効利用	○	×	○	◎
⑦ 暗号化	○ (AES 128)	○ (AES 128)	○ (AES 128)	○ (AES 128)

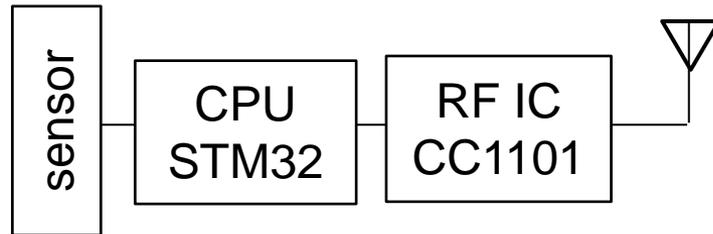
1. 高齢化による課題と医療のICT化によるメリット
2. ワイヤレスBANの課題
3. IEEE802.15.6の特長と既存通信規格との差異
4. 802.15.6 BAN 準拠MACを実装した小型機による実証実験
5. まとめ

# 802.15.6 BAN 準拠MAC搭載の実証機を製作 FUJITSU

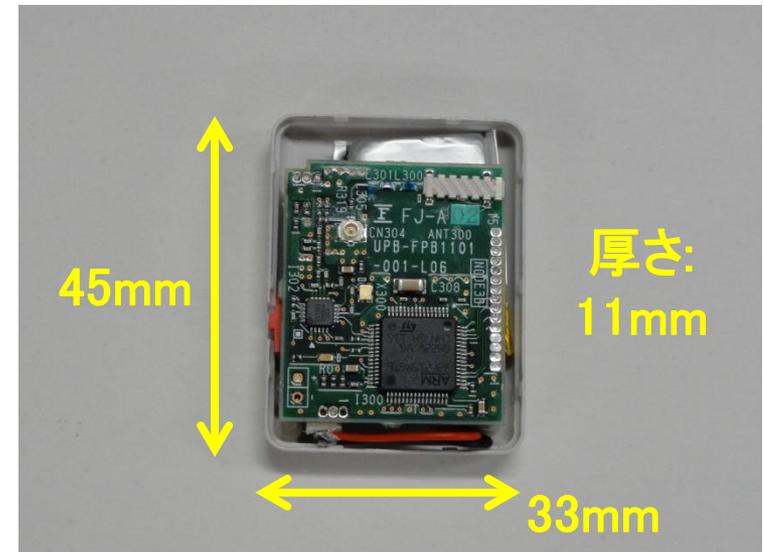
- IEEE 802.15.6 MACを、既存部品を用いた小型の実証機に実装



Hubのブロック図



Nodeのブロック図



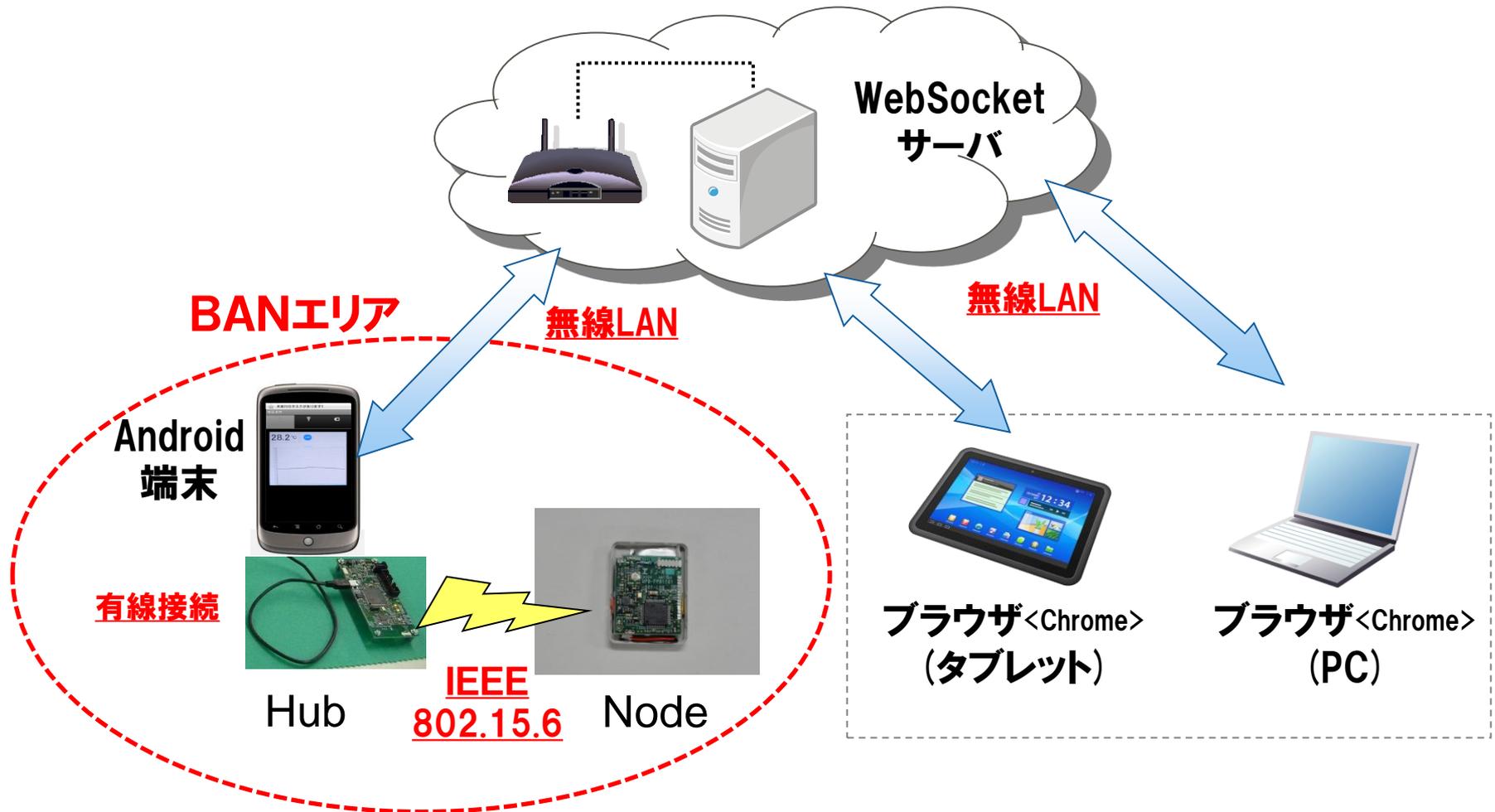
Nodeの実物(センサ部除く)

## ■ 802.15.6標準文書に規定されている内容との比較

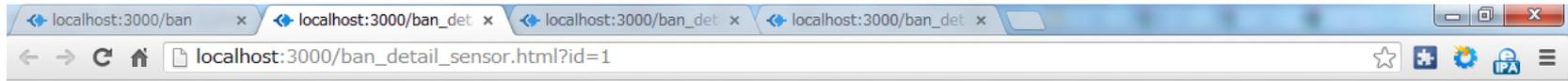
	BAN実証機	15.6 BAN (MICS, UWB, HBCを除く)
使用周波数	315MHz (8ch) (微弱無線)	420 – 450MHz (12ch) 950MHz帯 (16ch) 2.4GHz帯 (79ch)
変調方式	MSK (TI社 CC1101)	GMSK (420MHz帯)
データレート	~187.5kbps	187.5kbps (420MHz帯)
干渉回避方式	Channel hopping	Channel hopping Beacon shifting Active superframe interleaving 複数の周波数帯間を切り替え

# BAN実証機デモシステム構成

- 無線LANを介して、複数のブラウザにて表示可能



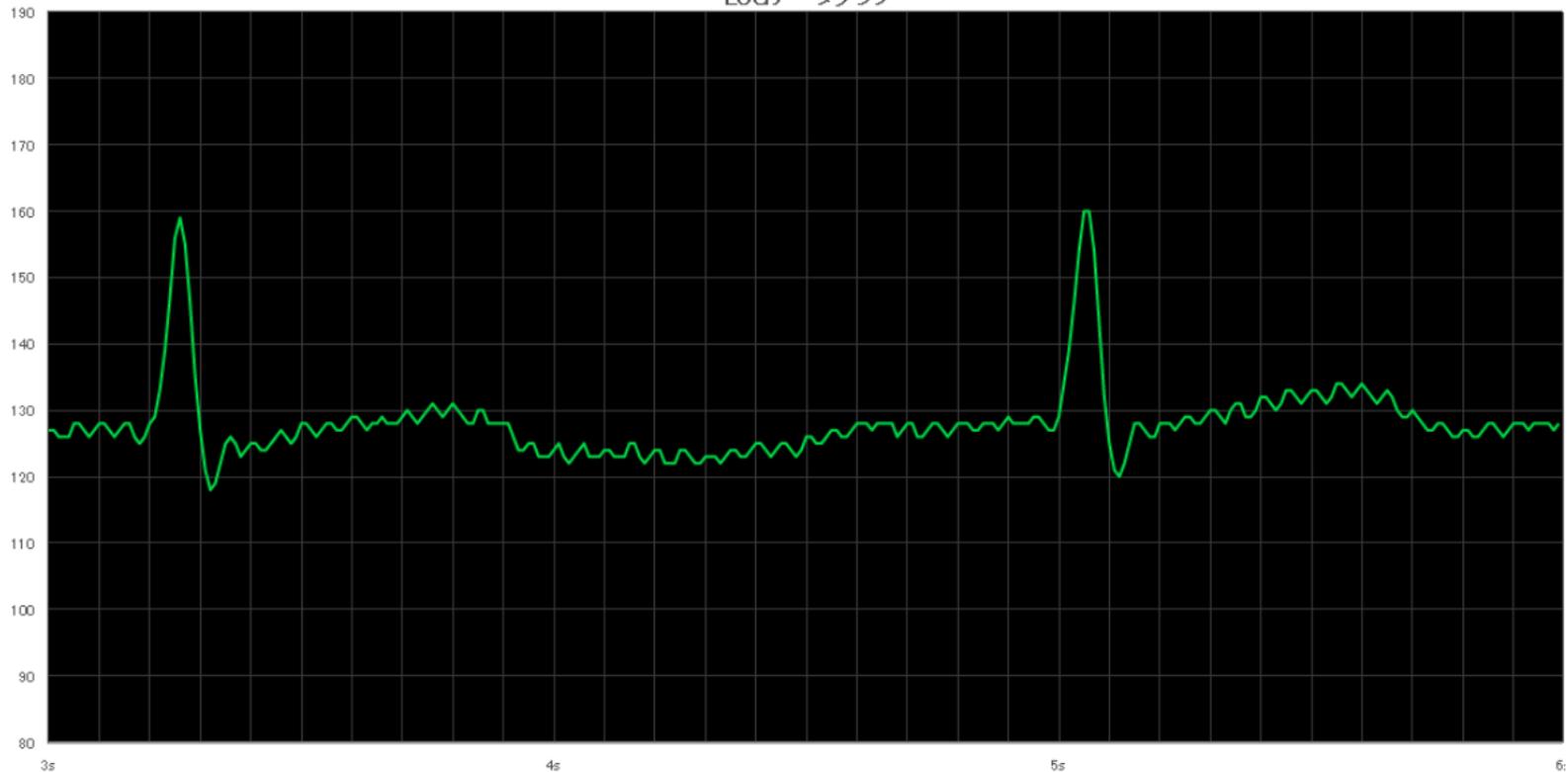
# 無線伝送された心電図の例



BAN ID	1	CH	1
--------	---	----	---

心拍数 (bpm)	50
-----------	----

ECGデータグラフ



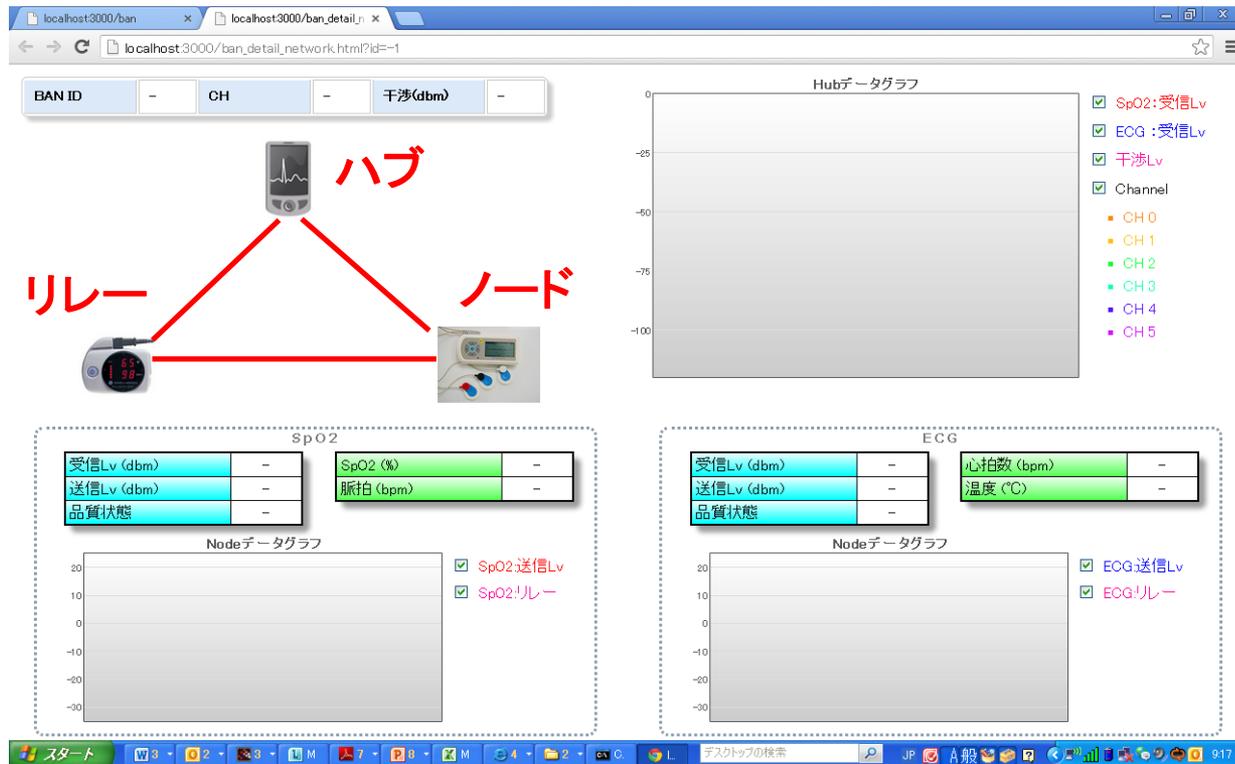
## ■ 循環器科医師による目安値

モニタ種別	異常検出時の許容遅延時間
心電図、脈拍、血圧	5秒以下
酸素飽和度(急激重度低下)	10 – 20秒以下
酸素飽和度(中程度)	1 – 2分以下

- 無線部における許容遅延が1秒程度なら、上記遅延許容時間から考えても小さい割合であるので、1秒を目標とする

# リレーの動作実験

- Node ⇔ リレー ⇔ Hubの構成で実験
- 劣化検知 → リレー動作まで1秒程度の遅延量を達成
- 現在のアプリでは4kbps程度の伝送速度
- モニタ用PC上の画面

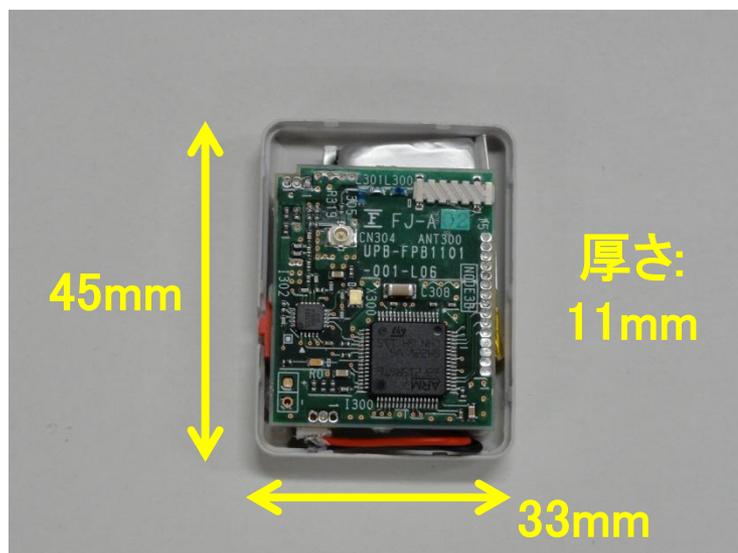


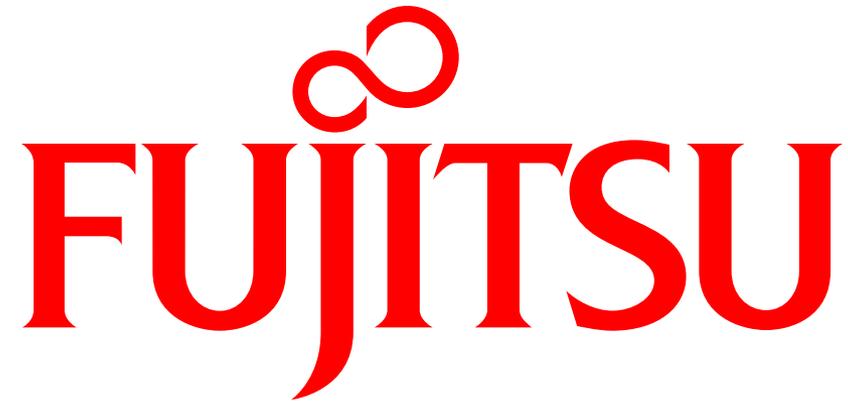
# リレーの動作実験(ビデオ)

## ■ 寝返り動作によるリレーON/OFFの実験



- 世界初！ IEEE 802.15.6 BAN準拠MACを小型の実証機に搭載
  - 信号電力低下時のリレー動作：遅延1秒程度を達成
  - 干渉検知時の回避動作：遅延1秒以下を達成
- 病院内や在宅医療における生体情報モニタリングへの応用が期待される





shaping tomorrow with you