

電磁波の発生と伝搬 WBAN と人体通信技術とその応用

AMPLET



株式会社アンプレット 代表取締役 社長
東京大学 医療機器管理部 MEセンター 特任研究員
東京電機大学 工学部 電気電子工学科 非常勤講師

工学博士

根日屋 英之

2013年7月2日

1

目次

AMPLET

1. 電磁波の発生と伝搬
 - 1-1. Maxwell の方程式
 - 1-2. アンテナからの放射
2. WBANと人体通信技術とその応用
 - 2-1. IEEE 802.15.6 の概要
 - 2-2. UHF帯近距離無線
 - 2-3. UWB (ultra wide band)
 - 2-4. 人体通信
 - 2-5. 人体通信 vs. 近距離無線通信

2013年7月2日

2

1. 電磁波の発生と伝搬

2013年7月2日

3

1-1. Maxwell の方程式

2013年7月2日

4

Maxwell の方程式

Maxwell の方程式を以下に示す.

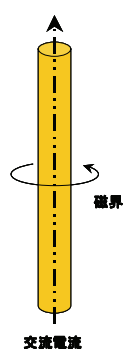
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{rot}\vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial\vec{D}}{\partial t} \\ \text{rot}\vec{E} = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t} \\ \text{div}\vec{B} = 0 \\ \text{div}\vec{D} = \rho \end{array} \right.$$

- \vec{H} : 磁界ベクトル
- \vec{D} : 電束密度ベクトル
- \vec{E} : 電界ベクトル
- \vec{B} : 磁束密度ベクトル
- \vec{J} : 電流面密度ベクトル
- ρ : 電荷の体積密度

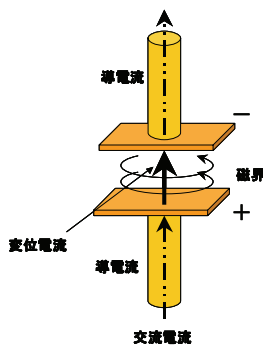
[注記] : 電流面密度 \vec{J} は、導体を流れている電流であり、電界により誘導された電流ではない。すなわち、 \vec{J} は外部からの条件で定まる。

2013年7月2日

誘導磁界



(a) 導線を流れる電流と磁界



(b) 変位電流と磁界

$$\text{rot}\vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial\vec{D}}{\partial t}$$

↑ ↑ ↑

磁界を誘起 [A/m] 変位電流 [A/m] 導電流 [A/m]

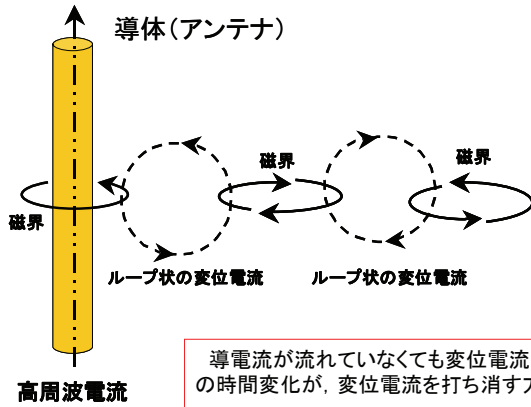
意味的には
変位電流密度
(電束密度の時間変化)

電線に流れる電流の周囲に、それを取り巻くように磁界が発生する。... (Ersted や Ampère の研究
↑
この研究の電流に、導電流と変位電流の概念を加えたのが Maxwell の研究と考えるとよい。

2013年7月2日

誘導電界

AMPLET



$$\text{rot}\vec{E} = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}$$

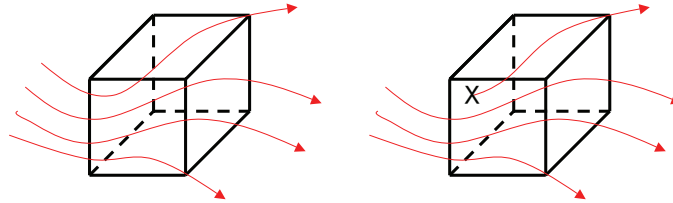
電界を誘起 [V/m]
磁束密度の時間変化

導電流が流れていなくても変位電流は流れ、それにより生じる誘導磁界の時間変化が、変位電流を打ち消す方向の新たな誘導電界を発生する。
⇒ この繰り返しが電磁波につながり、真空中で伝播する電磁波の存在の予言となった。

2013年7月2日

7

div は単なる略記号である。div は**発散(ダイバージェンス)**と呼ばれ、ベクトルが、ある微小領域からどれだけ発生するかを表す。



帯電 : 自然界には「+」の電荷と「-」の電荷を単独で持つ粒子やイオンが存在する。物質には「+」だけ、または「-」だけを物質表面に分布させることができる。この現象を帯電という。

$$\text{div}\vec{D} = \rho$$

現代の電磁気学では、自然界には電荷に相当する「磁荷」は存在しないとされているため、**帯磁は自然界には存在しない**。(磁荷が外部から与えられることはない。)

$$\text{div}\vec{B} = 0$$

2013年7月2日

8

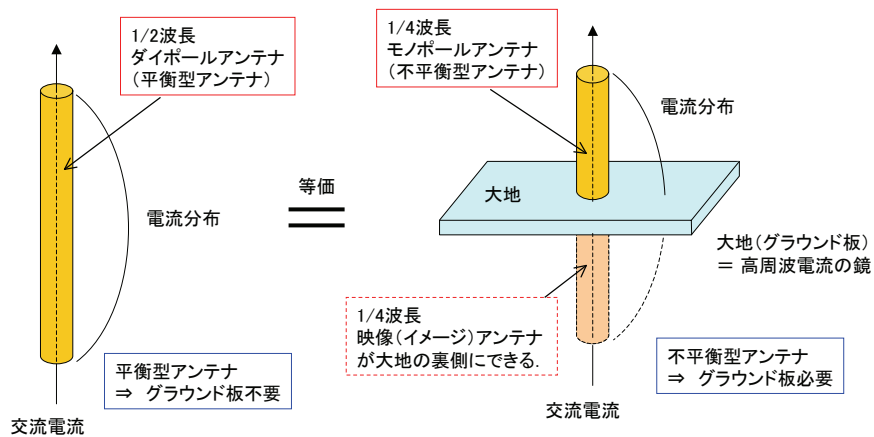
1-2. アンテナからの放射

2013年7月2日

9

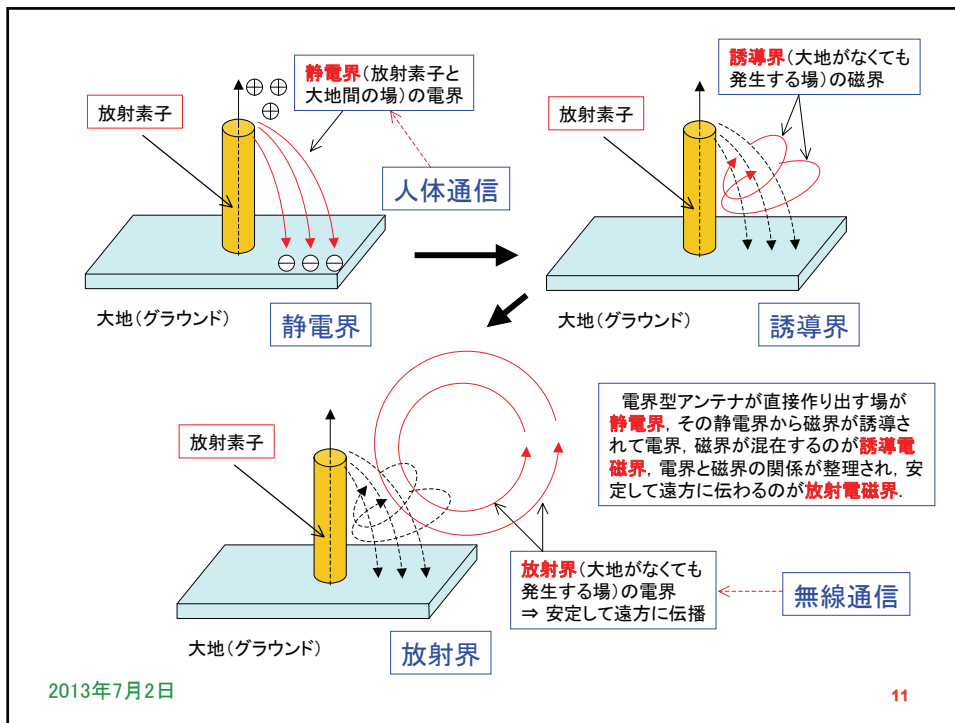
大地(グラウンド板)は高周波電流の鏡

AMPLET



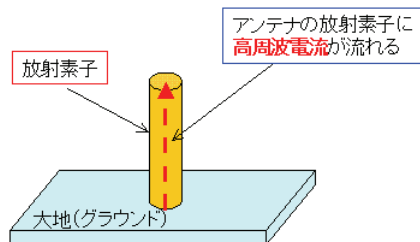
2013年7月2日

10



アンテナの動作について

AMPLET

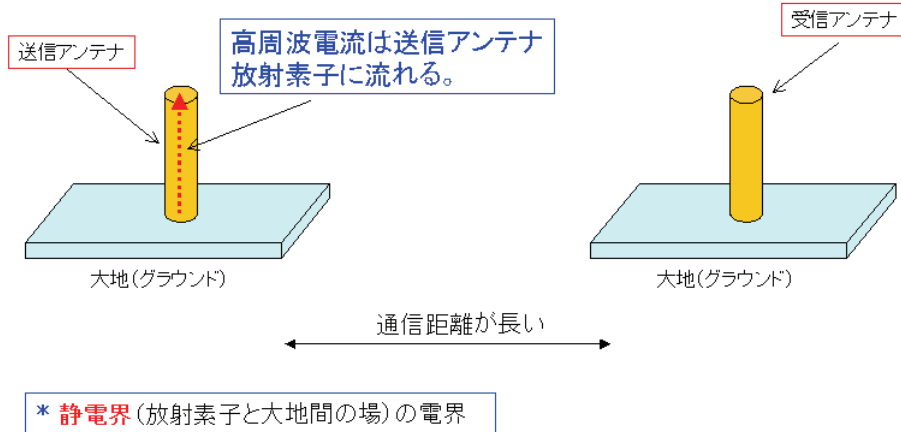


2013年7月2日

12

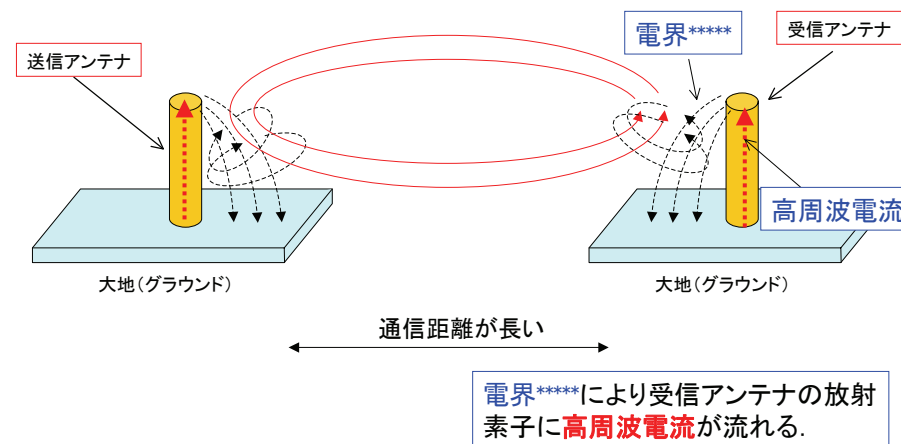
通信と電波伝搬

AMPLET



2013年7月2日

13

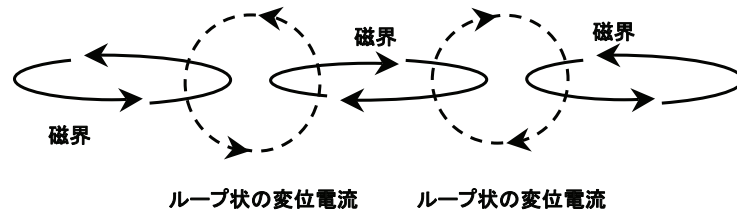


2013年7月2日

14

電波伝搬

AMPLET



2013年7月2日

15

2. WBAN (wireless body area network) と人体通信技術とその応用

2013年7月2日

16

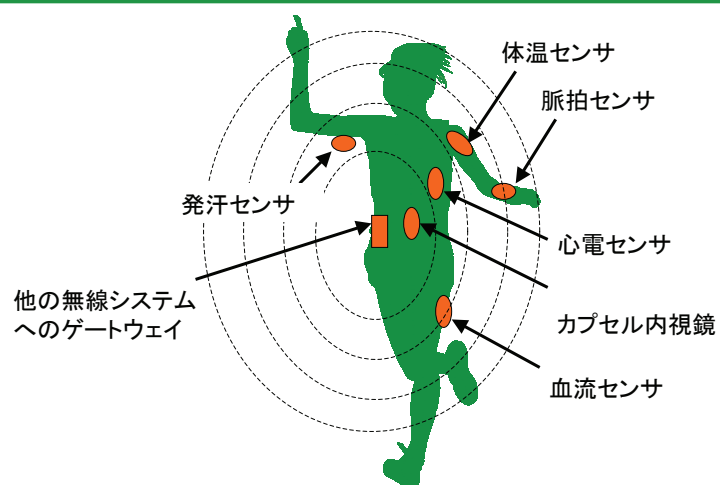
2-1. IEEE 802.15.6 の概要

2013年7月2日

17

医療・ヘルスケア 近距離通信 (IEEE 802.15.6)

AMPLET



2013年7月2日

18

WBAN IEEE802.15.6 標準化

AMPLET

IEEE 802.15.6			
	UHF帯狭帯域通信	広帯域通信	人体通信
物理層 (PHY)	NB-PHY		HBC-PHY
周波数帯	402~405MHz	インプラント機器(全世界)	3.1~10.6GHz (UWB) 国ごとに異なる
	420~450MHz	医療用テレメータ(日本)	
	863~870MHz	ISMバンド(欧州)	
	902~928MHz	ISMバンド(米国)	
	950~956MHz	特定小電力(日本、920MHz帯へ移行)	
	2.36~2.40GHz	医療機器用(米国)	
	2.4GHz帯	ISMバンド(全世界)	(微弱無線設備)
MAC	共通のメディアアクセス層 (MAC)		
通信距離	2m程度		
変調方式	BPSK, QPSK, GMSK など		
パケット容量	最大 255バイト		
通信速度	1~10Mbps		
消費電力	電源電圧 3V にて 10mA 以下		
ネットワーク	スター		

2013年7月2日

19

2-2. UHF帯近距離無線

2013年7月2日

20

超低消費電力無線 ANT, BLE

AMPLET

超低消費電力無線の期待される市場

- ・ スマート・フォンやタブレットPCと腕時計間の通信
- ・ スマート・フォンやタブレットPCとヘルスケア器機間の通信

ビジネスを加速させるための取り組み

- ・ アプリケーション・プロファイルを用途ごとに準備
- ・ ICチップセットが早い時期から充実

2013年7月2日

21

超低消費電力無線で提案されている方式

AMPLET

- ・ ANT : Dynastream Innovations 社独自の提案プロトコル
業界のデファクトスタンダード
業界団体 → ANT+ Alliance
- ・ BLE : bluetooth low energy
業界団体 → Bluetooth SIG
- ・ HBC : human body communication (人体通信)
業界団体 → これから

2013年7月2日

22

ANT

AMPLET

- ・ ANT Alliance 参加企業 : Sony Ericsson Mobile Comm, Qualcomm, Samsung, Garmin, Nordic, Suunto, Timex, シチズン時計, タニタ, パイオニア, エー・アンド・ディ など
- ・ スマートフィン・ベンダを意識している規格策定
- ・ アプリケーション・プラットフォーム「ANT+」
- ・ ANT対応器機, ANT+対応ソフトウェアの開発に掛かるライセンス料は無料
- ・ スポーツ腕時計, ランニング・シューズに実績有り.
(スポーツ関連業界に強い)
- ・ 業界的にはデファクト・スタンダードになっている.

2013年7月2日

23

BLE

AMPLET

- ・ Bluetooth をベースに低消費電力化
- ・ BLE 作業部会 PUID 参加企業 : Apple, Qualcomm, Nokia, Sony Ericsson Mobile Comm, カシオ計算機, シチズン時計, 東芝, 村田製作所 など
- ・ BLE 作業部会 Medical Device 参加企業 : Atheros Comm, Broadcom, CSR, Intel, TI, Nokia, Mindtree, 村田製作所 など
- ・ BLE 作業部会 HID 参加企業 : 半導体メーカー, 周辺機器メーカー など
- ・ アプリケーション・プロファイルがほぼ完成
PUID → Time, Proximity, Find me, Alert Notification, Phone Alert Status, Soft Button, Network Availability, Emergency

Medical Device → Heart Rate Monitor, Physical Activity Monitor, Blood Glucose Meter, Health Thermometer, Health Device Information, Pulse oximeter, Weight Scale

HID → キーボード, リモコン など
- ・ スマートフィンへの搭載は, 過去のBT搭載実績に期待

2013年7月2日

24

チップセット

AMPLET

- BLE only : CC2540 (TI), BU13000MUV (ローム)
nRF8001 (Nordic), CSR1000 (CSR)など
- ANT only : nRF24AP2 (Nordic), CC257X (TI) など
- ANT 対応 CPU : S1C17ファミリー (セイコーエプソン)
- BLE + BT : AR3012 (Atheros), BCM4330 (Broadcom)
88W8797 (Marvell), CSR8000 (CSR)など
- ANT + BT : CC2567 (TI) など
- ANT + BLE + BT : WL1281, WL1283 (TI)など

2013年7月2日

25

2-3. UWB (ultra wide band)

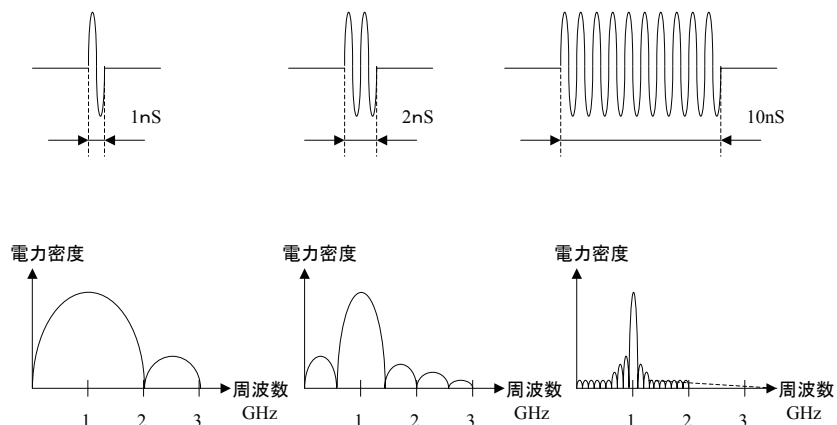
2013年7月2日

26

インパルス伝送

インパルスとスペクトラムの関係

AMPLET



2013年7月2日

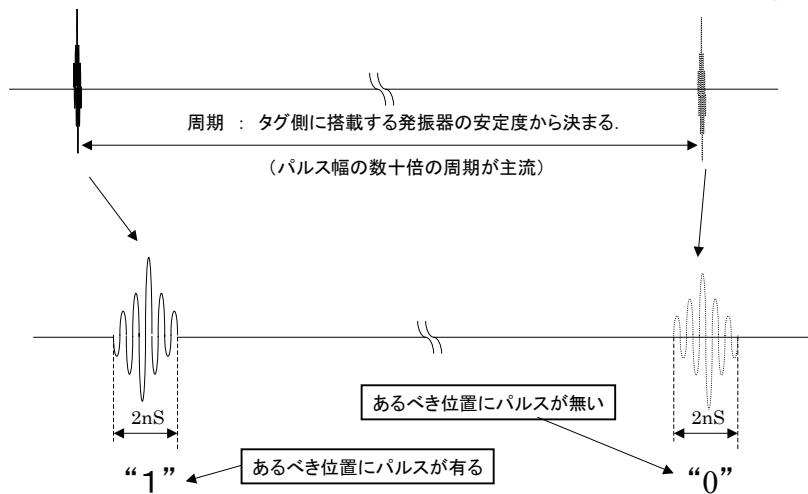
27

インパルス方式 UWB 情報の伝送

2013年7月2日

情報の伝送（振幅変調）

AMPLET

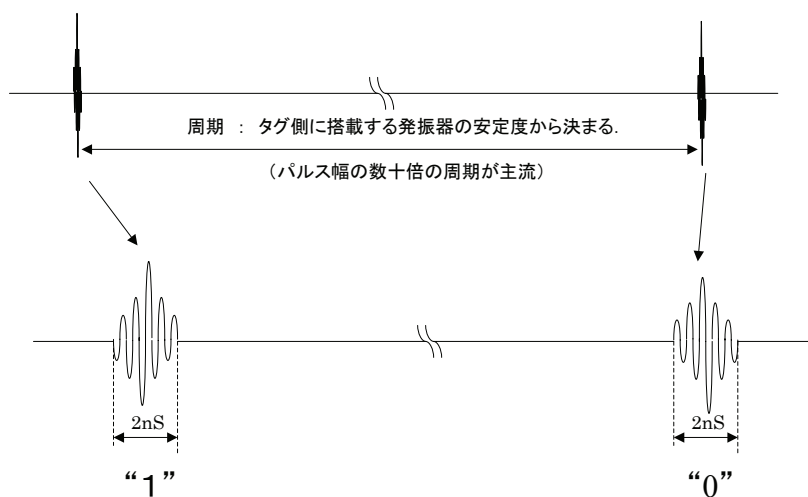


2013年7月2日

29

情報の伝送（位相変調）

AMPLET



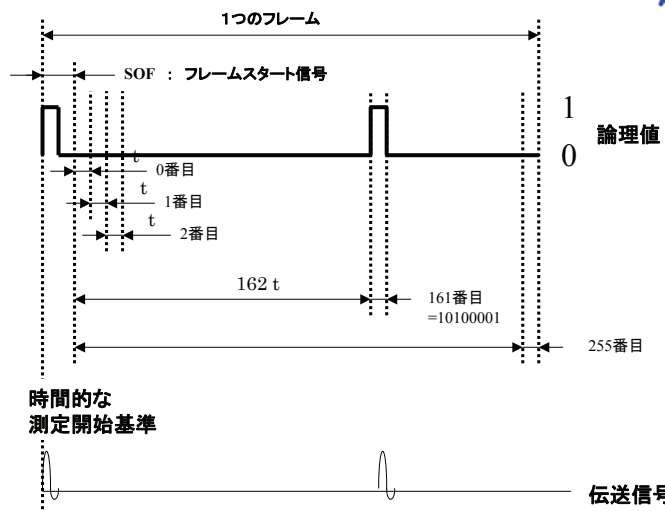
2013年7月2日

30

パルス位置符号化変調

(例 : 1/256方式)

AMPLET



2013年7月2日

31

2-4. 人体通信

2013年7月2日

32

人体通信規格標準化のために日韓連携 (ETRI と AMPLET の MoU の締結)

AMPLET

人体通信の国際標準化は、ETRI (韓国) の意見が採用されています。ETRI で開発された人体通信 IC の IP は Samsung に供与されました。日本の企業とも IP 供与に関する協議が始まっています。人体通信の日韓連携で人体通信の世界規模の市場を創出したいと考えています。

- ・ 韓国側責任者 : Dr. Byong Nam Lee (ETRI)
- ・ 日本側責任者 : Dr. Hideyuki Nebiya (AMPLET)



韓国での研究会 (2011年11月)



日本での研究会 (2012年2月)



韓国での研究会 (2012年10月)

第4回は、2013年7月9日 ~ 10日に横浜市にて開催予定

2013年7月2日

33

磁石の力(磁界)
電気の力(電界)

2013年7月2日

34

磁石の力

AMPLET



磁石はS極とS極、あるいはN極とN極は反発し、S極とN極は引き合う。このとき目に見えない力が発生している。

この力が存在している場所のことを、**磁場**とか**磁界**という。

2013年7月2日

35

電気之力

AMPLET



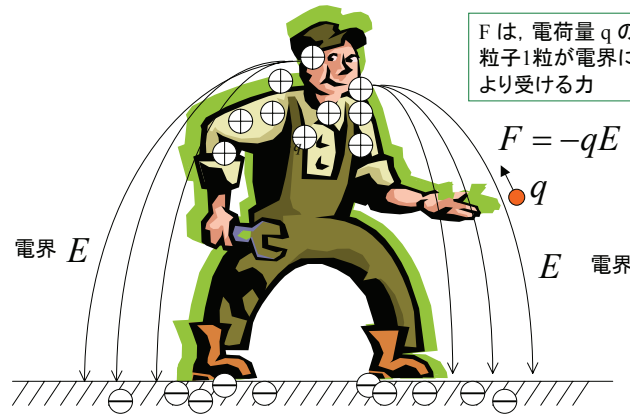
電気には正と負の電荷があり、同じ極性の電荷では反発し、異なる極性の電荷は引き合う。このとき目に見えない力が発生している。これを**電場**やとか**電界**という。

2013年7月2日

36

電界

AMPLET



2013年7月2日

37

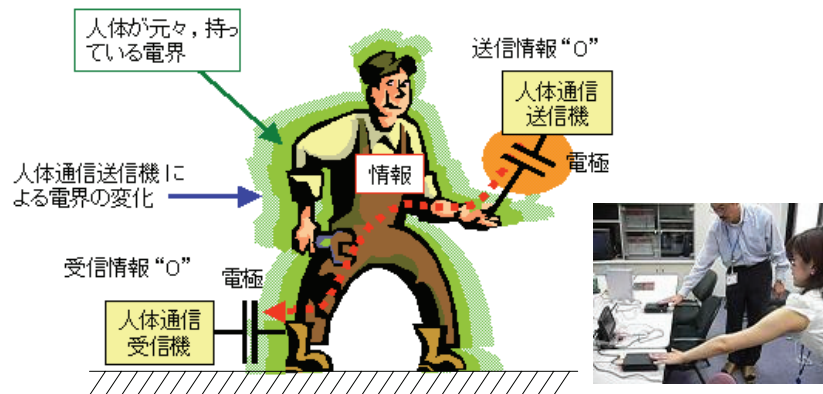
- ① 人体を伝送路として通信を行う人体通信
- ② 人体も送信機

2013年7月2日

38

① 人体(電界)通信のイメージ

AMPLET



2013年7月2日

39

東大病院 22世紀医療センター 医療ICTプロジェクト

AMPLET

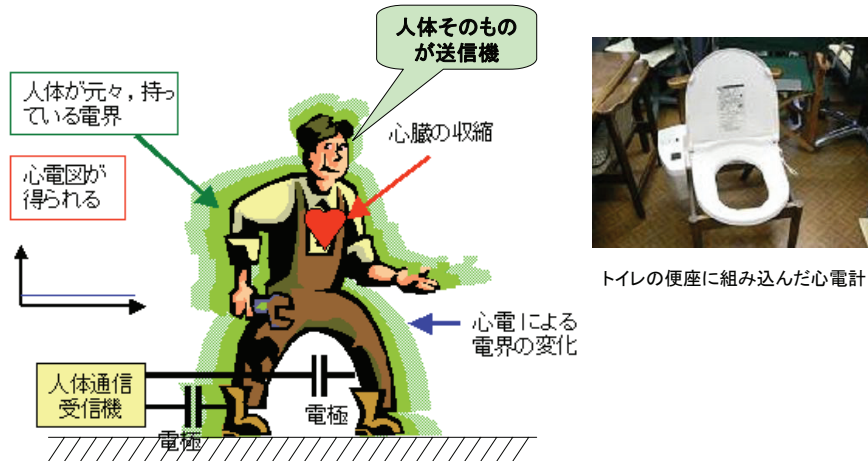


2013年7月2日

40

② 人体も人体通信送信機 Body as a Transmitter

AMPLET



2013年7月2日

41

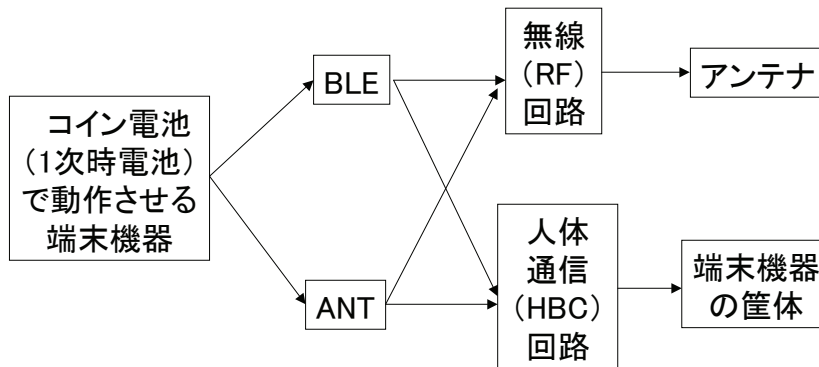
2-5. 人体通信 vs. 近距離無線通信

2013年7月2日

42

超低消費電力無線の機能の選択枝

AMPLET

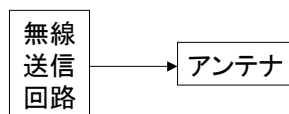


2013年7月2日

43

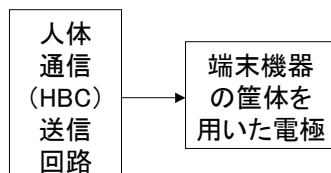
超低消費電力無線のアンテナと電極

AMPLET



[UHF帯 無線通信]

- ・ 器機に組み込む小型アンテナは損失が大きい.
- ・ 空間伝播のロスがある.
- ・ 受信機のトータル利得は 100dB程度
- ・ 間欠受信が主流
- ・ 受信機のトータル利得は 100dB程度



[人体通信]

- ・ 電極は器機の筐体となる.
- ・ 空間伝播ロスに比べると体表伝播のロスは少ない.
- ・ 人体センシング受信が可能
- ・ 受信機のトータル利得は 50~60dB

2013年7月2日

44

技術者向けの人体通信の書籍

AMPLET

人体通信の最新動向と応用展開

50 シーエムシー出版
先端技術と産業のたしかな情報をお届けして50年

The Latest Trends and Applications of Human Body Communication

NEW

★日本で初の人体通信の技術書!
★人体通信とは、人の身体と機器が接することで通信する技術。ドアノブを手で触れるだけで入退室を管理するシステムなど、これまでにない新しい概念の通信が次々と提案され、様々な分野から注目を集めています。
★本書は要素技術や開発動向、セキュリティ・安全性などの基礎から、企業・大学などによる応用研究例を掲載しています。



商品コード: T0795
監修: 根日屋英之
発行日: 2011年6月
価格: 67,200 円
体裁: B5判, 221ページ
ISBNコード: 978-4-7813-0352-9

個数:

2013年7月2日

45

ご清聴ありがとうございました。

AMPLET



著書紹介



〒110-0016
東京都台東区台東3-4-2
株式会社アンプレット
代表取締役 根日屋英之

2013年7月2日

46