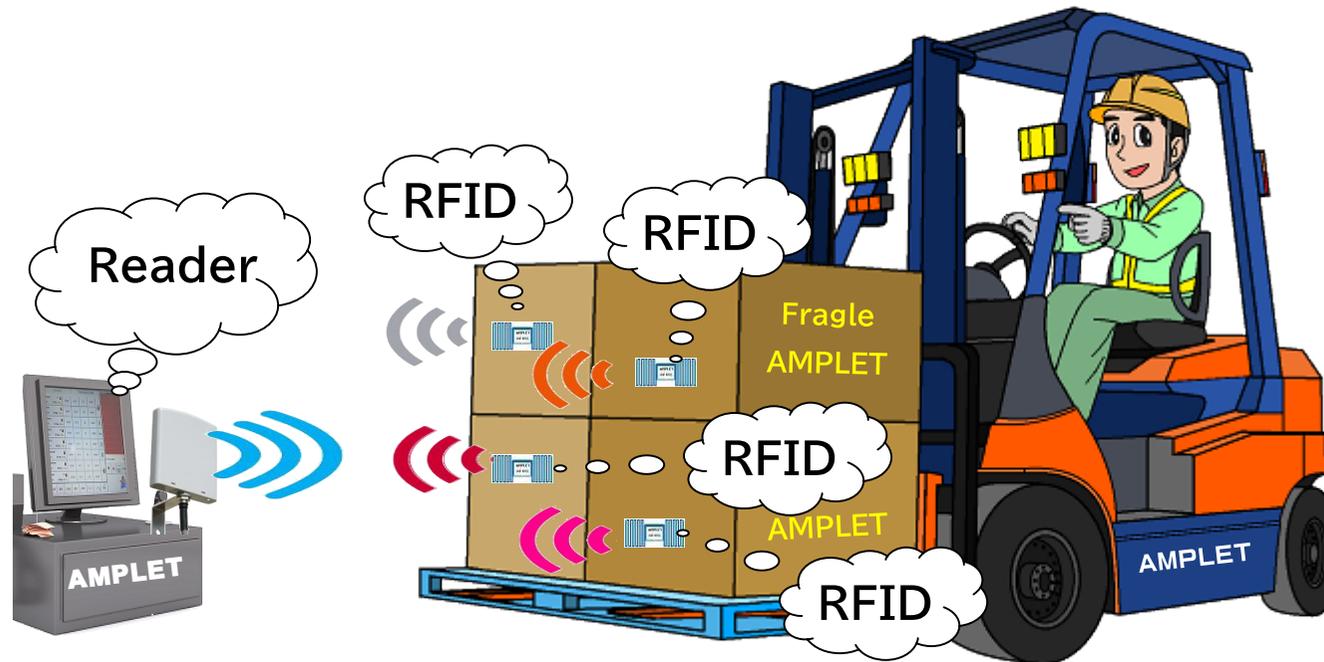


インピーダンスの不整合を利用した RFID の技術

AMPLET Communication Laboratory



参考となる Website	URL
RFIDについて	https://amplet.tokyo/rfid
人体通信について	https://amplet.tokyo/hbc
本講義の資料のダウンロード	https://univ.amplet.com/indexnu.html
アンプレット通信研究所	https://amplet.com
根日屋英之	https://amplet.tokyo/nebiya
趣味のアマチュア無線	https://je1bqe.amplet.com

アンプレット通信研究所
所長 博士(工学)

根日屋 英之

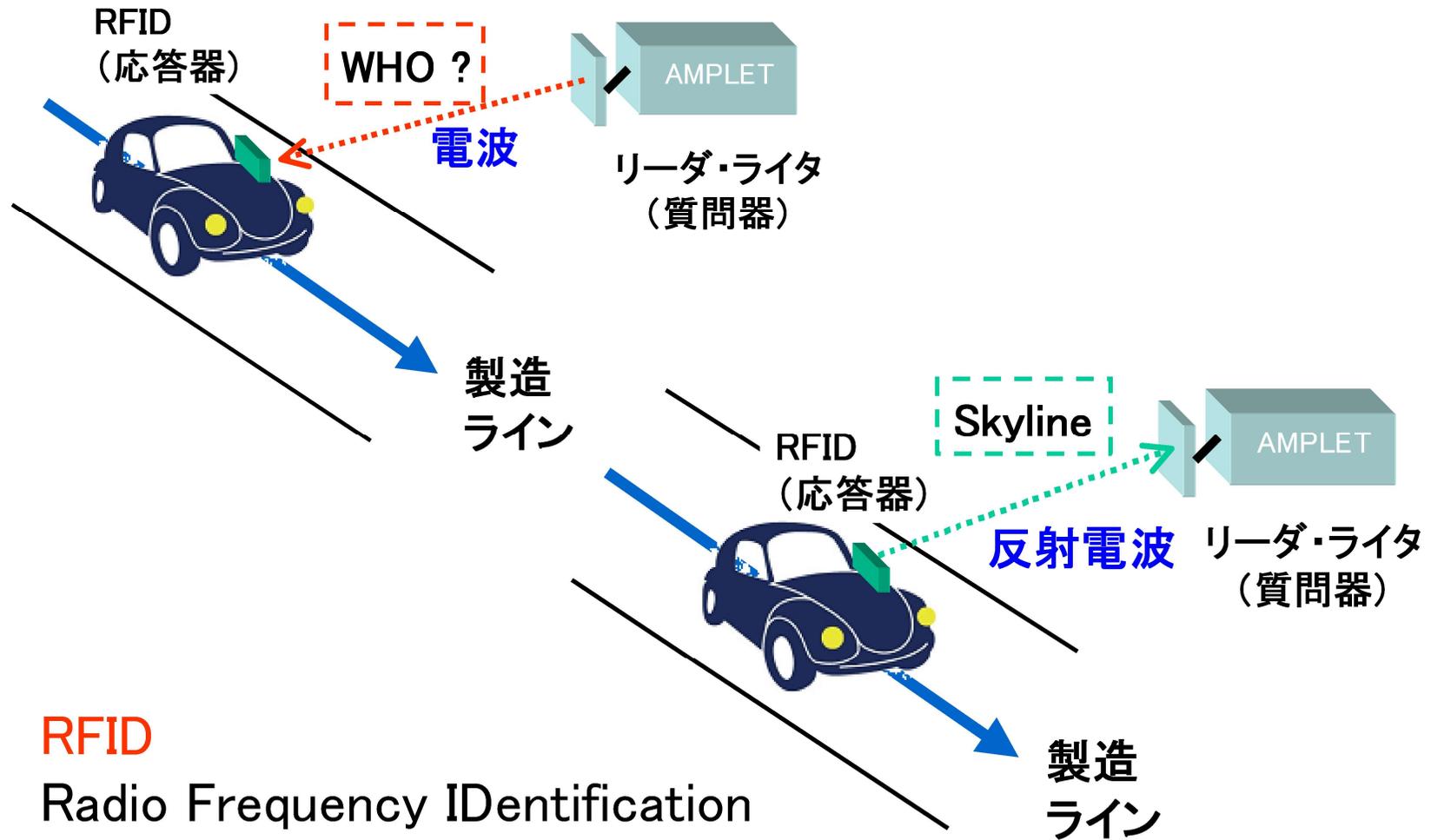
Agenda (近距離無線＝低消費電力の技術)

低消費電力の技術とは、どこまで電子回路を省略できるかの技術
⇒ かなりのハイテクで、常に先端科学技術の追求をすることになる。

インピーダンスの不整合を利用した RFID の技術	Website
<p>はじめに RFIDについて</p> <ol style="list-style-type: none">1 高周波信号の反射を考える2 高周波の反射信号に「0」と「1」の情報を載せる<ol style="list-style-type: none">2-1. レクテナで電源を再生する2-2. 反射波に情報を載せる3 RFIDアンテナの考え方<ol style="list-style-type: none">3-1. PSK方式 RFID の場合3-2. ASK方式 RFID の場合3-3. 電源再生用アンテナと通信用アンテナの目的は違う4 回線における周波数スペクトラム5 1980年代の日本では RFID を 使えなかった6 2000年代にやっと日本で RFID を使えるようになった	<p>https://amplet.tokyo/rfid</p>
<ol style="list-style-type: none">7 人体通信<ol style="list-style-type: none">7-1. 「界」について (磁界と電界)7-2. 電界による情報通信 (近距離無線通信への応用)7-3. 人体は誘電体 (別の視点から見た人体通信)7-4. 人体通信の応用分野 (動画で紹介)8 国際標準の重要性<ol style="list-style-type: none">8-1. 国際標準とは (動画で紹介)8-2. 人体通信国際標準の提案活動 (IEEE 802.15.6)	<p>https://amplet.tokyo/hbc</p>

はじめに・・・RFIDについて (Radio Frequency Identification)

RFIDシステムとは

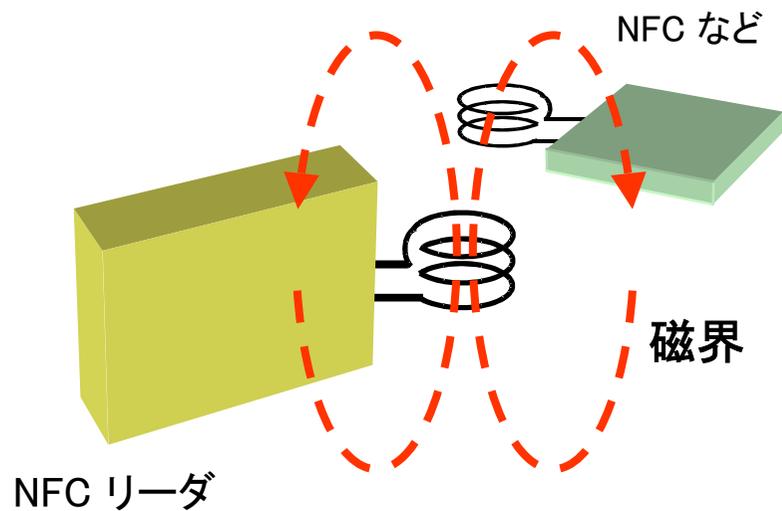


RFID
Radio Frequency IDentification

RFIDの種類

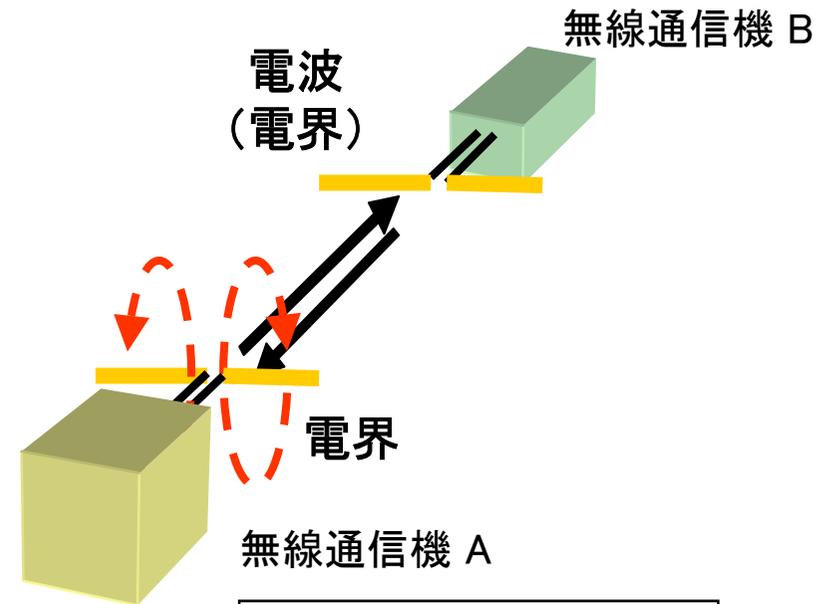
磁界型アンテナと電界型アンテナ

● NFC 用 磁界型アンテナ



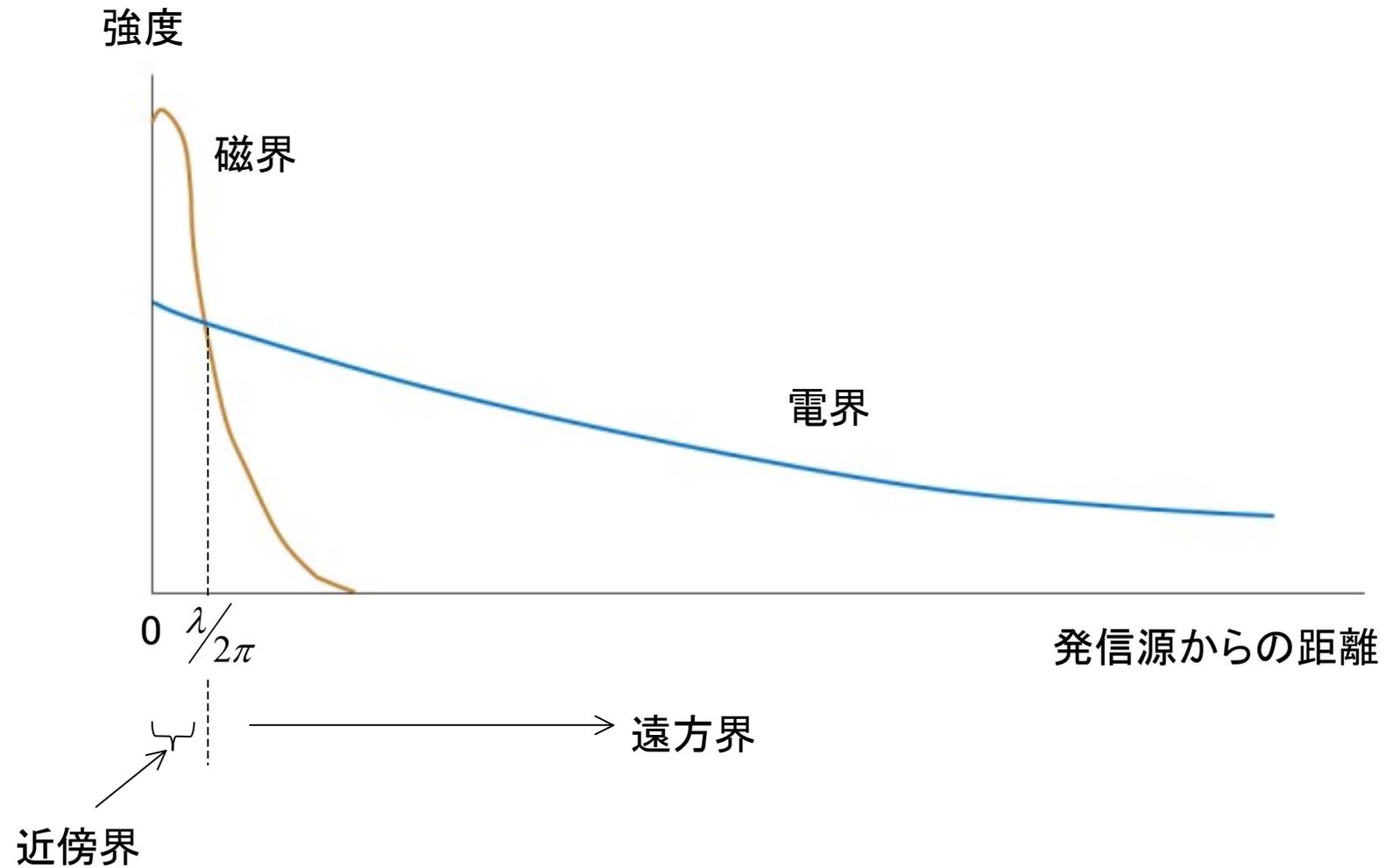
電磁誘導型
(短距離 $\ll \frac{\lambda}{2\pi}$)

● UHF帯 RFID用 電界型アンテナ



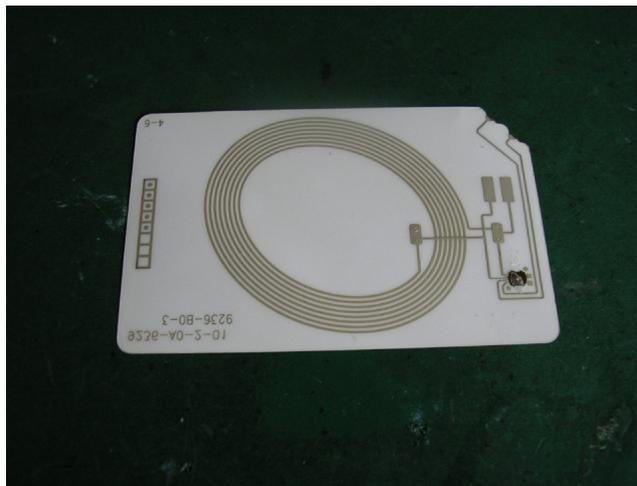
電波通信型
(長距離 $\gg \frac{\lambda}{2\pi}$)

発信源からの距離に対する磁界強度と電界強度



磁界型アンテナと電界型アンテナ

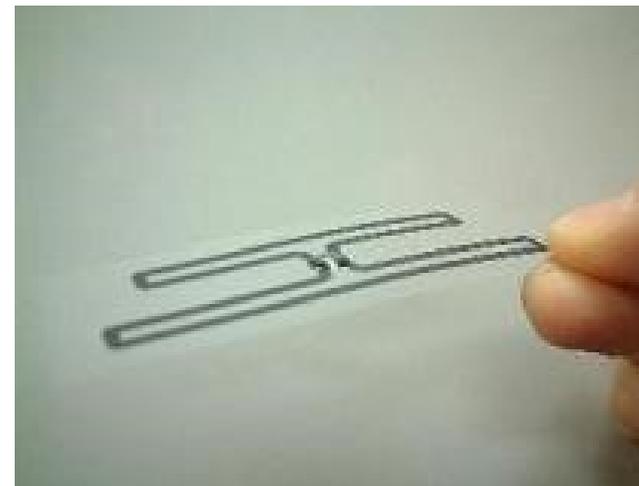
● HF帯 RFID用 磁界型アンテナ



電磁誘導型

(短距離 $\ll \frac{\lambda}{2\pi}$)

● UHF帯 RFID用 電界型アンテナ

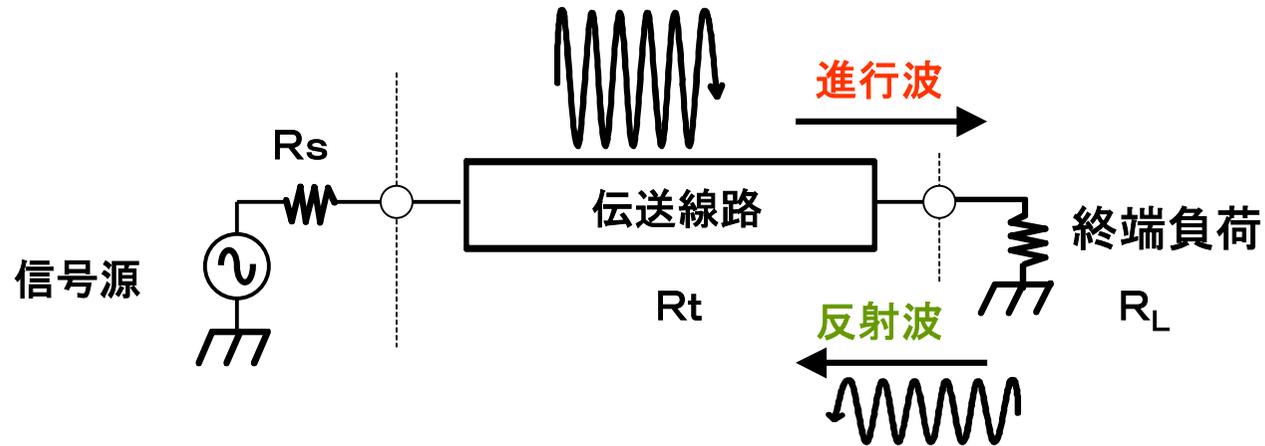


電波通信型

(長距離 $\gg \frac{\lambda}{2\pi}$)

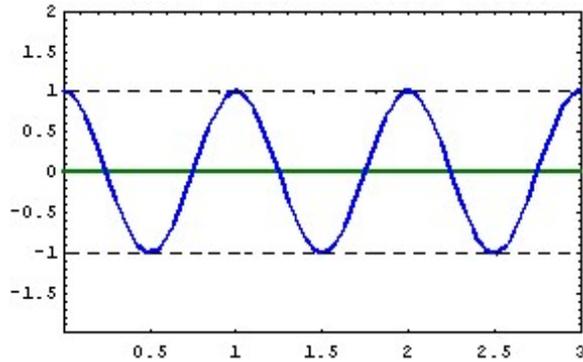
1. 高周波信号の反射を考える

伝送理論

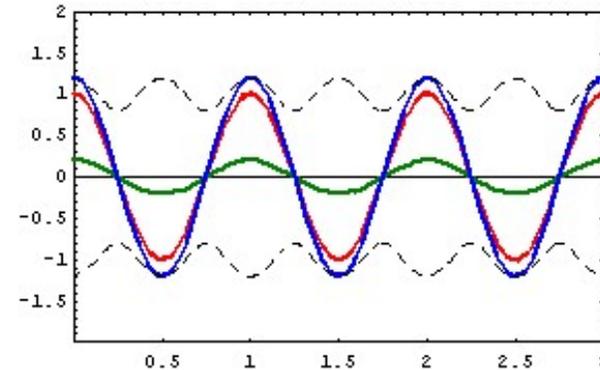


- $R_s = R_t = R_L$ なら 反射波はゼロ
- $R_s = R_t \neq R_L$ で、 $R_L = 0 \Omega$ なら 全反射
- $R_s = R_t \neq R_L$ で、 $R_L = \infty \Omega$ なら 全反射

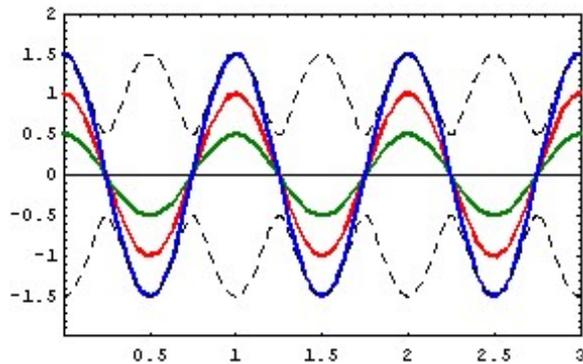
高周波信号の進行波と反射波



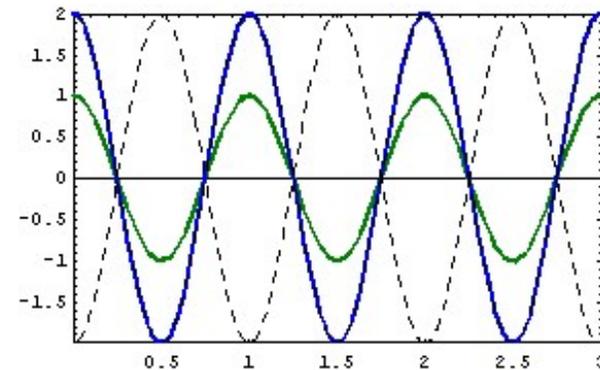
進行波: 1 反射波: 0



進行波: 1 反射波: 0.2



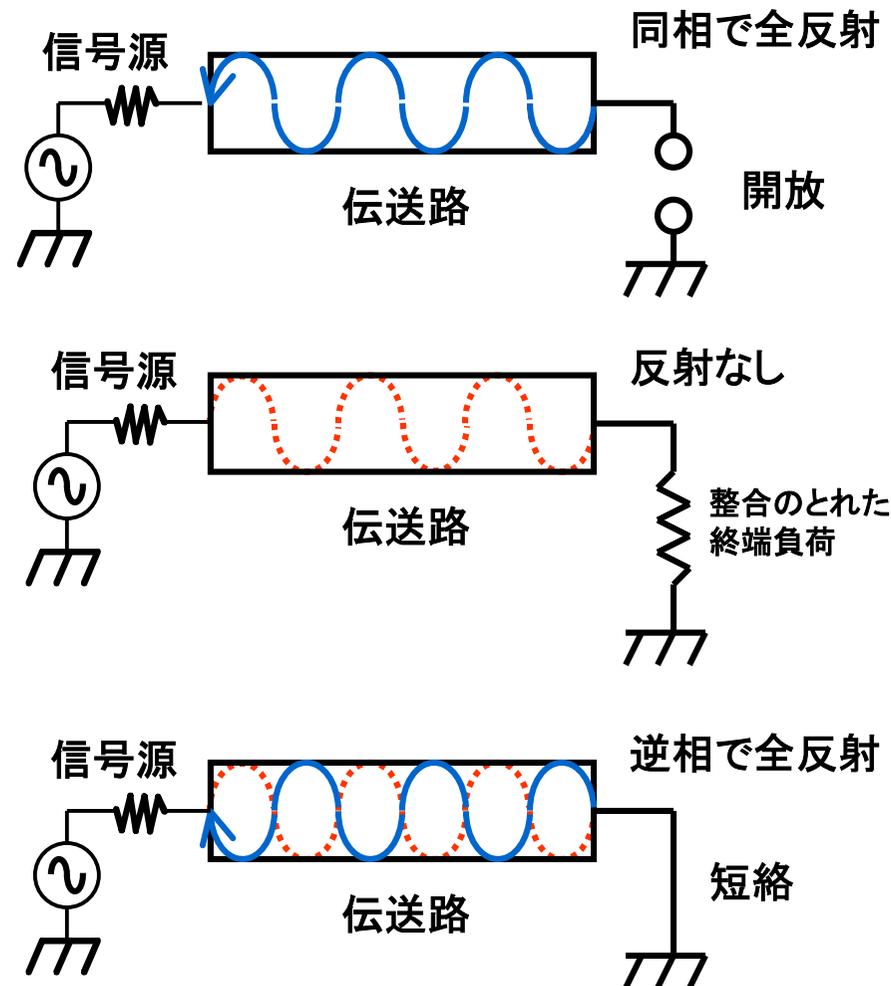
進行波: 1 反射波: 0.5



進行波: 1 反射波: 1

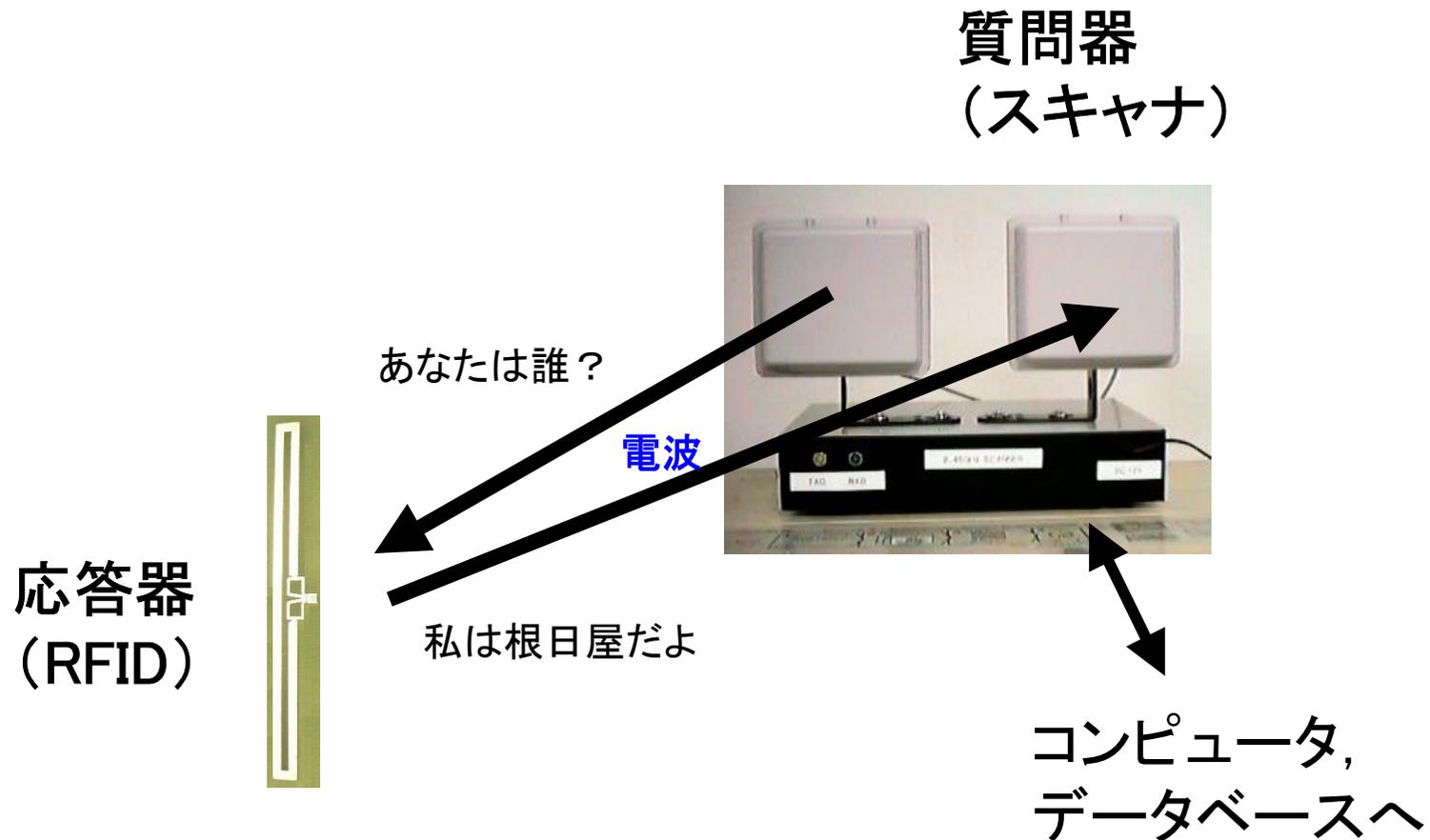


負荷が開放と短絡時の高周波信号の反射電圧の極性

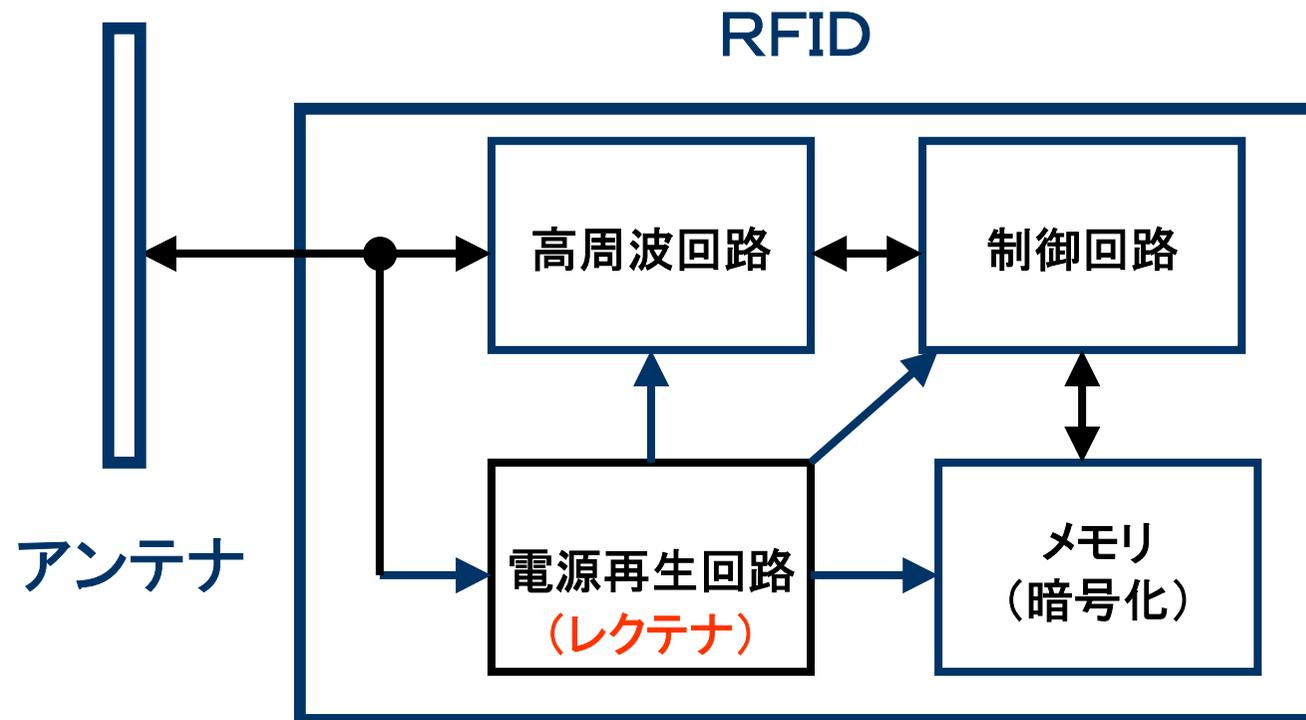


2. 高周波の反射信号に 「0」と「1」の情報を載せる

RFIDシステム

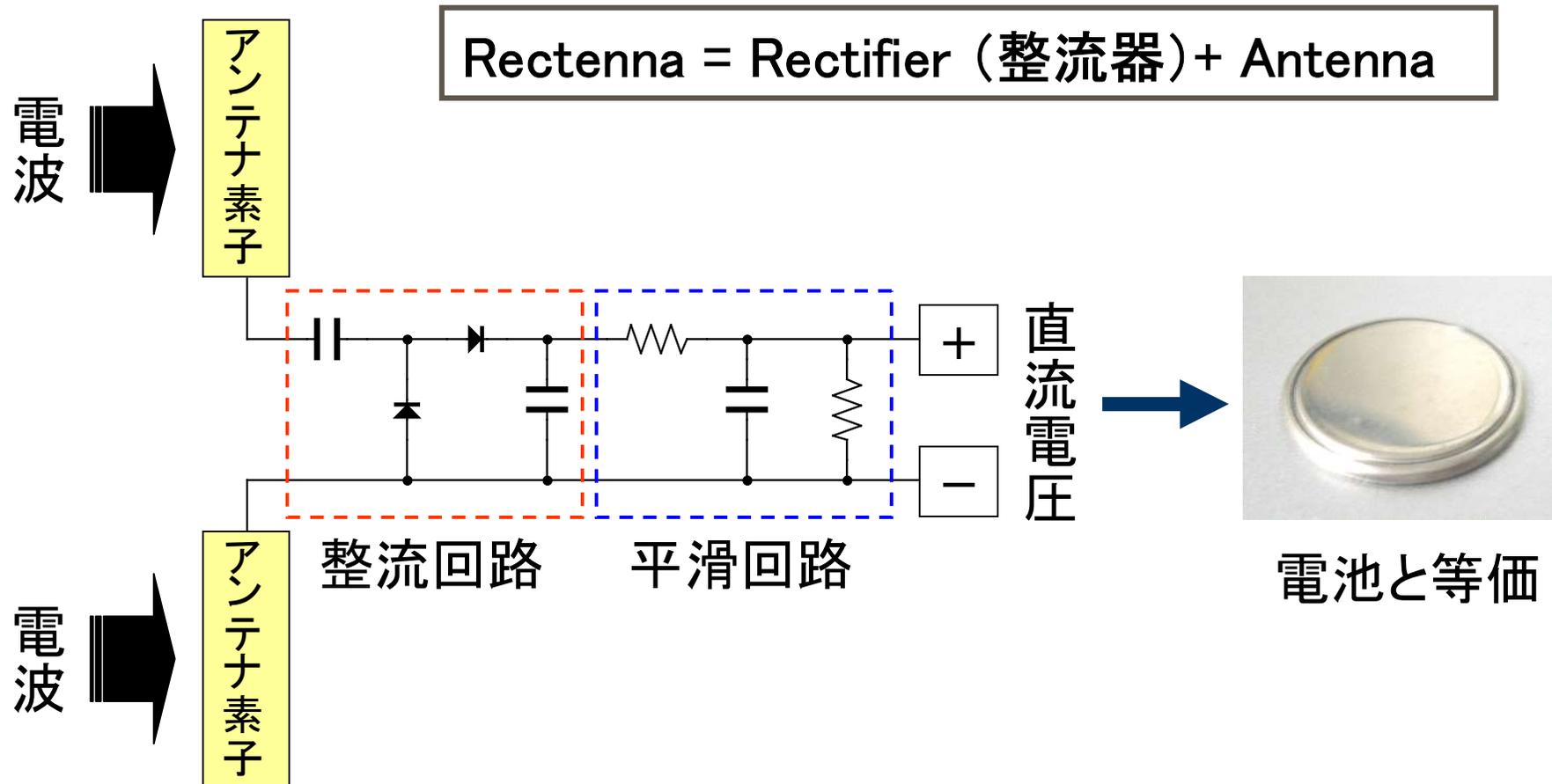


RFIDの内部構成



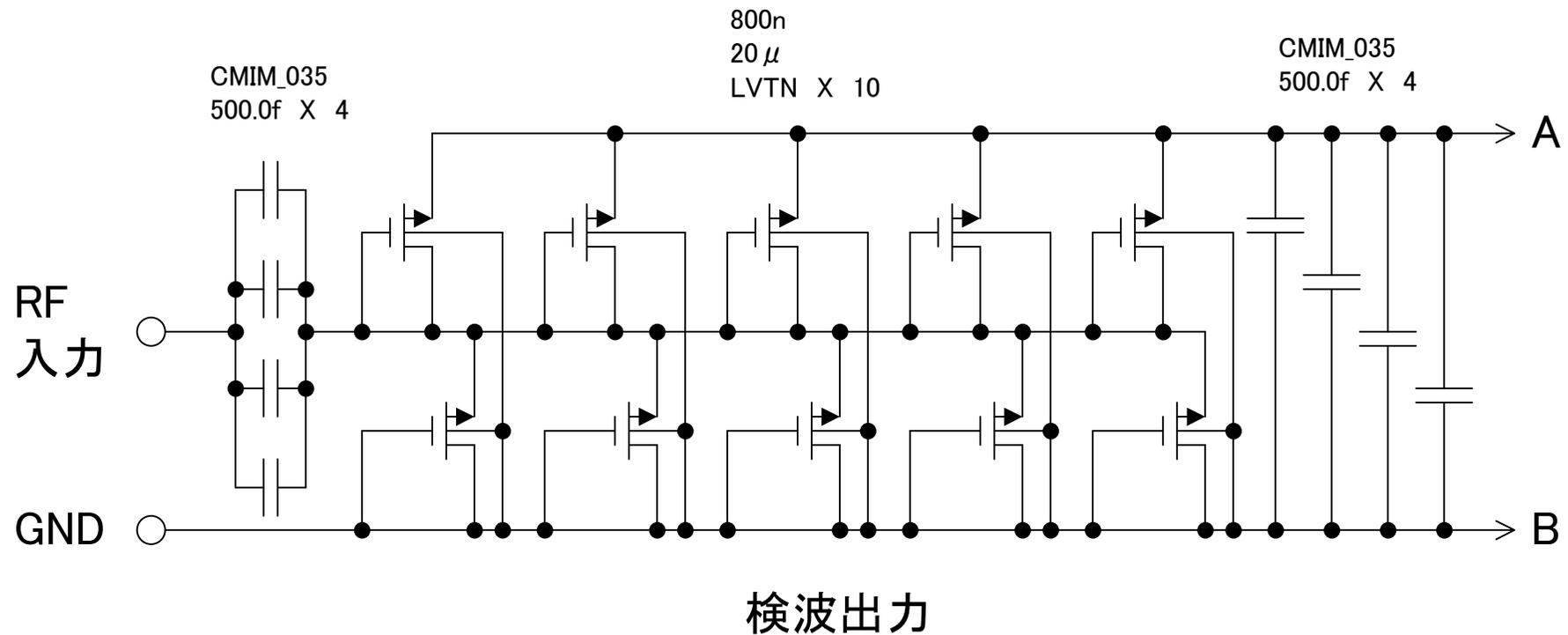
2-1. レクテナで電源を再生する

RFIDの電源再生回路(レクテナ)の回路構成



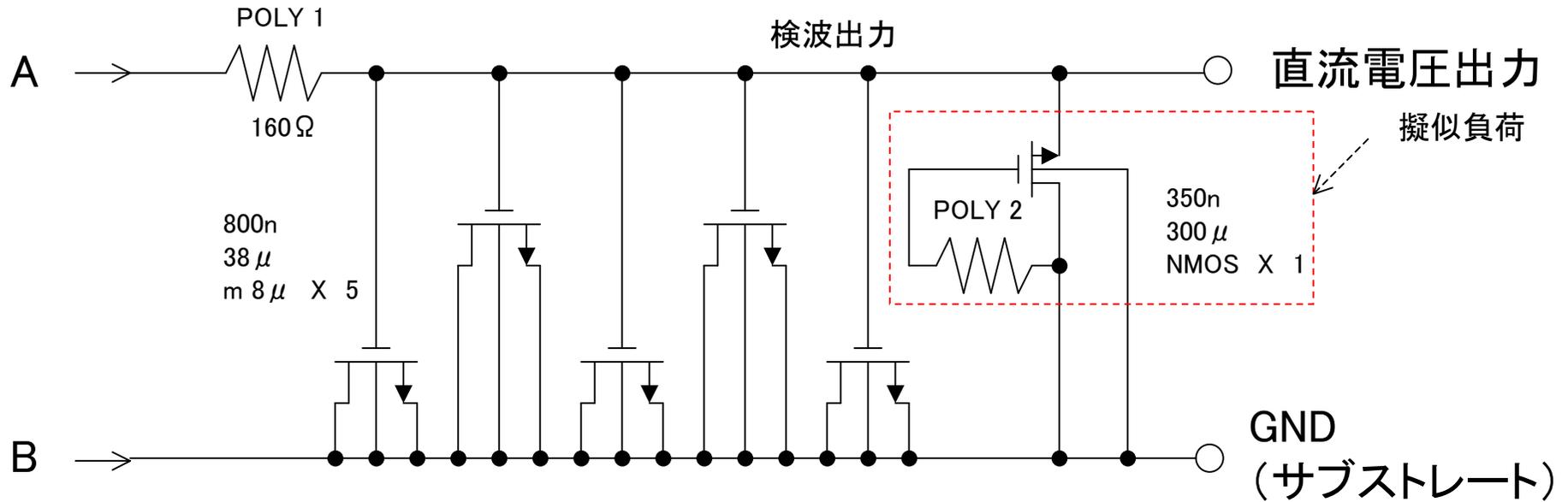
レクテナ 整流回路

0.35 μm デザインルール

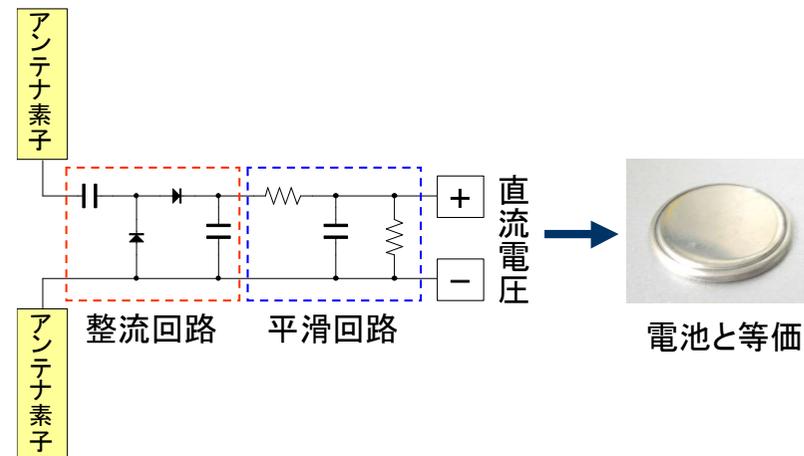
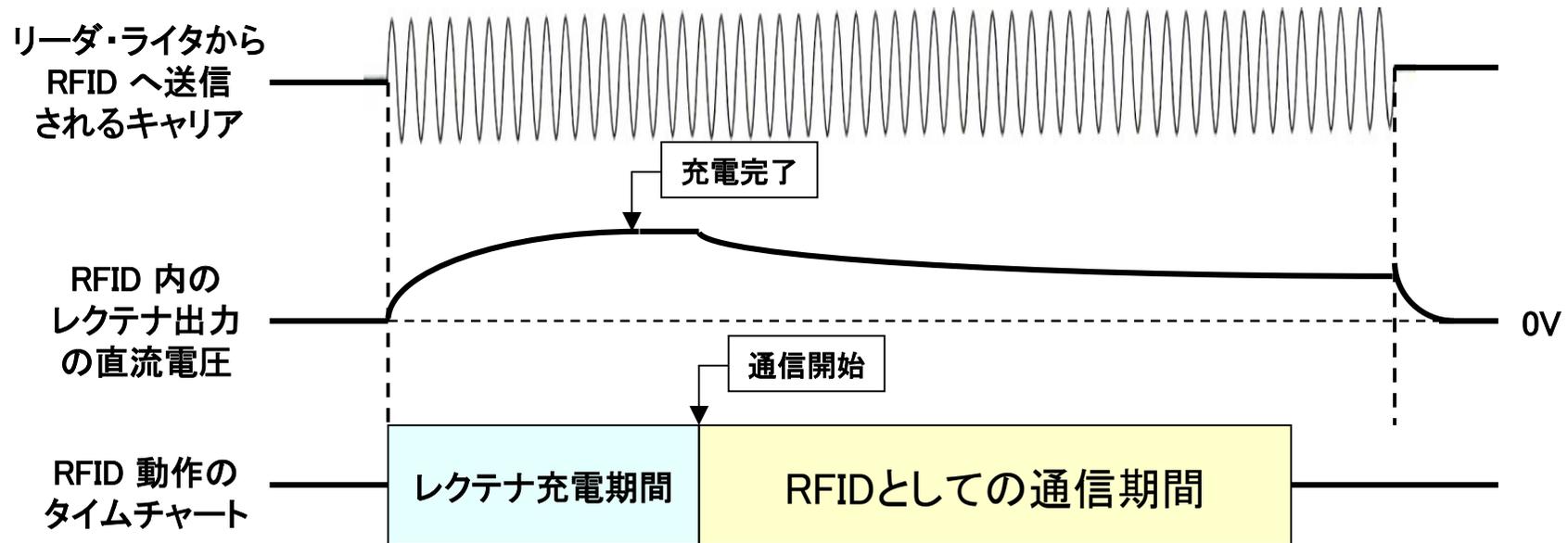


レクテナ 平滑回路

0.35 μm デザインルール

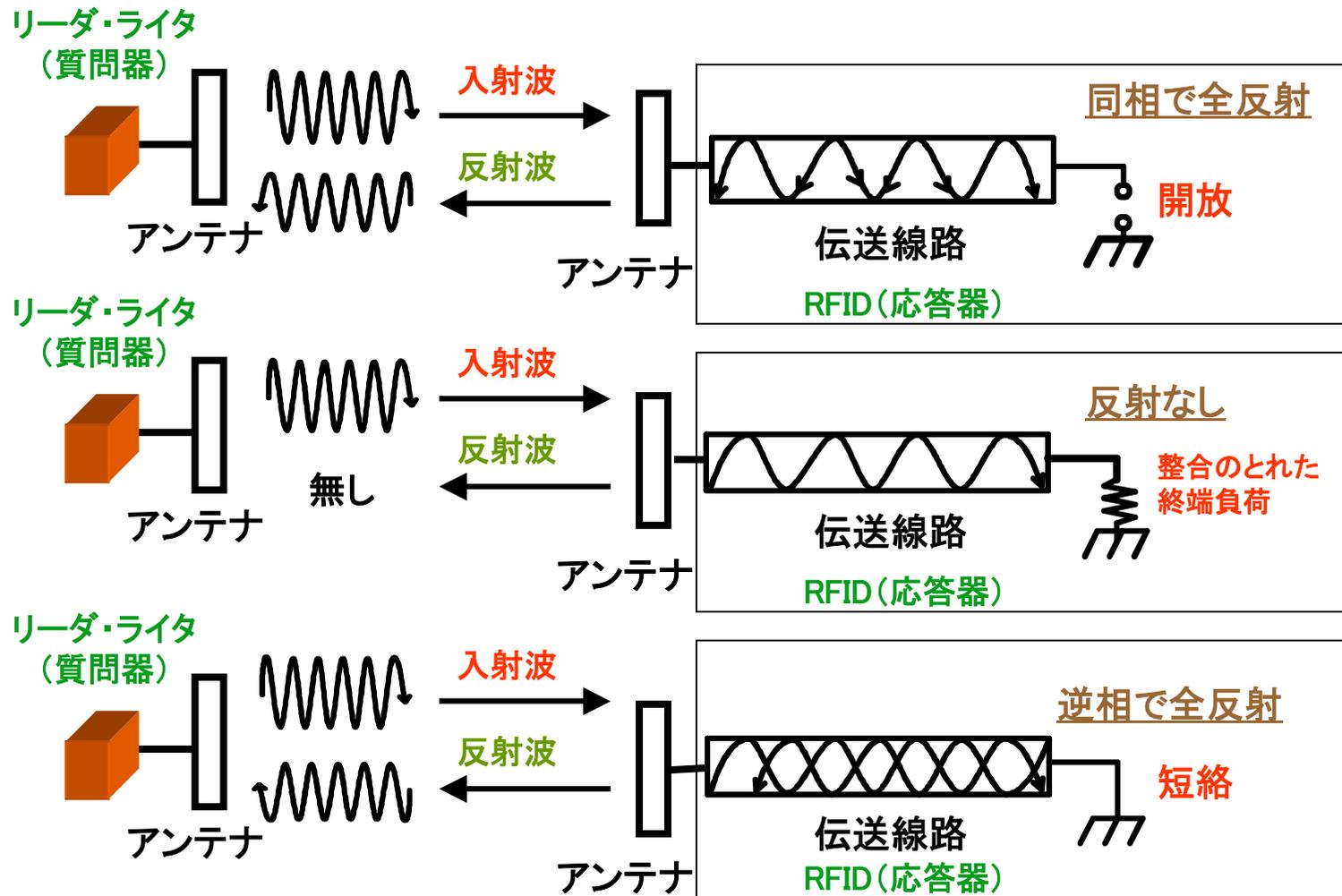


RFIDの電源再生と通信のタイムチャート

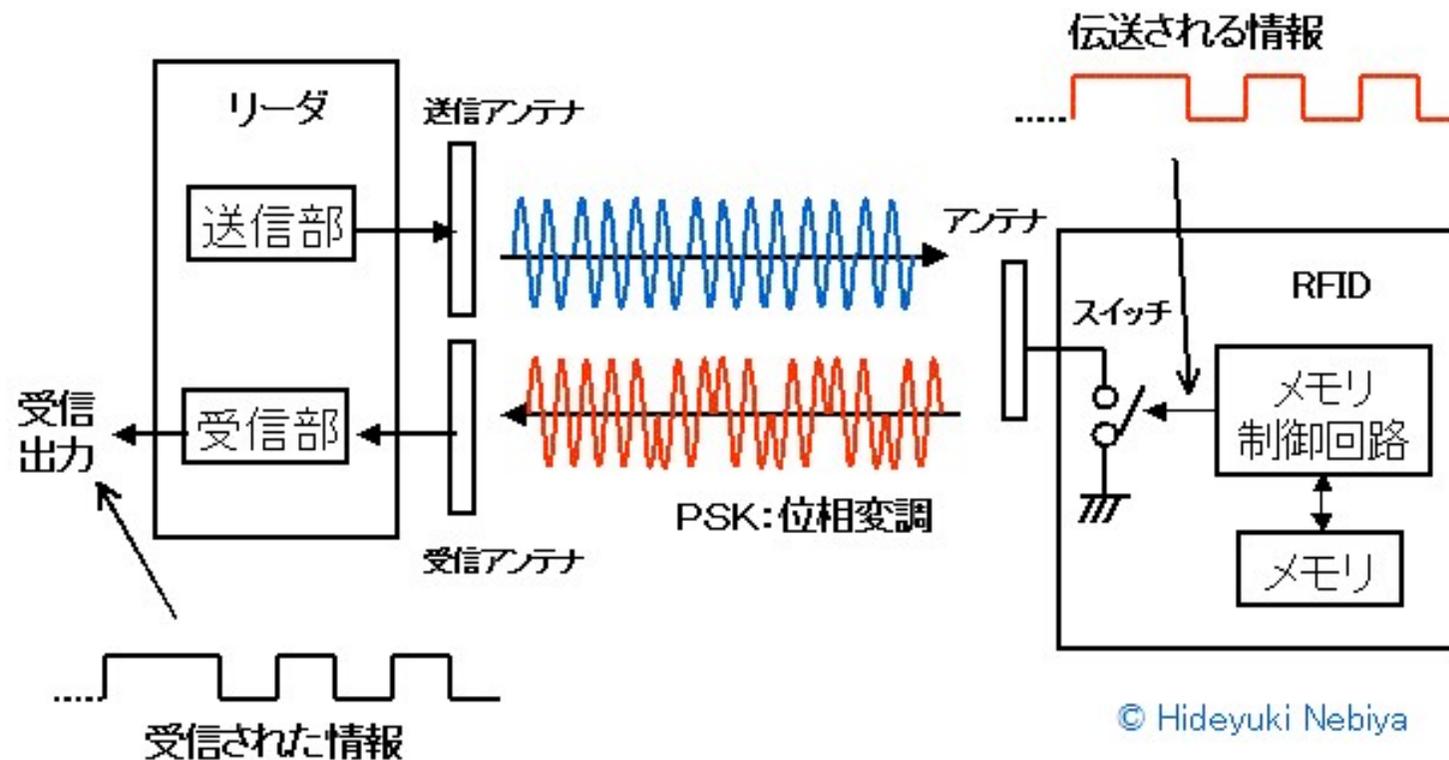


2-2. 反射波に情報を載せる

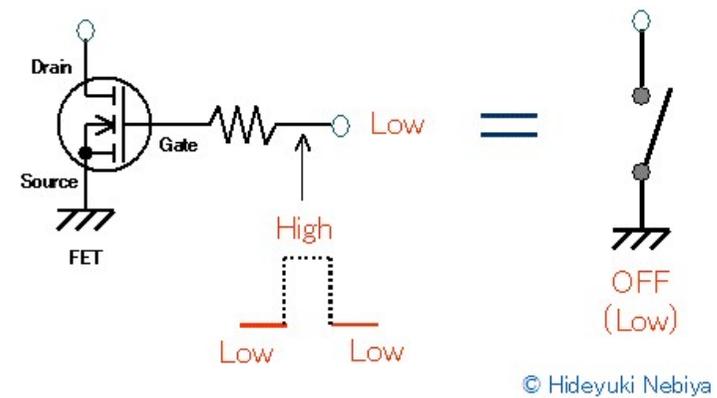
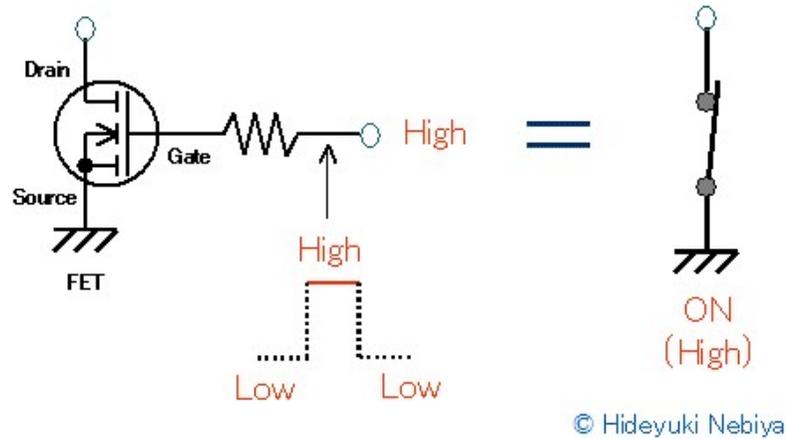
反射型RFIDの通信の動作原理



RFID側の位相変調 (PSK) 回路の動作原理



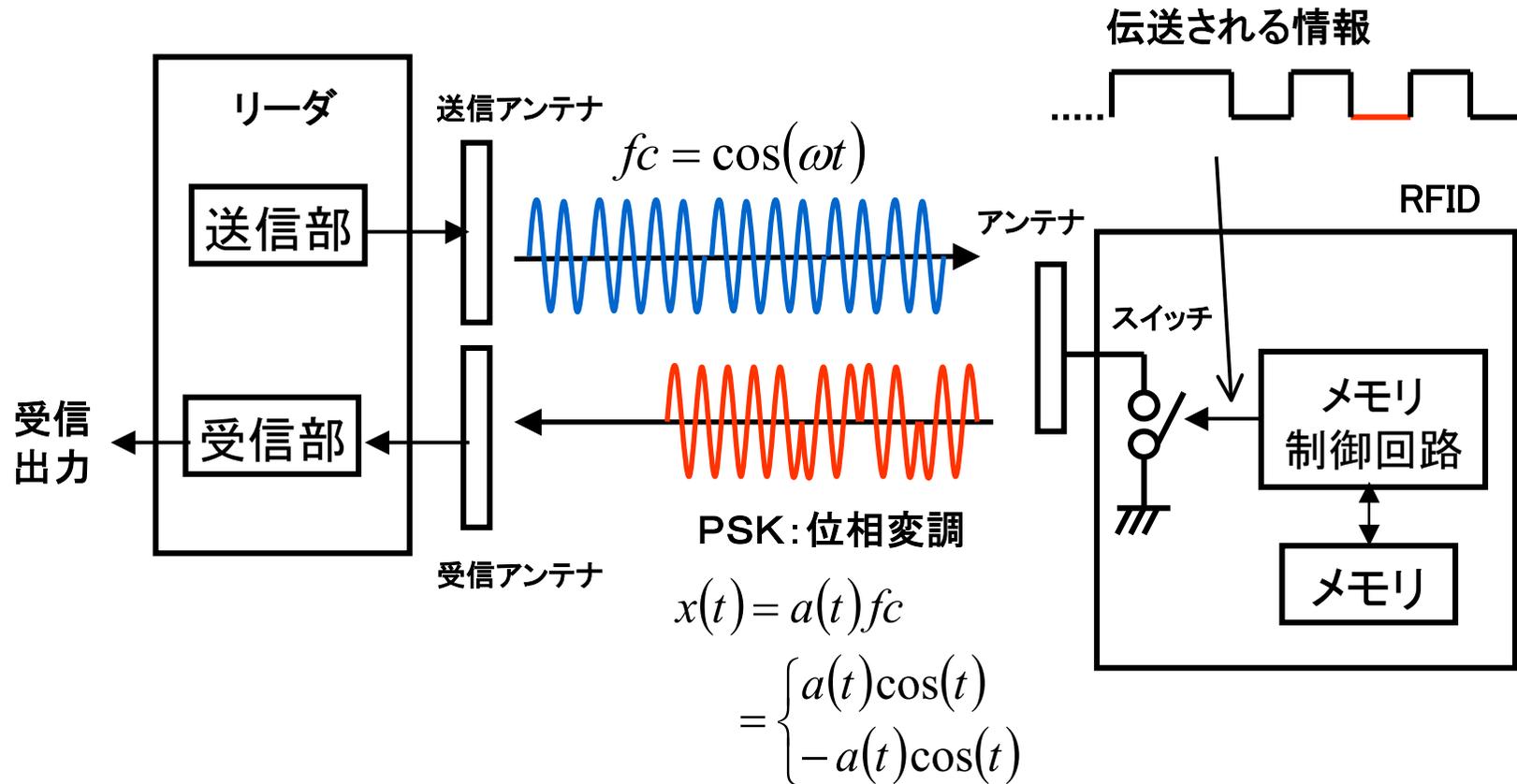
反射型RFIDの高周波スイッチ



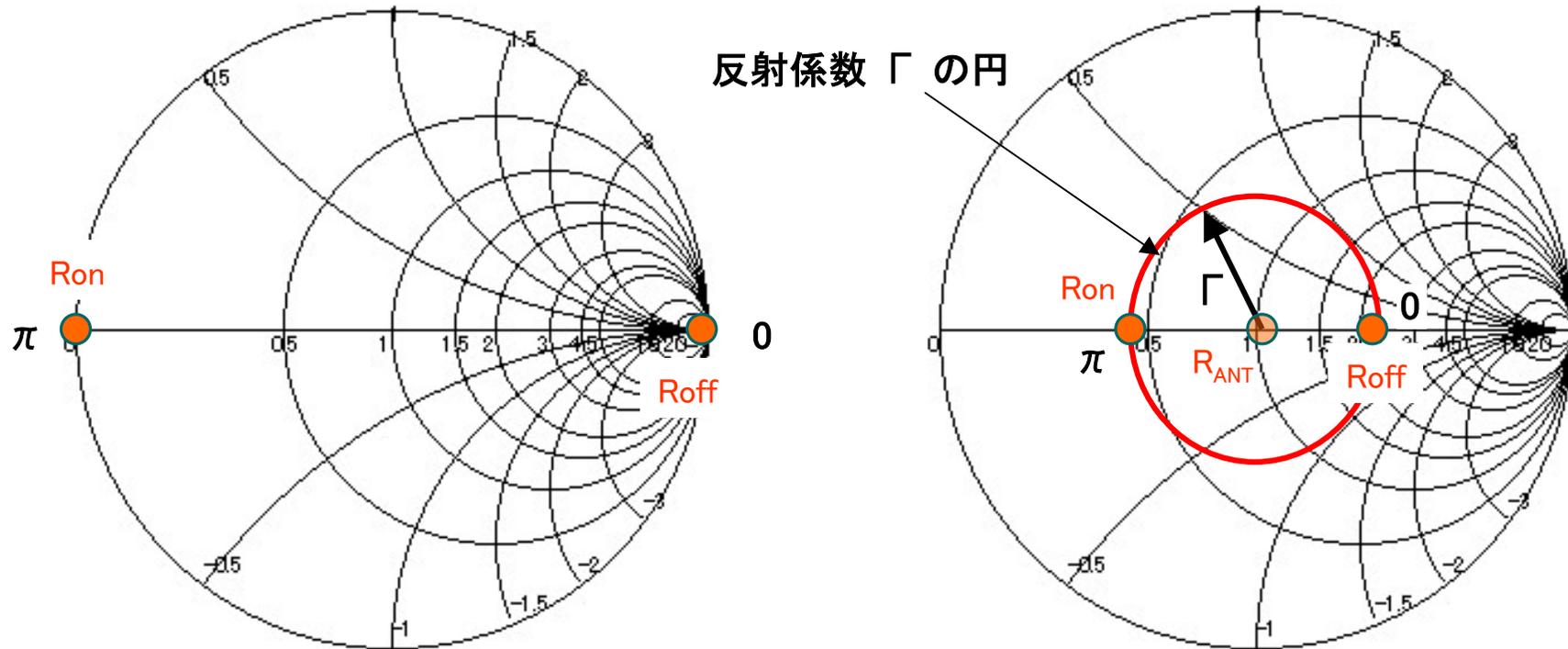
3. RFIDアンテナの考え方

3-1. PSK方式 RFID の場合

RFID側の位相変調 (PSK) 回路



PSK-RFID の場合 R_{ANT} で正規化したスミスチャート



理想的なPSK変調

$$R_{on} = 0 \Omega$$
$$R_{off} = \infty \Omega$$

・ PSK-RFID の場合

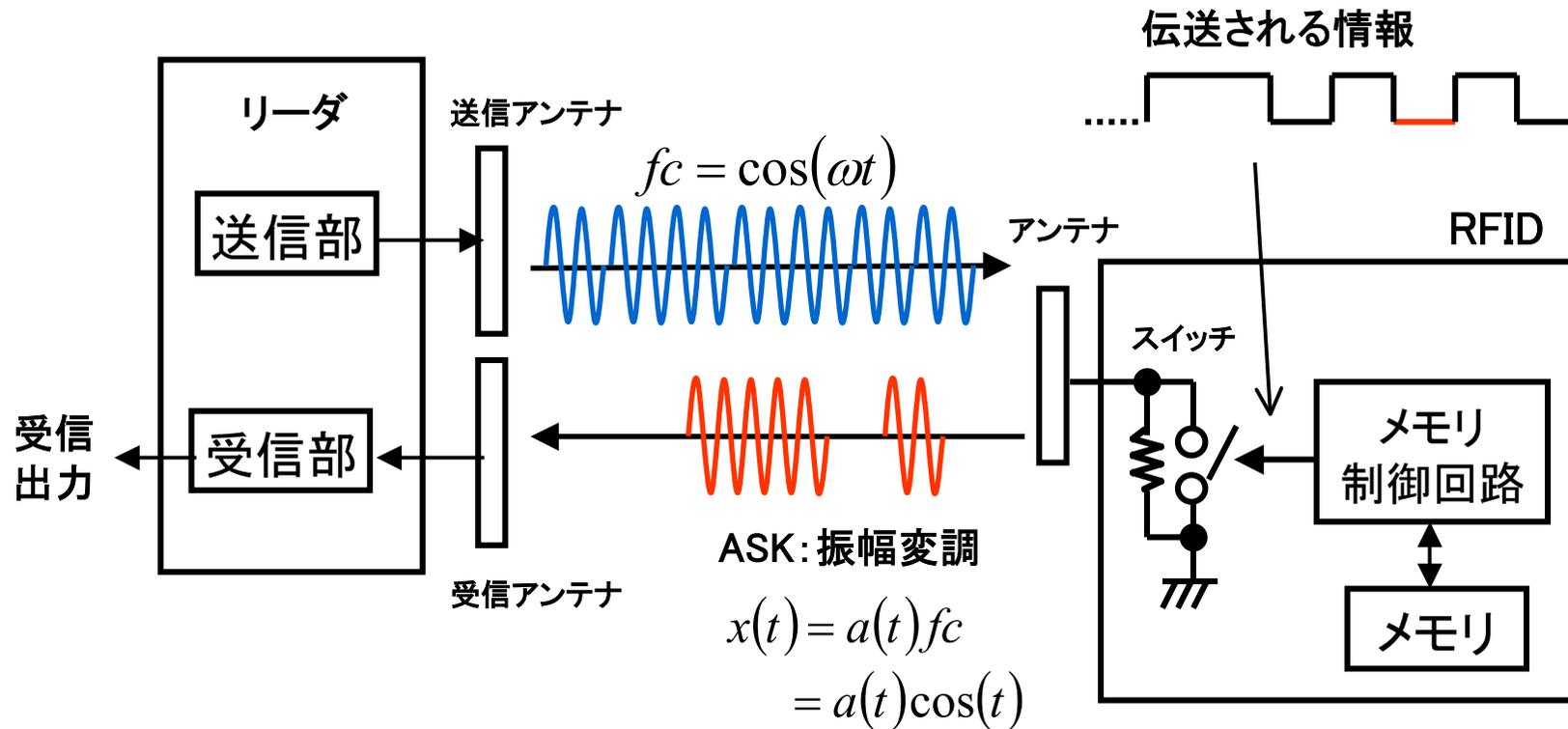
$$\rightarrow R_{ANT} = \sqrt{R_{on} \times R_{off}}$$

実際のPSK変調

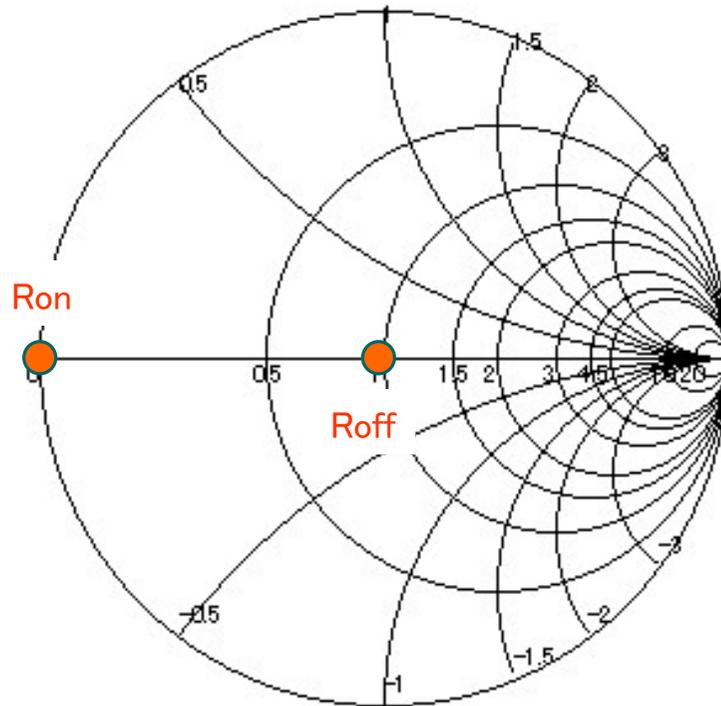
$$R_{on} = \text{数} \Omega$$
$$R_{off} = \text{数百} \Omega$$

3-2. ASK方式 RFID の場合

RFID側の振幅変調(ASK)回路

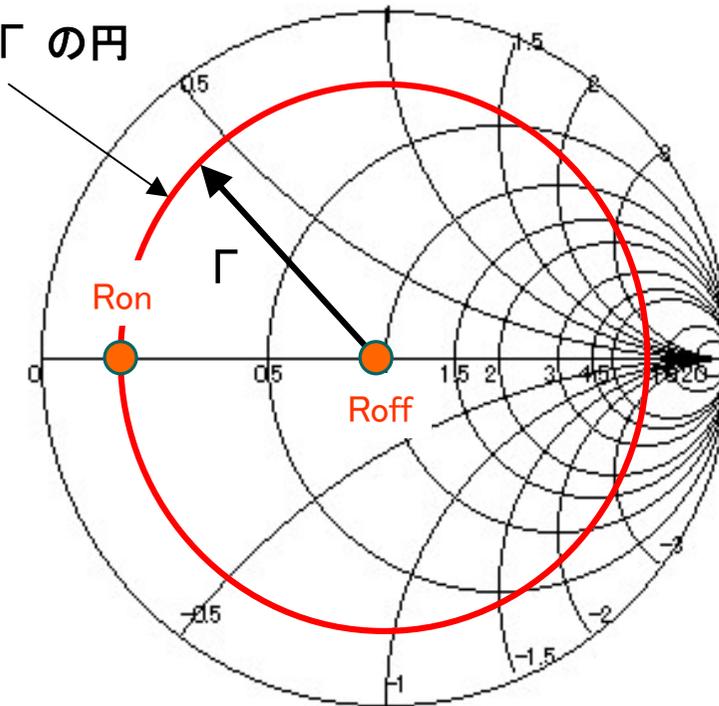


ASK-RFID の場合 R_{ANT} で正規化したスミスチャート



理想的なASK変調
 $R_{on} = 0 \Omega$
 $R_{off} = \infty \Omega$

反射係数 Γ の円

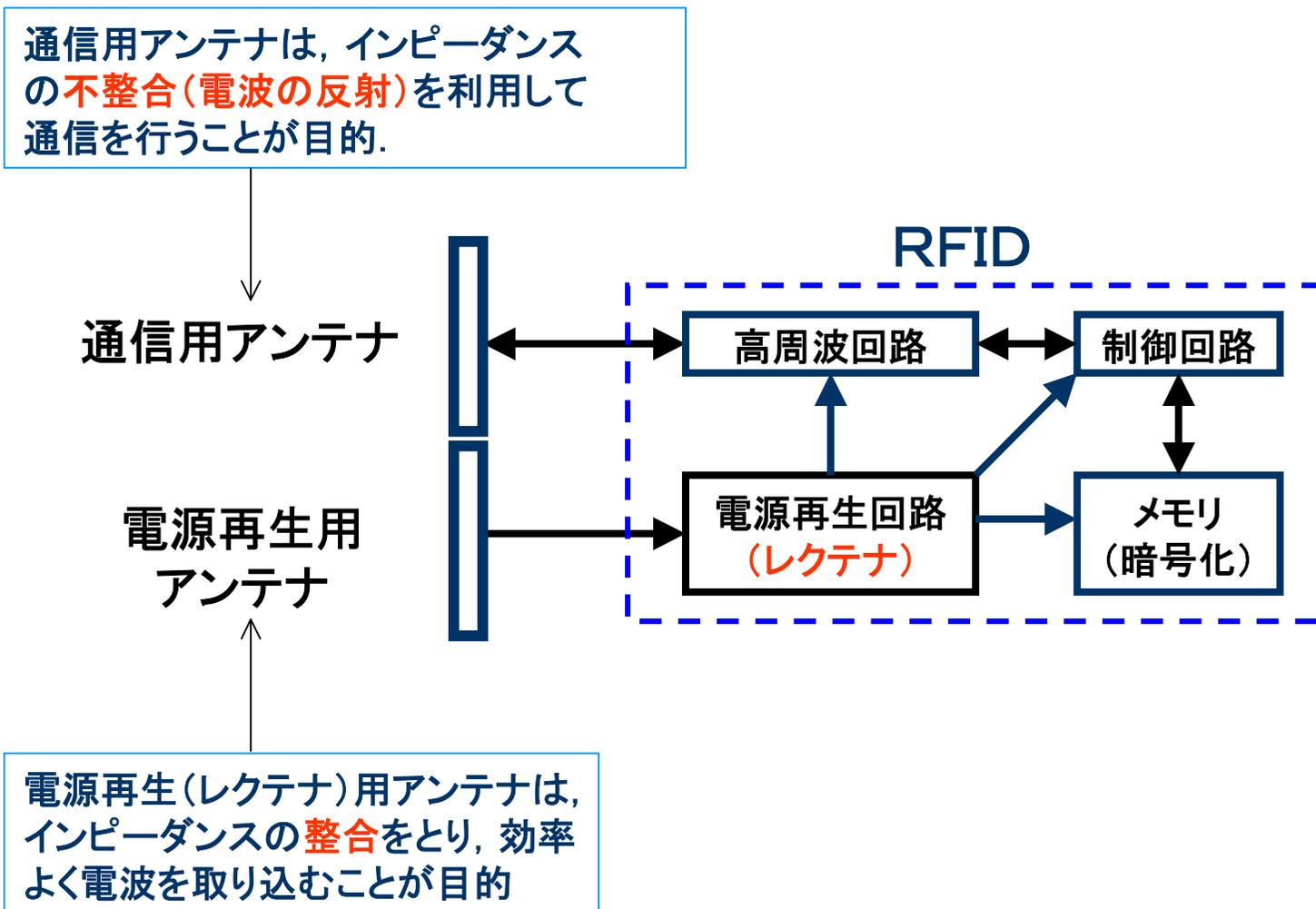


ASK-RFID の場合
→ $R_{ANT} = R_{off}$

実際のASK変調
 $R_{on} = \text{数} \Omega$
 $R_{off} = \text{数百} \Omega$

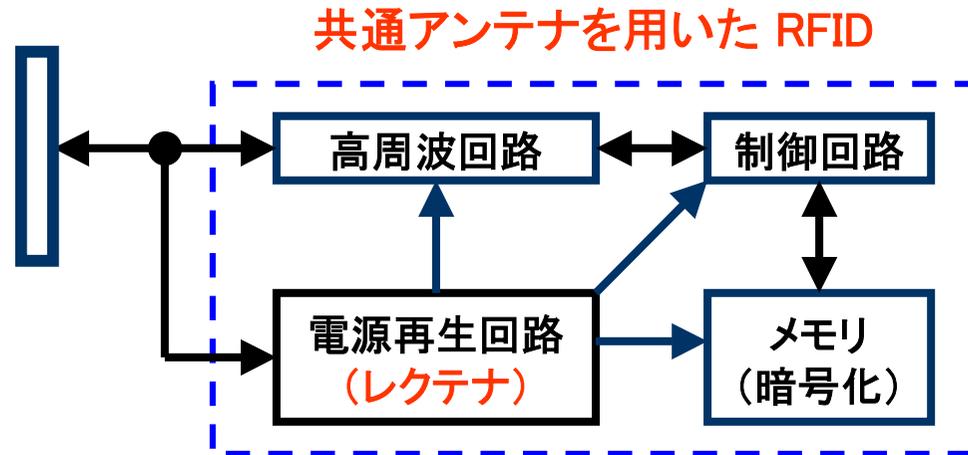
3-3. 電源再生用アンテナと 通信用アンテナの目的は違う

RFIDのアンテナの目的



私たちが開発した RFID は2本アンテナ

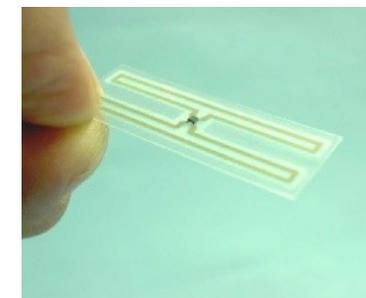
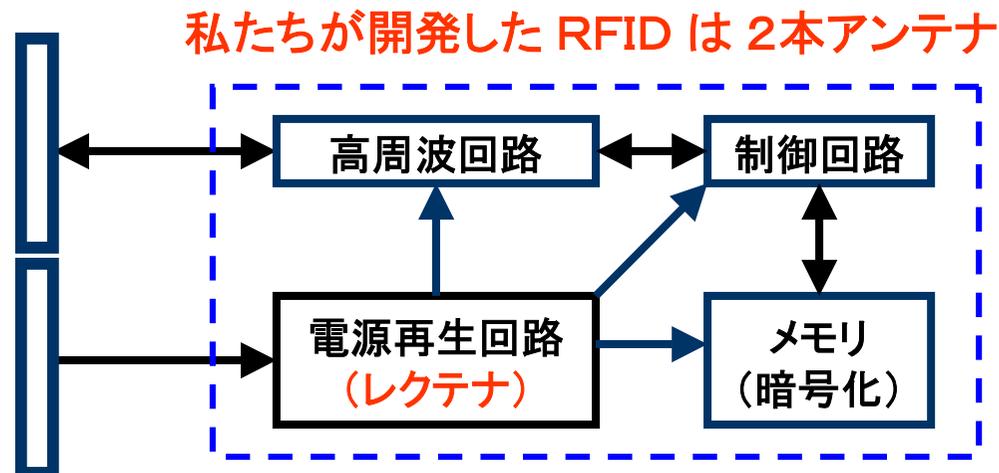
通信用と
電源再生用の
共通アンテナ



日立製作所 μ -chip

通信用アンテナ

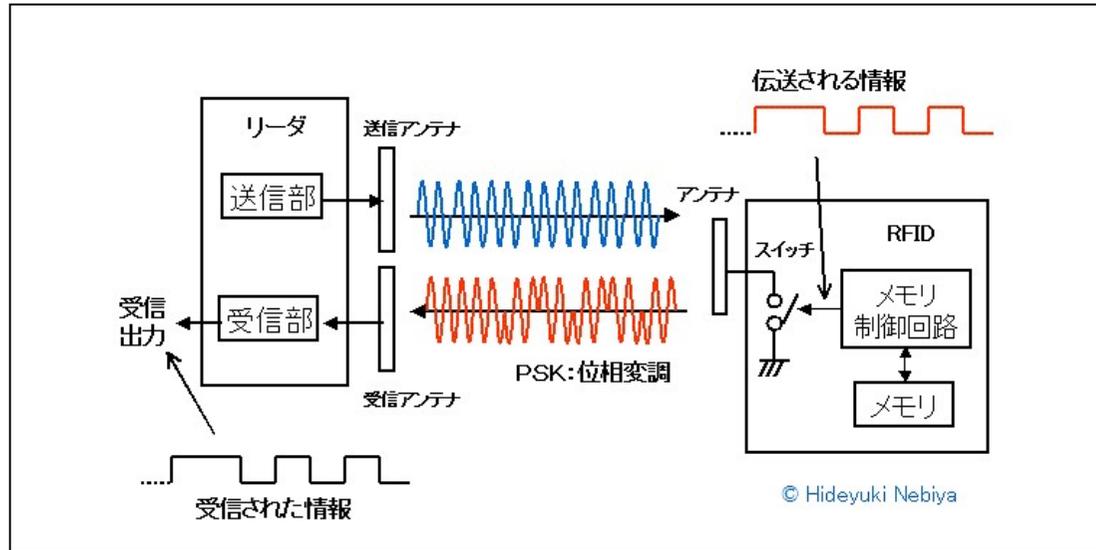
電源再生用
アンテナ



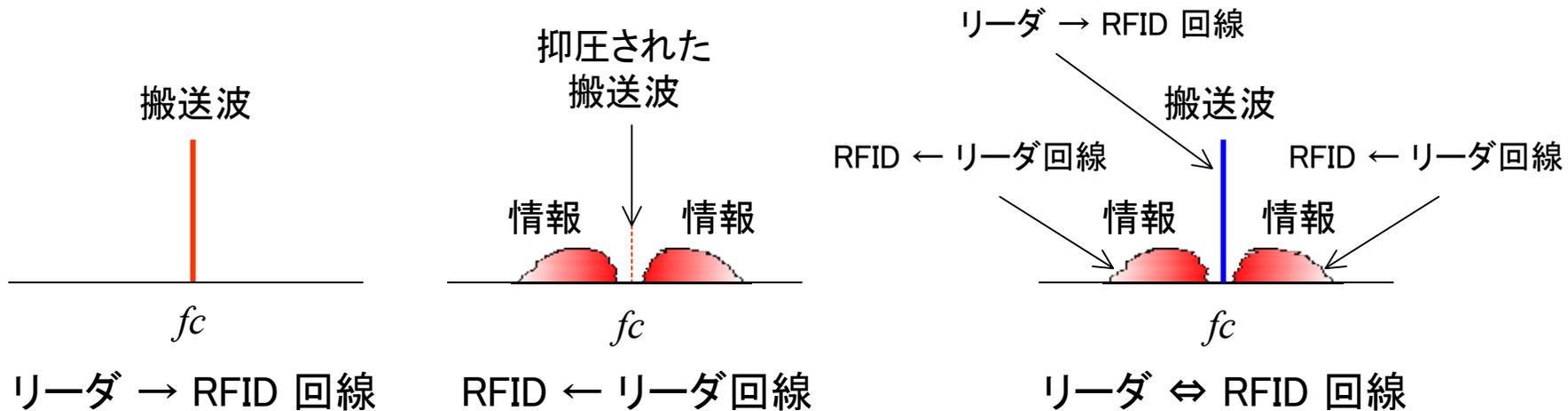
アンプレット N-chip

4. 回線における周波数スペクトラム

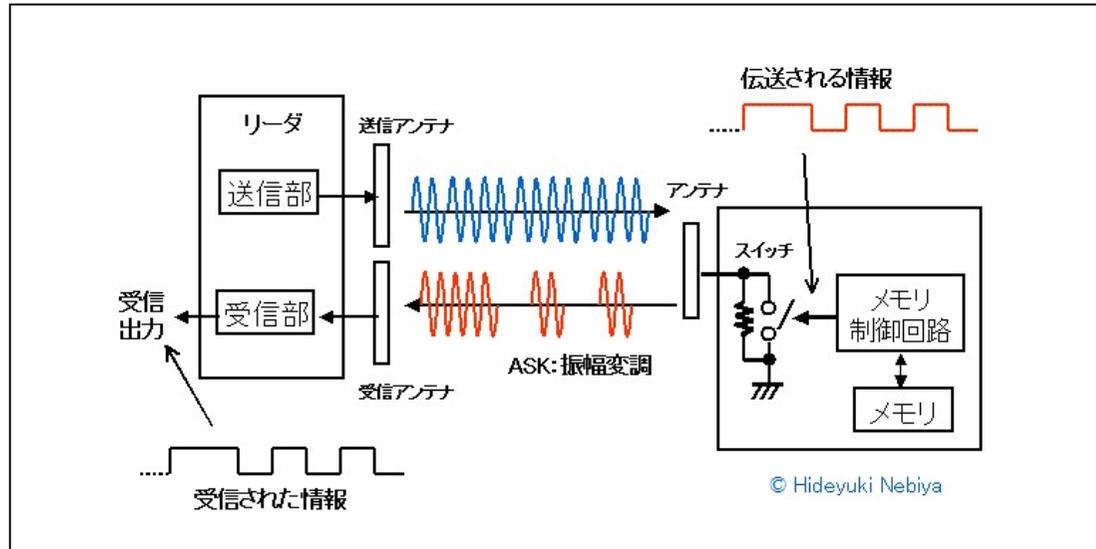
位相変調 (PSK) 方式の回線上のスペクトラム



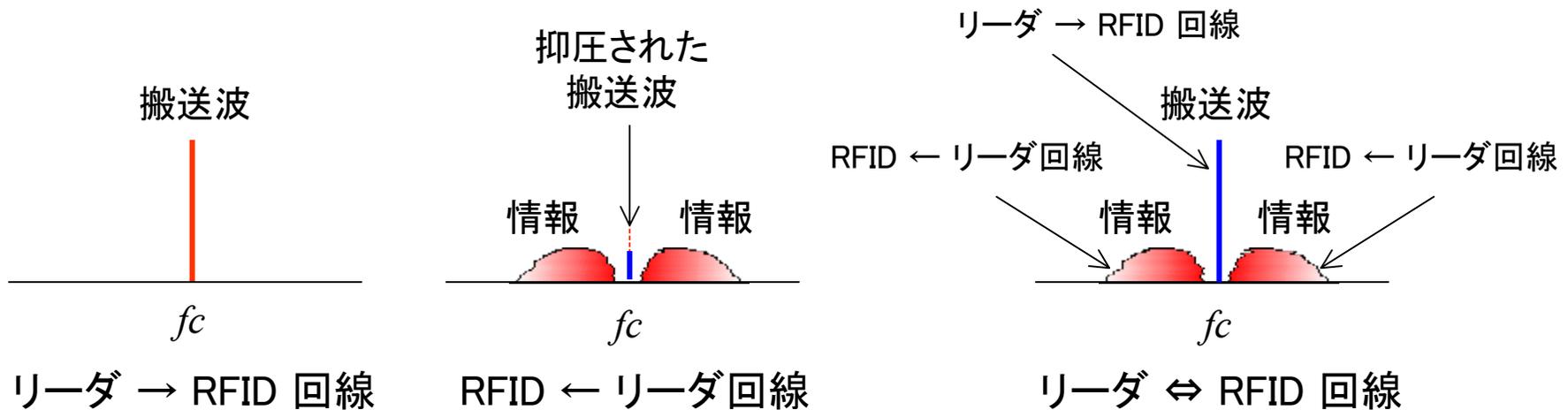
搬送波(キャリア)の RFID ⇒ リーダ回線の周波数は, RFID側ではリーダ ⇒ RFID 回線の搬送波を反射して折り返しているだけなので, 等しい周波数(f_c)となる.



振幅変調 (ASK) 方式の回線上のスペクトラム



搬送波(キャリア)の RFID ⇒ リーダ回線の周波数は, RFID側ではリーダ ⇒ RFID 回線の搬送波を反射して折り返しているだけなので, 等しい周波数(f_c)となる.



5. 1980年代の日本では RFID を 使えなかった

日本でRFIDは使うことができなかった

- 免許を得ようとしているRFIDは、過去に日本で使われた実績がない。
- 電波法で規定する無線機は、以下の(1)～(4)で構成される。

(1) 空中線(アンテナ)

(2) 送信機

(3) 受信機

(4) 電源 …… RFIDの電源はどこにあるの？

結論 ⇒ RFIDに無線局の免許を与えることができない。

(1984年の郵政省殿の見解)



6. 2000年代にやっと日本で RFID を使えるようになった

Found at: <http://216.121.131.129/article/articleprint/279/-1/1/>

Toppan to Produce \$20 RFID Reader

The Japanese printing company says it will have an ultra-low-cost EPC reader on the market by June.

Jan. 23, 2003 - Toppan Printing Co., the \$10 billion Japanese printing, electronics and industrial products manufacturer is working with two other Japanese firms to mass produce readers that will cost less than \$20, as well as RFID tags and labels that will cost about 50 cents each.

Toppan has signed agreements with [Telemidic](#) and [Amplet](#). The companies will jointly develop radio frequency identification tags chips and readers that are compliant with the Auto-ID Center's specifications.

Amplet, an engineering services company, has worked with Telemidic to develop a dual-frequency, small-scale, low-power RFID reader. Yoko Aikawa, a spokesperson for Toppan, told RFID Journal that the readers will cost about 2,000 yen initially, or about US\$17. Aikawa did not provide details on how the company could produce a reader that costs about one twentieth of what many others on the market sell for today.



An Amplet RFID tag

RFID開発に関する受賞



2003年度

アントレプレナー(起業家)
オブ ザ イヤー
アカデミア部門受賞
(EOY Japan)

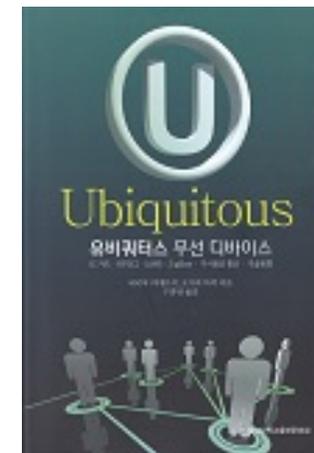
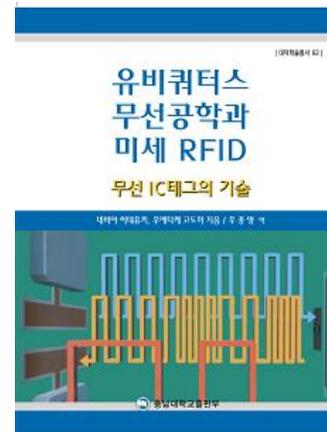
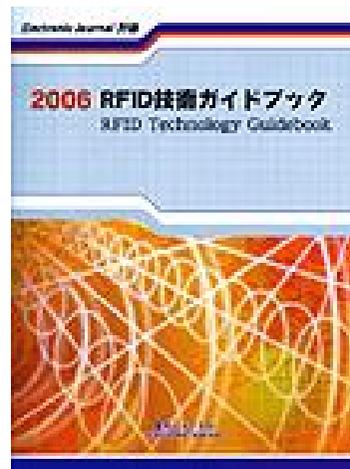
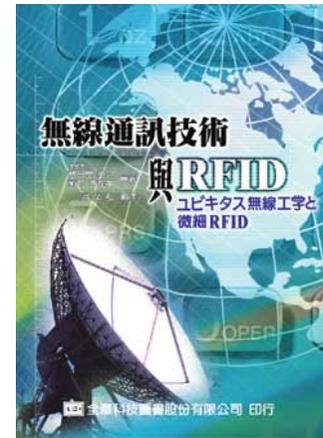
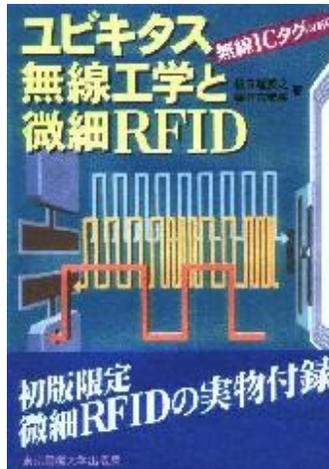


2003年度

オンラインショッピング大賞
最優秀ユビキタスネットワーク
技術開発賞受賞
(ec研究会)

根日屋のRFIDに関する著書

AMPLET Communication Laboratory



7. 人体通信

7-1. 「界」について (磁界と電界)

「界」とは何か？

目に見えない不思議な力が存在する空間を



カイ

「界」

という.



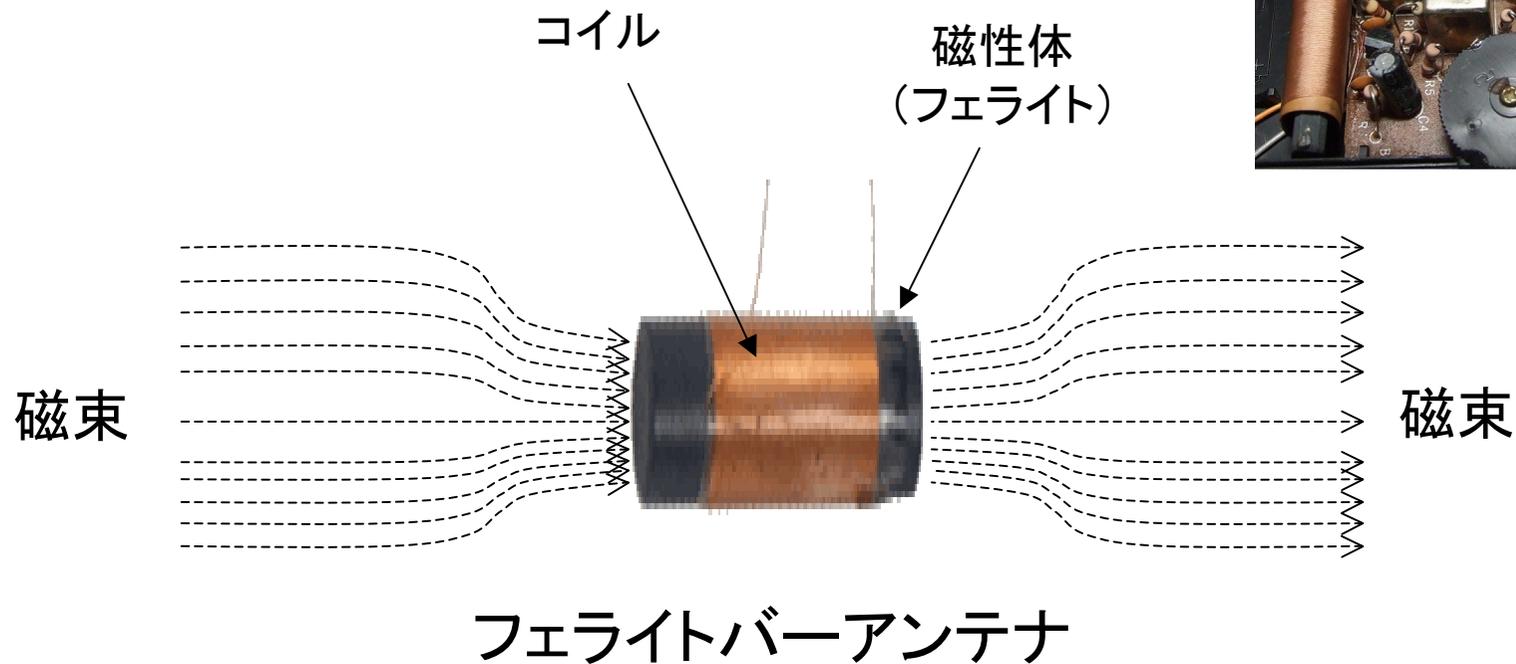
磁石の力・・・磁界(磁場)



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.

磁性体をアンテナに用いる



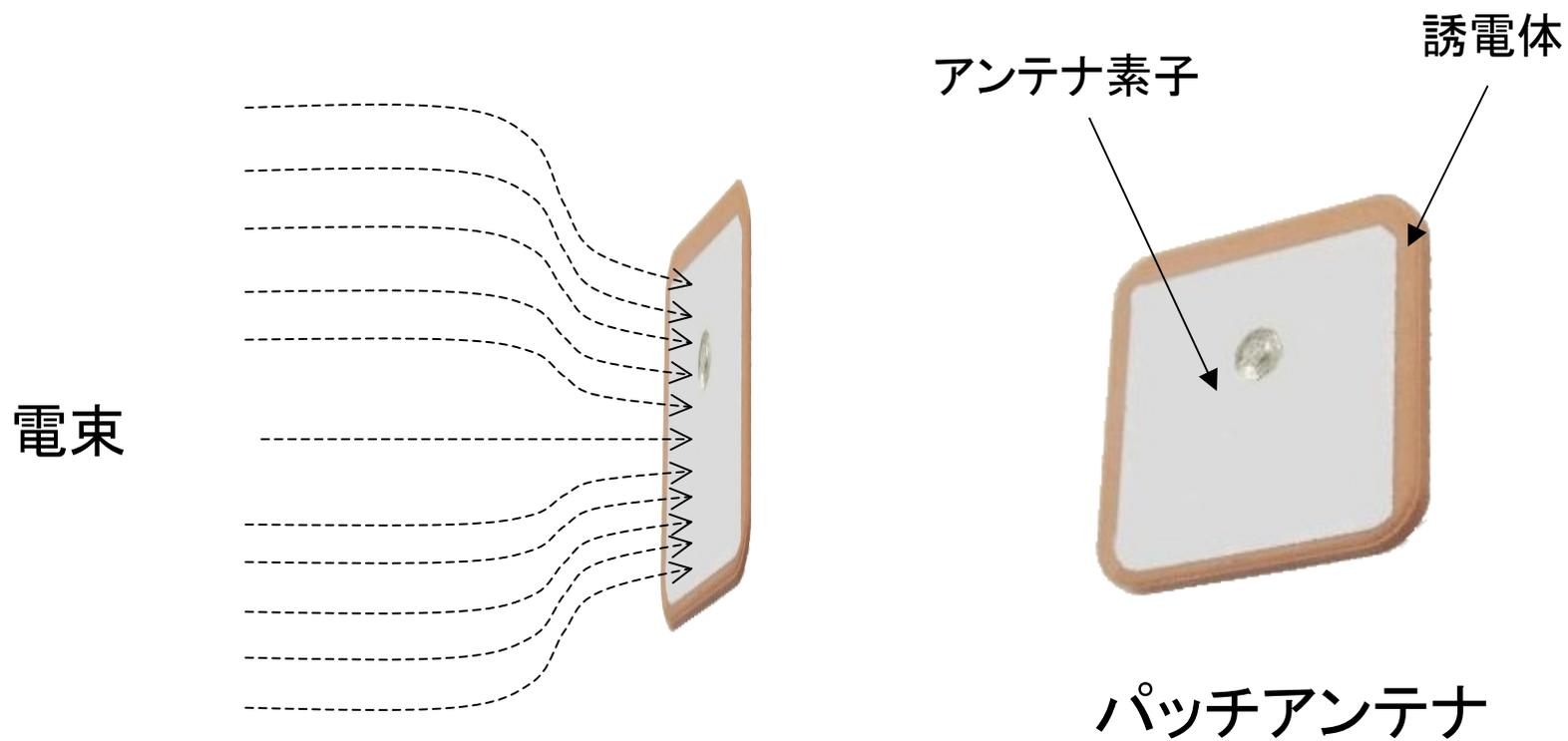
磁性体を用いるとアンテナのインダクタンス(コイルの巻き数)が増えたように見える

静電気の力



子供の頃に、静電気を使って、こんな遊びをしたことはありませんか？

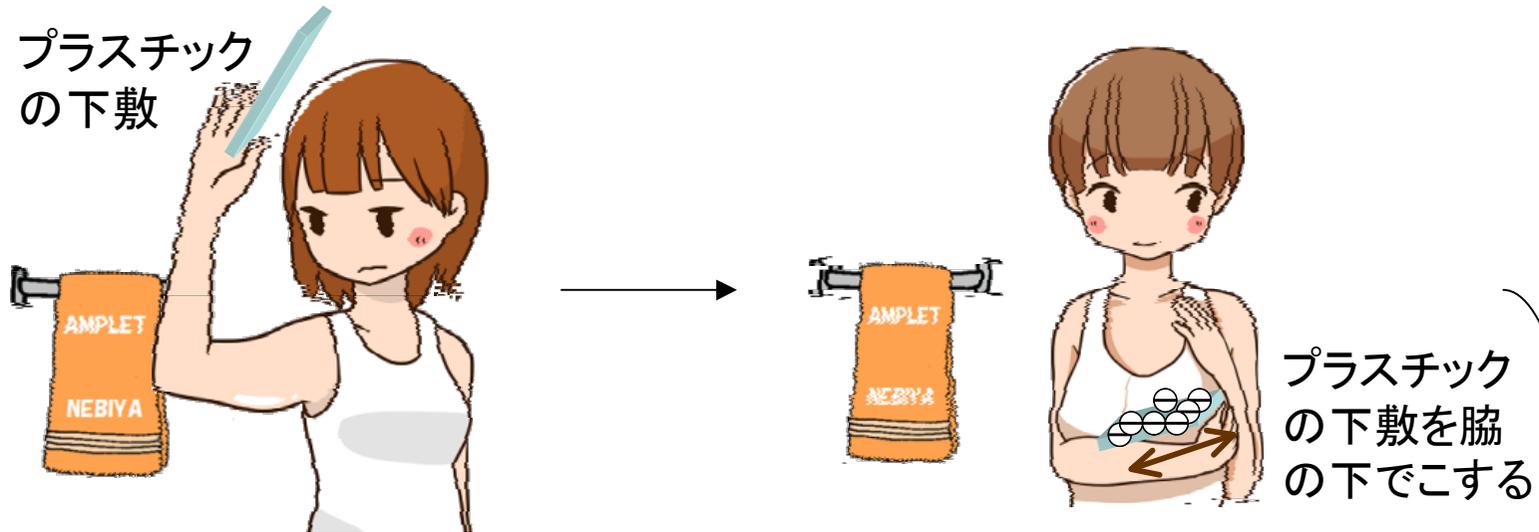
誘電体をアンテナに用いる



誘電体を用いるとアンテナは小形化できる

7-2. 電界による情報通信 (近距離無線通信への応用)

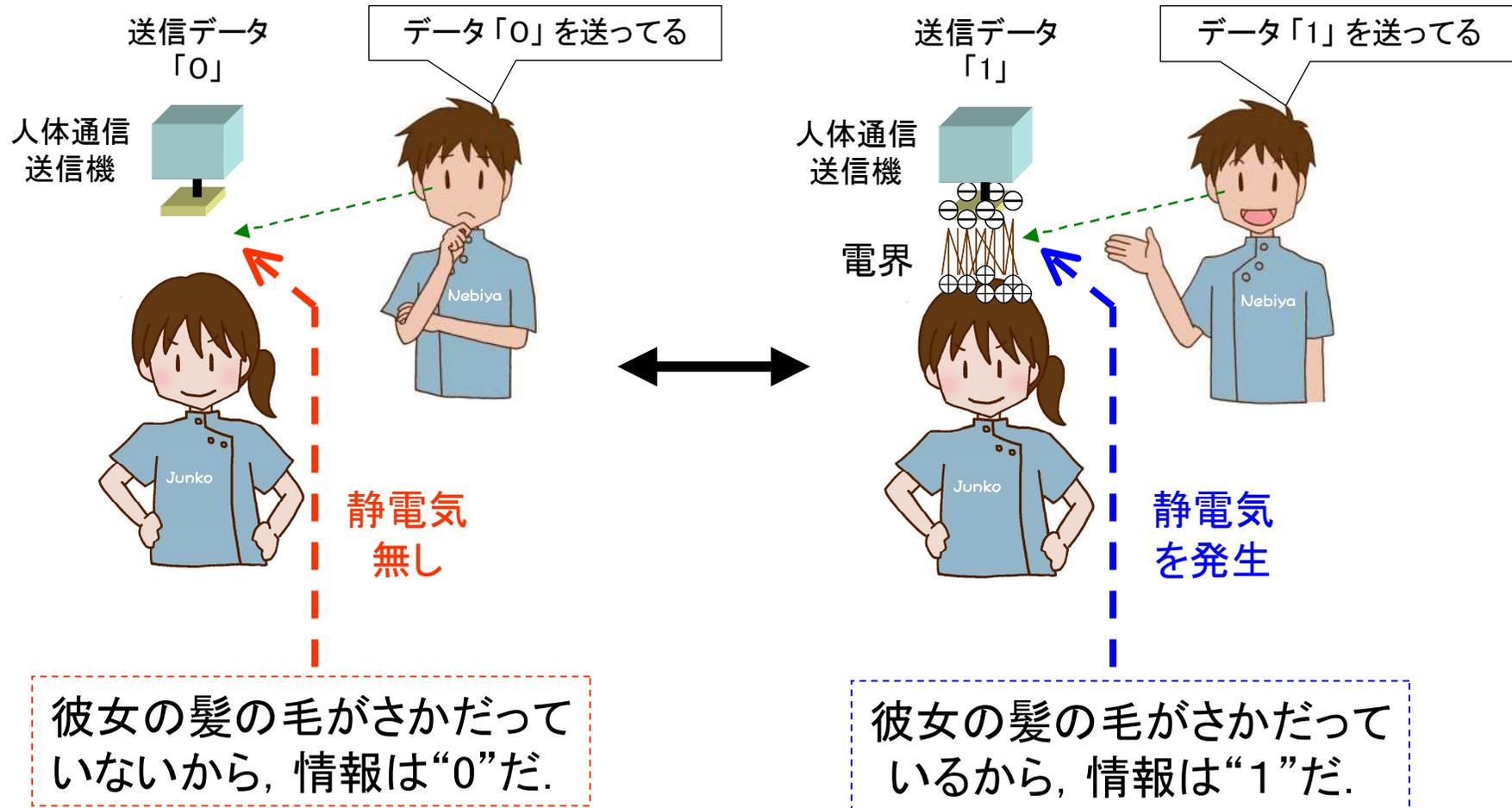
静電気のカ



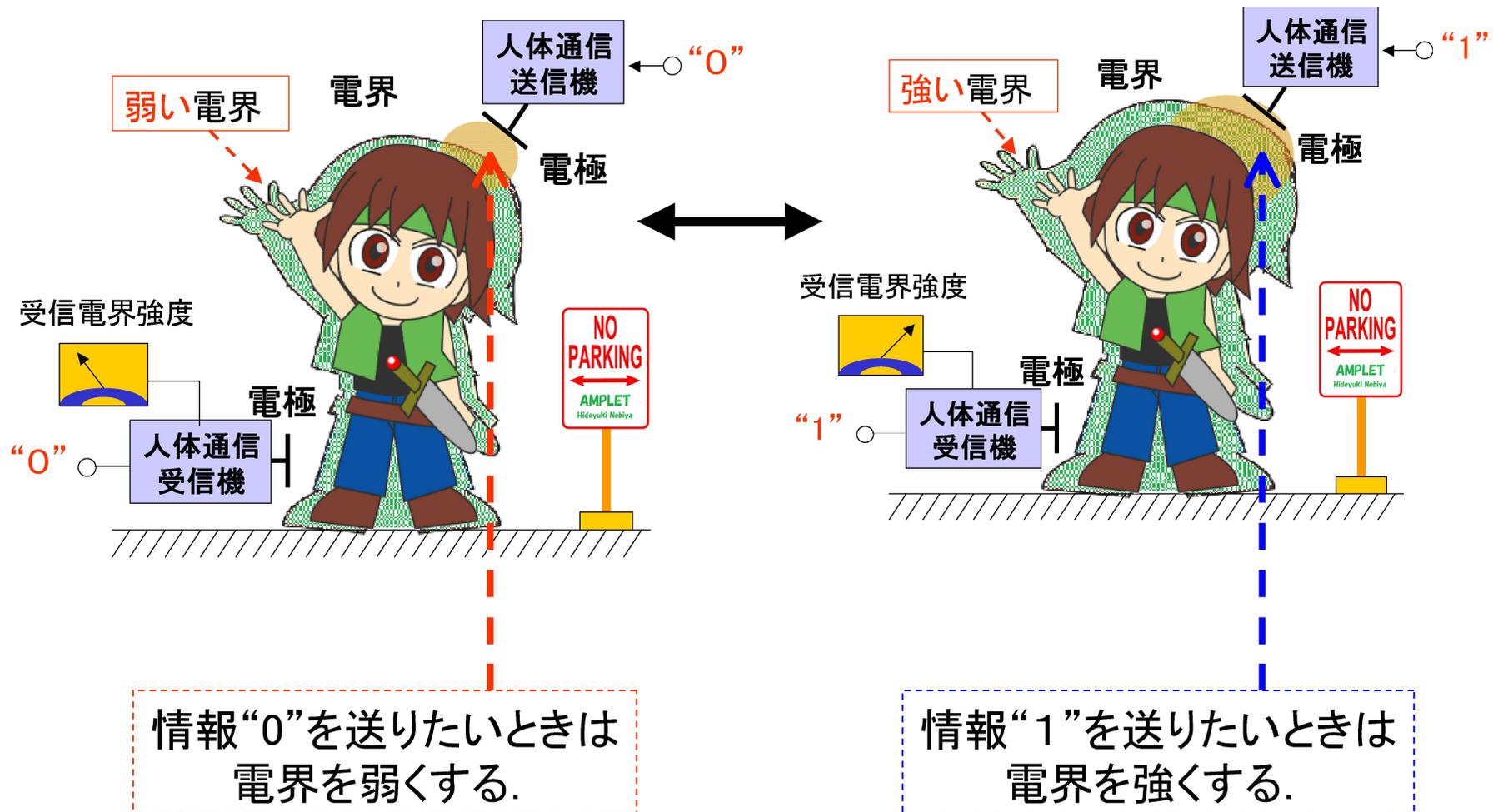
子供の頃に、静電気を使って、髪を立たせる遊びをしたことはありませんか？



静電気を使った通信の可能性

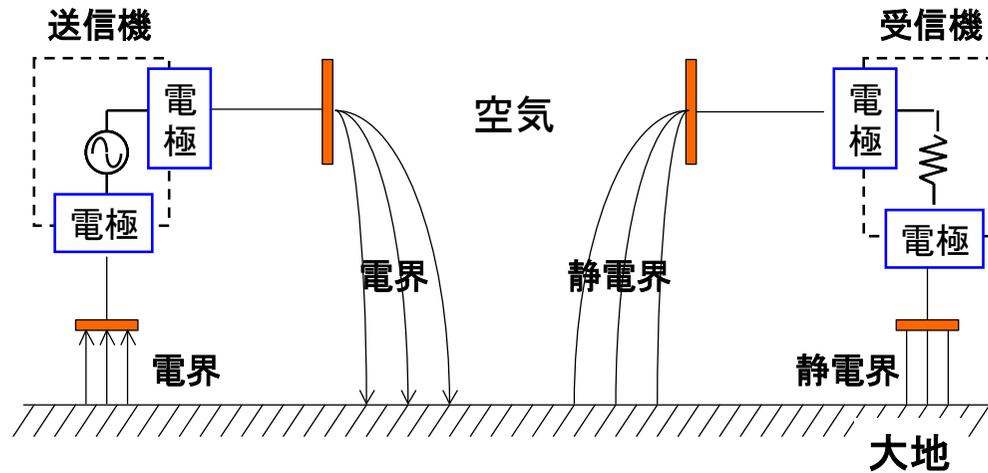


人体通信

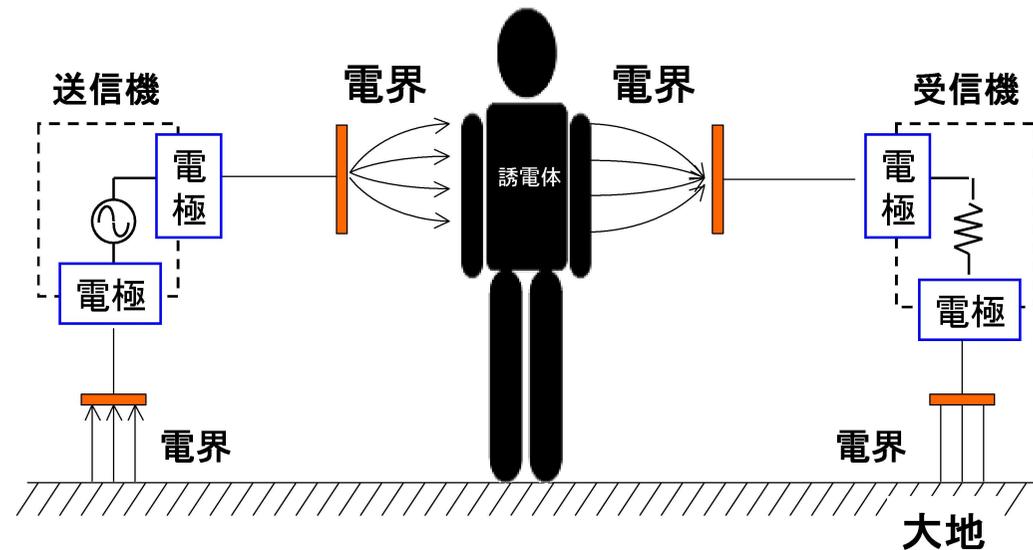


7-3. 人体は誘電体 (別の視点から見た人体通信)

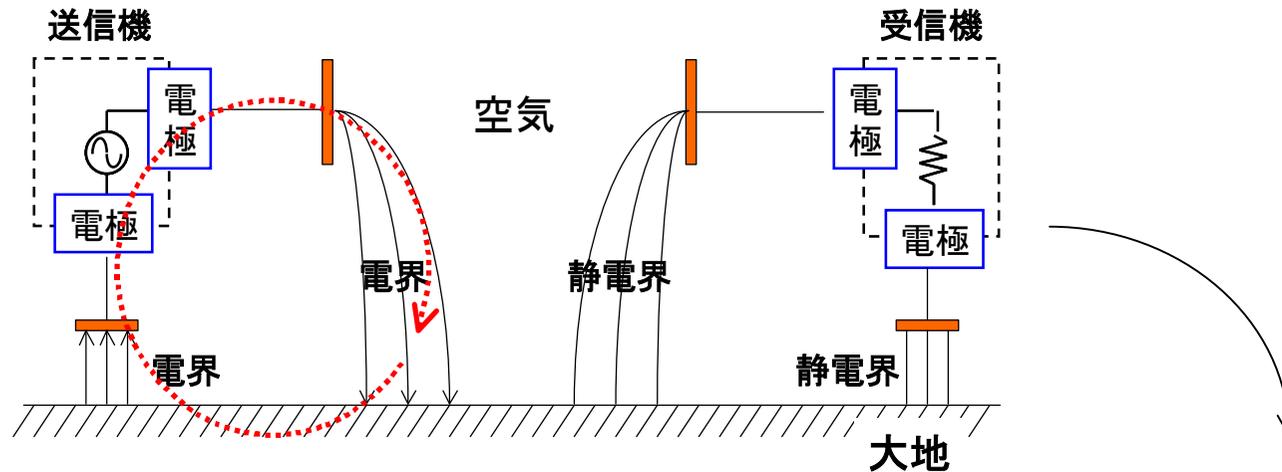
送信機と受信機の電極が作る電界分布



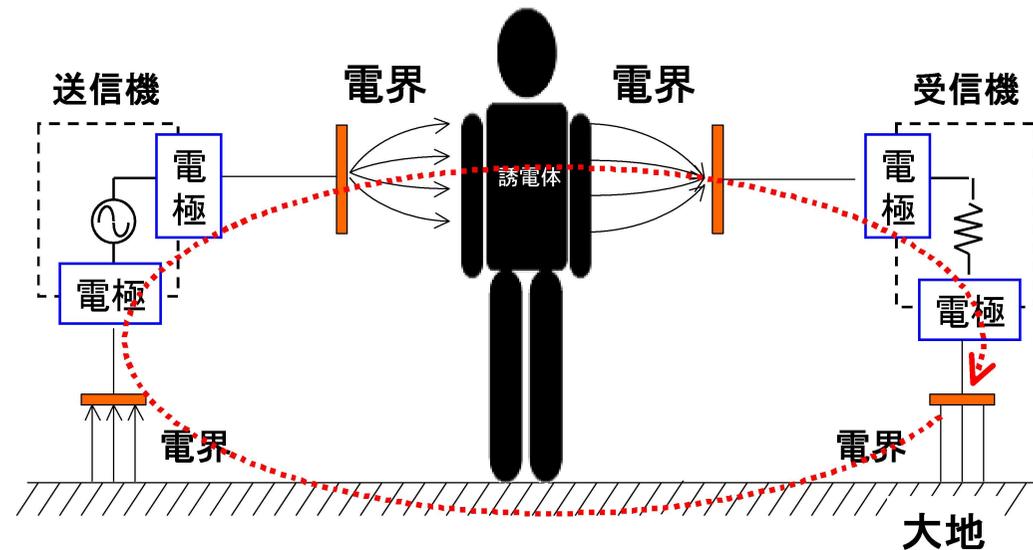
電極と電極の間に人(誘電体)が入ると電界分布が変わる.



通信パスの流れ



電極と電極の間に人(誘電体)が入ると電界分布が変わる。
→ 送信機から受信機へ情報が伝わるパスができる。



7-4. 人体通信の応用分野 (動画で紹介)

8. 国際標準の重要性

8-1. 国際標準とは (動画で紹介)

8-2. 人体通信国際標準の提案活動 (IEEE 802.15.6)

通信機器としての人体通信



東京大学名誉教授
月尾 嘉男 先生

2007年10月に東京大学名誉教授の月尾嘉男氏がラジオ番組で、CEATEC JAPAN 2007で注目された技術として人体通信を取り上げ、「映画『E.T.』でエリオット少年とE.T.が指と指を触れ合って会話をするシーンが現実になりました。」と紹介され、一般の人にも人体通信がどのようなものか認識されるようになった。



月尾先生のラジオ放送の直後にE.T.とエリオット少年の会話を人体通信技術で再現した試作機

世界が欲しがる日本の知恵、技術大国復活への底力

この技術で競争力倍増

- ▼給油1回で3500km走る車
- ▼地球から交通事故をなくす技術
- ▼“握手でデータ交換”できる人体通信
- ▼「エコシップ」で中韓勢を撃破
- ▼CO₂出さない革新的な製鉄法
- ▼「曲面」「球面」ディスプレイに活路



Science Forum 2011



人体通信規格標準化のために日韓連携

AMPLET Communication Laboratory

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用 IC の IP の供与に関する協議が日本企業とも始まっています。

- ・ 韓国側責任者：Dr. Byong Nam Lee（ETRI 韓国・電子通信研究院）
- ・ 日本側責任者：Dr. Hideyuki Nebiya（AMPLET / 東京大学）



人体通信の技術書「人体通信の最新動向と応用展開」

2017年、人体通信コンソーシアムも設立され、改めて人体通信が注目されています。そこで、2011年6月に根日屋英之が監修した日本初の人体通信の技術書「人体通信の最新動向と応用展開」が、2017年9月8日に安価な普及版として再刊行され一般書店に並ぶことになりました。



監修：根日屋 英之
出版社名：シーエムシー出版
ISBN 978-4-7813-0352-9
価格：¥64,000 (税別)



ISBN 978-4-7813-1210-1
価格：¥4,400 (税別)



ご清聴ありがとうございました.

AMPLET Communication Laboratory



Hideyuki Nebiya

nebiya@amplet.sakura.ne.jp
<https://amplet.com/>

根目屋英之の著書