

サーフェイス通信給電が可能にする情報環境

東京大学 篠田裕之

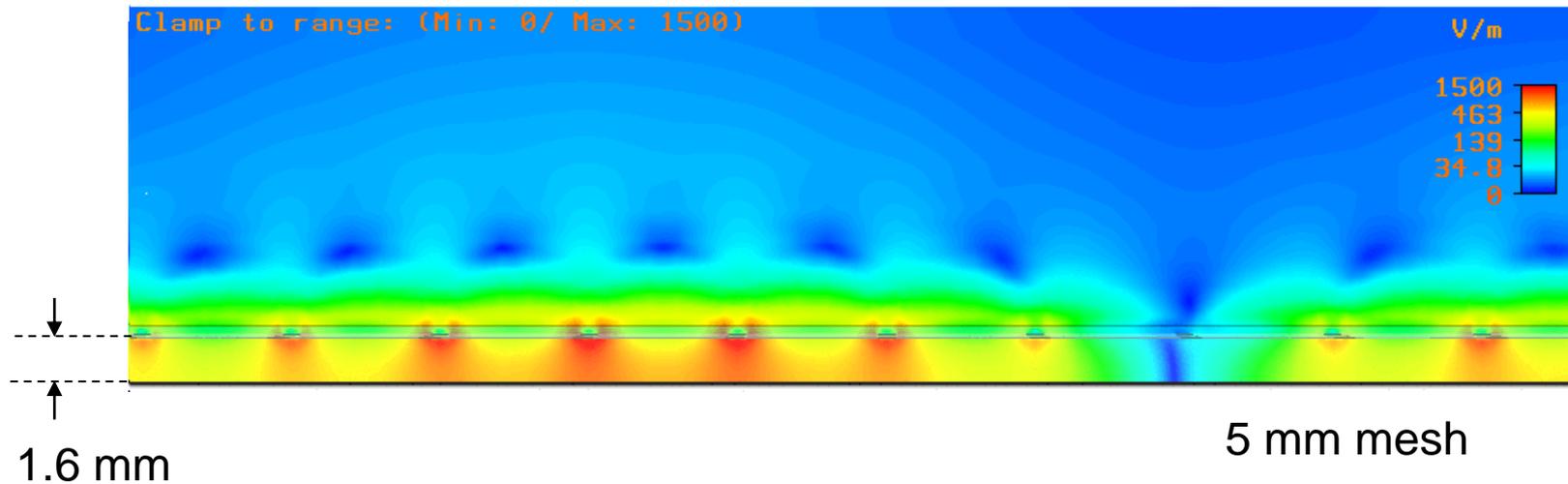
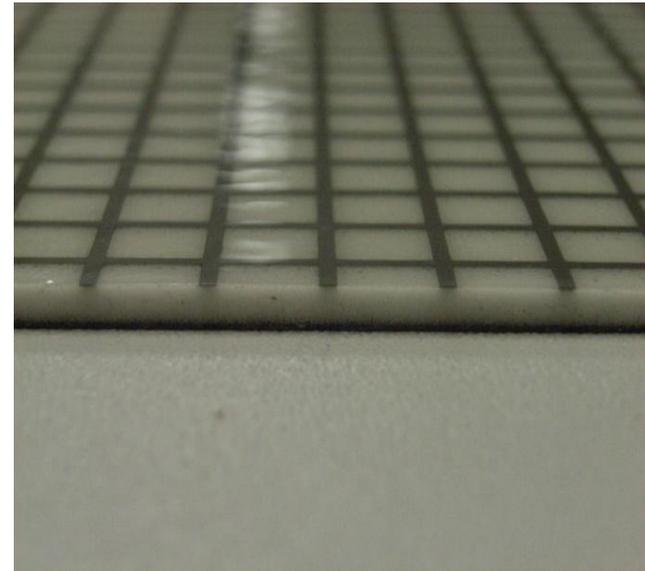
サーフェイス通信給電とは

シート状媒体を伝播する電磁波で信号と電力を伝送



東京大学、セルクロス

シート状伝送路の構造 ～面の構造はシンプル



「置けばつながる」LAN

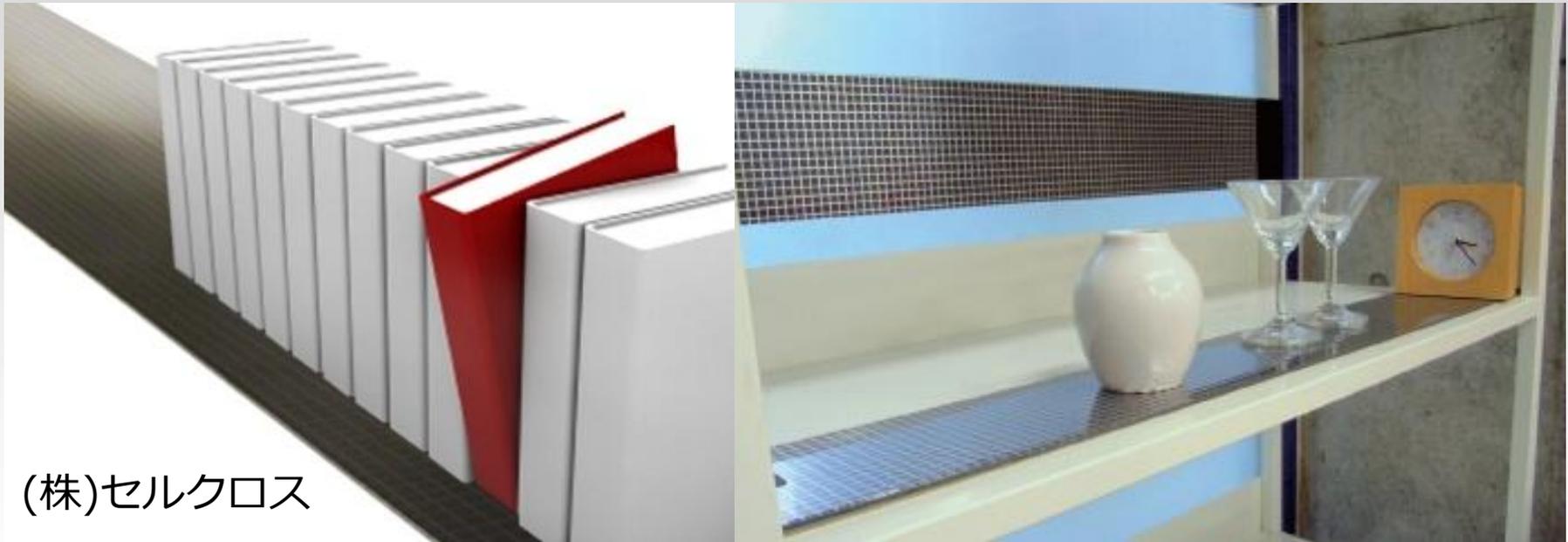
LAN シート (株)イトーキ



NTTデータ
「次世代パイロットオフィス構築プロジェクト」



RFID タグの読み取り



(株)セルクロス

面に近接したタグを確実に読み取る

シート状伝送路による電力伝送（2007）



NICTからの委託で開発

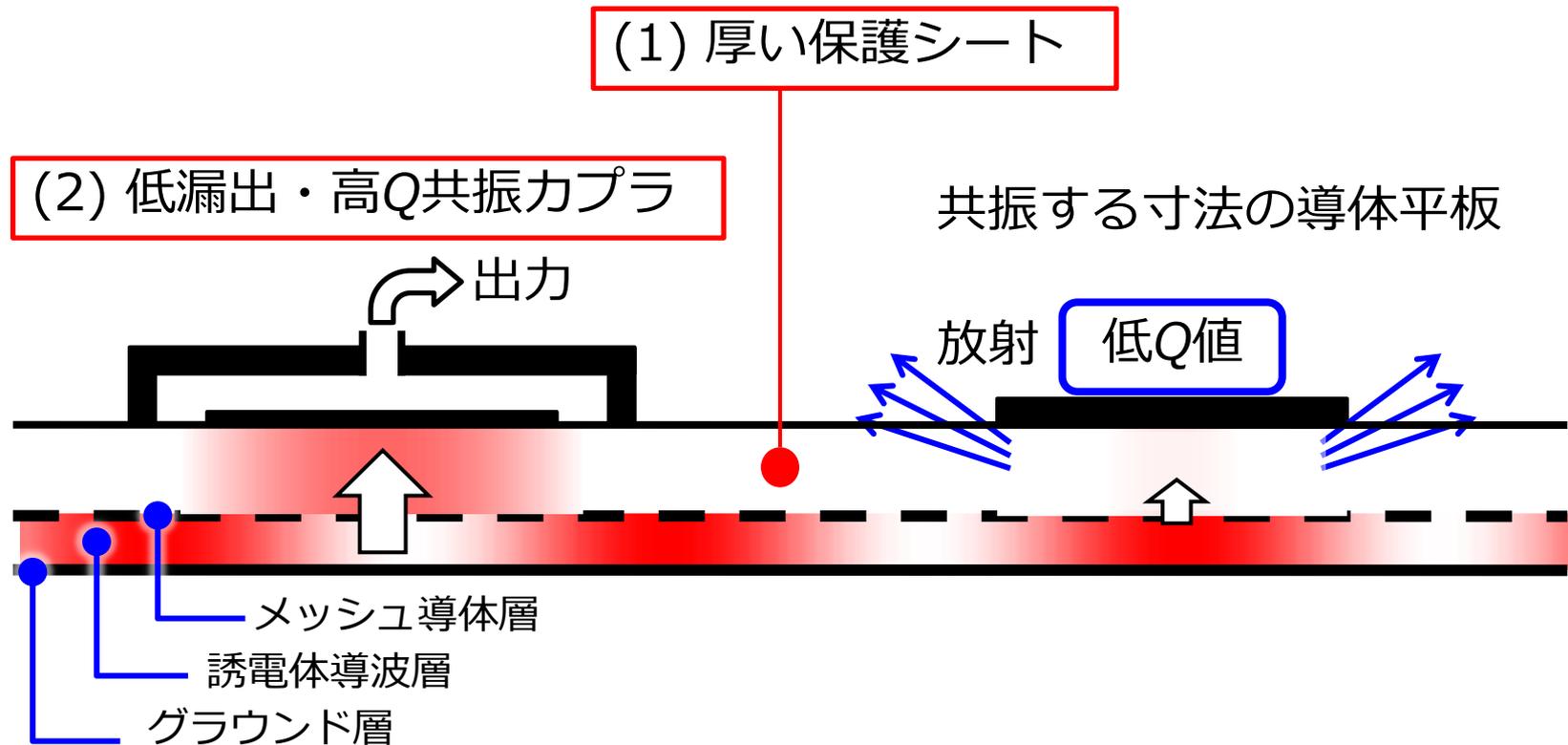
解決すべき問題

1. 電力伝送効率
2. 人体に対する安全性
3. 周囲の電子機器への影響

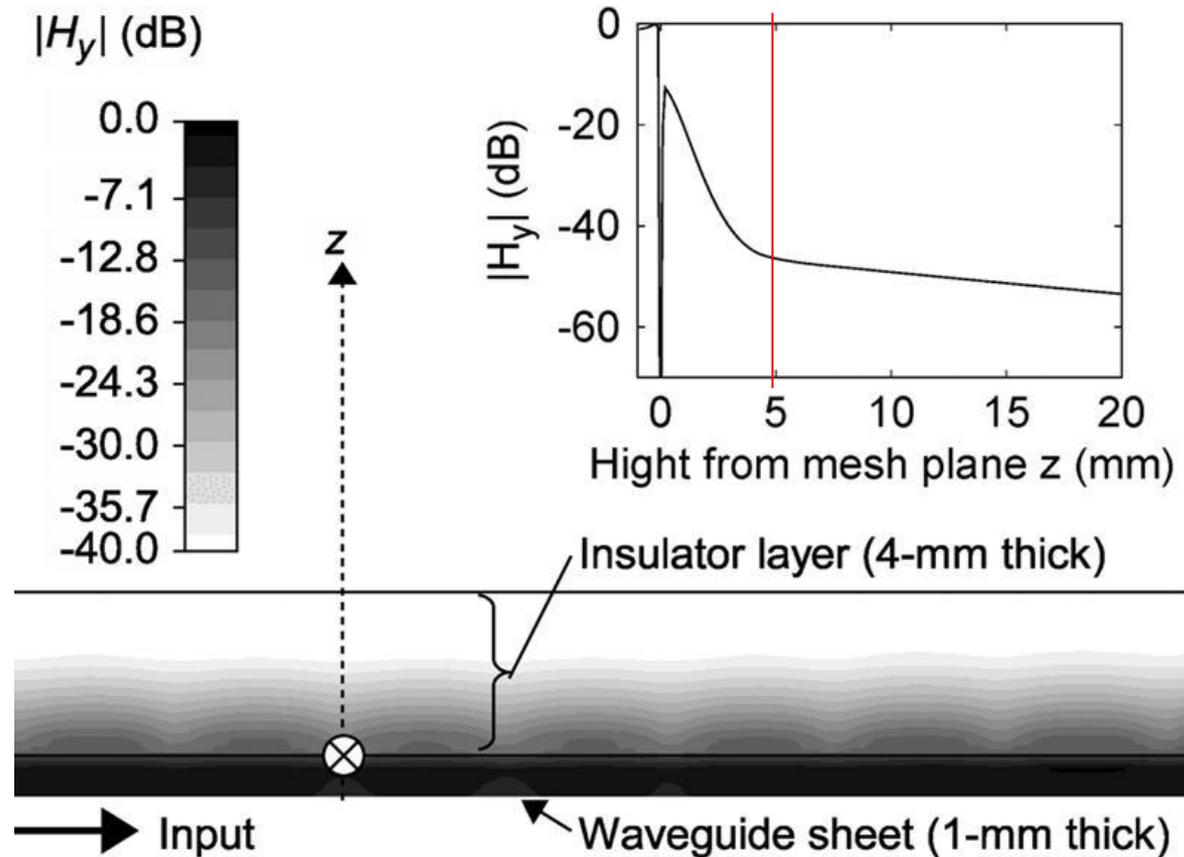


厚い保護層の導入による選択的結合（安全な給電）

- 電磁場が弱く染み出すシートに対して、電磁場を閉じ込める特殊構造をもつカプラのみが強く電磁結合できる
- 一般物体と専用カプラのQ値のコントラストによって伝送可能電力を増大

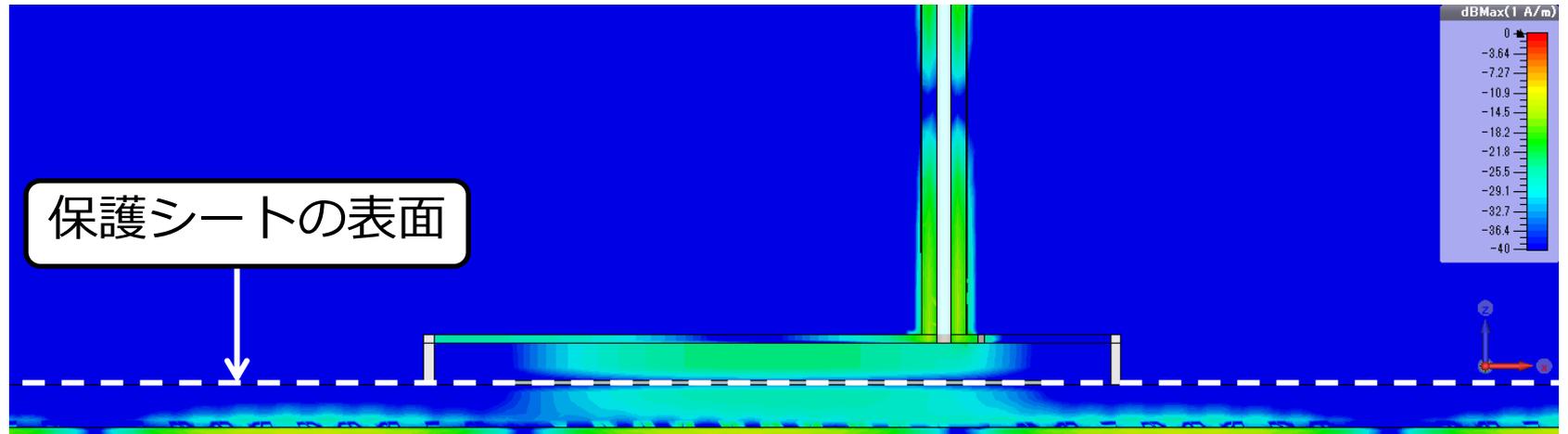
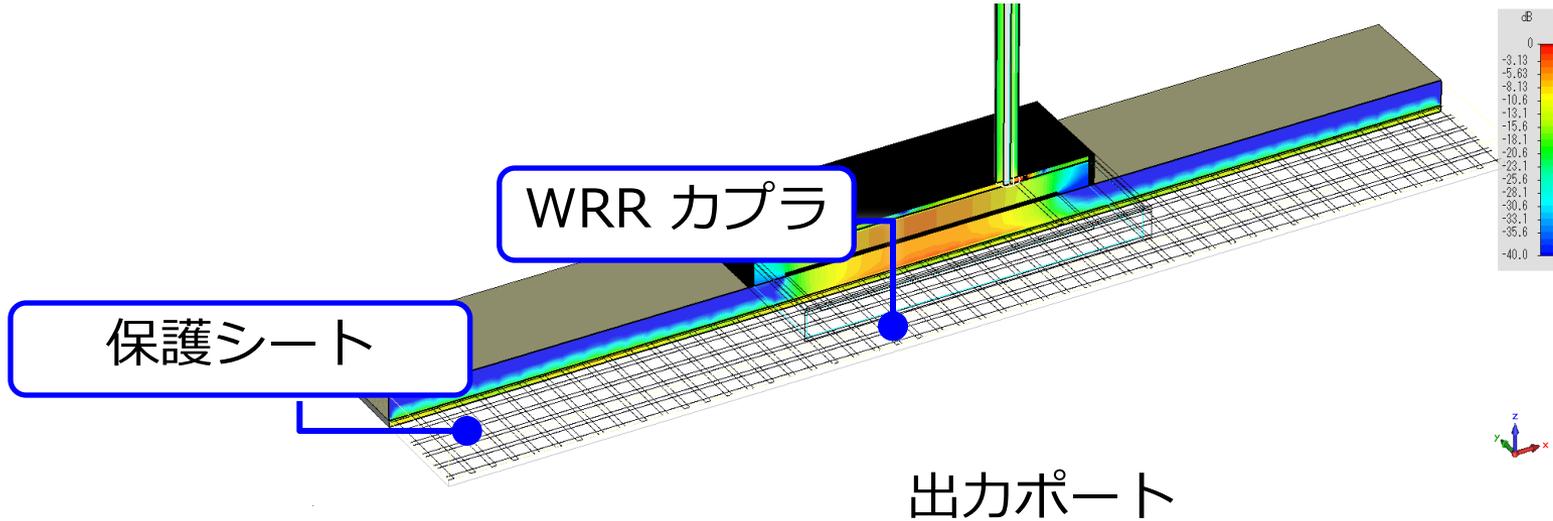


4mm 厚保護シート表面の磁界は、通信シート内部磁界の -45dB 以下



Akihito Noda and Hiroyuki Shinoda (2011)

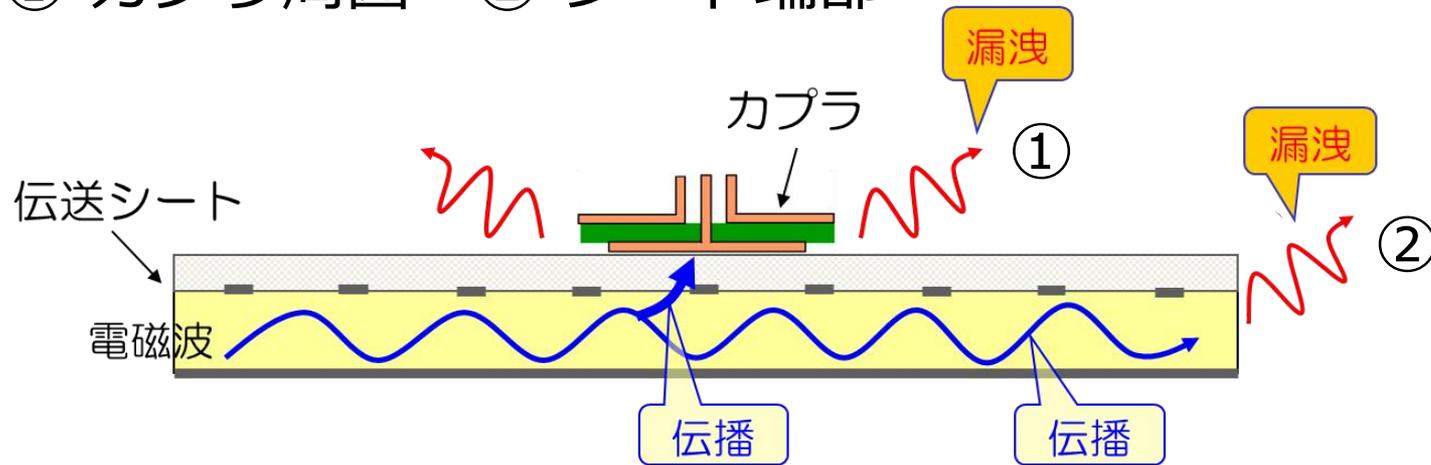
シートに近接し、非放射・高Q共振する WRRカプラ



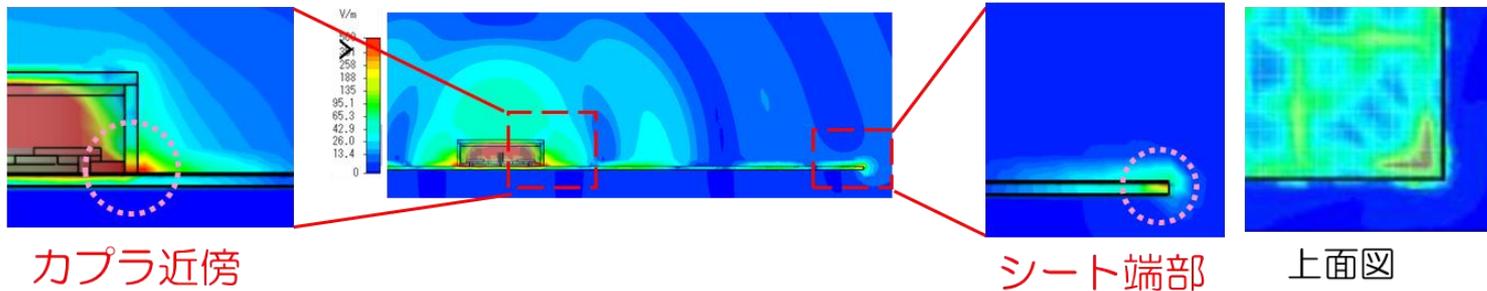
Akihito Noda and Hiroyuki Shinoda (2011)

電磁界漏洩箇所は**構造の不連続部**

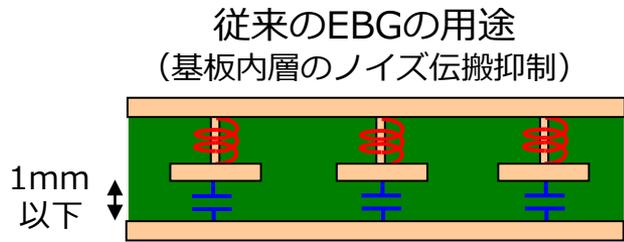
- ① カプラ周囲
- ② シート端部



従来シート構造での電磁界シミュレーション結果(断面図)



EBG構造でカプラ周囲からの電磁界漏洩を防ぐ (NEC)



パッチの対向電極：プレーン形状
パッチ電極-対向電極の距離：1mm以下
電極間の比誘電率：4.5 (FR4)

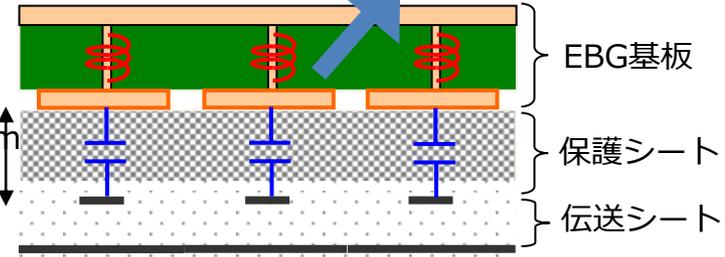
シートに適用



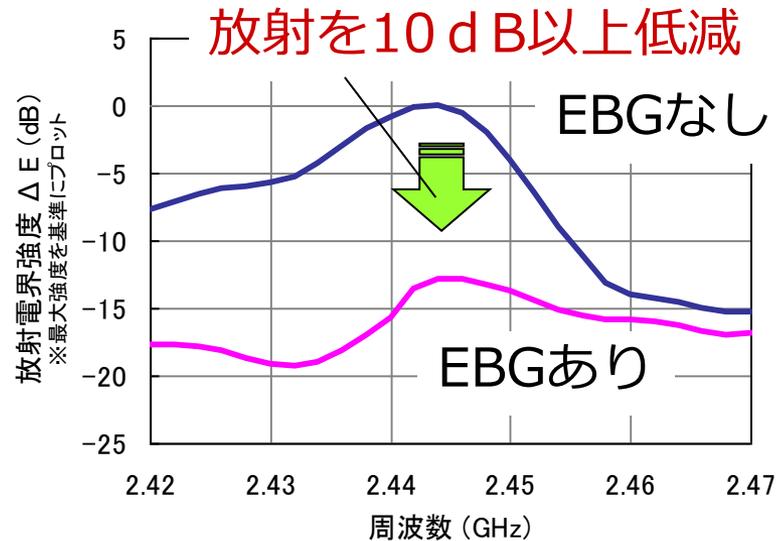
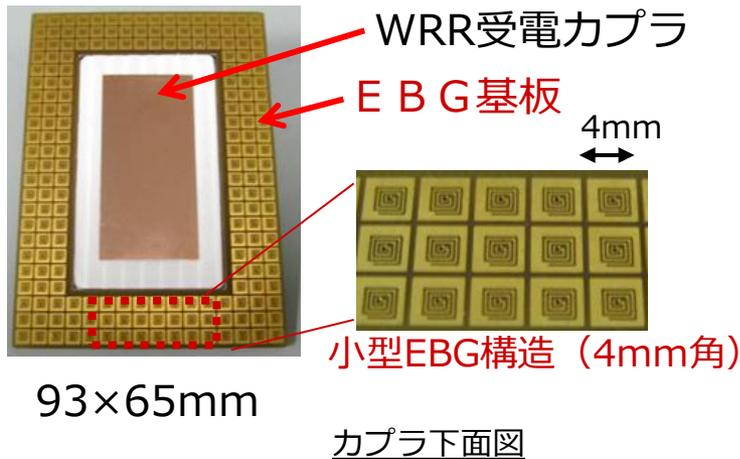
Cの減少

(電極小、誘電率減、間隔減)

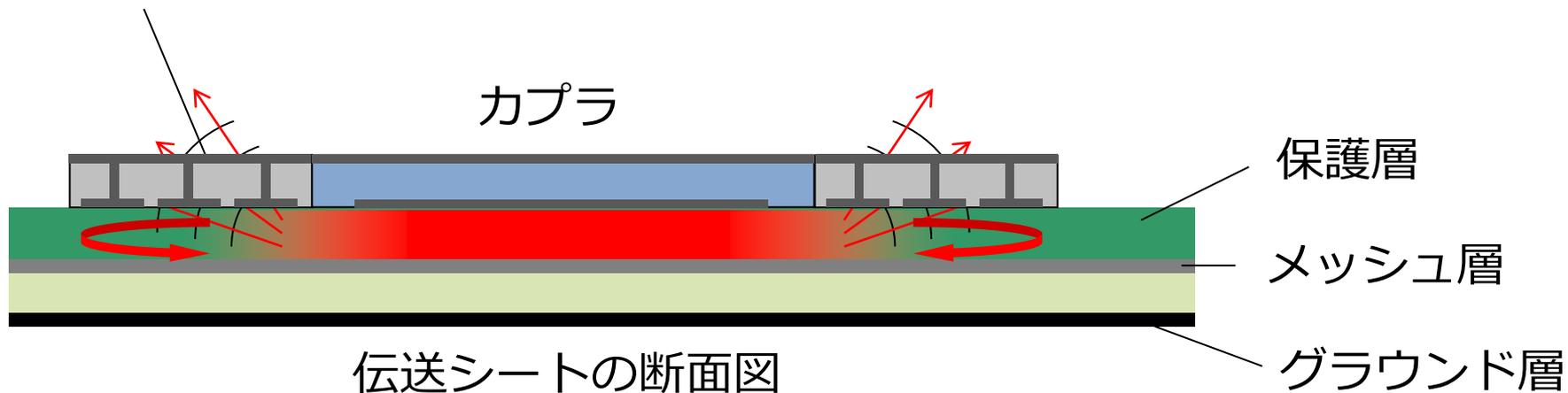
Cの減少をL増加で補う



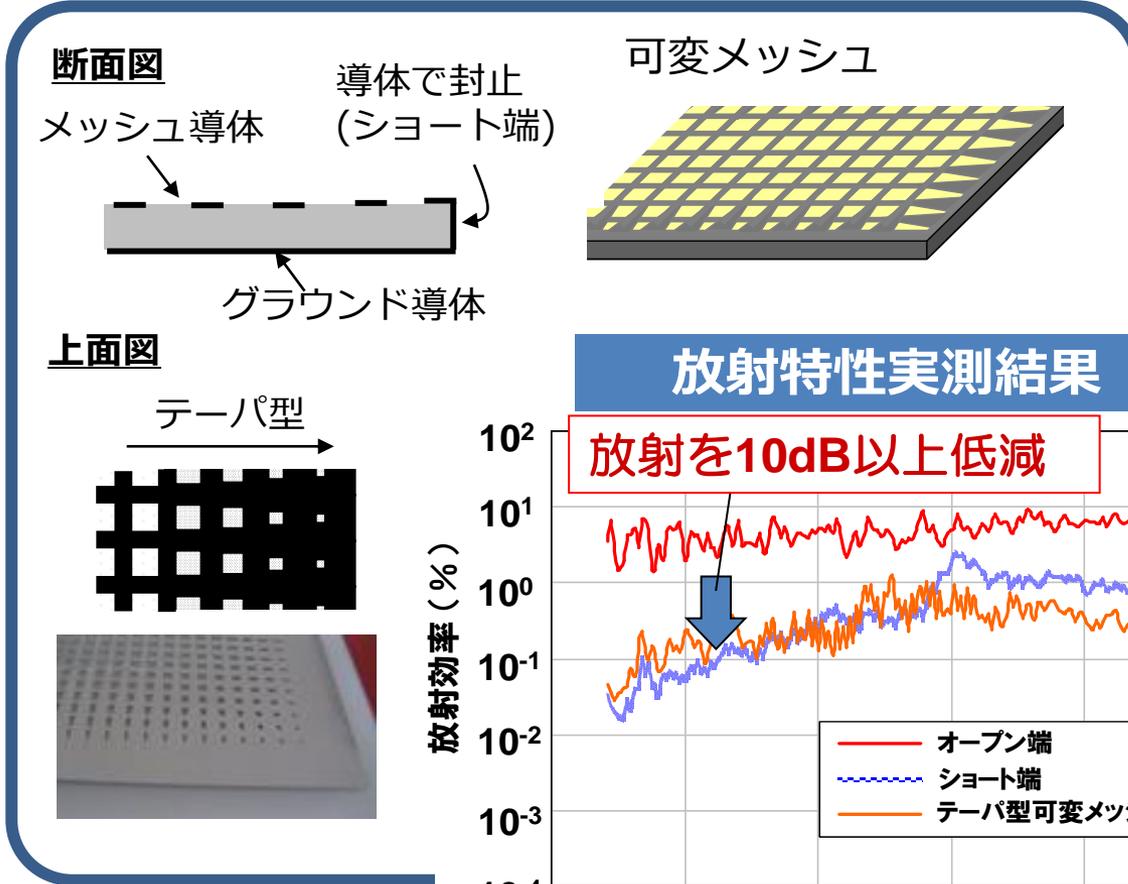
パッチの対向電極：メッシュ形状
パッチ電極-対向電極の距離：4mm
電極間の比誘電率：1.1



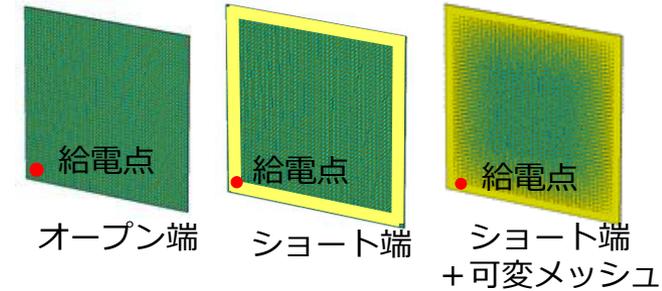
EBG 構造 (2010)



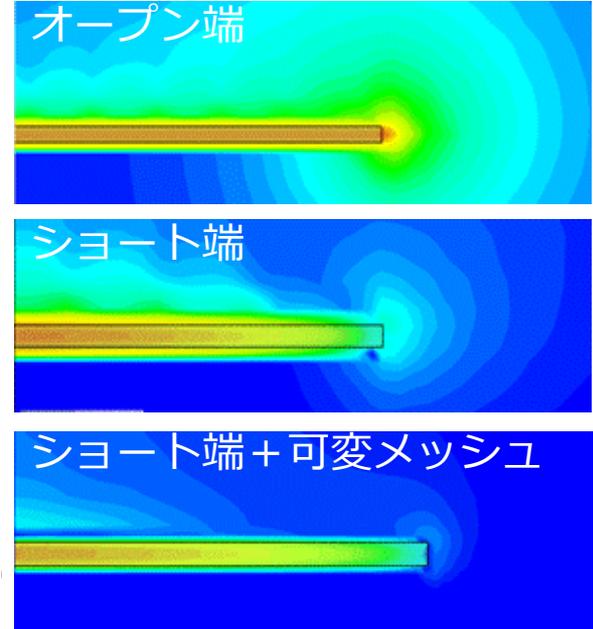
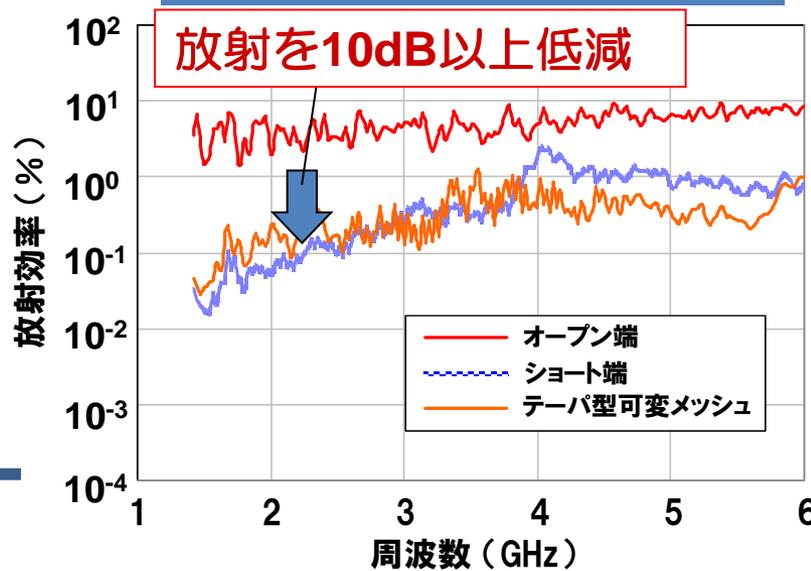
シート端の工夫 ～可変メッシュ～ (NEC)



電界分布 (シミュレーション)

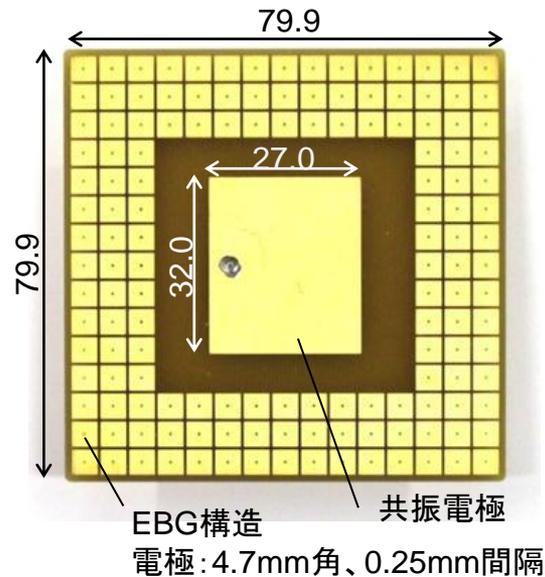


放射特性実測結果

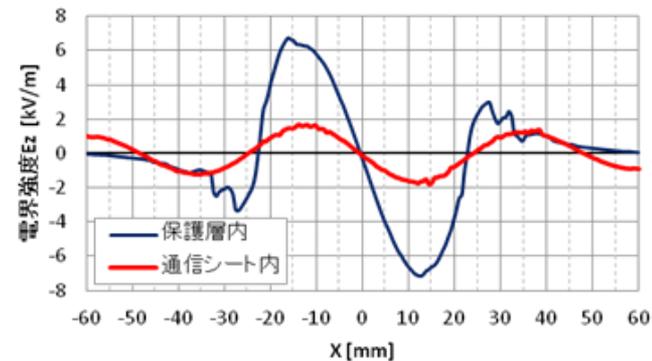
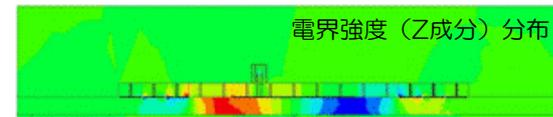
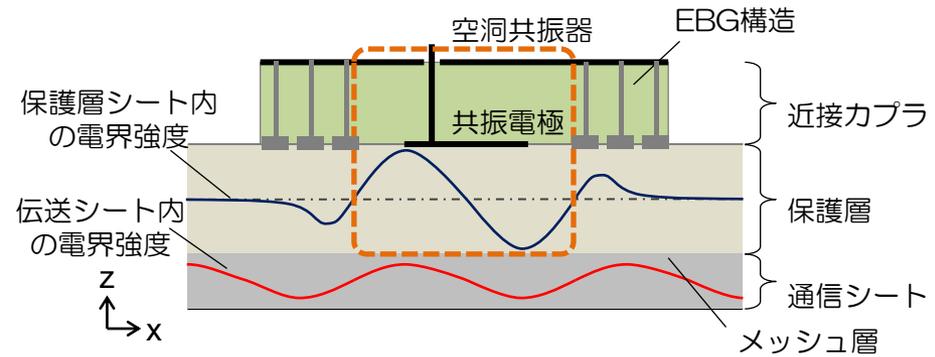


通信用カプラの開発（セルクロス）

- 同一のシートで給電と通信を共存
- EBG構造で取り囲むことによって保護シートからの電波漏洩を抑制すると共に空洞共振器を形成する
- 共振器内に蓄積されたエネルギーはメッシュ層を通じて伝送シート内へと伝達される。



*カプラ厚み: 3.0mm 誘電体比誘電率: 4.2



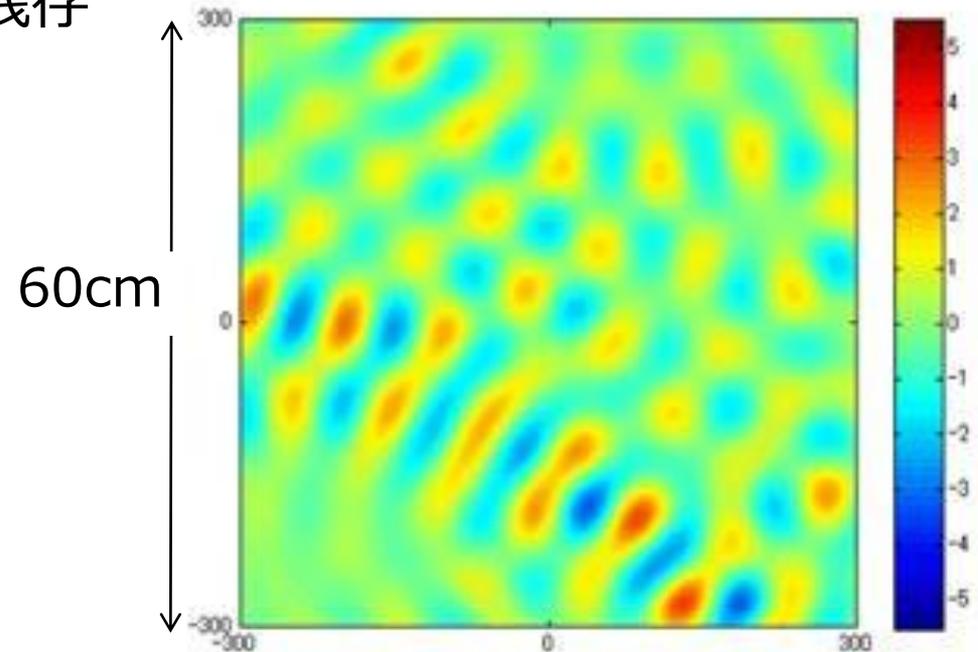
保護シートおよび伝送シートの中間高さにおける電界強度（Z成分）

保護シート内の電界強度はEBG構造により急激に減衰するのに対し伝送シート内では減衰なく伝達されていることがわかる。

伝送シート内に生ずる定在波

シート内での平面波減衰は
1 dB/m (アルミ抵抗損失)
放出された電波は 10ns 残存

2.4GHz

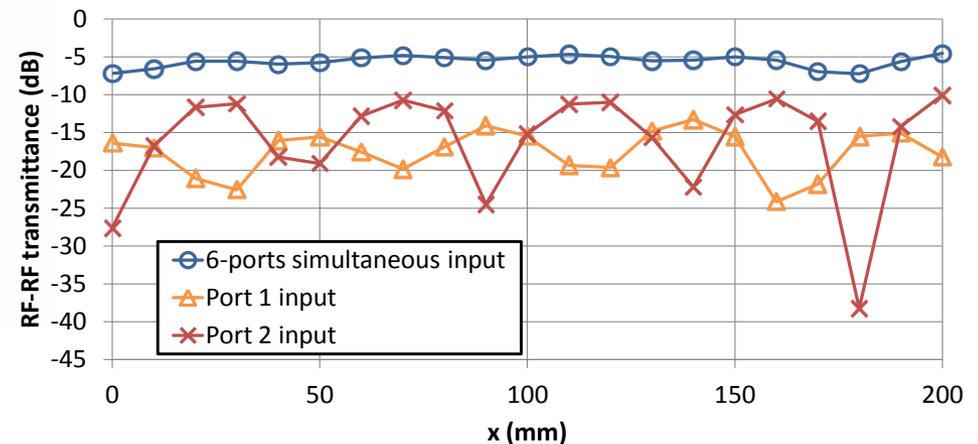
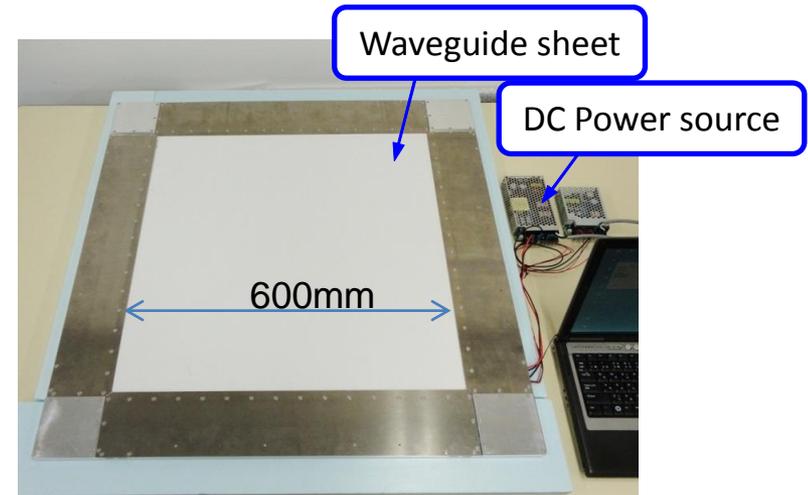
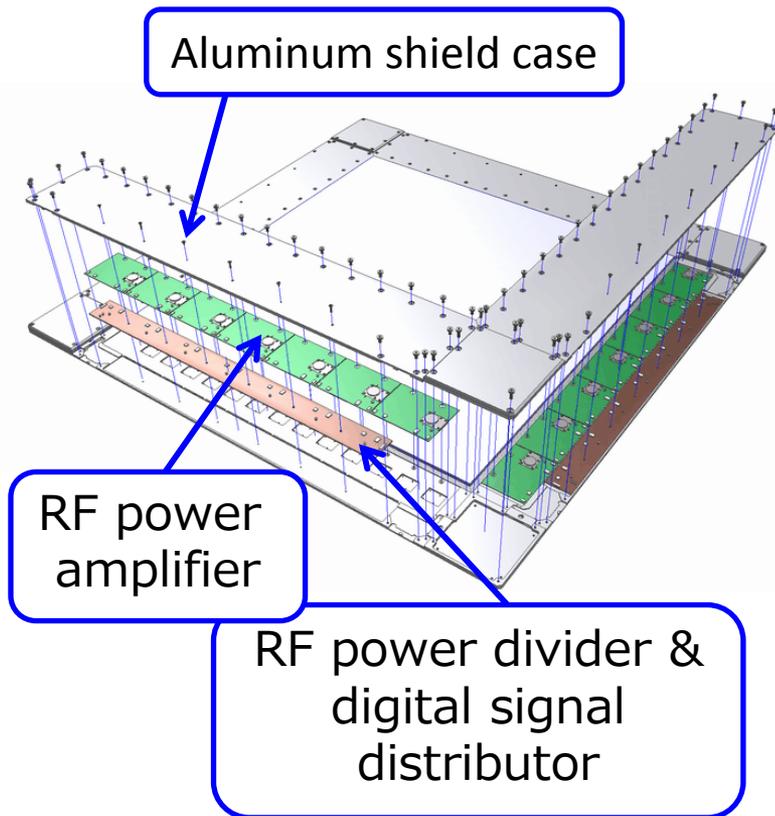


伝送シート内電界の例

マルチポイント給電

伝送効率の位置依存性の解消

定在波ピーク位置を複数ポートで制御する（最適な入力ポートと位相を選択）



カプラ位置による伝送効率バラツキの低減

Akihito Noda and Hiroyuki Shinoda (2012)

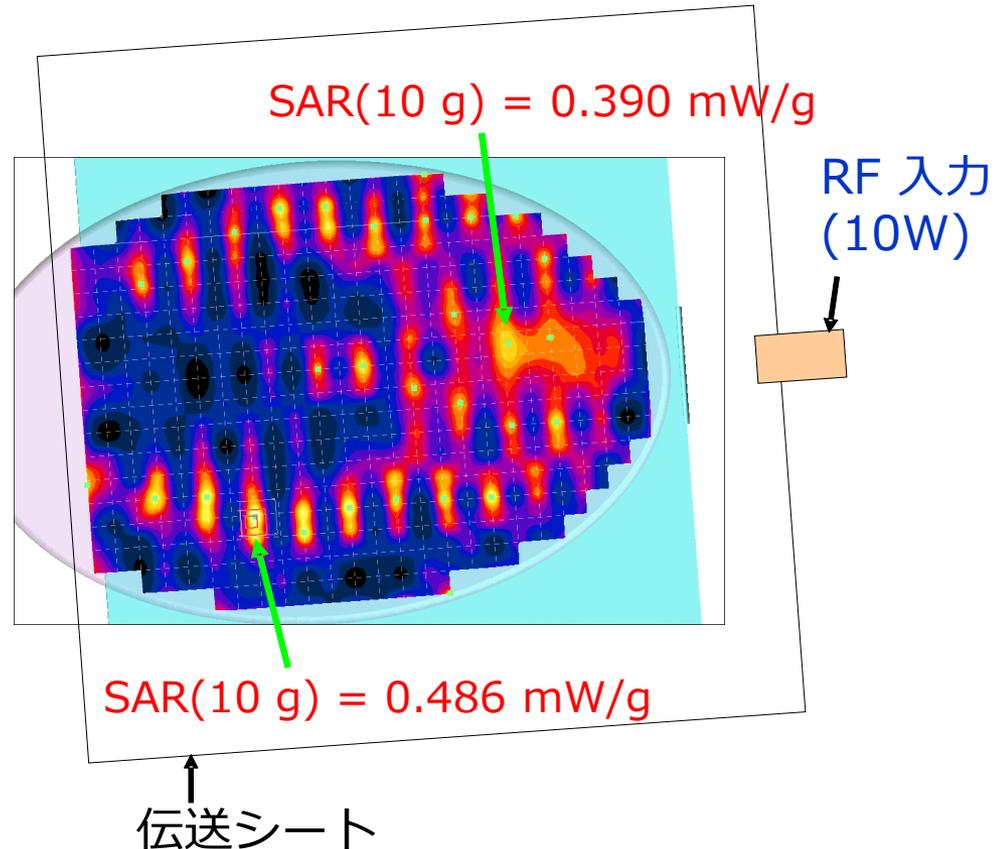
卓上数W程度までの安全な給電が可能

人体が直接接触したときの電磁波吸収は携帯電話以下



■ 平面ファントムでの測定

基準値 2 W/kg
4 W/kg (四肢)



* 計測 - NECエンジニアリング

EMIの評価

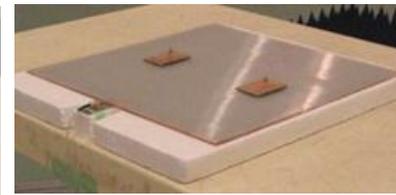
- シートサイズ、搭載物の影響
 - 搭載物の個数大、および伝送シートサイズ小で放射レベル増加
 - 最悪条件で16.2dB増加
- 可とう性伝送シートの評価
 - シートを平面に広げて置いた場合に比べ、半径200mmで曲げて置いた場合放射レベルが約3~7 dB増加 (デスクマット以外の用途)



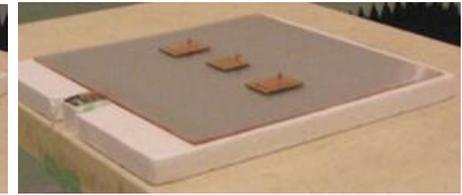
搭載物なし



EBG付きカップラ1個
4dB増加



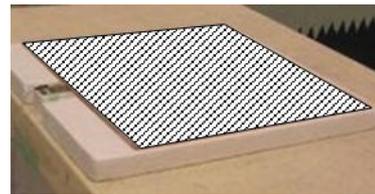
EBG付きカップラ2個
10dB増加



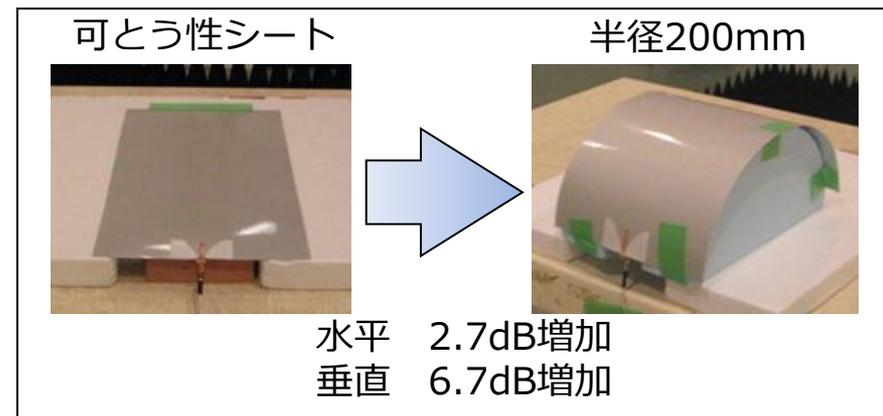
EBG付きカップラ3個
10.8dB増加



ノートPC
13dB増加



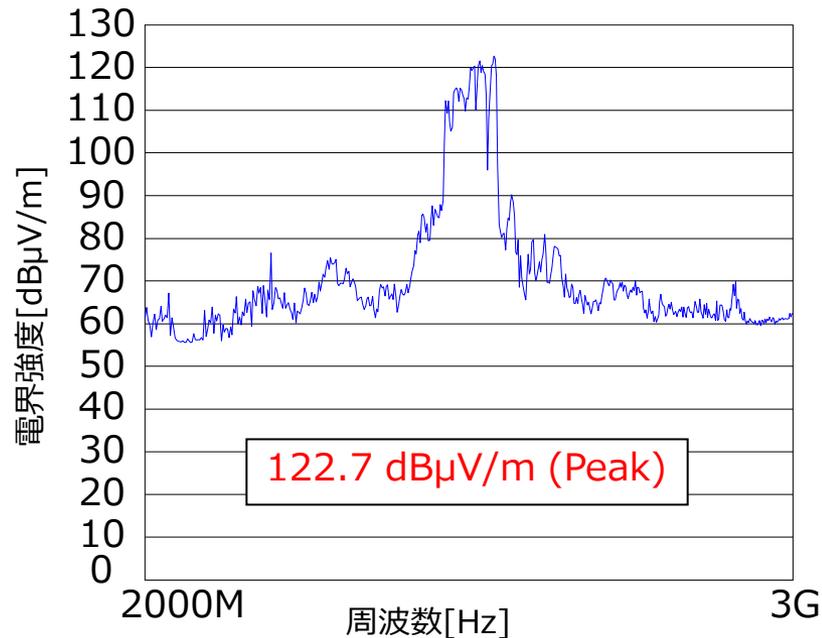
全面アルミ板
16.2dB増加



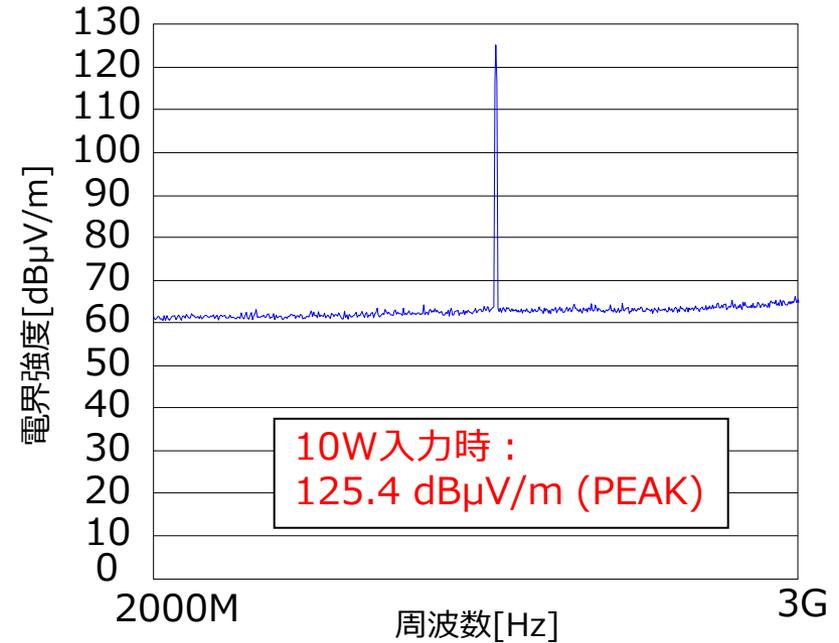
電子レンジとの比較（参考）

- 10W 入力時 3 mでの放射電界強度は、最新型の電子レンジと同程度
- 電子レンジと異なり、妨害を与える周波数の制御が可能

調査した4社の最新型電子レンジのうち
最も放射が小さかったもの (600W)



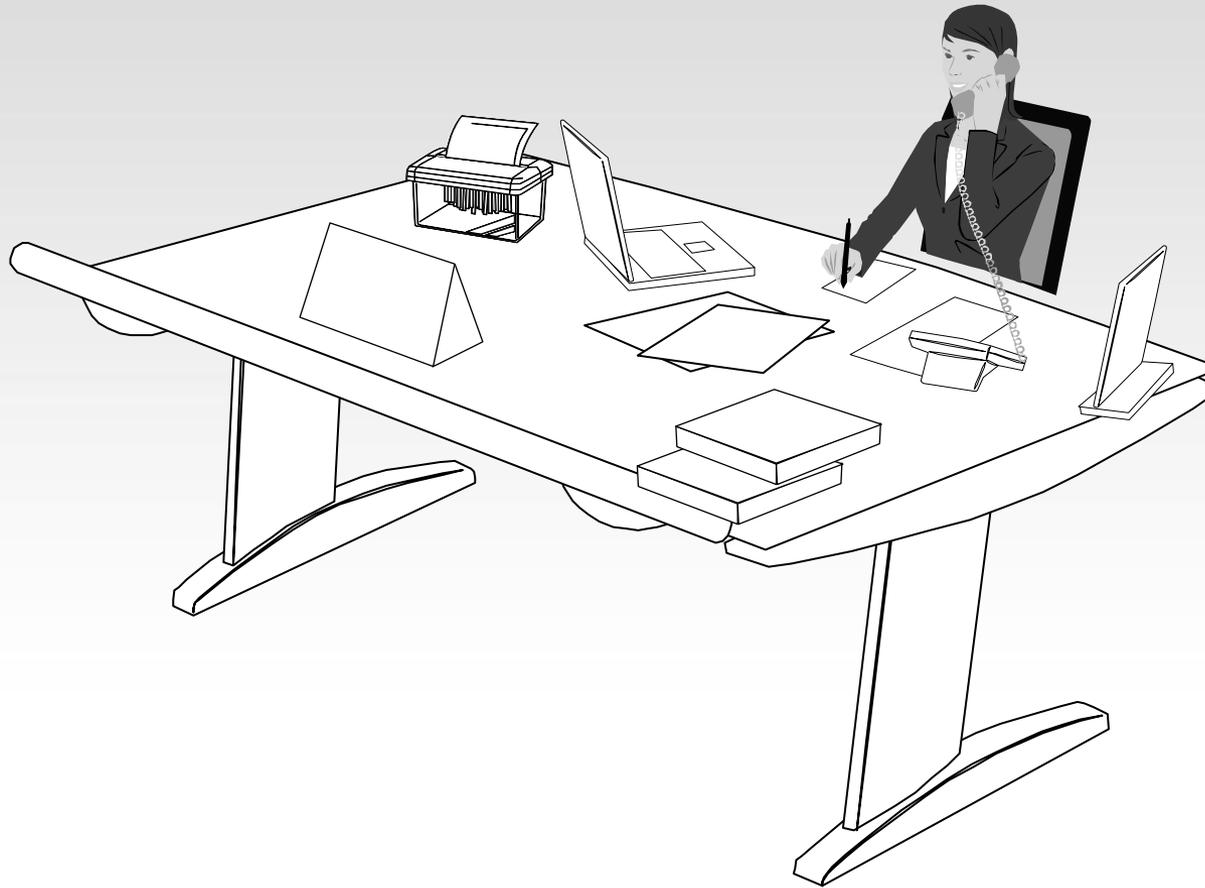
伝送シートに 給電している時の放射
(シート上に何も存在しない場合)



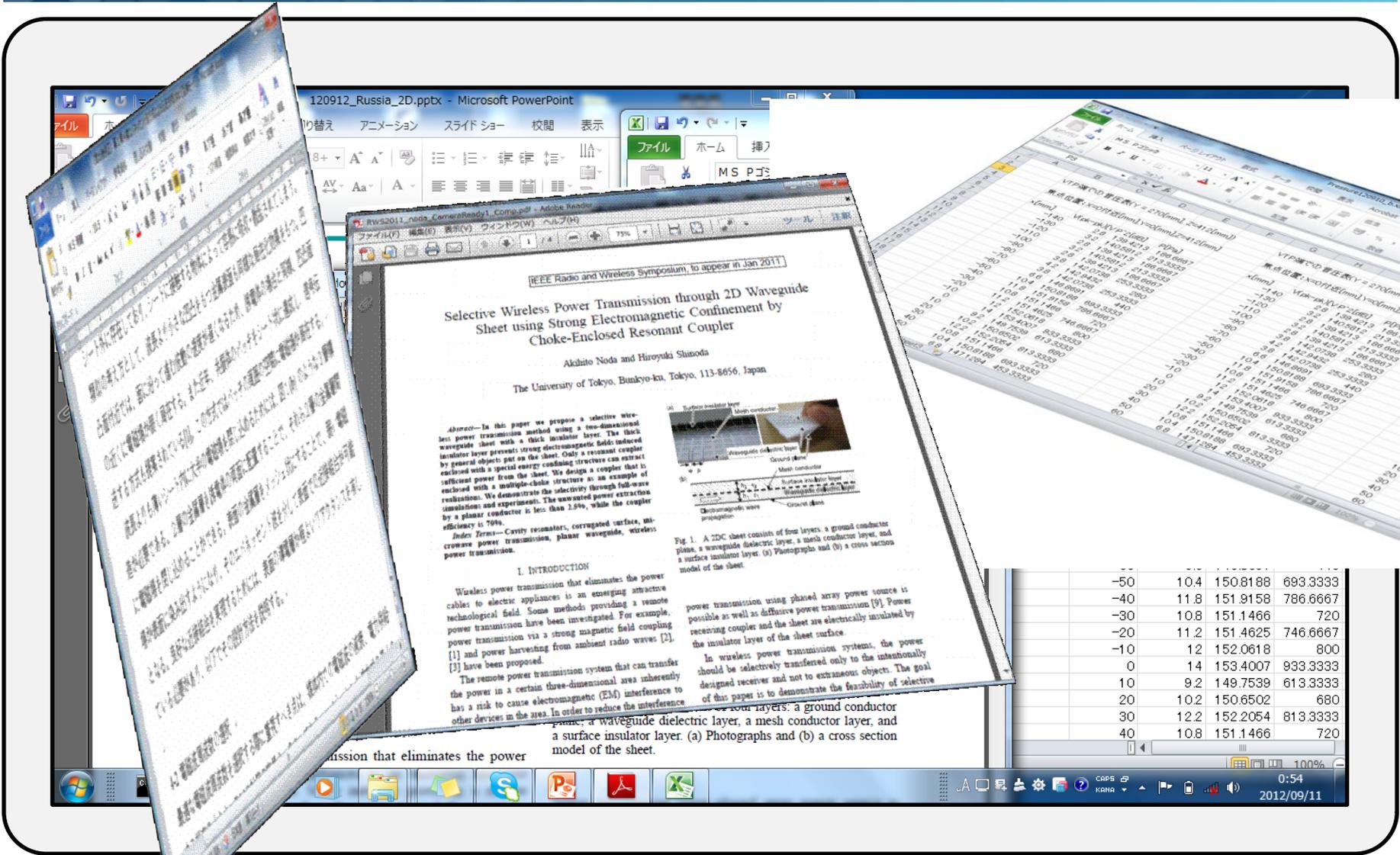
※各周波数での最大値をプロット

面全体で 給電・信号伝送できると可能になること

- ・なんでも動くようになる
- ・遮蔽のない高速伝送路を確保



マルチディスプレイは便利



IEEE Radio and Wireless Symposium, to appear in Jan 2011

Selective Wireless Power Transmission through 2D Waveguide Sheet using Strong Electromagnetic Confinement by Choke-Enclosed Resonant Coupler

Akihito Noda and Hiroyuki Shinoda
The University of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-8656, Japan

Abstract—In this paper we propose a selective wireless power transmission method using a two-dimensional waveguide sheet with a thick insulator layer. The thick insulator layer prevents strong electromagnetic field induced by general objects put on the sheet. Only a resonant coupler enclosed with a special energy confining structure can extract sufficient power from the sheet. We design a coupler that is enclosed with a multiple-choke structure as an example of realization. We demonstrate the selectivity through full-wave simulations and experiments. The unwanted power extraction by a planar conductor is less than 2.5%, while the coupler efficiency is 79%.

Index Terms—Cavity resonator, corrugated surface, microwave power transmission, planar waveguide, wireless power transmission.

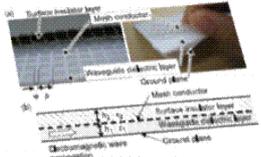


Fig. 1. A 2DC sheet consists of four layers: a ground conductor plane, a waveguide dielectric layer, a mesh conductor layer, and a surface insulator layer. (a) Photographs and (b) a cross section model of the sheet.

I. INTRODUCTION

Wireless power transmission that eliminates the power cables to electric appliances is an emerging attractive technological field. Some methods providing a remote power transmission have been investigated. For example, power transmission via a strong magnetic field coupling [1] and power harvesting from ambient radio waves [2], [3] have been proposed.

The remote power transmission system that can transfer the power in a certain three-dimensional area inherently has a risk to cause electromagnetic (EM) interference to other devices in the area. In order to reduce the interference

power transmission using phased array power source is possible as well as diffusive power transmission [4]. Power receiving coupler and the sheet are electrically insulated by the insulator layer of the sheet surface.

In wireless power transmission system, the power should be selectively transferred only to the intentionally designed receiver and not to extraneous objects. The goal of this paper is to demonstrate the feasibility of selective

power transmission using phased array power source is possible as well as diffusive power transmission [4]. Power receiving coupler and the sheet are electrically insulated by the insulator layer of the sheet surface.

In wireless power transmission system, the power should be selectively transferred only to the intentionally designed receiver and not to extraneous objects. The goal of this paper is to demonstrate the feasibility of selective

VRPでの存在条件 Y = 270[mm], Z = 412[mm]			
X[mm]	VRPでの存在条件 Y = 270[mm], Z = 412[mm]	VRPでの存在条件 Y = 270[mm], Z = 412[mm]	VRPでの存在条件 Y = 270[mm], Z = 412[mm]
-140	-130	-120	-110
-130	-120	-110	-100
-120	-110	-100	-90
-110	-100	-90	-80
-100	-90	-80	-70
-90	-80	-70	-60
-80	-70	-60	-50
-70	-60	-50	-40
-60	-50	-40	-30
-50	-40	-30	-20
-40	-30	-20	-10
-30	-20	-10	0
-20	-10	0	10
-10	0	10	20
0	10	20	30
10	20	30	40
20	30	40	50
30	40	50	60
40	50	60	70
50	60	70	80
60	70	80	90
70	80	90	100
80	90	100	110
90	100	110	120
100	110	120	130
110	120	130	140
120	130	140	150
130	140	150	160
140	150	160	170
150	160	170	180
160	170	180	190
170	180	190	200
180	190	200	210
190	200	210	220
200	210	220	230
210	220	230	240
220	230	240	250
230	240	250	260
240	250	260	270
250	260	270	280
260	270	280	290
270	280	290	300
280	290	300	310
290	300	310	320
300	310	320	330
310	320	330	340
320	330	340	350
330	340	350	360
340	350	360	370
350	360	370	380
360	370	380	390
370	380	390	400
380	390	400	410
390	400	410	420
400	410	420	430
410	420	430	440
420	430	440	450
430	440	450	460
440	450	460	470
450	460	470	480
460	470	480	490
470	480	490	500
480	490	500	510
490	500	510	520
500	510	520	530
510	520	530	540
520	530	540	550
530	540	550	560
540	550	560	570
550	560	570	580
560	570	580	590
570	580	590	600
580	590	600	610
590	600	610	620
600	610	620	630
610	620	630	640
620	630	640	650
630	640	650	660
640	650	660	670
650	660	670	680
660	670	680	690
670	680	690	700
680	690	700	710
690	700	710	720
700	710	720	730
710	720	730	740
720	730	740	750
730	740	750	760
740	750	760	770
750	760	770	780
760	770	780	790
770	780	790	800
780	790	800	810
790	800	810	820
800	810	820	830
810	820	830	840
820	830	840	850
830	840	850	860
840	850	860	870
850	860	870	880
860	870	880	890
870	880	890	900
880	890	900	910
890	900	910	920
900	910	920	930
910	920	930	940
920	930	940	950
930	940	950	960
940	950	960	970
950	960	970	980
960	970	980	990
970	980	990	1000

-50	10.4	150.8188	693.3333
-40	11.8	151.9158	786.6667
-30	10.8	151.1466	720
-20	11.2	151.4625	746.6667
-10	12	152.0618	800
0	14	153.4007	933.3333
10	9.2	149.7539	613.3333
20	10.2	150.6502	680
30	12.2	152.2054	813.3333
40	10.8	151.1466	720

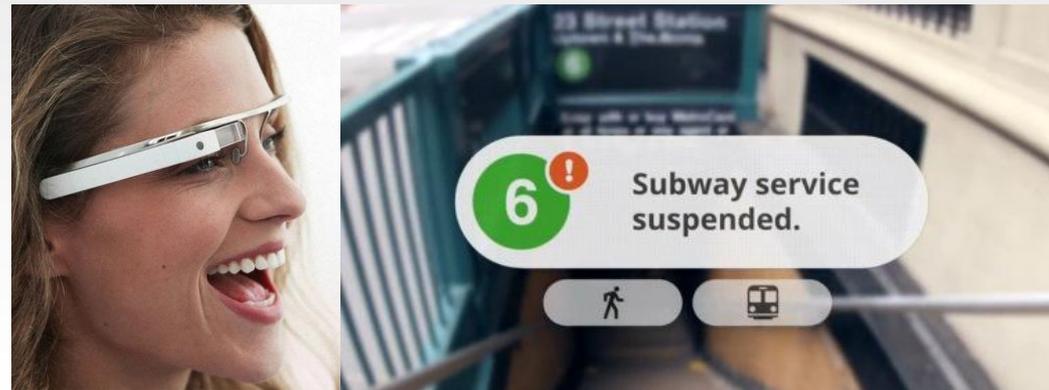
リアルタイムカレンダー、情報を表示できるコップ



1. 「分身」「有能な秘書」を携帯する



2. ウェアラブル+AR



Google Project Glass

3. 環境を賢くする