

# UHF帯RFIDの期待される応用のトップ2



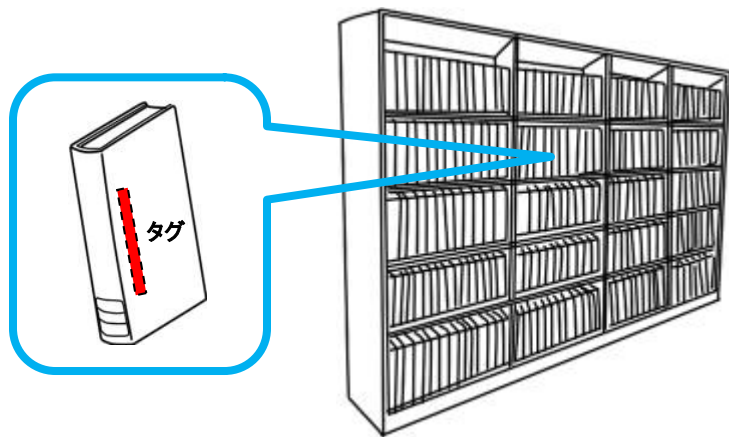
No.1 アパレル



No.2 図書館

- ・長時間を要する棚卸作業時間の短縮
- ・EAS(Electronic Article Surveillance)、持ち出し禁止
- ・自動レジ、自動貸し出し

# 図書館でのRFID



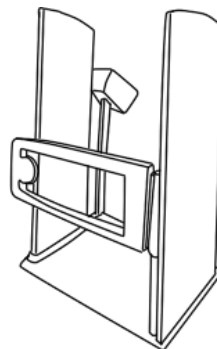
リーダ/ライタ



長時間を要する棚卸  
作業時間の短縮



自動貸し出し



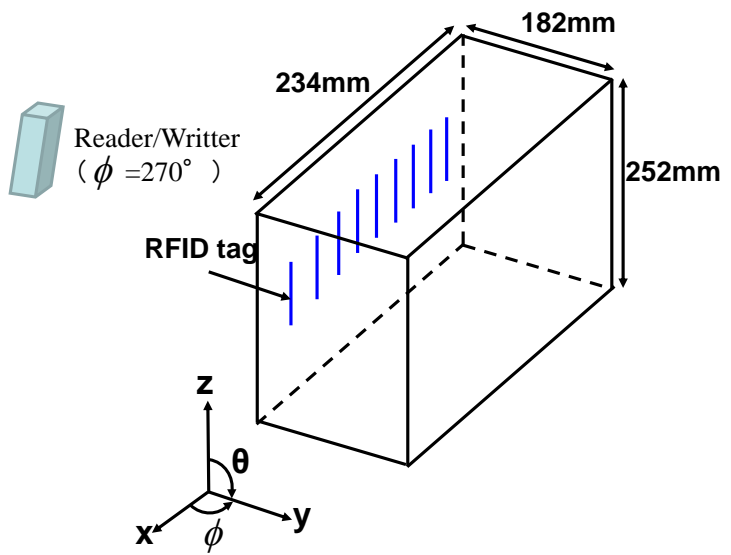
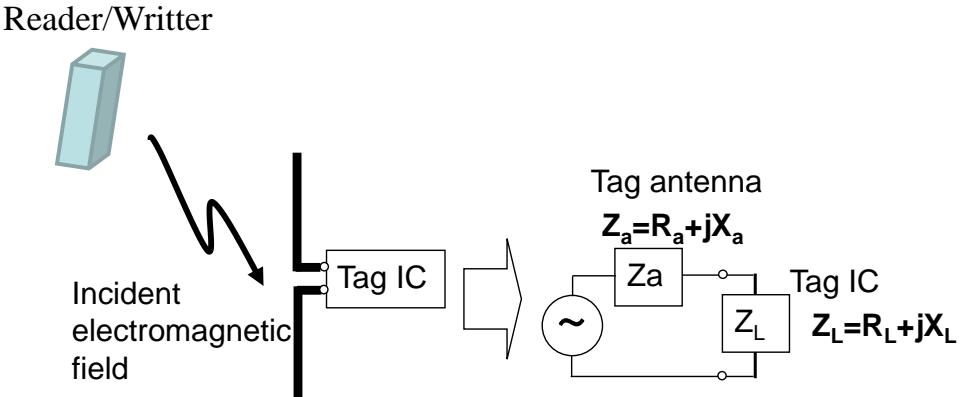
持ち出し禁止

**実用化されているが、読み取りエラーが起こるなど課題も多い**

・例えば、吹田市立図書館総合システム構築運用等業務に関する提案募集要項,  
[http://www.lib.suita.osaka.jp/?page\\_id=125](http://www.lib.suita.osaka.jp/?page_id=125), March 2016.

・後藤敏行, "図書館におけるRFID業務の課題: 導入館への質問紙調査から," 図書館界, vol.64, no.3,  
pp.190-203, Sept. 2012.

# 評価指標



## ・最大読み取り距離 (フリスの公式)

$$R_{\max} = \frac{\lambda}{4\pi} \sqrt{\frac{P_t G_t G_r \tau}{P_{th}}}$$

## ・電力伝達係数

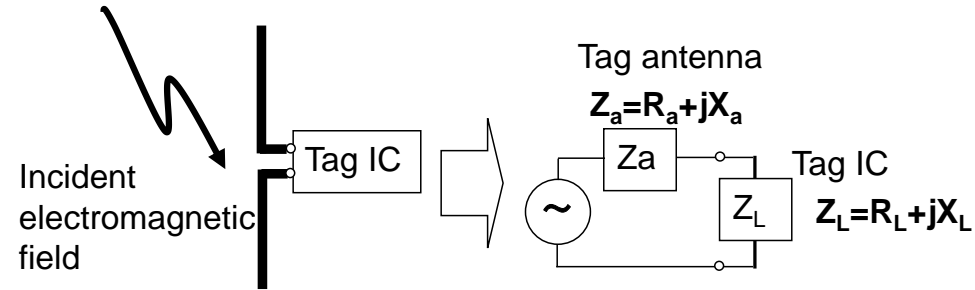
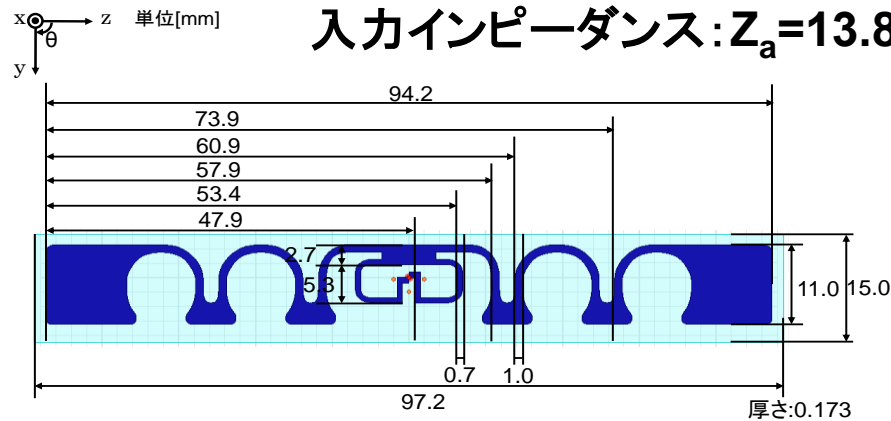
$$\tau = \frac{4R_L R_a}{|Z_L + Z_a|^2}$$

## ・最大読み取り距離比

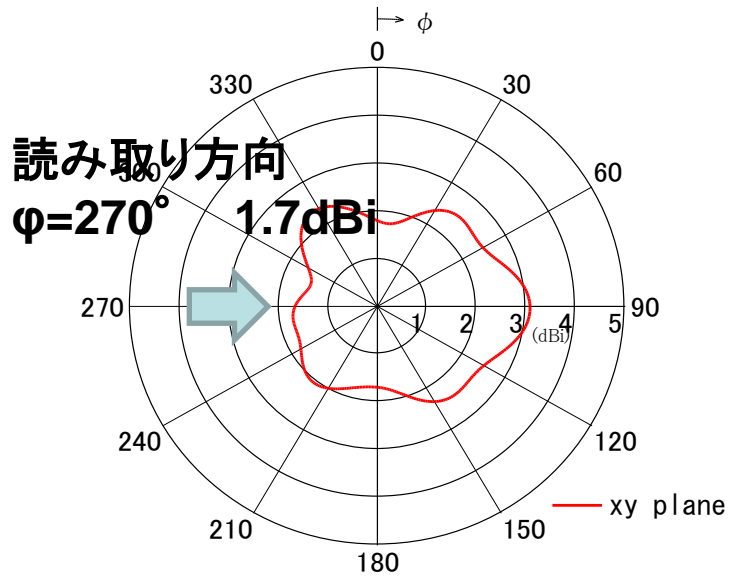
$R_m$ :  
 $m$ は1~ $M$ の整数で、アレー化された各タグを区別するインデックス。埋め込み媒質よる特性変化も含む  
 $R_0$ : 単体、自由空間での読み取り距離 ( $\tau_0=1$ )

$$\frac{R_m}{R_0} = \frac{\frac{\lambda}{4\pi} \sqrt{\frac{P_t G_t G_{rm} \tau_m}{P_{th}}}}{\frac{\lambda}{4\pi} \sqrt{\frac{P_t G_t G_{r0} \tau_0}{P_{th}}}} = \sqrt{\frac{G_{rm} \tau_m}{G_{r0} \tau_0}}$$

# RFIDタグ単体の特性



$$Z_L = Z_a^* \text{ と仮定し、} \tau_0 = 1$$



アンテナ利得(xy面)

電磁界解析(HFSS)

・最大読み取り距離比

$$\frac{R_m}{R_0} = \sqrt{\frac{G_{rm} \tau_m}{G_{r0} \tau_0}}$$

(実測によるRFID単体時の読み取り距離:  $R_0 = 182\text{cm}$ )

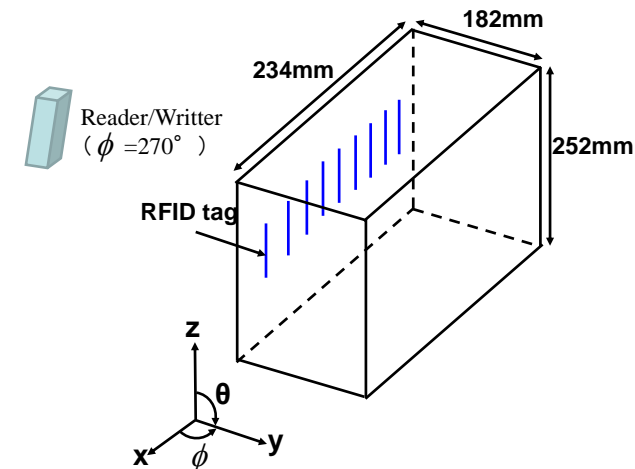
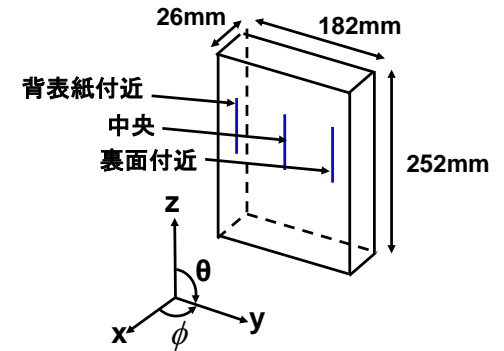
# 研究目的

電磁界解析と実験により、書籍に貼付されたUHF帯RFIDダイポールタグの

アンテナ利得(損失を含む)の角度特性、  
電力伝達係数(整合特性)、  
読み取り距離比の角度特性

を示す

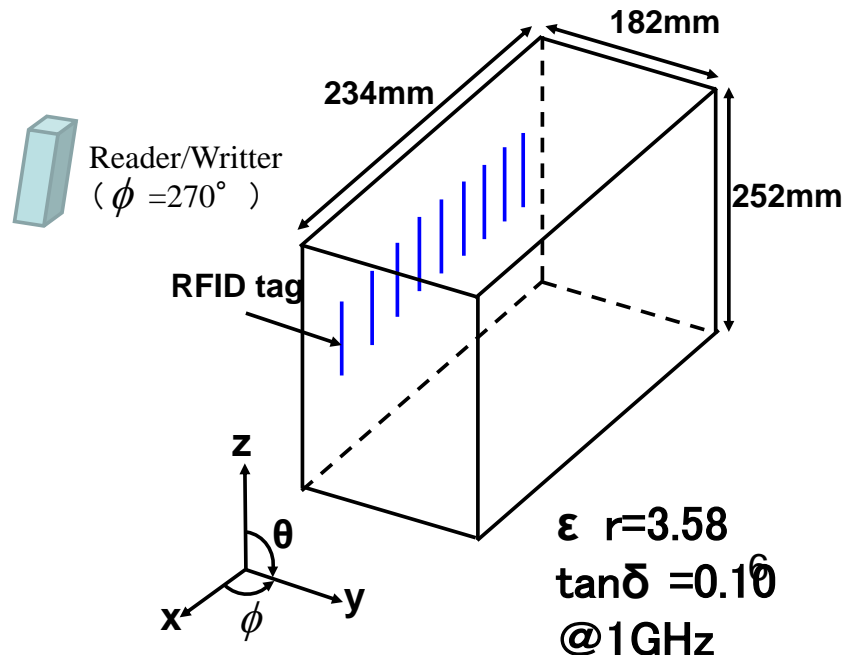
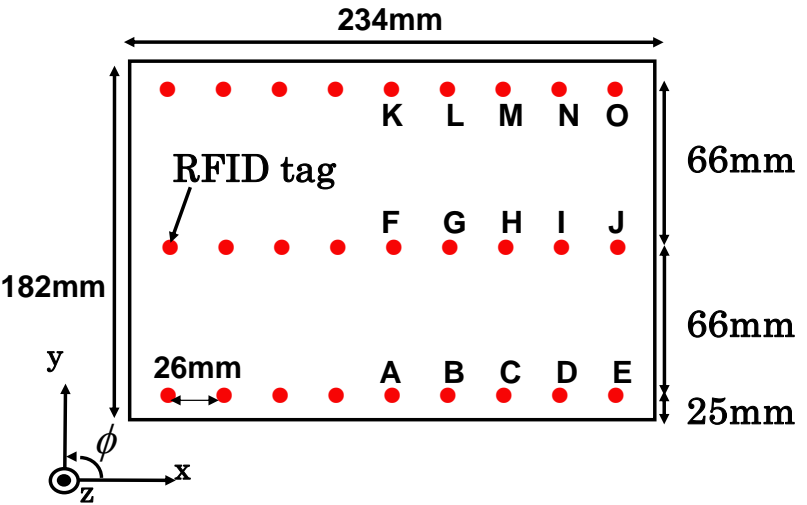
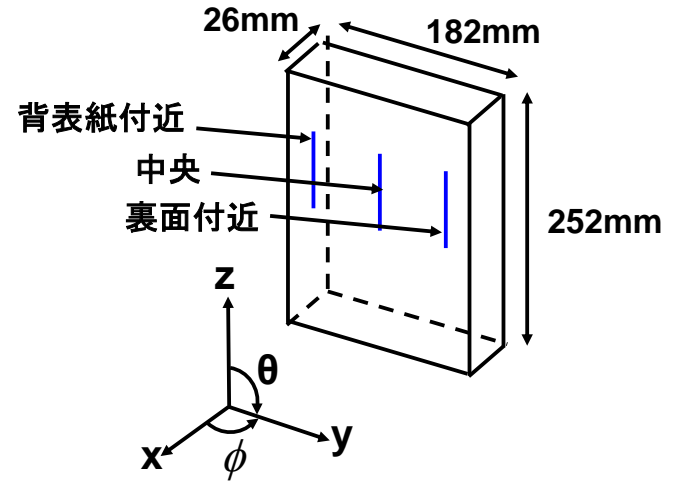
- ・図書館での蔵書管理環境を想定(26mm厚書籍)し、書籍埋め込み時、及びアレー化時のアンテナ特性を明らかにする
- ・ICタグを書籍に貼付する場合に適切な位置を検討
- ・書籍に埋め込むアンテナに求められる条件を明らかにする



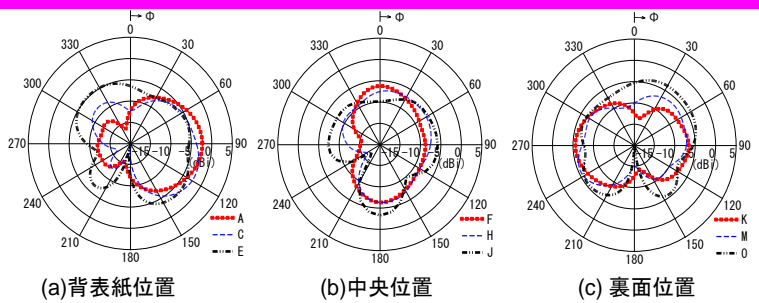
# 書籍管理におけるアンテナ問題のモデル化 (9冊幅)



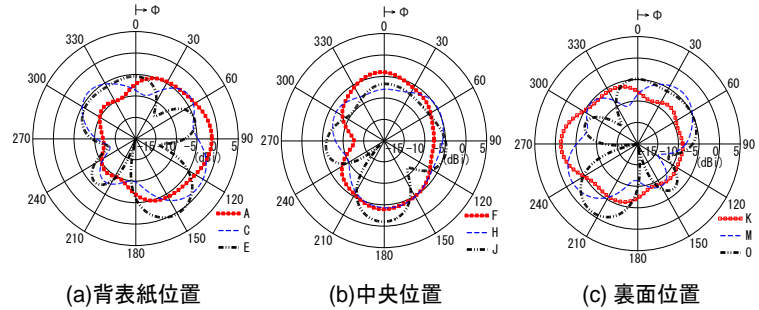
リーダライタ



# アンテナ利得の角度特性と電力伝達係数(9冊幅)



各タグのアンテナ利得の角度特性(xy面) (9tags)



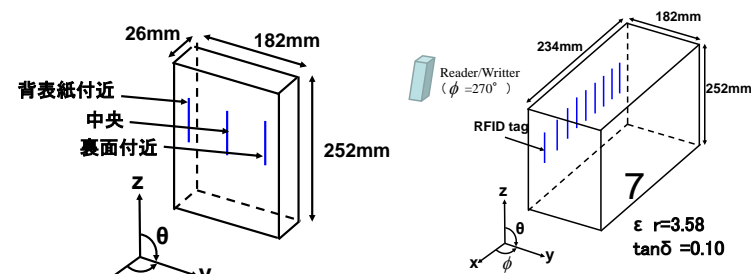
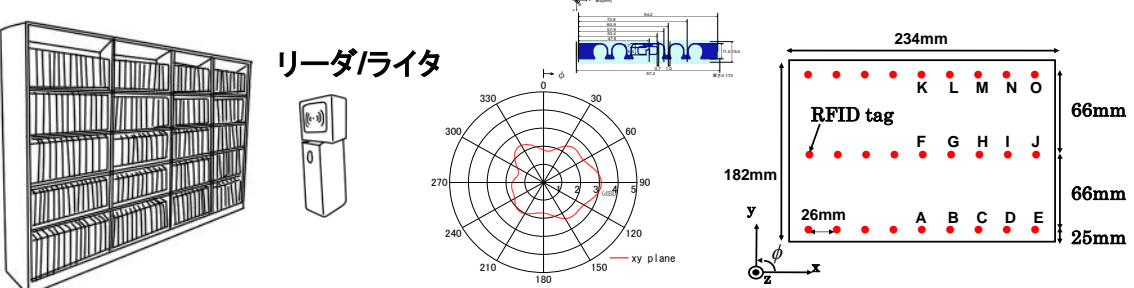
各タグ位置における単体のアンテナ利得の角度特性(xy面) (1tag)

- 指向性はゆがみ、効率も低下
- 指向性は、アレー化の影響よりも、紙媒体から大きな影響を受ける
- 電力伝達係数の劣化は-1.5~-1.9dB程度と比較的小さい
- F位置の指向性より、タグ単体指向性は非対称な指向性の原因となる

		Re	Im	T	τ [dB]
	freespace	13.8497	148.0233	T	τ [dB]
1tag9books	A	5.280119	155.3271	0.697628	-1.56376
	C	5.221453	155.9652	0.677774	-1.68915
	E	5.50228	155.526	0.707583	-1.50223
	F	5.346804	156.2515	0.679047	-1.681
	H	5.032407	155.6345	0.672649	-1.72212
	J	5.388646	156.4151	0.67764	-1.69001
	K	5.378905	157.1467	0.657838	-1.81881
	M	5.317824	157.2512	0.650982	-1.86431
	O	5.37501	155.1319	0.708769	-1.49495
9tags9books	A	5.128239	156.5742	0.655693	-1.83299
	C	5.158806	155.8512	0.676271	-1.69879
	E	5.486758	155.846	0.698609	-1.55766
	F	4.886639	156.1515	0.64901	-1.87749
	H	4.827062	155.796	0.653445	-1.84791
	J	5.140566	155.0828	0.693799	-1.58766
	K	4.965484	154.6162	0.692069	-1.59851
	M	5.063324	156.1141	0.662869	-1.78572
	O	5.491018	155.5074	0.70731	-1.5039

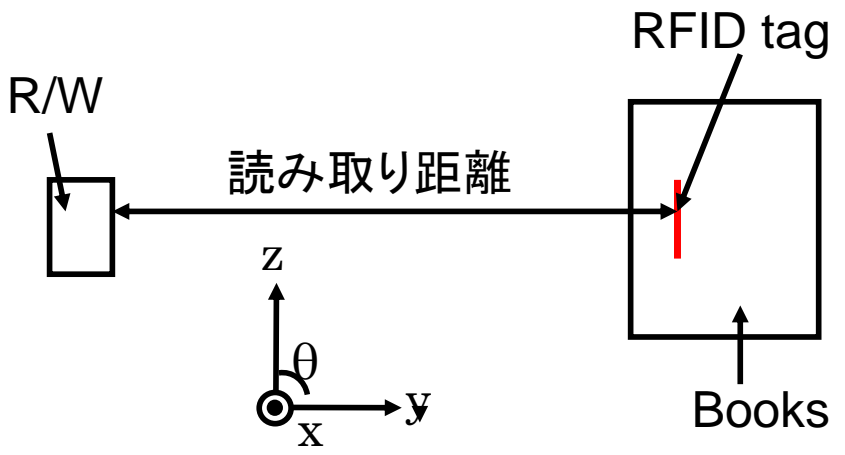
## 最大読み取り距離比

$$\frac{R_m}{R_0} = \sqrt{\frac{G_{rm} \tau_m}{G_{r0} \tau_0}}$$





# 最大読み取り距離比 (9冊幅)



## ・最大読み取り距離比

$$\frac{R_m}{R_0} = \sqrt{\frac{G_{rm} \tau_m}{G_{r0} \tau_0}}$$

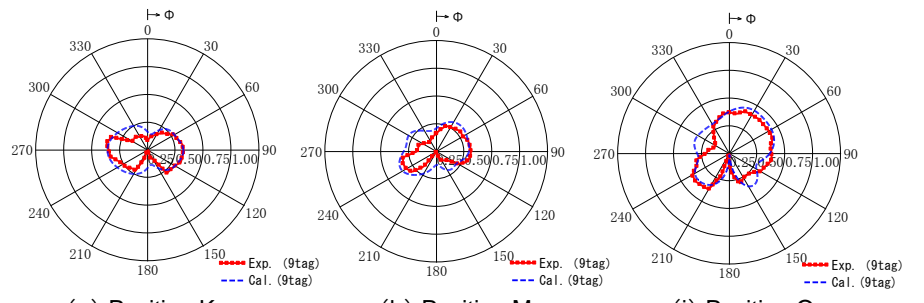
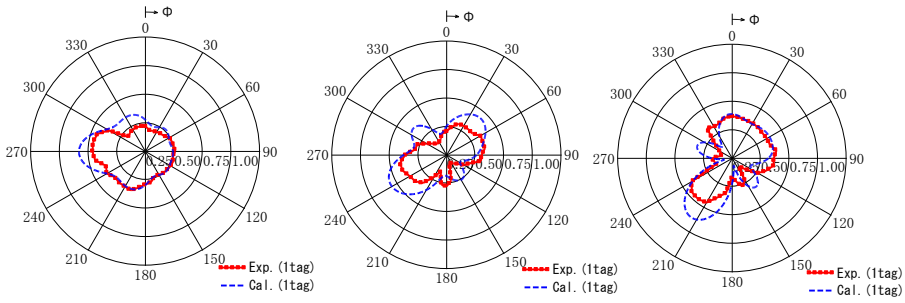
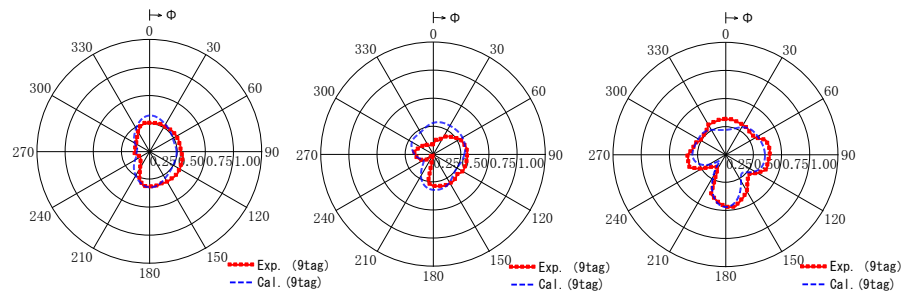
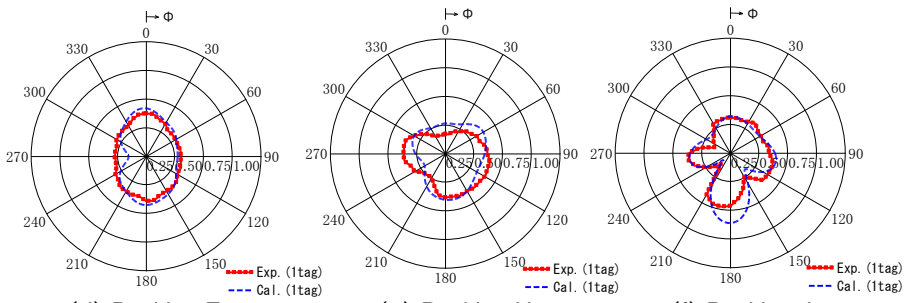
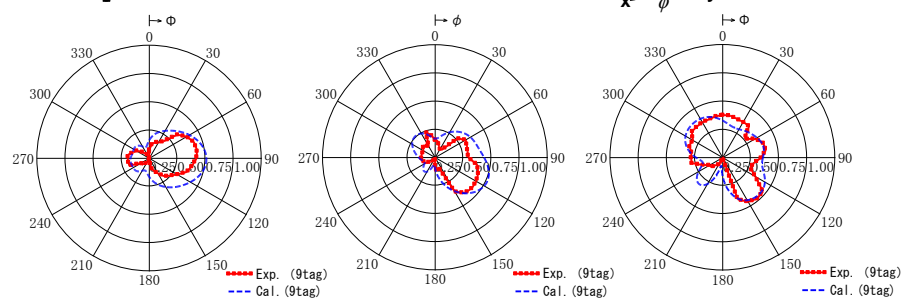
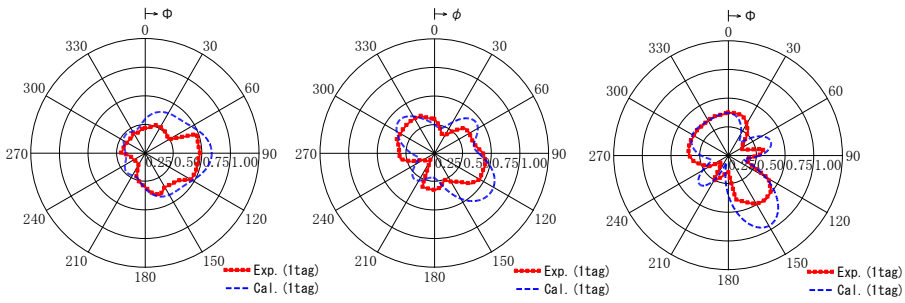
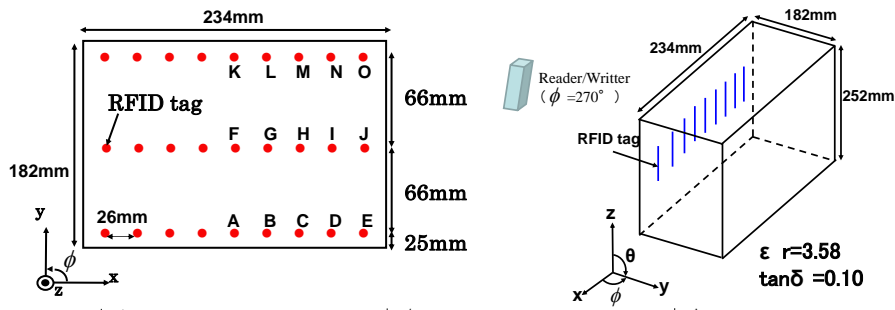
実測によるRFID単体時の  
読み取り距離:  $R_0=182\text{cm}$

読み取り方向  $\phi=270^\circ$   
1.7dBi

$\tau_0=1$



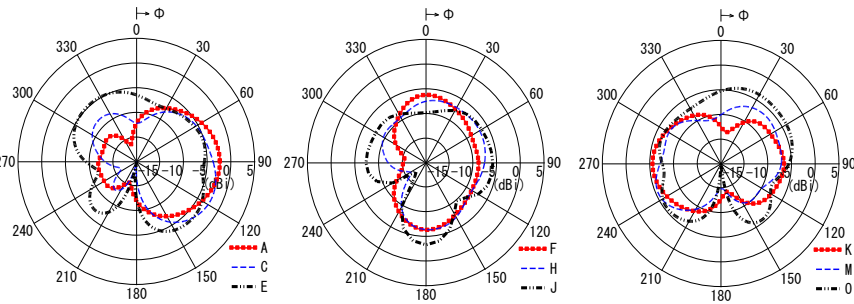
# 最大読み取り距離比 (9冊幅)



読み取り距離比 (書籍: 9冊、RFIDタグ: 1本、RFID単体時の読み取り距離: 182cm)

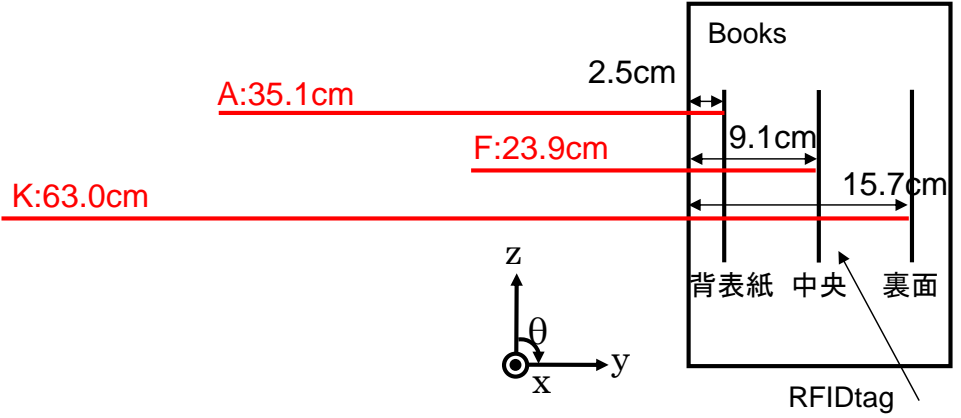
読み取り距離比 (書籍: 9冊、RFIDタグ: 9本、RFID単体時の読み取り距離: 182cm)

# 最大読み取り距離(9冊幅)



(a)背表紙位置 (b)中央位置 (c)裏面位置

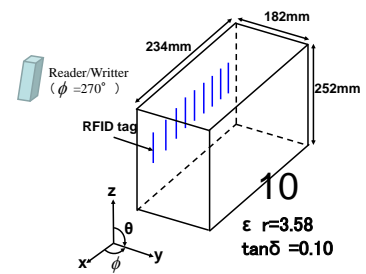
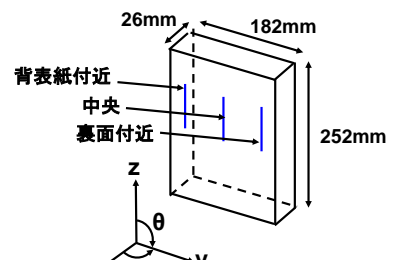
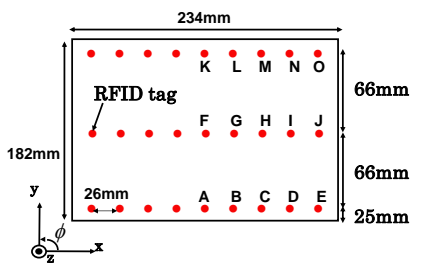
## 各タグのアンテナ利得の角度特性(9tags)



- アンテナ利得の角度特性の影響で、読み取り方向から遠い位置にICタグを貼付した方が、読み取り距離は長くなる
- 中央では指向性は配列方向を向くため不適切
- 背表紙位置で特にアンテナ利得が低い

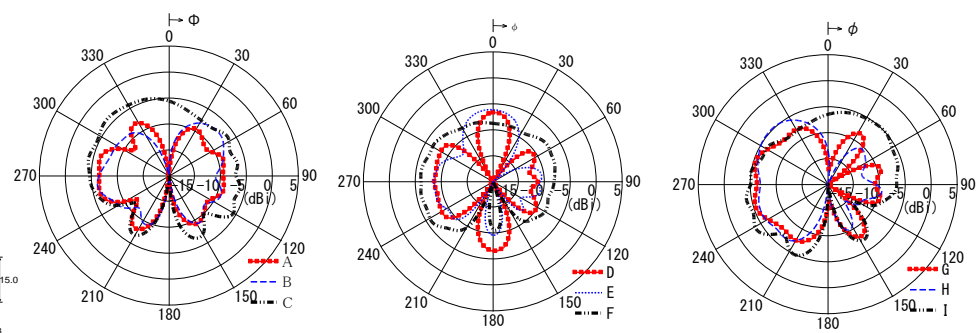
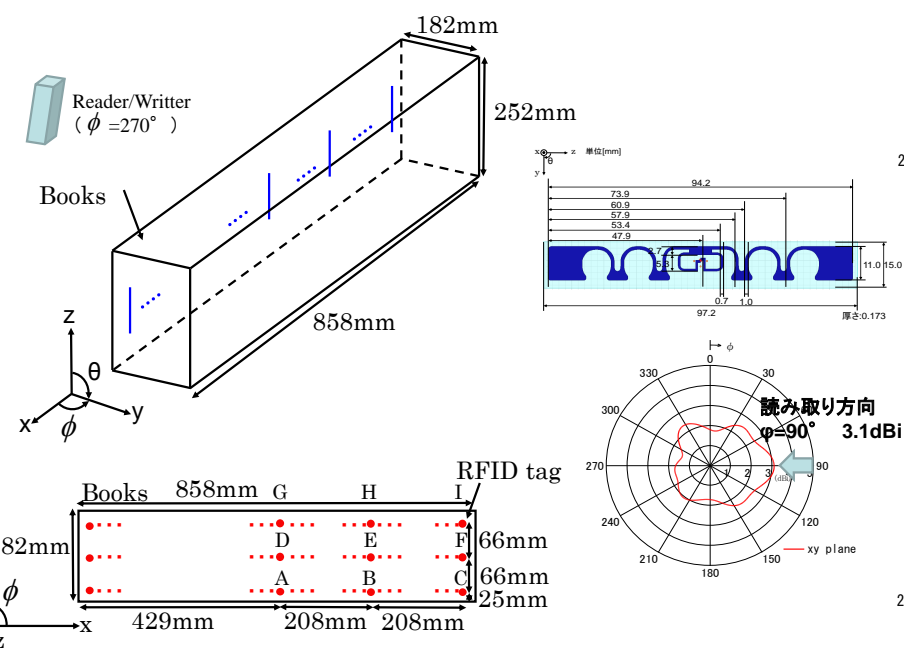


## リーダライト

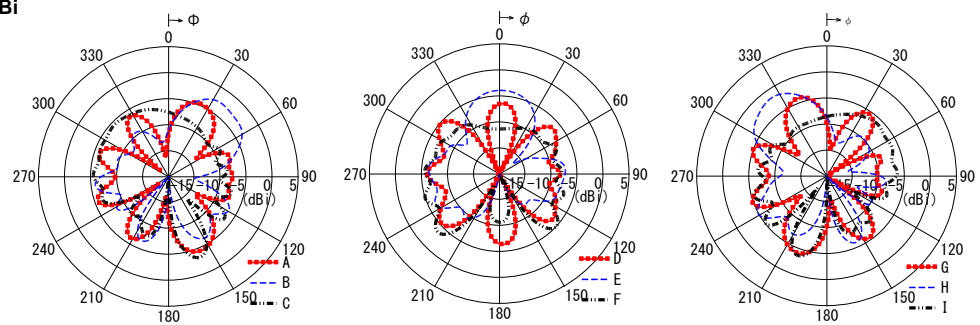


# 実際の書棚を仮定した場合 (33冊幅)

[http://www.itin.jp/catalogv2/\\_S\\_WF\\_Window.html](http://www.itin.jp/catalogv2/_S_WF_Window.html)

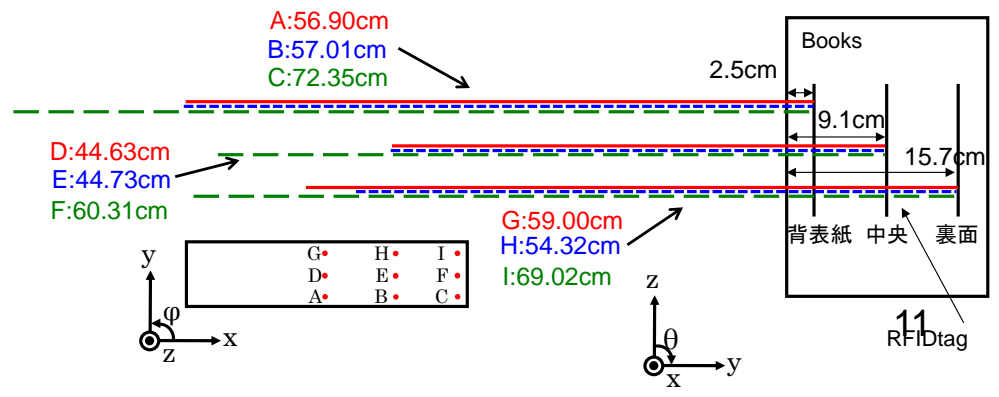


(a) 背表紙位置 (b) 中央位置 (c) 裏面位置  
**33冊に33本のRFIDタグを埋め込んだ場合のアンテナ利得の角度特性**

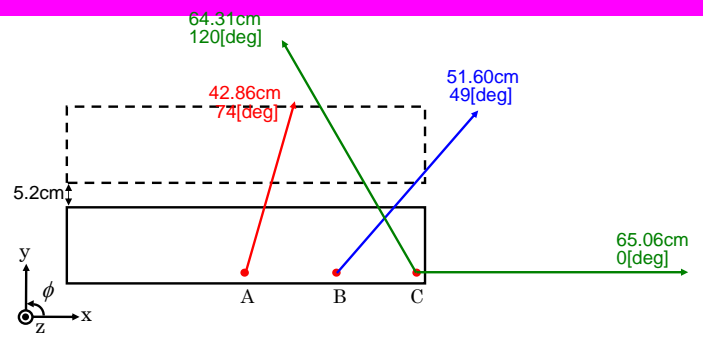


(a) 背表紙位置 (b) 中央位置 (c) 裏面位置  
**33冊にRFIDタグ1本を埋め込んだ場合のアンテナ利得の角度特性**

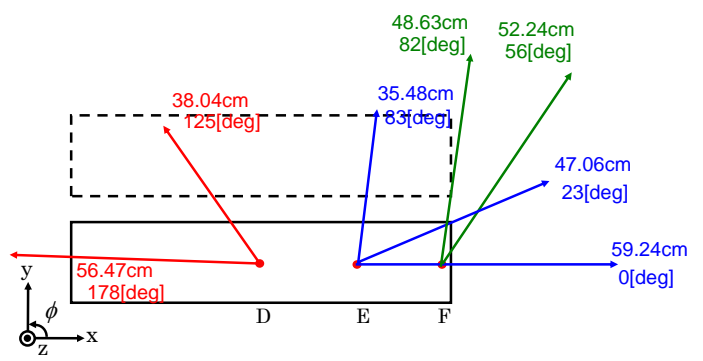
		Re	Im	T	τ [dB]
	freespace	13.8497	148.0233		
1elements	A	5.390475	157.1555	0.658373	-1.81528
	B	5.2319	155.5868	0.687946	-1.62446
	C	5.442841	155.8389	0.695907	-1.57449
	D	5.23721	157.4598	0.63997	-1.9384
	E	5.22453	157.1412	0.647555	-1.88723
	F	5.220199	156.071	0.675012	-1.70688
	G	5.14739	155.8442	0.675642	-1.70283
	H	5.116694	155.4689	0.682767	-1.65727
	I	5.337717	154.8145	0.713782	-1.46435
33elements	A	5.193516	156.735	0.656078	-1.83045
	B	5.130068	157.1925	0.639649	-1.94058
	C	5.513197	156.6391	0.679999	-1.67492
	D	4.838362	155.9306	0.650945	-1.86455
	E	4.870944	156.6045	0.636276	-1.96355
	F	5.166481	156.4556	0.661439	-1.7951
	G	5.166902	156.1746	0.668669	-1.74789
	H	5.153388	156.955	0.647532	-1.88739
	I	5.432642	156.4382	0.679956	-1.67519



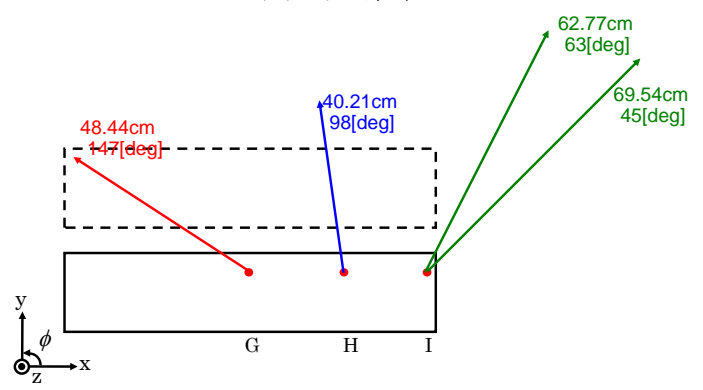
# 実際の書棚を仮定した場合(33冊幅)



(a) 背表紙位置



(b) 中央位置



(c) 裏面位置

