

吸音

● グラスウールの音響特性

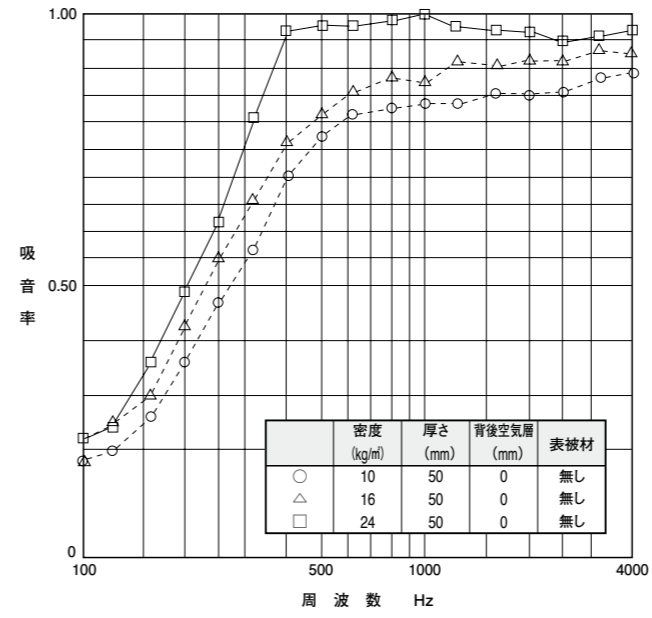
グラスウールは、内部に空気胞を多く含み、入射する音のエネルギーを熱に効率よく変換するため、優れた吸音性能があります。

● グラスウールの吸音特性

グラスウールの吸音特性は、密度、厚さ、背後空気層により変化します。

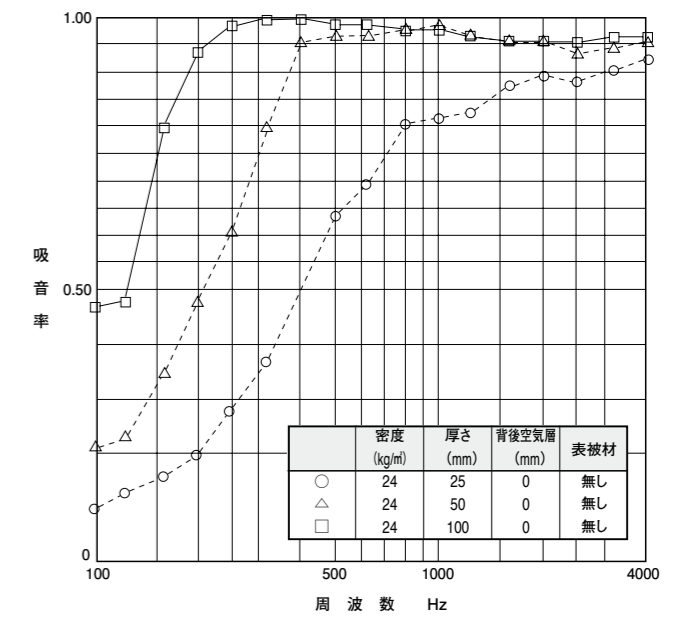
1.密度による比較

密度が大きくなるほど吸音率も大きくなる傾向がみられます。



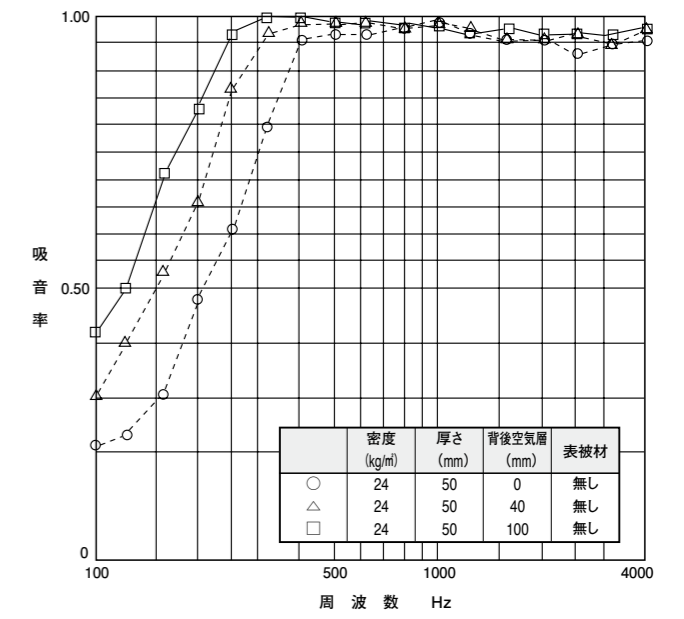
2.厚さによる比較

厚さの増加に伴って中低音域の吸音率が大きくなり、吸音材料として有効な周波数領域が広がっています。中低音域における吸音率の必要な値に応じて材料の厚さを選定することが重要です。



3.背後空気層による比較

背後空気層の厚さを増すことによって、低音域までの広い周波数範囲にわたる吸音率を大きくすることができます。



[吸音計算]

● 室内の吸音効果

室内のある面を吸音処理すると、その面から反射音が小さくなり、拡散音を減少させる効果があります。同一室内の任意の受音点のレベルは、次の式によります。

$$L_E = L_W + 10 \log_{10} \left(\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right)$$

L_E : 受音点のレベル (dB)

L_W : 音源のパワーレベル (dB)

Q : 音源の指向定数

r : 音源と受音点の距離 (m)

R : 室定数 (m^2)

$R = \alpha \times S / (1 - \alpha)$ で示される。

α : 室内平均吸音率

S : 室内総表面積 (m^2)

壁外側の騒音レベル

$$L = L_W - TL$$

L_W : 壁内側 (壁際) のレベル

TL : 躯体の透過損失

● 室内の吸音

Q1: 室内寸法15m(W)×20m(L)×6m(H)のRC建屋がある。この中央床上に、無指向性の点音源があり、500Hzの周波数で、80dBの音を発生しているとする。

壁、天井に32K25mmのボードを直貼りしたとき、室内で音源から10m離れた位置 (壁際) での音の大きさは?

A1:	500Hz吸音率
グラスウール 32K25mm	0.63
コンクリート	0.02

上表から

A: 室内総吸音率 (m^2) (面積×吸音率)

① 天井 $15m \times 20m \times 0.63 = 189m^2$

② 壁 $\{(15m \times 6m) \times 2 + (20m \times 6m) \times 2\} \times 0.63 = 265m^2$

③ 床 $15m \times 20m \times 0.02 = 6m^2$

$$\text{①} + \text{②} + \text{③} = 460m^2$$

S: 室内総表面積

① 天井 $15m \times 20m = 300m^2$

② 壁 $(15m \times 6m) \times 2 + (20m \times 6m) \times 2 = 420m^2$

③ 床 $15m \times 20m = 300m^2$

$$\text{①} + \text{②} + \text{③} = 1020m^2$$

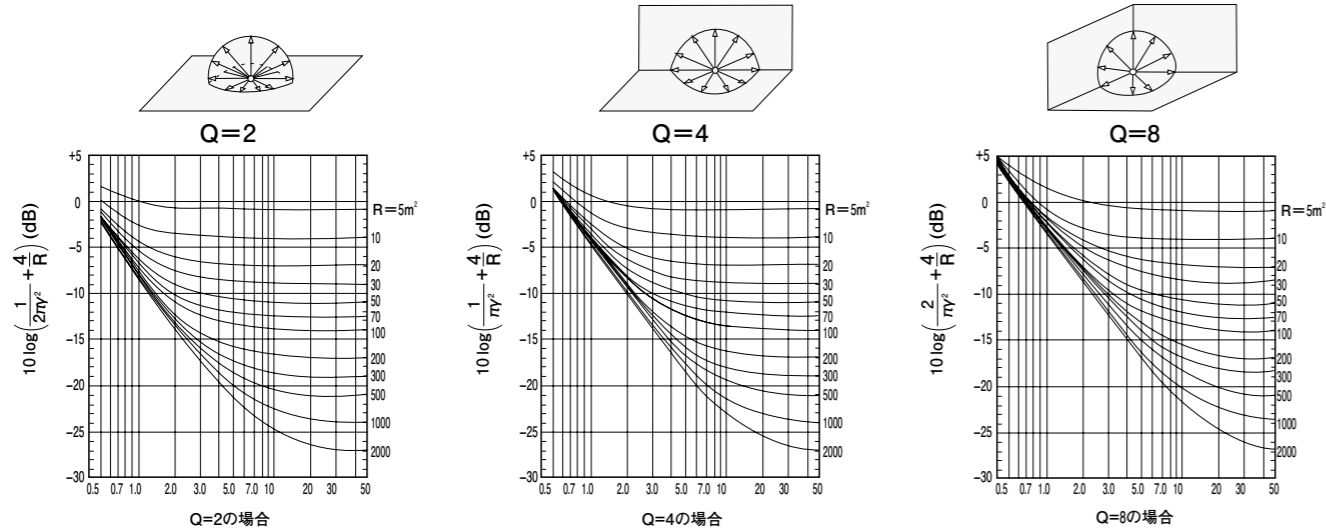
α 室内平均吸音率

$$\alpha = A/S = 0.45$$

R 室定数

$$R = A/(1 - \alpha) = 836m^2$$

ここで、グラフよりQ=2(床上の音源)で10mの位置と、Rが836の交点から減音量が22dBであり、壁際の受音点では58dBとなる。

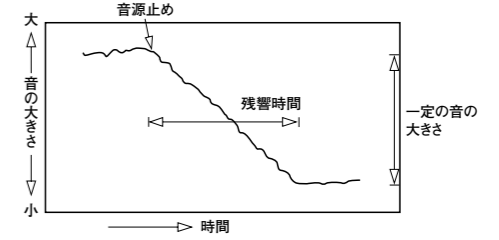


出典: 技報堂出版株式会社発行 社団法人日本音響材料協会編集 「騒音・振動対策ハンドブック」

● 室内残響時間の調整

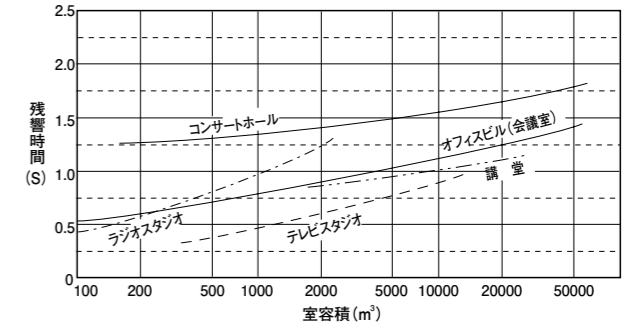
1. 残響時間とは

室内にて、ある一定の音量を持つ音を発生させ、これを止めた時のその後に残っている響きのことを残響といいます。この音が、ある一定の大きさだけ小さくなるまでの時間を残響時間といいます。従って、残響時間が長い程、残響が大きく、アナウンスや会話などが不明瞭に聞こえます。以上を図に表すと、右図になります。測定時には周波数別に解析しています。



2. 最適室内残響時間

音響性能が重視される室内の残響時間の最適条件は、使用目的、室容積によって次の様な特性が推奨されています。

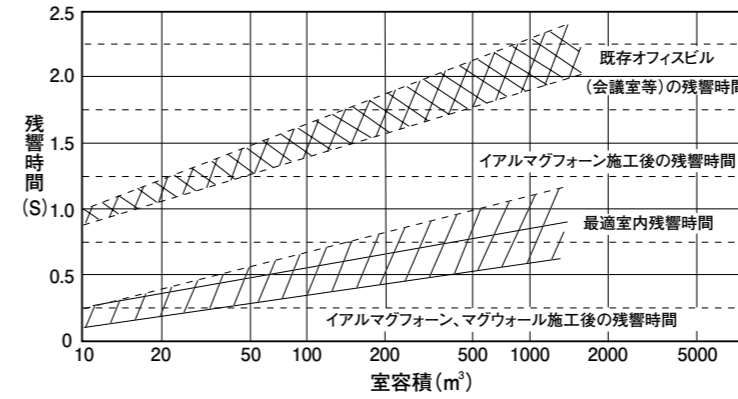


3. EALボードによる室内残響時間の調整

オフィスビル(会議室)をEALボードの天井板、壁材により、次の様に残響時間を調整する事が可能となります。

- ・ マグウォール = 壁材
- ・ マグフォン = 天井板

オフィスビル(会議室等)の残響時間の調整



[残響室法吸音率データ]

(財)小林理学研究所測定値
N. R. C=(250Hz+500Hz+1000Hz+2000Hz)/4

密度 (kg/m³)	厚さ (mm)	表面材	背後空気層 (mm)	周波数 Hz																	N.R.C
				100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	
10	50	-	0	0.17	0.19	0.25	0.35	0.46	0.56	0.70	0.78	0.82	0.84	0.85	0.85	0.87	0.87	0.87	0.91	0.92	0.74
10	50	-	40	0.22	0.25	0.32	0.43	0.58	0.72	0.86	0.90	0.91	0.94	0.95	0.94	0.97	1.00	0.96	1.02	1.05	0.86
10	50	-	100	0.28	0.34	0.41	0.54	0.73	0.90	0.95	0.96	0.95	0.88	0.86	0.89	0.91	0.95	0.94	0.99	1.00	0.88
10	100	-	0	0.36	0.43	0.54	0.70	0.84	0.95	1.02	1.04	1.02	0.96	0.95	0.93	0.98	0.99	1.07	1.07	1.07	0.96
10	100	-	40	0.42	0.51	0.62	0.77	0.94	1.05	1.09	1.08	1.06	1.05	1.01	0.98	1.05	1.07	1.10	1.14	1.11	1.03
10	100	-	100	0.50	0.56	0.71	0.85	1.02	1.07	1.09	1.09	1.04	1.03	1.00	1.03	1.00	1.04	1.06	1.06	1.09	1.04
16	25	-	0	0.09	0.16	0.19	0.18	0.25	0.37	0.47	0.59	0.71	0.81	0.88	0.87	0.85	0.87	0.85	0.87	0.87	0.65
16	50	-	0	0.21	0.24	0.29	0.42	0.54	0.65	0.77	0.82	0.87	0.90	0.89	0.94	0.93	0.95	0.95	0.97	0.96	0.80
16	50	-	40	0.23	0.34	0.39	0.54	0.67	0.81	0.90	0.94	0.98	1.01	1.00	1.03	0.98	0.98	0.99	0.98	1.03	0.90
16	50	-	100	0.36	0.41	0.56	0.67	0.80	0.94	1.01	1.03	1.04	0.94	0.92	0.90	0.94	1.02	0.97	0.98	1.03	0.94
16	100	-	0	0.40	0.53	0.67	0.85	0.99	1.10	1.10	1.06	1.07	1.01	1.02	1.03	1.02	1.03	1.02	1.02	1.02	1.03
16	100	-	40	0.45	0.59	0.88	1.00	1.09	1.11	1.13	1.06	1.07	1.04	1.05	1.05	1.03	1.06	1.08	1.10	1.06	1.07
16	100	-	100	0.54	0.84	1.04	0.92	1.05	1.11	1.13	1.11	1.05	0.98	1.01	1.05	1.05	1.09	1.09	1.03	1.03	1.07
20	50	-	0	0.19	0.23	0.27	0.41	0.57	0.71	0.77	0.88	0.91	0.92	0.94	0.98	0.97	0.96	0.96	0.96	1.02	0.84
20	50	-	40	0.28	0.28	0.38	0.56	0.75	0.90	1.08	1.02	1.03	1.02	1.01	1.00	1.00	1.01	1.03	1.04	1.07	0.95
20	50	-	100	0.34	0.37	0.60	0.71	0.92	1.11	1.05	1.07	1.08	1.01	0.97	0.97	0.97	1.10	1.05	1.08	1.07	1.02
20	100	-	0	0.41	0.49	0.67	0.81	1.02	1.06	1.20	1.12	1.06	0.99	1.09	1.04	1.02	1.02	1.02	1.08	1.10	1.06
20	100	-	40	0.51	0.58	0.81	0.94	1.12	1.12	1.11	1.06	1.07	1.00	1.02	1.01	1.05	1.07	1.06	1.09	1.05	1.07
20	100	-	100	0.68	0.72	0.88	1.03	1.21	1.14	1.22	1.06	1.08	1.01	1.06	1.07	1.04	1.07	1.03	1.09	1.09	1.10
24	25	-	0	0.10	0.13	0.16	0.20	0.28	0.37	0.51	0.64	0.70	0.82	0.83	0.85	0.90	0.93	0.92	0.94	0.97	0.67
24	25	-	40	0.17	0.18	0.25	0.31	0.45	0.61	0.78	0.86	0.93	0.99	1.01	1.02	0.99	0.96	0.95	0.94	0.97	0.82
24	25	-	100	0.26	0.28	0.40	0.52	0.70	0.91	1.03	1.06	1.08	1.05	0.97	0.91	0.92	0.97	1.02	0.98	1.03	0.93
24	50	-	0	0.16	0.21	0.34	0.47	0.72	0.82	0.92	1.02	1.06	1.06	1.09	1.05	1.03	1.04	1.06	1.05	1.09	0.97
24	50	-	40	0.28	0.31	0.49	0.70	0.89	1.06	1.11	1.17	1.18	1.14	1.11	1.08	1.05	1.03	1.07	1.09	1.05	1.05
24	50	-	100	0.39	0.45	0.72	0.90	1.17	1.25	1.27	1.26	1.23	1.15	1.08	1.04	1.07	1.10	1.07	1.03	1.02	1.15
24	100	-	0	0.47	0.48	0.81	0.98	1.15	1.28	1.29	1.19	1.17	1.07	1.10	1.05	1.02	1.02	1.03	1.04	1.05	1.12
24	100	-	40	0.47	0.67	0.89	1.11	1.18	1.23	1.24	1.18	1.09	1.10	1.09	1.05	1.04	1.02	1.05	1.04	1.05	1.12
24	100	-	100	0.55	0.71	0.92	1.13	1.22	1.25	1.24	1.20	1.17	1.14	1.14	1.10	1.09	1.05	1.08	1.07	1.08	1.15
32	25	-	0	0.06	0.10	0.12	0.19	0.33	0.43	0.56	0.65	0.71	0.77	0.82	0.89	0.93	0.93	0.97	1.00	1.02	0.68
32	25	-	40	0.12	0.17	0.20	0.30	0.49	0.59	0.77	0.86	0.93	1.01	1.03	1.08	1.08	1.04	1.02	1.00	1.05	0.86
32	25	-	100	0.22	0.20	0.27	0.45	0.67	0.84	1.01	1.04	1.06	1.02	0.94	0.90	0.92	1.00	1.02	1.02	1.05	0.91
32	25	薄手ガラスクロス	0	0.06	0.09	0.12	0.18	0.31	0.41	0.55	0.67	0.72	0.79	0.83	0.87	0.93	0.94	0.98	1.03	1.01	0.69
32	25	薄手ガラスクロス	40	0.14	0.16	0.21	0.31	0.51	0.65	0.77	0.89	0.96	1.04	1.02	1.06	1.06	1.04	1.00	1.00	1.04	0.87
32	25	薄手ガラスクロス	100	0.21	0.22	0.29	0.46	0.68	0.85	1.02	1.03	1.06	1.02	0.94	0.90	0.94	1.00	1.02	1.03	1.02	0.91
32	25	厚手ガラスクロス	0	0.06	0.08	0.13	0.20	0.36	0.47	0.62	0.79	0.90	1.00	1.03	1.07	1.08	1.07	1.06	1.03	0.99	0.81
32	25	厚手ガラスクロス	40	0.17	0.20	0.28	0.42	0.67	0.79	0.99	1.07	1.13	1.14	1.13	1.14	1.09	1.09	1.01	1.01	1.03	0.99
32	25	厚手ガラスクロス	100	0.24	0.28	0.38	0.64	0.86	1.01	1.13	1.12	1.08	1.04	1.05	1.03	1.04	1.05	1.04	1.02	1.03	1.02
32	50	-	0	0.15	0.21	0.30	0.45	0.70	0.89	1.05	1.07	1.09	1.09	1.08	1.14	1.08	1.04	1.06	1.08	1.05	0.97
32	50	-	40	0.26	0.39	0.47	0.68	0.90	1.05	1.15	1.15	1.16	1.15	1.11	1.11	1.11	1.09	1.07	1.08	1.05	1.06
32	50	-	100	0.34	0.45	0.59	0.82	1.08	1.18	1.24	1.17	1.17	1.08	1.07	1.08	1.08	1.08	1.07	1.04	1.08	1.10
32	50	薄手ガラスクロス	0	0.14	0.23	0.31	0.46	0.72	0.90	1.07	1.09	1.11	1.14	1.09	1.13	1.10	1.06	1.05	1.08	1.08	0.99
32	50	薄手ガラスクロス	40	0.31	0.35	0.47	0.69	0.93	1.06	1.19	1.16	1.18	1.17	1.13	1.13	1.10	1.10	1.09	1.13	1.14	1.08
32	50	薄手ガラスクロス	100	0.36	0.46	0.59	0.82	1.07	1.15	1.23	1.16	1.16	1.07	1.08	1.09	1.08	1.07	1.05	1.05	1.06	1.10
32	50	厚手ガラスクロス	0	0.19	0.24	0.34	0.52	0.74	0.96	1.14	1.21	1.21	1.16	1.15	1.10	1.05	1.02	1.00	1.00	0.98	1.03
32	50	厚手ガラスクロス	40	0.37	0.42	0.52	0.72	0.94	1.09	1.21	1.21	1.20	1.13	1.14	1.09	1.04	1.06	1.04	1.02	1.05	1.09
32	50	厚手ガラスクロス	100	0.41	0.50	0.62	0.85	1.06	1.21	1.25	1.20	1.15	1.11	1.09	1.05	1.07	1.04	1.04	1.01	1.04	1.10
32	100	-	0	0.46	0.63	0.83	0.98	1.08	1.13	1.15	1.14	1.13	1.05	1.07	1.10	1.06	1.07	1.09	1.09	1.13	1.09
32	100	-	40	0.56	0.73	0.93	1.09	1.14	1.17	1.15	1.15	1.07	1.05	1.07	1.05	1.08	1.11	1.12	1.07	1.12	1.12
32	100	-	100	0.75	0.83	1.10	1.12	1.16	1.18	1.17	1.10	1.10	1.07	1.09	1.08	1.09	1.05	1.05	1.13	1.16	1.10

(財)小林理学研究所測定値
N. R. C=(250Hz+500Hz+1000Hz+2000Hz)/4

密度 (kg/m³)	厚さ (mm)	表面材	背後空気層 (mm)	周波数 Hz																	N.R.C
				100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	
40	25	-	0	0.03	0.07	0.09	0.16	0.28	0.38	0.49	0.58	0.71	0.74	0.81	0.85	0.88	0.93	0.93	1.00	1.08	0.65
40	25	-	40	0.13	0.21	0.25	0.41	0.60	0.75	0.92	0.92	1.02	1.07	1.06	1.13	1.06	1.00	1.00	1.02	1.06	0.90
40	25	-	100	0.29	0.32	0.37	0.64	0.87	1.10	1.12	1.15	1.13	1.12	1.03	0.97	0.90	0.99	1.04	1.07	1.08	1.01
40	25	薄手ガラスクロス	0	0.03	0.08	0.09	0.16	0.27	0.38	0.50	0.60	0.74	0.78	0.81	0.88	0.93	0.98	0.97	1.00	1.04	0.67
40	25	薄手ガラスクロス	40	0.15	0.20	0.24	0.40	0.59	0.74	0.92	0.93	1.02	1.10	1.08	1.13	1.06	1.03	1.01	1.05	1.07	0.91
40	25	薄手ガラスクロス	100	0.26	0.32	0.39	0.63	0.86	1.09	1.13	1.16	1.13	1.12	1.06	1.02	0.95	1.02	1.05	1.09	1.09	1.03
40	25	厚手ガラスクロス	0	0.04	0.10	0.12	0.22	0.35	0.47	0.59	0.71	0.85	0.93	1.01	1.07	1.10	1.10	1.06	1.06	1.05	0.79
40	25	厚手ガラスクロス	40	0.19	0.25	0.30	0.53	0.76	0.89	1.01	1.02	1.12	1.20	1.14	1.19	1.09	1.02	1.03	1.08	1.13	0.99
40	25	厚手ガラスクロス	100	0.35	0.39	0.48	0.78	1.05	1.19	1.16	1.19	1.14	1.14	1.02	0.99	0.99	1.07	1.08	1.11	1.10	1.08
40	50	-	0	0.16	0.22	0.33	0.49	0.73	0.90	1.08	1.10	1.11	1.13	1.08	1.10	1.11	1.05	1.04	1.04	1.09	0.99
40	50	-	40	0.30	0.37	0.47	0.72	0.91	1.04	1.17											