

PLA - 90 - 34

2 / 28 / 90

# 1 GeV リニアック検討資料

## 1 GeV LINAC DESIGN NOTE

題目 (TITLE) 橋絡結合器連結部の測定

著者 (AUTHOR) 両角祐一

### 概要 (ABSTRACT)

電力試験用の ACS 加速空洞系の製作に先立って、真真空気密のろうづけ接合の試行のため橋絡結合器と加速管の連結部を試作したが、同時に高周波特性の測定をした。本器は、加速管と橋絡結合器の連結部で加速空洞（半空洞）、結合空洞及び橋絡空洞（端空洞と連結空洞（半空洞））から成る。この空洞系の各構成要素の空洞の周波数と結合係数を測定法を決め、これによる測定結果を計算で出した寸法値の補正の資料とする。

### KEY WORDS:

Ion source, RFQ, DTL, CCL, Magnet, Monitor, Beam Dynamics,  
Transport, Vacuum, Cooling  
Klystron, Low level rf, High power rf, Modulator  
Control, Operation, Radiation, Others

1990年2月5日

## 橋絡結合器連結部の測定

## 両角

## 概要

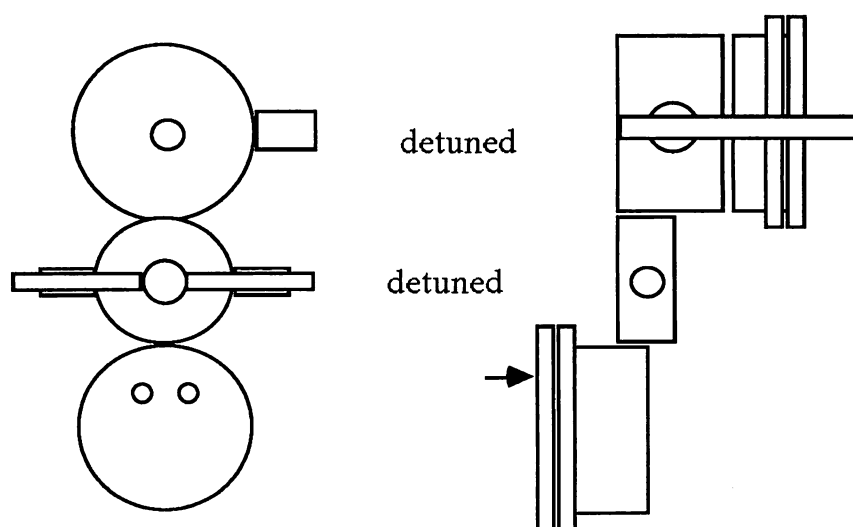
本器は、加速管と橋絡結合器の連結部で加速空洞（半空洞）、結合空洞及び橋絡空洞（端空洞と連結空洞（半空洞））から成る。この空洞系の各構成要素の空洞の周波数と結合係数を測定し、計算で出した寸法値の補正の資料とする。

## 1) 加速空洞の mode

連結空洞に短絡板をつけ離調棒を通し橋絡空洞を離調する。

結合空洞の同調棒導管に離調棒を入れ中央突出部に当て結合空洞を離調する。

加速空洞に探針付短絡板をつけて共振 mode を測る。

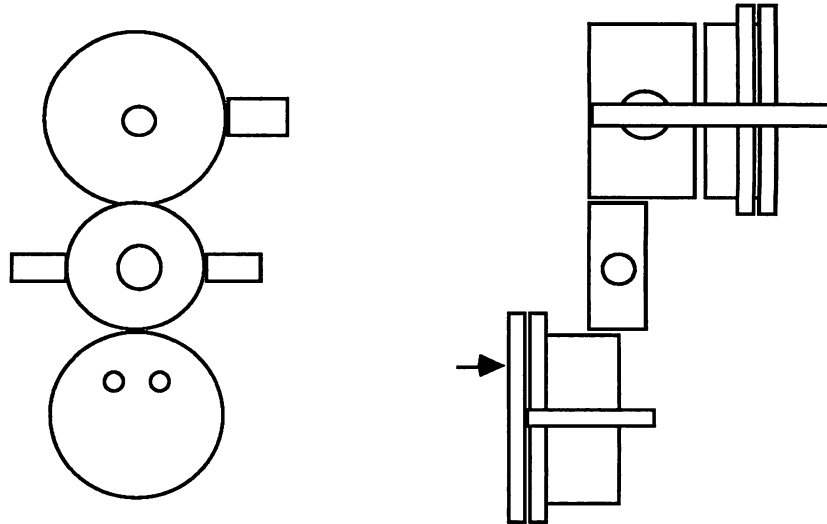


## 2) 結合空洞の mode

連結空洞に短絡板をつけ離調棒を通し橋絡空洞を離調する。

加速空洞に離調棒を通し離調するとともに、探針付短絡板をつけて結合空洞からの漏れ電磁波を受けて共振 mode を測る。

同調器による周波数の変化も見る。

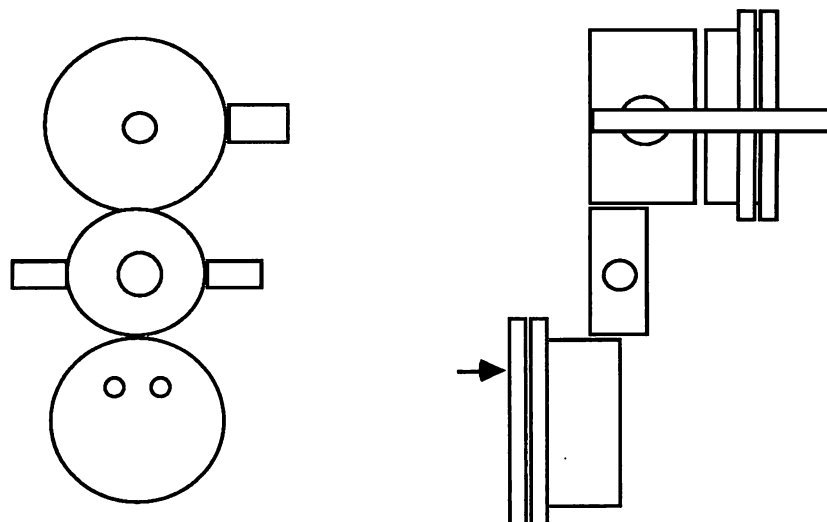


## 3) 加速空洞と結合空洞の結合

連結空洞に短絡板をつけ離調棒を通し橋絡空洞を離調する。

結合空洞を同調器によって加速空洞の周波数に同調させる。

加速空洞に探針付短絡板をつけて空洞系（加速-結合空洞）の共振 mode を測る。



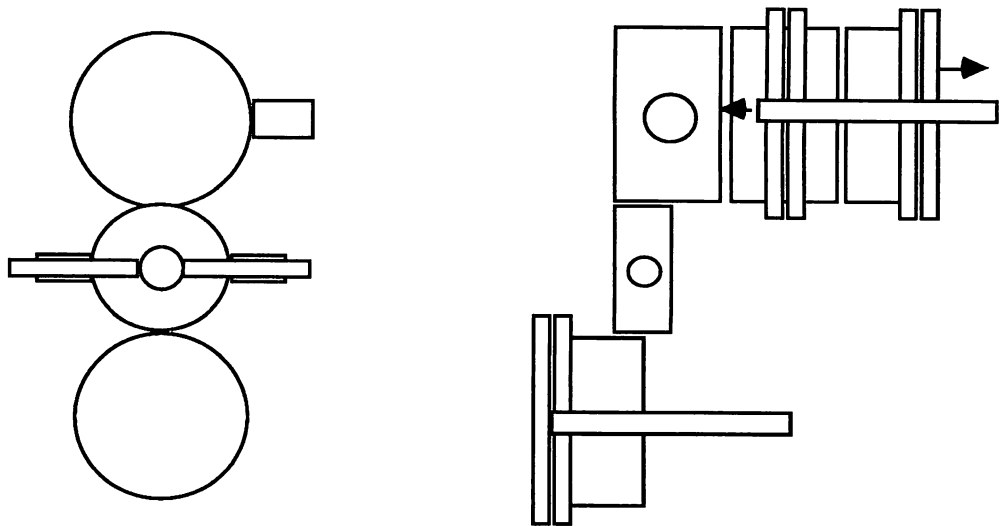
#### 4) 橋絡端空洞の mode

加速空洞に短絡板をつけて離調棒を通し離調する。

結合空洞の同調棒導管に離調棒を入れ中央突出部に当て結合空洞を離調する。

連結空洞中央分割面に双半空洞を継ぎ完全な連結空洞を構成し、端面に探針付短絡板をつけ探針付離調棒を入れ連結空洞を離調し、端空洞の共振 mode を測る。

同調器による周波数の変化も見る。



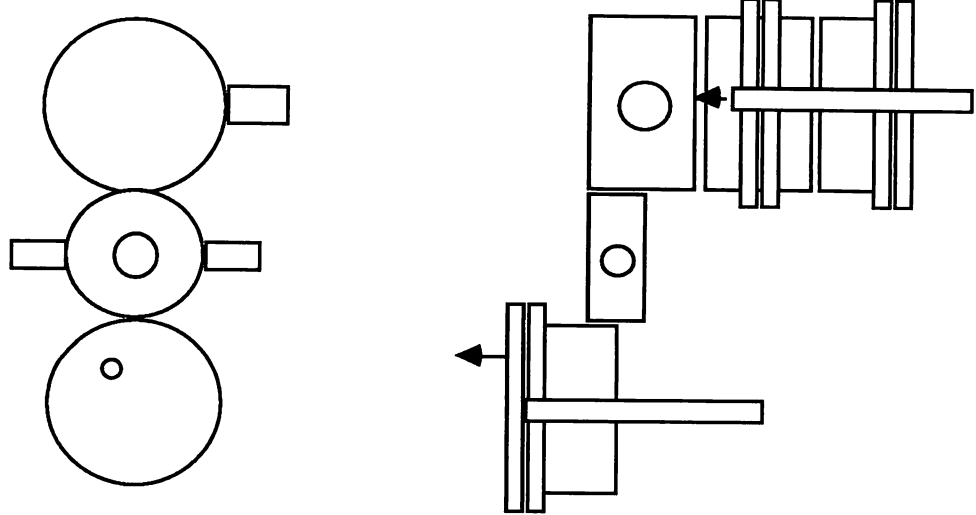
#### 5) 結合空洞と橋絡端空洞の結合

加速空洞に短絡板をつけて離調棒を通し離調する。

連結空洞中央分割面に双半空洞を継ぎ完全な連結空洞を構成し、端面に探針付短絡板をつけ探針付離調棒を入れ連結空洞を離調する。

結合空洞と橋絡端空洞をそれぞれの同調器によって同調させる。

空洞系（結合-橋絡端空洞）の共振 mode を測る。



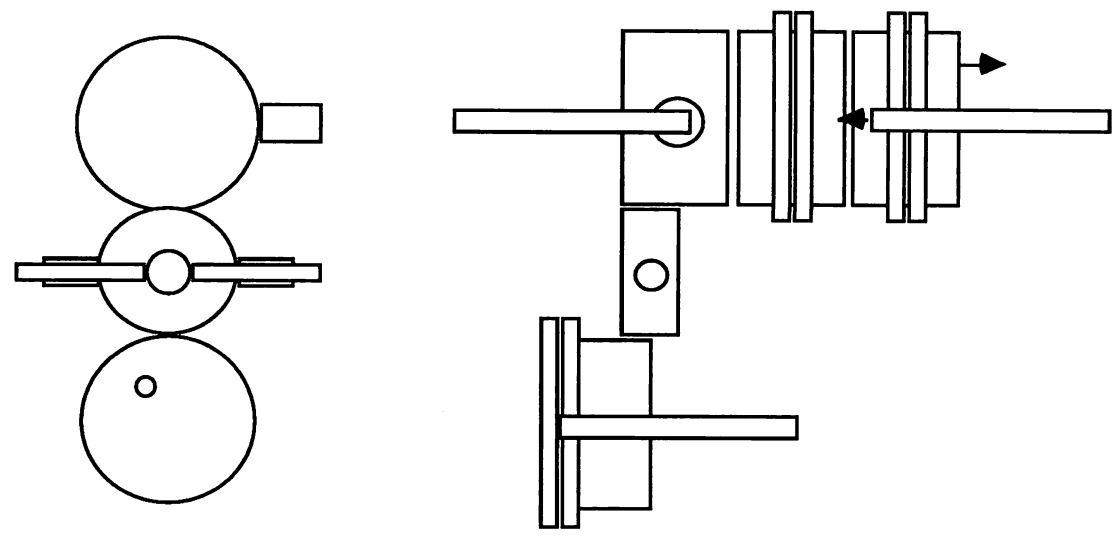
6) 橋絡連結空洞の mode

加速空洞に短絡板をつけて離調棒を通し離調する。

連結空洞中央分割面に双半空洞を継ぎ完全な連結空洞を構成し、端面に探針付片半空洞をつけ探針付離調棒を入れる。

結合空洞の同調棒導管に離調棒を入れ中央突出部に当て結合空洞を離調する。

橋絡端空洞の離調棒導管から離調棒を入れ端空洞を離調する。



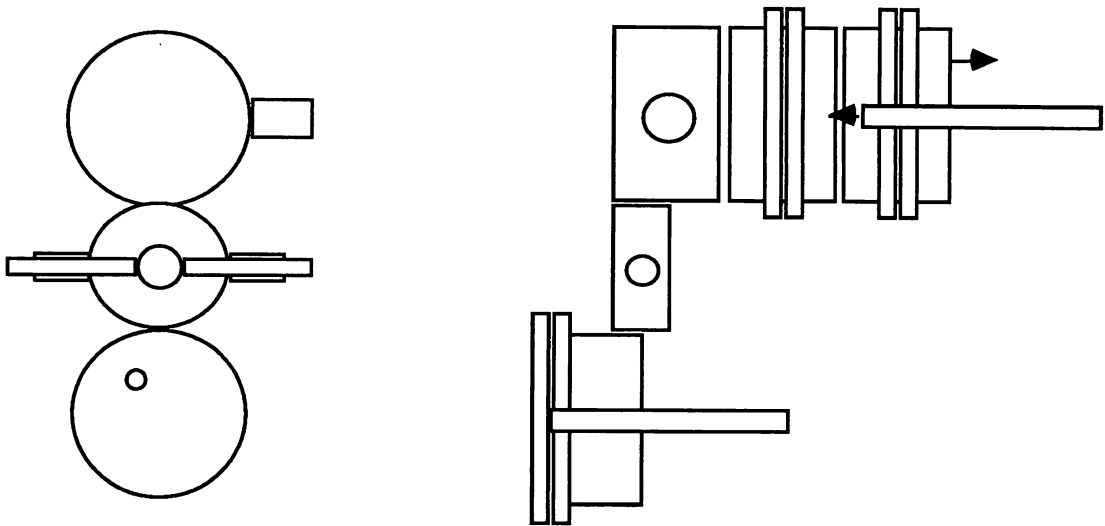
7) 橋絡端空洞と橋絡連結空洞の結合

加速空洞に短絡板をつけて離調棒を通し離調する。

連結空洞中央分割面に双半空洞を継ぎ完全な連結空洞を構成し、端面に探針付片半空洞をつけ探針付離調棒を入れる。

結合空洞の同調棒導管に離調棒を入れ中央突出部に当て結合空洞を離調する。

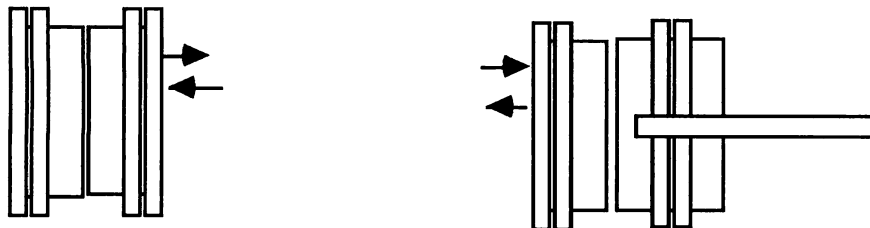
端空洞を連結空洞に同調させる。



8) 橋絡空洞の単位空洞の mode 及び単位空洞間の結合

双半空洞の両端に短絡板を、少なくとも一方は探針付短絡板をつける。

双半空洞の両端に片半空洞を、少なくとも一方は探針付片半空洞をつける。

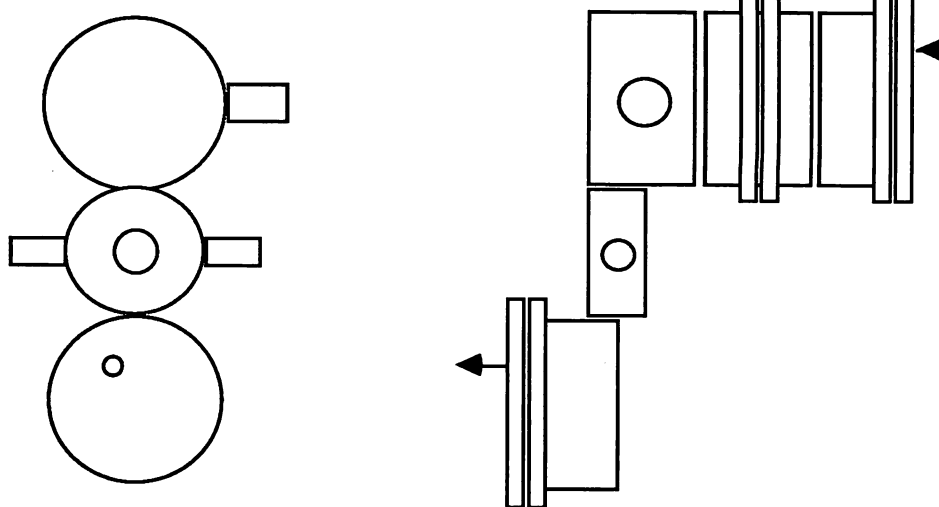


### 9) 橋絡空洞系の結合

加速空洞に探針付短絡板をつける。

連結空洞中央分割面に双半空洞を継ぎ完全な連結空洞を構成し、端面に探針付短絡板をつける。

結合空洞及び端空洞を同調器によって加速空洞（連結空洞）の周波数に同調させ、空洞系の共振 mode を測る。



## 結果と検討

これまで終えたところの結果について前記の順序にしたがって見ていく。

### 1) 加速空洞の mode

狙いの周波数より少し高めに出た。調整代を削る必要がある。橋絡空洞側の離調棒を抜いても周波数に違いは見られなかった。

摂氏 12.3 度

f /MHz	Q
1298.39	9700

### 2) 結合空洞の mode

同調棒の位置を内壁と面一に合わせた。

摂氏 12.2 度

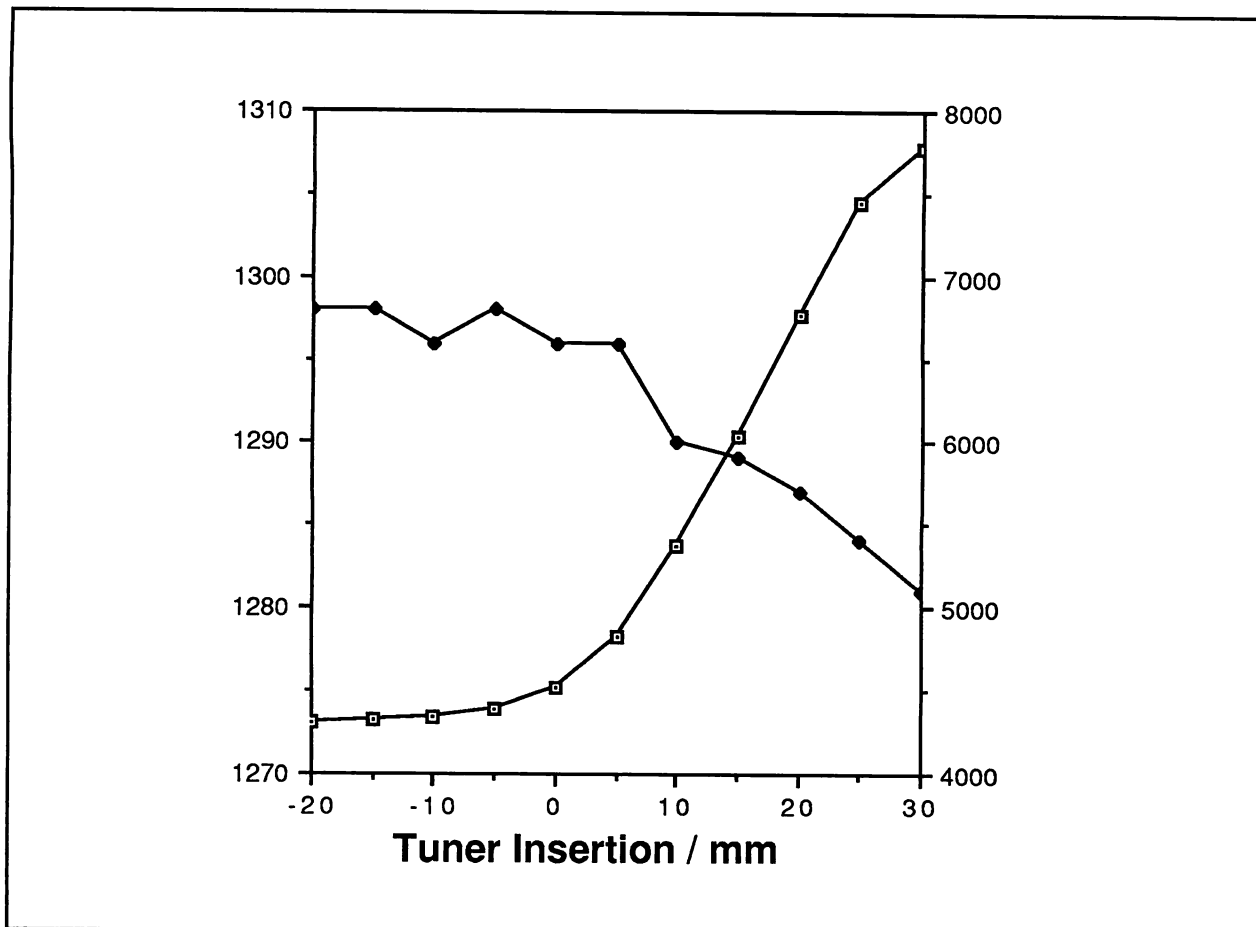
f /MHz	Q
1275.12	6600

側結合構造空洞の経験（影山達也氏）からほぼ完全な結合空洞の中央突出部の間隔に対する周波数の変化率は 31.0 MHz/mm であり、単空洞型橋絡結合器の実験からこの程度の軸間距離で結合している場合にはその変化率は 56% に低下することがわかっているので当該変化率は 17 MHz/mm と見込まれる。21 MHz 上げるためには間隔を 1.2 mm 広げる必要がある。ろう付け接合前に仮組みし再度測定し周波数を合わせ込む。



同調器による周波数の遷移は次のようであった。

摂氏 12.4 度



### 3) 加速空洞と結合空洞の結合

結合空洞の同調器の位置を 2 通りに合わせて見た。

摂氏 12.4 度

一方を 0、他方を 20.48 mm 入れたとき、

f / MHz	Q
1272.85	8700
1324.69	9100

両方を 10.24 mm 入れたとき、

1269.91	8200
1322.10	8600

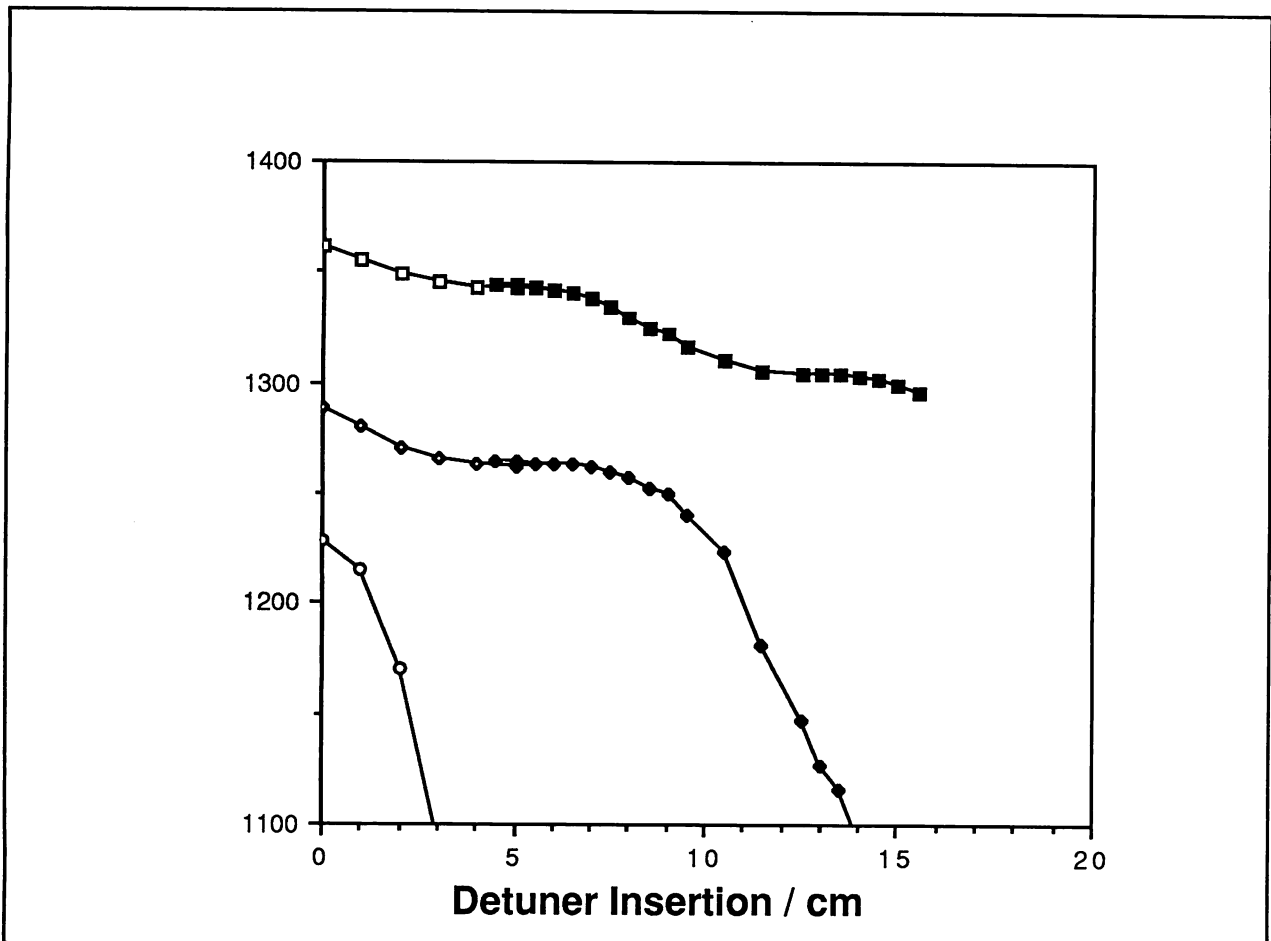
結合係数は約 3.8 % (半空洞換算 5.3 %) ということになる。

#### 4) 橋絡端空洞の mode

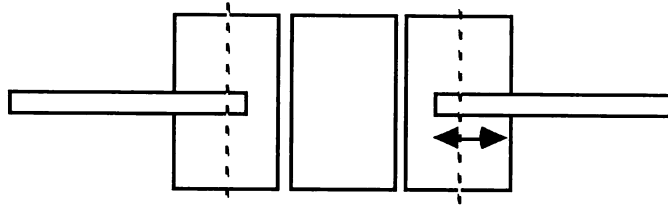
離調棒の位置と共振周波数の関係は次のようであった。

離調棒の挿入長が 13 cm 付近（連結空洞の端空洞側円盤面）で周波数が停留しその中央値は、1304.0 MHz である。

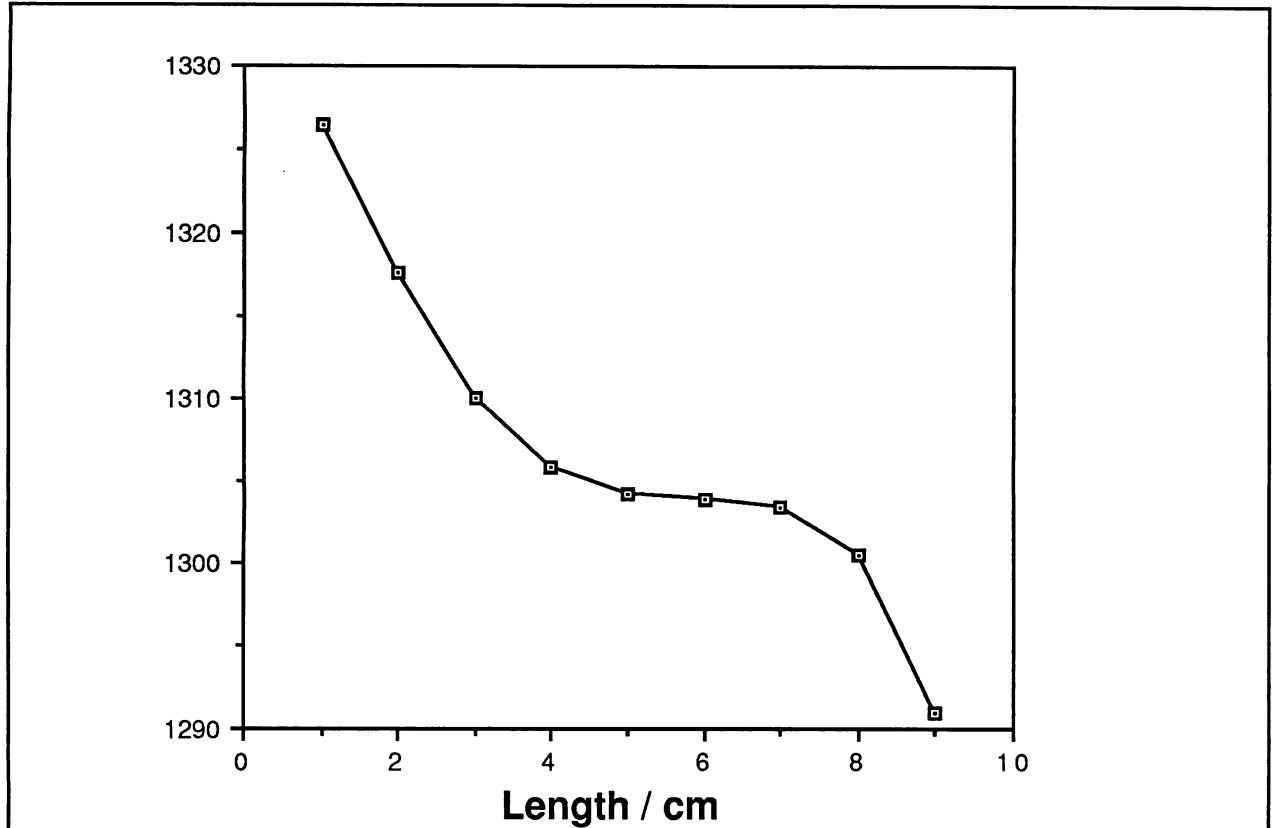
摂氏 12.3 度



一方、computer simulation では次のような結果が得られている。  
構造が、

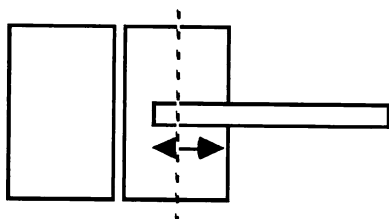


の場合には

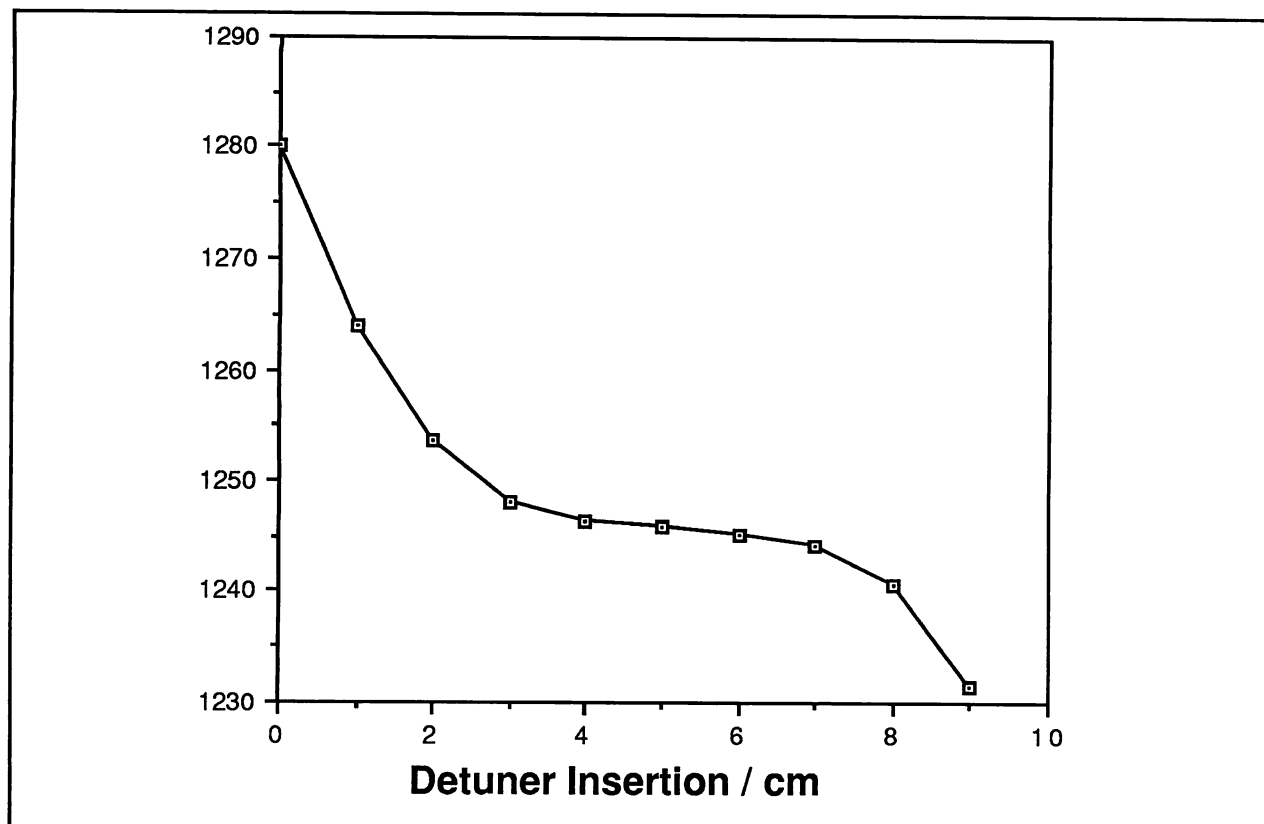


周波数は、6 cm 付近で停留し、その中央では 1304.0 MHz である。両端の空洞の中央対称面で磁気短絡という境界条件の下での周波数は、1297.3 MHz であり、差は 6.7 MHz ある。

また、



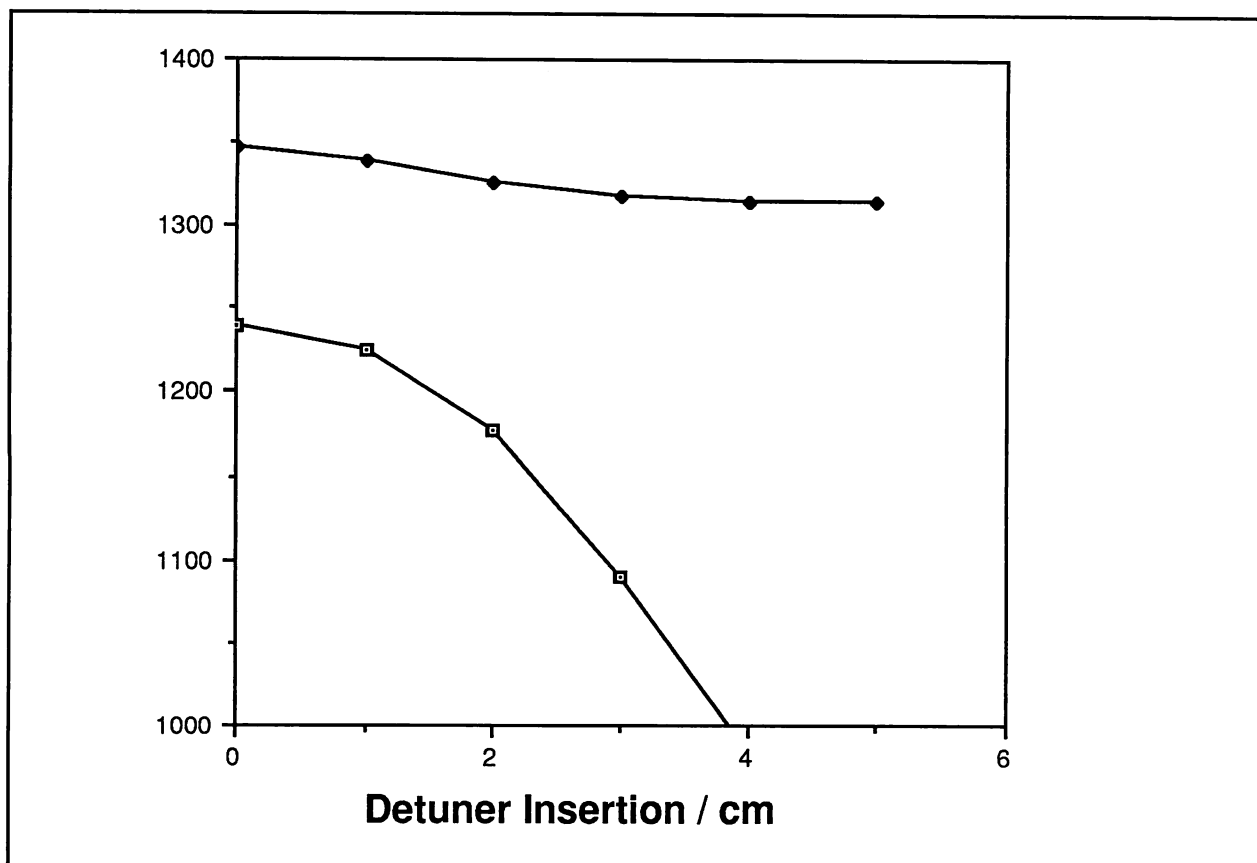
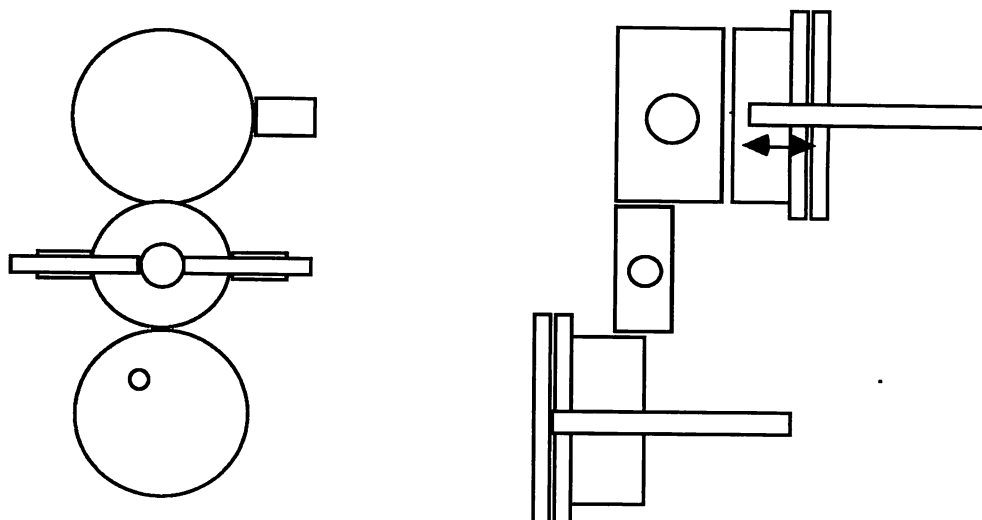
の場合には、



周波数は、5 cm 付近で停留し、その中央では 1245.8 MHz である。離調する側の空洞の中央対称面で磁気短絡という境界条件の下での周波数は、1242.6 MHz であり、差は 3.2 MHz であり先の場合の半分である。

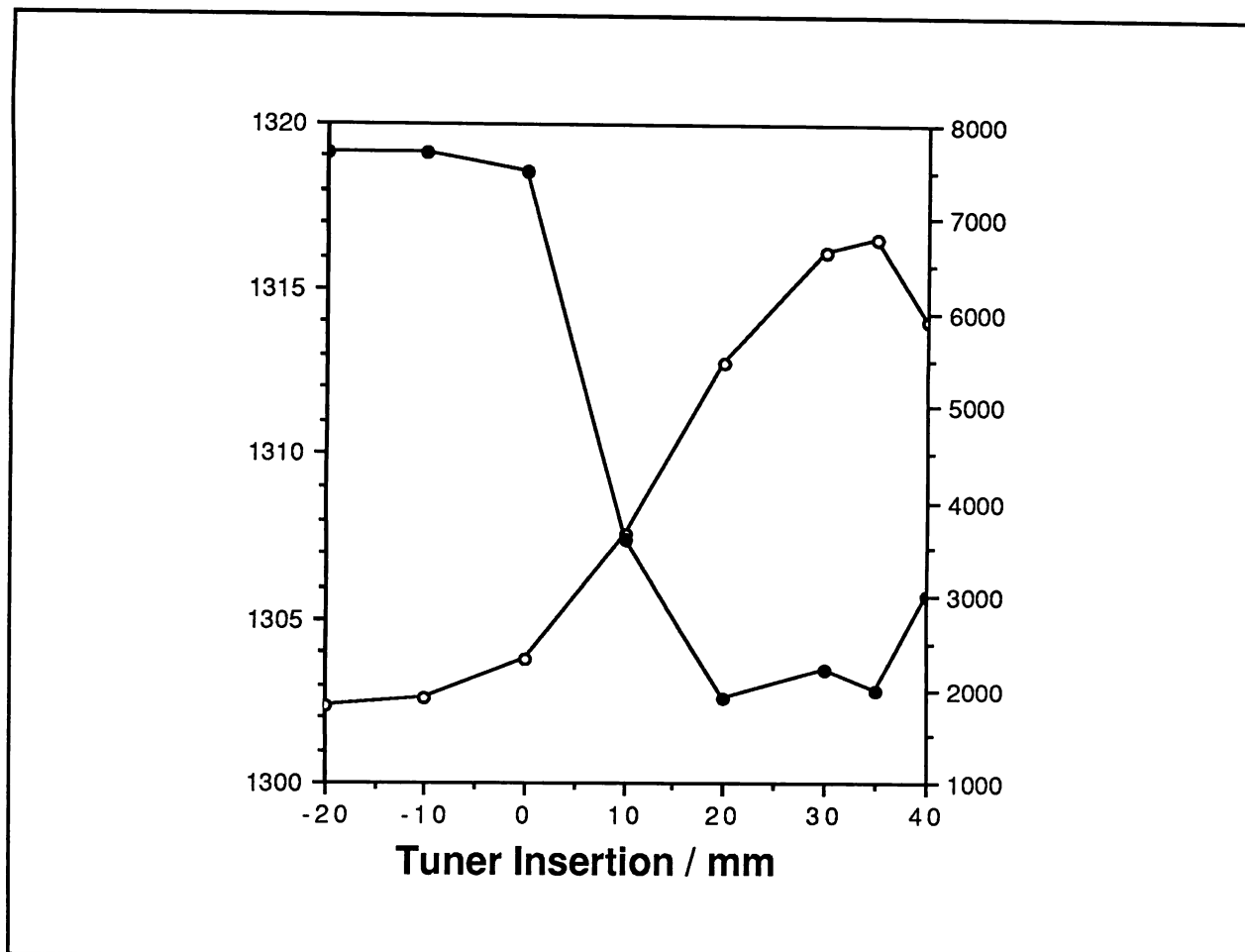
このことから、連結空洞の分割面で磁気短絡した場合の周波数は 3 ~ 3.5 MHz 低い 1300 MHz 位であろうと思われる。従って、端空洞の径を 3% 広げ、ろう付け接合前に仮組みし再度測定し周波数を合わせ込むことにする。

参考までに次のように連結面に短絡板を付けても測った。



計算機による模擬実験から予想されたように、周波数の停留値は 1314 MHz と先の結果より高めに出た。

離調棒を周波数の停留する位置に置き同調器による周波数の変化を見た。  
摂氏 12.8 度



2) でも見られるが同調棒を入れると Q が急激に低下するのは、同調棒と導管が antenna とそれに続く同軸管となり空洞と結合し、たまたま導管の長さが 1/4 波長に近かったためである。導管を 1/2 波長に延長し端を短絡し再測定する。

#### 5) 結合空洞と橋絡端空洞の結合

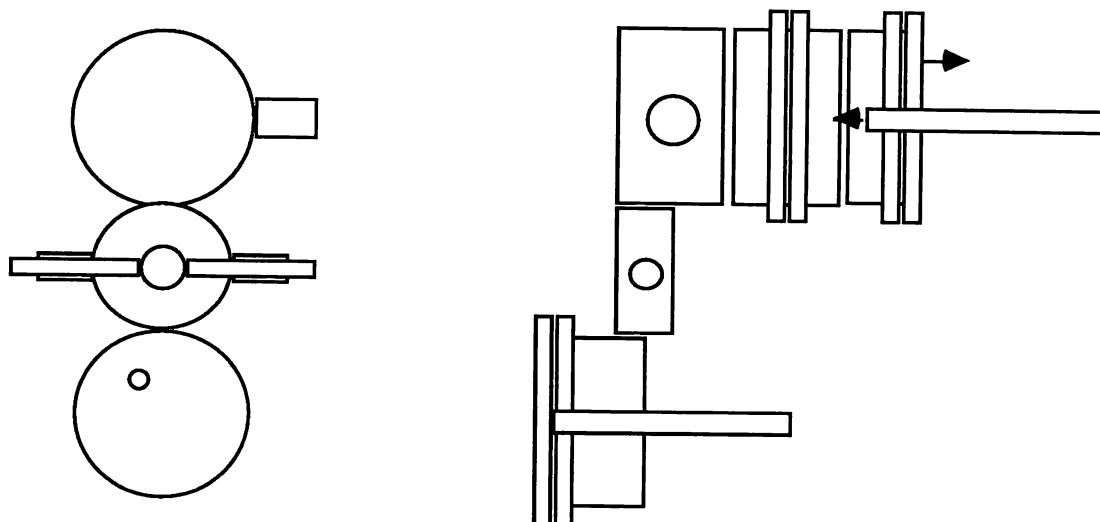
結合空洞-橋絡端空洞系の共振 mode は次のようであった。

f / MHz	Q
1262.94	9000
1330.54	12000

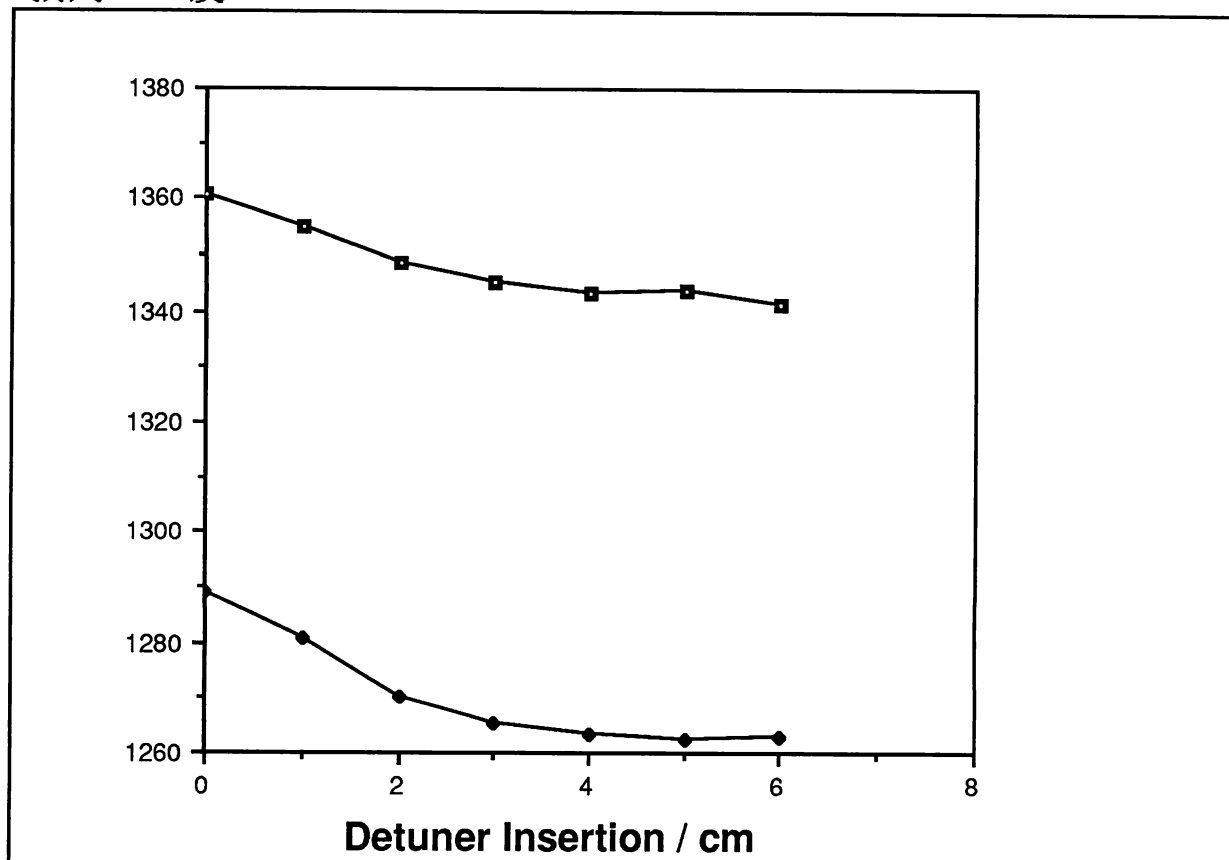
結合係数は約 5.2 % (半空洞換算 7.3 %) ということになる。

## 7) 橋絡端空洞と橋絡連結空洞の結合

半空洞の用意がなかったので短絡板を付けて測った。



摂氏 15.3 度



離調棒挿入長が 5 cm 辺りで周波数が停留し、その時の差は 81 MHz であるので端空洞-連結空洞（全空洞）の結合係数はおよそ 6.2 %（半空洞換算 8.7 %）ということになる。

また、前項目 6）で参考に行った、連結空洞（半空洞）の離調による端空洞の測定の過程からも端空洞-連結空洞（半空洞）の結合係数が得られ、8.4 % すなわち全空洞換算で 6.3 %、半空洞換算で 8.9 % と良く一致する。

8）橋絡空洞の単位空洞の mode 及び単位空洞間の結合  
双半空洞の両端に短絡板を付けるものだけを行った。

摂氏 12.3 度

f /MHz	Q
1220.71	12000
1371.87	11000

双半空洞の両側が同じ様にできているものと思えば、単位空洞の周波数は 1296.29 MHz ということになる。摂氏 30 度換算で 1295.94 MHz となる。

また、単位空洞間の結合係数は 8.3 %（半空洞換算 12 %）である。