

# パラメトリックスピーカーを用いた 低騒音型RASS用音源の開発

橋口 浩之・六車 光貴  
京都大学生存圏研究所

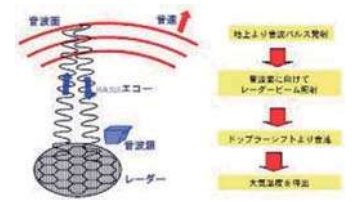
第13回MUレーダー・赤道大気レーダーシンポジウム

## 研究の背景・目的

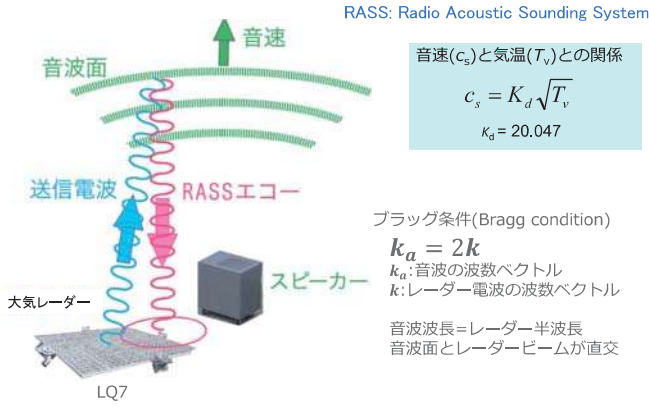
- 上空の気温高度分布を高分解能で観測することは重要である。
- 大気レーダーによるRASS(Radio Acoustic Sounding System)技術を用いた気温観測は、ラジオゾンデに比べて高時間分解能で測定できるが、騒音問題があり、観測場所が制限される。
- **パラメトリックスピーカー（超指向性スピーカー）**を使うことで、騒音問題を解決を目指す。
- 反射型とし、降雨時でも使用できるRASS用音源を開発する。



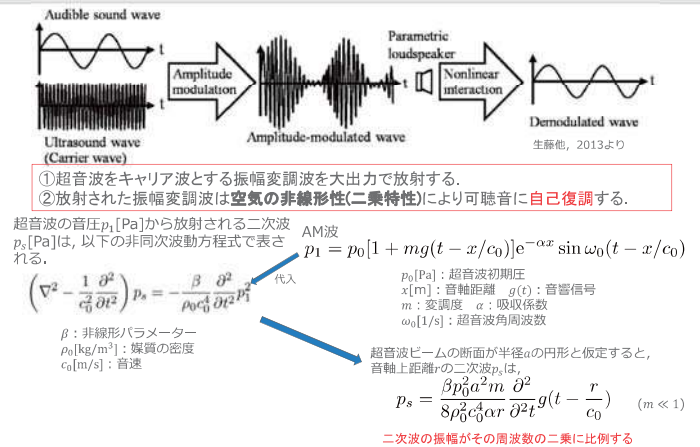
美術館・博物館などのアナウンスに実用



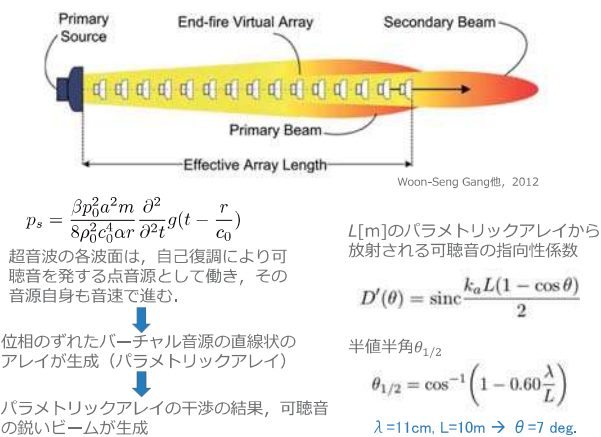
## RASS(電波音波併用)法による気温プロファイルの観測



## パラメトリックスピーカー自己復調



## パラメトリックスピーカーパラメトリックアレイ



## 使用したスピーカー



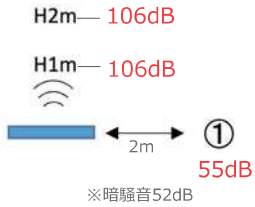
スイッチサイエンス社製 超指向性スピーカーキット

搬送波周波数: 41kHz  
電氣的な変調は周波数変調(FM)  
エネルギー変換素子の超音波送波器との組み合わせにより最終的な超音波出力は単側帯振幅変調(SSB)

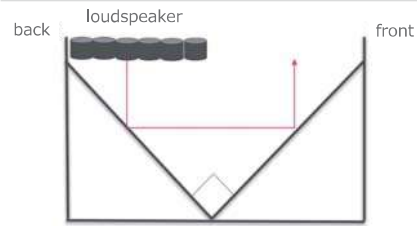
統一条件  
入力信号: 正弦波チャープ信号2.9-3.1kHz, Vpp=1V

予備実験—反射板なし(1458素子)

素子数：1458素子 (650×650×160mm)  
 防水性：IPX3相当 (スピーカー表面に撥水メッシュ、スピーカー面を下に向けた場合)



反射モデル; 防水性を確保



反射板素材  
 コンパネ+コンクリート平板

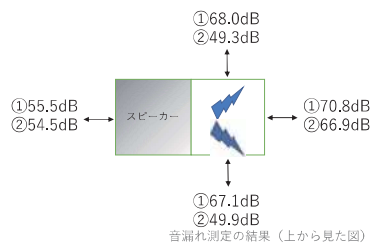
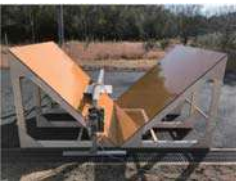
音漏れを減らすため

反射板素材検討

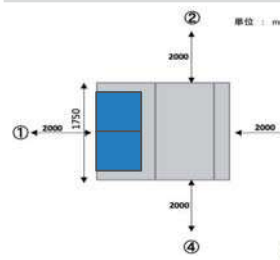


①アルミフレーム反射板モデル  
 714×1326×706mm  
 反射板と底板はABS10mmで側面はPP 5mmのプラスチックダンボール

②大型反射板モデル  
 2600×1300×1300mm  
 表面にウレタンコートを行った12mm合板



予備実験—反射板あり(1458素子×2=2916素子)



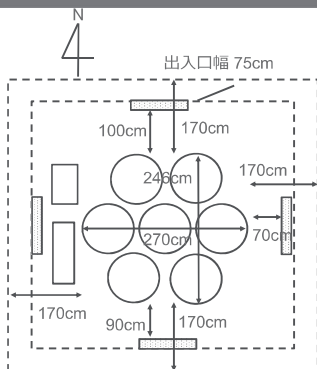
反射板素材  
 コンパネ  
 +  
 コンクリート平板

暗騒音：52dB

スピーカーサイズ・測定位置

	測定位置					
	①	②	③	④	H1m	H2m
音圧[dB]	60	56	64	57	106	106

ルネベルグレンズ下部対流圏レーダー(LQ-7)

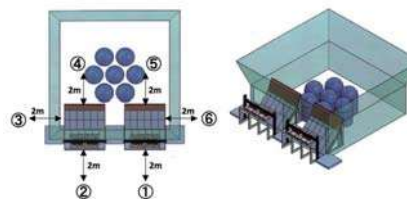


送受信装置  
 送信ピーク出力: 2.8kW  
 送信平均出力: 980W  
 (16ビットSpano符号)



騒音測定—LQ7に設置

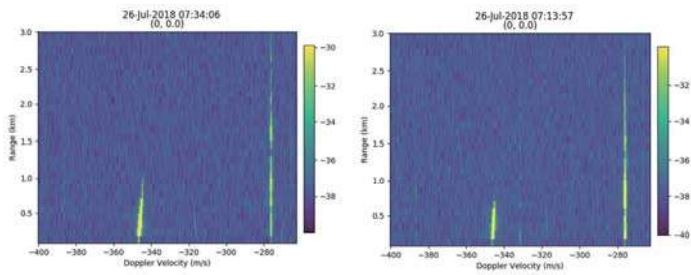
1458素子×2=2916素子×2=5832素子



スペースの問題でスピーカーを2つに分ける

暗騒音：52dB

	測定位置						
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
音圧[dB]	68	61	66	67	66	65	44



- 音波周波数のスイープ範囲を狭めて、今考えられる一番S/Nを稼げるパラメータでの観測
- 音圧的には1kmまで届いているようだが、安定的に取れるのは500~600m
- 風の状況によっては、直交条件が崩れて、エコーが取れなくなる。

Local Time (hh:mm:ss)	Temperature (Degree C)	Zonal wind (m/s)	Meridional wind (m/s)
07:34:00	25.7	-0.29	0.09

- 反射板により防水性のないパラメトリックスピーカーに防水性を持たせることができた。
- 実際にLQ7にスピーカーを設置したところ、音漏れが大きくなった。  
← フェンスに音が反射している可能性
- 好条件だと高度1kmまでエコーが観測できる。  
← 気温による適切なスイープ範囲  
← 風の状況に応じたスピーカーの最適配置