

Advanced Science –Technology Research Organization

～H27年度ASTROセミナー～



# Research & Study of EMdrive No.2 ~build

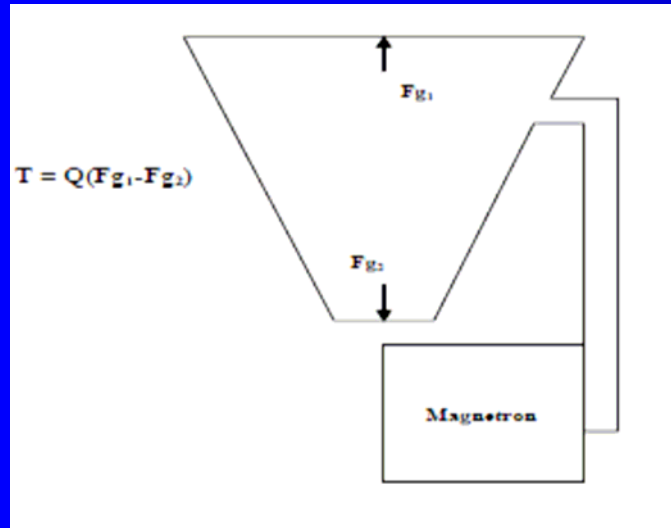
Mar.20 2016

*Toshihide Yamamoto*

# 1. EMdrive開発動向

SPR Ltd, United Kingdom

Roger Shawyer



The complete static thrust equation is:

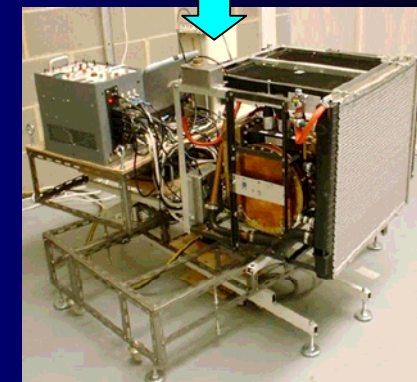
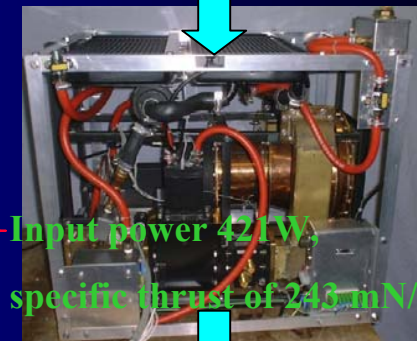
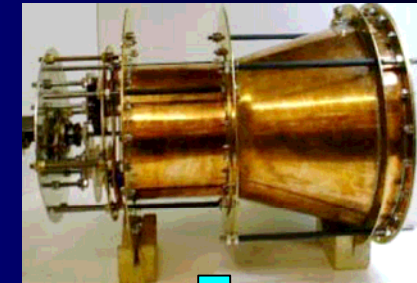
$$T = \frac{2PQ_u}{c} \left( \frac{\lambda_0}{\lambda_{g1}} - \frac{\lambda_d}{\sqrt{\epsilon_r} \lambda_{g3}} \right) \left( 1 - \frac{\lambda_0 \lambda_d}{\sqrt{\epsilon_r} \lambda_{g1} \lambda_{g3}} \right)^{-1} \quad \text{Equation 1.}$$

which can be simplified to

$$T = \frac{2PQ_u D}{c}$$

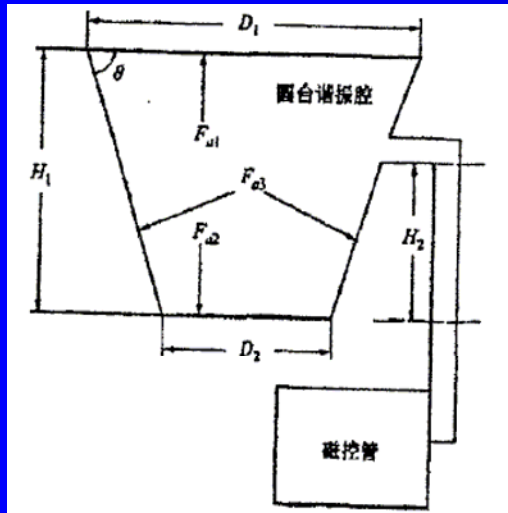
where

T = Thrust in Newtons  
 P = Power in Watts  
 Qu = Unloaded Q  
 D = Design Factor

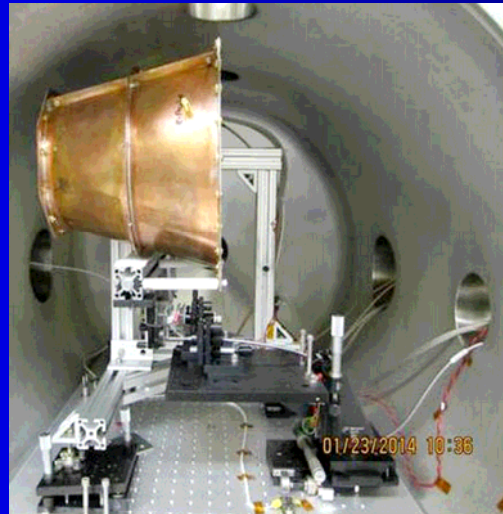


Demonstrator Engine on Dynamic Test

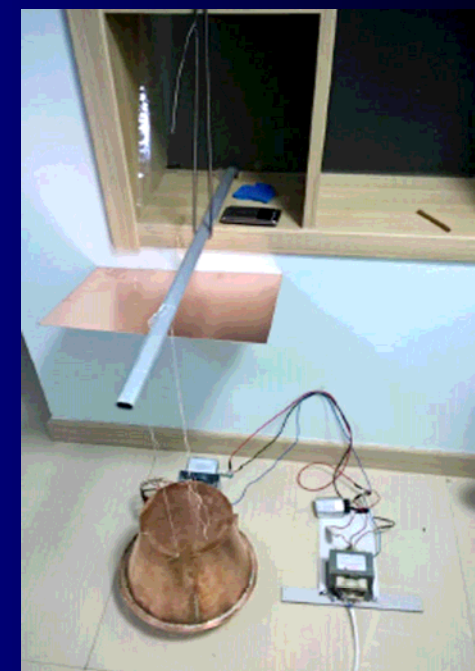
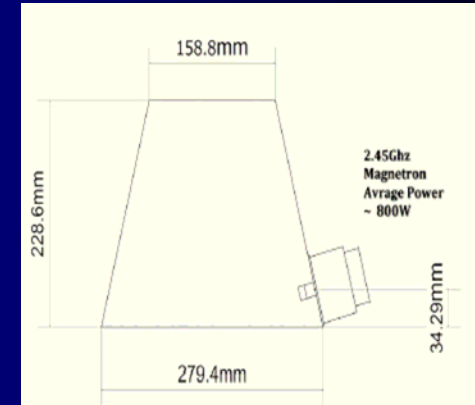
# 2. EMdrive開発動向 Roger Sawyer以降



2010 NWPU  
Juan Yang



2014 NASA  
Brady, White



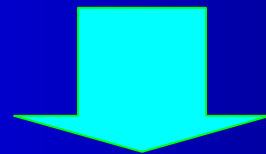
2015 Iulian Berca



2015 Paul Kocyla

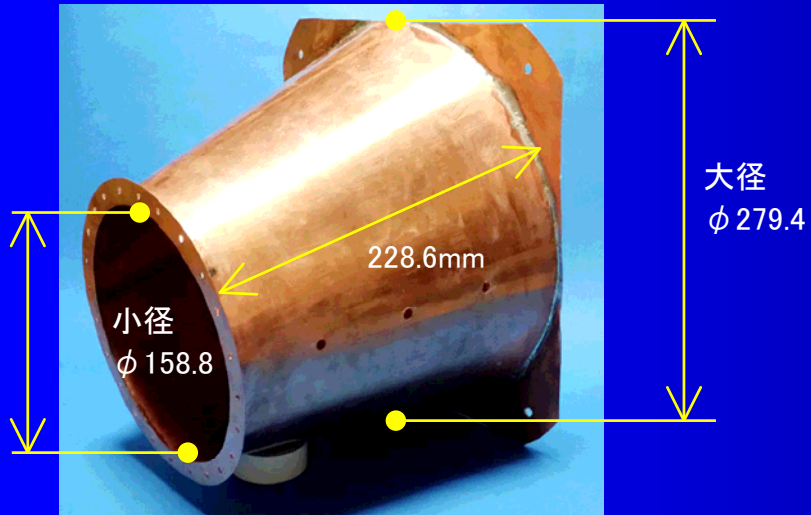
## 3. EMdriveは本物か？

- ☆マイクロ波をCavityに注入させると、本当に推力が発生するのか？
- ☆その他の物理現象を単に誤認しているだけではないのか？
- ☆Shawyerの理論通りに推力が発生するのか？
- ☆推力が確かに発生するとして、別の物理現象では説明できないのか？



**EMdriveを試作し、推力発生有無を測定し、  
現象が本物か否か、検証する**

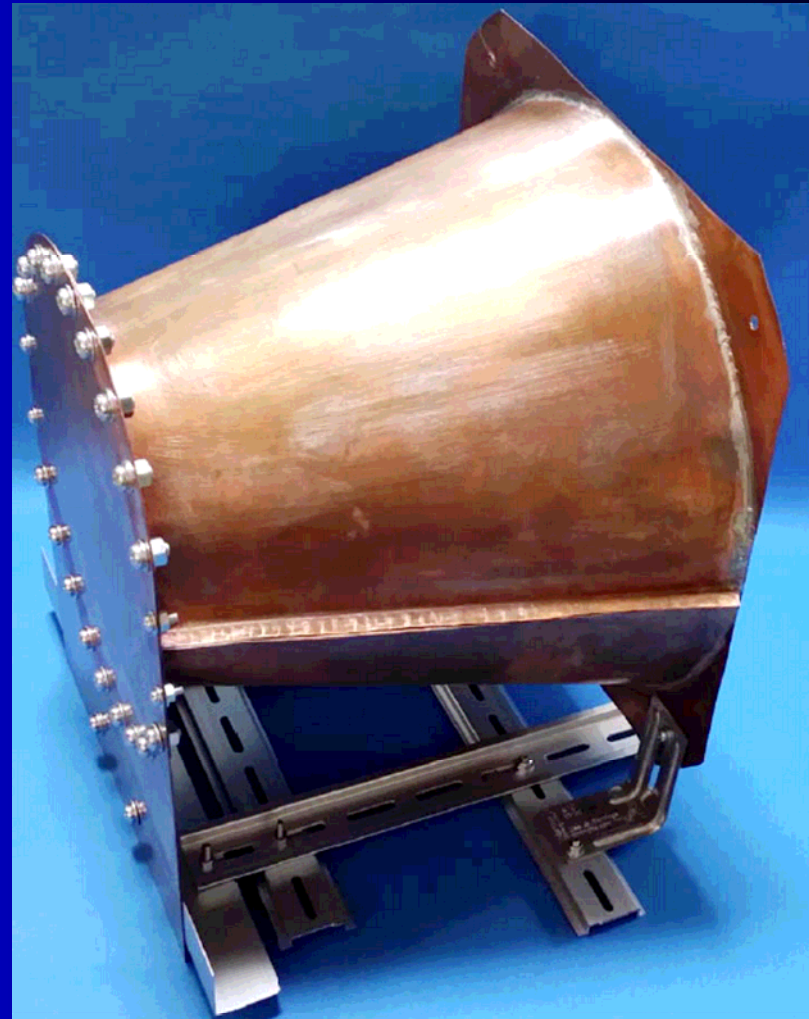
# 4. 試作機本体構造



Cavity Type-TM212 (Cu; t0.3mm)



マイクロ波放射部  
(試験水準用SMAコネクタ3箇所)



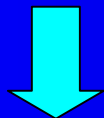
Cavity Assy (本体+水平取付架台)

# 5. スラストスタンドへのセットアップ

## 縦型Spring Balance式 スラストスタンド(新考案)

### <測定原理>

上部スプリングでスラスタ本体質量の大部分を支えつつ、下部電子天秤でスラスタ質量の一部を受けもたせる。



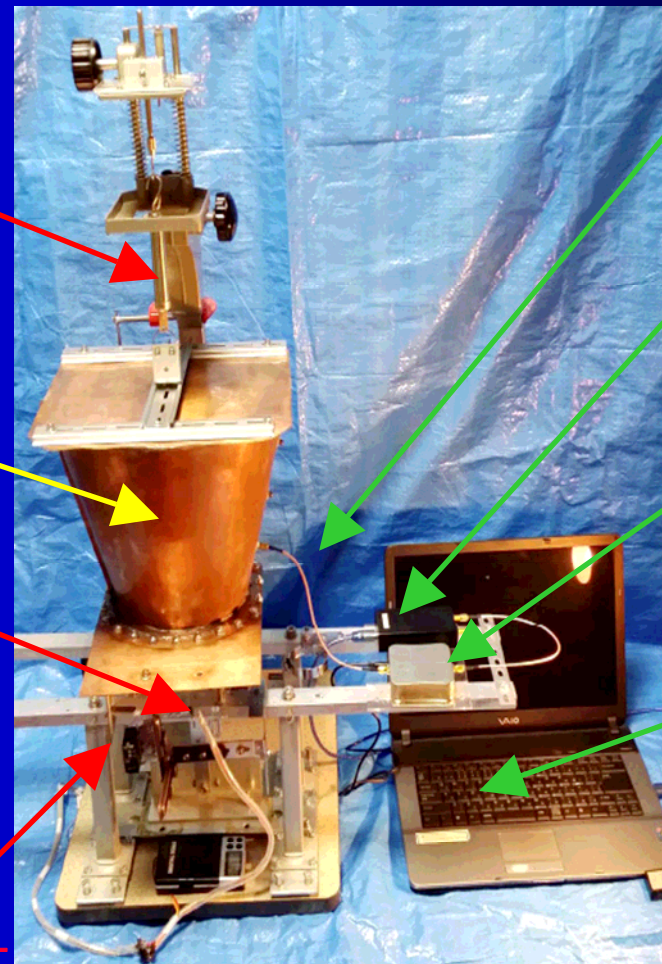
上下方向のスラストは、上部スプリングのバネ定数、電子天秤の上下方向等価バネ定数、電子天秤及び上下方向変位量測定センサーの各々の測定値から換算して求めることができる。

上部スプリング

Cavity本体

電子天秤

変位センサー



RFケーブル

2.45GHz  
マイクロ波発信器

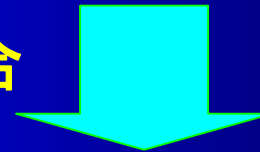
シグナルブースター

マイクロ波  
制御用PC

## 6.現在の進捗状況

- ① 縦型Spring Balance式スラストスタンドでの推力測定
- ↓
- ② 横型Torsion Balance式スラストスタンドでの推力測定
- ↓
- ③ データ分析、有意性の検証(①、②で鉛直、水平差異確認)

有意性が認められる場合



- ④ 入力パワーを増大(数100W級マグネトロン式、半導体式他機器による)させ、推力を測定 ・・ 理論値との突合せ
- ↓
- ⑤ 独立システム化(Cavity、電源・発信器・制御系一体)を図り、推力測定 ・・ 測定系の影響を排除する

# 7. Magnetron方式への変更

## <変更理由>

当初目論んだ、2.45GHzマイクロ波発信器+8Wシグナルブースタ方式では、以下の問題が生じたため、入力パワーの増加が可能なマグネトロン方式に変更した。

①購入したマイクロ波発信器自体の操作性・出力性能に問題あり

②Cavityへの入力が8Wの場合、想定される推力は0.001gオーダとなるが、縦型Spring Balance式スラストスタンドの変位・質量変化を計測する変位センサー・電子天秤やオシロスコープ等の測定精度下限に該当することが判明したため、Cavityへの入力パワーを1桁以上増加させるのが良いと判断。



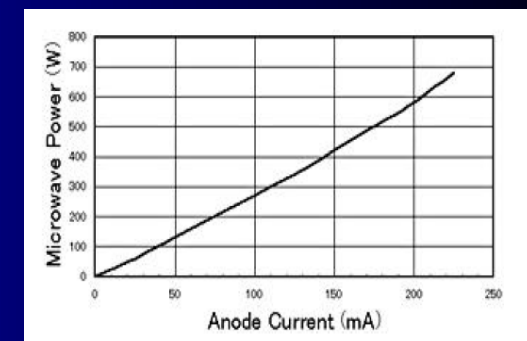
・Magnetron  
(Galanz 2.45GHz 空冷)



・MicroWave発信器  
出力 最大700W

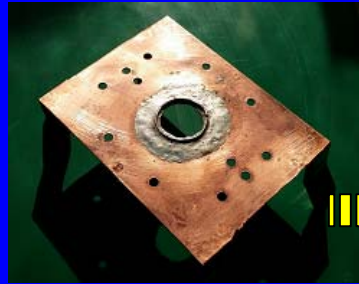


Magnetronのアノード電流を制御しMagnetron出力を可変にする





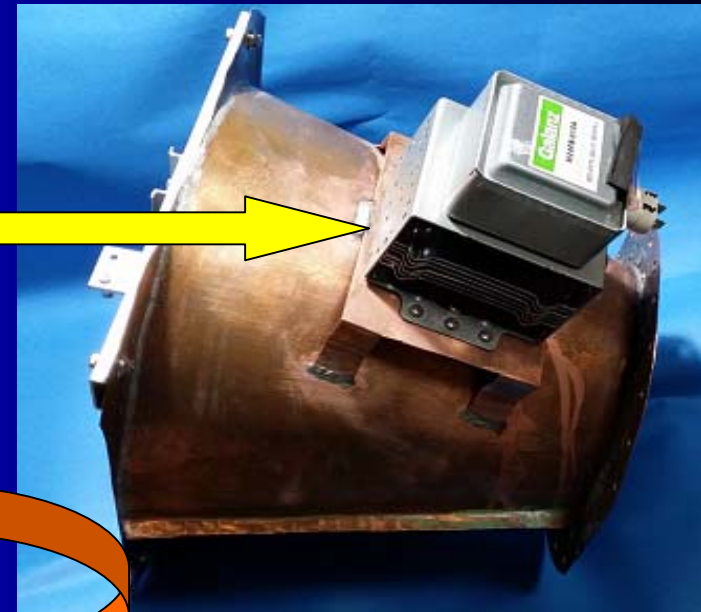
# 8. 試作機の改造



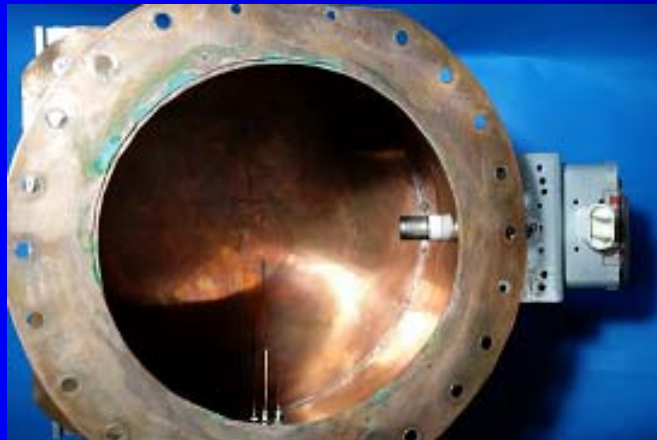
・Magnetron取付座



・Magnetron取付座を  
Cavityにろう付け

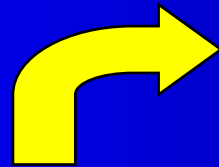


・Magnetron取付状態



・推力計測は概ね十秒以内で行うこととし、  
敢えてアイソレータは組み込まない  
(安全確保のため、連続使用は行わない)

# 9. 電子天秤の変更



## 歪みゲージ式微小質量変化測定用電子天秤

- ・市販のデジタルポケットスケールを改造  
(計測範囲0.01~500g:計測精度 $\pm 0.01$ g)



- ・Cavityで発生する上下方向の推力から生じる片持梁の歪みを計測し、歪みゲージアンプを介して上下方向の質量変化値に変換・測定する。

- ・歪みゲージ

- ・歪みゲージアンプ

# 10. 縦型スラストスタンドへ仮取付



片持梁歪みゲージ方式の電子天秤に  
後日変更する予定