

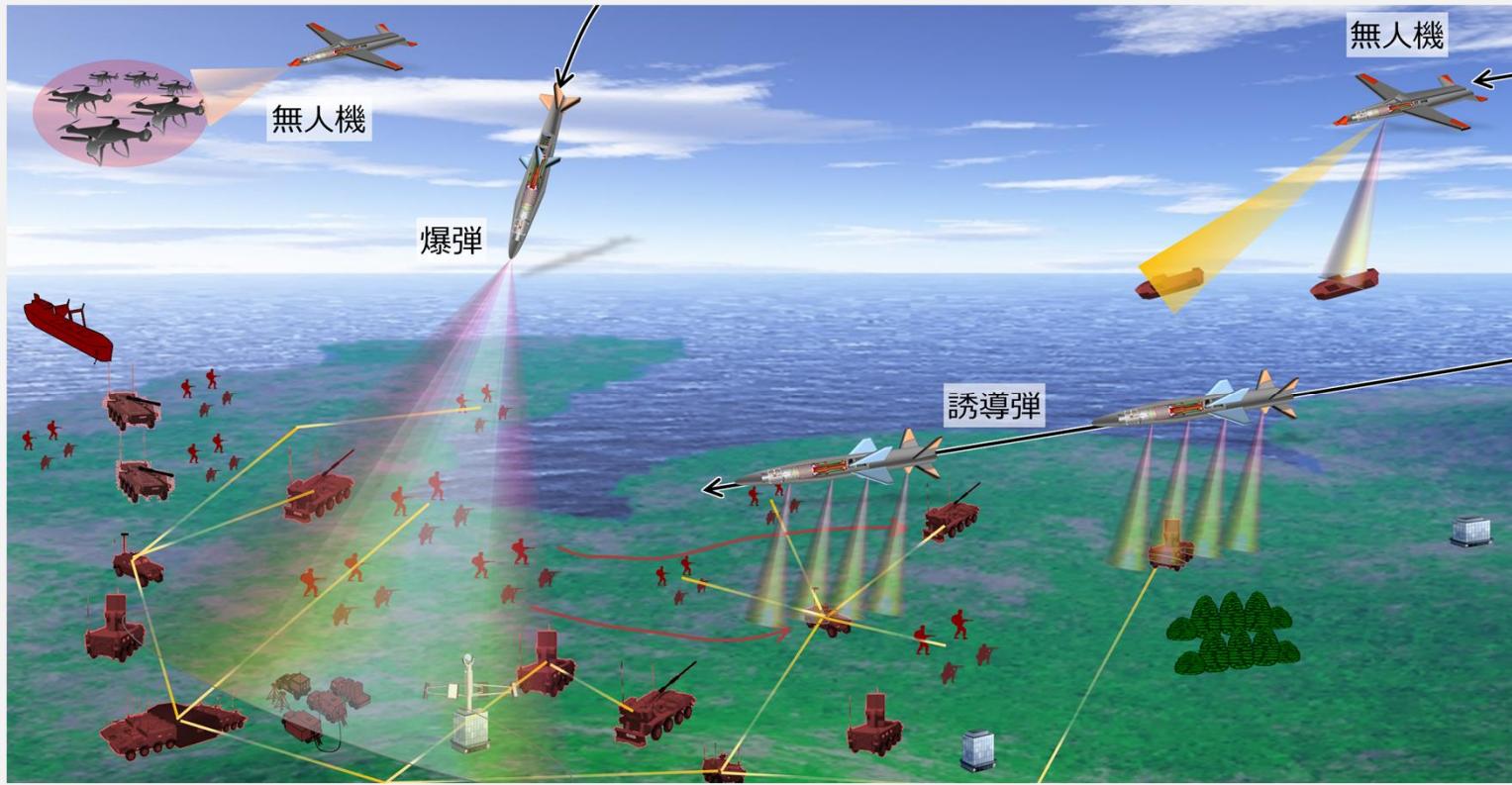
EMP(電磁パルス)弾の研究

研究の概要

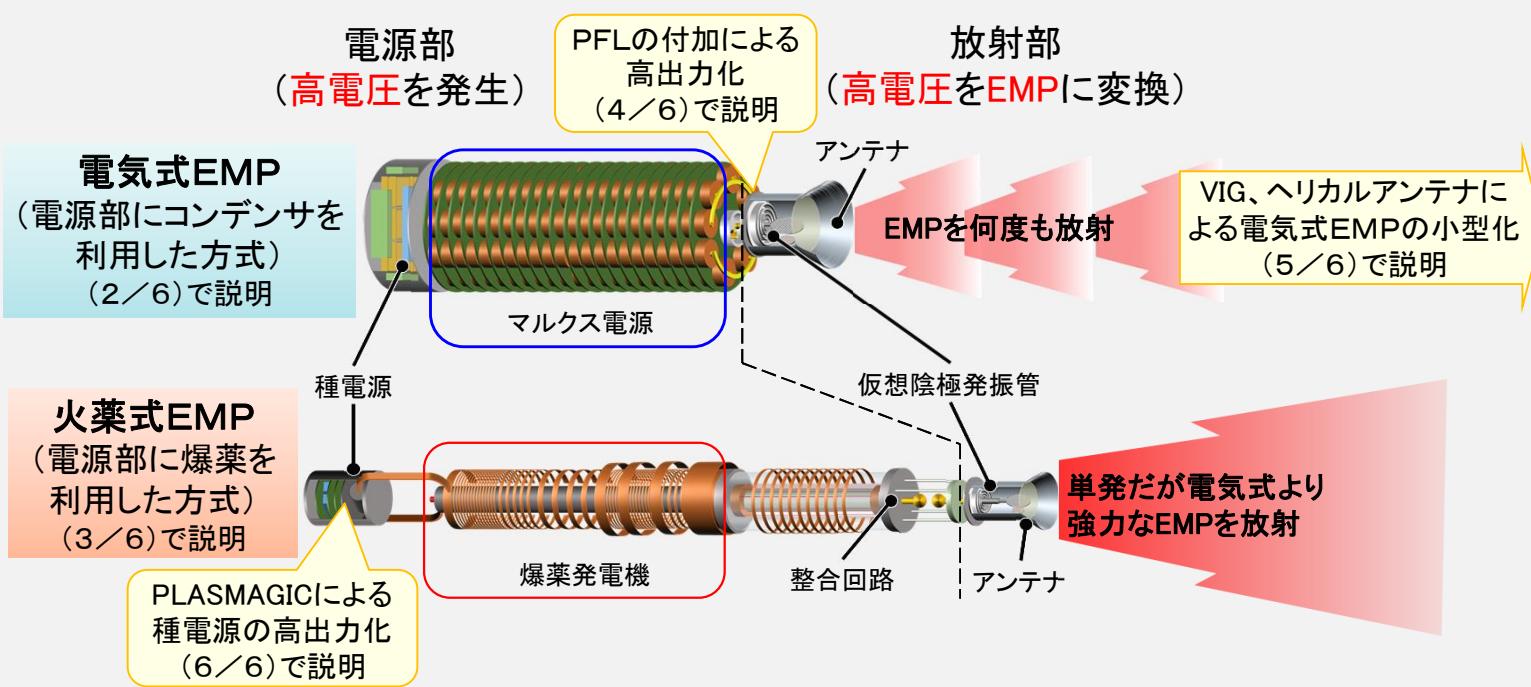
防衛装備庁陸上装備研究所システム研究部火力システム研究室 (1/6)

運用構想(イメージ)

EMP(電磁パルス: Electro-Magnetic Pulse)とは、極短時間において発生する強力な電磁波であり、EMPを放射することにより、センサや情報システムの機能を直接的な破壊によらず喪失又は一時的に無効化することが可能となる。



EMP弾の方式の比較



EMP(電磁パルス)弾の研究

電気式EMPの研究

防衛装備庁陸上装備研究所システム研究部火力システム研究室 (2/6)

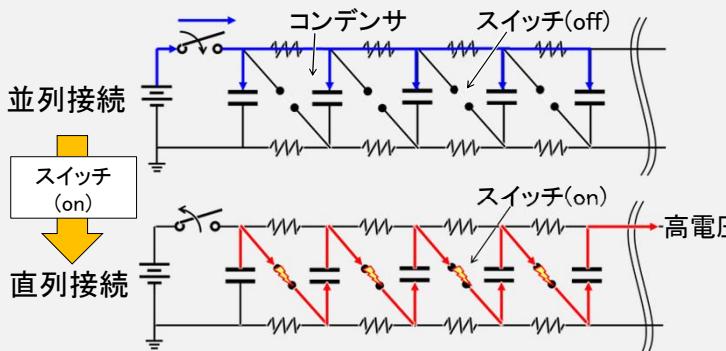
電気式EMPの研究の概要

電源部にコンデンサを利用した方式である、**電気式EMP**のシステム化技術に関する研究を行う。

電気式EMPの仕組み

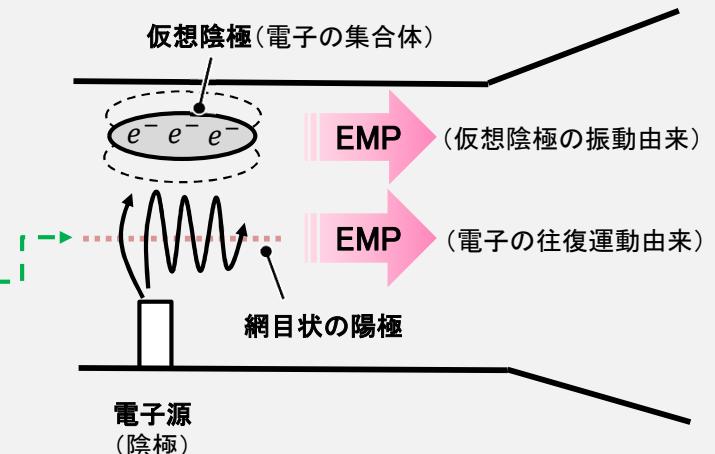
・電源部(マルクス電源)

V_0 で充電したコンデンサを短時間直列に接続
↓
瞬時に高電圧を発生



・放射部(仮想陰極発振管)

高電圧を印加すると、仮想陰極が発生
↓
仮想陰極の振動と電子の往復運動でEMPを放射



電気式EMPの技術課題と研究内容

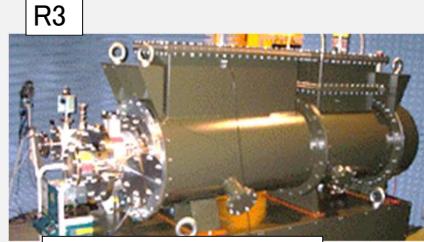
技術課題: EMP出力の大幅な強化と小型化

原理実証



基準

EMP出力強化



EMP出力密度: 1.4倍

R5



EMP出力密度: 8.7倍

装置小型化

※研究試作:
将来EMP装備適用技術の
研究試作(1)EMP弾頭I型
(R6~R10)

EMP出力密度: 約100倍

EMP(電磁パルス)弾の研究

火薬式EMPの研究

防衛装備庁陸上装備研究所システム研究部火力システム研究室 (3/6)

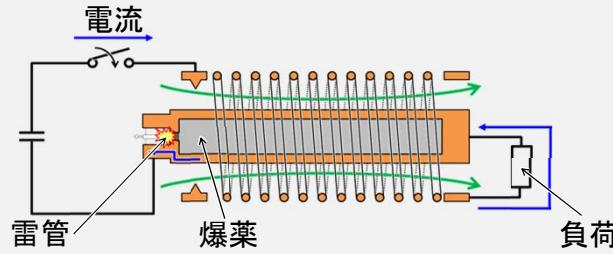
火薬式EMPの研究の概要

電源部に爆薬を利用した方式である、**火薬式EMP**のシステム化技術に関する研究を行う。

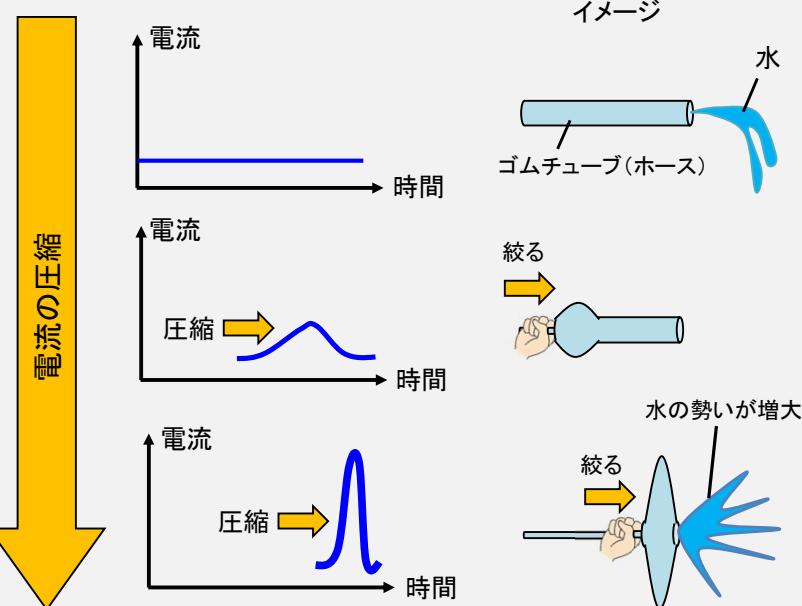
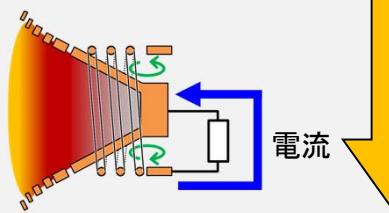
火薬式EMPの仕組み

・電源部(爆薬発電機)

- ① 電流が一定値で流れている。



- ② コイルの圧縮により、電流も圧縮される

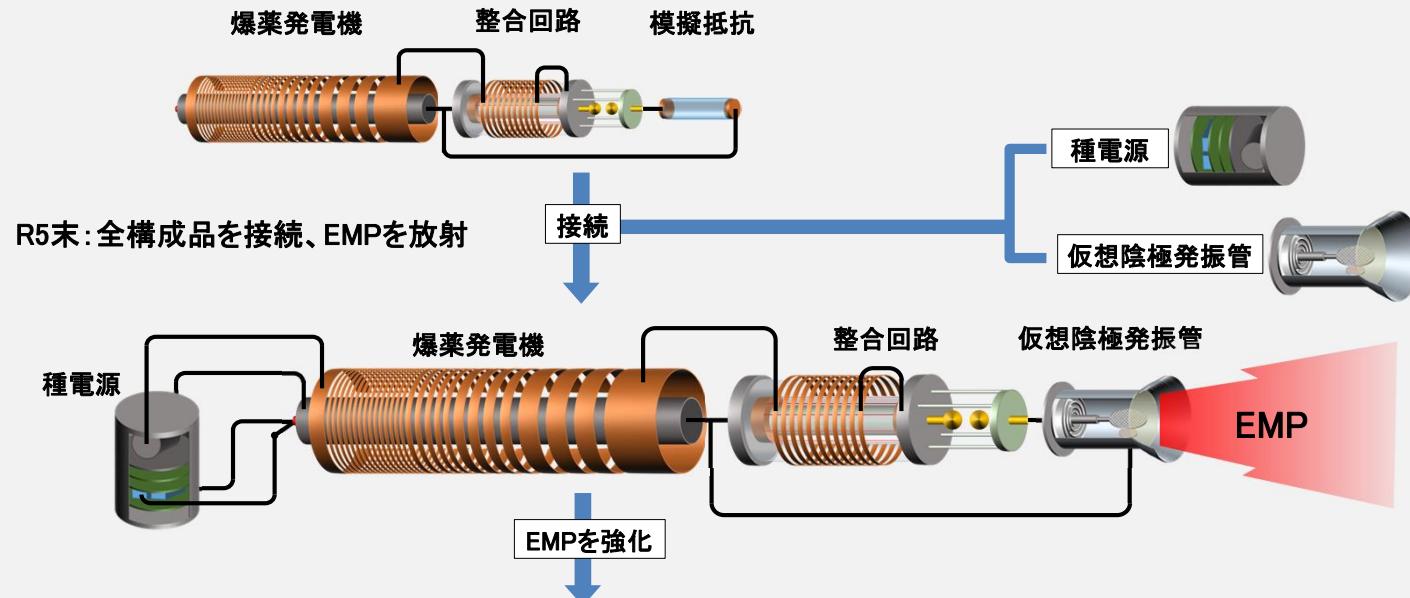


火薬式EMPの技術課題と研究内容

技術課題: 爆薬発電機技術の確立とEMP出力の増大

～R4: 爆薬発電機の技術を確立

爆薬発電機及び整合回路



R6～: 将来EMP装備適用技術の研究試作(2)EMP弾頭Ⅱ型

10th ANNIVERSARY
防衛装備庁

EMP(電磁パルス)弾の研究

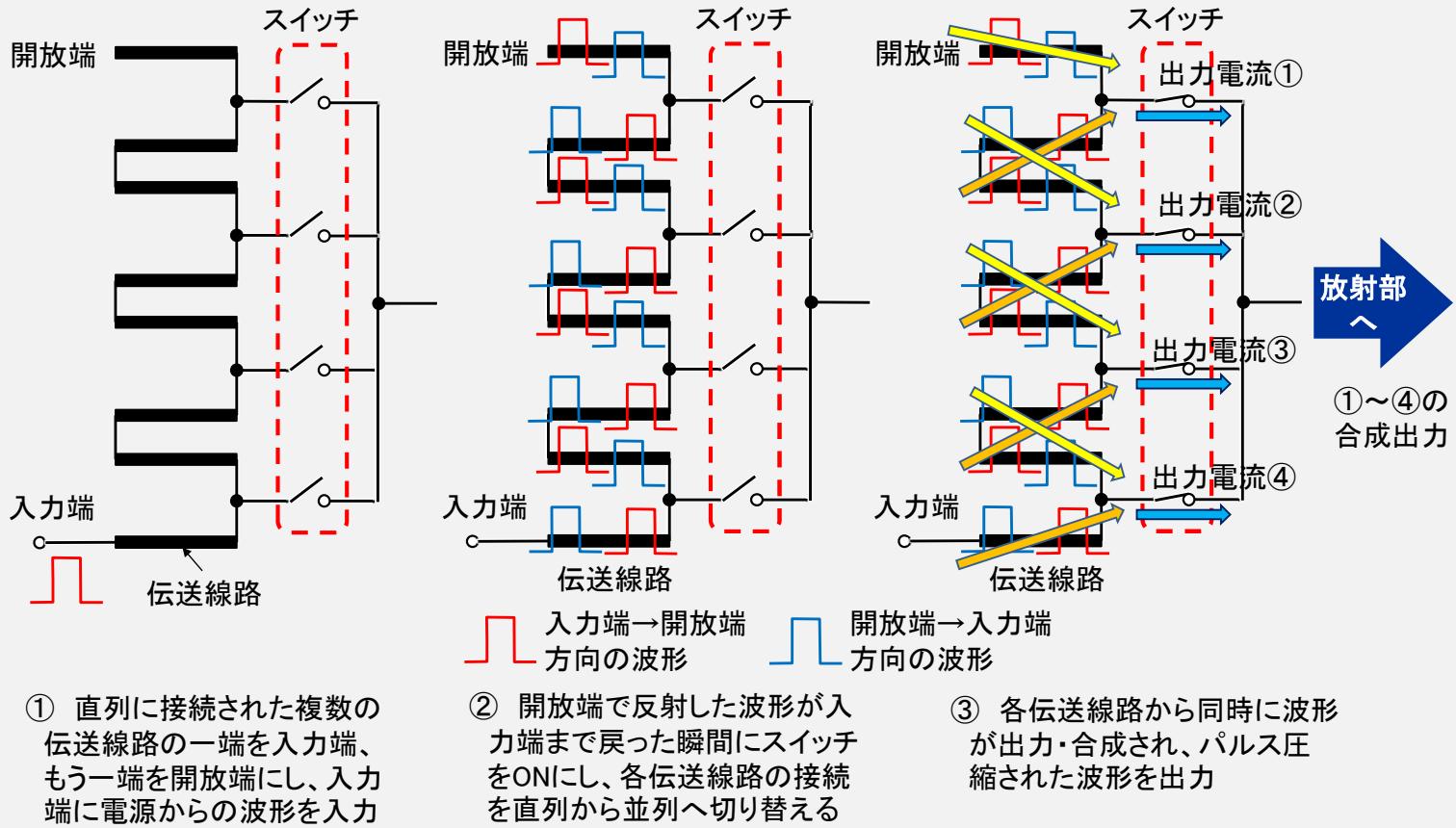
PFLの付加による高出力化

防衛装備庁陸上装備研究所システム研究部火力システム研究室 (4/6)

PFLの付加による高出力化の概要

電源部にPFL(Pulse Forming Line)を付加することで、パルス圧縮によるさらなる高出力化を目指す。

PFLの動作原理



PFLの特性検討

技術課題：伝送線路の減衰の防止、電流合成のばらつきの抑制



伝送線路の一種である純水PFL (R5年度仮作品)の外観
(誘電体に純水を使用するため、純水タンクに入っている)

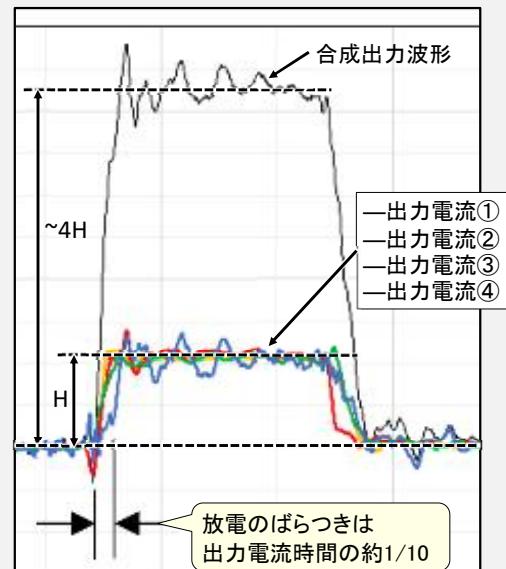
これまでに、一定の周波数以下において、
パルス電流の減衰※-10dB(=10%)以下を達成

※ パルス電流の減衰: $1 - \sqrt{|S_{11}|^2 + |S_{21}|^2}$ [dB]

S_{11} : 純水PFL内のパルス電流の反射量[dB]

S_{21} : 純水PFL内のパルス電流の透過量[dB]

複数PFL回路(8段)の出力電流波形



EMP(電磁パルス)弾の研究

VIG、ヘリカルアンテナによる電気式EMPの小型化

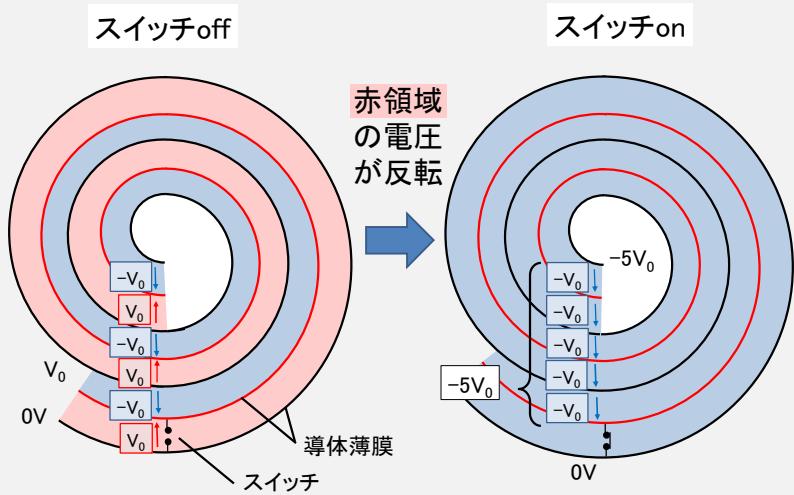
防衛装備庁陸上装備研究所システム研究部火力システム研究室 (5/6)

電気式EMPの小型化の概要

電気式EMPの電源部に対する小型化としてVIG(Vector Inversion Generator)とヘリカルアンテナを用いたEMP発生装置の基礎研究を進めている。

動作原理

電源部の小型化(VIG)



アンテナの変遷

リッジホーンアンテナ：給電方法が不適切
ヘリカルアンテナ：給電方法が適切 → 採用

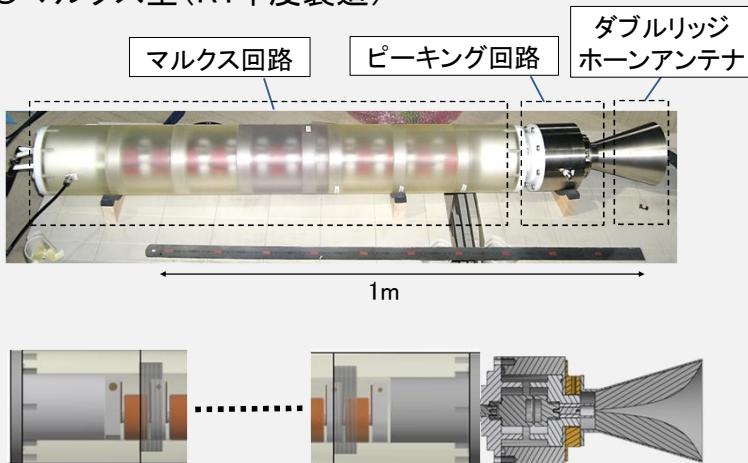
最適な給電方法	現状の給電方法
アンテナの軸方向と電極の方向が垂直	アンテナの軸方向と電極の方向が同じ リッジ
電極の方向	電極の方向
アンテナの軸方向	アンテナの軸方向
電極の方向	電極の方向
アンテナの軸方向	アンテナの軸方向
電極	電極
放電箇所	放電箇所

出典: 阿部英太郎 著、マイクロ波工学、東京大学出版会、1987年

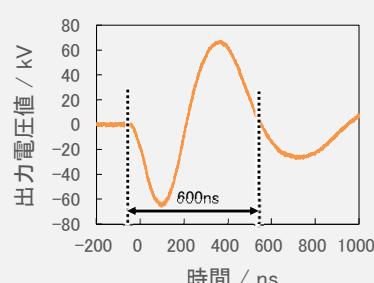
出典: Constantine A. Balanis 著、ANTENNA THEORY ANALYSIS AND DESIGN, WILEY, 2016

超小型EMP発生装置の変遷

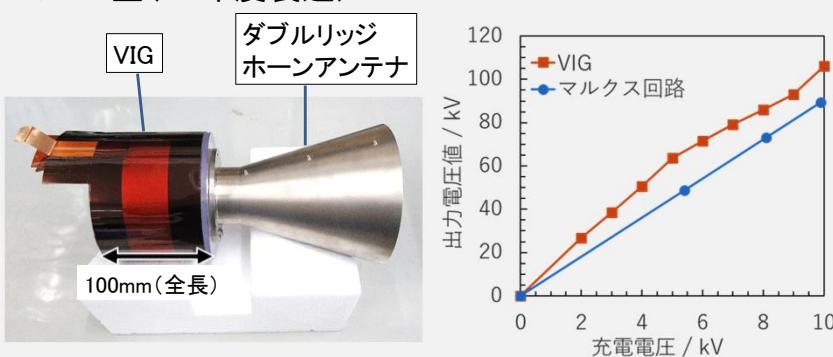
○マルクス型(R4年度製造)



○VIG型(ヘリカルアンテナ搭載型)(R6年度製造)



○VIG型(R5年度製造)



○現状

- VIGの電圧波形の周波数: 1.6MHz
- 1.6MHzに対応するアンテナのサイズ: 187.5m以上
- 現状のヘリカルアンテナのサイズ: 103mm
- VIGの周波数とアンテナのサイズが不一致

○今後の課題

- アンテナの小型化

EMP(電磁パルス)弾の研究

PLASMAGICによる火薬式EMPの高出力化

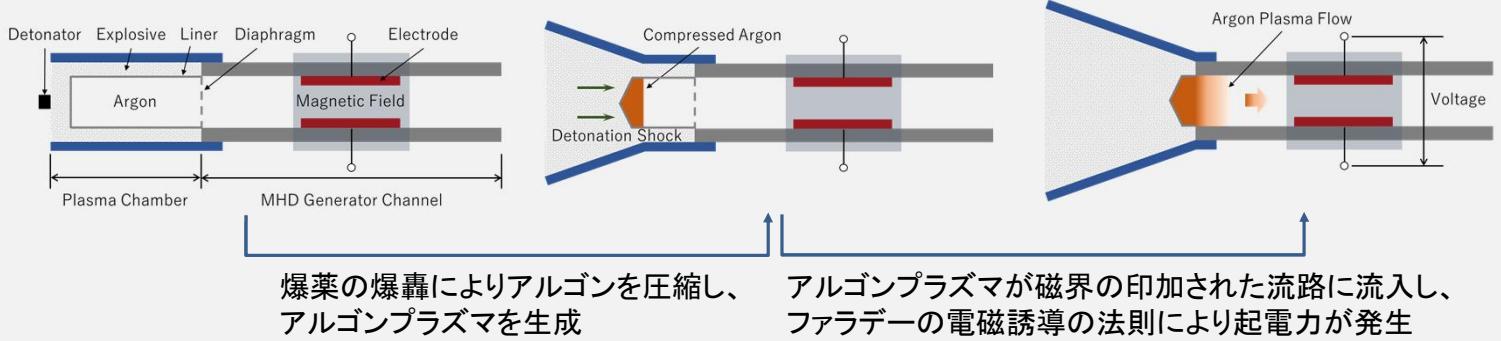
防衛装備庁陸上装備研究所システム研究部火力システム研究室 (6/6)

火薬式EMPの高出力化の概要

火薬式EMPの種電源の高出力化に向けて、(爆縮式プラズマジェネレータ:PLASMAGIC)の基礎研究を進めている。

PLASMAGIC : PLASMA Generator using explosive Compression

PLASMAGICの動作原理

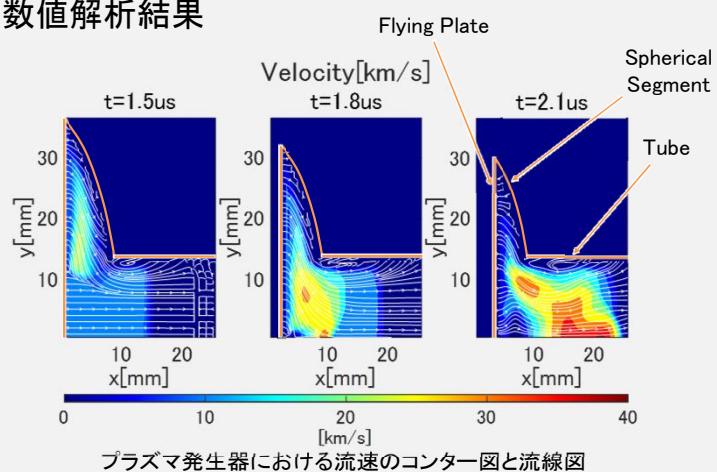


PLASMAGICの数値解析

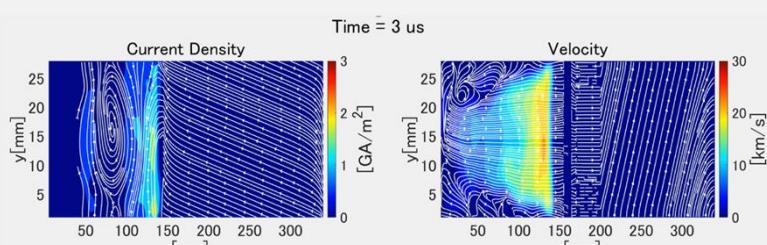
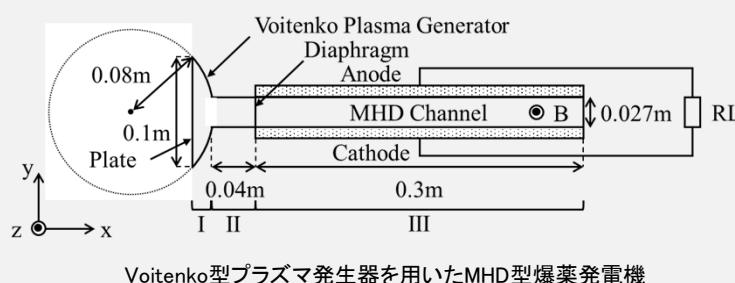
○数值解析手法

支配方程式	数值解析手法	
MHD相互作用を考慮した Navier-Stokes方程式	移流項	5次精度WENO法
	数値流束	Local Lax-Friedrichs flux
	拡散項	2次精度中心差分
	時間積分	3次精度TVDルンゲクッタ法
MHD近似を適用したMaxwell方程式	Galerkin有限要素法	
状態方程式及びサハの熱電離式	ニュートン・ラフソン法	

○数值解析結果



○数值解析領域



○初期条件

		圧力	温度	磁束密度	負荷抵抗	飛翔版初速
プラズマ発生器 (領域 I 及び II)		1atm	300K	-	-	6km/s
MHD 発電機	領域 II	プラズマ発生器の解析結果を付与	-	-	-	-
	領域 III	1atm	300K	2T	1.1mΩ	-

