

機関番号：32613

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2009～2010

課題番号：21760225

研究課題名 (和文) 帯電物体の通過により大きさの異なる金属筐体内に生じる誘導電圧

研究課題名 (英文) Electrostatically induced voltage generated in metal boxes with different volume when a charged body passes by front of the boxes

研究代表者

市川 紀充 (ICHIKAWA NORIMITSU)

工学院大学・工学部・講師

研究者番号：60415833

研究成果の概要 (和文)：

放電や静電気は、パソコンなどの電子機器の誤動作を引き起こす原因となる。この種の障害は、無視できない問題となる。本研究は、人体などの帯電した物体がパソコンなどの電子機器の金属筐体の近くを移動したとき、大きさ (体積) の異なる金属筐体内に生じる誘導電圧を主として実験研究で明らかにした。本研究の結果、金属筐体内に生じる誘導電圧は、その筐体の大きさ (体積) には依存しないことを国内外で初めて明らかにした。

研究成果の概要 (英文)：

Electrical discharge and static electricity become the source of electronic apparatus malfunction such as a personal computer. This type of accident cannot be ignored. We study the induced voltages generated in metal boxes with different volume of the apparatus when a charged body *etc.* move near the apparatus. From the obtained result in this study, we discover that the induced voltages generated in metal boxes are independent of the volume of the boxes.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学 電力工学・電力変換・電気機器

キーワード：非接触測定法、誘導電圧、金属ケース (筐体) の体積、誤動作、故障、球ギャップと電磁波センサ、タブレット型デバイス、電子機器

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 放電・静電気は、複写機 (コピー機) 等の工業技術 (正の面) に利用され、一方で電子機器の誤動作の原因 (負の面) となる。この負の面は、電磁障害として例えばコンピューターのハードディスクの製造工程等、マイクロエレクトロニクス分野で莫大な損害を出している。

(2) 例えば人体等の帯電した物体が電子機器 (開口部のある金属筐体) の近くを移動すると、その電子機器内の電子回路基板に誘導電圧が発生し、その誘導電圧が原因で電子機器が誤動作や故障を引き起こす可能性がある。

(3) 例えばコンピューターのハードディスクに使われている磁気記録・書き込み用のGMRヘッドは、数ボルトから10ボルト程度の電圧で壊れる可能性がある。

## 2. 研究の目的

(1) 誘導電圧が原因で発生する電子機器の誤動作を防止するため、電子機器（開口部のある金属筐体）の設計に基礎指針を与える。

(2) 帯電した物体が大きさ（体積）の異なる金属筐体の前を移動したときにその金属筐体内に生じる誘導電圧を、主として実験研究

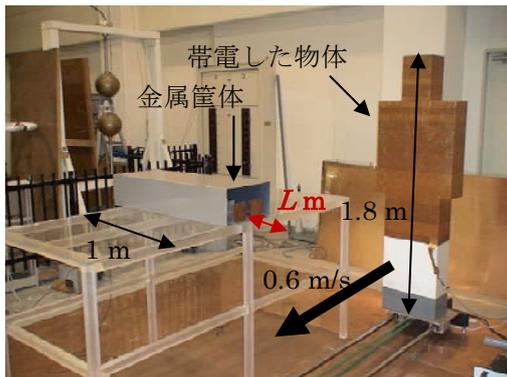


図1 製作した実験装置の配置図

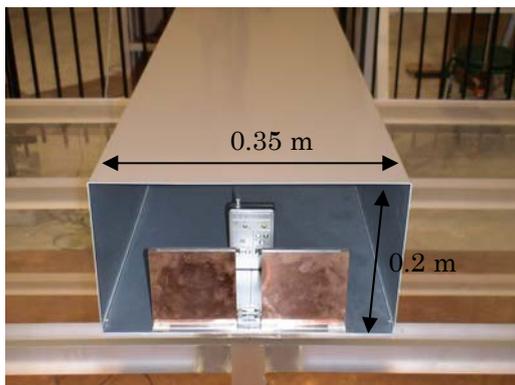


図2 金属筐体内に配置した誘導電圧の測定器（製作した静電誘導電極（手前）と電磁波センサ（奥））



図3 静電誘導電極の火花ギャップ

により明らかにする。

## 3. 研究の方法

(1) 図1は、本研究課題を実施するために製作した実験装置を表している。本実験装置は、人体等の帯電した物体（図中の右側）が電子機器を模した開口部のある金属筐体（図中のアクリル樹脂製の机の上に配置した筐体）の前を通過する状況を模擬している。異なる大きさの金属筐体内に生じる誘導電圧を明らかにするために、図2の非接触型誘導電圧測定器具（静電誘導電極と電磁波センサ）を金属筐体内に配置し、奥行き（体積）の異なる金属筐体を用いて研究を行った。

表1 本研究に使用した大きさ（体積）の異なる金属筐体（いずれも筐体の前面が開口している）

	寸法 (m)			体積 (m <sup>3</sup> )
	高さ	幅	奥行き	
筐体 A	0.2	0.35	0.2	0.014
筐体 B	0.2	0.35	0.4	0.028
筐体 C	0.2	0.35	0.5	0.035
筐体 D	0.2	0.35	0.7	0.049
筐体 E	0.2	0.35	1.0	0.07

(2) 図2は、金属筐体内に生じる誘導電圧を測定するために製作した静電誘導電極と市販されている電磁波センサを表している。本研究課題は、その非接触型誘導電圧測定器具を用いて誘導電圧の測定を行った。図2の静電誘導電極は、その誘導電極の中央にある非対称の二つの電極間の間隔（火花ギャップ）を50マイクロメートル（0.00005メートル）にした。本測定器具は、高電圧技術者が電圧を測定するために用いる球ギャップの原理を応用したものである。

(3) 図1～3の実験装置を用いて得られた誘導電圧の測定結果は、各導体間の静電容量を測定した上で計算により求めた誘導電圧と比較検討した。

## 4. 研究成果

(1) 図4は、帯電した物体と開口部のある金属筐体間の距離  $L$  を変えたときに、金属筐体内に生じる誘導電圧を実験研究により明らかにした研究成果を表している。図中の左側縦軸は侵入率、右側の縦軸は10キロボルト（人体が帯電する可能性のある電圧）の帯電

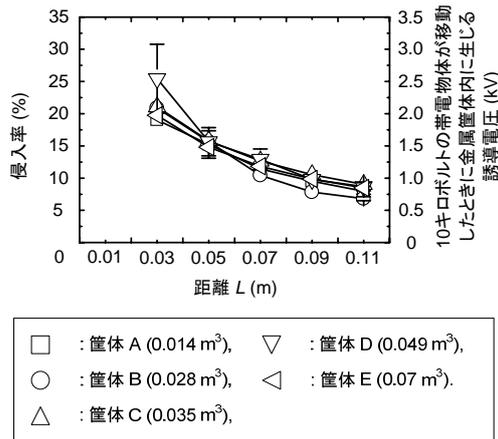


図4 異なる大きさ（体積）の金属筐体内に生じる誘導電圧

した物体が金属筐体の前を通過したときに筐体内の導体（例えば電子回路基板）に生じる可能性のある誘導電圧をそれぞれ表している。

(2) その研究成果から、10 キロボルトの帯電した物体が金属筐体の前を通過すると、金属筐体内の導体には最大で約 2.5 キロボルトから 800 ボルトの誘導電圧が発生することを明らかにした。

(3) 金属筐体内に生じる誘導電圧は、帯電した物体と金属筐体間の距離  $L$  の増加にともなって減少する傾向が得られたが、金属筐体の大きさ（体積）には依存しないことを明らかにした。一般には金属筐体に生じる誘導電圧は、その筐体の体積が変わるとともに変化すると予想される。しかしながら、本研究課題で得られた成果は予想した結果とは異なる結果が得られた。このように一般に予想される結果とは相反する成果が得られたことから、その研究成果が国内外に与えるインパクトは大きいと思われる。

(4) 金属筐体内に生じる誘導電圧が筐体の大きさ（体積）に依存しない理由を検討するため、各導体間の静電容量を測定した上で誘導電圧を計算により求めた。誘導電圧を計算で求めた結果、実験研究で得られた成果と同じ傾向（金属筐体内に生じる誘導電圧は、筐体の大きさには依存しないこと）を得ることに成功した。

(5) 今後の展望としては、金属筐体内に生じる誘導電圧はその筐体の大きさ（体積）には依存しない成果が得られたため、一般に市販されている電子機器の中で金属筐体の体積の小さいタブレット型デバイスに生じる誘導電圧を研究により明らかにしたい。本研究成果を参考にすれば、タブレット型デバイス内に生じる誘導電圧は、デスクトップ型パソコン内に生じる誘導電圧とほぼ同じ大き

さになると予想される。本研究課題の独創的な点でもある誘導電圧測定器具をさらに小型化し、タブレット型デバイスと同程度の大きさの金属筐体内に生じる誘導電圧を実験研究により明らかにしたい。

#### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 8 件）

(1) Norimitsu Ichikawa, Yuuki Huruta, Electrostatically induced voltage generated in "metal boxes with different volume" measured by spark gap and electromagnetic wave sensor, *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, 査読有, 2011 (印刷中).

(2) Norimitsu Ichikawa, Measuring of electrostatically induced voltage and its polarity in partially opened metal box by means of neon lamp and photomultiplier tube, *Journal of Electrostatics*, 査読有, Vol. 65, 2010, pp. 315–320.

(3) 市川紀充, 非接地金属筐体内の導体に生じる静電誘導電圧, 電気設備学会誌, 査読有, Vol. 30, 2010, pp. 599–606.

(4) 市川紀充, 電気学会産業応用部門生産設備管理技術委員会における安全への取り組み, 安全工学, 査読無, Vol. 49, 2010, pp. 367–369.

(5) 市川紀充, 電気設備学会における安全への取り組み, 安全工学, 査読無, Vol. 49, 2010 年, pp. 370–371.

(6) 小林幹, 市川紀充, 電気設備技術者のための大学院教育システム, 電気設備学会誌, 査読無, Vol. 30, 2010 年, pp. 382–383.

(7) 市川紀充, 今岡大, 特集に当たって, 電気設備学会誌, 査読無, Vol. 29, 2009 年, pp. 604–605.

(8) 市川紀充, 感電災害と防止対策, 電気設備学会誌, 査読無, Vol. 29, 2009 年, pp. 616–619.

〔学会発表〕（計 5 件）

(1) Norimitsu Ichikawa, Yuuki Huruta, Electrostatically induced voltage generated in metal boxes of different volume, *7th Conference of the French Society of Electrostatics*, 2010 年 8 月 31 日, モンペリエ (フランス).

(2) 古田祐樹, 市川紀充, 帯電物体の移動により金属筐体内部に生じる静電誘導電圧—金属筐体の体積の違い—, 電気設備学会全国大会, 2010 年 8 月 26 日, 工学院大学.

(3) 市川紀充, 感電災害の動向と電気安全の

基礎,平成21年電気学会産業応用部門大会,  
2009年9月1日,三重大学.

(4) 野川保次,谷口和彦,市川紀充,感電防  
止に役立つ絶縁防護板の安全設計,安全工学  
シンポジウム2009,2009年7月9日,機械  
振興会館.

(5) 小林幹,荒井純一,市川紀充,地震被災  
地の安全確保に有効な太陽光発電,安全工学  
シンポジウム2009,2009年7月9日,機械  
振興会館.

〔図書〕(計1件)

(1) 市川紀充,富田一,独立行政法人労働安  
全衛生総合研究所,感電の基礎と過去30  
年間の死亡災害の統計,2010,69.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

市川 紀充 (ICHIKAWA NORIMITSU)  
工学院大学・工学部電気システム工学科・  
講師  
研究者番号: 60415833