

令和 3 年 5 月 8 日現在

機関番号：32613

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K04107

研究課題名(和文) 非接地の電子機器から帯電物体が遠ざかるときに機器内に生じる静電誘導電圧

研究課題名(英文) Electrostatically induced voltage generated in an electronic equipment when a charged body moves away from an ungrounded electronic equipment of floating potential

研究代表者

市川 紀充 (Ichikawa, Norimitsu)

工学院大学・工学部・准教授

研究者番号：60415833

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：放電・静電気はコピー機等に利用されているが、パソコン等の電子機器の誤動作や故障を引き起こす。電子機器の金属筐体内の電子部品は10ボルト以下の瞬時電圧で故障し、人体等は10キロボルト程度の電圧に帯電する。本研究は非接地の電子機器の金属筐体から帯電物体が遠ざかるとき、筐体内に生じる誘導電圧が原因で起こる機器の誤動作や故障の問題を解決することを目的に実験研究を行った。帯電物体が非接地の金属筐体から遠ざかるとき、浮遊電位の金属筐体内に生じる誘導電圧は、帯電物体の電圧とは逆極性で120%の大きさになる。本成果は、帯電物体の移動が原因で起こる電子機器の誤動作や故障の問題を解決できる防護指針として役立つ。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人体等の帯電した物体の移動で生じる誘導電圧が原因で起こる電子機器の誤動作や故障の問題は、学術的に静電気現象として扱う新しい問題として注目されている。誘導電圧が原因で起こる電子機器の誤動作や故障の問題を解決するには、機器の金属筐体および筐体内に生じる誘導電圧を明らかにし、機器設計に指針を与えることが必要になる。本研究では、帯電した物体が非接地の金属筐体から遠ざかるとき、筐体内に生じる誘導電圧が原因で起こる電子機器の誤動作や故障の問題を解決することを目的として実施した。本研究成果は、電子機器の誤動作や故障を防止できる機器設計の指針の基礎の検討に役立てられる。

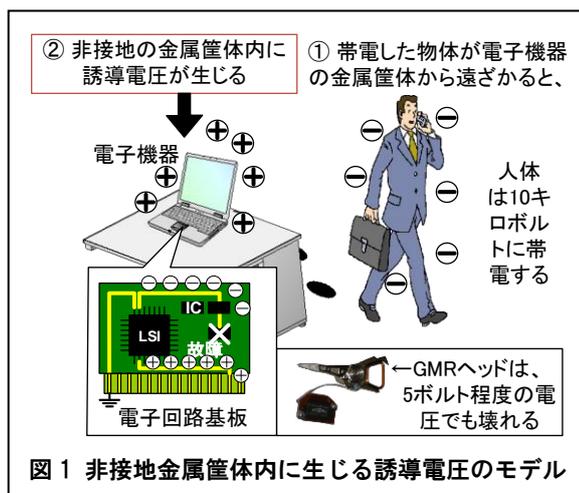
研究成果の概要(英文)：Electrical discharge and electrostatics are used for the industrial application of a copying machine and electrostatic spraying. However, the electrical discharge and electrostatics occasionally cause malfunction or failure of electronic equipment. When a human body moves in an office, it is electrified up to 10 kV or more. A microelectronic device used in the electronic equipment causes an error owing to the voltage of less than 10 V. Comprising electronic equipment; the box is occasionally used at the floating potential of an ungrounded condition. The results show that the induced voltage generated in an ungrounded metal box is 120% of the inverse polarity against a charged body when the charged body moves away from the box. The induced voltage generated in the ungrounded metal box is higher than that generated on the box. These results would be helpful in designing electronic equipment without malfunctions or failure.

研究分野：放電・静電気、電気安全(感電)、EMI・EMC、ビル電気システム

キーワード：静電気 人体等の帯電物体の移動 非接地の金属筐体 誘導電圧 電子機器の誤動作や故障 防護指針  
静電誘導 帯電物体を遠ざける

## 1. 研究開始当初の背景

帯電した物体の移動が原因で起こる電子機器の誤動作や故障に関連する研究として、次の研究が挙げられる。例えば 1970 年頃に児玉氏らが人体の動作と帯電電圧の関係を、1985 年頃に本田氏らが椅子等の帯電した物体の衝突が原因で起こる電子機器の誤動作や故障の問題を明らかにした。エアコンの使用による室内の低湿度化やマイクロエレクトロニクス化に伴って、この種の静電気障害が原因で起こる電子機器の誤動作や故障の問題は顕在化しており、無視できない大きな問題となった。この種の静電気障害は、場当たりの対策を講じることが多く、未だに解決されていない。人体等の帯電した物体の移動で生じる誘導電圧が原因で起こる電子機器の誤動作や故障の問題は、学術的に静電気現象として扱う新しい問題として注目されている。誘導電圧が原因で起こる電子機器の誤動作や故障の問題を解決するには、機器の金属筐体および筐体内に生じる誘導電圧を明らかにし、その誘導電圧を電子機器の誤動作や故障を起こさない大きさに抑えることが必要になる。電子機器の誤動作や故障を防止できる機器設計に指針を与えるため、その問題を解決できる機器設計の指針の基礎を検討しておく必要がある。



## 2. 研究の目的

本研究では、次の A)~C) のように帯電した物体が非接地の金属筐体から遠ざかるとき、筐体内に生じる誘導電圧が原因で起こる電子機器の誤動作や故障の問題を解決することを目的とした。図 1 は、本実験研究で想定した非接地の金属筐体内に生じる誘導電圧のモデルを表している。

- A) 帯電した物体が非接地の金属筐体から遠ざかるときに筐体内に生じる誘導電圧の研究
- B) 奥行き異なる非接地の金属筐体から帯電した物体が遠ざかるときに筐体内に生じる誘導電圧の研究
- C) 非接地の二つの金属筐体から帯電した物体が遠ざかるときに各筐体内に生じる誘導電圧の研究

## 3. 研究の方法

本研究は、以下のように非接地の金属筐体内に生じる誘導電圧の実験研究を行った。

### A) 帯電した物体が非接地の金属筐体から遠ざかるときに筐体内に生じる誘導電圧の研究

1 年目の研究では、人体等の帯電した物体が電子機器の非接地の金属筐体から遠ざかる状況を模擬して実験研究を行った。これは、パソコン等の電子機器の金属筐体を接地せずに使用している状況を想定した。

例えばノートパソコン等の電子機器の金属筐体から人体等の帯電した物体が遠ざかるとき、その非接地の筐体内に生じる誘導電圧を明らかにするため、次のような実験を行った。金属筐体内に生じる誘導電圧の測定には、高電圧の分野で電圧測定に用いる球ギャップの原理を利用したスパークギャップと、電磁波センサを用いて測定した。さらに非接地の金属筐体および筐体内に生じる誘導電圧は、静電気の分野で使用される静電電圧計も用いて測定を行った。

図 2 のように、帯電した物体と非接地の金属筐体間の距離  $L$  を 0.01 m から 1 m 程度まで変えて、その筐体内に生じる誘導電圧を明らかにした。本研究により、非接地の金属筐体内に生じる誘導電圧が電子機器の誤動作や故障を起こさない帯電した物体と金属筐体間の距離を実験式から求められるようにした。

### B) 奥行き異なる非接地の金属筐体から帯電した物体が遠ざかるときに筐体内に生じる誘導電圧の研究

2 年目の研究では、奥行き異なる非接地の金属筐体から帯電した物体が遠ざかるとき、筐体内に生じる誘導電圧を明らかにするため、次のような実験を行った。奥行き異なる非接地の金

属筐体内および筐体に生じる誘導電圧は、1年目の研究と同じ手法で測定した。

実験では、奥行きが0.2 mから0.7 mまでの非接地の金属筐体内に生じる誘導電圧を明らかにした。本研究により非接地の金属筐体の奥行きと筐体内に生じる誘導電圧の実験式を求めた。

### C) 非接地の二つの金属筐体から帯電した物体が遠ざかるときに各筐体内に生じる誘導電圧の研究

3年目の研究では、非接地の二つの金属筐体から帯電した物体が遠ざかるとき、各筐体内に生じる誘導電圧を明らかにするため、1年目と同様の誘導電圧の測定法を用いて、次のような実験を行った。

実験では、非接地の二つの金属筐体間の距離を0.01 mから1 mまで変えて、各筐体内の誘導電圧を明らかにした。本研究により非接地の二つの金属筐体内の誘導電圧を低減できる各筐体の配置を明らかにした。

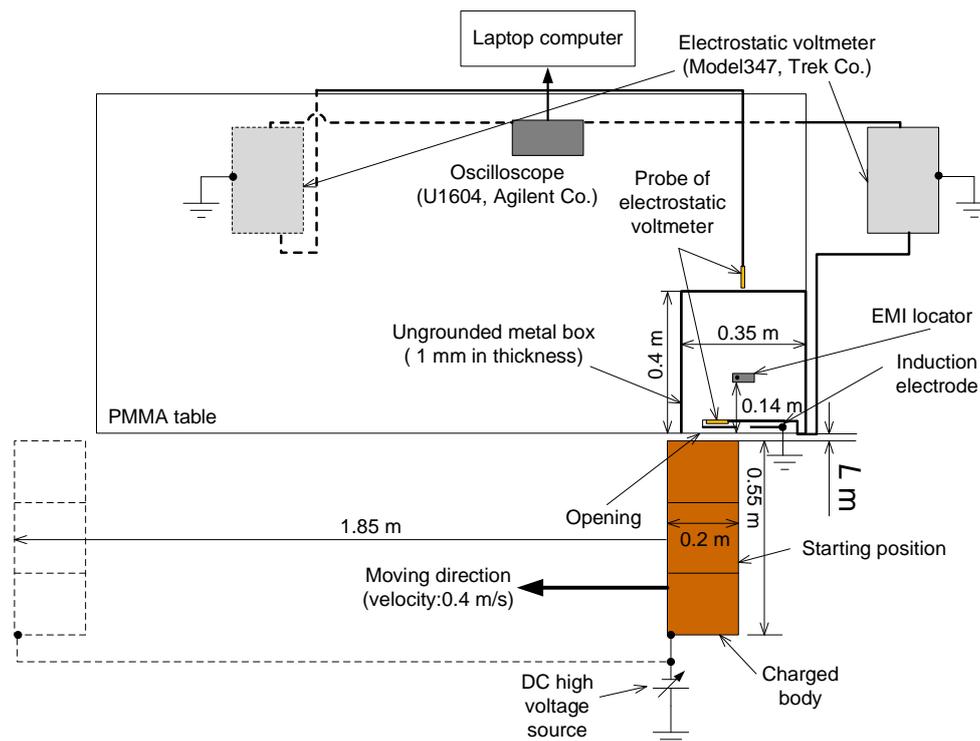


図2 1年目の研究で使用した非接地金属筐体内に生じる誘導電圧の実験装置の配置図

## 4. 研究成果

以下のように、非接地の金属筐体内に生じる誘導電圧を明らかにした。

### A) 帯電した物体が非接地の金属筐体から遠ざかるときに筐体内に生じる誘導電圧の研究

人体等の帯電物体が非接地の電子機器の金属筐体から遠ざかるときに生じる誘導電圧は、帯電物体が非接地の金属筐体に近づいたときに生じる誘導電圧よりも大きくなり、電子機器の誤動作や故障を引き起こす可能性が高い。

本実験研究では、帯電物体が非接地の金属筐体から遠ざかるとき、浮遊電位の金属筐体と筐体内に生じる誘導電圧を明らかにした。図3と図4は、研究成果の例を表している。本研究の結果を、以下のように纏める。

- 帯電物体と非接地の金属筐体の前面の開口部間の距離  $L$  が 0.01 m のとき、金属筐体内に生じる誘導電圧は、帯電物体の電圧とは逆極性で約 120% の大きくなる。
- 帯電物体と非接地の金属筐体の前面の開口部間の距離  $L$  が 0.45 m のとき、金属筐体内に生じる誘導電圧は、帯電物体の電圧とは逆極性で 9% の大きくなる。
- 負極性の帯電物体が非接地の金属筐体から遠ざかるとき、金属筐体内で放電が起こると、金属筐体内に生じる誘導電圧は正極性から負極性の電圧に変わる。
- 非接地の金属筐体に生じる誘導電圧は、金属筐体内に生じる誘導電圧が減少したときに減少する。
- 非接地の金属筐体内に生じる誘導電圧は、本研究で求めた実験式から見積もることができる。

本研究成果は、人体等の帯電物体が非接地の金属筐体から遠ざかるときに起こる電子機器の誤動作や故障の問題を解決するための防護指針として役立つと思われる。

### B) 奥行き異なる非接地の金属筐体から帯電した物体が遠ざかるときに筐体内に生じる誘導電圧の研究

一般にパソコン等の電子機器の金属筐体（導電性の筐体も含む。）は、接地しないで使用していることが多い。本研究では、人体等の帯電物体が開口部付きの非接地の金属筐体から遠ざかるとき、筐体内および筐体に生じる誘導電圧を実験研究で明らかにした。本研究の成果は、次のようにまとめられる。

- f) 金属筐体内の浮遊電位の導体に生じる誘導電圧は、筐体に生じる誘導電圧よりも約 1.4 倍大きい。
- g) 金属筐体内の浮遊電位の導体と接地導体間に生じる誘導電圧は、筐体内で放電が起これば、逆極性の電圧になる。
- h) 金属筐体に生じる誘導電圧は、筐体内で放電が起これば減少するが、電圧極性は変わらない。
- i) 金属筐体内の浮遊電位の導体に生じる誘導電圧は、帯電物体の電圧とは逆極性で約 0.6 倍の大きさになる。

本研究成果は、人体等の帯電物体が奥行き異なる非接地の電子機器の金属筐体から遠ざかるとき、機器の誤動作や故障の防止設計に役立つと思われる。

### C) 非接地の二つの金属筐体から帯電した物体が遠ざかるときに各筐体内に生じる誘導電圧の研究

本研究では、人体等の帯電物体が2つの非接地の金属筐体から移動するとき、各筐体内に生じる静電誘導電圧を以下のように明らかにした。

- j) 金属筐体内の静電誘導電極で放電が発生しないとき、帯電物体が金属筐体 A から遠ざかると、筐体 A 内と筐体 A には帯電物体とは逆極性の静電誘導電圧が発生する。
- k) 2つの非接地の金属筐体間の距離が 0.01 m のとき、金属筐体内で放電が発生しないと、筐体 B 内には帯電物体と同極性と逆極性の静電誘導電圧が発生するが、筐体 B には帯電物体と逆極性の静電誘導電圧が発生する。
- l) 金属筐体内の静電誘導電極で放電が発生しないとき、筐体 A 内には帯電物体の電圧の -0.7 倍、筐体 B 内には帯電物体の電圧の 0.4 倍から -0.4 倍の静電誘導電圧が発生する。
- m) 本実験条件では、各筐体に生じる静電誘導電圧を 10 V 以下に抑えるには、帯電物体の電圧を 25 V 以下に抑えることが必要といえる。本研究の結果から、電子機器の金属筐体内に発生する電圧を、ある電圧以下に抑えるための帯電物体の電圧の関係がわかる。

本研究成果は、帯電物体が2つの非接地の金属筐体から遠ざかるときに起こる電子機器の誤動作や故障の検討と防止に役立つ。

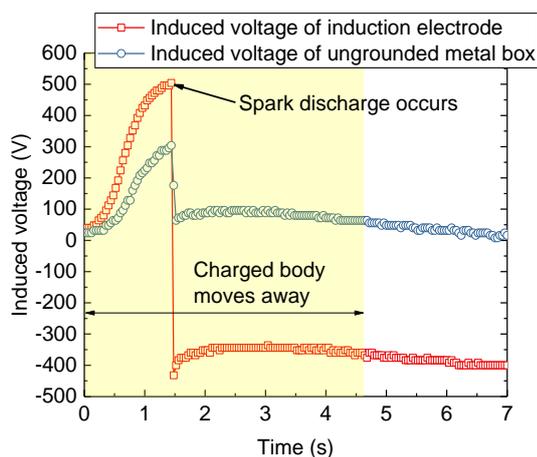


図3 400 Vの帯電物体が遠ざかるときに非接地金属筐体および筐体内に生じる誘導電圧（距離 L: 0.01 m）

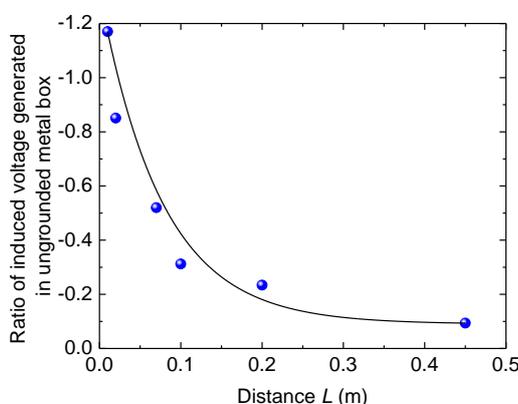


図4 帯電物体と非接地金属筐体間の距離 L と筐体内に生じる誘導電圧の比

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計26件（うち査読付論文 7件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 15件）

1. 著者名 市川 紀充, 山下 格幸	4. 巻 Vol. 140, No. 10
2. 論文標題 帯電物体が体積（奥行き）の異なる非接地の金属筐体から遠ざかるときに生じる静電誘導電圧	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 電気学会論文誌D	6. 最初と最後の頁 731-737
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1541/ieejias.140.731	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 市川 紀充, 茂木 優明	4. 巻 Vol. 140, No. 10
2. 論文標題 帯電物体が遠ざかるときに非接地金属筐体および筐体内に生じる静電誘導電圧	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 電気学会論文誌D	6. 最初と最後の頁 724-730
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1541/ieejias.140.724	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Ichikawa Norimitsu, Mogi Masaaki	4. 巻 Vol. 214, No. 2
2. 論文標題 Electrostatically induced voltage generated in ungrounded metal boxes and on a metal box when a charged body moves away from the box	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Electrical Engineering in Japan	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/eej.23314	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Norimitsu Ichikawa	4. 巻 Vol. 56, No. 4
2. 論文標題 Electrical injury rate and epidemiology in Japan, 2013-2015	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Industry Applications	6. 最初と最後の頁 4319-4323
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TIA.2020.2982855	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norimitsu Ichikawa, Kota Usuki, Fumiya Hatanaka	4. 巻 Vol. 6 No. 1, 1000125
2. 論文標題 Electrostatically induced voltage in two metal boxes when a charged body moves away from and passes by boxes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Biomedical Systems & Emerging Technologies	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 市川 紀充	4. 巻 Vol. 33, No. 7
2. 論文標題 BEMSにおけるEMC	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 月刊EMC -電磁環境工学情報誌-	6. 最初と最後の頁 52-73
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 市川 紀充	4. 巻 0
2. 論文標題 爆発・防爆の基礎知識 6 : 粉じんの危険性と粉じん防爆電気機器	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 イプロス Tech Note 編集部	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 市川 紀充	4. 巻 0
2. 論文標題 爆発・防爆の基礎知識 5 : 防爆電気機器	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 イプロス Tech Note 編集部	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 市川 紀充	4. 巻 0
2. 論文標題 爆発・防爆の基礎知識4：防爆電気機器とガスの危険性	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 イプロス Tech Note 編集部	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 市川 紀充	4. 巻 0
2. 論文標題 爆発・防爆の基礎知識3：爆発防止の考えと実施	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 イプロス Tech Note 編集部	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 市川 紀充	4. 巻 0
2. 論文標題 爆発・防爆の基礎知識2：ガスや粉体の使用と危険な場所	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 イプロス Tech Note 編集部	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 市川 紀充	4. 巻 0
2. 論文標題 爆発・防爆の基礎知識1：火災や爆発と防爆電気設備	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 イプロス Tech Note 編集部	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 市川 紀充	4. 巻 8月21日
2. 論文標題 電気・電子機器・ビル電気システムを安全に使用するために	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 読売新聞鹿児島2020	6. 最初と最後の頁 19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 市川 紀充	4. 巻 Vol. 39, No. 11
2. 論文標題 編集後記	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電気設備学会誌	6. 最初と最後の頁 728
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 市川 紀充	4. 巻 8月8日
2. 論文標題 電気・電子機器・ビル電気システムを安全に使用するために	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 読売新聞鹿児島	6. 最初と最後の頁 27
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norimitsu Ichikawa	4. 巻 Vol. 6, No. 2, 1000123
2. 論文標題 Electrical fatality rate and epidemiology of electrocution in Japan, 2012 to 2014	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Biomedical Systems & Emerging Technologies	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Norimitsu Ichikawa	4. 巻 94
2. 論文標題 Measurement of electrostatically induced voltages generated in two metal boxes using spark gaps and electromagnetic wave sensors	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Electrostatics	6. 最初と最後の頁 67-72
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.elstat.2018.07.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 市川 紀充	4. 巻 Vol. 138, No. 6
2. 論文標題 ビル内の帯電した人体等の移動で生じる電子機器内の静電誘導電圧と放電	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 電気学会誌	6. 最初と最後の頁 352 ~ 356
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejjournal.138.352	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Norimitsu Ichikawa, Taishi Amano, Ryo Nakata	4. 巻 Vol. 5, No. 2, 1000e103
2. 論文標題 Human-body impedance and electric shock	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Biomedical Systems & Emerging Technologies	6. 最初と最後の頁 1-2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 市川 紀充	4. 巻 X
2. 論文標題 静電気対策の基礎知識 1: 静電気とは	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 イブロスTech Note 編集部	6. 最初と最後の頁 1~7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 市川 紀充	4. 巻 X
2. 論文標題 静電気対策の基礎知識 2 : 静電気事故の原因	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 イプロス Tech Note 編集部	6. 最初と最後の頁 1~7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 市川 紀充	4. 巻 X
2. 論文標題 静電気対策の基礎知識 3 : 静電気対策の種類	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 イプロス Tech Note 編集部	6. 最初と最後の頁 1~6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 市川 紀充	4. 巻 X
2. 論文標題 静電気対策の基礎知識 4 : 電気・電子機器の誤動作や故障	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 イプロス Tech Note 編集部	6. 最初と最後の頁 1~5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 市川 紀充	4. 巻 X
2. 論文標題 静電気対策の基礎知識 5 : 粉じん爆発とは	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 イプロス Tech Note 編集部	6. 最初と最後の頁 1~5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 市川 紀充	4. 巻 X
2. 論文標題 静電気対策の基礎知識6：粉じん爆発対策	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 イプロス Tech Note 編集部	6. 最初と最後の頁 1~6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 市川 紀充	4. 巻 8月24日
2. 論文標題 電気・電子機器・ビル電気システムを安全に使用するために	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 読売新聞鹿児島	6. 最初と最後の頁 28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計16件(うち招待講演 2件/うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Norimitsu Ichikawa, Satoshi Sakaue
2. 発表標題 Electrical fatality rate and epidemiologically consideration by electric shock, 2015-2017
3. 学会等名 IEEE IAS Electrical Safety Workshop (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宝田 幸平、市川 紀充
2. 発表標題 回路シミュレータを用いた感電災害の対策方法の検討
3. 学会等名 電気学会スマートファシリティ研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 市川 紀充, 木村 浩大, Notingher Petru, Paulter Nicholas
2. 発表標題 帯電物体が電子機器の金属筐体から三方向に遠ざかるときに生じる静電誘導電圧
3. 学会等名 電気学会スマートファシリティ研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Norimitsu Ichikawa, Hiroki Kimura, Petru Notingher, Nicholas G. Paulter
2. 発表標題 Electrostatically induced voltage in metal box when charged object like hand moves away from the box to three directions
3. 学会等名 IEEE IAS Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Norimitsu Ichikawa, Masaaki Mogi, Daiki Tsumagari
2. 発表標題 Discrimination of charged human body with cane by using electrostatically induced voltage
3. 学会等名 4th ISNPEADAM 2019, Corsica (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Norimitsu Ichikawa, Mikihiro Ozawa
2. 発表標題 Breakdown voltage and transient grounding resistance with spherical insulating materials
3. 学会等名 IEEE DEI Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Norimitsu Ichikawa
2. 発表標題 Electrical injury rate and epidemiology in Japan, 2013-2015
3. 学会等名 IEEE IAS Electrical Safety Workshop Costa Rica 2019, San Jose (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 市川 紀充
2. 発表標題 2015年～2017年の感電死亡災害の検討
3. 学会等名 電気学会スマートファシリティ研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 市川 紀充, 津曲 大樹, 荒井 直人
2. 発表標題 静電誘導電圧を用いた就寝時の寝返り等の動作判別
3. 学会等名 電気学会スマートファシリティ研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 市川 紀充, 山下 格幸
2. 発表標題 帯電物体が体積（奥行き）の異なる非接地の金属筐体から遠ざかるときに生じる静電誘導電圧
3. 学会等名 電気学会システム/スマートファシリティ合同研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 市川 紀充、茂木 優明
2. 発表標題 帯電物体が遠ざかるときに非接地金属筐体および筐体内に生じる静電誘導電圧
3. 学会等名 電気学会システム/スマートファシリティ合同研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 市川 紀充
2. 発表標題 近年の放電・静電気障災害の事例と防止対策
3. 学会等名 安全工学シンポジウム2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 市川 紀充
2. 発表標題 ～各種工場，製造プロセスにおける～静電気発生のメカニズム，その対策，電荷量や誘電率の測定 第1部静電気発生メカニズムと対策の概要
3. 学会等名 技術情報協会技術セミナー（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Norimitsu Ichikawa, Masaaki Mogi
2. 発表標題 Electrostatically induced voltages generated in ungrounded metal box and on the box when charged body moves away from the box
3. 学会等名 IEEE Electronics Packaging Technology Conference, Sentosa (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 市川 紀充
2. 発表標題 感電災害とその動向
3. 学会等名 平成30年度安全管理者研修会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 市川 紀充
2. 発表標題 電気死傷率と感電災害の傾向（2013年～2015年）
3. 学会等名 電気学会スマートファシリティ研究会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計12件

1. 著者名 市川 紀充	4. 発行年 2020年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 523
3. 書名 クリーンルームの微小異物・汚損物対策と作業員教育（分担執筆、8章 電子部品・光学部品等の製造工程における塵埃・汚染物質対策、1節 クリーンルーム内での静電気によるデバイス破壊の実際と対策）	

1. 著者名 市川 紀充	4. 発行年 2020年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 770
3. 書名 工場・研究所における災害・事故およびリスクの可視化と対策（分担執筆、静電気発生メカニズムと生産現場における安全対策）	

1. 著者名 市川 紀充	4. 発行年 2020年
2. 出版社 中央労働災害防止協会	5. 総ページ数 35-47, 59-64, 168-197
3. 書名 アーク溶接等作業の安全 第6版（分担改訂、1編2章 電気に関する基礎知識、2編2章 交流アーク溶接機用自動電撃防止装置、3編4章 災害事例）【第7版は、2021年1月29日に発行】	

1. 著者名 スマートグリッドの電気事業者・需要家間サービスインターフェース調査専門委員会編（委員：市川 紀充）	4. 発行年 2020年
2. 出版社 電気学会技術報告第1477号	5. 総ページ数 167
3. 書名 需要家電力資源によるエネルギーサービス	

1. 著者名 市川 紀充	4. 発行年 2019年
2. 出版社 技術情報協会	5. 総ページ数 408-422
3. 書名 ヒューマンエラーの発生要因と削減・再発防止策（分担執筆、7章作業員の安全や健康を驚かすヒューマンエラー対策、4節静電気発生メカニズムと生産現場におけるリスク管理と安全対策）	

1. 著者名 需要設備における電力品質向上を目指したメンテナンスのスマート化動向調査専門委員会編（幹事：市川 紀充）	4. 発行年 2019年
2. 出版社 電気学会技術報告第1470号	5. 総ページ数 1-62
3. 書名 需要設備における電力品質向上を目指したメンテナンスのスマート化動向	

1. 著者名 IoT時代を指向するBACSの構築協同研究委員会編（委員：市川 紀充）	4. 発行年 2019年
2. 出版社 電気学会技術報告第1451号	5. 総ページ数 1-35
3. 書名 IoT時代を指向するBACSの構築	

1. 著者名 電気学会 電気システムセキュリティ特別技術委員会スマートグリッドにおける電磁的セキュリティ特別調査専門委員会編（委員：市川 紀充）	4. 発行年 2018年
2. 出版社 科学情報出版	5. 総ページ数 346
3. 書名 IoT時代の電磁波セキュリティ～21世紀の社会インフラを電磁波攻撃から守るには～	

1. 著者名 スマートグリッドの電気事業者・需要家間サービスインターフェース技術調査専門委員会（委員：市川 紀充）	4. 発行年 2018年
2. 出版社 電気学会規格：JEC-TR-59003	5. 総ページ数 94
3. 書名 非常用発電機システムによるエネルギーサービスに関する標準仕様	

1. 著者名 スマートグリッドの電気事業者・需要家間サービスインターフェース技術調査専門委員会（委員：市川 紀充）	4. 発行年 2018年
2. 出版社 電気学会規格：JEC-TR-59002	5. 総ページ数 135
3. 書名 蓄電池システムによるエネルギーサービスに関する標準仕様	

1. 著者名 スマートグリッドの電気事業者・需要家間サービスインターフェース技術調査専門委員会（委員：市川 紀充）	4. 発行年 2018年
2. 出版社 電気学会規格：JEC-TR-59001	5. 総ページ数 131
3. 書名 蓄熱システムによるエネルギーサービスに関する標準仕様	

1. 著者名 スマートグリッドのスマートファシリティ内におけるEMC環境特別調査専門委員会編（幹事：市川 紀充）	4. 発行年 2019年
2. 出版社 電気学会技術報告第1453号	5. 総ページ数 58
3. 書名 スマートグリッドのスマートファシリティ内におけるEMC環境	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
フランス	Universite de Montpellier			
米国	NIST			