

M-14

金属衝突により生じる電波放射の受信確率の研究

Study of the Probability of Reception of Radio Emissions Produced by Metal Collisions

○豊田響¹, 三枝健二², 高野忠³*Hibiki Toyoda¹, Kenji Saegusa², Tadashi Takano³

Abstract: It has been confirmed that 300 MHz radio waves are emitted when metals collide. It has also been reported that radio waves are emitted during natural disasters. This result suggests that radio wave emissions from metal collisions may be able to predict natural disasters. In this study, we investigated the effects of various experimental conditions, such as climatic factors, on the probability of receiving radio waves.

1. まえがき

金属同士が衝突した際に、300 MHzの電波が放射されることが確認された[1]。自然災害時においても、金属衝突によるものと思われる電波の放射が報告されている。この結果から、金属衝突による電波放射は自然災害の予測に応用できる可能性がある。しかし、金属衝突により生じる電波放射のメカニズムは未だに解明されていない。

先行研究では、金属板に同種の金属球を衝突させることで、放射される電波を観測するシステムを構築した[2]。衝突条件を一定にするため、ポリ塩化ビニルの筒を用いて、高さや落下位置を制御して波形を記録している。結果から電波の受信確率を求めていたが、気候要素(気温・湿度)については着目していなかった。

本研究では金属衝突により生じる電波放射のメカニズムの解明を目的とし、気候要素、金属試料、落下高さの違いによる実験条件が、電波の受信確率にどのような影響を及ぼすかを検討した。

2. 実験構成

図1に本研究の実験構成を示す。試料の金属板、金属球はアルミニウムと銅の2種類を用いた。金属板の

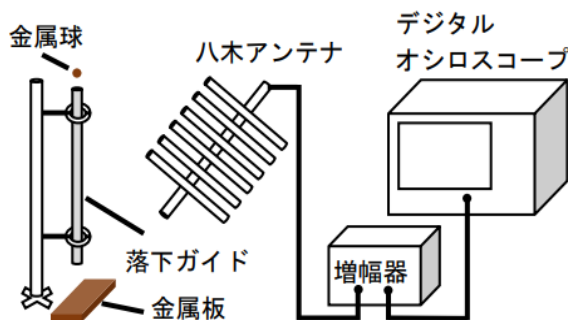


図1 実験構成

厚さは10 mm、幅50 mm、長さ100 mm、金属球の直径は20 mmで共通である。測定周波数は300 MHzで、受信アンテナに八木宇田アンテナを用いた。条件を一定にするため、落下高さや落下位置をポリ塩化ビニルの筒で制御している。金属試料の帯電を防ぐため厚手のゴム手袋を装着し、実験前には金属球と金属板を接触させて等電位化させている。金属球を筒に通して自由落下させ、同種の金属板に衝突させる。電波は空間で大きな損失になるため、アンテナから受信されたらアンプを通じて増幅させて、デジタルオシロスコープにて波形を記録する。

3. 電波の観測

金属試料の種類・落下高さに関わらず、電波を受信することができた。例として、アルミニウム板にアルミニウムの球を衝突させたときの波形の図2に示す。

0 s付近にパルス信号が見られ、この部分が金属衝突により生じた電波だと考えられる。波形の最大電圧部分が飽和していないことから、正しく電波を受信できている可能性が高い。しかし、受信波形を正しく得

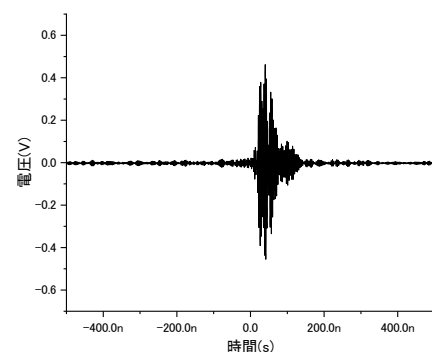


図2 アルミニウムの波形

るには増幅器の線形性が重要である。そこで増幅器の入出力特性の確認を行った。八木宇田アンテナの代わりに標準信号発振器を増幅器に接続し、電力の値を変化させていった。標準信号発生器からの電力を入力とし、デジタルオシロスコープに表示される波形の電圧を出力としたときの入出力特性を図3に示す。

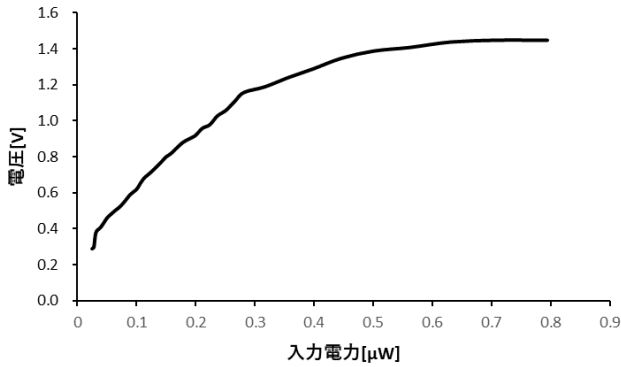


図3 増幅器の入出力特性
(ディアステクノロジー製)

取得される波形の最大電圧は 0.34 V~0.54 V であることから、線形領域で測定できていることがわかる。増幅器の動作確認ができたため、金属衝突実験を行い、電波の受信確率を求める。

4. 電波の受信確率

金属の種類と落下高さを組み合わせ、計4つの条件で金属衝突実験を行った。1つの条件につき金属球を50回自由落下させ、計200回の金属衝突実験を1セットとする。表1に300 MHzにおける電波の受信確率を示す。

表1 電波の受信確率

	Al 2 m	Al 30 cm	Cu 2 m	Cu 30 cm	気候要素における平均受信確率
5月25日 晴れ 25.6°C 57.2%	9/50	1/50	26/50	3/50	19.5%
6月2日 晴れ 25.4°C 54.2%	6/50	0/50	24/50	1/50	15.5%
6月21日 曇り 30.1°C 83.9%	0/50	0/50	0/200	0/50	0.0%
7月14日 雨 28.5°C 57.6%	7/50	0/50	22/50	1/50	15.0%
7月15日 雨 30.9°C 63.9%	5/50	0/50	2/50	1/50	4.0%
7月21日 雨 32.4°C 53.8%	2/50	0/50	8/50	1/50	5.5%
実験条件における平均受信確率	11.6%	0.4%	32.8%	2.8%	

気候要素における電波の受信確率では、気温・湿度が高いほど、電波の受信確率が低くなることがわかった。要因として、空気中の水分量に関係していると考えられる。湿度が高いほど空気中に含まれている水分量(水蒸気の量)は多くなる。さらに、気温が高い場

合は空気中に含むことができる水分量(飽和水蒸気量)は多くなる。つまり、空気中に含まれる水蒸気の量が多くなるほど気温と湿度は高くなり、電波の受信確率は低くなる。6月21日には加湿器を用いて人為的に湿度を高くした状態で金属衝突実験を行った。推測通り電波の受信確率は低下し、0%となった。静電気が発生しやすい条件は湿度20%以下、気温25度以下であることから、金属衝突により生じる電波放射の要因は微小放電(静電気)によるものと考えている。

実験条件(金属試料の種類・落下高さ)における電波の受信確率では、「銅の2m」が最も高かった。要因として、金属球の質量と落下高さによる運動エネルギーの大きさが考えられる。実験に使用した金属球の直径は同じ20mmだが、アルミニウム球の質量は11.3g、銅球の質量は37.5gと約3倍の差がある。各条件の運動エネルギーを表2に示す。運動エネルギーの大きさに比例して、電波の受信確率が高くなることがわかった。

表2 実験条件における運動エネルギー

	運動エネルギー	電波の受信確率
Cu 2 m	0.74 J	32.8%
Al 2 m	0.22 J	11.6%
Cu 30 cm	0.11 J	2.8%
Al 30 cm	0.03 J	0.4%

5. まとめ

先行研究では電波の受信確率を求めていたが、気候要素(気温・湿度)については着目していなかった。本研究では条件を変えた金属衝突実験を複数回行うことにより、どのような要因によって確率が増減するかを検討した。気温・湿度が高いほど電波の受信確率が低くなること、運動エネルギーの大きさに比例して、電波の受信確率が高くなることがわかった。気候要素により電波の受信確率が変動することから、金属衝突により生じる電波放射の要因は微小放電によるものと考えている。

参考文献

- [1] 埴 陸也・川田 裕貴・柴田 国明・三枝 健二・高野 忠:「岩石破壊実験システムを用いた金属接触による電波放射実験」,電子情報通信学会ソサイエティ大会, B-1-22, 2014年
- [2] 加瀬 哲也:「金属衝突時に発生する電波の電力と放射時間について」,電気学会研究会資料, pp. 65-70, 2022年