

ケルビン水滴発電機の多段化による電圧の増加 ～電気の研究6～

静岡県立下田高等学校

1年 山田 咲翔

1 動機

小学5年生から6年間、電気の研究を続けてきた。昨年はケルビン水滴発電機の研究を始め、一般的に知られている作り方や仕組みが正しいのか疑問に思い、条件を変えて実験した。今年は新たな方法での測定や工夫した形のケルビン水滴発電機などを制作することで発電量をより増やすことを目指そうと考え、昨年から引き続き実験をすることにした。

2 実験環境の改善

(1) 目的

昨年はスパークギャップ付きネオン管などの自作の装置を利用して電荷の測定を行っていたが、電圧の数値や極の測定が不可能であり、結果が正確ではなかった。また、気温・湿度が日によって変動し、発電できない日があったため、いつでも同じ環境で実験できるようにする。

(2) 改善点

- ・正確に静電気を測定するため、遠隔で静電気の電圧を計測できるアズワンの静電気測定器 YC-102 を使用する。
- ・気温や湿度を一定に保つため、エアコンをかけ、除湿器を使用した。温湿度計を確認しながら、気温 2 3℃、湿度 4 5%～5 5%の間を保つ様にした。

(3) 実験全体を通しての計測方法

ア 静電気測定器を使用する際

- ・静電気測定器に搭載されているセンサーが適切な距離でアラームを鳴らすので、その位置に合わせて計測する。
- ・一回の計測で5回数値を読み上げ、動画に記録し、その平均値(算術平均)をその計測時の電圧にする。

イ 設備の環境

- ・水タンクの出水口からコイルの最上部までの距離は3cmを保つ。
- ・ケルビン水滴発電機の実験を終了した際は水をしっかりと拭き取り、缶の電圧が0kv付近になっていることを確認する。



静電気測定器(アズワン YC102)

3 ケルビン水滴発電機の改良

(1) 目的

昨年までのケルビン水滴発電機はコイルがペットボトルの柱に直接接触していて電荷のロスの原因になると考えられ、水タンクの出水口から出る水の調整ができない欠点があった。そこで新たな仕組みを装置に取り入れることで電荷ロスの削減、使いやすさの向上を目指した。

(2) 方法

ア 改良型の発電機の製作方法

百円均一ショップの収納用フレームを利用してケルビン発電機の外側の構造を作成した。コイルは、高さを保つために帯電しにくい制電糸で吊るした。また、水タンクの出水口に水量を調節できる部品を取り付けて排出する水量を調節できるようにした。(写真1、2)

イ 発電性能の計測・比較方法

旧型・改良型をそれぞれ発電し比較する。コイルは8回巻で、水を出し始めて10秒後に左右の缶の電圧を計測する。コイルの上端位置は水の出る場所から3cm下の位置を保つ。

(3) 結果

電圧を比較すると、改良型ケルビン水滴発電機の電圧が旧型より 10 倍ほど上昇した。(表 1)
 旧型ケルビン水滴発電機はペットボトルの柱があったが、改良型は柱がなくなり発電した電気が
 流出しなくなったため電荷の測定量が多くなったと考えた。
 また、水の量が調整できるようになって安定して発電する
 ようになった。旧型ケルビン水滴発電機では水はまっすぐに落ちていたが、電荷が高い改良型ケルビン水滴発電機は
 電荷の量が増加したことで水同士が反発し、落ちる水が
 シャワー状になった。(写真 3)

表 1 発電性能の比較結果

	+ プラス電荷	- マイナス電荷
古いケルビン発電機	+0.79 kV (右)	-0.30 kV (左)
新しいケルビン発電機	+9.60 kV (左)	-4.50 kV (右)



写真1 旧型ケルビン水滴発電機



写真2 改良型ケルビン水滴発電機



写真3
 落ちる水がシャワーの
 ように広がった状態

4 実験 1 <2段のケルビン水滴発電機の作成 -上段と下段のコイルが繋がっている->

(1) 目的・仮説

ケルビン水滴発電機の電荷を増加させるために新しい仕組みを考え、通常のケルビン水滴発電機を2段重ねた形を考案した。1段目のケルビン水滴発電機の缶の底に穴を開け、缶に貯まった水が2段目のケルビン水滴発電機のコイルを通る様にする。

(2) 仮説

1段目で帯電した水が落ちてコイルを2回通るため、静電誘導が2回起こり、電圧が高くなる。
 1度コイルを通った水が再びコイルを通ることで、帯電した水が再度静電誘導を起こし、電圧が今までよりも高くなると考える。

(3) 方法

ケルビン発電機の構造を一つ増やして上下にそれぞれ缶とコイルを置く。コイルは極を合わせるため上下を繋げて配置する。1段目の缶には穴が空いていて、1段目の缶に落ちて貯まった水はそのまま2段目へ落ちる。(図1、写真4)

(4) 結果

途中まで発電できたが、途中から2段目の缶の電圧が急激に減少し、電圧が0を超えると極が逆転した。どちらも負の電荷になった際に0に近くなっていた。正の電荷の場合も電圧の値は安定せず、電圧が上下した。(図2)

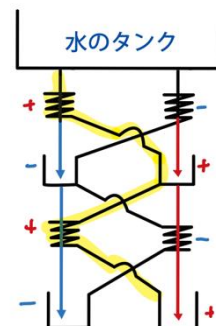


図1 ケルビン水滴発電機を2段にした時の図解



写真4 2段ケルビン水滴発電機

(5) 考察

電荷を2段目へ落とすまで極の反転や急激な低下が無いことから、電荷の異常は上段の缶から下段の缶に水が落ちることに原因があると考えた。電荷が負の時だけ異常になるのは、電荷の状態が正よりも負の状態の方が不安定だからでは無いかと考えた。また、上下両方とも低下していることから、上段と下段のコイルが繋がっていて電荷の状態を共有していることも極の逆転の原因だと考えた。

実験を数回行っても極の逆転が起こり安定しないので、別の方法で多段化を目指したい。

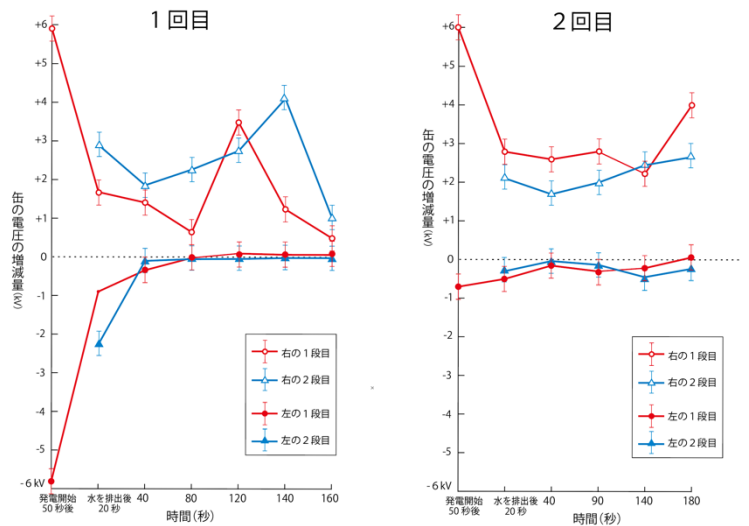


図2 2段ケルビン水滴発電機（コイルが繋がっている）の実験結果

5 実験2 <2段のケルビン水滴発電機の作成 -上段と下段のコイルが分離している->

(1) 目的・仮説

上段と下段のコイルが繋がっている事が安定しない原因だと考えて、分離させることで電圧の安定を目指した。

(2) 仮説

上下のコイルが分離したことでそれぞれが電荷を干渉されなくなり、継続的に発電ができると考えた。

(3) 方法

上下のコイルが繋がっていることが、極が逆転した原因と考え、通常のケルビン水滴発電機を2つ作成し、上下に配置した。上下の缶のコイルを繋げず分離させた。上段の缶の底に穴を開け、落ちた水が下段のケルビン水滴発電機のコイルを通るようにした。(写真5)

(4) 結果

上段と下段がそれぞれ逆の極に帯電し、それぞれの缶の極が20秒の間に逆転するなど電荷が安定しなかった。電荷は片方が逆転するともう一方も逆転した。(図3)

(5) 考察

上段の缶と下段の缶で電荷の極が違うのは、上段と下段のコイルを繋がなくなったことで、上下の極が共有されないからだと考えた。両方とも同時に極が逆転したのは、下部ではコイルと缶の構造で互いに影響しているからだと考えた。

2段に重ねたケルビン水滴発電機は、コイルを繋いでも分離しても極が安定しないので、電圧を上げる方法を考え直すことにした。



写真5 上段と下段のコイルが分離した2段ケルビン水滴発電機

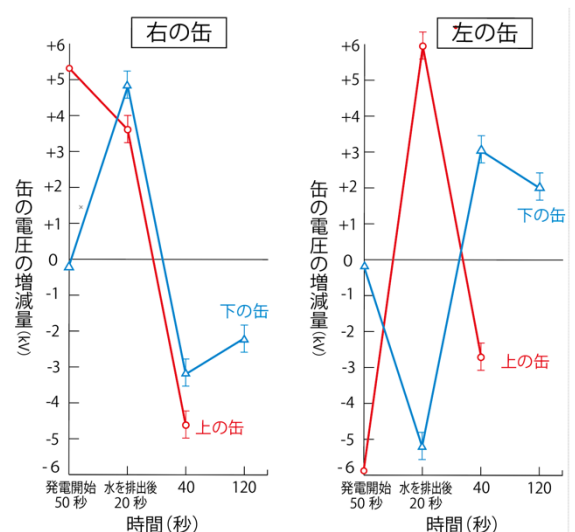


図3 2段ケルビン水滴発電機（コイルが分離している）の実験結果

6 実験3 <上段で発電した水が、帯電したまま下段へ落下するか確認する>

(1) 目的・仮説

2段のケルビン水滴発電機の実験1と実験2で、どちらも電圧が上昇しなかったのは、1段目から2段目へ落ちる時に電荷が消滅してしまうのが原因かと考え、1段目で帯電した水が帯電したまま下段のコイルや缶に落ちているのかを確認する。

(3) 方法

発電開始し50秒間貯めた後に水を下段に落とす。下段にはコイルを付けていない缶を置き、そこに水が貯まる(写真6)。下段に水を貯め始めて20秒後に下の電荷を計測する。

(4) 結果

水を落としてから20秒後に、2段目の缶の電圧を確認すると、1段目に比べて2段目の左の缶は約2倍、右の缶は約4倍に増加していた(表2)。

(5) 考察

下段の缶の電圧が大幅に上昇したことから、水は電荷を持った状態で上段から下段に落ちる事が分かった。電気量保存の法則から1段目に溜まった電荷が2段目に移動し、ケルビン水滴発電機により追加された電圧が蓄積していくと思っ

たが、右の缶の水を落とす直前の電圧は4.5kVであるが、落とした後下段は19.9kV、上部は4.9kVとなっており、下部と上部の差が4倍となっていたため、移動しただけでなく大幅に上昇したことが分かった。

今回は下段にコイルが無い状態なので下段で静電誘導は起こしていないが、電圧が大幅に上昇した。上段で発電開始後50秒間貯めた際の電圧よりも1段目の水を2段目に落として20秒貯めた際の電荷が大きく上昇していることから、電圧が上昇したのは水が上部の缶のストロー部分から下段の缶の底面に着地するまでの間に外部から何らかの影響を受けて電荷が増加したと考えた。

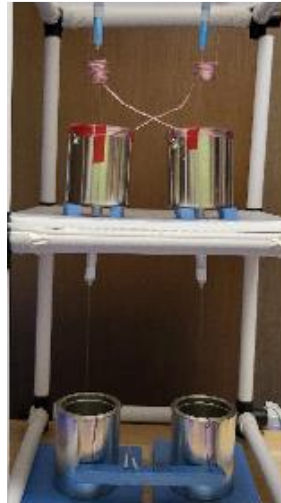


写真6
帯電した水の落下実験

		状況と経過時間(秒)	
		発電開始50秒後 水の排出前	水を排出して 20秒後
右の缶 の電圧 (kV)	1段目	+4.5	+4.9
	2段目	+0.0	+19.9
	上下の差		+15.0
左の缶 の電圧 (kV)	1段目	-5.8	-3.8
	2段目	-0.03	-8.8
	上下の差		-5.0
ネオン管の 発光速度 (発光間隔)	1段目		5.04秒
	2段目		0.70秒

表2
下段のコイル無しで
帯電した水が落下する
かを確認する

7 実験4 <3段以上の構造のケルビン水滴発電機の作成と比較>

(1) 目的

実験3までのケルビン水滴発電機は2段で研究をしてきたが、より多い段数にすることで電荷の増加が良くなると考え、多段のケルビン水滴発電機を開発し比較する。実験3で、下段にコイルを付けない缶を設置すると電圧の大幅な増加が見られたため、今回も2段目より下の段のコイルを付けない缶で検証する。

(2) 計測方法

ケルビン水滴発電機の構造を増やして5段分の高さにする。1段目にはコイル付きの缶、その他の段にはコイルを付けていない缶を置く(写真7)。1段目の水を排出してから50秒後に1段目の電圧を測り、排出から70秒後に2段目へ落とす部分を開放する。そこからは、水が排出されてから20秒後に水が落ちている全ての缶の電圧を測り、その下の段も同じように繰り返す。それぞれの段数ごとにその都度すべての缶の電圧を計測する。

(3) 結果

ケルビン水滴発電機の1段から5段機構の、5回分のデータ全てで、2段目以降の電圧の増加は1段だけのケルビン水滴発電機の電圧を2~3倍上回った数値になった(表3)。また、同じ段数

の場合はお互いの数値は近いものがあった。段数を増やしていくとそれより低い段よりも全ての段の電圧の合計が高くなった。しかし、実験途中で静電気により水の排出が滞って止まり発電に影響があった。5段機構では、4段目の排水開放時に電荷が低くなった。それでもほとんどの場合で2段目以降の電圧は10kv付近にあり、1段目よりも2倍ほど増加した。

表3 1段から5段のケルビン水滴発電機の発電結果

	缶の電圧 (kV)	1段ケルビン		2段ケルビン			3段ケルビン				4段ケルビン				5段ケルビン					
		1段目	2段目	1段目	2段目	3段目	1段目	2段目	3段目	4段目	1段目	2段目	3段目	4段目	5段目					
発電開始 50秒後	右	-4.78	-7.64																	
	右の合計	-4.78 -7.64		-3.36			-5.08				-5.43									
	左	+5.62	+7.43																	
	左の合計	+5.62 +7.43		+3.43			+4.50				+6.05									
150秒	右	-5.18	-5.23	-10.10	-3.44	-6.40	-3.28	-7.10			-4.90	-8.50								
	右の合計	-5.18 -5.23		-10.10	-9.85		-10.38		-13.40											
	左	+6.66	+3.90	+6.40	+4.38	+5.72	+2.15	+4.24			+6.28	+9.78								
	左の合計	+6.66 +3.90		+6.40	+10.10		+6.39		+16.06											
180秒	右				-2.90	-8.10	-11.82													
	右の合計				-22.82															
	左				+4.70	+7.15	+13.64													
	左の合計				+13.64		-25.49													
210秒	右	-4.64																		
	右の合計	-4.64																		
	左	+6.14																		
	左の合計	+6.14																		
250秒	右		+3.88	-6.47																
	右の合計	-2.59		-21.65																
	左		-4.75	+4.8	+5.70	+7.42	+12.43													
	左の合計	-0.05		-25.55																
360秒	右	-5.32	-8.03	-11.10	-4.48	-7.83	-12.32	-4.56	-6.97	-9.85	+5.10	-13.2	-18.3							
	右の合計	-5.32 -8.03		-11.10	-24.63		-21.38		-26.4											
	左	+7.57	+6.74	+10.13	+5.50	+8.88	+12.72	+2.74	+2.62	+11.46	-8.3	+6.58	+10.95							
	左の合計	-7.57 -16.87			-27.10		-16.82		-12.67											
410秒	右	-4.52	-9.54	-10.02	-3.44	-7.90	-13.12													
	右の合計	-4.52 -9.54		-10.02	-24.46															
	左	+7.44	+6.04	+6.28	+2.92	+6.83	+10.57													
	左の合計	+7.44 -12.32			-20.32															
480秒	右						-4.44	-6.75	-10.92	-15.18	-8.80	-0.03	+1.52	+2.92						
	右の合計						-37.29		-4.39											
	左				+2.75	+4.50	+5.56	+15.35			-6.44	-4.68	-7.96	-10.58						
	左の合計				-28.16		-29.66													
550秒	右	-3.92					+2.92	+6.83	+7.98	+8.92										
	右の合計	-3.92					+26.65													
	左	+7.40					-3.23	-4.40	-6.93	-5.70										
	左の合計	-7.40					-20.26													
730秒	右						-3.84	-7.60	-12.06	-16.76	-5.24	-5.54	-5.58	-4.56	-14.36					
	右の合計						-40.26		-35.28											
	左				+3.74	+3.66	+8.28	-1.89	-0.23											
	左の合計				+24.49		+13.56													
810秒	右										-1.46	-1.18	-2.52	-2.32	-14.18					
	右の合計						-21.66													
	左				+4.47	+6.74	+7.98	-1.07	-0.25											
	左の合計						+17.87													



写真7 5段のケルビン水滴発電機

(4) 考察

すべての缶の合計の電圧が、段を多くするほど増加したということは、コイルを付けない缶を経由することで電圧の増加を繰り返すことができると考えた。5段目で電荷が停滞してしまったのは、静電気の影響により設備の不調で水が途中で落ちなくなった時があり、電荷が増加しにくくなってしまったと考えた。それでもこの比較で2段目の電荷が全て10kv付近に集まったことから、発電して追加され続ける電荷以上に、何らかの影響で増幅されていると確認できた。

6 実験5 <多段構造のケルビン水滴発電機によるコイルを付けない缶の電圧増加の検証>

実験3・実験4より、2段目以降にコイルを付けない缶を設置すると電圧の大幅な増加が見られたが、なぜ電圧が増加したのか不思議に思い、次の通り電圧が増加した可能性のある要因を考えた。実験4では、この可能性について一つずつ検証していく。

ケルビン水滴発電機で帯電した水を、コイルのない缶に落として電圧が増加した現象について、上記の7つの可能性をそれぞれ実験して確認していく。

＜電圧が増加した可能性として考えられる要因、疑問点＞

- (1) 発電中のケルビン水滴発電機（1段目）の静電誘導の影響
- (2) 落下した水が缶に衝突した時の衝撃
- (3) 缶が金属の為、1段目の缶が、大きなコイルの代わりになっている
- (4) 水が落ちる高さが影響している
- (5) ケルビン水滴発電機が発する電界が2段目の缶に影響している
- (6) 1段目から2段目に落とす噴出口を水が通った時の静電気の影響

(1) 仮説要因の検証1：発電中のケルビン水滴発電機の静電誘導による影響

ア 目的

電圧の増加は、1段目で発電し追加され続けている電荷が2段目へ落下し足されているだけではないかと考え、発電を続けたケルビンと発電を止めたケルビンの2つを比較する。

イ 方法

1段のケルビン水滴発電機と2段のケルビン水滴発電機を、条件を変えて動作させる。

発電を開始し180秒後に電圧を測定し、それ以降は50秒おきに電圧を測定し続ける。2段のみの条件で、3分後に1段目の缶を開放して2段目へ水を落とす。測定の際は2段目から1段目という順で両方の段の電圧を測定する。

ウ 結果

1段構造と2段構造を比べたとき、上段の電圧は1段構造と2段構造で大きな差はなかったが、2段構造の下段は1段構造と比べて1.2～2倍ほど電圧の増加に差があった。ケルビン水滴発電機で増加し続けて落下した電荷以上に、2段構造の下段の缶の帯電電圧が増加しているため、発電された電荷以外にも電荷が実際に増加して落下したと考えた。発電を止めると、全ての缶の電圧は急激に下がった。(表4、5、6)

表4 通常のケルビン水滴発電機（1段構造）の発電結果【発電を止めない】

		発電開始からの経過時間(秒)					
		発電開始 180秒後	230秒	280秒	330秒	380秒	430秒
右 の 缶 の 電 圧	前 回 と の 差	-4.52	-5.10	-5.14	-5.10	-5.94	-4.86
	(kV)	+6.28	+3.78	+4.68	+5.10	+4.76	+5.26
左 の 缶 の 電 圧	前 回 と の 差		-2.50	+0.90	+0.42	-0.34	+0.50
	(kV)						

表5 2段構造のケルビン水滴発電機の発電結果【発電を止めない】

		180秒後 発電開始 1段目の 水を排出	発電開始からの経過時間(秒)				
			230秒	280秒	330秒	380秒	430秒
右 の 1 段 目 の 缶 の 電 圧	前 回 と の 差	-4.58	-3.76	-3.76	-4.04	-3.58	-4.86
	(kV)	+0.82	0	-0.28	-0.46	-1.28	
右 の 2 段 目 の 缶 の 電 圧	前 回 と の 差		-15.08	-14.54	-10.46	-6.10	-7.32
	(kV)		+0.54	+4.08	+4.36	-1.22	
左 の 1 段 目 の 缶 の 電 圧	前 回 と の 差	+3.42	+3.50	+3.06	+2.34	+2.86	+3.07
	(kV)		+0.08	-0.44	-1.26	+0.52	+0.21
左 の 2 段 目 の 缶 の 電 圧	前 回 と の 差		+12.70	+10.48	+4.87	+1.76	+3.58
	(kV)			-2.22	-5.61	-3.11	-1.82

表6 2段構造のケルビン水滴発電機の発電結果【発電を180秒で止める】

		180秒後 発電停止 1段目の 水を排出	発電開始からの経過時間(秒)				
			230秒	280秒	330秒	380秒	430秒
右 の 1 段 目 の 缶 の 電 圧	前 回 と の 差	-4.54	-0.29	-0.23	-0.41	-0.47	-0.33
	(kV)	+4.25	+0.06	-0.18	-0.06	+0.14	
右 の 2 段 目 の 缶 の 電 圧	前 回 と の 差		-1.80	-1.85	-1.86	-1.39	-1.39
	(kV)		-0.05	-0.01	+0.47	0	
左 の 1 段 目 の 缶 の 電 圧	前 回 と の 差	+3.96	+0.32	+0.29	+0.26	+0.24	+0.28
	(kV)		-3.64	-0.03	-0.03	-0.02	+0.04
左 の 2 段 目 の 缶 の 電 圧	前 回 と の 差		+1.16	+1.01	+1.30	+1.31	+1.01
	(kV)			-0.15	+0.29	+0.01	-0.30

(2) 仮説要因の検証2：落下した水が缶に衝突した時の衝撃による電圧増加

水が2段目の缶の底に落下して当たった時の衝撃で電荷が増加していると考えた。

下段の缶の中に食洗用スポンジを入れ、衝撃を抑える。

結果、電荷は左の缶の場合、通常の2段のケルビン水滴発電機と変わらず、電荷が増加した。落下の衝撃は電圧増加に関係ないと思われる。

(3) 仮説要因の検証3：缶が金属の為、2段目の缶が大きなコイルの代わりになっている可能性

2段目の缶が金属だとしたら、その缶がコイルの代わりの役割を果たして静電誘導しているのかもしれないと考え、缶を全てプラスチック容器に変えて電圧の変化を検証する。

結果、電圧の増加量に、プラスチック容器と金属製の缶との違いは見られなかった。電圧は通常の2段のケルビン水滴発電機と同様に増加した。缶がコイルの役割をして電圧増加をしているのではないことが分かった。

(4) 仮説要因の検証4：水が落下する高さの影響の検証

落下させた後に電荷が上昇していることから、高さに何か関係があるのではないかと考え、高さによる増加量の変化を実験することにした。

ア 落下が短い場合（高さ 7 cm）

プラスチック製のカップを、1 段目の底から 7 cm の距離に設置し、落ちてきた水の電圧を計測する。その他の条件は通常の 2 段構造のケルビン水滴発電機と同じ条件で実験する。結果、電荷は上昇したが、電荷の上昇が通常のケルビン水滴発電機よりも遅く、上昇した量も通常より少なかった。

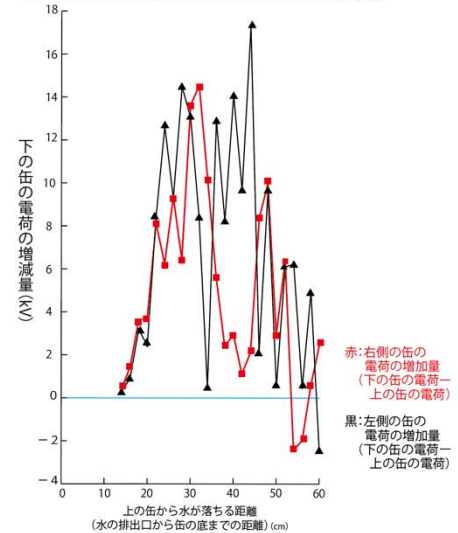
イ 高さを変更しながら計測する（高さ 14cm~60cm）

高さを変更できる台を自作し、60cm の高さから 2cm ごとに減らしながら 14cm まで距離を変えて電圧を測定する。測定方法は、1 段目の水を落として 50 秒後に電圧を測定し、60 秒後に 2 段目に水を放出、それから 20 秒後、2 段目の電圧を測定する。結果、グラフだと山形になっていて、20 cm から 50 cm の範囲が他の範囲と比べ高くなっていて、左側の缶では 4.4 cm、右側の缶では 3.2 cm が最も電荷の大きい地点となった。距離が長くなると電荷が少なくなるのは、落下する水が静電気の影響でシャワーのように広がり缶に入りにくく、電荷のロスが増加したからだと考えた（図 4）。

ウ 水の流出をバットで抑える

高さが高くなると、落下する水が缶に入りにくくなったので、筒状に加工したバットを間に置くことで、電荷を持った水が外部へ流出することを防ぐ。缶の 1 段目と 2 段目の間を 7.5 cm に保ち、間にバットを糸で吊るして配置する。結果、バットがない状態と比べて電荷が減少した。水がバットの内壁に多く当たっていた。バットに接触する水が増え、電荷の上昇や落下時の電荷の保持が邪魔されたためだと考えた。以上から、高さは電圧増加に影響していると思われるが、高すぎると周りの環境の影響を受けて電圧が減少してしまう。現時点では、これ以上の高さの検証は難しい。

図 4 上の缶から下の缶に水が落ちる距離と電荷の増減の関係



(5) 仮説要因の検証 5 : ケルビン発電機が発する電界が 2 段目の缶に影響している

ア 目的

電圧の増加は上の缶で静電誘導を起こしているコイル部分の電界が原因だと考え、電界が影響しているなら 2 段目に缶を置くだけでも増加するのではないかと考え、確認実験をした。1 段目は通常のケルビン水滴発電機を発電させる。2 段目に水を落とさず、コイルのない缶を置いたままにする。2 段目に水（それぞれ 200ml）を入れただけの缶を置いた場合と、水のない缶を置いた場合の 2 種類でそれぞれ 2 段目の缶の電荷を計測する。

イ 結果

水を入れた缶、入れない缶の両方とも、電圧は増加せず、電圧に変化は見られなかった。水が 2 段目に落ちて電荷が増加するためには、水が直接、缶に直接落ちることが必要で、上段で静電誘導が起こるだけでは下段の缶の電圧は増加しないことが分かった。

(6) 仮説要因の検証 6 : 1 段目から 2 段目に落とす噴出口を水が通った時の静電気の影響

缶から水を排出する部分は、ゴム製のストローを使用していたが、ストローを水が通過する事で電荷が増幅しているのではないかと考え、ストロー部品を付けた缶と取り外した缶の 2 種類で、静電誘導させてない水を落とし電荷は増幅するのか検証する。結果、電荷の増幅は確認できなかった。噴出口は関係ないと思われる。

実験5で2段目の缶の電圧が増加した可能性として考えられる要因を検証してきたが、結果を以下にまとめる。

<電圧が増加した可能性を調べた結果>

- (1)発電中のケルビン水滴発電機（1段目）の静電誘導の影響
1段目の缶で静電誘導が発生していないと増加が確認できなかったため、1段目の静電誘導は電荷の増加に必要である。
- (2)落下した水が缶に衝突した時の衝撃の影響
スポンジを入れた際でも増加したので衝撃は関係がない。
- (3)金属の缶が大きなコイルの代わりになっている可能性
缶をプラスチックの容器にした場合でも増加したため、関係がない。
- (4)水が落ちる高さの影響
高さを高くすると、電圧の増加量も対応して大きくなる。
- (5)発電中のケルビン水滴発電機の電界の影響
上部で静電誘導をさせて下に落とさなかった時電荷が変化しなかったため、電界は関係なく、増加には直接、2段目以降の缶の中へ落ちる必要がある。
- (6)1段目から2段目に落とす噴出口を水が通った時の影響
噴出口をストローから何もない穴だけにした場合でどちらも1段目で静電誘導をさせていないと電荷を増加できなかったため、素材は関係がない。

大幅な電荷の増加は、1段目で静電誘導が発生中で1段目から2段目へ水が落ちている時のみ起きることから、1段目の缶で起こる静電誘導の電荷を水が落ちる過程で増幅させながら2段目へ落ちて、元々電荷が十分にある状態で落ちることで、落ちる距離によって増幅する効果を得られると思われる。その状態に缶の素材や缶に衝突する衝撃は関係ないと考えられる。

4 全体の考察およびまとめ

今回の研究では、ケルビン水滴発電機の改良から、2段構造のケルビン水滴発電機で起こる電圧の増加現象を様々な条件を変更して性質や原因を考察した。今回の実験で分かった性質は、電圧の増加の原因は下部の容器の素材が原因でなく、電荷を持った水が缶に激突することによって増加するわけでもない。1段目で水が静電誘導しただけで2段目に水を落とさなかった場合は2段目の電荷に変化はなく、電荷が増加するためには1段目で静電誘導が発生し、尚且つ2段目の缶に水が直接入る必要があると分かった。また、電荷の増加量は距離によって変化して、水が缶の外に出て電荷が流失することを考えないと距離が長くなるほど電荷の増加量は多くなると高さを変える実験から考察した。距離によって変化するという性質から、電荷が増加している場所は水が出る出水口ではなく、落ち始めてから落下して缶に落ちるまでの間だと考えた。ここから予想すると、水が移動する際に上部の静電誘導しているコイル部分の電気などを何らかの方法で受け取っているかもしれないと考えた。

今回の実験では条件の変更の方法に課題がある部分もあった。また、原因を完全に突き止めることはできなかったため、どのような研究を行えば良いのかまた考えて実験をする必要があると感じた。今年の研究を踏まえて、来年の研究でもよりケルビン発電機について研究を深め、今回の現象を含めて探究していきたいと思う。

5 参考文献

- ・着火火災の原因となる液体の静電気帯電現象

https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/mail_mag/2018/114-column-1.html

