

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 30 日現在

機関番号：17401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2012

課題番号：23760265

研究課題名（和文） 水中パルス放電に伴う各種物理現象によるスサビノリ遺伝子活性化のメカニズム解明

研究課題名（英文） Effects of physical stresses generated by underwater pulsed discharges on transcriptional activation of retrotransposon of *Porphyra yezoensis*

研究代表者

王 斗艶 (WANG DOUYAN)

熊本大学・大学院先端機構・准教授

研究者番号：30508651

研究成果の概要（和文）：

水中パルス放電をストレス源としてスサビノリへ印加することで、変異体作成に応用可能なレトロトランスポゾン遺伝子の発現制御が可能であり、放電による物理現象（化学的活性種・パルス高電界・大電流・紫外線）が複合的なストレス源として遺伝子転写活性に寄与する。其々の物理現象については、電界と電流による複合作用が転写活性レベルに寄与する可能性が高く、紫外線とオゾンの寄与率は低いことが本研究を通して明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：

Underwater pulsed discharge is an active stress for the transcriptional activation of retrotransposon genes of *Porphyra yezoensis*. The physical phenomena related to the underwater pulsed discharges: chemically active species, high pulsed electric fields, large current and ultraviolet rays, act as a synergistic method for the transcriptional activation of the genes. This research project deduced that the synergistic effect is stronger than each single physical phenomenon in order to obtain a higher level of gene expression.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,600,000	1,080,000	4,680,000

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：電気エネルギー工学、バイオエレクトロニクス

1. 研究開始当初の背景

近年、植物細胞にフォーカスした植物バイオエレクトロニクスが台頭し、欧州並びに日本の数名の研究者を中心に研究成果が報告されている。その多くがパルス高電圧による細胞の不活性化をコア技術としているのに対して、本研究は能動的にパルスパワーを制御することで植物細胞の活性化を図っている。

これまでにスサビノリの変異体作成に応用可能な水中パルス放電による遺伝子（レトロトランスポゾン *PyREIG1*）活性化を見出しており、他のストレス源による活性例よりも遥かに有効な遺伝子発現制御手法であるこ

とを確認している。

2. 研究の目的

より高い遺伝子活性レベルを達成するためには、水中パルス放電による複合的な物理現象を制御する方法の他に、制御し易い単一物理現象をスサビノリへ印加する方が容易であると共に、高い活性化も期待できる。更に、水中パルス放電に伴う各々の物理現象によるレトロトランスポゾン活性化の研究は学術的意義も非常に大きい。したがって、本研究では水中パルス放電に伴う個々の物理現象がスサビノリのレトロトランスポゾン

PyRE1G1 活性化へ与える影響を調べ、パルスパワーの植物細胞活性化に対する有用性を検証することを目的とする。

3. 研究の方法

水中パルス放電に伴う物理現象である化学的活性種・パルス高電界・大電流・紫外線の其々に対するスサビノリの mRNA 転写レベルを、リアルタイム PCR 装置を用いて RT-PCR 解析する。其々の物理現象の発生方法及びスサビノリへの適用方法は、化学的活性種の場合はオゾン及び過酸化水素をスサビノリ培地へ添加、パルス高電界は低導電率の超純水を使用、大電流は高導電率の海水の使用、紫外線はキセノンフラッシュランプ生成紫外光の集光により執り行う。

4. 研究成果

化学的活性種として、生成割合が高くかつ強力な酸化力を有するオゾンと、寿命が長く水中への拡散度も大きい過酸化水素にフォーカスし、其々のストレスをスサビノリへ印加した。その結果、オゾンは印加時間 8 分をピークに PyRE1G1 遺伝子の転写活性化がみられ、さらに長時間晒すと転写レベルが減少した (図 1)。一方、パルス放電で生成される 1 μ M 程度の濃度を有する過酸化水素については、遺伝子の転写活性は見られなかった。

パルス高電界については、平行平板型電極間へスサビノリを設置し高電圧を印加した結果、電界強度 5~45kV/cm の範囲においては、5kV/cm の場合においてのみ PyRE1G1 遺伝子が転写活性化し、電界強度が高くなるにつれてその活性レベルが次第に減少した (図 2)。

パルス大電流を発生させるために、海水で満たした平行平板電極チャンバー内にスサビノリを設置し、電極間へパルス電圧を印加した結果、1000A までの大電流を得ることができ、この時の PyRE1G1 遺伝子転写活性レベルは、電流密度が大きくなるほど上昇した (図 3)。

紫外線の発生にはキセノンフラッシュランプを使用し、スサビノリへ照射した結果、ランプの出力 (すなわち照射エネルギー) を増加させていくと、最大で無処理の 3 倍程度の PyRE1G1 転写レベルが得られた。ただしこの場合、水中ストリーマ状放電の 30 倍程度の注入エネルギーを要している (図 4)。

表 1 に研究結果をまとめて記す。単一物理現象をストレス源としてスサビノリへ印加した場合、電界と電流による複合作用が PyRE1G1 転写活性レベルに寄与している可能性が高く、紫外線とオゾンの寄与率は低い。より高い遺伝子活性レベルを達成するためには、水中パルス放電による複合的な物理現象を利用することが望ましいと考えられる。ただし、本研究では水中パルス放電生成衝撃

波に関する評価を含まないことを申し添えておく。

表 1 単一物理現象と水中パルス放電の比較

単一物理現象		
ストレス種	平均値	mRNA 転写レベル
電界	数 kV/cm	1.3 倍
電流	数 A/cm	1.7 倍
紫外線	約 0.5J/mL	3.3 倍
オゾンバブリング	3.3ppm	1.6 倍
水中パルス放電 (複合ストレス)		
ストレス種	電極容器内平均値 (ストリーマチャンネル付近)	mRNA 転写レベル
電界	≒数 kV/cm (<<数 MV/cm)	2.5 倍
電流	≒数 A/cm ₂ (<<数 kA/cm)	
紫外線	>>約 0.01J/mL	
オゾンバブリング	<<0.1ppm 以下 (<<約 100ppm)	

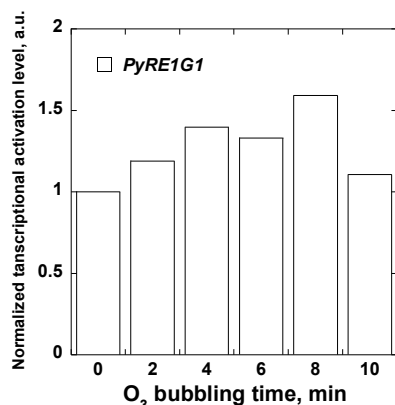


図 1 オゾンによる PyRE1G1 の転写活性

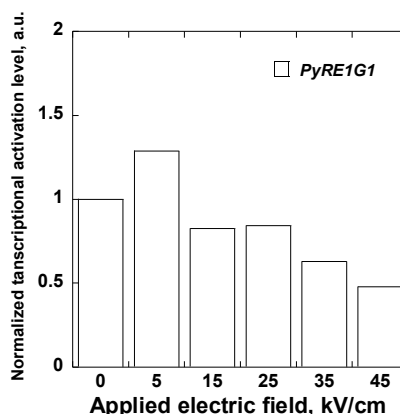


図 2 パルス高電界による PyRE1G1 の転写活性

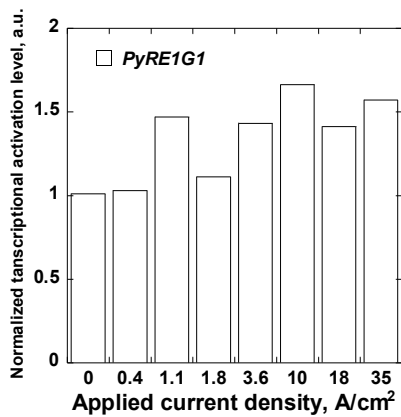


図3 パルス大電流による *PyRE1G1* の転写活性

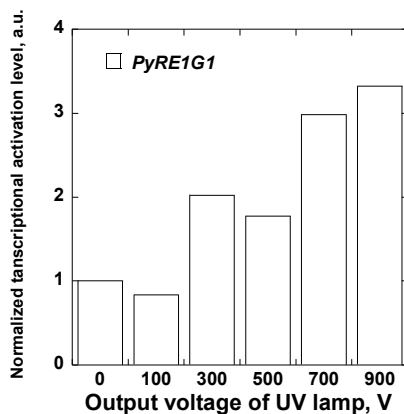


図4 紫外線による *PyRE1G1* の転写活性

放電プラズマの生体応用研究が広がるなか、近年は日本国政府も該当分野を重要視するなど、その研究価値は高い。多くの研究例が動物細胞や菌類を対象としている中で、本研究は植物体を取上げており、注目度は高い。また、複合物理特性を有するストレス源のメカニズム解明は、他の生体応用研究にとっても存在価値の高い研究課題であり、本研究に関する成果発表の場においては国内外ともに高い注目度と評価を集めた。

今後は、レトロトランスポゾン遺伝子に限らず、機能遺伝子の発現制御も実施する予定である。機能遺伝子の発現を制御できれば、植物細胞の生理活性向上が可能になると考えられ、本技術の応用範囲もさらに広がる。

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9件)

①K. Hirayama, D. Wang, T. Namihira, H. Takano, S. Takio and H. Akiyama, Effects of pulsed electric field and pulsed current on transcriptional activation of retrotransposon of *Porphyra yezoensis*,

International Journal of Plasma Environmental Science & Technology, 査読有、Vol.6、No.3、2012、pp.272-277

②S. Inoue, S. Iizasa, D. Wang, T. Namihira, M. Shigeishi, M. Ohtsu, H. Akiyama, Concrete recycling by pulsed power discharge inside concrete, International Journal of Plasma Environmental Science & Technology, 査読有、Vol.6、No.2、2012、pp.183-188

③N. Takamura, D. Wang, D. Seki, T. Namihira, Ken-ichi Yano, H. Saitoh and H. Akiyama, Protein Transduction into Eukaryotic Cells Using Non-thermal Plasma, International Journal of Plasma Environmental Science & Technology, 査読有、Vol.6、No.1、2012、pp.59-62

④D. Wang, T. Namihira and H. Akiyama, Propagation of Streamer Heads During a 5-ns Pulsed Discharge, IEEE Transactions on Plasma Science of Special Issue on Images in Plasma Science, 査読有、Vol.39、No.11、2011、pp.2268-2269

⑤T. Matsumoto, D. Wang, T. Namihira and H. Akiyama, Discharge Appearances of 2- and 5-ns Pulsed Power, IEEE Transactions on Plasma Science of Special Issue on Images in Plasma Science, 査読有、Vol.39、No.11、2011、pp.2262-2263

DOI: 10.1109/TPS.2011.2160878

⑥I. Yagi, S. Okada, T. Matsumoto, D. Wang, T. Namihira, K. Takaki, Streamer Propagation of Nanosecond Pulse Discharge With Various Rise Times, IEEE Transactions on Plasma Science of Special Issue on Images in Plasma Science, 査読有、Vol.39、No.11、2011、pp.2232-2233

DOI: 10.1109/TPS.2011.2154386

⑦T. Matsumoto, D. Wang, T. Namihira, H. Akiyama, Process performances of 2ns pulsed discharge plasma, Japanese Journal of Applied Physics, 査読有、Vol.50、No.8 (PART 2)、2011、08JF14

DOI: 10.1143/JJAP.50.08JF14

⑧S. Okada, D. Wang, T. Namihira, S. Katsuki, H. Akiyama, Spatiotemporal distribution of nitrogen rotational temperature during pulsed discharge in air, Japanese Journal of Applied Physics, 査読有、Vol.50、No.8 (PART 2)、2011、08JB06

DOI: 10.1143/JJAP.50.08JB06

⑨D. Wang, M. Matsuda, T. Matsumoto, T. Namihira, H. Akiyama, Energy Transfer Efficiency of Nano-Seconds Pulsed Power Generator for Nonthermal Plasma Processing Technique, IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, 査読有、Vol.18、No.4、2011、pp.1091-1096

〔学会発表〕(計 47 件)

- ①廣田智行, 丸田康博, 王斗艶, 浪平隆男, 秋山秀典, (オゾン生成に対するパルス電圧立ち上がり時間の影響), 放電研究会, 2012.12.15, 兵庫県立大学(兵庫).
- ②丸田康博, 廣田智行, 王斗艶, 浪平隆男, 秋山秀典, (ガス種に対するストリーマヘッドの挙動特性), 放電研究会, 2012.12.15, 兵庫県立大学(兵庫).
- ③Y. Shimasaki, D. Wang, T. Namihira, H. Akiyama, (Performance of waste water treatment system based on nano-seconds pulsed discharge), 18th International Conference on Advanced Oxidation Technologies for Treatment of Water, Air and Soil, 2012.11.11-15, Crowne Plaza Riverfront, Jacksonville, Florida, USA.
- ④ T. Hirota, Y. Maruta, D. Wang, T. Namihira, H. Akiyama, (Effect of rise time of applied pulsed voltage on ozone generation characteristics), 18th International Conference on Advanced Oxidation Technologies for Treatment of Water, Air and Soil, 2012.11.11-15, Crowne Plaza Riverfront, Jacksonville, Florida, USA.
- ⑤S. Naka, R. Tsuruga, D. Wang, T. Namihira, H. Akiyama, (Radial distribution of ozone in a coaxial reactor of nano-seconds pulsed discharge based ozonizer), 18th International Conference on Advanced Oxidation Technologies for Treatment of Water, Air and Soil, 2012.11.11-15, Crowne Plaza Riverfront, Jacksonville, Florida, USA.
- ⑥ Y. Araki, K. Yamawaki, D. Wang, T. Namihira, H. Akiyama, (Effect of electrode temperature on ozone production using nano-seconds pulsed discharge), 18th International Conference on Advanced Oxidation Technologies for Treatment of Water, Air and Soil, 2012.11.11-15, Crowne Plaza Riverfront, Jacksonville, Florida, USA.
- ⑦ T. Namihira, D. Wang, H. Akiyama, (Process performance of nano-seconds pulsed discharge), 18th International Conference on Advanced Oxidation Technologies for Treatment of Water, Air and Soil, 2012.11.11-15, Crowne Plaza Riverfront, Jacksonville, Florida, USA.
- ⑧N. Takamura, D. Wang, T. Namihira, H. Akiyama, (Generation and characteristic survey of atmospheric-pressure dry, vapor, mist plasma jet using high-frequency

- high-voltage power supply), 65th Gaseous Electronics Conference, 2012.10.22-26, AT&T Conference Center, Austin, USA.
- ⑨柳田宗正, 澁田哲, 王斗艶, 浪平隆男, 秋山秀典, (ナノ秒パルス放電方式オゾンナイザにおける電極内ガス温度及び電極冷却効果の検証), パルスパワー・放電同研究会, 2012.10.22-23, 佐賀大学(佐賀).
- ⑩平下友貴, 荒木良孝, 王斗艶, 浪平隆男, 秋山秀典, (ナノ秒パルス放電を用いたオゾン生成における電極温度の影響), パルスパワー・放電同研究会, 2012.10.22-23, 佐賀大学(佐賀).
- ⑪ S. Shibuta, K. Yamawaki, D. Wang, T. Namihira, H. Akiyama, (Effects of reactor cooling for nano-seconds pulsed discharge based ozonizer), 4th Euro-Asian Pulsed Power Conference and 19th International Conference on High-Power Particle Beams, 2012.09.30-10.04, Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, German.
- ⑫N. Takamura, D. Wang, T. Namihira, K. Yano, H. Saitoh, H. Akiyama, (Effect of atmospheric-pressure plasma on cell culture media and cell death), 4th Euro-Asian Pulsed Power Conference and 19th International Conference on High-Power Particle Beams, 2012.09.30-10.04, Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, German.
- ⑬R. Tsuruga, S. Naka, D. Wang, T. Namihira, H. Akiyama, (Potential of laser breakdown plasma on new chemical reaction field), 4th Euro-Asian Pulsed Power Conference and 19th International Conference on High-Power Particle Beams, 2012.09.30-10.04, Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, German.
- ⑭ K. Yamawaki, S. Shibuta, D. Wang, T. Namihira and H. Akiyama, (Development of ozonizer using nano-seconds pulsed discharge), 4th Euro-Asian Pulsed Power Conference and 19th International Conference on High-Power Particle Beams, 2012.09.30-10.04, Karlsruhe Institute of Technology, Karlsruhe, German.
- ⑮澁田哲, 王斗艶, 浪平隆男, 秋山秀典, (ナノ秒パルス放電によるオゾン生成におけるリアクタ冷却効果), 平成 24 年度 (第 65 回) 電気関係学会九州支部連合大会, 2012.09.24-25, 長崎大学(長崎).
- ⑯R. Tsuruga, S. Naka, D. Wang, T. Namihira and H. Akiyama, (New chemical reaction field produced by laser breakdown plasma in solution), 9th International Bioelectrics Symposium, 2012.09.05-08, KKR Hotel Kumamoto, Kumamoto, Japan.

⑰Y. Shimasaki, D. Wang, T. Namihira and H. Akiyama, (Oxidation and de-oxidation performances of nano-seconds pulsed discharge), 9th International Bioelectrics Symposium, 2012.09.05-08, KKR Hotel Kumamoto, Kumamoto, Japan.

⑱Y. Araki, D. Wang, T. Namihira, and H. Akiyama, (Energy transfer efficiency on nano-seconds pulsed discharge system), 9th International Bioelectrics Symposium, 2012.09.05-08, KKR Hotel Kumamoto, Kumamoto, Japan.

⑲ T. Hirota, Y. Maruta, D. Wang, T. Namihira and H. Akiyama, (Effect of rise time of applied pulsed voltage on streamer head property), 9th International Bioelectrics Symposium, 2012.09.05-08, KKR Hotel Kumamoto, Kumamoto, Japan.

⑳K. Yamawaki, S. Shibuta, D. Wang, T. Namihira and H. Akiyama, (Performances of nanoseconds pulsed generator), 9th International Bioelectrics Symposium, 2012.09.05-08, KKR Hotel Kumamoto, Kumamoto, Japan.

(21)S. Shibuta, D. Wang, T. Namihira, H. Akiyama, (Gas temperature trend during ozone generation using nano-seconds pulsed discharge), 9th International Bioelectrics Symposium, pp.P-2B-23, 2012.09.05-08, KKR Hotel Kumamoto, Kumamoto, Japan.

(22)D. Wang, T. Sonoda, T. Namihira, H. Takano, H. Akiyama, (Growth control of leaf vegetables using pulsed electric field), 9th International Bioelectrics Symposium, pp.P-2B-23, 2012.09.05-08, KKR Hotel Kumamoto, Kumamoto, Japan.

(23)N. Takamura, D. Wang, T. Namihira, K. Yano, H. Saitoh, and H. Akiyama, (Protein and antibody transduction into human cells using non-thermal plasma), 9th International Bioelectrics Symposium, pp.P-2B-23, 2012.09.05-08, KKR Hotel Kumamoto, Kumamoto, Japan.

(24)山脇和敏, 王斗艶, 浪平隆男, 秋山秀典, (2ns パルス放電プラズマの諸特性), プラズマ・パルスパワー合同研究会, 2012.08.08-10, 岩手大学(岩手).

(25)島崎祐輔, 王斗艶, 浪平隆男, 秋山秀典, (ナノ秒パルス放電の酸化・還元能), プラズマ・パルスパワー合同研究会, 2012.08.08-10, 岩手大学(岩手).

(26)荒木良孝, 王斗艶, 浪平隆男, 秋山秀典, (ナノ秒パルス放電システムのエネルギー転送効率), プラズマ・パルスパワー合同研究会, 2012.08.08-10, 岩手大学(岩手).

(27)丸田康博, 廣田智行, 王斗艶, 浪平隆

男, 秋山秀典, (ns パルスパワーによる分布定数様放電の観測), プラズマ・パルスパワー合同研究会, 2012.08.08-10, 岩手大学(岩手).

(28)廣田智行, 丸田康博, 王斗艶, 浪平隆男, 秋山秀典, (ストリーマヘッド諸特性の印加電圧依存性), プラズマ・パルスパワー合同研究会, 2012.08.08-10, 岩手大学(岩手).

(29)浪平隆男, 王斗艶, 秋山秀典, (ナノ秒パルス放電の紹介), プラズマ・パルスパワー合同研究会, 2012.08.08-10, 岩手大学(岩手).

(30)王斗艶, 後藤貴弘, 吉田堯史, 浪平隆男, 秋山秀典, 藤原俊之, 佐藤大吾, (パルス電界によるレタスの成育制御), パルスパワー研究会, 2012.03.08-09, 熊本大学(熊本).

(31)N. Takamura, D. Wang, D. Seki, T. Namihira, Ken-ichi Yano, H. Saitoh and H. Akiyama, (Protein Transduction into Eukaryotic Cells Using Non-thermal Plasma), 2nd International Symposium on Plasma Environmental, Atmospheric electricity, Space charge, Electrical discharge and Static electricity, Applications and Prevention Science and Technology, 2011.11.14-18, IRD Auditorium, Noumea, New Caledonia.

(32)T. Matsumoto, S. Okada, T. Hirota, D. Wang, T. Namihira, H. Akiyama, (Axial propagation of nano-seconds pulsed discharge in coaxial reactor), 2nd International Symposium on Plasma Environmental, Atmospheric electricity, Space charge, Electrical discharge and Static electricity, Applications and Prevention Science and Technology, 2011.11.14-18, IRD Auditorium, Noumea, New Caledonia.

(33)T. Matsumoto, D. Wang, T. Namihira, H. Akiyama, (Influence of reactor configuration on ozone generation by nano-seconds pulsed discharges), 2nd International Symposium on Plasma Environmental, Atmospheric electricity, Space charge, Electrical discharge and Static electricity, Applications and Prevention Science and Technology, 2011.11.14-18, IRD Auditorium, Noumea, New Caledonia.

(34)T. Namihira, T. Matsumoto, D. Wang, H. Akiyama, (Process performances of 2 ns pulsed discharge plasma), 2nd International Symposium on Plasma Environmental, Atmospheric electricity, Space charge, Electrical discharge and

Static electricity, Applications and Prevention Science and Technology, 2011.11.14-18, IRD Auditorium, Noumea, New Caledonia.

(35)R. Tsuruga, K. Kohtake, S. Naka, D. Wang, T. Namihira, H. Akiyama, (Phenol treatment by laser produced plasma in pressurized solution), 17th International Conference on Advanced Oxidation Technologies for Treatment of Water, Air and Soil, 2011.11.07-10, Town & Country Resort, San Diego, California, USA.

(36)Y. Shimasaki, D. Wang, T. Namihira, H. Akiyama, (Degradation of phenol by nano-seconds pulsed discharge on solution surface), 17th International Conference on Advanced Oxidation Technologies for Treatment of Water, Air and Soil, 2011.11.07-10, Town & Country Resort, San Diego, California, USA.

(37)T. Namihira, D. Wang, H. Akiyama, (Environmental application of nano-seconds pulsed discharge system), 17th International Conference on Advanced Oxidation Technologies for Treatment of Water, Air and Soil, 2011.11.07-10, Town & Country Resort, San Diego, California, USA.

(38)澁田哲, 山脇和敏, 松本宇生, 王斗艶, 浪平隆男, 秋山秀典, (ns パルス放電によるオゾン生成特性), パルスパワー・放電合同研究会, 2011.10.21-22, 千葉工業大学(千葉).

(39)山脇和敏, 澁田哲, 松本宇生, 王斗艶, 浪平隆男, 秋山秀典, (非熱平衡プラズマの形成効率に優れた ns パルス放電システム), パルスパワー・放電合同研究会, 2011.10.21-22, 千葉工業大学(千葉).

(40)王斗艶, 平山勝将, 高村紀充, 後藤貴弘, 浪平隆男, 秋山秀典, (パルスパワーによるウミグモの電氣的駆除), 平成23年電気学会基礎材料共通部門大会, 2011.09.21-22, 東京工業大学(東京).

(41)王斗艶, 高村紀充, 浪平隆男, 秋山秀典, (大気圧プラズマジェットによる細胞内へのタンパク質導入), 平成23年電気学会基礎材料共通部門大会, 2011.09.21-22, 東京工業大学(東京).

(42)八木一平, 高木浩一, 岡田翔, 松本宇生, 王斗艶, 浪平隆男, 小野亮, 小田哲治, (全固体ナノ秒パルス電源を用いたストリーマ進展速度と発光分光計測), 第35回静電気学会全国大会, 2011.09.12-13, 東京理科大学(東京).

(43)D. Wang, K. Hirayama, N. Takamura, T. Goto, T. Namihira, H. Akiyama, (Studies of Electrical Killing on Nymphonella tapetis

Using Pulsed Power Technology), Proceeding of the XXX International Conference on Phenomena in Ionized Gases (ICPIG), 2011.08.28-09.02, The Univ. of York, Belfast, Northern Ireland, UK.

(44)N. Takamura, T. Matsumoto, D. Wang, T. Namihira, H. Akiyama, (Ozone generation using positive- and negative-nano-seconds pulsed discharges), 18th IEEE International Pulsed Power Conference, 2011.06.19-23, Hyatt Regency-McCormick Place, Chicago, Illinois, USA.

(45)T. Matsumoto, D. Wang, T. Namihira and H. Akiyama, (Gas temperature measurements of nano-seconds pulsed discharge based ozonizer), 18th IEEE International Pulsed Power Conference, 2011.06.19-23, Hyatt Regency-McCormick Place, Chicago, Illinois, USA.

(46)T. Hirota, S. Okada, D. Wang, T. Namihira and H. Akiyama, (Axial propagation of nano-seconds pulsed discharge in coaxial reactor), 18th IEEE International Pulsed Power Conference, 2011.06.19-23, Hyatt Regency-McCormick Place, Chicago, Illinois, USA.

(47)Y. Araki, D. Wang, T. Namihira, H. Akiyama, (Toluene decomposition using nano-seconds pulsed discharge), 18th IEEE International Pulsed Power Conference, 2011.06.19-23, Hyatt Regency-McCormick Place, Chicago, Illinois, USA.

〔図書〕(計1件)

① T. Matsumoto, D. Wang, T. Namihira, H. Akiyama, (Air Pollution - A Comprehensive Perspective), InTech, 2012, pp.215-234

〔産業財産権〕

○出願状況(計1件)

名称:物質導入用液体培地及び細胞内への物質導入方法

発明者:王斗艶、関大亮、浪平隆男、齊藤壽仁、秋山秀典

権利者:熊本大学

種類:特許

番号:13/699,564

出願年月日:2011年5月25日

国内外の別:国外

6. 研究組織

(1) 研究代表者

王斗艶 (WANG DOUYAN)

熊本大学・大学院先端機構・准教授

研究者番号:30508651