

第32回 自然科学研究機構シンポジウム

生命科学と プラズマ工学が つくる未来



ライブ配信

日本橋ライフサイエンス
ビルディング
(201 大会議室)

〒103-0023 東京都中央区日本橋2-3-11



2021年

8月21日 土

13:00 ▶ 16:10

オンライン
開催

YouTube

ニコニコ生放送
niconico LIVE



<https://www.nins.jp/site/connection/sympo32.html>

上記WEBサイトより
ご視聴いただけます

主催 大学共同利用機関法人
自然科学研究機構

プラズマバイオ
コンソーシアム



共催

LINK-J
Life Science Innovation Network Japan

一般社団法人
ライフサイエンス・イノベーション・
ネットワーク・ジャパン

お問合せ 大学共同利用機関法人 自然科学研究機構
第32回 自然科学研究機構シンポジウム 事務局
TEL:03-5425-1898 FAX:03-5425-2049
e-mail: sympo32@nins.jp



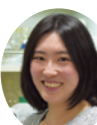


NINS
National Institutes of Natural Sciences
自然科学研究機構

プログラム

開会

13:00 機構長挨拶 小森 彰夫(自然科学研究機構 機構長)

講演

- 13:05~  「プラズマバイオ概要説明」
井本 敬二 氏(自然科学研究機構理事/新分野創成センター長) 2
- 13:20~  「大気圧空気プラズマを用いた五酸化二窒素の選択合成とその応用展望」
佐々木 渉太 氏(東北大学大学院工学研究科 助教) 3
- 14:00~  「酵母で迫るプラズマの謎」
大坪 瑤子 氏(自然科学研究機構核融合科学研究所/基礎生物学研究所/
新分野創成センター 特任助教) 4
- 14:30~  「プラズマによるがん克服への挑戦」
中村 香江 氏(名古屋大学低温プラズマ科学研究センターバイオシステム科学部門
特任講師) 5
- 15:00~  「農作物の種子に対するプラズマ照射効果の謎に迫る」
石橋 勇志 氏(九州大学大学院農学研究員 准教授) 6

パネルディスカッション

- 15:35~ 司会：坂本 貴和子(自然科学研究機構研究力強化推進本部 特任准教授)
- 16:05 パネリスト：井本 敬二 氏・佐々木 渉太 氏・
大坪 瑤子 氏・中村 香江 氏・石橋 勇志 氏

閉会

16:05 挨拶 吉田 善章(自然科学研究機構 副機構長)

※講演題目は変更になる場合がございます。

プラズマバイオ 概要説明



井本 敬二 | 自然科学研究機構 理事、新分野創成センター長
 プラズマバイオコンソーシアム 世話人

プラズマとは、物質が陽イオンと電子に電離した状態であり、固体・液体・気体に続く第4の物質の状態です。プラズマには、電子・陽イオンの両方が高温である高温プラズマと、電子のみが高温である低温プラズマがあります。高温プラズマは、溶接・切断などに利用されているほか、核融合発電を目指した高温プラズマの研究が、日本をはじめ世界中で進められています。一方、低温プラズマは、気体に外部電場を与えることにより生成されます。気体粒子や陽イオンはほぼ常温ですが、電子は大きなエネルギーを持ち高い反応性を有しています。低温プラズマはVLSI(超大規模集積回路)のナノ加工等で広く用いられています。

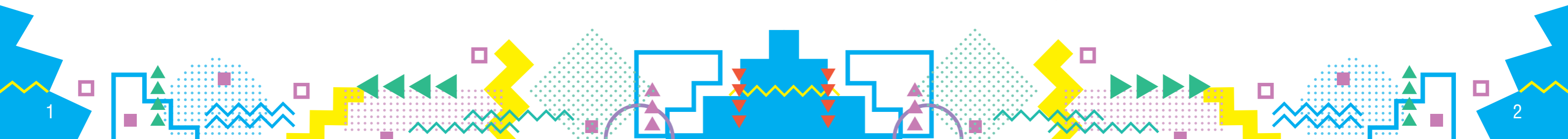
この低温プラズマを動植物に照射してその効果を確認する「プラズマ+バイオ」研究が、かねてよりさまざまな分野において取り組まれてきました。低温プラズマによってオゾンなどの活性分子種が発生し、殺菌・滅菌などの効果が認められたことに加えて、植物の種子に照射すると発芽・成長を促すらしいことなど、不思議な現象がいろいろとわかってきました。

しかし、プラズマの発生は周囲の環境(温度、湿度など)に大きく左右されるだけでなく、生物の反応自体にバラツキがあることなどの理由から、再現性の高い実験系を構築することはなかなか容易にはいかない状況でした。文部科学省による新学術領域研究「プラズマ医療科学の創成」(代表 堀 勝 名古屋大学教授, 2012～2016年度)以降、プラズマバイオ研究への期待と関心は徐々に高まって参りましたが、上述の理由から、プラズマ基礎科学と生命科学の分野を越えた連携研究によるプラズマバイオの確立は、未だ道半ばにあると言わざるを得ません。

これらの状況を受け、自然科学研究機構は、分野間連携によるプラズマ照射効果の分子メカニズムの解明を目指し、2018年度に新分野創成センターにプラズマバイオ研究部門を設置するとともに、名古屋大学と九州大学との間でプラズマバイオコンソーシアムを結成しました。さらに2020年度から新たに東北大学が本コンソーシアムに加わり、より大きな規模で日本全国のさまざまな分野に属する研究者らと共に、分野間融合型研究を推進しています。

コンソーシアムの立ち上げから4年目となる現在、プラズマ効果の基礎的な部分の解明が進み、プラズマバイオ研究分野にはさまざまな可能性の芽が育ちつつあります。例えば、プラズマを細胞へ直接照射、あるいは細胞を培養する溶液へ照射することによる“間接照射”によって、生体にさまざまな効果が生じることが判明しています。さらに部分的ではありますが、その分子メカニズムの解明へ向けた糸口も徐々に見えてきているところです。

本シンポジウムでは、プラズマバイオ研究の迎ってきた進歩の過程を簡潔に皆様へ紹介させていただきます。プラズマバイオ研究が近い将来、医療・農業などの分野に何らかのインパクトを供するであろうと期待すると共に、分野のさらなる発展へ少なからぬ貢献を果たしていくと確信しています。



大気圧空気プラズマを用いた 五酸化二窒素の選択合成と その応用展望



佐々木 渉太 | 東北大学大学院工学研究科 助教

100Wに満たない電力消費で、無尽蔵な資源である空気から所望の活性種をその場で合成することが可能であると近年非常に注目されている大気圧プラズマ技術。この技術は、医療応用から材料合成に至るまで、幅広い分野にわたって持続可能な分散型アプリケーションを提供することが可能です。既に、オゾン(O₃)をはじめ、一酸化窒素(NO)、二酸化窒素(NO₂)といった特定の活性種の選択合成は既の実現されており、特にO₃は殺菌・消臭・水処理などに活用されているだけでなく、疾患治療への応用も進められています。そして、次に研究者達が合成を試みた活性種が、五酸化二窒素(N₂O₅)です。

N₂O₅は、強力な酸化・ニトロ化作用を持ち、特有の化学反応を誘起できる潜在能力を持つことから、幅広い分野での応用が期待されてきました。しかし、過激な化学合成法と安定保存の難しさから、一部の研究者にしか取り扱われず、応用探索も進まなかった物質でもあります。

我々は、新たにN₂O₅を10倍以上の選択比で電気合成するプラズマ源を開発しました [1]。そして、プラズマ合成条件の最適化によって生成される活性種組成を制御し、さらに複数の合成反応器と数値計算に基づいて設計した反応器を組み合わせることによって、N₂O₅のプラズマ合成を実現することに成功しました。この革新的な技術によって、空気から誰もが簡単にN₂O₅を合成・供給可能となったことで、多方面における応用展開・産業開発が進むことが期待されています。

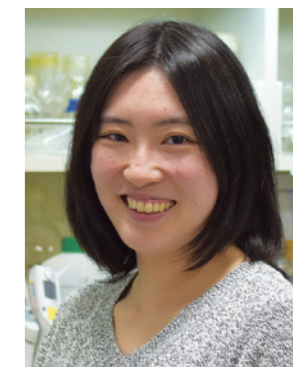
本講演では、プラズマ生成気相活性種の反応過程から、液中への輸送過程、液中活性種と有機物との反応ネットワークに関する実験結果など、最新のデータを交えてお話しします。また、実際に生物へプラズマ合成N₂O₅を暴露した後の応答についても触れ、将来的な応用に関する展望もお話しさせていただきます。

[1] S. Sasaki*, K. Takashima, and T. Kaneko, "Portable Plasma Device for Electric N₂O₅ Production from Air", *Ind. Eng. Chem. Res.* **60** (2021) 798.

略歴

2017年 東北大学 大学院工学研究科 電子工学専攻 博士後期課程修了
 2017年 University of Minnesota, Department of Mechanical Engineering, Researcher
 (日本学術振興会 特別研究員PD)
 2018年～ 東北大学大学院工学研究科 助教

酵母で迫る プラズマの謎



大坪 瑤子 | 自然科学研究機構核融合科学研究所 /
基礎生物学研究所 / 新分野創成センター 特任助教

生物は、様々な環境の変化に絶えず晒されています。環境変化の多くは生物にとってストレスとなり得ますが、生物には環境変化によって生じるストレスに耐えるための仕組みが備わっています。ストレスに対応する仕組みは、臓器や組織といったレベルだけでなく、私たちの体を構成している一つ一つの細胞にも存在します。私は、ストレスに対する細胞の応答システムに興味を持って大学院生の頃から研究を行ってきました。

ストレス応答システムは、細胞が生存するために欠かせない基本的なシステムの一つです。細胞にとって重要な、このようなシステムは、単細胞生物である酵母から私たちヒトの細胞まで共通している場合が多く見られます。そこで、実験がしやすい酵母を使って研究をして、類似したストレス応答システムがヒトを含むより高等な生物にも存在していないかを調べていくという戦略で研究を進めています。

ストレス応答研究の一環として3年程前から、常温大気圧プラズマを新たなストレス源として用いて、プラズマに対する細胞の応答機構を解明するというプロジェクトに参加しています。近年、医療分野や農業分野で常温大気圧プラズマを使った応用研究が盛んになってきています。しかし、プラズマ照射によって生物にどのような変化が起きているのかといったことを細胞レベル、分子レベルで理解する基礎的な研究は充分には行われていない状況です。

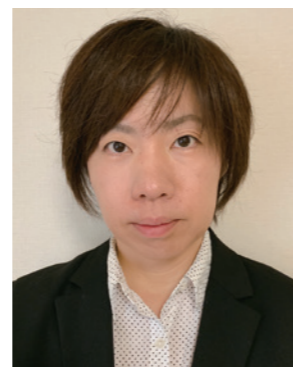
この研究は、生物系の研究者と物理・工学系の研究者が共同して行う異分野融合型の研究プロジェクトで、まず最初は生物実験に適したプラズマ照射装置を開発するところから始まりました。最近になってようやく酵母を用いた分子細胞生物学的な実験も行えるようになってきたところです。

本シンポジウムでは、最新の研究結果をご紹介するとともに、異分野融合型研究ならではの醍醐味や苦労した点などもお話しできればと思います。

略歴

2009年 東京大学大学院 理学系研究科 生物化学専攻 博士課程修了 博士(理学)
 2012年 かずさDNA研究所 特任研究員
 2015年 基礎生物学研究所 日本学術振興会特別研究員(RPD)
 2018年 核融合科学研究所 (基礎生物学研究所 併任) 特任助教

プラズマによる がん克服への挑戦



中村 香江 | 名古屋大学低温プラズマ科学研究センター
 バイオシステム科学部門 特任講師

非平衡(低温)プラズマ生成技術の開発に伴い、プラズマは今日を支える先端科学産業である太陽電池や半導体等の製造工程において必要不可欠な基盤技術として発展してきました。その応用範囲はものづくりにとどまらず、バイオ技術として滅菌や殺菌、さらには止血などの医療装置への応用へと広がってきています。

近年、医療へのプラズマの応用が盛んに研究されており、様々ながん種に対するがん細胞死滅効果、さらには皮膚疾患や傷病組織の治癒や再生など、先端医療科学技術の分野でプラズマの有効性が示され、「プラズマ医療」の研究が飛躍的に進展してきました。特に、がん治療への臨床応用に向けた研究では、国内外の研究グループから、その有効性が報告されており、それらの多くが、プラズマを腫瘍組織あるいはがん細胞に直接照射することで誘導される抗腫瘍効果を見出しています。

我々の研究グループは、プラズマを照射した溶液(プラズマ活性液)にも強力な抗腫瘍効果があることを世界に先駆けて実証しました。この抗腫瘍効果の本質は、まだ解明されていない部分が多く残されたままではありますが、反応性の高いプラズマを溶液に照射することにより、活性種を含むプラズマ活性液が生成され、その効果は比較的安定であることから汎用性の高い治療技術となると考えています。

特に、我々の治療のターゲットである卵巣がんは、自覚症状に乏しく、有効ながんの検診方法も無いため、約半数は腹腔内への転移(腹膜播種)を伴った進行がんとして発見されます。この腹膜播種を制御することができれば、卵巣がんの生命予後の改善が期待できます。腹膜播種のような直接プラズマを照射することが困難な無数に散らばったがんや、目視では確認できない小さながんの播種に対して、このプラズマ活性液が有用な治療ツールとなる可能性を有している、と我々は考えています。

本講演では、プラズマ活性液のがん細胞への効果から、医療応用への一例として卵巣がん腹膜播種治療への可能性について、これまでの知見を元に紹介させていただきます。

略歴

- 2009年 名古屋大学大学院医学系研究科博士課程修了
- 2009年 Department of Internal Medicine Division of Cardiovascular Medicine, University of Michigan Medical School / Visiting researcher
- 2011年 医療法人葵鐘会 / 研究員名古屋大学大学院医学系研究科産婦人科学 / 客員研究者
- 2019年 名古屋大学低温プラズマ科学研究センター バイオシステム科学部門 / 特任講師

農作物の種子に対する プラズマ照射効果の 謎に迫る



石橋 勇志 | 九州大学大学院農学研究院 准教授

昨今の地球温暖化による影響から、我が国における重要農作物である水稻の収量および品質低下が問題となり、その耐性品種の育成が行われてきました。これらの耐性品種の導入により、高温による収量、および品質の低下はある程度回避できるようになってきました。しかし、高温耐性品種だけでなく、高温環境下で収穫された種子は、次世代の発芽遅延を引き起こすことが近年明らかとなっており、その対策技術の開発が必要とされています。

これまで、植物種子に対するプラズマ処理が、発芽を促進するといった報告がいくつか存在していました。しかし、なぜ発芽が促進するのか、そのメカニズムについては未だ不明な点が多いのが現状です。そこで、水稻の高温登熟(とうじゅく：出穂した後、種子が成熟していくこと)された種子の発芽遅延への対策としてプラズマ処理を施した際の効果について、種子発芽機構において最も重要な「植物ホルモン」との関連や、その制御機構について詳しく検討しました。

結果、プラズマ照射を行うことによって、高温で育成された水稻の種子は発芽の促進を示しました。そこで、発芽関連遺伝子の発現解析を行ったところ、種子発芽を主に制御する植物ホルモンであるアブシジン酸(ABA)の合成に関わるNCEDs遺伝子が、プラズマ照射によって発現低下しました。さらに、代謝に関わるABA8'-OHs遺伝子の発現が上昇することが確認されました。また、プラズマ照射によって、胚乳の貯蔵デンプンを分解する α -アミラーゼの遺伝子発現も上昇していることから、プラズマ照射がもたらす発芽促進効果には、ABA代謝に加えて α -アミラーゼの促進が重要であることが示唆されました。

種子の発芽は、農業を行っていく上での重要な生育過程です。発芽の結果は、誰もが容易に目で確認することができる現象であるにも関わらず、未だ解明されていない部分を多く残した、まさに神秘的な生命現象でもあります。今回の講演では、これまでブラックボックスとされてきた種子に対するプラズマ照射の影響について、種子発芽関連遺伝子の発現やその発現調節に着目し、現在ようやく解き明かされてきたプラズマ照射による種子発芽促進機構の一端について皆さまに紹介させていただきます。

略歴

- 2008年 九州大学大学院 生物資源環境科学府 博士後期課程 修了 博士(農学)
- 2008年 日本学術振興会特別研究員(PD)
- 2011年 九州大学大学院 農学研究院 特任助教
- 2014年 九州大学大学院 農学研究院 准教授