

琉大カガク院事業および琉大ハカセ塾事業における 第二段階受講生の研究成果発表および各賞の受賞について

<日 時> 学長記者懇談会(11/29(火) 13:30-15:00)

<報告概要>

琉大カガク院受講生2名がGSC全国受講生発表会において発表し、優秀賞等計4つの賞を受賞した。また、サイエンスカンファレンス2022において琉大ハカセ塾受講生2名が研究成果を発表し、「プレゼンテーション賞」および「アイデア賞」を受賞するなど、研究内容が高く評価された。加えて、日本エネルギー学会 西部支部 第6回学生・若手研究発表会において、琉大カガク院受講生1名および琉大ハカセ塾受講生1名がポスター発表を行い、それぞれが「優秀賞」を受賞するダブル受賞となるなど活躍した。これらの事項を報告する。

<GSC 令和4年度全国受講生研究発表会およびサイエンスカンファレンス2022での受賞内容>

(1) GSC 令和4年度全国受講生研究発表会

①宮城 愛征 (那覇国際高校2年・男子、琉大カガク院受講生) (理学部：中川鉄水 助教指導)
「水素とアンモニアの連続測定で発見！」

～アンモニアボランから出る水素は本当に綺麗なのか?～

「優秀賞」および「受講生得票賞」受賞

②川畑 春佳 (久米島高校2年・女子、琉大カガク院受講生) (農学部：鶴井香織 准教授指導)
「入れ歯洗浄剤を用いた久米島の微小蛾類の交尾器の観察

～水酸化カリウム不要の安全な手法開発～

「優秀賞」および「受講生得票賞」受賞

※GSC (グローバルサイエンスキャンパス)

全国受講生研究発表会について

主 催：国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST)

概 要：一次審査 (オンライン開催)

令和4年10月16日(日)

発表件数44件(14機関)

二次審査 (口頭発表、東京)

令和4年11月6日(日)

発表件数12件(8機関)

(一次審査を通過した12件が二次審査に挑む)



(2) ジュニアドクター育成塾/サイエンスカンファレンス2022

①小川 桃佳 (沖縄アミークスインターナショナル中学校3年・女子、琉大ハカセ塾受講生)
(理学部：前野昌弘 准教授指導)

「機械学習を活用した家電通知音の視覚・振動への拡張」 「プレゼンテーション賞」受賞

②大城 輝真 (琉球大学附属中学校2年・男子、琉大ハカセ塾受講生)

(理学部：中川鉄水 助教指導)

「微生物燃料電池の可能性を探る～電極改良と農業廃棄物の活用～」 「アイデア賞」受賞

※ジュニアドクター育成塾サイエンスカンファレンス2022について

主 催：国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST)

開催日：令和4年11月12日(土)・13日(日)

形 態：オンライン開催

件 数：53件(25機関)



<日本エネルギー学会 西部支部 第6回学生・若手研究発表会における受賞内容>

<受講生および受賞内容>

受賞内容：「ポスター発表 優秀賞」

タイトル：「微生物燃料電池の可能性を探る ～電極改良と農業廃棄物の活用～」

発表者：○大城 輝真^{*}、中川 鉄水 「○」が当日発表者

※大城 輝真（琉球大学附属中学校2年・男子、琉大ハカセ塾受講生）

（理学部：中川鉄水 助教指導）

受賞内容：「ポスター発表 優秀賞」

タイトル：「アンモニアボラン-クエン酸加水分解反応におけるアンモニア放出とそのメカニズム」

発表者：○清水吉大、宮城愛征^{*}、Ankit Kumar Tripathi、中川 鉄水 「○」が当日発表者

※宮城 愛征（那覇国際高校2年・男子、琉大カガク院受講生）

（理学部：中川鉄水 助教指導）

日本エネルギー学会 西部支部 第6回学生・若手研究発表会について

発表会名：日本エネルギー学会 100周年記念・沖縄復帰50周年記念

西部支部 第6回学生・若手研究発表会

日時：2022年11月14日（月）14:00～11月15日（火）

開催場所：琉球大学 全保連ステーション（大学会館）

発表資格：主催・協賛学会の会員（正会員，学生会員，シニア会員），
維持会員の社員・団体会員

発表型式：口頭発表（8件）およびポスター発表（14件）

ポスター発表部門において優秀な発表3件が受賞



（大城くんのポスター発表の様子）

【本件 問い合わせ先】

担当（宮國泰史）

【琉球大学 JST3 事業総合問合せ】

国立大学法人 琉球大学

総合企画戦略部 地域連携推進課

次世代人材育成事務局

E-mail : r-jisedai@acs.u-ryukyu.ac.jp

TEL : 098-895-8985

グローバルサイエンスキャンパス
令和4年度全国受講生研究発表会

研究成果の要約集

開催日： 令和4年10月16日(日) 一次審査
 令和4年11月 6日(日) 二次審査, 表彰式
主 催： 国立研究開発法人科学技術振興機構
後 援： 文部科学省

水素とアンモニアの連続測定で発見！ ～アンモニアボランから出る水素は本当に綺麗なのか？～

宮城 愛征（沖縄県立那覇国際高等学校 2 学年）

担当教員 中川 鉄水

1. 研究の目的と意義

沖縄は停電が多く、携帯電話など電化製品が使えず不便なので燃料電池が欲しいと思っていたが、水素をコンパクトに貯める必要があることを知った。そこで高密度で水素を貯めるアンモニアボラン(AB)の課題である水素放出時のアンモニア発生を抑制し、実用化したいと思った。先行研究ではクエン酸で水素を出せば水素放出後にアンモニア濃度 0.1ppm 以下（ISO 規格）になった[1]が、本研究では一歩踏み込んで水素・アンモニア放出速度を連続測定した。

2. 研究の手法

図 1 のような水素・アンモニア連続定量装置を開発した。AB とクエン酸を種々の方法（固体 or 飽和水溶液、添加の順番）で混合して加水分解し、放出したアンモニアと水素を連続定量した。また、反応中・反応後の水溶液をホウ素 NMR で生成物を同定した。

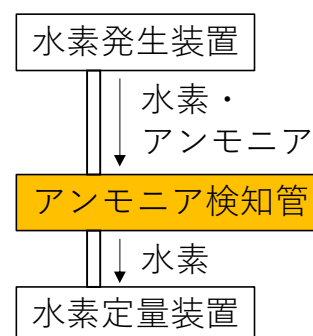


図 1. 水素・アンモニア測定装置略図

3. 結果と考察（図表等）

AB1 モルからは最大 3 モル（当量）の水素が発生する。AB とクエン酸どちらも水溶液の場合は、混合すると水素が 5 分程度でほぼ 3 当量放出するがアンモニア量が多く、溶液の粘性は低かった。片方

または両方が固体の場合、混合後は溶液の粘性が高く、短時間では水素・アンモニア放出量共に少なかった（図 2）。このガス放出量の違いは粘性による物質拡散速度の違いによって起こると思われる。この反応は非常に速いため、通常 1 時間以内で計測を終了するが、スケジュール上装置を片付けられずもったいない精神で 24 時間測定したところ、300 分前後から水素の発生とは同期せずに徐々にアンモニアを放出することを発見した。クエン酸は AB の分解とアンモニアをトラップする効果があるが、その後ホウ酸とのキレート反応が徐々に起こるためにアンモニアが発生することが NMR 測定により示唆された。

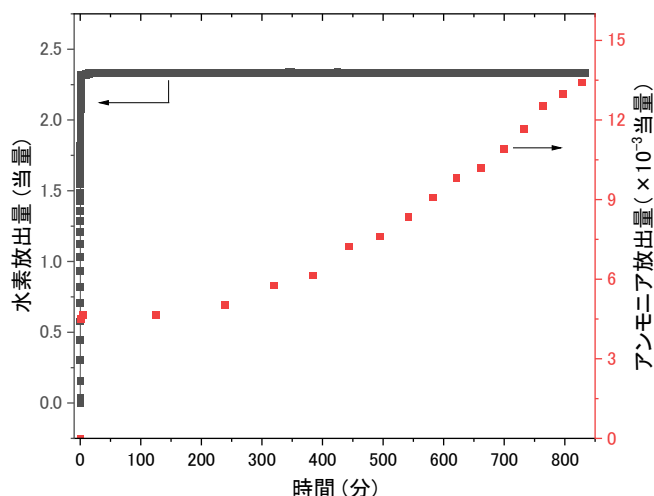


図 2. AB 水溶液をクエン酸固体に入れた場合の水素・NH₃放出量

4. まとめ

本研究では水素・アンモニア連続定量測定装置を製作し、AB のクエン酸による加水分解反応を分析したところ、水素放出後にアンモニアが徐々に放出されることが明らかになった。

5. 謝辞

本研究は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）「燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業」と連動して研究を行った。

5. 参考文献

[1] 水素生成方法（特開 2022-105446）

Evaluation of ammonia emission during ammonia borane dehydrogenation: is it possible to obtain pure hydrogen from ammonia borane?

Aisei Miyagi (Okinawa Prefectural Naha Kokusai Senior High School)

Supervisor: Tessui Nakagawa

1. Purpose of the research

Since most people in Okinawa including me often suffer from blackout due to natural disasters likewise typhoon, I always thought that I could use fuel cell (FC) when my cell phone ran out of charge. However, I studied hydrogen is too large to store under ambient condition, so I focused on commercializing ammonia borane (AB), which is promising hydrogen storage material in terms of high hydrogen density. Previous studies revealed that ammonia emission during dehydrogenation, one of the drawbacks of AB for commercializing, was reduced by adding citric acid to AB (hydrolysis) below 0.1 ppm (ISO standard)¹. However, it is unclear whether the hydrogen is always clean enough, so I continuously evaluated ammonia and hydrogen release rates from AB after constructing evaluation system.

2. Materials and Methods

I developed a simultaneous hydrogen and ammonia evaluation system (Fig. 1). Then I measured both hydrogen and ammonia release rates from AB reacted with citric acid under several conditions (solid/aqueous solution and changing addition order). For better understanding, Liquid ¹¹B-NMR for during and after reaction were performed.

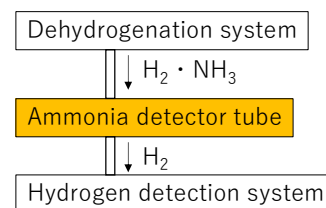


Fig. 1. Hydrogen and ammonia detection system

3. Results and Discussion

AB theoretically desorbs 3 equivalents of Hydrogen. AB and citric acid both reacting in the solution phase showed high ammonia concentration with almost full hydrogen release, while the condition in which one or both of them were solid had less ammonia concentration with unsaturated hydrogen release. This difference of hydrogen yield seems to be effect of viscosity. Generally, the measurement ends in 1 hour due to rapid hydrogen release in this case but I happened to measure 24 h due to my experimental schedule. This serendipity lead us a finding that ammonia re-emission occurs from ~300 minutes without synchronizing with hydrogen generation, which was not found in the previous study. This phenomenon could be explained by the chelate reaction between boric and citric acids, which was confirmed by NMR.

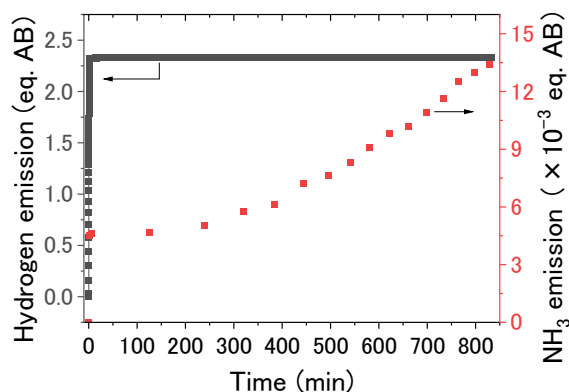


Fig. 2. Hydrogen and ammonia emissions from AB aqueous solution by adding into solid citric acid.

4. Acknowledgments

I developed the hydrogen and ammonia continuous evaluation system and then found ammonia emission after AB hydrolytic dehydrogenation by mixing with citric acid.

4. Acknowledgments

This research was a collaboration with a project, JPNPP20003, commissioned by the New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO)

5. References

1. “dehydrogenation method”, Japanese patent JP2022-105446A.

入れ歯洗浄剤を用いた久米島の微小蛾類の交尾器の観察 ～水酸化カリウム不要の安全な手法開発～

川畑 春佳（沖縄県立久米島高校 2年）

担当教員 鶴井 香織

1. 研究の目的と意義

蛾類を含む昆虫の種同定や新種記載では、交尾器の形態が重要である。蛾類の交尾器を観察する際、一般に水酸化カリウム処理により交尾器周辺の組織を溶かしながら解剖し交尾器を取り出す。しかし、水酸化カリウムは劇物のため市販されておらず、研究機関に属さない高校生や市民は入手困難である。川畑（2018, 2019）は、市販の入れ歯洗浄剤を用いた蛾類の交尾器の解剖手法を開発したが、観察精度に課題があり、微小蛾類の同定には至らなかった。本研究では、この手法による観察精度を高め、沖縄県久米島の微小蛾の同定を行い、分布を明らかにするとともに、過去の採集記録を調べ、島内初記録種の発見し記録することを目指す。

2. 研究の手法

久米島で2022年7～9月に微小蛾を採集し、展翅して乾燥標本とし保存した。その後、切り取った腹部を水15mlに市販の入れ歯洗浄剤1錠を加えたものに1時間以上浸漬した。浸漬しすぎると交尾器が消失するため、浸漬中もこまめに状態を観察した。交尾器周辺の組織が溶けて交尾器の形が見えてきたら一度引き上げ、筆やピンセットで交尾器周辺の組織を取り除いた。その後、交尾器の視認性を高めるためメチレンブルー水溶液で染色し、最後に顕微鏡で確認しながら交尾器をクリーニングした。そして、採集時の状況や翅の斑紋などで種の絞り込みを行い、最終的に交尾器の形状により種を同定した。

3. 結果と考察

久米島島内で採集された微小蛾8個体について、入れ歯洗浄剤を用いた新手法で交尾器を観察した。その結果、リュウキュウガネブとテリハノブドウの茂みから採集したサンプルから、タイワンシラホシトリバ（図1）とシラホシトリバの同定に成功した。同2種は久米島初記録となる。この他、翅の形状などから未記録種と考えられる数種について、現在交尾器の形態観



察による同定を行っている。本研究により、入れ歯洗浄剤を用いた新手法による交尾器の観察が微小蛾類の同定にも有効であることが示された。この手法を用いれば、高校生やアマチュア研究者による蛾類の交尾器による同定が可能になり、生物多様性の理解が高まることが期待される。

図1 a) タイワンシラホシトリバ *Deuterocopus socotranus* Rebel, 1907 b) 同交尾器

4. 謝辞

本研究において、担当教諭である琉球大学農学部鶴井香織博士にご指導いただいた。日本蛾類学会の斉藤修氏、間野隆裕氏には資料を提供していただいた。心より御礼申し上げます。

5. 参考文献

川畑春佳, 2018. 入れ歯洗浄剤を用いた蛾類の交尾器の観察. 房総の昆虫, (63) 65-66.

川畑春佳, 2019. 入れ歯洗浄剤を用いた蛾類の交尾器の観察(2). 房総の昆虫, (65) 52-54.

Observation of the genitalia of microlepidopteran moths on Kumejima Island using denture cleanser: development of a safe method without potassium hydroxide

Haruka Kawabata (2nd at Kumejima higt school)

Supervisor: Kaori Tsurui

1. Purpose of the research

To observe the genitalia of moths, the tissues around the genitalia are generally treated with potassium hydroxide to dissect genitalia. However, potassium hydroxide is not commercially available because it is a deleterious substance. Kawabata (2018, 2019) developed a method for dissecting the genitalia of moths using a commercially available denture cleanser, but the method failed to identify microlepidoptera due to issues with observation accuracy. In this study, we aim to improve the accuracy of observations using this method, identify microlepidopteran moths from Kume Island, clarify their distribution, and discover and record species first recorded on the island.

2. Materials and Methods

Microlepidopteran moths were collected on Kumejima Island from July to September 2022. The abdomens were then in 15 mL water plus a commercial denture cleanser at least 1 hour. Then, the tissue around genitalia was removed with a brush or tweezers. The genitalia were stained with a methylene blue solution and cleaned again under microscope. Species were narrowed down based on the collection conditions and wing patterns, and finally identified by the shape of the genitalia.

3. Results and Discussion

Genitalia were observed on these using denture cleanser. We succeeded in identifying *Deuterocopus socotranus* and *D. albipunctatus*. These two species are the first records from Kume Island. In addition, we are currently identifying several other species that are thought to be unrecorded species based on their wing shapes. These results show that the observation of genitalia using denture cleanser is also effective for the identification of microlepidoptera. It is expected that this new method enables high school students and amateur researchers who have difficulty obtaining potassium hydroxide to identify moths by genitalia, thereby enhancing understanding of biodiversity.

4. Acknowledgments

Dr. Kaori Tsurui, Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus, who was the teacher in charge of this study, provided guidance. Mr. Osamu Saito and Mr. Takahiro Mano of the Mothological Society of Japan provided materials. I would like to express my sincere gratitude to them.

5. References

Kawabata, H., 2018. Observation of genitalia in moths using denture cleanser. *Insects of Boso*, (63) 65-66.

Kawabata, H., 2019. observations on the genitalia of moths using denture cleanser (2). *Insects of Boso*, (65) 52-54.

グローバルサイエンスキャンパス令和4年度全国受講生研究発表会 11月6日口頭発表者リスト

テーマ番号	実施機関	発表テーマ	発表者
A-1	東京大学	バイオリンのハーモニクス奏法における倍音の持続現象に関する数理的研究 A mathematical study on the sustain phenomenon of overtone in violin flageolet harmonics	田中 翔大
B-2	宇都宮大学	凝集誘起発光を目指した新規蛍光色素の合成タイトル Synthesis of new AIEgens	大岡 千帆
B-6	名古屋大学	ω -2 ω 強レーザー場を用いたCH ₃ CN分子の解離反応のコントロール Dissociation Reaction Control of CH ₃ CN using ω -2 ω Intense Laser Fields	山口 輝大 森田 福登
B-7	琉球大学	水素とアンモニアの連続測定で発見！ ～アンモニアボランから出る水素は本当に綺麗なのか？～ Evaluation of ammonia emission during ammonia borane dehydrogenation: is it possible obtain pure hydrogen from ammonia borane?	宮城 愛征
B-8	東北大学	硫化亜鉛ナノ粒子の発光特性 Luminescence Properties of Zinc Sulfide Nanoparticles	渡辺 悠里 木村 公祐 佐野 心咲 樋口 稜岳
C-12	東京大学	秋田の発酵食品やその製造環境に存在する微生物叢のバイオインフォマティクス解析 Bioinformatics Analysis of Microflora during the Processing of Fermented Foods in Akita	池本 雄途
C-13	東京大学	胚発生における温度変化が内臓の左右逆位をもたらすしくみ How does temperature shift in embryogenesis cause left-right reversal?	隅 佑香
C-16	金沢大学	アカハライモリの音の選好 ～T字パイプ装置と画像認識システムを使った行動評価～ Sound preferences of Japanese fire-bellied newt — behavioral evaluations using T-shaped device and image recognition system —	部家 匠
C-24	琉球大学	入れ歯洗浄剤を用いた久米島の微小蛾類の交尾器の観察 ～水酸化カリウム不要の安全な手法開発～ Observation of the genitalia of microlepidopteran moths on Kumejima Island using denture cleanser: development of a safe method without potassium hydroxide	川畑 春佳
F-39	東京大学	炎光光度法を用いたエアロゾル粒子の濃度計測と可視化手法の開発 Development of a Method for Measuring and Visualizing the Concentration of Aerosol Particles Using Flame Photometry	水谷 紗更
G-42	慶應義塾大学 (共同機関：熊本大学, 東京薬科大学)	ゲルニードルアレイと機能性ゲルビーズによるパッチ型生体情報センサ PEGDA Microneedle Patch with Glucose Responsive Hydrogel Beads for Rapid Sensing of Glucose in Bodily Fluids	表 真由
G-44	愛媛大学	微細藻類で大気圏外（宇宙）へ微細藻類からのハイブリッドロケット用固体燃料の研究 -バイオ燃料精製材スクアレン固体燃料を使用したハイブリッドロケットによる燃焼実験- Going Beyond the Atmosphere (Space) by Microalgae! Study on solid fuels of hybrid rockets made of microalgae - Combustion experiments with hybrid rockets using squalene as solid-biofuel fuel -	奥山 悦幸

本表に記載の実施機関は、発表者がGSCプログラムを受講している機関です

サイエンスカンファレンス2022

エントリーシート集

ジュニアドクター育成塾

開催日： 令和4年11月12日（土）・13日（日）

主催： 国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）

サイエンスカンファレンス2022

1. 研究テーマ 機械学習を活用した家電通知音の視覚・振動への拡張

2. 研究分野： 物理・化学系 工学系 生物系 **数学・情報系** その他

3-1 研究者の所属機関：琉球大学

3-2 研究者学年・氏名
中3 小川桃佳（おがわももか）

4. 指導者名：前野昌宏先生

5-1 研究内容の特徴（重点的に取り組んだところなどアピールポイント）

重点的に取り組んだところは、PythonからLINEに送る部分とLINEでの表示方法です。PythonからLINEに送る仕組みを作る事に取り組みました。

5-2 研究テーマの決め方

①自分のアイデア ②メンバーとの相談 ③指導者との相談 ④指導者からの提案

5-3 研究テーマと学習プログラムとの関係

①第一段階で学習した課題の発展的なテーマ ②第一段階の学習課題がヒントになっている。
③第一段階の課題とは関係のないテーマ ④第二段階を継続し、研究しているテーマ

5-4 研究の進行状況

①着手したばかり ②**半ば** ③7～8割程度 ④終了している

6 研究の概要

研究目的

私は今回機械学習の音声認識による家電の改良に取り組みました。この取り組みの目的は耳が遠い高齢者や音が聞こえにくい難聴者、そして普段イヤホンをしている人たちの不便を改善することです。家電製品の通知音は使用者に正しく伝わらなければいけません。ですが、耳が遠い方、イヤホンをしている方は通知音が聞こえにくい場合があります。そこで私は、誰がどこにいても/家電の通知音が伝わるシステムを作ろうと思いました。このシステムが実用化され、世の中に広く普及すれば、多くの人の役に立てると思い、このシステムの研究に着手しました。

研究方法

私はまずどのような問題を抱えている人を対象にするのか、それはどのような人たちなのかを考えてみました。今回は高齢者や難聴者、普段から音楽を聴いている人まで幅広い層を対象にしていますが、その人たちが抱えている問題は同じだと考えました。「家電から鳴る音が聞こえにくい」これが、私が解決すべき問題だと考えました。

私は今回の課題を解決するために機械学習による音声認識を使って家電の通知音を検知し、それをLINEで通知することで視覚や携帯の振動で人に伝えるという方法で作成してすることにしました。

私は今までScratchというプログラミング環境を使って色々なプロジェクトに取り組んできました。今回は実用性を上げるためにノートパソコンではなく、Raspberry Piを使ったシステムにしたかったので、プログラムにはPythonという言語を使用することにしました。そしてTeachable Machineという機械学習のモデルを作成するサービスを使いました。

機械学習

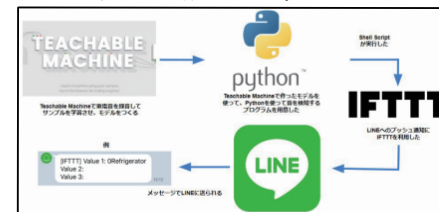
大量のデータを高速に処理することができる「機械」（コンピュータ）を使って、人間が得る「経験」の代わりに、データを使って「学習」する技術のこと

「Scratchではじめる機械学習」より



まず最初に、音声認識の対象とする家電を2つ決め、その通知音をレコーダーアプリで録音します。次に、録音した通知音をTeachable Machineにサンプルとして登録し、学習させてモデルを作成します。作成したモデルは、TensorFlow Lite形式でダウンロードします。

次に、ダウンロードした学習モデルを使って音を検知するプログラムを用意します。ここでは、Tensorflowが公開している色々なサンプルファイルの中から類似のものを探し、それを今回のプロジェクトで使えるように流用する形で作成しました。Raspberry PiからLINEへのプッシュ通知にはIFTTTを利用しました。IFTTTというのは異なるソーシャルメディアやプラットフォームを連携させるWebサービスです。今回はLINEを使いましたが、InstagramやGoogleドライブなどといったプラットフォームの仲介役をしてくれます。IFTTTにリクエストを送る処理はシェルスクリプトで作成しました。Pythonで作成した音声検知のプログラムで、対象の家電の通知音を検知したときにこのシェルスクリプトが実行され、IFTTTを経由してLINEでメッセージが送られる仕組みを作りました。



プログラムを書いている途中で認識が遅くなったり、結果が出るのが遅くなっていたので、CoralというGoogle社が作っているTensorflowに対応したEdge TPU modelを実行することができるデバイスを使いました。実際はこのデバイスを使わなくても動くのですが、このデバイスを使う事で音声認識の速度が上がり、出力を早めてくれます。なので今回使ってみました。

7. 今後の展望（本研究の今後の展望と、研究活動充実のために自分を高めていきたいところ）

①本研究を進めるにあたって、実用化につなげるためのシンプル化、小型化、実際に耳が聞こえにくい人への試用、家電製品の音の収集を進めていきたいです。

②今後の研究活動を充実させるためにpythonを覚えたいと思っています。実用化に向けて開発を進め、実際に使ってもらい、ユーザーの声を聞き、新しい課題に向けて今後も開発を続けていきたいと思っています。

サイエンスカンファレンス2022

1. 研究テーマ 微生物燃料電池の可能性を探る ～電極改良と農業廃棄物の活用～

2. 研究分野: **物理・化学系** 工学系 生物系 数学・情報系 その他

3-1 研究者の所属機関: 琉球大学

3-2 研究者学年・氏名
中2 大城 輝真 (おおしろ てるま)

4. 指導者名: 中川鉄水

5-1 研究内容の特徴 (重点的に取り組んだところなどアピールポイント)

微生物燃料電池は創工ネできる。これまでの自作装置の結果をふまえ銀・白金ナノ粒子、バガス、ケーキ、泡盛粕を使い実験。銀ナノ粒子担持電極が108倍の発電量となった。

5-2 研究テーマの決め方
①自分のアイデア ②メンバーとの相談 ③指導者との相談 ④指導者からの提案

5-3 研究テーマと学習プログラムとの関係
①第一段階で学習した課題の発展的なテーマ ②第一段階の学習課題がヒントになっている。
③第一段階の課題とは関係のないテーマ ④第二段階を継続し、研究しているテーマ

5-4 研究の進行状況
①着手したばかり ②半ば ③7~8割程度 ④終了している

6 研究の概要

【背景】

太陽光発電や風力発電は創工ネできる一方、森林伐採や廃棄物が出るなど、環境に悪影響を与えている一面もある。そこで目をつけたのが微生物燃料電池である。微生物燃料電池とは、微生物が養分を分解する際に発生する電子を電極で回収し電流を発生させる装置の事である。微生物燃料電池は環境負荷が小さく、発電しながら水を浄化する事が出来る。この事から、既存の発電方法よりも自然と共生できる可能性があると考え、今回の研究を始めた。

【方法】

▶これまでの研究 (2021年度)

・自作の燃料電池 (3種類)

電極: 鉛筆の芯・炭素板・炭素シート
期間: 発電確認後から8日間
養分: 砂糖、野菜

・既製品①

電極: 炭素フェルト
期間: 発電確認後から8日間
養分: 野菜

・既製品②

電極: カーボンシート、グラファイト片
期間: 発電確認後から8日間
養分: 植物を使った発電方法なので養分投入は無し



鉛筆の芯



炭素板



炭素シート

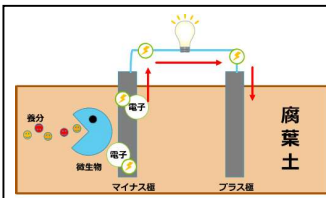


既製品①



既製品②

微生物燃料電池の仕組み



▶これまでの研究からの改良点: 腐葉土・電極 (2022年度)

⇒ **微生物を増やすため腐葉土の改良、電力回収効率を上げるため電極の改良を実行**

- 腐葉土改良①** ・バガス (サトウキビの絞りカス)
・ケーキ (黒糖を製造する際の沈殿物)
・泡盛粕 (もろみを压榨した後に残る物)

入れていない腐葉土よりV (ボルト) 数は高値。
最高0.60mV

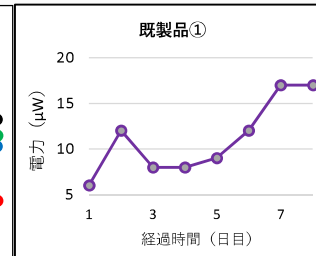
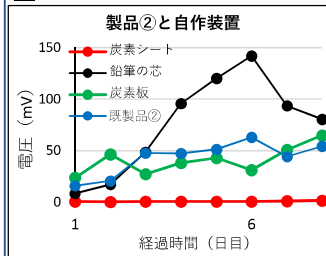
A (アンペア) と W (ワット) 値が低すぎて計測できず。V数は最高0.012mV。実験継続を断念。

腐葉土改良② ... 嫌気性泥にすることによって嫌気性微生物を増殖させる

電極の改良 ... 電力回収効率改善を目的とし、炭素プレートに銀・白金ナノ粒子の担持

【結果】

▶2021年

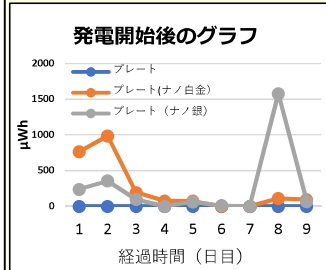


- ・自作: 常に1 μA以下 → 1 μAとして計算
- ・既製品②: 10 μA程度 → 10 μAとして計算

自作装置と既製品②の単位がmV、既製品①はμW。自作は1μAと仮定して計算しても、既製品①の1000分の1以下。

- ・時間と共に電力・電圧増加
- ・既製品①が圧倒的に発電量多く自作は発電量が少ない

▶2022年度



発電方法	発電量 (μWh)
FRP	0.0
炭素シート	0.1
炭素板	7.8
鉛筆の芯	14.5
既製品②	82.3
ナノ白金担持FRP	987.2
ナノ銀担持FRP	1579.2
既製品①	2136.0

- ①金属ナノ粒子担持無し
→電流値が低過ぎて計測不可
電力量を計算できず
- ②金属ナノ粒子担持有り
→銀・白金とも**発電量最高値**
- ③銀ナノ粒子担持
→これまでの自作の発電量の**108倍。**

【考察】

これまでの研究から (2021年)

- ▶砂糖は初期の、野菜は中期以降のエネルギー源。**養分による発電への影響の違い?**
- ▶炭素シートは水をはじく性質かつ水分蒸発が早い。**発電量最低値の原因か?**
- ▶既製品①は発電量は最高値。唯一蓋のある製品。**水分量安定していたためか?**

今回の研究から (2022年度)

- ▶腐葉土の材料: 腐葉土Aはバガスとケーキを加えなかった物よりV数が高い。**養分が豊富?**
泡盛粕を加えた腐葉土BのV数は低い。**pH調整が不十分?**
- ▶嫌気性微生物: 嫌気性泥へ。嫌気性微生物の**増殖で電力量改善?**
- ▶金属ナノ粒子担持電極: 自作の中で発電量が最高値。ナノ粒子が触媒となり**電子回収効率改善?**
電力量平均は銀が高い。安定性は白金。**金属ナノ粒子担持量が不均一?**

7. 今後の展望 (本研究の今後の展望と、研究活動充実のために自分を高めていきたいところ)

今後は、電極の性能改善に向け、「水をはじいてしまう」という課題を解決するため、親水性のある酸化グラフェンや、ナノ粒子担持量を均一化するために、凹凸がたくさんあり、ナノ粒子が担持しやすいと考えられる備長炭を電極へ使用することを検討している。

賞状

優秀賞

大城 輝真 殿

微生物燃料電池の可能性を探る
～電極改良と農業廃棄物の活用～
あなたは第6回学生・若
手研究発表会において頭
書の成績をおさめました
ので、表彰致します。

令和4年11月15日

日本エネルギー学会 西部支部

支部長 林 潤一郎



日本エネルギー学会 100周年記念・沖縄復帰50周年記念

西部支部 第6回学生・若手研究発表会 プログラム

日時：2022年11月14日（月）14:00～15日（火）12:00

場所：琉球大学 全保連ステーション（大学会館3階）

プログラム

11月14日（月）

（座長：琉大・中川鉄水）

14:00～14:05 開会挨拶 西部支部・副支部長 安武 昭典

14:05～14:30 (0-1) 固体貴金属触媒を充填した流通式反応器による亜ヒ酸の酸化

（九大）近藤弘偉, 大島一真, 山本剛, 岸田昌浩

14:30～14:55 (0-2) KOH, K₂CO₃ & these mixture activation mechanisms in activated carbon derived from sugi bark (九工大) Trinh Kieu Trang, Toshiki Tsubota

14:55～15:05 （休憩）

（座長：広大・市川貴之）

15:05～15:30 (0-3) セルロース熱分解によるレボグルコセノン製造用液状触媒と反応器の開発

（九大）皿海翔也

15:30～15:55 (0-4) Regeneration of Ammonia Borane (AB) nanoconfined in 3-amino-1,2,4 triazole (ATZ) modified ZIF-8 (琉大¹, National Yang Ming Chiao Tung 大²) Ankit Kumar Tripathi¹, Guan-Lin Li², Tessui Nakagawa¹, Cheng-Yu Wang²

15:55～16:10 （休憩）ポスター掲示

16:10～16:50 ポスター発表①（奇数番）

16:50～17:30 ポスター発表②（偶数番）

11月15日（火）

（座長：九大・岸田昌浩）

9:00～ 9:25 (0-5) 太陽熱や未利用排熱を用いたナトリウムレドックスサイクルによる低温熱化学水素製造に関する研究

（広大¹, 産総研², ハイテック³）原田将幸¹, 森友大輔¹, Singh Rini¹, 新里恵多^{1,2}, 魏弘之¹, 市川友之³, 宮岡裕樹¹, 齊間等¹, 市川貴之¹

9:25～ 9:50 (0-6) Na-14 族合金及び NaH を用いた小型分散型低圧 NH₃ 合成に関する研究

（広大¹, 産総研²）恒松紘喜¹, 新里恵多^{1,2}, 魏弘之¹, 宮岡裕樹¹, 齊間等¹, 市川貴之¹

9:50～10:00 （休憩）

（座長：北九大・朝見賢二）

10:00～10:25 (0-7) CO のシュウ酸への転換プロセスに関する検討（九大）本村紅稀

10:25～10:50 (0-8) 水素臨界温度以下における単分子層吸着水素の超高密度化

（広大¹, アイリット・ラボラトリーズ²）柏原悠希¹, 魏弘之¹, 伊藤祐毅¹, Khushbu Sharma¹, 荻田典男², 宮岡裕樹¹, 小川智史², Marolop Simanullang², Laurent Prost², 市川貴之¹

10:50~11:00 (休憩)

(座長: 広大・齊間等)

11:00~11:45 特別講演 「日本鉄鋼業におけるカーボンニュートラルへの挑戦」

日本エネルギー学会・会長 齋藤 公児

11:45~12:00 優秀賞表彰式, 総括 西部支部・支部長 林 潤一郎

ポスター発表

(奇数番号) 16:20~16:55 (偶数番号) 16:55~17:30

P-1 油脂からの液相バイオジェット燃料粗油製造における発泡現象の解明

(北九大¹, 環境エナジー², HiBD 研究所³) 島田光¹, 朝見賢二¹, 谷春樹², 村上弥生², 藤元薫³

P-2 ジェット燃料粗油製造における環状化合物生成に及ぼす反応条件の影響

(北九大¹, 環境エナジー², HiBD 研究所³) 佐野凌大¹, 朝見賢二¹, 谷春樹², 村上弥生², 藤元薫³

P-3 鉄系触媒を用いた CO₂ の水素化による低級オレフィン合成における炭素担体種と沈殿担持順序の影響 (北九大) 押方亮介, 朝見賢二

P-4 Ni 系ハイブリッド触媒を用いた CO₂ のアンモニアメタネーション

(広大) 砂本礼志, 齊間等, 宮岡裕樹, 市川貴之

P-5 AB2 型水素吸蔵合金を用いた CO₂ 転化反応の生成炭化水素の定量 (琉大) 濱川大奈, 中川鉄水

P-6 AB2 型水素吸蔵合金の水素化・CO₂ 転化反応の in-situ TEM 観察 (琉大) 大塚千尋

P-7 微生物燃料電池の可能性を探る ~電極改良と農業廃棄物の活用~

(琉大・附属中学校) 大城輝真, 中川鉄水

P-8 水素生成時の副生酸素有効利用による水素価格低下への取り組み~堆肥発酵の酸素利用とアンモニア回収 (琉大) 中村哲平

P-9 マイクロ波プラズマ支援噴霧燃焼におけるプラズマ重畳領域の影響

(九大) 長谷川康平, 大島一真, 山本剛, 岸田昌浩

P-10 加圧熱水処理竹残渣を原料とする KOH 賦活活性炭の非水系電気二重層キャパシタ電極材料への応用 (九工大) 宮田琉聖, 坪田敏樹

P-11 半炭化バイオマスを原料とする高強度成型コークスの調製 (九大) 南崎凌汰

P-12 アンモニアボラン-クエン酸加水分解反応におけるアンモニア放出とそのメカニズム

(琉大) 清水吉大, 宮城愛征, Ankit Kumar Tripathi, 中川鉄水

P-13 アンモニアボラン-有機溶媒二元系相図による溶解度評価 (琉大) 照屋佑, 清水吉弘, 中川鉄水

P-14 アミドボランイオンをもつイオン液体の合成法の検討 (琉大) 関口和樹, 中川鉄水

Exploring the Potential of Microbial Fuel Cells

~Electrode Improvement and Utilization of Agricultural Waste~

○Teruma OSHIRO, Tessui NAKAGAWA (University of the Ryukyus, Faculty of Education Junior High School, 2nd year, Ryukyu University)

SUMMARY

The biofuel cell (BFC) can be self-made power generator which simultaneously can clean up the dirty muddy soil. We previously made the home-made BFC but their power generation abilities were lower than that of the products. In this study, we used Okinawan wastes such as bagasse, KE-KI, and the Awamori lees as nutrients. We also employed silver or platinum nanoparticles catalyzed carbon electrodes to improve their performance. While Okinawan wastes had abilities to improve power generation, catalyzed carbon electrodes increased power generation up to 108 times compared to the previous one.

[1] 緒言

太陽光発電や風力発電は創エネできるが、製造・設置の過程で森林伐採や廃棄物が出るなど少なからず環境に悪影響を与えているという一面もある。そこで目をつけたのが微生物燃料電池（微生物が養分を分解する際に発生させる電子を電極で回収し、電気を発生させる仕組みを利用した発電方法^{1,2)}）である。この発電方法は、環境負荷が小さいどころかむしろ浄化作用があるため、既存の発電方法よりも自然と共生できる可能性があると考えた。これまでの結果（日本エネルギー学会 100 周年記念論文 中学生・高校生部門に投稿）では、鉛筆の芯・炭素板・炭素シートを電極とした 3 種類の装置を作成し、市販品の Bioo³⁾とマッドウッド⁴⁾との発電量を比較した。その結果、自作装置の発電量は全種類において製品より低くなった（表 1 青字）。本研究ではこの結果をもとに改良を加え、発電量を比較した。

[2] 実験

本研究では嫌気性微生物の増殖を目的とした嫌気性泥を作成し、これをベースに養分量の増加を目的としてバガス、ケーキ（黒糖を製造する過程で出た沈殿物と石灰）を使用したものを腐葉土 A、それに泡盛粕を加えたものを腐葉土 B とし、発電実験を行った。電極については、電子をより多く回収できるよう触媒として炭素 FRP（繊維強化プラスチック）に銀・白金ナノ粒子を担持させ、無担持の FRP も含めてそれぞれ装置を作成し、発電実験を行った。

[3] 結果と考察

腐葉土 A は無添加よりもわずかに発電量が高くなり、腐葉土 B は低くなった。電極については無担持 FRP を使用した装置は、電流値が低すぎて測れなかつ

たため、発電量を計算することができなかった。

金属ナノ粒子担持 FRP を使用した装置ではどちらも発電量が鉛筆の芯で得られた結果を大きく上回った（表 1 赤字）。特に銀ナノ粒子担持 FRP は 1579.2 μ Wh となり、従来の自作装置（鉛筆の芯）の最大 108 倍となった。ただし白金ナノ粒子担持の方が安定性は高かった（発電期間が長かった）ため、長期の発電には白金が向いている可能性がある。

表 1 発電量比較

発電方法	発電量 (μ Wh)
炭素シート	0.1
炭素板	7.8
鉛筆の芯	14.5
Bioo	82.3
マッドウッド	2136.0
FRP	0.0
FRP(白金)	987.2
FRP(銀)	1579.2

[4] 結言

嫌気性泥にバガス・ケーキ混ぜ、銀・白金ナノ粒子担持電極を使用する事によって発電量が増加することがわかった。課題は金属ナノ粒子の担持量や均一性である。今後はナノ粒子が担持しやすいと予想される備長炭や、親水性のある還元型酸化グラフェンなどを電極に使用することを検討したい。

【引用文献】

- 1) “微生物燃料電池” 東京薬科大学学術紹介 021-05-14 <https://www.toyaku.ac.jp/applife/keyword/word-039>
- 2) 佐賀大学 富永昌人教授 “見えてきた微生物燃料電池の実用化” リケラボ 2021-05-24 <https://www.rikelab.jp/study>
- 3) Bioo, <https://www.biootech.com/>
- 4) マッドウッド, <https://www.rika.com/>
- 5) カーボンラボ.jp <https://cfrp-japan.com/>

【謝辞】

本研究は琉球大学ジェニアドクター育成塾の支援のもと行われた。触媒担持実験は滝本大裕助教（琉球大学）の協力のもとで行った。

P-12 アンモニアボラン-クエン酸加水分解反応におけるアンモニア放出とそのメカニズム

(¹琉球大・理学部、²沖縄県立那覇国際高校、³琉大カガク院、⁴琉球大・理工学研究科)
○清水吉大¹、宮城愛征^{2,3}、Ankit Kumar Tripathi⁴、中川鉄水¹

Ammonia Release Behavior and Mechanism in Ammonia Borane-Citric Acid Hydrolysis

○Yoshihiro SHIMIZU¹, Aisei MIYAGI^{2,3}, Ankit Kumar TRIPATHI⁴, Tessui NAKAGAWA¹

(¹Faculty of Science, Univ. of the Ryukyus, ²Okinawa Prefectural Naha Kokusai Senior High School, ³Science Education Academy of the Ryukyus, ⁴Graduate school of Engineering and science, Univ. of the Ryukyus)

SUMMARY

Hydrogen and ammonia release behavior which reacted from ammonia borane (AB) - citric acid hydrolysis were investigated. The amount of these in the reaction was depending on viscosity during mixing. In the reaction of 4 mol/L or more AB aqueous solution and citric acid, the ammonia was released without hydrogen release after 5 hours. This was caused by the formation of bis-chelate from boric acid and monoammonium citrate.

[1] 緒言

これまで、我々はクエン酸存在下でのアンモニアボラン (AB) 加水分解によって、2 当量以上の水素放出に成功し、不純物 NH₃ ガスの抑制にも成功した。¹⁾しかし、長時間反応させると、NH₃ が放出することがわかってきた。そこで、AB-クエン酸加水分解反応における水素発生時のアンモニア放出挙動の連続測定や NMR 測定による反応物の相同定によって、そのメカニズムの解明を行ったので報告する。

[2] 実験

AB (Boron Specialties、純度 97%) とクエン酸 1 水和物 (ナカライテスク、純度 99.5%) を使用した。各試薬は様々な方法 (固体 or 飽和水溶液、添加の順番) での混合、または 1~5mol/L の AB 水溶液を固体クエン酸 (1 水和物) に mol 比 1:1 で滴下・反応させ、その時の水素・NH₃ 放出量を計測した。反応中及び反応後溶液は ¹¹B、¹³C-NMR 測定 (AVANCE III NanoBay400、Bruker 製) によって相同定した。

[3] 結果と考察

様々な方法で水素及び NH₃ 放出挙動を測定したところ、混合後の粘性が低い水溶液同士では水素・NH₃ が多量に放出したが、粘性が高い固体同士では水素・NH₃ 放出量が少なかった。このことから、放出量の差異は粘性による物質拡散速度によるものだと考えた。

1~5 mol/L AB 水溶液と固体クエン酸の加水分解反応では、2 mol/L AB 水溶液で理論最大放出量の 3.0 当量の水素が放出した。一方、NH₃ 放出は 3 mol/L 以

下では検知できなかった。しかし、4 mol/L 以上では反応初期に水素放出挙動と同期して NH₃ が放出し、反応開始 5 時間目以降ではそれらは同期せず、NH₃ 放出量は増加した。ここで NMR 測定による相同定より、3 mol/L 以下の AB 水溶液との反応後溶液にはホウ酸、ホウ酸-クエン酸キレート化合物 (モノ及びビスキレート)、クエン酸 1 アンモニウムが存在した。一方、4 mol/L 以上では、ホウ酸ピークが著しく減少し、ビスキレートが主相となっていた。さらに、5 mol/L AB 水溶液を使用した ¹¹B-NMR 経時変化測定ではホウ酸ピークの減少とともに、ビスキレートピークが増加した。以上より、AB とクエン酸の加水分解反応では、溶液中のクエン酸がクエン酸 1 アンモニウムとして NH₃ を保持しており、そのクエン酸 1 アンモニウムがホウ酸とともにキレート化合物、特にビスキレートを形成することで NH₃ が放出したと推定された。

[4] 結言

AB とクエン酸の加水分解反応では混合時の粘性によって水素・NH₃ 放出量が異なることが明らかとなった。また、1~5 mol/L AB 水溶液と固体クエン酸の加水分解反応から発生した NH₃ はクエン酸 1 アンモニウムとして抑制されており、ホウ酸とのビスキレートの形成によって放出されると結論づけた。

【引用文献】1)特開 2022-105446 水素生成方法

【謝辞】本研究の一部は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)「燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業」の支援の下で行われた。