研究成果報告書 科学研究費助成事業

今和 4 年 6 月 2 9 日現在

機関番号: 32410

研究種目: 基盤研究(C)(一般)

研究期間: 2018~2021

課題番号: 18K06605

研究課題名(和文)リガンド安定化酵素を固定化した炭素繊維を用いる自己駆動式ウェアラブルバイオセンサ

研究課題名(英文)Wearable self-powered biosensors using stabilized enzyme-immobilized carbon-felt.

研究代表者

長谷部 靖 (Hasebe, Yasushi)

埼玉工業大学・工学部・教授

研究者番号:20212144

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 3.300.000円

研究成果の概要(和文): 汗に含まれる代謝物(乳酸およびブドウ糖)を非侵襲的かつ連続的に日常生活の中で測定できるウェアラブル(身体装着型)バイオセンサの開発を目的とした。柔軟性が高く・軽量で高い導電性を持つ炭素繊維(カーボンフェルト: CF)に、乳酸酸化酵素(乳酸オキシダーゼ)、ブドウ糖脱水素酵素(グルコースデヒドロゲナーゼ)、ビリルビン酸化酵素を固定化し、これらをアノードおよびカソードとするバイオ電池 を作製して基本性能を評価した。さらにこの発電量を指標として乳酸やブドウ糖の量を測定する自己発電型バイオセンサを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義 身体装着型(ウェアラブル)デバイスに関する研究がデジタルヘルスケアの観点から注目されており、心拍数や呼吸量、運動量、カロリー消費量などの生体情報を計測する到着型の生体物理情報計測デバイスが開発・実用化されている。汗、涙、唾液などの生体サンプル中の代謝物を、酵素反応などの生化学的手法に基づいて計測するウェアラブルバイオセンサは、身に着けるだけで日常生活における体調・健康状態を「見える化」することができ、健康維持・健康管理・病気の予防にとどまらず、将来起こりやすい病気を疾患の発症前に診断・予測し介入する先制医療を実現するための次世代ヘルスケア機器として期待される。

研究成果の概要(英文): The purpose of this study is to develop wearable biosensors that detect metabolites (lactic acid and glucose) in sweat non-invasively and continuously in daily life. Lactate oxidase (LOD), glucose dehydrogenase (GDH) and bilirubin oxidase (BOD) were immobilized on carbon felt (CF). Enzymatic biofuel cells were fabricated using LOD-CF and GDH-CF (bioanode) and BOD-CF (biocathode)., and their the basic performances were evaluated. Based on the relationship between glucose and lactate concentration and power density, the self-powered glucose and lactate biosensors were developed.

研究分野: 電気化学分析、酵素機能電極、バイオセンサ

キーワード: ブドウ糖 乳酸 酵素型バイオ電池 身体装着型バイオセンサ

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等に ついては、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1.研究開始当初の背景

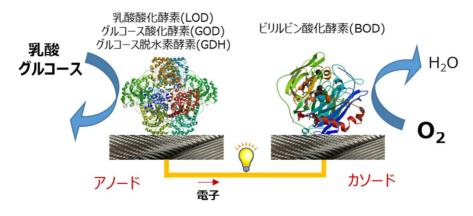
高齢化社会が進むと同時に、生活習慣病の発症リスクも高まっている今日、自分の健康を自身で管理するセルフケアの重要性が増している。こうした中、個々人の1日の行動や生体情報などを日常的に継続して記録し続ける携帯型・装着型の計測器が注目されている。中でも、汗、涙、唾液など、非侵襲で採取が容易な生体サンプル中の疾病マーカーを日常生活の中で継続的に分析する身体装着型バイオセンサ(ウェアラブルバイオセンサ)の開発・実用化が期待されている。

2.研究の目的

本研究では、汗に含まれる代謝物(乳酸、グルコース)を非侵襲的かつ連続的に測定する自己駆動式のウェアラブルバイオセンサの開発を目的とした。本センサは、酵素型バイオ燃料電池の原理に基づき、アノードに固定化する酵素の燃料となる基質(乳酸・グルコース)濃度と発電量(センサ出力)の相関関係をセンシングに応用するため、外部電源が不要であり小型化が容易であるという特徴がある。

3.研究の方法

柔軟性が高く・軽量で高い導電性を持つ炭素繊維(カーボンフェルト: CF)に乳酸酸化酵素(LOD)、グルコース酸化酵素(GOD)、グルコース脱水素酵素(GDH)、ビリルビン酸化酵素(BOD)を、本研究室で見出した手法により固定化した。これらの酵素固定化CFの電解触媒活性をサイクリックボルタンメトリー(CV)により評価し、より大きな発電量、起電力を得るための諸条件を最適化した。これらのバイオ機能電極(バイオアノード・バイオカソード)を用いた自己駆動式のバイオセンサを設計し、乳酸およびグルコース濃度と発電量の相関関係を利用する自己駆動式のバイオセンサを開発した。



【測定原理】 汗や体液の健康指標分子の量に依存して、発電量が変化 自己駆動式 → 電源不要・小型化

4. 研究成果

電池式センサのバイオアノードに利用する 3 種の酵素(LOD、GOD、GDH) およびバイオカソードに利用する酵素(BOD)を安定に CF に固定化する方法を見出すことができた。当初予定していなかった耐熱性グルコースデヒドロゲナーゼ(tGDH)を用いるバイオアノードや、GODや LOD とペルオキシダーゼ(POD)を組み合わせた 2 種酵素同時固定化バイオカソードの作製にも成功した。これらの酵素を固定化した CF の電解触媒活性を評価し、良好な触媒電流応答を得るための電子メディエーター固定化条件、作動 pH、温度などを最適化した。

LOD、GDH 固定化 CF をバイオアノード、BOD 固定化 CF (または LOD-POD 固定化 CF)をバイオカソードとする酵素型バイオ電池を構築して、電池性能(最大出力、最大電流密度、安定性など)を評価した。

図 1 に電池式グルコースセンサ (GDH アノード、BOD カソード) の分極曲線と出力曲線を示す。グルコース濃度 5 mM における開回路電圧は 0.628 V、最大出力密度は 186 μ W/cm²、最大電流は 939 μ A/cm² であった。電解液に含侵させるグルコースの濃度を変化させて、発電特性を評価した結果、グルコース濃度 $0.1 \sim 5$ mM の範囲で最大出力とグルコース濃度との間に有意な相関関係が認められ、最大電流はグルコース濃度 $0.1 \sim 5$ mM の範囲で直線的に増加することがわかった。

図2に電池式乳酸センサ(LOD アノード、LOD-POD カソード)の出力曲線の乳酸濃度依存性を示す。乳酸濃度 0.01mM~1mM の範囲で最大出力と乳酸濃度の間に有意な相関関係が認められ、比較的高感度な乳酸センサとして機能することがわかった。LOD アノードと BOD カソードからなる乳酸センサも、基本的に類似した応答を示した。

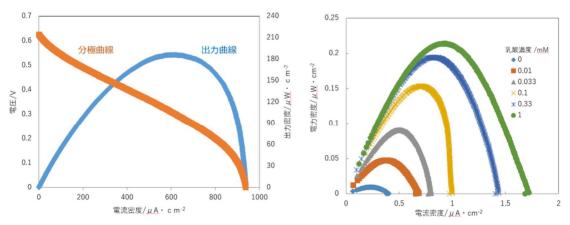


図1 グルコースバイオ電池の分極曲線と出力曲線

図2 乳酸バイオ電池の出力曲線の乳酸濃度依存性

研究期間内に、身体装着型のウェアラブルデバイスを実現し、ヒトの汗の代謝物を検出するまでには至らなかった。しかし、今後、柔軟性の高いフィルム状基盤への CF の埋め込み加工技術や、小型ポテンショスタット (Bluetooth 発信型)を取り入れることにより、汗に含まれる疾病マーカーを日常生活の中で長期間連側的にモニターできる次世代型ヘルスケア機器開発も可能であると期待される。

5 . 主な発表論文等

「雑誌論文 〕 計12件(うち査詩付論文 12件/うち国際共著 12件/うちオープンアクセス 7件)

[雑誌論文] 計12件(うち査読付論文 12件/うち国際共著 12件/うちオープンアクセス 7件)	
1.著者名	4 . 巻
T. Ma, Y. Wang, Y. Hou, E. Wang, G. Yin, Y. Hasebe, Z. Zhang	-
2.論文標題 An amperometric glucose biosensor based on electrostatic force induced layer-by-layer GOD/chitosan/pyrite on a glassy carbon electrode	5 . 発行年 2022年
3.雑誌名 Analytical Science	6.最初と最後の頁
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.2116/analsci.21P250	有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	該当する
1. 著者名	4 . 巻
Y. Zhang, Y. Wang, Z. Zhang, A. Sobby, S. Sato, M. Uchida, Y. Hasebe	6
2.論文標題 Natural molybdenite- and tyrosinase-based amperometric catechol biosensor using acridine orange as a glue, anchor, and stabilizer for the adsorbed tyrosinase	
3.雑誌名 ACS Omega	6.最初と最後の頁 13719-13727
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1021/acsomega.1c00973	有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	該当する
1.著者名	4.巻
Y. Wang, J. Zhao, T. Yang, Y. Zhang, D. Tao, Y. Hasebe, Z. Zhang	894
2.論文標題 Electrochemical evaluation of sulfide mineral modified glassy carbon electrode as novel mediated glucose biosensor	5 . 発行年 2021年
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Journal of Electroanalytical Chemistry	115357
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jelechem.2021.115357	 査読の有無 有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	該当する
1.著者名	4.巻
R. Zhao, Y. Wang, Y. Hasebe, Z. Zhang, D. Tao	15
2 . 論文標題 Determination of glucose using a biosensor based on glucose oxidase immobilized on a molybdenite-decorated glassy carbon electrode	5.発行年 2020年
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
International Journal of Electrochemical Science	1595-1605
 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2020.02.45	査読の有無 有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	該当する

10.20964/2019.02.61 有		
Y. Zhang, Y. Rang, Y. Hassbe, Z. Zhang, D. Tao 191 2. 論文権題 A sensitive electrochemical ascorbic acid sensor using glassy carbon electrode modified by no hyddenite with electrodeposited methylene blue 6. 景初と最後の目 1533-1544 3. 例話名 Applied Bicchemistry and Biotechnology 6. 景初と最後の目 1533-1544 指数論文のDOI (デジタルオプジェクト提別子) 10.1007/s1201-020-03255-4 国際共著 第出する 4. 巻 オープンアクセス オープンアクセス 国際共著 第出する 2. 論文概据 Phenazine dye- and enzyme-nodified plastic formed carbon electrode for amperometric Phenazine dye- and enzyme-nodified and glucose sensing 5. 発行年 2019年 2019年 3. 創話名 Sensors and Materials 6. 最初と最後の頁 1181-1190 指数論文のDOI (デジタルオプジェクト開別子) 10.18494/SML 2019.2177 實際共著 第当する 1. 素者名 Y. Rang, L. Chen, Y. Zhang, Q. Wang, R. Ma, Y. Hassbe, Z. Zhang, Z. Hu 4. 巻 3. 創話名 8mperometric determination of hydrogen peroxide 3. 創話名 Bensors and Materials 5. 飛行年 2019年 2019年 2019年 3. 創話名 8mportantic determination of hydrogen peroxide 5. 飛行年 2019年 2019年 2019年 4 巻 4 巻 4 巻 6 是初と最後の頁 4 巻 6 是初と最後の頁 4 巻 6 是初と最後の頁 4 是 6 是初と最後の頁 4 是 6 是初と最後の頁 4 是 6 是初と最後の頁 4 是 6 是初と最後の頁 4 是 6 是初と最後の頁 4 是 6 是初と最後の頁 4 2. 論文概据 6 是初と最後の頁 4 2. 論文概据 6 是初と最後の頁 4 2. 論文概据 6 是初と最後の頁 4 2. 論文の目の「デジタルオプジェクト開列子) 10. 20384/2019.02.61 4	1 . 著者名	4 . 巻
A sensitive electrodeposited methylene blue 1. 2020年 molytdenite vit helectrodeposited methylene blue 1. 3. 納該名 Applied Biochenistry and Biotechnology 1533-1544 1月製験表のDOI (デジタルオブジェクト類例子)		
A sensitive electrodeposited methylene blue 1. 2020年 molytdenite vit helectrodeposited methylene blue 1. 3. 納該名 Applied Biochenistry and Biotechnology 1533-1544 1月製験表のDOI (デジタルオブジェクト類例子)		
no.lydenite with electrodeposited methylene blue 3 Applied Biochemistry and Biotechnology 1533-1544	2.論文標題	5.発行年
no.lydenite with electrodeposited methylene blue 3 Applied Biochemistry and Biotechnology 1533-1544	A sensitive electrochemical ascorbic acid sensor using glassy carbon electrode modified by	2020年
3 . 終終名 Applied Biochemistry and Biotechnology		2020-
Applied Biochemistry and Biotechnology 1533-1544 掲載論文の201 (デジタルオブジェクト護別子) 10.1007/st2010-020-03255-4 有 有		
機動能なの201(デジタルオブジェクト語別子) 10.1007/s12010-020-03255-4 オープンアクセス オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 1. 著名名 2. 論文構題 Phenazine dye- and enzyme-nodified plastic formed carbon electrode for amperometric difflydring-inclineanide adeninde dinucleotide and glucose sensing 3. 能話名 Sensors and Materials 10.18494/SML,2019.2177 オープンアクセス ロ際共著 第当する 1. 著名名 7. **** *** ** ** ** ** ** ** ** ** ** **	3.雑誌名	6.最初と最後の負
機動能なの201(デジタルオブジェクト語別子) 10.1007/s12010-020-03255-4 オープンアクセス オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 1. 著名名 2. 論文構題 Phenazine dye- and enzyme-nodified plastic formed carbon electrode for amperometric difflydring-inclineanide adeninde dinucleotide and glucose sensing 3. 能話名 Sensors and Materials 10.18494/SML,2019.2177 オープンアクセス ロ際共著 第当する 1. 著名名 7. **** *** ** ** ** ** ** ** ** ** ** **	Applied Riochemistry and Riotechnology	1533-1544
1. 1. 1007/s12010-020-03255-4 有	Appriled Brown and Brown a	1000 1011
1. 1. 1007/s12010-020-03255-4 有		
1. 1. 1007/s12010-020-03255-4 有	掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
1. 著名名	10_1007/c12010_020_03255_ <i>4</i>	右
3	10.1007/312010-020-03235-4	Ħ
3	オーゴンアクセス	国際共革
1 . 著名名 Y. Wang, Y. Hasebe 2 . 論文標題 Phenazine dye- and enzyme-modified plastic formed carbon electrode for amperometric diffydronicotineamide adeninde dinucleotide and glucose sensing 3 . 報話名 Sensors and Materials 6 . 最初と最後の頁 1881-1190 日報前文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2019.2177		
Y. Wang, Y. Hasebe 31 2. 論文標題 Phenazine dye- and enzyme-modified plastic forned carbon electrode for amperometric dihydronicotineamide adeninde dinucleotide and glucose sensing 5. 銀行年 2019年 3. 孫誌石 Sensors and Materials 6. 最初と無後の頁 1181-1190頁 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10. 18494/SAM.2019.2177 童読の有無 有 オープンアクセス 国際共著 該当する 1. 著者名 Y. Wang, L. Chen, Y. Zhang, Q. Wang, R. Ma, Y. Hasebe, Z. Zhang, Z. Hu 4. 巻 31 2. 論文標題 Carbon-blak-doped polylimide-modified glassy carbon electrode for sensitive nonenzymatic angeneratric determination of hydrogen peroxide 5. 銀行年 2019年 2019年 3. 孫誌石 1. 記名名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 5. 銀行年 2019年 4. 巻 14 1. 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 4. 巻 14 2. 論文標題 Copper(11) ion-doped polylimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 5. 銀行年 2019年 3. 孫誌石 1. 正常名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 5. 銀行年 2019年 4891-4902 3. 孫誌石 International Journal of Electrochemical Science 6. 最初と最後の頁 4891-4902 日本教授会の目標の名 4891-4902 4. 参 4. 参 4. 参 4. 参 4. 参 4. 参 4. 参 4. 参	オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	該ヨ98
Y. Wang, Y. Hasebe 31 2. 論文標題 Phenazine dye- and enzyme-modified plastic forned carbon electrode for amperometric dihydronicotineamide adeninde dinucleotide and glucose sensing 5. 銀行年 2019年 3. 孫誌石 Sensors and Materials 6. 最初と無後の頁 1181-1190頁 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10. 18494/SAM.2019.2177 童読の有無 有 オープンアクセス 国際共著 該当する 1. 著者名 Y. Wang, L. Chen, Y. Zhang, Q. Wang, R. Ma, Y. Hasebe, Z. Zhang, Z. Hu 4. 巻 31 2. 論文標題 Carbon-blak-doped polylimide-modified glassy carbon electrode for sensitive nonenzymatic angeneratric determination of hydrogen peroxide 5. 銀行年 2019年 2019年 3. 孫誌石 1. 記名名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 5. 銀行年 2019年 4. 巻 14 1. 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 4. 巻 14 2. 論文標題 Copper(11) ion-doped polylimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 5. 銀行年 2019年 3. 孫誌石 1. 正常名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 5. 銀行年 2019年 4891-4902 3. 孫誌石 International Journal of Electrochemical Science 6. 最初と最後の頁 4891-4902 日本教授会の目標の名 4891-4902 4. 参 4. 参 4. 参 4. 参 4. 参 4. 参 4. 参 4. 参	4 *****	1 4 244
2. 論文標題 Phenazine dye- and enzyme-modified plastic formed carbon electrode for amperometric dihydronicotineamide adeninde dinucleotide and glucose sensing 3. 種誌名 Sensors and Materials	———————————————————————————————————————	
2 . 論文課題 Phenazine dye- and enzyme-modified plastic formed carbon electrode for amperometric dihydronicotineamide adeninde dinucleotide and glucose sensing 3 . 雑誌名 Sensors and Materials 超数論文のDDI (デジタルオプジェクト識別子) 10.18494/SAM.2019.2177 オープンアクセス 国際共著 接当する 1 . 著名名 Y. Wang, L. Chen, Y. Zhang, Q. Wang, R. Ma, Y. Hasebe, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Carbon-blak-doped polylmide-modified glassy carbon electrode for sensitive nonenzymatic amperometric determination of hydrogen peroxide 3 . 雑誌名 Sensors and Materials 1 . 著名名 C. Chen, Y. Zhang, Q. Wang, R. Ma, Y. Hasebe, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Carbon-blak-doped polylmide-modified glassy carbon electrode for sensitive nonenzymatic amperometric determination of hydrogen peroxide 3 . 雑誌名 Sensors and Materials 5 . 発行年 2019年 6 . 最初と最後の頁 1191-1203 1 . 著名名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Copper(II) ion-doped polylmide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3 . 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 1 . 疑問公標題 1 . 建設名 2 . 建設の有無 5 . 発行年 2019年 2019	Y. Wang, Y. Hasebe	31
Phenazine dye- and enzyme-modified plastic formed carbon electrode for amperometric dihydronicotineamide adeninde dinucleotide and glucose sensing 3 . 確認名 Sensors and Materials 4 . 最初と最後の頁 1181-1190 描載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2019.2177 カーブンアクセス 国際共著 接当する 1 . 著書名 Y. Wang, L. Chen, Y. Zhang, Q. Wang, R. Ma, Y. Hasebe, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Carbon-blak-doped polyimide-modified glassy carbon electrode for sensitive nonenzymatic amperometric determination of hydrogen peroxide 3 . 確認名 Sensors and Materials 4 . 卷 . 最初と最後の頁 1191-1203 描述名 Sensors and Materials 描述文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2019.2179 カーブンアクセス 国際共著 オーブンアクセスとしている(また、その予定である) 1 . 著書名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3 . 陳誌名 International Journal of Electrochemical Science #觀論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61	0.	
Phenazine dye- and enzyme-modified plastic formed carbon electrode for amperometric dihydronicotineamide adeninde dinucleotide and glucose sensing 3 . 確認名 Sensors and Materials 4 . 最初と最後の頁 1181-1190 描載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2019.2177 カーブンアクセス 国際共著 接当する 1 . 著書名 Y. Wang, L. Chen, Y. Zhang, Q. Wang, R. Ma, Y. Hasebe, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Carbon-blak-doped polyimide-modified glassy carbon electrode for sensitive nonenzymatic amperometric determination of hydrogen peroxide 3 . 確認名 Sensors and Materials 4 . 卷 . 最初と最後の頁 1191-1203 描述名 Sensors and Materials 描述文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2019.2179 カーブンアクセス 国際共著 オーブンアクセスとしている(また、その予定である) 1 . 著書名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3 . 陳誌名 International Journal of Electrochemical Science #觀論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61	2. 論文標題	5 発行年
dihydronicotineamide adeninde dinucleotide and glucose sensing 3 雑誌名 Sensors and Materials 6 . 最初と最後の頁 1181-1190 日報論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 査読の有無 有 オープンアクセスとしている(また、その予定である) 1 . 著者名 Y. Wang, L. Chen, Y. Zhang, Q. Wang, R. Ma, Y. Hasebe, Z. Zhang, Z. Hu 31 2 . 論文標題 Carbon-blak-doped polyimide-modified glassy carbon electrode for sensitive nonenzymatic amperometric determination of hydrogen peroxide 3 . 雑誌名 Sensors and Materials 6 . 最初と最後の頁 1191-1203 日報論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 査読の有無 有 オープンアクセス 国際共著 該当する 1 . 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 4 . 巻 14 . 巻 14 . 巻 15 . 発行年 2019年 有 2019年		
3 . 雑誌名 Sensors and Materials 6 . 最初と最後の頁 1181-1190 18報論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAML 2019.2177 カーブンアクセス カーブンアクセスとしている(また、その予定である) 1 . 著者名 Y. Wang, L. Chen, Y. Zhang, Q. Wang, R. Ma, Y. Hasebe, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Carbon-blak-doped polyimide-modified glassy carbon electrode for sensitive nonenzymatic amperometric determination of hydrogen peroxide 3 . 雑誌名 Sensors and Materials 指数論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAML 2019.2179 本		2019年
指数論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	,	
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 1. 著者名 Y. Wang, L. Chen, Y. Zhang, Q. Wang, R. Ma, Y. Hasebe, Z. Zhang, Z. Hu 2. 論文標題 Carbon-blak-doped polyimide-modified glassy carbon electrode for sensitive nonenzymatic amperometric determination of hydrogen peroxide 3. 雑誌名 Sensors and Materials おープンアクセス は認識文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2019.2179 オープンアクセス 1. 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2. 論文標題 Carbon-blak-doped polyimide-modified glassy carbon electrode for sensitive nonenzymatic amperometric determination of hydrogen peroxide 3. 雑誌名 Sensors and Materials 描載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2019.2179 オープンアクセス は 2. 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3. 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.20864/2019.02.61 重読の有無 有 オープンアクセス 国際共著	3.雑誌名	6.最初と最後の頁
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 1. 著者名 Y. Wang, L. Chen, Y. Zhang, Q. Wang, R. Ma, Y. Hasebe, Z. Zhang, Z. Hu 2. 論文標題 Carbon-blak-doped polyimide-modified glassy carbon electrode for sensitive nonenzymatic amperometric determination of hydrogen peroxide 3. 雑誌名 Sensors and Materials おープンアクセス は認識文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2019.2179 オープンアクセス 1. 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2. 論文標題 Carbon-blak-doped polyimide-modified glassy carbon electrode for sensitive nonenzymatic amperometric determination of hydrogen peroxide 3. 雑誌名 Sensors and Materials 描載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2019.2179 オープンアクセス は 2. 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3. 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.20864/2019.02.61 重読の有無 有 オープンアクセス 国際共著		
10.18494/SAM.2019.2177	20.0000 0.00000000000000000000000000000	1101 1100
10.18494/SAM.2019.2177		
10.18494/SAM.2019.2177	掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である) 1. 著者名 Y. Wang, L. Chen, Y. Zhang, Q. Wang, R. Ma, Y. Hasebe, Z. Zhang, Z. Hu 2. 論文標題 Carbon-blak-doped polyimide-modified glassy carbon electrode for sensitive nonenzymatic amperometric determination of hydrogen peroxide 3. 雑誌名 Sensors and Materials [特別論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.18494/SAM.2019.2179 オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である) 1. 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2. 論文標題 Copper(III) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3. 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science [根釈語文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 [根釈語文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61		
オープンアクセスとしている(また、その予定である) 該当する 1. 著者名 Y. Wang, L. Chen, Y. Zhang, Q. Wang, R. Ma, Y. Hasebe, Z. Zhang, Z. Hu 2. 論文標題 Carbon-blak-doped polyimide-modified glassy carbon electrode for sensitive nonenzymatic amperometric determination of hydrogen peroxide 3 . 雑誌名 Sensors and Materials 4. 巻 2019年 1191-1203 指載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.18494/SAM.2019.2179 オープンアクセス 国際共著 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 1. 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2. 論文標題 Copper(III) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3. 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science おもことの目によっては、また、その予定である) 4. 巻 5. 発行年 2019年 2019年 2019年 2019年 3. 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science おもことの目によっては、表記の目標を表記の目標的では、表記のでは、表	10.10494/3MM.2019.21//	[1
オープンアクセスとしている(また、その予定である) 該当する 1. 著者名 Y. Wang, L. Chen, Y. Zhang, Q. Wang, R. Ma, Y. Hasebe, Z. Zhang, Z. Hu 2. 論文標題 Carbon-blak-doped polyimide-modified glassy carbon electrode for sensitive nonenzymatic amperometric determination of hydrogen peroxide 3 . 雑誌名 Sensors and Materials 4. 巻 2019年 1191-1203 指載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.18494/SAM.2019.2179 オープンアクセス 国際共著 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 1. 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2. 論文標題 Copper(III) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3. 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science おもことの目によっては、また、その予定である) 4. 巻 5. 発行年 2019年 2019年 2019年 2019年 3. 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science おもことの目によっては、表記の目標を表記の目標的では、表記のでは、表	+ 1,74,47	
1.著者名 Y. Wang, L. Chen, Y. Zhang, Q. Wang, R. Ma, Y. Hasebe, Z. Zhang, Z. Hu 2.論文標題 Carbon-blak-doped polyimide-modified glassy carbon electrode for sensitive nonenzymatic amperometric determination of hydrogen peroxide 3.雑誌名 Sensors and Materials 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2019.2179 オーブンアクセス I 国際共著		
Y. Wang, L. Chen, Y. Zhang, Q. Wang, R. Ma, Y. Hasebe, Z. Zhang, Z. Hu 2. 論文標題 Carbon-blak-doped polyimide-modified glassy carbon electrode for sensitive nonenzymatic amperometric determination of hydrogen peroxide 3. 雑誌名 Sensors and Materials [掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2019.2179 在オープンアクセス 1. 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2. 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3. 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science [掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 [掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 [担訴的表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表	オーブンアクセスとしている(また、その予定である)	該当する
Y. Wang, L. Chen, Y. Zhang, Q. Wang, R. Ma, Y. Hasebe, Z. Zhang, Z. Hu 2. 論文標題 Carbon-blak-doped polyimide-modified glassy carbon electrode for sensitive nonenzymatic amperometric determination of hydrogen peroxide 3. 雑誌名 Sensors and Materials [掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2019.2179 在オープンアクセス 1. 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2. 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3. 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science [掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 [掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 [担訴的表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表		
Y. Wang, L. Chen, Y. Zhang, Q. Wang, R. Ma, Y. Hasebe, Z. Zhang, Z. Hu 2. 論文標題 Carbon-blak-doped polyimide-modified glassy carbon electrode for sensitive nonenzymatic amperometric determination of hydrogen peroxide 3. 雑誌名 Sensors and Materials [掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2019.2179 在オープンアクセス 1. 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2. 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3. 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science [掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 [掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 [担訴的表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表表	1.著者名	4 . 巻
2. 論文標題 Carbon-blak-doped polyimide-modified glassy carbon electrode for sensitive nonenzymatic amperometric determination of hydrogen peroxide 3. 雑誌名 Sensors and Materials 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2019.2179 オープンアクセス 1. 養者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2. 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3. 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 5. 発行年 2019年 5. 発行年 2019年 6. 最初と最後の頁 14 4. 巻 14 4. 巻 16 6. 最初と最後の頁 17 10.20964/2019.02.61 5. 発行年 2019年 5.		
Carbon-blak-doped polyimide-modified glassy carbon electrode for sensitive nonenzymatic amperometric determination of hydrogen peroxide 3 . 雑誌名 Sensors and Materials 信託の有無 10.18494/SAM.2019.2179 有 1. 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3 . 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science [掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 2 面際共著	i. mang, E. Onen, i. Zhang, k. mang, K. ma, i. nasebe, Z. Zhang, Z. mu	31
Carbon-blak-doped polyimide-modified glassy carbon electrode for sensitive nonenzymatic amperometric determination of hydrogen peroxide 3 . 雑誌名 Sensors and Materials 信託の有無 10.18494/SAM.2019.2179 有 1. 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3 . 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science [掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 2 面際共著	2	F 整行生
amperometric determination of hydrogen peroxide 3 . 雑誌名 Sensors and Materials 信載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10 .18494/SAM .2019 .2179 有 オーブンアクセス オーブンアクセスとしている(また、その予定である) 1 . 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3 . 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 信載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10 .20964/2019 .02 .61 有 オーブンアクセス 国際共著 有 オーブンアクセス 国際共著	·····	
amperometric determination of hydrogen peroxide 3 . 雑誌名 Sensors and Materials 信載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10 .18494/SAM .2019 .2179 有 オーブンアクセス オーブンアクセスとしている(また、その予定である) 1 . 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3 . 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 信載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10 .20964/2019 .02 .61 有 オーブンアクセス 国際共著 有 オーブンアクセス 国際共著	Carbon-blak-doped polyimide-modified glassy carbon electrode for sensitive nonenzymatic	2019年
3 . 雑誌名 Sensors and Materials 6 . 最初と最後の頁 1191-1203 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10 . 18494/SAM . 2019 . 2179 本ープンアクセス 1 . 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3 . 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10 . 20964/2019 . 02 . 61 本ープンアクセス 国際共著 6 . 最初と最後の頁 4891-4902		
Batimic Copper (II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3 . 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 「表現の表現の表現の表現の表現の表現の表現の表現の表現の表現の表現の表現の表現の表		6 最初と最後の百
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2019.2179 オープンアクセス 1 . 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3 . 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 査読の有無 有 オープンアクセス 国際共著		
10.18494/SAM.2019.2179 有 オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である) 1. 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2. 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3. 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 有 国際共著	Sensors and materials	1191-1203
10.18494/SAM.2019.2179 有 オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である) 1. 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2. 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3. 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 有 国際共著		
10.18494/SAM.2019.2179 有 オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である) 1. 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2. 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3. 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 有 国際共著	掲載絵文のDOL(ごジタルオブジェクト練別ス)	本性の方無
オープンアクセス 1 . 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3 . 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 本ープンアクセス 国際共著		
オープンアクセスとしている(また、その予定である) 該当する 1.著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2.論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3.雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 本プンアクセス 国際共著	10.18494/SAM.2019.2179	有
オープンアクセスとしている(また、その予定である) 該当する 1.著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2.論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3.雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 本プンアクセス 国際共著		
1 . 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3 . 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 本プンアクセス 国際共著	オープンフクセフ	国際共著
1 . 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3 . 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 本プンアクセス 国際共著	オープングラビス	
L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2. 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3. 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 14 5. 発行年 2019年 6. 最初と最後の頁 4891-4902		
L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2. 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3. 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 14 5. 発行年 2019年 6. 最初と最後の頁 4891-4902		
2.論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3.雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 国際共著	オープンアクセスとしている(また、その予定である)	該当する
Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3.雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 国際共著	オープンアクセスとしている (また、その予定である) 1.著者名	該当する 4 . 巻
Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3.雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 国際共著	オープンアクセスとしている (また、その予定である) 1.著者名	該当する 4 . 巻
Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3.雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 国際共著	オープンアクセスとしている (また、その予定である) 1 . 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu	該当する 4 . 巻 14
sensing 6.最初と最後の頁 3.雑誌名 6.最初と最後の頁 International Journal of Electrochemical Science 4891-4902 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 査読の有無 10.20964/2019.02.61 有 オープンアクセス 国際共著	オープンアクセスとしている (また、その予定である) 1 . 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu	該当する 4 . 巻 14
3 . 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 a 語の有無 有 オープンアクセス 国際共著	オープンアクセスとしている(また、その予定である) 1 . 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題	該当する 4 . 巻 14 5 . 発行年
International Journal of Electrochemical Science 4891-4902 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 査読の有無 10.20964/2019.02.61 有 オープンアクセス 国際共著	オープンアクセスとしている(また、その予定である) 1 . 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide	該当する 4 . 巻 14 5 . 発行年
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 査読の有無 10.20964/2019.02.61 有 オープンアクセス 国際共著	オープンアクセスとしている(また、その予定である) 1 . 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing	該当する 4 . 巻 14 5 . 発行年 2019年
10.20964/2019.02.61 有 オープンアクセス 国際共著	オープンアクセスとしている(また、その予定である) 1 . 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3 . 雑誌名	該当する 4 . 巻 14 5 . 発行年 2019年 6 . 最初と最後の頁
10.20964/2019.02.61 有 オープンアクセス 国際共著	オープンアクセスとしている(また、その予定である) 1 . 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3 . 雑誌名	該当する 4 . 巻 14 5 . 発行年 2019年 6 . 最初と最後の頁
10.20964/2019.02.61 有 オープンアクセス 国際共著	オープンアクセスとしている(また、その予定である) 1 . 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3 . 雑誌名	該当する 4 . 巻 14 5 . 発行年 2019年 6 . 最初と最後の頁
オープンアクセス 国際共著	オープンアクセスとしている(また、その予定である) 1 . 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3 . 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science	該当する 4 . 巻 14 5 . 発行年 2019年 6 . 最初と最後の頁 4891-4902
オープンアクセス 国際共著	オープンアクセスとしている(また、その予定である) 1 . 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3 . 雑誌名	該当する 4 . 巻 14 5 . 発行年 2019年 6 . 最初と最後の頁 4891-4902
	オープンアクセスとしている(また、その予定である) 1 . 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3 . 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science	該当する 4 . 巻 14 5 . 発行年 2019年 6 . 最初と最後の頁 4891-4902
	オープンアクセスとしている(また、その予定である) 1 . 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3 . 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science	該当する 4 . 巻 14 5 . 発行年 2019年 6 . 最初と最後の頁 4891-4902
コーンファンにひこのできる(また、この1/年にある) 歌当りの	オープンアクセスとしている(また、その予定である) 1 . 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3 . 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61	該当する 4 . 巻 14 5 . 発行年 2019年 6 . 最初と最後の頁 4891-4902 査読の有無 有
	オープンアクセスとしている(また、その予定である) 1 . 著者名 L. Chen, Y. Wang, Y. Hasebe, X. Yang, D. Zhang, Z. Zhang, Z. Hu 2 . 論文標題 Copper(II) ion-doped polyimide composite for nonenzymatic electrochemical hydrogen peroxide sensing 3 . 雑誌名 International Journal of Electrochemical Science 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.20964/2019.02.61 オープンアクセス	該当する 4 . 巻 14 5 . 発行年 2019年 6 . 最初と最後の頁 4891-4902 査読の有無 有 国際共著

1.著者名	4 . 巻
R. Zhao, Y. Wang, Z.Q. Zhang, Y. Hasebe, D. Tao	35
A. Zhao, T. Mang, Z. Zhang, T. Haosso, D. Hao	
0 *A-LEGE	- 3×/-/-
2.論文標題	5 . 発行年
A glassy carbon electrode modified with molybdenite and Ag nanoparticle composite for	2019年
selectively sensing of ascorbic acid	
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Analytical Science	733-738
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.2116/analsci.19P012	有
10.2110/dilatsci. 131012	H
オープンアクセス	园 娜 # 苯
	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	該当する
1.著者名	4 . 巻
	14
T. Yang, Y. Wang, Y. Hasebe, L. Chen, Z. Zhang, Z. Hu	14
A A A A TOTAL	_ = =====
2.論文標題	5 . 発行年
Electrochemical sensor for detection of ascorbic acid using a methylene blue-doped polyimide-	2019年
modified glassy carbon electrode	'
	6 見知し見後の声
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
International Journal of Electrochemical Science	8494-8505
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.20964/2019.09.03	有
10.20904/2019.09.03	19
	CO Day 11
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	該当する
1 . 著者名	4 . 巻
—	_
Wang Yue、Zhai Fengge、Hasebe Yasushi、Jia Hongmin、Zhang Zhiqiang	122
2 . 論文標題	
2、晌久1示应	5 . 発行年
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-	5 . 発行年 2018年
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode	2018年
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-	2018年 6.最初と最後の頁
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode	2018年
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3.雑誌名	2018年 6.最初と最後の頁
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3.雑誌名	2018年 6.最初と最後の頁
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3.雑誌名 Bioelectrochemistry	2018年 6 . 最初と最後の頁 174~182
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3.雑誌名 Bioelectrochemistry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	2018年 6.最初と最後の頁 174~182 査読の有無
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3.雑誌名	2018年 6 . 最初と最後の頁 174~182
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3.雑誌名 Bioelectrochemistry 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1016/j.bioelechem.2018.04.003	2018年 6.最初と最後の頁 174~182 査読の有無 有
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3.雑誌名 Bioelectrochemistry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bioelechem.2018.04.003 オープンアクセス	2018年 6.最初と最後の頁 174~182 査読の有無 有
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3.雑誌名 Bioelectrochemistry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bioelechem.2018.04.003	2018年 6.最初と最後の頁 174~182 査読の有無 有
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3.雑誌名 Bioelectrochemistry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bioelechem.2018.04.003 オープンアクセス	2018年 6.最初と最後の頁 174~182 査読の有無 有
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3.雑誌名 Bioelectrochemistry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bioelechem.2018.04.003 オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	2018年 6.最初と最後の頁 174~182 査読の有無 有 国際共著 該当する
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3.雑誌名 Bioelectrochemistry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bioelechem.2018.04.003 オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	2018年 6.最初と最後の頁 174~182 査読の有無 有 国際共著 該当する
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3.雑誌名 Bioelectrochemistry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bioelechem.2018.04.003 オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	2018年 6.最初と最後の頁 174~182 査読の有無 有 国際共著 該当する
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3.雑誌名 Bioelectrochemistry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bioelechem.2018.04.003 オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 1.著者名 Wang Yue、Yang Tian、Hasebe Yasushi、Zhang Zhiqiang、Tao Dongping	2018年 6.最初と最後の頁 174~182 査読の有無 有 国際共著 該当する
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3.雑誌名 Bioelectrochemistry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bioelechem.2018.04.003 オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	2018年 6.最初と最後の頁 174~182 査読の有無 有 国際共著 該当する
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3.雑誌名 Bioelectrochemistry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bioelechem.2018.04.003 オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 1.著者名 Wang Yue、Yang Tian、Hasebe Yasushi、Zhang Zhiqiang、Tao Dongping 2.論文標題	2018年 6.最初と最後の頁 174~182 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 11
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3.雑誌名 Bioelectrochemistry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bioelechem.2018.04.003 オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 1.著者名 Wang Yue、Yang Tian、Hasebe Yasushi、Zhang Zhiqiang、Tao Dongping 2.論文標題 Carbon Black-Carbon Nanotube Co-Doped Polyimide Sensors for Simultaneous Determination of	2018年 6.最初と最後の頁 174~182 査読の有無 有 国際共著 該当する
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3.雑誌名 Bioelectrochemistry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bioelechem.2018.04.003 オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 1.著者名 Wang Yue、Yang Tian、Hasebe Yasushi、Zhang Zhiqiang、Tao Dongping 2.論文標題 Carbon Black-Carbon Nanotube Co-Doped Polyimide Sensors for Simultaneous Determination of Ascorbic Acid, Uric Acid, and Dopamine	2018年 6.最初と最後の頁 174~182 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 11 5.発行年 2018年
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3.雑誌名 Bioelectrochemistry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bioelechem.2018.04.003 オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 1.著者名 Wang Yue、Yang Tian、Hasebe Yasushi、Zhang Zhiqiang、Tao Dongping 2.論文標題 Carbon Black-Carbon Nanotube Co-Doped Polyimide Sensors for Simultaneous Determination of Ascorbic Acid, Uric Acid, and Dopamine 3.雑誌名	2018年 6.最初と最後の頁 174~182 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 11 5.発行年 2018年 6.最初と最後の頁
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3.雑誌名 Bioelectrochemistry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bioelechem.2018.04.003 オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 1.著者名 Wang Yue、Yang Tian、Hasebe Yasushi、Zhang Zhiqiang、Tao Dongping 2.論文標題 Carbon Black-Carbon Nanotube Co-Doped Polyimide Sensors for Simultaneous Determination of Ascorbic Acid, Uric Acid, and Dopamine	2018年 6.最初と最後の頁 174~182 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 11 5.発行年 2018年
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3.雑誌名 Bioelectrochemistry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bioelechem.2018.04.003 オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 1.著者名 Wang Yue、Yang Tian、Hasebe Yasushi、Zhang Zhiqiang、Tao Dongping 2.論文標題 Carbon Black-Carbon Nanotube Co-Doped Polyimide Sensors for Simultaneous Determination of Ascorbic Acid, Uric Acid, and Dopamine 3.雑誌名	2018年 6.最初と最後の頁 174~182 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 11 5.発行年 2018年 6.最初と最後の頁
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3.雑誌名 Bioelectrochemistry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bioelechem.2018.04.003 オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 1.著者名 Wang Yue、Yang Tian、Hasebe Yasushi、Zhang Zhiqiang、Tao Dongping 2.論文標題 Carbon Black-Carbon Nanotube Co-Doped Polyimide Sensors for Simultaneous Determination of Ascorbic Acid, Uric Acid, and Dopamine 3.雑誌名 Materials	2018年 6.最初と最後の頁 174~182 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 11 5.発行年 2018年 6.最初と最後の頁 1691
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3.雑誌名 Bioelectrochemistry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bioelechem.2018.04.003 オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 1.著者名 Wang Yue、Yang Tian、Hasebe Yasushi、Zhang Zhiqiang、Tao Dongping 2.論文標題 Carbon Black-Carbon Nanotube Co-Doped Polyimide Sensors for Simultaneous Determination of Ascorbic Acid, Uric Acid, and Dopamine 3.雑誌名	2018年 6.最初と最後の頁 174~182 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 11 5.発行年 2018年 6.最初と最後の頁
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3 . 雑誌名 Bioelectrochemistry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bioelechem.2018.04.003 オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 1 . 著者名 Wang Yue、Yang Tian、Hasebe Yasushi、Zhang Zhiqiang、Tao Dongping 2 . 論文標題 Carbon Black-Carbon Nanotube Co-Doped Polyimide Sensors for Simultaneous Determination of Ascorbic Acid, Uric Acid, and Dopamine 3 . 雑誌名 Materials 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	2018年 6.最初と最後の頁 174~182 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 11 5.発行年 2018年 6.最初と最後の頁 1691
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3.雑誌名 Bioelectrochemistry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bioelechem.2018.04.003 オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 1.著者名 Wang Yue、Yang Tian、Hasebe Yasushi、Zhang Zhiqiang、Tao Dongping 2.論文標題 Carbon Black-Carbon Nanotube Co-Doped Polyimide Sensors for Simultaneous Determination of Ascorbic Acid、Uric Acid、and Dopamine 3.雑誌名 Materials	2018年 6.最初と最後の頁 174~182 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 11 5.発行年 2018年 6.最初と最後の頁 1691
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3 . 雑誌名 Bioelectrochemistry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bioelechem.2018.04.003 オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 1 . 著者名 Wang Yue、Yang Tian、Hasebe Yasushi、Zhang Zhiqiang、Tao Dongping 2 . 論文標題 Carbon Black-Carbon Nanotube Co-Doped Polyimide Sensors for Simultaneous Determination of Ascorbic Acid, Uric Acid, and Dopamine 3 . 雑誌名 Materials 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ma11091691	2018年 6.最初と最後の頁 174~182 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 11 5.発行年 2018年 6.最初と最後の頁 1691 査読の有無 有
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3 . 雑誌名 Bioelectrochemistry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bioelechem.2018.04.003 オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 1 . 著者名 Wang Yue、Yang Tian、Hasebe Yasushi、Zhang Zhiqiang、Tao Dongping 2 . 論文標題 Carbon Black-Carbon Nanotube Co-Doped Polyimide Sensors for Simultaneous Determination of Ascorbic Acid, Uric Acid, and Dopamine 3 . 雑誌名 Materials 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ma11091691	2018年 6.最初と最後の頁 174~182 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 11 5.発行年 2018年 6.最初と最後の頁 1691 査読の有無 有
A highly sensitive electrochemical biosensor for phenol derivatives using a graphene oxide-modified tyrosinase electrode 3 . 雑誌名 Bioelectrochemistry 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bioelechem.2018.04.003 オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 1 . 著者名 Wang Yue、Yang Tian、Hasebe Yasushi、Zhang Zhiqiang、Tao Dongping 2 . 論文標題 Carbon Black-Carbon Nanotube Co-Doped Polyimide Sensors for Simultaneous Determination of Ascorbic Acid、Uric Acid、and Dopamine 3 . 雑誌名 Materials 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ma11091691	2018年 6.最初と最後の頁 174~182 査読の有無 有 国際共著 該当する 4.巻 11 5.発行年 2018年 6.最初と最後の頁 1691 査読の有無 有

〔学会発表〕 計4件(うち招待講演 2件/うち国際学会 3件)
1.発表者名 Yasushi Hasebe, Yue Wang
2 . 発表標題 Biomolecules functionalized carbon-felt for amperometric flow-through biosensors
3 . 学会等名 13th Asian Conference on Chemical Sensors (ACCS 2019)(招待講演)(国際学会)
4 . 発表年 2019年
1 . 発表者名 Yasushi Hasebe, Shinchi Seki, Yue Wang
2.発表標題 Amperometric flow-through biosensor for uric acid using enzyme-modified carbon-felt based on oxidase and peroxidase-bienzyme system
3.学会等名 22nd Topical Meeting of the International Society of Electrochemistry(国際学会)
4 . 発表年 2018年
1.発表者名 Yasushi Hasebe, Yue Wang
2.発表標題 Biocatalyst-modified carbon-felt for amperometric flow-biosensor
3 . 学会等名 2018 Intetrnational Conference on Novel Functional Materials (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2018年
1.発表者名 長谷部靖、王月
2 . 発表標題 ヘミン吸着電極の酸素還元触媒活性を利用する溶存酸素および呼吸毒のFIA
3.学会等名 第55回フローインジェクション分析講演会

4 . 発表年 2018年

	(図書〕	計1件
--	---	-----	-----

VEE / WILL	
1.著者名 長谷部 靖(分担執筆、第11章担当)	4 . 発行年 2020年
2.出版社	5.総ページ数
シーエムシー出版	304
3 . 書名	
酵素トランスデューサーと酵素技術展開 三林浩二監修	
一	

〔産業財産権〕

〔その他〕

埼玉工業大学 工学部 生命環境化学科	長谷部研究室ホームページ
https://www.sit.ac.jp/user/hasebe/	

6.研究組織

 ・ ドバーフ しか 上 / 中 K		
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7 . 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------