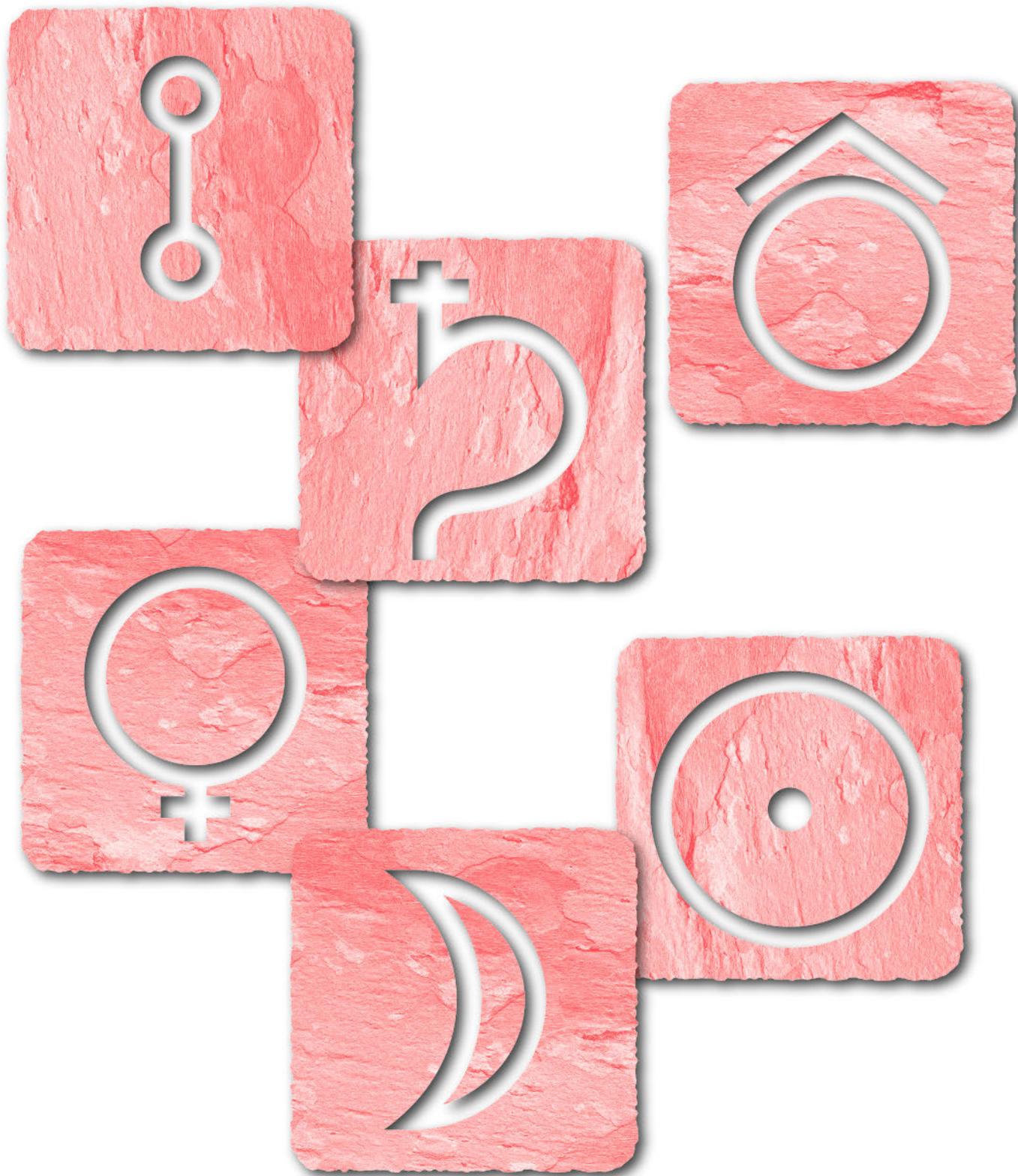


金広山

2021

2・3



2020 年度「日本鉱業協会賞」選考の中止について

……日本鉱業協会 総務部…… (1)

政策動向

2021 (令和 3) 年度税制改正について (税制改正大綱の概要)

……日本鉱業協会 総務部…… (2)

新材料部会講演

導電性ダイヤモンドパウダー/ナノ粒子の電気化学応用

……東京理科大学理工学部先端化学科 近藤 剛史…… (4)

★日本鉱業協会の動き	(17)
★主な出来事	(19)
★関係法令情報	(21)

★編集部より

1 年前の 2・3 月号合併号で新型コロナウイルス拡散, 各種行事の中止といった話題に触れました。

この時期には「日本鉱業協会賞」の紹介をするのですが, 昨年は感染症の蔓延状況に鑑み, 対面発表会を中止, 発表者の原稿を配布する「書面開催」としました。結果として選考を中止しています。今号ではその経緯について説明しています。来年は表彰式を開催できるよう期待します。

(図書室のご案内)

主に資源関係の図書(論文, 学術書, 法規, 統計, 定期刊行物等)を過去から継続して幅広く収集, 蔵書としており, 資源関係者は勿論, 多くの方々に閲覧・貸出ししています。尚, 閲覧・貸出しは予約制としておりますので, 希望される方は事前にご連絡お願い致します。

場 所: 東京都千代田区神田錦町 3 丁目 17 番 11 号 (榮葉ビル 6 階)

問合せ: (一財) 日本鉱業振興会 E-mail: kozan@kogyo-kyokai.gr.jp (担当: 早川, 富田)

Tel: 03-5280-2341 Fax: 03-5280-7128

2020 年度「日本鉱業協会賞」選考 の中止について

日本鉱業協会 総務部

日本鉱業協会賞の選考は、昭和 24 年度から毎年、当業界で顕著な功績をあげられた案件に対する顕彰のため、継続して実施してきた。

特にその選考に当たっては、毎年 6 月に開催する「全国鉱山・製錬所現場担当者会議」の発表の際に、各分野で優秀と評価された案件を対象としてきたという経緯がある。

ところが、2020 年度については、新型コロナウイルス感染症の蔓延状況に鑑み、対面で発表する「全国鉱山・製錬所現場担当者会議」を中止とすることとした。

しかし、中止を決めた 2020 年 4 月の時点では、5 分野 51 件の講演集原稿について、既に印刷・製本を進めていたことから、これを会員各位に配布することで「全国鉱山・製錬所現場担当者会議」を「書面開催」とすることとした。なお、発表予定者の発表原稿は、作成しないこととした。

これにより、例年 11 月の理事会で、各社から推薦を得て決定していた「日本鉱業協会賞 表彰審査委員」の選考及び同表彰審査委員による表彰審査委員会（例年 1 月中旬）の開催も、それぞれ、その選考及び開催を見合わせることにした。

併せて、上記表彰審査委員会が開催されず、対象案件が選定されないことから、2021 年 2 月理事会にて日本鉱業協会賞の選考に係る議案の付議を見送ることとし、2021 年 3 月 29 日開催を予定していた 2020 年度「日本鉱業協会賞」表彰式を中止することとした。

2021（令和3）年度税制改正について （税制改正大綱の概要）

日本鉱業協会 総務部

2021（令和3）年度税制改正大綱が、2020（令和2）年12月21日に閣議決定された。以下に、当業界に特に影響のある項目についてのみ、その概要を記します。なお、今後の国会における改正法案審議の過程において、一部項目の修正・削除・追加などが行われる可能性があることにご留意下さい。

I 2021（令和3）年度税制改正の基本的な考え方

ポストコロナに向けた経済構造の転換・好循環の実現を図るため、企業のデジタルトランスフォーメーション及びカーボンニュートラルに向けた投資を促進する措置を創設するとともに、こうした投資等を行う企業に対する繰越欠損金の控除上限の特例を設ける。また、中小企業の経営資源の集約化による事業再構築等を促す措置を創設する。加えて、家計の暮らしと民需を下支えするため、固定資産税の評価替えへの対応、住宅ローン控除の特例の延長等を行う。

II 各税制の概要（法人課税、消費税）

1. 鉱業関連税制

(1) 軽油引取税の課税免除の特例措置（軽油引取税）

鉱物（岩石及び砂利を含む。）の採掘事業を営む者が、事業場内において専ら鉱物の採掘等のために使用する機械の動力源の用途に供する軽油の引取りに係る軽油引取税の課税免除の特例措置の適用期限が、3年延長された。

(2) 金または白金の地金の課税仕入に係る仕入税額控除の要件変更（消費税等）

金または白金の地金の課税仕入の要件とし

て保存することとされている消費税法上の本人確認書類のうち、在留カードの写し、国内に住所を有しない者の旅券の写し、その他これらに類する書類を、その対象から除外する。

（2021（令和3）年10月1日以後の課税仕入より適用）

2. 他産業に共通するもの（法人税等）

(1) 研究開発税制の見直し

厳しい経営環境にあっても研究開発投資を増加させる企業の税額控除の上限を引き上げる（現行：25%→30%）とともに、インセンティブを高めるための控除率カーブの見直し及び控除率の下限の引下げ（現行：6%→2%）を行う。

また、クラウド環境で提供するソフトウェアなどの試験研究に要した費用について、研究開発税制の対象とするほか、所要の見直しを行う。

(2) 給与等の引上げ及び設備投資を行った場合の税額控除の見直し

雇用環境の悪化に対応するため、新規雇用拡大・教育訓練支援に着目した形に見直しを行う。

(3) 産業競争力強化法（改正予定）の「事業適応計画（仮称）」について認定を受けることを要件としたもの

① デジタルトランスフォーメーション（DX）投資促進税制の創設

「つながる」デジタル環境の構築（クラウド化等）による事業変革を行う場合に、税額控除（5%・3%）又は特別償却（30%）ができる措置を創設する。

②カーボンニュートラルに向けた投資促進税制の創設

カーボンニュートラルに向け、脱炭素化効果の高い先進的な投資（化合物パワー半導体等の生産設備への投資、生産プロセスの脱炭素化を進める投資）について、税額控除（10%・5%）又は特別償却（50%）ができる措置を創設する。

③繰越欠損金の控除上限の特例の創設

コロナ禍の厳しい経営環境の中、赤字であっても果敢に前向きな投資^(※)を行う企業に対し、その投資額の範囲内で、最大5年間、繰越欠損金の控除限度額を最大100%（現行：所得の金額の50%）とする特例を創設する。

(※) カーボンニュートラル、DX、事業再構築・再編等

(4) その他

①株式対価M&Aを促進するための措置の創設

自社株式を対価として、対象会社株主から対象会社株式を取得するM&Aについて、対象会社株主の譲渡損益に対する課税を繰り延べる措置を講ずる。

②福島復興再生特別措置法の改正に伴う制度創設

福島国際研究産業都市区域の15市町村を対象とした福島イノベーション・コースト構想の推進に係る特例及び特定風評被害による経営への影響に対処するための特定事業活動に係る特例の創設等を行う。

③過疎地域における工業用機械等の特別償却制度（改組）

新過疎法の制定を前提に、特定の区域内において機械装置、建物等および構築物の取得等をした場合、一定の割増償却ができる措置に改組する。

3. 国際課税

(1) 外国子会社から受ける配当等に係る外国源泉税の損金算入等の対象額見直し

外国子会社から受ける配当等の額（外国子

会社配当益金不算入制度の適用を受ける部分の金額に限る）に係る外国源泉税等の額の損金算入について、その配当等の額のうち外国子会社合算税制との二重課税調整の対象とされる金額に対応する部分に限る（現行：全額損金算入）見直し等を行う。

4. 地方税

(1) 固定資産税

①土地の固定資産税の課税標準額・税額の据え置き

宅地等及び農地について、令和3年度の課税標準額を令和2年度の課税標準額と同額とする。

②宅地等及び農地の負担調整措置

令和3年度から令和5年度までの間、据置年度において価格の下落修正を行う措置並びに商業地等に係る条例減額制度及び税負担急増土地に係る条例減額制度を含め、現行の負担調整措置の仕組みを継続する。

5. 納税環境整備

(1) 税務関係書類における押印義務の見直し

税務署長等に提出する国税関係書類において、実印・印鑑証明書を求めている手続等を除き、押印義務を廃止する。

(※) 地方公共団体の長に提出する地方税関係書類についても同様とする。

(2) 電子帳簿等保存制度の見直し等

電子帳簿等保存制度の抜本的見直しとして、事前承認制度の廃止、その他の電子的な帳簿についても、一定の要件を満たす場合には電子帳簿として電磁的記録のまま保存することを当面可能とする、スキャナ保存制度の手続きや要件の大幅な緩和等が行われるほか、電磁的記録の改ざん等の不正行為を抑止するための担保措置が講じられる。

以上

導電性ダイヤモンドパウダー／ ナノ粒子の電気化学応用

東京理科大学理工学部先端化学科 近藤 剛史

1. はじめに

高濃度にホウ素をドーパしたボロンドープダイヤモンド (boron-doped diamond, BDD) は、水系・非水系電解質中で広い電位窓を示す、バックグラウンド電流が小さい、耐腐食性に優れ電気化学的に安定といった特徴を有する機能性電極材料として注目されている^(1, 2)。このような優れた特徴に基づいて、高感度で応答安定性の高い電気化学センサー⁽³⁻⁵⁾や、電解水処理^(6, 7)や二酸化炭素電解還元^(8, 9)などを目的とした高効率な電気分解用電極としての利用が期待されている。BDD電極は、通常、化学気相成長 (CVD) 法により平板基板上に多結晶 BDD 薄膜を製膜することで得られるが、800℃以上の高温プロセスであるため、ダイヤモンドと熱膨張係数が近く安定な基板材料を選択する必要がある。その結果、導電性基板としては低抵抗シリコンウエハやニオブなどの限られた種類の材料しか用いることができない。また、製膜できる基板サイズも装置によって制限があり、例えば、マイクロ波プラズマ CVD (MPCVD) 法では直径 2 インチ程度の電極しか作製することができない。したがって、CVD 法で作製できる BDD 電極は平板形状で硬く、比較的面積の小さいものであり、3 次元形状を含む任意の形状の電極、大面積電極、フレキシブルな電極を得ることは困難である。このような制限のため、BDD 電極は優れた電気化学特性を持ちながらも、広範な用途に応用することができず、またスケールアップも容易ではない。このような従来の BDD 電極の制限を克服

する一つの方法として、粉末状の BDD の利用が挙げられる。このような形態の BDD 材料が得られれば、それをインク化・ペースト化することにより、印刷や塗工などのプロセスを用いて軽量、安価でフレキシブルな BDD 電極⁽¹⁰⁾、大面積の BDD 電極、複雑な 3 次元形状を有する BDD 電極など、CVD 法で直接作製することが困難な形態の BDD 電極を得ることができると考えられる。また、粉末状の BDD では、比表面積を大きくすることができるので、燃料電池触媒担体や電気化学キャパシタ用電極材料といった電気化学エネルギーデバイスへの応用も可能になると考えられる。本稿では、粉末状の導電性ダイヤモンド材料である BDD パウダー (boron-doped diamond powder, BDDP) およびボロンドープナノダイヤモンド (boron-doped nanodiamond, BDND) の作製とその電気化学応用について解説する。

2. BDDP および BDND の作製

粉末状の BDD の作製法には、高温高压法による直接合成⁽¹¹⁾、CVD により作製した BDD 薄膜の粉砕⁽¹²⁾などの方法があるが、本研究では、ダイヤモンド粉末 (diamond powder, DP) 基材表面に BDD 層を CVD 法により成長させることで作製した (Fig. 1)^(13, 14)。このような方法では、基材となる DP として市販の粒子を利用でき、後に述べるように、基材粒子径により最終的に得られる BDDP の粒子径を制御することができる⁽¹⁵⁾。また、得られる BDDP の導電率が比較的高いこと

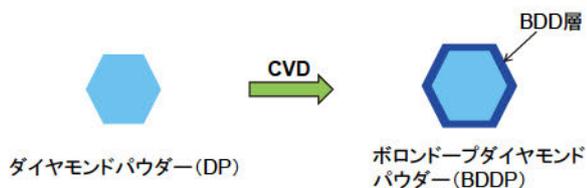


Figure 1 BDDP の作製

から、電気化学電極材料として利用することができる。BDND は、一次粒子径が 5nm 程度のナノダイヤモンド (nanodiamond, ND) 粒子を基材として BDDP と同様のプロセスで作製することができる。ND は爆轟法により作製され、市販品として入手することができる。BDND は粒子径のより小さい基材を用いるため、BDDP よりも比表面積の大きい導電性ダイヤモンド粒子として利用できることが期待される。

BDDP の作製では、まず、DP 基材表面にマイクロ波プラズマ CVD 法により BDD 層を成長させる⁽¹⁶⁾。基本的にはシリコン基板上に BDD 薄膜を製膜するときと同じ条件である。ただし、DP を基材として BDD 層を成長させる場合、BDD 薄膜を

製膜する場合と比較して sp^2 炭素不純物成分がより多く副生成する傾向がある。そのため、BDDP の作製では、CVD の後処理として空气中で 425°C の加熱を 5 時間施すことにより、 sp^2 炭素成分を選択的に酸化分解させた⁽¹⁷⁾。また、この加熱酸化処理の過程でダイヤモンド表面も酸化により親水的な酸素終端表面となる (O-BDDP)。必要であれば、この後に水素プラズマ処理を施すことにより、疎水的な水素終端 BDDP (H-BDDP) を得ることもできる⁽¹⁸⁾。

Figure 2 に、様々な粒子径 (100-2600nm) の DP とそれらを基材として作製した BDDP の走査型電子顕微鏡 (SEM) 像を示す⁽¹⁵⁾。基本的には、DP とそれに対応する BDDP の間に粒子のサイズや形状に大きな違いはない。したがって、使用目的を考慮して必要となるサイズや形状の BDDP を得るためには、それに応じた DP 基材を用意すればよいことになる。Figure 2k および 2l に、平均粒子径 301nm の DP (DP-300) とそれを基材として作製した平均粒子径 367nm (BDDP-350) の高倍率の SEM 像を示す⁽¹⁵⁾ (以降、DP および BDDP

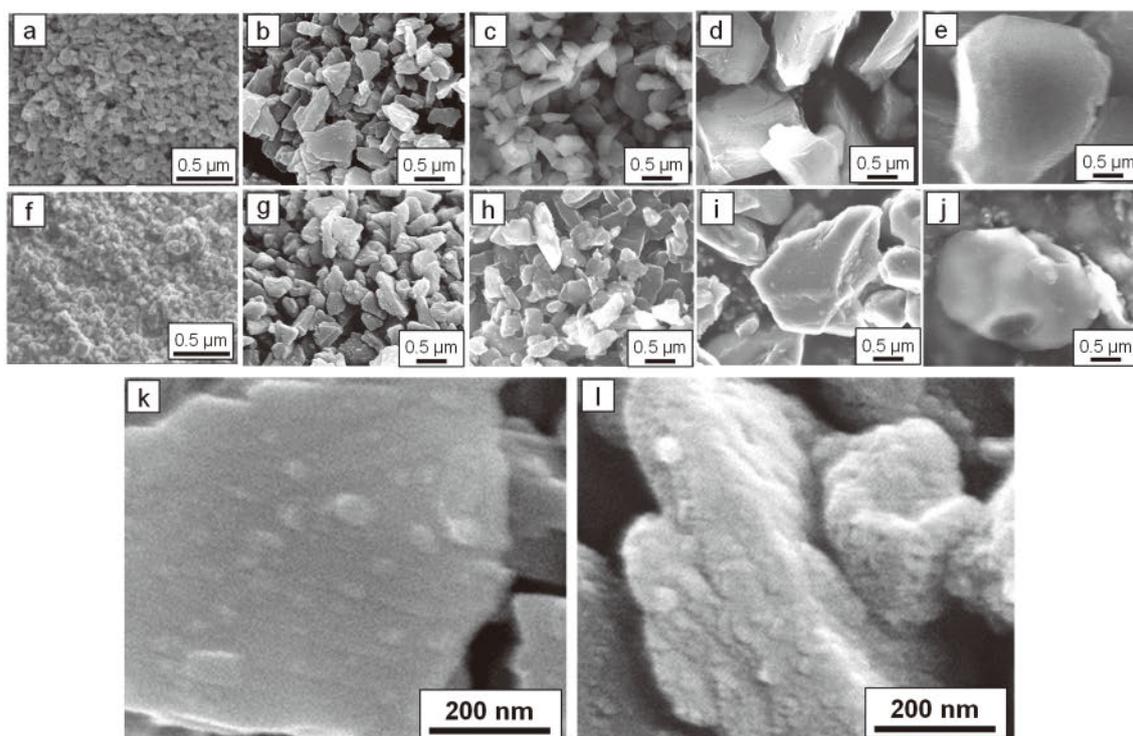


Figure 2 DP および BDDP の SEM 像⁽¹⁵⁾

(a) DP-100, (b) DP-300, (c) DP-450, (d) DP-1600, (e) DP-2600, (f) BDDP-150, (g) BDDP-350, (h) BDDP-650, (i) BDDP-2000, (j) BDDP-3500. (k) DP-300 および (l) BDDP-350 の高倍率 SEM 像

の後に記載した数値はおよその粒子径 (nm 単位) を表す)。これらと比較すると、DP は比較的平坦な表面であるのに対し、BDDP は数十 nm の凹凸のある粗い表面であることがわかる。このことから、CVD により DP 表面に BDD のナノ多結晶層が成長したことが示唆される。Figure 3 に、動的光散乱法 (DLS) を用いて測定した DP および BDDP の粒子径分布を示す⁽¹⁵⁾。いずれの場合も、DP とそれに対応する BDDP ではよく似た単峰性の分布になっており、わずかに平均粒子径が増加していることがわかる。BDDP と DP の平均粒子径の差の 1/2 を見かけ上の BDD 層の膜厚と考えることができるが、その値は DP 粒子径よりも小さい。このことは、基本的に 1 個の DP 粒子から 1 個の BDDP 粒子が得られていることを意味しており、粒子同士の癒着は起きていないと考えられる。また、DP は絶縁体であるのに対し、BDDP は 10^{-2} – 10^{-1} S cm^{-1} のオーダーの導電性を示すことから BDD 層の成長が示唆され、BDDP が粉末状の導電性ダイヤモンド材料として利用できることがわかる。

さらなる粒子径の減少とそれに伴う比表面積の増加を期待して、より粒子径の小さい基材である ND を利用した BDND の開発を行った⁽¹⁹⁾。基材として株式会社ダイセルより提供された爆轟 ND を使用し、BDDP と同様のプロセスにより BDND を得た。Figure 4a に、窒素吸着測定により得られた ND および加熱酸化処理時間の異なる BDND

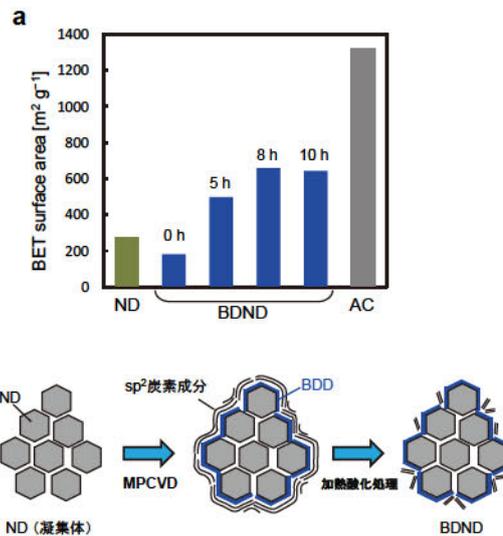


Figure 4 (a) ND, 活性炭 (AC) および加熱酸化処理時間の異なる (0–10h) BDND の BET 比表面積 (b) BDND 作製の模式図⁽¹⁹⁾

の Brunauer–Emmett–Teller (BET) 比表面積を示す⁽¹⁹⁾。CVD 直後 (0h) では、基材である ND よりも比表面積が減少しており、その後の熱処理により比表面積が大きく増加していることがわかる。CVD はドライプロセスであるため、プロセス中では ND は凝集体として存在していると考えられる。その凝集体表層に BDD が成長するため、ND 一次粒子間の空隙が閉塞し、比表面積が減少したものと考えられる。透過電子顕微鏡 (TEM) 観察の結果、CVD プロセスでは、BDD だけでなく、アモルファス炭素やグラフェン状の構造も観察された。これらのうち脆弱な成分は加熱酸化処

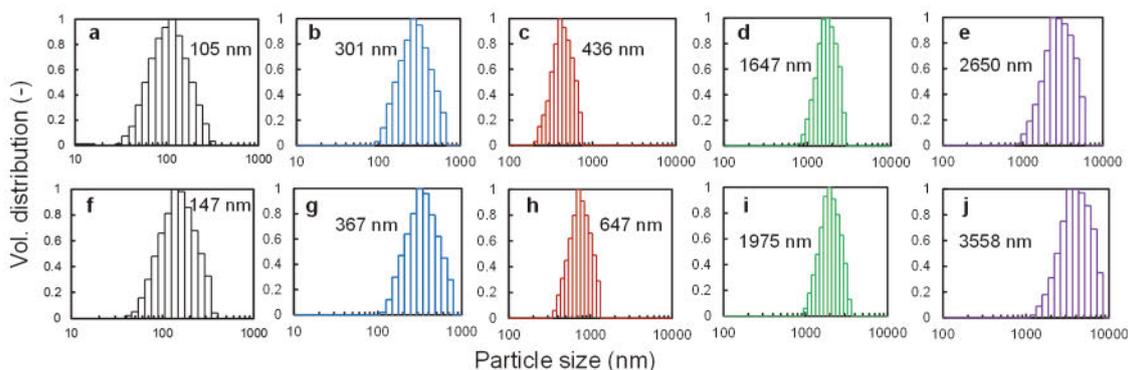


Figure 3 DP および BDDP の粒子径分布⁽¹⁵⁾

(a) DP-100, (b) DP-300, (c) DP-450, (d) DP-1600, (e) DP-2600, (f) BDDP-150, (g) BDDP-350, (h) BDDP-650, (i) BDDP-2000, (j) BDDP-3500. 各グラフ中の数値は平均粒子径。

理により酸化分解し除去されると考えられるが、グラフェン状の安定な構造は残存することが示唆された (Fig. 4b)。このようなグラフェン状の構造は比表面積が大きいいため、加熱酸化処理後の BDND の大きな比表面積に寄与していると考えられる。このように BDND は単純に「ナノサイズの BDD」とは言いがたく、BDD とグラフェン状 sp^2 炭素との複合材料と捉えることができ、大きな比表面積と良好な導電率 ($10^{-1} \text{ S cm}^{-1}$) を有する材料として利用することができる。

3. スクリーン印刷電極への応用

次に、BDDP および BDND の電気化学応用について述べる。まずは、BDDP のスクリーン印刷電極への応用を紹介する。スクリーン印刷電極は、電極材料等を含むインクを用いて、スクリーン印刷法により基材上に電極等を配置させた電極である。一般に、低コストで大量に作製することができるので、使い捨ての自己血糖測定用センサーなどに応用されている⁽²⁰⁾。スクリーン印刷の電極として様々なインクが用いられているが、カーボンを用いた電極はメディエータや金属ナノ粒子、生体機能性分子 (酵素や抗体など) と複合化され、高感度、高選択性で安価な電極として、各分野の電気化学分析に応用されている⁽²¹⁾。カーボンの代わりに BDDP を用いれば、より高感度な電気化学センサーが作製できると考えられる。そこで我々は、BDDP を電極材料と

するインクを調製し、それを用いたスクリーン印刷で得られるダイヤモンド印刷電極を開発し、高感度で安定かつ安価で使い捨て可能な電気化学センサー用電極への応用を検討した。

ダイヤモンド印刷電極のインクは、ポリエステル樹脂 (絶縁性バインダー) を溶解させた溶媒中に BDDP を添加し、混練して調製した。ポリイミドを基板とし、カーボンインク、銀インク、レジストインクとともに BDDP インクを順次スクリーン印刷することにより印刷電極を得た (Fig. 5)^(16, 22)。このように作製したダイヤモンド印刷電極は、同様に作製したカーボン印刷電極と比較して、同等の良好な電気化学応答を示しながらも、バックグラウンド電流が小さいことから、大きなシグナル/バックグラウンド電流比 (S/B 比) を示した⁽¹⁶⁾。このことから、印刷電極とした場合も、ダイヤモンド電極としての特徴を持っており、高感度電気化学分析に応用できると期待される。

ダイヤモンド印刷電極を用いた電気化学分析への応用例として、シプロフロキサシン (CIP) の検出を紹介する⁽¹⁸⁾。CIP はフルオロキノロン系抗菌剤であり、感染症の治療に幅広く利用されている薬剤である⁽²³⁾。抗菌剤の使用には、薬剤耐性菌が発生しないよう注意が必要であり、その観点で環境中への薬剤の漏洩を抑える必要がある⁽²⁴⁾。薬剤を投与した患者の尿や環境水中などから高感度に薬剤を簡便に検出することが

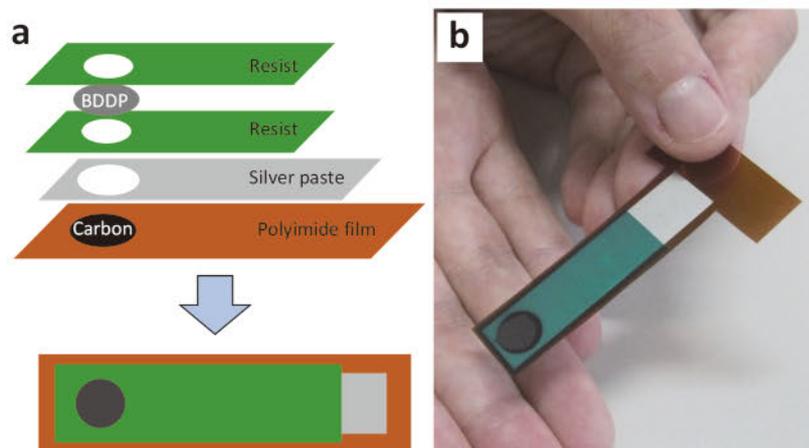


Figure 5 (a) BDDP 印刷電極作製の模式図⁽²²⁾ および (b) BDDP 印刷電極の写真⁽²⁸⁾

できれば、薬剤漏洩経路の調査・管理に有用である。そこで我々は、CIP 検出に適したダイヤモンド印刷電極の作製について検討を行った。H-BDDP と O-BDDP を用いてダイヤモンド印刷電極を作製し、CIP のリニアスイープボルタンメトリー (LSV) を測定したところ、H-BDDP を用いた場合よりも O-BDDP を用いたほうが明瞭な酸化ピークが得られ、良好な電気化学応答を示すことがわかった⁽¹⁸⁾。電極表面を SEM 観察したところ、H-BDDP 印刷電極では、疎水性の H-BDDP 表面へのバインダーの被覆が顕著であったのに対し、親水性の O-BDDP を用いた場合は、BDDP 表面の露出がより多くなっており、電解液/BDDP 間の接触が良好となったためであると考えられる⁽¹⁸⁾。O-BDDP 印刷電極における CIP の LSV による検出では、少なくとも 1-30 μM の範囲で濃度に応じてピーク電流密度が線形に増加しており、その検量線の傾きは、H-BDDP 印刷電極を用いた場合よりも大きく、BDD 薄膜電極を用いた場合と同等であった⁽¹⁸⁾。このことから、O-BDDP 印刷電極は、高感度かつ使い捨て可能な CIP 検出用電極として利用できることが示唆された。また、CIP を投与した患者の尿から検出することを想定して、人工尿中の CIP 検出特性を調べた。Figure 6 に、CIP を溶解させた人工尿を 1/15 M リン酸緩衝溶液 (PBS) で 100 倍に希釈したサンプルの O-BDDP 印刷電極における LSV を示す⁽¹⁸⁾。+1.0 V vs.

Ag/AgCl に明瞭な酸化ピークが得られており、最終濃度で 1-30 μM の範囲で濃度に応じてピーク電流密度が線形に増加した。10 倍希釈したサンプルでも同様に測定可能であったことも考慮すると、尿中に 10-3,000 μM の濃度範囲に含まれる CIP を PBS で適宜希釈後に定量検出可能ということになる。この濃度範囲は、実際に CIP を投与した人の尿中 CIP 濃度を含んでおり、実用可能であると考えられる⁽²⁵⁾。BDD はタンパク質などの吸着が起きにくく、それによる電極応答の劣化 (ファウリング) が抑制できることが知られている⁽²⁶⁾。したがって、ダイヤモンド印刷電極も尿や血液など生体由来の試料からの物質計測に適していると考えられる。実際に、ダイヤモンド印刷電極を用いてウシ血漿中に溶解させたシステインの定量分析にも成功している⁽²⁷⁾。

印刷電極の利点として、電極インク中に電極触媒などの他材料を複合化させて容易に機能性を付与できる点が挙げられる。例えば、BDDP 印刷電極では過電圧が大きいため過酸化水素 (H_2O_2) の電解検出に利用することはできないが、電極触媒としてコバルトフタロシアニン (CoPc) を添加した BDDP インクを用いて作製した電極 (CoPc/BDDP 印刷電極) では、明瞭な H_2O_2 酸化ピークを得ることができた⁽²⁸⁾。 H_2O_2 はグルコースがグルコースオキシダーゼ (GOx) 上で酸化反応する際に生成する物質であるため、 H_2O_2 の検出を

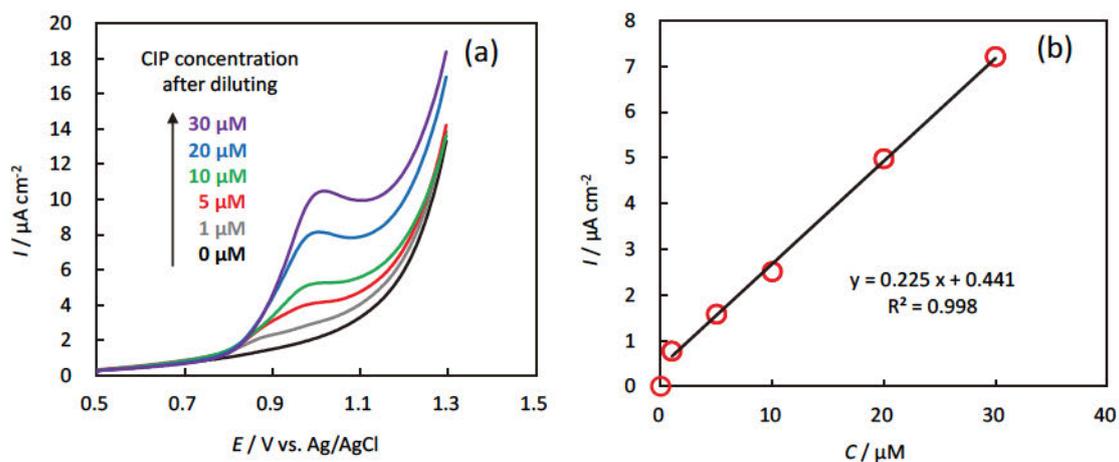


Figure 6 (a) O-BDDP 印刷電極における LSV を用いた人工尿中 CIP の検出。サンプルは 1/15 M PBS で 100 倍希釈した (グラフ中に希釈後の CIP 濃度を記載)、走査速度は 10mV s^{-1} (b) (a) のデータより作成した検量線⁽¹⁸⁾

利用して、間接的にグルコースを検出することができる。CoPc/BDDP 印刷電極表面に GOx を含むポリマー層を電解重合法により作製した GOx-CoPc/BDDP 印刷電極はグルコースセンサーとして機能し、カーボンインクを用いて同様の構成でセンサーを作製した場合と比べて、安定した検出が可能であることがわかった⁽²⁸⁾。また、印刷電極では、インクの調製条件により電極の特性を制御することも可能である。BDDP インクに含まれるバインダーと BDDP の組成比を変化させたところ、バインダー/BDDP 重量比が 0.3 と比較的小さい場合、印刷電極は通常の平板電極としての挙動を示したのに対し、バインダー/BDDP 比が 2.0 など、極端にバインダーを増加させた場合には、微小電極のような CV 挙動を示した⁽²²⁾。後者の電極では、表面観察により導電性の BDDP ドメインが絶縁性のバインダーに取り囲まれた状態になっており、ランダム微小電極アレイを形成していることが示唆された⁽²²⁾。このような電極では、電流値そのものは小さくなるものの、S/B 比を増大させることができるので、従来の BDD 薄膜電極を超える高感度の電極をより低コストで作製できることになる。

ここでは、スクリーン印刷法により作製される BDDP 印刷電極について述べたが、より簡便な方法として、ステンシルテンプレートを用いた電極作製も可能である。Nantaphol らは、紙を基板とし BDDP インクを電極とするマイクロ流体分

析デバイスを提案しており、神経伝達物質や重金属イオンの高感度検出が可能であることを示している^(29, 30)。このようなデバイスは安価に作製することができ、使い捨てのデバイスとして利用することができる。このように BDDP インクを利用した電極は、BDD 薄膜電極では実現できないような、軽量、フレキシブルで安価な基板を用いた使い捨て可能なデバイスの作製も可能である。また、インクの組成や調製条件により、目的とする分析対象に特化した機能性を容易に付与することも可能である。

4. 固体高分子形燃料電池カソード触媒担体への応用

固体高分子形燃料電池 (PEFC) は比較的低温で動作する燃料電池であり、自動車や携帯機器などに利用できるクリーンな次世代電源としてその普及が期待されている。PEFC では、アノードで水素 (H_2) の酸化反応、カソードで酸素 (O_2) の還元反応が起きることで発電するが、前者に比べて後者の反応速度が著しく遅いため、カソード触媒の性能が PEFC の性能に大きく関わってくる。白金担持カーボン (Pt/C) 触媒は、PEFC のカソード触媒として広く利用されている。Pt/C 触媒の大きな課題の一つとして、カーボン担体の腐食による性能劣化が挙げられる^(31, 32)。PEFC を自動車の電源として使用する際には頻繁な起動・停止が繰り返されるが、この時にカソ

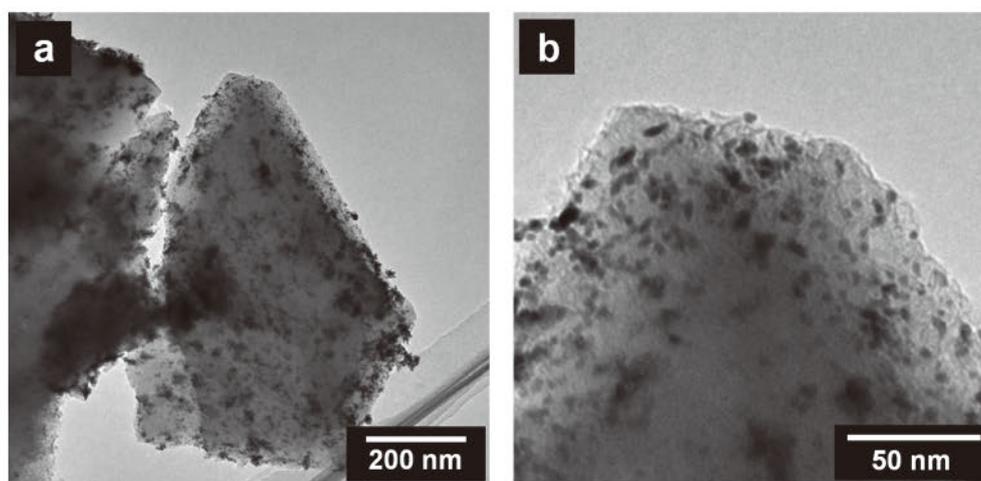


Figure 7 (a) Pt/BDDP-300 の TEM 像 (b) は (a) の拡大像⁽³⁶⁾

ードが高電位にさらされる状況が起きるために、担体が酸化により劣化する現象が起きる。そこで、酸化耐性の高い触媒担体に関する研究が行われているが、BDDP もその一つの候補となりうる。Spătaru らは、BDDP あるいは表面修飾 BDDP を触媒担体として利用した高活性かつ高耐久性のメタノール酸化触媒について報告している⁽³³⁻³⁵⁾。そこで我々は、白金担持 BDDP (Pt/BDDP) を作製し、その酸素還元活性を評価し、高耐久性 PEFC カソード触媒への応用について検討した⁽³⁶⁾。

Pt/BDDP はナノカプセル法⁽³⁷⁾により作製した。この方法では、白金前駆体を閉じ込めた逆ミセルと BDDP を含む分散液を調製し、還元剤を加えて白金を生成させ、BDDP 表面に担持することができる。得られた Pt/BDDP では、2-5nm のサイズの白金粒子が高密度かつ分散して BDDP 表面上に担持されていることがわかった (Fig. 7)⁽³⁶⁾。X 線回折の結果からも白金の析出が確認されており、その回折ピークから Scherrer の式を用いて見積もられた結晶子サイズは 4.5nm であり、TEM 観察の結果とよい一致を示した⁽³⁶⁾。

1 M HClO₄ 中で Pt/BDDP の CV を測定したところ、Pt に特有の酸化還元ピークが見られたため、BDDP 上に担持した Pt の電気化学活性が良好であることが確かめられた⁽³⁶⁾。次に、回転電極法を用いて Pt/BDDP 触媒の酸素還元活性を評価した。Figure 8 に、Pt/C 触媒 (10wt%Pt 担持カーボン

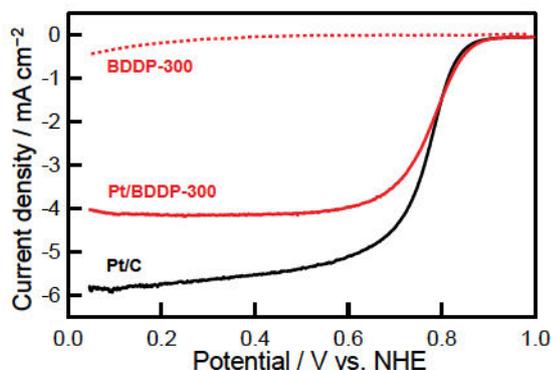


Figure 8 回転電極法により測定した BDDP-300, Pt/BDDP-300 および Pt/C の O₂ 飽和 1 M HClO₄ 中の LSV. 回転速度は 1000rpm. 走査速度は 10mV s⁻¹⁽³⁶⁾

ブラック) および Pt/BDDP-300 触媒における O₂ 飽和 1 M HClO₄ 中の LSV を示す⁽³⁶⁾。いずれの触媒を用いた場合も、酸素還元反応による還元電流が見られ、その立ち上がり電位 (+0.8 V vs. NHE) が近いことから、Pt/BDDP-300 は、市販の Pt/C と同等の触媒活性を有していることがわかる。また、Pt を担持していない BDDP-300 の場合にはこの電位範囲では酸素還元反応は見られなかったため、BDDP 上の Pt が触媒活性サイトとなっていることが確かめられた。

Pt/BDDP の PEFC カソード触媒としての耐久性を評価するため、高電位サイクル試験を実施した。これは、PEFC の起動・停止操作を模擬したものであり、1 M HClO₄ 中で +1.0-+1.5 V vs. NHE の電位範囲で 0.5 V s⁻¹ の走査速度で掃引するものである。Figure 9a-9c に、電位サイクル試験前および 1000, 5000, 10000 サイクル後の CV を示す⁽³⁶⁾。いずれの CV でも Pt に由来する酸化還元ピークが見られており、これらの中で +0.1-+0.3 V vs. NHE 付近にある水素の還元的吸着に由来する還元ピークの電荷量から電気化学的有効表面積 (ECA) を算出し、これを触媒活性の指標に用いた。Pt/C の CV では、サイクル数にしたがって白金由来の酸化還元ピークが減少していき、一方、+0.6 V vs. NHE のカーボン表面に存在するキノン/ヒドロキノン官能基の酸化還元ピークが増加していることがわかる。後者はカーボンの腐食が進行していることを示しており、高電位印加によりカーボンの腐食と白金の脱離が起きていることが示唆される。一方、Pt/BDDP ではそのような顕著な変化は見られず、BDDP が安定な担体として機能していることがわかる。Figure 9d および 9e に、ECA およびその相対値のサイクル数に対する変化を示す⁽³⁶⁾。Pt/C はサイクル試験初期に大きな減少が見られるのに対し、Pt/BDDP ではそのような初期の劣化は見られなかった。10000 サイクル後の ECA は、Pt/C ではサイクル試験前の 53%まで減少したのに対し、Pt/BDDP-300 および Pt/BDDP-200 では、それぞれ 61%および 78%の減少にとどまった。高電位サ

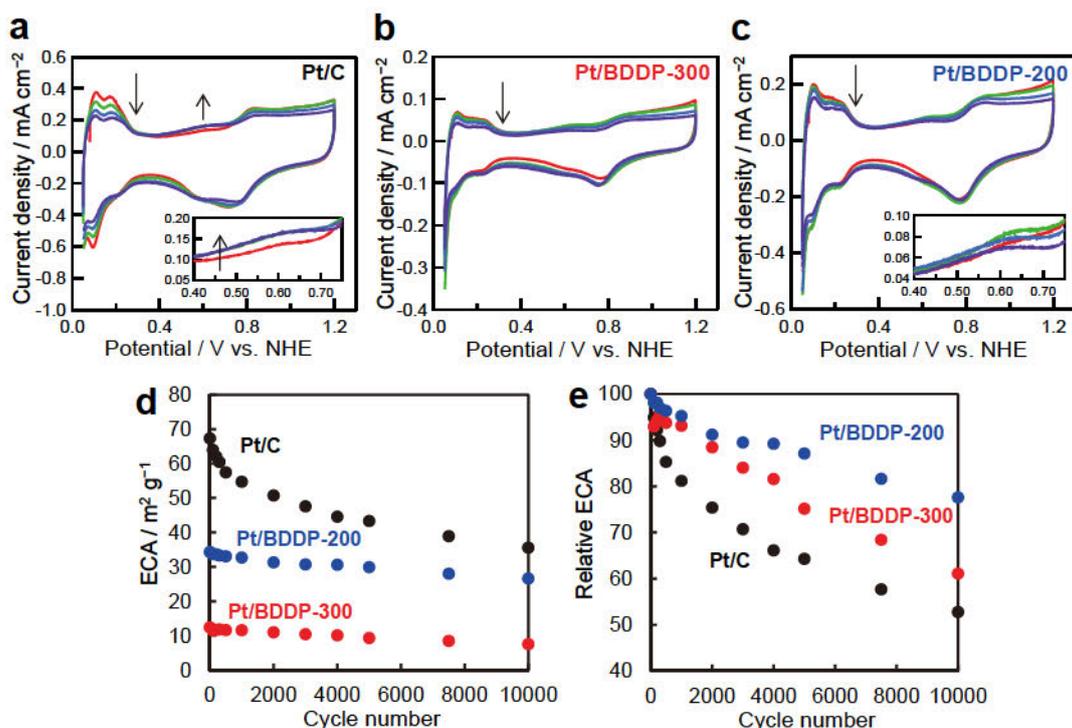


Figure 9 (a) Pt/C, (b) Pt/BDDP-300 および (c) Pt/BDDP-200 における 1 M HClO₄ 中の CV. 矢印の順に電位サイクル試験前および 1000, 5000, 10000 サイクル後の CV を掲載. 走査速度は 30mV s⁻¹. 電位サイクル試験におけるサイクル数に対する (a) ECA および (b) ECA の相対値の変化⁽³⁶⁾

イクルにより BDDP 表面の腐食は起きていないと考えられるが, Pt と BDDP の間の密着性が不十分で, Pt の脱離や凝集が起きている可能性がある。BDDP は耐腐食性に優れ, また担持した Pt は十分な活性を有することが示されたので, Pt-BDDP 間の密着性をさらに改善できれば, 高耐久性 PEFC カソード触媒としての利用が期待される。

5. 水系電気二重層キャパシタへの応用

電気二重層キャパシタ (electric double-layer capacitor, EDLC) はスーパーキャパシタとも呼ばれ, 電解液とセパレータを 2 枚の電極で挟んだだけの簡単な構造を持つ蓄電デバイスである⁽³⁸⁾。電極間に電圧を印加すると, 高電位側の電極 (アノード) には電解質のアニオンが, 低電位側の電極 (カソード) には電解質のカチオンがそれぞれ吸着し, 電気二重層を形成する。このとき, 電極表面上に電荷が蓄積された状態になっており, すなわち充電状態である。蓄えられた電荷は容易に放電することが

でき, 再び繰り返し充放電を行うことができる。このような充放電メカニズムのため, 一般に EDLC は急速な充放電が可能で出力が大きく, 繰り返し耐久性が高く半永久的に使用することができる。これは, 活物質の酸化還元反応に基づく充放電が行われる二次電池とは対照的である。しかしながら, EDLC はエネルギー密度が小さいという大きな課題がある。この点でも二次電池とは対照的であり, その改善が望まれている。EDLC に蓄えられるエネルギー密度は $C_{dl}V^2/2$ (C_{dl} :電気二重層容量, V :セル電圧) で表されるため, 高エネルギー密度の EDLC を得るためには, 容量とセル電圧を増加させればよい。容量は電極表面積に比例する。したがって, 大きな活物質重量当たりの容量を得るために, 比表面積の大きな電極材料である活性炭 (AC) が用いられている。また, 大きなセル電圧を得るためには電位窓の広い有機系電解液 (炭酸プロピレン溶液など) が用いられている。有機系電解液を用いる通常の EDLC に対して, 電解液を水溶液

とする水系 EDLC は、導電率が高い、容量が大きい、不燃性で安全である、デバイス中への水の混入による劣化が起きない、といったメリットがある⁽³⁹⁾。しかしながら、セル電圧が小さいという特性のため、大きなエネルギー密度が期待できない。そこで、水溶液中で広い電位窓を示す BDD を電極材料として用いれば、高エネルギー密度かつ高出力密度を示す水系 EDLC が作製できると期待される。BDDP を用いた検討では、1 M H₂SO₄ 中で 1.5V のセル電圧を印加できることがわかっており、AC を用いた場合 (0.8V) と比べて大きく改善できることが分かった⁽⁴⁰⁾。しかしながら BDDP は比表面積が小さく、大きな容量が得られないので、より比表面積の大きい BDND を用いた検討を行った。

Figure 10 に、1 M H₂SO₄ 中の AC および BDND の対称 2 電極系で測定した CV を示す⁽¹⁹⁾。AC では 0.8V までしかセル電圧を印加できないのに対し、BDND を用いた場合では 1.8V の電圧を印加できることが示された。また、CV における電流は両者で同等であり、電流値をもとに算出した C_{dl} は、AC で 20 F g⁻¹、BDND で 15 F g⁻¹であった。このことから、BDND は AC と同等の容量を示しながらも、大きなセル電圧を印加できる水系 EDLC 用電極に適した材料であることが示唆された。

Figure 11a に、CV の結果より算出した活物質重量当たりの容量の走査速度依存性を示す⁽¹⁹⁾。100mV s⁻¹ 以下の遅い走査速度の領域では、BDND

の容量は AC よりも小さかったが、200mV s⁻¹ 以上の速い走査速度の領域では、BDND のほうが AC よりも容量が大きくなることがわかった。これは、AC が粒子内部にマイクロ孔を含む発達した細孔を有しているのに対し、BDND は基本的に細孔を持たない粒子であるため、高速掃引時でも電極表面近傍での電解質イオンの移動が電位変化に追従できているからだと考えられる。Figure 11c には、Figure 11a で示した C_{dl} を用い、セル電圧を AC:0.8V、BDND:1.8V として算出したエネルギー密度の走査速度依存性を示す⁽¹⁹⁾。エネルギー密度はセル電圧の 2 乗に比例するため、両者を比較すると BDND の方が AC を大きく上回っていることがわかる。また、容量およびエネルギー密度を活物質層体積当たりに換算すると、AC と BDND の特性の差は、より顕著になることが示された (Fig. 11b および 11d)⁽¹⁹⁾。これは、AC がかさ高い材料であるのに対し、BDND の方がかさ密度 (体積当たりの重量) が大きいためである。したがって、BDND を用いることで、AC を用いた場合よりも同体積ではよりエネルギー密度が大きく、同エネルギー密度ではよりコンパクトな水系 EDLC デバイスを作製できることが期待される。

Figure 12 に、電極材料として AC および BDND、電解液として 1 M H₂SO₄ および飽和 NaClO₄ を用いた場合の Ragone プロットを示す⁽¹⁹⁾。飽和 NaClO₄ は、電位窓の広い水系電解液として知られてお

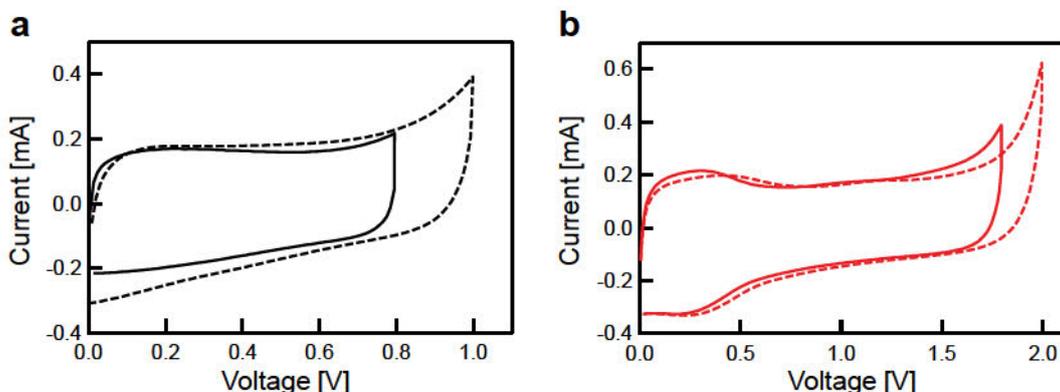


Figure 10 (a) AC および (b) BDND 電極の対称 2 電極系における 1 M H₂SO₄ 中の CV. 実線および破線は異なる折り返し電圧で測定した CV を示す. 走査速度は 10mV s⁻¹ (19)

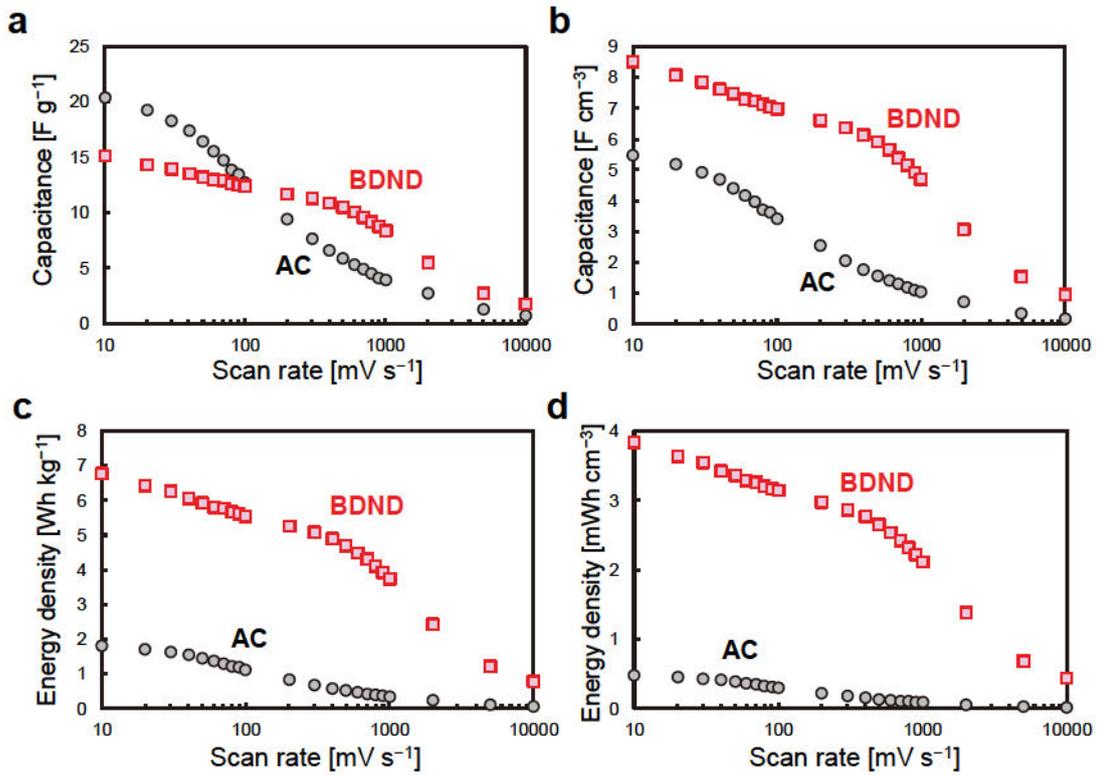


Figure 11 AC および BDND の (a) 活物質重量当たり容量, (b) 活物質層体積当たり容量, (c) 活物質重量当たりエネルギー密度および (d) 活物質層体積当たりエネルギー密度の走査速度依存性. 容量は 1 M H₂SO₄ 中の対称 2 電極系で測定した CV より算出した. エネルギー密度の算出には AC:0.8V, BDND:1.8V のセル電圧を用いた⁽¹⁹⁾

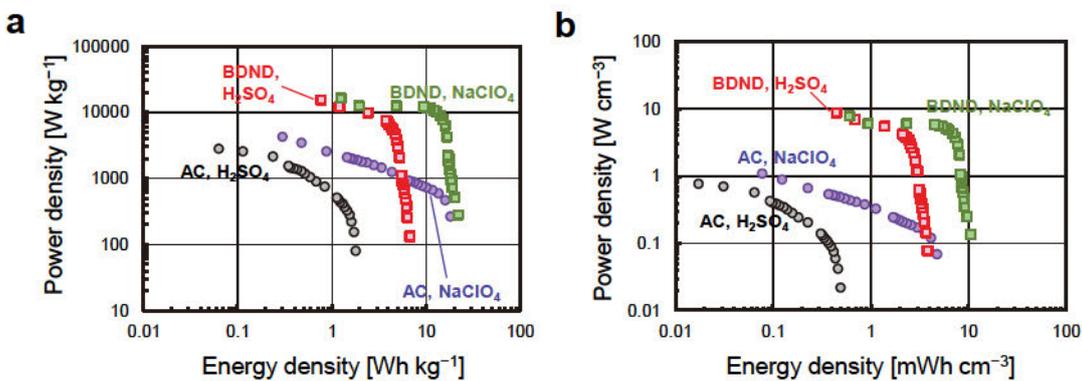


Figure 12 AC および BDND の 1 M H₂SO₄ および飽和 NaClO₄ にて対称 2 電極系で測定した CV より算出したエネルギー密度および出力密度を示した Ragone プロット (a) 活物質重量当たりおよび (b) 活物質層体積当たりの特性⁽¹⁹⁾

り⁽⁴¹⁾, AC および BDND のいずれも 2.8V のセル電圧を印加することができる⁽¹⁹⁾. 活物質重量当たりの比較 (Fig. 12a) では, BDND はエネルギー密度, 出力密度の双方で AC を用いた場合よりも優れた特性を示すことがわかった. 飽和 NaClO₄ を電解液とする場合, AC と BDND ではセル電圧が

等しいため, 走査速度 (すなわち充放電速度) の遅い領域では両者はほとんど同等の特性であるが, 走査速度の速い領域では, AC においては容量の低下が著しく, その結果, BDND のほうが高エネルギー密度および高出力密度を示すことがわかった. 大きな出力密度は, 特に二次電池

との比較において、EDLC の大きな特徴であるため、エネルギー回生など EDLC ならではの用途にも BDND を用いた水系 EDLC は応用可能であると考えられる。また、活物質層体積当たりの特性では、かさ密度の違いに基づいて、活物質重量当たりの特性よりも AC に対して BDND を用いる効果が顕著になることがわかった (Fig. 12b)。

6. まとめ

本稿では、導電性ダイヤモンド粉末材料である BDDP および BDND の作製とその電気化学応用に関する研究を紹介した。BDDP や BDND は、従来のダイヤモンド電極が持つ広い電位窓、小さいバックグラウンド電流、優れた安定性といった基本的な特性を持っており、それに加えて、インク化、ペースト化して印刷や塗工により電極作製が可能、比表面積の大きな電極が得られるといった、多様な形態のダイヤモンド電極を開発できるという利点がある。BDDP は、少なくとも数百 nm から数十 μm の粒子径を用途に応じて選択することができるため、電気化学センサー、電解用電極、燃料電池触媒担体など、幅広い応用において基礎的な材料として利用できると期待される。BDDP/BDND のインクやペーストを用いて作製する電極は、電極触媒など他の機能性材料と容易に組み合わせることができる。また、樹脂フィルムや紙などの軽量、安価、かつ柔軟な基板を使用して、BDDP/BDND をベースとする電極やデバイスを開発することも可能である。現在のところ、BDDP/BDND は実験室にて少量ずつしか作製できていないが、量産化することができれば、幅広い用途で機能性電極材料として実用化することができ、高性能な各種デバイスの新規開発に貢献できるものと考えている。

謝辞

本研究は、東京理科大学理工学部先端化学科湯浅 真教授、東條敏史助教および湯浅・近藤研究室の学生諸氏との協力により進めることができました。また、本研究は、科学技術振興機構

事業研究成果最適展開支援プログラム A-STEP 機能検証フェーズおよび JSPS 科研費 19K05064 の支援および助成を受けました。謹んで感謝申し上げます。

参考文献

1. A. Fujishima, Y. Einaga, T. N. Rao and D. A. Tryk, *Diamond Electrochemistry*, Elsevier-BKC, Tokyo (2005).
2. Y. Einaga, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, **91**, 1752 (2018).
3. R. G. Compton, J. S. Foord and F. Marken, *Electroanalysis*, **15**, 1349 (2003).
4. J. H. T. Luong, K. B. Male and J. D. Glennon, *Analyst*, **134**, 1965 (2009).
5. Y. Einaga, *J. Appl. Electrochem.*, **40**, 1807 (2010).
6. C. A. Martínez-Huitle and S. Ferro, *Chem. Soc. Rev.*, **35**, 1324 (2006).
7. M. Panizza and G. Cerisola, *Chem. Rev.*, **109**, 6541 (2009).
8. K. Nakata, T. Ozaki, C. Terashima, A. Fujishima and Y. Einaga, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **53**, 871 (2014).
9. M. Tomisaki, S. Kasahara, K. Natsui, N. Ikemiya and Y. Einaga, *J. Am. Chem. Soc.*, **141**, 7414 (2019).
10. T. Ochiai, S. Tago, M. Hayashi, K. Hirota, T. Kondo, K. Satomura and A. Fujishima, *Electrochem. Commun.*, **68**, 49 (2016).
11. F. M. Shakhov, A. M. Abyzov and K. Takai, *J. Solid State Chem.*, **256**, 72 (2017).
12. S. Heyer, W. Janssen, S. Turner, Y.-G. Lu, W. S. Yeap, J. Verbeeck, K. Haenen and A. Krueger, *ACS Nano*, **8**, 5757 (2014).
13. A. E. Fischer and G. M. Swain, *J. Electrochem. Soc.*, **152**, B369 (2005).
14. A. Ay, V. M. Swope and G. M. Swain, *J. Electrochem. Soc.*, **155**, B1013 (2008).
15. T. Kondo, K. Nakajima, T. Osasa, A.

- Kotsugai, I. Shitanda, Y. Hoshi, M. Itagaki, T. Aikawa, T. Tojo and M. Yuasa, *Chem. Lett.*, **47**, 1464 (2018).
16. T. Kondo, H. Sakamoto, T. Kato, M. Horitani, I. Shitanda, M. Itagaki and M. Yuasa, *Electrochem. Commun.*, **13**, 1546 (2011).
17. S. Osswald, G. Yushin, V. Mochalin, S. O. Kucheyev and Y. Gogotsi, *J. Am. Chem. Soc.*, **128**, 11635 (2006).
18. T. Matsunaga, T. Kondo, T. Osasa, A. Kotsugai, I. Shitanda, Y. Hoshi, M. Itagaki, T. Aikawa, T. Tojo and M. Yuasa, *Carbon*, **159**, 247 (2020).
19. K. Miyashita, T. Kondo, S. Sugai, T. Tei, M. Nishikawa, T. Tojo and M. Yuasa, *Sci. Rep.*, **9**, 17846 (2019).
20. A. Heller and B. Feldman, *Chem. Rev.*, **108**, 2482 (2008).
21. M. Albareda-Sirvent, A. Merkoçi and S. Alegret, *Sens. Actuat. B*, **69**, 153 (2000).
22. T. Kondo, I. Udagawa, T. Aikawa, H. Sakamoto, I. Shitanda, Y. Hoshi, M. Itagaki and M. Yuasa, *Anal. Chem.*, **88**, 1753 (2016).
23. A. Martin Santos, A. Wong, A. Araújo Almeida and O. Fatibello-Filho, *Talanta*, **174**, 610 (2017).
24. A. C. Johnson, V. Keller, E. Dumont and J. P. Sumpster, *Sci. Total Environ.*, **511**, 747 (2015).
25. F. M. E. Wagenlehner, S. Wydra, H. Onda, M. Kinzig-Schippers, F. Sörgel and K. G. Naber, *Antimicrob. Agents Chemother.*, **47**, 3789 (2003).
26. D. Shin, D. A. Tryk, A. Fujishima, A. Merkoçi and J. Wang, *Electroanalysis*, **17**, 305 (2005).
27. T. Matsunaga, T. Kondo, I. Shitanda, Y. Hoshi, M. Itagaki, T. Tojo and M. Yuasa, *Carbon*, **173**, 395 (2021).
28. T. Kondo, M. Horitani, H. Sakamoto, I. Shitanda, Y. Hoshi, M. Itagaki and M. Yuasa, *Chem. Lett.*, **42**, 352 (2013).
29. S. Nantaphol, R. B. Channon, T. Kondo, W. Siangproh, O. Chailapakul and C. S. Henry, *Anal. Chem.*, **89**, 4100 (2017).
30. S. Nantaphol, A. A. Kava, R. B. Channon, T. Kondo, W. Siangproh, O. Chailapakul and C. S. Henry, *Anal. Chim. Acta*, **1056**, 88 (2019).
31. X. Yu and S. Ye, *J. Power Source*, **172**, 145 (2007).
32. J. P. Meyers and R. M. Darling, *J. Electrochem. Soc.*, **153**, A1432 (2006).
33. L. Preda, T. Kondo, T. Spataru, M. Marin, M. Radu, P. Osiceanu, A. Fujishima and N. Spataru, *ChemElectroChem*, **4**, 1908 (2017).
34. T. Spătaru, T. Kondo, C. Anastasescu, I. Balint, P. Osiceanu, C. Munteanu, N. Spătaru and A. Fujishima, *J. Solid State Electrochem.*, **21**, 1007 (2017).
35. N. Spătaru, J. M. Calderon-Moreno, P. Osiceanu, T. Kondo, C. Terashima, M. Popa, M. M. Radu, D. Culiță, L. Preda, M. A. Mihai and T. Spătaru, *Chem. Eng. J.*, **402**, 126258 (2020).
36. T. Kondo, M. Kikuchi, H. Masuda, F. Katsumata, T. Aikawa and M. Yuasa, *J. Electrochem. Soc.*, **165**, F3072 (2018).
37. H. Yano, M. Kataoka, H. Yamashita, H. Uchida and M. Watanabe, *Langmuir*, **23**, 6438 (2007).
38. P. Simon and Y. Gogotsi, *Natur. Mater.*, **7**, 845 (2008).
39. F. Béguin, V. Presser, A. Balducci and E. Frackowiak, *Adv. Mater.*, **26**, 2219 (2014).
40. T. Kondo, T. Kato, K. Miyashita, T. Aikawa, T. Tojo and M. Yuasa, *J. Electrochem. Soc.*, **166**, A1425 (2019).
41. H. Tomiyasu, H. Shikata, K. Takao, N.

Asanuma, S. Taruta and Y.-Y. Park, *Sci. Rep.*, **7**, 45048 (2017).

日本鉱業協会の動き（1月）

日	総務部・企画調査部 鉛亜鉛需要開発センター	技術部・環境保安部
6日		・官民協議会向殿 SWG（オンライン）
8日	・「鉱山」編集委員会 ・レアメタル研究会（オンライン）	・非意図的生成の POPs 大気排出抑制対策調査検討会（オンライン）
12日	・税制・会計合同専門委員会（オンライン） ・家庭用鉛蓄電システム報告会（オンライン）	
13日	・経団連 環境安全委員会・地球環境部会 合同会合（オンライン）	・拡大安全衛生委員会（オンライン）
14日	・資金専門委員会（オンライン）	
15日	・理事会（書面開催） ・八社総務部長会（書面開催）	
18日	・リサイクル処理拡大検討会（オンライン）	・非鉄スラグガイドライン審査（三池・オンライン）
19日		・バイオプラスチック導入ロードマップ検討会（オンライン）
20日	・廿日会（オンライン）	・官民協議会アドバイザーボード（オンライン）
21日		・原子力エネルギーシステム研究委員会 公開シンポジウム（オンライン）
22日	・労働部会（オンライン） ・日本鉱業振興会 鉱業助成委員会（オンライン）	・豊栄鉱山鉱害防止技術委員会（オンライン）
25日		・新材料部会 講演会（オンライン）
26日	・日本鉱業振興会 第2回鉱業助成委員会（オンライン） ・鉛亜鉛需要開発センター運営委員会（オンライン）	・カドミウム暫定排水基準に関する検討会（オンライン） ・中央鉱山保安協議会（オンライン） ・PTWG 委員会（オンライン）
27日	・二八会（書面開催） ・亜鉛めっき普及専門委員会（オンライン）	・環境省 小名浜製錬 As 対策報告会（オンライン） ・光機能材料研究会（オンライン）
29日	・地金統計部会（オンライン）	・分析部会（オンライン） ・TC183 国内委員会（オンライン） ・JIS 改正原案作成委員会（オンライン） ・東北大学 未来科学オープンセミナー（オンライン）

日本鉱業協会の動き（2月）

日	総務部・企画調査部 鉛亜鉛需要開発センター	技術部・環境保安部
1日	・鉛遮音・遮蔽板委員会（オンライン）	・銅スラグWG（オンライン）
3日	・JETRO 中国セミナー（オンライン）	・資源部会（オンライン）
4日	・経団連 中南米情勢に関する懇談会（オンライン）	・工務部会（オンライン） ・化学物質の安全管理に関するシンポジウム（オンライン）
5日	・海洋資源・産業ラウンドテーブル全体会合（オンライン） ・一金会	・建築関連分野の環境負荷低減に関する研究会（オンライン）
8日		・再資源化部会（オンライン） ・官民協議会WG（オンライン）
9日	・カーボンニュートラル推進委員会 ・税制会計合同専門委員会	
10日	・資金専門委員会	・排ガス中の水銀分析方法 JIS 原案作成委員会（オンライン） ・厚労省委託調査 専門家委員会（オンライン） ・第73回 産廃懇話会（オンライン）
15日	・総合資源エネルギー調査会 資源・燃料分科会鉱業小委員会 ・特許委員会（オンライン）	
16日		・地熱委員会（オンライン） ・経団連 循環型社会形成自主行動計画会合（オンライン） ・生態影響に関する化学物質審査規制/試験法セミナー（オンライン）
17日	・経理部会（オンライン）	・日本地熱協会情報連絡会（オンライン） ・経団連 イノベーション委員会（オンライン）
18日		・休廃止鉱山専門委員会（オンライン） ・分析部会（オンライン） ・JIS 改正原案作成委員会分科会（オンライン） ・資源環境センター運営委員会
19日	・理事会（書面開催） ・八社総務部長会（オンライン） ・鉛亜鉛需要開発センター運営委員会（オンライン）	・スラグ委員会（オンライン）
22日		・新材料部会 現地研究会（オンライン・横国大）
24日	・二八会（オンライン） ・亜鉛めっき普及運営会議（オンライン）	・JOGMEC 銅原料中の不純物低減技術開発委員会（オンライン） ・経団連 廃棄物リサイクル部会（オンライン）
25日	・監査部長の会（オンライン）	・分析確定検査（国際標準化加速事業）
26日	・革新的技術開発WG ・地金統計部会（オンライン）	

[1月出来事]

【協会・業界関係事項】

[8日] 日曹金属化学は、今後の資本政策の柔軟性・機動性の確保を図るため、資本金額の10億円から9億円を無償減資し、1億円とすることを2020年12月22日開催の臨時株主総会に付議し、決議されたと発表。

[17日] 北海道電力は道南の森町に道内で2か所目となる新たな地熱発電所を建設する計画で、2023(令和5)年度前半の運転開始を目指している。

新たな地熱発電所では、バイナリー方式で発電をする予定で、最大出力は1,780kW、一般家庭約4,000世帯分の1年間の電力をまかなうことが出来る。

[20日] 三菱マテリアルは、同社グループが、2021年5月に創業150周年を迎えることから、創業150周年コピー及びロゴマークを決定したことを発表。

[21日] 日鉄鉱業は、鳥形山鉱業所において火災が発生したと発表。

[22日] 住友金属鉱山は、カナダの産金会社アイアムゴールド社と実施中の、カナダ・オンタリオ州のコテ金開発プロジェクトの北東約1.5kmに位置する、ゴセリン地区で実施中の探鉱活動において、高品位の金鉱化部が認められたことを確認したと発表。

[25日] 三井金属は、次世代半導体チップ実装用特殊ガラスキャリア「HRDP[®]」の事業化について、ジオマテックと協働で量産体制の確立を進めてきた。この度、国内の複合チップモジュールメーカー向けにHRDP[®]の量産を開始したと発表した。

[26日] 三菱マテリアルは、電源開発及び三菱ガス化学との共同出資で設立した湯沢地熱が、一般財団法人新エネルギー財団「令和2年度新エネ大賞」において、資源エネルギー庁長官賞(導入活動部門)を受賞したと発表。

[27日] JOGMECは、豪州クイーンズランド州において、ハンマー・メタルズ社と共同で探鉱を実施しているマウントアイザ東地域のトラファルガー地区でボーリング調査を行った結果、優勢な銅・金の鉱化帯を捕捉したと発表。

[28日] JOGMECは、2021年1月15日付で、チリ共和国の探鉱企業である Geomantos Minerals SpA と、チリ共和国北部のマントスデワラワラ地域において、銅を対象とした新規の共同探鉱を実施する契約を締結したと発表した。

[28日] DOWAホールディングスは、グループ会社のバイオディーゼル岡山において、2021年1月18日付で新たに一般廃棄物及び産業廃棄物の中間処理業の許可を取得したこと、今後試運転を経て、DOWAグループ初となる食品廃棄物を原料とするバイオガス発電事業を2021年4月に開始することを発表した。

[28日] ENEOSホールディングスは、ZMP及びエニキャリアが、東京都中央区佃・月島エリアにおいて自動宅配ロボットを活用したデリバリー実証実験を、2021年2月8日~26日の間に実施すると発表。

【国内関係事項】

[29日] 資源エネルギー庁は、2020年9月末時点の再生可能エネルギー発電設備の導入状況を公表した。固定価格買取制度導入後の再生可能エネルギー発電設備の導入量は、累計で5,824万kWとなった。このうち太陽光発電設備は5,330万kWで91.5%を占める。固定価格買取制度導入後の再生可能エネルギーの設備認定容量の累計は9,347万kW(うち太陽光発電設備は7,443万kW)。

【海外関係事項：業界】

[5日] CODELCO(チリ)は、老朽化したSalvador銅鉱山(チリ)の拡張工事のための予算13億8,300万米ドルを取締役会で承認したことを発表した。

[10日] 中国五鉱集団子会社のMMG(豪)は、ペルーのVelille地区住民によって実施されていた道路封鎖が解除されたことから、Las Bambas銅鉱山(ペルー)の精鉱輸送を再開することを発表した。

[10日] 中国山東省煙台市の金鉱山で爆発事故が発生。地元当局の発表によると10人の死亡が確認された。

[14日] 欧州連合(EU)は、インドネシアのニッケル鉱石輸出禁止政策について撤廃を求めため、世界貿易機関(WTO)に小委員会(パネル)の設置を要請することを発表した。

[15日] Trevali Mining(加)は、採算の悪化により操業を停止していた加ニューブランズウィック州のCaribou亜鉛鉱山の操業を再開することを発表した。同鉱山は、COVID-19感染拡大による亜鉛価格の低迷などによって採算が悪化し、2020年3月より一時的に操業を停止していた。

[15日] 中国の工業情報化省は、レアアースへの統制を強化する「レアアース管理条例」の草案を発表した。

[16日] Rio Tinto (英豪) は、Oyu Tolgoi 銅鉱山 (モンゴル) の坑内掘りを2022年10月までに開始する見込みであることを発表した。増産投資額は67.5億米ドルになるとしている。

[16日] Vedanta (英) 子会社の Vedanta Zinc International (南ア) は、落盤事故の発生を受けて2020年11月から操業を停止していたGamsberg 亜鉛鉱山 (南ア) の操業を再開したことを発表した。

[19日] Glencore (スイス) は、子会社を通して保有するMopani 銅鉱山社 (ザンビア) のすべての株式をザンビア政府系持株会社であるZCCM-IHに売却する契約を締結したことを発表した。売却額は15億米ドルで、この金額はMCMの債務となり、今後の収益からGlencoreに返済されていく。

[19日] 英ロンドン金属取引所 (LME) は、場立ちによるリング取引の廃止を市場参加者に提案した。リング取引の廃止を含む改革案について、3月19日まで市場関係者の意見を募り、6月末までに今後の方針を発表することとしている。

[20日] 中国税関総署が発表したデータによると、2020年12月の豪州産銅精鉱の輸入量はゼロとなった。2020年11月、複数メディアによって中国政府が豪州産の銅精鉱や石炭など7品目を輸入禁止対象にすることを中国国内の商社に通達したことが報道されていた。

[20日] 米国のエネルギー省 (DoE) は、レアアースやリチウムなどのクリティカルミネラルの抽出精製技術の研究について助成を行う15のプロジェクトを発表した。

[22日] 豪州レアアース生産会社の Lynas rare earth は、米国防総省とテキサス州に軽レアアース分離施設を建設する契約を締結したことを発表した。建設費用は算定中だが、国防総省は3,000万米ドルを上限として出資し、Lynas rare earth も3,000万米ドルを拠出する。

[29日] チリ国家統計局は、2020年の国内銅生産量が2019年比0.7%減の580万tだったことを発表した。

【海外関係事項】

[5日] 米ジョージア州の上院決戦投票の結果、民主党が大統領と上下両院の過半数を握る「ブルーウェーブ」となった。

[18日] 中国国家統計局が発表した2020年の中国の国内総生産 (GDP) は101兆6,000億元 (約1,628兆円) で、2019年比の成長率は2.3%になり、主要国で唯一プラスの伸び率となった。

[20日] 米大統領就任式が首都ワシントンで行われ、民主党のジョー・バイデン氏が第46代大統領に就任した。

[31日] AFPが各国当局の発表に基づいて1月31日にまとめた統計によると、COVID-19による死者数は221万人を超えた。これまでに世界で1億251万人以上の感染が確認され、少なくとも6,218万人が回復した。

【2月出来事】

【協会・業界関係事項】

[2日] ENEOS ホールディングスは、排熱を利用した熱発電システムの開発に向けて、同社が資本参画しているEサーモジェンテックとJX石油開発と3社間で、共同開発に関する契約を締結したと発表。

[2日] 三菱マテリアルは、ハイブリットローン (劣後特約付ローン) による、1,000億円の資金調達に関する契約を締結したことを発表。

[9日] JOGMEC は、参画している南アフリカ・ウォーターバーグ白金族プロジェクトに対して、2021年1月28日に南アフリカ鉱物資源省より、鉱業権が付与されたと発表。これによりウォーターバーグ地域における鉱物の採掘が可能となり、今後は、プロジェクトとして、速やかな採掘への移行に向けて必要な手続きや作業を進める予定。

[12日] ENEOS ホールディングスは、2020年10月に発行したENEOS REPORT「統合レポート2020」が、このたび、日本経済新聞社主催の第23回「日経アニュアルレポートアワード」の本賞審査部門において、特別賞を受賞したと発表。

[12日] 三菱マテリアルは、2020年2月7日付リリースのとおり、Mantoverde 銅鉱山 (チリ) を運営するMantoverde S.A. の30%の株式を取得することにより同鉱山に関する権益を取得し、同鉱山が計画している深部の硫化鉱を対象とした選鉱場や尾鉱ダム等の建設に参画することに合意し、株式引受契約を締結したと発表。同社は、生産される銅精鉱量の約42% (銅生産量の約34%) 相当を引き取る予定。

[12日] 三菱マテリアルは、同社の連結子会社であるダイヤコンサルタント (以下、DC社) について、大日本コンサルタントへの株式譲渡及びDC社による自己株式取得の方法により、保有するDC社株式の全てを譲渡することとしたと発表。

[15日] ENEOS ホールディングスは、国立大学法人琉球大学及びOpenStreetと、新たな交通環境の創

造による行動変容研究を実施するため、3者にて共同研究契約を締結したこと、また、研究協力者としてプロトソリューションを含めた4者により、琉球大学敷地内及び大学周辺エリアにおいて実証実験を開始すると発表。

[15日] 三菱マテリアルは、直島製錬所において、排脱工場のFRP製ダクトとその周辺設備が燃える火災事故が発生したと発表。

[15日] JOGMECが所有、運航する資源探査船「たんさ」は、2020年3月及び4月に推進モーター2基が損傷する事象が発生したため、外部有識者からなる推進モーター事故調査委員会を立ち上げ、損傷した推進モーターの修理及び原因究明、再発防止策の検討を行ってきた。今般、委員会の提言を受けた再発防止対策が策定され、修理完了後の海上試運転を経て推進モーターの健全性が検証されたことから、本日より調査を再開することになったと発表した。

[18日] 石原産業は、茨城県つくば市を本拠とするサッカークラブ「つくばフットボールクラブ」と、2021シーズンの男子チームとのユニフォームスポンサー契約を継続するとともに、新たに女子チームのユニフォームスポンサーとしての契約を締結したと発表。

[24日] 三井金属は、連結子会社である三井金属スタッフサービスが、経営資源の有効活用による資産の効率化及び財務体質改善の一環として、三井金属本社オフィス19階及び20階を譲渡すること、譲渡後もリースバック契約を締結し20階に入居する予定であることを発表。

[24日] 日鉄鉱業は、1月21日に同社鳥形山鉱業所で発生した火災により、鉱山と海岸選鉱場を結ぶ長距離ベルトコンベアによる石灰石輸送を停止していたが、復旧工事が完了し、2月23日より操業を再開したと発表。

[26日] JX金属は、4月1日より、国立大学法人大阪大学大学院工学研究科に共同研究講座「JX金属サーキュラーエコノミー推進共同研究講座」を開設

することとしたと発表。

【海外関係事項：業界】

[4日] Vale（ブラジル）は、2019年1月に発生したBrumadinho尾鉱ダム決壊事故の賠償金として、377億レアル（70億米ドル）を支払うことでミナスジェライス州と合意したことを発表した。

[5日] ロシアのクラスノヤルスク地方仲裁裁判所は、Nornickel（露）子会社のNTEK（露）に対し、燃料流出事故の罰金として1,462億ルーブル（19.4億米ドル）の支払いを命じた。この決定を受けてNornickelは19日、上訴は行わずに判決を受け入れることを発表した。

[10日] ペルーのエネルギー鉱山省は、2020年の国内銅生産量が2019年比12.5%減の215万tだったことを発表した。

[19日] Hudbay Minerals（加）は、Constancia銅鉱山（ペルー）のPampacancha鉱床の開発を3月に着手することを発表した。第2四半期の採掘開始を目指している。

[22日] LME銅相場は、世界経済の回復期待や供給懸念、投機資金の流入などにより2011年以来となる\$9,000台を付けた。

[25日] Lundin Gold（加）は、エクアドルのFruta del Norte金銀鉱山の増産工事が2021年中に完了する見込みであることを発表した。増産投資額は1,860万米ドル。

【海外関係事項】

[1日] 英政府が環太平洋パートナーシップ（TPP）への参加を申請。春から本格的な交渉が開始される見通し。

[1日] ミャンマーで軍事クーデターが発生。同国の国軍が非常事態宣言を発令し、政権を掌握した。

[28日] AFPが各国当局の発表に基づいて2月28日にまとめた統計によると、COVID-19による死者数は252万人を超えた。これまでに世界で1億1,375万人以上の感染が確認され、少なくとも6,969万人が回復した。

関係法令情報（官報）

なし

以上

(鉱物標本の展示 ご案内)

一般財団法人 日本鉱業振興会では、貴重な国内の代表的な金属鉱山の鉱物標本を、榮葉ビル6階展示コーナー（神田錦町）及び科学技術館4階“Metal Factory”に展示し、広く一般に鉱物についての知識の普及に努めています。

鉱物の知識・性状や歴史を知るうえで、非常に有益なものです。是非、御覧になり参考にして下さい。

問合せ：(一財)日本鉱業振興会 E-mail kozan@kogyo-kyokai.gr.jp
Tel 03-5280-2341 Fax 03-5280-7128



鉱 山

第74巻第2号（通巻第792号）

発行 令和3年3月25日
発行所 (一財)日本鉱業振興会
〒101-0054

東京都千代田区神田錦町3丁目17番地11
榮葉ビル8階

電話 03-5280-2341
FAX 03-5280-7128

発行人 高橋 建 編集人 笹本 直人 印刷所 日本印刷(株)