

日本学術会議 化学委員会無機化学分科会(第 25 期・第8回)
春の勉強会 2023 議事録

日時:令和 5 (2023) 年 4 月 27 日(水)15:00~18:00

会場:オンライン(Zoom)形式

議題:次世代のカーボン材料の開発指針と学術

講師:田中文彦(東レ)、西原洋和(東北大)、栄長泰明(慶應義塾大)(敬称略)

出席者(敬称略):委員長 長谷川美貴、副委員長 伊東 忍、幹事 西原 寛、井頭麻子、
内田さやか、北川 進、酒井 健、唯美津木、田中晃二、山内美穂、山下正廣

欠席者(敬称略):加藤昌子、北川 宏、谷口 功、所 裕子

プログラムと講演概要(敬称略):

15:00-15:05 開会の辞、趣旨説明:長谷川美貴、唯美津木

15:05-15:55 「炭素繊維の進化とそれに伴う用途の広がり」

田中文彦(東レ株式会社 複合材料研究所 トレカ技術部 主任部員)

(座長:西原 寛)

本講演では、1959 年に我が国で発見されたポリアクリロニトリル (PAN) 系炭素繊維の歴史について簡単に紹介された後、(1)東レにおける PNA の製法研究(耐炎火反応の制御、国際競争など)、(2)微細構造の理解の発展と性能の向上、(3)複合材料として使われるときの炭素繊維の表面化学、(4)それに伴う用途の広がりをレビューし、炭素繊維の今後について述べられた。具体的には、1960 年代に、発明や発展の過程で新しい製法の発見があり、現在のプロセスの原型ができたことや、その後の微細構造解析で、炭素繊維の微細構造は多様な構造の集合体であり、グラフェンレベルまでほぐして分析することや、単分子レベルでの構造発展を追跡していくことなどの新手法が開発されたことなどが紹介された。また、これらの解析進化に伴う製法高度化の結果として、マクロ欠陥をなくし、19GPa というカーボンナノチューブ (CNT) にも匹敵する引張強度を示し、繊維基質に加えて、炭素繊維の表面官能基とマトリックス樹脂との仲立ちを行うサイジング剤が開発され、用途展開の土台となっていることなどが紹介された。用途としては良く知られた航空機や自動車だけでなく、風車、電線、パソコン筐体など用途は広がっており、長期的には宇宙エレベーターの材料としても期待されており、材料進化と用途拡大が続いていることが述べられた。

15:55-16:45

「sp²炭素材料の分析と立体造形」

西原洋知(東北大学材料科学高等研究所・教授) (座長:唯美津木)

現在、炭素同素体として、ダイヤモンド、黒鉛、フラーレン、グラフェン、カーボンナノチューブ、活性炭などの「無定形炭素」が知られている。このうちダイヤモンド以外は全て sp²炭素材料であることからわかるように、sp²炭素は炭素六角網面を主体としつつも五角形、七角形を網面内に取り込むことで、多種多様な立体構造を形成するポテンシャルをもっている。この特徴を最大限に引き出すと、グラフェンシート1枚で3次元の立体構造を構築することが可能となる。しかし現在のところ、結晶性を持たない「無定形炭素」としての合成しかできておらず、sp²炭素材料の評価法として、一般的なX線回折やラマン分光では物性の予測が困難である。本講演では、まずsp²炭素材料の物性を支配する構造パラメータであるグラフェンの端(エッジ)の量、グラフェン平均網面サイズ、グラフェン平均積層数を材料の次元性や結晶性とは無関係に求めるための手法が紹介された。具体的には、演者らのグループで開発された超高温の昇温脱離(TPD)システムを利用すれば、これが可能となり、sp²炭素材料の構造と化学的耐久性や電気化学的性能との相関が検討可能となる。その結果として浮かび上がる理想的な電極カーボン材料「グラフェンメソスポンジ」の形成メカニズム、特異的な物性および機能、さらに電極材料としての応用例などが紹介された。

16:55-17:45

「ダイヤモンド電極の創製と機能開拓」

栄長泰明(慶応義塾大学理工学部・教授) (座長:長谷川美貴)

ホウ素を高濃度にドーピングした導電性ダイヤモンド薄膜(ダイヤモンド電極)は、優れた電気化学特性をもち、この数年来、ユニークな電極材料として期待されている。演者らはこれまで、ダイヤモンド電極を用いて、主に生体関連物質・環境汚染物質等の微量分析にむけてその基礎的な評価を行ってきたが、電気化学センサーとしての実用化も視野に入ってきた。一方で、電位窓が広い、残余電流が小さいといった特性はもちろん、きわめて優れた耐久性、活性種を効率的に生成できる特性にも改めて注目することで、新しい応用展開が広がってきた。本講演では、医療応用を含む電気化学センサーとしての展開に加え、新しい有機合成法としての利用法、さらにCO₂還元による有用物質生成用の電極としての機能などについて、最近の研究が紹介された。

17:45-17:55

総合討論

17:55-18:00

閉会の辞 伊東 忍