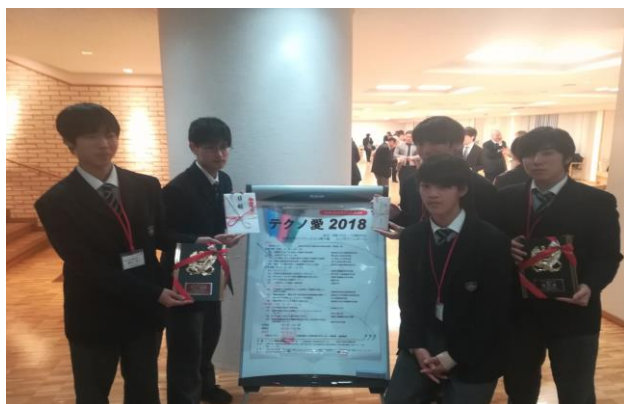


墨作りの原理を活用した炭素微粒子フィルムの調製と物性評価



実施担当者 奈良県立西和清陵高等学校
教諭 早川 純平

1 はじめに

墨作りの原理を活用した炭素微粒子フィルムの調製と物性評価の研究は奈良県立西和清陵高等学校サイエンスチーム10名（石戸海斗・中村一稀・藤田健斗・仲谷和也・谷山功貴・久保真彩・佐々木加菜・中川侑真・吉村竜彦）で実施したものである。その研究概要および研究を通しての生徒の成長に関して報告する。本報告書では、研究を通しての生徒の意識及び能力の変化に特に着目する。

本研究は、多方面で高く評価され、様々な賞を受賞した。受賞記録を下記に記す。

第61回日本学生科学賞（奈良県審査）

優秀賞

第14回高校化学グランドコンテスト

金賞

（100件の応募のうち10件の最終選考会に参加）

本研究が、高校生・化学宣言（PART11）（中沢浩著）8ページにわたって紹介された。

（写真は理化学研究所の玉尾先生と）

テクノ愛2018

テクノ愛賞受賞

（144件の応募のうち9件の最終審査に参加）



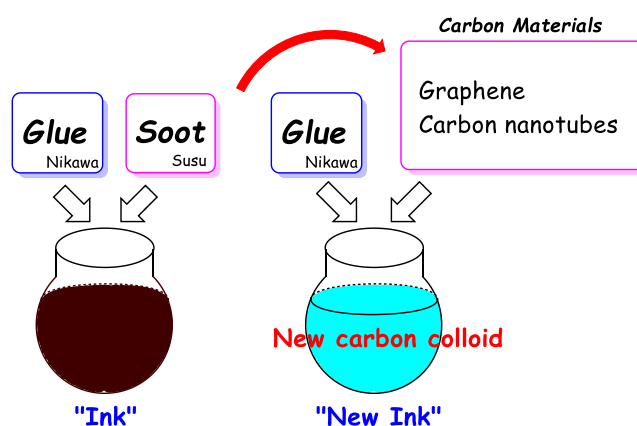
2 研究成果

2-1 研究概要

墨は、奈良県の特産品(奈良墨)であり、煤(すす)と膠(にかわ)から調製される炭素コロイドであることが知られている。我々は墨作りからヒントを得て、グラフェンやカーボンナノチューブを煤の代わりに用いることにより、膠を活用した新規炭素コロイド調製に成功した。さらに、主成分がゼラチンである膠の特性を活かして、炭素微粒子が均一に分散したゼリーやフィルムをきわめて簡便な方法で作成できることも明らかにした。

この成果は、身近な材料と道具のみを

用いて、水に溶けにくい様々な炭素微粒子の分散液を極めて簡便に環境負荷なく調製できることを意味しており、非常に興味深い手法であると言える。



2-2 研究の背景

奈良県立西和清陵高等学校は創立 15 周年を迎える奈良県内でも新しい活力に満ちた学校である。本校では 2018 年度からサイエンスチームを結成し、希望する生徒を募り活動してきた。

本校サイエンスチームでは、電子天秤やメスシリンダーの使い方などの基本的な実験をはじめとして牛乳からのチーズ作りなど様々な活動に取り組んできた。その中で、本校生徒に親しみやすい奈良県の特産品である“墨”を取り上げ、煤と膠から墨作りを行い、コロイドに関する学習を行った。

その中で煤の組成に疑問を持った生徒が、煤が炭素の微粒子であるということに着目し、同様にカーボンナノチューブやグラフェンなどの炭素素材でも墨ができると予想した。

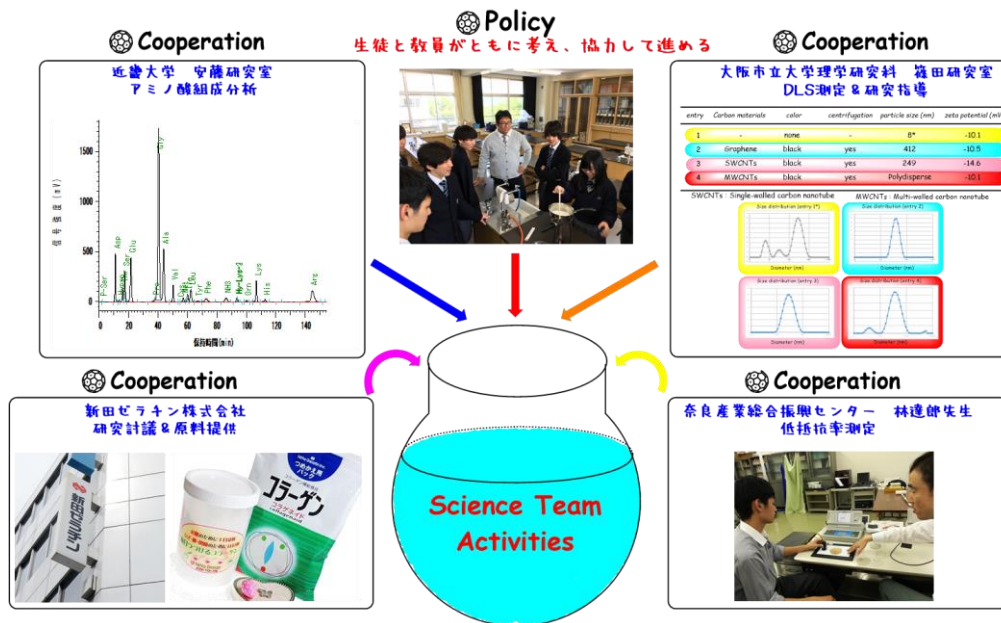
続いて、その疑問を解決するべく生徒同士が協力し、種々の炭素材料に対して次々と実験に意欲的に取り組んだ。

2-3 研究の発展

高校の教員はもちろん大学の教員も交えた活発な議論及び様々な実験を繰り返した結果、カーボンナノチューブやグラフェンの分散法を確立し、その分散におけるメカニズムを詳細に考察した。そのうえ、その知見を活かし炭素微粒子分散フィルムの作成にも成功した。また、UV-Vis(紫外可視分光法)やDLS(動的光散乱法)などの高校化学では扱わない測定機器の勉強を進んで始めた。最終的には、大阪市立大学理学研究科の八ッ橋先生、篠田先生の協力もあって、UV、DLSの測定を自ら行うところまで成長した

教員のアドバイスも影響し、より詳細なデータを得るために、様々な外部機関との連携も積極的に実施した。以下に主な連携先および連携内容をまとめる。

- ①近畿大学農学部安藤研究室 膠のアミノ酸組成測定
- ②大阪市立大学理学研究科 UV-Vis(紫外可視分光法)、DLS 測定(動的光散乱法)
- ③新田ゼラチン株式会社 研究討議
- ④奈良県産業総合振興センター 林達郎先生 炭素微粒子分散フィルムの抵抗率の測定



2-4 学会発表

これまでに得られたデータまとめ、高校生が集まる高校化学グランドコンテストやテクノ愛2018はもちろん、大学の先生や企業の研究者が集まる学会において英語のスライドを用いて発表した。毎日、補足実験も行いながら、自主的に夜遅くまで練習し、先行研究も十分考慮に入れたうえでの口頭発表やポスター発表を行った。この経験は英語の重要性に再確認し、研究者としての素養を養う上で非常に重要な経験であったと言える。

以下に参加した学会を下記に記す。

- (1) The 53rd Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, 2017, 1-14 (Kyoto University)
- (2) The 54th Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium, 2018, 2P-34 (Tokyo University)
- (3) The 69th Divisional Meeting of Colloid and Interface Chemistry, 2018, P116 (Tsukuba University)



第53、54回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム



第69回コロイド界面化学討論会



第14回高校化学グランドコンテスト

2-5 課題

様々なフィルムを調製し、抵抗率を測定したものの顕著な導電性は確認できなかった。分散法の工夫および分散剤の検討により導電性の発現を目指す。

3 まとめ（生徒達の変化）

☆化学への勉強の意欲が湧き、化学的事象に対して興味を持つことができるようになった。また、行った実験の結果に対して鋭い疑問をもつようになった。

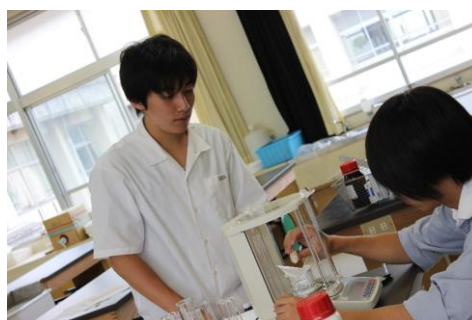
・教員も加わり活発な議論をすることで、生徒から自発的に疑問が湧いてくるようになり、次に行うべき実験を的確に考えることが出来るようになった。特に課題に対して主体的に取り組めるようになった。

・炭素材料を進んで自ら学ぶ姿勢からも判るように、自ら学ぶ姿勢を身に付け化学的な知識の量が飛躍的に増加した。専門的な学会においても堂々と議論できるようになった。

☆大学生にも見劣りしないほど実験技術が著しく上達し、複数の実験を同時に効率よくこなせるようになった。

・電子天秤を使う際は素早く、0.1 mg まで正確に測定できるようになった。

・様々な実験の律速段階を考え、最も適当な実験の手順を考案できるようになった。

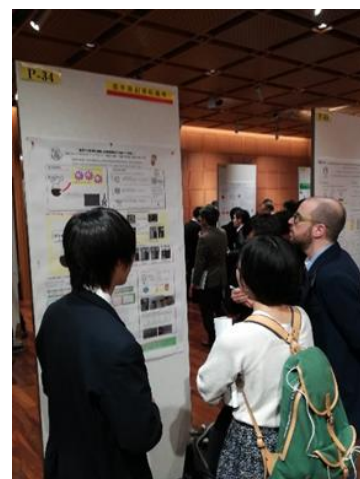


☆高度な知的好奇心が芽生え、高校化学の範疇を超えた内容を進んで勉強するようになった。

・紫外可視分光法（UV-Vis）、動的光散乱法（DLS）等の勉強会を進んで行い、大阪市立大学で測定を行った。

・グラフェンやカーボンナノチューブなどの最先端の炭素材料を英語で書かれた学術論文で勉強し、フラーレンを扱って種々の実験を行った。

・様々な学会において英語で発表したことも関係し、英語に関して強い勉強意欲をもつようになった。



謝 辞

研究を助成していただいた公益財団法人中谷医工計測技術振興財団に特に厚く御礼申し上げます。さらに、ゼラチンについて教えていただいた新田ゼラチン株式会社生産本部技術開発部技術チームの三浦潤様、森岡保夫様、龍崎美智子様、研究をサポートしていただいた大阪市立大学理学研究科の八ッ橋知幸教授、篠田哲史教授、膠のアミノ酸の組成を測定していただいた近畿大学農学部水産学科の安藤正史先生、研究全般をサポートしていただいた奈良県教育委員会の山本先生、村上先生、関連する論文等を探していただいた奈良教育大学の和田教授には、お忙しい中、本当にお世話になりました。心からの感謝の意を表します。