調査・報告

炭化繊維利用研究会報告

明歩谷　英樹*　渋谷　恵太*　笠原　勝次**　岡田　英樹**　三浦　一真***　依田　毅***

Report of Market and Technology Trends of Activated Carbon of fibers

MYOUBUDANI Hideki*, SHIBUYA Keita*, KASAHARA Katsuji**, OKADA Hideki**, MIURA Kazuma*** and YODA Tsuyoshi***

1. 緒　　言

綿繊維を炭化させた「炭化綿」は石炭由来の活性炭に比べ，その比表面積が数倍を示すことから，吸着性能が高く大変注目されてきている。炭化繊維のメリットとしては，図1に示すようにシート状の繊維であれば炭化処理前に希望する形状に成形することで，その形状を保持したまま炭化物を得られることも特徴といえる。これら繊維素材を活用した炭化繊維の用途開発について，県内企業と連携を取りつつ，調査研究を行った。

2. 活動概要

2.1 研究会の開催

昨年度は，炭化綿を中心に調査研究を行った[1)]が，今年度は，綿以外の繊維素材にも拡大し研究活動を行った。その炭化繊維の用途で注目が集まっているものとして，電気二重層キャパシタがあげられる。そこで，今年度2回開催したセミナーでは，電気二重層キャパシタに関しての講演会を実施した（表1参照）。

第1回セミナーでは，群馬大学の教授　白石氏から学術的な面を，第2回セミナーではリーディングカンパニーの日本ケミコン（株）部長　仲秋氏から実際に上市し日々進化し続けているキャパシタの最新情報について情報提供いただき，参加企業の方々と技術的な課題や将来性について議論することができた。

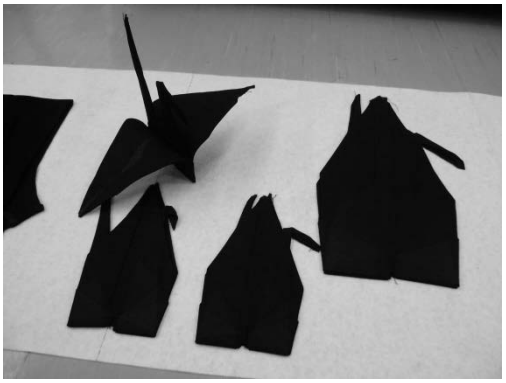

図1　炭化繊維の製品例

2.2 市場や県内企業の動き

日本ケミコン（株）によると，現在，電気二重層キャパシタに使用されている電極は薬品賦活したヤシ殻活性炭であるとのことである。その主な製造メーカーはクラレケミカル（株）などである。コスト面からヤシ殻活性炭を採用しているが，まだまだ性能的には物足りなく，よりよい電極の登場が望まれている。今回試作し

表1　研究会活動

	内　容
第1回セミナー (H26.9.12)	「電気化学キャパシタ用炭素ナノ細孔体電極の課題と未来」群馬大学大学院理工学府　教授　白石　壮志　氏
第2回セミナー (H27.3.5)	「電気二重層キャパシタ(EDLC)の現状と最新情報」　日本ケミコン（株）　技術本部製品開発センター　部長　仲秋　健太郎　氏

*　素材応用技術支援センター
**　下越技術支援センター
***　中越技術センター

表 2　電気二重層キャパシタの特徴

メリット	デメリット
急速な充放電が可能	エネルギー密度が低い
パワー密度が大きい	電圧が低い
化学反応を伴わないので，サイクル寿命が長い	コストが高い
低温特性が優れている	
重金属を使用しない	

た炭化綿のコストを試算すると，熱処理だけでも高コストになってしまう。しかし，吸着性能の良い炭化綿でも大量に生産することで，現状のヤシ殻活性炭の代替が十分可能と考える。

電気二重層キャパシタの最大の課題はエネルギー密度といわれている[2)]。ハイブリッド車用や燃料電池併用キャパシタなどの新しい用途に適用していくためには，少なくとも現状の2～5倍のエネルギー密度 （10Wh/kg以上）が必要とされる。これらの要求に対し，電極材料などの新材料の開発，セル構造の改良などによりキャパシタ単体での特性および信頼性を向上させていく必要があるのは言うまでもないが，直列接続，周辺回路などの問題を含めたシステム全体の高効率化，高信頼性化が不可欠である。

電気二重層キャパシタのメリットとデメリットを表2に示す。これらのメリットを伸ばしつつ，デメリットを低減していくことが性能向上のポイントといえる。

「電気二重層キャパシタ」に関して県内企業を調査したが，これまでに製造や開発に取り組んだ企業に関する情報を得ることができなかった。日本ケミコン（株）の子会社であるケミコン長岡（株）が，一部キャパシタの組み立てを行っている。また，二次電池関連では，セパレーター部品やタブリードに携わる企業も出てきており，少しずつではあるがこの分野に進出する企業が出てきている。

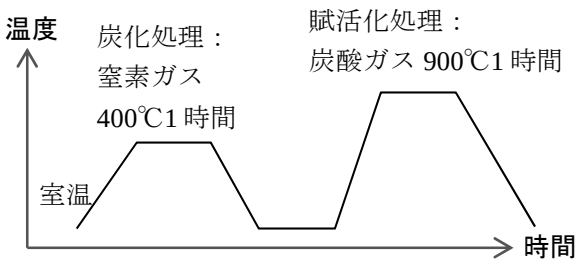

図 2　炭化，賦活化処理レシピ

3.　工業技術総合研究所の取り組み

今年度は，綿の他にレーヨンや絹，ポリエステルなど他の繊維について炭化処理実験を行い，素材による特徴や課題，吸着性能などを把握することとした。ここでは，各繊維の炭化実験について示し，各種機能性の評価を行った結果を報告する。

3.1　繊維の炭化処理

当研究所では炭化処理及び賦活化処理をさまざまな条件で行い，綿，レーヨン，ポリエステル，多繊交織布（交織 1 号）の炭化繊維を作製した。代表的な炭化処理のレシピを図 2 に示す。多くの繊維素材の炭化を実施することができたが，ポリエステルおよび多繊交織布については，炭化，賦活化において収縮が大きくセルロース系のものとは異なる塊状の試料が作成された（図 3 に多繊交織布の炭化物の写真を示す）。各繊維素材に適した炭化，賦活化処理があることを把握することができた。

3. 2　炭化繊維とその性能

前項で作成した炭化繊維の各種特性を把握するため，吸着性能から構造的特徴，多孔性の評価，電気特性などについて試験を行った。以下に，測定した結果の一部を示す。

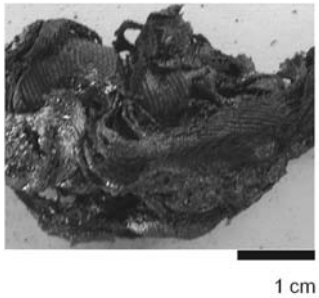

図 3　炭化繊維（多繊交織布）

3.2.1 メチレンブルー吸着性能

活性炭の吸着性能を簡単に評価する方法として，メチレンブルー吸着測定がある。「JIS K 1474　活性炭試験方法 7.1.2.3 メチレンブルー吸着性能」を参考に，各炭化繊維の吸着性能を求めた。炭化綿の吸着性能の状況を図 4 に示す。その他，多くの炭化繊維の吸着性能をまとめることができた。今回最も吸着性能が良い結果が得られたのは，賦活化処理した炭化綿で吸着量 194mg/g であった。

3.2.2 電気的特性

電気二重層キャパシタなどの電極を用途として想定する場合，炭化繊維の電気的特性を把握することは重要である。今回は，簡単に評価できる方法として，アルミ箔と炭化繊維の間に食塩水(10wt%)を含んだ不織布を挟んだ炭電池を作成し，その電極間に発生する起電圧を測定することでその性能比較を行った。電気特性の試料形状による影響を調べるため，織物，ニット，タオル地の 3 種類の生地を 1300℃で炭化した炭化綿を使用した。炭化綿とアルミ箔の大きさは 60mm×60 mm とした。各炭化綿試料と未処理（織物）の起電圧の時間変化を測定した結果を図 5 に示す。炭化されていない未処理（織物）が 0.3V 程度の電圧であるのに対し，炭化綿はどれも約 2 倍の値を示した。試料の構造的な影響に注目すると測定開始直後ではタオル地が一番大きく，ニット，織物と続いた。しかし，その差も時間とともに小さくなる傾向を示した。

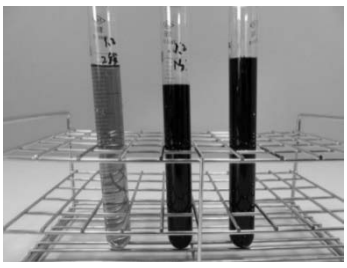

図 4　メチレンブルー吸着測定
左：賦活化処理後炭化綿，中：ヤシ殻活性炭，右：賦活化処理なし炭化綿

4. 結　　言

(1) 「炭化繊維利用研究会」を立ち上げ，セミナーを 2 回開催した。多くの企業から参加いただき，綿や各種繊維素材を炭化した「炭化繊維」の基本性能や加工方法をはじめ，その用途について情報交換を行ったところ，企業間の新たな連携も出てきている。

(2) 繊維状活性炭の用途として，電気二重層キャパシタに注目し，セミナー講師や多くの企業とともに議論した。この分野の技術はまだまだ発展途上であり，エネルギー密度を向上させるより良い技術が開発，確立できれば，参入可能性は十分にある。

(3) 実際に「炭化繊維」を加工試作したところ，炭化綿を賦活化した試料はヤシ殻活性炭を超える大きな吸着性能を持つものも作成することができた。一方，ポリエステルなど熱可塑性素材については，ヤシ殻活性炭を超える吸着性能を得ることができず，今後加工方法の改良など多くの課題を明確にすることができた。

参考文献

1) 明歩谷英樹，渡邉亮，笠原勝次，岡田英樹，“炭化綿利用研究会報告”，工業技術研究報告書，No.43，平成 25 年度，pp.85-87.

2) 金村聖志，“工業材料”，Vol.63，2015，pp. 18-23.

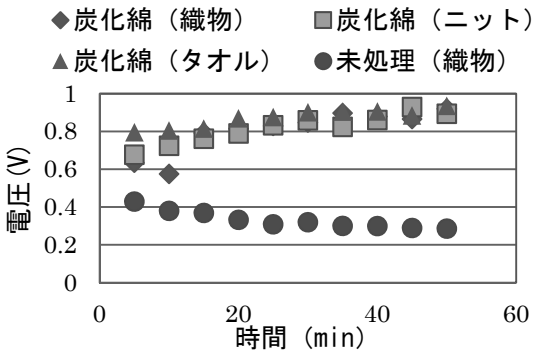

図 5　炭電池の電気特性

Ⅳ　資　　料

「図」および「表」の再掲（抜粋）

Ⅲ 調査・報告

2. 難加工耐熱材料の成形技術に関する調査研究

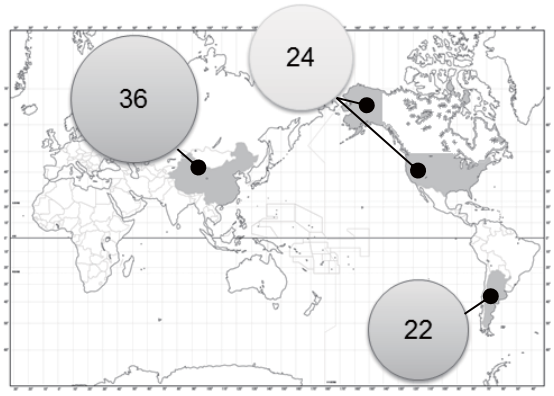

図2　シェールガス埋蔵量の分布（兆m^3）
（69ページ）

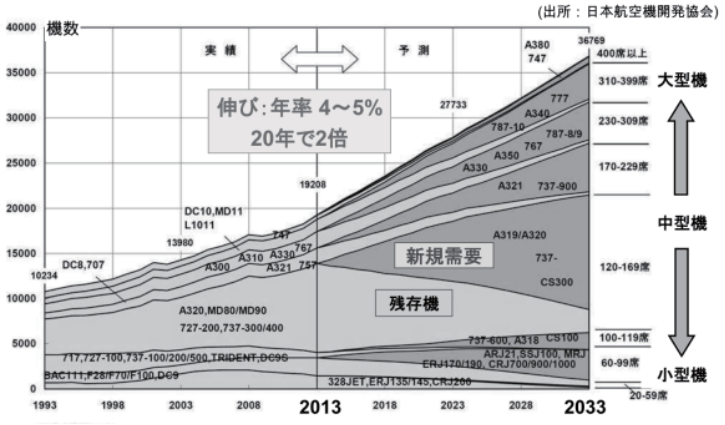

図3　民間航空機需要の推移の予測
（69ページ）

3. 炭化繊維利用研究会報告

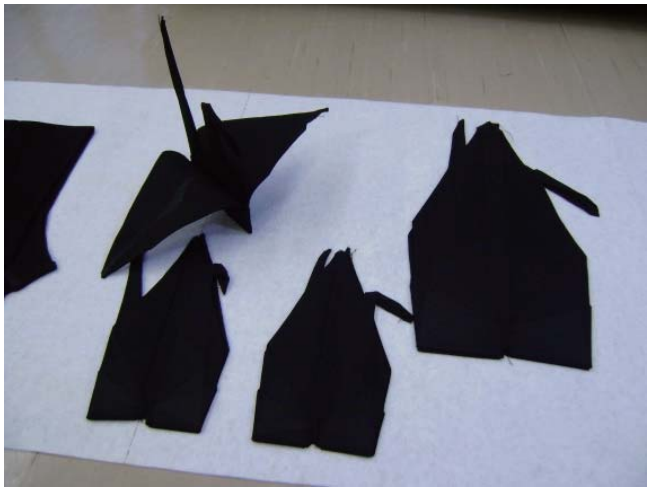

図1　炭化繊維の製品例
（71ページ）

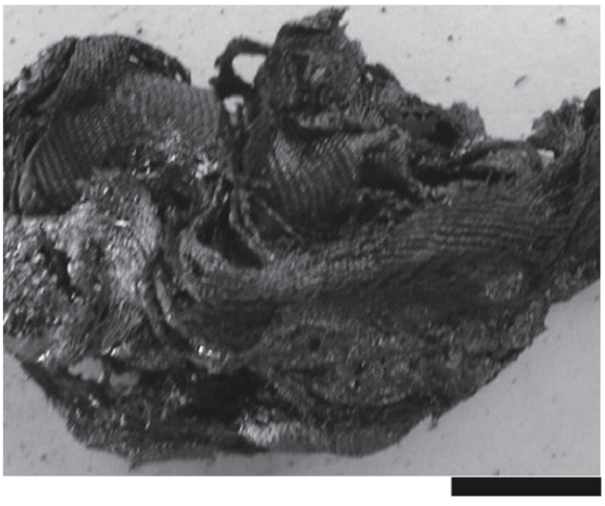

図3　炭化繊維（多繊交織布）
（72ページ）

Ⅲ 調査・報告

3. 炭化繊維利用研究会報告

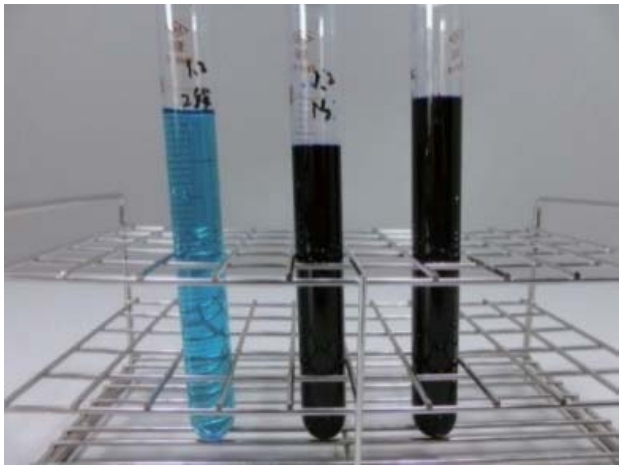

図4　メチレンブルー吸着測定
左：賦活化処理後炭化綿，中：ヤシ殻活性炭，右：賦活化処理なし炭化綿
（73ページ）

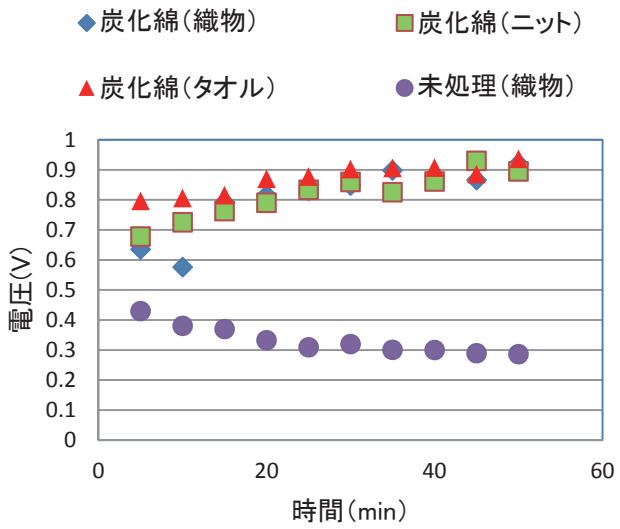

図5　炭電池の電気特性
（73ページ）

4. 精密微細加工技術の分析分野への応用に関する調査研究

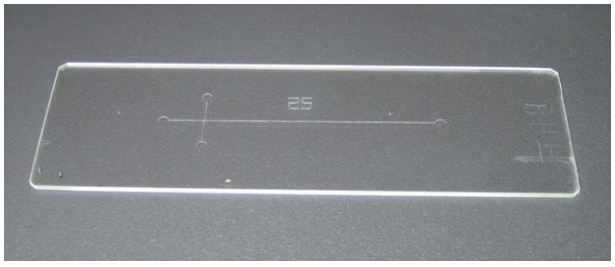

図2　作製したチップの外観
（76ページ）

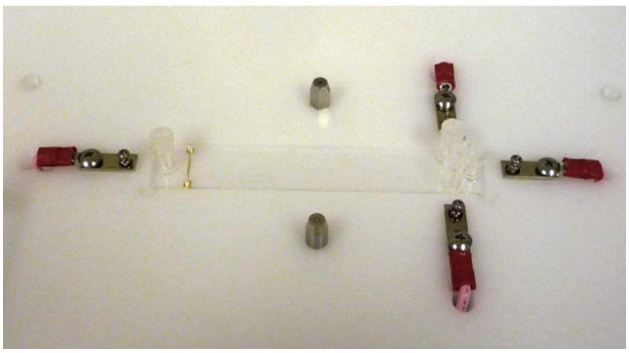

図4　電気泳動チップと電極
（77ページ）