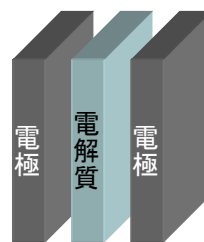


ディビジョン番号	11
ディビジョン名	電気化学

大項目	1. エネルギー変換
中項目	1-1. 電池・燃料電池
小項目	1-1-5. 電池／キャパシタ（スーパーキャパシタ）

概要（200字以内）

高機能化する携帯電子機器に対応するため、小型、軽量の大容量パワーソースが求められている。急速充放電可能、長寿命、大容量等の特性を有する電気化学キャパシタはこのようなニーズに対応可能である。電極としては炭素材料の利用が主流である。酸化物、導電性高分子や超分子材料等の利用、固体電解質やイオン液体を電解質に用いるキャパシタも研究されている。電池反応を併用するハイブリッドキャパシタの利用が考案されている。



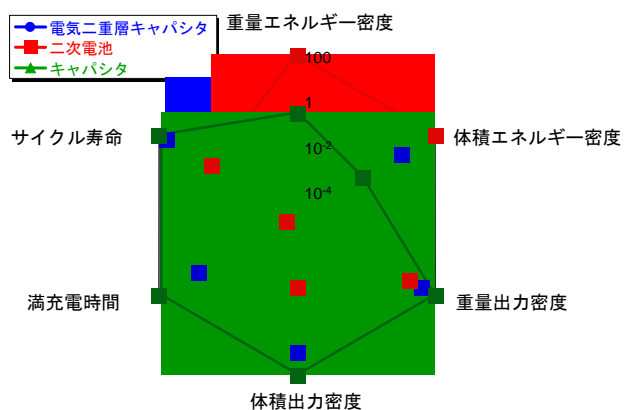
電気化学キャパシタ  
（通称スーパーキャパシタ）  
1対の電極を電解質に挟んだ単純な構造。電極と電解質界面および界面近傍でのイオンの移動を電荷蓄積に利用する。

電気化学キャパシタの開発要素とトレンド  
電極材料：ナノカーボン、導電性高分子、超分子、金属酸化物  
電解質：非水系、固体、ゲル、イオン液体  
セル構成：対称セル、非対称セル、ハイブリッド、Liイオンキャパシタ

現状と最前線

1. キャパシタ

キャパシタは（別名コンデンサ）、誘電体コンデンサと電気化学キャパシタに大別される。前者は、セラミックコンデンサ、フィルムコンデンサ、電解コンデンサなど誘電体が組み込まれたものである。後者は、明確な誘電体層はないが、その電氣的挙動が容量性、すなわちコンデンサ的である。電気化学キャパシタは、電極主材の種類によって容量の発現機構が異なる。電気二重層の充放電、すなわち、非ファラデー過程を利用した電気化学キャパシタでは活性炭が用いられる。また、酸化物や導電性高分子を用いた電気化学キャパシタではファラデー過程による擬似容量による寄与がある。



2. 電極材料

国内で市販されている電気化学キャパシタは炭素材料を用いている。海外では酸化物材料を用いたキャパシタを販売している会社が数社ある。現状では数千 m<sup>2</sup>/g の活性炭を用いている

が、キャパシタグレード活性炭の低価格化が望まれている。一方、体積エネルギー密度や出力密度の向上を期待して、カーボンナノチューブ等のナノカーボンの研究開発が進められている。実用化にはナノカーボンの量産による低価格化が望まれる。導電性酸化物や有機材料については開発研究段階と言える。導電性酸化物については貴金属酸化物の代替材料、有機材料については寿命が課題であるが、最近ではこれらの課題を克服したとする報告がある。

### 3. 電解質

市販されている電気化学キャパシタの殆どは四級アンモニウム塩を有機溶媒に溶解した電解液を用いている。一部高出力タイプで硫酸を用いている製品もある。広い温度範囲での使用が可能な電解質や最大キャパシタンスが得られる各種電解質の開発が進んでいる。全固体化を目指した高分子電解質、ゲル電解質の開発も進められている。最近注目を集めているイオン液体の利用も検討され、市販製品もある。イオン液体に適した電極材料の選定などが勧められていると同時に、低価格化が望まれる。

### 4. セル構成

通常は同一の電極材料を一对電解質に挟んで構成される。最近、片極は炭素材料、もう1極は酸化物や導線性高分子などを用いた高電圧・大容量ハイブリッドキャパシタの開発が進んでいる。さらに、リチウム塩を電解質としてもちいて、片極ではキャパシタ反応、もう一極では電池反応を利用するリチウムイオンキャパシタ (LIC) と称されるハイブリッドキャパシタが注目されている。

### 5. キャパシタ搭載システム

電気化学キャパシタはハイブリッド車、電子機器、夜間電力貯蔵、瞬電対策システム、コピー機、重機などの急速起動用電源として既に搭載されている。今後、燃料電池や太陽電池などの新エネルギーとのハイブリッド化が期待される。また、大型から超小型デバイス開発が望まれる。

## 将来予測と方向性

#### ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

全固体電解質、イオン液体を用いたハイブリッドキャパシタの材料開発

ナノカーボンを用いたキャパシタデバイスの開発

炭素材料以外の電極材料を用いたキャパシタの実用化

ナノカーボンにおける電気二重層理論の確立

#### ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

超小型燃料電池、二次電池とのハイブリッド

安価な新規電極材料、電解質の開発

導電性酸化物や高分子材料における電荷蓄積機構の確立

## キーワード

電気二重層、炭素材料、導電性酸化物、導線性高分子、有機電解液

(執筆者：杉本 渉)