

CERAMICS JAPAN

BULLETIN OF THE CERAMIC SOCIETY OF JAPAN

セラミックヒストリー 100選

エネルギー関連セラミックス



公益社団法人 日本セラミックス協会

セラミックス誌に見るエネルギーセラミックスの変遷

本アーカイブで取り上げる昨今 50 年間では、エネルギーの主力は、産業革命以降から続く石炭、石油等のエネルギー資源の燃焼による熱エネルギーであった。このエネルギーは自動車等の動力や電力に変換して利用され、今なお大きな割合を占めている。一方、オイルショックを契機に、それまでの石炭や石油依存からの脱却の流れが徐々に進みはじめ、例えば化石資源では天然ガスへのシフトが進み、その割合を増大させてきた。これらの資源を利用したシステムにおいてセラミックも重要な役割を果たし、例えばエンジンに関わる部材や碍子等送電に関わる部材等に利用されてきた。1990 年代に入ると、温室効果ガスの問題がクローズアップされ、資源量の問題も相まって化石資源からの脱却が志向され、原子力や再生可能エネルギーの利用が徐々に進んできた。加えて、2011 年の福島原発事故、近年の温室効果ガス削減に対して国際的に設定された高い目標値等を背景に、再生可能エネルギーや新エネルギーをエネルギーの主役にする動きが高まってきている。今後 50 年で技術の発展が期待される。

また、特に資源の枯渇の問題が大きくなってきた昨今 50 年間の前半あたりから、熱エネルギーだけではなく、化学エネルギー等さまざまな形のエネルギーを直接電力等のエネルギーに変換する技術も現れてきた。特に電池技術の発展は目覚ましく、乾電池等に代表される汎用電池に始まり、さまざまな化学エネルギーの利用が可能な燃料電池等さまざまな様式で開発がなされてきた。さらに、リチウムイオン二次電池に代表されるような、さまざまなところで生み出されたエネルギーを貯蔵する技術も大きな発展を遂げてきた。これら電池においては、電極、電解質を含め実にさまざまなセラミックス技術が応用されており、エネルギー技術におけるセラミックス技術の主流ともいえる。その規模も携帯できるタイプから大規模発電できるタイプまで応用範囲も実に幅広く、それぞれの守備範囲で特有な技術開発がなされてきた。今後のエネルギー関連技術の開発において重要な位置を占めることは間違いないと考えられる。本アーカイブでは上述の技術をはじめ、時代の中で生み出されてきたエネルギーに関連するセラミック技術をピックアップし、紹介したものである。この 50 年間に振り返るにあたって、皆様の一助となれたら幸いである。

日本セラミックス協会出版委員会 梅垣 哲士



▶ 各内容の詳細は各記事の囲みをクリックしてご覧ください。

エネルギー開発とセラミック材料

笛木 和雄 (東京大学)

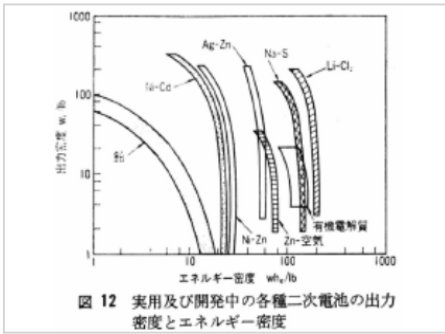


図 12 実用及び開発中の各種二次電池の出力密度とエネルギー密度

エネルギー関連のセラミックス材料について概説。エネルギー新技術では、材料がその成否の鍵を握っているものが多く、核燃料、高温ガスタービン、MHD、高温型燃料電池、新型二次電池では特にセラミック材料が重要な役割を占めている。上に挙げた材料を改良してよりよい性能を与える努力をする一方、例えば全く新しい発想に基づく新セラミック材料、例えば T (臨界温度) の高い超電導セラミック材料の開発といった課題に挑戦することも重要である。

CERAMICS JAPAN 13 [1] 3-11 (1978)

セラミックス系ナノシートとエネルギー材料応用への期待

長田 実・佐々木 高義 (物質・材料研究機構)

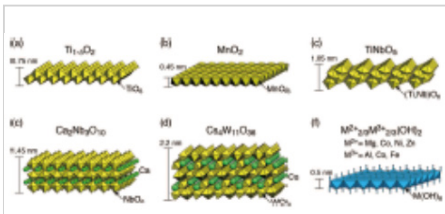


図 1 代表的なセラミックス系ナノシートの構造模式図。(a) Ti_3O_5 , (b) MnO_2 , (c) $TiNbO_5$, (d) $Ca_2Nb_2O_9$, (e) $Cs_2W_{11}O_{39}$, (f) $M^{2+}_2M^{2+}_{1/2}(OH)_2$ ($M^{2+} = Mg, Co, Ni, Zn$; $M^{2+} = Al, Co, Fe$)

セラミックス系ナノシートの材料技術とともに、キャパシタ、電池材料等のエネルギー材料応用について紹介。グラフェンをはじめさまざまなセラミックス系ナノシートの剥離が試みられており、新しいナノテク材料へと変貌を遂げている。セラミックス系ナノシートはイオン伝導性、レドックス特性、高誘電性等グラフェンや他の 2 次元物質で実現できない機能を発現する。またナノシートは薄さゆえにレゴブロックのように積み重ねるだけで層間構造の設計や電子状態を自在に制御できるため、新しいエネルギー材料の構築手法としても期待が大きい。

CERAMICS JAPAN 50 [8] 628-632 (2015)

核融合エネルギーの開発

山中 千代衛・中井 貞雄 (日本原子力研究所)

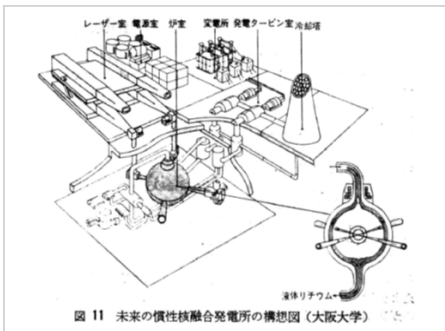


図 11 未来の慣性核融合発電所の構想図 (大阪大学)

核融合に関する技術を概説。新しいエネルギー源の開発は人類の急務とされ、核融合が公害のない明日のエネルギー源として期待されている。炉心プラズマの発生・制御に関する基礎的研究が着実に進められてきた。核融合炉に対する技術的展開を強力に進める必要がある。これにより経済性、安全性、環境適応性よりみた最適閉じ込め方式の探索的研究に対する指針も得られる。エネルギー自給率の低い我が国こそ総合的なプロジェクトを立案し、プラズマ物理学、炉工学、レーザー工学、化学工学、物性材料工学、流体力学、数値解析、真空工学、低温工学等の専門家が相協力して問題解決にあたるようにしなければならない。

CERAMICS JAPAN 15 [2] 105-112 (1980)

原子力システムとセラミックス

矢野 豊彦 (東京工業大学)

表 1 核分裂原子炉の主要構成要素と主な材料 (原子炉の炉型に応じて、これらの材料が選択して使われている)

主要構成要素	主要材料
核燃料	ウラン、プルトニウム (酸化物、金属)
構造材料	ジルコニウム合金、鉄鋼材料、ステンレス鋼、ニッケル合金、炭化ケイ素、グラファイト、コンクリート
減速材と反射材 (熱中性子炉)	グラファイト、軽水あるいは重水、ベリリウム
ブランケット材と反射材 (高速炉)	減速ウラン、トリウム、ベリリウム、グラファイト
制御材	炭化ホウ素、銀-カドミウム合金、ハフニウム、ホウ酸、希土類酸化物
冷却材	He, CO ₂ , 軽水, 重水, 液体金属 (Na, Pb-Bi)
遮蔽材	コンクリート、鉄鋼、鉛、ポリエチレンなど軽-重元素

アメリカから軽水炉を技術導入されて以来、日本では新型転換炉、高速増殖炉、高温ガス炉開発、核融合炉開発を国際的に先導するまでに発展してきた。また、核燃料サイクルの成立に向けて関連施設の整備を進めてきている。現在、電力の約 1/3 をにう原子力プラントは、種々の材料の固体・液体・気体の各相が巧みに組み合わせられて使用され、固体材料としては金属材料を主として、セラミックスを含む数々の材料が用いられている。原子力発電の概要、原子炉・核融合炉の構成要素と材料、および中性子と物質との相互作用について解説。

CERAMICS JAPAN 39 [10] 805-811 (2004)

二次電池関係

エネルギー貯蔵装置としての二次電池の可能性：ニッケル・水素（金属水素化物）蓄電池 松本 功・川野 博志・林 隆之（松下電池工業（株））

表1 各種電池系の諸特性（電気自動車用の副電池として想定）

CCV (V)	エネルギー密度 (W-h/l)	出力密度 (W/kg)	サイクル	充放電効率 (%)	自己放電 (%) (20℃, 月)	作動温度 (℃)	信頼性 (安全係)
Ni/MH	150	70	130	1000以上	82.5	15	○
Ni/Cd	120	60	130	1000以上	80	15	◎
鉛酸電池	2.0	80	30	150	300~500	70	○
Zn/Bry	1.7	50	60	100	500	70以上	○
Na/S	1.8	120	80	90	500	70以上	◎
Ni/Zn	1.5	130	75	130	250	不明	△
Li/FeS	1.5	100	100	300	不明	0	?

注) ○：長期的市場実績あり。 ◎：開発段階で、致命的な課題ではない。
△：開発段階で、やや疑問がある。 ?：重要課題と想定されるが、まだ詳細不明。

大型 Ni/MH 蓄電池の特性およびそれが実用化されるためのシステムについて概説。この電池系の特徴は、①エネルギー密度が高く、出力、安全性等の基本特性に優れるが、充電制御、モニタリング等の適切なバッテリーマネジメントシステムの確立が必要、②数千サイクルの長寿命が期待できる反面、比較的高価な電池系のため、使用頻度の高い緊急用途または僻地の照明用等の独立型電源に適する。

CERAMICS JAPAN 31 [8] 639-642 (1996)

二次電池関係

ペロブスカイト型リチウムイオン伝導性酸化物 稲熊 宜之（学習院大学）

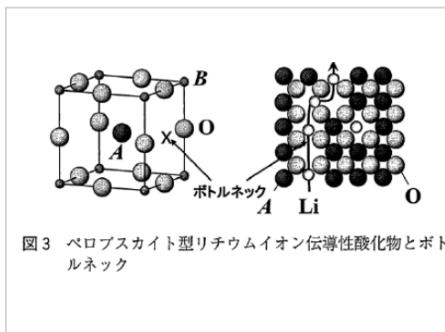


図3 ペロブスカイト型リチウムイオン伝導性酸化物とボトルネック

ペロブスカイト Li イオン伝導体の構造とイオン伝導性について解説。そのイオン伝導性について、構造と関連させながらキャリア濃度、パーコレーション、伝導の活性化エネルギーの観点から述べ、ペロブスカイト Li イオン伝導体の中で最もよく研究されている $\text{La}_{2/3-x}\text{Li}_{3x}\text{TiO}_3$ の構造とイオン伝導性について解説。

CERAMICS JAPAN 43 [7] 540-546 (2008)

二次電池関係

リチウムイオン電池用黒鉛負極 安部 武志（京都大学）

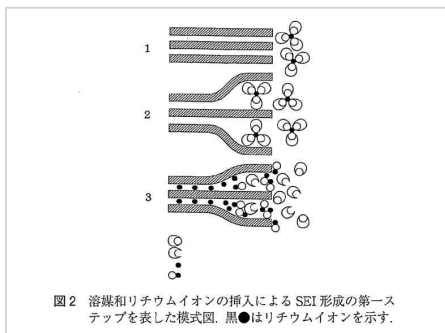


図2 溶媒和リチウムイオンの挿入による SEI 形成の第一ステップを表した模式図。黒●はリチウムイオンを示す。

黒鉛負極について概説。黒鉛代替負極である合金系負極の実用化が遅れており、今後も民生用リチウムイオン電池で主な負極として黒鉛負極が使用されることが予想される。また、EV 用リチウムイオン電池では高レート特性、高サイクル特性が求められるため、黒鉛負極だけではなく難黒鉛化性炭素や焼成温度が低い炭素材料も検討されるものと考えられる。また、太陽光や風力等を用いた自然エネルギーの安定供給のために蓄電デバイスとして考えた場合、長寿命型カーボン系負極の開発が重要となる。電解液との反応性を制御できるカーボンは長寿命型負極の重要な設計指針となるものと思われる。

CERAMICS JAPAN 45 [3] 139-142 (2010)

二次電池関係

セラミックスおよび合金負極 今西 誠之（三重大学）

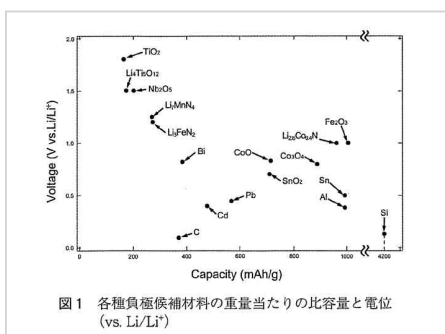


図1 各種負極候補材料の重量当たりの比容量と電位 (vs. Li/Li⁺)

ポスト炭素材料として化合物および合金系材料の紹介とその容量に要点を絞って紹介。実際の負極としては、安全性や高速充放電といった性能も要求される。初回不可逆容量や電位ヒステリシスの解消も難しい課題であるが、合金系については複合化や組成・構造・モルフォロジーを制御することで高性能化が進んでおり、今後も面白い材料が提案されると期待される。

CERAMICS JAPAN 45 [3] 143-147 (2010)

次世代鉄系正極材料の現状と課題

岡田 重人・土井 貴之・山木 準一 (九州大学)

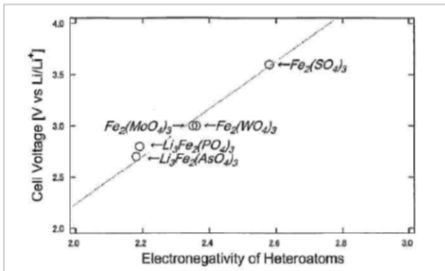


図1 $M_2(XO_4)_2$ ナシコン型鉄系正極の対Li放電電圧とヘテロ元素Xの電気陰性度の相関

リチウムイオン電池の大型化、汎用化に伴い、経済性安全性の観点から、次世代正極として注目度が高まりつつある鉄系化合物について紹介。オリビン型 $LiFePO_4$ 正極を用いた出力密度 1800W/kg の高出力型リチウムイオン電池が市販され、今後の鉄系正極活物質の進展に期待される。

CERAMICS JAPAN 45 [3] 153-157 (2010)

透過型電子顕微鏡-収差補正 ABF-STEM法によるリチウム二次電池材料中のリチウム原子列の直接観察

森分 博紀¹・黄 栄¹・平山 司¹・大木 栄幹³・幾原 雄一^{1,2}

(¹ファインセラミックスセンター・²東京大学・³トヨタ自動車(株))

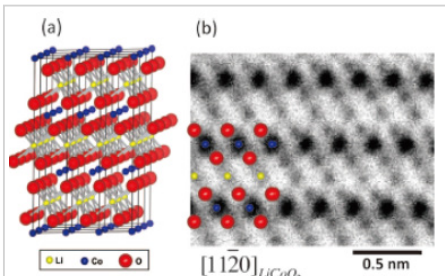


図2 (a) $LiCoO_2$ の結晶構造 (格子定数: $a=b=284\text{\AA}$, $c=1395\text{\AA}$) および(b) $[11\bar{2}0]$ 方向から観察した ABF-STEM 像。

ABF-STEM 法をもちいて、リチウム二次電池正極材料である $LiCoO_2$ 中のリチウム原子列の直接観察に成功した結果を解説。ABF-STEM 法にて得られる電子顕微鏡像の解析、解釈には精密な電子顕微鏡像の理論計算が必要不可欠である。執筆者らの研究グループではこの手法を多くの電池材料に適用することにより、次世代の高性能電池開発に必要な基礎的な知見を得ることを目標としている。

CERAMICS JAPAN 46 [1] 59-61 (2011)

格子力学に基づいたリチウムイオン二次電池材料における拡散現象の第一原理計算

桑原 彰秀 (ファインセラミックスセンター)

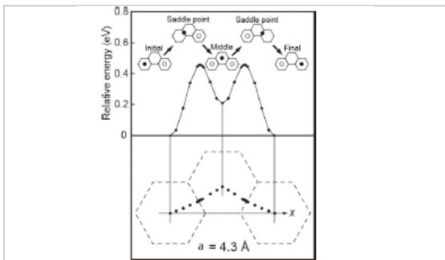


図2 Nudged Elastic Band 法で決定された空孔機構でのリチウムイオンのジャンプ過程における (上段) エネルギー変化と、(下段) c 軸方向から見た移動経路。下段図中の破線はグラファイト層の炭素六角格子。

第一原理格子力学計算による拡散係数の理論評価方法に関してリチウムイオン二次電池負極のリチウム黒鉛層間化合物におけるリチウムイオンの拡散係数の理論計算を一例として紹介。第一原理格子力学計算は完全結晶における格子振動の理論解析には既に多く用いられているが、点欠陥を含むような系に対しては計算負荷が膨大になるために適用例はあまりなかった。しかし、近年の計算機の性能向上により、点欠陥を含むモデルに対する第一原理格子力学計算も十分現実的な時間で実行可能になりつつある。リチウムイオンの拡散係数を把握することは、リチウムイオン二次電池の材料開発において極めて有意義であり、他の電極材料や固体電解質材料への展開が現在進められている。また固体イオニクス材料に限らず、第一原理格子力学計算は機能性セラミックス材料中の物質拡散に対するアプローチも可能であり、新しい材料設計技術としての今後の発展が期待される。

CERAMICS JAPAN 46 [6] 485-489 (2011)

電子顕微鏡分光と第一原理計算によるリチウム電池正極の機能元素電子状態解析

巽 一徹¹・武藤 俊介¹・近藤 広規²・佐々木 徹²・右京 良雄²

(¹名古屋大学・²(株)豊田中央研究所)

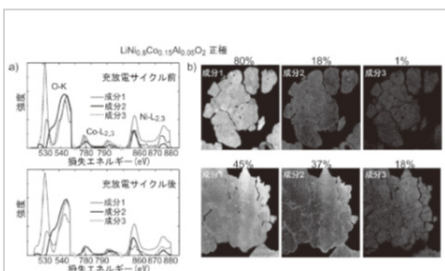
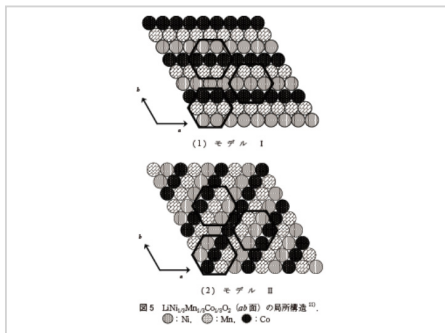


図5 (a) 電池充放電サイクル試験前後の NCA 正極材で解析された成分スペクトルと (b) その空間分布。分布図の数字は分析領域全体での各成分の占める割合を示す。

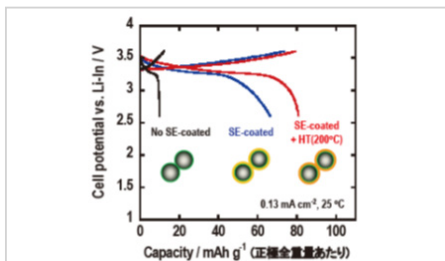
性能評価された Li 電池中の正極を電子顕微鏡でその内部を原子・電子のレベルまでとらえた結果を報告。

CERAMICS JAPAN 47 [7] 528-533 (2012)



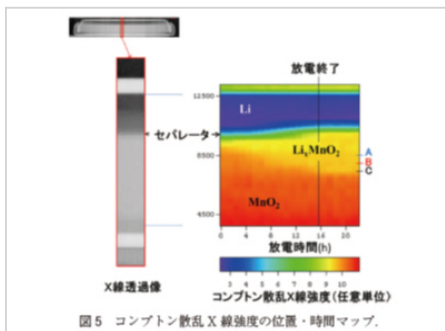
リチウムイオン電池正極材料の構造解析において、バルク材料において結晶 PDF 解析を先駆けて適用することで局所構造解析も可能になり、平均構造では明らかにできなかった局所的な構造変化等について中性子回折を用いて明らかにした。いくつかの手法を組み合わせ、かつ熱力学データや他の物性データと合わせて総合的にこれらの関連を比較、検討することで電極材料の高性能化の指針が得られる。中性子、放射光 X 線を相補的に利用することは重要であるとともに、極めて有効な手段である。さらに、これらの検討を加味した構造モデルによる量子化学計算も展開しており、理論計算と実験結果を比較してその妥当性を検討した上で、結晶および電子構造、熱力学量のシミュレーションも含めて、高性能な物質を得るための構造制御を行い、その設計を目指す。

CERAMICS JAPAN 49 [11] 926-930 (2014)



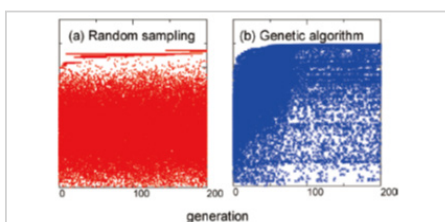
全固体リチウム電池の実現に向けた、電極-電解質固体界面を形成するためのアプローチと界面のキャラクターゼーションについて概説した。 LiCoO_2 正極と硫化物固体電解質界面では、充電後に界面抵抗が増大する現象がみられており、電極-電解質界面にバッファ層を挿入することによって界面抵抗の低減が可能である。界面で生じている電極反応を詳細に理解するためには、電気化学的手法だけでなく、さまざまな分光法や回折法を用いた in-situ での構造解析や組織観察が重要となる。また全固体電池の高性能化を図るためには、活物質粒子表面に均一に、イオン伝導性の高い固体電解質を必要最小量だけ密着させるコーティング手法の確立が求められる。新規な電池材料だけでなく、固体界面形成アプローチについての研究が進展し、近い将来、全固体電池が実用化が期待される。

CERAMICS JAPAN 49 [11] 943-947 (2014)



自動車搭載用等の大型蓄電池の In-situ, Operando 分析を目標として開発を進めている、放射光 X 線を用いたコンプトン散乱分析法の最近の進展と将来展望。具体的な項目としては、コンプトン散乱 X 線分析の原理、コンプトン散乱 X 線強度解析法によるコイン電池製品の測定例、大型蓄電池への応用を年念頭において開発されたコンプトン散乱 X 線ラインシェイプ解析法の概略と量子電気化学分析への期待等について。

CERAMICS JAPAN 50 [1] 32-36 (2015)



従来の材料シミュレーションでは、実験家が見いだした機能性材料に対して、その機能の発現原理を解析するような研究が多くなされてきた。つまり計算は実験の次の位置づけである。このベクトルと真逆である、計算が実験家に先行して材料を見つけるという方法論について紹介し、すでに構築されている結晶構造データベースを活用した網羅計算や、メタヒューリスティック手法による機能最適化や構造予言等を例としてあげている。

CERAMICS JAPAN 50 [7] 546-551 (2015)

固体酸化物型燃料電池

ペロブスカイト型電解質 (LSGM) を用いた固体酸化物燃料電池の進展と展望
石原 達巳 (九州大学)

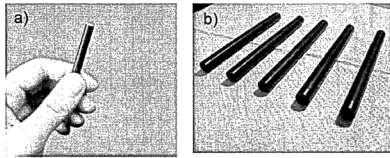


図5 LSGM 薄膜を用いる細管状の小型 LSGM セルの写真 (a) と 700W クラスの円筒状セルの写真 (b)

LaGaO₃を用いる低温作動型 SOFC についての最近の展開を紹介。現在、SOFC の作動温度の低温化は材料の選択性の幅を広げるのみでなくセル構造も多様性が生じるので、重要な課題である。これより、LaGaO₃等の新規な材料を用いる SOFC システムの開発は今後の展開が期待される。一方、SOFC を逆動作する SOEC は、排熱の有用な回収方法として期待され、作動温度の低温化で今後、新しいエネルギーネットワークを構築できる可能性がある。

CERAMICS JAPAN 44 [4] 278-282 (2009)

固体酸化物型燃料電池

固体酸化物形燃料電池におけるセリア系材料を用いた性能向上
松井 敏明・江口 浩一 (京都大学)

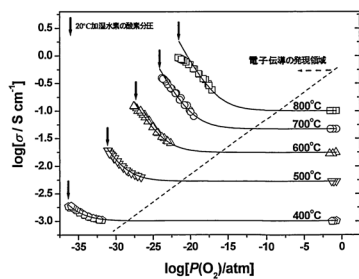


図2 セリア系酸化物 (SDC) の導電率の酸素分圧依存性

SOFC システムは使用規模や用途により構成材料が決まるが、セリア系酸化物は中低温型 SOFC を中心に各所に使用されており、汎用性の高い材料である。しかし、このように魅力的な性質を有する反面、800°C 以下の比較的温和な条件でも長期的な視野で見れば他の材料との両立性に起因する劣化が起こる可能性がある。したがって、本材料の特性をさらに深く理解するための基礎研究は不可欠である。中低温型 SOFC は従来の高温型と比べると研究の歴史が浅く、耐久性・信頼性の面での不安もあるが、セル・スタック化へ向けて着実に成果を上げており、今後、セリア系酸化物の重要性がさらに増すことが予想される。

CERAMICS JAPAN 44 [4] 273-277 (2009)

固体酸化物型燃料電池

金属ナノ触媒を高分散した混合導電体電極の開発
内田 裕之・渡辺 政廣 (山梨大学)

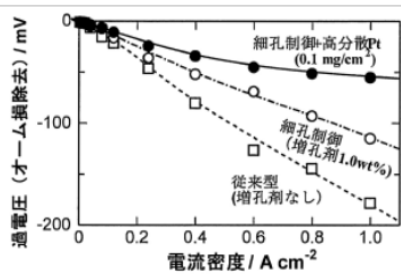


図7 LSC カソード (LSC/SDC 中間層/YSZ) の分極特性 (オーム損除去, 空気, 800°C)

金属ナノ触媒を高分散した混合導電体電極の開発について紹介。SOFC では他のタイプの燃料電池とは異なり、全く同じ構成のまま逆動作させて直流を通電すれば、高効率な水素製造が原理的に可能である (高温水蒸気電解, SOEC: Solid Oxide Electrolysis Cell)。このような SOEC でも、これまでに開発した電極が良好に機能することが確認できた。可逆作動 SOFC は、将来の水素エネルギー社会で、水素と電力の交互直接変換に重要な役割を演じることが期待される。

CERAMICS JAPAN 44 [4] 283-286 (2009)

固体酸化物型燃料電池

SOFC 実用化に向けた長期安定性と化学的劣化機構の研究
佐々木 一成・芳賀 健吾 (九州大学)

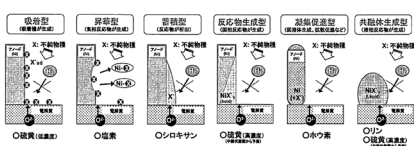


図6 主な化学的劣化メカニズム (SOFC アノード)

SOFC の実用化を見据えた安定性と劣化機構についての研究について紹介。低コスト化に向けて、安価な低純度のシステム構成材料等の利活用も避けられない。その際に、多様な不純物種やそれらを含む実燃料供給時の耐久性向上は、実用化と商用化にとって避けて通れない課題である。性能劣化挙動やその要因、メカニズム等の解明等技術的・学術的に裏付けられた評価を行い、体系化しておけば、SOFC 実機の燃料に対する許容純度の設定や被毒効果も含めた耐久性の評価が容易になる。

CERAMICS JAPAN 44 [4] 287-290 (2009)

固体酸化物型燃料電池

中規模用固体酸化物燃料電池の研究開発

千葉 玲一 (NTT)

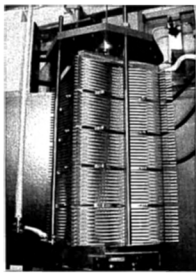


図10 50段 (120 mm 径セル), 1 kW 級 SOFC スタックの概観^{17),18)}

燃料極支持平板型セルを用いた SOFC の開発について概説. この開発には, SASZ 電解質材料, LNF 空気極材料の開発, これらを用いた大判のセルの作製および発電試験, 経時安定性の試験を経て, 多段スタックの作製および試験を行っている. このスタック試験において電気炉を用いた結果ではあるが, 良好な発電効率と十分高い出力密度が得られている.

CERAMICS JAPAN 44 [4] 296-299 (2009)

固体酸化物型燃料電池

家庭用小形固体酸化物燃料電池の開発

松崎 良雄 (東京ガス (株))

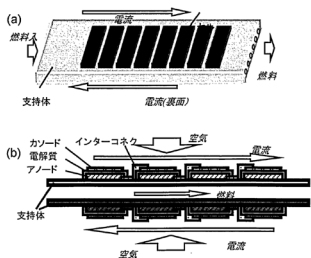


図1 フラットチューブ横筒形セルスタックの模式図 (a) 概観図 (b) 断面図

2007 年からスタートした SOFC の実証研究を通じて明らかになった点について概説. この研究から, SOFC コジェネレーションシステムが 1kW 以下の小容量でかつ負荷変動の大きな家庭用にも適用可能であり, 環境性・省エネ性も良好であることが実証されつつある. また, 執筆者らは開発が進められている家庭用 SOFC の中で唯一合金インターコネクタを必要とせず, また支持体に安価な絶縁材料を使用可能な横筒形 SOFC は, 耐久性・信頼性およびコストに優位性を持つことも説明している.

CERAMICS JAPAN 44 [4] 300-303 (2009)

固体酸化物型燃料電池

SOFC トリプルコンバインドサイクルシステムの開発構想と取組状況

富田 和男・西浦 雅則・眞竹 徳久・小林 由則 (三菱重工業 (株))

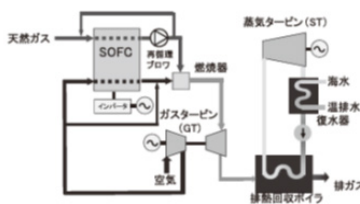


図1 SOFC-GT-ST トリプルコンバインドサイクルシステム

SOFC-GT 複合発電による高効率化による原動機事業における省エネルギー化, 地球温暖化対策について概説.

CERAMICS JAPAN 48 [3] 196-200 (2013)

固体酸化物型燃料電池

水素分離膜型燃料電池 (HMFC) の研究開発

伊藤 直樹 (トヨタ自動車 (株))

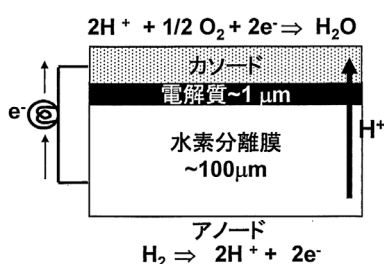


図3 水素分離膜電池 (HMFC) の模式図

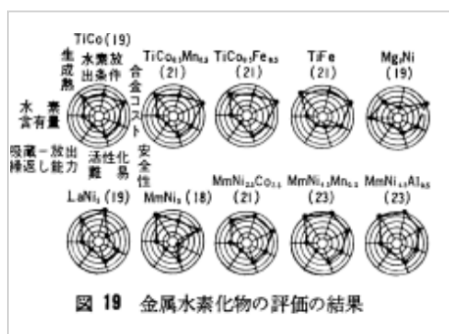
水素分離膜型燃料電池の研究開発について紹介. 自動車用燃料電池では, 何らかの発想の転換により「普通の SOFC」を脱し, 金属ベースで中温域で高出力密度をもつ燃料電池が開発できれば, PEMFC を代替できる. 最大の課題は電解質抵抗の低減であり, 材料開発と薄膜化を組み合わせる必要がある. 薄膜電解質の挙動はバルク状態とは大きく異なるため, 従来から行われている材料開発と並んで, 薄膜電解質の挙動に関する研究がひとつのキーとなる.

CERAMICS JAPAN 44 [4] 304-307 (2009)

水素

金属水素化物物

小野 修一郎・大角 泰章 (通産省工業技術院)



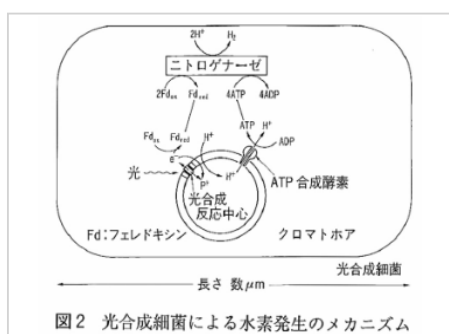
古くから冶金の分野で知られている金属水素化物に関して新しい意義を与えるものである。水素ぜい性の原因として水素化物は研究の対象であり、 LiAlH_4 、 NaBH_4 等有機化合物の還元剤として実用されているものもある。また、 CaH_2 は強力な乾燥剤として、 TiH_2 、 ZrH_2 等は、粉末冶金用金属微粉末原料として、各種合金製造の際の脱酸素、脱硫剤として使われる。これらの "原料" としての水素化物の用途に対して、"材料" としての用途を目標にしている。

CERAMICS JAPAN 14 [4] 339-357 (1972)

水素

光合成細菌を利用した光水素生産

三宅 淳 (通産省工業技術院)



微生物による水素発生の特徴は、太陽エネルギーとバイオマス等の再生可能な資源のみを用いて反応を行うことである。この観点から、光合成細菌を例にとり、微生物による光水素発生について概説。

図2 光合成細菌による水素発生メカニズム

CERAMICS JAPAN 25 [7] 593-597 (1990)

水素

ナノカーボンとそのエネルギー貯蔵機能

Cheol-Min Yang・金子 克美 (千葉大学)

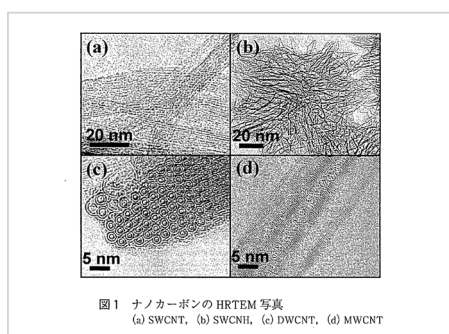


図1 ナノカーボンのHRTEM写真 (a) SWCNT, (b) SWCNH, (c) DWCNT, (d) MWCNT

ナノカーボンが従来の材料と比べて優れた特性を持っていることについて紹介。近年では、不可能とみられていた超高純度 SWCNT が lg オーダーで調製されるようになっており、系統的な基礎研究によってエネルギー貯蔵等で技術に貢献できる可能性が期待される。

CERAMICS JAPAN 43 [2] 105-110 (2008)

水素

液相化学水素貯蔵材料の開発

徐 強 (産業技術総合研究所)

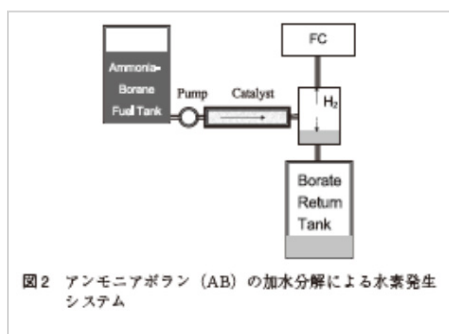
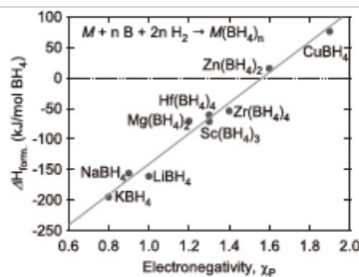


図2 アンモニアボラン (AB) の加水分解による水素発生システム

執筆者らが取り組んできたアンモニアボランの加水分解および水加ヒドランジンの完全分解を利用したポータブル水素発生システムについて紹介。高性能水素貯蔵材料の開発は燃料電池の実用化に必要な不可欠であるが、現在、実用化の諸要件を満たした水素貯蔵材料が存在しないのが現状である。今後、目的・用途に応じて、体積・重量水素密度が高く、水素の吸蔵・放出が温和な条件で速やかに進行できる高性能水素貯蔵材料の開発が期待される。

CERAMICS JAPAN 46 [3] 170-173 (2011)

ボロハイドライドを用いた水素貯蔵

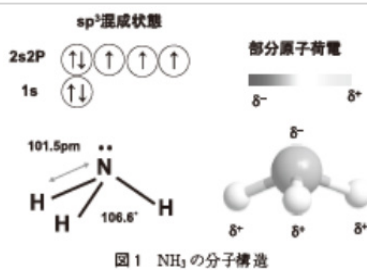
砥綿 真一^{*1}・李 海文^{*2}・折茂 慎一^{*2} (株) 豊田中央研究所^{*2} 東北大学図3 $M(\text{BH}_4)_n$ の生成エンタルピー ΔH と M の電気陰性度 χ_F の相関¹⁵⁾

燃料電池の普及が進められるにしたがって、水素貯蔵技術への期待が大きくなっている。コンパクトで軽量な水素貯蔵システムの構築には固体水素化合物がきわめて重要であり、その候補材料としてのボロハイドライドについて紹介。

CERAMICS JAPAN 46 [3] 183-186 (2011)

NH₃ を用いた水素貯蔵・輸送

小島 由継・市川 貴之 (広島大学)

図1 NH₃ の分子構造

2. アンモニアの構造

NH₃ を用いた水素貯蔵・輸送に関して概説。NH₃ における重量水素密度は 17.8mass% と高く、水素貯蔵・輸送用の水素キャリアとしての可能性を有する。また、室温では 1MPa 程度の圧力で液化することができ、その体積水素密度は液体水素に比べ 50% 以上も高い。さらに、その熱力学的安定性は水素吸蔵合金と同程度で、不安定な物質である。NH₃ は、600°C 以上での熱分解、室温における金属水素化物との反応、室温電気分解やメカノカタリシスにより水素を放出することが報告されてきた。NH₃ は炭素原子を有さない水素化合物の中で、唯一大量製造されている物質である。

CERAMICS JAPAN 46 [3] 187-190 (2011)

p 型半導体 CaFe₂O₄ 電極と n 型半導体 TiO₂ 電極を用いた無バイアス光電気化学水分解

伊田 進太郎・山田 啓介・石原 達己 (九州大学)

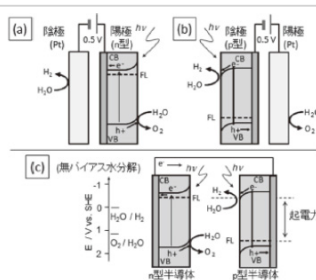


図1 (a)n型半導体-金属接続。(b)p型半導体-金属接続。(c)n型半導体-p型半導体接続の分極状態。

CERAMICS JAPAN 47 [9] 679-684 (2012)

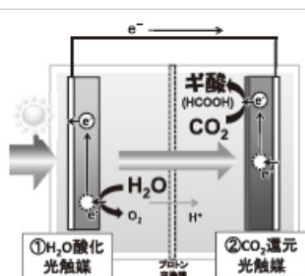
半導体/金属錯体ハイブリッド光触媒による人工光合成の実証
水と CO₂ のみを原料とする有機物 (ギ酸) の直接光合成梶野 勉・森川 健志・佐藤 俊介・荒井 健男・鈴木 登美子・上村 恵子・
山中 健一・佐伯 周・田中 洋充 (株) 豊田中央研究所

図6 タンデム型光反応セルの概略図

半導体と錯体触媒を組み合わせる新しいコンセプトのハイブリッド光触媒を開発し、これを用いて水と CO₂ のみを原料に太陽光を用いて常温、常圧条件下で有機物の直接合成を実証した。本触媒は CO₂ 還元する錯体触媒自体が光活性を持たなくても光増感能を有する半導体と組み合わせることにより、錯体触媒の反応場を有効に利用した CO₂ 光還元触媒を構築できる。また、CO₂ から合成される有機物は還元反応場を提供する錯体触媒の設計により制御できることから、今後の技術開発次第ではギ酸よりも付加価値の高い有機物の合成も期待できる。

CERAMICS JAPAN 47 [9] 689-693 (2012)

発電／水素製造リバーシブルセルの開発

山口 十志明・鈴木 俊男・鷲見 裕史・藤代 芳伸（産業技術総合研究所）

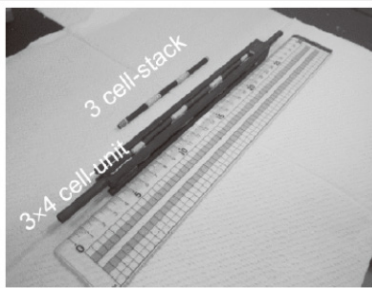


図8 SORC単セルスタック（一例）の外観写真

燃料極支持チューブ型セルを用いた SOFC-SOEC の作動実証を可能とするスタック化プロセス開発事例を紹介。特に、エネルギー問題がこれまで以上に課題となっている現在、化学エネルギーから効率良く電気エネルギーを取り出し、また、自然エネルギーや未利用エネルギーから効率良く化学エネルギー源を生成する新しいエネルギー循環システムの実現に向け、取り組んでいる研究開発について。

CERAMICS JAPAN 48 [3] 165-169 (2013)

乾燥を要しない粉碎と低温加熱によるバイオマスからの高純度水素の製造

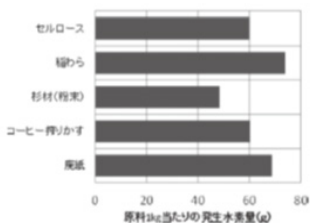
張 其武^{*1}・加納 純也^{*1}・齋藤 文良^{*2}・松本 満^{*3}
（^{*1} 東北大学、^{*2} 東北大学名誉教授、^{*3} (株) 豊田中央研究所）

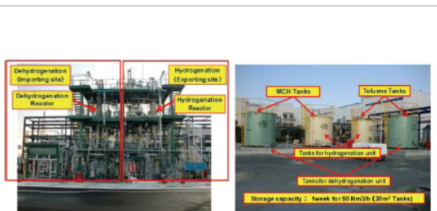
図10 種々のバイオマス 1kg から発生する水素の重量 (g)

バイオマスのガス化について現状を解説し、新しいガス化法としてバイオマス原料に触媒を添加し、粉碎と非酸素雰囲気下での加熱により高純度水素を発生させる手法を紹介。その際、原料へ添加する触媒は、 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ が最も効果的であり、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が水素発生量は若干良く、効果的である。水分が少ない状態では、加熱時の温度は 400°C 程度で十分であり、セルロース系原料の場合、水素発生収率は約 97%、水素濃度も約 95% になる。加熱後の残渣はカーボン、 CaCO_3 、 Ni となり、それぞれ回収あるいはリサイクルできる。一方、下水汚泥等含水系原料の場合は、乾燥は必要なくそのまま加熱して良く、その温度は 600°C 程度が良く、下水汚泥 1kg 当たり 50 ~ 60g の水素が発生し、 CO_2 濃度を抑制する上で (CaO / 下水汚泥) 重量比を 6 にすると良い。その他のバイオマスに対しても適用可能であるが、原料の粒子径は小さい方が水素発生には好都合である。なお、加熱時の雰囲気は非酸素状態とすることが必須であり、実験室レベルでは Ar ガス雰囲気とするが、大規模装置の場合は水蒸気雰囲気とするが良い。

CERAMICS JAPAN 50 [4] 303-309 (2015)

有機ケミカルハイドライド法を用いた水素エネルギーの大規模貯蔵輸送技術

岡田 佳巳（千代田化工建設（株））



水素エネルギーを汎用エネルギーとして大規模利用するにはエネルギー基本計画の基本方針である 3E + S に沿うことが必須であり、安全性は重要な課題である。有機ケミカルハイドライド法は、水素を水素のまま貯蔵せず、ガソリンの成分に水素を固定した液体化学品として大規模貯蔵輸送することから、水素エネルギーを大規模に扱う際の潜在的な危険性を従来のガソリンと同じレベルの危険性に低減できる方法である。本システムの実用化により、世界に先駆けて大規模な水素サプライチェーンの構築が可能となる。

CERAMICS JAPAN 50 [4] 315-318 (2015)

触媒の自己発熱を利用した水素製造プロセス

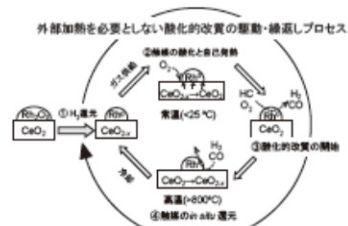
佐藤 勝俊^{*1}・永岡 勝俊^{*2}（^{*1} 京都大学・^{*2} 大分大学）

図1 触媒の自己発熱を利用した酸化的改質の駆動・繰返しプロセス

執筆者らの研究グループが見いだした酸化的改質のコールドスタートと、 CeO_2 系触媒を例に、その設計と調製について紹介。本プロセスの特長としては起動時に外部加熱が必要ないこと、短時間で安定した水素の製造が可能なこと、室温からの繰返しの駆動が可能なが挙げられる。またそのための手段として、通常は安定であることが求められる触媒担体をあえて不安定な状態とすることで、反応のトリガーを誘発している。現在は主に小型の燃料電池システムとのパッケージングを志向しているが、水素ステーションや水素タービン等の大型用途もターゲットとなる可能性がある。

CERAMICS JAPAN 51 [1] 34-38 (2016).

水素

ソーラー熱化学水素製造のための酸化物融体触媒材料

町田 正人・川田 貴宏 (熊本大学)

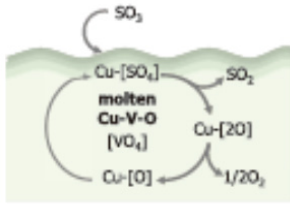


図5 溶解 CuV₂O₆ 触媒による SO₂ 分解機構

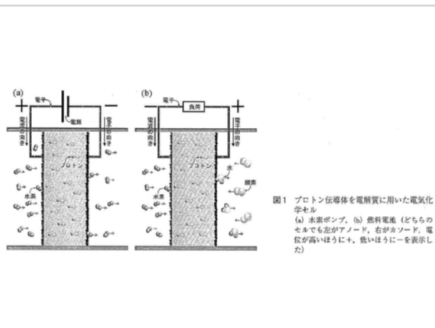
太陽集光熱源を利用する熱化学水素製造プロセス用 SO₂ 分解触媒としての CuV₂O₆ 融体の特性について紹介. 反応温度が CuV₂O₆ の融点 (630°C) を超えると SO₂ 転化率が急激に向上し, Cu₂V₂O₇ 等のより高い融点 (~780°C) を示す固相触媒に比べて著しく高い活性を示した. 融体表面に生成する CuSO₄ を反応中間体と考えてその熱分解挙動を調べたところ, CuV₂O₆ 融体と接触すると同時に CuSO₄ → CuO + SO₂ + 1/2O₂ の量論反応が加速された. また, 融体は高い酸素放出速度を示し, 高濃度の Cu⁺ が生成した. 以上の結果から, 融体表面への SO₃ 吸着によって生成した Cu-[SO₄] 種が融体中で Cu⁺ によって SO₂ へと還元されると推定した.

CERAMICS JAPAN 51 [1] 39-41 (2016)

燃料電池

セリア系プロトン伝導性材料

松本 広重・石原 達巳 (九州大学)



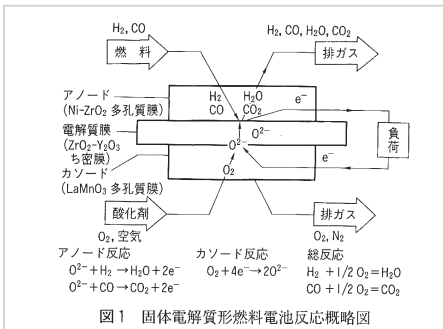
プロトン伝導性酸化物であるセリア系の酸化物材料の応用と安定性について執筆者らが検討してきた結果を中心に概説. 特に性能と安定性に対してドーパントが大きな役割を果たすことが議論されている.

CERAMICS JAPAN 42 [11] 877-882 (2007)

燃料電池

固体電解質形燃料電池とセラミックス

仲西 恒雄 ((株) 富士電機)



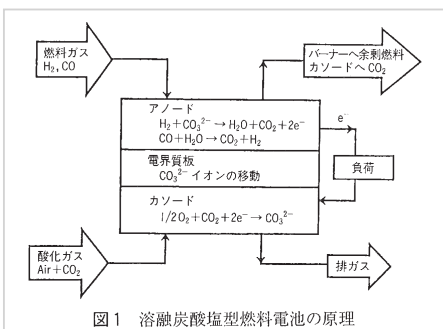
固体電解質形燃料電池について基本的な総括. 円筒形電池の開発は, 出力密度が高くなるとされる平板形は開発に着手した段階であり, セル構造, 材料および製法等に独創的な研究が必要である. セラミックス関係者とシステム関係者が一体となって, 信頼性が高く経済的に優れた新しい発電プラントが開発されることが期待される.

CERAMICS JAPAN 25 [7] 614-620 (1990)

燃料電池

溶融炭酸塩型燃料電池

保坂 実 (石川播磨島重工業 (株))



溶融炭酸塩型燃料電池の開発状況について紹介. ニューサンシャイン計画のもとで新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託を受けて開発している MCFC も現在 100kW 試験の段階まで来た. これと並行して商用化を目指しセパレーターのコストダウンの開発研究および 100kW 試験後の実証プラントとして MW 級プラントの検討も進めている. 米国においても American Public Power Association (APPA) が各種燃料電池の中から MCFC を選択し, Energy Research Corporation (ERC) が 2MW の開発に乗り出し, ヨーロッパでも開発に力を入れるようになってきた.

CERAMICS JAPAN 28 [12] 1239-1243 (1992)

第一原理計算に基づいたプロトン伝導性酸化物の材料設計

豊浦 和明・中村 篤智・松永 克志 (名古屋大学)

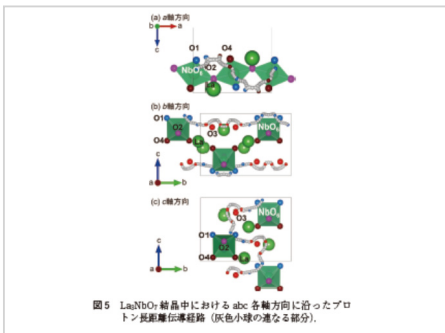


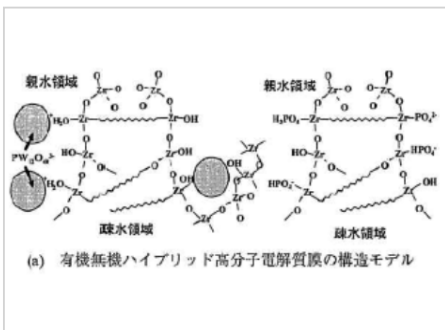
図5 La₂NbO₇結晶中におけるabc各軸方向に沿ったプロトン伝導経路 (灰色小球の連なる部分)。

執筆者らのグループが研究対象としているイオン伝導体、特にプロトン伝導性酸化物に焦点を絞り、その系統的な第一原理解析結果およびそこで得られた知見に基づく結晶構造データベースのスクリーニングについて紹介。MO₄四面体ユニットをもつ酸化物に関するものが多いが、酸素四面体を有する酸化物は、その他の系に比べて結晶構造からプロトンサイトや伝導経路を推定しやすい。

CERAMICS JAPAN 50 [7] 523-526 (2015)

中温プロトン伝導体

本間 格^{*1}・工藤 徹一^{*2} (^{*1}産業技術総合研究所・^{*2}長崎大学)



(a) 有機無機ハイブリッド高分子電解質膜の構造モデル

中温プロトン伝導体に関して概説。現状のイオン交換膜を用いたPEFCでは解決すべき課題が多く、中温作動化は燃料電池の高性能化と普及のキーテクノロジーになることは間違いない。これらの実現のためにも電解質材料のブレークスルーが必要であり100～300℃でプロトンが高速伝導する固体電解質材料の開発は新概念の燃料電池を提供し再生可能エネルギー技術を大きく前進させるとともに、基礎研究から非常にインパクトの大きいエネルギー技術が生み出される可能性がある。

CERAMICS JAPAN 40 [5] 369-373 (2005)

ポリリン酸塩複合体を用いる中温作動燃料電池

小久見 善八・松井 敏明・江口 浩一 (京都大学)

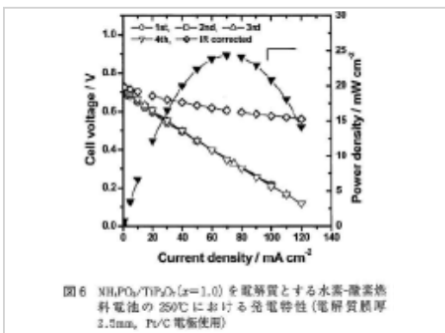


図6 NH₄PO₃/TiP₂O₇ (x=1.0) を電解質とする水溶性磷酸燃料電池の250℃における発電特性 (電解質膜厚2.5mm, Pt/C電極使用)

ピロリン酸塩をマトリックスとするポリリン酸塩複合体は、200～300℃の温度域で高いイオン導電率を示し、中温作動燃料電池用電解質材料として可能性があることを実証した研究を紹介。プロトン導電機構の解明、マトリックスとAPPの相互作用、複合体の構造とその安定性等、今後の解明を待たなければならない課題も多いが、これまで見過ごされてきた温度領域で作動する燃料電池の可能性を拓く材料として注目される。

CERAMICS JAPAN 40 [5] 383-386 (2005)

燃料電池による排ガスからのエネルギー回収

日比野 高士^{*1}・内山 靖之^{*2}・内山 直樹^{*2} (^{*1}名古屋大学・^{*2}(株)アツミテック)

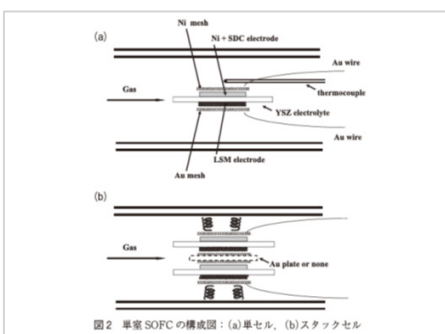


図2 単室SOFCの構成図: (a)単セル, (b)スタックセル

模擬ガスでの発電を中心に研究例を概説。最近では実車試験を通して材料やスタック構造の改良を行い、その結果として、定置だけでなく実走行でも700℃前後の排気ガス温度雰囲気中で100mW/cm²を超える出力密度が得られている。さらにオートバイ等内燃機関との組み合わせで懸念される急速な起動停止の繰り返しにおいても性能の劣化が少ない事も確認された。

CERAMICS JAPAN 45 [7] 548-552 (2005).

将来実現が期待されるセラミックエンジン

古浜 庄一 (武蔵工業大学)

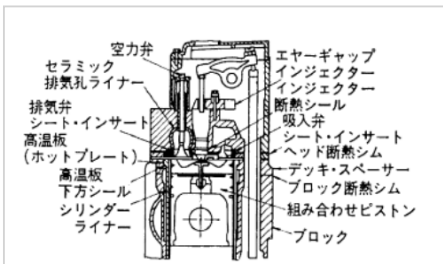


図 1 カミンズ社の最近の断熱エンジンの構造

セラミックエンジンの特徴について紹介。米国カミンズ社でセラミックで combustion 室壁を造った、いわゆる断熱エンジンが出現して、我が国の業界でも反響が予想以上に大きかった。すでに wallace らはこの方式を熱力学的に批判し、エンジンの総熱効率増進の効果は大きくないと論じているのに対して、カミンズの Kamo は冷却水不要でポンプもファンもないことを強調し、無潤滑エンジンの必要性または期待を表明している。

CERAMICS JAPAN 17[1] 34-39 (1982)

エンジン関連セラミック材料

浜野 義光 (京都セラミック (株))

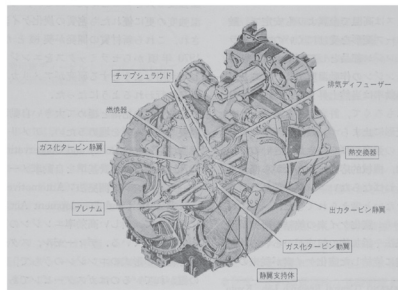


図 1 CATE ガスタービン概念図

エンジン関連のセラミック材料を製造も含めた観点から紹介。アメリカ政府のセラミックガスタービンプロジェクトが契機となつての、エンジン部品のような高強度機能部品としてのセラミック部品の量産の実現性も述べる。しかし、個々の部品の機能の製造、検査、設計等の技術面において、幾つかのバリエーションが存在することは事実である。このバリエーションのキャラクター化を明確に行つて、これを乗り越えるための学際的、業際的な協力を積み重ねることがセラミックエンジン実現の王道である。

CERAMICS JAPAN 17 [1] 39-44 (1982)

自動車用セラミックガスタービンの開発の現状

杉本隆義 (日本自動車研究所)

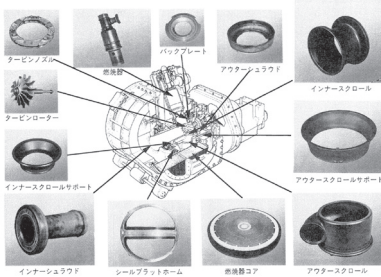


図 1 主要なセラミック製の部品

自動車用セラミックガスタービンの開発。タービン入口温度 1200°C で 72kW の出力を得た執筆者らの研究開発に関して紹介。

CERAMICS JAPAN 31 [4] 338-341 (1996)

ディーゼルエンジン部品

浜野 義光 (京セラ (株))

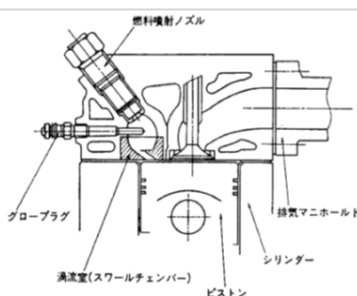


図 9 小型ディーゼルエンジンの構造

ディーゼルエンジンに関わるセラミック技術開発について概説。ディーゼルエンジンは小型エンジンの主力として、当分の間その重要性をますます高めていくものと考えられている。すでにセラミックグロープラグの量産化に成功したが、引き続き、二、三の部品についてセラミック化のための努力を続けている。ピストンやシリンダーも含めた無冷却エンジンの商品化のためには、まだ開発要素は多いが、最も重要なのは検査工程をも含めて、製造コストを目標値にいかにか近づけるかということである。

CERAMICS JAPAN 18 [1] 37-42 (1982)

次世代自動車やロケットに寄与する燃焼合成 —バイオマスの完全ガス化発電と燃焼合成反応熱利用のロケット開発—

山田 修^{*1}・丸尾 淳平^{*2} (^{*1}大阪産業大学・^{*2}(株)OSU 未来技術研究所)

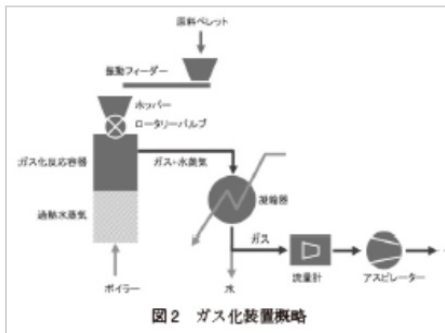


図2 ガス化装置概略

燃焼合成を材料創生から見た時、耐熱・耐食性や導電性を有するNiAlが合成でき、それらをヒータとして用いることで1000℃以上におよぶ高温過熱水蒸気の発生が可能となった。この中にバイオマス等を投入することで完全ガス化ができる結果、小型で効率的な水素製造が可能になった。一方、燃焼合成を瞬間的に3000℃程度まで昇温できる熱源と捉えた場合、その化学反応熱を利用してガス化剤を高圧ガス噴射することで、今までの小型固体ロケットと遜色のない推力を得ることが可能になった。

CERAMICS JAPAN 45 [7] 543-547 (2010)

自動車の技術進歩とセラミックス

岡田 明 (元日産自動車 (株))

自動車技術の進歩とそこに関連するセラミックスについて概説。自動車は贅沢品より必需品の性格が強くなり、基本性能の高さが差別化に重要となってきた。今後、安全性を高める技術開発とともに、故障が少なく、耐久性も高く、燃費にも優れ、安価でありながら多くの乗員と荷物を運べる自動車開発への流れは継続すると思われる。自動車の電子化・情報化は、1980年代にはパワーウィンドウ等の電動化が進み、1990年代にはABSやエアバッグが普及し、カーナビも一般的となった。2000年代にはカーナビの画面への車載カメラ画像の表示やETCの普及が進んだ。今後の自動車の情報化には高度道路情報システムとしての拡充が計画され、情報端末機能をもった輸送機械へと自動車は進化することになる。次の段階として、資源と地球環境への負荷を軽減する二次電池や燃料電池等の化学技術への期待が高まっている。これは既存技術の自動車への応用ではなく、排気ガス浄化への取り組みで始まった新たな自動車技術の地平にあり、既存の物理学の範疇にありながら物質科学の革新的な進歩を必要とする分野である。

CERAMICS JAPAN 47 [6] 398-405 (2012)

総論：イオン導電性セラミックス

高橋 武彦 (愛知工業大学)

イオン導電性セラミックスは、現在、先進材料の一つとして注目されているが、歴史的には、案外古く、新しい画期的な導電機構の解明、および広範囲の応用の新しい展開が待望される。

CERAMICS JAPAN 27 [2] 95-99 (1992)

ペロブスカイト型酸化物イオン伝導体の現状と新しい展開

石原 達己 (九州大学)

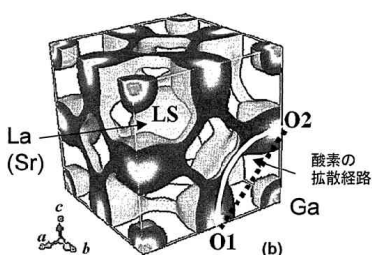


図6 中性子回折を用いた解析による酸化物イオン移動経路

ペロブスカイト型酸化物の酸化物イオン伝導について、酸化物イオン伝導体は、固体電解質をはじめ応用分野の広いイオン伝導体であり、新しい材料の開発により、酸素富化等で大きな展開を示すことが期待される。一方で、酸化物イオン伝導体は長い歴史を有しており、多くの知見が蓄積されている。

CERAMICS JAPAN 43 [7] 535-539 (2008)

熱電変換材料の進展

梶川 武信 (湘南工科大学)

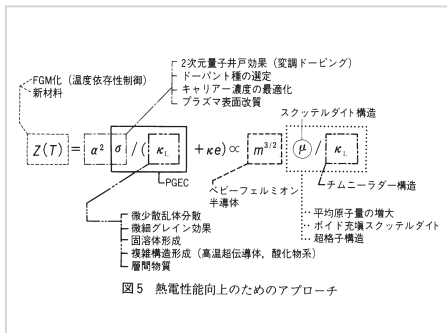


図5 熱電性能向上のためのアプローチ

熱電変換材料の啓発に関する進展について概説。熱電変換材料は、温度レベルが広いことおよび熱源のエネルギー荷体が多様であり、特定材料に絞り込むことが難しいため、単純から複雑化へと進んでいる。現状での熱電材料技術の高機能化に対する工学的視点からの目標として、①十分高い性能指数の実現、②環境に対する安定性、耐久性、安全性、信頼性、③材料資源の制約からの解放、④費用対効果において、経済性に優れていることの4点を十分に認識しシステム応用を視野に入れながら研究を進めることが必要である。

CERAMICS JAPAN 33 [3] 151-155 (1998)

酸化物熱電材料の可能性

松原 一郎・舟橋 良次 (産業技術総合研究所)

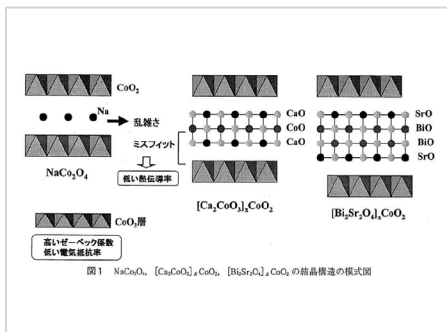


図1 NaCoO₃, [Ca₂CoO₄]_xCoO₂, [Bi₂Sr₂O₇]_xCoO₂, CoO₂の結晶構造の模式図

熱電材料としての酸化物は、そのほぼすべてが最近数年の間に報告されたものであり、材料探索研究が進むに従い、今後さらに優れた熱電特性をもつ酸化物材料が見いだされるものと期待される。高温・空气中で発電素子として安定に機能することも実証されており、「廃熱あるところに熱電あり」という姿が酸化物材料をもって現実となる日も遠い夢ではない。

CERAMICS JAPAN 36 [8] 582-585 (2001)

総説：熱電材料の研究・開発の必要性とセラミックスの有望性

木島 弼倫 (京都工芸繊維大学)



図3 熱電材料の開発プロセスのフロー図

熱電材料の研究開発とセラミックスの有望性について紹介。熱電材料開発は①S, σ, κ にまで戻って自由な発想で開発指針を作る。その際、種々提案されている理論的な開発指針を理解することは大切だが、とらわれてはならない。②幅広い総合的な物づくりが求められ、単結晶、多結晶、膜の作製、粉の扱い、成形技術、焼結技術、加工技術は得意とする。③エネルギー効率を評価する材料指数としてのZ, ZTだけでなく、外部に取り出せる電力、発電量、エネルギー回収年、維持管理の容易さ、環境へのマッチング等も重要である。

CERAMICS JAPAN 40 [7] 498-503 (2005)

国家プロジェクトを中心とした熱電材料の開発動向

梶川 武信^{*1}・尾崎 光則^{*2} (*¹ 湘南工科大学・*² エンジニアリング振興協会)

産業および民生部門からの排熱エネルギーをその場で電力に変換する高効率熱電変換システムを実用化するという目的をもって、2002年度から5ヶ年計画が進められている国(NEDO)プロジェクト「高効率熱電変換システムの開発」の中で取り上げられている熱電材料について、その現状および将来展望を明らかにする。2004年度末の中間評価を良好な成績で突破し、後半に入っている。このプロジェクトにおいては、熱源発生の源になる主装置の製造企業でもあり熱発生状況と熱電変換の両方の技術を理解し、最適なシステム構築および電力利用等の運用を考えることができる企業群が研究連携体に入っていることは実用化にとって大きな強味である。

CERAMICS JAPAN 40 [7] 504-508 (2005)

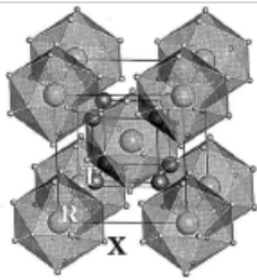


図1 充填スクッテルダイトの結晶構造

スクッテルダイトの熱電材料としての応用可能性について、スクッテルダイト化合物の研究は、ラットリングの存在が指摘され新しい熱電材料として注目された後で、重い電子系や新奇超伝導体が発見され、その特異な電子構造へと興味の幅は広がっている。さらに、ラットリングと電子状態との関連が示唆されており、電子系と格子系が複合した固体物理の新しい概念を産み出す可能性を秘めている。

CERAMICS JAPAN 40 [7] 514-517 (2005)

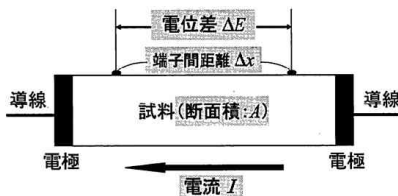


図2 比抵抗測定の基本

材料の熱電特性評価技術を解説し、最近のトピックスを紹介。先端材料は測定に十分な大きさの試料が得られない場合が多く、特に熱伝導率測定が困難を極める、微小な信号を検出する機器の進歩は目覚ましい現在、小さな試料にも適用可能な測定技術の確立と測定方法の一般化が強く望まれている。

CERAMICS JAPAN 40 [7] 518-521 (2005)

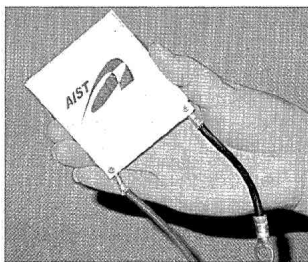


図5 15対の素子から成る熱電酸化物モジュール

熱電発電システムに関する開発について、材料研究から実用化に向けた本格的なモジュール開発の段階に入っている熱電酸化物に関して、現状の材料特性で可能な限り性能の高いモジュールを作製し、評価することができれば、熱電発電の実用化に最も重要な研究ステージである材料探索の目標も明確にできる。高温、空気中で用いる酸化物モジュールの作製には従来の金属系熱電モジュールとは異なる技術開発課題が多い。主に電極接合材料と接合方法について紹介。

CERAMICS JAPAN 40 [7] 530-533 (2005)

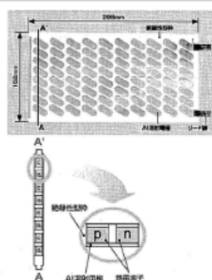


図1 銅白の大形熱電変換モジュール (外形: 152×208×33mm) の外観写真と内部構造の模式図

執筆者が行っている、多様な熱源に対し熱電発電システム適用する研究開発について紹介。材料からモジュール、システムまで一貫しての開発が、熱電発電技術の実用化には必須である。材料技術の新展開により向上した材料特性はもとより、このような高性能材料を使いこなし、実用化していく技術の開発も重要である。

CERAMICS JAPAN 40 [7] 538-541 (2005)

熱電材料

ハイスループット熱電材料評価装置の開発とその応用

渡辺 真祈^{*1}・木太 拓志^{*1}・福村 知昭^{*2}・川崎 雅司^{*3, *4}
 (*¹トヨタ自動車(株)・*²東京大学・*³東北大学・*⁴JST-CREST)

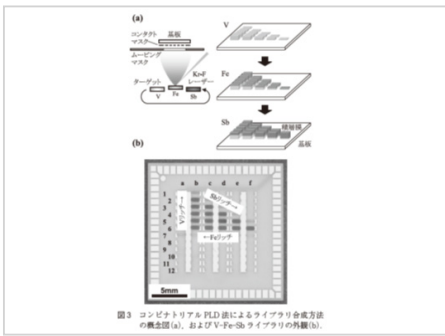


図3 コンビナトリアルPLD法によるライブラリ合成方法の概念図(a), およびV-Fe-Sb-Teライブラリの外観(b).

323K から 750K において、薄膜試料ライブラリのゼーベック係数を自動評価する装置を開発し、評価検討を行っている。

CERAMICS JAPAN 45 [9] 696-700 (2010)

熱電材料

計算材料設計を用いた熱電材料の開発

旭 良司・間 広文・長廻 尚之・松原 賢東 ((株) 豊田中央研究所)

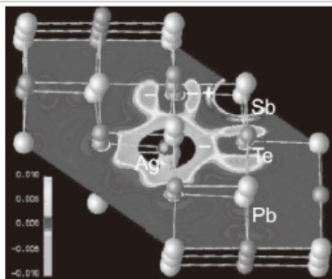


図4 電子密度の差分 [$\rho(\text{AgPb}_4\text{SbTe}_6) - \rho(\text{Pb}_4\text{Te}_4)$]. 図中の+は電子の増加, -は減少を示す

熱電材料開発における計算材料設計について紹介。熱電材料はゼーベック係数、電気伝導度、熱伝導度等の複雑なトレードオフ関係を克服するアイデアと材料開発指針を持たず、計算材料設計によって具体化し、洗練された合成プロセスによって革新的な材料開発が実現可能と考えられる。主に熱電特性の出力因子に着目し、フィルター効果や対ドーピングによる改善指針を計算により示した。一方、世の中では超格子構造やナノコンポジット化によって熱伝導度を低減させるアプローチを組み合わせることで、より高性能な熱電材料の創製が可能と考えられる。計算による現象解析およびそこから得られる演繹的探索指針が材料開発においてますます重要性が増す一方で、多くの場合「実験した方が早い」とされているのも事実である。計算材料設計の有用性を高めるためには、現状の計算速度と精度を十分に理解し、実験とのタイムリーな連携をとることが重要であろう。

CERAMICS JAPAN 46 [6] 505-509 (2011)

地熱・太陽熱

エネルギー問題と太陽エネルギー利用の現状と将来

野口 哲男 (通産省工業技術院)



昭和53年2月完成した光軸直型ヘリオスタット式太陽炉。第4研究本館の6階に設置された放物面鏡(口径1.5m)、到達温度3500℃

図6 名古屋工業技術試験所の第3号太陽炉

エネルギー問題と太陽エネルギー利用に関して概説。太陽エネルギーの利用開発には研究開発のみならず政府の普及奨励等の行政的側面や、教育・訓練の問題、つまり人材の養成、標準化と規格の設定、統計処理や消費者保護の問題等多岐にわたる問題が山積しており、政治、行政、科学技術、住民によるコンセンサス等の各分野から一体化した推進を図らねばならないと考えられる。

CERAMICS JAPAN 15 [2] 78-88 (1980)

地熱・太陽熱

地熱発電とセラミックス

真田 徳雄 (通産省工業技術院)

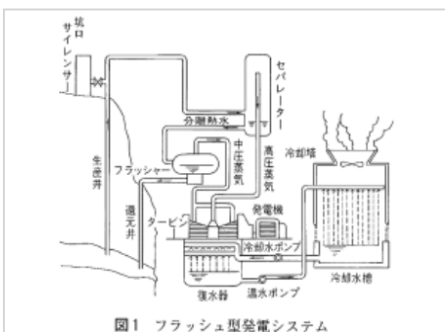


図1 フラッシュ型発電システム

地熱発電に使用するセラミックスについて紹介。より高深度の地熱井が開発され、トータルフロー発電や高温岩体発電の研究の本格化、マグマの直接利用の研究が進むと、耐エロージョン性や耐熱耐食性のより高い材料が求められることになる。そのような将来を見ずして、米国のサンディア国立研究所は、温度850℃、圧力1000~2000kgf/cm²の人工的に合成したマグマ環境で、金属材料の適合性を評価している。

CERAMICS JAPAN 25 [7] 598-602 (1990)

反応性セラミックスによる集光太陽熱の化学エネルギー変換

玉浦 裕 (東京工業大学)

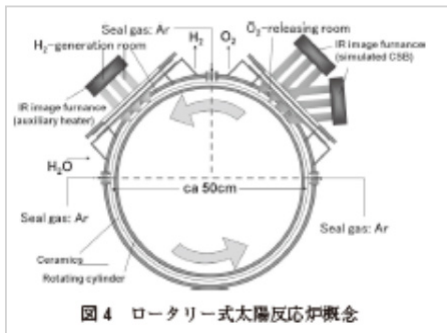


図4 ロータリー式太陽反応炉概念

反応性セラミックスによる集光太陽熱の化学エネルギー変換について紹介。高フラックスの集光太陽ビーム照射下で急速に加熱される過程ではフレンケル欠陥構造の形成過程にエネルギーが吸収され、それが 1500℃付近に昇温する過程で、酸素放出反応が進行する。フレンケル欠陥構造が非平衡状態で形成される過程は格子エネルギーの熱変換過程であり、化学反応を伴わないことから、高フラックスエネルギーを吸収できる。1500℃付近では、空气中において、カチオン過剰型スピネルフェライトや酸素欠損型セリア化合物が形成できることも明らかとなった。ロータリー太陽反応炉を実際の集光太陽ビームを用いて運転して実証をオーストラリアの CSIRO 研究所の集光設備を用いて進めている。

CERAMICS JAPAN 45 [7]518-522 (2010)

クローズドサイクル MHD 発電とセラミックス

山岬 裕之 (東京工業大学)

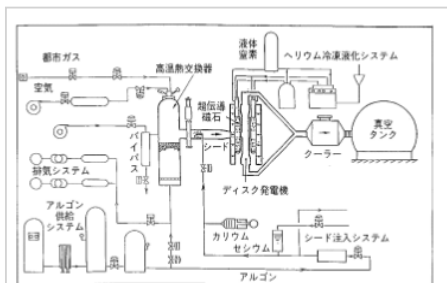


図1 クローズドサイクル MHD 発電実験装置「FUJI-1」のシステム

クローズドサイクル MHD 発電実験装置で用いられている窒化ケイ素絶縁壁、水冷銅電極、高純度アルミナペブルについてその使用状況と性能について紹介。さらに発電性能を高めるためには、絶縁壁用のセラミックスの大型化や熱交換器の高温化が望まれ、より優れた特性を持つセラミックスの開発が期待される。

CERAMICS JAPAN 25 [7] 621-626 (1990)

半導体光電極, 光触媒反応

橋本 和仁^{*1}・藤嶋 昭^{*2} (*¹ 東京大学・*² 神奈川科学技術アカデミー)

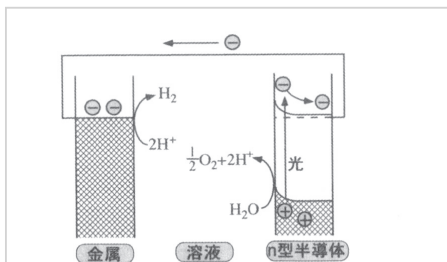


図1 半導体光電極反応の模式図 (n型半導体光電極の場合)

半導体光電極, 光触媒としての酸化チタンについて概説。酸化チタンは最も基本的な素材の一つとしてこれまでペイント, 化粧品, 食品等幅広くかつ大量に使われてきた。しかし, これらの用途にとって酸化チタンの持つ光活性は不都合な性質である。そのため, 酸化チタンの研究の歴史は, いかに光活性を低下させるかであった。一方, 半導体光電気化学反応にとって, 光活性は反応を起こすための最も基本的な性質である。そこで, これまでの酸化チタンの研究歴史と正反対の, 光活性のできるだけ高い酸化チタンが使われる, まったく新しい産業が育つかもかもしれない今後の展開が期待される。

CERAMICS JAPAN 31 [10] 815-820 (1996)

エネルギー変換型水分解光触媒の開発

高田 剛・堂免 一成 (東京大学)

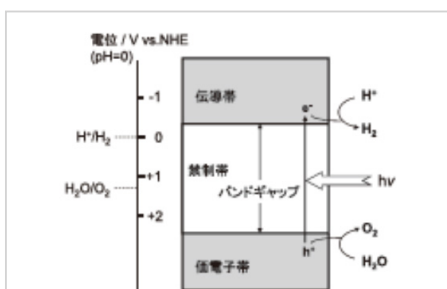


図2 半導体光触媒による水分解の原理

エネルギー変換型水分解光触媒の開発に関して概説。半導体粉末を用いた光触媒では光のエネルギーを用いて直接化学エネルギーとしての水素を得ることができる。研究開始当初は水を定常的に水素と酸素に分解することは困難であった。しかし, 多くの研究者の長年の努力によって光のエネルギーで水分解を達成することは可能となった。近年ではより幅広い波長領域を利用できる光触媒の開発に重点を置き, 可視光応答型の水分解光触媒の開発に取り組み, 実際に可視光でも傷分解が可能なることを実証した。さらにこれらの取り組みから水分解光触媒の設計指針が得られたことも大きな進展であり, 今後十分に活用していくべき知見である。現在では利用可能な波長領域が 500nm 程度であるが, さらに 100nm 長波長側にもっていくことにより太陽光の利用効率は大幅に上がる。遷移金属の酸化物では 600nm 付近まで利用可能であるために, これらの材料を用いて水分解を達成することが次の課題となっている。

CERAMICS JAPAN 45 [7] 512-517 (2010)

光触媒

“ソーラーフューエル”とは？

堂免 一成 (東京大学)

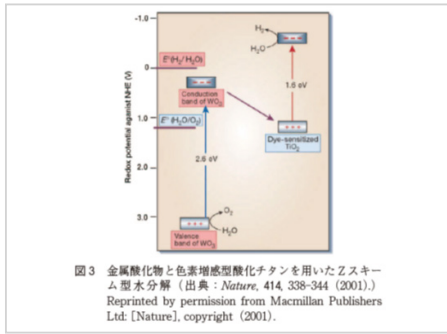


図3 金属酸化物と色素増感型酸化チタンを用いたZスキーム型水分解 (出典: Nature, 414, 338-344 (2001).) Reprinted by permission from Macmillan Publishers Ltd. (Nature), copyright (2001).

太陽エネルギーを用いて製造するソーラー・フューエルについて、主に水分解による水素製造を中心に概観。将来的に太陽エネルギーの大規模応用を考えた場合、貯蔵・輸送可能なエネルギー形態に変換することが重要であるが、具体的にどのような化合物を選ぶべきかについてはさまざまな意見があると思われる。また、太陽エネルギーの変換法についても、多くの異なる手法があり、どの方法が最も優れているかを判断できる段階ではないが、極めて大規模に应用可能でなければならない。また、この分野の研究・技術開発は、今後30年から50年、あるいは100年かけて成し遂げなければならない大事業である。

CERAMICS JAPAN 47 [9] 654-658 (2012)

光触媒

可視光水素製造のための新規光触媒系の開発

岩瀬 顕秀・ジア チンシン・岩品 克哉・工藤 昭彦 (東京理科大学)

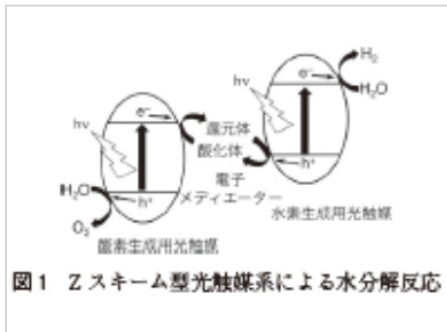


図1 Zスキーム型光触媒系による水分解反応

Zスキーム型光触媒系や酸化物光電極による可視光水分解、硫化物光触媒による廃硫黄化合物水溶液からの水素生成について紹介。可視光を利用した光触媒による水素製造は、まだ効率は低いものの今や現実的な反応となった。これからは、実用化に向けていかに効率を上げるか、もしくは効率の良い新しい系を開発するかが課題である。また、水素と酸素の混合気体から純粋な水素を分離する技術の確立や、あらかじめ水素を酸素から分離生成する反応系の構築も実用化に向けた焦点となってくるだろう。

CERAMICS JAPAN 47 [9] 664-668 (2012)

光触媒

酸化物半導体光電極および光触媒を用いた水分解水素製造太陽電池

斉藤 里英・三石 雄悟・佐山 和弘 (産業技術総合研究所)

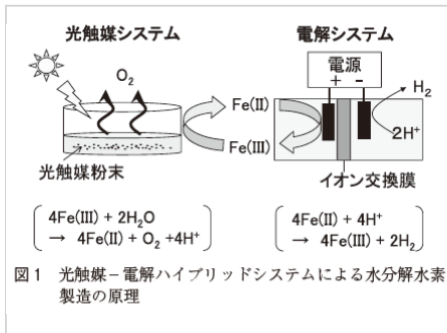


図1 光触媒-電解ハイブリッドシステムによる水分解水素製造の原理

酸化物半導体光電極および光触媒を用いた水分解水素製造太陽電池について紹介。太陽光水素製造や人工光合成の研究は絶対に実現させるべき継続性の必要な研究であり、一過性のバブル研究にしてはいけない。

CERAMICS JAPAN 47 [9] 674-678 (2012)

光触媒

チタニアの光エネルギー変換作用

川合 知二 (大阪大学)

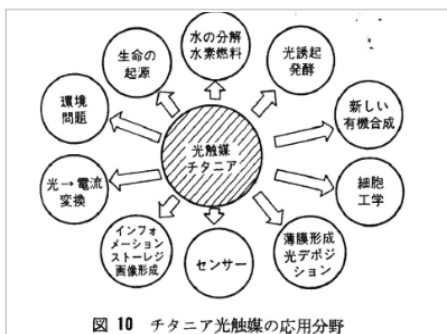


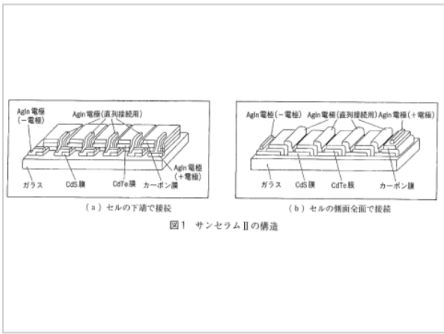
図10 チタニア光触媒の応用分野

チタニアの光化学作用として光触媒作用を紹介。チタニアは、さまざまな性質を持っているが、紫外光を照射することによって非常に強い酸化還元力、特に酸化力を持つようになる。この光触媒の酸化還元力を利用して今後もさまざまな機能の発現が試みられる。

CERAMICS JAPAN 21 [4] 326-333 (1986)

光触媒

化合物半導体太陽電池 室園 幹夫 (松下電器産業 (株))

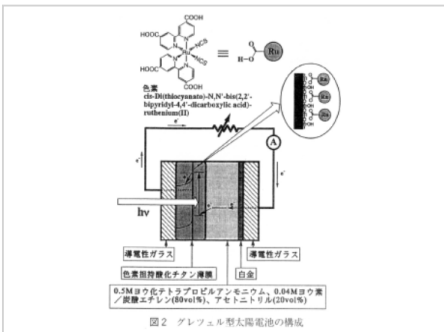


化学半導体太陽電池について紹介。人工衛星、灯台、僻地用電源システム等に利用されてきた太陽電池は、エレクトロニクス機器の低消費電力化に伴い、民生機器に使用されて生産量が増大し、さらに低コスト化が進めば、独立電源、中規模システムから個人住宅用電源システムへと需要が拡大していくと思われる。

CERAMICS JAPAN 28 [10] 1038-1042 (1993).

光触媒

光半導体による電気化学的太陽電池 村澤 貞夫^{*1}・高岡 陽一^{*2} (^{*1}石原テクノ (株)・^{*2}石原産業 (株))

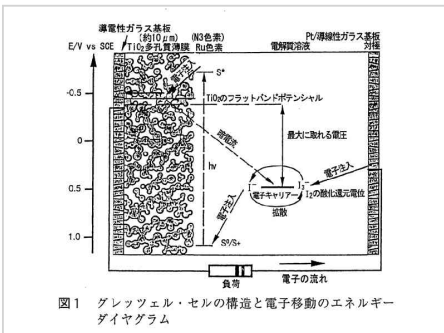


グレッツェル型の太陽電池について紹介。日本でも光エネルギーの利用に興味を持つ研究者の多数の注目を浴びるところとなり、NEDOの関係にもソーラーケミストリー調査委員会が設置されて本方式の可能性について現在真剣な検討が続けられている。

CERAMICS JAPAN 31 [10] 833-836 (1996)

光触媒

酸化物半導体を用いた太陽電池 荒川 裕則 (産業技術総合研究所)

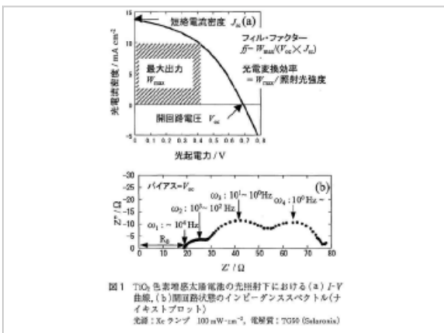


高性能で安価な製造コストが予想される新しい色素増感太陽電池であるグレッツェル・セルの酸化物半導体光電極の研究動向を紹介。グレッツェル・セルのTiO₂光電極以来、新しい展開があり、色素から酸化物半導体電極への効率的な電子注入、注入された電子の酸化物半導体バルク内あるいは界面での電子移動、酸化物半導体電極から溶液への電子の漏れ等の課題について。

CERAMICS JAPAN 36 [8] 578-581 (2001)

光触媒

交流インピーダンス法を用いた色素増感太陽電池の評価法の確立 星川 豊久・菊地 隆司・江口 浩一 (京都大学)



色素増感太陽電池の評価方法としての交流インピーダンス法について紹介。この電池の内部抵抗成分はインピーダンス測定で測定可能な周波数範囲に出現し、各成分に分離できるため、電池を総合的に評価するための有力な手段になるといえる。TiO₂電極の関わる界面の電池性能に与える影響が大きく、TiO₂粒子間界面およびTiO₂/電解液界面の最適化を行うことにより電池性能の向上が期待できる。しかし、実験条件によっては抵抗の増大が良い性能を導くことがあり、さらに詳細な検討が必要である。

CERAMICS JAPAN 39 [6] 455-458 (2004)

光触媒

溶液法で作る高効率ペロブスカイト太陽電池

小島 陽広・池上 和志 (ペクセル・テクノロジーズ (株))

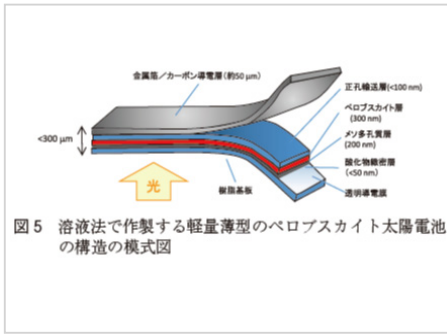


図5 溶液法で作製する軽量薄型のペロブスカイト太陽電池の構造の模式図

溶液法により調製された高効率ペロブスカイト太陽電池について紹介。ペロブスカイト太陽電池の高効率化には、平滑で緻密なペロブスカイト層の製膜が必要である。執筆者は、低温製膜によるメソポーラス酸化チタン層により、その表面に製膜するペロブスカイト層の種類により、緻密性が変わることが明らかにしてきた。特に、執筆者が開発した低温製膜用のブルスカイト型酸化チタンの分散ペーストによるメソポーラス層では、ペロブスカイト層の被覆率が高く、スクリーン印刷にも対応できる十分な粘度があり、スクリーン印刷やグラビア印刷による連続印刷に対応する。熱処理温度は150℃以下であるため、透明導電性プラスチック基板にもパターン印刷が可能である。カーボンや金属箔を対向電極に用いることで、材料コストの低減も視野に入れた材料選択も必要となる。軽量で薄型の高効率光電変換素子は、屋外での太陽光発電のみでなく、壁や窓にブラインドのように取り付けて用いる利用や、環境センサーにおけるエネルギーハーベスト電源としての利用も広がる。

CERAMICS JAPAN 51 [8] 514-517 (2016)

透過膜

新規ナノコンポジット系高温水素分離膜の開発

岩本 雄二 (ファインセラミックスセンター)

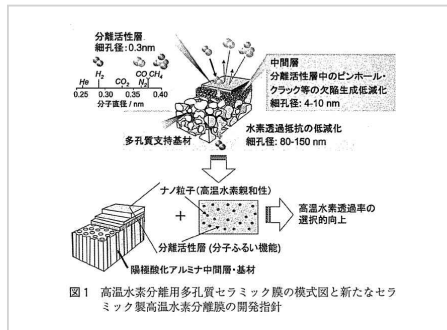


図1 高温水素分離用多孔質セラミック膜の模式図と新たなセラミック製高温水素分離膜の開発指針

高温水素親和性を付与した新たな多孔質セラミック膜の合成開発として、新規パルス法による陽極酸化アルミナキャピラリー基材上に、化学溶液法を利用して製膜したNi-ナノ粒子分散シリカ膜について紹介。このような新規ナノコンポジット系分離膜は、従来の水素の透過率と選択性能の相反関係から抜け出しつつあることから、新たな高水素選択透過性セラミック膜の創出において重要な鍵となると期待される。

CERAMICS JAPAN 41 [11] 925-928 (2006)

透過膜

高透過性水素分離膜を利用した高効率水素製造システム

森 伸彦・酒井 修・小川 尚之 (日本ガイシ (株))

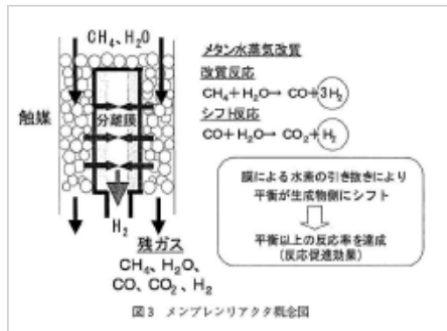


図3 メンブレンリアクター概念図

高透過性水素分離膜を利用した高効率水素製造システムに関して紹介。一概に燃料電池用水素製造といっても自動車向け水素ステーション用、家庭用、モバイル電子機器用まで各種さまざまである。これらは規模も違えば、水素純度等の仕様も大きく異なるものと思われる。したがって、水素分離膜に関しても、オールインワンで絞なく、用途や仕様に応じた透過分離特性を有する分離膜を用いることがシステム全体の効率化や低コスト化につながるものと考えられる。

CERAMICS JAPAN 41 [11] 943-946 (2006)

透過膜

多孔質セラミック膜による水素分離および触媒膜型反応器への応用

都留 稔了 (広島大学)

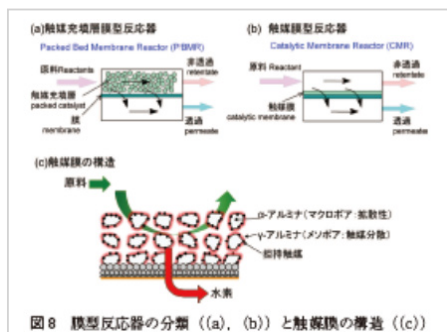


図8 膜型反応器の分類 ((a), (b)) と触媒膜の構造 ((c))

執筆者の研究を中心に、水素分離膜の開発状況、および触媒膜型反応器への応用について紹介。膜型反応器では、膜、触媒、操作条件に加え、触媒反応は入熱・発熱を伴うため、熱供給システムの考慮も必要となる。まさに総合工学として取り扱う必要がある。多孔質セラミック膜の観点からは、より安定性が高く、選択透過性の向上へ引き続きチャレンジしてゆく必要がある。

CERAMICS JAPAN 50 [4] 310-314 (2015)

キャパシタ

強誘電体薄膜キャパシタのヒステリシスループの分子動力学計算 西松 毅 (東北大学)

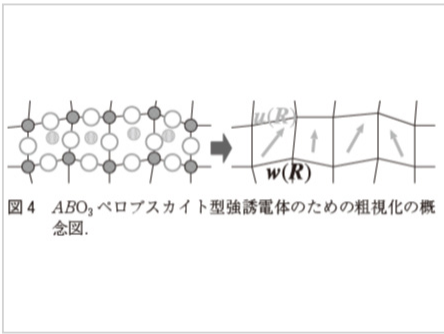


図4 ABO₃ペロブスカイト型強誘電体のための粗視化の概念図。

強誘電体の相転移や分極のスイッチングを高精度にシミュレートするための道具立ては第一原理計算と分子動力学計算との両面からそろいつつある。現在、磁性体、強誘電体を問わず分極のスイッチングは興味深い非平衡物理現象と考えられており、実験技術の進歩により「その場観察」も可能になりつつあるようである。執筆者らは

- ・リラクサーの誘電率の周波数依存性の直接的なシミュレーション。
- ・強誘電体ランダムアクセスメモリを分極したまま長時間放置すると、ヒステリシスループの電圧軸がシフトしてしまうというインプリント現象の解明。
- ・分極のスイッチングにおけるドメインの核生成やその成長のシミュレーション。
- ・ドメインとドメイン壁の動力学。それらの格子欠陥によるピン留め効果等の解明。

等をめざし、計算物理学の立場からこれらの物理現象の理解を深めること目的としている。

CERAMICS JAPAN 46 [6] 456-461 (2011)

キャパシタ

グリーン社会に向けた電気化学キャパシタの革新 金村 聖志 (首都大学東京)

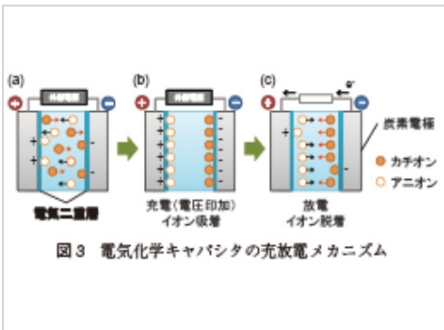


図3 電気化学キャパシタの充放電メカニズム

電気化学キャパシタについて紹介。電気化学キャパシタは、リチウムイオン電池と並び、重要な蓄電デバイスの一つである。反応の原理からみても高速に充放電を行うには、キャパシタの方が有利である。一方でエネルギー密度の観点から見ると、リチウムイオン電池等の蓄電池が優れている。これらの、デバイスを組み合わせて新しいデバイスを構築することもすでに行われており、電気自動車やスマートグリッド等の分野でさらに重要となっていくものと思われる。

CERAMICS JAPAN 50 [8] 596-599 (2015)

キャパシタ

ハイブリッドキャパシタの現状と展望 直井 勝彦 (東京農工大学)

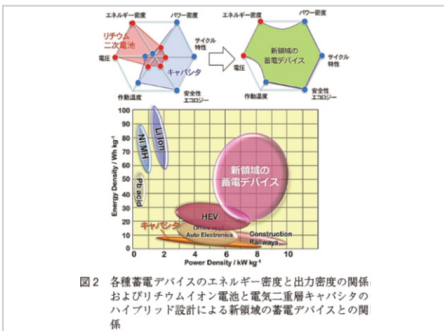


図2 各種蓄電デバイスのエネルギー密度と出力密度の関係およびリチウムイオン電池と電気二重層キャパシタのハイブリッド設計による新領域の蓄電デバイスとの関係

ナノハイブリッドキャパシタについて紹介。ナノハイブリッドキャパシタは、執筆者ら独自の超遠心ナノハイブリッド技術により電池材料とカーボンのナノ複合体を作製し、これを電極として応用したものである。ナノ粒子のサイズや形状、デバイスの性能はカーボンに大きく依存している。ナノカーボン構造は、ナノ結晶粒子の成長を抑制するとともにハウジングとなることで、電子をスムーズに運ぶとともにイオンの通り道を確保する。更なる躍進には、新材料への挑戦や新規ナノカーボンとの組み合わせのみならず、複合体生成の詳細なプロセスやそれが性能に及ぼす影響等ナノサイエンスに根づいた基礎研究への回帰が必要である。

CERAMICS JAPAN 50 [8] 600-606 (2015)

キャパシタ

酸化物電極を利用した4V水系ハイブリッドキャパシタ 牧野 翔・清水 航・杉本 渉 (信州大学)

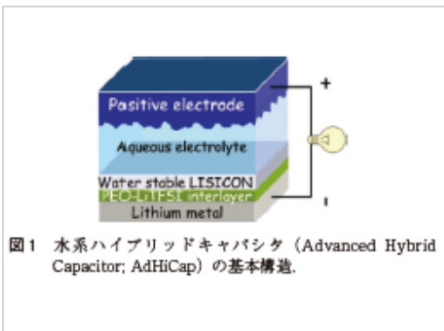


図1 水系ハイブリッドキャパシタ (Advanced Hybrid Capacitor; AdHiCap) の基本構造。

中性に近い水系電解液を用いた安全な4V級ハイブリッドキャパシタの基本コンセプトと現状について。現状では複合負極の抵抗が大きく、スーパーキャパシタとしての利点である高出力を犠牲にしているのが課題である。現在、固体電解質と高分子電解質の低抵抗化を検討し、これらの改善に取り組んでいる。また、金属リチウムの代わりにリチウムをドープしたグラファイトを負極に用いたLi_xC₆複合負極の開発も始めている。水系電解液の利点と非水系電解液の利点を両方取り入れたこのようなハイブリッドセルはスーパーキャパシタのみならず、金属-空気電池、燃料電池や電解反応等多くの分野での利用可能性を含んでいると期待できる。

CERAMICS JAPAN 50 [8] 607-610 (2015)

キャパシタ

有機分子を利用したメタルフリー・プロトン型大容量キャパシタ 筈居 高明・本間 格 (東北大学)

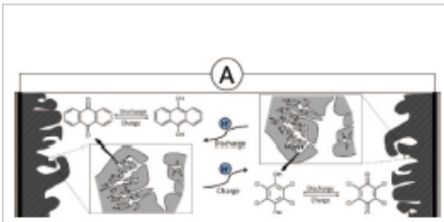


図1 キノン系有機分子を利用したプロトン型キャパシタの概念図

急激な出力変動を緩和する定置型の蓄電用途への展開が期待できる電気化学キャパシタの電極活物質として、大容量かつ高出力特性を併せ持つ安価なキノン系有機材料を用いることで、安価安全な蓄電デバイスを作製。その結果、ナノ細孔への吸着担持を元に、両極にキノン系有機材料を用いたプロトン型キャパシタを安定的に稼働させることに成功した。このキャパシタはキノン系有機材料の特性を反映することで、高エネルギー密度かつ高出力を達成でき、キノン系有機活物質の優位性が示された。加えて、電気化学的利用能向上に向けた電極内の電子伝導パスの最適化により、キノン系有機材料の高比率担持と高利用率の両立を実現した。

CERAMICS JAPAN 50 [8] 615-619 (2015)

キャパシタ

マンガ氧化物系スーパーキャパシタの最近の研究動向 中山 雅晴・阿部 光 (山口大学)

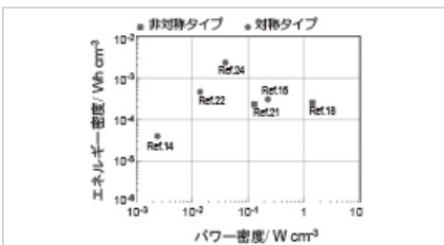


図2 MnO₂系フレキシブルスーパーキャパシタの性能比較。全固体型(電解質: LiCl/PVA ゲル¹⁴⁾, H₂PO₄/PVA ゲル¹⁵⁾, 14)

マンガ氧化物系スーパーキャパシタの最近の研究動向について概説。マンガ氧化物キャパシタの研究開発は、マンガ氧化物のマイクロ・ナノ構造化、ならびに導電性賦与を目的としたナノカーボン(カーボンナノチューブ、グラフェン)の利用で進展してきたが、自立性カーボンペーパーやカーボクロス出現によって、“フレキシビリティ”という新たな価値が加わった。これはスマートフォンの普及を土台にしたウェアラブル端末市場の成長予測と大いに関係しており、今後ますます発展すると予想される。ウェアラブル端末といえは小型軽量であるが、高機能化すると消費電力が増え、小型軽量と大容量を兼ね備えた電源が必要になる。

CERAMICS JAPAN 50 [8] 624-627 (2015)

キャパシタ

電気化学キャパシタを評価するための電気化学インピーダンス法 板垣 昌幸 (東京理科大学)

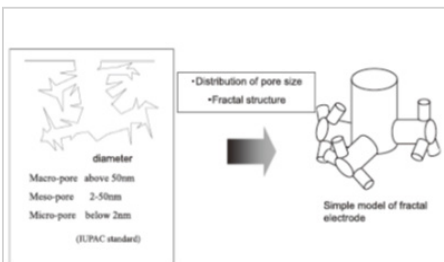


図7 細孔分岐構造の模式図とフラクタル電極モデル

電気化学キャパシタの電気化学的特性を解析するための電気化学インピーダンス法の基礎を解説。さまざまな電気化学的エネルギーデバイスの中でも、電気化学キャパシタのインピーダンススペクトルは特徴的な形状を示す。インピーダンススペクトルの単純な利用として、高周波数極限での実数値から溶液抵抗が得られ、低周波数域での虚数成分から電気容量Cを求めることができる。さらに、インピーダンススペクトルに分布定数域が観察させる場合、電極の細孔構造を考察することができる。

CERAMICS JAPAN 50 [8] 642-646 (2015)

各種電池

エネルギー貯蔵装置としての二次電池の可能性： 電力貯蔵用ナトリウム・硫黄電池 (NAS 電池) の開発 西本 亘・寺澤 禎則 (東京電力 (株))

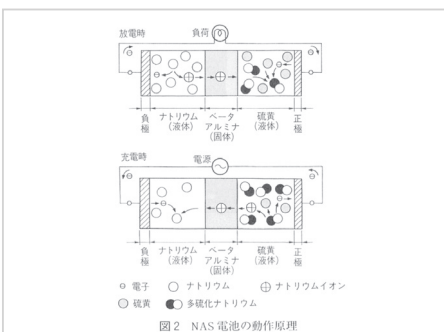


図2 NAS 電池の動作原理

電力貯蔵用ナトリウム・硫黄電池の開発について概説。NAS 電池システムは、優れた性能と信頼性を持つことが実証されてきているが、システムのコスト低減が最大の課題である。コストダウンを目標とした技術開発として、電池の材料や構造の一層の工夫、電池を短時間に歩留まりよく製造するための量産技術の開発、電池の性能を一層向上させて価値を高める研究等を進めている。

CERAMICS JAPAN 31 [8] 643-646 (1996)

各種電池

エネルギー貯蔵装置としての二次電池の可能性：レドックス・フロー電池および鉛蓄電池
野崎 健（通産省工業技術院）

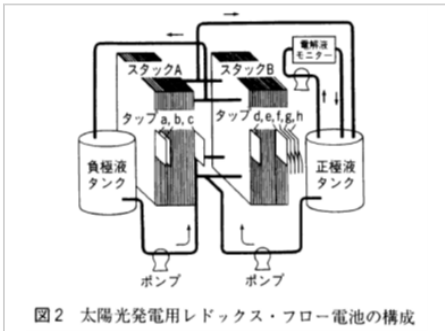


図2 太陽光発電用レドックス・フロー電池の構成

各種二次電池のエネルギー密度と経済性を比較しての、レドックス・フロー電池および鉛蓄電池の位置づけと最近の状況について。

CERAMICS JAPAN 31 [8] 647-650 (1996)

各種電池

高エネルギー吸収特性を有する傾斜組成 ZnO 素子の開発
安藤 秀泰・伊藤 義康（(株)東芝）

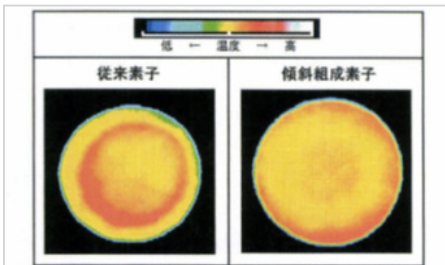


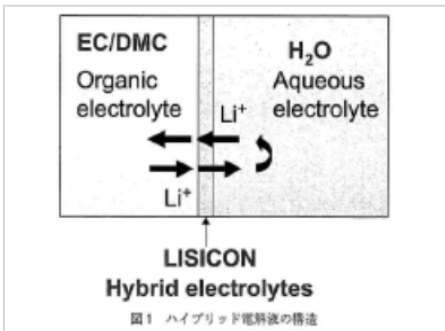
図1 赤外線サーモグラフィによる発熱温度分布の最適化

酸化亜鉛 (ZnO) バリスター素子は、その優れた電流-電圧非直線特性により、雷等の異常電圧 (サージ) から電力機器を保護する避雷器に幅広く使用されている。電力供給の高信頼性化や機器の小型縮小化を達成するため、サージエネルギー吸収能力を大幅に向上した ZnO 素子を開発した研究を紹介。

CERAMICS JAPAN 34 [3] 156 (1999)

各種電池

ハイブリッド電解液を利用したリチウム - 空気電池
周 豪慎（産業技術総合研究所）



放電生成物を電解液に溶解する物質に変更することを目的とし、空気極側に有機電解液の代わりに水溶液を使つて、空気極を空气中に暴露すると、空気極中触媒の効果により酸素と水が反応し、水に溶解する水酸化物イオン (OH-) を生成する反応系を導入した研究であり、空気極側に水溶性電解液を使用することで、負極側の電解液を考慮してハイブリッド電解液を構築した結果について報告。

CERAMICS JAPAN 45 [3] 189-192 (2010)

各種電池

光空気二次電池
阿久戸 敬治（島根大学）

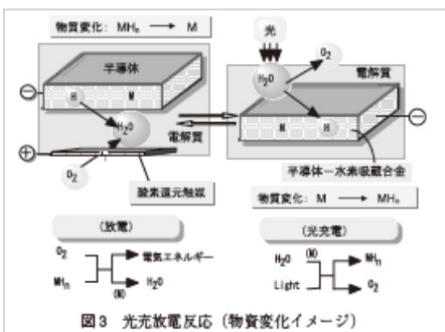


図3 光充放電反応 (物質変化イメージ)

光空気二次電池について、狙い、基本構成、自己再生 (光充電) の原理、負極等の開発状況を紹介。本電池は、自然エネルギーを吸収して動作し、原理的に省エネルギー性や高エネルギー密度化が可能な電池系である。マイクロ電池実現には、既存の電池系をスケールダウンするのみでなく、微小であることでの課題、すなわち、①接触電気充電の困難性、②アクティブマス/トータルマス比の減少に伴うエネルギー密度の低下を解決する必要がある。この点、本電池系は、①非接触充電が可能な光充電機能、および、②周囲環境から活物質を取り込む高エネルギー密度性というマイクロ化に適した資質を有している。

CERAMICS JAPAN 45 [7] 558-563 (2010)

各種電池

革新電池の研究の現状と課題

小浜 恵一・中西 真二・射場 英紀 (トヨタ自動車 (株))

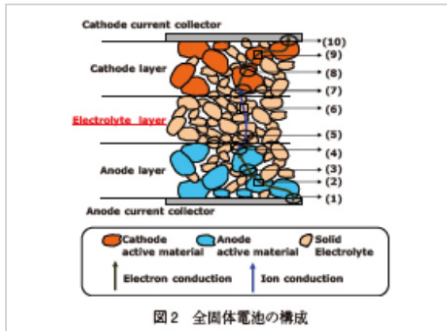


図2 全固体電池の構成

高エネルギー密度が期待できる電池として全固体電池とリチウム空気電池の開発状況を紹介。いずれの電池もその歴史は古いものの課題は多く残っており、実用化は限られている。最新の解析技術によってリチウムイオン伝導や反応機構等を理解し、材料および電極構造を設計することで、これまでの課題をブレイクスルーできるものと考えられる。

CERAMICS JAPAN 49 [11] 922-925 (2014)

各種電池

マグネシウム金属二次電池の現状と課題

福塚 友和・宮崎 晃平・安部 武志 (京都大学)

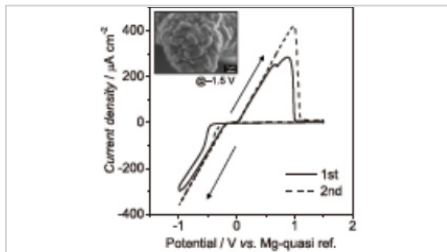


図3 0.5mol dm⁻³ MgBr₂/2-MeTHF+0.1mol dm⁻³ Mg(OEt)₂ 電解液中での白金電極のサイクリックボルタモグラムと析出物の走査型電子顕微鏡写真 (挿入図)。

次世代二次電池としてマグネシウム金属二次電池に注目し、電解液の観点から現状と課題を紹介。正極、負極、電解質いずれの要素も更なる基礎研究と多くのブレイクスルーが必要である。執筆者らの研究室でも有機マグネシウム化合物を用いない電解液設計を目指し、当初は困難であったが数種類の電解液系を見いだした。課題も数多く残っているが解決方法も存在すると思われ、次世代二次電池の有力な候補として期待されている。

CERAMICS JAPAN 49 [11] 964-967 (2014)

各種電池

ペロブスカイト型酸化物の酸素脱離・挿入反応を利用した新しい電池

日比野 光宏・水野 哲孝 (東京大学)

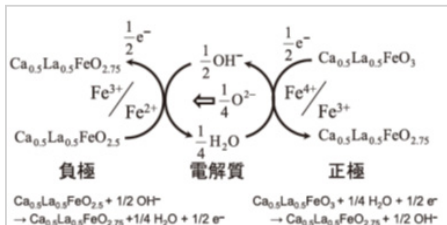


図1 酸素組成の異なる Ca_{0.5}La_{0.5}FeO₂ を両極に用いた酸素ロッキング電池の放電モデル。矢印の向きは放電反応。(La 組成は実証試験に合わせた。La 組成を減らす程酸素組成の可動範囲が広がる。)

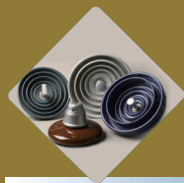
執筆者らは正負極ともペロブスカイト酸化物を用いる酸素ロッキング型の電池や、酸素の出し入れを正極のみで利用し、低電極電位負極と組み合わせたデュアルイオン電池を提案し、反応や性能の評価を進めることで電池としての可能性を調べている。本稿では、酸素ロッキング電池、デュアルイオン電池それぞれについて紹介。

CERAMICS JAPAN 49 [11] 968-973 (2014)





▶ 各内容の詳細は各記事の囲みをクリックしてご覧ください。



CERAMICS JAPAN

BULLETIN OF THE CERAMIC SOCIETY OF JAPAN

公益社団法人 日本セラミックス協会

〒169-0073 東京都新宿区百人町2-22-17

TEL:03-3362-5233 FAX:03-3362-5714 E-mail:shoseki@cersj.org

2018年3月発行