

「備前から世界へ先端高温複合材料発信を目指す」

一般財団法人岡山セラミックス技術振興財団
岡山セラミックスセンター

高長 茂幸研究所長



岡山備前地域は日本の耐火物の三分の一を生産している耐火物関連企業の集積地である。この地に耐火物産業支援を目的に岡山県によって1990年設立されたのが、岡山セラミックスセンター（略称OCC、住所・備前市西片上1406・18）である。2013年度に一般財団法人に移行、岡山セラミックス技術振興財団が運営している。日本で唯一の耐火物・高温セラミックスの研究を中心として、産官学連携共同研究、依頼分析、施設・機器開放、技術交流、人材育成、情報提供などに取り組んでいる。

注目されるのは、耐火物関連産業の飛躍を支援するだけでなく、

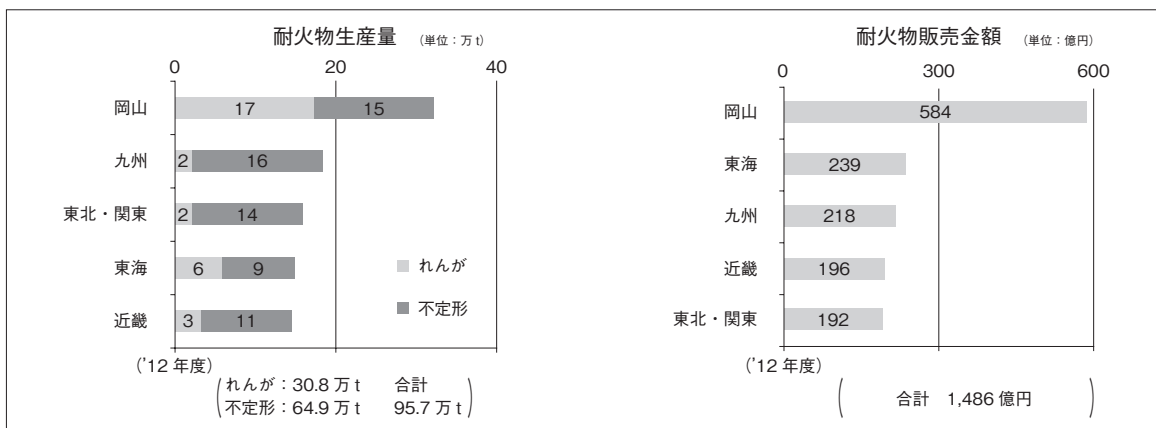
高長茂幸氏プロフィール

1947年生まれ
1972年3月 東北大学工学部応用化学科卒
同年 九州耐火煉瓦入社
1997年6月 取締役研究・技術統括部長
2001年6月 常務取締役研究・技術統括
2003年4月 代表取締役専務製造・技術・研究統括
2007年4月 代表取締役社長
2013年4月 岡山セラミックスセンター研究所長

セラミックスのさらなる可能性を岡山から発信し、高温複合材料の「世界の研究センター」を目指しているところにある。事業概要は①研究開発、耐火物の合成原料の開発などをキーワードとして独自の研究テーマに展開、②依頼測定・分析や受託研究・試験、普及啓発・人材育成の大きく二つの柱からなる。そこで、高長茂幸研究所長に同センターの取り組みについて訊いてみることにした。

同センターは片上湾に面し、風光明媚な地に立地する。近くには品川リフラクトリーズ、興亜耐火、旧九州耐火煉瓦など耐火物メーカーの工場が多くある。ちなみに、九州耐火煉瓦は2012年7月黒崎播磨と吸収合併した。1916年7月に電力の鬼と呼ばれた松永安左エ門に よって設立された名門耐火煉瓦メーカーであった。

九州耐火煉瓦は2012年7月黒崎播磨と吸収合併した。1916年7月に電力の鬼と呼ばれた松永安左エ門に よって設立された名門耐火煉瓦メーカーであった。



世界の耐火物生産量と販売金額

高長所長は九州耐火煉瓦一筋に社長になり合併を経て今年4月1日付で研究所長に就任した。



岡山セラミックスセンター

岡山セラミックスセンター概要

運営管理：一般財団法人岡山セラミックス技術財団
 所在地：岡山県備前市西片上 1406-18
 敷地面積：5,599㎡、鉄筋コンクリート2階建て
 電話：0869-64-0505（代表）
 F A X：0869-63-0227
 U R L http://occ.optic.or.jp
 設立年月：平成2年3月

【設立目的】日本で唯一の耐火物に関する公的機関であり、耐火物・高温セラミックスの研究を中心として、産学官連携共同研究、依頼分析、施設・機器開放、技術交流、人材育成、情報提供を行っている。

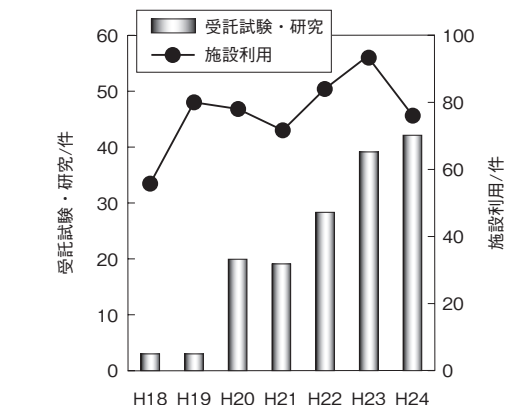
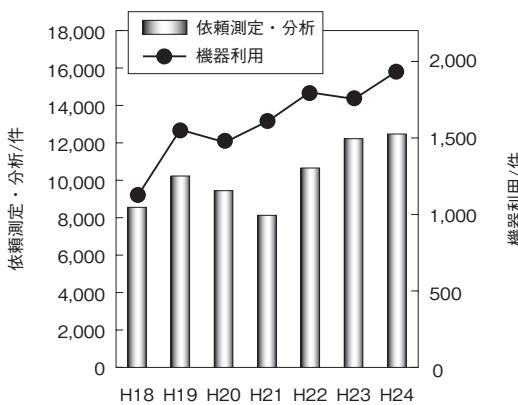
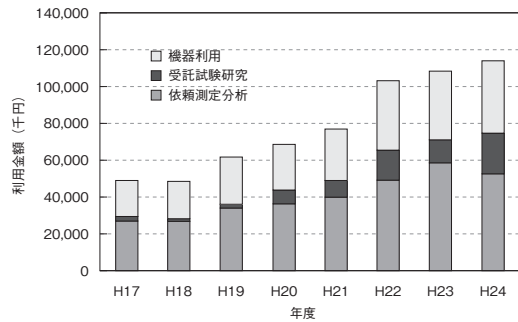
岡山セラミックスセンターには、走査電子顕微鏡など各種の組織観察装置、蛍光X線分析装置など成分分析装置、材料試験機など常温特性測定装置、熱間曲げ・熱伝導率など熱間特性測定装置、高温大型電気炉・通電加圧焼結装置など各種電気炉、手動式静水圧プレスなど成形機、粉碎加工機など50種類を超える機器が設置され、あらゆる耐火物研究開発や測定・分析に対応している。施設としてセミナー室、会議室、レンタルラボも

50種類を超える測定・分析装置が揃う

備えている。「耐火物関連の測定・分析及び周辺装置など一通りそろっていません。耐火物関連メーカー、商社や大学など幅広い分野で活用されています。昨年度の利用実績からみると依頼測定・分析、受託研究、機器/施設利用を合わせて14,539件になります。景気や季節変動に関係なく依頼はあり、測定・分析に携る技師はタイトな状況が続いています。」

耐火物関連であれば全てを測定・分析できるそうだが、「特定の分野、例えば煩雑で効率の悪かった不定形耐火物の通気率測定は、

項目		H24
技術相談	(来訪850 メール974件 電話1,762件)	3,586件
施設利用	利用者数(来訪者850)	4,090人
	セミナー室利用件数(70人)	15件
	会議室利用件数(15人)	10件
	レンタルラボ件数(2人×20日)	51件



H24年度 件数(件)			
測定分析	受託研究	機器/施設	合計
12,489	42	2,008	14,539

H24年度 金額(千円)			
測定分析	受託研究	機器/施設	合計
52,983	21,781	39,668	114,432

岡山セラミックスセンターの利用実績

(同センター資料より)

耐火物技術協会及び企業と共同で取り組み、装置を開発して評価技術に貢献しています。」

注目の新原料 Al_4SiC_4

独自の研究開発テーマで最も力を入れてるのが新規合成原料の研究開発である。

「山口明良前所長（現顧問、名古屋工業大学名誉教授）が5年、10年先の次世代耐火物研究開発を進めていかなければ存在意義がなくなる」として添加物を含めた合成原料研究に取り組まれてこられました。これからはメインテーマにして継続していきます。その中でも最も力を入れているのが新原料

依頼測定・分析	
化学分析	蛍光X線分析（定量、半定量、フリー定量、オーダー分析、LOI） 各種定量分析：固定炭素、F.C（フリーカーボン）、T.C（トータルカーボン）、SiC+F.C、SiC、S、Fe、Si（遊離けい素）、F（フッ素）
結晶相同定	X線回折
組織観察	走査電子顕微鏡 SEM-EDS（二次電子像、反射電子像、定性分析、定量分析、元素マッピング） 光学顕微鏡、デジタルマイクロスコープ、蛍光顕微鏡、レーザー顕微鏡
機械的特性	強度試験（曲げ強さ、圧縮強さ）、熱間曲げ強さ、熱間圧縮試験、弾性率、ピッカース硬度 耐摩耗試験、スポーリング試験
熱的特性	熱重量示差熱分析 TG-DTA、示差走査熱量 DSC、熱膨張 TMA、比熱、耐火度 熱伝導率（熱流法、熱線法、レーザーフラッシュ法）、荷重軟化点、荷重下膨張、クリープ
物理特性	見掛比重、かさ比重、吸水率、見掛気孔率、寸法かさ比重、真密度（ガス法）、ふるいわけ、粉化率 比表面積、粒度分布、細孔分布（ポロシメーター）、通気率
電気炉焼成	高温大型電気炉、マッフル炉、高温カーボン炉、乾燥試験

Al_4SiC_4 です。アルミニウム、シリコン、炭素の複合炭化物ですが興味深い特性がありまして耐火物を主に研究していますが耐火物以外の用途も考えられます。」

「マグカーボンなどのカーボン含有耐火物はアルミニウムを酸化防止剤として使っていますが、使用中に炭化アルミニウムが生成してしまい、空気中の湿気にあうと膨潤し、その結果、レンガが崩壊してしまいます。非常にリサイクルしにくい材料です。ところが、この複合炭化物を用いた耐火物は崩壊しません。このためリサイクル

ル、そしてリユースできる可能性が高い。」
複合炭化物により、耐火物の可能性も広がるのである。「これまでの耐火物はマグカーボンをはじめ金属元素酸化物が主体でした。

確かに金属酸化物耐火物は耐熱性もあり原料が得られやすいなど長所があります。しかし、国産と中国産の海外品で価格だけで比較すると競争力は残念ながらありません。それだけに多量合成原料による高品質耐火物によって日本独自の新しい耐火物を開発することが国際的な競争に打ち勝つことに繋がります。」

しかも、 Al_4SiC_4 はアルミニウム、ケイ素、カーボンと資源的にも豊富な元素であり、レアメタル、レアアースのような資源ナシヨナリズム問題が生じないことも重要である。

ちなみに、複合炭化物 Al_4SiC_4 合成には無酸素雰囲気中で1700℃の高温で長時間加熱する必要があり、これがコストアップの要因であった。そこで同センターは企業と共同で10分間以下の短時間で合成できる効率的な技術を開発したのである。

サンプル作成が必要不可欠

しかし、これまでは情報発信の段階から進めていない傾向があった。

「これまでは次世代研究開発を目的にしてみましたので実用化とは乖離している面、言い換えれば谷があまりありません。そこで、そ

マグカーボン耐火物

正式には、マグネシア・カーボン耐火物 (Magnesia-Carbon Refractories)。焼結や電融マグネシアと数%数十mass%の黒鉛を主原料とした耐火物。主に、鉄鋼の転炉、電気炉、二次精錬炉などに用いられる。

マイクロ波 (Microwave)

一般的には、波長1m以下の電波を指す。マイクロ波と物質の相互作用により加熱する方法をマイクロ波加熱と呼び、誘電加熱の一種。

の谷を埋め、あるいは橋を架ける試みのひとつとして企業にも積極的に味利きをしてみよう。関心を持った企業にはサンプルを出していく。そしてその企業が持っている生産技術や製造プロセスで実用化を目指してもらおう。私共は生産設備を持っていません。実用化に繋げるにはサンプル作成が必要不可欠です。今後論文発表する場合はサンプル出荷できる段階まで私共が取り組んでいく。いわば、センター側がユーザーに対して情報発信を呼びかけていきます。実際、サンプルが欲しいという問い合わせがあります。」

出来る体制になっっている。

「これからの技術開発は、高機能だけでなく原料、使い方からリサイクル、リユースなど環境性などトータルで先進性を持つことが求められています。そうした製品であればコストに対する捉え方が変わってくるのではないのでしょうか。」

マイクログ波利用の新熱処理技術

この他、同センターで実用化された技術には、マイクログ波を利用した耐火物組織の新熱処理技術（均一加熱や選択加熱が可能で省エネ対策効果も高い）、耐火物の通気率測定装置（ガスの通り抜けやすさを表す通気率の評価技術の高度化・効率化）、分析用標準物質（蛍光物質、炭素分析、硫黄分析の3系統）の世界に向けた情報発信などがある。

「マイクログ波は電子レンジに使われている技術ですが、レンガを乾燥させるのに1日かかったものが3〜4時間で短縮化出来ます。

また、これまでは外熱法ですから、マイクログ波は中から熱するので可能です。この技術は食品乾燥分野が先行しました。耐火物に使えるのではという発想はありましたがあ

る成分がどの程度発熱するかデータがありませんでした。漸く無機物もデータが揃ってきたので新しい熱処理技術として実用化されました。例えばマグネシアでは600℃以上になると急に温度が上昇しだすなど物質によって特性が違います。カーボンも少量を分散すると温度は上がりやすいのですが、カーボン含有量が多くなると反射して温度が上がりにくくなってしまいます。また、材料中の溶剤の影響などもわかってきました。それだけにデータが揃うことが重要でした。」

データを揃える測定・分析技術が同センターにあるからこそできた技術である。

「マグカーボン耐火物はグラフアイトを多量に使用して熱を逃がすことでレンガが割れないなど性能を持っています。これからは低カーボンにしても性能を維持させ、外に熱を逃がさないで省エネに繋げていくことが社会的ニーズに合ってくると思います。」

木目細かな日本の耐火物がプロセスを変える

一方、世界の耐火物材料開発の状況は日本と違うのだろうか。

「欧米は鉄鋼企業の合理主義が貫かれ、レンガの種類も少なく総

合的に安く量産するかが重要視されます。製品提供の仕組みづくりは上手いと思いますが、性能の高さや品揃えの多さなどユーザーの痒いところに手が届くような製品作りは日本に一日の長あるのは間違いないと思います。新日鐵住金さんやJFEスチールさんが海外に進出する場合もまずは日本の耐火物技術を使うと思います。トータルでとらえることで日本の鉄鋼メーカーは品質の高い高級鉄鋼・鋼材製品がつくれるのです。」

そして、耐火物開発の木目細かさや新たな鉄鋼工法を生み出す可能性を秘めているのである。

「転炉に使った耐火物を取鍋などにカスケードリユースする利用法が出来れば耐火物に対する考え方も大きく変えることが出来ます。そこにカーボンや窒素の金属化合物を活用することによって総合的な性能をあげるといって視点も生まれてくると思います。」

高長所長は耐火物と共に歩いてきたわけだが、立場はこの4月に大きく変わった。これからの同センターの方向性については、

「山口前所長が常々言っておられたことを念頭に置き、5年先、10年先をにらみながら足元のことをひとつずつ取り組んでいく。並行してやらざるを得ません。私と

しては耐火物メーカーにいた経験を活かし、トータルの耐火物としての評価を上げていくテーマを選択していきたいと思っています。そして一般財団法人になったということは自立を目指していかなければなりません。それだけに耐火物業界の企業のみなさんにこのセンターをどんどん活用して頂ける存在にしていきたいです。」

グラフアイト (Graphite)

石墨、あるいは黒鉛。特徴は熱に強く、還元雰囲気であれば3,000℃でも使用可能で、熱衝撃にも強く高温になるほど強度が落ちます。また、化学薬品に対する抵抗性が強く、酸・アルカリ性に優れた耐食性を示す。更に、電気および熱の良電体。熱膨張率が小さいため高温での寸法安定性に優れている。軽量で潤滑の特性を持つ。

カスケードリユース (Cascade reuse)

資源やエネルギーを利用すると品質が下がるが、その品質レベルに応じて何度も使うことを示す。