

TODAY

地球温暖化理論の創始者の思い



東北大学
多元物質科学研究所

教授 有山 達郎

大気中二酸化炭素の増加によって地球温暖化が起こりうることを科学的に初めて予測したのはスエーデンの科学者アレニウスであることは知られている。その発表論文の中で、大気中の二酸化炭素濃度が2倍になると気温上昇は5～6℃上昇すると述べている。ここまでは多くの書で紹介されているので知っている方も多いと思う。アレニウスは1903年に電解質の解離理論の業績でノーベル化学賞を受賞している。物理化学の分野ではその名を知らない者はいない。しかし、その論文を発表したのは1896年である。ライト兄弟の初飛行は1903年、T型フォードは発売されたのは1908年、本格的な近代工業化前の話で、地球観測データも十分でなく、温暖化の何の予兆もない時代である。そのような19世紀末に、アレニウスは何故、どんな動機から地球温暖化の予測を行ったのだろうか。誰しもが興味を持つであろう。

アレニウスの論文が掲載されているのは“Philosophical Magazine and Journal of Science”という格調高い題名の学術雑誌である。正確な所在はその第42巻、No.251、pp237-276であり、論文名は“On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground”と今でも最新の論文として通用しそうな表題である。その根底となるアレニウスの宇宙史観は「史的に見たる科学的宇宙観の変遷」（寺田寅彦訳）に記されている。それらによれば、論文執筆の本来の動機は地球誕生以来の周期

的な氷期、間氷期発生など長期的な大気温度変動の原因の解析である。アレニウスは当時、既に確立されていた熱放射計算を用いて大気の平衡温度を算出し、その変動に大きな影響を与えるのは大気の水蒸気、二酸化炭素濃度であると結論づけている。冒頭の二酸化炭素濃度が2倍になった時の事象は計算の一例である。そして、二酸化炭素が増加する要因として火山活動など数多くの要因を示し、大気中の二酸化炭素は鉱物の炭酸化による固定などによって平衡が保たれると推論しているが、現在に比べて消費量ははるかに少ない石炭消費が二酸化炭素増加の要因に成りうることを提示している。論文の出発点は大気温度決定メカニズムの追求であるが、自然界の炭素循環について考察し、悠久の地球歴史の中にも不安なものを感じたのであろう。しかし、約100年でそれが顕在化しようとは想定外であったと思われる。

我が国では宮沢賢治がアレニウスの地球温暖化理論に啓発され、その影響を受けたことも知られている。東北の地で農民と共に冷害に悪戦苦闘していた宮沢賢治はアレニウスの論文を知って、1932年に発表された小説「グスコブドリの伝記」のモチーフに使用している。この小説では火山噴火による大気温度上昇を肯定的に捉えている。実際には火山粉塵による冷却効果の方が大きいのであるが、大気中二酸化炭素濃度の自然環境への影響を科学的に理解している。一介の文学者の宮沢賢治が彼の論文をこの時代にどうやって知りえたかも大きな謎とされ諸説があるが、自然環境との共存の意味、大切さを探求する心が論文の発見へと導いたのであろう。

先の先覚者達は計算機も無い時代に自らの感性和想像力によって自然の摂理に目を向け、微妙な均衡に依存している地球環境の重みを感じ取っている。それに比べて現代の我々はこれだけの情報とあらゆるツールも持ちながら、環境の変化にいか鈍感であるかも痛感せざるをえない。

吸着・浮上機能を付与した超大型・軽量多孔質セラミックス定盤の開発

株式会社ナノテム 代表取締役 高田 篤 (PL)

1. はじめに

高晶パネル製造装置のベース定盤は、剛性が高く精度維持に優れた天然石材がメイン。しかし、天然石材は枯渇傾向。天然石材は、国産では対応できず、韓国・中国産も少なくなり、インド・アフリカ産へシフト。韓国・台湾等の需要も増え天然石材の入手が課題となっている。

2. 事業の背景・目的

液晶等製造現場は超大型化(マザーガラスはG8クラスで2500mm角)・超微細・高精度・低発塵化が急務。他方、製造の心臓部の天然石材定盤(G8サイズ)は国内で枯渇、中国・インド産も不足。本研究は産学官及び川下製造企業が一体となって、天然材代替、軽量化、高機能化(多孔性を利用した真空吸着やエア浮上搬送、冷却水自噴等)のため多層・多孔質セラミックス定盤の一体成形とその加工技術を開発する。

3. 研究開発の概要

本事業では、製造装置のベース定盤の軽量化・低熱膨張化・高精度化を目的として、申請者らの特異技術である大型多孔質セラミックス製造技術と精密加工技術を連携させ、最終的にはG8クラス(2.5m²以上)の大型多孔質セラミックスの作製が目標。本年度の目標は、G5(1500×1200mm)クラスのセラミックスの焼成技術を構築すること。

本研究では以下の6項目をサブテーマとした。各サブテーマと本年度の目標を示す。①大型化：G5(1500×1200mm²)での大型多孔質セラミックスの試作

②軽量化：300mm²でのリブ構造化多孔質セラミックスを試作すること

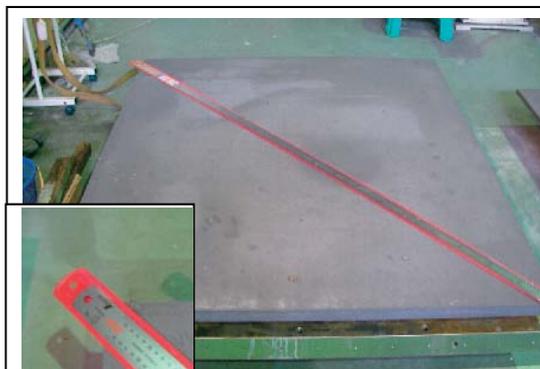


図1大型セラミックス外観

③機能化：G5(1500×1200mm²)での5層構造多孔質セラミックスの試作

④低熱膨張化：添加助剤の種類及びその量を検討し、ペレットサイズ低熱膨張素材(1×10⁻⁶)を試作すること

⑤環境化：大型浴槽と流水洗浄方法を確立すること

⑥G5クラス(1500×1200mm²)が加工可能な真空吸着盤を用いた大型加工機を試作する。最終的に機械加工で20ミクロン/2m²を実現する。

3. 研究成果のまとめ

①大型化対応

図1に本研究で試作した多孔質セラミックスの外観写真を示す。

G5(1500×1200mm²)サイズ以上の1600×1400mm²、対角線の長さで約2000mm²の大型セラミックスである。

材料配合技術と焼成パラメーター、昇温条件・炉内温度分布等の課題に対して、検討した結果、面積比で3.3倍の大型化と40%の軽量化が実現できた。

②軽量化対応

リブ構造の肉厚・リブの大きさを可変し、最適値を求める。18

年度の最終目標は、見掛け比重1.3以下の多孔質セラミックス(300mm²)を試作すること。

図2に試作したリブ構造多孔質セラミックスの外観写真を示す。リブ部分には、使用する消失材及び樹脂の種類等を検討した結果、最終的には木粉系の消失

材を樹脂と混練し、ブロック状態に仕上げ、成形物の中に埋め込み、所定の焼結条件で焼成し、リブ構造化を実現した。

③機能化対応

図3に5層構造多孔質セラミックスの内部構造写真を示す。写真上から①多孔質層、②井桁層(空間層)、③不通気層(細)、④不通気層(粗)、⑤多孔質層となっている。焼成前に上記5層を一体成形を行い、焼成する。特に不通気層(細)部分では、空気もしくは水の通水がないことが確認できている。

④低熱膨張化

正の熱膨張係数を持つセラミックス原料粉末と負の熱膨張係数を持つセラミックス原料粉末を結合し、多孔質材料を作製することで極低熱膨張材料を得ることが可能であることが確認できた。また、多孔質材料の構成により、任意の熱膨張係数を



図2多孔質セラミックスリブ構造写真

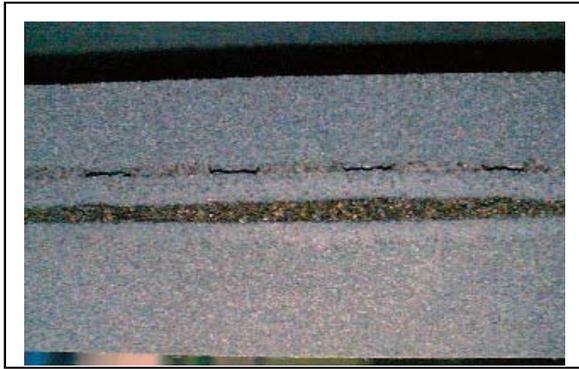


図3 多孔質セラミックス5層構造

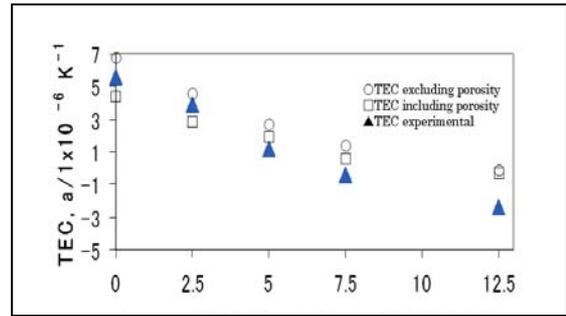


図4 負の熱膨張材料と熱膨張係数の関係

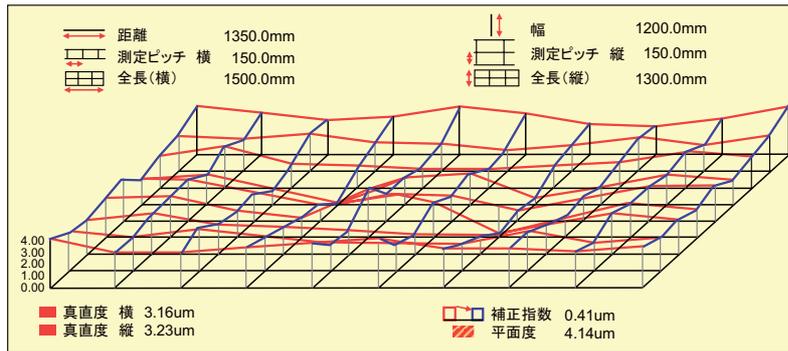


図5. 多孔質セラミックスの平面度結果
得ることも可能であることを示唆できた。

⑤環境下対応

素材の平面及び側面加工時に多孔質内部に切り屑・研削油等が残存する。それを取り除くために外部からの高圧洗浄及び内部流水洗浄の方法を検討した。

高圧洗浄、内部流水洗浄、バブリングプレート洗浄を多孔質体に対して検討した結果、各々の洗浄方法とも一長一短あり、その特徴を生かし、組み合わせで使用することとした。特に、高圧洗浄機を使用して、先端ノズルを平形ノズルとし、ライン配置することで、多孔質セラミックスの洗浄が可能となった。多孔質セラミックス内部から空気を排出し、バブリングをしながら表面は平形ノズルでライン洗浄を行うシステムとした。

⑥高精度化対応

大型加工機のテーブルは多孔質真空チャックを搭載、セラミックス内部から水・エアバブリングが可能。テーブルは自転でき、上部の砥石によって、平面加工が可能。

本試作大型加工機を用いて、

多孔質セラミックスの平面加工を実施。

真空チャックテーブルの真直度並びに全面の平面度を測定した結果を図4に示す。仕上げ加工後にほぼ4μmの平面度が実現できた。18年度目標は20μm以下の平面度を目標にしており、目標数値の1/5以下が実現できた。但し、オイルチラー温度と外気温の管理が必要。

5. まとめ

本事業において、目的としたG5(1500×1200mm□)クラスの多孔質セラミックスの焼成技術及び平面精密加工技術に関して、知見を得ると共に、試作することができた。

大型化焼成技術と平面精密加工技術に関しては、更に課題等が明確にされて、次年度以降にG6(1900×1500mm□)以上の技術構築を目指す。

今後は、吸着および浮上機能を有した大型定盤G6(1900×1600mm□)をターゲットとし、次の通り市場展開を行う。

1. 展示会等による情報発信
2. 多孔質セラミックス既存ユーザー(分割セラミックスタイプ)との共同テスト。
3. 最終目標のG8(2500×2200mm□)への試作アプローチを行う。

期待される効果

- 天然石材からの人工素材への転換は、これからの高精度装置キーポイント。特に天然石材の枯渇が将来的な液晶および半導体装置装置開発の課題。ベース定盤の人工化は、液晶やプラズマパネルの製造工程に不可欠であり、新規装置だけでなく既存装置への転換、更なる高精度化に対応できる。
- ベース定盤の軽量化目的で多孔質セラミックス(比重:1.8)を開発し、装置全体のコンパクト化、総重量の軽減・軽量化を目指す。装置全体の重量を既存の3分の1へ軽減。
- ベース定盤は、XYステージの上で稼動。慣性力と減衰性はベース素材の重量に依存。ベース素材の軽減は装置全体をコンパクトにできる。
- 軽量・コンパクト・低価格の大命題が大型装置の宿命。
- ベース定盤は、ニッチな市場。装置の心臓部ではあるが、原価構成は装置全体の5から10%程度。特に海外メーカーとの差別化と優位性を保つためには天然石材からの転換がキーポイント。

活動報告

■ 鉄鋼材料研究部

<コマツ研究本部との意見交換>平成20年2月8日、鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発の溶接サブ・グループの平岡グループ長、小紫JRCM専務理事、川端JRCM主任研究員が、コマツの平塚研究所を訪問し、コマツの研究本部長、生産技術開発センター長他と意見交換した。建機における溶接技術のニーズについて、貴重な意見交換ができた。

(川端主任研究員)

「鉄鋼材料の革新的高強度・高機能基盤研究開発プロジェクト」の第1回NEDO技術推進委員会が2月20日に開催された。本委員会はH19年度の委託研究成果の報告と、野本委員長(東大名誉教授)を含む6名の有識者委員の評価をいただく位置づけ。H19年度の研究成果は高く評価できる、あるいは、本研究のサポーターとして研究を支援したい等のコメントをいただいた。今後、出口目標を見据えた有機的連携の加速と、成果の更なる高度化に努めていきたい。(城田部長)

■ 非鉄材料研究部

[大阪大学集中研の紹介]

本年度スタートした「窒化物系化合物半導体基板・エピタキシャル成長技術の開発(H19~23年度)」プロジェクトでは、研究開発項目「高品質大口径単結晶基板の研究開発」において、Na系フラックス溶液成長法を基軸として、窒化物半導体電子デバイスに要求される4インチ級の高品質なGaN大型単結晶を育成する技術を開発している。

JRCMは本研究開発のために、豊田合成(株)、日本ガイシ(株)と研究開発事業協力契約を締結した上で研究チームを結成し当該2社から研究員を出向させた

上で、大阪大学・吹田キャンパス内に集中研を設置し、森研究室と共同研究を行っている。Na系フラックス溶液成長法とはGaN-Na混合溶液中に数十気圧の窒素ガス下で窒素を溶解させ結晶を育成する方法で、森研究室は本成長法のパイオニアとして高品質の2インチ級のGaN単結晶を得るなどの高い実績を有している。現在集中研においては、既存のGaN結晶育成装置を用いた結晶育成実験に加え、育成装置大型化のための要素技術の検討を行って、4インチサイズに対応した新規な大型結晶育成装置の設計・導入を進めているところである。

(松浦主任研究員)

■ 産学連携推進グループ

レーザー微細加工技術を用いた革新的人工関節の開発「最終評価結果」発表

地域新生コンソシアム研究開発事業に係る最終評価の結果があり、本事業は、総合評価Aをいただくことができた。評価は計画履行評価、実施体制評価、事業化計画評価の3つの評価からなり、それぞれでAの評価を得ることができた。評価委員からは「骨組織の形成(金属との固着力)を高めるとい加工技術は、ほぼ計画どおり達成したと考えられる。」等の大変高い評価を得た。

今般、評価委員会で評価の高かった成功事例の一つとして『成果発表会(3月5日)』に参加し発表を行うこととなった。

なお、本研究開発は地域新生コンソシアム研究開発事業として、近畿経済産業局からの委託事業で、大阪大学大学院医学系研究科、同大学院工学研究科、日本メディカルマテリアル(株)、(株)ヤスオカ、大同特殊鋼(株)、JRCMが参加し、平成17年度~18年度の2年間のプロジェクトとして実施してきた。

(畑中総務企画部長)

●お知らせ

(社)日本鉄鋼協会「春季講演大会」開催のご案内

第155回春季講演大会を3月26日(水)から28日(金)にかけて武蔵工業大学(世田谷キャンパス)で開催されます。一般講演、討論会、国際セッション等を合わせ、433件の発表があります。これらは鉄鋼協会会員しか参加できませんが、期間中に11テーマのシンポジウムも開催され、これらは誰でも参加できます。プログラムの詳細は本会ホームページに掲載されておりますので、ご確認してください。

(<http://www.isij.or.jp/Koen/KoenPR/index.htm>)

○JRCMでは「溶接分科会」シンポジウムで、以下の内容を発表する予定です。

~プログラム案~

「全体の位置づけ」大阪大学野城溶接分科会リーダー

1. 溶接技術サブグループ

(1) 溶接技術サブグループの狙いと取り組み方針

(2) 革新的溶接プロセス(クリーンMIG溶接)の開発

(3) 革新的機能溶接金属-オキサイドメタラジーからマルテンサイトメタラジーへ

2. 高温クリープサブグループ

(1) プロジェクトの概要

(2) SPクリープおよび組織評価解析技術

(3) リアルタイム組織損傷計測技術の開発と寿命診断技術の確立

3. 水素脆化サブグループ

(1) 水素脆化サブグループの狙いと取り組み方針~1000MPa級溶接金属を想定した実験・計算からのアプローチ~

(2) 各種格子欠陥における水素存在状態解析

(3) マルテンサイト組織の水素脆化破壊限界

The Japan Research and Development Center for Metals

JRCM NEWS / 第257号

内容に関するご意見、ご質問はJRCM総務企画部までお寄せください。

本誌は地球環境保全を考慮し再生紙を使用しています。

本書の内容を無断で複写・複製・転載することを禁じます。

発行 2008年3月1日

発行人 小紫正樹

発行所 財団法人 金属系材料研究開発センター

〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目5番11号 第11東洋海事ビル6階

TEL (03)3592-1282 (代) / FAX (03)3592-1285

ホームページ URL <http://www.jrcm.or.jp/>

E-mail jrcm@oak.ocn.ne.jp