

自動車会社が関連会社と数年前に開発した 「アルマイト皮膜による遮熱膜」の紹介

佐藤 敏彦 ※)

1. 緒言

「アルマイト皮膜による遮熱膜」を表1の5節に分けて紹介する。なお、「遮熱カーテン」や「遮熱塗料」など各種の材質や各種の加工法による「遮熱膜」があるので、本稿では、「アルマイト製遮熱膜」と略称させていただく。

表1 本稿の目次

2節	アルマイト特許検索で出会った、「遮熱膜」の単語
3節	「アルマイト製遮熱膜」が注目される原因の情報源
4節	「アルマイト製遮熱膜」について2編の必読記事
5節	「アルマイト製遮熱膜」の特許紹介
6節	「アルマイト製遮熱膜」の学术论文紹介

第4節で紹介する図1は日経アーキテクチャ誌の記事からの引用で、多くのイラストで「遮熱」を解説している。図1の冒頭に、「近年、夏に『遮熱』という言葉聞くことが増えてきた」と書いてあるように一般常識としても理解しておく必要がある言葉である。

第4節で紹介する図2の原稿は「アルマイト製遮熱膜」を開発して、自動車技術会賞を受賞した技術者たちの「苦労話」で、縦書きの文章で書かれていて、非常に有益である。



図1 「意外に知らない『遮熱』と『断熱』の違い」：日経アーキテクチャ；日本経済新聞



図2 オートテクノロジー 2018, p26 ~ p31

※) 元・芝浦工業大学

2. アルマイト特許検索中に出会った、「遮熱膜」の単語

「陽極酸化など」と「自動車会社の社名」と「2010年以降」の3件のキーワードで特許検索をして、表2の検索結果を解説する予定であったが、本稿の筆者が知らない単語の「遮熱膜」を数社の特許で目にしたので、上記の本稿の題名に変更した。

表2 「陽極酸化など」と「自動車会社社名」と「2010年以降」で検索した特許件数

社名(記号)	陽極酸化	表面処理	鋳物、鋳造	アルミニウム	マグネシウム	CFRP
T社	276件	842件	1602件	9606件	1774件	538件
N社	89件	474件	361件	3167件	1236件	31件
S社	36件	43件	303件	638件	109件	62件
H社	16件	769件	1166件	2691件	374件	212件
MA社	12件	76件	306件	616件	164件	83件
MI社	4件	17件	112件	202件	24件	2件
D社	3件	25件	268件	366件	106件	2件
F社	1件	43件	125件	386件	43件	131件

3. 「アルマイト製遮熱膜」が注目される原因になった情報源

3.1 日経 xTECH の 2015 年 5 月 26 日の記事

「トヨタ新ディーゼル、筒内ガス温度にピストンが追従・・・熱損失を大きく減らして効率向上」の見出しで、「トヨタ自動車は、新しいディーゼルエンジンのピストン頂面に、新しく開発した膜を設けた。ピストンに逃げる熱を減らせ、燃焼時の熱損失を減らせる。将来はシリンダー内壁などに採用領域を広げたい考えだ。2015年5月21日にタイで発表した、新興国向け戦略車「ハイラックス」の排気量2.8L直列4気筒ディーゼルエンジン「1GD-FTV」に採用した(関連記事)。今回の技術を採用することなどで、同エンジンの最高熱効率は44%に達する。・・・」の解説がある。

3.2 日本機械学会の技術賞

トヨタ自動車(株)と(株)豊田中央研究所の技術者が共同技術開発で、2016年度の「技術賞」を受賞したことが報告されている(図3と図4)。図4に書いてある「技術の内容」の一部分を、図5とともに以下に引用した。

「・・・この要求熱物性を達成するため、外部から遮断された空隙を含む多孔質セラミックスに着目し、実現手段としてアルミニウム合金の陽極酸化皮膜を適用した。電解液中でアルミニウム合金に電荷をかけ酸化させると、中央に孔の空いた柱状のアルミナがアルミニウム表面から垂直方向に成長し皮膜が形成される。従来の皮膜よりも膜内部の空隙の量を増やし、かつ熱およ

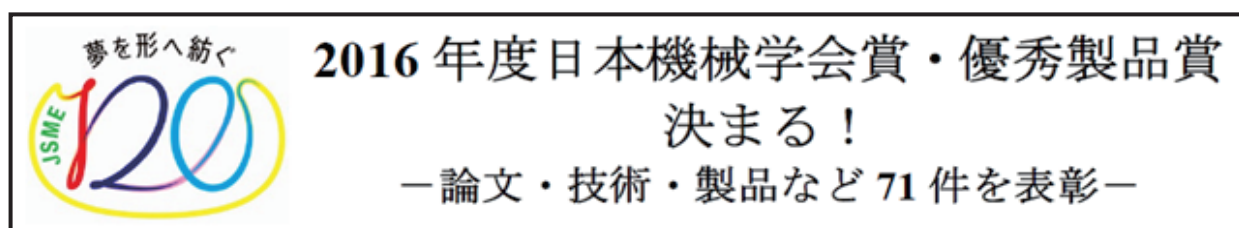


図3 日本機械学会の2017年3月1日のホームページ



図4 「技術賞」を受賞の「エンジン熱効率向上のための新規冷却損失低減技術の開発」

び応力への耐久性を高めるために皮膜にシリカを充填したシリカ強化多孔質陽極酸化皮膜 (Silica Reinforced Porous Anodized aluminum: 略称 SiRPA) を新たに開発した (図5)。

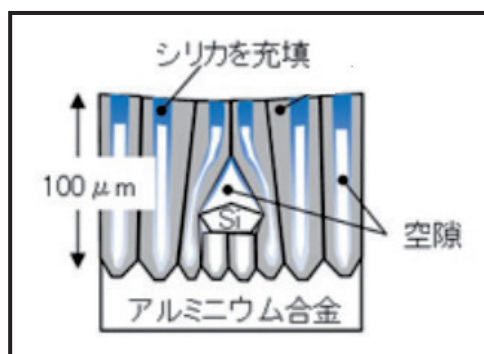


図5 アルマイト製遮熱膜

3.3 第67回自動車技術会賞・技術開発賞受賞者のインタビュー集

図1で紹介した、「燃焼室壁温スイング遮熱「TSWIN」によるエンジン冷却損失低減技術の開発」の受賞者が自動車技術会のホームページで紹介されている。

3.4 第49回 市村産業賞・貢献賞

受賞技術の題名は「エンジン燃焼室壁温スイング遮熱技術の開発」である。「開発業績の概要」の一部分を以下に引用した。

「・・・熱および応力への耐久性を高めるため皮膜にシリカを充填したシリカ強化多孔質陽極酸化皮膜 (Silica Reinforced Porous Anodized aluminum: 略称 SiRPA) を開発した。・・・2015年6月、本技術適用のディーゼル車国内販売を開始。2016年7月までの1年強で約15,000台のディーゼル搭載車 (当車種全販売数の6割強) を販売、ご好評を頂いている。」

4. 「アルマイト製遮熱膜」を理解するための2編の必読記事

4.1 2編の必読記事の1番目

本稿の1ページの図1で紹介した、日経アーキテクチャ誌の記事の冒頭部分を以下に引用した。そして、図6の宮沢洋のイラストが解説文の理解を助けている。

「遮熱は夏の冷房負荷を減らすのに重要な手法である。しかし、遮熱と断熱の役割を混同し、遮熱をしておけば冬も快適だと考えている人が少なくないようだ。遮熱の仕組みをきちんと理解

しておかないと、夏の対策としても意味をなさないことがある。今回は、日経アーキテクチュア誌が 2014 年 9 月 22 日に発行した「建てる前に読む 家づくりの基礎知識」から、東京都市大学教授の宿谷昌則氏による「遮熱と断熱の違い」を紹介する。聞き手は、ライターの新原詩子氏。・・・」

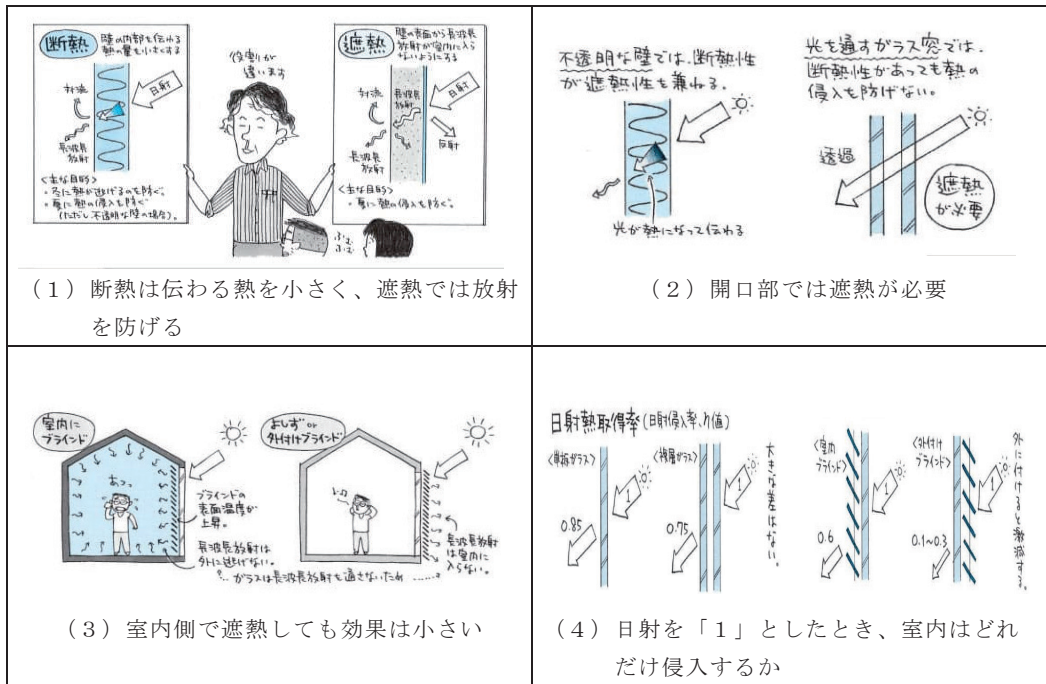


図6 「意外に知らない『遮熱』と『断熱』の違い」を解説記事でのイラスト

4.2 2編の必読記事の2番目

必読記事の2番目は本稿の1頁で紹介した図2である。この原稿は技術原稿では珍しい「縦書き文章」で、「オートテクノロジー 2018」に掲載されている「燃焼室壁温スイング遮熱 “TSWIN”によるエンジン冷却損失低減技術の開発」の記事である。

この記事の序文（リード文）として、「エンジン冷却損失低減の理論を実現へ」が大きい文字で書いてある。記事の目次は下記の6項目である。

- ▼ 過去の断熱エンジンの教訓から新しい遮熱コンセプトへ
- ▼ 燃費向上に向け高い目標に挑戦
- ▼ 遮熱に使える材料探しが始まった
- ▼ アルミ鋳造品にアルマイトを施す
- ▼ 市場投入が大幅に前倒しされた
- ▼ 実用化はまだ第一歩

4番目の項目の冒頭部分を図7に示した。図8は「必読記事の2番目」の28ページの下部と29ページの上部である。28ページの下部に掲載されているエンジンの写真の横に下記の文章

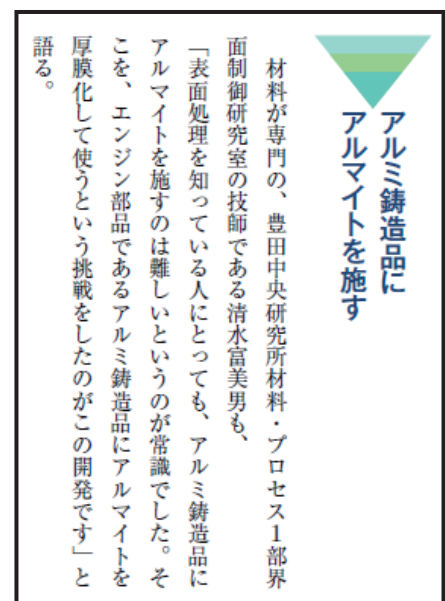


図7 4番目の項目の冒頭部

が書いてある。

「・・・。陽極酸化被膜という手法に到達するまでの断熱材の選定や、高温・高圧にさらされるディーゼルエンジン用ピストンに用いるための被膜強度の確保、さらには量産へ向けた生産工程の時間短縮など、完成までには多くの難問が待ち受けたが、それらを粘り強く解決し、冷却損失と熱効率の向上を実証して、エンジン本体で約 2%の燃費向上を果たしている。今後は、ハイブリッド車などの動力源であるガソリンエンジンに対しても有効な手法であると将来性が期待されており、その実用化へ向けさらなる開発が続けられる予定である。」

図 8 の 3 人の写真の下に、2 人の写真がある。技術開発に携わった 5 人の写真である。そして、5 人の写真の下に、各人が技術開発に携わった感想文が書いてある。5 人の一人である A 氏は下記の感想文を書いている。

「この技術開発に 10 年かかりましたが、その間、外部へ内容を話すことはできませんでした。研究所に勤務しながら論文を出せなかったので、恩師も心配していたと聞いています。・・・。」



図 8 「28 頁の下」と「29 頁の上」

5. 「アルマイト製遮熱膜」の特許紹介

前節までで紹介した「アルマイト製遮熱膜」に関連する特許は複数あるが、本稿では図 9 に示す特開 2018-35691 を紹介する。

実施例の始まりは、「【0018】陽極酸化処理は、陽極としての燃焼室部品の表面に、電解液（一例としてリン酸、シュウ酸、硫酸、クロム酸等の水溶液）を供給しながら行う電気分解である。電気分解に際しては、電流密度と通電時間が調節される。電気分解に際しては、また、燃焼室部

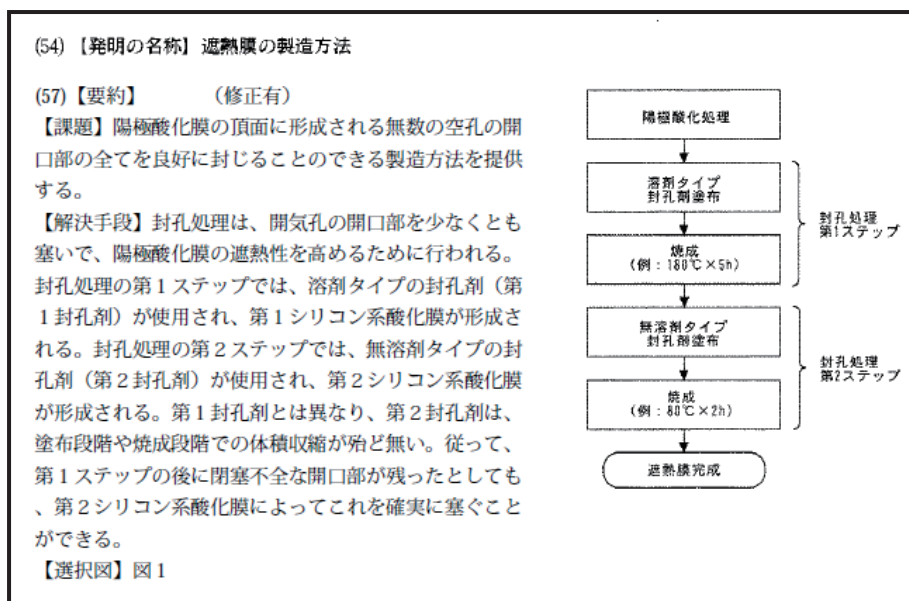


図 9 特開 2018-35691

品の表面のうちの所定領域にのみ陽極酸化膜が形成されるよう、マスキング部材等を用いて電解液の接触領域が制限される。燃焼室部品の母材は、アルミニウム合金、マグネシウム合金、チタン合金等である。そのため、陽極酸化処理が行われると、合金の酸化膜（つまり、陽極酸化膜）が上述した所定領域に形成される。」である。なお、図10は実施例で解説されている図の一部である。

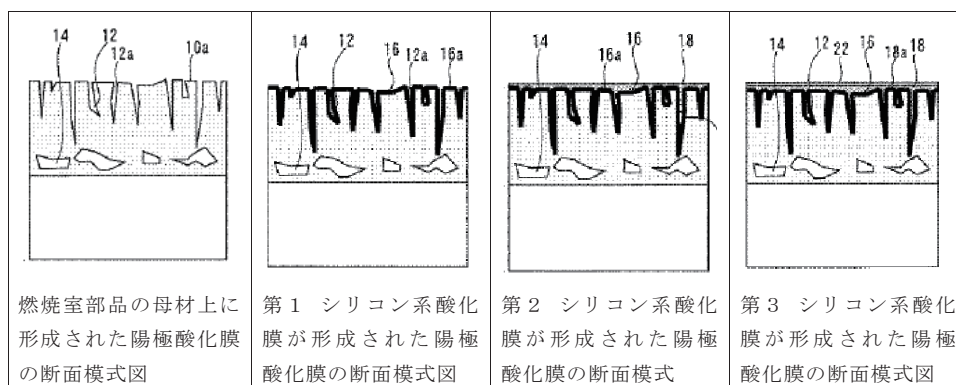


図10 アルマイト製遮熱層の断面模式図

6. 「アルマイト製遮熱膜」の学術論文紹介

図11の自動車技術会論文集に同一論文題名で（第5報）までの5編の下記の論文が発表されている。なお、著者の氏名は6、7人の連名であるので、冒頭の1人の著者名だけにさせていただいた。

（第2報）の「はしがき」に書いてあるように、機械工学の専門知識がないとこれらの論文は理解できない。どうしても読みたい人は機械工学の専門家に助力を求めて、チャレンジしてみてください。

- 壁温スイング遮熱法によるエンジンの熱損失低減
小坂英雅ら；自動車技術会論文集、44巻1号 p.39-44（2013年）
- 壁温スイング遮熱法によるエンジンの熱損失低減（第2報）
脇坂佳史ら；自動車技術会論文集、47巻1号 p.39-45（2016年）
- 壁温スイング遮熱法によるエンジンの熱損失低減（第3報）
川口暁生ら；自動車技術会論文集、47巻1号 p.47-53（2016年）
- 壁温スイング遮熱法によるエンジンの熱損失低減（第4報）
西川直樹ら；自動車技術会論文集、47巻1号 p.55-60（2016年）
- 壁温スイング遮熱法によるエンジンの熱損失低減（第5報）
山下英男ら；自動車技術会論文集、49巻2号 p.156-161（2018年）

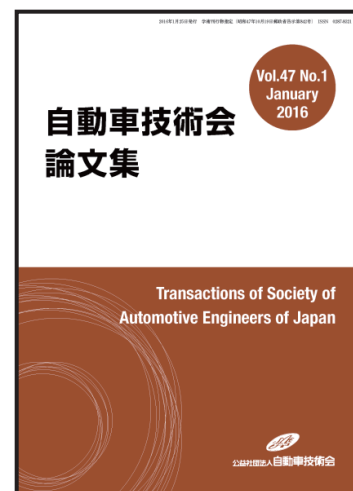


図11 論文集の表紙

7. 結言

図6(4)は原論文の大きい図で見て下さい。省エネ建材の発明に役立つかも知れません。アルマイト技術の視点からは図5に書いてある、「100μm」が大切です。「100μm」の理由は図2の「苦労話」に書いてある。