

チタンの研究：夢と希望に満ちたライフワーク，世代を超える研究

Titanium Research : Lifelong and Intergenerational Research Full of Hopes and Dreams

The author has been involved in the titanium society for 35 years as a scholar and educator at universities. Research on titanium, especially the development of new smelting methods and recycling technologies such as direct oxygen removal from titanium, is very difficult and challenging. However, research on titanium is full of hopes and dreams, and these studies will have a great impact in the future. At the 70th anniversary celebration of the Japan Titanium Society (JTS), the author discussed the future direction of the titanium industry and related issues that needed to be solved. Three decades hence, at the JTS's 100th anniversary celebration, the author hopes a new smelting method, one that replaces the Kroll method, will be implemented in society. In this article, the author would like to outline the author's involvement in the world of titanium as an academician, and share the author's hopes for the 100th anniversary celebration of the JTS. The author looks forward to the arrival of an era in the future when titanium will be widely used as a common metal and make a great contribution to society.



岡部 徹*
OKABE, Toru H.

1. はじめに

(一社)日本チタン協会(以下、チタン協会)の創立70周年式典におけるパネルディスカッションのパネラーとして学术界から参加する光栄に浴しました。式典に臨むにあたって、関係各位との議論を重ね、日本のチタン業界の進むべき方向や取り組むべき課題について考察する機会を得ました。本稿では、筆者なりに日本のチタンの将来像と希望を述べたく存じます。

筆者は、大学における学者として、また教育者として、これまで35年間、チタン業界と関わってきました。長年にわたりチタンの製造プロセスを革新するべく、様々な基礎研究に取り組んできましたが、35年前に恩師の小野 勝敏 先生から与えられた「チタン酸化物から直接高純度のチタンを製造する革新的な技術の開発」という研究課題について、いまだに解決できておりません。

本稿では、筆者なりにアカデミアの人間としてチタンの世界に関わっていた35年間の活動の概略を紹介し、さらには、チタン協会の創立100周年式典を見据え、チタン業界の次の30年に向けた希望を語らせていただきます。

2. チタンの基礎研究

筆者は、大学4年生のときから一貫して、チタンの新製錬法の開発に取り組み、現在に至っています。言い換えれば、チタンの研究に巡り合ったがゆえに、今もこの分野の研究者として生き永らえているわけです。残念な

ことに、「チタン製錬を革新せよ」という小野先生から与えられた宿題を解決し、社会実装するには至っていないと言うこともできます。

しかし、基礎研究はそれなりに進展し、今では、どんなに高い酸素濃度のチタンでも、確実に10 mass ppmレベルの極低酸素濃度までチタン中の酸素を直接除去できるようになりました。筆者が研究を始めた頃は、高い酸素濃度のチタンを1000 mass ppmを下回るレベルまで直接脱酸することは極めて困難でしたので、要素技術としては、この35年間で大いに進歩しました。

今後は、筆者が開発したチタンの高純度化技術のいくつかを、チタンの新製錬法やリサイクル技術に応用し、社会実装するべく努力を続けてまいります。

初期の研究につきましては、「チタン研究に没頭した十年余」と題して、今から20年前のチタン協会50周年記念、記念誌コラムに概略を記しています¹⁾。また、チタン研究に取り組んだ20年間の苦労を振り返って、「夢とロマンのチタン研究」と題する雑文を本誌に寄稿しています²⁾。数年前からは、一連の研究が社会的にも評価されるようになったため、その概略を本誌に紹介しております^{3), 4)}。

3. チタンの一般社会へのアウトリーチ活動

学者や研究者にとっては、これまでは広報に関する活動は重要ではありませんでした。特に国立大学における研究者は、30年前は、対外的なことは気にする必要はな

く、ひたすら自らが興味のある研究を進めればよい時代でした。筆者自身も「チタンから直接、不純物の酸素を極限のレベルまで取り除く研究」をはじめとするチタン製錬の研究に一心に打ち込み、学術及び技術を究めることにみに全力を注いでいました。

筆者が学生や助手のときに没頭していた“レアメタルの研究”の意義や重要性について、一般の人に理解してもらおうとは微塵も思っておらず、また、その内容について一般の人が関心を示すようになる時代がくとも夢にも思っておりませんでした。

しかしながら、昨今は広報あるいはアウトリーチ活動が重要となり、研究活動や成果の外部発信にも重きが置かれるようになりました。とくに、大きな公的研究資金を獲得すると、研究者の責務として研究の意義や目的、成果について一般社会に向けてわかりやすく発信することが求められるようになりました。

このような背景から、研究とは別に筆者が熱心に取り組んでいるプロジェクトの一つは、「チタンの魅力」や「レアメタルの重要性や将来性」について広く一般社会に伝える対外的な広報・啓発活動です。

レアメタル研究会という筆者が主宰する会合では、頻繁にチタン関係者を講師として招き、講演会を行なってきました⁵⁾。レアメタル研究会には、大学や企業関係者以外にも、メディアや公的機関の方々も招待して多角的にアウトリーチ活動を展開しています。しかし、チタンの魅力や将来性を一般社会に伝えるには、これだけでは不十分であり、高橋 和彦 氏（当時トヨタ自動車(株)）の発案で、木下 和宏 氏（当時チタン協会）のご協力を得て「チタンシンポジウム」を毎年開催することになりました。

2017年に開催された初回のシンポジウム以来、チタンシンポジウムの開催数はすでに6回を数えました。コロナ禍の影響で、最近の講演会では、講演会会場での参加者数を20名程度に制限しましたが、Zoom及びYouTubeでのオンライン配信によって、200名を超える視聴者が参加する盛会となりました。IT技術の進歩と生活スタイルの変化により、何時でも何処でもネットを介してチタンシンポジウムが閲覧できるのは、素晴らしいことです^{6) 7)}。

筆者が一般社会にむけてチタンの魅力を伝える試みとして、チタン製各種グッズの配布も行っています。この10年間は、チタンのスプーンやカップを一般の方々に配って、チタンの素晴らしさを伝えていきます⁸⁾。これまでに、2000本以上のチタン製のスプーンを一般の方々に配りました。この活動は、とてもお金がかかりますが、筆者が想像していた以上に、チタンの魅力を伝えるのに役に立っているようです。今後は、スプーンに加えチタン製のお箸のセットの配布を計画しています。

また、チタンの魅力を広く一般に伝えるため、チタン

を使って椅子やアクセサリを作って展示するデザイン展を東京大学 山中 俊治 教授らと何度か開催しました⁹⁾。日本が誇るトップデザイナーの威を借りて、チタンの魅力を一般社会にアピールするこのユニークな試みを通じて、チタンの素晴らしさを一般の人々にも認識していただき、当初の予想を遥かに超える成功を収めました。

将来的には、チタン製の食器や家具、さらにはチタンをはじめとする各種レアメタルのアクセサリが普及することを期待しています。筆者自身もレアメタル・アーティストとして新たな展開を模索しています。今後も、デザインやアートの力を使って、未来材料としてのチタン・レアメタルの魅力を、さらに広く全世界に伝える努力を続けてまいります。

4. チタンの研究人材の育成

チタンの研究、特にチタンの新製錬法の開発研究は、研究人材の育成に最も適したテーマです。その理由の一つは、筆者の研究テーマでは、化学熱力学を駆使するため、徹底的に熱力学を勉強する必要があります。若手研究者にとっては、将来、別の研究テーマに取り組む場合でも、熱力学を使いこなせれば研究の幅が広がり、また、論理的な思考と研究の展開が可能となります。事実、筆者の研究室出身の研究者の多くは、今も化学ポテンシャル図等を使いこなして、新たな研究展開を行っております。

また、研究の難易度が高い点も、若手の教育に適した課題であると筆者は考えています。昨今の若手研究者は、すぐに結果がでて論文が書きやすい研究課題に取り組みがちです。一方、難易度が高い研究は敬遠されがちです。なかなか成果が出ない研究には、長い期間、同じテーマに取り組めるため、研究に取り組む人の研究心やチャレンジ精神をかき立てる醍醐味があると、著者は考えています。

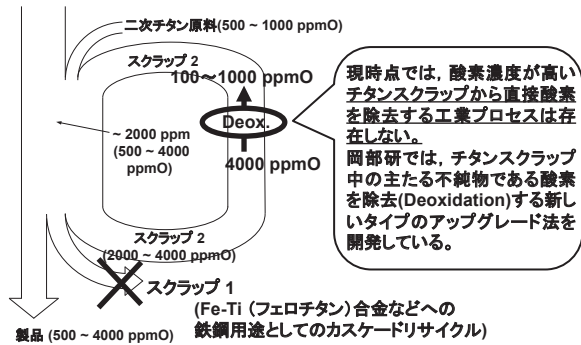
思い起こせば、筆者は、学生のときに、大石 敏雄 先生から、化学熱力学の基礎を徹底的に叩き込まれる機会を得ました。おそらく、当時、大石先生は、「チタンの新製錬法などのプロセス研究を続けているだけでは、岡部は研究者として食べていけない」と思われたのでしょうか、懇切に熱力学を教えてくださいました。その結果、学位を取得する頃には、実験をしなくても「熱力学の考察のみ」で、学術論文が書けるレベルまで鍛えてくださいました。しかし、結果的には、筆者は実験を主体としてチタンをはじめとするレアメタルのプロセス研究を続けたため、当時は、熱力学の考察のみの学術論文を書くことはありませんでした。

50歳を過ぎてからは、大石先生にお教えいただいた恩返しの意味も込めて、若手に熱力学やプロセス工学の基本を教えるため、実験結果を含めずアイデアをベースとした考察のみで、学術論文を執筆しております^{10)~12)}。筆

者が恩師から受けた熱力学の教育を、これまで後進に対しきちんと教えてこなかった反省を踏まえ、今は時間を何とか捻出して、若手の教育に取り組んでいるのです。

最近、希土類金属の脱酸能力に着目した考察研究^{10)~12)}をもとに、チタンのアップグレードリサイクルという新たな研究領域を展開しています^{13) 14)}。今の筆者の夢の一つは、スポンジチタン（1次原料）よりも高純度のチタンを、チタンスクラップ（2次原料）を再生利用（リサ

チタンのアップグレード・リサイクル技術の開発の意義と重要性
一次チタン原料(スポンジチタン)(~ 500 ppmO)



将来、チタンの生産が増えるとカスケードリサイクルに限界が生じる。

図 1

Nd, Dy, Tb などの生産にともなって余剰となる Y, La, Ce などの(副産物の)希土類金属を、チタンの新製錬やアップグレードリサイクルなどの高付加価値プロセス技術に利用すべき。

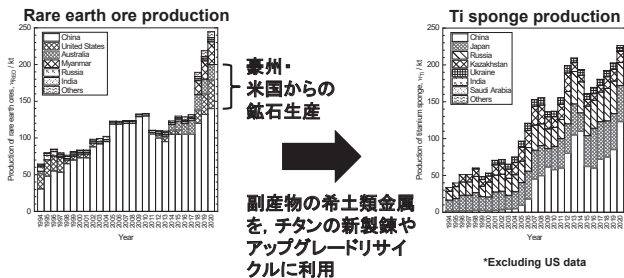


図 2

岡部の夢：

再生チタンスクラップ（2次原料）の純度のほうが、スポンジチタン（1次原料）の純度よりも高くなるような、新リサイクル技術（革新的アップグレード技術）を開発

⇒
アップグレードリサイクルという
新概念をチタン精錬に導入

⇒
世界中からチタンスクラップが日本に集まる時代が
くることを目指す。

図 3

イクル）して製造する新技術（革新的アップグレード技術）の開発です。（図 1～3 参照）アップグレードリサイクルという新しい概念をチタン精錬に導入することにより、世界中からチタンスクラップが日本に集まる時代がくることを目指して頑張っています。

将来、確固たる熱力学をベースとして構築された新製錬法や環境調和型のリサイクル技術が、応用研究にまで発展し、社会実装されることを願っております。

5. 日本チタン協会100周年に向けて

将来、チタン協会が開催する100周年記念式典の頃には、クロール法に代わる新製錬法が社会実装されているのも夢ではありません^{15) 16)}。（図 4～7 参照）30年後には、チタンが広く一般社会に普及し、チタン協会も大きな組織として発展していることを期待しています。さらに、願わくはポスト・クロール法の基幹技術、要素技術のいくつかは、日本人の発明や開発によるものであれば

日本のチタン産業が今後取り組むべき課題
原料：

- 低品位チタン原料の利用技術
- 鉱石や低品位チタン原料の高品位化技術
- 有害な不純物を含むチタン原料の有効利用技術と廃棄物処理

還元プロセス：

- チタン化合物の還元プロセスの高速化あるいは連続化
- チタン粉末の高効率製造プロセス
- 熱の有効利用、省エネルギー還元プロセス

リサイクル：

- チタンスクラップからの不純物の除去技術・チタンの高純度化技術
- スクラップや廃棄物からのチタンの回収技術
- 塩化物廃棄物の有効利用技術
- クロール法の塩化製錬技術を他のレアメタルのリサイクルに応用

図 4

チタン製錬プロセス開発の今後の課題

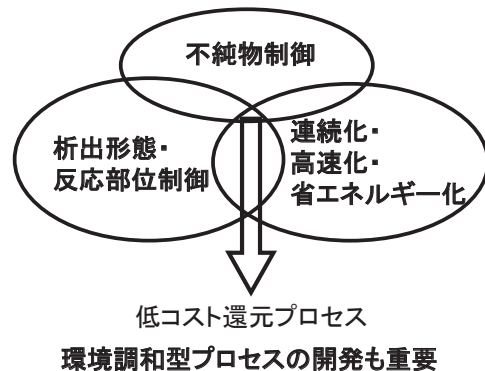


図 5

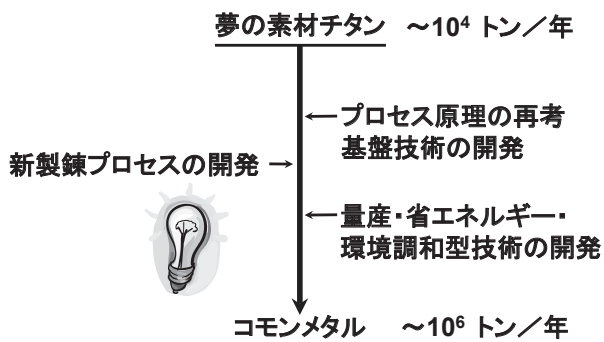


図 6

と考えております。

また、本稿の趣旨からは少し外れますが、チタン協会の100周年祝賀会の参加者における女性比率が大幅に増大していることを筆者は期待しています。

6. おわりに

チタンの研究、特にクロール法を代替する新製錬法の開発や、酸素の直接除去をはじめとするリサイクル技術の開発は、とても難易度が高いのが現実です。しかし、夢とロマンがあり、インパクトが大きな研究ともいえます。

将来、チタン製錬に革新をもたらす人材が日本から育って、チタンがコモンメタルとして広く一般に普及する時代の到来を願ってやみません。

参 考 文 献

- 岡部 徹：‘チタン研究に没頭した十年余’，(社)日本チタン協会 50周年記念、記念誌コラム (2002) p.308.
- 岡部 徹：‘夢とロマンのチタン研究～20年間の苦労を振り返って～’，チタン，vol.58，no.1 (2010) pp.3～9.
- 岡部 徹：‘レアメタルの製錬・リサイクル技術のフロンティア～第13回本多フロンティア賞を受賞して～’，チタン，vol.65，no.2 (2017) pp.124～129.
- 岡部 徹：‘チタンをはじめとするレアメタルの製錬・リサイクル技術の開発とその意義の啓蒙～第86回 報公賞 (2016) を受賞して～’，チタン，vol.65，no.3 (2017) pp.100～104.
- 岡部 徹：‘レアメタル研究会’，まてりあ (日本金属学会会報)，vol.60，no.2 (2021) pp.125～128.
- 岡部 徹：‘私が追い求めてきた夢とロマン’，第100回レアメタル研究会 (2022年3月11日)，<https://youtu.be/IEypQz-RwPQ?t=11756>
- 岡部 徹：‘東西分断後のチタンの商流と日本のポジションについて’，第103回レアメタル研究会 (2022年11月4日)，<https://youtu.be/ssOVp7Qcbbg?t=10337>
- 岡部 徹：‘私のチタンの広報活動’，チタン，vol.60，no.1 (2012) pp.18～20.
- 岡部 徹，角尾 舞，山中 俊治：‘チタンでデザインす

レアメタルに対する諸問題への対策

- 海外資源の確保
 - 供給元の多様化
- 備蓄 (と市場の安定化機構の整備)
 - 十分な量の備蓄 (現状は論外)
- リサイクル
 - 日本が世界に貢献できる技術分野
- 代替材料の開発，使用量削減技術の開発
 - 日本が世界に貢献できる技術分野
- 人的資源の育成
 - もっとも重要。特に技術開発分野
 - 多角的，長期的な取り組みが必要

図 7

る！チタンをアートする？’，チタン，vol.63，no.2 (2015) pp.93～96.

- T. H. Okabe, C. Zheng, and Y. Taninouchi: ‘Thermodynamic Considerations of Direct Oxygen Removal from Titanium by Utilizing the Deoxidation Capability of Rare Earth Metals’, Metall. Mater. Trans. B, vol.49, no.3 (2018) pp.1056～1066.
- T. H. Okabe, Y. Taninouchi, and C. Zheng: ‘Thermodynamic Analysis of Deoxidation of Titanium Through the Formation of Rare-Earth Oxyfluorides’, Metall. Mater. Trans. B, vol.49, no.6 (2018) pp.3107～3117.
- T. H. Okabe, L. Kong, and T. Ouchi: ‘Thermodynamic Consideration of Direct Oxygen Removal from Titanium by Utilizing Vapor of Rare Earth Metals’, Metall. Mater. Trans. B, vol.53, no.2 (2022) pp.1269～1282.
- 岡部 徹，竹田 修：‘チタンのリサイクル’，軽金属，vol.68，no.11 (2018) pp.636～644.
- 岡部 徹，竹田 修，大内 隆成：‘チタンのアップグレードリサイクル’，金属，vol.90，no.3 (2020) pp.166～172.
- 竹田 修，岡部 徹：‘チタンの製精錬’，軽金属，vol.67，no.6 (2017) pp.257～263.
- 岡部 徹：‘チタンの製錬・精錬・リサイクル’，まてりあ (日本金属学会会報)，vol.58，no.4 (2019) pp.176～180.

著者

*東京大学 生産技術研究所 教授
〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1
東京大学生産技術研究所 Fw301号室
Professor, Institute of Industrial Science,
The University of Tokyo
Institute of Industrial Science, Room Fw301,
The University of Tokyo
4-6-1 Komaba, Meguro-ku, Tokyo 153-8505
e-mail okabe@iis.u-tokyo.ac.jp
<http://okabe.iis.u-tokyo.ac.jp>

チタン 70th

成熟期・変革期を経て持続可能な世界へ



一般社団法人 日本チタン協会
THE JAPAN TITANIUM SOCIETY

目次 Content

巻頭グラビア

- ・日本チタン協会70周年記念大会 ご挨拶 (一社)日本チタン協会 会長 廣瀬 孝… 1
- ・日本チタン協会創立70周年記念誌の発刊に当たって (一社)日本チタン協会 編集委員長 中村宣雄… 2
- ・日本チタン協会70周年記念大会での祝辞 経済産業省 製造産業局 金属課 課長 松野大輔… 3

日本チタン協会20年の歩み

- ・一般社団法人日本チタン協会の沿革 (一社)日本チタン協会 事務局… 4
- ・チタン関連の主な出来事 (2002年～2022年) … 4
- ・当協会の活動と国内外の動向 (2002年～2022年) … 5
- ・チタン製造メーカーの変遷 … 8
- ・開発会議の活動経緯と今後の展開 (一社)日本チタン協会 開発会議議長 八並洋二… 9
- ・環境委員会の活動と今後の展望 (一社)日本チタン協会 環境委員長 新良貴健… 13
- ・技術委員会の活動 (一社)日本チタン協会 技術委員長 岡本明夫… 16
- ・ISO/TC79/SC11 国内対策委員会の活動と今後の展望 (一社)日本チタン協会 国内対策委員会 萩原益夫, 山田 眞, 名取 敦… 19
- ・産学連携委員会 活動経緯と今後の展開 (一社)日本チタン協会 産学連携委員長 八並洋二… 27
- ・賛助会員部会の活動と今後の展望 (一社)日本チタン協会 賛助会員部会長 櫻尾善博… 31
- ・賛助会員部会西日本支部の活動と今後の展望 (一社)日本チタン協会 西日本支部長 中川博央… 37
- ・コンサルタント (東京地区) 2002年～2022年の歩み (一社)日本チタン協会 コンサルタント 上瀧洋明… 42

製造技術の動向

- ・チタン製錬プロセスの生産性向上とスポンジ新工場の稼働 東邦チタニウム(株) 浦川 悟… 48
- ・スポンジチタン生産能力増強 (株)大阪チタニウムテクノロジーズ 辰巳雅俊, 山本慎也… 51
- ・クロール法による高純度チタンの製造及び今後への期待 (株)大阪チタニウムテクノロジーズ 山本慎也, 荒池忠男… 54

- ・チタン溶解プロセスの生産性向上 東邦チタニウム(株) 田中寿宗 … 57
- ・電子ビームによるチタン合金の溶解技術の開発
日本製鉄(株) 水上英夫, 白井善久, 西 優, 武田宜大, 舟金仁志, 北浦知之, 和田将明, 梅田 繁 … 61
- ・コールドクルーシブル誘導溶解法 (CCIM) を用いたチタンの溶解技術
(株)神戸製鋼所 石田 斉, 松若大介, 西村友宏 … 67
- ・ヨード法による6Nチタンの製造技術開発 (株)大阪チタニウムテクノロジーズ 下崎新二 … 70
- ・航空機向け大型チタン部品の鍛造技術 (株)神戸製鋼所 松本 翼, 百田悠介, 小島壮一郎 … 74
- ・リングローリングミルによるチタン合金製大型リング品のニアネットシェイプリング圧延技術
(株)神戸製鋼所 青砥良平 … 78
- ・日本製鉄における $\alpha + \beta$ 型チタン合金ストリップの開発 日本製鉄(株) 國枝知徳, 塚本元気 … 81
- ・冷間圧延技術を用いたチタン板の差別化商品 (株)神戸製鋼所 藤井康之 … 84
- ・ガスアトマイズ技術開発と積層造形用チタン合金粉末の量産化
(株)大阪チタニウムテクノロジーズ 有本伸弘 … 89
- ・チタン多孔質板WEBTi®の開発 東邦チタニウム(株) 井上洋介 … 92
- ・軸肥大加工技術 高周波熱錬(株) 桑原義孝 … 95
- ・チタン製造技術の軌跡 (一社)日本チタン協会 事務局 … 97

研究の動向

- ・大学・公的研究機関等におけるチタン研究の動向 東北大学 成島尚之 … 99
- ・チタンの研究：夢と希望に満ちたライフワーク，世代を超える研究 東京大学 岡部 徹 … 116

用途分野の動向と展望

- ・チタン市場について (一社)日本チタン協会 事務局 … 120
- ・化学・電解 (一社)日本チタン協会 コンサルタント 伊藤喜昌 … 122
- ・電力分野におけるチタン，海洋温度差発電 (株)神戸製鋼所 岡本明夫 … 125
- ・チタン製プレート式熱交換器市場拡大の歩み (株)日阪製作所 三宅規夫 … 129
- ・高伝熱チタン板の開発とプレート式熱交換器への適用 (株)神戸製鋼所 逸見義男 … 135

- ・医療分野におけるチタン・チタン合金の動向 大同特殊鋼(株) 鈴木昭弘 … 139
- ・大同特殊鋼の新チタン合金 大同特殊鋼(株) 小柳禎彦, 鈴木昭弘 … 144
- ・建築, 土木分野におけるチタン適用の現状と今後の可能性について 日本製鉄(株) 山口博幸 … 148
- ・チタン樹脂複合板の開発と展開 三菱ケミカルインフラテック(株) 川本祐司 … 152
- ・羽田空港チタンカバープレートの性能検証と技術活用の現状 日鉄エンジニアリング(株) 藤川敬人 … 156
- ・トヨタ燃料電池の技術革新による進化とチタンへの期待 トヨタ自動車(株) 水野誠司 … 159
- ・固体高分子型燃料電池セパレータ用基材としてのチタン利用拡大への期待 (株)神戸製鋼所 鈴木 順, 佐藤俊樹 … 164
- ・最近20年の民生分野におけるチタンの利用状況 日本製鉄(株) 川合洋志, 松本 啓, 山口博幸 … 167
- ・日本製鉄における二輪および四輪向けチタン 日本製鉄(株) 岳辺秀徳 … 170
- ・二輪・四輪分野に用いられる神戸製鋼所開発の耐熱チタン合金 (株)神戸製鋼所 今野 昂 … 174
- ・チタンエンジンバルブの開発 愛三工業(株) 富永忠良 … 177
- ・オーファのチタン表面改質技術FG (フレッシュグリーン) 処理 (株)オーファ 細川寿二 … 180
- ・世界初! 2輪車用の量産チタンサイレンサー実現への挑戦 (株)榛葉鉄工所 石澤 登 … 184
- ・チタンとの出会いとチタンボルトの製造 帝国製鉄(株) 新 栄樹 … 188
- ・積層造形用チタンおよびチタン合金粉末の商品化開発 (株)大阪チタニウムテクノロジーズ 大西 隆 … 192
- ・半導体用高純度チタンスパッタリングターゲット JX 金属(株) 高見英生 … 196
- ・東京ステンレス研磨興業のチタン板研磨についての紹介 東京ステンレス研磨興業(株) 遠藤嘉郎 … 200

70周年記念大会

- ・(一社)日本チタン協会 創立70周年記念大会 概要 (一社)日本チタン協会 事務局 … 203
- ・協会創立70周年記念特別講演 田根 剛 殿「Archaeology of The Future - 未来の記憶」を聴いて (一社)日本チタン協会 コンサルタント 荻原幸一 … 204
- ・パネルディスカッションの概要 (一社)日本チタン協会 事務局 … 206
- ・70周年記念特別賞 〃 … 210

資料

・ 歴代の会長・専務理事・委員長・部会長	(一社)日本チタン協会 事務局 …	211
・ コンサルタント・表彰受賞者	〃 …	217
・ チタン出荷量統計	〃 …	225
・ 財務状況推移	〃 …	226
・ 会員数・会費収入の推移	〃 …	227
・ 通常総会の講演テーマ	〃 …	229

コラム

・ チタンとの出会い, 思い	小田高士 …	230
・ チタン人生 徒然なるままに	筒井政博 …	231
・ 世界に誇れるJTS	秋山俊一郎 …	232
・ 日本チタン協会での4年間を振り返って	小池 磨 …	232
・ チタンと共に46年	小澤日出行 …	233
・ チタン成長のための二刀流, 多様性	阿部光範 …	233
・ チタン協会70周年に寄せて～コンサルタントとして10年～	三浦 實 …	234
・ チタン協会コンサルタントの思い出	上瀧洋明 …	236

70周年記念誌
「成熟期・変革期を経て持続可能な世界へ」

70周年記念誌編集委員会

編集委員長	中村 宣雄 (株)大阪チタニウムテクノロジーズ)
編集委員	小野 有一 (東邦チタニウム(株))
	大山 英人 (株)神戸製鋼所)
	松本 啓 (日本製鉄(株))
	鈴木 昭弘 (大同特殊鋼(株))
	青木 佑介 (三井物産メタルズ(株))
	都築 博幸 (アルコニックス(株))
	川地 康史 (神鋼商事(株))
	コンサルタント
	芦原 幸一
	伊藤 喜昌
事務局	三木 基
	木村 欽一
	新谷 直子

2023年3月29日発行

発行所 **一般社団法人日本チタン協会**

東京都千代田区内神田1-5-13 (内神田TKビル2階)

郵便番号 101-0047

電話番号 03(3295)5958

FAX 03(3293)6187

<http://www.titan-japan.com>

E-Mail : info@titan-japan.com

印刷所 NPC 日本印刷株式会社

東京都豊島区東池袋4-41-24

東池袋センタービル

無断転載厳禁