

## JRCM REPORT

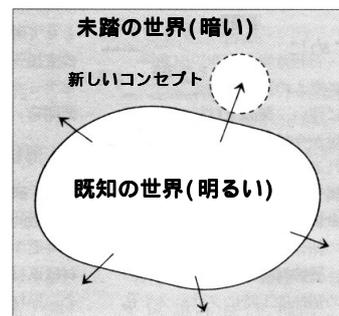
- ・アルミニウムの非金属介在物測定評価技術に関する研究開発 ..... p2
- ・省エネルギー型金属ダスト回生技術の開発について ..... p4

## Today

## 独自のコンセプトに素晴らしいネーミングを



広島工業大学環境学部  
教授 中山 勝矢



未踏の世界へ踏み込む

世に「ラジカセ」というものがある。ラジオとカセットテープ・デッキが融合した商品だが、その由来のもとになったこの新しいコンセプトを示す言葉としても、世界に通用するようになってきている。「ウォークマン」にも同じことが言えよう。

真空装置の油汚染を回避するため、ポンプ系からは油を完全に排除すべきだという考えに立ち、「ドライポンプ」と呼んで開発を提唱したことがある。我が国の企業は、いち早くこれに着手して市場を制覇し、挙げ句の果てに国際会議のセッション名にまでなった。

「メカトロ」も「傾斜材料」も日本発と言うし、似たような例は他にも少なからず見られる。それまであったパターン認識という用語を越えて「パターン情報」といつてみせたのは、かつての通産省のプロジェクトであった。これもその後、国際的に受け入れられている。

われわれは長い間、欧米のコンセプトに追従することが常態であった。だから、先方から入ってくることには、あまり違和感を持たない。逆に、こちら発の言葉が海外で取り入れられていると知ると驚く心境になる。これは、考えてみると、非常に残念なことだ。日本の輸出品は欧米の模倣ではないかと揶揄されて慌てるのも、根は同じである。こんな揶揄に慌てず、切り返すだけの用意を日頃から整えておく必要を感じる。

「ケイレツ」や「カンバン」は、日本発の英語である。先方には、我が国ですでに確立していたこの生産方式についての考え方が欠如していて、これを適切に言いあら

わす言葉がなかったことを意味する。言い換えれば、それらは、われわれ自らが作り出したコンセプトそのものである。いい悪いは別として、少なくともこのことははっきりと自覚しておかないといけぬ。

これまで、素晴らしい製品を作り、世界に提供することは十分にやってきた。これからは、製品を提供する前に、まずは独自のコンセプトの内容を固めること、そしてそれに簡にして要を得た適切な名前をつけ、世界に定着するように努めることが大切である。今後この点が、必ずしも得手とはいえないわれわれにとっての大きな課題となる。

だいたい、和製英語で通ずるだろうかなどという懸念は必要ない。本来、言葉は作り出されるものであり、内容こそが問題なのである。このことは、すでにある多くの例から見れば明らかであろう。新しいコンセプトの創造は、未踏の世界に踏み込むことだということを忘れず、意欲的に進めるべきである。イノベーションに新技術による新製品だけを想定するのは不十分である。生産技術や流通システムさえもが、コンセプトがユニークならば十分に革新的であり得る。

今後、世界はどんどん小さくなり、グローバル化する。それにつれ、考え方の相互交流も頻繁になっていく。そのとき新しく発想され、きちんとネーミングされた独創的なコンセプトの有無が切り札となることは間違いない。実はこういう兆しが、既に現れてきている。

# アルミニウムの非金属介在物測定評価技術に関する研究開発

住友軽金属工業株式会社 武藤伸之

## 1. はじめに

アルミニウムの需要拡大とリサイクル率向上に伴い、製品原材料のスクラップ使用量が今後ますます増加し、材料に含まれる不純物や酸化物、耐火物などの非金属介在物が増加すると予測される。非金属介在物は、アルミニウムバルクとの結合が弱く、またその延性差により、展伸材(圧延材、押出材、鍛造材)の塑性加工時にクラックや孔あき等の欠陥を発生させたり、切削加工時に突起や孔あき、むしれ等の欠陥を切削面に誘発する。また、介在物が多く分布する場合は破壊靱性等の材料の機械的強度低下をもたらす。

そこで、スクラップ材の再利用において、精製による不純物除去に加え、効果的な介在物除去技術が重要となる。現在アルミニウム鑄造においては、品質の厳しい材料に対して、ろ過フィルターによる介在物除去が行われているが、介在物量等の品質計測は一般的には行われていない。従って、製品や原材料中の介在物含有量等の測定評価技術が今後ますます重要になり、定量性を有し、かつ迅速で相当量を測定評価する方法の技術開発が今後の課題である。

1993年度より10年計画のナショナルプロジェクト「非鉄金属系素材リサイクル促進技術開発」が発足し、「アルミニウム高度リサイクル」については、(財)金属系材料開発センター(JRCM)が、通商産業省基礎産業局非鉄金属課の指導のもと、新エネルギー産業技術総合開発機構(NEDO)から研究を受託し、アルミニウム企業7社への再委託の形態をとって研究が行われている。そのうちの支援要素技術として研究開発をすすめたテーマ「非金属介在物の測定評価技術開発」の研究成果について紹介する。

## 2. 薄板の非金属介在物測定

### 2.1 研究開発のねらい

象徴的なリサイクル材料のひとつにアルミニウム缶が挙げられる。その素材は原材料を圧延により薄板化するため、原材料中に含まれた非金属介在物が顔を出しやすくなる。このような容器材料は孔あきやフランジクラックによる漏洩が許されないため、ppm以下の欠陥発生率が求められる品質要求の厳しい材料である。従って、このような薄板材料では、迅速に相当量を測定評価する介在物測定技術の開発が課題となるとともに、介在物除去技術開発の効果を確認する上でも有用となる。塑性加工後の板厚が0.1mm程度の場合、100  $\mu\text{m}$ 以上の介在物は孔あきの原因となり、それ以下の介在物で50  $\mu\text{m}$ 程度以上、または20  $\mu\text{m}$ 程度以上が集合したものがフランジクラックの原因となると考えられている。そこで、50  $\mu\text{m}$ 程度(単独)以上の介在物をオンラインで検出することを測定目標とした。

### 2.2 測定評価方法および

#### 開発要素技術

現在、非金属介在物の測定評価法にはろ過法(ろ過速度やろ過量の計測およびろ過フィルタ断面観察を行うPoDFA法やLAIS法など)、溶解残さ法等の材料を溶融させて評価する方法、超音波探傷法や透過X線法の非破壊検査法などが用いられているが、定量性、評価対象量が、非破壊検査法では検出分解能が十分でない。そこで、測定対象量を十分にとれる薄板のオンライン測定法を前提に超音波法および透過X線法の検出分解能を高め、目標性能が得られる要素技術開発を行った。

#### 2.2.1 超音波法

オンライン測定に適した板波探傷法に注目し、その理論検出限界

(0.3mmアルミニウム板では、40  $\mu\text{m}$ の欠陥)を考察し、それに近づける技術開発を行った。板波はLamb波とも呼ばれ、強い指向性をもち、板にそって低減衰で伝播する超音波の一種で、共振モードにより発生する。板波は、共振条件にあった波長の変位を超音波等により板表面に与えたとき発生する。板波波長は、超音波の入射角、板厚、板波モードおよび入射超音波の周波数分布により決定される。波長が短いほど検出分解能が向上する。板波の発生(送信)と欠陥で反射した板波を検出(受信)する装置に、タイヤ探触子(水浸超音波振動子を内在した、液体が充填されたゴムのタイヤ)があり、走行する帯板に接触させて用いる。板波モードを板幅方向に伝播させ(1次元走査)板全体の欠陥を検出する。検出限界は200 ~ 400  $\mu\text{m}$ である。

従来のタイヤ探触子をベースに検出性能を改善する要素技術として、1)板波波長低下による分解能向上(A<sub>0</sub>モードの選択と高周波数化(8 ~ 12MHz)、振動子材質改良(PZT系からPT系化)と振動子励起法改良による狭帯域化、ダブル補助輪化とタイヤ探触子保持具剛性強化による入射角安定化)、2)雑音低減によるSN比向上(低回路ノイズ化、被検査材料雑音の低減;板波モード方向の45°斜角化(対板幅方向)、振動子形状改良;タイヤ内部不要振動成分低減)および3)信号損失低減によるSN比向上(タイヤ材質変更等による超音波通過損失の低減、高増幅度化、接触媒質塗布の安定薄膜化)を検討した。これらの技術を応用した試作装置にて、タイヤ速度300 ~ 500m/minで、80  $\mu\text{m}$ 程度の非金属介在物を検出することができた。図-1にその一例を示す。図-2に試作装置の検出性能を示す。従って、目標に近い検出性能を得ることができた。

## 2.2.2 透過X線法

アルミニウムに近いX線吸収係数を有する介在物の識別度増加および測定迅速化が透過X線法の課題である。MgO介在物の例では、吸収係数差を増加させる軟X線化(管電圧20kV以下)と積分処理(10回以上)等による画像処理により、50~80 $\mu\text{m}$ 程度まで検出できた(空洞では30 $\mu\text{m}$ まで)が、計測時間を多大に要しオンライン測定に適用できない。

## 3. アルミニウム溶湯の非金属介在物測定

### 3.1 研究開発のねらい

アルミニウム溶湯の介在物測定評価には前述のろ過法等に加え、唯一オンライン測定法として実用化されている電気抵抗法(LIMCA)がある。電気抵抗法を除き、ろ過法は測定評価結果が得られるまでに数時間以上の多大な時間と労力を要し、定量性、測定評価量、信頼性、コストなど各々一長一短であるため、一般利用に抵抗感がある。また電気抵抗法は、装置およびランニングコストが高く、同様に一般的利用に問題がある。そこ

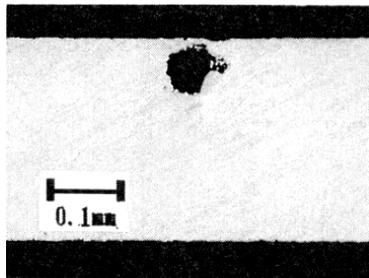


図-1 非金属介在物の検出例(断面)

で、測定時間、測定評価量、コスト、定量性等を考慮して、炉近傍にて、簡便かつ迅速に測定評価する方法を検討した。検出目標は40 $\mu\text{m}$ 以上とした。

### 3.2 測定評価方法および開発要素技術

炉近傍にてサンプル溶湯を採取、吸引ろ過法にて溶湯をろ過し、凝固させる。凝固したろ過フィルターを含む部分を切り出し(30mm程度 $\times$ 20mm高さ程度の試料)旋盤でフィルター面に平行な面を出す(フィルター界面より約2mm)。フィルター界面近傍に捕捉された介在物を水浸超音波探傷法(C走査)で検査する。得られた超音波画像を画像処理して、介在物を抽出して粒子解析を行い溶湯清浄度を測定評価する方法を考案した。

個々のプロセスにさらに工夫を加え、システム化を行った場合、試料作製に十数分以下、測定評価に数分以下の所要時間で測定評価できると予想される。1)測定に影響する材料中の巣を極力低減させる迅速な試料作製技術、2)目標欠陥を検出する超音波探傷技術、3)画像処理、信号処理

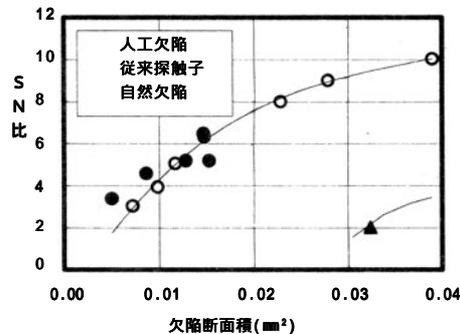


図-2 試作装置の欠陥検出性能

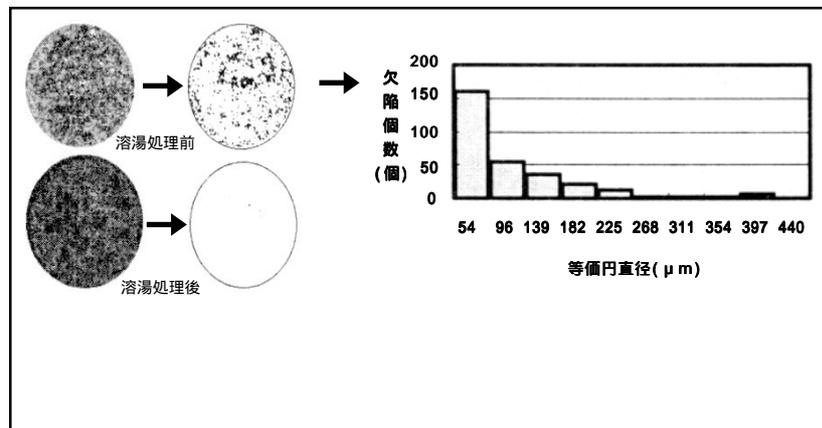


図-3 アルミニウム溶湯処理前後材の測定例

技術等の要素技術が課題である。

凝固後、迅速に試料加工が可能な専用ろ過フィルターホルダーを試作し、有効であることを見出した。また吸引ろ過法の方が巣が低減できることが分かり採用した。超音波探傷では、1)探触子周波数(高周波数化)、2)測定時間を考慮した走査ピッチ(短ピッチ化)など基本設計が重要であることが分かった。画像処理では、空洞と介在物の超音波反射強度に差があることを利用し、ある程度層別した。また、実寸法相当への変換も行わせた。図3にアルミニウム溶湯処理前後の測定例を示す。

## 4. むすび

アルミニウムリサイクル促進に伴い原材料の清浄度が低下し、清浄化技術がますます重要になる中で、その支援技術としての清浄度を評価する非金属介在物測定評価技術がますます重要になる。このためにすすめた本研究開発における各要素技術の検討の結果、以下の成果が得られた。

1) 薄板を対象とする測定技術に関して、80 $\mu\text{m}$ の介在物をオンラインで検出可能な、板波超音波法による方法を開発し、実験的に確認した。並行して検討した透過X線法では、検出の高分解能化手法を見出したが、測定時間を多く要し、オンライン検査に適用できないことが分かった。  
2) アルミニウム溶湯を対象とする測定評価技術に関しては、溶湯をカップリングして作製した試料を超音波探傷法による測定と測定結果の画像解析による手段を用いて、40 $\mu\text{m}$ 以上の介在物分布を定量的に測定評価する方法を考案した。フィルテストによる精度、確度評価が今後の課題として残ったが、要素技術の目途が得られたので中間年度評価年の平成9年度に終了した。今後、対象目的により若干の補填を要するものとおもわれるが、早期の実用化を目指すべく関係各位のご指導を賜りたい。

この内容は新工業部--産業技術開発機構(NEDO)の委託研究「非鉄金属系素材リサイクル促進技術研究開発」での検討の一端を紹介したものである。

# 「省エネルギー型金属ダスト回生技術の開発について」

## ダスト技術委員会

### 1. はじめに

環境問題、エネルギー・資源問題への対応が重要課題であり、JRCMでも1994年より自主事業として「金属系二次資源有効活用部会」（委員長：徳田昌則東北大学教授）を設置し、金属製造プロセスから発生する副生物の有効利用に関する調査研究を実施し、研究開発テーマの抽出ならびにそのテーマの国家プロジェクトを目指して今も活動を継続している。（現在は、TEMCOS調査委員会として活動中）

本開発は、これまでの活動の成果である、1. 産業汚泥に含まれる有価金属資源化技術の開発（JRCM NEWS 134号）、2. 電気炉ダスト及びアルミニウムドロスのリサイクル技術の開発（JRCM NEWS 143号）に続く、3番目の開発テーマである。

このように、環境・エネルギー・資源課題に係わるテーマは数多く、今後も新たな開発テーマを生み出すべく、会員各位をはじめ多くの方々のお知恵とご尽力をいただき、社会と産業に貢献していきたい。

### 2. 開発の目的

現状においては製鋼用電気炉の高温排ガスが冷却された際に発生するダストは、年間約50万トン発生するが、ダスト中には酸化亜鉛、鉄等の金属が大量に含まれている。

このため、ダストの一部を回収し加熱を行いダスト中の酸化亜鉛を蒸発・凝縮して亜鉛を回収しているが、この方法では、処理工程が複雑なうえ加熱に大きなエネルギーが必要なことから、電気炉で発生するダストの約3割は、廃棄処分となっている。

本開発は、製鋼電気炉等の高温排ガスから直接亜鉛成分を回収するこ

とでプロセスが簡略化され亜鉛回収に必要なエネルギーを大幅に削減することが可能となる「省エネルギー型金属ダスト回生技術の開発」を目的としている。

各メンバー・関係者が、対処療法として行わざるを得ない各種のダスト処理から、発生源までに遡っての抜本的対策を見出すべく、これまで種々の調査ならびに予備検討等を行ったためであり、この開発は、どこも手掛けていない革新的なものである。

### 3. 開発の概要

#### 3-1 開発計画

電気炉排ガス中から直接にダストの主成分である鉄・亜鉛を地金で分離回収する。（図-1：プロセスフ

ローと開発イメージ参照）

平成10年度は、現状解析・小規模実験・理論解析にてダストの発生機構・排ガス経路での金属成分の挙動を解明し、鉄・亜鉛の分離回収条件を把握する。

#### 3-2 開発期間及び予算

平成10年度から14年度の5年  
 予算総額：15億円  
 （NEDO委託・補助率：100%）  
 平成10年度：0.9億円  
 平成11年度予定：3.0億円

#### 3-3 研究開発体制

JRCM内に「ダスト技術委員会」及び「専門家部会（必要に応じ分科会を設置）」を組織して運営する。事務局は研究開発部に所属する。

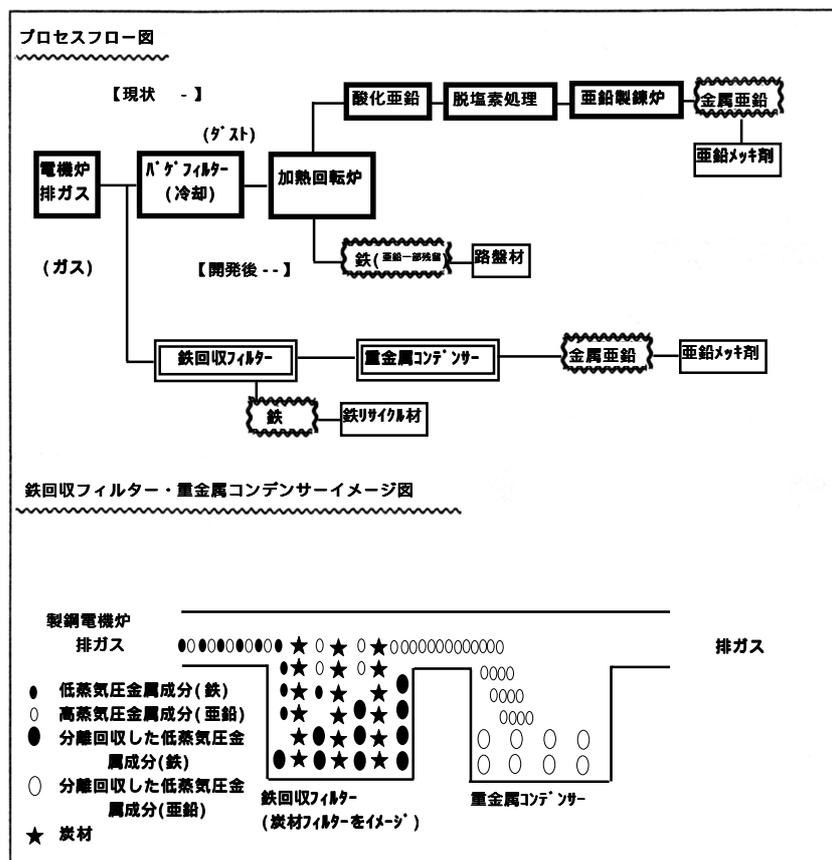


図-1 プロセスフローと開発イメージ

### 3 - 4 研究開発項目とスケジュール

表 - 1 参照。

### 3 - 5 構成メンバー・平成10年度役割分担

ダスト技術委員会には下記構成メンバーから各1名参加し、専門課部会には更に企業から複数名参加する。

(1) 委員長

笹本 博彦 (愛知製鋼株)

(2) 副委員長

古川 武 (NKK)

(3) 委員と役割分担

表 - 2 のとおり。

### 4 . おわりに

本開発は、高温プロセスガス中の金属成分を選択的に分離除去して、ダスト量の大幅な低減と有価金属の高度な再資源化が同時に可能となる、画期的な技術開発である。

会員の皆様、NEDO、通産省鉄鋼課技術振興室の方々はじめ多くの方々のご指導、ご助言ならびにお力、お知恵をもいただきながら、効率の良い運営、貢献できる成果が得られるべく委員長はじめ各メンバー頑張る所存ですので、よろしく願いいたします。

表 - 1 研究開発項目とスケジュール

研究開発項目	10年度	11年度	12年度	13年度	14年度
1. 金属成分回収における要素技術の開発					
1-1 金属回収条件の把握					
1-2 鉄等選択分離設備の開発					
1-3 亜鉛等凝縮分離設備の開発					
2. 金属成分回収プロセスでの最適化技術の開発					
3. 他分野応用展開技術の調査					

表 - 2 委員と役割分担 (参加形態: 共同研究、再委託)

委員氏名・機関・企業	参加形態
東北大学 素材工学研究所	
名古屋大学 難処理人工物研究センター	
京都大学 エネルギー科学研究科	
宮城工業高等専門学校 機械工学科	
資源環境技術総合研究所 素材資源部 レアメタル研究室	
愛知製鋼(株)	
川崎製鉄(株)	
NKK	
大同特許鋼(株)	
三井金属鉱業(株)	
川崎重工業(株)	
日本鉱産(株)	
協材興業(株)	
JRCM	



# 新年賀詞交換会

JRCM、ライムズ社、レオテック社及びアリシウム社共催の新年賀詞交換会が、1月14日(木)17時から当センターにおいて、産官学の関係者200名の方々のご出席をいただいて盛大に行われた。

JRCM及びR&D3社を代表して藤原俊朗理事長が「平成11年は、産業界にとって厳しい環境になるが、行政の各種のダイナミックなご支援をいただきながら、難局の打破に向けてますます研究開発が重要となっている。その点、期待も大きい、厳しく評価されることになる。一層の努力をする決意である。年頭に当たりJRCMの職員には、1)産業界の中でJRCMの仕組みを再検討したい、2)研究開発のスピードアップを図り成果を出す、3)内外の知識を集約して活用を図る、ことを活動方針として話した。これらを平成11年度事業計画に反映

させる。また、R&D3社の活動状況として、すでに3社とも研究開発業務を終えて成果管理業務に移行している。今後、5年間会社存続の中で開発成果の販売を進めたい」と挨拶。

引き続き、ご来賓の通商産業省大臣官房審議官揖斐敏夫氏は「昨今の経済情勢は大変厳しい状況にあるが、行政としても一日も早く回復軌道に乗せたいと努力している。行政も各種の緊急施策を強力に推進中であるが、産業界では基礎素材産業の活力に期待しており、JRCMでの研究開発成果の早期実用化に向けて従来にも増して支援しつつ、一方では評価もしっかりとやりたい」とご挨拶。

続いて、JRCM神林郷副理事長の発声により乾杯し、懇談に入った。



挨拶する藤原理事長

## 編集後記

近年の情報ネットワークの普及で、いよいよ情報はインターネットから入手できるようになってきた。公益団体についてもホームページを掲載して、その活動をPRしている。

特定の人以外には分かりづらかった公益団体の情報も一般の人達に公開され、その活動が一般からも評価される

時代となってきたといえる。

JRCMも本年4月からインターネット・ホームページを開設する予定である。広報委員会として、JRCMの意義、活動の成果のPRについてどのような情報をホームページで発信していくか、また、本誌との切り分け等広報のあり方について考えていきたい。(K)

広報委員会 委員長 川崎敏夫  
委員 佐藤 満 / 倉地和仁  
          渋谷隆雄 / 小泉 明  
          植杉賢司 / 大塚研一  
          佐野英夫  
事務局 佐藤 駿

The Japan Research and Development Center for Metals  
JRCM NEWS/ 第148号

内容に関するご意見、ご質問は事務局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 1999年2月1日  
編集人 財団法人 金属系材料研究開発センター広報委員会  
発行人 鍵本 潔  
発行所 財団法人金属系材料研究開発センター  
〒105-0001 東京都港区虎ノ門一丁目26番5号 虎ノ門17森ビル6階  
TEL (03)3592-1282(代)/FAX(03)3592-1285  
E-mail KYT05556@niftyserve.or.jp