

Suzuka National College of Technology

SNCT News Letter

鈴鹿高専技術便り

第4号

更なる産学官連携・協力の進展を目指して

鈴鹿工業高等専門学校長

鈴鹿高専産学官共同研究推進協議会 会長

勝山 正嗣



グローバル化、少子高齢化が進展し経済の低迷が続く中でより豊かで希望のもてる21世紀の新たな社会経済システムの構築にはその基盤となる地域産業の発展が何より重要であります。各企業におかれましては、厳しい経営環境のもとで強固な国際競争力を維持し活力在る発展を実現し持続していくための自助努力をなされていることと存じます。

鈴鹿高専においても地域にある国立の工学系高等教育機関として社会や地域産業界の発展に貢献するために、平成11年4月より産学官の連携・協力活動を進めて参りました。

この間今日まで多くの企業の方々との交流が実現でき技術相談も68件程ありました。そのうち4件が現在具体の開発研究として進行中であります。

企業からの技術相談内容は、新製品や技術の開発にとどまらず品質管理、生産技術の改善、情報技術の活用、更には幾つかの研究分野にまたがるテーマ等、多種多様であります。

また、課題解決の切り口の方向を見出すのに多角的な視点、アイデアの醸成が必要な課題も多くあり当初学校側で想定していたよりもかなり複雑且つ多岐にわたっています。そのため本校では、この2年間の実績を踏まえ、各企業のニーズの多様性に、より柔軟に対応するため、窓口を一本化し機動的にプロジェクトチームの編成できる体制の整備、企業の方々が来校時に自由に利用でき、研究者等との意見交換のための施設の確保、研究者の企業訪問活動、単なる研究内容の紹介ではなく具体の提供できる技術情報や、過去の実例の提示等、新たな視点にたって産学官連携がより効果的に機能するための対策を進めています。

高専が地域の期待や要請に的確に応え地域社会の活性化の中核として、産業界との連携・協力に取り組むことは、地域の教育研究機関として企業における技術力の強化等に貢献することが責務であり、また高専にとっても企業等からの知的情報を通じて、研究における新たな展開や、教育活動の一層の活性化にも繋がり極めて有意義なことであります。

産業界等の皆様方には、これまでの産学官連携活動の積極的なご参加に敬意を表すとともに、今後もこれまで以上に多くの企業に参加を賜り、21世紀の科学技術創造立国の実現を目指した第2期科学技術基本計画等、国や県市の産学官連携に係わる多くの制度や支援策を積極的に活用し、高専の研究機能と企業等がこれまで培ってきた経験や実践的な技術力を結集することにより、産業技術の向上や新規事業の創出に結びつくことを期待するものであります。

高専といたしましては、今後とも産学官の連携活動に可能な限りの努力をして参る所存でありますので、関係各位のご理解とご協力をお願いいたします。

目次

更なる産学官連携・協力の進展を目指して（校長 勝山正嗣）	1
鈴鹿高専ヒューマン&テクノロジーネットワーク関連記事（北村登，後藤富雄，安村吉郎）	2
研究者紹介（吉川英機，井上哲雄）	8
産学連携活動報告書（平成12年9月－12月 齊藤正美）	14

鈴鹿高専ヒューマン&テクノロジーネットワーク発足の経緯

電気工学科 北 村 登



鈴鹿高専は高専一期校として昭和37年に開校され、来年には創立40周年を迎えることになり、卒業生の数も5000名を数えています。卒業生の多くは技術者として活躍し、すでにそれぞれの企業の中で責任ある重要なポストについてみえる方、あるいは自ら起業され経営に携わっておられる方もかなりの数にのぼっています。このような状況で、2・3年ほど前から卒業生の中で技術交流や情報交換の場がもてないものであろうかという声が交わされるようになっていました。

また同時期に学校においては産学官共同研究推進協議会を発足させ、産業界の研究者との連携による独創的・先端的な新技術の開発等を積極的に進める活動が始まりました。協議会の中の一つの部会である卒業生対応部会で、上のような卒業生の声をなんらかの形にできないかということが昨年6月ころから検討されました。7月11日に発起人会が開催され、まずは交流会の芽を立ち上げようではないかとの結論に至り、「鈴鹿高専ヒューマン&テクノロジーネットワーク (SHTN)」を設立することになりました。

設立の趣旨と目的

鈴鹿高専の創立から38年が経ち、これまで5000人以上の卒業生が社会に巣立っており、その多くが工業諸分野で技術者、研究者、管理者、経営者として活躍している。21世紀を迎えるにあたり日本の経済、社会状況は益々厳しさを増すことが予測され、より厳しい競争原理のもと、各分野に携わる個々人や企業は一層の自己研鑽はもとより技術や経営に関する新しい理念の創出とその実現能力が求められている。かつて経験したことのないこのような時代を迎えるにあたり、同種の職業能力と類似の問題意識をもち、かつ同窓という信頼感に裏付けられた技術者、研究者、経営者等の集団として鈴鹿高専卒業生が結集して人的ネットワークを築き、互いの自己啓発、新しい人間関係の構築、異業種および異年代間交流による新発想の開拓や新規技術の創出などを通して個々がかかえる問題の解決と個々人の一層の発展を図ることを目的とする。

同時に、活動の充実・発展を期すため、母校鈴鹿高専研究者との間で継続的な人的・技術的交流を図り、特色ある技術者・研究者集団として産学連携活動等を推進し、我国および地域の産業振興と文化の創造に寄与する。このことを通して卒業生を含む鈴鹿高専総体の力を示し、もって母校の発展に資する。

このネットワークに関する広報活動として、まず8月発行の青峰同窓会会報に設立されたことおよび10月に発足式を開催することを掲載してもらいました。

その後、発足式および総会の準備に取りかかったわけですが、まずは学校の拠点としての三重県北中勢部を中心とした地域で、10期生あたりまでの方にネットワークの発足式開催の案内を郵送しました。

そして10月14日、卒業生36名をはじめ約70名が出席し、ネットワークの発足式、総会および第1回技術交流会が開催されました。発足式および総会では、設立趣旨の説明が行われるとともに会則の承認決定が行われました(写真1)。

第1回技術交流会では、鈴鹿高専の変遷および研究活動についての紹介の後、機械・電気・工業化学・



写真1 発足式 小手川代表挨拶

金属の1・2期の卒業生の方により、各自が取り組んでこられた技術開発のことや異業種異分野との交流などについて講演していただきました(写真2)。また当日の講演会のうち二つについては、このレターに講演要旨を書いていただきました。

最後に、学内の見学・懇親会がもたれましたが、どこにおいても交流および情報交換の場となり、このネットワークの設立の目的に沿った場が提供できたと考えております。もちろんこの活動を継続していくことが何より大切で、発展させていくための必須条件ですので、今後の継続的な活動へのご協力および積極的なご参加をお願い申し上げます。



写真2 技術交流会の講演風景

林 繁 和 氏(林事務所)
(昭和42年工業化学科卒)
「50歳の転身ー研究開発から経営・
労務スペシャリストへ」

伊 藤 一 広 氏(日本特殊陶業)
(昭和43年機械工学科卒)
「私の32年」



写真3 鈴鹿高専ヒューマン&テクノロジーネットワーク発足式参加者

鈴鹿高専ヒューマン&テクノロジーネットワーク 第1回技術交流会講演要旨

オープンソースが全てだった

NECエレクトロニクスデバイス
ソリューション技術本部
本部付エキスパート
後藤 富雄（昭和42年電気工学科卒）



私は本学，電気工学科の1期生です。5期生の大矢知マイクロキャビン社長の紹介と斎藤先生のお招きがあり，喜んでやって参りました。というのも卒業と同時にNECに入社して以来，30数年間，会社努めをやってまいりましてそれなりの仕事はやって来られたかなとは思っていますが，同時に，ここ数年日本の経済を取り巻く環境が大きく変わりつつあって，定年の近づいたサラリーマンとして，今後のことを，考えていました。これから私も含めて高専卒業生が定年後あるいは退社して独立ビジネスを始めることが多くなると思っていた矢先でした。そのとき必要になるのが人のネットワークであることはこれまでの経験から良くわかるのです。というわけでふたつ返事で参ったわけです。

私は35年前にNECに入社，半導体グループに配属になり，半導体生産の自動化装置の開発に回されました。これがいやでいやでたまらなかった。どうせやるならトランジスタとかICの回路設計がやりたかった。若気のいたりで，製造装置の開発が如何に重要かなど考えもしなかった。具体的にはLSIの試験機が担当で輸入された当時最新鋭のLSIテストの制御に使われていたのがDEC社のミニコンPDP-8，このミニコンに出会うことで私は多くのことを学びました。私にもっとも強い影響を与えてくれたのが回路図やプログラムのソースコードを公開するオープンシステムというコンセプトでした。全部見せるから改良はご自由に，ただし責任は自分で取りなさいということです。それからDECUSというユーザー会に登録するとソフトウェアライブラリのリストが届いて，欲しいプログラムをリクエストするとソースコードとオブジェクト（当時は紙テープでした！）が送られる，しかも無料でした。このライブラリーに登録されていたプログラムは研究所や，大学で開発されたものが多かったようですが必ずプログラムの名前が記されていたように思います。いまでこそオープンソースのLINUXが有名になりましたが，当時からオープンソースのビジネスモデルというのはあったわけです。

その後，NECの半導体グループでもマイクロプロセッサチップを開発し，発売することになりました。当時私は装置開発の部隊からマイクロプロセッサの技術サポート部隊に移動しており，マイコンチップの潜在顧客への技術指導や応用開発を担う立場となっておりました。そこで私が考えたのがマイコンのトレーニングキットTK80です。これには全回路図とモニタプログラムのソースコードと詳細な解説を添付して売り出しました。これは予想外に好評で本当に沢山の方に（全くのビギナから有名な大学教授まで）お使いいただきました。発売数年後から「マイコンはNECのTK80で勉強した」という学生や技術者に沢山お会いしてエンジニアとして感激もし大変嬉しく思いました。そのベースはずっと昔，DECのミニコンでおそわったオープンソースポリシーがすべてでありました。わたしの目論見通り，このTK80を骨の髄までしゃぶりつ

くしてマイクロコンピュータを理解し改良を加えたり、新商品を開発したりするアマチュアやプロがどんどん現れました。

その後私は8ビットパソコンPC8000をはじめ、PC8800、16ビット機PC100などを世の中に送り出すことになるのですがいつも念頭にあったのはオープンポリシーでした。オープンにすることでパソコン本体に接続される周辺装置、応用ソフトウェアなどが競って売り出され、パソコンのビジネスを盛り立ててくれました。それまで大型コンピュータの世界では計算機本体から周辺装置、ソフトウェアまですべて自社製で揃え互換機ビジネスを目の仇にするような状況とは180度異なったビジネスモデルを打ち出したわけです。結果は数年と立たずパソコンのオープンポリシーへと体制が移り始めました。

パソコンから始まったオープンポリシーの趨勢は他の分野にも飛び火していますソフトウェアでのLINUX、自動車業界での部品の共同調達と仕様公開、などなどです。マクロに捉えればこれは業界内の水平分業です。何でも自社で囲い込むのではなく会社には無い技術を持つビジネスパートナーとの協業です。ただし最近では技術の優劣以上に開発スピードの補完のための協業も盛んに行われるようになってきました。

高専卒業生を中心にヒューマン&テクノロジーネットワークを立ち上げようという活動はまさしく時代の流れに対応したすばらしい構想だと思います。少なからずお役に立てれば幸いです。最後にひとこと提案させていただくとすればこのネットワークは鈴鹿地域だけでなく卒業後日本国内に、あるいは世界に向けて飛び出した仲間をメンバーに募り、幅広く交流し合うことが21世紀のビジネススタイルになるのでは無いでしょうか。



鈴鹿高専ヒューマン&テクノロジーネットワーク

第1回技術交流会講演要旨

三重県のベンチャー振興策について

三重県農林水産商工部

新産業創造課 課長補佐

安村 吉郎（昭和46年金属工学科卒）



1 背景

今日の経済社会は、ボーダレス化が進展し、国境を越えた経済活動や地域間競争が拡大、激化しています。また、経済成長が停滞するなかで本県においても高齢化が進み、経済の成長要素である労働力の供給力不安が大きな課題となっています。

一方、これまで47都道府県が、横並び護送船団方式で発展してきたこの半世紀も終わりつつあり、来るべき競争時代には三重県が勝ち組の側に立ちつづける必要があります。

2 本県の産業施策

このため、県では今後10年間にわたっては県内純生産の拡大を図ることとし、特に「企業立地の促進」、「ベンチャーの振興」、「既存産業の高度化」を推進し、雇用、税収の増大を促すとともに、柔軟な産業構造の構築と経営マインドの高度化を強力に進めていきたいと考えています。

なかでも「ベンチャーの振興」については時代の変化を認識し、振興の方策を転換していくことが肝要です。

3 ベンチャー振興の考え方

これまでの「良い商品は確実に売れる」時代は、今や「マーケットが求める商品しか売れない」時代であるとの認識に立つべきであり、施策も「良い商品への支援」として実施してきた技術開発に係る個別補助から「売れる商品への支援」を念頭に、その『事業環境の整備』を進めていくこととしています。

この『事業環境の整備』にあたり、真の県の役割は、通信・交通等の基盤整備、支援税制の制定、住み良いまちづくりを進めるとともに、人材集積の創出として、大学の高度化、研究機関・企業の誘致、起業家の創出にあると位置付けています。

しかしながら、ベンチャーの資金調達に欠かせない投資環境がまだまだ充分でない現状では、それが熟するまでの間、ソフト・ハード両面にわたる支援が必要と認識しており、短期的には専門知識をもつ人材ネットワークの提供、投資家との橋渡しや資金供給とともにインキュベーターの整備に関わっていきたいと考えています。

4 三重県版ベンチャー振興策「みえプラットフォーム」

こうした考えに基づき、本年4月に事業実施の中核的支援機関として（財）三重県産業支援センターを設立し、「みえプラットフォーム」事業をスタートさせたところです。具体的には、創業から研究開発・

商品開発、市場化・事業化までの各段階に応じた技術・資金、人材、情報面等のトータルなニーズにワンストップで対応していくこととしています。

当センターでは、売れる商品への支援を行うため、マーケットに関する助言を狙う『ベンチャー達人委員会』を設立しました。これまで、こうした委員会には行政の幹部や学識経験者を中心に委員を選任してきましたが、『役人にはマーケットは判らない』ということ踏まえ、現に成功している県内外のベンチャー企業経営者を中心に構成しています。なお、委員長には、(株)インスパイア代表取締役 成毛眞氏(前マイクロソフト社長)に就任をお願いしています。

また、ベンチャー企業を経営していく上で、店頭公開をはじめ高度な法律・経営面等の専門的相談に対応するため、国際的に第一線で活躍する専門家を配した『ベンチャー支援専門コンサルチーム』を設け、そのノウハウを提供しています。

さらに、投資家との交流不足を補うため、大都市圏で『投資家説明会』を開催して、資金調達の機会を積極的に提供しています。

このほか、大企業への就職を目指すのではなく、企業家志向を醸成する社会風土づくりを進めると同時に、早期に成功事例をつくりあげ、起業志向者に強いインセンティブを与えるため、「ベンチャースクール」、「みえベンチャーカレッジ(国立三重大学と連携)」、「みえビジネスプランコンペ」を実施し、さらには、思い切って交付要件を緩和した「ベンチャー 総合補助金(総額1億円)」等の制度を設けたところです。

このように、起業家が事業を開始するうえで、今考えられる支援策を十分に整備したところでありますので、皆様の積極的なチャレンジをお待ちしています。

5 最後に

なお、先に述べた『ベンチャー達人委員会』委員には、鈴鹿高専の卒業生である(株)エーベックス・インターナショナル代表取締役 上島憲氏、(株)マイクロキャビン代表取締役 大矢知直登氏にご就任をいただいております。また、事業の母体である(財)三重県産業支援センターには、橋本電子工業(株)代表取締役 橋本正敏氏に評議員を引き受けていただいております。こうしたことから鈴鹿高専の底力を強く感じているところであります。皆様のご支援に対してこの場をお借りしまして改めてお礼申し上げます。



同期誤りを考慮した符号化変調方式の研究



吉川 英機 (YOSHIKAWA Hideki) 研究分野^{#1}

電子情報工学科

符号理論・情報通信工学

所属学会：IEEE (米国電気電子学会) 暗号理論

電子情報通信学会

情報理論とその応用学会

キーワード^{#2}

ディジタル通信, 誤り訂正符号, 符号理論,
符号化変調, シンボル誤り, 同期誤り

使用・応用分野^{#3}

1. デジタル通信システムにおける通信品質の改善
2. 媒体記録システムにおける信頼性の向上
3. 周波数および記録媒体の有効利用
4. 同期方式

1 はじめに

「符号」という言葉に対応する英単語は、サイン (sign), シンボル (symbol), マーク (mark), そして、コード (code) があります。最初の3つは「しぐさ」「文字」「記号」のように情報を表現するための手段として用いるものを表しているようです。そして、最後のコードを辞書で引いてみると、「規則、作法」とあります。つまり、コードは情報を記号などで表現するための規則を指しているようです。情報を与えられた規則にしたがって記号などに変換する操作は符号化 (コーディング) とよばれます。符号化されたものを元に戻す操作を復号 (デコード) といいます。

われわれ人間が扱う情報はアナログ量ですが、コンピュータやディジタル通信の分野では、情報をディジタル量として扱っています。したがって、人間とコンピュータあるいは通信の間には情報の変換操作が必要になります。一般的にディジタルといえば、情報をすべて「0」と「1」の2つの記号のみを扱います。これらを伝送あるいは記録する場合を考えると、通信路や記録媒体には雑音やひずみなどの誤り源が存在するので、元の情報がそのまま復元できるとは限りません。しかし、たとえ誤りがあっても受信側で訂正ができるような符号化を行えば、誤りによる情報の劣化をなくすることができます。符号理論 (coding theory) は、情報を正確に読み取るために行う情報の変換操作、ならびにその効果の解析を扱うための学問であり、この目的で構成される符号を誤り訂正符号といいます。

現在では、二人に一人はPHSを含めた携帯電話を持っていると言われており、また、CDプレーヤはほとんどの家庭にあることでしょう。また、パソコンの普及率も伸びており、CD-ROMドライブやモデムが標準で組み込まれています。これらの通信機器や電化製品にはすべて誤り訂正符号が利用されており、各家庭に誤り訂正符号の復号器が1, 2個はあることになります。普段聞き慣れない誤り訂正符号も、実は非常に身近なものであったといえます。

符号理論における課題の1つとして、筆者は同期の問題を研究してきましたので、今回はその概略を紹介します。

2 通信路のモデルと誤り訂正符号の一例

次の図1に符号理論でよく用いられる2元対称通信路とよばれるモデルを示します。0を送信して1に受信される、または1を送信して0に受信される確率が p で表されています。 $p=0$ で誤りのない通信路になります。

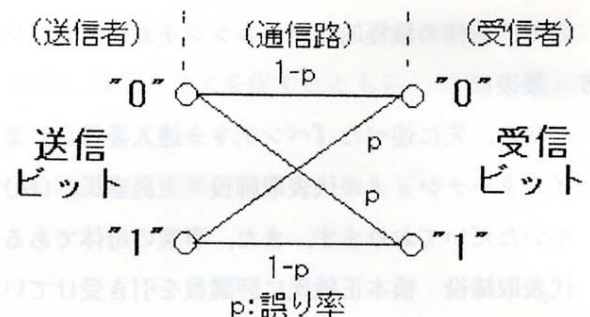


図1 通信路のモデル

ここで、送信ビットをそのまま送ると、受信側では確率 p で復号誤りが生じるので、受信側での誤りを小さくできる最も簡単な方法を示します。符号化の規則は、「送信ビットを3回繰り返す」とし、受信側では「多いほうのビットに復号する」としましょう。つまり、0に対しては(000)、1に対しては(111)として送信します。このようにすれば、3ビットのうち1ビットが誤っても受信側で訂正できることになります。

図1の通信路を通して伝送した場合の改善効果を見積もると、受信側では3ビットのうち2ビット以上が誤れば復号誤りが生じます。2ビットの誤りは3通りあり3ビット誤りは1通りですから、受信側での誤り確率は $3p^2(1-p) + p^3 = 3p^2 - 2p^3$ となります。例えば、 $p=0.1$ のとすると0.028となり、3回繰り返しの符号化により誤り率が10%であったものが2.8%まで小さくすることができました。

3 符号理論における同期の問題

現在の符号理論では、送受信側で同期が完全に取れていることを前提としています。例えば、前述の符号は送受信

のビット数が等しいという前提の下で効果を発揮します。

しかし、実際にはこの前提が成り立たない同期誤りが発生することもあります。デジタル通信ではフェージングにより、媒体記録の分野ではピークシフトにより同期誤りが生じ、送信シンボルが読み飛ばされて削除されたり、再読込により、別のシンボルが挿入される誤りが発生します。



図2 シンボル誤りと同期誤り

図2(a)のようにシンボル誤りでは誤りが生じた時点のみが影響を受けることになりますが、同期誤りが生じると図2(b)のように以後の全てのシンボルが誤りとなります。

しかし現状では同期誤りの検出や訂正は困難であるため、デジタル通信やCDの情報記録では、図3に示すような一定間隔で特別な同期パターンを挿入して受信側でこれを検出することにより再同期を行います。

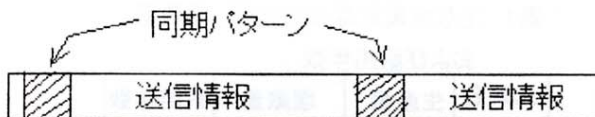


図3 同期パターン

この場合、同期パターンの数が多くなると情報伝送の効率が悪くなり、少ないと同期誤りが生じたときの影響が大きくなります。また、同期パターンに誤りが生じると再同期が行えないので、長いバースト的な誤りを生じることになり、実際にこのような影響が誤りの大部分を占めることもあります。このような背景から、シンボル誤りと同期誤りの両方に対処できる方法があれば、より効率のよい伝送、記録が実現できると期待されます。

4 同期誤り検出可能な変調方式

ここでは、筆者が提案した符号同期誤り検出方式について簡単に示します [1] [2]。

符号理論の研究が進むにつれて、これまで独立に考えられてきた符号化と変調を一体化した符号化変調方式が基本的手法として広く用いられるようになってきました。

デジタル通信においては、位相変調による伝送方式に広く用いられています。例えば、0と1を2直伝送す

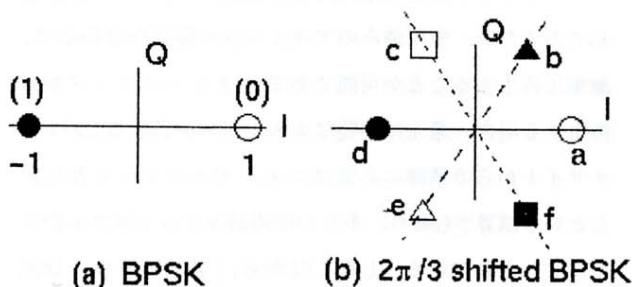


図4 BPSK変調と $2\pi/3$ シフトBPSK変調

る場合、図4(a)に示すように、0と1に対してそれぞれ搬送波の位相を 0° 、および 180° に変化させて伝送します。

これは2直位相変調 (binary phase shift keying: BPSK) とよばれています。しかし、この場合は同期誤りが生じた場合に検出が困難となります。そこで、図4(b)のように1シンボル送信ごとに 120° ($2\pi/3$) の位相回転を与える変調方式を考えます。この図では、白のマークに0が、黒のマークに1が割り当てられることを表しています。まず始めに、搬送波の位相として $[0^\circ, 180^\circ]$ (aとb) を用います。次に 120° シフトして $[120^\circ, 300^\circ]$ (cとf) を用いて次に $[240^\circ, 60^\circ]$ (bとe) を用いて、次に最初の位相に戻ります。

同期誤りは「読み飛ばし」もしくは「再読込」で表せるものとして、連続して生じないものと仮定します。

検出方法を説明しますと、同期誤りがなければ、1時点前の信号との位相差は「 120° または 300° 」になり、読み飛ばしが発生した場合は、1時点前の信号との位相差は「 240° または 60° 」になります。再読込が生じた場合は、1時点前は同じものであるから 0° となるので、シンボル誤りがなければ、1時点前の信号との位相差のみ検出できます。

しかし、実際にはシンボル誤りによる影響も考慮しなければならないので、畳込み符号などの誤り訂正符号と組み合わせて符号化変調を行い、受信側では相関関数を用いて同期誤りの検出と訂正を行うシステムを提案しています。

この方式はデジタル通信システムには応用できますが、誤り率の大幅な改善のためにはまだ検討しなければならない点があります。さらに、媒体記録の分野などは位相変調が行えないため、記録システムにも適用できるような符号化方式は、今後の検討課題としております。

5 おわりに

われわれの身の回りに浸透した技術の1つである誤り訂正技術には、今回紹介しました同期の問題の他にもいくつかの課題が残っています。その中には符号化による誤り改善効果の理論解析や最良符号の構成法などがあり、筆者の研究課題にもなっています。このあたりの基礎分野は、近年のコンピュータの急速な進歩により、理論的側面からのアプローチよりもコンピュータシミュレーションや計算機探索などによる研究が進められています。

特に、近年の携帯電話の爆発的な普及により、デジタル通信の分野は理論よりも実用が先行している面が多く見られます。しかし、学術機関に所属する研究者としては、理論的な側面も疎かにしないような研究姿勢で、今後も未解決問題に臨んでいきたいと思います。

参考文献

- [1] H.Yoshikawa, I.Oka, C.Fujiwara, "Code synchronization error control scheme by correlation of received sequence in phase rotation modulation," IEICE Trans. Commun.(電子情報通信学会), vol.E83-B, no.8(2000).
- [2] 吉川英機 符号同期誤りを考慮した符号化変調方式に関する研究, 大阪市立大学博士論文(2000).

アルミニウムのリサイクルとその高純度化技術



井上 哲雄 (INOUE Tetsuo)

材料工学科

所属学会：軽金属学会

日本金属学会

日本鋳造工学会

熱処理技術協会

研究分野

材料工学・非鉄金属学

材料リサイクル

キーワード

アルミニウム, リサイクル, 不純物除去,
高純度化, 資源回収, 循環型社会

使用・応用分野

1. 使用済金属材料の再利用技術
2. 産業廃棄物の有効利用
3. 金属材料の高純度化
4. 資源・エネルギー等の有効利用による環境保全

1. はじめに

新しい世紀「21世紀」を迎えました。すでに60億を超えた世界の人口、年々増え続けるCO₂濃度に比例して上昇する地球の平均気温、毎年確実に大きくなっていくオゾンホール、年毎に約3%づつ減少している熱帯雨林等、我々が生活するこの地球に関しては明るい話題が聞こえてこない。いったい21世紀にはこのかけがえのない地球はどうなってしまうのか？

1964年にレイチェル・カーソンが発表し、アメリカ中を震撼させた衝撃の書「Silent Spring (沈黙の春)」は農薬の環境汚染を訴え、1972年にローマクラブにより刊行された「The Limits to Growth (成長の限界)」によると、今(当時)のままの成長が続けば資源の枯渇により、工業、食糧生産はピークを過ぎ、ついに人口増加もピークを迎え、21世紀の後半には、悲惨な状態になるという資源の有限性による成長の限界を明確に示している。

ところで地球上の主な金属資源の生産量、埋蔵量および耐用年数は表1^[1]のようになっている。これらの予測は新しい資源の発見や技術の開発等により変わりますが、資源の枯渇が数十年先にせまっており、適当な代替品の見当たらないものも見受けられる。

さてアルミニウムに関して埋蔵量は豊富で枯渇を心配する必要は今のところ無いと思われるが、アルミは電気の高純度化と称されるように、現在の製錬技術では大量の電気エネルギーを要し、エネルギー資源やその消費による

環境負荷に多くの問題点を抱えている。

表1 主な金属資源の生産量、埋蔵量
および耐用年数

元素名	生産量 (千t)	埋蔵量 (千t)	耐用年数 (年)
アルミ	114,000	23,000,000	202
クロム	12,200	370,000	303
コバルト	27	4,000	148
銅	10,756	320,000	30
金	2	45	20
鉄	954,900	68,000,000	71
鉛	2,738	65,000	24
ニッケル	1,010	40,000	40
銀	15	280	19
チタン	3,990	270,000	68
亜鉛	7,226	190,000	26

2. アルミニウムのリサイクル

アルミニウムは酸化しにくく、融点が低くて溶解が容易であるため、使用済みのアルミニウム製品を溶かして、簡単に再生することが可能である。またスクラップから再生する場合、還元に必要なエネルギーが省けるためボーキサイトからの精錬に必要なエネルギーの3~5%で済むという試算^[2]もあり、多くの使用済みアルミニウムがリサイクルされている。しかしながら、アルミニウムは活性な金属で一旦溶解した不純物の除去は難しく、リサイ

クル材の多くは「ブレンド技術」によるカスケードリサイクルあり、技術的に解決しなければならない問題点が多く存在し、特にリサイクル材に含まれる不純物元素の除去技術の開発が最重要課題である。アルミニウムリサイクルを推進する上でのそれ以外の技術的な課題は、①溶解時の歩留まり効率と環境対策、②原料スクラップの選別・使い分け、③産業廃棄物（ドロス等）の処理等が考えられるが、特にリサイクル材料の高品質化を目指す我々研究者にとっては不純物・介在物の処理は最も重要なテーマとなる。

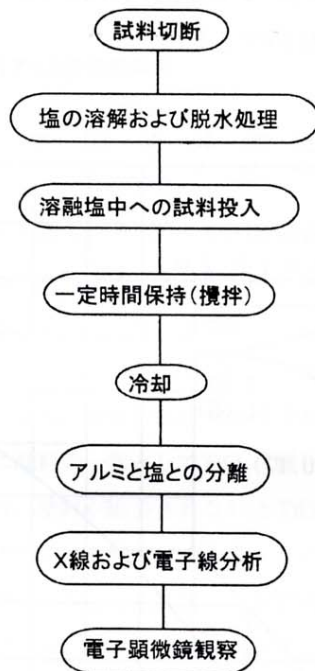


図 1 溶融塩法の実験手順

最近のアルミニウム地金のリサイクル材使用率は全体で約40%であるが分野別に大きく異なっている。不純物元素等の存在が製品特性にあまり影響しないダイカスト品では90%以上、鋳造品では70%を超えているが、反対に不純物元素が製品欠陥に与える影響が大きい圧延品や鍛造品では10%程度とほとんど使用されていない。これは不純物や介在物を多く含んでいるリサイクル材の宿命であり、今後さらにこのリサイクル率を上げるためにはこの課題を解決することが必要不可欠である。この問題を解決するためには、①不純物・介在物を除去する方法と②不純物・介在物が存在してもその弊害を少なくする方法、の2通りの方法が考えられる。

3. アルミニウム中の不純物除去

3.1 不純物除去技術

現在よく行われている方法は、①フィルターを用いて除去する方法、②化合物（塩化物、窒化物、酸化物等）を生成させて除去する方法、③比重差を用いて除去する方法等であるが、我々は化合物を生成させなくても比重差が無くても不純物や介在物等を除去することが出来る新しい方法を開発^{[3],[4]}した。それはハライド系溶融塩を用いてアルミニウムと不純物および処理する塩との濡れ性の差を利用する今までに無い全く新しい方法である。

図.1に示したようにアルミニウムの融点以上に加熱され溶融している塩中に不純物を含んだアルミを投入すると、アルミニウムは融解し液体となるが、不純物等は固体のまま存在する。一定時間加熱保持・攪拌を行うことにより、固体状態の不純物は溶融塩中に取り込まれ不純物の減少した金属アルミニウムが回収可能となる。我々は本法をアルミニウム基複合材料およびアルミニウム合金への工業的応用を視野に入れ研究を進めており、その例を以下に示す。

3.2 アルミニウム基複合材料への適用

近年の材料への軽量化要求によりアルミニウム基複合材料の需要が急増し、それに伴い強化材としてセラミックス成分を複合化したアルミニウムのスクラップ量が増加している。この複合化されているセラミックス成分を含むためリサイクルが難しく、この分離・除去技術の早急な確立が望まれていた。そこで代表的なアルミニウム基複合材料を試料として本溶融塩法にて処理^[5]を行った。図2にはそれらの電子顕微鏡写真とそのEDX分析結果を示すが、処理前の試料に白く確認されるセラミックス成分が、処理後の試料では全く消滅してアルミ合金のみで、強化材成分はほとんどすべてが冷却後の塩中に認められた。すなわちアルミニウム合金に複合化されるセラミックス成分は本溶融塩処理により分離・除去可能であり、スクラップとして回収される本系材料のリサイクル推進におおいに役立つことが明らかとなった。

3.3 アルミニウム鋳造合金への適用

代表的な鋳造用アルミニウム合金であるAl-Si合金を用いて合金成分であるシリコン（Si）除去実験^[6]を行った。図3に示すようにAl-Si合金は12%Si付近が共晶でそれ以上では過共晶となり、共晶温度以上では溶融したアリコルミニウムの中に固体のシリコンが存在する状態が得ら

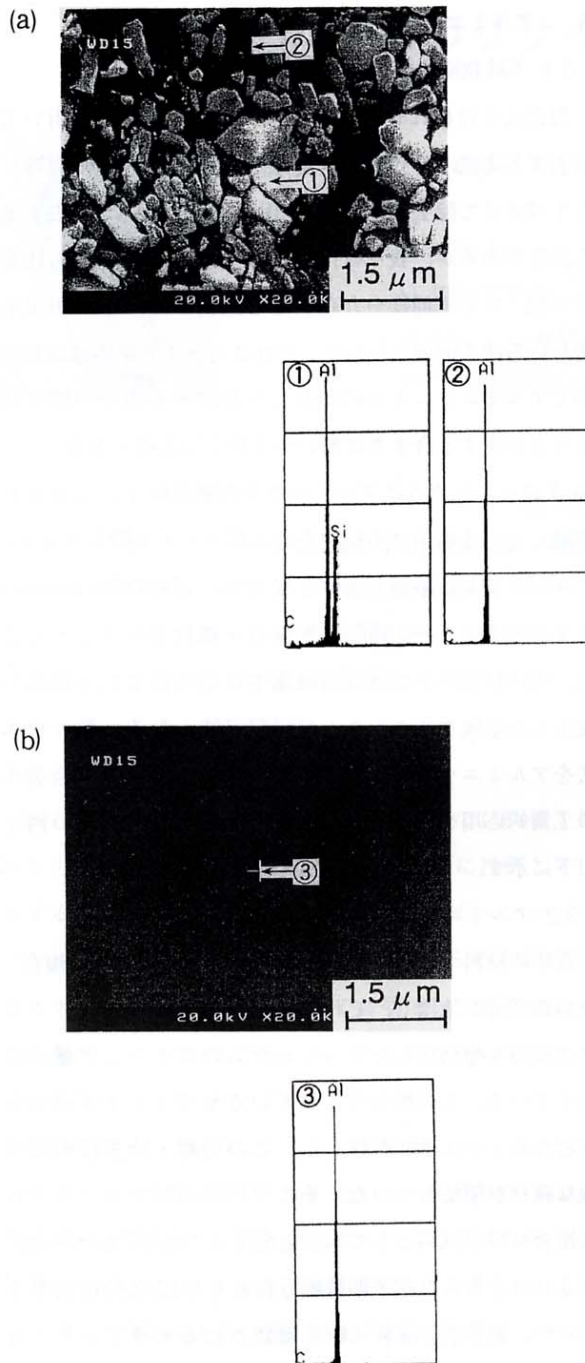


図2 アルミ合金／セラミック複合材料の溶融塩処理前後の電子顕微鏡写真とそのEDX分析結果
(a)溶融塩処理前の組織
(b)溶融塩処理後の組織

れ、固体状態で存在するシリコンの分離・除去を試みた。用いた試料は5%Si（亜共晶組成）、12%Si（共晶組成）および25%Si（過共晶組成）の3種類で、処理温度は25%Si（過共晶組成）での液相線上（1033K）および固液共存領域（923K）の2種類とした。25%Si（過共晶組成）のシリコン濃度は処理回数によりほとんど固体状態のシリコンがなくなる12%Siまで減少することが明らかになっ

たが、5%Si（亜共晶組成）、12%Si（共晶組成）合金では溶融塩処理を行ってもほとんどシリコン濃度の変化は認められなかった。これは12%Si以下では溶融塩処理温度においてシリコンは固体状態では存在せず、本溶融塩法での濡れ性の差を用いる除去方法は適用でないことがわかる。以上の2つの実験結果からアルミニウム溶湯中に固体状態で存在する不純物等（ほとんどはこの状態）は、この溶融塩法を応用することにより分離・除去可能である事が明らかとなり、スクラップとして回収されたアルミニウム合金のリサイクル率の向上に大きく寄与できる事が期待でき、より効率よく不純物等を除去すべく現在も研究を続行中である。

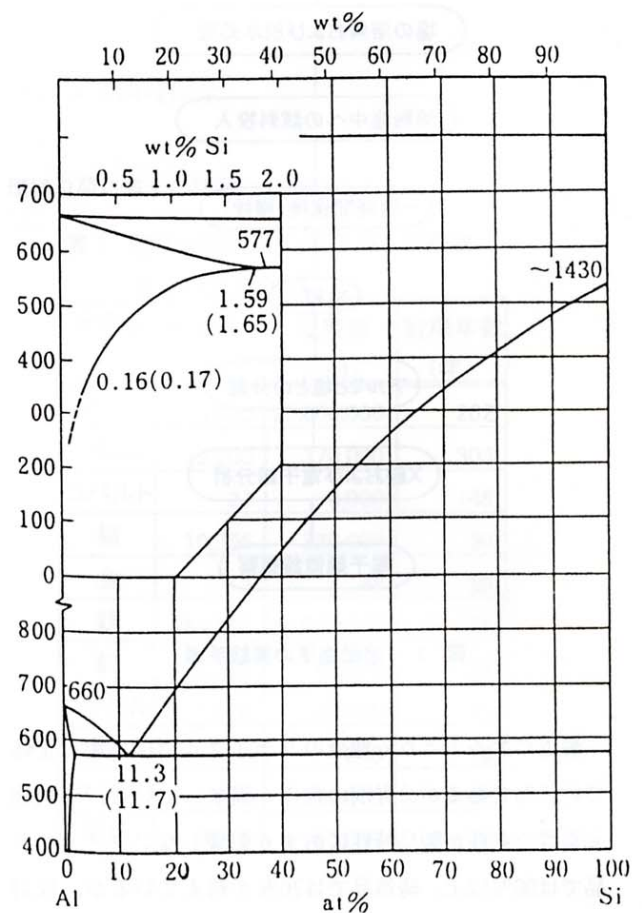


図3 Al-Si 合金の平衡状態図

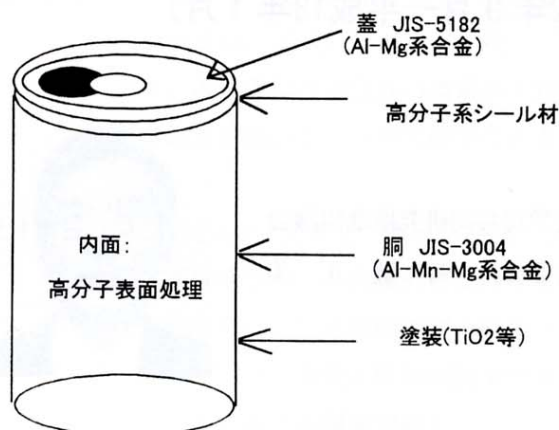


図4 飲料用アルミ缶の概略図

3.4 飲料用アルミ缶の課題

飲料用アルミ缶（ビール、炭酸飲料のDI缶）は図4に示すように胴と蓋は要求される材料特性が異なるために異なる合金で加工されており、使用済みアルミ缶をリサイクルするとこれらが混合した組成になってしまう問題点が存在する。また、飲料缶にはカラフルな塗装が施されており、特に顔料の一部として TiO_2 （酸化チタン）が配合されており、塗料が除去されないと TiO_2 が溶湯と反応して、Ti（チタン）が混入してくる。このTiは製造時に粗大な金属間化合物として晶出し、飲料用缶への加工時にクラック（割れ）の原因となる。さらに塗料が除去されないと、再生溶解時にアルミニウム合金溶湯の酸化が促進され、ドロス発生が多くなり、歩留まりが悪くなる問題があり、これら諸問題に関しても、溶融塩法の適用を現在検討中である。

4. おわりに

今後「よりリサイクル可能な材料」を目指して研究開発が続けられるものと考えているが、材料リサイクルのあるべき姿は「material to material」あるいは「alloy to alloy」であり、元あった状態にリサイクルして使用することであると考えている。さらにこれから研究開発しなければならない技術として、①除去不能元素の精製プロセス技術、②不純物元素の悪影響除去技術、さらには③素材設計によるリサイクル材料体系の確立等があげられる。特に地球上の限られた鉱物資源を有効利用することと、貴重なエネルギー資源を無駄に浪費しないことを考える

と、リサイクル前提の材料設計は避けては通れないことであり、「分離困難な元素は含まない」および「可能な限り単純組成にする」という2つは最も重要である。最後に必要な経済発展を続け、便利で快適な文明生活を享受することは大事ではあるが、常に我々の地球環境の保全ということを念頭におくことを忘れてはならない。

- [1] (株)資源・素材学会：世界鉱物資源データブック，オーム社（1998）
- [2] H.H.Kellogg: Trans. AIME, 188(1950), 862
- [3] T.Inoue et al.: Molten Salt IX(1994), The Electrochemical Society, p.646~653
- [4] T.Inoue et al.: Molten Salts X(1996), The Electrochemical Society(ECS), p.334-341
- [5] 井上哲雄他：軽金属，Vol.46, (1996)No4, p.183~p.188
- [6] T.Inoue et al.: Proceeding of 50th ISE Meeting (1999), p.688, Pavia Italy

産学連携活動報告（平成12年9月—平成13年1月）

鈴鹿高専産学官共同研究推進協議会
推進委員会委員長 齊藤正美



9月20日 SUZUKA産学交流会 第1回交流例会（第1回視察研修会）

SUZUKA産学交流会としては初めての企画であり、ソフトピアジャパン国際インキュベーションセンターと(社)中部経済連合会ベンチャービジネス支援センター(岐阜)への視察研修を行った。

10月14日 鈴鹿高専ヒューマン&テクノロジーネットワーク発足式、第1回総会および第1回技術交流会

鈴鹿高専では、新たに卒業生同士および本校教職員と卒業生の間で同ネットワークを結成し、産学連携活動や地域産業の活性化支援に取り組むこととなった。今後一層の発展を期したい（前頁に報告記事あり）。

10月18, 19日 SUZUKA産学交流会 第2回交流例会（第2回視察研修会）

第1回に引き続いて1泊2日の日程で、滋賀環境ビジネスメッセ、京都リサーチパーク、関西TLO、播磨科学公園都市への視察研修を行った。宿泊を伴った研修会という形式にしたため、和気あいの雰囲気での産学官交流がなされた。

10月28日 SUZUKA産学交流会 第2回産学官交流フォーラム

鈴鹿国際大学において、同交流会としては初めてのフォーラム形式の交流会が催された。フォーラムでは「流通の国際化と鈴鹿のまちづくり」という演題でジャスコ（株）名誉会長相談役の岡田卓也氏による基調講演が行なわれ、その後4名の講師によるパネルディスカッションが行なわれた。参加者は約150名であった。

11月13日 第4回産学連携シーズ別技術交流会

三重県産業支援センターがRSP事業の一環として行なっている同交流会がはじめて鈴鹿高専を会場として行なわれ、多くの企業関係者と県関係者が訪れた。本校の研究シーズ紹介として以下の4つの講演が行なわれた。

「超音波を利用した液体速度の計測」	機械工学科	近藤 邦和
「たんぱく毒素の機能と構造」	生物応用化学科	生貝 初
「材料リサイクルと高純度化」	材料工学科	井上 哲雄
「環境を考慮した材料開発」	材料工学科	江崎 尚和

12月5日 鈴鹿高専一同友会 第2回産学技術交流会

同交流会は、平成11年度から本校と三重県中小企業家同友会との間で定期的に催している行事であり、推進委員会委員長の斎藤が「鈴鹿高専はこうして使え」という題目で講演を行った。また、引き続き懇親会という形で産学交流を深めた。

12月14日 SUZUKA産学交流会 第4回交流例会

産学連携活動をより具体的に推進していくことを目的として以下の講演と質疑応答が行なわれた。

「鈴鹿高専における技術相談の位置付けと進め方」	電子情報工学科 斎藤 正美
「企業との共同研究と技術相談事例の紹介」	材料工学科 江崎 尚和
「製造業における環境対応」	(株)三恵技研 大森 久男

平成13年

1月24日 「みえベンチャーカレッジ」講演会

(財)三重県産業支援センター・三重県が行なっている活動の一環として、鈴鹿高専を会場として開催された。「無常識発想のすすめ」と題して株式会社エーベックス・インターナショナルの上島 憲社長(昭和48年鈴鹿高専卒業生)による講演がもたれ、ベンチャービジネスとその考え方についての興味深い話がなされた。専攻科学生、4、5学年生を中心とした約80名が熱心に聴講した。

3月12日(予定) SUZUKA産学交流会 第3回産学官交流フォーラム





第4回産学連携シーズ別技術交流会で挨拶する勝山校長

行事内容

2月15日(木)
卒業研究発表会

2月16日(金)
専攻科特別研究発表会

3月9日(金)
産学交流フォーラム・オン・キャンパス2001
(三重大学)

3月12日(月)
SUZUKA産学交流会

第3回産学官交流フォーラム

3月16日(金)
卒業式・修了式

3月31日(土), 4月1日(日)
おいん鈴鹿産業フェスタ

(鈴鹿市文化会館周辺)

4月9日(月)
入学式

● お知らせ ●

お問い合わせ・ご質問・ご要望は下記までお願いします。

〒510-0294 三重県鈴鹿市白子町 国立鈴鹿工業高等専門学校庶務課庶務係

TEL 0593-68-1711 FAX 0593-87-0338 E-mail: jim3@jim.suzuka-ct.ac.jp

編集後記

21世紀最初の新年を迎えることとなりました。読者の皆様におかれましては、いかがお過ごしでしょうか。大過なきこととお祈り申し上げます。

さて、本協議会発足に伴い刊行した「SNCT News Letter」もおかげさまで第4号を送り出すに至りました。本号では、本校教官の研究者紹介や共同研究の経過などのほか、20世紀末に発足した「鈴鹿高専ヒューマン&テクノロジーネットワーク」の記事も新たに掲載しました。今まで以上に、規模の大小に関係ない産と官と学の連携・協力および技術情報などの交換が求められていることが伺えます。本会も新世紀とともに新たな気持ちで各種事業に取り組んでいく所存であります。21世紀も20世紀以上のご協力をいただければ幸いです。(T.F)

SNCT News Letter 第4号 平成13年2月印刷 平成13年2月発行

編集 国立鈴鹿工業高等専門学校産学官共同研究推進協議会

発行 国立鈴鹿工業高等専門学校

三重県鈴鹿市白子町(〒510-0294) TEL 0593-68-1711 FAX 0593-87-0338 <http://www.suzuka-ct.ac.jp/>

印刷 東写真工業株式会社