

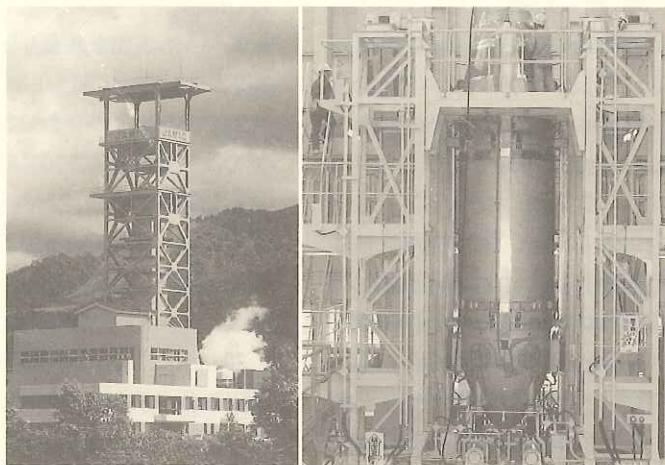
主要記事 ・「アルミニウムーリチウム合金の技術開発動向調査」出張報告…P2

TODAY

無重力のロマン



株式会社地下無重力実験センター
代表取締役社長 森鼻武芳



地下無重力実験センター(左)と移動台車上の落下カプセル

阪神・淡路大震災には驚かされました。一日も早い復旧を願っております。被害の大きさ、復旧の大変さを見るにつけ、防災の重要性を痛感しています。特に「地震予知はできないものであろうか」との感を強くもちます。予知研究の着実な進展を期待してやみません。

地震予知を例に出すまでもなく、科学技術の進歩はますますその重要性が高まっておりますが、ひと口に技術といっても技術によっては、例えば時計の性能はもう向上する必要のない高精度の域に達しているとか、半導体の加工技術もあと数年で完成される等の話を聞きます。しかし一方で地震予知、あるいはガン予防のように未解明の部分が多い技術と、技術分野により進歩にアンバランスがある感がいたします。

当社は無重力環境を内外の研究者の利用に供することによって、科学技術の進歩に寄与する目的で設立された第三セクター方式の会社です。無重力環境利用の研究は研究開発に着手されてからまだ日が浅く、また手軽な実験機会に恵まれていなかったために、これからの研究分野とってよいでしょう。

当社の施設の特長は、旧炭鉱の竖坑全長710mの落差を利用した無重力時間10秒、 $10^{-5}G$ 以下の高

精度の安定した無重力状態、大きな実験装置搭載容量、滑らかな減速とどれをとっても世界一の落下型無重力実験施設です。平成3年10月に営業を開始して以来、現在まで多くの研究者によって約1,500回の落下実験に利用されています。無重力環境利用の研究で種々の現象の解明が進み新素材、エネルギー、医療・医薬等々の分野で不可能とされていたものが可能となり、人類の夢と希望が実現できるのではという、あのアポロ宇宙船で受けた感動に似たものが、再度よみがえることを期待しています。

日本の技術には独創的な発明、発見がないといわれていますが、当社の地下無重力実験施設は世界一の実験施設として、落下型としては世界最高の無重力環境を提供できる施設で、外国の研究者からも羨望の目で見られています。その意味で当社の施設は無重力環境利用における独創的技術を生み出し得る場であると思います。皆さんの豊かな創造力で、新しい科学を創造していただきたいと念じております。

北海道のほぼ中央から、高度技術分野で世界に積極的にアピールし、そのことによってわが国の技術進歩、国民生活の向上に少しでも寄与できればと切に願っております。

「アルミニウムーリチウム合金の技術開発動向調査」出張報告

(株)アリシウム 松本正路・坂本敏正・栗野信次

基盤技術研究促進センター殿及びアルミ軽圧7社の出資により、平成元年3月24日に設立されたアリシウムは、平成8年3月末日の研究期間終了を控え、順調な研究開発活動を行っている。

さて、平成6年9月11日から9月16日の6日間、第4回アルミニウム合金国際会議 (International Conference on Aluminum Alloys) が、アメリカ・アトランタにて開催された。アリシウムは当会議において7件 (うち2件はそれぞれ東京工業大学: 神尾教授・里助教授、豊橋技術科学大学: 小林教授・新家助教授との共同研究成果) の講演発表を行い、その後米国内の大学・機体メーカー・軽圧メーカーを訪問し意見交換を行った。

1. 第4回アルミニウム合金国際会議

(1) 基調講演

Lockheed社のMr. Ed Balmuthにより、「State of Al-Li Alloys」と題する以下の趣旨の基調講演があった。

1) 既存合金 (2090, 2091, 8090, 5091) の評価

1984~1985年にAluminum Association (以下AAと略す) に登録された合金は機体メーカーから見て、①最高強度の時効で靱性が低い、②Thermal Stability (航空機が駐機中に到達する温度—70°Cで代表—に長時間さらされたときの材料特性の安定性) が低い、③異方性が強い、④Mg入合金で耐SCCが低い、⑤5091*では加工軟化を起こす、疲労亀裂伝播抵抗が低い等の不満があり、機体への応用が大きくは広がらない状況であると報告した (*1992年登録のMAプロセス合金)。

2) 開発合金 (2094, 2095, 2195, 2096,

2097, 2197, ロシア合金1421) の評価
1990~1993年にAAに登録された合金は、前記欠点が解決されているとの報告であった。2094, 2095, 2195, 2096はLi濃度を2%以下とし、0.5%Ag、0.25%Mn添加を共通とし、CuとMgが2.5~4.5%、0.25~0.8%Mgの範囲のWeldalite系の合金である。高強度型では、引張り強さ700MPaを達成できる最強のAl合金であるとともに極低温特性にも優れているので、ロケット用極低温タンク材料として注目されている。

2097, 2197は2090の低Li型、またはWeldalite系合金からAgを除いた成分に近く、Mnが添加された合金で、前者は当社データ等も参考に、耐SCC性向上を目的としてZnが添加される。この合金は戦闘機のバルクヘッド部品として評価され、飛行試験に供されるとの報告であった。

3) 今後の研究の指針

最後にAl-Li合金について今後のR&Dの方向としては、①中強度で高靱性合金、②焼入感受性の低い厚板用合金、③Mn添加による異方性の低い合金の開発が必要であることを提言した。また、Thermal Stabilityについて、特性変化と金属組織の関係を明確に説明する必要があることを指摘した。

Al-Li合金の一部の特性と金属組織の関係については、わが国の機体メーカーの技術者も「Mechanismを明らかにしないと実用化に踏み切れない」とかねてより主張しており、当社においても重要な課題として大学との共同により鋭意研究中である。

(2) 一般講演

翌9月13日から3日間にわたり、分科会の一般講演が開始された。205件

の講演が登録され、13分科会に分かれて発表と討議が行われた。

うちAl-Li合金は最大規模の分科会で、57件の講演の他、東京工業大学とアリシウム共同のポスターセッションへの参加1件が登録され、9月16日で終了した。

また参加者名簿によると、著名なAlメジャー、機体メーカーからは欠かさず技術者が派遣されており、国際会議の位置づけが高いことが窺われた。所属別の参加者を見ると、①地元Georgia大学、②SINTEF、③ALCOA、④アリシウム、⑤YKK (米国在任を含む) の順であった。

さて、57件の発表を分類すると、件数の順に、①合金元素添加の効果、②溶解・鑄造 (Vacliteプロセスを含む)、③TEXTURE及び異方性、④Thermal Stability、⑤疲労と亀裂伝播、⑥熱間加工性・変形能に関するものが多かった。一方、扱われた合金系で分類すると、①8090、②2090、③Al-Li Binary、④Al-Li-X、⑤ロシア合金、⑥Weldaliteの順であった。

これらのうち、アリシウムの研究者が注目した講演を紹介する。

1) Vaclite Processの開発 (Comalco)

真空精錬によりAMI (Alkali Metal Impurities) とH₂を低減すると、①Fracture Toughness、②Thermal Stability、③Weldability、④耐SCC性のいずれもが向上するとしている。

2) 2097, 2197合金の開発 (Lockheed)

基調講演と重複する部分があったが、これまでのAl-Li合金についての金属学的研究成果を要求特性の達成のために巧みに応用し、成功している。表-1に開発のコンセプトを示す。表-2が成分規格である。

3) T₂相の挙動 (Southampton大学、

Alcan)

結晶粒の形と寸法を制御するために添加するZrは、靱性を低下させるT₂相の析出を促進することを明らかにした。T₂相を防止するためには製造工程によるが、Zrを0.05%以下にする必要があることを示した。

4) Al-Li合金の変形特性(Clemson大学)

Al-Li合金の熱間変形特性を、加工温度と歪速度の関係で整理する試み。Dynamic RecrystallizationまたはDynamic Recoveryの起こる領域で安定変形が可能であることを示しているが、熱間圧延に応用するには歪速度が一桁小さいことが残念であった。

5) 2090の広幅押出 (Analytical Service and Materials)

スペースシャトルの外部タンク材を板材から1,000mm幅の2090合金押出材に変えることにより、コストダウンを図るとの試みを報告した。Al-Li合金

を適用する有望な分野であり、今後の展開に注目したい。

2. 米国の大学・メーカーの訪問

国際会議終了後、2グループに分かれ米国内の各所を訪問した。会議中にHOTEL内で面談したケースを含め以下に概要を記す。

(1)アルコア (D. M. Naser氏)

Al-Li合金は1,000ton/年の生産量であり、コスト低減とリサイクル技術の開発が転販のためには必須である。35名の研究体制を維持しているが、宇宙への適用研究にシフトしている等と述べた。

また、世界市場を考え、すべての品種のAl-Li合金を提供することが可能な体制であると推定された。

(2)レイノルズ (W. L. Hobbs重役を含め5名)

Weldalite系合金の開発に貢献したDr. Choのプレゼンテーションがあった。従来合金の得失を徹底的に調査し、機体メーカーとの連携を密にしたこと、90名の研究員を必要に応じプロジェクトに参加させる方式にしたこと、当初から実用規模の開発を行ったことが同社によるWeldalite合金Familyの開発、2197合金の開発に成功した要因であることを強調された。

(3)コマルコ (C. G. Bennett氏を含め4名)

同社の米国法人Commonwealth社で面談した。開発したVacliteをプロセスとして販売したいこと、アリシウムと情報交換をしたいこと等の意向が示された。またAl-Li合金は航空分野でアルミが生き残る最後の合金であることを強調された。また同社は、他のレポートによると宇宙、航空機以外の分野に、Al-Li合金の適用を考えている。なお、イタリアでも同様の活動が行われている。

(4)アエロスペース (Yann Barbaux氏、Atlantaにて)

東京工業大学里先生にお世話いただき面談の機会ができた。Barbaux氏によるとAl-Li合金の最大のハードルはコストであり、希望価格は従来合金の1.5~2.0倍以内であるとのことである。ちなみにアルコアの価格は2.5~3.0倍で、量産時は10~15%値を下げられると述べている。

(5)マクドネル・ダグラス (J. W. Carr, K. K. Sankaran氏等15名)

航空機用Al合金に関し著名なSankaran氏等、大勢の技術者の攻勢に遭遇した。F15、C17にAl-Li合金をうまく使いこなしている半面、既存合金は比重低下が少なくメリットが小さいとの厳しい意見であった。採用した押出材についても、形状精度が悪く歩留まりが低いことが悩みとのことであり、需要拡大の障害を意外なところで見いだした。

表-1 Lockheedによる2097、2197合金厚板材の合金設計理論

1. 戦闘機用厚板材の適用部位
Bulkhead, Frames, Longerons, Spars, Wing skins
2. 従来Al-Li合金の得失
利点: 低密度、高弾性率、高強度、低疲労亀裂伝播速度、耐食性。
欠点: 破壊靱性不足、強度・疲労の異方性、70°C曝露による脆化。
板厚方向での位置による特性のバラツキ、SCC感受性、加工時の割れ。
(S-L、S-Tの特性が低い)
3. 新合金の開発(強度を犠牲にしてLi濃度を下げる)
3-1. 70°C曝露による脆化防止
①Cu/Li比を大きくして、 δ' の析出を抑制しT ₁ の析出を利用する。
②UA→OA処理にして、強度不足はMg添加で補う。
3-2. 破壊靱性の向上
①Cu/(Mg+Li)を大きくしてT ₁ 、 θ' とS'を析出させる。
②焼入、時効でのT ₂ 、 δ の粒界析出とPFZを防止する。
③ストレッチを3~7%に大きくし、均一析出させる。
3-3. 異方性の改善
①TMTによる再結晶では効果が不足(強度と靱性を上げるためZrを添加し未再結晶材とした)。
②Mnを添加する。Al ₆ Mnの均一分布がサブ組織の発達と、ストレッチ時の歪みを均一にする。
3-4. SCC
①Zn(Ag)を添加する。
②Mgを添加しない(Thermal Stabilityを補償するため実際は添加)。

表-2 2097、2197の成分規格(重量%)

Alloy	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Li	Zr	Ti	Al
2097	0.12	0.15	2.5~3.1	0.1~0.6	0.35	0.35	1.2~1.8	0.08~0.16	0.15	Rem.
2197	0.10	0.10	2.5~3.1	0.1~0.5	0.25	0.05	1.3~1.7	0.08~0.15	0.12	Rem.

(6)ボーイング (P. A. Grove氏を含め 3名)

B777へのAl-Li合金の採用が少量にとどまった理由については、新しい情報が得られなかった。開発合金のうち2095、2096、Vacliteを高く評価している。NLA、HSST用の材料はB777が基本であるが、Al-Li合金は常にウォッチし、検討する予定であるとのことであり、新合金への期待は冷めていないことが確認できた。

また、今後の機体材料は、機体メーカーでの工程・工数・保管、航空会社での修理までを考えたトータルに合理的なものでないと採用しにくいとの意見であった。

(7)ヴァージニア大学 (Starke教授)

国際会議の主催者の一人であり、Al-Li合金の第一人者であるE. A. Starke Jr. 教授を訪問した。先生の主張は、「既存合金はコスト以外に問題がない」「開発合金は完成しつつあり、宇宙分野で実用化されている」「7000系合金を機体へ適用するには長期間を要した。Al-Li合金も同様な期間を要して改善が加えられ実用化されていく」との3点に集約できそうである。また、アリシウムの活動に対しては、Al-Li合金は成分、組織、工程を狭い範囲に制御する必要がある——Processing Windowが狭い——とのコメントがあった。

(8)カリフォルニア大学 (Ritchie教授、Venketeswara氏)

精力的であったAl-Li合金の破壊についての研究は終了しており、実用化は工業技術とマーケティングの問題であり、この合金はプラス・マイナス両極端な特性があるので、長所を生かす利用方法を開発する必要があるとのコメントであった。

3. おわりに

今回の国際会議参加及び米国内各種機関の訪問の結果得られた海外のAl-Li合金の溶解鑄造プロセスに関する情報は表-3のようにまとめられる。

現在、商業ベースでAl-Li合金のDC鑄塊を製造しているのは、アルコア、アルキャン、レイノルズの3社であるが、さらにロシアが世界最大規模の溶解鑄造プロセスを擁して、市場参入を

窺っているようである。

Al-Li合金の研究開発は下火であるとの考えが一部にあり、一抹の不安を抱いて米国内の事情を調査してきた。

結論的に述べるならば「下火」ではなく「すみ分けが進んでいる」と解釈するほうが妥当である。1993年9月、AAに2197が登録されたことはひとつの証左である。

また、機体・宇宙産業は、比重が低く高強度のアルミ合金の実用化を過去・現在・将来とも追求する——Al-Li合金が最も可能性が高い——ことが今回の調査で確認できた。

開発合金についてはAero Mat '95で続報が予告されている。

最後に今回の機会を与えてくださった基盤技術研究促進センター殿に深く感謝いたします。



コマルコ社のアメリカ事務所(ケンタッキー州ルイビル)にて

表-3 海外のAl-Li合金の主要な溶解鑄造プロセス

国名	会社名	最大鑄塊重量(ton) ()内: 炉容量	インライン処理	最大鑄塊断面寸法(mm)	
				インゴット	ピレット
日本	アリシウム	(4 ton規模)	GBF	400×1,000	φ370
アメリカ	アルコア	6.8	フィルター	400×1,270	φ400
	レイノルズ	(5.9)	フィルター	406×1,524	φ356
	カイザー	(4.5)	不明	400×1,370	φ400
カナダ	アルキャン*1	(5.25)	不明	525×1,300	φ435
フランス	ペシネー	3	不明	446×1,300	φ450
オーストラリア	コマルコ*2	(2.3)	フィルター	—	φ425
ロシア	カメンスク・ウラルスキー・メタラジカル	(10)	フィルター	450×1,600*3	φ800

[注] *1: 溶解・鑄造は英アルキャンによる

*2: 溶解・鑄造は米Teledyne Allvacによる

*3: この断面寸法のインゴットの鑄造はモスクワのVIAMの6 ton炉による

[備考] 1. これまでに(株)アリシウムが入手した情報では、Al-Li合金の炉として最大のものを保有し、最大の鑄塊を造塊可能な国はロシアである。
2. 炉の形式としては、真空あるいは雰囲気調整可能な誘導炉が一般的なようである。
3. また、インラインの溶湯処理法としてフィルターを使用する方向にあるようである。

INFORMATION

購入・贈呈図書紹介

1. アルミニウム精錬史の断片 (歴史への証言)

著者 グループ38
発行 カロス出版
(社)軽金属協会殿より贈呈

2. アルミニウム鍛造技術便覧

編集 (社)軽金属協会
発行 カロス出版
定価 37,000円

3. 水素エネルギー最先端技術

監修 横浜国立大学名誉教授 太田時男

発行 NTS(株)

定価 57,000円

4. 電極化学(上下)

著者 佐藤教男
発行 (株)日鉄技術情報センター
定価 16,480円

5. 高輝度青色発光のための電子材料 技術

監修 平木昭夫
発行 サイエンス フォーラム
定価 52,000円

6. 廃棄物の処理・再資源化と有効利 用(I, II)

発行 工業技術会

定価 92,400円

7. '93-'94全国試験研究機関名鑑

監修 科学技術庁
発行 丸善(株)
定価 74,000円

8. ステンレス鋼便覧(第3版)

編集 (社)ステンレス協会
発行 日刊工業新聞社
定価 48,000円

9. MITI HAND BOOK(英文版)

発行 (株)通産政策広報社
定価 5,300円

株レオテックの特許について(その1)

レオテックは、基盤技術研究促進センター並びに金属関連17社の出資により、昭和63年3月から平成6年9月にわたり、半凝固加工プロセスに関する研究開発を行ってきました。この間160件強の特許を出願しておりますが、これらの研究成果を役立てるためには、実用化のための開発を多くの会社でや

っていただく必要があります。その一助として、レオテックの特許を広く知っていただくため、公開特許を順次掲載いたします。特許は大別して、機械攪拌、電磁攪拌、単ロール攪拌、保持、排出、固相率センサー、複合材、ダイカスト(加工装置)、ダイカスト(鉄のチクソ)、ダイカスト(アルミのチクソ)、

ダイカスト(銅のチクソ)、ダイカスト(チクソの加熱スリーブ)、ダイカスト(チクソの加熱方法)、ダイカスト(方法)、鍛造、押出し、薄板鍛造、連続鍛造(ピレット等)、材料製造他に分類され、今後順次掲載いたします。特許内容についてより詳細に知りたい方はレオテック(Tel.03-3592-1986岡野)までご連絡ください。

＜連続製造：機械攪拌1＞

No.	出願年月日	出願番号	公開年月日	公開番号	発 明 の 名 称	発 明 の 概 要
1	63年9月26日	63-238787	2年3月29日	特開平02-089540	半凝固金属の製造方法と製造装置	倒立凸円錐体の冷却攪拌子を用いた半凝固金属製造方法。
2	63年9月26日	63-238788	2年3月29日	特開平02-089541	半凝固金属を連続的に製造するための装置	昇降調整可能な凸円錐面の攪拌子と冷却手段を有する凹円錐面の槽からなり、攪拌子を昇降させて、攪拌子と周壁の隙間を制御する半凝固金属の製造装置。円錐頂角は30から120度を推奨。トルクを検出し制御。
3	63年10月18日	63-260498	2年4月19日	特開平02-107706	半凝固金属を連続的に製造するための装置	正立凸円錐体で昇降可能な攪拌子を有する半凝固金属製造装置。
4	63年11月25日	63-296246	2年6月6日	特開平02-147147	高固相率半凝固金属を連続的に製造する装置	攪拌槽と攪拌子からなる装置を複数接続し高固相率金属を得る方法。
5	元年4月24日	01-101637	2年11月16日	特開平02-280946	半凝固金属の製造装置	昇降可能な円錐形の冷却攪拌子であって、高熱伝導性金属による水冷箱の外周に耐火物ライニングが施してある半凝固金属製造装置。
6	元年7月11日	01-177075	3年2月26日	特開平03-044428	連続的に半凝固金属を製造する装置	攪拌中の渦へこみやガス巻き込み防止のため、着脱自在な円筒スリーブを取り付けた装置。
7	2年8月17日	02-215809	4年3月31日	特開平04-099831	半凝固金属製造装置とその使用方法	攪拌子と周壁の隙間に溶湯を供給する場合、周壁の金属冷却壁外面に冷却水をスプレー噴射して強冷却する装置。冷却水の温度差から抜熱量を演算し、冷却水量を調整することにより冷却速度を制御する方法。
8	2年9月12日	02-240100	4年4月24日	特開平04-124230	連続式半凝固金属製造装置の攪拌子	攪拌子の駆動軸に軸径より大きな径を有するリングを設置して、溶湯の渦へこみや空気ガスの巻き込みを防止する方法。
9	2年9月12日	02-240101	4年4月24日	特開平04-124231	半凝固金属製造装置	攪拌子の外表面にねじ溝をつけ、半凝固金属の下方へ送給を強制する装置。
10	2年9月12日	02-240103	4年4月24日	特開平04-124233	半凝固金属の製造方法	攪拌トルクをみかけ粘度から演算し、トルク検出器より得られたトルクが、演算トルク値以下となるように排出ノズルの開度を調整して排出流量を制御する方法。

ANNOUNCEMENT

〔人事異動〕

	〔新〕	〔旧〕
平成7年3月20日付		
加藤 宏 依願退職		総務部付
平成7年4月1日付		
水上義正 新製鋼技術 研究推進室 主任研究員	新日本製鐵㈱ 名古屋技術研 究部製鋼・鑄 物銑グループ 主幹研究員	
平成7年4月11日付		
有馬良士 ニックリサ ーチ(株)顧問	新製鋼技術研 究推進室長	
水上義正 新製鋼技術 研究推進室 長	新製鋼技術研 究推進室主任 研究員	
宮原 忍 新製鋼技術 研究推進室 次長	新製鋼技術研 究推進室主任 研究員	
松岡滋樹 新製鋼技術 研究推進室 次長	新製鋼技術研 究推進室主任 研究員	

〔新人紹介〕

- ①出生地②西暦生年月日③最終学歴④職歴
⑤仕事に対する期待⑥趣味、特技、資格等
みずかみよしまさ
水上義正



- ①岐阜県郡上郡八幡町
②1945年1月7日
③名古屋大学大学院修士(冶金)
④1969年新日本製鐵㈱入社。主として溶鋼の高純度化・高純化技術及び無

欠陥鑄片鑄造技術等の製鋼分野のプロセス開発を担当。

⑤一企業ではとても開発できないエネルギー消費低減、CO₂発生抑制も可能とする地球環境調和型の新プロセス開発の一員になれたことを誇りに思います。

⑥庭いじりは当分あきらめます。

活動報告

■第4回基本計画部会

日時 4月21日(金) 15:00~17:00
議題 部会報告の作成(JRCMの機能・役割、JRCMの運営体制等)

■第103回広報委員会

日時 4月13日(木) 16:00~18:00
議題 1 JRCM NEWS有料化
2 10周年記念行事
3 会員探訪等記事企画他

■第51回国際委員会

日時 4月3日(月) 15:00~17:00
議題 1 Materials Informationとの契約について
2 英文JRCM NEWS26号(6月号)編集方針

■調査委員会

●第5回NS部会

日時 4月13日(木) 14:00~17:30
講演 1「わが国のLCAの課題について」
(社)産業環境管理協会常務理事
中山哲男氏
2「鉄鋼製品の高付加価値によるエネルギー消費について」
川崎製鉄㈱環境エネルギー部長

篠原虔章氏

●第9回電子・電機材料(EEM)部会

日時 4月10日(月) 14:00~17:00
議題 今後の調査テーマについて

■第23回スーパーヒーター用材料技術委員会

日時 4月19日(水) 13:30~17:30
議題 1 NEDO技術開発委員会について
2 第2次実炉評価試験結果(担当各社)

●アルミニウムリサイクル技術部会

日時 4月14日(金) 13:00~18:00
議題 成果発表会打ち合わせ他

■第1回低温材料(WE-NET)技術委員会

日時 4月20日(木) 13:00~17:00
議題 平成7年度研究計画他

■第6回腐食環境実フィールド実証化技術委員会

日時 3月29日(水) 13:30~17:00
議題 1 平成6年度研究成果報告
2 平成7年度研究計画他

■第5回超高速プラズマジェット加工委員会

日時 4月21日(金) 13:30~16:00
場所 愛知工業大学総合技術研究所視聴覚室
議題 1 平成7年度研究計画
2 薄葉委員作成サンプルのデータ解析及び実験結果の紹介
3 愛知工業大学総合技術研究所・井村教授研究室見学

編集後記

最近、マルチメディア、インターネットの文字を見ない日はない。これらは、来るべき新時代のインフラとなり、いずれは、グローバルなネットワークを通じて、文字、音声、画像が飛び交うボーダーレスの世界が実現するという。人間こそがマルチメディアだと

いう言葉がある。日常における周囲とのコミュニケーションが、人間の感性に近いかたちで国際規模に広がるということだろうと一応は納得をしている。それにしても、技術進歩のあまりの激しさに、おじさん族としては、戸惑うばかりの今日このごろである。(S)

広報委員会 委員長 小林邦彦
(編集部会) 委員 安田金秋/佐藤 駿
荒 千明/高木宣勝
岡田光生/小泉 明
佐々木晃/鹿江政二

The Japan Research and Development Center for Metals
JRCM NEWS/第103号

本誌は地球環境保全を考慮し再生紙を使用。
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 1995年5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 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