

WHAT'S NEW

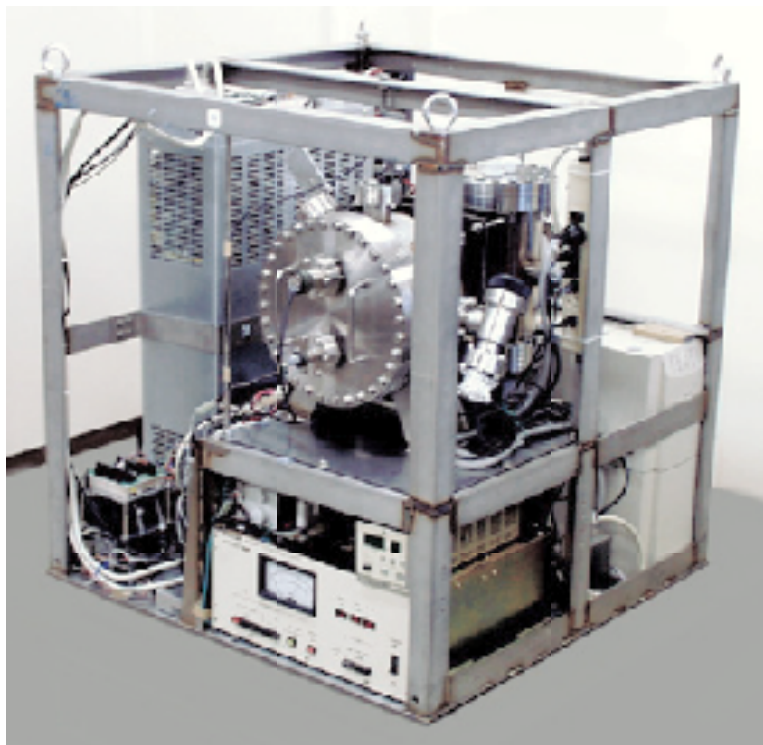
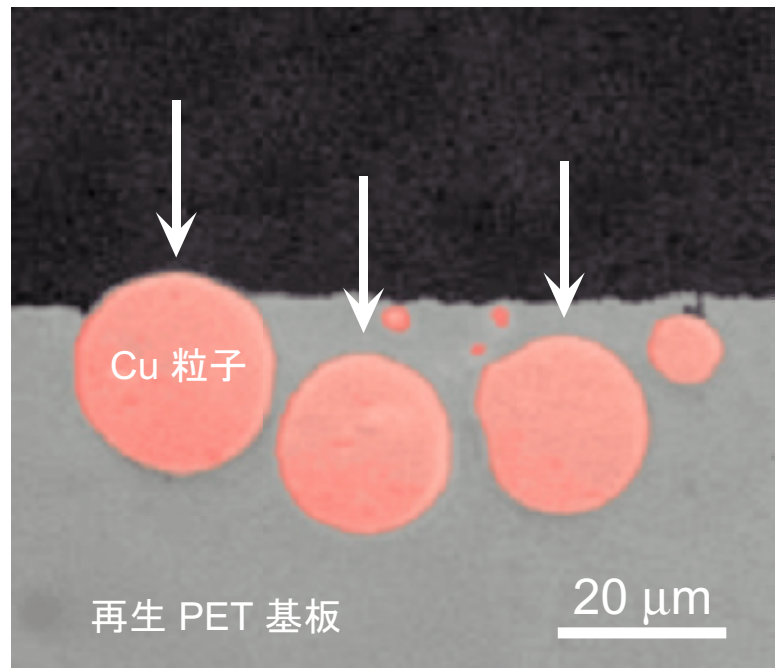
Joining & Welding Research Institute

阪大接合研ニュースレター

廃 PET ボトルの再生利用

溶射技術により、再生 PET 材に金属、セラミックスの粒子を打込むことに成功、表面高機能化への道を拓く。右は銅粒子の打込み例。

(関連記事 2 頁)



宇宙溶接を目指して

無重力下での電子ビーム溶接実験用装置を開発。自由落下カプセルに収納するため、電源、真空排気装置も含めて、90×90×90 cm 以内に小型化。

(関連記事 3 頁)

発刊にあたって

井上 勝敬
所長

凡そ今日の工業製品の中であって、大は土木・建築物や船舶から、小はマイクロマシンや半導体電子デバイスに至るまで、構造体を製造するための材料の組立て加工法として、接合・溶接を不可避の技術とするものは非常に多い。しかし、接合・溶接技術の重要性は、「もの造りに」関わった経験を有する一部の専門家を除いて、大学等の研究者や技術者も含めて、一般には必ずしも良く理解されているとは言い難い。その一因は、おそらく接合・溶接現象が電磁気学、材料学、力学等の複数の学問分野が密接に関わり合った、いわゆる学際領域にあるため、全体的把握が困難で、またその故に、未だに経験や勘に頼る部分が少なからず残るためであろう。

しかし、コンピュータを初め、各種の観察・測定機器の発達は、接合および溶接に関わる科学・技術に急速な進歩をもたらしつつある。本研究所では、これに対処するため、平成8年度に改組して以来、従来の溶接工学の枠を越えた広範な分野において見られる接合現象について、基礎的・応用的研究を推進し、教育・研究の学問的深化に努めてきた（図1）。また、環境保護や省資源に対する社会的関心の高まりに応じて、単に構造体の製造過程のみならず、その延命・再生・廃棄の全過程を通じた再帰循環システムの構築への寄与を基本理念として掲げ（図2）、これに関するプロジェクト研究も行っている。

近年の大学を取巻く情勢において、教育・研究を世界的水準に維持し発展させるためには、真に社会に開かれた大学として、一層広く組織的な情報発信を行うことが大学に求められている。この



図1 接合科学研究所の研究活動内容

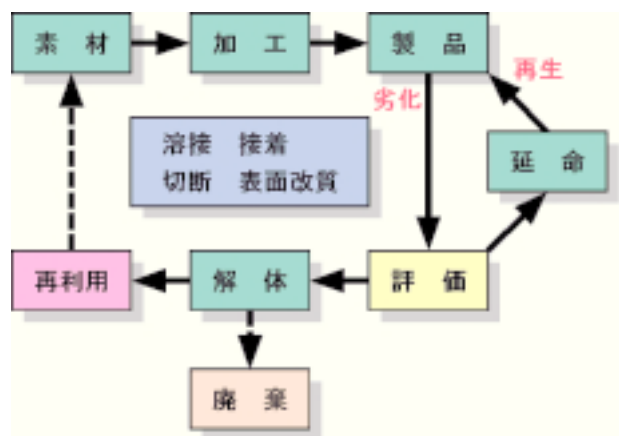


図2 再帰循環型造出・再生・廃棄過程

度のニュースレターの刊行が、より多くの関係者の方々にとって、研究活動を初めとする、本研究所の現状についての認識と理解を深めて頂く上での一助となることを願う処である。

研究トピックス

廃 PET ボトルから高性能プラスチック —粒子注入法によるリサイクル—

大森 明

再帰循環システム研究センター 耐環境表面改質学分野 教授

リユースで循環型社会を形成していた江戸時代とは異なり、現在は石油などの資源の枯渇の問題が深刻さを増しつつあります。それにもかかわらず、家庭でのリデュース（ごみなどの発生の抑制）が遅々として進んでいません。特に、プラスチックなどの一般廃棄物は 5000 万トン前後を推移して目立った減少傾向を示さず、その中で PET ボトル（年間生産量 1300 万トン）のプラスチックに占める割合は約 2 割に達します。プラスチックは堅くて丈夫で安く、しかも加工しやすく腐らない等の特性の故に、広範な用途が開かれてきましたが、これらの特性が逆にそのリサイクルの障害になっております。それゆえ、従来のプラスチックのリサイクル方法に対する大幅な発想の転換が必要となっております。

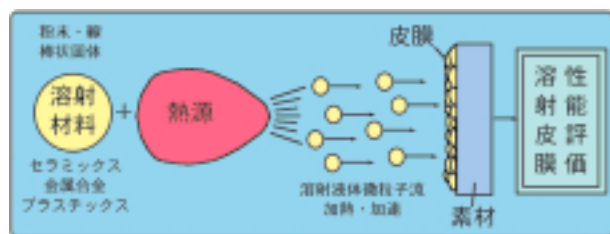


図1 溶射技術の構成と施工

溶射技術は、ガス燃焼炎やプラズマなどの熱源によって、金属・セラミック材料の高速高温の微粒子を生成し、これを基材表面に積層させることによって、膜を形成させる表面改質技術の1つであります（図1）。しかし、ガス炎およびプラズマは、いずれも数千℃あるいはそれ以上の高温であり、融点が約 260℃の PET を初め、プラスチックは、溶射技術の適用対象外と見なされてきました。そこで我々は、基材表面の温度を制御することにより、プラスチック基材にも溶射が適用可能ではないかと考え、まず、廃 PET ボトルを用い

てプラスチック板を作成し、この基材へ銅粉末のプラズマ溶射を試みました（図2参照）。

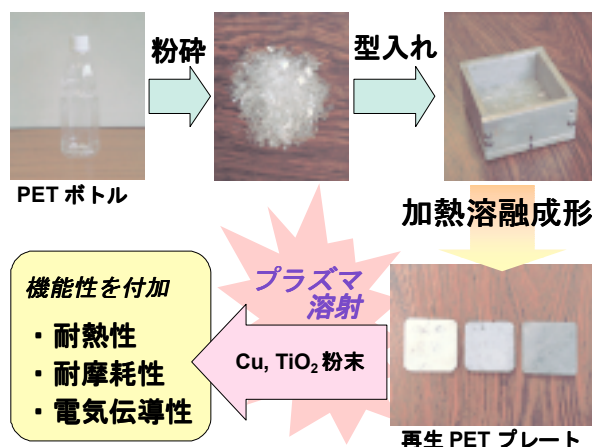


図2 再生プラスチックの作製

その結果、表紙の写真に示したように、PET 板表面には、球状の銅粒子が注入されるのが認められ、さらにプラズマの熱による基材の変形も僅かしか生じませんでした。この現象を利用すれば、例えば電気伝導性（銅）、光触媒機能性（TiO₂）、耐熱性（Al₂O₃）など様々な機能を持つ微粒子をプラスチック表面に注入することができ、膜形成処理と組み合わせることによって、廃プラスチックを高機能性表面を有するプラスチックとして生まれ変わらせることが可能となります。

現在、このようなプラスチックへの粒子注入がいかなるプラスチックの特性によるのかを検討中です。これは、通常の金属基板への溶射においては（プラスチックとほぼ同じ融点を持つ錫基材の場合も）、扁平化した微粒子が表面に堆積して膜を形成するのみであり、球状粒子の基材中への注入は、プラスチック基材に特有の現象と考えられるからです。

宇宙溶接技術の確立

野城 清

機能評価研究部門 機能性診断学分野 教授

1999年に日本、アメリカ、カナダ、欧州（11カ国）が参加した国際宇宙ステーションの建設が始まり、21世紀には本格的な宇宙開発の時代が到来するといわれている。科学技術の進歩は速く、レオナルドダビンチが最初にその概念を公表し、1903年にライト兄弟が12秒間、36mの初飛行に成功してから未だ1世紀も経過していないのに既に人類は月面に着陸し、宇宙空間に滞在している。

21世紀には宇宙ステーションよりも更に大きく人類が宇宙に居住可能な宇宙コロニーの建設も決して夢物語ではなく、現実のものとなってきた。宇宙に構造物を建設する際やその補修には溶接技術の確立は不可欠であり、アメリカ合衆国、旧ソ連ではすでにその技術を修得しているとされているが、軍事機密とされており、その内容についての詳細は一切公表されていない。

我が国はスペースシャトルやミールのような宇宙飛行体を保有せず、この分野の研究は大きく立ち遅れていたが、幸いにも10年前に地上で世界最長（10秒間）で $10^{-5}G$ という最も高品質な微小重力環境が可能な実験施設が建設され、現在では宇宙環境利用技術については世界で最先端の研究が行われているものと思われる。

本研究所では（財）宇宙環境利用推進センターおよび（財）日本宇宙フォーラムの委託を受け、平成7年度から宇宙溶接研究に着手している。

溶接現象は溶融から凝固に至るのに2,3秒で完結する非平衡現象であり、10秒間の微小重力時間は現象の解析には十分である。アメリカ合衆国、旧ソ連が実宇宙空間でそれぞれ数回の実験を行ったのみであるのに対し、本研究所では既に数十回の実験を行い、その成果は我が国の科学技術を世界に紹介する英文誌 [1] やロシア

のパトン溶接研究所からロシア語で紹介される [2] など大きな注目を浴びている。

宇宙空間の特徴は微小重力（無重力）、高真空以外に原子状酸素の存在が挙げられる。原子状酸素は非常に活性で、材料の表面をいちじくしく損傷することが知られているが、宇宙空間で構造物の補修溶接を行う際には原子状酸素で表面を損傷された材料の溶接を行うことになり、新たな問題が予想される。図1に原子状酸素照射の有無による溶接部欠陥の透過X線観察の結果を示す。図から明らかなように原子状酸素で損傷された材料では凝固部に気泡が生成し、溶接欠陥となっていることが分かる。微小重力環境で生成した気泡は浮力によって除去することができず、今後はこのような気泡の除去方法に関する研究を進めていく予定である。

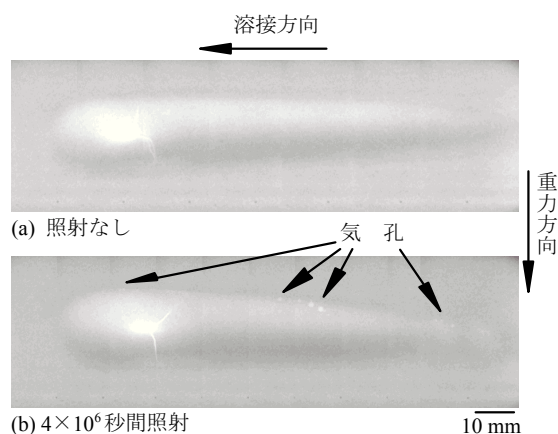


図1 電子ビーム溶接時の気孔発生におよぼす原子状酸素照射の影響（透過X線）

参考文献

- [1] Science & Technology in Japan, 16 (1998), 64
 [2] Автоматическая Сварка, 1999, No. 10, 39

高出力半導体エコーレーザの開発 —高エネルギー密度加工用熱源として—

阿部 信行

超高エネルギー密度熱源センター 助教授

半導体レーザは、電気エネルギーからレーザエネルギーへの変換効率が40%以上ときわめて高く、これまでの加工用CO₂レーザ(変換効率十数%)やNd:YAGレーザ(変換効率数%)に比べて数倍から十数倍もの変換効率の向上が期待される。このことは、例えば10kWのレーザ出力が必要とされる場合には、半導体レーザでは25kWの入力でよいものが、CO₂レーザでは100kW、Nd:YAGレーザでは300kW程度の電気エネルギーが必要で、レーザ出力との差の90kW、290kWは熱として外部へ廃棄されるのに対し、半導体レーザではわずか15kWですむことを意味している。その上、波長が800nmから900nmとCO₂レーザ(波長10600nm)はもとよりNd:YAGレーザ(波長1060nm)よりもさらに短いため、材料への吸収効率がが高く、材料への効率的な加熱を行うことができる。これらの理由で、半導体レーザは、電力消費が少なく、環境への熱負荷の小さい、究極の次世代レーザとして期待されている。

さらに、半導体レーザは低電圧で駆動でき、高圧電源や大規模な冷却設備等が不要なため、発振器や電源形状をきわめて小さくできることから、屋外や宇宙空間へ持ち出すことも容易である。しかしこれまで、素子当たりの出力の低さとビーム品質の低さのため、高出力化やビーム収束が困難であり、従来のレーザのような高品質材料加工は不可能と考えられてきた。

超高エネルギー密度熱源センターは、この半導体レーザの変換効率の高さに着目し、次世代の材料加工用レーザとして発展させるため、素子の複合化による高出力高エネルギー密度化への研究を進めてきた。その結果、4本の1kW半導体レーザスタックからのビームを、偏光および波長合成方式を用いて、同軸上の1本のビームに合成することにより、2kW級の高出力高エネルギー密度半導体レーザの開発に成功した。



図1 2 kW 高エネルギー密度半導体レーザ加工システム

この半導体レーザのエネルギー密度は、200 kW/cm²に達し、世界最高である。

図1に示したのが装置の全体写真で、レーザ本体、電源、冷却装置、加工ロボットから構成されている。この装置を溶接に適用した場合には、図2に示したように、5 mm厚のステンレス鋼の1層貫通溶接や、1 mmの軟鋼の5 m/minでの高速度溶接を行うことが可能である。

今後さらに、小型・軽量・高効率の半導体レーザの特徴を活かした、溶接、ろう付け、表面処理、熱処理等の先進的材料加工への本格的適用の道が開けてゆくものと期待している。

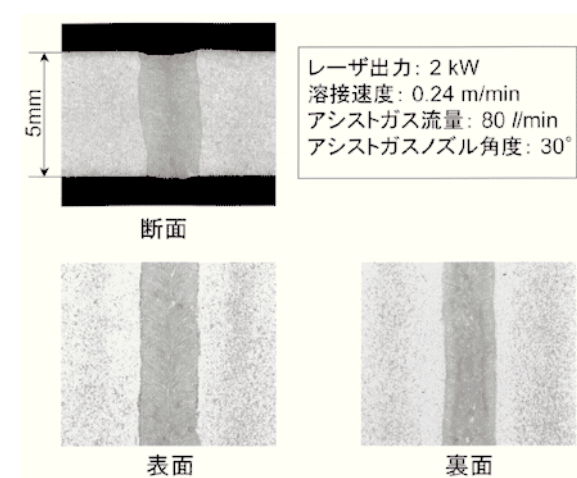


図2 半導体レーザによる5 mm厚のステンレス鋼板の突合せ溶接

通産省重要地域大型プロジェクト “溶接設計支援システム開発”

野城 清

機能評価研究部門 機能性診断学分野 教授

平成 12 年度から予算規模 18 億円で 5 年間の予定で標記のプロジェクトがスタートします。本プロジェクトは接合科学研究所が研究の企画・実施の中心拠点となり、大学院工学研究科、(株)神戸製鋼所、三菱重工業(株)、川崎重工業(株)、石川島播磨重工業(株)、大阪工業技術研究所、四国工業技術研究所の産官学が結集し、溶接のシミュレーション技術開発を行おうとするものです。

溶接技術は過去半世紀にわたりめざましい発展を遂げ、世間では確立された技術のように思われていますが、溶接現象は種々の要素が複雑に絡み合った非平衡現象であるために、これまでは熟練労働者の経験と勘に頼った部分が多く、解明すべき問題が多くあります。特に我が国においては本格的な高齢化社会を迎え豊富な経験

と高度の技能を有する溶接技術者の不足が既に産業界において大きな問題になっていること、さらには阪神・淡路大震災や原子力発電所のトラブルで溶接部に起因するものが多くあることから分かるように、産業界から高度溶接技術の確立が強く望まれています。

本プロジェクトでは溶接プロセス、溶接部組織および溶接変形の 3 つのシミュレーション開発およびそのために必要な高精度熱物性データベースの構築を具体的目標としています。本研究所の前身が溶接工学研究所であったことから分かるように、日本の溶接研究の中核的存在として位置づけられてきました。本溶接プロジェクトには研究所の教官のほぼ半数が積極的に参加することになっており、5 年間に十分な成果を挙げたいと思っています。

行事報告

共同研究発表会開催

奈賀 正明

共同研究発表会 実行委員長

本研究所は、発足当初より、溶接工学ならびに接合科学の研究における中核機関（センター・オブ・エクセレンス）としての役割を担うため、全国共同利用研究を積極的に推進して参りました。この点は平成 8 年の接合科学研究所への改組後も変更はございません。改組後に新しく募集された共同研究も 3 年を経過し、それらの成果はこれまで共同研究報告書として毎年公表されてきましたが、研究者間の相互理解を深める目的で、平成 11 年 9 月 7,8 日の二日間にわたり、本研究所の荒田記念館において共同研究発表会を開催しました（写真）。実施されている研究課題は、毎年 140 件を越え、一度にすべての研究

を公表するには時間、費用の点で困難であるため、各分野、センターより各 2 件の 26 件に発表を絞りました。発表者および所内外からの多数の参加者による熱心な討論により、発表会は盛会裡に開催されました。



平成 11 年度 科学研究費補助金

研究種目	件数	総額	研究種目	件数	総額
基盤研究A (2)	4	72,200 千円	基盤研究C一般	2	3,000 千円
基盤研究B一般	3	11,000 千円	奨励研究A	7	8,600 千円
基盤研究B展開	3	15,800 千円	特別研究員奨励	1	1,000 千円

平成 11 年度各種研究費の受入れ状況 (平成 11 年 12 月現在)

種目	件数	総額	種目	件数	総額
奨学寄附金	50	35,050 千円	民間等との共同研究	6	46,311 千円
受託研究	8	27,250 千円			

平成 11 年度共同研究員の所属機関と受入人数

機関種別	受入人数	機関種別	受入人数
国立大学	71	公立研究機関	10
公立大学	7	工業高等専門学校	13
私立大学	31	その他	10
他省庁研究機関	10		

受託研究員

研究題目	委託機関	研究員氏名
厚板のレーザー溶接の研究	日本鋼管工事株式会社	外館 明
レーザー表面処理に関する研究	大和製罐株式会社	徳島宏則
高・中炭素鋼材料のレーザー溶接研究	(株)デンソー	近江義典
アルミニウムろう接用低温フラックスの研究	森田化学工業株式会社	服部正尋
船殻ブロックの溶接変形の予測方法の開発	(株)アイ・イー・エム	羅 宇
高機能材料の燃焼合成に関する研究	(株)栗本鐵工所	原田尚紀
Fe/Al 固相接合界面の微細構造解析	(株)本田技術研究所	成田正幸

以上の各項目の詳細は当研究所年次報告書をご参照下さい

各賞受賞者

4月22日	牛尾誠夫	溶接学会業績賞	(社) 溶接学会
5月12日	村川英一	日本造船学会賞(発明)	(社) 日本造船学会
5月18日	松縄 朗	科学技術賞	(財) 岡田記念溶接振興会
5月18日	菊地靖志, 小澤正義	論文賞	(社) 高温学会
5月18日	小林 明	岡田奨励賞	(財) 岡田記念溶接振興会
6月 3日	片山聖二	優秀講演賞	(社) 溶接学会軽構造加工委員会
11月 4日	菊地靖志, 小澤正義, 塔本健次	技術論文賞	日本伸銅協会

平成 11 年 4 月～12 月の人事異動

「着任」

4月 1日	国内客員教授	新宮 秀夫	併任	先端基礎科学分野
4月 1日	事務官(主任)	宮本 邦廣	昇任	会計掛(施設部企画課から)
4月 1日	事務官	松永 伸一	転任	庶務掛(若狭湾少年自然の家から)
4月 1日	事務補佐員	吉原 千晶	採用	共同利用掛
5月 1日	非常勤研究員	坂田 誠一郎	採用	信頼性設計学分野
5月 1日	非常勤研究員	後藤 道夫	採用	エネルギープロセス学分野
5月 1日	研究支援推進員	松本 裕夫	採用	技術部
5月 1日	研究支援推進員	四元 静夫	採用	技術部
5月 1日	研究支援推進員	寺島 邵一	採用	技術部
8月 1日	非常勤研究員	松坂 壮太	採用	再帰循環システム研究センター 耐環境表面改質学分野

「離任」

8月 1日	助教授	竹本 正	配置換	化学生物接合機構学分野 (先端科学技術共同研究センターへ)
10月31日	事務補佐員	田口 奈津子	辞職	共同利用掛

編集後記

接合研ニュースレター創刊号のご印象は如何でしたでしょうか。社会への情報発信源として、本研究所の現状と目指すところの一端を、良く理解して頂けましたでしょうか。これからも年3回程度定期的に発行して参ります。ご感想、ご意見などお寄せいただければ幸いに存じます。なお、創刊に当たりご協力頂いた関係者各位に厚くお礼申し上げます。

(池内 記)

阪大接合研ニュースレター No. 1

2000年2月 発行

発行：大阪大学 接合科学研究所

編集：接合科学研究所 広報委員会

〒567-0047 茨木市美穂ヶ丘 11-1

TEL: 06-6879-8677 FAX: 06-6879-8689

URL: <http://www.jwri.osaka-u.ac.jp/>

E-mail: koho@jwri.osaka-u.ac.jp