



No.35 March /2018

新しい研究会

公益財団法人 国民工業振興会
公益財団法人 溶接接合工学振興会
専務理事 吉武進也



目次

- (1) 溶接技術講演編 (P. 1～P. 18)
- (1-1) 公益財団法人溶接接合工学振興会講演会 (2)
～脆性破壊研究の最近の動向～
(講演者；溶接協会会長 栗飯原周治氏)
- (1-2) 平成 29 年度 公益財団法人溶接接合工学振興会 第 28 回セミナー
～鉄・アルミ・CFRP 異材継手の最前線～ (11)
(講演者；阪大名誉教授 平田好則氏他 10 氏)
- (2) 一般講演編 (P. 19～P. 34)
- (2-1) 「最近の鉄鋼と将来」～鉄の先端技術で我が国に貢献～ (19)
(講演者；鉄鋼協会 脇本真也氏)
- (2-2) 技術産業の動向 ～各国の宇宙開発をめぐる～ (24)
(講演者；参議院議員 新妻秀規氏)
- (2-3) バイオエコノミーの潮流について (29)
(講演者；経産省 上村昌博氏)

(1) 溶接技術講演編(1-1)

公益財団法人溶接接合工学振興会講演会

～脆性破壊研究の最近の動向～

公益財団法人 溶接接合工学振興会

(平成 29 年度 総会：特別講演：懇親会)

日時：平成 29.5.10 (火) 15:00～19:00

場所：授与式・受賞者プレゼン・特別講演

3階 おおとりの間

:懇親会 4階相生の間

共催：公益財団法人国民工業振興会

講演：一般社団法人溶接学会、

一般社団法人日本溶接協会

公益社団法人日本技術士会



(司会)

公益財団法人溶接接合工学振興会 専務理事 吉武信也氏(講演会)

公益財団法人溶接接合工学振興会 常務理事 南二三吉氏(懇親会)

1. 開会挨拶 公益財団法人溶接接合工学振興会 理事長

野本敏治氏



理事長 野本敏治氏

司会 吉武専務理事

2. 木原賞・金澤賞 選考経過説明・授与式



木原賞(野本選考委員長)

金澤賞(官田選考委員長)

2. 木原賞・金澤賞 選考経過説明・授与式

平成 28 年度 木原賞・金澤賞受賞者・受賞業績

賞名	受賞者氏名 (所属会社)	受賞業績
木原賞	岡内 宏憲氏 (川崎重工業株式会社)	ガスタービン圧縮機ロータ用 Ni 基超合金の異材接合技術の開発
	山崎 洋輔氏 (日立造船株式会社)	大出力レーザの適用による 極厚板狭開先溶接技術の開発
金澤賞	平田 弘征氏 (新日鐵住金株式会社)	エネルギー用配管材料および その溶接技術に関する研究開発と実用化
	和田 国彦氏 (株式会社 東芝)	溶射技術を用いたエネルギー 機器向け表面改質技術の開発



木原賞受賞者 2 名

(左から ; 岡内氏、山崎氏)

金澤賞受賞者 2 名

(左から ; 平田氏、和田氏)

受賞者写真

3. 特別講演 脆性破壊研究の最近の動向

一般社団法人 日本溶接協会会長

東京大学大学院 教授 栗飯原周二 氏

講演者の栗飯原教授は、東京大学卒業後、新日鐵住金株式会社鉄鋼研究所に勤務され、その後東京大学で教鞭をとられており一貫して脆性破壊の研究に携わっておられる。現在は、一



般社団法人日本溶接協会会長としても、溶接技能者検定等の認定業務他に尽力されておられる。

講演に先立って宮田先生から、現在、東京大学システム工学系研究科(システム創成学科)で教授されておられる栗飯原先生の研究経歴、日本の脆性破壊の研究の経緯等について詳細なご紹介があり、米国で生まれた破壊力学が、造船分野を中心に日本で急速に発展したとのご紹介があった。

講演では、脆性破壊現象の諸相について、詳細かつ総括的なご講演を戴いた。

1) 脆性破壊の特徴

鋼材の脆性破壊は、低応力低変形状態で不安定的に発生する破壊で、500m/秒以上の高速で伝播し、鋼材では多くの場合、劈開型の脆性波面を呈するのが特徴である。

2) 脆性破壊事故例

米国では全溶接で建造された戦時標準船が約 5,000 隻が大量生産され、約 1,000 隻に損傷が発生し、90 隻は深刻な損傷、12 隻は船体が 2 分された。これは従来のリベット構造のように鋼板の不連続による亀裂の伝播停止が出来なくなったためである。この事故を契機として各種の研究調査がおこなわれ、シャルピー衝撃特性による経験的な評価が発展し、現在でも工業的には重要な試験となっている。また、1950 年代に急速に発展した破壊力学の基づいた評価も進展した。

我が国の戦前の溶接船の例(平賀譲アーカイブス---故平賀譲海軍造船中将・第 13 代東京帝国大学総長が遺した技術資料)、ビルジキール部の溶接欠陥から進展した疲労亀裂から脆性破壊が発生、船体鋼板に亀裂が伝播したキルディスタン号の事故例(1979)、スティフナー溶接部から亀裂発生したバルクキャリアーのレイクカーリング号の事故例(2002)、80 キロ高張力鋼製球形ガスホルダーの水圧試験で発生した溶接部の遅れ割れ例(1968)が示された。最近は、大規模な事故例は材料開発その他研究の進展によりなくなった。

3) 破壊力学研究の変遷(造船学会の研究論文から)

脆性破壊に関しては、グリフィスの破壊のエネルギー理論(1920)、ジョージアーウインの線形破壊力学(1950)がある。我国では、造船分野での脆性破壊研究が行われ、金沢先生の脆性破壊応力説(1951)、脆性・アレスト特性を見る二重引張試験(1957)、温度勾配型二重引張試験(1960)が開発され、我が国の破壊力学による脆性亀裂発生・伝播の解析が活発に行われ、また、この間大型の試験機が東京大学、鉄鋼各社で大容量の試験設備が設置され研究に供された。

一方、脆性破壊発生に関する CTOD 研究が行われ、1980 年代に入り亀裂の弾塑性解析、海洋構造物溶接部の脆性破壊の発生の研究が行われ、その間、大入熱鋼板、TMCP 鋼等が開発された。脆性破壊の発生に関する研究が活発に行われ、破壊現象を確率的に論ずる確率論が盛んに研究され、現在につながっている。更に、大型コンテナ船用高アレスト鋼板が開発され、アレスト鋼板規格、脆性亀裂のアレスト試験法規格等が制定されている。

4) 鋼の延性-脆性遷移現象

切欠きのある鋼材で試験温度が低下すると延性破壊から脆性破壊に遷移する現象が見られる。最も簡単な脆性破壊試験である切欠き付のシャルピー衝撃試験では、高温部では延性破壊で、温度が下がるに従い延性-脆性遷移現象が見られる。この現象は、切欠き部に降伏応力の2倍程度の応力集中が局所的に発生することで破壊に至る。

5)き裂の力学

破壊力学では、き裂先端近傍の局所的な応力・歪が脆性破壊・疲労破壊を支配する。き裂周りの応力歪特性を知ることが重要で、応力拡大係数 k (駆動力)が、負荷応力、き裂長さ、部材形状で決まる。各種き裂、複雑な形状のき裂の k 値はハンドブックに纏められている。

き裂先端近傍の塑性域が拡大すると、応力拡大係数では局所の応力・ひずみを表すことができなくなる。

6)脆性亀裂伝播の評価と制御

コンテナ船の大型化(板厚 100mm)により、脆性破壊防止設計では、溶接部でのき裂発生防止し、万一発生した場合は鋼板部で停止させることが大前提である。日本溶接協会アレスト試験法委員会(2010~)で現在も研究を続けており、き裂を停止させる目的で、実大大型モデル試験が多数行なわれており、脆性き裂伝播(アレスト)試験の詳細を解説された。アレスト靱性が、100mm 板厚の場合、 $8000\text{N/mm}^{3/2}$ 以上あれば、き裂をアレストできる結果が得られ、我が国主導で、国際船級協会統一ルールに採用された。

また、負荷応力とアレストき裂長さからアレスト靱性を算定、負荷応力と温度分布を変化させて K_{Ic} の温度依存性を得た。これは、日本海事溶接協会規格を経て、日本溶接協会、脆性き裂アレスト靱性試験方法(WES2815-2014)として規格化された。

7)溶接部脆性破壊

溶接部の脆性破壊が発生する条件として、熱影響部の局所脆化域、溶接割れ・疲労き裂、溶接残留応力の重畳があり、溶接部靱性低下の問題に対応して CTOD 靱性の適用が行われた。溶接部の CTOD 試験では、疲労き裂導入位置を厳格に規定され、FEM 解析に基づいた新しい CTOD 算定式が提案され、WES1108:2016(き裂開港変位(CTOD)の試験方法)に規格化されており、ISO 規格にも近く取り入れられるようになる。

8)マイクロレベルの脆性破壊

脆性破壊がマイクロ組織的にどのように発生しているのかについては、マイクロき裂生成、フェライト地への突入、破壊組織依存性のモデル化は、結晶粒界、有効結晶粒径、脆化層(MA)に起因する。

内閣府主導で3年前から「戦略的イノベーション創造プログラム「革新的構造材料」2014~2019」が実施されており、溶接 HAZ ミクロ組織計算との組み合わせ HAZ 靱性予測モデルが進んでおり、栗飯原教授は、「D62 性能予測システムの開発 マルチスケール・マルチフィジックスによる鉄鋼材料の強度靱性の研究」に取り組まれている。

9)まとめ

最後に纏めとして、最近、大規模な脆性破壊は経験しなくなったが、材料・設計・溶接

施行・保守において、脆性破壊防止のための継続的な努力が必要であること、これまでに蓄積されてきた溶接構造物の破壊防止に関する膨大な知識とデータを継承・発展させる必要があることを強調された。また、最近の AI 技術がどのように適用できるかを検証が必要であること、日本の材料・溶接・破壊の要素技術・研究は世界一であり、これらを統合して世界標準・規格化を促進する必要があることを強調された。



講演聴講者の皆様

4.溶接接合工学振興会理事会

13:30 から、総会・講演会に先立って、相生の間で、理事会が開催された。



理事会開催状況



野本理事長

吉武専務理事

5.懇親会
司会

大阪大学大学院教授

溶接学会会長・大阪大学接合科学研究所所長

南二三吉氏

(1)挨拶

豊田阪大名誉教授

豊田政男氏



南 阪大教授

豊田阪大名誉教授

2)木原賞・金澤賞受賞者の上司の挨拶

木原賞受賞者	
岡内安憲氏(川崎重工(株)) (上司) 古賀信次氏	山崎洋輔氏 (日立造船(株)) (上司) 北川彰一氏
	
金澤賞受賞者	
平田弘征氏(新日鐵住金(株)) (上司) 高橋学氏	和田国彦氏 ((株)東芝) (上司) 橘川敬介氏
	

(3)乾杯 愛知産業株式会社 常務取締役 金安 力氏



乾杯の音頭 金安様



懇親会参加の皆様



金属部会の面々



講演会運営を手伝って戴いた東大生の皆様と白井様

(4)中締

東京大学大学院教授 青山和浩氏



東京大学大学院教授 青山和浩氏

(1)溶接技術講演編(1-2)

平成 29 年度 公益財団法人溶接接合工学振興会 第 28 回セミナー

～鉄/アルミ/CFRP 異材接手の最前線～

日時 平成 29 年 10 月 25 日(水)13:00~19:00

場所 ホテルニューオータニイン東京

講演会 ニューオータニイン東京 4 階相生の間

懇親会 ニューオータニイン東京 3 階レストラン

主催 公益財団法人 溶接接合工学振興会

共催 公益財団法人 国民工業振興会

後援 一般社団法人溶接学会、一般社団法人日本溶接協会

公益社団法人日本技術士会

開会挨拶・司会

株式会社 IHI

山岡弘人氏

講演会にご出席の先生方

大阪大学名誉教授

平田好則氏

大阪大学溶接接合科学研究所所長

一般社団法人溶接学会会長

公益財団法人溶接接合工学振興会常務理事 南二三吉氏



山岡弘人氏(IHI)



平田好則氏(阪大名譽教授)



南二三吉氏(溶接学会会長)

(第 1 部) 異材接合の全体動向

大阪大学名誉教授 平田好則氏

2013 年に発足した「革新的産業構造材料研究開発」は、自動車をはじめとする輸送機器の軽量化を通じて、エネルギーを節約し、CO₂ 排出量を削減する目的を持つプロジェクトで、NEDO 委託事業として、新構造材料技術研究組合(ISMA)によって運営されており、平田教授は、コーディネーターとして溶接技術全般に関わっておられる。講演では、ISMA プロジェクトの概要について解説された。



ISMA プロジェクトでは、鉄鋼材料をはじめ、軽金属、CFRP(炭素繊維強化プラスチック)、樹脂などに関わる接合技術開発が行われているが、異材接合技術は体系的に確立されておらず、今後、接合プロセスの開発と共に、異材界面の材料科学と力学特性、金属/樹脂の界面化学、異材接合部の性能評価、標準化などの課題解決が必要で、溶接・接合、接着、複合材料、高分子化学、腐蝕・防食、計算科学など様々な分野から、知恵を結集し、使える技術に仕上げていく必要があると説明された。

(第2部) 異材接合技術

1)異材接合の接合メカニズムと評価方法 産業技術総合研究所 堀内伸氏

低炭素社会の実現に向けて、自動車等輸送機器の軽量化は、燃費向上の有効な手段とされ、特に、自動車分野のマルチマテリアル化においては、従来のボルト接合や溶接に代わる新たな接合方法として接着接合が注目されている。

接着剤によるプラスチックと金属の接合では、面で接合すること、接着剤層として多種の物性値を持つ材料を自由に選択できる。

金属とプラスチックの熱膨張係数の違いから発生するサーマル・ムーブメントによる内部応力に対して、間に挟まる接着層の熱膨張係数を両者の中間に制御することで、残留応力の軽減を図ることができる。また、接着剤層の弾性率を適度に調整することで、熱膨張差による歪発生応力を緩和することが可能である。

講演では、樹脂-金属界面での化学反応現象を解析する方法として、電子顕微鏡による解析事例、樹脂-金属接合特性評価試験方法(ISO19095-1,2,3,4)の概要についても紹介された。



2)異種材料の接着技術 セメダイン株式会社 秋本雅人氏

低炭素社会の実現に向けて、自動車等輸送機器の軽量化は、燃費向上の有効な手段とされ、特に、自動車分野のマルチマテリアル化においては、従来のボルト接合や溶接に代わる新たな接合方法として接着接合が注目されている。

接着剤によるプラスチックと金属の接合では、面で接合すること、接着材料として多種の物性値を持つ材料を自由に選択できる。

金属とプラスチックの熱膨張係数の違いから発生するサーマル・ムーブメントによる内部応力に対して、間に挟まる接着剤の熱膨張係数の制御を、両者の中間とすることで、残留応力の軽減を図ることができる。又、接着剤層の弾性率を適度に調整することで、熱膨張差によるひずみ発生応力を緩和することが可能である。

講演では、構造用接着剤、弾性接着剤の用途、特徴を紹介され、セメダイン(株)で検討さ



れている変性シリコン樹脂を応用した接着系についても紹介された。

3)摩擦重ね接合及び抵抗溶接による金属/樹脂・炭素繊維強化樹脂の異種材料接合

大阪大学・接合科学研究所 永塚公彬氏

地球環境への配慮から、輸送機器のマルチマテリアル化による軽量化が求められており、金属材料より軽量で、比強度に優れた炭素繊維強化樹脂(CFRP)の適用が期待されている。

マルチマテリアル化の実現には、強度、信頼性、生産効率を満足する金属/CFRPの異材接合技術の確立が不可欠で、摩擦重ね接合(FLJ)による接合法が提案され、同法の紹介と接合強度等の接合特性に溶接条件等が及ぼす影響について紹介された。

金属には、Al合金(A5052)、炭素鋼(SPCC)、ステンレス鋼(SUS304)板等、樹脂CFRPとしては、熱可塑性樹脂(ポリアミド6及びポリエチレン板、及びポリアミド6に短繊維の炭素繊維を添加し、射出成型により成型したCFRTP板(母材に熱可塑性樹脂を使用した複合材で、熱可塑性CFRPとも称される。))を使用した。

摩擦重ね接合では、金属を上板、樹脂CFRPをした板として固定し、回転ツールを金属板に押し付けて加熱を行い、接合条件の接合強度への影響を検討した結果、接合条件を最適化することで強固な接合が可能で、表面処理によって接合強度をより強固にできることが判った。又、抵抗スポット溶接(RSW)を応用して重ね接手の金属側にのみ通電するシリーズ抵抗スポット溶接による金属/CFRPの異材接合についても検討している。



4.熱可塑性エラストマーからなるインサート材を用いた異種材料のレーザー接合技術

岡山県工業試験センター研究開発部 水戸岡豊氏

異種材料の接合に、熱可塑性エラストマー(TPE; サーマンプラスチックエラストマー)からなるインサート材を介してレーザー溶接する方法を紹介された。加熱すると流動性を発生し、冷却するとゴム状に戻り、加硫なしで加硫ゴムと同等の弾性を示し、補強なしで高強度、高引張応力を示す熱可塑性エラストマーを接合材間に配置した状態で、レーザー照射し、TPEを溶融させて接合部を形成する。このとき、プラスチックは、相溶、相互作用、二次結合で接合し、金属などの無機材料に対しては、極性官能基がそれらの表面と化学的結合により接合する。

本開発プロセスは、スマートフォンの筐体とディスプレイ間の接合で実用化されており、さらにタブレット、ウェアブル端末、デジタルカメラ等でも実用化されている。

本プロセスは、熱可塑性CFRPと異種材料の接合プロセスとしても期待されており、講演では、異種プラスチック間接合-金属間接合についても詳細に説明された。



また、最近の研究として、NEDO 省エネルギー革新技术開発事業「革新的材料(CFRP)加工技術の事前研究」、経済産業省 H24~26 年 戦略的基盤技術高度化支援事業「自動車部品等の軽量化を促進するためのメタルと炭素繊維強化プラスチックのレーザを用いる異材接合技術のシステム開発」についても説明された。

5. ナノモールディングテクノロジーによる金属/CFRP の高強度接合技術

大成プラス株式会社 成富正徳氏

金属と樹脂の射出成型接合(ナノモールディングテクノロジー)の詳細を説明され、接合サンプル(写真参照)を配布された。本接合では、アルカリ・酸・水和性ヒドラジンに浸漬することで、金属表面に深さ $70\mu\text{m}$ 、穴径 $20\sim 50\mu\text{m}$ のスポンジ状の多孔質体を形成し、その金属を射出成型の金型にインサートし樹脂を射出すると、熔融した樹脂が金属表面に形成されたスポンジ状の穴の中に入り込んで冷却固化して抜けなくなるため、強固に物理的に接合する。本法で接合可能な樹脂は PPS、PBT、PA6、PA66、PPA、PEEK であり、接合可能な金属はアルミニウム、マグネシウム、銅、ステンレス、チタン、鉄、アルミメッキ鋼板、黄銅と報告された。



配布サンプル

また、CFRTP と金属の射出接合については、金属と CFRTP のバインダーとして GFRTP を射出成型することで、接合強度を確保する新しい接合技術を開発している。さらに CFRP-金属接合体の特性試験方法の規格化についても取り組んでいる。

(第3部)異材接合の産業応用検討

6. 大型構造物への適用検討；異材構造物の設計技術 株式会社 IHI 猪瀬幸太郎氏

鋼 CFRP(炭素繊維強化プラスチック)複合構造の船舶上部構造、橋梁等の大型構造物への適用、コンテナ船等のパネル構造等の鋼 CFRP 複合構造部材の設計と試作、さらに性能確証のための強度試験、接合技術等について基本的な考え方を詳細に紹介された。



鋼 CFRP 複合構造で、鋼は縦弾性係数(ヤング率)が高く、圧縮耐荷力に優れており、CFRP は軽量化に有利で、引張荷重に対しては弾性限界強度に優れており、合理的な設計にはこれらの特徴を踏まえて設計することが重要である。

大型構造物は、桁、梁、パネル等で構成されており、I 型断面では引張応力部位に CFRP を配材、ボックス柱では4角の鋼をつなぐスキンプレートに CFRP を用いて検討しており、鋼と CFRP の重ね接手部は、接着、表面処理、レーザ溶着、摩擦重ね接合(FLJ)で検討した

結果を報告された。その結果、鋼・複合柱構造は、外形寸法が等しい鋼柱構造と同等以上の耐荷力を有し、端部を除く一般部の単位長重量は約 3/4 軽量であることが証明された。

鋼、CFRP 等の異種材料を大型構造物に適用する場合には、材料特性を踏まえて適切に配材することで、軽量化など合理化が期待できると結論された。

7.自動車分野への適用適用；その1 マツダ株式会社技術研究所 杉本幸弘氏

自動車の軽量化、マルチマテリアル化について、現状及び将来の方向性について講演された。欧州での 2020 年燃費規制では CO2 排出量 95gr/km であり、現状は 130gr/km 程度のため厳しい規定である。対策は車体の軽量化であり、当面は鋼板を使いこなす方向で進めており、更にアルミニウム、CFRP 等を組み合わせたマルチマテリアル車体の実現には、異種材料からなる複数の部材を組み付けるための接合技術が不可欠で、現場では、リベット等の機械的接合や接着に限られ、多関節ロボットによるスポット溶接を前提とした現状の車体組立への展開について種々の検討経緯を説明された。



平成 26 年度から NEDO 委託事業「新構造材料等研究開発」が開始され、マルチマテリアル化による最適設計と軽量化を推進するための革新的軽量材料や異材溶接技術が開発されている。その開発事例として、「アルミニウム/CFRP の摩擦攪拌点接合」と「アルミニウム/鋼板の抵抗スポット溶接」の技術概要が紹介された。アルミニウム/CFRP 摩擦攪拌点接合では、ツール回転による摩擦熱で熱可塑性樹脂が溶融し、アルミ側に溶着する。又、アルミニウム/鋼板抵抗スポット溶接は、通電や加圧条件を制御することで、アルミニウム/鋼板/鋼板の 3 種類の溶接が可能であることを報告された。

8.自動車分野への適用検討；その2 株式会社神戸製鋼所 鈴木励一氏

欧米自動車メーカーのマルチマテリアル化動向について詳細に解説され、軽量化素材の適用は、破壊強度の不要な外板部材から、衝突等の衝撃からキャビンを守る骨格部材にまで適用が及んでいることが説明された。欧州での自動車向け異種材料接合法は、機械的な接合法と接着剤は欧州メーカーの独占的状況であり、自動車会社が接合法に求める要素は、①高ロバスト性、②低コスト、③高能率、④高信頼性、⑤品質確認性等である。



アルミと鋼の接合法では、点接合法である機械的接合法と共に、剛性確保と異材特有の電食(ガルバニック腐蝕)問題への解決法として、接着剤を併用するハイブリッド手法が採用されている。

代表的な自動車用異種金属接合法は、機械的接合法(締結)であり、最も普及している異材接合法である SPR(Self Piece Rivet)は、アルミ材同士の接合も含め多用されている。

自動車素材は、当面ベース素材は鋼であり、1 ギガパスカル級を越える高強度化が進み、その溶接性は劣化方向にあり、溶接部の劣化、各種溶接割れの問題も生じやすい。

新たに開発された異種金属溶接法として、アーク熱を用いて簇合状態を形成する片面溶接法「エレメントアークスポット溶接法 (EASW)」を開発されており、その詳細内容をビデオ画像を併用して紹介され、更に直近の各種接合法の開発状況についても言及された。

閉会挨拶・質疑応答

株式会社 IHI 山岡弘人氏
大阪大学名誉教授 平田好則氏

平田教授から、ISMA 異材接合プロジェクトの接合分科会((株) IHI, マツダ(株)が参加)の研究開発成果の概要を紹介された。材質は、金属が SPCC (1.2mm) 及び A5052 (1.2mm) で、CFRTP は、30%CF の 3mm 厚で、接合法としては、鋼材の場合は接着とレーザ溶着、アルミ材の場合は、摩擦重ね接合と摩擦点接合で検討された。

懇親会

司会 公益社団法人日本技術士会 参与 名誉金属部会長
公益財団法人 溶接接合工学振興会 専務理事
公益財団法人 国民工業振興会 専務理事 吉武進也氏

一般社団法人 日本溶接技術センター 会長
公益財団法人 溶接接合工学振興会 理事 入江弘定氏



吉武進也氏



入江弘定氏

初めのことば

大阪大学 名誉教授
大阪大学 未来戦略紀行 第一部門 特任教授
公益財団法人 溶接接合工学振興会 審議員 平田好則氏



乾杯 日鐵住金溶接工業株式会社 執行役員 光工場長 野瀬哲郎氏



会食・懇談





中締め 東京大学大学院 工学系研究科 教授
公益財団法人 溶接接合工学振興会 理事 青山和浩氏



2) 一般講演演編 (2-1) 公益財団法人国民工業振興会 講演会



「最近の鉄鋼と将来」～鉄の先端技術で我が国に貢献～

協本真也氏

一般社団法人日本鉄鋼協会 業務執行理事・専務理事

元経済産業省 関東経済産業局長

主催 公益財団法人 国民工業振興会

共催 公益財団法人 溶接接合工学振興会

日刊工業新聞社

後援 東京商工会議所、本部・品川支部・大田支部

公益社団法人 日本技術士会

日時 平成 29 年 12 月 11 日(月) 14:00～16:00

場所 ニューオータニイ東京 3階 「おおとりの間」

挨拶 (公益財団法人国民工業振興会 理事長 東京商工会議所 特別顧問)

愛知産業株式会社代表取締役会長・東京産業人クラブ会長 井上裕之氏

講師紹介 公益財団法人国民工業新公開専務理事

公益財団法人溶接接合工学振興会専務理事

公益財団法人日本技術士会参与 金属部会名誉部会長 吉武進也氏



井上裕之氏



吉武進也氏

講演 「最近の鉄鋼と将来」～鉄の先端技術で我が国に貢献～ 協本真也氏

講演レジメ(講師作成)

「我が国の鉄造りの歴史は、「砂鉄」と「木炭」で鉄をつくる彌生時代後期の「たたら製鉄」に始まるが、明治以降は「鉄鉱石」と「石炭」から鉄をつくる、いわゆる「近代製鉄」が鉄づくりの主役となっている。明治以降、百年以上にわたって我が国鉄鋼業は日本の経済発展及び技術力・研究力の向上の面で大きな貢献をしてきたが、現代においても鉄は先

端技術の宝庫と言われ、発展し続けている。

我が国鉄鋼業は、かつて「鉄冷え」と言われた苦しい時代を乗り越え、現在のグローバル競争環境の中で、地球環境問題に対応しながら競争力の源泉である高度技術開発・製品開発を推進している。本講演では、現在の鉄鋼業の姿を客観的資料により説明・紹介するとともにその将来を予測する。」



講演では、「鉄学事始」の表題で、1)鉄の生い立ち、2)「たたら」による鉄づくり、3)現代の鉄づくり、4)我が国鉄鋼業の現在と未来の各項目について、宇宙における鉄の存在状態から将来の鉄鋼業の進むべき方向性まで、鉄鉱石から効率的に鉄を精錬し、更には、有用な特性を得るための添加元素により様々な特性を持つ現代の鉄鋼が生み出された鉄の諸相を総括的に解説され、極めて示唆に富む有益な講演であった。

1. 鉄の生い立ち

鉄は宇宙に多量に存在する元素のひとつで、137億年前に宇宙でビッグバンが発生した後、水素の原子核から、恒星の中での核融合反応により各種の元素が生まれ、最後に安定な鉄元素となる。鉄の可採埋蔵量は2,320億Tといわれ、またリサイクル率が95%に達する有用な資源である。

2. 「たたら」による鉄づくり

砂鉄から鉄を製造する「たたら製鉄」があり、たたらという炉でつくる鉄なのでたたら製鉄と称される。たたら製鉄の過程で、砂鉄を用いて、粘土製の炉で木炭を用いて比較的低温で還元し、比較的純度の高い鉄を生産する。近代の初期までは、日本の国内鉄生産のほぼ全てを担ったとされる。木炭の燃焼を継続するために風を送る必要があり、その作業者はばんこ(番子)と言われており、たたら炉近傍の高温での過酷な作業を交代して実施することから「かわりばんこ」という言葉が生まれたとの説を紹介された。

3. 現代の鉄造り

各種構造物は鋼材で建造されており、鋼材強度の進歩を鉄塔の高さと底部幅で比較し、1889年建造のエッフェル塔は高さ300m(底部幅98m)、1958年(昭和33年)建造の東京タワーの高さ333m(底部幅84m)、2012年建造の東京スカイツリーは高さ634m(底部幅69m)で、鋼材強度の向上の効果と解説された。また、明石海峡大橋のプレファブ・ストランドについて、従来強度よりも20kg/mm²高い180kg/mm²のメッキ素線鋼材が、世界一の支柱間長1991mに使用され、鋼線強度向上の効果と解説された。更に、羽田空港第4滑走路土台の耐海水鋼による支持柱にも言及された。また、自動車用鋼板DP鋼のプレス加工・塗装後、熱風で

組織変化させて、加工後に強度向上させている例、ジェット機のエンジンシャフト例、鉄道レールのクロッシングライ等を挙げられた。

日本の製鉄所は臨海立地に特徴があり、その巨大な敷地面積の例として、JFE福山製鉄所の敷地面積と東京品川区の面積を対比して説明された。

鉄は、リサイクルが可能(95%)、強度幅が広いこと、溶接加工が可能である等の特徴があり、構造用材料として適しており、また、鉄が広く使用される理由として、普通鋼価格 10 万円/T を例に、これは 10 円/100gr 相当となり、野菜の「もやし」の価格と対比される安価さを説明された。

日本の鉄鋼生産量は、1900 年官営八幡製鉄所が稼働はじめ 10 年後の 1910 年に出鋼に成功、昭和 16 年には 765 万トンに達したが、その時の米国の生産量は 6000 万トンで、大きな格差があった。昭和 48 年には、日本の鉄鋼生産量は 1 億 2000 万トンに達したが、その時の米国の鉄鋼生産量は 8,000 万トンであった、現在、日本の鉄鋼生産量は、1 億 T/年で、量を追わず、新しい特徴ある鋼材を少ないエネルギーで製造する方向に転換している。しかしながら、今でも鉄鋼材は、自動車に次ぐ 3 番目の輸出品目で、3 兆円の外貨を稼いでいる。

4. 我が国鉄鋼業の現在と未来

日本の鉄鋼業は、現在、年間 1 億トン、高級鋼・中級鋼に焦点を合わせて、高付加価値商品を製造する方向に転換している、一方、中国は、一般鋼を中心に年間 8 億トン生産しており、ちなみに、3 位はインドの 9,500 万 T、米国 7,800 万 T、ロシア 7,000 万 T、韓国 6,800 万 T と続く。日本の鉄鋼業は、国内企業の統合で、高炉 3 社に統合され、それぞれ技術開発に邁進している。

日本鉄鋼協会は 1915 に設立され、設立後 100 年経過しており、鉄と鋼、英文論文集等の各種論文集を出版しており、種々の新開発に関する論文が投稿されている。

現在の製鉄は、酸化鉄を還元して鉄を生産しており、発熱反応により、反応が容易に進行するが、必然的に炭酸ガスを発生する問題点も内在している。この問題の解決のために、10~20%の水素を混合して還元する方式も研究されており、ハイブリッド高炉と称されている。10m³の実験炉では成功しており、実炉規模での今後の進展が期待される。



熱心い講演に聞き入る聴講者



井上裕之理事長

脇本眞也氏

吉武進也専務理事

一般社団法人
日本鉄鋼協会
業務執行理事・専務理事



感想を述べる聴講者



脇本信也氏

謝辞



株式会社 UEX 名誉会長 小田保中氏

2)一般講演編(2-2)

公益財団法人国民工業振興会 講演会

「最近の技術産業の動向」～各国の宇宙開発をめぐる～

参議院議員 新妻秀樹氏

文部科学大臣政務官・内閣府大臣政務官・復興大臣政務官

日時 平成30年2月8日(木) 午後2～4時

場所 ニューオータニイン東京4階 「相生の間」

主催 公益財団法人国民工業振興会

共催 公益財団法人溶接接合工学振興会

日刊工業新聞社

後援 東京商工会議所 本部・品川支部・大田支部

公益社団法人日本技術士会



1. 挨拶

公益財団法人国民工業振興会 理事長

公益財団法人溶接接合工学振興会 副理事長

東京商工会議所 特別顧問(元副会長)

愛知産業株式会社代表取締役会長

井上裕之氏

2. 講師紹介

公益財団法人国民工業振興会 専務理事

公益社団法人日本技術士会 参与・名誉金属部会長

吉武進也氏



井上裕之氏

吉武進也氏

3. 講演

演題：「最近の技術産業の動向」～各国の宇宙開発をめぐって

講師：文部科学大臣政務官・内閣府大臣政務官・復興大臣政務官

日本技術士会会員、技術士（航空・宇宙、総合技術監理）

参議院議員 新妻秀規氏

概要：各国の宇宙開発をめぐって、1)世界の宇宙産業と宇宙予算、2)各国の宇宙産業の動向、3)宇宙技術の動向、4)国際宇宙探査をめぐる各国の動向について具体的に詳細に説明があった。主な内容は下記の通り。



1) 世界の宇宙産業と宇宙予算

宇宙産業は国家の予算で決まるので、これについて各国の状況の説明があった。全世界の宇宙産業の規模は約 40 兆円。衛星放送などの衛星サービスが全体の 6 割。圧倒的に米、次に中国、ロシア、日本。

2) 各国の宇宙産業の動向

米、欧、中国、ロシア、インド、日本の宇宙産業の動向について説明があった。

米は民間、市場競争へシフトへ、中国、インドは国主導、日本はその中間。米は、有人宇宙飛行のための宇宙船も開発している。中国は、予算もつき発展が目覚ましい。力を蓄えている。打上げ数を増やして経験を積んでいる。ロシアは初歩的なミス多く予算もついていない。インドは、頑張っている。商業化進んでいる。政府の組織もしっかりしている。日本は、ゼロ戦等技術は進んでいたが終戦後航空分野は空白。その後 1969 宇宙開発事業団設立、先進国に追いつこうとした。技術的に優れてもコストが高い、国際競争力身につかず。2008 宇宙開発基本法、宇宙開発戦略本部、政府主導で、企業を主導した。国ぐるみで開発する体制ができた。日本の産業規模 3200 億円、まだ小さい。ロケット大型化、H2A⇒H2B⇒H3。液体燃料⇒個体燃料。民間参入のための法整備。宇宙ベンチャー台頭。

3) 宇宙技術の動向

輸送技術、モジュール技術、人工衛星技術について説明があった。

ロケット再使用技術、有人準軌道、低コストな有人宇宙飛行、3000 万円／人の宇宙観光狙い、打ち上げ時、重さ相当の金と同じコストがかかるので軽量化が必要。折り畳み式で嵩を小さく。宇宙ゴミ除去技術、ごみの速度は秒速 7～8 キ

ロ（時速 25,200 キロ～28,800 キロ）、この速度はライフルの初速の 20 倍。監視体制必要。毎年 5 個の大きなデブリを取り除くと現状維持可。対策として、大気圏に突入させて燃焼させる、捕獲する、抱き着き心中型など。

4) 国際宇宙探査をめぐる各国の動向

月、火星、宇宙などに向かって各国が何をしようとしているか説明があった。

ISS（国際宇宙センター）、2024 までやる約束。その後どうするか。米ロシア意外と仲がよく、一緒にやろうとしている。中国は、独自の宇宙ステーションを 2022 年まで完成。2016 年有人宇宙実験室「天宮 2 号」、有人宇宙船「神舟 11 頭」を打ち上げ。2025 年以降月有人探査月面基地。2050 年有人火星探査を目標。独自の宇宙ステーションをもつ。ロシアは NASA と協力、2030 年まで月面基地、物資輸送用の着陸船。インドは、2018 年、月着陸で土壌サンプル採取。2014 年、火星周回軌道にも成功。インドはかなり実力あり。UAE、金持ち、100 年後まで火星への移住を目指す。日本、世界各国がこぞって月へ向かう中、第 2 回国際宇宙探査フォーラムが 2018/3/3 東京で開催、日本が主導、39 か国参加、今後の協力に向けた具体的調整を行う。

4. 質疑応答

Q1 3/3 の国際宇宙探査フォーラム一般の人の参加は可？

⇒産業界、学生が対象。一般参加は不確か。

Q2 宇宙は誰の者、宇宙を利用するための法整備ルール作りは？

⇒条約はない。

Q3 宇宙エレベータの可能性は？

⇒技術的には可能。

Q4 人に対する投資、先が見通せない投資について、国としてどのように考えるか、サポートか自由にやれとするのか。

⇒得意としているところを伸ばすために予算もつけ支援する。

Q5 宇宙太陽光発電について

⇒計画にはある。費用体効果、危険性を見る必要ある。

Q6 2016 年にできた宇宙活動法についてももう少し詳しく。

⇒民間企業が宇宙開発に参入する際に必要な法的整備

5. 謝辞

公益社団法人日本技術士会専務理事奈良人司様から、新妻秀規様のご講演に対してお礼の言葉があった。

以上

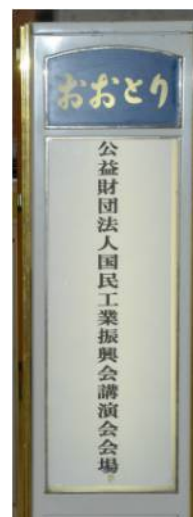




2 一般講演編(2-3)

特別講演会「バイオエコノミーの潮流について」
経済産業省 生物化学産業課 課長 上村昌博氏

主催 公益財団法人 国民工業振興会
共催 公益財団法人 溶接接合工学振興会
日刊工業新聞社
後援 東京商工会議所 本部・品川支部・大田支部
公益社団法人 日本技術士会
日時 平成30年3月26日(月)14:00~16:00
場所 ニューオータニイン東京 3階おおとりの間



1. 挨拶 東京大学名誉教授
公益財団法人溶接接合工学振興会 理事長 野本敏治氏
2. 講師紹介 公益財団法人国民工業振興会 専務理事
公益社団法人日本技術士会 参与・名誉金属部会長 吉武進也氏



野本敏治東大名誉教授

吉武進也 専務理事



講師の先生との懇談

3. 講演 「バイオエコノミーの潮流について」

経済産業省 生物化学産業課 課長

上村 昌博氏

1) バイオエコノミーの潮流

我が国のバイオエコノミー戦略に関する具体的な政策を詳細に解説され、更に、バイオベンチャー支援、国家プロジェクトとしての再生医療分野についての現状と今後の方向性についても膨大なスライドデータを用いて詳細に紹介・説明された。

講師は、昨年、IoT・サイバーセキュリティなど IT 関連分野から担当 分野がバイオエコノミー分野に変わられたが、バイオエコノミーも IT 関連も共に産業の米とも考えられるとの感触をお持ちである。



バイオテクノロジー(生物工学)が生産などに貢献する市場がバイオエコノミー(バイオ経済)と呼ばれ、企業の関心を呼んでいる分野であり、2030年のOECD加盟国のバイオ産業市場予測では、GDPの2.7%、約200兆円規模になると考えられており、これが工業分野の約4割を占める大きな市場となると予測されている。

2) 生物が生み出す物質

生物にしかできない高分子化合物、高機能品としての食品、バイオ医薬品、たんぱく質・酵素、糖類などがある。その特徴は、常温・常圧プロセスで、植物だけでも100万種類の物質製造が可能で未知の可能性があり、大量に効果的に製造するためには高度な技術が必要である。また、バイオとデジタルの融合が急速に進行し、生命現象を理解し、生物機能を最大限に活用することが可能になっている。すなわち、バイオ・デジタルの融合が進展し、ゲノム解読コストの低減・短時間化により生物情報が安価にデジタル化ができ、IT/AI技術の進化によりゲノム配列と生物機能の関係解明が進みデザインが可能となった。デザイン通りに

生物機能を合成する技術(クリスパーキャス)が登場し、固有の特性を人工的に付加した生物の作成が可能になっている。

バイオとデジタルの融合による技術革新が導くバイオエコノミーとして、健康・未病社会、炭素循環社会、革新的素材による成長社会が実現できる可能性があり、「植物等の生物を用いた高機能品生産技術の開発事業補助金」が、(研)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)管掌の平成28～32年度までの5年間事業として、平成30年度概算要求額26億円が計上されている。



3) 経済産業省の施策

経済産業省では、様々な業種、企業、人、機械、データなどがつながって、AI等によって、新たな付加価値や製品・サービスを創出、生産性を向上させ、高齢化、人手不足、環境・エネルギー制約などの社会課題を解決し、これらを通じて産業競争力の強化ひいては国民生活の向上・国民経済の健全な発展につなげるコネクテッド・インダストリーの実現により、技術革新、生産性向上、技能伝承などを通じた課題解決を目指す新たな社会形成を目指している。

コネクテッド・インダストリーの5つの重点取組分野を平成29年10月2日に公表しており、これは1)人と機会・システムが強調する新しいデジタル社会の実現、2)協力や協同を通じた課題解決、3)デジタル技術の進展に即した人材育成の積極推進を柱としており、「バイオ・素材」が5つの重点取組分野の中の一つとして提唱されており、これらを支える横断的な支援策を早急に整備するとしている。

産業競争力懇談会(COCON)バイオ分科会では、経済産業省を中心とした「バイオ戦略」策定に具体的な提言として、ものづくり・価値創造・資源循環を組み合わせた合成生物学を核とするバイオテクノロジーをデジタルと融合させ、新機能材創出を実現する基盤を構築し、ものづくり技術強化、価値創造、資源循環を実現するための提言をおこなっている。

政府レベルのバイオ戦略立案に向けての未来投資戦略2017(H29.6.9閣議決定)では、生物を活用した機能性物質生産のための産官学による技術開発を推進するとともに、革新的なバイオ素材等による炭素循環社会や食による健康増進・未病社会の実現等に向け、我が国のバイオ産業の新たな市場形成を目指した戦略を策定し、制度整備も含めた総合的な施策を推進するとし、内閣府総合科学技術イノベーション会議(CSTI)バイオ戦略検討ワーキンググループにおいて、関係省庁(内閣府・経済産業省・農林水産省・厚生労働省・環境省・文部科学省・内閣官房健康・医療戦略室)及び、バイオ戦略検討ワーキンググループ構成員の有識者(12名)・総合科学技術会議議員(3名)により検討されている。



内閣府総合科学技術イノベーション会議における政府の戦略を策定する必要性については、①バイオテクノロジーの急速な進展、②世界のバイオ市場が 2030 年には約 200 兆円に拡大、③欧米では政府がバイオエコノミー戦略を産業利用に強力に推進、④バイオベンチャーへの投資等が欧米で先行、⑤バイオ産業進行に取り組む各省が経済成長の観点から政府としてバイオテクノロジーに着目した戦略策定が重要、⑥日本バイオ産業人会議が進化を続けるバイオ産業の社会貢献ビジョンを発表、⑦バイオテクノロジーは人々や社会が抱える問題の解決等 Society5.0 実現に貢献、⑧バイオテクノロジーの領域は、研究開発から市場投入まで複数の省庁が関与する等の各項目があげられている。

4) グローバルバイオエコノミーサミット

気候変動枠組条約第 21 回締結国会議 COP21 開催(フランス・パリ)に先立ち、第 1 回グローバルバイオエコノミーサミットが 2015. 11. 25～26 に 80 カ国が参加してベルリンで開催され、バイオエコノミーの現状と進行概念の明確化、バイオエコノミーと持続可能な発展、バイオエコノミーによるイノベーション、グローバルでのバイオエコノミーの調和と政策の 4 テーマがプレナリーセッションとして討議された。会合でのキーワードは、各国の協力、持続可能社会、循環社会、脱石油資源、COP21 への貢献であった。今年 2018 年には、4/19～4/20 に第 2 回会合が予定されている。



5) 医療分野への展開

経済産業省としての施策展開は、早期に疾患を発見し治療する先制医療、効果が高く、副作用の少ない個別化医療、失われた臓器等を修復できる再生医療の推進により、健康長寿社会の実現及び産業競争力の向上を図るとされている。

現在の医薬品開発は、従来とは異なり、抗体、核酸、再生医療等に手法が変化し、新し

いイノベーション方式への転換が必要で、バイオテクノロジーの発展により、生物を活用した医薬品が可能になり、医薬品のプラットフォームの種類が拡大しておりその選択や技術開発が重要なテーマになっている。

バイオ創薬は、新薬操業に向けた潮流があり、従来の知識・経験・勘による方法から、抗体医療等、バイオテクノロジーの発展により、化学ではなく生物を活用した医薬品が可能になり、経済産業省としては、医薬品のプラットフォームの種類が拡大している。

新薬創出の手法が大いに変化し、製薬現場では、特に、オーファン(難病等の需要の少ない)分野ではベンチャー企業の寄与が極めて多い現状を、米国の現状を引用・対比されて詳細に解説された。

新規ヘルスケア領域では、バイオテック(創薬型 30社程度)が企業数が多く、バイオテック(創薬支援型 15社程度)、ヘルステック(数社程度)の市場概況を説明された。

更に、ベンチャー施策について詳述され、研究開発型スタートアップ支援事業、戦略的基盤技術高度化・連携支援事業、中小企業投資株式会社による出資等についても紹介された。

6)再生医療分野

経済産業省は、研究開発、産業基盤整備、事業環境整備等で再生医療の産業化にを支援している。再生医療の産業化に向けた評価基盤技術開発事業(平成30年度予算総額32億円)が公募されており、(研)日本医療研究開発機構から民間応募企業等に委託される。事業イメージとしては、製造技術開発、評価手法開発、創薬応用促進技術開発である。また、神奈川県での再生医療産業化拠点の整備支援、再生医療分野の標準化活動等について言及された。

講演終了後、熱心な質疑応答が行われた。



熱心な講演聴講者の皆様



講演後の質問者の皆様

謝辞

公益社団法人 日本技術士会 専務理事



JIPA

公益財団法人 **国民工業振興会**

〒140-0002 東京都品川 区東品川 4-9-26

Tel 03-6834-2703 Fax 03-6834-2704

E-mail jipa@jipa-japan.or.jp

<http://www.jipa-japan.or.jp>