

TODAY

地方大学における鉄鋼材料研究の推進に向けて



茨城大学理工学研究科
応用粒子線科学専攻
教授 友田 陽

鉄鋼研究を活発にするには、核となる研究拠点の存在のみでなく裾野の広さが重要である。筆者は、大学の卒業研究で「ステンレス鋼のマルテンサイト変態誘起塑性現象」のテーマをもらい、諸先輩から熱処理や試料研磨等の手ほどきを受けて以来、ずっと鉄鋼材料の研究から離れることはなかった。複合材料、金属間化合物、傾斜機能材料等にも手を出したが、常に「鉄鋼材料研究の奥の深さと面白さ」を再認識することになった。「鉄鋼では研究費が獲れない」と聞くことがある。筆者も科学研究費補助金に応募して不採択が続く時代があったが、今になって考えると、それは拙い研究計画が原因であって鉄鋼材料をテーマとしたためではなかった。不採択になった申請書のある著名な先生のところに持参して助言をお願いしたところ、幾多の欠点を指摘され努力不足がよくわかった。お陰で最近の10年間は、基盤AあるいはBが途切れることなく、加えて萌芽や特定領域、他の研究資金に恵まれ、研究室の大学院生達を毎年のように国際会議に出張させている。

鉄鋼材料研究の特徴は、膨大な過去の蓄積があり壁に突き当たっている研究課題が明らかになっていることである。解くべき質の高い課題が豊富な研究成果に基づいて設定されているが、壁を乗り越えるには新しい視点で新規な手法を導入する必要がある。筆者の場合は、エコマテリアル研究会の発足に参加してもらい地球環境負荷低減の広い視点から鉄鋼材料を考え、まったく知識のなかった中性子散乱・回折を実験手法として取り入れることで、少し

ばかりかじったマイクロメカニックスの知識も生き、鉄鋼材料の研究が俄然面白くなった。新鮮な研究テーマは学生の共感と呼び、意欲的な学生が研究室に集まりすばらしい研究成果を出してくれている。

「装置が貧弱で実験ができないし、理論だけでは勝負できない」場合は、世界最高性能を誇る外部の共同実験施設を利用することを考えたい。マンパワーのない地方大学では、たとえ大型実験装置を導入できても、その維持管理・高度化に投資して成果を出し続けるのはきわめてむずかしい。一方、研究拠点では拠点機関だけの努力で世界的な成果を出し続けるのは困難であり、広い裾野のユーザーを有することが必須であると思う。本年10月に中性子と放射光を用いた材料の力学的評価(MECASENS-5)の国際会議を水戸で開催した。参加者186名のうち外国人参加者が85名で、欧米の研究者による発表の質の高さが目立った。会議終了後に外国人参加者から「会議に参加して、また前後にSPring8, PFおよびJ-PARCの世界的に優れた装置群を見て回り、日本にはこのような装置を使ってリアルタイム解析のできる眠れるユーザーが多く存在することを知った。現在、欧米豪では互いに協力し合って研究を進めており日本の参加・貢献に期待する」旨のメールをもらった。「従来は見えなかったものが見えるようになる実験手法(ふえらむ2010年1月号参照)」は、種々な研究課題にブレークスルーをもたらすと期待される。

世界の鉄鋼生産量は過去に類を見ない急激な増加を示している。鉄鋼マテリアルフローにおける地球環境負荷低減のためには、新しい技術の導入が必須であり、その実現には過去の例から50年の研究開発期間が必要である。中性子実験等の利用を個々の企業が個別に競争しながら行うよりは、基盤となる部分は大学等とオール日本でチームを組んで推進することが効果的である。企業間の国際競争は益々厳しくなり、一方、大学等では留学生受け入れを含む教育研究の国際ネットワーク化が進むと思われるので、「健全な協力と競争」の共通認識が産学共同研究と国際連携の推進の鍵になると思う。

LED 照明普及の歩み

(財) 金属系材料研究開発センター 前専務理事 (LED 照明推進協議会 前専務理事)
小島 彰

1. はじめに

最近の LED 照明に関する社会の関心は、世界的な地球環境問題への高まりの中で、日本においては各社が相次いで高効率の照明器具を市場に投入し、本格的な市場競争が開始されたこともあり、極めて高まった。

つい数年前までは「LED、それって何？」というような状況の中で、日本で開発された LED 技術を社会へ普及し、社会全体で技術開発の成果を具現化しない限り、技術は社会へインパクトを与えることはできないと考え、研究開発推進団体である「金属系材料研究開発センター」が中核となり、LED の普及に力を入れ、LED の普及推進団体である「LED 照明推進協議会」を設立するに至った。設立に携わった関係者の一人として、LED 新時代の今、これまでの歩みを振り返ってみる。

2. 我が国発の技術

LED はわが国が世界に先駆けて青色や白色の LED を開発したことから伺われるように、わが国のオリジナル技術である。

現在のような技術が確立されるのは、1960 年代以降のことで、光の三原色 (RGB) の内、赤色と緑色が最初に開発され、70 年代に黄色、90 年代には日本のメーカーによって青色が開発され三原色が揃った。96 年には白色が開発され、表示用のみならず、照明も視野に入れて応用分野が拡大するようになった。

LED の特色を示すと以下のような点である。ポイントは省エネルギーである。特に地球環境問題への対策として、LED への期待はまことに強い。

①省エネルギーへの期待：表示用途では電球を凌駕、LED 交通信号機や自動車のリア・コンビ・ランプなど大きな省エネが実現。照明用途では、これまで蛍光灯には及ばなかったが、技術進歩により遜色のないものが出現。更なる技術進歩により効率向上が期待され

ている。

②長寿命：40,000 時間程度の耐久時間が可能。これにより光源取替え作業が回避される。高所設置、無人メンテナンスなど、取替えに伴う公共コストの削減や高齢者の転倒リスク削減などに貢献できる。

③低環境負荷：水銀など有害物質を含まないクリーン・イメージや光源取替えに伴う廃棄物の減少。

④小型化：微小光源による新たな照明デザインの実現や省スペースによる製品の機能性向上。

⑤制御性：調光制御による最適照明が可能。自然採光と組み合わせた照明の省エネルギー。

⑥応答性：オンオフの早い応答特性。信号伝達手段として最適。

こうした特性を受けて、LED の用途も以下のように多岐にわたっている。

①交通標識：交通信号機、トンネル灯、各種信号標識、情報表示版

②各種ディスプレイ：屋内・屋外表示板、立体ディスプレイ

③自動車：リア・コンビ・ランプ、ヘッドランプ、室内灯、インパネ・バックライト

④バックライト (小型から大型)：携帯電話、液晶テレビ

⑤照明器具 (特殊照明)：足下灯、読書灯、街路灯

⑥照明器具 (一般照明)

⑦通信：携帯電話、ファクシミリ、光通信

⑧医療：医療検査機、医療用ゴーグル、内視鏡

⑨農業：成長促進光源、植物工場用光源

⑩漁業：灯疑似餌、集魚灯

⑪健康：エステ用光源

⑫アミューズメント：バックライト、雰囲気醸成、遊戯機器

⑬防犯・防災：非常灯、煙感知器、防犯灯

LED の特色は半導体なのでタマ切れを起こさない、メンテナンスが容易、器具の軽量小型化が可能、デザイン性が良い、など使う人の立

場によってその評価される点は異なるが、最大の特徴は電気から光への変換効率が高く、それだけ省エネルギーが期待されることである。現在、蛍光灯並みの水準へ近づきつつある状況の中で今後の課題は、低価格化、光の質の向上と、利用が進むにつれて新たな課題の克服が焦点となっている。これと併せて、新たな照明を社会へ定着させるための技術的インフラ、すなわち、標準化や電気用品や住宅設備に関する法令など様々な技術法制との調和を図ることも大きな課題となっている。

3. JRCM と LED

(財)金属系材料研究開発センター (JRCM) が LED に関わりを持ったのは、JRCM が経済産業省の国家プロジェクトである「21 世紀のあかり」計画を推進することに始まる。もともとこの計画が JRCM を中心として開始された背景としては、調査研究として、山口大学の田口教授を主査にして化合物半導体についての勉強を行ってきたことも挙げられる。

「21 世紀のあかり」計画は平成 11 年から平成 15 年までの 5 年間に 65 億円の開発費を投入し、本格的な白色 LED 照明技術を開発する極めて野心的な開発であった。この計画では半導体の効率を高めるための基礎的研究とともに、半導体結晶のエピタキシャル成長技術、結晶の研磨加工技術、蛍光体開発技術、照明光源のパッケージ技術と照明実現のための要素技術について内外の 13 社が参加して実施された。「21 世紀のあかり」計画は世界で初めて国が LED 照明技術にコミットするプログラムとして世界的に注目を集めた。サンフランシスコで毎年開催される LED についての国際会議でもこの計画についての質問が相次ぐなど、各国技術者の関心の的であった。しかしながら、研究開発を進めていくうちに技術の開発と普及に大きなギャップが

あることに気づかされた。

4. 新技術の普及

日本発の新技術なのに、実は普及面では日本は遅れていたのである。交通信号機の例がそれを物語っている。信号機をLED化すると、光源の消費電力は70wから15wへと1/5に低減する。これにより、大きな省エネルギーが期待される。試算すると、日本全体ではタンカー1隻に相当する25万kl程度の原油量の節減が期待され、二酸化炭素の発生抑制に大きな効果がある。最近でこそ、一般的に普及してきたが、わずか5年前はわが国の普及率は数%であり、ほぼ100%の普及率であったシンガポールや50%の台湾等と比べて大きく後れを取っていた。

こうした状況に対応するために、関係者が協力して公的部門に働きかけて、新技術の有するメリットを訴え、政策決定者の認識を変えてもらう必要があった。我々は当局（警察庁、自治体警察本部）へLED信号機の採用を働きかけた。具体的には、地球環境にやさしい製品を公共部門が積極的に採用することを促進する「グリーン購入法」の対象品目へ採用するよう環境省へ申請書を提出するとともに、国土交通省、警察庁へ働きかけをした。

我々の動きも受けて、経済産業省と警察庁によるLEDの普及のための政策が始まった。すなわち、平成16年度から都道府県警察が進めている信号機のLED化に対して、NEDO技術開発機構から設置費用の半額を助成する制度が動き出し、初年度で40都道府県に対して助成が行われた。この制度はその後変遷を遂げたが、LED信号機のメリットは社会的に共有され、都道府県レベルで普及のスピードが加速された。

幸いLED信号機についてはうまく進展したが、考えてみると照明は社会に無くてはならないもので、それだけ社会の諸制度との調和が取れないとせっかく開発してもそれがうまく普及しないことになる。前述のように、新技術の開発と普及は別問題であることが多い。確かに民生用であれば、よい製品が低価格で市場メカニズムで普及していく。一方公的機関が関与する部分につ

いては、普及のためのアクションが必要である。自動車用ランプは安全基準での対応で公的規制を受けるし、信号機、道路航空管制表示灯などは公共調達分野である。

公共調達分野での需要は限られているという指摘もあるが、逆に広告塔としての役割も大きい。たとえば、LED信号機は東京では銀座中央通に設置された。一般の人でも当初は、何となく信号が見やすくなった程度の印象であったが、よく見るとランプから粒々に変っていたという声を聞いた。一般の人にとって粒々イコールLEDなのであった。毎日目にする信号機でLEDが使われているということでLEDに対する社会一般の取り上げ方に変化が現れた。

技術競争では各社が競争し、しを削っているが、普及については各社の協力が得られるのでないか、半導体原料から組み立て加工、製品までLED照明に関連する企業を垂直的に連携することによってLEDに関連する技術情報がより効率的に共有され、開発を促進させられるのではないかと、こうした考えの下にLED照明推進協議会設立への動きが始まった。

5. LED照明推進協議会の発足

当時の経済産業省非鉄金属課の青山課長の指導を受けて、設立への準備会が組織され、半年ほど議論を行い、活動の内容、予算など基本的な項目を整理し、これらを簡単に整理した説明書を持って関係企業へ参加の要請を行った。この間は、関東のみならず、関西に地盤を持つ企業も多く、出張が相次ぐ毎日であった。その結果、当初の目標としていた20社の参加が確保されたので設立に向けた作業に取り組んだ。

平成16年6月9日に設立総会が開催され、任意団体としてはあったが、LED照明推進協議会（JLEDS）が正式に発足した。会員企業は発足当初、20社を上回る32社であった。会長には日本大学大谷義彦教授が選任され、副会長企業には、豊田合成、パナソニック電工、東芝ライテック、シャープ、サンヨーの5社が選任された。

協議会の主たる活動としては、以下のとおりであるがこれらは固定



図1 LED照明推進協議会（JLEDS）設立総会（2004.6.9）

的なものではなく、社会からの要請に対して柔軟に対応することとした。

- ① LED関連企業の製品・技術の紹介、データベース構築などによる広報活動
- ② LED普及戦略・技術ロードマップの策定
- ③ シンポジウム開催、各種展示イベントによる普及広報活動
- ④ 会員向け研修会の実施
- ⑤ 関係団体と協力した標準化推進活動
- ⑥ LEDハンドブックの作成と広報
- ⑦ 関係省庁への働きかけ

平成16年には、協議会の設立を記念して11月8日に記念シンポジウムを東京平河町海運クラブで開催したところ、350名以上の参加者があり、盛会に終えることができた。この実績を踏まえて、毎年11月にLEDシンポジウムを行うことが恒例となった。

また、平成17年には、愛知県で国際博覧会が地球環境問題をテーマにして開催された。地球環境問題こそLEDに相応しいテーマである。会場の照明、イルミネーション、表示関係に多くのLEDが用いられたが、それだけにとどまらず積極的に万博を活用しよう、万博の舞台こそ、日本発のLED普及の良いチャンスであると考え、NEDO、電気事業連合会、トヨタグループの絶大な協力を得て、照明デザイナーの石井幹子氏のプロデュースにより、日本国際博覧会で、5月12日から22日まで「光未来展」が開催され、日本の進んだ光技術が紹介された。

その会場を覆うようにして設置された大観覧車には、真中に巨大なLED表示パネルが設置され、人の目を引いた。これも、わが国のLED紹介の好事例である。また、小学生を対象にしたLED工作教室



図2 キッコロライト工作教室
(豊田合成株式会社 提供)

ではキッコロライトを組み立て、点灯させることでLEDを身近なものとして感じてもらう試みを実施した。この企画は大当たりで、キッコロライトを目的に長蛇の行列ができ、関係者をはらはらせるほどであった。

JLEDS 会員企業は発足当初 32 社であったが、LED が社会に定着するにつれ、会員企業は増加の一途をたどった。すなわち、17 年度期初で 62 社、18 年度期初で 77 社、19 年度期初で 81 社、20 年度期初で 91 社、21 年度期初で 107 社であり、21 年 11 月時点で 130 社となっている。

この間、任意団体の資格では社会的に責任のある活動に制約があるとの認識から、法人化を図ることとなり、平成 19 年 7 月 12 日、東京都から特定非営利活動法人としての認証を受け、新たに「特定非営利活

動法人 LED 照明推進協議会」として再発足をした。

特定非営利活動法人 LED 照明推進協議会が発足したこの 3 年間で LED はかなり日本の社会に定着してきた。この間 LED が実力以上に評価され、誤った認識が生まれるケースもあった。曰く、LED は永久に使える、LED は熱を出さないなど、こうした過大な評価、受け止め方はかえって健全な LED の普及拡大にはマイナスとなる恐れがある。

LED 照明の実用化を図る上での大きな課題が熱の放散である。電気と光の変換効率が 100% にならない以上、その差は熱となる。LED の変換効率は温度が上がると低下する、換言すると熱発生が増大する。熱の放散は LED 照明の大きな課題である。また、現在の白色 LED は演色性が自然光に比べて劣る。このように、LED にとってはまだまだ解決すべき課題がある。LED の技術開発と健全な普及を図るためには LED のメリット、デメリットをよく認識し、そうしたことを社会に伝えながら、活動していくことが望まれる。

LED をより一層幅広い分野で活用するためには、標準化が必要である。白色 LED の標準化については電球工業会、照明器具工業会、照明

委員会、照明学会の 4 団体とも協力して共通の作業計画を作って進めている。こうした関連団体の協力も重要である。

今後の新たな発展を睨んで、LED の普及のために LED 信頼性ハンドブックの作成や新技術を加味したロードマップの検討などの課題にも JLEDS として取り組んできた。

LED 技術については幸い、わが国の優位性が確保されてはいるが、その立場を逆転されかねないほど、世界の技術開発競争は厳しい。台湾、韓国、中国が LED を戦略的に重要な技術として捉え、国家的な技術開発計画を進めてきた。欧米でも技術開発をめぐる動きは活発である。こうした中で新技術を早く社会へ定着させるためには、技術開発の競争と並行して技術普及の競争を行う必要がある。JLEDS の使命は大きい。



図3 JLEDS ハンドブック集

活動報告

■非鉄材料研究部

○窒化物半導体に関する国際会議への参加

2007 年度にスタートした「窒化物系化合物半導体基板・エピタキシャル成長技術の開発」プロジェクトでの調査活動の一環として、韓国済州島で 2009/10/18-10/23 に開催された窒化物半導体に関する国際会議：8th International Conference of Nitride Semiconductors (ICNS-8) に参加し、最新の窒化物半導体の研究開発状況について情報収集を行った。

本国際会議は、1995 年名古屋で開催された第 1 回から隔年で開催さ

れ今回で 8 回目、窒化物半導体の分野では世界最大規模の学会である。回を追うごとに発表件数は増加しており、今回の参加者数は約 1000 人に達した。世界中から研究者が集まったが、日本からの参加者は 200 名程度であり、日本がこの分野で重要な成果を挙げていることがうかがえる。

講演内容はバルク結晶成長、エピタキシャル成長、構造解析、光学特性、ナノ構造、デバイスと窒化物半導体の全てに渡るトピックスを網羅している。当プロジェクトからは、大阪大学森教授が招待講演において、「Na フラックス法で種結晶に C 軸方向に伸びた針状結晶を用いると径方向に成長が進み棒状の結晶が得

られる」との発表を行い、注目を集めた。Na フラックス法のライバルであるアモノサーマル法では、ポーランド Ammono 社から 1 インチ φ × 12mm 厚のバルク状結晶が報告され、基板販売の開始も公表された。ただ、成長速度が遅く (~3 μm/h)、生産性には問題があるようである。また、無極性 / 半極性 LED のセッションが設けられ多数の発表がなされたが、全て有極性 GaN 結晶から切り出した小さな基板を使用しており、本プロジェクトで目指している無極性基板の大口径化が重要なテーマである事を再確認した。

尚、次回会議は 2011 年 10 月にイギリスのグラスゴーで開催される。(松浦主席研究員)

The Japan Research and Development Center for Metals

JRCM NEWS / 第 278 号

内容に関するご意見、ご質問は JRCM 総務企画部までお寄せください。
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 2009 年 12 月 1 日

発行人 小紫正樹

発行所 財団法人 金属系材料研究開発センター

〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目 5 番 11 号 第 11 東洋海事ビル 6 階

TEL (03)3592-1282 (代) / FAX (03)3592-1285

ホームページ URL <http://www.jrcm.or.jp/>

E-mail jrcm@oak.ocn.ne.jp