

# LEDバレイ構想と地域経済活性化

田 中 利 彦

## はじめに

LED産業は、日亜化学工業によって青色LED、白色LEDが開発されたことを契機に、LEDが液晶パネルのバックライトに使われ、さらに蛍光灯、白熱灯に替わる照明デバイスとして使われるようになり、急拡大を遂げていった。また、LEDは省エネ、長寿命を始め、多くの優れた特長を有していることから、多様なLED関連製品が開発され、これら応用製品を含めたLED関連産業の規模は極めて大きなものとなることが予想されている。

このような状況のなか、徳島県では2005年にLEDバレイ構想を掲げ、世界最大のLEDメーカーである日亜化学工業を核にLED関連産業の集積を促進し、LED産業クラスターの形成を目指した。10年の国勢調査において人口が80万人を割り込み、県内総生産(名目)が03年をピークに低下するなか、これに歯止めをかけるためには経済の活性化によるテコ入れが急務であった。大塚製薬、ジャストシステムに続いて、全国ブランドの企業となった日亜化学工業の成長力を活用して、その周辺に産学官連携によって次々と関連企業を誕生させ、LED関連産業の一大集積地を作り上げることを目指していた。

そこで本稿では、LEDバレイ構想に基づく、LED産業クラスター形成に向けた徳島県の取り組みについて、産学官の三つの側面から、その実態を明らかにすることを試みる。その上で、積極的な産業支援策のもと、12年度末にはLED関連企業が114社集積するに至ったことで成功

事例と目されている、LEDバレイ構想について評価を試みる。

まず第1節では、LEDの特徴と構造について簡単に触れるとともに、世界トップメーカーである日亜化学工業について紹介する。第2節では、LEDバレイ構想の概略とこれを強いリーダーシップで推進した飯泉知事について述べる。続いて第3節と第4節では、LEDに関するトータルサポート拠点としての役割を技術面で担う工業技術センターと、LEDバレイ推進ファンド事業により、企業の研究開発を資金面で支援してきた、とくしま産業振興機構の取り組みについて検討する。第5節では、県によるLED関連製品の公共調達、LED関連企業の誘致、市によるLEDアートフェスティバルなどについてみていく。これに対し、第6節では学術機関を取り上げ、徳島大学及び阿南高専におけるLED研究・人材育成の取り組みについて検討を加える。第7節では、産業界に目を転じ、LED関連企業の分野別の集積状況をみるとともに、各企業の製品開発に向けての取り組みをみていく。最後に第8節では、第7節までの産学官の取り組みを踏まえ、LEDバレイ構想の成功要因を探るとともに今後の課題について述べる。

## 1. LEDと日亜化学工業(株)

### (1) LEDの特徴とその構造

LED(発光ダイオード)は、Ga(ガリウム)、N(窒素)、Al(アルミニウム)、In(インジウム)、P(リン)等の2種類以上の元素を組み合

わせた化合物半導体によって作られている。電気を流すと発光する性質があり、低消費電力、長寿命などの多くの優れた性質を持っている。波長帯により分類すると、紙幣識別センサーや樹脂硬化用光源に使用される紫外線LED、発光を目で見ることのできる可視光LED、リモコンなどに利用される赤外線LED、光通信用光源に使用される長波長LEDの4種類に分類される。用途としては、照明、ディスプレイ、イルミネーションのみならず、農業・漁業分野、医療分野、環境分野における応用が期待されている。さらに光硬化樹脂、光通信、光センサーなどにも用いられ、LEDの長所が数多くあることを反映し、応用分野は非常に大きな広がりを見せている。LED産業は、今後、既存の電球、蛍光灯のLEDへの置換と応用分野へのLED活用増大により、急成長していくことが予想されている<sup>i)</sup>。

LEDの基本構造は、p型半導体とn型半導体を接合したpn接合によって構成されている。化合物半導体に不純物元素を注入することにより、自由電子を多く持つn型半導体と、正孔(電子の欠落部)を多く持つp型半導体をそれぞれ作ることができる。pn接合に電圧を加えると、自由電子と正孔が互いに逆方向へ移動し、両者がぶつかると再結合する。LEDの発光は、再結合の際、電子が受け取ったエネルギーの多くを

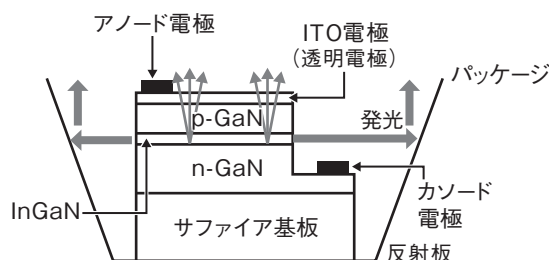
光として放出するという原理に基づいている。

図1は高輝度の青色LED、緑色LEDを実現したGaN(窒化ガリウム)系のLEDチップを示している。片面電極のダブルヘテロ接合構造となっている点に特徴がある。通常の単純なLEDの構造では、p型半導体とn型半導体が積み重なった形となっており、アノード電極(陽極)とカソード電極(陰極)がpn接合の上と下の両面に配置されている。図5-1では絶縁体のサファイア基板が用いられており、基板に電極を形成しても電流を流すことができないため、片面電極となっている。また、より高輝度を実現するため、2種類の化合物半導体(GaN、InGaN)を用いてInGaNをp型とn型のGaNで挟み、p型GaNとInGaN、InGaNとn型GaNの2種類のヘテロ接合(異なる半導体の接合)を形成し、挟まれた部分で発光する仕組みとなっている。

## (2) LED分野におけるトップランナー、日亜化学工業(株)

LEDバレイ構想は、LEDの世界トップメーカーである日亜化学工業(株)(阿南市)の存在を抜きにしては語ることができない。同社は非上場ではあるが、資本金467億円、従業員数6796名、売上高2709億円の大企業である。阿南市に本社工場のほか、新野、辰巳北、辰巳南の

図1 GaN系高輝度青色LEDチップの構造



(出所) 長谷川・釜野・上原『最新LEDの基本と仕組み』秀和システム、2012年8月による。なお、本書は阿南高専におけるLED技術者養成講座のテキストをベースに出版されたものである。

計4工場を擁し、さらに徳島市、鳴門市にそれぞれ1工場、県外にも鹿児島県南九州市に1工場を配置している。実に、高輝度LED28%、蛍光体30%、リチウムイオン電池用正極材30%の世界シェアを誇っている。LEDの大半を占める白色LEDは、その高効率化が進められるとともに、照明光源としての用途が急速に広がっている。売上構成をみると、光半導体79%、蛍光体7%、電池材料10%、その他4%となっている<sup>ii</sup>。

日亜化学工業は、徳島高等工業学校製薬化学科(現徳島大学薬学部)出身の小川信雄氏によって1956年に創業され、当初、高純度カルシウム塩類の生産、次いで蛍光体の生産を始めている。青色LED開発で一躍有名になった中村修二氏(徳島大学工学部・大学院修士課程卒)が入社した79年頃には、蛍光体で国内トップクラスのシェアを誇っていたが、従業員の大半が地元阿南市の出身で、その数は180名程度で、売上高約40億円の中小企業であった。93年に世界初の高光度青色LEDの開発に成功し、続いて95年に世界初の高光度緑色LEDの開発、青紫色窒化物レーザーダイオードの室温パルス発振に成功している。さらに96年に白色LEDの開発に成功した後は、一気に大企業へと急成長していった。青色LED、緑色LEDで日経優秀製品・サービス賞(日本経済新聞社主催)の最優秀賞をそれぞれ95年、96年に受賞し、「白色LEDの発明と実用化」で第20回櫻井健二郎氏記念賞((財)光産業技術振興協会主催)を04年に受賞している。

日亜化学工業は、中村修二氏が入社した時点と比較して、売上高で約70倍、従業員数で約40倍にまで急激な成長を遂げるようになった。この急成長は、上でみたように蛍光体メーカーから光半導体メーカーへの転換によってもたらされたものであり、その背景には、第二創業ともいえる新分野進出を常に意識した、小川信雄氏の研究開発重視の姿勢があった。実際、蛍光体への進出も、出征した小川信雄氏がガダルカナ

ルで占領軍の部屋で青い光を放っていた蛍光灯に感動したことがきっかけとなっている。

小川信雄氏は、“Let's study, think hard and work hard, and make the world's best products!”をスローガンとし、中村修二氏に対し「光明一途」、すなわち半導体と発光ダイオードの開発を指示するだけで、研究開発の具体的な内容については任せる姿勢を堅持した。中小企業において経営者は、すぐに役に立つ研究開発にしか目を向けず、思い付きで研究開発に口を出す傾向があるなか、長期的視点に立ち、忍耐強く研究開発を推し進めようとした。これに呼応するかのように、傑出した能力の持ち主である中村修二氏は粘り強く研究に取り組み、窒化ガリウム系材料を用いて青色LED等を開発し、登録特許数128件に及ぶ成果をもたらすことになった。

## 2. LED バレイ構想の推進

徳島県は2005年に、21世紀の光源であるLEDを利用する光(照明)産業の集積を目指し、LEDバレイ構想を策定した。06年にLEDバレイ構想推進協議会を設置し、会長に飯泉知事、副会長に日亜化学工業副社長、徳島大学学長が就き、産業界、大学、行政等が緊密に連携してLEDバレイ構想を推進する体制を整えた<sup>iii</sup>。

徳島には青色、白色LEDの商品化を世界で初めて行い、圧倒的なシェアを占めている世界最大のLEDメーカーである日亜化学工業が存在すること、国立大学として初めての光応用工学科を設置し、光工学の教育・研究を体系的に行っている徳島大学があることなどが、LEDバレイ構想の背景となっていた<sup>iv</sup>。先進的なLED関連研究開発地域へと発展し、川上から川下までの光(照明)関連企業の集積地となることを、10年先(2015年)の目指すべき姿として掲げた。これを実現するため、構想推進機能、地域ブランド化機能、産業振興機能、インフラ整備機能の4つの機能の整備が計画された。すなわち、

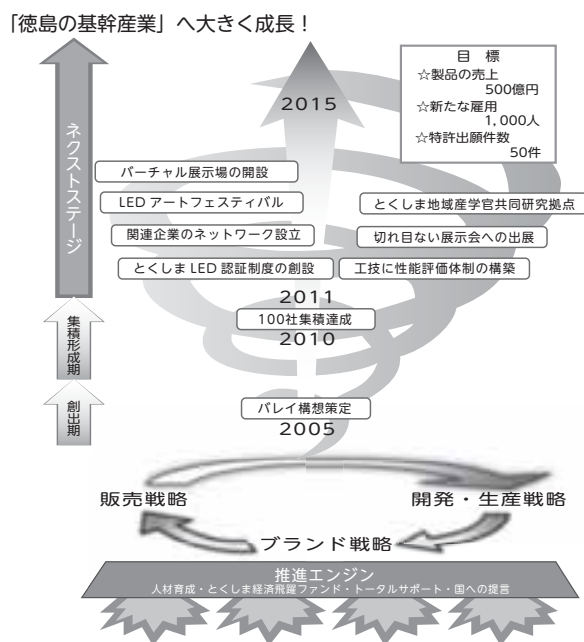
地域が一体となった推進体制づくり、「LED と言えば徳島」というブランドイメージづくりを行う一方、企業ニーズに応じたインフラ整備を推進するとともに、研究開発、製品化支援、人材育成、企業誘致などを積極的に行うというものであった。

07年に LED バレイ構想行動計画を策定し、キャッチフレーズ「LED 王国・徳島 ～光がつなぐ人と未来へ～」のもと、10年度までの4年間に、地域が一体となって実施する各種取り組みを10の提言にまとめた。上記4つの機能の整備に対応する形で、10の提言の各事業が具体的にロードマップに示され、実施に移されていった。その結果、10年度末までに LED 関連企業100社集積という数値目標を半年前倒しで達成した。

11年には、14年度までの4年間の第二期計画となるネクストステージ行動計画を策定し、

LED 関連製品売上高（年）、LED 関連雇用者数（累計）、特許出願件数（累計）に強気な14年度数値目標（日亜化学工業を除く）を設定した。LED 関連製品売上高を10年度実績の52.7億円から500億円に、LED 関連雇用者数を10年度実績の326人から1000人に、特許出願件数を50件（10年度実績数値不明）にする目標を設定した。ネクストステージ行動計画では、第一期計画の地域ブランド化事業、産業振興事業を継承するとともに、企業アンケート調査（10年実施）において、LED 関連事業に取り組む上で最も大きな課題に挙げられていた販路拡大に対処するため、販売戦略となる事業を展開することになった。図2に示すように、開発・生産戦略、ブランド戦略、販売戦略として位置づけられる事業（表1）を循環させながらスパイラルアップを図り、LED 産業クラスターの形成を促進し、徳島の基幹産業へと LED 産業が大きく成長するこ

図2 ネクストステージ行動計画の推進



(出所)『徳島県 LED バレイ構想ネクストステージ行動計画』徳島県 LED バレイ構想推進協議会、2011 年 7 月による。



表1 開発・生産、ブランド、販売戦略に対応した事業内容

開発・生産戦略	技術支援	LED 応用製品性能評価体制の整備、工業技術センターとの共同研究、とくしま地域産学官共同研究拠点の活用
	先端研究	研究シーズの企業への移転（とくしま地域産学官共同研究拠点）、LED ライフイノベーション（徳島大学）
	技術優位性・オンリーワン LED の創出	LED 関連企業の組織化の推進、LED 新分野進出研究、LED 専門技術・デザインの研究等
	ものづくり企業の成長分野への参入支援	LED 関連製品商品化の促進、農商工連携の推進（光の作用についての研究）
ブランド戦略	とくしま LED 認証制度の創設	徳島発の安全安心な製品として、認証による「とくしまブランド」の確立
	LED 応用製品における知的創造サイクルの確立	創造（新技術開発）、保護（権利化）、活用（ライセンス契約）のサイクル
	情報発信	ニュースレターの発行、ホームページでの最新情報発信等
	光の話題づくり	光の八十八カ所、LED アートフェスティバル、LED 総合フォーラム等
	LED 都市づくり	徳島生まれの多機能防災システム、LED 歩行者用信号灯器等の普及
	LED に興味を持ってもらうための取組	LED 出前授業、LED 工作教室、LED アイデアコンテスト等
販売戦略	販売力スキルアップ	提案型営業への進化等
	LED 応用製品の展示	常設展示場の設置検討、バーチャル展示場開設
	公共による調達	県庁テストベッド、お試し発注等
	展示会・見本市への出展支援	徳島ビジネスチャレンジメッセ、エコプロダクツ、LED ジャパン等
	海外展開	ライティング台湾への出展等

（出所）『徳島県 LED バレイ構想ネクストステージ行動計画』徳島県 LED バレイ構想推進協議会、2011年7月による。

とを目指した。同時に、とくしま経済飛躍ファンド、LED 関連企業トータルサポート、人材育成などの事業を、3つの戦略分野の事業のための推進エンジンとして位置づけた。

このような LED バレイ構想を強力にリードしているのが、総務省出身で徳島県商工労働部長、県民環境部長を歴任し、03年に知事に初当

選した飯泉嘉門氏である。飯泉知事は07年の再選に向けてのマニフェストの中で、基本理念「オンリーワン徳島」の実現に向け、7つの基本目標を掲げた。そのうちの 하나가「経済飛躍とくしま」の実現であり、「時代を先取るとくしま産業」の育成を目指し、LED バレイ構想の推進をその目玉とした。LED バレイ構想の実現に

向けた目標として、「LED バレイ推進ファンドを創設し、08年までに基金20億円を造成する」、「LED 関連企業の集積について05年の10社から10年には10倍増にする」、「LED 式信号機の割合についても05年の17%から10年には倍増にする」、という大胆な数値目標を示した。さらに、11年の3選に向けてのマニフェストの中では、「いけるよ！徳島」を合言葉に、7つの基本目標の一つとして「経済・新成長とくしま」の実現を掲げ、21世紀型「ものづくり立県」を目指し、LED バレイ・ネクストステージ構想を打ち出した。LED 関連企業100社集積の相乗効果が発揮できるように、全国トップクラスのLED 応用製品性能評価体制、LED 応用製品認証制度の創設を12年までに整備するという、新たな目標を設定した<sup>v</sup>。

### 3. LED トータルサポート拠点である工業技術センターの取り組み

徳島県立工業技術センターでは、県産LED製品の市場競争力強化に向け、LEDに関するトータルサポート機能を有するLEDサポートセンターを2013年4月に設置している。同センターはネクストステージ行動計画においてトータルサポート拠点として位置付けられていたが、下記に示すような性能評価装置の急ピッチの整備に伴い、その機能を内外にアピールするためLEDサポートセンターの設置に至った。LEDサポートセンターではLEDに関する試験研究、LED関連企業への技術支援、LED製品の性能評価、LED製品の販路拡大等を業務内容としている<sup>vi</sup>。

LED製品の性能評価については、ワンストップ化を目指して評価体制の整備が進められ、11年度に光学性能評価装置である全光束測定装置（光の明るさを測定）、配光測定装置（光の拡がり測定）を導入している。前者は国内公設試最大級、後者は西日本唯一の装置であり、西日本最大級の光学性能評価装置の導入として全国

的に注目を集めた。12年度の利用実績は全光束測定装置75件、配光測定装置28件（うち県外企業が合わせて42件）であった。12年度には安全性能評価装置であるラージループアンテナ（空中放出される妨害ノイズを測定）、高調波フリッカ測定システム（電源線に発生する妨害ノイズや電源電圧変動を測定）、環境性能評価装置であるサージ試験システム（異常高電圧を受けた場合の信頼性を検査）を導入している。その結果、13年4月時点で、光学性能評価装置3台、安全性能評価装置9台、環境性能評価装置6台を備えるに至っている。さらに、ネクストステージ行動計画では14年度までに全ての性能評価装置の整備を進める予定であったが、1年前倒しで13年度中に安全・環境性能評価装置を5台導入することになっている。また同時に、11年度に導入した光学性能評価装置を活用し、国際規格ISO17025に基づくLED測光試験事業所認定の取得を目指している。実現の際には公設試で全国初となるとともに、国際的に通用する成績書（LED製品の性能評価）の発行が可能になることから、県産LED製品の競争力アップにつながるものと期待されている。

一方、LED関連企業への技術支援のため、LED応用製品プロジェクトチームを06年度より組織化している。各専門担当分野からLED関連分野研究者をチームメンバーとして選出し、電子技術担当課長を総括に、電子技術担当主任研究員をチーム長に充てている。なお、電子技術担当の研究員6名のうち、3名がLED研究者として配属されている。単なる技術相談に止まらず、一歩踏み込んだ支援のため、LED関連製品商品化促進事業（旧事業名も含む）を05年度より実施している。LED応用製品の開発課題を公募し、開発課題提案者と工業技術センターの研究員が共同で研究開発・試作を行っている。実に累計で55件を数え、12年度までに14件が商品化された。11年度は新規課題4件、継続課題4件、12年度は新規課題3件、継続課題2件を実施した<sup>vii</sup>。

LEDに関する試験研究についてみると、工業技術センターには特別研究、共同研究、経常研究、受託研究があり、特別研究は国や科学技術振興機構等によって採択された提案公募型研究、経常研究は同センターの単独研究、受託研究は同センターが企業からの受託により行う研究である。また、共同研究は産学官が連携し、国等の提案公募型研究への採択に向けた予備的研究を行うもので、技術シーズ創出調査事業と呼ばれている。LED関連の研究実績をみると、11年度に共同研究1件、経常研究4件（うち継続2件）、12年度に特別研究1件、共同研究1件、経常研究4件（うち継続4件）、受託研究3件（11年度件数不明）であった。なお、同センターには、産学官共同研究のための製造業向け貸研究室9室を備える産業技術共同研究センターが整備され、13年7月時点で3社のLED関連企業が入居している。

LED製品の販路拡大については、11年度にLED製品常設展示場を工業技術センター1階のテクノプラザに設けている。展示第1弾として、徳島市に事業所を置く建築設備機器販売の宮地電機（株）（高知市）が停電時でも2晩点灯する防災ライト、商品の色を鮮やかに見せるスポット照明など、LED照明器具約20点を出展した。13年時点において常設展示場には、9社がLED製品を出展し、4社がLED関連製品商品化促進事業等の試作品を出展している。また、同センターよりも2カ月前に、同様の展示場を東京・新宿パークタワーのリビングデザインセンター OZONE（住まい・インテリア・デザインのソリューションセンター）に設置している。これは（公財）とくしま産業振興機構の事業として実施され、製品の説明や企業の紹介を行うスタッフを常駐させている（JR新宿駅西口より無料送迎バス運行）。13年1月にリニューアルを行い、LEDを核とした県産業の総合的なPR拠点として展示内容や情報の充実を図っている。建築士、デザイナー、県外企業などから関心を集め、13年5月時点で開設以来10015人の来場

があった。

工業技術センターでは他に、三洋電機（株）（守口市）のリチウムイオン電池の生産拠点が立地していることから、08年に県が産学官連携による次世代エネルギー活用促進研究会を設置したことにより、官としてこれに参加した。三洋電機の全面的な協力のもと、徳島大学を拠点にして太陽電池パネル、リチウムイオン電池蓄電システム、LED照明、LEDディスプレイを組み合わせた多機能防災システム実証モデルを製作し、11年度に県内3カ所の施設に設置した。通常時には各種情報表示・夜間照明等、災害時には災害情報表示・非常用電源等に使用できる装置であった。同センターでは実証モデルをもとに、12年度にDC／DCコンバーターや太陽光パネルに改良を加えた実用化加速モデルを開発している。また、四国コカ・コーラボトリング（株）によるメッセージ内蔵型・災害時救援型自動販売機と実用化加速モデルを接続し、発災等による停電時における自動販売機の利用を可能にしている<sup>viii</sup>。

#### 4. LEDバレイ推進ファンド事業を担う、とくしま産業振興機構

ネクストステージ行動計画において、推進エンジンとして（公財）とくしま産業振興機構が運営する、とくしま経済飛躍ファンドの活用が挙げられている。このファンドは総額125億円の支援ファンドで、県内事業者による新商品・技術開発や販路開拓等を資金面で支援することを目的としている。その内訳は、LEDバレイ推進枠40億円<sup>ix</sup>、地域資源活用枠60億円、農商工連携枠25億円となっている。LEDバレイ推進枠は、LEDバレイ構想の実現に向け、行動計画に盛り込まれた各種事業に対して助成を行うもので、LED地域ブランド化事業とLED産業振興事業を行っている。LED地域ブランド化事業は①LED情報受発信の体制づくり、②光の話題づくり、③LEDショールームシティ、④

LED の県民への普及促進等を、LED 産業振興事業は①研究・新市場開拓の充実、②LED 応用製品の生産システム構築、③販売促進、④人材確保・人材育成、⑤インフラの整備等を対象としている<sup>x</sup>。

助成対象者はベンチャー企業、中小企業、中小企業を支援する団体等で、助成期間は1年以内（特に必要な場合は3年以内）となっている。助成率は事業内容により1／2～2／3以内で、助成限度額は1000万円（特に重要な場合は3000万円）となっている。助成率2／3は研究開発に関して適用される一方、中小企業を支援する団体については対象経費全額が助成される（例えば、同機構自体が対象事業を行った場合）。

ファンド運用益約7000万円を活用し、2007年度から12年度までの助成実績は累計件数77件、総額約3億3000万円に上っている。77件には、とくしま産業振興機構10件、徳島LEDアートフェスティバル実行委員会3件が含まれているとともに、同じ事業名、同じ事業主体による前年からの助成継続分11件が含まれている。したがって、それらを差し引いた53件が採択を受けた民間企業の件数である。また、その殆ど全てが研究開発に関するものであり、LED産業振興事業の①研究・新市場開拓の充実に相当するものとなっている。12年度までの6年間の年平均で、民間企業に対し9件の助成を行っており、資金面で積極的な研究開発支援を実施してきたことを示している。

助成対象経費には委託費が含まれているため、LED関連技術を活用した製品開発を目指す、他業種からの参入者にとって、工業技術センターに受託研究を委託することができる利点がある。また、年2回の募集のため開発スケジュールに合わせて使えること、応用製品を対象としているため参入しやすいことから、とくしま産業振興機構では積極的に地元企業を回り、この助成事業の利用を勧めている<sup>xi</sup>。その結果、12年度終了時点において、過去2年度分の10年度、11年度の助成事業のうち、6件が製品化に成功し

ており、順調に成果を挙げている<sup>xii</sup>。

一方、開発・生産戦略に関する事業として、とくしま産業振興機構はLED専門技術セミナー、LED技術交流セミナー等を開催している。LED関連のビジネスチャンスの拡大、競争力強化、技術的課題の解決を目的に、11年度7回、12年度11回開催した。また、販売戦略に関する事業として、県内LED関連企業の優れた製品等を国内外に発信するため、展示会への出展料を全額補助している。次に示すように、大規模展示会へ切れ目なく出展することを目指した。11年度は、エコプロダクツ10社、徳島ビジネスチャレンジメッセ21社、LEDジャパン5社、ジャパンショップ7社・1研究会、次世代照明技術展3社・1研究会の出展支援を行った。12年度は、エコプロダクツ10社、徳島ビジネスチャレンジメッセ12社、ジャパンショップ7社、ライティング台湾6社を出展支援した。さらに、ブランド戦略に関する事業として、県内LED関連企業の技術力やLED王国・徳島の認知度の向上を図るため、メディア・企業等を対象としてLED王国・徳島ニューズレターを発行している。また、徳島ビジネスフォーラム in 東京を、LED王国・徳島のブランドイメージ構築や、LED製品のPRと販路拡大を目的に開催している。

## 5. 県による公共調達と企業誘致、及び光の話題づくり

### (1) 県による公共調達

県では、2009年度よりLED照明や太陽光発電などを県庁舎に積極的に取り入れ、「環境配慮型（創エネ・蓄エネ・省エネ）モデル」を目指し、環境に優しく災害に強い都市づくりを推進してきた。また同時に、県庁テストベッドとして、新製品の実証実験の場を提供し、その整備が11年度に一応の完了を迎えた（表2）。具体的には、職員駐輪場の屋根に設置した太陽光パネルで発電した電力をリチウムイオン電池に



表2 環境配慮型（創エネ・蓄エネ・省エネ）モデルの導入製品一覧

	環境配慮型製品、場所		数量	仕様、メーカー
創エネ	太陽光パネル（駐輪場 2 ヲ所）		76枚	210W×12枚、192W×64枚（三洋電機（株））
蓄エネ	リチウムイオン電池（駐輪場 1 ヲ所）		4 基	1.6 k W h（三洋電機（株））
省エネ	LED照明	街路灯（本庁舎・議会棟の外）	99基	25W（藤崎電機（株））、10W（（株）シナジーテック）、8 W（サン電子工業（株））
		ダウンライト（本庁舎・議会棟）	238基	11.5W（東西電工（株））、7 W（日本フネン（株））
		ライン照明（本庁舎）	64基	19W（サン電子工業（株））
		駐輪場用照明（駐輪場 3 ヲ所）	40基	8 W（サン電子工業（株））

（注）県内企業5社の概要については表4を参照。

（出所）『LED王国・徳島ニュースレター』徳島県LEDバレイ構想推進協議会、2011年9月（No.6）、LEDバレイ徳島Webページ（2013年4月アクセス）より作成。

蓄え、夜間に駐輪場照明と30基のLED街路灯に電力を供給するソーラー駐輪場システムを導入した。このソーラー駐輪場システムは09年度に、日本最大級の環境総合展示会であるエコプロダクツにおいてエコプロダクツ大賞を受賞した。また、本庁舎前の駐輪場の屋根に設置した太陽光パネルからの電力を県庁舎主電源へ直接供給する一方、庁舎内の白熱球や蛍光灯、敷地内の街路灯等を県内企業5社が開発したLED照明8製品に交換（全441基LED化）した。その結果、創エネ効果（発電量）約1万6513kWh／年、省エネ効果（電力削減）約1／10、CO<sub>2</sub>削減効果約50t／年を達成している xiii。

さらに、県はLED式信号機の積極的導入を推進するとともに、あわ産LED道路照明灯モデル事業を展開している。LED式信号機については、94年に全国に先駆けて設置を行い、車両用信号機の整備率では全国トップクラスとなっている。また、県内企業の日本フネン（株）、工業技術センター、県警察本部が共同開発した歩行者信号機用LED電球を活用し、歩行者用

信号機のLED化を進めている。この電球への交換によって、視認性向上・省エネ効果のみならず、十分に使用可能な信号機本体を廃棄することなく有効利用することが可能となった。歩行者信号機用LED電球は10年度に、地球温暖化防止活動環境大臣表彰の技術開発・製品化部門賞を受賞している。これに対し、あわ産LED道路照明灯モデル事業は、省電力・長寿命のLEDによる維持管理コストの低減や安全で円滑な通行確保を目的として実施された。県内企業の東西電工（株）のLED道路照明灯、同じく藤崎電機（株）のLEDトンネル照明灯（西日本高速道路エンジニアリング四国（株）との共同開発）を用い、将来の本格的な導入に向けた実証実験を行っている。

一方、県ではブランド戦略として、とくしまオンリーワンLED製品認証制度を12年にスタートさせた。これは、県内産LED応用製品の市場優位性を高めていくため、県内LED関連企業が開発・生産した優れたLED応用製品を「とくしまブランド」として認証し、国内外に



積極的に発信するものである。工業技術センターに導入した光学性能評価装置を用いて省エネ性能評価等を行い、独自性、市場性、信頼性の観点から審査し、県産LED素子を使用した製品を認証する。認証後は、認証マーク、商標(LED王国<sup>®</sup>、LEDバレイ徳島<sup>®</sup>)の使用権の付与、展示会、ホームページでのPRといった支援が受けられる。12年度の第1回認証製品は7社の38製品であった。

県はこの認証制度とリンクする形で、07年度から実施しているLEDお試し発注制度の内容を見直し、LED応用製品普及加速化事業(予算1000万円)を新たに設けている。認証制度との相乗効果による、優れたLED応用製品の更なる普及を目的として、認証制度の登録製品であり、事業者認定<sup>xiv</sup>を受けた企業のLED応用製品であることを条件に県が率先購入するものである。従来は購入限度額が160万円であったが、限度額を超えた製品の購入を可能にし、中小企業のみならず、一定の要件を満たす大企業についても対象に加えている。県内LED関連企業の販路拡大、新商品開発の加速化と、LED関連産業の更なる集積を狙いとしている。

## (2) 県による企業誘致

県では全国トップクラスの企業立地補助制度を設け、LED関連企業の誘致のため、LED関連産業立地促進事業、雇用奨励事業、ベンチャー企業等事業化促進事業を用意している。LED関連産業立地促進事業は、LED関連産業に属する企業に対し、新規地元雇用者5人以上でかつ投下固定資本額1億円以上の場合に、投下固定資本額の5～20%を補助(最大限度額15億円)するものである。また、特に必要と認められる場合には土地・建物・機械設備のリース経費についても50%の補助(年限度額2000万円、最長5年)が受けられる。雇用奨励事業は、新規地元雇用者一人につき70万円を補助するもので、限度額は6000万円となっている。ベンチャー企業等事業化促進事業は、LED関連産業を直接

的ターゲットとしてはいないが、徳島大学等県内高等教育機関と共同研究している企業、起業化支援施設の入居企業等による、ベンチャー工場(事業所)の新增設経費の20%を補助するものである。最大限度額2000万円となっており、土地・建物・機械設備のリース経費についても50%の補助(年限度額2000万円、最長5年)が受けられる。

LEDバレイ構想が打ち出された以降の企業進出をみると(表3)、研究開発拠点については、2006年にヒビノ(株)がLEDディスプレイ・システムの研究開発のため、ヒビノ徳島R&Dセンターを工業技術センター内の産業技術共同研究センターに設けている。構想に基づく企業誘致第1号で、徳島大学との共同研究活動等を通じてLEDバレイ構想に関心を持ったことが契機となった。09年には高槻電器工業(株)が徳島事務所を開所し、軽量フレキシブルLEDディスプレイの研究開発を阿南工業高等専門学校内の阿南市インキュベーションセンターにおいて行っている<sup>xv</sup>。12年には(株)タカトリが硬脆性素材用マルチワイヤーソーの研究開発のため、工業技術センター内の産業技術共同研究センターに徳島研究所を設けている<sup>xvi</sup>。

製造拠点については、11年に並木精密宝石(株)が、LED材料の窒化ガリウムを成長させる基板として使われる人工サファイア基板の生産のため、四国工場を新設している。徳島に工場を新設したのは、LEDの世界トップメーカーで同社の第一の顧客である日亜化学工業の本社や主力工場があることによるものである。東日本大震災の発生によるリスク対応策を検討するなか、同社は日亜化学工業に阿南市への立地を勧められた。同じく11年に、メテック北村(株)(現メテック(株))がLEDなど半導体向けのめっき加工のため、徳島工場を操業開始している。徳島への立地の決め手は、県内にLED関連企業が集積し取引企業があること、立地した工業団地の土地がリース契約可能であったこと、立地場所が徳島自動車道のICに隣接し交通至

表3 LED バレイ構想後のLED 関連企業の進出

企業名	資本金、従業員数	事業内容	徳島：進出年等	徳島：生産品等
ヒビノ（株） （東京都港区）	約17.2億円 414名	業務用音響機器、映像ディスプレイ等	2006年、ヒビノ 徳島R&Dセンター	LED ディスプレイ・システムの研究開発
高槻電器工業（株） （京都府久御山町）	9800万円 530名	電子部品、オプトデバイスの製造組立等	2009年、徳島事務所	軽量フレキシブルディスプレイの研究開発
並木精密宝石（株） （東京都足立区）	1億円 550名	工業用宝石部品、コアレスモータ・ブラシレスモータ等	2011年、四国工場	サファイア基板の製造
メテック北村（株） （京都市）	9700万円 120名	電子機器部品等の機能金属表面処理	2011年、徳島工場	LED など半導体向けのめっき
（株）タカトリ （檀原市）	約9億6000万円 220名	半導体・液晶関連機器、ワイヤーソーの製造販売等	2012年、徳島研究所	マルチワイヤーソーの研究開発
（株）レーザーシステム （札幌市）	3億3000万円 36名	レーザー加工装置、LED 照明・器具の開発・製造等	2013年、新徳島事業所	LED 部品関連事業、レーザー加工技術の研究開発

（注）各社の Web ページで得られなかった従業員数は東京商工リサーチ企業情報による。

（出所）『LED VALLEY 徳島ニュースレター』徳島県 LED バレイ構想推進協議会、2012年7月（No. 1）、2012年11月（No. 3）、各社 Web ページ（2013年9月アクセス）、徳島県 Web ページ（2013年9月アクセス）、東京商工リサーチ企業情報（日経テレコン2013年11月）により作成。

便であることであった。13年には（株）レーザーシステムがLED 部品関連の装置の生産・研究開発のため、新徳島事業所を設けている。事業所を設けたのは、札幌で開発・製造した製品を本州や徳島の取引先に納入していたのを、事業の効率化を図るため製造部門を徳島に移したことによるものであった。

### （3）市によるLED アートフェスティバルと光の話題づくり

光の話題づくりによるブランド戦略として、徳島市主催の徳島LED アートフェスティバルが2010年よりトリエンナーレ（3年に1度）形式で開催されている。大小138もの河川が流れる水都・徳島市を舞台に、LEDの光とアート

を融合させた、世界に類をみない祭典を行うものである。市内中心部の新町川と助任川に囲まれた通称「ひょうたん島（徳島駅がその中心にある）」周辺の会場において、LED に造詣の深い招待アーティストによる橋や水面を使った大掛かりなLED 照明作品の展示を始め、エンターテインメント性やまちづくりを意識した多彩なイベントが行われている。10年には9日間の開催で約20万人、13年には10日間の開催で約21万人の来場者総数を集めている<sup>xvii</sup>。

光の話題づくりに関しては他に、光の八十八ヶ所めぐり、LED 総合フォーラムの開催を行っている。光の八十八ヶ所めぐりは、県内においてLED を効果的に取り入れた光の名所と呼べる場所やモニュメントを光の八十八ヶ所に

認定し、実際にLEDの特性とその活用を学食、体感してもらうもので、観光名所との相乗効果を狙っている。12年末において51カ所が認定されている。徳島空港の緑地にある、スクリーン部を備えたLED照明装置、空港送迎デッキのLEDアーチと天球儀風LEDイルミネーションはその一例となっている<sup>xvii</sup>。さらに、クリスマスや年末年始等に設置される、LEDを活用したイルミネーションスポットを期間限定版の光の八十八ヶ所に認定し、12年末で42件を数えている。一方、LED総合フォーラムは、徳島大学、とくしま産業振興機構、徳島LEDアートフェスティバル実行委員会的主催で毎年開かれ、LED関連の研究者らによるシンポジウムを中心に、LEDファッションショー、LEDアートフェスティバルに関するパネルディスカッション等が行われている。

## 6. 県内学術機関における LED 研究・人材育成の取り組み

県では、図3に示すように、LEDパレイ構想実現に向けて徳島大学、阿南高専及び工業技術センターと、LED関連企業との産学官連携による新製品の開発、技術革新、人材確保を目指し

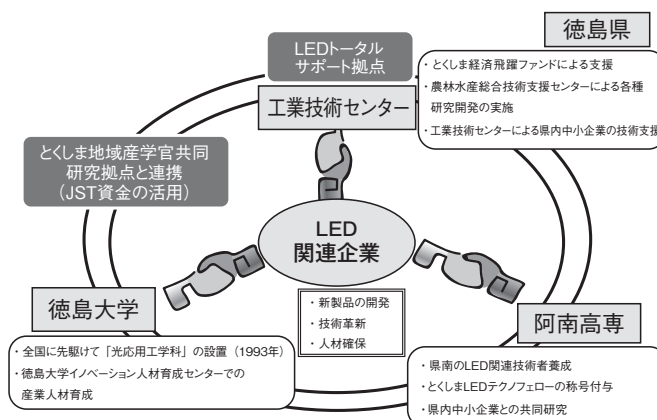
ている。また、(独) 科学技術振興機構 (JST) がLEDテクノロジー、エネルギーテクノロジー分野をターゲットとした、とくしま地域産学官共同研究拠点(2011年に運営開始)を徳島大学、工業技術センターに整備したことにより、LED産業クラスター形成の加速化に期待がかけられている<sup>xix</sup>。

(1) 徳島大学における LED 研究・人材育成の取り組み

徳島大学では、地元の光産業界からの強い要請を受け、1993年に工学部に光応用工学科（定員50名）を設置し、“光”を学科名に冠した国立大学初の学科が誕生した。97年には地上5階建ての光応用工学科棟が完成し、名実ともに独立した学科となった。光応用工学科は光機能材料講座と光情報システム講座で構成され、材料からデバイスそしてシステムまで、光工学に関連した教育・研究を一貫して行い、光工学に対する幅広い知識を有し、創造力に優れた研究者・技術者を育成することを目的としている<sup>xx</sup>。

工学部ではまた、大学法人化後の大学間競争の激化に対応し、戦略的に研究を進めるため、05年度に国際的に評価の高い8研究グループか

図3 LEDバレイ構想における産学官連携



(出所) 図2と同じ。

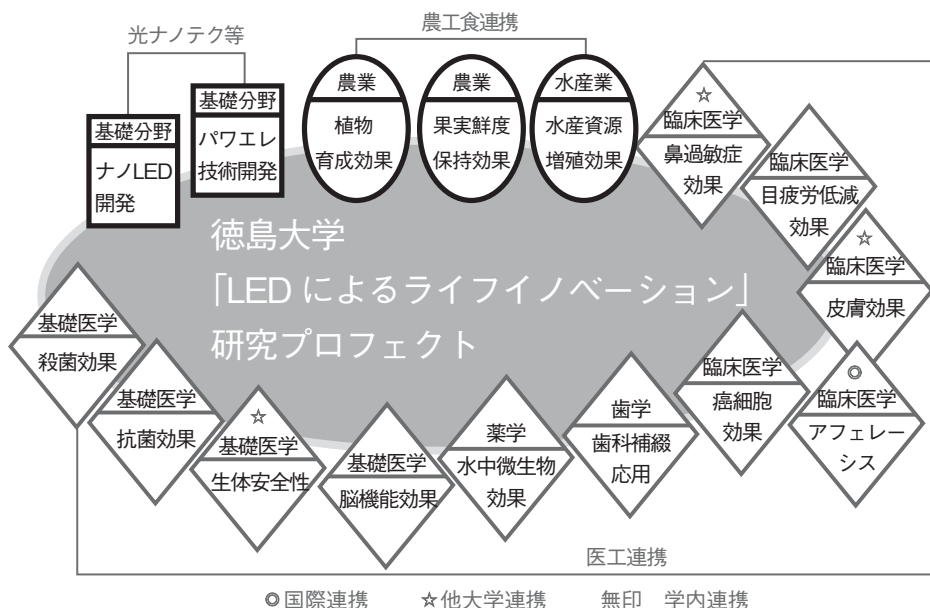
らなるフロンティア研究センターを設置した。10年度に第一期が終了し、08年度から10年度までの3年間で132名の博士後期課程学生の指導、7.8億円に上る競争的資金の獲得等の成果を挙げている。11年度から、国際的に評価の高い光ナノテクノロジー、医工連携、資源循環の3研究部門からなる第二期のフロンティア研究センターをスタートさせている。光ナノテクノロジー研究部門は、ナノ工学・材料工学分野、ナノカーボン物性工学分野、ナノマテリアルテクノロジー分野に分かれ、ナノマテリアルテクノロジー分野は日亜化学工業の寄附講座となっている。

さらに、徳島大学では医工連携、農工食連携イノベーションを重点研究戦略に掲げ、産学官連携研究を推進している。学長直轄の研究戦略本部が10年度に、「LEDによるライフイノベーション」研究プロジェクトを始めとする4つのプロジェクトを革新的特色研究プロジェクトに

指定した。革新的特色研究プロジェクトは、世界的に卓越した特色研究、徳島大学の強みを活かして課題解決ができる特色研究の拠点形成へ向けて戦略的に取り組むものである。「LEDによるライフイノベーション」研究プロジェクトは、日亜化学工業の協力のもと、LED光の生命効果を分子レベルで解明する基礎研究推進とこの効果を応用する基礎技術開発を目的としている。県のLEDバレイ構想に貢献し、将来的にLEDライフ産業の創成に結び付けることを狙いとしている。LED産業は照明分野（SSL、Solid State Lighting）で大きく成長し、グリーンイノベーションを牽引する一つとなったが、次世代LED産業（Post SSL）として、ライフイノベーションを推進するものとして期待されている<sup>xxi</sup>。

「LEDによるライフイノベーション」研究プロジェクトは、13年度より第二期（3年間）に入り、図4に示すように光ナノテク等（基礎分

図4 「LEDによるライフイノベーション」研究プロジェクト



（出所）木内陽介ソシオテクノサイエンス研究部顧問・産学官連携推進部客員教授  
プレゼン資料（2013年7月入手）による。

野) 2 課題、農工食連携 3 課題、医工連携 11 課題の合計 16 課題で構成されている。研究成果の実績をみると、11 年度は論文 7 編、国際学会発表 5 件、特許出願 1 件、12 年度は論文 7 編、国際学会発表 10 件、特許出願 4 件であった。UVA-LED<sup>xxii</sup> 殺菌、UVA-LED 抗菌ではすでに特許取得済みとなっている。また、全国的な展示会にも積極的に出展を行い、12 年度はフォトニクスアカデミックフォーラム (東京ビッグサイト)、赤外・紫外・可視光応用技術展 (パシフィコ横浜)、BioOpt Japan (パシフィコ横浜)、Semicon Japan (幕張メッセ) に出展した。

医工連携の研究課題について、具体的に 3 事例をみると、「UVA-LED を用いた殺菌」では、従来の水銀ランプを用いた UVC 殺菌が DNA を直接損傷させるが、光回復 (太陽光などの光が再び当たると活性化すること) の問題があるのに対し、UVA-LED は DNA を酸化的損傷させるとともに光回復がないことが発見されている。「鼻過敏症の治療」では、ナローバンド UVB-LED がアレルギー性鼻炎の疾患感受性遺伝子に働き、その症状を抑制することが発見されている。「アフエレーシス (血液浄化) 治療」では、癌、自己免疫疾患の治療を視野に、LED 光による細胞制御を目指した次世代アフエレーシスシステムの研究が行われている。

徳島大学では、この研究プロジェクトをさらに発展させ、LED イノベーション研究センター (仮称) を設立し、JST のセンター・オブ・イノベーション (COI) プログラムへの応募を視野に入れている。COI は、大学等が総力を結集し、企業が事業化をリードする、世界と戦える大規模産学連携研究拠点を形成することにより、世界市場にインパクトを与える効果を持続的に創出していくことを目的としている。研究開発費 (設備備品費、研究者招聘にかかる費用等を含む) 等に対して支援が行われ、支援期間は原則 3～9 年、支援規模は 4～8 億円 (テーマ等に応じ柔軟に設定) で、12 拠点程度が予定されている<sup>xxiii</sup>。

一方、とくしま地域産学官共同研究拠点は 09 年に、JST による地域産学官共同研究拠点整備事業における、全国 28 の構想支援地域の一つに採択された。県の戦略的推進 4 分野のうち、LED テクノロジーとエネルギーテクノロジーの 2 分野において、革新的・先進的な技術確立、高度技術者の輩出、企業の技術高度化を目的として、JST によって約 5 億円が投じられ、各種の機器が設置された。LED テクノロジーについては高品質 LED 生産、LED 診断・治療機器、農水産業・食品加工への応用、エネルギーテクノロジーについてはリチウムイオン電池応用、省エネ技術・エコ製品、バイオマスエネルギーが具体的な対象分野となっている。徳島大学の産学官連携プラザ (産学官連携推進部が入居する) に拠点本部を置き、工業技術センターに LED アグリ融合応用分野に関するサテライト拠点を置いて運営されている。

とくしま地域産学官共同研究拠点 (拠点本部) にある装置を用いた研究実績をみると、公開された実績情報は次の通りとなっている。LED テクノロジー分野の共同研究、受託研究は、11 年度にそれぞれ 4 件、7 件、12 年度にそれぞれ 9 件、8 件であった。8～9 割が県内企業との研究で、13 年度は 12 年度より利用が増加するものと予想されている。

## (2) 阿南工業高等専門学校における LED 研究・人材育成の取り組み

阿南工業高等専門学校 (阿南高専) では、文部科学省の 2007 年度の科学技術振興調整費「地域再生人材創出拠点の形成」事業に全国の高専で初めて採択された。「徳島県南の LED 関連技術者養成拠点形成」プログラムとして、07 年度から 11 年度までの 5 年間にわたって実施された。この技術者養成講座は阿南高専と徳島県、阿南市が連携し、地域再生計画に基づき、高度で専門的な LED 技術者を地元から輩出することを目的としていた<sup>xxiv</sup>。

当初の計画では、3 年経過時で 20 名、5 年経



過時で40名を養成目標人数に設定していた。講師陣は阿南高専教員22名に加え、専任教授、助教の2名、非常勤講師約20名で構成し、地域状況・個人レベルに応じたオーダーメイドカリキュラム（LED基礎技術、LED応用技術、材料工学、生産工学）の提供を行った。2年間の養成期間後には、LEDに関する基礎及び応用技術を修得し、LED応用製品の設計・製作を行える技術者となり、LED関連の新規事業を開始する企業、新製品の開発・販売を目指すベンチャー企業等において活躍できる人材の育成を目指した。

その結果、テレビ東京の「日経スペシャル・ガイアの夜明け」を始め、多くのテレビ・新聞で取り上げられ、注目を集める講座となった。講座修了者に対し、とくしまLEDテクノフェローの称号が授与され、その人数が3年間で25名、5年間で52名と、当初計画よりも大幅な増加を達成した<sup>xxv</sup>。また、修了者が製作した作品を徳島ビジネスチャレンジメッセのブースに展示するとともに、LEDテクノフェロー間の情報交換などが可能な場を設けるため、とくしまLEDテクノフェロー交流会を発足させた。修了者の中から、徳島県LEDアイデアコンテスト2008優秀賞（LEDアクアリウムライト）、徳島ニュービジネス支援賞LED産業技術賞（徳島県南地域振興を目的とするLED可視光無線通信機の開発）、同LED研究開発賞（UV-LED歯ブラシ）、第51回徳島県発明工夫展徳島市長賞（役立つ風速降雨予報器）の受賞者が出ている<sup>xxvi</sup>。

11年度までの文部科学省の補助が終了した後も、阿南高専は徳島県、阿南市からの補助金を活用し、LED技術者養成講座を継続・発展させている。修了要件は今までと同じであるが、受講期間を2年から1年に変更するとともに、約4万円の受講料を徴収する（受講料無料であったのを）一方で、募集人数は5名程度と少なめに抑えている。また、12年度から修了生が参加できるアドバンスコースを設け、修了生が作り

たいLED製品に対し開発費を提供し、阿南高専教員、技術職員、企業技術者の協力のもと、1年かけて製作するコースが新設されている。なお、LEDの様々な応用分野への展開に焦点を当てた、とくしま産業振興機構からの委託事業であるLED応用技術セミナーは、養成講座の授業の中に組み込まれる形で実施されている。

一方、阿南高専におけるLED研究についてみると、LEDに直接関係している研究者は13年時点において、電気電子工学科3名を中心に制御情報工学科3名、その他3名の合計9名が配属されている。LED関連の共同研究の実績は、11年度は「空中浮遊型LEDディスプレイの開発」と「各種バイオマスの利活用、LED応用等に関する研究」の2件、12年度は「薄型照明用LED基板の研究開発」と「LED発光波長および発光パターンに対する魚類の誘因・回避行動解析」の2件であった。12年度の後者の1件は他大学との共同研究であるが、残りは順に県内に立地する高槻電器工業（株）、（株）バンブーケミカル研究所、デジタル環境システム（株）との共同研究であった。また、LED関連の受託研究の実績は、阿南市からの委託を電気電子工学科が中心となって受託した、「LEDを用いたオブジェの製作と常設に耐えることができるLED基板の開発」（11年度）、「LEDを活用したまちづくり」（12年度）の各1件であった。そのほか、これまで県内企業とのLED関連の共同研究として、「LED照明設計における最適配置計算」（シルバーメイキング（株））、「音・光・動き」を組み合わせたエンターテインメントシステム」（大隆精機（株）等）、「防虫効果を備えたLED照明の開発」（アース・バイオケミカル（株））等が行われてきた<sup>xxvii</sup>。

上記の高槻電器工業、バンブーケミカル研究所は、阿南市インキュベーションセンターに入居する企業である。この施設は阿南市によって、高専内にある全国初のインキュベーションセンターとして10年に開設され、（株）カボテックを含めて3社が入居している。なお、バンブーケ

ミカル研究所は竹等のバイオマス装置・製品の開発を中心に、小水力発電装置、LED 製品の開発を行っている阿南高専発のベンチャーである<sup>xxviii</sup>。

日亜化学工業の本拠地である阿南市では、「光のまち阿南」をキャッチフレーズに町づくりを進めており、03年に阿南高専と「連携協力に関する協定」を締結した。連携協力推進事業の一つとして、「LEDを活用したまちづくり」専門部会を設け、06年度からLED 基板の開発や応用製品の製作に取り組んでいる。上記の阿南高専への委託研究は、この連携協力推進事業によるものであった<sup>xxix</sup>。

## 7. LED関連産業の集積状況

以上みてきたような取り組みの結果、LED バレイ構想は大きな成果を挙げ、2012年度末において図5に示すように、114社（累計）のLED 関連企業が集積している。新産業戦略課の分類によれば、その内訳は素材・デバイス16社、照明器具17社、サイン・ディスプレイ33社、計測装置3社、新用途25社、その他20社となっている。サイン・ディスプレイ、照明器具関連企業が約44%と半数近くを占めていることが分か

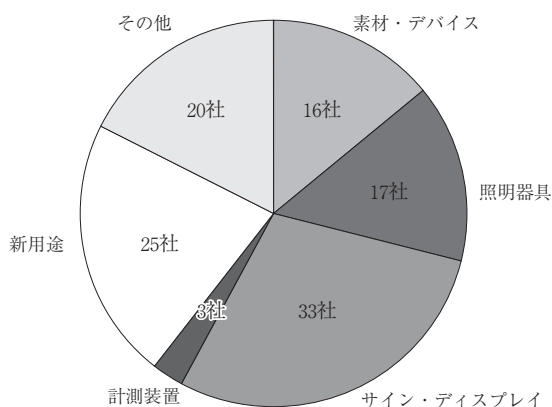
る。LED バレイ構想を策定した時点（05年）と比較すると、LED 関連企業数が10社から約11倍へと急増し、大きな成功を収めている。そこで、この集積状況を新産業戦略課の分類に基づき、すでに触れた表5－3の進出企業を除き、LED 関連産業の分野ごとに具体的にみていくことにする。

### (1) 産学連携ベンチャーと素材・デバイス分野の企業

徳島には日亜化学工業と同様にLED 素子を生産する、ナイトライド・セミコンダクター（株）（鳴門市）が、徳島大学との産学連携により2000年に設立されている。同社は、ベンチャーを支援する（社）徳島ニュービジネス協議会の初代事務局長が社長を引き受け、徳島大学工学部の酒井士郎教授の技術シーズの事業化を目指した大学発ベンチャーである。00年に世界で初めて350nm の高効率UV-LED（紫外線発光ダイオード）の開発に成功し、翌年から波長375nm、370nm、365nm の3 波長の高効率UV-LED を次々と発表し、製造・販売を開始した<sup>xxx</sup>。

しかし、14億円の資金を集めて華々しくスタートしたが、売り上げは伸びず、累積損失を

図5 LED関連企業の集積状況



（出所）『徳島県の新産業戦略について～LED バレイ構想を中心に～』  
徳島県新産業戦略課、2013年7月による。

抱えることになった。一流メーカーから高額な報酬でかき集めた博士号を持つ技術者は、意見の対立から全員退社し、最盛期に30名を超えた従業員も10名に激減している。ただ、逆境をくぐり抜けた生え抜きの技術者による少数精鋭となったこと、及びラインもほとんど自動化されたことにより、効率経営体制を実現している。09年3月期に初めて黒字転換した後は黒字を続け、13年3月期に売上高3.1億円、利益1.2億円を計上した。累積損失を解消するため、13年には資本金を7億9100万円から1億円へと減資を行っている。

ナイトライド・セミコンダクターは、エピタキシャル成長により作製したUV-LED ウエハ、それをプロセス加工したチップ、チップをパッケージ化したランプなどの製造・販売を事業としている。紙幣識別機等のセンサー用光源をメインに、樹脂を硬化させるための化学反应用光源、光触媒との組み合わせによる空気清浄器用の光源<sup>xxxi</sup>としてUV-LEDの生産を行っている。青色LEDよりも波長の短いUV-LEDからの紫外線は、大きなフォトンエネルギーを持ち、他の物質に働きかけて様々な影響をもたらすことができるため、医療分析・検査・治療用光源、金属や果物の外観検査用光源、蛾や蚊の捕虫用光源、照明光源等に応用が期待されている。

10年に、東芝マテリアル(株)(横浜市)と共同で、従来の“疑似白色”とは異なる自然な色合いを出せる次世代の白色LEDを開発した。東芝マテリアルの高性能蛍光体とナイトライド・セミコンダクターが開発したUV-LEDチップを組み合わせで製品化に十分な光量を得ることに成功した。11年には、LEDチップ内部からの発光を妨げる「結晶欠陥」を抑え、発光層で生まれた光が外に出る際の屈折率を改善することにより、従来製品に比べ2倍の出力のあるUV-LEDを開発した。さらに12年に、最も出力が高い従来品の9倍に近い面積のLEDチップ(縦横各1ミリ)を開発し、単位面積当たりの出力が2倍を超えるUV-LEDを開発し

た。13年には、チップをさらに大型化した、縦横が各2.2ミリのLEDチップで、従来品の3倍以上の出力があるUV-LEDの開発に成功した。

ナイトライド・セミコンダクターは、09年に第16回半導体・オブ・ザ・イヤー(半導体産業新聞社主催)においてUV-LED「NS375L-ERLM」で優秀賞を、10年に第5回モノづくり連携大賞(日刊工業新聞社主催)において「産学連携によるUV-LED事業化成功モデル」により、徳島ニュービジネス協議会、徳島大学と共に日刊工業新聞社賞を受賞した。また、11年にJapan Venture Award 2011(中小企業基盤整備機構主催)において創業者の村本宜彦氏がモノづくり特別賞を、同年の第23回中小企業優秀新技術・新製品賞(りそな中小企業振興財団、日刊工業新聞社共催)において「紫外線発光ダイオードによる太陽光に近いRGB方式白色LED」により中小企業庁長官賞を受賞した。さらに、12年に第4回ものづくり日本大賞(経済産業省ほか3省共催)において「紫外線発光ダイオード(UV-LED)の開発および事業化」により経済産業大臣賞を受賞した。若い技術者の試行錯誤により、世界で初めてUV-LEDの製品化・事業化を実現したことが評価された。

最後に、ナイトライド・セミコンダクター以外の素材・デバイス分野の主なLED関連企業について簡単に触れることにする。まず、徳島が発祥の地である大塚製薬のグループ会社である、大塚化学(株)(大阪市)、大塚テクノ(株)(鳴門市)を挙げることができる。両社はそれぞれ、徳島工場(メインの工場)でLEDリフレクター用の樹脂複合材料、鳴門工場で高輝度LED用プラスチックパッケージを生産している。また、新日本理化学(株)(大阪市)が徳島工場でLED封止樹脂用エポキシ硬化剤を生産し、四国化成工業(株)(丸亀市)が徳島工場にLEDチップの劣化を防ぐ樹脂の生産ラインを新設している。化学製品以外では、阿波製紙(株)(徳島市)が紙製放熱フィンの生産を、近藤電子(株)(板野郡藍住町)がLED用プリント基板

の生産を、土佐電子（株）（土佐市）がLEDを使ったバックライト機構の組み立てを行っている<sup>xxxii</sup>。

阿波製紙は、自動車エンジン用濾紙・クラッチ板用摩擦材等を生産する機能紙メーカーで、同社の特殊紙生産技術を活用し、紙製放熱フィンの開発に成功した。照明用ハイパワーLEDの放熱手段に使われる、アルミ放熱フィンに替わるものとして開発を行った。工業技術センターの技術指導のもと、アルミ製の3分の1の重量で同じ放熱効果を持ち、加工性に富む炭素複合材シートの紙製放熱フィンを世界で初めて生産に漕ぎ着けている<sup>xxxiii</sup>。

## (2) 照明器具、サイン・ディスプレイ分野の企業の動向

次に、照明器具、サイン・ディスプレイ分野の主なLED関連企業（表4）についてみていくことにする。とくしまオンリーワンLED製品の認証を取得した企業（6社）、関西広域連合の新商品調達認定制度により製品の認定を受けた企業（5社）を表4にリストアップしている。さらに、ユニークな製品を開発した田中木材工業（株）をこれに追加した。大きく分けて、藤崎電機（株）以下の6社が照明器具分野、残りの3社がサイン・ディスプレイ分野の企業となっている（両者に跨っている企業あり）。なお、

表4 照明器具、サイン・ディスプレイ分野の主な企業

企業名	資本金、従業員数	事業内容	LED関連製品
藤崎電機（株） （阿南市）☆△	3420万円 84名	自動化・省力装置の設計・製作、 風力・太陽光発電設置工事等	トンネル照明灯、ルミネカンバス、 薄型防水LED照明灯等
サン電子工業（株） （板野郡藍住町）☆	1000万円 45名	民生用電子機器の組み立て、基 板実装事業等	大型ベース照明、事務所ベース 照明、構内灯、街路灯、防犯灯
日本フネン（株） （吉野川市）☆△	3億1400万円 282名	ドア製品、窯業製品、環境製品	歩行者信号機用LED電球、 LED玄関灯、LED室名札等
（株）シナジーテック （阿南市）☆	1100万円 10名	照明器具の設計製造、ソフト ウェア開発等	高演色投光器・高天井用照明、 卓上型植物工場
東西電工（株） （海部郡牟岐町）☆△	約9000万円 45名	照明用インバータ、画像処理用 インバータ、照明器具等	屋外道路灯、車両搭載型LED 投光器、高天井用照明灯等
（株）電信 （徳島市）☆	1000万円 35名	携帯電話基地局工事、インター ネット・LAN工事等	ソーラー式LED防災防犯灯
田中木材工業（株） （阿南市）	5000万円 33名	木製内装インテリアドアの製造、 住宅内装関連事業	木目透過型LEDサイン
ヘイワ工業（株） （徳島市）△	1200万円 19名	土木・コンクリート工事、法面 処理工事等	環境配慮型バリケード
富士建設工業（有） （徳島市）△	2000万円 38名	コンクリート二次製品、生コン クリート製造等	LED埋設コンクリート二次製 品

（注）新産業戦略課の分類に従い、上から6社が照明器具分野、下から3社がサイン・ディスプレイ分野となっている。ただし、シナジーテックは新用途分野に分類されていたが、ここでは照明器具分野に入れている。☆印はとくしまオンリーワンLED製品の認証を取得した企業を示し、△は関西広域連合の新商品調達認定制度により製品の認定を受けた企業を示している。各社のWebページで得られなかった資本金、従業員数は東京商工リサーチ企業情報による。

（出所）『企業情報とくしま』（公財）とくしま産業振興機構、No. 360（2013年7月）、『徳島県内のLED関連企業』同左、2011年2月、各社Webページ（2013年10月アクセス）、東京商工リサーチ企業情報（日経テレコン2013年11月）による。



新商品調達認定制度は、認定製品を関西広域連合 6 府県の機関で入札によらず、随意契約での購入を可能にするものである<sup>xxxiv</sup>。

LEDバレイ構想の推進により、県内中小企業が一般照明器具から特殊照明器具に至るまで幅広い製品の開発に一斉に乗り出した様子を見ることができる。中でも、サン電子工業はとくしまオンリーワン LED 製品の認証を24製品において取得しており、照明器具分野のリーディング企業となっている。出力の小さい防犯灯から、1 キロワットの水銀灯と同じ明るさの大型 LED 照明までの製品ラインアップを揃えており、京都嵐山の渡月橋、平安神宮の応手門・大鳥居の照明にも使われている。同社はビデオデッキ用プリント基板の組み立て、液晶テレビバックライト用インバータの受注がなくなったことで、2008年に LED 照明灯に参入する決意をした。県の LED お試し発注制度による学校向け実績、大型展示会への出展支援による認知度向上が、販路開拓の大きな助けとなったとのことである。一般照明分野における大手メーカーとの価格競争の激化のため、レンズや放熱板といった部品・部材の海外調達を進める一方、街路灯を手始めに18年には輸出比率 2 割を目指している<sup>xxxv</sup>。

サイン・ディスプレイ分野をみると、藤崎電機（株）のルミネカンバスは、LED をカンバス（特殊ボード上）のどこにさしても点灯でき、絵や文字が自由に描けるものである。様々なサイズのサイン・ディスプレイ、さらには街を彩るイルミネーションに使える。田中木材工業（株）の木目透過型 LED サインは、極薄のシート状に加工した木の表面に LED で照射した文字を浮かび上がらせる卓上式の木製電子看板である。表示したい文字をパソコンに打ち込み、看板に送信し、文字を流したり点滅表示させたりすることができ、木に文字が現れる意外性が特長となっている。ヘイワ工業（株）の環境配慮型バリケードは、徳島県産の間伐材と LED を組み合わせた組み立て式のバリケードである。

ソーラーパネルで100%充電し、光センサーにより外部環境に合わせて自動的に点滅するため、長時間の使用が可能となっている。富士建設工業（有）の LED 埋設コンクリート二次製品は、交通事故防止や避難場所への誘導灯として、コンクリート二次製品と太陽光発電による LED を一体化させたものである。縁石、歩道、車止めなどに用いられ、内蔵した太陽電池で昼間に蓄電し、その電気で夜間に LED を自動点灯させる仕組みとなっている<sup>xxxvi</sup>。

### (3) 計測装置、新用途分野の企業の動向

計測装置分野の主な LED 関連企業（表 5）をみると、徳真電機工業（株）は、高精度 LED 定電流電源回路と独自技術 LED 照明を組み合わせた自動外観検査機を開発し、主にベアリング等の金属製品のキズ及び異物検査を対象にオーダーメイドで設計・製作を行っている。リーマンショック後に設備投資が低迷するなか、LED バレイ推進ファンドを活用して開発を行った。2016年までに、シイタケ、ナスなどの農産物の外観やサイズ、紙おむつに付着した糸くず、電子部品のキズなどの検査機を開発し、18年には売上高に占める検査機関連の割合を約 2 割から 3 割に引き上げることを目指している。(有) ワイ・システムズは、カナダ出身の研究者が徳島でベンチャー企業として02年に創業した企業である。LED 材料である窒化物系ウエハにコンピュータ制御で光を当て、窒化物の厚さや発光色等の分布などを測定し、不具合品を選別する装置を開発した。11年にマーケティング業務を行う（株）ワイ・システムズ国際を設立し、窒化物半導体の結晶成長をモニタリングし、結晶基板温度、成長速度などを分析できる装置等を開発・販売している<sup>xxxvii</sup>。

新用途分野の主な LED 関連企業（表 5）をみると、アース・バイオケミカル（株）は、フルカラー LED ランプと紫外線蛍光灯が発する特定波長の光で飛翔昆虫を誘引し、粘着シートで捕獲する捕虫器を開発している。衛生



表 5 計測装置、新用途分野の主な企業

企業名	資本金、従業員数	事業内容	LED 関連製品
徳真電機工業（株） （板野郡藍住町）	9600万円 146名	専用機械、自動制御盤、搬送装置の設計製作等	LED 照明を用いた画像処理による外観検査装置
（有）ワイ・システムズ （徳島市）	300万円 11名	LED ウエハ評価・測定装置	LED ウエハのフォトルミネセンスと膜厚のマッピング装置等
アース・バイオケミカル（株） （東京都千代田区）	4000万円 79名	環境衛生用品、ペット用品、ペットフード等	LED 害虫用捕虫器 （徳島本部（徳島市）にのみ工場・研究所）
四国化工機（株） （板野郡北島町）	1億4500万円 698名	充填包装機等の機械事業、包装資材事業、食品事業	紫外線 LED による殺菌システム
日清紡テキスタイル（株）（東京都中央区）	100億円 259名	各種繊維製品の開発・製造・販売	LED を用いた完全人工光・完全水耕栽培によるイチゴ生産

（注）新産業戦略課の分類に基本的に従い、上から 2 社が計測装置分野、下から 3 社が新用途分野となっている。

（出所）前掲『徳島県内の LED 関連企業』、『日本経済新聞』2013 年 1 月 22 日、各社 Web ページ（2013 年 10 月アクセス）による。

管理上、店舗や工場に侵入した飛翔昆虫の捕獲が重要な課題となっており、LED を用いることにより害虫別に好まれる色（波長）に設定できる。四国化工機（株）は、UV-LED を使った殺菌システムを徳島大学、シルバーマイキング（株）（徳島市）と共同で開発している。紫外線の中でも波長の長い UVA-LED を用い、「光回復」現象が起きず、従来の殺菌方法における塩素臭や水銀廃棄物の問題がなく、空気、水、食品等に幅広く利用できるのが特長となっている。日清紡テキスタイル（株）（東京都中央区）は、徳島事業所において完全人工光（LED）・完全水耕栽培によるイチゴの生産を開始している。繊維生産の技術を活かし、吸水性や殺菌効果を高めた繊維素材の培地を採用し、水耕栽培用素材としての実用化を目指している<sup>xxxviii</sup>。

また、（株）シナジーテックが LED 照明を使った小型水耕栽培プラント（植物工場）を開発し、徳島ビジネスチャレンジメッセ 2009 で部門賞を受賞している。その後、とくしま植物工場推進検討会のメンバーになるとともに卓上型水耕栽培プラントを販売し、さらに植物の生育

に適した光の波長について京都大学と共同研究した成果をもとに、卓上型の植物栽培向け LED 照明を開発している。そのほか、地元企業の参入事例として、農業に関しては LED を活用した花苗・果樹苗の生産、ドラゴンフルーツの栽培、完全閉鎖型の野菜工場、漁業に関してはシラスウナギ漁用の水中灯、淡水魚類の誘導装置などがある<sup>xxxix</sup>。

## 8. LED バレイ構想の評価と課題

### （1）LED バレイ構想の成功要因

以上みてきたように、県は LED 産業クラスターの形成に向け、積極的かつ広範な支援策を展開し、LED 関連企業が 114 社にまで達している。急成長する LED 産業をターゲットに据えた、地方圏における産業クラスターの成功例といえるものとなっている。

成功へと導いた要因は、「LED と言えば徳島」、「LED 王国・徳島」のキャッチフレーズのもと、LED に対する関心を高め、LED に産学官のベクトルを合わせる努力を行ってきたことである。

このことが、徳島県 LED バレイ構想推進協議会を中心に産学官連携により、強力に LED バレイ構想を推進する原動力になったといえよう。さらに成功要因として、この産学官連携を個別にみると、官のサイドからは飯泉知事の強いリーダーシップと、新産業戦略課、とくしま産業振興機構、工業技術センターの3者が一体となった、産業クラスター形成に向けての積極的な取り組みを挙げることができる。また産のサイドからは、LED バレイ構想に対する日亜化学工業の全面的支援を挙げることができる。学のサイドからは、このような動きに呼応し、徳島大学が医工連携、農工食連携イノベーションを推進してきたことが挙げられる。

これらに加え、成功要因として見逃せないのは、第1節でみたように、LED が非常に応用範囲の広い製品であり、多数の県内中小企業が LED 関連産業に参入するのに比較的ハードルが低かったことである。中小企業は生き残りをかけ、製品ラインアップの拡大を図るため新製品開発の可能性を探っている。また、下請けから脱却する機会を求めて自社製品の開発を検討している状況にある。そうしないことには、更なる成長を求めることができず、場合によってはじり貧となる。下請けの場合はグローバル競争の波のなか、受注先の大手企業からの仕事が激減する可能性も出てくる。事業のネタを常に求めている中小企業にとって、成長・拡大を続ける LED 関連産業をターゲットとした LED バレイ構想は、タイムリーな産業振興策であったといえる。

そして、工業技術センターにおける LED 応用製品プロジェクトチームの結成と LED 関連製品商品化促進事業による技術支援、とくしま産業振興機構における LED バレイ推進ファンドによる研究開発助成は、中小企業の LED 関連産業への参入のハードルを大きく引き下げることになった。さらに、県による公共調達、製品認証制度、同機構による展示化への出展支援は、中小企業が開発した新製品が優れたもので

あったとしても通常、買い手を見つけるのが難しいなか、製品を開発した後の販路開拓に弾みをつけるものであった。ブランドイメージが確立してなく、買い手にとって信頼度の低い中小企業にとって、販路開拓は難関といえるものであるが、これによって LED 関連産業への参入のハードルが更に低くなった。

これに対し、徳島大学は強力な産学官連携のもと、「LED によるライフイノベーション」研究プロジェクトを推進し、LED ライフ産業という LED の新用途分野を切り開く産業の誕生を目標として掲げた。LED イノベーション研究センター（仮称）を設立し、JST の COI プログラムに応募することも視野に入れている。また、県と徳島大学を中心に産学官が連携して植物工場の普及を目指した、とくしま植物工場推進検討会（2009年設立）における成果をもとに、LED バレイ構想の新たな展開に向け、農工商連携センターを12年度に設立している。イチゴの苗、高麗人参、松茸の植物工場での生産に関する研究を開始し、LED を用いた植物工場システムの事業化を目論むものであった。一方、阿南高専は徳島大学とは対照的に、製品づくりへ向けた実践的技術支援に力を注ぎ、LED 応用製品の設計・製作を行える技術者を養成するとともに、県内企業との LED 応用分野における共同研究を実施した<sup>xi</sup>。

## (2) LED バレイ構想の今後の課題

ところで、日本経済新聞は2012年11月14日付けの記事において、LED バレイ構想に対し、LED 関連企業数が114社という点について一定の評価をする一方で、LED バレイ構想が正念場を迎えていることを指摘している。その理由として、LED 関連の事業が経営の中核となっている企業がサン電子工業、シナジーテックなど一部に止まること、114社のうち廃業や LED 関連事業を縮小・停止した企業が3社、5社出ており、早くも淘汰の兆しが表れ始めていることを挙げている。また、地元企業で事業化が進

んでいるのは企業や自治体向けの照明などのニッチ市場の色彩が強く、大規模な市場創造への道筋がみえていないことを挙げている。

確かにこのような厳しい見方はできるが、県内中小企業が新たにLED関連分野に進出し、短いタイムスパンでそれをメインの事業あるいは専業にするには技術基盤、経営基盤が弱ずぎるところが多いという、地方圏に属する地域の事情を考慮する必要がある。また、LED関連産業が急成長するなか、新規企業の参入増加により、競争は熾烈となっていることから、廃業や事業縮小・停止が多少とも起こりうることは当然といえる。さらに、大規模な市場創造を望むなら、画期的な技術面でのブレイクスルーが必要であり、第二の中村修二氏が現れれば、現在のニッチ市場が大化けする可能性は大いにある。

藤崎電機社長によれば、日亜化学工業の創業者である小川信雄氏は、「世の中になかったモノを作ろう！大いに変わったことに挑戦しなさい。付加価値を上げることが大切。税金はきちんと払いなさい。そうしていれば会社は大きくなる。」<sup>xi</sup>と言われたとのことである。県内中小企業が小川信雄氏の言葉に従い、研究開発に力を注ぎ、他社にないユニークな商品を開発できれば、大きな市場を開拓することができる。そのためには、独自の研究開発を行うことができる体力をつけるとともに、研究開発を担う優秀な人材の採用が必要となる。中村修二氏が入社した頃の日亜化学工業では、蛍光体で稼ぐことができたために半導体・LEDの研究開発をする余裕があった訳であり、徳島大学工学部の教官<sup>xiii</sup>による優れた教育と指導が異能の人材を育て、日亜化学工業に送り込むことができたのである。

上記の日本経済新聞ではまた、正念場を迎えるなか、起爆剤となる可能性があるのは、県による支援策の充実や徳島大学などが持つ技術シーズに着目して県外から進出する中堅・中小企業であるとの見方を示している。その事例として高槻電器工業、タカトリを挙げているが、まだまだ出先機関を設けている程度で小規模で

あること、仮に大きな市場を創造できたとしても、徳島に研究拠点・生産拠点を置き続けるとは限らないということを考慮する必要がある。

そこで、広がりすぎて総花的となっているLED関連ビジネスへの支援を絞り込み、大きな市場の創造が可能な分野にウエイトを置き、メリハリをつけた支援を行うことが求められているといえる。県内の技術シーズを洗い出すとともに、その技術を用いた新規市場の成長見通しを立て、当該市場における企業間競争に関する予測を行い、「選択と集中」を実施する時期に差し掛かっているといえよう。同時に、地方において必要な技術シーズが揃っていることが少ないことを考慮すると、県内において研究開発が不足している部分は隣接する他県に求める姿勢が必要となる。

このような観点からみると、徳島大学の「LEDによるライフイノベーション」研究における技術シーズを活用できる分野が絞り込みの有力な候補として考えられる。具体的に一例を挙げると、徳島は菌床シイタケの生産が全国一位、トマトやイチゴなども有数の産地<sup>xiii</sup>であることから、LEDを用いた植物工場による農産物生産システムは特に有望と考えられる。植物工場は、天候に左右されない、無農薬で栽培できるため、水で洗わずに食べられる、培養液を操作することにより栄養素をコントロールできる<sup>xiv</sup>、といった長所がある。農産物生産システムには使われる部品・材料が数多くあり、多くの県内企業が関与できるというメリットもある。ただ、大手メーカーがすでに続々と参入を始めており<sup>xiv</sup>、その競争に打ち勝つ力を発揮できるかが問われることになる。また、県内に農学部のある大学がないことから、例えば隣県の国立大学農学部との共同研究を推進するといった広域連携が必要となってくる。

※本研究は熊本学園大学附属産業経営研究所の研究助成金（平成25年度）による。

## 【注】

- i LEDの特徴と構造に関しては、『LEDバレイ構想』徳島県、2005年12月、長谷川・釜野・上原『最新LEDの基本と仕組み』秀和システム、2012年8月による。
- ii 以下において日亜化学工業については、日経会社プロフィール（日経テレコン2013年10月）、ジョブナビとくしまWebページ（2013年10月アクセス）、中村修二『考える力、やりぬく力 私の方法』三笠書房、2001年2月、日亜化学工業Webページ（2013年6月アクセス）による。
- iii LEDバレイ構想及び行動計画については、前掲『LEDバレイ構想』、『LEDバレイ構想行動計画』徳島県LEDバレイ構想推進協議会、2010年3月、『徳島県LEDバレイ構想ネクストステージ行動計画』同左、2011年7月、『徳島県の新産業戦略について～LEDバレイ構想を中心に～』徳島県新産業戦略課、2013年7月、LEDバレイ徳島Webページ（2013年4月アクセス）による。
- iv 徳島県はLED出荷金額の56.6%（2011年工業統計）を占めている。
- v 飯泉嘉門『カモン・マニフェスト第二幕』飯泉嘉門後援会、2007年3月、飯泉嘉門『“かもん”マニフェスト～新たな挑戦～』同左、2011年3月、飯泉嘉門Webページ（2013年9月アクセス）による。
- vi 以下において工業技術センターのLED関連の業務については、『技術支援ニュースリーフレット』徳島県立工業技術センター、2013年4月、徳島県立工業技術センターパンフレット（2013年7月入手）、坂東克典『工業技術センターについて』（2013年7月入手）、前掲『徳島県の新産業戦略について～LEDバレイ構想を中心に～』、徳島県新産業戦略課聞き取り調査（2013年7月）、徳島県立工業技術センター聞き取り調査（2013年7月）、『業務報告 平成23年度』徳島県立工業技術センター、2012年6月、『業務報告 平成24年度』徳島県立工業技術センター、2013年6月、徳島県立工業技術センターWebページ（2013年6月アクセス）、『徳島新聞』2002年1月26日、前掲LEDバレイ徳島Webページによる。
- vii LED関連製品商品化促進事業は、05年度から08年度までLED関連製品開発可能性調査事業の名称で実施された。09年度から12年度までにおいて、年平均約4割が継続課題であった。
- viii また、工業技術センターにおいて10年度から県内小中高生を対象に、次世代エネルギーとLEDキット製作等をテーマとしてエコテクキッズツアーを開催し、11年度は16校482名の参加があった。12年度には県内中学生を対象に、ものづくり・LED体験勉強会を開催するなど、県内小中高生に対しLEDに興味を持ってもらうための取り組みを推進している。
- ix 40億円の内訳は中小企業基盤整備機構32億円、徳島県2.5億円、地元金融機関等5.5億円となっている。中小企業基盤整備機構から徳島県に対し、10年間の無利子融資として32億円が貸し付けられ、それがファンド造成に使われるという形で資金提供が行われた。
- x 以下においてとくしま産業振興機構のLED関連の事業については、とくしま経済飛躍ファンドパンフレット（2013年7月入手）、とくしま経済飛躍ファンドLEDバレイ推進枠パンフレット（同左）、とくしま産業振興機構Webページ（2013年6月アクセス）、前掲徳島県立工業技術センター聞き取り調査、前掲『徳島県の新産業戦略について～LEDバレイ構想を中心に～』、とくしま産業振興機構聞き取り調査（2013年7月）による。
- xi 12年度よりトータルサポート事業として、LED関連企業の活動を総合的に支援するコーディネーターを1名配置し、ファンド事業のサポート、市場ニーズの調査、巡回相談等を行っている。
- xii 製品化の成功事例を挙げると、(株)電信（徳島市）はソーラーLED防災防犯灯の開発に対しLEDバレイ推進ファンドの助成を09年度に受けた。とくしま産業振興機構から、製品が太陽光線、温度、湿度、雨などの屋外自然環境変化に耐えられるための技術支援を受ける（ものづくり支援事業）とともに、工業技術センターや基板メーカーからシステムを管理する制御技術について助言を受けたとのことである（『平成23年度 地域中小企業応援ファンド事業化事例集』（独）中小企業基盤整備機構、2012年3月）。
- xiii 以下において県及び市の取り組みについては、『LED王国・徳島ニュースレター』徳島県LEDバレイ構想推進協議会、2011年3月（No.5）、2011年9月（No.6）、『LED VALLEY 徳島ニュースレター』同左、2012年11月（No.3）、徳島県Webページ（2013年9月アクセス）、前掲LEDバレイ徳島Webページ、前掲『徳島県の新産業戦略について～LEDバレイ構想を中心に～』、前掲『徳島県LEDバレイ構想ネクストステージ行動計画』、新産業戦略課資



- 料（2013年7月入手）による。
- xiv 高い新規性など県が定める基準を満たす新商品を開発・生産する企業を、新商品の生産により新たな事業分野の開拓を図る者として認定する。
- xv フレキシブルLEDディスプレイは設置物に合わせて形を変えられ、イベントや店舗で曲面看板として使える。また軽さを活かし、災害や交通の情報を告知するために緊急に設置するモニターにも使える。同じ技術を使い、テープ状の細長い基板上にLEDを一列に並べた製品も開発し、ショーウィンドウの装飾などへの利用を見込んでいる。12年度には阿南高専と、紙幣などの判別に応用可能なLEDを活用した認証技術の共同研究を開始している。
- xvi 以下において進出企業については、『LED王国・徳島ニュースレター』徳島LEDバレイ構想推進協議会、2009年11月（No.1）、『LED VALLEY 徳島ニュースレター』同左、2012年7月（No.1）、2012年11月（No.3）、前掲徳島県Webページ、四国電力Webページ（2013年9月アクセス）、『日本経済新聞』2012年10月23日、11月14日による。
- xvii 以下において光の話題づくりについては、徳島市Webページ（2013年9月アクセス）、前掲LEDバレイ徳島Webページ、『LED王国・徳島ニュースレター』徳島県LEDバレイ構想推進協議会、2010年3月（No.2）、2010年7月（No.3）、2011年2月（No.4）、『LED VALLEY 徳島ニュースレター』同左、2012年11月（No.3）による。なお、第2回目の徳島LEDアートフェスティバルには約1億3900万円が使われ、そのうち約1億円は、市と日亜化学工業が1億円ずつ拠出して設置したLED振興基金から支出されている（『日本経済新聞』2013年5月5日）。
- xviii さらに、クリスマスや年末年始等に設置されるLEDを活用したイルミネーションスポットを、期間限定版の光の八十八ヶ所に認定し、12年末で42件を数えている。
- xix 以下においてとくしま地域産学官共同研究拠点については、『地域産学官共同研究拠点整備事業』（独）科学技術振興機構（2013年7月入手）、とくしま地域産学官共同研究拠点パンフレット（2013年7月入手）、前掲LEDバレイ徳島Webページ、前掲『徳島県LEDバレイ構想ネクストステージ行動計画』による。
- xx 以下において徳島大学については、『徳島大学概要2012』徳島大学、2012年8月、『徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス部フロンティア研究センター』徳島大学、2011年8月、木内陽介ソシオテクノサイエンス研究部顧問・産学官連携推進部客員教授のプレゼン資料（2013年7月入手）、木内陽介教授聞き取り調査（2013年7月）、徳島大学産学官連携推進部聞き取り調査（2013年7月）、徳島大学Webページ（2013年6月アクセス）、前掲『徳島県LEDバレイ構想ネクストステージ行動計画』による。
- xxi 前掲木内陽介教授プレゼン資料によれば、全ての生命は光の影響の下で進化、多様化、多機能化してきたが、LEDの出現により、光生命機能制御が応用可能となった。
- xxii UVA、UVB、UVCは紫外線の種類で、この順に可視光に近い。
- xxiii 文部科学省Webページ（2013年10月アクセス）による。
- xxiv 以下において阿南高専の取り組みについては、『技術の光 あなん高専』阿南工業高等専門学校地域連携・テクノセンター、Vol.18、2013年6月、『阿南高専地域連携・テクノセンター研究報告書』阿南工業高等専門学校地域連携・テクノセンター、2011年12月及び2012年12月、『広報あなん』阿南市、2013年6月、阿南高専資料（2013年7月入手）、阿南高専聞き取り調査（2013年7月）、『LED王国・徳島ニュースレター』徳島県LEDバレイ構想推進協議会、2010年7月（No.3）、阿南高専Webページ（2013年10月アクセス）、前掲『徳島県LEDバレイ構想ネクストステージ行動計画』による。
- xxv なお、6年目の12年度の修了者は2名であった。
- xxvi そのほか、修了生によって教育&環境合同会社、ベンチャー企業Sai Light Japanが設立されている。
- xxvii 徳島県牟岐東漁協とも、LED技術を用いた魚類の行動制御に関する研究を実施した。
- xxviii 『日本経済新聞』2011年1月26日、バンブークミカル研究所Webページ（2013年10月アクセス）による。同社は10年に阿南高専特命教授や地元企業経営者らが出資して設立されている。阿南高専卒業生で企業を退職した技術者らをシニアスペシャリストとして登録し、企業からの技術相談などに応じるコンサルティング業務も開始している。
- xxix 阿南高専では07年に、日亜化学工業の寄附により、地域連携・テクノセンター内に高専では全国初の寄附講座が設けられている。学生、地元企業の技術者に対し、材料工学の基礎及び応用に関する知識・技術を教授するとともに、「ナノ粒子・粉体工学」分野



を中心とした新規機能性材料、革新的製造技術の研究開発を行うことを目的としている。「ナノスペースファクトリー創製とそのメカニズムに関する研究」、「希土類ドーブナノ蛍光体の合成と光物性評価」の2つをテーマに研究が実施され、日亜化学工業との共同研究も行われている。

xxx 以下においてナイトライド・セミコンダクターについては、ナイトライド・セミコンダクター Web ページ (2013年6月アクセス)、『LED 王国・徳島ニュースレター』徳島県 LED バレイ構想推進協議会、2011年3月 (No.5)、『LED VALLEY 徳島ニュースレター』同左、2013年3月 (No.4)、『日本経済新聞』2003年4月8日、2010年2月3日、5月14日、2011年4月21日、2012年2月2日、2013年3月6日、『日刊工業新聞』2010年11月9日、東京商工リサーチ企業情報 (日経テレコン2013年10月)、経済産業省 Web ページ (2013年10月アクセス) による。

xxxi 紫外線を照射することにより、例えば紙幣であれば、紙、インクから反射して帰ってくる光を分析することで、表面の微妙な違いを判別することができる (センサー機能)。金属コーティング、塗料、印刷インク等に使われている紫外線硬化樹脂は、紫外線照射により短時間に効率的に硬化することができる (樹脂硬化機能)。光触媒である二酸化チタンは紫外線を受けることで有機物を酸化還元反応で分解し、殺菌、浄化などの作用をもたらすことができる (化学反応活性化機能)。

xxxii 『日本経済新聞』2012年8月11日、2013年8月6日、『徳島県内の LED 関連企業』(公財) とくしま産業振興機構、2011年2月による。

xxxiii 『LED 王国・徳島ニュースレター』徳島県 LED バレイ構想推進協議会、2010年3月 (No.2)、『LED VALLEY 徳島ニュースレター』同左、2013年3月 (No.4) による。

xxxiv 前掲『徳島県の新産業戦略について～LED バレイ構想を中心に～』による。

xxxv 『日本経済新聞』2012年9月4日、9月25日、12月14日、2013年10月3日、前掲徳島県新産業戦略課聞き取り調査による。

xxxvi 『日本経済新聞』2010年8月3日、2013年4月4日、8月5日、藤崎電機 Web ページ、ヘイワ工業 Web ページ、富士建設工業 Web ページ (共に2013年10月アクセス) による。

xxxvii 『日本経済新聞』2013年9月5日、『LED 王国・

徳島ニュースレター』徳島県 LED バレイ構想推進協議会、2009年11月 (No.1)、2010年7月 (No.3)、2011年3月 (No.5)、『LED VALLEY 徳島ニュースレター』同左、2012年7月 (No.1) による。

xxxviii 前掲『徳島県内の LED 関連企業』、『LED 王国・徳島ニュースレター』徳島県 LED バレイ構想推進協議会、2010年7月 (No.3)、『日本経済新聞』2010年7月23日、2013年1月22日、『日経産業新聞』2010年9月30日、2011年1月19日、『NIKKEI WEEKLY』2013年6月24日による。

xxxix 『日本経済新聞』2010年4月20日、6月24日、2012年7月12日、前掲『徳島県内の LED 関連企業』による。

xl 前掲徳島大学 Web ページ、『徳島新聞』2011年12月30日、県と徳島大学との「教育・研究分野における農工商連携の推進に関する協定」により、農工商連携センターを設置している。

xli 『LED 王国・徳島ニュースレター』徳島県 LED バレイ構想推進協議会、2011年3月 (No.5) による。

xlii 徳島大学工学部の福井満寿夫教授、多田修教授 (前掲『考える力、やりぬく力 私の方法』)。

xliii 『日刊工業新聞』2009年10月30日による。

xliv 『日本経済新聞』2013年1月22日による。

xlv 2013年9月以降の事例を挙げると、シャープがグドバイで、LED を用いた植物工場によるイチゴ生産の実験を開始することを発表している (『日本経済新聞』2013年9月21日)。また、三井不動産が農業ベンチャーのみらい (東京都千代田区) と組み、国内最大級の LED を用いた野菜工場を建設することを発表している (『日本経済新聞』2013年10月28日)。さらに、安川電機は自社の産業用ロボットや制御技術を活用し、レタスなどの植物を栽培する工場向けの生産システムの開発に着手している (『日本経済新聞』2013年10月10日)。