

## 連携による研究開発・実用化の加速

大阪大学大学院工学研究科

ビジネスエンジニアリング専攻 教授 倉敷 哲生

### 1. はじめに

この度は大阪大学工業会誌への寄稿の機会を賜り、厚く御礼申し上げます。これまで大阪大学工業会の活動を通じてご一緒させて頂きました関係各位の皆様方に深く敬意を表させて頂くとともに、今後の工業会のさらなる発展を祈念させて頂きます。

私は、大阪大学名誉教授 座古勝先生に、今に思えば偶然の出会い（ジャンケン）からお導き賜り、1997年4月に助手として採用されてから、大阪大学大学院工学研究科において繊維強化複合材料分野の教育・研究の道に充実した日々を精進させて頂きました。座古先生にお声をかけて頂いていなければ、今頃、自分はようになっていたのか想像が沸きません。先生の温かいお人柄と的確なご指導・ご教授に深く感謝申し上げます。工学研究科では「複合材料工学」「信頼性工学」を軸に、信頼性・安全性評価のための数値解析技術開発、繊維強化複合材料の損傷進展評価実験・数値解析の研究に従事しておりました。

その後、2014年5月からは経済産業省 製造産業局へ退職・出向する機会を賜り、2015年6月までナノテクノロジー・材料戦略室の戦略調整官として、内閣府・文科省とも連携し、我が国の材料関連の技術開発プロジェクトのマネジメントや、産業競争力強化法を核とした事業再編、イノベーション推進のための国家ビジョン策定等に従事させて頂きました。

2015年7月からは製造産業局内に新設された製造産業技術戦略室の立ち上げに従事し、我が国の製造産業全般の分野横断型技術開発を主に担当致しました。NEDO、JST、産総研、内閣府、文科省とも連携し、我が国の製造産業技術先般の技術戦略の策定と、技術開発施策の立案に従事致しました。

2016年10月より現職に戻り、専門分野である「複合材料工学」「信頼性工学」の教育・研究に加えて、今後の大学におけるイノベーション創出加速のための新たな試みとして企業との組織連携による協働研究所の立ち上げや、産学官連携事業の推進に従事しております。

こうした経験の中で痛感した事の一つには、やはりどれだけ卓越したイノベーションの種を研究者側が保有し

ていても、その種を咲かせる土壌・肥料・水やりを整える仕組みが無ければ、大輪の花を咲かせ、次の新たな種を得ることは難しい、という点です。この度の寄稿に際し、こうした観点から「連携による研究開発・実用化の加速」と題して、経産省赴任時に経験した国・産業の動き、さらに阪大帰任後の研究開発・人材育成の展望について述べさせて頂きたいと思っております。

### 2. 我が国の製造産業分野の技術開発動向

人口減少・グローバル競争など、我が国を取り巻く経済社会情勢の中長期的な厳しさが増している中で、イノベーションによる新たな価値創造はこうした状況を打破する原動力の一つとして大きな期待が寄せられています。イノベーションの創出といっても単なる研究開発のみならず、知的財産・標準化戦略、産学連携・人材育成等の環境整備、グローバル化戦略・市場化戦略まで含めた総合的・一体的な産業戦略の上で展開されるべきであり、顧客層や現場関係者等の直接対話を通じて産業の実態を知り、関係各位との密接な連携に基づき展開することが重要であると認識しています。

特に、素材産業に関しては、テクノロジーブッシュ型の素材の開発と、マーケットプル型の出口用途開発をバランス良く組合せ、事業の立案・推進を行うことが重要だと思われます。各産業分野の社会的ニーズを基に、要求される技術と素材候補を階層的に洗い出した出口指向の情報と、シーズ側から素材が有する特性や用途・技術動向等の情報を併用し素材開発の方向性や課題等の明確化を国の方も進めています。

また、素材間競争により切磋琢磨が図られる一方で、需要家目線で素材トータルとしてのベストソリューションを提案するという素材間の「協調的」取組を促進することも素材産業の発展にとって重要です。その例として、昨今のAI、ビッグデータ技術の進展に伴い、材料科学と計算科学を融合した材料設計の活用（マテリアルズインテグレーション）により、素材開発の期間短縮やコスト削減に繋げることが期待されています。今後も素材開発力の強化に向け、連携を基に協調すべき基盤技術の整備

と深化が必要だと考えます。

分野横断的な国内ものづくり基盤の強化を促進するには、現行の我が国の研究開発事業の全体像を俯瞰し、分野の枠を超えて産業分野の中長期的な課題を発掘することが重要と考えます。我が国の研究開発事業の一例として、製造産業技術関連の施策に関する2018年度の各府省の取組を図1に示します。各府省・NEDOの公開情報を基に、製造産業技術を「資源」、「材料開発」、「部材加工（製造プロセス）」、「最終製品」に分け、各々の領域に関わる案件を開発フェーズ（基礎研究、技術開発、実用化・実証）の観点で整理したものです。円グラフの大きさはH30年度予算を示し、各府省の取組を示しています。予算規模10億円以上のプロジェクトを中心に整理しており、我が国の製造産業技術の縮図とも言えます。幾つかの事業には経産省勤務時に私も関与させて頂き、今まさにFlyしようとしています。どの事業も複数年に亘り、一企業では困難な他社との協業が図れる協調要素があります。分野横断技術としてはIoT推進のための横断技術開発等があり、IoT、ビッグデータ、ロボット、AI等のデータを巡る技術革新による大量のデータの取得、分析、実行の循環や、データ活用による新たな技術・製品・サービスの創出に期待が集まっています。いずれも製造産業の新

陳代謝を促し、構造変化に寄与することが期待されます。

### 3. 異分野連携・産学連携による研究開発の推進

2016年10月からは大阪大学にて専門分野である「複合材料工学」「信頼性工学」を軸に、リスクベース工学、数値シミュレーション、マルチスケール解析技術、フューチャー・デザイン等の教育・研究を異分野連携・産学連携により推進しています。2018年度は大学院博士後期課程2名、前期課程18名、学部生2名の計22名の学生と共に研究・教育活動に従事しています。研究内容を図2に示し、その概要を以下に記します。

#### (1) 複雑構造系繊維強化複合材料の機能発現のための数値解析システム開発

航空・車輦分野では、比強度・比剛性に優れる繊維強化複合材料を構造部材として積極的に用途展開を図ることが期待されています。中でも3次元織り構造などの複雑な強化構造を有するテキスタイル複合材料が注目されていますが、繊維束交錯、強化材・母材の特性、含有率など多くの設計因子が存在し力学的特性評価を困難としています。そこで、複雑幾何形状のモデリングとマルチスケール解析手法を創成し、成形性・破壊挙動・振動減

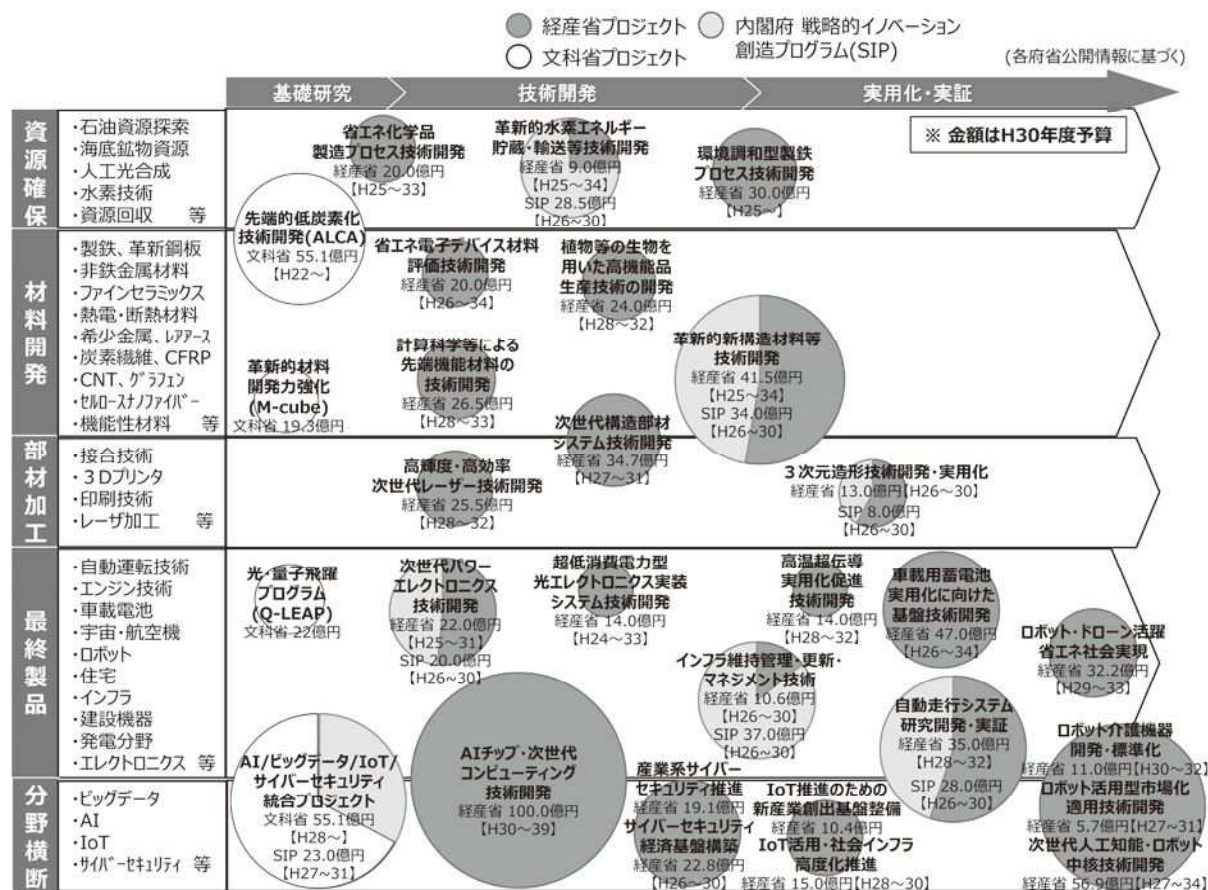


図1 製造産業技術開発施策の俯瞰

衰特性・疲労特性を考慮した構造体設計・評価技術を構築し、試作数の低減・開発期間の短縮を目指しています。筆者が2014年度まで委員長を務めた日本繊維機械学会コンポジテックス研究会を中心に産学連携で取り組み、また、テキスタイル複合材の研究の第一人者であるカトリックルーベン大学（ベルギー）のProf. S.Lomov, Prof. I.Verpoestとの国際交流も図り研究を進めています。

(2) 繊維強化複合材料を用いた骨・インプラント固定具の設計・評価に関する研究

高齢化や生活習慣の変化に伴い骨粗鬆症患者は近年、増加傾向にあり、股関節における疾患も増加しています。これまで患者の骨特性に対応すべく複合材料を用いた人工関節の開発を大阪大学医学系研究科や産学との連携で進め、人工股関節ステム部、カップ部、スクリュー部の力学的特性評価ならびに数値解析による設計手法の構築を医工連携により推進してきました。こうした研究を複合材料製橈骨プレートの開発等に展開しています。

(3) 減災を考慮した災害シミュレーション手法開発に関する研究

東日本大震災の例を踏まえ、油類等の危険物を扱う石

油化学事業所では発災メカニズムと震災に伴う油類流出・火災の発生規模の評価、対策技術の検討が重要となっています。例えば、世界最大規模の油槽を有する石油備蓄基地では、震災等によりタンクの全面火災時におけるふく射熱の隣接タンク近辺への熱影響分布を評価することが要求されています。これらの影響を評価し、大容量泡放射システムによる消火および防災活動計画に資する解析技術の構築を進めてきました。現在、大阪大学では「大阪ベイエリア Natech 防災研究イニシアティブ」が立ち上がり、大阪湾岸地域の大規模な自然災害に起因する産業災害に対する防災・減災の研究が進められています。その中で、筆者らは有害気体拡散におけるウォーターカーテンによる減災効果等や、津波火災を念頭とした水上での油火災の減災に供する油吸着材の効果の評価実験ならびにシミュレーション構築も進めています。

(4) 異種材接着接合・表面改質

その他、樹脂中の繊維のマイクロ流れなど流体挙動のマルチスケール解析や、水素社会に向けた水素貯蔵タンクの設計・信頼性評価、電子デバイス部材の信頼性評価（高機能化、疲労寿命等）の研究も進めています。特に、輸送機器分野では軽量の部素材を適材適所に用いるマル



図2 異分野連携・産学連携による研究開発・実用化の加速

チマテリアル化による最適設計が期待されており、その技術として、リサイクル性を考慮した金属・FRPとの異種材接合の高度化が挙げられます。当研究室では、ナノファイバーを適用し「構造物用接着高強度」に加えて、「解体性」等を併せ持つ新たな傾斜機能型接着接合・表面改質技術の設計の確立を目指し、研究を推進しています。

(5) **フューチャー・デザインによるワークショップ**

東日本大震災では、行政や社会に対しリスクに関する科学的知見の専門知の提供が不十分であった等の課題が文科省により指摘されています。これに対し社会の各層が対話を通じて多様な見方の共有を図るリスクコミュニケーションがその一助となり得ます。そこで、フューチャー・デザインを用いた合意形成手法を構築し、自治体や高校・大学を対象にワークショップを進めています。住民参加型の行政の合意形成を支援するリスクコミュニケーションに繋がればと考えています。

**4. 産業指向型博士人材育成**

各研究分野の原理探求は当然のこと、研究成果の社会実装も見据えて産業界との連携がさらに深まるように、大学院での教育・研究を推進する必要があると考えます。今後10年間で産業界のニーズも変化することを念頭に入れ、常に時代を先読みして知的シーズを発信し、シーズ・ニーズに関心を頂いて頂ける産業界と共に図3に示す産業指向型の博士人材を育成することが重要であり、工学研究科では工学の研究力を軸に、俯瞰力・連携力・実践力を有しソリューションを組立て実践するような博士人材の育成を目指しています。工学研究科が今後推進される産学官共創での教育に関する取組に貢献させて頂きたいと思っています。



図3 産業指向型博士人材の育成

**5. おわりに**

平成元年に大阪大学に入学し、一時、留学や出向等がございましたが、四半世紀以上、大阪大学大学院工学研究科と共に歩ませて頂いております。学生時代に応援団に4年間所属していましたので、どちらかと言えば応援団に入学したという濃い学生生活を過ごしていました。今でもその精神がベースに残っており、自分のことは元より、他人や社会のために貢献させて頂けることを何よりの喜びとする「他自共栄」を座右の銘としております。

また、私はマラソンが好きで、旅行に赴いた際にジョギングをすることが多々あります。数々の観光地まで走り、その展望台から地上の景色を眺めたり、海外の荘厳な教会のステンドグラスや天井を見つめたりする度に、自分一人で出来ることは限られており、如何に自分が小さい人間かということを思い知らされます。人や組織は完全ではないからこそ、それを補い助け合うことができ、「連携」こそが次に進む駆動力の源泉であると思います。今後、様々な局面において人・モノ・情報・組織の連携が進み、これを単なる連携ではなく、「共創」のステージに深化し、その結果が「共栄」に至るよう、これからも教育・研究の道を走り続けたいと思っています。

(生産加工 平成5年卒 7年前期 9年後期)



図4 大阪大学銀杏祭(26年前)にて演舞を披露する著者