

生産原論専門委員会

生産原論専門委員会活動報告*

Activity Report on Principle of Manufacturing Committee

池野順一** 神 雅彦*** 谷口 淳† 林 偉民††
松澤正明††† 永野善己†††† 伊藤昌樹†††† 上坂淳一††††Junichi IKENO, Masahiko JIN, Jun TANIGUCHI, Weimin LIN, Masaaki MATSUZAWA, Yoshimi NAGANO,
Masaki ITO and Junichi UESAKA

Key words principle of manufacturing, philosophy, ethics, engineer, history, human being, high technology

1. は じ め に

1982年、小林昭氏（元埼玉大学教授）がモノづくりに危機感を抱いたことから生産原論が生まれた。当時、日本は大量生産、大量消費の「欲望の資本主義社会」只中にあった。小林昭氏は、モノづくりにPrincipleが必要だとして学問「生産原論」を提唱し、大学教育で実践を開始した。その後、1993年に精密工学会内に当専門委員会の設置が認められ、32年間にわたって多くの技術者・研究者とともに、モノづくりの本質を追求する活動を行ってきた。活動範囲は広く、「生産技術史」「先端生産技術」「生産哲学・倫理」「生産と人間」とさまざまな視点からモノづくりを捉え、相互に交流してきた。次世代の技術者育成に通用する普遍的な価値観を構築できれば幸いである。なお、文部科学省が「技術者倫理」の必要性を認識するはるか以前に、当学会が技術者倫理を包含する生産原論専門委員会を設置したことは特筆すべきであろう。

モノづくりは「真に人間生活の豊かさをもたらすこと」を目的としているが、現代社会には目標達成を困難にしているさまざまな課題が山積している。世界中で大小さまざまな紛争が勃発し、技術が大量殺戮に拍車をかけている。また工業が発展するにつれ、環境への影響も課題となっている。技術者はこれを直視し、根本から考え続けることが求められている。ここでは本専門委員会の活動概要および最近の活動内容について報告する。

2. 委員会の概要

2.1 年間行事

春秋大会で「生産原論 OS (E02)」を主宰し、オープンに議論できる場を設けている。また委員会を構成する4つの部会が年間1回ずつ研究会・見学会を企画開催している。総会時には著名な講師を招いて特別講演会も行っている。そのほか、不定期ながら「互換共催イベント」を行っている。これは当委員会が企画した研究会と、他団体が企画した研究会を相互にオンラインで無料開放するというものである。このように、異なる分野が交流することで、知識や技術が流動し、トランスファ・エンジニアリングを加速させる効果がある。これまで砥粒加工学会や日本學術振興会、レーザ協会などと互換共催し大いに刺激を得ている。

2.2 委員会を構成する4部会の紹介

1) 生産技術史部会：「温故知新」の諺どおり、新技術開発では、技術史を知ることが重要である。どのような社会背景で、どのような先人の知恵がこの技術に込められているのか、さらにこの技術が、その後の社会にどんな影響を及ぼしたのかを知れば、自ずと開発のベクトルが見えてくる。また、個々の古式技術は伝承されていないものも多く、再現実験などしてみると、これまで気づかなかった課題を知ることができる。この課題を先人はどうやって克服したのか思いを馳せれば、技術の本質が見えてくる。もし、その時代に現代の進んだ周辺技術があったならば、廃れてしまった古式技術は、どんな発展を遂げたであろうか。このように技術史を学ぶことで新技術開発のヒントが見えてくる。一方、モノづくりは人の営みであり、技術史も人間史の1つである。理解には技能だけでなく、人文、社会、芸術などさまざまな分野との協力も不可欠である。

2) 生産と人間部会：工学教育や技能伝承、感性、環境問題など、人間とモノづくりの関わりについて広く考える部会である。感性といっても時代によってさまざまに変化する。近年ではモノづくりの現場でビックデータや人工知能を活用しており、膨大な情報から重要な情報を即座に判

*原稿受付 令和7年6月30日

**正 会 員 埼玉大学大学院理工学研究科（埼玉県さいたま市桜区下大久保255）

***正 会 員 日本工業大学基幹工学部機械工学科（埼玉県南埼玉郡宮代町学園台4-1）

†正 会 員 東京理科大学先進工学部電子システム工学科（東京都葛飾区新宿6-3-1）

††正 会 員 群馬大学大学院理工学府（群馬県桐生市天神町1-5-1）

†††正 会 員 （同）KAGAMI（長野県諏訪市大字豊田272番地1）

††††正 会 員 関東職業能力開発大学校（栃木県小山市横倉612-1）

断し活用する感性・能力も求められている。次世代を担う子供たちが豊かな感性をいかに育んでいけるのか考える必要がある。一方、技能伝承においても、人間の気質、思想、直感、感性、経験といった要素をさまざまな角度から捉え、多くの人と議論する必要がある。

3) 先端生産技術部会：これまで不可能とされたことを可能にする先端生産技術の開発について、事例を調査するとともに、ほかの部会の考え方を取り入れた新技術開発のあり方についても検討している。1つの手法として、自然界に学ぶことや、先人の知恵に学ぶこと、異分野の技術に学ぶことを通して、新たな価値観、新たな発想、新たな感性に触れ、新技術の開発を試みている。これは、あらかじめ予測した新技術を形にするための作業ではなく、別世界に飛び込んだ研究者がどんな課題を発見するか楽しむ冒険でもある。セレンディピティーや独創性は、そんな中から生まれると考えている。

4) 生産哲学・倫理部会：モノづくりのはじまりはHow toではなく、生産哲学・倫理である。生活を守る、豊かにする、宇宙地球環境・資源を守る、これには生命権、生活権、環境権、平和維持権が確保されなければならない。では、技術に何ができるのか。社会と乖離しない人間としての常識をもち合わせていることがまずは重要である。生産哲学で何をつくるべきか考え、生産倫理で何をつくらざるべきかを判断する。近年、安全保障、エネルギー問題でモノづくりのあり方が問われている。変わりゆく時代の中で、モノづくりのPrincipleとは何かを常に考え続けることが重要である。また、躍進めざましいメーカーの経営者から直接お話を伺う機会を設けている。技術を通して社会貢献をする哲学・倫理を知る機会となっている。

以上、4部会のほかにも、部会の枠を超えて、会員が共通の技術課題に取り組む同好会活動も行っている。

3. 最近の活動紹介

ここ2年あまりのトピックスについて紹介する。

3.1 生産技術史部会企画研究会

過去には、古代切削工具の再現実験や御神鏡の研磨を取り上げた。中でも御神鏡の研磨では、ある神社から銅鏡製作の話があり、現代の半導体研磨技術と名工の技で製作した銅鏡を納めた。神社関係者は、その高精度に澄んだ鏡に恐れさえ感じ驚嘆したようであった。

「和鐵と日本刀」：古代から近世まで続いた製鉄法である「たたら製鉄」について、その歴史や方法、および科学的解釈に関して聴講および討論した。講師は和銅博物館長 荒川優司氏、日本工業大学教授 内田祐一氏をお招きした。また玉鋼から自由鍛造によって製作される「日本刀」について、刀匠の大野義光氏に実物を前に講演していただいた。なお、日本工大の教育プログラムには、玉鋼から日本刀と同製作法で小刀を製作する実習があり、参加した学生から体験談が語られた。講演会後は大野刀匠の作品を身近に見学する機会もあり、技能伝承も含めて活発な質疑応



図1 「和鐵と日本刀」講演会後の日本刀鑑賞

答がなされた(図1)。

「日本建築と大工道具～木のいのちを活かす道具と技～」：2025年は、竹中大工道具館にて研究・見学会を開催した。日本は樹木が豊富で、新石器時代の昔から木材が建築資材として使われてきた。その象徴として、法隆寺は607年に建てられ、1300年を経ても現存する世界最古の木造建造物とされている。斑鳩の宮大工西岡常一氏は、樹齢1300年のヒノキの命は、御堂で同じ年分活かさなければいけないと言っている。その木材を加工する大工道具は、精緻な加工を実現する工具として発展し、多彩で使い勝手に対する多くの工夫がなされている。研究会では、まず館長の河崎敦子氏に「未来へ伝えたい匠の技と心」と題して講演していただいた。次に建築史の専門家で日本工大准教授の野口憲治氏から「社寺建築の歴史と技術」と題する講演をしていただいた。また、建築大工の技能五輪全国大会で優秀な成績を収めた日本工大大学院生の講演もあり、活発な質疑応答がなされた。

3.2 生産と人間部会企画研究会

「技能・技術伝承法の極意」：2023年は、まず職業能力開発総合大学校教授 村上智広氏に指導者育成について講演していただいた。多くの職場で人材育成や技能伝承の重要性が認識され、その展開法としてOn the Job Training(以下、OJT)が多用されている事例が紹介された。その一方で、ベテランの経験に頼るOJTだけでは効果が不安との声が存在し、意図的、計画的なOJTを展開する上で重要となる3つの見える化「職業能力の見える化」「作業急所の見える化」「指導活動の見える化」と、その具体的手法であるクドバス法(CUDBAS：職業能力の構造に基づくカリキュラム開発手法の略称)が紹介された。次に指導技法の向上について元職業能力開発大学校教授 上坂淳一氏に講演していただいた。学生の教育訓練の中でも一般大学では習得しにくい技能教育(手仕上げや旋盤などを利用した機械加工での実践教育)の中から得られた教育効果や、生産現場における指導技法として3段階(「導入」「展開」「まとめ」と4活動(「動機づけ」「提示」「適用」「評価)」が紹介された。この方法は技能伝承に有効であるこ



図2 「セイコーエプソン(株)ものづくり塾」講演会

とが示された。講演後には熱心なディープディスカッションが繰り広げられた。

「セイコーエプソン(株)ものづくり塾」：2024年は、まずエプソンミュージアム諏訪、技能五輪訓練の見学を行った。講演では、セイコーエプソン(株)ものづくり塾部長 新井修氏から若手技術技能人材の育成に関する講演をいただいた。同社には、技術技能研修を企画し推進する組織体制として「ものづくり塾」がある。これは1969年の技能研修所を前身とした組織で2002年の発足後、モノづくりに必要な基礎研修を体系的に構築し、キャリアアップに必要な技術技能教育を行うことで会社全体の基礎力強化を担っている。技能五輪競技を通してモノづくり業界トップレベルの技能を習得していることが報告された(図2)。

続いて「技能者の教育(技能士の評価向上に向けて)」と題し関東職業能力開発大学校名誉教授 伊藤昌樹氏から講演をいただいた。モノづくり人材の不足は、国・企業・技能士の責任が大きく、技能士の地位が低いことに原因があると報告があった。しかし、技能五輪経験者は胸を張るべきであると述べ、技量だけでなく知識も必要であるとのことであった。技能五輪を経験した技能士が、知識と技能の二刀流で社会に出ていき、技能士の地位向上に努めれば、憧れの存在となりモノづくり人材の不足解消が大いに期待される。大谷選手(ドジャース)になぞらえて技術士(二刀流)の出現が待ち焦がれるとのことであった。講演後には技能士を目指す若手や指導者から熱心な質問があり、会場は大いに盛り上がった。

3.3 先端生産技術部会企画研究会

「荷電ビーム応用技術の最前線」：まず千葉工業大学教授 瀧野日出雄氏から一般的な光学部品の加工方法について説明があり、これらを改善するためにプラズマを使った形状創成法やイオンビーム加工法が紹介された。とくにイオンビームによる修正加工ではEUVミラーをピコメートルの精度で仕上げることができることが紹介された。次に日本電子(株)松島英輝氏からは電子顕微鏡用試料作製方法とFIBの概略について説明があった。試料作製には熟練を要する手法が多い中、FIBを用いた方法では狙ったところを正確に切り出すことができ、現在の電子顕微鏡試料作製には必要不可欠なものとなっていることが紹介された。最後にイオンテクノセンター 川野輪仁氏から次世代パ

ワーデバイスの動向やデバイス構造について説明があり、イオン注入法の基礎である装置やイオン種などについても紹介があった。

「バイオミメティクスの活用と微細加工」：まず、「微細構造と摩擦の関係～生物の摩擦低減メカニズム～」と題して公立千歳科学技術大学准教授 平井悠司氏から講演をいただいた。マダラシミ(微小昆虫)の微細構造の観察と測定結果から、接触面積と摩擦力が比例関係にあることがわかり、荷重が加わっても壊れないような微細構造を作製すれば、摩擦低減の仕組みなどがわかると考え、耐久性をもつ疎水性材料である加硫ゴムへの微細転写を行った結果、摩擦低減効果のあることが実証された。また、エコミメティクスの紹介があり、これは、人間中心主義的な世界観、自然観から非人間主義的世界観へのパラダイムシフトであり、エコミメティクスが目指すものは、自然共生と循環型経済を可能とする持続可能な生産であり、まちづくりであるとの説明があり、自然科学から社会科学への展開が示された。

「反射防止構造フィルムの量産技術」と題して東京理科大学教授 谷口淳氏から講演をいただいた。はじめに、蛾の目の反射防止構造であるモスアイ構造の説明があった。この構造を製作する方法として、ポーラスアルミナを用いたロールトゥロールナノインプリント法が紹介された。これにより、0.1%の低反射フィルムが作製できたことが示された。

「モルフォ蝶に学び、ナノ構造転写で新たな光材料を創る」と題して大阪大学准教授 齋藤彰氏に講演していただいた。はじめに、モルフォ蝶の青色に関する謎解きの話があった。干渉の仕組みはクリスマスツリー形状の三次元構造での乱雑さにあることがわかり、 TiO_2 と SiO_2 を積層させたところ、モルフォブルーが再現できた。この結果は反射用途であるが、これを透過に用いたところ明るくて、広い角度で、虹色のないディフューザーを作ることができた。最後に、フランスのエコミメティクスの取り組みが紹介され、建築や環境への配慮や取り組みが日本より進んでいる状況に驚かされた。

3.4 生産哲学・倫理部会企画研究会

「原子力発電と人間生活」：原子力発電については、廃棄物処理技術が未熟であること、核燃料リサイクルが暗礁に乗り上げていること、震災で起きた甚大な被害を国民が経験したことを思えば、なり振り構わぬ原子力政策に賛成する国民は必ずしも多くはないはずである。今後、原子力発電は人間生活とどのように関わっていけるのか、技術開発の新展開も含めて、現地を見学し、関係者と議論を行った。施設見学では、まず東海・東海第二発電所内をバスで移動し廃止措置中の東海発電所では、厳重なセキュリティチェック後、所内熱交換器、中央制御室を見学した。次に、使用済燃料の乾式貯蔵設備に入り、燃料収納済ドライキャスクに触れ、伝熱される表面温度を体感した。最後にバスの車中から発電所外周にある常設代替高圧電源装置置



図3 中嶋俊一氏を囲んで記念撮影

場、緊急用海水ピット、防潮堤などを見学した。見学後は委員からは日本の原子力技術の先進性、原子力発電と太陽光発電の比較、廃棄処理技術の安全性など幅広い質問があった。再稼働に向けた作業が着実に進められている状況に一抹の不安を感じつつ、廃炉には膨大な時間と費用がかかることを実感した。

「日本人の仕事の価値観と幸福感～会社躍進の秘訣に迫る こだわりの経営哲学～」と題して日本を代表する精密研削盤メーカーの(株)ナガセインテグレックス社長 長瀬幸泰氏に経営哲学・倫理について講演をしていただいた。東洋思想と西洋思想を独自に分析して会社の経験を交えて経営哲学を構築したことが紹介され、その哲学を基にした経営理念は社員全員の日々の活動の基軸になっていることが示された。具体的には18項目にまとめられた「NAGASE WAY」が紹介された。さらに「ナガセ曼荼羅」にまとめられたNAGASEのDNA、その延長線上にある会社の目指すべき目標について熱い思いが語られ、講演後の質疑応答では聴講者から多くの共感が寄せられ、活発な意見交換がなされた。

3.5 特別講演会

毎年、総会の後に著名な講師をお迎えして特別講演会を開催している。2024年は元労働安全衛生総合研究所所長の梅崎重夫氏に「産業現場における機械安全規格の活用とリスク低減」と題してご講演いただいた。講演では多くの事例に基づく防止対策を熱心に解説された。2025年は技術者倫理の専門家である中嶋俊一氏に「学生が考える技術者の姿」と題してご講演いただいた。講演では大学で「職業社会概論」という一般教養科目を長年講義してきた中から、現在の学生が考える技術者像について紹介があった。聴講者には大学関係者が多く、身近で普段実感している内容であり、時間を延長して活発な質疑応答がなされた(図3)。

3.6 同好会

日本に現存する最古の金属研磨品は、4世紀ころの古墳から出土する青銅鏡である。ところが、博物館では鏡の背面文様ばかりが展示され、肝心の鏡部は見ることができない。一体どの程度の鏡面であったろうか、先人はどんな技術課題に取り組んだのだろうか、また、現代の研磨技術ならばどこまで磨けるのであろうか、など研究題材として興味深い。そこで、古墳と神社に出向き、古鏡の調査をはじ



図4 青銅鏡(檀原考古学研究所付属博物館)

め、青銅鏡を伊勢神宮に納めた職人へのインタビュー、古鏡と同成分の青銅製作、研磨再現実験へと活動を展開している。青銅は銅と錫の合金で、錫が多く含まれる δ 相、少ない α 相からなっている。硬度は δ 相の方が2倍ほど高く、ベンガラなどで拭い(研磨)をしていると100nm以上の相間段差が生じて、曇ってしまう技術課題が判明した。古文書には硬度の高いザクロ石を研磨材に混ぜるとあり、これをヒントに現代風にアレンジすると、段差は10nm以下にすることができた。この知見は結晶方位によって研磨レートが異なる一般的な多結晶材料の粒界段差をなくす鏡面研磨に適用できると期待される。この活動を通して、檀原考古学研究所の考古学者や神社の宮司、工芸や研磨炭の人間国宝、金属研磨の名工、化学技術者など多分野の方々とネットワークができた。1つのモノづくりを掘り下げていくと、それがさまざまな顔をもつことがわかり、あらためてモノづくりの奥深さを知ることができ興味深い(図4)。

3.7 その他

当委員会の設立に貢献された小林昭氏は東京帝国大学工学部造兵学科を昭和18(1943)年に卒業した。卒業設計は戦車の設計でかなりの力作である。先生は生前、「戦争はどんな理由があっても決して許されるものではない」と明言されていたことを思い出す。この資料は世界情勢の不安定な現在、平和について科学技術の視点から考えるよき資料となるであろう。そこで、趣旨を一にする機関に働きかけ、2025年5月には、帝国大学での講義ノートとあわせて呉市海事歴史科学館(大和ミュージアム、戸高一成館長)に寄贈した。

4. おわりに

生産原論専門委員会は、その設立趣旨からしてビジネスに直結するものではない。研究者は時流に乗った最先端研究をしないと論文が書けないと思い、技術者は他社を凌ぐ新技術開発を急いでいる。一見、タイムパフォーマンスの悪い当委員会に参加する余裕はないと思うかも知れない。しかし、本来モノづくりは、人の営みである。人の感性を

磨かず、知識だけを効率的に得ようとすることには疑問を感じる。「遊び心」を大事にしてさまざまな分野に飛び込めば、刺激を受けて感性が磨かれ、ほかとは異なる要素が思考のどこかに加わり、唯一無二の発想に至るのではないかと考えている。したがって、とくにこれから独創的な仕事が期待されている若手研究者・技術者には当委員会に積極的に参加してもらいたいと願っている。



池野 順一

1986年埼玉大学大学院工学研究科修士課程修了，博士（工学）東京大学。主な研究分野は精密微細加工学。



神 雅彦

1988年宇都宮大学大学院工学研究科修士課程修了，博士（工学）。主な研究分野は精密加工学。



谷口 淳

1999年東京理科大学基礎工学研究科電子応用工学専攻博士課程修了，博士（工学）。主な研究分野はナノマイクロシステム学。



林 偉民

1999年埼玉大学大学院理工学研究科博士後期課程修了，博士（工学）。主な研究分野は先端加工学。



松澤 正明

2021年兵庫県立大学大学院工学研究科博士後期課程修了，博士（工学）。主な研究分野は技術のデジタル化。



永野 善己

職業能力開発大学校卒業，博士（工学）埼玉大学。主な研究分野は機械加工学。



伊藤 昌樹

1977年職業訓練大学校卒業。主な研究分野は機械製図。



上坂 淳一

1977年職業訓練大学校卒業。主な研究分野は切削加工学。