

【産業競争力懇談会 2016年度 プロジェクト 最終報告】

【「人」が主役となる新たなものづくり】  
～活力ある高齢化社会に向けて～

2017年2月15日

産業競争力懇談会 **COCN**

## 【エグゼクティブサマリ(最終)】

### 1. 本プロジェクトの基本的な考え方

日本のものづくり産業は国内 GDP の 2 割を担い、労働者の 2 割の働く場を提供してきた。しかし、近年、付加価値総額減少、利益率低下、雇用減少等様々な課題が指摘されている。さらに、将来の生産年齢人口減少により、2060 年には日本の GDP は 8 位に転落するという予想もある。

一方、「もの」が行き渡り消費者のニーズが多様化してくる時代において、ものづくり産業は、大量生産から、変種変量生産への変革が迫られている。例えば大量生産の象徴であった電気製品においても、各国の文化・風土の違いによる色、デザインや機能の好み、使用環境の違いなど多種多様なニーズへの対応が求められる。

変種変量生産への対応では、従来の機械中心の自動化では投資効果が見合わなくなってくる。一方、生産人口減少、熟練技能者の高齢化・後継者不足も課題となっている。本プロジェクトでは、新たな人と機械の協働システムを考え、人の柔軟性、即応性を生かし、機械の生産性・信頼性と組合せ、変更し強く柔軟な「人」が主役となる新たなものづくりのしくみの実現を目指す。

さらに、熟練技能者やパートなど現場を支える人材の活力を最大限引き出し、高齢者など多様な人材を活用するための指標として QoW(Quality of Work)を提案する。この指標を経営に活用し、信頼性と生産性の向上を狙うとともに、生産人口拡大、消費者層拡大につなげ、ひいては GDP 拡大に貢献する。これら「人と機械の協働システム」と「QoW 経営」の実現により、ものづくり産業のグローバルな競争力強化の実現を目指す。図 1 に本プロジェクトの全体的イメージを示す。

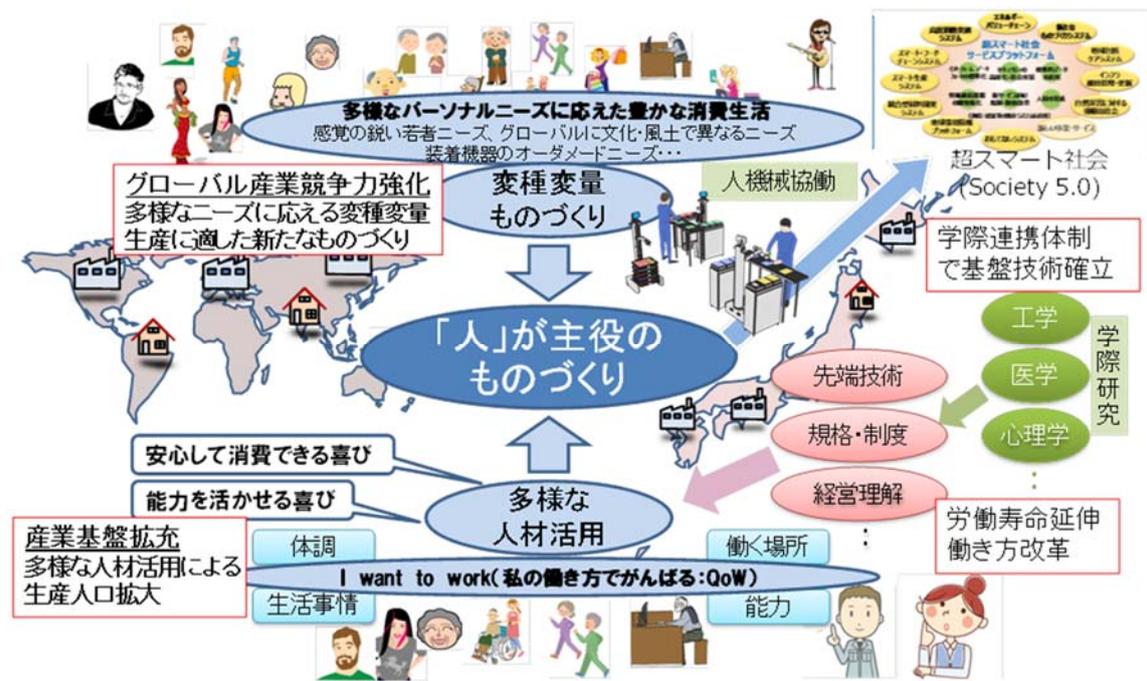


図1. “人”が主役となるものづくり”イメージ

## 2. 検討の視点と範囲

ものづくり産業が将来に渡り主要な産業として活性化し日本に貢献することを目指し、現在のものづくり産業が取り組むべき項目として、以下内容について検討を行った。

### (1) 変種変量生産に強い「人」が主役となる新たな人と機械の協働システム基盤技術確立

変種変量生産の進展により機械中心の自動化では投資効果が得にくくなり、機械化範囲が縮小する。しかしその作業を単に人に置き換えたのでは競争力を失う。よって、単純ではあるがフレキシビリティが必要な作業、機械のスキルが不十分で熟練を要する高度な作業において、「人」の強みと、機械の生産性・信頼性を最適に組み合わせ、「人」が主役となる新たな人と機械の協働システムの構築が求められる。不確定要素の大きい「人」の見える化など、その開発加速には関係する企業が集まって、学官と連携した共同研究体制が必要である。

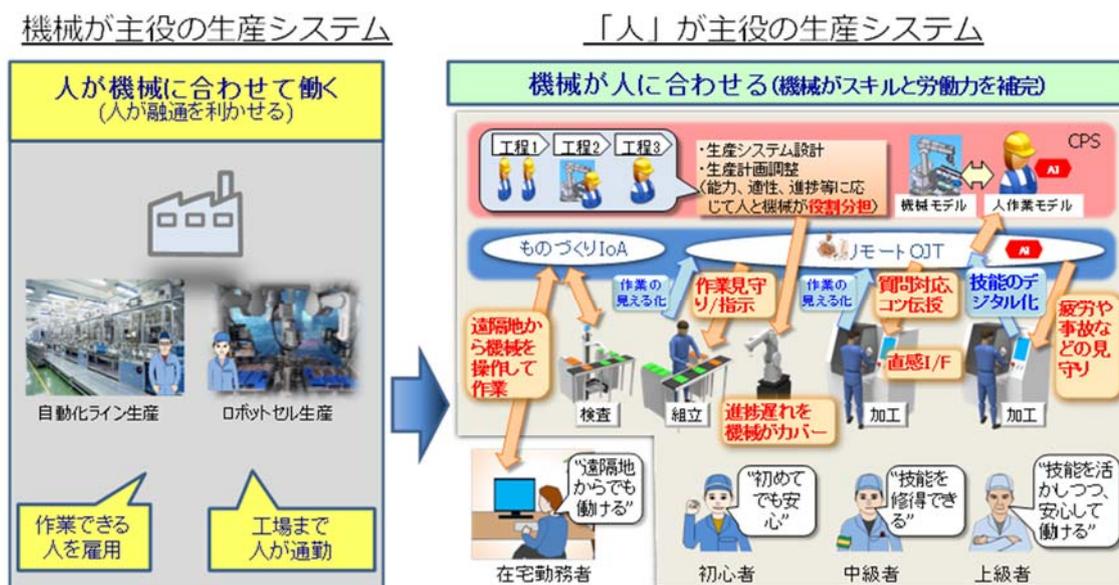


図2. 「人」が主役の生産システムイメージ

### (2) 変種変量生産に適した生産システム技術確立と人材育成のしくみ構築

人・機械協働システムを実際のものづくり現場で活用するためには、不確定要素が大きい「人」も加味するなど新たな生産システム技術の構築が必要である。また、生産内容の多様化に伴い、企業の枠を超えた生産連携のしくみづくりも望まれる。これら技術の確立には、最先端の機器や環境で実際の生産システムを構築し、生産条件の違いによる生産性への影響を比較できる等実践的な取組みが不可欠である。個々の企業の限られた費用・時間・スペースでは困難であり、公的研究機関での場の構築が期待される。また、そのような生産システム技術を高度に使用できる人材の育成、地位向上の施策も必要である。

### (3) QoW(Quality of Work)を活用した多様な人材活用のしくみ構築と支援環境導入

フレキシブルな生産では今後一層「人」の活用が重要になる。そこで、今一度、製造現場で働く人に着目して、新たな働きやすさ、働きがいを示す指標QoWを提案する。QoWは、各人の状態を「健康」(体調や体力、フレイル診断)、「働きやすさ」(仕事の適正、働く条件、環境)、「働きがい」(仕事への興味、意義他)の要素を含み、それらを総合的に判断できる指標であり、これを用いることで、各人が十分力を発揮するための環境構築とレベルアップへの取組み、作業の現場で最適なジョブアサインや状態に応じた安全サポートの実現が可能になる。QoWの学際的研究を推進するとともに、海外の作業員や国内のパート労働者が意欲的に働けるしくみ、高齢の技能保有者が長く働くための対策、技術伝承を支援するしくみ等QoWを用いた経営(QoW経営と称す)についての検討が必要である。

### 3. 産業競争力強化のための提言及び施策

#### 3.1 プロジェクト提言概要案

以上の検討をもとに、関係する企業が集まり、産学(官)協働プラットフォームを形成し、下記の実現に取り組むことを提言する。以下、大きく「新たな生産システム」と「多様な人材活用」の2項目について、基盤技術確立、人材育成、産業界への導入施策について提言する。

#### 提言1:

**「ものづくり革新拠点」※に企業・学官が集まり、「人」が主役となる新たなものづくりの基盤技術確立、人材育成、産業界への導入支援施策を推進する。**

※経産省・産総研が臨海拠点に構築している「AI×ものづくり融合拠点」等の活用を検討

- (1) 産学官連携で、「人」の強みと「機械」の生産性・信頼性を最適に組合せ可能な「人」が主役となる新たなものづくりの実現に向け、基盤技術の共同研究を推進する。
  - ・「人の能力(作業)の見える化」(センシング、分析etc)技術確立
  - ・「人が機械を直感的に理解・操作できるインタラクション」技術確立
  - ・「柔軟に人と機械の役割を変更できる新たな協働システム」技術確立
- (2) 産が中心になり、変種変量のものづくり現場で喫緊の課題である熟練技能の見える化と後継者支援対策を推進する。
  - ・熟練技術のデジタル化、データ蓄積/スキル補完できる支援技術開発
  - ・後継者育成のしくみづくり
- (3) 産学が連携して、実際の工場を模擬した環境で、種々の条件を変化させその生産効率などを検証し、生産システム技術として確立するための研究推進や、企業の枠を超えて実践的に育成するしくみを構築する。
- (4) 産が中心になり、開発した最先端技術をいち早く産業界へ導入するため、情報発信、導入支援施策を推進する。

#### 提言2:

**産業界が主体となってQoW(Quality of Work)を活用した多様な人材活用のしくみ構築と支援環境導入を推進する -QoW経営推進-**

- (1) 学と産が連携して、工学、医学心理学の際体制を構築し、基礎理論確立の共同研究を推進する
  - ・QoW指標の基礎理論確立とその評価技術/フレイル(虚弱状態)の予知予防技術
- (2) 産学官が連携し、公的研究機関にフレイル関連の個々人のビックデータを集積し、追跡調査したり、研究形成の社会導入のしくみを検討する。
- (3) 産が中心になり、実際の現場で活用するための支援環境、評価環境開発を推進する。
- (4) 産が中心になって、生産活動との相関を調査した上で、人材と職場を結ぶジョブマッチングのしくみを構築する。

以上の施策により、日本のものづくりの競争力強化とそれを支える人材確保さらに国民の健康寿命延伸を実現すれば、グローバル市場獲得と国内出荷額増により付加価値総額10兆円増と社会保障費削減と個人消費拡大により約9兆円の改善が期待できる。

### 4. 次年度に向けた検討上の課題と展開

2017年度の活動では下記について検討する。

- (1) 2016年活動の検討結果・提言の推進体制・推進シナリオ検討し、以下の活動を開始する。
  - ・ものづくり革新拠点(仮称)に於いて、具体的な検証ターゲットを絞り込んで、施策の具体化と推進シナリオ及びロードマップ作成。
  - ・技術基盤確立のため、国家プロジェクト等を提案。
  - ・共同研究の推進体制・推進シナリオを検討し活動をスタートする。
- (2) 高度技能を保有する中小企業の活用促進策の具体化のための調査・検討を行う。
- (3) モデル実証実験計画を策定する

## 【目次】

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| はじめに                              | P01 |
| プロジェクトメンバー                        | P02 |
| 1. 背景と目的                          | P04 |
| 1.1 ものづくり産業を取り巻く現状                | P04 |
| 1.2 ものづくり産業の課題                    | P05 |
| 1.3 実現目的・目標                       | P07 |
| 2. 活動概要                           | P08 |
| 2.1 人・機械協働システム                    | P08 |
| 2.1.1 概要                          | P08 |
| 2.1.2 人の作業の見える化のための基礎技術の確立        | P08 |
| 2.1.3 機械が人に寄りそう人・機械協働システムの確立      | P10 |
| 2.2 生産システムモデル確立と人材育成              | P10 |
| 2.2.1 人・機械協働生産システムと生産システム技術者の人材育成 | P10 |
| 2.2.2 熟練技能者の人材育成                  | P14 |
| 2.3 多様な人材の活用                      | P15 |
| 2.3.1 QoW(Quality of Work)指標の確立   | P15 |
| 2.3.2 人材活用システム                    | P19 |
| 2.3.3 高齢者の就労と消費行動                 | P22 |
| 3. プロジェクト提言骨子                     | P23 |
| 3.1 プロジェクト提言に向けた検討の視点             | P23 |
| 3.2 プロジェクト提言概要案                   | P26 |
| 3.3 提言毎の学及び政府支援のお願い               | P28 |
| 4. 期待効果                           | P29 |
| 4.1 変種変量に強い生産方式の確立による期待効果         | P29 |
| 4.2 多様な人材活用のしくみ確立による期待効果          | P29 |
| 5. 次年度に向けた検討上の課題と展開               | P30 |

## 【はじめに】

「ものづくり大国日本」は 1980～2000 年代には高品質・高性能を誇る“Made in Japan”として世界市場を制するほどの競争力を持っていた。しかしバブル崩壊後の長い低迷期を脱却できずにいる中、ビジネスで欧米に差をつけられ、コスト競争で新興国に遅れを取るという板挟み状態が続いており、“技術で勝ってビジネスで負ける”と揶揄されて久しい。

Society5.0 の新たなものづくりや第 4 次産業革命でも議論されているように、「もの」の大量生産の時代から、「もの」が行き渡り消費者のニーズが多様化した変種変量、マスカスタム生産の時代への転換が始まっており、それに適した生産技術の革新が求められている。一方、国内においては世界に先立ち超高齢化社会を迎え、ものづくりの現場においても大きな課題になっている。また、超高齢化社会では、社会保障を前提とした高齢者の増加により個人消費の大幅な低下が想定される。以上のように市場・製造現場の環境が大きく変化している今こそ抜本的にもものづくりの方法を変え、科学技術の優位性を産業競争力に効率よく転化できる「新たなものづくり」の生産手法を確立する必要があると考えている。

本提案では、産業課題である消費者ニーズ多様化に伴う変種変量生産への転換、国内製造の停滞と技術技能後継者不足と超高齢化社会における課題である生産人口の激減及び個人消費の大幅な低下に対し、日本の強みである機械や IT を高度かつ柔軟に使いこなせる「人」の力を活用し、世代を超えて発展し続けることのできる「人」が主役となる新たなものづくりを実現することを目指している。

具体的には、変種変量に強い生産手法の有力なツールとして、「人」の強み(柔軟性・即応性)をうまく生かし、機械の生産性・信頼性を組合せ、熟練技能を実現するスキル補完や労働力補完を実現することで、生産性、高品質と多様な人材活用を両立する新たな人と機械の協働システムの構築と、それを核にして、従来の企業の枠を超えた生産連携体制構築を提言している。

また、複雑で変化が激しい生産条件下で現場を支える生産システム技術者や現場で高度生産システムを使いこなせる人材育成とその地位向上に努める人材育成基盤や、働く人の状態(能力他)、働きやすさ、働きがいの指標として新たにQoW(Quality of Work)の概念を導入し、多様な人材が活躍でき、年を重ねても元気に貢献できる職場環境の整備の推進に向けたシナリオと取組み案について提言している。

これらの提言の推進により、人々が快適で活力に満ちた質の高い生活を送ることができる、人間中心の Society5.0、超スマート社会の実現の一翼を担いたいと考えている。

産業競争力懇談会  
理事長 小林 喜光

## 【プロジェクトメンバー】

|               |        |                          |
|---------------|--------|--------------------------|
| 担当実行委員:       | 市毛 正行  | (三菱電機株式会社)               |
| 企画小委員:        | 五日市 敦  | (株式会社東芝)                 |
|               | 寺田 透   | (富士通株式会社)                |
|               | 金枝上 敦史 | (三菱電機株式会社)               |
| オブザーバ:        | 犬塚 隆志  | (文部科学省)                  |
|               | 藤原 綾乃  | (文部科学省)                  |
|               | 植木 健司  | (経済産業省)                  |
|               | 西崎 修   | (オムロン株式会社)               |
| プロジェクトアドバイザー: | 関口 智嗣  | (産業技術総合研究所)              |
|               | 樫木 哲夫  | (京都大学)                   |
|               | 田中 健一  | (三菱電機株式会社)               |
| プロジェクトリーダー:   | 岩崎 隆至  | (三菱電機株式会社)               |
| プロジェクトサブリーダー: | 武田 保孝  | (三菱電機株式会社)               |
| メンバ:          | 谷川 民生  | (産業技術総合研究所)              |
| <順不同>         | 大崎 人士  | (産業技術総合研究所)              |
|               | 山野辺 夏樹 | (産業技術総合研究所)              |
|               | 岩木 直   | (産業技術総合研究所)              |
|               | 遠藤 博史  | (産業技術総合研究所)              |
|               | 花井 亮   | (産業技術総合研究所)              |
|               | 抜井 正博  | (理化学研究所)                 |
|               | 曾根 秀隆  | (理化学研究所)                 |
|               | 岡本 摩耶  | (日本薬理評価機構(PEIJ)健康科学センター) |
|               | 高橋 雄介  | (京都大学)                   |
|               | 藤原 幸一  | (京都大学)                   |
|               | 武田 行夫  | (東京工業大学)                 |
|               | 鈴木 雄介  | (沖電気工業株式会社)              |
|               | 辻 弘美   | (沖電気工業株式会社)              |
|               | 中澤 哲夫  | (沖電気工業株式会社)              |
|               | 横田 博   | (第一三共株式会社)               |
|               | 高鳥 登志郎 | (第一三共株式会社)               |
|               | 三浦 慎一  | (第一三共株式会社)               |
|               | 三宅 秀之  | (大日本印刷株式会社)              |
|               | 大泉 巖雄  | (中外製薬株式会社)               |
|               | 大和田 潤  | (中外製薬株式会社)               |
|               | 渡辺 佳宏  | (中外製薬株式会社)               |
|               | 黒田 正洋  | (日本電気株式会社)               |
|               | 馬場 雅和  | (日本電気株式会社)               |
|               | 伊藤 潔人  | (株式会社日立製作所)              |
|               | 高鹿 初子  | (富士通株式会社)                |

メンバ(続き):  
<順不同>

延原 裕之 (株式会社富士通研究所)  
田中 泰仁 (富士電機株式会社)  
中村 光宏 (富士電機株式会社)  
小倉 英之 (富士電機株式会社)

植村 憲嗣 (三菱電機株式会社)  
福室 聡子 (三菱電機株式会社)  
佐藤 智典 (三菱電機株式会社)  
佐藤 達志 (三菱電機株式会社)  
前川 清石 (三菱電機株式会社)  
片岡 健司 (三菱電機株式会社)  
森 一之 (三菱電機株式会社)  
加藤 嘉明 (三菱電機株式会社)  
根岸 博康 (三菱電機株式会社)  
籠橋 巧 (三菱電機株式会社)  
岩本 秀人 (三菱電機株式会社)  
龍 智明 (三菱電機株式会社)  
小平 紀生 (三菱電機株式会社)  
三和 雄二 (三菱電機株式会社)  
河井 孝文 (三菱電機株式会社)

事務局:

岩井 匡代 (三菱電機株式会社)  
佐藤 剛 (三菱電機株式会社)  
上田 健詞 (三菱電機株式会社)  
泉井 良夫 (三菱電機株式会社)  
中根 和彦 (三菱電機株式会社)  
濱野 浩司 (三菱電機株式会社)  
長江 偉 (三菱電機株式会社)

# 【本 文】

## 1. 背景と目的

日本のものづくり産業は国内 GDP の 2 割を担い、労働者の 2 割の働く場を提供してきた。しかし、近年、付加価値総額減少、利益率低下、雇用減少等様々な課題が指摘されている。さらに、将来の生産年齢人口減少により、2060 年には日本の GDP は 8 位に転落するという予想もある。

一方、「もの」が行き渡り消費者のニーズが多様化してくる時代において、ものづくり産業は、大量生産から、変種変量生産への変革が迫られている。この変革に対し、ドイツでは Industry4.0、アメリカでは IIC、中国は「中国製造2025」、と国家レベルで生産革新の活動が推進されている。

この課題は、日本においても、Society5.0 実現に向けた新たなものづくり、第 4 次産業革命に対応する「新産業構造ビジョン」等で議論されている。本プロジェクトでは、その議論の具体的施策の1つとして、変種変量に強い生産手法確立と高齢者等多様な人材活用を実現する「人」が主役となる新たなものづくりのしくみ構築を提言する。この新たなものづくりのしくみ構築により、日本のものづくり産業の競争力強化と産業基盤としての生産人口拡大、ひいては消費者層の拡充につなげ、GDP にも貢献する活力ある高齢化社会を実現する。さらには、「豊かな高齢化社会モデル」として世界へ展開し日本の地位を向上し、グローバル市場獲得に貢献する。

### 1.1 ものづくり産業を取り巻く現状

日本のものづくり産業は、国際的にも1990年代には高品質、高性能を誇る“Made in Japan”製品として世界市場を制する競争力を有していた。しかし、バブル崩壊後の長い低迷から脱却できず、激しいコスト競争、コモディティ化による競争力低下が進み、国内生産の縮小や技術空洞化を招き、その勢いに陰りが出てきている。近年では極端な円高の解消や、新興国とのコスト差の縮小などの事業環境改善を受け、生産の国内回帰も一部起きているものの、長期的な観点でのさらなる競争力強化が求められている。(表1.1-1参照)

表1.1-1 国内製造業の推移 ([1.1-1])

|         | 概況     | 1990年代概算値 | 2010年代概算値 |
|---------|--------|-----------|-----------|
| 付加価値総額  | 減少     | 120兆円     | 90兆円      |
| 国内製造出荷額 | 20年間停滞 | 300兆円     | 300兆円     |
| 利益率     | 長期低落   | 7%前後      | 3%前後      |
| 雇用      | 減少     | 1500万人    | 1000万人    |
| 海外生産    | 急増     | 20兆円      | 120兆円     |

市場に目を向けると、電気・電子、自動車、一般機械など幅広い業種で製品ライフサイクルが短縮傾向にあり、顧客や市場のニーズの変化と、IoTなどに代表される技術革新のスピード、さらには個人の嗜好に合わせたカスタム製品も登場し、変種変量生産への移行は余儀なくされている。カスタム製品をICTの活用によりコストを抑え生産するマスカスタムの概念も提唱されている。

また、日本の生産年齢人口は1995年から減少に転じ、2060年には半減する(図1.1-1参照)。ものづくりに従事する人材の確保が大きな課題になるとともに、社会保障を前提とした高齢者の増加により個人消費の大幅な低下が想定される。世界的にも2030年までに年間830万人の労働人口が激減する(図1.1-2参照)。日本が先立って経験する高齢化社会が世界中で始まる。特に、製造業においては既に熟練労働者数が低下し、求められるスキルと働く人材のミスマッチが拡大し、世界の雇用主の31%は人材確保が困難と考えている。

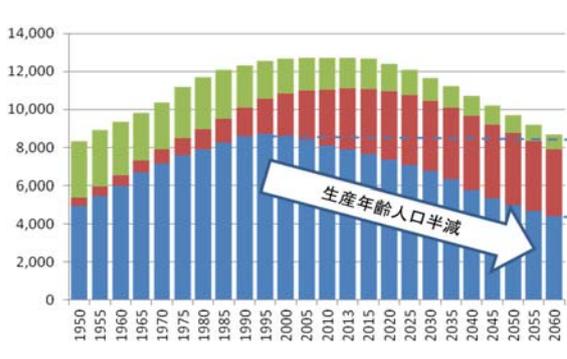


図1.1-1 日本の年齢推計[1.1-2]

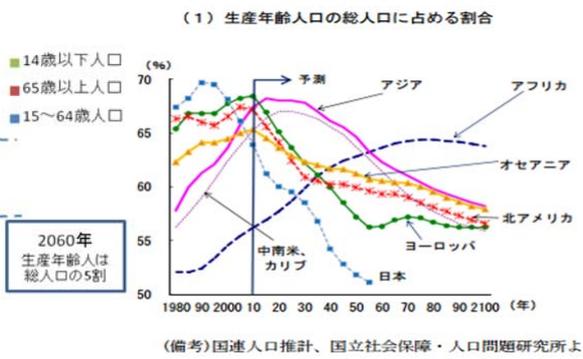


図1.1-2 世界の生産年齢推計[1.1-3]

1.2 ものづくり産業の課題

図1.2-1に、工業製品のものづくり現場の人と機械の役割構成を示す。上段の図の横軸は右に行くほど複雑な作業であることを示し、縦軸は自動化の度合いを示す。中央の中程度の複雑さの作業は作業量が多く、かつ機械化実現可能で、量・質とも投資効果があり、自動化の主な対象となっている。対しその左側は、例えば部品供給などの単純な作業であったり、その作業頻度が低かったりすることで、機械の投資効果が得られず、自動化の対象外(すなわち人手作業)の領域である。この領域の労働は、パートタイム労働者などの多数の現場作業で支えられている。

一方、自動化対象の右側は、溶接や外観検査等の複雑な作業である。機械化技術が発展途上である、あるいは作業頻度の割に機械設備が高価で投資効果が出ないなど、この領域も熟練技能を有する現場作業者に支えられている。そのさらに右側は、極めて高度な特殊作業の領域であるが、業務量や就労人口は相対的に低いため、ここでは論じないこととする。さらにこれら現場での作業とは別に、生産システムを設計・導入・管理する生産システム技術者が必要である。

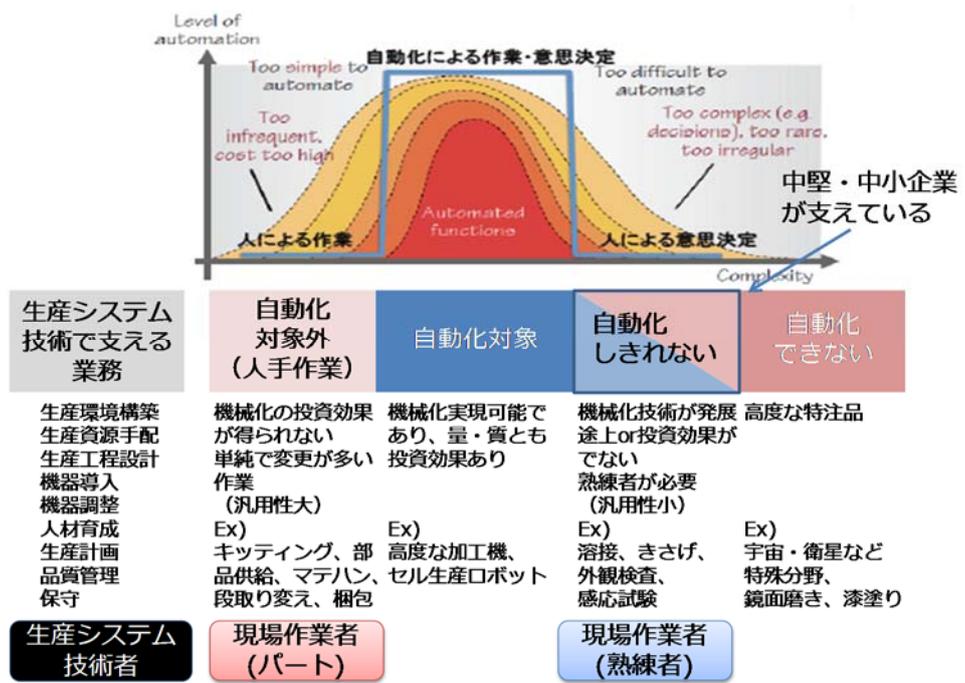


図1.2-1 工業製品のものづくりの人と機械の役割構成

課題(1): 従来の機械中心の自動化だけでは投資効果が得られず適用範囲が限定されてしまう。

人と機械の役割構成は、変種変量が進むと大きな影響を受ける。中央の自動化対象の領域は、生産数量の減少、変動のため、投資効果が出しにくく、縮小される。しかし、単に左右の領域に移行し、人作業に置き換えるのでは、産業競争力を失う。自在に役割変更できる知能化したロボット等スキルの補完(機械化)、労働力の補完(生産性向上)を実現する新たな人と機械の協働生産システムを実現し、従来人が中心であった分野へも展開できる必要がある。

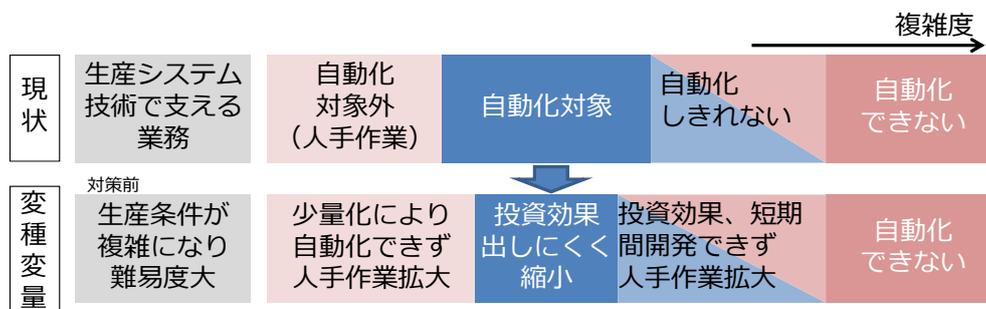


図1.2-2 変種変量生産の進展に伴う、ものづくりの変化予想

課題(2): 熟練者の高齢化、後継者問題等、技能伝承体制である徒弟制度が崩れてきた。

熟練の技の伝承課題を言われて久しいが、熟練者の高齢化、後継者不足で徒弟体制を組むことすら困難である。また徒弟制度では技能伝承の速度が不足する。変種変量が進むと益々「人」の役割が重要になるが、不確定要素が大きい「人」を加味した生産を確実に実現するためにも、最先端のIoT、AI、ロボティクス等を応用した人作業の見える化やOJTのしくみなど新たな技能伝承・融合・発展のしくみが求められる。

課題(3) 生産品種・条件の多様化/複雑化、生産量の変動増による生産システム技術難易度高

変種変量が進むと、生産品種・条件がフレキシブルに変化、複雑化する中、確実な生産手配から、適正な品質、コスト、納期の確保の実現を支える生産システム技術の難易度は格段に高くなる。また、これまで自動化が進んでいなかった現場に知能化ロボット等の新技術を導入するには、新たな機器を取り扱える現場の人材不足が導入の障壁になっている。よって、質、量共に生産システム技術者の拡充対策及び、支援環境構築が急がれる。

課題(4): 変種変量生産では、固定された生産体制を維持することはロスが大きい。

多様なニーズにフレキシブルに応え、適正な品質、コスト、納期を実現するには、ミニマム投資で急激な変更に対応できる、従来の企業の枠を超えた生産連携体制を構築する必要がある。また、自然災害や耐環境性を考慮すると、レジリエントでサステナブルな体制をとるにも、単一企業だけで構築するのではなく、各専門工程を結ぶ悉皆屋のように、各専門を担える企業(高度技術を保有する中小企業)や人の情報を共有し、必要に応じてフレキシブルに連携できる体制構築が必要である。

課題(5): 労働者確保、特に熟練技能者が困難

機械化の範囲を維持できたとしても、世界的な生産人口の減少が進む中、人手に依存している作業の作業者を確保することは困難になる。さらに、これまで熟練技能者が担っていた熟練作業も、生産数量の減少・変動が進めば、同様に機械投資は難しく、やはり人の作業が拡大することになり、熟練技能者の後継者確保がより深刻となる。そのため、人材確保のためのしくみが必要である。

### 1.3 実現目的・目標

上記のものづくり産業の現状と課題を踏まえ、ものづくり産業が将来に渡り主要な産業として活性化し日本に貢献する(GDPの2割、労働人口の2割を支える)ことを目指す。具体的には、変種変量に強い生産手法確立、そのための競争力ある先端技術(IoT、AI、ロボティクス他)を産業競争力に効率よく転化できるしくみ及びフレキシブルで、従来の企業の枠を超えたダイナミックなグローバル生産連携体制構築のための生産システムモデルを構築する。同時に、QoW(Quality of Work)を活用した多様な人材活用のしくみを構築する。そのため、下記取組みを検討する。

- (1) 変種変量生産に強い「人」が主役となる新たな人と機械の協働システム基盤技術早期確立  
省力化を中心とした従来の自動化ではなく、人の強み(柔軟性・即応性)をうまく活かし、機械の生産性・信頼性と組み合わせる。さらに人の生産性や技能を見える化し、熟練技能を実現するスキル補完、労働力補完する新たな人と機械の協働生産システムを実現し、柔軟かつ高い生産性、高品質を確保した競争力ある変種変量生産手法の基盤確立を目指す。
- (2) 変種変量生産に適した生産システム技術・システムモデル確立と人材育成のしくみ構築  
上記人と機械の協働生産システムを実際のものづくり現場で活用するためには、新たな生産システム技術(生産設備・生産システムの設計他)が必要になる。昨今、大学での生産システム技術研究の衰退が指摘されているが、ここでは、不確定要素が大きい「人」を加味する必要があるため、より進んだ枠組みが必要である。また、生産内容の多様化に伴い、企業の枠を超えた生産連携のしくみづくりも望まれる。これらの技術の確立には、様々なものづくり現場で的確に生産設備・生産システムを設計できる人材が必要であり、その育成も重要な課題となる。当然、高度生産システムを使いこなせる現場作業者の人材育成も欠くことはできない。
- (3) QoW(Quality of Work)を活用した多様な人材活用のしくみ構築と支援環境導入  
フレキシブルな生産では上述のように今後一層「人」の活用が重要になる。競争力の源泉である高い生産性の実現には、各個人の能力が十分引き出せる状態(アサイン・環境)の確保が重要である。そこで、製造現場で働く人に着目して、彼らが効率良く、創造的に働ける環境について考え、新たな働きやすさ、働きがいを示す指標としてQoWを定義する。  
さらに、企業の経営活動として、今まで働けなかった人も容易に対応できる環境や労働寿命を延伸して特に技能保有者などが安心して長く働ける環境の整備として、QoW維持向上支援環境を整備するなどQoW経営を促進する。つまり、高齢者や障がい者、海外工場での現地人作業員など、グローバル生産を支える多様な人材をうまく活用するしくみを構築することにつながる。生産人口減少は、日本では直近の課題であり、高齢者活用は消費減退、社会保障費増加の課題対策になる。2030年以降にはアフリカを除く全世界で同様の状況になると予想されている。日本での成果が将来的にグローバルに展開できる。

## 2. 活動概要

本章では、変種変量生産に向けての課題と対策について、2.1節と2.2節は生産システムの観点で、2.3節は高齢者など多様な人材活用の観点で検討を実施した。

### 2. 1 人・機械協働システム

#### 2.1.1 概要

変種変量生産を支える生産システム(図2.1-1参照)について、まず2.1節では、変種変量生産を支える新たな人・機械協働システムとその基盤技術について述べる。2.2節では、それを用いた人・機械協働生産システムのモデル確立と、生産システム技術者および熟練技能者などの人材育成について述べる。

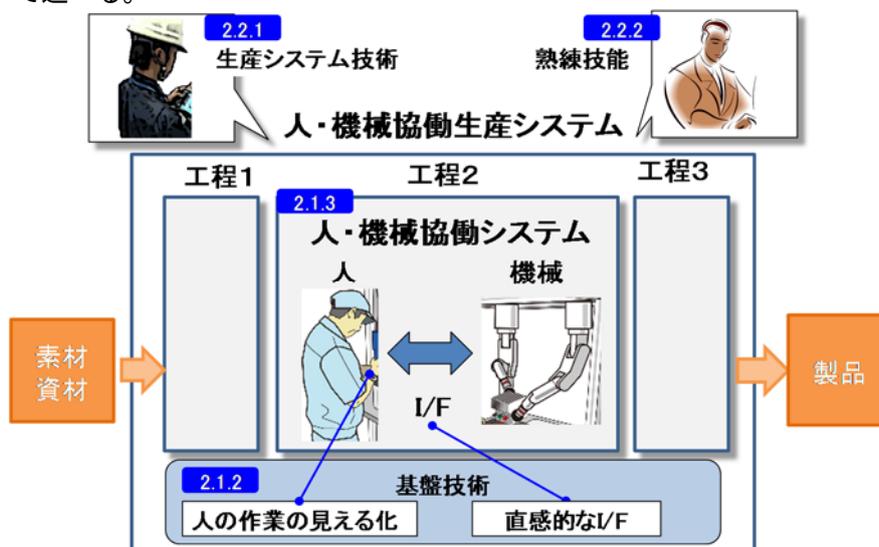


図2.1-1 人・機械協働システムおよび、人・機械協働生産システム

#### 2.1.2 人の作業の見える化のための基礎技術の確立

これまでの生産システムは、IoT化によってシステム化が進み、加工装置などの稼働状態が把握できるようになってきている。また、一部導入されているロボットなどとも連携が進んでいる。一方、このような機器はネットワーク化されているが、これまで人はシステムと切り離されており、機器の稼働状況に合わせて人が融通を利かせて作業を行っているケースが多い。

これに対して、新たな人・機械協働システムでは、人に機械が合わせる事が重要となる。すなわち、柔軟でかつ必要な生産性と品質を確保する生産システムとして成立するためには、多様な人が働く中で、人の能力や状態を把握し、それに応じシステム側で生産能力や品質確保を支援するしくみが必要不可欠である。多様な作業者の多様な作業により生産性も上げ品質も保ちながら生産する人・機械協働システムにおいては、人の能力を機械で補完したり、人の作業進捗に合わせて機械が動作したり、状況によって人と機械で作業の分担割合を変えたりすることが求められる。そのための基礎となる技術が人の作業(能力)の見える化である。

人・機械協働システムでは、機械が人に適応して共に作業を行うことを想定している。しかし機械が適応可能な人の能力の幅には限界がある。そのため、人・機械協働生産システムがある一定の生産性を維持するためには、システムへの人の最適な組み込みが必要となる。これは、生産システムに必要な能力を定義し、その能力を発揮できる人を配置することで実現可能である。つまり人の能力の見える化とは、人と作業との適合性を高めることであり、システムの生産性維持だけでなく、労働者の働きやすさの観点からも重要である。

人と作業との適合性を高めるためには、能力と作業との関係性が重要である。単純作業で「自

動化対象外」の作業と、難易度が高く「自動化しきれない」作業では、異なる観点で考える必要がある。「自動化対象外」の作業では、単純作業が主で、高度な技能を必要とせず、多様な作業への適性が重要となる。そのため、能力の見える化は、「広く浅く」を目的とした適性検査で行うことが望ましい。一方、「自動化しきれない」作業では、比較的高度な技能を必要とするため、能力の見える化は、「狭く深く」行う必要がある。

さらに人の能力は一定ではなく、変化するものとして考えておくことも重要である。例えば疲労により能力低下が生じ、逆に習熟によって能力は向上する。つまり人と作業との適合性は常に変動し、そのために能力の見える化は、作業前の適性判断のためだけでなく、作業中の人と作業との適合性維持のためにも必要である。

まず作業前の適性判断を目的とした人の能力の見える化について考える。能力の見える化は、ある検査に対する点数化(能力値)であり、複数の能力値からなる多次元情報(ベクトル値)として表現することで、能力を定量的に取り扱うことが可能となる。「広く浅く」を目的とした既存の検査として、厚生労働省編一般職業適性検査(GATB)に代表される間接的な適性検査がある(補足1(1)参照)。GATBは多くの職業分野において個人が仕事をする上で必要とされる9種類の能力を16種の下位検査から測定するもので、能力面から個々の職業への適合性を評価する。製造分野に特化して、このような汎用の適性検査法を確立することで、同じ検査項目で製造工程の様々な作業に対応した適性検査が可能となると考えられる。この際、高齢者への適用を考えた場合、加齢による認知生理機能の低下も評価できることが必要である。このような「広く浅く」を目的とした検査は、公的機関が主導して検査法を確立することが望ましいと考えられる。

一方、ある内容の作業ができるかできないかといった直接的な適性検査では、正確な適合性の評価が可能で一方、作業レベルごとに検査項目が必要となる。そのため、直接的適性検査は、「狭く深く」を目的とした「自動化しきれない」作業のための検査に適すると考えられる。この場合の適合性は、企業内で独自の指標で判断すべきであり、検査項目も個々の企業において確立すべきと考え、そのガイドを作成することを検討する。

次に作業中の人の能力の見える化について考える。見える化の目的は、機械が人に適応して作業を行う際の、人と作業との適合性維持である。そのため「自動化対象外」の作業では、システムが人の低下した能力を支援することで、常にある一定のパフォーマンスを実現することを想定している。ただしこの領域の作業は、変種変量の単純作業であり、機械化の投資効果が得られない作業であるため、作業に特化した高度な生産システムの構築ではなく、汎用のウェアラブル機器によって人の持つ柔軟性を活かした支援を行うことが適切であると考えられる。支援機器で見える化する能力は、先に述べた適性検査で評価可能な能力と組み合わせることで、支援機器の規格化、標準化につなげていくことを検討する。さらに支援機器から得られる能力の日内、日間変動により、疲労を予測し、事前に人への負荷を減らすことも必要である。また逆に能力の向上(技能レベルの向上)を評価することで、QoWの働きが良くなることも考えるべきである。

一方、「自動化しきれない」作業は、自動化が困難な高度な作業であり、低下した能力の支援だけでは人と作業との適合性を維持できない。ここでは技能の見える化が必要になってくる。技能の見える化とは、作業の実現方法の形式知化(質的情報)であり、分析によって明らかとなる。技能の見える化に関する先行事例として、補足 1(2)に示すものがある。これら先行事例における技能データは作業前の段取りに関する技能を対象としていたが、ウェアラブルセンサ等の活用により、作業中の技能に関しても計測が可能となると考えられる。作業中の技能を明らかにするには、計測項目の策定や分析方法の確立も必要である。技能の見える化は難しい課題であり、基礎となる技能の可視化手法の構築が不可欠である。これは、後述の「熟練技能者の人材育成」で説明するように公的研究拠点で実施することが求められる。ただ技能が明らかとなった場合でも、低い技能レベルの作業者が高度な作業を実現することは難しい。しかしシステムが作業者を適切に支援することで、より高度な作業を行うことが可能になると考えられる。例えば、ある技能レベルにいる作業者の技能を分析し、分析された技能を下位の技能レベルにいる作業者がシステムと協働して実現することで、ある程度の経験を持った作業であれば、より高度な作業を実現することが可能になると考えられる。

### 2.1.3 機械が人に寄りそう人・機械協働システムの確立

多様な能力の労働者が不定期に就業するような現場においては、現場作業者の作業状況に応じ、生産性向上や品質確保のために、システム側が作業者を支援する必要がある。そのためのポイントは、人の作業をモデル化すること、人が機械を直感的に理解・操作できること(直感I/F)、および機械(ロボット)自体の自律性が高いことである。

まず、人が作業を行う時、どのような動きをして、どのくらいの作業能率や作業品質となるか、といった、人の作業のモデル化が必要である。これができることによって、人がこのように動くであろうという想定の上に、機械がタイミングを合わせて動いたり、あるいは人と機械で最適な役割分担を決めたりすることができる。また、この人の作業モデルは、人の能力や、人の体調と関係があるため、それらの影響も考慮が必要である。さらに、人の動きだけでなく、認知、感覚能力や判断能力まで含めて考慮できることが望ましい。

次に、機械に不慣れな人でも、機械を間違えずに扱って、人・機械協働作業を行える必要がある。すなわち、機械から人に対して伝えられる、作業状況や作業品質・加工品質、あるいは機械からの指示や設備の状況などの情報は、不慣れな初心者でも、自然に理解できる必要がある。また機械の何らかの操作を行う際も、機械の知識がなくても、人手で作業するのに必要な程度の知識のみで、機械を操作し、機械と協働での作業ができることが望ましい。これらを可能とするためには、誰でも理解でき、また意思を伝えられる、直感的なユーザインターフェイス(直感I/F)が必要となる。これらにより、初心者のスキル不足をシステムで補い、必要な生産性と品質を確保する。またそれにより多様な作業者が就業できるようにし、労働力の量も確保しやすくする。これら、人の作業モデルや直感IFは企業と公的研究機関や大学が連携し、生産システムの観点と、人の観点の両面での研究開発促進が必要である。

さらに、機械の動作を変更するために、機械の動作やそのタイミングを変更しようとする、機械の動作プログラムやシーケンスプログラムを修正したり、専門の知識が必要な機械のパラメータを調整したりする必要がある。これらの作業は現状専門知識を持った生産システム技術者やシステムインテグレータが行うことが多い。しかしながら、人と機械の役割分担をダイナミックに計画・変更するためには、生産システム技術者などがその都度、機械の動きやタイミングを調整し直しては、生産効率が上がらない。すなわち、機械自体が自律的に人にあわせて動作することで、実用的に柔軟な変更/組合せが実現できる。特に、前節で述べた、人の作業の見える化技術に基づいて、人の作業進捗に応じて機械を動作させたり、人の作業の意図を解釈して機械が必要な補助動作をさせたりといったことができる必要がある。あるいは、現場リーダからの最小限の指示により、機械の動作の修正やエラー発生時への対処を、簡単に手直し・調整を即応できるようにすることが望ましい。そのためのしくみ(人作業分析AIによる教示・復旧)の研究開発を促進し、民間での実用化を加速し、現場対応力を向上させることが必要である。

## 2.2 生産システムモデル確立と人材育成

### 2.2.1 人・機械協働生産システムと生産システム技術者の人材育成

変種変量生産においては、人の特性を理解した上で、製造物や生産数量に応じて、最も効率の良い人・機械協働システムを構成する必要がある。これまで、電磁開閉器やノートPC・パソコンの製造工場において取り組まれた事例が知られている(補足1(3)参照)。これらは、人の特性をうまく活かして生産システムを構築している事例であるが、このような生産システム構築のためには生産システム技術が必要となる。生産システム技術者が不足している状況で、人も含めた人・機械協働システム設計ができる人材は極めて限られており、それを教育できる人材もまた不足している。また各企業内では、同じ製品を複数の異なる生産システムを実際に作ってみて、優劣を比較するといったことも、現場の限られた費用・時間・スペースを考えると困難である。これらのことから、各企業内で、複雑な人・機械協働システムの設計・構築・保守ができる人材を育成する機会(場)を持つことは難しい。そのため、公的研究機関を活用し、ものづくりモデルを研究開発および実証の場として活用するとともに、人材育成の場として活用する。

生産システムの形態は、製造対象物やその生産数量・品種数等に大きく影響される。そのため、

代表的な製品を選び、その対象毎に関連する企業(製造装置メーカーなど)も参画したプロジェクト体制を構成し、順次ものづくりモデル(人・機械協働生産システムの導入モデルケース)を確立する。産業競争力強化のためには、世界をリードする最先端の生産システムモデルを目指す必要があり、そのためには古い設備を使った研究では意義が薄れる。そこで、参加企業は最新の製造装置、センサ、情報機器等を持ち寄り、これら最先端の生産システムモデルを用いて、実証および人材育成を行う。成果は広くユーザ(中小企業含む)やシステムインテグレータに発信する。

このものづくりモデル実証の場の生産システムを活用し、人・機械協働生産システムを試使用・体験し、生産システム技術を実習する教育カリキュラムを大学と協力して整備する。大企業や中小企業などの各企業や、教育機関から受講できるようにすることで、生産システム技術者を育成する場が整備される。ここでは、不確定要素が大きい人も加味したり、企業の枠を超えた生産連携のしくみづくりも考慮したりすることで、企業単体では修得しにくい人・機械協働生産システムの生産システム技術修得が期待できる。また、公的研究機関や大学により「生産プロフェッショナル」としての必要要件を研究し、必要技術明確化と育成ガイドを作成した上で、国により「生産プロフェッショナル」の資格制度を制定する必要がある。ここで、「生産プロフェッショナル」とは、生産システム技術者の中でも特に、高度な生産システムの設計、構築、保守および指導などが行える技術者を指す。これにより、「生産プロフェッショナル」の地位向上を図り、生産システム技術者層の底上げを支援することが望まれる。

生産システムの設計や生産計画において、製品を製造するための各工程に対し、作業者と機械の両方をリソースとして割り当てる必要がある。前節で述べた人の作業の見える化のしくみを活用し、人の作業能力を考慮した生産システムの設計、生産計画調整を行う。図2.2-1に示すように、CPS技術を活用し、人の作業のモデルも含めたシミュレーション環境を構築することで、最適な人・機械協働生産システムを実現する。

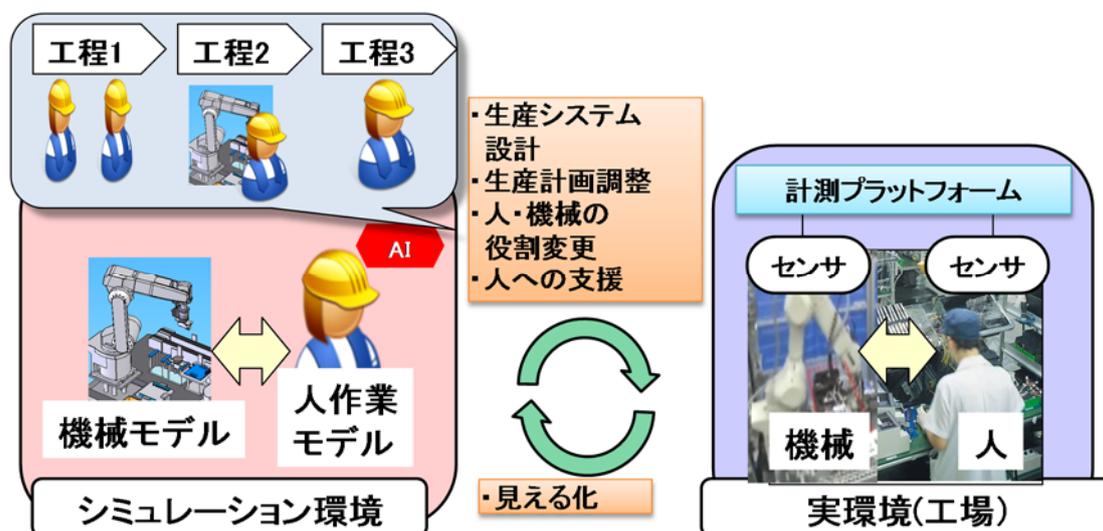


図2.2-1 CPS技術を活用した、人・機械協働生産システム

多様な能力の労働者が不定期に就業するような現場においては、現場作業者の作業状況に応じ、生産性向上や品質確保のために、システムが作業者を支援する必要がある。図2.2-2にものづくりIoA(Internet of abilities)による人・機械協働生産システムのイメージを示す。ここでは機械(ロボット)と人で構成され、人の能力や状況に応じて、人と機械が役割分担する。また、多様な作業者の能力の違いに合わせて必要な支援(作業見守りや指示など)を行う(リモートOJT)。さらに、IoAのしくみを活用した、テレワークも可能とする。IoAは東京大学の暦本教授が提唱する概念[2.2-1]で、ネットワークを介して人やロボットの能力を活用することで、時間や空間の制約を超えて人やロボットがそれぞれの能力を活用しあえるネットワーク環境のことを指す。

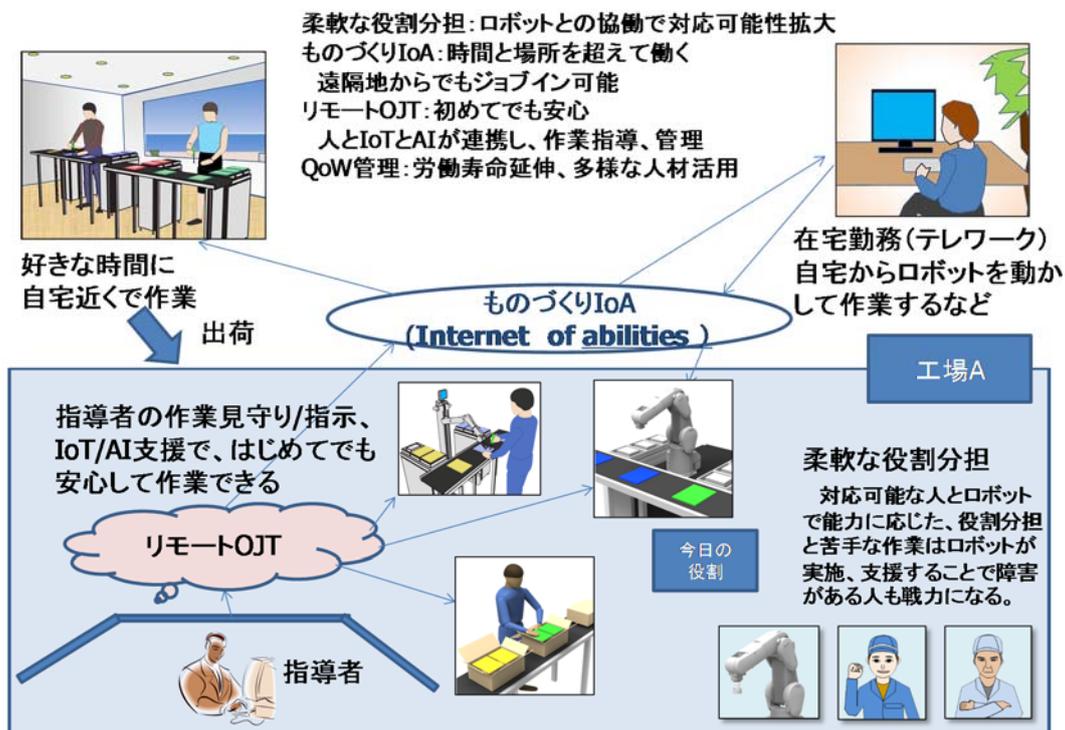


図2.2-2 ものづくりIoAによる人・機械協働生産システム

図 2.2-3 に、人・機械協働生産システムにおける柔軟な役割分担のイメージを示す。当日のニーズと働く人、機械の能力に応じた最適な生産計画に調整する。これを実現するためのポイントは、前節で述べた、人の能力の把握、人の作業のモデル化、自律性の高い機械である。

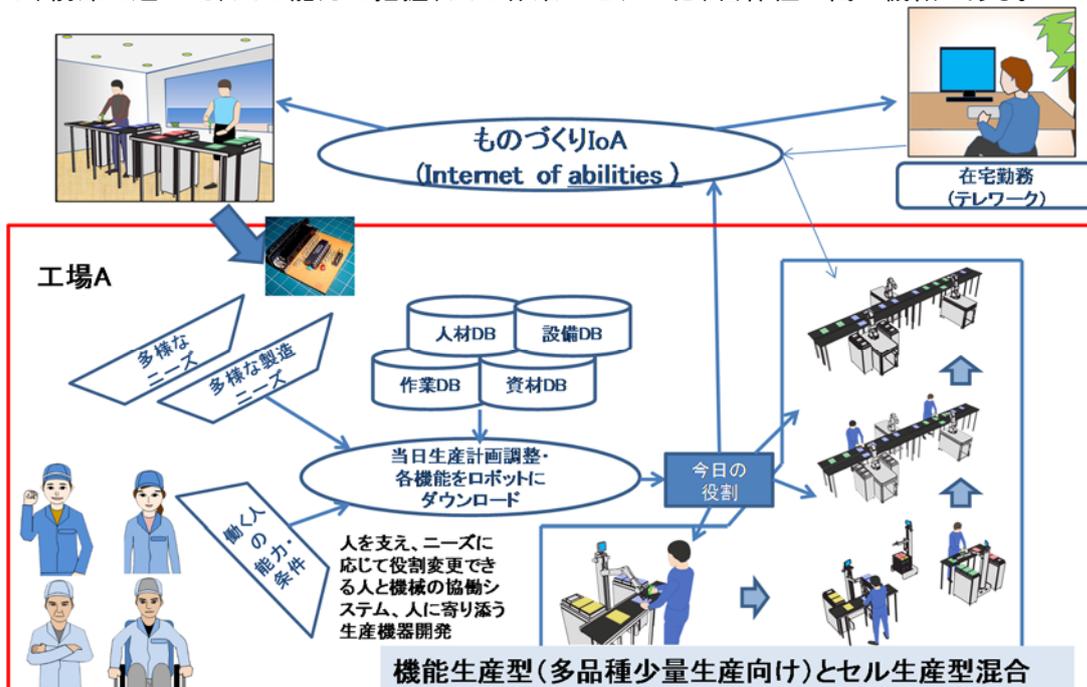


図2.2-3 人・機械協働生産システムにおける柔軟な役割分担

図2.2-4に、人の能力に合わせた支援を行うリモートOJTシステムのイメージを示す。前節で述べた見える化技術により、人の能力や作業を把握し、IoTやAIなどの技術を活用して、人に対して適切な作業指導や品質管理を行う。不慣れな初心者に対しては、作業進捗に応じて適切なタイミングでの作業指示や、作業ミスがないかの見守りを行う。このとき、前節で述べた直感I/Fにより、初心者でも、作業できるようにする。初心者のスキル不足をシステムで補い、必要な生産性と品質を確保する。これら初心者への指示はリモートOJTクラウドからAI技術を用いて提示するのに加え、遠隔地の指導者に対し、作業現場をリアルに再現し、助言を仰ぐことができる環境を構築する。一方、上級者に対しては、こまごまとした作業指示は不要であり、逆にこの上級者の作業を分析し、初心者を支援するための、模範とする標準作業データを作成する。また、高齢者などに対しては、極度の疲労などの状態を管理し、就業中の事故など危険な状況を回避する。

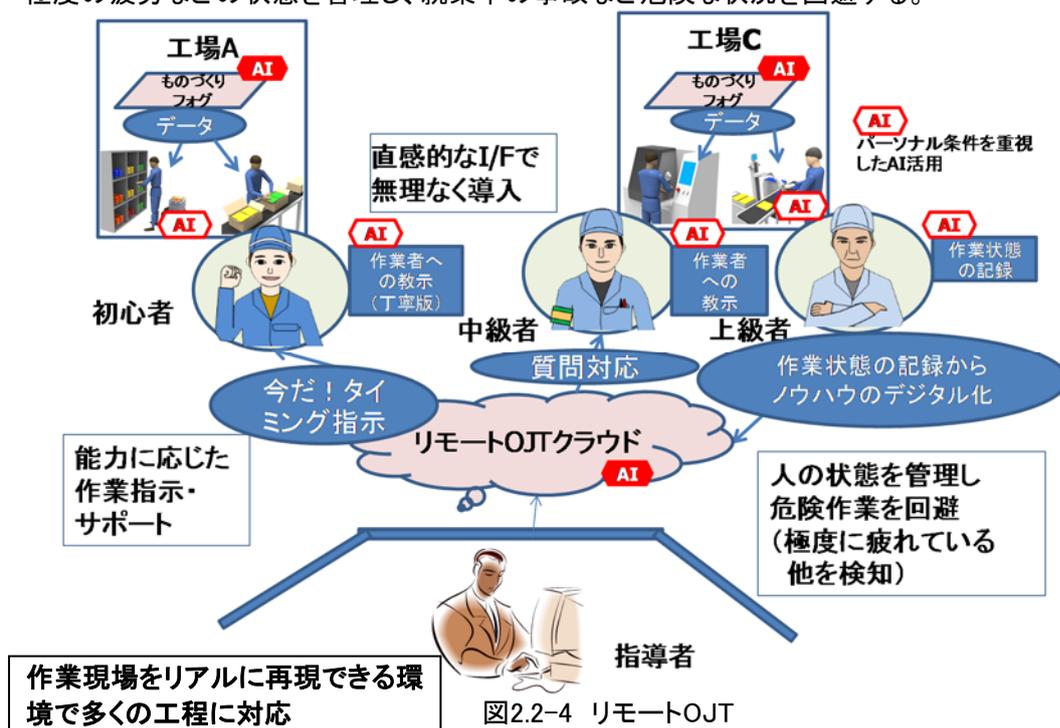


図2.2-4 リモートOJT

さらに、変種変量生産の時代になると、一企業だけで全ての製品を生産することが困難となり、社外リソース(設備や人)を効果的に活用することが求められる。このようなことを実現するための分散型の生産システムモデルのイメージを図2.2-5に示す。ここでは、多様なニーズ(注文)に対して、企業は、社外の中小企業などと生産連携することで、コンパクトな工場(ミニマム投資)で大きな価値を生むことが可能となる。また、高度技術を保有する中小企業の活用促進にもつながる。

この生産連携を促進するためには、企業と企業をつなぐ、生産連携悉皆(しっかい)屋プラットフォームの整備が不可欠である。悉皆屋とは、江戸時代、染め物・洗い張りなどの注文を取り、京都の専門店に取り次ぐことを業とした者であり[2.2-2]、ものづくりにおいても同様な生産連携のしくみの整備が望まれる。そのために、各中小企業等がどのような分野に強みがあるかという人材・企業DBを整備する必要がある。ここで、人の作業やそのレベル(質)の定義(標準化)や、人材DBにおける個人情報取り扱いが課題である。

また、これら人・機械協働生産システムおよび生産連携のしくみを構築し、実際にこのしくみが、それぞれの製品やその生産数量において、有効かどうかの検証が必要である。人・機械協働システムにおいて人が含まれることに加え、分散型で生産することで、さらに複雑さが増大する。考慮するファクターが非常に多数となり、この問題の最適解を解くことは容易ではない。そこで、公的研究機関において、代表的な製品に対して、これら人・機械協働生産および生産連携のしくみを使ったモデルケースを研究し、実証することが極めて有効である。

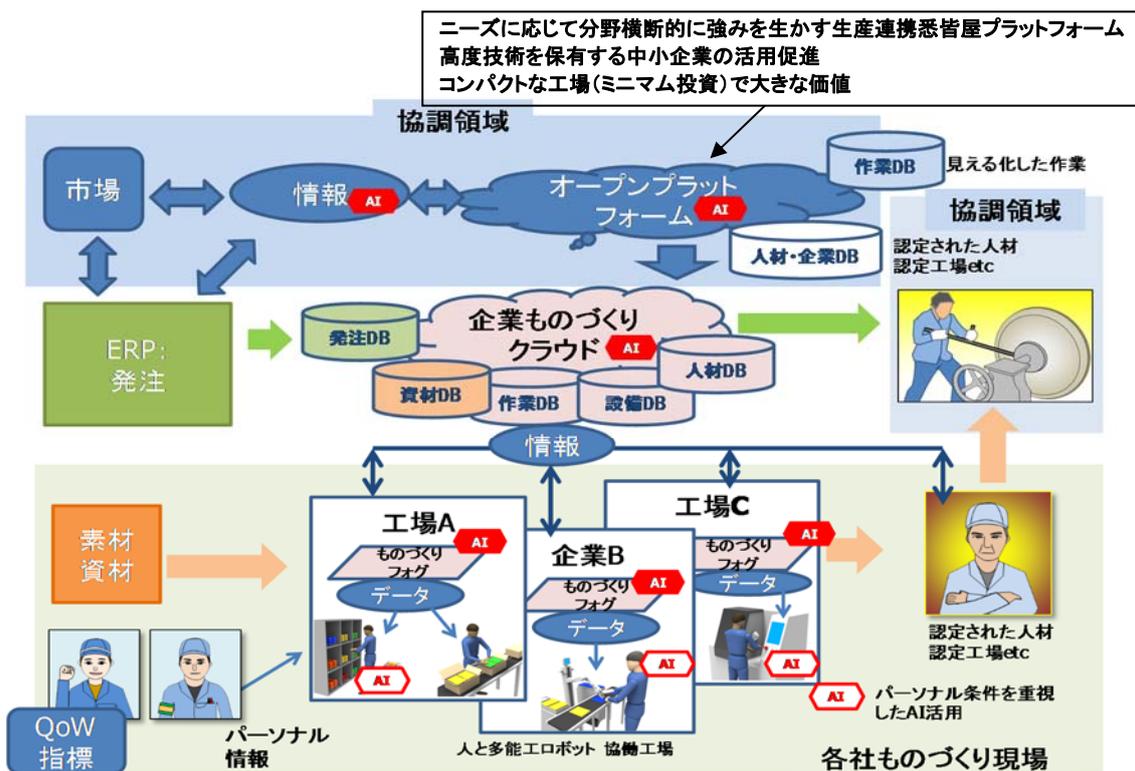


図2.2-5 分散型生産システムモデル

### 2.2.2 熟練技能者の人材育成

大企業でも中小企業でも、熟練技能の伝承は大きな課題であり、これまでいろいろな取り組みが行われてきた(補足1(4)参照)。このような取り組みがあるものの、熟練技能のデジタル化は難しい課題であり、全てをデジタル化することは現実的ではない。そこで、熟練技能者を求める企業からの、どういった熟練技能者が不足し今後必要かという要望や求人情報に基づいて、対象とする熟練技能を選定することが、産業界で実際に就労する熟練技能者層を拡大するためには効果的である。また全くの未経験者を熟練技能者にまで育成するのは現実的ではなく、企業などのある程度の経験者が、熟練技能者ならではの着眼点(視線等)やコツ(動作特徴)がつかめるような教育を行うことで、さらに1ステップレベルアップすることを目指すことが効果的である。

このような狙いのもと、公的研究機関にて現場の熟練作業者の技能を定量的に見える化するしくみを構築し、典型的な熟練作業について、技能を抽出・分析し、データベース化した上で、中小企業を含む幅広い民間企業に提供することで、製造業全体の産業競争力強化が期待される。

具体的には、中小企業などの各企業や、教育機関から受講できる教育カリキュラムを大学により整備する。また、公的研究機関により、技能を評価するしくみを標準化した上で、ものづくり実証拠点を導入・整備する。また国により、熟練技能の能力認定を制度化し、能力取得者の地位向上につなげ、熟練技能者層の拡大を支援する。このとき、前述のように、企業が協力し、求める熟練技能者の情報を教育カリキュラムに反映できるようにする。さらに、公的研究機関で分析した熟練作業者の技能の分析結果は、関係する自動化機器メーカーにも公開し、多様な熟練作業を実現する多能工自動化機器の開発を促進。幅広い民間企業(中小企業含む)への適用を図る。並行して、各企業固有の熟練作業についても、有償受託業務として、熟練技能の見える化を非公開で実施することで、各企業のノウハウを守りつつ産業競争力維持・向上に貢献する。

## 2.3 多様な人材の活用

変種変量生産では生産対象や生産量が日々変動するため、機械設備の導入は投資効果や生産立ち上げ時間の面で困難なことが多く、一層「人」の活用が重要になる。しかし、人口減少が進む日本においては、これまでと同様の労働者を製造現場に投入することが今後困難になると予想される。そこで、高齢者や女性、障がい者などを含む、多様な人材をうまく活用するしくみを構築していくことが益々重要になってくる。一方、労働者が仕事にやりがいを持てる組織は、生産性向上、労働災害発生リスク低下が図れるとともに企業収益が相対的に高いとの社会学的な先行研究がある。そこで、今一度、製造現場で働く人に着目して、彼らが効率良く、創造的に働ける環境を見直すことがものづくり強化のためには重要である。

本プロジェクトにおいては、主役の「人」が医学的・心理学的健康と社会的充実感を示す指標を“QoW(Quality of Work)”とし、このQoWを高めることで生産性向上と労働寿命延伸を促進し、新たなものづくりを支える人材を確保する環境構築をQoW経営として、豊かな高齢化社会のモデルと考へた。本節ではQoW指標の確立と、QoW経営に必要不可欠となる多様な人材の活用システムについて検討した。

### 2.3.1 QoW(Quality of Work)指標の確立

OECD(Organisation for Economic Co-operation and Development: 経済協力開発機構)や欧州を中心とする国際調査では、職(ジョブ)を量と質に分けて評価し、更に職の質を様々な要素が複合し構成されるものとして扱っている。また、各調査に共通する要素として、安心・安全、社会・職業制度、心身の健康やワークライフバランスが存在する([2.3-1], [2.3-2]参照)。

表 2.3-1 欧州を中心とした職の質を計測する各種フレームワーク[2.3-1]

Table 1. Selected international frameworks for measuring job quality: dimensions and geographical scope

|                                     | Dimensions  | Geographical coverage   |   |
|-------------------------------------|---|---|---|
| <b>EU Laeken (2001)</b>             | (1) Intrinsic job quality<br>(2) Lifelong learning and career development<br>(3) Gender equality<br>(4) Health and safety at work<br>(5) Flexibility and security   | (6) Inclusion and access to the labour market<br>(7) Work organisation and work-life balance<br>(8) Social dialogue and workers' involvement<br>(9) Diversity and non-discrimination<br>(10) Overall economic performance and productivity                | European Union  |
| <b>UNICE-Business Europe (2001)</b> | (1) Number of fatal and serious accidents<br>(2) Rates of occupational diseases<br>(3) Number of days lost due to sickness<br>(4) Labour productivity<br>(5) Proportion of working population with low, medium and high levels of education | (6) Proportion of population with basic, medium and high levels of ICT literacy<br>(7) Average time taken to find first or new job<br>(8) Employment rate and unemployment rate<br>(9) Proportion of working age population creating their own enterprise | European Union  |
| <b>ETUI (2008)</b>                  | (1) Wages<br>(2) Non-standard forms of employment<br>(3) Working time and work-life balance   | (4) Working conditions and job security<br>(5) Skills and career development<br>(6) Collective interest representation  | European Union  |
| <b>EMCO (2010)</b>                  | (1) Socio-economic security: adequate earnings, job and career security<br>(2) Education and training: skills development, employability  | (3) Working conditions: health and safety at work, work intensity, autonomy, collective interest representation<br>(4) Work-life and gender balance: Work-life balance, gender balance  | European Union  |
| <b>ILO (2012)</b>                   | (1) Employment opportunities<br>(2) Unacceptable work<br>(3) Adequate earnings and productive work<br>(4) Decent hours<br>(5) Stability and security of work<br>(6) Combining work and family life  | (7) Fair treatment in employment<br>(8) Safe work environment<br>(9) Social protection<br>(10) Social dialogue and workplace relations<br>(11) Economic and social context of decent work   | Global  |
| <b>Eurofound (2012a, 2013)</b>      | <i>Job Quality Index (2012a)</i><br>(1) Earnings<br>(2) Prospects<br>(3) Intrinsic work quality<br>(4) Working time quality   | <i>Non-pecuniary Job Quality Index (2013)</i><br>(1) Intrinsic quality of work<br>(2) Employment risks<br>(3) Workplace risks<br>(4) Working-time<br>(5) Work-life balance  | EU28, Norway, Former Yugoslav republic of Macedonia, Turkey, Albania, Kosovo and Montenegro |
| <b>UNECE (2015)</b>                 | (1) Safety and ethics<br>(2) Income and benefits<br>(3) Working hours<br>(4) Balancing work and non-work life   | (5) Employment security and social protection<br>(6) Skills development and training<br>(7) Workplace conditions and motivation   | Global  |

Source: Authors compilation based on European Commission (2001), UNICE (2001), Leschke, J. and Watt, A. (2008), EMCO (2010), ILO (2012), Eurofound (2012a and 2013) and UNECE (2015).

たとえばOECDにおける「職の質(Job Quality)」に関するフレームワークでは、職の質を「収入の高さ」、「労働環境の質」、「労働市場の安定性」に大別しており、「労働環境の質」の要素として健康、教育、労働を含む諸活動、社会との接点や関係性などを抽出している([2.3-1]参照)。

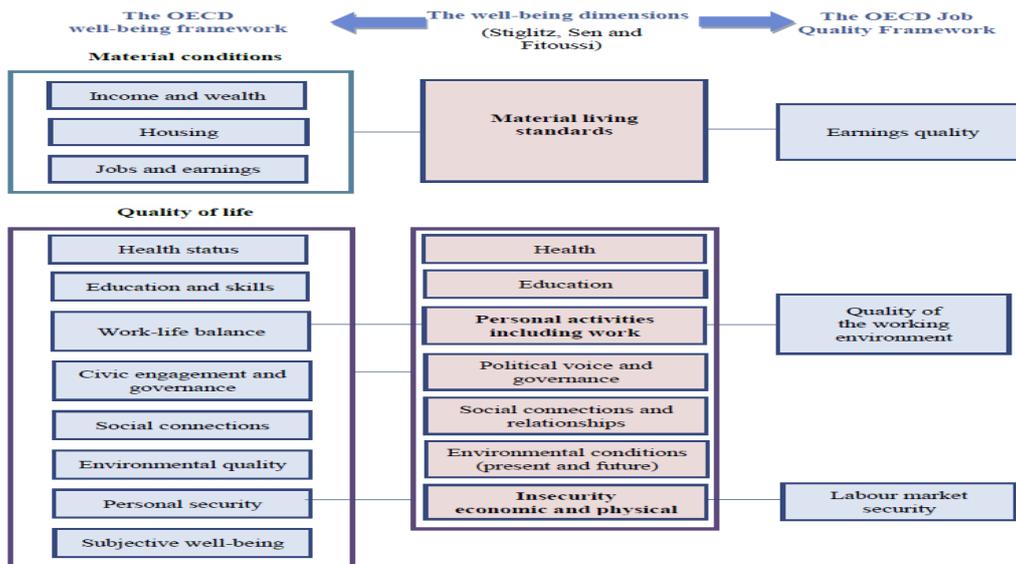


図2.3-1 OECDにおける職の質(Job Quality)と幸福(well-being)の関係[2.3-2]

このOECDにおける「労働環境の質」は、「働きがい」、すなわち動機づけやモチベーションを中心とする労働者本人の心的要素、「働きやすさ」、すなわち勤務条件や人間関係を含めた周辺環境にもたらされる要素に、「健康」を追加したものと考えられる。そこで、QoWは、図2.3-2に示すように人材活用のベースとなる「健康」、モチベーションを促進する環境となる「働きやすさ」、モチベーションを中心とする「働きがい」からなると考えた。

なお、前述のOECD調査においては、日本は職の安定性や求職数は世界的にも高水準とされる一方、労働環境や企業の将来収益力は中位に位置付けられている。また、内閣府の調査において、高齢者が就業を継続する理由は、日本や米国では外発的動機づけ(収入が欲しい)の比率が高く、ドイツ・スウェーデンでは内発的動機づけ(仕事が楽しい)が高いという傾向がみられる。これらより、QoW指標の確立や検証においては、社会の経済状況や文化的背景の差異を踏まえることが必要と思われる。

また、QoWの構成要素には労働者本人の心身だけでなく、人間関係、労働環境や社会環境も含まれている。QoWを向上するためには、人権やプライバシーを尊重しつつ、労働環境の提供者、すなわち経営者や監督者を中心としたQoW向上の関係者と情報を共有するしくみが必要である。

(1)健康の維持増進

多様な人材を活用するには、ベースとなる健康の維持増進への配慮が不可欠である。労働政策研究・研修機構の調査によると、高齢就業希望者が仕事に就けなかった理由として「自身の健康上の理由」(32.7%が挙げられており([2.3-3]参照)、高齢者のヘルスケアの改善による労働寿命延伸が期待できる。ただし、高齢者の身体的能力や認知能力は、日により、時間により、大きく変動する傾向があることから、必ずしも頑健な状態を前提としない人材に対し、無理のない労働環境を提供するためには、日々変動する体調を見える化し、適切な労務管理へ生かすしくみが安全衛生・生産性向上の面でも重要である。特に、高齢者活用にあたっては、本人が自覚して感じる主観的な疲労と生体信号等により観測される客観的な疲労に差異が生じやすいこ

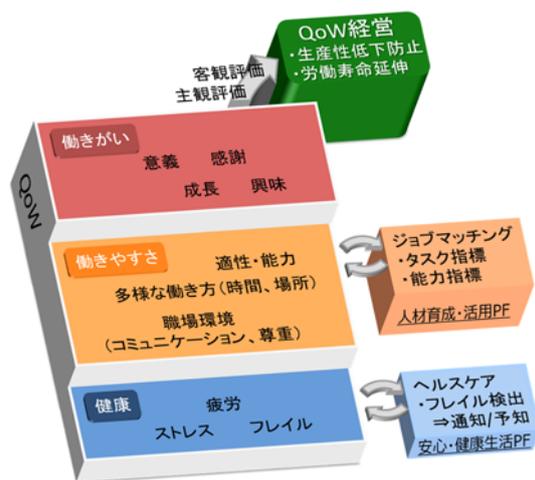


図 2.3-2 QoW の構成

とが知られており、労働災害のリスクが高まると予想されるため、本人の自覚のみに任せない労務管理が必要となる。

さらに、高齢者では加齢に伴う身体的能力や認知能力の低下に個人差が大きく、年齢による一律な対応が難しい課題がある。そこで、高齢者の労働能力を評価する指標としてフレイルに注目した。フレイル(Frailty)とは、近年、特に医学・加齢学の領域において取り入れられつつある心身の虚弱に関する概念([2.3-4]参照)で、高齢者が筋力や活動が低下して要介護に陥る前の虚弱状態であり、しかるべき介入により再び健康な状態に戻りうる状態である。診断基準は現在も議論が行われている状況であるが、例えば「臨床フレイル・スケール」では、「壮健(very fit)」から「疾患の終末期(terminally ill)」までの9レベルとしている(表2.3-2、[2.3-5]参照)。多様な人材の活用面から

は、レベル3「健康管理しつつ元気な状態を維持(managing well)」以上を維持し、レベル4「脆弱(vulnerable)」やレベル5「軽度のフレイル(mildly frail)」からの回復を図って労働寿命を延ばすことが、本人のためにも社会のためにも重要と言える。

フレイルの評価方法としては、体重減少、主観的活力低下、握力低下、歩行速度低下、活動度低下の5項目により判定する簡易スクリーニング法(表2.3-3、[2.3-6]参照)や、数十項目にわたる問診により評価する詳細アセスメント法([2.3-7]参照)など様々な方法が提唱されている。

しかし、これまでに提唱された手法の多くは定性的な観測やアンケートなどの主観評価に留まることから、数ヶ月毎の間欠的な評価にならざるを得ない。労働寿命延伸の観点からはフレイルの予防が重要であるから可能な限り高頻度の評価が望ましく、客観的な計測データを活用し、フレイルの構成要素を定量的かつ詳細に、日常的かつ継続的に取得するなどの方法により、個々人のフレイルレベルを精密に把握し、フレイルへの移行の予兆を早期に検知する方法の確立が重要である。

表 2.3-2 臨床フレイル・スケール[2.3-5]

|   |   |
|---|---|
| 1 | <b>壮健 (very fit)</b><br>頑強で活動的であり、精力的で意欲的。一般に定期的に運動し、同世代のなかでは最も健康状態がよい。   |
| 2 | <b>健康 (well)</b><br>疾患の活動的な症状を有してはいないが、上記のカテゴリ 1 に比べれば頑強ではない。運動の習慣を有している場合もあり、機会があればかなり活発に運動する場合も少なくない。                                       |
| 3 | <b>健康管理しつつ元気な状態を維持 (managing well)</b><br>医学的な問題はよく管理されているが、運動は習慣的なウォーキング程度で、それ以上の運動はあまりしない。  |
| 4 | <b>脆弱 (vulnerable)</b><br>日常生活においては支援を要しないが、症状によって活動が制限されることがある。「動作が遅くなった」とか「日中に疲れやすい」などと訴えることが多い。  |
| 5 | <b>軽度のフレイル (mildly frail)</b><br>より明らかに動作が緩慢になり、IADL のうち難易度の高い動作(金銭管理、交通機関の利用、負担の重い家事、服薬管理)に支援を要する。典型的には、次第に買い物、単独での外出、食事の準備や家事にも支援を要するようになる。 |
| 6 | <b>中等度のフレイル (moderately frail)</b><br>屋外での活動全般および家事において支援を要する。階段の昇降が困難になり、入浴に介助を要する。更衣に関して見守り程度の支援を要する場合もある。                                  |
| 7 | <b>重度のフレイル (severely frail)</b><br>身体面であれ認知面であれ、生活全般において介助を要する。しかし、身体状態は安定していて、(半年以内の)死亡リスクは高くない。   |
| 8 | <b>非常に重度のフレイル (very severely frail)</b><br>全介助であり、死期が近づいている。典型的には、軽度の疾患でも回復しない。   |
| 9 | <b>疾患の終末期 (terminally ill)</b><br>死期が近づいている。生命予後は半年未満だが、それ以外では明らかにフレイルとはいえない。   |

表 2.3-3 フレイルの簡易スクリーニング法[2.3-6]

| 項目       | 定義  |
|----------|---|
| 体重       | 一年で体重が <sup>4</sup> 4.5Kg以上減少   |
| 疲労感      | 自己評価<br>i) 先月ごろよりいつも以上に疲労感あり<br>ii) ここ1ヶ月弱くなった  |
| エネルギー使用量 | 生活活動量評価(レクリエーションなどの活動量を評価)**  |
| 動作       | 15feet(4.57m)歩行で<br>女 ⊕身長159cm.....7秒以上<br>@>身長159cm.....6秒以上<br>男 ⊕身長173cm.....7秒以上<br>@>身長173cm.....6秒以上  |
| 筋力(握力)   | 女 ⊕BMI≤23.....≤17kg<br>@ BMI: 23.1~26 ..... ≤17.3kg<br>@ BMI: 26.1~29 ..... ≤18kg<br>@ BMI>29..... ≤21kg<br>男 ⊕BMI≤24..... ≤29kg<br>@ BMI: 24.1~26 ..... ≤30kg<br>@ BMI: 26.1~28 ..... ≤30kg<br>@ BMI>28..... ≤32kg |

5項目のうち3項目があてはまるとフレイルティ



価可能な手法も提案されていることから、これら主観的または客観的な評価と、生産性や離職率などの経営的な指標を対照するなどの方法により、QoW経営に向けた指標の確立が重要である。

### (3)QoWの定義・指標化

QoWの定義、指標化と計測技術の確立、その構成要素であるフレイル状態の検出方法確立には、医学、心理学および工学に跨る領域での調査、基礎研究が必要である。また、指標の普及に向けては公的機関による標準化や専門家・有識者による裏付けなどが不可欠であることから、公的な研究拠点の構築が必要である。また、QoWには人間関係や社会環境が大きく影響すると考えられることから、社会実装の具体的なしくみを検討するため、大都市近郊と地方、東日本と西日本など、産業構造・世帯構成・地域文化の違いを踏まえた特区などでの社会実証が必要である。

### 2.3.2 人材活用システム

中高年の人材活用については、国や民間企業においてすでに各種取組がなされている。厚生労働省の公共職業安定所(ハローワーク)がその代表的な例であるが、高齢者が保有する専門的な知識が活かせる職場を探す手段としては、現状十分とは言えず、特に65歳以上の転職先は口コミに頼るところが大きいとの調査結果もある。

内閣府のプロフェッショナル人材事業(図2.3-5)では、東京都を除く全道府県に「プロフェッショナル人材戦略拠点」を設置し、2016年1月から本格的に始動している。都市圏の多様な経営や生産に関するプロ人材を地方の企業(中堅、中小企業)へ人材還元することで地方の企業を「攻めの経営」に意識改革させ、地方創生につなげる施策である。プロフェッショナル人材戦略拠点では実現に必要なプロ人材ニーズを掘り起こし、民間人材ビジネス事業者、日本人材機構、産業雇用安定センター、金融機関が連携して人材マッチングがなされている。

一方、(公財)産業雇用安定センター(図2.3-6)は企業間の出向・移籍の専門機関で全国に拠点があり、厚生労働大臣から無料職業紹介事業の許可を受け、実施されている。生涯現役社会の実現に向けて65歳以上の高齢者が働き続けるための人材マッチング事業として「高齢退職予定者キャリア人材バンク事業」、40~50



図 2.3-5 内閣府プロフェッショナル人材事業[2.3-10]

### 高齢退職予定者キャリア人材バンク事業

生涯現役社会の実現に向けて、高齢退職予定者のキャリア等の情報を登録し、その能力の活用を希望する事業主に紹介することにより、高齢者雇用確保措置終了後の就業を支援します。

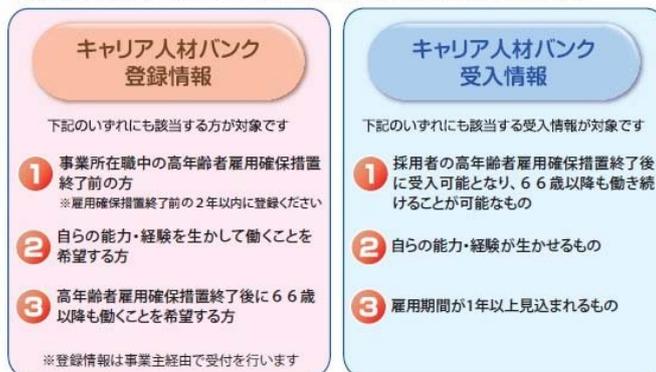


図 2.3-6 (公財)産業雇用安定センター 高齢退職予定者キャリア人材バンク事業[2.3-11]

歳の中高齢人材に対するキャリア形成のための支援制度として「試行在籍出向プログラム」を開始するなど、スムーズな高齢者の転職に向けてのトライアルがなされている。

高齢者の人材活用や人材育成に関する政策は、上述のような事例を含めてこれまでも取り組まれており、また、「働き方改革実現会議」等の場で活発な議論がなされ、日本版O-NET(職業情報、資格情報等を総合的に提供するしくみ)など、新たな人材マッチングシステムの計画案が発表されている[2.3-12]。

このような取り組みを、働く意欲がある高齢者の雇用・就労の促進へつなげていくために、QoWの視点から、以下のようなデジタルプラットフォーム、およびサービスの組み合わせを活用する施策を検討した。

#### ものづくり支援デジタルプラットフォーム

- ・顧客とものづくり企業のマッチングサービス
- ・ものづくり企業向けサプライチェーンサービス

#### 人材育成・活用デジタルプラットフォーム

- ・ものづくり企業と働く人のマッチングサービス
- ・働く人向けスキル習得サービス

#### 安心・健康生活デジタルプラットフォーム

- ・働く人向け安心・健康維持サービス
- ・官公民関係機関向けヘルスデータ活用サービス

図2.3-7に各デジタルプラットフォームや各サービスの関係を示す。

ものづくり企業にとっては、持続的な収益をもたらす「顧客」を得ること、技術を継承し革新し続ける「働く人」を雇用すること、価値の高い商品を創り出すために「働く人」を活かす人材マネジメントを行うことが、競争優位を確保していく上で、将来、より一層重要になる。

そのような将来において、QoWに配慮し高齢者の雇用・就労を促進するためには、求人元(経営者)と求職者(高齢者)をつなぐ際に、経営者が高齢者を雇用したくなる動機づけや、雇用された高齢者が働き続けやすい環境の整備が鍵になる。その施策として以下を提案する。

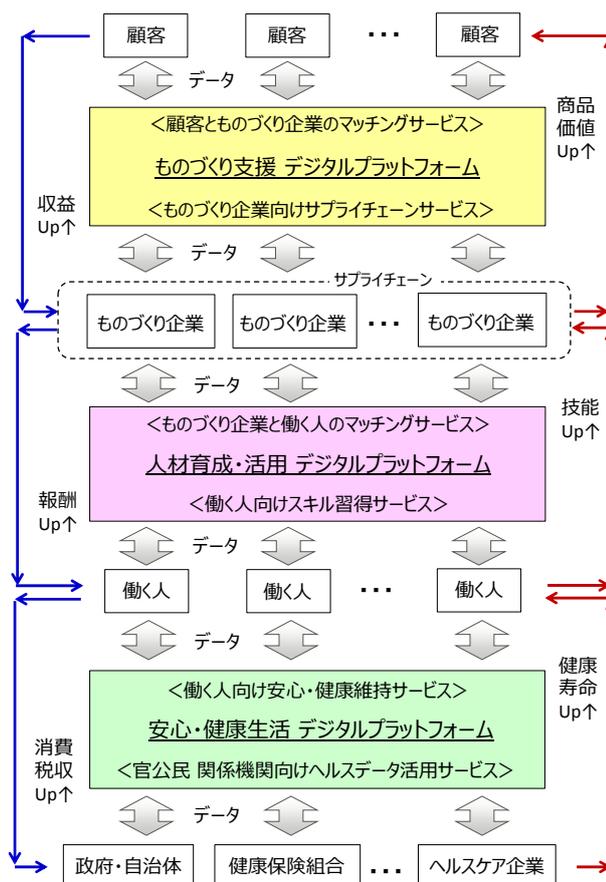


図 2.3-7 各デジタルプラットフォームとサービスの関係

#### [施策1] 価値が高い商品を「働く人」の創意工夫で生産するシステムの開発

ものづくり企業は、ものづくり支援デジタルプラットフォームの「顧客マッチング機能」や「サプライチェーンなど複数のものづくり企業が連携し商品を生産する機能」の活用によって、顧客にとっての『商品(モノ、サービス)の価値や品質』を向上させる。特に、中小規模のものづくり企業やその共同体にとって、ものづくり支援デジタルプラットフォームは、国内生産や地域内生産の強み(人材・技術の集積効果、サプライチェーンなど)を活かしながら、グローバル市場の顧客へのアプローチを容易にし、収益性の向上や国際社会への貢献を可能にする。

海外のものづくり企業との差異化(グローバル市場での競争優位)の源泉は、ものづくり企業

各社の『生産システムのパフォーマンス』にある。例えば、多様で変化する「顧客ニーズ」に応じた『変種変量』の「生産システムのパフォーマンス」は、ものづくり企業で「働く人」の創意工夫から継続的に生み出される。この創意工夫は、現場の経験や専門的な技能を有する高齢者の存在によって活性化される可能性がある。

ものづくり企業の経営者は、「働く人」の報酬を、年齢ではなく、商品の対価として得られる利益や社会への貢献など、企業や社会（地域）の長期的な存続と繁栄という本来のミッションを基軸として配分する「しくみ」を採り入れることによって、収益性の向上及び人材の活性化を‘ポジティブなスパイラル軌道’へと導くことができる。

#### [施策2] 高齢者向けのスキル習得サービス及び人材マッチングサービスの拡充

「働く人」は、人材育成・活用デジタルプラットフォームの「スキル習得機能」の支援によって、『生産システムのパフォーマンス』を向上させるために必要な技能を獲得し、「人材マッチング機能」の支援によって、その技能を活かせる「ものづくり企業」で雇用される。

高齢者の場合、ものづくりの現場経験や長年蓄積してきた技能の‘棚卸し’を行い、それらが活きる‘職場’で雇用されれば、経営者と「働く人」の双方にとってメリットが大きい（即戦力と居場所を短期間で実現できる）。「スキル習得機能」には、そのような‘棚卸し’を支援するしくみが含まれることが、高齢者の転職や再雇用にとって役立つと考えられる。また、「人材マッチング機能」には、働く意欲がある高齢者が職場を探す手段だけでなく、ものづくり企業が職場で求める技能や経験を持つ候補者を探し出せる手段があると、高齢者の雇用促進に効果的である。例えば、働く意欲がある高齢者をデジタルプラットフォームに登録・収集しておき、求人企業の要望にもとづいて、候補者を抽出・推奨できれば、ものづくり企業が高齢者の雇用を‘前向きに’検討する機会が増え、採用実績の積み重ねや広報によって普及が加速される。

働く意欲がある高齢者にとっては、「スキル習得機能」及び「人材マッチング機能」のサービスが連結し包括的に提供されて、簡単に利用できると便利である。厚生労働省が計画している「日本版O-NET」の取り組みにおいて高齢者向けのサービスが提供されること、そのサービスと「高齢者スキルアップ・就職促進事業（仮称）」（[2.3-11,12,13]参照）との連携が望まれる。

#### [施策3] 高齢者の健康に配慮し、最適な働き方をするしくみの確立

「働く人」と経営者は、安心・健康生活デジタルプラットフォームによって、QoWの観点から『就労状態での身体的・心理的負荷』を客観的に把握し、情報共有する。さらに、両者は、この情報をもとに『生産システムのパフォーマンス』と『健康的な就労環境』とのバランスを図りながら、最適な働き方を選択する。

高齢者の場合、加齢にともない、身体的能力や認知機能等が低下した状態（フレイル状態）になる割合が高まる。また、このような健康状態の変化は、個人差、日時差、個人の自覚度の差が生じる傾向が認められる。このため、高齢者の一人ひとりに対して必要とされる頻度で『就労状態での身体的・心理的負荷』を客観的に計測し、QoWの観点から判定・提示することが欠かせない。「働く人向け安心・健康維持サービス」は、そのような計測・判定・提示の機能をデジタルプラットフォームを介して「働く人」や経営者へ提供する。また、「ヘルスデータ活用サービス」は、『就労状態での身体的・心理的負荷』に関するデータを大量に収集し分析する（ビッグデータ処理）。これは、企業のQoW経営にとどまらず、政府・自治体のヘルスケア政策や、高齢者向けのヘルスケアビジネス（例：フレイルの予防に効果的な食生活や運動習慣に関するサービス提供など）にとっても有用であると考えられる。

ここで想定している「安心・健康生活デジタルプラットフォーム」は、現時点では医療・介護事業とは直接関係しないが、将来的には、生活習慣病（高血圧、脂質異常症、糖尿病など）の予防サービスや、フレイル状態から要支援・要介護状態へ移行した高齢者向けのサービスに統合されることが望まれる。例えば、厚生労働省「保健医療分野におけるICT活用推進懇談会」では、ICTを活用した「次世代型保健医療システム」の構築が提言されている（[2.3-14]参照）。ここでは、‘個人の健康なときから疾病・介護段階までの基本的な保健医療データを、その人中心に統合

する'「PeOPLE(仮称)」や'産官学のさまざまなアクターがデータにアクセスして、医療・介護などの保健医療データをビックデータとして活用する'「データ利活用プラットフォーム(仮称)」等が検討されている。また、経済産業省の「産業構造審議会 新産業構造部会」([2.3-15]参照)では、個人の健康・医療・介護データを集約するシステムの構築について継続して検討されており、プライバシー保護に配慮しつつ、個々人や企業のQoWIについても一元管理され、活用されることが望ましい。

### 2.3.3 高齢者の就労と消費行動

高齢者の労働意欲を高めると共に、それを消費につなげて日本の経済効果に結びつけるための検討が必要である。

内閣府の発表[2.3-16]によると、個人消費全体の中で、高齢者層の占める割合が年々増加し、近年では半分近くにまで達しており、高齢者層の消費に与えるインパクトが増大していることがわかる。また、高齢者の消費行動として、勤労者と無職世帯(年金または貯蓄取り崩し世帯)を比較すると可処分所得(月額)は、勤労世帯は無職世帯よりも、約16万円多く、消費支出(月額)も約7万円大きいという調査結果がある。また、現在就労していないが、希望する高齢者が職に就き安定した収入を得ることができれば、消費支出もより積極的になる可能性が高いとの見解も示されている。

高齢者の消費者動向について、さらに参照資料[2.3-17],[2.3-18]も参考にしながら消費行動に如何につながるかを検討した結果を以下にまとめる。

#### (1) 高齢者の貯蓄は多いものの収入は少ない

2012年の1世帯あたりの平均貯蓄額を世帯主の年齢階級別にみると60歳代の2,249万円をピークに減少するが、純貯蓄(貯蓄-負債)は60歳代以上で比較的多く保有しており、貯蓄の理由は、老後の不安に対する備えが多くを占めている。このことから、65歳以降も安心して生き生きと働ける環境が整えられれば、年金に頼る生活から就労による収入増により、貯蓄分を差し引いた余剰分は人生を楽しむための旅行や食事などの消費に使われることが期待できる。

#### (2) 高齢者の消費動向は「健康維持や介護のための支出」が多い

高齢者の消費行動をみると、優先的にお金を使いたいものとして、①健康維持や医療介護のための支出(42.6%)、②旅行(38.2%)、③子どもや孫のための支出(33.4%)となっている。また、食に関しても、価格よりも健康志向、本物志向の傾向にある。先の高齢者の就労理由の調査結果においても、健康のために働きたいという意見も多く、健康を維持しつつ働き続けられる環境が整えられれば、健康維持や医療介護のための支出が減り、他の消費に使われる

#### (3) 高齢者の男性単身者や大都市在住者ほど「孤独の不安」を抱えている

一人暮らしの男性の20%が「困ったときに頼れる人がいない」と回答、また、大都市ほどその割合が多くなっている。特に男性は定年後、自由時間が増える一方で、積極的にコミュニティに参加しないと、他者とのかかわりが益々減少していくものと考えられる。従って、働くことで職場での世代を超えた対話やコミュニティに居場所ができれば、他者とのかかわりが維持され、「孤独の不安」解消につながり、消費行動につながることを期待される

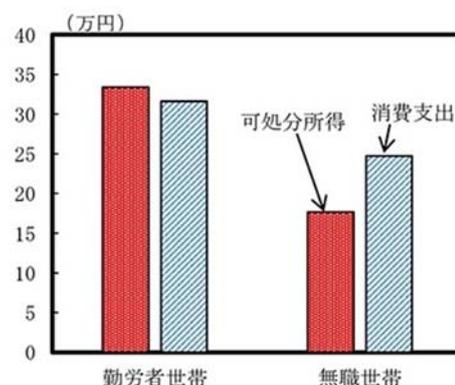


図 2.3-8 60歳以上の世帯における1世帯当たりの可処分所得と消費支出(月額、2014)[2.3-16]

### 3. プロジェクト提言骨子

#### 3.1 プロジェクト提言に向けた検討の視点

##### 検討1:

##### 変種変量生産に強い「人」が主役となる新たな人と機械の協働システム基盤技術早期確立

従来の機械中心の自動化では投資効果、開発期間の問題で生産における機械化支援の範囲が縮小する。しかし、その機械化支援できなくなった作業を「人」に移行するだけでは生産性など競争力を失う。そこで、図1.2-1に示す作業が単純かつ小量または変更が多く機械化の投資効果がでないため人作業中心に対応している「自動化対象外」領域(a)と、機械化技術が発展途上、または投資効果が得られなく「自動化しきれない」領域(b)に対して、機械化支援を強化し、総合的な機械化支援率の向上と「人」が効率的に作業できる環境が求められる。

その対策として、従来の省力化の全自動志向で人が補助する考え方ではなく、人の強み(柔軟性・即応性)をうまく活かし、機械の生産性・信頼性と組み合わせ、変更に強く、軽量の「人」が主役となる新たな機械との協働システムの実現が必要であると考え。図3.1-1に、「人」が主役となる生産システムのイメージを示す。

そのシステムに求められる主な要件は下記である。

##### (1)「自動化対象外」領域(a)、「自動化しきれない」領域(b)ともに必要な要件

- ・機械は人を補佐する役割に重心をおくとともに、容易に役割変更できる機能を有することで軽量化、多能化する。
- ・機械が人の能力を支援するにも限界があるため、作業前にある程度の適正判断が必要かつ、安全確保のため、作業中の適合性をウォッチし、自律的に状況に応じたサポート(作業スピードを少し調整する等)を行えること。極度に疲労して能力低下が著しい場合は作業を停止し休ませることを示唆することも高齢者など多様な人材に対応して必要。この実現には、「人の見える化」技術が基盤技術として必須になる。
- ・段取りロスがなくし、新規参入者または中級作業者の技能習得の障壁を軽減するための、人が機械を直感的に理解・操作できる新たなインタラクションが必要である。特にロボットのティーチング作業など高度生産システム導入の障害となってきた複雑で手間のかかる作業の軽減は、新たな人と機械の協働には必須である。

##### (2)「自動化しきれない」領域(b)に必要な要件

- ・熟練者不足に対して、熟練技術の見える化を推進し、IoT、AI、ロボティクス等の先端技術を応用してスキル補完することで、ある程度の経験者なら対応できるようにする。
- ・熟練技術の伝承は、OFFJTやマニュアルだけでは難しく、これまでの徒弟制度的伝承も必要な期間が長く、後継者不足の状況では困難になってきている。よって、OJTでの能力に応じたサポートなど新たな手法が望まれる。

##### (3)「自動化対象外」領域(a)に必要な要件

- ・能力に応じた教示などの作業支援により、品質の均質化対策が必要。
- ・多様な働き方にも対応するため、遠隔地からのジョブインなど、ものづくりIoA(internet of abilities)を活用するための人と機械のインターフェースの実現が必要である。

上記要件を満たす「人」が主役となる新たな人と機械の協働システムの基盤技術開発を加速するとともに、最先端技術を現場(特に中小企業)にいち早く導入し、競争力強化に繋げることを促進することが必要と考える。

## 機械が主役の生産システム



## 「人」が主役の生産システム



図3.1-1 「人」が主役となる生産システムイメージ

### 検討2:

#### 変種変量生産に適した生産システム技術確立と人材育成のしくみ構築

変種変量に移行すると益々生産条件が複雑で変化が激しくなる。その環境下で効率的な生産を実現するには、生産システム技術者の役割が益々重要になる。しかし、現状、生産システム技術者は既に不足しており、大学で学ぶことも難しい状況である。企業内教育で育成し、自社事業に特化している場合が多いが、人も含めた複雑化した生産条件に対応した最適な生産システムを設計できる人材は極めて限られており、それを教育できる人材も不足している。また各企業内では、同じ製品を複数の異なる生産システムを実際に作ってみて、優劣を比較するといったことも、現場の限られた費用・時間・スペースを考えると困難である。

従って、変種変量生産に適した新たな生産システムモデルを構築し、実際の工場を模擬した環境下で、種々の条件を変化させ、その生産効率などを検証し、生産システム技術として確立するための研究推進や企業の枠を超えて育成するしくみが必要である。

変種変量生産に適した新たな生産システムモデルに求められる要件は、Industry4.0等の世界的な生産革新の流れも組み入れながら、検討1で述べた各工場/各工程の作業に対する新たな人・機械協働システムを導入してだけでなく、益々複雑で変化が激しくなる生産条件への対応リスクを低減する対策が求められる。そのため、市場ニーズに連動したフレキシブルかつダイナミックな連携(分野横断的に強みを生かす悉皆屋的な生産連携)が可能な「繋がる」ものづくりのシステムモデル確立が求められる。(図3.1-2参照)

さらに、生産システムの設計はその対象物他の条件で大きく異なる部分も多いが、共通的に必要な技術の明確化と育成ガイドを作成した上で、国により「生産プロフェッショナル」の資格制度を制定する。これにより、「生産プロフェッショナル」の地位向上を図り、生産システム技術者層の底上げを支援する。また、その設計された生産を実現する現場のIoT、ロボット、AIを含めた高度生産システムを使いこなせる人材育成、人材育成促進のための技術検定など産学官でのしくみ構築も必要である。

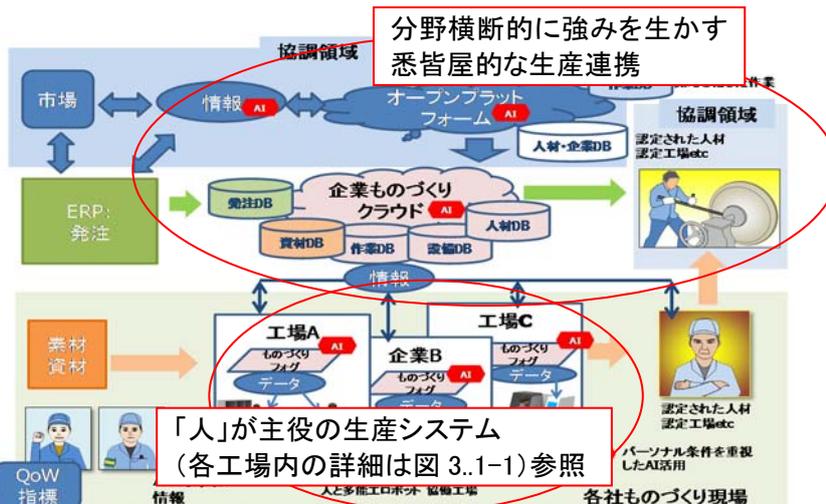


図3.1-2 フレキシブルでダイナミックな生産連携を実現する生産システムモデルイメージ (Industry4.0等の組合せ型生産連携との親和性も考慮…図2.2-5の再掲)

### 検討3:

#### QoW(Quality of Work)を活用した多様な人材活用のしくみ構築と支援環境導入

フレキシブルな生産では上述のように今後一層「人」の活用が重要になる。生産人口が減少する社会では多様な人材を活用して高い生産性を実現するには、各個人の能力が十分引き出せる状態(アサイン・環境)の確保が重要となる。

そのためには、昨今の働き方改革が第一のターゲットとしている適正な労働時間に加えて、基本である体調や体力等の「健康」、仕事の内容やワークライフバランスなどからなる「働きやすさ」、各人の興味や仕事に見出す意義などの「働きがい」を総合的に判断する必要がある。QoWをその総合的判断を助ける指標として定義する。(図3.1-3参照)。

さらに、QoW指標を活用し、企業の経営活動として、生産性や労働寿命などの経営指標と結びつけ、各人が効率よく創造的に働ける環境、さらには生涯現役で活躍できる環境や今まで働けなかった人が働ける環境づくりを推進する「QoW経営」の実現が変種変量生産に必要な多様な人材の活用には必須であると考えられる。

QoW指標は、検討1-(1)で述べた作業前の適正判断や、検討1-(3)の多様な働きかたの条件等各個人の定常的な指標として活用するだけでなく、状態変化の激しい高齢者なども考慮して、疲労度、覚醒度などの状態変化をウォッチし、機械サポートと連携することで、労働災害抑制や体調に合わせた就労管理と生産性を両立する指標としても活用する。

また、介護状態になる直前の虚弱状態(フレイル)を予知し、早期対策することは、労働寿命延伸に効果があるが、従来の定期検診だけでは対応できないため、労働環境で多頻度にウォッチするしかけが必要である。

それら基盤を構築した上に、個人の適性や能力、時間的/空間的制約に適合させるジョブマッチングシステムの整備へと発展させることを目指す必要があると考えられる。

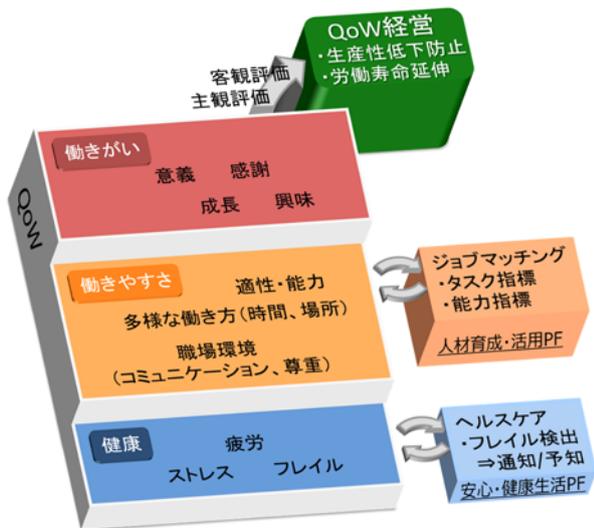


図 3.1-3 QoW の構成(図 2.3-2 の再掲)

### 3.2 プロジェクト提言概要

#### 提言1:

#### 「ものづくり革新拠点」※に企業・学官が集まり、「人」が主役となる新たなものづくり基盤技術確立と人材育成、産業界への導入支援施策を推進する

※経産省・産総研が臨海拠点に構築している「AI×ものづくり融合拠点」等の活用を検討

リーダ会社を中心に、参加メンバが連携し、産学官協働プラットフォームを形成し、「ものづくり革新拠点」に集結して、下記施策に取り組む。変化の激しいグローバルニーズや個人のニーズに合わせた高付加価値製品を市場に迅速に投入できる国際競争力の底上げを図ることが狙い。

具体的には、下記施策を推進する。

- (1) 産学官(国研)連携でが技術的課題の早期確立をめざし、共同研究を推進する。  
検討1-(1)に示す変種変量に強い新たな人と機械の協働システムの共通的な要件を実現するための技術基盤として下記技術の確立が急がれる
  - ・「人の能力(作業)の見える化」(センシング、分析)技術確立
  - ・「人が機械を直感的に理解・操作できるインタラクション」技術確立
  - ・「柔軟に人と機械の役割を変更できる新たな協働システム」技術確立
- (2) 産が中心になり、変種変量のものづくり現場で喫緊の課題である熟練技能の見える化と後継者支援対策を推進する。  
(1)項の「人の能力(作業)の見える化」技術をベースに、中小企業を含めた各社の熟練技能を見える化(デジタル化)し、喫緊の課題である熟練技能者の後継者不足に対し、必要に応じて関係する企業が集まり、後継者育成のためのしくみや新たな機械化支援へ発展させる等の支援を実施する。さらには各個別問題だけでなく、集積したデータ(守秘制約を考慮した上で)AI・ビックデータ他の解析や異分野交流により、異種の技能の融合など新たな生産技術の発展にも繋げる。
- (3) 産学が連携して、実際の工場を模擬した環境で、種々の条件を変化させ、その生産効率などを検証し、生産システム技術として確立するための研究推進や、企業の枠を超えて実践的に育成するしくみを構築する。
- (4) その他産業界への展開を促進するために、産業界が中心になって下記を検討
  - 産業界への情報発信、導入支援施策を推進する。  
最先端生産関連技術・機器を産業界にいち早く導入するための施策として、(1)、(2)で開発したもの、各社開発したものを産業界に情報発信し、利用技術トレーニング、さらには導入に向けた試使用や個別トレーニングを一貫して実施する。
  - 実践的のものづくり人材育成を推進する。  
最先端の生産システムモデルを用いてもものづくり先端技術育成カリキュラムとその認定のしくみをつくり、人材育成を推進する。  
さらに、企業が運営する特徴として、各社が求める人材育成のカリキュラムを提供し、受講生の中から優秀者を採用するような、採用と直結したカリキュラムの展開も検討する。
  - ファブレスのベンチャー企業や高額な設備を持ってない中小企業の生産を支援するため、ものづくり革新拠点(仮称)に設置した設備や、関連企業が持つ設備をレンタルして製造できる枠組みを構築し、事業化する。

## 提言2:

### 産業界が主体となってQoW(Quality of Work)を活用した多様な人材活用のしくみ構築と支援環境導入を推進する -QoW経営推進-

【QoWとは】 各人の状態を評価する指標を定義する

- ・「健康」 体調や体力、フレイル診断
- ・「働きやすさ」 仕事の適正、働く条件、環境
- ・「働きがい」 仕事への興味、意義他

【QoW経営とは】 QoW指標を用いて、下記のような施策に繋げることで、生産性向上、労働寿命延伸等経営成果に結び付け、多様な人材活用を可能にする経営活動を想定

- ・労使で合意し、各人が十分力を発揮できる環境構築、レベルアップへの取組みに繋げる
- ・作業の現場で最適なジョブアサインや状態に応じた安全サポートの実現

リーダ会社を中心に参加メンバが連携し、QoW指標の基盤技術課題、社会実装に向けた課題(法律・規制課題含む)について取り組む推進体制を構築し、具体的なしくみ提言にブラッシュアップするため、下記の施策を推進する。

- (1) 学と産が連携して、工学・医学・心理学の学際体制を構築し、QoW指標と評価技術の基礎理論確立のため共同研究を推進する。

・「QoW指標の基礎理論確立とその評価技術」…欧米でもQoWは検討が始まっている働きやすさ、働きがいは労働者個人の事情、労働市場など社会全体の状況にも大きく影響されるため、主観的な評価なしには成り立たない。しかし、労使でQoW指標の評価結果を共有し人材活用に発展させるためには、機械計測によるコミュニケーション量や、情動などを客観的に評価し組み合わせることを検討する必要がある。

#### ・「フレイルの予知予防技術」

介護状態に陥る前のフレイル(虚弱状態)の予知予防、回復行動へ繋げる等、非フレイル状態を維持することが健康寿命延伸に効果的であると、医学の分野で報告されている。医学・心理学のアンケート等の間欠的な主観評価に加え、日常的、かつ継続的に評価可能な客観計測データを活用して各人のフレイルレベルを把握し、フレイルへの移行の予兆を早期に検知する方法を確立することが労働寿命延伸に重要である。

- (2) 公的研究機関にフレイル関連の個々人のビックデータを集積し、追跡調査したり研究成果の社会導入のしくみを検討する。
- (3) 産が中心になって、実際の現場で活用するための支援環境、評価環境開発を推進する。
- (4) 産が中心になって、生産活動との相関を調査した上で、人材と職場を結ぶジョブマッチングのしくみを構築する。  
まずは提言1で構築した生産モデルで技術実証して生産活動との関係性を確認することから始める。

### 3.3 提言毎の学及び政府支援のお願い

リーダ会社を中心とした参加メンバで推進体制を構築し推進するが、具体的施策の活動に関し、提言1、提言2各々主に下記の学及び政府支援をお願いしたい。

#### 【提言1】

##### 「ものづくり革新拠点に企業・学官が集り、「人」が主役となる新たなものづくりの基盤技術確立と人材育成、産業界への導入支援施策を推進する

- 技術的課題(変種変量に強い新たな人と機械の協働システム基盤技術開発)対策支援  
学術界: 共同研究への参画及び人材育成基盤構築支援  
政府:  
経産省(研究開発課、産総研)  
公的研究拠点として、AI×ものづくり融合拠点(産総研臨海拠点)を活用した技術開発支援及び都の産技研他との連携支援。さらに特区他の社会実証環境構築支援  
経産省(NEDO)、文科省(JST:未来社会創造支援)  
研究開発NP支援
- 社会受容性課題(中小企業への最先端技術導入の動機付け、人材育成)対策支援  
経産省 中小企業庁(中小機構)  
中小企業との連携支援、  
中小企業のIoT、AI、ロボティクス他先端技術導入(プラスITフェア)施策連携

#### 【提言2】

##### 産業界が主体となってQoW(Quality of Work)を活用した多様な人材活用のしくみ構築と支援環境導入を推進する -QoW経営推進-

- 技術的課題(QoW指標と評価技術の基盤技術/フレイルの予知予防技術)対策支援  
学術界: 共同研究への参画及び研究拠点構築支援  
日本薬理評価機構(PEIJ):フレイル関連研究データ集積や生産性とQoWとの相関トレンド(追跡)調査レポートの支援  
政府:  
文科省(科学技術・学術政策研究所): 共同研究への参画  
経産省(研究開発課、産総研)  
技術実証の場として、AI×ものづくり融合拠点(産総研臨海拠点)の活用  
経産省(NEDO)、文科省(JST:未来社会創造事業)  
研究開発NP支援
- 社会的受容性の課題(QoW指標及び使用を使った経営を導入するしくみ)対策支援  
経産省(QoW経営への理解、導入動機付け)、厚労省(労働安全他との関係性)支援

## 4. 期待効果

日本のものづくりの競争力強化とそれを支える人材確保対策は、産業競争力強化による効果とともに、超高齢社会における日本の社会課題についても効果が期待できる。

### 4.1 「人」が主役となる変種変量に強い新たな生産システム実現と人材育成基盤確立による期待効果

- (4) グローバル市場獲得、付加価値拡大への期待  
 変種変量に強い生産手法及びグローバル市場のニーズに連動した生産連携の実現により、地産地消によるグローバル市場獲得と生産展開効率向上し、付加価値拡大が期待できる。
- (5) 20年間停滞していた国内製造出荷額の増加への期待(表 1.1-1 参照)  
 グローバル市場獲得((1)項)に連動した輸出拡大、国内生産力強化により、国内製造出荷額の増加が期待できる。1割増毎に、2010年相当で推定すると下記の効果に繋がる見込み。  
 ・国内製造出荷額+30兆円⇒付加価値総額が10兆円(計100兆円)に向上  
 ・約100万人の雇用創出
- (6) 従来自動化が進んでいなかった分野への機械化支援強化による生産性向上への期待  
 変種変量に強い新たな人と機械の協働システムは、今まで省力化中心の自動化対象外であった少量生産の分野にも機械化支援を導入でき、生産性向上、利益率改善が期待できる。
- (7) 世界が求める高度なものづくり人材を豊富に輩出することへの期待  
 基本的な生産品質、効率向上だけでなく、日本のものづくりの地位向上が期待できる。

### 4.2 QoW(Quality of Work)を活用した多様な人材活用のしくみ構築と支援環境導入による期待効果

- (1) 生産人口拡充による社会保障費削減への期待(2030年で試算[1.1-2])  
 前期高齢者(約1400万人)の2割が給与取得者になった場合、平均年金受給額(\*1)から年間3.8兆円の年金削減に繋がる見込み。  
 (\*1) 1人あたり年金受給額/年:136.2万円  
 (厚生労働省公表値の2030年の平均年金受給額は夫婦で20.7~24.7万円/月より試算)
- (2) QoW向上による自立した個人消費層(給与収入で消費)増による消費力拡大への期待  
 給与取得者(自立的消費者)は年金受給者に比べ化省分所得が年間190万円多い。QoW向上により、前期高齢者の2割(280万人)が社会保障に依存しない給与取得者に移行した場合、約5兆円の消費力向上に繋がる見込み。さらに、前期高齢者がすべて給与取得者になった場合は自立的消費者の比率が2010年時より高くなり、個人消費母体として豊かになる。

表4-1 消費者構成概算 ( )内は前期高齢者

| (百万人)        | 個人消費母体         | 自立的消費者           | 社会保障依存者                 | 自立的消費者      | 自立的消費者率        |
|--------------|----------------|------------------|-------------------------|-------------|----------------|
|              | 総人口<br>(除く若年者) | 生産年齢人口<br>15~64歳 | 高齢者人口<br>(65歳以上)        | 高齢者の内給与で生活  |                |
| 2010年        | 111.2          | 81.7             | 29.5(15.3)              | —           | 73.5%          |
| 2030年        | 104.5          | 67.7             | 36.8(14.0)              | —           | 64.8%          |
| 2030年<br>対策時 | 104.5          | 67.7             | 34.0(11.2)<br>22.8(0.0) | 2.8<br>14.0 | 67.5%<br>78.2% |

- (3) QoW経営推進による豊かなワークライフと健康寿命延伸及び優秀な人材確保への期待  
 労働生活を通じて、生きがいと健康を維持できることにより、豊かな超高齢化社会のモデルとして、国民の健康寿命延伸と企業評価向上により優秀な人材が集まることが期待できる。

## 5. 次年度に向けた検討上の課題と展開

2017年度の活動では下記について検討する。

- (1) 2016年度活動の検討結果・提言の推進体制・推進シナリオ検討し、以下の活動を開始する。
  - ・ものづくり革新拠点に於いて、具体的な検証ターゲットを絞り込んで、施策の具体化と推進シナリオ及びロードマップ作成
  - ・技術基盤の確立のため、国家プロジェクト等を提案
  - ・共同研究の推進体制・推進シナリオを検討し活動をスタート
- (2) 高度技能を保有する中小企業の活用促進策の具体化のための調査・検討を行う
- (3) モデル実証実験計画を策定する

以上

## 補足1 活動概要補足

### (1)人の能力の見える化の先行事例

「広く浅く」を目的とした既存の検査として、厚生労働省編一般職業適性検査(GATB)に代表される間接的な適性検査がある(補足表1-1参照)。GATBは多くの職業分野において個人が仕事をする上で必要とされる9種類の能力を16種の下位検査から測定するもので、能力面から個々の職業への適合性を評価するものである。

補足表1-1 GATBで定義される適性能の一例

| 適性能      | 内容  |
|----------|---|
| G-知的能力   | 一般的学習能力   |
| V-言語能力   | 言語の意味およびそれに関連した概念を理解し、それを有効に使いこなす能力。言語相互の関係および文章や句の意味を理解する能力。                       |
| N-数理能力   | 計算を正確に速く行うとともに、応用問題を推理し、解く能力。   |
| Q-書記的知覚  | 言葉や印刷物、伝票類を細部まで正しく知覚する能力。文字や数字を直観的に比較弁別し、違いを見つけ、あるいは校正する能力。文字や数字に限らず、対象を素早く知覚する能力。  |
| S-空間判断力  | 立体形を理解したり、平面図から立体形を想像したり、考えたりする能力。物体間の位置関係とその変化を正しく理解する能力。青写真を読んだり、幾何学の問題を解いたりする能力。 |
| P-形態知覚   | 実物あるいは図解されたものを細部まで正しく知覚する能力。図形を見比べて、その形や陰影、線の太さや長さなどの細かい差異を弁別する能力。                  |
| K-運動能力   | 眼と手または指を共応させて、迅速かつ正確に作業を遂行する能力。眼で見ながら、手の迅速な運動を正しくコントロールする能力。                        |
| F-指先の器用さ | 速く、しかも正確に指を動かし、小さいものを巧みに取り扱う能力。   |
| M-手腕の器用さ | 手腕を思うままに巧みに動かす能力。物を取り上げたり、置いたり、持ち替えたり、裏返したりするなどの手腕や手首を巧みに動かす能力。                     |

補足表1-2 適性能と仕事の関係(一例)

| 仕事                | 所要適性能基準        | 内容  |
|-------------------|----------------|---|
| A-2 工学、技術野開発応用の仕事 | G110-N110-S100 | 専門分野の基礎的研究、実験データ、技術開発などに関する情報を収集、評価し、生産システム、機械工具、素材、製品などの改良、開発、設計、施行等を行う仕事に従事する。          |
| I-2 手工技能の仕事       | S90-P90-F90    | 一定の技法・手順に従い、手腕・道具を巧みに使用して、素材の加工、製品の製作など誠意密さを要する仕事に従事する。                                   |
| I-3 切削加工、造形の仕事    | S90-P90-M75    | 特別の訓練や経験を必要とする高度な技能の手腕作業、機械加工作業に従事する。   |
| I-4 機械操作の仕事       | K75-F75-M75    | 段取り・操作の簡単な(または他人が段取り・調整を済ませた)機械装置を操作して、素材に切削・研磨・穴あけ・打ち抜き、あるいは接合、変質などの加工をする作業に従事する。        |
| I-5 加工、組立の仕事      | P90-K75-M75    | 機械、器具、玩具などさまざまな組立部品の本体、または構成部品を、治工具や簡易な機器類を使って、所定の手順で加工、組付け、ねじ止め、溶接、はんだ付け、縫合などをする作業に従事する。 |
| I-10 手腕作業主体の仕事    | P75-M75        | 作業場内で、高度の技能を要しない比較的定型反復的な手腕作業に従事する。   |

#### (2)技能の見える化に関する先行事例

技能の見える化に関する先行事例として、中小企業庁プロジェクト デジタル・マイスタープロジェクト(ものづくり・IT融合化推進技術の研究開発、2001～2005)や中小企業基盤技術継承支援事業(2006～2008)がある。これらプロジェクトの中では、ものづくり支援ツール[補足1-1]として、加工技術データベース(機械部品製造に主要な15加工法の加工技術情報を集積)や加工テンプレート(作業指示書のデジタル化、技能の指標化による加工のポイントの表現とその活用)が構築された。

#### (3)人機械協働システムの先行事例

例えば、三菱電機可児工場では、電磁開閉器の変種変量生産のために、セル生産にロボットを組み合わせた「ロボット組立セル生産システム」を導入。大物部品の供給や段取り変更が必要な部品の供給等を多能工の労働者が担い、知能化ロボットによる高度な生産ラインと協調して作業を行うことにより、従来の全自動無人化ラインと比較して圧倒的な効率性の向上を達成した[補足1-2]。また、島根富士通のノートPC・タブレットの製造工場では、IoT技術を使った「データ連携」と「人と機械の協調生産」により、一台ごとのカスタマイズ製品を年間200万台も生産している[補足1-3]。

#### (4)熟練技能者の人材育成

大企業でも中小企業でも、熟練技能の伝承は大きな課題である。まず、これまでの取り組み例を3つ挙げる。

一つ目は、「高度熟練技能」の維持・継承のための政策として、97～09年度まで行われた厚労省(当時労働省)の高度熟練技能活用促進事業がある[補足1-4]。意義としては必要とされていた

が、熟練技能レベルが客観的に明確に示されないことが、事業の終了した一因ではないかと推測される。ここから逆に、熟練者の持つ熟練技能レベルを客観的に示すことができれば、このような政策に対するニーズにマッチし、熟練技術の継承のしくみとして機能する可能性が高い。

二つ目は、厚生労働省が主催するものづくりマイスター制度である[補足1-5]。これは、建設業と製造業(112職種)を対象に、優れた技能と経験を持つ「ものづくりマイスター」が、中小企業や教育訓練機関の若年者に対して実技指導を行い、効果的な技能の継承や後継者の育成を行っている。本制度は「人」の認定が中心であり、技能のデジタル化までは踏み込んではいない。

三つめは、熟練技術者の匠の技をデジタル化に取り組むIVI(Industrial Value Chain Initiative、インダストリアルバリューチェーンイニシアティブ、[補足1-6])での例である。製造現場では熟練技能者のみに対応可能な工程がある。また、同じ作業でも作業の熟練度により作業時間に差がでてくる工程がある。匠の技、と言われている領域である。匠の技は、熟練技能者が長年の経験と勘により作業を行うために、熟練技能の伝承を行うことが難しいと言われている。近年のセンサ技術の高度化と低価格化やIT技術の進歩により、熟練技術者の匠の技をデジタル化、見える化して伝承するための取り組みが始まっている。具体的な事例として、IVIでの取り組みを紹介する。IVIは、デジタル化社会に対応した次世代のつながる工場を、企業や業界の枠を超えて実現するための組織であり、現場起点で企業を超えた活動をしている。IVIの活動の中で、「人と設備が共に成長する工場ものづくり改革」(ファシリテーター トヨタ自動車)という取組を行っており、この中で「匠の技術の伝承」を1つのテーマとして活動を行っている。切削工程で高い精度でワークを研削するための加工技術の伝承において、匠の動きと五感を測定・解析してデータ化することで若手が匠技術を早期に身につけられ、早期に匠の技を伝承することができるか、実証実験による検証を進めている。

## 【参考文献】

- [1.1-1] 内閣府国民経済計算 及び 経産省工業統計から作成  
[1.1-2] 総務省 平成26年度版情報白書 図表4-1-2-1から作成  
[1.1-3] 内閣府 2011年 世界の潮流 第1-3-4図  
[2.2-1] “Perspective: IoTからIoTへ、人類を拡張するネットワーク”、暦本純一、日経エレクトロニクス、2016-02  
[2.2-2] <https://kotobank.jp/word/悉皆屋> (コトバンク)  
[2.3-1] “Measuring and Assessing Job Quality: The OECD Job Quality Framework”  
Gazes, S., A. Hijzen and A. Saint-Martin (2015)  
[2.3-2] Sixth European Working Conditions Survey – Overview report、Eurofound (2016)  
[2.3-3] 60代の雇用・生活調査、  
労働政策研究・研修機構 (JILP) 調査シリーズNo135  
<http://www.jil.go.jp/institute/research/2015/135.html>  
[2.3-4] “フレイルに関する日本老年医学会からのステートメント”  
[http://www.jpn-geriat-soc.or.jp/info/topics/pdf/20140513\\_01\\_01.pdf](http://www.jpn-geriat-soc.or.jp/info/topics/pdf/20140513_01_01.pdf)  
[2.3-5] CSHA Clinical Frailty Scale及び和訳版  
<http://www.roken-okayama.com/pdf/jimukyoku/koureisya.2015.2.19.2.pdf>  
[2.3-6] Comprehensive Geriatric Assessment Form  
<http://comprehensivegeriatricassessment.com/?p=48>  
[2.3-7] “フレイルティ&サルコペニアと介護予防”、山田陽介ら、京府医大誌  
[2.3-8] 働きがい総合モデル  
国際経済労働研究所 インフォメーションセンター  
<http://www.iewri.or.jp/cms/archives/2008/10/post-14.html>  
[2.3-9] 業績向上の鍵を握るワーク・モチベーション  
国際経済労働研究所、JMA Management Review 2009年12月号  
[2.3-10] 内閣府 プロフェッショナル人材事業  
<http://www.pro-jinzai.go.jp/>  
[2.3-11] (公財)産業雇用安定センター  
<http://www.sangyokoyo.or.jp/>  
[2.3-12] 塩崎厚生労働大臣提出資料(2016年11月)  
第3回働き方改革実現会議  
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/hatakakikata/dai3/siryou12.pdf>  
[2.3-13] 厚生労働省職業安定局 平成29年度予算案の概要(2016年12月)  
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/hatakakikata/dai3/siryou12.pdf>  
[2.3-14] 厚生労働省 保健医療分野におけるICT活用推進懇談会 提言書(2016年10月)  
<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000140201.html>  
[2.3-15] 経済産業省 産業構造審議会 新産業構造部会 資料7(2016年11月)  
[http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/shin\\_sangyoukouzou/010\\_haifu.html](http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/shin_sangyoukouzou/010_haifu.html)  
[2.3-16] 内閣府 「日本経済2015-2016」 日本経済の潜在力発揮に向けて(平成27年12月)  
<http://www5.cao.go.jp/keizai3/2015/1228nk/index.html>  
[2.3-17] 消費者庁【概要】平成25年消費者白書 第1部 第2章 第一節  
「高齢者を取り巻く社会経済状況」  
[http://www.caa.go.jp/adjustments/hakusyo/2013/summary\\_1\\_2\\_1.html](http://www.caa.go.jp/adjustments/hakusyo/2013/summary_1_2_1.html)  
[2.3-18] 日本政策金融公庫 シニア世代の消費動向  
[http://www.jfc.go.jp/n/findings/pdf/topics\\_no60\\_1303\\_1.pdf](http://www.jfc.go.jp/n/findings/pdf/topics_no60_1303_1.pdf)  
[補足1-1] 産業総合研究所、ものづくり支援ツール、<http://www.monozukuri.org/>  
[補足1-2] 経済産業省2015年度版ものづくり白書  
[補足1-3] METI Journal 経済産業ジャーナル 平成27年4・5月号  
[補足1-4] 中村、高野: 高度熟練技能継承製作に関する一考察、社会技術研究論文集、Vol.11, 82-95, April 2014、  
[http://shakai-gijutsu.org/vol11/11\\_82.pdf](http://shakai-gijutsu.org/vol11/11_82.pdf)  
[補足1-5] ものづくりマイスターデータベース、<https://www.monozukuri-meister.javada.or.jp/mm/mm/contents/home/>  
[補足1-6] Industrial Value Chain Initiative、インダストリアルバリューチェーンイニシアティブ <https://iv-i.org/>

一般社団法人 産業競争力懇談会（COCN）

〒100-0011 東京都千代田区内幸町 2 - 2 - 1

日本プレスセンタービル 4階

Tel : 03-5510-6931 Fax : 03-5510-6932

E-mail : jimukyoku@cocn.jp

URL : <http://www.cocn.jp/>

事務局長 中塚隆雄