

職業訓練における人間工学カリキュラム に関する研究

職業能力開発総合大学校機械システム工学科 不破 輝彦
独立行政法人雇用・能力開発機構香川センター 佐藤 健司

Ergonomics Curriculum in Vocational Training

Teruhiko FUWA , Kenji SATO

Summary

Though ergonomics is a field of technology necessary for the industrial world, it hasn't attracted attention in vocational training. First, we inspected the needs of ergonomics in the industrial world, core competence for the curriculum in ergonomics, and the present situation of ergonomics in vocational training. Next, we introduced the published curriculum by two research organizations, that is, Japan Ergonomics Society and Research Institute of Human Engineering for Quality Life, and gave consideration to a specific example of biological measurement practice. Based on the above consideration, we showed the future course of ergonomics in vocational training.

1. はじめに

人間は、様々な物理的環境（温度、湿度、騒音、照明など）の中で、様々な人工物（道具や機械、乗り物など）と関わりながら、仕事や学習、余暇などの日常生活を送っている。人間工学とは、人間を取り囲むこれらのものと人間とのバランスを図るための技術である⁽¹⁾。必然的に、人間工学が扱う範囲は多岐に渡っており、例えば、建築、衣服、生産設計、航空、自動車、鉄道、看護など多くの領域がある。本論文では、これらの中で特に“ものづくり”に関連した領域に限定して話を進めることにする。この場合、人間工学が注目するポイントは、安全で効率的な生産現場や、使いやすさを求めた商品設計を追求することである。

人間工学という名称は、産業界や学術界において広く認知されている。国際標準化機構（ISO）には人間工学（Ergonomics）を専門に扱う技術委員会「TC159」があり⁽²⁾、日本工業規格（JIS）のJIS Zシリーズにおいては、「人間工学」をタイトルに含む規格が35件、刊行されている⁽³⁾。学術界においては、日本学術会議の「人間と工学研究連絡委員会」に人間工学専門委員会⁽⁴⁾が設置されると共に、一般社団法人日本人間工学会が中心となって様々な活動を行っている。このように、多くの情報や活動拠点が提供されており、産業界や学術界における重要な一分野を担っている。

一方、世間一般はもとより、“ものづくり”の現場でさえも人間工学が必ずしも認知されているわけではないという現状もある⁽⁵⁾。このような現場の技術者等が人間工学に触れる機会としては、社内研修や各種団体によるセミナー・講演会等の教育訓練が考えられるが、公共職業訓練の立場からすれば、在職者訓練もその役割を担うべきであろう。在職者訓練カリキュラムの雛形として、職業能力開発総合大学校（以降、職業大と略す。）能力開発研究センターは「能力開発セミナーカリキュラムモ

デル集」をWeb上にて提供している⁶⁾。ここでは、生涯職業能力開発体系⁷⁾の職業能力開発体系（研修・訓練の体系）に基づいて、教育訓練が段階的かつ体系的に整理されている。具体的には、訓練カリキュラムの体系⁸⁾は大分類、中分類、小分類に整理され、さらに訓練レベルは4区分されている。大分類は、技術分野に応じて、機械系、電気・電子系、情報通信系、居住系、管理・事務系の5系に大別されている（2009年9月13日現在のカリキュラムモデル検索⁶⁾の分類内容に基づく）。しかし、いずれの分類名の中にも「人間工学」の文字を含むものはなく、人間工学は職業訓練の中で確固たる地位を築いているとはいえない。

本論文では、まず、産業界における人間工学のニーズおよび求められる人間工学の教育訓練カリキュラムを検証する。その上で、職業訓練および指導員訓練における人間工学関連の教育訓練の現状を調査し、さらに、教育訓練カリキュラムの考察を行う。これらを通して、職業訓練における人間工学の今後の方向性を示すことを目指す。

2. 産業界における人間工学ニーズ

公共職業訓練による在職者訓練は、実施される地域の企業ニーズに応える必要があるが、本論文では地域を限定せず、より一般的な人間工学の企業ニーズについて二つの研究組織が実施したアンケートおよびヒアリング調査を引用する。一つは、社団法人人間生活工学研究センターが平成16年にまとめた報告書「人間工学人材育成カリキュラムの開発」⁹⁾、もう一つは、日本人間工学会「企業の人材育成プログラム開発委員会」が平成21年にまとめた報告書「企業の人材育成プログラム開発研究」¹⁰⁾である。

2.1 人間工学の技術と人材の必要性

まず、人間工学が産業界に必要とされているのかどうかを検証する。人間生活工学研究センター「人間工学人材育成カリキュラムの開発」の第2次アンケート調査の中で注目すべき結果を表1～5に示した。ここで調査対象は、人間生活工学研究センターの会員企業188件、その他の企業515件、合計で703件であり、回収数230件、有効回答は228件である。この報告書には、有効回答に占める会員企業の割合の記述はないが、筆者が人間生活工学研究センターに確認した結果では、有効回答228件のうち、会員企業（2003年当時）は93件であった。

表1は人間工学の必要性の設問であるが、有効回答のほとんどの企業が、人間工学は必要であると認識していることがわかる。ところが、人間工学（表2～5の設問では「人にやさしいものづくり」となっているが、本論文では「人間工学」に置き換える。）に係わる人材の数については、78.9%で不足を感じている（表2）。この結果から、このアンケートの調査対象企業においては、人間工学の必要性は認識されているが、それに従事する技術者が不足している現状が伺われる。人材の知識・技術レベルについては（表3）、「満足できるレベルとはいえない」、「十分ではないがおおむね満足」を加えると78.6%であり、多くの企業が、何らかの人間工学技術の人材育成やスキルアップが必要だと考えていると思われる。これは表4の結果にも表れており、97.3%が必要だと答えているが、そのうちの22.7%は、必要性を認識しながらも、時間や資金の余裕がなかったり、方法がわからない等の理由で、取り組む予定はないとしている。さらに、人材育成やスキルアップに関する悩みの回答結果（表5）を併せて考えれば、人間工学分野において、公共職業訓練による在職者訓練の役割を機能させる必要があるのではないかと考える。

表1 人間工学に関する知識や技術の必要性⁽⁹⁾

回答	割合 (%)
必要であり、現に取り組んでいる	74.2
現在は具体的に取り組んでいないが、必要である	24.8
特に必要ではない	0.5

表2 「人にやさしいものづくり」に係わる人の人数⁽⁹⁾

回答	割合 (%)
非常に不足している	31.3
やや不足している	47.6
ほぼ満足できる人数がいる	20.2
十分満足できる人数が充足されている	1.0

表3 「人にやさしいものづくり」に係わる人の知識・技術レベル⁽⁹⁾

回答	割合 (%)
満足できるレベルとはいえない	35.2
十分ではないが、おおむね満足できるレベルである	43.4
実務で必要とするレベルを満たしている	19.5
実務で必要とするレベル以上の実力を有している	2.4

表4 「人にやさしいものづくり」に係わる人の人材育成・スキルアップの必要性⁽⁹⁾

回答	割合 (%)
必要であり、現に取り組んでいる	40.3
必要であり、今後取り組む予定である	34.3
必要であるが、取り組む予定はない	22.7
理由 (複数回答)	(22.7%中の)
・時間がない	29%
・適切なやり方がわからない	26%
・適当な手段がない	24%
・資金的余裕がない	11%
・その他	10%
特に必要ではない	2.8

表5 「人にやさしいものづくり」に係わる人の育成・スキルアップに関する悩み⁽⁹⁾

回答（自由記述）
<ul style="list-style-type: none"> ・ 適当なプログラムがない ・ 費用が高い ・ 必要な知識が広範囲にわたり、なかなか身に付かない ・ 情報が不足している ・ そもそも人材がいない ・ その他

「人間工学人材育成カリキュラムの開発」では、消費生活用製品やサービス業を中心に、79箇所にはアヒアリング調査も行っている。その結果をみると、人間工学技術の必要性に関しては、価格では海外製品と勝負できないので高付加価値製品への変革が必要であり、その一つとして人間工学に期待しているが、問題点として、人間工学の人材不足や人材育成方法がわからない、指導者の確保が困難、自前で研修会を持つことができない等が指摘された⁽⁹⁾。この点においても、在職者訓練の役割の一つとなり得るであろう。

2.2 生産プロセスにおける多様な人間工学ニーズ

企業内の生産過程の人間工学ニーズに対しては、日本人間工学会「企業の人材育成プログラム開発研究」がヒアリング調査として報告している。調査対象は、人間工学に従事する指導者18名（企業人9名、大学・研究機関・行政9名）である。これによれば、企業における各生産プロセス（「開発上流工程（企画段階）」、「設計・開発部門」、「生産技術・生産現場」、「販売・消費者」）のそれぞれに多様な人間工学ニーズが存在し、企画・設計・生産・販売までの全過程において、全社員的に、基礎知識として人間工学技術が必要であり、生産技術・生産現場では、安全管理とヒューマンエラー対策、現場の自主安全活動のための人間工学教育が必要としている。さらに販売部門では、消費者に対して正しく人間工学情報を伝える必要性、安全や使いやすさに関する消費者の意識向上を製品レベルで高める必要性を指摘している⁽¹⁰⁾。このように多様なニーズが存在することから、同ヒアリング結果では、育成対象の人材や内容も多様であるべきとしている。具体的には、企業経営トップに対しては人間工学の重要性・有用性（生産性やコスト削減への寄与など）を理解してもらえようような内容、生産・設計技術者（実務者）に対しては専門的な人間工学知識、社員全体に対しては素養教育、というように、階層別教育の必要性が挙げられている⁽¹⁰⁾。

階層別教育の必要性については、人間生活工学研究センター「人間工学人材育成カリキュラムの開発」の第1次アンケート調査⁽⁹⁾においても指摘されている。第1次アンケート調査の対象は、人間生活工学研究センターの会員企業134件、同センターの関連企業等43件、合計177件であり、有効回答は94件である。このなかで、どのような階層で何の習得が必要かという設問に対し、管理職・経営者クラスには、特に企業経営や組織に関わるもの（具体的には「人間工学を活用した新たな市場創造」、「人間工学を活用したベンチャ企業論」、「人間中心設計の組織的導入」）が必要で、課長クラス以下には、人間工学の設計や評価の理論（具体的には「感性を生かしたものづくり」、「快適性を中心にした環境設計」、「人間工学評価の方法（生体計測など）」等）が必要との回答が多かった。また、職種に

表 6 人間生活工学研究センターによる17モジュールと必要度調査結果⁽⁹⁾

No.	大分類	主題	「ぜひとも必要」+「望ましい」の割合 (%)
1	概論, 総論, 導入	人間工学を活用した新たな市場創造	86.2
2		人間工学を活用したベンチャ企業論	63.8
3		市場調査と生活工学の方法	84.1
4		Human Centered Design (人間中心設計の組織的導入)	65.6
5	人間の理解	人間の構造と特性の理解	85.1
6		生涯発達とユニバーサルデザイン	76.3
7	製品開発概要, 規格	製品のユーザビリティ開発 (ハード編)	73.5
8		製品のユーザビリティ開発 (インタフェース編)	55.3
9		人にやさしいものづくりのための基準と規格	63.9
10	アパレル	アパレルデザインの人間工学	29.1
11	感性, 快適性	感性を生かしたものづくり	72.3
12		快適性を中心にした環境設計	55.3
13	デザイン	デザインと人間工学	61.7
14-1	評価手法	人間工学評価の方法 (ユーザビリティテスト)	66.7
14-2		人間工学評価の方法 (ユーザビリティ評価)	67.8
14-3		人間工学評価の方法 (生体計測・生理計測)	71.3
14-4		人間工学評価の方法 (ストレス計測)	61.6
14-5		人間工学評価の方法 (コンピュータマネキン)	47.9
15	教育訓練方法, 生産性, 安全	効果的な教育訓練と技能伝承	43.5
16		生産性向上と快適な職場作り	34.4
17		ヒューマンファクターズと安全	39.1

関しては、設計者が広い範囲の人間工学を修得する必要性があるとの意見が多く、一方、品質管理や営業等の職種でも内容によっては必要とされた。

以上の二つの調査結果から分かることは、人間工学に関する知識や技術は、企画・“モノ”の設計・開発に携わる職種だけでなく、経営者、生産現場、品質管理、営業（販売）、消費者といった、“モノ”と関わる全ての人に必要であり、また必要とされる内容はそれぞれ異なっている（重複するものもあるが）ことである。教育訓練においては、この点を忘れると受講後の満足度が得られない可能性が高く、十分に注意しなければならない点であろう。

3. 求められる人間工学カリキュラム

人間生活工学研究センターでは、人間工学に関するどのような教育訓練内容（モジュール）が必要とされているかに関して、「人間工学人材育成カリキュラムの開発」の第1次アンケート調査⁹⁾において検討している。ここでは、まず17のモジュール（表6）を調査対象者に提示し、モジュールの必要性を回答させているが、特にNo.1、3、5は80%以上、No.6、7、11、14-3は70%以上が必要（「ぜひとも必要」＋「望ましい」の合計）との認識を示し、企業における教育訓練のニーズが高いカリキュラムであることが示された。これらの結果をもとに、必要なニーズを4つに区分している（表7）。

一方、日本人間工学会は「企業の人材育成プログラム開発研究」のヒアリング調査から、求められる人間工学の専門能力（コア・コンピテンシ）を7領域に分類して示している¹⁰⁾（表8）。人間工学の応用分野は多岐にわたり、それぞれの応用分野に求められる人間工学の能力は異なるという問題があることを示した上で、それぞれが必要とする具体的項目を選択できるようにモジュール化された教育プログラムを提供することにより、この問題を解決することを試みている。これらの領域の体系は、表現は若干異なるものの人間生活工学研究センターによる報告（表7）と類似点が多く、また、各種の組織（国際人間工学会、ニュージーランド人間工学会、日本人間工学会人間工学専門家資格認定委員会報告、Centre for Registration of European Ergonomists、社団法人ビジネス機械・情報システム

表7 人間生活工学研究センターによる人間工学教育ニーズの4区分⁹⁾

区分	内容
ものづくりのプロセスと企業活動、起業	全般的素養や知識，企業体制，開発体制，ノウハウ
製品開発のための基本知識と個別技術	人間特性の基礎知識，設計技術，評価・計測法の知識と技術
生活と労働の場の安全と快適推進	事故防止・ヒューマンエラー防止の知識と設計・評価技術，生産性向上と快適な生活・職場作りの知識・設計・評価法
教育訓練に関する配慮	効果的な教育訓練方法

産業協会、The Ergonomics Society of South Africa Certification Board) による人間工学分野のコンピテンシとの整合性評価もなされていることから、人間工学の教育訓練カリキュラムとして有用な体系であると考えられる。

表8より、人間工学に必要な要素を考えると、機械系分野（機械設計、デザイン）、電子・電気系分野（生体電気計測）、情報・数理工学系分野（生体信号処理、統計解析）といった工学的技術要素だけでなく、心理学分野、生理学分野も必要となる。すなわち、人間工学は、複合・横断的領域に属する技術であることがわかる。

4. 職業訓練における人間工学の現状

第2章で示したように産業界の人間工学ニーズが高いことは明らかであるが、前述のように、生涯職業能力開発体系に基づく訓練カリキュラムの体系には「人間工学」の分類はない。これは、現在の訓練の体系が個々の技能・技術別に細分化されており、それらを統合するような複合・横断的領域が体系の中に用意されていないことも一因であろう。しかし全く扱っていないわけではなく、機械加工や居住系の中に人間工学関連のコースやカリキュラムモデルが散見される。本章では、職業訓練における人間工学の現状について、訓練の種類別に述べる。

4.1 離職者訓練のユニット

職業大能力開発研究センターの離職者訓練カリキュラムモデル集⁽⁶⁾から人間工学に関連するユニットを検索すると、表9に示す8件が該当した。主に、作業管理（工程・動作分析）、住環境（室内環境、快適性）、および安全衛生（VDT作業、疲労）に関するものであり、それぞれは人間工学を構成する一要素ではあるものの、「人間工学」自体の基礎的内容を含むものはなかった。また、離職者訓練のカリキュラムモデルおよびシステムにも該当するものはなかった。すなわち、離職者訓練にお

表8 日本人間工学会による人間工学専門能力7領域⁽¹⁰⁾

大分類	領域	主なキーワード
基礎	人間工学的着想・視点	視点, 理念, 社会的役割, 応用分野
	人間特性の理解	生理学, 心理学, 行動学, 身体可動域
	人間とシステムのインタラクション	ヒューマンエラー, 負荷と疲労, 作業特性, 精神作業, 作業習熟・学習曲線
具体的技術 (専門性)	プランニングとユーザ要求	ユーザニーズ調査, 官能検査, 利用状況調査, 倫理, 自覚症しらべ, 環境測定
	デザイン	人間工学的設計, ユニバーサルデザイン, 人間中心設計, 安全配慮設計, 作業改善, 職場改善, 実験計画法, 統計学
	測定・分析・評価	生理学的測定(筋電図, 心電図, 脳波等), 周波数解析, 心理学的測定, 統計解析
教育推進・指導	マネジメント	標準化, リスクマネジメント, 技能伝承, 人間工学教育・導入・展開

いては、人間工学としてまとまったモデルは提供されていない。

4.2 在職者訓練のモデル

職業大能力開発研究センターの在職者訓練カリキュラムモデル集^⑥から人間工学に関連するモデルを検索すると、表10の2件が該当した。在職者訓練のリーダー養成コースモデルおよび企業人スクールコースモデルには、該当するものがなかった。表10の2件は、共にモデル名に「人間工学」が含まれており、教科においては人間工学に関する基礎的事項の解説も含まれている。モデル「人間工学に基づく設計技術」は人間工学をものづくりに応用するための基礎的講座であり、機械系に分類されているが、本来は機械系の枠に納まるものではない。もう一方のモデル「インテリアデザインのため

表 9 人間工学に関連した離職者訓練ユニットシート（平成21年度現在）

系・分類番号	ユニット名	関連する教科の細目
機械系 MU802-1010-3	作業管理とその改善 ⁽¹¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> ・作業管理（工程分析，動作分析，他） ・作業の標準化（工程の分析，他） ・作業改善の進め方 ・安全衛生
居住系 HU303-0080-2	高齢社会と住環境 1 ⁽¹²⁾	<ul style="list-style-type: none"> ・身体機能と住環境（住環境と疾患や障害の関連性、住宅の性能レベルと身体機能）
居住系 HU303-0090-2	高齢社会と住環境 2 ⁽¹³⁾	<ul style="list-style-type: none"> ・住環境整備の考え方（段差を考える，手すりの種類と使用目的） ・設備機器の選び方（便所，洗面所，浴室）
居住系 HU304-1010-3	住環境診断 1（温熱空気環境） ⁽¹⁴⁾	<ul style="list-style-type: none"> ・温熱環境（快適環境、熱環境） ・空気環境
居住系 HU405-X041-1	室内環境衛生 1 ⁽¹⁵⁾	<ul style="list-style-type: none"> ・人間と室内環境（環境と健康・快適性，人間工学から見たビル衛生，生理学から見たビル衛生，環境条件の身体的・精神的影響）
管理・事務系 SU503-1030-3	生産性分析と向上 ⁽¹⁶⁾	<ul style="list-style-type: none"> ・生産方式と生産性（人に関する管理） ・作業研究と効率化（作業の標準化と現状分析，工程分析，動作研究）
管理・事務系 SU702-X010-1	VDT作業の安全衛生 ⁽¹⁷⁾	<ul style="list-style-type: none"> ・概論（VDT機器、作業とは） ・作業管理（疲労と作業姿勢，VDT作業と疲労箇所，画面照度、コントラスト）
管理・事務系 SU702-X020-1	職場と健康 ⁽¹⁸⁾	<ul style="list-style-type: none"> ・労働と疲労（疲労の実態，疲労の測定） ・職業病（労働と病気との関係）

の人間工学技術」は人体計測や動作分析演習といった人間工学の基本的な技法を含んでおり、居住系に分類されているが機械設計にも必要な要素である。以上のことから、現在の職業訓練の体系の中に、新たに複合・横断的な領域を設け、その中に人間工学が分類される方がふさわしいと考える。

4.3 在職者訓練の実施事例

人間工学に関する在職者訓練の実施事例（平成20年度および21年度）について調査したところ、表11に示す2種類のコースが存在した。独立行政法人雇用・能力開発機構愛知センター（中部職業能力開発促進センター）によるコース「製品設計のための人間工学」は、その内容から在職者訓練カリキュラムモデル「人間工学に基づく設計技術」に基づいているのではないかと思われる。2年連続で同

表10 人間工学に関連した在職者訓練カリキュラムモデル（平成21年度現在）

大・中・小分類 分類番号	モデル名	関連する教科の細目
[機械系][機械加工] [機械設計・製図] M106-415-3	人間工学に基づく設計技術 ⁽¹⁹⁾	<ul style="list-style-type: none"> ・機械設計と人間工学（人間工学） ・人間の研究の側面（感覚，環境，作業能） ・人間・機械システムの設計
[居住系][建築計画] [インテリア計画] H305-601-2	インテリアデザインのための人間工学技術 ⁽²⁰⁾	<ul style="list-style-type: none"> ・人間工学とは（歴史，適用範囲と効用，手法） ・人体計測（人体計測演習，計測値の応用） ・動作分析（上肢の動作分析演習，動作域の分析と動作特性） ・応用（家具への応用，室内空間への応用と疲労測定演習）

表11 人間工学に関連した在職者訓練の実施事例

実施施設・分類	コース名	日程（コース番号）	訓練内容
雇用・能力開発機構愛知センター （中部職業能力開発促進センター） [機械系] [機械設計]	製品設計のための人間工学 （平成20年度）※3回実施 製品設計のための人間工学 応用 ⁽²¹⁾ （平成21年度）※3回実施	H20/7/2-3(M1651) H20/11/5-6(M1652) H20/12/2-3(M1653) H21/5/27-28(M1051) H21/7/8-9(M1052) H21/11/26-27(M1053)	<ul style="list-style-type: none"> ・設計の高付加価値化と人間工学 ・人間工学（定義，必要性） ・人間の特性と設計 ・ヒューマンエラーと信頼性設計 ・官能検査と感性工学 ・ユニバーサルデザイン
沖縄職業能力開発 大学校 [機械系] [測定・検査]	3次元動態計測技術と分析 手法（平成20年度） 三次元動態計測と分析手法 ⁽²²⁾ （平成21年度）	H20/6/7-8(M103) H21/7/11-12(MZ021)	<ul style="list-style-type: none"> ・人間の3次元動作分析 ・人に接する機器等の設計開発や，機器が人に及ぼす影響度を調べる

じコースが年3回実施されており、愛知県地域における本テーマのニーズの高さが想像される。同センター企画指導部によれば、コースの参加者は愛知県内の中小企業が中心とのことである。一方、沖縄職業能力開発大学のコース「3次元動態計測技術と分析手法」は人間の動作分析という人間工学手法の一つである。平成20年度実施に関する実施報告⁽²³⁾によると、本コースの広報範囲には工業系事業主も含まれていたが、実際の参加者は全てが医療関係者（医師1名、医学系大学職員2名、リハビリテーション関係3名、義肢装具会社2名）であった。

4.4 職業訓練における人間工学の認知

人間工学の在職者訓練の実施事例は4.3節で示したように実質的には2コースのみで、非常に少数である。その原因として、人間工学を担当可能な職業訓練指導員の数が十分ではないこと、および、職業訓練コースとしての人間工学が十分には認知されていないことにあるのではないかと考える。

表10および表11にあるように、人間工学の基礎的な在職者訓練コースは機械系に分類されている。そこで職業大能力開発研究センターの調査研究報告書「職業能力開発ニーズの把握とカリキュラムモデルの構築—機械・金属分野—」⁽²⁴⁾をみると、機械加工やCAD/CAMなどの個別の技能・技術に関する調査が中心になっているため、人間工学の視点に基づく内容はほとんどない。但し、生産システム設計の目的の一つとして「労働環境及び／又はヒューマンインターフェースの向上」が挙げられている。

また、人間工学は居住系とも関係が深い。そこで、職業大能力開発研究センターの調査研究報告書「職業能力開発ニーズの把握とカリキュラムモデルの構築—建設分野—」⁽²⁵⁾をみると、人間工学という言葉は登場しないが、その一要素である「快適な生活」「ユニバーサルデザイン」が有望な技術分野として挙げられている。しかし、これらの分野は、この報告書においては人材需要がそれほど多くないと判断されている。

さらに、同じく職業大能力開発研究センターの調査研究報告書「職業能力開発ニーズの把握とカリキュラムモデルの構築—電気・電子、情報・通信、制御分野—」⁽²⁶⁾でも人間工学的視点はなかった。ただし、人間工学の要素技術の一つである生体計測や医療機器が制御分野の有望技術の一つとして挙げられており、職業能力開発の展開が見込まれるであろうとの記述があった。また、同報告書は、このようなニーズ調査においては技術分野の体系（機械・金属、制御、電気・電子、情報・通信、居住、管理事務）で分類・区分けせずに、まず産業といった大きな枠組みでとらえ、そこから対象を掘り下げていくようにすべきであると述べている。この考え方は、特に人間工学のような分野の場合は必要であり、複合・横断的領域の必要性（4.2節）とも共通するものである。

上記で引用した3件の報告書は特定の技術分野毎に検討されたものだが、分野を限定しない報告書として、職業大能力開発研究センターの調査研究資料「総合的ものづくり人材—教育訓練コースの開発に係る調査・研究—」⁽²⁷⁾がある。この中で、「開発・設計段階のものづくり力」の製品設計時のポイントとして、「人間工学に基づいた考慮点」（キーワードとして、「バリアフリー」「使いやすさ」「安全性」「疲労」「使用間違いへの配慮」「文化（国内外）」「地域への配慮、生活様式」）が明記されており、注目に値する。技術分野を限定せずに“総合的ものづくり”という視点に立てば、人間工学ニーズの認知度も高まるのではないだろうか。

5. 指導員訓練における人間工学

5.1 指導員訓練における教育訓練の状況

人間工学を担当可能な職業訓練指導員の養成は、指導員訓練を目的とする職業大の役割の一つである。そこで、職業大における最近10年の人間工学関連の教育訓練を表12にまとめた。職業大の長期課程、研究課程においては、平成18年度までは建築デザイン系、平成16年基準以降は機械系の工学科が対象となっている。これは人間工学関連を専門とする担当教員の所属学科に依存するところが大きく、科目の存廃については担当教員の赴任・退職の影響も大きい。研修課程のテーマの存廃についても同様である。

人間工学系教員の研究室に配属された卒研究生や研究課程生に対しては、長期間（1～3年程度）をかけて人間工学関連の知識や研究能力が養われるので、ある程度の指導能力も身に付くと考えられる。しかし、長期課程の授業科目としての履修や、5日間程度の研修を1回受講した程度では、すぐに人間工学関係の職業訓練コースを担当するには至らないであろう。そのような場合、受講した講義や研修をきっかけとして、人間工学に関する自己研鑽が必要と思われる。

5.2 技能・技術実践研修の実施

不破（筆者）は、職業大研修課程の技能・技術実践研修「人間工学的ものづくり手法の基本技術」を平成20および21年度に主担当として実施した（22年度も実施予定）。内容は、人間工学の概要、ユニバーサルデザイン、心理的評価、生体計測論の各講義、および、三次元動作分析、CADを用いたヒューマンモデルによる作業性評価、生体信号（心電図）測定とデジタル信号処理による自律神経評

表12 職業大における人間工学関連の教育訓練

課程	科目名（※は不破が担当する科目）	対象科／研修種類	実施年/基準
長期課程	人間工学	福祉工学科	H11 年度基準
	応用人間工学	造形工学科	
	ヒューマンインターフェイス	機械系学科	H16/H21 年度基準
	バイオエンジニアリング※		
	卒業研究※（人間工学系教員の研究室学生対象）		
	制御システム実習Ⅲ（含：生体計測の実習※）	機械制御システム工学科	H16 年度基準
	福祉工学（含：人間工学※）	全工学科	H21 年度から
安全工学（含：人間の生理・心理と安全）	電気・電子系以外全工学科	H16 年度基準	
研究課程	デザイン設計・加工研究（人間工学・感性工学）	建築・造形専攻	H18 年度まで
	人間工学・バイオエンジニアリング研究※	機械専攻	H20 年度から
	機械システム工学特論※（含：人間工学）		H21 年度から
研修課程	製品計画（含：人間工学）	テーマ別研修事例	H18 年度まで
	人間工学・福祉工学のための生体信号処理 ^{(28)※}	テーマ別研修事例	H20 年度から
	人間工学的ものづくり手法の基本技術 ^{(29)※}	技能・技術実践研修	H20 年度から
専門課程	安全工学（含：腰痛予防と人間工学）	全訓練科	H21 年度

価の各実習ある。平成20年度の受講者は3名（全員が職業能力開発短期大学の機械系に所属）、21年度は4名（職業能力開発短期大学校所属が2名、職業能力開発校所属が2名、専門は機械系2名、電子情報系1名、居住系1名）であった。研修実施後のアンケートでは、

- ・研修目的の達成感：「十分達成」＋「どちらかといえば達成」→100%（H20）、100%（H21）
- ・研修成果の現業への活用：「十分活用可」＋「どちらかといえば活用可」→66%（H20）、100%（H21）

という結果であり、概ね好評を得た。受講者との討論の中で、

- (a) 5日間の研修だけで即、在職者訓練に活かすのは困難。
- (b) 所属施設の卒業研究に活用したい。
- (c) 作業管理・監督者向けの在職者訓練に活用できるかもしれない。
- (d) 地域の中小企業には人間工学を考える余裕がない。
- (e) 研修の実習で用いた機器類が受講者の所属施設にないため、同様の実習の実施が困難。

などの意見があった。人間工学の範囲は幅広く、短期間での習得は困難であることから、(a)の意見はもっともである。前述のように、研修後の自己研鑽に期待したい。(d)については、人間工学の対象範囲を広く考えることが必要だと考える。人間工学ニーズは、商品の企画段階から販売後のアフターサービスまでの各段階に存在する。思わぬところにも活用の可能性が存在するので、商品開発におけるチェックリスト⁽³⁰⁾などを活用して、人間工学的視点を身につけて頂きたい。(e)の問題は、今後、考慮すべきものである。今回の研修の実習では、人間の作業分析のための3次元動作分析装置や心電図計測用に生体電気信号専用増幅器を用いたが、これらは一般的な訓練施設には整備されていないものである。研修後の各施設での実習展開を考えれば、汎用的な機器あるいは自作可能なものを用いる等の配慮が必要ではないかと思われる。生体電気信号測定用の差動増幅器であれば自作は容易であり、例えば職業大長期課程の実習で製作させた心電図計測用増幅器の例⁽³¹⁾が参考になるだろう。

6. 教育訓練カリキュラム

6.1 公開されているカリキュラム集

人間生活工学研究センターの報告書「人間工学人材育成カリキュラムの開発」では、表7の区分に従って34の授業明細書（シラバス）⁽⁹⁾が提示されている。1つあたり3ページ前後の説明量があり、授業を組み立てるには十分な内容である。1つに想定される授業時間数は、3時間程度のものから50時間程度のものまで幅広い。34のうち、講義のみが13、講義＋演習が14、演習のみが6、講義＋グループ討議が1という構成で、生体計測を行うものは2種類（快適性（特に自律神経系指標）の計測、心身負担度（身体動作、脳波、心拍数、筋電図など）の測定）ある。

一方の日本人間工学会の報告書「企業の人材育成プログラム開発研究」では、表8の領域に基づいて35のシラバス⁽¹⁰⁾が提供されている。1つあたりの説明量は1ページであるが、付記されている参考資料を活用すれば十分に授業を展開できるだろう。1つに想定される授業時間数は、60分、90分、120分のいずれかに設定されている。35のうち、講義中心が10、講義＋グループワークが12、グループワーク中心が4、講義＋手法・ツール体験が5、手法・ツール体験が4という構成で、生体計測を行うものは1種類（筋電図、心電図、脳波など）である。同報告書では、35すべてを学習するのではなく、業務に必要なところから始めればよいとしている。

これらのシラバスは、職業訓練、特に在職者訓練においても十分に活用できるものである。担当者については、講義中心のものであれば指導員研修や自己研鑽を積んだ職業訓練指導員で対応できるも

のもあるが、演習やグループワークを含むものについては実務経験のある部外講師や外部機関（社団法人人間生活工学研究センターなど）に委託する必要がある場合もあるだろう。

6.2 ものづくりにふさわしい生体計測実習カリキュラムとは

表7、8にあるように、生体計測はニーズの高いカリキュラムの一つである。標準的な人体モデルによる関節可動域や視野角範囲、生理的特性などの人間工学データはこれまでに蓄積された多くのデータがあり、それらを利用できるのであれば生体計測の必要はないが、社内で独自開発した製品に対しては既存のデータを適用できない場合がほとんどであり、自ら生体計測する必要がある。しかし6.1節で紹介したシラバスでは、ものづくりに生体計測がどのように活かされるのか、実例を含む具体的な記述はない。これを示すものとして、日本生理人類学会が認定するPAデザイン賞（PA：Physiological Anthropology＝生理人類学）がある⁽³²⁾。PAデザイン賞とは、生理データによる客観的な実証などにより、人間の生理心理特性を十分に理解した上で企画、開発された製品のデザインを賞するものであり、ユーザの身体特性を尊重する製品の発展を促すことを目的としている。過去の受賞製品において用いられた生理データを見ると、心電図（心拍変動による自律神経評価、快適性評価）、脳波（覚醒度評価）、筋電図（筋負担評価）等の生体電気信号や、血圧、皮膚血流量（快適性評価）、内分泌系指標などが多い。職業訓練として生体計測実習を実施する場合、公共職業能力開発施設の測定機器の整備状況を考慮すれば、アンプの自作も可能な生体電気信号が測定項目として適していると考えられる。

6.3 生体計測実習カリキュラムの検討～心電図による自律神経機能評価法～

職業訓練における人間工学コースとして生体計測実習をどのように実施すればよいのかを具体的に検討した。以下は、心電図による自律神経評価、および使いやすさ評価を目的とした生体計測実習の実施事例である。なお、本節の結果は、共同筆者（佐藤）の卒業研究⁽³³⁾の一部である。

6.3.1 心電図による自律神経評価法の理解

この実習の目的は、心電図計測により自律神経バランスを評価できることを理解することである。平成19～20年度にかけて、合計33名の学生（「制御システム実習Ⅲ」受講者、表12参照）を被験者として、立位および座位の各姿勢で、各5分間の心電図を測定した（電極配置として3個の使い捨て電極を胸部に装着するCM5誘導を使用、日本光電製生体アンプMEG-1200を用いて帯域0.5～30Hzの心電図を5,000から10,000倍（個人差のため被験者により異なる）に増幅後、サンプリング周波数200HzでA/D変換）。生理学的には、座位よりも立位の方が交感神経活動は優位とされている。

得られた心電図から心拍変動（0.5秒間隔に補間された瞬時心拍数の時系列データ）を算出し、さらに0.04Hz以下をFIR型ハイパスフィルタで除去した後に、自己回帰モデルによるパワースペクトル推定によりLF成分（0.04～0.15Hz）およびHF成分（0.15～0.5Hz）のパワーから交感神経活動量指標としてLF/（LF+HF）あるいはLF/HFを算出した。これらの値が大きいほど、自律神経バランスとして交感神経活動が優位であることを示す。なお、自律神経評価結果の安定性のために、心電図測定時の被験者の呼吸を音声指示により制御（呼吸統制）した（呼気2秒、吸気2秒）。一連の信号処理には、筆者（不破）自作のWindowsアプリケーションを用いた。

結果を表13に示す。交感神経活動量指標の平均値は立位の方が大きくなったが、統計的に検証する

表13 心電図による交感神経活動量指標（被験者33名）

姿勢	LF/(LF+HF)	LF/HF
立位	0.68±0.16	3.5±3.5
座位	0.42±0.18	0.97±0.85

ために対応のあるt検定（片側検定）を行った結果、LF/(LF+HF)、LF/HFともに、有意水準0.1%で統計的有意差が確認された。すなわち、座位より立位の方が交感神経活動が有意であることが本実験により確認することができた。

実習後の受講学生の感想では、「簡単な実験で自律神経バランスがわかることに驚いた」、「心電図を測るのは初めてだったが、工学系の実習とは違って面白かった」というものが多く、この実習の目的は達成されたと思われる。

6.3.2 心電図による使いやすさ評価法の理解

心電図による自律神経評価法は、使いやすさの評価にも用いることができる⁽³⁴⁾。そこで6.3.1で学んだ手法を用いて、使いやすさの評価方法を理解することを目的とする実習を行った。方法は、職業大機械制御システム工学科4年生10名を被験者（全員が右利き）として、2種類のハサミ（右利き用PLUS製SC165、左利き用PLUS製No.165L）による円の切り抜き作業を行わせ、その時のハサミの使いやすさの評価を行う。作業手順を以下に説明する。被験者は右手でハサミを持ち、左手で作業用紙（直径2cmの円が1cm間隔で54個印刷されたA4用紙）を持ちながら、円を反時計回りで切り抜いていく。作業時間は、右利き用、左利き用のハサミ使用時でそれぞれ5分間として、この間の被験者の心電図と、切り抜いた円の個数を記録した。ただし、被験者には呼吸統制（呼気2秒、吸気2秒）を行った。

実験後の被験者へのアンケート（主観的評価）では、全員が「右利き用ハサミの方が使いやすかった」と回答した。得られた心電図から6.3.1の方法で求めた交感神経活動量指標と、切り抜いた円の個数を表14に示す。交感神経活動量指標の平均値は左利き用ハサミ使用時の方が大きく、円の個数は右利き用ハサミ使用時の方が多かった。交感神経活動量指標に関して対応のあるt検定（片側検定）を行った結果、有意確率はLF/(LF+HF)では0.073、LF/HFでは0.051となり、有意水準10%とすれば統計的有意差が認められた。

この結果は、立位・座位の比較ほど明確ではないが、左利き用ハサミを用いた方が交感神経活動が優位である傾向を示している。主観的評価の結果を併せて考慮すれば、被験者が使いにくいと感じる場合に交感神経活動が優位になっていると考えることができる。

表14 ハサミの違いによる交感神経活動量指標と切り抜いた円の個数（被験者10名）

ハサミの種類	LF/(LF+HF)	LF/HF	切り抜いた円の個数
右利き用	0.44±0.18	1.0±0.93	10.9
左利き用	0.49±0.18	1.3±1.2	8.1

7. 職業訓練における人間工学の今後の方向性

本論文で引用した報告書は、人間工学の教育訓練が産業界で必要とされていることを示している。しかし、人間生活工学研究センターの第2次アンケートでは、有効回答数の4割は同センターの会員企業であり、同センターの第1次アンケートや日本人間工学会のヒアリング調査では、人間工学に関わりのある企業のみが対象となっている。すなわち、人間工学を十分に認知している企業等が調査対象の多くを占めており、調査対象を無作為に選んだ場合は結果が異なる可能性がある。例えば、人間工学を認知していない企業が調査対象の大半を占めているとすれば、人間工学は必要だと答える割合が低下することも考えられるだろう。その場合、こういった企業に人間工学を新たに認知していただく努力が必要である。このとき、コース名に「人間工学」という用語を前面に出すのではなく、直接的でわかりやすいコース名、例えば「人にやさしいものづくり」、「使いやすい製品の企画と設計」などの方が、受講意欲が高まるのではないかと考える。

人間工学のニーズが産業界にあるのであれば、職業訓練、特に在職者訓練を行う意味がある。しかし、職業大能力開発研究センターの報告書では人間工学の注目度は低く、これは調査の設問項目に人間工学の必要性を問うようなものが含まれていないことや、職業訓練の体系の中に人間工学が存在しないことも原因であろう。人間工学のような複合・横断的領域の技術が属すべき分類項目が訓練体系に必要ではないかと考える。また、人間工学関連の在職者訓練カリキュラムモデルが2件だけ公開されているが（表10）、現状ではほとんどの地域で実施されていない。産業界の人間工学ニーズに応えるためには、職業訓練として、人間工学にさらに目を向ける必要があるであろう。同時に、人間工学を担当できる職業訓練指導員を養成する必要から、職業大における人間工学関連の教育訓練（研修も含む）を充実したものにしなければならない。

求められる人間工学カリキュラムの範囲は広く、多岐にわたる（第3章）。公共職業能力開発施設が在職者訓練コースとしてこれらすべてをすぐに提供することは困難である。そこで、人間工学の概要的内容（概論的なものや導入によるメリット等）から始め、地域の必要性に応じたカリキュラムを用意することが重要であろう。また、生理データの活用については講義のみで必要性を実感させることが困難なので、効果的な生体計測実習を実施する必要性は高い。施設内の職業訓練指導員だけで対応が困難なカリキュラムについては、人間工学を専門とする大学教員や、企業の現場で指導的立場にある方などに部外講師を依頼することも必要である。

8. おわりに

本論文では、産業界における人間工学ニーズが高いことを示す複数の調査結果を検証した。また、職業訓練や指導員訓練における人間工学の現状、求められる人間工学カリキュラムを検討し、職業訓練における人間工学の今後の方向性を示した。

本論文で引用した報告書の調査対象には、人間工学を十分に認知していることが明らかな企業や技術者が相当数含まれている。今後、無作為に選ばれた企業を対象とした人間工学ニーズ調査や、調査結果と企業規模との関係の考察も必要であろう。また、人間工学の教育訓練として効果的な結果が得られるような生体計測実習カリキュラム（例えば、筋電図や脳波を用いた実習）についても、さらに検討する必要がある。

謝辞 社団法人人間生活工学研究センター東京事務所、および独立行政法人雇用・能力開発機構愛知センター（中部職業能力開発促進センター）企画指導部の職員の方々には、貴重な情報を提供して頂きました。ここに記して感謝致します。

[参考文献]

- (1) 横溝克己、小松原明哲、エンジニアのための人間工学—第4版—、日本出版サービス、2006年
- (2) 横井孝志、人間工学標準の最新動向—ISO/TC159国内対策委員会（JENC）の活動—、2008年度日本人間工学会関東支部第38会大会講演集、p.7、2008年
- (3) 米村俊一、人間工学関連規格の活用法、2008年度日本人間工学会関東支部第38会大会講演集、p.5、2008年
- (4) 青木和夫、第19期人間と工学研究連絡委員会人間工学専門部会報告、2005年、
http://www.ergonomics.jp/gakujutu/19_ActReport_050630.pdf
- (5) 岡田明、モノづくりと人間工学との狭間で、人間工学専門部会報、Vol.2、p.1、2005年、
<http://www.ergonomics.jp/cpe/kankoubutsu/newsletter002.pdf>
- (6) 職業大能力開発研究センター、カリキュラムモデル検索、
<http://www.tetras.uitec.ehdo.go.jp/CurriculumModel/>
- (7) 厚生労働省職業能力開発局、生涯職業能力開発体系、職業能力開発ジャーナル（ホームページ版）平成21年5月号、
<http://www.mhlw.go.jp/bunya/nouryoku/jarnal/backnumber/index.html>
- (8) 厚生労働省職業能力開発局、雇用・能力開発機構のあり方検討会（第2回）配付資料No.3雇用・能力開発機構からのヒアリング資料「生涯職業能力開発体系について」、2008年、
<http://www.mhlw.go.jp/shingi/2008/04/dl/s0416-4f.pdf>
- (9) 社団法人人間生活工学研究センター、人間工学人材育成カリキュラムの開発、2003年、
<http://www.hql.jp/research/before/pdf/edu2003.pdf>
- (10) 日本人間工学会、企業の人材育成プログラム開発研究報告書、2009年、
http://www.ergonomics.jp/info/JES_Report_JinzaiIkusei_20090228.pdf
- (11) 職業大能力開発研究センター、ユニットシート「作業管理とその改善」、
<http://www.tetras.uitec.ehdo.go.jp/CurriculumModel/unitsheet/index.php?cd=MU802-1010-3>
- (12) 職業大能力開発研究センター、ユニットシート「高齢社会と住環境1」、
<http://www.tetras.uitec.ehdo.go.jp/CurriculumModel/unitsheet/index.php?cd=HU303-0080-2>
- (13) 職業大能力開発研究センター、ユニットシート「高齢社会と住環境2」、
<http://www.tetras.uitec.ehdo.go.jp/CurriculumModel/unitsheet/index.php?cd=HU303-0090-2>
- (14) 職業大能力開発研究センター、ユニットシート「住環境診断1（温熱空気環境）」、
<http://www.tetras.uitec.ehdo.go.jp/CurriculumModel/unitsheet/index.php?cd=HU304-1010-3>
- (15) 職業大能力開発研究センター、ユニットシート「室内環境衛生1」、
<http://www.tetras.uitec.ehdo.go.jp/CurriculumModel/unitsheet/index.php?cd=HU405-X041-1>
- (16) 職業大能力開発研究センター、ユニットシート「生産性分析と向上」、
<http://www.tetras.uitec.ehdo.go.jp/CurriculumModel/unitsheet/index.php?cd=SU503-1030-3>
- (17) 職業大能力開発研究センター、ユニットシート「VDT作業の安全衛生」、
<http://www.tetras.uitec.ehdo.go.jp/CurriculumModel/unitsheet/index.php?cd=SU702-X010-1>
- (18) 職業大能力開発研究センター、ユニットシート「職場と健康」、

- <http://www.tetras.uitec.ehdo.go.jp/CurriculumModel/unitsheet/index.php?cd=SU702-X020-1>
- (19) 職業大能力開発研究センター、カリキュラムモデル「人間工学に基づく設計技術」、
http://www.tetras.uitec.ehdo.go.jp/CurriculumModel/model_detail/?cd=M106-415-3
- (20) 職業大能力開発研究センター、カリキュラムモデル「インテリアデザインのための人間工学技術」、
http://www.tetras.uitec.ehdo.go.jp/CurriculumModel/model_detail/?cd=H305-601-2
- (21) 中部職業能力開発促進センター、能力開発セミナーのご案内（機械系）、
<http://www.chubu-center.ac.jp/pro-bin/pro1.cgi/semi/seminar.html>
- (22) 沖縄職業能力開発大学校、平成21年度能力開発セミナーガイド、2009年、
http://www.ehdo.go.jp/okinawa/college/05_info/seminar/seminar.pdf
- (23) 嶺也守寛、人間工学的ものづくり設計手法—脳卒中片麻痺者の短下肢装具設計—、第16回職業能力開発研究発表講演会予稿集、pp.79-80、2008年
- (24) 職業大能力開発研究センター調査研究報告書、No.141「職業能力開発ニーズの把握とカリキュラムモデルの構築—機械・金属分野—」、2008年、
http://www.tetras.uitec.ehdo.go.jp/db/kankoubutu/book_detail.php?doc_id=627
- (25) 職業大能力開発研究センター調査研究報告書、No.136「職業能力開発ニーズの把握とカリキュラムモデルの構築—建設分野—」、2007年、
http://www.tetras.uitec.ehdo.go.jp/db/kankoubutu/book_detail.php?doc_id=612
- (26) 職業大能力開発研究センター調査研究報告書、No.132「職業能力開発ニーズの把握とカリキュラムモデルの構築—電気・電子、情報・通信、制御分野—」、2006年、
http://www.tetras.uitec.ehdo.go.jp/db/kankoubutu/book_detail.php?doc_id=598
- (27) 職業大能力開発研究センター調査研究資料、No.115「総合的ものづくり人材—教育訓練コースの開発に係る調査・研究—」、2005年、
http://www.tetras.uitec.ehdo.go.jp/db/kankoubutu/book_detail.php?doc_id=594
- (28) 垣本映、池田知純、不破輝彦、テーマ別研修事例「工学的技術支援・福祉用具開発」、平成21年度職業訓練指導員研修要項（Web版）、2009年、
http://www.uitec.ehdo.go.jp/teacher/01/pdf/2009/1447_01.pdf
- (29) 不破輝彦、花房昭彦、寺内美奈、池田知純、技能・技術実践研修カリキュラム「人間工学的ものづくり手法の基本技術」、平成21年度職業訓練指導員研修要項、p.96、2009年、
<http://www.uitec.ehdo.go.jp/teacher/01/pdf/2009/1337401.pdf>
- (30) 社団法人人間生活工学研究センター編、人間生活工学商品開発実践ガイド、日本出版サービス、2002年
- (31) 花房昭彦、七尾和之、不破輝彦、池田知純、寺町康昌、三上直樹、下笠賢二、生体情報を利用した信号処理教材の開発に関する研究、職業能力開発研究、第25巻、pp.33-47、2007年
- (32) 宮崎良文、快適さのおはなし、日本規格協会、2002年
- (33) 佐藤健司、職業訓練における人間工学の現状とカリキュラム提案、職業能力開発総合大学校機械制御システム工学科平成20年度卒業論文、2009年
- (34) 不破輝彦、使いやすさの評価法、現代のエスプリ、No.348（「使いやすさの科学」）、pp.98-107、至文堂、1996年

（注：上記の全てのURLは2009年9月13日閲覧）

