

補記

感覚代行機器開発の背景にある心理学的研究開発 (人間工学的研究開発) の重要性

飯田健夫 (旧製品科学研究所)

当該 AIST 研究秘話は、視覚障害者用福祉機器の開発過程をまとめたものである。また筆者の和氣典二氏は感覚・知覚・認知を専門とする心理学者である。この領域の心理学（以降、心理学）の分野からの機器開発は、工業技術院という理工系中心の研究組織の中では最初の開発事例ではないかと思う。福祉機器開発に直接関係しないため秘話には書かれていないが、なぜ心理学が機器開発に必要となったのか、この時代の機器開発の流れの中で心理学的研究開発の位置付けを補記する。

1960 年代に入ると、高度経済成長とともに科学技術は発展し、高機能な工業製品（特に人間生活に係わる工業製品）が大量生産され、この結果日常生活は便利になり、生活用工業製品の量的問題も解決された。一方、必要な製品が十分手に入るようになると、ユーザーは安全で使いやすい質の高い製品を求めるようになった。

このような社会的要請に応えるために、製品の軽重、サイズ、処理速度、処理精度、耐久性などの物理的設計条件に加え、製品の操作部は手指に馴染みやすいか、表示部は見やすいか、使用による疲労は少ないか、操作ミス（ヒューマンエラー）は発生しないかなど、製品を使う人間側の要求条件も事前に設計に取り入れようとする新しい製品開発の流れが起きた。

この流れは、人間と機械・環境との関係性を究明する研究分野として、欧米を中心に Ergonomics、Human Engineering などの名称で発展した。日本においては 1963 年にその研究領域の核として「日本人間工学会」が設立された¹⁾。製品開発に係わる人間側の特性解明は心理学の領域であり、人間工学会に多くの心理学者が参加した。従ってここでは、心理学的研究開発と人間工学的研究開発をほぼ同義語として使うことにする。

和氣氏が入所した産業工芸試験所もこの流れに沿って、製品をより使いやすいものにするために、人間の特性を製品設計に取り入れる研究部門を「人間工学課」として 1966 年に発足させた²⁾。産業工芸試験所は我が国の工芸産業振興を目的として、工業デザインの研究を行っていたため、発足当時の人間工学は家具や食器など日常生活用品の使い勝手などが研究対象となっていた。その後 1969 年に製品科学研究所に改組

されるに伴い、人間工学も「課」から「部」に昇格し、秘話にも書かれている「自動車安全に関する研究」など広く工業製品へと研究領域が拡大した。

その後、ユーザーに視点を置いた人間工学的設計は企業にも急速に定着し、各企業が手掛ける工業製品の開発に対する国の研究機関の役割は減少したため、人間工学の新たな領域に研究課題を求めた。その領域の一つが和氣氏の目指した「医療福祉研究」であった。人間特性を考慮した設計とはいえ、そのほとんどは健常者の特性データに基づいているため、開発された製品は健常者用であり身体障害者には使えない製品となっていた。当時、障害者を対象にその特性を計測し、それに基づいて製品を試作し、その製品の有効性、信頼性を障害者に評価してもらう一連の開発過程を行える企業は少なく、国の研究機関が担うべき領域として認められた。

ここで人間と工業製品の関係を図1に示す。左側の赤い特性を有する人間が、右側の緑の条件で設計された製品を扱う時、両者の間に隙間が生じ人間にとって使いにくい製品となる。そこで人間側の特性を計測し、人間と接する製品側を青のように人間特性に基づいて変更することにより、両者はピッタリと適合し、非常に使いやすい製品となる。

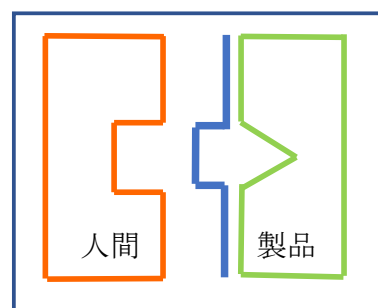


図1 人間と製品の関係

当時、設計に取り入れる主要な人間特性としては、身体特性（身体部位のサイズや関節可動域など身体との適合性）、感覚特性（視力、色覚、聴力、触力など感覚との適合性）、認知特性（理解や記憶など頭脳との適合性）の3特性であった。近年はより快適な生活が求められるようになり、この3特性に、感性特性（快、不快など心との適合性）が設計要因として加わった。感性は脳（中枢神経系）で発生する高次な情報であるため、心理学的計測に非侵襲的生理計測を取り入れた心理生理学的計測も用いられようになった^{3)、4)}。

これらの特性を設計に組み込むためには、人間特性を計測する必要がある。視覚代行機器開発の場合、秘話に書かれているように、視覚障害者に外界の情報を触覚情報に変換して提示するため、触覚刺激提示装置の開発が行われた。この装置を開発するには、例えば皮膚に与える振動素子の動きを決めなければならない。振動という物理刺激に対する触覚の時空間的弁別能力、手指や背中など刺激が提示される身体部位別の弁別能力、若者と高齢者の違いなど多くの条件における触覚弁別特性を明らかにし、最適な刺激提示（振動素子の振幅や周波数など）の設計値を決めることになる。

秘話には計測の詳細は省略されているが、上記のような多くの条件の組み合わせの下での計測に加え、実験日の体調、物理刺激を与えたときの安全性、計測による被験

者の疲労など人間を対象とするが故の苦労がある。現在は「人を対象とする研究」に関しては倫理規定が定められ、規定に基づく「研究倫理審査会」の承認が必要となっている。

物体の重さや長さは計測機器で瞬時に精度高く結果が表示され、繰り返し測定されても結果は一定である。しかし、刺激に対する感覚特性を計測する場合、人間が計測機器となるため計測結果は個人差と個人内変動により、データにばらつきが生じる。その結果「心理計測の信頼性は低い」という人もいる。

この心理計測の精度を高めるため、計測環境条件、計測する刺激の提示条件、計測する心理尺度、被験者条件などを厳密に設定する。多くの被験者を対象（個人差の平均化）に繰り返し測定（個人内変動の平均化）されたデータから、最適値を求めるための統計処理法も確立されている。実験計画を作り、統計処理し、設計としての感覚値を決めるのが心理学の担当となる。

製品科学研究所における人間特性に基づく心理学的研究開発は、和氣氏が半世紀前に手掛けた視覚代行機器を起点に、聴覚代行機器、脳波・筋電位利用のバイオフィードバック機器などを通して医療福祉関連の時代要請に応えた。さらに、悪臭や騒音の公害防止研究、コンピュータの普及により発生した VDT 眼精疲労防止などの社会的問題への対応も、感覚特性の計測により成果を上げてきた。

秘話と一部重複した記載もあるが、感覚代行機器開発の背景にある心理学的研究開発（人間工学的研究開発）の重要性を補記した。

参考文献

- 1) 本川紘一：巻頭言、人間工学、1, 1, (1963)
- 2) 製品科学研究所 60 年史、沿革、3, (1989)
- 3) 飯田健夫：感覚情報処理の解明とその社会的貢献、計測と制御、41,10, 2-5, (2002)
- 4) 飯田健夫：感性工学、菊池正（編）感覚知覚心理学、朝倉書店、223-240, (2008)

略歴 飯田健夫 (Takeo IIDA)

1965 年 3 月 茨城大学文理学部心理学科卒
1965 年 4 月 通商産業省工業技術院産業工芸試験所入所
1969 年 4 月 同 製品科学研究所（所名変更）
1986 年 3 月 学術博士（筑波大学）
1993 年 1 月 同 生命工学工業技術研究所（4 所再編、所名変更）次長
1994 年 4 月 立命館大学理工学部ロボティクス学科教授

2004 年 4 月 同 情報理工学部知能情報学科教授、学部長
2010 年 1 月 同 情報理工学部教授、立命館副総長、副学長
2012 年 3 月 同 退職（立命館大学名誉教授）
2012 年 4 月 同 立命館大学グローバル・イノベーション研究機構研究顧問
現在に至る

受理日：令和5年1月10日