

無断使用をお断りします。日科技連出版社

人間工学に もとづく 改善の教科書

人間の限界を知り、克服する

福井 類 著

日科技連

はじめに

筆者は東京大学・人間環境学専攻(機械工学科兼任)でロボット工学に関する研究、教育を行っている教員である。

「大学の、しかもロボット工学が専門の教員が、なぜ改善の本を書くの？しかもなぜ人間工学なの？」と不思議に思われた方も多いであろう。

かつての大学は、この世にないまったく新しい発想が生まれることを推奨するために、自由奔放な環境を尊重し、何かをシステムティックに行うのに最も向いていなかった環境の1つであった。

しかし監督官庁からの経済的支援が大幅に減少し、自ら資金を稼ぎ研究を進める教員はもはや特定の学術分野の専門家であるだけでなく、有限な資源(人・場所・モノ・カネ)を適切に配分し、管理する能力が求められるようになっていく。

管理システムがほぼゼロの大学の研究室を円滑に運営できるようにするには、日々改善を行い、システムを構築するしかない。企業の中では当たり前のように構築されているシステムも、自ら考え構築する必要がある。その意味では、この10年で筆者は、多くの企業で当たり前に行われているであろう運営システムを再発明してきた。研究者としては“車輪の再発明”は単なる時間の無駄である。一方で車輪を再発明してみると、車輪を作ることの難しさとそれを解決するコツがわかっていく。

営利企業にいと、このような再発明の機会はないであろうし、また複数の先輩方が作ったツギハギのシステムの中で、そのシステム同士がどのように干渉しているかさえ、考えることはないかもしれない。大学というシステムが未熟な環境の中で、10年以上、自ら行った改善の経験(再発明)は大変貴重なものであると自信を持って言える。

上記のような経験をベースとして、筆者は、これまでいくつかの企業に対して改善活動を推進するアドバイスを行ってきた。大企業であれば当然改善活動

はじめに

を行っていると思うが、改善活動がノルマとなっている会社においては、ただ改善提案の数をカウントするような形骸化がしばしば見られる。特に長年、現場で改善を重ねてきたベテランにとっては、もはや改善の課題を発見すること自体が難しく、何かを焼き直したような改善提案を日々繰り返しがちなのではないだろうか。

一方、中小企業では、改善の必要性を経営陣は理解しているものの、現場レベルでは改善が他人事のようになってしまう例も多い。何をどのように進めれば、効果的な改善活動が行えるのか不明であるため、改善活動そのものが実行に移せていない場合もしばしば見られる。

そこでもし、「改善をどのように捉えればよいか」、そして「実際にどのように改善の検討を進めればよいか」を指南する教科書があれば、悩める人々を救えるのではないか、そんな考えが本書のきっかけである。

残念ながら多くの高等学校や大学では改善活動について教えてくれない。そもそも改善が学問として成立していないのだから仕方がない。しかし、実際に改善を行うことを求める企業においても、改善活動の進め方について教育をしていない場合が多い。何も教えずに、「ただ改善提案を出しなさい」と社員に強制するのである。品質管理活動と同じように改善活動も基礎知識・技術から積み重ねて行かなければ、すべての社員が改善の方法の“再発明”をしなければならず、とても非効率である。

本書はそんな学問として成立していない改善を、人間工学という学問の知識を広めようとする工学者の視点から、そして自らの組織の運営を円滑に行おうとする管理者の視点から議論したいと思う。

さて、もう1つの疑問の、なぜロボット工学の研究者が人間工学を重んじるのか。筆者はロボット技術の産業応用を推進している。もちろん現在すでにたくさん産業用ロボットが工場の中で活躍しているが、決められた動作を決められたように行う“産業機械”としてのロボットは浸透しているものの、環境や対象物の変化に対応して柔軟に挙動を変える“知能機械”としてのロボットは、広く普及しているとは言い難い。

知能機械としてのロボットが広く受け入れられるためには、どうしても乗り越えなければならない壁がある。それが「人間」である。つまり、人が行うのと同様またはそれ以上の速度・品質・経済性で作業をしなければロボットが人に代わって作業を行うことは許されない。しかし、残念ながら特定の作業を除

いて、ロボットが人間のように柔軟(多様)に作業をするには、まだまだ研究が必要な状況である。

知能機械としてのロボット研究を進めるにあたって、ロボットが乗り越えるべき壁である「人間」を詳細に知るの、競合を知るという意味で重要なことである。そして、人間がうまくできないことを知ることで、ロボットのほうがうまくできることを見つけることができるようになる。

これによって、すべての分野でロボットが人を超えるのは無理だとしても、人が苦手な分野にロボットが活躍する場所を見つけることができるようになると期待される。

筆者がドイツのミュンヘン工科大学滞在時にとある教授が、「ロボット工学を究めると結局、生物、特に人に興味を持つようになる」と言っていた。本書はまさに、ロボット工学者としての人に対する興味の結果得た知識を、改善アプローチという、具体的に世の中の役に立つ形にまとめたものである。

筆者は工学部・機械工学科にも所属する教員であり、製造業と多くの共同研究の経験があり、また技術アドバイスを行うのも主として製造業であることから、主たる改善のターゲットは製造業であり、具体例はそれらを強く意識したものとなっている。

しかし、その基本的な概念は情報通信産業やサービス業でも利用可能だと考えている。むしろ人が多くかかわる産業であればあるほど、本書で述べられている内容に共感を持ってもらえると考える。

本書は以下のように構成されている。

第1章では、改善すべき対象を見つけることが難しいことを述べ、この難しさを克服するために、1st Stepとして人にはそもそもうまくできないことは何かを人間工学にもとづき理解し、2nd Stepとしてどうすれば人がうまくできるようになるかを人間工学にもとづき議論するというアプローチが、有効であることを述べる。

第2章では、まず人間工学の源流について簡単に説明し、人間工学が人の限界を工学らしく把握するための学問であることを知ってもらう。続いて人間の限界を正しく知るために必要なモノの見方について説明する。この見方を身に付けることによって、あなたの周りは改善すべきトピックが山積みであることに気づくであろう。

第3章では、人間工学の入門として、人間工学の教科書に書かれている人の

限界を簡潔に紹介する。本書は人間工学そのものを学んでもらうための教科書ではないことに注意されたい。

第4章では、改善対象を発見する一番簡単な方法として、人間の限界を試す悪例と自分の周囲にあるものを比べる方法を提示する。

第5章においては、自分が働いている環境の中の潜在的な改善対象を発見する方法として、言い訳法(と筆者が呼ぶ方法)を紹介する。これは濱崎哲也先生が著書『失敗学 実践編』(濱口哲也・平山貴之著、日科技連出版社、2017年)で示している「動機的原因(なぜそうしようと思ったのか?)を見つけ出す方法」を参考に、人間工学的モノの見方に適するように改変したものである。

第6章では、言い訳法で発掘された改善対象における真の課題が何かを抽出する方法を示し、そんな言い訳ができないフルプルーフ(foolproof)な環境を示す基本的なアプローチを示す。フルプルーフとは、本文でも解説するが、操作を間違えたとしても危険な状況にならないようにする仕組みのことである。

第7章では、フルプルーフな環境を構築するために、アフォーダンスという考え方を導入しつつ、作業をできるだけ簡単にする7つの原則について述べる。

第8章では、作業を簡単にする、またはフルプルーフな環境を構築する具体的な方法(小ネタ)を紹介する。これを見てもらうことで筆者が読者に伝えたかったことを、より具体的に思い描いてもらう。

第9章では、改善“活動”の教科書として、改善対象の発見や改善方法だけでなく、その活動を評価する人にアピールする方法を述べる。せっかく改善活動をするのであれば、周囲にできるだけ高く評価されてほしいとの思いである。

最後に、本書の執筆に対して理解を示し、ご協力いただいた大学関係者、出版社の担当者、そして家族に感謝の意を記したい。特に妻には、家事・子育てをはじめとして大きな負担をかけることになってしまったが、最後まで献身的なサポートしてくれた。心からの感謝を伝えたい。また父親と遊びたい盛りの子供たちにも大きな我慢を強いることになってしまった。成長した子供たちが本書を手に取り、あの我慢の意味を理解するときが来るのを楽しみに待ちたい。

2021年9月

福井 類

人間工学にもとづく改善の教科書

人間の限界を知り、克服する

目次

はじめに……………iii

第1章 **なぜ改善は難しいのか?**……………1

- 1.1 トップダウンで行われる改善活動の虚しさ……………1
- 1.2 何のために改善活動をするのか？そして何を得るのか？……………2
- 1.3 改善すべき対象を見つけるのはとても難しい！……………3
- 1.4 どうやったら改善すべき対象を見つけられるか？……………5
- 1.5 「人間工学」とは？(本書の捉え方)……………6
- 1.6 本書が目指すところと、その実現アプローチ……………7

第2章 **人間工学的なモノの見方で改善を行うための基礎**……………9

- 2.1 人間工学の源流……………9
- Column** 理論とノウハウ……………11
- 2.2 人間の限界を正しく知るために必要な見方……………12
- 2.3 第2章のまとめ……………17

第3章 **できない相談をしていませんか?**……………19 (人間工学から見た人間の限界を知ろう)

- 3.1 認知過程の限界……………20
- 3.2 身体寸法・動作能力の限界……………29

Column ロボットマニピュレーション……31

3.3 覚醒・疲労・意欲の限界……32

3.4 錯誤の発生……37

3.5 記憶の限界・失念の発生……40

3.6 知識・技術の不足……42

Column こだわりの読書……43

3.7 規則遵守の限界……44

3.8 第3章のまとめ……47

第4章

改善対象を発見しよう!……49

(その1:人間の限界を試す悪例との比較)

4.1 間違ったフィードバック……50

4.2 間違ったグループ化……57

4.3 身体・動作能力の過剰な要求……61

4.4 不適切な作業環境・状況……64

4.5 間違った手がかり……68

4.6 慣習への不適合……71

4.7 一貫性の不足……73

4.8 記憶力・忍耐力への挑戦……77

Column WYSIWYG (ウィジウイグ)……80

4.9 報酬も罰もない活動……81

4.10 第4章のまとめ(人間の限界を試す悪例の起源)……83

第5章

改善対象を発見しよう!……85

(その2:言い訳法による身の回りの問題の発掘)

5.1 過去のトラブル分析による改善対象の発見……85

Column 教育と言いつ……87

5.2 愚痴の言い合いによる改善対象の発見……88

Column ブレインストーミングのルール……88

5.3 第5章のまとめ……90

第6章 **ではどうやって改善するべきか?**……91

6.1 改善対象の構造を見える化し改善課題を抽出する……91

Column 整理と収納……95

6.2 言い訳ができない(フルプルーフな)環境を構築する……95

6.3 代替化の落とし穴(自動化の驚き)……97

6.4 第6章のまとめ……99

第7章 **難しい作業を簡単にするための原則を
導入しよう!**……101

7.1 アフォーダンスという考え方……101

7.2 原則1: 外界にある知識と頭の中にある知識の両方を利用する
……103

7.3 原則2: 作業の構造・性質を単純にする……105

Column 目的と手段の逆転……107

7.4 原則3: 対応づけを正しくする……109

7.5 原則4: 自然の制約や人工的な制約の力を活用する……111

7.6 原則5: 対象の状態を見えるようにし実行と評価の隔たりを
なくす……115

7.7 原則6: エラーに備えた仕組みを用意する 118

7.8 原則7: すべてがうまくいかないときには標準化する 120

第8章 **人間工学的なモノの見方による
具体的な改善の例**……123

8.1 人に優しい型番・整理番号の付け方……123

8.2 誤った情報伝達を防ぐ……127

- 8.3 間違いを探しやすくする工夫……131
- 8.4 視覚に加えて触覚・嗅覚を活用する……133
- 8.5 必要な腕の数を減らす(第3の腕を利用する)……136
- 8.6 第8章のまとめ……137

第9章

よい改善提案書を書こう!……139

- 9.1 何のために改善提案書を書くのか?……139
- 9.2 どのように提案書を書けばよいのか?……141
- Column 審査員は神様です(苦笑)……144
- Column 写真撮影とは計測である……147
- 9.3 第9章のまとめ……148

おわりに……149

参考文献……151

索引……157

部門がどれだけ優れた製造ラインを構築しても、設計部門がミスをし、製品の設計そのものに不具合があれば商品としての価値がない。また設計部門がどれだけよい製品を開発しても、経理部門が正しい経理を行い、利益を回収できなければ経営は成り立たない。よって、デスクワークが中心の部門もこれまで以上に積極的に改善にかかわってほしい。

したがって、一般的な人間工学と呼ばれる教科書に書かれている内容より、本書が“人間工学”として扱う範囲はかなり広い。そして人間工学を厳密に定義することは本書が目指しているところではない。むしろ改善活動に使える人間工学の知識を身に付けてもらうことを目指したい。

1.6 本書が目指すところと、その実現アプローチ

さて1.5節までで、改善活動の対象を見つけることが難しいことを伝えた。そして広く捉えた人間工学がその解決方針になるという提案をしてきた。ここで一度話をまとめておこう。

【本書の目標】

- ① 本書の目標は、「改善活動の対象を発見し、その対象をよりよく改善する方法を創出できるようになること」である。
- ② 目標達成のために、身体・運動機能と認知機能に関する広義の人間工学の考え方を参考として、今の状態は未来の失敗につながる状態である、または何かしらの改善を行うことにより今よりよい状態にたどり着けることに気づいてもらう。
- ③ 続いて、失敗につながる状態を改変する技術、そして、よりよい状態を創出する技術を身に付けてもらう。

上記の目標を達成するために、本書では次のようなアプローチをとる。

【本書のアプローチ】

- ① まず1st Stepとして、人間の限界を超えていて、人にはそもそもできないことを紹介し、限界を超えた悪例を紹介する。これによって、まずは人間にはどんなことがうまくできないのかを知ってほしい。も

表 5.1 よくある言い訳と人間の限界との対応

1	<ul style="list-style-type: none"> • だって〇〇が聞こえなかったんだもん • だって××には時間がかかるんだもん • だって手が届かない所にあったんだもん 	認知過程の限界 身体寸法の限界	環境を改善
2	<ul style="list-style-type: none"> • だって夜中に××があったんだもん • だって昼ご飯食べた直後で眠かったんだもん 	覚醒の限界	
3	<ul style="list-style-type: none"> • だって前日に上司に叱られたんだもん • だってあの人、月末には退職するんだもん 	意欲の限界	
4	<ul style="list-style-type: none"> • だって〇〇のときは、よかったんだもん • だって××と同じだと思ったんだもん 	錯誤の発生	
5	<ul style="list-style-type: none"> • だって××に気を取られていたんだもん • だって約束したのが1年前だったんだもん 	記憶の限界	人・組織を改善
6	<ul style="list-style-type: none"> • だって〇〇は知らなかったんだもん • だって××は使えないんだもん 	知識・技術の不足	
7	<ul style="list-style-type: none"> • だって〇〇を教わってないもん • だって××は使いにくいんだもん 	規則遵守の限界	

この言い訳の中には実にたくさんの改善のヒントが含まれているものである。表 5.1 によくある言い訳の例と、それが示す人の限界の対応表を示してこう。このように言い訳をしてもらうことで、現在の環境、人、組織にどのような改善の余地があるかの大枠を把握することができる。

そして、このような言い訳を聞き回ることを始めてもらうとわかるのは、トラブルレポートで反省をした本人に責任がないとまでは言わないが、多くの場合そのトラブルは m-SHELL モデルで表されるものの何かしらの要素において（大抵の場合は複数の要素において）、人間の限界を超えているということである。人間の限界を超えた要素を放置したまま「気をつけて」も、根本的な解決には至らないのは言うまでもない。

Column 教育と言い訳

日本の学校では、言い訳をすることを「よし」としない文化がある。もちろん自らの非を認めるという行為は、人の精神的成長において大変重要だと思う。しかし、もし学校というシステムに問題があるとすると、言い訳をしてもらうことで、その問題の根本を解決し、教育効果を高めるチャンスが生まれる

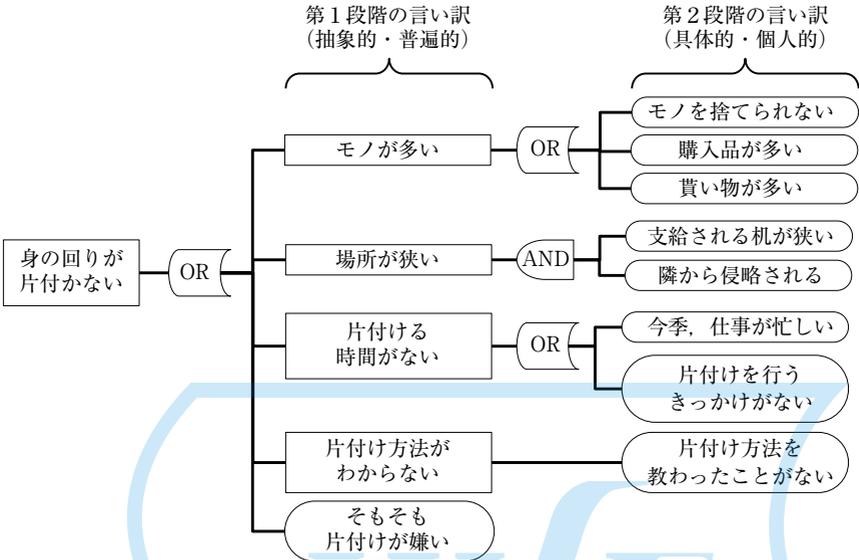


図 6.3 「身の回りが片付かない」という不具合と言い訳を FTA に書き下した例

を禁じられてきたのだから、そう簡単に言い訳ができるようになるわけがない。

もううまく言い訳が思いつかないなと思った場合には、m-SHELL モデル (図 2.4, p.16) を見ながら考えるとよい。m-SHELL モデルの要素ひとつひとつに何か言い訳すべきことがないかなと考えるのである。

また第 1 段階から、第 2 段階への言い訳に分割するときのコツは、

組織全体の事情ではなく、自分個人の事情(エゴ)を最大化すること

である。つまり、組織としてどのような状況にあるかはいったん無視して、自分が置かれた状況だけに注目して考えるのである。

「そんなことをすると、その人特有の改善課題しか見つからないじゃないか」と指摘されるかもしれない。それはごもっともではあるが、結局人間は自分の身の回りのことが一番想像しやすいのである。そして、何かを改善して最初に利益を得るのは、その改善を行った人であるべきだと筆者は考えている。

「他人や組織のために改善を行う」ことは、たしかに素晴らしいことだが、そのような他人事では、よい言い訳はたくさんは出てこない。人間は、他人や

人間工学的なモノの見方による 具体的な改善の例

この章では、これまでの章で説明してきた、人間工学的なモノの見方、人間の限界、改善対象の発見、改善課題の抽出、そして難しい作業を簡単にする原則の知識を用いた改善の具体例をいくつか示す。この章の具体例を知ることによって、これまでに学んできたことを、どのように使えばよいかを伝えることが、本章の目指すところである。

8.1 人に優しい型番・整理番号の付け方

型番や整理番号を付けることで、複数のモノを簡単に区別したり、順序を付けて並べたりすることができるようになる。これは、しごく当たり前のことであるが、意外に現場(特にオフィス)では活用されていないケースが多い。

筆者はパソコンの(頻繁に利用する)フォルダには、必ず2桁の整理番号を付けている。この番号はフォルダのジャンルを示しており、番号が近いものは、画面の中でも近くに表示されるようになる。また、このように番号を与えておくと、フォルダにアクセスするときに、番号さえ覚えてしまえば、キーボードで簡単に目的のフォルダに移動することができるのである。

例えば「[C:\Users\daresore\02-document\03-Estimate]」などのようにフォルダを作っておくことにより、“02→Enter→03→Enter”とキーボードを使って目的のフォルダにアクセスできる。キーボードのタッチタイプ(キーボードを見ずにキーを打つこと)ができる方であれば、マウスを使って目的のフォルダにカーソルを位置決めして、ダブルクリックするよりも、圧倒的に早くフォルダ間の移動ができるようになる。つまり、このようにフォルダ固有の番号を付けることによって、3つの優しさが生まれるのである。

著者紹介

福井 類 (ふくい るい)

東京大学 大学院新領域創成科学研究科 人間環境学専攻 准教授
博士(情報理工学)

略歴

2002年 東京大学 工学部 機械情報工学科 卒業
2004年 東京大学 大学院情報理工学系研究科 知能機械情報学専攻
修士課程修了
2004～2006年 三菱重工業株式会社勤務
2009年 東京大学 大学院情報理工学系研究科 知能機械情報学専攻
博士課程修了
2009～2013年 東京大学 大学院情報理工学系研究科 知能機械情報学専攻
(特任)助教
2012年 ドイツ・ミュンヘン工科大学 客員研究員
2013～2016年 東京大学 大学院工学系研究科 機械工学専攻 特任講師
2016年～現在 東京大学 大学院新領域創成科学研究科 人間環境学専攻 准教授
2019年 米・スタンフォード大学 客員准教授

所属学会

IEEE RAS (Robotics and Automation Society)、日本機械学会、日本ロボッ
ト学会、計測自動制御学会、日本塑性加工学会など

資格

第二種情報処理技術者、色彩検定3級、第二種電気工事士、知的財産管理技
能検定3級、収納整理アドバイザー2級、小型車両系建設機械(3t未満)など

研究テーマなど

“分散・統合型ロボットシステム”という新しいコンセプトのもと、人・環
境・機械の3つが上手く協調する姿を求めて、ロボットの機構設計、機械制御
ソフトウェア、ヒューマンマシンインタラクション、ユーザインタフェース、
機械学習(人工知能)技術の産業応用の研究などを進めている。近年は民間企
業等との共同研究を通じて、工学および情報科学の知識・技術を社会に展開
する取組みも意欲的に行っている。

無断使用をお断りします。日科技連出版社

人間工学にもとづく改善の教科書 人間の限界を知り、克服する

2021年10月26日 第1刷発行

著者 福井 類

発行人 戸羽 節文

検印
省略

発行所 株式会社 日科技連出版社
〒151-0051 東京都渋谷区千駄ヶ谷 5-15-5
DSビル
電話 出版 03-5379-1244
営業 03-5379-1238

Printed in Japan

印刷・製本 株式会社三秀舎

© Rui Fukui 2021

ISBN 978-4-8171-9741-2

URL <https://www.juse-p.co.jp/>

本書の全部または一部を無断でコピー、スキャン、デジタル化などの複製をすることは著作権法上での例外を除き禁じられています。本書を代行業者等の第三者に依頼してスキャンやデジタル化することは、たとえ個人や家庭内での利用でも著作権法違反です。