

技能 と 技術

ISSN 1884-0345
通巻第293号

職業能力開発技術誌

3/2018

特集●障害者に対する職業訓練



Vol.53

技能と技術

3/2018号

通巻No.293

特集●障害者に対する職業訓練

この人のことば 職業の変化と障害者の職業訓練 1

松本 安彦／国立職業リハビリテーションセンター 次長

特集① 平成29年度職業能力開発論文コンクール 特別賞（独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構理事長賞）受賞
障害者に対する職業能力開発

～ 一般科における発達障害者等が参加するグループワークでの配慮 ～ 3

上田 典之／国立職業リハビリテーションセンター

特集② 盲ろう者の就労に関する調査研究 11

高橋 忠庸／国立障害者リハビリテーションセンター

特集③ 障害者職業訓練のためのタッチタイピングメソッドの開発

～ ものづくりと連携した支援 ～ 16

菅原 協子／国立吉備高原職業リハビリテーションセンター

後野 隆／中国職業能力開発大学校

技術解説 平面上での非弾性衝突

— その理論と実際 — 22

仲野 純章／奈良県立奈良高等学校

原稿募集のお知らせ 28



職業の変化と 障害者の職業訓練

人口知能（AI）と言えば、チェスや将棋・囲碁などの世界で「人間とどちらが強いかが」大きな注目を集めるようになってきているが、最近では、AIやロボットの発達を含むコンピュータ化が「職業の世界をどのように変化させるか」についても、ある程度学術的な方法論による試算が各国の研究者によってなされるようになってきた。そのいくつかはマスコミにも取り上げられて社会的なインパクトを与えている。

最初にこの議論に火をつけたのはFrey and Osborneの試算結果（2013年）で、アメリカ合衆国の雇用労働者の47%が就いている職は、今後10～20年の間に自ら学習する能力を持つ人口知能やロボットなどで代替可能になると推測するものだった。職業ごとの特性に関するデータ・記述（アメリカ労働省のO*NETサイト）や近い将来の職務自動化の可能性に関する専門家の評価などを基礎としており、①創造性、②社会性、③認知能力と（体を使った）巧緻性の3点がコンピュータによる代替困難な要素であることを前提としている。これ以後同様の試算が各国で行われ、我が国に関しては、2015年に野村総研がFrey and Osborneとともに労働政策研究・研修機構（JILPT）のデータに基づいて試算したところ、日本の労働力人口の49%の仕事が同様に代替可能になるという結果となった。

国際機関のなかでも特にOECDがこの動きに注目していくつかのレポートを公表しているが、中でも、Arntz, Gregory and Zierahn（2016年）による試算は上記のものと大きく異なる結果となった。PIAAC（国際成人能力調査）のデータベースをもとに、「職業（occupation）間の課業（task）構造の違いよりも、個々人の仕事（job）間の課業の構

造の違い」に着目した方法でOECD加盟の21か国についての試算を行ったところ、自動化可能性の高い（70%以上）職業に就いている労働者の割合は平均で9%（ドイツなどの12%から韓国などの6%まで、アメリカで9%、日本は7%程度）であった。彼らはまた、①新技術の実用化は経済的、法律的、社会的なハードルによって実際には緩やかなペースで進むものであり、②新技術が導入されても労働者は他の課業・業務への転換に対応できるものであり、③技術の更新は、新技術における需要やよりハイレベルな競争を通じて新たな職業を生み出すものであることも強調している。

今年に入ってからNedeikoska and Quintini（2018年3月）が、Arntz, Gregory and Zierahnの方法に立脚しつつ、PIAACデータをより広範に活用し、OECD加盟の32か国に関するより精密な試算結果を発表した。これによれば、自動化可能性の高い（70%を超える）仕事（job）の割合は各国平均で14%（33%のスロヴァキアから6%のノルウェイまで、日本は15%程度）であった。この他、自動化可能性が50～70%の仕事の割合も算出したところ各国平均で32%となった。

一つひとつの職業（occupation）、一人ひとりの仕事（job）が持つ複雑・多様性とその全貌を正確に把握・記述することの困難性を踏まえれば、試算結果がこのような異なってくることに素直に頷ける。この方面の予測自体がまだまだ新たな「挑戦」なのだ。しかし、いずれの研究者にも共通しているのは、変化に対応するための労働者の職業能力開発（職業訓練、再訓練）の重要性を強調していることである。

さて、日本のことに目を転じれば、先進国中でも

労働力不足が特に深刻化している状況にある中で、企業がAI等の活用を積極的に進める可能性が高いと考えてよいだろう。ただし、労働者側の意識は必ずしもそれに対応していないようである。情報通信白書（総務省、平成28年度版第4章第4節）がAI活用に対する労働者の意識などの日米比較を行っているが、日米両国の労働者へのアンケート結果において、米国の労働者は人口知能の普及に備えて、それを使いこなせるようにし、今の仕事・業務に適応させるための対応・準備を重視する姿勢がうかがえる一方、日本の労働者は「対応・準備は特に何も行わない」、「特に取得したい人口知能活用スキルはない」との回答が多く、AI活用の流れに乗り遅れるのではないかと懸念も生まれている。他方で「自身が持つスキルとマッチしているタスクを完遂することが第一目標である米国に対して、日本ではスキルの有無にかかわらず（社会性などコンピュータの苦手分野を含む）多様なタスクを遂行することが求められている」との指摘もあり、このことが日本の労働者のAIの影響に対する感度（の低さ）に影響しているのかもしれない。とはいえ、我が国でも労働者や学生がAIなどの先端的・汎用的なコンピュータ技術のことをよく知り、うまく使いこなし、うまくつきあう術を積極的に身に着けることは重要であろう。

当国立職業リハビリテーションセンターは障害者に対する専門的な職業訓練と職業指導を一体的に行う施設として40年近い歴史をもつ。設立当初は、対象を肢体、視覚、聴覚・言語の障害者に限っており、初期（昭和54・55年開始）の訓練科は機械科、溶接科、金属彫型科、機械製図科、光学機器科、トレース科、金属工芸科、木工科、木材工芸科、化学分析科、電子機器科、電気機器科、電子計算機科、経理事務科、和文タイプ科、製版・印刷科、構内電話交換科、縫製科、洋裁科、洋服科であった。その後、平成10年には知的障害者を、14年には精神障害者と高次脳機能障害者を、20年には発達障害者を受け入れるようになり、既に訓練生の5割以上がこれらを主な障害とする人になっている。現在の訓練科の構成は、機械製図科、電子機器科、テクニカルオペレーション

科、建築製図科、OAシステム科、DTP・Web技術科、経理事務科、OA事務科、職域開発科、職業実務科の10科（17コース）であり、この間におけるIT革命などの技術進歩が障害者職業訓練の世界に与えた影響を物語る構成・内容になっていると言える。

障害者については、一人ひとり異なる障害特性などに適合したカリキュラムと配慮をもって訓練を行うことが大事であると言われており、当センターもモデル校的な位置づけをもってそれを実践しているところである。他方で、職業訓練が就職や職業能力の向上を目的とした訓練である以上、世の中の産業・職業動向が変化すれば、その影響も敏感に受けることになる。

今後、障害者の職業訓練にもAIの要素が入ってくることは十分考えられるが、その方向は、職務遂行のためにAIを活用した種々の機器・ソフトを使いこなすスキルの習得と、障害を補完することのできるAI機器・ソフトを活用するスキルの習得の両面になるのではないかと。

世界の技術動向に常にアンテナを張り、後手に回ることのないようにしたいものである。

<参考文献>

- (1) Frey C.B., Osborne M.A.(2013) "The Future of Employment : How susceptible are Jobs to Computerisation", University of Oxford
- (2) Berger T., Frey C.B.(2016) "Structural Transformation in the OECD -DIGITALIZATION, DEINDUSTRIALISATION AND THE FUTURE OF WORK-", OECD
- (3) Arntz M., Gregory T., Zierahn U.(2016) "The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries -A COMPARATIVE ANALYSIS -", OECD
- (4) Nedelkoska L., Quintini G.(2018) "Automation, skills and training", OECD

まつもと やすひこ 略歴

1982年4月	労働省入省
2009年4月	厚生労働省職業安定局 人道調査室長・ハローワークサービス推進室長
2011年7月	(独)労働政策研究・研修機構 統括研究員(キャリア支援部門)
2014年4月	(独)高齢・障害・求職者雇用支援機構 障害者職業総合センター統括研究員(障害者支援部門)
2016年4月	秋田労働局長
2018年4月	(独)高齢・障害・求職者雇用支援機構 国立職業リハビリテーションセンター次長

平成29年度職業能力開発論文コンクール 特別賞（独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構理事長賞）受賞

障害者に対する職業能力開発

～一般科における発達障害者等が参加するグループワークでの配慮～

国立職業リハビリテーションセンター 上田 典之

1. はじめに

主体的に学び、考え、行動できる人材をどのように育成するのかについて、ここ数年、学校教育ではアクティブ・ラーニングの考え方が浸透しています。これは、2012年8月28日の文部科学省中央教育審議会の答申としてまとめられた考え方であり、教師と学生・生徒がコミュニケーションを取りながら「能動的な学修」への転換を促すものとしています。この「能動的な学修」については国立職業リハビリテーションセンター（以下、「当センター」という。）では従来から、個別の職業リハビリテーション計画に基づいての個別訓練・個別指導という形で行われ、その際必要な障害への配慮のもと技能の習得が実現されてきました。本件では、職業訓練（以下、「訓練」という。）の一部で行われてきた集合訓練・講義形式での「情報セキュリティ」訓練をアクティブ・ラーニングの考え方を参考にして、グループワーク形式にデザインした例を紹介しました。

この際の注意として、発達障害者や精神障害者等の特別な支援が必要な障害者（以下、「特支者」という。）の受け入れに特化した職域開発科ではなく、私が当時所属していた特支者以外の身体障害者も共に学ばいわれる一般科（以下、特支者の受け入れ口に特化した職域開発科以外の訓練科のことを「一般科」という。）においての実施上の配慮とその結果についてまとめた点です。特支者の占める割合は一般科でも増えてきておりますが、一般科において、特支者の苦手なことを避ける訓練をするのではな

く、どのような配慮を行うと特支者にとってもよいのか、また、その工夫の効果はどのようなものかについて検証しました。

なお、前提条件として特支者が訓練を継続できなくなった場合は、フラッシュバックなどを回避し、発言の順番が来ても発言を見合わせるパスができる環境をつくることや見学だけでなく途中で訓練を離脱することも可能としての環境での訓練を同意のうえで実施しています。

本文に出てくる全体の訓練生は40名、アンケート対象者はそのうちの特支者15名（うち回答者15名）となっております。

2. 背景

2.1 情報セキュリティの訓練

従来から情報セキュリティの訓練は20名前後を一単位として映像資料と紙ベースの資料提供を基本とした集合形式にて行っていました。

2.2 特支者の背景

特支者はコミュニケーション能力をはじめとして、場面理解や抽象的理解力、言語理解に弱さがあるといった能力のアンバランスさにより、場面によってはグループワークで学ぶスタイルが苦手な場合があります。このため、「人前で何を話したらいいかわからない」「変なことを言ったらどうしよう」「頭が真っ白になって何もしゃべれない」「普通になりたいけど普通とは何だ」「がんばんなきゃいけないけど何を頑張らないといけないかわからない」

「悪目立ちしたくない」等の困り感を持つ特支者と持たない障害者がグループワークを行った場合について、指導の配慮のあり方について説明していきます。

2.3 アクティブ・ラーニング

アクティブ・ラーニングとは2012年8月28日の文部科学省中央教育審議会の答申で、「新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～」により示されたもので、引用すると『個々の学生の認知的、倫理的、社会的能力を引き出し、それを鍛えるディスカッションやディベートといった双方向の講義、演習、実験、実習や実技等を中心とした授業への転換によって、学生の主体的な学修を促す質の高い学士課程教育を進めることが求められる。学生は主体的な学修の体験を重ねてこそ、生涯学び続ける力を修得できるのである。』¹⁾としています。

アクティブ・ラーニングの目標を達成するために、訓練生に自律的に行動する力を与えること、自律性を促し、これを支援することととらえ、具体的な指示や解決策を訓練生に与えるのではなく、テーマを与えそれに沿って訓練生自身が問題点を発見したり、不足する能力を開発したりする環境を整えることができれば、特支者への訓練として有用性があるのではないかと考えました。ただし、注意として、アクティブ・ラーニングとはとすると、他の訓練生と比べて特支者が能動的に活躍することができず、置き去りになったり、焦りから思い込みをしてしまったり、コミュニケーションがうまくかみ合わなかったりすることが予想できました。これより、能力差が出てグループの動きに統一性や一貫性がなくなり、グループの目標を実現できなくなる可能性があるため、特支者の能力や特性を見極め、適切な訓練をデザインすることが不可欠と考えました。

2.4 合理的配慮

教育場面での合理的配慮として、文部科学省の中央教育審議会の「特別支援教育の在り方に関する特

別委員会（第3回）配付資料」では、「合理的配慮」の例として以下のようなものが挙げられています。

『1. 共通

- ・バリアフリー・ユニバーサルデザインの観点を踏まえた障害の状態に応じた適切な施設整備
- ・障害の状態に応じた身体活動スペースや遊具・運動器具等の確保
- ・障害の状態に応じた専門性を有する教員等の配置
- ・移動や日常生活の介助及び学習面を支援する人材の配置
- ・障害の状態を踏まえた指導の方法等について指導・助言する理学療法士、作業療法士、言語聴覚士及び心理学の専門家等の確保
- ・点字、手話、デジタル教材等のコミュニケーション手段を確保
- ・一人一人の状態に応じた教材等の確保（デジタル教材、ICT機器等の利用）
- ・障害の状態に応じた教科における配慮（例えば、視覚障害の図工・美術、聴覚障害の音楽、肢体不自由の体育等）

～中略～

8. 情緒障害

- ・個別学習や情緒安定のための小部屋等の確保
- ・対人関係の状態に対する配慮（選択性かん黙や自信喪失などにより人前では話せない場合など）

9. LD, ADHD, 自閉症等の発達障害

- ・個別指導のためのコンピュータ、デジタル教材、小部屋等の確保
- ・クールダウンするための小部屋等の確保
- ・口頭による指導だけでなく、板書、メモ等による情報揭示²⁾となっています。

一方で、訓練の目的である就労を考えると、実現困難度など『過重な負担』³⁾となる場合は合理的配慮から除くという考えがあるため、合理的配慮の部分と、特支者の障害特性や困り感に合わせておこなわれる「過重な負担」とならない「配慮」が必要と思われる。

グループワークを実施する場合、予想される困り

感は、次のようなものが考えられます。表1に示します。

表1 訓練場面での困り感

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">● 環境音や光の刺激で訓練に集中できない。● 言いたいことを言葉で出しにくくなる場合がある。● どうしてよいかわからなくなりパニック（頭が真っ白）になることがある。● グループの中で自分がどう働けば適切かわからなくなる場合がある。● 自己肯定感が弱く、発言することが重荷になることがある。● 時間内に課題を終える力が弱いことがある。● 思ったことをそのまま発言してしまい、適切な発言内容やタイミングなどがつかめない。● 「悪目立ちした」と感じた場合、それに気を取られてしまい、大きく落ち込んでしまうことがある。● 暗黙のルールがわからないことがある。● 思うように立ち振る舞いができず、過去のいやな経験がフラッシュバックすることが考えられる。 |
|--|

3. 訓練実施上の障害特性へのアプローチと配慮

3.1 障害特性へのアプローチ

障害特性へのアプローチとして特に、自閉症児・者向けに開発された『TEACCHプログラム』⁴⁾に注目しました。なお、TEACCHプログラムを参考にして自閉症児・者の特性に対してデザインした訓練だとしても、他の訓練生にとって負担とはならないように、または、わかりやすい訓練にするというプラスの側面が生まれるように取り組みました。

3.1.1 感覚過敏

発達障害者の中には五感に過敏（または鈍感）な場合があります。どの感覚か、また重複しているかは人それぞれですが、視覚であれば健常者では気にならない蛍光灯の点滅が気になったり、窓のブラインドの光の反射が目に入りとてもまぶしく感じたり

します。これは目を閉じてでも残像として目に焼き付くため、見えづらさや集中力低下といった困り感として現れます。聴覚過敏であれば、蛍光灯の安定器不良のジーという環境音に集中力を奪われる等、大きな精神的負担となります。

これらの感覚過敏を軽減するため、視覚過敏ですと、遮光眼鏡をかけるなどの自衛的な方法以外に、座る席の位置を変える、蛍光灯を間接照明とする、液晶ディスプレイの明るさを下げるなどの工夫や、聴覚過敏であれば、環境音をカットし音声だけが聞こえるデジタル耳栓の活用や活動の場所を移動したりするなどで対処します。

3.1.2 メモを取る、口述筆記など文字で見える化する

聴覚からの情報だと情報の重みづけができず、何が重要であるかぼけてしまうことがあります。そのため、発言をメモやPCに打ち込むようにします。文字で見える化することで、要点が絞られるため、緊張すると言葉が出にくくなる場合にも有効で情報を整理しやすくなります。

3.1.3 時間の構造化

グループワークの流れ、テーマの決定、討議、発表、フィードバックを一単位として、それぞれ、何分であるのか、その締め切り時間は何時までなのか、休憩時間は何時まで与えられるのか、次のテーマへまた流れていき、グループワークが繰り返されるといった時間の流れを具体的に示していきます。こうすることで、見通しが立ち、優先順位を認識でき、行動のコントロールがしやすくなります。

3.1.4 展開の構造化

この訓練では、同じパターンの繰り返しという展開にしてつかみやすくします。慣れからくるスピード感のみならず、チームとしての一体感も増していきます。

3.1.5 共有化

情報を集めまとめ上げていきますが、情報をそれ

ぞれが発表し合い、共有化していきます。教えたり教えられたりすることで理解が深まります。

3.1.6 ルール化

グループワークをルール化することで、今、何をしなければいけないのか、次に何をしなければいけないのかといったことを分かりやすくします。自分ルールとの不一致からくるトラブルを回避し、今、しなければいけないこと、次にしなければならないことを正しく認識し、落ち着き、安心して行動に移すことができるようにルール化を図ります。

パスができることやメモにする、よかったところをほめる等は重要なため、巡回中には特に気を配るようにします。

3.1.7 スモールステップによる手順

成功体験をより多く積むには、初めから高い目標を目指すのではなく、目標を細分化し小さな目標を作り成功体験に結び付けるスモールステップでの訓練が効果的です。

3.1.8 焦点化

伝えたい情報が多いと何が重要なかがどうしてもぼやけてしまいます。特に言葉による情報の中から重要な点を見つけ出す力が弱い特支者がいるため、伝えたい内容をポイントに絞りシンプルな訓練にします。

3.2 訓練実施上の配慮

訓練を実施するうえで、アクティブ・ラーニングの考え方や、厚生労働省が提供している『合理的配慮指針事例集』⁵⁾等を参考にして、次のような配慮を行います。

3.2.1 主体性を引き出すためSST (Social Skills Training) の考え方を活用

SSTはコミュニケーションや社会適応に様々な理由でうまくいかない状況を改善するための治療的なアプローチです。本件では、緊張しすぎたり、どのようにふるまっていかわからなかったりといった

困り感に備えて、SSTで用いる指示方法の段階を参考にして、コミュニケーションの取り方や人を肯定したり自己表現したりするコツを提案します。

3.2.2 共有化実施上の工夫

本テーマである特支者を含むグループワークは、緊張やコミュニケーション能力、失敗経験から、委縮して参加者が対等な関係を維持できず、発言の格差を際立たせるだけの結果になる懸念があります。「自分の発言が受け入れられている」という安心感がもてるルール化が重要です。資料やインターネットから情報を入手し、お互いに持ち寄り、認め合う体験を通して、自分がなすべきことを他者の行動からの気づきとして、深めさせ、訓練する喜びや、やる気を引き出します。そのために、職業訓練指導員（以下、「指導員」という。）から与えられた課題をグループで取り組む「討議」と討議後にグループ内でそれぞれ感じたこと、考えたことを互いに言い合う「シェアリング」でグループワークを構成します。

指導員の指示したテーマをグループ内で討議し、その時の気持ちの「肯定的なことばのキャッチボール」をとおして、徐々にお互いを認め合って人間関係を深めていけるようにします。人間関係が希薄である一部の特支者にも、自然にお互いを尊重し、認め合うことで満足感を持たせることができると考えます。これにより、理解が進んでいる者はより整理された理解が深まり、そうでなかった者にとっては不足分を補う形となり、お互い共存できる関係ができます。これは、情報にとどまらず、「いいね!」といった感情面での共有化につなげることで、チームの一体感を醸成する効果もあります。

3.2.3 自己肯定感の弱さに対する配慮

特支者にはコミュニケーション経験の不足や二次障害としての自己評価の低さがあると思われます。自己肯定感が弱く、コミュニケーションに消極的なために、人間関係に悩みを抱きがちな事例もありました。このことを踏まえ、当センター内でもコミュニケーションのきっかけづくりや自己肯定感の育成を適切に指導する必要があると思われます。

少集団にして肯定的な言葉のキャッチボールをしやすくすることにしました。

3.2.4 緊張や失敗体験の回避（エラーレス）

通常のグループワークでは緊張や疲労感が出て、焦りから思い込みが出て、思うように立ちふるまえず、失敗したなどにとらえてしまうことがあります。このため、いかに失敗体験を回避するかが訓練実施の上で重要です。討議やシェアリングは、人の意見を批判することなく肯定的に受け止め、またさらに、指導員が巡回して、討議で内容が出つきたようならシェアリングが盛り上がるようにSSTの手法を用いてコミュニケーションのコツと正のフィードバックをすることを提案し、エラーレスの状態での討議を盛り上げ自己肯定感も高めていきます。

3.2.5 セルフヘルプの意識を大切にする

特支者には会話をするにも、いろいろと不安を抱えてしまっている場合があります。このため、話しなさいと無理を強いることはできません。SSTによるロールプレイを通して言葉のキャッチボールのやり方を見て覚える経験をしてもらいます。この経験の積み重ねを図り、次第にグループワークに対する不安を軽減させます。指導員が具体的な行為を見せたり、考えさせたり、指導員や他の訓練生から正のフィードバックを受けたりすることで、特支者に「自分でもできるかも」と感じさせ、自分自身を力づけ苦手を克服していこうという意識を育てることが必要となります。

3.2.6 過集中による疲労の軽減

過集中とは「のめりこみすぎる」傾向にある場合のことですが、その反面、疲労しやすいといったことを踏まえ、訓練は既定の100分連続ではなく、システムとして小休憩を取り入れたり、作業の区切りのいいところで休憩が入れられるようにしたりするようにして体調の維持を図ります。

3.2.7 目標を明確にする

スモールステップで目標を明確にし、調べ、討

議する内容、範囲や所要時間などを限定化して訓練を進めるようにします。このことで、今なすべきことが明確になり、行動しやすくなります。また、時間が超過しがちな面を防ぐこともできます。例としては「9時45分までにまとめ上げてください」とか、「残り時間は10分です」「残り時間は5分です」とカウントダウンが有効です。

3.2.8 適宜の声掛け

慣れないことにストレスを感じながら精一杯頑張ってしまう傾向があると予想されるため、適宜、「できそう？」「休憩する？」「見学する？」「グループから離れる？」等、行動観察と声掛けが大切です。各グループを巡回しながら、指導員は様子をうかがうことを忘れず行う必要があります。

3.2.9 小休止

「失敗したな」という考えが、頭の中でいっぱいになり、今何をしたらいいのかわからなくなることや、複数の情報が一度に入りどれも重要に感じ、パニック状態になることがあるため、その時は小休止を入れられるようにします。

3.2.10 発言の辞退、見学、離脱をシステム化する

特支者にとってグループワークは不安が伴う場合があります。そのため、パス、見学、一時的な訓練からの離脱ができることをシステムとして準備します。

4. グループワークの方法

受賞論文の第4章では、グループワークの構成から、事前アンケートによるグループワークへの不安をうけての進行方法について詳しく述べていますので、ぜひ、本文をお読みいただければとおもいます。

5. 評価

5.1 よかったという意見と笑顔によるフィードバック

訓練中は「よかった」という意見を募ります。こ

れは、否定的なだめだしではなく、より前向きに考えさせ、また、ことばによるフィードバックの他にうなずきや笑顔など表情などのノンバーバル（言葉によらない）コミュニケーションも活用します。指導員から評価されるのと仲間からのフィードバックとでは、受け止め方にかなり違いがあります。自分の情報や意見が採用されれば笑顔になるし、討議になれば、できるだけ大きな声を出そうと努力するし、「いいね」の一言でも、緊張していた顔がほころびます。不安を抱えていた特支者の表情が豊かになっていく様子を見ると、仲間同士の言葉が持つ力の偉大さを痛感しました。

この、「よかった」と笑顔のフィードバックがもたらす心理的影響は不安の軽減にとどまらず、「受け止めてくれた」、「うれしかった」につながっていくことを表2に示します。

表2 訓練中でうれしかったことは？

- 役割がきちんとできた。
- 自分の意見を発表に取り入れてくれた。
- 賛同してくれるのは久しぶりの経験でうれしかった。
- 自分の意見を発表に取り入れてくれた。
- 言ったことに対して賛同者がどっと出たのはうれしかった。
- 講義だと思っていたらグループで不安だった。
- 認知してくれてうれしかった。
- 顔を見ただけでもうれしかった。人の顔を見るのが得意じゃなかったけど充実感があった。
- 積極的に返答が返ってきてうれしかった。
- たのしくできた。
- ほかのメンバーが知識を持っていてすごいと思った。
- 自分では思わなかった知識が出てきて楽しかった。
- 提案を受け入れてくれたからうれしかった。
- 自分の意見を発表に取り入れてくれた。

5.2 訓練に対する評価

訓練を受けての評価として、当初感じていた不安がどうなったか聞いてみました。

「大丈夫だった」と「不安を抱えたまま訓練をしていた」の半々であったことがわかりました。

（質問）討議を体験しての評価として、グループ討議で自分の意見が言えましたか？

結果を図1に示します。

経験を重ねるごとに、ことばの出し方や発表が上手になりました。他のグループの発表も真剣に聞いて、真剣に良いところをフィードバックしてくれ、さらに放課後に自主的に調べる特支者がでるなど主体性の向上が認められました。もちろん、居眠りをしたり、スマートフォンを私的に使っていたりしている訓練生は特支者を含めだれ一人いませんでした。

「自分の発言ができたか？」のアンケート結果も本編では示しています。

続いて、グループワークでの訓練ということでの、事前の不安が多かった満足度について満足度評価をしました。

（質問）グループワーク形式の訓練の満足度評価として、訓練の満足度は？

結果を図2に示します。

訓練満足度評価の平均点は4.8点でした。ほぼ満点という高評価であり1, 2, 3点の特支者はいませんでしたので、全員が「満足」以上であったという結果となりました。

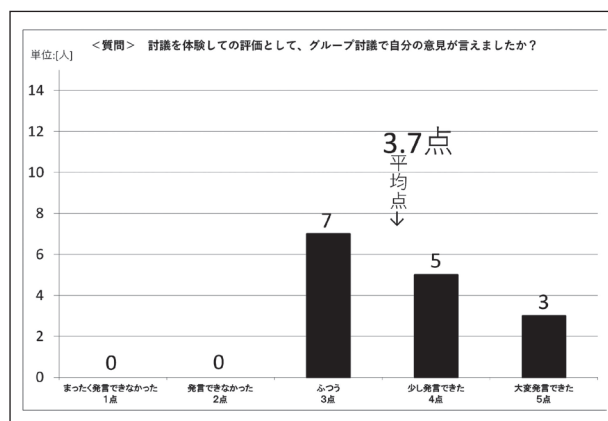


図1 討議を体験してグループ討議で自分の発言が言えましたか？（N=15）

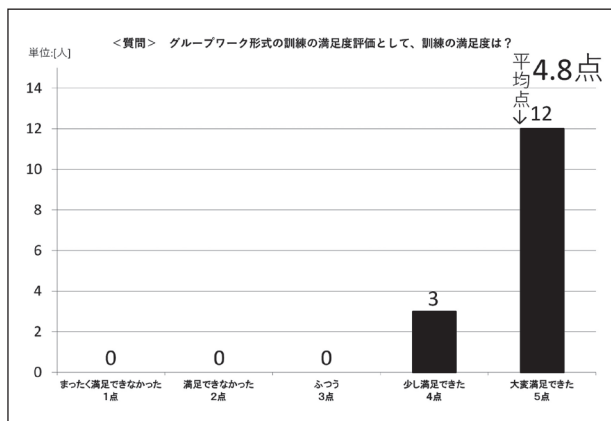


図2 グループワーク形式の訓練の満足度評価として訓練の満足度は？ (N=15)

表3 アンケートの数値にかかるローデータ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	平均点
発言できましたか？	3	4	5	3	4	3	3	4	5	5	4	3	4	3	3	3.7
訓練の満足度は？	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4.8

つぎに、5段階評価の図1と図2に示したデータを特支者別にみた場合を表3に示します。

Fさん、Gさんは「意見」が「ふつう」でも「満足度」を「少し満足できた」の点数を付けました。これは、グループ内で取り残されたり孤立したりしていたのではなく、自然な形でチームの一員として入っていたことと思われます。また、Aさん、Dさん、Lさん、Kさんそして、Oさんのように「意見」が「ふつう」だったにもかかわらず、「満足度」を「大変満足できた」を選んでいることから、チームの一員として責務を全うした、自己肯定感が高まったなどが背景にあったのではないかと思います。また、どのように満足したのか、追跡調査を2週間たってから実施しました。表4にまとめます。

表4 どのように満足しましたか？（複数回答）

- おもしろかった
- 色々話していて、問題点とか分かった。パスワード管理について不安を感じるようになった。
- とても楽しかった。
- 違う講義でも同じようにしてみるといいのではないか。

- 知っていることもあったけど、改めて見直すきっかけになった。
- こういうみかたもあるんだ。
- 知っているメンバーより知らないもののランダムがいいのではないか。
- 社会に出てディスカッションとか意見を聞くとかあると思うのでためになった。
- コミュニケーションで全然話していなかった人と一緒にお昼の休憩を過ごしたり、一緒に帰ったり、積極的なコミュニケーションを取れるきっかけになった。
- 仲間ができた。
- どう見られているのか立ち位置が見えなかった。
- 実際に認められると認知してくれるものだった。
- 自己肯定感がもてた。
- 認められた。
- 人とのつながりができた。
- ししゃべるのは緊張して得意ではないがメンバーのきずなを感じた。
- 一緒に乗り越えたとき仲良くなった。
- 話せなかった人とも話せるようになり仲良くなった。

「認められた感やつながりができた」「仲間ができた」といった、人間関係構築のきっかけになった方が複数いたことがわかりました。

6. 考察

グループワーク形式に訓練をデザインしたところ、「おもしろかった」「認められた」「つながりができた」という経験をしたことがわかりました。「不安」や「場面理解の弱さ」等、当初参加に不安があったことを考えると、高い「満足度」と「認められること」という自己肯定感の特支者に成長を与えたと考えます。また、これをきっかけとして、声を掛け合う間柄となったり食事を共にしたり、一緒に帰るようになり、友人関係に発展した例ができました。

一般科で同じ目標を持つグループとして訓練を行ったことで、さまざまな喜びの笑みが出るようになりました。訓練でお互いがお互いに影響する「おもしろかった」「認められた」の好循環が生み出せたのはグループの力です。障害特性として不安やコミュニケーションの苦手さを抱えている場合があります。このため、グループワーク形式の訓練には抵抗感や能力差が出やすいものです。しかし、障害への配慮を行ったグループワークによって批判をさけ、よい点を認め合う方法を用い、グループだからこそ、新しい人間関係が生まれたことは、一つの訓練の方法として今後もテーマを変えての応用が利くのではないかと考えます。

7. 講評を受けて

職域開発科ではなく身体障害者も共に学ぶ一般科においての試みが、成果を上げていることは他でも良い手引書となるとの評価を受けました。実践的でコミュニケーション力を養う方法として有効で、グループワークでの注意点を示しており、有効性が高いということで、発達障害の特性に応じたグループワークの進め方を具体的に述べたことが評価につながりました。また、効果についても発達障害者に限らず一般的なグループワークにも活用できる内容として、対人関係やコミュニケーションの障害を持つ訓練生に対し、グループワーク形式の訓練が有効であることに驚きを感じてうけとっていただけました。

8. おわりに

本稿はこの掲載紙面の都合上、できるだけコンパクトにするため理論的背景はそのままに、実施方法等を省略し編集しなおしたものです。これは、グループワーク実施上のコンセプトをご理解いただいたうえで、改めて受賞論文を読み返していただき、諸先生のアレンジのうねグループワークにチャレンジしていただければと考えたからです。

受賞論文は職業能力開発総合大学校基盤整備セン

ターの下記URLに公開されていますので、ぜひご活用ください。

<http://www.tetras.uitec.jeed.or.jp/news/2017/0323>

<引用文献・参考文献>

- 1) 文部科学省中央教育審議会答申 | 「新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～」2012/8/28 p.9 :
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1325047.htm
- 2) 文部科学省中央教育審議会の特別支援教育の在り方に関する特別委員会（第3回） 配付資料の資料3 | 合理的配慮について別紙2「合理的配慮」の例 2010/9 :
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/044/attach/1297377.htm
- 3) 厚生労働省 | 合理的配慮指針（概要） p.2 :
<http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11600000-Shokugyouanteikyoku/0000083347.pdf>
- 4) TEACCHプログラムの概要 | 自閉症ガイド :
<http://jihei.health-ask.net/curative-medicine/curative3/>
- 5) 厚生労働省 | 合理的配慮指針事例集 pp.56-76 :
<http://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11600000-Shokugyouanteikyoku/0000093954.pdf>

盲ろう者の就労に関する調査研究

国立障害者リハビリテーションセンター 高橋 忠庸

1. はじめに

「盲ろう者」とは「視覚と聴覚に何らかの重複した障害を持つ者」を指すが、その障害は個人差が大きく多種多様といえる。生まれつき目と耳に障害があるのか、就学後に目と耳の障害になったのか、あるいは成人になってから発症したのかによって、その学習手段やコミュニケーション方法は異なる。このような盲ろうの状態は、視覚及び聴覚の障害の程度によって、①全盲ろう、②弱視ろう、③全盲難聴、④弱視難聴の4つのカテゴリーに大別される。また、いつ、どちらの障害から重複化したかの障害歴では、①盲ベース、②ろうベース、③同時（先天性）、④同時（後天性）の4つのカテゴリーに分類されるとしている⁽¹⁾。盲ろうという状態は、障害の程度や障害歴が複雑であり、その障害の困難さは図り知れないといえる。盲ろう者のコミュニケーション手段については、受障まで使っていたコミュニケーション手段、視覚及び聴覚の残存機能の有無や程度等によって異なり、補聴器のマイクに向かって音声で話す、墨字筆記、弱視手話、触手話、指点字など、様々なものを活用しているが、それらを習得するためには相当の時間と努力が必要である。また、歩行や移動において、軽度難聴や片耳のみの失聴で、法令上は聴覚障害として認められない全盲の人でも、聴力で周囲の環境情報を正確に掴めず、安全な単独歩行に困難を生じる場合も少なくない。さらに、コミュニケーションや移動などに困難が大きいため、盲ろう者は周囲の情報を入手することが難

しい⁽²⁾。すなわち、盲ろうという状態は、コミュニケーション、移動、情報の入手の3つに大きな困難があるといえる。

このように見え方や聴こえ方の状態及び障害になった年齢等によって、盲ろう者の日常生活上の困難は個人差が大きく、その支援方法や支援ニーズは千差万別である。

しかし、我が国の障害者基本法をはじめとした現行法において、視覚障害と聴覚障害は別個に規定されているものの、盲ろうは固有に規定されておらず、教育、就労など障害者福祉施策の対象者として捉えられていない現状がある⁽³⁾。

2. 盲ろう者の就労

我が国における盲ろう者の人口は、平成24年の全国盲ろう者協会が実施した実態調査により、約14,000人とされ、そのうち、労働年齢である18歳以上65歳未満の割合は2,490名（17.8%）であるとされる⁽⁴⁾。盲ろう者は、コミュニケーション、移動、情報の入手などに大きな困難があるため、就労するには難しいことが指摘されている。また、盲ろう者の生産人口は少なく、一般に働いている場面に遭遇することは極めて稀である。そのため、盲ろう者の就労については、ほとんどわかっていないのが現状である。

このような中、盲ろう者の就労に関する全国規模の研究では、全国盲ろう者協会が行った全国盲ろう者生活実態報告書（2006）以外に見られない。その内容は、盲ろう者338名を対象に外出や就労など

の社会参加について調査した結果、半数が仕事はしていない、3割以上が訓練は受けたことはないであったとしている（回収率：92.3%）。また、就労に関しては過去の職業として、あん摩マッサージ指圧師、はり師、きゅう師（以下、「理療師」という。）18%、会社員43%、現在の職業として理療師11%、会社員4%という結果になっている⁽⁵⁾。盲ろうの状態では、盲ろう者の働く意欲があっても就労に結びつきにくい現状がある中、盲ベース、ろうベースに関わらず、盲ろう者の仕事として唯一理療師が高い割合を占めており、理療師が盲ろうという状態になってもなお、仕事ができる要件を備えていると考えられる。

しかしながら、盲ろう者が理療に従事している実態は把握できていないのが現状である。就労は、豊かな人生を送るのに必要な経済的自立の実現に不可欠な手段であり、また、自己実現や社会との関わりを持つことで、生きがいにつながる貴重な役割を果たすものであると考える⁽⁶⁾。

そこで、本研究では、盲ろう者の就労の中で高い割合を占めている理療師に焦点を当て、理療師免許取得における教育上の配慮や工夫、理療で就労するための要件に関して、盲特別支援学校、養成施設にアンケート調査を行い、その実態を明らかにすることで、盲ろう者の自立と理療に関する就労支援に役立てることを目的に実施した。その内容を報告する。

3. 方法

3.1 対象校

平成28年4月現在、全国の理療教育課程を設置している盲特別支援学校・養成施設65校を対象に、自記式質問紙法を実施した。アンケート記入については、理療科主任、進路担当教員や盲ろう者を担当した教員などに回答を求めた。

3.2 対象者

本研究では、盲ろうの定義があいまいなため①視覚障害の範囲、②聴覚障害の範囲を定め、①、②の

項目の組合せのいずれかに該当する場合を対象者とした。

①視覚障害の範囲

- a. 身体障害者手帳の交付を受けている者
- b. 身体障害者手帳の交付を受けていない者であって、矯正視力が0.3未満の者

②聴覚障害の範囲

- a. 身体障害者手帳の交付を受けている者
- b. 身体障害者手帳の交付を受けていない者であって、入学前後に難聴と診断された者

3.3 調査項目

主に卒業した盲ろう者を対象に、①盲ろう者の入学実態、②卒業生の基本属性（性別、年齢、情報の発信・受信）、③授業での支援実態（講義での支援、実技での支援）、④理療師免許取得状況、⑤免許取得後の就労状況の5項目とした。

3.4 調査期間及び回収率

調査期間は平成28年6月から同年8月までとした。調査対象校65校中57校から回答が得られた（回収率：88%）。

4. 結果

4.1 盲ろう者の入学実態について

アンケートの回収できた57校中、盲ろう者を受け入れていた学校は27校（47%）であった。また、平成7年から平成27年の21年間に76名の盲ろう者が卒業していた実態が明らかとなった。

4.2 卒業生の基本属性について

盲ろう者の卒業生76名中、有効回答数は60名であった。性別は男性44名（73%）、女性16名（27%）であった。年代は30代21名（35%）、20代17名（28%）の順に多かった。身体障害者手帳を有する者は視覚で54名（90%）、聴覚で33名（55%）であった。そのうち、視覚と聴覚を合わせた重複による重度障害の認定を受けた者は42名（70%）であった（表1）。また、読み書きの手段では、墨字44名、点字13

表1 基本属性（人）

性別		年代		身体障害者手帳	
男性	44	20代	17	視覚	54
女性	16	30代	21	聴覚	33
合計	60	40代	16	視覚重度	36
		50代	6	聴覚重度	13
		合計	60	重複	42

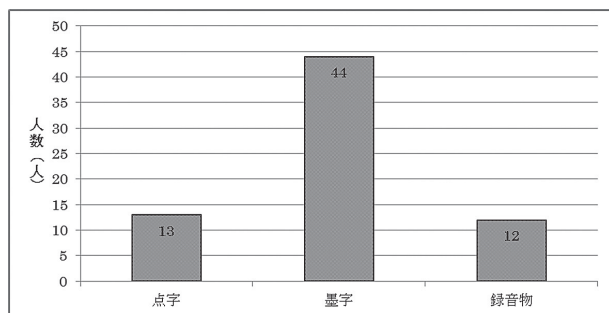


図1 読む手段

名であり、補助的に録音物の使用12名であった（図1）。聞く話す手段では、90%以上が音声使用であった。さらに、身体障害者手帳の等級、見え方、聴こえ方の状況などから、盲ろうを障害程度に分類した結果、弱視難聴41名（68%）、全盲難聴15名（25%）、弱視ろう4名（7%）で全盲ろうは0名であった。

4.3 授業での支援実態について

講義での支援は、見やすい、聴きやすい席16件、プリント配布や聴きやすい音声教材などの副教材の提供が37件と多く、次いで、拡大読書器などの支援機器の貸し出し13件、ICT機器の活用9件などであった（図2）。また、自由記載では、ホワイトボードの使用や1対1での個別支援など多岐にわたった。

実技での支援は、特になしと回答したのが40件と最も多く、次いでマイクの使用9件、補助教員の

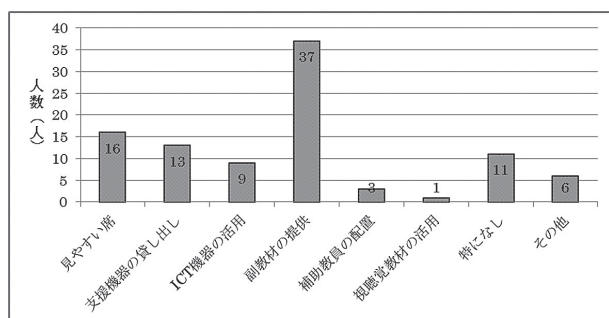


図2 講義での支援

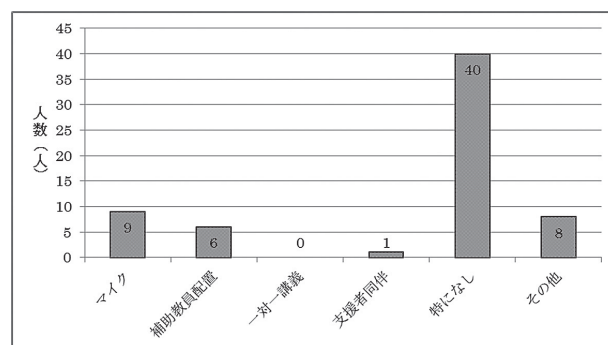


図3 実技での支援

配置6件、支援者の同席1件などであった（図3）。また、自由記載において、施術については特別の配慮はしていないとの回答が多くみられた。

4.4 理療師免許取得状況について

理療師免許取得では、あん摩マッサージ指圧師（以下、「あま指師」という。）免許取得が51名（85%）、はり師・きゅう師課程45名中、はり師免許取得者28名（62%）、きゅう師免許取得者26名（58%）であった。

さらに、障害程度分類では、あま指師免許取得は、弱視ろう者2名、全盲難聴者11名、弱視難聴者38名の51名が取得していた。また、はり師免許取得は、全盲難聴者4名、弱視難聴者24名の28名が取得しており、きゅう師免許取得は、全盲難聴者3名、弱視難聴者23名の26名であった（表2）。あま指師免許取得においては、障害程度に関わらず高い割合で取得できていた。

4.5 理療就労の状況について

理療就労は、51名中45名（88%）であった。その内訳は、あま指師の就労が32名（71%）、理療師での就労が13名（29%）であった。さらに、障害程

表2 障害分類別 理療免許取得状況（人）

	あま指師	理療師（あはき師）	免許なし	合計
弱視ろう	2	0	2	4
全盲難聴	11	4	4	15
弱視難聴	38	24	3	41
合計	51	28	9	60

表3 障害分類別 理療就労状況（人）

	あま指就労	あ・は・き就労	合計
弱視ろう	2	0	2
全盲難聴	10	1	11
弱視難聴	20	12	32
合計	32	13	45

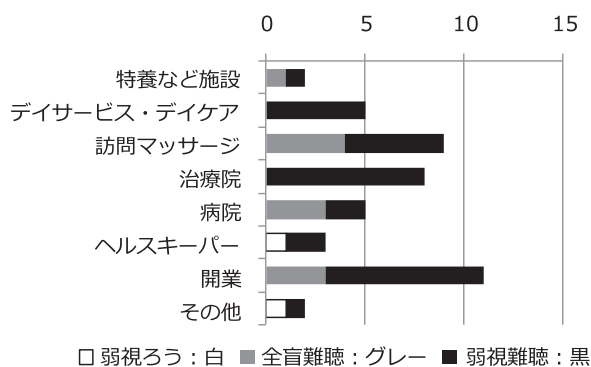


図4 就労した職種（人）

度分類において、あま指師の免許者は弱視ろう者100%、全盲難聴者91%と高い割合で理療就労に結びついていた（表3）。

また、職種においては、開業11名、訪問マッサージ9名、治療院8名の順に高かった（図4）。

5. 考察

今回の調査で約半数の学校が盲ろう者を受け入れ、21年間に76名が卒業していた。そのうち、理療に関する免許取得者はあま指師で85%、はり師で62%、きゅう師で58%と高い割合で取得していた。また、免許取得者のうち理療就労に結びついたのは88%であり、そのうち、あま指師での就労が71%であった。さらに、あま指師での就労は、弱視ろう者100%、全盲難聴者91%であったことから、わが国独自の視覚障害者の職業である理療が盲ろう者の職業としても重要であることが示唆された。

卒業生のプロフィールは、20代から40代において、それほど差はなかったが、聴覚障害を先に発症している割合が高かった。また、職歴を有している者が70%以上と高い割合であった。このことは、視覚障害の進行により職が続けられず、就労機会を求めて理療に進むケースが多いと考えられた。情報の

発信・受信の手段において、読み書きの手段では、墨字、点字のどちらかが使えており、補助的に録音物を使用していること、聴く話す手段では、ほとんどが音声を使用していることなどから、個人での学習手段が確立されていることが伺えた。

授業の講義に関する配慮において、弱視難聴者は支援件数が多く、その支援内容が多岐にわたることから、様々な媒体の活用を試し、早期に個別に見合った支援方法を確認する必要性が見出された。全盲難聴者では、視覚に対する配慮が難しいことから、触覚と音声に工夫を重ねて支援する必要がある。使いやすい録音物の再生機器、点字ディスプレイなどの触覚を用いるためのパソコンの活用が重要であると考えられる。弱視ろう者では、視覚の手段を用いることはもとより、補助教員の配置、1対1での支援など人的サポート体制が重要であることが示唆された。一方、実技の配慮では、障害の程度に関わらず、特別な支援を行っていないケースが多かった。これは、理療は人体に手で触れる触覚を生かした業であることがその要因と考えられた。しかし、患者とのコミュニケーションやきめ細かい支援を行うためには、補助教員の配置など人的サポート体制を構築する必要があると考えられる。

職種においては、開業が最も多く、次いで訪問マッサージ、治療院勤務の順である。これらの職種は、あまり単独で移動することがないこと、事務的作業が比較的容易であることが考えられた。特に、訪問マッサージは、ドライバー付送迎が多く、盲ろう者にとっては、人的支援が身近にいることが就労できる要因ではないかと推察された。したがって、就労を円滑に進めるには、免許取得後の就労場面において、移動や患者とのコミュニケーションに人的支援体制を構築することが就労の要件と考える。

平成26年に我が国は障害者の権利に関する条約の批准手続を行い締約国となった。そして、改正障害者雇用促進法に基づく差別禁止・合理的配慮の提供が義務づけられ、今後は障害者の教育や雇用に一定の支援が期待できる。その中に盲ろう者への支援として、移動やコミュニケーションにおける人的サポートの支援を導入することが望まれる。さらに、

その支援に加えてICT機器の進歩による情報の入手が容易になれば、盲ろう者にとってより豊かな就労が実現できるものとする。

＜参考・引用文献＞

- (1) 坂尻正次：盲ろう障害とその特性に応じた支援機器の導入－盲ろう者用就労支援機器の研究のために収集した情報から、職リハネットワーク(53), pp.33-39, 2003-09
- (2) 福島智・前田晃秀：盲ろう者の立場から－「足し算」ではなく、「掛け算」の障害、月刊ノーマライゼーション24, pp.281, 2004
- (3) 寺島彰ら：平成13年度厚生科学研究費補助金（障害保健福祉総合研究事業）盲ろう者に対する障害者施策のあり方に関する研究報告書, pp.1-3, 2002
- (4) 全国盲ろう者協会：厚生労働省平成24年度障害者総合福祉推進事業盲ろう者に関する実態調査報告書, pp.1-19, 2013
- (5) 全国盲ろう者協会：平成16・17年度盲ろう者生活実態調査報告書, 2006
- (6) 松谷直美：障害と支援 アッシャー（Usher）症候群の盲ろう者の就労継続支援のあり方（パート2）. 社会事業研究, 49, pp.123-128, 2010

障害者職業訓練のためのタッチタイピングメソッドの開発 ～ものづくりと連携した支援～

国立吉備高原職業リハビリテーションセンター

菅原 協子

中国職業能力開発大学校

後野 隆

1. はじめに

国立吉備高原職業リハビリテーションセンター（以下、「吉備職リハ」という。）は、障害者を対象とした職業訓練施設であり、OA事務科・経理事務科は、ビジネス文書の作成、会社の会計処理に必要な簿記の知識や技能を習得することを目的としている。

一般事務職・経理事務職として就労する場合、業務の大部分がパソコンで行われる。そのため、OA事務科・経理事務科では、パソコンの技能を高める一方策として、キーボード操作の正確性と入力速度の向上を目的としたタッチタイピングの訓練をほぼ毎日行っている。タッチタイピングとは、入力作業の速度を向上させるために、キートップを目視することなく、正確にキーを打鍵するタイピング技法である。

吉備職リハのOA事務科・経理事務科のタッチタイピングの訓練では、入力速度についての初期目標として、公益社団法人全国経理教育協会 文書処理能力検定（ワープロ）試験の3級程度の入力速度を基準とした、10分間に300文字入力できることを目指している。その目標に到達するために、毎日の訓練の始めに20分程度のタイピング練習を行っている。

タッチタイピングの訓練は、3段階で実施している。第1段階では、ホームポジションおよびキーの配置を習得するためのポジション練習、第2段階では、指の運び方を習得するためのローマ字単語練習を行っている。第3段階では、検定試験の入力問題

を使った文章の入力練習を行っている。このように訓練生の習得状況に応じて、第1段階から第3段階までのタッチタイピングの訓練を1年間継続的に実施している。

このうち、第1段階および第2段階では、タッチタイピング練習用のタイピングソフト（以下、「タイピング練習ソフト」という。）を使用しているが、上肢に障害のある訓練生においては、これを使うことが困難になる場合がある。理由として、タイピング練習ソフトが両手入力を前提に制作されているためと考えられる。結果として、自己流のほとんど片手入力で初期目標に到達する訓練生もいれば、到達できない訓練生もいるのが現状である。

このように、既存のタイピング練習ソフトが使用できるか否かで習得度合に差が発生することは決して望ましくない。

そこで、上肢の障害の程度によってタイピング速度が初期目標に到達できずにいる訓練生を支援するために、中国職業能力開発大学校（以下、「中国能開大」という。）と連携しながら、訓練生のタイピングを定量的に把握するためのキー入力記録機器の製作とタッチタイピングメソッドを開発することにした。

本稿でいうタッチタイピングメソッドとは、「タッチタイピングの技能を習得するための方法」のことで、その方法とは、練習方法、教授方法などを指し、さらに効率的な練習方法を見つけるための練習機器の製作、練習教材の開発、データ収集やその集計・調査方法なども含む。

タッチタイピングメソッドは、次の3点に着目して検討する。

1. タッチタイピングに必要な練習の洗い出し
2. 入力練習で使う文章の特性の調査
3. 対象となる訓練生のタイピングの傾向の調査

2. タッチタイピングに必要な練習

これまでのタッチタイピングの訓練を通じて、習得に必要な練習は「1. 指の準備運動としての練習」、
「2. キー配置を習得するための練習」の2つに分けられる。

2.1 指の準備運動としての練習

キーボード操作は、決められた打鍵範囲のキー位置に指を滑らかに動かせるようにするための練習が必要である。

これは、ピアノのバイエルのように、主にピアノを弾くための指の運動を目的とした曲で練習するのと同じように、パソコンへの滑らかなキーボード操作のための指の運動を目的とした練習である。

ピアノの場合、バイエルを通じて、ピアノを弾くために必要な基本的な指の使い方や動かし方を習得していく。タッチタイピングメソッドにおいても、決められた位置に指を動かすために、ピアノの練習と同様にキー配置を習得し、できるだけ指を多く動かし、手を広げて練習する必要がある。

指の準備運動では、ストレッチングのような筋を伸ばすことによる、関節可動域の改善や筋の増長^{[1][2]}を目的としない。手関節や手指の筋に関わるストレッチング^[3]もあるが、キーボード操作の範囲で実施できる練習を準備運動として行う。

2.2 キー配置を習得するための練習

キー配置を習得するために4つの練習方法を検討している。

2.2.1 アルファベットAからZの入力練習

タッチタイピングの入力練習では、ローマ字入力による文章入力ができるようになるために、Aから

Zまでのキーがキーボードのどこに配置されているかを習得することが必須である。したがって、AからZまでのアルファベットをさまざまな組み合わせで、ひたすら入力する練習方法がある。

2.2.2 単語とフレーズの入力練習

ローマ字入力のkasaの「傘」、soraの「空」、kaisyaの「会社」のような単語、kasawowasuremasitaの「傘を忘れました」のようなフレーズを入力練習することで、キー配置および単語とフレーズを習得することが効率的に進むと考える。このように単語とフレーズの入力練習は、キー配置および単語とフレーズを同時に習得する指の運び方の練習となる。

2.2.3 文字変換のための入力練習

文章入力では、ローマ字の入力だけでなく、ローマ字で入力したひらがな文字を、必要に応じて漢字やカタカナなどに変換する操作がある。その操作は、文節単位の変換を行ったり、変換する範囲を調整したり、再変換したりする。これらの操作にかかる時間をできるだけ最小限にするために、スペースキー、矢印キー、シフトキーおよびファンクションキーなどの制御キーの機能を学ぶ必要がある。また、これら制御キーも滑らかに打鍵できなければならない。そのために、制御キーの機能や制御キーの配置を習得するための練習が必要である。

2.2.4 ショートカットキーの入力練習

文章作成には、文章入力以外にも文字の装飾やページレイアウトなどさまざまな編集作業が含まれる。これらは、キーボードまたはマウスにより操作される。上肢に障害のある訓練生は、マウスに手を添えることやマウスポインタの位置調整に時間を要するなど、パソコン操作におけるキーボードとマウスの併用が難しい場合がある。マウス操作をキーボード操作に置き換えることで、作業時間の短縮につながる。パソコンのOSやソフトウェアには作業時間の短縮につながるさまざまなキーボードのショートカットキーが用意^[4]されている。ショートカットキーの一例を表1に示す。

表1 ショートカットキー

目的	キー操作
すべて選択する	Ctrl + A
切り取る	Ctrl + X
元に戻す	Ctrl + Z

ショートカットキーによる編集方法を積極的に活用することで、文章入力以外の作業時間を短縮することになり、文章入力のスピードアップにつながる。そのために、ショートカットキーで利用するキーの組み合わせを覚えるための入力練習が必要である。

3. タッチタイピングメソッドのアプローチ

3.1 吉備職リハからのアプローチ

吉備職リハの入力練習で使う文章の特性について、入力練習で使用している文章入力問題の頻出文字の傾向を調べた。

入力問題は、「公益社団法人全国経理教育協会 文書処理能力検定（ワープロ）」を利用した。調査対象は、検定の第69回から第76回までの計8回のそれぞれ1級から4級までの入力問題全32回分とした。入力問題は、漢字、ひらがな、カタカナ、数字を含み、4級200文字、3級300文字、2級500文字、1級700文字の文章である。

3.1.1 集計方法

入力問題をローマ字に変換し、AからZまでの出現回数を集計した。なお、ローマ字の変換については、打鍵数が少ない表2に示すような訓令式を採用した。

また、タイピング練習ソフトでは、AからZまでのキーを表3に示すように左右の指に割り当てている。したがって、この割り当てに対応して左小指から順番にAからZまでの出現回数の集計を文字分布の集計結果として整理した。

数字入力については、キーボードのテンキーを使用する場合とそうでない場合で、入力条件が異なる

表2 訓令式ローマ字一覧表（一部抜粋）

あ	a	い	i	う	u	え	e	お	o
か	ka	き	ki	く	ku	け	ke	こ	ko
さ	sa	し	si	す	su	せ	se	そ	so
た	ta	ち	ti	つ	tu	て	te	と	to
な	na	に	ni	ぬ	nu	ね	ne	の	no
は	ha	ひ	hi	ふ	hu	へ	he	ほ	ho
ま	ma	み	mi	む	mu	め	me	も	mo
や	ya			ゆ	yu			よ	yo
ら	ra	り	ri	る	ru	れ	re	ろ	ro
わ	wa							を	wo
ん	n								

表3 指と打鍵キーの対応

指	各指で打鍵するキー
左小指	Q, A, Z
左薬指	W, S, X
左中指	E, D, C
左示指	R, F, V, T, G, B
右示指	Y, H, N, U, J, M
右中指	I, K
右薬指	O, L
右小指	P

ことから数字キーについては集計に含めないことにした。

3.1.2 結果

表4に、1級から4級までの入力問題の原文の文字数とローマ字入力後の平均文字数を比較した結果を示す。ローマ字入力後の平均文字数は、原文の文字数のほぼ2倍程度になっていることがわかった。

各級毎で、第69回から第76回の8回分の文章の文字数に対するAからZまでの文字数の割合を平均した結果を図1に示す。左小指のAの文字数が最も多いことから、左小指で多く打鍵することがわかる。また、右示指N, U, 右中指I, 右薬指Oの文字数も多いことがわかる。

各検定級共に、文字分布の割合が一致しており、どの検定級においても入力頻度の高いキーは同じである。

表4 原文の文字数とローマ字入力後の平均文字数の比較

検定級	原文の文字数	ローマ字入力後の平均文字数
4級	200字	414字
3級	300字	608字
2級	500字	1046字
1級	700字	1491字

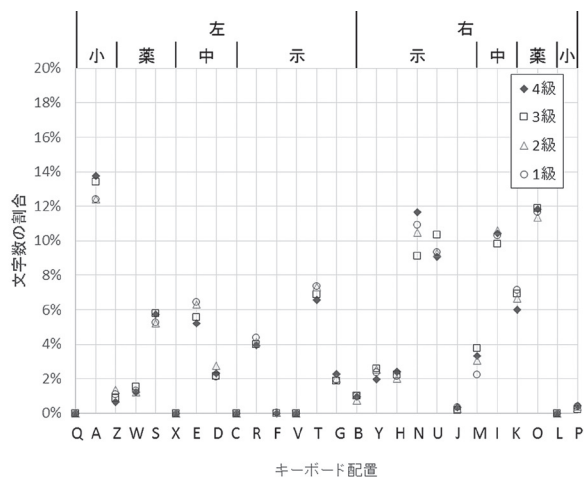


図1 各検定級のローマ字入力後のAからZまでの文字数の割合(第69回から第76回までの各級8回の平均)

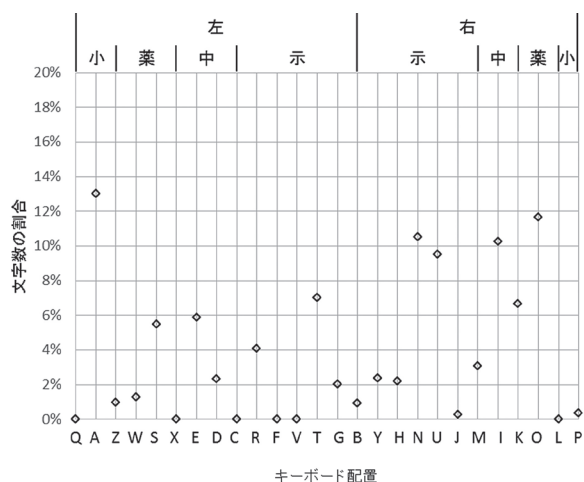


図2 各検定級によらないローマ字入力後のAからZまでの文字数の割合

3.2 中国能開大からのアプローチ

3.1で述べたように吉備職リハにおいて入力練習で用いる文章で、よく打鍵されるキーが明らかになった。

実際の文章入力では、マウス操作をキーで操作することもあり、訂正のためのキーや文字変換のため

のキー、また、ショートカットキーなどの制御キーなども打鍵している。これらは、入力用文章のみからは得ることができない。したがって、実際の文章入力中の打鍵キーを記録する必要がある。

実際の文章入力中の打鍵キーが記録できれば、訂正のためのキー入力の頻度や変換キーの頻度によって効率的な変換がされているかなどを分析できると考える。そこで、中国能開大では、定められた文章の中で訓練生がどのキーをどれだけ打鍵しているかのデータを記録するためのキー入力記録機器を製作し、ものづくり分野からのアプローチでタッチタイピングメソッドの支援を行う。さらに障害特性によっては既存のキーボードのキー配置では入力が困難な場合を想定して、キーボードのキー配置が自由に変更できるキー配置変換機能を検討する。

3.2.1 キー入力記録機器の概要

キー入力記録機器は、図3で示すように既存のキーボードとパソコンとの間に取付ける。ソフトウェアをインストールする必要がないので基本的にはどのようなパソコンでも使用可能である。いわゆるキーロガーであることからセキュリティ違反のないように十分注意して使用しなければならない。あくまでも各々の訓練生のタイピングの傾向を把握し、各自に合った練習方法の開発のために利用しなければならない。

キー配置変換機能については、各々の訓練生のタイピングしやすいキー配置を発見することができ

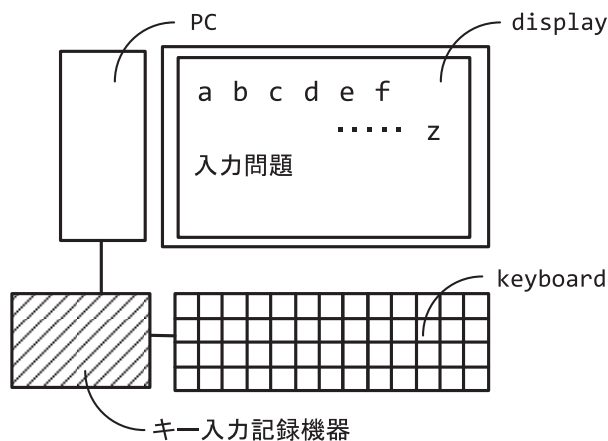


図3 キー入力記録機器

ば、キー入力のスピードアップに寄与することができると思われる。

3.2.2 二種類のキー入力記録機器

現在市販されている主なキーボードは、PS/2コネクタおよびUSBコネクタの2種類がある。最近のデスクトップ型パソコンのキーボードはUSBコネクタのものが主流であり、吉備職リハで使用されているキーボードもUSBコネクタのものである。まず、図4に示すようにマイコンで制御しやすいPS/2コネクタのキーボードによるキー入力記録機器を製作した。PS/2対応のものは、早い段階でキー入力記録機器のプロトタイプとして製作し、吉備職リハで具体的仕様の決定を行った。そして、図5に示すようなUSBコネクタのキーボードに対応したキー入力記録機器を製作した。

製作したキー入力記録機器は、アルファベットキーおよび制御キーの打鍵データの保存が可能である。

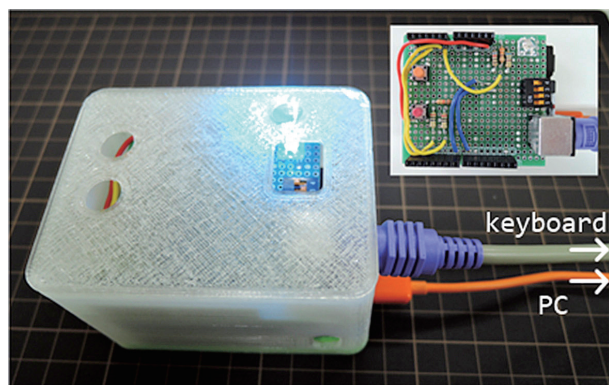


図4 製作したキー入力記録機器（PS/2コネクタ用）

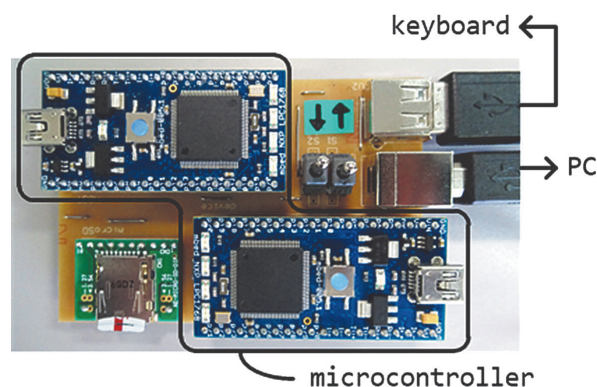


図5 製作したキー入力記録機器（USBコネクタ用）

4. まとめ

上肢の障害の程度によって入力速度が初期目標に到達できずにいる訓練生を支援するために、次の3点に着目して、タッチタイピングメソッドの検討を行った。

1. タッチタイピングに必要な練習の洗い出し
2. 入力練習で使う文章の特性の調査
3. 対象となる訓練生のタイピングの傾向の調査

タッチタイピングに必要な訓練として、キーボード操作の範囲における指の準備運動としての練習の必要性和キー配置を習得するための練習について提案した。とくにキー配置を習得するための練習については、「AからZの入力練習」、「単語とフレーズの入力練習」、「文字変換のための入力練習」、「ショートカットキーの入力練習」、4つの練習を提案した。

入力練習で使用する文章の特性の調査については、吉備職リハで使用している入力問題で調査を行った。

図2に示すように、頻出文字を整理することで、タッチタイピングにおいて打鍵する指（以下、「打鍵指」という。）との対応が明らかになった。左小指が最も多く、次いで右示指、右中指、右薬指がよく使用する打鍵指である。これらの指の動きに制限がある場合は、既存のタイピング練習ソフトにおける運指が困難であることが容易に予想できる。このことが既存のタイピング練習ソフトを使用しないひとつの要因であると考えられる。

対象となる訓練生のタッチタイピングの傾向調査については、現在、AからZまでの入力練習において打鍵ミスおよび、それぞれのキーにおける打鍵スピードのデータを収集中である。

入力問題の傾向として、図2に示すように、左手側より右手側の打鍵による文字数の割合が大きい。このことは、右手側で打鍵する回数が左手側で打鍵する回数より多いことを示している。上肢障害特性によって、打鍵回数の多い指の動きに制限があると、自己流の入力方法となり、その入力方法が文章の入力に時間を要する要因になっていると思われる。

る。そうであるならば、この自己流の入力方法が時間を要する要因であるか否かを検討する必要がある。そこで、打鍵データに加えて、訓練生がどのキーをどの指で打鍵したかの打鍵指の情報を定量的に把握することによって、検討の手掛かりが得られると考える。また、仮に障害特性によって既存のキー配列では、どうしても自己流になり、効果的な入力ができないと判断できれば、キー配置の変更を提案できる。そして、訓練生の障害特性に起因する癖に合わせたタイピングしやすいキー配置のキーボードにすることで、入力速度の向上に寄与できると思われる。そのためには、今回製作したキー入力の記録とキー配置変更機能だけではなく、キーの入力データに対応した打鍵指の情報記録機能を追加した新しい機器の製作が必要となる。そして、この機器による記録結果に基づけば、キー配置を変更したキーボードの「キー配置を習得するための練習」に反映させることができると考える。

さらに、吉備職リハのOA事務科・経理事務科は、事務職を目指す訓練生を対象としているため、タッチタイピングの練習問題は、事務文書でよく使われる単語とフレーズを多く含む定型文を取り入れ、目指す職種により適した入力問題となるよう検討しな

ければならない。

今後は、キー入力記録機器によるデータ分析がタッチタイピング習得の個別指導に活用できることを提案していきたい。また、タイピングを定量的に計測するための機器製作については、ものづくりを得意とする中国能開大が担い、障害者職業訓練におけるタッチタイピングの訓練方法については、吉備職リハが実証・提案を担い、お互いの得意分野で連携しながらタッチタイピングメソッドの開発を進めていきたい。

将来的には、上肢障害の有無や程度に影響を受けないすべての訓練生が利用できるタッチタイピング教材の作成を目指していきたい。

<参考文献>

- [1] 監訳者 栗山節郎, 訳者 川島敏夫「ブラッド・ウォーカー ストレッチングと筋の解剖 (原書第2版)」pp.11-24 (2013)
- [2] 監修 林典雄, 編者 鵜飼建志「セラピストのための機能解剖学的ストレッチング 上肢」pp.2-15 (2016)
- [3] 同上pp.217-242 (2016)
- [4] 独立行政法人 高齢・障害・求職者支援機構「上肢に障害を有する者に対する職業訓練の実践研究報告書～事務系職種編～」pp.86-93 (2009)
http://www.jeed.or.jp/disability/supporter/intellectual/report_jyoushi01.html (2017年7月25日)

平面上での非弾性衝突

—その理論と実際—

奈良県立奈良高等学校 仲野 純章

1. はじめに

衝突現象は、最も身近な物理現象の一つであり、古くから、研究対象としても多くの関心を集めてきた。特に、17世紀前後は衝突現象についての研究が盛んに行われた時期である。当初、運動する物体に衝突されたときに受ける大きな衝撃力への関心が高く、Galilei（1564–1642）も衝撃力を測定する実験を行い、衝突によって生じる力は静的な力よりも大きくなることなどをまとめている。ただし、Galileiの研究やそれ以前の研究では、衝撃力に注目し過ぎたため、衝突現象全体を捉えきれなかった⁽¹⁾。そのような中、Marci（1595–1667）は、本格的な衝突実験を実施し、例えば、図1(1)のように静止している3個の同一物体a, b, cに、やはり同一物体dが衝突したとき、図1(2)のように物体dは静止し、失われた運動が物体cに移行することなどを報告している⁽²⁾。その後、Descartes（1596–1650）やHuygens（1629–1695）などにより、運動量の概念が打ち出され、運動量保存則が確立されていく。そして、1687年には、Newton（1643–1727）により、有名な「プリンキピア（Philosophiae Naturalis Principia Mathematica）」が著される⁽³⁾。その中には衝突現象への言及も見られ、物体同士の衝突に関して、反発係数というパラメータが導入されている。現在、我々が多様な衝突現象について理論的な議論ができるのは、彼らを始めた多くの先人たちのこうした基礎的な研究の蓄積があるからこそである。

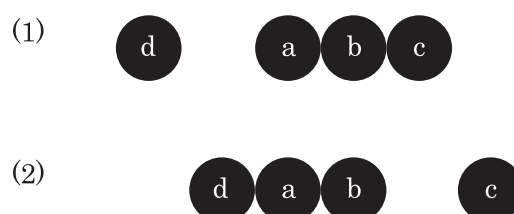


図1 Marciの衝突実験；(1)d衝突前、(2)d衝突後

現代社会において、衝突現象は娯楽分野から産業分野まで、ありとあらゆる分野で見られる。産業分野の中では、ものづくりとも密接に関わり、生産段階は勿論のこと、更に上流の設計開発段階からも大きな関連性を持つ。生産段階の例としては、生産ライン内における製品（部品や半成品、完成品など）同士、あるいはそれらと治具や壁面などとの衝突をも考慮しながら、あるべき生産工程や搬送経路を検討するといった、生産技術的なシーンが想定される。また、製品を別の現場に輸送する際の梱包・輸送技術を検討するシーンでも、衝突現象がその主題の一つとなろう。一方、設計開発段階の例としては、衝突による製品自体の損傷や相手側の損傷を低減するためにどういった素材・構造にすべきかを検討するシーンが想定される。

本稿では、ものづくりとも深く関わる衝突現象を題材に、理論と実際を比較しながら、特に、将来ものづくりに携わろうとする方々と共に、事実にも則した思考・判断の重要性について考えたい。なお、衝突現象の中にも様々なパターンがあるが、本稿では、特に身近な「平面上での非弾性衝突」に焦点を絞る。

2. 平面上での非弾性衝突の理論的解釈

ものづくりに携わる技術者・技能者の中で、自らの専門分野として衝突現象を学究した経験を有する者は少ないであろう。むしろ、衝突現象については、高等学校や大学初学年で扱われる物理（以下、「初等物理」という。）を修めるに留まる者が大多数ではなかろうか。本節では、このような初等物理の中で、「平面上での非弾性衝突」がどのように解釈されているか、その概観を見直したい。

2.1 衝突物体に関する理想化

任意の形の物体の衝突現象は非常に複雑であるため⁽⁴⁾、衝突現象を理論的に解釈する際、球体と球体、あるいは球体と平面の衝突を想定して議論されることが一般的である。このとき、衝突物体である球体は質点（mass point）であるとして議論されることが多い。質点は、質量はあるが大きさを持たない、点状に理想化された物体である。あるいは、より現実味のある物体として、質量と大きさはあるが変形しない剛体（rigid body）であるとするところもある。剛体では、それぞれが質点とみなしてよいほどの微小要素の集合体であると考え、隣り合う要素間には、剛体が変形しないように内力が働くと考え（図2に、隣り合う要素 i, j が互いを押す力 F_{ji} , F_{ij} を示す）⁽⁵⁾。いずれにしても、衝突物体としての球体は、基本的に変形を考慮する必要のない理想化された物体として扱う。

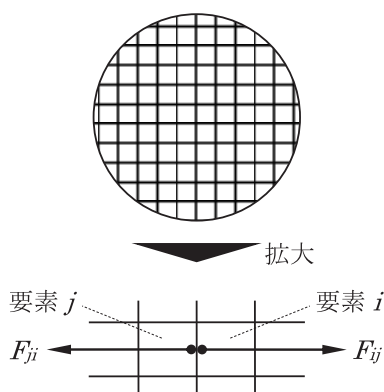


図2 剛体内の隣り合う要素間に働く内力イメージ

一方、衝突物体の一方として平面を考える場合、この平面側についても理想化はなされる。具体的には、変形を前提とせず、表面は滑らかであるとの理想化がなされることが通例である。

2.2 衝突状況に関する理想化

衝突物体に関する理想化とも関連するが、衝突の際の状況として、平面上で摩擦が発生することは想定していない。また、このように摩擦の影響を考える必要がないため、衝突物体を大きさのある剛体と仮定したとしても、回転の有無やその影響には言及しないことが殆どである。

2.3 非弾性衝突の考え方

そもそも、衝突現象とは、複数の物体が互いに相対運動を行っているときに接触（または近距離力の有効範囲に接近）して、極めて短い時間の間に強い力を及ぼし合い、運動状態を変える現象である。図3に、質量 m_1 , m_2 である2つの質点が大きさ v_1 , v_2 の速度で近づき、斜線内の領域で力を及ぼし合った結果、大きさ u_1 , u_2 の速度となって遠ざかる様子を示す。式(1), (2)で表される衝突前後の運動エネルギーの和 E , E' について、 $E = E'$ の場合が弾性衝突、 $E > E'$ の場合が非弾性衝突とされる。

このように、非弾性衝突では衝突後に運動エネルギーが減少するが、理論的解釈では、減少した運動エネルギーは熱に変換されたと考える。熱とは、物体を構成する物質の原子・分子レベルの運動エネルギーである。しかし、衝突物体の両者が変形を前提

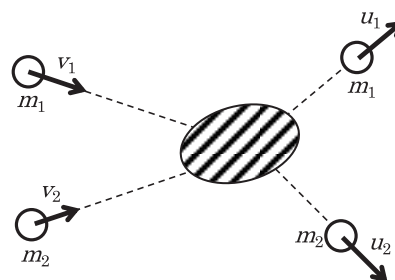
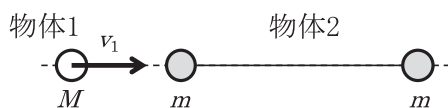


図3 2質点の衝突イメージ

$$E = m_1 v_1^2 / 2 + m_2 v_2^2 / 2 \quad (1)$$

$$E' = m_1 u_1^2 / 2 + m_2 u_2^2 / 2 \quad (2)$$

(衝突直前)



(衝突直後)

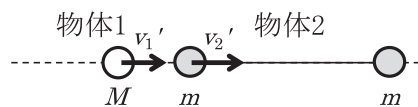


図4 2つの質点系の衝突イメージ

としない物体と考えると理論的な説明が困難である。そこで、図4のような簡易的モデルを用いると、非弾性衝突を理論的に解釈することができる。

図4に示すように、「質量 M の質点（物体1）」と「質量 m の2個の質点がばね定数 k のばねで結合された質点系（物体2）」が存在するとし、静止している物体2に物体1が速度 v_1 で衝突する状況を考える。これらが衝突した際、まず、物体2の左側の質点が衝突される（反発係数 $e=1$ の弾性衝突とする）が、衝突直後、物体2のばねの縮みはまだ発生しておらず、右側の質点も動き出していない。そこで、衝突直後の物体1の速度を v_1' 、物体2の左側の質点の速度を v_2' とすると、運動量保存則、及び反発係数の式から、式(3)、(4)が成立し、これらから式(5)、(6)が得られる。

$$Mv_1' + mv_2' = Mv_1 \quad (3)$$

$$v_2' - v_1' = v_1 \quad (4)$$

$$v_1' = (M - m)v_1 / (M + m) \quad (5)$$

$$v_2' = 2Mv_1 / (M + m) \quad (6)$$

衝突直後の物体2の重心速度は、式(6)で得られる速度の半分、すなわち $Mv_1 / (M + m)$ である。そして、衝突後、物体2には外力が働かず、物体2はこの重心速度で等速度運動を行う。結局、物体1、2の衝突前後の速度は表1のように整理される。

表1に示した速度情報を用いると、物体1と物体2の間の反発係数 e が得られる。つまり、式(7)の計算により $e = m / (M + m)$ と求まり、非弾性衝突であることを示す $e < 1$ が導かれる。

表1 衝突前後の物体1、2の速度

	物体 1	物体 2
衝突直前	v_1	0
衝突直後	$(M - m)v_1 / (M + m)$	$Mv_1 / (M + m)$

$$e = \{Mv_1 / (M + m) - (M - m)v_1 / (M + m)\} / v_1 \quad (7)$$

このように、衝突物体の一方を変形する弾性体と見立てると、非弾性衝突の理論的解釈を展開することは可能である。

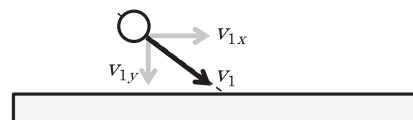
2.4 平面上での非弾性衝突

2.3のように両物体が移動して衝突するのではなく、一方が移動する物体で、他方が固定化された平面である場合、「衝突前後の運動エネルギーの和 E 、 E' について、 $E = E'$ の場合が弾性衝突、 $E > E'$ の場合が非弾性衝突」とする考え方は、移動する物体にのみ適用し、弾性衝突と非弾性衝突の区別がなされる。このような平面上での非弾性衝突について論じるとき、初等物理では、移動する物体の速度を図5のように分解し、衝突前後の速度についての関係式が立てられる。すなわち、衝突前後の物体の平面に平行な速度成分を v_{1x} 、 v_{2x} 、平面に垂直な速度成分を v_{1y} 、 v_{2y} とし、物体と平面の間の反発係数を e (< 1) とすると、式(8)、(9)が成立するとされる。

$$v_{2x} = v_{1x} \quad (8)$$

$$v_{2y} = -ev_{1y} \quad (9)$$

(衝突直前)



(衝突直後)

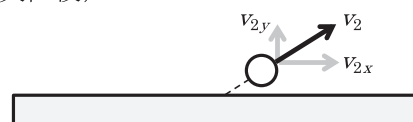


図5 平面上での物体の非弾性衝突イメージ

2.5 理論的解釈の限界と危険性

上述の通り、非弾性衝突では衝突により力学的エネルギーが減少し、その理由として、熱という形でエネルギーが散逸すると考える。しかし、エネルギー散逸原因をこれに限定するのは著しい単純化であるといわざるを得ず、本来であれば、衝突物体の内部摩擦や塑性変形、破壊、音などといった他のエネルギー散逸機構も考慮すべきであろう。とはいえ、仮に、これらのあらゆるエネルギー散逸機構を考慮しようとしても、そのうちのどれが支配的になるかは衝突物体の種類や運動状態に大きく依存するため、そもそも理論的予測に限界がある。こうした状況の中、初等物理の一般的な解説書では、エネルギー散逸の形態やその過程を一切考えず、反発係数というパラメータでエネルギー散逸の度合いを表現するに留まる⁽⁶⁾。例えば、衝突現象を初めて本格的に学び出す位置付けにある高等学校では、物体が床に落ちてはね返るとき、床の衝突する直前と直後の速さの比は、「衝突前後の速さに関係なく、物体と床の材質によって決まる」といった説明が、検定済み教科書の中でも見られる⁽⁷⁾。

いずれにしても、初等物理における衝突現象に関する典型的な理論的解釈では、衝突現象の主体やその衝突状況は極めて理想化・単純化されており、非弾性衝突の理論的解釈も同様に理想化・単純化された状態での解釈となることが多い。勿論、条件の簡略化が理論的扱いを可能とし、更なる理論の進展に繋がることは古くから理解されてきたことであり、物理学やそれを土台にした工学などの分野における理想化・単純化の意義は否定しない。こうした意義を理解しつつも、実際の現象を解釈する際には、理論的解釈では大幅に条件の簡略化がなされているということを忘れてはならない。

3. 平面上での非弾性衝突の実際

3.1 現実

先に例示したように、反発係数は衝突する物質により決まる旨が初等物理の一般的な解説書で記述されているが、この記述は、事実を正しく表現してい

るとはいえない。まず、反発係数が衝突前の運動状態に大きく依存することは既に多くの研究で示されている^{(8)~(14)}。多くの場合で、反発係数は衝突速度の増加に伴い減少し、衝突角度や衝突時の回転に影響されることも指摘されている⁽¹⁵⁾。また、反発係数の大小が物質の表面状態に依存することも、誰もが容易に想像できるであろうし、更には、物体がその弾性の限度を超えた場合に塑性変形が起こるが、その影響も見逃せない。こうした様々な因子で反発係数が変わるということは、つまり、衝突時のエネルギー散逸機構が先に述べたように多様であるということである。

例えば、荒岡らは、平面状の氷表面に各種球状粒子を衝突させたときの反発係数を、粒子の種類だけでなく、衝突速度などの関数として測定・報告している⁽¹⁶⁾。その中で、衝突速度が2m/sでは、表2のような反発係数になり、これらは衝突速度の減少と共に徐々に増加することを確認している。そして、反発係数に影響するエネルギー散逸の主な原因として、以下1)~6)を挙げている。平面上での非弾性衝突は決して理論通りの単純なものではなく、複雑な要因が各々関連し合っていることは、こうした例からも確認できる。

- 1) 粒子と氷表面に生じる塑性変形
- 2) 氷表面でのクラック形成
- 3) 粒子が氷表面から離脱する際に働く付着力
- 4) 粒子と氷表面の微細な凹凸の破壊
- 5) 氷表面に液体状の薄膜が存在する時の粘性抵抗
- 6) 粒子と氷塊全体の弾性振動

表2 滑らかな氷表面に各種球状粒子を衝突させたときの反発係数（衝突速度は2m/s）

衝突粒子	反発係数
ガラス	0.68
氷	0.85
テフロン	0.88

3.2 誤概念

認知科学研究などを通じて、知識は、計画的・体系的な教育のみにより獲得されるものではなく、自分自身の経験を通して獲得されることが明らかにされている^{(17),(18)}。従って、教授－学習の場面で新たに上げられる内容について、学習者が当該学習内容に関する概念を全く持たないということは少なく、既に学習者自身の日常生活における諸々の経験を通して問題解決時の判断や推理の根拠となる概念を形成していることが多い。このような、自前で形成され、洗練されないままに留まっている概念は、素朴概念 (naive conception)、前概念 (preconception)、代替概念 (alternative conception) などと呼ばれる。そして、これらはしばしば正しい概念と矛盾し、その場合、誤概念 (misconception) とも呼ばれる。自然科学分野において、誤概念は非常に重要な問題であり、誤概念の保有は自然科学への正しい理解を妨げるため、正しい科学的概念への概念修正が必要とされる。しかし、誤概念は日常的な経験的裏付けを基に形成されたものであるため非常に強固で、たとえ理論的に誤ったものであっても、人々はそれを保持しやすいといわれる。

物理分野の誤概念としてよく知られているものとしては、「物体は運動しているものから落下した場合、鉛直下向きに落下する」という直落信念⁽¹⁹⁾や、「運動している物体には、それと同方向の力がかかっている」というMIF (motion implies a force) 概念⁽²⁰⁾が挙げられる。これら以外にも、物理分野の様々な誤概念^{(21)–(23)}が今日まで研究・報告されてきたが、衝突現象についての報告例はなく、筆者により調査を実施したところ、非常に多くの者がある誤概念を保有している実態が明らかとなった⁽²⁴⁾。すなわち、図6に示すように球体が平面と斜めに非弾性衝突するとき、24で触れた内容から明らかのように、理論的には「衝突直前の球体の運動方向と平面がなす角度 θ_1 」と「衝突直後の球体の運動方向と平面がなす角度 θ_2 」は等しくならず、 $\theta_1 > \theta_2$ となる。しかし、調査の結果、 $\theta_1 = \theta_2$ と考える者が非常に多く存在することが分かった（以下、この誤概

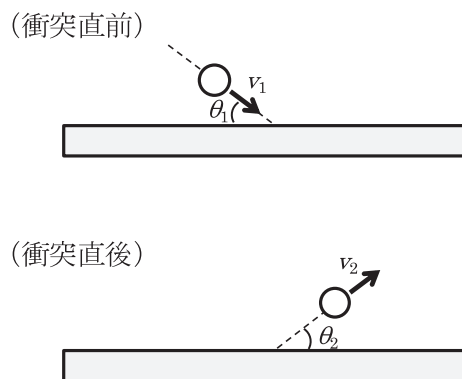


図6 平面上での非弾性衝突イメージ

念を「等角反射信念」という。)。そして、この誤概念は、衝突現象の基礎理論について通常の方法による習得を経験した後でも残存することが確認されている。このことは、机上では科学的概念に基づく理論的解釈で思考・判断するが、いざ日常生活に戻ると誤概念を基に思考・判断してしまう、といったように、二つの知識体系で物事に対処しかねない危険性を暗示している。

教育現場の中でこうした誤概念を修正するには、通常の知識伝達型授業では困難で^{(25),(26)}、学習者に自らの誤った概念について意識化させる必要があるとされる⁽²⁷⁾。そもそも、学習者は自らの誤概念に無自覚的であることが多く、それが誤概念の修正を困難にしているという側面がある。そこで、学習者が自らの誤概念に気付くような働きかけ（メタ認知的支援）を行い、新しい科学的概念と誤概念の接続・照合を内的過程として生成させ、誤概念から科学的概念への概念修正を促す研究・実践が盛んになされてきた^{(28)–(30)}。例えば、上述の等角反射信念についても、筆者により「誤概念の明確化」と「誤概念の獲得過程の明確化」の両アプローチを通じ、より確実なメタ認知的支援を試みたところ、著しい概念修正が実現されることを確認できている。具体的には、誤概念の反証的事実に直面させる測定実験により、学習者自身が保有する誤概念の存在に気付かせ、それに続く討議により、こういった経験的裏付けがそうした誤概念を保有することの原因になり得たのかについて反省的思考を促した。そして、誤概念の獲得過程の明確化プロセスの結果、「等角反射信念獲得に繋がり得る経験的裏付け」として、大き

く「学業経験」,「観察経験」,「デジタル視聴経験」,といった3要因が抽出された。学業経験要因は,小学校以来,「光の反射では入射角と反射角が等しくなる」と教授され続けており,その概念が過度に一般化されることが原因として存在するものである。また,観察経験要因は,壁当てやエアホッケーなど,自分が発生させた斜め衝突現象を観察する際,視点位置の関係で角度変化に気付かず,等角ではね返ると誤解することが原因として存在するというものである。そして,デジタル視聴経験要因は,テレビやゲームなどのデジタル画像を通じ,壁や床に衝突した物体は,等角ではね返るイメージを摺り込まれるというものであり,これは,現代社会特有の原因事象であるといえるかもしれない。このように,人々が保有する誤概念の裏には,必ず,その形成の基となった経験的裏付けが潜在するものである。

繰り返しになるが,誤概念を払拭するには,自分自身がその誤概念を意識化することが第一歩である。我々は,日常的な経験的裏付けからややもすると誤った概念を形成していないかを常々客観視し,正しい思考・判断を心掛けていきたいものである。

4. おわりに

今回,平面上で起こる非弾性衝突を題材に,理論と現実とのギャップ,理論と我々が形成・保有してしまいがちな誤った概念とのギャップなどについて述べた。

ものづくりの現場では,衝突現象に限らず,様々な物理現象が関連する。机上でも,あるいは様々な現場においても,理論を大事にする一方で,その限界をも理解し,また,自分自身が保有しているかもしれない誤った概念の危険性にも留意しながら,事実にもとづいた正しい思考・判断をすることが,品質・生産性・安全性の高いものづくりに繋がるであろう。将来ものづくりに携わろうとされている方々には,机上と現場で,別々の知識体系を無意識に使い分けてしまうことなく,一元化された知識体系の下で思考・判断ができる技術者・技能者になって頂きたいと願う。

<参考文献>

- (1) 柴嶋政弘, 他14名: 高校生のための近代物理学史, 奈良近代物理学史研究会,(2004), 18.
- (2) M. Marci : De Proportione Motus,(1639).
- (3) I. Newton: Philosophiae Naturalis Principia Mathematica,(1687).
- (4) 戸田盛和, 宮島龍興: 物理学ハンドブック, 朝倉書店, (1999), 46-47.
- (5) 阿部龍蔵, 川村清, 佐々田博之: 物理学新訂版, サイエンス社, (2002), 64-65.
- (6) 國仲寛人: 物性研究, 90(5) (2008), 685-720.
- (7) 中村英二, 他14名: 高等学校物理, 第一学習社,(2013), 39.
- (8) G. Kuwabara and K. Kono : Japanese Journal of Applied Physics, 26(8) (1987), 1230-1233.
- (9) R. Sondergaard, K. Chaney and C. E. Brennen : Journal of Applied Mechanics, 112(3) (1990), 694-699.
- (10) K. D. Supulver, F. G. Bridges and D. N. C. Lin : Icarus, 113(1) (1995), 188-199.
- (11) N. V. Brilliantov, F. Spahn, J.-M. Hertzsch and T. Pöschel : Physical Review E, 53(5) (1996), 5382-5392.
- (12) W. A. M. Morgado and I. Oppenheim : Physical Review E, 55(2) (1997), 1940-1945.
- (13) T. Schwager and T. Pöschel : Physical Review E, 57(1) (1998), 650-654.
- (14) R. Ramírez, T. Pöschel, N. V. Brilliantov and T. Schwager : Physical Review E, 60(4) (1999), 4465-4472.
- (15) J. Calsamiglia, S. W. Kennedy, A. Chatterjee, A. Ruina and J. T. Jenkins : Journal of Applied Mechanics, 66(1) (1999), 146-152.
- (16) 荒岡邦明, 前野紀一: 低温科学. 物理篇, 36(1979), 55-65.
- (17) 塚本浩司: 物理教育, 52(2) (2004), 133-139.
- (18) 進藤聡彦: 山梨大学教育人間科学部紀要, 11(2010), 224-232.
- (19) M. McCloskey, A. Washburn and L. Felch : Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition, 9(4) (1983), 636-649.
- (20) J. Clement : American Journal of Physics, 50(1) (1982), 66-71.
- (21) 井田暁, 越桐國雄: 大阪教育大学紀要第V部門教科教育, 59(1) (2010), 29-39.
- (22) 新田英雄: 物理教育, 60(1) (2012), 17-22.
- (23) 村田朋恵, 黒澤実姫, 藤原優, 荒川絵梨, 柿崎健, 八木一正: 日本科学教育学会研究会研究報告, 27(2) (2012), 55-56.
- (24) 仲野純章: submitted to 理科教育学研究.
- (25) 田中照久: 物理教育, 55(4) (2007), 303-305.
- (26) 徐丙鉄, 安部保海, 道上達広: 近畿大学工学部紀要. 人文・社会科学篇, 45(2015), 1-22.
- (27) M. Z. Hashweh : European Journal of Science Education, 8(3) (1986), 229-249.
- (28) 小野寺淑行: 千葉大学教育学部研究紀要第1部, 42(1994), 299-310.
- (29) 仲島恵美, 吉野巖: 第48回日本教育心理学会総会発表論文集, (2006), 243.
- (30) 吉野巖, 小山道人: 北海道教育大学紀要教育科学編, 57(2) (2007), 165-175.

原稿募集のお知らせ

「技能と技術」誌では職業訓練やものづくりにかかわる以下のような幅広いテーマで原稿を募集しています。執筆に関してのご相談はfukyu@uitec.ac.jpまでお寄せください。また、記事に関するご意見やご感想もお待ちしております。

実践報告

各訓練施設における各種訓練コース開発、カリキュラム開発、訓練方法、指導法、評価法等の実践の報告

調査報告・研究報告

社会情勢や動向を調査・研究し、能力開発業務に関わる部分の考察をした報告

技術情報

技術的に新しい内容で訓練の実施に有用な情報

技術解説

各種訓練の応用に活かすための基礎的な技術を解説

教材開発・教材情報

各訓練コースで使用される教材開発の報告、教材に関する情報

企業の訓練

企業の教育訓練理念、体系、訓練内容、教材、訓練実践を紹介

実験ノート・研究ノート

各種の試験・実験・研究等で訓練に有用な報告、研究資料

海外情報・海外技術協力

諸外国の一般情報、海外訓練施設での訓練実践、教材等の情報

ずいそう・雑感・声・短信・体験記

紀行文、所感、随筆、施設状況等各種

伝統工芸

伝統工芸を伝承するための技能や人物を紹介

編 ■ 集 ■ 後 ■ 記

毎日、暑い日が続いていますが、皆様の体調はいかがでしょう。例年よりも早く梅雨が明けた分、涼しい日々が早くやってくることを切に願います。

さて、今号の特集は、「障害者に対する職業訓練」についてでした。障害のある方々に対する職業訓練のエキスパートの方々より、3本の記事を投稿いただきました。職リハの上田氏には、平成29年度職業能力開発論文コンクールにおいて特別賞を受賞された論文を、本誌向けにコンパクトにまとめていただきました。基盤整備センターのホームページにて、受賞論文も公開しておりますので、ぜひとも併せてお読みください。また、国リハの高橋氏には、盲ろう者（視覚と聴覚の両方に障害を併せもつ人）の就労について投稿いただきました。就労には人的な支援も欠かせませんが、人手不足の現状からして、技術革新による就労支援機器の開発がますます重要になってくるものと思われます。最後に、吉備職リハの菅原氏と中国能開大の後野氏には、障害者職業訓練におけるタッチタイピング技能の習得方法の検討について投稿いただきました。お互いの得意分野を生かした連携プレーに、とても胸が熱くなりました。今回の特集が今後の皆様の取り組みに生かされることを期待しています。

特集以外では、2018年1号にも投稿いただきました奈良高校の仲野氏に、衝突現象を題材とした記事を投稿いただきました。実はものづくりに関わる方々への熱いメッセージも込められていますので、ぜひともご覧になってください。

2018年最後となります次号の特集は、「ものづくり人材の育成に向けた取り組み」です。技術・技能伝承の取り組みをご紹介させていただきたいと思いますので、この機会にぜひ皆様の取り組みを、本誌を通じてご紹介ください。ご投稿をお待ちしております！

最後になりますが、いよいよ「平成31年『技能と技術』誌表紙デザイン募集」の応募締切が迫ってきました（9月7日必着）。皆様の作品を本誌の表紙を通して発信してみませんか？
ご応募をお待ちしております！

【編集 鎌田】

職業能力開発技術誌 技能と技術 3/2018

掲 載 2018年9月
編 集 独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構
職業能力開発総合大学校 基盤整備センター
企画調整部 企画調整課
〒187-0035 東京都小平市小川西町2-32-1
電話 042-348-5075
制 作 システム印刷株式会社
〒191-0031 東京都日野市高幡1012-13
電話 042-591-1411

本書の著作権は独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構が有しております。



技能と技術

THE INSTITUTE OF RESEARCH AND DEVELOPMENT
POLYTECHNIC UNIVERSITY