

トラブルシューティングにおける情報収集プロセス： 熟練者はどのように手がかりを得ているか

高山 千尋^{†1} 大野 健彦^{†1}

故障修理は日常生活のあらゆる場面で広く行われる。これはトラブルシューティングと呼ばれ、複雑な思考を伴う知的作業である。トラブルシューティングには、ゴールとする状態が明確ではない、解決への手順が明確ではないなどの難しさが存在している。専門化によってトラブルシューティングが行われる故障機器の修理や保守を行うサポートセンタなどには、熟練者と呼ばれるトラブルシューティングを得意とする人が存在する。それでは、熟練者と一般の人との違いは何であろうか？本研究では、熟練者がなぜうまく異常箇所を検出し、正常な状態に修復できるのかを明らかにすることを目指している。その第一歩として、我々はネットワークの故障修理を題材として、実際に熟練者の故障修理に同行し、その具体的な作業を詳細に分析することで、彼らが特にどのような情報に着目してトラブルシューティングを実施しているのかの調査を行った。本稿では、これら調査によって見いだされた、熟練者特有の行動と、そこから推測される熟練者の知識構造について論じる。

Information gathering process of troubleshooters: How the experts get it done

CHIHIRO TAKAYAMA ^{†1} and TAKEHIKO OHNO^{†1}

In everyday life, we repair failed services or products, in the process of troubleshooting. Troubleshooting can be difficult as there may appear to be no clear goal, no obvious solutions, and no valid answers. Most customer support centers have recourse to one or more experts to perform maintenance and repairs on a daily basis. So, what is the difference between an expert and someone with just book learning? This study attempts to answer the important question of why and how an expert can identify the failure and fix it. As a first step, we conduct research by accompanying network troubleshooting experts, analyzing their operations in detail, and investigating what they focus on. In this paper, we discuss the behaviors unique to experts and their structure of knowledge, as deduced from their troubleshooting actions.

1. はじめに

トラブルシューティングとは、ある系における異常状態を検出し、正常な状態に修復する作業である。この作業は日常生活のあらゆる場面で広く行われている。たとえば、我々は、使用している PC の調子が悪くなった場合に、その原因を明らかにし修復するために、PC 内の様々な設定項目を調べ、正しく動作するようそれらを修正する。他にも、インターネットが使えなくなった場合には、配線が正しく接続されているか、ケーブルが断線していないか、などの調査を行い、問題の箇所を探し出し修正する。これらはトラブルシューティングの一種である。また、機器メーカーのサポートセンタなどでの故障機器の修理や保守では、専門家によるトラブルシューティングが日常的に行われている。

トラブルシューティングは、一般にうまい人とそうでない人とに大別できる。いわゆる熟練者と呼ばれるトラブルシューティングが得意な人は、様々なケースに対して迅速で適切な対応を行うことができる。一方、そうでない人にとっては、問題の原因箇所を特定し修復することができないばかりか、そもそもどのような問題が発生しているのかを把握できない場合があるなど、正しいトラブルシューティングを実施することは非常に難しい。

それでは、トラブルシューティングが得意な熟練者と、そうでない人との違いはどこにあるのだろうか？我々は、ブロードバンドネットワークの保守作業の一つである、ネットワークの故障修理を題材として、熟練者がなぜうまく異常箇所を検出し、正常な状態に修復できるのかを明らかにすることを目指している。熟練者の知識を解明できれば、非熟練者の知識を向上させる教材や、非熟練者の知識を補う作業支援ツール等に应用することが可能となると考えられる。その第一歩として、我々は熟練者の作業に同行し、その具体的な作業を詳細に分析することで、彼らが特にどのような情報に着目してトラブルシューティングを実施しているのかを調査した。本稿では、調査の結果得られた熟練者特有の行動と、そこから推測される、熟練者の知識構造について述べる。

以下、2 節では、トラブルシューティングにおける情報収集に着目した理由について述べ、3 節では、熟練者と初心者の定義および、熟練者が考える熟練者と初心者との違いについて述べ、4 節では、実施した調査の概要について述べ、5 節では、調査より得られた熟練者の

^{†1} NTT サイバーソリューション研究所
NTT Cyber Solutions Laboratories

特徴について述べ、6節、7節では、熟練者の特徴から熟練者の知識とその構造について述べる。

2. トラブルシューティングと情報収集

トラブルシューティングは、問題解決の一種であり、複雑な思考を伴う知的作業として、認知科学、人間工学、教育工学等の分野で多くの研究が行われている¹⁾⁻⁶⁾。これらの研究では、トラブルシューティングの効率化や精度向上のための、ツールや教育法が開発されている^{7),8)}。Schaafstalらは、一般にトラブルシューティングは、(1)問題の定式化、(2)仮説の生成、(3)検証、(4)修復と評価の4つのプロセスから構成されていると述べている³⁾。(1)定式化では、作業者は系に発生している異常状態と、本来の正常状態とを把握する。次に、(2)仮説の生成では、異常状態を発生させている原因の仮説を一つ以上生成する。その後、(3)検証において、生成された仮説について計測装置などを用いて仮説が正しいかを調べる。検証の結果、仮説が支持されれば、(4)修復と評価にて、故障原因と思われる箇所を修復し、系全体が正常状態に戻ったかを評価する。これら一連のプロセスのなかで作業者は、(1)問題の定式化において、システムの観察や測定器による計測、他の作業者とのコミュニケーションなどによって定式化に必要な情報を収集している。情報を収集することができなければ、問題の定式化ができず、正しい仮説を生成することはできない。また、(3)検証および(4)修正と評価においても、仮説の正しさ、障害回復の確認などを判断するためには正確な情報収集が必須である。つまり、トラブルシューティングにおいて、情報収集は非常に重要な要素である。そこで、トラブルシューティングを得意とする作業者の、情報収集に何らかの特徴があるのではと考え、そのプロセスに着目し調査することとした。

本研究で対象とするネットワークの故障修理には、

- お客様が自分でIP機器をネットワークに接続する場合があることから、保守方法のわからない機器が接続され、故障の原因となることがある。
- ネットワークは様々な場所に分散した、複数の機器から構成されており、いずれかが故障すると正常に動作しない。そのためいずれかの機器であるかを特定する必要があるが、様々な場所に分散していることから、複数拠点にいる作業員との連絡が必要となるなど、複雑な情報収集作業が必要である。
- ノイズによる速度低下など、因果関係が不明瞭で、症状から原因がすぐに特定できないなどの難しさがある。これらの難しさに対して、作業者は様々な知識を使って対処していると考えられる。そこで本研究では、ネットワークの故障修理を行う作業者（保守者）を対象

に、彼らのトラブルシューティング時の情報収集プロセスを分析し、どのような手がかりを得ているのかを調査することで、なぜ彼らが、効率的なトラブルシューティングができるのかを明らかにする。

3. 熟練者が考える、熟練者と初心者の差

効果的なトラブルシューティングの要因を調査するため、ネットワークの故障修理を得意とする人（熟練者）と、ネットワークの故障修理の研修を受けたばかりの人（初心者）との差に着目した。そこではじめに、熟練者を対象に、熟練者と初心者との故障修理能力の違いと、故障修理の技能を得るためにはどのような要素が必要であるかのヒアリングを行った。

その結果、初心者は

- 一人でネットワークの故障修理を行うことができない。熟練者の助言が必要である
- 故障箇所の判断を間違えてしまう。
- 無関係な箇所の試験を行うなど、無駄な作業をしてしまう。

などの特徴があることが、熟練者から指摘された。

また熟練者らは、

- 現場で悩むことが大事。研修設備で設備を触っているだけでは難しい。
- 故障修理にパターンはないので経験を積むこと。

という要素が故障修理の熟達には必要であると考えていることが分かった。

現在、初心者の教育として、研修や実習だけでなく、熟練者の故障修理に同行し、現場で作業方法を教わるOJT（On-the-Job Training）が行われている。初心者を熟練者にまで育成させるためには、長期にわたるOJTが必要である。熟練者となった保守者は、現場での故障修理経験を通じて何らかの知識を獲得してきていると考えられる。熟練者がもつこれらの知識を解明し、教材などを通じて保守者教育に活用できれば、より効率的な保守者の育成が可能になる。そこで本研究では、熟練者の故障修理業務についてフィールド調査を行うことで、経験によって獲得される知識の解明を試みた。

4. 調査概要

以下では、本研究で実施したフィールド調査の概要を説明する。

4.1 調査目的

本調査の目的は、熟練者に特有の知識を見いだすことである。そのために、熟練者の故障修理作業の情報収集に着目し、現場同行、作業観察によって、そこで用いられる知識の解明

を目指す。

4.2 調査対象

調査対象の熟練者として、NTT 東日本のネットワークにおいて、家庭内のネットワークの故障修理を行っている方々（保守者）にご協力いただいた。彼らは、屋外の電柱から、家庭内の ONU（Optical Network Unit: 回線終端装置）または、家庭用ルータ・HGW（Home Gateway: ホームゲートウェイ）までの故障修理を担当している。彼らは、普段保守拠点に待機しており、家庭内でのネットワーク故障が発生すると、お客様の申告を受けて作成されるトラブルチケットを受け取る。トラブルチケットとは、コールセンターでお客様の故障申告を受け付けた際、お客様の回線状況や問診内容やその結果を記録するために、コールセンターのオペレータによって作成される書類である。オペレータは、電話対応で故障を解決できない場合に、トラブルチケットを保守拠点の保守者に対して送付する。トラブルチケットには、お客様の住所や回線契約内容、お客様の機器構成、お客様の申告内容とコールセンターでの対応内容などの情報がまとめられている。トラブルチケットを受け取った保守者は、この情報をもとに、お客様宅を訪問、故障修理を行う。各保守拠点内で、家庭内ネットワークの故障修理を担当する保守者は、約 5~8 名である。彼らの中で、故障修理に関する研修を受けてから一年以内の新人を初心者、故障修理業務について、初心者に OJT で教える立場にいる人を熟練者とした。また、保守拠点ごとによる差を考慮して、4 箇所の保守拠点に対してフィールド調査を行った。

4.3 調査手法

保守者は故障修理を行うために、様々な手がかりから情報を取得していると考えられる。インタビューのみでは、彼らがどのような手がかりから情報を得ているのかを詳細に知ることは難しい。そこで本研究では、フィールド調査・インタビュー・ドキュメント調査という複数の調査手法を組み合わせ、保守者の情報収集プロセスに関する調査を行った。

4.3.1 フィールド調査

熟練者が実際に現場でどのような作業を行い、情報を取得しているのかを調査するために、熟練者の故障修理に同行し、保守作業の観察を行うフィールド調査を実施した。同行中は、故障の症状、保守者の発話・挙動および、トラブルを抱えているお客様との会話などをメモに書き記した。メモをもとに、作業にかかった時間や、故障の状況、作業者の挙動などを、専用のフォームに記入し、分析に利用した。

4.3.2 インタビュー

故障修理での作業の意図を把握するため、故障修理同行時に記述したメモ・フォームを元

に、お客様宅に移動中の車内、または故障待機中の保守拠点内で、保守者にインタビューを行った。インタビューでは、作業手順の意図、読み取った情報の解釈について詳しく聞いた。また、過去に発生した故障修理についても、トラブルチケットとその対応記事を使って、保守者に作業内容を思い出してもらい、同様の事柄についてインタビューを行った。

また、保守者が故障に関する情報を最初に取得するトラブルチケットに着目し、トラブルチケットの各項目についてその読み方を聞いた。その方法として、トラブルチケットの項目全てを付箋紙で隠した状態から、保守者に故障箇所の推定を行ってもらった。保守者は、トラブルチケットから情報を取得するためには、付箋紙をはがさなくてはならない。これによって保守者が付箋紙をはがす様子を観察することで、どのような順番で情報を取得していくのかを把握することができる。また、付箋紙をはがした際に、どのような情報を読み取っているのか、それが何を意味するのかを質問した。これによって、情報取得とその解釈のプロセスを記録した。

上記にあわせて、一般的な故障修理の方法についてもインタビューを行った。インタビューでは、白紙に一般的なネットワークの構成を描いてもらい、故障発生時の修理方法や、その際気をつけるべきポイントなどについてインタビューを行った。

上記、フィールド調査・インタビューでは、保守者の発話の一部を IC レコーダで記録し、分析のために書き起こしを行った。

4.3.3 ドキュメント調査

保守者が、どのような事前知識を持って、故障修理作業を行っているのかについて調査するため、ドキュメント調査を行った。具体的には、保守者が研修に使用する教材や、標準的な故障修理手順について書かれたマニュアル、ネットワーク機器の保守マニュアルなどについて、その内容の調査を行った。これらの書類は、保守者が研修や講習会を通じて一度は目を通してあり、保守拠点内でいつでも閲覧することができるようになっているもので、保守者の事前知識のもととなっている。また、現場での故障修理経験の浅い初心者にとっては、故障修理に関する知識はこれら書類からしか得ることができない。逆に、熟練者が用いている知識で、これらの書類に載っていないものは、熟練者が現場での経験から獲得してきた熟練者の知識であると言える。

4.4 調査期間・回数

調査は、2010 年 7 月から 12 月の間に断続的に 9 回に行った。各フィールド調査の期間は 1 日~5 日間であった。また、インタビューのみ訪問の場合は、約 2 時間のインタビューを 5 回実施した。

4.5 分析方法

以上で得られた情報を元に、熟練者と初心者とで、説明・行動の異なる点について調査を行った。調査の結果発見した相違点に着目し、行動や発話について再度事例の収集を行うことで、事例の収集を行った。これらの、相違点の発見・事例の収集を繰り返し、熟練者の故障修理の特徴を収集した。収集された特徴から、熟練者がどのような知識を用いて故障修理を行っているのかを推定した。

5. 調査結果

以下では、本調査で観察された熟練者の故障修理時の情報収集の特徴について、事例とともに説明する。

5.1 故障頻度に応じた情報収集

熟練者は、経験的に機器の故障頻度について知っており、それをもとに情報収集を行っている。故障の症状やその構成から、故障頻度から故障箇所への予測を行い、注意して読み取るべきポイントの情報を収集している。フィールド調査・インタビューでは以下の事例が観察された。

事例 1: マンションの屋内の配線を使った通信方式は、配線の劣化による故障を招きやすい。そのため、マンションでのネットワーク障害では屋内の配線を重点的に調査する。

事例 2: 映像信号を処理するタイプのルータは、熱を持ちやすく、設置の状況によっては故障頻度が高くなる。そのため、設置場所の状況には注意して調査する。

事例 3: 設備を再利用して開通させた場合で、開通直後すぐの故障申告は、特定の区間が故障の原因になることが多い。

これらの故障頻度情報は、機器のマニュアルや保守手順書には記載されておらず、熟練者が現場の経験を通じて獲得してきた知識である。

5.2 構成の差分をつくることによる故障箇所の絞り込み

熟練者は、故障に影響を与えていると考えられる部品に関して、ネットワークから除去・交換・変更することによって故障原因の特定を行う。また、熟練者は大小様々な単位での構成部品の除去・交換・変更を行うことができる。具体的には以下のような事例が観察された。

事例 4: インターネットが使えないという障害の原因特定において、電話回線に接続されていた警備会社の通信装置を取り外し、症状が改善するか検査を行った。

事例 5: 無線内蔵型のルータで無線が使用できないという障害において、ルータに有線による接続を試みて、ルータの有線インタフェースまで正常であることを確認した。

事例 6: PC でインターネットが使えないという障害において、PC に追加の NIC (Network Interface Card) を接続し、その NIC 経由でインターネットにアクセスできないか検査した。

事例 7: 故障が疑われる機器について、その機器に可能な限り設定を似せた代替機と、その機器とを交換し、故障が再現できるかを調査した。

以上のように、熟練者は機器・回線の種類・部品・設定という、細かい単位でネットワークの構成部品の除去・交換・変更を行い、その差分の影響を調査することで故障箇所の絞り込みを行っている。

5.3 複数の情報源の活用

熟練者は、故障修理に関する複数の情報源から情報を収集し、それらを組み合わせて故障状況の把握を行っている。例えば、以下の事例が観察された。

事例 8: インターネットが使えないという故障事例において、ネットワーク上の装置ログを、遠隔より収集し解析を行うことで故障状況の把握と故障箇所の推定を行った。

事例 9: 電話が使えないという故障事例において、トラブルチケットの情報だけでなく、トラブルチケットに紐付いているお客様への機器販売履歴データベース、機器の取扱説明書などを検索し、お客様の家庭内のネットワーク構成について様々な想定を行った。

事例 10: トラブルチケットに記載されている一部の情報は、実際の状況に則していない場合があるので、別のデータベースにアクセスして、情報を収集する。

熟練者に、トラブルチケットに記載されている情報の解釈方法についてインタビューした際にも、各項目が何を表している、どのように解釈するべきかを把握していた。熟練者は、複数の情報源からの情報が、実際のネットワーク構成の何を表しているのかを正しく把握し

ている。さらに、トラブルチケットなどの集約された情報だけに頼ることなく、そのもととなった情報源までアクセスすることで、確実な情報収集を心がけている。

5.4 行間情報の取得

熟練者は、トラブルチケットなどの情報源から、そこに記載されている内容だけでなく、表現の多義性や、記述がないという情報から、記述内容異常の情報を取得することができる。以下の事例が観察された。

事例 11: トラブルチケットの故障症状の自由記述欄に「レポート改善無し」と記載されていた事例について、熟練者は、「(コールセンタのオペレータが装置 A を遠隔地から)レポート(したが)改善無し」「(お客様が装置 B を)レポート(したが)改善無し」と二種類に読み替えて、それぞれ故障箇所を推定していた。初心者には、この記述について、お客様による装置 B のレポート操作の可能性しか考慮することができなかった。

事例 12: 熟練者は、装置 C に関するアラームの記述がトラブルチケットに記載されていないことから、装置 C は正常に動作していると判断し、正常かどうかの確認作業は省略できると判断した。初心者には、装置 C について、正常性が確認されていないので、現地に行って正常かどうかの確認作業を行う必要があると判断した。

ちなみに、上記装置 A は遠隔操作でレポート可能であり、装置 C は遠隔より正常かどうかの試験が可能である。これらから熟練者は、自由記述欄についてその行間から情報を取得することができると言える。

5.5 知識の組み合わせ

熟練者は、研修教材やマニュアルなどに分散して記述されている、機器の動作原理や故障修理のルールを知識として持っており、それらを組み合わせることで故障箇所の絞り込みを行うことができる。

事例 13: 図 1 のように、電話機、ルータ、モデムで構成されるネットワークで VoIP (Voice over IP) 電話を利用しているお客様で、電話が繋がらない事例について、初心者にはルータとモデム間のケーブルの断線を疑ったのに対して、熟練者はルータの PPP ランプが点灯しているという情報を元に、ルータ-モデム間のケーブルの断線の可能性を棄却した。

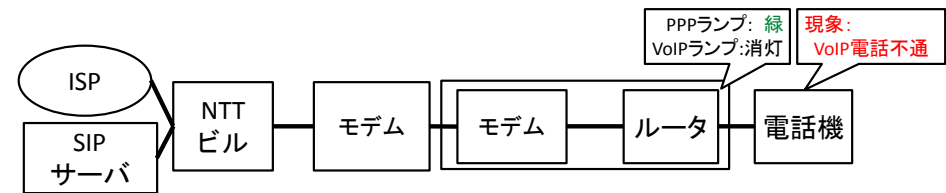


図 1 事例 13 におけるネットワーク構成
Fig.1 Network layout (case 13)

ルータの PPP ランプが点灯しているという情報は、ルータと ISP (Internet Service Provider) のサーバとの間で正常に PPPoE (Point-to-Point Protocol over Ethernet) セッションの信号がやりとりされており、ISP までの回線が正常動作していることを意味しており、そもそも断線している場合は、PPP ランプは点灯しない。しかし、ルータの保守マニュアルには、PPP ランプは PPPoE セッションが正常に接続されていることを示す、との記述のみで、PPP ランプ点灯とケーブルの断線に関する記載はない。逆に、PPPoE セッションの概念について書かれた研修教材では、ケーブルが断線した場合の動作については記述されていない。熟練者は、PPP ランプが示す意味と、PPPoE セッションの概念を組み合わせることで、故障箇所の絞り込みを行っている。

別の例を挙げる。

事例 14: 光ファイバを使った、地上デジタル放送信号の再送信サービスで、特定のチャンネルだけが視聴できないという故障について、熟練者は、チャンネル毎に使用する周波数帯が異なるという地上デジタル放送信号の知識、光ファイバのケーブルの曲がりによる信号の減衰率は周波数帯ごとに異なるという光ファイバ特性の知識を使って、特定のチャンネルだけ視聴できない理由を説明した。すなわち熟練者は、光ファイバがある角度に曲がっていたため、多くの地上デジタル放送信号はかろうじて映像として受信できたが、特定の周波数帯を使った地上デジタル放送信号は減衰してしまい、映像として受信することができなかった、と説明した。

上記の例でも、地上デジタル信号の周波数帯域の知識と、光ファイバの特性の関係についての情報は、文書化されていない。熟練者は、これらの知識を組み合わせることで、故障原因の特定と症状の説明を行っている。

6. 熟練者知識の推測

調査によって、初心者と熟練者の情報収集プロセスには特徴的な差があることが分かった。そこで以下では、その差に着目することで、熟練者がどのような知識を持ち、故障箇所の推定を行っているのかを明らかにする。

6.1 保守対象の特性の理解

熟練者は、保守対象システムのどの部分が壊れやすいかを経験的に知っている（事例1, 2, 3）。また、保守対象のどの構成部分について交換・変更することができるのかを知っている（事例4, 5, 6, 7）。これらから言えることは、熟練者は保守対象について、モジュールで構成されており、その一部を交換しても正常に動作すると理解している。またこのモジュールの単位は初心者と比較して、より小さい単位であると考えられる。さらに、これらモジュールごとに、故障頻度の情報を持っていると考えられる。故障修理作業は、保守対象システム全体から、故障の原因となっているモジュールを特定し、交換・修正することと言い換えることができる。熟練者は、このモジュールの交換・修正作業によって、保守対象が修復した、という経験が豊富であるため、あるモジュールの不良が保守対象にどのような症状を引き起こすのか、逆に、症状から原因が疑われるモジュールはどれか、という知識を体得していると考えられる。熟練者は、初心者と比較して、保守対象の特性をより詳細に理解していると言える。

6.2 保守業務全体の理解

熟練者は、なぜ複数の情報源を活用したり、明示的に表されていない行間の情報を取得できるのであろうか？ 今回のケースでは、保守に用いられる様々なシステムの関係を理解していると考えられる。

トラブルチケットに記載されている情報が、他のデータベースのどの情報を示しているのか（8, 9）、また、それらの情報はどのように収集されて、実際の状況にどの程度則しているのか（10）などの情報は、保守業務システムの全体像を知っていなければ、把握することはできない。

また熟練者は、保守業務システムだけでなく、それを利用する人間の作業についても詳しく理解している。主語・目的語の補完や、記載されていない事実から情報を取得するためには、記述がどのように作成されているのかを理解する必要がある。例えば、事例11については、自由記述欄はコールセンタのオペレータによって記入されること、彼らが装置Aを遠隔地からリポートできること、という知識が無いと想定することはできない。また、事例

12で装置Cの正常性を確信するためには、コールセンタのオペレータは必ず、装置Cが正常かどうかの試験を行うこと、異常があった場合は必ずトラブルチケットの自由記述欄にそのことを記載すること、という知識が必要である。これらは、業務システムを扱う作業員の保守業務フローに関する知識である。

以上から、熟練者は保守業務全体について詳しく理解をしていると言える。

7. 熟練者の知識構造の推測

熟練者と初心者の故障修理を観察することによって、彼らの知識に差があることが分かった。それでは、熟練者はどのような知識を使うことによって、様々なケースに対して迅速で適切な対応を行うことができているのだろうか？ 以下では、熟練者が持つ知識を、その特徴をもとに分類することによって、熟練者の知識構造と、その初心者との差について考察を行う。

フィールド調査、ドキュメント調査より、作業者は、座学・実習・現場経験の3つより知識を獲得していることが分かった。

座学による知識 授業形式の集合研修によって獲得する知識。PPPoEセッションの仕組みや、ネットワークの構成など、主に概念や宣言的知識に関するもの。

実習による知識 研修用設備を使った訓練によって体得する知識。PCのNICの交換手順、装置のランプの見方など、主に手続き的知識に関するもの。

現場経験による知識 現場でのOJTによって獲得する知識。上記二項目に当てはまらない知識。故障しやすい機器、機器間の相性問題など、主に明文化されていない知識。ノウハウとも呼ばれる。

6.1節、6.2節で述べた熟練者の知識は、現場経験による知識に分類することができる。

さらに、作業者はこれらの知識を組み合わせることで、故障修理を行っている。熟練者による事例13、事例14などは、座学による知識と実習による知識、現場経験による知識を組み合わせることで故障箇所の推定を行っている。作業者には、以下の知識があると考えられる。知識を組み合わせる方法 座学や実習、現場経験で学んだ、宣言的知識、手続き的知識、ノウハウを組み合わせることで、故障箇所を推定したり、故障修理の方法を考案する知識。

以上をふまえると、作業者の知識構造は、座学による知識、実習による知識、現場経験による知識の三つの知識と、それらを活用し現実の故障に対処する為の知識によって構成されており、図2のようになっていると推測できる。また観察された事例から、現場経験の長い熟練者は、現場経験による知識と、知識を組み合わせる方法について、初心者よりも多くの知

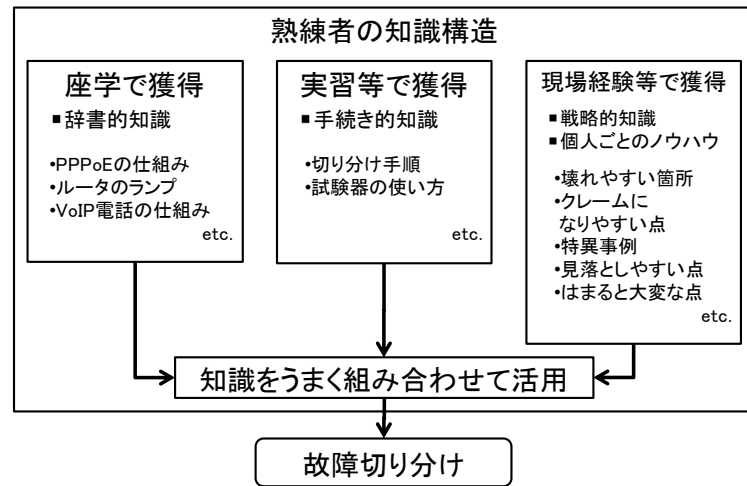


図2 作業者の知識構造
Fig.2 Knowledge structure of maintenance person

識を持っていると言える。

既存研究においてもトラブルシューティングに必要な知識を、保守対象の動作原理などの宣言的知識であるドメイン知識、計測装置の使用法などの手続き的知識、手順を組み立てるための戦略的知識の三つに分け、作業者に教えることでトラブルシューティングの成績が向上した、という結果が出ている³⁾。本研究では、ドメイン知識は座学によって、手続き的知識は実習によって、戦略的知識は現場経験によって、それぞれ獲得されることが示唆された。さらに戦略的知識は、ノウハウと、各知識を組み合わせて活用する知識の二つに分けられることが示唆された。

機器毎の故障の頻度(事例1, 事例2, 事例3)などのノウハウについては、本研究で行ったフィールド調査やインタビューなどによって、一部を外在化することができそうである。その一方、知識の活用については、どのようなプロセスを経て知識が選択され組み合わせられるのか、またその方法をどのように外在化するのか、未だに不明な点が多い。今後、知識の組み合わせについて重点的に調査する予定である。

8. おわりに

本研究では、トラブルシューティングを得意とする熟練者とそうでない人との差を明らかにするため、ネットワークの故障修理作業を題材として、情報収集に着目したフィールド調査を行った。その結果、トラブルシューティング熟練者に特有な知識の一部を明らかにすることができた。熟練者の知識構造は、座学で獲得した宣言的知識、実習などで獲得した手続き的知識、現場経験などで獲得したノウハウ、それら3つの知識をうまく組み合わせ活用する方法で構成されていることが示唆された。熟練者は、ノウハウや複数の知識を組み合わせ活用する方法の知識が豊富であり、現場経験によってこれら知識や方法を獲得していると考えられる。ノウハウについては、その一部を外部化することは可能であると考えられるが、複数の知識を組み合わせ活用する方法については、その解明・外部化にはさらなる調査が必要である。今後、これらの知識について調査を行い、効率的にこれらの知識を獲得させる方法について考えることで、教材やツールへの応用へ役立てたい。

参考文献

- 1) Rasmussen, J.: *Information processing and human-machine interaction: An approach to cognitive engineering*, Elsevier Science Inc. New York, NY, USA (1986).
- 2) 大野健彦, 齋藤耕介, 宮本ほか: 構造化されていない問題空間における問題解決支援: ホームネットワークにおける故障診断を題材として, 情報処理学会研究報告. HCI, ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告, Vol.2009, No.7, pp.1-8 (2009).
- 3) Schaafstal, A., Schraagen, J. and van Berl, M.: Cognitive task analysis and innovation of training: The case of structured troubleshooting, *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, Vol.42, No.1, p.75 (2000).
- 4) Perez, R.: A view from troubleshooting, *Toward a unified theory of problem solving: Views from the content domains*, pp.115-153 (1991).
- 5) Hall, E.P., Gott, S.P. and Pokorny, R.A.: A procedural guide to cognitive task analysis: The PARI methodology, Technical Report AL/HR-TR-1995-0108, Brooks Air Force Base, TX: AFMC. (1995).
- 6) Morris, N. and Rouse, W.: Review and evaluation of empirical research in troubleshooting, *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, Vol.27, No.5, pp.503-530 (1985).
- 7) Steinberg, L. and Gitomer, D.: Intelligent tutoring and assessment built on an understanding of a technical problem-solving task, *Instructional Science*, Vol.24, No.3, pp.223-258 (1996).
- 8) Brusilovsky, P.: Methods and techniques of adaptive hypermedia, *User Modeling*

and User Adapted Interaction, Vol.6, No.2-3, pp.87-129 (1996).