

## 遠隔故障診断における映像メディア利用の効果

前川督雄 浜田 洋

NTTヒューマンインタフェース研究所

ディレクタの指示に基づきオペレータが機器操作する遠隔協同故障診断シミュレーションゲームにおいて、オペレータの機器操作画面映像をディレクタが共有することによる効果を問題解決方策との関連で分析した。映像メディアは (a) オペレータの操作状況をディレクタが把握でき複雑な操作の音声による指示が容易になる、(b) ディレクタが探索情報を視覚で取得できオペレータの発話時間の削減になる、の2点で効果があった。しかし、音声のみで最適に実施できる容易な探索方策の場合は (a) による所要時間の削減度が小さく効果が小さい、ディレクタに伝える情報が多い方策では (b) に伴うディレクタの視覚的負担が効率を悪化させる場合がある、不規則な探索を伴う方策の場合は (b) の効果が顕著に現れて大幅に効率が改善されるなど、方策によってその効果は異なることが明らかになった。

## Effective Use of Visual Media in a Distributed Trouble Diagnostic Task

Tadao Maekawa Hiroshi Hamada

NTT Human Interface Laboratories

1-2356 Take, Yokosuka-shi, Kanagawa 238-03, Japan

Experiments were conducted using a distributed trouble diagnosis simulation game, in which a novice operator followed exact directions given from an expert sitting in another room. The main interest of this study was to clarify the relationship between effect of display sharing (as compared to use of telephone) and problem solving strategies given in such context. Results indicated that (1) the strategy, in which an expert diagnoses according to novice's optimum operations using *telephone only*, lessens the effect of visual display sharing; (2) the strategy, in which an expert tries to obtain a lot of a novice's information through visual display, decreases task efficiency; (3) the strategy, in which an expert gives complex directions, improves task performance.

## 1. はじめに

広域ネットワーク通信の高度化にともない、機器やネットワークの保守・診断業務を遠隔地間で協同作業する機会が増加している。あわせて、技術の高度化や、機器の度重なる更新につれて、技術や知識の偏在が避け難いものとなっており、保守者全員に同等の技術・知識を求めることは現実的でない。すなわち、知識や技術が共有されていない状況下における効率的で信頼性の高い協同故障診断手法を見出すことは、ネットワークの高い信頼性を保つための緊急かつ重要な課題であり、その重要性は今後ますます高まってくるものと考えられる。

従来、故障診断などを遠隔地間で協同作業するためのメディアには電話が用いられており、また、様々な監視データを同時におくる工夫もなされている。音声以外のメディアの利用効果について、Chapanisら[1-3]はさまざまな実験を行って検討を加えている。作業内容として、時間割の作成、自動車の修理、部品の組み立てなどをとりあげ、音声メディアが不可欠であること、もうひとつのメディアを加えるならば、それは映像メディアであることなどを見出している。また、小幡ら[4,5]は、さまざまな種類のタスクにおける顔画像が互いにみえることの効果を時間・作業の質を尺度に分析し、タスクに適した顔画像の使い方を提案している。これらの実験において問題解決手法は自由とされており、手法の違いとメディア利用の効果との関連は検討されていない。しかし、Rasmussen [6]やRouse [7]が分析したように、故障診断にはいくつかの解決策があり、その方策に対応して種々のメディアの効果的な利用法が異なることが想定される。

これまで著者らもシミュレーションゲームを用いて遠隔故障診断における問題解決策の抽出・特徴分析を行ってきた。その結果、問題解決策の違いは故障診断の効率・確実に大きな影響を与えることが明らかになった[8,9]。これまでの検討は、音声メディア(電話)のみをコミュニケーション手段として用いている。しかし、映像通信が実際に利用可能になってきており、今後、保守などの現場でも利用されることが考えられる。映像メディアの特性を考慮し、効果的に使用するこ

とが大切である。

本報告では、遠隔協同故障診断において問題解決策の違いが映像メディア利用の効果に与える影響についてシミュレーション実験に基づいて分析した結果について報告する。

## 2. 音声メディアと音声+映像メディアとの比較実験

### 2.1 実験の概要

互いに別の部屋にいる2人の被験者に、故障診断シミュレーションゲームを協同して行わせた。このとき、ゲームの初心者と熟練者ともにペアを組ませ、初心者がゲームを操作し、熟練者は別室から電話で指示して故障診断することとした。こうしたネットワークを介した遠隔故障診断を模したシチュエーションにおいて、ゲームを操作する初心者だけに故障診断画面が見える場合と、別室の熟練者にもその画像が見える場合とを比較した。

映像の対象として、故障診断画面、お互いの顔や部屋の全景、熟練者のメモ書きなどが考えられる。本研究におけるタスクの目的は故障診断画面を用いた故障診断であるので、故障診断画面を共有できることが最も端的に効果が現れると予測できる。そこで、実験では映像の対象として故障診断画面を選択した。

どちらの被験者もメモをとることが許されており、音声と映像との使いわけは、被験者の自由に行わせた。

### 2.2 問題

現実の複雑なシステムを対象として故障診断実験を行うと、システム固有の特徴と一般則との区別をつけることが困難であること、また、実際に模擬故障を何度も起こしての実験は非現実的であることから、小規模のシミュレーションゲームを用いることにした。これまでの検討[8,9]で用いてきた故障診断シミュレーションゲームを、問題の複雑さを一定に保って使用した。

図1にXウィンドウシステム上に作成したシミュレーションゲームの故障診断画面を示す。4種類の図形がマトリクス状にならんだ箱から箱に落ちていき、最下段にいたるまでに図形の種類ごとに

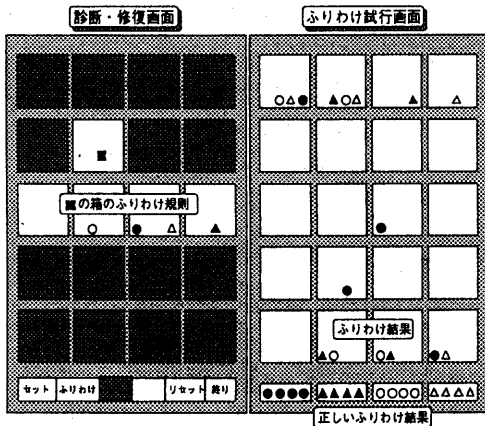


図1 故障診断シミュレーションゲーム

ふりわけられる。どの図形が次の段のどの箱に落ちるのが、ひとつひとつの箱ごとに定められており、それがうまく組み合わされた結果、図形種類ごとのふりわけが実現している。実験においては、ひとつの箱の規則を変更して、図形が整然とふりわけられないようにした。被験者は、故障箇所をみつけたし、ふりわけ規則を修正することが求められる。そのために、被験者は、各箱の規則を調べ、ひとつの箱の規則を変更すること、図形ふりわけを試行することが許されている。

オペレータはこの画面にむかってゲームを操作しており、映像メディア併用の故障診断の場合はディレクタにもこの画面がみえる。音声メディアのみの場合、ディレクタはこの画面がみえない状態でオペレータから状況聞き、指示を与え、故障診断を行わせる。

### 2.3 問題解決方策

先の検討において、被験者に自由に問題解決させた結果をプロトコル解析した。その結果、4つの問題解決方策を表1のように抽出し、以下に述べるようなそれらの特徴を見出した[8,9]。方策は探索の方向から2つに分類できる。ひとつは探索する方向が図形が流れていく方向、すなわちシステムの動作の流れにそった方向と一致している「前向き探索方策」、もうひとつは図形の流れと逆方向に遡って探索していく「後向き探索方策」である。後向き探索方策は、別の視点で以下のふたつにわけることができる。すべてのふりわけ規則を

しらべる「網羅の後向き探索方策」と、必要な探索のみを行う「選択の後向き探索方策」とである。これはRouse[7]による故障診断方策の分類に相当する。また、成功するまで修復操作を次々と試みる「試行錯誤方策」が抽出された。

「選択の後向き探索方策」は、熟練者が単独で用いたとき、最も効率よく短時間で問題解決することができる。不必要な探索を行わず、最適な後向き探索を行うためと考えられる。しかし、そのため、探索の必要性を判断した結果に基づく新たな探索目標(サブゴール)の設定回数が多くなり、また、サブゴールを実現する操作が数多く、考察が複雑になるため、協同時にはエラーが発生する頻度が高く、最も長時間を要することもある。

「選択の前向き探索方策」は、単独・協同いずれの場合も短時間で問題解決できる方策である。探索結果がそのまま次の探索場所を指し示しているため、不必要な探索がなく、サブゴールを実現する操作・考察が容易であるためと考えられる。ただし、操作手順が規則的でないため、エラーが発生する可能性がある。

「網羅の後向き探索方策」は、単独・協同いずれの場合も他の方策に比べて長時間を要するが、単独時と協同時との時間比が1に近く、音声コミュニケーションを介することの影響を被らない最も確実な問題解決方策である。これは、探索が規則的であるため操作手順が単調であり、エラーが生じにくいためと考えられる。

なお、「試行錯誤方策」は被験者の個人的特性や偶然に左右されることが多いので、今回の検討からは除外した。すなわち、本研究においては、「網羅の後向き探索方策」、「選択の後向き探索方策」、「選択の前向き探索方策」を用いたときの映像メディア利用の効果を検討する。

表1故障診断における問題解決方策

網羅の後向き探索方策	すべての結果から遡って、故障原因やその正しい設定を調べる
選択の後向き探索方策	故障や正常な結果から遡って、故障原因やその正しい設定を調べる
選択の前向き探索方策	システムの動作をトレースしながらひとつずつ機能をチェックし、故障原因やその正しい設定を調べる
試行錯誤方策	修復操作を試行錯誤する

## 2.4 実験方法

### 2.4.1 被験者

コンピュータを日常的に使用している成人16人を被験者とした。実験にさきだち、8人の被験者に故障診断シミュレーションゲームを練習させ、いずれの方策を用いても3～6分程度で問題解決できるエキスパートとした。この8人それぞれ(ディレクタとよぶ)と、ゲームの操作方法のみ練習させた初心者(オペレータとよぶ)とでペアを組ませ、計8ペアの被験者による実験を行った。

### 2.4.2 実験機器

実験機器の構成を図2に示す。実験室は2部屋にわかれており、一方の部屋に故障診断シミュレーションゲーム本体をおく。

ゲームの画面映像を他方の部屋のテレビモニタ画面に表示した。オペレータが相対している図1に示した故障診断画面がディレクタにも見える。すなわち、オペレータの操作するマウスカーソルの動きや操作の結果の画面表示がそのままディレクタに見えることになる。また、両部屋間で双方向の音声通信をハンドフリーに行えるように、2系統のマイク～イヤホンを設定した。

これらの音声・映像情報、ならびに被験者のメモ書きの様子をVTRに記録した。

### 2.4.3 実験手順

#### (1) 実験準備

実験にさきだち、両被験者に故障診断シミュ

レーションゲームの概要と実験前の練習の到達目標についてガイダンスを行い、ゲームの練習を行わせた。ディレクタにはさらに各問題解決方策を用いた故障診断練習を行わせ、どの方策を用いても3～6分で故障診断できることを確認して、練習を終了した。

#### (2) 実験時の指示

以下の3点を両被験者に指示した。

- ・ふたりで故障を直してください。
  - ・オペレータはディレクタの指示に従って操作してください。もしくは、ディレクタに相談してから操作してください。
  - ・ふたりとも自由にメモをとってかまいません。
- また、以下のように、ディレクタに指示した。
- ・解説は、極力行わないようにし、必要最低限としてください。

#### (3) 音声+映像メディアを使用した協同故障診断

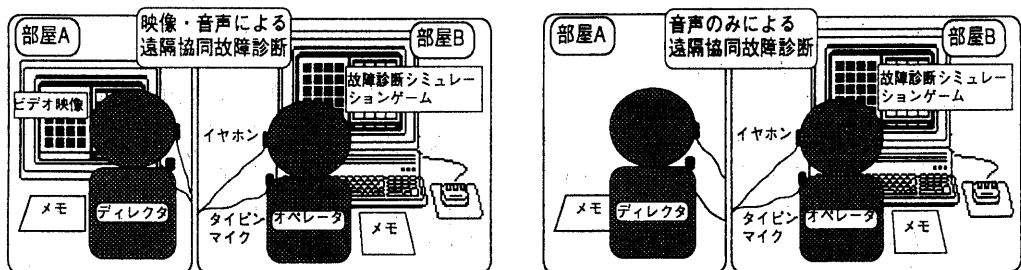
まず、音声+映像メディアを用いる場合について、1) 網羅的の後向き探索方策、2) 選択的後向き探索方策、3) 選択的前向き探索方策の順に1問ずつ協同故障診断を行った。

#### (4) 音声メディアのみを使用した協同故障診断

続いて、音声メディアのみ用いる場合について、同じ順に1問ずつ協同故障診断を行った。

## 2.5 実験結果

音声+映像メディアの場合、ならびに音声メディアのみの場合に、被験者ペアA～Hそれぞれ



(a)映像・音声を併用した遠隔協同故障診断

(b)音声のみを用いた遠隔協同故障診断

図2 実験で使用した機器構成

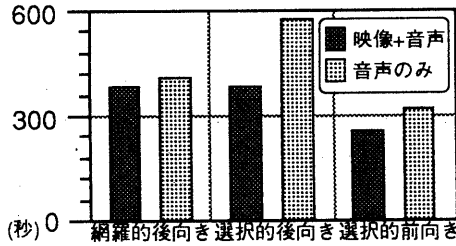


図3 メディア・方策ごとの問題解決平均時間(秒)

が必要とした問題解決時間の平均値を、方策ごとに図3に示す。また、音声+映像メディアの場合、ならびに音声メディアのみの場合に、被験者ペアA~Hそれぞれが必要とした機器操作(マウスを操作して図形ふりわけ規則を調べるなど)の数の平均値を、方策ごとに図4に示す。

### (1) 網羅的後向き探索方策

映像メディアを併用する場合の音声メディアのみを使用する場合に対する時間的効率、69~212%の変化を示していた。効率が向上しているのは8ペア中4ペアで、平均値においても6%の短縮にすぎなかった。また、機器操作数をみると、映像メディアの利用によって8ペア中6ペアで増加しており、最大で3.80倍、8ペアの平均で1.53倍の機器操作数を必要としている。

### (2) 選択的後向き探索方策

映像メディア併用によって、問題解決時間は45~94%(平均74%)の短縮を、機器操作数は16~95%(平均69%)の減少を示していた。問題解決時間・機器操作数ともに、減少の度合いが他の方策と比較して大きく、いずれの被験者ペアについても映像メディア利用によって効率があがっていた。

### (3) 選択的前向き探索方策

問題解決時間は67~97%(平均84%)の短縮を示し、すべてのペアの効率があがっていた。しかし、機器操作数の変化は84~121%(平均105%)の分布を示し、5ペアにおいて回数が増加していた。

## 3. 映像メディア利用の効果

音声メディアに加えて映像メディアを併用することがもたらす効果は、時間的効率や操作数の変

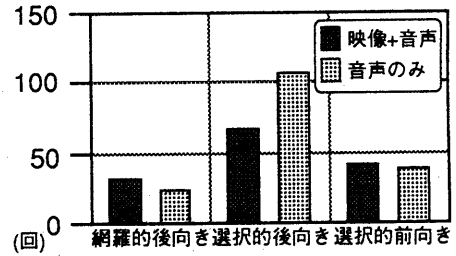


図4 メディア・方策ごとの機器操作数

化として現れており、問題解決方策の違いによって大きく異なっていた。選択的後向き探索方策では、映像併用によって効率が大幅にあがっている。選択的前向き探索方策では、効果はあるものの選択的後向き探索方策ほど大きくはない。網羅的後向き探索方策の場合は、効果は小さく、むしろ効率をさげる場合があると整理できる。

映像利用がこのような正負の効果をおよぼす理由を考察する。故障診断画面がダイレクタに見えることは、以下のふたつの意味があると考えられる。

- (1) オペレータから受け取るべき図形ふりわけ規則情報を、オペレータの発話に限らず、自分の視覚で得ることが可能になる。
- (2) オペレータの操作状況を、マウスカーソルを通じてリアルタイムで取得することが可能になる。

協同問題解決行動は、問題解決行動とコミュニケーションとに大別できる。映像を併用することは、コミュニケーションにおける会話の比重や位置づけ、さらにその内容に変化を与えていることが予想できる。また、コミュニケーションのとられかたの変化は、コミュニケーションの結果と問題解決行動との接点であるメモ記録のとられかたや所要時間にも影響を与えると思われる。協同問題解決行動のプロトコル解析を行い、会話・メモの変化について時間を尺度にした検討を加え、映像メディアの併用がもたらす効果における方策による差異を、上記ふたつの視点から分析した。分析には、網羅的後向き探索方策による問題解決の効率が映像併用によって改善している被験者ペアのうちから2ペアと、むしろ効率が悪化している被験者ペアのうちから2ペアの計4ペアによる実験の結果を用いた。

オペレータないしはダイレクタによる発話が

われていた時間、メモ書きが行われていた時間の平均値を図5~8に示す。図5は効率が改善した網羅的後向き探索方策について、図6は効率が悪化した網羅的後向き探索方策についてのそれぞれ2ペアの実験結果の平均値が示されている。図7は選択的後向き探索方策について、図8は選択的前向き探索方策について4ペアの実験結果の平均値が示されている。なお、図中のその他は、発話もメモも行っていなかった時間を表している。

### 3.1 映像によるふりわけ規則伝達の効果

オペレータの発話時間は、全ての場合に映像併用にともなって大きく減少している。これは、ディレクタが見ればわかる図形ふりわけ規則をオペレータはほとんど口に出さなくなるという全ての方策に共通に観察された傾向と合致している。これは、すなわち、図形ふりわけ規則情報の伝達に用いられるメディアが、音声メディアから映像メディアにおきかえられたことを示している。

この場合、故障診断画面が見えることによって、ディレクタはオペレータから図形ふりわけ規則を言葉で伝えてもらわなくても見ればわかる。しかし、不要な情報も含めてすべての情報が視覚的に提示されるという情報過多の状態になり、結果として情報量がある程度以上多くなるとメディアの使いわけに混乱を生じて煩さな行動がエラーを導き、所要時間が増大する可能性がある。

また、メディアの変更にとまない、コミュニケーション結果と問題解決行動との接点である

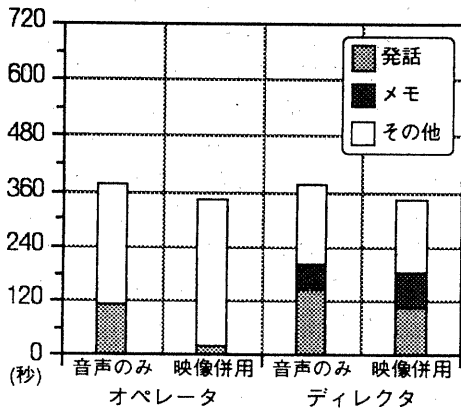


図5 協同問題解決行動のうちわけ (網羅的後向き探索方策(効率改善))

ディレクタのメモのとりかたは影響をうけていると予想できる。メモ書きという行動は視覚に依存しており、音声メディアを介した情報伝達は聴覚、映像メディアを介した情報伝達は視覚を用いている。視覚でうけた情報を視覚を用いてメモ書きすることは必然的に逐次処理となり、所要時間が増大する可能性を予想できる。

メモ書きの時間は、網羅的後向き探索方策において、映像を併用することによって増大する場合があった。問題解決時間が増大した実験においては、必ずメモ時間ものびており、発話時間の減少分を上回る増大を示している。これは、描き直しをおこなったり、描く速度が遅くなったりしたためと観察され、上記の予想を裏付けている。網羅的後向き探索方策は、冗長で不要な探索を含みながらも探索手順が規則的であるため、音声コミュニケーションによって協同作業するときもエラーがおこりにくく、確実な問題解決が可能になるという特徴をもっていた。しかし、伝達される規則情報の数が多く、そのメモの頻度が高い。そのため、映像を併用した場合、伝達とメモ書きとの逐次処理からくる所要時間の増大の度合いが大きくなったと考えられる。また、メモの記載ミスなどが増え、メモ時間、ひいては問題解決時間が増大する場合があったと考えられる。

一方、他の2方策においては、伝達情報数、メモ頻度がともに小さいため、伝達とメモ書きとの逐次処理からくる所要時間の増大はみられず、メモ書きの時間に顕著な変化は生じなかった。

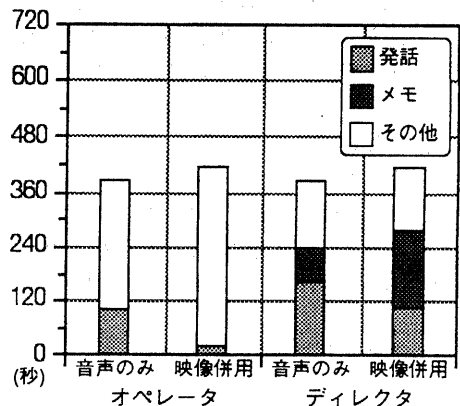


図6 協同問題解決行動のうちわけ (網羅的後向き探索方策(効率悪化))

### 3.2 映像によるオペレータ操作状況取得の効果

ディレクタの発話時間は、ほとんどの場合に映像併用にともなって減少している。ただし、その程度は方策によって異なっており、選択的後向き探索方策において特に顕著である。これは、操作指示を詳しく言葉で伝え、オペレータの操作を言葉で確認するのではなく、画面に表示されているマウスカーソルや図形ふりわけ規則からの相対的な位置を指示代名詞などを用いて伝えて指示を行い、言葉では確認を行わない傾向がみられたという観察結果と一致している。これは、映像情報によるリアルタイムのフィードバックを行うことができるため、ディレクタの発話時間が減少したことを示している。

選択的後向き探索方策は、探索が不規則で、また、探索に必要な情報の数が一定していない。熟練者がおこなうときには無駄のない効率的な探索が行われ、短時間で問題解決される。しかし、協同時には、音声のみの場合にはオペレータから伝えられる情報の不確かさを補うために、指示の分割や操作の繰り返しが増え、効率が悪くなるという特徴ももっていた。選択的後向き探索方策において映像利用の効果が顕著に現れているのは、方策や手順を言葉で伝えるのが難しいという難点を映像によって克服できることによると考えられる。オペレータの操作を見てリアルタイムでフィードバックをかけながら指示することが有効に働き、オペレータに正確な操作を行わせるだけでなく、場合によっては、言葉で指示して実行さ

せるのが容易ではない探索結果の確認と考察とを、オペレータに行わずに自分自身で行うことが可能になることも発話時間の減少に貢献していると考えられる。

一方、他の2方策は、方策の理解が比較的容易であるため、音声コミュニケーションのみの場合でもオペレータに的確な探索を行わせることが難しくない。そのためフィードバックが視覚で行われるようになってからもディレクタの発話時間に大きな差が生じなかったものと考えられる。

### 3.3 問題解決方策と映像メディア利用の効果

以上から、映像メディアを併用する場合に選択的後向き探索方策をとると、複雑な方策を確実に実施するために重要であるオペレータの操作状況の取得を、視覚によって効率的に効果的に行えるため、ディレクタの発話時間が顕著に減少することがわかる。

また、映像メディアを併用する場合に網羅的後向き探索方策をとると、伝達される規則情報の数が多く、そのメモの頻度が高いため、伝達とメモ書きとの逐次処理からメモ時間が増大する場合があります。結果的に映像メディア利用の効果は不安定なものとなることがわかる。

選択的前向き探索方策をとると、映像メディア利用の効果はディレクタ発話時間にもメモ時間にも現れていない。選択的前向き探索方策においては、探索がゲームの流れに沿って行われるため、直観的に容易に理解でき、単独で問題解決する場

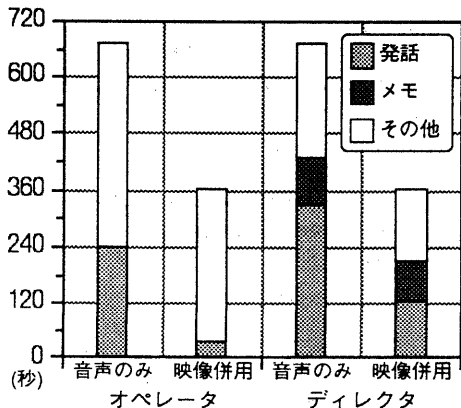


図7 協同問題解決行動のうちわけ  
(選択的後向き探索方策)

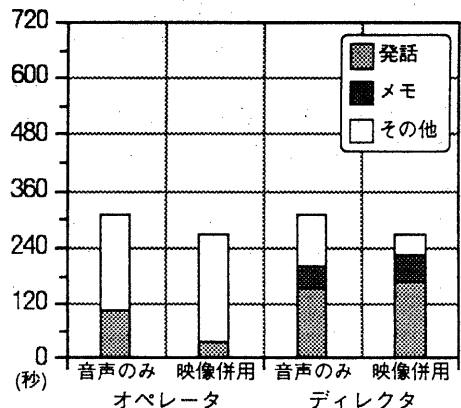


図8 協同問題解決行動のうちわけ  
(選択的前向き探索方策)

合にも、協同で音声メディアのみで通信する場合にも、ほぼ最適に近い手順で協同問題解決できる。そのため、映像メディアを付加した場合と音声のみの場合とで、会話内容におおきな違いは観察されなかった。音声による確認の省略や指示代名詞の使用によってある程度問題解決時間は短縮したが、機器操作数には改善がみられなかったと解釈できる。

各問題解決方策は、その特徴によって、メディアとの整合性や効果という点で互いに異なっていることがわかった。逆に、問題やタスクの種類、方策の違いによって、メディアの効果的な使い方は大きく変ると考えられる。マルチメディアを利用できる環境は、ひとつのメディアしか用いることのできない環境に比べて、タスクや対象、それを実現するための方策に、より適合したメディア(伝達・処理チャンネル)を選択できること、複数のメディアを用いることによって並列伝達・並列処理の可能性をもつこと、メディア間の相互フィードバックによるエラー回避・修復を行えることなどの特徴をもつと考えられる。これらに留意した設計によって、より効果的で効率的な協同作業を実現することが可能になると考えられる。

#### 4. まとめ

ディレクタの指示に基づきオペレータが機器操作する遠隔協同故障診断シミュレーションゲームにおいて、オペレータの機器操作画面映像をディレクタが共有することによる効果を問題解決方策との関連で分析した。映像メディアを併用することによって、ディレクタは(a)オペレータの操作状況、ならびに(b)探索結果情報を視覚で取得できる。そのため、(a)によって複雑な操作の指示が容易になり、ディレクタの発話時間が短縮される、(b)によってオペレータの発話時間が短縮される、の2点で効果がみられた。さらに、故障診断の探索方策によって、その効果が以下のように異なることが明らかになった。

(1) 単調で規則的な繰り返しによる探索方策は、伝達される規則情報の数が多く、そのメモの頻度が高い。そのため、映像を併用した場合、伝達とメモ書きとの逐次処理がまねく所要時間の増大の度

合が大きくなり、メモ時間、ひいては問題解決時間が増大する場合がある。

(2) 不規則で不確定要素の多い探索方策は、複雑な方策を確実に実施するためにオペレータの操作状況の取得が重要になる。映像を併用した場合、これが視覚によって効率的に効果的に行えるため、ディレクタの発話時間が顕著に減少する。

(3) 方策の理解が容易で最適な実施が可能な探索方策は、音声のみでほぼ最適な探索が可能であるため、映像メディア利用の効果が小さい。

今後は、まず、方策やメディアの選択順序をかえた実験を行い、結果の再現性を確認したい。また、コミュニケーションのとりかたとメディア、協同作業の進めかたとメディアの相関を調べていく予定である。

謝辞 実験にご協力いただいた被験者のみなさん、ならびに北海道大学 溝口 裕氏にお礼申し上げます。また、日頃討論いただく当研究所 小川克彦 研究グループ リーダに感謝いたします。

#### <参考文献>

- [1] Chapanis,A.(1976): Interactive human communication: some lessons learned from laboratory experiments, technical report of Johns Hopkins university.
- [2] Ochsman,R.B. & Chapanis,A.(1974): The effects of 10 communication modes on the behavior of teams during cooperative problem-solving, *Int.J.Man-Machine studies*, 6,579-619.
- [3] Weeks,G.D. & Chapanis,A (1976): Cooperative versus conflictive problem solving in three telecommunication modes, *Perceptual and motor skills*, 42, 879-917.
- [4] 小幡明彦, Fish, R. & Kraut,R. (1992): 遠隔での共同作業におけるマルチメディア通信の効果, *情報処理学会研究報告*, 92-GW-3-5.
- [5] 小幡明彦, 福永厚 (1993): 共同作業におけるビジュアルチャンネルの効果, *電子情報通信学会1993年春季全国大会*, 1, 441-442.
- [6] Rasmussen,J.(1986): information processing and human-machine interaction, Elsevier Science Publishing Company, Inc.
- [7] Rouse,W.B.(1978): Human Problem Solving Performance in a Fault Diagnosis Task, *IEEE Transactions of systems, man, and cybernetics*, 8(4), 258-271.
- [8] 前川督雄, 浜田 洋, 小川克彦(1992): 遠隔コミュニケーションをとる問題解決の方策とその特徴, *HumanInterface N&R*, vol7, 39-46, 計測自動制御学会ヒューマン・インタフェース部会.
- [9] 前川督雄, 浜田 洋(1993): 遠隔協同故障診断における音声コミュニケーションの特徴, *情報処理学会ヒューマンインタフェース研究会資料*, 46-2.