ータッチパネル装備の簡易プラント・シミュレーターによる実験ー

○岡田有策（慶應大）、河野龍太郎（東京電力）

Human Factors at system-control by touch operation

○Okada, Y. (Keio University), Kawano, R. (Tokyo Electric Power Company)

1. 序：本研究ではプラントの運転にタッチオペレーションを導入した場合の人的特性をシミュレーター実験を通して探り、タッチパネル導入時の設計に対するガイドラインの提案を目指す。

2. 実験対象・装置：以下に示すような供給される水を蒸気に変換するシステム（蒸気発生器と呼ぶ）と蒸気が供給される2つのシステムを制御対象とした。このシステムは架空ではあるが、現実のプラントの特性をデフォルメした形態であり、結果が現実とかけ離れないように考慮している。

被験者はこの3つのシステムを正常に保つよう各機器を制御する。通常バルブの開度等は自動制御されており、異常事象（マalfunクション）が起きない限り、手動介入する必要はない。そのため実験に際してはポンプトリップ、バルブの開・閉固着、制御器の異常等の異常事象を予め設定したシナリオに沿って起こさせ、手動介入の機会を与えるようにした。このマalfunクションの内容やその発生時期に関する情報は被験者には示されず、画面上のパラメータの監

視や警報により、異常の同定を行う。実験画面は上図のようなミミック表示とし（各パラメータの現在量も表示）、さらに操作したい機器が表示されている位置をタッチすれば右図のような操作部位が表示される。実験はシステムの特性および対応操作に熟練し

た4名の被験者によって1回240秒の実験を与えられた条件下で各40回行った。

3. キーボードとの比較実験：

主要パラメータの制御結果を設定値からの偏差で評価したところ、下図に示されるようにタッチオペレーションがキーボードに比較してはるかに優れていることがわかった。これはタッチパネルでは

- (1) 操作の際に表示から目が離れない
- (2) 機器の選択に関する手順が容易

という利点があるためであり、次図の対応操作の所要時間の比較からもその効果を伺うこ

とができる。
一方、タッチ
パネルでは操
作時の触感に
よるフィード
バックが薄く、
操作感に乏し
いという欠点

があるが、視覚的（立体的かつ色覚的に考慮した表示）、聴覚的（操作時に音をならす）、配慮、また確認機能の付加といった点を組み込むことにより、十分補えることがこの客観的結果だけでなく、主観的意見でも得られた。

4. 操作部位の表示位置についての実験

操作部位を選択した機器の周辺に表示した場合と、選択した機器に関わらず同じ位置に表示するようにした場合とを比較した。

ただし後者の場合、他の情報を隠べいしないよう表示位置を選定した。その結果、表示位置による制御結果の変化はほとんど見られなかったが、マルチアクションの種類やマルチアクションの複合的な発生の場合には、上図のような異常の同定に要する時間に違いが生じた。この原因を考えてみると機器周辺に表示した場合には、
・情報の隠べいのために異常の発見が遅れる。
・操作中周囲のバルブ等の状態がつかめない。
といった状況が起こる可能性があり、そのために随時ではないが、異常の同定が遅れるケースもでてきたと考えられる。当然、プラントの運転では、運転に支障を来さない範囲であればできる限りエラーの起こる要因を排除する必要がある。固定位置に表示した場合、選択した機器との対応が直接わかりにくい、という問題はあるが、これは選択した機器がどれかを表示する際に、色等で強調表示させ

れば問題ないことが、確認された。このように表示位置そのものより、表示される操作部位が他の情報を隠べいするか否かが重要であることが判る。従って、表示位置を固定する方式がより好ましいといえる。

5. 操作部位の大きさについての実験

小: 1つの操作ボタンの大きさが指の腹程度
中: 過去の単純入力実験において確認されて
る、正しく入力できる最小の大きさ。
大: 中よりも大きいもの。

(小: 10*10 中 15*15 大 20*20 単位 mm)

部位が小さいと、位置決めが難しいので、操作回数を少なく、細かな調整操作を避ける傾向がある。しかし、それは実験結果からもわかるよう

に、単純入力実験で推奨された最小の大きさより小さい場合(「中」))にのみ観察され、ここでいう「中」以上の大きさでは問題はない。逆に、大きくなりすぎると、操作自体が雑になる傾向も被験者によっては見られた。つまり、単純入力実験で得られた操作部位の大きさが、本実験のようなプラント制御でも望ましい大きさであることが確認された。

6. 結論: このように一般的な操作であれば、従来の操作機器よりタッチパネルは総合的な意味で好ましいことが確認され、またプラントの運転に導入する際に配慮すべきいくつかの以下に示すような基本的指針を得た。

- ・操作感の薄さを補うために、視覚的・聴覚的な配慮および確認機能が有効である。
- ・操作部位の表示はできる限りそのほかの情報を隠べいしないよう設計すべきである。
- ・操作部位の各ボタンの大きさは、単純入力実験で確認された正しく入力できる最小の大きさ(約225mm²)が望ましい。