

省スペースで多次元の操作を実現する小型入力デバイス ：TT ダイアルの提案

TT-Dial: A space saving multi-dimensional input device

徳永 達哉，鱗原 晴彦，佐藤大輔
株式会社 ノーバス

TOKUNAGA Tatsuya, UROKOHARA Haruhiko, SATO Daisuke
NOVAS Inc.

1. 背景

昨今の携帯電話やナビゲーションシステムなどでは、商品価値を高めるための高機能化や多機能化が著しい。また、これらの操作デバイスとしては、十字キーが主流となりつつあり、一部携帯電話などではジョグダイヤル方式も利用されている。

しかし、これらの機器の操作に関しては、表示情報の増大や操作メニュー階層の多層化により、かえって使いやすさが損なわれている例が見られる。

また、製品の開発に際して画面表示と操作デバイスが一体のものとして開発されないことに起因して、操作と表示との不整合が生じているものも散見される。

たとえば、図 1 ではジョグダイヤルの回転によって、画面上に配置された 6 つのアイコン間のフォーカス移動を行っている。しかし、ダイヤルを下方向に回転させるとフォーカスは右方向に移動するなど、操作方向と画面表示の関連性は合致していない。このように上下左右にフォーカスを移動する場合、十字キーなどのデバイスが適していると考えられる。

図 2 の例では縦方向にリスト表示された項目の上下方向のフォーカス移動を左右方向のシーソーキーで操作している。やはりこの例でも操作方向と画面表示の不整合が見られる。

これら多機能化の傾向は今後も続くと思われ、表示と操作の不整合などの問題は、重要な課題となっていくと考えられる。

2. 目的

本研究では、以下の 3 点の検討を目的として、新規の操作デバイスのプロトタイプ制作を行った。

図 1 ダイアルを下に回すことで右方向にフォーカスが移動する例

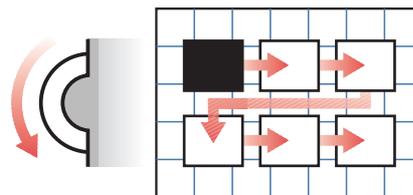


図 2 左右のキーを押下することで上下方向にフォーカスが移動する例

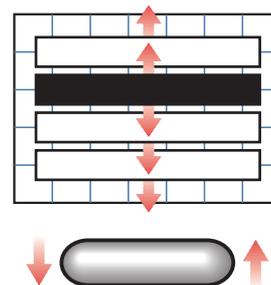
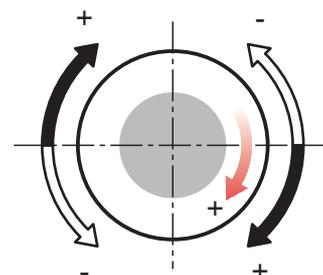


図 3 ダイアルにおける左右の反転



(1) 回転ダイヤル方式は図3に示すようにダイヤルの左右で回転の上下関係が反転してしまい、画面上の動きとの不一致が発生する問題がある。この操作部位の左右による上下概念の反転を防止する方式の検討。

(2) 画面表示を意識しながら操作デバイスの試作を行うことによる、整合の取れた操作性の検討。

(3) 自動車などのコンビネーションスイッチのような複雑な操作ではなく、シンプルな操作で複数の階層にまたがる項目に対する操作や、複数のパラメータの操作などの多次元情報操作を実現する新規デバイスの検討。

これらを解決することによって、カーナビゲーションシステムや携帯電話での利用に適した操作デバイスの可能性を示すこととする。

3. 現状のデバイスの特性と提案のポイント

3.1. 現状のデバイスの特性について

現状で一般的に使用されている操作デバイスとして、マウス、十字キー、ジョグダイヤル、タッチパネル等が挙げられる。これらのデバイスによる入力の特徴を図4に表現した。

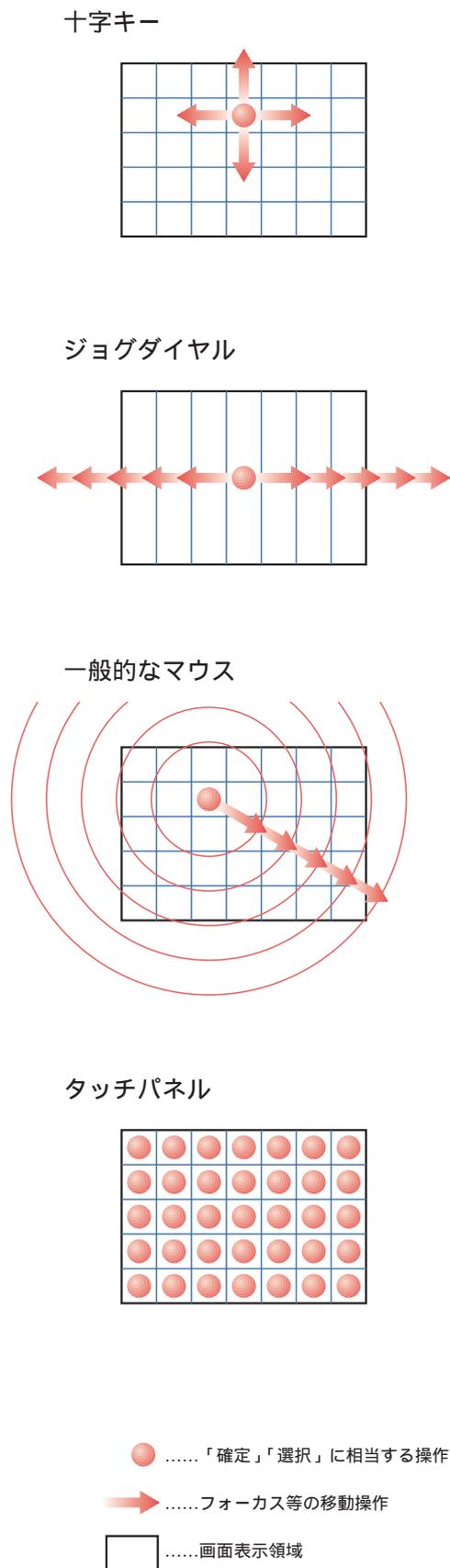
これらの中で最も汎用性が高いと考えられるマウスは、2次元空間上のベクトル、つまり「方向」と「移動量」を同時に入力できるデバイスである。

それに対して、十字キーでは「方向」、ジョグダイヤルでは「移動量」しか入力できない。しかし一方で、十字キーやジョグダイヤルは、ハードウェアの小型化の可能性が高く、机などのワークスペースを必要としない省スペース性を実現できるため、小型機器への使用には適していると言える。

具体的には、カーナビゲーションシステムの地図上のカーソル移動や、グリッド状に並べられた選択対象フォーカスの移動には、十字キー方式が有効と考えられる。一方、携帯電話における住所録など、大量の線形配置データに対するフォーカスの移動では、一度の操作(1操作単位、「押す」「回す」)により複数単位量の移動を任意に入力できるジョグダイヤル方式の方が優れていると考えられる。

タッチパネルは、画面上の項目に直接触れられるため直感的に操作できる。また、画面外にデバイスのための場所を必要としないなどのメリットがある。しかし、画面内に表示できない項目は直接操作できない、時間あたりに多くの操作量が望めない、などリスト形式のデータを扱う携帯端末等には適さない面も多いと考えられる。

図4 現状デバイスの入力操作の特徴



一方、マウスはWindowsシステム（マルチウインドウ）との整合性によって多次元の情報を操作可能にしている。

すなわち、任意のポイントを自在に選択できるというマウスの機能上の特徴を利用し、画面上に表示される複数のウインドウの中からアクティブにしたいものを選択することによって、異なるディレクトリ間のファイルを入れ換えるなどの操作を可能にしているのである。

つまりマウスを利用したパソコン等の操作性は「マウスによる入力」を活かせるように設計された画面表示システムの力を借りることによって、優れた操作性を実現していると考えられる。

3.2. 小型入力デバイスのデザインポイント

十字キーに対しての回転ダイヤル方式のメリットは1操作にて量的入力が可能なことである。

回転ダイヤル方式を用いると、1回の入力操作で十数件の項目から任意のものを選択できるため、携帯電話のメモリダイヤル(電話帳)など、数十~数百件の項目の中から任意の項目を選択する際には、直感的で高効率な入力操作が可能である。

このジョグダイヤルのフォーカス移動の優位性を活かしながら、十字キーと同様に2次元もしくはそれ以上の操作を可能としたデバイスがあれば、携帯端末等の小型機器の操作性が改善されると考えられる。

また、小型デバイス開発におけるデザインポイントとして、以下の要件に留意する。

(1) リスト形式データの選択に特化

携帯電話機やカーナビゲーションシステムなどの操作の際に重要度が高いと思われる、多数のデータリストからの項目の選択や、複数の階層構造を持つメニュー項目の選択などの操作シーンで有効なデバイスとする。

(2) 左右どちらの手でも変わらない操作性

右利き、左利きどちらのユーザーでも変わらない操作性を実現する。また、そのことによって機能が制約されるような事がないようにする。

(3) フォーカスの動きと指の動きとの整合

画面表示と操作デバイスの入力方向などを合致させることで、直感的な入力ができるように工夫をする。

(4) 手元を見ずに行う操作が容易

同一形状のボタンの羅列などではなく、使用者が自分の指のポジションを認識しやすい工夫をすることで、手元を見ずに容易に操作が行えるようにする。

(5) 指一本で全操作が可能

指一本での全体操作が容易になるように、操作デバイス側も単一の操作部品で効率的に操作できるようにする。

4. TT ダイヤルの提案

4.1. 提案するデバイスの構造と原理

今回新しい操作デバイスとして、TTダイヤルを提案する。このデバイスは、単一の円盤状回転ダイヤルでありながら、円盤面を2~4の操作領域に分割して操作することの特徴とする。内部は図5の様に複数の検出スイッチ類を重ねた構造となっている。

基本的な検出機能は下記の項目である。

- (1) ダイヤルのどこに触れているか
- (2) ダイヤルをどの方向にどれだけ回転したか
- (3) ダイヤルを回転軸方向に押込んだか

TTダイヤルは、この内の「触れる」と「回す」という単純な操作の組合せ、つまりダイヤルのどこに触れているかという領域検出と、ダイヤルの回転による+/-カウント数検出の2つの入力の組合わせにより、機器に操作コマンドを入力する。

例えばダイヤルの右方向への回転を+方向とし、ダイヤルの右領域を下方向に回転させると画面表示のフォーカスも下方向に動くようにする。従来のダイヤル式デバイスでは、この場合にダイヤルの左領域を下方向に回転させるとフォーカスは上方向に動いてしまい、操作方向と画面表示の不整合が発生する。

そこで、TTダイヤルでは、ダイヤルのどこに触れているかによる領域検出を行い、図6の様に左領域に触れて操作をしている際には、回転信号を反転させて出力することで、問題を解決する。

ユーザーの操作としては、ダイヤルの特定領域を回転させるだけなので、複数のキーを同時に押す「コンビネーションキー」と異なり、ユーザーは特に2つの入力を意識することなく操作できると考えられる。

このデバイスの特徴である2つの操作の組合せ、「触れる = Touch」と「回す = Turn」の頭文字をとって、TTダイヤルと命名した。

4.2. 提案するデバイスの特徴

(1) 右手、左手どちらでも変わらない操作性

左右対称な形状とすることにより、右利き、左利きどちらのユーザーでも変わらない操作性を実現する。

図 5 TT ダイアルの基本構造

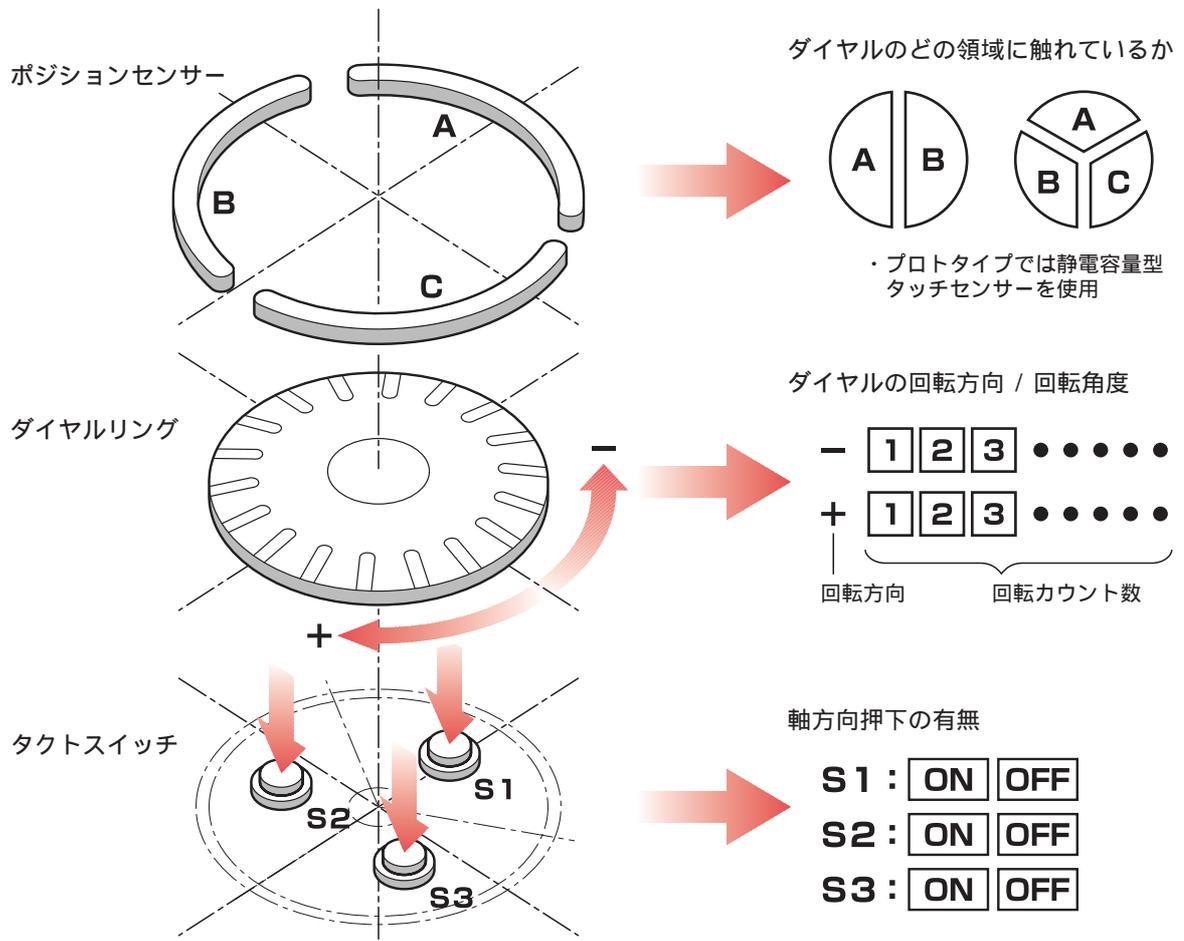
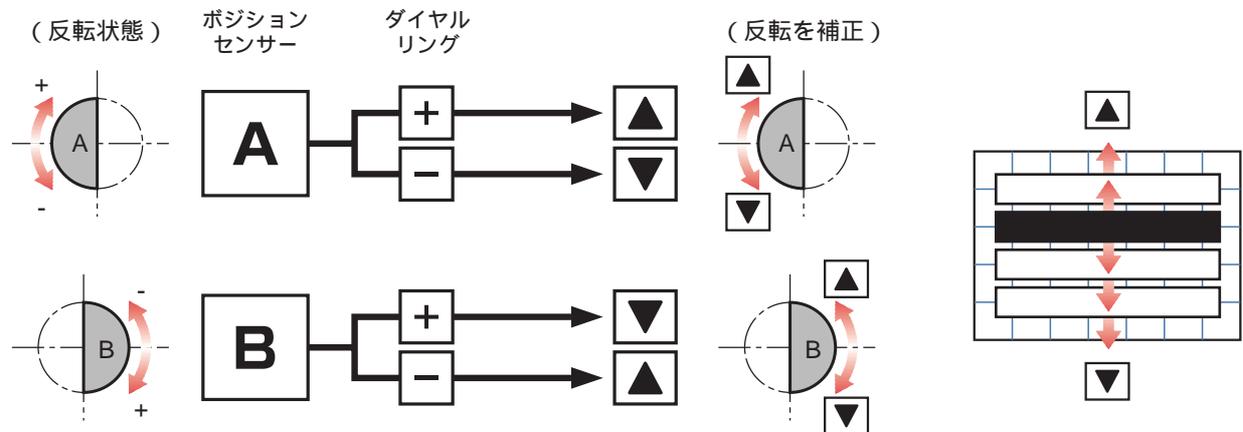


図 6 TT ダイアルのコマンド構造



A・B どちらの領域を操作しているかをセンサーにより判別することにより、+・- の信号を左右で反転させ、ダイアルの左右による回転方向とフォーカス表示移動の不一致を修正する。

(2) 「押す」操作を確実にできる

従来のジョグダイヤルにおける確定操作としては、半径方向の押し込みによるものが多く見られるが、回転操作と押し込み操作の方向が近いために、操作ミスを誘発しやすい。

本提案では押し込み操作の方向をダイヤルの回転軸方向と一致させることで、ダイヤルを回す(指の摩擦により円盤を回転させる)操作と、押下する(盤面を回転軸方向に押し込む)操作の明確な分離を実現する。また、ダイヤルの平面部を押下するため指の接する面積を大きくできることも、誤操作防止の利点と考える。

(3) 情報の一覧性を高めることが可能

複数の階層を同時操作できるため、情報の階層構造を少なくし、情報の一覧性を高めることが可能になる。

また、デバイス形状を画面表示と一致させることで、各情報を直感的に操作できるようにする。

(4) 単一の操作部品

単一の操作部品で複数の階層情報を効率的に操作できる。これにより、機器の部品点数削減が可能になる。また、指先の感触で認識しやすいと思われる円盤形状なので、手元を見ずに行う操作が容易に実現できる。

(5) その他の特徴

携帯端末やリモコンなど省スペース性が重要な製品への適用が可能。

Windows のエクスプローラなどへの応用では現状のマウスよりも適正が高くなる可能性がある。

4.3. モックアップの制作と試用

前項の考察をもとに、シミュレータとして実操作可能なプロトタイプを作成した。加えて、各種の操作シーンを想定したアプリケーションを作成、実際の操作性を検討した。作成したアプリケーションはメモリダイヤルの検索とテキスト(50音)の入力である。

図7はグループ検索への応用例である。最上段にグループ名を表示し、3分割したTTダイヤルの上部領域(T)で切り替え操作を行う。2段目以下の表示は検索対象のリストで、TTダイヤルの左右領域(L/R)でフォーカス移動操作を行う。

図8はテキスト入力への応用例である。TTダイヤルの上部領域(T)で50音表の子音を切り替え、左右領域(L/R)でその母音を切り替えることでテキストを入力する。

これらのアプリケーションに対して、作成者および開発関係者が実際に操作・検討を行った結果、以下のことが確認できた。

(1) 右手、左手によるダイヤル上下方向操作と画面表示の整合がとれることが確認できた。どちらの手で使用しても操作性に差が無いことが確認できた。

(2) 「押す」操作の確実性が確認された。従来のジョグダイヤルでは選択確定のためにダイヤルを半径方向に押し込む操作が必要だが、指かかりが不安定なため意図せずフォーカスを移動させてしまうことがあった。平面部に嵌込まれたTTダイヤ

図7 メモリダイヤル(電話帳)の検索

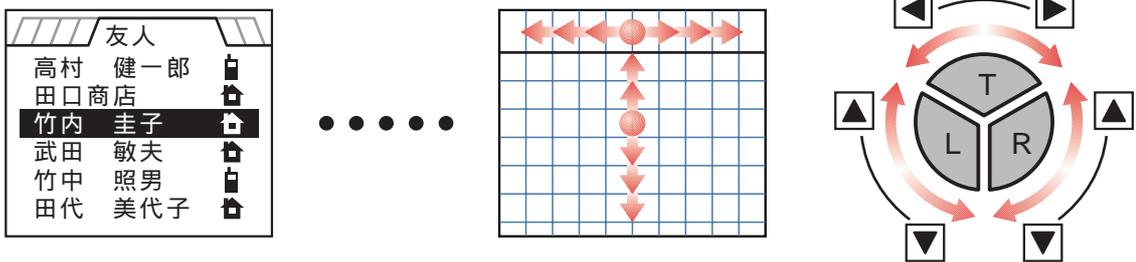


図8 テキスト(50音)の入力

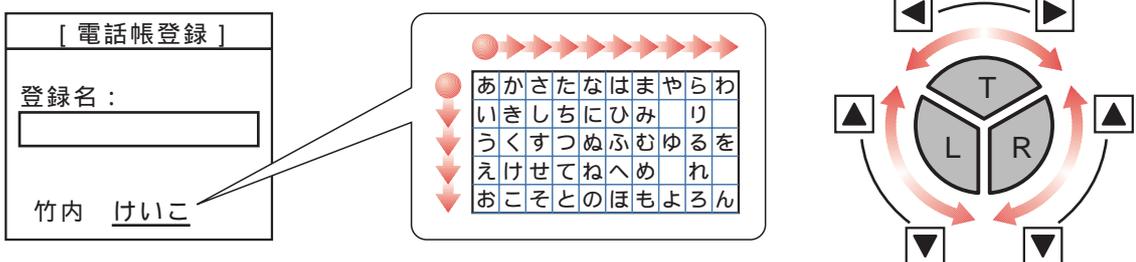


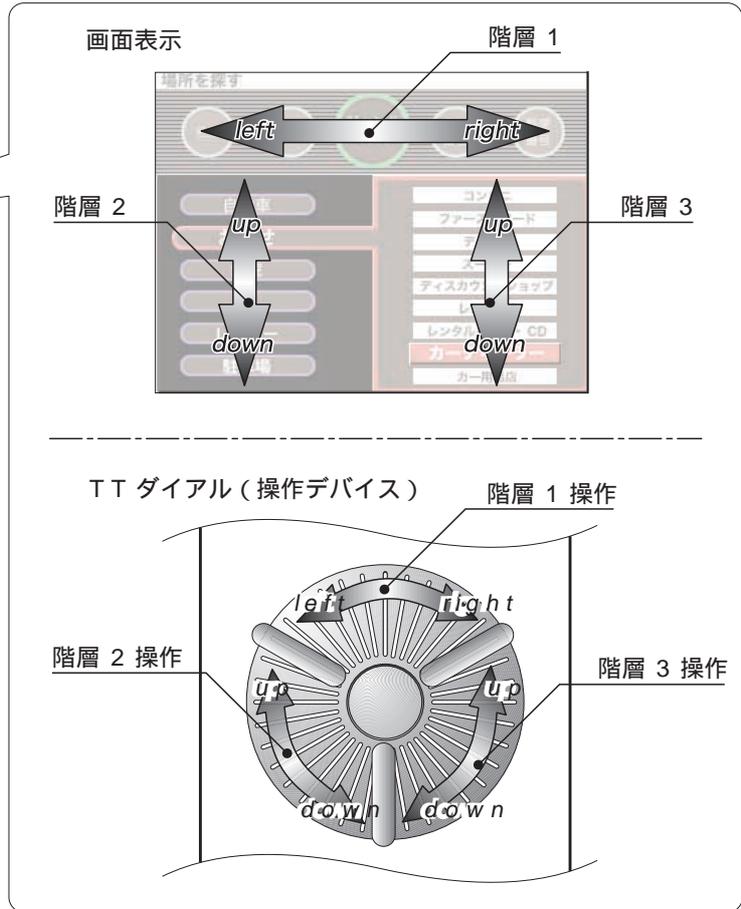
図 9 画面表示と操作デバイス的一致



表示画面を3分割し、そこに3階層分の情報を一覧できるように表示する。

TTダイアル側も画面表示対応した形で3つの領域に分割し、それぞれを画面表示の3階層表示項目に対応させる。

上位の選択項目を変えると、下位の項目も連動して入れ替わるようにすることで直感的な操作性と、操作の高率化が図れる。



ルでは押し込み操作と回転操作の確実な分離が達成されていると感じられた。

(3) 各種の操作シーンを想定したアプリケーションを作成、実際の操作性を検討してみた。この結果、携帯端末の代表的な操作であるメモリダイヤル(電話帳)検索やテキスト入力にも使用することが可能であり、携帯端末等の基本的な操作の全てを単一のデバイスで実現できる可能性を確認できた。

4.4. 階層表示とデバイスが一致した概念

第1プロトタイプの実験評価から、TTダイアルの特徴を更に引出す操作シミュレーションの検討を行った。

回転ダイヤルを2~4分割してその各々の領域に異なる操作を割り当てることができるTTダイアルの特徴を活かす例として、ダイヤル領域を3分割したデバイスと操作画面のイメージの対応付けを高めるアイデアを図9に示す。ここでは、操作モード・メニューカテゴリー・詳細メニューの3階層構造の仮想モデルに対するシミュレータを作成してみた。

実際に操作してみた結果として、デバイスの領域分割、操作方向と画面の分割、項目配置を完全に一致させる操作システムを単一のデバイスで実現できる可能性を確認できた。

5. まとめ

- (1) 多次元階層情報を指一本で操作できるプロトタイプを提示できた。今後この技術を携帯端末やカーナビゲーションシステム等に実際に組み込み現実に則した評価を行っていく予定である。
- (2) TTダイアルのデバイス面積あたりの操作機能の多さを活かすことによる携帯端末などの小型機器への実装の可能性を確認できた。
- (3) 階層構造を有する情報を操作する機器においては、画面設計と操作デバイスの開発とを同時進行し、両者の整合を考慮、検討することの必要性を再認識した。
- (4) 今後の課題として画面表示と操作デバイスの整合による操作性の有効性を計測表示することを考えている。開発者以外の被験者による操作を観察計測し、操作効率やタスク達成度を定量的データとして確認、実証していきたい。