

# 人々のコミュニケーションを活性化する 空間UI技術

## Creative Digital Spaces Technology Encourages Inspired Human Communication

● 岡林桂樹 ● 宇山政志 ● 由良淳一 ● 武 理一郎

### あらまし

部屋全体、廊下全体がディスプレイやタッチパネルの機能を持ち、そこに自分の端末の画面を映し出し、ほかの人と容易に情報交換できることで、端末画面にとらわれないコミュニケーションを実現するというコンセプトを実現した技術が「空間UI」である。この技術は、人々をパソコンやスマート端末などの狭い画面から解放し、壁や机などの広い共有の空間での仮想的なウィンドウシステムを実現でき、簡単な操作で情報の表示や共有を可能とする。例えば、ワークショップに参加した人のスマート端末と会場にある表示機器が連携し、スマート端末の画面を壁や机に大きく映すことが可能である。ウィンドウシステム上の操作は逐次スマート端末に伝えられ、スマート端末間の情報交換が直感的な操作で簡単に実現可能である。

本稿では、この空間UI技術について、コンセプト、試作したシステムの概要、および今後の展開について解説する。

### Abstract

The new technology “Creative Digital Spaces Technology” is based on the idea of a room in which all surfaces are equipped with display/touch-panel functionality, and people in this space can project the data stored in their personal devices onto these displays to share information with other people in the same room. This will facilitate communication without the restriction of device screens. This technology liberates people from the boundary of the small screens of PCs and smart devices, and realizes a virtual window system over a large shared area on desks and walls in the room, making it easy to display and share information with simple operations. For example, a workshop participant may connect his/her smart device to the display system installed in the room to project the device screen onto a wall or a table-top in a larger format. Operations in the space are instantly conveyed to the devices, and it is possible to intuitively exchange information between multiple devices. This paper explains the Creative Digital Spaces Technology in terms of its concept, outlines the pilot system, and describes the future development.

## まえがき

近年、モバイル機器が発展を遂げ、モバイルネットワークも高速化している。またそれに伴って、クラウドサービスも普及してきた。富士通では、これまでにモバイルの利点を生かしたサービスを容易に構築できるプレイスサービス基盤を開発<sup>(1)</sup>している。しかし、画面が小さい端末を使った個人に対するサービスであり、複数の人で情報共有するシーンでは活用が難しかった。そこで、壁やテーブルに参加者が持ち込んだモバイル端末の資料を表示して情報提供を容易にするユーザーインターフェース（UI）技術である「空間UI」を開発した（図-1）。

本稿では、空間UIのコンセプトとシステム構成、および試作したシステムと実証の状況について解説する。

## 人同士のコミュニケーションにおける課題

ノートPCやタブレットなどのモバイル機器の発展により、会議中にパソコンでメモを取ったり、パソコンに映した資料を見ながら話を聞いたりする機会が増えた。その結果、せっかく同じ場所に集まっても、常に端末の画面を見ながら、画面越しに会話をするという状況になっていないだろうか。人同士のコミュニケーションは、相手の目を見て、話す相手の表情から理解度を読み取るなど、ノンバーバルなコミュニケーションが重要な役割を果たす。昨今のモバイル端末の発展は、従来できていたコミュニケーションを阻害している。しかし、モバイル端末を使って最新のデータ



図-1 空間UI

を参照したり、その場で議事録を作って共有したりするなど有用な面も多い。このように、モバイル端末を有効に使いながらも、人同士のコミュニケーションを阻害しない仕組みを作ることが課題であると考えた。

## コンセプト

筆者らはこの課題を解決するために、以下のコンセプトを持つ空間UI技術の研究開発を進めている。

### (1) ルームスケールUI

複数人（数人から数十人）でデータを共有できるサイズの表示手段と操作手段を提供し、それらを部屋のどこでも利用できるようにする。ICTを利用することで、こうした人々のコミュニケーションを支援・促進することを可能とする。

### (2) パーソナルとパブリックの両立

各人のノートPCやスマートデバイスに格納してあるデータやアプリを情報共有の場に持ち込めるようにすることで、電子白板とは異なり、パーソナルな情報をやり取りしたり、共有したりすることを可能とする。

### (3) コネクティビティ

その場に閉じた情報の流通や共有だけでなく、地理的に離れた複数の地点を結んで連携させたり、クラウドサービスをつないだりできる、接続性の高い場を実現する。

### (4) 行動データの活用

空間UIを通じて行われるインタラクションの記録は、その場で行われた活動の記録として有用である。このデータによって、過去の状況の再現・分析や、その分析に基づいた現場のコミュニケーションの促進を実現する。

## プロトタイプシステム

前章で述べたコンセプトを実証するために構築したプロトタイプシステムについて説明する。

### ● システム構成

プロトタイプシステムの構成を図-2に示す。プロジェクターへの出力と壁や机からの入力イベントを制御するユニットPCを複数台用意し、ベースPCがそれらを管理する。利用者が持ち込むスマートフォンやノートPCなどの端末は、無線LANアク

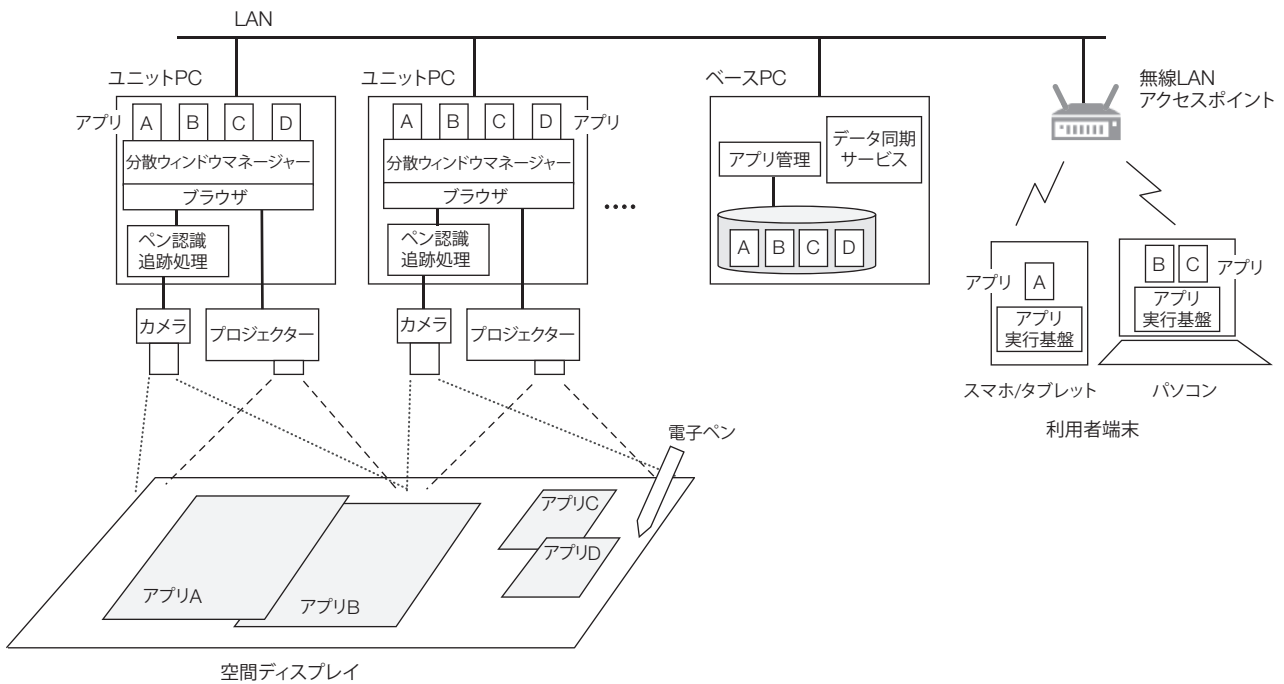


図-2 システムアーキテクチャーと構成

セスポイントを介して空間UIシステム上の指定した場所に自分の端末の画面（アプリ）を表示できる。ベースPCは、これらの端末群も管理する。

それぞれのユニットPCは1組のプロジェクターとカメラが部屋の一部分の入出力を担当する。各領域はベースPC上で仮想化され、一つの大きなデスクトップを構成する。

ユーザー端末のアプリ（図-2中のA, B, C, D）は、各端末がベースPCにチェックインするとベースPCから送信される。この配信されたアプリを使うと、空間UIシステムが管理している壁や机にどこでも自分のアプリの画面を表示できる。ベースPCと各ユニットPCは連携して利用者が指示した物理的な位置を仮想空間上の座標に変換し、端末上のアプリの画面を仮想空間上に貼り付ける。仮想空間上のウィンドウ群は、各ユニットPC上の分散ウィンドウマネージャーによって物理空間にレンダリングされる。このようにして、端末と壁や机との連携を実現した。

空間UIで使うアプリは、端末のOSに依存しないWebアプリとした。したがって、レンダリングエンジンは各ユニットPCのブラウザに搭載されたものを活用する構成とした。

### ● ファイルシステムとカードサービス

空間UIでは、手書き文字やテキスト、画像、オフィス文書など、様々な形式のファイルをWebアプリで一元的に扱う必要がある。そのため、カードサービスと呼ばれるファイルシステムを提供している。本システムでは、利用者が直感的に操作できるように、ファイルを付箋の形をしたカードとして表示する。利用者は、興味のあるカードを自分の周りに集める、あるいは他人に知らせたいカードを投げて渡すことができる。また集めたカードをグルーピングして一つのカードにまとめる、まとめたカードをバラバラにするなど、ワークショップなどでの思考の収束・発散における情報整理に活用できる。

カードの表示方式を図-3に示す。アイコン表示、スライド表示、一覧表示の三つの方式を提供しており、通常はファイルのサムネイル画像を付箋のように見せるアイコン表示で移動操作を行う。アイコン表示状態のカードを選択するとスライド表示となり、ファイル内容を閲覧する、アノテーションを書き込むなどのファイル操作を行える。またスライド表示状態で一覧ボタンを選択すると一覧表示となり、全体を俯瞰できる。

端末に保存されているPDFやオフィス文書は、

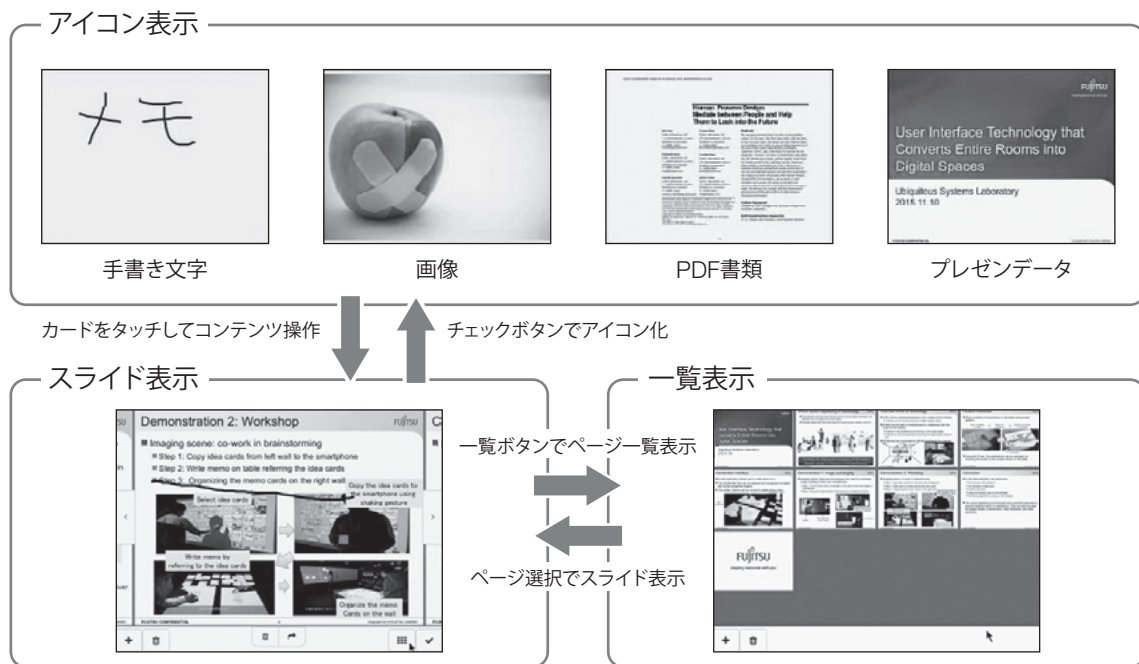


図-3 カードの機能と表示

ファイル連携用のアプリを通じて、空間UI上にカードとして出現させることができる。また、空間UIシステム上で作成したカードは、同様にファイル連携用のアプリを通して端末内に保存可能である。

空間UI上のWebアプリは、カードサービスが提供するAPIを利用することで、カードをアプリに取り込む、あるいはアプリ内のデータをカードとして書き出せる。例えば、手書き文字認識機能を持つノートアプリで作成したテキストを、カードとして書き出しWeb検索できるなど、アプリ単体向けのファイル管理機能だけでなく、複数のWebアプリ間でデータ連携する機能も実現している。

● ペン入力とジェスチャインターフェース

壁や机に書き込み、表示した資料を動かしたりする際の入力方式として何が最適であるかを検討した。

近年、タッチパネルディスプレイが大型化していることから、壁に関してはタッチパネルを使った指での操作が良さそうである。しかし、机の場合は集う人々が手をついたり、ノートなどの物を置いたり動かしたりすることで誤動作が発生するため、電子ペンによる入力が良いと考えた。この電子ペンによる入力は、ペンを持つ人しか入力できないため、誰が入力しようとしているかほかの

人が目視で容易に確認可能である。これは人同士のコミュニケーションでは非常に重要である。

以上のように、電子ペンによる入力を中心としたが、入力は仮想化されウィンドウシステムに入力されるため、入力デバイスに依存しない。したがってペン以外の入力デバイスも利用可能である。電子ペンは赤外光を使ったものが市販されており、その赤外光をカメラで追跡することによってこの入力方式を実現した。

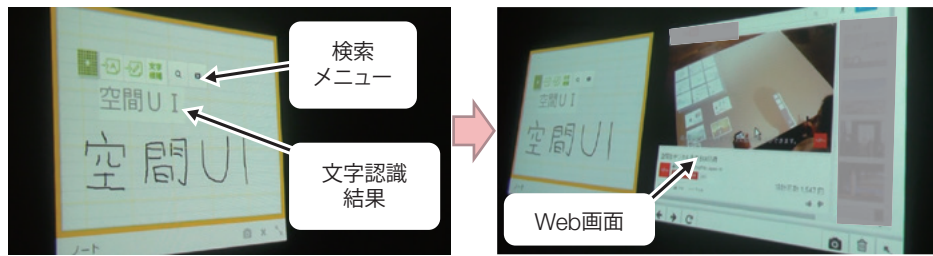
このペンを使った入力にマッチするUIとして、ジェスチャ入力も用意した。壁や机の上にペンで図形を描くと空間UIの機能の呼び出しができる。例えば、“□”を描くと端末との連携ができ、“△”を描くとその場所に新しいカードが1枚表示される。これにより、ユーザーは思いついたときに、その場で素早くアイデアをカードに書き留めることが可能である。現在は、この二つのジェスチャだけであるが、今後拡張する予定である。

● 手書き検索インターフェース

空間UIでは、その場で必要になった情報を、共同作業を止めることなく、瞬時に検索して共有できる手書き検索インターフェースを提供している。

例えば図-4 (a) のように、ペンで書いた文字に対して手書き文字認識を行い、認識結果をキーワー





(a) 手書き文字を認識してWeb情報を検索



(b) 検索結果のスナップショットをカード化する

図-4 手書き文字によるWeb検索

ドとしてWeb検索し、結果を壁や机に表示する。また図-4 (b) のように、Web画面の一部を切り取り、カード化できる。あらかじめ用意した資料にWebからの情報を加えて、議論を発展させることができる。

また手書き検索は、口頭では伝えにくい事象について、画像や動画で視覚的に情報を共有する上でも有効である。図-4の例では、「空間UI」というキーワードについて、動画を検索して視聴している。

● 壁と端末と連動する模造紙アプリ

空間は共同作業の場であるとともに、そこで行われた作業や意思決定の経緯を記録するための記憶庫としても機能する。従来の共同作業においても、付箋紙を貼った模造紙を部屋の壁一面に掲示して、プロジェクトの記録として継続的に活用する場合がある<sup>(2), (3)</sup>

「模造紙アプリ」は、紙の模造紙の代わりに付箋の形をしたカードを自由に配置して、ペンで操作できるアプリである。模造紙アプリは、壁や机の上に表示した画面と、個人の端末上に表示した画面を同期できるところに特色がある(図-5)。

紙の模造紙の場合は、会議室の使用時間が終了するたびに壁から剥がし、再開するときに貼り直すといった手間が発生する。模造紙アプリの場合

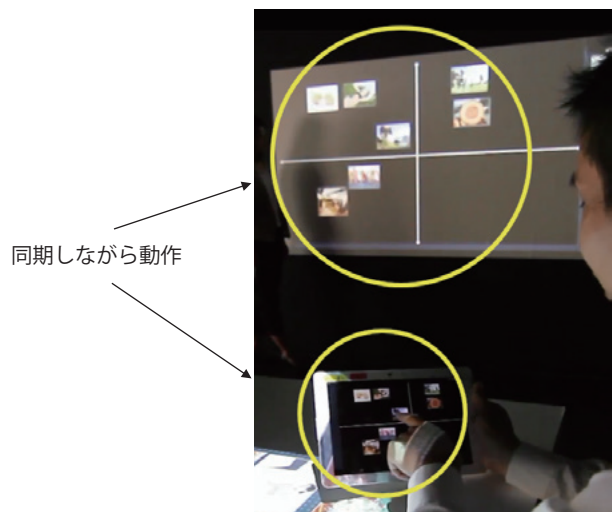


図-5 端末と連動する模造紙アプリ

は、会議の途中結果を端末に保存して持ち帰ることができる。次回の会議の際には、端末に保存したデータを簡単な操作で壁や机に再現できる。

更に模造紙アプリには、アプリ全体のスナップショットをカード化する機能が用意されており、議論の経過を画像として逐次保存し、蓄積できる。

● 運用とセキュリティ

空間UIシステムを安心して利用するためには、簡単な運用方式の提供とセキュリティの確保が必

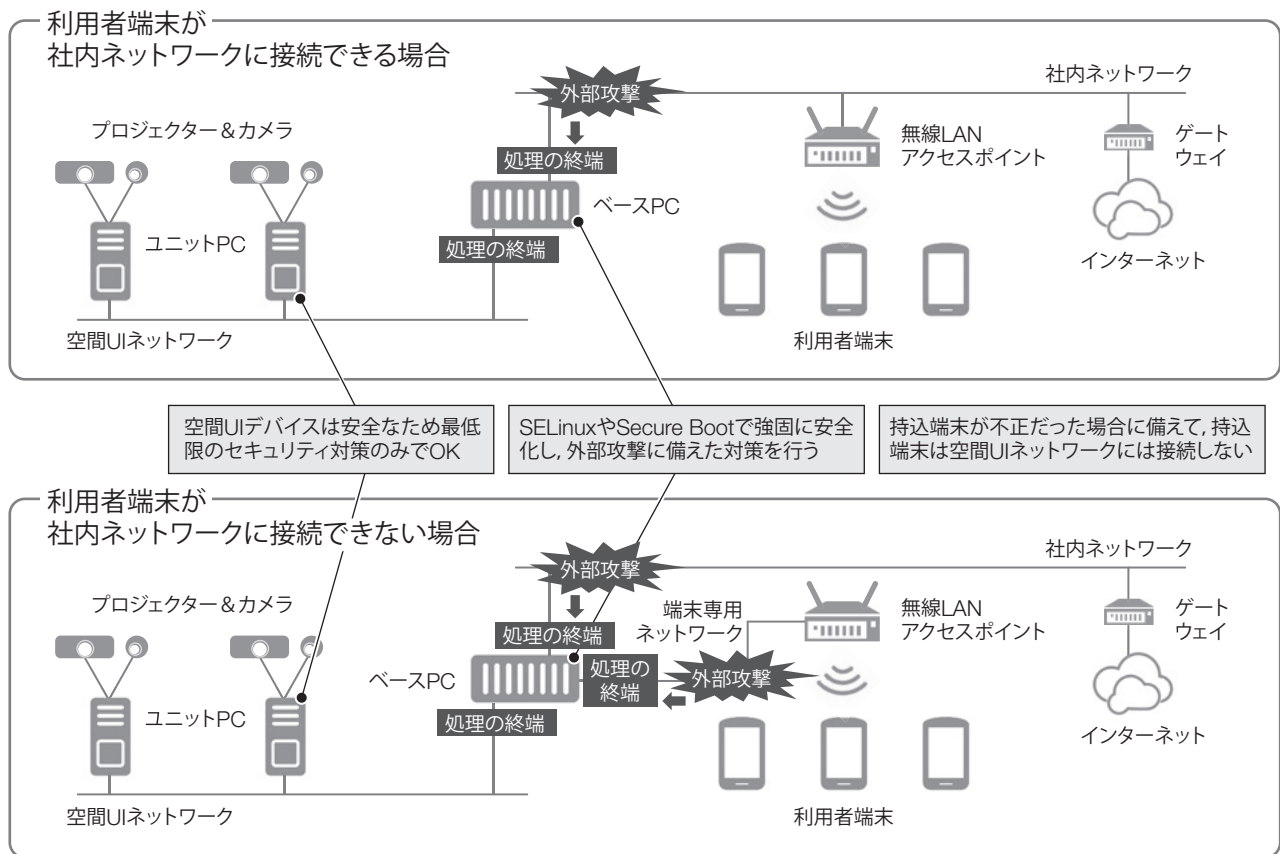


図-6 ネットワーク構成とセキュリティ

要である。

ベースPCでは、メンテナンス効率を考慮してコンテナ型仮想化 (Docker) によるサービス管理を行っている。サーバアプリを一括してインストールできるため導入の手間を軽減でき、運用後のアップデートもサービスごとに行えるため運用コストも低減できる。ベースPCの起動・終了によって、全ユニットPCの電源のON/OFFを自動的に行う一斉起動終了機能、特定のUSBメモリをベースPCに挿入するだけでサービスのログを自動的に取得するログ簡単取得機能、および接続中の利用者端末の状態を空間UIディスプレイ上に表示する端末状態表示機能を提供し、現場での運用を効率化している。

空間UIでは、Web検索など外部ネットワークへの接続が必要となる。その場合、外部攻撃耐性が比較的低いユニットPCは、ベースPCを介して独立したローカルネットワーク内に置き、外部ネットワークへの通信はベースPCがアプリケーションレ

ベルで中継することで、外部からの直接攻撃を防御する (図-6)。一方、利用者の持ち込む端末のセキュリティについても対応している。社内ネットワークに端末を接続できる場合には、社内ネットワークをベースPCに接続し、社内ネットワーク経由で端末とベースPCを通信させる。また、利用者端末を社内ネットワークに接続できない場合には、ベースPCから専用のネットワークで接続した無線LANアクセスポイントを経由して端末をアクセスさせる。いずれの方法でも、利用者端末は外部に直接接続しないため、空間UIの安全性を確保できる。

**む す び**

現在、開発したプロトタイプシステムを、HAB-YU Platform<sup>(4)</sup>に設置し、そこで開催されているワークショップをデジタル化して効果の実証を試みている。<sup>(5)</sup>

これまでのワークショップでは、紙の付箋や模

造紙、ホワイトボードへの書き込み、紙の資料やカードなど、紙媒体を使って運用していた。開発した空間UIを使った実験では、この紙媒体を電子的な付箋や模造紙を使ってデジタル化する。将来的には、空間UIを使ってデジタル化したアイデアを人工知能（AI）で分析することで、新たな発見が可能になると考えている。

以上説明したように、壁や机を大きく使って情報を共有し、空間に集う人々のコミュニケーションを活性化する空間UI技術を開発した。この技術は、オフィスにおける会議シーンだけでなく、教育やショールームでの接客、カウンター業務などにも応用可能であり、今後は様々なシーンでの実証を進めていく予定である。特に教育現場では、近年取り組まれているアクティブラーニングの実施におけるICTの活用において有効な手段になり得ると考えており、今後力を入れていく予定である。

#### 参考文献

- (1) 松本達郎ほか：特定の場所での端末・機器間の情報交換サービスを迅速に構築できるプレイスサービス基盤. FUJITSU, Vol.66, No.5, p.82-87 (2015).  
<http://img.jp.fujitsu.com/downloads/jp/jmag/vol66-5/paper11.pdf>
- (2) K. Holtzblatt et al. : Making Customer-Centered Design Work for Teams. Communications of the ACM, Vol.36, No.10, p.92-103 (October 1993).
- (3) I. Young : メンタルモデル ユーザーへの共感から生まれるUXデザイン戦略. 田村 大 監訳, 丸善出版, 2014.
- (4) HAB-YU platform.  
<http://hab-yu.tokyo/>
- (5) 富士通研究所, 富士通デザイン, 富士通ソーシャルサイエンスラボラトリ : 部屋全体をまるごとデジタル化するUI技術を開発し、ICTによる共創支援の実証実験を開始.  
<http://pr.fujitsu.com/jp/news/2015/07/27.html>

#### 著者紹介



**岡林桂樹** (おかばやし けいじゅ)

フロントテクノロジー研究所  
インタラクションテクノロジープロジェクト  
ヒューマンインタラクションの研究およびロボット技術の応用研究に従事。



**宇山政志** (うやま まさし)

フロントテクノロジー研究所  
インタラクションテクノロジープロジェクト  
ユーザーインターフェースの研究および手書き文字認識の研究に従事。



**由良淳一** (ゆら じゅんいち)

IoTシステム研究所  
IoTサービスプラットフォームプロジェクト  
ユビキタスコンピューティングおよびフロントサービスミドルウェアの研究に従事。



**武 理一郎** (たけ りいちろう)

IoTシステム研究所  
ヒューマンセントリックコンピューティング全般の研究開発と事業化に従事。