

自由部門：20033

す

く

え

あ

対象者：
新しい風を感じたい人

SCREEN feels AIR.

風を感じるコンピュータ

地球上に生物が生まれるずっと前、地球が大気に覆われた遥か太古から吹いていたであろう「風」

人類は「風」を利用し、文明を築き上げてきました。

帆で風を受け大陸を渡り、風車を動力に農耕を行い、風の脅威に抗い建築技術を培います。

やがて、「風」を利用し、文化の花を咲かせるようになります。

吹き抜ける風に乗り空の冒険を楽しみ、巧みに息を操り美しい音楽を奏でる—

扇風機、航空機、風力発電の発明……

そんな人類にかかせない存在である「風」のデジタルな利用はどうでしょうか？

息をはじめ、団扇・スプレーなどで簡単に起こせる「風」ですが、意外にもコンピュータへの利用は進んでいません。

コンピュータに「風」を情報として入力するインターフェイスの実現によって、新しい「風」の利用の可能性が見えてくるのではないのでしょうか。

そこで私たちは、ICTを駆使して

「風」を入力に様々な「風」の表情を感じさせるシステム **すくえお** を提案します。

すくえあ システム概要

「すくえあ」はスクリーンに向かって息などの実際の風を送ることで、コンピュータとのインタラクションを楽しむエンターテインメントツールです。

すくえあ の特徴

2次元の風圧分布の計測

息や扇子、スプレー等で発生した風圧分布を格子状に配置したセンサが検出します。複数個所に同時に吹き付けられる風も検出でき、多人数の入力に対応します。

メッシュスクリーンへの投影

風を吹き込んだ位置とその影響を受ける映像を一致させるように投影することで映像との一体感を演出します。

リアルタイム気流シミュレーション

検知した風を入力に、仮想空間内での気流をシミュレーションし、様々なアプリケーションに活用します。

タブレットによる入力補助

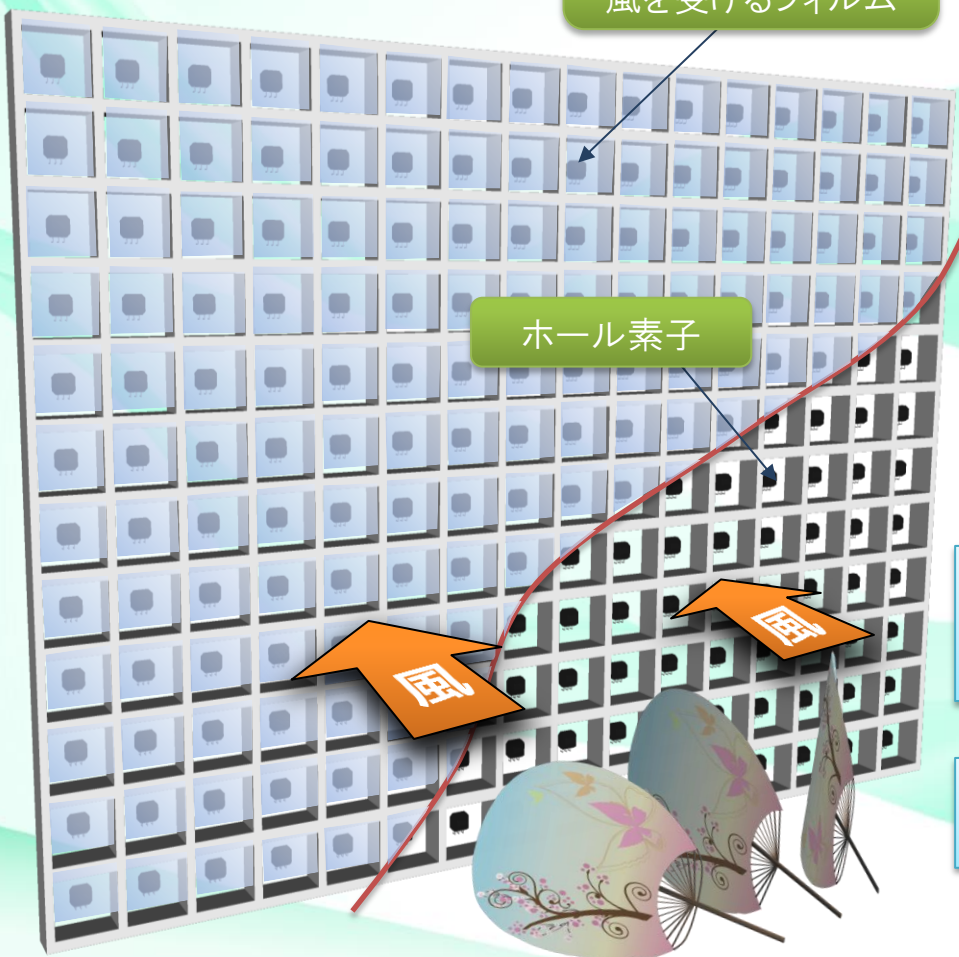
入力の補助にタブレットを使用することで、動きながら操作の変更を行えます。



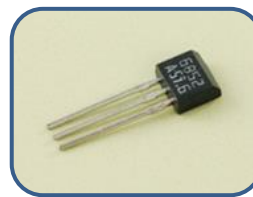
風圧センサアレイ「すくえArray」

自作デバイス「すくえArray」は、受けた風の強さ(風圧)を2次的に検出するセンサデバイスです。風圧の検出には磁気センサ(ホール素子)を使用します。

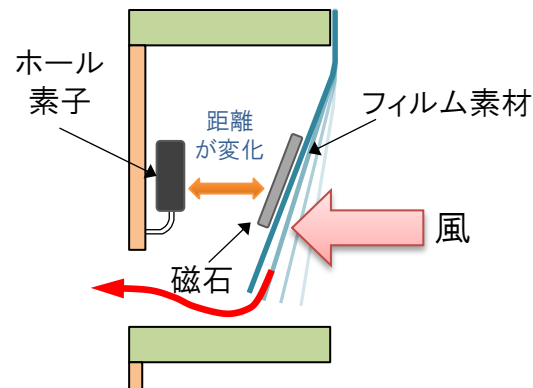
風圧センサアレイ概観



風を検出する仕組み



ホール効果を利用した磁界検出素子



センサを横から見た図

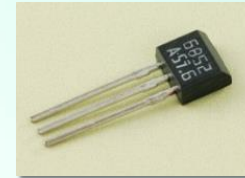
磁石を取り付けたフィルムが、風を受け前後に動く事により磁石とホール素子との距離が変化します。その際、変動する磁界強度を風圧として検出します。

格子状に配置された各センサから計測された風圧分布をコンピュータに送信します。

磁気センサを用いる理由

風圧の計測のため、様々なセンサによる方式を比較しました。

- 磁気センサ
 - フォトリフレクタ(反射型)
 - 曲げセンサ
 - 大気圧センサ
- } 風圧によるフィルムの変形を計測
- } 風圧を直接計測



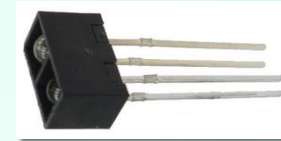
磁気センサ



大気圧センサ



曲げセンサ



フォトリフレクタ

表：各センサの比較

	磁気センサ (SEC : SS49E)	フォトリフレクタ (Rohm : RPR-220)	曲げセンサ (SparkFun SEN-10264)	大気圧センサ (freescale MPL115A1)
コスト	¥33 (磁石 ¥80)	¥120	¥1080	センサ単体 ¥180 (モジュール ¥350)
分解能	0.076 Pa (typ.) 0.380 Pa (worst)	0.091 Pa (typ.) 0.31 Pa (worst)	0.05 Pa	150 Pa
メリット	外乱の影響が少ない	—	高感度	A/Dコンバータ内蔵
デメリット	距離によって分解能が変化	外光の影響	周辺回路が複雑	気圧計測のため低分解能

上記の結果から、磁気センサによる風圧計測は、**低コストで高いパフォーマンス**が期待でき、また、調査した限りこれまでに**実践例がなくユニークな方法である**ため磁気センサを用いることにしました。

気流のシミュレーション

メッシュスクリーンから入力された風を数値流体力学 (CFD: Computational Fluid Dynamics) の手法を用いてシミュレートします。

メッシュスクリーン

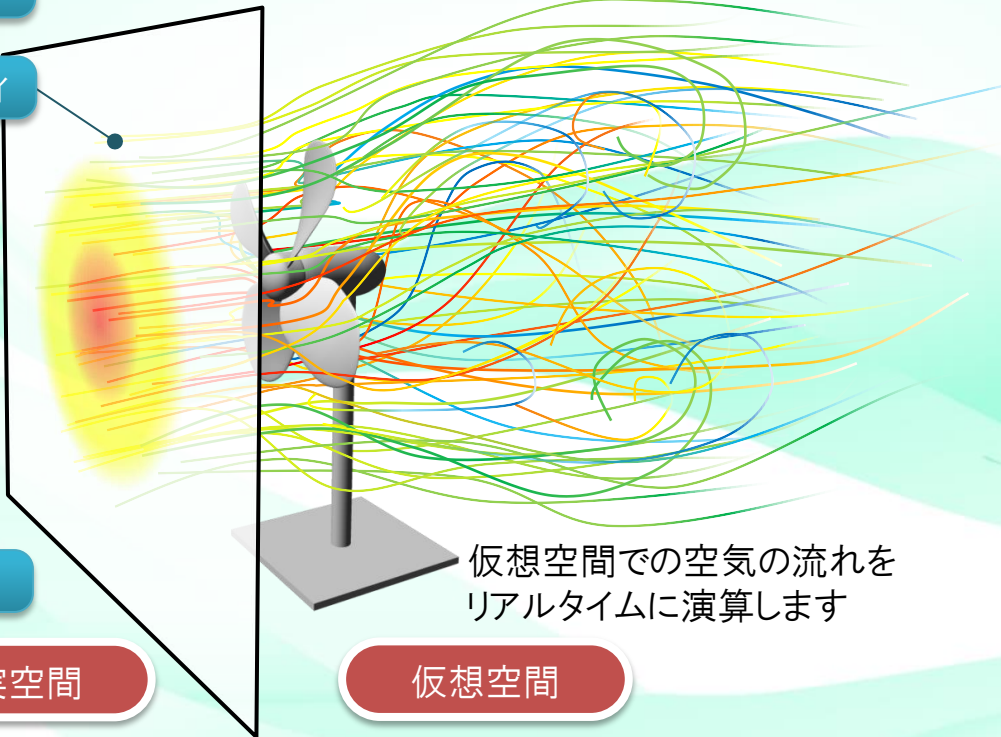
+

風圧センサアレイ



送風アイテム

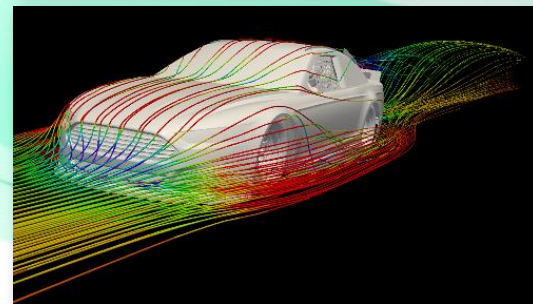
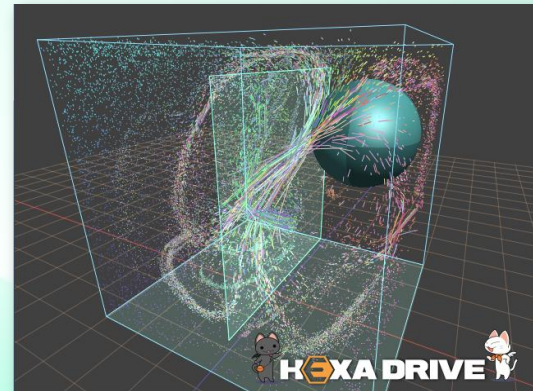
現実空間



仮想空間での空気の流れをリアルタイムに演算します

仮想空間

シミュレーションイメージ



上: Hexa Flow (HEXA DRIVE)

下: Ford Fusion in CFD (Ford Racing)

CFDシミュレーションの離散化には、「格子ボルツマン法(LBM: Lattice Boltzmann Method)」を用います。

この手法は 流体運動の方程式であるNavier-Stokes方程式を直接使用するのではなく、分子の衝突を基礎とする分子気体力学であるボルツマン方程式から発展した方式で、流体運動を微視的な仮想の流体粒子の動きとして表現します。

この手法は、並列計算に適しており、GPGPUによって高速計算が可能です。

独創的なアプリケーション

スクリーン上の風圧分布を検出し、仮想空間での空気の流れをシミュレーションすることによって実現される「すくえあ」の3つのモードを紹介します。

わくわく実験室

風にたなびくもの。
風で動かされるもの。
風をつくるもの。

様々な方法で、
風の流れを理解しよう！

風で発見

風圧センサ
+
気流シミュレーション

クリエイティブアート

スクリーンが
あなたのキャンパスや楽器に。
自由に自分を表現しよう。

手軽に簡単！
これであなたもアーティストに！

風で創作

ひとりでもみんなでも。
わいわい白熱！
複数人で協力ゲーム。
コミュニケーションを取り合うことが
一番のカギです。

風で白熱

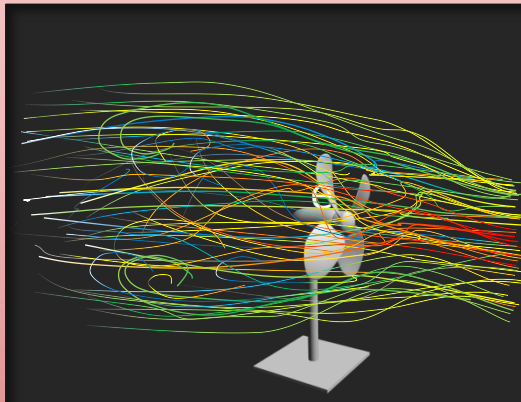
パーティゲーム

各モードの一例

す く え あ を支える3つのモードの一例を紹介します。

わくわく実験室

風洞実験

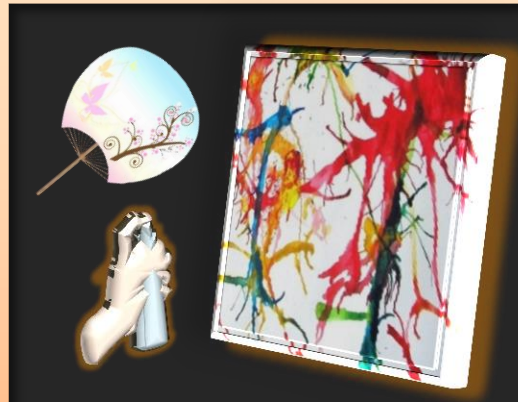


風の動きをシミュレーションする事ができます。

物体の周囲に起こる風のシミュレートができます。自分が起こした風で試すことができるため楽しみながら実験できます。

クリエイティブアート

3D BlowArt

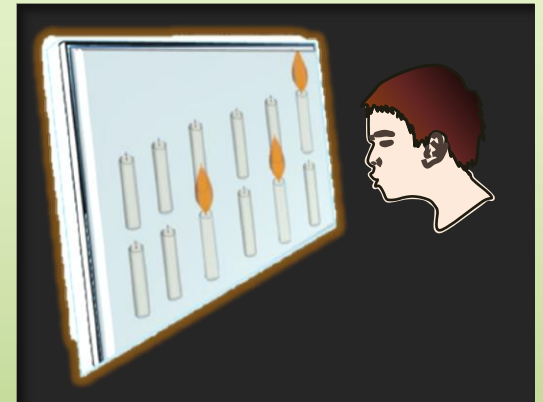


風を吹き付けてオリジナルのアート作品を描けます。

絵画技法の「吹き絵」をモチーフに3次元で立体的な新感覚アートを創作できます。

パーティゲーム

ブロウロウ!!



多人数で風を使ったゲームを楽しめます。

次々と灯るろうソクの炎を息で消していきます。協力しあって高得点を狙いましょう。一人でチャレンジしてみても汗をかくのも良いですね。

技術的な課題

風圧センサの検出精度の確保

本システムにおいて、風圧センサアレイの入力がどれだけ安定するかが課題となります。実際に磁気センサを用いて計測実験を行ったところ、190ミリテスラの磁石を数cmの距離で磁界の計測が行えました。磁気検出の分解能は充分と考えられますが、磁石を張り付けるフィルム素材の選択や、磁石の貼り付け位置による検出値のバラつきが予想され、均一な精度での製作が要求されます。

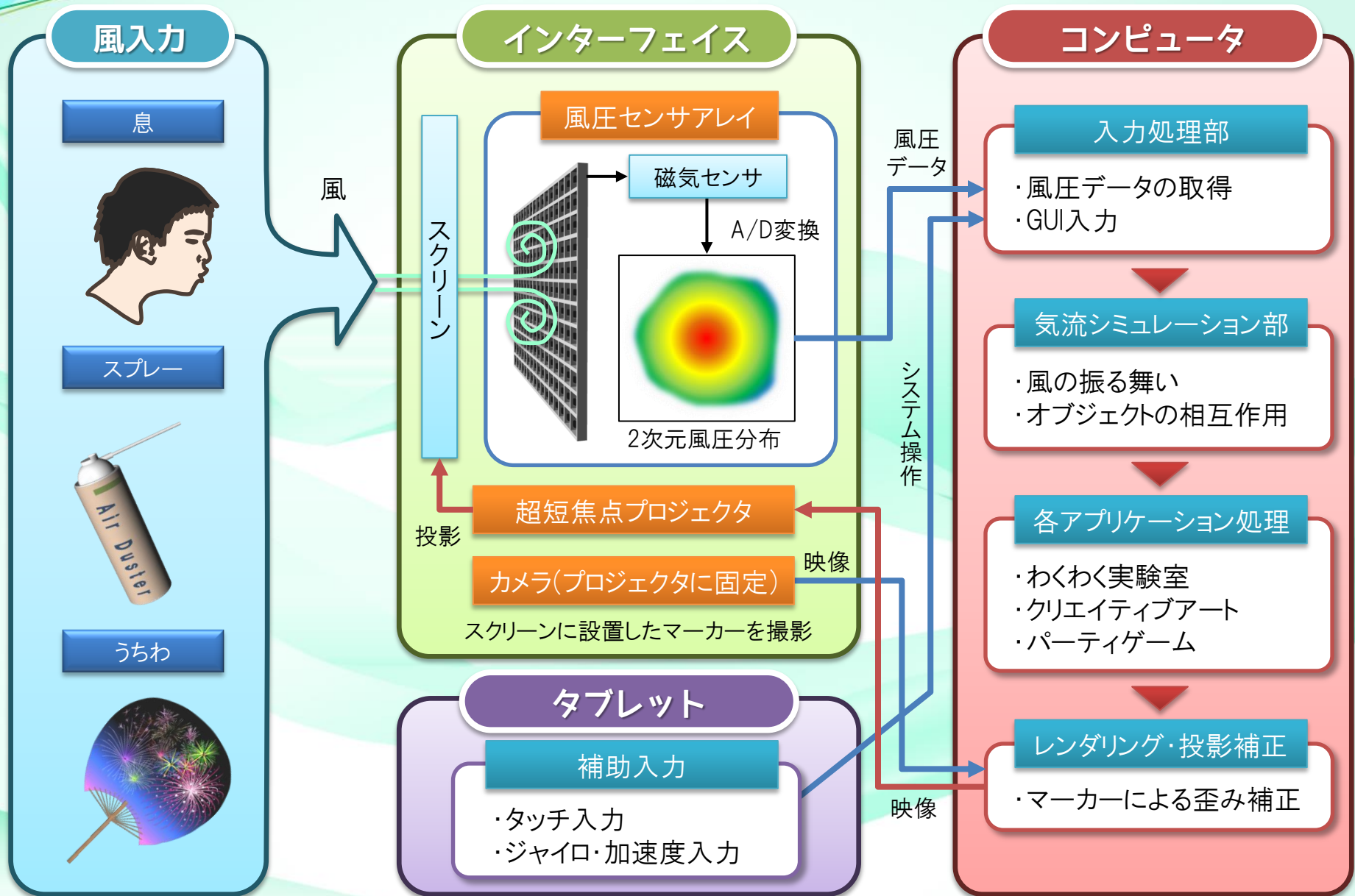
風圧センサと投影映像の位置のずれの補正方法

センサ位置と投影映像がずれるとインタラクションに違和感が生じます。また、短時間での設置のためにこれらを効率的に補正する機構を準備します。具体的には、プロジェクターに固定したカメラ映像によりスクリーンに配置したARマーカーを撮影し、両者間の相対位置関係を計測して投影映像を歪めて補正します。

風を通すスクリーンに投影すると映像も透過し背面にも2重に投影される

スクリーンには網戸状の空気が通過する素材を使用し、投影には超短焦点型のプロジェクターを天吊りして使用します。従って、映像はスクリーンに対してかなり斜め方向から投影されることになり、通過する光量は正面からの投影に比べ減少します。さらに、スクリーンの背面に設置する風圧センサの表面を光を反射しにくい素材にすることで2重投影による見えにくさを軽減します。

システムの処理フロー



類似品との相違点

Kirifuki (慶應義塾大学)

呼気・吸気を検出して、GUI操作・お絵かきといった計算機とのインタラクションを行うシステム

ブレスマイクにより呼気・吸気を検出している。発話と呼吸の識別、方向の検出にはヒポマスセンサによる頭部位置情報を用いている。

ビュー・ビュー・View (電気通信大学他)

風を検知するセンサと風を出力する装置を用い、声や映像だけでなく息遣いも伝達するテレコミュニケーションシステム

風の検出にフォトリフレクタを使用し、赤外光の反射光量を取得することで光学的に検出を行っている。

提案システム **すくえあ**

マイクで息を検出するKirifukiに対して、本システムでは**実際の風を検出**する点で異なります。呼吸ばかりでなく、スプレーやうちわなどで生じた風も入力できることで、インタラクションの幅が広がります。

本システムでは、ストレスとなる**センサ等の装着が不要**であり、**多人数での同時体験も可能**です。このことは、街頭でのデジタルサイネージなどへの利用を容易にします。

風を扱う目的において、ビュー・ビュー・Viewでは息遣いの伝達のため、本システムでは**気流シミュレーション**の入力とするためです。アプリケーションの充実により、多様な風の作用が感じ取れます。

風の検出方法は似ていますが、磁気センサを使用することで、赤外光の遮断などの**外乱要素の影響を少なくできる**と考えています。また、磁気センサを使用することにより、**低コスト**で実現できます。

ロードマップ

	~5月	6月	7月	8月	9月	10月
ハードウェア 設計・開発	予備実験・デバイス設計	風圧センサ試作	デモブース設計・製作			
ソフトウェア 設計・開発		風圧センサデバイス設計・製作	気流シミュレーションエンジン開発	通信プログラム	GUIデザイン・サウンド	デバック・テスト・改良
その他	プランニング・予選資料	各種クラスライブラリ設計・開発		各アプリケーションプログラム		本選資料作成・プレゼン練習

開発環境

- ◆ 開発OS Microsoft® Windows 8(64bit)
- ◆ 開発環境 Microsoft® Visual Studio 2013
- ◆ 開発言語 Microsoft® Visual C++ / XAML
- ◆ ライブラリ Microsoft® DirectX 11

- ◆ 開発OS Apple Mac OS X Mavericks(10.9)
- ◆ 開発環境 Apple Xcode 5
- ◆ 開発言語 Objective-C 2.0

実行環境

- ◆ 【メインシステム】
- ◆ 使用OS Microsoft® Windows 8(64 bit)
- ◆ ライブラリ DirectX End User Runtime
- ◆ ハードウェア 風圧センサデバイス(自作)

- ◆ 【サブシステム】
- ◆ 使用OS Apple iOS® 7.1 (iPhone/iPad)