田中研究室の研究テーマの概要

2024.5.23

研究テーマの紹介やデモ動画は，田中研HP ⇒
https://www-ie.meijo-u.ac.jp/~tanaka/index.html
にアップロードしています

本日話すのは…

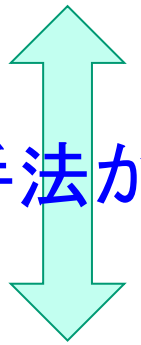
- CGの研究
  - 歩行による床面・地面の質感変化
    - ※「雨や雪の日のフロントガラスの表示」は
      オープンラボなどいろいろな機会に話しているので，時間の都合で今日は省略
- ヒューマンインタフェースの研究
  - スマートウオッチ向け文字入力手法
    - ※ ちょっと前のテーマだけれど，完成度は高い．
      やり残したことがあるので，誰かが続けてほしい．

歩行による地面や床面の変化

短期的な変化

- 人が踏んだ場所に足跡が残る
- 少人数で短時間
- リアルタイム処理

はっきりとした
足形が残る



表現手法が異なる

長期的な変化

- 人が通る床面に汚れ，傷がつく
- 人が通る地面が踏み固められる
- 多人数で長時間（経年変化）
- 非リアルタイム処理

足跡が重なり，
かすれるため
足形は残らない

歩行による地面や床面の変化

短期的な変化
- 人が踏んだ場所に足跡が残る
- 少人数で短時間
- リアルタイム処理

はっきりとした
足形が残る

今日はこちらの
研究を紹介する

長期的な変化
- 人が通る床面に汚れ，傷がつく
- 人が通る地面が踏み固められる
- 多人数で長時間（経年変化）
- 非リアルタイム処理

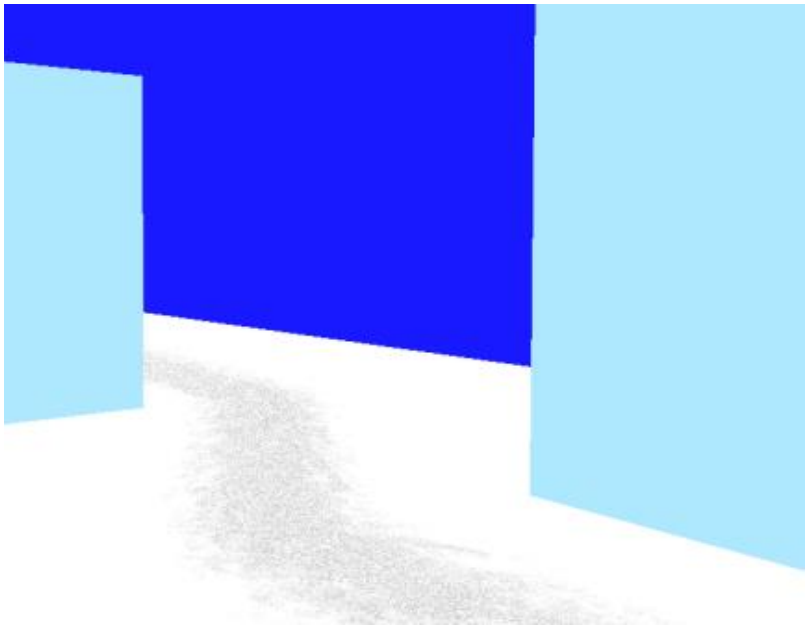
足跡が重なり，
かすれるため
足形は残らない

床面の傷と汚れ

人が多く通る場所に現れるので，歩行者数に比例して汚れを濃く，傷を多くする

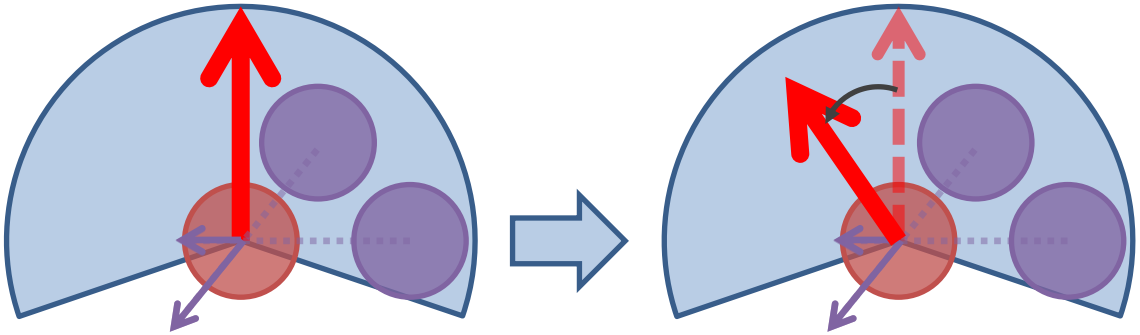
このために必要な技術は

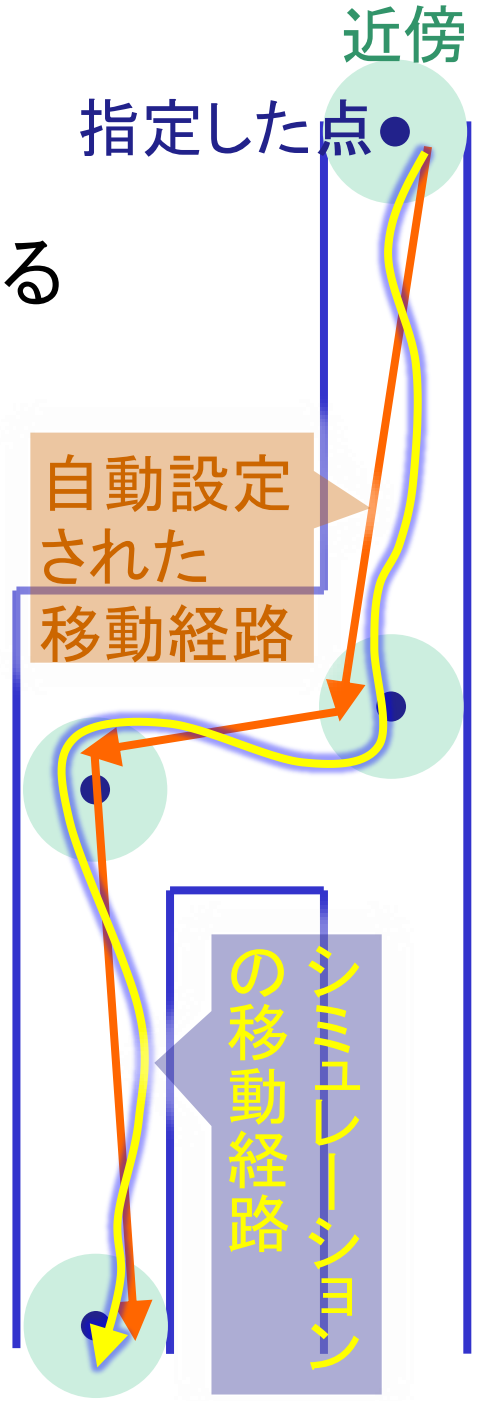
- 群集の歩行シミュレーション
  - 床面の各点を通過する歩行者数を求める
- 歩行者数から床面のテクスチャを生成する手法
  - 汚れ，傷，埃による変化を床面テクスチャに加える
  - 清掃の効果をモデル化する



群集の歩行モデル

- 各個体は指定された経路に沿って移動する
  - 移動経路は点列で指定する
  - 始点から次の点の近傍を目指して移動する
  - 近傍に達したら目標を次の点に切り替える
  - この移動を終点近傍に達するまで繰り返す
- 視野に他の歩行者や壁面が入った場合には，衝突を避けるために移動方向を変え，速度を落とす





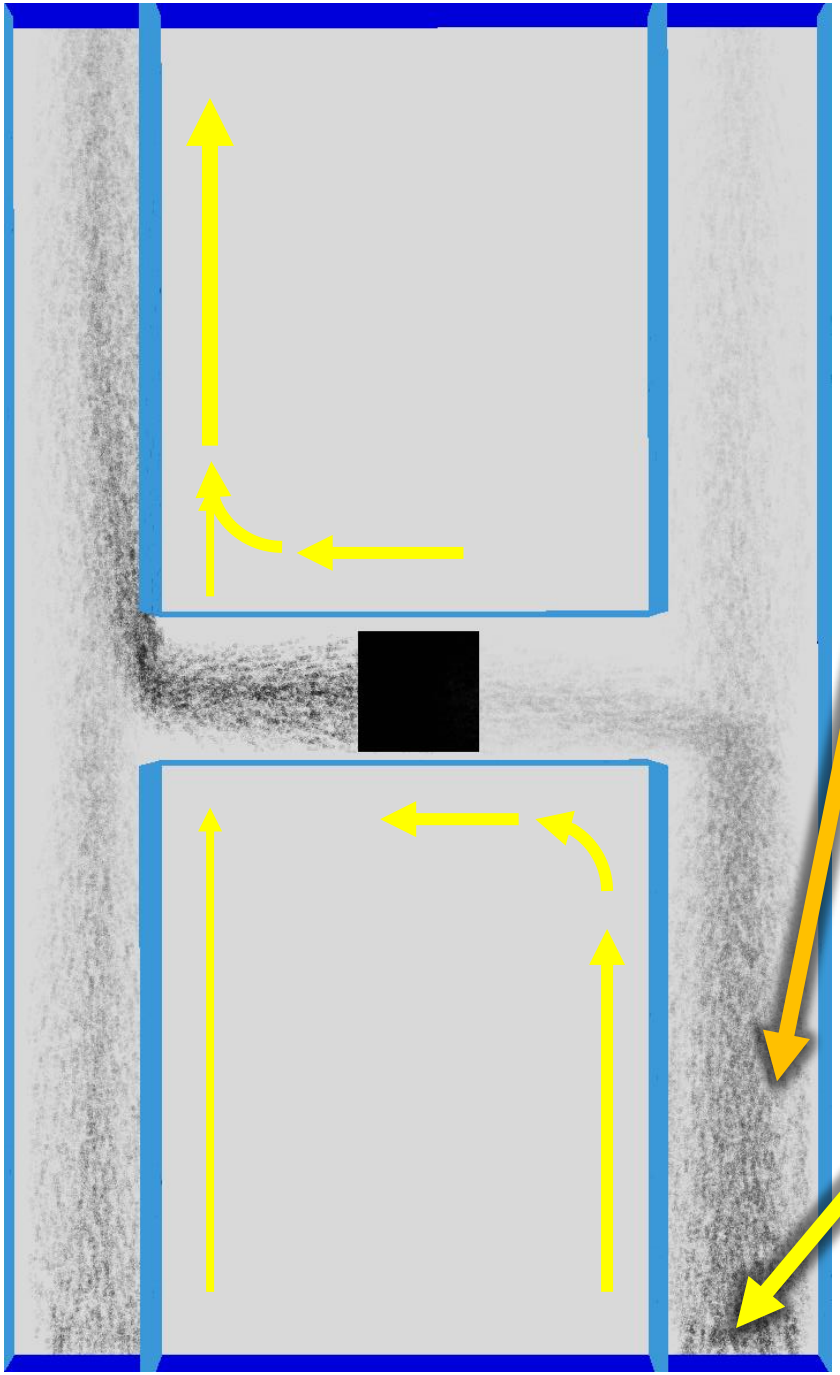
汚れと傷の表示

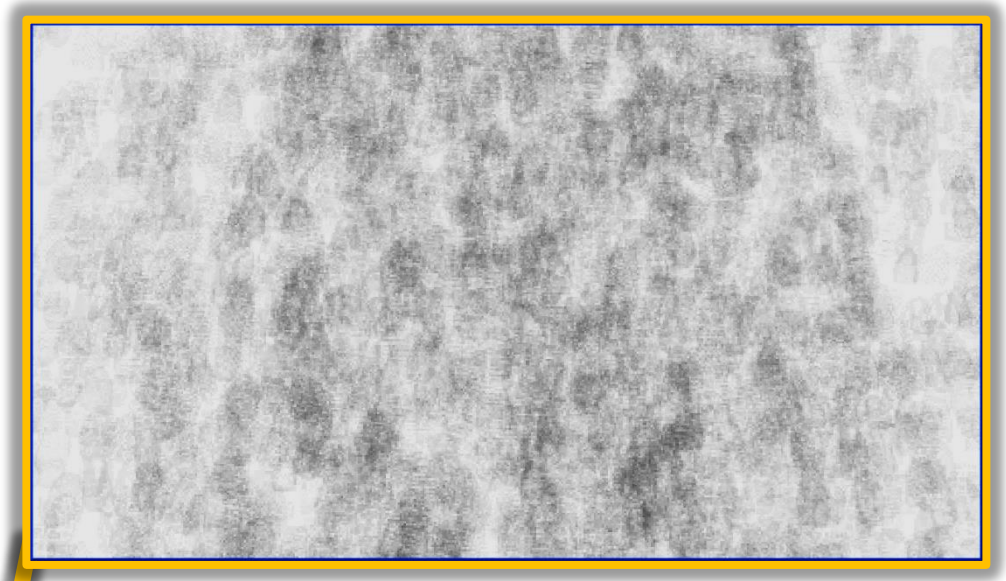
各個体の移動経路に沿って

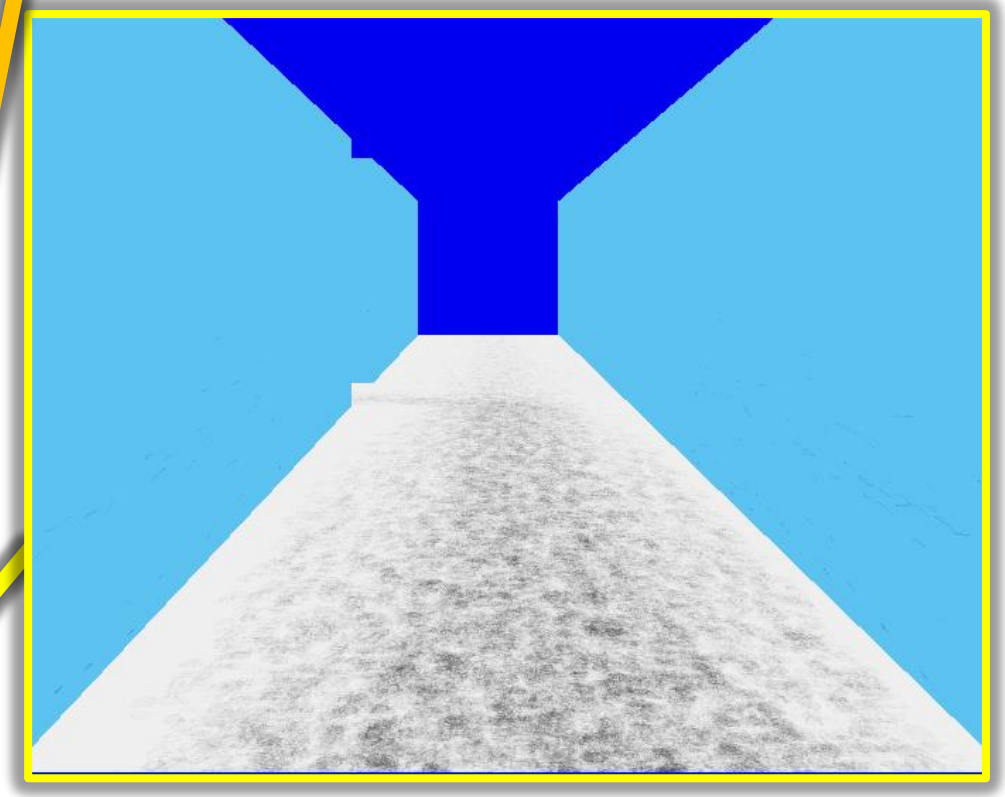
- 歩幅の間隔で汚れを付ける
- 確率的に傷を付ける
- 埃を取り除く

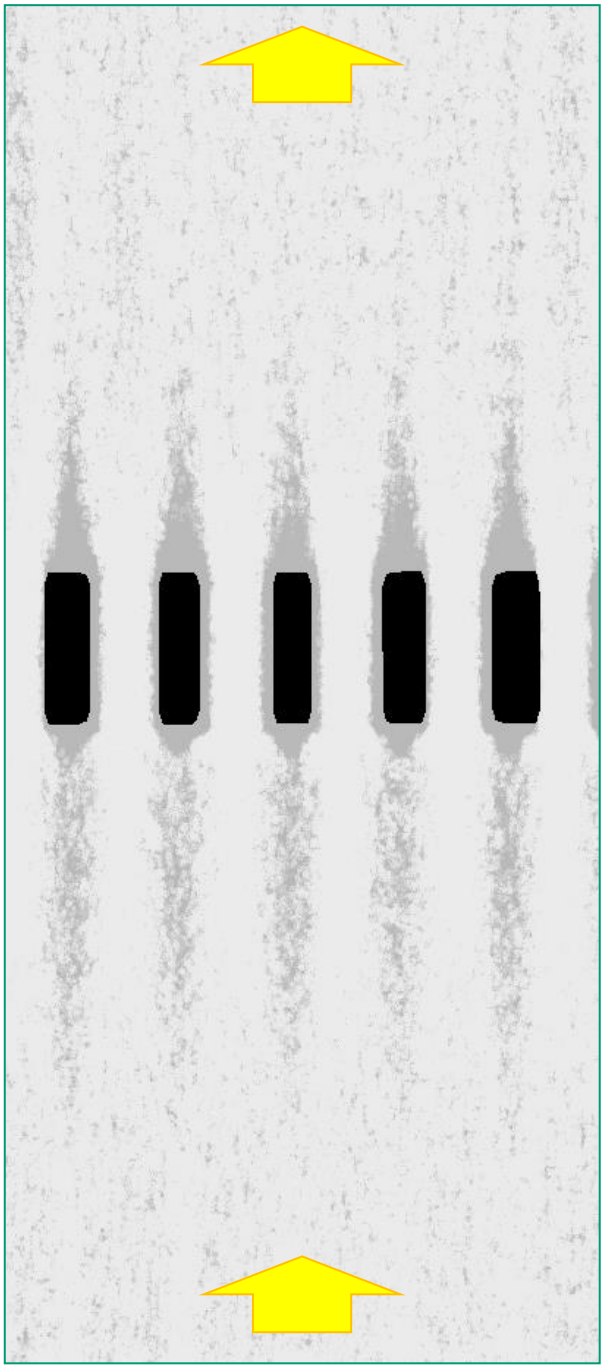
傷の
パターン

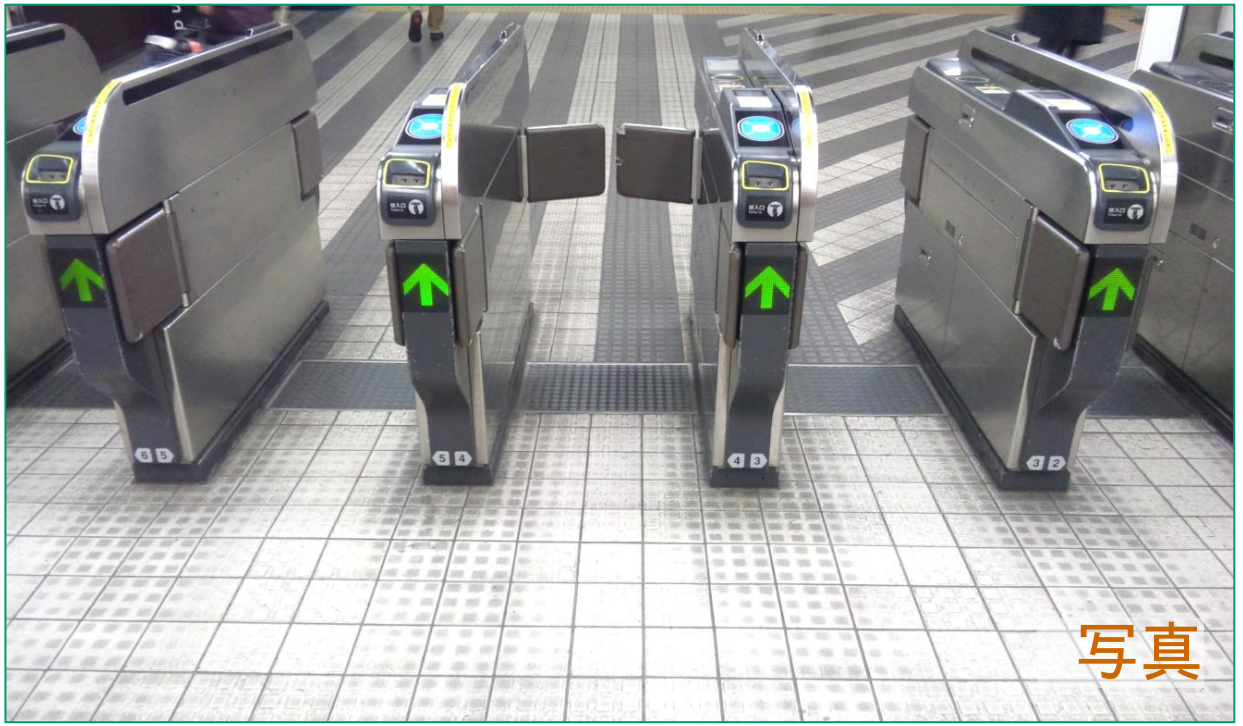
汚れの
パターン



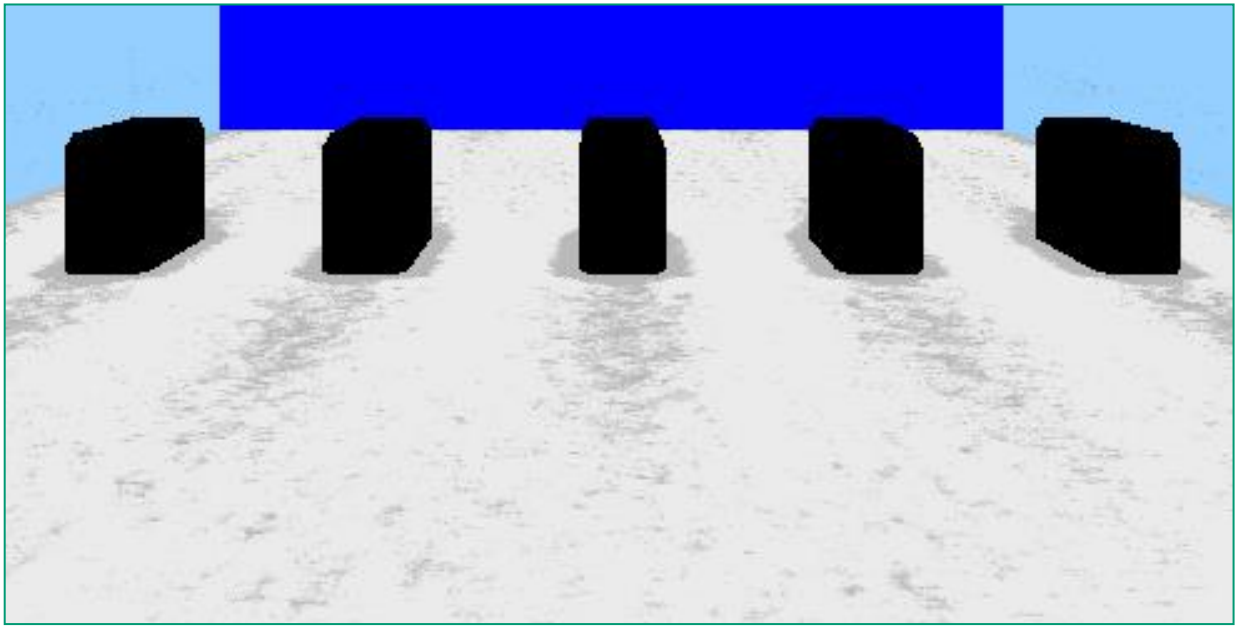








写真



清掃を加味した汚れの表現

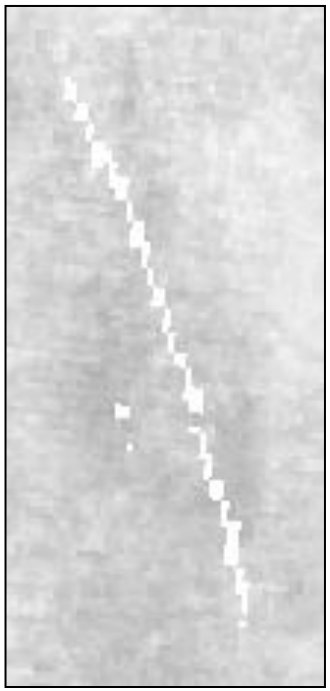
シミュレーション中に定期的に清掃を行う.

清掃方法により汚れの除去率を変える.

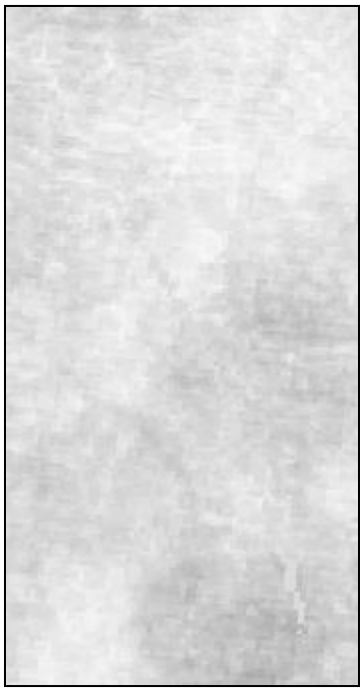
	日常清掃	本格清掃
埃，土汚れ	95％除去	100％除去
こびりついた汚れ	10％除去	50％除去
傷に詰まった汚れ	除去不能	10％除去

傷の中の汚れは長く残る!!

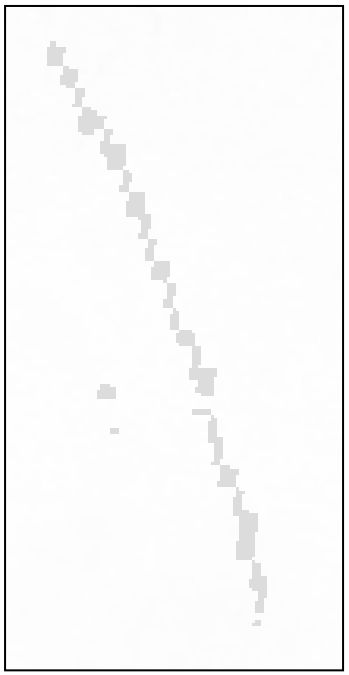
傷が付いた直後



汚の付着



清掃による汚れの除去



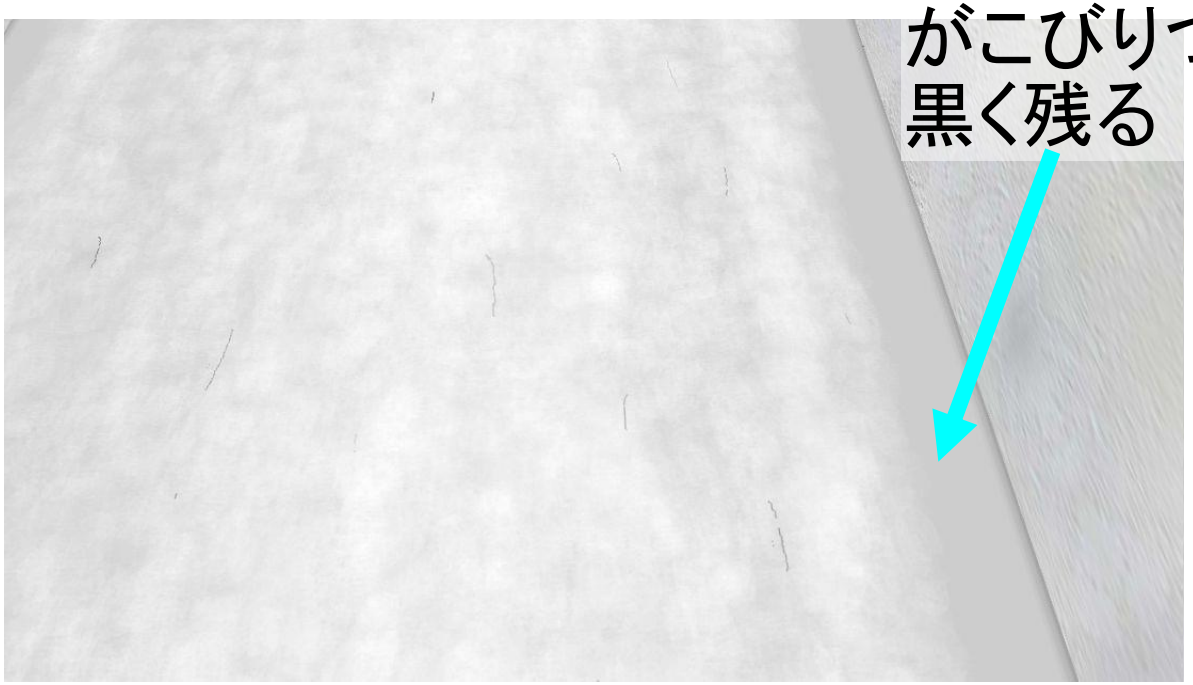
傷が残る床面

実際の
汚れた床面

壁際（人が通らないところ）に汚れがこびりついて，黒く残る

CGで作った
汚れた床面

汚れのみ
を表示



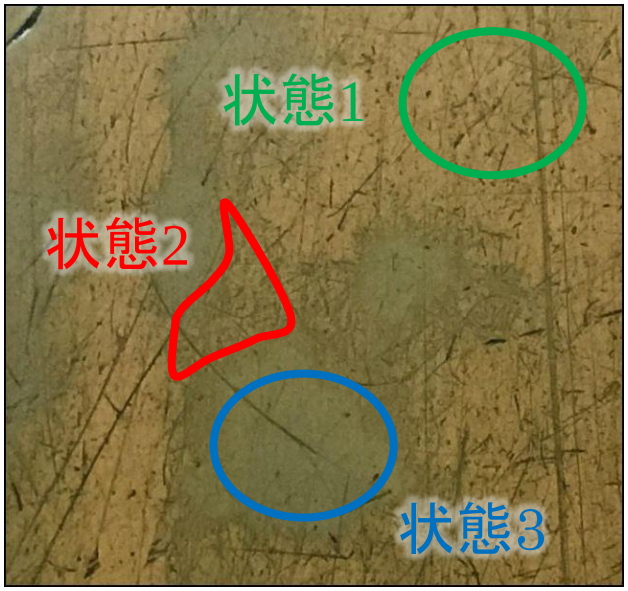
床面塗装の剥離

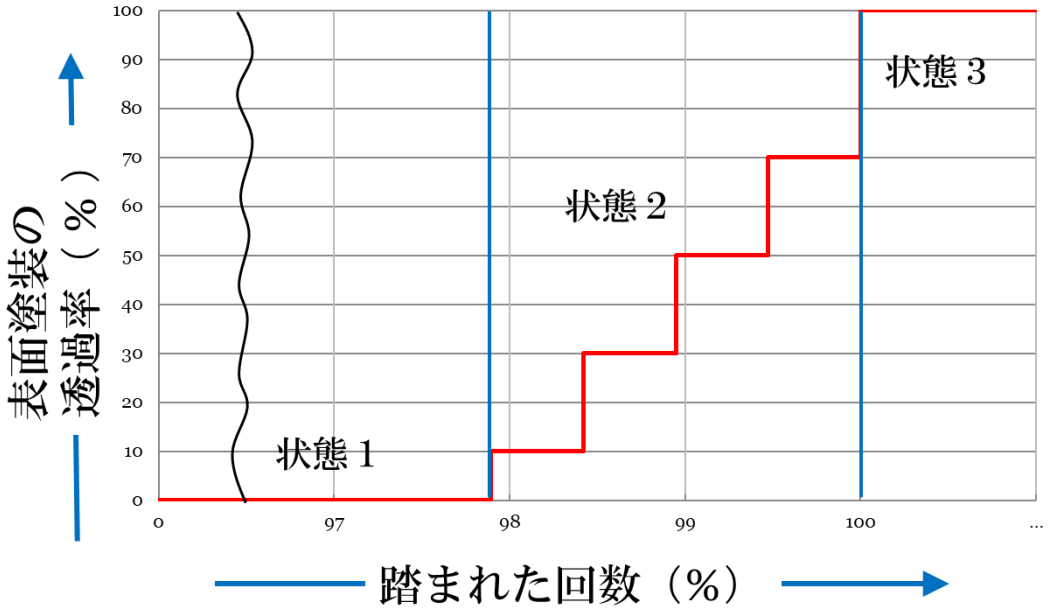
塗装剥離の過程を3段階で表現

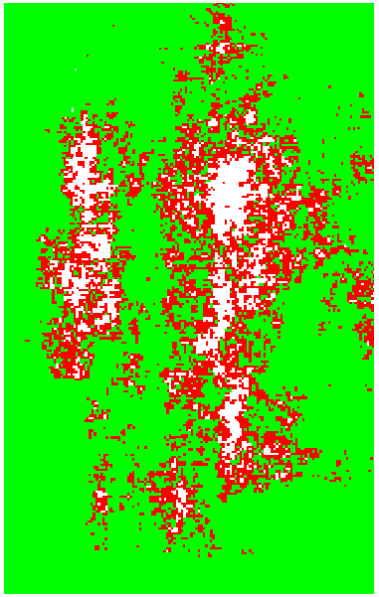
状態1: 塗装で覆われている状態

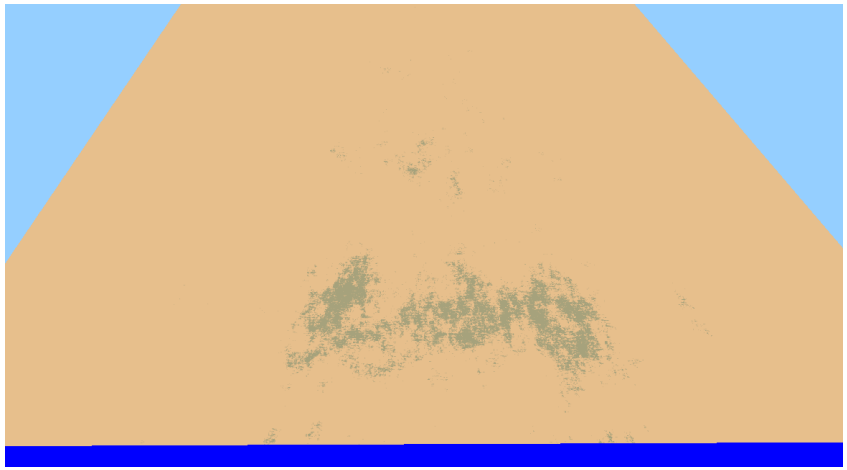
状態2: 塗装が薄くなった状態

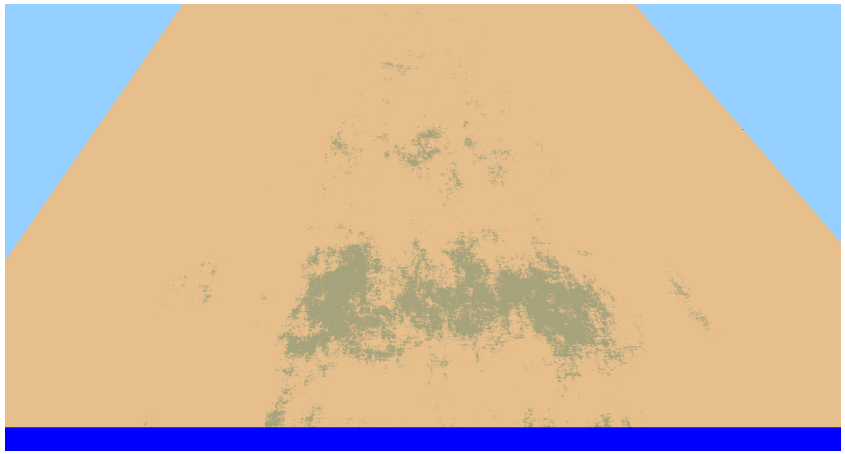
状態3: 塗装が完全に剥がれた状態

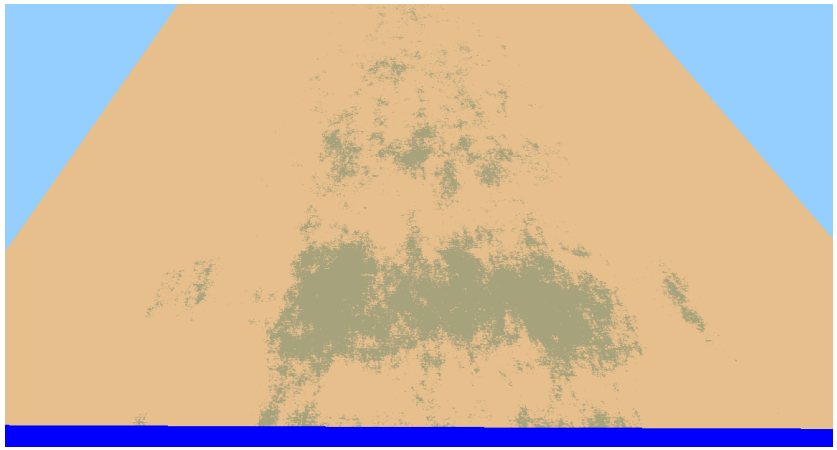


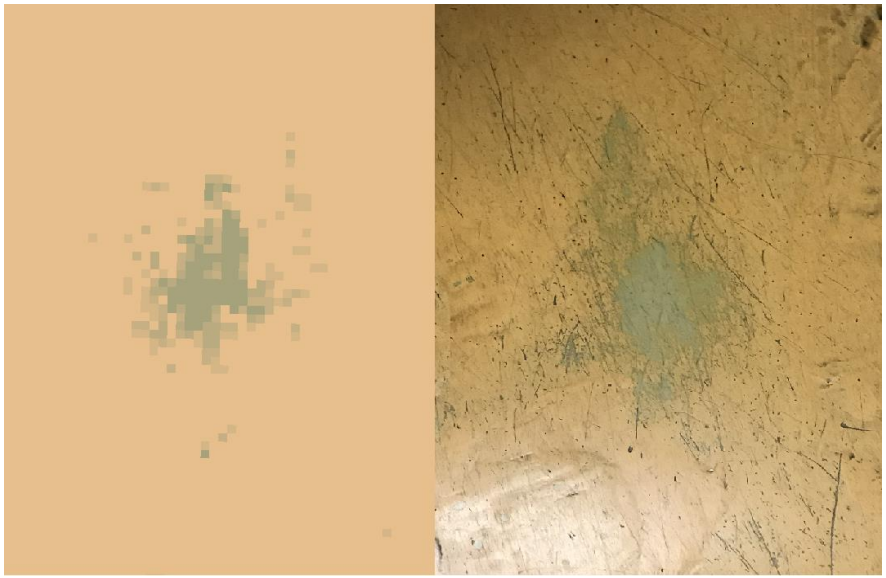






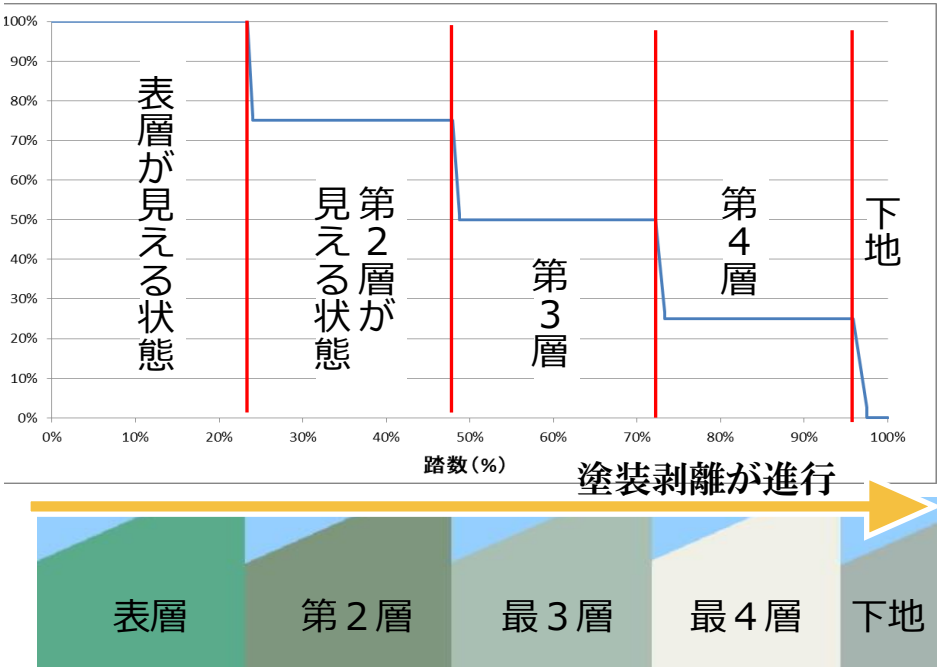


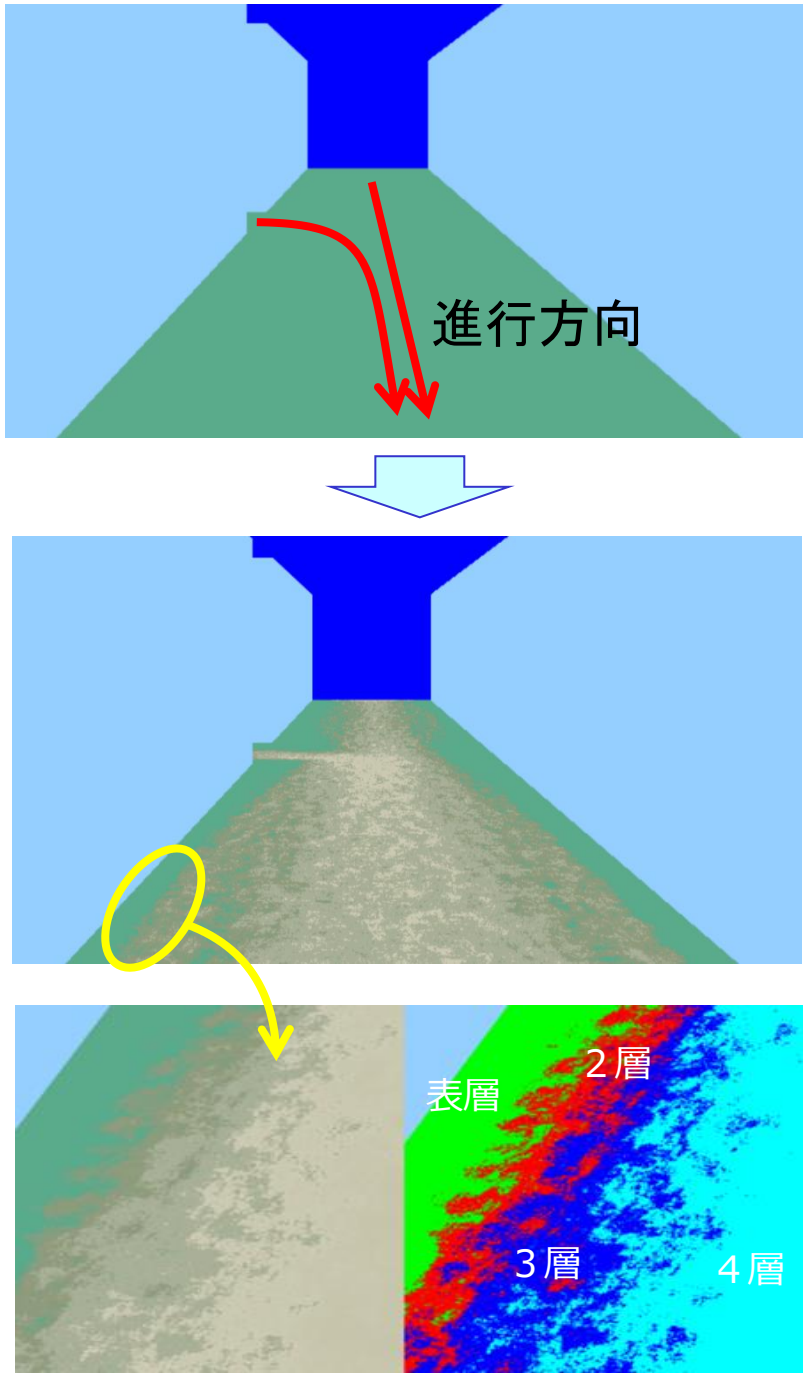




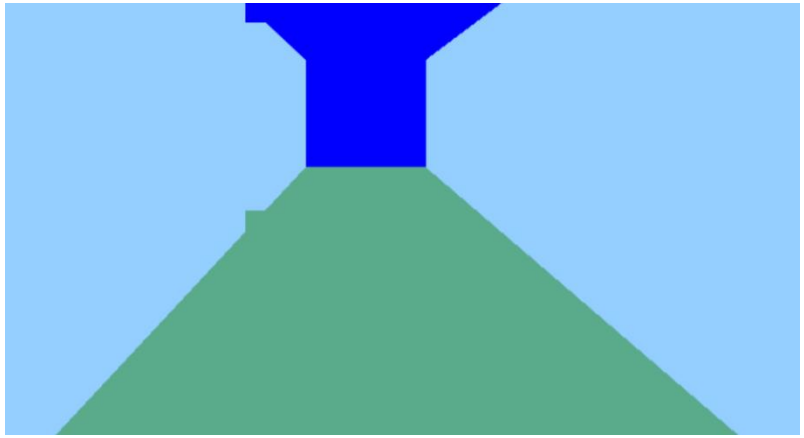
多層塗装床面の剥離

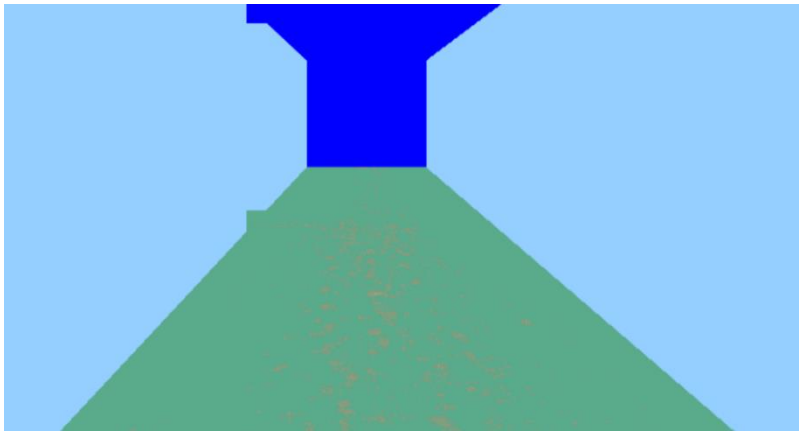
- 踏数と塗装の厚みをグラフで定義
  - ✓ 剥離する踏数，透け始めの踏数，摩耗の傾き，を与える
- 床面各位置の踏数を歩行シミュレーションで求める
- 踏数により色を変える





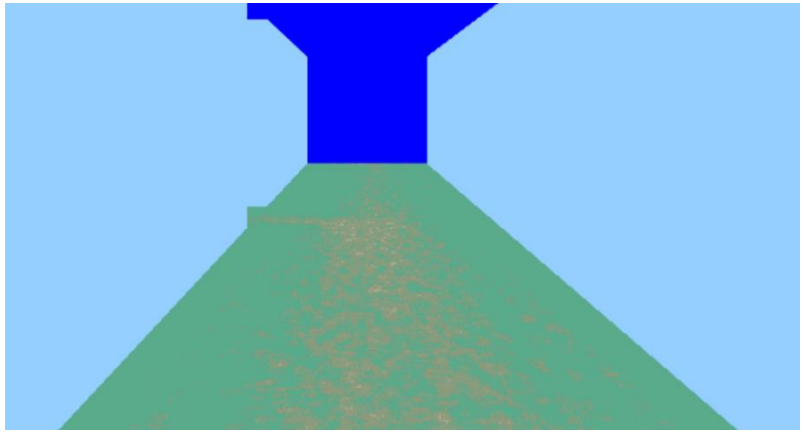
1

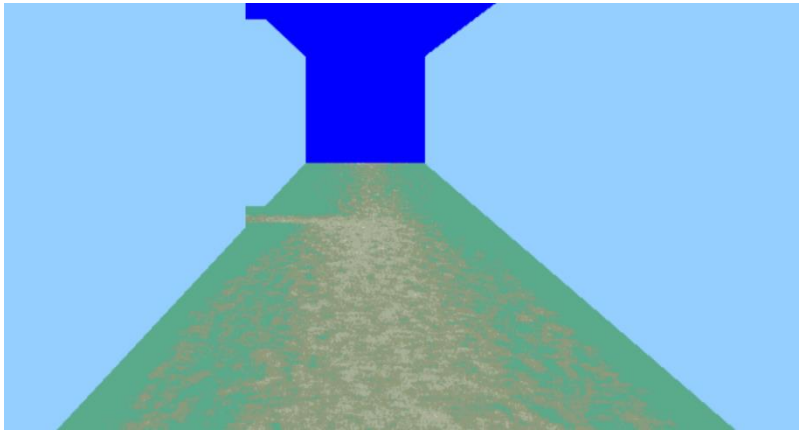




2

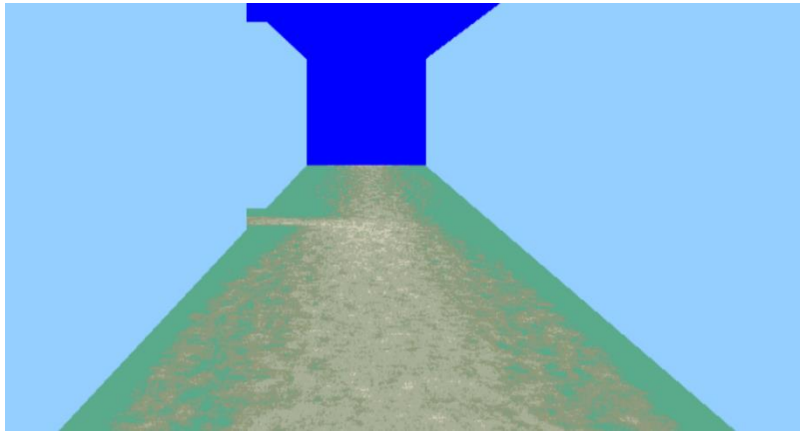
3

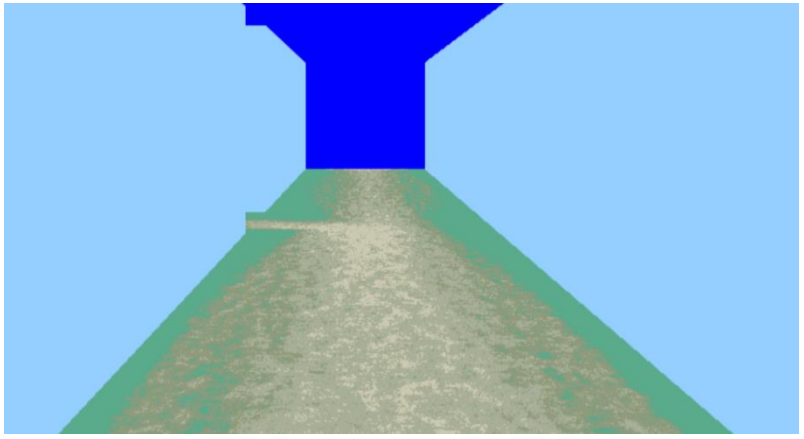




4

5





6

地面の質感変化

人が多く通る場所の地面は踏み固められて，土の細かさが変化する

足跡は消えてしまう！

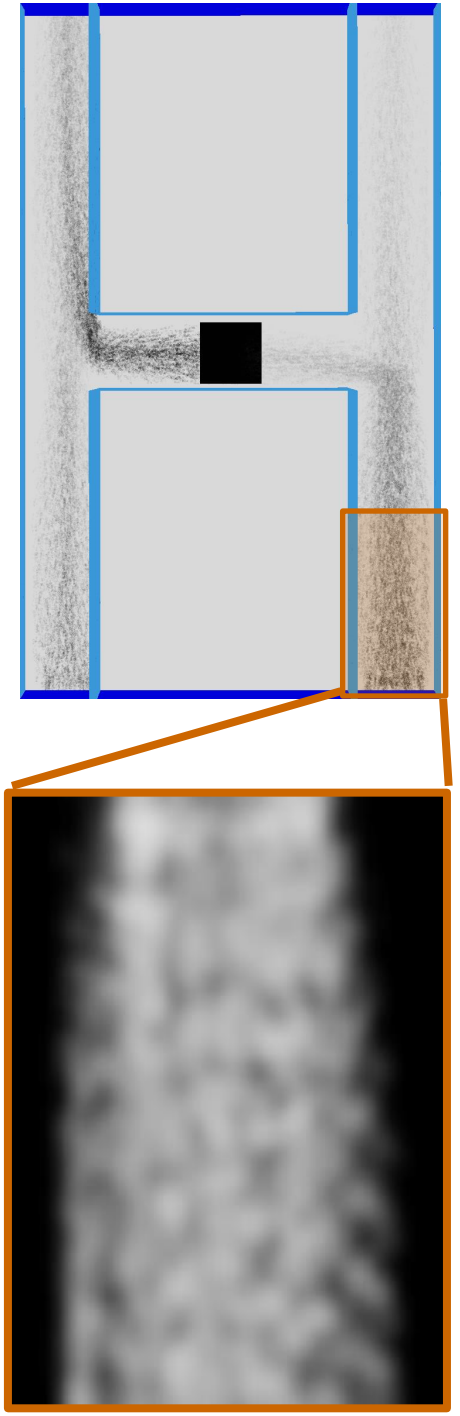
この表現に必要な技術は

- 地面にかかる圧力の分布
  - 累積値をつかう
- 土壌のモデル
  - 団粒の質量比でモデル化
- 地面テクスチャ生成手法

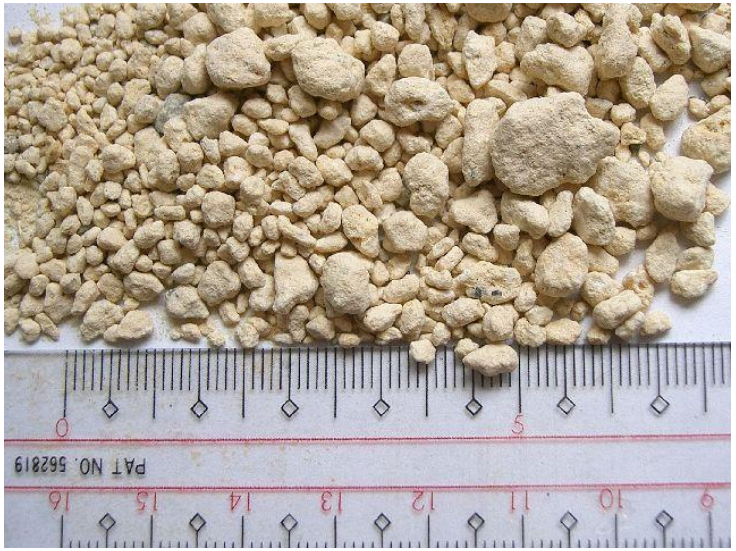
地面にかかる圧力の分布

- 各地点にかかる圧力の累積値を使う
  - 地面の質感変化はゆっくり変化するので，一定期間ごとにまとめて処理する
- 圧力の累積値を濃淡画像で与える

- ✓ 歩行シミュレーションで作成する
- ✓ 写真を画像処理する
- ✓ ペイントソフトで通り道を描く

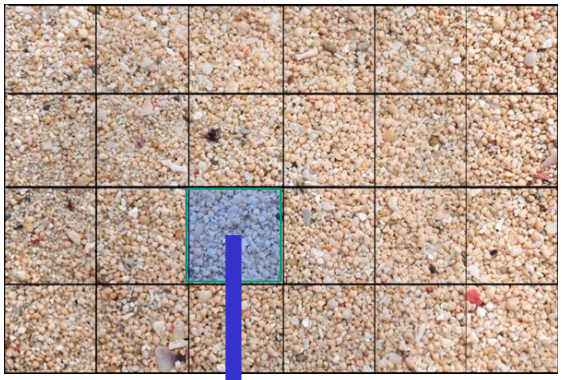


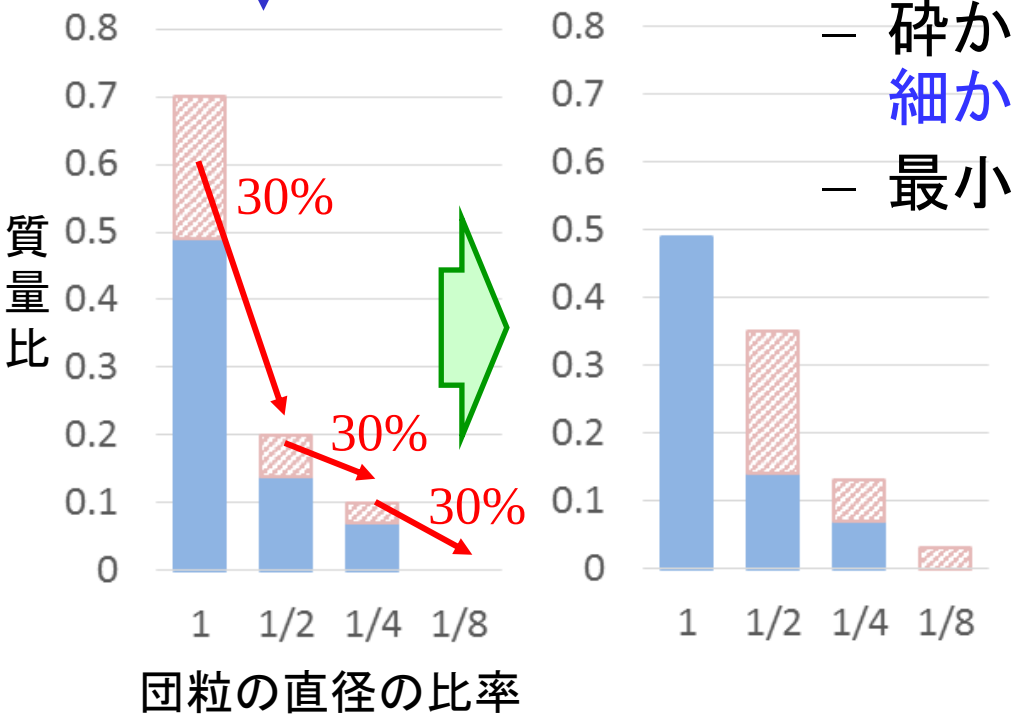
土壌のモデル



- 表面土壌は団粒※が集まってできていると仮定する
  - ※粘土や砂などの粒子と有機物が混ざり合って固まったもの
- 団粒の大きさを数段階に正規化する
  - 画像上の大きさを考慮して，1段階小さくなるごとに団粒の直径を1/2にする
  - 初期状態の直径は5～50mm程度，最小直径は1画素以下
- 土壌の状態を，各大きさの団粒の重量比で表現する
  - 個数を使わないのは，踏まれて砕けると数が増えるため．重量なら砕かれても不変．

土壌の変化



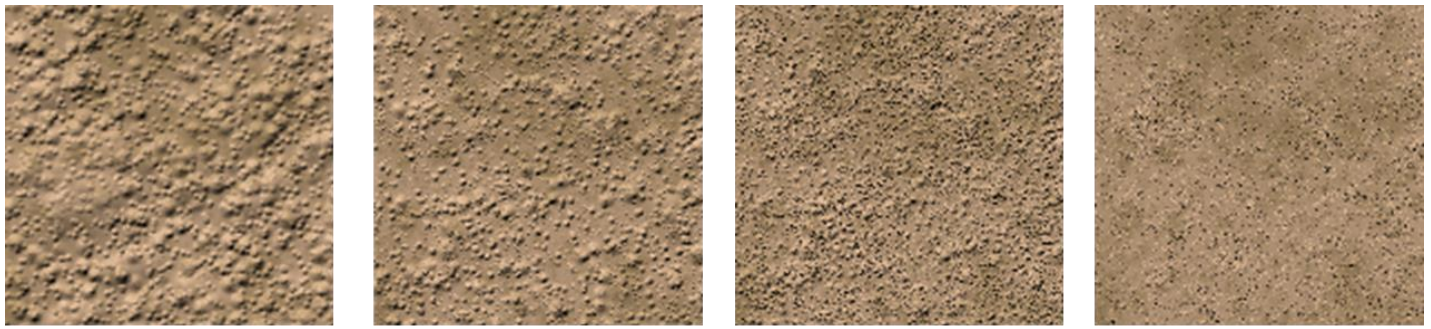


- 地面を区画に分けて，区画ごとに土壌を変化させる
- 累積圧力が一定の値を超えるごとに，一定の割合の団粒を砕き，質量比を遷移させる
  - 団粒の大きさによらず，1回の処理で砕く割合は同じ
  - 砕かれた団粒は1段階だけ細かくなる
  - 最小の大きさの団粒は砕かない

人が多く通る場所ほど，遷移回数が増えて，細かい団粒の割合が高くなる

地面テクスチャの生成

1. 団粒の大きさに応じた合成元テクスチャを作る

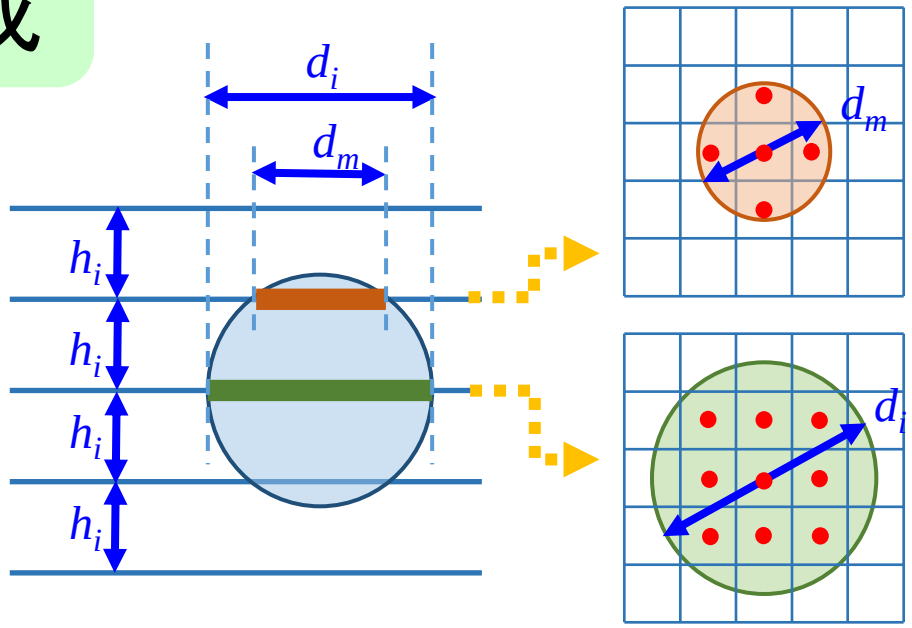


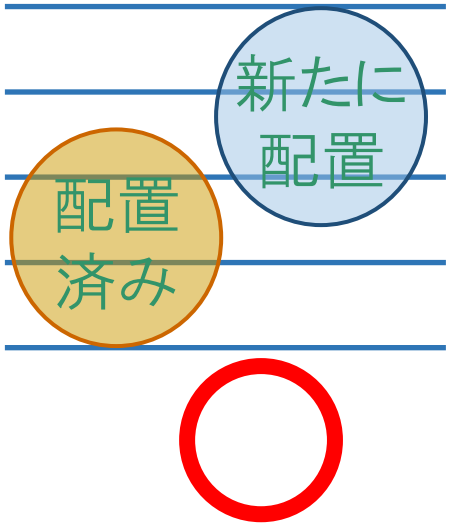
1/1　1/2　1/4　1/8　団粒の直径の比率

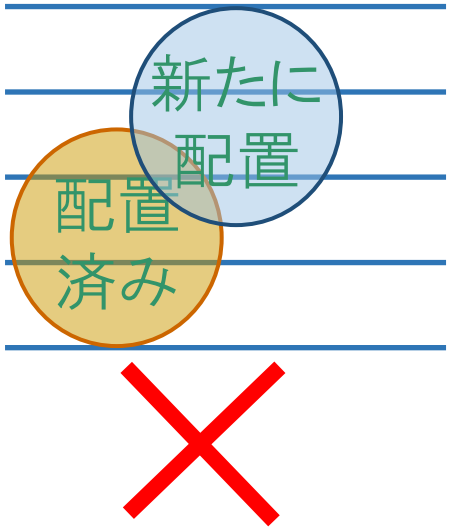
2. 区画ごとに，それぞれの大きさの団粒について，そこに存在する個数を質量比から算出する
   - （土壌表層の体積）×（充填率※）×（質量比） で団粒ごとの体積の総和を求める．　※土が詰まっている割合
   - 形状を球形と仮定して，1つの団粒の体積を求める
   - 体積の総和を1つの団粒の体積で割って，個数を求める．

地面テクスチャの生成

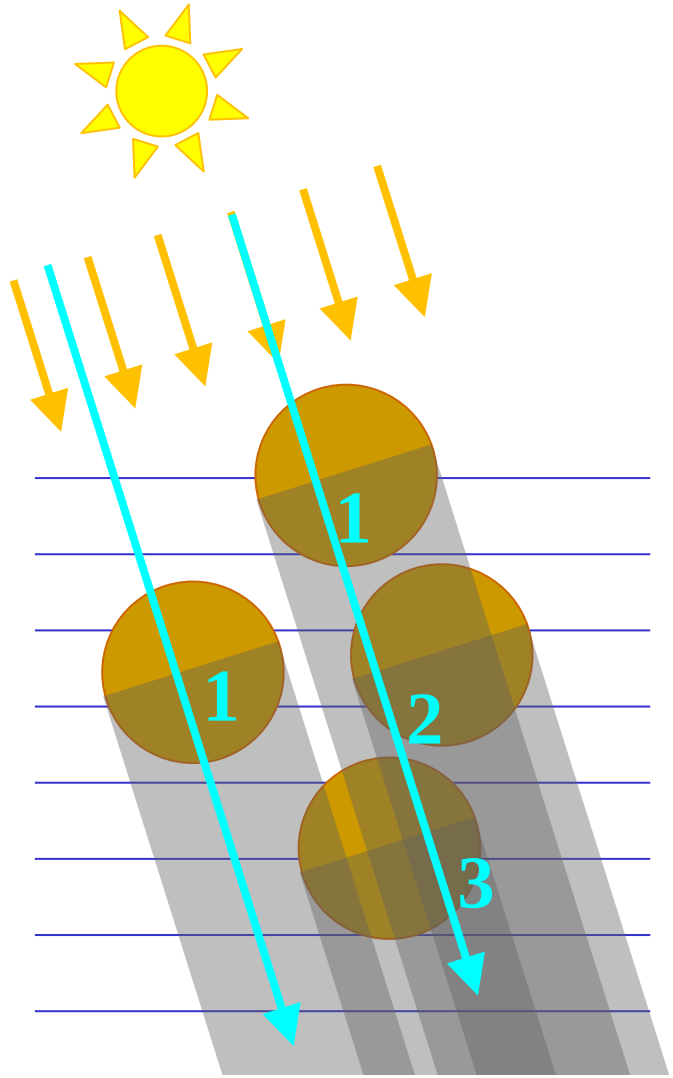
3. 地表を多層のテクスチャで表現する
   - 層の数だけテクスチャ画像を用意する
   - 区画を単位として，ランダムな順番で処理する
   - 大きい団粒から順に，区画内に位置をランダムに選んで配置する
     - 交差する全ての層に団粒を記録する
     - 配置済みの団粒と重なったら，配置をやり直す







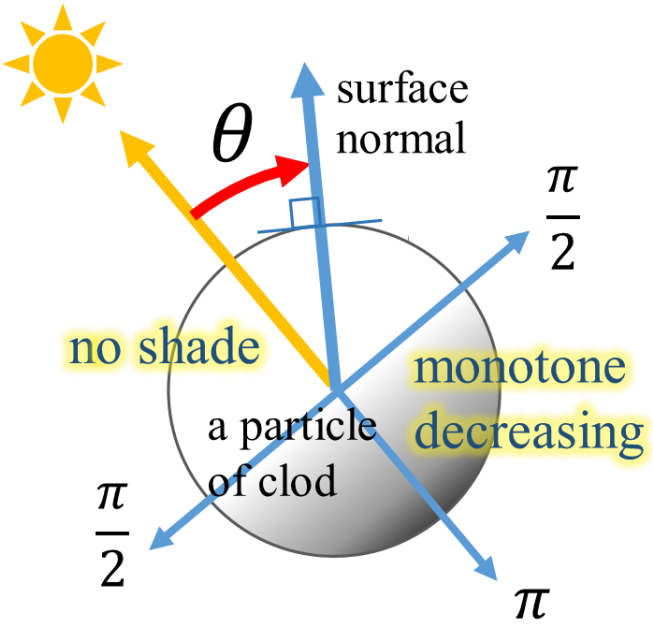
地面テクスチャの生成



4. 陰影を付ける

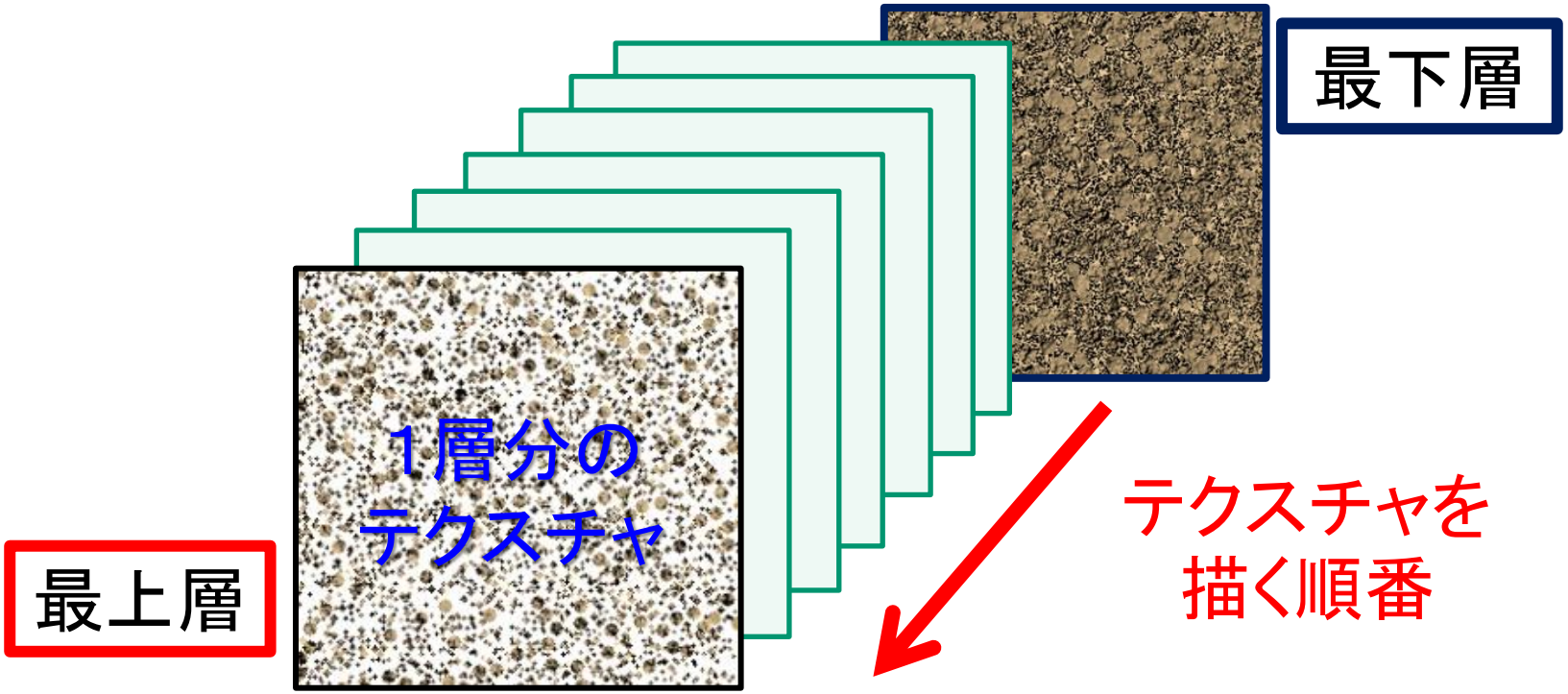
影：光源と逆方向に影を伸ばし，影が重なる回数で，その場所の明るさを決める

陰：面法線と光源方向との角度から明るさを算出する

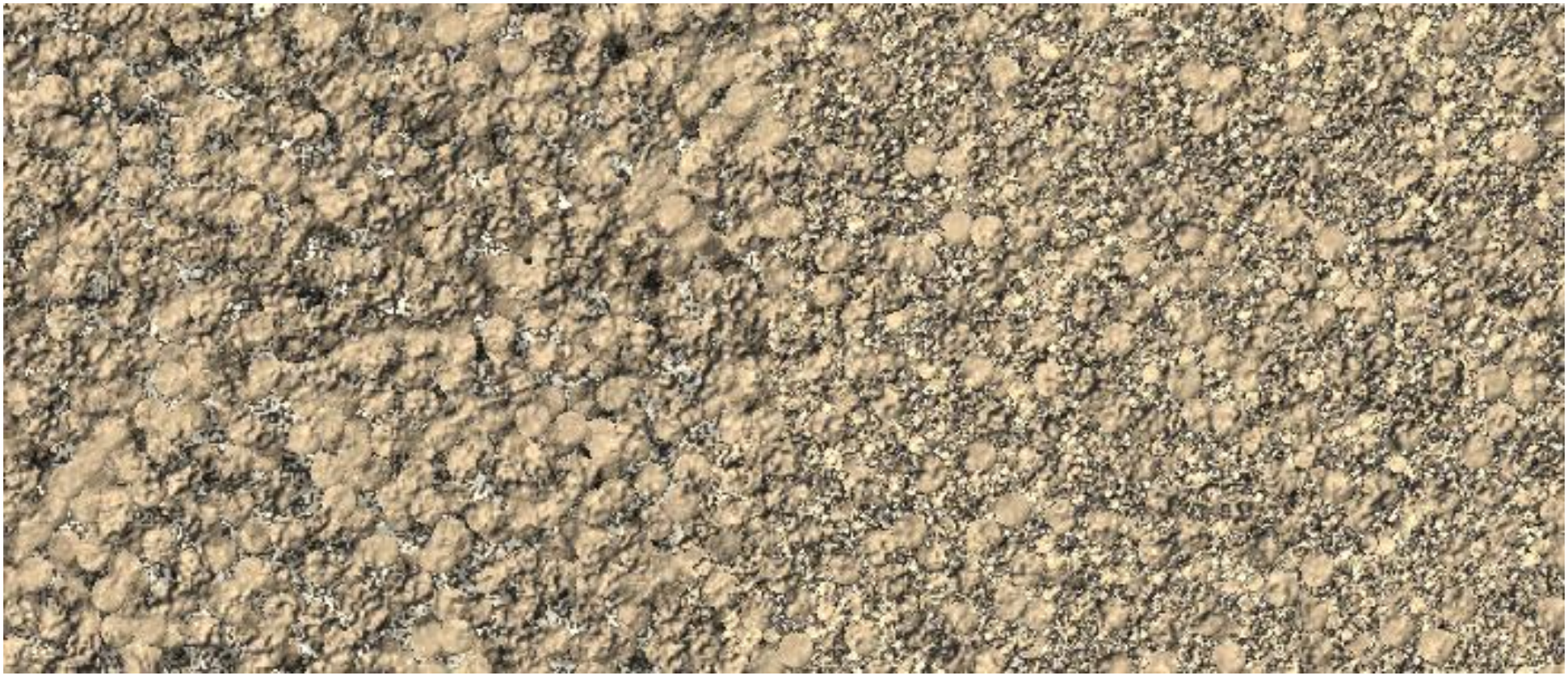


地面テクスチャの生成

5. 層を合成して，表土のテクスチャを作成する
   - 団粒で埋められていない画素を透明にする
     ※ ただし，最下層は最小の団粒で埋める
   - 下の層から順に重ね描く

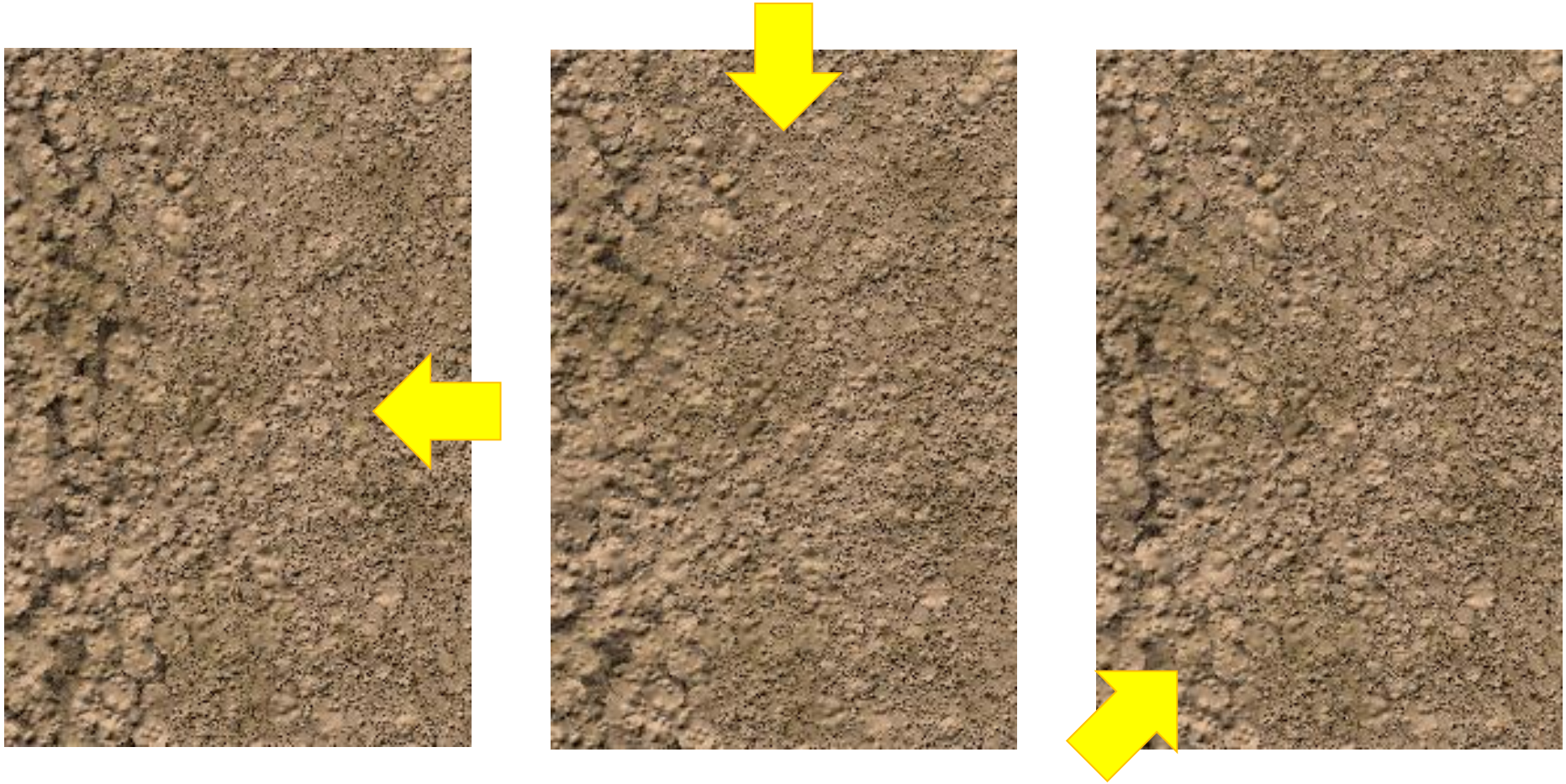


全層を合成したテクスチャ



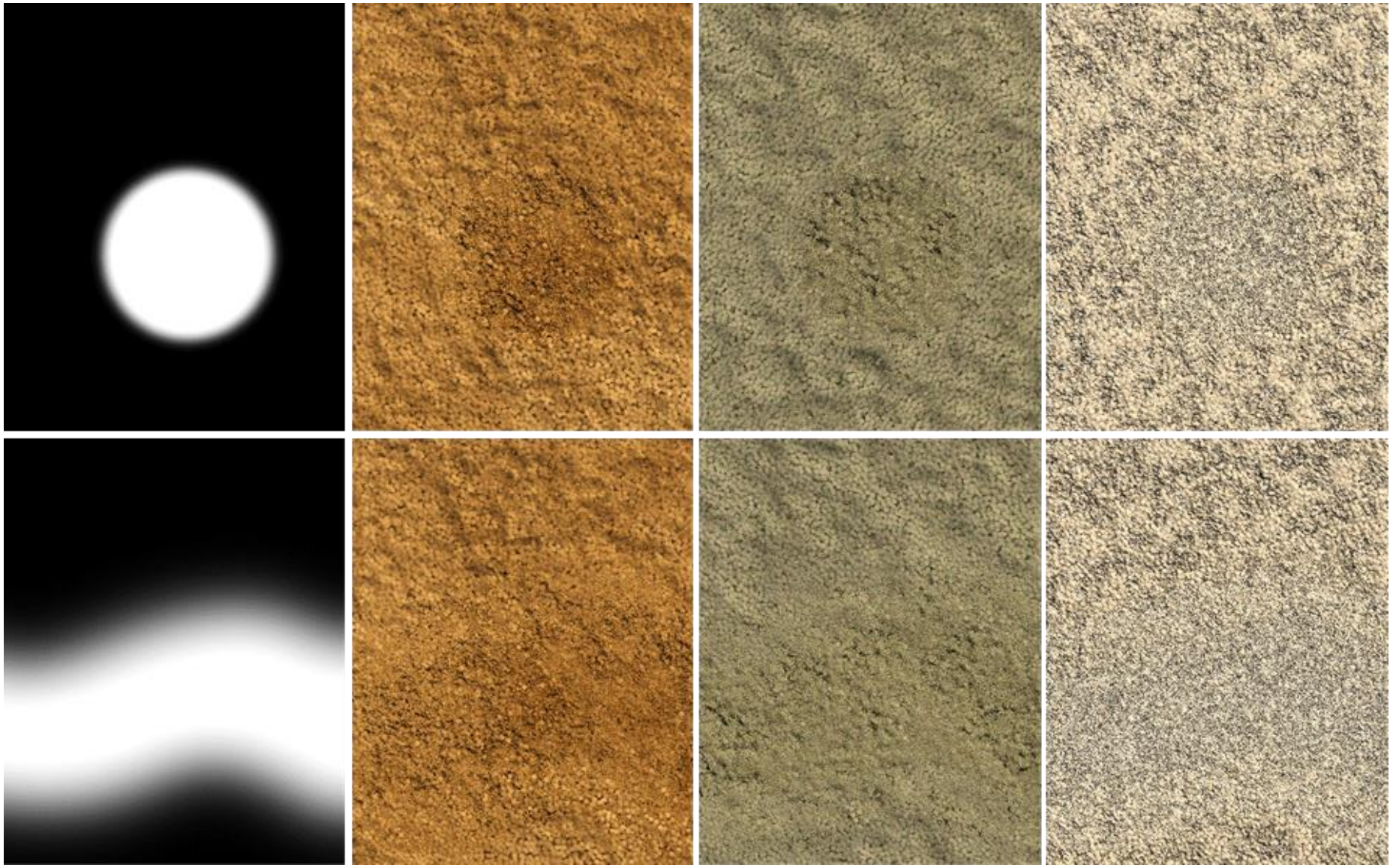
人が通らない場所　　人が多数通る場所

光源の方向による陰影の変化

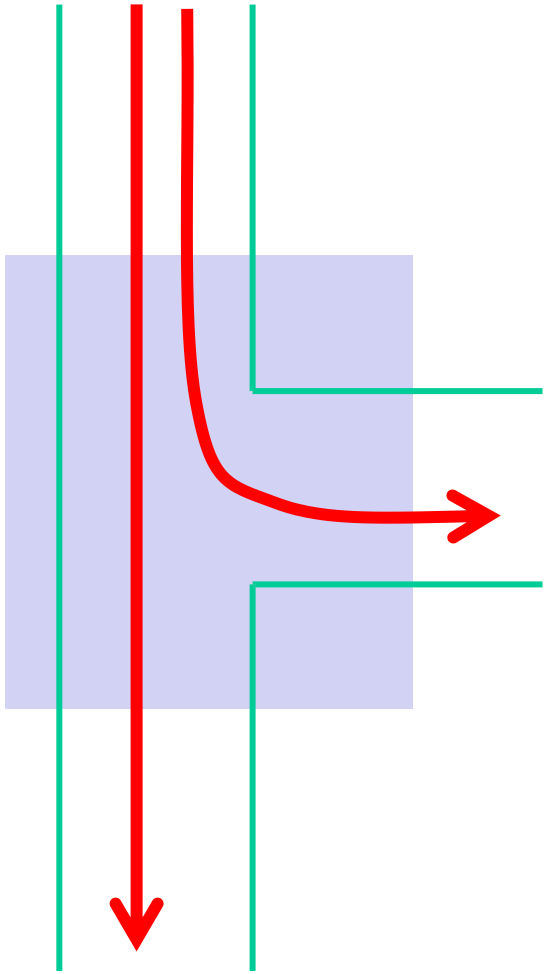


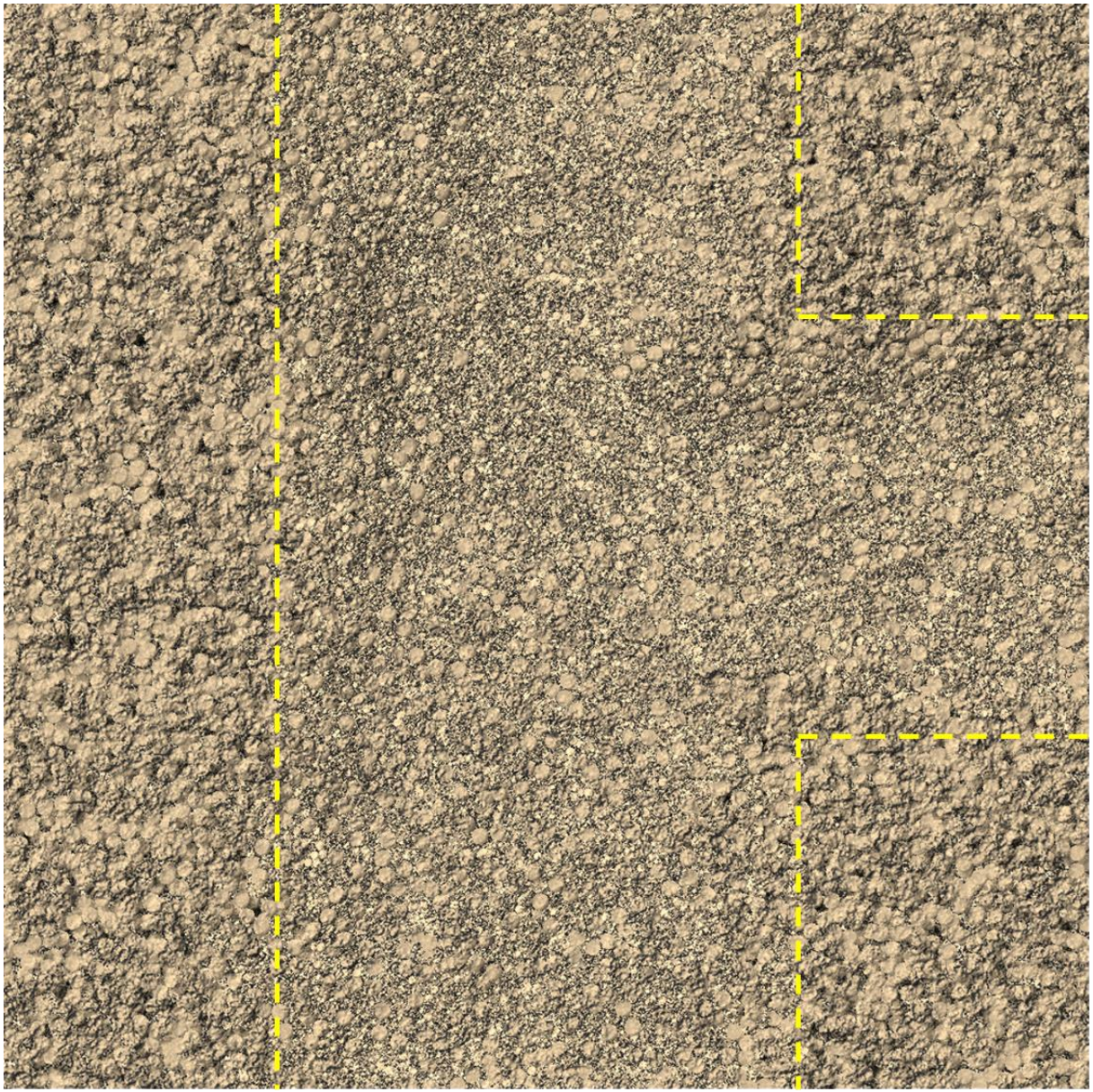
照明の方向

合成元テクスチャを変更



分岐のある通路





画像合成

本日話すのは…

CGの研究

– 歩行による床面・地面の質感変化

ヒューマンインタフェースの研究

– スマートウオッチ向け文字入力手法

スマートウォッチでの文字入力

これまでに開発した手法

1. 矩形画面の縁をなぞる方法
2. 円形画面の縁をなぞる方法
3. 画面占有率が低い方法（SliT）
4. 1ジェスチャで平仮名を入力する手法
5. 1ストロークで英字を入力する手法
6. 小型画面でも誤入力が少ない手法（SlioF）
7. 小型画面に対応し，かつ，入力が速い方法（開発中）

スマートウォッチで求められる文字入力の条件

- 画面占有率が低い
  - 画面中央の広い範囲を表示に使いたい.
- 速度は重要だが最優先ではない
  - 短い返事やキーワードの入力に使うので,
    入力文字数は少ない.
- 初心者でも容易に使える
  - 特訓してまで使いたくは無い.
- 丸型でも角型でも同じように操作できる
  - どの画面形状でも同じ方法で入力したい

専用文字入力手法 SliT を開発

SliTのキー配置

中央を文字表示領域にするため，
画面の周囲にキーを配置する

- 平仮名を，行と段をこの順に指定すること入力する.
- 行選択では画面の縁を45度刻みに分け，それぞれの区画に行を2つずつ割り当てる.

- キーボードの専有面積を減らすために，キーの幅を 2mm とする.

⇒ タッチは困難なので，スライドインで選択する.

スライドイン※による行の選択

※　画面の外にタッチした指を画面内に滑り入れる動作

– 指が画面の縁を横切るので，幅2㎜でも確実に選択できる．

スライドイン※による行の選択

※　画面の外にタッチした指を画面内に滑り入れる動作

–指が画面の縁を横切るので，幅2㎜でも確実に選択できる．

- 指が画面の縁を横切ると，画面が2分割され，それぞれに区画に書かれた行が1つずつ表示される．

スライドイン※による行の選択

※　画面の外にタッチした指を画面内に滑り入れる動作

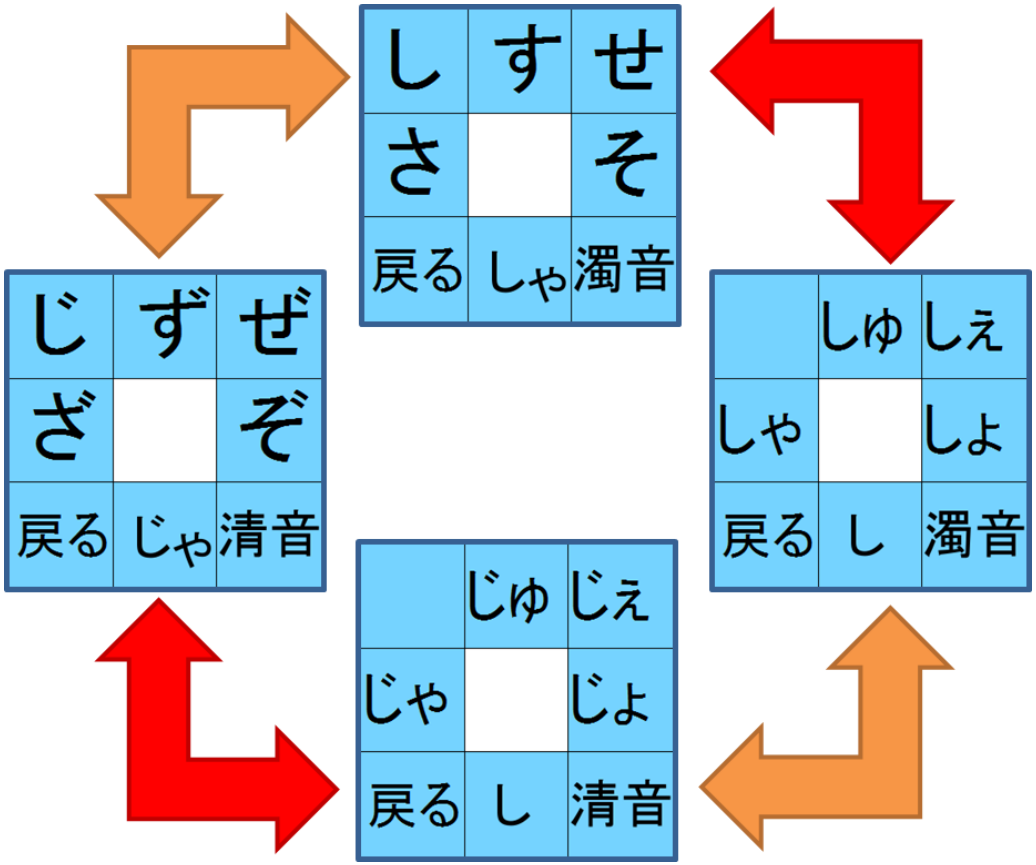
– 指が画面の縁を横切るので，幅2㎜でも確実に選択できる．

- 指が画面の縁を横切ると，画面が2分割され，それぞれに区画に書かれた行が1つずつ表示される．
- 指を離す位置で行を選択する．
  – 指のある位置の背景が緑に変わる．指を離すとその行が選択される．

SliTの段選択

- 画面を9分割する

- タップで段を選択する.
- 濁音や半濁音は右下のボタンで切り替える
  - 文字が大きく表示されるので選択ミスが減る



濁音等の見え方

Slit

ひ	ふ	へ
は		ほ
戻る	ひゃ	濁音

び	ぶ	べ
ば		ぼ
戻る	びゃ	半濁音

ぴ	ぷ	ぺ
ぱ		ぽ
戻る	ぴゃ	清音

フリック入力

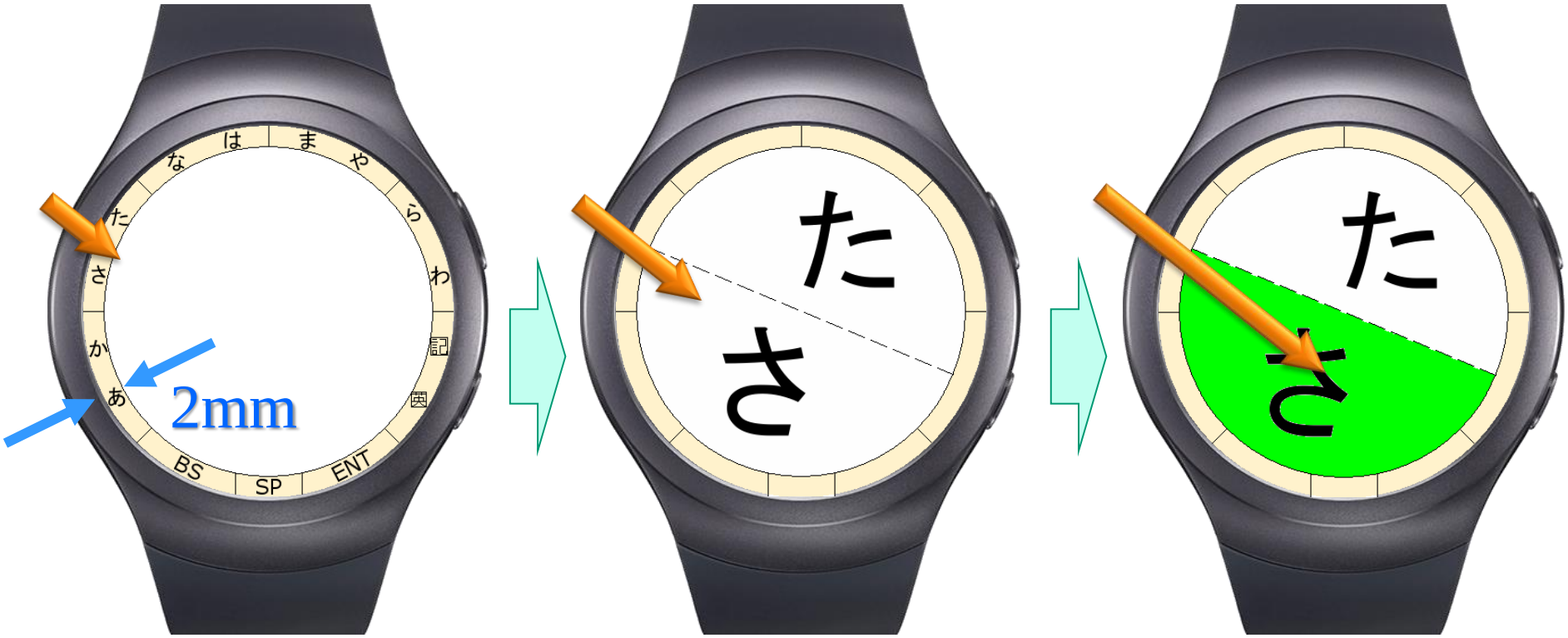
デモ動画

「めいじょう　だいがく」と入力

秋田2017

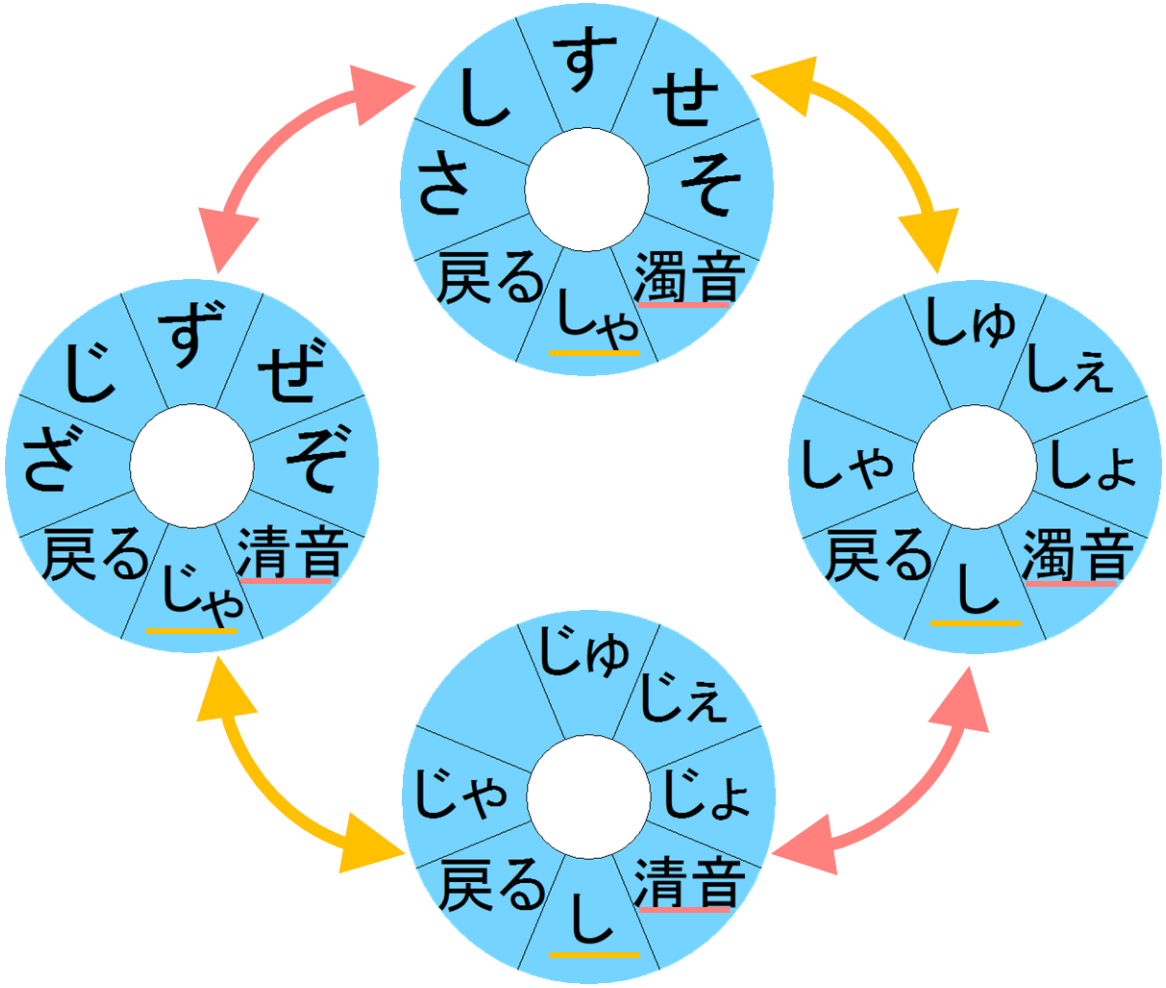
丸型画面の行選択

- 操作方法は角型と同じ.
- 画面分割の位置は区画に合わせて回転する.
  - 角型では上下か左右に固定



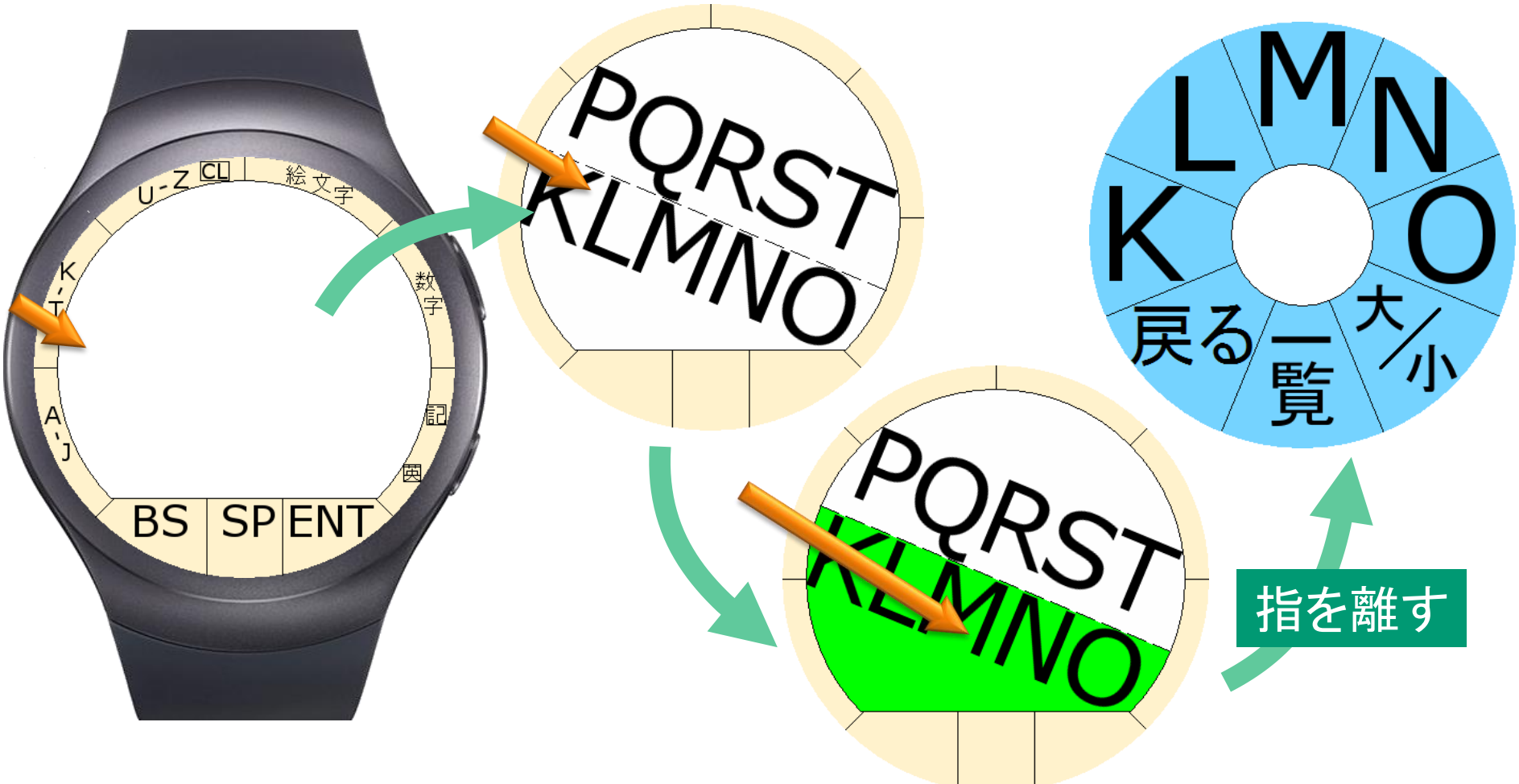
丸型画面の段選択

- 画面を8方向に分割し，中央を除く領域をボタンとする.
- キーの配置は角型と全く同じ



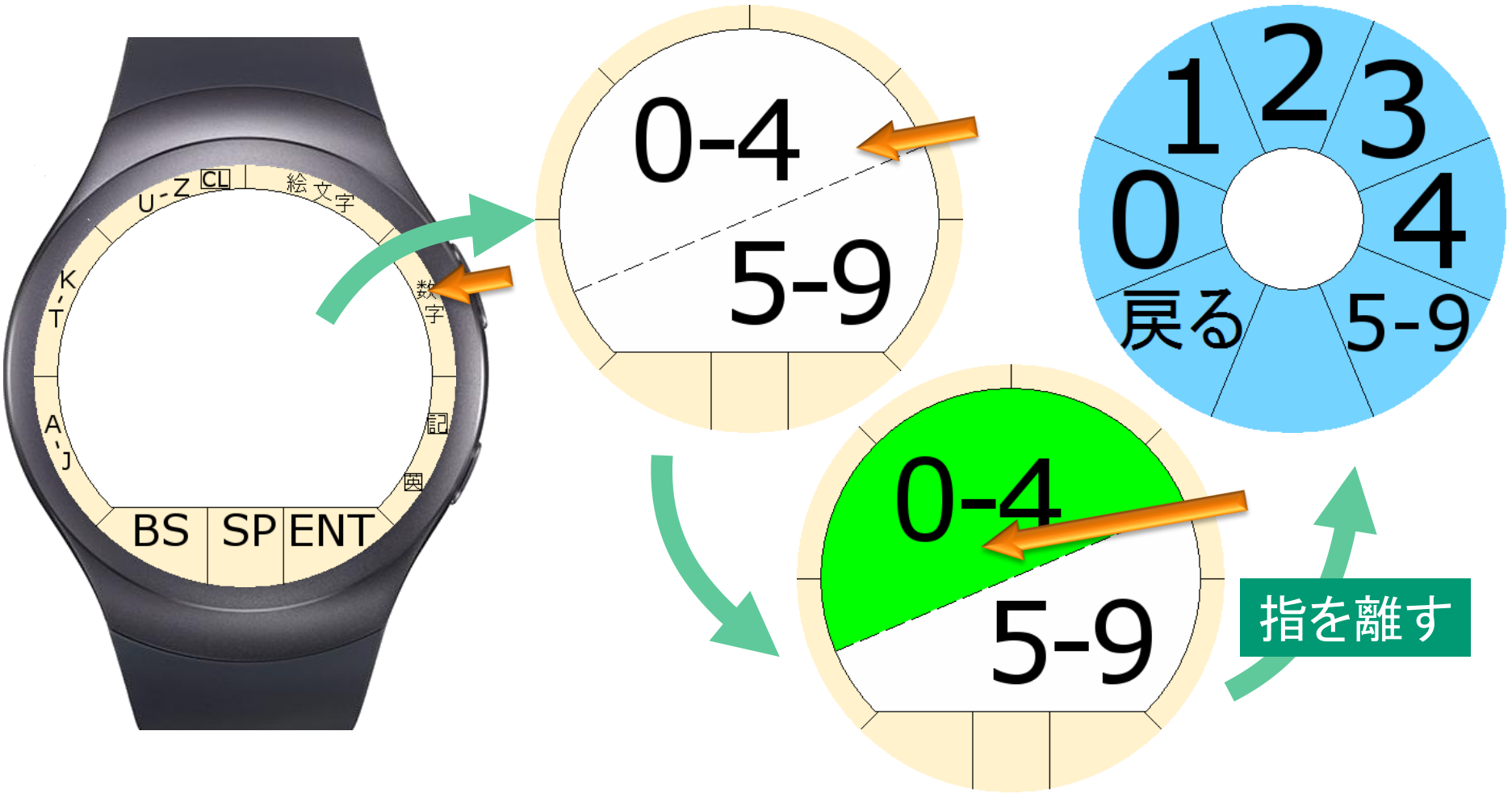
SliTの英字入力

- 英字は，左3区画にアルファベット順で10文字ずつ割り当てる.
- グループ，メンバーの順に選択する



SliTの数字入力

- 右上の区画に数字を割り当てる.
- スライドインで前半と後半を選択したのち，タップで1文字を入力する.



超小型画面文字入力

- 現状のスマートウォッチは腕時計より大きいので，小型化が望まれている
  - 小画面で実行可能な文字入力手法が必要

- 極小画面（直径1インチ＝25mm 以下）に対応した文字入力手法を開発した

極小画面用手法 SlioF

- ✓ キーを指先より大きくするために，周囲の分割を8から4に減らす
  - ■ 90度単位に分割する
- ✓ 1キーに5行を割り当てることで，キーの不足を補う

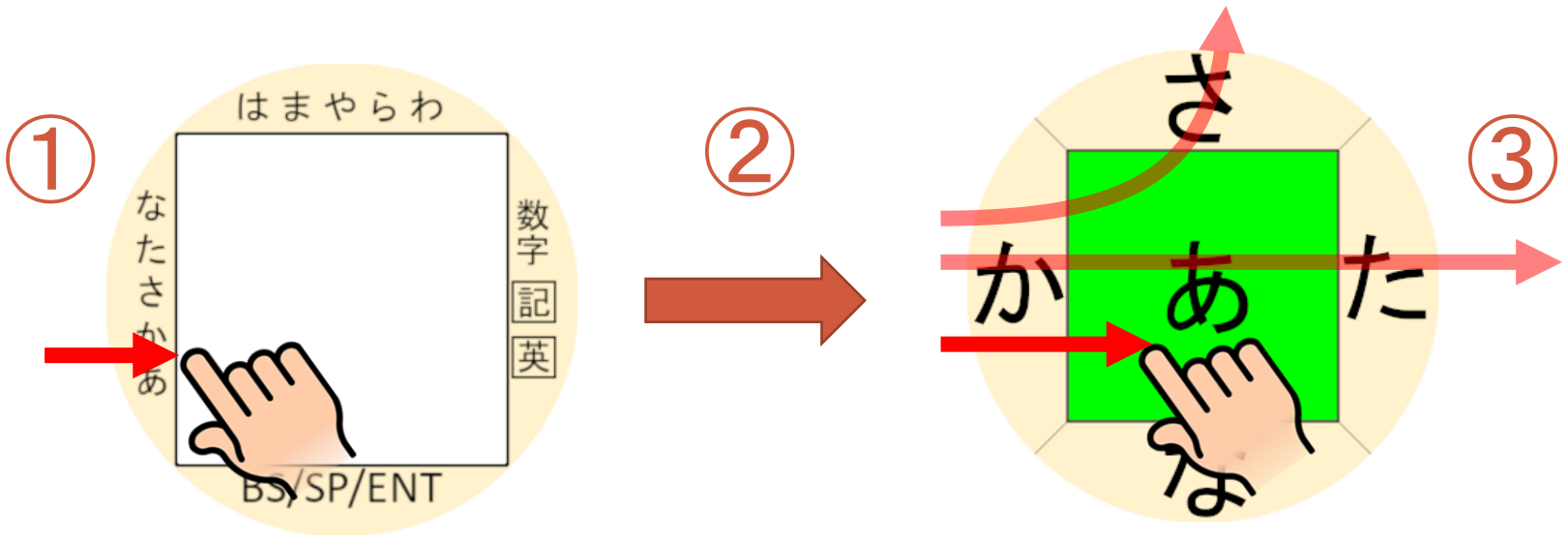
SlioFの行選択

① 初期画面において，入力したい行が書かれた区画からスライドインを行う

② 指先が区画を横切ると，画面が5分割され，それぞれに行が1つずつ表示される

③ 指を離す位置で行を選択する

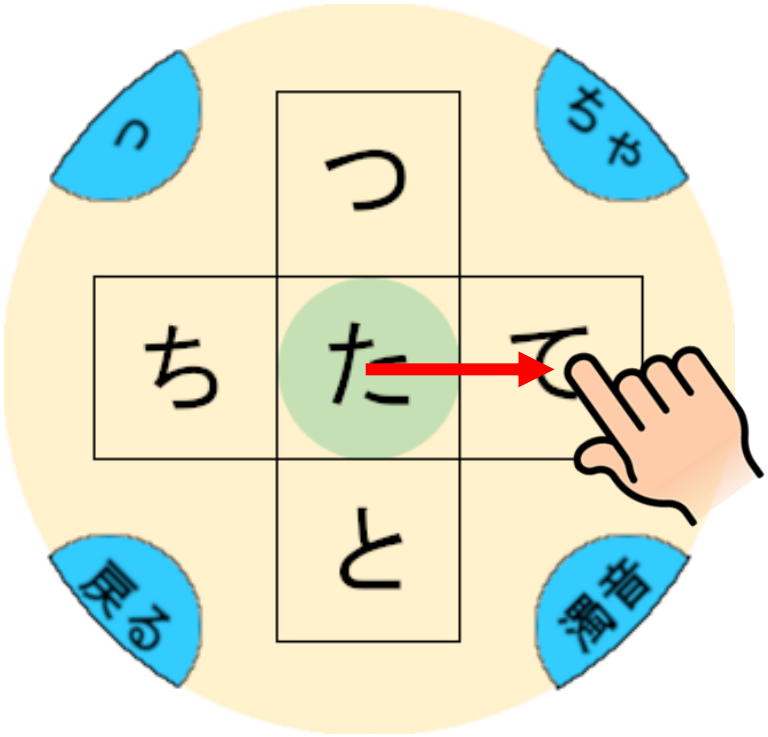
✓緑の領域内で指を離す or スライドアウトする



初期画面　　行選択の画面

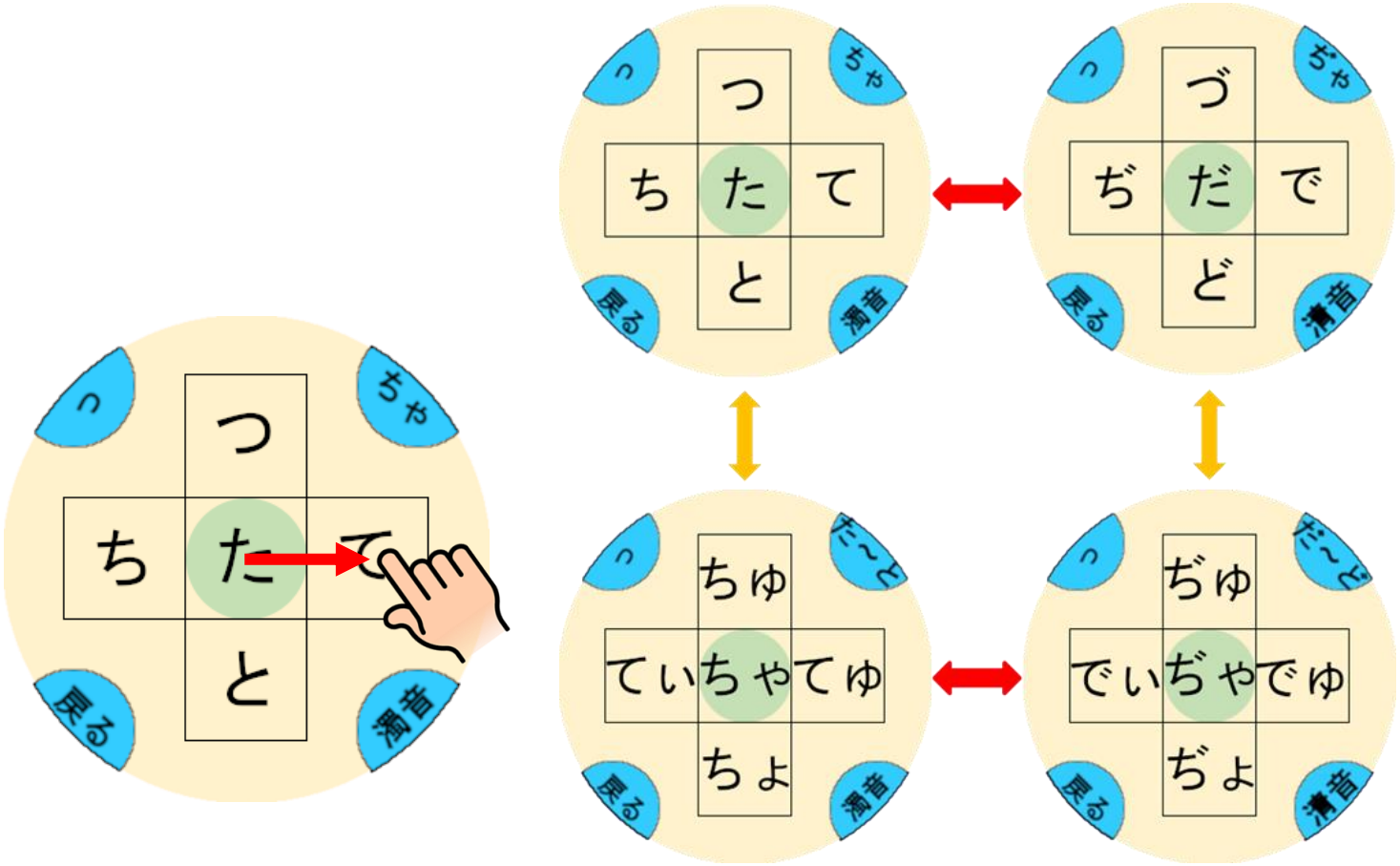
SlioFの段選択

- タップ/フリックで1文字を選択する.



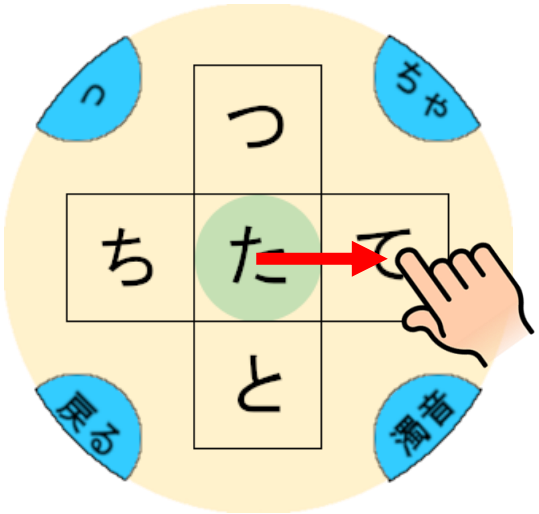
SlioFの段選択

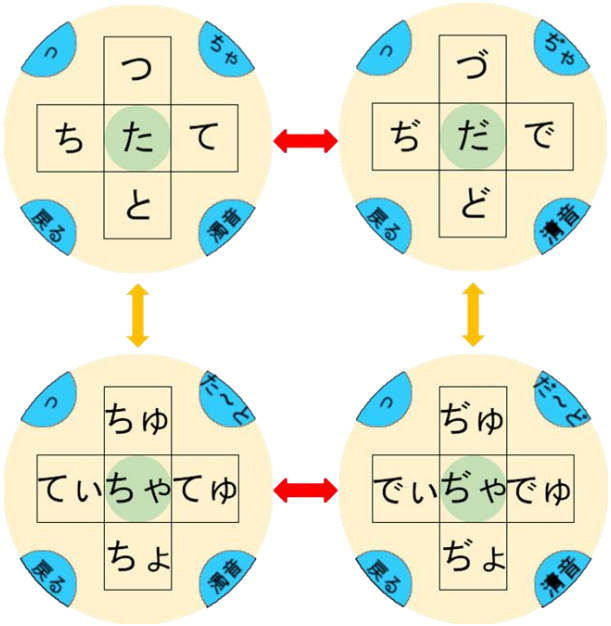
- タップ/フリックで1文字を選択する.
- 濁音/半濁音/小文字は，ボタンをタップして表示を切り替えてから選択する.

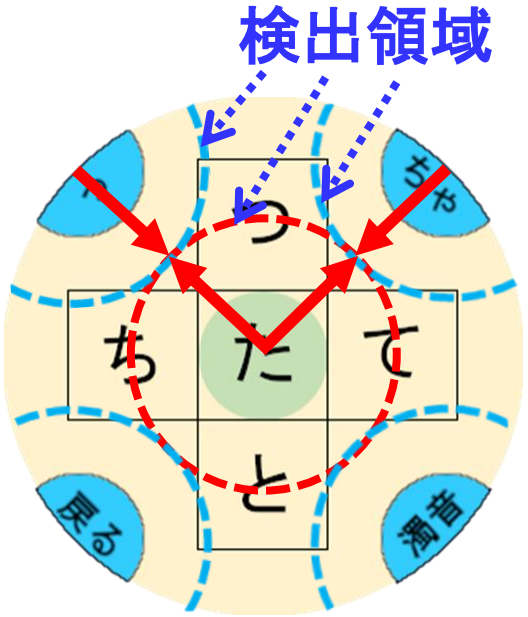


SlioFの段選択

- タップ/フリックで1文字を選択する.
- 濁音/半濁音/小文字は，ボタンをタップして表示を切り替えてから選択する.
- タップとボタンの検出領域は画面半径の1/2の大きさがあるため，ラフな操作でも誤入力が少ない.



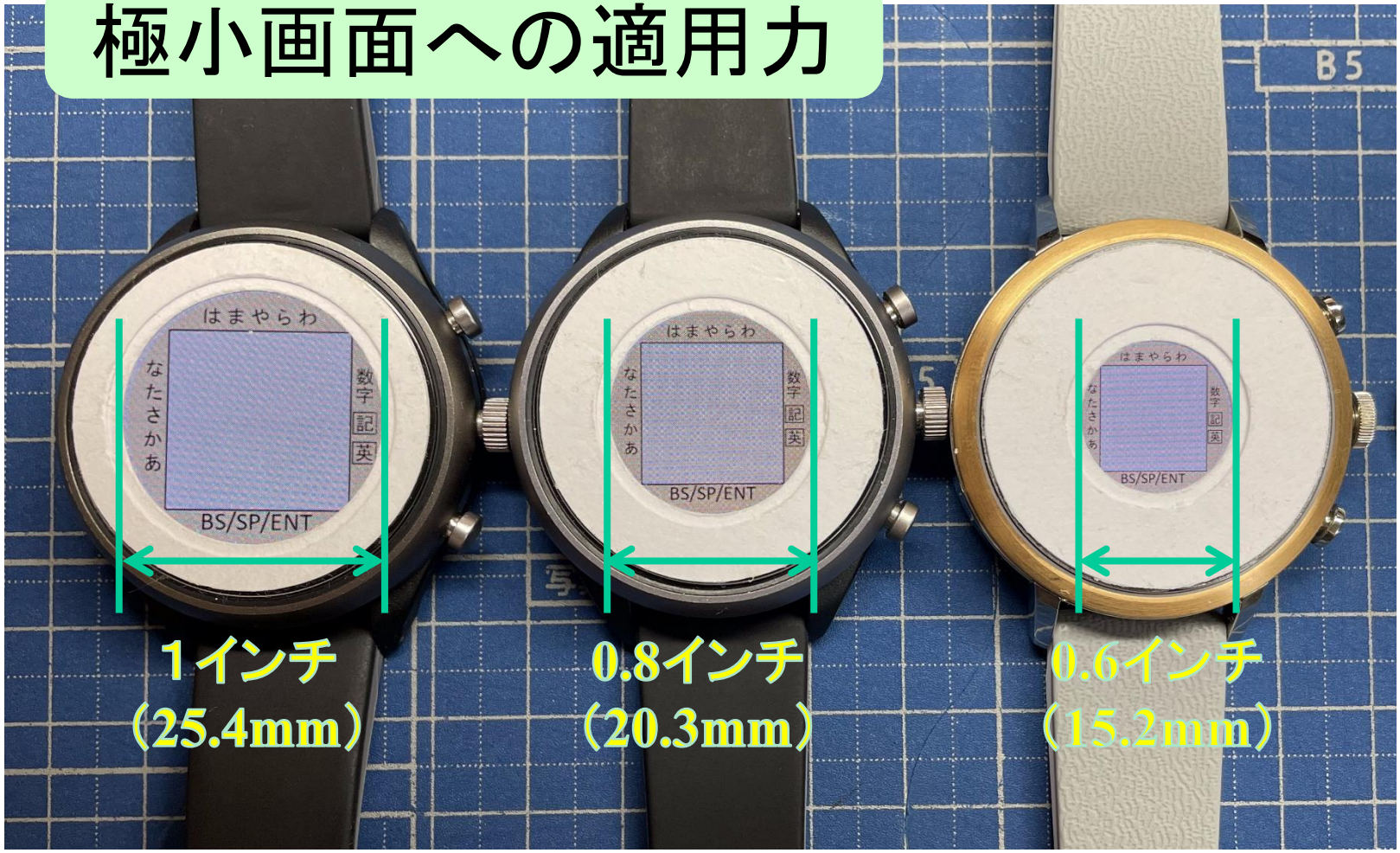




小型（小画面）スマートウォッチ

画面サイズは1インチ（25.4mm）

極小画面への適用力



1円玉
（20mm）

1インチ画面と0.8インチ画面の比較では，

- ✓ 入力速度はほぼ同じ
  （使いはじめで毎分25文字）
- ✓ 誤入力率は0.8インチが若干高い

0.6インチ画面でも，
熟練すれば毎分
40文字の入力が可能

0.6インチ（15.2mm）画面での入力

本日のまとめ

田中研究室の研究テーマを紹介した

CGの研究

- 歩行による床面・地面の質感変化
  - 歩行モデル，床面汚れ，塗装剥離，地面の土粒子の変化

ヒューマンインタフェースの研究

- スマートウオッチ向け文字入力手法
  - SliT，SlioF

他のテーマに興味があれば，研究室HPを見てください
https://www-ie.meijo-u.ac.jp/~tanaka/

課題

Classroom の「研究紹介10」にリンクしてあるアンケートに答える

ゼミナール「田中研究室の研究紹介（2024年度版）」のレポート課題

レポートの代わりとして，このアンケートに答えてください．
締め切りは５月２９日(水曜）の１７：００です．期限に遅れた場合は，評価の対象外となります．

おわり