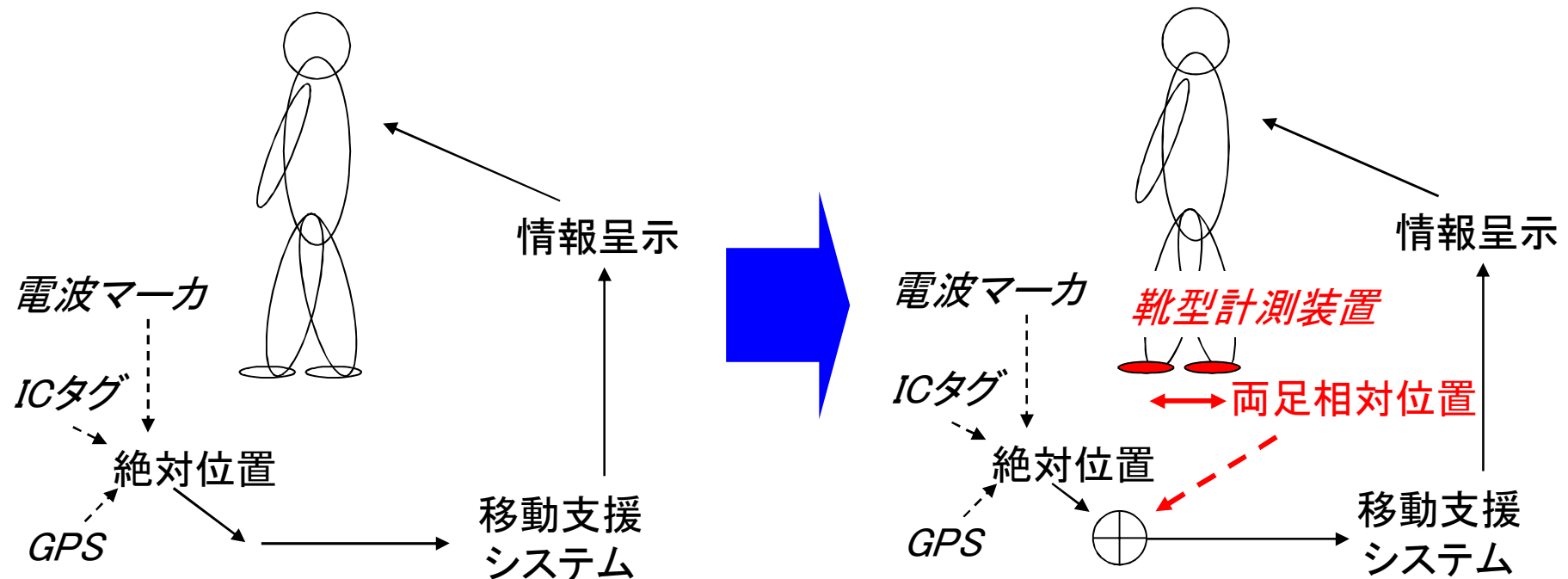


平成22年度移動支援サービス研究支援事業 (靴型計測装置による位置特定技術の 改良研究) 成果報告

九州工業大学 和田親宗

研究テーマ

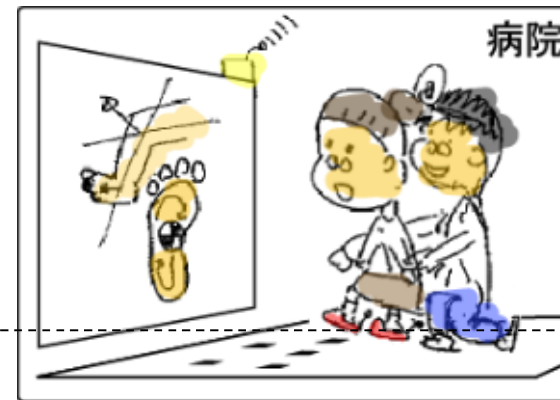
《テーマ 1》歩行者の移動支援に必要な高精度の位置特定技術
「靴型計測装置による位置特定技術の改良研究」



RFIDタグ等の位置特定インフラが設置されていない場所においても、移動前後の相対位置が把握可能な靴型計測装置の改良研究を行い、いつでもどこでも現在位置が把握可能な位置特定技術を開発する

技術的背景 その1

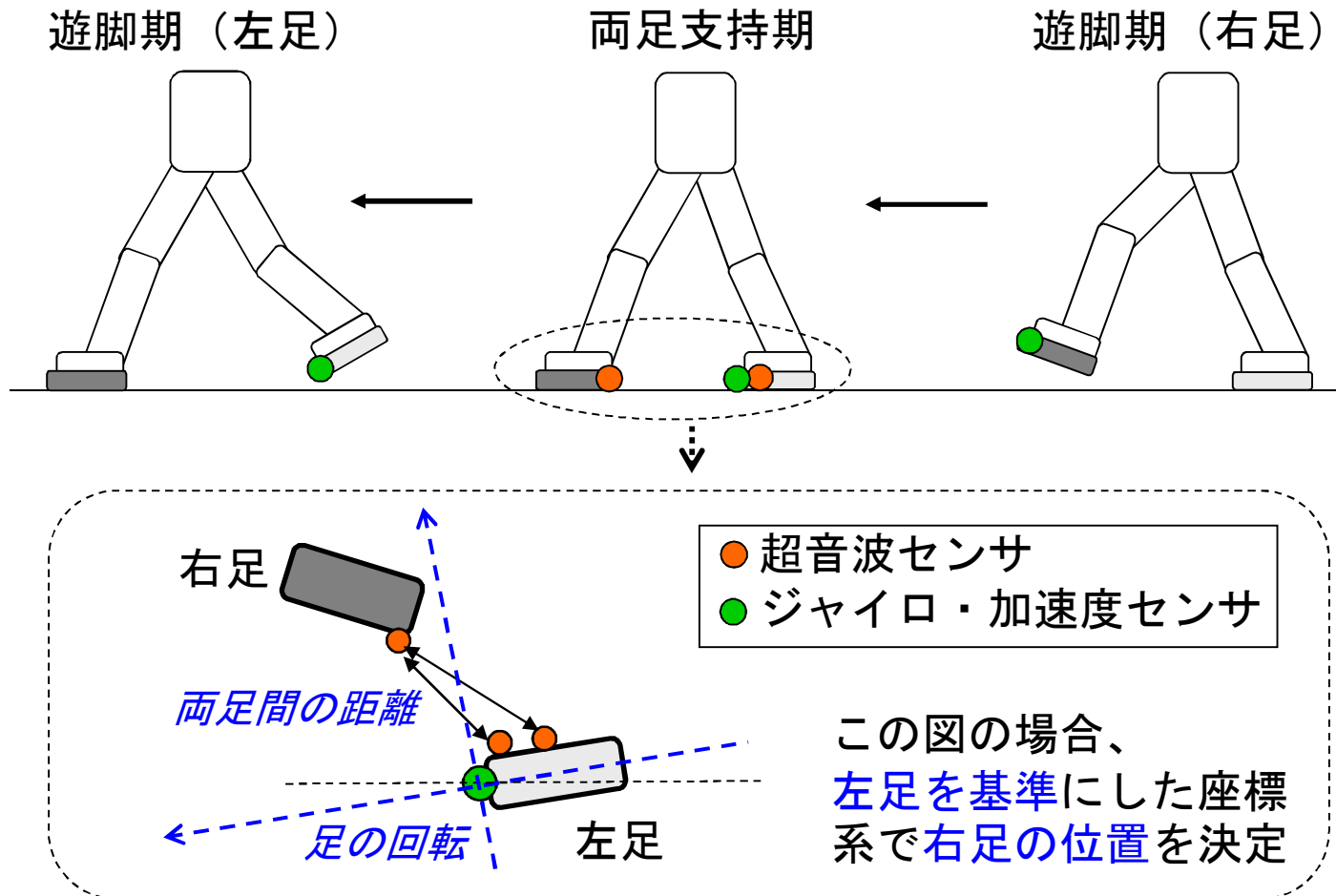
既存技術(歩行訓練支援のための靴型計測装置)



- ・ 病院、施設、自宅内で**両足相対位置**を計測
- ・ 計測対象は**患者の歩行** (狭い歩幅、膝を上げないゆっくりした歩行)

↓
健常者の歩行計測に拡大、両足間の相対位置計測により位置特定の補完を行う

技術的背景 その2 および 課題



健常者の歩行計測のために、解決すべき課題

- ・ 狭い計測範囲 (0.1~0.6m)
- ・ センサ同期用ケーブルの存在
- ・ 通信が途切れると位置特定不可能

解決方法（研究課題）

1）データ通信方法の改良研究（研究課題 1）

いついかなる状況でも足位置データを受信できるようにするため、非通信時にデータを保存し、通信可能時にデータを送信する機構及びアルゴリズムの開発を行う。

2）距離計測方法の無線化研究（研究課題 2）

靴型計測装置の完全ワイヤレス化を実現するため、無線方式による距離計測タイミングの同期機構を開発する。

3）計測範囲の拡大方法についての研究（研究課題 3）

健常者の歩行を計測できるよう、超音波センサ配置および計測タイミングの見直しにより、歩幅計測範囲の拡大を行う。

4）試作装置の実証評価（研究課題 4）

靴型計測装置による健常歩行計測の有効性を検証するため、歩行計測の実証実験を行い、計測精度および計測可能範囲を調べることで試作装置の有効性を評価する。

研究課題 1 : データ通信方法の改良研究

- ✓靴型計測装置にフラッシュメモリを実装した
- ✓データ送受信アルゴリズムを見直した



通信途絶時でも保存データの再送により高精度の位置特定の実現

研究課題 2 : 距離計測方法の無線化研究

- ✓靴型計測装置に同期信号発生および受信回路を追加した
- ✓同期信号送受信アルゴリズムを開発した



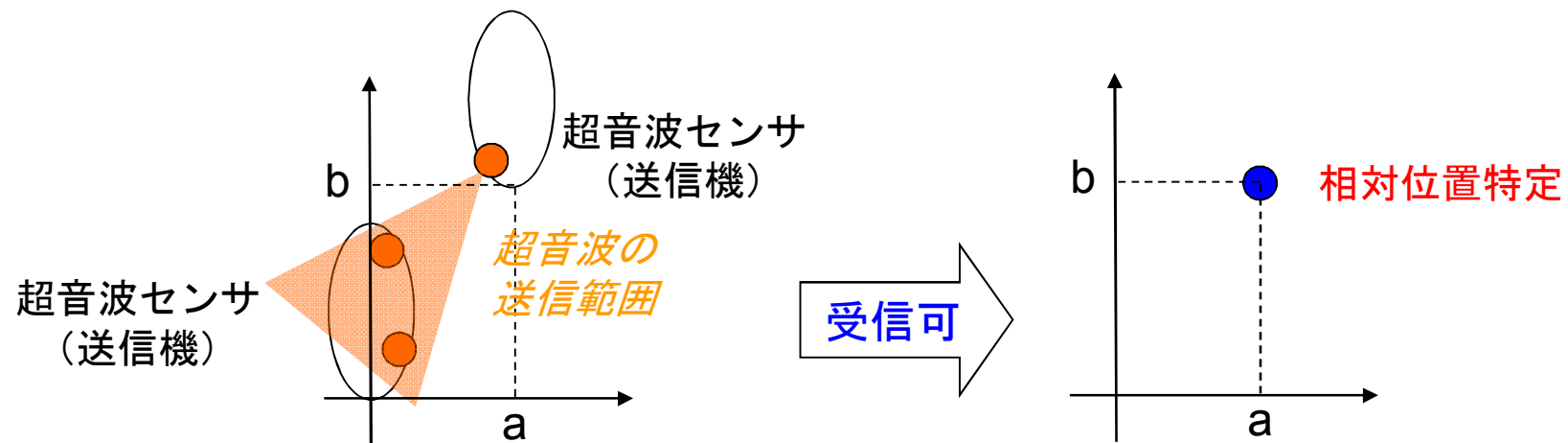
無線による同期信号送受信の実現
靴型計測装置の完全ワイヤレス化の実現

研究課題 3 : 計測範囲の拡大方法についての研究

開発資産を生かすために従来品で使用したシリーズのCPU等を使用

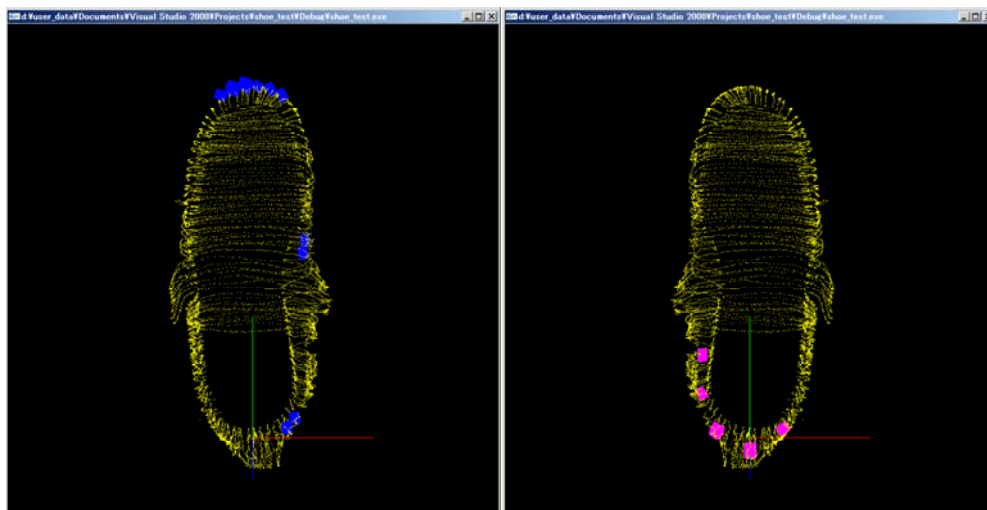
- ✓ハードウェアの制約上、距離測定に使用する超音波センサの送信数を7、受信数を12に制限
- ✓CPUの処理能力の制約のために、サンプリングレートを15Hzに変更

シミュレーションにより超音波センサの最適配置を検討



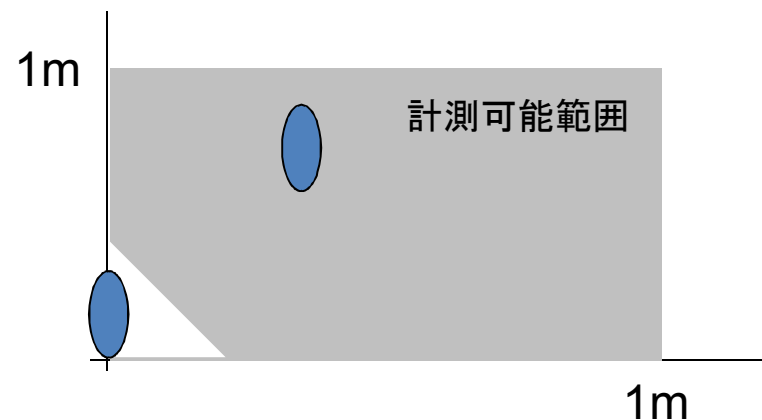
研究課題 3 : 計測範囲の拡大方法についての研究 (センサ配置と計測可能範囲)

最適な超音波センサの配置



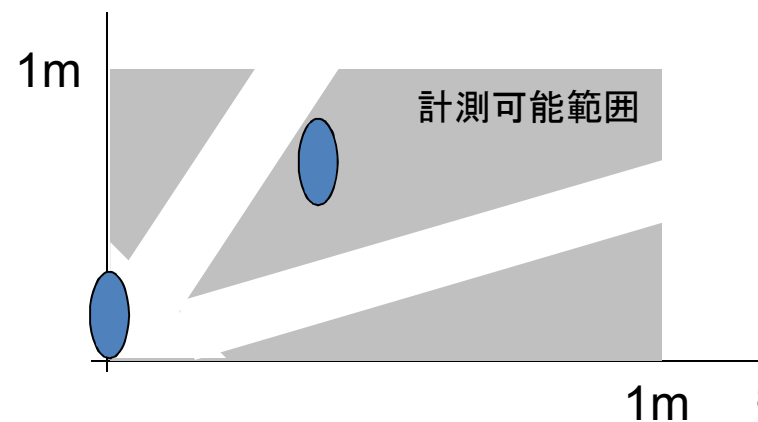
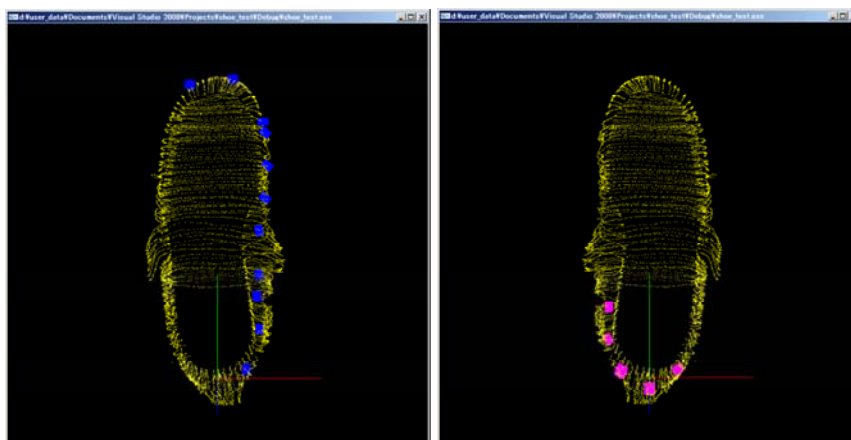
超音波受信機

超音波送信機

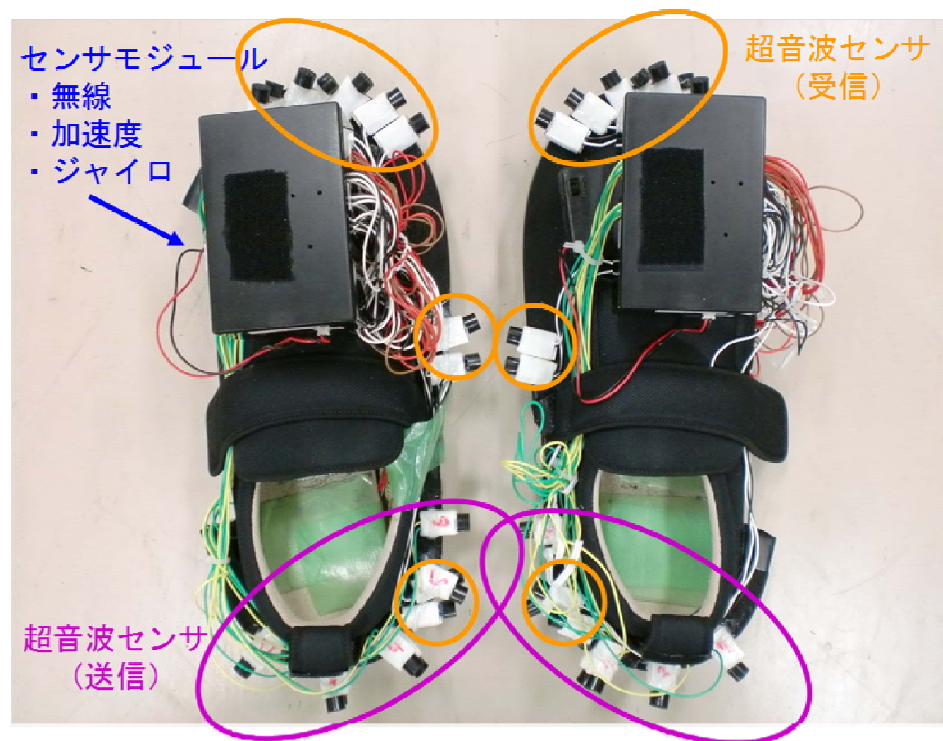


シミュレーションによる
計測可能範囲

最適でない超音波センサの配置例



試作した靴型計測装置



➤ センサ数の増加と最適配置による 計測範囲の拡大 (理論値 1m × 1m)	➤ 計測範囲 (0.6m × 0.6m)
➤ メモリ搭載による 常時通信不要	➤ 常時通信の必要あり
➤ ワイヤレス同期による ケーブル不要	➤ ケーブルあり
➤ 健常歩行計測可能	➤ 患者の歩行 (ゆっくり、足を上げない)

研究課題 4 : 試作装置の実証評価

静止時の位置計測精度の評価実験

期間：2011年2月1日～18日

場所：研究室内

内容：本装置を床の上で動かしながら、位置計測結果を絶対位置と比較。

歩行時の位置計測精度の評価実験

期間：2011年2月11日～28日

被験者：大学院学生6名

場所：歩行訓練室（モーションキャプチャシステムあり）

内容：直線歩行、右左折歩行時の本装置の位置計測結果を、
モーションキャプチャシステムによる計測結果と比較。

長距離歩行時の位置計測精度の評価実験

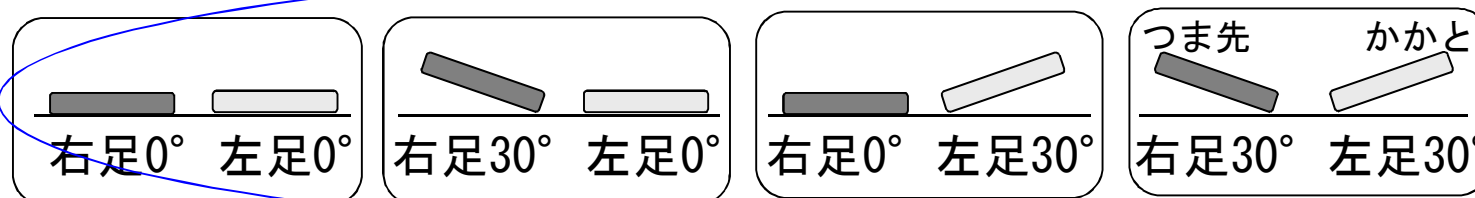
期間：2011年2月11日～28日

被験者：大学院学生6名

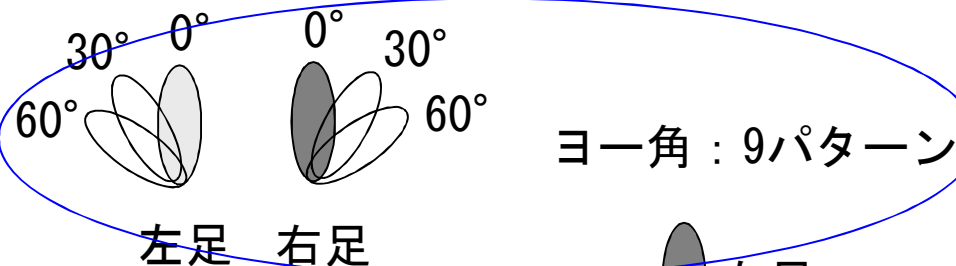
場所：大学ロビー内

内容：直線歩行（15m）時の本装置の距離計測結果を絶対距離と比較。

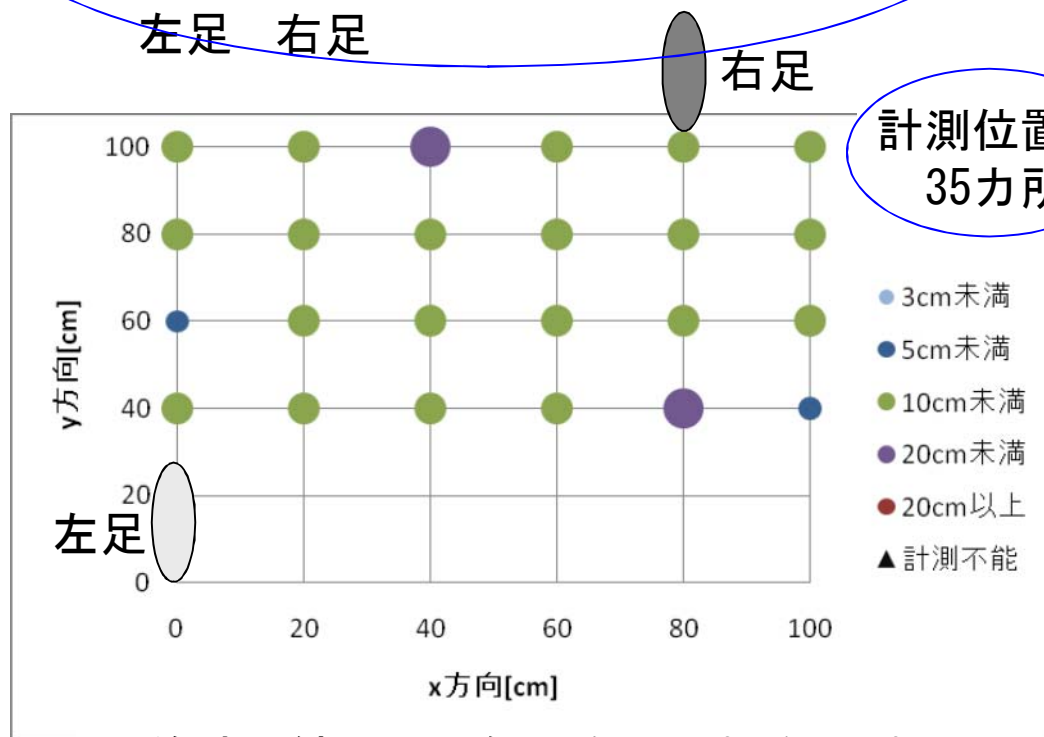
研究課題 4 : 試作装置の実証評価 (静止時位置計測精度評価実験)



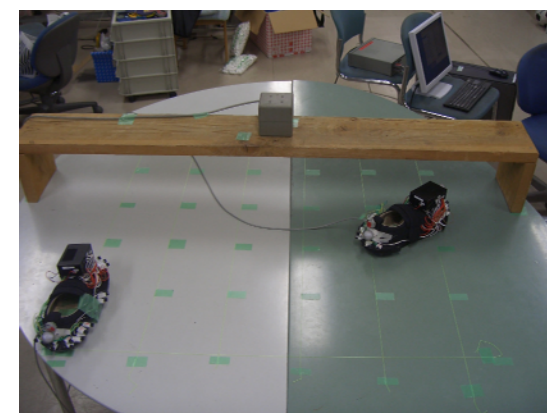
ピッチ角：
4パターン



ヨー角：9パターン



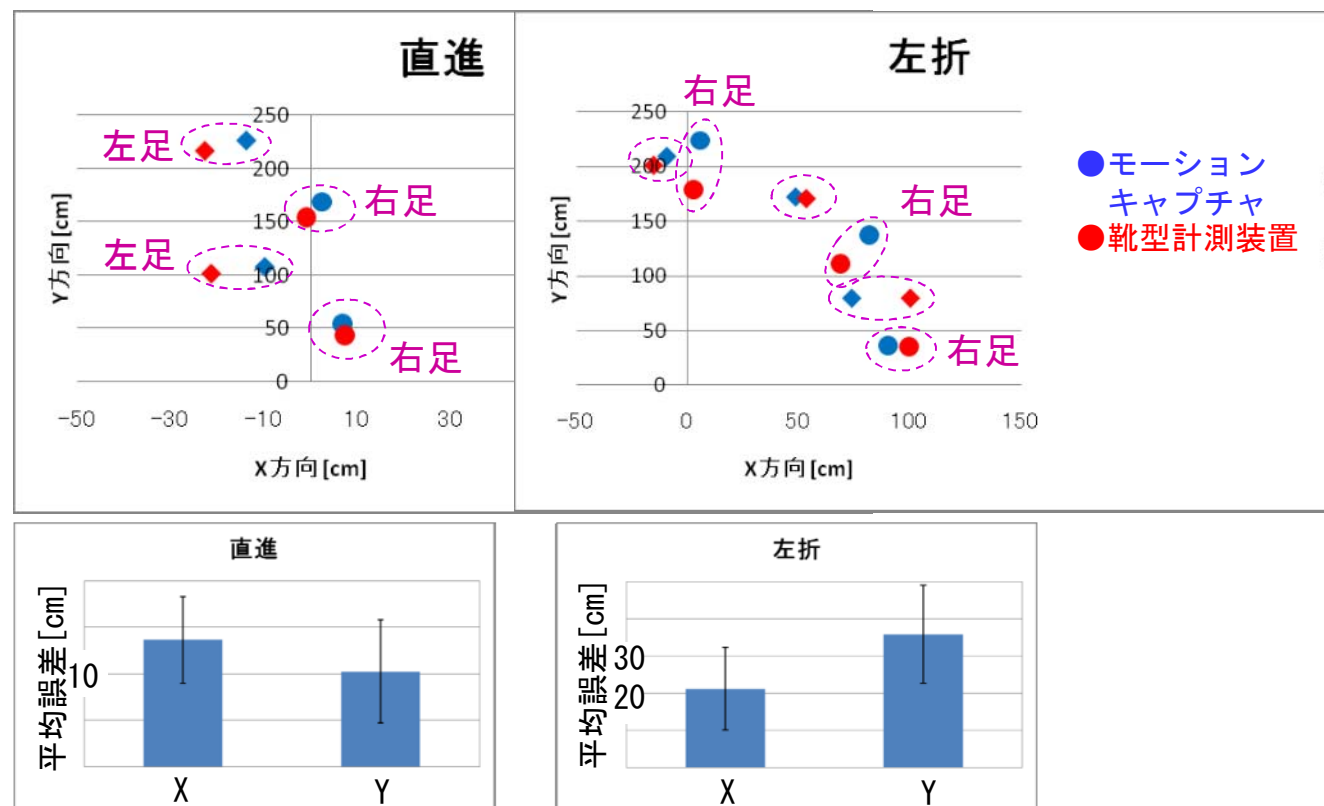
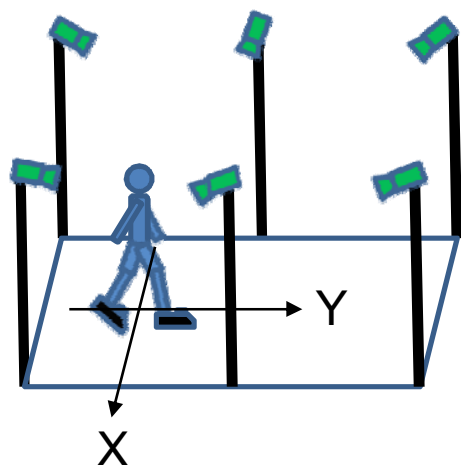
誤差計測結果の一例 (右足30° 左足0°)



計測風景

様々な足の角度や位置に対して、
概ね10cm程度の誤差で
両足の相対位置関係を計測可能

研究課題 4：試作装置の実証評価（歩行時の位置計測精度）



健常歩行（足の運動は大きい）

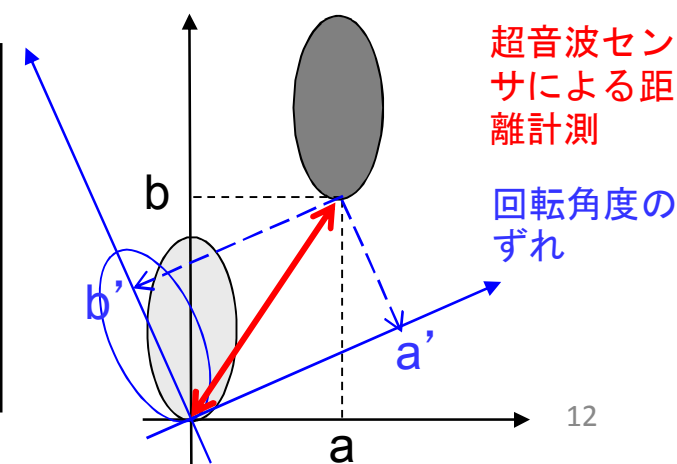
➤ 直進歩行は10cm程度の誤差で位置計測可能

➤ 右左折時は誤差が増大

→ 足の回転角度が正確に計測できていない

→ 結果として位置がずれる

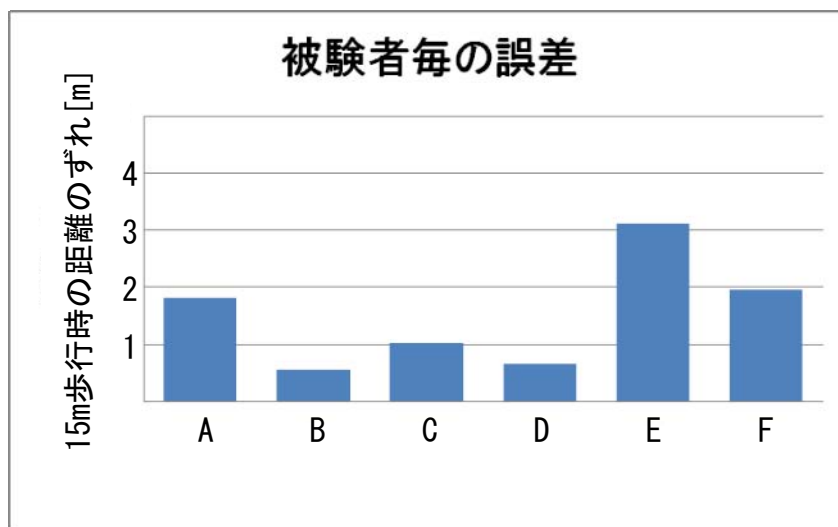
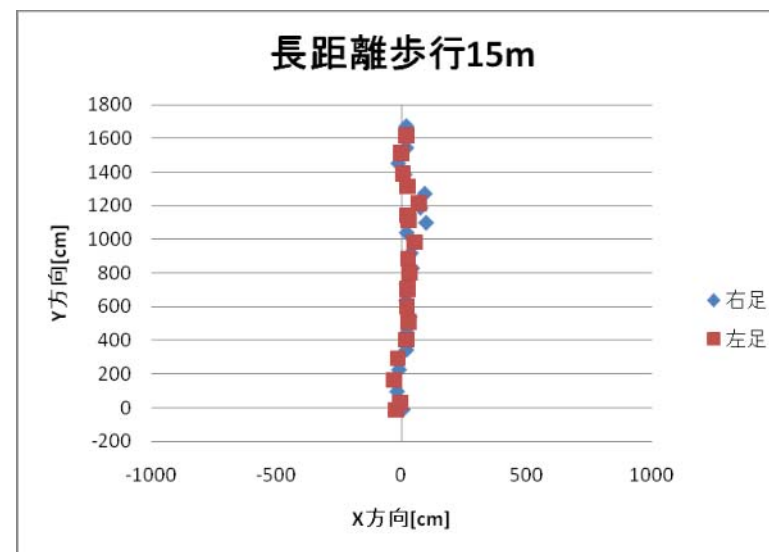
→ ジャイロセンサデータ処理の問題



研究課題 4 : 試作装置の実証評価 (長距離歩行時の位置計測精度評価実験)



直線歩行のみ



- 直線歩行で、足がそれほど大きく動かない場合は、50cm程度の誤差で位置計測可能。
- しかし、歩き方によって誤差が増加。具体的には、足のピッチ運動（つま先を上げる）が多いと誤差が増加。
- 水平面の足回転（ヨー）に加え垂直方向の足の回転（ピッチ）を考慮することで誤差低減可能。

事業全体の成果 その1

(1) 研究全体の成果

- RFIDタグ等の位置計測技術に対する補完技術として靴型計測装置を改良した。その結果、ジャイロセンサのデータ処理に問題により歩行パターンが限定されるものの、精度良く計測可能であることがわかった。

(2) 移動支援システムへの効果

- RFIDタグやGPSと組み合わせることで、将来的にはどのような場所でも高精度に現在位置を特定することが可能となり、移動支援システムに有効な技術となる。
- 歩行時の詳細な道路状況（傾斜など）の計測が可能であるため、将来的にはバリアフリーマップなどの作成にも利用できる可能性がある。

事業全体の成果 その2

(3) 実用化への課題

- 歩行パターンによらない高精度な位置計測精度の実現
- 階段昇降などの垂直方向への移動への対応（高さ計測）
- 屋外を含めた様々な歩行環境での実証
- 小型軽量化、耐久性向上、駆動時間の増加

(4) 今後の予定

- 水平面および垂直方向の角度データを処理することで、様々な歩行パターンに対する足の回転角度を高精度で計測する。
- 位置計測精度の再評価を行う。
- GPS等からの絶対位置データと組み合わせることで、位置補完が行えることを実証する。