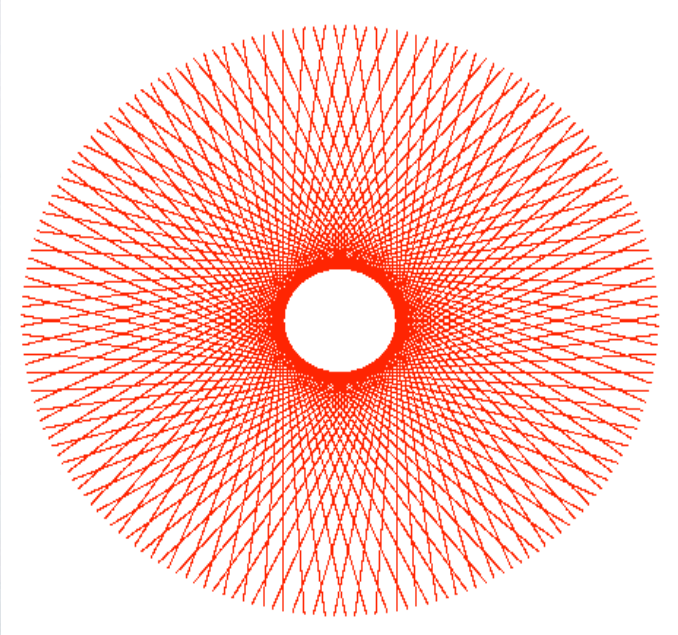
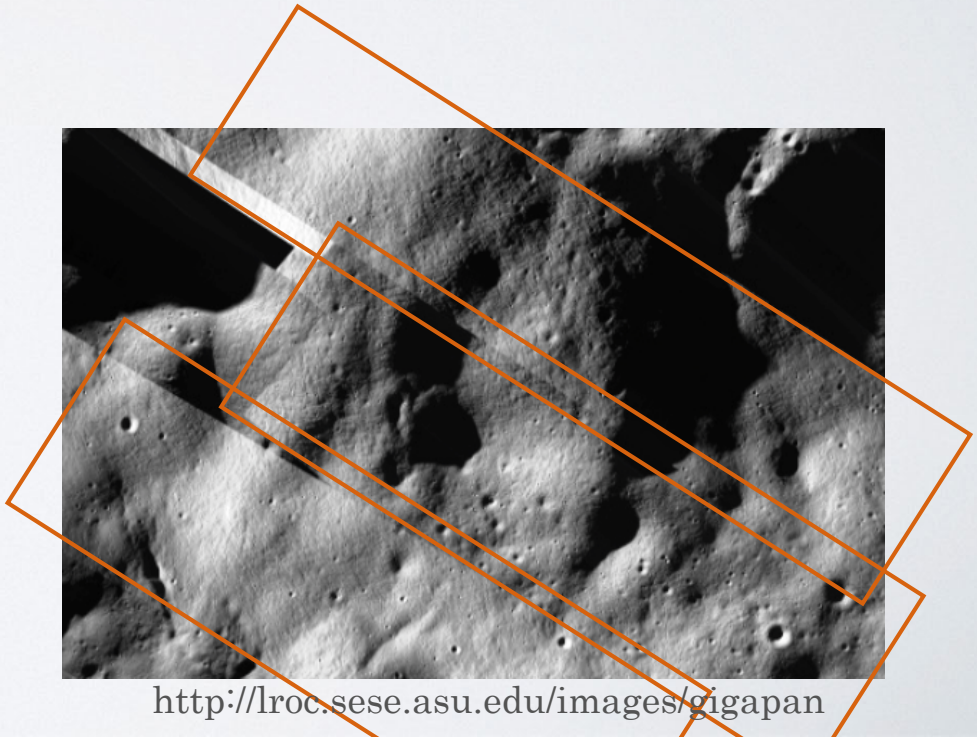
弾性体モデルによるデータ接続のアルゴリズム開発と実験的検証

石井遊哉

データ接続

- 広い領域を測定したい
  - 鏡面形状計測、広域サーベイなど
- 測定器には固有の測定範囲がある
  - データ接続を行う
- 重複領域で値が一致しない問題
  - 測定誤差が原因

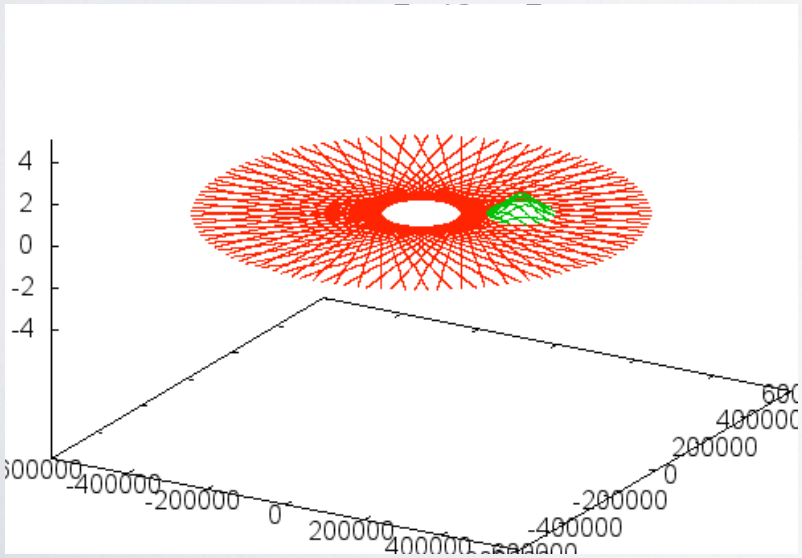


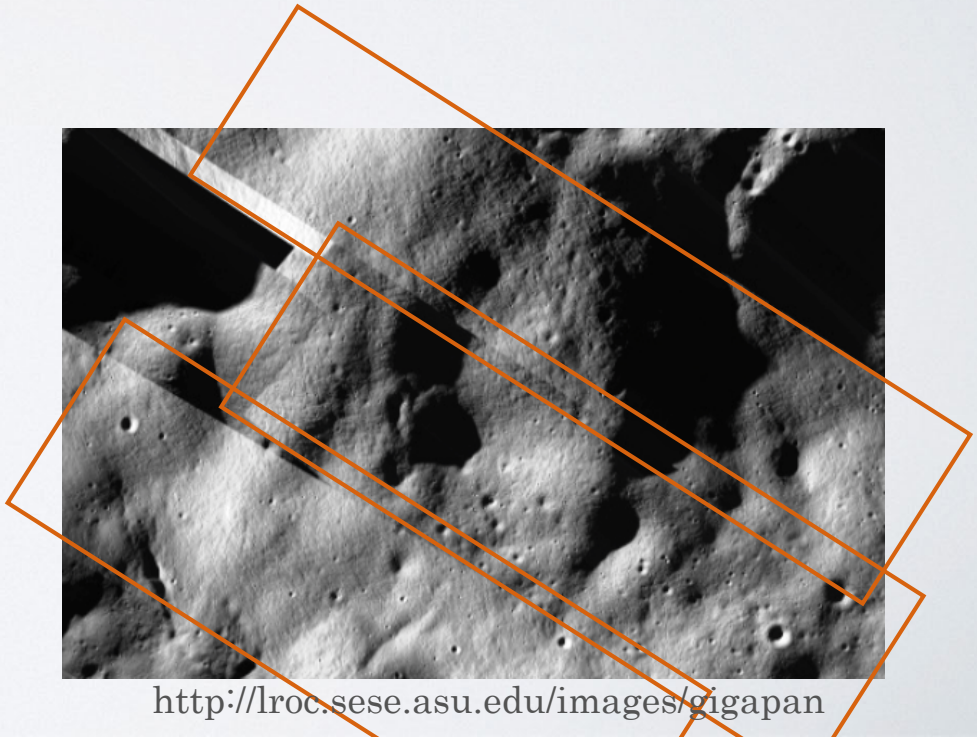


http://lroc.sese.asu.edu/images/gigapan

データ接続

- 広い領域を測定したい
  - 鏡面形状計測、広域サーベイなど
- 測定器には固有の測定範囲がある
  - データ接続を行う
- 重複領域で値が一致しない問題
  - 測定誤差が原因

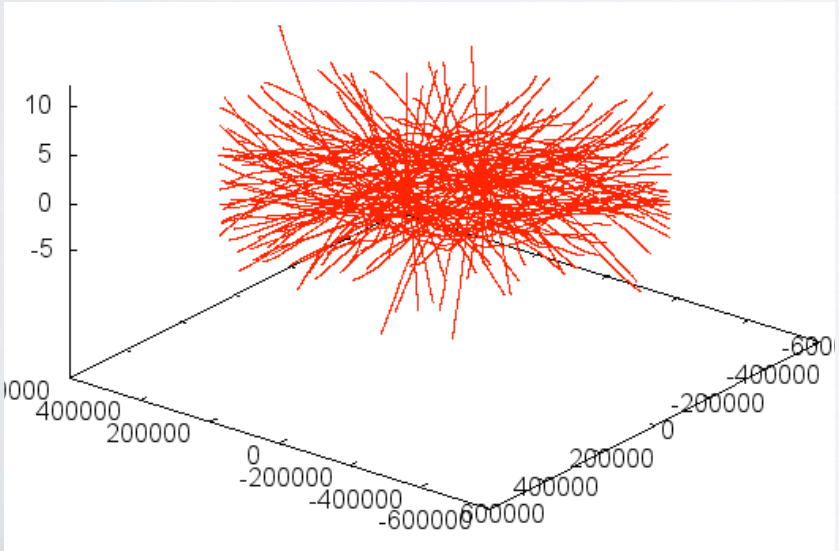


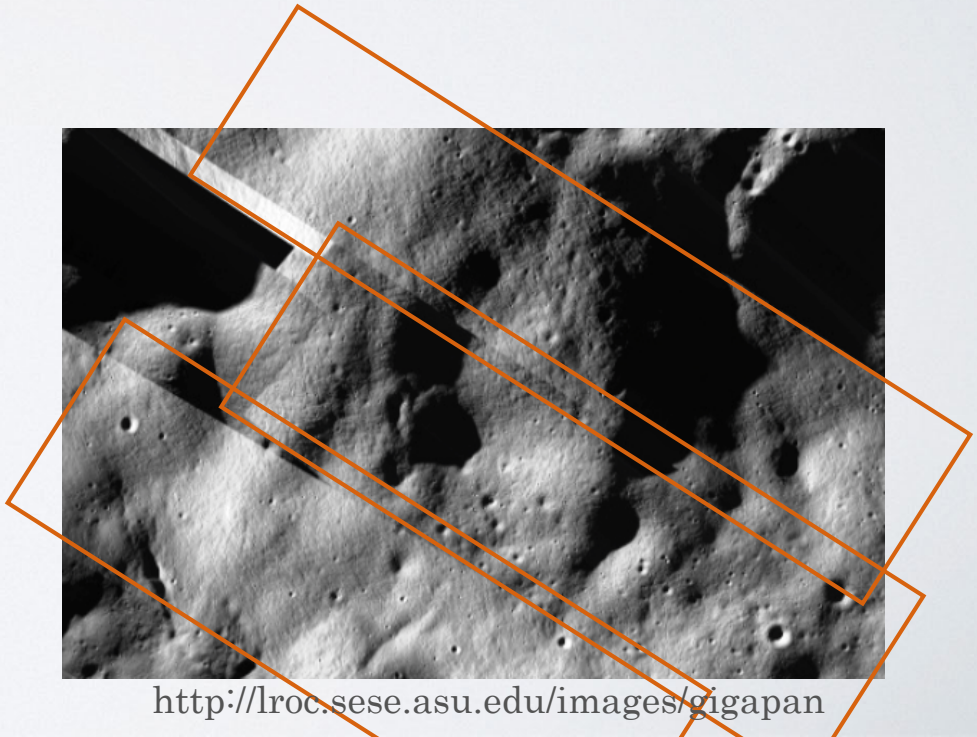


http://lroc.sese.asu.edu/images/gigapan

データ接続

- 広い領域を測定したい
  - 鏡面形状計測、広域サーベイなど
- 測定器には固有の測定範囲がある
  - データ接続を行う
- 重複領域で値が一致しない問題
  - 測定誤差が原因

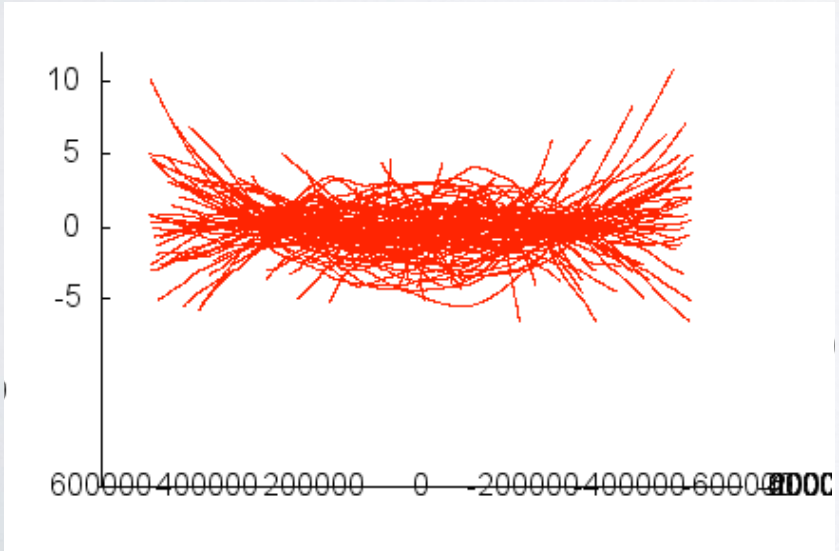


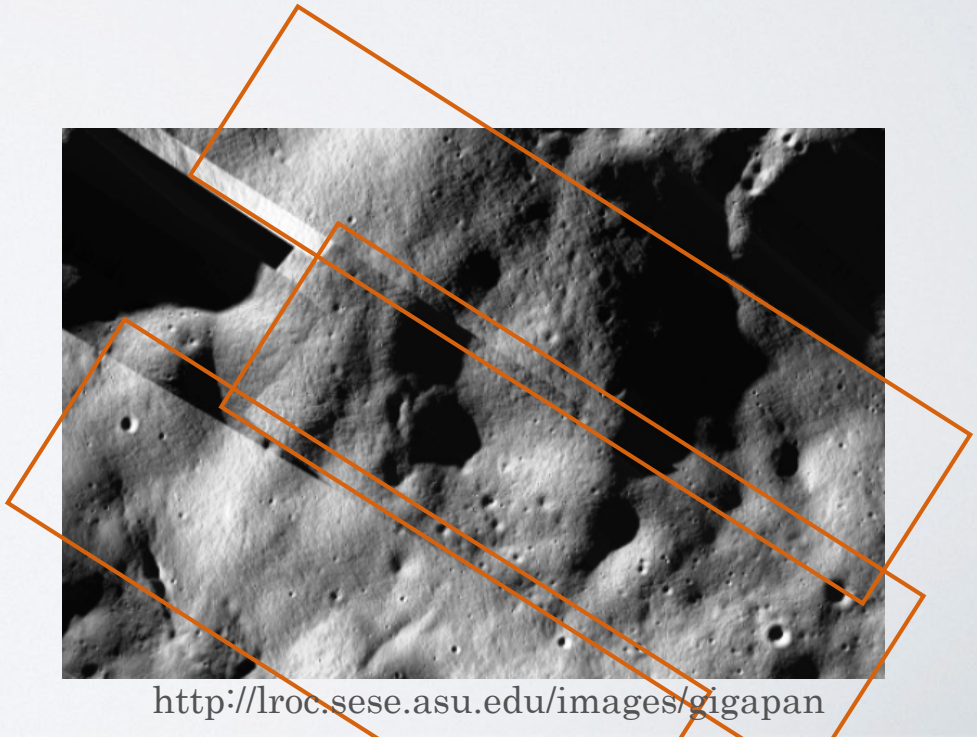


http://lroc.sese.asu.edu/images/gigapan

データ接続

- 広い領域を測定したい
  - 鏡面形状計測、広域サーベイなど
- 測定器には固有の測定範囲がある
  - データ接続を行う
- 重複領域で値が一致しない問題
  - 測定誤差が原因

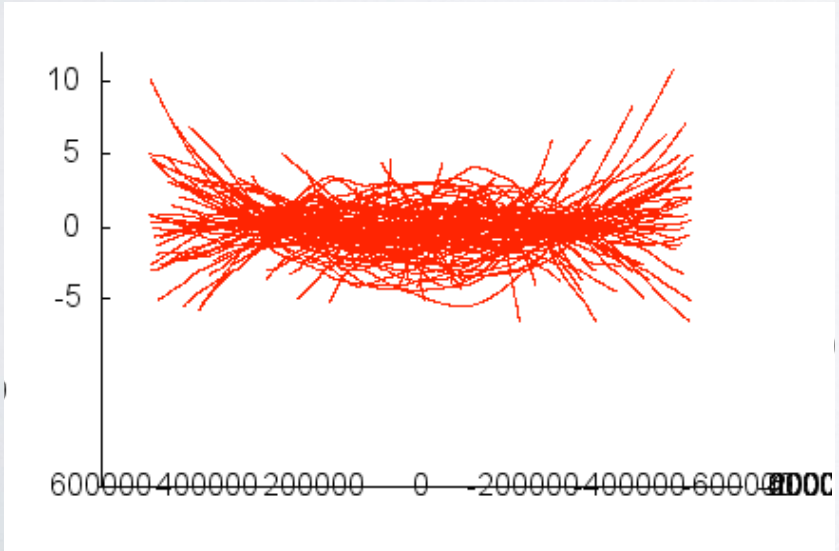


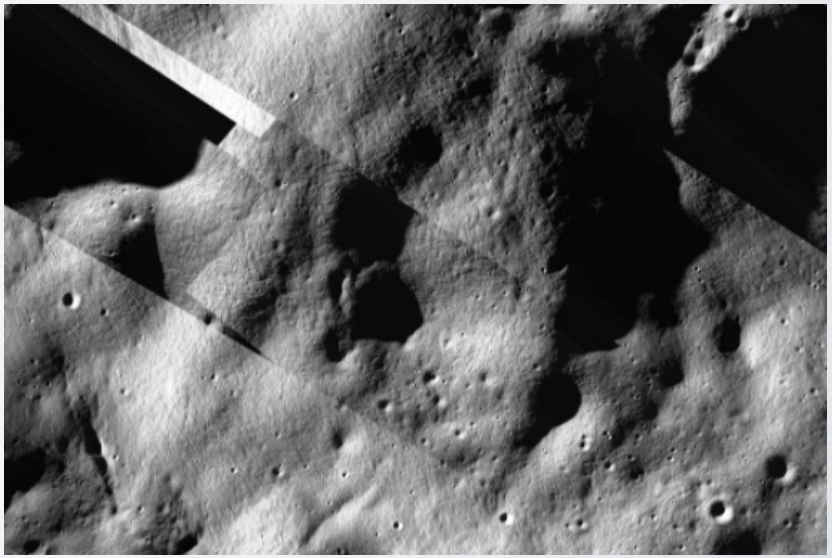


http://lroc.sese.asu.edu/images/gigapan

データ接続

- 広い領域を測定したい
  - 鏡面形状計測、広域サーベイなど
- 測定器には固有の測定範囲がある
  - データ接続を行う
- 重複領域で値が一致しない問題
  - 測定誤差が原因





http://lroc.sese.asu.edu/images/gigapan

測定誤差

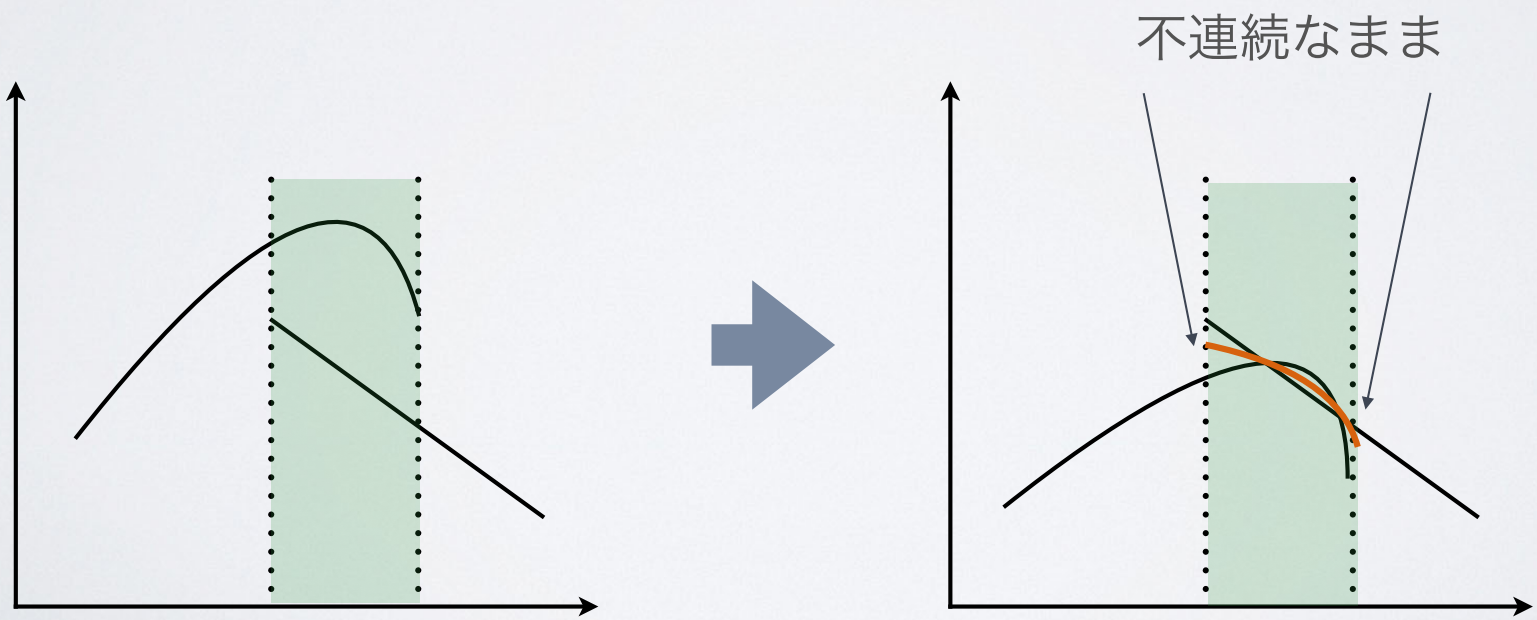
- 系統誤差
  - 要因：目盛りのズレなど、一様の傾向
  - 手法：同様のオフセット値を引く
- 偶然誤差
  - 要因：熱雑音など、測定の間で相関がない
  - 手法：算術平均を行う
- ドリフト誤差
  - 要因：測定環境の変化など、少しずつ変化する
    誤差の間に相関はあるが知ることは困難
  - 手法：効果的に処理する手法は確立されていない

従来の処理方法

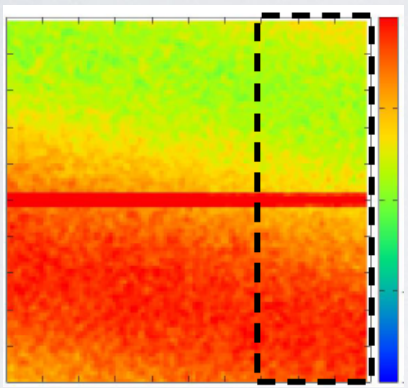
- 重複領域での偏差が最小になるように
  シフトと回転を調整

➡データを剛体として扱っている

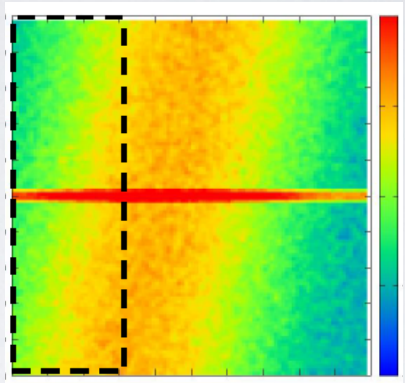
- 不連続性は残ったまま



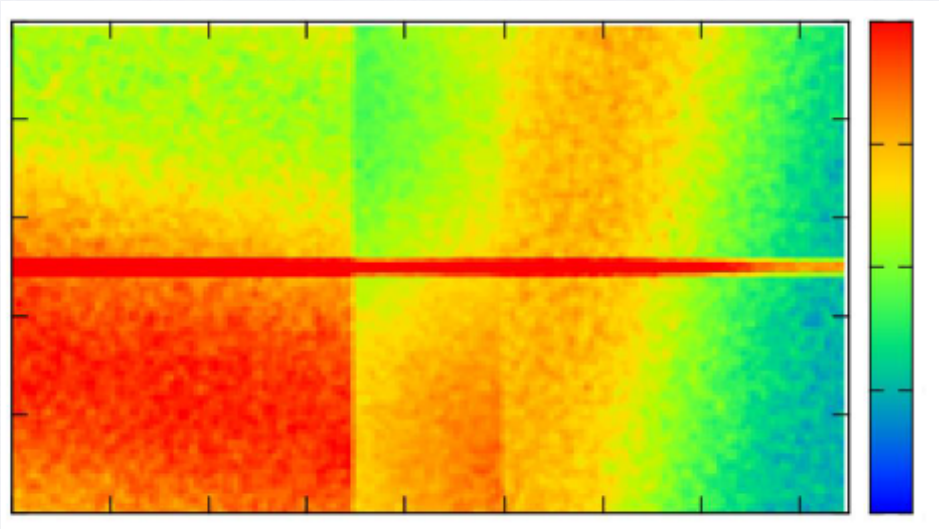
従来の処理方法



＋

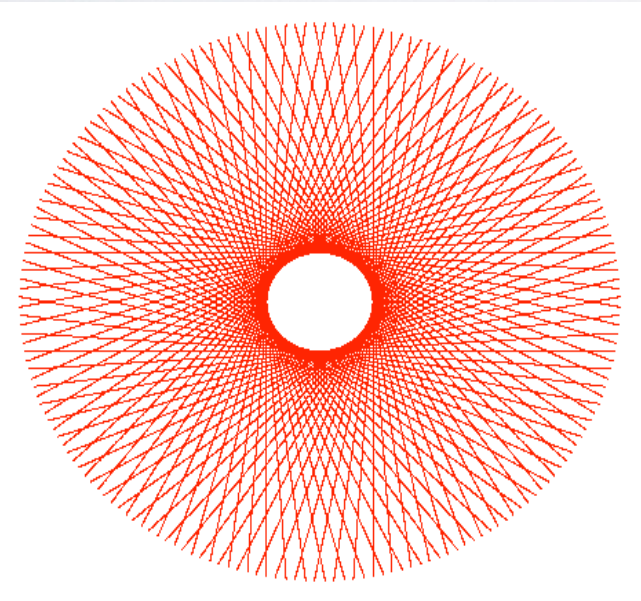


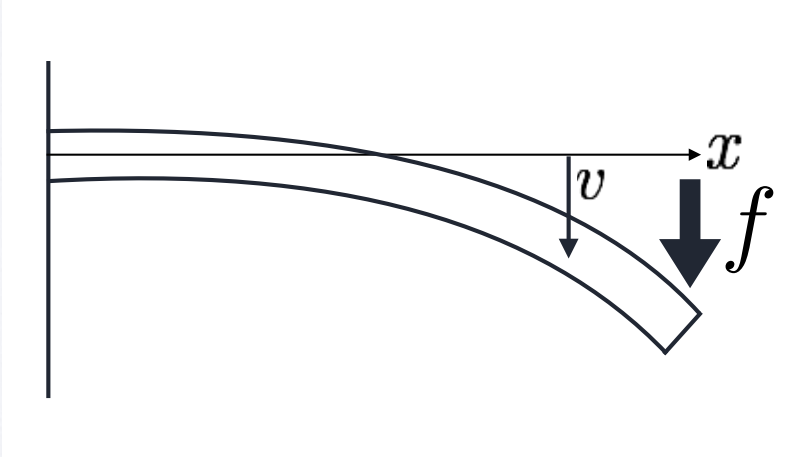
＝



ドリフト誤差と弾性体

- ドリフト誤差
  - 測定が進むに従って測定環境も変化
  - ➡空間距離とドリフト誤差の連続性は相関関係
- 誤差の連続性の相関を弾性体としてモデル化
  - 2点間の距離が離れるほど相関は弱くなる

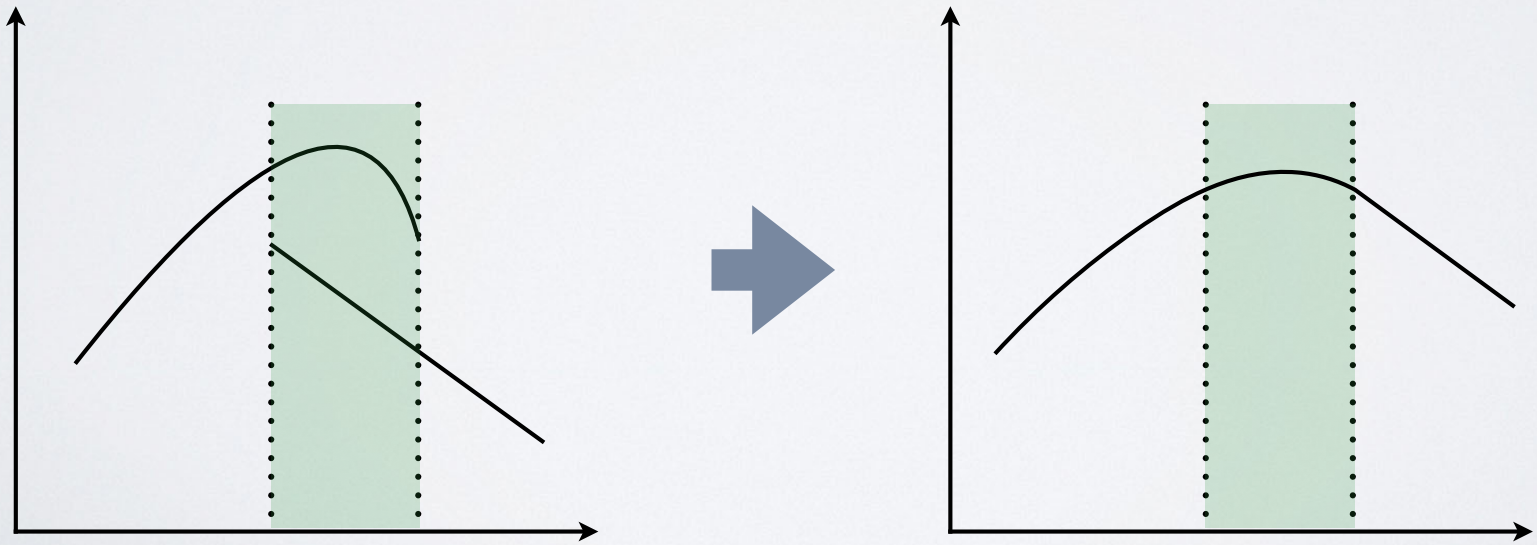




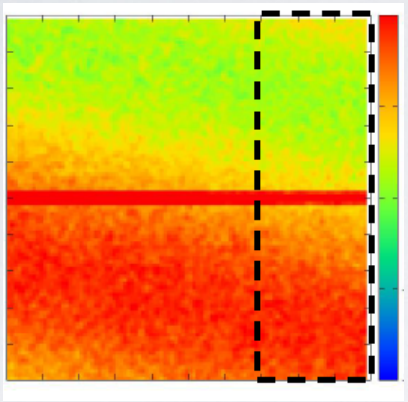
弾性体による処理方法

- 重複領域の値が一致するように各データを弾性体として曲げる
  - 真値は唯一である
- 弾性体の最小エネルギー問題を解く

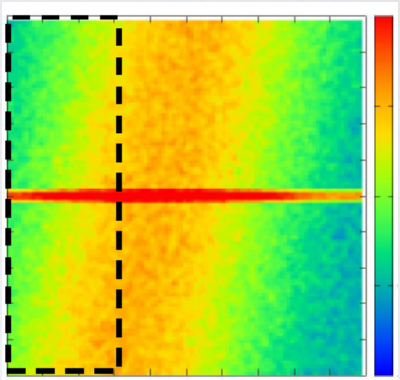
➡データ間の矛盾の情報を全体で共有する



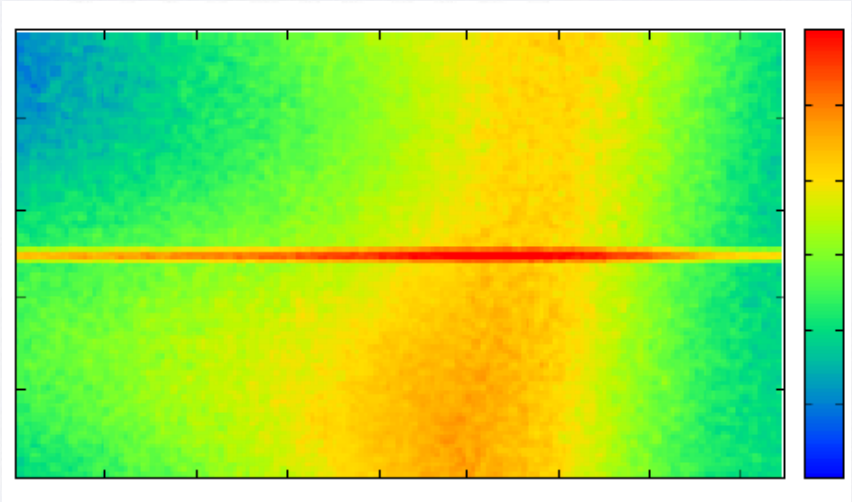
弾性体による処理方法



＋



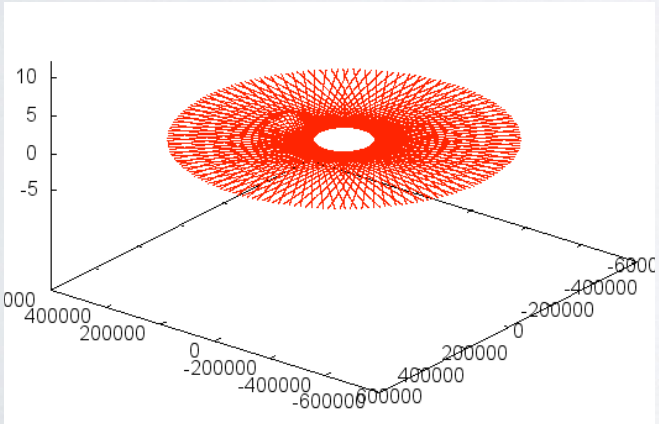
＝



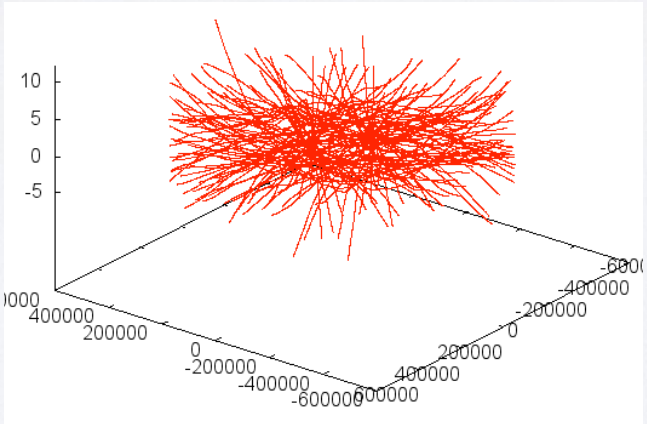
シミュレーション1

- 平面とガウス分布の山を真値とする
- ドリフト誤差を与えたものを処理
  - 曲率を計測、2階積分

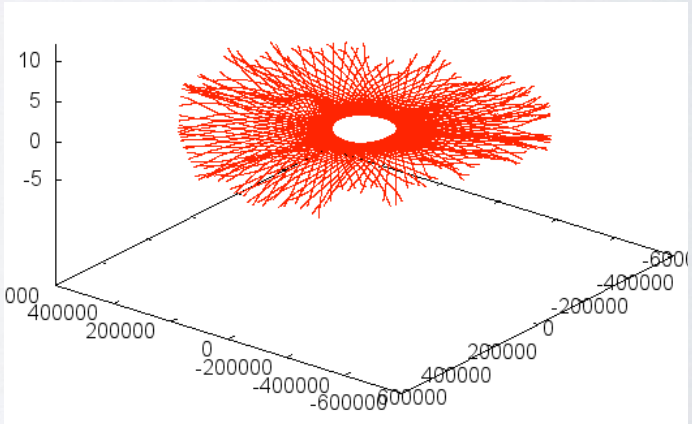
$$z_i \sim z_{i-1} + z_{i-2} + \sigma_i$$



真値



誤差付き

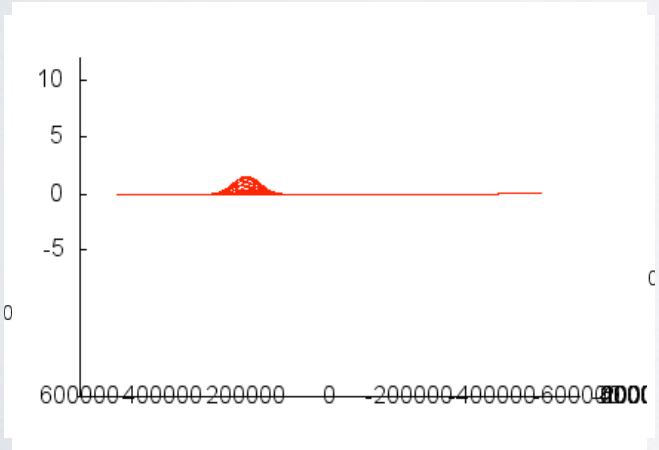


弾性体モデルでの処理後

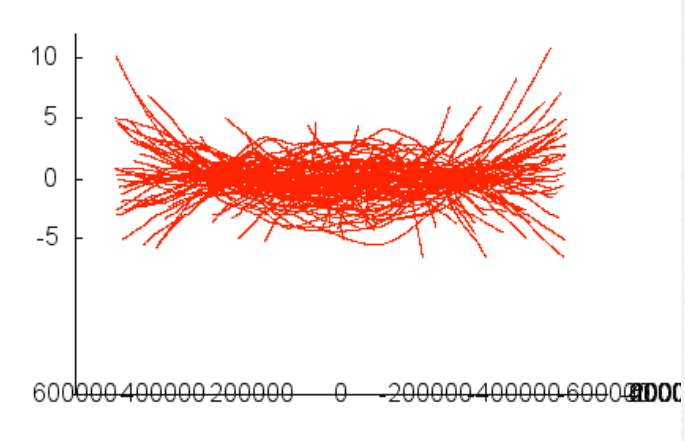
シミュレーション1

- 平面とガウス分布の山を真値とする
- ドリフト誤差を与えたものを処理
  - 曲率を計測、2階積分

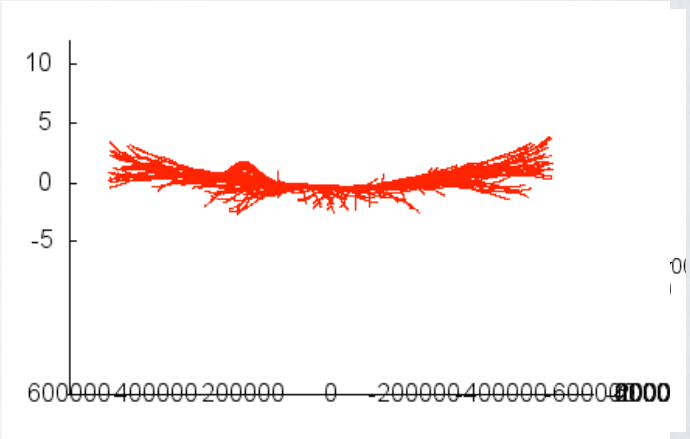
$$z_i \sim z_{i-1} + z_{i-2} + \sigma_i$$



真値



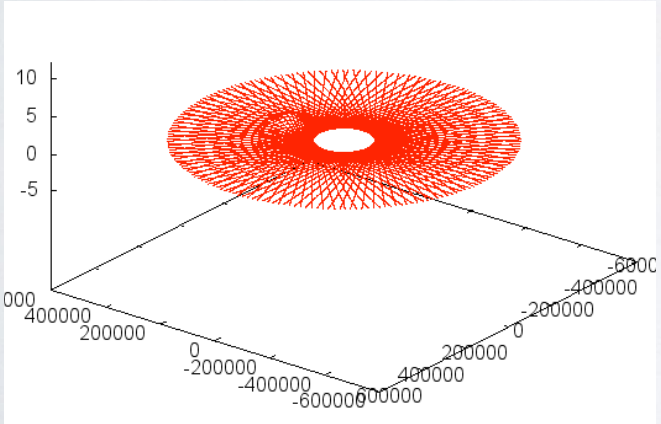
誤差付き



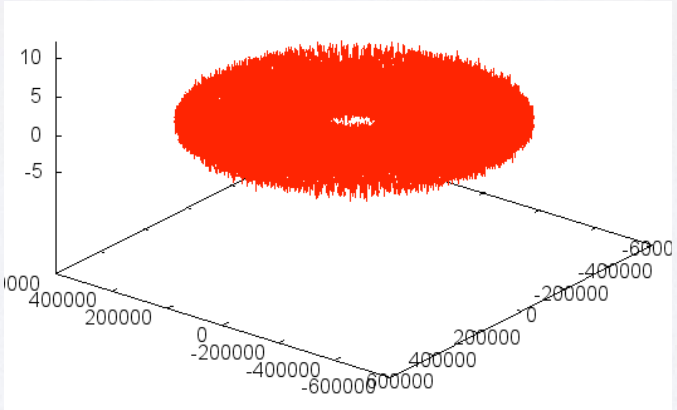
弾性体モデルでの処理後

シミュレーション2

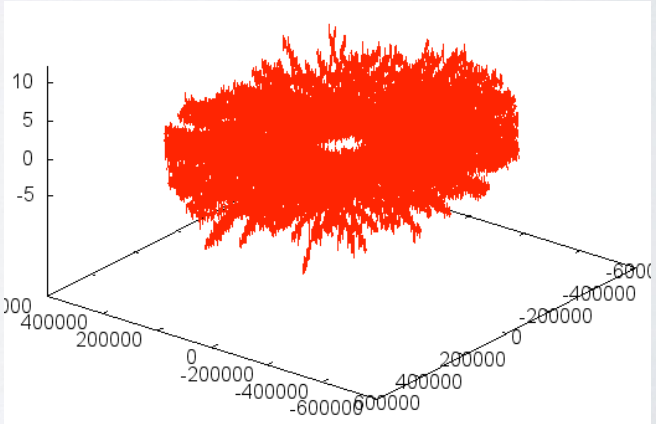
- 平面とガウス分布の山を真値とする
- 正規乱数により偶然誤差を与えたものを処理
- 効果は認められず、計測形状によっては悪くなる



真値



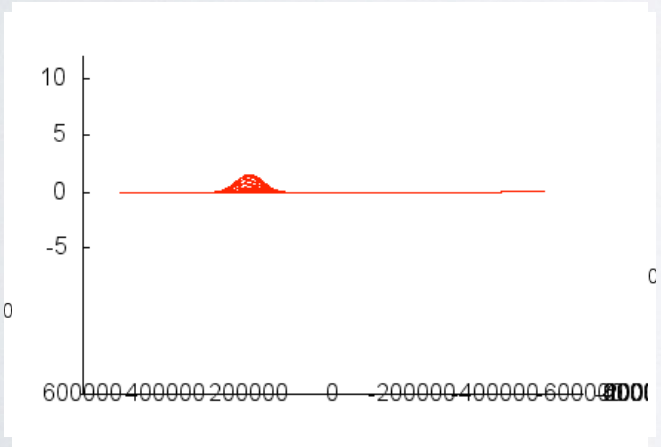
誤差付き



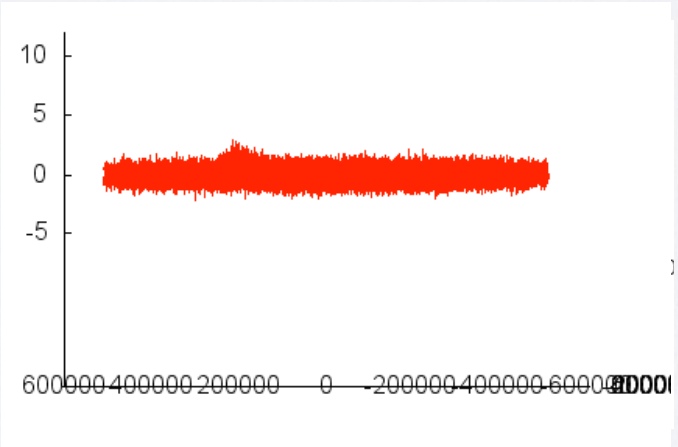
弾性体モデルでの処理後

シミュレーション2

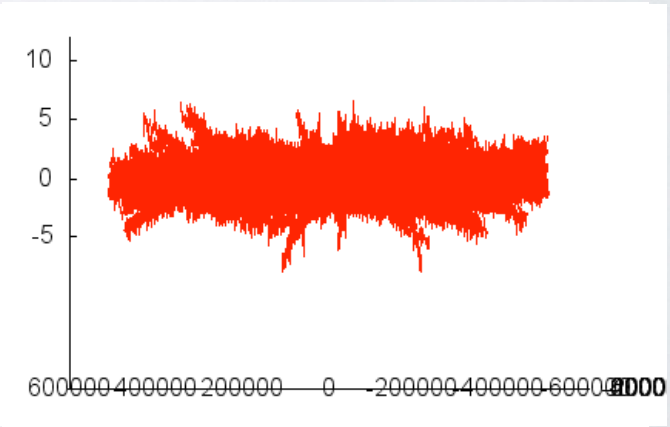
- 平面とガウス分布の山を真値とする
- 正規乱数により偶然誤差を与えたものを処理
- 効果は認められず、計測形状によっては悪くなる



真値



誤差付き



弾性体モデルでの処理後

まとめと今後

- 重複領域を持つデータに適用可能
- 時間的、空間的に相関のある誤差を持つデータに効果がある
- 様々な誤差分布モデルに対して本手法の効果を数学的に考察する必要
- 弾性体のモデルの最適化
- 固有値問題による測定経路の最適化