

GPS 測位におけるマルチパス低減技術に関する研究

海洋科学技術研究科
海運ロジスティクス専攻

張 岩

0655020

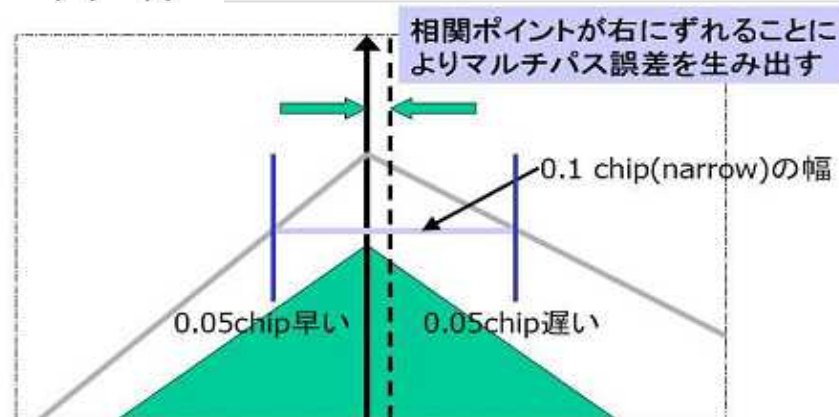
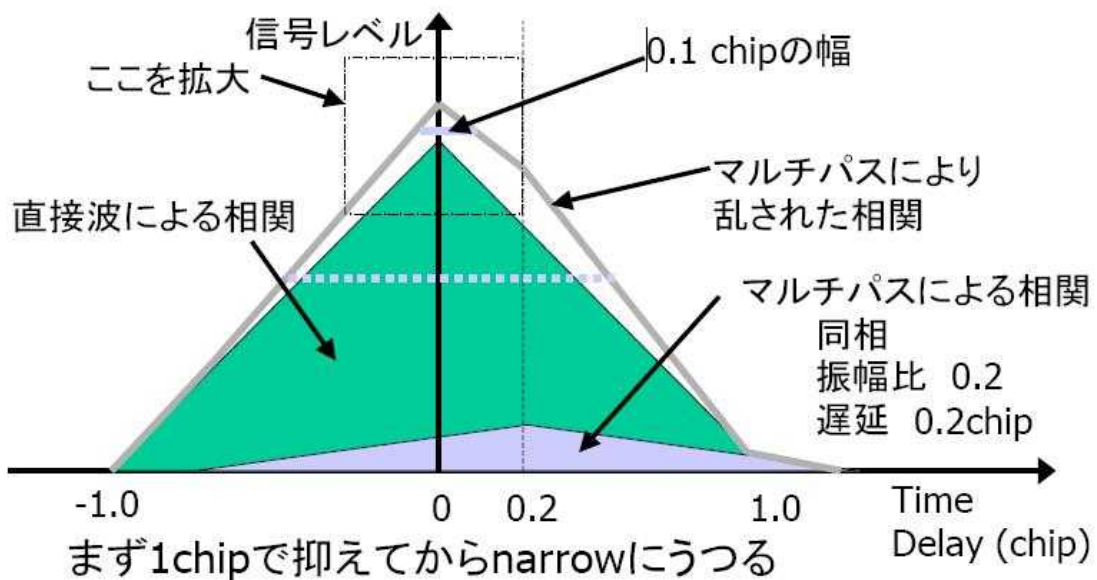
研究の目的

- 今までのマルチパス低減に関する研究では、直接波が支配的であることを前提としている。都市部において、特に高層ビル群内で、直接波を受信することが難しくなるため、通常のコリレータでは、マルチパスにより大きな誤差が生じる。
 - 本研究では、マルチコリレータを使い、相関波形の特徴から、様々な状況に分け、直接波をきっちり追尾しているかどうかを検知することを目的とした。
-

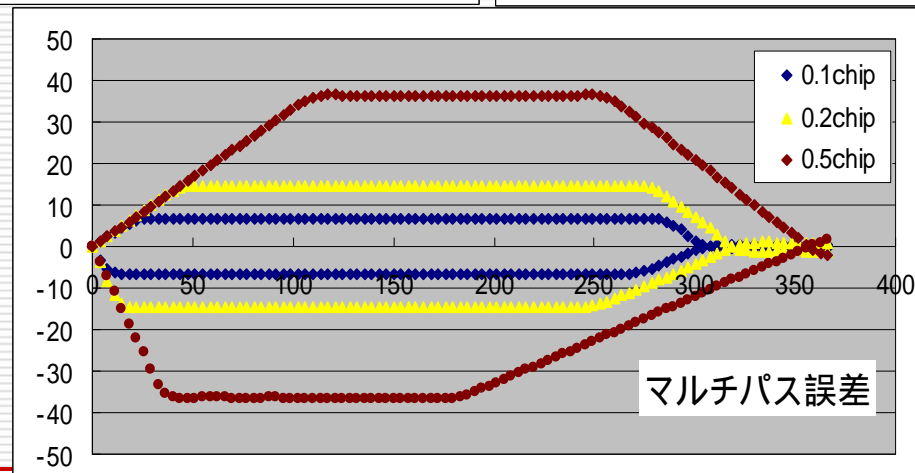
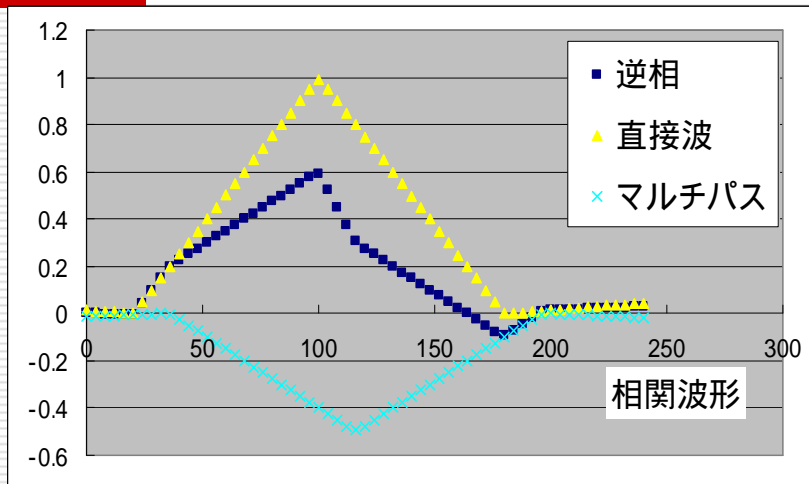
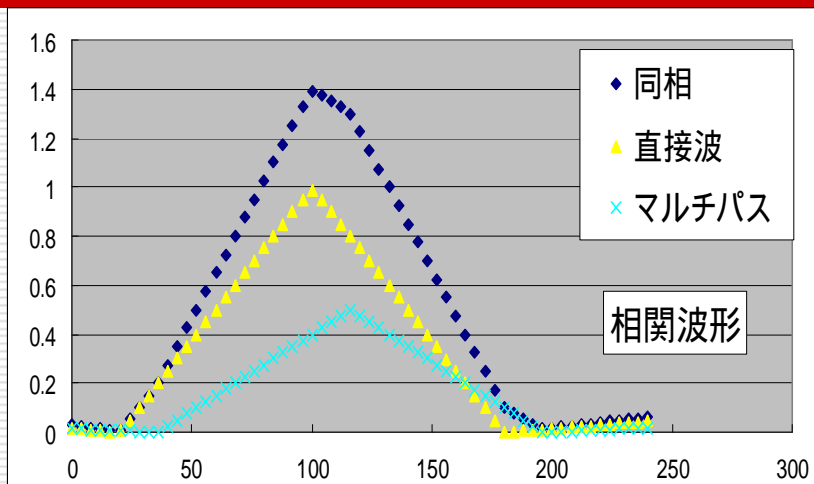
発表の内容

- トラッキング手法
 - 直接波とマルチパス波が支配になるときのトラッキング
 - 相関波形の特徴と提案する検知手法
 - シミュレーションによる本手法の検証
 - 実データによる検証
 - 結論
-

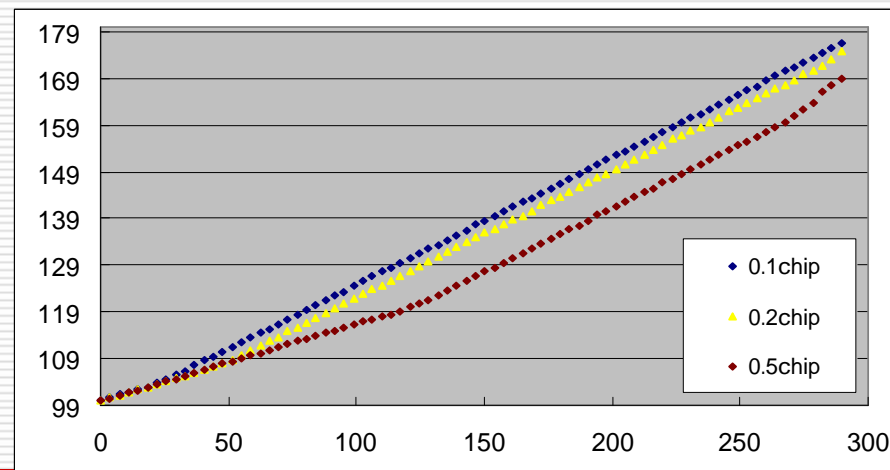
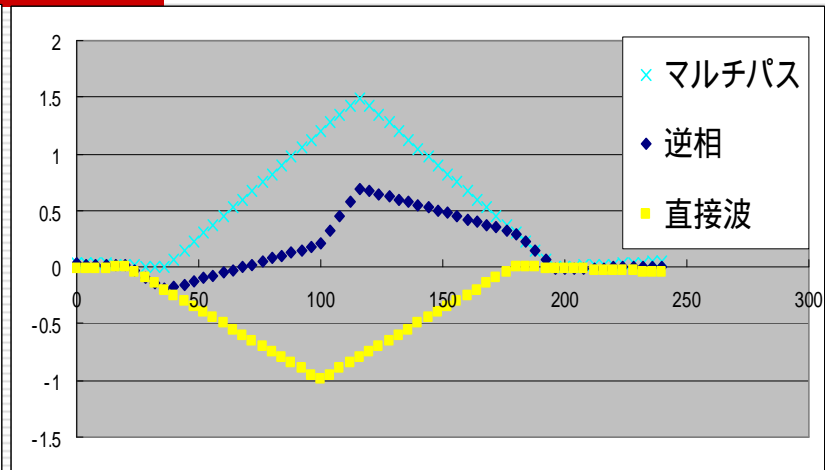
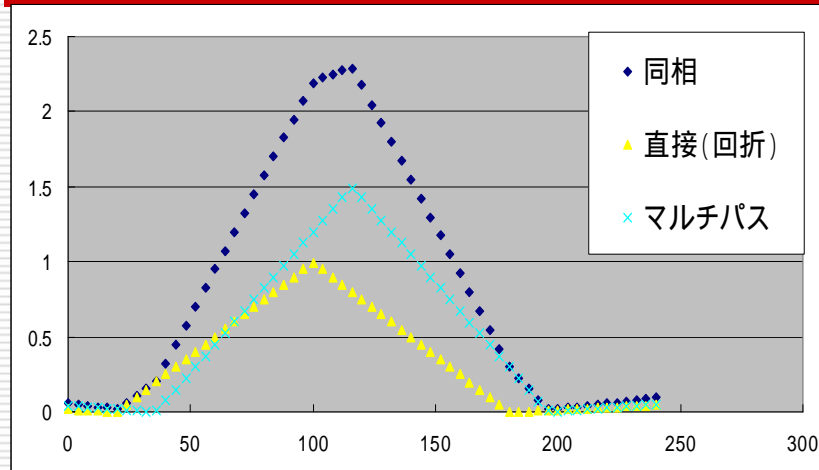
従来の代表的なトラッキング手法 (ナローコリレータ)



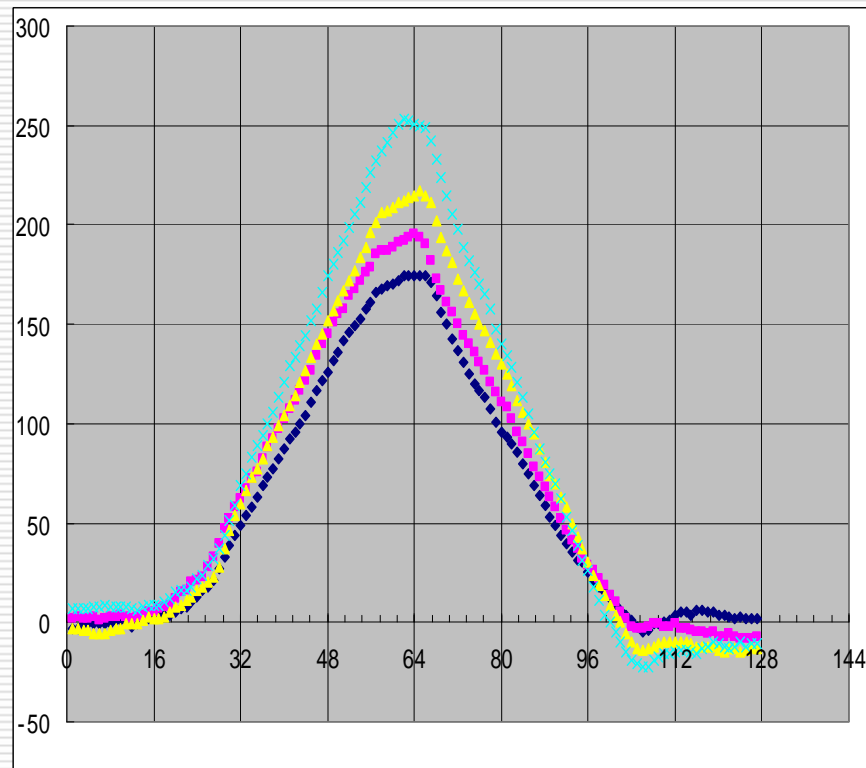
直接波が支配的な場合(通常)



マルチパス波が支配的な場合



強い反射波を受信した時の相関波形 と実際の測位結果の例

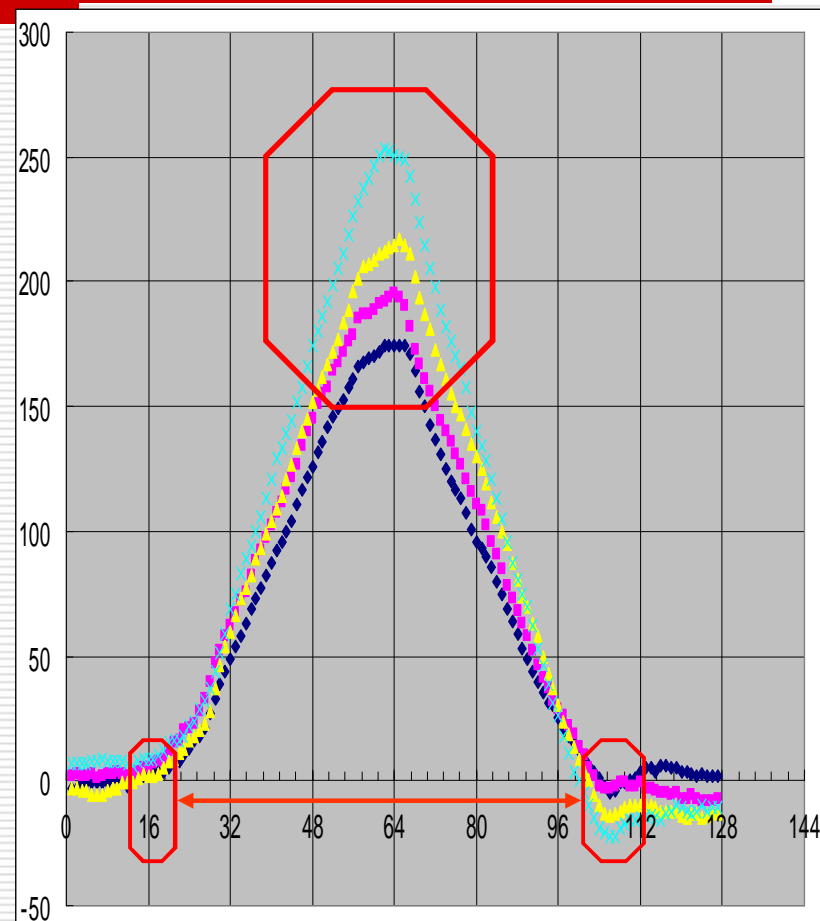


まとめ1

- 従来のやり方では、直接波が支配的なことを前提としているため、都市部でよく発生するマルチパス波が支配的な状況に対応できない。
 - 直接波が支配的になる通常の場合は、最新のコリレータで十分対応できる。よって、マルチパス波が支配的になる場合を検知することが重要である。
 - そのため、マルチコリレータを用いて、直接波とマルチパス波が支配的になるときの相関波形の特徴を分析かつ検知することを試みた。
-

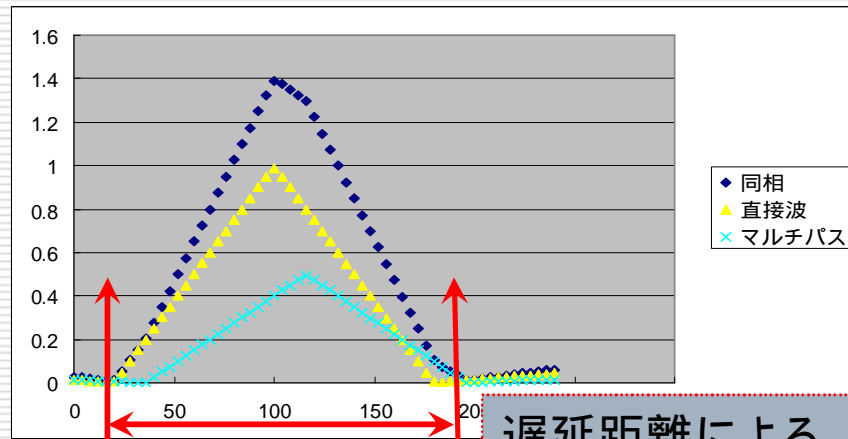
シミュレーションによる、マルチコリレータを用いた自己相関波形の特徴

- 注目する点が二つある：
 - 自己相関があらわれてから消えていくまでのチップ幅
 - 自己相関波形ピーク付近の変化

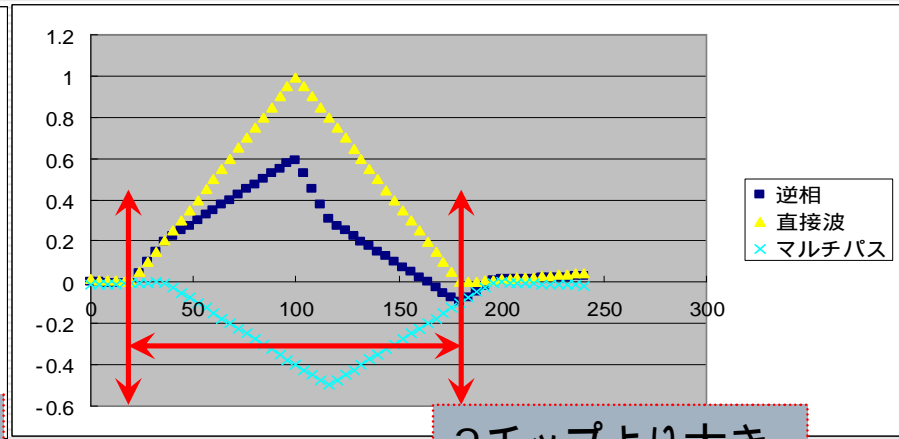
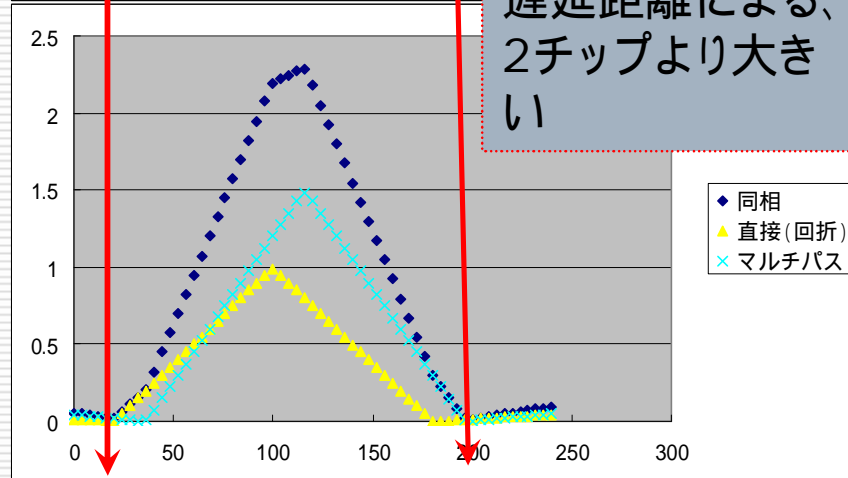


自己相関の幅を利用し、マルチパス(と位相)を検知する

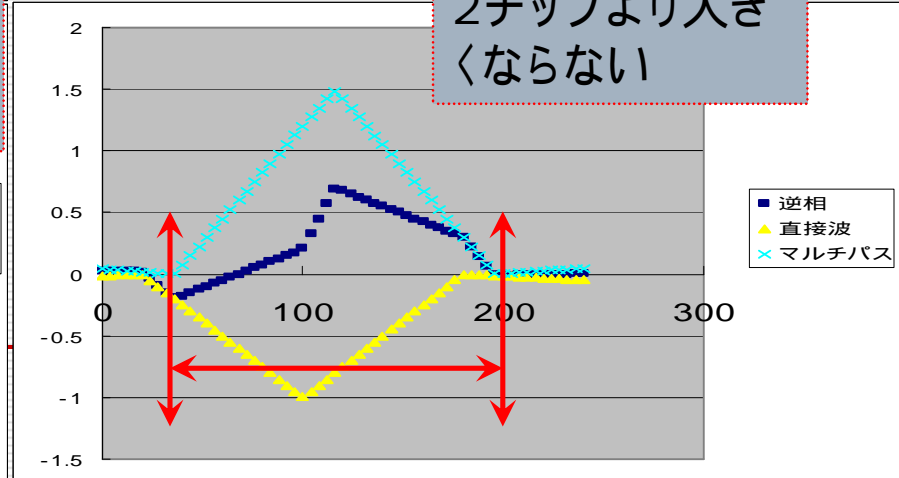
- 同相マルチパスが入ってきたら、相関が現れる部分は2チップより大きい。
- 逆相の場合は2チップより大きくなる。



遅延距離による、
2チップより大きい



2チップより大き
くならない

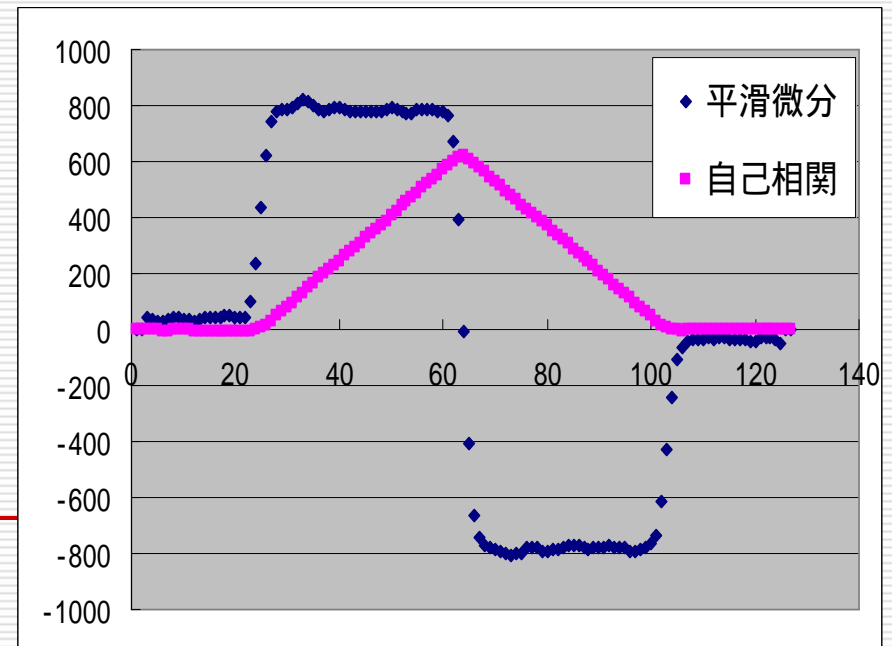


自己相関の幅の判断についてー平滑微分法

➤ 平滑微分法

Savitzky-Golayの二次多項式適合による平滑微分を用いたピーク検出方法である。

➤ 実の自己相関波形は非左右対称であるから、実のピークから離れる。そのため、計算したピークの点から周りの数点で順次相関値を調べる。



自己相関波形のピーク付近の変化を利用し、マルチパス波が支配的かを検知

□ 利用する特徴:

マルチコリレータを利用して、コリレータのチップ幅を小さくしていき、トラッキングポイントをピークに近づける。

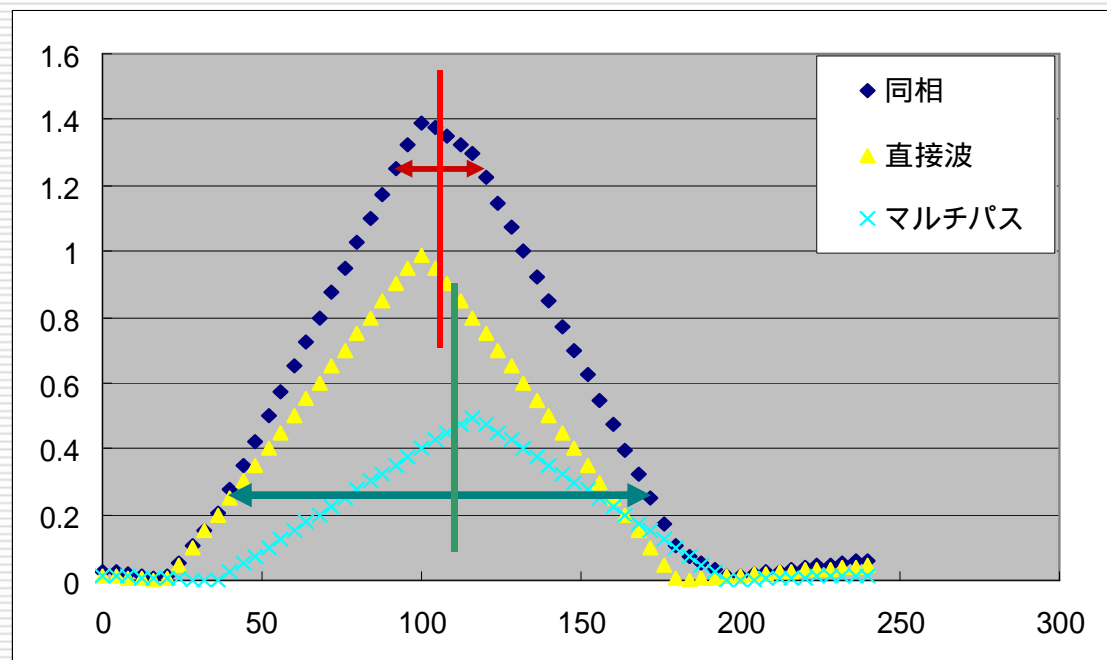
以下4つの場合に分けて説明する。

直接波が支配的な場合: 同相及び逆相

マルチパスが支配的な場合: 同相及び逆相

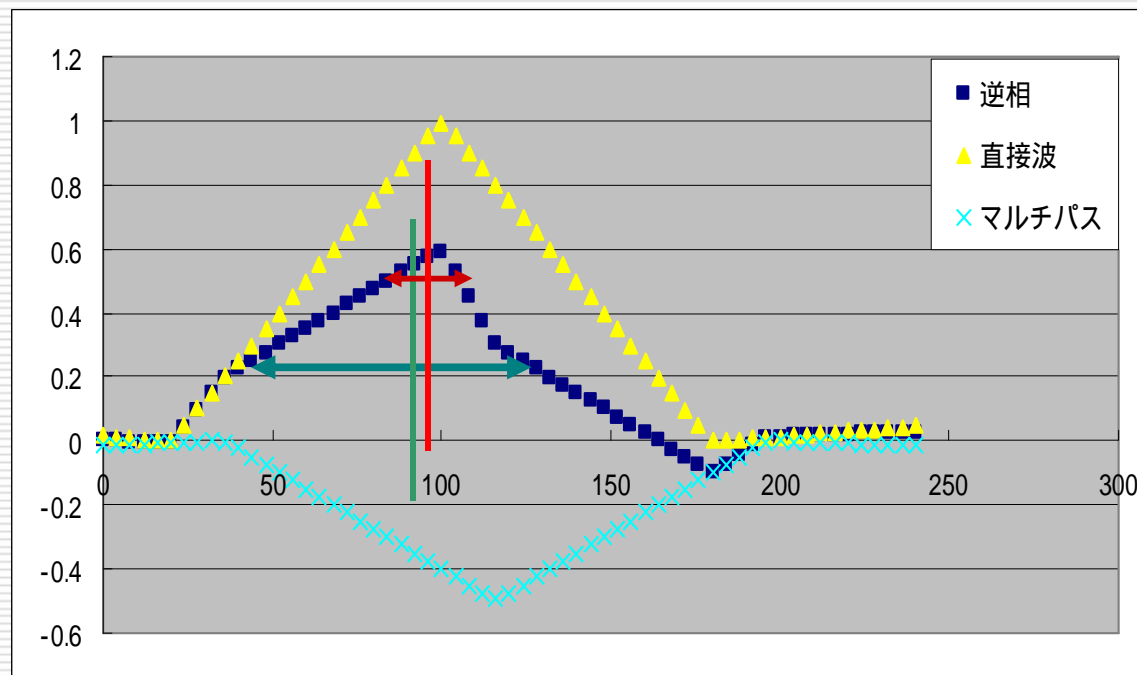
1: 直接波が支配的 (同相)

- コリレータのチップ幅が小さくし、トラッキングポイントをピークに近づけていく。その結果、トラッキングポイントが左に移る。



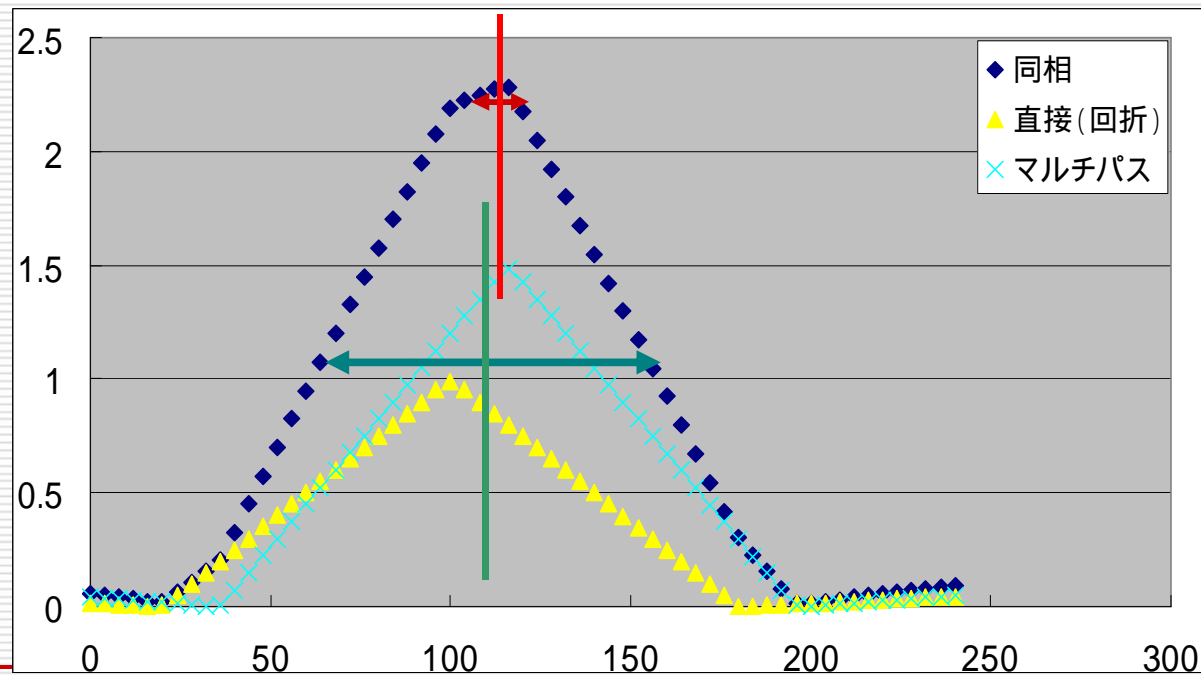
2 : 直接波が支配的 (逆相)

- トラッキングポイントが右に移る。



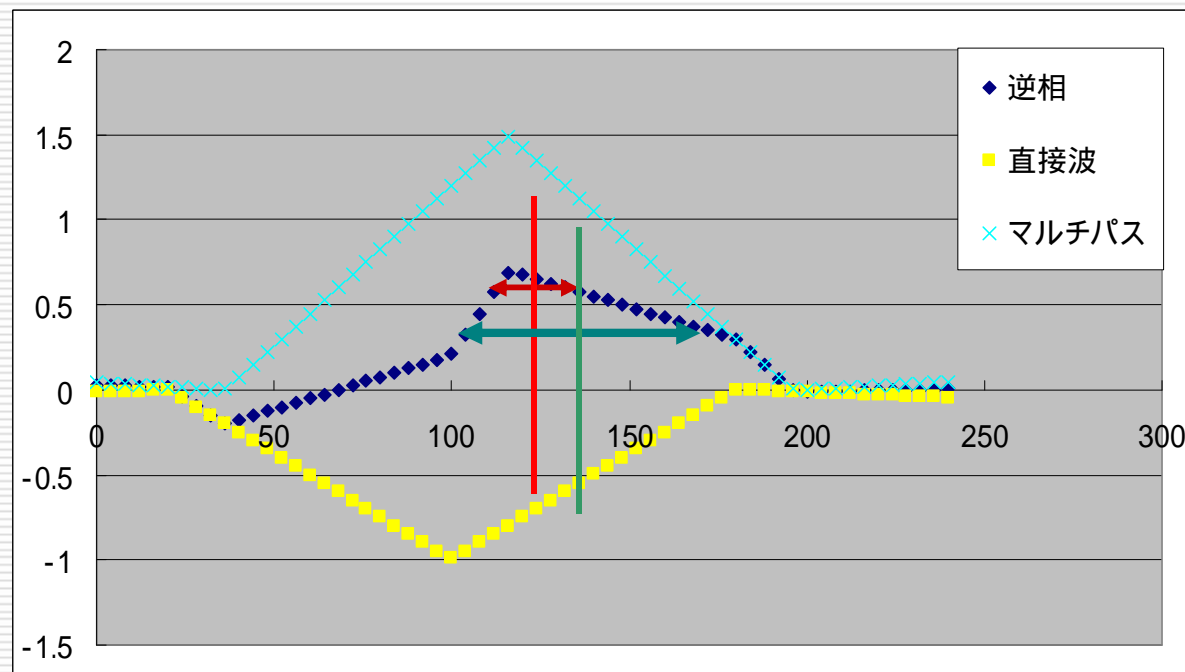
3 : マルチパス波が支配的 (同相)

- トラッキングポイントが右に移る。

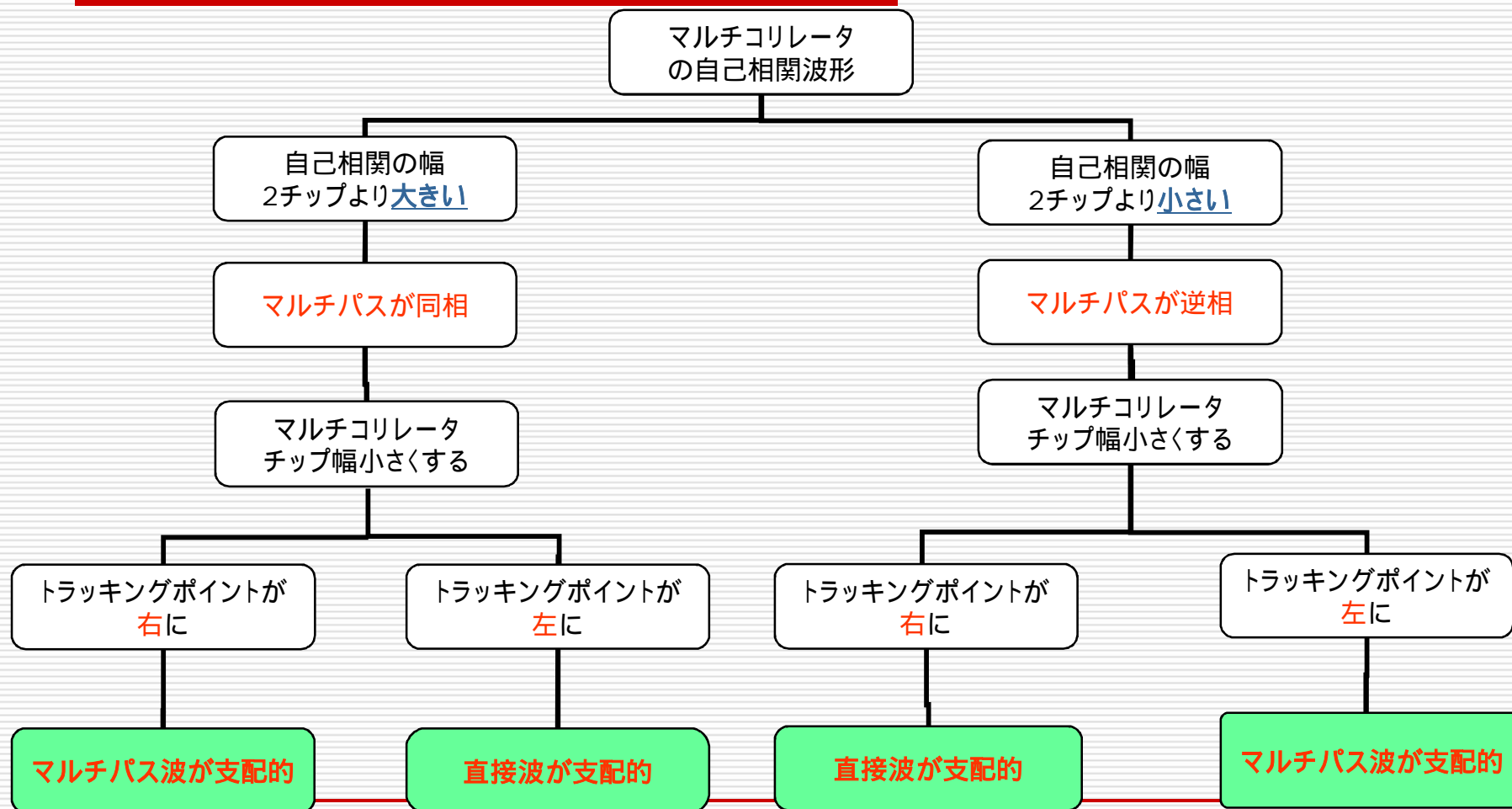


4 : マルチパス波が支配的 (逆相)

- トラッキングポイントが左に移る。



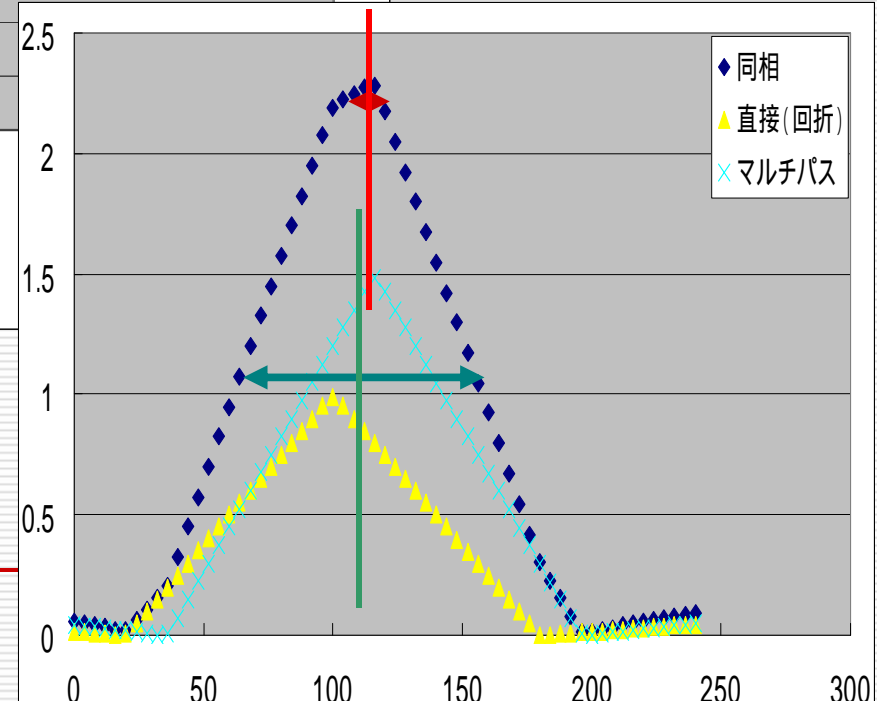
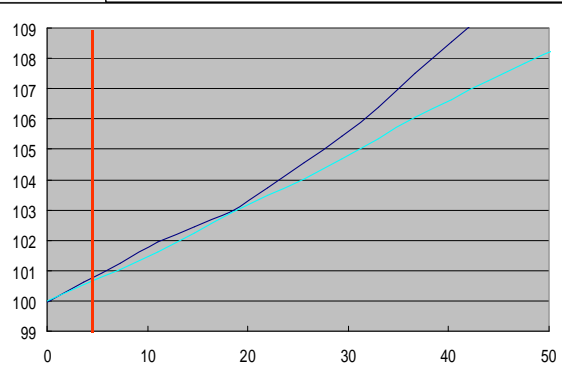
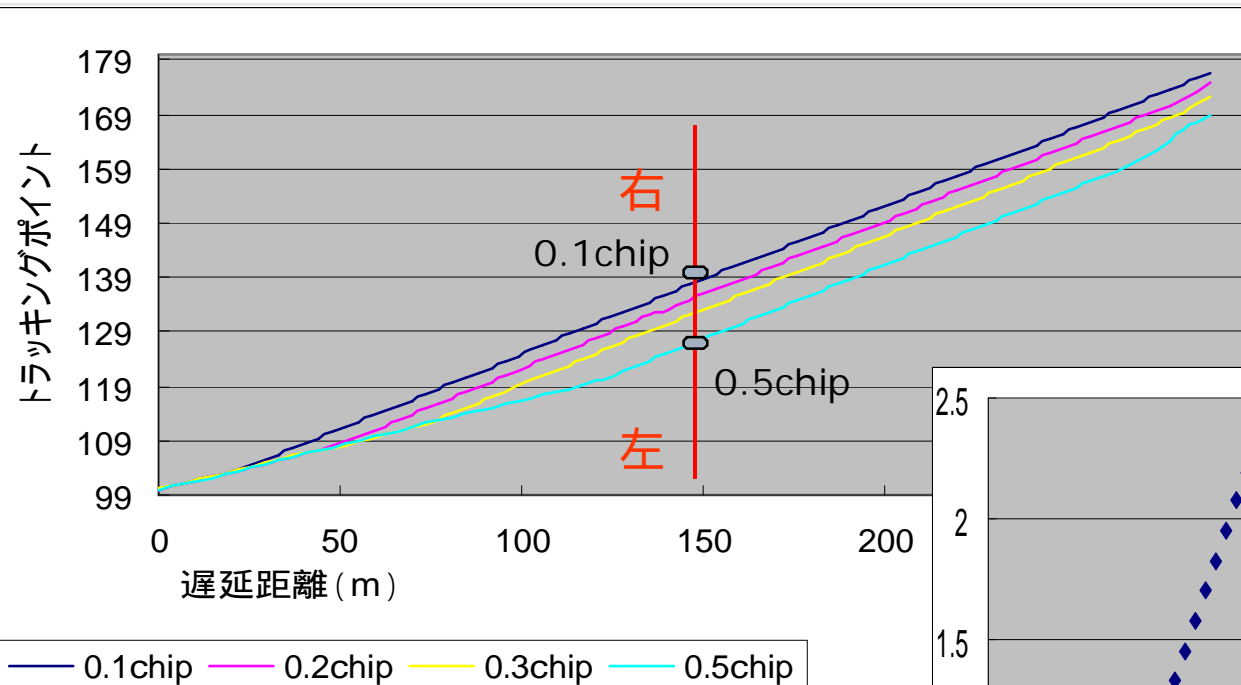
提案手法のフローチャート



雑音を考慮した相関波形を用いて、さきほど提案した手法を分析及び検証した

- マルチパスの振幅が、直接波の0.5倍から1.5倍とし、信号強度は45、40、35、30dB-Hzとした。
 - コリレータの幅は0.1chip,0.2chip,0.3chip,0.5chipとした。
-

例: MP1.5倍; C/N=35dB-Hz



提案手法による、判別可能な最低の遅延距離 (0.5chip 0.1chip)

信号強度 マルチパス/直接	45dB	40dB	35dB	30dB
0.5倍	11m	18m	22m	26m
0.7倍	22m	4m	22m	26m
0.9倍	22m	4m	26m	26m
1.1倍	0m	4m	4m	4m
1.3倍	0m	4m	4m	4m
1.5倍	4m	4m	4m	4m

まとめ2

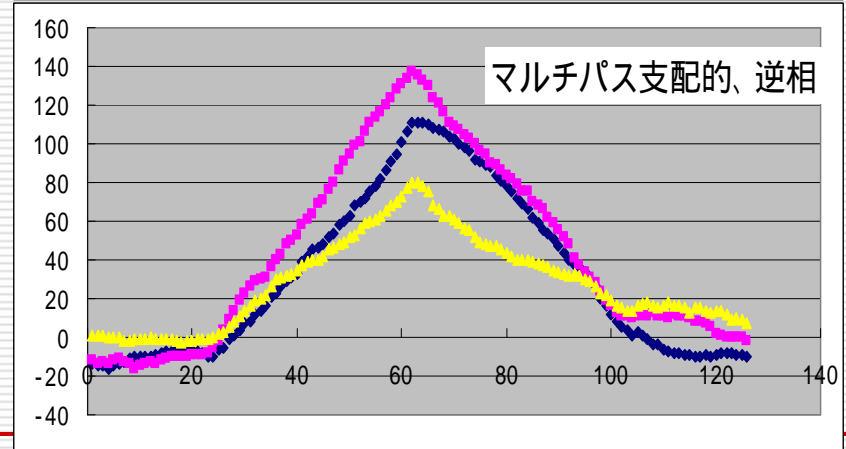
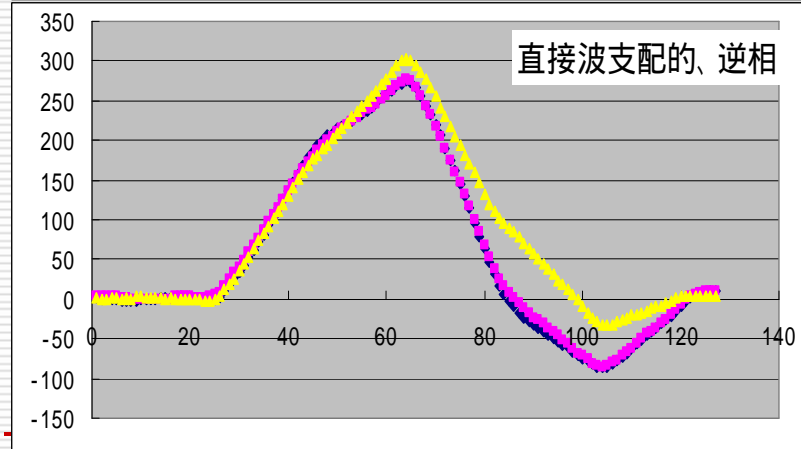
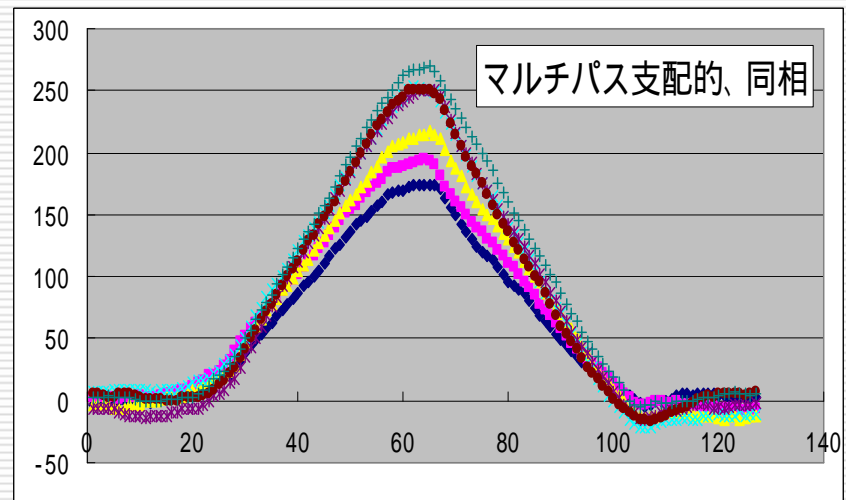
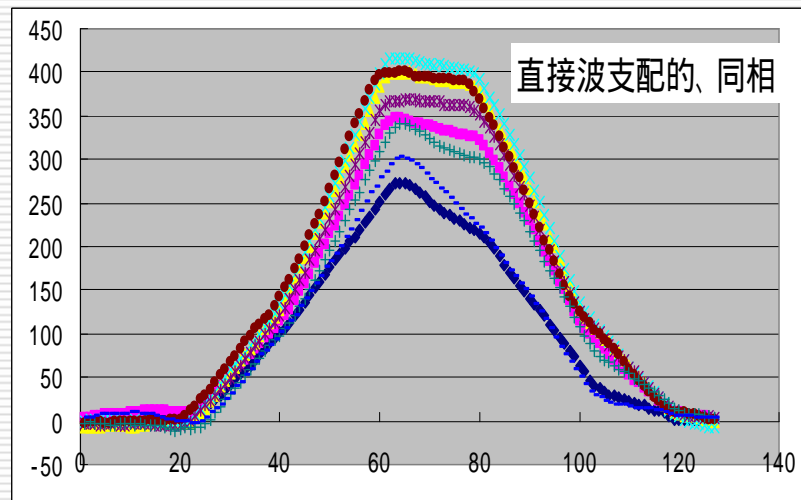
- 自己相関があらわれるから消えていくまでのチップ幅でマルチパスが入ってるかどうかとマルチパスの位相を判断。
 - 位相を判断した上で、マルチコリレータを用いて、自己相関波形ピーク付近の変化より、マルチパス波が支配的になるかどうかを判断。
 - シミュレーションの結果からみると、遅延距離が約30m程度以上であれば、本提案手法で検知可能であると予想した。
-

SQMの実データを用いて提案手法を検証

- SQM受信機の特徴：
マルチコリレータ、127 点の相関出力
- 高サンプルレート：
IF 信号を40MHz サンプリング (0.025chip)
- 相関値の出力は1秒間に1回
- 信号強度で約25dB-Hz以下のデータを使わない

実データ：海洋大周辺、車で取得した約90分のデータ

提案する手法で検出した例



全ての実データの検出結果

	直接波が支配的	マルチパス波が支配的
マルチパス同相	1510エポック (約54%)	597エポック (約21%)
マルチパス逆相	249エポック (約9%)	456エポック (約16%)
使用したデータ	2812エポック (約25dB-Hz以上)	
全てのデータ	5500エポック	



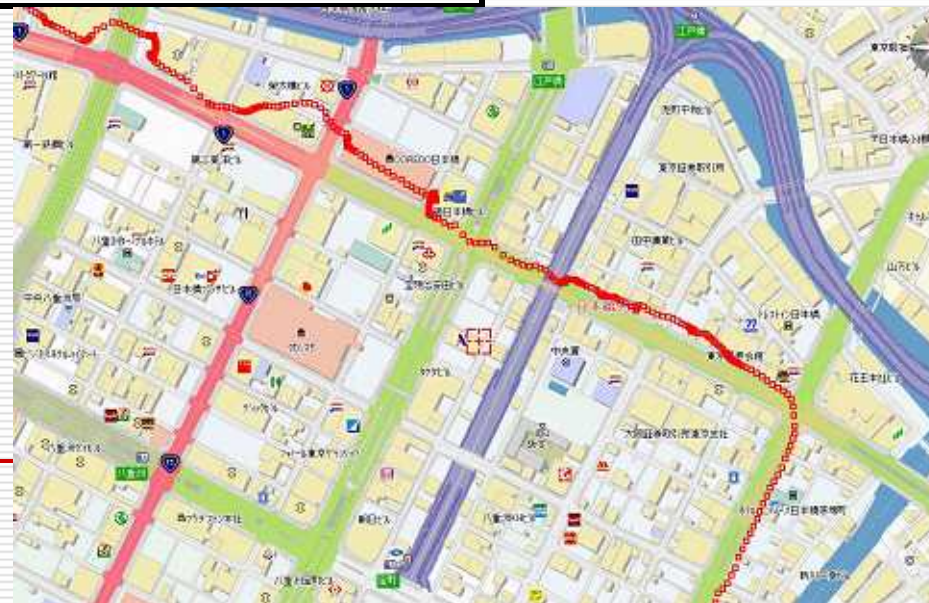
丸の内付近の結果

	直接波が支配的	マルチパス波が支配的
マルチパス同相	113エポック (約61%)	71エポック (約39%)
マルチパス逆相	0エポック (0%)	0エポック (0%)
使用したデータ	184エポック (約25dB-Hz以上)	
全てのデータ	430エポック	



日本橋付近の結果

	直接波が支配的	マルチパス波が支配的
マルチパス同相	153エポック (約61%)	96エポック (約39%)
マルチパス逆相	0エポック (0%)	0エポック (0%)
使用したデータ	249エポック (約25dB-Hz以上)	
全てのデータ	480エポック	

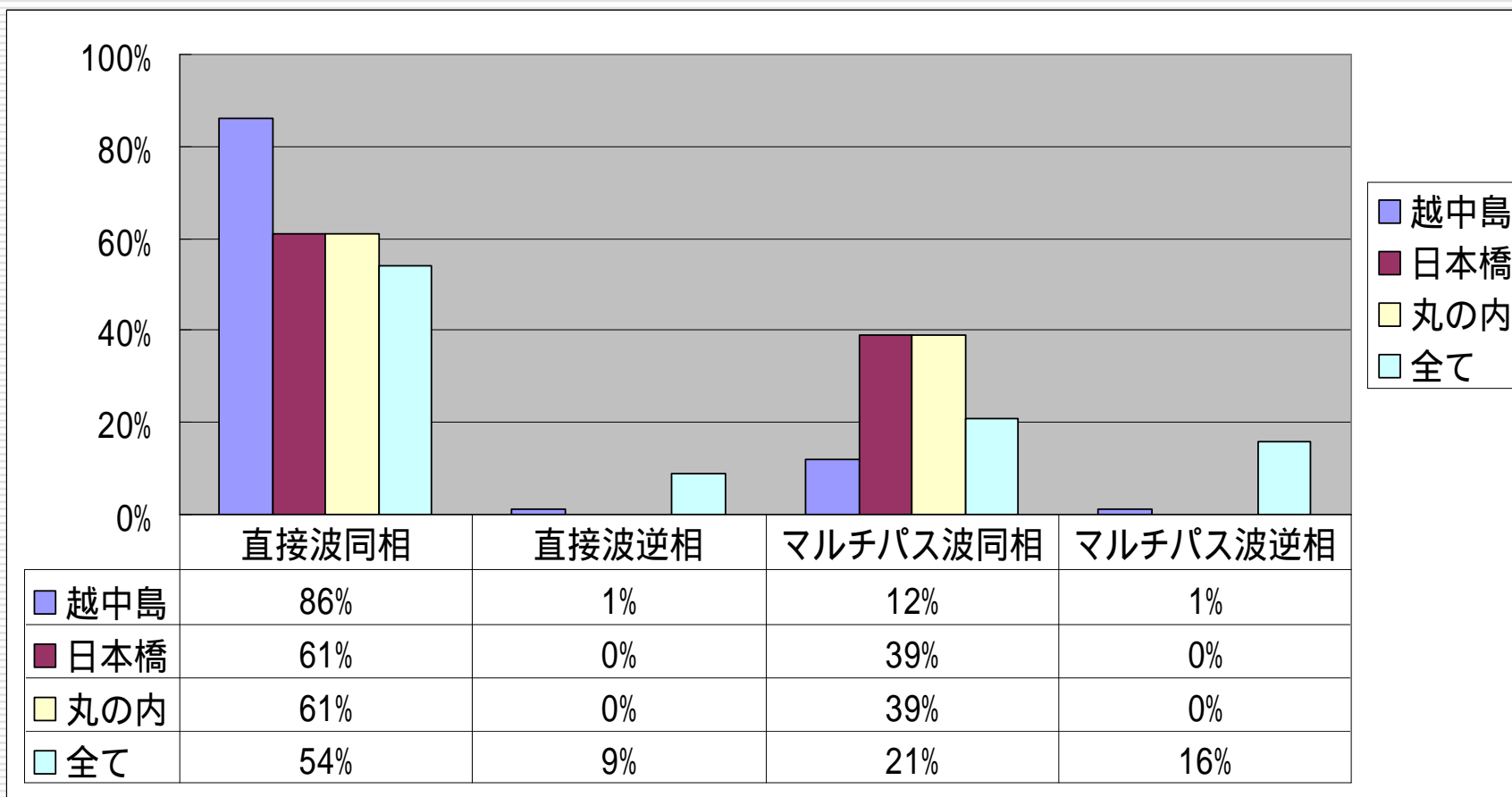


越中島キャンパスー佃大橋

	直接波が支配的	マルチパス波が支配的
マルチパス同相	271エポック (約86%)	37エポック (約12%)
マルチパス逆相	4エポック (1%)	3エポック (1%)
使用したデータ	315エポック (約25dB-Hz以上)	
全てのデータ	372エポック	



比較



まとめ3

□ 同相、逆相の頻出割合の問題

逆相のマルチパスは信号強度を低減するため、信号の検出自体が困難な場合が多く、また誤って同相として判断されている場合も見られた(ただし目で判断)。

□ 提案手法による抽出結果と、実際の波形を見比べると、誤った検出も見られた(ただし目で判断)。

□ 比較的開けている越中島付近と、高層ビル街の日本橋、丸の内付近での結果を比較すると、支配的なマルチパスの割合が多く、妥当であった。

結論

- 従来のトラッキング手法では、マルチパス波が支配的になるときに対応できないため、大きいマルチパス誤差を生じる。
 - マルチコリレータを用いた自己相関波形の特徴を利用して、マルチパス波が支配的になる場合を検出可能であることを示した。ただし、誤検出も見られるので、さらに改善する必要がある。
-

ご清聴ありがとうございました
