

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題(和文)	長距離伝搬音波の双方向相関性と伝搬時間差評価の関係
Title(English)	
著者(和文)	王勇, 蜂屋弘之
Authors(English)	Yong Wang, Hiroyuki Hachiya
出典(和文)	日本音響学会 秋季講演論文集, , , pp. 1297-1298
Citation(English)	, , , pp. 1297-1298
発行日 / Pub. date	2004, 10

## 長距離伝搬音波の双方向相関性と伝搬時間差評価の関係\*

◎王 勇(千葉大・自然科学)<sup>1</sup> 蜂屋 弘之(千葉大・工)<sup>2</sup>

## 1. はじめに

海洋の微小な流速の流れを計るために、安定かつ定量的な計測方法として我々は複素ベクトル位相差法の提案を行ってきた。双方向の伝搬音波は同時送波でほぼ同じ経路を通過するにもかかわらず、相関が低い場合がある。本報告では、海洋科学技術センターが1999年に実施した中部熱帯太平洋トモグラフィ観測実験で得られた双方向音波伝搬データを用いて、複素ベクトル位相差法による伝搬時間差を評価し、双方向伝搬信号相互相関との関係について検討した結果について示す。

## 2. 双方向伝搬信号伝搬時間差と相互相関値の比較

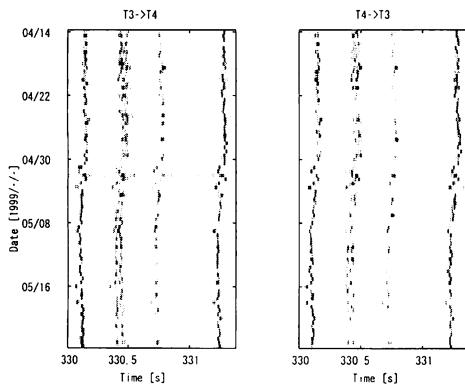


Fig. 1: トランシーバ T3 と T4 間の双方向伝搬信号

中部熱帯赤道域に5基の200 Hz トモグラフィートランシーバ (T1-T5) が設置され実験が行われた。1999年2月5日から1999年5月30日まで観測されたトランシーバ T3, T4 間データの一部分を図1に示す。T3-T4間は、北緯約9°~13°、西経172°で、水平距離約500 kmである。ここで示したデータ中には、大きく4つのグループの双方向伝搬信号がある。この伝搬信号中から、330.0 s付近にある音線-15と330.5 s以降の二つ音線±17である。ここで、-15は送波器から下向きに放射され、15回転回した音線を示す。

図2は、実験海域の平均音速プロファイルによる基準音速分布から計算した-15, ±17の音線経路図である。下方転回点深度は4500mから6000mである。

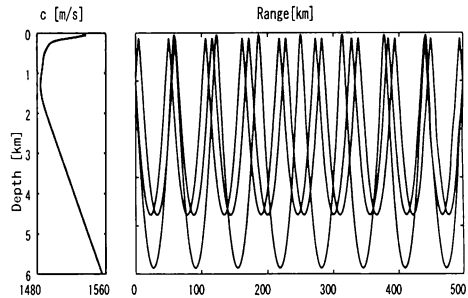


Fig. 2: トランシーバ T3 と T4 間の音線図

各経路双方向伝搬信号の相互相関の時間的変化と双方向伝搬時間差の評価値との関係を検討するために、音線-15, +17, -17の4月14日から5月20日までの相互相関の変化と双方向伝搬時間差を図3、図4と図5に示す。各図の上図は相互相関の変化である実線は双方向伝搬信号の相互相関値である。相互相関の値は、双方向の信号を複素復調し、その信号の相関に時間変化を求め、その最大値を評価値とした。

点線は双方向の信号波形が変化しないときの各SN比での相互相関値である。相互相関の値は、双方の信号波形が変化していてもSN比が小さくなれば、雑音間に相関がないので、相関値は低くなる。この点線と実線の差が大きいくほど、相互相関による評価で双方向の波形が似ていないことを示している。

各経路の双方向伝搬信号の相互相関の変動を観察すると、相互相関の低下は比較的短い時間内に限定されており、長期間続くことはない。しかし、低下の頻度は小さくはなく、多くの場合、双方向の波形が違うことを前提に伝搬時間評価をする必要がある。SN比の値と相互相関値との間に直接的な関係はないように思われる。この時系列変化、さらに各音線間の相関などについては今後詳細に検討を進める予定である。

各図の下図は伝搬時間である。実線は複素ベクトル位相差法による評価した伝搬時間差である。点線は相互相関の最大値による双方向伝搬信号の時間差である。複素ベクトル位相差法では、受波信号を送波リファレンス信号と複素平面内で比較する。双方向の信号を送る必要はなく、受波器側だけで伝搬時間を評価でき、位相情報まで含めて利用するの

\*Estimation of travel time difference and correlation of the reciprocal long-distance transmission

<sup>1</sup>Y.Wang, Graduate School of Science and Technology, Chiba University. Chiba. 263-8522<sup>2</sup>H.Hachiya, Faculty of Engineering, Chiba University. Chiba. 263-8522

で、精度は高いものの、双方向の局所的な波形は類似していることが必要である。

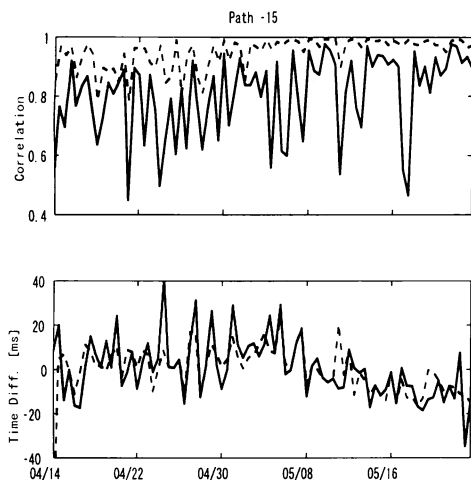


Fig. 3: 音線番号-15における双方向伝搬信号の相互相関と伝搬時間差の比較

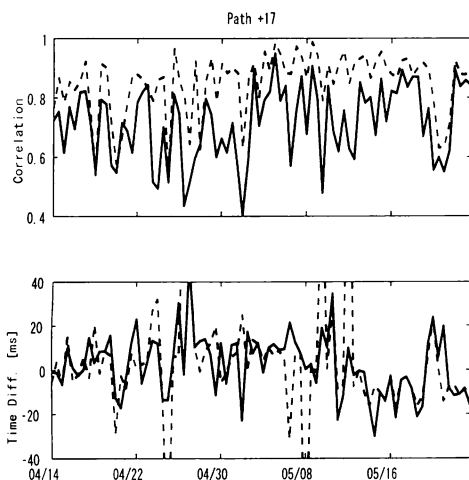


Fig. 4: 音線番号+17における双方向伝搬信号の相互相関と伝搬時間差の比較

各図をみると、実線と点線の差が非常に大ききところがいくつか存在し、伝搬時間差の評価に必要なことがわかる。相互相関が小さきところでは、双方向の波形が異なっており、どちらの方法でも伝搬時間差の評価が難しい傾向が見られる。相互相関値の低下すると、評価値が不安定になる傾向はあるが、必ずしもよく一致しているわけではないの

で、今後、精度を高める方法を詳細に検討する必要がある。

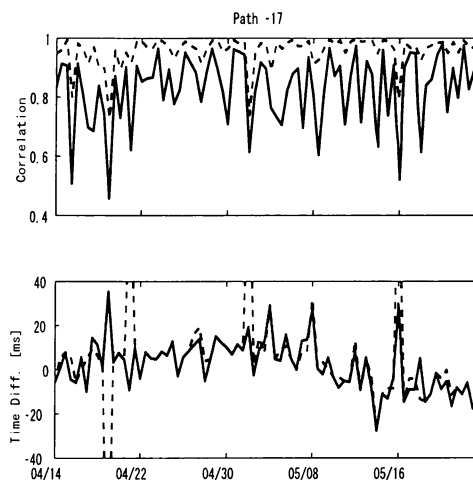


Fig. 5: 音線番号-17における双方向伝搬信号の相互相関と伝搬時間差の比較

### 3. まとめ

本報告では、500 km 伝搬した音線-15, -17, +17 双方向伝搬信号を用いて、双方向伝搬信号の相関を算出し、伝搬時間差との関係を検討した。伝搬信号の伝搬経路により双方向伝搬信号相互相関の特徴が異なり、伝搬時間差の評価の安定度も異なる。今後、これらの特徴を組み込み、高精度な伝搬時間差測定方法を提案する予定である。

### 謝辞

データと資料を提供いただいた海洋科学技術センター中埜岩男氏、藤森英俊氏、防衛大中村敏明氏に感謝いたします。本研究の一部は、本研究の一部は文部科学省ミレニアムプロジェクト「沿海・内海の環境変動の革新的計測と変動予測」の補助を受けた。

### 参考文献

- [1] Wang Y., Hachiya H., Nakamura T. and Nakano I., Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 41, 2002, p3525.
- [2] Wang Y., Hachiya H., Nakamura T. and Nakano I., Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 42, 2003, p3206.
- [3] Wang Y., Hachiya H., Nakamura T. and Fujimori H., Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 43, 2004, p3169.