

ロランCナビゲーターによる測得船位に ついての一考察—I

嶋 田 起 宜*

On the Ship's position by the Loran-C Navigator—I

Kiyoshi SHIMADA

Abstract

Loran-A is being gradually abolished and the use of Loran-C is spreading for its signal is automatically suited.

On September, 1979, JRC Loran-C navigator was established on Kagoshima University fisheries faculty training ship "Keiten maru" (854.55 t) and Loran chain 9970 (SS3)-X station and Y station is being used and the difference was examined.

The results are as follows;

- 1) Kagoshima Taniyama Harbor was the fixed point for the examination. The ship position on the chart was 0.35 mile south and 0.15 mile east.
- 2) Actual survey rank the center pressure case-89.7% was 0.5 mile extent — south east side was many.
- 3) NNSS position if was centered — disintegration was considerably big but 0.5 mile within 47.6% south east side was many.
- 4) 0.5 mile difference was considered and put into use and enough was known that south east was specially lean to.

緒 言

現在航海計器の重要な一部を占めるロランもAタイプは漸次廃止の方向にあり、代ってCタイプの普及がめざましい。これはAタイプに比べ伝搬範囲の拡大と安定な伝搬特性、測定精度の向上、基線長が大きい等^{1,2,3)}の利点のためである。日本近海に於いても硫黄島を主局として南鳥島のW局、釧路のX局、沖縄のY局およびヤップ島のZ局の各従局によりパルス繰返周期9970(SS3)局が設置されている。又受信機の発達過程を見ると手動から自動追尾へ、そして今回の座標変換器へと移り変って来た。ロランCは本来自動受信機で利用する様に開発され測位精度もそれを基本に考えられている²⁾。

1979年9月鹿児島大学水産学部練習船敬天丸(854.55トン)は日本無線K.K製の全自動ロランC受信機およびこれと連動するロラン座標変換器を設置した。この装置は受信された二組の時間差から緯度と経度を自動的かつ連続的にデジタル表示するものであり、人為的

* 鹿児島大学水産学部練習船敬天丸 Training ship Keiten Maru, Faculty of Fisheries, Kagoshima University

な位置計算の必要もなく航海者にとって使用に大変便利である。この計器の誤差を調べる目的で二、三の方法により実測船位が得られると同時にロラン船位を記録し比較検討を行い若干の知見を得たので報告する。

調査方法

今回使用した計器は日本無線 K.K 製の JNA-710 型ロラン C 受信機および NDC-710 型座標変換器であり附属ユニットは NBA-3374 型である。これらの構成を Table 1 に、又これらが一体となったロラン C ナビゲーターを Fig. 1 に示す。

Table 1. Construction of Loran-C Navigator.

Title	Form	Quantity
LORAN RECEIVER	JNA-710	1
PROCESSOR	NDC-710	1
POWER SUPPLY UNIT	NBA-3374	1
ANTENNA COUPLER	NFG-710	1
WHIP ANTENNA	NAW-710	1 (2 m)



Fig. 1. Photograph showing the Loran-C Navigator.

1979年9月これら計器を設置し定点観測は鹿児島谷山港一区の岸壁に着岸中二時間にわたり実施した。又航行中に於ける観測は10月2日から同月15日迄の南西諸島への航海と10月27日から11月6日迄の深層海流計設置のための航海中に行い、陸上物標による交叉方位法ある

いはレーダー（3回のみ）により実測船位を測得すると同時に、又これら物標による船位が測得不可能な大洋中に於いては人工衛星により船位が取得された時点で座標変換器に表示されている船位を記録し比較検討した。

使用したロランチェーンは停泊中、航海中を問わずその地域的な関係から 9970 (SS 3) の X 局と Y 局である。定点観測の位置を Fig. 2 に、航跡と 9970 (SS 3) のベースラインを Fig. 3 に示す。

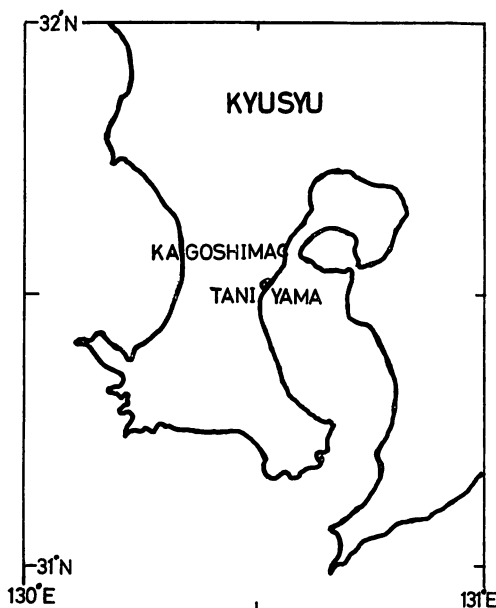


Fig. 2. Map showing the berth of the KEITEN MARU.

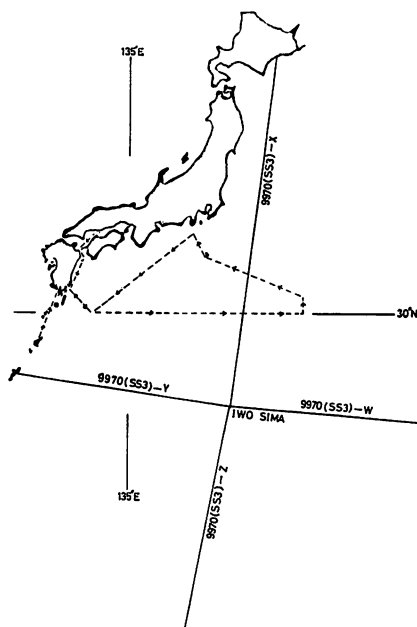


Fig. 3. Map showing the ship's wake and Base line of Loranc 9970 (SS3).

結果と考察

I 停泊中

鹿児島島谷山港着岸中にロラン C ナビゲーターにより測得された船位を Table 2 に示す。海上保安庁発行の海図 (P) 214 号 B 暫定版により得られた敬天丸停泊位置は $30^{\circ}-30.18'N$, $130^{\circ}-31.40'E$ である。この船位を中心とした誤差円を Fig. 4 に表した。

着岸中受信機に表示された時間差は 9970 (SS 3)-X 局で $38070.6 \mu s$ から $38070.9 \mu s$ まで、又 Y 局で $57112.6 \mu s$ から $57112.9 \mu s$ 迄の数値間で変動した。これに伴い座標変換器に表示された船位も緯度にして最大 0.05 mile, 又経度にして 0.08 mile の変動を示した。座標変換器はその特性として約 4 秒毎に位置表示を更新する。

この間二時間にわたり連続観測を実施したがこれ以外の数値の変動は認められなかった。測

Table 2. Position by Loran-C Navigator in Kagoshima Taniyama Port.

Latitude	Longitude
31°-29'.82N	130°-31'.53E
31°-29'.83N	130°-31'.52E
31°-29'.84N	130°-31'.51E
31°-29'.85N	130°-31'.50E
31°-29'.83N	130°-31'.52E
31°-29'.81N	130°-31'.57E
31°-29'.80N	130°-31'.58E
31°-29'.84N	130°-31'.55E
31°-29'.83N	130°-31'.56E
31°-29'.82N	130°-31'.54E
31°-29'.85N	130°-31'.52E
31°-29'.84N	130°-31'.54E
Ship's position on the Chart	
31°-30'.18N	130°-31'.40E
Change of Time difference	
9970 (SS3) — X	38070.6~38070.9 μ Sec.
— Y	57112.6~57112.9 μ Sec.

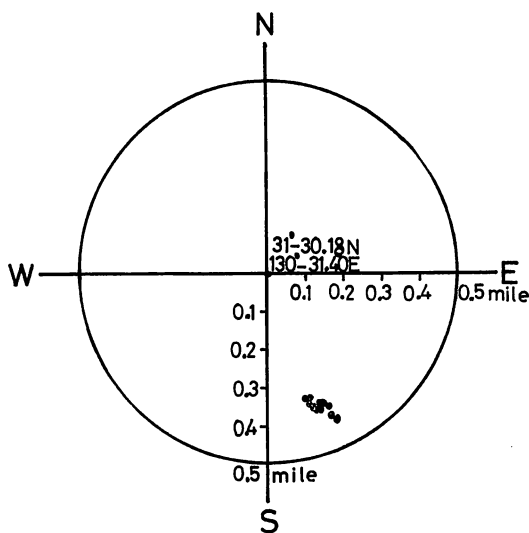


Fig. 4. Relation between Fixed position and Loran-C Position in Taniyama Port.

得された船位の精度を調べる場合、同一地点に於ける位置が常に同じ位置を示すかどうか、そのバラつきを見る方法があり、他に他の手段により測定された海図上の確定位置と比較対象する方法がある⁴⁾。

測得された船位のバラつきを Fig. 4 により見ると、中心船位の南南東約 0.38 mile の $31^{\circ}-29.'83\text{ N}$, $130^{\circ}-31.'55\text{ E}$ を中心として 0.1 mile の範囲内に全てが含まれ、そのバラつきは非常に小さい事が判る。先にも述べた如くその最大変動量は南北方向 0.05 mile, 東西方向 0.08 mile であった。海図上の確定位置からの偏りは平均して南へ 0.35 mile, 東へ 0.15 mile である。X 局の電波は Y 局のそれに比べ陸上を通る率が大きいが伝搬速度の変化迄考慮する必要性は認めなくとも良い²⁾ と考える。

II 航行中

(1) 陸上物標による船位との比較

航行中に於いて陸上物標による交叉方位法およびレーダー（3回のみ）によって船位を確認すると同時にロラン C ナビゲーターによる船位を記録した。その結果を Table 3 に示し誤差円を Fig. 5 に示す。

測得された全回数39回のうちの35回、即ち89.7%が 0.5 mile の半径内にあり、これに含まれないものがわずかに4回、10.3%であった。

しかもこの4回のうちの3回は半径 0.6 mile 以内に含まれるものである。南北あるいは東西へのバラつきを見ると北側に 17.9%, 南側に 76.9%, 中央線上に 5.1% が存在し、又東側に 59.0%, 西側に 33.3%, 中央線上に 7.7% が存在した。この事からも南東側に占位する率が多い事が判明するが四象限に分けてみると一層判り易い。即ち北東側に 7.7%, 北西側に 10.3%, 南東側に 48.7%, 南西側に 20.5% となり南東側に約半数が占位する事を示している。この事は定点に於ける取得船位の結果ともよく符号する。

(2) 人工衛星による船位との比較

視認目標のない海上では人工衛星による船位が取得された時点に於いてロラン C ナビゲーターの船位を読んだ。その結果を Table 4 に又誤差円を Fig. 6 に示す。

取得された船位の総数21回、そのうち 0.5 mile の半径内に含まれるもの 47.6%, 1 mile 以内であれば 90.5% が占位した。これらを各象限に分けると北東側に 19.0%, 北西側にわずか 4.8%, 南東側に 57.1% で南西側に 19.0% の占位率である。しかも北西側の 4.8% は 1.0 mile の半径内にも含まれないものであった。北東側や南西側の 19.0% に比しても南東側はその3倍の高い占位率を示した。この事は I や II-(1) とその結果を同じくしている。

陸上物標による船位を中心と考える場合、中心船位自体の誤差はもし有っても小さいものとして無視する事が可能とも考えられる。人工衛星による船位はその精度も非常に優れている事が認められている⁴⁾。しかし誤差が皆無でない事も報告されており、松野、嶋田、源河は敬天丸での人工衛星による測位結果⁵⁾ について約 0.3 mile 以内の誤差を認めている。これは停泊中の結果であり航走中のものではない。しかし比較対称とする船位がない為に今回ディスプレイに表示された位置をそのまま使用した。又ディスプレイに表示される船位は小数点以下2桁目が切り捨てられており、一方ロラン C ナビゲーターに表示される船位は小数点以下2桁でありそのまま使用したのでここに若干の誤差も発生する事を認めねばならない。停泊中の取得船位のバラつきが小さいにもかかわらず航走中は大幅バラつきが大きいのは中心船位の正確さが問われる所であろう。ロラン電波に関し X 局はレベルアラームやブリンクアラームが点灯するケースが時々発生し、やや不安定であると云う感じを受けた。しか

Table 3. Relation between Fixed position and Loran-C position in sailing.

Loran-C position		Fixed position		Remark
Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	
34°-23'.91N	133°-12'.15E	34°-23'.95N	133°-12'.1 E	C.B
34°-11'.02N	132°-54'.57E	34°-11'.00N	132°-54'.70E	//
34°-01'.07N	132°-45'.50E	34°-01'.00N	132°-45'.70E	//
33°-59'.38N	132°-44'.11E	33°-59'.34N	132°-44'.30E	//
33°-57'.02N	132°-42'.43E	33°-57'.10N	132°-42'.35E	//
33°-49'.22N	132°-31'.99E	33°-49'.31N	132°-32'.05E	//
33°-44'.86N	132°-25'.68E	33°-44'.90N	132°-25'.70E	//
33°-36'.38N	132°-13'.34E	33°-36'.40N	132°-13'.10E	//
33°-31'.74N	132°-08'.09E	33°-31'.80N	132°-08'.40E	//
33°-27'.65N	132°-02'.49E	33°-27'.61N	132°-02'.31E	//
33°-11'.88N	132°-02'.84E	33°-12'.20N	132°-02'.72E	//
32°-10'.95N	131°-48'.00E	32°-11'.00N	131°-48'.20E	//
31°-58'.84N	131°-42'.80E	31°-59'.22N	131°-42'.60E	//
31°-47'.30N	131°-37'.80E	31°-47'.40N	131°-37'.52E	//
31°-36'.40N	131°-31'.38E	31°-36'.81N	131°-31'.40E	//
31°-26'.90N	130°-41'.63E	31°-27'.20N	130°-41'.55E	//
31°-28'.50N	130°-40'.91E	31°-28'.80N	130°-40'.80E	//
31°-29'.50N	130°-41'.60E	31°-29'.75N	130°-41'.62E	//
31°-03'.52N	130°-30'.82E	31°-03'.70N	130°-31'.00E	//
30°-52'.43N	130°-27'.40E	30°-52'.60N	130°-27'.30E	//
30°-47'.22N	130°-23'.77E	30°-47'.60N	130°-23'.68E	//
30°-45'.39N	130°-24'.97E	30°-45'.78N	130°-24'.93E	//
30°-47'.64N	130°-22'.83E	30°-47'.93N	130°-22'.83E	//
30°-27'.05N	130°-11'.39E	30°-27'.03N	130°-11'.44E	C.B
30°-08'.49N	129°-52'.83E	30°-08'.70N	129°-52'.00E	//
28°-51'.85N	129°-08'.59E	28°-52'.1 N	129°-08'.5 E	//
28°-38'.65N	129°-07'.40E	28°-39'.1 N	129°-07'.1 E	//
28°-25'.84N	129°-06'.08E	28°-26'.4 N	129°-06'.0 E	//
28°-07'.99N	129°-18'.80E	28°-08'.38N	129°-18'.48E	//
30°-00'.78N	130°-13'.30E	30°-01'.0 N	130°-13'.30E	R
30°-24'.10N	130°-20'.75E	30°-24'.20N	130°-20'.9 E	R
31°-08'.84N	130°-22'.75E	31°-09'.3 N	130°-22'.60E	C.B
31°-13'.38N	130°-27'.88E	31°-13'.7 N	130°-27'.85E	//
31°-10'.88N	130°-45'.45E	31°-11'.20N	130°-45'.55E	//
31°-10'.88N	130°-45'.43E	31°-11'.20N	130°-45'.55E	//
31°-29'.83N	130°-31'.54E	31°-30'.20N	130°-31'.38E	//
32°-21'.51N	129°-55'.27E	32°-21'.8 N	129°-55'.4 E	//
32°-33'.60N	130°-22'.70E	32°-33'.8 N	130°-22'.9 E	//
34°-26'.7 N	139°-06'.0 E	34°-26'.7 N	139°-08'.0 E	R

Notice C.B...Cross Bearing.

R...Radar

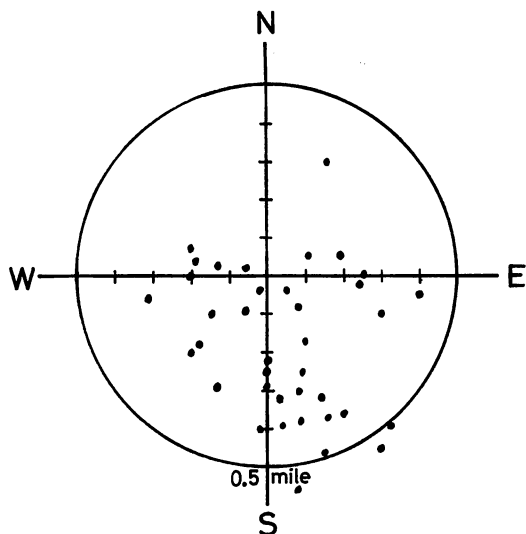


Fig. 5. Relation between Fixed position and Loran-C Position in Sailing.

Table 4. Relation between Loran-C position and NNSS position.

Loran-C position		NNSS position	
Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
29°-49'.52N	129°-51'.21E	29°-49'.5N	129°-51'.1E
29°-16'.29N	129°-20'.76E	29°-17'.0N	129°-20'.3E
28°-59'.06N	129°-08'.90E	28°-59'.6N	129°-08'.7E
29°-53'.72N	130°-09'.12E	29°-53'.1N	130°-09'.3E
30°-24'.10N	130°-20'.75E	30°-24'.2N	130°-20'.6E
31°-08'.82N	130°-22'.23E	31°-09'.4N	130°-22'.2E
31°-13'.38N	130°-27'.88E	31°-14'.0N	130°-27'.0E
31°-10'.89N	130°-45'.43E	31°-11'.5N	130°-45'.8E
31°-10'.88N	130°-45'.45E	31°-11'.2N	130°-45'.3E
31°-10'.88N	130°-45'.43E	31°-11'.4N	130°-45'.0E
31°-22'.18N	130°-38'.26E	31°-22'.6N	130°-38'.2E
31°-20'.18N	130°-06'.26E	31°-19'.7N	130°-05'.7E
31°-59'.61N	130°-00'.90E	32°-00'.0N	130°-01'.1E
32°-33'.52N	130°-22'.76E	32°-33'.7N	130°-22'.7E
32°-33'.49N	130°-23'.16E	32°-33'.8N	130°-23'.3E
31°-26'.76N	130°-32'.72E	31°-27'.4N	130°-32'.3E
29°-56'.81N	137°-39'.70E	29°-55'.7N	137°-40'.0E
29°-56'.68N	138°-26'.01E	29°-56'.6N	138°-25'.7E
31°-49'.66N	142°-30'.93E	31°-49'.8N	142°-30'.8E
33°-07'.71N	139°-00'.24E	33°-07'.7N	129°-00'.2E
32°-03'.61N	135°-38'.88E	32°-04'.1N	135°-38'.7E

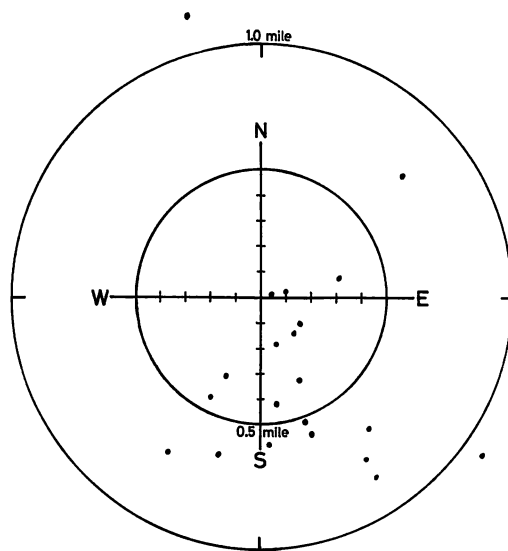


Fig. 6. Relation between Loran-C position and NNSS position.

しながら 0.5 mile の誤差を考慮に入れば ロラン C ナビゲーターにより 取得された船位の精度も使用に充分なものであると考える。現在人工衛星による船位取得のタイムインターバルは非常にまちまちで長い時には 8 時間位も船位取得が不可能であった事も実際に経験している所であり、かつ船位取得に関しては座して待つより他に方法がない現状である。この間常時船位を自動的に表示する ロラン C ナビゲーターを設けた事により非常に正確な地点で海洋観測等を行う事が可能であった。

要 約

JNA-710 型 ロラン C 受信機、これと連動する NDC-710 型座標変換器と附属ユニット NBA-3374 型を練習船敬天丸に設置し船位の取得実験を行い次の結果を得た。

1. 鹿児島島谷山港停泊中に於ける船位の誤差は海図上の船位よりも 0.35 mile 南, 0.15 mile 東であり, そのバラつきは非常に小さい。
2. 航走中の実測船位を中心とした場合, 89.7%が 0.5 mile の範囲内にあり南東側に多い。
3. 人工衛星による船位を中心とした場合, 大分バラつきが大きいのが 0.5 mile 以内に47.6%があり南東側に多い。
4. 0.5 mile の誤差を許容範囲と考えれば使用に充分であり特に南東側に偏位する事が判明した。

最後にデータ取得に関し御協力をいただいた辺見船長はじめ航海士および乗組員の諸氏にお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 日本無線株式会社：JNA-710 ロラン受信機取扱説明書
- 2) 電波航法研究会編（1977）：双曲線航法．54-76, 海文堂，東京．
- 3) 田口一夫（1976）：最新航法システム．45-64 海文堂，東京．
- 4) 木村小一（1977）：衛星航法．海文堂，東京．
- 5) 松野保久・嶋田起宜・源河朝之（1977）：鹿児島における敬天丸による NNSS の測位結果について，
鹿大水紀要，26, 183-189