

## 어장 보호 시스템의 현장실험을 위한 레이더 측정차량 개발

임정빈\*, 김우숙\*, 박성현\*, 김철승\*, 정대득\*, 구자영\*\*, 심영호\*\*\*, 김창경\*\*\*, 이재용\*\*\*\*

\*목포해양대학교 해상운송시스템학부 교수, \*\*해양경찰청 정보화계, \*\*\*목포해양대학교 대학원 박사과정, \*\*\*\*목포해양대학교 해양산업대학원 석사과정

## Development of Radar Car for the Outdoor Tests on Fisheries Surveillance System

Jeong-Bin Yim\*, Woo-Suck Kim\*, Seong-Hyen Park\*, Chel-Seong Kim\*, Dae-Deug Jeong\*, Ja-Young Ku\*\*, Yeong-Ho Sim\*\*\*, Chang-Kyeong Kim\*\*\*, Jae-Eung Lee\*\*\*\*

\*Professor, Division of Maritime Transportation System, Mokpo Maritime University, Mokpo 530-729, Korea, \*\*Korea Coast Guard, Incheon, Korea \*\*\*Doctoral Course, Dept. of Maritime Transportation System, Graduate School of Mokpo Maritime University, Mokpo 530-729, Korea, \*\*\*\*Mast's Course, Dept. of Maritime Transportation System, Maritime Industry Graduate School of Mokpo Maritime University, Mokpo 530-729, Korea

**요 약 :** 어장 보호 시스템(FSS)은 어장 도적을 방지하기 위한 시스템이다. FSS를 개발하기 위해서는 실제 어장의 다양한 자연환경에서 작동할 수 있는 특수한 실험 시스템이 필요하다. 이 연구에서는 이러한 실험 장치로서 소형 밴 차량과 상업용 레이더, 레이더 스캔 컨버터(RSC), 컴퓨터 시스템을 이용한 레이더 측정 차량 구현에 관해서 최근 도출된 몇 가지 연구결과를 기술하였다. 레이더 차량을 이용하여 레이더 스캐너의 높이와 레이더 스캐너 양 측면에 특수한 부엽억제 물질을 부착하는 경우 등의 해면반사 영향을 측정할 수 있다. 또한, RSC의 디지털 레이더 신호에 대한 후처리를 검토한 후, 새로운 RSC를 설계하고 개발하였다.

**핵심용어 :** 어장 보호 시스템, 어장 도적, 레이더 차량, 레이더 스캔 컨버터, 부엽억제

**ABSTRACT :** *Fisheries Surveillance System (FSS) is to protect fishing farms from a thief. To implement the FSS a special test system which can be operate at any natural environments in the practical farm fields is needed. This paper describes some up coming results for the implementation of Radar Car as the special test system which consists of small van-type car, commercial Radar system, Radar Scan Converter(RSC) and, computer system. This Radar Car is designed to test the influences of sea clutter according to the height of Radar Scanner and to verify some effects of side-lobe suppression by special materials attached at each side of the Radar scanner. The post digital signal processing of digital radar signal comes from Radar Scan Converter(RSC) is also discussed, then designed and developed a new RSC in this study.*

**KEY WORDS :** Fisheries Surveillance System, Fishery Thief, Radar Car, Radar Scan Converter, Side-lobe suppression

### 1. 서 론

\* 종신회원, jbyim@mmu.ac.kr 061)240-7051  
\* 종신회원, wskim@mmu.ac.kr 061)240-7059  
\* 정회원, shpark@mmu.ac.kr 061)240-7281  
\* 정회원, cskim@mmu.ac.kr 061)240-7307  
\* 정회원, ddjeong@mmu.ac.kr 061)240-7053  
\*\* 정회원, jy1121@kca.go.kr 011)9889-0556  
\*\*\* 정회원, yhsim@mmu.ac.kr 061)240-7051  
\*\*\* 정회원, navychang@hanmai.net 061)240-7051  
\*\*\*\* 준회원, navylee@hanmai.net 061)240-7051

Fig.1은 어장 보호 시스템(Fisheries Surveillance System; FSS)의 전체 구성 개념도이다. FSS의 구성은, 어장 탐지 시스템(FDS), 레이더 감시 시스템(RSS), 감시·식별·정보·대응 시스템(WIWAS) 등으로 구분하여 구성된다(김·정·박, 2005; Jeong, Park, Kim and Ahn, 2005; 임·박·김·남·안, 2005).

어장탐지시스템(FDS)은 해상에 있는 어장에 설치하는 시스템으로서, 어장에 침입하는 적어를 실시간으로 식별하고, 어장의 위치변동을 파악할 수 있는 기능을 갖는다. 이 시스템에는 레이더 트랜스폰더(transponder) 기능을 가진 초저가, 반영구,

저전력 특성을 갖는 어장용 AIS(Automatic Identification System)를 설치하고, 본 연구전에 의해 개발된 수동형 레이더 리프렉터(Passive Radar Reflector)(임·김, 2003)를 활용함으로서 효과적으로 적아를 식별토록 한다.

레이더 감시시스템(RSS)은 육상에 설치되는 것으로, 9GHz(X-band)대역의 레이더를 이용하여 24시간 어장을 감시한다.

감시·식별·경보·대응 시스템(WIWAS)은 RSS에서 수신한 디지털 레이더 정보를 처리하여 적아 식별 후, 침입으로 판단되면 초동대응태세를 완비하기 위하여 경비(Watching)-식별(Identification)-경보(Warning)-대응 및 방어(Action and Defense) 절차를 갖는 실시간 통합감시 시스템으로 구성한다.

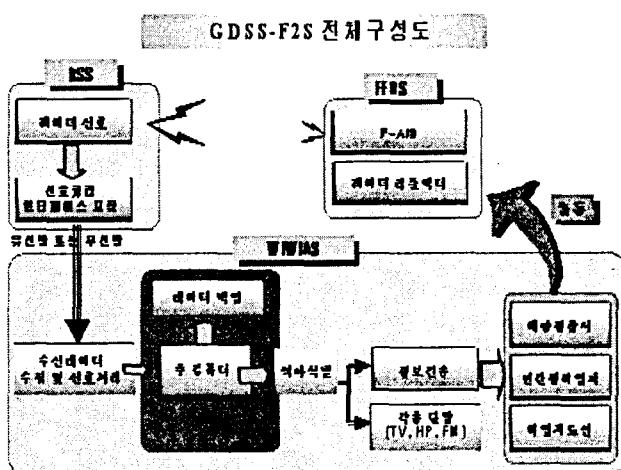


Fig. 1 Design concepts of Fisheries Surveillance System

이러한 대규모 시스템을 개발하기 위해서는 다음과 같은 연구가 선행적으로 필요하다.

(1) 최적 레이더 설치위치 결정 : 레이더의 설치 높이는 레이더 원점 중심에 발생하는 해면반사 잡음에 영향을 미치게 된다. 레이더를 높이 설치하면 해면반사가 심하여 잡음이 증가하기 때문에 레이더 원점으로부터 수 마일 이내의 근거리는 잡음에 의하여 불체 식별이 곤란하다. 따라서, 어장과 같이 레이더 적용 범위가 근거리인 경우에는 레이더 설치 높이가 중요한 변수로 작용한다.

(2) 해면반사 억제 기술의 개발 : 위 (1)항의 레이더 높이에 따른 해면반사 억제에는 한계가 있다. 레이더 스캐너 양 측면에 전파흡수체나 특수한 형상의 금속판을 부가함으로서 레이더 화면 중심에 발생하는 잡음을 어느 정도 감소시킬 수 있을 것으로 예상된다.

(3) 환경 적용 실험 : 개발할 FSS는 어장이라는 자연환경에 적용해야하기 하기 때문에 다양한 자연환경(비, 바람, 태풍, 눈 등)에서의 실험이 필요하다.

상기와 같은 실험을 하기 위해서는 FSS를 구성하는 모든 장비를 어장으로 이동시켜야하고, 24시간 장기간 지속적인 실

험해야한다. 본 연구에서는 이러한 실험 목적으로 레이더 측정 차량을 개발하였다.

## 2. 레이더 측정 차량

### 2.1 국내외 레이더 측정 차량 개발 현황

시중에 판매되고 있는 레이더 측정 차량의 경우, 외국 제품은 자동차 포함하여 수 억원에서 수십억원대의 고가이다. 이러한 장치는 주로 군사용으로 판매되고 있으며 대공산권군사 무기통제(COCOM) 장치의 하나이기 때문에 민수용 수입과 사용은 제한된다.

국내에서는 방송사와 통신회사들이 이러한 측정차량을 보유하고 있다. Fig.2는 국내 SBS 방송사의 전파측정차량을 나타낸다. 이러한 자동차의 경우에도 가격이 수 억원대에 이르며, Fig.3과 같은 고가 장비를 자동차 내부에 장착하여 이동하면서 실험하고 있다.



Fig. 2 Radio Testing Car of SBS in Korea

Fig. 3 Equipments installed in the Radio Testing Car

Fig.4는 일본 동경해양대학교(TUMSAT)의 Shogo HAYASHI 교수에 의하여 개발된 레이더 측정차량을 나타낸다(Ide, Hayashi, Ogawa and Yim, 2005). 레저용 벤을 이용하여 레이더를 지붕에 장착하고, 차량 내부에 각종 측정장비를 설치하여 24시간 전천후 측정이 가능하며 숙식도 가능하다.

이와 같이 이동하면서 레이더나 안테나 등을 실험하기 위해서는 전용 레이더 측정차량의 개발이 필요하지만, 수입이 곤란하고, 고가이기 때문에 자국 실정에 맞는 장치를 설계·개발할 수밖에 없다.

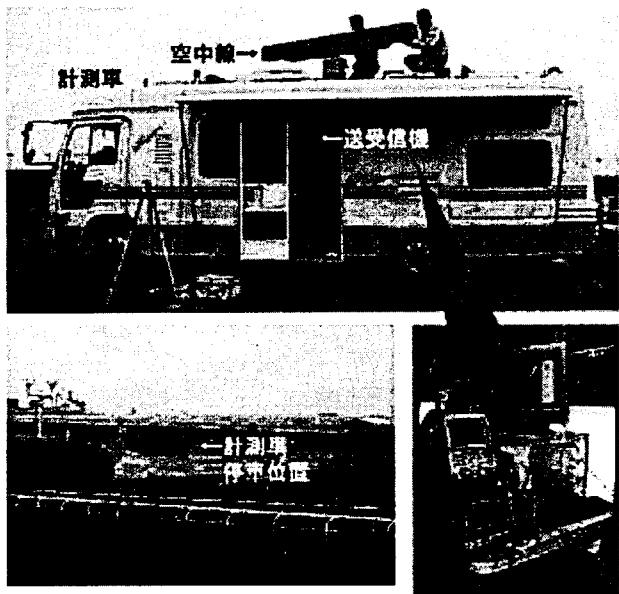


Fig. 4 Radar Testing Car of TUMSAT in Japan

## 2.2 제작한 레이더 측정차

본 연구에서는 현대 자동차의 3인승 스타렉스 밴을 이용하여 지붕에 레이더 스캐너를 설치하고, 화물칸에 각종 레이더 측정장비를 설치하였다. 레이더 높이에 따른 영향을 실험하기 위하여 레이더 스캐너는 탈부착식으로 되어 있으며, 스캐너 설치 높이 조절은 특수 사다리를 이용하여 7m까지 조절도록 하였다.

Fig. 5는 이 연구에서 개발한 레이더 자동차의 외관을 나타낸다. 지붕에 레이더가 기본으로 부착되어 있으며, 화물칸에 각종 실험장치를 설치하였다. Fig.6은 화물칸 내부에 장착한 각종 실험장치의 외관을 나타낸다.

Fig.7은 Fig.6에 나타낸 실험장치의 구성도로서, 레이더 스캐너에서 수집한 정보를 PC로 전송하기 위한 시스템 구성도이다.

Fig. 7에서 전원은 휴발유를 사용하는 휴대 전원장치를 이용하였으며, 레이더 스캔 컨버터(RSC)를 이용하여 레이더 스캐닝 정보를 디지털 신호로 변환하여 PC로 전송한 후 후처리를 통하여 적아식별 기능을 수행토록 하였다. 후처리는 주로 적응제어형 칼만필터(Adaptive kalman Filter)를 이용하여 잡음속에 파묻힌 이동물체의 추적과 식별이 가능토록 설계하였다(남·임·안, 2005).

일단 본 연구는 2004년 9월부터 시작된 것으로 3년간 수행 할 예정이며 금년에는 주로 시스템의 구성과 단위 시스템의 국산화를 목표로 두고 있다. 이 중에서 RSC의 국산화가 제일 중요한 관건이다.

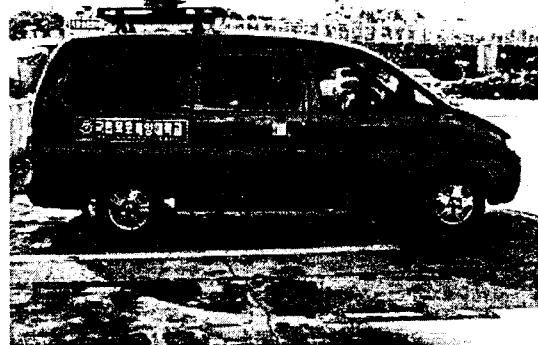


Fig. 5 Radar Testing Car, designed in this study



Fig. 6 Inside equipment set-up in the Radar Testing Car

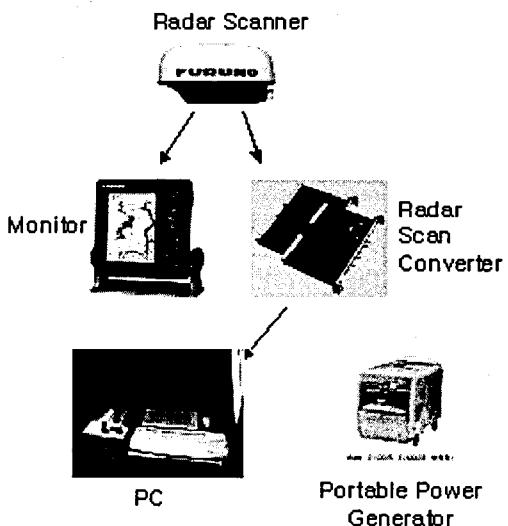


Fig. 7 Configuration of testing equipments

### 2.3 레이더 스캔 컨버터의 설계 제작

RSC는 레이더 스캐너에서 수신한 전파를 디지털 영상신호로 변환하는 장치이다. 현재, RSC는 주로 BARCO사 제품이 전 세계적으로 시판되고 있으나, 가격이 최저 500만원부터 시작되는 고가이기 때문에 영세 어민을 대상으로 하는 본 시스템의 경우에는 저가의 국산화가 필요하다.

본 연구에서는 경기도에 있는 STX RadarSys(주)에 의뢰하여 국산 RSC를 개발하였다. Fig.8은 RSC 개발을 위한 회로 기판의 Layout을 나타내고, Fig.9는 회로기판 Layout을 기반으로 제작한 RSC의 실물사진이다.

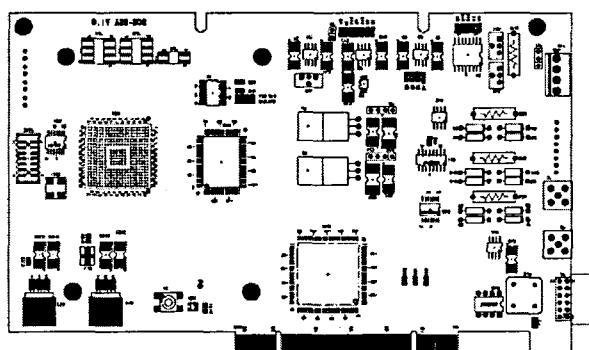


Fig. 8 Layout of Radar Scan Converter

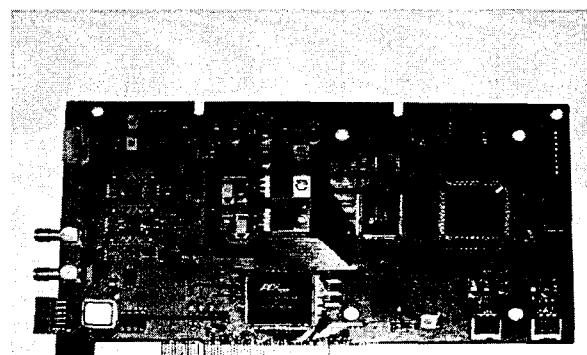


Fig. 9 Photo of Radar Scan Converter manufactured in this study

개발한 RSC의 성능 및 사양을 Table 1에 나타냈다. 본 연구에 요구되는 RSC의 기능은 일반 ARPA/Radar에 요구되는 RSC와는 달리 1-2마일 이내의 어장을 대상으로 하기 때문에 근거리 고해상 능력이 중요하며, 물체 탐지수는 50여개 정도, A/D 샘플링율은 40MHz 정도이다.

Table 1 Electrical characteristics of the RSC

	Analog Radar Video	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Input Level : -10~0V, 0~+10V</li> <li>- Gain : programmable, 256 steps</li> <li>- DC Offset : +/- 5 V or Automatic</li> <li>- Video Polarity : Positive/Negative (선택)</li> <li>- Bandwidth : 20 MHz</li> <li>- Input Impedance : 75 Ohm</li> <li>- Number of Sample per Trigger: 최대 8192개</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Level: Single-ended/Differential, 5~24Vpeak</li> <li>- Input Impedance : 75Ohm(Single-Ended), 120 Ohm(Diff.)</li> <li>- Polarity : Active low or high</li> <li>- Pulse Width : 25 ns (Min)</li> <li>- PRF : 100~5000 Hz</li> <li>- Trigger Delay : Programmable, 0~500 usec</li> </ul>
	Bearing Signal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Type : 1024~8192 ACP/ARP</li> <li>- Level:Single-Ended/Differential, 5~24Vpeak</li> <li>- Input Impedance : 75 Ohm(Single-Ended), 120 Ohm(Diff.)</li> <li>- Polarity : Active low or high</li> </ul>
Radar Data Processing		<ul style="list-style-type: none"> <li>- A/D Sample Rate : 40 MHz (Max)</li> <li>- Sample Resolution : 8 Bits (Max)</li> <li>- VIRTEXII : 신호처리, ADA 제어 및 PCI 제어</li> <li>- Memory : 32KB FIFO , VIRTEX</li> <li>- 기능 : Trig와 Trig간 시간, 비디오 gain 제어, 트리거 개수 계수, 샘플링 속도 제어, 트리거당 샘플 개수 제어 등</li> </ul>
Control Interface		<ul style="list-style-type: none"> <li>- PCI Bus : PCI Spec Rev. 2.2</li> </ul>
Indicators		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trig, ACP, ARP, POWER LEDs</li> </ul>
Data Output		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 33MHz 32bit PCI (132MB/s)</li> </ul>
지원운영 체제		<ul style="list-style-type: none"> <li>Windows 2000, Windows XP, Windows NT, Windows Embedded XP</li> </ul>
시스템 요구사항		<ul style="list-style-type: none"> <li>- CPU : Pentium II 이상</li> <li>- Memory : 128MB 이상</li> <li>- 최소 2배속 이상 CD-ROM</li> <li>- 메인보드 : PCI SPEC 2.1, 2.2</li> </ul>
제어 기능		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 비디오 레벨 조정: 비디오 레벨을 가변저항 조정에 의해 2/2.5V Offset에서 -0.625~-+0.625사이 값으로 설정</li> <li>- 입력 비디오 레벨 : 0V~-+10V일 경우: -1.25V~-0V -&gt; -0.625V~-+0.625V -10V~-0V일 경우: 0V~-+1.25V -&gt; -0.625V~-+0.625V</li> <li>- 전원 입력 조정: 외부에서 전원을 입력 할 경우 외부전원(5V, 12V)을 인가 전에 점퍼로 연결한 다음 인가</li> </ul>

### 2.4 실험결과

현재 레이더 측정차량은 제작과 실험이 진행 중에 있다. Fig. 10은 RSC를 통하여 획득한 정보를 PC에 전송하여 나타낸 레이더 화면을 나타낸다. 실험결과 개발한 RSC가 정상작동 함을 확인하였으며, 어장 보호 시스템 개발에 요구되는 레이더 정보를 생성할 수 있음을 확인하였다.

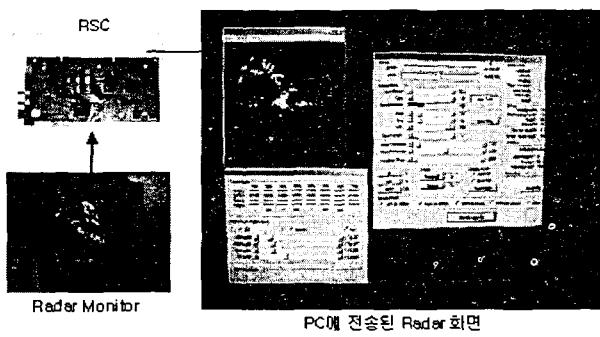


Fig. 10 Operating results of the radar testing system

## 2.5 고찰

다양한 실험이 현재 진행 중인데, 하기와 같은 문제점 해결을 위한 실험에 주력하고 있다.

레이더 자체의 Sea Clutter 제어 기능만으로는 레이더 모니터 원점 주위에 발생하는 잡음을 억제가 어장 보호 시스템 개발에 요구되는 수준까지 확보할 수 없었다.

어장 보호 시스템의 경우 근거리에서의 고분해능 탐지 기능이 필요하기 때문에 이를 해결하기 연구가 필요하다. 이 연구를 위하여 현재 Fig.11과 같은 전파흡수체를 스캐너 주위에 부착하여 레이더의 측엽(side lobe)를 줄여서 원점 주위의 잡음을 억제하기 위한 연구를 시도하고 있다.

그리고, 레이더+RSC+전자해도+PC를 하나로 집약하여 시스템의 규모를 줄이고, 저가화할 수 있는 방안을 연구하고 있다.

또한, 기존 SART(Search And Rescue Radar Transponder)를 응용하여 저전력 소형화 및 디지털 부호 신호를 전자적으로 부가함으로서 저가의 소형 적아식별 장치를 개발하고 있으며, 개발한 레이더 자동차를 이용하여 실제 어장에서 실험하고 있다.



Fig. 11 Magnetic shield materials to test anti-sea clutter

## 5. 결 론

영세 어민들의 어장을 보호하기 위한 시스템을 개발하기 위한 초기 연구단계로서 레이더 측정차량을 설계하고 구축하였다. 어장 보호 시스템은 가능한 저가이면서 적아식별이 가능한 기능을 요구하게 된다.

본 연구에서는 스타렉스 밴을 이용하여 레이더 측정 차량을 구축하였다. 특히, 저가 시스템 개발을 위하여 레이더 스캔 컨버터(RSC)를 국산화 하였고, 차량의 지붕에 설치한 레이더 스캐너에서 수신한 정보를 RSC를 이용하여 PC로 전송 실험한 결과 성공적으로 영상이 전송됨을 확인하였다.

현재, 화면의 원점 주위에 발생하는 잡음을 억제하기 위한 기술 개발과 시스템 규모의 축소 및 다양한 적아식별 센서 등을 개발 중에 있다.

## 후 기

본 연구는 2004년도 해양수산부 수산특정연구과제 지원에 의하여 수행되었음.

## 참 고 문 헌

- [1] 김철승, 정중식, 박성현(2005), "양식어장 보호를 위한 원격 감시시스템의 구축 방안에 관한 연구," 해양환경안전학회, 제10권2호, pp.55-60
- [2] 남택근, 임정빈, 안영섭(2005), "양식어장 보호를 위한 어장 탐지 시스템 개발에 관한 연구," 해양환경안전학회, 제10 권2호, pp.49-53
- [3] 임정빈, 박성현, 김철승, 남택근, 안영섭(2005), "어장보호 시스템 개발을 위한 레이더 판측 차량 개발," Korea-Japan Joint Symposium 2005, Mokpo, Korea, 2005. Feb. 25-27, pp.237-243
- [4] 임정빈, 김우숙(2003), "Design of Passive-Type Radar Reflector," 한국항해항만학회 제27권 제3호, pp.267-272
- [5] Jung-Sik JEONG, Sung-Hyeon PARK, Chul-Seoung KIM, Young-Sup AHN(2005), "Design of Radar Surveillance System for Protection of Aquaculture Farms," Korea-Japan Joint Symposium 2005, Mokpo, Korea, 2005. Feb. 25-27, pp.227-236
- [6] Manami IDE, Shogo HAYASHI, Masayasu OGAWA, Jeong-Bin YIM(2005), "The Characteristics of Circular Polarization SART," Korea-Japan Joint Symposium 2005, Mokpo, Korea, 2005. Feb. 25-27, pp.37-41 .