

보고서 발간 번호

BSPE99688-11934-2

ICT 기반 소형의 연안역 해양 환경 관측 시스템 개발

Development of compacted environmental measurement system for coastal area using ICT



2018. 12.

한국해양과학기술원

제 출 문

본 보고서를 『ICT 기반 소형의 연안역 해양 환경 관측 시스템 개발』 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018. 12.

연구책임자	한국해양과학기술원	책임연구원	강 돈 혁
참여연구원	한국해양과학기술원	연 구 원	조 성 호
			이 윤 호
			이 영 욱
			김 한 수
			김 미 라
			박 지 성

요 약 문

I. 연구 배경 및 필요성

- 최근 연안의 하계 고수온, 동계 저수온 발생 등의 연안 해양 환경 요인으로 양식 어류의 폐사 등이 발생. 고비용의 해양 관측 체계로는 관측망 구성이 불가능하므로 소형 및 저가 관측 체계 구축 소요
- 정보통신기술(ICT) 기반 소형화된 해양 환경 관측 장치 및 운용 체계 개발 수행
- 해당 기술을 응용하여 소형화 및 저전력, 저비용 구조의 장비 운용과 시스템 체계 구성으로 연안 해양환경 모니터링에 적용
- 호수 등 하천역에 활용 가능한 소형 및 간편한 실용성 장비 개발 필요

II. 연구 목표 및 세부 연구개발 내용

- ICT 기반 소형화된 부이형 연안 해양환경 측정 장치 개발 및 운용 시스템 개발하여 해양 환경(수온, 수심, 일사량 등) 관측 및 가시화 운용 체계 개발
- 본 과제는 R&BD 과제로 목표 스펙 만족 및 기업체로 기술 이전 실시
 - 기술 목표
 - 소형 부이 크기 : 직경 35 cm 이하
 - 계류형 부이 설계 / 시범 제작
 - 디지털 복합 센서 (수온, 수심) 제작
 - 수온 : $-3 \sim 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$)
 - 수심 : $0 \sim 10 \text{ m}$ ($\pm 0.1 \text{ m}$)
 - IoT LoRa, GPS 연동
 - 데이터 통합 및 가시화 설계
- 기업 요구 사항 : 제품 제조 공정 조건 개발 및 유효성 평가

III. 연구수행 방법

- 연구 수행 인원 : 총 7명 (한국해양과학기술원 책임연구원 강돈혁 외 6명)
- 연구 수행 기간 : 2018. 07. ~ 2018. 11.

IV. 연구 결과

□ 시스템 개발

- 부이부, 케이블, 센서부로 구분하여 개발
- 표층 부이 설계 : 크기 지름 350 mm, 무게 약 6 kg (센서, 케이블 포함)
- 부이 외관 재질 : 커버, 플레이트, 링, 브라켓은 투명 PC, 아크릴, 아세탈 상/하부 조립 링 및 지지대는 부식에 강한 SUS316L
- 전자부 구성 : PCB 기판, LoRa 통신 모듈, GPS 모듈, Bluetooth 모듈, 태양 전지 2개, 내장 Li-ion 배터리 8개, 일사량 센서, LED 16개, 조도 센서
- Subconnector 사의 방수 케이블 사용
- 디지털 복합 센서 : 크기 지름 34 mm, 길이 130 mm, 통신 방식 RS-232
- 센서 외관 재질 : 부식에 강한 SUS316L
- 센서 내부 몰딩 및 케이블 그랜드 사용
- 전자부 구성 : 수온 센서, 압력 센서, PCB 기판

□ 데이터 통합 및 실시간 표층 수온 자료 가시화 체계 설계

- 실시간 자료 가시화 : 해도, 도표 화면 구성
- 해도 : Google 맵 기반 GPS 위치 정점 및 실시간 수온, 수심 및 일사량 자료 전시
- 도표 : 시계열 및 공간상 획득 자료 및 수온, 수심 및 일사량 자료 전시

□ 실해역 테스트

- 1차 사전 테스트를 통한 시스템 형태 및 내부 보드 보완 설계 (18년 8-9월)
 - 기존 구형(플렌지) 형식에서 타원형(플렌지 無)으로 형상 변경
 - 타원형 변경함으로 측면 두께 보강 (외부 충격으로부터 내부 부품 보호)
 - 통영 MRC에서 시스템 형태 및 내부 보드 초기 설계, 제작 및 보완 설계

- 시스템 형태, 수중 센서 커넥터, 운용 편이성, 통신 등 확인
- 2차 KIOST 수조 테스트 ('18년 11월)
 - KIOST 수조 내에서 수온 센서 반응 테스트를 수행하였음
 - 최대 44.4 도에서 1.4 도까지 반응하는 수온 값을 확인
- 18년 12월 26일 ~ 현재, KIOST 통영 해상에서 연속 운용 테스트 중
 - 수온 자료 : 매 10분마다 LoRa 망을 이용하여 원격 서버 자료 저장 및 실시간 가시화, 실측 장비와 비교를 통한 검증
 - > 최대 오차 0.1도 이내로 일치
 - 비교 검증 장비 : 미국 YSI Pro2030 (정확도 ± 0.1 °C)의 수온 자료
 - 일사량 자료 : 매 10분마다 LoRa 망을 이용하여 원격 서버 자료 저장 및 실시간 가시화, 실측 장비와 비교를 통한 검증
 - 비교 검증 장비 : 기상청 검정 AWS 일사량 센서 자료
 - 수심 자료 : 약 5.2 m 에 설치하여 운용, 실제 측정 자료와 비교/분석 결과 수심 변화가 거의 나타나지 않음
 - 배터리 자료 : 태양 전지 2개 및 내부 Li-ion 배터리 8개로 구성, 배터리 약 4.2 V 유지하여 연중 운용 가능 확인
- 최종 평가
 - 1, 2차 실내 및 해상 시험을 통해 장비 성능 개선
 - 3차 장기 해상 시험을 통해 장비 성능 확인 완료
- 기술 이전 완료
 - 해당 과제 특성인 R&BD 사업임을 고려하여 기술 수요 기업에 관련 기술 이전 완료
 - 기술 이전 기업 : (주)시스코어
 - 기술 이전 : 2019년 1월
 - 기술 이전료 : 1,500만원

목 차

요 약 문	i
목 차	iv
표 목 차	vi
그림목차	vii
제 1 장 서 론	1
I. 기술개요	1
1. 개발기술 내용	1
2. 개발기술의 국내·외 기술동향	2
3. 개발기술의 특징	3
II. 연구개발의 필요성 및 목표	4
1. 연구개발의 필요성	4
2. 연구개발의 목표	5
3. 세부목표	6
제 2 장 개발 시스템 구성도	7
I. 시스템 구성 및 사양	7
1. 시스템 구성	7
2. 시스템 사양	8
II. 하드웨어 설계	11
1. 부이부	10
2. 케이블	14
3. 센서부	15
III. 데이터 통합 및 실시간 표층 수온 자료 가시화 체계 설계	17

제 3 장 시험 평가	18
I. 1차 시험 평가	18
II. 2차 시험 평가 (수조)	19
III. 3차 시험 평가 (통영 MRC 해상기지)	20
IV. 가시화 체계	25
제 4 장 연구개발 추진체계 및 성과의 우수성	26
I. 연구개발의 추진체계 및 수행 방법	26
1. 연구개발 추진체계	26
2. 주요 추진 일정 및 실적	27
II. 연구개발 성과의 우수성	28
1. 기술의 완성도	28
2. 연구결과의 우수성/혁신성/차별성	29
제 5 장 연구개발의 활용가능성 및 파급효과	30
I. 연구결과의 활용성 및 실용성	30
II. 해당 기술의 기술적 파급효과 및 기대효과	30
제 6 장 기술 이전	31
제 7 장 제 언	35

표 목차

표 1. ICT 기반 소형의 연안역 해양 환경 관측 시스템 사양	6
표 2. ICT 기반 소형의 연안역 해양 환경 관측 시스템 제작을 위한 사업 내용에 따른 추진 일정 및 실적	27
표 3. ICT 기반 소형의 연안역 해양 환경 관측 시스템 성과지표별 내용	28

그림 목차

그림 1. 해양 환경 관측 방법의 소형화 필요성	4
그림 2. 해양 환경 관측 장비 체계도	5
그림 3. ICT 소형 부이 시스템 구성도	8
그림 4. ICT 소형 부이 시스템 개발 : 부이/센서 설계 및 부품단 구성도	8
그림 5. ICT 소형 부이 시스템 부이부 하드웨어 블록도	10
그림 6. ICT 소형 부이 시스템 센서부 하드웨어 블록도	10
그림 7. ICT 소형 부이부 형상	11
그림 8. ICT 소형 부이부 내부 구성	12
그림 9. ICT 소형 부이부 내부 전자보드 구성	12
그림 10. ICT 소형 부이 일사량 센서 및 PV cell	13
그림 11. ICT 소형 부이 케이블 및 커넥터	14
그림 12. ICT 소형 부이 센서부 형상	15
그림 13. ICT 소형 부이 센서부 내부 구성	15
그림 14. ICT 소형 부이 센서부 형상	16
그림 15. ICT 소형 부이 센서부 내부 전자보드 구성	16
그림 16. ICT 소형 부이 설계 완성품 및 실시간 표층 수온 자료 가시화 체계 구축	17
그림 17. ICT 소형 부이 1차 사전 테스트	18
그림 18. ICT 소형 부이 수조 내 2차 시험 평가	19
그림 19. ICT 소형 부이 수조 내 2차 시험 평가 결과	19
그림 20. ICT 소형 부이 3차 시험 평가	20
그림 21. ICT 소형 부이 3차 시험 평가를 통한 수온 자료 분석 결과 (12월 말 ~ 1월 말)	21

그림 22. ICT 소형 부이 3차 시험 평가를 통한 일사량 자료 분석 결과 (12월 말 ~ 1월 말)	22
그림 23. ICT 소형 부이 3차 시험 평가를 통한 수심 자료 분석 결과 (12월 말 ~ 1월 말)	23
그림 24. ICT 소형 부이 3차 시험 평가를 통한 배터리 잔량 자료 분석 결과 (12월 말 ~ 1월 말)	24
그림 25. ICT 소형 부이 관측 자료 가시화 체계	25
그림 26. 사업화 추진 계획	32
그림 27. 기술 이전 협약서	33

제 1 장 서 론

I. 기술개요

1. 개발기술 내용

- 정보통신기술(ICT) 기반 소형화된 해양 환경 관측 장치 및 운용 체계를 개발을 수행
- 해당 개발 기술은 해양 환경 정보를 획득하기 위해 고가의 대형 부이형을 대체한 특화된 목적의 저가 및 통합 운용형 해양환경 관측 장치(수온, 수심, 위치, 일사량 등) 개발을 하였고, 운용 편리성을 고려한 리튬 이온 배터리와 소형 태양 전지를 장착하고 표층 소형 부이 하단에 연결된 케이블에 수온, 수심, 일사량 센서 등을 이용하여 실시간으로 장기간 자료 취득 및 사물 인터넷(IoT)을 사용하여 정보통신기술(ICT) 기능을 구현하는 장치 및 기술을 개발
- 용도 및 적용 분야 : 표층에 부유하는 소형 부이를 연안 양식장 혹은 연안에 고정형으로 설치하여 실시간 해양 환경 자료 수집 및 위치 정보로부터 공간상의 해양 환경 및 해양 기상 자료 수집
 - 양식장 고수온 및 저수온 피해 저감 모니터링에 활용. 호수, 하천 등의 소형 관측망 구축에 활용
 - 생태계 모델에 필요한 필수 자료의 실시간 입력 자료 생성에 활용
 - 연안 생태계 및 호수 환경 자료 관측망 구축에 ICT 기반 기술 적용

2. 개발기술의 국내·외 기술동향

□ 국내 기술 동향

- 표류 부이를 이용한 실시간 해양 환경 관측 시스템
 - 현재까지 국내에는 주로 표류부이를 이용하여 해양 환경을 관측하는 시스템이 있으나 (위성 통신 혹은 CDMA 통신) 관측 해역이 원양이며, 1회성 장비 운용이 주요 목적임
 - 기존 특허 : 표류부이를 통한 실시간 해양 환경 관측 데이터 제공 시스템 및 그 방법 (특허번호 : 10-2015-0028265)
- CDMA 망을 이용한 고가의 운용비용
 - 자료 전송 대비 고가의 CDMA 망으로 대부분 관측 망 통신체계가 구축됨
 - ICT 기반의 LoRa 통신망(SK 텔레콤) 구축으로 저가의 운용비용(월 1,000 원)이 가능하나 현재까지는 활용이 미비한 상태임
 - 고가의 운용비용은 수 십에서 수 백 대의 체계 구축 망 구성의 장애 요인으로 이에 대한 해결책 대응이 필요한 상황임

□ 국외 기술 동향

- 다양한 해양 환경 센서 장착 개념의 시스템 구축으로 고가의 시장 형성
- 메모리형 혹은 케이블형으로 연안 관측의 실시간 운영 체계 구축에 제한
- 소형의 저가 장비 개발 및 체계망 구축으로는 진행 미진

3. 개발기술의 특징

- 소형화, 간편화, 원격화를 목적으로 하는 해양 환경 관측 장치 개발
 - 전원 독립 방식의 소형 표층 수온 (수심 연계), 일사량 등 환경 관측 장비 국내 개발
 - 소형화, 설치 간편화, 자료 획득 및 실시간으로 시스템 및 자료 관리 가능
 - 원격화, 무선 통신 망 (IoT LoRa) 사용
 - 저가의 장비 가격, 저가의 통신망 (월 사용료 1,000원) 사용하여 연안 환경 관측 망에 활용 가능
 - ICT 기반 기술을 해양 및 호수 생태계 및 특화된 목적에 접목하는 관측 체계 네트워크 구성에 장점

- 어민 활용 가능한 장비 개발을 통해 해양 과학의 실용화 추진
 - 대국민용 저가형 장비 개발을 통한 수산 양식업에 간단히 활용 가능성
 - 지자체, 정부 부처, 연구자 등 관리자 운용 기반의 관측 자료 제공 가능

- 해양 모델 입력 변수 측정 활용에 활용
 - 연안역 생태 모델의 중요 변수인 수온, 일사량 등 해양 환경 자료 측정에 활용
 - 관측 네트워크 구성으로 입력 변수의 증가 및 모델 검증용으로 활용 가능

II. 연구개발의 필요성 및 목표

1. 연구개발의 필요성

- 해양 환경 관측 부이의 소형화 필요성 (그림 1)
 - 연구자 중심 장비에서 사용자 (어민 등 현장 운용자) 중심의 장비 개발 추진
 - 해양 장비의 국내 시장을 고려한 실용적인 장비 개발 방향 추진
 - 대형화, 원양용, 고비용 구조에서 소형화, 연안용, 저비용 구조로 추진
 - 다종의 관측 센서 및 연구 목적형 보다는 양식장 관리 등 목적 중심의 관측 센서 및 연구와 실용 목적을 충족한 장비 개발 추진



그림 1. 해양 환경 관측 방법의 소형화 필요성

2. 연구개발의 목표

- ICT 기반 소형화된 부이형 연안 해양 환경 측정 장치 및 운용 시스템 개발
 - 실시간 소형 표층 수온(수심 연계), 일사량 등 환경 관측 장비 국내 개발 (전원 독립 방식 적용)
 - ICT 기반 저가의 IoT 무선 통신 기반 체계 (그림 2)
 - 개별 혹은 복수의 관측 자료 및 운용 관리용 체계 (가시화, 문자 전송 등)

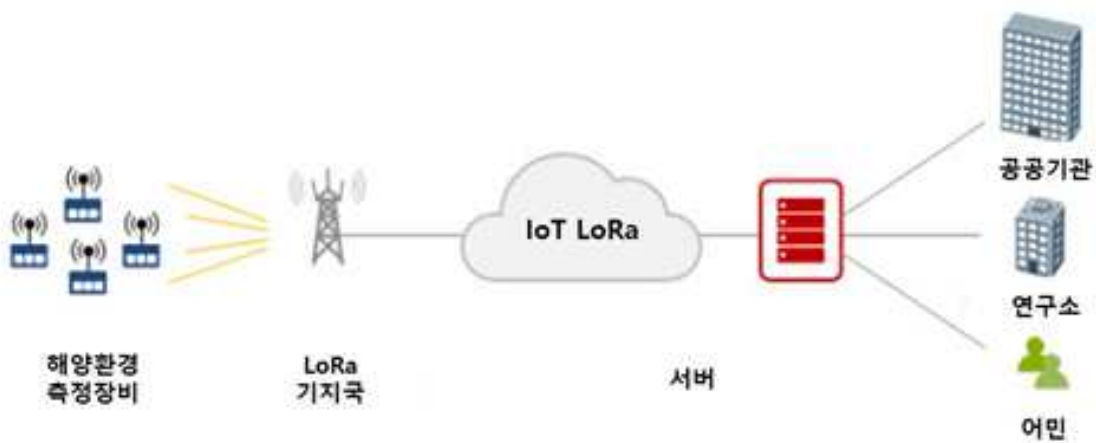


그림 2. 해양 환경 관측 장비 체계도

3. 세부목표

□ 정량적 목표

- 기술스펙, 기술이전, 기술료수입, 특허, 시제품 제작, 기술개발 및 개량에 대한 구체적 내용과 목표, 평가 방법을 표 1에 작성하였음

표 1. ICT 기반 소형의 연안역 해양 환경 관측 시스템 사양

성과지표	구체적 내용	목표	평가(검증) 방법
기술스펙 (구체적 물성)*	소형 부이 크기	직경 35 cm 이내	설계도
	부이 외형	설계	설계도
	디지털 복합 센서 (수온, 수심)	제작	제품 사진
	수온 센서	-3 ~ +50 °C (± 0.1 °C)	획득 자료
	수심 센서	0 ~ 10 m (± 0.1 m)	획득 자료
	LoRa IoT 무선통신, GPS 연동 기술	10 km 이내	획득 자료
	데이터 통합 및 가시화 설계	운영	운영화면
기술이전(건)*	(주)시스코어, 2019년 1월 (1건)	기술이전	기술이전
기술료수입(백만원)*	15백만원	기술이전	기술이전
특허(건)	신규특허 창출 (1건)		
시제품제작(건)	1건	시제품 확보	시제품
기술개발/개량(건)	1건	기술개발	보고서

□ 정성적 목표

- 소형화, 간편화 및 IoT 기반 해양 장비 개발 노하우 확보
- 기술 이전을 통한 실용적인 상용 해양 장비 개발로 대국민 해양 및 수산 자료 접근 용이성 제공

제 2 장 개발 시스템 구성도

I. 시스템 구성 및 사양

1. 시스템 구성

- 시스템은 크게 부이부, 케이블, 센서부로 구성되어 있음 (그림 3)
- 시스템 개발을 위한 부이, 센서 설계 및 부품단 구성도를 그림 4에 나타냄

□ 부이부

- 표층 부이 설계 : 크기 지름 350 mm, 무게 약 6 kg (센서, 케이블 포함)
- 부이 외관 재질 : 커버, 플레이트, 링, 브라켓은 투명 PC, 아크릴, 아세탈 상/하부 조립 링 및 지지대는 부식에 강한 SUS316L
- 전자부 구성 : PCB 기판, LoRa 통신 모듈, GPS 모듈, Bluetooth 모듈, 태양 전지 2개, 내장 Li-ion 배터리 8개, 일사량 센서, LED 16개, 조도 센서

□ 케이블

- Subconnector 사의 방수 케이블 사용

□ 센서부

- 디지털 복합 센서 : 크기 지름 34 mm, 길이 130 mm, 통신 방식 RS-232
- 센서 외관 재질 : 부식에 강한 SUS316L
- 센서 내부 몰딩 및 케이블 그랜드 사용
- 전자부 구성 : 수온 센서, 압력 센서, PCB 기판



그림 3. ICT 소형 부이 시스템 구성도

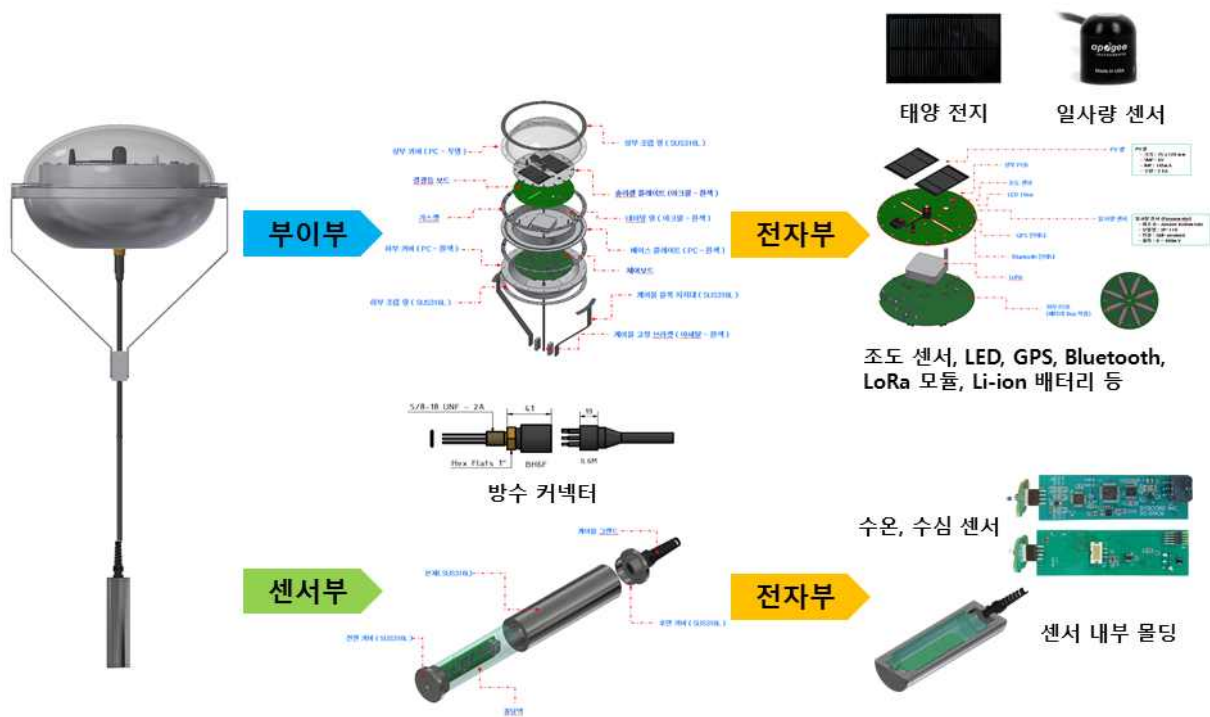


그림 4. ICT 소형 부이 시스템 개발 : 부이/센서 설계 및 부품단 구성도

2. 시스템 사양

- 각 구성품별 시스템 기능 및 사양 (그림 5, 그림 6)
 - 수온/수심 센서 : 설치 지역의 수온 및 수심 측정
 - 통신 방식 : RS-232
 - 수온 : $-3 \sim 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$), 수심 : $0 \sim 10 \text{ m}$ ($\pm 0.1 \text{ m}$)
 - GPS 모듈 : 설치 지역의 위치 확인
 - 주파수 : 1575.42 MHz, 안테나 : 25 dB Active type
 - LoRa : 중앙 서버로 자료 전달
 - SK 텔레콤 LoRa 모듈
 - Bluetooth : 노트북, 스마트폰과 연동하여 장비 제어, 계측 데이터 확인
 - 전원 : 5 Low Energy, 전송률 : 780 kbps
 - 태양 전지 : 태양광으로부터 에너지 취득
 - 전원 : VMP 6 V, IMP : 135 mA
 - 배터리 : 장비 전원 공급 배터리
 - 수량 : LG18650MJ1 8개, 정격 전압 : 3.635 V, 용량 : 3500 mAh
 - 일사량 센서 : 태양광으로부터 오는 복사에너지 측정
 - 측정 감도 : 0.2 mV per W/m², 측정 범위 : $0 \sim 2000 \text{ W/m}^2$
 - LED : 야간 선박 인지용
 - 저전력 및 고휘도 LED 사용, 조도 센서 연동하여 On/Off

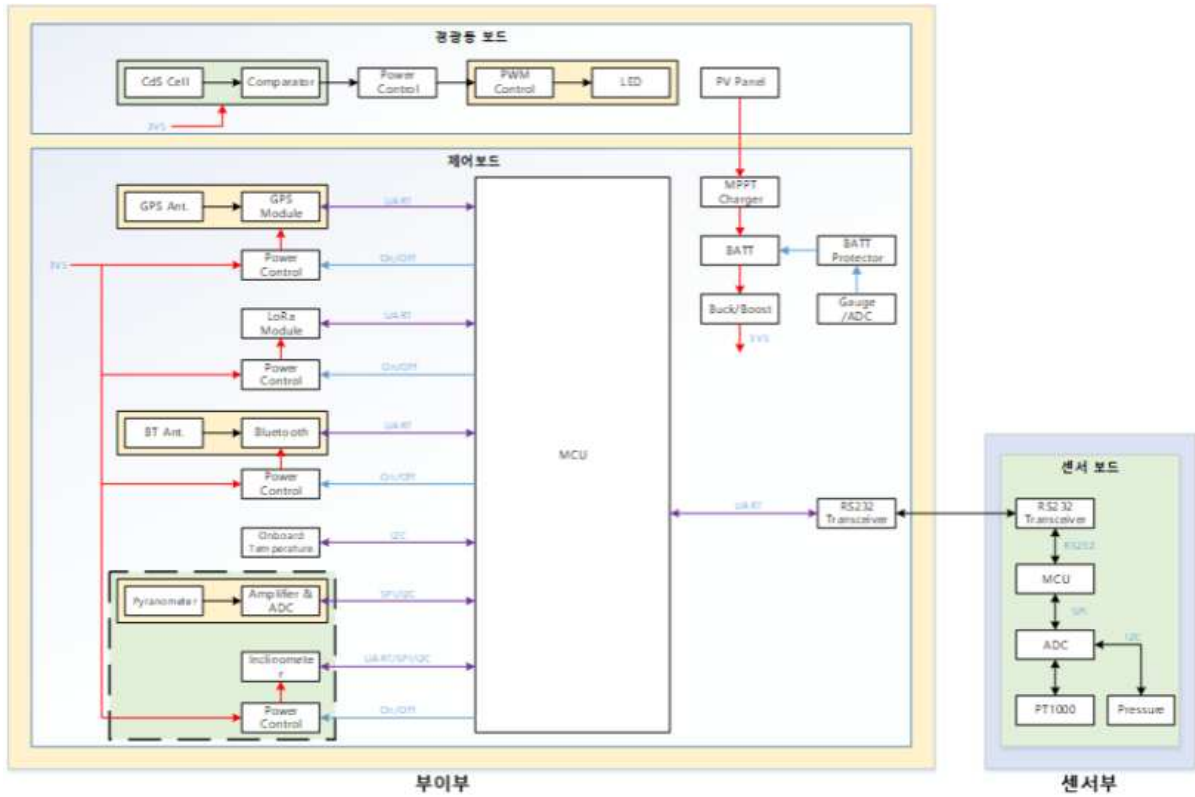


그림 5. ICT 소형 부이 시스템 부이부 하드웨어 블록도

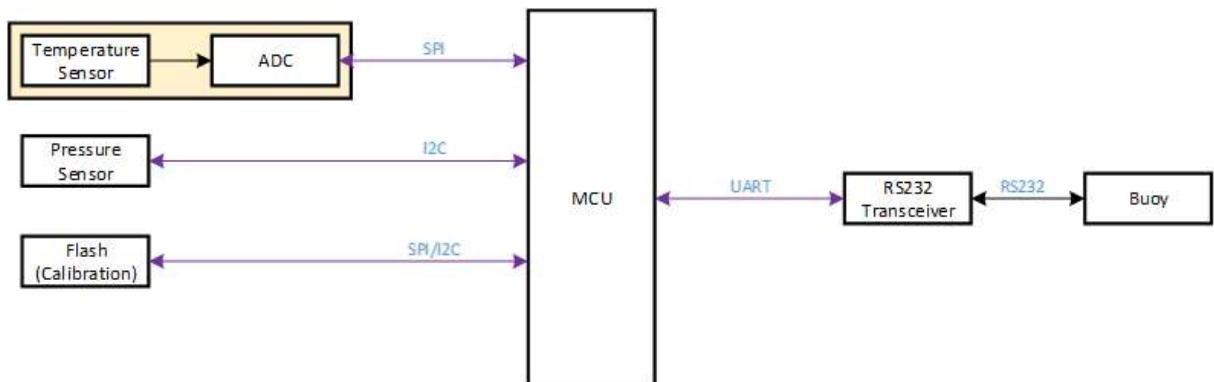
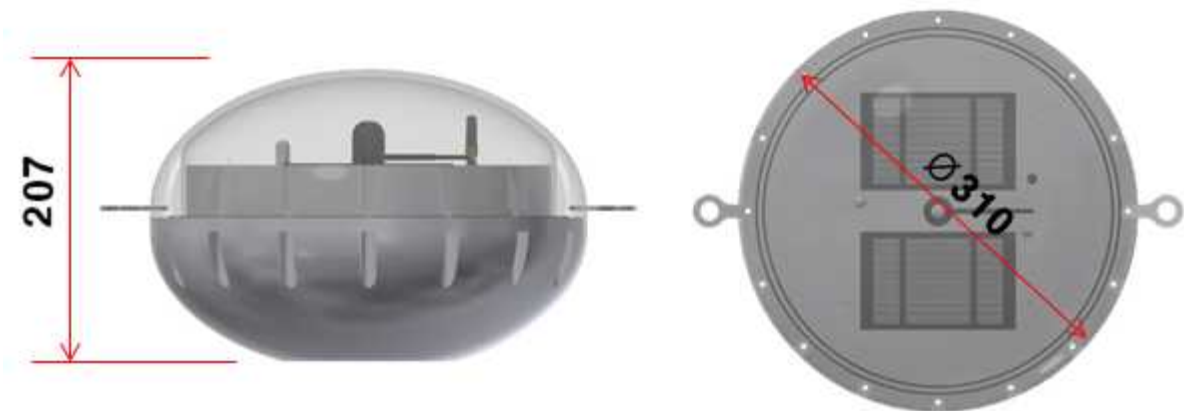


그림 6. ICT 소형 부이 시스템 센서부 하드웨어 블록도

II. 하드웨어 설계

1. 부이부

- 부이 형상 : 타원형(플랜지 無)으로 형상으로 제작 (그림 7)
 - 측면 두께 보강 (외부 충격으로부터 내부 부품 보호)
 - 사이즈 : $\varnothing 310 * 207$ mm, 약 4.3 kg
- 밸런싱 조절 방식
 - 베이스 바닥 면에 밸런싱 보스 압입
 - 밸런싱 링으로 부력 중심 조절
- 방수
 - 베이스 조립부에 가스켓 삽입하여 방수
 - 하부 커넥터 부분 몰딩



타원형 부이 (플랜지 無), 약 4.3kg

그림 7. ICT 소형 부이부 형상

- 부이 내부 구성 : 상부 커버, 상부 PCB, 와이어 고정 고리, 가스켓, 베이스 플레이트, 하부커버, 하부 PCB로 구성 (그림 8, 그림 9)



그림 8. ICT 소형 부이부 내부 구성

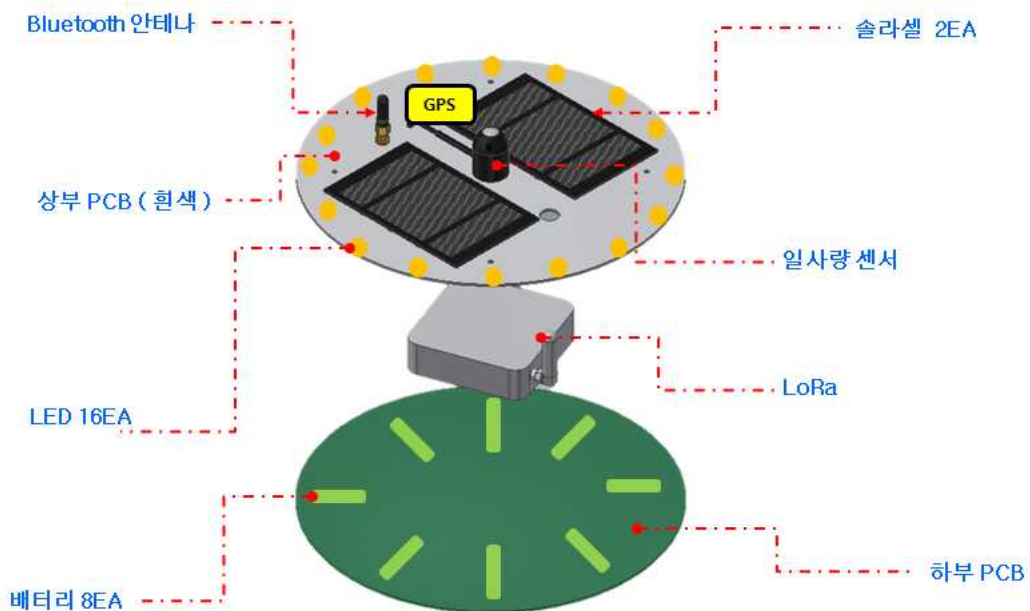


그림 9. ICT 소형 부이부 내부 전자보드 구성

- 부이부 내부 일사량 센서 및 태양 전지 사용 (그림 10)
- 일사량 센서 : Apogee instruments 사의 SP-110 사용
 - 전원 : Self-powered, 출력 : 0 ~ 400 mV
- PV cell : 솔라센터 사의 PV 셀 사용
 - 전원 : 6 V, 크기 : 75 * 120 mm



그림 10. ICT 소형 부이 일사량 센서 및 PV cell

2. 케이블

- 수중에서 장시간 운용하는 특성상 방수 케이블 및 커넥터를 사용 (그림 11)
 - 방수 케이블 : Subconnector 사의 IL6M 케이블 사용
 - 커넥터 : Bulgin 사의 IP68 인증 커넥터 사용



그림 11. ICT 소형 부이 케이블 및 커넥터

3. 센서부

- 센서 형상 : 수온/수심 센서를 구조체 내부에 몰딩하여 나사 방식으로 설계
- 방식 및 방수 설계 (그림 12, 그림 13)
 - 부식에 강한 오스테나이트계의 SUS316L 사용
 - 방식처리 (버핑 연마)
 - 케이블 그랜드 사용
 - 몰딩액으로 내부를 채운 몰딩 처리



수온/수심 센서 (약 1,200g)

그림 12. ICT 소형 부이 센서부 형상

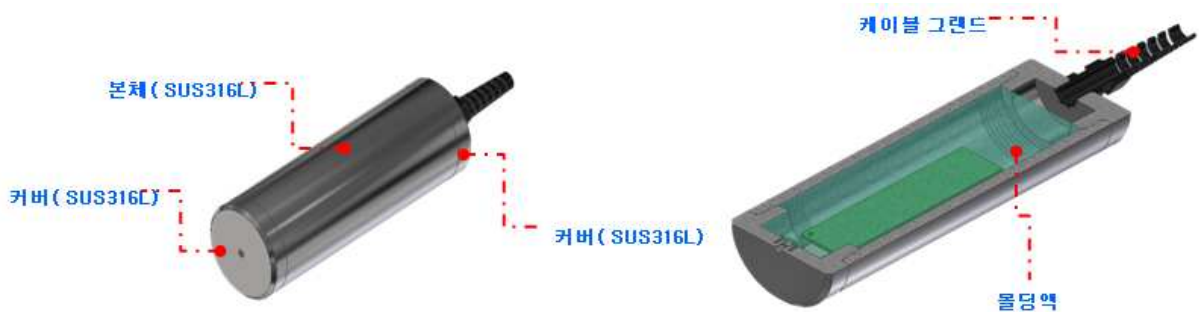


그림 13. ICT 소형 부이 센서부 내부 구성

- 센서 내부 구성 : 압력 센서, 온도 센서, 전면 커버, 본체, 케이블 그랜드, 후면 커버로 구성, 내부는 몰딩액으로 채워 방수 (그림 14, 그림 15)



그림 14. ICT 소형 부이 센서부 형상

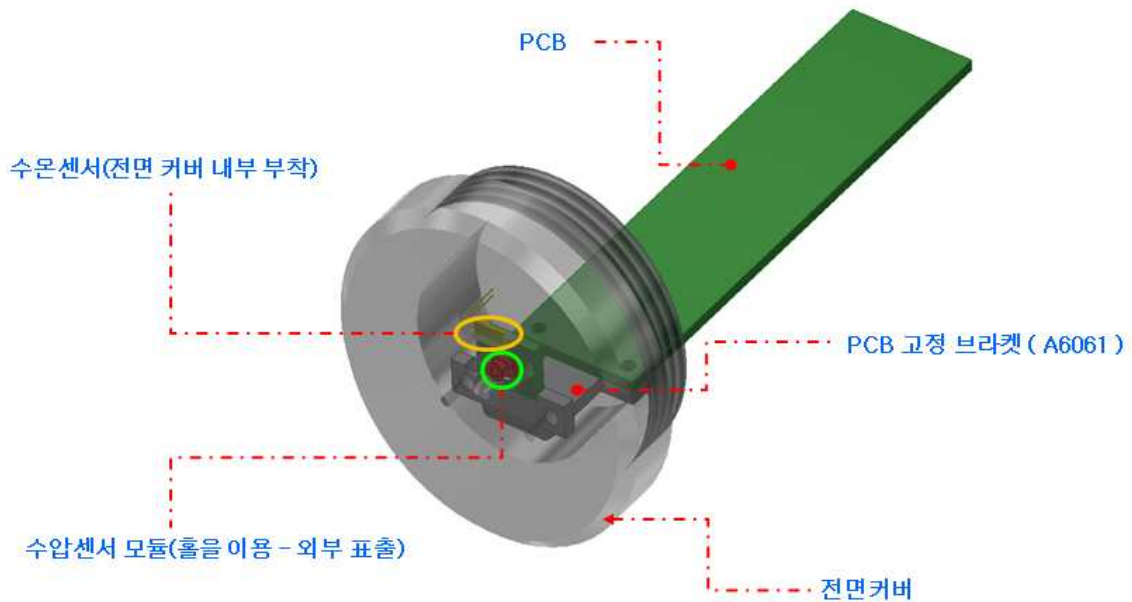


그림 15. ICT 소형 부이 센서부 내부 전자보드 구성

Ⅲ. 데이터 통합 및 실시간 표층 수온 자료 가시화 체계 설계

- 실시간 자료 가시화 : 해도, 도표 화면 구성 (그림 16)
- 해도 : Google 맵 기반 GPS 위치 정점 및 실시간 수온, 수심 및 일사량 자료 전시
- 도표 : 시계열 및 공간상 획득 자료 및 수온, 수심 및 일사량 자료 전시



그림 16. ICT 소형 부이 설계 완성품 및 실시간 표층 수온 자료 가시화 체계 구축

제 3 장 시험 평가

I. 1차 시험 평가

- 1차 사전 테스트를 통한 시스템 형태 및 내부 보드 보완 설계 (8-9월)
 - 기본형 구형(플렌지) 형식에서 타원형(플렌지 無)으로 형상 변경
 - 타원형 변경함으로 측면 두께 보강 (외부 충격으로부터 내부 부품 보호)
 - 통영 MRC에서 시스템 형태 및 내부 보드 초기 설계, 제작 및 보완 설계
 - 시스템 형태, 수중 센서 커넥터, 운용 편의성, 통신 등 확인 (그림 17)



그림 17. ICT 소형 부이 1차 사전 테스트

II. 2차 시험 평가 (수조)

- 2차 KIOST 수조 테스트 ('18년 11월)
 - KIOST 수조 내에서 수온 센서 반응 테스트를 수행 (그림 18)
 - 수온이 최대 44.4 도에서 1.4 도까지 반응하는 수온 값을 확인 (그림 19)



그림 18. ICT 소형 부이 수조 내 2차 시험 평가

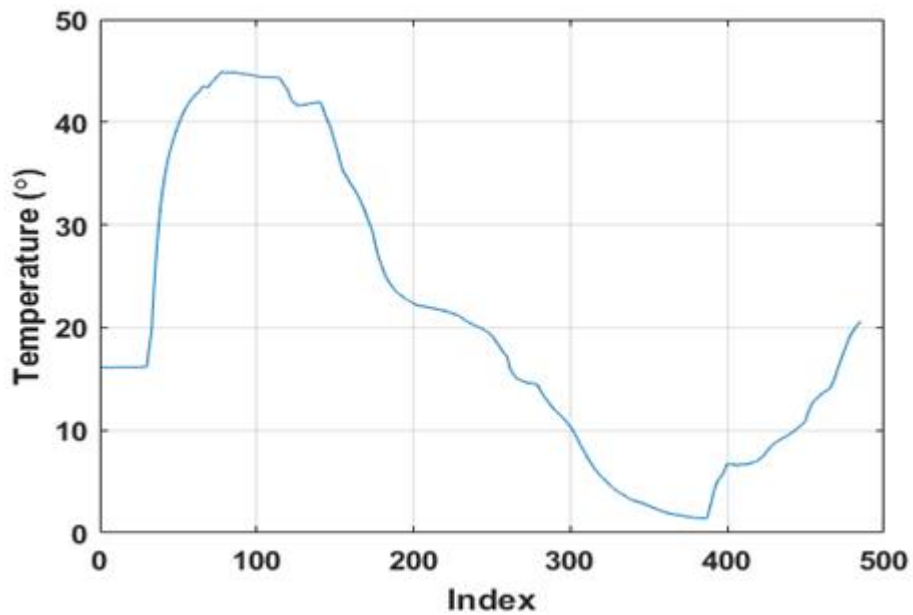


그림 19. ICT 소형 부이 수조 내 2차 시험 평가 결과

Ⅲ. 3차 시험 평가 (통영 MRC 해상기지)

- 18년 12월 26일 ~ 현재까지 KIOST 통영 MRC 해상기지 내에서 연속 운용 테스트 중 (그림 20)
- KIOST 통영 해상기지 내 빈 가두리 (약 수심 15 m) 지점에 설치하여 운용 중에 있음
- 해당 장비를 설치한 위치는 위도 34.77005도, 경도 128.38332도로 수심 약 5.2 m 에 센서를 위치하여 10분에 1개씩 데이터를 서버로 LoRa 망을 사용하여 전송하고, 서버에 저장된 자료를 실시간 가시화 체계로 나타내었음



그림 20. ICT 소형 부이 3차 시험 평가

○ 수온 자료 연속 측정 결과 (그림 21)

- 매 10분마다 LoRa 망을 이용하여 수온 자료를 원격 서버 자료 저장 및 실시간 가시화, 실측 장비와 비교를 통한 검증을 수행
- 최대 오차 0.1도 이내로 일치함
- 비교 검증 장비는 미국 YSI Pro2030 (정확도 ± 0.1 °C)의 수온 자료로 같은 수심에서 측정하여 직접 비교를 수행하였음

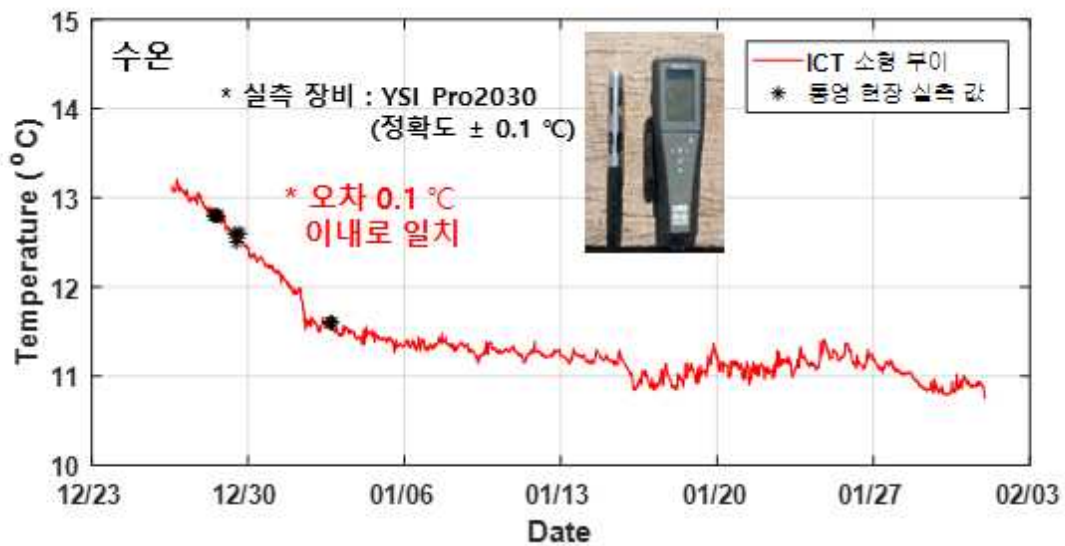


그림 21. ICT 소형 부이 3차 시험 평가를 통한 수온 자료 분석 결과
(12월 말 ~ 1월 말)

○ 일사량 자료 연속 측정 결과 (그림 22)

- 매 10분마다 LoRa 망을 이용하여 일사량 자료를 원격 서버 자료 저장 및 실시간 가시화, 실측 장비와 비교를 통한 검증을 수행함
- 일사량 경향이 비슷하게 나타났으나, Peak 값에서 일부 편차를 보임
- 비교 검증 장비는 기상청 검정 AWS 일사량 센서로 통영 MRC 해상 기지 내에 설치 및 운영하는 장비임

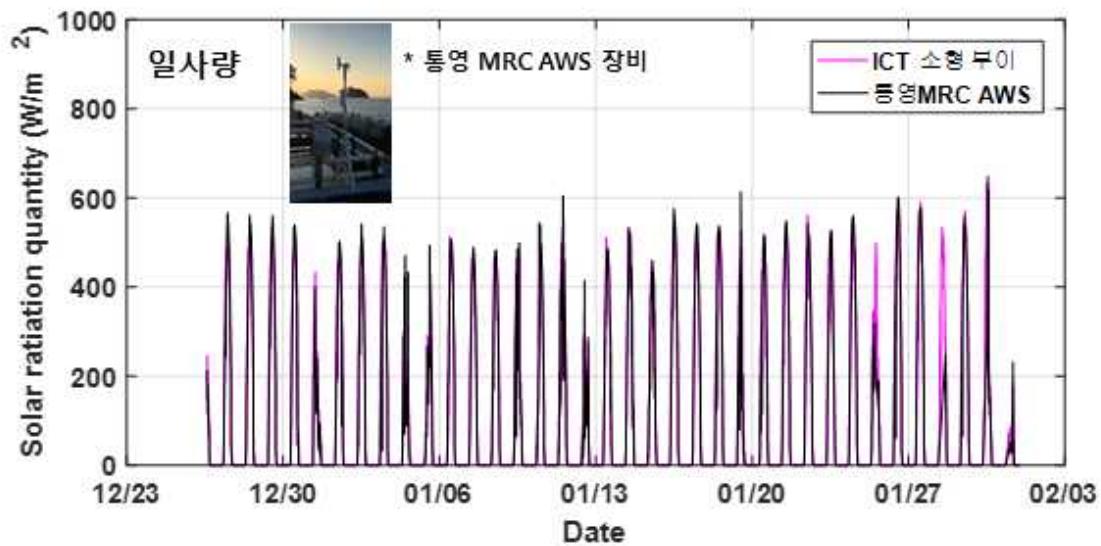


그림 22. ICT 소형 부이 3차 시험 평가를 통한 일사량 자료 분석 결과
(12월 말 ~ 1월 말)

○ 수심 자료 연속 측정 결과 (그림 23)

- 매 10분마다 LoRa 망을 이용하여 일사량 자료를 원격 서버 자료 저장 및 실시간 가시화 수행
- 수심 자료는 약 5.2 m 에 설치하여 운용하였음
- 실제 측정 자료와 비교/분석 결과 수심 변화가 거의 나타나지 않음

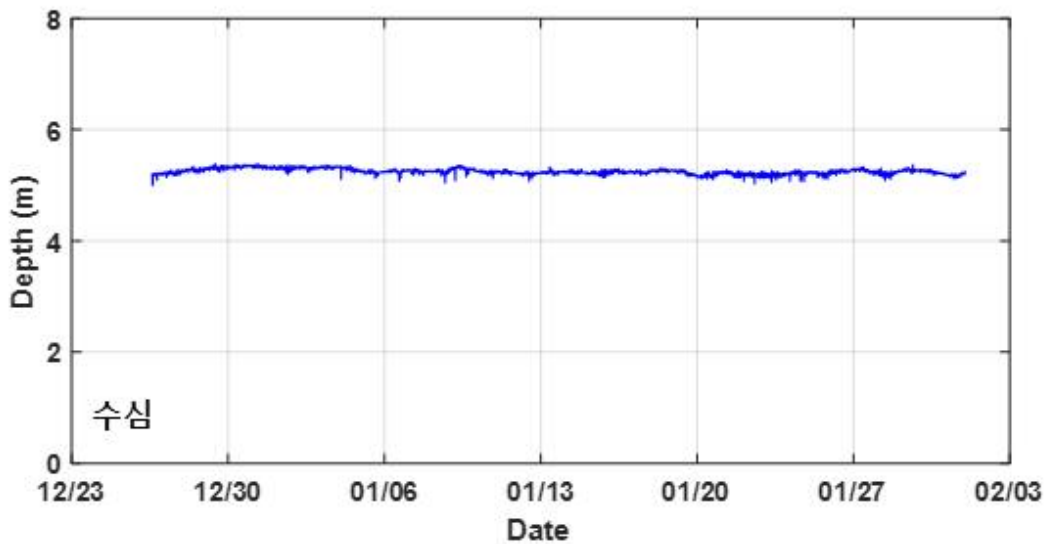


그림 23. ICT 소형 부이 3차 시험 평가를 통한 수심 자료 분석 결과
(12월 말 ~ 1월 말)

○ 배터리 잔량 자료 결과 (그림 24)

- 매 10분마다 LoRa 망을 이용하여 배터리 잔량 자료를 원격 서버 자료 저장 수행
- ICT 소형 부이 내부에 태양 전지 2개 및 Li-ion 배터리 8개로 구성되어 있음
- 배터리 잔량이 대부분 약 4.2 V 유지하여 연중 운용 가능 확인함

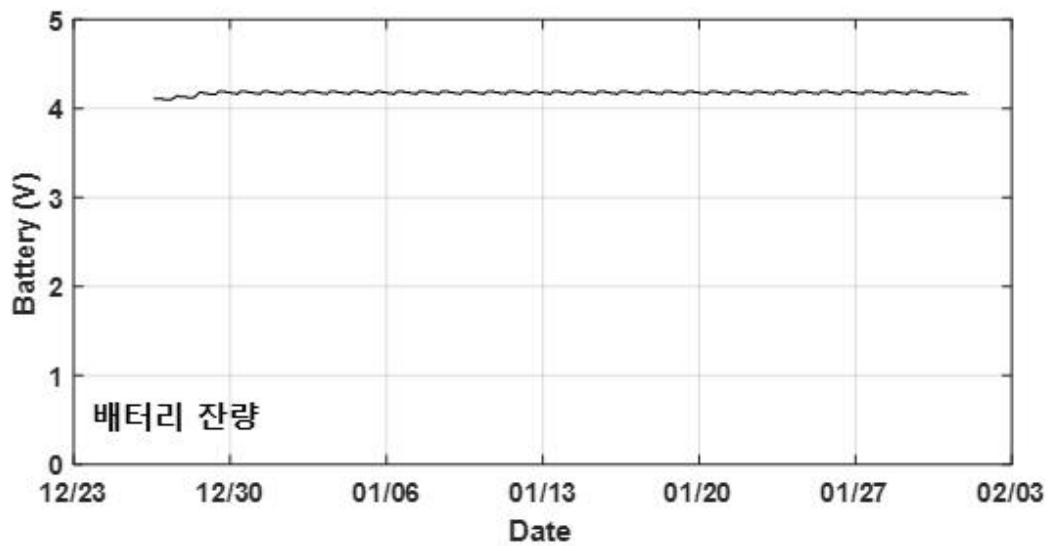


그림 24. ICT 소형 부이 3차 시험 평가를 통한 배터리 잔량 자료 분석 결과
(12월 말 ~ 1월 말)

IV. 가시화 체계

- 해상에 설치한 환경 관측 장비 자료의 원격 전송은 IoT 전송망인 LoRa망을 기본으로 함 (그림 25)
- 매 10분 간격으로 자료는 서버에 저장되며, Google 지도 기반 위에 전시함
- 자료 가시화 항목은 다음과 같음
 - 수온, 수심, 일사량,
 - 시간, 위치, 시스템 기능 설정 메뉴바
 - 시계열 자료 전시



그림 25. ICT 소형 부이 관측 자료 가시화 체계

제 4 장 연구개발 추진체계 및 성과의 우수성

I. 연구개발의 추진체계 및 수행 방법

1. 연구개발 추진체계

- 요구 성능 분석 및 시스템 설계 : 선행 자료(국내 및 국외 기술 현황) 분석을 활용한 실용화 기술 적용
 - 설계 반영 기술 분석 및 시제품 제작 : 기술 분석 및 성과지표에 따른 시제품 제작 수행
 - 실시간 가시화 체계 구축 : 획득 자료를 실시간으로 자료 전시가 가능한 가시화 체계 제작 구축 수행
 - 실험실 성능 측정 및 분석 : KIOST 본원 내 수조에서 시험 수행
 - 실해역 성능 측정 및 분석 : KIOST 통영해양생물자원기지에서 2차례 시험을 수행, 현재 원격으로 실시간 자료 획득 중
 - 보고서 작성, 기술 이전 : 획득 자료 분석, 보고서 작성, 해당 기술 이전 완료

2. 주요 추진 일정 및 실적

표 2. ICT 기반 소형의 연안역 해양 환경 관측 시스템 제작을 위한 사업 내용에 따른 추진 일정 및 실적

No.	사업 내용	추진일정 및 실적 (월)							기간 (주)
		7	8	9	10	11	12	1	
1	요구 성능 분석 및 시스템 설계	Blue Red							4
2	설계 반영 기술 분석 및 시제품 제작		Blue Red	Blue Red	Blue Red				12
3	실시간 가시화 체계 구축			Blue Red	Blue Red				8
4	실내 수조 테스트		Blue Red			Blue Red			4
5	실해역 테스트 및 수정 사항 반영		Blue Red			Blue Red	Red	Red	4
6	보고서 작성 및 기술 이전						Blue Red	Red	4

II. 연구개발 성과의 우수성

1. 기술의 완성도

□ 성과 지표

- 총 7개의 기술 지표를 선정하였으며, 해당 지표들의 성능을 만족하였음 (표 3)
- 시제품 제작, 기술 이전 등 부가 지표들을 달성하였음

표 3. ICT 기반 소형의 연안역 해양 환경 관측 시스템 성과지표별 내용

성과지표	구체적 내용	목표	달성	평가(검증)방법
기술스펙 (구체적 물성)	소형 부이 크기	직경 35 cm 이내	○	설계도
	부이 외형 및 보드	설계	○	설계도
	디지털 복합 센서 (수온, 수심)	제작	○	제품 사진
	수온 센서	-3 ~ +50 °C (± 0.1 °C)	○	검증서
	수심(압력) 센서	0 ~ 10 m (± 0.1 m)	○	검증서
	LoRa IoT 무선통신, GPS 연동	10 km 이내	○	획득 자료
	데이터 통합 및 가시화 설계	운영	○	운영화면
기술이전 (건)	(주)시스코어, 2019년 1월(1건)	기술이전	○	기술이전
기술료수입 (백만원)	15백만원	기술이전	○	기술이전
특허 (건)	신규특허 창출(1건)	-	-	기존특허 활용
시제품제작 (건)	1건	시제품 확보	○	시제품 사진
기술개발/ 개량(건)	1건	기술개발	○	보고서

2. 연구결과의 우수성/혁신성/차별성

□ 연구결과의 우수성

- 소형화, 간편화, 원격화를 목적으로 하는 해양 환경 관측 장치 개발
 - 설치 및 운용 관리 용이한 소형화 부이 개발
 - 자료 획득 및 실시간으로 자료 관리 가능하도록 간편화
 - 무선 통신망 (LoRa)을 사용한 원격화
 - 저가의 장비 가격과 저가의 통신망 (월 사용료 약 1,000원 미만)을 사용하여 연안 환경 관측망에 활용

□ 연구결과의 혁신성

- 어민 등 현장 활용 중심의 관측 장비 개발을 통해 해양과학의 실용화 추진
 - 대국민용 저가형 장비 개발을 통한 수산 양식업에 간단히 활용 가능
 - 지자체, 정부 부처, 연구자 등 관리자 운용 기반의 관측 자료 실시간 제공 가능
- 해양 모델 입력 변수 측정 활용
 - 연안 생태 모델의 중요 변수인 수온(수심 연계) 및 일사량 등 해양 환경 자료 측정에 활용 가능
 - 관측 네트워크 구성으로 입력 변수의 증가 및 모델 검증용으로 활용 가능

□ 연구결과의 차별성

- 저비용, 목적 중심 관측 센서 및 연안 양식장 해양 환경 정보 측정
 - 기존의 고비용, 다종의 관측 센서 및 원양용 관측 방법으로부터 차별화
 - 기존의 연구자 중심 장비에서 사용자 중심 장비로 차별화
 - 해양 장비의 국내 시장을 고려한 실용적인 장비 개발 방향 전환
- IoT 기반 LoRa 무선 통신망 기술 적용
 - 기존의 주로 사용하는 고가의 CDMA 망을 통한 부이와 차별화

제 5 장 연구개발의 활용가능성 및 파급효과

I. 연구결과의 활용성 및 실용성

- 실시간 연안 환경 자료 및 위치 정보로부터 실시간 관측 자료 수집
 - 양식장 고수온, 저수온 등 연안 어류 피해 저감 모니터링에 활용
 - 적조 발생 및 확산 등 생태계 모델에 필요한 실시간 입력 자료 생성에 활용
 - 연안 생태계 환경 자료 관측망 구축에 ICT 기반 기술 적용
 - 호수, 하천 등의 소형 관측망 구축에 활용

II. 해당 기술의 기술적 파급효과 및 기대효과

- 기술적 파급효과
 - 향후 국내에서 실시간으로 해양 환경 자료(수온, 수심, 일사량)를 수집할 수 있는 소형화된 관측 장치의 개발 노하우 확보
 - 다양한 해양 환경 자료(염분, 엽록소, pH, DO 등)로 확대 적용 기술 확보
 - IoT 기반의 해양, 호수 생태계 관리 및 현업에 ICT 적용 기술 확보
- 기대효과
 - ICT 소형 무선 통신 기반 해양 환경 자료 기술 보유를 통한 관련 기술 이전 및 선도
 - 장비 국산화를 통한 수입 대체 효과 및 장비 수리/유지 관리 용이성 확보
 - 대어민을 대상으로 한 해양 과학의 대국민 기여 증대

제 6 장 기술 이전

□ 개발기술에 대한 수요기업

- 수요기업 : (주)시스코어 (경기도 용인시 소재 중소기업)
- 수요기업 및 현업 요구 항목 수용 및 상용품 개발 단계까지 기술 구현

□ 상용화 전략 및 계획

- 상용화 형태 : IoT 기반 소형 부이형 해양 및 호수 환경 자료 측정 장비 및 가시화 시스템
- 수요처 : 공공기관, 대학, 생태계 관리 업체, 대형 양식업체 등
 - 예상 단가 : 350 ~ 700만원 (운영 체제 포함, 센서부는 옵션)
 - 가격 근거 : 국외 메모리형 수온/수심 센서(TDR) 대당 가격 약 500 만원
 - 개발 기간 : 약 6 ~ 10개월
- 상용화 능력 및 자원 보유 : 장비 개발, 통신, 가시화 체계 구축 전문 기술 보유, 하드웨어/소프트웨어 개발 인력 보유
- 상용화 계획 및 일정
 - 시제품 완료 및 현장 적용 : 2019년 상반기
 - 단가 절감 및 상품화 완료 : 2019년 중순
 - 판매 개시 : 2019년 중순 이후
 - 판매 방법 : 자체 및 해양 장비 전문 업체 위탁 판매 협의 진행

□ 사업화 추진전략

- 향후 시장 출시 때 기술 보호를 받기 위하여 현재 진행중인 특허 출원 심사의 등록 결정에 기술사업화팀과 협력 및 기술 지원
- 기술 수요 업체 및 정부 기관(공공기관 포함)의 고수온 및 저수온 측정 요구 성능 분석을 통한 설계 반영
 - 국립수산과학원 담당 팀으로부터 자료 수집 및 분석 후 반영
- 시제품 제작을 위한 요소 부품 확보 및 Integration(수요기업의 기술 이전 수월성을 위한 상호 협의). 수온, 수심, 일사량 센서 기반으로 구성 예정

□ 사업화 추진체계



그림 26. 사업화 추진 계획

- 2016년 이후 매년 피해를 유발하는 연안 양식장 저수온/고수온 실시간 관측 시스템에 적용 가능하며, 정부 차원의 연안측정망 구축 사업 및 중요 양식장에 기술 설명 및 장비 홍보
- 연구개발 부분에서는 장비 개발에 집중하며, 판매 및 홍보 등은 해양 장비 판매 전문 업체를 활용하는 역할 분담 구조로 진행
- 초기에는 저가의 수온 측정망 수행하며, 중기 이후에는 수요자의 요구를 반영한 추가 센서를 부착하는 방식으로 기술 적용 계획

○ 기술이전 확약서


기술이전 확약서			
사업명	기업수요 맞춤형 실용화 기술개발 사업		
과제명	ICT 기반 소형의 연안역 해양 환경 관측 시스템 개발		
수요기술명	ICT 기반의 소형 표류 부이형 환경관측 장비 개발		
수요기술 개발내용 (목표SPEC)	<ul style="list-style-type: none"> • 양식장 계류형 소형 부이 설계/제작 기술 • 디지털 복합 센서 (수온, 수심) 제작 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 수온 : -3 ~ +50 °C (± 0.1 °C) - 수심 : 0.1 ~ 20.0 m • IoT LoRa, GPS 연동 기술 • 데이터 통합 및 가시화 설계 		
연구기관	한국해양과학기술원	연구책임자	강 돈 력
기업명	(주)시스코어	납부확약기술료 (천원)	선급기술료 : 1,500
			경상기술료 : 총매출액의 5%
<p>상기 「기업수요 맞춤형 실용화 기술개발 지원사업」 수행을 위하여 제출한 세부사업계획서의 사업내용에 동의하고, 본 사업 종료 후 기술목표에 도달했을 경우 한국해양과학기술원과 향후 기술이전계약을 체결하고 약정된 기술료를 성실히 납부할 것을 확약합니다.</p> <p style="text-align: right;">2018 년 6 월 14 일</p> <p style="text-align: center;">(주)시스코어 김 병 권 </p> <p style="text-align: center;">한국해양과학기술원장 귀하</p>			

그림 27. 기술 이전 확약서

○ 기술 이전

- 기술 이전 : 2019년 1월 완료
- 실시권 종류 : 통상실시권
- 선정방법 : 과제 수행에 따라 기술 이전 계약 체결
- 실시 지역 : 국내에 한정
- 기술 지원 항목

구분	내용	제공시기
기술정보	보고서, 개발 도면, 운용 방법	계약 후 1개월 이내
교육·자문	(1·16) Man·hour	계약 후 1개월 이내
기자재·설비		
기타		

- 기술 이전 형태 : 기술 실시 허락

제 7 장 제 언

- KIOST 연구개발 장비의 활용 확대를 위해 대국민 서비스 제공 필요
- 효율적인 투자 및 장비 운용으로 KIOST 브랜드로 대국민 서비스
- 현재 3기를 시범 운용중이나 기관 차원의 대국민 서비스 확대 방안으로
완도, 여수, 통영에 각각 10기씩 운용 제안
(네트워크 구축비 포함 대당 500만원 예상, 국외 장비는 메모리식이 대당
500만원)
- KIOST-어촌계 협약 형태로 고수온/저수온 정보 실시간 제공

주 의

1. 이 보고서는 한국해양과학기술원에서 수행한 R&BD 사업의 결과보고서입니다.
2. 보고서의 내용을 사용할 때에는 반드시 한국해양과학기술원에서 수행한 R&BD 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.