

**최종보고서**  
**[기관고유연구사업]**

과제고유번호	1310120	연구분야 (코드)	S1	지원 프로그램	기관고유연구사업	공개가능여부 (공개, 비공개)	공개
연구사업명	국립암센터 기관고유연구사업						
연구과제명	암연구 및 이행성 연구를 위한 유세포분석 시스템 기반구축						
과제책임자	성명	공선영	소속	시스템중앙생물학과	직위	교원 부교수	
세부과제	구분	과제명			과제책임자		
	(1세부)	암연구 및 이행성 연구를 위한 유세포분석 시스템 기반구축			성명	소속(직위)	전공
	(2세부)				공선영	국제암대학원 (부교수)	진단검사의학
	(3세부)						
총연구기간	2013년 1월 ~ 2015년 12월 (총 3년)		해당단계 참여 연구원 수	총: 3명 내부: 2명 외부: 2명	해당단계 연구개발비	연구비: 천원 민간: 천원 계: 천원	
			총연구기간 참여 연구원 수	총: 5명 내부: 2명 외부: 3명	총연구개발비	연구비: 천원 민간: 천원 계: 천원	
연구기간 및 연구비 (단위:천원)	구분	연구기간	계	국립암센터	기업부담금		
	계	2013.1~2015.12.	153,000	153,000	소계	현금	현물
	제1차	2013.1~2013.12	53,000	53,000			
	제2차	2014.1~2014.12	50,000	50,000			
	제3차	2015.1~2015.12	50,000	50,000			
참여기업	참여기업명 :						
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:			
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:			
<p>연구자들에게 유세포분석 시스템에 대한 이론교육, 세미나 개최 및 hand-on training 등의 교육을 통해 장비이해도 및 활용도를 높이고, 최상의 장비상태를 유지하여 분석서비스를 제공함으로써 기초암연구 및 이행성 연구의 지원을 수행하였음.</p>							

2015년 10월 22일

과제책임자 : 공 선 영 (인)

**국립암센터 원장 귀하**

< 국문 요약문 >

연구의 목적 및 내용	<p>&lt;연구의 목적&gt;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>안정적인 유세포분석시스템의 운용</li> <li>최신 기법을 활용한 유세포분석/분리 서비스</li> </ol> <p>&lt;연구내용&gt;</p> <p><b>1. 신규 도입 장비의 최적화</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>UV-laser가 장착된 유세포장비 (FACSAria SORP)의 도입 및 최적화</li> <li>Violet laser 추가된 FACSVerser의 활용도 증가</li> </ul> <p><b>2. 안정적인 장비 운용 및 효율 증대</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>장비 정기점검을 통한 안정적 운용</li> <li>유세포분석기 사용자들의 FACS 사용관련 의견 수렴</li> <li>이용자 정기교육을 통해 FACS 활용 확대 및 이용자 증가</li> <li>장비활용교육을 통해 최신기법 적용 및 연구 다양성 확대</li> </ul>																								
연구개발성과	<p>&lt;정량적 성과&gt;</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>내 용</th> <th>성과</th> <th>계획</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>장비상태 정기점검</td> <td>11회 시행</td> <td>11회</td> </tr> <tr> <td>유세포분석기 이용자 이론교육</td> <td>6회 시행</td> <td>6회</td> </tr> <tr> <td>유세포분석기 이용자 실기교육</td> <td>6회 시행</td> <td>6회</td> </tr> <tr> <td>전문가 초청 세미나</td> <td>7회 시행</td> <td>6회</td> </tr> <tr> <td>장비활용 교육</td> <td>6회 시행</td> <td>4회</td> </tr> <tr> <td>FACSAria교육</td> <td>8회 시행</td> <td>7회</td> </tr> <tr> <td>장비사용 현황</td> <td colspan="2">FACS Analyzer: 4,251 건 FACS Sorter: 577 건</td> </tr> </tbody> </table> <p>&lt;정성적 성과&gt;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>신규장비도입 및 안정화 : FACVerse, FACSAria SORP</li> <li>다빈도 이용자 회의를 통한 의견수렴 및 의견반영</li> <li>UV-laser를 활용한 stem-like cell detection &amp; sorting setup 완료</li> <li>Multi-color analysis(8-color) setup 완료 및 사용량 증가</li> <li>장비운용의 안정화를 위한 장비실 내 환경개선</li> </ol>	내 용	성과	계획	장비상태 정기점검	11회 시행	11회	유세포분석기 이용자 이론교육	6회 시행	6회	유세포분석기 이용자 실기교육	6회 시행	6회	전문가 초청 세미나	7회 시행	6회	장비활용 교육	6회 시행	4회	FACSAria교육	8회 시행	7회	장비사용 현황	FACS Analyzer: 4,251 건 FACS Sorter: 577 건	
내 용	성과	계획																							
장비상태 정기점검	11회 시행	11회																							
유세포분석기 이용자 이론교육	6회 시행	6회																							
유세포분석기 이용자 실기교육	6회 시행	6회																							
전문가 초청 세미나	7회 시행	6회																							
장비활용 교육	6회 시행	4회																							
FACSAria교육	8회 시행	7회																							
장비사용 현황	FACS Analyzer: 4,251 건 FACS Sorter: 577 건																								
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"> <li>연구소 내 유세포분석시스템의 효율적인 운용 및 지속적인 교육을 통해 장비의 활용도 증가 기대</li> <li>다양한 분석기법의 도입으로 연구의 편의성 확대기대</li> <li>장비정기점검 및 환경개선으로 안정적인 장비운용기대</li> <li>기초 분석 장비인 유세포분석/분리기의 활용도 증가로 암 연구의 활성화 기대</li> <li>타 기관과의 장비 공동활용을 통한 사용자 수입기대</li> </ul>																								
중심어 (5개 이내)	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; border: 1px solid black;">유세포분석기</td> <td style="width: 25%; border: 1px solid black;">유세포분리기</td> <td style="width: 25%; border: 1px solid black;"></td> <td style="width: 25%; border: 1px solid black;"></td> </tr> </table>	유세포분석기	유세포분리기																						
유세포분석기	유세포분리기																								

< 영문 요약문 >

< SUMMARY >

Purpose& Contents	<Purpose> 1. Maintenance of flow cytometry system 2. New application of flow cytometry analysis & sorting <Contents> 1. Optimization of new setup instrument 2. Introduce & optimization of FACSAria SORP 3. Increased utilization of FACSVerse																												
Results	<Quantitative performance> <table border="1" data-bbox="293 472 902 871"> <thead> <tr> <th>contents</th> <th>results</th> <th>Plan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Preventive maintenance</td> <td>11times</td> <td>11times</td> </tr> <tr> <td>Flow cytometry user training (theory)</td> <td>6times</td> <td>6times</td> </tr> <tr> <td>Flow cytometry user training (Practical)</td> <td>6times</td> <td>6times</td> </tr> <tr> <td>Invited seminar of specialist</td> <td>7times</td> <td>6times</td> </tr> <tr> <td>Hands-on training</td> <td>6times</td> <td>4times</td> </tr> <tr> <td>FACSAria Training</td> <td>8times</td> <td>7times</td> </tr> <tr> <td>Equipment usage number</td> <td colspan="2">FACS Analyzer: 4,251 FACS Sorter: 577</td> </tr> </tbody> </table> <Qualitative performance> 1.Optimization of FACVerse & FACSAria SORP 2.Acceptance & apply of opinion through user meeting 3.stem-like cell detection & sorting setup to use UV-laser 4.Optimization of Multi-color analysis(8-color) setup & increase case 5.Environmental improvement of flow cytometry facility					contents	results	Plan	Preventive maintenance	11times	11times	Flow cytometry user training (theory)	6times	6times	Flow cytometry user training (Practical)	6times	6times	Invited seminar of specialist	7times	6times	Hands-on training	6times	4times	FACSAria Training	8times	7times	Equipment usage number	FACS Analyzer: 4,251 FACS Sorter: 577	
contents	results	Plan																											
Preventive maintenance	11times	11times																											
Flow cytometry user training (theory)	6times	6times																											
Flow cytometry user training (Practical)	6times	6times																											
Invited seminar of specialist	7times	6times																											
Hands-on training	6times	4times																											
FACSAria Training	8times	7times																											
Equipment usage number	FACS Analyzer: 4,251 FACS Sorter: 577																												
Expected Contribution	- Increase of utilization through optimized maintenance & continuous training - Increase of research convenience to apply various analytic technic - Optimized maintenance to preventive maintenance & environmental improvement - Activated cancer research to increase usage case - Input usage fee through share other institute																												
Keywords	FACS	Flow cytometry	FACS Analyzer	FACS Sorter																									

< 목 차 >

1. 연구개발과제의개요 .....	1
2. 국내외 기술개발 현황 .....	4
3. 연구수행 내용 및 결과 .....	5
4. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	22
5. 연구결과의 활용계획 등 .....	25
6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	25
7. 연구개발과제의 대표적 연구실적 .....	26
8. 참여연구원 현황 .....	26
9. 기타사항 .....	26
10. 참고문헌 .....	26

<별첨> 자체평가의견서

# 1. 연구개발과제의 개요

## 1-1. 연구개발 목적



그림 1. 연구 목표 및 연차 점검의 주요 착안점

### ○ 안정적인 유세포분석/분리 시스템 운용

- 독립된 공간 확보 및 운용으로 안정적인 장비관리 및 운용
- 장비의 정기점검으로 최상의 장비상태 유지
- 장비 전담인력의 추가확보로 원활한 분석/분리시스템 확립
- 연구소 내 이용자 정기교육을 통해 FACS 활용범위 및 장비 이용률, 장비이용자가 증가
- 장비활용교육을 통해 최신기법을 소개하고, 실제 샘플을 이용해 분석까지 진행함으로써 장비의 활용도를 높이고, 연구자들에게 연구의 다양성을 제공

### ○ 최신기법을 활용한 유세포분석/분리 서비스

- FACSVers에 violet-laser를 추가함으로써 동시에 8-color를 사용할 수 있는 분석 장비를 구축하여 한 번에 많은 데이터의 도출이 가능하게 되면서 샘플양이 적은 임상샘플의 분석가능
- UV-laser가 장착된 FACSria SORP를 구축/운용함으로써 최근 몇 년 사이에 대두되고 있는 암줄기 세포에 대한 최신 연구를 지원하여 암 연구의 활성화 지원

### ○ 신규도입 장비의 최적화

- FACSria SORP의 최적화로 연구소 세포분리의 수요를 증축하고, 예약정체를 해소
- Violet-laser를 추가한 FACSVers의 최적화로 multi-color(8-color)분석의 수요를 증축

- 신규도입 장비의 최적화로 분석 및 분리의뢰 서비스의 수요증축
- 업그레이드된 사양의 장비구축 및 최적화로 새로운 서비스의 수요증가

## 1-2. 연구개발의 필요성



그림 2. 연구개발의 필요성

## 1-3. 연구개발 범위

### 1) 신규도입 장비의 최적화

- ① UV-Laser가 장착된 신규 유세포분리기(FACSria SORP)의 도입 및 최적화가 완료
  - 신규 도입된 장비의 최적화를 위해 rainbow bead를 이용해 time delay 조절하고 amp값 drop1 값 등을 조절하여 stream을 안정화시킴
  - UV-laser를 이용해 detection할 수 있는 application (side population detection)에 관한 전문가 초청세미나를 진행하고, 직접 hands-on training을 시행함으로써 stem-like cell을 확인하고 분석할 수 있는 셋업 완료
- ② FACSVers의 violet-laser 추가로 최대 8-color 분석이 가능해짐
  - 양이 적은 임상 샘플을 이용하여 한번에 8-color를 detection 할 수 있는 셋업 완료
- ③ 장비의 독립된 공간 확보 및 UPS, 냉방시설, 제습기 설치를 통해 환경개선을 실시함

### 2) 장비운용 효율증대

- 장비보유대수에 비해 부족한 인력을 추가확보
- 장비운용인력의 확보로 포화된 유세포분석/분리 서비스 예약의 정체해소
- 보다 원활한 분석서비스의 제공으로 각 연구자의 실험정체 해소

- 유세포분석기 이용자들의 FACS 사용관련 의견을 수렴

- 장비운용인력이 독립적으로 분리기 1대, 분석기 1대를 각각 운용함으로써 유세포분석 및 분리기 수요의 충족

**3) 유세포 분석/분리기에 운영에 관한 의견 수렴 및 개선**

- 상/하반기에 걸쳐 지속적으로 유세포분석/분리기 이용자들을 대상으로 유세포분석 시스템의 사용 및 운용에 관한 의견을 수렴하여 개선사항을 모색함

**4) 장비 운용 안정화**

- 장비 업체와의 정기점검 계약을 통해 분기별로 장비를 점검함

- 장비의 이상 유무 체크 및 장비실내 환경유지(온, 습도)를 위해 정기점검 항목 선정

- FACS Aria I의 flow cell upgrade를 통한 장비 안정화

- QC beads를 이용하여 정해진 기한마다 주기적으로 자체 정기점검의 실시

**5) 전담인력의 교육 및 이용자 대상 정기교육 실시**

- 장비전담인력의 학회 참석 및 워크샵 참석 등을 통해 최신지식을 습득함으로써 장비활용도 및 데이터 분석의 질을 높여 연구지원을 활성화

- 연구소 내 연구원을 대상으로 상반기(3월), 하반기(9월)교육을 정기적으로 실시하여 장비의 이해도를 높이고 적용분야 등을 소개함으로써 장비의 활용도가 높아짐

- 실제 샘플을 준비하고, 장비를 이용하여 데이터 도출까지 진행하는 장비 활용교육을 실시함으로써 연구자들에게 다양한 활용법을 소개하고 운용의 다양성을 높이고 있음

**2. 국내외 기술개발 현황**

○ 국내 타 기관 전담인력 현황

기 관 명	보 유 장 비	보유장비 합계	전담인력 현황
서울대학교 임상의학연구소	FACS Aria 2대, FACSCalibur 2대	4대	3명
삼성생명과학연구소	FACS Aria 2대, FACSCalibur 1대	3대	1명
서울 성모병원	FACS Aria 1대, FACSCanto 1대	2대	1명
연세대학교 의과대학	FACS Aria 1대, LSR 1대	2대	1명
부산대학교 의과대학	FACS Aria 1대, FACSCanto 1대	2대	1명
아주대학교	FACS Aria 1대, FACSCanto 1대	2대	1명

- 국내 대다수 기관에서 전담인력 1인당 sorter 1대, analyzer 1대를 전담하여 운용하고 있음

○ 해외기관 전담인력 현황

기 관 명	보 유 장 비	보유장비 합계	전담인력 현황
MD Anderson Cancer Center	FACS Sorter 7대, FACS Analyzer 11대	18대	13명
Stanford University	FACS Sorter 5대, FACS Analyzer 4대	9대	9명
Dana-Farber Cancer Institute	FACS Sorter 4대, FACS Analyzer 5대	9대	9명

- 해외기관은 전담인력 1인당 1대의 장비를 전담하여 운용하고 있음

○ 국립암센터

기 관 명	보 유 장 비	보유장비 합계	전담인력 현황
국립암센터	FACS Sorter 2대, FACS Analyzer 3대	5대	2명

- 현재 국립암센터 연구소 내의 FACS Sorter 2대, FACS Analyzer 3대가 운용중임

- 2013년 기반구축과제를 수행하면서 1명의 과제연구원을 채용하여 2명의 전담인력이 각각 Sorter 1대, Analyzer 1대를 독립적으로 운용중임

### 3. 연구수행 내용 및 결과

#### 1 신규 도입 장비의 안정화

##### 1) FACSAria, FACSAria SORP 도입 및 설치

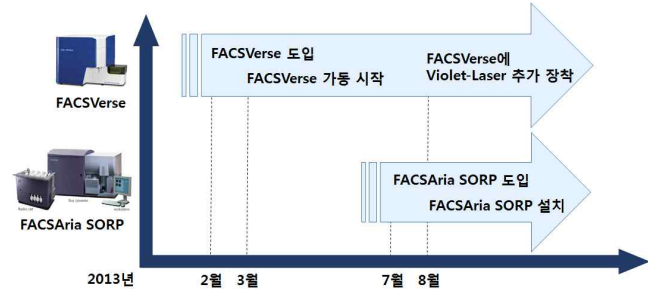


그림 3. 2013년 FACSAria, FACSAria SORP 도입 및 설치 Time table

- UV-Laser가 장착된 신규 유세포분리기(FACSAria SORP)의 셋업 및 최적화가 완료되어 원활히 운용됨으로써 기존 1대로 운용 되었을 때 1주일이상 대기해야했던 예약이 1주일이내 사용가능 하도록 개선되었음

- FACSAria의 violet-laser 추가로 최대 8-color 분석이 가능해짐으로써 연구자에게 보다 다양한 샘플의 분석제공이 가능해지고, 장비의 활용도가 증대되었음

##### 2) 장비의 독립된 공간 확보 및 환경개선

- 천정형 냉방기 및 제습기 설치, UPS 설치를 통한 안정적 장비운용환경 구축
- 장비통합관리(FACSAria 2대, FACSCalibur 2대, FACSAria 1대)
- 제습기 설치로 장비실 내 적정습도(55%)를 유지함으로써 장비 에러율 감소 및 내구성 증대

기대

(A)



(B)



그림 4. 장비의 독립된 공간 확보 및 환경개선

(A) 기존 FACS room, (B) 이전 후 FACS room

#### 2. 장비 운용 효율 증대

1) 현재 보유한 5대 (유세포분리기 2대, 유세포분석기 3대) 중 유세포분석기 1대는 자가 사용이 가능한 연구자에게 개방한 상태로 운용중이고, 유세포분리기 2대와 유세포분석기 2대는 장비운용인력 2인이 각각 1대씩 운용중임

2) 장비운용인력이 독립적으로 각 장비를 운용함으로써 연구자들의 유세포분석 및 분리 수요를 충족하게 되어 원활한 분석서비스가 제공되고, 예약정체 또한 해소되었음

#### 3. 유세포분석/분리기에 운영에 관한 의견 수렴 및 개선

##### ① 연구 책임자급 미팅

- 대상 : 유세포분석기 다빈도 사용 연구실 연구책임자

회의 날짜	참석인원	참석자
2013년 6월 7일	5명	공선영, 김태식, 김경태, 김선신, 김윤희
2014년 5월 30일	6명	공선영, 김태식, 박은정, 박인혜, 이상진, 유혜진
2014년 11월 3일	6명	공선영, 김태식, 김수열, 이상진, 장현철, 정희선
2015년 5월 27일	6명	김태식, 신호선, 고성호, 박은정, 이상진, 장현철
2015년 8월 20일	4명	공선영, 김윤희, 유혜진, 최범규

- 미팅을 통해 수렴된 의견

수렴된 의견		수렴된 의견을 통한 대책
연구소 교육	유세포분석기 교육의 내실화 및 정례화	- 상/하반기 지속적으로 진행하였음 - 상반기에는 기초교육을 실시하고, 하반기 교육에 practical tip과 troubleshooting 위주의 교육을 진행하였음
	Hands-on training의 필요성	- 업체와 협의하여 연구원 대상으로 연간 1-2회 실시하였음
	연구소 연구자들에 대한 교육 강화 필요	- 기초교육 및 실습교육을 정기적으로 실시하였음
	신규 application에 대한 홍보	- 지속적으로 신규 application을 모니터링하여 세미나를 개최하였음
사용자 편의성	데이터 분석용 컴퓨터의 추가설치 필요	- 분석용 컴퓨터 1대 추가설치 및 제반 소프트웨어 (FlowJo, MS-Office) 설치하였음
	온라인 시스템 활용방안 모색	- 전산팀과 협의하여 온라인 시스템 구축하여 운용중임
	Protocol 공유	- Sampling protocol 및 장비사용 protocol 제작고려
장비운용	장비 신규도입 추진 (High-end performance flow cytometry)	- 국과위 심의를 통과하여 2016년도 도입예정
	외부기관 대상으로 공동 활용 고려	- 타 기관과의 장비공동활용 서비스 준비완료
	업체와의 reference lab 협약	- 2016년도부터 본격적으로 서비스 예정임 - 현재 업체와 협의중

② 연구원급 미팅

- 대상 : 유세포분석기 다빈도 사용 연구원

회의 날짜	참석인원	참석자
2013년 6월 17일	4명	두혜승, 최선일, 지민주, 정나래
2014년 6월 13일	5명	두혜승, 고아라, 김보람, 모혜진, 전지훈
2014년 10월 7일	4명	두혜승, 모혜진, 신지선, 장혜령
2015년 7월 14일	5명	신효선, 백아름, 신승필, 전지훈, 최은석

- 미팅을 통해 수렴된 의견

수렴된 의견		수렴된 의견을 통한 대책
연구소 교육	한번의 교육만으로 self-operation 불가능의 문제점	- 이론보다는 실기위주의 장비작동 방법을 요구한 application별로 교육을 진행하여 총 92명이 교육을 수강하였음
	처음 FACS를 접하는 사람들도 이해할 수 있는 기초적인 세미나교육 내용 필요	- 기초적인 내용의 세미나를 하반기에 진행하였음
	FACS 관련 다양한 교육을 제공할 수 있어 만족도가 높음	- 상/하반기에 걸쳐 지속적으로 FACS 교육 진행하였음
	간단한 sampling tip, sample 준비 시 주의사항 및 필요 사항 교육 필요	- 상/하반기 교육에 추가하여 진행하였음
	다양한 교육을 통해 FACS의 활용을 알 수 있어 유용	- 다양한 활용교육을 지속적으로 진행 예정
	FACS 실험 후, FlowJo 분석 또는 data 정리 시에 어려움이 있음	- 정기적인 FlowJo 교육을 통해 데이터 분석방법에 대한 교육을 진행하였음
	사용자 편의성	예약 system의 번거로움 제기
분석 program의 사용자가 많아 이용이 불편		- 분석용 컴퓨터 1대 추가설치 및 제반 소프트웨어 (FlowJo, MS-Office) 설치하였음
FlowJo의 사용자가 많음		- 차 년도 연구진행시 추가도입 고려

4. 장비 운용 안정화

- 아래와 같은 항목으로 업체와의 계약을 통해 정기적 (4개월 주기)으로 장비를 점검함으로써 최상의 상태를 유지하고 고장으로 인해 장비가 작동이 불가능한 상황을 미연에 방지하여 안정적으로 장비가 운용될 수 있도록 하고 있음

1) 업체 정기 장비점검 (분기1회)

- 장비 업체에서 정기적으로 방문하여 정기점검 실시
- 장비상태 check 및 점검 시 발생한 오류해결 등으로 최상의 장비상태 유지

장비명	점검내역
FACSCalibur I	- Laser (blue & red) alignment - Performance check : FACS comp(passed) - Valve cleaning(V2,V3,V4)
FACSCalibur II	- SIP cleaning - Laser(blue & red) alignment - Performance check : FACS comp(passed) - V3,V4 valve cleaned - Valve3, valve1 교환
FACSCalibur III	- Check & adjust flow rate - SIP cleaning - Laser(blue & red) alignment - Performance check : FACS comp(passed)
FACSVerse	- Check flow rate - Laser alignment - Performance QC(passed)
FACSAria I	- Flow-cell clean - Laser alignment - Adjust fiber mount & optics - Laser power check
FACSAria SORP	- Laser alignment - Performance QC(passed) - Check flow rate

2) 자체 정기점검

- 장비의 이상 유무 체크를 위해 각 장비별로 사용되는 QC beads로 자체 정기점검을 시행하고 장비실내 환경유지를 위해 매일 온습도를 체크하고 있음.

장 비 명	점검주기	점검 사항
FACSCalibur II, III	매일	- FACS clean, DW 교체
	매달	- FACS Comp bead를 통해 QC 진행
FACSVerse	매일	- FACS clean, DW 교체
	매주	- 매주 FACSuite bead를 이용하여 PQC & CQC 진행
FACSAria SORP	매주	- 매주 CS&T bead를 사용하여 QC passed

5. 전담인력의 교육 및 이용자 대상 정기교육 실시

1) 전담인력의 교육

- 장비전담인력의 학회 참석 및 워크샵 참석 등을 통해 최신지견을 습득함으로써 장비활용 및 데이터 분석의 질을 높여 연구자들의 활용도 및 만족도를 높이고자함

연도	날짜	학회 및 워크샵
2013년	2월 21일	제8회 BD FACS Camp : Basic course training
	7월 5일	단국대 천안 캠퍼스 비임삼 면역독성학-FACS를 활용한 Cytokine assay
	8월 22일	제9회 BD FACS Camp : Advanced course training
	9월 12일	BD Clinical user training in Flow cytometry
	5월 2~9일	국외 학회 : AAI (The American Association of Immunologists)
	10월 11일	국내 학회 : 한국 분자·세포 생물학회
2014년	2월 13~14일	제10회 BD FACS Camp : Advanced course training
	5월 19~20일	국내 학회 : 대한 암학회
	8월 28~29일	제11회 BD FACS Camp : Basic course training
	11월 6~7일	국내 학회 : 대한 면역학회
2015년	12월 4~9일	국외 학회 : ASH (The American Society of Hematology)
	2월 5~6일	제12회 BD FACS Camp : Advanced course training
	8월 27~28일	제13회 BD FACS Camp : Basic course training
	11월 20일	국내 학회 : 대한 암학회

2) 유세포분석기 이용자 정기교육

- 연구자들에게 장비에 대한 이해도를 높이고자 매년 정기적으로 교육을 실시하였음
- 장비의 활용도를 높이고자 새로운 application에 대한 전문가를 초청하여 장비활용교육 (Hands-on training)을 실시함으로써 연구자들에게 최신 기법을 소개하였음



그림 5. FACS 이용자 교육 개요

(1) 유세포분석기 이용자 이론교육

- 연구소 내 연구원을 대상으로 상/하반기 정기적으로 이론교육 실시하였음
- 상반기에는 기초교육, 하반기에는 advance 교육을 위주로 실시하였음
- 교육내용

시행년도	주제			
2013년도	상반기	교육일:2013.3.4	발표자: BD Korea	참석인원:45명
		◆ Introduction to flow cytometry - Properties of flow cytometry - Subsystem(Fluidics, Optics, Electronics) ◆ FACSuite software program ◆ Multicolor flow cytometry - Fluorochrome properties - Fluorescence spillover - Tandem dye issue		
2013년도	하반기	교육일:2013.10.7	발표자: 김태식, 두혜승(NCC)	참석인원:22명
		◆ Introduction to flow cytometry - Component of flow cytometry - Properties of FSC/SSC - kind of staining - Spillover/compensation ◆ Application of flow cytometry - Cell cycle - Apoptosis		

시행년도	주제		
2014년도	상반기	교육일:2014.3.10	발표자: 김미현 ( 한국화학연구원 ), 김태식(NCC)      참석인원:42명
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Principle of flow cytometry</li> <li>- Introduction of flow cytometry</li> <li>- Flow cytometry applications</li> <li>- Flow cytometry compensation</li> <li>- Data analysis</li> <li>◆ Applications of flow cytometry</li> <li>- Cell cycle</li> <li>- Apoptosis</li> <li>- Flow cytometry in NCC</li> </ul>		
2014년도	하반기	교육일:2014.9.19	발표자: 신의철(카이스트의과대학원)      참석인원:26명
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Application of multicolor flow cytometry in immunology</li> <li>- Principle</li> <li>- Multicolor flow cytometry</li> <li>- Advantage of multicolor flow cytometry</li> <li>- Compensation of multicolor flow cytometry</li> <li>- Polyfunctional T-cell array</li> <li>- Study of regulatory T-cells</li> <li>- MHC class I multimer</li> </ul>		

시행년도	주제		
2015년도	상반기	교육일:2015.3.2	발표자: 김태식(NCC)      참석인원:40명
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Principle of flow cytometry</li> <li>- Introduction of flow cytometry</li> <li>- Flow cytometry applications</li> <li>- Flow cytometry compensation</li> <li>- Data analysis</li> <li>◆ Application of flow cytometry</li> <li>- Cell cycle &amp; Apoptosis</li> <li>- Introduction of flow cytometry system in NCC</li> </ul>		
2015년도	하반기	교육일:2015.9.7	발표자: 김태식, 신호선(NCC)      참석인원:16명
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Principle of flow cytometry</li> <li>- Introduction of flow cytometry</li> <li>- Flow cytometry applications</li> <li>- Flow cytometry compensation</li> <li>- Data analysis</li> <li>- Introduction of flow cytometry system in NCC</li> <li>◆ Proper use of flow cytometry &amp; application tips</li> <li>- Cell Cycle</li> <li>- Apoptosis</li> <li>- Cell Sorting</li> <li>- Introduction of other application</li> <li>- Multi-color panel design</li> </ul>		



- 만족도 조사결과 : 매회 FACS 교육 내용과 유세포분석시스템 운용에 대해 대체로 만족이상의 결과가 나왔지만, 최근 유세포분석시스템 운용에 대해 보통 이하의 의견이 있어 만족도 향상에 대한 논의 진행 중에 있음

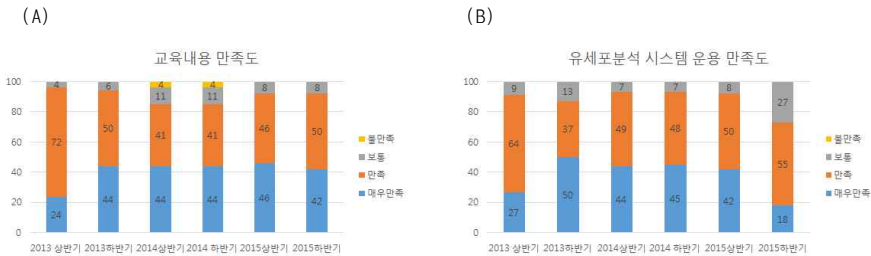


그림 6. 만족도 평가  
(A)교육내용 만족도, (B) 유세포분석시스템 운용 만족도

(2) 유세포분석기 이용자 실기교육

- 유세포분석기 이용자교육을 받은 연구원을 대상으로 신청자를 받아 실기교육 진행
- FACSCalibur를 이용하여 self-operation 교육 진행
- 매년 상반기, 하반기 2회 진행하여 총 6회 진행
- 연구자가 원하는 application별로 그룹을 나누어 그룹별로 진행

Training Course	총 교육인원
<b>Basic</b> - Beads를 이용하여 직접장비 사용방법 교육 - 처음 장비를 사용하는 이용자들 대상으로 기본적인 장비사용방법 교육 - 장비 사용 시 주의사항 교육( support arm, 장비 Run, laser, washing, supply system, compensation)	22명
<b>Cell Cycle 및 장비사용 방법</b> - 처음 장비를 사용하는 이용자들 대상으로 기본적인 장비사용방법 - 장비 사용 시 주의사항 교육 - 직접 cell cycle sample을 통해 cell cycle 원리와 data분석 방법	28명
<b>Multicolor 및 장비사용 방법</b> - 장비 사용 시 주의사항 교육 - 형광 bead를 이용하여 FSC/SSC 및 각 parameter의 voltage 조정 실습 - 각 형광 bead를 사용하여 compensation setting 실습	15명
<b>Apoptosis 및 장비사용 방법</b> - 장비 사용 시 주의사항 교육 - 형광 bead를 이용하여 FSC/SSC 및 각 parameter의 voltage 조정 실습 - 각 형광 bead를 사용하여 compensation setting 실습	27명

(3) 장비활용교육

① 데이터 분석 프로그램(FlowJo) 교육

- Flow cytometry data 분석 프로그램으로 널리 쓰이고 있는 FlowJo에 대한 교육진행
- Basic course와 advance course로 나누어 교육
- 2014년 상/하반기 2회 실시, 2015년 상/하반기 2회 실시 총 4회 실시
- 총 교육인원 : 70명

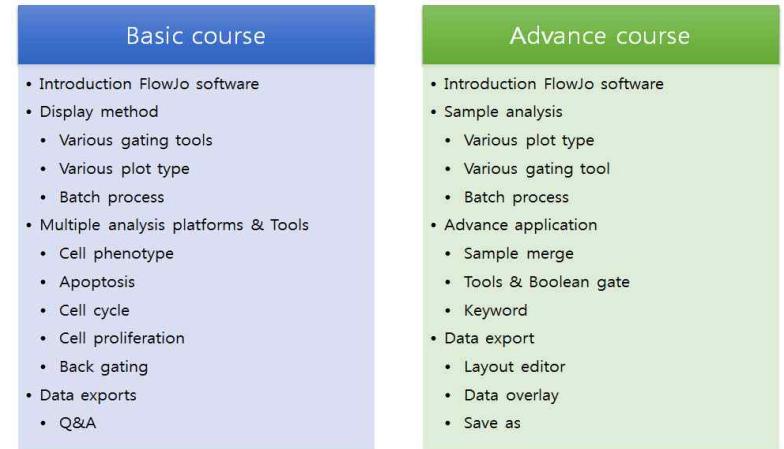


그림 7. FlowJo training course

② Phosflow Hands-on training

- cell lysate로 western blot을 수행하여 phosphorylation molecule을 detection하던 방법을 flow cytometry를 이용하여 detection 할 수 있는 방법에 대한 소개 및 실습 세미나 진행
- single cell base로 분석이 가능하다는 장점이 있음
- 6개 실험실 10여명 내외 참석
- 2014년 10월 30일
- 교육내용

시 간	교육내용
09:30-10:00	- Introduction of Phosflow
10:00-11:00	- Sample preparation & antibody staining
13:00-16:00	- Sample acquisition & data analysis
16:00-17:00	- Q&A

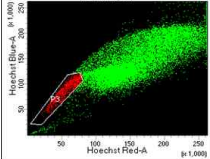
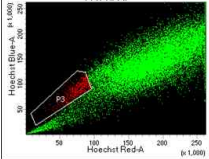
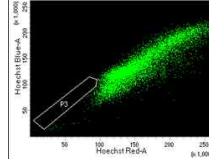
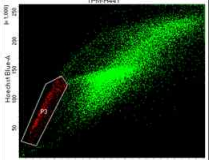
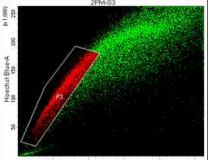
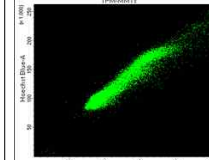
③ FACSaria SORP를 활용한 Stem-like cell detection (side population analysis)

- 연자 : Jana-Jakubikoba, Ph.D.
- 소속 : Dana-Farber cancer institute/Harvard medical school, USA
- 주제: The challenge of myeloma stem cells in the context of neoplastic bone-marrow niche
- 참석인원: 양일간 10개 실험실에서 총 39명 참석

2014년 3월 26일, 27일	
9:00 - 10:00	The challenge of myeloma stem cells in the context of neoplastic bone marrow niche
10:00 - 11:30	연구원대상 wet-seminar (총 참석자: 39명) : Sample harvest & staining
14:00 - 15:30	FACSaria SORP, UV-laser를 이용한 SP detection

- 3월 26, 27일 양일간 flow cytometry facility에서 준비한 두 종류의 cell line(KMS-11, RPMI-8226)과 각 실험실 (박종배 박사 실험실: Human glioma cell line, 김학균 박사 실험실: mouse gastric cancer cell line, 최범규 박사 실험실: lung cancer cell line)에서 연구자가 준비한 cell line을 이용해 직접 Hoechst 염색을 진행한 이후에 FACSaria SORP의 UV-laser를 사용하여 데이터 분석을 진행하였음. 이를 통해 새로운 적용분야에 대한 욕구를 충족시킴과 동시에 신규 도입하여 최적화 단계의 FACSaria SORP의 활용도를 높이고, 장비의 사용을 증가시키게 되었음.

- 실험 결과

	KMS-11	RPMI8226	Human glioma cell line
Cell line			
side population	4.5%	1.9%	0.1%
Cell line	mouse gastric cancer cell line_S3	lung cancer cell line_H441	MM1-S
side population			
side population	2.8%	21%	0%

- flow cytometry facility에서 준비한 KMS-11과 RPMI-8226 cell line은 human myeloma cell line으로 이미 많은 양의 side population이 존재한다고 알려진 cell line이어서 positive control로 사용하였음.
- 연구자들이 준비한 cell line 중에서도 side population이 많은 샘플도 있는 반면에 거의 detection되지 않는 cell line도 존재하였음

④ Single-cell and index sorting

- FACSaria에 장착된 ACDU를 활용하여 well-plate의 각 well에 single-cell로 sorting할 수 있는 방법에 대한 이론교육 및 Hands-on training을 진행하였음
- 9개 실험실에서 19명 참석
- 교육내용

2015년 8월 12일	
09:00 ~ 10:00	Introduction of single cell sorting and index sorting
10:00 ~ 14:00	장비 warm-up and instrument setting
14:00 ~ 15:00	Single cell sorting
15:00 ~ 16:00	Q&A

- 각 실험실에서 준비한 cell line을 이용하여 GFP+ cell이나 FSC/SSC에서 gate하여 준비된 96-well에 single-cell로 sorting을 진행함
- 장비에 대한 새로운 기능의 소개 및 hands-on training으로 장비의 활용도 증가
- 최근 대두되고 있는 single-cell based analysis에 응용가능

#### 6. 전문가 초청 세미나

- Flow cytometry를 활용하여 연구를 진행하는 각계 전문가를 초청하여 세미나 진행

	연자 및 발표주제
2013년도	<b>Mizuko Mamura M.D, Ph.D.(차의과대학)</b> - Revising the ubiquitousness in normal immune cells
	<b>이근욱(연세대학교)</b> - mTOR signaling and fate decision of lymphoid cells
2014년도	<b>Jana-Jakubikoba, Ph.D(Harbard medical school)</b> - The challenge of myeloma stem cells in the context of neoplastic bone marrow niche
	<b>신의철 교수(카이스트 의과대학원)</b> - T cell reponses in viral hepatitis
	<b>황은숙 교수(이화여자대학교 약학대학)</b> - T-bet in T cell immunity
2015년도	<b>임유식(LK Bioscience)</b> - PrimeFlow RNA Assay: RNA and Protein expression within individual cells by Flow Cytometry
	<b>Mizuko Mamura M.D, Ph.D.(Tokyo medical school)</b> - Dynamic smad signaling networks in tumor microenvironment
	<b>박수형 교수(카이스트 의과대학원)</b> - Application of Multicolor Flow Cytometry in Immunological Assays

#### 7. 타 기관 연구자대상 FACSria Training

- 타 기관 FACSria 사용자 대상으로 연구소 내에서 2일간 유료로 교육을 진행하였음
- 최초 과제계획서상에는 기획되지 않았으나, 과제 진행 중에 기획하여 실시하였음
- 장비담당자의 노하우를 전수하여 기관 내 수익발생
- 연구기간 중 교육 인원 : 총 18명

2013년도				
교육일시	2013년7월23일, 24일			
교육생	2명(표준과학연구원)			
교육수입	교육수입 120만원(60만원/인)			
2014년도				
교육일시	2014년2월20일, 21일	2014년4월24일, 25일	2014년5월22일, 23일	
교육생	2명 (강원대학교, 광주과학기술원)	2명 (한화케미칼)	2명 (한국화학연구원)	
교육수입	120만원(60만원/인)	120만원(60만원/인)	120만원(60만원/인)	
2015년도				
교육일시	2015년2월25일, 26일	2015년7월29일, 30일	2015년9월17일, 18일	2015년11월5일, 6일
교육생	3명 (한국화학연구원, 서울대학교 약학대학)	2명 (카톨릭대학교 약학대학, 강원대학교)	2명 (전북대학교, 국립보건원)	3명 (서울대학교 약학대학)
교육수입	180만원(60만원/인)	120만원(60만원/인)	120만원(60만원/인)	180만원(60만원/인)

- 교육내용

교육일	시 간	교육내용	비 고
1일차	09:00 - 09:10	opening	국립암센터 김태식
	09:10 - 10:10	Introduction to the BD FACSria Sorting Theory	
	10:30 - 11:30	BD FACS Diva Overview	BD Korea
	11:30 - 13:00	Lunch	
	13:00 - 16:00	Component & Maintenance Startup & Shutdown	국립암센터 김태식
16:30 - 18:00	Sorting with Calibrite Beads		
2일차	09:00 - 11:30	1day Review	
	11:30 - 13:00	Lunch	
	13:00 - 16:00	Sorting with cells	
	16:30 - 18:00	Troubleshooting & practical tip	

## 8. 유세포분석기/분리기 사용현황

### 1) FACS analyzer

- 연구소에 보유하고 있는 FACS analyzer는 총 3대임 (FACSCalibur 2대, FACSVerse 1대)
- FACSCalibur 한 대는 개인유저에게 개방한 상태로 운용되고 있고 나머지 FACSCalibur 한대와 FACSVerse는 전담인력이 각각 담당하여 독립적으로 운용하고 있음
- 사용량이 전년도에 비해서 급격하게 증가하였음에도 불구하고 독립적인 운용 덕분에 연구자들이 요구하는 분석수요를 충족시킬 수 있었음
- FACSVerse에 violet-laser를 장착함으로써 동시에 8-color 분석을 가능해졌고, multi-color 분석에 대한 최적화도 완료되면서 analyzer의 사용량이 증가하였음
- 1차년도 (2013)년도에는 sample 수를 카운트하지 않았으나, 분석 1건당 sample수가 증가함에 따라, 2차년도 (2014)부터 sample 수를 카운트하였음

FACS Analyzer 사용현황

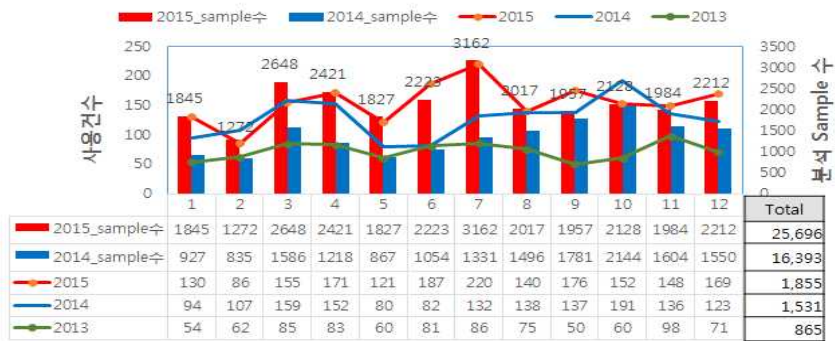


그림 8. FACS Analyzer 사용 현황

- 사용 건수는 2013년 대비 2014년에 약 77% 증가하였고, 2015년에는 2014년 대비 약 21.2% 증가하였으며, sample 수는 2014년 대비 약 56.7% 증가하였음

### 2) FACS Sorter

- FACSAria I과 FACSAria SORP 두 대의 장비를 전담인력이 독립적으로 운영하여 수요가 증가 하였음에도 오히려 예약 대기시간은 일주일 이내로 단축되어 연구자들의 연구정체 해소가 되었음
- FACSAria SORP의 최적화 완료 및 전문가 초청 세미나를 통한 새로운 application에 대한 소개로 장비의 사용량이 전년도에 비해서 증가하였음

- 전문가 초청 세미나와 장비활용 세미나를 통해서 flow cytometry를 활용한 다양한 방법을 소개하고 샘플준비 등에 대한 교육을 진행함으로써 장비 활용도를 높임과 동시에 사용량도 증가하였음

FACS Sorter 사용현황

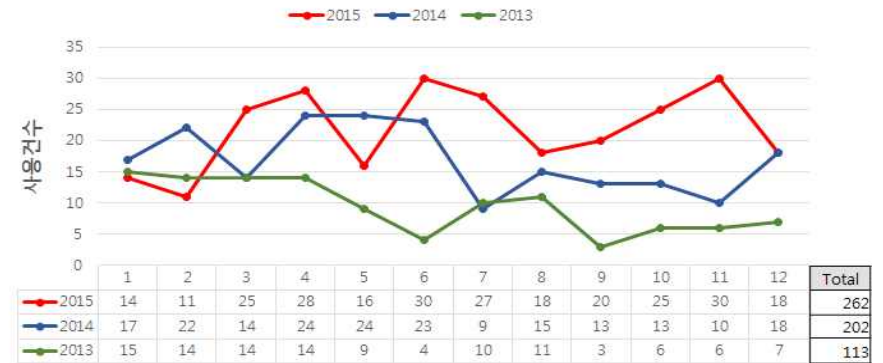


그림 9. FACS Sorter 사용 현황

## 9. 임상샘플의 Multi-color setup 최적화

- FACSVerse를 이용한 8-color analysis setup 완료
- 유방암 치료반응 및 예후지표로서의 면역 표지자 연구(PI:박인혜)
  - T cell analysis(CD3, CD4, CD8, PD-1, IFN-r, Annexin V, 4-1BB)
  - NK cell analysis(CD56, CD3, CD107a, CD337, CD16, CD314, CD335, CD159a)
- 혈액형 부적합 간이식과 적합 간이식에서 T, B, NK cell의 동역학 비교연구 (PI:이승덕)
  - T,B,NK cell analysis(CD45, CD3, CD4, CD8, CD19, CD16/56)
  - Treg cell analysis(CD3, CD4, CD8, CD25, Live/dead, Foxp 3, CD127, CD45RA)

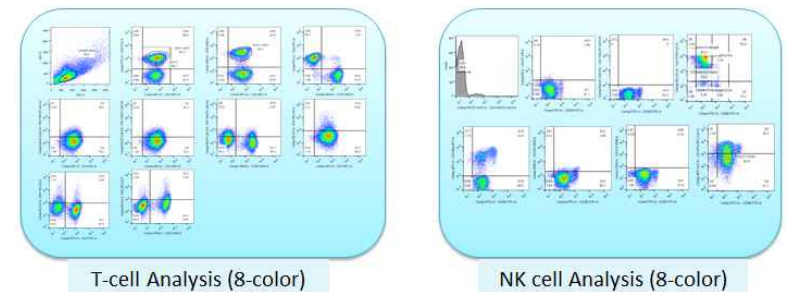


그림 10. 8-color analysis data

**10. 전산예약 시스템 구축완료**

- 다빈도 연구자들과의 미팅에서 논의된 사항을 반영하여 내부 전산망인 그룹웨어의 일정자원에 예약 시스템을 이용한 전산예약시스템을 도입하여 운용중임

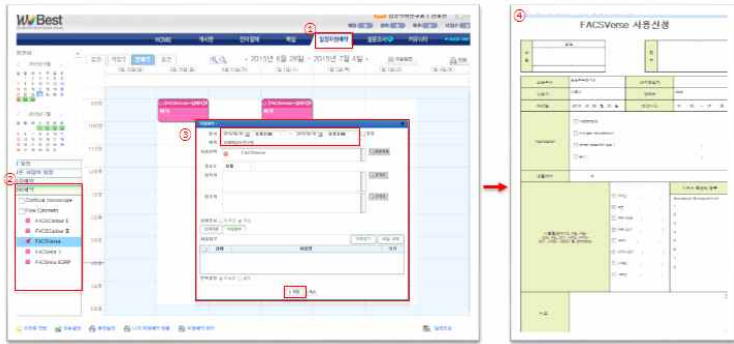


그림 11. 전산예약시스템

**11. 신규장비 도입추진**

- 2000년에 도입된 FACSCalibur의 대체장비 필요
- 최근 증가하고 있는 multi-color analysis에 대한 요구도 증가
- 초고성능 유세포분석기 (4-laser, 16-color)의 국과위 심의를 통과하였음
- 2016년도 예산반영 (450백만원)되어 도입예정임

**12. 타 기관과의 공동활용 서비스 추진**

- 국가장비진흥센터의 권고지침에 따라 고가 장비의 공동활용 서비스 추진
- ZEUS(장비활용종합포털) 홈페이지 내 장비예약 페이지 연동 완료
- 공동활용 서비스 대상 장비: FACSVerse, FACSAria SORP
- 공동활용 서비스를 위한 장비사용 비용 책정완료
- 매년 연구소 사용량의 5%씩 타 기관과의 공동활용 추진
- 연구소 내 연구자들의 사용불편을 최소화하기 위해 최대 20%를 넘지 않도록 할 계획임
- 공동활용을 진행함으로써 정부지침 이행 및 기관 내 연구비의 수입 발생기대

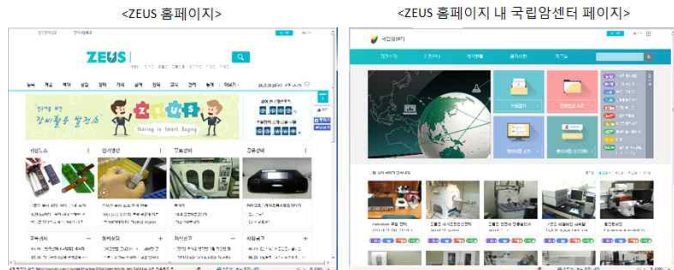


그림 12. ZEUS(장비활용종합포털)내 장비예약 시스템

**4. 목표달성도 및 관련분야 기여도**

4-1. 목표달성도

최종목표: 안정적인 유세포분석시스템 운용				
구분	연도별 목표	달성내용	달성도(%)	
			해당 년도	최종
1차년도 (2013)	신규도입 장비의 안정화	- FACSVerse 최적화 및 운용시작 - FACSAria 도입 및 최적화 시작 - 독립된 공간 확보 - 천정형 냉방기 및 UPS 구축으로 환경개선	100	40
	장비운용 효율증대	- 전담인력의 추가확보 - 장비사용 예약 정체해소		
	장비운용 안정화	- 정기점검(분기 1회) - QC beads를 이용한 정기적인 자체점검		
	이용자 교육	- 이용자 정기 교육 (2회/년) - 이용자 활용 워크샵(2회/년) - 타 기관 연구자대상 FACSAria 교육(1회/년)		
2차년도 (2014)	신규 도입 장비의 최적화	- UV laser가 장착된 FACSAria SORP 최적화 - FACSVerse의 violet-laser추가로 활용도 높임	100	80
	장비운용 효율증대	- 유세포분석/분리 서비스 예약 정체 해소 - 이용자 의견 수렴		
	장비운용 안정화	- 정기적인 장비 점검 (3회/년) - QC bead를 이용한 정기적 자체점검 - 매일 적정 온도습도 및 냉장고 온도 확인		
	이용자 교육	- 이용자 정기교육 (2회/년) - 이용자 활용 워크샵 (2회/년) - 장비활용 교육 (2회/년) - 타 기관 연구자대상 FACSAria 교육 (3회/년) - 전문가 초청 세미나 (3회/년)		

3차년도 (2015)	장비활용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 활용도 증가를 위한 이론 및 실기교육 강화</li> <li>- 최신기법을 활용한 다양한 application 적용</li> <li>- 임상샘플의 multi-color setup 최적화</li> <li>- 타 기관과의 공동활용 서비스 추진</li> </ul>	100	100
	장비관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 장비정기점검: 연 4회 실시</li> <li>- 자체 정기점검을 통한 장비품질 관리</li> <li>- 안정된 장비관리를 위해 항온항습 유지</li> </ul>		
	장비운용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전문인력의 교육을 통한 전문화</li> <li>- 이용자 정기적 교육</li> <li>- 최신연구 동향 세미나</li> <li>- 전산 예약 system setup</li> <li>- 타 기관 연구자 대상 FACSAria training 활성화</li> <li>- 신규장비도입 고려</li> </ul>		
	이용자 교육	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 이용자 정기교육 (2회/년)</li> <li>- 이용자 활용 워크샵 (2회/년)</li> <li>- 장비활용 교육 (2회/년)</li> <li>- 타 기관 연구자대상 FACSAria 교육 (4회/년)</li> <li>- 전문가 초청 세미나 (2회/년)</li> </ul>		

4-2. 관련분야 기여도

- FACS analyzer의 사용량이 2013년 865건, 2014년 1531건, 2015년 1855건으로 매년 기하급수적으로 증가하고 있음

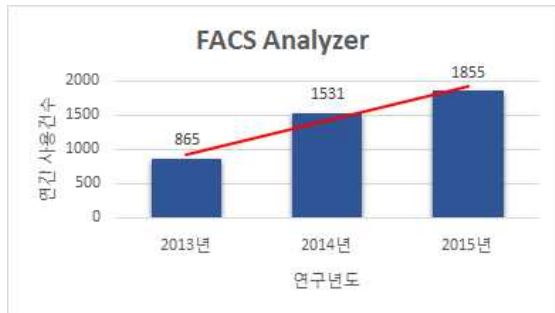


그림 13. FACS Analyzer 연도별 사용건수

- FACS sorter의 사용량이 2013년 113건, 2014년 202건, 2015년 262건으로 매년 기하급수적으로 증가하여 장비 가동률이 100%에 육박함

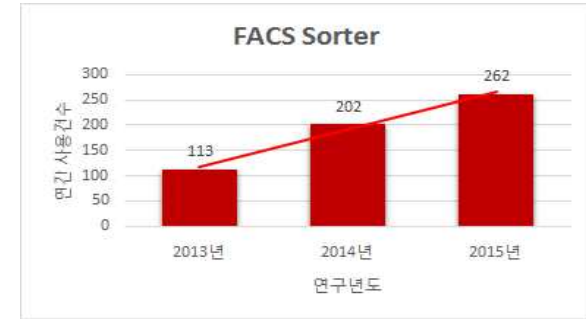


그림 14. FACS Sorter 연도별 사용건수

- 암 연구의 기초가 되는 유세포분석시스템의 기반구축으로 장비의 체계적인 관리 및 운용이 이루어지고, 전문인력과 이용자들의 지속적인 교육이 이루어짐으로써 연구자들의 수요층은 물론 분석서비스의 질을 높일 수 있을 것으로 기대됨

- 기 구축된 장비를 이용한 최신 기법의 다양한 분석서비스를 소개하고, 활용도가 높아짐으로써 연구자들의 연구가 원활하게 진행이 되고, 장비사용량 증가 및 서비스 질을 높임으로써 선도적인 암 연구가 이루어질 것으로 기대됨

- 2015년 연간 연구소 내에서 출간된 논문(240건, 2015.10.22. 기준) 중 임상/역학과 관련된 논문을 제외한 40건의 실험 논문 중 flow cytometry data가 figure로 사용된 논문은 9건임

- Nat Commun. 2015 Apr 10;6:6810. doi: 10.1038/ncomms7810. **Pontin** functions as an essential coactivator for Oct4-dependent lincRNA expression in mouse embryonic stem cells. Boo K<sup>1</sup>, Bhin J<sup>1</sup>, Jeon Y<sup>1</sup>, Kim J<sup>1</sup>, Shin HJ<sup>1</sup>, Park JE<sup>1</sup>, Kim K<sup>1</sup>, Kim CR<sup>1</sup>, Jang H<sup>1</sup>, Kim H<sup>1</sup>, Kim VN<sup>4</sup>, Hwang D<sup>5</sup>, Lee H<sup>1</sup>, Baek SH<sup>1</sup>.
- Nat Commun. 2015 Mar 20;6:6340. doi: 10.1038/ncomms7340. **The HIF-1/gli3/TIM-3 axis controls inflammation-associated brain damage under hypoxia.** Koh HS<sup>1</sup>, Chang CY<sup>2</sup>, Jeon SB<sup>2</sup>, Yoon HJ<sup>2</sup>, Ahn YH<sup>2</sup>, Kim HS<sup>2</sup>, Kim HJ<sup>2</sup>, Jeon SH<sup>2</sup>, Johnson RS<sup>3</sup>, Park EJ<sup>4</sup>.
- Glia. 2015 May;63(5):894-905. doi: 10.1002/glia.22791. Epub 2015 Jan 27. **Distinctive responses of brain tumor cells to TLR2 ligands.** Yoon HJ<sup>1</sup>, Jeon SB<sup>1</sup>, Koh HS<sup>1</sup>, Song JY<sup>1</sup>, Kim SS<sup>1</sup>, Kim HJ<sup>1</sup>, Park EJ<sup>1</sup>.
- Head Neck. 2015 Mar;37(3):327-35. doi: 10.1002/hed.23608. Epub 2014 Apr 3. **CD200 association with cancer stem cell features and response to chemoradiation in head and neck squamous cell carcinoma.** Jung YS<sup>1</sup>, Vermeer PD, Vermeer DW, Lee SJ, Goh AR, Ahn HJ, Lee JH.
- Stem Cells. 2015 Jun 8. doi: 10.1002/stem.2073. [Epub ahead of print] **Core Pluripotency Factors Directly Regulate Metabolism in Embryonic Stem Cell to Maintain Pluripotency.** Kim H<sup>1</sup>, Jang H<sup>1,2</sup>, Kim TW<sup>1</sup>, Kang BH<sup>1</sup>, Lee SE<sup>1</sup>, Jeon YK<sup>1,2</sup>, Chung DH<sup>1,2</sup>, Choi J<sup>1</sup>, Shin J<sup>1</sup>, Cho EJ<sup>1</sup>, Yoon HD<sup>1,2</sup>.
- BMB Rep. 2015 Feb;48(2):115-20. **Tight Junction protein 1 is regulated by transforming growth factor-β and contributes to cell motility in NSCLC cells.** Lee SH<sup>1</sup>, Paek AR<sup>1</sup>, Yoon K<sup>1</sup>, Kim SH<sup>1</sup>, Lee SY<sup>1</sup>, You HP<sup>1</sup>.
- European Journal of Pharmacology **Selenate specifically sensitizes drug-resistant cancer cells by increasing apoptosis via G2 phase cell cycle arrest without P-gp inhibition** Ae-Ran Choi, Min Ji Jo, Myung-Gi Jung, Hyung Sik Kim, Sungpil Yoon
- J Immunol. 2015 Feb 15;194(4):1580-90. doi: 10.4049/jimmunol.1303439. Epub 2015 Jan 19. **In vivo 4-1BB deficiency in myeloid cells enhances peripheral T cell proliferation by increasing IL-15.** Choi BK<sup>1</sup>, Kim YH<sup>1</sup>, Lee DG<sup>1</sup>, Oh HS<sup>1</sup>, Kim KH<sup>1</sup>, Park SH<sup>1</sup>, Lee J<sup>1</sup>, Vinay DS<sup>1</sup>, Kwon BS<sup>1</sup>.
- Anticancer Research **Co-treatment of Salinomycin Sensitizes AZD5363-treated Cancer Cells Through Increased Apoptosis** Ae-Ran Choi, Myung-Gi Jung, Ju-Hwa Kim, and Sungpil Yoon

그림 15. Flow cytometry data가 figure로 사용된 논문 목록 (2015년)

## 5. 연구결과의 활용계획

- 본 연구를 진행하면서 연구자들에게 장비의 이해도를 높임과 동시에 다양한 application을 소개하는 교육 및 전문가 초청 세미나를 개최함으로써 기초 분석 장비인 유세포분석/분리기의 활용도 및 사용량이 높아지고 있음
- 기 보유중인 FACS analyzer 3대, FACS Sorter 2대가 거의 동시에 운용되므로 지속적인 지원을 통해 안정적으로 장비가 구동됨으로써 연구자들의 장비사용에 대한 수요를 충족하고, 분석서비스의 질을 높일 수 있을 것임
- 연구자들에게 보다 양질의 분석서비스를 제공하고, 장비예약 정체로 인한 연구정체를 해소하기 위해서는 지속적인 연구가 수행되어야 할 것으로 사료됨
- 타 기관과의 공동활용 서비스를 위한 준비가 완료되어 차 년도부터 공동활용 서비스를 진행하여 사용자 수입발생 기대
- 기 보유중인 FACS analyzer 중에 2000년도 도입된 장비를 대신하여 신규장비도입 (초고성능 유세포분석기)이 확정되어 차 년도 예산에 반영되었기에, 도입을 진행하여 연구소 내 연구자들에게 보다 질 높은 서비스를 제공할 것임
- 본 연구의 진행 중 계획하여 실시한 타 기관 연구자들을 대상으로 FACSAria training을 지속적으로 실시함으로써 교육수입 발생

## 6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

- Mass cytometry (CyTOF)
  - Flow cytometry와 proteomics에서 사용하는 mass의 기술을 접목하여 출시된 장비
  - 기존 flow cytometry의 한계인 emission된 파장의 spillover를 최소화하기 위해 형광물질이 부착된 항체대신에 metal-ion이 부착된 항체를 사용함
  - 최대 30개의 항체를 동시에 분석할 수 있는 장비이며, 기본 원리는 flow cytometry와 유사함
  - 클라우드 시스템을 이용하여 데이터 분석을 진행함
  - metal-ion이 부착된 항체의 유효기간이 6개월로 짧은 단점이 있음
- High-end performance flow cytometry (LSRFortessa X-200)
  - 4-laser 16-color를 동시에 분석할 수 있는 최고사양의 장비임
  - cancer stem cell detection에 사용되는 UV-laser가 장착 가능하여 활용도가 매우 높음
  - QC 프로그램을 통해 장비상태를 체크할 수 있음
  - 기 구축된 FACSAria SORP와 동일사양으로 구축이 가능하여, analyzer와 sorter의 기능이 분리되어 효율적인 장비운용이 가능함

## 7. 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/특허/기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/특허등록국가	Impact Factor	논문게재일/특허등록일	사시여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인용횟수 등)
1							yyyy.mm.dd		
2							yyyy.mm.dd		
3							yyyy.mm.dd		
4							yyyy.mm.dd		
5							yyyy.mm.dd		

## 8. 참여연구원 현황

번호	소속기관명	직위	생년월일	전공 및 학위		연구담당 분야
	성명	과학 기술인등록 번호	성별	취득 년도	학위 (전공)	과제참여 기간
	국립암센터					
	공선영					

## 9. 기타사항

○

## 10. 참고문헌

- Jana Jakubikoba, Sophia Adamia, et al. Lenalidomide targets clonogenic side population in multiple myeloma: pathophysiologic and clinical implications. Blood. 2011(117):4409-4419.
- Anna Golebiewska, Nicolaas H.C. Brons, Rolf Bjerkvig, and Simone P.Niclou(2011). Critical appraisal of the side population assay in stem cell and cancer stem cell research. Cell Stem Cell.2011(2): 136-147.
- BD Korea website(<http://www.bdbiosciences.com/kr/index.jsp?WT.srch=1>)

<별첨작성 양식>

[별첨]

**자체평가의견서**

1. 과제 현황

		과제번호	1310120		
사업구분	기관고유연구사업				
연구분야	S1, 임상연구 지원시스템 활성화		과제구분		
사업명	기관고유연구사업			국립암센터	
총괄과제	암연구 및 이행성 연구를 위한 유세포분석 시스템 기반구축		총괄책임자	공선영	
과제명	암연구 및 이행성 연구를 위한 유세포분석 시스템 기반구축		과제유형	(기초)	
연구기관	국립암센터		연구책임자	공선영	
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	연구비	민간	계
	1차년도	2013.1.1.~ 2013.12.31	53,000		
	2차년도	2014.1.1. ~ 2014.12.31	50,000		
	3차년도	2015.1.1. ~ 2015.12.31	50,000		
	계	2013.1.1. ~ 2015.12.31	153,000		
참여기업					
상대국	상대국연구기관				

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2015. 10. 26

3. 평가자(과제책임자) :

소속	직위	성명
국세암대학원	교원 부교수	공선영

4. 평가자(과제책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확인하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약	
----	--

I. 연구개발실적

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수)

연구소 내 유세포분석시스템을 통합관리 운용함으로써 연구자들에게 양질의 분석/분리 서비스를 제공하고 있으며, 지속적인 교육을 통해 연구원들에게 장비에 대한 이해도를 높여 활용도를 증가시키고 있음

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수)

암 연구 및 이행성 연구에 기초가 되는 분석 장비를 안정적으로 운용함으로써 연구자들의 분석수요를 충족시켜 연구정체 현상이 해소되었음

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수)

과제 진행시 추진한 전산예약시스템 구축으로 이용자들의 사용편의성이 확대되었으며, 이용자교육 등을 통해 연구자들의 장비에 대한 이해도를 높여 장비사용건수 및 활용도가 증가할 것으로 사료됨

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수)

초기 과제기획단계에서 계획되지 않았던 FACSria training 같은 사항들을 기획하여 진행하였으며, 지속적으로 내부 연구자들의 의견을 수렴하여 과제계획에 반영함으로써 효율적인 과제운용을 수행하였음 - 정기교육 및 최신동향관련 세미나 개최 등으로 연구자들의 연구 활성화 기여하였음

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수)

- 기반구축과제의 특성상 자체논문 출간에는 한계가 있음  
- 2015년도 연구소 내 출간된 논문 240건(2015.10.22. 기준)중 임상, 역학관련 논문을 제외한 기초 실용화 논문 40편중 9편이 flow cytometry data를 사용하였음  
- 이는 기초실용화 논문의 22.5%에 해당할 정도로 활용도가 매우 높음



## II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
신규장비도입 및 최적화	20	100	- 신규 도입된 FACSVerse, FACSAria SORP의 최적화 완료
이용자 교육	30	100	- 매년 상/하반기 정기교육 - 매년 2회 이상 장비사용 실기교육실시 - 전문가 초청 세미나를 통한 최신기법 소개
장비관리	10	100	- 연 4회 장비정기점검 실시 - 정기적인 QC를 통한 자체점검 - 장비실내 환온, 향습을 통한 안정적인 관리
장비활용	30	100	- 매년 2회 이상 장비활용교육(Hans-on training) - 전문가 초청 세미나를 통한 최신기법 소개 - 타 기관과의 공동활용 서비스 추진
장비운용	10	100	- 전산예약시스템 도입을 통한 이용자 편의성 확대 - 전문인력의 학회참석, 교육을 통한 전문화 - multi-color analysis 요구도 증가에 따른 신규장비 도입 추진
합계	100점	100	

## III. 종합의견

### 1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 본 연구진행시, 과제연구원을 채용함으로써 연구소 내 구축되어있는 여러 대의 유세포분석/분리기의 효율적인 운용이 가능해지고, 각각 독립적으로 장비를 운용함으로써 연구자들의 대기수요가 감소하여 연구정체를 해소하였음

- 정기적인 장비점검과 자체 정기 QC를 진행함으로써 항상 최상의 장비상태를 유지하여 데이터의 질을 높였음

- 연구원들에 대한 지속적인 교육과 최신지견을 소개함으로써 장비에 대한 이해도를 높여, 장비의 활용도 및 사용량이 증대되었음

- 연구자들과의 적극적인 의견수렴을 통하여 전산예약시스템 도입, 분석용 컴퓨터 및 소프트웨어 구축, 타 기관 공동활용 서비스 등의 발전적인 기획이 가능하였으며 추후에도 적극적인 의견수렴을 통해 과제를 추진할 예정임

### 2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 본 연구과제는 장비운용에 대한 기반구축과제로써 타 연구과제 같은 기준으로 평가하는 것은 무리가 있다고 사료됨

- 논문, 특허이외에 기반구축과제에 대한 평가기준을 마련하는 것이 필요하다고 사료됨

### 3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 진행된 연구결과를 통해 연구소 내 유세포분석시스템을 이용하여 연구자들에게 양질의 데이터를 양산할 수 있도록 서비스를 강화할 예정이며, 교육 및 세미나 개최를 통하여 장비에 대한 이해를 높임으로써 적극적으로 장비를 활용할 수 있도록 할 예정임