

강의개요

(Single-cell) 3D Epigenome Data Analysis

염색질 3 차구조란 핵 내부에서 게놈이 3 차원적으로 조직화되어 배열된 구조를 의미한다. 최근 연구에 따르면 염색질 3 차구조는 무작위적으로 형성되는 것이 아니라, TAD(Topologically Associating Domain)나 loop domain과 같은 구조적 단위를 기본으로 하여 다층적인 계층 구조를 이루고 있다. 이러한 구조적 제약으로 인해 DNA 서열상 멀리 떨어져 있는 인핸서, 프로모터 등 다양한 전사 조절 요소들이 3 차원 공간상에서는 서로 인접할 수 있으며, 이는 **유전자 발현 조절의 핵심 원리**로 제시되고 있다.

염색질 3 차구조는 히스톤 변형, DNA 메틸화와 같은 후성유전적 변화와 밀접하게 연관되어 있으며, 이에 따라 염색질 3 차구조와 후성유전체 정보를 통합적으로 이해하고자 하는 '3D epigenome' 연구가 최근 급격히 발전하고 있다. 특히나 **최신의 연구들은 단일세포 멀티 오믹스 관점에서 single-cell 단위에서 게놈 3 차구조와 유전자 발현 그리고 후성유전을 동시에 동정하려는 시도가 많이 이루어지고 있다.**

본 강의에서는 염색질 3 차구조를 중심으로 관련 **이론, 주요 실험 기법, 그리고 기본적인 데이터 분석 방법을 실습과 함께 학습**하고자 한다. 먼저 후성유전학의 기초 개념을 간략히 소개한 뒤, 염색질 3 차구조의 전반적인 개념과 분석 방법을 다룬다. 이어서 최근 빠르게 발전하고 있는 염색질 3 차구조 기반 단일세포 multi-omics 연구 동향을 소개하고, 이러한 데이터의 분석 workflow를 학습한다. 또한 본 연구팀이 개발한 3DIV 웹 기반 염색질 3 차구조 분석 도구를 활용하여 Hi-C 데이터 분석 실습을 진행한다.

본 강의는 다음의 내용을 포함한다:

- 후성유전학 및 염색질 3 차구조 개요
- 염색질 3 차구조 기반 단일세포 multi-omics 개요
- 염색질 3 차구조 데이터 분석 방법
- 3DIV 기반 Hi-C 데이터 분석 실습

*교육생준비물: 노트북 (메모리 16GB 이상, 디스크 여유공간 30GB 이상)

* 강의 난이도: 중급

* 강의: 정인경 교수 (한국과학기술원 생명과학과)

Curriculum Vitae

Speaker Name: Inkyung Jung, Ph.D.



► Personal Info

Name Inkyung Jung
Title Associate Professor
Affiliation KAIST

► Contact Information

Address Department of biological sciences, KAIST
Email ijung@kaist.ac.kr
Phone Number +82-42-350-7314

Research interest : Epigenetic gene regulation, 3D chromatin structure, single-cell multi-omics

Educational Experience

2006-2011 Ph.D. KAIST / Bio and Brain Engineering
2002-2006 B.S. KAIST / Biosystems

Professional Experience

2016-present Assistant Professor, Associate Professor, Department of Biological Sciences, KAIST
2012-2016 Postdoctoral fellow, Ludwig Institute for Cancer Research
2011-2012 Postdoctoral fellow, KAIST

Selected Publications (5 maximum)

1. Wei X*, Xu Y*, Yang D*, Kim K, Lin X, Williams AB, Wang X, Srivas S, Li W, Li YE, Yue F, Huang ZH, Jung I#, Diao Y# (2025) scHiCAR: a tri-modal single-cell technology for integrated transcriptome, epigenome, and 3D genome analysis in complex tissues. **Nat Biotech.** (in press)
2. Park S*, Park H*, Byun G, Wei X, Eom J, Joo J, Lee AJ, Diao Y, Chung WS#, Jung I# (2025) NR3C1-mediated epigenetic regulation suppresses astrocytic immune responses. **Nat Commun.** Sep 22;16(1):8330
3. Song W*, Lee EE*, Park S*, Choi B, Kim MG, Choi SR, Kim JY, Kim SU, Kim JI, Shin EC, Jung I#, Lee JS#, Lee EY# (2025) Type 1 interferon signature and allograft inflammatory factor-1 contribute to refractoriness to TNF inhibition in ankylosing spondylitis. **Nat Commun.** July 1;16(1):5531
4. Lee AJ*, Kim C*, Park S, Jun K, Eom J, Lee S-J, Chung SJ, Rissman RA, Chung J, Masliah E#, Jung I# (2023) Characterization of altered molecular mechanisms in Parkinson's disease through cell type-resolved multi-omics analyses. **Sci Adv.** Apr 14;9(15):eabo2467
5. Joo J*, Cho S*, Hong S, Min S, Kim K, Kumar R, Choi J, Shin Y#, Jung I# (2023) Probabilistic establishment of speckle-associated inter-chromosomal interactions, **Nucleic Acids Res.** Apr 4;gkad211