

고성능컴퓨팅을 활용한 전자-양전자 충돌기에서의 암흑물질 모의시뮬레이션에 관한 연구

박기홍^{1,2}, 김경호², 조기현^{1,2*}

¹ 과학기술연합대학원대학교, 대전 34113, 대한민국

² 한국과학기술정보연구원, 대전 34141, 대한민국

*교신저자(Electronic mail: cho@kisti.re.kr)

암흑물질의 산란단면적은 표준모형에 비해 매우 작기 때문에 엄청난 양의 모의시뮬레이션 데이터가 필요하다[1]. 따라서 입자물리에서 암흑물질 연구의 효율성을 높이기 위해서 중앙처리장치(CPU) 시간을 최적화하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 현재와 미래의 전자-양전자 충돌기 실험의 질량중심에너지에서 암흑물질을 연구하였다. 암흑광자(A')의 신호 프로세스는 $e^+ e^- \rightarrow \mu^+ \mu^- A'$ 이며, A'는 두개의 뮤온 경입자로 붕괴한다[2].

본 연구에서 암흑물질 연구를 위한 모의시뮬레이션 툴킷으로써 MadGraph5를 사용하였다. 질량중심 에너지와 암흑광자 질량에 따른 산란단면적을 표준모형 뿐만 아니라 암흑물질과 암흑광자를 포함하는 Simplified 모델을 사용하여 신호사건의 모의시뮬레이션 데이터를 생성하였다[3]. 생산된 모의시뮬레이션 데이터의 CPU 시간을 비교하기 위해 KISTI-5 슈퍼컴퓨터(누리온 KNL, SKL)과 KISTI 로컬 Linux 머신을 사용했다. 누리온 KNL은 노드당 68코어를 SKL은 노드당 40코어 그리고 로컬 Linux 시스템에는 노드당 32개의 코어가 있다. 본 연구에서는 한 코어당 그리고 한 노드당 각 머신의 CPU 시간을 비교했다. 또한 작업 수가 증가함에 따른 경과 시간을 조사하여 서로 다른 머신에 대한 병렬 처리의 효율성을 비교했다[4,5]. 이 결과는 고성능 컴퓨팅을 사용하여 입자물리 모의시뮬레이션 소프트웨어를 최적화하는 데 도움이 될 것이며, 입자물리 연구자들에게 개선된 병렬처리 기반 작업환경을 제공할 것이다.

Acknowledgments 이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2021R1F1A1064008)

References

- [1] Kihyeon Cho, "Computational Science-based Research on Dark Matter at KISTI", *Journal of Astronomy and Space Sciences*, **34**(2), 153-159 (2017).
- [2] Shuve Brian and Itay Yavin, "Dark matter progenitor: Light vector boson decay into sterile neutrinos", *Physical Review D* **89**, 113004 (2014).
- [3] Daniele Alves et al., "Simplified models for LHC new physics searches", *J. Phys. G: Nucl. Part. Phys.* **39**(10), 105005 (2012).
- [4] Kihong Park and Kihyeon Cho, "A Study of Dark Photon at the Electron-Positron Collider Experiments Using KISTI-5 Supercomputer", *Journal of Astronomy and Space Sciences*, **38**(1), 55-63 (2021).
- [5] Kihong Park and Kihyeon Cho, "Study of Dark Matter at e+e- Collider using KISTI-5 Supercomputer", *International Journal of Contents*, **17**(3), 67 (2021).