



문의: 02-876-9654

연구센터소장/연구책임자 자연대 박건식 교수(02-876-9654) / 교신저자  
연구센터/손혜진 연구원 (02-876-9654) / 제1저자  
연구센터/박재현 포항가속기연구소 연구원 최다혜 연구원 정성훈 연구원/ 공동저자

미래창조과학부/한국연구재단 지원 선도연구센터 테라헤르츠파기반 생체응용시스템 연구센터

**자연대 박건식 교수 연구팀,**

**테라헤르츠파를 이용 DNA 주위 물분자의 움직임과 분포층 규명**

□ 내용

DNA 주위의 물분자는 DNA의 구조변화, DNA-단백질 상호작용 등에 영향을 끼친다고 알려져 있다. 그동안 이러한 물분자 중에 DNA에 단단히 묶여 있는 느린(나노세컨드) 물분자의 특성에 대한 연구는 많이 있으나, **피코세컨드 타임스케일의 물분자에 대한 실험적 연구는 기술적 한계로 거의 이뤄지지 않았다.**

서울대 자연과학대학 물리천문학부 박건식 교수 연구팀의 공동연구원인 손혜진 서울대학교 테라헤르츠파기반 생체응용시스템 연구센터 연구원과 박재현 포항가속기연구소 연구원은 테라헤르츠파 분광학을 이용하여 DNA 주위 물분자의 피코세컨드 타임스케일 움직임을 관찰함으로써, **DNA와 약한 상호작용을 하는 물 층(weakly bound water)의 시공간적 특성을 밝혔다.** 이 물 층은 DNA 주위의 단단한 물 층으로부터 7.6Å까지 분포하고, 11.6ps의 relaxation time으로 움직임을 알게 되었다.

이 연구로 DNA가 기존에 알려진 것보다 더 멀리 물 네트워크에 영향을 끼친다는 것을 밝혀 Chemical Physics Letters 표지논문으로 게재되었다. 생의학 현상과 밀접한 관계가 있을 것으로 예상되는 물의 시공간적 네트워크에 대한 이번 연구결과는 이를 기반으로 한 후속 연구가 기대된다. 이 연구는 미래창조과학부/한국연구재단의 선도연구센터(ERC) 프로그램의 지원으로 이뤄졌다.

- [붙임] 1. 연구결과      2. 용어설명      3. 그림설명      4. 연구진 이력사항

# 연구 결과

DNA는 생체 내에서 물 분자와 상호작용하면서 구조와 기능을 수행하고 있다. 이러한 물 분자를 연구하는 기존의 연구방법인 X선 결정학(X-ray crystallography), 핵자기공명 분광학(NMR)은 수백 피코세컨드 이상으로 움직이는 물 분자만 관찰이 가능했다. 그러나 일반적인 물 분자 회전운동의 완화시간이 1ps임을 감안하면, 아직까지 밝혀지지 않은 물 층이 DNA에 존재할 것임을 예상할 수 있다. 최근 개발된 테라헤르츠 분광학은 이러한 수 피코세컨드의 물 분자의 운동을 관찰할 수 있기 때문에, 지금까지 밝혀지지 않은 DNA주위의 물 층을 볼 수 있게 한다. 본 연구는 테라헤르츠 분광학을 이용하여 DNA 주위에 존재하는 약한 상호작용하는 물 층의 존재와 그 영향범위를 밝혔다.

열두 개의 염기쌍으로 이루어진 DNA를 녹여 다양한 농도의 수용액을 테라헤르츠파 분광장비로 측정하였다. 측정한 유전율을 통하여 물 분자의 회전운동의 완화시간이 DNA의 농도가 증가함에 따라 7ps에서 12ps까지 느려짐을 밝혔으며 DNA와 약한 상호작용하는 물의 시공간적 특성을 구할 수 있었다. DNA와 약한 상호작용하는 물의 회전운동 완화시간은 11.6ps으로 일반적인 물보다는 느리지만 기존에 밝혀진 나노세컨드 물보다는 빠르다. 그리고 이 물은 나노세컨드의 단단한 물 층에서 7.6Å까지 분포하고 있음을 밝혔다. DNA와 약한 상호작용을 하는 물은 유동성으로 DNA가 다른 분자들과 상호작용시 중계 역할을 할 것으로 예상되며 이는 생의학 현상과도 밀접한 관계가 있을 것으로 예상된다.

# 용어 설명

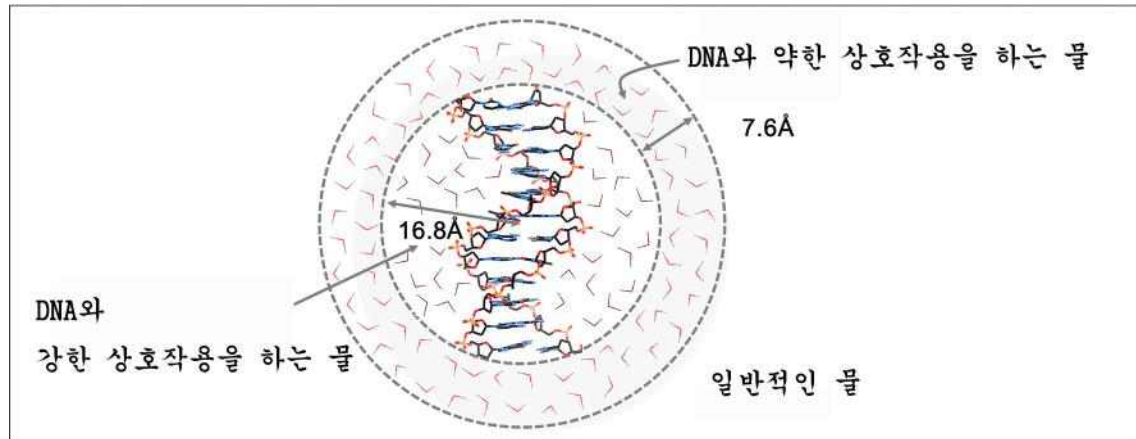
## 1. 테라헤르츠파

-기존의 광학과 전자공학이 기술적 한계로 접근하지 못했던 0.1~10THz 범위의 주파수 영역을 말한다.

## 2. 테라헤르츠파 분광학

-테라헤르츠파를 이용한 분광학을 말한다.

## 그림 설명



DNA 주위에는 기존의 X-ray 및 NMR로 밝혀진 강한 상호작용을 하는 물 외에 약한 상호작용을 하는 물이 존재하며 이 물의 범위와 움직임을 테라헤르츠파 분광학을 이용하여 추정한 결과를 보여준다.

Heyjin Son, Da-Hye Choi, Seonghoon Jung, Jaehun Park and Gun-Sik Park, "Dielectric relaxation of hydration water in the Dickerson-Drew duplex solution probed by THz spectroscopy" **Chemical Physics Letters** **627** 134-139 (2015)

# 연구자 이력사항 -박건식 교수-

## 1. 인적사항

- 소 속 : 서울대학교 자연과학대학 물리천문학부 교수
- E-mail : gunsik@snu.ac.kr



## 2. 학력

- 1974.03-1978.02 서울대학교 물리교육 학사
- 1982.09-1989.08 미국메릴랜드주립대학 물리학 석사 /박사

## 3. 경력사항

1995 ~ present	서울대학교	교수
1987 ~ 1995	Naval Research Laboratory (On-site from Omega-P)	연구원
1999 ~ Present	IEEE Electron Device Society	기술위원
2000 ~ 2008	서울대학교(과학기술부/연구재단 지원) 국가지정연구실	소장
2014 ~ 2017	IEEE International Society of Infrared, Millimeter and Terahertz Waves International Organizing Committee of IRMMW-THz conference	회장
2007 ~ Present	한국테라헤르츠파학회	부회장
2009 ~ Present	서울대학교(미래창조과학부/연구재단 지원) 선도연구센터	소장
2011 ~ 2015	서울대학교 기초과학공동기기원	원장
2009 ~ Present	Journal of Terahertz Science and Technology	공동편집장
2012 ~ 2012	IEEE Transaction on Terahertz Science and Technology	편집위원
2015 ~ 현재	(미래창조과학부/연구재단 지원) 선도연구센터 소장협의회	회장

## 4. 기타 정보

제1저자 공동연구원 손혜진 연구원, 현재 박사학위 과정중 (지도교수 박건식)  
 공저자 공동연구원 박재현 포항공대 포항가속기연구소 연구원  
 공저자 공동연구원 최다혜 연구원, 포닥연구원 (지도교수 박건식)  
 공저자 공동연구원 정성훈 포항공대 포항가속기연구소 연구원

\*미래창조과학부/한국연구재단 지원 선도연구센터 테라헤르츠파기반 생체응용시스템 연구센터의 연구원들임.