

Mei-Po Kwan

메 이 포 관 (M e i - P o K w a n)

메이포 관 교수는 1989년 미국 캘리포니아대학(Los Angeles)에서 도시계획학 석사를, 1994년에는 캘리포니아대학(Santa Barbara) 지리학과에서 박사학위를 취득하였고, 현재 미국 오하이오주립대학 지리학과 Distinguished Professor로 재직하고 있다. 메이포 관 교수는 지리정보과학의 다양한 분야, 특히, 시-공간 접근성, 젠더와 GIS, geovisualization과 geocomputation, 비판 GIS 분야에서 가장 영향력 있는 소장파 학자 중의 한 명으로 꼽히고 있다. 이러한 활동의 공로로 2005년 UCGIS(University Consortium for Geographic Information Science)로부터 Research of the Year Award를, 미국지리학회로부터 Edward L. Ullman Award를 수상하였다. 현재 미국지리학회 GIS 분과장과 UCGIS 이사회 임원으로 활동하고 있으며, 「미국지리학회지(Annals of the Association of American Geographers)」와 「지역연구(Regional Studies)」의 편집을 맡고 있다.

대담 | 이상일

서울대학교 지리교육과와 동 대학원에서 학사와 석사학위를 취득하였고, 2001년 미국 오하이오주립대학 지리학과에서 박사학위를 취득하였으며, 2003년부터 서울대학교 지리교육과 교수로 재직 중이다. 주요 연구분야는 공간통계학, GIS, 지도학, 지리학방법론이며, 특히 공간적 통계치와 통계절차를 개발하고 이것을 GIS와 결합하여 ESDA-GIS 연구들을 정립함으로써 다양한 분야에서 사용할 수 있는 공간분석의 일반 연구방법론을 제시하는 것이 주 관심사다. 대표적 연구논문으로는, "A spatial statistical approach to migration studies: exploring the spatial heterogeneity in place-specific distance parameters" (2001), "Developing a bivariate spatial association measure: an integration of Pearson's r and Moran's I " (2001), "A generalized significance testing method for global measures of spatial association: an extension of the Mantel test" (2004), "Between the quantitative and GIS revolutions: towards an SDA-centered GIScience" (2005) 등이 있다.

메이포 관: 시간지리학 연구에 있어서 GIS 방법론

대담, 정리 | 이상일(서울대학교 지리교육과 조교수)



이상일

▶ 이상일(이하 '이'): 시간지리학과 GIS의 관계에 대해서 이야기하자면 흥미로운 사실 하나가 있는 것 같습니다. 인문지리학을 전공하지만 GIS를 잘 모르는 사람들은 시간지리학 그 자체는 익히 알고 있지만 시간지리학적 관점이 GIS에 개념적·방법론적인 토대를 제공해 왔다는 사실은 잘 모르고 있습니다. 지리학이 아닌 학문분야에서 GIS를 통해 인간활동의 패턴을 연구하는 사람들은 자신들의 연구가 시간지리학적 개념에 의존하고 있는데도 정작 시간지리학 그 자체에 대해서는 인식하지 못하고 있는 것 같습니다. 따라서 개념규정에 대한 질문부터 시작하고자 합니다. 시간지리학이란 무엇입니까? 그리고 시간지리학이 어떠한 방식으로 인간의 시-공간적 활동을 연구하고 분석하는 데 유용한 관점을 제공한다고 생각하십니까?

▶▶ 메이포 관(이하 '관'): 시간지리학은 1950~1960년대 스웨덴의 Lund대학에 있던 일단의 지리학자들에 의해 발전된 분야로, 주도적인 학자로는 T. Hägerstrand, T. Carlstein, B. Lenntorp, D. Parkes 등을 들 수 있습니다. 시간지리학은 시-공간상의 인간활동을 연구하는 지리학자들과 교통분석가들에게 지속적으로 많은 영감을 제공해왔는데요, 이것은 단순히 시간지리학적 관점이 일상생활의 지리를 이해하는 데 있어 공간이 갖는 중요성을 강조했다기 때문만은 아닙니다. 시간지리학적 관점은 더 나아가 공간과 시간 간의 복잡한 상호작용과 그 상호작용의 결합 효과가 특정한 지역에서 발생하는 인간활동 패턴에 미치는 영향을 탐구할 수 있게 해줍니다.

시간지리학은 매일 24시간 동안 이루어지는 한 개인의 활동과 통행을 지리

Mei-Po Kwan: GIS Methods in Time-Geographic Research

► **Sang-Il Lee('Lee')**: *Regarding the relationship between time-geography and GIS, there seems to be an interesting observation: human geographers (not GISers) are familiar with time-geography, but few of them acknowledge that it has provided a conceptual and methodological foundation for GIS; GIS researchers who are from other fields and work on individual activity patterns are often dependent upon time-geographic notions in their works, but are not so familiar with time-geography itself. So, why don't we get started with defining things? What is time geography? In what ways does it provide a useful perspective for studying and analyzing human activities in space-time?*

►► **Mei-Po Kwan('Kwan')**: Time geography was developed by a group of Swedish geographers at Lund University in the 1950s-60s – including Torsten Hägerstrand, Tommy Carlstein, Bo Lenntorp, and Don Parkes. It has inspired generations of geographers and transportation researchers in the analysis of human activities in space-time because the perspective not only highlights the importance of space for understanding the geographies of everyday life. It also allows the researcher to examine the complex interaction between space and time and their joint effect on the structure of human activity patterns in particular localities.

Time geography conceives and represents an individual's activities and



Mei-Po Kwan



적 공간상에서의 연속적인 시간적 연쇄(혹은 시-공간적 경로)로 파악하고 그러한 방식으로 재현합니다. 한 개인이 수행할 수 있는 일상적 활동의 수와 위치는 이용할 수 있는 시간의 양과 시-공간적 제약에 의해 한정 되는데요, 그러한 시-공간적 제약에는 우리가 다양한 종류의 의무적 활동을 수행해야 한다거나(예를 들면, 직장에서의 업무), 혹은 특정한 활동은 다른 활동과 결합되어 행해져야만 하는 등의 사항이 포함됩니다. 이러한 제약이 존재하는 것은 사람들이 일상생활에서 행하게 되는 특정한 종류의 활동이 공간적 혹은 시간적 경직 성을 갖기 때문입니다. 이러한 활동들을 고정활동(예를 들면, 직장에서의 업무나 병원 예약치료)이라고 부르 는데요, 그렇게 부르는 이유는 그러한 활동이 수행장소와 시간을 변경하기가 매우 어려워서, 공간적으로나 시 간적으로 유연한 다른 활동을 행할 수 있는 개인의 자유를 제한하기 때문입니다. 시간지리학이 개인의 활동 여정을 이해하는 데 매우 유용한 개념들을 제공할 수 있는 이유가 바로 여기에 있습니다. 시간지리학은 인간 활동 패턴의 시-공간적 차원을 단일한 하나의 분석틀 속으로 통합합니다. 시간과 공간은 각각 개인의 활동 패 턴을 구조화하는 매우 중요한 요소이지만, 시간지리학 이전의 접근은 주로 공간적 차원과 시간적 차원 중 하 나에만 초점을 맞추었습니다. 개인의 일상적 시-공간적 궤적을 구조화하는 데 있어 공간적 차원과 시간적 차 원의 상호작용이 갖는 중요성은 자주 무시되고 있습니다.

▶ 이: 그렇다면, 시간지리학이 어떠한 연구주제와 가장 많은 관련을 맺으면서 발전해 왔는지가 궁금해집니다. 시간지리학은 어떤 학문이나 연구분야에 적용되어 왔나요?

▶▶ 관: 시간지리학은 다양한 학문과 연구분야에 적용될 수 있습니다. 1990년대 초반 이래로, 시간지리학적 관 점은 특히 여성의 활동-통행을 이해하는 데 유용하다는 것이 밝혀졌습니다. 연구자들은 시간지리학을 통해 여성들이 그들의 직업이나 고용상태뿐만 아니라 활동선택·직장위치·통행에 부과되는 시-공간적 제약이라 는 측면에서도 불이익적 요소를 부담하고 있다는 사실을 확인할 수 있었습니다. 이외에도 시간지리학은 인구 이동 및 통행 행태와 고령자·아동·노숙자들의 일상생활 등을 연구하기 위한 분석틀로도 사용되어 왔습니 다. 많은 교통 관련 연구 역시 인간의 활동-통행 행태를 모델링하는 데 시간지리학이 가지는 유용성에 주목했 습니다.

▶ 이: 현재와 같은 연구환경이 아니라는 점을 고려할 때, 어떠한 방법론을 통하여 실질적인 연구가 행해졌는 지 궁금합니다. 시간지리학적 연구를 위해 사용된 분석방법론에는 어떤 것들이 있었습니까? 과거의 연구자들 은 어떠한 어려움에 봉착했었나요?

▶▶ 관: 시간지리학의 유용성에도 불구하고, 실질적으로 시간지리학적 관점을 분석적 방법론으로 수행한 연구 는 거의 없었습니다. B. Lenntorp의 PESASP 시뮬레이션 모델을 제외한다면, 대부분의 실행적 연구는 1990년 대 중반 이후부터 이루어졌다고 보아야 할 것입니다. 시간지리학적 방법론이 이렇게 제한적으로 발달하게 된



travel in a 24-hour day as a continuous temporal sequence in geographical space (or space-time path). The number and location of everyday activities that can be performed by a person are limited by the amount of time available and the space-time constraints associated with various obligatory activities (e.g., work) and joint activities with others. These constraints largely arise from the spatial or temporal rigidity associated with certain types of activities people undertake in their daily lives. These activities are called fixed activities (for example, work or visiting a doctor) because it is difficult to change the place or time to perform them, and as a result they also tend to restrict a person's freedom to undertake other spatially and temporally flexible activities. This time-geographic conception is valuable for understanding activity-travel behavior because it integrates the temporal and spatial dimensions of human activity patterns into a single analytical framework. Although time, in addition to space, is a significant element in structuring individual activity patterns, past approaches mainly focus on either their spatial or temporal dimension. The significance of the interaction between the spatial and temporal dimensions in structuring individual daily space-time trajectories is often ignored.

► **Lee:** *Then, I come to wonder about what subject matters have been most associated with the development of time-geographic notions. In what fields or areas of research has time-geography been applied?*

►► **Kwan:** Time geography can be applied in a wide range of fields and research areas. Since the early 1990s, the perspective has been particularly useful for understanding women's activity-travel behavior because it helps to identify the restrictive effect of space-time constraints on their activity choice, job location, travel, as well as occupational and employment status. Time geography has also been used as a framework for the study of migration and mobility behavior and the everyday life of the elderly, children, and homeless people. Many transportation researchers have also found the time-geographic perspective useful for modeling human activity-travel behavior.

► **Lee:** *Then I am curious about what kinds of research methods made the researches undertaken under a research environment unlike now. What were the analytical methods used in time-geographic research? What difficulties were faced by researchers in the past?*

►► **Kwan:** Despite the usefulness of time geography, there were very few studies that actually implemented its constructs as analytical methods up to the mid-1990s – with the notable exception of Bo Lenntorp's Program Evaluating the Set of Alternative Sample Path (PESASP) simulation model. The limited development of time-geographic methods was largely due to the lack of detailed geographical and individual-level data as well as



가장 중요한 이유로 두 가지를 들 수 있겠습니다. 첫 번째 이유는 상세한 수준의 지리적·개인적 데이터가 부족했기 때문이고, 두 번째 이유는 도시환경의 복잡성(예를 들면, 교통네트워크와 도시계획의 공간적 분포)을 현실성 있게 재현할 수 있는 분석적 도구가 부족했기 때문입니다. 예를 들면, 286개의 도시계획 지점을 다루었던 1970년대의 연구에서 교통네트워크를 손으로 디지털화하는 데에 약 석 달이나 걸렸습니다. 그 교통네트워크는 단지 939개의 노드와 2,395개의 아크로 이루어졌을 뿐인데도 말이죠. 이처럼 시간지리학적 연구를 행하기 위한 지리적 데이터를 구축하는 데만 엄청난 시간이 소요되었습니다. 또 다른 어려움은 시간지리학적 방법론을 실행하기 위해 고안된 알고리즘이 전산 리소스를 너무나 많이 요구했다는 점입니다.

▶ 이: 최근 시간지리학적 연구는 부흥을 맞고 있는데요, 어떠한 변화가 이러한 과정에서 중요한 역할을 담당했다고 보십니까?

▶▶ 관: 제가 방금 언급했던 것처럼, 시간지리학적 개념의 발전과 수행이 제한적일 수밖에 없었던 것은 디지털화된 지리적 데이터가 부족하고 시간지리학적 모델링을 위한 전산적 부담이 컸기 때문입니다. 그러나 최근 컴퓨터 성능이 엄청나게 향상되고 디지털화된 지리적 데이터베이스의 이용가능성이 급격히 높아짐에 따라 시간지리학적 방법론은 그 적용과 개발에서 부흥기를 맞게 되었습니다. 게다가 시간지리학적 방법론의 실행은 GIS를 통해 매우 효과적인 환경을 제공받게 되었습니다. 즉, GIS를 통해 시-공간적 인간활동의 의미 있는 분석을 위해 필수적인 방대한 양의 지리적 데이터를 통합적으로 다룰 수 있게 된 것입니다. 이러한 발전으로 말미암아 시간지리학적 개념들의 적용 가능성은 과거와 비교가 안될 정도로 높아졌고, 최근의 일부 연구에서 지적하고 있는 것처럼 이제 시간지리학적 연구는 새로운 발전단계로 이행하게 되었습니다.

시간지리학적 방법론의 최근 진보에서 두드러진 두 가지 연구영역이 있는데, 그것은 각각 GIS 기반 지오컴퓨테이션(geocomputation)과 지오비주얼리제이션(geovisualization)입니다. 지오컴퓨테이션이라는 용어는 모든 공간 스케일에서 관찰되는 현상의 지리적 변동(geographical variations)을 포착하기 위해 새로 개발한 전산적 도구와 방법을 적극적으로 사용하는 다양한 활동을 의미합니다. 따라서 지오컴퓨테이션은 광범위한 컴퓨터 기반 테크닉을 포괄하게 되는데, 예를 들면 엑스퍼트 시스템, 퍼지 세트, 제네틱 알고리즘, 셀룰러 오토마타, 뉴럴 네트워크, 프랙탈 모델링, 비주얼리제이션, 데이터 마이닝 등이 있습니다. 이러한 방법론들 중 많은 것은 인공지능 분야, 혹은 최근 새롭게 정의되고 있는 전산지능(computational intelligence) 분야에서 개발된 것입니다. 최근 고성능 컴퓨터가 비교적 싼 값에 제공되고 GIS 테크놀로지가 발전함에 따라 시간지리학적 연구에서 지오컴퓨테이션의 적용은 점점 더 활발해지고 있습니다. 시간지리학적 연구의 한 방법론으로서 지오컴퓨테이션을 사용하는 것은 개인 접근성(individual accessibility)에 대한 최근 연구에서 가장 두드러지게 나타나고 있습니다. 이 영역에서의 연구는 주로 GIS 환경하에서 시-공간적 접근성의 측정치를 계산하는 알고리즘을 개발하고 적용하는 것입니다.



analytical tools that could realistically represent the complexities of an urban environment (e.g., the transportation network and spatial distribution of urban opportunities). For example, a study that dealt with 286 urban opportunities spent about three months in the manual construction of a digital street network that only had 939 nodes and 2,395 arcs in the late 1970s. So the time needed for constructing the geographic data for time-geographic studies had been considerable. Another difficulty is that the algorithms used to implement time-geographic methods have been computationally intensive.

► **Lee:** *What changes are important in leading to the recent resurgence of time-geographic studies?*

►► **Kwan:** As I just said, the development and implementation of time-geographic concepts had been limited by the computational intensity of time-geographic modeling as well as the lack of digital geographic data. But the drastic increase in computer power and availability of digital geographic databases in recent years have greatly facilitated the application and development of time-geography methods in recent years. Further, GIS provides an effective environment for implementing time-geographic methods, as GIS allows the incorporation of large amount of geographic data that are essential for any meaningful analysis of human behavior in space-time. Because of these trends, it is now more feasible than ever before to operationalize time-geographic constructs, and time-geographic research is undergoing a new phase of development as several recent studies indicate. Although the primary focus of these studies is on individual accessibility, there are many areas in which time geography can be fruitfully applied.

Two areas in which time-geographic methods have seen considerable development in recent years are GIS-based geocomputation and geovisualization methods. The term geocomputation refers to a range of activities involving the use of new computational tools and methods to depict geographical variations of phenomena across scales. It includes a wide variety of computer-based techniques, including expert systems, fuzzy sets, genetic algorithms, cellular automata, neural networks, fractal modeling, visualization, and data mining. Many of these methods are derived from the field of artificial intelligence and the more recently defined area of computational intelligence. The availability of affordable high-speed computing and the development of GIS technologies in recent years have greatly facilitated the application of geocomputation in time-geographic research. The use of geocomputation as a time-geographic method is most visible in recent research on individual accessibility. It involves the development and application of dedicated algorithms for computing space-time accessibility measures



지오비주얼리제이션은 공간적 맥락과 문제를 가시화하기 위해 구체적인 시각적 재현(visual representations)과 인간의 시각능력(human visual abilities)을 사용하는 것입니다. 시각화 과정에 지리적 차원을 포함시킴으로써, 특정 연구지역의 지리적 맥락하에서 복잡한 데이터가 나타내는 공간적 패턴과 연관성을 확인하고 해석하는 일이 놀랍도록 쉬워집니다. 최근 지리참조적 활동-통행 일지(georeferenced activity-travel diary) 데이터에 대한 이용가능성이 점점 더 높아지고 GIS 소프트웨어의 3차원 구현능력이 점점 더 좋아짐에 따라, 시간지리학적 연구를 위한 접근방법으로서 GIS 기반 3차원 지오비주얼리제이션이 갖는 유용성은 점점 더 높아지고 있습니다. 저는 벡터 기반 GIS 방법론과 활동-통행 일지 데이터를 이용하여 시-공간적 경로와 영역(aquariums)에 대한 3차원 시각화를 구현했습니다. 이 연구를 보면, GIS 기반 지오비주얼리제이션이 시간지리학적 연구를 위해 얼마나 유용한 방법론인가를 확인할 수 있습니다. 더구나, 인간활동 패턴에 대한 3차원의 시각화를 실행하는 것 자체가 GIS 기반 지오컴퓨테이션 연구절차의 개발을 위한 매우 중요한 시발점이 될 수 있고, 그렇게 개발한 연구절차는 지리적 연구의 많은 영역에서 적용이 가능하리라고 봅니다.

▶ 이: 수년에 걸쳐 교수님과 교수님의 제자들은 위에서 언급된 시간지리학적 방법론을 발전시키고 실행하는데 많은 노력을 기울여 온 것으로 알고 있습니다. 최근 행해진 시간지리학적 연구의 가장 중요한 공헌은 무엇이라고 보십니까?

▶▶ 관: 그 모두를 얘기한다는 것이 불가능할 만큼 시간지리학적 연구는 수많은 중요한 연구결과들을 산출해 왔습니다. 여기서는 그 중 몇 가지만을 강조하고자 합니다. 저의 연구는, 상이한 유형의 접근성 측정치는 접근성에 대한 개인적 경험의 상이한 차원만을 반영하며, 상이한 측정치는 상이한 결과를 산출한다는 것을 보여주고 있습니다. 따라서 연구의 결과는 매우 조심스럽게 평가될 필요가 있는데요, 그것은 특정한 연구는 특정한 접근성 측정치를 사용하기 때문입니다. 게다가, 시-공간적 접근성 측정치는 젠더에 매우 민감합니다. J. Weber의 연구를 보면, 접근성의 지리적 변동은 매우 복잡한 양상으로 드러나고, 지리적 맥락은 개인 접근성을 결정하는 데 상대적으로 덜 중요한 역할을 담당한다는 점을 알 수 있습니다. 김현미(2003)는, 도시환경의 시간적 복잡성(예를 들어, 시설의 개방시간)과 인간의 활동-통행 행태(예를 들면, 한 개인이 특정한 활동을 수행하기 위해 기꺼이 이동하는 최대 거리 혹은 시간)가 시-공간의 접근성 측정을 통해 평가된 개인의 접근성에 심대한 영향을 미친다는 점을 밝혔습니다.

▶ 이: 지금까지의 인터뷰를 통해 시간지리학적 연구방법론의 과거와 현재를 살펴보았습니다. GIS에 기반한 시간지리학적 방법론은 도시생활의 역동성을 탐색하고 분석하는 데 매우 유용한 도구임이 밝혀졌다고 생각합니다. 마지막으로, 미래의 시간지리학적 연구에 있어 유망한 영역에는 어떤 것들이 있는지 말씀해 주시겠습니까?

▶▶ 관: 구체적인 연구과제로서, 정보통신기술(ICT)이 어떻게 인간의 활동-통행 행태에 영향을 미치는지에



within a GIS environment.

Geovisualization is the use of concrete visual representations and human visual abilities to make spatial contexts and problems visible. Through involving the geographical dimension in the visualization process, it greatly facilitates the identification and interpretation of spatial patterns and relationships in complex data in the geographical context of a particular study area. As more georeferenced activity-travel diary data become available and more GIS software has incorporated 3D capabilities in recent years, GIS-based 3D geovisualization has become a more feasible approach for time-geographic research. I have implemented 3D visualization of space-time paths and aquariums using vector GIS methods and activity-travel diary data. My research indicates that GIS-based geovisualization can be a fruitful method for time-geographic research. Further, implementing 3D visualization of human activity patterns can be an important first step in the development of GIS-based geocomputational procedures that are applicable in many areas of geographical research.

► **Lee:** *I well acknowledge that you and your associates have sought to develop and implement the time-geographic methods discussed above. Can you describe some of the most important contributions of the time-geographic research undertaken in recent years?*

►► **Kwan:** There are many important findings by this research that I cannot describe fully here. But I would highlight a few of them. My research found that different types of accessibility measures reflect different dimensions of the accessibility experience of individuals and different measures will generate different results. So one has to evaluate the results of a study very carefully because they may be due to the use of a particular accessibility measures. Besides, space-time accessibility measures are more gender sensitive. Joe Weber's research found that individual accessibility tends to vary geographically in a highly complex manner, and geographical context seems to play a relatively unimportant role in determining individual accessibility. Hyun-Mi Kim discovered that the temporal complexities of an urban environment (e.g. opening hours of facilities) and human activity-travel behavior (e.g. the maximum distance or time a person is willing to travel to perform a particular activity) greatly affect accessibility as evaluated by space-time measures.

► **Lee:** *We have overviewed the past and present of time-geographic methods. It seems to me that GIS-based time-geographic methods are proven to be extremely useful in exploring and analyzing the dynamics*



대해 시간지리학적 방법론을 적용하려는 시도가 점점 많아지고 있습니다. 인터넷과 모바일 폰의 사용이 인간의 행위에 어떤 영향을 미칠지를 묘사하고 분석하는 연구들이 이에 해당될 수 있는데 예를 들면, e-쇼핑 혹은 e-뱅킹으로 인해 물리적 세상에서의 쇼핑과 은행거래를 위한 인간이동이 감소될 것인가와 같은 질문에 해답을 제시하려고 합니다. 또한 정보통신기술의 사용이 어떻게 인간의 시-공간적 제약에 영향을 미치게 되는지를 이해하려는 연구 역시 이러한 경향을 반영하고 있습니다. 예를 들어, 정보통신기술(e-쇼핑과 같은 것)을 이용함으로써 절약된 시간을 사람들이 보다 많은 사회 및 여가활동을 위해 사용할 것인가와 같은 질문에 해답을 구하고자 합니다.

시간지리학적 연구에 있어 많은 방법론적 혁신 역시 최근에 이루어지고 있습니다. 시-공간적 경로를 추출하고 시각화하기 위해 객체지향적 접근을 사용하는 많은 연구들이 존재합니다. 뉴럴 네트워크와 자기조직적 지도를 사용하여 대량의 지리적 데이터베이스로부터 시-공간적 경로를 재구성하려는 시도 역시 존재합니다. 또한 인간활동 행태에서 의미 있는 시-공간 패턴을 추출하기 위해 에이전트 기반 모델링과 시퀀스 얼라인먼트(sequence alignment)와 같은 패턴결합(pattern aggregation) 방법을 사용하는 연구들이 진행되고 있습니다. 저는 이러한 연구들이 GIS 기반 시간지리학적 방법론에 있어 미래의 유망한 연구영역이 될 것이라고 생각합니다.

▶ 이: 인터뷰에 응해주셔서 대단히 감사합니다. 

Mei-Po Kwan의 주요 저서

Lee, J. and Kwan, M.-P., 2005, A combinatorial data model for representing topological relations among 3D geographic features in micro-spatial environment, *International Journal of Geographical Information Science*, 19(10), 1039-1056.

Kwan, M.-P., 2004, GIS methods in time-geographic research: geocomputation and geovisualization of human activity patterns, *Geografiska Annaler B*, 86(4), 205-218.

Kwan, M.-P., 2004, Beyond difference: from canonical geography to hybrid geographies, *Annals of the Association of American Geographers*, 94(4), 756-763.

Kwan, M.-P. and Lee, J., 2004, Geovisualization of human activity patterns using 3D GIS: a time-geographic approach, in Goodchild, M. F. and Janelle, D. G. eds., *Spatially Integrated Social Science*, New York: Oxford University Press, 48-66.

Kwan, M.-P. and Weber, J., 2003, Individual accessibility revisited: implications for geographical analysis in the twenty-first century, *Geographical Analysis*, 35(4), 341-353.

Weber, J. and Kwan, M.-P., 2003, Evaluating the effects of geographic contexts on individual accessibility: a multilevel approach, *Urban Geography*, 24(8), 647-671.

Kim, H.-M. and Kwan, M.-P., 2003, Space-time accessibility measures: a geocomputational algorithm with a focus on the feasible opportunity set and possible activity duration, *Journal of Geographical Systems*, 5(1), 71-91.

Kwan, M.-P., 2002, Feminist visualization: re-envisioning GIS as a method in feminist geographic research, *Annals of the Association of American Geographers*, 92(4), 645-661.

Kwan, M.-P., 2002, Is GIS for women: reflections on the critical discourse in the 1990s, *Gender, Place and Culture*, 9(3), 271-279.

Kwan, M.-P., 2000, Interactive geovisualization of activity-travel patterns using three-dimensional geographical information systems: a methodological exploration with a large data set, *Transportation Research C*, 8, 185-203.



of urban life. For the last question, what are some promising areas for future time-geographic research?

►► **Kwan:** In terms of substantive foci, there is an increasing interest in extending time-geographic research to the study of how information and communications technologies (ICT) influence human activity-travel patterns in recent years. These studies seek to describe and analyze the impact of Internet and mobile phone use on people's behavior – for example, will e-shopping or e-banking reduce people's trips to shops or banks in the physical world? These studies also try to understand how ICT use may affect people's space-time constraints – for example, will people undertake more social and recreational activities by using the time saved through using ICT (like e-shopping)?

There are also many methodological innovations in time-geographic research in recent years. There are studies that use an object-oriented approach for extracting and visualizing space-time paths. There are studies that attempt to reconstruct space-time paths from large geographic database using neural networks and self organizing map. Researchers have also used agent-based modeling and pattern aggregation techniques like sequence alignment to extract meaningful time-space patterns in human activity behavior. I think these are promising areas for future research in GIS-based time-geographic methods.