한국심리학회지 : 실험
The Korean Journal of Experimental Psychology
2007, Vol. 19, No. 2, 149-169

그래프에 대한 이해와 활용에서 전공과 맥락이 미치는 영향: 경제학 전공자와 수학 전공자의 비교*

도 경 수†
성균관대학교 심리학과

박 현 수
성균관대학교 인지과학협동과정

경제학 전공자와 수학 전공자에게 그래프를 보여주고 그래프에 적합한 설명을 고르거나 답을 계산하게 해서 전공이 그래프의 이해와 활용에 미치는 영향을 알아보았다. 실험 1에서는 경제학과 수학에서 많이 사용되는 그래프를 주고 적절한 설명을 고르게 하였다. 범례를 제공해 그래프의 내용을 추정할 수 있게 한 맥락조건에서 통제집단과 경제학 전공자는 범례의 맥락에 맞는 설명을 선택했으나, 수학전공자는 범례에 상관없이 수학적인 해석을 선택하였다. 범례를 제공하지 않은 무맥락 조건에서 통제집단은 특별한 선호가 없었으나, 경제학 전공자와 수학전공자는 자기의 전공에 맞는 해석을 선택하였다. 실험 2에서는 경제학 전공자와 수학전공자에게 경제학 문제에 대한 답을 계산하게 하였는데, 보기로 주어진 두 계산식이 다 적용가능한 애매조건에서는 전공에 상관없이 두 계산식을 비슷하게 사용하였다. 그러나 하나의 식만 적용가능한 확실조건에서는 경제학 전공자가 정답을 더 많이 보고하였다. 두 개의 실험 결과는 표면 정보가 주어지지 않는 경우와 문제에 대한 제약조건을 알아야 하는 경우에 전공의 영향이 크게 나타남을 보여주었다.

주제어 : 전공, 그래프 이해, 추상화, 비대칭적 영역간 전이

* 본 논문에 실린 실험자료는 두 번째 저자의 석사학위청구논문에서 발췌한 것으로, 이 자료는 2007년도 한국인지과학회 춘계학술대회와 19th Annual Convention of the Association for Psychological Science에서 발표되었음. 문제 선정을 도와준 중앙대학교 대학원 수학교육과 최혜진과 상명대학교 대학원 경제학과 박연수에게 감사드린다.
본 논문은 2002년도 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행되었음(KRF-2002-074-HS1002).
† 교신저자 : 도경수, 성균관대학교 심리학과, 전공: 인지심리학, 서울시 종로구 명륜동 3가 53
E-mail : ksdo@skku.edu

전문가와 초보자는 지식의 구조화 정도와 방식에서뿐만 아니라 지식을 활용하는 문제해결에서 많은 차이를 보인다. 예를 들어 Glaser와 Chi(1988), van Lehn(1989)은 일련의 연구들을 개관한 다음 전문성은 영역 한정적이며, 전문가는 문제들을 구조특질에 기초해서 분류하지만 초보자는 표면특질에 따라 분류한다고 정리하였다. 전문성에 따른 차이는 그래프에 대한 이해와 활용에서도 드러나고 있다. Guthrie, Weber와 Kimmerly(1993)는 그래프를 보여준 다음 그래프에 대한 이해와 활용 과정을 관찰하였는데, 특정한 사례의 함수값을 읽어내는 것과 같은 정보추출 측면에서는 전문가와 초보자가 별 차이가 없으나, 전체 추세를 알아내는 것과 같은 추상화 등에서는 전문가와 초보자가 큰 차이를 보이는 것을 발견하였다. 그러나 사람들이 그래프를 이해하고 활용하는 양상이 전문성과 어떤 관계를 갖고 있는지에 대해서는 연구된 바가 많지 않다. 따라서 본 논문에서는 전문성의 영역 한정적인 특성을 더 구체적으로 알아보기 위하여 수학과 경제학을 전공하는 학생들에게 그래프 문제를 제시하고 그래프를 이해하고 해석하는 문제와 그래프를 이용해서 특정한 값을 계산하는 문제에서 어떻게 다른지 알아보았다.

전문가는 초보자보다 해당 영역에 대한 영역지식을 많이 갖고 있다(Blessing & Ross, 1996; Chi, Feltrovich, & Glaser, 1981; Devine & Kozlowski, 1995; Schoenfeld & Hermman, 1982). 또 전문가와 초보자는 사례들을 범주화할 때 사용하는 개념 수준이 달랐다(Tanaka & Talyor, 1991). Tanaka와 Talyor는 새 전문가와 개 전문가를 대상으로 범주화과제를 실시하였는데, 각 분야의 전문가들은 자기분야가 아닌 과제가 제시될 경우에는 기본수준에 대해서 더 많이 응답했지만, 자기분야일 경우에는 하위수준에 대한 응답이 훨씬 더 많았다. 또한 전문가와 초보자들은 지식을 활용하는 방식도 다르다. 일반적으로 전문가들은 문제들을 분류하거나 문제 해결을 할 때 표면특질과 원리를 사용하지만, 초보자들은 주로 표면특질만을 사용한다. 한 예로 Chi 등(1981)은 물리학과 박사과정생과 물리학 개론을 들은 학부생들에게 물리학 문제를 주고 비슷한 문제들로 분류하게 하였는데, 전문가들은 문제를 푸는 데 사용되는 원리(예, 에너지 보존 원리)가 같은지를 기준으로 분류한데 반해 초보자들은 경사면이 있는 문제는 모두 같은 문제로 분류하는 것처럼 문제에 주어진 표면특질(예, 경사면)을 기준으로 분류하였다. 문제 분류를 할 때 나타나는 전문가와 초보자의 특성은 수학문제를 이용한 실험에서도 확인되었다. Schoenfeld와 Hermann(1989)은 수학 지식이 거의 없는 실험참가자들에게 수학문제에 대한 범주판단과제를 실시하였는데, 실험참가자들이 처음에는 문제들을 표면특질을 토대로 분류하였으나, 8주간 학습한 뒤에는 원리를 토대로 범주화하였다.

문제의 표면특질에만 의존하는 초보자의 성향은 유추적 문제해결에서도 관찰되고 있다. 유추적 문제해결이란 이전에 풀었던 유사한 문제(바탕문제)에서 사용한 방법을 새 문제(목표문제)를 푸는데 적용하는 것을 말하는데, 초보자는 바탕문제와 목표문제가 표면특질을 공유하면 목표문제를 잘 풀었다. 반면에 전문가는 바탕문제와 목표문제가 표면특질을 공유하지 않고 구조적으로만 유사한 경우에도 문제해결에 큰 도움을 받았다(Holyoak & Koh, 1987). 예를 들어 약한 강도의 X선을 여러 곳에서 쪼여서 종양을 제거하는 목표문제를 풀

때 초보자는 병력을 분산해서 요새를 함락하는 바탕문제를 풀었을 때 보다 레이저를 이용해서 전구의 필라멘트를 고치는 바탕문제를 풀었을 때 목표문제를 보다 잘 풀었다. 즉 레이저와 X선처럼 표면특질을 공유하는 경우에 유추적 문제해결을 더 잘 하였다.

초보자와 전문가의 차이는 그래프를 이해하고 활용할 때에도 드러난다(Carpenter & Shah, 1998; Guthrie et al., 1993; Shah, 2002; Shah & Hoeffner, 2002). 그래프는 수학뿐만 아니라 사회과학과 자연과학의 많은 분야에서 널리 사용되고 있는데, 함수값 등의 표면적 정보를 전달할 뿐만 아니라 추세와 경향과 같은 구조적 정보도 전달한다. 따라서 그래프를 이해하는 것은 표면적인 이해와 구조적인 이해의 두 수준으로 나눌 수 있다. 그래프의 막대나 점이 가리키는 특정 값을 알아내기와 같은 표면적인 이해는 그래프의 두 축에 배열되어있는 변인의 특성 등을 이해하지 않고 국소 정보만을 이해해도 가능하다. 그렇지만 추세와 경향을 판단하는 것과 같은 구조적인 이해를 하려면 그래프의 두 축에 배열되어있는 변인의 특성 등을 고려해야 하기 때문에 그래프의 내용에 대한 지식이 필요하다.

Guthrie 등(1993)은 그래프의 점이 가리키는 특정 값을 알아내기와 같은 부분탐색과제조건과 그래프의 추세와 경향을 판단하는 전체탐색과제조건에서 그래프를 이해하고 활용하는 양상을 관찰하였다. 실험참가자들의 구두보고 내용을 보면 부분탐색조건에서는 범례와 두 축의 변인, 제목 등 표면적으로 드러나는 요소에 보다 많은 주의를 기울인다는 것을 관찰할 수 있었다. 반면에 전체탐색조건에서는 자료를 통합하고 개념적 관계를 형성하는 과정에 중점을 두고 그래프의 구조적 의미와 내용을 이해하고 해석하려 한다는 것을 관찰할 수 있었다. 전체탐색조건에서 관찰된 처리과정을 Guthrie 등(Guthrie & Mosenthal, 1987; Guthrie et al, 1993)은 추상화라 하였는데, 추상화는 전문성의 대표적인 특성으로 알려져 있다(Hinds, Patterson, & Pfeffer, 2001). 또 이 연구에서 초보자들은 부분탐색과제에서는 전문가와 비슷한 정도의 수행을 보여주었지만 전체탐색과제에서는 그렇지 못했다. 즉 초보자들이 정보나 자료들의 개념적 관계를 형성하는 추상화 및 정보의 통합과정에서 어려움을 겪는다는 것을 보여주었다.

Guthrie 등(1993)의 결과는 그래프를 이해하거나 그래프에 있는 정보를 이용해서 문제를 풀어야 할 때 표면적인 정보만으로도 해결할 수 있는 과제에서는 초보자와 전문가가 거의 차이를 나타내지 않지만, 표면적인 정보가 없거나 그래프에 제공된 정보 중에서 어느 것이 문제 해결에 관련된 정보인지를 판별해서 통합해야 하는 과제에서는 전문가와 초보자의 수행양상이 다를 것이라는 것을 시사해준다.

표면적인 정보가 없는 경우에는 다음과 같이 예상해 볼 수 있다. 전문성은 특정 영역의 문제에 대해 도식을 갖고 있는 것으로 볼 수 있다. 따라서 일상적인 문제해결에서도 그 문제가 자기의 전문 영역의 문제라고 판단하면 자기가 획득한 도식을 적용할 것으로 예상할 수 있다. 통계학 교육을 받은 심리학과 대학원생이 다른 전공의 대학원생보다 일상생활의 문제에 대해서도 통계적인 추리를 많이 한다는 Fong, Krantz와 Nisbett(1986)의 연구나 학부생들에서도 전공에 따라 일상생활의 문제에 대해서 언어추리나 통계적 추리를 하는 정도가 달라진다는 Lehman과 Nisbett(1990)의 연구는 전문성에 따른 문제해결이나 지각이 일상

적인 문제해결에도 일반화된다는 것을 보여준다. 따라서 표면적인 정보가 충분하게 주어지지 않았거나 처리되지 않았을 경우 자기가 가지고 있는 도식을 적용할 것으로 예상할 수 있다.

그래프에 주어진 두 개 이상의 정보 중에서 어느 정보가 관련된 정보인지를 판단해야 하는 경우에는 전문지식이 필요하므로 전문가만이 옳은 수행을 할 것으로 예상할 수 있다. 앞에서 서술했듯이 물리학이나 수학을 사용한 전문성 연구들을 보면 전문가는 구조 원리를 이해하지만 초보자는 구조 원리를 이해하지 못하였다. 따라서 주어진 문제를 풀 때 어떤 정보가 관련된 정보인지 판단해야 하는 경우에는 표면적인 정보가 주어지더라도 자기의 전문영역일 경우에만 옳은 판단을 할 것으로 예상된다.

본 논문에서는 수학과 경제학 문제를 이용해서 수학 전공자와 경제학 전공자가 그래프의 이해와 활용에서 어떤 차이를 보이는지 알아보고자 하였다. 실험 1에서는 그래프에 제시되는 표면적인 단서가 그래프를 이해하는데 어떤 영향을 끼치는지 알아보았다. 즉 그래프의 두 축의 제목 등을 제시해서 맥락이 주어진 그래프와 축 제목 등을 제시하지 않아 맥락이 주어지지 않은 그래프를 주고 맥락이 있고 없음에 따라 그래프를 해석하는 양상이 달라지는지 알아보았다. Blessing과 Ross(1996)의 연구를 보면 전문가도 문제의 표면특질의 영향을 받았다. 따라서 맥락이 주어질 때는 전공과 상관없이 맥락에 일치하는 용어로 그래프를 이해할 것으로 예상하였다. 그러나 맥락이 주어지지 않을 때에는 자기가 익숙한 방식, 즉 자기 전공에 적합한 방식으로 그래프를 해석할 것으로 예상하였다.

실험 2에서는 경제학 지식이 필요한 문제를 수학 전공자와 경제학 전공자들에게 제시하고 주어진 두 개의 공식 중에서 하나를 이용해서 문제의 답을 구하도록 하였다. 참가자가 표적문제의 개념을 이해했는지 알아보기 위해 애매조건과 확실조건의 두 조건을 사용하였다. 애매조건에서는 주어진 두 개의 공식이 모두 표적 문제의 계산식으로 사용될 수 있었고, 확실조건에서는 하나의 공식만이 표적 문제의 계산식으로 사용될 수 있었다. 따라서 두 개의 공식 중 어느 것이 문제에 적합한지 판단할 만한 지식이 없을 것으로 기대되는 수학 전공자들은 애매조건과 확실조건 모두에서 두 개의 공식을 거의 같은 정도로 이용할 것으로 예상하였다. 그러나 경제학 전공자들은 해당 지식이 있을 것이므로 확실조건에서는 적합한 공식을 훨씬 더 많이 이용할 것으로 예상하였다.

실험 1: 그래프 해석

Guthrie와 동료들(1993)은 표면적인 정보를 인출하기만 하면 되는 부분탐색과제에서는 초보자와 전문가가 거의 차이를 나타내지 않지만, 전체 추세를 파악해야 하는 것과 같은 추상적인 정보를 인출해 내야 하는 전체탐색과제에서는 전문가가 초보자보다 나은 수행성과를 보였음을 보고하였다. 실험 1에서는 경제학 전공자, 수학 전공자, 그리고 경제학이나 수학을 전공하지 않는 통제집단의 학생들에게 수학 그래프와 경제학 그래프를 세 개씩 보여주고 그 그래프를 가장 잘 기술하는 설명을 4개의 설명문 중에서 고르게 하였다. 맥락조건에서는 가로축과 세로축에 설명을 넣어 어떤 영역의 그래프인지 판단할 수 있는 정보를 표

면 특질로 주었고, 무맥락조건에서는 가로축과 세로축에 설명을 넣지 않아 어떤 영역의 그래프인지 판단할 수 있는 정보를 주지 않았다. 그래프의 내용에 대한 정보가 표면 특질로 제공되는 맥락조건에서는 전공에 상관없이 세 집단 모두 맥락에 적합한 설명을 선택할 것으로 예상하였다. 반면에 그래프의 내용에 관한 정보를 찾을 수 없는 무맥락조건에서는 자기에게 익숙한 방식, 즉 자기의 전공에 해당하는 설명을 훨씬 더 많이 선택할 것으로 예상하였다. 즉 경제학 전공자들은 경제학적인 설명을, 그리고 수학 전공자들은 수학적인 설명을 많이 선택할 것으로 예상하였다. 그러나 경제학이나 수학을 전공하지 않는 통제집단의 참가자들은 특별한 도식이 없을 것이므로 경제학적인 설명과 수학적인 설명을 고르게 선택할 것으로 예상하였다.

방 법

설계 3(전공: 통제, 수학, 경제학) × 2(맥락: 맥락, 무맥락) × 2(문제: 수학, 경제학)의 혼합 삼요인 설계이다. 전공과 맥락은 피험자간 변인이었고, 문제는 피험자내 변인이었다.

참가자 성균관대학교 인문과학 캠퍼스에 재학 중이며 수학과 경제학을 각기 한 과목 이하 수강한 학생 31명이 통제집단으로, 성균관대학교 경제학과 3, 4학년에 재학 중인 43명이 경제학 전공자로, 그리고 성신여자대학교 수학과 및 수학교육과 3, 4학년 46명이 수학 전공자로 참여하였다. 경제학 전공자와 수학 전공자는 전공과목을 네 과목 이상 수강한 학생들이었다. 통제집단과 경제학 전공자는 학교 전자게시판에 올린 실험참가자 모집광고를 보고 참가한 학생들이었고, 수학 전공자는 성신여자대학교 수학과 조교의 도움을 얻어 모집한 학생들이었다. 실험 참가자들에게는 참가비 5,000원을 지급하였다. 통제집단으로 참가한 31명의 참가자 중 15명이 맥락조건에 배정되었으며 16명이 무맥락조건에 무선배정되었다. 수학전공자 46명자 중 25명이 맥락조건에 배정되었으며 21명이 무맥락조건에 무선배정되었다. 경제학전공자 43명중 23명이 맥락조건에 배정되었으며 20명이 무맥락조건에 무선배정되었다.

실험재료 수학 및 경제학 교과서에 빈번히 등장하는 6개의 그래프가 문제로 선택되었다. 즉 1) 기울기가 양수인 직선의 그래프, 2) 기울기가 음수인 직선의 그래프, 3) 기울기가 양수인 이차방정식의 그래프, 4) 기울기가 음수인 이차방정식의 그래프, 5) 지수함수의 그래프와 6) 분수함수의 6 가지 그래프를 사용하였다. 수학 그래프를 선정한 다음 경제학에서도 사용되는지를 확인하는 과정을 거쳐 그래프를 선정하였다. 수학 그래프는 중고등학교 참고교재로 널리 사용되고 있는 수학의 정석 시리즈(홍성대, 2003)와 대학 교재인 해석학 입문(노정학, 박성로, 이종근, 2002)을 참고해서 1차 선정한 다음 수학교육을 전공하는 대학원생의 자문을 얻어 선정하였다. 이어서 선정된 그래프가 경제학에서도 해석이 가능한 그래프인지를 경제학과 대학원생의 자문을 얻어 확인했다. 6개의 그래프가 각기 두 개씩 유사한 그래프라서 앞 문제가 다음 문제에 영향을 끼치지 않도록 문제 제시 순서를 참가자별로 섞어서 제시하였다. 예를 들어, 기울기가 양수인 직선의 그래프와 기울기가 음수인 직선의 그래프가 연달아 제시되지 않도록 통제

하였다. 맥락조건에서는 위의 6개 문제 중 홀수 번 문제는 경제학 문제로, 그리고 짝수 번 문제는 수학문제로 제시하였다. 결과를 분석할 때 무맥락조건에서도 해당 문제를 경제학 문제와 수학 문제로 간주하여 분석하였다.

맥락조건에서는 세로축과 가로축에 명칭을 부여하였으며 경우에 따라 수치정보도 표시하여 주었다. 그래프 곡선에도 그 곡선이 무엇을 의미하는지 알 수 있도록 범례를 표시하였다. 무맥락조건에서는 그래프라고 여길 수 있을 정도로만 기초적인 기하학적 특성(예, 우상향, 아래로 볼록, 'ㄱ'자 형태 등)만이 반영되도록 제시하여 주어진 그래프가 어떤 영역에서 출제된 그래프인지 판단하는 데 도움이 될 정보를 전혀 제공하지 않았다.

각 문제는 위에 "왼쪽 그래프를 보고 그래프에 대한 해설로 가장 적절한 답안이 무엇인가 고르시오."와 같이 아무런 단서가 제공되지 않는 지문을 제시하였고, 왼쪽에 그래프를, 그리고 오른쪽에 4개의 설명문을 제시하였다. 4개의 설명문은 1) 수학 영역의 방식으로 기술되었으며 주어진 그래프와 관련되어 있는 답안선택지(수학-관련), 2) 수학 영역의 방식으로 기술되었으나 주어진 그래프와 관련이 없는 답안선택지(수학-무관련), 3) 경제학 영역의 방식으로 기술되었으며 주어진 그래프와 관련되어 있는 답안선택지(경제학-관련), 4) 경제학 영역의 방식으로 기술되었으나 주어진 그래프와 관련이 없는 답안선택지(경제학-무관련)의 네 가지이었으며, 맥락조건과 무맥락조건에서 동일하게 제시하였다. 답안선택지 제시순서는 문제마다 순서를 달리했으며, 무맥락조건에서는 앞 문제의 답안선택지가 바로 뒤에 오는 문제의 답안선택지로 등장하지 않도록 참가자별로 통제하였다. 실험에 사용한 문제는 부록 1에 수록하였다.

절차 실험은 특별한 배정 기준 없이 실험 참가자들이 원하는 시간대별로 4~5 명의 소집단으로 실시하였다. 참가자들이 서로의 답안을 볼 수 없도록 충분히 멀리 떨어져 앉게 하였으며 무작위로 문제지를 배포하였다. 따라서 실험자는 어떤 실험참가자가 어떤 문제지를 가지고 있는지 알 수 없었으며, 실험 참가자들도 자신이 가지고 있는 문제지가 다른 문제지와 어떤 차이가 있는지 알 수 없었다.

문제지의 첫 페이지에 인적 사항을 기입하고 나면 문제풀이요령을 말로 알려주었다. 특히 한 문제를 풀고 난 다음 앞 문제의 답안을 수정할 수 없으며, 다른 참가자들의 답안선택에 영향을 끼치는 것을 방지하기 위해 실험자나 주변사람에게 질문하거나 상의할 수 없고, 답안선택을 누락하면 안 된다는 사실을 주지시켰다. 그 방에 있는 실험참가자 모두가 문제풀이요령을 이해했다는 것을 확인하고 문제풀이를 시작하였다. 직관적으로 답안을 선택하게 하기 위해 각 문제 당 30초의 시간제한을 두었다. 30초가 지나면 실험자가 다음 문제로 넘어가라고 말로 알려주었다.

결과 및 논의

대부분 관련 답안을 선택하였으므로 관련 답안, 무관련 답안 여부에 상관없이 문제에 맞는 영역의 답안지를 고른 것, 즉 수학문제에서 수학 답안을 고른 경우와 경제학 문제에 대해 경제학 답안을 고른 경우를 정답으로 간주하여 전공 x 문제 x 맥락의 3요인 변량분석을 실시하였다[1]. 맥락별 전공별 문제별 정답수의 평균은 그림 2와 같았다.

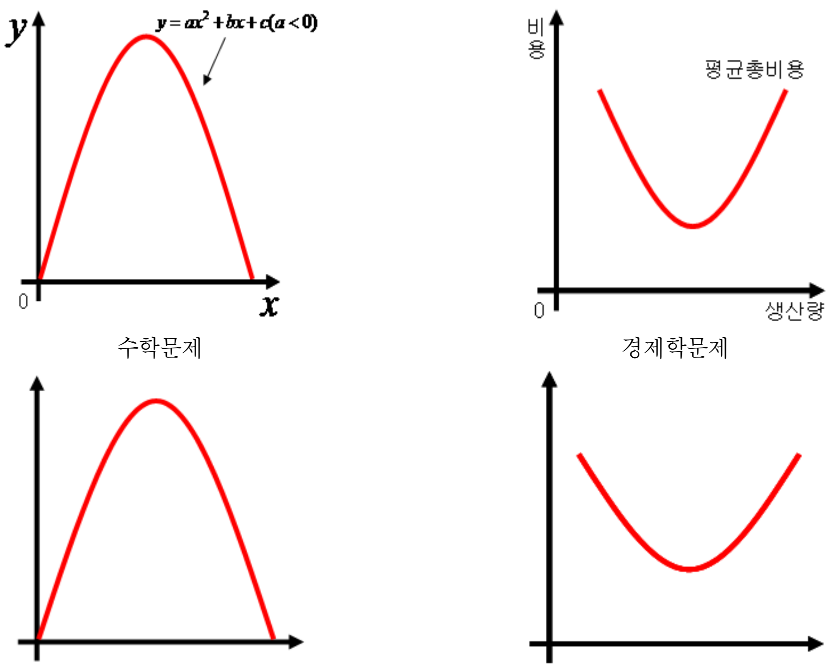


그림 1. 실험 1에 사용한 그래프의 예. 위: 맥락조건의 그래프, 아래: 무맥락조건의 그래프.

문제의 주효과와, $F(1,\ 114) = 8.77$, $MSe = .89$, $p < .01$, 맥락의 주효과가 유의하였다, $F(1,\ 114) = 16.69$, MSe = .56, $p < .01$. 즉 경제학 문제($M = 1.56$, $SD = .09$)보다 수학문제($M = 1.93$, $SD = .08$)에 대해 정답을 보다 많이 골랐고, 무맥락조건($M = 1.54$, $SD = .07$)에서 보다 맥락이 주어졌을 때($M = 1.94$, $SD = .07$) 정답을 보다 많이 골랐다.

문제와 전공의 2요인 상호작용 효과가 유의하였다, $F(2,\ 114) = 39.95$, $MSe = .89$, $p < .01$). 통제집단에서는 경제학문제($M = 1.62$, $SD = .17$)와 수학문제($M = 1.91$, $SD = .14$)의 정답수가 차이가 없었으나, 수학 전공자는 수학문제($M = 2.46$, $SD = .12$)에서, $F(1,\ 44) = 62.44$, $MSe = 1.02$, $p < .01$, 그리고 경제학 전공자는 경제학문제($M = 2.28$, $SD = .14$)에서 정답수가 높았다, $F(1,\ 41) = 24.49$, $MSe = .65$, $p < .01$. 이는 비록 학부 3, 4학년이지만 전공에 대해 어느 정도의 지식을 갖추었다는 것을 보여주는 것으로 해석될 수 있다.

서론에서 맥락 조건에서는 그래프의 내용에 대해 알려주는 정보가 표면적으로 제공되기 때문에 전공이나 문제에 상관없이 그래프의 내용에 맞는 답안을 선택할 것으로 예상하였다. 즉 전공의 주효과, 문제의 주효과, 전공과 문제의 2요인 상호작용효과가 유의하지 않을

1) 관련 답안을 고른 것만 정답으로 간주하여 3요인 변량분석을 실시하였는데 분석결과는 관련 여부를 무시하고 정답으로 간주한 것과 다르지 않았다. 그러나 관련 여부를 무시하고 정답으로 간주하는 경우 수학 답안을 골랐거나 아니면 경제학 답안을 고른 것이 되어 결과를 이해하는 것이 쉽기 때문에 여기서는 관련 여부에 상관없이 문제와 같은 영역의 답안을 고른 것을 정답으로 간주하여 분석한 결과를 서술하였다.

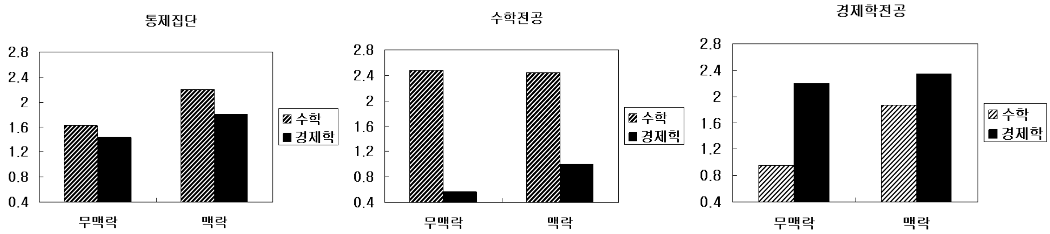


그림 2. 맥락별, 전공별, 문제별 평균 정답수: 실험 1.

것으로 예상하였다. 반면에 무맥락조건에서는 전공에 부합되는 해석을 더 많이 고를 것으로 예상하였다. 즉 무맥락조건에서는 문제 x 전공의 2요인 상호작용효과가 유의할 것으로 예상하였다. 비록 전체 변량분석에서 문제 x 전공 x 맥락의 3요인 상호작용효과가 통계적으로 유의하지 않았지만, $F(2,\ 114) = 2.38$, $MSe = .89$, $p < .10$, 서론에서 예상한 바를 알아보기 위해 맥락 수준별로 2요인 변량분석을 실시하였다. 무맥락조건에서는 예상했던 대로 문제 x 전공의 2요인 상호작용효과가 유의하였다, $F(2,\ 54) = 32.12$, $MSe = .80$, $p < .01$. 통제 집단에서는 수학 문제와 경제학 문제의 정답수가 차이가 없었으나, [수학 문제, $M = 1.63$, $SD = .19$; 경제학 문제, $M = 1.44$, $SD = .20$], 경제학 전공자들은 경제학 문제에서 정답을 많이 했고, [수학 문제, $M = 0.95$, $SD = .17$; 경제학 문제, $M = 2.20$, $SD = .18$], $t(19) = 5.78$, $p < .01$, 수학 전공자들은 수학 문제에서 정답을 많이 했다, [수학 문제, $M = 2.48$, $SD = .17$; 경제학 문제, $M = 0.57$, $SD = .17$], $t(20) = 6.35$, $p < .01$.

맥락 조건에서는 문제의 주효과와, $F(1,\ 60) = 6.31$, $MSe = .98$, $p < .05$, 문제 x 전공의 2요인 상호작용효과가 유의하였다, $F(2,\ 60) = 11.30$, $MSe = .98$, $p < .01$. 수학문제에서 정답을 보다 많이 했는데, 이는 그림 2에서 알 수 있듯이 수학 전공자들은 경제학 문제에서도 수학적인 답안을 골랐기 때문이었다. 즉 통제 집단과, [수학 문제, $M = 2.20$, $SD = .20$; 경제학 문제, $M = 1.80$, $SD = .26$], 경제학 전공자들은, [수학 문제, $M = 1.87$, $SD = .16$; 경제학 문제, $M = 2.35$, $SD = .21$], 수학문제와 경제학 문제의 정답수가 차이가 없었으나, 수학 전공자들은 수학 문제에서 보다 많이 정답을 택하였다, [수학 문제, $M = 2.44$, $SD = .16$; 경제학 문제, $M = 1.00$, $SD = .20$], $t(24) = 4.89$, $p < .01$.

실험 1의 결과를 요약하면, 그래프의 성질을 판단할 만한 정보가 표면적으로 주어지지 않는 무맥락 조건에서는 전공에 부합하는 방향으로 그래프를 해석하지만, 그러한 정보가 표면적으로 주어지는 맥락 조건에서는 맥락에 해당하는 답안을 선택하는 경향이 있다는 가설을 부분적으로 지지하는 결과를 보여 주었다. 먼저, 그래프의 성질에 대해 표면 특질에서 특별한 정보가 주어지지 않으면 자기의 전공에 부합하는 방향으로 그래프를 해석하는 경향을 보여 주는 결과는 경제학 전공자와 수학 전공자 모두에게서 관찰되었다. 이 결과는 전문성에 관한 이전 연구들에서는 별로 보고된 적이 없는 것으로, 서론에서 서술했듯이 전공이 도식으로 작용하였음을 보여주는 것으로 해석되었다. 즉 자기의 전공에서 사용하는

도식이 해당문제에 적용될 수 없다는 제약이 주어지지 않았기 때문에 전공에서 획득한 방식에 맞게 그래프를 이해한 것으로 해석되었다.

맥락 조건에서 경제학 전공자들이 맥락에 맞는 답을 선택한 것은 전공자들도 문제해결을 할 때 구조적인 특질뿐만 아니라 표면 특질에도 많은 영향을 받는다는 이전 연구들과 잘 부합하는 결과이다(예, Blessing & Ross, 1996). 그러나 실험 1에서 한 가지 특기할 것은 수학전공자들은 경제학 맥락이 있는 문제에서도 수학적 답안을 선택하는 경향을 보였다는 점이다. 수학 전공자들이 경제학 맥락이 주어지는 경우에도 수학적인 해석을 선택한 이유를 본 연구에서 정확히 밝혀낼 수는 없지만, 네 가지 이유를 생각해볼 수 있었다. 하나는 수학 전공자들이 고등학교에서 경제학을 배우지 않았을 수 있다는 것이다. 일반적으로 수학 전공자들은 고등학교에서 이과에 속해 있는 데, 고등학교 이과에서 경제학을 별로 가르치지 않았을 수 있다. 두 번째 가능성은 비대칭적 전이가 일어나는 것이었다. Bassok과 Holyoak(1989)은 수학과 물리학을 전공하는 학생들에게 물리학과 수학 문제를 풀게 하였는데, 수학에서 등차수열을 학습한 수학 전공 학생들은 거리와 속도와 관련된 물리 문제를 어렵지 않게 풀 수 있었다. 즉 수학에서 학습한 원리나 풀이방식을 물리문제에 적용하였다. 그러나 물리학을 전공하는 학생들은 등가속도의 개념은 잘 이해했지만 등차수열과 같은 수학문제를 푸는 데 어려움을 겪었다. 이들은 수학과 물리 문제 외에 경제학 문제도 풀게 하였는데, 전공에 상관없이 경제학 문제를 가장 못 풀었다. 이 결과는 지식의 효과가 일반적으로는 특정 영역에 한정적이지만 전이 효과의 크기는 영역간의 관계에 따라 달라지는 비대칭성도 있다는 것을 보여주었다. 즉 수학이 물리학보다 광범위하게 적용될 수 있고 더 기본적인 분야이기 때문에 물리학 전공자보다 수학전공자들이 더 큰 전이효과를 보인 것으로 볼 수 있다. 이와 비슷한 이유로 수학 전공자와 경제학 전공자 간에 비대칭적 전이가 일어났을 수 있다. 즉 경제학보다 수학이 더 영역 일반적이어서 모든 그래프를 수학적으로 해석했을 가능성이 있다. 세 번째 가능성은 수학전공자들이 경제학 전공자들보다 그래프에 대한 지식이 더 잘 구조화되었을 수 있다는 것이다. 수학에서는 문제에 상관없이 그래프가 비교적 보편적으로 사용되어 그래프에 대한 지식이 잘 만들어져 있을 수 있다. 반면에 경제학에서는 수요와 공급 곡선처럼 구체적인 상황에서 그래프가 사용될 가능성이 있다. 그 결과 경제학 전공자보다 수학전공자들보다 그래프에 대해 보다 더 도식화된 지식을 가졌을 가능성도 있고, 수학 전공자들이 맥락 조건에서도 그래프에 대한 도식을 사용했을 가능성이 있다. 마지막으로, 수학 전공자들이 수학이 보편적인 규칙과 관련되어 있고, 따라서 어떤 문제에도 적용 가능하다는 도식을 가졌을 가능성도 있다. 이럴 경우 경제학 문제에도 수학 도식을 적용했을 수 있다. 이에 대해서는 후속 연구가 필요할 것으로 보인다.

실험 2. 그래프를 이용한 계산

실험 2에서는 그래프를 보고 주어진 정보 중에서 관련된 정보를 구분해내야 올바른 풀이가 가능한 경제학 문제를 주고 경제학 전공학생과 수학 전공 학생 간에 차이가 있는지 알아보았다. 더 구체적으로, 실험 2에서는 글

과 그래프를 이용해서 경제학의 중요 개념에 대해 설명한 다음 그 개념과 관련이 있는 표적 개념에 대한 문제를 풀게 하였다. 이때 표적 문제를 푸는데 사용할 수 있는 공식을 두 개 주고 두 공식 중에서 하나를 이용해서 표적문제를 풀고 답을 적게 하였다. 따라서 실험 2에서 문제를 제대로 풀려면 표적 문제의 개념을 이해한 다음 주어진 두 개의 공식에서 그 문제를 푸는데 필요한 공식을 선별할 수 있어야 한다. 즉 실험 1에서 보다는 전문적인 지식이 더 필요한 문제를 사용하였다.

실험 2에서는 참가자가 표적 문제의 개념을 이해했는지 알아보기 위해 애매조건과 확실조건의 두 조건에서 문제를 풀게 하였다. 애매조건에서는 주어진 두 개의 공식이 모두 표적 문제의 계산식으로 사용될 수 있었고, 확실조건에서는 하나의 공식만이 표적 문제의 계산식으로 사용될 수 있었다. 따라서 애매조건에서는 경제학 전공자와 수학 전공자간에 정답을 답하는 정도에 차이가 없을 것으로 예상되지만, 확실조건에서는 수학 전공자에 비해 경제학 전공자들이 정답을 더 많이 맞힐 것으로 예상하였다.

방 법

설계 2(전공: 수학, 경제학) × 2(문제: 애매, 확실)의 2요인 피험자간 설계이었다.

참가자 수학 전공자로 성신여자 대학교 수학과 및 수학교육과에 재학 중인 3, 4학년 학생 48명이 참여하였고, 경제학 전공자로는 성균관대학교 경제학과에 재학 중인 3, 4학년 학생 49명이 참여하였다. 실험 참가자들은 실험 1과 같은 방법으로 모집되었으며, 참가비 5,000원을 지급하였다. 수학 전공자 48명 중 23명이 애매조건에 무선할당되었으며 25명이 확실조건에 무선할당되었다. 경제학 전공자 49명 중 24명이 애매조건에 무선할당되었으며 25명이 확실조건에 무선할당되었다.

재료 작도원리와 조작의 간편성, 친숙성, 기하학적 형태를 고려하여 맨큐의 경제학(김경환, 김종석 역, 2005)에서 공급곡선과 수요곡선, 무차별곡선, 평균비용곡선과 한계비용곡선의 세 개의 그래프를 선정하였다. 각 그래프별로 주어진 조건을 만족하는 계산식을 선택해서 값을 구하는 문제를 만들었다. 문제의 타당성과 적합성은 경제학과 대학원생의 자문을 얻어 확인했다. 설명에 있는 공식을 사용하는 것을 막기 위해 설명해준 개념의 대비되는 개념을 표적 문제로 사용하였다. 예를 들어 공급곡선 문제에서는 수요 곡선의 그래프를 제시하고, 이 수요곡선과 균형을 이루는 공급곡선에서의 특정 점에서의 값을 계산하도록 하였다. 이 문제를 풀려면 실험 참가자들은 공급곡선과 수요곡선의 특성을 알고 공급곡선에 해당하는 계산식을 찾아 답을 계산해야 했다. 이때 두 개의 계산식을 제시하였는데, 애매조건에서는 두 계산식이 표적 문제에 적합한 계산식이었고, 확실조건에서는 두 계산식 중 하나만이 표적 문제에 적합한 계산식이었다. 계산식의 위치에 따른 선택을 통제하기 위해 문제에 있는 두 개의 계산식의 위치는 피험자별로 위와 아래에 번갈아 가며 제시했다. 실험참가자가 어떤 계산식을 사용했는지 알아내기 위해 각 문제별로 3개의 x값에 대한 답을 적도록 하였다. 실험 2에 사용된 문제는 부록 2에 수록하였다.

절차 실험 1에서와 마찬가지로 특별한 배정 기준 없이 실험 참가자들이 원하는 시간대별로 4~5 명의 소집단으로 실시하였다. 실험 참가자들의 위치 배정과 문제지 배포는 실험 1과 같았다. 문제지를 배포한 뒤 실험 참가자들은 문제풀이요령 및 예제를 숙독하였으며, 이해하기 힘든 부분에 대해서는 실험자가 예제를 이용하여 구두로 설명하였다. 예제는 수학 문제로서 실험에 사용된 경제학 문제와는 전혀 다른 내용이었다. 이어서 답안을 작성하는 절차를 예를 들어 설명하였다. 그리고 실험 참가자들에게 전에 푼 문제의 답을 고치지 말 것, 실험자나 다른 사람과 상의하거나 의견을 주고받지 말 것, 그리고 계산에 주의할 것을 주지시켰다. 그리고 실험 참가자들에게 계산기를 지참하도록 하였다. 특히 분수나 괄호가 들어 있는 계산에서 우선순위를 잘못 적용할 소지가 있어 실험 참가자들에게 주의를 요구하고 연습시켰다. 각 참가자는 세 개의 문제를 풀었다. 참가자들에게 문제 별로 사용한 계산식을 문제지에 표시하도록 하였고, 그 계산식을 선택한 이유를 20자 내외로 기술하도록 하였다. 문제를 푸는데 시간제한을 두지 않았다.

결과 및 논의

애매조건에서 두 계산식 중 부록에 있는 문제에서 위에 있는 계산식을 사용한 것을 정답으로 간주하고, 확실조건에서 문제에 적합한 계산식을 사용한 것을 정답으로 간주하여 채점한 다음, 정답수에 대해 전공 x 문제의 2요인 변량분석을 실시하였다. 이렇게 채점할 경우 확실 조건에 비해 애매 조건의 정답수가 절반 정도가 되겠지만, 실험 2에서는 문제 수준별로 전공 집단 간에 차이가 있는지 알아보는 것이 목적이므로 큰 문제가 될 것으로 보지 않았다.

그림 3에서 볼 수 있듯이 전공의 주효과와, $F(1, 93) = 16.66$, $MSe = .92$, $p < .01$, 전공 x 문제의 2요인 상호작용효과가 유의하였다, $F(1, 93) = 11.07$, $MSe = .92$, $p < .01$. 애매조건에서는 수학 전공자($M = 1.48$, $SD = .20$)와 경제학 전공자($M = 1.63$, $SD = .20$)의 정답수가 차이가 없었다. 그러나 확실조건에서는 경제학 전공자($M = 2.64$, $SD = .19$)의 정답수가 수학 전공자($M = 1.20$, $SD = .19$)의 정답수보다 훨씬 많았다, $t(48) = 5.59$, $p < .01$. 전공 집단별로 보면 수학 전공자들은 애매 조건과 확실 조건에서의 정답수가 차이가 없었지만, 경제학 전공자들은 애매조건에서보다 확실조건에서 정답을 많이 선택하였다, $t(47) = 4.83$, $p < .01$.

실험 2에서는 가설을 지지하는 결과를 얻었다. 두 계산식 중에서 더 그럴싸한 계산식을 고를 수 없는 애매조건에서는 전공에 상관없이 두 계산식을 비교적 같은 정도로 선택하였다. 반면에 두 계산식 중 하나만 옳은 확실조건에서는 전공지식이 있는 경제학 전공자들만 옳은 계산식을 더 많이 선택하였다. 이 결과

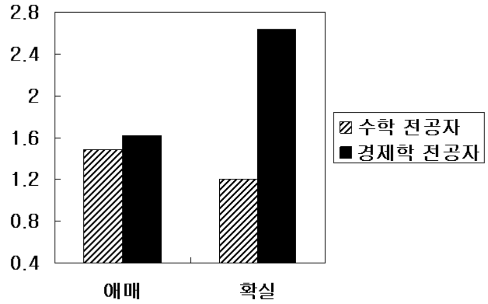


그림 3. 문제 수준별, 전공별 평균 정답수: 실험 2.

는 문제에 적합한 정보가 무엇인지 변별해 내려면 전문적인 지식이 필요하기 때문에 전공에 따른 차이가 나타났다는 것을 보여준 것으로 해석할 수 있다.

종합논의

두 개의 실험에서 그래프의 이해와 활용에서 나타나는 전문가와 초보자의 차이를 알아보았다. 특히 그래프를 이해하고 활용하는 인지과정을 다룬 Guthrie 등(1993)의 연구에서 보고된 것처럼 전문가와 초보자가 표면적인 정보를 찾는 처리에서는 차이가 없지만 추상화나 관련성 판단과 같은 고등 과정에서 차이가 드러나는지를 알아보고자 하였다.

실험 1에서는 수학이나 경제학 그래프를 주고 그 그래프를 가장 잘 설명하는 설명문을 고르게 하였다. 맥락이 없는 조건에서는 수학 전공자와 경제학 전공자 모두 자기의 전공과 일치하는 답안을 선택하였으나, 맥락이 있는 조건에서는 통제 집단과 경제학 전공자만 문제와 일치하는 답안지문을 선택하는 경향을 보였다. 수학 전공자들은 맥락이 있는 조건에서도 자기의 전공에 일치하는 수학 답안을 선택하였는데, 이는 Bassok과 Holyoak(1989)의 연구에서 나왔듯이 수학 지식이 영역 일반적이어서 다른 영역에도 잘 적용될 수 있기 때문일 것으로 보였다. 또는 수학 전공자들이 경제학 전공자들보다 그래프에 대한 도식을 더 잘 획득하여 수학 전공자들이 맥락이 있는 조건에서도 도식을 사용했을 수도 있고, 수학 전공자들이 수학이 보편적인 규칙과 관련되어 있어서 어떤 문제에도 적용 가능하다는 도식을 갖고 있어서 본 연구에서도 수학적인 지식을 적용했을 가능성도 있다. 이에 대해서는 후속 연구가 필요할 것으로 보인다. 실험 1에서는 표면 정보가 충분하지 못할 때에는 자기 전공에 맞는 방식으로 그래프를 해석한다는 새로운 결과를 보여주어, 제한적이기는 하지만 전공 지식이 자료 해석 등에서 영역 보편적으로도 적용될 수 있음을 보여주었다.

실험 2에서는 정보의 관련성을 판단하는 능력을 알아보기 위해 경제학 문제의 그래프와 두 개의 계산식을 주고 문제에 대한 답을 구하도록 하였다. 두 개의 계산식이 모두 문제에 적용가능한 애매조건에서는 수학 전공자와 경제학 전공자 간에 차이가 관찰되지 않았지만, 두 개의 계산식 중 하나만 적용가능한 확실조건에서는 경제학 전공자들이 옳은 계산식을 훨씬 많이 사용하여 문제의 답을 구하였다. 즉 경제학 전공자들만 전공지식을 바탕으로 문제의 구조적인 정보를 파악하고 그와 일치하는 문제도식을 적용하여 문제를 해결하였다.

요약하면 실험 1과 실험 2에서는 그래프를 이해하고 활용할 때에도 전공의 영향을 받으며, 전공 지식은 표면 정보가 충분하게 주어지지 않을 때와 정보의 관련성을 판단할 필요가 있을 때 두드러지게 나타나는 것을 보여주었다. 이 결과는 외견상 모순되는 것처럼 보이지만, 전공 영역에 대한 도식이 과제상황에 따라 융통성있게 작동한다는 것을 보여주는 것으로 해석할 수 있다. 즉 학부 전공생의 경우에도 전공 영역에 대한 도식이 어느 정도 형성되었기 때문에 실험 1에서처럼 표면 정보가 충분하게 제공되지 않을 때에는 도식이 기본적인 처리방식으로 작동하여 전공지식을 과잉 일반화한 것처럼 보이는 결과를 보여준 것으로 볼 수 있다. 반면에 전문적인 지식에 기반한 판단이 필요한 실험 2에서는 전공이 정확한 문제해결을 도와준 것으로 보이는 결과

를 보여준 것으로 볼 수 있다. 특히 표면정보가 충분하게 주어지지 않을 때 전공에 따르는 해석을 한 결과는 본 연구에서 새롭게 보고된 것으로, 앞으로 전공 지식이 영향을 미치는 범위에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다.

본 연구에서는 학부생들의 전공을 달리해서 지식이 그래프의 이해 등에 미치는 영향을 알아보았기 때문에 본 연구의 결과를 전문성에 일반화시킬 때 두 가지 사항을 고려할 필요가 있다. 첫째, 전문성의 수준에 따라 전문성의 효과가 다를 수 있어 본 실험의 결과를 일반화할 때 조심할 필요가 있다. 전문가와 초보자의 차이를 다룬 연구들에서는 다양한 방법으로 전문성 수준을 조작하였다. Chi 등(1981)의 연구에서는 물리학과 박사과정생과 물리학 개론만 들은 학부생을 대상으로 전문가와 초보자의 문제 해결 등에서의 차이에 대해 연구하였지만, Fong, Krantz와 Nisbett(1986)의 연구에서는 전공이 다른 대학원생들을 대상으로 전문성 훈련의 효과를 알아 보았고, Lehman, Langston과 Nisbett(1992)는 학부생들의 전공에 따라 언어적 사고, 통계적 사고 등이 얼마나 향상되는지 등에 대해 알아보았다. 그리고 그래프 이해에 대한 Guthrie 등(1993), Shah(2002) 등의 연구에서는 학부생을 대상으로 그래프를 잘 이해하는 집단과 그렇지 않은 집단으로 나누기도 하였다. 이렇듯 참가자의 전문성을 다양한 수준으로 조작하였는데, 전문성 수준에 따라 도식의 획득 정도 등이 다를 수 있다. 따라서 전문성 수준에 따라 분류 방식이나 문제 해결 방식 등이 어떻게 달라지는지 알아볼 필요가 있다.

둘째, 전문성을 알아보는 과제의 특성을 고려해야 할 필요가 있을 것으로 보인다. 물리학 문제를 풀 때 요구되는 지식의 정도와 주어지는 정보는 그래프를 이해할 때 요구되는 것과 수준과 양에서 많은 차이가 있을 수 있다. 아마도 물리학 문제를 풀 때에 비해 그래프를 이해하는 문제에서 훨씬 더 낮은 수준의 전문성이 요구될 수 있고, 상대적으로 관련 정보가 더 많이 제공될 수 있다. 따라서 물리학 문제에 비해 훨씬 낮은 수준의 도식적 지식만으로도 문제를 풀 수 있다. 이 문제는 과제를 해결하는데 요구되는 전문성의 정도가 다른 과제들을 사용하여 연구할 필요가 있을 것으로 보인다.

참고문헌

김경환, 김종석 역 (2005). 맨큐의 경제학 (Mankiw, G. (2004). Principles of Economics. Belmont: Thomson). 서울: 교보문고.

노정학, 박성로, 이종근. (2002). 해석학 입문. 서울: 교우사.

홍성대. (2003). 수학의 정석. 서울: 성지출판사.

Bassok, M., & Holyoak, K. J. (1989). Interdomain transfer between isomorphic topics in algebra and physics. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 15,* 153-166.

Blessing, S. B., & Ross, B. H. (1996). Content effects in problem categorization and problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 22,* 792-810.

Carpenter, P. A., & Shah P. (1998). A Model of the perceptual and conceptual processes in graph comprehension. *Journal of Experimental Psychology: Applied, 4,* 75-100.

Chi, M. T. H., Feltovich, P. J., & Glaser, R.

(1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science, 5,* 121-152.

Devine, D. J., & Kozlowski, S. W. J. (1995). Domain-specific knowledge and task characteristics in decision making. *Organizational Behavior and Human Decision Processes, 64,* 294-306.

Fong, G. T., Krantz, D. H., & Nisbett, R. E. (1986). The effects of statistical training on thinking about everyday problems. *Cognitive Psychology, 18*, 253-292.

Glaser, R., & Chi, M. T. H. (1988). Overview. In M. T. H. Chi, R. Glaser, & M. J. Farr (Eds.), *The nature of expertise*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Guthrie, J. T., & Mosenthal, P. (1987). Literacy as multidimensional: Locating information and reading comprehension. *Educational Psychologist, 22*, 279-297.

Guthrie, J. T., Weber, S., & Kimmerly, N. (1993). Searching documents: Cognitive processes and deficits in understanding graphs, tables, and illustrations. *Contemporary Educational Psychology, 18,* 186-221.

Hinds, P. J., Patterson, M., & Pfeffer, J. (2001). Bothered by abstraction: The effect of expertise on knowledge transfer and subsequent novice performance. *Journal of Applied Psychology, 86,* 1232-1243.

Holyoak, K. J., & Koh, K. (1987). Surface and structural similarity in analogical transfer. *Memory and Cognition, 15,* 332-340.

Lehman, D. R., Lempert, R. O., & Nisbett, R. E. (1988). The effects of graduate training on reasoning: Formal discipline and thinking about everyday life events. *American Pychologist, 43*, 431-443.

Lehman, D. R., & Nisbett, R. E. (1990). A longitudinal study of the effects of undergraduate education on reasoning. *Developmental Psychology, 26*, 952-960.

Schoenfeld, A. Y., & Hermman, D. J. (1982). Problem perception and knowledge structure in expert and novice mathematical problem solvers. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition, 8,* 484-494.

Shah, P. (2002). Graph comprehension: The role of format, content and individual differences. In M. Anderson, B. Meyer, & P. Olivier (Eds.), *Diagrammatic representation and reasoning* (pp. 173-185). Berlin: Springer.

Shah, P., & Hoeffner, J. (2002). Review of graph comprehension research: Implications for instruction. *Educational Psychology Review, 14*, 47-69.

Tanaka, J., & Taylor, M. (1991). Objective categories and expertise: Is the basic level in the eye of the beholder? *Cognitive Psychology, 23,* 457-482.

van Lehn, K. (1989). Problem-solving and cognitive skill acquisition. In M. I. Posner (Ed.), *The foundation of cognitive science*. Cambridge, MA: MIT Press.

1차원고접수 : 2007. 5. 7
최종게재결정 : 2007. 6. 28

한국심리학회지 : 실험
The Korean Journal of Experimental Psychology
2007, Vol. 19, No. 2, 149-169

Effects of Knowledge and Context Information on the Interpretation and the Use of Graphs as shown by the Mathematics and Economics Major

Kyung Soo Do
Department of Psychology
Sungkyunkwan University

Hyun Soo Park
Interdisciplinary Program of Cognitive Science
Sungkyunkwan University

Two experiments were conducted to study the effects of knowledge on the interpretation of graphs and the use of information in the graphs. The effects of knowledge on the interpretation of graphs were explored in Experiment 1. In Experiment 1, three groups of undergraduate students (control, economics major, mathematics major) were given graphs of two areas (economics, mathematics) and were asked to choose the most appropriate interpretation of each graph among four alternatives. In the Context condition, where the legends of the graphs and some background information was given with the graphs so that participant's major would not exert any influence on the interpretation of the graphs, control group and economic major students chose the interpretation that matches the context. Whereas in the No-Context condition, where only the graphs were given, participants chose the interpretation that is in accord with their major. In Experiment 2, two groups of participants (economics major, mathematics major) were asked to calculate the answers to three economics problems. Two equations were given in each problem as hints. In the Ambiguous condition, where the two equations were eligible for the problem, both economics major and mathematics chose either equation equally often. However, in the Determinate condition, where only one of the two equations was eligible for the problem, only economics major students used the right equation more often. The results of the two experiments showed that the effect of knowledge is constrained by the task at hand and the information given by the context. That is, the effect of knowledge seemed to exert influence when the problem needs relevance judgment or when there is not enough information in the graphs.

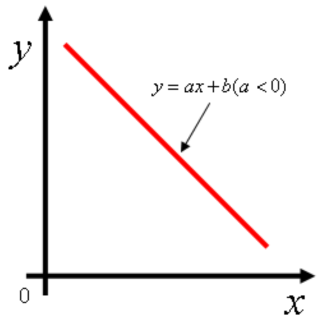
Keywords : expertise, graph, asymmetrical transfer

부록 Ⅰ. 실험 1의 실험재료

(무맥락 조건에서는 그래프만 제시되었고 축 제목, 곡선 식 등은 제시되지 않았음.)

맥락있음 문제조건 – 수학문제 1

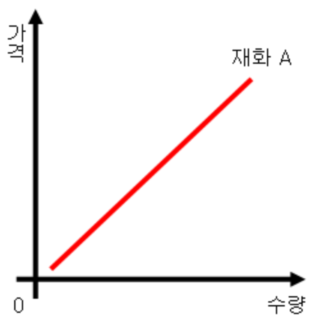
1-1. 왼쪽 그래프를 보고 그래프에 대한 해설로 가장 적절한 답안이 무엇인가 고르고, 답안선택에 대한 확신도를 표기하시오.



1. 일차방정식 y=f(x)의 그래프에서 y절편은, y=f(0)의 근이다.
2. 주어진 가격에서 수요량의 감소를 가져오는 변화는 수요곡선을 왼쪽으로 이동시킨다.
3. 이차함수의 그래프는 D≥0이면 x축과 공유점을 갖는다.
4. 래퍼곡선에서는 최적세부담율을 넘기면 세율증가로 경기가 둔화되며 결과적으로 세수가 감소한다.

맥락있음 문제조건 – 경제학문제 1

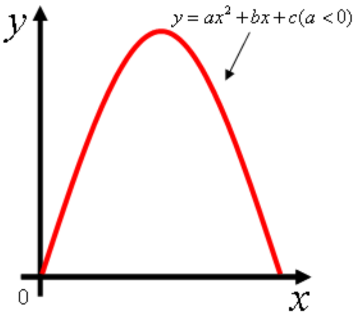
2-1. 왼쪽 그래프를 보고 그래프에 대한 해설로 가장 적절한 답안이 무엇인가 고르고, 답안선택에 대한 확신도를 표기하시오.



1. 공급곡선은 주어진 가격에서 생산자들이 팔고자 하는 물건의 양을 증가시키는 변화가 일어나면 오른쪽으로 이동한다.
2. 이차방정식의 그래프의 성질에 의해 기울기의 절대값이 작을 수록 대칭축 쪽으로 오므라진다.
3. ATC곡선의 최저점은 그 값이 최소가 되는 점으로, 이 산출량을 기업의 효율적 생산량이라고 한다.
4. y=ax+b의 그래프가 x축의 양의 방향과 이루는 각을 Φ라 하면 a=tan Φ이다.

맥락있음 문제조건 – 수학문제 2

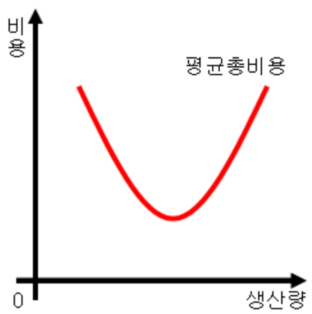
3-1. 왼쪽 그래프를 보고 그래프에 대한 해설로 가장 적절한 답안이 무엇인가 고르고, 답안선택에 대한 확신도를 표기하시오.



1. 이차함수의 그래프는 D≥0이면 x축과 공유점을 갖는다.
2. 지수함수와 로그함수의 그래프는 직선 y=x에 대하여 대칭이다.
3. 총비용곡선에서 산출량이 증가함에 따라 기울기가 급해지는 것은 총비용이 체감하기 때문이다.
4. 래퍼곡선에서는 최적세부담율을 넘기면 세율증가로 경기가 둔화되며 결과적으로 세수가 감소한다.

맥락있음 문제조건 – 경제학문제 2

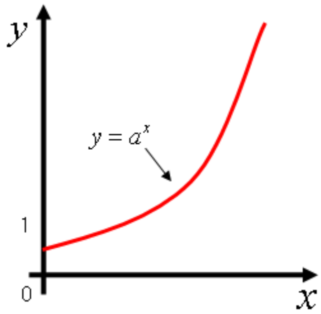
4-1. 왼쪽 그래프를 보고 그래프에 대한 해설로 가장 적절한 답안이 무엇인가 고르고, 답안선택에 대한 확신도를 표기하시오.



1. 이차방정식의 그래프의 성질에 의해 기울기의 절대값이 클수록 대칭축 쪽으로 오므라진다.
2. ATC곡선의 최저점은 그 값이 최소가 되는 점으로, 이 산출량을 기업의 효율적 생산량이라고 한다.
3. 분수함수의 그래프에서 분자의 부호가 0보다 클 경우 그래프는 1, 3 사분면에 존재한다.
4. 무차별곡선이란 소비자에게 동일한 만족을 주는 재화묶음들을 연결한 곡선을 말한다.

맥락있음 문제조건 – 수학문제 3

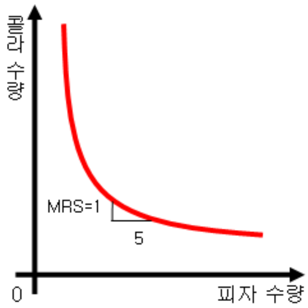
5-1. 왼쪽 그래프를 보고 그래프에 대한 해설로 가장 적절한 답안이 무엇인가 고르고, 답안선택에 대한 확신도를 표기하시오.



1. 주어진 가격에서 수요량의 감소를 가져오는 변화는 수요곡선을 왼쪽으로 이동시킨다.
2. 지수함수와 로그함수의 그래프는 직선 y=x 에 대하여 대칭이다.
3. 총비용곡선에서 산출량이 증가함에 따라 기울기가 급해지는 것은 한계생산물이 체감하기 때문이다.
4. 일차방정식 y=f(x)의 그래프에서 y절편은, y=f(0)의 근이다.

맥락있음 문제조건 – 경제학문제 3

6-1. 왼쪽 그래프를 보고 그래프에 대한 해설로 가장 적절한 답안이 무엇인가 고르고, 답안선택에 대한 확신도를 표기하시오.



1. 분수함수의 그래프에서 분자의 부호가 0보다 클 경우 그래프는 1, 3사분면에 존재한다.
2. 무차별곡선이란 소비자에게 동일한 만족을 주는 재화묶음들을 연결한 곡선을 말한다.
3. y=ax+b의 그래프가 x축의 양의 방향과 이루는 각을 Φ라 하면 a=tan Φ이다.
4. 공급곡선은 주어진 가격에서 생산자들이 팔고자 하는 물건의 양을 증가시키는 변화가 일어나면 오른쪽으로 이동한다.

부록 2. 실험 2에 사용된 문제

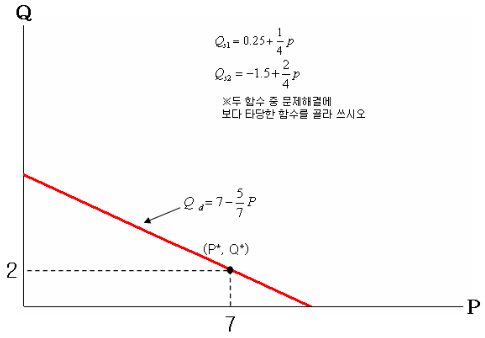
[실험 2 애매조건의 <수요곡선과 공급곡선> 문제지 1]

그래프 작도 조건과 문제 :
어떤 재화의 수요곡선(Q_d)이 오른쪽 그림과 같다. 이 재화의 공급곡선(Q_s)을 고려했을 때 수요와 공급이 **점 (P*,Q*)에서 균형**을 이룬다. 그 공급곡선이 어떤 모양을 나타내 보일지 생각해 보자. 그리고 **공급곡선 $Q_{s(1,2)}$의 방정식** 중 하나를 고르고 그래프에서 주어진 x값 x_1, x_2, x_3에 각각 대응하는 y_1, y_2, y_3를 추정하여 기입하여라.

방정식 선택요령 :
두 방정식의 절편과 기울기를 참조하고 주어진 조건을 만족하는 것을 **하나만 선택**한다.

답안 기입요령 :
선택한 방정식에 x_1, x_2, x_3값을 대입하고 계산하여 얻은 **y_1, y_2, y_3 값을 괄호 안에 차례로 기입**한다. 분수일 경우 소수점 2자리까지 계산한다.

<수요곡선과 공급곡선> #1-a



$x_1 = 3,\ y_1 = (\qquad\qquad)$
$x_2 = 7,\ y_2 = (\qquad\qquad)$
$x_3 = 13,\ y_3 = (\qquad\qquad)$

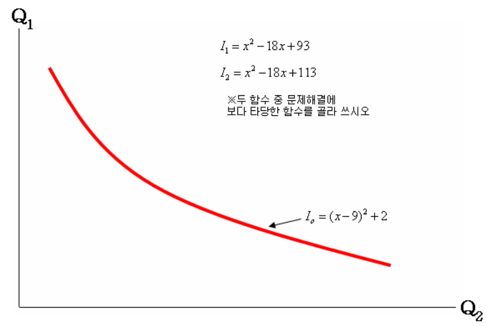
[실험 2 애매조건의 <무차별 곡선> 문제지 1]

그래프 작도 조건과 문제 :
어떤 두 재화의 무차별곡선(I_o)중 하나가 오른쪽 그림과 같다. 이 재화묶음의 또 다른 무차별 곡선 중 **보다 나은 선호를 나타내는 무차별곡선**은 어떻게 나타날지 생각해보자. 그리고 **무차별곡선의 방정식 $I_{(1,2)}$** 중 하나를 고르고 그래프에서 주어진 x값 x_1, x_2, x_3에 각각 대응하는 y_1, y_2, y_3를 추정하여 기입하여라.

방정식 선택요령 :
두 방정식의 절편과 기울기를 참조하고 주어진 조건을 만족하는 것을 **하나만 선택**한다.

답안 기입요령 :
선택한 방정식에 x_1, x_2, x_3값을 대입하고 계산하여 얻은 **y_1, y_2, y_3 값을 괄호 안에 차례로 기입**한다. 분수일 경우 소수점 2자리까지 계산한다.

<무차별 곡선> #3-a



$x_1 = 3,\ y_1 = (\qquad\qquad)$
$x_2 = 7,\ y_2 = (\qquad\qquad)$
$x_3 = 9,\ y_3 = (\qquad\qquad)$

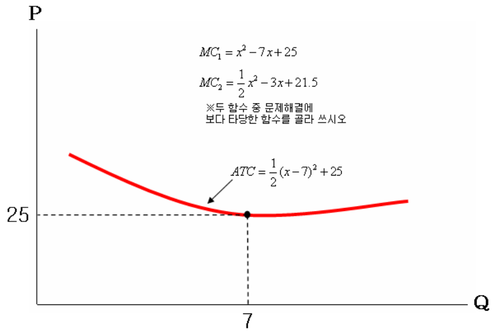
[실험 2 애매조건의 <평균비용과 한계비용> 문제지 1]

그래프 작도 조건과 문제 :
어떤 재화의 평균비용곡선(AC)이 오른쪽 그림과 같다. 이 재화의 한계비용곡선(MC)을 고려했을 때 **한계비용과 평균비용의 관계를 만족하는 곡선**은 어떻게 나타날지 생각해 보자. 그리고 그 한계비용곡선의 방정식 $MC_{(1,2)}$ 중 하나를 고르고 그래프에서 주어진 x값 x_1, x_2, x_3에 각각 대응하는 y_1, y_2, y_3를 추정하여 기입하여라.

방정식 선택요령 :
두 방정식의 절편과 기울기를 참조하고 주어진 조건을 만족하는 것을 **하나만 선택**한다.

답안 기입요령 :
선택한 방정식에 x_1, x_2, x_3값을 대입하고 계산하여 얻은 **y_1, y_2, y_3 값을 괄호 안에 차례로 기입**한다. 분수일 경우 소수점 2자리까지 계산한다.

<평균비용과 한계비용> #5-a



$x_1 = 5,\ y_1 = ($ $)$
$x_2 = 7,\ y_2 = ($ $)$
$x_3 = 14,\ y_3 = ($ $)$

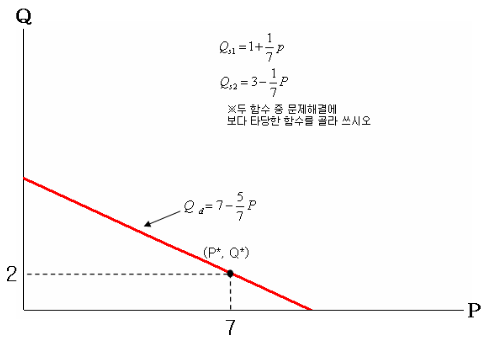
[실험 2 확실조건의 <수요곡선과 공급곡선> 문제지 1]

그래프 작도 조건과 문제 :
어떤 재화의 수요곡선(Q_d)이 오른쪽 그림과 같다. 이 재화의 공급곡선(Q_s)을 고려했을 때 수요와 공급이 **점 (P',Q') 에서 균형**을 이룬다. 그 공급곡선이 어떤 모양을 나타내 보일지 생각해 보자. 그리고 **공급곡선 $Q_{s(1,2)}$의 방정식** 중 하나를 고르고 그래프에서 주어진 x값 x_1, x_2, x_3에 각각 대응하는 y_1, y_2, y_3를 추정하여 기입하여라.

방정식 선택요령 :
두 방정식의 절편과 기울기를 참조하고 주어진 조건을 만족하는 것을 **하나만 선택**한다.

답안 기입요령 :
선택한 방정식에 x_1, x_2, x_3값을 대입하고 계산하여 얻은 **y_1, y_2, y_3 값을 괄호 안에 차례로 기입**한다. 분수일 경우 소수점 2자리까지 계산한다.

<수요곡선과 공급곡선> #2-a



$x_1 = 3,\ y_1 = ($ $)$
$x_2 = 7,\ y_2 = ($ $)$
$x_3 = 13,\ y_3 = ($ $)$

[실험 2 확실조건의 <무차별 곡선> 문제지 1]

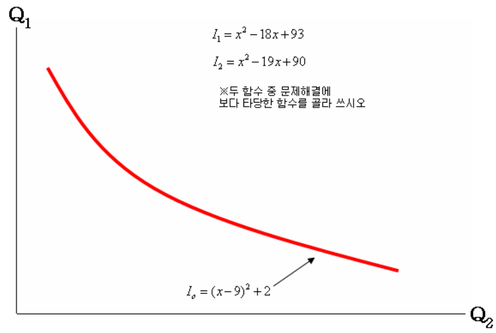
<u>그래프 작도 조건과 문제 :</u>
어떤 두 재화의 무차별곡선(I_o)중 하나가 오른쪽 그림과 같다. 이 재화묶음의 또 다른 무차별 곡선 중 **보다 나은 선호를 나타내는 무차별곡선**은 어떻게 나타날지 생각해보자. 그리고 **무차별곡선의 방정식 $I_{(1,2)}$** 중 하나를 고르고 그래프에서 주어진 x값 x_1, x_2, x_3에 각각 대응하는 y_1, y_2, y_3를 추정하여 기입하여라.

<u>방정식 선택요령 :</u>
두 방정식의 절편과 기울기를 참조하고 주어진 조건을 만족하는 것을 **하나만 선택**한다.

<u>답안 기입요령 :</u>
선택한 방정식에 x_1, x_2, x_3값을 대입하고 계산하여 얻은 **y_1, y_2, y_3 값을 괄호 안에 차례로 기입**한다. 분수일 경우 소수점 2자리까지 계산한다.

<무차별 곡선>

#4-a



$x_1 =$ 3, $y_1 =$(   )
$x_2 =$ 7, $y_2 =$(   )
$x_3 =$ 9, $y_3 =$(   )

[실험 2 확실조건의 <평균비용과 한계비용> 문제지 1]

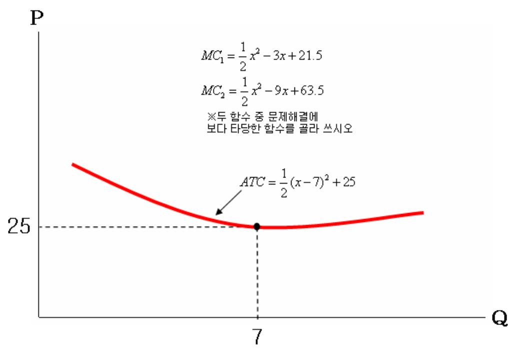
<u>그래프 작도 조건과 문제 :</u>
어떤 재화의 평균비용곡선(AC)이 오른쪽 그림과 같다. 이 재화의 한계비용곡선(MC)을 고려했을 때 **한계비용과 평균비용의 관계를 만족하는** 곡선은 어떻게 나타날지 생각해 보자. 그리고 그 한계비용곡선의 방정식 $MC_{(1,2)}$ 중 하나를 고르고 그래프에서 주어진 x값 x_1, x_2, x_3에 각각 대응하는 y_1, y_2, y_3를 추정하여 기입하여라.

<u>방정식 선택요령 :</u>
두 방정식의 절편과 기울기를 참조하고 주어진 조건을 만족하는 것을 **하나만 선택**한다.

<u>답안 기입요령 :</u>
선택한 방정식에 x_1, x_2, x_3값을 대입하고 계산하여 얻은 **y_1, y_2, y_3 값을 괄호 안에 차례로 기입**한다. 분수일 경우 소수점 2자리까지 계산한다.

<평균비용과 한계비용>

#6-a



$x_1 =$ 5, $y_1 =$(   )
$x_2 =$ 7, $y_2 =$(   )
$x_3 =$14, $y_3 =$(   )