

이화여자대학교 2015학년도 논술고사 안내



이화여자대학교 입학처
TEL: (02)3277-7000
<http://enter.ewha.ac.kr>
E-mail: enter@ewha.ac.kr

2015학년도 전형일정

모집시기	전형유형	전형명	모집인원 (명)	원서접수 시기	
수시모집	논술위주	일반전형_논술 ※2014. 11. 23.(일) 실시	600	2014. 9. 11(목)~15(월)	
	학생부위주 (교과)	지역우수인재전형	380		
	학생부위주 (종합)	미래인재전형	530		
		고른기회전형	25		
		사회기여자전형	15		
	실기/특기위주	특기자전형	어학		65
			수학/과학		50
			국제학부		60
			체육		6
		미술우수자전형	140		
정시모집 ("가"군)	수능위주	일반전형_수능	722	2014. 12. 19(금)~24(수)	
	실기/특기위주	일반전형_예체능	418		
		특기자전형	국제학부		20
	학생부위주 (종합)	사회통합전형 (고른기회전형)	농·어촌학생		111
			특성화고교		30
			기초생활수급자 및차상위계층		25
장애인등대상자			15		

	고사 안내	응시계열별 고사 일정
논술고사 주요 일정	2014. 11. 21.(금) 수험생 유의사항 공지 본교 입학처 홈페이지 http://enter.ewha.ac.kr	2014. 11. 23.(일) [인문 I] 09:00까지 입실 [자연 I, 자연 II] 13:30까지 입실 [인문 II] 17:30까지 입실

차 례

◆ 2015학년도 논술고사의 방향과 준비	4
◆ 2015학년도 수시 논술고사 예시 문제	
인문계열I 문제지	8
인문계열II 문제지	12
자연계열I 문제지	18
자연계열II 문제지	21
◆ 2015학년도 수시 논술고사 예시 문제 출제의도 · 우수답안 분석.....	24
인문계열I	25
인문계열II	30
자연계열I	37
자연계열II	45

2015학년도 논술고사의 방향과 준비

I. 논술고사의 목적

- ① 고교과정에서의 학업성취도 평가
 - ▶ 기초 교과지식 및 원리의 이해력과 적용능력
 - ▶ 다양한 교과내용에 대한 학습자 주도적 응용능력
- ② 대학에서의 수학능력 평가
 - ▶ 사고의 논리성·합리성, 논증능력
 - ▶ 학문적 발전 가능성과 잠재력
- ③ 융복합적 사고력 및 의사소통능력 평가
 - ▶ 언어적 사고력 및 영역간 재구성·종합적 분석능력
 - ▶ 과정 중심적 이해력, 비판적 사고력 및 표현력
 - ▶ 수리적·논리적 사고력 및 종합적 분석능력

II. 2015학년도 논술고사 실시전형과 시험방식

① 논술고사 실시전형

전형	모집단위	모집인원	전형요소
수시모집 일반전형_논술	인문·자연계열 모집단위, 의예과, 뇌·인지과학전공, 스크랜튼(자유전공)학부	600	학생부교과30% 논술70%

※ 대학수학능력시험 최저학력기준 있음

② 모집단위별 논술 응시계열

논술 응시계열	모집단위	비고
인문계열 I	인문과학대학, 의류학전공, 사범대학(인문)	스크랜튼(자유전공)학부는 인문계열 I, 인문계열 II, 자연계열 I 중 선택
인문계열 II	사회과학대학, 경영학부	
자연계열 I	자연과학대학, 공과대학, 사범대학(자연), 건강과학대학(체육과학부 제외), 뇌·인지과학전공	
자연계열 II	의예과	

③ 논술고사 시험방식

시험시간	100분(자연계열II는 120분)
시험유형	인문계열I, 인문계열II는 언어논술로 출제되며, 인문계열I은 영어지문이, 인문계열II는 통계자료, 표 등을 활용하여 논리적 사고력을 측정할 수 있는 문항이 포함될 수 있다. 자연계열I,II는 수리논술만 출제되며 수학분야의 제시문을 포함한다.

Ⅲ. 논술고사의 형식

문제형식	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 계열별로 구분하여 출제 ▶ 100분(자연계열II는 120분)간 총 3개의 문제를 제시 ▶ 일관된 주제의 여러 지문에 대한 단계적 논술형태 ▶ 복수의 제시문으로 구성된 세트를 통해 3개의 문항 출제 ▶ 일부 문항은 수리적 개념이 가미된 언어논술의 형태로 출제될 수 있음
제시문의 소재와 범위	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 동서고금의 명작, 명문뿐 아니라 통계·그림·사진 등의 자료 ▶ 일상생활·사회현상·자연과학 소재 속의 다양한 상황에 대한 설명 ▶ 사회현상과 자연현상에 관한 자료, 언어·사회·수학 등의 교과 내용 ▶ 수리 논술 문항은 수학 교과 과정에서 출제
문제유형	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 주어진 상황이 가지는 특징을 분석하여 표현하는 분석 논술형 ▶ 핵심개념, 문장, 지문내용(요지)에 대한 이해를 요구하는 설명 논술형 ▶ 제시된 주장의 반론 제시, 타당성 검토 등 비판 논술형 ▶ 주어진 자료나 지문의 논리적 연관성을 찾는 논리 진술형 ▶ 지문들을 근거로 하여 자신의 주장을 서술하는 종합 논술형

Ⅳ. 논술고사의 평가기준

- ① 주어진 상황과 제시문 내용에 대한 정확한 이해력
 - ▶ 문제에서 제시하고 있는 상황에 대한 정확한 분석력
 - ▶ 핵심적인 개념, 주장과 근거, 제시문에 대한 종합적 이해력
 - ▶ 올바른 자료해석 능력 및 사고의 정확성과 통합성
- ② 객관적·논리적 근거에 입각한 논증력
 - ▶ 다양한 상황 및 관점을 객관적·논리적 근거에 입각한 서술능력
 - ▶ 주어진 조건과 관계없는 장황한 자기 주장은 감점 요인
- ③ 제시문 주장에 대한 비판적 사고력
 - ▶ 지문에 대한 정확한 이해를 바탕으로 한 비판능력
 - ▶ 지문(주장)들 상호간의 관계에 대한 사고력
 - ▶ 문항 자료의 정확한 분석을 통한 지문 주장에 대한 비판능력
 - ▶ 구체적 사례와 일반적 주장의 논리적 관계에 대한 사고능력

④ 언어적 의사소통능력 및 종합능력

- ▶ 정확한 어법과 표현의 명료성 등
- ▶ 종합적 문제해결능력과 일관성 있는 사고력과 논리력

V. 논술고사의 유의사항

① 질문 요지의 정확한 파악

- ▶ 제시문과 질문의 요지에 대해 정확히 이해한 후 답변을 시작할 것
- ▶ 주관적 진술보다는 명확한 근거를 바탕으로 비판적 사고력 중심의 논술을 전개할 것

② 간단명료하고 논리적인 답변 필요

- ▶ 주어진 제시문의 내용을 논거로 하여 간단, 명료하게 답변할 것
- ▶ 문제와 직접적인 관련성이 없는 자신의 상식을 중언부언하지 말 것
- ▶ 요구된 답안에 맞게 답안 길이를 조정할 것

③ 고교 수학 과정에서 터득한 관련 주제의 지식들을 종합한 새로운 관점 제시

- ▶ 제시문에 나온 주제들을 정확히 이해하고 이와 관련한 다양한 지식들을 활용할 것
- ▶ 제시된 주제와 관련한 다양한 지식들을 종합하여 새로운 관점을 제시하도록 노력할 것
- ▶ 새로운 관점의 제시가 지나친 비약이나 논리적 허구성에 빠지지 않도록 할 것

VI. 논술고사의 준비

◇ 장기적 준비

① 교과내용에 대한 충분한 학습

- ▶ 교과서 지문뿐 아니라, 고등학교 교과과정을 이수한 학생이라면 읽을 수 있는 유사한 내용의 다양한 제시문을 활용할 것
- ▶ 시사적인 문제보다는, 교과서 중심의 보편적 주제를 중심으로 사고능력을 배양할 것

② 폭넓은 독서

- ▶ 고전, 주변 사회·자연 현상 등에 관한 자료, 고교 교과내용 및 언론 보도문 등 다양한 종류의 글을 읽고 논리적·비판적으로 사고하는 습관

③ 단편적 지식보다는 기본 원리에 대한 이해

④ 해당 대학에서 요구하는 논술고사 경향에 대한 기초 지식 숙지

- ▶ 기출문제, 출제의도 등 대학에서 공개한 내용을 미리 확인

◇ 글쓰기 훈련

① 주어진 제시문에 대한 이해력

- ▶ 독창성 있는 글을 쓰기 이전에 제시문을 정확히 이해하는 능력이 선행되어야 함
- ▶ 문제의 의도와 무관하게 미리 준비한 상투적 답안은 가능한 한 피해야 함

② 통합적 사고능력

- ▶ 서로 다른 여러 개의 제시문들 간의 관련성을 파악하고 이를 종합하여 의견을 제시하는 연습이 필요함

③ 동일한 주제에 대해 반복해서 글을 써 보는 연습

- ▶ 하나의 주제에 대해 수차례 반복해서 글을 써 보는 연습이 필요함
- ▶ 글의 일부를 단순 교정하는 것이 아닌, 글 전체를 다시 쓰는 연습이 필요함

④ 여러 가지 관점에서 생각하고, 글을 써 보는 습관

- ▶ 자신의 관점과 다른 혹은 전혀 수용할 수 없는 관점에서도 글을 쓸 수 있어야 함

⑤ 글쓰기의 기본형식에 유의

- ▶ 철자법, 맞춤법 등을 틀리지 않는 것은 논술문 작성의 기본

⑥ 문제에서 요구하고 있는 것을 정확히 파악

- ▶ 선행지식이 아닌, 제시된 지문에 근거하여 논지를 전개하도록 함
- ▶ 자신의 관점이 아닌, 문제가 요구하는 관점이 무엇인지 파악해야 함

2015학년도 수시 논술고사 예시 문제

논술고사 문제지 (인문계열I)

모집단위	학부/학과	수험번호	성명	
------	-------	------	----	--

★ 유의 사항 ★

1. 시험시간은 100분임
2. 답안은 답안지의 해당 문항 번호에 검은색 펜이나 연필로 작성할 것
3. 학교명, 성명 등 자신의 신상에 관련된 사항을 답안에는 드러내지 말 것
4. 연습은 문제지 여백을 이용하고, 답안은 자신의 주장을 논리적으로 서술할 것
5. 답안지 분량은 띄어쓰기를 포함한 문항별 답안 길이에 맞추어져 있음

감독확인



이화여자대학교

[1-3] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

[가] 우리 사회는 자본의 흐름, 정보의 흐름, 기술의 흐름, 조직적 상호 작용의 흐름, 이미지·소리·상징의 흐름 등과 같은 ‘흐름’으로 구성된다. 흐름이란 단순히 사회 조직의 한 요소가 아니라 우리의 경제적·정치적·상징적 생활을 지배하는 과정의 표현이다. 이와 관련하여 나는 네트워크 사회를 지배하고 형성하는 사회적 실천에 맞는 특유한 새로운 공간, 즉 ‘흐름의 공간(space of flows)’을 제안한다. 흐름의 공간은 시간을 공유하는 사회적 실천의 물질적 조직으로서, 흐름을 통해 작동한다. 나는 흐름을, 사회의 경제적·정치적·상징적 구조 하에서 물리적으로 분리된 사회행위자들 간의 목적적이고 반복적이며 프로그램 가능한 상호 작용이나 교환의 연속으로 이해한다. 지배적인 사회적 실천은 지배적인 사회 구조 내에 배태되어 있다. 나는 지배적인 구조를 조직 및 제도의 배열이라고 이해한다. 이 배열의 내부 논리가 사회적 실천과 인식을 형성하는 전략적 역할을 수행한다.

흐름의 공간의 중요 층위 중 하나는 지배적인 관리 엘리트의 공간 조직이다. 이 엘리트들은 공간이 접합되는 방식을 결정한다. 엘리트들은 사회적 응집성을 유지하면서 자신들끼리 이해하고 다른 사람을 지배할 수 있도록 하는 일련의 규칙들과 문화적 코드를 발전시키기를 원한다. 그에 따라 그들은 자신들만의 문화·정치 공동체를 만들고, 그 ‘안’과 ‘밖’을 가르는 경계선을 긋는다. 이러한 지배 논리의 공간적 현시는 흐름의 공간에서 두 가지 주요 형태를 띤다. 첫째, 엘리트들은 상징적으로 차단된 자신들만의 공동체를 구성한다. 그들은 특정 지역의 인간관계에 국한된 하위문화로부터 자신들의 공동체를 구별 짓는다. 둘째, 전 세계 엘리트들의 상징적 환경들을 단일화하기 위하여 일정 공간 형태를 설계하고 라이프 스타일을 창출하는 것인데, 그럼으로써 각 지역의 역사적 특수성을 말살하는 결과를 초래한다. 따라서 전 세계에 걸친 흐름의 공간의 연결선을 따라서 배타적인 공간을 구축하게 된다. 이렇게 모든 사회가 갖고 있는 문화적 경계를 무시하는 정보 엘리트들 사이의 동질적인 라이프 사이클이 존재한다.

[나] 네트워크 문화의 등장으로 우리는 다시 유목민이 되었다. 이 말이 뜻하는 바는 무엇인가? 움직인다는 것, 그것은 이제 더 이상 지구 표면의 어느 한 지점에서 다른 지점으로 이동하는 것을 의미하지 않고, 문제들의 우주, 체험된 세계, 그리고 의미의 지형을 가로지르는 것을 뜻한다. 인류의 다양한 조직들 사이에서의 이 같은 교류는 통신과 운송의 회로 안에 이미 설치된 궤도와 중복되는 경우도 있을 것이다. 하지만 신(新) 유목민들의 이질적이고도 다방면적인 향회는 전혀 다른 공간을 탐험한다. 우리는 주관성의 이민(移民)자들인 것이다.

이 새로운 유목 공간은 지리적 영토도 아니고 제도나 국가의 영토도 아니다. 그것은 인식·지식·사유의 힘으로 이루어진 보이지 않는 공간으로, 그 안에서 존재론적 자질과 교류 방식들이 개화하고 이동하는 공간이다. 그것은 질적이고 역동적이며 살아있는 공간으로서, 자신의 세계를 만들면서 스스로를 창조해 나가는 과정에 있는 인류의 공간이다. 이 공간에서 새로운 차원의 의사소통은 분명 우리의 지식을 상호적인 것이 되게 하고 서로 간에 그 지식을 알릴 수 있게 해 준다. 그밖에도 이 공간은 사회생활을 뿌리째 변화시킬 두 가지 가능성을 열어줄 것이다. 첫째, 우리는 우리가 함께 만들어 나가는 것을 알기 위해 간단하고도 실용적인 수단들을 갖게 된다. 둘째, 우리는 상호소통을 가능케 하는 도구들을 글을 쓰는 것보다 훨씬 더 쉽게 사용할 수 있게 될 것이다. 오늘날 우리를 둘러싸고 있는 탈영토화의 거대한 소용돌이 속에서 더 나은 삶을 영위하기 위해서는 집단적인 지성이 필요하다. 아직은 분별하기 어렵고, 미래의 안개 때문에 희미하지만, 그 웅얼거림으로 새로운 인류를 감싸는 초(超)언어, 우리는 그것을 만나야 한다.

[다] When you go to a forest, what do you see? A forest is a whole world of its own, full of many different living things, and these things are all connected to each other. For instance, insects eat the leaves of the trees and those insects become the main food of frogs. Frogs are eaten by snakes, which are in turn eaten by birds like eagles. Many animals feed on one another, forming

different food chains, and these chains link together to form a "food web".

Let's step back and think about how we live in our society. Without food grown by farmers, we cannot cook meals for us. We need bus drivers to go to school. How about scientists and engineers? If it were not for their contribution, we would not be able to watch television or use our computers. Like this, all of us need one another, forming various help chains. These chains link together to form a "help web".

Let us look further into the world. Can we survive if we cannot import what we need from other countries? If Korea could not import oil from countries like Saudi Arabia, we would not be able to drive our cars. Besides, most of our industrial activities would be forced to stop. In turn, we export our products to other countries. For instance, Saudi Arabia relies on Korea for products such as cell phones or televisions. These simple examples show us that the world is a complete "trade web" system with a lot of trade chains among many countries.

Forests, our society, and the world are all places of give and take. At the same time, the living things in all these places are living and should live in balance and harmony. What happens if there are too many insects or too few frogs in forests? What happens if we all want to be scientists and there are no farmers in our society? What happens if we cannot import oil from other countries? All these cases prove that we need each other to survive.

[라] 19세기 말에 빌프레도 파레토는 자연과 경제의 일부 영역에서 정규 분포 대신에 독특한 형태의 분포가 나타난다는 사실에 주목했다. 그는 정원을 가꾸며 80%의 콩이 20%의 콩밭에서 생산된다는 것을 알게 되었는가 하면, 경제에서 소득의 분포 역시 전체의 약 80%가 인구의 20%에 몰려 있다는 사실을 발견했다. 이러한 불평등 현상은 파레토의 발견 이후 100여 년이 지난 지금에도 우리 주변에 그대로 존재한다. 이후의 학자들은 파레토의 경험적 저작들을 연구하면서 이와 같은 현상을 '80/20 법칙'이라고 불렀다. 네트워크를 연구하는 학자들은 이 같은 법칙이 사회의 다양한 네트워크에서도 목격된다고 주장한다.

그렇다면 네트워크에는 왜 '80/20 법칙'과 같은 현상이 생겨나는 것일까? 무엇보다도 네트워크의 성장이 중요한 단서가 된다. 네트워크의 성장은 하나의 노드(node)*가 다른 노드와 링크(link), 즉 연결망을 이룸으로써 이루어진다. 이때 뒤늦게 네트워크에 포함된 노드는 다른 노드들에 연결될 수 있는 시간적 여유를 갖지 못하지만, 초기에 포함된 노드는 그 이후에 포함된 노드들과 연결될 기회가 훨씬 많다. 따라서 네트워크 성장의 원리는 진입 순서가 빠른 노드에게 확실한 이점을 주면서 그들이 연결망을 과도하게 장악하도록 한다. 이 같은 법칙이 생겨나는 두 번째 원인으로 연결의 선호도를 들 수 있다. 새롭게 네트워크에 진입한 노드들은 대체로 기존의 노드에 연결되기를 선호하는 경향이 있다. 따라서 기존에 연결망이 풍부한 노드들은 네트워크가 커지면서 연결망이 더욱 확대된다. 이러한 연결의 선호도로 인해 네트워크 내에서는 '빈익빈 부익부' 현상이 발생한다.

* 노드(node): 연결망의 접속점.

[마] 모든 대립은 암묵적인 동일성을 공유하고 있다. 대립 간의 차이점이 아무리 뚜렷하다고 해도 어느 한 쪽도 다른 쪽이 없이는 존재할 수 없다. 그런 단순한 이유 때문에 두 쪽은 완전하게 분리할 수 없는 상호 의존적인 것으로 남는다. 이렇게 보면 바깥이 없는 안쪽, 아래가 없는 위, 패배가 없는 승리, 고통이 없는 쾌락, 죽음이 없는 생명은 존재하지 않는다.

중국의 옛날 현자였던 노자(老子)는 이렇게 말했다. "있음과 없음은 서로를 낳아 주고, 어려움과 쉬움은 서로를 전제로 성립하며, 긴 것과 짧은 것은 상대를 드러내 주고, 높음과 낮음은 서로에게 기대며, 앞과 뒤는 서로를 뒤따른다." 장자(莊子)는 좀 더 다듬어 이렇게 말했다. "옳음의 한 짝인 그름이 없는 옳음을 말하거나, 선정(善政)*의 짝인 악정(惡政)이 없이 선정만을 말하는 것은 우주의 위대한 원리를 모르며 모든 생명의 본질

을 이해하지 못한다는 증거이다. 마찬가지로 땅의 존재 없이 하늘의 존재를 말하거나 양(陽)이 없이 음(陰)을 말하기도 하지만 그런 것은 분명히 불가능한 일이다. 그럼에도 사람들은 끊임없이 그런 말들을 되풀이하고 있으니 이와 같은 사람들은 바보이거나 무퇴한이 틀림없으리라.”

* 선정(善政): 백성을 바르고 어질게 잘 다스리는 정치

[바] 자연은 인간의 신체적 능력과 정신적 능력을 평등하게 창조했으므로 인간은 평등에 대한 희망을 가지고 있다. 그런데 만약 어떤 두 사람이 같은 것을 바라고 있음에도 둘 다 그것을 얻을 수 없다면 그들은 적이 된다. 그들은 자신들의 목표를 달성하는 과정에서 서로를 멸망시키거나 굴복시키려고 노력할 것이다. 때로는 한 쪽이 다른 쪽을 침입하기도 한다. 가령 한 쪽이 밭을 갈아 씨를 뿌리고 멋진 집을 가지고 있다면 침입자는 그 노동의 성과뿐만 아니라 그의 자유와 생명을 약탈하려고 할 것이며, 침입자 또한 다른 상대방부터 같은 위협에 부딪히게 될 것이다.

상호간에 불신이 생기면 어떤 사람이든 자신을 지키기 위해 선수를 치는 것만큼 적절한 방법은 없을 것이다. 폭력이든 간계든 많은 수단을 동원하여 할 수 있는 한 많은 사람들을 지배하려 할 것이지만, 인간에 대한 지배의 증대는 인간의 보존을 위해 필요한 것이므로 인간에게 허용되어야만 하는 상황이 된다. 인간은 본성적으로 세 가지의 투쟁 요인을 가지고 있는데, 경쟁, 무력감, 영광이 바로 그것이다. 경쟁은 타인의 인격, 가족, 가축 등을 얻기 위하여 폭력을 사용하게 만들고, 무력감은 자신의 방어를 위하여, 영광은 한 마디 말이나 한바탕의 웃음 그리고 상이한 의견이나 과소평가 같은 사소한 것들 때문에 투쟁을 야기한다. 이렇게 인간이 모두를 두렵게 하는 때에는 모두가 투쟁 상태에 있다.

[사] 친구 홍대용이 언젠가 “청나라는 그 규모가 크고 기술은 세밀하다.”고 한 적이 있는데, 이곳 책문(柵門) 지역은 청나라의 동쪽 끝자락인데도 번성하기가 오히려 이와 같았다. 길을 가며 구경하려니 갑자기 기가 꺾여 문득 여기서 돌아갈까 하는 생각까지 들고 온 몸이 부글부글 끓어오르는 것 같았다. 청나라는 지난날 우리나라 조선을 침범하여 역사적 상처를 준 나라이지 않은가!

하지만 나는 깊이 반성하며 “이게 질투하는 마음이구나. 내 평소 담박하여 부러워하거나 질투하는 마음을 끊어버렸는데도 지금 조선인으로서 남의 국경에 한 번 발을 들여놓고 본 것이라고는 만분의 일에도 지나지 않거늘 이런 몹쓸 생각이 솟는 것은 무슨 까닭일까? 이는 내 견문이 좁은 탓이리라. 석가여래가 밝은 눈으로 이 세상을 두루 보신다면 평등하지 않은 것이 없을 것이니, 만사가 평등하다면 본시 질투나 부러움도 없을 것이다.”라고 생각하였다. 그러다가 내 말을 끄는 하인 장복에게 “장복아, 네가 죽어서 청나라에 다시 태어나게 해 준다면 어떻겠느냐?”라고 물으니 장복은 “청나라는 우리나라를 침범했던 되놈의 나라입니다. 소인은 싫사옵니다.” 라고 대답한다. 잠시 뒤에 한 맹인(盲人)이 어깨에 비단주머니를 걸고 손으로는 악기를 타며 지나간다. 이를 보고 내가 크게 깨달아 “저 맹인의 눈이야말로 진정으로 평등한 눈이 아닐까?”라고 생각해 보았다.

1 제시문 [가]와 제시문 [나]에서 주장하는 ‘새로운 공간’의 특징을 설명하시오. [30점]

2 제시문 [다]를 요약하고, 제시문 [라]의 관점에서 [다]의 내용을 비판하시오. [30점]

3 ‘대립 관계’에 대한 제시문 [마], [바], [사]의 태도를 대비하여 논하시오. [40점]

2015학년도 수시 논술고사 예시 문제

논술고사 문제지 (인문계열II)

모집단위	학부/학과	수험번호	성명
------	-------	------	----

★ 유의 사항 ★

1. 시험시간은 100분임
2. 답안은 답안지의 해당 문항 번호에 검은색 펜이나 연필로 작성할 것
3. 학교명, 성명 등 자신의 신상에 관련된 사항을 답안에는 드러내지 말 것
4. 연습은 문제지 여백을 이용하고, 답안은 자신의 주장을 논리적으로 서술할 것
5. 답안지 분량은 띄어쓰기를 포함한 문항별 답안 길이에 맞추어져 있음

감독확인



이화여자대학교

[1-2] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

[가] 역사적으로 지식의 신뢰성이 늘 당연한 것으로 전제되지는 않았다. 근세 초기에 나타났던 지적 흐름들 중 아주 중요한 하나를 꼽자면 진리라는 주장들에 맞서 다양한 종류의 회의주의가 등장했던 것을 들 수 있다. 이에 여러 분야의 학자들이 정확한 지식을 얻는 과제를 푸는데 매달렸는데, 예컨대 기하학적 접근 방법, 즉 기하학에서처럼 최소한의 공리에서 지적 체계를 연역해 내는 방법들을 꼽을 수 있다. 이와 함께 역사가들 사이에서는 귀납적 접근 방식이 등장하면서 원전(原典)에 각주를 다는 사례가 하나둘씩 늘어나기 시작했다. 여기서 ‘각주(footnote)’라는 말을 글자 그대로 받아들여서는 곤란하다. 그보다는 특정 텍스트를 읽는 독자들에게 원전에 대한 안내를 제공하는 관행이 퍼져 가고 있었다는 사실이 중요하다. 이러한 관행은 독자들로 하여금 ‘원전’으로 돌아가도록 하는 취지에서 시작되었는데, 여기에는 흐르는 물처럼 정보도 그 근원에 가까이 갈수록 순수해진다는 생각이 깔려 있었다. 실험 과정을 자세히 기록한 일지와 마찬가지로, 원전의 출처를 밝혀 주는 각주는 독자들이 원하기만 한다면 저자의 지적 궤적을 되짚어 볼 수 있게 하는 목적을 띠고 있었다.

원전으로 돌아가자는 말은 르네상스 시대의 인문주의자들과 종교 개혁가들이 내걸었던 표어이기도 했으며, 16세기부터 몇몇 역사학자들은 역사를 쓰면서 근거로 삼았던 수사본들을 신경을 써서 밝히기도 했다. 하지만 각주를 다는 것이 일반 관행으로 자리 잡게 된 것은 17세기에 들어서였다. 예를 들어 17세기 초에 켈턴은 『십일조의 역사』를 집필하면서 여백마다 출처에 관한 소개를 가득 채웠는데, 그는 책의 서문에서 “여기에 열거한 원전들은 그저 남들이 많이 인용하니까 가져다 쓴 것이 아니라 신뢰할 수 있는 것들이기 때문에 선택되었으며, 각주에서 밝힌 출처들에서 직접 인용한 것으로서 절대 2차 자료를 이용한 것이 아니다.”라고 당당하게 언급하고 있다.

[나] 성인(聖人)의 책에 주석(註釋)을 다는 것은 괜찮지만 그보다 등급이 낮은 책에 주석을 다는 것은 만족스럽지가 않다. 주석이라는 것은 원전의 신하이자 하인이다. 내가 비록 옛날의 주석가들에게 미치지 못하는 못한다고 해도 어찌 머리를 조아리고 무릎을 꿇어 그들의 신하나 하인이 되고자 하겠는가? 당나라의 훌륭한 문인인 한유(韓愈)가 말하기를 “지금 세상에는 공자와 같은 성인이 계시지 않으니 내가 공자의 제자들과 똑같은 등급에 서려는 것은 마땅한 자세가 아니다.”라고 하지 않았던가? 대장부가 뜻을 세우려면 진실로 이 정도는 되어야 할 것이다.

주석만 그런 것이 아니다. 옛사람들의 저서나 주장을 가져다가 그 차이를 따지는 것도 원전의 발아래에서 오고 감을 면치 못한다. 한나라의 양웅(揚雄)이 굴원(屈原)의 명작인 「이소(離騷)」를 반박하는 글을 지었지만 굴원에는 미치지 못했다. 당나라의 유종원(柳宗元)이 좌구명(左丘明)의 저서 『국어(國語)』를 따지며 글을 지었으나 좌구명에 미치지 못했으니, 유종원의 주장에 다시 반박하는 글을 지은 자는 결국 유종원의 아래에 놓이게 될 것이다. 대장부가 글을 짓고 책을 저술하려면 마땅히 최초의 원전인 육경(六經)을 기준으로 삼아야 한다. 어찌 괴롭게 유종원이나 양웅 무리의 발아래서 머물러야 한다는 말인가?

[다] 제도적 통제에 대한 도전이 심각하지 않을 경우 그 사회 체제 속에서 구현된 지식의 권위에는 힘이 실린다. 그러나 그 사회 체제가 공격을 받아 산산조각이 날 경우 지식과 그 정통성에 관한 문제의식이 전면에서 등장한다. 그런 환경에서는 올바른 지식이란 무엇인가에 대한 회의가 일어난다. 왜냐하면 현존하는 지식 체계가 더 이상 만족스러울 수 없기 때문이다. 올바른 지식이란 무엇이며, 누가 그 진실성을 보증할 수 있는가? 누가 어떤 조건에서 지식을 획득할 수 있으며, 사람들이 동일한 것을 믿게끔 하려면 어떤 수단을 사용해야 하는가? 사회 체제가 공유된 신념에 의존한다면 올바른 생각에 관한 기준은 무엇이며 그에 대한 동의는 확보할 수 있는가? 이러한 문제에 대한 논쟁은 지금까지도 지속되고 있다.

지식에 대한 이러한 문제가 특별한 가치와 절박함을 지니게 된 까닭은, 오랫동안 확립되어온 사회 체제의 권위가 훼손당했기 때문이다. 현존하는 기술은 지식을 확보하기에 적당하지 못하다는 결론이 내려졌고, 새로운 절차와 방법이 면밀하게 연구되기 시작했다. 신념을 확보하기 위한 올바른 방법론을 획득하고 이를 확산

시킴으로써 사회의 질서가 바로 설 수 있음을 고려할 때, 이러한 논쟁은 대단히 중요했다. 근대 초기 유럽의 사회 체제는 지속적으로 위기를 겪었는데, 그로 인하여 지식을 대하는 태도가 크게 바뀌었다. 예컨대 자연에 대한 지식은 사회 질서와 밀접하게 연관되었는데, 이는 자연이라는 대상을 ‘신이 쓴 책’으로 간주하는 성향에서 비롯되었다. 말하자면 자연이라는 책은 올바른 신념과 행동을 이끌어낼 수 있도록 읽고 해석되어야만 했다. 자연이라는 책을 부적절하게 읽거나 곡해할 경우 올바른 생각과 행동의 기준이 언제든지 뒤집힐 수 있다고 간주되었던 것이다.

[라] 정밀과학은 경험에 많은 영향을 미쳐왔다. 그런데 우리는 과학을 신뢰하면서도 다른 한편으로는 ‘개인적 지식’이라는 자신의 능력도 존중해야 한다. 그러한 개인적 행위의 작동 방식을 이해함으로써 우리는 과학자들이 지식을 어떻게 만들어 내는지를 알 수 있다. 어떤 기술이든 숙련된 수준에 도달하기 위해서는 과학적으로 규정된 일련의 규칙을 따르기보다 잘 알려지지 않은 규칙을 따라야만 하는 경우가 있다. 예를 들어 수영하는 사람은 호흡을 조절해서 물에 떠야 하는데, 그 규칙이란 숨을 내쉴 때 폐를 완전하게 비우지 않으면서 들이쉴 때 평상시보다 더 부풀려서 부력을 높게 유지해야 한다는 것이다. 하지만 수영 강습으로 생계를 유지해야 했던 한 과학자는 이런 규칙에 따라 수영을 배웠는데에 대한 질문에 매우 곤혹스러워 했다. 그는 특정한 규칙과 상관없이 언제나 물에 뜰 수 있었다.

물리학자나 엔지니어, 또는 자전거 제조업자에게 자전거를 탈 때 어떻게 균형을 유지하는가를 물어보면 제대로 답변을 하지 못한다. 물론 자전거를 타는 사람들이 지켜야 하는 기본적인 규칙은 다음과 같이 설명할 수 있다. 자전거가 오른쪽으로 넘어지려고 하면 자전거를 탄 사람은 손잡이를 오른쪽으로 꺾어 자전거가 오른쪽으로 돌게끔 한다. 이런 동작은 사람을 왼쪽으로 밀어내는 원심력을 만들어 내면서 자전거를 오른쪽으로 잡아당기는 인력을 상쇄한다. 그리하여 자전거를 탄 사람은 왼쪽으로 균형을 옮긴 후에 핸들을 왼쪽으로 꺾으면서 앞으로 나아갈 수 있다. 그는 계속해서 좌우로 적당하게 회전하면서 균형을 유지할 수 있다. 자전거가 한쪽으로 약간 기울어질 경우 균형을 잡기 위해 그려야 하는 곡선은 자전거가 전진하는 속도의 제곱에 반비례한다.

하지만 이런 원리가 자전거를 잘 타게 만드는 방법이라고 할 수 있을까? 아니다. 우리는 자전거가 진행하는 경로의 곡선을 진행 속도의 제곱에 비례해서 조절하지는 않는다. 만약 그렇게 할 수 있다면 우리는 단순한 기계로 전락하고 말 것이다. 이런 원리에 작용하는 수많은 요인들이 동시에 고려되어야 한다. 우리는 지식을 엄밀하게 형식화하겠다는 이상주의에 빠져서는 안 된다. 우리의 지식이나 기술은 무의식적 시행착오의 과정을 거쳐 만들어진다. 우리는 어떻게 해야 하는지 명시적으로 알지 못하는 상황에서도 목표를 달성하기 위해 더 나은 방법을 추구한다. 그리하여 숨쉬기에 관한 이론적 지식 없이도 수영을 할 줄 알게 되며, 자전거의 불균형을 바로잡기 위한 방향과 속도의 방정식을 계산하지 않더라도 자전거를 잘 탈 수 있다.

[마] 다른 사람들이 살아가는 모습을 관찰하는 동안 나 자신에게 확신을 주는 어떤 것도 발견하지 못했으며 오히려 다양한 모습들이 공존한다는 사실을 알게 되었다. 우리 자신에게는 엉뚱하게 보이는 것들이 다른 곳에서는 일반적으로 통용될 수도 있는데, 그로써 나는 습관적인 행위라고 해서 반드시 그것을 옳다고 받아들일 필요가 없다는 점을 깨달았다. 이렇게 나는 자연의 빛을 흐리게 하고 이성의 소리를 듣지 못하도록 만들어 온 미망(迷妄)으로부터 조금씩 해방되어 갔다.

수많은 지식의 규칙들이 존재하지만, 나는 다음 네 가지의 규칙만 지키면 충분하다고 생각했다. 첫째, 내가 명증적으로 진실이라고 인정하지 않는다면 어떤 것이든 진실로 받아들이지 않는다. 다시 말해 속단과 편견을 피하며, 의심의 여지가 없을 만큼 분명하게 정신에 나타나는 것 이외의 사항은 어떠한 것도 나의 판단에 포함시키지 말아야 한다. 둘째, 어려운 문제를 가능한 한 많이, 문제를 잘 풀기 위해 필요한 만큼 작은 부분으로 쪼갬다. 셋째, 나의 사고를 순서에 따라 이끌어간다. 가장 단순하고 인식하기 쉬운 것으로부터 시작하여 조금씩 계단을 올라가는 식으로 가장 복잡한 것에 도달한다. 자연 상태에서 서로의 앞뒤 순서를 알 수 없는 것들 사이에서도 순서를 상정해서 나아가야 한다. 마지막으로 모든 경우에 하나하나 철저히 살피고 전

체에 걸쳐 재검토를 함으로써 빠뜨린 것이 없음을 확신해야 한다.

하나의 사항에 관해서 진리는 하나밖에 없으므로, 그 진리를 발견하는 사람은 누구나 사람이 알 수 있는 범위 내에서 모든 것을 알고 있을 것이다. 진정한 순서에 따라 모든 조건을 정확하게 하나하나 세어가는 방법이야말로 진리의 규칙에 확실성을 부여하는 모든 것을 포함한다. 이 방법을 통해 내가 가장 만족한 것은, 자신의 이성을 어떤 일에서나 완전하지는 않더라도 능력이 미치는 한 가장 잘 구사하고 있다는 확신을 준다. 이러한 방법을 실천함으로써 자신의 정신이 대상을 더욱 분명하게 파악하는 습관을 갖추게 되었다고 느낄 수 있었다. 그리하여 나는 내 정신 속에서 과거의 그릇된 의견을 모두 없애 버리는 동시에 많은 경험을 쌓아 나의 추론의 자료가 되도록 하고, 스스로 자신에게 명령한 방법을 끊임없이 수련하여 확고하게 만들어야 한다는 생각을 하게 되었다.

[바] 모든 전문 기술자는 보편적 기술과, 그것을 특정 계층을 위해 사용하고자 하는 지배자의 이데올로기 사이에서 내적으로 영원한 투쟁을 하는 존재라는 점에서 ‘잠재적 지식인’이라 할 수 있다. 그러나 전문 기술자가 실제로 ‘지식인화’ 하는 것은 그렇게 단순한 결정에 의해서가 아니다. 그것은 결국 내부의 갈등을 제거할 만한 경험을 갖고 있는가에 달린 문제이다. 이런 변화를 완성시켜 주는 요인들의 총체는 사회적 차원에 포함되는 것이다.

그 한 예로 지배 계층이 전문 기술자, 특히 학생들에게 약속하는 생활수준을 들 수 있다. 저임금은 그들을 크게 의존적으로 만들 수 있다. 그러나 그것은 또한 전문 기술자로 하여금 자신의 사회적 위치를 적나라하게 알게 함으로써 오히려 저항적으로 만들 수도 있다. 지배 계층은 그 사회의 학생들에게 약속했던 자리를 누구에게나 줄 수는 없다. 적당한 일자리를 얻지 못한 사람들은 지배 계층이 약속했던 생활수준 이하로 떨어지게 되고, 그들은 자연히 덜 혜택 받은 사회 계층과 연대 의식을 느끼게 된다. 이러한 실업 상태, 혹은 봉급 수준이 낮으며 명예롭지 못한 직업으로 전락하게 되는 것은 경쟁 사회에서는 불가피한 현상이다.

지배 계급이 학문을 희생시켜 가면서까지 자기 이데올로기의 영향력을 확대하려 하면 할수록 사회 내부의 긴장은 증가되어 오히려 기술자를 지식인으로 만드는 데 큰 역할을 한다. 그러므로 지식인이란, 자기의 내부와 사회 안에서, 또 실용적인 진리 탐구와 지배자의 이데올로기 사이의 대립을 의식하는 사람이다. 모순된 사회의 산물인 지식인은 그 사회의 모순을 내면화한 까닭에 바로 그 모순된 사회의 증인이며, 따라서 그는 역사의 산물이다.

1 제시문 [가]와 [나]에 나타난 원전을 대하는 태도를 비교 분석하시오. [30점]

2 제시문 [다]~[바]를 읽고 다음 물음에 답하시오. [40점]

- (1) 제시문 [다]와 [라]의 입장을 요약하고, 각각의 관점에서 제시문 [마]의 입장을 비판하시오. [20점]
- (2) 제시문 [마]와 [바]의 관점에서 다음 <인용문>의 ‘대가’의 생각에 대해 분석하시오. [20점]

<인용문>

“아아, 아무튼 깨달을 수만 있다면 ! 믿을 만한 가르침이 있으면 좋겠어요. 모두가 모순 덩어리이고 어긋나서 어디 확실한 게 있어야지요. 모든 것은 이렇게도 해석할 수 있고, 또 저렇게도 해석할 수 있어요. 세계사 전체를 발전이나 진보라고 설명할 수도 있는가 하면, 세계사 속에서 쇠퇴와 불합리만을 볼 수도 있어요. 도대체 진리는 어디에 있는 것일까요? 참으로 올바른 학설은 존재할 수 없는 건가요?”

대가(大家)는 그가 이렇게 말하는 것을 들어본 일이 없었다. 대가는 잠시 걸고 나서 말했다. “아니, 진리는 있지. 그러나 자네가 갈망하는 ‘가르침’, 그것만으로 현명해질 수 있는 절대적 가르침이란 없는 거야. 그러니 자네도 완전한 가르침을 동경해서는 안 돼. 동경할 것은 도리어 자네 자신의 완성이야. 신은 자네 마음속에 있는 것이지 개념이나 책 같은 데 있는 것이 아니네. 진리는 살아 있는 것이지 가르침의 대상은 아니야. 싸울 각오를 하게. 요제프 크네히트, 나는 잘 알고 있네만, 투쟁은 이미 시작된 거야.”

3 아래의 표는 우리나라의 연구개발 투자의 변화 추이를 나타낸 표이다. 이 표에서 총 연구개발 투자는 경상가격, 그리고 투자 금액을 1995년 물가를 1로 하는 물가지수로 나누어 준 불변가격 두 가지로 나타내고 있다. 다음의 물음에 답하시오. [30점]

연도	총 연구개발 투자 (천억원)		대GDP비율 (%)	부담재원별(%)	
	경상가격	불변가격 (1995년 기준)		정부	민간
1980	3	20	1.0	50	50
1985	10	25	1.0	40	60
1990	30	50	2.0	20	80
1995	95	95	2.0	20	80
2000	140	130	3.0	25	75

* 주: 이 표는 계산의 편의를 위해 일부 숫자를 조정하였음.

(1) 위 표의 내용을 <보기>와 같이 해석한 결과에 대해 비판적으로 논하시오. [10점]

<보 기>

1980년대의 총 연구개발비는 경상가격 기준으로 10.0배(1980년 대비 1990년의 총 연구개발 투자 금액) 증가하였으나, 1990년대에는 4.7배(1990년 대비 2000년의 총 연구개발 투자 금액) 증가하여 그 증가세가 크게 둔화하였다. 특히 1990년대에 들어와 정부의 재원 부담 비중이 크게 하락하였으므로 정부 차원에서 연구개발비 확충 노력에 박차를 가해야 할 필요가 있다.

- (2) 총 연구 개발 투자에 관한 경상가격 및 불변가격 기준 금액은 해당 연도의 물가지수에 관한 정보를 담고 있다. 이를 바탕으로 1995년을 100으로 하는 2000년의 물가 지수를 산출하시오. [10점]
- (3) 총 연구개발 투자의 대GDP 비율을 이용하여 1990년대(1990년 대비 2000년)의 실질 GDP 성장률을 산출하시오. [10점]

2015학년도 수시 논술고사 예시 문제

논술고사 문제지 (자연계열I)

모집단위	학부/학과	수험번호	성명
------	-------	------	----

★ 유의 사항 ★

1. 시험시간은 100분임.
2. 답안은 답안지의 해당 문항 번호에 검은색 펜이나 연필로 작성할 것.
3. 학교명, 성명 등 자신의 신상에 관련된 사항을 답안에는 드러내지 말 것.
4. 연습은 문제지 여백을 이용할 것.

감독확인



이화여자대학교

1 다음 주어진 각각의 도형 S 에 대해 도형 S 밖의 점 P 에서 그은 두 접선이 서로 수직할 때, 점 P 의 자취를 나타내는 방정식을 구하시오.

(1) $S: y = ax^2 \ (a \neq 0)$ [8점]

(2) $S: \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \ (a, b > 0)$ [12점]

(3) $S: \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1 \ (a, b > 0)$ [15점]

(힌트: 쌍곡선의 점근선과 기울기가 같은 접선은 존재하지 않는다.)

2 2015년 1월 1일 현재 김이화 과장의 나이는 30세이다. 이화은행에서는 김이화 과장에게 퇴직금으로 65세부터 매해 1회 연말에 1000만원씩 지급하려고 한다. 이때 연이율은 5%의 복리로 고정되어 있다고 가정한다.

(1) 김이화 과장이 100세까지 퇴직금으로 매해 1000만원씩을 총 36번을 수령했다고 할 때, 이 퇴직금 수령액 합계의 2015년 1월 1일 현재 가치를 구하시오. [10점]

(2) 김이화 과장은 2015년부터 64세가 되는 2049년까지 이화은행에 매해 연말에 300만원씩 총 35번을 적립한다고 한다. 이 적금(적립금 총액)으로 (1)번에 제시된 김이화 과장의 퇴직금을 충당하기에 충분한지 논하시오. [10점]

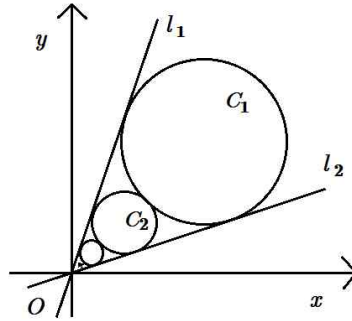
(3) 김이화 과장이 매해 연말까지 생존할 확률이 $\frac{95}{100}$ 라고 하자. (예를 들어 현재 2015년 1월 1일 나이가 30세인 김이화 과장이 2015년 12월 31일까지 살아있을 확률은 $\frac{95}{100}$, 그리고 2016년 12월 31일까지 살아있을 확률은 $\left(\frac{95}{100}\right)^2$ 이다.) 김이화 과장은 30세부터 매해 연말 생존하였을 경우 일정한 금액 K 를 매해 1회 연말에 이화은행에 납입하며, 납입금은 김이화 과장이 64세가 되는 2049년 연말까지만 최대 35번까지 납입될 수 있다. 그리고 퇴직금으로 김이화 과장이 65세가 되는 해부터 최대 100세가 되는 해까지 김이화 과장이 생존하였을 경우 매해 연말 1회 1000만원씩이 지급되고, 최대 총 36번까지 지급될 수 있다. 김이화 과장의 생존여부에 따른 적립예상금액의 현재 가치를 **적립금 현재가치**라고 하고, 수령예상 퇴직금의 현재가치를 **퇴직금 현재가치**라고 하자. 이화은행은 김이화 과장의 **퇴직금 현재가치**의 기댓값과 김이화 과장의 **적립금 현재가치**의 기댓값이 같도록 납입금액 K 를 책정하려고 한다. 이때 적절한 K 를 구하시오. [10점]

(힌트: 위 문제에서 필요한 경우 다음의 계산을 사용할 수 있다.)

$1.05^{-1} \approx 0.95$	$1.05^{-35} \approx 0.18$	$1.05^{-36} \approx 0.17$	$\frac{1}{1-1.05^{-1}} = 21$
$\frac{95}{105} \approx 0.90$	$\left(\frac{95}{105}\right)^{35} \approx 0.030$	$\left(\frac{95}{105}\right)^{36} \approx 0.027$	$\frac{1}{1-\frac{95}{105}} = 10.5$

3

아래 그림과 같이 두 직선 $l_1: y = \frac{1 + \tan\theta}{1 - \tan\theta}x$ 와 $l_2: y = \frac{1 - \tan\theta}{1 + \tan\theta}x$ 에 동시에 접하는 원 C_1 이 있다. 두 직선 l_1, l_2 와 원 C_1 에 접하는 더 작은 원을 C_2 라고 하고, 같은 방법으로 n 번째 원 C_n 과 두 직선 l_1, l_2 에 접하는 C_n 보다 작은 원을 C_{n+1} 이라고 할 때 다음 물음에 답하시오. (단, $0 < \theta < \frac{\pi}{4}$)



- (1) 원 C_n 의 반지름을 r_n 이라 할 때, 원의 중심의 좌표 (x_n, y_n) 을 반지름 r_n 으로 나타내시오. [14점]
- (2) 서로 이웃하는 두 원 C_n, C_{n+1} 에 대하여 반지름의 비율 $\frac{r_{n+1}}{r_n}$ 을 상수 θ 의 관계식으로 나타내시오. [14점]
- (3) 원 C_1 의 반지름의 길이가 2015라고 할 때 원 C_n 들의 둘레의 길이의 합을 구하시오. [7점]

2015학년도 수시 논술고사 예시 문제

논술고사 문제지 (자연계열II)

모집단위	학부/학과	수험번호	성명
------	-------	------	----

★ 유의 사항 ★

1. 시험시간은 120분임.
2. 답안은 답안지의 해당 문항 번호에 검은색 펜이나 연필로 작성할 것.
3. 학교명, 성명 등 자신의 신상에 관련된 사항을 답안에는 드러내지 말 것.
4. 연습은 문제지 여백을 이용할 것.

감독확인



이화여자대학교

1 다음 주어진 각각의 도형 S 에 대해 도형 S 밖의 점 P 에서 그은 두 접선이 서로 수직할 때, 점 P 의 자취를 나타내는 방정식을 구하시오.

(1) $S: y = ax^2 \ (a \neq 0)$ [8점]

(2) $S: \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \ (a, b > 0)$ [10점]

(3) $S: \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1 \ (a, b > 0)$ [12점]

2 2015년 1월 1일 현재 김이화 과장의 나이는 30세이다. 이화은행에서는 김이화 과장에게 퇴직금으로 65세부터 매해 1회 연말에 1000만원씩 지급하려고 한다. 이때 연이율은 5%의 복리로 고정되어 있다고 가정한다.

(1) 김이화 과장이 100세까지 퇴직금으로 매해 1000만원씩을 총 36번을 수령했다고 할 때, 이 퇴직금 수령액 합계의 2015년 1월 1일 현재 가치를 구하시오. [7점]

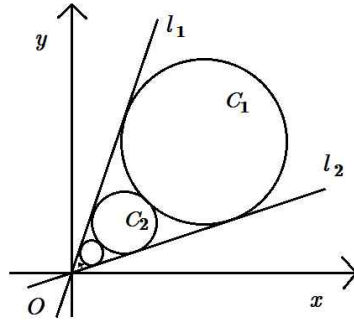
(2) 김이화 과장은 2015년부터 64세가 되는 2049년까지 이화은행에 매해 연말에 300만원씩 총 35번을 적립한다고 한다. 이 적립금(적립금 총액)으로 (1)번에 제시된 김이화 과장의 퇴직금을 충당하기에 충분한지 논하시오. [8점]

(3) 김이화 과장이 매해 연말까지 생존할 확률이 $\frac{95}{100}$ 라고 하자. (예를 들어 현재 2015년 1월 1일 나이가 30세인 김이화 과장이 2015년 12월 31일까지 살아있을 확률은 $\frac{95}{100}$, 그리고 2016년 12월 31일까지 살아있을 확률은 $\left(\frac{95}{100}\right)^2$ 이다.) 김이화 과장은 30세부터 매해 연말 생존하였을 경우 일정한 금액 K 를 매해 1회 연말에 이화은행에 납입하며, 납입금은 김이화 과장이 64세가 되는 2049년 연말까지만 최대 35번까지 납입될 수 있다. 그리고 퇴직금으로 김이화 과장이 65세가 되는 해부터 최대 100세가 되는 해까지 김이화 과장이 생존하였을 경우 매해 연말 1회 1000만원씩이 지급되고, 최대 총 36번까지 지급 될 수 있다. 김이화 과장의 생존여부에 따른 적립예상금액의 현재 가치를 **적립금 현재가치**라고 하고, 수령예상 퇴직금의 현재가치를 **퇴직금 현재가치**라고 하자. 이화은행은 김이화 과장의 **퇴직금 현재가치**의 기댓값과 김이화 과장의 **적립금 현재가치**의 기댓값이 같도록 납입금액 K 를 책정하려고 한다. 이때 적절한 K 를 구하시오. [15점]

(힌트: 위 문제에서 필요한 경우 다음의 계산을 사용할 수 있다.)

$1.05^{-1} \approx 0.95$	$1.05^{-35} \approx 0.18$	$1.05^{-36} \approx 0.17$	$\frac{1}{1 - 1.05^{-1}} = 21$
$\frac{95}{105} \approx 0.90$	$\left(\frac{95}{105}\right)^{35} \approx 0.030$	$\left(\frac{95}{105}\right)^{36} \approx 0.027$	$\frac{1}{1 - \frac{95}{105}} = 10.5$

3 아래 그림과 같이 두 직선 $l_1: y = \frac{1+\tan\theta}{1-\tan\theta}x$ 와 $l_2: y = \frac{1-\tan\theta}{1+\tan\theta}x$ 에 동시에 접하는 원 C_1 이 있다. 두 직선 l_1, l_2 와 원 C_1 에 접하는 더 작은 원을 C_2 라고 하고, 같은 방법으로 n 번째 원 C_n 과 두 직선 l_1, l_2 에 접하는 C_n 보다 작은 원을 C_{n+1} 이라고 할 때 다음 물음에 답하시오. (단, $0 < \theta < \frac{\pi}{4}$)



- (1) 원 C_n 의 반지름을 r_n 이라 할 때, 원의 중심의 좌표 (x_n, y_n) 을 반지름 r_n 으로 나타내시오. [10점]
- (2) 서로 이웃하는 두 원 C_n, C_{n+1} 에 대하여 반지름의 비율 $\frac{r_{n+1}}{r_n}$ 을 상수 θ 의 관계식으로 나타내시오. [10점]
- (3) 원 C_1 의 반지름의 길이가 2015라고 할 때 원 C_n 들의 둘레의 길이의 합을 구하시오. [7점]
- (4) 원 C_1 의 반지름의 길이가 1일 때, 다음의 값을 구하시오. [13점]

$$\lim_{\theta \rightarrow +0} \theta \left(\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2\sqrt{r_n r_{n+1}}}{\sqrt{r_n} + \sqrt{r_{n+1}}} \right)$$

2015학년도 수시 논술고사 예시 문제

출제의도 · 우수답안 분석

I. 전반적인 출제의도 및 특징

본교의 논술고사는 고등학생들이 정규 교과과정을 통해 학습한 다양한 지적 능력을 체계적이며 종합적으로 측정할 수 있는 문제들을 출제하여 입학전형 요소로 활용함과 동시에 논술고사 양식의 다변화와 다양화를 추구하였다. 현실적이고 구체적인 문제의식에서 출발하여 동서고금의 고전이나 양서, 통계자료나 표 등을 제시문으로 활용하면서 그와 연관된 문제들을 출제함으로써 일정 수준을 담보하면서도 일상생활과 밀접하게 연관되는 사고력을 측정할 수 있도록 배려하였다. 이를 위해 모든 제시문의 소재와 범위를 학교 교과과정과 직·간접적으로 연관되도록 하되, 최근 한국사회의 다양한 현상들에 대한 성찰적 이해를 가지고 있는 학생이라면 별도의 선행지식 없이도 어렵지 않게 답안을 작성할 수 있도록 함으로써 고교 교육의 정상화에 일조하고자 하였다.

II. 문제의 구성

본교의 논술고사는 기본적으로 통합논술의 성격을 가지고 있다. 특정 주제와 관련하여 인문학적 사고와 사회과학적 사고 및 수리적 사고를 아우르는 통합적 사고력, 이해력, 표현력 등을 측정하고자 하는 것이 목적이기 때문이다. 인문계열 I의 논술고사는 언어영역에 중점을 둔 3문항으로 구성되며, 특히 영어 제시문 1개를 포함하여 인문학적 사고를 위한 외국어능력을 함께 측정한다. 인문계열 II의 논술고사에서는 언어영역 2문항 및 논리적 사고력을 측정할 수 있는 수리문제 1문항 등 총 3문항이 출제된다. 고등학교 정규 교과과정을 정상적으로 이수한 학생이라면 어렵지 않게 답할 수 있는 문항들로서, 관련 주제에 대한 보다 깊이 있는 사고와 다양한 관점을 가지고 있는지가 중요하게 평가된다.

2015년 모의논술고사 '인문계열 I'과 '인문계열 II'의 문항들은 비교적 널리 알려진 동서양의 고전들을 중심으로 하여 현대사회의 이슈와 밀접하게 연관된 내용들을 기초로 하고 있다. '인문계열 I'의 경우 흐름과 공간, 네트워크와 연결망이라는 핵심어를 중심으로 하여 인간사회의 상호의존 관계에서 나타나는 다양한 모습들을 여러 각도에서 분석 및 비판하는 글들을 제시문으로 인용하였다. 이 제시문들은 인간사회의 다양한 연결망과 공간의 재배치에 관한 논의에서 시작하여 그로부터 비롯된 대립과 불균형의 관계 등 현대사회가 안고 있는 문제점들에 대한 인식으로 이어지고 있는데, 이에 대한 수험생들의 이해도를 측정코자 하였다. 한편 '인문계열 II'는 '앎'과 '지식'에 대한 고전의 논의, 그리고 다양한 각도에서 이를 비판적으로 바라보는 대립적 관점들을 추출하여 제시문으로 활용하였다. 이러한 제시문들은 고교 교과과정의 『사회』 및 『윤리와 사상』에서 다루고 있는 내용과 밀접하게 연관되어 있으며 동서양의 다양한 시각을 망라하고 있다. 특히 과학적 사고방식을 통한 엄밀한 지식 획득방법에 대한 비판적 시각을 통해 진리의 다원성에 대한 이해도를 갖추고 있는지를 묻고자 하였다. '인문계열 II'에서는 또한 지식산업의 추세와 관련한 간단한 통계자료를 제시하고 이에 대한 질문을 통해 수험생들이 주어진 자료를 적절하게 해석 및 분석할 수 있는지, 그리고 간단한 계산을 통해 원하는 답을 추론하는 논리적 능력을 가지고 있는지를 알아보코자 하였다.

III. 계열별 문항분석

1. 인문계열I

■ 문제 배경 설명: 문제[1] - 문제[3] 제시문

2015년도 수시논술 모의고사(인문계열 I)에 출제된 제시문은 최근 정보기술의 발전과 사회적 연대감의 변화를 통해 관찰할 수 있는 공간에 대한 이해의 변화와 네트워크 사회의 다양한 부작용에 대한 논의를 담고 있다. 최근 들어 가속화되고 있는 연결망의 밀도는 여러 가지 차원에서 사람들이 살아가는 방식에 영향을 주고 있다. 먼저 ‘공간’의 관념과 역할이 바뀌고 있는데, 서로 연결된 사람들 사이에 집단지성을 가능하게 해주는 소통의 공간도 가능하지만, 동시에 지배 엘리트들만의 배타적인 흐름의 공간도 등장하고 있다. 물론 네트워크 사회가 촘촘하게 엮인다는 점이 긍정적인 요소가 될 수도 있지만 기존의 지배적인 세력들에서 나타나는 불평등한 모습에도 유의할 필요가 있다. 아울러 이와 같은 복잡한 사회변화 속에서 마주치게 되는 서로 대립적인 관계를 어떻게 바라볼 것인가, 그리고 이러한 대립관계를 어떻게 극복할 것인가에 대한 서로 다른 인식을 제대로 이해하고 구별해낼 수 있는가에 모의논술 질문의 초점을 맞추고 있다.

제시문 [가]는 마누엘 카스텔(Manuel Castelles)의 『네트워크 사회의 도래』에서 발췌하여 다른 제시문들과 적절하게 대비될 수 있도록 다듬은 글이다. 사회학자인 저자는 현대의 지식정보 사회를 네트워크 관점에서 설명하고 있는데, 특히 이 제시문에서는 네트워크 사회를 하나의 새로운 ‘흐름의 공간’으로 제안하면서 그 특징상 발생할 수 있는 지배적 정보엘리트들의 배타적 공간 구축의 가능성을 이야기하고 있다.

제시문 [나]는 피에르 레비(Pierre Levy)의 『집단지성』에서 발췌한 글인데, 인터넷과 같은 사이버 공간의 등장으로 말미암아 인간이 겪게 될 새로운 인류학적 변화에 관해 논의하고 있다. 저자는 이 제시문에서 상호소통의 새로운 ‘유목 공간’에서 인류가 보다 창조적이고 발전적인 방향으로 집단지성을 형성할 것이라는 긍정적 전망을 내놓고 있다.

제시문 [다]는 고등학교 영어 교과서인 『High School English』(디딤돌, 2008)에서 발췌하여 재구성한 글이다. 자연과 사회, 그리고 세계가 모두 일종의 망(web) 조직을 형성하며 그 구성원이 서로 상부상조하고 있음을 설명하고 있으며, 이러한 연결망이 삶에 중요한 영향을 미치기 때문에 그 균형과 조화가 중요하다는 점을 강조하고 있다.

제시문 [라]는 알베르트-라슬로 바라바시(Albert-Laszlo Barabasi)의 『링크』에서 발췌한 글이다. 이 글에서는 자연과 사회의 다양한 영역에서 나타나는 네트워크의 여러 측면들을 과학자의 관점에서 세부적으로 논의하고 있다. 무엇보다도 제시문에서는 80/20의 원칙 또는 빈익빈 부익부의 현상이 네트워크에서 관찰되는 특징이라는 점을 강조하면서 그 원인이 무엇인가에 대한 심층적인 메커니즘을 제시하고 있다.

제시문 [마]는 켄 윌버(Ken Wilber)의 『무경계(No Boundary)』에서 발췌한 내용이다. 지문은 동양의 고전인 『노자』와 『장자』를 예시하며, 대립의 상호 의존성과 긴밀한 연관성을 인식해야 한다는 주장을 담고 있다. 대립자 간의 갈등 관계나 투쟁 관계보다는 상호 의존적 관계를 중요시하는 입장이다.

제시문 [바]는 토마스 홉스(Thomas Hobbes)의 『리바이어던(Leviathan)』에서 발췌한 내용이다. 평등한 역량을 지닌 인간들이 같은 목표물을 획득하려고 하는데 만약 모두가 자신의 욕구를 충족시킬 수 없는 조건이라면 그들 사이에 불가피한 갈등 관계가 형성된다는 주장이 담겨 있다. 만인(萬人)에 대한 만인의 투쟁 관계를 주목하는 입장이다.

제시문 [사]는 박지원의 『열하일기(熱河日記)』에서 뽑은 내용이다. 조선인인 저자가 청나라에 대한 반감과 역사적 상처를 환기하는 단계를 지나 피아를 넘는 제3의 시각이 필요하다는 각성으로 나아가고 있다. 조선과 청의 대립 관계에 대해 제3의 객관적이고 평등한 시각이 요청된다는 입장이다.

[문제 1] 제시문 [가]와 제시문 [나]에서 주장하는 ‘새로운 공간’의 특징을 설명하시오. [30점]

■ 출제의도 :

문제1은 제시문 [가]와 [나]를 통하여 네트워크 사회를 바라보는 두 저자의 주장을 비교해서 파악하되, ‘새로운 공간’의 출현과 그 특징이라는 관점에서 어떻게 서로 다른 설명을 하고 있는지를 서술하도록 요구한다. 수험생들 스스로가 이미 속해 있거나 상호 간에 익숙하게 공유하고 있는 사이버공간에 대한 인문학적 성찰을 유도하는 물음이다. 단순히 피상적으로 알고 있는 네트워크 사회의 장단점을 기술하는 수준을 넘어서, 제시문 안에 담겨있는 구체적인 사회현상의 폐해를 이해하고 또한 은유적인 표현의 의미를 적절하게 풀어 설명할 수 있는지, 그리고 이를 통해 앞으로 이 새로운 공간이 인간 사회에 가져올 상반된 특징들을 통찰하여 종합적으로 서술할 수 있는지를 측정하는 문제이다.

■ 우수답안 :

위의 두 제시문은 현대에 ‘네트워크 사회와 문화’가 만들어내는 ‘새로운 공간’에 대하여, 제시문 [가]는 ‘흐름의 공간’으로, 제시문 [나]는 ‘유목의 공간’으로 각기 표현하고 있는데 이 공간의 특징과 그 역할에 대한 두 저자의 입장은 서로 상반된다. 우선 제시문 [가]에서 저자는 네트워크 사회는 다양한 요소들이 매우 복합적으로 상호작용하는 특유한 ‘흐름의 공간’이라고 말하고 있다. 그런데 이 흐름의 공간에서 사회 행위자들은 목적이 있는 연속적인 교환을 통해 어떤 지배적인 사회구조를 형성하기도 하고 그러한 지배구조를 유지하기 위해 이 공간을 전략적으로 활용하기도 한다고 한다. 그 예로 저자는 전 세계적으로 연결된 정보 엘리트들이 어떻게 이 흐름의 공간을 지배하고 있는지를 설명하고 있다. 이들은 자신들만의 문화-정치 공동체를 만들어 다른 사람들을 지배하는 규칙과 문화적 코드를 전 세계적으로 발전시킨다. 이로 인해 이런 엘리트들은 자신들과 다른 하위문화들 사이를 경계 짓고 구별한다. 또한 각 지역마다의 특수성을 없애고 전 세계에 걸쳐 단일화 된 자신들만의 라이프스타일을 만들어서 배타적인 공간을 구축한다. 그야말로 세계화의 부정적인 측면을 드러내는 역할을 이 ‘흐름의 공간’이 하고 있다는 것을 지적하고 있다.

반면에 제시문 [나]에서 저자는 네트워크 문화는 우리 인류를 비유적으로 ‘유목민’이 다시 되게 하여 새롭고 아직 분명치 않은 미지의 세계를 탐험하게 하는 창조의 공간을 제공해 준다고 주장하면서, 이 새로운 공간을 매우 긍정적으로 바라보고 있다. 지리적 영토의 개념을 벗어난 보이지 않는 공간이면서도 개인의 지식과 사유가 상호 소통하는 역동적인 이 ‘유목 공간’에서 인간은 관심 문제들과 의미들을 따라 다방면으로 향해하

고 이동하면서 자기 스스로의 새로운 세계를 창조하게 될 뿐만 아니라, 함께 더 나은 삶을 만들어가는 새로운 인류의 집단적 지성도 형성해 간다고 말하고 있다. 이는 [가]에 비해 네트워크 공간을 낙관적으로 본 견해이지만, 한편 우리 인류에게 이 '새로운 공간'은 아직 열려져 있고 우리가 어떻게 만들어 가느냐에 따라 달라질 수 있는 '가능성의 공간'이라는 점을 강조한 설명이라고 할 수 있다.

■ 우수답안 분석 :

이 답안의 구조는 제시문 [가]와 [나]의 내용을 단순히 요약하여 나열한 것이 아니라, 문제에서 밝혀내라고 하는 '새로운 공간'의 관점에서 두 제시문의 상반된 특징을 대조하고 이를 유기적으로 연결시키고 있다. 다소 서술 기법이 다른 제시문이지만, 이 '새로운 공간'에 대한 각 저자의 핵심주장을 '흐름의 공간' 과 '유목의 공간'이라는 핵심어로 파악하여 이 공간의 출현과 그 특징을 설명하는 개념들로 간명하게 정리하였다. 이때 제시문 [가]에서는 흐름의 공간이 '배타적인 공간의 지배구조'로 작동할 수 있는 부정적인 측면을 설명하는 반면, 제시문 [나]에서는 유목의 공간이 '역동적인 공간의 창조적 가능성'으로 열려있는 긍정적인 측면을 설명하고 있음을 명확하게 보였다. 그런 후, 두 저자의 접근 방향의 차이를 분석하여 강조하였고 이를 바탕으로 네트워크 공간이 지니는 양면성을 종합적으로 통찰하면서 마무리하였다.

[문제 2] 제시문 [다]의 내용을 요약하고, 제시문 [라]의 관점에서 [다]의 내용을 비판하시오. [30점]

■ 출제의도 :

이 문항은 인간 사회 뿐 아니라 세상의 각 영역에 편재하고 있는 다양한 망(web) 또는 네트워크(network)를 바라보는 서로 다른 관점을 대비시킬 수 있는 능력을 측정한다. 제시문 [다]는 자연, 사회, 더 나아가 세계의 망 조직을 예로 들며 호혜적이고 낙관적인 입장에서 이 같은 현상을 바라본다. 반면 제시문 [라]는 네트워크에서 종종 발생하는 불균형 또는 불평등한 관계에 대하여 역설한다. 문제에 답하기 위해서는 두 글에서의 망과 네트워크가 서로 다른 맥락에서 이야기되고 있지만 결과적으로 구조적 유사성을 지니고 있음을 먼저 통찰한 후, 이러한 네트워크의 세계를 이해하는 두 글의 시각이 대조적임을 동시에 파악할 수 있어야 한다. 영어 제시문을 포함시킴으로써 기본적인 영어 독해력까지도 포괄적으로 평가하는 문항이다.

■ 우수답안 :

제시문 [다]는 자연, 인간 사회, 그리고 더 넓은 세계에 존재하는 망(web)을 예로 들며 이 세상이 모두 이런 망으로 연결되어 있다고 설명한다. 숲에는 동식물들이 서로 먹이 사슬을 형성하는 '먹이 망(food web)'이 있고, 인간 사회에는 서로간의 '도움 망(help web)', 그리고 세계에는 각국 간의 '무역 망(trade web)'이 있다. 이러한 망은 우리가 서로의 도움을 필요로 하는 존재임을 입증하기에 이 같은 망을 조화롭게 유지하며 상호 공존의 세상을 만들어야 한다고 이야기한다.

제시문 [라]에서 설명하는 네트워크 역시 자연과 경제의 영역에 존재하는 연결망을 칭한다. 그러나 [라]에서 이 같은 네트워크를 바라보는 관점은 [다]와는 대조적으로, 네트워크에는 '80/20의 법칙'에서 볼 수 있는 것처럼 불평등한 힘의 분포가 이루어지고 있음을 설명한다. 이 같은 불평등 관계는 네트워크의 성장의 원리와

그 안에서의 연결의 선호도에 의해 네트워크에 먼저 진입한 노드들이 결국은 나중에 들어온 노드들보다 더 많은 성장의 기회를 확보하여 불균형한 세력의 확장을 이루면서 생겨난다. 이러한 [라]의 입장에서 본다면, 마치 이 같은 망 또는 네트워크에서의 공존 체제가 균형과 조화 속에 유지되는 것이 자연스럽다는 생각이 들게 하는 [다]의 시각은 과도하게 낙관적이다. [라]의 관점에서 보았을 때 노드들 사이의 우열이 생겨나며 결과적으로 불평등한 관계로 발전하는 것은 네트워크의 중요한 속성 중의 하나인데, [다]는 이를 무시한 채 세상이 네트워크로 연결되어 공존 관계를 형성한다는 한다는 사실을 긍정적으로만 바라볼 뿐이다. 네트워크 안에서의 경쟁이나 불평등, 불균형은 고려하지 않고 있는 [다]의 내용은 네트워크를 단편적, 피상적으로만 기술하고 있다고 할 수 있다.

■ 우수답안 분석 :

본 문항에 대한 답안은 두 가지 요소, 즉 제시문 [다]에 대한 요약 및 [라]의 관점에서 [다]를 비판하는 내용이 모두 담겨있어야 한다. 이를 위하여 유사한 현상에 대하여 서로 대조적 관점으로 바라보는 두 제시문의 내용을 이해하고 대비시킬 수 있는 능력이 중요하다. 위의 우수 답안은 우선 제시문 [다]에서 설명하고 있는 자연, 사회, 세계라는 세 가지 영역에서 공통적으로 등장하는 상호 공존의 망(web)에 대하여 잘 요약하고 있다. 이후 두 제시문이 기술하고 있는 망과 네트워크의 세계가 결국은 유사한 구조를 지칭하고 있음을 파악하고, 이러한 구조에 대하여 두 글이 어떻게 다른 시각으로 바라보고 있는가를 잘 설명하고 있다. 제시문 [라]의 내용에 대해서는 자연과 경제 영역에서 목격되는 ‘80/20의 법칙’이 결국 네트워크에서의 불균형한 힘의 분포를 보여주는 예임을 깨닫고, 대부분의 네트워크는 그 성장 원리와 연결의 선호도에서 야기된 이 같은 불평등한 관계를 기반으로 확장되고 있음을 이해하고 있다. 이 같은 이해가 선행되어야 모든 세상이 공생공존의 네트워크를 이루며 조화와 균형 속에 유지되어 왔고 앞으로도 그러할 것이라는 제시문 [다]의 관점이 순진하다 할 정도로 네트워크에 대한 낙관주의만을 보이고 있다는 비판에 이를 수 있다. 이 문제에 답하기 위해서는 결국 각 제시문에서 다루고 있는 세상의 다양한 망, ‘80/20의 법칙’, 그리고 그 외의 네트워크를 하나의 유사구조로 통찰할 수 있는 통합적 이해능력이 중요하다. 이에 더하여, 그 유사구조를 바라보는 서로 다른 입장들이 지니고 있는 근거를 파악하고 이를 기반으로 각각의 입장을 바라보는 상대적 시각을 갖추어야 문제가 요구하는 답변을 해 낼 수 있다. 위 답안은 이처럼 두 제시문의 내용을 연관해서 읽어내는 복합적 사고력을 보여주며, 우리가 일반적으로 알고 있는 세상의 망 또는 네트워크에 대한 낙관주의가 어떠한 관점에서 비판의 여지가 있는가를 논리적으로 설명하고 있다.

[문제 3] ‘대립 관계’에 대한 제시문 [마], [바], [사]의 태도를 대비하여 논하시오. [40점]

■ 출제의도 :

제시문 [마], [바], [사]는 ‘대립 관계’에 대한 상이한 인식 방법을 보여주고 있다. 문제 3은 세 지문에 포함된 각각의 내용과 핵심 주제를 대비하여 설명할 수 있는가, 서로 다른 주장을 참조하여 각각의 입장이 지닌 의의와 한계를 추론할 수 있는가를 묻고 있다. 따라서 이 문항을 통해, 지문에 대한 정확한 이해력과 이를 바탕으로 한 논리적 사고력, 나아가 ‘대립 관계’에 대한 수험생의 지적 이해의 정도를 측정하고자 한다.

■ 우수답안 :

제시문 [마], [바], [사]는 모두 '대립 관계'를 지문의 중심 제재로 삼았다는 점에서 공통된다. 대립하는 인자를 들자면 [마]에는 바깥과 안, 위와 아래, 패배와 승리, 있음과 없음, 음과 양 등이 나타나 있고, [바]에서는 동일한 목표물을 얻기 위해 서로 투쟁하는 인간이 진술되어 있다. [사]에서는 조선과 청나라가 대립하는 요소라 할 수 있는데, 지문 안의 화자와 그의 하인인 장복이 청나라에 대한 반감과 적대감을 드러내고 있다.

하지만 대립의 관계에 대한 해석의 시각에 대해서는 세 제시문의 방향과 귀결이 매우 다르다. [마]에서는 대립으로 인한 차이와 분리보다는 암묵적 동일성과 상호 의존성에 주목하여 결국은 대립 간의 긴밀한 연관 관계를 인식할 수 있어야 한다고 보았다. 반면에 [바]는 같은 목표를 성취하기 위해 이해관계에 놓인 인간들이 서로를 불신하고 공격하는 투쟁 상태를 부각시키고 있다. 이는 대립 관계에 놓인 인간들이 갈등과 투쟁의 적대 관계를 이룬다고 본 것이다. 이에 비해 [사]는 맹인의 눈이 진정으로 평등한 눈일 수 있음을 결론으로 삼아, 갈등 또는 반감 관계의 어느 한 쪽에도 치우치지 않는 평등한 시각의 필요성을 제안하고 있다.

대립 관계에 대한 제시문의 시각과 내용은 모두 일정한 설득력을 지니고 있다. 하지만 서로의 관점을 대비하여 보자면 각각은 얼마간 한계를 지닌다. 우선 [마]의 시각은 지나치게 낙관적이고 관념적이다. 서술자는 이해관계의 내부 당사자가 아닌 제3의 관찰자 입장에서 서 있지만, 인간사회에서 발생하는 심각한 이해관계는 일반적으로 당사자가 되어 겪는 내부적 상황이다. 만사를 초연하게 볼 수 없는 이유이다. [사]도 그런 점에서 비슷한 한계가 있다. 맹인의 눈으로는 갈등관계에서 발생하는 문제에 대한 구체적이고 실천적인 해결책을 마련하기가 쉽지 않을 것이다.

[마]와 [사]가 지나치게 낙관적인 반면에 [바]는 지나치게 비관적이다. 대립의 해결 방법이 오직 투쟁이라면 인간 사회는 서로가 서로를 죽이는 적대적 관계를 벗어날 수 없다. 하지만 대립 관계에 놓였을 때도 인간은 [마], [사]처럼 제3의 눈 또는 입장을 바꾸어보는 시각을 가질 수 있다. 상호 이해에 따라 타협과 조화 또는 통합이 가능하다. [마], [바], [사]는 서로의 한계와 해결방식을 동시에 보여준다는 점에서 결국은 상호 보완적으로 파악될 수 있다.

■ 우수답안 분석 :

이 문제는 [마], [바], [사]의 핵심적 주장을 이해하여 정리해내는 능력과 서로의 차이를 참조하여 적절한 시각을 추론해내는 능력을 묻고 있다. 위의 우수답안은 제시문 간의 공통점과 차이점을 정확하게 포착하였으며 대립 관계에 놓인 인자들도 분명하게 간추려내었다. 지문에 대한 이해력이 높은 것이다. 또한 제시문을 활용하여 각각의 한계와 해결 방법을 대비적으로 추론하였는데 이는 논리적 분석 능력이 뒷받침된 결과라고 할 수 있다. 문제가 요구하는 능력을 두루 갖춘 답안이라 할 수 있다.

2. 인문계열II

■ 문제 배경 설명: 문제[1] - 문제[2] 제시문

2015년도 수시논술 모의고사(인문계열 II)에 출제된 제시문은 앎과 지식의 올바른 방법에 관한 고민과 다양한 해법들에 관한 글들이다. 오랫동안 ‘과학적 방법’에 대한 신뢰가 증가하면서 엄밀하고 논리적이며 형식화된 지식체계를 동경하는 추세가 강화되어왔다. 이처럼 자연과학적인 방식을 통해 지식을 얻는 태도가 압도적으로 지배적이었지만, 실제 사람들의 생활이나 사고방식에서는 다른 형태의 지식도 널리 통용되고 있는데, 이 논술에서는 이처럼 지식을 얻는 방법을 둘러싼 서로 다른 접근방법의 차이점들에 대한 수험생들의 인식도를 측정코자 하였다. 특히 ‘원전’에 대한 생각, 시대와 상황에 따라 지식의 권위가 변한다는 관념, 지식의 실천적 측면, 나아가 지식인의 사회적 역할에 이르기까지 ‘지식’을 둘러싼 여러 현안들에 대하여 서로 다른 관점과 주장들을 비교하고 그 차이점을 밝혀낼 수 있는가를 묻고자 하였다.

제시문 [가]는 피터 버크(Peter Burke)의 『지식』에서 발췌한 내용으로, 유럽 근세 초기 지식의 탄생과 유통에 대하여 다루면서 지식에 대한 회의주의를 극복하고 지식의 원천에 대한 신뢰도를 제고하기 위해 등장한 여러 방안들을 알려주고 있다. 특히 ‘각주’를 달아 원전에 대한 가이드라인을 제공하게 된 역사적 연원에 대하여 논의하면서 지식체계를 수립하기 위한 고전적인 노력들을 소개하고 있다.

제시문 [나]는 홍길주(洪吉周)의 『수여방필(睡餘放筆)』에 수록된 내용으로, 육경으로 표현된 최초의 원전을 증시해야 한다는 주장을 담고 있다. 원전에 대한 주석이나 원전의 잘못을 따지면서 저술한 책 또는 주장, 이 모두가 원전과의 관계에서 종속성을 벗어나지 못한다고 역설하고 있다.

제시문 [다]는 스티븐 셰이핀(Steven Shapin)의 『과학혁명』에서 발췌한 글로서, 지식의 역사를 소개하면서 지식의 권위가 시대와 상황에 따라 달리 나타날 수밖에 없었다는 점을 강조하고 있다. 이러한 역사적 배경 하에서 지식은 항상 사회의 가치와 태도를 반영해왔다는 점이 중시되고 있으며, 심지어 ‘자연’이라는 대상조차도 ‘신의 섭리’로서 인간에 의해 ‘해석’되어야 한다고 봄으로써 지식이나 진리가 절대불변의 것이 아니라 항상 변할 수 있다는 점을 유추하도록 해준다.

제시문 [라]는 마이클 폴라니(Michael Polanyi)의 『개인적 지식』에서 부분 발췌한 글이다. 폴라니는 이 글에서 수영과 자전거 타기의 사례를 들어 지식이나 기술을 어떤 법칙에 따라서 명확하게 표현하거나 전달하기가 어렵다는 ‘암묵지’의 이론을 펼치고 있다. 이러한 암묵지의 개념은 우리가 수많은 시행착오를 거쳐 도달한다는 점에서 논리적인 근거보다는 경험적 토대를 지닌다는 점을 강조한다.

제시문 [마]는 합리주의적 과학관을 설파한 르네 데카르트(Rene Descartes)의 『방법서설』에서 발췌한 글로서, 진리에 도달하기 위한 개인적 고민의 궤적을 드러내고 있다. 여기에서 데카르트는 남들이 하는대로 따라가는 방법이 아니라, 스스로가 수립한 확실한 기준과 규칙에 따라 진리에 도달할 수 있으며, 이를 위해 명증과 분석, 순서와 검토를 통한 이성 기반의 접근법을 제시하고 있다.

제시문 [바]는 장 폴 사르트르(Jean Paul Sartre)의 『지식인을 위한 변명』에서 발췌하여 다듬은 것이다. 제시문에서 지식인이란 실용적인 진리 탐구가 지배자의 지배 이데올로기에 의해 왜곡되는 모순적 상황에 대한 문제의식을 가지는 사람으로 규정된다. 흔히 우리는 지식에 대해 시대를 초월하고 계급에 관계없는 보편적

차원의 지식을 생각하기 쉬우나, 이 글을 통해 지식에 대한 사회적, 역사적 맥락에서의 이해, 즉 당대 사회와 역사적 맥락에 비추어 지식과 지식인을 이해하는 관점의 중요성을 확인하게 된다.

<인용문>은 헤르만 헤세(Herman Hesse)의 『유리알 유희』의 한 부분이다. 미래 사회를 배경으로 한 소설 『유리알 유희』에서 주인공 요제프 크네히트는 훗날 지적이고 예술적으로 완성된 인격체이자 유토피아적 미래 지식인의 표상이라고 할 만한 인물로 성장한다. 인용 부분은 아직 소년인 요제프 크네히트가 참된 지식, 진리란 무엇일까 회의하는 장면이고, 이러한 회의는 정-반-합으로 이어지는 일종의 변증법적 과정 중 일부라고 할 수 있다. 크네히트의 회의에 대해 스승 격인 ‘대가’는, 진리는 존재하나 그것은 완성된 채로 외부에서 주어지는 것이 아니라 개인의 완성으로 비로소 도달할 수 있는 것이라고 하면서, 상대적으로 사회보다는 개인에, 객관성보다는 주관성에 더 비중을 두는 진리관을 보여 주고 있다.

[문제 1] 제시문 [가]와 [나]에 나타난 원전을 대하는 태도를 비교 분석하시오. [30점]

■ 출제의도:

제시문 [가]와 [나]는 동서양 지식의 발달과정에서 나타난 양상의 한 단면으로, 원전의 위상에 대한 차이를 대조적으로 보여주고 있다. 문제 1에서는 두 제시문 안에 기술되어 있는 원전에 대한 서로 다른 성격을 정확히 이해하고 이를 상호 대비하여 분석하도록 요구하고 있다. 제시문 [가]는 당대 지식에 대한 회의주의를 극복하기 위한 하나의 방안으로 원전을 각주의 형식으로 제시함으로써 지식의 신뢰도를 높이는 수단으로 활용되고 있음을 보여주는 반면, 제시문 [나]에서는 원전을 직접 대하는 것이 올바른 학습의 태도라고 말하면서 원전에 절대적인 지위를 부여하고 있다. 문제에서는 원전의 도구적 활용과 절대적 지위 부여라는 차이를 정확히 파악할 수 있어야 좋은 평가를 받을 수 있다.

■ 우수답안 :

제시문 [가]에서 원전은 지식의 신뢰성을 높이는 수단으로서의 역할을 한다. 유럽 근세 초기에 나타난 지적 회의주의를 극복하는 하나의 방안으로, 역사가들은 원전을 각주로 달아서 출처를 밝혔다. 이를 통해 저자들은 집필한 저술의 신뢰도를 높이고자 하였으며, 동시에 저자 자신의 지적 궤적을 독자들이 확인할 수 있도록 하였다. 원전은 각주에 인용되는 것을 통해 주장의 신뢰도를 높이고 지적 회의주의를 극복하는 하나의 중요한 수단이 되었던 것이다.

반면 제시문 [나]에서 원전은 성인의 책, 즉 육경을 지칭한다. 이러한 원전은 절대적 지위를 지니고 있는데, 예컨대 주석을 달아서 해석을 덧붙이는 것도 원전에서나 가능하며, 이 외의 등급이 낮은 책에서는 상대적으로 의미가 없다고 할 정도였다. 아울러 원전은 모든 저술의 기준이 될 뿐 아니라, 개별 주장에 대한 논의도 원전을 통해서 이루어져야 한다고 주장하고 있다. 앞서 서양에서는 원전이 저작의 신뢰도를 높이는 출전으로서의 도구적 역할을 하였다면, 동양에서 원전은 원전 그 자체로 절대적인 가치를 지니는 것이었으며 제대로 된 학습은 오로지 원전에 직접 접근하여야만 이루어진다는 점에서, 제시문 [가]와 [나]는 원전을 대하는 동서양의 대조적인 차이를 보여주고 있다.

■ 우수답안분석 :

이 문제에서는 제시문 [가]와 [나]에 나타난 원전에 대한 태도를 분석하고 양자의 차이를 정확히 파악하고 제시해야만 충실한 답안이 된다. 제시문 [가]에서 원전은 각주에서 인용됨으로써 저자의 신뢰도를 높이기 위한 도구로서의 역할을 한다는 점이 정확히 파악되어 있다. 제시문 [나]에서는 성인의 책으로 일컬어지는 육경이 바로 원전에 해당되며, 이러한 원전이 단순한 도구의 역할이 아니라 절대적 지위를 지니고 있음이 제시되어 있다. 제시문 [나]에서는 원전이 절대적 지위를 지닌다는 언급은 없지만, 주석의 대상이자 저술의 기준이라는 설명을 통해 절대적인 지위라는 해석을 도출할 수 있어야 한다. 제시문 [가]에서 저술의 신뢰도를 높이는 원전의 도구적 역할과, 제시문 [나]에서 원전의 절대적 지위라는 대조적인 측면이 잘 제시되어 있어야 좋은 답안이라고 할 수 있다.

[문제 2] 제시문 [다]~[바]를 읽고 다음 물음에 답하시오. [40점]

- (1) 제시문 [다]와 [라]의 입장을 요약하고, 각각의 관점에서 제시문 [마]의 입장을 비판하시오. [20점]
- (2) 제시문 [마]와 [바]의 관점에서 다음 <인용문>의 ‘대가’의 생각에 대해 분석하시오. [20점]

<인용문>

“아아, 아무튼 깨달을 수만 있다면! 믿을 만한 가르침이 있으면 좋겠어요. 모두가 무슨 덩어리고 어긋나서 어디 확실한 게 있어야지요. 모든 것은 이렇게도 해석할 수 있고, 또 저렇게도 해석할 수 있어요. 세계사 전체를 발전이나 진보라고 설명할 수도 있는가 하면, 세계사 속에서 쇠퇴와 불합리만을 볼 수도 있어요. 도대체 진리는 어디에 있는 것일까요? 참으로 올바른 학설은 존재할 수 없는 건가요?”

대가(大家)는 그가 이렇게 말하는 것을 들어본 일이 없었다. 대가는 잠시 걷고 나서 말했다. “아니, 진리는 있지. 그러나 자네가 갈망하는 ‘가르침’, 그것만으로 현명해질 수 있는 절대적 가르침이란 없는 거야. 그러나 자네도 완전한 가르침을 동경해서는 안 돼. 동경할 것은 도리어 자네 자신의 완성이야. 신은 자네 마음속에 있는 것이지 개념이나 책 같은 데 있는 것이 아니네. 진리는 살아 있는 것이지 가르침의 대상은 아니야. 싸울 각오를 하게. 요제프 크네히트, 나는 잘 알고 있네만, 투쟁은 이미 시작된 거야.”

문제 2-(1)

■ 출제의도 :

이 문항은 지식을 얻는 방법에 관한 서로 다른 입장 3가지를 대비하여 묻고 있다. 특히 제시문 [마]의 경우에는 ‘과학적 방법’의 엄밀성을 강조하면서 습관이나 주관을 벗어나 ‘진리는 하나이다’라는 확신 하에 그것에 도달하기 위한 방법을 제시하고 있다. 이에 비해 제시문 [다]와 [라]는 제시문 [마]의 주장과는 상반된

입장을 보이고 있는데, 그 차이를 밝히도록 요구하는 질문을 통해 수험생들이 지식에 관한 다양한 시각들을 판별해낼 수 있는가를 알고자 하였다.

■ 우수답안 :

제시문 [다]는 지식을 떠받치는 권위가 사회의 변화에 따라 흔들릴 경우 그 지식체계의 기반도 약해진다고 보기 때문에 절대적이고 확실한 지식에 대하여 회의적인 입장을 취한다. 또한 ‘자연’이라는 객관적인 환경에 대한 지식조차도 그것이 신의 섭리라는 점에서 ‘해석’되어야 하는 대상으로 본다는 점에서 이 제시문은 지식의 상황의존성을 강조하고 상대적 진리관을 표명한다고 할 수 있다. 한편 제시문 [라]는 인간생활에서 필요한 지식과 기술이 반드시 엄밀한 수학기초처럼 형식화되기 어렵다는 점을 수영과 자전거 타기의 사례를 통해 보여주고 있다. 이러한 ‘개인적 지식’은 사람들이 수많은 시행착오를 거치면서 체화하게 되는 것으로, 명확하게 전달하기 어려운 점이 있다는 주장을 펴고 있다. 이에 비해 제시문 [마]는 전형적인 과학적 접근방법에 따라 진리에 도달할 것을 주문한다. 여기에서는 단지 다른 사람들의 습관이나 일반적인 관행에 따를 것이 아니라 스스로 수립한 엄밀한 기준에 따라 진리에 도달해야 한다는 점을 강조한다. 즉 제시문 [마]는 절대적 진리관에 의거하여 이성을 기반으로 한 확실한 접근방법을 외치고 있는 것이다.

따라서 제시문 [마]의 기본입장, 즉 절대적 진리에 대한 확신과 형식화된 접근방법의 강조는 제시문 [다]와 [라]의 관점에서 비판의 대상이 된다. 우선 제시문 [다]의 관점에서 보면 제시문 [마]는 지식의 불변성을 지나치게 강조함으로써 시대와 상황에 따라 지식이 변화하는 모습을 간과하기 어렵다는 문제가 있다. 한편 제시문 [라]의 시각에서는 지식이 반드시 수학기초와 같이 형식적으로 존재할 수는 없다고 보기 때문에 제시문 [마]의 주장이 현실과 괴리된 탁상공론이라는 비판을 가할 수 있다. 실제 사람들이 일상생활에서 필요로 하는 지식이나 기술은 엄격한 논리적 추론에 따라 도달하기보다 시행착오를 겪으면서 스스로 깨닫게 되는 경우가 많기 때문이다.

■ 우수답안분석 :

위의 답안에서는 우선 문제에서 요구하는 제시문 [다]와 [라]의 내용을 요약하고, 이어 제시문 [마]를 비판하기 위해 그것을 요약 및 비판하는 순서로 전개되고 있다. 특히 제시문 [다]에서는 지식의 권위가 변화하는 사회에 뿌리를 두고 있다는 점 (따라서 상대주의적 지식 강조), 제시문 [라]에서는 일상생활에 필요한 지식이나 기술이 대부분 몸으로 체득한 것이라는 점(따라서 실천적 측면 강조) 등을 강조하고 있다. 이를 바탕으로 제시문 [마]에서 드러난 절대주의적, 형식주의적 지식관을 비판하고 있는데, 제시문 [마]의 기본 입장이 반드시 ‘잘못된’ 것은 아니지만 자연과 사회의 지식을 획득하는 방법을 지나치게 좁게, 그리고 절대적인 방식으로만 규정하려는 성향에 대한 지적이 필요하다고 할 수 있다.

문제 2-(2)

■ 출제의도 :

제시문의 핵심 내용을 잘 파악하는 능력, 그리고 특정한 관점을 적용하여 주어진 상황과 문제에 대해 사고하고 분석하는 능력을 확인하기 위한 문항이다. 제시문 [마]는 규칙을 준수하는 누구나 확실한 진리에 도달할 수 있다고 보는 반면, 제시문 [바]에서는 이 사회의 모순적 구조와 지배 이데올로기를 파악함으로써 비로소 지식인이 될 수 있다고 주장한다. 제시문들이 그러한 관점을 제시하게 된 배경이나 맥락을 깊이 있게

알지 못하더라도 주어진 제시문에서 확인할 수 있는 정보들을 바탕으로 각 관점의 특성과 중시하는 사항들을 이해하고, 그러한 사항들에 바탕을 둔 상이한 관점들을 적용하여 <인용문>의 입장을 상세히 분석하는 것이 핵심이라고 할 수 있다.

■ 우수답안 :

제시문 [마]는 기본적으로 하나의 사항에 관해서 진리는 하나밖에 없다는 점을 전제한다. 이 진리에 도달하기 위하여 [마]에서는 누구나 확실성에 이를 수 있는 규칙과 방법을 확립하는 데 중점을 두고 있다. 제시문 [바]는 이 사회의 지식인이란 실용적인 진리 탐구와 지배 계층의 이데올로기 사이의 대립, 그리고 그로 인한 사회의 모순을 인식하고 폭로하는 사람이라고 규정한다. 지식인이란 사회 속에서 기술의 의미를 비판적으로 파악하고 지배 계층의 불합리한 제약 등을 인식하는 존재이며, 그러한 비판적 인식을 거친 지식이라야 이 시대와 사회의 의미 있는 지식일 수 있다는 입장이다.

<인용문>의 대가는 ‘진리’는 절대적이지 않으며, 고정된 것이 아닌 살아 있는 것이라고 본다. 완전한 가르침, 즉 타인이 완성한 진리란 없으며, 진리는 인간이 스스로 완성하는 것이고, 그것은 쉽게 이루어질 수 없는, 투쟁 같은 것이다. [마]의 관점에서 볼 때, <인용문>의 대가는 진리를 지나치게 상대적인 것으로 생각하고 있다. 무엇보다도 진리에 이르게 하는 구체적인 방법과 규칙이 없는 한 대가는 진리를 얻기 어려울 것이다. 이에 비해 [바]의 관점에서는 대가의 개인성이 문제가 될 것이다. [바]는 사회 속에서의 진리 탐구와 지배 계층의 이데올로기 사이의 대립과 모순을 중시하며, 이를 제대로 인식하는 사람이 지식인이라고 본다. 그러므로 대가가 절대적 가르침과 같은 보편성과 객관성을 인정하지 않는 점은 [바]에서도 부분적으로 인정할 수 있겠지만, 인간을 둘러싼 사회의 모순이나 역사적 산물로서의 지식을 언급하지 않는 대가의 진리관은 지나치게 개인적인 것이고 지식의 사회적 의미를 충분히 파악하지 못한 것으로 비판할 수 있다.

■ 우수답안분석 :

이 답안은 문항의 요구 사항을 충실히 지켜, 제시문[마]와 [바]의 ‘관점’을 정리하는 부분과, 그 관점을 적용하여 <인용문>의 ‘대가’의 생각을 분석하는 두 부분으로 이루어져 있다. 제시문 [마]에서 진리에 이르는 핵심이 확실성과 규칙이라면, 제시문 [바]의 핵심은 사회와 모순에 대한 인식이라고 할 수 있는데, 이 답안은 그러한 제시문의 핵심을 잘 정리하고 있다. 또한 이 답안은 각 제시문들의 관점과 <인용문>의 ‘대가’의 생각간의 차이점을 정확히 짚고 있으며, 제시문 [마]의 관점에서 본다면 확실한 진리에 도달하기 어렵다는 점, 제시문 [바]의 관점에서 본다면 사회적 의미를 충분히 고려하지 못한다는 점을 한계로 지적할 수 있다는 결론을 분명하게 제시하고 있다.

[문제 3] 아래의 표는 우리나라의 연구개발 투자의 변화 추이를 나타낸 표이다. 이 표에서 총 연구개발 투자는 경상가격, 그리고 투자 금액을 1995년 물가를 1로 하는 물가지수로 나누어 준 불변가격 두 가지로 나타내고 있다. 다음의 물음에 답하시오. [30점]

연도	총 연구개발 투자 (천억원)		대GDP비율 (%)	부담재원별(%)	
	경상가격	불변가격 (1995년 기준)		정부	민간
1980	3	20	1.0	50	50
1985	10	25	1.0	40	60
1990	30	50	2.0	20	80
1995	95	95	2.0	20	80
2000	140	130	3.0	25	75

* 주: 이 표는 계산의 편의를 위해 일부 숫자를 조정하였음.

(1) 위 표의 내용을 <보기>와 같이 해석한 결과에 대해 비판적으로 논하시오. [10점]

<보 기>

1980년대의 총 연구개발비는 경상가격 기준으로 10.0배(1980년 대비 1990년의 총 연구개발 투자 금액) 증가하였으나, 1990년대에는 4.7배(1990년 대비 2000년의 총 연구개발 투자 금액) 증가하여 그 증가세가 크게 둔화하였다. 특히 1990년대에 들어와 정부의 자원 부담 비중이 크게 하락하였으므로 정부 차원에서 연구개발비 확충 노력에 박차를 가해야 할 필요가 있다.

(2) 총 연구 개발 투자에 관한 경상가격 및 불변가격 기준 금액은 해당 연도의 물가지수에 관한 정보를 담고 있다. 이를 바탕으로 1995년을 100으로 하는 2000년의 물가 지수를 산출하시오. [10점]

(3) 총 연구개발 투자의 대GDP 비율을 이용하여 1990년대(1990년 대비 2000년)의 실질 GDP 성장률을 산출하시오. [10점]

■ 출제의도 :

이 문제들은 연구개발투자의 연간 통계를 이용한 통계분석에 관련된 문제이다. 화폐 단위로 측정된 경제 통계는 물가상승의 영향을 받는다. 이러한 통계의 분석을 통하여 정책적 시사점을 도출하기 위해서는 이러한 물가상승의 영향을 적절히 통제하여야 적절한 분석이 가능하다. 문제에서는 이러한 사항들을 적절하게 이해하고 있는지 파악하는 문제를 제시하였다.

■ 우수답안:

(1) 경상가격을 기준으로 한 통계수치의 분석은 해당 기간 중 물가상승 요인을 감안하지 않기 때문에 올바른 분석방법이 아니다. 이러한 경우 불변가격 기준으로 추이를 분석하는 것이 바람직하다. 불변가격 기준으로 연구개발비의 증가를 살펴보면, 1980년대에 2.5배 상승에 그쳤고 1990년대에 2.6배 증가한 것으로 나타났다. 따라서 불변가격 기준으로는 증가세가 계속 유지되고 있는 것으로 판단된다.

(2) 불변가격 기준으로 2000년의 물가지수는 $140/130 \times 100 = 107.7$ 이다.

(3) 불변가격 기준으로 2000년의 실질 GDP는 $130/0.03=4,333$ 천억 원이며, 1990년의 실질 GDP는 $50/0.02=2,500$ 천억 원이다. 따라서 동 기간 중 실질 GDP 성장률은 73.3%가 된다.

■ 우수답안분석 :

1번 문항은 물가상승률을 감안하지 않고 경상가격을 이용한 통계분석의 사례를 제시하고 이러한 분석의 문제점을 물어보고 있다. 이 문제에 따르면 경상가격을 이용한 분석과 불변가격을 이용한 분석의 서로 다른 정책적 시사점을 제공하고 있다. 이러한 경우 경상가격은 물가상승률의 영향이 반영되어 있으므로 불변가격을 이용한 분석을 하는 것이 타당하다.

2번 문항은 실제 불변가격과 경상가격 연구개발투자 금액을 제시하고 이를 통해 직접적으로 물가지수를 산출하도록 하고 있다. 불변가격을 기준으로 한 통계치의 산출방식을 제대로 이해하고 있으면 큰 문제없이 해답을 도출할 수 있다.

3번 문항은 연구개발투자와 마찬가지로 물가상승의 영향을 적절히 통제하여야 하는 실질 GDP 성장률을 산출하도록 하였다. 2번 문항과 유사하게 불변가격 기준 통계치 산출방식을 이해하고 있으면 쉽게 풀 수 있다.

3. 자연계열I

[문제1] 다음 주어진 각각의 도형 S 에 대해 도형 S 밖의 점 P 에서 그은 두 접선이 서로 수직할 때, 점 P 의 자취를 나타내는 방정식을 구하시오.

(1) $S: y = ax^2$ ($a \neq 0$) [8점]

(2) $S: \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ ($a, b > 0$) [12점]

(3) $S: \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$ ($a, b > 0$) [15점]

(힌트: 쌍곡선의 점근선과 기울기가 같은 접선은 존재하지 않는다.)

■ 모범답안:

(1) 포물선 밖의 점 P 를 (X, Y) 라고 할 때, 점 P 를 지나는 기울기 m 인 직선의 방정식은 $y = m(x - X) + Y$ 로 쓸 수 있다. 이때 기울기 m 으로 주어진 포물선의 접선의 방정식은 $y = mx - \frac{m^2}{4a}$ 으로 구해지므로 $Y = mX - \frac{m^2}{4a}$ 이다. 이제 m 에 관하여 정리하면 $\frac{1}{4a}m^2 - Xm + Y = 0$ 로 주어지며, 두 접선이 수직하므로 이차방정식의 근과 계수의 관계에 의해 $4aY = -1$ ($a \neq 0$)이다. 수직한 두 접선을 가지는 포물선 밖의 점들의 자취는 직선의 방정식 $Y = -\frac{1}{4a}$ ($a \neq 0$)을 만족한다.

(2) 타원 밖의 점 P 를 (X, Y) 라고 할 때, 점 P 를 지나는 기울기 m 인 직선의 방정식은 $y = m(x - X) + Y$ 로 쓸 수 있다. 이때 기울기 m 으로 주어진 타원의 접선의 방정식은 $y = mx \pm \sqrt{a^2m^2 + b^2}$ 으로 구해지므로 $-mX + Y = \pm \sqrt{a^2m^2 + b^2}$ 이다. 양변을 제곱하여 m 에 관하여 정리하면 $(X^2 - a^2)m^2 - 2XYm + (Y^2 - b^2) = 0$ 으로 주어지며, 두 접선이 수직하므로 이차방정식의 근과 계수의 관계에 의해 $\frac{Y^2 - b^2}{X^2 - a^2} = -1$ ($X \neq \pm a$)이다. 따라서 네 점 $(\pm a, \pm b)$ 을 제외한 원 $X^2 + Y^2 = a^2 + b^2$ 위의 점 P 에서 서로 수직한 두 접선을 그을 수 있다. 이때 네 점 $(\pm a, \pm b)$ 에서도 수직한 두 접선을 그을 수 있으므로, 수직한 두 접선을 가지는 타원 밖의 점들의 자취는 원의 방정식 $X^2 + Y^2 = a^2 + b^2$ 을 만족한다.

(3) 쌍곡선 밖의 점 P 를 (X, Y) 라고 할 때, 점 P 를 지나는 기울기 m 인 직선의 방정식은 $y = m(x - X) + Y$ 로 쓸 수 있다. 이때 기울기 m 으로 주어진 쌍곡선의 접선의 방정식은 $y = mx \pm \sqrt{a^2m^2 - b^2}$ 으로 구해지므로 $-mX + Y = \pm \sqrt{a^2m^2 - b^2}$ 이다. 양변을 제곱하여 m 에 관하여 정리하면 $(X^2 - a^2)m^2 - 2XYm + (Y^2 + b^2) = 0$ 으로 주어지며, 두 접선이 수직하므로 이차방정식의 근과 계수의 관계에 의해 $\frac{Y^2 + b^2}{X^2 - a^2} = -1$ ($X \neq \pm a$) ... (식1)이다. 따라서 수직한 두 접선을 그을 수 있는 쌍곡선 밖의 점 P 는 $X^2 + Y^2 = a^2 - b^2$ 를 만족한다. 이때 두 직선 $X = \pm a$ 과 (식1)은 공통의 해를 갖지 않는다.

(i) $a > b > 0$ 인 경우, 쌍곡선의 두 점근선과 원 $X^2 + Y^2 = a^2 - b^2$ 의 교점인 네 점 $\left(\pm \frac{a\sqrt{a^2 - b^2}}{\sqrt{a^2 + b^2}}, \pm \frac{b\sqrt{a^2 - b^2}}{\sqrt{a^2 + b^2}}\right)$ 에서는 수직한 두 접선을 그을 수 없으므로 이들 네 점을 제외한 원 $X^2 + Y^2 = a^2 - b^2$ 위의 점 P에서 서로 수직한 두 접선을 그을 수 있다. 따라서 수직한 두 접선을 가지는 쌍곡선 밖의 점들의 자취는 원의 방정식 $X^2 + Y^2 = a^2 - b^2$ ($a > b > 0$)을 만족하는 점 중 네 점 $\left(\pm \frac{a\sqrt{a^2 - b^2}}{\sqrt{a^2 + b^2}}, \pm \frac{b\sqrt{a^2 - b^2}}{\sqrt{a^2 + b^2}}\right)$ 을 제외한 점들이다.

(ii) $0 < a \leq b$ 인 경우, (식1)을 만족하는 경우는 $a = b$ 이고 $(X, Y) = (0, 0)$ 일 때뿐이다. 하지만 원점 $(0, 0)$ 에서는 쌍곡선에 접선을 그을 수 없다. 따라서 이 경우 수직한 두 접선을 가지는 쌍곡선밖의 점들의 자취는 공집합이다.

[문제2] 2015년 1월 1일 현재 김이화 과장의 나이는 30세이다. 이화은행에서는 김이화 과장에게 퇴직금으로 65세부터 매해 1회 연말에 1000만원씩 지급하려고 한다. 이때 연이율은 5%의 복리로 고정되어 있다고 가정한다.

(1) 김이화 과장이 100세까지 퇴직금으로 매해 1000만원씩을 총 36번을 수령했다고 할 때, 이 퇴직금 수령액 합계의 2015년 1월 1일 현재 가치를 구하시오. [10점]

(2) 김이화 과장은 2015년부터 64세가 되는 2049년까지 이화은행에 매해 연말에 300만원씩 총 35번을 적립한다고 한다. 이 적금(적립금 총액)으로 (1)번에 제시된 김이화 과장의 퇴직금을 충당하기에 충분한지 논하시오. [10점]

(3) 김이화 과장이 매해 연말까지 생존할 확률이 $\frac{95}{100}$ 라고 하자. (예를 들어 현재 2015년 1월 1일 나이가 30세인 김이화 과장이 2015년 12월 31일까지 살아있을 확률은 $\frac{95}{100}$, 그리고 2016년 12월 31일까지 살아 있을 확률은 $\left(\frac{95}{100}\right)^2$ 이다.) 김이화 과장은 30세부터 매해 연말 생존하였을 경우 일정한 금액 K 를 매해 1회 연말에 이화은행에 납입하며, 납입금은 김이화 과장이 64세가 되는 2049년 연말까지만 최대 35번까지 납입될 수 있다. 그리고 퇴직금으로 김이화 과장이 65세가 되는 해부터 최대 100세가 되는 해까지 김이화 과장이 생존하였을 경우 매해 연말 1회 1000만원씩이 지급되고, 최대 총 36번까지 지급될 수 있다. 김이화 과장의 생존여부에 따른 적립예상금액의 현재 가치를 **적립금 현재가치**라고 하고, 수령예상 퇴직금의 현재가치를 **퇴직금 현재가치**라고 하자. 이화은행은 김이화 과장의 **퇴직금 현재가치**의 기댓값과 김이화 과장의 **적립금 현재가치**의 기댓값이 같도록 납입금액 K 를 책정하려고 한다. 이때 적절한 K 를 구하시오. [10점]

(힌트: 위 문제에서 필요한 경우 다음의 계산을 사용할 수 있다.)

$1.05^{-1} \approx 0.95$	$1.05^{-35} \approx 0.18$	$1.05^{-36} \approx 0.17$	$\frac{1}{1-1.05^{-1}} = 21$
$\frac{95}{105} \approx 0.90$	$\left(\frac{95}{105}\right)^{35} \approx 0.030$	$\left(\frac{95}{105}\right)^{36} \approx 0.027$	$\frac{1}{1-\frac{95}{105}} = 10.5$

■ 모범답안:

(1) 김이화 과장이 첫 번째(65세 때) 받는 1000만원의 현재가치(2015년 1월 1일)를 a_1 이라고 할 때 $a_1 = 1000(1.05)^{-36}$ 로 나타낼 수 있다. 김이화 과장은 100세 까지 총 36번의 1000만원을 수령하였는데, 일반적으로 김이화 과장이 n 번째 받는 1000만원의 현재가치는 $a_n = 1000(1.05)^{-(35+n)}$, $n = 1, \dots, 36$ 로 나타낼 수 있다. 이는 첫째항이 a_1 그리고 공비가 $(1.05)^{-1}$ 인 등비수열이고, 총 36번 받은 1000만원의 현재가치의 합은 이 등비급수의 1항부터 36항까지의 합이므로 다음과 같이 계산된다.

$$S_a = a_1 \frac{1 - 1.05^{-36}}{1 - 1.05^{-1}} = 1000 (1.05)^{-36} \frac{1 - 1.05^{-36}}{1 - 1.05^{-1}}$$

$$\approx 1000 \cdot 0.17 \cdot (1 - 0.17) \cdot 21 = 2963.1$$

(1) 별해: 김이화 과장이 100세말 (2085년 12월 31일)까지 받은 돈의 원리 합계를 구한 후

$$1000 \frac{1.05^{36} - 1}{1.05 - 1}$$

이를 김이화 과장이 30세초일 때 (2015년 1월 1일) 가치로 환산한다.

$$S_a = 1000 (1.05)^{-71} \frac{1.05^{36} - 1}{1.05 - 1} = 1000 (1.05)^{-36} \frac{1 - 1.05^{-36}}{1 - 1.05^{-1}}$$

$$\approx 1000 \cdot 0.17 \cdot (1 - 0.17) \cdot 21 = 2963.1$$

(2) 김이화 과장이 첫 번째(30세때) 적립하는 적금액 (300만원) 의 현재가치 (2015년 1월1일) 를 b_1 이라고 할 때 $b_1 = 300 (1.05)^{-1}$ 로 나타낼 수 있다. 김이화 과장은 64세 까지 총 35번 매회 300만원씩을 적립하였는데, 일반적으로 김이화 과장이 n 번째 적립한 금액의 현재가치는 $b_n = 300 (1.05)^{-n}$, $n = 1, \dots, 35$ 로 나타낼 수 있다. 이는 첫째항이 b_1 그리고 공비가 $(1.05)^{-1}$ 인 등비수열이고, 총 35번 적금의 현재가치의 합은 이 등비급수의 1항부터 35항까지 합이므로 $S_b = b_1 \frac{1 - 1.05^{-35}}{1 - 1.05^{-1}} = 300 (1.05)^{-1} \frac{1 - 1.05^{-35}}{1 - 1.05^{-1}}$ 로 구할 수 있다. (1)에서 구한

$$\approx 300 \cdot 0.95 \cdot (1 - 0.18) \cdot 21 = 4907.7$$

퇴직금의 현재가치는 $S_a = 2963.1$ 이고 $S_a < S_b$ 이므로 김이화 과장의 적금은 퇴직금을 충당하기에 충분함을 알 수 있다.

(2) 별해 : 김이화 과장이 100세말 (2085년 12월 31일)까지 받은 돈의 원리 합계를 구한다

$$A = 1000 \frac{1.05^{36} - 1}{1.05 - 1}$$

이제 김이화 과장이 64세 말까지 (2049년 12월 31일)까지 적립한 돈의 원리 합계를 구한후 이 적금의 2085년 12월 31일 가치로 환산하면

$$B = \left(300 \frac{1.05^{35} - 1}{1.05 - 1} \right) (1.05)^{36}$$

B 가 A 보다 크므로 이 적금은 퇴직금을 충당하기에 충분하다.

(3) 확률변수 X_1 을 김이화 과장이 첫 번째 해에 적립할 금액의 현재가치라고 하면 X_1 의 확률분포는

X_1	0	$K(1.05)^{-1}$
$P(X_1 = x)$	$1 - \frac{95}{100}$	$\frac{95}{100}$

이므로 X_1 의 기댓값은 $E[X_1] = K(1.05)^{-1} \frac{95}{100} + 0 \cdot \left(1 - \frac{95}{100} \right) = K \frac{95}{105}$ 이다.

일반적으로 확률변수 X_n 를 김이화 과장이 n 번째 해에 적립할 금액의 현재가치라고 하면 X_n 의 확률분포는

X_n	0	$K(1.05)^{-n}$
$P(X_n = x)$	$1 - \left(\frac{95}{100} \right)^n$	$\left(\frac{95}{100} \right)^n$

이므로 X_n 의 기댓값은 $E[X_n] = K(1.05)^{-n} \left(\frac{95}{100} \right)^n + 0 \cdot \left(1 - \left(\frac{95}{100} \right)^n \right) = K \left(\frac{95}{105} \right)^n$ 이다.

김이화 과장은 최대 35번째 해까지 적립을 하는데 이때 적금액의 현재가치 S_1 은 $S_1 = E[X_1] + \dots + E[X_{35}]$ 로 나타낼 수 있고, 위 수열은 첫째항이 $K \frac{95}{105}$ 이고 공비가 $\frac{95}{105}$ 인 등비수열의 1항부터 35항까지 합이므로

$$S_1 = E[X_1] + \dots + E[X_{35}] = K \frac{95}{105} \frac{1 - \left(\frac{95}{105}\right)^{35}}{1 - \frac{95}{105}} \quad \text{이다.}$$

$$\approx K \cdot 0.90 \cdot (1 - 0.030) \cdot 10.5 = K \cdot 9.1665$$

이제 확률변수 Y_1 을 김이화 과장이 첫 번째(65세때) 받을 퇴직금 수령액의 현재가치라고 하면 Y_1 의 확률분포는

x	0	$1000(1.05)^{-36}$
$P(Y_1 = x)$	$1 - \left(\frac{95}{100}\right)^{36}$	$\left(\frac{95}{100}\right)^{36}$

이므로 Y_1 의 기댓값은 $E[Y_1] = 1000(1.05)^{-36} \left(\frac{95}{100}\right)^{36} = 1000 \left(\frac{95}{105}\right)^{36}$ 이다. 일반적으로 확률변수 Y_n 를 김이화 과장이 n 번째 받을 퇴직금 수령액의 현재가치라고 하면 Y_n 의 확률분포는

x	0	$1000(1.05)^{-(35+n)}$
$P(Y_n = x)$	$1 - \left(\frac{95}{100}\right)^{35+n}$	$\left(\frac{95}{100}\right)^{35+n}$

이므로 Y_n 의 기댓값은 $E[Y_n] = 1000(1.05)^{-(35+n)} \left(\frac{95}{100}\right)^{35+n} = 1000 \left(\frac{95}{105}\right)^{35+n}$ 이다. 김이화 과장은 최대 36번까지 퇴직금 수령액 1000만원씩을 수령할 수 있는데, 이때 퇴직금액의 현재가치는 $S_2 = E[Y_1] + \dots + E[Y_{36}]$ 로 나타낼 수 있고, 위 수열은 첫째항이 $1000 \left(\frac{95}{105}\right)^{36}$ 이고 공비가 $\frac{95}{105}$ 인 등비수열의 1항부터 36항까지 합이므로

$$S_2 = E[Y_1] + \dots + E[Y_{36}] = 1000 \left(\frac{95}{105}\right)^{36} \frac{1 - \left(\frac{95}{105}\right)^{36}}{1 - \frac{95}{105}} \quad \text{이다.}$$

$$\approx 1000 \cdot 0.027 \cdot (1 - 0.027) \cdot 10.5 = 275.8455$$

퇴직금의 현재가치와 적립금의 현재가치가 같도록 납입금액 K 를 책정한다고 하였으므로 $S_1 = S_2$ 가 되도록

$$K \text{의 값을 정하면 대략 } \frac{275.8455}{9.1665} \approx 30.01 \text{ 만원이 된다.}$$

(3)별해:

확률변수 S_1 을 김이화 과장이 n 번째 해의 연초와 연말사이에 죽었을 경우 적립할 금액들의 현재가치라고 하면 S_1 의 확률분포는

n	1	2	...	34	35
x_n	0	$K(1.05)^{-1}$	...	$K(1.05)^{-1} + \dots + K(1.05)^{-34}$	$K(1.05)^{-1} + \dots + K(1.05)^{-35}$
$P(S_1 = x_n)$	$1 - \frac{95}{100}$	$\frac{95}{100} - \left(\frac{95}{100}\right)^2$	...	$\left(\frac{95}{100}\right)^{33} - \left(\frac{95}{100}\right)^{34}$	$\left(\frac{95}{100}\right)^{35}$

이므로 S_1 의 기댓값은

$$\begin{aligned}
 E[S_1] &= \sum_{n=1}^{35} x_n P(S_1 = x_n) \\
 &= K(1.05)^{-1} \left[\left(\frac{95}{100} - \left(\frac{95}{100} \right)^2 \right) + \dots + \left(\left(\frac{95}{100} \right)^{34} - \left(\frac{95}{100} \right)^{35} \right) + \left(\frac{95}{100} \right)^{35} \right] + \\
 &\quad K(1.05)^{-2} \left[\left(\left(\frac{95}{100} \right)^2 - \left(\frac{95}{100} \right)^3 \right) + \dots + \left(\left(\frac{95}{100} \right)^{34} - \left(\frac{95}{100} \right)^{35} \right) + \left(\frac{95}{100} \right)^{35} \right] + \dots + \\
 &\quad K(1.05)^{-35} \left(\frac{95}{100} \right)^{35} \\
 &= K(1.05)^{-1} \left(\frac{95}{100} \right) + K(1.05)^{-2} \left(\frac{95}{100} \right)^2 + \dots + K(1.05)^{-35} \left(\frac{95}{100} \right)^{35}
 \end{aligned}$$

이다.

위 수열은 첫째항이 $K \frac{95}{105}$ 이고 공비가 $\frac{95}{105}$ 인 등비수열의 1항부터 35항까지 합이므로

$$\begin{aligned}
 E[S_1] &= K \frac{95}{105} \frac{1 - \left(\frac{95}{105} \right)^{35}}{1 - \frac{95}{105}} \\
 &\approx K \cdot 0.90 \cdot (1 - 0.030) \cdot 10.5 = K \cdot 9.1665
 \end{aligned}$$

이다.

확률변수 S_2 을 김이화 과장이 35+n 번째 해의 연초와 연말사이에 죽었을 경우 적립할 금액들의 현재가치라고 하면 S_2 의 확률분포는

n	1	...	n	...	36
x_n	$1000(1.05)^{-35-1}$	...	$1000(1.05)^{-35-1} + \dots + 1000(1.05)^{-35-n}$	...	$1000(1.05)^{-35-1} + \dots + 1000(1.05)^{-35-36}$
$P(S_2 = x_n)$	$\left(\frac{95}{100} \right)^{35+1} - \left(\frac{95}{100} \right)^{35+2}$	...	$\left( \frac{95}{100} \right)^{35+35} - \left(\frac{95}{100} \right)^{35+36}$	...	$\left( \frac{95}{100} \right)^{35+36}$

이므로 S_2 의 기댓값은

$$\begin{aligned}
 E[S_2] &= \sum_{n=1}^{36} x_n P(S_2 = x_n) \\
 &= 1000(1.05)^{-36} \left[\left(\left(\frac{95}{100} \right)^{36} - \left(\frac{95}{100} \right)^{37} \right) + \dots + \left(\left(\frac{95}{100} \right)^{70} - \left(\frac{95}{100} \right)^{71} \right) + \left(\frac{95}{100} \right)^{71} \right] + \\
 &\quad 1000(1.05)^{-37} \left[\left(\left(\frac{95}{100} \right)^{37} - \left(\frac{95}{100} \right)^{38} \right) + \dots + \left(\left(\frac{95}{100} \right)^{70} - \left(\frac{95}{100} \right)^{71} \right) + \left(\frac{95}{100} \right)^{71} \right] + \dots + \\
 &\quad 1000(1.05)^{-71} \left(\frac{95}{100} \right)^{71} \\
 &= 1000(1.05)^{-36} \left(\frac{95}{100} \right)^{36} + 1000(1.05)^{-37} \left(\frac{95}{100} \right)^{37} + \dots + 1000(1.05)^{-71} \left(\frac{95}{100} \right)^{71}
 \end{aligned}$$

이다.

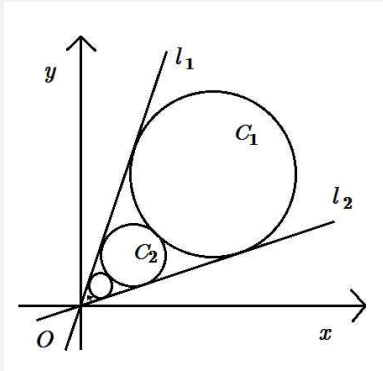
위 수열은 첫째항이 $1000 \left(\frac{95}{105} \right)^{36}$ 이고 공비가 $\frac{95}{105}$ 인 등비수열의 1항부터 36항까지 합이므로

$$\begin{aligned}
 E[S_2] &= 1000 \left(\frac{95}{105} \right)^{36} \frac{1 - \left(\frac{95}{105} \right)^{36}}{1 - \frac{95}{105}} \\
 &\approx 1000 \cdot 0.027 \cdot (1 - 0.027) \cdot 10.5 = 275.8455
 \end{aligned}$$

이다.

퇴직금의 현재가치와 적립금의 현재가치가 같도록 납입금액 K 를 책정한다고 하였으므로 $S_1 = S_2$ 가 되도록 K 의 값을 정하면 대략 $\frac{275.8455}{9.1665} \approx 30.01$ 만원이 된다.

[문제3] 다음 그림과 같이 두 직선 $l_1 : y = \frac{1 + \tan\theta}{1 - \tan\theta}x$ 와 $l_2 : y = \frac{1 - \tan\theta}{1 + \tan\theta}x$ 에 동시에 접하는 원 C_1 이 있다. 두 직선 l_1, l_2 와 원 C_1 에 접하는 더 작은 원을 C_2 라고 하고, 같은 방법으로 n 번째 원 C_n 과 두 직선 l_1, l_2 에 접하는 C_n 보다 작은 원을 C_{n+1} 이라고 할 때 다음 물음에 답하시오. (단, $0 < \theta < \frac{\pi}{4}$)



- (1) 원 C_n 의 반지름을 r_n 이라 할 때, 원의 중심의 좌표 (x_n, y_n) 을 반지름 r_n 으로 나타내시오. [14점]
- (2) 서로 이웃하는 두 원 C_n, C_{n+1} 에 대하여 반지름의 비율 $\frac{r_{n+1}}{r_n}$ 을 상수 θ 의 관계식으로 나타내시오. [14점]
- (3) 원 C_1 의 반지름의 길이가 2015라고 할 때 원 C_n 들의 둘레의 길이의 합을 구하시오. [7점]

■ 모범 답안:

(1) 주어진 두 직선 l_1, l_2 이 $y = x$ 대칭이므로 원의 중심 (x_n, y_n) 은 $y = x$ 위의 점 (x_n, x_n) 으로 주어진다. 구하는 원 C_n 의 반지름 r_n 은 직선 $y = \frac{1 + \tan\theta}{1 - \tan\theta}x$ 와 (x_n, x_n) 의 거리이므로

$$r_n = \frac{\left| \frac{1 + \tan\theta}{1 - \tan\theta}x_n - x_n \right|}{\sqrt{\left(\frac{1 + \tan\theta}{1 - \tan\theta}\right)^2 + 1}} = \left(\frac{2 \tan\theta}{\sqrt{2} \sec\theta} \right) x_n = \sqrt{2} \sin\theta x_n \text{ 이다.}$$

$$\text{따라서 중심의 좌표는 } (x_n, y_n) = \left(\frac{1}{\sqrt{2} \sin\theta} r_n, \frac{1}{\sqrt{2} \sin\theta} r_n \right) \text{ 이다.}$$

별해: 위 풀이에서 원의 중심 (x_n, y_n) 이 점 (x_n, x_n) 임은 다음 두 가지 다른 방법으로도 알 수 있다.

방법1: 원의 중심 (x_n, y_n) 은 두 직선으로부터 같은 거리에 있는 점들 위에 있으므로,

$$\frac{\left| \frac{1+\tan\theta}{1-\tan\theta}x_n - y_n \right|}{\sqrt{\left(\frac{1+\tan\theta}{1-\tan\theta}\right)^2 + 1}} = \frac{\left| \frac{1-\tan\theta}{1+\tan\theta}x_n - y_n \right|}{\sqrt{\left(\frac{1-\tan\theta}{1+\tan\theta}\right)^2 + 1}}$$

을 만족한다. 등식을 정리하면 $x_n = y_n$ 을 얻는다.

방법2: 두 직선의 기울기가 $\frac{1+\tan\theta}{1-\tan\theta} = \tan\left(\frac{\pi}{4} + \theta\right)$, $\frac{1-\tan\theta}{1+\tan\theta} = \tan\left(\frac{\pi}{4} - \theta\right)$ 이므로 원의 중심은 기울기 $\tan\frac{\pi}{4} = 1$ 인 직선 $y = x$ 위에 있다.

(2) 두 원 C_n, C_{n+1} 의 중심점 사이의 거리는 두 원의 반지름의 합과 같으므로 다음 식을 얻는다.

$$r_n + r_{n+1} = \sqrt{2}(x_n - x_{n+1}) = \frac{1}{\sin\theta}(r_n - r_{n+1})$$

따라서 구하는 반지름의 비율 $\frac{r_{n+1}}{r_n} = \frac{1 - \sin\theta}{1 + \sin\theta}$ 이다.

별해: 두 직선 l_1, l_2 의 사이각 α 라 할 때, 두 원 C_n, C_{n+1} 의 반지름 r_n, r_{n+1} 은

$$\sin\frac{\alpha}{2}(r_n + r_{n+1}) = (r_n - r_{n+1})$$

을 만족한다. 두 직선 l_1, l_2 의 사이각 α 을 구하면

$$\tan\alpha = \frac{\frac{1+\tan\theta}{1-\tan\theta} - \frac{1-\tan\theta}{1+\tan\theta}}{1 + \frac{1+\tan\theta}{1-\tan\theta} \frac{1-\tan\theta}{1+\tan\theta}} = \frac{2\tan\theta}{1-\tan^2\theta} = \tan 2\theta$$

이므로 α 와 θ 는 $\alpha = 2\theta$ 를 만족한다. 따라서 $\sin\theta(r_n + r_{n+1}) = (r_n - r_{n+1})$ 이며 구하는 반지름의 비율

$\frac{r_{n+1}}{r_n} = \frac{1 - \sin\theta}{1 + \sin\theta}$ 이다.

(3) 원 C_n 의 둘레는 $2\pi r_n$ 이므로 주어진 문제는 공비가 $\frac{r_{n+1}}{r_n} = \frac{1 - \sin\theta}{1 + \sin\theta}$ (=상수) 로 주어진

무한등비급수이다. 이때, 주어진 $0 < \theta < \frac{\pi}{4}$ 에 대하여 반지름의 비율 $\frac{r_{n+1}}{r_n} = \frac{1 - \sin\theta}{1 + \sin\theta}$ 이 구간

$\left(\frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}+1}, 1\right)$ 에 속하므로 무한등비급수는 수렴하며 값은

$$\frac{2\pi r_1}{1 - \frac{r_{n+1}}{r_n}} = \frac{2\pi r_1}{1 - \frac{1 - \sin\theta}{1 + \sin\theta}} = 2015\pi \left(\frac{1 + \sin\theta}{\sin\theta} \right) \text{ 이다.}$$

4. 자연계열II

[문제1] 다음 주어진 각각의 도형 S 에 대해 도형 S 밖의 점 P 에서 그은 두 접선이 서로 수직할 때, 점 P 의 자취를 나타내는 방정식을 구하시오.

(1) $S: y = ax^2$ ($a \neq 0$) [8점]

(2) $S: \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ ($a, b > 0$) [10점]

(3) $S: \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$ ($a, b > 0$) [12점]

■ 모범답안:

(1) 포물선 밖의 점 P 를 (X, Y) 라고 할 때, 점 P 를 지나는 기울기 m 인 직선의 방정식은 $y = m(x - X) + Y$ 로 쓸 수 있다. 이때 기울기 m 으로 주어진 포물선의 접선의 방정식은 $y = mx - \frac{m^2}{4a}$ 으로 구해지므로 $Y = mX - \frac{m^2}{4a}$ 이다. 이제 m 에 관하여 정리하면 $\frac{1}{4a}m^2 - Xm + Y = 0$ 로 주어지며, 두 접선이 수직하므로 이차방정식의 근과 계수의 관계에 의해 $4aY = -1$ ($a \neq 0$)이다. 수직한 두 접선을 가지는 포물선 밖의 점들의 자취는 직선의 방정식 $Y = -\frac{1}{4a}$ ($a \neq 0$)을 만족한다.

(2) 타원 밖의 점 P 를 (X, Y) 라고 할 때, 점 P 를 지나는 기울기 m 인 직선의 방정식은 $y = m(x - X) + Y$ 로 쓸 수 있다. 이때 기울기 m 으로 주어진 타원의 접선의 방정식은 $y = mx \pm \sqrt{a^2m^2 + b^2}$ 으로 구해지므로 $-mX + Y = \pm \sqrt{a^2m^2 + b^2}$ 이다. 양변을 제곱하여 m 에 관하여 정리하면 $(X^2 - a^2)m^2 - 2XYm + (Y^2 - b^2) = 0$ 으로 주어지며, 두 접선이 수직하므로 이차방정식의 근과 계수의 관계에 의해 $\frac{Y^2 - b^2}{X^2 - a^2} = -1$ ($X \neq \pm a$)이다. 따라서 네 점 $(\pm a, \pm b)$ 을 제외한 원 $X^2 + Y^2 = a^2 + b^2$ 위의 점 P 에서 서로 수직한 두 접선을 그을 수 있다. 이때 네 점 $(\pm a, \pm b)$ 에서도 수직한 두 접선을 그을 수 있으므로, 수직한 두 접선을 가지는 타원 밖의 점들의 자취는 원의 방정식 $X^2 + Y^2 = a^2 + b^2$ 을 만족한다.

(3) 쌍곡선 밖의 점 P 를 (X, Y) 라고 할 때, 점 P 를 지나는 기울기 m 인 직선의 방정식은 $y = m(x - X) + Y$ 로 쓸 수 있다. 이때 기울기 m 으로 주어진 쌍곡선의 접선의 방정식은 $y = mx \pm \sqrt{a^2m^2 - b^2}$ 으로 구해지므로 $-mX + Y = \pm \sqrt{a^2m^2 - b^2}$ 이다. 양변을 제곱하여 m 에 관하여 정리하면 $(X^2 - a^2)m^2 - 2XYm + (Y^2 + b^2) = 0$ 으로 주어지며, 두 접선이 수직하므로 이차방정식의 근과 계수의 관계에 의해 $\frac{Y^2 + b^2}{X^2 - a^2} = -1$ ($X \neq \pm a$)... (식1)이다. 따라서 수직한 두 접선을 그을 수 있는 쌍곡선 밖의 점 P 는 $X^2 + Y^2 = a^2 - b^2$ 를 만족한다. 이때 두 직선 $X = \pm a$ 과 (식1)은 공통의 해를 갖지 않는다.

(i) $a > b > 0$ 인 경우, 쌍곡선의 두 점근선과 원 $X^2 + Y^2 = a^2 - b^2$ 의 교점인 네 점 $\left(\pm \frac{a\sqrt{a^2 - b^2}}{\sqrt{a^2 + b^2}}, \pm \frac{b\sqrt{a^2 - b^2}}{\sqrt{a^2 + b^2}}\right)$ 에서는 수직한 두 접선을 그을 수 없으므로 이들 네 점을 제외한 원 $X^2 + Y^2 = a^2 - b^2$ 위의 점 P에서 서로 수직한 두 접선을 그을 수 있다. 따라서 수직한 두 접선을 가지는 쌍곡선 밖의 점들의 자취는 원의 방정식 $X^2 + Y^2 = a^2 - b^2$ ($a > b > 0$)을 만족하는 점 중 네 점 $\left(\pm \frac{a\sqrt{a^2 - b^2}}{\sqrt{a^2 + b^2}}, \pm \frac{b\sqrt{a^2 - b^2}}{\sqrt{a^2 + b^2}}\right)$ 을 제외한 점들이다.

(ii) $0 < a \leq b$ 인 경우, (식1)을 만족하는 경우는 $a = b$ 이고 $(X, Y) = (0, 0)$ 일 때뿐이다. 하지만 원점 $(0, 0)$ 에서는 쌍곡선에 접선을 그을 수 없다. 따라서 이 경우 수직한 두 접선을 가지는 쌍곡선 밖의 점들의 자취는 공집합이다.

[문제2] 2015년 1월 1일 현재 김이화 과장의 나이는 30세이다. 이화은행에서는 김이화 과장에게 퇴직금으로 65세부터 매해 1회 연말에 1000만원씩 지급하려고 한다. 이때 연이율은 5%의 복리로 고정되어 있다고 가정한다.

(1) 김이화 과장이 100세까지 퇴직금으로 매해 1000만원씩을 총 36번을 수령했다고 할 때, 이 퇴직금 수령액 합계의 2015년 1월 1일 현재 가치를 구하시오. [7점]

(2) 김이화 과장은 2015년부터 64세가 되는 2049년까지 이화은행에 매해 연말에 300만원씩 총 35번을 적립한다고 한다. 이 적금(적립금 총액)으로 (1)번에 제시된 김이화 과장의 퇴직금을 충당하기에 충분한지 논하시오. [8점]

(3) 김이화 과장이 매해 연말까지 생존할 확률이 $\frac{95}{100}$ 라고 하자. (예를 들어 현재 2015년 1월 1일 나이가 30세인 김이화 과장이 2015년 12월 31일까지 살아있을 확률은 $\frac{95}{100}$, 그리고 2016년 12월 31일까지 살아 있을 확률은 $\left(\frac{95}{100}\right)^2$ 이다.) 김이화 과장은 30세부터 매해 연말 생존하였을 경우 일정한 금액 K 를 매해 1회 연말에 이화은행에 납입하며, 납입금은 김이화 과장이 64세가 되는 2049년 연말까지만 최대 35번까지 납입될 수 있다. 그리고 퇴직금으로 김이화 과장이 65세가 되는 해부터 최대 100세가 되는 해까지 김이화 과장이 생존하였을 경우 매해 연말 1회 1000만원씩이 지급되고, 최대 총 36번까지 지급될 수 있다. 김이화 과장의 생존여부에 따른 적립예상금액의 현재 가치를 **적립금 현재가치**라고 하고, 수령예상 퇴직금의 현재가치를 **퇴직금 현재가치**라고 하자. 이화은행은 김이화 과장의 **퇴직금 현재가치**의 기댓값과 김이화 과장의 **적립금 현재가치**의 기댓값이 같도록 납입금액 K 를 책정하려고 한다. 이때 적절한 K 를 구하시오. [15점]

(힌트: 위 문제에서 필요한 경우 다음의 계산을 사용할 수 있다.)

$1.05^{-1} \approx 0.95$	$1.05^{-35} \approx 0.18$	$1.05^{-36} \approx 0.17$	$\frac{1}{1 - 1.05^{-1}} = 21$
$\frac{95}{105} \approx 0.90$	$\left(\frac{95}{105}\right)^{35} \approx 0.030$	$\left(\frac{95}{105}\right)^{36} \approx 0.027$	$\frac{1}{1 - \frac{95}{105}} = 10.5$

■ 모범 답안:

(1) 김이화 과장이 첫 번째(65세때) 받는 1000만원의 현재가치 (2015년 1월 1일)를 a_1 이라고 할 때 $a_1 = 1000(1.05)^{-36}$ 로 나타낼 수 있다. 김이화 과장은 100세 까지 총 36번의 1000만원을 수령하였는데, 일반적으로 김이화 과장이 n 번째 받는 1000만원의 현재가치는 $a_n = 1000(1.05)^{-(35+n)}$, $n = 1, \dots, 36$ 로 나타낼 수 있다. 이는 첫째항이 a_1 그리고 공비가 $(1.05)^{-1}$ 인 등비수열이고, 총 36번 받은 1000만원의 현재가치의 합은 이 등비급수의 1항부터 36항까지의 합이므로 다음과 같이 계산된다.

$$S_a = a_1 \frac{1 - 1.05^{-36}}{1 - 1.05^{-1}} = 1000 (1.05)^{-36} \frac{1 - 1.05^{-36}}{1 - 1.05^{-1}}$$

$$\approx 1000 \cdot 0.17 \cdot (1 - 0.17) \cdot 21 = 2963.1$$

(2) 김이화 과장이 첫 번째(30세때) 적립하는 적금액 (300만원) 의 현재가치 (2015년 1월1일) 를 b_1 이라고 할 때 $b_1 = 300 (1.05)^{-1}$ 로 나타낼 수 있다. 김이화 과장은 64세 까지 총 35번 매회 300만원씩을 적립하였는데, 일반적으로 김이화 과장이 n 번째 적립한 금액의 현재가치는 $b_n = 300 (1.05)^{-n}$, $n = 1, \dots, 35$ 로 나타낼 수 있다. 이는 첫째항이 b_1 그리고 공비가 $(1.05)^{-1}$ 인 등비수열이고, 총 35번 적금의 현재가치의 합은 이 등비급수의 1항부터 35항까지 합이므로 $S_b = b_1 \frac{1 - 1.05^{-35}}{1 - 1.05^{-1}} = 300(1.05)^{-1} \frac{1 - 1.05^{-35}}{1 - 1.05^{-1}}$ 로 구할 수 있다. (1)에서 구한

$$\approx 300 \cdot 0.95 \cdot (1 - 0.18) \cdot 21 = 4907.7$$

퇴직금의 현재가치는 $S_a = 2963.1$ 이고 $S_a < S_b$ 이므로 김이화 과장의 적금은 퇴직금을 충당하기에 충분함을 알 수 있다.

(3) 확률변수 X_1 을 김이화 과장이 첫 번째 해에 적립할 금액의 현재가치라고 하면 X_1 의 확률분포는

X_1	0	$K(1.05)^{-1}$
$P(X_1 = x)$	$1 - \frac{95}{100}$	$\frac{95}{100}$

이므로 X_1 의 기댓값은 $E[X_1] = K(1.05)^{-1} \frac{95}{100} + 0 \cdot \left(1 - \frac{95}{100}\right) = K \frac{95}{105}$ 이다.

일반적으로 확률변수 X_n 를 김이화 과장이 n 번째 해에 적립할 금액의 현재가치라고 하면 X_n 의 확률분포는

X_n	0	$K(1.05)^{-n}$
$P(X_n = x)$	$1 - \left(\frac{95}{100}\right)^n$	$\left(\frac{95}{100}\right)^n$

이므로 X_n 의 기댓값은 $E[X_n] = K(1.05)^{-n} \left(\frac{95}{100}\right)^n + 0 \cdot \left(1 - \left(\frac{95}{100}\right)^n\right) = K \left(\frac{95}{105}\right)^n$ 이다. 김이화 과장은 최대 35번째 해까지 적립을 하는데 이때 적금액의 현재가치 S_1 은 $S_1 = E[X_1] + \dots + E[X_{35}]$ 로 나타낼 수 있고, 위 수열은 첫째항이 $K \frac{95}{105}$ 이고 공비가 $\frac{95}{105}$ 인 등비수열의 1항부터 35항까지 합이므로

$$S_1 = E[X_1] + \dots + E[X_{35}] = K \frac{95}{105} \frac{1 - \left(\frac{95}{105}\right)^{35}}{1 - \frac{95}{105}}$$

$$\approx K \cdot 0.90 \cdot (1 - 0.030) \cdot 10.5 = K \cdot 9.1665$$

이다.

이제 확률변수 Y_1 을 김이화 과장이 첫 번째(65세때) 받을 퇴직금 수령액의 현재가치라고 하면 Y_1 의 확률분포는

Y_1	0	$1000(1.05)^{-36}$
$P(Y_1 = x)$	$1 - \left(\frac{95}{100}\right)^{36}$	$\left(\frac{95}{100}\right)^{36}$

이므로 Y_1 의 기댓값은 $E[Y_1] = 1000(1.05)^{-36} \left(\frac{95}{100}\right)^{36} = 1000 \left(\frac{95}{105}\right)^{36}$ 이다. 일반적으로 확률변수 Y_n 를 김이화

과장이 n 번째 받을 퇴직금 수령액의 현재가치라고 하면 Y_1 의 확률분포는

Y_n	0	$1000(1.05)^{-(35+n)}$
$P(Y_n = x)$	$1 - \left(\frac{95}{100}\right)^{35+n}$	$\left(\frac{95}{100}\right)^{35+n}$

이므로 Y_n 의 기댓값은 $E[Y_n] = 1000(1.05)^{-(35+n)}\left(\frac{95}{100}\right)^{35+n} = 1000\left(\frac{95}{105}\right)^{35+n}$ 이다. 김이화 과장은 최대 36번까지 퇴직금 수령액 1000만원씩을 수령할 수 있는데, 이때 퇴직금액의 현재가치는 $S_2 = E[Y_1] + \dots + E[Y_{36}]$ 로 나타낼 수 있고, 위 수열은 첫째항이 $1000\left(\frac{95}{105}\right)^{36}$ 이고 공비가 $\frac{95}{105}$ 인 등비수열의 1항부터 36항까지 합이므로

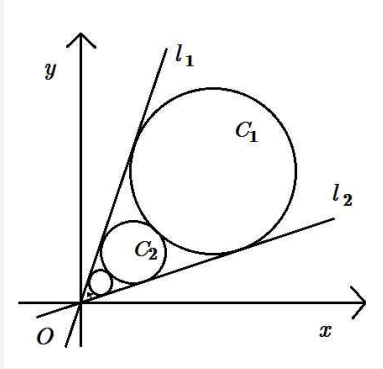
$$S_2 = E[Y_1] + \dots + E[Y_{36}] = 1000\left(\frac{95}{105}\right)^{36} \frac{1 - \left(\frac{95}{105}\right)^{36}}{1 - \frac{95}{105}}$$

$$\approx 1000 \cdot 0.027 \cdot (1 - 0.027) \cdot 10.5 = 275.8455$$

이다.

퇴직금의 현재가치와 적립금의 현재가치가 같도록 납입금액 K 를 책정한다고 하였으므로 $S_1 = S_2$ 가 되도록 K 의 값을 정하면 대략 $\frac{275.8455}{9.1665} \approx 30.01$ 만원이 된다.

[문제3] 다음 그림과 같이 두 직선 $l_1: y = \frac{1+\tan\theta}{1-\tan\theta}x$ 와 $l_2: y = \frac{1-\tan\theta}{1+\tan\theta}x$ 에 동시에 접하는 원 C_1 이 있다. 두 직선 l_1, l_2 와 원 C_1 에 접하는 더 작은 원을 C_2 라고 하고, 같은 방법으로 n 번째 원 C_n 과 두 직선 l_1, l_2 에 접하는 C_n 보다 작은 원을 C_{n+1} 이라고 할 때 다음 물음에 답하시오. (단, $0 < \theta < \frac{\pi}{4}$)



- (1) 원 C_n 의 반지름을 r_n 이라 할 때, 원의 중심의 좌표 (x_n, y_n) 을 반지름 r_n 으로 나타내시오. [10점]
- (2) 서로 이웃하는 두 원 C_n, C_{n+1} 에 대하여 반지름의 비율 $\frac{r_{n+1}}{r_n}$ 을 상수 θ 의 관계식으로 나타내시오. [10점]
- (3) 원 C_1 의 반지름의 길이가 2015라고 할 때 원 C_n 들의 둘레의 길이의 합을 구하시오. [7점]
- (4) 원 C_1 의 반지름의 길이가 1일 때, 다음의 값을 구하시오. [13점]

$$\lim_{\theta \rightarrow +0} \theta \left(\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2\sqrt{r_n r_{n+1}}}{\sqrt{r_n} + \sqrt{r_{n+1}}} \right)$$

■ 모범답안:

(1) 주어진 두 직선 l_1, l_2 이 $y = x$ 대칭이므로 원의 중심 (x_n, y_n) 은 $y = x$ 위의 점 (x_n, x_n) 으로 주어진다. 구하는 원 C_n 의 반지름 r_n 은 직선 $y = \frac{1+\tan\theta}{1-\tan\theta}x$ 와 (x_n, x_n) 의 거리이므로

$$r_n = \frac{\left| \frac{1+\tan\theta}{1-\tan\theta}x_n - x_n \right|}{\sqrt{\left(\frac{1+\tan\theta}{1-\tan\theta}\right)^2 + 1}} = \left(\frac{2\tan\theta}{\sqrt{2}\sec\theta} \right) x_n = \sqrt{2}\sin\theta x_n \text{ 이다.}$$

따라서 중심의 좌표는 $(x_n, y_n) = \left(\frac{1}{\sqrt{2}\sin\theta} r_n, \frac{1}{\sqrt{2}\sin\theta} r_n \right)$ 이다.

별해: 위 풀이에서 원의 중심 (x_n, y_n) 이 점 (x_n, x_n) 임은 다음 두 가지 다른 방법으로도 알 수 있다.

방법1: 원의 중심 (x_n, y_n) 은 두 직선으로부터 같은 거리에 있는 점들 위에 있으므로,

$$\frac{\left| \frac{1+\tan\theta}{1-\tan\theta}x_n - y_n \right|}{\sqrt{\left(\frac{1+\tan\theta}{1-\tan\theta}\right)^2 + 1}} = \frac{\left| \frac{1-\tan\theta}{1+\tan\theta}x_n - y_n \right|}{\sqrt{\left(\frac{1-\tan\theta}{1+\tan\theta}\right)^2 + 1}}$$

을 만족한다. 등식을 정리하면 $x_n = y_n$ 을 얻는다.

방법2: 두 직선의 기울기가 $\frac{1+\tan\theta}{1-\tan\theta} = \tan\left(\frac{\pi}{4} + \theta\right)$, $\frac{1-\tan\theta}{1+\tan\theta} = \tan\left(\frac{\pi}{4} - \theta\right)$ 이므로 원의 중심은 기울기 $\tan\frac{\pi}{4} = 1$ 인 직선 $y = x$ 위에 있다.

(2) 두 원 C_n, C_{n+1} 의 중심점 사이의 거리는 두 원의 반지름의 합과 같으므로 다음 식을 얻는다.

$$r_n + r_{n+1} = \sqrt{2}(x_n - x_{n+1}) = \frac{1}{\sin\theta}(r_n - r_{n+1})$$

따라서 구하는 반지름의 비율 $\frac{r_{n+1}}{r_n} = \frac{1 - \sin\theta}{1 + \sin\theta}$ 이다.

별해: 두 직선 l_1, l_2 의 사이각 α 라 할 때, 두 원 C_n, C_{n+1} 의 반지름 r_n, r_{n+1} 은 $\sin\frac{\alpha}{2}(r_n + r_{n+1}) = (r_n - r_{n+1})$ 을 만족한다. 두 직선 l_1, l_2 의 사이각 α 을 구하면

$$\tan\alpha = \frac{\frac{1+\tan\theta}{1-\tan\theta} - \frac{1-\tan\theta}{1+\tan\theta}}{1 + \frac{1+\tan\theta}{1-\tan\theta} \frac{1-\tan\theta}{1+\tan\theta}} = \frac{2\tan\theta}{1 - \tan^2\theta} = \tan 2\theta$$

이므로 α 와 θ 는 $\alpha = 2\theta$ 를 만족한다. 따라서 $\sin\theta(r_n + r_{n+1}) = (r_n - r_{n+1})$ 이며 구하는 반지름의 비율

$$\frac{r_{n+1}}{r_n} = \frac{1 - \sin\theta}{1 + \sin\theta} \text{ 이다.}$$

(3) 원 C_n 의 둘레는 $2\pi r_n$ 이므로 주어진 문제는 공비가 $\frac{r_{n+1}}{r_n} = \frac{1 - \sin\theta}{1 + \sin\theta}$ (=상수) 로 주어진

무한등비급수이다. 이때, 주어진 $0 < \theta < \frac{\pi}{4}$ 에 대하여 반지름의 비율 $\frac{r_{n+1}}{r_n} = \frac{1 - \sin\theta}{1 + \sin\theta}$ 이 구간

$\left(\frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}+1}, 1\right)$ 에 속하므로 무한등비급수는 수렴하며 값은

$$\frac{2\pi r_1}{1 - \frac{r_{n+1}}{r_n}} = \frac{2\pi r_1}{1 - \frac{1 - \sin\theta}{1 + \sin\theta}} = 2015\pi \left(\frac{1 + \sin\theta}{\sin\theta}\right) \text{ 이다.}$$

(4) 공비 $\frac{r_{n+1}}{r_n} = \frac{1 - \sin\theta}{1 + \sin\theta}$ 을 r 이라 하면 원 C_n 의 반지름 r_n 은 $r_n = 1 \cdot r^{n-1}$ 으로 표시되며 수열

$$a_n = \frac{2\sqrt{r_n r_{n+1}}}{\sqrt{r_n} + \sqrt{r_{n+1}}} \text{ 은 다음과 같이 변형된다.}$$

$$a_n = \frac{2\sqrt{r_n r_{n+1}}}{\sqrt{r_n} + \sqrt{r_{n+1}}} = \frac{2r^{\frac{2n-1}{2}}}{r^{\frac{n-1}{2}} + r^{\frac{n}{2}}} = \frac{2\sqrt{r}}{\sqrt{r}+1} (\sqrt{r})^{n-1}$$

따라서 수열 a_n 은 첫째 항이 $\frac{2\sqrt{r}}{\sqrt{r}+1}$ 이고 공비가 \sqrt{r} 인 등비수열이다. 공비 \sqrt{r} 이 1보다 작은 양수이므로 주어진 무한급수의 합은

$$\frac{\left(\frac{2\sqrt{r}}{\sqrt{r}+1}\right)}{1-\sqrt{r}} = \frac{2\sqrt{r}}{1-r} = \frac{2\left(\frac{1-\sin\theta}{\cos\theta}\right)}{1-\frac{1-\sin\theta}{1+\sin\theta}} = \frac{\cos\theta}{\sin\theta} = \cot\theta \text{ 으로 구해진다.}$$

$$(\text{여기서 } \sqrt{r} = \sqrt{\frac{1-\sin\theta}{1+\sin\theta}} = \sqrt{\frac{(1-\sin\theta)^2}{(1-\sin^2\theta)}} = \frac{1-\sin\theta}{\cos\theta} \text{ 이다.})$$

따라서 주어진 문제는

$$\lim_{\theta \rightarrow +0} \theta \left(\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2\sqrt{r_n r_{n+1}}}{\sqrt{r_n} + \sqrt{r_{n+1}}} \right) = \lim_{\theta \rightarrow +0} \theta(\cot\theta) = 1 \text{ 로 구해진다.}$$