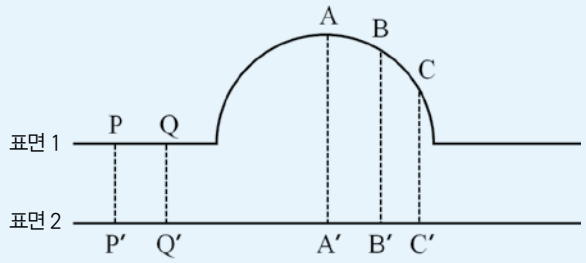
출제문제

〈가〉

실제로 문제는 간단하다. 관찰자인 우리는 한 개체를 우리가 구분하기에 따라 여러 영역에서 살필 수 있다. 한편으로 우리는 체계의 구성요소들이 작업하는 영역, 곧 체계 안의 상태와 구조변화의 영역에서 체계를 살필 수 있다. 이 경우 구성요소들의 작업(체계 내부의 역동성)과 환경은 무관하다. 그러나 다른 한편으로 우리는 개체와 환경의 상호작용을 살필 수 있으며 나아가 이 상호작용의 역사를 기술할 수 있다. 이 관점에서 관찰자는 환경의 속성과 개체의 행동 사이에서 특정관계들을 찾아낼 수 있는데, 이때 개체의 내부 역동성은 이것과 무관하다.

우리가 기술할 수 있는 이 두 영역 자체는 문제될 것이 없다. 오히려 개체를 깊이 이해하려면 둘 다 필요하다. 이때 개체와 환경 사이의 상관관계를 산출하는 것은 거리를 두고 바라보는 관찰자 자신이다. 환경의 어떤 속성들이 체계의 구조변화를 유발할 수 있는지 규정하고, 나아가 체계의 구조가 체계의 상호작용을 결정한다고 말하는 것도 관찰자 자신이다. 환경이 체계의 구조변화를 결정하거나 명령하지 않는다고 말하는 것도 관찰자다. 우리가 때때로 어려움에 빠지는 까닭은 이렇다. 한 영역에서 다른 영역으로 자기도 모르게 옮아가고, 그렇게 둘을 함께 본 것을 바탕으로 자기가 산출한 상관관계를 개체의 작업에 실제로 관여하는 구성요소로 착각하는 것이다. 문제가 되는 두 영역을 잘 구분할 수 있다면 이런 혼란은 자연히 풀린다. 두 개의 관점이 존재하는 것이다. 그리고 우리가 만들어낸 더 큰 영역 안에서 이 두 관점을 관련시키는 것이다.

〈나〉



그림에서 보는 바와 같이 바깥쪽으로 갈수록 점점 커다란 유리 평면이 되도록 만들어진 큰 유리 반구체를 상상해보자. 이는 혹이 달린 평면으로 이루어진 〈표면 1〉과 같이 보일 것이다. 이 표면 위를 올라가는 사람들은 그곳의 모양을 기하학적 측정에 의해서 결정할 수 있다. 불투명한 〈표면 2〉가 〈표면 1〉의 평면 부분과 평행하도록 놓이고 수직의 빛이 위로부터 내리비쳐 유리 표면 위에 있는 모든 대상의 그림자를 〈표면 2〉 위에 드리운다고 가정해보자. 물론 〈표면 1〉 위에서 사람들이 사용하는 모든 측정막대도 〈표면 2〉 위에 그림자를 드리운다. 이 경우 〈표면 1〉 위에서 사람들이 한 측

정에 의하면 AB의 거리와 BC의 거리는 같지만 〈표면 2〉 위에서 이에 대응하는 A'B'의 거리와 B'C'의 거리는 같지 않다.

이제 〈표면 2〉에도 사람이 산다고 가정하고 여기에 또 다른 가정을 추가해보자. 〈표면 2〉에는 장소에 따라 측정막대를 변화시키는 신비로운 어떤 힘이 있고, 결국 측정막대의 길이는 이들에 대응하는 〈표면 1〉로부터 투사된 그림자 길이에 정확하게 비례해서 변화한다고 해보자. 그리고 〈표면 2〉의 사람들 역시 그 힘의 영향을 받아 그런 변화를 전혀 지각하지 못한다. 〈표면 2〉 위의 사람들은 어떤 종류의 측정 결과를 얻을까? 외곽의 평면에서는 아무 것도 변하지 않을 것이다. PQ의 거리는 그것이 〈표면 2〉 위에 투사된 P'Q'의 거리와 같다. 그러나 유리로 된 반구체 밑의 중앙 부분은 앞에서 설명한 측정 결과와는 다를 것이다. 그림자의 길이에 비례해서 변화된 측정막대로 인해 A'B'의 거리와 B'C'의 거리는 같게 측정될 것이기 때문이다. 만약 두 세계의 사람들은 서로 상대방에 대해 전혀 모르고 〈표면 2〉를 외부로부터 바라볼 수 있는 관찰자는 아무도 없다고 한다면, 〈표면 2〉의 사람들은 그들의 표면의 모양에 대해 무엇이라고 주장할 것인가? 그들은 분명히 〈표면 1〉의 사람들과 똑같이 말할 것이다. 그들은 자신들이 가운데에 반구체를 가진 평면 위에 살고 있다고 할 것이다.

〈다〉

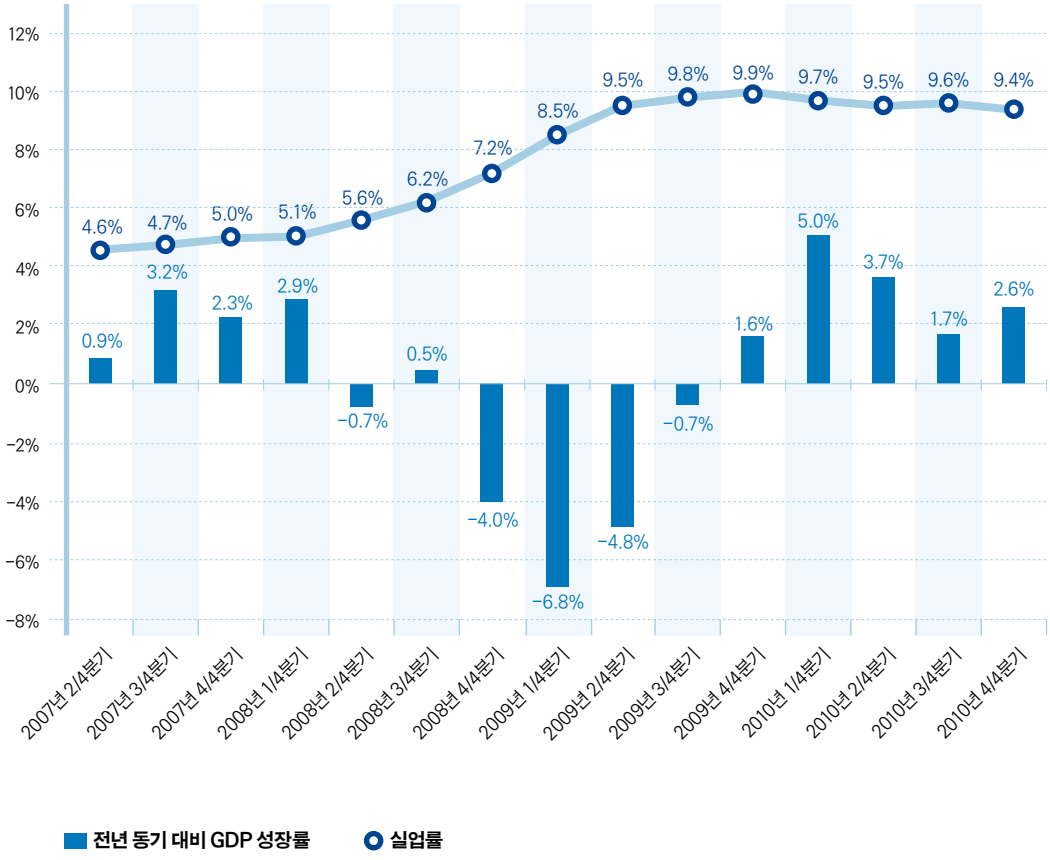
사람들이 '도서관'이라고 부르는 우주는 무한개의 정육면체 진열실들로 구성되어 있다. 그 어떤 진열실에서도 끝없이 뻗어 있는 모든 위층들과 아래층들이 훤히 드러나 보인다. 진열실들의 배치 구도는 일정하다. 각 진열실에는 두 면을 제외하고 각 면마다 다섯 개씩 모두 스무 개의 책장들이 들어서 있다. 책장이 놓여 있지 않은 두 면들 중 하나는 비좁은 현관으로 통해 있다. 현관에는 거울 하나가 있다. 그 거울은 겉모양을 충실하게 복제한다. 사람들은 이 거울을 통해 도서관은 무한하지 않다는 결론에 도달하곤 한다. 하지만 나는 그 반짝거리는 표면이 무한을 반영할 뿐만 아니라 그것을 확증시켜 준다고 상상하기를 좋아한다. 나는 도서관은 끝이 없다고 단언한다. 지금으로서는 옛날부터 내려오는 격언을 되풀이 하는 것으로 족하리라. "도서관은 구체(球體)로 되어 있다. 그것의 정중심은 정육면체이고, 그것의 원주는 측정이 불가능하다."

내 말은 세계가 무한하다는 생각이 결코 비논리적인 것은 아니라는 것이다. 세계가 유한하다고 생각하는 사람들은 저 아득한 곳에 이르면 그들이 상상하는 어떤 모습으로든 복도와 계단과 정육면체 진열실들이 끝날 것이라고 가정한다. 반대로 세계가 무한하다고 생각하는 사람들은 가능한 책의 수에는 한계가 있다는 점을 망각하고 있다. 나는 그 오래된 문제에 대해 다음과 같은 해결책을 제시하고자 한다. "도서관은 한계가 없지만 반복적이고 순환적이다." 만약 어떤 영원한 순례자가 어느 방향에서 시작했든지 간에 도서관을 가로질렀다고 하자. 몇 세기 후에 그는 똑같은 무질서(이 무질서도 반복되면 질서가 되리라, 신적인 질서) 속에서 똑같은 책들이 반복되고 있음을 확인하게 되리라. 나는 고독 속에서 이 아름다운 기다림으로 가슴이 설레고 있다.

1.

제시문 〈가〉와 〈나〉를 활용하여 〈다〉의 화자가 문제해결에 이르는 방법을 설명하고,
그것을 토대로 다음의 갑과 을의 입장 차이를 해결할 수 있는 방법을 설명하시오. (1,000±100자)

갑은 GDP 성장률을 근거로 미국 경제가 위기를 벗어났다고 주장하는 반면,
을은 실업률을 근거로 미국 경제가 위기의 한 가운데 있다고 주장한다.



출제문제

〈가〉

함수 $f(x)$가 에서 그것의 테일러급수의 합과 같다고 하자. 즉,

$$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{f^{(n)}(a)}{n!}(x-a)^n$$

$$= f(a) + \frac{f'(a)}{1!}(x-a) + \frac{f''(a)}{2!}(x-a)^2 + \frac{f'''(a)}{3!}(x-a)^3 + \cdots.$$

여기서 $f^{(0)}(a)=f(a)$, $f^{(1)}(a)=f'(a)$, $f^{(2)}(a)=f''(a)$, $f^{(3)}(a)=f'''(a)\cdots$이다. 이 급수의 부분합인 n차 다항식

$$T_n(x) = f(a) + \frac{f'(a)}{1!}(x-a) + \frac{f''(a)}{2!}(x-a)^2 + \frac{f'''(a)}{3!}(x-a)^3 + \cdots + \frac{f^{(n)}(a)}{n!}(x-a)^n$$

을 $x=a$에서 $f(x)$의 n차 테일러다항식이라고 부른다. 이 때,

$\lim_{n\to\infty} T_n(x) = f(x)$ 이고,

$T_n(x)$를 $f(x)$의 근사(approximation)로 사용할 수 있다.
함수 $f(x)$와 $f(x)$의 일차 테일러다항식

$T_1(x) = f(a) + f'(a)(x-a)$는

$x-a$에서 순간변화율이 같기 때문에 $x=a$근방에서 $f(x)$의 일차함수 근사 중 가장 좋은 것은 $f(x)$의 일차 테일러다항식이다. 다른 관점에서 $f(x)$의 일차함수 근사를 영역의 넓이 등의 기준에서 생각해 볼 수 있다. 예를 들어, $f(x)$가 닫힌 구간에 $[0, t](t > 0)$서 $f^{(n)}(x)(n=1, 2, 3, \cdots)$가 존재하고

① $f''(x) > 0$ 라고 했을 때,

곡선 $y = f(x)$, $y = T_1(x)$, $x = 0$, $x = t$로 둘러싸인 영역의 넓이가 최소가 되게 하는 ② x축 위의 점 $a\ (0 \le a \le t)$를 찾는 문제이다.

③ 한편 테일러다항식 $T_n(x)$는 차수 n이 커질수록 더 많은 항을 갖기 때문에 더 좋은 근사가 되는 것처럼 보인다. 예를 들어 $x > 0$일 때, e^x는 $x = 0$에서 다음의 테일러급수의 합과 같다.

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} \cdots$$

이 경우에 처음 세 개의 테일러 다항식

$$T_1(x) = 1 + x, \quad T_2(x) = 1 + x + \frac{x^2}{2!}, \quad T_3(x) = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!}$$

을 보면 $T_2(x)$는 $T_1(x)$보다, $T_3(x)$는 $T_2(x)$보다 e^x에 더 좋은 근사임을 알 수 있다. 그러나 어떤 함수의 경우에는, 그것의 테일러다항식이 그 차수가 크다고 반드시 더 좋은 근사가 되는 것은 아니다.

〈나〉

다윈의 진화론이 많은 사람의 저항을 받았던 가장 큰 이유는 인간이 다른 생명체에 비해 특별히 우월한 지위에 있다는 기존의 세계관을 부정했기 때문이다. 유전체학(genomics)이 발달함에 따라 이 기존의 세계관은 또 다시 도전에 직면했다. 기대와는 달리, 인간의 유전체(게놈, genome)는 전혀 특별하지 않았다.

모든 생명체는 고유한 유전체의 크기(각 세포당 총 DNA 양)를 갖게 된다(〈표 1〉 참조). 대체로 복잡한 구조의 생물체일수록(세포가 많거나 기관이나 구조가 복잡할수록) 각 세포에 포함되어 있는 DNA의 양이 더 많은 경향을 보인다. 일반적으로 원핵생물은 진핵생물보다 적은, 그리고 효모는 포유류보다 적은 DNA를 각 세포에서 가진다. 인간 세포는 예쁜꼬마선충 혹은 초파리 세포보다 더 많은 DNA를 가지는 반면, 몇몇 생물체들은 인간 세포보다 더 많은 DNA를 가진다. 원생동물의 하나인 아메바는 인간의 약 200배 크기의 유전체를 가진다. 또한 아메바보다 인간에 훨씬 더 가깝다고 생각되는 폐어의 일종은 인간에 비해 약 40배 크기의 유전체를 가진다. 그렇다면 왜 각 생물체는 다른 양의 DNA를 가지는가? 인간 유전체는 거의 대부분의 영역에서 단백질 혹은 기능이 알려진 RNA 정보를 보유하고 있지 않다. 한편 기능이 아직 확인되지 않은 부분의 DNA들은 '정크(junk)' DNA라고 불린다. 물론 이들의 기능이 우리에게 아직 알려져 있지 않다고 해서 꼭 필요 없지는 않을 것이다.

세포당 전체 유전체의 크기, 즉 DNA 자체의 양이 사람을 특별한 혹은 우월한 그룹으로 분류해 내지 못한다면 유전자(gene)의 경우는 어떠할까? 유전자 역시 일반적으로 생명체가 더 복잡할수록 그 수가 더 많아지는 경향이 있기는 하다. 바이러스는 몇 개 혹은 수십 개의 유전자를, 원핵생물은 수백에서 수천의 유전자를 가진다. 진핵생물인 효모의 경우는 원핵생물인 대장균보다 훨씬 더 크고 복잡한 세포 구조를 가지고 있고, 약 6,000개의 유전자를 갖지만 그 수는 원핵생물인 대장균의 두 배도 채 되지 않는다.

후생동물(metazoan)은 대개 수만 개의 유전자를 가지고 있다. 그러나 심지어 같은 척추동물끼리도, 그 개체의 복잡성과 그 유전체의 크기 혹은 그 유전자의 수와의 상관관계가 단순하지는 않다. 두 척추동물, 인간과 복어에서 복어의 유전자 수가 인간의 유전자 수보다 많지만 유전체의 크기는 도리어 인간이 복어보다 약 10배 정도 더 크다. 놀랍게도 겨우 1,000여 개의 세포로 이루어진 예쁜꼬마선충은 훨씬 더 복잡한 구조의 생명체인 초파리에 비해 더 많은 유전자를 갖고 있는데 이는 인간의 유전자 수와 그리 큰 차이가 없다.

생물체	세포당 염기쌍 수 (유전체 크기)	유전자 수
대장균 바이러스 ΦX174	5,000	10
인플루엔자 바이러스	13,600	10
대장균(원핵생물)	4,639,000	4,380
효모(진핵생물)	12,495,000	5,770
예쁜꼬마선충	100,258,000	19,100
애기장대(개화식물)	115,410,000	25,500
초파리	122,654,000	13,480
복어	3.65×10^{8}	약 38,000
인간	3.3×10^{9}	약 25,000
밀	1.6×10^{10}	약 30,000
아프리카 폐어	1.33×10^{11}	알려지지 않음
아메바(원생동물)	6.7×10^{11}	알려지지 않음

〈표 1〉 생물체별 유전체 크기와 유전자 수의 사례

〈다〉

많은 사람들은 욕망이 충족되면 행복하다고 생각한다. 더욱이 다양한 욕망이 충족될수록 더 행복해진다고 생각한다. 하지만 욕망을 추구하다 보면 욕망의 잇따른 충족이 행복의 취득과 반드시 비례 관계를 갖는 것은 아니라고 느끼게 되는 경우가 있다. A는 젊었을 때 소박한 사람이었다. 그의 욕망은 작았다. 그는 음악을 좋아했다. 그러나 우선 돈이 없었고, 그러다 보니 음악과 관련된 레슨과 교본에 재화를 투여할 여력이 없었던 것이다. 하지만 그에게는 싸구려 기타가 있었다. 기타 한 대만으로도 그는 10년 이상이 즐거웠다. 세월이 흐르자 A에게도 돈을 잡을 수 있는 기회가 왔다. 누구나 한때는 경제적으로 풀리는 시절이 오게 마련인가 보다. 그런데 A가 나이가 들어가면서 돈을 꽤 벌게 되자 생활이 많이 달라졌다. 돈을 많이 갖게 되면서 그동안 몰랐던 욕망에 눈 뜨게 되거나 잠재해 있던 욕망이 수면 위로 떠올랐다.

수가 늘어가는 욕망을 버는 돈으로 자꾸 충족해 가면서 그는 즐거웠다. 기타 한 대만으로 즐거웠던 시절도 좋았지만, 수가 늘어가는 욕망을 자꾸만 충족시키는 것도 즐거웠다. 담백하게 사는 것도 재미였고 좀 더 다양하고 자극적으로 사는 것도 재미였다. 그런데 채우려는 욕망의 숫자가 어느 지점

을 넘어서자 묘한 상황이 발생했다. 욕망의 종류가 늘면서 그것이 채워져도 그것에 만족하고 그치게 되는 것이 아니었다. 충족된 욕망의 수보다 더 많은 욕망이 생겨났다. 하지만, 욕망의 증가와 더불어 돈이 기계적으로 비례하여 늘어나지는 않았다. 돈을 처음에 좀 만지기 시작했을 때는 몇 가지 수의 욕망이 채워질 때 A는 많은 행복감을 느꼈으나, 욕망 충족과 행복감의 수반 관계는 욕망의 수가 늘어나면서 그대로 이어지지 않았다. A는 이제 욕망 충족과 행복의 관계에 대해서 무언가를 느끼기 시작했다. 어느 지점까지 욕망이 충족되면 행복감도 그에 따라서 증가하지만, 욕망의 가짓수가 어느 선을 넘어가면 원하는 만족감을 느낄 수 없는 것이 아닌가라는 자각이 다가왔다. 삶의 과정을 겪어 가면서 A는 일종의 철학적인 질문을 던지게 되었다. '삶이란 무엇인가?' '무엇이 행복한 삶인가?' 그리하여 A는 이와 같은 상황에서 정신적으로나 육체적으로 만족스런 상태를 지속시키는 방법이 어떤 것일지에 대해 곰곰이 생각해 보게 되었다. 그는 어떤 해결책에 도달할 것인가?

2-1.

a. 제시문 〈가〉 ②의 를 구하시오. 그리고 제시문 〈가〉 ①의 $f''(x) > 0$를 $f''(x) < 0$로 바꿀 때 영역의 넓이가 최소가 되게 하는 a를 구하시오(풀이 과정과 답을 모두 쓰시오).

b. $-\infty < x < \infty$에 대해 $f(x) = \sin x + \cos x$는 $x=0$에서 그것의 테일러급수의 합과 같다. 여기서 일차, 이차, 삼차 테일러다항식 $T_1(x)$, $T_2(x)$, $T_3(x)$,를 구하고, 이들을 이용하여 제시문 〈가〉 ③의 내용을 설명하시오(풀이 과정과 답을 모두 쓰시오).

2-2.

제시문 〈나〉의 유전체, 유전자, 생명체의 복잡성 사이의 관계와 제시문 〈다〉의 욕망 충족과 행복의 관계를 각각 요약하고, 이를 제시문 〈가〉 ③의 내용과 연관시켜 논하시오. (700±70자)

자연공통 | 평가기준 |

※ 모범답안은 공개하지 않습니다.

1. 출제 의도와 논제의 구성

출제 의도와 논제의 구성

자연계열 공통논술 논제는 통합형 논술의 기본 정신에 따라 수험생의 분석적이고 비판적 사고력과 종합적 문제해결력 측정을 목표로 구성되었다. 논제가 다루고 있는 문제의식은 사물과 사태를 이해하고 판단하는 척도가 상대적인 탓에 해석과 의견에 충돌이 생기는 경우 어떤 방법을 취해야 하는가이다. 〈제시문〉은 이러한 문제의식과 관련이 있는 다양한 영역(소설, 인문, 과학)의 작품들로부터 발췌되었다. 수험생은 〈제시문〉의 핵심 내용을 파악하고, 문제에서 요구하는 문제해결 '방법'을 설명해야 한다.

특히 유의해야 할 사항은 구체적인 문제 해결책을 제시하는 것이 아니라 문제 해결에 이르는 방법을 설명해야 한다는 것이다. 문항은 두 가지의 과제를 제시한다.

첫째, 제시문 〈다〉의 화자가 자신의 문제를 해결한 방법을 제시문 〈가〉와 〈나〉를 활용하여 설명하고, 둘째, 제시문에서 파악한 문제해결 방법을 적용하여 논제에서 제시된 미국 경제에 대한 상반된 해석과 의견 대립을 조정할 수 있는 방법을 설명하는 것이다.

제시문 〈다〉의 화자는 자신이 속한 도서관이 구조적으로 무한한지 아니면 유한한지를 결정하는 문제에 부딪친다. 그 각각의 주장은 나름의 근거를 가지고 있다. 이러한 문제 상황은 제시문 〈나〉에서 읽어낼 수 있는 것처럼 사태를 이해하고 판단하는 관점(척도)가 체계 내적이어서 서로 다른 두 관점을 객관적으로 비교할 수 없는 상황에 빠질 때 일어난다. 유리 구면 위의 사람들은 실제 길이와 그림자 길이의 차이를 비교함으로써 자신들이 반구체가 포함된 평면 위에 살고 있다고 판단하지만, 그와 같은 비교를 할 수 없는 사람들은 사태에 대해 왜곡된 판단을 할 수밖에 없다. 제시문 〈다〉의 화자가 처한 문제 역시 마찬가지의 상황에 처해 있다고 할 수 있다.
제시문 〈가〉는 그와 같은 문제 상황을 벗어나는 방법으로 서로 대립되는 관점과 척도를 더 큰 영역에서 상호 비교 관련시켜 볼 것을 제안한다. 이러한 방법은 제시문 〈다〉의 문제, 즉 도서관 속 화자의 문제에도 적용된다. 도서관의 화자는 도서관의 무한성과 유한성의 대립을 주기적인 순환과 반복으로 풀어낸다.
자신의 관점과 척도만을 고집하는 것이 아니라, 상호 대립되는 관점들을 포괄할 수 있는 '제3의 관점'이나 '종합적이고 객관적인' 관점을 취해보는 방법은 문항에서 제시된 '갑'과 '을'의 문제 상황을 해결하는 방법이기도 하다. 먼저 '갑'은 2008년 미국의 GDP 성장률이 '마이너스(–) 성장'을 보여주었다가(미국 경제의 위기) 2009년 말과 2010년 들어 성장률이 '플러스(+)'로 돌아섰다는 것을 근거로 위기에서 벗어났다고 주장한다. 반면 '을'은 경제 위기 상황 당시 높아진 실업률이 줄지 않았으므로 여전히 위기를 벗어나지 못했다고 주장한다. 문제는 이 두 사람이 모두 자신의 관점과 척도만을 고집할 때 생긴다. 문제를 해결하기 위해서는 그 두 관점을 포괄할 수 있는 더 큰 차원의 종합적이고 객관적인 관점이 필요하다.

따라서 수험생이 답안을 작성하기 위해서는 먼저 제시문 〈나〉에서 다루어지고 있는 문제 상황을 이해하고, 이에 대한 문제해결 방법을 〈가〉에서 찾아낸 뒤, 제시문 〈다〉의 주인공의 문제에 적용하여 문제해결 방법을 분명히 하고, 다시 이를 토대로 미국 경제 상황에 대한 상반된 해석을 조정하는 문제에 적용시켜야 한다.

각 제시문 요지

제시문 〈가〉 : 움베르토 마투라나(U. Maturana) & 프란시스코 바렐라(F. Varela), 『앎의 나무』에서 발췌 후 재구성

제시문은 자기생성(autopoiesis)과 자기조직(self-organization)의 개념을 바탕으로 인간 인식의 문제를 새로운 관점에서 조명한 움베르토 마투라나와 프란시스코 바렐라의 책에서 발췌 후 재구성한 것이다. 제시문의 내용은 개체와 환경 사이의 관계를 이해하는 서로 다른 두 관점이 착종되었을 때 문제가 생긴다는 점, 그리고 그런 문제를 해결하기 위해서는 두 관점을 분명하게 구별하고 더 큰 영역에서 그 관점들을 관련시켜 사태를 이해해야 한다는 제안을 다루고 있다.

제시문 〈나〉 : 한스 라이헨바하(H. Reihenbach), 『시간과 공간의 철학』에서 발췌 후 재구성

제시문은 비유클리드 기하학과 20세기 초반 새로운 물리학을 주제 삼아 시간과 공간의 문제를 다룬 라이헨바하의 작품에서 발췌 후 재구성한 것이다.
제시문의 내용은 유리 반구가 포함된 표면과 그렇지 않은 표면에서의 기하학적 측정을 예로 들어 한 체계 내의 척도가 체계 상태에 따라 변화되고, 관찰자가 그런 변화를 지각하지 못할 경우 어떤 왜곡이 일어날 수 있는지를 보여주는 사고 실험을 담고 있다. 유리구면 위에서의 측정결과와 유리구면의 대상이 투사된 그림자를 측정한 결과의 차이는 사람들로 하여금 자신이 속한 공간이 구면을 포함하고 있는 표면이라는 판단을 하게 하지만, 그런 비교를 할 수 없는 상황의 사람은 자신이 속한 표면을 실제와는 다르게 판단할 것이라는 내용의 사고실험이다.

제시문 〈다〉 : 호르헤 루이스 보르헤스(J. L. Borges), 『픽션들』에서 발췌 후 재구성

제시문은 20세기 문학에 커다란 영향을 미친 아르헨티나의 작가 보르헤스의 단편 작품집 『픽션들』 중 〈바벨의 도서관〉에서 논술 문항의 의도에 맞게 부분적으로 발췌 후 재구성한 것이다.
제시문의 내용은 우주 혹은 세계를 상징하는 '도서관' 안의 화자가 도서관의 구조적 특성과 관련된 문제, 즉 도서관의 무한성과 유한성을 순환과 반복이라는 개념으로 풀어가는 과정을 묘사하고 있다.

2. 답안 구성 요소와 채점 기준

전체 채점 기준

공통논술 논제는 내용적으로 두 가지의 요구사항을 만족시켜야 한다. 평가는 논술에 필요한 기본적인 서술 능력과 표현력은 물론 답안이 문제와 제시문의 내용을 정확히 분석하고 논제의 요구 사항을 각각 만족시켰는지를 그 기준으로 삼았다.

논제

(1) 논제 개요

논제의 요구 사항은 다음의 두 가지이다.

① 제시문 〈다〉의 화자가 자신의 문제를 해결한 방법을 제시문 〈가〉와 〈나〉를 활용하여 설명하고

② ①의 문제해결 방법을 적용하여 문항에서 제시된 미국 경제에 대한 상반된 해석과 의견 대립을 조정할 수 있는 방법을 설명한다.

(2) 답안 구성 요소와 채점 기준

답안 구성 요소

① 제시문 〈나〉와 〈가〉에 대한 정확한 분석과 이를 통한 문제 상황과 그 해결방법의 파악

- 제시문 〈나〉의 내용은 〈표면 2〉의 사람들이 사태를 정확히 볼 수 있는 객관적인 관점이나 준거틀(척도)을 가질 수 없어 사태를 왜곡하여 인식하게 되는 경우를 예화한 것이다. 따라서

  ⇒답안은 자신만의 관점(척도)에 빠지면 객관적인 사태를 왜곡해서 인식할 수 있다는 문제 상황을 제시해야 한다.

- 제시문 〈가〉의 내용은 개체 수준의 설명과 개체와 환경의 상호작용과 관련해서 관찰자가 관점을 제대로 구분하지 못하고 개체 수준의 논의와 개체와 환경 사이의 상호작용 수준의 논의를 착종할 때 문제가 생김을 보이고, 그 해법으로 두 관점을 분명히 구분하고 더 큰 영역에서 두 관점을 관련시켜야 한다는 제안을 한다.

⇒ 답안은 문제 해결을 위해서는 서로 상이한 관점을 잘 구분하고, 그 관점들을 서로 관련시킬 수 있는 새로운 시선(예를 들면, '제3의 관점'이나 '더 큰 영역에서 관점을 관련시킴' 혹은 '객관적 관점', '종합적 관점', '포괄적 관점' 등)이 필요하다는 점을 드러내야 한다.

② '문제해결 방법'의 일반화와 제시문 〈다〉의 문제상황에 적용

– 제시문 〈다〉의 화자는 도서관이 무한하다는 주장과 유한하다는 주장의 대립에 대해 다음과 같이 그 해결책을 제시한다. "나는 그 오래된 문제에 대해 다음과 같은 해결책을 제시하고자 한다. 〈도서관은 한계가 없지만 반복적이고 순환적이다.〉" 화자는 세계의 유한성과 무한성의 대립을 동일구조의 무한 반복이라는 해법으로 풀어나간다. 이는 제시문 〈나〉의 문제상황과 유사하다. 따라서 제시문 〈가〉의 문제해결 방법을 적용한다면, 도서관의 화자는 도서관이 무한하다는 관점과 유한하다는 관점으로부터 벗어나 새로운 관점을 취함으로써 문제에 대한 해법을 제시한 것이다.

⇒ 답안은 제시문 〈다〉의 화자가 도서관의 유한성과 무한성 문제를 해결한 것을 제시문 〈나〉의 문제 상황과 제시문 〈가〉의 문제해결 방법을 활용하여 설명해야 한다. (논제의 첫 번째 요구사항)

③ ②의 문제해결 방법을 원용하여 미국의 경제 상황에 대한 서로 다른 판단이라는 문제 상황을 해결하는 방법 설명

⇒ 답안은 GDP 성장률과 실업률 지표에 대한 분석을 통해 '미국이 경제위기를 벗어났다'는 주장과 '여전히 위기의 한 가운데 있다'는 서로 대립된 주장을 설명하고, 이를 포괄적이고 종합적인 관점을 취해서 해결할 수 있음을 보여주어야 한다. (문항의 두 번째 요구사항)

(※ 단, 논제의 요구사항이 구체적인 문제해결책을 제시하라는 것이 아니라 문제해결 방법을 제시하라는 것이므로 구체적인 문제해결책을 제시했느냐의 여부는 평가 대상이 아님)

자연계열 | 평가기준 |

※ 모범답안은 공개하지 않습니다.

1. 출제 의도와 문제의 구성

출제 의도와 문제의 구성

학생들의 이해능력, 분석능력, 그리고 통합적 사고능력을 평가하기 위하여, 수학, 생물학 및 인문학의 3개 영역에서 제시문을 선정하여 각색하거나 창작하였다. 수학 제시문에서는 테일러다항식의 정의에 대한 정확한 이해를 바탕으로 테일러다항식의 다양한 근사(近似)와 항의 개수가 커질수록 주어진 함수에 더 좋은 근사가 된다는 일반적 경향이 어떤 경우에는 다르게 나타날 수 있다는 내용을 도출하고, 생물학에서는 DNA의 염기서열의 개수로 표시된 유전체의 크기, 유전자의 개수 그리고 생물체의 복잡성 사이의 상관성이 단순한 비례관계에 있지 아니하다는 것을 파악하고, 제시된 창작글에서는 욕망의 충족과 충족하고자 하는 욕망의 개수 그리고 욕망의 충족을 통한 행복의 크기 사이에도 단순한 비례관계가 형성되지 않는다는 핵심 내용을 파악하여, 전체적으로 이들이 하나의 관점으로 수렴하는 것을 인지해내는 수험생의 통합적 사고 능력을 측정하고자 하였다. 이를 위하여 제시문 〈가〉에서는 테일러다항식을 이용한 근사에 대한 개념들을 제공하고, 제시문 〈나〉에서는 생물학에서 유전체의 크기, 유전자의 수, 생명체의 복잡성 등의 관계를 다양한 생물종의 사례를 통해서 제시하였으며, 제시문 〈다〉에서는 인간현상으로서의 욕망의 충족 및 욕망의 가짓수 그리고 행복 사이의 관계를 엿볼 수 있는 창작글을 제시하였다. 자연계 〈논제 2-1〉에서는 영역의 넓이의 기준에서 테일러다항식의 근사를 제시문에 주어진 설명을 바탕으로 풀이를 제시하도록 하였고, 세 개의 제시문 전체를 아우르는 핵심적인 내용을 파악하도록 유도된 질의에 대한 풀이를 제시하도록 하였다. 자연계 〈논제 2-2〉에서는 제시문 〈가〉의 테일러급수의 항의 개수와 근사, 제시문 〈나〉의 유전체 크기, 유전자 수와 생물체의 복잡성, 제시문 〈나〉의 욕망의 충족, 욕망의 가짓수와 행복으로 연결되는 핵심 주제를 하나로 결합하여 해석하도록 하였다.

각 제시문 요지

제시문 〈가〉 : 제시문 〈가〉에서는 테일러급수, 테일러다항식의 정의와, 함수 $f(x)$가 $x=a$에서 그것의 테일러급수의 합과 같다고 했을 때, n차 테일러다항식을 $f(x)$의 근사로 사용할 수 있음을 제시하고 있음. 또한 주어진 함수에 대한 일차테일러다항식의 근사와 일반적으로 테일러다항식이 차수가 커질수록 더 좋은 근사가 되는 것처럼 보이지만 어떤 함수의 경우에는, 그것의 테일러다항식이 그 차수가 크다고 반드시 더 좋은 근사가 되는 것은 아님을 설명함.

- 출처: 제시문중 영역의 넓이의 기준에서 생각한 일차함수 근사는 R. H. Eddy, R. Fritsch (1994), An Optimization Oddity, The College Mathematics Journal, Vol. 25, No. 3, pp. 227-229에 나오는 내용의 일부를 정리한 것이다. 나머지는 보편적으로 사용되는 대학 미적분학교재를 참고하여 출제자들이 작성하였다.

제시문 〈나〉 : 제시문 〈나〉에서는 유전체의 크기 (게놈, DNA 의 총량) 혹은 그 중 기능을 암호화 하고

있다고 생각되는 기본 단위인 유전자 (gene) 의 개수는 생물체의 복잡성에 증가에 따라 일견 함께 하는 경향을 보이나 항상 그렇지는 않다는 사실을 예를 들어 설명하고, 표를 통해 보였다. 대다수의 사람들은 인간이 모든 생물체중 가장 우수하거나 최소한 복잡한 생물체라고 믿고 있다. 따라서 인간이 1밀리 남짓한 선충 혹은 하등 동물이라고 이야기 되는 아메바와 별로 다를 것이 없다고 생각하기는 상당히 힘들 것이다. 그러나 유전학적인 증거들은 실상 그러함을 알려주고 있다. 물론 유전자가 많아지려면, 유전체가 필수적으로 더 필요하기는 하고, 더 복잡한 생물계를 유지하는 데는 어느 정도 수 이상의 유전자가 필요하기는 하겠지만, 꼬마선충이나, 인간이 비슷한 수의 유전자를 가지고, 아메바가 인간보다 훨씬 많은 유전체로 이루어져 있다고 하는 사실들을 보면, 유전자 수와 유전체 크기의 상관성 그리고, 생물체의 복잡성은 꼭 비례해서 늘어날 수는 없다는 사실을 읽을 수 있다. 이에 따라, 우리가 일반적이라고 믿는 (혹은 믿고 싶은) 상관관계들도 경우에 따라 그 관계가 적용되지 않는 경우가 상당히 있음을 이해해 낼 수 있어야 한다.

– 출처: 제시문 〈나〉는 A. Lesk, "Introduction to Genomics", Oxford University Press, 79–81쪽 (2007)의 내용과 표를 기초로 국문으로 요약, 주요 부분만 정리한 후 단순화하여 작성하였다.

제시문 〈다〉 : 제시문 〈다〉에서는 일반적으로 많은 이들은 욕망이 다양하게 충족되면 그에 따라 행복도 비례하여 수반된다고 생각하지만, 실제로는 사람에 따라 그렇지 않은 상황이 발생할 수도 있음을 이야기하고 있다. A는 소박한 사람이었으나, 돈을 벌면서 여러 가지 종류의 욕망을 충족시켜 나갔다. 충족에 비례하여 어느 지점까지 행복감이 선형적으로 수반된다고 느꼈다. 하지만 점점 더 많은 종류의 욕망을 충족시키면서 어느 지점을 지나자 욕망의 충족과 행복의 수반 사이에 비례관계가 사려져 갔다. 그래서 A씨는 충족시키는 욕망의 종류를 계속 늘려가기보다는 적당한 수에서 충족시키는 것이 행복해지는 데 도움이 되는 것이 아니냐라는 질문을 스스로에게 던지고 있다.

– 출처: 제시문 〈다〉는 전체 논제의 취지에 맞추어 창작된 것이다.

2. 답안 구성 요소와 채점 기준

논제 2–1

(1) 논제 개요

이 논제는 제시문 〈가〉 ②의 a를 찾는 문제에 대한 풀이 및 ①의 $f''(x) > 0$를 $f''(x) < 0$로 바꿀 때 영역의 넓이가 최소가 되게 하는 a를 구하고, 주어진 함수 $f(x) = \sin x + \cos x$에 대한 $T_1(x)$, $T_2(x)$, $T_3(x)$를 얻어 그 의의를 설명하는 두 가지 문항으로 구성되어 있다.

(2) 답안 구성 요소와 채점 기준

제시 문제에 대한 풀이과정의 적절성과 논리적 전개

2-1.

a. 제시문 〈가〉 ②의 를 구하시오. 그리고 제시문 〈가〉 ①의 $f''(x) > 0$를 $f''(x) < 0$로 바꿀 때 영역의 넓이가 최소가 되게 하는 a를 구하시오(풀이 과정과 답을 모두 쓰시오).

$G(a) := \int_0^t f(x) - [f'(a)(x-a) + f'(a)]\,dx$가 최솟값을 갖게 하는 a를 구하면 된다.

$x \in [0, t]$에 대해 $F'(x) = f(x)$라고 하자. $0 \le a \le t$에 대해

$$G(a) := \int_0^t f(x) - [f'(a)(x-a) + f'(a)]\,dx = \left[F(x) - \frac{1}{2}f'(a)x^2 + (af'(a) - f(a))x\right]_0^t$$

$$= F(t) - F(0) - \frac{1}{2}f'(a)t^2 + (af'(a) - f(a))t$$

$$= F(t) - F(0) + t\left[f'(a)\left(a - \frac{1}{2}t\right) - f(a)\right]$$

이고 $G'(a) = t\left[f''(a)\left(a - \frac{1}{2}t\right) + f'(a) - f'(a)\right] = tf''(a)\left(a - \frac{1}{2}t\right)$ 이다.

여기서 $tf''(a) > 0$ 이므로 함수 $G(a)$는 $a = \frac{1}{2}t$ 일 때 임계점을 갖고

$$G'(a) \begin{cases} > 0, & a > \frac{1}{2}t \\ < 0, & a < \frac{1}{2}t \end{cases}$$

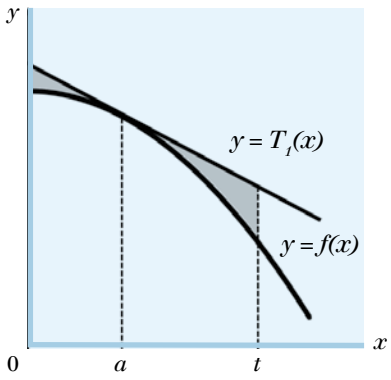
이므로 함수 $G(a)$의 그래프는 $a < \frac{1}{2}t$ 일 때 감소하고, $a > \frac{1}{2}t$ 일 때 증가한다.

❶ 따라서 $G(a)$는 $a = \frac{1}{2}t$ 일 때 최솟값을 갖는다. 답은 . $a = \frac{1}{2}t$

(별해로써 ❶ 대신에 $G''(a) = t\left[f'''(a)\left(a - \frac{1}{2}t\right) + f''(a)\right]$를 구해 $G''\left(\frac{1}{2}t\right) = tf''\left(\frac{1}{2}t\right) > 0$.

따라서 이계도함수를 이용한 극대 · 극소의 판정법에 의해 $x = \frac{1}{2}t$에서 최솟값을 갖는다.

답은 $a = \frac{1}{2}t$.)



그리고 ❶의 $f''(x) > 0$를 $f''(x) < 0$로 바꾸면 (위의 그림)

$H(a) := \int_0^t [f'(a)(x-a) + f(a)] - f(x)dx$가 최솟값을 갖게 하는 a를 구하면 되는 문제로 바뀐다.

위의 계산에 의하여 $H(a) = -G(a)$, $H'(a) = -G'(a) = -tf''(a)(a-\frac{1}{2}t)$이고 $-tf''(a) > 0$으로부터,

위와 같은 풀이에 의하여 $H(a)$는 $a = \frac{1}{2}t$ 일 때 최솟값을 갖는다. 따라서 답은 $a = \frac{1}{2}t$.

2-1.

b. $-\infty < x < \infty$에 대해 $f(x) = \sin x + \cos x$는 $x=0$에서 그것의 테일러급수의 합과 같다. 여기서 일차, 이차, 삼차 테일러다항식 $T_1(x)$, $T_2(x)$, $T_3(x)$,를 구하고, 이들을 이용하여 제시문 〈가〉 ③의 내용을 설명하시오(풀이 과정과 답을 모두 쓰시오).

함수 $f(x) = \sin x + \cos x$에 대하여

$f(x) = \sin x + \cos x \Rightarrow f(0) = 1,$

$f'(x) = \cos x - \sin x \Rightarrow f'(0) = 1,$

$f''(x) = -\sin x - \cos x \Rightarrow f''(0) = -1,$

$f'''(x) = -\cos x + \sin x \Rightarrow f'''(0) = -1,$

$x = 0$에서 $f(x)$의 테일러다항식의 정의에 의하여

$$T_1(x) = f(0) + \frac{f'(0)}{1!}x = 1 + x$$

$T_2(x) = f(0) + \frac{f'(0)}{1!}x + \frac{f''(0)}{2!}x^2 = 1 + x - \frac{1}{2}x^2$

$T_3(x) = f(0) + \frac{f'(0)}{1!}x + \frac{f''(0)}{2!}x^2 + \frac{f'''(0)}{3!}x^3 = 1 + x - \frac{1}{2}x^2 - \frac{1}{6}x^3$ 이다.

따라서 $T_1(x) = 1 + x,\ T_2(x) = 1 + x - \frac{x^2}{2!},\ T_3(x) = 1 + x - \frac{1}{2}x^2 - \frac{1}{6}x^3$

테일러다항식 $T_1(x), T_2(x), T_3(x)$는 이 순서로 차수가 커져 더 많은 항을 갖게 되기 때문에 $T_3(x), T_2(x), T_1(x)$의 순서로 더 좋은 근사가 되는 것처럼 보인다. 그러나 $|\sin x + \cos x| \le 2$이고 충분히 큰 x에 대해 $|f(x) - T_1(x)| < |f(x) - T_2(x)| < |f(x) - T_3(x)|$이기 때문에, $T_1(x)$이 가장 좋은 근사식이 된다. 예를 들어 $x = 10$일 때, 함숫값(참값) $f(10) = \sin 10 + \cos 10$의 절댓값은 2를 넘지 못한다.

근삿값 $T_1(10) = 11,\ T_2(10) = -39,\ T_3(10) = -39 - \frac{500}{3}$ 의 오차는

$|f(10) - T_1(10)| < |f(10) - T_2(10)| < |f(10) - T_3(10)|$이므로 $T_1(10), T_3(10), T_3(10)$의 순서로 더 좋은 근사가 된다.

논제 2-2

(1) 논제 개요

이 논제는 제시문 〈가〉의 테일러다항식의 근사, 제시문 〈나〉의 유전체 크기, 유전자의 수와 생물체의 복잡성, 제시문 〈나〉의 욕망의 충족, 욕망의 가짓수와 행복으로 연결되는 핵심 주제를 하나로 결합하여 해석하도록 하고 있다.
채점 시 주목해야 할 〈가〉, 〈나〉, 〈다〉의 핵심 내용들과 요구되는 관련 논점은 다음과 같다.

제시문 〈가〉의 핵심 내용 및 관련 논점

주어진 함수에 대한 일차테일러다항식의 근사와 일반적으로 테일러다항식이 차수가 커질수록 더 좋은 근사가 되는 것처럼 보이지만 어떤 함수의 경우에는, 그것의 테일러다항식이 그 차수가 크다고 반드시 더 좋은 근사가 되는 것은 아님을 설명함.

제시문 〈나〉의 핵심 내용 및 관련 논점

① 유전체(게놈, DNA의 총량)은 생물체의 복잡성과 일치하는 경향을 보이나 항상 그렇지

는 않는다.(아메바와 사람, 폐어와 사람 등에서 보듯)

② 유전자(gene)의 개수도 생물체의 복잡성과 비슷한 경향을 보이나 항상 일치하지는 않는다.(초파리와 예쁜꼬마선충, 복어와 사람 등의 관계에서 보듯)

③ 더 많은 유전체(게놈, DNA의 총량)가 꼭 더 많은 유전자(gene)를 담보하는 것도 아니다.(예쁜꼬마선충과 사람의 관계에서 보듯)

④ 따라서 이러한 불일치성이 기능을 갖고 있는 유전자와 필요 없는 정크 DNA의 양으로 설명되지도 않는다.

⑤ 결론적으로 이들 세 요소간의 관계는 일반적으로 서로 연관되어 있는 경향을 보이기는 하지만 반드시 그 일반적인 경향이 적용되는 것은 아니라는 것이다. 또한 인간이 타 생물체에 대해 특별하다는 세계관이 그리 지지받지 못함을 보여주는 결과이다.

제시문 〈다〉의 핵심 내용 및 관련 논점

① 제시문 〈다〉에서는 욕망의 다양한 충족과 행복의 수반간의 관계를 다루고 있다.

② 욕망 충족의 가짓수가 늘어가면서 일반적으로 수반되는 행복감도 늘어난다.

③ 하지만 A라는 이는 삶의 과정을 통해 욕망을 수를 계속 늘린다고 해서 행복의 수반도 그에 따라 기계적으로 계속하여 늘어가는 것은 아닌 것 같다는 자각을 한다.

④ 그래서 A는 욕망의 수를 계속 늘리기보다는 적당한 수의 욕망 충족에 머무르는 것이 바람직하지 않느냐라는 반성적 사고에 도달하고 있다. 학생들이 답안에 이와 같은 내용을 어느 정도 포함시켰는지 파악한다.

(2) 답안 구성 요소와 채점 기준

답안 구성 요소

채점 시 주의해야 할 사항은 다음과 같다.

① 제시문 〈가〉, 〈나〉, 〈다〉의 핵심 내용 및 관련 논점이 서술되어 있는가?

② 위에서 제시된 각 내용들이 적합하게 결합되고 논리적으로 일관성 있게 연결되어 있는가?

③ 단어, 문장, 표현 서술 방식 등에 오류가 있거나 어색한 면이 있지는 않은가?

④ 분량 제한 요건(700±70자)을 충족시키는가?

2-2.

제시문 〈나〉의 유전체, 유전자, 생명체의 복잡성 사이의 관계와 제시문 〈다〉의 욕망 충족과 행복의 관계를 각각 요약하고, 이를 제시문 〈가〉 ③의 내용과 연관시켜 논하시오. (700±70자)

① 제시문 〈가〉 ③에서는 어떤 함수에 대한 테일러다항식이 차수가 커질수록 더 좋은 근사가 되는 것처럼 보이지만 어떤 함수의 경우에는, 그것의 테일러다항식이 그 차수가 크다고 반드시 더 좋은 근사가 되는 것은 아님을 설명함.

② 제시문 〈나〉에서는 유전체의 크기(게놈, DNA의 총량) 혹은 그 중 기능을 암호화 하고 있다고 생각되는 기본 단위인 유전자(gene)의 개수는 생물체의 복잡성에 증가에 따라 일견 함께 하는 경향을 보이나 항상 그렇지는 않다는 사실을 파악할 수 있어야 함. 유전자가 많아지려면, 유전체가 필수적으로 더 필요하기는 하고, 더 복잡한 생물계를 유지하는 데는 어느 정도 수 이상의 유전자가 필요하기는 하겠지만, 유전자 수와 유전체 크기의 상관성 그리고, 생물체의 복잡성은 꼭 비례해서 늘어날 수는 없다는 사실을 파악해야 함. 이에 따라, 우리가 일반적이라고 믿는(혹은 믿고 싶은) 상관관계들도 경우에 따라 그 관계가 적용되지 않는 경우가 상당히 있음을 이해해 낼 수 있어야 함.

③ 제시문 〈다〉에서는 일반적으로 많은 이들은 욕망이 다양하게 충족되면 그에 따라 행복도 비례하여 수반된다고 생각하지만, 실제로는 사람에 따라 그렇지 않은 상황이 발생할 수도 있음을 파악해야 함. 욕망의 충족에 비례하여 어느 지점까지 행복감이 선형적으로 수반된다고 볼 수 있지만 점점 더 많은 종류의 욕망을 충족시키면서 어느 지점을 지나자 욕망의 충족과 행복의 수반 사이에 비례관계가 성립되지 않을 수 있으며, 제시문 중의 A는 욕망을 적당한 수에서 충족시키는 것이 행복해지는 데 도움이 되는 것이 아니냐라는 질문을 스스로에게 던지고 있음을 파악해야 함.

④ 위에 요약된 제시문 〈나〉 및 제시문 〈다〉의 핵심 내용이 제시문 〈가〉 ③에서 언급된 어떤 함수의 경우에 그것의 테일러다항식이 그 차수가 크다고 반드시 더 좋은 근사가 되는 것은 아니라는 것과 일맥상통하는 것임을 지적하여, 주어진 제한된 상황에서는 생물학적 현상의 측면에서나, 욕망의 충족과 행복이라는 관점에서도 최적의 조건이 그 조건들의 최댓값에서 얻어지는 것은 아닐 수 있다는 결론을 도출하여야 함. 또한 수학적 관점에서 테일러다항식의 경우에는 그 차수가 무한대에 접근한다면 그것이 정의되는 범위에서는 어떤 경우에도 가장 좋은 근사가 될 수 있겠

지만, 생물학적으로는 하나의 세포 내에 포함될 수 있는 유전체의 최대 크기 또는 유전자의 총수 등은 제한될 수밖에 없으므로 그 크기나 수가 무한대에 접근한다는 가정 자체가 성립되지 않는다거나, 욕망의 충족이나 충족되는 욕망의 가짓수가 무한하게 증가할 수 있다고 볼 수도 없다는 제한이 존재한다는 측면을 언급하는 경우에 추가 점수를 인정할 수 있음.

숙명의 생각이
미래를 바꿉니다