

2024학년도 POSTECH 대학입학전형 선행학습 영향평가 결과보고서

2024년 3월

POSTECH

입학학생처 입학팀

목 차

I. 선행학습 영향평가 개요	3
II. 선행학습 영향평가 진행 절차 및 방법	5
III. 대학별고사 준비 및 시행 과정 분석	9
IV. 차년도 입학전형 반영 및 개선 계획	13
부록. 문항 카드	14

I 선행학습 영향평가 개요

POSTECH은 2024학년도 학부 신입생 전원을 학생부종합전형으로 선발하였으며, 모든 입학전형은 1단계(서류)와 2단계(구술 면접) 평가의 합산에 의해 신입생을 선발하였다. 수학/과학 학업능력을 측정하기 위해 2014학년도 전형까지 실시했던 수학/과학 문제풀이 중심의 구술면접은 선행학습 유발 가능성이 발생할 수 있다고 판단해 종합 면접 형태로 변경한 바 있으며, 2024학년도 입학전형에서는 학생부종합전형의 취지를 온건하게 지키고자 노력하였고 이에 따라 모든 전형의 2단계 평가는 제시문 기반의 구술과정 및 지원자가 제출한 서류(생기부) 기반의 구술과정 모두를 시행 후 이를 종합하는 방식으로 진행하였다.

또한 POSTECH은 대학별고사에 대한 선행학습 영향평가를 실시하기 위하여, 대학 자체 규정을 제정하고 선행학습 영향평가위원을 위촉하여 대학별고사에 대한 세부적인 영향평가를 진행하였다. 대학별고사가 공교육정상화법 취지에 부합하여 고등학교 교육과정의 정상적 운영에 기여할 수 있도록 노력하였으며, 면접·구술시험을 위한 전 과정에서 각종 사항을 면밀히 검토하려는 다양한 노력을 수행하였다. 또한, 단계적인 현직 고등학교 교사들의 확인, 의견 수렴 절차를 통해 합의된 의견을 도출하였다.

■ 1. 대학별고사 실시 현황

2024학년도 POSTECH 대학별고사는 「공교육 정상화 촉진 및 선행교육 규제에 관한 특별법」 제10조제1항에 따라 수시모집 총 7개의 전형 모두의 2단계 전형에서 시행된 면접·구술시험으로 정의함

구분	입학전형	모집계열	대학별고사 실시 여부	대학별고사 유형	교과 교육과정 관련 여부
수시	학생부종합 일반전형 I	단일계열	○	면접·구술고사	○
	학생부종합 일반전형 II				
	학생부종합 기회균형 지역인재전형				
	학생부종합 기회균형 저소득층전형				
	학생부종합 기회균형 농·어촌전형				
	학생부종합 기회균형 특성화고졸재직자전형				
	학생부종합 반도체공학인재전형 I	반도체 공학과	○	면접·구술고사	○
학생부종합 반도체공학인재전형 II					

■ 2. 전형 및 모집계열별 선행학습 영향평가 실시 결과

1) 선행학습 영향평가 관련 이행사항 점검 결과

구분	점검 사항	점검 결과	
법령 이행	교칙	선행학습 영향평가 및 입학전형 영향평가위원회 관련 교칙이 있는가?	○
	위원회 구성	입학전형 영향평가위원회에 현직 고등학교 교원이 참여하였는가?	○
	결과 공개	선행학습 영향평가 실시 결과를 학교 홈페이지에 공개하였는가? https://adm-u.postech.ac.kr/admission-helper/notices/?pi=3138	○
영향평가 시행 범위	대학별고사를 실시한 모든 유형의 입학전형에 대하여 선행학습 영향평가를 실시하였는가?	○	
자체평가	대학별고사 출제·검토 과정 참여자의 자체평가를 실시하고, 자체평가 결과를 분석하였는가?	○	
결과 분석	분석 범위	교과 지식에 관련된 모든 문항에 대한 선행학습 영향평가를 충실히 하였는가?	○
	작성의 충실성	교과 교육과정 관련 선행학습 영향평가 결과를 문항카드 등 양식에 충실하게 작성하였는가?	○
	현황표	문항별 적용 교과 현황표를 충실히 작성하였는가?	○

2) 선행학습 영향평가 실시 결과

구분	입학전형	모집계열	대학별고사 실시 여부	대학별고사 유형	교과 교육과정 관련 여부	영향평가 실시 결과
수시	학생부종합 일반전형 I	단일계열	○	면접· 구술고사	○	준수
	학생부종합 일반전형 II					
	학생부종합 기회균형 지역인재전형					
	학생부종합 기회균형 저소득층전형					
	학생부종합 기회균형 농·어촌전형					
	학생부종합 기회균형 특성화고졸재직자전형					
학생부종합 반도체공학인재전형 I	반도체 공학과	○	면접· 구술고사	○	준수	
학생부종합 반도체공학인재전형 II						

3) 선행학습영향평가 대상 문항 총괄표 (문항별 적용 교과 현황)

- 문항 총괄표에 표기된 계열 및 교과에도 불구하고, POSTECH은 특정 교과에 대한 의존 없이 통상적인 고등학교 학생 수준의 논리와 문해력을 이용하여 선행학습 유무에 무관하게 해결할 수 있는 면접·구술고사를 지향

시험 유형	입학 전형	모집 계열 (단위)	모집요강에 제시한 자격기준 과목명	문항 번호	하위 문항 번호	계열 및 교과								
						인문사회			수학	과학				영어
						국어	사회	도덕		물리학	화학	생명 과학	지구 과학	
면접· 구술 고사	학생부종합 일반전형 I	단일 계열	수학 과학	1	-				○					
	학생부종합 일반전형 II			2	-				○					
	학생부종합 기회균형 지역인재전형			3	-					○	○			
	학생부종합 기회균형 저소득층전형			4	-									
	학생부종합 기회균형 농·어촌전형			5	-						○			
	학생부종합 기회균형 특성화고졸재직자전형			6	-						○			
	서류기반			7	-									
	반도체공학인재전형 I	반도체 공학과	수학 과학	1	-					○				
	반도체공학인재전형 II			2	-					○				
				3	-						○			
				4	-						○			
	서류기반													

■ 1. 선행학습 영향평가 방법 및 절차에 대한 자체 규정 제정

1) 관련 규정/지침 및 관련 제정일

- POSTECH 위원회 규정 제23장(제67조)
- POSTECH 대학입학전형 선행학습 영향평가 위원회 운영에 관한 지침

2) 관련 규정 전문

위원회 규정

(중략)

제23장 대학입학전형 선행학습 영향평가 위원회(신설: 2023. 3. 1)

제67조(대학입학전형 선행학습 영향평가 위원회) ① 본 대학이 실시하는 대학별고사가 선행학습을 유발하는지에 관한 영향평가에 관한 심의, 평가의 실시 및 결과의 보고 등을 위하여 대학입학전형 선행학습 영향평가위원회를 둔다.

② 대학입학전형 선행학습 영향평가 위원회의 구성 및 운영 등에 관한 세부 내용은 지침으로 따로 정한다.

(이하 생략)

3) 관련 지침 전문

대학입학전형 선행학습 영향평가 위원회 운영에 관한 지침

제1조(목적) 본 지침은 「공교육 정상화 촉진 및 선행교육 규제에 관한 특별법」 및 위원회 규정 제 67조에 의거하여 대학입학전형 선행학습 영향평가 위원회(이하 '영향평가 위원회'라 한다) 운영에 관한 세부사항을 정함을 목적으로 한다.

제2조(정의) '대학입학전형 선행학습 영향평가'(이하 '영향평가'라 한다)란 학부 신입생을 선발하기 위해 실시한 대학별고사에서 고등학교 교육과정의 범위와 수준을 벗어난 내용이 출제되었는지 여부와 이로 인한 선행학습 유발 요인은 없는지 매년 평가하고, 그 결과를 다음 연도 대학입학전형에 반영토록 하는 일련의 평가활동을 말한다.

제3조 (구성)

① 영향평가의 실시를 위하여 대학입학전형 선행학습 영향평가위원회(이하 '영향평가 위원회'라 한다)를 둔다.

② 영향평가 위원회는 다음 각호와 같이 구성한다.

1. 당연직 위원 : 입학학생처장(위원장), 입학학생처 입학팀 팀장(간사)

2. 임명직 위원 : 입학위원회 위원, 대학입학전형공정관리위원회 위원, 교수, 입학사정관, 입학학생처 교교 자문교사 중 7명 이상

③ 임명직 위원은 입학학생처장의 추천으로 총장이 위촉하며 임기는 1년 이내로 하되 연임할 수 있

다.

- ④ 1명 이상의 현직 고교 교사가 반드시 포함되도록 위원회를 구성한다.
- ⑤ 회의는 위원장이 소집하고 재적위원 과반수 출석과 출석위원 과반수 찬성으로 의결한다.

제4조 (기능) 영향평가 위원회는 다음 각 호의 사항을 수행한다.

- 1. 영향평가 방법과 절차에 관한 사항 결정
- 2. 영향평가 범위와 내용에 관한 사항 결정
- 3. 영향평가 실시 및 영향평가 결과보고서 작성
- 4. 영향평가 결과에 대하여 교육부장관이 법 제14조 제1항에 따른 시정·변경 명령 또는 법 제14조 제3항에 따른 조치를 취할 경우 이에 대한 검토

제5조 (영향평가 대상) 학부 신입생을 선발하는 모든 전형의 대학별고사를 영향평가의 대상으로 한다.

제6조 (영향평가 실시)

- ① 영향평가 위원회는 수시모집 최종 합격자 발표 이후 영향평가 대상 전형과 고사를 확정하고 영향평가를 실시하여야 한다.
- ② 영향평가에는 다음 각 호의 내용이 포함되어야 한다.
 - 1. 선행학습 영향평가 진행 절차 및 방법
 - 2. 고교 교육과정 범위 및 수준 준수 노력
 - 3. 고교 교육과정 내 출제 여부 분석
 - 4. 대학 입학전형 반영 계획 및 개선 노력
- ③ 평가위원별 평가 영역은 영향평가 위원회에서 별도로 정할 수 있다.

제7조 (영향평가 결과의 공개 및 반영) 법 제10조 제2항에 따른 영향평가 결과 및 다음 연도 입학전형에의 반영 계획을 3월 31일까지 입학학생처 입학팀 홈페이지에 게재하여 공개한다.

제8조 (사무관장) 영향평가 위원회의 사무는 입학학생처 입학팀에서 관장한다.

제9조 (수당 등 지급)

- ① 위원회에 참여하는 외부인사에게는 예산의 범위 안에서 수당과 여비를 지급할 수 있다.
- ② 영향평가와 관련하여 위원, 관계전문가 등에게 조사 등을 의뢰한 경우에는 예산의 범위 안에서 연구비 등 필요한 경비를 지급할 수 있다.

제10조 (기타) 영향평가에 관하여 이 규정에서 정하지 아니한 사항은 영향평가 위원회의 의결로 정한다.

<부칙>

제1조 본 지침은 2023년 3월 1일부터 시행한다.

제2조 본 지침 제3조 제3항에도 불구하고, 지침 신설 후 최초로 위촉된 위원의 임기는 2024. 08. 31 까지로 한다.

■ 2. 선행학습 영향평가 위원회 조직 구성

1) 근거 규정

공교육정상화법 제10조의2(대학등의 입학전형 영향평가위원회)

① 대학등의 장은 제10조제2항에 따른 영향평가 실시 방법, 절차 및 내용 등에 관한 사항을 심의하기 위하여 입학전형 영향평가위원회를 설치·운영하여야 한다. ② 제1항에 따른 입학전형 영향평가위원회의 구성 및 운영에 필요한 사항은 해당 대학등의 학교 규칙으로 정한다. 다만, 위원 중 1명 이상은 현직 고등학교 교원으로 하여야 한다. [본조신설 2016.5.29] [[시행일 2016.11.30.]]

2) 조직명 : 대학입학전형 선행학습 영향평가 위원회

3) 기능

- 영향평가를 위한 기본방향 수립, 영향평가 실시, 영향평가 결과보고서 검토 등
- 영향평가 결과에 대하여 교육부장관이 공교육정상화법 제14조제1항에 따른 시정·변경 명령 또는 법 제14조제3항에 따른 조치를 취할 경우 이에 대한 검토

4) 구성

- 입학학생처장(당연직/위원장), 입학학생처 입학팀장(당연직/간사), 교수, 입학사정관, 현직 고등학교 교사 등 총 7명으로 구성

구분	구성	참여인원
내부위원	입학학생처 내부위원	3
	교원	2
외부위원	현직 고등학교 교사	2

No.	구분	소속	직위	성명	비고
1	위원장	입학학생처	입학처장	이**	당연직
2	위원/간사	입학학생처 입학팀	입학팀장	손**	당연직
3	위원(내부)	입학학생처 입학팀	입학사정관	한**	임명직
4	위원(내부)	산업경영공학과	교수	정**	임명직
5	위원(내부)	화학과	교수	심**	임명직
6	위원(외부)	OO고등학교	교사	김**	임명직
7	위원(외부)	OO고등학교	교사	강**	임명직

※ 2023년 3월 1일 위촉

■ 3. 선행학습 영향평가 일정 및 절차

1) 선행학습 영향평가 일정

- 2024학년도 선행학습영향평가 위원회 위촉 : 2023. 03. 01.
- 2024학년도 대학별고사 시행 : 2023. 11. 25 ~ 26.
- 선행학습 영향평가 위원회 검토 : 2024. 02. 01. ~ 29.
- 선행학습 영향평가 최종 검토 : 2024. 03. 01. ~ 30.
- 선행학습 영향평가 결과 발표 : 2024. 03. 31. / POSTECH 입학팀 홈페이지

2) 선행학습 영향평가의 공정성 확보를 위한 노력

- 대학별고사 문제 출제 및 검토 위원은 선행학습 영향평가 위원회 구성에서 배제하는 것을 원칙으로 함
- 외부 위원은 전원 현직 고등학교 교사로 위촉하는 것을 원칙으로 함

3) 선행학습 영향평가의 정확성 확보를 위한 노력

- 문항 분석은 복수의 위원 간 상호 검증에 의한 것을 원칙으로 함
- 선행학습 영향평가 위원의 전원 합의 방식으로 검토 결과를 채택

Ⅲ 대학별고사 준비 및 시행 과정 분석

■ 1. 유관 위원 구성

전형 및 모집계열별 출제·검토위원		전체 위원	교수 위원	교사 위원
단일계열	출제 및 검토위원	4명	4명	0명
반도체공학과	출제 및 검토위원	4명	4명	0명

■ 2. 출제 전

- 1) 관련 위원회 조기 위촉
 - 단일계열 면접출제위원회 : 수시모집 원서 접수 전인 2023년 7월 19일에 위원회 위촉
 - 반도체공학과 면접출제위원회 : 수시모집 원서 접수 전인 2023년 7월 21일에 위원회 위촉
- 2) 간사 제도 운영 및 고교교육과정 책임 숙지
 - 고등학교 교육과정에 대한 이해도가 충분한 전임입학사정관(전자전기공학 전공, 공학박사)이 고교교육 과정에 대해 책임 숙지하고 각 계열별 면접출제위원회에 간사로 참여

■ 3. 출제 과정 및 출제 후

- 1) 출제 및 검토 원칙
 - 모집요강에 명시한 2단계 평가 항목 정의 및 평가 내용을 고려하되, 특정 교과에 대한 의존 없이 통상적인 고등학교 학생 수준의 논리와 문해력을 이용하여 선행학습 유무에 무관하게 해결할 수 있는 면접·구술고사를 지향
 - 면접 문제에 대한 보안성을 강화하기 위해 출제 및 검토 과정에 외부 인사를 참여시키지 않았으며, 이공계 분야를 전공한 전임입학사정관이 검토 과정에 참여

※ [참고] 24학년도 모집요강에 따른 2단계 면접평가 안내

- 평가 요소별 세부 안내

구분	평가항목	평가척도	정의
면접평가	종합적 역량평가	5단계	이공계 분야 연구자로서 필요한 창의적/논리적 사고능력, 학업 태도 및 커뮤니케이션 능력

- 평가 내용 : 면접을 통해 과학공학계의 글로벌 리더로서의 사고력, 이공계 분야 수학을 위한 기본 역량과 태도 등을 종합적으로 평가함

- 2) 분산형/단계별 출제 회의 시행
 - 단일계열 면접출제위원회 : 2023년 7월~11월 중 10차례의 분산형 출제회의를 시행
 - 반도체공학과 면접출제위원회 : 2023년 7월~11월 중 8차례의 분산형 출제회의를 시행
 - 출제-검토 과정이 반복적으로 발생할 수 있는 구조를 택하여 공정성과 정확성을 제고
- 3) 출제 문항의 고등학교 교육과정 적합성 검토 및 출제위원 활동 지원
 - 모든 출제회의에 고등학교 교육과정에 대해 책임 숙지한 간사가 참여하여 출제된 문항과 제시문이 교육과정에 적합한지 수시로 검토하였으며, 동시에 출제위원이 공교육정상화법 준수를

위해 필요한 절차를 잘 따를 수 있도록 행정적 지원을 제공

- 4) 고교교육과정 및 이공계 분야에 대한 이해도가 높은 전임입학사정관의 검토과정 참여
 - 교육과정 및 이공계 분야에 대한 이해도가 높은 전임입학사정관이 최종 검토 과정 또는 출제 중 검토 과정에 참여하여 반복적으로 검토
- 5) 면접 시행 후 선행학습 영향평가 위원회 위원 중 외부위원(현직 고등학교 교사) 중심으로 문항을 분석하고 위원회를 통해 분석 결과를 심의/의결

■ 4. 문항 분석 및 평가

1) 문항 분석 결과 요약표

계열	입학전형	평가 대상	교과별 교육 과정 과목명	문항 번호	하위 문항 번호	교육과정 준수 여부		문항 불일치 번호
						범위	수준	
단일 계열	학생부종합 일반전형 I	면접	수학 화학 생명과학	1	-	○	○	문항 카드1
	학생부종합 일반전형 II			2	-	○	○	
	학생부종합 기회균형 지역인재전형			3	-	○	○	
	학생부종합 기회균형 저소득층전형			4	-	○	○	
	학생부종합 기회균형 농·어촌전형			5	-	○	○	
	학생부종합 기회균형 특성하고졸재직자전형			6	-	○	○	
	학생부종합 기회균형 특성하고졸재직자전형			7	-	○	○	
서류기반질문								
반도체공학과	학생부종합 반도체공학인재전형 I	면접	수학 물리학	1	-	○	○	문항 카드2
	학생부종합 반도체공학인재전형 II			2	-	○	○	
				3	-	○	○	
				4	-	○	○	
서류기반 질문								

※ POSTECH의 모든 면접·구술시험은 학생부종합전형의 취지와 목적을 충실히 따르기 위해 지원자가 제출한 서류(생기부) 기반의 구술과정 및 제시문 기반의 구술과정 모두를 시행 후 이를 종합하는 방식으로 2단계 평가점수가 도출됨. 이때, 제시문 기반의 구술과정은 선행학습 영향평가 대상이나, 서류 기반의 구술과정은 별도의 문항카드를 사용하지 않으므로 선행학습 영향평가 대상에 해당하지 않음.

※ 표기된 교과별 교육 과정 과목명에도 불구하고, 특정 교과에 대한 의존 없이 통상적인 고등학교 학생 수준의 논리와 문해력을 이용하여 선행학습 유무에 무관하게 해결할 수 있는 면접·구술고사를 지향

2) 문항 분석 결과

[문항카드 1]	
결과	고등학교 교육과정 범위 및 수준 내 출제 준수 여부 : 적합
분석 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 문항번호 [1], [2], [3] 관련 수학과 교육과정에서, 생활 주변이나 여러 현상에서 찾을 수 있는 규칙이나 두 양 사이의 대응 관계는 실생활의 복잡한 문제를 해결하는 데 유용하고, 규칙 찾기를 통해 추론 능력을 기를 수 있음을 강조하고 있음. 또한, 여러 가지 변화 현상을 포함한 다양한 대응 관계를 표현하는 함수는 대수적 조작이 가능하며, 여러 가지 현상에서 대상 간의 연관성이나 종속성을 해석하고 예측하는 수단이 되고, 다양한 변화 현상에서의 수학적 관계를 이해하고 표현함으로써 여러 가지 문제를 해결하는 데 도움이 됨을 강조하고 있음.

또한 해결 방법을 알고 있지 않은 문제 상황에서 수학의 지식과 기능을 활용하여 해결 전략을 탐색하고 최적의 해결 방안을 선택하여 주어진 문제를 해결하는 문제 해결 능력과 수학적 사실을 추측하고 논리적으로 분석하고 정당화하며 그 과정을 반성하는 추론 능력을 강조하고 있음.

이를 위해 초등학교 교육과정에서는 규칙성 영역의 문제 상황에서 문제 해결 전략 비교하기, 주어진 문제에서 필요 없는 정보나 부족한 정보 찾기, 조건을 바꾸어 새로운 문제 만들기, 문제 해결 과정의 타당성 검토하기 등을 통하여 문제 해결 능력을 기를 수 있도록 학습하였음. 고등학교 교육과정에서는 중학교에서 학습한 함수의 개념을 확장하여 주어진 두 집합 사이의 대응 관계를 통해 함수의 개념을 이해하게 하고 대응으로 정의된 함수의 예를 찾아보는 활동을 통해 함수의 유용성을 인식하게 할 수 있도록 학습하였음. 또한 다양한 영역에서 수학적으로 추론하고 의사소통하며, 창의·융합적 사고와 정보 처리 능력을 바탕으로 생활 주변의 현상과 사회 및 자연 현상을 수학적으로 이해하고 문제를 합리적이고 창의적으로 해결하도록 학습하였음.

[제시문 1]의 내용은 ASCII 코드를 이용하여 숫자, 알파벳, 기호 등을 10진수로 일대일 대응을 시키고, 그 10진수를 다시 디지털데이터로 일대일 대응을 시키는 과정을 설명하고 있으며, [제시문 2]는 DNA의 구조 및 데이터 저장장치로서의 활용 가능성을 설명하고 있음.

[문항번호 2]의 내용은 0과 1을 조합해 만들 수 있는 4가지 경우인 00, 01, 10, 11을 각각 A, G, T, C로 일대일 대응을 시키는 과정 또는 이에 상응하는 논리적 과정을 도출할 수 있는지를 묻고 있음. 제시된 문제는 10진수와 디지털데이터, 디지털데이터와 염기서열의 일대일 대응 관계만 알면 내용을 이해할 수 있다고 생각되기에 제시된 내용은 학교 교육과정에 배운 내용을 충실히 반영하고 있다고 생각됨. 또한 [문항번호 1]에서의 책의 질량을 추정하도록 하는 질문과 [문항번호 3]에서의 필요한 DNA 질량을 추정하도록 하는 질문은 생활 주변의 현상, 사회 및 자연 현상 및 이와 관련된 과제를 수학적으로 이해하고 합리적이고 창의적으로 해결하도록 요구하는 현행 수학과 교육과정을 충실히 반영한 문제라고 생각됨. 또한 계산을 위해 필요한 지식은 고등학교 교육과정의 화학, 생명과학 교과 내용을 벗어나지 않는 것으로 판단됨.

이상에서, [문항번호 1, 2, 3]은 두 집합 사이의 대응 관계를 이해하는 과정, 해결 방법을 알고 있지 않은 문제 상황에서 수학의 지식과 기능을 활용하여 해결 전략을 탐색하고 최적의 해결 방안을 선택하여 주어진 문제를 해결하는 과정, 수학적 사실을 추측하고 논리적으로 분석하고 정당화하며 그 과정을 반성하는 추론 능력에 대한 문제이며, 문제 해결에 필요한 지식 수준 역시 고등학교 교육과정 내의 수학, 화학 또는 생명과학 교과의 지식만을 요구하는 정도로서, 전반적으로 고등학교 교육과정 범위 및 수준 내 출제를 준수하였다고 판단됨.

• 문항번호 [4], [5], [6], [7] 관련

수학과 교육과정에서, 사건이 일어날 가능성을 수치화한 확률, 그리고 자료를 수집, 정리, 해석하고 불확실한 현상에 대해 주어진 자료를 바탕으로 추론하여 결론을 이끌어 내는 통계는 현대 정보화 사회의 불확실성을 이해하는 중요한 도구로 강조하고 있음. 또한 자료의 수집, 분류, 정리, 해석의 과정은 통계의 주요 과정이고, 사건이 일어날 가능성을 수치화하는 경험은 확률의 기초가 되며, 이를 통해 다양한 자료를 수집, 분류, 정리, 해석하고, 생활 속의 가능성을 이해함으로써, 미래를 예측하고 합리적인 의사 결정을 하는 민주 시민으로서의 통계적 기본 소양을 기를 수 있음을 명시하고 있음. 이를 위해 초등학교 교육과정 내용으로 다양한 자료의 수집하여 분류하는 방법, 생활 주변에 있는 자료들을 표와 그래프로 표현하였을 때 자료의 특성을 파악하는데 편리함 점과 막대그래프, 꺾은선그래프, 그림그래프, 띠그래프, 원그래프의 특성을 비교하고 변화하는 상황이나 연속적인 상황의 특성에 맞는 그래프를 고르고 표현하는 방법에 대해 학습하였음. 중학교 교육과정 내용으로 다양한 상황에서 자료를 수집하고, 수집한 자료가 적절한지 판단하고 다양한 상황의 자료를 줄기와 잎 그림, 도수분포표, 히스토그램, 도수분포다각형 등의 표나 그래프로 나타내고, 그 분포의 특성을 설명하고 해석하는 방법과 자료를 산점도로 나타내고, 이를 이용하여 상관관계를 분석하는 방법에 대해 배우고 있음. 고등학교 교육과정 내용으로 자료를 수집하고 정리하여 결과를 분석하는 활동을 통해 통계와 관련된 실생활 문제를 해결함으로써 통계의 유용성과 가치를 인식하게 하는 내용에 대해 배우고 있음.

[문항번호 4, 5, 6, 7]은 전쟁 시 부상병들이 사망하는 원인에 대한 자료를 수집하여 다양한 상황과 원인

<p>에 따라 분류하고 이러한 자료를 다양한 방법으로 정리하고 분석하는 과정을 제시하고 있음. 이를 통해 병사들이 사망하는 주된 원인을 분석하고 이를 재해석하는 과정을 제대로 이해하고 있는가에 대해 묻는 문제로서 문제로서 학교 교육과정에 배운 내용을 충실히 반영하고 있다고 생각됨. 또한 제시문의 배경이 되는 역사적 사실에 대한 어떠한 사전 지식도 해당 문제의 해결을 위해 전혀 요구되지 않음.</p> <p>이상에서, [문항번호 4, 5, 6, 7]에서 요구되는 자료를 수집, 정리, 해석하는 과정은 고등학교 교육과정에 도 제시되어 있는 내용으로서 고등학교 교육과정 범위 및 수준 내 출제를 준수하였다고 생각됨.</p>
--

[문항카드 2]	
결과	고등학교 교육과정 범위 및 수준 내 출제 준수 여부 : 적합
분석 내용	<p>• 문항번호 [1], [2], [3], [4] 관련</p> <p>해당 문항은 전반적으로 고등학교 교육과정 범위 내에서 출제가 되었다고 판단됨. 특히 학생들의 융합적인 사고력을 바탕으로 '과학과 기술 및 사회의 상호 관계를 인식하고 이를 바탕으로 민주 시민으로서의 소양을 기른다.'는 과학과 교육과정의 목표에 부합하는 제시문과 문항으로 사료됨. 또한, [물리학 I]에서의 일반화된 지식인 반도체를 소재로 삼아 과학에서의 핵심역량에 대한 평가가 가능한 면접 문제들로 과학적 사고력, 과학적 탐구능력, 과학적 문제해결력, 과학적 의사소통 능력 등을 알아볼 수 있음. 뿐만 아니라, 모든 문항에서 특정 교과목의 지식을 알아보기 보다는 통상적 수준의 논리력과 사고능력을 갖춘 고등학생이 [제시문1, 2, 3] 및 각 문항의 제시 조건들을 수용하고 생각하여 다양한 답변을 해볼 수 있는 개방형 질문으로 제시된 점에서, 선행학습 유무에 크게 구애받지 않는 문제라고 판단됨.</p> <p>[문항번호 1]에서는 과학의 내용 체계에서 요구하는 내용 요소보다는 기능 중 '증거에 기초한 토론과 논증'에 대한 학생들의 능력을 확인할 수 있는 문항임. 제시문 1에 대한 충분한 이해가 된다면 제시된 내용과 본인의 생각을 바탕으로 쉽게 답변할 수 있을 것으로 판단됨.</p> <p>[문항번호 2]는 [10수학05-01] 성취수준과 관계가 있음. 주어진 내용을 바탕으로 신규 기술 시장 참여 여부에 대한 경우의 수를 구해야 하므로 다양한 상황과 맥락에서 경우의 수를 구하는 체계적인 방법에 대해 학습한 학생이라면 경우의 수를 구할 수 있을 것이라고 판단됨. 8가지 경우의 수에 따라 순이익을 계산하는 과정은 문항을 이해하고 계산하는 과정이므로 충분히 정량적으로 계산이 가능함.</p> <p>[문항번호 3]은 [문항번호 2]에서 나온 정량적인 값을 비교하면 답변을 할 수 있으므로 해당 문항을 이해하고 답변을 도출하는 데에 큰 어려움이 없었을 것으로 판단됨.</p> <p>[문항번호 4]는 과학적 문제 해결 과정과 결과를 공동체 내에서 공유하고 발전시키기 위해 자신의 생각을 주장하고 타인의 생각을 이해하는 과정을 확인할 수 있는 문제로 사료됨. 이를 통해 학생들의 합리적인 과학적 의사소통 능력을 확인하고 평가할 수 있으며 이는 수학 및 과학과 핵심역량을 갖춘 학생을 선발하는데 충분한 문항으로 판단됨.</p>

IV 차년도 입학전형 반영 및 개선 계획

- 1) POSTECH만의 면접출제위원회 구성 및 운영상의 특징 강화
 - POSTECH은 물적/인적 비용의 증가에도 불구하고, 지원서 작성 기준 최소 60일 전 면접출제위원회를 구성하고 이로부터 면접 전까지 최소 120일 간 분산형/단계별 면접출제위원회를 운영함으로써, 집중형/일회성 면접출제 방식의 단점을 극복해오고 있음. 즉, 각 회의 단계에 따라 [고교교육 과정에 대한 이해 ▷ 1차 출제 ▷ 출제문항에 대한 고교교육과정 준수여부 확인 ▷ 2차 출제 ▷ 출제문항에 대한 고교교육과정 준수여부 재확인 ▷ 출제 및 고교교육과정 준수여부 재확인 과정의 연속적 반복]이 순차적으로 발생할 수 있는 업무 시스템을 수립하였으며, 이러한 분산형/단계별 절차에 따라 공정성과 정확성 모두를 높은 수준으로 확보하고자 함
 - 이상의 노력에도 불구하고, 전문성 있는 검토 프로세스를 좀더 확충하여, 공정성과 정확성을 현 수준 이상으로 개선하기 위해 노력하고자 함

- 2) 간사 제도 및 책임 숙지 고도화
 - 연도별 개정 교육과정에 대한 책임 숙지를 전담하는 간사 제도를 운영하고, 해당 간사가 모든 면접출제위원회에 참여하도록 하여 면접 출제 모든 단계에서 지속적인 교육과정 준수여부 검토가 진행될 수 있도록 함. 또한 간사는 이공계 전공의 석사 이상 학위자로 제한하여 전문성을 제고함

- 3) 피면접자/신입생 설문 조사 시행 및 유관 업무 프로세스에 반영
 - 각 계열별 면접·구술시험을 치른 피면접자 및 본교 신입생을 대상으로 면접의 수준 및 평가의 적절성과 관련하여 설문 조사를 시행
 - 설문 조사에서 도출된 면접 관련 특성을 주제로 입학위원회와 면접출제위원회에서 토의하고 차년도 문제 출제 시 반영하도록 권고

■ 문항카드 1

1) 일반 정보

유형	면접 및 구술고사	
전형명	학생부종합 일반전형 I 학생부종합 일반전형 II 학생부종합 기회균형 지역인재전형 학생부종합 기회균형 저소득층전형 학생부종합 기회균형 농·어촌전형 학생부종합 기회균형 특성화고졸재직자전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	단일계열 / 문항번호 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	
출제범위	교육과정 과목명	수학, 화학, 생명과학
	핵심개념 및 용어	일대일 대응, DNA, 아보가드로 수, 분자량
예상 소요 시간	전체 30분 (질답시간 30분 별도)	

2) 문항 및 제시문

※ 제시문 1, 2 및 참고자료 1, 2는 문항번호 1~3을 위한 자료입니다.

[제시문 1] 현존하는 컴퓨팅 시스템의 데이터는 최종적으로 0과 1로 구성된 2진수로 변환되어 저장된다. 이 때 0과 1에 해당하는 가장 작은 정보 저장 단위를 비트(bit)라고 하며, 하나의 비트는 하나의 트랜지스터에 on/off 전기신호를 가함으로써 데이터 저장장치에 저장된다. 텍스트 정보를 bit로 저장하기 위해서는 먼저 문자 단위의 변환이 필요한데, 이러한 변환 규칙으로 가장 잘 알려진 것 중 하나가 ASCII (American Standard Code for Information Interchange) 코드이다. ASCII 코드에 의해 숫자, 알파벳, 기호는 십진수 기준으로 0부터 127 사이 숫자, 디지털 데이터 기준으로 00000000부터 01111111 사이 숫자로 일대일 대응된다. 예를 들어 알파벳 대문자 A부터 Z는 순차적으로 십진수 기준 65부터 90 또는 디지털 데이터 기준 01000001부터 01011010로 일대일대응 된다. ASCII 코드는 숫자, 알파벳, 기호 등의 표현에 필요한 7비트와 오류 검출에 필요한 1비트를 합하여 총 8비트를 필요로 한다. 일반적으로 디지털 데이터 크기를 표현할 때 사용하는 8비트 단위의 개념이 자주 사용되는데, 이를 1바이트(Byte)라고 한다.

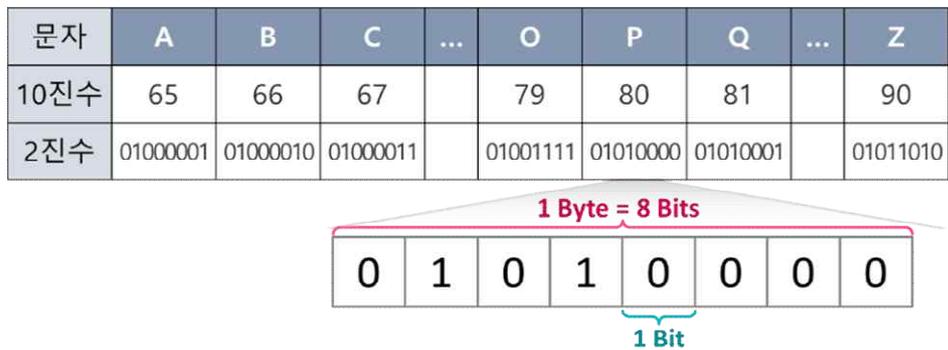
데이터를 책이 아닌 디지털 정보의 형태로 저장할 수 있게 됨에 따라 인류는 과거와 비교할 수 없는 방대한 양의 지식을 저장하고 보존할 수 있게 되었다. 합천 해인사 장경판전에 보관되어 있는 팔만대장경은 8만여 개나 되는 목판에 총 5,233만 152자에 달하는 문자가 새겨져 있으나 이를 유니코드(Unicode) 등 아시아권 문자의 변환 방식을 적용하여 변환할 경우 텍스트의 데이터 용량이 고작 150 메가바이트(1.5x10⁸ Byte) 정도에 불과하다. 반면 춘천에 위치한 국내 IT기업의 데이터 센터는 5만 제곱미터의 부지 면적에 각종 인프라를 설치하여 무려 240 페타바이트(2.4×10¹⁷ Byte)에 달하는 정보를 저장할 수 있는 것으로 알려져 있다. 또 다른 한 가지 흥미로운 사실을 덧붙이자면, 한 데이터 관련 컨설팅 회사에 따르면, 2023년 기준 인류의 지식 총량은 100 제타바이트(10²³ Byte)에 달할

것으로 추산되었다.

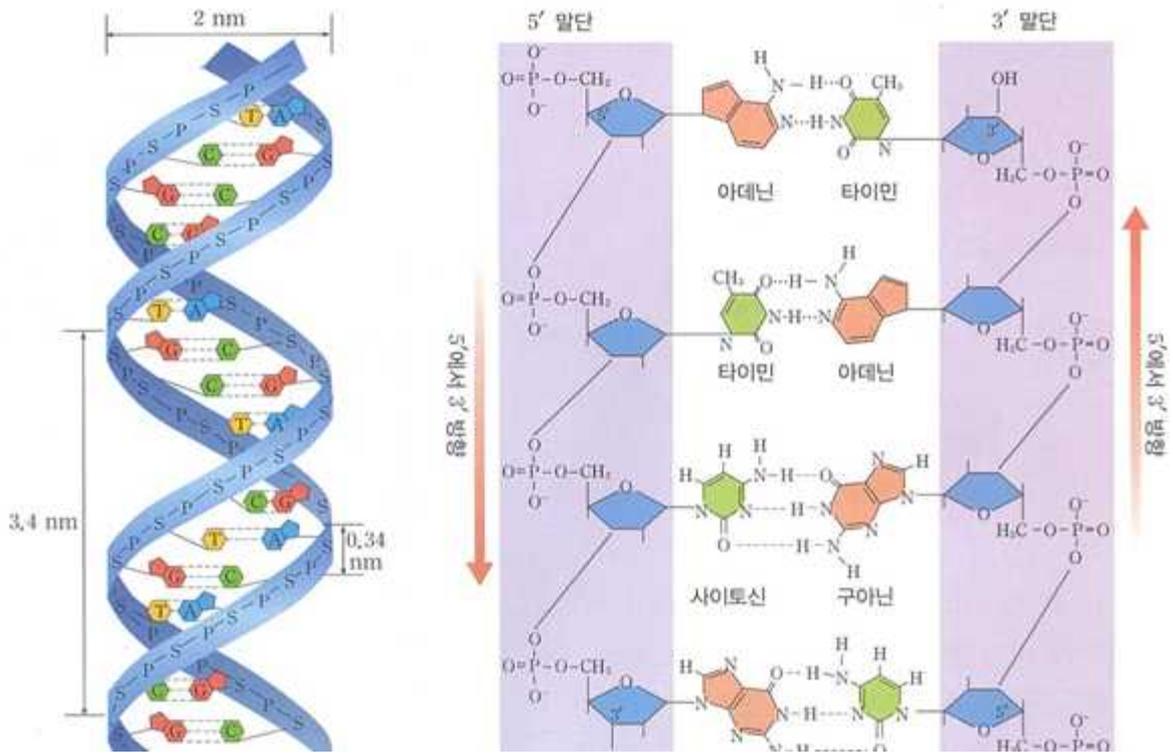
[제시문 2] 스반테 페보 독일 막스플랑크 진화인류학 연구소장은 “네안데르탈인의 유전자 분석”이라는 주제의 연구 성과로 2022년 노벨 생리의학상을 단독 수상하였다. 그는 이미 멸종한 네안데르탈인의 유전물질 즉, DNA(Deoxyribo Nucleic Acid)를 분석하는 과정을 통해 네안데르탈인 게놈 정보를 재구성하여 네안데르탈인과 현생 인류 간 유전적 차이를 발견하였고, 이를 통해 현생 인류의 특성을 과학적으로 이해하는데 중요한 단서를 제공하였다. 우리는 대개 DNA에 대해 이야기할 때 생명체와 연관 지어 생각하곤 한다. 그러나 다른 한편으로 DNA는 생명체를 구성하는 모든 정보를 가지고 있는 일종의 정보 매체라고 생각할 수 있다. DNA는 뉴클레오타이드(nucleotide)로 구성되어 있으며 두 가닥의 폴리뉴클레오타이드 사슬이 서로 마주보며 꼬여 있는 이중 나선 구조를 이룬다. DNA의 분자 구조에서 바깥쪽에는 당-인산의 뼈대가 있으며, 안쪽으로는 “염기” (base)가 쌍을 이루고 있다. DNA를 이루는 4개의 염기는 아데닌(Adenine, A), 구아닌(Guanine, G), 사이토신(Cytosine, C), 타이민(Thymine, T)이며, 이중 나선 구조 내에서 A와 T, G와 C 사이에 각각 2중 및 3중 수소 결합이 형성되어 염기쌍을 만들게 된다. 이와 같이 각 염기가 항상 정해진 염기와 짝을 이루어 결합하는 것을 상보적 결합이라고 하며, 상보적 결합 덕분에 DNA를 구성하는 한쪽 사슬의 염기 서열을 알면 다른 한쪽 사슬의 염기 서열도 알 수 있게 된다. 인간의 DNA의 경우 약 32억개의 염기쌍으로 이루어져 있으며, 흥미롭게도 우리가 매우 단순하다고 생각하는 아메바의 일종인 Amoeba dubia의 DNA는 무려 약 6,700억개의 염기쌍으로 이루어져 있다.

앞서 언급된 스반테 페보의 연구에서 DNA 정보, 즉 염기 서열을 읽어내는 것은 매우 중요한 연구 기술이었으며, 이제 생명과학 기술은 단순히 염기 서열을 읽어내는 것뿐 아니라 특정 염기 서열을 자유자재로 합성하는 수준에 도달해 있다. 이러한 기술의 발전은 DNA의 또 다른 활용 가능성을 제시하고 있다. 시대에 따라 다양한 데이터 저장장치가 등장해 왔음에도 불구하고, 데이터 양의 기하급수적 증가에 따라 데이터 저장장치 구조 및 보관 방법은 매우 중요한 문제일 수밖에 없다. 현존하는 방식의 데이터 센터들은 막대한 공간과 에너지를 필요로 하며 기후 변화 관점에서도 중요한 문제로 지적을 받고 있다. 이에 생명과학자들은 DNA를 화학적/생물학적 방법을 통해 합성하는 것은 기술적으로 충분히 가능하며, 따라서 DNA를 활용한 정보 저장매체가 기존의 데이터 센터들의 대안으로 사용되는 새로운 가능성을 제안하고 있다.

[참고자료 1] 비트(bit), 바이트(Byte) 및 ASCII code 개념도



[참고자료 2] DNA 이중나선 구조 개념도 및 각 구성 단위 별 분자량



(출처: 교육부 검정 교과서 - 고등학교 생명과학II 100페이지, 교학사 / ISBN 978-89-09-20517-7)

분자량 [g/mol]	아데닌 (A)	구아닌 (G)	사이토신 (C)	타이민 (T)	당 (Sugar)	인산 (phosphate)
	135	151	111	126	134	95

[문제 1] 인터넷 백과사전의 대표격인 위키피디아는 영문 페이지로 한정하여 약 700만개의 항목 및 약 40억개의 단어들로 구성되어 있다고 알려져 있다. 영문 위키피디아를 종이책으로 제작할 경우 그 질량을 추정해 보시오. [3점]

[문제 2] DNA 염기서열을 활용해 0과 1로 구성된 디지털 데이터를 변환하는 코드 원리에 대해 설계하고, 그 코드 원리에 따라 알파벳 대문자 P의 ASCII 코드를 DNA 염기서열을 이용한 코드로 변환해 보시오. [3점]

[문제 3] 2번 질문에서 설계한 DNA 염기서열 코드의 원리에 따른 데이터를 DNA 합성 기술을 활용하여 실제 DNA 이중나선 구조로 저장하는 데이터 센터를 설립하고자 한다. 인류의 모든 지식을 저장하고 보관하는데 필요한 DNA의 질량을 추정해 보시오. 이러한 데이터 센터 운용에 대한 장점과 단점을 자유롭게 설명해 보시오. [4점]

※ 제시문 3 및 참고자료 3~6은 문항번호 4~7을 위한 자료입니다.

[제시문 3] 2022년 5월의 어느 날 밤, 우크라이나 남부 도시 자포리자(Zaporizhzhia)의 한 육군병원은 일사불란하게 돌아가고 있었다. 러시아와의 전면전이 시작된 지 약 세 달이 지난 시점이었다. 자포리자는 최전방 격전지와 멀지 않았다. 부상병들이 밀물처럼 밀려들었다. 병원에 배속된 간호장교는 이송되어 온 부상병들의 상태를 초동 점검한 후 적절한 후속조치를 마련했다. 포탄의 파편 제거처럼 긴급한 처치를 요하는 경우, 간호장교는 즉시 수술실을 안내했다. 같은 시각, 또 다른 수술실에서는 군의관의 집도 하에 응급 수술이 진행되고 있었다. 수술이 무사히 끝나자 간호사들이 아직 의식이 돌아오지 못한 부상병을 회복실로 이송했다. 곧이어 간호사들은 그날 하루의 의무일지와 관련 통계 자료를 기록하고 검토했다. 무질서한 전쟁이지만 군병원에서만만큼 최소한의 질서가 존재했다. 당연한 듯 보이는 이러한 시스템은 언제 어떻게 생겨났을까? 당연한 것은 과연 당연한 것일까? 이 질문에 대한 답을 살펴보기 위해 우리의 시계를 약 170년 전으로 되돌려 보자.

1854년 10월, 서른 네 살의 플로렌스 나이팅게일은 행장을 꾸리고 있었다. 한 해 앞서 크림반도에서 전쟁이 발발했다. 나이팅게일의 조국 영국은 프랑스, 오스만제국과 함께 러시아의 대군과 대치했다. 런던을 떠난 지 한 달이 지났을 무렵 나이팅게일을 비롯한 약 40명의 간호사들이 이스탄불 인근 셀리미예 군영(Selimiye Barracks)에 위치한 영국군 본진에 도달했다. 현장은 끔찍했다. 엄혹한 추위 속에 제대로 된 병원 시설도 없이 부상병들의 살과 피가 뒤엉켜 얼어붙어 있었다. 필수적인 의약품도 턱없이 부족했다. 기본적인 위생 원칙도 지켜지지 않았다. 설상가상으로 크고 작은 감염병이 유행하고 있다는 점까지 파악되었다. 가히 아비규환이었다.

나이팅게일은 우선 사소하지만 당장 할 수 있는 일부터 시작했다. 임시로 구축한 병동에서 손씻기를 의무화했다. 다음으로 그는 영국의 유력 언론지 <타임즈>에 기고문을 보내 국가와 국민들의 지원이 절실히 필요하다고 호소했다. 이에 호응한 영국 정부는 급히 조립식 건축 기법을 활용하여 병원을 셀리미예에 세워주었다. 나이팅게일의 이러한 노력에도 불구하고, 1854년에서 1855년으로 이어지는 그해 겨울 4,077명의 영국 병사가 끝내 병상에서 목숨을 잃었다. 조금씩 의료 물품과 위생 관리 제도가 갖추어지고 있었지만, 여전히 지나치게 높은 군병원 내 인구 밀도, 근대적 상하수도 시설의 미비, 열악한 환기 시설, 쉽게 통제되지 않는 감염병의 확산이 젊은 군인들의 생명을 위협하고 있었다.

나이팅게일과 군 장교들의 보고로부터 참혹한 현장 상황을 인지한 런던 정계는 더 직접적으로 상황을 타개하기 위해 1855년 3월 정부 직속 위생위원회를 전선으로 파견했다. 위원회는 나이팅게일과 적극적으로 보조를 맞추며 우선 필수 의약품 보급을 체계화했다. 동시에 하수 및 환기 시설을 개선해 나갔고, 이러한 조치를 중심으로 병영 내 발진티푸스, 장티푸스, 콜레라, 이질 등의 무차별적인 확산에 제동을 거는 데 주도적인 역할을 수행했다. 다행히 전쟁도 끝이 보이고 있었다. 이듬해인 1856년 3월 러시아제국은 패색이 짙어지자 평화협정을 요청했고, 영국, 프랑스, 오스만제국의 연합군 세력은 이를 받아들임으로써 약 3년에 걸친 크림전쟁이 막을 내렸다. 같은 해 여름, 나이팅게일이 런던으로 귀환했다. 그로부터 오랜 세월이 지난 1910년대에 한 영국인 의사는 나이팅게일 덕분에 영국군 장병의 사망률이 42%에서 2%로 대폭 감소했다고 주장했다. 오늘날 과학사학자들은 보다 면밀한 검토 끝에 크림전쟁 종식 시점에서의 영국군 사망률을 22% 정도로 보고 있다. 그러나 통계상의 논쟁과는 별개로 한 가지 확실한 점은 나이팅게일의 전시 간호 개혁이 대단히 성공적이었다는 것이다.

나이팅게일 스스로도 자신이 전장에서 거둔 성공을 잘 알고 있었다. 그는 무엇보다도 이 경험을 더욱 일반화했을 때 사회적 효용이 클 것이라 확신해 마지않았다. 나이팅게일이 목도한 죽음의 주된 원인은 전쟁으로 인한 직접적인 상해보다 영양 실조, 의약품 부족, 부적절한 위생 및 환기 관행, 감

염병 통제의 실패 등이었다. 크림전쟁은 끝났지만 “해가 지지 않는 제국” 영국은 그 영토 어딘가에서 머지 않아 또 다른 전쟁을 치러야 할 수도 있었다. 장병들의 사망률은 더 낮아져야 했다. 거대한 인도 아대륙을 비롯한 여러 식민지에서도 영국은 통치의 정당성을 입증하기 위해 병원을 필두로 한 의료·위생 인프라를 더 잘 갖추어 줄 필요가 있었다. 나이팅게일이 아무리 걸출한 인물이었다고 해도 개인의 힘만으로 사회를 단번에 바꿀 수는 없는 법이다. 단발적인 성공의 경험이 그대로 사장되지 않고 다른 곳에서 재현되게 하려면 한 사람의 지식과 경륜을 넘어서는 어떠한 것이 필요했다. 따라서 나이팅게일은 법과 제도의 힘을 빌리기로 했다. 그리고 이를 위해서는 법과 제도를 주무르는 사람들, 국회의원을 비롯한 정관계 엘리트들과 군부 엘리트들을 설득할 수 있어야 했다.

바로 이 지점에서 간호사 나이팅게일이 아닌 통계학자 나이팅게일이 탄생했다. 나이팅게일에게는 현장에서 수집해 온 막대한 데이터가 있었다. 그러나 당시 정치 엘리트들 가운데 이러한 자료를 파악하고 그 의미를 읽어내는 데 능숙한 인물은 몇 없었다. 더욱이 19세기 영국 사회에는 아직 공직과 관련된 일을 하는 여성이 많지 않았다. 다른 특별한 이유가 없는 한, 영국 정치권과 대중들은 한 여성 간호사의 주장에 그리 귀를 기울이지 않았을 가능성이 컸다. 이러한 고민 속에서 나이팅게일은 기존에 있던 파이 형태의 차트를 응용하여 자신만의 “장미 다이어그램”(Rose Diagram, 그림1)을 고안해 냈다.

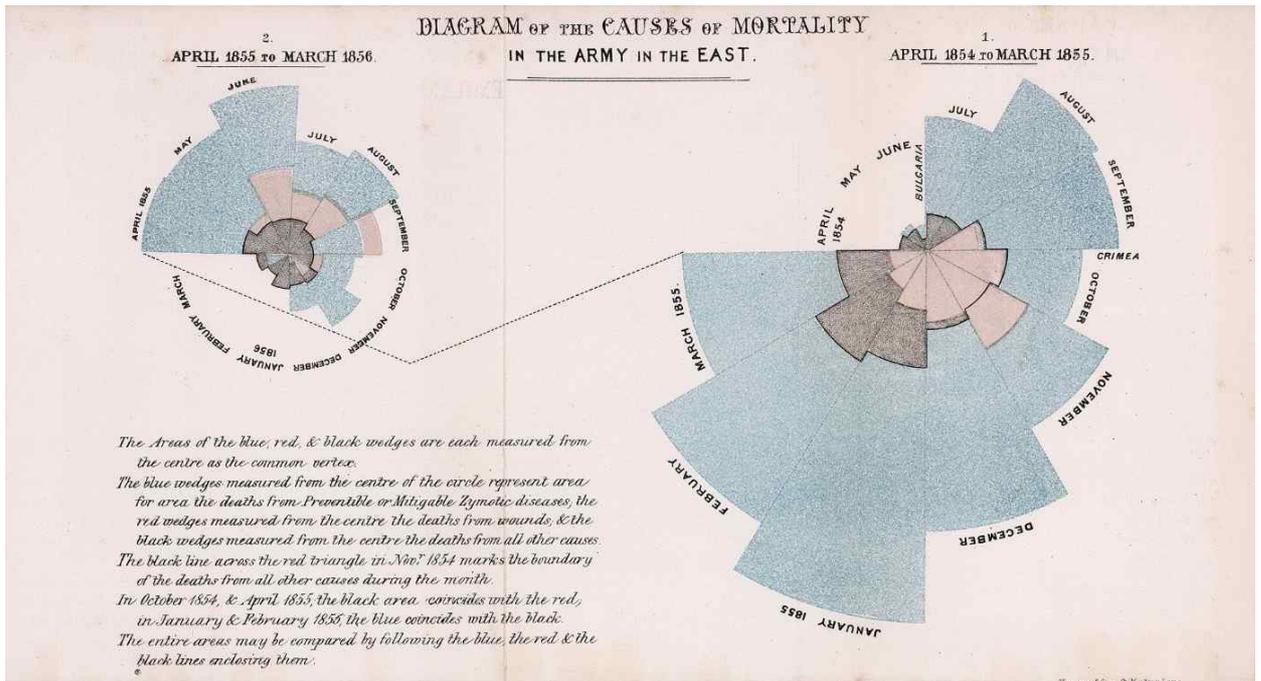
두 장미 다이어그램은 1854년 4월부터 1855년 3월까지의 시기(우)와 1855년 4월부터 1856년 3월까지의 시기(좌)의 영국군 사망 관련 데이터를 표현하고 있다. 즉, 두 그래프는 시기적으로 1855년 3월 정부 직속 위생위원회의 병원·위생 개혁이 본격적으로 실시되기 이전과 이후의 시기를 각각 다루고 있다. 두 다이어그램에는 월별 사망 규모와 주요 사망 원인이 표시되어 있다. 푸른색 영역은 의료·위생 환경이 잘 갖춰져 있었다면 “예방가능”했거나 “경감할 수 있었던” 질병으로 인한 죽음을 나타낸다. 이 시기의 다른 역사적 문헌들과 교차검토해 보면, 여기서 나이팅게일이 염두에 둔 구체적인 질병이 발진티푸스, 장티푸스, 콜레라, 홍역, 천연두 등이었음을 알 수 있다. 나이팅게일은 현대 의학에서는 더 이상 사용되지 않는 “발효병(zymotic diseases)”라는 개념으로 이 감염병들을 지칭했다. 다음으로 붉은색 영역은 전장에서 입은 상해로 인한 사망을 뜻한다. 마지막으로 검은색 영역이 표현하는 바는 예방 가능했거나 경감할 수 있었던 질병을 제외한 다른 모든 질병으로 인해 사망한 경우였다. 두 다이어그램은 나이팅게일과 정부의 개입 이전에는 예방가능한 죽음이 상상 이상으로 만연해 있었으며, 일련의 개혁 조치를 통해 예방가능한 죽음을 중심으로 전체 사망률을 현격하게 낮출 수 있었음을 한눈에 보여준다. 이른바 “데이터 시각화”의 모범 사례라 할 만했다.

정치인을 비롯한 비전문가들도 데이터를 직관적으로 이해할 수 있도록 기발한 방법을 떠올린 나이팅게일이었지만, 그의 노력은 비단 여기에 그치지 않았다. 나이팅게일은 자신이 원하는 개혁을 제도화하고 널리 일반화하기 위해 장미 다이어그램이라는 과학적 도구뿐만 아니라, 더 나아가 최대한의 사회적 영향력이 필요하다고 보았다. 나이팅계일의 다이어그램은 1858년 자신이 자비 출간한 책자에 최초로 수록되었다. 이런 개인 출판물은 그 안에 아무리 혁신적인 내용이 담겨있다고 해도 많은 사람들에게 두루 읽히기 어려웠다. 이러한 한계를 극복하기 위해 나이팅계일은 당대 최고의 영국 통계학자 중 한 명이었던 윌리엄 파(William Farr)에게 협력을 구했다. 크림전쟁기 나이팅계일의 활약상과 그의 통계학적 재능에 대해 이미 알고 있던 파는 기꺼이 나이팅계일의 장미 다이어그램을 적극적으로 알리는 데 앞장서며 그의 연구를 지원했다.

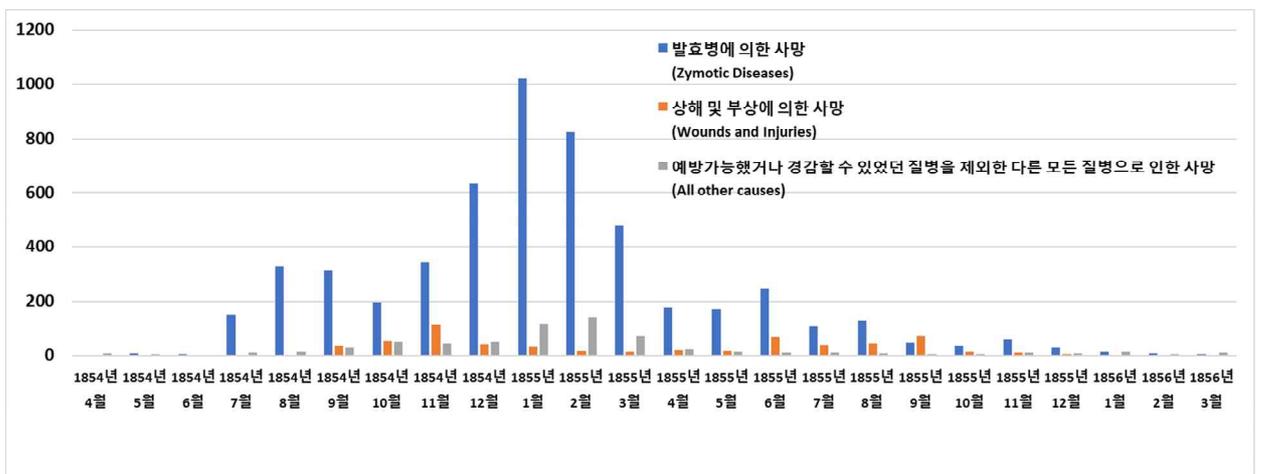
나이팅계일은 한 걸음 더 나아가 자신의 생각이 소수의 전문가 집단을 넘어 광범위한 여론의 지지를 받을 수 있기를 희망했다. 이를 위해 해리엇 마티노(Harriet Martineau)라는 사회학자 겸 베스트셀러 작가에게도 도움을 요청했다. 나이팅계일과 긴밀하게 협력하는 가운데 마티노는 1859년 <영국과 영국의 병사들(England and Her Soldiers)>라는 책을 출판했다. 나이팅계일의 장미 다이어그램은 이 책에 수록된 이후 사회 각계각층에 알려지며 폭발적 관심을 받게 되었다. 나이팅계일의 전략이 적중했던 것이다. 그 결과 나이팅계일은 같은 해 여성으로는 최초로 영국왕립통계학회의 회원이 되었고,

정관계와 군부의 엘리트들을 성공적으로 설득하여 근대적 병원 및 위생 제도를 획기적으로 확산시킬 수 있었다. 뿐만 아니라 나이팅게일의 사회적 파급력은 간호사라는 직업의 전문성과 필요성을 수많은 사람들에게 각인시키는 계기가 되기도 했다. 이렇게 나이팅게일은 간호사로서의 경륜과 전문성, 통계학이라는 과학의 힘, 더 나은 사회적 비전과 그것을 실현할 줄 아는 정치적 기지를 바탕으로 역사의 한 페이지를 장식할 수 있었다. 그리고 후대의 사람들은 “램프를 든 성녀(The Lady with a Lamp)” 라는 찬사를 보내며 오늘날까지도 나이팅게일을 기억하고 있다.

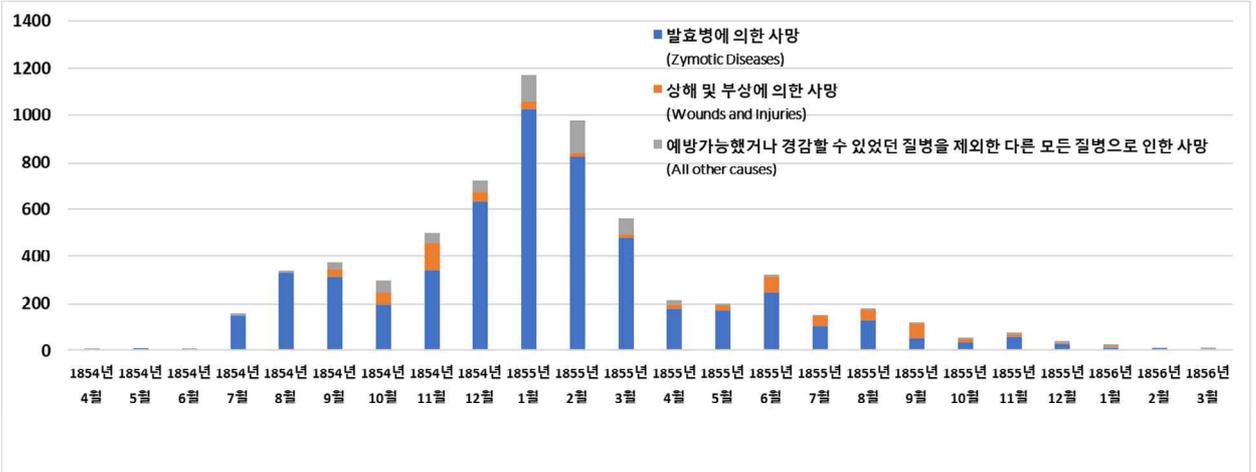
[참고자료 3] 나이팅게일이 사용한 원인 별 사망자 수 관련 장미 다이어그램



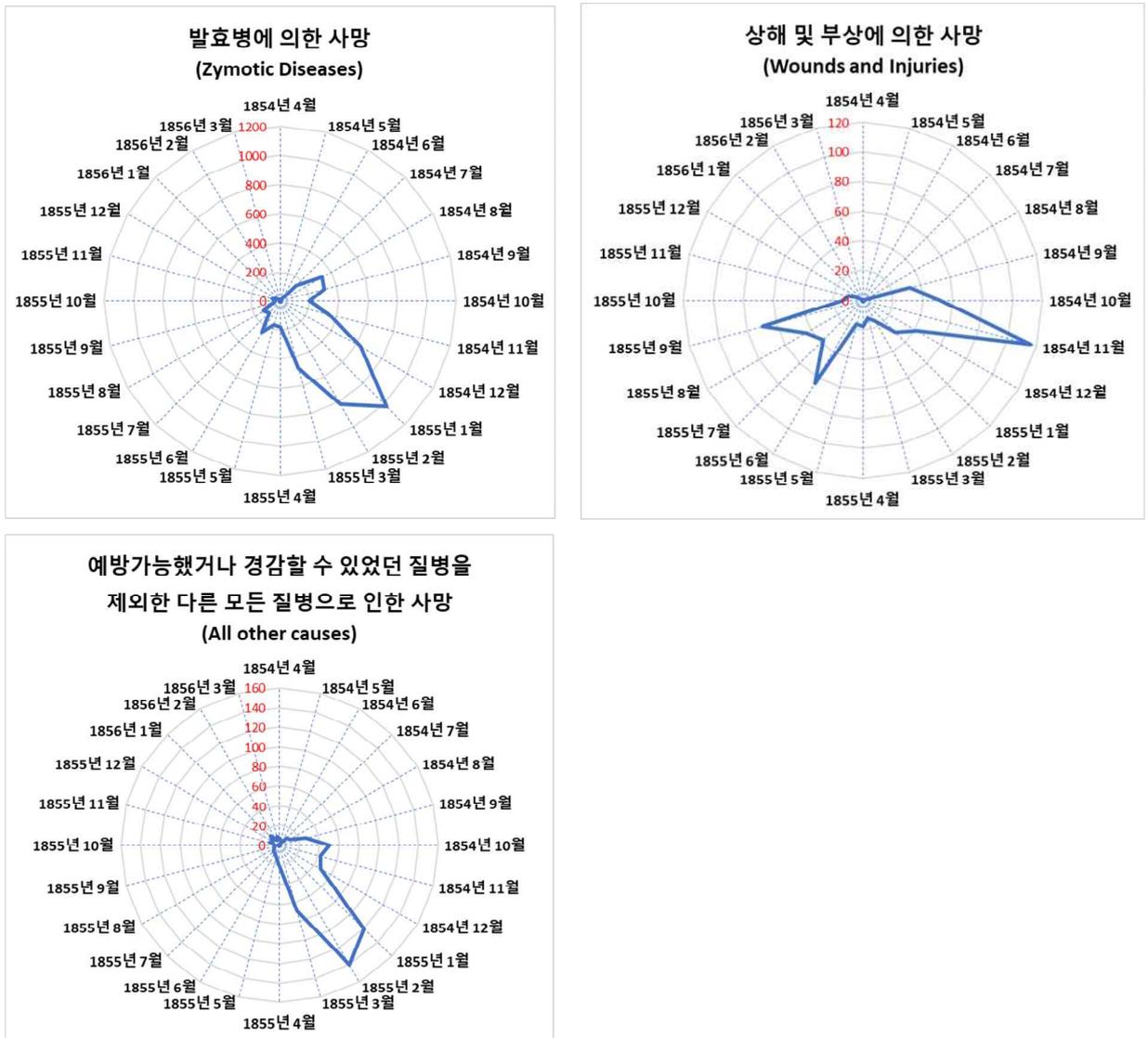
[참고자료 4] 묶은 세로 막대형 그래프로 표현한 사망자 지수 (군인 12,000명당 월별 사망자)



[참고자료 5] 누적 세로 막대형 그래프로 표현한 사망자 지수 (군인 12,000명당 월별 사망자)



[참고자료 6] 방사형 그래프로 표현한 사망자 지수 (군인 12,000명당 월별 사망자)



[문제 4] 크림전쟁 당시 나이팅게일이 전시 간호 개혁을 수행해 나간 과정을 시간의 변화에 유의하여 설명하십시오. [2점]

[문제 5] 나이팅게일이 국회의원과 군 장교들을 설득할 때, 데이터 수치나 일반적으로 사용하는 막대형 그래프(그림 2, 3)가 아닌 장미 다이어그램을 특별히 고안한 의도와 그 효과에 대해 설명하십시오. [2점]

[문제 6] 방사형 그래프(그림 4)를 이용하여 1854년 4월부터 1856년 3월까지의 상황 및 위생위원회 개혁 효과에 대해 알 수 있는 사실들을 설명하십시오. [2점]

[문제 7] 귀국 이후 나이팅게일의 행보를 참고하여 한 명의 과학자가 사회를 변화시키는 데 필요한 요소들은 무엇이 있는지 자신의 생각을 다양하게 설명해 보시오. [2점]

3) 출제 의도

- 지문으로부터 유의미한 정보를 적절히 습득할 수 있는지 확인
- 수/과학적, 공학적 의사 결정 능력에 대한 확인
- 고등학교 수준의 기초 지식을 결합하여 유의미한 결론을 유추해내는 능력을 확인
- 발산적 사고능력을 갖추고 있는지 확인

4) 출제 근거

- 통상적인 수준의 고등학생들이 별도의 사전 지식 없이 충분히 해결할 수 있는 제시문과 질문으로 구성하였음
- 다만, 아래와 같은 교육과정과 연관될 수 있음

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	교육부 고시 제2015-74호 [별책 8] "수학과 교육과정" 교육부 고시 제2015-74호 [별책 9] "과학과 교육과정"
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
제시문 1~2 문항 1~7	[10수학04-01] 함수의 개념을 이해하고, 그 그래프를 이해한다. [12화학 I 01-03] 아보가드로수와 몰의 의미를 이해하고, 고체, 액체, 기체 물질 1몰의 양을 어렵하고 체험할 수 있다. [12생과 I 04-01] 염색체, 유전체, DNA, 유전자의 관계를 이해하고, 염색분체의 형성과 분리를 DNA 복제와 세포 분열과 관련지어 설명할 수 있다. [12생과 II 04-01] 원핵세포와 진핵세포의 유전체 구성과 유전자 구조를 이해하고 차이를 비교할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학II	권혁빈, 김승수, 김학현, 손희도, 이일규, 정효철	교학사	2023	100
기타	Notes on Matters Affecting the Health, Efficiency, and Hospital Administration of the British Army	나이팅게일	Harrison and Sons	1858	미상

5) 문항 해설

[문제 1] 실생활에서의 직간접적인 경험 혹은 논리적인 가설에 의해 문제 해결을 위해 요구되는 가정을 수립하고, 단계적 추론 과정을 거쳐 합리적으로 결과를 도출할 수 있는지 평가
[문제 2] 문제에서 주어진 상황에 대해 논리적으로 해석하고, 합리적인 문제 해결 수행 능력을 갖추었는지 평가
[문제 3] 논리적 계산 능력 및 실생활에서의 직간접적인 경험과 직관 또는 교육과정 내에서 습득한 지식을 활용하여 합리적 추론이 가능한지 평가
[문제 4] 이공계열 전공자로서 적합한 문해력 및 요점을 파악하는 능력을 갖추었는지 평가
[문제 5] 데이터를 표현하는 방법에 따른 특징과 효과에 대해 논리적으로 설명할 수 있는지 평가
[문제 6] 데이터를 종합하고 유의미한 분석을 수행할 수 있는지 평가
[문제 7] 본인의 생각을 창의적이고 논리적으로 설명할 수 있는지 평가

6) 채점 기준

문항 번호	채점기준	배점										
1	<table border="1"> <tr> <th>점수</th> <th>기준</th> </tr> <tr> <td>3</td> <td>단계별 추론 과정이 합리적이고 그에 따라 적절한 범위의 질량을 계산한 경우</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>단계별 추론 과정은 합리적이거나, 계산 과정에서 유의미한 실수가 있었던 경우</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>힌트를 제공받아 추론 및 계산을 완료한 경우</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>힌트 제공에도 불구하고 추론 및 계산을 완료하지 못한 경우, 또는 힌트 제공에도 불구하고 단계별 추론 과정이 비합리적인 경우</td> </tr> </table>	점수	기준	3	단계별 추론 과정이 합리적이고 그에 따라 적절한 범위의 질량을 계산한 경우	2	단계별 추론 과정은 합리적이거나, 계산 과정에서 유의미한 실수가 있었던 경우	1	힌트를 제공받아 추론 및 계산을 완료한 경우	0	힌트 제공에도 불구하고 추론 및 계산을 완료하지 못한 경우, 또는 힌트 제공에도 불구하고 단계별 추론 과정이 비합리적인 경우	3점
	점수	기준										
	3	단계별 추론 과정이 합리적이고 그에 따라 적절한 범위의 질량을 계산한 경우										
	2	단계별 추론 과정은 합리적이거나, 계산 과정에서 유의미한 실수가 있었던 경우										
	1	힌트를 제공받아 추론 및 계산을 완료한 경우										
0	힌트 제공에도 불구하고 추론 및 계산을 완료하지 못한 경우, 또는 힌트 제공에도 불구하고 단계별 추론 과정이 비합리적인 경우											
2	<table border="1"> <tr> <th>점수</th> <th>기준</th> </tr> <tr> <td>3</td> <td>4가지 염기를 모두 사용하는 코드 원리를 논리적으로 설명하고, 알파벳 대문자 P의 ASCII 코드를 디지털 데이터로 변환하고 다시 DNA 염기서열 코드로 정확하게 변환한 경우</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4가지 염기를 모두 사용하는 코드 원리를 논리적으로 설명하였으나, 알파벳 대문자 P의 ASCII 코드의 변환에 실패한 경우</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>아래 두 경우 중 하나에 해당하는 경우 1) 유의미한 힌트를 제공받아 4가지 염기를 모두 사용하는 코드 원리 설계를 완료하고 알파벳 대문자 P의 ASCII 코드의 변환에 성공한 경우 (힌트 예시: "트랜지스터는 on/off 2가지 상태로 동작하기 때문에 디지털 데이터 표현이 가능합니다. DNA 염기는 몇 개이며 어떻게 사용하면 좋을까요?") 2) 비효율적인 코드 원리를 설계한 경우 (예를 들어, 4개의 염기 중 일부만을 사용하여 코드 원리를 설계한 경우 등이며, 이때 알파벳 대문자 P의 변환 성공 여부와는 무관하게 채점)</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>설계한 코드 원리에 유의미한 오류가 있으며 힌트 제공에도 불구하고 코드 원리를 제대로 수정하지 못한 경우, 또는 힌트 제공에도 불구하고 어떠한 코드 원리도 설계하지 못한 경우</td> </tr> </table>	점수	기준	3	4가지 염기를 모두 사용하는 코드 원리를 논리적으로 설명하고, 알파벳 대문자 P의 ASCII 코드를 디지털 데이터로 변환하고 다시 DNA 염기서열 코드로 정확하게 변환한 경우	2	4가지 염기를 모두 사용하는 코드 원리를 논리적으로 설명하였으나, 알파벳 대문자 P의 ASCII 코드의 변환에 실패한 경우	1	아래 두 경우 중 하나에 해당하는 경우 1) 유의미한 힌트를 제공받아 4가지 염기를 모두 사용하는 코드 원리 설계를 완료하고 알파벳 대문자 P의 ASCII 코드의 변환에 성공한 경우 (힌트 예시: "트랜지스터는 on/off 2가지 상태로 동작하기 때문에 디지털 데이터 표현이 가능합니다. DNA 염기는 몇 개이며 어떻게 사용하면 좋을까요?") 2) 비효율적인 코드 원리를 설계한 경우 (예를 들어, 4개의 염기 중 일부만을 사용하여 코드 원리를 설계한 경우 등이며, 이때 알파벳 대문자 P의 변환 성공 여부와는 무관하게 채점)	0	설계한 코드 원리에 유의미한 오류가 있으며 힌트 제공에도 불구하고 코드 원리를 제대로 수정하지 못한 경우, 또는 힌트 제공에도 불구하고 어떠한 코드 원리도 설계하지 못한 경우	3점
	점수	기준										
	3	4가지 염기를 모두 사용하는 코드 원리를 논리적으로 설명하고, 알파벳 대문자 P의 ASCII 코드를 디지털 데이터로 변환하고 다시 DNA 염기서열 코드로 정확하게 변환한 경우										
	2	4가지 염기를 모두 사용하는 코드 원리를 논리적으로 설명하였으나, 알파벳 대문자 P의 ASCII 코드의 변환에 실패한 경우										
	1	아래 두 경우 중 하나에 해당하는 경우 1) 유의미한 힌트를 제공받아 4가지 염기를 모두 사용하는 코드 원리 설계를 완료하고 알파벳 대문자 P의 ASCII 코드의 변환에 성공한 경우 (힌트 예시: "트랜지스터는 on/off 2가지 상태로 동작하기 때문에 디지털 데이터 표현이 가능합니다. DNA 염기는 몇 개이며 어떻게 사용하면 좋을까요?") 2) 비효율적인 코드 원리를 설계한 경우 (예를 들어, 4개의 염기 중 일부만을 사용하여 코드 원리를 설계한 경우 등이며, 이때 알파벳 대문자 P의 변환 성공 여부와는 무관하게 채점)										
0	설계한 코드 원리에 유의미한 오류가 있으며 힌트 제공에도 불구하고 코드 원리를 제대로 수정하지 못한 경우, 또는 힌트 제공에도 불구하고 어떠한 코드 원리도 설계하지 못한 경우											
3	<p>아래의 채점 기준을 따라 채점한 후 그 점수를 합산</p> <p>1) DNA 질량 추정</p> <table border="1"> <tr> <th>점수</th> <th>기준</th> </tr> <tr> <td>2</td> <td>DNA 질량 추정 과정이 합리적이고 그에 따라 적절한 값의 질량을 계산</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>아래 두 경우 중 하나에 해당하는 경우 1) 힌트를 제공받아 DNA 질량 추정과정 유도 및 계산을 완료 2) DNA 질량 추정 과정이 합리적이지만 계산 과정상 유의미한 실수가 발생</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>힌트를 제공받았음에도 불구하고 DNA 질량 추정과정 유도 및 계산을 완료하지 못한 경우</td> </tr> </table> <p>2번 문제에서 코드 원리를 설계하지 못하여 0점을 받은 경우, 해당 코드 원리의 답을 힌트로 제공하고 3번 문제를 진행하되 상기의 DNA 질량 추정 관련 채점 결과로부터 1점을 감점 (단, 감점 전 0점인 경우 더 이상 감점하지 않음)</p>	점수	기준	2	DNA 질량 추정 과정이 합리적이고 그에 따라 적절한 값의 질량을 계산	1	아래 두 경우 중 하나에 해당하는 경우 1) 힌트를 제공받아 DNA 질량 추정과정 유도 및 계산을 완료 2) DNA 질량 추정 과정이 합리적이지만 계산 과정상 유의미한 실수가 발생	0	힌트를 제공받았음에도 불구하고 DNA 질량 추정과정 유도 및 계산을 완료하지 못한 경우	4점		
	점수	기준										
	2	DNA 질량 추정 과정이 합리적이고 그에 따라 적절한 값의 질량을 계산										
	1	아래 두 경우 중 하나에 해당하는 경우 1) 힌트를 제공받아 DNA 질량 추정과정 유도 및 계산을 완료 2) DNA 질량 추정 과정이 합리적이지만 계산 과정상 유의미한 실수가 발생										
	0	힌트를 제공받았음에도 불구하고 DNA 질량 추정과정 유도 및 계산을 완료하지 못한 경우										
감점												

	2) 데이터 센터의 장점과 단점									
	<table border="1"> <tr> <th>점수</th> <th>기준</th> </tr> <tr> <td>2</td> <td>데이터 센터의 장점과 단점에 대해 각각 1가지 이상씩 논리적으로 설명한 경우</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>데이터 센터의 장점과 단점 중 한쪽에 대해서만 1가지 이상 논리적으로 설명한 경우</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>데이터 센터의 장점과 단점에 대해 어느 한쪽도 논리적으로 설명하지 못한 경우</td> </tr> </table>	점수	기준	2	데이터 센터의 장점과 단점에 대해 각각 1가지 이상씩 논리적으로 설명한 경우	1	데이터 센터의 장점과 단점 중 한쪽에 대해서만 1가지 이상 논리적으로 설명한 경우	0	데이터 센터의 장점과 단점에 대해 어느 한쪽도 논리적으로 설명하지 못한 경우	
점수	기준									
2	데이터 센터의 장점과 단점에 대해 각각 1가지 이상씩 논리적으로 설명한 경우									
1	데이터 센터의 장점과 단점 중 한쪽에 대해서만 1가지 이상 논리적으로 설명한 경우									
0	데이터 센터의 장점과 단점에 대해 어느 한쪽도 논리적으로 설명하지 못한 경우									
4	<table border="1"> <tr> <th>점수</th> <th>기준</th> </tr> <tr> <td>2</td> <td>예시 답안의 2가지 항목 혹은 그에 상응하는 답변을 제시한 경우</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>예시 답안의 2가지 항목 중 1개 혹은 그에 상응하는 답변을 제시한 경우</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>예시 답안의 2가지 항목 혹은 그에 상응하는 답변을 전혀 제시하지 못한 경우</td> </tr> </table>	점수	기준	2	예시 답안의 2가지 항목 혹은 그에 상응하는 답변을 제시한 경우	1	예시 답안의 2가지 항목 중 1개 혹은 그에 상응하는 답변을 제시한 경우	0	예시 답안의 2가지 항목 혹은 그에 상응하는 답변을 전혀 제시하지 못한 경우	2점
점수	기준									
2	예시 답안의 2가지 항목 혹은 그에 상응하는 답변을 제시한 경우									
1	예시 답안의 2가지 항목 중 1개 혹은 그에 상응하는 답변을 제시한 경우									
0	예시 답안의 2가지 항목 혹은 그에 상응하는 답변을 전혀 제시하지 못한 경우									
5	<table border="1"> <tr> <th>점수</th> <th>기준</th> </tr> <tr> <td>2</td> <td>예시 답안의 2가지 항목 혹은 그에 상응하는 답변을 제시한 경우</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>예시 답안의 2가지 항목 중 1개 혹은 그에 상응하는 답변을 제시한 경우</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>예시 답안의 2가지 항목 혹은 그에 상응하는 답변을 전혀 제시하지 못한 경우</td> </tr> </table>	점수	기준	2	예시 답안의 2가지 항목 혹은 그에 상응하는 답변을 제시한 경우	1	예시 답안의 2가지 항목 중 1개 혹은 그에 상응하는 답변을 제시한 경우	0	예시 답안의 2가지 항목 혹은 그에 상응하는 답변을 전혀 제시하지 못한 경우	2점
점수	기준									
2	예시 답안의 2가지 항목 혹은 그에 상응하는 답변을 제시한 경우									
1	예시 답안의 2가지 항목 중 1개 혹은 그에 상응하는 답변을 제시한 경우									
0	예시 답안의 2가지 항목 혹은 그에 상응하는 답변을 전혀 제시하지 못한 경우									
6	<table border="1"> <tr> <th>점수</th> <th>기준</th> </tr> <tr> <td>2</td> <td>예시 답안의 2가지 항목 혹은 그에 상응하는 답변을 제시한 경우</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>예시 답안의 2가지 항목 중 1개 혹은 그에 상응하는 답변을 제시한 경우</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>예시 답안의 2가지 항목 혹은 그에 상응하는 답변을 전혀 제시하지 못한 경우</td> </tr> </table>	점수	기준	2	예시 답안의 2가지 항목 혹은 그에 상응하는 답변을 제시한 경우	1	예시 답안의 2가지 항목 중 1개 혹은 그에 상응하는 답변을 제시한 경우	0	예시 답안의 2가지 항목 혹은 그에 상응하는 답변을 전혀 제시하지 못한 경우	2점
점수	기준									
2	예시 답안의 2가지 항목 혹은 그에 상응하는 답변을 제시한 경우									
1	예시 답안의 2가지 항목 중 1개 혹은 그에 상응하는 답변을 제시한 경우									
0	예시 답안의 2가지 항목 혹은 그에 상응하는 답변을 전혀 제시하지 못한 경우									
7	<table border="1"> <tr> <th>점수</th> <th>기준</th> </tr> <tr> <td>2</td> <td>예시 답안의 4가지 항목 중 3개 이상 혹은 그에 상응하는 답변을 제시한 경우</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>예시 답안의 4가지 항목 중 1~2개 혹은 그에 상응하는 답변을 제시한 경우</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>예시 답안의 4가지 항목 혹은 그에 상응하는 답변을 전혀 제시하지 못한 경우</td> </tr> </table>	점수	기준	2	예시 답안의 4가지 항목 중 3개 이상 혹은 그에 상응하는 답변을 제시한 경우	1	예시 답안의 4가지 항목 중 1~2개 혹은 그에 상응하는 답변을 제시한 경우	0	예시 답안의 4가지 항목 혹은 그에 상응하는 답변을 전혀 제시하지 못한 경우	2점
점수	기준									
2	예시 답안의 4가지 항목 중 3개 이상 혹은 그에 상응하는 답변을 제시한 경우									
1	예시 답안의 4가지 항목 중 1~2개 혹은 그에 상응하는 답변을 제시한 경우									
0	예시 답안의 4가지 항목 혹은 그에 상응하는 답변을 전혀 제시하지 못한 경우									

7) 예시 답안 혹은 정답

<p>[문제 1] 전체 종이책의 질량은 다음과 같은 과정으로 추정할 수 있음</p>	
$\begin{aligned} \text{전체 종이책의 질량} &= \text{종이 1장의 질량} \times \text{종이 장수} = \text{종이 1장의 질량} \times \frac{\text{전체 글자수}}{\text{종이 1장 당 글자수}} \\ &= \text{종이 1장의 질량} \times \frac{\text{전체 단어수} \times \text{1단어당 글자수}}{\text{종이 1장 당 글자수}} \end{aligned}$	
<p>각 항 및 그에 따른 결과는 다음과 같이 추정할 수 있음</p>	
<p>1) 종이 1장의 질량: A4용지 기준 0.5-10 g</p>	
예시	<p>[예시 1] 500쪽짜리 책을 1 kg으로 가정 ▷ 1장에 2 g에 해당 [예시 2] A4용지 1장 두께는 0.1 mm, 밀도는 물과 비슷하다고 가정 ▷ A4용지 1장 부피는 6 cm³, 질량은 6 g에 해당 [예시 3] (합리적인 실데이터에 기반하여 설명) A4 용지에는 일반적으로 질량 80 g (또는 75 g, 85 g) 이라 기재되어 있음. 이는 정확하게 80 g/m²의 의미이며 A4 용지의 면적 0.062 m²을 고려하면 A4 종이 1장의 질량은 약 5 g 임</p>
진행방법	<p>전혀 답변하지 못하는 경우, A4용지 1장이 5g 내외임을 힌트(또는 그에 상응하는 힌트)로 알려주고 다음으로 진행</p>
<p>2) 종이 1장 당 글자 수: A4용지 및 10pt 글자 기준 4천-2만자</p>	
예시	<p>[예시 1] 제시문을 참고할 때 1장당 2천자(= 50자 x 40행) 내외 작성 가능 ▷ 양면 기준 4천자 (한글보다 영문이 2배 밀도 있게 작성된다고 가정할 경우 8천자) [예시 2] 글자 크기를 가로 세로 각 3.5 mm로 가정 ▷ A4용지 양면을 공백, 여백 없이 채울 경우 1만자 (한글보다 영문이 2배 밀도 있게 작성된다고 가정할 경우 2만자)</p>
진행방법	<p>전혀 답변하지 못하는 경우, A4용지 1장에 5천자 내외임을 힌트(또는 그에 상응하는 힌트)로 알려주고 다음으로 진행</p>

- 3) **1단어 당 글자 수:** 3-10글자 (유의미한 근거의 유무와 관계없이 합리적 범위에서는 답으로 인정)
- 4) **전체 단어 수:** 제시문에 주어진 정보에 따라, 40억 단어에 해당
- 5) **최종 질량:** 1~4)에 따라 계산하면 10pt의 글자를 기준으로 300~100,000 kg에 해당

[문제 2]

길이가 2인 0과 1로 구성된 데이터(00, 01, 10, 11)에 대해 4개의 염기에 일대일 대응하는 방법을 고안할 수 있음 (예시 : 00 → A염기, 01 → G염기, 10 → C염기, 11 → T염기). 데이터가 연속적인 경우로 확장하여, 길이 2개 단위로 데이터를 정해진 염기에 대응시키고 이를 DNA 이중나선의 한쪽 사슬에 배열함. 즉, 길이 2개 단위 데이터 당 1염기쌍의 DNA 염기서열로 변환할 수 있음.

이러한 방식에 의해 길이가 8인 1 Byte(8 bits) 데이터는 4염기쌍에 해당하는 DNA 염기서열로 변환할 수 있음. 위에서 언급한 예시 규칙을 따를 경우 알파벳 대문자 P는 다음과 같이 변환됨.

- 알파벳 P의 ASCII 코드를 0과 1로 표현한 데이터 01010000 → DNA 염기서열 코드 GGAA
- 예시와 다른 일대일 대응에 의해 답을 도출한 경우에도 그 과정이 논리적인 경우 답으로 인정
- 데이터와 염기 간 일대일 대응에 상응하는 합리적인 원리를 제시하고 답변한 경우에도 답으로 인정

[문제 3]

DNA의 질량은 다음과 같은 과정으로 추정할 수 있음

$$\begin{aligned}
 \text{DNA의 질량} &= \text{평균적인 염기쌍 1개당 분자량} \times \text{필요한 염기쌍 mol수} \\
 &= \text{평균적인 염기쌍 1개당 분자량} \times \frac{\text{전체 데이터 크기}}{\text{염기쌍 1 mol에 해당되는 데이터 크기}} \\
 &= \text{평균적인 염기쌍 1개당 분자량} \times \frac{\text{전체 데이터 크기}}{\text{염기쌍 1개에 해당되는 데이터 크기} \times \text{아보가드로 수}}
 \end{aligned}$$

각 항 및 그에 따른 결과는 다음과 같이 추정할 수 있음

- 1) **평균적인 염기쌍 1개당 분자량:** 데이터 저장매체로서 사용된 각 염기 A, G, C, T의 확률적 분포가 고르다고 가정할 경우 염기 1개의 평균 분자량은 130.75 g/mol에 해당됨. 염기쌍 1개에, 염기 2개, 당 2개, 인산 2개가 요구되며 분자량의 총합은 719.5 g/mol에 해당 → 720 g/mol로 근사할 수 있음. 단, 사용된 각 염기 A, G, C, T의 확률적 분포에 대한 가정에 따라서는 염기 1개의 분자량을 최소 111, 최대 151 g/mol로 가정할 수 있으며 이에 따라 염기쌍 1개당 분자량이 680 ~ 760 g/mol로 달라질 수 있음
- 2) **전체 데이터 크기:** 제시문에 주어진 정보에 따라 100 제타바이트(=1023 Byte) 혹은 800 제타비트(=8x1023 bits)에 해당
- 3) **염기쌍 1개에 해당되는 데이터 크기:** 염기쌍 4개당 1 Byte(=8 bits)를 표현할 수 있으므로, 염기쌍 1개당 1/4 Byte 혹은 2 bits에 해당
- 4) **아보가드로 수 ([1 mol에 해당되는 분자 (입자) 수]):** 6 xx 10²³
- 5) **최종 질량:** 1~4)에 따라 계산하면 480 g에 해당 (단, 염기쌍 1개당 분자량을 680 ~ 760 g/mol로 추정할 경우, 453 ~ 507 g에 해당. 이를 감안하여, 약 10 % 내외의 오차는 허용)

DNA 기반 데이터 센터의 장점은 다음과 같음

- 공간을 크게 필요로 하지 않음
- 데이터 저장 및 보관에 필요한 에너지량이 작음
- 데이터 저장 및 보관 안정성이 뛰어남
- 데이터 읽기 및 쓰기 원리가 단순하며 공통적임

DNA 기반 데이터 센터의 단점은 다음과 같음

- 데이터 읽기 및 쓰기 비용이 매우 비싸며, 읽기 및 쓰기를 위한 장치가 복잡함

- 작은 부피로 인한 유실 가능성
- 순차적 읽기에 비해 특정 위치의 데이터에 대한 탐색과 읽기 속도가 느림

이 외에도 DNA 기반 데이터 센터의 장점과 단점과 관련된 추론 과정이 합리적인 경우 답으로 인정

[문제 4]

- 1) 1854년 11월 전후: 병원 시설 구축(처음에는 임시병동으로 시작하여 추후 조립식 병원 건립), 기초적인 위생 정책 실시(손씻기 의무화), 본국 정부와 시민사회에 지원 호소
- 2) 1855년 3월 전후: 영국 정부 직속 위생위원회와의 협력 본격화, 필수 의약품 보급 체계화, 하수 및 환기 시설 인프라 개선, 장티푸스, 콜레라 등 감염질병 확산 통제. 이를 통해 영국장병 사망률 대폭 감소

[문제 5]

- 1) 단순히 숫자가 나열된 데이터 테이블은 비전문가가 보기에 유의미한 함의를 포착해내기 어려움. 나이팅게일은 의도적으로 각 항목에 대한 수치(숫자)를 전면적으로 제거하고 데이터의 시각화를 통해 정보를 효과적으로 제시하고자 했음.
- 2) 특히 로즈 다이어그램은 수치값의 크기를 면적으로 보여주어, 대해 통계에 대해 잘 알지 못하는 국회의원 및 군 장교들이 위생위원회의 효과를 한눈에 파악할 수 있도록 했음. 그 결과 전시 간호 개혁에 필요한 조치 및 근대적 병원 및 위생 제도를 획기적으로 개선할 수 있는 영향력을 발휘할 수 있었음.

[문제 6]

- 1) 상해 및 부상에 의한 사망자 추이로부터 1854년 11월 전후 및 1855년 6~9월 두 차례 전황이 악화되었음을 추정할 수 있음
- 2) 첫 번째로 전황이 악화되었던 시기(1854년 11월 전후)에는 상해 및 부상에 의한 사망자 증가와 질병과 관련된 사망자 증가가 연동된 반면, 두 번째로 전황이 악화되었던 시기(1855년 6~9월)에는 상해 및 부상에 의한 사망자 증가에도 불구하고 질병과 관련된 사망자가 증가하지 않음. 이를 1855년 3월에 설립된 위생위원회의 개혁 효과로 볼 수 있음.

[문제 7]

- 1) "메신저(messenger)"로서 스스로의 위치에 대한 나이팅게일의 메타인지: 여성(성별) 간호사(직업)라는 조건은 당시 영국 사회에서 권위 있는 자리로 인식되지 않았음.
- 2) "청중(audience)"에 대한 나이팅게일의 분석: 런던의 정관계, 군부 엘리트들은 통계적 문해력이 높지 않은 집단이었음. "메시지(message)"를 더 효과적으로 전달하기 위해 장미 다이어그램이라는 과학적인 수단이 필요하다는 판단
- 3) 최대한의 사회적 영향력을 확보하기 위한 첫 번째 조력자, 권위 있는 남성 통계학자 윌리엄 파와의 협력
- 4) 광범위한 여론의 지지를 받기 위한 두 번째 조력자, 사회학자 겸 베스트셀러 작가 해리엇 마티노와의 협력. 이를 통해 사회를 변화시키기 위해서는 과학자 한 명의 연구로서가 아닌 다양한 분야의 전문가와의 협력이 필요함을 언급.

■ 문항카드 2

1) 일반 정보

유형	면접 및 구술고사	
전형명	학생부종합 반도체공학인재전형 I 학생부종합 반도체공학인재전형 II	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	반도체공학과 / 문항번호 1, 2, 3, 4	
출제범위	교육과정 과목명	수학, 물리학
	핵심개념 및 용어	경우의 수 반도체
예상 소요 시간	전체 30분 (질답시간 30분 별도)	

2) 문항 및 제시문

※ 제시문 1~3은 문항번호 1~4를 위한 자료입니다.

[제시문1] (출처: 2021년 2월 24일 미국 바이든 대통령의 “반도체 공급망 문제” 관련 담화)

“Remember that old proverb: “For want of a nail, the shoe was lost. For want of a shoe, the horse was lost.” And it goes on and on until the kingdom was lost, all for the want of a horseshoe nail. Even small failures at one point in the supply chain can cause outside impacts further up the chain.

Recently, we’ve seen how a shortage of computer chips — computer chips like the one I have here — you can hardly see it I imagine; it’s called a “semiconductor” — has caused delays in production of automobiles that has resulted in reduced hours for American workers. A 21st century horseshoe nail.

This semiconductor is smaller than a postage stamp, but it has more than 8 billion transistors — 8 billion transistors, 10,000 times thinner than a single human hair in this one chip. These chips are a wonder of innovation and design that powers so much of our country, enables so much of our modern lives to go on — not just our cars, but our smartphones, televisions, radios, medical diagnostic equipment, and so much more.”

* horseshoe nail : 편자못. 말발굽을 고정하는데 쓰이는 못의 일종.

[제시문 2] (출처: 최리노, <한 권으로 끝내는 반도체 이야기> 중 부분 발췌)

현재 5 nm, 3 nm 기술 노드와 같은 최첨단 기술 노드의 제품을 생산할 수 있는 파운드리만 대만의 TSMC와 한국의 삼성전자 두 곳 밖에 없다.(최근 들어 인텔도 파운드리 사업을 하기로 결정하여서 세 회사가 되었다.) EUV의 사용 등 최첨단 기술 노드를 개발하기 위해서 천문학적인 돈이 들어가기 때문에 다른 파운드리 기업이 쉽사리 들어올 수 없는 것이다.

세계 3, 4위의 파운드리인 글로벌파운드리(GlobalFoundries)는 AMD의 펌부분을 2009년 스핀오프해서 만든 회사이다. 이 회사마저 2018년 7 nm 기술 노드의 개발을 취소시킬 정도로 최첨단 기술 노드의 개발은 많은 돈이 들어가는 위험성이 큰 사업이다. 이전에 이야기하였듯이 최첨단 공정은 칩의 성능을 높여주고 이러한 높은 성능은 새로운 제품의 생산으로 이어진다. 그러므로 고성능 신제품의 제조

는 대만이나 한국에서 해야만 하는 상황이 된 것이다. 이것은 산업적으로나 군사적으로 미국이 받아들이기 어려운 상황이다. 그래서 2021년 2월 미국의 바이든 대통령은 반도체 산업 등에 대한 공급망을 분석하고 대책을 마련하라는 행정 명령을 내린다. 그후 미국 내에 첨단 파운드리를 만들어야 한다는 결론을 내리고 TSMC와 삼성에 미국 내에 팹 건설을 유도했다.

[제시문 3] (출처: 권석준, <반도체 삼국지> 중 부분 발췌)

한국은 2022년 5월 윤석열 정부 출범 이후 반도체 산업에 대한 투자 확대 및 산업인력 양성 정책을 구체화하고 있으나, 동북아 3국과 대만뿐만 아니라 미국과 유럽에서도 이제는 반도체 산업을 기간 산업으로 여기고 더욱 신경을 쓰고 있기 때문에, 경쟁은 더욱 치열해질 수밖에 없다. 핵심 기술 하나의 차이로 '슈퍼올'이 될 수도 있고, 반대로 그동안의 자본 투입이 무위로 돌아갈 수도 있는 반도체 시장에서 그동안의 성장 공식이 더 이상 통하지 않게 된 한국은 대내외적인 난제로 둘러싸여 있다.

21세기의 페르시아만이라 할 수 있는 동아시아 3국의 반도체 전쟁은 이미 시작되었다. 반도체에 대한 전 세계 산업의 의존도는 날로 심화되고 있다. 언제든 새로운 혁신 기술이 나타나면 지금의 지배 기술은 역사의 뒤안길로 사라질 수 있다. 반도체 업체들 간의 치킨게임으로 언제든 공통 같은 업체들이 하루아침에 쓰러지거나, 어제까지 적이던 업체들이 합병하여 새로운 경쟁 구도가 만들어질 수도 있다. 이처럼 한 치 앞을 내다보기 힘든 상황에서 한국이 이 반도체 삼국지의 승자가 되기 위해서는 종합적이면서도 차별화된 전략을 준비해야 한다.

[문제 1] 제시문 1의 답화에서 미국의 대통령은 반도체 산업에 대해 “horseshoe nail을 잃어버린 것으로 시작해 결국 왕국이 무너지고 마는” 비유를 통해 그 중요성을 강조하였다. 4차 산업혁명 시대에 반도체 산업이 왜 중요한지에 대해 제시문과 본인의 평소 생각을 토대로 설명하십시오. [2점]

※ 아래를 읽고 문제 2~4에 답하십시오.

(해당 가정은 문제 2~4를 위한 것으로 실제 상황과 다를 수 있음)

제시문 2와 3 같이, 글로벌 경쟁이 치열한 반도체 산업에서는 전략적 사고가 반드시 필요하다. 이를 위해, 실제로는 시장 전망, 기술개발 성공의 불확실성 등 많은 변수들을 고려해야 하나, 간단한 모델을 통해 시뮬레이션 해보는 것은 충분히 가능하다. 여기서, 전세계 반도체 시장에서 총 3개의 회사(A사, B사, C사)가 경쟁하는 상황을 가정한다. 세 회사는 반도체 신규 기술 개발에 투자할지 여부를 결정하는 시점에 있다. 각 회사는 기업의 사정에 따라 신규 기술 확보를 위해 연구개발에 투자하거나 추가 투자없이 현재 기술을 유지하는 전략을 선택할 수 있다. 각 회사들은 다음과 같은 가정에 따라 기업활동을 수행한다.

- 연구개발 투자를 통해 진입할 수 있는 신규 기술 시장은 매출액 기준 60조 원이며, 기존 기술 시장은 매출액 기준 30조 원이다. (여기서 매출액은 향후 예상되는 다년간 매출의 총합이다.)
- 현재 A사, B사, C사의 기존 기술 시장 점유율은 각각, 50 %, 40 %, 10 % 이다.
- 기존 기술 시장은 기술 개발에 추가 비용이 필요하지 않기 때문에, 매출액의 100 %가 이익이 된다.
- 각 회사가 독립적으로 신규 기술을 개발하고자 하는 경우 9 조 원의 막대한 투자비가 소요된다. (모든 회사 공통)
- 각 회사가 신규 기술 개발을 결정하는 경우 그 직후 기술 개발을 완료할 수 있으며 동시에 신규 기술시장에 진입하게 된다.
- N개의 회사가 신규 기술 시장에 진입할 때 각 회사는 동일한 1/N의 비율로 신규 기술 시장의

매출액을 점유한다.

- 1개의 회사만 신규 기술 개발에 투자하여 신규 기술 시장에 진입한 경우, 높은 가격 마진으로 이익은 매출액의 100 %가 된다.
- 2개의 회사가 신규 기술 개발에 투자하여 신규 기술 시장에 진입한 경우, 가격 경쟁이 발생하여 이익은 매출액의 80 %로 감소한다.
- 모든 회사가 신규 기술 개발에 투자하여 신규 기술 시장에 진입한 경우, 가격 경쟁이 더욱 치열하여 이익은 매출액의 70 %로 감소한다.
- 신규 기술 개발에 투자하여 신규 기술 시장에 진입한 회사의 기존 기술 시장 매출은 더 이상 발생하지 않으며, 그 외 회사의 기존 기술 시장 매출액은 유지된다. (신규 기술 시장에 진입한 회사의 기존 기술 시장 매출은 현실에서는 다른 기업이 차지할 수 있겠지만, 모델의 단순화를 위해 소멸하는 것으로 가정한다)
- 각 회사는 모두 합리적 판단을 내린다.

[문제 2] 위의 조건 하에서 A사, B사, C사가 모두 독립적으로 신규기술 시장 진입을 위한 연구개발 여부를 결정한다고 할 때, 모든 경우의 수에 대해 각 회사별 순이익(매출에 의한 이익에서 투자비를 제외한 이익)을 정량적으로 계산하시오. [2점]

[문제 3] 문제 2번에서 계산한 값에 기반하여 신규 기술 투자의 장단점에 대해 각 회사의 입장에서 설명하시오. [2점]

[문제 4] 본인이 B사의 의사결정권자라고 가정해봅시다. B 사가 신규 기술 개발 투자를 결정하였고 회사 간 상호협력이 가능하여 신규기술 투자비 등의 부담이 가능할 때, 신규 기술 개발 투자 전에 비해 어떻게 순이익을 증가시킬 수 있을지 본인이 생각하는 최선의 전략을 제시하고 이유를 설명하시오. [3점]

3) 출제 의도

- 지문으로부터 유의미한 정보를 적절히 습득할 수 있는지 확인
- 수/과학적, 공학적 의사 결정 능력에 대한 확인
- 고등학교 수준의 기초 지식을 결합하여 유의미한 결론을 유추해내는 능력을 확인
- 발산적 사고능력을 갖추고 있는지 확인

4) 출제 근거

- 통상적인 수준의 고등학생들이 별도의 사전 지식 없이 충분히 해결할 수 있는 제시문과 질문으로 구성하였음
- 다만, 아래와 같은 교육과정과 연관될 수 있음

가) 적용 교육과정 및 학습내용 성취 기준

적용 교육과정	교육부 고시 제2015-74호 [별책 8] "수학과 교육과정" 교육부 고시 제2015-74호 [별책 9] "과학과 교육과정"
문항 및 제시문	학습내용 성취 기준
제시문 1~3 문항 1~4	[10수학05-01] 합의 법칙과 곱의 법칙을 이해하고, 이를 이용하여 경우의 수를 구할 수 있다. [12물리 I 02-03] 고체의 에너지띠 이론으로 도체, 반도체, 절연체 등의 차이를 구분하고, 여러 가지 고체의 전기 전도성을 비교하는 탐구를 수행할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	해당 사항 없음				
기타	한 권으로 끝내는 반도체 이야기	최리노	양문	2022	미상
	반도체 삼국지	권석준	뿌리와이파리	2022	미상
	미국 바이든 대통령 담화문	바이든	-	-	-

5) 문항 해설

[문제 1] 이공계열 전공자로서 적합한 문해력 및 요점을 파악하는 능력을 갖추었는지 평가
[문제 2] 주어진 조건을 합리적으로 숙지하고, 그에 따라 논리적으로 경우의 수를 파악하고 데이터를 정리할 수 있는지 평가
[문제 3] 정리한 데이터의 의미를 논리적으로 설명할 수 있는지 평가
[문제 4] 실생활에서의 직간접적인 경험 혹은 논리적인 가설에 의해 문제 해결을 위해 요구되는 가정을 수립하고, 단계적 추론 과정을 거쳐 합리적으로 결과를 도출할 수 있는지 평가

6) 채점 기준

문항 번호	채점기준	배점								
1	<table border="1"> <thead> <tr> <th>점수</th> <th>기준</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>예시 답안에 상응하는 단계적 답변을 제시한 경우</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>예시 답안에 상응하는 단계적 답변 중 일부만을 제시한 경우</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>예시 답안 혹은 그에 상응하는 답변을 전혀 제시하지 못한 경우</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 산업 간의 연관 관계, 국가 간의 공급망 문제 등에 대한 이해가 전혀 없는 경우 답으로 인정하지 않음</p> <p>※ 예시 답안과 포함되어 있지 않더라도 합리적이고 현실적인 설명이 제시된 경우 답으로 인정할 수 있으나, 답변 과정에서 현저한 논리적인 결함이 있거나, 오류가 포함된 경우 정답으로 인정하지 않음</p>	점수	기준	2	예시 답안에 상응하는 단계적 답변을 제시한 경우	1	예시 답안에 상응하는 단계적 답변 중 일부만을 제시한 경우	0	예시 답안 혹은 그에 상응하는 답변을 전혀 제시하지 못한 경우	2점
	점수	기준								
2	예시 답안에 상응하는 단계적 답변을 제시한 경우									
1	예시 답안에 상응하는 단계적 답변 중 일부만을 제시한 경우									
0	예시 답안 혹은 그에 상응하는 답변을 전혀 제시하지 못한 경우									
2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>점수</th> <th>기준</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>제시문에 주어진 조건에 따라 순이익 계산 방법을 올바르게 수립하고, 각 경우에 따른 순이익의 정량적인 계산을 완료한 경우</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>제시문에 주어진 조건에 따라 순이익 계산 방법을 올바르게 수립하였으나, 각 경우에 따른 순이익의 계산 과정상 유의미한 실수가 발생한 경우</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>제시문에 주어진 조건을 제대로 준수하지 못했거나, 순이익 계산 방법을 올바르게 수립하지 못한 경우 (순이익 계산값이 맞더라도 오답으로 처리)</td> </tr> </tbody> </table>	점수	기준	2	제시문에 주어진 조건에 따라 순이익 계산 방법을 올바르게 수립하고, 각 경우에 따른 순이익의 정량적인 계산을 완료한 경우	1	제시문에 주어진 조건에 따라 순이익 계산 방법을 올바르게 수립하였으나, 각 경우에 따른 순이익의 계산 과정상 유의미한 실수가 발생한 경우	0	제시문에 주어진 조건을 제대로 준수하지 못했거나, 순이익 계산 방법을 올바르게 수립하지 못한 경우 (순이익 계산값이 맞더라도 오답으로 처리)	2점
	점수	기준								
	2	제시문에 주어진 조건에 따라 순이익 계산 방법을 올바르게 수립하고, 각 경우에 따른 순이익의 정량적인 계산을 완료한 경우								
1	제시문에 주어진 조건에 따라 순이익 계산 방법을 올바르게 수립하였으나, 각 경우에 따른 순이익의 계산 과정상 유의미한 실수가 발생한 경우									
0	제시문에 주어진 조건을 제대로 준수하지 못했거나, 순이익 계산 방법을 올바르게 수립하지 못한 경우 (순이익 계산값이 맞더라도 오답으로 처리)									
3	<table border="1"> <thead> <tr> <th>점수</th> <th>기준</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>모든 회사(3개 회사)의 입장에서, 예시 답안 또는 그에 준하는 수준으로 합리적으로 설명한 경우</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>일부 회사(1~2개 회사)의 입장에서, 예시 답안 또는 그에 준하는 수준으로 합리적으로 설명한 경우</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>예시 답안 또는 그에 준하는 수준에 현저하게 미치지 못하는 경우</td> </tr> </tbody> </table> <p>감점 2번에서 문제에서 주어진 문제의 조건을 제대로 준수하지 않았거나 계산 과정상 유의미한 실수가 발생하여 각 경우의 수에 대한 순이익 계산에 실패한 경우, 답안을 힌트로 제공하고 3번 문제를 진행하되 상기의 채점 결과로부터 1점을 감점 (단, 감점 전 0점인 경우 더 이상 감점하지 않음)</p>	점수	기준	2	모든 회사(3개 회사)의 입장에서, 예시 답안 또는 그에 준하는 수준으로 합리적으로 설명한 경우	1	일부 회사(1~2개 회사)의 입장에서, 예시 답안 또는 그에 준하는 수준으로 합리적으로 설명한 경우	0	예시 답안 또는 그에 준하는 수준에 현저하게 미치지 못하는 경우	2점
	점수	기준								
	2	모든 회사(3개 회사)의 입장에서, 예시 답안 또는 그에 준하는 수준으로 합리적으로 설명한 경우								
	1	일부 회사(1~2개 회사)의 입장에서, 예시 답안 또는 그에 준하는 수준으로 합리적으로 설명한 경우								
0	예시 답안 또는 그에 준하는 수준에 현저하게 미치지 못하는 경우									
4	<table border="1"> <thead> <tr> <th>점수</th> <th>기준</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>예시 답안 중 하나 이상의 상황을 유도하거나 또는 그에 상응하는 방향으로 전략을 제시하였고, 그 이유가 구체적이며 합리적인 경우</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>예시 답안 중 하나 이상의 상황을 유도하거나 또는 그에 상응하는 방향으로 전략을 제시하였으나, 그 이유에 다소의 논리적 결함이 포함된 경우</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>예시 답안 중 하나 이상의 상황을 유도하거나 또는 그에 상응하는 방향으로 전략을</td> </tr> </tbody> </table>	점수	기준	3	예시 답안 중 하나 이상의 상황을 유도하거나 또는 그에 상응하는 방향으로 전략을 제시하였고, 그 이유가 구체적이며 합리적인 경우	2	예시 답안 중 하나 이상의 상황을 유도하거나 또는 그에 상응하는 방향으로 전략을 제시하였으나, 그 이유에 다소의 논리적 결함이 포함된 경우	1	예시 답안 중 하나 이상의 상황을 유도하거나 또는 그에 상응하는 방향으로 전략을	3점
	점수	기준								
	3	예시 답안 중 하나 이상의 상황을 유도하거나 또는 그에 상응하는 방향으로 전략을 제시하였고, 그 이유가 구체적이며 합리적인 경우								
2	예시 답안 중 하나 이상의 상황을 유도하거나 또는 그에 상응하는 방향으로 전략을 제시하였으나, 그 이유에 다소의 논리적 결함이 포함된 경우									
1	예시 답안 중 하나 이상의 상황을 유도하거나 또는 그에 상응하는 방향으로 전략을									

		제시하였으나, 그 이유에 현저한 논리적 결함이 포함된 경우
	0	예시 답안 중 하나 이상의 상황을 유도하거나 또는 그에 상응하는 방향으로 전략을 제시하지 못한 경우
	감점	A사와 C사의 신규 기술 시장 참여 여부에 따른 각 경우의 수에 대한 순이익 계산에 실패한 경우, 예시 답안의 순이익 추정 표를 힌트로 제공하고 문제를 진행하되 상기의 채점 결과로부터 1점을 감점 (단, 감점 전 0점인 경우 더 이상 감점하지 않음)
※ 예시 답안과는 다르게 공동 투자 시 비용 부담 비율을 합리적으로 범위 내에서 변경하고, 이에 따라 순이익 추정, 전략 수립 및 이유 설명을 합리적으로 제시한 경우 답으로 인정할 수 있음		

7) 예시 답안 혹은 정답

[문제 1]

- 4차 산업사회 접어들면서 거의 모든 제품에 반도체 부품이 활용되고 있다. 따라서 반도체 부품이 부족해지면 일상생활 및 산업에서 사용되는 많은 제품의 생산 제조 판매가 어려워짐
- TV, 자동차, 핸드폰 컴퓨터, 가전기기 등이 없어 생활의 불편함 및 사회기능의 마비가 올 수 있음
- 각종 제조업 분야의 생산이 지연되거나 중단되어 산업활동이 위축되어, 일자리 감소, 기업의 매출 감소로 인해 경제가 위축되며, 국방 및 국가 안보에 악영향을 줌

[문제 2] ※ 이하 금액 단위 : 조 원

A, B, C 모두 신규 기술 개발에 참여하여 신규 기술 시장에 진입한 경우, 다음과 같이 A회사의 순이익을 계산할 수 있음

- A회사의 신규 기술 시장 참여에 의한 이익**
= 전체 신규 기술 시장 매출액 x 신규 기술 시장 점유율 x 이익률 = 60 x 1/3 x 70% = 14조 원
- A회사의 신규 기술 시장 참여에 의한 비용**
= 신규 기술 투자비 = 9조 원
- A회사의 기존 시장에서의 이익**
= 0 (신규 기술 시장 진입으로 인해 기존 기술 시장에서의 매출 소멸)

따라서, A회사의 순이익 = 14조 원 - 9조 원 + 0 = 5조 원이 됨

이와 같은 방식으로 각 회사의 신규 기술 투자 여부에 따른 총 8개의 경우의 수에 대해 각 회사의 순이익을 계산하면 다음과 같음

경우	신규 기술 시장 참여 여부			회사	순이익	신규 기술 시장 참여에 의한 이익	신규 기술 투자비	기존 시장에서의 이익
	A	B	C					
1	참여	참여	참여	A	5	14	9	0
				B	5	14	9	0
				C	5	14	9	0
2	참여	참여	미참여	A	15	24	9	0
				B	15	24	9	0
				C	3	0	0	3
3	참여	미참여	참여	A	15	24	9	0
				B	12	0	0	12
				C	15	24	9	0
4	참여	미참여	미참여	A	51	60	9	0
				B	12	0	0	12

				C	3	0	0	3
5	미참여	참여	참여	A	15	0	0	15
				B	15	24	9	0
				C	15	24	9	0
6	미참여	참여	미참여	A	15	0	0	15
				B	51	60	9	0
				C	3	0	0	3
7	미참여	미참여	참여	A	15	0	0	15
				B	12	0	0	12
				C	51	60	9	0
8	미참여	미참여	미참여	A	15	0	0	15
				B	12	0	0	12
				C	3	0	0	3

[문제 3]

- 1) (공통) 신규 기술 시장이 생성되기 전 기존 시장을 기준으로 A사는 15조 원, B사는 12조 원, C사는 3조 원의 순이익이 발생하고 있으며, 이는 각 회사별로 신규 기술 시장 미참여 시 달성가능한 순이익과 동일함
- 2) A사의 경우, 단독으로 신규 기술 시장에 진입한 경우를 제외하면, 기존 이익에 비해 이익 증가가 없으며 특히 모든 회사가 신규 기술 시장에 진입한 경우 오히려 기존에 비해 이익이 크게 감소함
- 3) B사의 경우, 모두 참여하는 경우를 제외하고 신규 기술 시장 참여에 의한 이익이 발생함. 다만, A와 마찬가지로 모든 회사가 신규 기술 시장에 진입한 경우 오히려 기존에 비해 이익이 감소함
- 4) C사의 경우, 모든 경우에 있어 신규 기술 시장 참여에 의해 이익 증가가 발생함. 다만, 기존 시장에서 3조 원의 매출(및 이익)이 발생하는 회사 규모에서 9조 원에 달하는 신규 기술 투자비용이 부담으로 작용할 수 있음

[문제 4] ※ 이하 금액 단위 : 조 원

A사 및 C사의 신규 기술 시장 참여 여부에 따라 4가지 경우가 발생할 수 있으며, 각 경우에 대한 각 회사의 순이익을 아래 표와 같이 추정할 수 있음 (단, 순이익 및 신규 기술 투자비 항목의 괄호 안 금액은 두 회사가 신규 기술 시장에 참여한 상황에서 회사 간 협력을 통해 신규 기술을 공동 개발하는 경우로써, 투자 비용을 "절반씩" 부담하는 경우를 가정)

경우	신규 기술 시장 참여 여부			회사	순이익 (공동 투자 시 순이익)	신규 기술 시장 참여에 의한 이익	신규 기술 투자비 (공동 투자 시 순이익)	기존 시장에서의 이익
	A	B	C					
1	참여		참여	A	5	14	9	0
				B	5	14	9	0
				C	5	14	9	0
2	참여	참여	미참여	A	15 (19.5)	24	9 (4.5)	0
				B	15 (19.5)	24	9 (4.5)	0
				C	3	0	0	3
3	미참여		참여	A	15	0	0	15
				B	15 (19.5)	24	9 (4.5)	0
				C	15	24	9	0

				(19.5)		(4.5)	
4	미참여	미참여	A	15	0	0	15
			B	51	60	9	0
			C	3	0	0	3

이에 기반하여 다음과 같은 전략을 수립할 수 있음

1) **[A사 참여, C사 미참여]**에 해당하는 상황이 발생할 수 있도록 A사와의 협력 및 C사의 신규 기술 시장 참여 배제 노력을 수행

- A사와 신규 기술의 공동 개발을 통해 기술 투자비를 절감할 경우 결과적으로 A사의 순이익 역시 기존 기술 시장에서의 순이익보다 증가하게 됨. 이러한 논리에 따라 A사의 시장 참여 및 협력을 유도하는 전략 사용
- C사가 신규 기술 시장에 참여하는 것을 배제하기 위해, C사의 순이익을 총 5조 원(A사, B사, C사 모두가 시장 참여를 한 경우 기대되는 C사의 순이익에 해당) 이상으로 보장해주는 전략 사용 → C사가 기존 시장에 잔류하여 얻을 수 있는 순이익 3조 원을 제외한 차액 2조 원을 A사, B사 각각 1조 원 이상씩 부담하여 C사에 지급. 1조 원을 지급하더라도 B사의 순이익은 $19.5 - 1 = 18.5$ 조 원으로써 여전히 순이익이 증가함

2) **[A사 미참여, C사 참여]**에 해당하는 상황이 발생할 수 있도록 C사와의 협력 및 A사의 신규 기술 시장 참여 배제 노력을 수행

- C사의 경우 회사 규모가 작아 투자비에 부담이 있는 상태로, 신규 기술의 공동 개발을 통해 투자비용 감소와 함께 순이익 증가가 가능함. 이러한 논리에 따라 C사의 시장 참여 및 협력을 유도하는 전략 사용
- A사가 신규 기술 시장에 참여하는 것을 배제하기 위해, B사 및 C사의 신규 기술 시장 참여 의사 및 협력 사실을 의도적으로 공개하여, A사의 신규 기술 시장 참여 의지를 낮추는 전략 사용

※ 제시문 3의 “어제까지 적이던 업체들이 합병하여 새로운 경쟁 구도가 만들어질 수도 있다.”에 착안하여 C사를 합병하겠다는 전략을 제시하고 그 이유 및 과정을 합리적으로 설명한 경우 답으로 인정할 수 있음

3) **[A사 미참여, C사 미참여]**에 해당하는 상황이 발생할 수 있도록, A사와 C사 모두의 신규 기술 시장 참여 배제 노력을 수행

- 의도적으로 B사의 신규 기술 시장 참여 의사를 공개하여, A사가 기존 기술 시장에 남도록 강제하거나 또는 참여하더라도 B사와 신규 기술을 공동 개발하도록 강제함
- C사가 신규 기술 시장에 참여하는 것을 배제하기 위해, C사의 순이익을 총 15조 원(A사는 신규 기술 시장에 참여하지 않고, B사와 C사 모두가 신규 기술 시장에 참여하는 경우 기대되는 C사의 순이익에 해당) 이상으로 보장해주는 전략 사용 → C사가 기존 시장에 잔류하여 얻을 수 있는 순이익 3조 원을 제외한 차액 12조 원 이상을 B사가 C사에게 별도 지급. 12조 원을 지급하더라도 B사의 순이익은 $51 - 12 = 39$ 조 원으로써 여전히 순이익이 크게 증가함