지구와 화성은 어떤 경제로 연결될까

테라포밍 성공 이후, 두 문명의 교역과 공존을 설계하다

지구과학 · 물리 · 경제 · 정치 · 윤리 · 정보의 융합 탐구

탐구 질문

화성에서 안정적으로 살아갈 수 있게 된 인류는 두 행성 사이에서 무엇을 거래하고, 어떻게 결제하며, 어떤 규칙으로 협력해야 할까?

01
무엇을 교환할까

현지 생산과 수입을
총비용·공급 안정성으로 비교

02
어떻게 결제할까

현지의 일상 결제와
행성 간 정산을 구분

03
어떻게 공존할까

투자·노동·공공시설과
공동 규칙의 책임을 설계

권장 기본안

기본 생활과 일상적인 의사결정은 현지에서 유지하고, 교역은 각자의 역량과 총비용을 따져 선택한다. 두 문명은 결제·수송·분쟁 해결에 관한 공동 규칙으로 연결한다.

문서의 성격 검증된 과학·경제 원리 + 명시적인 미래 가정 + 조건부 제도 제안

읽는 순서 전제·물리 조건 2-3쪽 / 교역·물류 4-6쪽 / 결제·투자·제도 7-10쪽 / 결론 11쪽 / 탐구 활동 12쪽 / 출처 13쪽

대상: 고등학생 · 작성일: 2026.10.31 · 가정 기반 탐구 예시 02

화성에서 살 수 있다는 가정에서 출발한다

현재의 사실, 미래의 설정, 우리가 선택할 제도를 분리한다.

테라포밍은 성공했다고 가정한다. 화성에는 사람이 호흡하며 야외에서 생활할 수 있는 환경과 농업 기반이 형성되어 있다. 지구와 화성에는 정주 사회와 기업·공공기관이 존재하며, 산업 역량은 품목과 지역마다 다르다.

구분	이 탐구에서 정한 범위
현재 자료로 확인	행성 간 통신 지연, 현재 탐사의 이동 실적, 화성의 중력·하루·공전 주기. 무역비용과 결제 위험에 관한 경제 원리.
미래의 기본 가정	테라포밍과 정주 사회 형성은 완료. 질량·궤도·자전은 현재와 대체로 같고, 정보는 빛보다 빠르게 전달되지 않는다. 물자 수송은 가능하며 비용·속도는 시나리오별로 바꾼다.
설계할 선택	현지 생산과 교역의 범위, 통화·결제 구조, 필수시설의 운영, 투자·노동·환경 규칙, 두 행성의 권한과 비용 분담.

두 행성을 두 경제권으로 단순화한다

지구와 화성 안의 여러 지역·정부·기업을 각각 하나의 경제권으로 묶어 비교한다. 정치적 독립 여부와 행성 안의 통화 수는 제도 선택의 문제다. 기본안은 현지의 의사결정권을 보장하면서 행성 간 거래에 공동 규칙을 두는 방식이다.

> **테라포밍 성공이 의미하는 범위**
>
> 거주 환경의 성립과 모든 산업의 자급 능력은 서로 다른 조건이다. 예를 들어 농업이 가능해져도 정밀 부품을 생산할 설비·숙련인력은 추가로 필요하다. 환경을 계속 인공적으로 관리해야 하는지는 별도 가정으로 두고, 필요한 경우에만 유지비를 계산한다.

평가 기준

효율성	안정성	자율성과 공정성
품질·납기를 만족하는 총비용이 적절한가?	보급·통신·설비가 멈춰도 필수 생활을 유지하는가?	결정에 현지 주민이 참여하며 비용과 위험이 합리적으로 나뉘는가?

이 문서는 미래의 가격·인구·산업을 확정하는 예측이 아니라, 조건을 바꾸어 운영 방안을 비교하는 사고실험이다. 수치 예시는 모두 교육용 가정으로 표시한다.

거리와 시간은 경제의 운영 방식을 바꾼다

테라포밍 이후에도 남는 조건을 현재의 천문 자료에서 찾는다.

물리·천문 조건	현재 자료의 기준	경제 설계에 주는 의미
통신 지연	전파의 편도 전달 시간은 궤도상 위치에 따라 약 3-22분이다. [1]	현지 결제·생산을 원격 승인에만 의존시키기 어렵다. 정보를 보내고 나중에 확인하는 업무 구조가 필요하다.
수송 시간과 시기	Perseverance는 약 7개월을 이동했다. 에너지 효율이 좋은 지구 출발 배치는 약 26개월 간격으로 돌아온다. [2]	운항표, 장기 주문, 비축과 수리 체계를 함께 계획한다. 미래에는 추진·궤도·탑재량·비용에 따라 조건이 달라질 수 있다.
중력	화성 표면 중력은 지구의 약 38%다. [3]	구조물·운반·발사 조건이 달라진다. 그러나 중력 하나만으로 수출 원가나 운송비를 결정할 수 없다.
하루와 1년	태양일 1 sol은 약 24시간 39분 35초, 공전 주기는 약 687 지구일이다. [3]	근무표는 현지 생활에 맞추고, 계약·납기·금리·통계에는 합의한 시간 단위를 명시한다.

통신의 왕복 시간 계산

상대방이 즉시 답해도 질문과 응답의 전파 왕복에는 대략 **6-44분**이 필요하다. 이는 편도값을 두 배 한 계산이며, 처리·중계·대기 시간은 별도다. 전송 용량과 지연 시간은 다르므로, 응답을 즉시 요구하지 않는 파일·설계도 교환은 계속 가능하다. [1]

수송 가정의 주의점 7개월은 현재 임무의 사례이지 미래 수송의 하한이 아니다. 26개월도 그때만 출발할 수 있다는 뜻이 아니다. 화성에서 지구로 돌아오는 일정은 별도로 계산해야 한다. [2]

거래 단위의 주의점 중력이 달라져도 화물의 질량은 같다. 물량은 kg 같은 질량 단위로, 기간은 '지구 기준일 30일'처럼 공통 기준으로 표현하는 방안을 제안한다.

어느 행성에서 무엇을 만들어야 할까

비교우위와 도착원가, 외부의 실제 수요를 함께 판단한다.

비교우위는 다른 생산을 얼마나 포기해야 하는지에 관한 **기회비용의 차이**다. 단순히 한 제품을 싸게 만드는 능력과 구분한다. [4] 개별 기업은 같은 품질·납기의 조달비용을 비교하고, 경제권 전체는 인력·설비·에너지를 다른 생산에 쓸 가능성까지 고려해야 한다.

조건부 교역 후보	교역·현지 생산을 판단할 조건	이 탐구의 설계 방향
식량·물·건축재	현지 원료와 생산 기반, 단위 가치 대비 화물량, 공급 중단의 피해	기본 공급은 현지 생산·비축을 중심으로 설계하고, 부족분이나 특수 품목은 교역한다.
정밀 장비·핵심 부품	질량 대비 가치, 생산시설 중복의 비용, 손상·노후화, 수리 가능성	역량이 있는 곳에서 조달하되, 수리 도면·예비 부품·기술 이전을 함께 확보한다.
설계·소프트웨어·연구·콘텐츠	독창적 역량과 지불할 고객, 품질 검증, 통신 용량·지연, 이용권	완성된 파일이나 분석 결과처럼 즉시 왕복 응답이 덜 필요한 서비스를 교역 후보로 본다.
화성 현지의 서비스	화성에서 활동하는 외부 기업의 수요, 현지 정비·수송·관측 역량	지구 기업이 화성에서 구매한 정비·물류 서비스도 대외 수입원이 될 수 있다. 물자를 지구에 실어 보내야만 수출하는 것은 아니다.

화성이 반드시 광물을 수출해야 하는 것은 아니다

광물의 수익성은 매장량뿐 아니라 품위, 채굴·정제·운송비와 경쟁 상품의 가격에 달려 있다. 디지털 서비스도 전문성과 고객이 있어야 팔린다. 따라서 품목과 교역 방향은 **가능한 후보**로 두고, 자료와 가정을 통해 검토해야 한다.

지구의 무역비용 연구도 운송 외에 정보·거래·통신 연결·제도 차이를 구분한다. [5] 이 원리는 분석 틀로 참고하되 지구의 비용 수치를 화성에 그대로 적용하지 않는다.

싼 제품도 도착하면 비싸질 수 있다

같은 이용 지점에 공급되는, 사용 가능한 제품 1개당 비용을 비교한다.

도착·공급 원가의 구성

출발지 구매비 + 운송·하역비 + 보험료 + 미보상 예상 손실 + 추가 보관·취급비 + 운전자본 보유비 + 통관·규정 준수비
현지 생산비에도 설비·에너지·노동·수리·수입 중간재와 현지 배송 비용을 반영한다.

가상 계산: 지구 구매비 1,000 U, 화성 현지 생산비 1,800 U

U는 계산을 위한 가상 가치 단위다. 두 대안은 품질·납기·사용 가능성이 같다고 단순화한다. 수입품의 도착추가비용을 F라 두면 **수입 조달비용 = 1,000 + F**이고, 비용이 같아지는 지점은 **F = 800**이다.

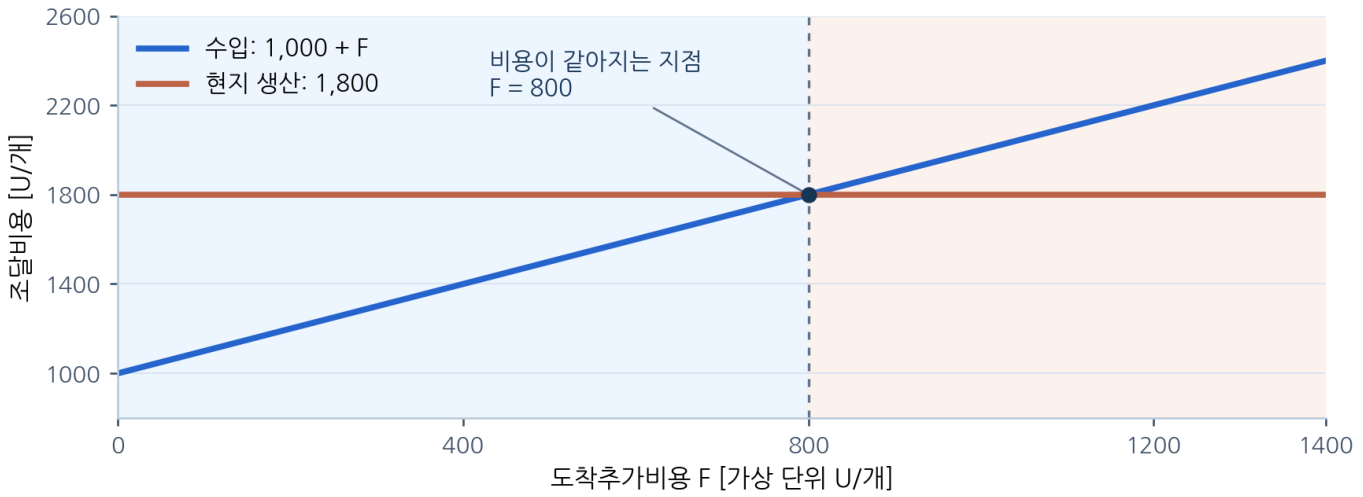

그림: 교육용 가상 수치의 계산 결과. 실제 운송비·화성 가격의 추정이나 미래 예측이 아니다.

도착추가비용 F	수입 조달비용	현지 생산비	이 가정에서의 선택
600 U/개	1,600 U/개	1,800 U/개	수입이 200 U 저렴
1,200 U/개	2,200 U/개	1,800 U/개	현지 생산이 400 U 저렴

중복 계산을 피한다. 구매 원금을 이미 넣었다면 재고비로 다시 더하지 않는다. 같은 자금·기간에 이자와 자본의 기회비용을 겹쳐 넣지 않는다. 운임에 포함된 비용과 보험으로 보상되는 손실도 분리한다.

이 표는 기업의 조달비용 비교다. 관세처럼 정부에 이전되는 금액은 두 문명 전체의 사회적 비용을 분석할 때 실제 자원 소모와 구분한다. 필수품은 가격과 함께 공급 중단의 피해를 평가한다.

현지 생산·비축·수리가 함께 있어야 한다

목표는 모든 것을 자급하는 것이 아니라, 보급 공백에 버틸 능력을 갖추는 것이다.

정기 화물은 운항표에 맞춰 예측 주문하고, 발사 전 품질 검사와 부품의 표준화를 강화한다. 긴급 수송은 실제 가능한 노선과 비용이 확인된 경우에 계획한다. 중요한 설비에는 예비 부품, 현지 수리 인력과 필요한 사용권을 함께 확보하는 방안을 제안한다.

공급 대상	우선 검토할 방식
식량·물·전력	일정 부분의 현지 공급, 설비 다중화, 수요 관리와 비축을 결합한다. 핵심 투입재가 외부에만 있는지도 추적한다.
핵심 부품·정비	표준 부품과 예비품, 현지 가공·수리 능력, 도면·소프트웨어 접근권을 확보한다.
선택적 소비재	긴 예약 배송과 가격 정보를 제공한다. 필수품의 최소 운송 용량과 비상용 물량을 먼저 정하는 방안을 비교한다.

가상 계산: 같은 재고라도 자립 능력에 따라 달라진다

사용 가능한 재고가 2,400단위이고 추가 보급이 없다고 가정한다. 재고가 0이 되는 기간은 **재고 ÷ (하루 수요 - 하루 현지 생산)**이다. 아래에서는 수요가 현지 생산보다 크다.

상황	하루 수요	현지 생산/일	순소진/일	고갈까지
기본 조건	100	80	20	120일
수요 증가	120	80	40	60일
생산 중단	100	0	100	24일

가정: 수요·생산량은 일정하고 폐기·유효기간 만료가 없으며, 현지 생산을 유지할 원료·부품이 확보되어 있다. 최소 비축량을 남기는 실제 운영 가능 기간은 위 고갈 기간보다 짧다.

비축 기준은 실제 보급 공백에서 정한다

필요 재고를 단순히 '7개월분' 또는 '26개월분'으로 정하지 않는다. 선택한 운항표에 따라 다음 배송이 언제 가능한지, 항차 취소와 현지 설비 고장이 겹치면 어떤지 계산한다. 손상된 설비를 복구할 투입재까지 점검해야 한다.

같은 돈을 쓸까, 서로 다른 돈을 쓸까

화폐 이름보다 발행·신용·위기 부담과 대표성의 규칙이 중요하다.

지구와 화성의 산업 규모·물가·경기 충격이 다를 수 있으므로 통화 방식도 비교해야 한다. 아래는 **통화의 선택과 정산 협력의 조합을 비교한 설계안**이다. 세 번째 행은 현지 통화에 협력 규칙을 결합한 경우다. 행성 안에 여러 통화가 존재하는 경우에도 같은 질문을 적용할 수 있다.

선택	기대할 수 있는 장점	필요한 합의와 부담
각 경제권의 통화	현지의 물가·고용·생산 상황에 대응할 정책 선택의 여지가 있다.	환율, 외화 결제 자금, 통화 신뢰를 관리해야 한다. 수입 통화와 매출 통화가 다르면 부담이 생길 수 있다.
하나의 공통 통화	두 통화 사이의 환전 절차와 환율 위험을 줄일 수 있다.	공동 발행기관, 주민의 대표성, 위기 지원·재정 이전·손실 분담에 대한 깊은 합의가 필요하다.
현지 통화 + 공동 정산 규칙	일상경제의 자율성과 행성 간 거래의 예측 가능성을 함께 추구한다.	인정할 결제자산, 환전 방식, 예치금·신용한도와 지급 완료 기준을 정해야 한다. 공동 표시단위는 필요할 때 추가한다.

이번 탐구의 기본 제안

현지 통화와 현지 결제망을 유지하면서 행성 간 정산 규칙을 공동으로 정한다. 두 경제권의 재정·정치적 통합이 깊어지면 공통 통화도 대안이 될 수 있다. 공통 화폐가 생겨도 상품·에너지·생산능력의 부족 자체가 사라지는 것은 아니다.

단위를 통일하는 일과 돈을 지급하는 일은 다르다

계약 가격을 같은 단위로 표시해도 실제로 무엇을 지급할지, 얼마로 교환할지, 지급기관이 실패하면 누가 손실을 부담할지 정해야 한다. 본문의 U는 계산용 단위이며 실제 통화나 지급 보증을 뜻하지 않는다.

현재 금융 원칙은 결제자산의 신용·유동성 위험과 법적 지급 완료 시점을 명확히 하도록 요구한다. [7] 다음 쪽에서는 이 원칙을 참고해 행성 간 거래 구조를 제안한다.

현지 결제는 빠르게, 행성 간 확인은 단계별로

가상 사례: 화성 기업이 지구 기업의 정밀 장비를 주문한다.

본 탐구의 제안 모형. 화물 이동, 대금 지급, 확인 메시지의 도착은 서로 다른 사건이다.

구분할 지연	거래를 운영하는 제안
행성 내부의 결제	같은 행성의 금융기관과 결제망에서 처리한다. 화성의 모든 일상 결제를 지구 승인과 연결할 필요는 없다.
행성 간 확인	사전 예치금이나 합의된 신용한도를 이용하고, 접수·자금 확보·상대측 확인·지급 완료를 구분한다. 응답이 늦으면 같은 거래번호로 상태를 조회한다.
화물 인도와 검수	출발·도착·검수 단계별로 대금을 나누어 지급하거나 에스크로를 활용한다. 검수 기준, 보관기관, 분쟁 판단과 지연·분실 책임을 계약에 적는다.

현지의 자금 예약은 전체 거래의 최종 완료와 다르다. 보증이나 예치금은 위험과 대기 부담을 나누는 장치이며 전파의 전달 시간을 줄이지 않는다. 대금을 송금했다고 화물이 도착하는 것도 아니다.

환율 위험과 지급 실패 위험을 따로 관리한다

환율 변동에는 유효기간이 있는 견적과 계약 통화·환율 결정 방식을 정한다. **한쪽 통화만 지급되는 위험**에는 두 지급을 서로 조건으로 연결하는 PvP 원칙을 참고할 수 있다. [8] 이것이 환율 변동이나 통신 중단의 모든 위험을 없애지는 않는다.

계약의 공통 기준

질량 단위, 공통 시각과 기간, 소유·위험이 넘어가는 단계, 지급이 취소 불가능해지는 시점, 적용 규칙과 중재 절차를 정한다. 재전송 때 중복 지급을 막고, 통신 중단 시 보류·취소·복구 권한을 명시한다. [7]

화성은 수입 대금을 어디서 마련할까

수출수익, 투자, 차입과 재정이전은 성격이 다르다.

대외 자금의 원천	받는 이유와 이후의 부담
상품·서비스 수출	외부 고객에게 가치를 제공하고 대금을 받는다. 반복 수요와 경쟁력을 확보해야 한다.
지분 투자	소유 지분·미래 이익을 나눈다. 투자금이 생산능력을 키우는지, 경영권·수익 배분 조건이 어떤지 검토한다.
대출	만기·이자·원금 상환 의무가 생긴다. 매출 통화와 차입 통화의 차이, 다음 자금 조달이 끊길 가능성을 점검한다.
지원금·재정이전	합의된 공공 목적과 비용 분담에 따라 지급한다. 지원 조건과 지속 가능성을 명확히 해야 한다.

가상 계산: 무역 적자를 투자와 차입으로 충당하는 해

단위는 백만 U/지구년이다. 수입 대금 500, 수출 대금 300이라면 부족한 200을 순지분 유입 180과 순신규 차입 20으로 충당하는 경우를 생각할 수 있다.

충당할 수입 대금	수출 대금과 순자금 조달	충당 관계
수입 대금 500	수출 300 + 순지분 유입 180 + 순신규 차입 20	500 = 500

계산 가정: 그해 수출입 대금은 모두 결제하고, 순소득·순이전·준비자산 변화·무역신용은 0이다. 지분 유입은 유출을 뺀 순액, 순신규 차입은 새 대출에서 원금 상환을 뺀 금액이다. 유입 방향으로 표시했으며 공식 국제수지 계정의 부호 표기는 아니다.

판단할 질문은 '적자인가'만이 아니다

그 자금으로 생산·수리 능력이나 향후 수입 대체능력이 커지는지, 미래의 배당·이자를 감당할지, 투자 회수나 대출 중단에도 필수 수입을 유지할지 살펴본다. 현재의 대외수지 분석에서도 상환 능력과 당장의 자금 조달 가능성을 구분한다. [6]

세금·공공요금의 설계도 필요하다. 우주항·통신·공공시설의 비용을 이용료와 재정 중 무엇으로 부담할지, 필수 서비스의 접근성과 이중과세 문제를 어떻게 조정할지 공동으로 정한다.

누가 결정하고, 누가 비용과 위험을 맡을까

운영의 강조점을 비교한다. 실제 제도는 여러 방식을 결합할 수 있다.

운영 방식	장점으로 기대할 수 있는 것	비교할 위험
시장 자율 중심	가격 신호와 다양한 기업의 시도, 수요에 따른 조정	우주항·전력 등 필수시설의 독점, 구매력에 따른 기본 서비스 격차
중앙 배분 중심	대규모 기반시설과 비상 배분을 함께 계획	현장 정보 반영의 어려움과 권한 집중. 결정권이 지구에 집중되면 행성 간 통신 지연이 추가됨.
현지 자율 + 공동 규칙	현지 대응과 행성 간 계약의 예측 가능성을 결합	공동기구의 대표성, 재원·손실 분담과 규칙의 집행 갈등

기본안에 포함할 네 가지 규칙

주민의 참여: 조세·노동·필수시설의 규칙에 현지 주민이 참여한다. 공동기구의 권한과 의결권을 출자액만으로 정할지, 주민 대표성도 반영할지 논의한다.

필수시설의 공공성: 물·전력·통신·우주항에 최소 서비스와 차별 없는 접근, 비상 운영 규칙을 둔다. 공기업·협동조합·요금 규제를 받는 민간 운영을 비교할 수 있다.

노동과 이동: 임금뿐 아니라 생활비·노동시간·이주비 대출·이직과 귀환 비용의 책임을 계약에 명시한다. 노동자의 장거리 이동 제약을 일방적인 종속 조건으로 이용하지 않도록 설계한다.

환경과 분쟁: 오염·자원 사용의 비용 부담, 설비 사용권과 정비 책임, 계약 분쟁의 현지·공동 중재 절차를 정한다. 인공적인 환경 유지가 필요한 설정에서는 유지비 분담도 포함한다.

현재의 우주조약은 어떤 출발점을 제공하는가

현행 우주조약은 천체의 국가적 영유 금지(제II조), 비정부 우주활동에 대한 해당 당사국의 허가·계속 감독(제VI조), 우주물체 소유권의 존속(제VIII조)을 구분한다. [9] 설비 소유와 행성에 대한 주권은 서로 다른 문제다. 미래의 정부·조세·무역체제는 새로운 합의가 필요한 설정으로 다룬다.

이 쪽의 비교와 권고는 본 탐구의 제도 제안이다. 현행 조약이나 국제기구가 미래의 두 행성 경제에 이 운영 방식을 정해 두었다는 뜻은 아니다.

현지 생활 기반과 행성 간 협력을 함께 강화한다

상호의존을 유지하면서 어느 한쪽의 중단이 전체 위기로 번지지 않게 한다.

영역	현지에서 확보할 것	공동으로 정할 것
생산·소비	필수 공급, 수리 역량, 현지 수요에 대한 결정	제품 표준, 기술·설계 이용권, 교역 조건
물류	비축과 수요 예측, 현지 설비 복구	양방향 운항표, 선적·검수 기준, 비상 지원
금융	일상 결제망과 현지 유동성	환전·정산·예치금 규칙, 최종 지급 기준
공공·노동	주민 참여와 기본 서비스, 노동 계약의 집행	공동시설 비용 분담, 이동·귀환과 분쟁 해결

탐구 보고서의 결론 예시

화성 테라포밍이 성공하더라도 두 행성 사이의 거리와 시간 차이는 경제에 남는다. 따라서 두 문명의 경제 활동은 현지의 기본 생활을 유지하는 생산·수리·결제 능력을 갖추고, 각자의 역량과 도착원가를 비교해 상품·서비스를 거래하는 방식으로 구성하는 것이 적절하다.

행성 간 거래에는 수송 계획과 재고, 환율과 지급 완료 기준, 투자와 상환 부담, 공동시설의 비용을 함께 설계해야 한다. 일상적인 판단은 현지에 두되, 수송·계약·정산·비상 지원에는 공동 규칙을 마련하는 방안을 기본안으로 제안한다. 이 체제의 성패는 거래량뿐 아니라 생활 안정, 현지 자율성과 위험 분담으로 평가해야 한다.

수송 기술이 달라지면 결론도 일부 바뀐다

운송이 저렴해지면 교역 후보가 넓어지고, 빨라지면 재고·자금 부담도 줄어들 수 있다. 반대로 저렴하지만 느리면 납기와 비축의 문제는 남는다. 통신 역시 빛의 유한한 속도를 전제로 설계한다. 따라서 권고안은 기술 수준과 산업 역량을 바꾸어 다시 평가해야 한다.

탐구의 한계 미래의 인구·산업·추진 기술·가격을 관측한 결과가 아니다. 현재의 과학·경제 원리와 명시적 가정을 결합한 설계이며, 어느 제도가 우수한지는 선택한 조건과 평가 기준에 따라 달라질 수 있다.

조건을 바꾸고, 설계가 어떻게 달라지는지 검토한다

계산 결과와 제도 선택의 근거가 함께 드러나는 탐구 결과물을 만든다.

탐구 질문 운송 기술의 발전은 현지 생산과 무역을 어떻게 바꿀까?

5쪽의 지구 구매비 1,000 U/개, 화성 현지 생산비 1,800 U/개를 유지한다. 아래는 세 가지 **가상 설정**이다. 도착추가비용과 이동 기간을 직접 계산·비교하되, 구체적인 추진 기술의 구현 가능성을 입증한 값으로 쓰지 않는다.

가상 시나리오	도착추가비용 F	이동 기간	먼저 판단할 질문
A. 비용이 큰 운송	1,200 U/개	7개월	현지 생산의 가격상 이점은 얼마인가?
B. 저렴하지만 느린 운송	600 U/개	7개월	수입이 싸져도 어떤 비축이 필요한가?
C. 저렴하고 빠른 운송	300 U/개	1개월	줄어드는 재고·자금 부담과 남는 위험은 무엇인가?

비용 F는 각 조건의 시간·재고 비용까지 합친 설정값이다. 별도로 시간 비용을 더하려면 F의 구성에서 그 항목을 먼저 분리한다. 비교표의 이동 기간만으로 다음 항차의 대기 시간까지 알 수는 없다.

탐구 수행 순서

1. **가정 작성:** 화성의 거주 환경, 생산 기반, 수송 방식, 통화와 정치적 관계를 적고, 자료로 확인한 사실과 나눈다.

2. **비용과 재고 계산:** 세 시나리오의 수입 조달비용을 계산한다. 6쪽 재고 모형의 수요·현지 생산량을 바꿔 공급 중단의 영향을 비교한다.

3. **운영안 선택:** 교역 품목, 현지에 유지할 생산·수리 능력, 결제 방식과 비상 지원을 정한다. 기업의 비용, 주민의 생활 안정, 공동기관의 책임을 함께 설명한다.

4. **반례 검토:** 운송회사 파산, 현지 발전 설비 고장, 지구 투자금 중단 중 하나를 적용해 선택한 운영안이 유지되는지 검토한다.

> **결과물에 담을 핵심**
>
> 질문과 가정 / 근거 자료 / 비용·재고 계산표 / 거래와 책임의 구조 / 선택한 운영안 / 다른 선택을 하지 않은 이유 / 가정을 바꾸었을 때의 변화 / 결론과 한계

보고서·정책 제안서·비교 인포그래픽·모의 협상안으로 표현할 수 있다. 가상의 수치를 명확히 표시하고, 결론에 도달한 계산과 판단 과정을 공개한다.

출처와 자료 안내

본문의 [번호]와 연결된다. 아래 주소를 누르면 원문을 열 수 있다.

[1] NASA/JPL | Speaking Percy's Language: How to Talk so Perseverance Will Listen
편도 통신 지연 3-22분. 운용 엔지니어의 설명.
https://science.nasa.gov/blog/speaking-percys-language-how-to-talk-so-perseverance-will-listen/

[2] NASA | Mars Mission Timeline
Perseverance 이동 실적과 약 26개월의 효율적 출발 배치.
https://science.nasa.gov/planetary-science/programs/mars-exploration/mission-timeline/

[3] NASA/JPL (2021) | Mars 2020 Perseverance Landing Press Kit: Quick Facts
화성 중력, 태양일과 공전 주기. 현재의 물리 기준.
https://www.jpl.nasa.gov/news/press_kits/mars_2020/landing/quick_facts/

[4] IMF / Brad McDonald | International Trade: Commerce among Nations
비교우위, 서비스 무역과 교역의 기본 원리.
https://www.imf.org/en/publications/fandd/issues/series/back-to-basics/trade

[5] World Trade Organization | Trade Cost Index: Determinants
운송뿐 아니라 정보·거래·제도·통신 연결을 포함한 무역비용.
https://tradecosts.wto.org/determinants.html

[6] IMF / Atish Ghosh & Uma Ramakrishnan | Current Account Deficits
대외자금, 투자·적자, 상환 능력과 자금 조달 지속 가능성.
https://www.imf.org/en/publications/fandd/issues/series/back-to-basics/current-account-deficits

[7] BIS CPMI-IOSCO (2012) | Principles for Financial Market Infrastructures
법적 근거, 지급 완료, 결제자산과 인도 위험. 원칙 1·8·9·10·12.
https://www.bis.org/committees/cpmi/pfmi/overview

[8] BIS CPMI (2023.03.27) | Facilitating increased adoption of payment versus payment (PvP): final report
환율 변동과 구분되는 외환결제 위험, 두 지급의 조건부 연결.
https://www.bis.org/publications/facilitating-increased-adoption-payment-versus-payment-pvp-final-report

[9] United Nations (1967) | Outer Space Treaty, Articles II, VI, VIII
국가적 영유, 비정부 활동 감독, 우주물체 소유권의 구분.
https://treaties.un.org/doc/Publication/UNTS/Volume%20610/volume-610-I-8843-English.pdf

온라인 자료 열람일: 2026.10.31. 천문 수치와 현재의 제도 원리는 출처에 근거하며, 화성의 산업·통화·운영 방식 및 수치 모형은 본 탐구의 가정과 제안이다.