

어떤 항공기 프로젝트의 출생과 죽음

미셸 깔롱/존 로

어떤 기술 프로젝트가 수년 동안 계속되어 왔고, 수많은 설계, 부품, 공작기계 등과 같은 물질적인 요소들을 동원해 왔으며, 거기에 수십만 혹은 수백만의 노동자, 설계자, 관리자가 관여해 왔다고 생각해 보라. 그 프로젝트가 지속적으로 변화하는 환경(여기서는 요구사항, 이해관계, 심지어 행위자들 자신도 끊임없이 변화한다) 속에서 발전되어 왔다고 생각해 보라. 수백 가지가 아닌 수백만 가지의 의사결정이 이루어져 왔다고 생각해 보라. 그리고 결국은 그 프로젝트가 신랄한 비판의 소용돌이 속에서 폐기되었다고 생각해 보라. 우리는 어떻게 그러한 프로젝트를 '단순한' 역사 이상의 방식으로 서술할 수 있는가? 어떻게 우리는 다른 프로젝트와 기술혁신에 대한 분석에 도움을 줄 수 있도록 그 프로젝트를 서술할 수 있는가? 우리는 어떻게 그것의 실패를 설명할 수 있는가? 어떻게 우리는 편파적이지 않은 방식으로 이러한 작업을 수행할 수 있는가?

최근에 기술의 사회적 분석에 대한 관심이 증가하고 있지만, 활용 가능한 기존의 연구 방법론이 실제로 유용한지는 의문이다. 우리는

* 출처: John Law and Michel Callon, "The Life and Death of an Aircraft: A Network Analysis of Technical Change", Wiebe E. Bijker and John Law (eds.), *Shaping Technology/Building Society: Studies in Sociotechnical Change* (Cambridge, Mass.: MIT Press, 1992), pp. 21-52.

맥락이 내용에 영향을 미치고 동시에 내용이 맥락에 영향을 미친다는 주장이 타당하긴 하지만 너무 단순하다고 생각한다. 우리가 필요로 하는 것은 흔히 사회기술적 맥락과 사회기술적 내용으로 구분되어온 것의 동시진화(coevolution)를 서술하고 설명할 수 있는 분석틀이다. 최근의 연구에서 우리는 이러한 종류의 과정을 이해하기 위하여 '연결망'(network)이라는 비유를 사용하였다(Callon and Law, 1989). 행위자들은 한 프로젝트를 구축하는 데 필요한 자원을 획득하기 위하여 우리가 '포괄적 연결망'(global network)으로 부른 것을 동원하고 안정시키려고 시도한다. 여기서 포괄적 연결망은 특정한 행위자와 인접 행위자들의 관계, 그리고 인접 행위자들 사이의 관계로 구성된다. 그것은 혁신이 발생하는 공간, 시간, 자원을 조성한다. 이러한 공간 — 우리는 그것을 '협상 공간'(negotiation space)라 부른다 — 내부에서 프로젝트를 구축하는 것은 '국소적 연결망'(local network)을 정교화하는 것으로 간주될 수 있다. 거기서는 작동 장치를 성공적으로 생산하는 데 필요한 이질적인 요소들이 개발되고 배치된다. 우리는 프로젝트를 그것의 '내부' 및 '외부'에서 동원된 이질적인 요소들을 정렬하는 행위로 간주함으로써, 과학기술사회학에서 통상적으로 사용되어온 맥락과 내용이라는 분석 수단을 넘어설 수 있다고 제안해 왔다.

이 논문에서 우리는 영국에서 수행된 어떤 항공 프로젝트의 역동성을 살펴봄으로써 우리의 분석을 더욱 진전시키고자 한다. 우리는 그 프로젝트의 관리자들이 국소적 연결망을 구축하고 유지하는 데 필요한 시간과 자원을 획득하기 위하여 그들의 프로젝트를 포괄적 연결망 내에 위치시키는 방식을 검토할 것이다. 그리고 우리는 관리자들의 노력뿐만 아니라 포괄적 연결망의 형성에 영향을 미치는 사건과 전략에 의해 그 프로젝트의 형태가 구성되는 방식을 논의할 것이다. 따라서 우리는 국소적 연결망과 포괄적 연결망의 창출로 이어지는 전략과 우연성, 두 연결망을 형성하고 그 사이의 관계를 조정하는 선구자 혹은

은 관리자의 활동, 그리고 그 관계가 완전히 통제의 범위를 벗어났을 때 프로젝트가 결국 붕괴하는 과정을 추적할 것이다.

어떤 면에서 보면 우리의 이야기는 진부할런지 모른다. 이 논문은 실패로 귀결된 거대 군사기술 프로젝트를 서술하고 있다. 그것은 영국 항공산업기술의 역사에서 상당한 주목을 받아 왔다. 여기서 우리가 군사적 지출의 회계 목록에 첨가할 수 있는 새로운 사실을 제시하는 것은 아니다. 오히려 이 논문은 분석적이다. 이 책의 다른 필자들과 마찬가지로, 우리는 분석에 필요한 어휘를 개발하여 장기적인 제도적 기반을 구축하려는 모든 시도를 서술하고 설명하려고 한다. 특히 실패한 프로젝트를 다루는 것은 방법론적으로 중요한 의미를 가지고 있다. 실패를 둘러싼 논쟁은 성공적인 프로젝트와 제도의 경우에 숨겨지기 쉬운 과정을 드러낼 수 있기 때문이다.

프로젝트와 인접 행위자들

TSR.2 프로젝트는 1950년대 말에 영국 공군(RAF: Royal Air Force)의 작전소요국(ORB: Operational Requirements Branch)에서 구상되었다(TSR은 전술적 공격 및 정찰[Tactical Strike and Reconnaissance]의 약어이며 2의 의미는 수수께끼로 남아있다). 그 프로젝트의 구조와 인공물은 인접 행위자들에 대한 협상의 과정에서 인식되었다. 따라서 그 프로젝트를 추진했던 사람들은 그것이 생존할 수 있도록 그것에 형태를 부여하려고 노력했다. 어떤 경우에 그것은 인접 행위자들로부터 충분한 자원을 동원하는 문제를 의미하였다. 다른 경우에 그것은 적절한 배치를 위하여 그 프로젝트와 인접행위자들 사이의 관계를 규정하는 문제를 뜻하였다.¹⁾

이러한 과정의 기원은 작전소요국에 의해 개발된 일반작전소요(GOR: General Operational Requirements) 339와 영국 정부의 조달담당 기관인 보급성에 의해 제안된 항공산업 합리화 정책으로 거슬러 올라갈 수 있다. 그 때까지의 공군의 전반적인 관심을 고려해 볼 때 정책의 최종 산물은 항공기가 되는 것이 적합했다. 다른 모든 거래는 이러한 가정에 입각하여 예측될 수 있었다. 1957년에 극우파가 제출한 국방 백서에 자세히 설명되어 있는 영국의 국방 정책은 탄도 미사일 보복에 입각한 핵 억제 정책이었다. 국방성이 관계된 한, 전략 폭격기는 최종 산물이 될 수 없었다. 그것은 1957년의 백서에서 제외되었다. 이상의 배경은, 1950년대 말에 전투기가 필요했는지는 확실하지 않았지만, TSR 항공기가 프로젝트의 적절한 목표가 될 수 있었다는 점을 말해준다.

재무성이 관계된 한, 최종 산물은 경제적으로 저렴해야 했다. 재무성은 국방 지출의 경제성을 강조했으므로 항공기를 요구할 특별한 이유를 가지지 않았다. 재무성이 허용할 수 있는 것은 기껏해야 단일 전투기에 불과했다. 그러나 전투기를 원하는 공군의 요구사항도 만족시켜야 했다. 이에 따라 다기능 항공기에 대한 압력이 생겨났고 그것은 또한 단가를 줄이기 위해 외국에 판매될 수 있어야 했다. TSR은 이러한 모든 조건을 만족시킬 수 있는 것이었다.

해군이 관계된 한, 그것은 고도의 적대감을 극복할 수 있어야 했다. 해군은 뷰캐니어(Buccaneer)라고 불리는 소형 전술 공격기를 구매하고 있었다. 해군은 공군이 뷰캐니어와 동일한 항공기를 구매하도록 설득하려고 했다. 그것은 해군의 구매비 및 운영비를 줄여주고 무기조달 예산을 삭감하려는 압력을 완화시킬 수 있었기 때문이었다. 반면 공군 작전소요국은 뷰캐니어와 전혀 다른 기종을 원하였다. 작전

1) 여기서 우리는 Latour(1987)의 방법론적 권고와 '행위자들을 따라가는' 방법을 채택하였다.

소요국은 규모가 크고, 초음속의 속도를 가지며, 정확한 공격이 가능한 항공기를 제안하였다. 이러한 작전소요국의 태도는, 해군이 추구한 것과 달랐지만, 재무성의 요청을 중화시키려는 목적을 가지고 있었다.

보급성이 관계된 한, 그 프로젝트는 항공산업을 합리화하는 정책과 양립할 수 있어야 했다. 1950년대 말 영국에는 12개의 제조업체가 기계(機體)제작산업으로 진출하려고 하였다. 보급성은 많아야 2개 혹은 3개의 업체가 수용될 수 있다고 생각하였다. 따라서 그 프로젝트는 대규모의 강력한 산업적 컨소시엄을 유발하는 수단으로 인식되었다. 보급성에게는 그것이 단일한 업체를 위한 프로젝트로 생각될 수 없었다.

이러한 거래는 TSR.2 프로젝트를 형성하고 규정하는 역할을 담당하였다. 이러한 과정의 몇몇 특징을 살펴보기로 하자.

TSR.2 프로젝트는 우리가 가변적인 결합구조(variable geometry)라고 부르고 싶은 것을 보여준다. 즉 그 프로젝트는 상이한 행위자들에게 각각 다른 것을 의미하였다. 다시 말해서 그것은 고도의 '해석적 유연성'을 가지고 있었다. 국방성과 공군에게는 그것이 전략 폭격기가 아니라 전술 공격 및 정찰기였다. 재무성에게는 그것이 (비록 충분하지는 않다하더라도) 상대적으로 저렴한 프로젝트였다. 해군에게 그것은 뷰캐이너에 대한 성공적인 경쟁자였고, 보급성에게는 그것이 산업 정책의 수단이었다.

동시에 TSR은 이러한 행위자들 각각에게 비교적 단순한 대상이었다. 간단히 말해서, 항공기와 프로젝트의 복잡성은 외부의 행위자들에게 보여지지 않는 것이었다. 그러한 단순화는 TSR.2 프로젝트가 존재하는 데 결정적인 요인으로 작용하였다. 또한 그 프로젝트의 관점에서 보면 외부 행위자들 자체가 단순화되었다. 예를 들어 재무성은 광범한 정책적 관심과 절차를 가진 복잡한 관료조직이었지만, 프로젝트의 관점에서는 그것이 특별한 의미를 가지지 않았다. 재무성은 자금을 공급하는 단순한 기능만을 지닌 것으로 축소된 '미미한' 행위자

(punctualized actor)에 불과했다.

이러한 상호 단순화(reciprocal simplification)의 과정은 몇가지 결과를 유발했다. 그 중 한가지는 인접 행위자나 외부 관찰자 모두의 관점에서 볼 때, 그 프로젝트가 일련의 거래(transactions)로 취급될 수 있었다는 점이다. 그 중 몇몇 거래는 경제적 교환의 형태를 띠었다. 자금 공급에 대한 보답으로 그 프로젝트는 회계를 실시하였고 보고서를 발간하였으며 결국 쓸만한 항공기를 제공하였다. 다른 거래는 정치적 특성을 가지고 있었다. 크고 복잡한 항공기에 대한 요구에 부응하기 위하여 해군의 프로젝트에 대한 반대는 파기되어야 했다. 또 다른 거래는 (GOR 339 및 그것에 뒤따른 작전소요에서 볼 수 있는 것처럼) 기술적이거나 (항공산업의 합리화를 위한 계약의 준비와 같이) 산업적인 성격을 띠었다. 이전의 논문(Callon and Law, 1989)에서 우리는 특정한 행위자와 인접 행위자들 사이를 통과하는 것을 '중개자'로 칭했다. 여기서 우리는 이 용어를 채택하여 비교적 안정적인 거래가 진척되는 과정에서 행위자들 사이를 통과하는 주체를 지칭하고자 한다. 또한 앞서 지적했듯이, 특정한 행위자와 인접 행위자들 사이의 관계, 그리고 인접행위자들 사이의 관계를 지칭하는 용어로 '포괄적 연결망'을 사용할 것이다.

상호 단순화를 유발했던 거래가 프로젝트 자체뿐만 아니라 관련 행위자들을 형성했다는 점은 주목할 만하다. 그것들은 다양한 메커니즘을 통해 형성된다. 종종 그것들은 기존 행위자들의 '이해관계'가 재정의됨으로써 형성된다. 1957년만 해도 국방성은 자신이 필요로 하는 것이 TSR 항공기인지 몰랐다. 기존의 V 폭격기에 관한 대안으로 국방성은, 탄도 미사일이 있기 때문에 전략 폭격기가 필요하지 않다는 것만 알고 있었다. 공군 작전소요국과 의견을 교환하는 과정에서 국방성은 설득을 당했고 결국 TSR 항공기에 대한 자신의 이해관계를 인식할 수 있었다. 비슷한 과정이 공군에도 나타났다. 처음에 공군은

새로운 전투기만을 원하였고 그것을 실현하는 데에는 상당한 장벽이 존재하였다. 나중에 가서야 공군은 TSR.2라는 용어에 의해 자신의 이해관계를 알 수 있었다. 비슷하지만 더욱 극적인 과정이 기계 제조업체들에게도 진행되었다. 최초로 그들은 새로운 항공기를 생산하기 위하여 계약을 획득하는 데 관심이 있었다. 그들은 점점 TSR 항공기를 설계하고 생산하기 위하여 기존의 경쟁상대였던 제조업체들과 연합하는 데 이해관계를 가지게 되었다. 따라서 관련 행위자들은 단순히 재형성된 것이 아니라 자발적으로 새로운 행위자로 탈바꿈했던 것이다.

그러나 행위자들이 프로젝트에 의해 형성되는 과정이, 모든 경우에 자신이 인식한 이해관계에 따라 이루어진 것은 아니었다. 해군이 그 프로젝트에 대하여 표명했던 이해관계는 계속 변하지 않은 채 남아있었다. 해군은 그 프로젝트에 적대적이었고 그것이 취소되기를 줄곧 기대하였다. 그러나 앞에서 서술한 항공기에 대한 정의와 여기서 자세히 다루지 않을 일련의 관료적·정치적 계획 때문에 그 프로젝트에 대한 지지자의 명단에는 계속 해군이 포함되어 있었다. 해군은 계속 적대적이었지만 자신이 주도권을 행사할 수 없었다. 해군을 형성하는 데에는 권력의 작용과 관료적 책략이 중요한 역할을 담당하였다. 해군의 중립성도 비슷한 수단에 의해 보장되었다.

여기서 우리가 이러한 상호 형성의 과정을 강조하는 것은, 행위자들은 자신이 속한 연결망에 의해 형성될 뿐만 아니라 그들 역시 상호 작용하는 다른 행위자들에게 영향을 미치기 때문이다. 또한 후자에 해당하는 행위자들 스스로가 포괄적 연결망 속에 존재하면서 포괄적 연결망에 의해 형성되는 것이다. 이러한 점이 분명하게 지적되어야 하는 이유는 그것이 사회적 분석에서 통용되는 추상적인 구분, 즉 (규정되는) 행위자와 (규정하는) 구조 혹은 내용과 맥락에 대한 구분을 무의미하게 하기 때문이다. 인접 행위자들은 새로운 행위자들과 거래하

면서 그들을 형성하고, 또한 자신도 새로운 환경에 의해 재형성되는 것이다.²⁾

마지막으로 우리는 재정적 자원, 일련의 사양, 어떤 인접 행위자들의 관용, 다른 행위자들의 중립화가 프로젝트 관리자들에게 자신의 명시적·묵시적 이익을 성취할 수 있는 자원을 제공한다는 점에 주목해야 한다. 이 책에 실린 다른 사례연구가 보여주는 바와 마찬가지로, TSR.2 프로젝트는 자신을 위하여 외부에서 빌려온 자원을 채용할 수 있는 시간과 공간을 창출하였다. 따라서 그 프로젝트는 '협상 공간'을 조성함으로써 일정 정도의 자율성을 성취하였다. 이제 우리는 이러한 협상 공간 내부에서 발생한 몇몇 거래를 살펴볼 것이다.

국소적 연결망의 설계

1957년 가을만 해도 프로젝트 관리자들을 위한 협상 공간은 매우 제한되어 있었다. 그들이 인공물의 설계, 가능한 제조업체, 관련된 비용, 가능한 생산 날짜에 대하여 분명한 형태의 아이디어를 가지고 있지 않으면 아무런 자금 지원도 기대할 수 없었다. 이러한 문제에 직면하여 그들은 단계적 접근을 채택하였다. 첫번째 단계는 인공물의 설계 특성을 보다 완전하게 규정하는 것이었다. GOR 339는 인공물의 설계를 상세히 규정하기 보다는 요청되는 기능의 종류를 규정하고 있었다. 재무성처럼 프로젝트에 회의적인 집단에게, 제조업체들의 컨소시엄이 예산의 범위 내에서 제안된 항공기를 생산할 수 있다는 사실을 설득시키기 위해서는, 설계 특성을 규정하는 일이 필요했다. 프로

2) 이전의 논문(Callon and Law, 1989)에서 우리는 이러한 주장을 더욱 자세히 다루면서 인접 행위자들을 '실행 연결망'(performing networks)으로 칭했다.

젝트에 형태를 부여하는 과정은 제법 장기간에 걸쳐 계속되었다. 프로젝트 관리자들은 설계 팀, 설계 특성, 시간 계획, 하청업체의 연결망을 정교화하기 시작했다. 프로젝트 관리자들은 행위자들을 창출하여 그들을 우리가 국소적 연결망이라 부른 것으로 동원하기 시작했던 것이다.³⁾

이러한 과정에서 나타난 첫번째 조치는 1958년 가을에 영국 항공산업계로 하여금 설계에 관한 개요를 제출하도록 요청하는 것이었다. 이것은, 당시의 해당 업체들이 그 프로젝트에 동원되는 데 혈안이 되어 있었으므로, 특별한 문제를 노정하지 않았다. 여기에는 9개의 업체가 개입했지만(Gardner, 1981, p. 25), 이 논문에서는 우리의 이야기와 연관성이 많은 3개의 업체만을 언급하고자 한다(Williams, Gregory, and Simpson, 1969). 빅커스(Vickers)는 두 가지 가능성을 제안했다. 한가지는 비교적 저렴했지만 GOR 339에서 많이 벗어난 소규모 단일 엔진 항공기에 대한 것이었고, 다른 한가지는 GOR 339의 요건에 적합한 대규모 항공기에 대한 것이었다. 두 가지 제안은 모두 기체, 엔진, 장비, 무기에 대한 '무기체계적 접근'(weapon systems approach)을 옹호하고 있었다(Wood, 1975, p. 156). 이러한 방식은 기체가 먼저 설계, 제작, 시험된 후에 무기 및 장비가 첨가되는 전통적인 전투기 조달 방식에서 벗어나 있었지만, 국방정책 담당자들로부터 만족스러운 응답을 받았다. 그것은 빅커스가 광범한 선전을 수행하였고 보급성의 생각이나 미국의 최근 경험과도 일치하였기 때문이었다.

프로젝트 응모에 대한 전반적인 철학이 분명하고 정교화되어 있었음에도 불구하고 빅커스가 모든 설계 작업을 수행할 수는 없었다. 빅커스는 영국전기(English Electric)라는 다른 회사와 동업을 해야 했는데, 그 회사는 성공적이었던 캔버라(Canberra) 경폭격기와 초음속 경

3) 이러한 설계 과정에 대한 보다 완전한 설명은 Law(1987)에 나타나 있다.

전투기를 설계하고 제작한 경험을 가지고 있었다. 그러나 영국전기는 암호명이 P17A인 자신의 안전을 가지고 있었다. 그것은 쌍둥이 엔진, 두 개의 좌석, 3각 날개를 가진 6~7만 파운드 무게의 마하(Mach) II 공격용 폭격기를 위한 세부적인 설계였다(Hastings, 1966, p. 30; Williams, Gregory, and Simpson, 1969, p. 18; Wood, 1975, p. 155). P17A는 GOR 339의 많은 요건을 만족시켰지만 기후의 제약을 받았고 수직 혹은 급속 이륙 능력을 결여하고 있었다(Williams, Gregory, and Simpson, 1969, p. 18). 영국전기는 급속 이륙이 긴급한 요구사항이 아니라는 주장을 통하여 P17A의 결점을 방어하면서도, 플랫폼을 건설하여 P17A를 발전시키고 공중 궤도를 교정한다면 급속 이륙이 가능해질 것이라고 제안하였다. 이러한 플랫폼은 P17A의 예비 설계에 참여했던 쇼트 브라더즈(Short Brothers)에 의해 설계되고 건설될 작정이었다(Hastings, 1966, p. 29; Williams, Gregory, and Simpson, 1969, p. 18; Wood, 1975, p. 155).

기체 제조업체들이 동원되고 각종 안전이 제기되면서 국소적 연결망을 정교화하는 두번째 단계가 시작되었다. 그 단계에서는 인접 행위자들의 다양한 요구조건을 가장 잘 충족시킬 수 있는 설계의 조합이 고려되었다. 재무성은 상대적으로 가격이 저렴한 소규모 항공기를 선호했지만, 공군과 국방성에게는 대형 항공기가 매력적이었다. 공군 참모진에게 대형 항공기는 급속 이륙 — 급속 이륙을 위해서는 두개의 강력한 엔진이 필요했으므로 항공기의 규모가 커져야 한다 — 과 무기체계적 접근에 대한 공약을 강화시켜 주는 것이었다. 국방성과 보급성 역시 빅커스의 통합적인 설계 철학을 지지하면서 그 회사가 복잡한 프로젝트를 조정할 수 있는 관리 능력을 보유하고 있다는 점에 동조하였다(Wood, 1975, p. 158; Gardner, 1981, p. 33). 그러나 그들은 동시에 '일급 설계 능력'(a first class design)을 보유한 것으로 인정되어온 영국전기의 제안에도 깊은 관심을 가졌다(Wood, 1975, p.

155). 영국전기는 초음속 항공기에 폭넓은 경험을 가지고 있었고 그것은 기존의 항공전자장비를 당장 활용할 수 있는 이점을 가지고 있었다. 게다가 그 때까지 두 회사 사이의 계약은 제한되어 왔지만, 빅커스는 영국전기를 동업자로 삼을 의향을 비쳤다. 이에 따라 공군 참모진은 빅커스의 대규모 유형인 571과 영국전기의 P17A의 조합이 포괄적 연결망의 행위자들을 동원하는 데 적절히 사용될 수 있다고 결론지었다.⁴⁾

1958년 6월에 공군 참모진은 잠정적인 설계 및 계약자를 가지고 포괄적 연결망으로 되돌아왔다. 구체적으로 그들은 국방연구정책위원회(Defence Research Policy Committee)에 참석했다(Gardner, 1981, p. 32). 그 위원회는 국방조달에 대한 전반적인 통제를 책임지고 있었고 그것의 일부로서 프로젝트의 우선순위를 평가·할당하고 보급 부처를 자기 편으로 만들었다(Williams, Gregory, and Simpson, 1981, p. 32). 각료 수준의 승인이 얻어졌고, GOR 339는 1959년 초에 더욱 엄밀하고 기술적이며 명확한 요청인 작전소요(OR: Operational Requirement) 343과 보급성의 관련 규정인 RB 192로 대체되었다(Gardner, 1981, p. 33; Wood, 1975, p. 158; Gunston, 1974, p. 41).⁵⁾ 이제 모든 것이 제자

4) 어떤 의사결정에 도달했는가에 대한 실제 과정은 거의 알려져 있지 않다. 우리가 접근할 수 있는 최상의 정보도 힌트 이상의 것은 아니다. 그러나 재무성과 국방성이 1958년 2월에 다시 다투었다는 점은 분명하다(Wood, 1975, p. 158). 재무성은 여전히 프로젝트 전체의 비용에 관심을 가지고 있었고, 국방성은 빅커스의 두 가지 제안에 주목하면서 GOR 339의 요구조건을 만족시키면서 동시에 항공모함에 적재되어 작전을 수행할 수 있는 능력을 가진 항공기를 규정하는 일에 몰두하고 있었다(Wood, 1975, p. 156). 그러나 TSR 유형의 대형 항공기에 대한 공군의 요구가 공식적·비공식적으로 강요됨에 따라 GOR 339는 비교적 용이하게 출현할 수 있었다.

5) RB 192에 의하면 TSR.2는 다음과 같은 조건을 만족시켜야 했다. 첫째, 높은 고도에서 초음속으로 비행할 수 있고 출격시 1,000 해리의 작전 반경을 가져야 한다. 둘째, 나무 꼭대기 수준의 저공 비행을 할 수 있어야 하고, 추적 레이더를 가지고 있어야 하며, 돌발 반응이 적어야 하고, 급속 이륙 능력을 가지고 있어야 한다. 셋째, 핵폭탄을 운반할 수 있어야 하고, 고도의 촬영 능력을 가지고 있어야 하며, 부실한 전진 기지에서조차 작전을 수행할 수 있어야 한다. 넷째, 3,000 해리의 공수 범위를 가져야 하고, 비행중 연료 공급이 가능해야 한다.

리를 찾았다. 국소적 행위자들의 예비적 연결망이 동원되었고 이에 따라 포괄적 행위자들을 만족시키거나 그들의 반대를 피할 수 있는 데 필요한 중개자들이 창출될 수 있었다. 기업, 기술적 요소, 관리절차 등의 국소적 연결망을 위한 설계는 승인되었다. 중개자들은 더욱 지속적인 국소적 연결망을 동원하기 위하여 포괄적 연결망에서 필요한 자원을 유출하기 시작하였다.

국소적 연결망의 창출

빅커스와 영국전기는 계약이 공식적으로 승인되기를 마냥 기다릴 수 없었다. 1958년 말에 그들은 인접 행위자들에 의해 허용된 시간과 예산의 범위 내에서 TSR.2의 건설에 필요한 설계자, 설계, 생산팀, 경영진, 하청업체의 영속적인 국소적 연결망을 구축하는 어려운 작업에 착수하였다. 첫번째 단계는 두 가지 독립적인 산업조직 및 설계를 통합하고 통제하는 것이었다. 국소적 연결망을 설계하고 동원하는 이러한 과정에서는 몇몇 문제점들이 해결되어야 했다. 첫째, 이전에 두 팀에서 작업했던 설계자들은 설계에 대한 다소 상이한 접근법을 가지고 있었다. 수레이(Surrey)의 웨이브리지(Weybridge)와 햄프셔(Hampshire)의 윈체스터(Winchester)에 위치한 빅커스 팀은 전자 시스템, 일반 공수(空輸) 시스템, 기체 설계, 급속 이착륙에 집중해왔다(Williams, Gregory, and Simpson, 1969, p. 29). 반면 랭커셔(Lancashire)의 와턴(Warton)에 위치한 영국전기 팀은 초음속 설계와 저공 비행에 중점을 두면서 보다 상세한 기체 설계에 주력해왔다. 서로를 알게 되고 협동 작업에 착수하는 과정은 매우 어려웠지만(Beamont, 1968, p. 137; Beamont, 1980, p. 134; Williams, Gregory, and Simpson, 1969, p. 47),

결국 50명의 설계자로 구성된 연합 팀이 1959년 초에 GOR 339에 의해 제기된 기술 및 설계의 문제를 상세히 검토하는 일에 착수할 수 있었다. 두 팀의 상대적 숙련을 반영한 분업구조가 형성되었는데, 웨이브리지 그룹은 비용 효과를 고려하여 무기체계를 다루었고 와턴 그룹은 항공역학에 집중하였다(Wood, 1975, p. 164).

그러나 국소적 연결망이 사람들로만 구성된 것은 아니었다. 예를 들어 처음에는 두 가지 설계의 차이에 의해 상당한 문제점이 노정되었다. 가장 근본적인 문제점은 초음속 비행과 급속 이륙 능력이 제기하는 상이한 요청에서 비롯되었다. 고속 비행은 낮은 종횡비(縱橫比)와 낮은 두께 - 익현(翼弦) 비율, 그리고 큰 전진각도를 가진 작은 규모의 날개를 요구했는데, 그것은 모두 P17A의 특징에 해당하였다. 반면 급속 이륙 능력은 높은 종횡비와 작은 전진각도를 가진 큰 규모의 날개를 요구하였다. 빅커스의 사장이었던 조지 에드워즈 경(Sir George Edwards) — 나중에 빅커스가 합병되었던 영국항공사(British Aircraft Corporation)의 사장이 되었음 — 은 어떤 인터뷰에서 “빅커스의 단거리 이착륙에 관한 연구와 작은 규모의 날개를 가진 영국전기의 기체는 …… 조화될 수 없는 것으로 보인다”고 말하였다(Gunston, 1974, p. 44). 상이한 요청과 씨름했던 연합 팀은 결국 그것에 대해 다음과 같은 단일한 해결책을 도출할 수 있었다(Gunston, 1974, p. 46; Williams, Gregory, and Simpson, 1969, pp. 25, 39; Wood, 1975, p. 165). 첫째, 두께 - 익현 비율과 공격 각도를 동시에 증가시킨 거대한 부익(副翼)을 제공한다. 둘째, 날개의 윗표면에 대한 공기 흐름의 분열을 방지함으로써 저속에서 양력(揚力)을 향상시키기 위하여 부익에 고압 공기를 강제한다. 셋째, 두 개의 강력한 엔진을 장착함으로써 무게당 추진력을 높인다.

그것은 설계에 관한 가장 근본적인 결정으로서, 엔진, 유동 표면, 기체 지지부, 통합 연료탱크에 대한 다른 결정은 거기서 도출될 수 있

었다. 하지만 그것은 다른 문제점을 유발하였다. 그 중 하나는 엔진의 위치였다. 두께가 얇고 소음이 적은 날개에 대한 필요성은, 영국전기의 설계와 같이, 날개가 기체 내부에 위치할 것을 요구하였고, 결국에는 영국전기의 관점이 승리하였다(Wood, 1975, p. 163). 다른 문제는 항공기의 급속 이륙 능력과 관련되어 있었다. 1959년에 공군 참모진은 급속 이륙을 바라고 있었지만, 설계자들은 제안된 항공기가 너무 무겁다고 재빨리 결론을 내리면서 지면이 고르지 못한 간이 활주로에서 이륙할 수 있는 항공기의 건설을 허락받으려고 하였다(Gunston, 1974, p. 41).

이상과 같은 신중한 검토의 결과로 1960년 3월에는 날개의 위치가 3인치 이동하였다(Hastings, 1966, p. 40; Gardner, 1981, p. 105). 그러나 기본적인 설계의 개념은 거의 변경되지 않았고, 안내책자와 도면이 1962년의 워크숍에서 발간되었다(Wood, 1975, p. 165).⁶⁾ 기술적 요소에 대한 잠정적인 국소적 연결망이 규정된 것이었다. 이제 남은 문제는 설계 내용을 “종이에서 금속으로” 변경하는 것뿐이었다.

설계 및 설계 팀을 통합하는 것이 두 회사가 직면했던 모든 문제는 아니었다. 두 회사 사이에는 생산 작업의 할당 방식에 관한 문제가 놓여 있었다. 보급성의 계약에는 두 회사가 생산 작업을 동일하게 분담한다고 명시되어 있었지만, 주 계약자인 빅커스가 전반적인 관리를 담당할 것은 분명했다(Hastings, 1966, p. 35; Williams, Gregory, and Simpson, 1969, p. 22). 영국전기는 불편한 감정을 가지면서 자사(自社)가 직접 정부기관과 계약을 체결해야 한다고 생각했다. 그 문제는 시

6) 그것은 항공기가 다음과 같은 특성을 가져야 한다고 규정하고 있다. ① 순항 속도: 해상에서 0.9~1.1 마하, 고공에서 2.05 마하, ② 작전 반경: 1,000 해리, ③ 이륙 능력: 기진 표면에서 3,000~4,500 피트, ④ 상승 속도: 해상에서 1분당 50,000 피트, ⑤ 이륙 무게: 1,000 해리 임무의 경우에 95,000 파운드, ⑥ 고속 배치: 가변익이 없는 큰 부익, ⑦ 모든 수직면과 수평면을 이동할 수 있는 꼬리 날개, ⑧ 올림피스 22R 엔진 2개의 내부 탑재, ⑨ 내부 무기고, ⑩ 5,588 갈론의 내부 연료 능력.

제품 및 항공기가 하나의 생산라인에서 계속 건설되어야 한다는 일괄 개발에 관한 공약에 의해 더욱 악화되었다. 그렇다면 생산라인의 위치가 빠른 시일 내에 결정되어야 했는데, 그것에 대한 협상은 매우 어려웠다(Gardner, 1981, p. 32).

포괄적 연결망과 국소적 연결망의 관계

국소적 연결망의 설계 및 창출이 진척되는 동안 국소적 연결망과 그것의 존재를 가능하게 했던 포괄적 연결망 사이에는 문제점이 지속적으로 노출되었다. 우리가 이미 지적했듯이, 보급성은 원래 조달에 대한 무기체계적 접근을 취하고 있었다. 즉 모든 기계는 다수의 하위 체계를 포함한 전체로 간주되어야 한다는 것이었다. 보급성의 견해에 따르면 이러한 접근법은 프로젝트 관리에 관한 특정한 함의를 가지고 있었다.

한 지점의 연결이 잘못되면 무기체계 전체가 효과를 상실한다. 따라서 항공기 설계자 한 사람이 시스템의 다양한 요소들을 조정하는 것에 대한 책임을 지는 것이 이상적이다(Supply of Ministry Aircraft, 1955, p. 9).

따라서 무기체계적 접근법은 중앙집중적인 통제를 의미하였다. 그것은 단일한 장소가 국소적 연결망을 형성하고 동원하며, 이러한 장소가 국소적 연결망과 포괄적 연결망의 모든 거래를 통제하는 것을 뜻하였다. 간단히 말해서, 그 장소는 두 가지 연결망의 '강제적 통과지점'이 되어야 했다.

우리가 지적했듯이, 주 계약자로 지정된 빅커스가 원칙적으로는 전

체 프로젝트를 통제할 책임을 지고 있었다(Hastings, 1966, p. 35; Williams, Gregory, and Simpson, 1969, p. 22). 그러나 사실은 보급성(이후에 항공성이 되었음)이 빅커스에게 통제에 대한 모든 책임을 부여하지 않았다. 오히려 그 프로젝트는 상이한 기관들이 개입하는 일련의 위원회에 의해 통제되었고, 어떤 단일 기관도 그 프로젝트의 모든 측면을 통제할 수 있는 위치를 잡지 못하였다. 새롭게 형성된 영국항공사가 자신을 강제적 통과지점으로 만들려는 시도가 실패하자 다른 기관들은 수많은 불평을 제기하기 시작하였다. 여기에는 두 가지 유형의 문제가 있었다.

1. 포괄적 연결망의 행위자들은 국소적 연결망의 구조에 영향을 미치는 결정을 주도하거나 그것에 반대할 수 있었다.

a. 항공성은 많은 중요한 하청업체들에 대한 재정적 지원을 직접 담당하였다. 이러한 점은 엔진에 대한 계약에서 잘 나타난다. 설계 팀에서는 롤스 로이스(Rolls Royce)가 엔진 계약을 수주해야 한다는 점에 대하여 이견(異見)이 없었다. 이러한 권고는 RB 142R에 대한 재해석에 입각하고 있었다. 즉 설계 팀은 브리스톨 사이델리(Bristol Siddeley)에 의해 제작한 올림푸스(Olympus) 엔진보다 훨씬 강력하도록 항공기의 추진력-무게 비율을 낮출 것을 요구하였다(Hastings, 1966, p. 41; Wood, 1975, p. 164). 그러나 항공성은 다른 견해를 가지고 있었다. 항공성은 합병을 중시하는 산업정책을 추구하고 있었기 때문에 설계 팀의 권고에도 불구하고 브리스톨 사이델리에게 계약을 승인하였다(Clarke, 1965, p. 77; Gardner, 1981, p. 29; Guston, 1974, p. 41; Williams, Gregory, and Simpson, 1969, p. 21). 전체적으로 보아 영국항공사는 프로젝트 예산의 30% 정도만을 통제했을 뿐이었다(Gunston, 1974, p. 67; Hastings, 1966, p. 40).

b. 공군 참모진은 영국항공사에 대한 의뢰 없이 의사를 결정하는 경향을 가지고 있었다. 공군은 계속해서 TSR.2의 이상적인 성능 및

능력에 대한 자신의 아이디어를 개발했던 것이다. 사양을 승격시키려는 이러한 경향은 하청업체가 공군 참모진이나 공군 당국과 직접 의견을 교환하려고 한다는 사실에 의해 고무되었다. 때때로 그러한 논의는 이미 사양이 정해진 장비의 세부사항이 변경되는 결과를 초래하였다. 적어도 영국항공사가 항공기의 설계를 고정시키려는 시도는 심각한 방해에 직면했던 것이다(Hastings, 1966, p. 144; Gardner, 1981, p. 101; Williams, Gregory, and Simpson, 1969, p. 49).

2. 다양한 위원회가 구성되어 있었던 구조에서는 포괄적 행위자들이 자신의 견해를 표현할 권리를 가지고 있었기 때문에 명확한 의사 결정에 도달하기는 매우 어려운 일이었다.

a. 다양한 정부 기관에서 신속한 결정을 얻는다는 것은 종종 불가능하였다. 해스팅스는 엘리엇 브라더즈(Elliott Brothers)라는 기업이 책임을 맡은 항해 컴퓨터의 사례를 설명하였다(Hastings, 1966, p. 160). 이 컴퓨터에 요구된 사양이 너무 복잡하여 엘리엇은 사양을 시간 내에 충족하려면 북미 자동제어(North American Autonetics)로부터 기초 컴퓨터를 구입할 수밖에 없다고 결론지었다. 처음에 항공성은 1956~57년에 이미 공수(空輸) 디지털 컴퓨터에 대한 기초 연구를 지원했기 때문에 엘리엇의 결론에 반대하였다. 그러나 그 장비는 너무 복잡해서 자체 개발에는 매우 큰 비용이 요구되었으므로 결국에는 항공성이 엘리엇의 견해를 받아들이게 되었다. 이렇게 해서 재무성에 보내진 엘리엇의 제안은 1년 뒤에 재검토된다는 결정을 받았다. 이런 식으로 지연된 시간 때문에 컴퓨터 개발 비용은 75만 파운드나 더 소요되었다(Hastings, 1966, p. 160).

b. 종종 재무성은 프로젝트를 취소시키거나 적어도 비용을 삭감하기 위하여 자신의 입지를 활용하였고 계약 체결시 한번쯤 지연시키는 것은 재무성이 으레 담당하는 달갑지 않은 역할이었다. 1963년에 위원회의 구조가 한층 정교화되자 비용에 대하여 토론할 기회는 더욱

많아졌다. 그러나 프로젝트 검토 위원회에 재무성 요원은 있었지만 산업계의 대표자는 전혀 포함되지 않았다.

c. 기술 위원회는 종종 비용을 염두에 두지 않고 의사를 결정하였다. 반면 비용에 관심이 있는 위원회는 그들이 검토했던 임무의 기술적 필요성에 대한 정보도 거의 가지지 않았고 그것을 결정할 능력도 없었다(Hastings, 1966, p. 35; Williams, Gregory, and Simpson, 1969, p. 22). 분명히 RAF는 상대적으로 비용집약적인 방식으로 최적의 성능을 추구하는 것처럼 보였다(Hastings, 1966, pp. 59-60). 프로젝트를 지연시키려는 공군 참모진의 경향은 무기체계를 중시하는 철학과 조달에 대한 일괄적인 접근에 의해 강화되었다. 공군은 설계가 한번 고정되면 수정하기가 매우 어렵기 때문에 설계가 미리 절대적인 적합성을 가지기를 원하였던 것이다(Williams, Gregory, and Simpson, 1969, p. 53).

국소적 연결망 동원의 난점

우리는 앞서 영국항공사가 프로젝트의 포괄적 연결망과 국소적 연결망 사이의 강제적 통과지점으로 기능하려는 시도에 대하여 외부 행위자들이 반대했다는 사실을 서술하였다. 그러나 항공성과 영국항공사 사이에 불신이 증가했던 데에는 양면성이 있었다. 항공성은 주 계약자가 프로젝트 관리를 적절하게 수행할 수 없다고 생각하였다(Hastings, 1966, p. 157; Williams, Gregory, and Simpson, 1969, p. 54). 특히 영국항공사에는 프로젝트를 관장할 ‘철강인’(iron man)이 존재하지 않는 것으로 간주되었고(Wood, 1975, p. 172), 항공성은 이러한 견해를 회사측에 강하게 전달해야 한다는 의무감을 느꼈다. 이에 따라

1959년 이후의 많은 기간 동안 영국항공사는 — 나아가서는 어떤 행위자도 — 포괄적 연결망과 국소적 연결망 사이의 강제적 통과지점으로 기능하지 못했다. 게다가 국소적 행위자들의 포괄적 행위자들에 대한 로비활동과 같은 ‘누출’이 지속적으로 전개되었고, 이러한 행위는 몇몇 경우에 프로젝트의 원만한 진행을 방해하였다.

참으로 국소적 연결망의 구성은 수많은 문제점을 노정하였다. 가장 심각한 문제는 엔진과 관련된 것이었다. 회고해 보면 계약이 승인되었을 때 항공성과 브리스톨 사이텔리는 그들이 무엇을 추구하는지 정확히 알지 못했다. 항공성은 엔진을 매우 일반적인 용어로 규정하였고, 처음에는 엔진의 개발을 기존의 유형인 올림푸스를 향상시키기만 하면 되는 아주 간단한 문제로 생각하였다(Williams, Gregory, and Simpson, 1969, pp. 27, 52). 그러나 그것이 사실과 다르다는 점은 분명해졌다. 신형 올림푸스 엔진은 이전의 것보다 훨씬 강력한 추진력을 가지고 있어서 매우 높은 온도와 압력에서만 작동되었다. 이러한 사실이 시험대에서 처음으로 증명되었을 때, 주조된 터빈의 날은 매우 부러지기가 쉬워 상당한 시간과 비용을 들여 그것을 단조된 것으로 대체하는 것이 필요해졌다(Hastings, 1966, p. 42; Gardner, 1981, p. 104).

이것이 브리스톨 사이텔리가 경험했던 유일한 난점은 아니었다. 재열(再熱) 시스템에도 심각한 문제가 있어서, 기체에 완전한 엔진을 설치하는 것이 불가능하였고, 주 엔진과 제트 관 사이의 연결부도 튼튼하지 못했다. 그러나 가장 심각한 문제점은 개발 과정의 후반부에야 출현하였다. 엔진은 시험대에서 400시간 이상 검토된 후(Hastings, 1966, p. 43), 1962년 말에 불칸(Vulcan) 밑에 설치되었다. 12월 3일에 브리스톨(Bristol)의 필턴(Filton)에 있는 BSE 공장에서 수행된 지상 시험에서 항공기가 활주하고 있을 때 엔진은 연기를 내기 시작했다. 우드가 보고했듯이(Wood, 1975, p. 174), “엄청난 그을음이 그 회사의

인쇄국 창문 밖에 번졌다.” 그 항공기는 불타는 잔해로 변모하였고, 비록 승무원이 구조되었지만, 적절한 경고없이 몸체에 접근한 소방차는 지옥과 같은 장소에 갇혀 있었다(Gunston, 1974, p. 56).

사고가 발생한 지 48시간이 지난 후 저압 압축기 기동의 결합이 사고의 주원인이라는 점이 분명해졌다. 그러나 무엇이 이러한 결합을 야기했는지는 분명하지 않았다. 브리스톨 사이텔리는 그것이 응력에 기인한 것으로 가정하였고 기동의 두께가 두 배로 되어야 한다고 주장하였다. 동시에 결합의 원인을 검토하기 위한 일련의 엄밀한 시험이 제안되었다. 그것은 예측할 수 없고 설명할 수 없는 행위자-연결망의 팽창을 유발하였다. 결국 1964년 여름에야 문제의 원인이 진단되었다. 처음에 설계된 엔진에서는 저압 기동이 베어링 세 개에 의존하여 회전하였다. 그러나 설계팀은 중간 베어링이 고온에서 견디지 못한다는 점을 걱정하여 기동을 견고하게 하기 위하여 중간 베어링을 제거하였고 이에 따라 기동의 지름이 증가하였다(Beamont, 1968, p. 139; Hastings, 1966, p. 43; Wood, 1975, p. 174). 비정상적인 조건에서 높은 압력을 받는 공기는 저압 기동의 자연적인 공명 주파수와 동일한 주파수로 진동하기 시작하였다. 이러한 현상이 발생하자 부품은 급속히 해체되었다. 그러나 이러한 진단이 내려진 후에도 해결책을 찾기 위해서는 더 많은 시간과 비용이 요구되었다.⁷⁾

국소적 연결망의 모든 문제가 엔진과 관련된 것은 아니었다. 하청업체를 통제하는 것도 매우 어려운 것으로 판명되었다. 우리가 암시했듯이, 몇몇 하청업체들은 비용에 대한 호의적인 의사결정을 얻기 위하여 영국항공사 경영진을 통하여 항공성에 호소하였다(Hastings, 1966, p. 36; Gardner, 1981, p. 101). 다른 하청업체들은 필요 이상으로 정교한 장비를 규정하기 위하여 공군 참모진과 결탁하였다. 1959년부터 많은

7) 엔진을 개발하고 결합의 원인을 진단하는 과정은 Law(1992)에 자세히 설명되어 있다.

하청업체들은 그 항공기가 실제로 날 수 있을지에 대하여 의문을 가지지 시작하였다. 이러한 현상은 프로젝트를 위태롭게 하는 정치적 환경이 조성되기 시작한 1962년 경에는 더욱 심화되었다. 이러한 느낌은 프로젝트가 정부 내에서 강력한 반대자를 가졌다는, 즉 국소적 연결망과 포괄적 연결망의 관계가 불안정해졌다는 인식에서 비롯되었다. 따라서 하청업체들은 자신을 보호하기 위하여 사업비를 많이 청구하여 손실을 만회하려고 노력하였고, TSR.2 프로젝트와 관련된 작업에 우선순위를 낮게 두고 있는 것처럼 행동하였다(Beamont, 1968, p. 143; Gardner, 1981, p. 102; Williams, Gregory, and Simpson, 1969, p. 28). 또한 TSR.2는 영국에서 유일한 첨단 군용 항공기 프로젝트였기 때문에 광범위한 작업을 부여하려는 경향이 있어서(Gunston, 1974, p. 53; Gardner, 1981, p. 102), 대부분의 작업에서는 사전에 정확한 비용을 산출할 수 없었다(Gunston, 1974, p. 60; Williams, Gregory, and Simpson, 1969, pp. 27, 51). 항공성과 영국항공사의 목표는 고정된 가격으로 하청업체와 계약하는 것이었지만, 예기치 않은 기술적 문제가 발생하거나 장비의 사양이 변경되었기 때문에, 그 목표는 TSR.2 사업의 가장 중요한 영역에서 달성되지 못했다.

포괄적 연결망의 재형성

만족스러운 국소적 연결망의 구축이 실패했다는 사실은 다양한 방식으로 감지되었다. 공군은 TSR.2의 제작으로 1965년까지 비행대를 편성하려고 계획했지만, 1964년 중엽까지도 엔진이 검증되지 않았기 때문에 최종 기한이 지켜지기는 불가능하였다. 국방성은 1965년까지 유럽 혹은 영연방 지역의 전쟁에서 사용할 수 있는 강력한 무기를 약

속했지만, 이것 역시 달성될 수 없었다. 재무성은 저렴하면서도 다목적으로 사용할 수 있는 항공기를 기대해왔다. 그러나 프로젝트의 시작 단계에서부터 예상 이외의 비용이 소요되었고 1963년에는 지출된 비용이 예상치의 거의 2배에 달하였다. 처음부터 프로젝트에 적대적이었던 해군은 프로젝트가 점점 더 많은 조달 예산을 삼켜버리는 것을 목격할 수 있었다. 1963년에 포괄적 연결망에 속한 모든 관련 행위자들은, 프로젝트에 동조하든 그렇지 않든, 그것이 심각한 문제에 휩싸여 있다는 사실을 감지하였다. 프로젝트가 시작할 때 기대되었던 것과는 달리 포괄적 연결망 속에 적절한 중개자들이 존재하지 못했던 것이다. <표 1>에 나타난 수치는, 다양한 출처에 입각하여 계산되었고 모든 경우에 서로 엄격하게 비교할 수는 없지만, 이러한 일반적 경향을 충분히 보여주고 있다.

이처럼 문제점은 매우 심각했지만 그것이 프로젝트가 중단된다는 것을 반드시 의미하지는 않았다. 만약 포괄적 연결망에서 필요한 중개자들이 조성된다면, 프로젝트는 계속될 수 있었다. 즉 재무성으로부터의 자금, 공군의 전문성 지원, 국방성의 정치적 지원, 왕립 항공 협회(Royal Aircraft Establishment)와 같은 기관의 전문가 서비스 등과 같은 요소들이 프로젝트의 지속을 보장할 것이었다. 공군과 국방성장관은, 국방성의 전체는 아니었지만 프로젝트의 강력한 후원자로 남아 있었다. 정부에 속박되어 있는 한 재무성, 해군, 그리고 국방성의 반대파가 프로젝트를 중단시키는 것도 불가능하였다. 따라서 자금은 계속해서 유입되었다. 그러나 정부 및 산업협회가 벌이는 '실뜨기 놀이'의 생리를 잘 아는 회의주의자들은 간접적인 수단에 의해 프로젝트를 와해시키려는 입장을 강하게 견지하고 있었다. 이것은 분쟁을 더욱 광범위한 영역으로 확산시켰다.

<표 1> TSR.2 예상 비용 및 납품 시기의 변화

단위: 백만 파운드

예상 시기	예상 개발 비용	예상 생산 비용	합계
1959년 1월	25~50	~200	~250
1959년 12월	80~90(항공기 9대)		
1960년 10월	90	약 237 (항공기 158대)	약 330
1962년 3월	137		
1963년 1월	175~200		
1963년 11월			400(항공성 집계)
1964년 1월	240~260		
1964년 2월			500(국방성 집계)
1965년 1월			604(항공성 집계) 670(하청업체 집계, 항공기 150대의 연구개발 및 생산)

TSR.2 프로젝트는 제한된 수의 포괄적 행위자들 속에서 인식되고 형성되어 왔다. 정부 부처, 군부, 항공 산업계 — 이들이 프로젝트에 생명과 형태를 부여했던 관련 행위자들이었다. 전문 언론 집단은 그 프로젝트를 약간 알기는 했지만, 공식적인 발언이 매우 제한되어 왔기 때문에, 1963년까지 TSR.2 프로젝트는 그 윤곽만이 초보적인 수준에서 알려져 있었다. 그러나 이러한 상황은, 새로운 행위자들이 프로젝트에 대해 알게 되고 반대를 표명함에 따라, 점진적으로 변화하였다.

그들 중 가장 중요한 행위자는 노동당이였다. 노동당은 콩코드나 TSR.2와 같은 '위세적인 프로젝트'에 반대를 표명해 왔고, 다음 총선

거에서 집권하게 되면 그것들을 검토할 것이라고 약속해 왔다. TSR.2에 대한 노동당의 견해는 프로젝트의 초창기에는 중요하지 않았고 당의 공식적인 입장으로 부각되지도 않았다. 그러나 1963년을 계기로 이러한 상황은 변하기 시작했다. 노동당은 여론 조사에서 높은 지지를 받았으며, 늦어도 1964년 10월까지 총선거가 치루어져야 했다. 프로젝트 기한의 연기와 비용의 급증으로 인하여 항공성과 국방성이 정부 내부 및 외부로부터 질책을 받게 됨에 따라 TSR.2는 1963년 이후로 지속적인 정치적 논쟁의 대상이 되었다. TSR.2 프로젝트에 관한 논쟁은 오스트레일리아 정부를 설득하여 TSR.2를 오스트레일리아 공군에게 판매하려던 시도가 실패한 것을 계기로 더욱 강화되었다. 대대적인 선전의 여파로 오스트레일리아 국민들은 F111을 선호하였는데, 그것은 TSR.2와 비슷한 사양을 가지고 있는 항공기로서 미국 회사인 제너럴 다이내믹스(General Dynamics)에 의해 제작되었다.

따라서 프로젝트의 감독권은 영국 정부에 남아있었지만, 프로젝트의 감시에 연루된 행위자의 수는 1963년에 몇 배로 증가하였다. 1963년 11월에 프로젝트의 비용은 공식적으로 4억 파운드로 집계되었다. 그러나 노동당 반대파는 비용이 매우 평가절하되었으며 실제로는 10억 파운드에 달한다고 주장하였고(The Times, Nov. 12, 1963, p. 5), 그렇게 높은 비용이 오스트레일리아의 주문을 받지 못한 주요 원인이라고 역설하였다. 이러한 주장에 대하여 정부는 격렬한 반박을 시도했지만, 그것을 계기로 영국 내 비판세력은 TSR.2 프로젝트에 대하여 끊임없이 트집을 잡게 되었고, 오스트레일리아 사람들은 그 항공기가 제대로 생산될 수 있는지 의구심을 갖게 되었다(The Times, Dec. 4, 1963, p. 7). 몇몇 비평가들은 그 항공기가 역할에 비해 너무 비싸서 전투에 사용되기 어렵다고 지적하였고, 『타임즈』는 기계 한 대당 천만 파운드라는 가격이 “다리를 폭파시키기 위해 고안된 것으로는 터무니 없이 비싸다”고 꼬집었다(The Times, Sept. 28, 1964, p. 10).

항공기의 역할을 둘러싼 정치적 견해의 차이도 심화되었다. 영국의 탄도미사일인 블루 스트릭(Blue Streak)이 1960년에 폐기되고, 블루 스트릭을 대체한 미국의 스카이볼트(Skybolt)도 1962년에 폐기됨에 따라, 몇몇 비평가들은 TSR.2이 전략적 핵의 역할을 수행하는 것이 가능할지도 모른다고 생각하였다. 이러한 제안은 1963년의 국방 백서에 의해 한가지 가능성으로 채택되었으나, 그 항공기의 정체를 알 수 없다는 『타임즈』와 『이코노미스트』, 그리고 일방적인 핵해제 정책을 주창해 온 노동당 좌파에 의해 즉각적인 비판을 받았다. 노동당 대변인인 데니스 힐리(Denis Healey)를 포함한 다른 사람들은 이러한 ‘전략적 경품’이 항공기 사양의 변화를 의미하는 것이 아니라 정부가 핵 방위 정책의 건전성을 설득하기 위한 시도라고 결론지었다(The Times, March 5, 1963, p. 14). 본격적인 논쟁은 첫번째 시험 비행의 시점을 둘러싸고 전개되었다. 힐리는 1964년 초에 의회에서 영국항공사가 “총선거 전에 TSR.2를 반드시 이륙시켜야 한다는 주문을 받았다”고 주장하였다(The Times, Jan. 17, 1964, p. 14). 뛰어난 직업적 정치인이었던 그는 보수당 정부의 무능력을 우회적으로 지적하면서, 만약 노동당이 총선거에서 승리한다면 TSR.2 프로젝트가 폐기될지도 모른다고 전망하였다.

게임의 종결

1964년 가을에 그 프로젝트는 결정적인 단계에 와 있었다. 국소적 연결망은 적절하게 구성되어 있었다. TSR.2의 처녀 비행은, 비록 계획보다 늦어지고 예상 외의 비용이 소요되었지만, 거의 준비가 완료되었다. 그러나 포괄적 연결망의 구조는 변경되었다. 의견의 불일치는

더 이상 재무성, 해군, 공군, 국방성, 항공성에만 국한되지 않았다(실제로 이들 기관 중 몇몇은 그 프로젝트에 관한 입장을 바꾸기 시작하였다). 이제 논쟁은 공개적인 것이 되었다. 보수당 정부는 TSR.2 프로젝트를 확고하게 지지하였고, 노동당 반대파는 비록 분명한 입장을 유보하긴 했지만, 대체로 프로젝트의 비용과 유용성에 비판적인 견해를 보였다. 따라서 프로젝트의 장래는 두 가지 요소에 의존하고 있었다. 우선, 프로젝트의 기술적 능력이 입증되어야 했는데, 이를 위한 최상의 방법은 첫번째 비행을 성공적으로 실시하는 데 있었다. 그렇게 되면 프로젝트가 존속되기를 바라는 사람들의 입지가 강화될 것이었다. 총선거의 결과도 매우 중요한 요소였다. 보수당이 승리한다면 아마도 프로젝트의 미래가 보장되었지만, 노동당이 승리한다면 프로젝트의 존속은 의문시될 것이었다.

처녀 비행은 총선거 8일 전에 실시되었다. 시험 비행사인 로널드 비몬트(Ronald Beamont)를 비롯하여 엔지니어, 기술자, 관리자, 공군 요원이 비행 전에 보스콤 다운(Boscombe Down)에 소집되었다. 대부분의 사람들은 엔진이 치명적인 문제를 야기할 가능성이 있으며, 그것의 원인이 진단되었다 하더라도 아직 완전히 해결되지 않았다는 점을 알고 있었다. 이러한 우려에도 불구하고 시험 비행은 매우 성공적이었다. 항공기는 잘 조작되었으며, 엔진을 괴롭혀 왔던 파괴적인 공명의 기미는 전혀 없었다. 선거전에 심취하고 있었던 알렉 더글라스 홈(Alec Douglas Home) 수상은 시험 비행을 ‘놀라운 성공’이라고 묘사하였다(Beamont, 1968, p. 151). 시험 비행 후에 항공기는, 엔진을 수리하고 세부적인 문제를 해결하기 위하여, 몇 달 동안 지하격납고에 보관되었다.

총선거는 10월 15일에 실시되었다. 그 결과는 막상막하였다. 다음 날이 되어서야 노동당이 5 석의 근소한 차이로 재집권하는 것이 분명해지기 시작했다. 새로운 행정부는 예산적자의 균형을 맞추어야 한다

는 위기 의식 속에서 작업을 시작하였고, 국방 지출을 20억 백만 파운드로 제한할 것을 결정하였다. 노동당 정부는 다양한 군사 항공기 프로젝트를 면밀히 조사할 것을 주문하였고, 항공 산업의 적절한 형태와 크기를 검토하기 시작하였다(Campbell, 1983, p. 79). 1965년 2월에 새로운 수상 하롤드 윌슨(Harold Wilson)은 TSR.2의 미래가 다음의 네가지 요소에 의존할 것이라고 공언하였다. 첫째, 항공기에 대한 기술적 평가와 그것의 대안, 둘째, 대안적인 항공기를 해외에서 구입할 경우에 2억5천만 파운드가 절약된다 하더라도 이 역시 상당한 외화를 지출한다는 사실, 셋째, 항공 산업의 향후 형태와 TSR.2 프로젝트를 폐기함으로써 발생하는 실업, 넷째, 영국항공사와 협상가능한 조건의 성격.⁸⁾

4월이 시작되면서 새롭게 재건된 포괄적 연결망에 속한 주요 행위자의 대변인들이 결정을 내리기 위해 모임을 가졌다. 그들은 세 가지 가능한 조치 — 첫째, TSR.2 프로젝트를 계속 수행하는 것, 둘째, TSR.2 프로젝트를 완전 백지화하는 것, 셋째, TSR.2를 폐기하는 대신 F111과 비슷한 것으로 대체하는 것 — 을 고려하였다. 재무성은 여전히 TSR.2에 적대적이었고 완전한 폐기를 추구하였다. 그러나 F111과 같은 대안적인 미국 항공기를 대량으로 구매하는 것은 상당한 달러의 지출을 동반할 것으로 염려되었지만, 그러한 항공기의 구매에 대한 ‘선택권’이 확고한 공약의 형태를 띠지 않고 획득되는 것은 용납될 수 있었다. 국방성 역시 비용을 문제삼아 폐기를 선호하였고, 이러한 입장은 다른 프로젝트를 원하고 있었던 해군에 의해서도 공유되었다(Hastings, 1966, pp. 68, 70). 국방성은 F111을 염두에 두고 있었지만,

8) 1월에 정부는, 영국항공사가 110대의 항공기를 5억7천5백만 파운드의 가격으로 생산할 것이며, 초과 비용 중 9백만 파운드를 책임지겠다는 제안을 고려하고 있었다. 그러나 그것이 모든 부가적인 손실을 담보하도록 준비되지 않았다는 이유로 정부는 영국항공사의 제안을 수용하지 않았다.

국제사회에서의 역할이 쇠퇴하고 있는 영국이 그러한 종류의 항공기를 필요로 하는지는 확실하지 않았다(Williams, Gregory, and Simpson, 1969, p. 31). 따라서 국방성은 F111을 확고하게 주문하는 것보다는 F111에 대한 선택권을 획득하는 것을 바라고 있었다.

국방성의 입장은 아마도 공군 참모진 견해의 변화를 부분적으로 반영하고 있었다. 프로젝트 기한의 연기와 비용의 초과는 새로운 국방성 장관의 엄격한 경제 정책과 맞물려 공군 참모진에게 TSR.2 150대 전부를 운용하는 것이 거의 불가능하다는 것을 인식시켰고, 그것은 재래식 전쟁에서 것처럼 값비싼 항공기 몇 대만을 활용하는 것이 가능한가에 대한 의문을 유발하였다. 이에 따라 몇몇 장교들에게는 더욱 유연하게 배치될 수 있는 값싼 항공기를 다량으로 획득하는 것이 바람직하게 느껴졌다. 게다가, 비록 TSR.2의 기술적 문제들은 해결가능한 것으로 보였지만, 그것의 발주 일시는 적어도 3년이 남아 있었다. 반면 F111은 본질적으로 동일한 사양으로 설계되었고 이미 생산 단계에 돌입했기 때문에, 공군은 그것을 상당히 매력적인 대안으로 간주하였다(Reed and Williams, 1971, p. 181).

항공성은 TSR.2를 폐기하는 결정이 내려지면 영국의 항공 산업이 앞으로 선진적인 군사 프로젝트를 달성할 수 있는 능력이 위축될 것으로 염려하였다. 그러나 항공성 장관을 포함한 대부분의 관료들은 중간 크기의 국가에 비해 항공 산업의 규모가 너무 크다고 생각하였다. 실제적인 문제는 항공 산업의 향후 형태와 규모에 대한 정책이 아직까지 존재하지 않았다는 데 있었다. 그러나 TSR.2는 일주일 만에 백만 파운드를 소비하고 있었으므로 더 이상의 지연은 정당화될 수 없었다.

정부는 TSR.2의 폐기가 실업을 유발할지 모른다는 점을 염려하고 있었다. 의회에서 약간의 우위만을 점하고 있었던 노동당은 불필요하게 국민의 지지를 상실하지 않기를 바랐다. 그러나 관료들은 실업이 대체로 일시적일 것이며 TSR.2에 참여했던 많은 사람들이 다른 프로

젝트나 기업에 의해 재빨리 흡수될 수 있을 것으로 전망하였다.

그럼에도 불구하고 의사결정은 결코 명료하지 않았다. 각료의 다수는 세 가지 가능성 중에서 어느 하나를 지지하지 못했다(Wilson, 1971, p. 90). 많은 각료들은 의사결정에 직접적으로 관여하지 않으면서 장기적인 국방 정책이 수립될 때까지 TSR.2의 폐기 결정이 연기되기를 원했다(Crossman, 1975, p. 190). 그러나 전체적으로는 프로젝트의 유지를 원하는 사람들의 수가 TSR.2의 폐기를 원하는 사람들의 수보다 적었다. 물론 후자의 경우에는 F111에 대한 선택권과의 결함을 원하는 사람과 그렇지 않는 사람이 공존하고 있었지만, F111에 대한 공약이 애매했기 때문에 그들 사이의 차이점은 부각되지 않았다.

TSR.2의 폐기는 재무성 장관인 제임스 칼랑한(James Callaghan)에 의해 1965년 4월 6일의 예산 심의 연설에서 공표되었다. 보수당측은 그것이 어리석고 근시안적인 결정이라고 지적하면서 분노와 좌절의 목소리를 내었다. 4월 13일에는 재무성 장관의 불신임 동의를 둘러싸고 논쟁이 벌어졌다. 격론의 외중에서 항공성 장관인 로이 젠킨스(Roy Jenkins)는 TSR.2가 훌륭한 기술적 성취였다는 점을 동의함으로써 논쟁을 종결시켰다.

그러나 항공기 프로젝트는 기술적 성공 이상의 것이어야 한다. 그것은 통제 가능한 비용을 가져야 하고, 국가가 감당할 수 있는 비용으로 국가의 필요를 충족시켜야 하며, 다른 국가에서 생산되는 유사한 항공기와 가격 면에서 경쟁력을 가져야 하고, 항공기의 개발에 소요된 자원과 상응하는 해외 시장에 대한 전망을 가져야 한다. 이러한 네 가지 근거에서 나는 유감스럽게도 TSR.2가 우수한 프로젝트가 아니라 허황된 꿈이었음을 말하고자 한다(Hansard, April 13, 1965, c.1283).

결론

이 논문에서 우리는 TSR.2 프로젝트의 성공과 형태가 두 가지 연결망의 창출과 두 연결망 사이의 중개자의 교환에 결정적으로 의존한다는 점을 보였다. 국소적 연결망으로부터 광범위한 자원 — 재정적 지원, 정치적 지원, 기술적 사양, 어떤 경우에는 적대적인 중립성 — 이 동원되었다. 이러한 자원들은 프로젝트에서 활용가능한 것이었고 우리가 ‘협상 공간’이라고 칭했던 것을 유발하였다. 그 내부에서 국소적 연결망이 창출되었고, 그것은 광범위한 중개자들을 유발하였으며, 중개자들은 포괄적 연결망 속의 행위자들과 연계되어 각종 지원을 획득하였다. 그러나 우리는 또한 TSR.2 프로젝트의 경우에 포괄적 연결망과 국소적 연결망 사이에 지속적인 알력이 존재했다는 점에 주목하였다. 포괄적 연결망 내부의 행위자들은 국소적 연결망의 구조와 형태에 대하여 간섭할 수 있었고, 국소적 연결망 내부의 행위자들은 프로젝트 관리자를 넘어 포괄적 연결망 내부의 행위자들과 직접 상담할 수 있었다. 이에 따라 프로젝트 관리자는 자신을 두 가지 연결망 사이의 강제적 통과 지점으로 강제하지 못했고, 그 결과 우리가 앞서 살펴본 각종 난점이 발생하였다.⁹⁾

우리가 서술했던 역사는 새로운 기술사회학의 몇몇 중요한 발견에 추가적인 증거를 제공하고 있다. 첫째, TSR.2의 경우는 대상물에 대한 해석적 유연성 — 특정한 대상물이 상이한 사회 집단에게는 상이한 존재가 된다는 점 — 을 적절히 예시하고 있다. 둘째, TSR.2의 사례는 기술의 사회적 형성, 즉 기술적 대상이 조직적 환경에 의해 형성되는 방식을 잘 보여주고 있다(Pinch and Bijker, 1987; MacKenzie and

9) 조직된 권력의 한계에 대한 유용한 설명으로는 Clegg(1989)가 있다.

Wajcman, 1985; Callon, 1986b; Law, 1987; MacKenzie, 1987; MacKenzie and Spinardi, 1988; Akrich, 1992; Bijker, 1992; Latour, 1992). 따라서 우리는 TSR.2 항공기가 개발되는 동안 실제로 혹은 비유적으로 변화하는 방식, 그리고 이러한 변화와 (인간적 요소와 비인간적 요소를 모두 포함한) 행위자들 사이의 협상이 보여주는 상호관계를 검토하였다. 우리가 살펴보았듯이, 그러한 관계는 변하지 않는 견고함을 가진 것이 아니라 국소적 연결망과 포괄적 연결망 내부의 새로운 환경에 따라 지속적으로 변화하는 것이었다.

1957년에는 우리가 '1번 항공기'라 부를 수 있는 것이 공군 참모진이나 보급성의 마음 속에서 전혀 물질적 형태를 가지지 않았다(<표 2>를 보라). 단지 그것의 성능 사양, 즉 그것이 담당해야 할 기능과 그것이 제작될 수 있는 환경만이 모습을 드러내기 시작하였다. 공군은 전투기를 원했고, 국방성은 전략 폭격기도 아니고 전투기도 아닌 어떤 것의 여지를 남겨놓기를 원했다. 이러한 조건을 만족시킬 수 있는 남아있는 유일한 가능성은 전술 폭격기와 정찰 항공기였는데, 그것들은 유럽 및 해외 영연방국가에서 구체적이고 비전략적인 역할을 수행할 수 있었다. 이와 달리 재무성은 서방진영의 방위에 별다른 관심을 보이지 않았다. 재무성에게는 엄청난 비용이 소요되는 군사기술에 직면하여 국고(國庫)를 방위하는 것이 더욱 중요하였다. 따라서 재무성은 기본적으로 항공기를 원하지 않았다(최상의 선택사항). 그러나 항공기가 꼭 필요하다면 기존의 항공기를 활용하거나(두번째 선택사항), 그것도 안되면 한가지 유형의 새로운 항공기를 제작해야 한다(세번째 선택사항)는 것이 재무성의 입장이었다. 공군은, 다기능을 가진 단일 항공기를 구체화함으로써, 재무성이 세번째 경우를 선택하도록 설득할 수 있다고 판단하였다. 해군은 국가방위의 필요성에 대하여 강력한 견해를 가지고 있었지만, 다른 행위자들과는 달리 항공모함을 중심으로 접근하는 방식을 취하였다. 해군은 공군이 소형 초음속 뱀캐니

<표 2> 세 가지 항공기

항공기의 형태		이해 당사자의 항공기에 관한 정의	적대적 행위자의 항공기에 관한 정의	중립적 행위자
1	<ul style="list-style-type: none"> - 긴 항속거리 - 초음속 - 낮은 고도 - 단거리 이착륙 - 모든 날씨 - 대형 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공군 - 전투기 - 유럽 내부 및 외부 - 확산가능성 - 정확한 폭격/정찰 ○ 국방성 - 전략 폭격기 아님 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해군 - 뱀캐니어 (Buccaneer) ○ 재무성 - 저렴하고 다기능을 가진 뱀캐니어? 	
2	<ul style="list-style-type: none"> - 날개 모양 3각 형, 얇은 두께 - 2개의 강력 엔진 - 팽창 부익 - 동체 내부의 엔진 - 쌍둥이 엔진 - 통합 연료 탱크 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공군 - 대형, 쌍둥이 엔진, 정교한 기술 - TSR 항공기 - 단거리 이착륙 - 긴 항속거리 ○ 국방성 - TSR 항공기 ○ 영국항공사 - 단거리 이착륙 어려움 - 수직 이착륙 불가능 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 해군 - 특별한 대안 없음 ○ 재무성 - 특별한 대안 없음 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 노동당 - 알지 못함
3	<ul style="list-style-type: none"> - F111에 대한 선택권 - TSR.2 폐기 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 영국항공사 - 140개 구입 ○ 보수당 - TSR.2는 필수적 ○ 노동조합 - 작업의 지속성 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 공군 - 보다 저렴하고 확실한 항공기 구입 ○ 국방성 - 보다 저렴한 항공기 구입 ○ 재무성 - 지불 유예 - 해외 지출의 제한 ○ 해군 - 뱀캐니어 채택 ○ 항공성 - 저렴한 영국 항공기 구입 ○ 노동당 - 폐기 	

를 조달하기를 원하였다. 해군의 의도와는 달리, 이것은 공군이 해군의 요구와 질적으로 다른 대형 초음속 항공기가 필요하다는 것을 주장할 수 있는 강력한 유인이 되었다. 보급성은 단일 기업보다는 기업 간의 컨소시엄에 의해 제작될 수 있는 항공기를 원하였다.

이처럼 다양한 의견이 제기되었지만, 공군 참모진은 상황이 적절히 진척되고 있다고 판단하였고, 희미한 상태의 1번 항공기가 요청하는 포괄적 연결망은 안정화되었다. 이러한 과정의 산물이 '2번 항공기'였다. 2번 항공기의 경우에는 비록 서류상이긴 했지만, 물리적 형태를 가지고 있었다. 이러한 형태는 앞서 언급한 제도적 행위자들의 포괄적 연결망의 기능에서 부분적으로 비롯되었다. 그러나 그 설계를 구조화하는 데에는 다른 행위자들과 많은 고려사항, 그리고 일련의 협상이 기여하였다. 날개의 형태는 한편으로는 공군이 요구한 지배적인 사양과 다른 한편으로는 설계 기술, 항공역학에 관한 지식, 재료의 강도, 바람굴 검사 사이의 협상을 반영하였다. 어떻게 급속 이착륙이 높은 고도의 2.5마하 비행과 타협될 수 있었는가? 이 문제에 대한 물리적인 해답은 날개에 있었다. 그것은 상이한 요구사항에 대한 조율을 의미하였다. 동시에 그것은 영국전기와 빅커스 설계 팀 사이의 협상 — 영국전기가 우세를 점했던 협상 — 을 의미하였다. 비슷한 방식으로 엔진의 위치에 관한 의사가 결정되었다. 엔진은 날개 표면을 청결히 하고 엔진 결합에 의한 부당한 추진력을 피하기 위하여 기체 내부에 위치하도록 되었다. 이처럼 항공기의 각 시스템은 사양, 설계 팀, 항공역학에서 왕립 항공 협회 전문가의 견해에 이르는 광범위한 투입 사이의 물리적 협상으로 가능했던 것이다.

2번 항공기는 1번 항공기에서 출현했다고 주장할 수 있다. 1번 항공기를 형성했던 많은 제약과 자원이 2번 항공기를 형성하는 데 기여한 것은 확실하다. 그러나 그 과정을 일방적인 발전으로 보기는 어렵다. 2번 항공기는 단순히 1번 항공기의 제작에 기여했던 일련의 요소

를 '쏟아낸' 결과물이 아니다. 1번 항공기는 몇몇 문제를 노정하였고 거기에는 많은 가능한 해결책이 있었다. 2번 항공기는 이러한 문제에 대한 특별한 해결책 — 많은 후속 행위자들에 의한 협상 — 을 보여주었다. 2번 항공기는, 적어도 몇몇 경우에는, GOR 339가 제기한 문제의 수용을 거부하는 것을 보여주었는데, 그것은 날개의 행위에 관한 유용한 규칙이 공군 참모진의 희망을 넘어서던 급속 이착륙에 대한 요청에서 분명히 드러났다. 이러한 사례에서 우리는 기술의 사회적 형성의 이면(裏面)을 볼 수 있다. 사회적인 것이 굴절되는 주변에는 기술적인 것이 존재하고 있는 것이다.

2번 항공기가 1번 항공기의 단순한 발전이 아니라 변형을 나타내고 그 변화가 다소 상이한 행위자들 사이의 협상에 의해 형성되는 것이라면, TSR.2 프로젝트가 변형된 모습은 '3번 항공기'의 경우에 더욱 분명해진다. F111으로 더욱 잘 알려진 3번 항공기는 총선거 이후에 점차적으로 모습을 드러냈다. 우리는 1964년 10월 이후에 가장 중요한 행위자들 사이에 발생했던 변화를 추적하였다. 재무성은 엄격한 경제 논리를 부과하면서 TSR.2 프로젝트 비용의 지속적인 증가와 TSR.2의 수출 전망의 결여에 대하여 심각한 우려를 표명하였다. 항공성은 규모가 적으면서 적응력이 강한 항공 산업을 형성시키려고 노력하였다. 국방성은 비용 삭감에 참여한 것은 물론 해외 영연방에 대한 책임을 포기하고 TSR.2의 존재 근거를 부인할 수 있는 국방 백서의 작성에도 관여하였다. 공군 참모진은 TSR.2 140개 전부를 획득할 수 없을 것이라고 점점 걱정하기 시작하였다. 서로 이유는 달랐지만, 모든 행위자들은 — 어떤 행위자들은 적극적으로 다른 행위자들은 소극적으로 — TSR.2를 포기하고 F111을 선택할 준비가 되어 있었다. 따라서 전술 폭격기 및 정찰기를 위한 그 프로젝트는 연루된 행위자들의 상호관계에 의해 재형성되었고, 이러한 재형성과 함께 항공기는 또다시 커다란 변화를 경험하였다. 이상의 재형성 과정은 <표 2>에

요약되어 있다.

이러한 과정을 통해 TSR.2는 형성되었고, 재형성되었다.¹⁰⁾ 그러나 우리는 그러한 '궤적의 변환'을 어떻게 서술해야 하는가?¹¹⁾ 이것이 우리의 세번째 관심사항이다. 만약 기술이 해석적으로 유연하다면, 그리고 기술이 맥락에 의해 형성될 뿐만 아니라 기술이 맥락을 형성한다면, 우리는 어떻게 기술을 발생시키는 우연하고 반복적인 과정을 일반적이지 않은 방식으로 설명할 수 있는가? 우리가 서론에서 암시했듯이, 우리의 대답은 연결망이란 단어를 채택하는 데 있다. 즉 '포괄적 연결망', '국소적 연결망', '강제적 통과 지점'과 같은 용어를 사용하는 것이다. 우리는 기술 프로젝트의 형성과 운명이 이러한 세 가지 요소의 상호작용이라고 제안한다.

첫번째 요소는, 궁극적인 수익을 예상하여 다양한 종류의 자원을 제공하는, 포괄적 연결망을 구성하고 유지하는 프로젝트의 능력이다. 포괄적 연결망의 성공적인 구성은 구체적이고도 중요한 결과를 유발한다는 데 주목하라. 그것은 프로젝트 구축가들에게 다른 사람의 간섭없이 개인적인 실수를 할 수 있을 정도의 자유를 제공한다. 즉 포괄적 연결망은 협상 공간을 제공하는 것이다(Callon and Law, 1989를 보라). 따라서 이상적인 경우에 프로젝트 구축가는 수익을 발생시키려는 시도에 있어서 상당한 정도의 자율성을 획득한다. 동시에 그는 그러한 시도에 대한 완전한 통제권과 책임을 가지게 된다.

두번째 요소는, 포괄적 연결망이 제공한 자원을 활용하여 포괄적 연결망 내부의 행위자들에게 물질적, 경제적, 문화적, 상징적 보상을

10) 이 논문의 내용에서 벗어나긴 하지만, 그 항공기는 1967년에 F111이 취소됨으로써 또 한번의 재형성을 경험하였다. 이 지점에서는 '4번 항공기' — 개량된 뷰캐이너 — 가 등장하였다.

11) '변환 궤적'(translation trajectory)이란 개념은 역설적이다. 변환은 지속적인 협상의 산물이다. 그것은 자신의 기원이 부여한 모델링의 결과가 아니다. 우리가 이 용어를 사용하는 방식은 궤적 이론가들과 중첩되긴 하지만(예를 들어 Sahal, 1981; Dosi, 1982; Nelson and Winter, 1982를 보라), 기술변화에 대한 상당히 다른 분석을 제공하고 있다.

제공하는, 국소적 연결망을 구성하고 유지하는 프로젝트의 능력이다. 쉽게 말해서 그것은 제공된 자원으로 다양한 일을 실험하고 시도해보고 성공적으로 조합하는 능력이다. 그것은 또한 생산된 모든 것을 통제하고 교환함으로써 포괄적 연결망의 행위자들을 만족시키는 능력이다.

세번째 요소는, 앞의 두 가지 요소를 연결시키는 것으로서, 자신을 포괄적 연결망과 국소적 연결망 사이의 강제적 통과 지점으로 구성하는 프로젝트의 능력이다. 강제적 통과 지점이 존재하지 않으면, 첫째, 프로젝트가 포괄적 연결망에서 제공된 자원을 통제하지 못해서 그 자원이 오용되거나 철회되며, 둘째, 국소적 연결망이 성공을 달성한 경우에도 포괄적 연결망의 역할을 요구할 수 없게 된다. 간단히 말해서 강제적 통과 지점이 없으면 국소적 연결망으로부터 이익을 획득할 수 없게 된다.

이제 포괄적 연결망과 국소적 연결망 내부의 물질적 대상 및 행위자들이 이질적인 성격을 띠고 있다는 점에 주목하라. 우리는 TSR.2와 관련하여 정부 기관에 소속된 중요한 제도적 행위자들을 검토하였다. 또한 우리는 지정학적 요소(일련의 국가들이 가정하고 있는 이해관계)와 기술적 변화(미사일 및 非항공기 기술의 진보)도 언급하였다. 그리고 포괄적 연결망에서는, 우리가 동일한 비중으로 다루지는 못했지만, 풍향(그것은 항해 범위를 계산하는 데 결정적이다)이나 지형(그것은 저공 비행에 관련된 위험을 계산하는 데 사용된다)과 같은 자연발생적인 요소도 중요한 역할을 담당한다. 또한 상이한 길이의 활주로를 어떻게 활용하고 배분하는가 하는 문제도 포괄적 연결망의 고려사항에 해당한다.

포괄적 연결망이 이질적인 것처럼, 국소적 연결망 역시 이질적이다. TSR.2 프로젝트에는 주 계약자, 하청업체, 항공의약협회(Institute for Aviation Medicine)와 같은 전문기관 등이 제도적 행위자로 참여하였

다. 그 프로젝트는 수만의 설계자, 제도공, 조립공, 마케팅 요원을 동원하였다. 그것은 과학적·기술적 전문 이론이나 수많은 작업장 기술과 같은 높은 수준의 지식 기반을 활용하였다. 그리고 그것은 놀라울 정도로 많은 서류 — 예를 들어 도면, 지침, 경영 차트, 안내책자, 판매 팸플렛, 지도, 공식 보도물 — 는 물론이고 셀 수 없을 정도의 공작기계, 지그, 자동차, 추격기, 검사 기구를 사용하였다.

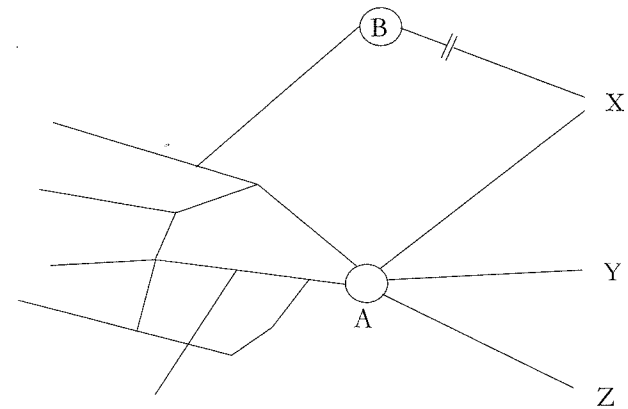
포괄적 연결망과 국소적 연결망을 구성하는 요소들이 이질적이었기 때문에 그러한 요소들이 기초할 수 있는 범위를 정하는 문제는 매우 골치아픈 것이었다. 그것들을 동원할 수 있는 정도는 매우 변화무쌍하였으므로 경험적으로 결정될 수밖에 없었다. 다시 말해서 프로젝트가 두 가지 연결망을 통제할 수 있는 정도와 방식은 미리 정해질 수 없었다. 그러나 그것은 분명히 프로젝트의 궤적과 성패를 좌우하였다(<그림 1>).

두 가지 연결망에 집중한다면, 모든 프로젝트를 2차원 그래프에 점으로 표시하는 것이 가능해진다. 그래프에서 X축은 국소적 연결망에 속한 행위자들이 동원되는 정도(국소적 연결망에 관한 통제)를 나타내고, Y축은 포괄적 연결망에서 외부 행위자들이 결합되는 정도(포괄적 연결망에 관한 통제)를 나타낸다. 이러한 방법을 사용하면 모든 프로젝트의 궤적의 변환을 서술할 수 있다(<그림 2>).

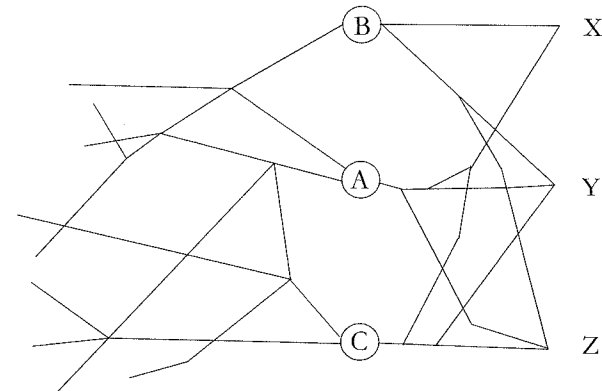
이러한 분석틀을 가지고 TSR.2 프로젝트의 경우를 살펴보자. 그 프로젝트는 그래프의 중앙 지점에서 시작하였고, 자신의 산물을 뷰캐니어와 구별하기 위하여 그래프상으로 수직상승하였다(A). 관리 구조가 정교화되자 프로젝트는 X축을 따라 우측으로 이동하였고(B), 이러한 경향은 두 설계팀 사이에 설계에 대한 동의가 도출되자 더욱 강화되었다(C). 그러나 그 위치는 계속 유지되지 않았다. 하청업체들이 점차 행동을 같이 하지 않게 되고 몇몇 경우에는 공군과 직접 접촉함에 따라 프로젝트 관리자가 내부적인 연결망을 통제할 수 있는 정도가 약

국소적 연결망

포괄적 연결망



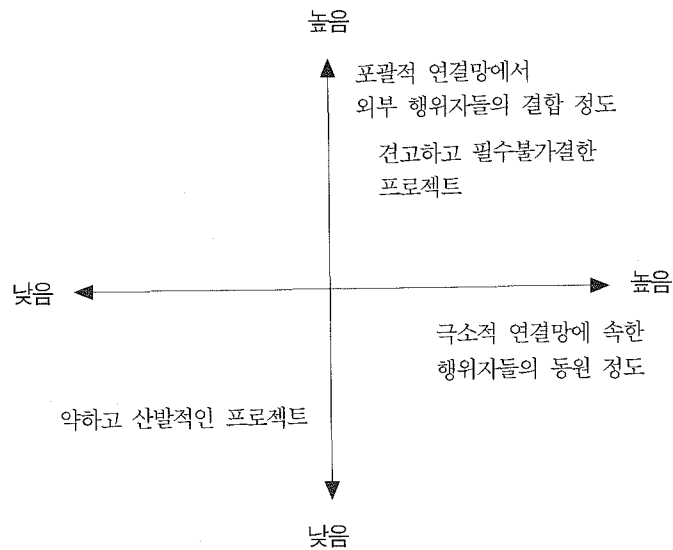
강한 외부적 결합
강한 내부적 동원
강한 강제적 통과 지점



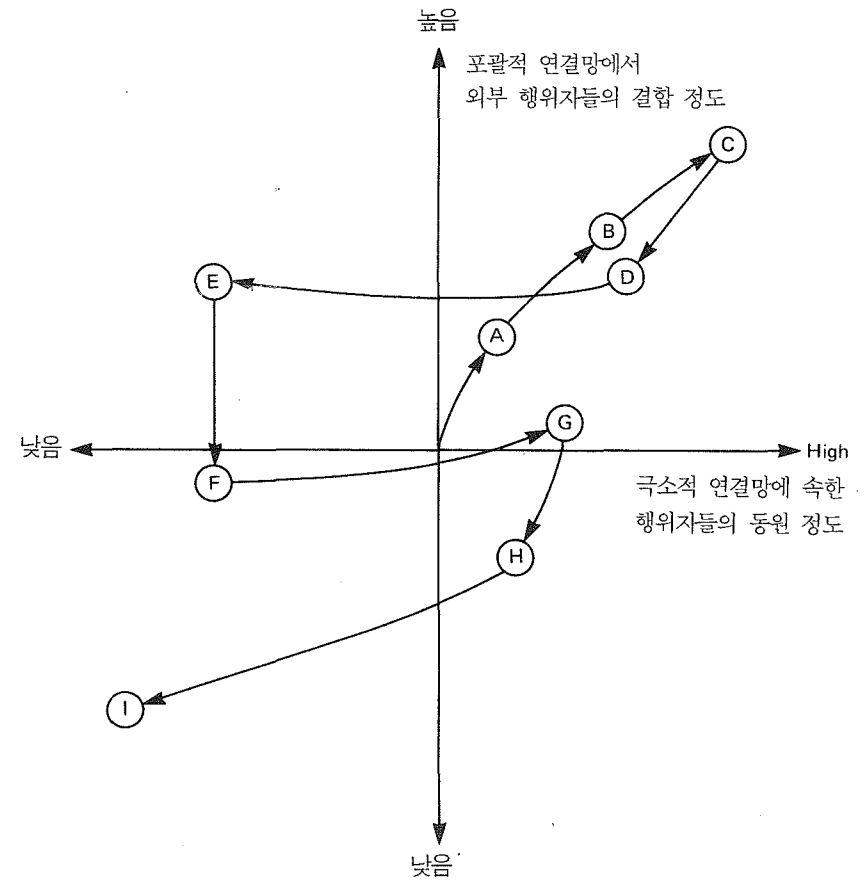
약한 외부적 결합
약한 내부적 동원
약한 강제적 통과 지점

<그림 1> 강하게 동원된 연결망과 약하게 동원된 연결망

화되었다(D). 엔진의 저압 기동이 해제되고 폭발하게 되자 이러한 과정은 밑바닥에 도달하였고(E), 오스트레일리아는 F111의 구입을 선택하였다(F). 그러나 많은 수선 작업 후에 처녀 비행이 성공적으로 실시되었고, 국소적 연결망을 통제할 수 있는 정도가 다시 강화되었다(G). 이에 따라 TSR.2 프로젝트는 그래프상의 제1사분면으로 다시 이동하였지만, 정치적 환경의 변화하고 F111의 활용가능성이 제기되면서 Y축 밑으로 하강하기 시작하였다. 결국 노동당이 총선거에서 승리하고 F111이 현실적인 대안으로 부상함에 따라 그 프로젝트는 제4사분면에 속하게 되었고(H), 국소적 연결망을 완전히 상실함으로써 폐기의 운명을 맞이하게 되었다(I)(<그림 3>을 보라). 이 그래프에서 나타난 TSR.2 궤적의 주요 전환점은 선택 및 결과의 표로 묘사할 수 있다(<표 3>을 보라).



<그림 2> 국소적 연결망 및 포괄적 연결망의 동원



<그림 3> TSR.2의 궤적

따라서 우리는 기술 프로젝트의 궤적이 우연하고 반복적인 성격을 띠는 결론을 내린다. 때때로 프로젝트나 기술은 연구개발 과정에 대한 상투적인 표현과 일치하는 방식으로 움직인다. 그러나 그러한 과정이 결코 '필연성'을 가지지는 못한다. 모든 과정이 원만하다면 우연히 그렇게 되었을 따름이다. 우리가 서술했던 것과 같은 변덕스러운 경로는, 사건이 발생한 후에 성공의 필연성을 찬양하는 회고적 역

사(Whiggish histories)에 의해 우연적 맥락이 종종 숨겨지긴 하지만, 일방적인 경로보다도 훨씬 많은 현실성을 가지고 있다(Bowker, 1992를 보라).

<표 3> 선택 및 결과

	사건/의사결정	국소적 결과	포괄적 결과
A	새로운 항공기의 제작	설계의 정교화	해군 및 재무성의 봉쇄
B	주 계약자의 지명	무기의 정교화	외부 개입의 최소화
C	설계에 관한 의사 결정	생산시설의 완비	안정된 자금 지원
D	주 계약자의 선택에 대한 지원 미비	주 계약자의 기반 침해	공군의 직접 개입 용인
E	엔진의 파괴	프로젝트 기간 연장, 검사 팀의 동원	비용 증가 및 회의적 시각 등장
F	오스트레일리아의 구매 결정	하청업체의 회의적 시각 증대	프로젝트가 정치적 문제로 부상
G	시험 비행	항공기 및 하청업체에 관한 기술적 신임	프로젝트 지원의 강화
H	노동당의 총선거 승리	하청업체 사이의 의구심 증가	프로젝트 반대자들의 세력 강화
I	폐기	프로젝트의 와해	F111 구입 선택

그러나 우리의 목적은 “결과가 우연의 산물이다”는 주장을 넘어서는 데 있다. 그것은 옳은 주장이지만, 우리가 구체적인 사례연구를 축적하지 않는다면 무력한 언명에 지나지 않는다. 우리의 목적은 사례연구를 통해 기술변화의 패턴을 탐구하는 데 있다. 우리는 TSR.2의 사례가, 이 책에 실린 다른 사례들과 마찬가지로, 내부와 외부, 그리고

비공식적 무대(backstage)와 공식적 무대(front stage) 사이의 구분을 창출하는 것이 많은 (아마도 모든) 완고한 사회기술(obdurate socio-technologies)을 구성하는 데 결정적인 전략임을 보여주고 있다고 생각한다. TSR.2 사례가 보여주듯이, 비공식적 무대에서 협상공간을 구축하고 그것을 공식적 무대와 연결시키는 방법 및 자원은, 경우에 따라 세부적인 차이를 가지겠지만, 단순히 전략에 의해 생겨나는 것이 아니다. 우리가 연결망 비유를 사용하는 것은 사회기술의 ‘이음매 없는 망’을 형성하는 장벽에 대하여 공평무사한 방식으로 다룰 필요가 있기 때문이다.