

# 수학사 : 사회와 수학

## Week 11

### 제9장 세계대전을 제어한 최적화 이론

1. 독일의 U보트, 일본의 가미가제 특공기에 대한 대책
2. 경영과학의 성립과 종류
3. 컴퓨터를 이용한 수학

프롤로그 십자군을 통하여 전해진 필산법 18

1. 10세기, 동양과 서양의 수학이 아라비아에 모이다 20
2. 계산법의 전파 30
3. 산반파와 필산파의 긴 다툼 32  
기독교와 이슬람교의 대립 34

제1장 대포소리와 함께 시작한 **함수** 36

1. 난공불락의 성벽 38
2. 오스만 제국과 군대 40
3. 대포에서 ‘움직임의 수학’이 탄생하다 42  
연령과 체력은 비례? 46

제2장 30년간 군사 비밀로 여겨진 학문, **화법기하학** 48

1. 전쟁에 참가한 프랑스 수학자 50
2. 대포에 강한 요새 건설 52
3. ‘투영도’라는 기하학 54  
고대 로마의 설계술 58

제3장 도시국가의 번영과 부산물, **확률론** 60

1. 이탈리아 해운항의 전통 62
2. 새로운 수학 ‘확률론’의 완성까지 64
3. 확률의 기초지식과 초등문제 68  
바퀴의 도박 ‘룰렛’ 70

제4장 사회부흥의 실마리 **통계학** 72

1. ‘숫자의 표’라는 소박한 통계 74
2. 런던의 발전과 전염병 78
3. 독일의 ‘30년 전쟁’ 후의 재건 80  
생각해보면 그래프에서 얻은 ‘문제점’을 발견하기 82

제5장	대화재 피해에 대한 반성에서 생긴 <b>보험법</b> 84
	1. 미래의 행복을 생각하는 지혜 86
	2. 런던 대화재와 그 후 88
	3. 화재보험의 탄생 92
	보험금 지불과 계약의 유효 95
제6장	산책로에서 탄생한 <b>위상수학</b> 96
	1. 일곱 개의 다리 건너기 98
	2. ‘한붓그리기’의 규칙 100
	3. 마술 같은 도형학 ‘위상수학(topology)’ 105
	아시아(일본)에도 있었던 ‘다리 건너기 문제’ 108
제7장	농업 연구의 능률을 높인 <b>추측통계학(stochastics)</b> 110
	1. 마방진과 라틴 방진(Latin square, Latin cube) 112
	2. 농업 연구의 오랜 역사 116
	3. 표본조사라는 생략법 118
	예상이 어긋나는 원인은 어디에 있는가? 122
제8장	지도와 회화 연구에서 나온 <b>변환법</b> 124
	1. 구면이나 입체물을 평면에 표시하는 연구 126
	2. 변환의 이용과 효용 128
	3. 변환을 통일적으로 통합하는 시점 130
	회화 유람선의 구조도 132
제9장	세계대전을 제어한 <b>최적화 이론</b> 134
	1. 독일의 U보트, 일본의 가미가제 특공기에 대한 대책 136
	2. 경영과학의 성립과 종류 138
	3. <b>컴퓨터를 이용한 수학</b> 140
	안장점이라고 하는 최적해 142

**제10장 사회 발전의 강력한 도구 계량학** 144

1. 수량화의 필요와 연구 146
2. 인간 활동은 계량화 사회의 건설 148
3. 계량학과 발전 152
  - 국제적으로 통일된 2개의 계량 기준 155

**제11장 정보화 사회의 정탐꾼 암호학** 156

1. 암호의 기본과 구성 158
2. 암호 만들기과 풀기 160
3. 정보사회와 암호의 활약 164
  - 일본 최초의 만화 166

**제12장 허점투성이 법과 수학** 168

1. 사회 발전과 ‘허점투성이 법’ 170
2. 법률이 갖는 한계와 이면의 법칙 172
3. 여러 가지 속임수 상법 174
  - 논리적 설득의 영역과 ‘허점투성이 법’ 178

**제13장 수학과 문학의 만남-수학으로 문장을 분석하다(文紋法)** 180

1. 문자, 언어의 분석 182
2. 작자불명의 좋은 책 184
3. 문장의 습관 발견과 이용 186
  - 수학과 문학의 접점 190

**에필로그 새로 도입된 외래 수학용어** 192

1. 일본의 수학용어 변천 194
2. **새로운 발상의 수학시대** 198
3. 여러 가지 ‘외래 수학용어’ 200
  - 수학의 학제간 연구** 202

**글을 마치며** 204

**[자료 1] 수학발전사와 ‘수학’의 분류** 214

## 제 9 장

### 세계대전을 제어한 최적화 이론



공항전화는 각과 역 구내에 몇 개씩 설치하는 것이 적당할까?

수학, 제2차 세계대전을  
승리로 이끈다

'전쟁의 전략, 공격법은 전문가인 군인(참모본부, 작전실 등)이 담당하는 것'이라는 전통적인 생각을 제2차 세계대전에서 연합군이 꺾었다.

통계학, 확률론, 그리고 기타 최신 수학을 구사한 아마추어 군인들인 '과학집'이 전술 전략의 지휘 자료를 제공해 큰 효과를 올렸기 때문이다.

그리고 전후 이것이 훌륭한 사회수학이 되었다.

## 1 독일의 U보트, 일본의 가미가제 특공기에 대한 대책

강력한 공격무기에 대한 방어·작전계획이란!

‘OR(Operations research)’은 우리말로 ‘작전연구, 최적화 이론, 경영과학’이다. 약칭 ‘OR팀’은 제2차 세계대전 중인 1940년에 영국에서 창설되었다. 이는 독일 공군의 런던폭격이나 U보트(소형잠수함)의 수송선 공격에 대비하기 위해 결성된 ‘아마추어 전략팀’이었다.

당시의 영국 본토는 공업선진국으로 발달하여 식량 생산의 대부분을 캐나다, 오스트레일리아와 같은 식민지에 의존해 왔다. 제2차 세계대전 말기가 되면서 식량부족이 심각해지고, 따라서 물자를 먼 식민지로부터 배를 이용하여 운송해야 했다. 따라서 독일은 ‘식량 물자 공격’을 기도하여 영국의 물자 수송선단을 U보트를 이용하여 차례로 격침해갔다.

이런 공격을 방어하는 최선의 방법은 수송선단을 순양함, 구축함, 어뢰정과 같은 군함으로 호위하는 것이다. 그러나 전력을 여기에 분할하면 다른 지역의 수비가 약화된다.

그래서 되도록 적은 수의 함선으로 가능한 한 많은 배를 지킨다. 즉 최소의 노력으로 최대의 효과를 내고자 하는 ‘최적화’ 문제를 생각하게 되었다.

이 문제에 도전하여 성과를 올린 것은 군의 수뇌부가 아니라 블랙킷 경(Sir Blackett)이 이끈 ‘과학팀’이었다. 그 연구를 ‘경영과학(Operations Research, OR)’라고 불렀다.

## 2 경영과학의 성립과 종류

새로운 수학이 '탄생한다'는 의미는 무엇인가?

미국의 '과학탐'에서는 발족 시 가미가제 특공기 2,000대의 데이터를 통계론, 확률론 등으로 수학적인 관점에서 자세하게 분석하여,

- 공격을 받았을 때의 대형함파 소형함의 최적대응방법
- 공격기가 상공에서 돌입해온 경우와 해면과 거의 닿을 정도로 평행으로 공격해 온 경우에 따라 함선이 대피하는 최적의 행동 지침

등 각 조건, 장면, 상황에 따라 각각 대응하는 지침을 주었다.

이 지침을 적극적으로 따른 함대는 피해가 30% 이하로 줄어들었고, 이 지침을 무시한 함대는 전과 같이 피해가 50%에 가까웠다고 한다.

이상으로 영국과 미국의 '과학탐' 연구는 실질적으로 성과를 올리면서 큰 신뢰를 얻었다. 전쟁이 끝나고 '과학탐'의 멤버는 대학이나 연구실로 돌아갔지만, '경영과학'이 평상시의 사회에서도 충분히 유용하다는 것을 발견하여 '경영과학' 내용을 연구하고, 이 결과를 분류하여 139쪽에 제시하는 몇 가지 연구이론을 창안했다.

'평상시도 어떤 의미에서는 전쟁 상황과 비슷하다'는 것을 발견했다.

근본적인 발상인 '최소의 노력으로 최대의 성과, 즉 최적해를 구하는 수학으로 생각할 수 있게 되었다.

#### 선형계획법

- 여러 종류의 제품의 생산량 비율
- 혼합비료의 배분
- 햄, 소시지 등의 제품 생산
- 공장, 아파트의 건설계획 등

#### 창구 이론(대기 행렬)

- 야구장이나 극장의 대표소 개수
- 역과 정류장의 공중전화 개수
- 버스나 열차의 운행횟수
- 교통신호의 시간 조절
- 빌딩의 화장실이나 엘리베이터 개수
- 레스토랑의 테이블 개수
- 공장에서의 공구 개수 등



역 개찰구 개수



대형상점의 상품 배열



### 3 컴퓨터를 이용한 수학

도구가 미해결 문제를 해결하고 새로운 과제를 만든다

최적해를 향하여!

이 말은 새로운 것처럼 보이나 실은 오래전부터 통용된 아이디어다. 사회, 특히 경영에서 기업 대표는 항상 업무 효율이나 회사 발전을 궁리한다. 인간 개인 생활을 예로 들어도 즐겁게 일하면서도 수입을 올릴 수 있기를 기대한다. 그리고 크게 성공한 사람을 보면, 이들도 우수한 장군과 같이 'OR'의 감각을 본능적으로 가지고 있는 사람이다. 예를 들어, 어떤 회사가 크게 발전하여 새 공장을 건설하려고 하면, 141쪽에 보이는 것과 같은 수많은 고려 사항이 쌓여 있다.

200원(元), 300원 연립일차방정식과 부등식을 풀면 최적해를 얻을 수 있지만, 손으로 계산하여 답을 얻기까지 몇 년이 걸리고, 결과가 나왔을 때에는 물가상승이나 경제변동 등으로 인해 그 결과가 이미 쓸모없게 될 것이다.

원(元)은 미지수의 개수를, 차(次)는 분자 인수의 개수. 따라서 일원일차방정식은 미지수가 하나이고 가장 높은 차수의 항이 일차인 방정식을 말한다.

이러한 이론은 이론적으로 답을 구할 수는 있으나 현실에서는 불가능하다. 이전에는 본능적으로 우수한 사람들만이 직관적으로 답을 얻어서 성공했다.

그러나 컴퓨터 출현으로 이런 환경은 크게 변했다. 즉, 이제는 단기간에 답을 얻을 수가 있기 때문이다.

새로운 발상 '경영과학'이 새로운 수학이 된 이유는 여기에 있다. '수학이 탄생하다'는 것이 바로 이런 것이다. 인간에게 불행한 전쟁을 통하여 새롭게 대두된 수학, 즉

첫 번째 새로운 발상의 수학시대에는 '대포'에 의해서

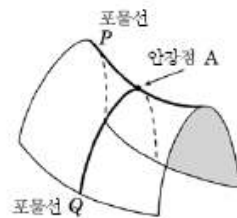
두 번째 새로운 발상의 수학시대에는 '과학탐'에 의해서

자, 이윽고 다가오는 세 번째 새로운 발상의 수학시대에는 무엇에 의존될 것인가?

생각해보면

## 안장점이라고 하는 최적해

승마용 안장은 수학에서 대단히 중요한 의미를 갖는다.



포물선  $P$ ,  $Q$  두 개를 가지고 그 교점  $A$ 는

포물선  $P$ 의 최소값

포물선  $Q$ 의 최대값

이며, 이것을 '안장점'이라고 부르고 '경영과학'에서는 최적해(optimal solution)이다.

139쪽의 '창구 이론'이나 '게임 이론'에서 필요로 하고 아래와 같은 경우에도 활용된다.

- 야구장이나 극장에서 대표소 개수를 많이 하면 경비가 늘어나고 적으면 줄이 길어져서 불평이 커진다.
- 회사에서 사원 건강관리를 너무 자주하게 되면 진단비용이 늘어난다. 그러나 그 기간을 너무 길게 하면, 질병의 발견이 늦어져, 치료비용이 커진다.