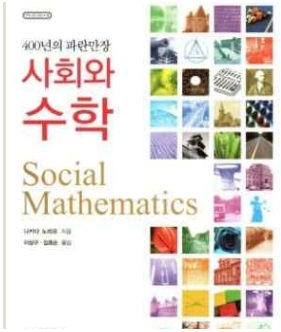


수학사 : 사회와 수학

Week 3

제1장 대포소리와 함께 시작한 함수

1. 난공불락의 성벽
2. 오스만 제국과 군대
3. 대포에서 '움직임의 수학'이 탄생하다

이상구(성균관대), sglee@skku.edu

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 보험법 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 위상수학 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 추측통계학(stochastics) 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 변환법 124
1. 구면이나 입체물을 평면에 표시하는 연구 126
2. 변환의 이용과 효용 128
3. 변환을 통일적으로 통합하는 시점 130
호화 유람선의 구조도 132

제9장 세계대전을 제어한 최적화 이론 134
1. 독일의 U보트, 일본의 가미가제 특공기에 대한 대책 136
2. 경영과학의 성립과 종류 138
3. 컴퓨터를 이용한 수학 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 만들기와 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 1 장

대포소리와 함께 시작한 함수

16~17세기의 대포와 탄환 (프랑스 남부, 모나코)

새로운 병기가 새로운 시대를 열다

예로부터 전쟁의 역사는 우수한 무기 개량의 역사라고 말할 수 있다. 몇십 년을 걸쳐서 단련한 칼의 달인도 일주일 정도 배운 보통 사람의 총과 대포를 당하지 못했다. 그 예가, 1575년 일본 나가시노 성(현재 아이치 현의 나가시노)에서 오다 노부나가(織田信長)의 군대가 다케다 가쓰요리(武田勝頼)의 숙달된 기마병 1만 5000명을 물리친 전투이다. 당시로서는 기록적인 1만 6000명의 전사자를 낸 이 전투는 총을 가진 보병부대가 잘 훈련된 기마부대를 대파한 전투로서 군사전술의 변화를 가져온 중요한 사건이었다.* 1543년 포르투갈 상인에 의해 다네가시마에 전래된 철포(鐵砲, 뎃포)는 일본 열도에선 100여 년간 지속된 전국(戰國)시대를 마감시킨 촉매제가 되었고, 이 철포를 효율적으로 이용한 오다 노부나가는 일본 제일의 장군(將軍, 쇼군)이 되었다. 오다 노부나가의 부하였던 토요토미 히데요시(豊臣秀吉)가 마침내 일본의 전국시대를 마감시키고 통일했다. 이런 우수한 무기의 효력 발휘에 '수학'이 한몫을 담당했다.

* 조총은 일본군이 임진왜란(1592~1598) 당시 사용한 화승총을 말한다. 하늘을 나는 새를 쏘아 맞혀서 떨어뜨릴 수 있다(鉄砲鳥)는 의미에서 조총(鳥銃)이라고 부른다. 일본어로는 철포라고 부른다. 철포(일본 발음으로 뎃포) 없이 전쟁에 나간다는 뜻의 무데뽀[무뎃뽀, 무철포(無鐵砲)]라는 말이 생겨났다. 당시 조선에는 조총에 비교되는 개인화기로 승자총통이 있었지만 화력이 약했고, 보유한 무기 수가 너무 적었다.

1 난공불락의 성벽

전쟁에 수학자가 왜 필요한가?

적군과 아군이 일대일로 전투를 하는 고대 전쟁은 근대 전쟁이 되면서

- 기관총 1자루가 수십 명을 상대하고,
- 한 대의 특공기가 항공모함이나 대형 전함의 화약고에 돌격하면 3,000~4,000명의 장병을 살상한다.
- 한 명의 유능한 스파이는 여러 사단 병력과 같은 역할을 한다.
- 그리고 원자폭탄에 이르러서는 한 발로 수십만 명의 사상자를 낸다.

그런데 전쟁이 발발하면 세상일에 초연한 수학자도 유감스럽게 작든 크든 아군의 승리에 협조하도록 강요받게 된다. 다음과 같은 예가 있다.

- 기원전 3세기, 아르키메데스는 로마군과의 싸움에서 투석기, 기중기, 일광반사경을 발명
- 16세기 영국 네이피어(Napier)는 로마 교황과의 전쟁에서 화포, 전차, 연소경, 잠수함을 고안
- 19세기, 나폴레옹 시대에는 당시의 일류 수학자가 여러 가지 협력을 했다.(50쪽 참조)
- 20세기, 제2차 세계대전 중 영국의 패트릭 블래킷(Patrick Blackett, 1897~1974) 경이 창설한 작전계획팀에는 전체 12명 구성원 중 수학 전공자가 4명이나 있었다.

수학이란 무엇인가? 수학자들의 무엇이 전쟁과 관계를 갖게 되는가? 전쟁은 '공격'과 '수비'에 의해 이루어진다. '공격은 무기', 그리고 '수비는 성'이 된다. 이 상황에서 최대의 효과를 추구하다 보면 '수학적 생각과 힘'을 필요로 한다.

국가·도시를 지키는 성벽

'만리장성'도 몽골, 흉노를 막기 위한 수비용 성벽이었다.

- 중국의 전국시대(B.C. 4~2세기)에 연(燕)-조(趙)-진(秦) 나라가 성벽을 만들고,
- 시황제(B.C. 2세기)가 확장하고,
- 중국의 위진남북조 시대(魏晉南北朝時代, 4~6세기)에 북위(北魏)·북제(北齊)가 거의 완성하고
- 명(明)나라 시대(14~17세기)에 '만리장성'은 더욱 견고해졌다.

참고 길이가 6000킬로미터, 100미터마다 파수대(돈대, 墩臺)를 만들었고, 성벽의 높이는 약 8미터, 폭은 6미터이다.

2 오스만 제국과 군대

오스만 제국 멸망 후 무슨 일이 일어났는가?

현재 터키의 대도시 이스탄불은 서기 330년 콘스탄티누스 대제가 당시의 비잔티움(Byzantium)을 제국의 수도로 하고 콘스탄티노플(Constantinople)이라 명명한 곳이다. 그 후 테오도시우스 1세(Theodosius I, 재위 379~395)가 제국을 동서로 나눠 두 아들에게 상속한다. 그리하여 장자인 아르카디우스는 오스만 제국을, 차자인 호노리우스는 서로마제국을 승계하게 된다(395년). 콘스탄티노플은 오스만 제국의 수도로 약 천 년간 번성하는데, 삼면이 바다고 육지 쪽은 삼중의 성벽(41쪽 지도 참고)을 가진 난공불락의 견고한 도시였기 때문이다.

이 때문에 콘스탄티노플은 몽골의 기마대, 서유럽의 중장비 군단, 튀르크의 인해전술과 같은 당시의 어떠한 공격에도 끄떡없이 견뎌낼 수 있었다.

그러나 높이는 높지만 두께가 두껍지 않은 콘스탄티노플 성벽의 구조는 사람과 말의 공격에는 강했지만, 1453년 처음 경험한 오스만 튀르크군의 청동제 대포 공격에는 힘없이 무너졌다. 거기에 내부의 부패까지 겹쳐서 단번에 함락됐다.

'서유럽의 선봉'이라고 할 수 있는 요충지가 동방의 공격으로 함락되어 멸망한 후 다음과 같은 중요한 변화와 큰 사건들이 발생하면서 새로운 시대를 맞이하게 된다.

1. 동방으로부터의 강한 압박 (지중해 제패制覇) ⇒ 활로를 서쪽으로 향한 신천지 탐색 (대항해 시대의 개막)
2. 우수한 그리스인, 로마인 학자들의 유출 ⇒ 이탈리아의 도시국가에서 르네상스가 꽃 피움 (문예부흥, 고대 그리스적 분위기)
3. 이슬람교에 참패를 당한 기독교 ⇒ 종교혁명 (인간의 정신을 자유롭게, 양심의 자유, 근대화)
4. 동방문화, 문명의 수입 ⇒ 제2의 헬레니즘 문화로 발전
5. '대포'라는 무기의 연구 ⇒ 새로운 수학의 시대(음직임의 수학)

3 대포에서 '움직임의 수학'이 탄생하다

대포는 성벽뿐만 아니라 '전통사회와 수학'도 파괴했다

당시는 수학계에도 천 년 이상 풀리지 않은 문제가 있었다. 바로 제논(B.C. 490?~B.C. 430?)이 제기한 네 가지 '역설(패러독스, paradox)'이다.

1. 아킬레스와 거북이
2. 절반의 역설(Dichotomy paradox)
3. 화살의 역설 : 날아가는 화살은 움직이지 않는다.
4. 스타디움의 역설(Stadium paradox)

모두 애매한 문제들이었다. 따라서 철학자이면서 수학자인 플라톤은 수학을 공부하며 생각할 수 있는 혼란을 방지하기 위하여 이런 문제는 연구 대상에서 제외함과 동시에 용어를 엄밀히 정의하며 '모순을 순화시킨 학문'을 만들어 내려고 노력했다.

즉, 논리의 구성상 패러독스를 일으키는 무한, 연속, 분할, 운동, 변화, 시간 등은 이후 17세기의 첫 번째 새 발상의 수학시대까지 피해 지내왔다.

그렇다고 해도 사람의 일상생활은 매순간 모든 것이 움직이고 변화하며 시간은 흘러간다. 한순간이라도, 우리가 지정한 시간이 실제로는 결코 멈춘 바 없으며, 그 시간에 진행된 일에 대해 확실하게 말할 수 있는 것은 많지 않았다.

수학계에서는 이 모순을 조정하기 위하여 '움직이는 것', '변화하는 것'을 한순간 정지시켜 파악하기 쉽게 그리고 불편하거나 역설이 발생하지 않도록 하여 그 상황이나 현상을 조사하도록 해왔다.

야구에서도 '움직이는 공'은 좀처럼 칠 수 없더라도 '정지한 공'이면 쉽게 칠 수 있다는 의미이다.

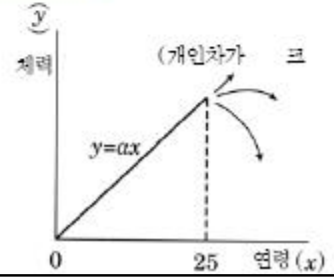
그러나 마침내 이 좁은 생각으로는 설명이 안 되는 많은 문제가 제기되는 시대가 왔다. 그것이 바로 대포의 시대이다.

생각해보면

연령과 체력은 비례?

함수, 함수, …

머릿속에서 좋은 예를 찾으려고 종일 생각하고 있던 참에, 우연히 도쿄 신주쿠에서 포스터를 하나 보았다. 스포츠 센터의 옆과 같은 광고물이다.

아쉽게도 연령과 체력은 반드시 비례하지 않는다.

아래 그래프를 보자. 젊을 때는 단련하는 만큼 누구나 체력이 증가하지만, 25세를 넘어서면 어떻게 관리하느냐가 중요하다.