

수학사 : 사회와 수학

Week 5

제3장 도시국가의 번영과 부산물, 확률론

1. 이탈리아 해운항의 전통
2. 새로운 수학 '확률론'의 완성까지
3. 확률의 기초지식과 초등문제

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
	회화 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 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 3 장

도시국가의 번영과 부산물
확률론



'복권'의 인기는 역전하다 (도쿄 신주쿠)

뻗사람, 희망, 일확천금

'우연을 수량화하다.'

이 말은 어떤 의미일까?

'우연'이란 미리 예측할 수 없기 때문에 확실한 일만을 연구 대상으로 해온 수학에 우연을 수량화한다는 것은 별세계의 일이었다. 우연으로 보이는 현상을 수학적으로 관찰, 처리하는 방법을 개발한다는 의미에서 '이런 새로운 수학'은 '새 발상의 수학'의 대표적인 예라고 할 수 있다.

1 이탈리아 해운항의 전통

도쿄, 나고야, 오사카, 히로시마 대결에서 연상되는 것은?

보통 고등학교 야구 시합이나 도시대항 야구, 프로축구 등의 스포츠 시합 등은 생각할 수 있을 것이다. 하지만, 같은 나라에서 도시끼리 전쟁을 했다고 하면 그런 일이 있었나 하고 의아해한다. [한국에서는 아주 드문 일이다. 일본의 경우 도쿠가와 막부 말기(~1868)에 중앙정부와 지방 자치국가 사이에 크고 작은 전투가 있었다. 유럽에서도 도시 사이에 전쟁이 자주 있었다.]

일반적으로 전쟁이라고 하면 타민족끼리 종교전쟁 또는 정복, 권력 확대를 목적으로 하는 경우가 보통이지만, 도시국가 사이에서도 동족전쟁이 있었다. 고대 그리스에서는 아테네, 스파르타 등 인근의 도시국가 사이에 전쟁이 많았다. 그것도 이합집산하면서 어제의 적이 오늘의 친구가 되는, 매우 격렬했던 전쟁이었던 것 같다. 물론 때로는 협력관계도 가졌다. 예를 들면 강적 페르시아와의 전쟁을 위하여 173개의 도시국가를 포함하는 모든 그리스 민족이 기원전 478년에 '델로스 동맹'을 맺고 힘을 합쳐서 싸웠던 것을 볼 수 있다.

자, 이야기를 그로부터 천 년 정도 건너뛰어서 13~15세기경의 이탈리아로 가보자. 이곳은 고대 그리스와 같은 도시국가로 이루어졌고, 그 대표적인 도시가 베네치아, 제노바, 피사의 3대 해운도시와 로마, 피렌체 같은 문화도시였다. 전자의 도시국가도 해상의 이권을 차지하기 위하여 옛날부터 전쟁을 되풀이하였고, 앞에서 이야기한 십자군 원정으로 모두 큰 번영을 이룬 곳이다.

또 1453년 오스만 튀르크의 공격으로 오스만 제국이 함락되자 수도 콘스탄티노플에 있던 그리스와 로마계 학자들은 종교와 생활 편의를 위하여 이탈리아 중부의 도시국가로 이주하기도 했다.

이탈리아의 3대 해운도시

• 베네치아

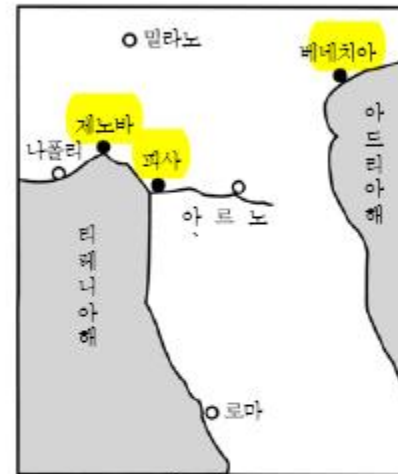
100여 개의 섬으로 이루어진 이 도시는 운하가 주된 교통수단이었다. 8세기경부터 해상 도시로 발전하여, 중세 말에는 동방무역을 독점한다.

• 제노바

12세기 이래 동방무역을 중심으로 번영했다. 공공선, 법치, 시민적 덕성 등을 핵심 가치로 하는 도시공화주의 모델의 하나이다. 1381년 베네치아 해군에 대패한 후 쇠퇴했다. 19세기까지 프랑스의 세력하에 있었다. 유럽 연합(EU)은 제노바를 프랑스의 릴(Lille)과 함께 2004년 유럽 문화의 수도(European Capital of Culture)로 선정했다.

• 피사

10세기경부터 동방무역으로 번영하며 베네치아, 제노바와 해상권을 다투었다. 1284년 제노바와의 해전에서 패하여 해외영토를 잃어버렸다.



2 새로운 수학 '확률론'의 완성까지

수학문화가 다른 민족에게 전파된다는 것은 어떤 의미인가?

이탈리아의 3대 해운도시에 지중해는 긴 세월 동안 '알마당과 같았으며, 십자군 시대에는 많은 동방물자를 수입하여 막대한 이익을 얻은 통로이기도 했다. 그런데 오스만 제국이 오스만 튀르크에 의해서 멸망된 후 지중해를 장악당하여 통상에 중과세가 부과되었다. 그래서 새로운 무역 상대를 구하기 위해 미지의 땅으로 항로 개척에 나선 것이다. 이것이 300년에 걸친 유명한 '대항해 시대의 개막이었다. 당연히 선봉에 선 것은 이탈리아 상인들이었고 대표적인 인물이 제노바의 콜럼버스(Christopher Columbus, 1451~1506)였다. 3척 배에 90명의 선단을 이끌었다.

그러나 당시 대서양을 건너는 항해는 엄청난 모험이었다. 한 예로 포르투갈 출신의 마젤란(Ferdinand Magellan, 1480~1521)은 5척의 배에 270명의 선원을 싣고 출발해서 3년 후에 귀향했다. 그러나 마젤란은 죽고 단 한 척의 배에 18명의 선원만이 살아서 돌아올 정도로 위험한 모험이었다. 즉, 일확천금이라는 꿈에 목숨을 걸고 그 후에도 많은 선단과 선원이 도전하였지만 많은 희생이 있었다. 그러나 만일 항해를 성공하여 무사히 여러 가지 동방의 물건을 가지고 돌아온다면 막대한 돈을 손에 쥐게 되는 것을 알고 있었다.

이런 매력 때문이었을까? 많은 라틴계 선원들은 희망과 일확천금을 기대하는 사행심을 가지고 원양무역선을 탔다. 이들로 인해 항구도시는 술렁거렸다. 흔히 도박을 하게 되면, 이기는 법을 찾고자 한다. 대서양 횡단이라는 모험이 성공한 데에도 어떤 규칙이 있을까 하는 질문을 하게 되고, 이에 대한 이론적인 연구를 하면서 확률론(Probability)이 싹튼 것이다. 확률론의 발전과정을 정리하면 이탈리아에서 시작되어 같은 라틴계의 프랑스에서 보강되었으며, 프랑스 유학중이던 러시아의 두 젊은이가 우연히 이 아이디어를 배운 후 돌아가서 러시아에서 완성시켰다.

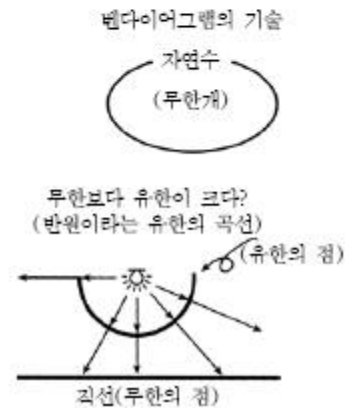
3 확률의 기초지식과 초등문제

확률로부터 배우는 '잘못 알고 있는 상식'의 예

인간은 사회라는 틀에서 집단생활을 하는데, 여기는 집단 구성원이 대부분 응답하고 이해하는 상식이라는 것이 있다. 그러나 최근 세계화가 진행되면서 우리의 상식 가운데 일부는 세계의 상식이 아닌 것으로 드러나듯이, 모든 상식이 절대적으로 신뢰할 수 있는 것은 아니다.

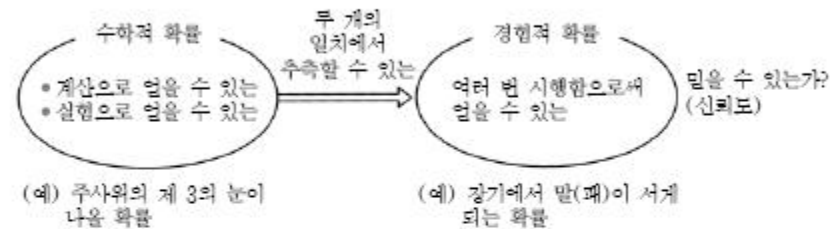
수학의 세계는 어떤가? 다양한 학문 중에서도 수학은 가장 논리적이기 때문에 역설을 만들기 쉬워서 오히려 상식적이면서도 비상식적인 소재도 많다.

- 예를 들면 오른쪽에서 보듯이 자연수의 개수는 무한임에도 유한인 그림 안에 모두 있다고 표시한다. (무수히 많은 자연수 모두가 그 안에 들어갈 수 없을 터인데(?))
- (짧은 유한 길이의) 반원주 위에 있는 점을 직선 위에 투영할 때 '긴 직선 위의 무수히 많은 점들보다 짧은 유한 길이의 반원 위의 점의 개수가 더 많다(?)'



직감이나 상식은 위험하다!

1. 두 개 확률 사이의 관계
 수학적(이론적, 선형적) 확률
 경험적(통계적, 후천적) 확률



2. 기초확률의 유명한 문제

- (1) 던져진 3개의 주사위 눈의 합이 9와 10인 경우를 비교하자

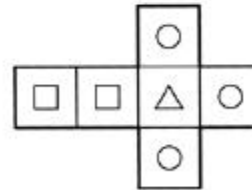
눈의 합이 9일 경우는 (1 2 6) (1 3 5) (1 4 4)
 (2 2 5) (2 3 4) (3 3 3) 이고

눈의 합이 10일 경우는 (1 3 6) (1 4 5) (2 2 6)
 (2 3 5) (2 4 4) (3 3 4)

두 경우 모두 6 종류인데, 그렇다고 합이 9가 나올 확률과 10이 나올 확률이 같다고 말할 수 있을까?

- (2) 오른쪽 전개도대로 만든 두 개의 주사위를 동시에 던졌을 때, (0 0)이 나오는 경우가 가장 많을까?
 (3) 두 사람이 제비를 뽑을 때 앞사람이 유리한가, 뒷사람이 유리한가?
 (4) '40명의 학급에서 생일이 같은 사람이 적어도 한 쌍은 있다'라는 내기는 있다 쪽에 거는 것이 유리한가? 아니면 불리한가?

주사위의 전개도



생각해보면

바퀴의 도박 '룰렛'

도박의 의미는 재물을 걸고 우연에 의하여 재물의 득실을 결정하는 것을 말한다. 한국형법 246조에서는 도박을 룰렛(roulette), 화투와 같이 당사자의 행위에 관계없이 승패가 결정되는 것으로 예를 들고 있다. 트럼프, 마작, 화투를 이용한 게임이 당사자의 행위로 이기고 지는 승부가 결정된다고 하지만 법률적으로 이들 사이에 차이는 없다고 한다.*

세계에 많은 카지노가 있는데 모든 카지노에 반드시 설치되어 있는 기구 중 하나가 룰렛이다. 유람선에서도 위와 같은 낫익은 것이 있다. 참가자가 룰렛 판에 칩(환전한 게임용 동전)을 놓지만 장소에 따라 확률은 달라지고 당연히 승률과 승리배당금도 다르다. 칩을 놓는 방법은 오른쪽 그림을 포함하여 8가지가 있다. 회전하는 룰렛에 올려놓은 작은 공이 굴러서 들어가는 장소의 숫자가 당첨이 된다. 이는 규칙의 도박이다.

매 게임이 금방 끝나고 승패가 바로 결정되며, 전체적인 게임 회전도 빠르기 때문에 애호가도 많다.



룰렛의 실물

칩을 놓는 위치	당첨 확률	배율
	1/36	36
	1/18	18
	1/12	12
	1/9	9
	1/7	7
	1/6	6

칩을 놓는 위치와 각 장소의 배율