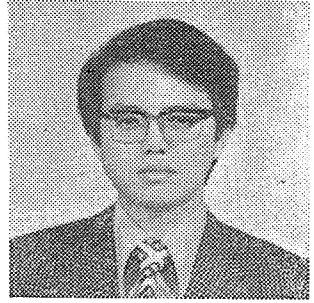


# O.R. 技法과 그 應用



韓國科學院 教授 車 東 完

## 1. 머릿말

20세기에 들어 과학은 전자계산기를 출현시키고 우주정복의 가능성을 입증하는 등 놀라운 성취를 이룩하고 있다. 이런 가운데서 체계 또는 조직의 효율성을 다루는 새로운 과학—OR이 등장한 것은 20세기 과학의 또하나의 업적이라 할 것이다.

조직이 팽대해지고 전문화 되어 갈수록 이를 조정·통합하고 전체적인 관점에서 능률을 추구해 나간다는 것이 그만큼 더 어려워진다. 그것은 문제가 너무 복잡해 지고, 전문조직 상호간의 대립이 발생될 수 있고, 부문조직의 최적화가 전체의 최적화가 되지 못할 가능성이 커지기 때문이다.

이런 상황에서 필연적으로 조직 경영의 과학화라는 과제가 등장하게 된다. 자연 현상의 설명 및 예측에 이용되었던 물리, 화학, 생물학 등의 법칙과 방법들이 조직 행위 문제에도 적용될 수 있지 않을까 하는 것이다.

2차 대전 중 군대에서 시작되었던 OR이 전후 일반 산업계에 소개되자 OR은 이러한 기대에 부응하게 되고, 새로운 의사 결정 과학으로 인정받기 시작했다. 복잡한 체계의 문제를 과학적인 방법과 도구로써 해결해 나가자는 것이 바로 OR인 만큼 OR을 필요로 하지 않는 곳이 거의 없다는 것이 인식되고, OR은 실용과학으로서 체계를 갖추기 시작했다.

특히 인구의 증대에 따른 문제와 자원의 한계

성을 절감하고 있는 현재에서 OR의 필요성은 더욱 커지고 있다 할 것이다.

우리나라에 OR이 소개된 것은 60년대 말로써 오래지 못하고 응용된 예도 많지 않다. 그러나 근래에 들어 이 분야와 관련된 전문 학술 단체들이 발족되고, OR을 강의하는 대학의 수도 늘고, OR에 대한 관심이 사회에서 높아지고 있으므로 머지않아 OR의 활약이 클 것으로 기대된다.

성공적인 경제 개발 등에 힘입어 국제 기업으로 성장한 우리 기업에 있어서는 특히 OR의 활동이 크게 요청된다 할 것이다. 기업이 급격히 팽창함에 따라 여러가지 새로운 경영 문제를 안게 되었기 때문이다. 80년대의 경제 도약의 목표를 하고 있고, 근래에 대두되고 있는 각국의 보호무역주의 경향 등 여러 사실들을 함께 감안해 볼때 OR이 우리 기업에 시급히 보급되고 또한 많은 성공을 거둘 수 있도록 다방면에서 이에 관한 활동이 전개되어야 할 것으로 생각한다.

우리는 이제 이러한 OR이 과연 어떠한 학문이며, 어디에 쓰이는가에 대해 좀더 구체적으로 살펴 보기로 하자.

## 2. OR

OR은 Operations Research의 약자이다. 영국에서는 이와 조금 다르게 Operational Research라고 부르기도 한다. 이의 정확한 우리말 번역은 아직 통일되어 있지 않고 있다. 군대에서는 작전연구로 부르기도 하고 일부 산업계나

학계에서는 운영분석 또는 운영과학 등으로 부르기도 있으나(최근에 한국 OR학회에서는 그의 우리말 명칭을 ‘한국 운용과학회’로 결정한 바 있다), 어느 하나도 OR의 정확한 의미를 반영하는 명칭이라 볼 수 없어 그냥 OR로 부르자는 견해가 오히려 지배적이다.

OR의 정의는 사람마다 제각기 다르게 내리고 있으나 광의적인 해석으로는 “시스템 운영에 관련된 의사 결정을 하는데 쓰이는 과학적인 접근 방법”이 무난하다고 볼 수 있겠고, 협의적인 해석으로는 Churchman등이 내린 “어떤 시스템의 운영에 관련된 문제에 과학적인 방법, 기법 및 도구를 응용하는 것으로서 최적의 해답으로 그 시스템을 통제할 수 있도록 방법, 기법 및 도구를 제공하는 것” 이 대표적으로 인용되고 있다.

그러나 이런 정의에 의해서만 OR의 진정한 의미를 다른 학문과 구별해 내기는 역시 미흡하다. 따라서 OR이라는 학문 만이 가지고 있는 특성을 알아봄으로서 그 의미를 정확하게 파악할 수도 있다. 첫째로, OR은 시스템의 제운영, 활동 등을 조정, 통제하는 문제 등에 적용이 된다 둘째로, OR은 전체적인 관점에서 문제를 해결하려 한다. 예를 들어, 생산 공장에 최신 기계 도입 문제가 나왔다 하자. 생산의 측면에서 볼 때는 당연히 낡은 기계를 최신 기계로 대체하는 것을 무조건 환영하겠지만, 경영자의 입장에서는 이에 소요되는 막대한 경비를 감안하여 결정에 신중을 기하고자 할 것이다. 즉 OR은 부분적인 최적해 보다는 시스템 전체의 입장에서 최적해를 구하려 하는 것이다. 셋째로, OR의 적용에는 자기 다른 배경과 지식을 가지고 있는 전문가들끼리 Team을 구성해야만 그 효과를 볼 수 있다는 것이다. 각 시스템 내의 서로 얽혀져 있는 각 분야의 문제를 조화있게 과학적으로 다루려면 당연히 한 두 사람의 힘만으로는 부족할 것이기 때문이다.

### 3. OR의 역사

위에 정의한 바에 의하면 OR의 기원은 인류

가 문명생활을 시작할 때부터 이미 시작되었다고 볼 수 있다. 만리장성의 축조, 피라미드의 건설 등의 대규모 역사에는 모든 공정과정을 과학적으로 처리하지 않았다면 실제로 불가능하다고 볼 수 있기 때문이다. OR의 기법 중의 하나이고 근래에 들어와서 우리나라에서도 많은 건설 업체들이 사용하고 있는 PERT(Program Evaluation and Review Technique) 기법을 한 서양학자는 Pyramid Erection Technique의 약자라고 재미있는 표현을 한 바도 있었다.

그러나 근대적인 의미의 OR은 2차대전 당시 영국서 비롯되었다고 볼 수 있다. 2차대전 동안 영국은 자원을 가장 효율적으로 이용하기 위해 생물학자, 수학자, 물리학자 등의 과학자 집단으로 하여금 전략 및 전술적인 문제에 최적의 해답을 얻도록 의뢰했던 것이다. 이어 OR이 곧 미국으로 건너가게 되었고, 1950년대부터 비약적인 발전이 시작되었다. Dantzig가 개발한, 선형계획 문제를 아주 간단한 대수조작으로 들 수 있는 Simplex Method가 출현한 것도 이즈음 이었고, Computer도 때를 같이 해서 등장했다. 이런 두가지 사건으로부터 매우 복잡한 시스템 문제인 경우에도 좋은 해답을 쉽게 구할 수 있는 기법이 마련되었고, 따라서 산업계에서도 OR의 기법을 많이 적용하게 되었다. 오늘에 이르러서는 미국에서 OR을 가르치고 있지 않고 있는 대학은 거의 찾아 볼 수 없으며, 대기업이면 예외없이 기업내의 제 경영문제를 해결하는 OR팀 내지는 OR부서 등을 한개정도 썩은 가지고 있는 상황이다.

### 4. OR의 문제 해결 과정

OR 기법으로써 시스템내의 복잡한 문제를 해결하려 할 때는 물론 문제의 형태에 따라 어느 정도의 차이는 있지만 대략 다음과 같은 네가지의 과정을 밟는다고 볼 수 있다.

첫째 문제의 정의: 이 과정에서는 문제의 목적이 무엇이며, 이 목적을 달성하기 위해 임의로 조정(결정)할 수 있는 변수는 무엇이며, 이러한 변수를 제약하는 요인들이 무

엇인가를 정확히 파악하여야 한다.

**둘째 모델의 수립** : 당면한 문제를 수식적으로 표현하는 과정을 말한다. 수립된 수학적 모델이 실제 문제를 어느 정도 정확하게 나타내느냐에 OR기법 적용의 성패가 달려 있으므로 가장 중요한 과정이라 볼 수 있다. 순수한 인간 상호간의 관계가 문제 되는 경우에는 문제를 정확하게 파악했다라도 수식화하기가 어렵거나 불가능하기 때문에 계량화 시키기 용이한 문제에 비해 OR의 적용 효과가 적다고 볼 수 있다.

**세째 분석** : 이 과정에서는 필요한 데이터를 모델에 주입시켜 해답을 얻는다. 해답을 얻고 나면 이 해답에 대한 민감도 분석을 한다. 즉 Model의 미소한 변화에 따른 최적해의 형태가 어떻게 변하는가를 알아야 한다. 우리가 학교에서 배우는 OR이론이란 것은 대개 주어진 모델에서 최적해를 구하고 이의 민감도 분석을 하는데 국한된다고 볼 수 있다. 일단 모델의 최적해를 구하고 나면, 이 최적해를 실제로 시행할 수 있는가의 관점으로 들어가 모델에 대한 재검사를 하게 된다. 모델을 너무 단순하게 잡으면 현실성이 없고 너무 복잡하게 잡으면 해답을 얻기 곤란하므로 모델과 해답사이의 상호관계를 검토해야 한다.

**네째 실제 적용** : 위에 언급한 세가지 과정에 쏟은 노력이 빛을 보게 하기 위해서는 최고 경영자의 인지가 절대로 필요하다. OR팀이라는 하부조직에서 제일 적합하다고 내놓은 시안이 기업의 경영방침에 근본적인 변혁을 요구하는 것이라면, 이를 과감하게 시행할 최고 경영자가 과연 몇명이 될 수 있는가를 생각해 보라. 따라서 이런 사태를 예방하기 위해서는 OR Team이 Project를 시작할 때부터 마무리 지을때 까지 최고 경영층의 이해와 협조가 무엇보다도 선행되어야 할 것이다.

## 5. OR의 諸技法

앞의 정의에서 본 바와 같이 OR은 '과학적인

방법, 기법 및 도구를 응용하는 것'이다. 따라서 수학, 물리학, 통계학 등 모든 영역의 과학적 방법들이다. OR의 기법이라고까지 볼 수도 있겠다. 실제로 해를 거듭함에 따라 OR 분야의 많은 논문들이 발표되고, 여러가지 새로운 기법들이 창안 논의되고 있다.

이러한 여러 OR기법들을 그 성질상 다음의 두 범주로 나누어 살펴보는 것이 편리하다.

OR은 주어진 상황에서 우리의 목적에 가장 적절한 행동(해답)을 찾는, 다시 말하면, 최적화 기법이라고 볼 수 있다. 여기서 주어진 상황이 확실하게 정해지는 경우 또는 다소 불확실한 요인이 있다하더라도 확실하다고 가정하여도 큰 무리가 없는 경우와 상황이 매우 불확실한 따라서 확률적으로 다루어져야 하는 두가지 다른 경우를 생각할 수 있을 것이다. 전자의 경우를 다루는 OR 기법의 형태를 수학적 계획법 후자의 경우를 다루는 기법의 형태를 확률적 모형이라고 말할 수 있다.

수학적 계획법과 확률적 모형에 있어서 많은 응용력을 갖고 있는 대표적인 기법들을 아래에서 간략히 살펴 보기로 하자.

### 가. 수학적 계획법(Mathematical Programming)

수학적 계획법은 변수, 목적함수 및 제약식등의 세가지 요소들로 구성된다. 우리가 임의로 조정, 통제할 수 있는 값들을 변수들로서 정의하고, 이러한 변수들이 취할 수 있는 값이 주어진 상황아래 제약을 받고 있는 관계를 수식으로 나타낸 것이 제약식이다. 수학적 계획법은 제약식들을 만족하는 변수들중, 목적함수의 값을 최대 또는 최소화하는 일체의 수학적 기법을 총칭한다.

#### (1) 線型計劃法(Linear Programming)

목적함수와 제약식들이 모두 변수들에 대해 일차적인 결합으로 표시되는 수학적 계획법이다

#### (2) 非線型計劃法(Nonlinear Programming)

목적함수나 제약식들중 어느하나 이상이 변수들에 대해 일차적인 결합으로 표시 될 수 없는 수학적 계획법이다.

(3) 整數計劃法(Integer Programming)

변수들이 정수값만을 갖도록 제한된 수학적 계획법이다.

(4) 動的計劃法(Dynamic Programming)

복잡하고도 큰 규모의 문제를 단순하면서도 소규모의 여러 문제들로 쪼개어 그들의 해를 구하고, 이런 해들의 연관성을 추적하여 원 문제의 최적해를 구해 나가는 기법이다.

(5) 네트워크 理論(Network Theory)

조직의 운용 상태를 네트워크로 표시할 수 있는 경우 네트워크의 정확한 분석을 통하여 효과적이고 능률적인 조직의 운용을 기하고자 하는 기법을 말한다. 근래 들어와서 대규모의 건설공사 연구 사업 등에 많이 이용되고 있는 우리에게 익숙한 PERT, CPM 등이 이에 속한다. 교통망, 통신망, 상·하수도망 등의 설계에도 널리 이용된다.

(6) 게임 이론(Game Theory)

경쟁 상태에 있는 당사자들 간의 관계를 수학적으로 표시하여 분석하는 기법을 말한다. 판매 전략, 외교 전략, 군사 전략 등의 수립에 유용하게 쓸 수 있다.

나. 確率的 模型(Probabilistic model)

주어진 제약식을 만족시키는 변수값들 중에서 목적함수를 최적화하는 것을 선택하자는 기본 개념은 그대로 적용이 되나, 여기에 확률적인 요소가 가미되는 모델을 확률적 모델이라 한다.

(1) 在庫理論(Inventory Theory)

재고의 목적은 미래에 발생하는 불확실한 수요에 대비하는 데 있다. 항시 수요에 응할 수 있기 위해 재고를 많이 유지하고 있으면 이에 따르는 보관비, 자본비 등이 크게 발생 할 것이고 이들 비용을 줄이기 위해 재고를 낮게 유지 한다면 잦은 주문에 따르는 주문비, 재고품질비, 그리고 수요에 즉시 응하지 못함으로 인한 수요자의 불만족 등으로 생기는 유형무형의 비용 등이 크게 발생한다. 적정재고방칙이란 이들 비용들의 균형을 유지, 그합을 최소화하는 재고방칙이다. 재고 이론은 적정재고방칙, 즉 적정주문량과 적정주문시간등을 결정하는 기법이다.

(2) 待期理論(Queueing Theory)

실생활에서 접하고 있는 많은 현상들을 서비스를 서로 주고 받는 관계로 파악할 수 있다. 이때 서비스의 요구가 서비스제공하는 측의 시설이나 능력을 초과하는 경우 지체현상(대기 현상)이 발생한다. 예를 들어, 극장매포구 앞에서 표를 사기 위해 기다리는 행렬, 정거장에서 버스를 기다리는 사람들, 복잡한 네거리에서 신호등이 바뀌기를 기다리는 차량들, 보수 또는 수리받기 위해 수선공 앞에 쌓여있는 고장난 부품들, 전화번호 배당받기를 학수고대하고 있는 전화 청약자들등 그에는 주변에 허다하다.

이러한 대기 현상들을 확률적, 수식적으로 표시하고 분석해서 유용한 정보를 찾아내는 기법이 대기이론 .

(3) 信賴度 理論

일반적으로 어느 시스템이든지 여러개의 작은 부품(또는 Subsystem) 들로서 구성되어 있다. 부품들이 예측할 수 없이 불규칙적으로 고장이 날때, 어느시점에서 이들의 상태를 관측하고, 이들을 보수 또는 대체시키는 것이 전체적인 시스템의 정상 운영에 제일 바람직 한가를 결정해주는 기법이다. 따라서 시스템의 설계, 보전, 대체 등의 방침수립에 유용하게 쓰인다.

(4) 마코프 시스템(Markovian System: Markov Chain and Markov Process)

미래의 상태가 현재에 의해서만 영향을 받고 과거에 의해서는 영향을 받지 않는, 그래서 현재의 상태만 주어지면 미래의 상태를 예측할 수 있는 체계를 마코프 체계(Markovian System)라고 한다. 과거에 대한 기억을 가지고 있지 않는 기체나 물리체들이 이에 속한다 할 것이다

우리는 이러한 체계를 시간적으로 관측하여 체계의 형태를 파악하고자 하는데, 그 관측 시점이 이산적(discrete)인 경우와 연속적(Continuous)인 경우로 나누어 볼 수 있다. 전자에 해당하는 이론을 마코프 체인(Markov Chain), 후자에 해당하는 이론을 마코프 프로세스(Markov Process)라고 한다.

이상으로 OR의 여러기법중 대표적으로 많이 사용되고 있는 기법들을 추려서 수학적계획법과

확률적모형으로 나누어 살펴보았다. 이들 두 분류중 어느 것에도 속한다고 보기 어려운, 그러나 중요성에 비추어 거론된 기법들에 비해 조금도 뒤 떨어지지 않는 기법들 중 시물레이션(Simulation)과 의사결정론(Decision Analysis)이 있다. 시물레이션은 대상으로 하고있는 문제가 너무 크고 복잡해서 정확한 수학적인 모델을 세우기가 어려우거나, 또는 수학적인 모델을 세울 수 있다. 하더라도 이를 푸는데 너무 많은 시간과 노력이 들어 실제로 불가능할 정도로 비능률적인 경우, 문제의 해결을 모의실험을 통해 모색하는 방법이다. 기억용량도 크고 계산속도도 매우 빠른 대형 전자계산기의 출현으로 이를 통한 모의 실험이 실제문제해결에 많이 이용되고 있는 실정이다. 마지막으로, 의사 결정론은 현재 주어진 소량의 정보를 장차 발생할 사건들을 확률적으로 예측하여 의사를 결정하는 일반적인 방법론을 말한다.

## 6. OR의 應用

OR이 복잡한 체계 또는 조직 문제의 해결이라는 실용적 목적을 위해 출발한 과학인 만큼 궁극적으로는 그 응용에 초점이 두어지지 않으면 안된다.

과연 OR이 어디에 쓰이는가. 한마디로 답해서, OR이 쓰일 수 없는 곳이 거의 없다고 할 것이다. 국가적 차원의 경제 개발에서부터 개인적인 주식매매 결정에 이르기까지 OR이 적용되는 분야는 실로 광범위 하다.

인간과 인간간의 상호 관계를 다루는, 다시 말해서 계량화 시킬 수 없는 분야를 제외하고는 모든 분야에 OR이 쓰일 수 있기 때문에 그 쓰이는 부분을 열거하는 것보다 쓰일 수 없는 또는 쓰인다고 해도 큰 효과를 기대할 수 없는 부분을 지적하는 것이 오히려 빠르다고 해도 과언이 아니라 할 것이다.

OR이 실제 우리 사회에서 얼마나 광범위하고 유용하게 쓰이는가에 대한 일반 독자의 이해를 돕기 위해 사회 분야별로 그 응용 내용을 대략 살펴 보기로 한다.

공공부문에서의 OR의 응용은 첫째로, 경제 분석 및 경제 개발에의 응용을 들 수 있겠다. 널리 알려진 Lenotief의 산업 연관 분석이 이에 속할 것이며, 지역 개발이나 산업간의 균형 개발 등에서의 응용도 최근 많이 발표되고 있다. 또 인구정책수립이나, 고용정책수립 등에도 OR기법이 이용되며, 공공투자 분석에 이용되는 B/C (Cost-Benefit) 분석도 OR개념의 응용이라 할 것이다. 둘째로는, 자원개발 및 동력시설 이용에의 응용을 들 수 있겠다. 이는 장래의 자원 수요 예측으로부터 시작하여, 여러 자원 형태의 균형 개발과 동력시설의 효율적 이용에 대한 OR의 적용이다. 점점 자원개발의 중요성이 강조되고 있는 만큼 이에의 OR 응용도 더욱 확대될 것으로 기대된다. 셋째로, 도시계획 및 교통계획에의 응용이다. 도시의 효율적 지역 설정과 상·하수도망의 설계, 교통시설 및 교통체계 등의 설계에 OR이 유용하게 쓰이고 있다. 넷째로 공해 방지 체계 체계에의 응용이다. 현대 인류가 안고 있는 가장 큰 문제 중의 하나인 공해 문제의 해결을 위해 근원적인 대책을 강구함과 아울러 OR의 기법을 이용하여 공해 방지 활동의 효율화를 꾀하고 있다. 공해 방지 예산의 효율적 분배, 공해 방지시설 규모결정 및 적지 선정등이 그 예라 하겠다. 마지막으로, 기타 행정 관리에 대한 응용을 들 수 있다.

사기업 부문에서는 첫째 재무, 투자계획에서 응용을 들 수 있다. 현금 유동분석, 주식 배당 정책, Portfolio 구성문제, 차관 정책 등에서의 응용이 그 예가 될 것이다. 둘째 생산·재고 문제에의 응용이 있다. 생산계획의 수립, 인력 수준의 결정, 원자재 확보, 최적 주문량 결정, 생산라인의 평형화 문제 등이 이에 속한다. 셋째로는 마케팅 문제에의 응용이다. 수요예측, 제품의 선택, 경쟁분석, 광고전략, 물적유통의 효율화 등에 OR이 유용히 쓰인다. 넷째로는 설비 문제에의 응용을 들 수 있다. 최적 입지선정, 시설 규모 결정, 최적 배치계획등에서의 응용이 그것이다. 이밖에도 인사관리, 연구개발 문제 등에도 OR이 유효하게 쓰이고 있다.

군사 부문에서의 응용은 원래 OR이 이 분야

## OR 技法과 그 應用

에서 시작된 만큼 그 응용도 넓고 깊다할 것이다. 초기에는 레이더의 효율적 배치법 등 주로 기존 병기의 최적 운용등의 문제를 다루었으나, 점차 병기 자체의 최적 설계등으로 그 응용이 확대 되고, 군사 전략 결정의 문제에도 OR이 깊이 관여하고 있다고 할 것이다. 군사활동을 모의실험하여 여러가지 군사 의사 결정에 이용하는 War game model은 전략문제 응용의 중용한 예라 할 것이다.

이상에서 우리는 OR이 무엇이며, 그 기원이 어디에 있고, 어떠한 접근으로 어떠한 문제에 응용되는가를 보았다. OR이 이 만큼 실생활에 가깝고, 실제의 복잡한 문제를 비교적 쉽고 정확히 해결해 줄 수 있다는 것도 알았을 것이다. 이제 우리나라에서도 이에 대한 인식이 증진되고 많은 분야에서 필수 도구로 쓰이고, 성공을 거두게 되는 날이 머지 않아 올 것으로 믿는다.

### 말더듬 校正 補助器 開發

90%의 높은 成功率 立證

말더듬이를 고칠수 있는 電子話法補助器가 英國 스코트랜드에 있는 에딘버러그大學校의 한 研究팀에 의해 開發되고 큰 成功을 거두고 있다. “에딘버러그 마스크”라여 불리는 이 補助器는 過去 7年間의 試驗結果 90%의 成功率를 냈다고 한다.

이 裝置는 대부분의 말더듬는 사람들이 그들의 목소리가 어떤 形態와 水準에 到達하면 自身의 목소리가 가리워지기 때문에 말 더듬거리는 것이 사라지는 原理를 利用한 것이다.

담배갑 程度의 크기와 모양을 한 이 “마스크”는 말더듬는 사람이 말할때마다 自動적으로 목에있는 센서를 作用시켜 소형 이어폰으로 들을 수 있는 소리를 發生시킨다.

이 장치를 通하여 10名中 9명은 유창하게 말하는데 큰 발전을 하며 말더듬이는 日常對話나 電話도 지장없이 할 수 있게 된다고 한다.



### 南阿共和國에 陽子加速器설치

—醫學, 物理學등 多目的用—

多目的 低에너지陽子加速器를 建設하려고 하는 南아프리카共和國 加速器센터의 計劃이 豫算승인을 얻어 發足하게되어 1983년에는 빔을 放出하게 될 예정이다. 이 加速器는 암治療에서 核物理學에 이르기까지 利用이 豫想되는 모든 分野의 科學者가 3년에 걸쳐 協議끝에 設計된 것이다.

이 加速器의 出力은 200m.eV라는 低에너지이나 그 2時間의 4分之 1 정도가 中性子治療等の 醫學用, 14%가 同位元素製造(이것도 大部分이 醫學用), 14%를 保有하고 절반이 物理學에 使用된다. 物理學에서는 다시 輕이온, 重이온의 研究, 原子物理學 특히 核보다 電子物理學, 固體物理學으로 세분된다고 한다.