

4주-2회차

19세기의 수, 정신물리학 전통

4-2장 file no.1

안녕하십니까. 다음은 심리학사의 4주 2회차 강의를 시작하겠습니다. 19세기에 수의 개념, 수학적 방법, 그 다음에 정신물리학적 전통이 어떻게 전개되었는가를 이야기하면서 다음 주에 얘기할 분트의 심리학의 독립의 과업이 이루어질 수 있던 지적 배경을 지난 강의에 이어서 이야기하겠습니다.

4주-2회차 학습 목차

- 1. 프랑스의 수학, 엄밀과학, 기계론
- 2. 독일의 수-심리물리학 배경
 - 2.1. Johan F. Herbart (1776-1841)
 - 2.2. Ernst H. Weber (1795-1878)
 - 2.3. Gustav Theodor Fechner (1801-1887)
 - 2.4. Herman L.F. von Helmholtz
 - 2.5. 독일 심리물리학 전통 종합
- 3. 19세기 Wundt 이전 과학적 배경

4-2장 file no.2

다음 슬라이드에서 보시는 것처럼 4주 2회 차의 학습 목차는 프랑스의 수학, 엄밀과학, 기계론의 전반적인 개념을 파악하고 그 다음엔 독일의 수, 심리(정신)물리학 배경을 파악을 하는데, 헤르바르트, 베버, 페크너, 헬름홀츠 이런 사람들의 입장을 살펴보겠습니다. 그 다음엔 분트 이전까지의 유럽의 과학적 배경 전체를 종합하여 요약하도록 하겠습니다.

4주-2회차 학습 목표

- 1. 유럽의 수학, 엄밀과학, 기계론의 통합 사조를 이해한다
- 2. 정신물리학(심리물리학) 전통의 **Herbart, Weber, Fechner, Helmholtz** 등의 학자들의 이론, 업적, 과학적 심리학 형성에 기여한 바를 이해한다
- 3. 이러한 유럽의 19세기 분위기가 어떻게 **Wundt**의 과학적 심리학 출발로 이어졌는가를 이해한다

4-2강 file no.3

4주 2회 차의 학습 목표는 유럽의 수학, 엄밀 과학, 기계론의 통합 사조를 이해하고 정신 물리학 전통의 헤르바르트, 베버, 페크너, 헬름홀츠 등의 학자들이 이루어 낸 업적, 과학적 심리학 형성에 기여한바 등을 이해하고, 이러한 유럽의 19세기 분위기가 어떻게 분트의 과학적 심리학 출발로 이어졌는가를 이해하는 것입니다.

1. 프랑스의 수학, 엄밀과학, 기계론

- 이미 앞에서 데카르트의 학문적 배경을 논하면서 언급한 것처럼
- 17세기부터 프랑스에는 수학, 확률이론 등이 발전되어 있었고 수학을 적용한 엄밀 과학이 강조되고
- 이러한 접근과 유물론적 기계론이 결합되는 경향이 강하였다
- 따라서 물리적 현상을 엄밀한 수학적 틀로 접근하는 것을 넘어서서 심적 현상에도 기계론과 수학을 적용할 가능성이 보이기 시작하였고
- 프랑스의 엄밀과학, 수학에의 사조를 수입하여
- 실험생리학, 실험 물리학을 연결하여 이러한 과제를 실제로 해낸 것이 독일의 학자/과학이었고
- 그런 이유로 독일에서 과학적 심리학이 탄생한 것이다

4-2강 file no.4

1. 18세기의 프랑스의 수학, 엄밀과학, 기계론

자 이제 본 강의로 들어가서 첫 번째 슬라이드를 살펴보면, 프랑스의 수학, 엄밀 과학, 기계론이 어떤 흐름을 보였는가를 전반적으로 요약해 놓고 있습니다.

이미 지난번에 얘기한 것처럼(데카르트의 학문적 배경을 논하면서 언급했음), 17세기부터 프랑스에는 수학, 확률 이론 등이 발전해 있었고, 수학을 적용한 엄밀 과학이 강조되고 이러한 접근과 유물론적인 기계론이 결합되는 경향이 강하였습니다.

따라서 엄밀한 수학적 틀로 물리적 현상을 접근하는 것을 넘어서서 대륙 합리론의 주관적 현상이었던 심적(이성적) 현상에도 기계론과 수학을 적용할 가능성이 보이기 시작했습니다. 이러한 프랑스의 엄밀 과학, 수학의 사조를 독일에서 수입해서 실험 심리학, 실험 물리학 등을 연결해서 이러한 과제를 실제로 해서 독립된 과학으로써의 심리학을 만들어낸 것이 독일의 학자들이 이루어 낸 일이었습니다. 즉 독일에서 과학적 심리학이 탄생한 배경에는 프랑스, 유럽에서의 수학적 입장, 엄밀 과학의 추구, 기계론적 입장이 그 지적 배경으로 놓여져 있었습니다.

4-2강 file ppt 슬라이드 no.5. 생략함

2. 독일의 수-정신(심리)물리학 전통의 지적 배경

2.1. 헤르바르트 : 심리학에의 수학체계의 적용 시작

2.1. Johan F. Herbart (1776-1841)

- 1824, 과학으로서의 심리학 주장
 - <http://educ.southern.edu/tour/who/pioneers/herbart.html>
 - *심리학에 수학을 적용할 가능성과 필요성*
"Possibility and Necessity of Applying Mathematics in Psychology."
 - J. F. Herbart (1877) [Translated from the German of J. F. Herbart, by H. Haanel]
 - First published in Journal of Speculative Philosophy, 11, 251-264.
 - <http://psychclassics.yorku.ca/Herbart/mathpsych.htm>

17세기에서 19세기 초기에 이르기까지, 심리학은 철학의 한 하위분야로 철학 내에서 뚜렷한 모습이 점차 형성되었습니다. 심리학의 중심 문제들에 대한 세밀한 분석들이 철학 내에서 합리론적 또는 경험론적 전통에서 이루어졌습니다. 그러나 이러한 시도들은 아직은 전통적 철학의 직관적 내성적 분석 방법과 단순한 관찰만을 적용하여서 이루어진 것이었습니다. 심리학적 주제에 대하여 경험적, 실험적 방법을 적용하려는 시도는 아직 이루어지지 못하였습니다.

희랍시대 이래로 히포크라테스(Hippocrates), 갈렌(Galen), 홉스(T. Hobbes), 흄(Hume) 등이 심리적 현상의 탐구에 다른 경험과학과 같은 방법론을 적용할 수 있다고 논의를 전개하였지만, 19세기초에 이르기까지 실제 심리학의 물음에 대한 경험적 탐구는 적용되지는 못했습니다. 17, 18 세기의 철학자들에게는 일반적으로 마음의 본질은 경험적으로 접근할 수 없는 것으로 아직도 인식되었습니다.

심리학에 과학적 접근이 시도되지 못하게 한 이유 중의 하나는 당시에 일반적으로 팽배해 있던 생각, 즉 과학은 실험적 방법과 수학적 방법에 기초를 두고 있는데, 심리학에는 그러한 방법을 적용할 수 없다는 통념 때문이었습니다.

지난주에 이야기한 칸트(I. Kant)도 그런 생각을 지닌 학자중의 한 사람이었습니다. 그는 과학은 그 연구 대상인 현상을 양화하고 이를 수리적으로 나타내어서 접근하는 것임을 강조하였습니다. 과학적 학문이 되려면 수학을 적용할 수 있어야 함을 강조한 것입니다.

그에 의하면, 물리현상은 시간과 공간을 점하고 있기에 이를(특히 공간적 속성을 중심으로) 양화할 수 있고 수학적 접근이 가능하지만, 반면에 심리현상은 공간을 점유하고 있지 않기에(unextended) 양화할 수 없고 따라서 수학을 적용할 수 없으며 과학의 대상이 될 수 없다고 생각하였습니다. 극단으로 단순화하여 이야기한다면 칸트에 의하면 심리학은 공간적 연장의 속성이 없기에 수리적으로 나타낼 수 없고 따라서 과학에 포함되지 않는다는 생각이었습니다.

그러나 18세기 후반에서 19세기 초엽까지의 대륙의 일반적 사조는 실험적 정신이 강하였고, 생리학은 실험법을 채용하여 하나의 과학으로 독립하게 되었습니다. 심리현상에도 실험법을 적용할 수 있고, 그를 통해 심리학이 하나의 독립된 과학이 될 수 있을 것이라는 생각이 서서히 떠오르기 시작하였습니다.

그러나 과학으로서의 심리학, 실험과학으로서의 심리학의 처락으로부터 독립하는 것이 단숨에 이루어진 것은 아니었습니다. 오랜 시간에 걸쳐 심리 현상의 속성에

대한 개념화가 점진적으로 세련화되고, 이러한 생각을 체계적으로 정리한 선구자적 학자들이 나타나고, 실험을 통해 탐구되고, 거기에 시대정신이 결합됨으로써 비로소 경험과학으로서의 심리학의 독립이 가능하게 되었습니다.

그렇기는 하지만 한동안은 칸트의 생각처럼 심리현상은 수량화할 수 없다는 생각이 심리학이 과학으로 진입하는 것을 가로 막고 있었습니다. 이 생각의 장벽을 넘어서야 했습니다. 심리현상도 물리현상과 마찬가지로 양화하고 자연과학적으로 접근할 수 있다는 생각이 형성되어야 했습니다. 그러기 위해서는 심리현상의 속성에 대한 개념화가 재구성되어야 했습니다.

그러한 작업을 이루어 낸 것이 라이프니츠-볼프-헤르바르트로 이어지는 학자들의 ‘발상의 전환’ 작업이었습니다. 라이프니츠는 그의 단자론(monadology) 이론에서 단자의 ‘활동’ 개념과 의식 내에서의 관념의 ‘명료성’을 중요한 개념으로 제기하면서 ‘활동 또는 강도가 모든 자연적인 것들을 특징짓는 것’이라는 생각을 제시하였습니다. 그는 독일 지성사, 과학사에서 ‘강도(strength; intensity)’의 개념을 제시하며, 이것이 물리적 현상뿐만 아니라 의식과 같은 심리적 현상에도 적용될 수 있을 가능성을 시사하였던 것입니다. ‘강도적 양(intensive quantity)’이 물질적 현상이건 심리적 현상들이건 그 현상들 내에서 현상들 간의 차이를 구분하는 속성으로 사용될 수 있음을 시사한 것입니다.

그는 더 나아가서 자연현상은 중간에 도약이나 빈 간격(gaps)이 없이 하나의 연속선(continuity)을 이룬다는 원리를 제시하였습니다. 그의 단자적 활동 개념에는 단자의 활동이 연속적(continuous)이며(따라서 연속적인 변이(variation)이며), 한 단자의 활동은 다른 단자들 및 단자들의 모음 전체에 영향을 준다는(따라서 단자들 간에 공변(coaction; co-variation)한다는) 개념이 들어 있었습니다.

철학에서 보다 확실한 지식을 얻기 위하여는 수학적 지식을 사용해야 한다고 주장하기도 한 그는 강도라는 하나의 연속선상에서 변이와 공변으로 일어나는 심리현상들을 수학적으로 나타내는 지식을 적용하여 심리학이 과학이 될 수 있다는 밑그림을 라이프니츠는 거의 다 그려놓은 것입니다.

라이프니츠의 뒤를 이은 독일 철학자 볼프(Christian Wolff, 1679-1754; [http://en.wikipedia.org/wiki/Christian_Wolff_\(philosopher\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Christian_Wolff_(philosopher)); <http://plato.stanford.edu/entries/wolff-christian/>)는 이러한 라이프니츠의 생각들, 원리들을 더욱 또렷이 하여 후대에 이어 주었습니다. 그는 강도, 연속성, 변이성, 공변성의 네 개념과, 철학에 수학적 지식이 필요하다는 라이프니츠의 생각을 후대에 전달하였고, 이성적 심리학과 경험적 심리학을 구분하였으며¹⁾, 정서의 강

1) 그에 의하면, 경험적 심리학은 “is the science of establishing through experience the

도를 측정하는 등으로, 마음의 수리적 과학인 ‘심리측정학(psychometry)’라는 분야의 발달을 제안하기도 했습니다.

한편 볼프의 생각에 영향을 받았다고 볼 수 있는 칸트는((Immanuel Kant, 1724-1804) 라이프니츠와 볼프의 개념 중의 어떤 것은 지지하고 어떤 것은 부정하였습니다. 그는 비록 라이프니츠의 ‘강도적 양’ 개념을 살리면 심리학에 수학을 적용할 수도 있을 가능성을 인정하기는 했지만, 그보다는 내적 감각과 그 법칙들에 수학을 적용할 수 없다고 그의 책, [자연과학의 형이상학적 기초]의 서문에서 명시적으로 진술하였습니다.²⁾ 수학을 심리학에 적용할 수 없으므로 심리학은 과학이 될 수 없다는 입장을 전개한 것입니다.

칸트와는 입장을 달리하여 수학을 심리 현상에 적용하고 심리학을 과학으로 출발시킨 데에 결정적 공헌을 한 19세기 학자들이 있었습니다. 헤르바르트(J. F. Herbart), 베버(E. H. Weber), 페크너(G. T. Fechner), 헬름홀츠(F. Helmholtz), 분트(W. Wundt) 등이 그들입니다. 이들은 본래의 학문 배경이 철학, 물리학, 생리학 등으로 동일한 배경을 지니지는 않았지만, 심리학의 주제인 심리현상에 수학을 적용하거나, 실험법을 적용한 접근을 시도하여, 18세기 후반에서 19세기 후반에 이르기까지 심리학의 수리적, 경험과학적 접근 방법을 체계화한 심리학의 선구적 학자들이었습니다.

그 첫째 학자가 철학자 헤르바르트였습니다. 철학자, 심리학자, 교육학자였던 헤르바르트(Johan Frederik Herbart, 1776-1841; http://en.wikipedia.org/wiki/Johann_Friedrich_Herbart ; <http://elvers.us/hop/index.asp?m=3&a=72&key=57>)는 18세기 말에서 19세기 초의 심리학에 있어서 가장 두드러진 학자였습니다.

그는 독일의 칸트, 피히테(J. G. Fichte), 헤겔(G. W. F. Hegel) 등과 같은 합리론자들이 제시한 심리학에 대한 합리론적, 관념론적 생각으로부터, 그의 이후에 독일에서 이루어진 심리현상을 반(反)형이상학적이고 실험적으로 접근하는 전통의 출현에 중간 다리를 놓은 사람이었습니다.

principles from which a reason is given of those things which occur in the human soul”이며, 이성적 심리학은 “is the science of those things which are possible through the human soul” 이고 영혼은 “The essence of the soul consists in the force of representing the world by virtue of the soul's ability to sense ... and by its corresponding body's situation in the world”입니다. (출처: 위키피디아)

2) 칸트는 비록 심리학은 과학일 수 없다는 입장을 전개하였지만, 심리현상은 강도(intensity), 연속성(continuity), 변이성(variation), 공변성(covariation)의 특성을 지닌다는 라이프니츠의 생각을 지지하면서, 심리학이 과학이 되기 위하여는 강도의 속성을 수리화하여야 한다고 보았습니다. (Leary, 1980)

그는 칸트의 관념론과 라이프니츠의 활동으로써의 이데아 개념, 뉴턴 등의 영국 경험주의 등을 융합시키고, 인간의 마음, 생각, 아이디어라는 것이 역동적인 특성을 가지고 있다는 것을 강조한 학자입니다. 그는 칸트와는 상반되게 심리학의 주 방법론적 도구로써 수학을 수용했고, 심리학을 중요한 하나의 독립적 과학으로 간주했습니다. 그러나 그는 심리학을 수학적 방법, 경험적 관찰법을 사용하는 학문으로 보았고, 심리학에서 실험법의 중요성을 인정은 했지만, 이 방법들을 꼭 사용해야 한다고는 생각하지 않았습니다. 심리학을 형이상학적 학문으로 보았던 것입니다.

그는 이미 1812년의 ‘지속의 함수로서의 관념의 강도에 대한 심리학적 연구’라는 논문이나, 1822년의 ‘수학을 심리학에 적용하는 가능성과 필요성에 대하여 (Über die Möglichkeit und Notwendigkeit, Mathematik auf Psychologie anzuwenden)’라는 논문, 1824년의 ‘과학으로서의 심리학(Psychologie als Wissenschaft)’ 논문 등을 통하여서 심리학에 수학을 적용할 수 있으며, 적용하여야 하며, 심리학이 과학으로서 성립할 수 있음을 논파하였습니다(Boudewijnse, Murray, & Badomir, 1999).

그는 심리현상은 공간적 연장성이 없고 단 하나의 속성인 시간 속성만 있기에, 수학을 물리적 현상의 기술과 예언에는 사용할 수 있지만 심리적 현상에는 사용할 수 없다고 주장한 칸트의 입장에 대하여 논박하고 심리학이 과학으로서 출발할 수 있는 개념적 바탕을 제시한 것입니다.

그는 라이프니츠-볼프의 생각을 이어 받아 심리현상이 비록 공간적 연장의 속성은 없으나, 강도(intensity)의 속성을 지니고 있으며 이는 하나의 연속선 상에서의 변이로 나타낼 수 있다고 보았습니다.³⁾ 그는 심리현상이 강도(intensity), 연속성(continuity), 변이성(variation), 공변성(covariation)의 특성을 지닌다고 보았고, 그렇기에 이를 양화하여 수리적으로 나타낼 수 있으며, 따라서 심리학은 수학을 적용할 수 있고 과학이 될 수 있다고 보았습니다. 그는 인간의 심리적 상태가 행동을 결정하기 때문에, 심적 사건의 존재함, 크기, 지속시간을 예언하는 데에 수학을 사용할 수 있을 뿐만 아니라, 심적 사건에 상응하는 뇌의 물리적 사건조차도 심리적 사건에 부차적인 것이라고 보았습니다.

그는 그의 논문과 저서에서 어떻게 수학적 방법을 심리학에 사용할 수 있는가를 관념(Vorstellung)의 연합 및 의식화에 대한 이론을 통하여 보여 주었습니다. 그는 라이프니츠의 생각을 따라서, 관념이란⁴⁾ 능동적 실체로서, 억압으로부터 자신을

3) David Leary (1980). 'The Historical Foundation of HERBART's Mathematization of psychology.' J. of the History of the Behavioral Sciences, 19, 1980, 150-163.

4) 헤르바르트는 'Vorstellung'이란 개념을 사고, 시각적 심상, 속말, 정서 등을 포함하는 개념으로 사

보존하려는 경향이 있으며, 자유의 상태를 추구하는 활동적 실체라고 보았습니다. 그의 입장을 서술하자면 다음과 같습니다.⁵⁾

- Vorstellung (idea)에 대한 생각이 역동적 관점 - 생각은 활동적(능동적)이며 억압으로부터 자유로 그 자체를 보존하려는 경향이 있다. 생각은 서로를 억압하거나 억압 안하거나 한다.
 - 생각(ideas)에는 質(정적 생각에), 강도와 시간(역동적 생각에)의 3 변인이 있다.
- 질에서는 불변하나 시간강도에서는 변화한다.
 - 한 생각의 생생함(vividness)의 강도는 그 생각의 무의식적 부분에 대한 의식적 부분의 비율이다.
- 이 강도는 생각들 사이의 역동에 의해 결정된다.
 - 반목하지 않는 생각들은 강도가 동일하면 융합되고, 강도가 다른 변 조화(complicate)된다.

9

- a: 강한 생각
- b: 약한 생각
- d: 강한 생각에 의해 약한 생각의 강도가 줄어든 정도
-
- $(d/b) = a / (a + b)$
-
- *1. 이 공식에 따르면, 어떤 약한 생각도 완전히 파괴될 수는 없다.
- *2. 한 생각이 무의식 식역(문턱값, threshold) 하에 잠긴 정도는 그 생각이 시간의 흐름 속에서 의식 속에 있던 전체 양에 대한 일정한 상수 관계를 지닌다.
- *3. 강도가 서로 다른 두 생각이 합하여졌을 때의 합해진 생각의 명료성은 각 생각의 강도에 의존한다.

12

4-2강 file no.12

그는 마음의 기본 단위라고 생각할 수 있는 관념(idea)들이 서로 어떻게 결합하느냐에 대한 생각을 역동적인 관점에서 전개하였는데, 이런 관념들은 활동적이며 억압으로부터 자유로 그 자체를 보존하는 경향이 있으며 생각의 요소들은 서로를 억압하거나 억압 안하거나 한다는 입장을 전개하였습니다.

용하였습니다(Boudewijnse, Murray, & Badomir, 1999). 이는 현대의 인지심리학적 의미로는 [표상]의 의미에 가깝지만, 여기서는 생각의 작은 단위들 사이의 연합의 의미가 강하기 때문에, 편이상 관념이라고 번역하였습니다.

5) 이하의 인용 부분은 이정모 지음(2001), [인지심리학: 형성사, 개념적 기초, 조망], (아카넷; 대우 학술총서 511) 책의 3장, '과학적 심리학의 형성과 변화: 헤르바르트에서 20세기 초반까지'(89-143 쪽)중의 첫 부분 내용 일부를 수정한 것입니다.

그러니까 생각(아이디어)에는 질적인 측면이 있고 강도와 시간적인 양적인 측면이 있다고 볼 수가 있겠습니다. 그는 관념(생각의 단위)들이 질적인 측면에서는 변화하지 않더라도 하더라도 시간이나 강도에서는 변화 할 수 있다고 보았습니다. 그는 한 생각이 생생(명료)한 것(그 강도)은 의식에 떠오른 그 생각이 의식이하의 부분에 대한 비율이다 라고 보았습니다. 그러니까 한 생각이 의식에서 생생하다는 것은 무의식적 부분보다 의식적 부분이 상당히 클 때 그렇게 된다는 것이지요. 즉 마음의 내용들 사이의 역동(Dynamics)에 의해서 생각의 강도가 결정된다고 보는 것입니다.

그는 생각의 단위(관념)들이 서로 억제하고 감소시킨다고 보았습니다. 그러니까 마치 바다 속에 얼음 덩어리가 두개 있다면, 한 얼음덩어리가 다른 하나에 달라붙으면 그 두개가 가라앉게 되는데, 그 것과 마찬가지로 우리 마음속에서 어떤 생각 하나가 떠오르고 그 다음에 다른 하나가 떠오르게 되면 두 번째 생각이 처음 생각을 억누르거나 강도를 감소시킨다는 식의 생각을 했습니다. 그렇게 되어 의식 이하 수준으로 내려가면 그 생각은 억압 된다는 것이지요.

그러다가 의식 수준 위로 떠오른다는 것을, 물 밑에서 얼음 덩어리가 따로 독립해서 떠오를 때와 같은 그런 식으로 생각 할 수 있는데, 이와 같이 생각이 서로 결합하여 의식 밑으로 잠기고 의식 위로 떠오르고 하는 것을 이런 강도의 개념으로 이론화 한 것이고 이는 수량화할 수 있는 것입니다. 즉 심리적 현상에 수학을 적용하여 나타낼 수 있고, 따라서 심리학이 과학이 될 수 있는 것입니다.

“모든 관념은 서로 상호작용하며, 억압이나 저항을 하기도 하며 안 하기도 한다. 관념은 질, 시간, 강도의 속성을 지니고 있으며, 강도라는 것은 한 관념이 다른 관념에 비하여 의식에 뚜렷이 떠오른 정도를 지칭한다. 이 정도는 관념들 사이의 역동에 의해 결정된다. 대립되지 않는 관념들은 동일한 연속선상에 있으면(빨강-파랑) 융합되고, 다른 질이면(소리-색깔) 연합되며, 대립되는 관념들은 서로 저항/억압을 하며 이 저항이 힘(force)이 된다. 두 관념 사이에 충분한 대립이 있을 경우 두 관념은 평형상태에 들어간다. 한 관념의 힘은 대립되는 관념의 힘을 감소시킨다.

한 관념은 다른 관념으로부터의 억압/저항의 상태에 따라, \neg). 다른 관념과 합하여져(가산) 의식 수준(식역) 이상으로 떠올릴 수 있거나, \cup). 다른 관념에 의해 억압되어져 의식 하 수준으로 억눌려질 수 있거나(완전히 가라앉은 것은 아니다), \cap). 약한 관념은 의식 하 수준에 고착되어 있을 수 있다.

이러한 관념들의 역학은 대립되는 두 개의 양적 요소로 표현할 수 있다. 하나는 대립되는 관념들의 저항의 합이고, 다른 하나는 이들의 상호 제약의 비율이다. 이 두 양적 요인은 개별 관념들의 강도에 역비례하고, 상호 대립 정도에 비례한다.“

그는(1816) 물리학의 역학에 기초하여 관념들의 상호작용의 역학에 대하여 몇 가지 기본 법칙을 제시하였고, 관념들의 상호작용의 가능한 여러 형태에 대하여 미분과 적분을 사용한 공식을 제시하였는데 그 중 일부를 제시하면 다음과 같다.⁶⁾

6) Lehrbuch zur Psychologie. 1816, Leipzig. ; Rand(1912; 395-415 쪽)에서 재인용.

“헤르바르트에 의하면 두 개의 대립되는 관념에서 이들의 작용 원리는:

1. 두 대립되는 관념이 있고, 한 관념(a)이 다른 관념(b)보다 강할 때,
2. 약한 관념(b)의 강도는 약화되는데,
3. 약한 관념(b)의 강도가 본래의 강도에서부터 감소되는 강도의 크기(d)의 비율은 강한 관념(a) 와 관념 (a+b)의 전체 강도의 비율과 같다. 즉,

$$d/b = a / (a+b)$$

이 수리공식으로부터 헤르바르트는 다음과 같은 가정을 도출하여 냈다.

1. 어떠한 관념도 다른 대립되는 관념에 의해 완전 소멸되어질 수는 없다.
2. 의식하에 잡혀진 한 관념의 양은 시간 경과 상에서의 그 관념의 전체 양에 대한 일정한 비율을 지닌다."

그래서 강한 생각, 약한 생각이 있다고 하면, 강한 생각에 의해서 약한 생각의 강도가 억압되고 감소되고 줄어들게 되는데, 그 관계를 수리적 공식으로 표현할 수 있다고 헤르바르트는 생각하였습니다.

이 과정을 헤르바르트는 미분 공식으로 제시한 바 있습니다. 이 공식에 따르면 어떤 약한 생각도 완전히 파괴 될 수는 없기에, 그냥 의식 저 밑에 잠겨 있지 완전히 없어지지 않는다는 것입니다.

헤르바르트에 의하면 한 생각이 무의식의 식역, 문턱 값(threshold; 독일 용어로는 Limen) 밑에 잠긴 정도는 그 생각이 시간의 흐름 속으로 의식 속에 있던 전체 양에 대한 일정한 상수관계를 지닌다고 볼 수가 있습니다. 이것은 생각과 생각이 서로 상호작용하여 의식위로 떠오르고 또는 가라앉고 하는 그런 관계적 역동을 기계적이고 수리적인 역동으로 개념화 한 것이라고 볼 수가 있겠습니다. 강도 가설은 ‘서로 다른 두 개 생각이 합해졌을 때 합해진 생각의 명료성은 각 생각의 강도에 의존한다. 그러니까 두개가 합해졌을 때 합해진 생각이 얼마나 뚜렷한가 하는 것은 합해지기 이전에 두 생각의 강도에 의해서 결정된다.’ 라는 것이지요. 이것은 심리현상에 대한 상당히 엄밀한 수리이론적 체계화라고 볼 수 있습니다. 계속하여,

"<가장 단순한 법칙>: 한 관념의 억압된 부분(Hemmungssumme)이 의식 아래로 침하할 때, 매 시점에서 침하되는 부분은 침하되지 않는 부분에 비례한다. 이 관계는

$$\delta = S(1 - e^{-t})$$

S: 억압된 양의 합

t: 마주침에서 흘러간 시간

∂: t시점에서의 모든 개념들의 억압된 부분

3. 대등하지 않은 두 개의 관념이 합쳐진 경우에 두 관념의 명료도는 두 관념의 상대적 강도에 의존한다.

두 관념이 합쳐질 경우, 두 관념이 서로 대립적이지 않으면 복합관념이 형성되고, 대립적이면 융합관념이 형성된다. 이 때 두 관념들이 서로 도움을 주는데, 두 개의 융합하는 개념 P와 Q가 있고 두 개념의 강도를 A와 B라 하자. P는 a 정도로 Q에게 도움을 제공하나, Q는 이를 자신이 도움을 제공하는 정도에 비례하여 즉 b/B 만큼 수용한다. 따라서 P에 의해 Q는 a(b/B) 정도의 도움을 받으며 P는 Q에게서 b(a/A) 정도의 도움을 받는다. 한 개념이 의식 위, 이하 수준에 있을 때에 그 개념이 다른 개념과 융합하는 경우, 다른 개념으로부터 받는 도움의 정도는 다르다고 할 수 있다. 한 개념 P가 의식 이하 수준에 있을 때, 다른 개념 Q에 의해 도움 받는 정도에 대한 공식을 헤르바르트는 다음과 같이 제시하고 있다.

$$\omega = b(1 - e^{-(a/B)t})$$

이 공식을 간단히 살펴보면 다음과 같다. 먼저 b의 강도는 시간이 경과함에 따라 감소하게 되는데 이 감소 패턴이 ω 에 나타나 있다. 이 식에서 t는 시간을 나타낸다. 시간이 증가함에 따라 b의 강도는 지수 함수적으로 감소하게 되고 그 감소 속도는 (a/B)에 비례하게 된다. 즉 a가 클수록 빠른 속도로 감소하고 B가 클수록 느린 속도로 감소한다. 각 시점에서 ω 의 순간 변화율(미분값)을 구하면

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{ab}{B} e^{-\frac{a}{B}t}$$

가 되고 이를 다시 풀면

$$a \frac{b}{B} * \frac{(b-\omega)}{b} dt = d\omega$$

가 된다."

헤르바르트는 이러한 공식들에 바탕을 두고, 단어나 문장들을 계열적으로 학습한 후에 이들을 회상할 수 있는 가능성에 대한 양적 예언을 하는 등, 실제로 자신의 수리적 공식이 어떻게 사고, 기억 등에 적용될 수 있는가를 보였습니다.

그런데, 생각 속의 관념들 사이의 상호작용 과정에 대하여 1800년대 초에 제시한 헤르바르트의 이와 같은 수리 공식과 그로부터 도출된 가설이 모두 다 옳은 것은 아니었습니다. 공식 자체가 맞는가는 뒤의 다른 연구자들의 경험적 연구에 의해서 지지가 되진 않았지만, 그렇지만 헤르바르트는 심리학에 수학을 적용하여 심리학이 하나의 과학으로 독립하는 데에서 이론적으로 지대한 공헌을 하였습니다.

헤르바르트의 시도는 심리 현상에 수학을 적용한(고로 수리심리학 영역의 출발에의) 최초의 시도였고, 심리학에는 수학을 적용 할 수 있기 때문에 심리학은 과학이 될 수 없다는 임마누엘 칸트가 만들어 놓은 커다란 장애를 무너뜨리고 유럽대륙의 합리론이 이성적 접근으로 분석하여온 고차적인 정신과정(심리과정)을 수리화, 수학 공식화 할 수 있음을 보임으로써 심리학이 철학과 생리학에서 벗어나서 독자적으로 수량화하며 독립된 과학으로 출발 할 수 있는 그 바탕을 제공한 것임

니다. 그렇기 때문에 헤르바르트의 심리학 형성에의 영향은 상당히 크다고 할 수 있습니다.

- 이러한 원리와 수학공식은 실제로 지지되지는 않았다.
- 그러나 Herbart의 이러한 시도는 심리학에 지대한 공헌을 하였다
- 심리학에는 수학을 적용할 수 없기에 심리학이 과학이 될 수 없다고 한 Kant가 만든 장애를 무너뜨리고
- 고차 정신과정을 수리화 할 수 있음을 보임으로써
- 심리학이 철학과 생리학에서 벗어나 독자적으로 양화하며 독립된 과학으로 출발할 수 있는 토대를 제공한 것이다.
 - >이러한 생각은 Fechner, Wundt, Ebbinghaus, Donders 등에게 전수되었고, Wundt는 이에 실험적 체계를 적용하여 실험과학으로서의 심리학을 출발시킨 것이다.

12

4-2강 file no.13

헤르바르트는 비록 그 자신은 실험심리학자는 아니었지만, 관념이 연합되며 의식에 떠오르고 침하하는 과정을 정량화하려 한 그의 시도와 심리학이 하나의 별개의, 경험적이고 기계적인 과학으로서 독립할 수 있다는 그의 생각은 심리학이 철학과 그리고 생리학으로부터 독립하여 독자적인 과학으로서의 기초를 세울 수 있는 직접적인 바탕을 마련하여 준 것입니다.

3. 19세기의 정신물리학(심리물리학) 전통

심리현상을 수리화 하려는 이러한 생각은 독일에서 정신물리학⁷⁾ 전통으로 이어져 전달되었고, 빌헬름 분트는 후에 여기에다가 실험적 체계를 적용해서 실험 과학으로써의 심리학을 출발시켰습니다.

위에서 설명한 바와 같이 심리현상에 수학을 적용해서 수리적으로 표현할 수 있다는 가능성을 헤르바르트가 제시했으면, 그 다음 단계로 그 것을 경험적으로 구체화하여 실증하는 연구들이 이루어져야하겠는데, 이러한 경험적, 실험적 연구를 해 보인 것이 바로 정신물리학 전통의 학자들이었습니다. 이 전통의 첫 주자로 예

7) “정신물리학”은 ‘Psychophysik’이라는 독일어 개념에 대해서 일본어로 갖다 붙인 번역어인데, 사실은 잘못된 번역어죠. 사실은 “심리물리학”이라고 번역해야 하는데 ‘정신물리학’이라고 일제시대 때부터 사용되어 와서 굳어진 용어니까 여기에서 그냥 ‘정신물리학’이라고 쓰긴 하지만 언젠가는 ‘심리물리학’이라고 바뀌어져야 합니다.

른스트 베버가 등장합니다.

2.2. 19세기 정신물리학(심리물리학) 전통 1: 에른스트 베버

2.2. Ernst H. Weber (1795-1878)

- <http://www.psychology.sbc.edu/Psychophysics.htm>
- <http://www.usd.edu/psyc301/WebersLaw.htm>
- 18세기 말과 19세기 초에 생물학이 급격히 발달하여 독일의 학계에서의 영향이 커졌고 많은 발견이 이루어졌다.
- 여기에 독일의 현상학의 발달은 감각의 기술과 관찰에 있어서 생물학적 기초를 강조하였다.
- 시각과 청각에 대한 많은 중요한 발견이 생리학자들에 의해 이루어졌다.
- 이러한 배경에서 Weber가 등장하여 시각뿐만 아니라 촉각도 중요하며
- 심리학적 문제에 대하여 생리학적 배경에서 실험적 접근을 할 수 있다는 것을 보였다.

14

4-2강 file no.14

18세기 후반과 19세기 초에 유럽의 생물학은 급격히 발전하였고 중요한 많은 발견들이 이루어졌습니다. 이러한 발전에 공헌한 학자들로는 할러 (A. Haller), 벨 (C. Bell), 뮐러(J. Müller), 플루랑 (M. J. P. Flourens) 등이 있었다. 이들의 영향이 19세기 초반의 독일 학계에 퍼져 있었고, 여기에 독일 나뭇대로의(괴테 전통의) 현상학이 연결되어, 감각에 대한 관찰과 기술을 강조하는 접근의 기초가 이루어졌고 생리학이 실험과학으로서 중요한 위치를 차지하게 되었습니다.

이러한 생리학적 접근 내에서 중요한 여러 연구들이 이루어졌으나, 이들은 대부분 고차 지각과정인 시각, 청각에 관한 것이었으며, 감각과 마음과의 관계에 대한 뚜렷한 이론을 내어놓지는 못하였었습니다. 이러한 배경에서 베버가 등장하였던 것입니다.

베버(Ernst Heinrich Weber, 1795-1878; http://en.wikipedia.org/wiki/Ernst_Heinrich_Weber; <http://geniusrevive.com/index.php/en/geniuses?pid=73&sid=253:Ernst-Weber-One-of-the-Founders-of-Psychophysics>)는 감각과 지각에 있어서 시각·청각·촉각같은 사위 감각뿐만 아니라 촉각 같은 하위 감각도 중요하다는 것을 보였을 뿐만 아니라, 심리적 주제에 대해 실험적으로 접근 할 수 있음을 구체적으로 보여

주었습니다.⁸⁾

그는 라이프치히의 실험실에서 감각생리에 대한 여러 가지 실험을 수행하였고, 자신의 실험 결과들과 이전 학자들의 연구 결과들을 종합하여 하나의 보편적 법칙을 도출하였습니다. 시각, 청각, 후각 등의 다른 감각에 대해서도 실험을 했지만, 그의 주 업적은 촉각 연구에 있었습니다. 1834년의 그의 저서 [De Tactu]와 그 이후의 저서, [Der Tatsinn und das Gemeingefuehl](1846)에 제시된 연구들에서 그는 촉각이 압각, 온도감각, 위치감각의 세 부류가 있다는 것과, 이들 사이의 관계, 이들의 독자적, 또는 연결적 변이성에 대하여 논하였습니다.

그는 감각은 질과 정도가 변이하며, 감각의 공간적 특성은 생리적 감각과 마음의 활동에 의해 결정된다고 보았습니다. 마음의 역할은 주로 생리적 흥분의 패턴을 공간적으로 해석하는 것이라고 보았습니다. 감각 식역에 대한 그의 실험과 ‘최소 식별 차이(jnd: just noticeable difference; http://en.wikipedia.org/wiki/Just-noticeable_difference)’에 대한 그의 법칙은 마음이 이러한 해석을 어떻게 하는가에 대한 탐구의 결과였습니다.

베버의 중요한 업적은 두 개의 자극에 대한 피부감각 실험에서 이루어졌습니다. 피부표면 상에서 가깝게 제시된 두 자극 사이의 거리가 어떻게 지각되는가, 두 자극이 하나로 지각되는가, 아니면 둘로 지각되는가에 관한 실험에서 베버는 피험자의 주관적 인상(subjective impression)이 가변적임을 발견하였습니다.

(1) 두 자극의 거리가 어떤 값 이하일 때에는 한 자극으로 느끼고, (2) 그 다음의 윗 단계에서는 둘이나 하나가 명료하게 지각되지 않지만, (3) 둘 사이 거리가 어떤 값 이상일 경우에는 두 개의 자극으로 명료하게 지각된다는 것을 발견하였습니다.

그는 이러한 실험을 통하여, 자극에 대하여 지각하는 우리의 지각적 문턱 값, 즉 식역(Limen; threshold)이 존재함을 발견하였습니다. 이러한 현상을 설명하기 위하여 일차적으로 그는 ‘감각 원(circle)’ 가설을 제시하였습니다. 감각신경 섬유들은 원으로 된 집단들을 이루고 있어서 어떤 한 원 내에서는 두 개 이상의 자극을 한 자극으로 지각하며 두 개 이상의 원에 걸쳐있는 자극들은 둘로 지각한다는 위치감각(Ortsinn)에 대한 가설을 제시했습니다.

예를 들어 두 무게, 320g과 325g의 차이의 지각에 대하여 말한다면, 이것은 두 점의 차이가 있는 것을 지각 하는 것인데, 여러분의 팔에다가 컴퍼스의 뾰족한 두 끝을 가지고 두 끝을 팽창히 밀접하게 닿게 해서 팔을 자극을 하면 한 점으로 지각됩니다. 왜냐하면 베버의 이론에 의하면 컴퍼스의 뾰족한 두 끝이 같은 ‘감각

8) 오늘날의 스마트폰에서 손가락으로 여러 작업을 진행하는 데, 그러한 배경이나 모수치(parameters)를 정하는 연구의 시작을 19세기의 정신(심리)물리학 전통의 베버가 시작한 셈이라고 할 수 있습니다.

원' 속에 들어있기 때문입니다. 그러나 그 컴퍼스의 두 끝을 조금 떨어뜨려 놓고 팔을 다시 자극을 하면 두 점으로 지각되는데, 그 이유는 컴퍼스의 뾰족한 한 끝은 한 '감각 원'에 있고 다른 끝은 다른 '감각 원'에 있기 때문에 두 점으로 지각하는 것입니다. 그러면 지각한다 라는 것은 감각 자체가 제공하는 것이 아니라 물리적 차이를 지각하는 마음이 개입되어 어떤 식으로 해석 한다는 것이 됩니다.

- 촉각에서 2점 사이의 거리 지각 -식역
- 마음은 3단계로 보고 ;
 - 1. 한 점 자극 보고,
 - 2. 애매한 인상 보고,
 - 3. 두 점 자극 보고. 고로 식역, Limen이라는 것이다.
- '감각 원(circle)' 가설
 - 감각신경들은 원들을 이룬다.
 - 만일 두 자극이 같은 신경섬유 집단 원 내에 떨어지면 한 자극으로 지각한다.
 - 이러한 해석은 마음이 하는 것이다.

17

- 미러한 상대성이
- 근육감각 이외에 시각 등에서도 나타남을 발견
- 미 비율이 각 감각 내에서 대체로 상수임을 발견
- 법칙: just noticeable difference = $\Delta St / Sts = C$
- - 이 법칙이 모든 경우에 적용된다고 생각
- -> 후의 다른 학자들이 지지되지 않는 결과 발견 ;
 - 중간범위의 자극에만 적용됨
- ** Weber의 중요성은 그의 법칙의 정확성에 있는 것이 아니라
- 심리학에서의 실험적 연구를 시작시킴에 있다.
- 심리학적 물음에 대해 실험적 접근을 개념화하고 실제로 여러 가지 문제를 실험적으로 연구할 수 있음을 보임.
- 생리학 실험실에서 심리학적 문제들을 체계적으로 실험적으로 접근할 수 있음을 보임 - 수리화의 구체적, 실험적 예를 보임

18

그의 가장 중요한 업적은 근육감각(Drucksinn)에 관한 연구에서 나왔습니다. 그는 크기가 상이한 무게들의 변별에서 근육감각이 어떠한 기능을 하는가를 알기 위하여, 손바닥 또는 팔에 두 개의 무게를 동시에 또는 연달아(계시적으로) 얹어놓고 피험자들로 하여금 이 무게들의 차이를 변별하게끔 하는 실험을 실시하였습니다.

그 결과, 무게 지각은 물리적 자극의 절대적 크기의 차이에 의존하는 것이 아니라, 두 무게의 차이(d)와 이것이 어떤 표준적 크기 (St)에 대해 지니는 비율에 의해

상대적으로 결정된다는 것을 발견하였습니다. 즉 심적 내용이란 물리적 자극 자체의 양적(크기; 강도) 특성에 정비례적으로 결정되는 것이 아니라 상대적 차이에 의해서 결정되는 것임을 발견한 것입니다. 두 감각의 차이라든지 감각이 있고 없다는 것을 지각 하는 것은 자극 크기의 상대적 비율에 의해서 파악 될 수 있다는 것을 베버가 생각해낸 것입니다. 그는 이러한 상대적 비율이 동일 감각 영역(예: 촉각) 내에서는 한 피험자 내에서 일정하다는 것을 발견하였고, 그래서 그는 후세사람들에 의하여 ‘베버의 법칙’이라 지칭되는 하나의 법칙을 제기하였습니다. 각 감각 영역에서 간신히 알아차릴 수 있는(‘just noticeable difference’) 정도의 두 자극간의 최소식별차이는 표준(비교)자극의 값의 상수 함수라는 것입니다. 즉,

$$\Delta S / S = k$$

ΔS : 최소식별차이
 S : 표준 자극의 강도
 k : 상수(常數)

그는 이 법칙이 모든 경우에 적용된다고 생각되고, 촉각, 시각, 무게감각 등의 여러 가지 감각에서 이런 것을 측정했는데, 후에 다른 학자들의 연구에 의하면 베버가 발견한 이 상수 C가 그의 이론이 주장하는 바처럼 일정한 것은 아님이 확인되었으며, 그의 법칙은 강한 자극이나 약한 자극에서는 적용되지 않고 중간 정도의 자극에만 적용된다는 것이 발견되었습니다.

그러나 심리학 역사에서의 베버의 중요성은 헤르바르트와 마찬가지로 그의 법칙 함수의 정확성에 있는 것이 아니라, 감각, 지각에 대한 심리학적 물음에 대하여 실험적으로 접근할 수 있다는 생각과, 수리적 공식을 도출했다는 것, 그리고 구체적 실험 패러다임을 보여주었다는 데에 있습니다.

그는 심리학이 심적 현상을 연구함에 있어서 ‘생리실험실 내의 실험 중심으로’ 탐구할 수 있음과, 심적 현상을 자극에 대한 반응으로서 ‘측정’할 수 있음과, 심리학이 수리적, 양적 방법을 사용할 수 있음과, 이를 통해 심리학 이론이 일종의수학적 이론으로써 경험적 연구를 통해 체계화 할 수 있음을 보여준 것입니다. 이러한 그의 생각의 영향이 다음의 페크너를 통해 이어졌습니다.

2.3. 19세기 정신물리학(심리물리학) 전통 2: 구스타프 페크너

생리학 실험실에서 심리학적 문제를 체계적으로, 실험적으로 접근 할 수 있음을 보이고 거기에 수리적 공식을 연결 할 수 있는 것을 보임으로써 심리적인 문제, 특히 감각적인 문제를 실험을 해서 거기서 어떤 수리적 등식을 뽑아 낼 수 있다는 것을 보여주기까지 베버가 연구를 했다면, 실험심리학의 기초를 놓는 다음 단계의

작업을 페크너(1801-1887)가 이어 받았습니다.

페크너(Gustav Theodor Fechner, 1801-1887; http://en.wikipedia.org/wiki/Gustav_Fechner; http://psychology.wikia.com/wiki/Gustav_Fechner)는 독일의 물리학자로서 라이프니츠-헤르바르트의 전통과, 베버의 생리학 실험 및 수학적 체계화의 전통을 조합하여 다음 세대의 헬름홀츠와 분트에게로 넘겨줌으로써, 실험심리학 출발의 초석을 놓았다고 할 수 있습니다.

2.3.Gustav Theodor Fechner (1801-1887)

- <http://psychclassics.yorku.ca/Fechner/wozniak.htm>

- *Introduction to Elemente der Psychophysik*

- Gustav Theodor Fechner (1860)



- - 생리학자들과 분트의 교량 역할
- - 새로운 심리학의 기초를 놓고
- - 그의 방법이 정신물리학(심리물리학) 방법으로 현대에 까지 존속함

20

4-2강 file no.20

- Leipzig의 물리학자로서 물리학과 화학적 방법에 능통.
 - 그러나 그의 신비적 기질과 자연철학에 대한 흥미로 인해 자연과학에서 역유물론적 기계론에 대해 비판적이었으며,
- Fichte, Schelling 등의 자연철학에 대한 그의 관심과 그의 인본주의적 기질과, 심신론에 대한 데칼트의 이원론적 물음에 대한 생각과, 물리학자로서의 방법론적 배경의 네 요소들은 그의 내부에서 계속된 갈등과 긴장을 일으켰고
 - 이를 어떠한 방법으로 조화, 해결하려는 노력을 하게 했고 그 결과로 물리학적 방법을 도입하려는 시도를 함.
- 심적 현상의 기본은 감각. 고로 심적 현상의 변화는 감각에 의해 측정.
 - 그러나 감각은 직접 측정 불가능하고 단지 감각의 강도의 변화(출현과 부재, 차이-동일)에 의해 측정 가능.

21

4-2강 file no.21

그의 업적은 그가 물리학과 화학으로부터 과학자로서의 훈련을 받았음과, 독일의 자연철학의 영향을 받았음에 기인한다고 하겠습니다. 전자에서는 실험과학적 연구방법론적 도구를, 후자에서는 마음과 물체의 관계성에 관한 심리학적 물음을 제공받았습니다. 그러나 물리학과 화학적 방법에 능통한 경험 과학자였음에도 불구하고 신비주의적 성향을 지녔던 그는 자연 철학, 신비성, 마음(정신)과 물질, 자연계 등의의 관계에 대하여 상당히 관심을 갖고 있었고, 이에 대해서 갈등적인 생각을 하고 있었습니다.

그는 심신론에 관심이 있었고, 의식은 뇌와 신경계의 사건과 관련이 있으니, 이 두 사이의 관계를 어떤 등식 형태로 확립할 수 있다면 심신이원론의 문제를 해결할 수 있다고 생각하였습니다. 그래서 이 둘, 즉 마음(정신)의 세계와 물질의 세계인 자연계를 어떤 방법으로든지 조화해결 하려는 노력을 하게 되고 그것을 위해서 물리학적 방법을 도입하려는 시도를 한 것입니다.

그는 선대의 학자들과 마찬가지로, ‘의식을 포함한 심적 상태의 기본 내용은 감각이다’라는 감각주의에서 출발하였습니다. 즉, 마음 현상, 심적 현상의 기본은 감각이고, 심적 현상의 변화는 감각에 의해서 촉진 되는데, 그런데 감각 자체를 측정할 수 있느냐 하면 그 것은 측정 불가능하고, 단지 감각의 강도의 변화나 감각 자극이 출현했다든지 없었다든지 자극 간에 차이가 난다든지 동일하다든지 하는 것을 지각하는 심적 감각(지각) 강도의 변화만을 측정할 수 있다고 보았습니다.

- - 그러면 감각의 강도의 변화는 어떻게 측정?
-
- 심신론의 문제에 대하여 이 둘의 관계를 어떻게 해결할까를 고민
- →
- 의식적 사건은 신경계와 두뇌의 사건과 상관 있으니까,
- 이 둘 사이의 관계를 수학 등식 형태로 세울 수 있다면
- 이는 심신론의 문제를 해결하고
- 마음과 신체의 identity를 확립할 수 있다고 생각함.
- - 이 관계성/ 대응성 함수 등식이 심적 상태의 변화를 측정 가능하다고 봄.

22

그런데 이 심적 감각 강도의 변화를 어떻게 측정할 것인가에 대해서, 즉 마음(정신)의 세계와 물질의 세계를 어떻게 연결시킬 수 있는가에 대해서 생각하기를, 페

크너는, 의식적 사건, 즉 마음의 사건은 신경계와 두뇌의 사건과 상관있으니까. 이 둘 사이의 관계를 수학적 등식으로 세울 수 있다면, 이는 심신론의 문제를 해결하고 마음의 실체를 확립 할 수 있다고 보았습니다. 즉, 이 관계성, 대응성, 함수 등식이 심적 상태의 (강도의) 변화를 측정 할 수 있다고 보았습니다. 라이프니츠-볼프-헤르바르트의 ‘강도적 양’의 개념을 수량적으로 측정하려 한 것입니다.

- 즉, 물리적 자극 에너지(강도)의 변화와
- 그에 상응하는 감각강도의 변화 사이의 관계성으로 표현 가능.
- Weber가 이미 제시한 공식에 더 대수적 연산을 가하여 자극과 감각반응 사이의 관계를
- $S = k \text{ Log } R$
- 로 표현하고 이를 Weber의 법칙이라고 명명함.
- jnd와 감각의 단위 개념을 제시.
- 이 공식이 일단 형성된 후 이를 실험에 의해 검증하려 함.

23

다시 이야기하여 그는 물리적 세계에는 자극이 있고, 자극의 강도가 있고, 그 물리적 세기의 변화가 우리에게 영향주어 일어나는 심리적 사건으로 감각들(지각들)이 있는데, 그 사이의 관계성을 표현할 수 있지 않는가, 즉 물리적 세계는 물리적 자극의 강도의 변화, 그리고 심리적(정신적) 세계는 감각(지각)된 강도의 변화를 측정해서 물리적 자극의 강도와 심리적 감각의 강도와의 관계를 수리적 등식으로 표현 할 수 있지 않을까 하는 생각을 했습니다.

이러한 배경에서 그는 베버가 이미 제시한 법칙을 수정하는 이론을 제시하였습니다. 그는 감각의 강도는 물리적 자극 강도 변화에 대해 체계적으로 변화하는 수리적 관계를 지닌다고 생각했지만, 베버가 이 관계에 대하여 올바른 정확한 수리적 공식을 제시하지 않았다고 보고, 베버의 공식에 대수 연산을 가미해서 $S = k \log R$, 즉 ‘감각 반응의 변화는 감각 반응의 대수(로그)함수이다.’. 쉽게 표현하면 감각된 심적 현상인 감각(지각) 강도의 변화는 물리적 자극의 강도의 변화의 대수함수이라는 입장을 전개한 것입니다.

베버는 $\Delta S / S = K$ 의 관계를 법칙화 하였는데, 페크너는 이 법칙에서 한 걸음 더 나아가 어떤 자극에 있어서나 ΔS (최소식별차이)에 상응되는 반응(R)치는 심리적으로 동일한 크기를 가질 것이라는 상정을 한 것입니다. 그러니까 자극은 크기가 달라도 이에 따르는 최소식별차이가 주는 심리적 반응은 일정한 크기라고 보았습니다. 최소식별차이에서 심리적 반응의 크기의 증가는 $C \frac{\Delta S}{S}$ 로 일정하다는

것입니다. (여기에서 C는 상수.)

$$\Delta R = C \Delta \frac{S}{S} \quad (\text{등식 1})$$

이 때 ΔS 를 극소화시켜 δS 로 하고, 이에 따른 반응의 변화 정도 ΔR 을 극소화시켜 δR 이라고 한다면,

$$\delta R = C \frac{\delta S}{S} = K$$

가 가정됩니다. 이 공식을 페크너의 기본공식이라 합니다. 이 기본 공식을 대수함수로 고치고 적분하면,

$$R = C \log_e S + Q, \quad (Q \text{는 적분 상수})$$

이식에서 Q가 정해져 있지 않으므로 이 식은 아직 확정되지 않았습니다. 여기에 서 식역 자극 (S_0)에 해당하는 감각 반응의 크기(R_0)를 0으로 가정하면,

$$R_0 = C \log_e S_0 + Q = 0 \quad (\text{등식 2})$$

Q는 $Q = -C \log S_0$ 가 되어 최종적으로 R은

$$R = C \log S - C \log S_0 = C \log \left(\frac{S}{S_0} \right)$$

가 됩니다.

이 공식이 의미하는 바는, 심적 감각의 크기(R)는 자극의 크기(s)의 대수함수로 표현할 수 있다는 것입니다. 자극의 식역을 도입하여 다시 진술한다면, 심적 반응인 감각의 크기 R은 자극의 절대치(S)에 비례하여 결정되는 것이 아니라, 자극 크기의 절대치(S)와 식역치(S_0)의 비율에 의하여 결정된다고 할 수 있다는 것입니다. 이 때의 S/S_0 는 절대자극치가 아닌 기본자극치가 됩니다.

페크너는 이러한 법칙을 다음과 같은 가정들에 근거하여 도출한 후, 각각의 가정을 실험을 통해 검증하기 시작하였습니다.

1. 감각은 측정 가능하다.
2. 최소식별차이(간신히 알아차릴 수 있는 차이)는 한 감각 영역에서 동일하다 (등식 1).
3. 모든 감각에는 영점이 있다 (등식 2).

이러한 노력을 통하여 그는 식역, 절대식역, 차이식역 등의 개념을 구체화하고,

정신물리학적 방법을 체계화하였습니다.

4-2장 file no.23

- 이에 종합된 사상들:
 - 감각주의,
 - **Weber** 법칙(이전에는 명료히 형성되지 않음),
 - **Leibnitz**와 **Herbart**의 식역 **Limen** 개념,
 - 자연과학에서의 실험법,
 - 프랑스 확률수학,
- 이들을 합하여 정신물리학 출발시킴
 - 정신물리학(심리물리학: **psychophysics**)
 - 심신 사이의 함수적 관계/ 의존적 관계에 대한 엄밀 과학, $\Psi = f(\Phi)$

4-2장 file no.24

이러한 정신물리학(심리물리학)에 종합되어진, 수렴되어진 사상들은 무엇이나 하면, 감각주의적 경험론의 사상, 라이프니츠와 헤르바르트의 강도적 양, 식역, 아이디어와 아이디어가 연결되고 의식 수준으로 떠오르는 그런 개념들, 자연 과학에서는 실험법들, 프랑스의 확률 수학, 그리고 베버의 생각과 수학적 공식 등, 이것들이 종합되어 정신 물리학, 경험적 심리학으로 출발된 것입니다.

다시 이야기 하여 정신 물리학(심리물리학, PsychoPhisiks)이라는 것은 심리현상과 물리현상 사이의 함수적 관계, 의존적 관계에 대해서 엄밀과학인 수학을 적용해서 등식으로 나타낸 심리과학 분야이지요. 유럽의 합리론과 경험론이 결합되어, 이전까지는 과학적, 수학적 접근 대상의 현상이 아닌 형이상학적 현상이라고 생각하였던 심리현상을 형이하학적 연구 수준으로 끌어내려, 물질과 정신 사이에 $[\Psi = f(\Phi)]$ 라는 등식을, 곧 심리현상은 물리 현상의 함수이다 라는 공식을 제시한 시도가 바로 정신물리학이었습니다.

그렇다고 하여, 심리현상은 곧 물리현상으로 환원할 수 있다는 입장을 페크너가 지지한 것은 아니었습니다. 그는 물리적 자극과 그에 대한 심리적 지각 사이에 일정한 등식 관계를 제시할 수는 있지만, 심리현상은 물리현상으로 환원할 수 없는 물리-심리 현상의 병행적 존재론을 지지하는 심신 관계론을 전개하였습니다.

물론 이러한 페크너의 관점과 접근방법, 법칙, 연구결과 등에 대한 비판들이 있었고, 찬반론이 전개되었습니다. 페크너가 감각을 측정하는 것이 아니라 자극을 측정하는데 그친 것이 아닌가? 그의 최소식별차이역이라는 개념이 논리적으로, 경험적으로 타당한 것인가? 그가 제시한 동일한 함수 법칙을 모든 경우에 적용할 수 있는가? 등의 물음이 제기되기도 하였고, 수정 및 보완된 관점, 방법론, 함수 등이 도출되기도 하였습니다.

- 비판을 받았지만, 그러나 중요한 것은 이 공식, 이 체계가 정확하느냐의 문제보다도
- 현대 실험심리학의 정초와 발전에 있어서의 그의 영향의 문제이다.
 - 심리현상에 대하여 수학적 함수를 적용한 새로운 측정법을 생각해내고, 발전시키고, 확립시킴으로써, 그 이전까지는 애매한 내성으로만 분석하던 감각을 객관적으로 탐구하고 간접적인 방법으로 측정할 수 있게 함으로써, 심리학의 가능성과 실제성을 보여준 것이며
 - 양적 실험심리학의 토대를 놓아 심리학이 과학이 될 수 있게 한 것이다.

25

페크너와 정신물리학적 방법에 대해서 이러한 비판이 있었지만, 그러나 심리학의 역사에서 중요한 것은 이 등식이 맞느냐의 문제가 아닙니다. 페크너의 심리학사적 중요성은 그의 법칙의 무오류성 여부에 있지는 않습니다. 그보다는 그가 현대 실험심리학의 형성에, 특히 방법론의 형성과 발전에 어떠한 영향을 미쳤는가에 있다고 하겠습니다.

그는 정신물리학(심리물리학)이라는 새로운 방법론을 개념화하고 개발하여 확립하였으며, 그를 통해 양적 실험심리학의 기초를 놓았습니다. 이전까지는 철학자들을 중심으로 모호한 내성법에 의해 접근되고 분석되던 감각 현상이 그에 의하여 객관적 탐구와 (간접적) 측정의 대상이 된 것입니다.

반복하여 강조합니다만, 이를 통해 그는 심리학이 실험적, 양적 과학이 될 수 있는 가능성과, 실체를 보인 것입니다. 그는 심리현상의 경험적 연구에 있어서 감각 차원을 통제 가능한 독립변인으로서 관찰자가 접근 가능하다는 것과, 이에 대한 반응을 종속변인으로서 다룰 수 있다는 것을 그는 보여 주었습니다.

먼저 하나의 환경적 변인을 고립시켜, 통제하며, 정확히 측정하고, 다음에 이의

변화에 따른 반응 차원에서의 어떤 측정 가능한 변화를 관찰하고, 다음에 이 둘 사이의 관계성을 통계적 분석을 통하여 하나의 경험적 법칙으로 도출하는 실험연구절차를 도입함으로써 페크너는 ‘자극의 함수로서의 반응’이라는 연구 패러다임이 현대 심리학 방법론의 전형이 되게 하는 바탕을 제공한 것입니다.

마음과 의식의 내용, 감각과 지각 현상을 경험적으로, 객관적으로, 그리고 유럽의 수학 강조의 사조에 따라 수리적으로 탐구하고 측정 할 수 있게 함으로써, 심리학의 과학적 가능성과 실제성을 보여준 것이며 양적 실험심리학의 토대를 놓아서 심리학이 과학이 될 수 있게 하는 바탕을 놓았다고 볼 수 있겠습니다.

2.4. 19세기 정신물리학(심리물리학) 전통 3: 헬름홀츠

2.4. Herman L.F. von Helmholtz

- 1860경
 - http://en.wikipedia.org/wiki/Hermann_von_Helmholtz
- Helmholtz는 Fechner를 이어서 실험과학으로서의 심리학이 되는 기초를 닦았다.
 - 그는 물리학자이며
 - 생리학자이였으며,
 - 심리학을 독립적 과학으로 생각하지 않고
- 심리학을 실험생리학의 일부로 생각하였다.
- 그러나 그의 넓은 관심, 그의 엄밀한 기계적 관점의 실험 과학에의 배경, 그의 노력 등은 수많은 실험 결과들을 산출하여
 - 후세의 Wundt 등의 학자들이 심리학에서 어떠한 종류의 문제들을 실험으로 접근할 수 있는지를 보였다.



다음에 헬름홀츠를 살펴보면, 헬름홀츠는 페크너에 이어서 실험 과학으로써의 심리학의 기초를 닦은 사람입니다. 20세기의 아인슈타인이 위대한 물리학자였다면, 19세기를 대표하는 물리학자의 한 사람이 헬름홀츠라고 볼 수가 있습니다. 그는 물리학자였으며 생리학자였으며 심리학적 연구를 했지만 심리학을 독립적 과학으로 생각하지 않고 실험생리학의 일부로 보았습니다.

1860년대의 헬름홀츠(1821-1894)는 페크너에 이어 심리학을 실험심리학으로서 확립시키는 데에 기여하였습니다. 그는 비록 칸트 밑에서 공부하였지만, 합리론보다는 영국 경험주의를 택하였습니다. 그는 칸트와는 달리 시공간 지각이 선형적이지 아니라 후험적임을 주장하였고, 자극에 직접적으로 주어지지 않은 특성을 ‘무의식적 추론’에 의해(연합 법칙에 의해) 경험적으로 획득할 수 있다고 보았습니다. 이러한 생각은 분트 및 후대의 형태주의 Gestalt학자들에게 전달되어 오늘날까지 이

어제 오고 있습니다.

4-2강 file no.27

그는 심적 현상을 자극의 함수로 보아서, '자극의 함수로서의 심적 반응'이 현대 심리학 방법의 모델이 되게끔 하였습니다. 그의 이론의 기본가정은 감각은 측정 가능하며 모든 감각에 0점이 있고 차이를 겨우 식별할 수 있는(jnd) 식역은 모든 감각에 동등하다고 보았습니다. 또한 그는 식역(Limen) 개념에서 절대식역과, 차이 식역의 개념을 공고히 하고, 3개의 정신물리학적 방법 발전시켰습니다. 무엇보다도 그의 폭 넓은 관심과, 열정, 엄밀한 물리학자로서의 훈련 등은 많은 실험 결과와 이론, 그리고 개념들을 내어놓았고, 이 연구 결과들은 후대의 학자들, 특히 과학으로서의 심리학의 창설자라고 불리는 분트에게 심리학에서 어떤 종류의 문제들을 실험적으로 접근 할 수 있는지 보여주게 된 것입니다.

- 신경충격 속도의 측정
 - Haller- 신경충격의 속도를 측정하려 함
 - Johannes Mueller- " 측정 불가능하다고 생각함 (빛처럼 빠르다)
 - Helmholtz- 개구리에서의 신경충격의 속도를 측정함 - 30m/초
- -신경충격이 즉각적으로 전도되지 않는다는 이 발견은
- 감각이나 반응이 즉각적인 것이 아님을 보였고,
- 그렇다면 신체와 마음 사이에는 확실한 단계적 과정들이 있음을,
- 그리고 이 단계과정들을 심리학에서 연구할 수 있고 하여야 함을 보여주며
- 이후의 심리학의 연구의 결정적 영향을 주었다. 마음의 핵심적 요소를 실험으로 포착할 수 있음을 보인 것이다.
- Donders의 반응시간 연구와 함께 후대의 연구의 방향을 결정함

25

4-2강 file no.29

다음 슬라이드에서 보면 헬름홀츠가 연구한 바가 제시되어 있습니다. 먼저 그는 신경 충격 속도를 측정했습니다. 헬름홀츠 이전에 이미 생리학자 할러(Haller)는 신경충격의 전도 속도를 측정하려 했습니다. 한편 헬름홀츠의 스승인 뮐러는 신경충격의 전도속도는 빛의 속도와 같이 빨라서 측정할 수 없다고 생각하였습니다. 그러나 헬름홀츠는 개구리에게서 신경충격의 전도 속도를 측정하였을 뿐만 아니라, 인간의 반응시간을 측정하였고, 자극과 반응 사이 시간이 피험자간에서, 또는 피험자 내에서 변이 정도가 크다는 것을 발견하였다. 그는 개구리의 다리에서 신경 충격이 전달되는 속도를 측정을 했는데, 1초에 30m 정도로 신경충격이 전달

된다. 라는 것을 발견해냈습니다, 신경충격 전도가 시간이 걸린다는 것, 즉 즉각적이지 않다는 것은, 자극과 이에 대한 심적 반응과 그에 따른 신체적 반응 사이에는 시간적 간격이 있음을 드러내 주었으며, 이는 심적 과정을 몇 개로 분리해서 접근할 수 있을 가능성을 제시하였습니다. 그러니까 물리적 자극이 외부에서 오면 즉각적으로 반응하는 것이 아니라 일정한 단계, 과정을 걸쳐 시간을 걸려서 반응이 나온다는 것을 보인 것이지요.

그러면 그 시간동안 무엇이 일어나느냐, 외부에서 물리적 자극이 들어와서 거기에 대해서 신체가 반응해서 마음의 무언가가 그것을 지각하기까지는 여러 단계적 과정들이 있음을 우리가 생각하게 되는 것이죠. 그리고 이 단계 과정들을 우리가 심리학에서 연구 할 수 있고 또 연구해야 되는 것을 헬름홀츠는 보여주었다는 것입니다. 마음의 핵심적 요소를 실험으로 포착 할 수 있음을 헬름홀츠는 보여준 것입니다.

자극에 대한 반응시간에 관한 헬름홀츠의 연구는 이후에 돈더스(F. C. Donders)의 반응시간 연구와 더불어 이후의 심리학에서 특히 인지심리학에서, 자극을 제시한 후 반응시간을 측정하여, 그 반응시간의 특성에 의하여 마음의 내용을 추정하는 방법인 반응시간법(Reaction Time Methods) 또는 심리계시법(Mental Chronometry)이 주 연구방법이 되게끔 하는 출발점이 되었습니다.

- **Specific Fiber Energies**
 - 각 감각 신경섬유들은 그 독특한 에너지와 질이 있으며,
 - 감각은 각 특수 신경의 특성을 자각함으로써 이루어진다.
 - 이것은 동일한 감각 내에서의 질적 차이에도 적용되며, 특히 색깔지각에서 드러난다.
- - **Handbuch der physiologischen Optik (1856-66)**

30

헬름홀츠는 또한 특수신경섬유(또는 에너지; specific fiber energies) 이론(이것은 사실은 저명한 생리학자 물러가 얘기한 것을 이어받았습니다)을 강조하였는데 각 감각 신경 섬유들은 독특한 에너지와 질이 있으며 감각은 각 특수 신경의 특성

을 자극함으로써 이루어지며, 그리고 동일한 감각 내에서의 질적 차이도 적용되고 특히 색깔지각에서 드러난다는 것입니다.

헬름홀츠의 다른 큰 업적은 시각, 청각 과정 등에 대한 체계적인 심리학 이론을 실험 결과에 근거하여 제시했다는 데 있습니다. 그는 시각에 대한 기존의 물리학적, 생물학적, 철학적 연구와 자신의 실험적 연구를 종합해서 시각 지각 과정을 설명하고 후대 연구자들에게 무슨 물음을 어떻게 접근할 수 있는가를 보였습니다. 오늘날 심리학 개론 책이나 인지심리학 책에 시지각에 대한 삼색이론이 있는데, 이것이 헬름홀츠가 연구해 놓은 그런 것이었습니다. 이에서 더 나아가 헬름홀츠는 시공간 지각은 물리적 자극 자체에서 주어지는 것이 아니라 마음에 의해서 ‘무의식적 추론(unconscious inference)’에 의해서 일어난다고 보고, 그 것이 생득적, 선천적으로 타고 나는 것이 아니라 과거 경험을 통해서 획득된다는 경험주의적인 이론을 제시했습니다.

그 다음에 청각 연구에서 청각도 개론 책이나 인지 심리학 책에서 보면 소리의 높낮이 지각 이론에서 장소이론(Pitch perception 이론 중 place theory라는 것)이 있는데 이것도 이 당시에 헬름홀츠가 실험을 통해서 연구해놓은 것입니다.

[헬름홀츠 종합]

헬름홀츠의 생각과 연구는 이 후의 심리학 연구에 결정적 영향을 주었습니다. 앞서 언급한 헤르바르트와 심리적 현상에 수리적인 공식을 적용할 수 있음을 이론적으로 보였고, 베버나 페크너가 이를 정신물리학적 접근 할 수 있음을 보였는데, 그 다음에 물리학자 헬름홀츠가 등장하여 그것을 구체적으로 실험실에서 어떻게 실험할 수 있는가를 이런 저런 연구를 통해서 보여준 것이라고 할 수 있겠습니다.

그는 심리학에서 실제로 어떤 주제를 가지고 어떻게 개념화하고 어떻게 실험하는가를 여러 심리현상 영역에서 보여주었습니다. 즉 실험실에서 심리학 실험을 어떻게 수행할 것인가의 모범을 보여준 것입니다. 페크너가 심리학이 양적 과학적 방법을 적용할 수 있다는 것을 보였다면, 헬름홀츠는 심리학 실험실에서 과연 무엇을 할 것인가, 즉 어떤 문제들을 페크너의 양적 방법을 사용하여 어떻게 실험적으로 연구 할 수 있는가를 보여 주었습니다. 특히 심리 현상을 과정적 특성 중심으로 접근하는 연구 전형을 보여준 것입니다. 이제 남은 작업은 이와 같이 심리적 현상에 실험적, 양적 방법을 적용하는 추세를 하나로 묶어 심리학을 하나의 독립된 과학으로 형성하는 일이었는데 이 과제는 19세기 후반의 분트에게 넘겨졌습니다.

위 연구들이나 이 당시 심리학 연구들은 독립적으로 진행한 게 아니었습니다. 그리고 전통적 심리학자가 아니었고 물리학자나 생리학자들에 의해서 심리학 연구가 진행되었고, 이들의 연구 결과도 물리학 학술지나 생물학 학술지를 통해서 발표되었고, 체계적으로 별도로 집적되거나 통일성 있는 의미가 주어지지 않았는데, 남은 작업들은 이런 것들을 통합해서 하나의 독립 과학으로 출발 시키는 것이었고 이것이 분트가 하게 된 것입니다. 그러한 분트가 한 내용을 다음 주에 얘기를 하도록 하겠습니다.

- << Wundt >>

- 위의 연구들이나 이 당시의 심리학 관련 연구들은 심리학적 연구로 수행되지 않았음.
- 이들도 정통 심리학자가 아니었음. 물리학자, 생리학자였고, 이들의 연구 결과들도, 물리학, 생리학, 철학 등에 산재해 있었지,
- 체계적으로 별도로 독립적으로 집적되거나 통일성 있는 의미가 주어지지 않았다. 남은 작업은 종합하는 일이었다고 이를 Wundt가 하게 된 것이다.

24

- **Perzeption** - 무의식적 추론 이전에 감각 패턴에 의한 지각
- **Anschauung** - 무의식적 추론에 의한 지각
- **Vorstellung** - 지식/관념에 의한 표상

- 이러한 모든 것으로 심리학의 물음들과 그 해결 방식을 정함

- 비판:

- 신경생리적 기제를 찾으려 안 함
- 무의식적 추론의 문제 - 의식이 안될까? Vitalism
- 경험적 규칙들(Weber의 법칙 등)을 활용 안 함

25

3. 수(numbers)의 도입과 심리물리학 전통 역사 : 종합

오늘은 분트가 심리학을 독립적인 과학으로 출발하기 이전에 있었던 유럽의 여러 배경들, 특히 독일에서의 정신 물리학적 배경, 수리적 배경을 이야기했습니다.

특히 심리현상을 수학적으로 접근하여 심리학이 과학으로 독립하는 데에 있어서, 과학의 연구 대상인 물리적 및 심리적 현상을 각기 어떤 연속선상의 ‘강도적 양’의 속성을 지닌 것으로 개념화한 라이프니츠의 개념화 작업은 심리학을 과학의 반열에 들어오게 하는 큰 변혁을 시작하게 했다고 하겠습니다. 칸트가 이루었다는 경험론과 합리론의 결합이 실상 다른 차원에서 라이프니츠에 의해 이루어져 있었다고 하겠습니다. 심리물리학(정신물리학)의 연구들은 라이프니츠의 개념화 작업이 이루어 놓은 밥상위에 구체적 숟가락을 더 없는 일이었다고나 할까요.

여기까지 설명하고 다음 주에는 분트로 들어가서 분트에게 직접적으로 영향을 준 유럽의 과학적 사상의 배경을 살펴보고, 분트가 무엇을 이루었고, 분트와 그의 제자들이 무엇을 해냈는가를 살펴보도록 하겠습니다.

4주 2회 차 강의를 여기서 마치겠습니다. 감사합니다.